

大気流体力学から地球環境科学までとその周辺、
そして人との出会い

神沢 博

名古屋大学定年退職記念文集, 2018年3月

目次

まえがき	1
1 大気流体力学から地球環境科学までとその周辺、そして人との出会い	3
1-1 前橋高校	
1-2 京都大学	
1-3 国立極地研究所	
1-4 国立環境研究所	
1-5 名古屋大学	
1-6 編集という仕事	
2 雑文	7
2-1 論説・所感	9
2-1-1 「わかる」ということ	10
「定年退職される教授のことば」, 名大トピックス (2018年4月発行), 印刷中	
2-1-2 名古屋大学での15年	11
かけはし (教職員・院生版生協だより), 名大生協, 2018年3月発行, III	
2-1-3 環境学という学問を創る	12
環境学研究科ホームページ: 研究科長メッセージ (2015年4月)	
2-1-4 複雑系を対象とする実用の学問としての環境学	13
名古屋大学グローバルCOEプログラム「地球学から基礎・臨床環境学への展開」2009年度報告書, 2010年3月	
2-1-5 科学的好奇心の先にあるもの	17
エコラボトーク (対談: 真鍋淑郎), 環, 2009年10月	
2-1-6 地球温暖化の影響対策研究から見た気候モデル研究	21
天気, 2003年5月号 共著: 江守正多・高橋潔・野沢徹	
2-1-7 データ公開の問題 (評議員の提言に対する理事会の回答6)	27
天気, 2002年6月号	
2-1-8 法人化した研究所: コメント (国立環境研究所の場合)	29
天気, 2003年11月号	

2-2	解説	33
2-2-1	物質循環または極域大気	34
	STE 研究連絡会 (宇宙研, 1989 年 10 月)	
2-2-2	成層圏水蒸気の分布と長期変動	39
	平成 13 年度研究集会講演集 (第 12 回大気化学シンポジウム), 名古屋大学太陽地球環境研究所, 2002 年	
2-2-3	衛星センサーILAS による北極成層圏の観測	42
	天気, 1998 年 10 月号	
2-2-4	地球温暖化問題における気候モデル: 大循環モデルの位置付け	45
	名古屋大学 21 世紀 COE プログラム「太陽・地球・生命圏相互作用系の変動学」平成 15 年度報告書, 2004 年 3 月	
2-3	外国出張報告	57
2-3-1	国際 MAP シンポジウム及びオゾンシンポジウムに出席して	58
	天気, 1980 年 12 月号 共著: 廣田 勇・長谷部文雄	
2-3-2	大気、及び、大気モデルにおける準定常超長波の維持に関するシンポジウムについて	63
	天気, 1984 年 2 月号 共著: 住 明正・金光正郎	
2-3-3	南半球中層大気と重力波に関する合同国際ワークショップの報告	74
	天気, 1987 年 10 月号 共著: 廣田 勇	
2-3-4	ワシントン大学での 2 ヶ月	77
	極地研ニュース, 1987 年	
2-3-5	米国気象学会中層大気分科会および南半球中層大気国際研究集会の報告	79
	天気, 1989 年 10 月号 共著: 廣田 勇・塩谷雅人・山崎孝治・津田敏隆	
2-3-6	国際気象学・大気物理学協会 (IAMAP) 第 5 回科学総会出張報告書	85
	吉田科学技術財団ニュース, 1990 年	
2-3-7	第 9 回中層大気に関する会議の報告	87
	天気, 1994 年 11 月号 共著: 佐藤薫・塩谷雅人・余田成男	
2-3-8	Attending the STRATOEOLE Workshop (the 4th STRATOEOLE Workshop at CNES in Paris, October 9 to 10, 1995)	93
	ILAS NEWSLETTER, December 1995 (和文、英文の両方あり)	
2-4)	主催会合報告	95
2-4-1	The symposium "Antarctic ozone now decreasing" held at NIPR in December 1986 - Ozone hole –	
	SCAR UAP NEWSLETTER, April 1987	96

2-4-2	極域研究連絡会 1992 年春季研究会「南極域の物質循環」報告 天気, 1992 年 12 月 共著: 安成哲三	98
2-4-3	オゾン層観測センサーの利用に関する国際ワークショップ報告 天気, 1994 年 5 月 共著: 横田達也・岩上直幹	102
2-4-4	第 13 回大気化学討論会開催報告 大気化学研究会ニュースレター, 2008 年 3 月	106
2-4-5	GCOE 国際アドバイザー会議第 3 回 (2013 年 12 月 18 日) BCES ニュースレター (2014 年 3 月)	108
2-5	ILAS プロジェクト	111
2-5-1	ADEOS を利用する大気微量成分観測のための ILAS/RIS プロジェクトについてのコメント 天気 1993 年 1 月号	112
2-5-2	検証: 地球環境研究センターの存在意義を問う: 衛星観測 地球環境研究センターニュース, 1993, No. 10	113
2-5-3	衛星搭載オゾン層観測センサー ILAS 初データ取得 地球環境研究センターニュース, 1996, No. 6	115
2-5-4	ILAS 検証実験・解析に関するパリ会議に出席して 天気, 1998 年 4 月 共著: 笹野泰弘・塩谷雅人・中根英昭・鈴木睦・林田佐智子	120
2-5-5	Agreement on ILAS Validation Balloon Campaigns signed in Paris in October ILAS NEWSLETTER, December 1995 (和文、英文の両方あり)	127
2-6	追想	131
2-6-3	新米助手からみた国立極地研究所初代所長の永田武先生 「会員ひろば」, 学会会報, 2018 年 3 月号	132
2-6-2	ジロウさんのこと 「追悼 井上治郎」, 井上治郎遺稿・追悼文集刊行委員会発行, 1993 年	134
2-6-3	森田恒幸さんとのおつきあい 森田恒幸先生の思い出, Asia-Pacific Integrated Model Project Team, 国立環境研究所, 2004 年	139
2-7	編集という仕事	141
2-7-1	「南極の科学 3 気象」まえがき 古今書院, 1998 年 共編: 川口貞男	142
2-7-2	「天気」(日本気象学会機関誌) 編集後記 [] 内は、各記事のキーワード	144
2-7-2a	1991 年 11 月号 [南極観測隊員、気象学会員、女性隊員]	

2-7-2b	1993年11月号	[編集の仕事の内容、著者との交流、手書き原稿]
2-7-2c	1995年8月号	[地球環境問題、「天気」の読者、自分の担当欄]
2-7-2d	1997年5月号	[著者と編集者との顔合わせ]
2-7-2e	1998年11月号	[林達夫、加藤周一、寺田寅彦、中谷宇吉郎、樋口敬二]
2-7-2f	2000年7月号	[一般への啓発、立花隆、編集という仕事]
2-7-2g	2002年8月号	[塩野七生、粕谷一希、田中健五、吉野源三郎、新野宏編集長]

3	神沢博のプロフィール	151
3-1	履歴書	153
3-2	印刷発表リスト	159
3-3	口頭発表リスト	185
3-4	主査を行った学位論文（博士・修士・学士）	227

まえがき

本冊子は、2018年3月31日午後名古屋大学豊田講堂・シンポジオンで実施する、私の名古屋大学定年退職にあたっての最終講義の際に配布するために、編みました。本冊子を3つの部で構成しました。

第1部は、題目が最終講義の題目「大気流体力学から地球環境科学までとその周辺、そして人との出会い」と同一ですが、「そして人との出会い」に重点を置きました。「大気流体力学から地球環境科学までとその周辺」の部分については、最終講義そのものにおいて、科学的成果を記した論文で示した図や式を使って、述べます。なお、この最終講義は、名古屋大学教養教育院の「名大の授業 (NU OCW)」

<http://ocw.nagoya-u.jp/index.php>

で公開される予定です。

第2部「雑文」は、時折に書いてきた短文で気に入ったものを編みました。最終講義では、これらの文章のいくつかに触れる予定です。ごく一部を除き、出版された記事をスキャナーで取り込んだpdfファイルを編集したものです。

第3部「神沢博のプロフィール」は、履歴書といくつかのリストから構成しました。

神沢 博

2018年3月

1 大気流体力学から地球環境科学までとその周辺、そして人との出会い

1-1 前橋高校

私は、1953年1月に、群馬県前橋市に生まれ育ちました。1968年4月に群馬県立前橋高等学校に入学しました。前橋高校では、何人かの先生方の授業に感銘を受けましたが、最も強い印象を受けたのは、作家・文芸雑誌編集者の経歴を持つ亀島貞夫（1921-2007）先生の「現代国語」の授業でした（亀島先生のごことは、私より4学年上の糸井重里氏「不思議、大好き。」「おいしい生活」のコピーライターで女優樋口可南子の夫―が彼のウェブサイトなどで語っています）。高校から大学へかけて国内外の文学作品や映画にのめり込みました。

大学へ入る際、前橋で自宅浪人し、その1年間、通信添削のZ会（増進会）のみを頼りに、入試問題という限られた範囲を対象とはするが、その問題を解く過程で徹底的に考え抜く力をつける、というつもりで勉学に励みました。Z会のおかげで、自分には適わない人がいることを実感しました。Z会の国語の問題で読んだ、河盛好蔵の「Bクラスの弁」は、ことあるごとに思い起こすことになります。

1-2 京都大学

1972年4月、京都大学・理学部に入学しました。大学1回生から3回生ころまでは、本や映画にうつつを抜かしていました。著者としては、加藤周一、辻邦生、桑原武夫、吉川幸次郎、井上靖、夏目漱石、スタンダール、トルストイ、ディケンズ、などなど。映画監督では、黒澤明、小津安二郎、ジョン・フォード、ウィリアム・ワイラー、デイビッド・リーン、などなど。そのころの学生のほとんどが楽しんでいたマージャンをやらないと決めました。本や映画に時間を使いました。

大学での授業にも印象に残ったものが少々あります。学部1・2回生の時には、力学の授業で、運動方程式と万有引力（重力）の法則からケプラーの経験法則を導くことができることを教わった時には感動しました。解析学のイプシロン・デルタ論法、線形代数の直交ベクトルの概念なども感銘深かったです。また、ケネス・クラークの“Civilization”という本の輪読を、乾由明先生をチューターとして読んだのが印象深かったです。第2外国語は、ドイツ語とフランス語を習いました。学部3・4回生の時には、巽友正先生の流体力学の講義が極めて明晰で、講義ノートを読み返すだけで教科書が不要なくらいでした。

このような大学の授業以外にも、文化祭などの時に、湯川秀樹、吉川幸次郎、桑原武夫、今西錦司、貝塚茂樹、などの面々の話を聴くことができました。大学2回生の秋、1973年10月、京都での岩波文化講演会で、朝永振一郎さんの「物理よもやま話」と題した講演に聴き入りました。ヴェールをどんどん剥いでいった姿を究める素粒子物理学とヴェールそのものを自然のまま上手に調べる地球物理学とを対比していました。この朝永さんの話に

は、自分の専門を気象学（地球物理学の一部）と決める際に、影響を受けました。

大学3回生の春、1974年4月、後に学位論文の査読をしてもらうことになる廣田勇先生に出会いました。話がきわめて論理的で、書いた文章をそのまま口にしていて聴こえました。気象学を勉強し始めてみると、廣田先生を筆頭に、松野太郎先生、荒川昭夫先生、小倉義光先生などの論文や著書の見事さに感嘆しました。こういう人たちのやっている分野ならば、やりがいがあると思い、さらに勉学に集中しました。

1976年4月に京都大学大学院・理学研究科（地球物理学専攻）に入学し、1981年6月に満期退学するまでの大学院の5年3ヶ月は、私の黄金時代で、よく学びよく遊びました。

大学院では、自分の博士論文のテーマにピッタリの英文の本や論文を、指導教官の廣田勇先生をチューターとし、研究室の先輩をオブザーバーとして、式の導出も全て行い、徹底的に読み抜きました。また、研究室の研究発表の場であるコロキウムは、研究の道場でした。テキストの精読、論文の漁り読み、データ処理のための大型計算機プログラミング、Fortran プログラムや読み込みデータのカードパンチ、X-Y プロッターによる作図。英語による論文の口頭発表、初の英文論文に関する専門雑誌への投稿・査読に沿っての改訂・採択・掲載は刺激的でした。同じ研究室で4学年上だった伊藤久徳さんには、数年の間ほぼ毎日、前日の深夜にいくら考えても分からなかったことを議論してもらい、お互いの考察を深め合いました。

私がキャプテンでソフトボールの気象研究室チームを作り、海洋研究室との週1回程度の対抗戦を京都御所のグラウンドで行いました。冬は研究室スキー行を企画して、主に志賀高原の京大スキー部ヒュッテに出かけました。

大学院在学中の1979年3月、26歳で結婚しました。1980年の夏には、米国のイリノイ大学における Middle Atmosphere 国際シンポジウムで発表しました。翌週のコロラド大学でのオゾンシンポジウムの際、気象力学の名著で高名な James R. Holton 先生を廣田先生に紹介してもらい、投稿中の論文の原稿を渡したら、翌日、その論文の内容を褒めてもらいました。なお、宇宙科学研究所の伊藤富造先生から、野外劇を観るつもりだったが、風を引いてしまったためにゆけなくなってしまったという次第で、入場券をいただき、コロラド大学キャンパスでの野外劇を、せりふは聴き取れないので雰囲気だけ愉しみました。劇作家・演出家の如月小春こと伊藤正子さんが伊藤富造先生の娘さんであることを後に知ることになります（残念ながらお会いしたことはありません）。1984年3月、京都大学理学博士（博士課程修了）を、学位論文名「Planetary Wave-Mean Flow Interactions in the Atmosphere」で取得しました。

1-3 国立極地研究所

博士学位を取得する前、1981年7月、28歳の時に、文部省国立極地研究所に助手として採用されました。川口貞男先生が上司でした。同時に、日本学術振興会奨励研究員の補欠だったのが同7月から採用決定となったとの通知がきましたが、パーマネントの助手の職

を選びました。1984年11月～1986年3月、32歳ころに、第26次南極地域観測隊員として、昭和基地にて越冬しました（内陸のみずほ基地で80日間、4人の生活も経験しました）。気象ロケットやエアロゾゾンデなどによる成層圏の観測が主な仕事でした。1年を一緒に過ごした仲間、特に技術者の人たちの仕事ぶりに感銘を受けました。1987年9月～11月、文部省在外研究員として、米国ワシントン大学大気科学部に Visiting Scholar の身分で Holton 先生が受け入れてくれました。

国立極地研究所では、山内恭さん、青木周司さんが同僚で、同室だった期間も長く、よく議論しました。対象とする場所は極域と限られますが、対象とする学問分野としては自然科学のすべてを含む国立極地研究所は、1973年に創設されてほどない頃であり、最初の南極観測隊長を務めた永田武先生が初代所長の活気ある時代でした。極地研にいたおかげで、樋口敬二先生、岩坂泰信さん、中島映之さん、中澤高清さん、大島慶一郎さん、Norbert Untersteiner さん、Jay Zwally さんたちと知り合うことができました。なお、この頃、木村龍治先生が中心になって行っていた地球流体夏のセミナーに欠かさず参加していました。

1-4 国立環境研究所

1993年10月、環境庁国立環境研究所に、地球環境研究センター・研究管理官として異動しました。40歳のときでした。誘いの話があったときにたまたま芝公園を訪れると、伊能忠敬がなした成果である日本地図をかたどった碑があり、伊能忠敬が、10年も自分より年を取った50歳から天文学そして測量による地図作成を始めたことを知りました。

人工衛星搭載の高緯度オゾン層観測センサーILASの研究プロジェクトを笹野泰弘さんたちと推進しました。1997年2月～3月の2ヶ月間には、スウェーデンのキールナでの ILAS Validation Balloon Campaign（世界各国から100人以上の科学者・技術者が参加）の Overall Campaign Leader を務めました。フランスの Claude Camy-Peyret さんが同僚です。近藤豊さん、青木周司さん、Ulrich Schmidt さん、Neil Harris さんも参加しました。

1997年度の1年間は、上司の安岡善文さんの命で環境庁の地球環境研究総合推進費の研究の統括を支援する仕事をしました。おかげで、地球環境研究をあまねく俯瞰することができました。

1998年4月、大気圏環境部大気物理研究室長になり、気候モデルによる地球温暖化の科学の研究プロジェクトのマネジメントをしました。研究所内では江守正多さん、所外では、地球フロンティア研究システムの松野太郎先生、東京大学の住明正さん、木本昌秀さん、たちとの共同研究プロジェクトでした。

2001年1月に環境庁が環境省となり、2001年4月には、国立環境研究所も独立行政法人となりました。国立環境研究所では上司の鷲田伸明さん（居室に丸山真男の本が大量にありました）の見識にうたれることが多かったです。早世した森田恒幸さん、名古屋大学でも同僚となった井上元さん、とは、よく話し、刺激的な時間を持つことができました。

1-5 名古屋大学

2003年4月、50歳のときに、名古屋大学教授として異動しました。大学院環境学研究科・地球環境科学専攻・気候科学講座担当です。名古屋大学では、地球温暖化やオゾン層破壊などの地球環境問題にかかわる大気科学のさまざまな課題に焦点をあてた研究を、学生と一緒に行いました。2006年4月から2年間、発想が豊かな林良嗣研究科長を副研究科長としてサポートしました。

2009年7月～2014年3月、グローバルCOEプログラム「地球学から基礎・臨床環境学への展開」の事務局長を務めました。拠点リーダーは、リーダーたる素養に溢れた安成哲三さん（最後の1年だけ林良嗣さん）。真鍋淑郎さん、Ernst von Weizsaeckerさんと一緒に話す機会ならびに本を作る機会をもてました。極めて明晰な両雄、中塚武さんと渡邊誠一郎さんの議論に加わった時間は濃密でした。

2012年7月～2015年3月、日本学術振興会学術システム研究センター専門研究員を務めました（主な仕事は科研費や特別研究員の審査委員の選考）。2015年4月から2年間、研究科長を務めました。

これらの活動を通じて、見識ある多くの方々の形骸に接することができました。本日2018年3月31日をもって65歳にて定年退職し、名古屋大学での15年間を了えることになりま

1-6 編集という仕事

これまでを振り返ると、主に、編集という仕事をする職業生活を送ってきたなあ、と思います。本冊子の2-7節には、私が編集を直接行った営みや私の編集に関する考え方を記してあります。数々の研究プロジェクトの報告書を作成するのも編集という仕事でした。例えば、グローバルCOEプログラムの事後報告書の編集は、事務局長の私が担いました（文科省による事後評価は最高位）。編集という仕事は、河盛好蔵の「Bクラスの弁」にいうBクラスの仕事かな、と愚考しています。

2 雜文

2-1 論説・所感

「定年退職される教授のことば」, 名大トピックス, 299号 (2018年4月発行), 印刷中.

「わかる」ということ

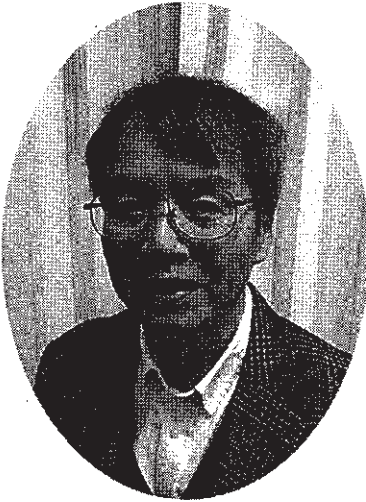
神沢 博 大学院環境学研究科

理系文系の人たちがそれぞれの学問分野を深くなお深く掘り下げてゆき、一定のレベルに達すると、あらゆる学問分野に通ずる地下水脈に到達する。その人たちのうちで周りを眺める器量を持つ人たちは、地下水脈を通じてお互いの学問分野の勘所を理解でき、有意義で建設的な対話ができる。この考え方は営み一般に当てはまる。

ある「こと」を理解したいとする。その「こと」をできうる限り正確に、まず国語たる日本語で表現する。次に、例えば、現代の普遍語たる英語で表現する。その「こと」と日英2つの表現とを比較検討する中で、その「こと」は何なのかを日英2つの言語で深く思考し、日英2つの表現を改訂する。その「こと」を、表現方法へのより低い依存度で、より明晰に捉えたことになる。

こんなことを考えながら、名古屋大学で15年間、仕事をしてきました。

名古屋大学での 15 年



神沢 博

環境学研究科 教員

私は、京都大学・理学部、理学研究科で気象学の勉強に励んだ後、文部省国立極地研究所で12年3ヶ月、環境庁国立環境研究所で9年6ヶ月、研究生活を送った後、15年前、50歳の時に名古屋大学環境学研究科に移動してきて、今、定年を迎えようとしています。地球物理学の一分野である気象学を専攻したきっかけのひとつは、大学学部生の時に聴いた朝永振一郎さんの講演です：ヴェールをどんどん剥いでいった姿を究める素粒子物理学とヴェールそのものを自然のまま上手に調べる地球物理学とを対比して、地球物理学の魅力を語っていました。対象域は極域と限られますが対象分野は自然科学全般である国立極地研究所、環境問題全般を対象とする国立環境研究所において、優秀な研究者と種々の共同研究をした後、名古屋大学の環境学研究科において、学生とともに、地球温暖化やオゾン層破壊などの地球環境問題にかかわる大気科学のさまざまな課題に焦点をあてた研究をしてきました。

研究所に22年弱いた後の初めての大学でしたので、新鮮でした。まず、講義です。講義は通常、半期15回分(1回1時間半)を1コースとしますが、講義1回分は、準備労力で一般向け講演を1回することに相当すると思います。講義1コースで異なった一般向け講演15回に相当するわけです。年によりますが、私が担当した講義は、一年あたり、大学院向けの2コースおよびオムニバスの講義2回から4回分、学部向けの1コース、全学教育向けの半コースでした(この他に研究室のコロキウム)。よくいわれることですが、講義をすることは、講義をする者の理解を深くさせます。講義をより明晰にするために、また、学生の素朴な質問に答えるために、毎回毎回毎年毎年、勉強・考究の連続

でした。講義をすることによって合点がいったことは枚挙に暇がありません。

2009年度から2013年度までの5カ年にわたり、グローバルCOEプログラム「地球学から基礎・臨床環境学への展開」が、文部科学省によって採択された全国140件の教育研究拠点形成の取り組みのうちの一つとして実施され、私はこのプログラムの事務局長を務めました。環境学研究科の地球環境科学専攻、都市環境学専攻、社会環境学専攻の全3専攻に生命農学研究科生物圏資源学専攻を加えた4専攻の協働(事業推進担当者の教員20数名)で推進しました。事業推進担当者全体会議を13回開催し、また、拠点の実務的運営のための拠点運営会議(事業推進担当者のうちの運営委員ほぼ14名を中心として構成)を42回開催しました(ほぼ月1回開催)。まさに、FD(Faculty Development)を実施し続けていたといえます。様々な成果の代表的なものとして、本プログラムの成果を普遍化して提示するための教科書「臨床環境学」(名古屋大学出版会、2014年)を刊行し、また、Springerから3冊の英文著書を刊行しました。第6回名古屋大学高等研究院レクチャー「環境学という学問を創る」(2011年3月)を共催した他、さまざまな催しを実施しました。設置した国際アドバイザーボードから有益なアドバイスを受けました。文科省の本プログラムに対する事後評価は、5段階の最高評価でした。

2015年4月から2年間、研究科長を務めました。また、2012年7月～2015年3月、日本学術振興会学術システム研究センター専門研究員を務めました(主な仕事は科研費や特別研究員の審査委員の選考)。さらに、多くの教育・研究機関の運営、評価、人事選考に関わりました。

このように、学生と出会い、外国を含む学内外の見識ある方々の警咳に接する場を与えてくれました名古屋大学に感謝します。

(かんざわ・ひろし)

2015年4月

環境学という学問を創る

神沢 博

環境学研究科長

わたしたちの研究科、名古屋大学大学院環境学研究科は、地球環境科学、都市環境学、社会環境学の3つの専攻で構成されており、理学系、工学系、文系の連携の研究科です。それぞれの既存の学問分野を深く掘り下げるとともに、持続性学と安全安心学を主要な2本の柱として、理工文連携により環境学を創ってゆくという理念を持っています。研究科創設から十数年を経るなかで、新たな環境学を担う教員が続々と結集しつつあります。また、文部科学省のグローバルCOEプログラムの支援による「地球学から基礎・臨床環境学への展開」で立ち上げた統合環境学特別コースや文部科学省の戦略的環境リーダー育成拠点形成事業の支援によって立ち上げた国際環境人材育成プログラムを、生命農学研究科・工学研究科・国際開発研究科などの学内他部局との協働で実施してきました。

理、工、文の複数の教員がそれぞれの既存の学問分野を深くお深く掘り下げてゆくと、それぞれの学問分野に通ずる地下水脈に到達します。そのような教員たちは、地下水脈を通じてお互いの学問分野の本質的な勘所を理解でき、理、工、文が統合した新しい学問分野を開拓してゆくことが可能となります。しかし、そのような開拓が始まるためには、まずは共同研究が始まらなければなりません。そのきっかけを作る接着剤になるのが、社会的要請であったり、あるいは、学生の意欲であったりします。理、工、文が統合した新しい学問分野である環境学という学問を創る道筋のひとつは、このようなものではないかと思います。

既存の学問分野を深く掘り下げる人、既存の学問分野を統合した新しい学問分野を開拓してゆく人、あるいはそれらの橋渡しをする人。さまざまなタイプの教員・学生が、わたしたちの研究科を発展させてゆきます。

3-1-2 複雑系を対象とする実用の学問としての環境学

神沢 博

大学院環境学研究科 地球環境科学専攻

1 複雑系を対象とする学問としての医学と大気科学、そして環境学

学問の方法ということを考える時、学生時代に読んで以来、いつも念頭に浮かんでくる文章がある。2008年12月に亡くなった加藤周一氏の著書「言葉と人間」(加藤, 1977)に収められている数ページの短い文章「方法の問題または『皮膚科学講義』の事」である。以下、その一部を引用する。

『皮膚科学講義』(1941)は、東京大学医学部の皮膚科の教授、太田正雄(1885-1945)の講義録で、ガリ版で印刷し、学生に頒布されたものである。……たとえば、次のような言葉がある。

「皮膚病の分類し難きは前に述べたが、今の處主として原因的基礎に立ち、その及ばざるものをば他の標準で補ひ、全体として便利であるやうな分類を以て我慢して置くより他にない」……

……歴史的にみれば、分類の原理は、「病因学的」な方向へ向って進む。しかし現在の段階では、「他の標準」にも頼らざるをえない。「他の標準」とは、一般的に形態学、殊に組織学(顕微鏡の形態学)である。そこで本来性質の異なる原因学的小および形態学的な標準の適用範囲のつり合いという問題が生じ、その答えが「全体として便利」ということになるだろう。何のために便利なのか。……簡単にいえば、医者の話だから、診断および治療の目的のために「便利」だということである。……

太田正雄は、木下杢太郎である。木下杢太郎は、北原白秋や吉井勇と共に、抒情詩人としてまた劇作家として知られる。……

私は、気象学、大気科学に携わっている。大気は、途方もなく複雑なシステムであるという点で人間の体に似ている。したがって、それらを扱う学問である大気科学と医学も似ている側面がある。大気中の現象を分類する際にも、上記した医学の一分野である皮膚科学と同様、その時々の大気科学の発展段階に応じて、例えば、天気予報あるいは地球温暖化予測に「全体として便利」なように、大気現象の「原因学的小および形態学的な標準の適用範囲のつり合い」を上手にとってゆくと他に道はない。人間の体の恒常性と気候の恒常性は、いずれも動的平衡という概念で分析できるところも似ている。環境は、大気よりもずっと複雑なシステムであり、学問の方法という意味で、環境学も医学に似た側面があるだろう。ここまでの議論に関する限り、ここで引用した文章はたまたま医学に関するものであったが、複雑系を対象とする学問の方法について一般的に適用できるものであろう。

こういうことを日々考えていた私にとって、環境学を医学に擬えることは親しい考え方であった。学問の方法における共通点があるのみならず、医学における診断と治療、基礎と臨床という考え方も環境学にも馴染むということは漠然と考えていた。今回、グローバルCOEの計画を練るにあたっての議論の中で、環境学における予防、診断、治療、副作用の意味が吟味され、基礎環境学、臨床環境学という言葉が自然発生的に生まれてきた。私以外にも、同様な発想をしている方々が集っておられて、今回の我々のグローバルCOEプログラム「地球学から基礎・臨床環境学への展開」(GCOE-BCES)の企てを実行する雰囲気醸成されていたのであろう。そうであればこそ、この計画がよく練られ、採択されるまでに成熟したのであろう。

なお、GCOE-BCESとは独立に長年、大気科学のうちでも、基礎的な研究と臨床的な研究という区分が有用であると考えてきていた(ここでの「基礎」、「臨床」という言葉の意味は、医学・環境学とは異なり、「臨床」は

直接に社会的に有用という程の意味で使っている)。例えば、気候モデル (e.g., 神沢, 2004a ; 江守, 2008) の研究においても、気候モデルの開発、すなわち、基礎方程式の有限グリッドによる差分表現の研究やパラメータ化 (parameterization) (モデルの解像度以下の小スケールの重要な現象を、設定した解像度で表現している物理量で、モデルの中に取り入れる手法) の研究などの基礎的な研究 (例えば、荒川昭夫氏の研究 ; e.g., 荒川, 1996) があれば、一方、気候モデルの応用、すなわち、基礎的な研究によって開発された、その時点でベストの気候モデルを活用して地球温暖化の研究をするなどの臨床的な (特に診断にかかわる) 研究 (例えば、1980 年代頃以降の真鍋淑郎氏の研究 ; e.g., 真鍋・神沢, 2009) もある、と捉えることができる。

2 最も実用に役立つ研究は最も基礎的な研究

学問と社会的要請ということを考える時、15 年ほど前に読んで以来、やはりいつも念頭に浮かんでくる文章がある。「天気」(日本気象学会機関紙) に掲載された松野太郎氏の理事長としての「巻頭言」の 2 ページの短い文章「最も実用的な研究は最も基礎的な研究？」である (松野, 1995)。以下、その一部を引用する。

地球温暖化による気候変化予測の中の重要な問題の一つに台風の発生数は増えるのか、強さはどうなるか、という問いがあります。．．．．．この問題は、台風発生の理論という、学問体系としての気象学の最も重要な構成要素の一つにかかわると思われるのですが、我々はこれに対する答を持っていません。気象学では今までこのような問いを發して来ませんでした。

．．．．．つまり、今、温暖化予測という社会の実用に最も役立つのは (この種の) 基礎研究なのだと思います。

．．．．．しかし、温暖化予測を少しでも確かにしようと真剣に考えれば、先に述べたように学問として最も重要で、基礎研究をする者にとってチャレンジングで面白くてしょうがない問題が次々と浮かび上がって来るのです。

社会的要請に応えようとして、自分達の分野の研究の成果を対外的に説明する準備をしてゆく中で、解決が困難なために脇においやっていた重要で基礎的な問題が残っていることをあらためて認識し、その問題を考え直さねばならぬようになること、そして、その問題がやりがいのある課題であることが、しばしばあるだろう。最も実用に役立つ研究は最も基礎的な研究であることが多いと思う。逆は真ならずではあるが。

環境学ということを考える時、いつも、Curiosity-driven の研究、Mission-oriented の研究、Societal needs-driven の研究の関係 (真鍋・神沢, 2009) を考え続けている。

3 基礎環境学に貢献できそうな研究

環境学研究科に席を置きながら、ここまで述べてきたようなことをいつも考え続けている。本 GCOE-BCES では、主に基礎環境学の構築に貢献できれば、と思う。関連する現在進行中の研究課題を以下にスケッチする。

(A) 植生改変・エアロゾル複合効果がアジアの気候に及ぼす影響 (FY2009-2011)

環境省・地球環境研究総合推進費 (課題代表者: 安成哲三教授) B-092

概要: 大気中のエアロゾル変化や植生改変が気候変化に及ぼす影響が注目されている。エアロゾルの変化が、それ自身あるいはそれから生成される雲による太陽放射の反射の変化を通して、あるいは、森林破壊や農耕地拡大に伴う植生の改変が、地表面の熱・水収支の変化を通して、気候システムに影響を及ぼすことは、近年広く認識されている。さらに、植生改変がエアロゾルの変化をもたらして気候に影響を及ぼしうることも指摘されている。特に、これらのプロセスが劇的に進んでいる中国やインドを含むアジア地域では、モンスーン気候へ大きく影響

することも懸念されているが、これらの人為起源の複合的な過程が気候変化に与える影響を定量的に評価した研究はまだほとんどない。本研究課題では、主に過去 100 年程度を対象として、新しく開発されたエアロゾル・化学気候モデルによる気候の再現実験結果と、高精度気候データによる気候の実態解析とを組み合わせることにより、これらの過程がアジアの気候変化・変動に与えた影響を種々の統計・診断解析を通して調べる。

サブテーマ (1) エアロゾル変動のモデリングと気候影響評価 (担当：名古屋大学)

植生変動、エアロゾル変動、およびその複合効果を表現可能なエアロゾル・気候モデルにより、硫酸塩・硝酸塩、有機炭素性エアロゾルを含む各種エアロゾル変動をモデル化する。また、他のサブテーマと連携し、これらの気候影響を定量化する。

担当研究者：神沢博教授、須藤健悟准教授、井上忠雄研究員 (PD, 2009/8-)

成果関連論文：Saito et al. (2009)

(B) 地球温暖化に係る政策支援と普及啓発のための気候変動シナリオに関する総合的研究 (FY2007-2011)

環境省・地球環境研究総合推進費 (課題代表者：住明正東大教授) S5

概要：気候モデルによる温暖化の将来予測シミュレーションは、温暖化対策を策定する上での重要な科学的基盤であると同時に、温暖化対策に取り組む国民各層の動機付けに資する科学的基盤でもある。2007年に発表された IPCC 第4次評価報告書は、国内の報道でも大きく取り上げられ、多くの国民の知るところとなった。国内の温暖化将来予測研究も、「地球シミュレータ」の利用を契機に過去 7 年間で著しい進展があった。しかしながら、国民が利用可能な温暖化の将来予測情報は、現時点では断片的な数値や抽象的なイメージに留まっている。そこで本プロジェクトでは、気候変動の社会への具体的な影響を含む総合的な気候変動シナリオを創出し、さらにそれを社会に「実感」可能な情報として伝達するための方法論を確立することを目的として研究を推進する。この目的のため、国内外の気候モデルによる温暖化将来予測計算結果の総合的な解析を通じて予測の信頼性を定量的に指標化するとともに、地域気候モデルの利用などにより日本周辺域の空間詳細な予測情報を創出する。同時に、社会経済シナリオの空間詳細化および土地利用変化などの予測を行う。

テーマ 2 マルチ気候モデルにおける諸現象の再現性比較とその将来変化に関する研究 (代表者：高荻縁東大教授)

サブテーマ (8) 衛星等による全球雲放射と降水観測に基づく気候モデル再現性とその将来変化の評価 (担当：名古屋大学)

担当研究者：神沢博教授、増永浩彦准教授、市川裕樹研究員 (PD, 2007/7-)

成果論文：Ichikawa et al. (2009)

注) 地球環境研究総合推進費による研究は、一つの研究課題に多数の研究機関がかかわっている。上記 (A) は、4 機関、上記 (B) は、特別大きな研究課題の一つで、20 機関程度である。

これらの診断型の研究と関連する治療型の研究とを融合する試みを行えば、と思う。

過去に、基礎環境学にかかわる研究として、地球環境研究総合推進費による「地球温暖化の総合解析を目指した気候モデルと影響・対策評価モデルの統合に関する研究 (FY2001-2003)」の研究代表者をした経験もある(神沢, 2004b)。これは診断型と治療型とをつなごうとした研究である(江守ら, 2003; 森田, 1999)。

4 統合環境学特別コース「基礎環境学講究」に貢献できそうなこと

- ・ 3 章で述べた、診断型の研究と関連する治療型の研究とを融合する試みを、セミナーなどの授業で展開する。
- ・ 地球温暖化問題にかかわる授業の中で、診断型(自然科学)研究の現状を紹介し、また、治療型研究との関わりを分析して、より望ましい融合研究のあり方、そのためにありうる研究テーマを探求するような授業を行え

ば、と思う。

注) 世に蔓延る地球温暖化の自然科学的側面に関する懐疑論の中で、科学的に正当な議論と荒唐無稽な議論とを峻別することが大切である。明日香ら (2009) などが参考になる。

・オゾン層破壊問題に関する自然科学的側面の研究にかかわった経験 (国立極地研究所、国立環境研究所にて) から、特に「自然科学的知見がどう政治決断に生かされていったか」を治療型研究者と共同で探求するような授業を行えば、と思う。

5 暗黙知の外在化

GCOE-BCES は、ほんとうに、ありとあらゆると言っていい程の多くの学問分野の教員や学生が参加していることに特徴がある。3章と4章で述べた研究や授業を行う中で、研究や授業のテーマにかかわる学問分野のそれぞれの暗黙知が何であるかを明らかにし、その暗黙知を外在化すべく努力したい。暗黙知の外在化は本GCOE-BCESの要のひとつだと思う。

参考文献

- 荒川昭夫 (1996): 大気の数値モデリングの過去、現在、将来に関する個人的見解. 「気象力学から気候力学へ」 (住明正編)第3章, 気象研究ノート, 186, 日本気象学会, 33-45.
- 明日香壽川・河宮未知生・高橋潔・吉村純・江守正多・伊勢武史・増田耕一・野沢徹・川村賢二・山本政一郎 (2009): 地球温暖化懐疑論批判. IR3S/TIGS 叢書 No.1, 80pp.
- 江守正多 (2008): 地球温暖化の「予測」は「正しい」か? : 不確かな未来に科学が挑む. DOJIN 選書 020, 化学同人, 238pp.
- 江守正多・高橋潔・野沢徹・神沢博 (2003): 地球温暖化の影響対策研究から見た気候モデル研究. 専門分科会「気象学における地球環境問題」の報告 4, 天気, 50, 379-384.
- Ichikawa, H., H. Masunaga, and H. Kanzawa (2009): Evaluation of precipitation and high-level cloud areas associated with large-scale circulation over the tropical Pacific in the CMIP3 models. J. Meteorol. Soc. Japan, Vol. 87, No.4, 771-789. doi: 10.2151/jmsj.87.771 (August 2009)
- 神沢博 (2004a): 地球温暖化問題における気候モデル: 大循環モデルの位置付け. 名古屋大学 21 世紀 COE プログラム「太陽・地球・生命圏相互作用系の変動学」平成 15 年度報告書, 3-2-2 節, 307-317.
- 神沢博, 編 (2004b): 環境省地球環境研究総合推進費終了研究成果報告書「IR-3 地球温暖化の総合解析を目指した気候モデルと影響・対策評価モデルの統合に関する研究 (平成 13 年度~15 年度)」, 65pp. (Global Environment Research Fund, Final Report of "Study on Integration of Climate Model and Impact/Mitigation Measure Evaluation Model for Synthetic Analysis of Global Warming" (FY2001-FY2003))
- 加藤周一 (1977) : 言葉と人間. 朝日新聞社, 259pp.
- 真鍋淑郎・神沢博 (2009): 科学的好奇心の先にあるもの. エコラボトーク (対談), 環 KWAN (名古屋大学大学院環境学研究科発行), Vol. 17 (2009 autumn), 6-9. (2009 年 10 月)
- 松野太郎 (1995): 最も実用的な研究は最も基礎的な研究? 天気, 42, 3-4.
- 森田恒幸 (1999): 地球温暖化と経済. 「大気環境の変化」(岩波講座地球環境学 3), 第 6 章, 岩波書店, 249-279.
- Saito, S., I. Nagao, and H. Kanzawa (2009): Characteristics of ambient C₂-C₁₁ non-methane hydrocarbons in metropolitan Nagoya, Japan. Atmos. Environ., Vol. 43, No.29, 4384-4395. doi: 10.1016/j.atmosenv.2009.04.031 (September 2009)

真鍋 淑郎
まなべ しゅうろう

1931年愛媛県生まれ。1953年東京大学理学部卒業、1958年東京大学大学院博士課程修了、理学博士。同年渡米し米国気象局大気循環セクション研究員などを経て、1968年から米国海洋大気庁・地球流体力学研究所上席気象研究員兼プリンストン大学客員教授。二酸化炭素濃度の上昇が大気や海洋に及ぼす影響を世界に先駆けて研究するなど、世界の第一線で活躍。1997年帰国し、科学技術庁地球フロンティア研究システム地球温暖化予測研究領域長に就任。2001年帰米し現職。1992年米国気象学会ロスビー研究メダル、同年第1回ブループラネット賞、1993年米国地球物理学連合ルベルメダル、1995年朝日賞、1998年欧州地球物理学会ミランコビッチメダルなど受賞多数。米国科学アカデミー会員、日本学士院客員。

神沢 博
かんざわ ひろし

1953年群馬県生まれ。1976年京都大学理学部卒業、1984年京都大学大学院博士後期課程修了、理学博士。1981年国立極地研究所助手。1993年国立環境研究所地球環境研究センター研究管理官、1998年同研究所大気物理研究室長。2003年より現職。この間、1985年日本南極地域観測隊員として昭和基地に越冬、1987年米国ワシントン大学大気科学部に客員研究員として滞在、1997年人工衛星搭載極域オゾン層観測センサー検証のためのスウェーデンでの大気球キャンペーンのリーダー。現在、オゾン層破壊や地球温暖化などの地球環境問題にかかわる大気科学の課題を研究。1997年日本気象学会堀内基金奨励賞。

真鍋 淑郎先生

プリンストン大学大気海洋科学プログラム上席気象研究員
名古屋大学特別招へい教授

ecollabo X talk エコラボ トーク

神沢 博先生

名古屋大学大学院環境学研究科 教授

科学的好奇心の
curiosity-driven
先にあるもの

て行いました。その成果を専門科学雑誌に発表なさったのが1967年。後でふり返ると、地球温暖化の定量的予測の嚆矢となる研究でした。その後、空間3次元の大気海洋結合大循環気候

蒸気の効果も取り入れ

表面温度の計算を、水

素が2倍になった時の地

直1次元の放射対流平衡

モデルを使って、二酸化炭

素が2倍になった時の地

直1次元の放射対流平衡

モデルを使って、二酸化炭

素が2倍になった時の地

直1次元の放射対流平衡

モデルを使って、二酸化炭

素が2倍になった時の地

直1次元の放射対流平衡

モデルを使って、二酸化炭

素が2倍になった時の地

直1次元の放射対流平衡

モデルを使って、二酸化炭

素が2倍になった時の地

直1次元の放射対流平衡

モデルを使って、二酸化炭

素が2倍になった時の地

直1次元の放射対流平衡

モデルを使って、二酸化炭

素が2倍になった時の地

気候変動を追い続ける
先駆者

神沢 真鍋先生は、東大の博士課程修了直後、1958年、ジョセフ・スマゴリンスキーさんに招かれ、渡米されました。当初属しておられた米国気象局大気大循環研究セクションは、その後、海洋大気庁（NOAA）地球流体力学研究所（GFDL）となり、スマゴリンスキーさんをリーダーとするこの研究グループの中で画期的な研究をなさいました。

モデルの開発に成功され、そのモデルを活用し、二酸化炭素濃度が徐々に増えていくにつれて気候が3次元のどのように変化するのかという問題に答えようとする研究、すなわち、地球温暖化の核心に迫る研究をカーク・プライアマンたちと進めました。その成果を、たとえば1982年にScience、1989年にNatureに発表しました。これらの成果は1990年に出版された、気候変化のアセスメントを行うIPCCの第1次報告書にも大きく引用され、世界の注目を集めました。

真鍋先生のグループが開発して活用した気候モデルは、気候の維持・変動のメカニズムの科学的理解、そして温室効果ガスの増加に伴う気候変化の将来予測を可能にした画期的な基盤となったわけですが、以前に真鍋先生とお話した時、「鉛直1次元の放射対流平衡モデルによる研究は、サイドワーク的なものだった」とうかがったことがあります。スマゴリンスキーさんが学問の方向を大きく見据え

て設定した大循環モデルの開発と活用という大きなミッションの実現、それが、真鍋先生の科学的好奇心を満たし、また、結果的に社会的要請に応えることにもなっていたわけですね。curiosity-drivenとmission-orientedとの幸福な結合ですね。

道草をした。 それが温暖化予測に 結びついた

真鍋 今、温暖化は大問題になっていますが、当初大事な問題としてやっていたかという、実はそうではないんです。あの頃、スマゴリンスキーは気温の分布、雨の分布、そ

ういった地球の大気の振る舞いをコンピュータの上で物理的法則に基づいて再現する、大気大循環モデルをつくるという非常に野心的なプロジェクトを始めていました。僕は、書いた論文が目にとまったとかで、1958年に呼ばれましたね。当時、戦後13年で、大学院で博士とつても職がないんですよ。渡りに船、素晴らしいオファーだとアメリカにやってきました。

着くとすぐグループに加わり、「おまえは大気の大循環モデルをやれ」と言われました。当時、3次元モデルを計算機で走らせるといっても、今のパソコンの何百分の1の性能ですから、スピードは遅いし、トラブルがあってもなかなか解決

決できない。じゃあ3次元モデルをやる前に1次元モデルをつくって目安をつけよう。そこで鉛直方向に1次元で、大気放射、日射、積雲対流といったものを入れて全球を平均

したコラムモデルというものをこしらえて、平衡に達するまで時間積分して追いかけていった。僕はコンピュータのプログラミングが苦手で、ノイローゼになるくらい苦労しましたが、最後には見事な大気温度の鉛直分布が出てきたんです。これなら3次元モデルに入れられる。そうしたら、ちょっと道草をしたくなって、二酸化炭素や水蒸気、オゾン、雲、あらゆるものを変えて温室効果ガスの量や分布に大気温度の鉛直構造がどのように依存しているのか、1次元モデルで演習問題のようにしてやりましたよ。神沢 温暖化を憂いてやられたわけではなく、完全な知的好奇心からだったんですね。

真鍋 大循環モデルの開発も大事なことだったけれども、道草をした、サイドトラックで論文を書いたことが、今になってみると僕の温暖化研究のスタートになった。もし道草をしなかったら、僕の人生はかなり変わっていたに違いないと思います。当時、二酸化炭素濃度が毎年上がることに気づいていても、



それがこんな大問題になるとは、
あれも夢にも思っていませんでした
からね。だから若い人には、どんな
に忙しくてもcuriosity-driven
の研究もやるようにと、薦めたいで
すね。

「大気の人」と「海の人」 が協力して生み出した 大気海洋結合大循環 モデル

神沢 先生は、そうしたシンプル
モデルによる理論的理解を進める
と同時に、スマゴリンスキーさんの
大きな構想にもとづき、空間3次
元の大気大循環モデルの開発をさ
れ、さらに、その大気大循環モデル
と空間3次元の海洋大循環モデル
とを結合した、もっと複雑な「大気
海洋結合大循環気候モデル」の開
発をカーク・ブライアンさんと進め
ました。その一連の成果の最初の論
文が出版されたのが1969年。
大気と海洋をカップルさせたモデ
ルを開発するというのは、当時まじ
に画期的なことですが、どのよう
な開発の経緯があったのでしょうか。



批判は、チャレンジと 受け止める

神沢 成果に対する反響はいかが
でしたか。

真鍋 当時、開発したモデルを使
つて夢中になつてシミュレーションを
して、論文を次から次へと書きま
した。我々はこの開発を誇りに思
つていましたが、「シミュレートばか
りしても、本当に現象を理解した
ということとは違う」という声もあ
りました。私は、それをチャレンジ
と受けとめた。だから今度は、簡
単なパラメタリゼーション*の大気
循環モデルを使つていろいろな数値
実験を行い、どのようなメカニズム
がその現象をコントロールしている
のかを明らかにしていくことにし

ました。

*パラメタリゼーション…モデルの格子
点間のサイズ、すなわち、解像度より小
さいスケールの重要な現象を、モデルの
解像度で表現している物理量でモデル
の中に取り入れる手法

たとえば陸面過程ならバケツを
置いておく。蒸発でバケツが空にな
る、水がバケツから溢れて流れ出し
たら河川流出。このように、パラメタ
リゼーションをうんと簡素化する
ことで、モデルが見事に走り出し
た。ヒマラヤを取り除くとインドの
モンsoonがなくなつてアジアの気
候が大きく変わる。大気中の温室
効果ガス濃度を増やしていくと温
暖化が起きていく。研究の重点を
シミュレーションから、気候の維持・
変動のメカニズムの理解へと軸足



を変えていったのです。さらに、最先端の数値モデルによる気候変動シミュレーション、直接観測及び人工衛星による間接観測、モデルで再現された気候変動と観測された気候変動の詳細な比較分析、こうした包括的な知見が必要であり、こういった知見が、モデルによる気候予測の自信を深めるだけでなく、将来の気候変化への対応に不可欠な要件となるのです。

シミュレーションできたことと現象を理解したことは違う——一つのチャレンジとして受けとめたこの批判は、かなり真実を含んでいたであって、僕自身、紙芝居を見せるようにシミュレーションを見せて自分のキャリアは終わりが、それじゃ面白くないと思ったんですね。この批判は、現在気候モデルを開発している人たちも真摯に受けとめるべきだと思っています。

境界領域に踏み込むことの重要性

神沢 今、振り返って、真鍋先生にとつて米国での研究生活、そのマネージメントをされていたスマゴリンスキーさんは、どのような存在でしたか。

真鍋 とにかく研究三昧、まるで天国でしたね。スマゴリンスキーは、一旦その研究者を信頼したら大きな研究テーマをポンと与えて雑用はやらせない。のびのびと研究させる。ポストとしてマイクロマネジメントは一切しない。「私が研究費を調達するから研究に没頭しなさい」というのが彼の哲学です。成果を出さないとこちらの方が具合悪いですよ。彼は自分の確たるビジョンにもとづいて、自分の見込んだ人だけを雇う。精鋭主義そのものです。そうした彼のリーダーシップが、GFDLを世界へと評価される気候モデルの研究所に導いたのです。

神沢 当時、GFDLには日本人の研究者が多かったですね。みなさん優秀で。

真鍋 ええ、みんなよくやりました。皆、日本での仕事を辞めてきてるわけで、その不安定さがクリエィティブイティにはいいわけです。僕は思うけど、もつと今の人たちも外国に出て行ってほしい。うまくいかなくても英語くらいは上手になつて帰ってくる。違ったものの考え方も吸収できる。研究で一番大切なのは、多様性です。アメリカは世界中から、バックグラウンドが違う人々が集まり、刺激し合い、のびのびとディスカッションしている。そうすることで次の進歩が生まれるんです。ぬるま湯につかっているだけでは、偏った見方に陥るのではないのでしょうか。

僕は大気力学を専攻しましたが、大気物理、海洋力学との境界領域に足を踏み入れたおかげで、新しい可能性を見出しました。境界領域というのは将来一番希望が持てる領域ですし、境界領域に踏み込むというのは新たな研究のチャンスに出会うということです。環境学研究科に集う人たちが、それぞれの得意を橋頭堡にして、好奇心がおもむくままに研究を広げ、お互いの領域をクロスさせながら新しい分野を開拓されることを期待します。

神沢 今日本当に貴重なお話を、ありがとうございました。

*サバティカル 一定期間ごとに大学教授に与えられる研究・充電のための長期有給休暇



の決定メカニズムにクリティカルに依存する。地球シミュレータでGCMを細かくしても解決しない。

Lindzen ほか (Lindzen, 1990; Lindzen *et al.*, 2001) の指摘に答えるには観測とともに雲解像モデルなどによる研究が切望されていることだけは記しておきたい。

本稿は、頼まれて弱った挙句、個別研究の話は止めて、とくに若い人に言いたいことを言ってやろうと決めて行った講演をもとにしている。説教じみた物言いはご容赦願いたい。しかし、ものはついでなので、当日発したメッセージをいくつか最後に挙げさせて頂く。

・天気図をよく見よう

気象学だから当たり前、のはずなのであるが、簡単に手に入る格子点データ、数値モデルの氾濫により、かえって天気図を見なくなっていないか？ EOF もスペクトルもいいが、マップを見て現象がイメージできなければお話にならない。

・仮説を立てよう

風が吹いたら桶屋が儲かるでもよい。データや天気図をよく見て色々考えよう。

・仮説は検証しよう

ただし、仮説は検証されねばならない。そうでない仮説は「妄想」と呼ばれても仕方ない。風が吹いたらどういふプロセスを経て桶屋が儲かるのか、それは他の競合する可能性に比べて定量的に卓越するのかを問おう。筆者は、不完全でも数値モデルを上手に使うことが有用であると信じている。

・より高いリアリズムをめざそう

モデルの解像度を上げればすむという話ではない。一見わかったような説明も自然界で本当にそうなのか疑い、より高いレベルでの理解を目指そう。

・たまには予測もしよう

予測やデータ同化は現場の仕事、研究は別、といった風潮はないだろうか？ その昔、数値予報の実現を目指して気象力学は発展した。いまなら長期予報であろう(メソも大事)。予測(研究では hindcast)を実際に手がけることで現象もよく見るし、モデルも格段に向上する。

・道具は自分で作ろう

研究道具を買ったり貰ったりしたものだけでまかなうのはプロの恥である。何もかも自分で作れとは言わない。いいものは借りてもいい。だが、具合が悪ければ自分で直す。製造元へのフィードバックを心がける。

いかん、説教そのものになってきた。もうやめる。とにかく、われわれは地球環境問題に背を向けるわけにはいかない。堂々と社会の要求を受け止め、プロとして、そしてプロの誇りを一切損なうことなくこれに応えるべきであると考え。多少、時間はかかるかもしれないけれど。

最後に、本稿の機会を与えて頂いた田中 浩先生と紹介した研究の共同研究者である渡部雅浩, F.-F. Jin, 安富奈津子, 伊藤久徳各氏に感謝します。学会機関誌をアジ演説まがいの原稿で汚してしまったこととお詫びします。

参 考 文 献

Itoh, H. and M. Kimoto, 1996: Multiple attractors and chaotic itinerancy in a quasi-geostrophic model with realistic topography: Implications for weather regimes and low-frequency variability, *J. Atmos. Sci.*, **53**, 2217-2231.
 Kimoto, M., F.-F. Jin, M. Watanabe and N. Yasutomi, 2001: Zonal-eddy coupling and a neutral mode theory for the Arctic Oscillation, *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 28, No. 4, 737-740.
 Lindzen, R. S., 1990: Some coolness concerning global warming, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **71**, 288-299.
 Lindzen, R. S., M.-D. Chou and A. Y. Hou, 2001: Does the Earth have an adaptive infrared iris? *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **82**, 417-432.
 Watanabe, M., F.-F. Jin and M. Kimoto, 2002: Tropical axisymmetric mode of variability. Part I: Dynamics as a neutral mode, *J. Climate*, **15** 1537-1554.

4. 地球温暖化の影響対策研究から見た気候モデル研究

江守正多(地球フロンティア研究システム; 国立環境研究所より出向中)

高橋 潔・野沢 徹・神沢 博(国立環境研究所)

4.1 はじめに

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)は、WG1. 気候変動の科学、WG2. 影響・適応策、およびWG3. 緩和策の3つの作業部会(WG)から構成されており、政策決定者等に向けた気候変動に関わる総合的な科学的知見を提供するよう設計されている。気象学が直接関わるのはWG1であり、日本気象学会においてもこれに関わる研究活動が活発に行われてきているが、そ

これらの活動が IPCC 全体における自らの位置付けについて自覚的であったとは必ずしも思われぬ。気象学が他の学問分野と連携して地球環境問題への有効なアプローチの一端を担っていくためには何を考える必要があるのか。ここでは、IPCC における気象学的活動として特に象徴的でもある、気候モデルによる将来の気候変化見通し研究を中心に、これを考えてみたい。

こんなことを言い出した背景には、国立環境研究所において気候モデルと影響対策の両研究グループが有機的な研究協力を模索して議論を重ねてきたことがある。さらに言えば、主著者（江守）の動機には、100年後にならないと完全には検証できないような地球温暖化という問題に、現在の不確実な科学が「十分に科学的に」取り組み得るのかという疑念、その不確実な科学への社会からの過大な期待というジレンマ、そういったものに対して感じている居心地の悪さがある。

今回、2002年度春季大会「地球環境問題」分科会での発表を契機に我々の考えをまとめ、さらにコンピナーの田中 浩先生のお勧めにより、ここにその報告をまとめる機会を頂いた。これを我々の「不確実な科学による温暖化への有効なアプローチを考える」ための一歩としたい。

4.2 地球温暖化のシナリオ分析とその意義

4.2.1 地球温暖化のアセスメント

将来に向けて徐々に顕在化しつつある地球温暖化の問題に関して、政策決定者に直接有用な知見とは例えば以下のようなものである。

- ・温室効果気体の排出削減対策（緩和策）と、温暖化の影響に社会が適応する対策とでは、両者をどのようなバランスで取るのが最も低コストか。
- ・将来の世界がどのような方向に発展することが、温暖化対策を講じる上で最も望ましいか、またどのような方向が望ましくないか。
- ・将来の世界がどのような方向に発展したとしても有効性が高い（ロバストな）政策は何か。

これらの問題にアプローチする上で、将来に関する何らかの推計を行うことは必要不可欠である。それがいわゆる地球温暖化のアセスメントである。

IPCC の企てでは、3つの WG の連携により地球温暖化の総合的なアセスメントが以下のような手順で行われることになっている。

- ① 世界の社会経済発展シナリオ (WG3)
- ② 温室効果気体 (GHG) 等の排出シナリオ (WG3)

- ③ GHG 等の大気中濃度シナリオ (WG1)

- ④ 気候変化シナリオ (WG1)

- ⑤ 影響評価 (WG2)

- ⑥ 緩和策 (WG3)・適応策 (WG2) の検討

ここで、手順の下流側は、上流側の結果をシナリオとして前提に用いる。例えば、③の大気中 GHG 等濃度シナリオは②の排出シナリオを前提とするし、⑤の影響評価は④の気候変化シナリオを前提として用いる。では、その最上流である 1. の社会経済発展シナリオとは、如何にして作られるのであろうか。

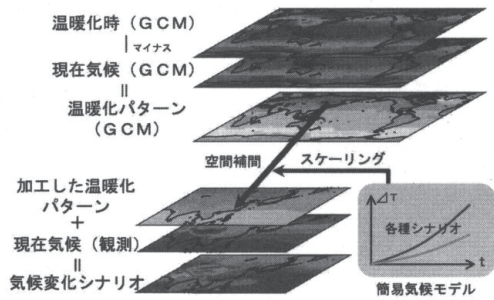
4.2.2 IPCC SRES に見られるシナリオ分析

2000年にまとめられた IPCC の「排出シナリオに関する特別報告書」(Special Report on Emissions Scenarios; SRES)における排出シナリオ（社会経済発展シナリオを含む）の作成過程は以下のものであった (IPCC, 2000; 森田・増井, 2000)。

- ① 既存の排出シナリオのレビュー
- ② 叙述的シナリオ（ストーリーライン）の作成
- ③ 定量的シナリオの作成
- ④ インターネットによる公表と意見聴取（オープンプロセス）
- ⑤ 定量的シナリオの改良

ほぼ全員が自然科学者であるだろう「天気」読者の皆さんが、これらの過程を見て「科学的」と感じられるかどうかは甚だ疑わしい。しかし、この一連の過程には、不確実な問題に最大限合理的にアプローチするための知恵が随所に見出される。後述するが、そのような知恵こそが、不確実な気候モデルを用いて将来の気候変化について言及する際にも参考になるのではというのが我々の考えである。

考えてもみて欲しい。将来の社会経済を考える場合、問題とする系は、政治体制、価値観など、人々の意識的または無意識的な各種判断に依存した要素を含み、これらの将来変化を予見することはまず不可能である。そこで、そのような要素については、考えられる可能性を幅広く網羅した複数のストーリーラインとして記述する。その上で、人口、経済発展、エネルギー利用、土地利用などの諸要素の変化を、既知の自然科学的、社会科学的諸法則に照らして整合性を保つように、数理モデルを用いて定量的に推計する。最後に、オープンプロセスにより寄せられる多くの質問やコメントに答え、また改訂が施される。IPCC SRES では、このような網羅性・整合性・公開性をもって、極めて不確実な将来への言及に、ある種の合理性・科学性を



第2図 気候モデル (GCM) の温暖化実験結果から影響研究のための気候変化シナリオを得る手順の概念図。

担保しているのだと言える。

このように、ストーリーラインと数理モデルの相互連携によって複数の内部整合的なシナリオを作成し、不確実な未来の事象にアプローチする方法はシナリオアプローチないしはシナリオ分析と呼ばれる(松岡ほか, 2001)。上述したように SRES の排出シナリオ作成過程はシナリオ分析の1つであるが、これを含む IPCC のアセスメント全体が1つの大きなシナリオ分析と見ることもできる。このとき、気候モデルは、各ストーリーラインに沿ったシナリオ中の自然科学的整合性を保つための、数多くある数理モデルのうちの一つとして位置付けられる。そして、気候モデル業界の外から IPCC 的な文脈で気候モデルを眺める人々は、まさにそのような役割を気候モデルに期待しているものと思われる。その感覚は、気候モデル業界の中だけから外を眺めていてもなかなか理解しにくいものではなからうか。

4.3 気候モデル研究と影響研究の溝

4.3.1 影響研究者と気候変化シナリオ

次に、気候モデルによる気候変化シナリオの下流である、影響研究について見てみたい。一口に影響研究と言っても、その分野は気象・気候災害、水資源影響、農業影響、健康影響、生態系影響など非常に多岐にわたる (IPCC, 2001)。しかし、それらの多くは、気候モデルによる気候変化シナリオを以下のような共通な作法で用いる(第2図)。まず、気候モデルにより計算された温暖化時の気候から、同じ気候モデルによる現在の気候の計算結果を差し引き、これを「温暖化パターン」とする。この温暖化パターンに、空間補間とスケールリングによる加工を施す。すなわち、影響研究者が必要とする気候変化シナリオの空間分解能(例えば数10

km 以下)は、現在温暖化の実験に用いられている気候モデルの分解能(数100 km)よりも小さいため、空間補間が必要となる。また、気候モデルによる気候変化シナリオはそれほど多くのシナリオ(ストーリーライン)について作成されないので、多数のシナリオに対して簡易気候モデルにより見積もられた全球平均気温上昇量などを使って、温暖化パターンの全体に定数を乗ずるスケールリングを施し、多数のシナリオに対応する気候変化シナリオをどうにか得ようとするのである。最後に、こうして加工した温暖化パターンに現在の気候の観測値を加えたものを、気候変化シナリオとして用いる。現在の気候の観測値を噛ませるのは、影響研究者達が、気候モデルの持つ系統誤差(バイアス)に自覚的な証拠である。

4.3.2 影響研究者の言い分

以上の手順を見れば、影響研究者の多くが、現在の気候モデルの出力結果が、彼らが期待するよりも

- ① 空間解像度が粗い
- ② シナリオの数が少ない
- ③ 現在気候再現におけるバイアスが大きい

と感じていることは明らかである。温暖化アセスメントの有効性の観点から考えれば、もしも空間解像度の細かい結果を用いて地域的な影響評価が可能ならば、

- ・農業管理計画や治水計画などの地域的な適応策の提言ができる。
- ・各国への温暖化影響(被害)を具体的に示すことによって、京都議定書のような緩和策(排出削減)を議論する国際交渉における各国のスタンスに影響を及ぼす。

などといったことが考えられ、有意義である。また、もしも多数のシナリオを用いた影響評価が可能ならば、前に述べたことの繰り返しになるが、

- ・多数のシナリオにおいて有効(ロバスト)な政策が何かを検討することができる。
- ・進むべき/避けるべき世界発展の方向についての国際的な世論形成に影響を及ぼす。

といったことが考えられ、やはり有意義である。空間分解能の細かい気候変化シナリオを得る方法には、単純に空間内挿を行う以外にも、地域気候モデルを利用した力学的ダウンスケールリング、過去の気象場の統計的關係を利用した統計的ダウンスケールリングが試みられているが、いずれも決め手になるほどの実用性は確立されていない印象を受ける。

その他にも、影響研究者と実際に話をすると、彼ら

は

- ④ 影響研究者が利用できる出力の時間分解能が粗い
- ⑤ 影響研究に必要な変数の種類が揃っていない
- ⑥ 新しい実験結果を影響研究者が利用できるまでに時間がかかる

と感じていることが分かる。時間分解能については、例えば月平均降水量のデータでは洪水の発生について十分に議論することができないので、せめて日平均のデータが欲しいということなどがある。

4.3.3 気候モデル研究者の言い分

これらに対して、気候モデル研究者の言い分はおそらく以下のようなものである。①の空間解像度が粗いことについては、計算機資源の制約によるので仕方が無い。②のシナリオの数については、これも計算機資源の制約、取り扱うデータが膨大になること、モデルの実行にかかる手間を考えると、少ないシナリオで勘弁してもらいたい。③のバイアスについては、もちろん小さいに越したことはないので努力はしているが、パラメタリゼーションの不確実性というものがあるので、あなた達が想像するほど簡単にはよくなるものではない。例えば、解像度が上がったらすぐにその分だけよくなるものでもない。④の時間分解能については、出力するのは簡単だが、やはりデータが膨大になるので大変である。⑤の変数の種類は、影響研究者と話したことが無いので何が必要なかわからない。⑥の最新の結果の提供については、むしろ影響研究者側がどのように気候モデラーにコンタクトしてデータを求めたらよいか分からないことが大きいのではないか。

上記に並べた観点の大部分は、計算機資源と人的資源（突き詰めて言えば研究予算）が足りれば済むことであるか、もしくは影響研究者と気候モデル研究者の間のコミュニケーションが足りれば済むことである。しかし、もっと重要な観点は別にあるのではないか。例えば、解像度の高い計算ができたとしても、その結果に意味があるかは別だ、ということである。すなわち、亜大陸規模程度の大規模な温暖化パターンに関しては、いくつものモデルで計算して欲しい同じようになるし、メカニズムの説明も欲しいので、それを元にいろいろ議論して頂いてもまあよい。ところが地域的な温暖化パターンは、モデルによって結果が違ふし、メカニズムの議論もまだまだなので、それを元に影響などの議論をするのは尚早だ、ということである。早い話が、モデルの不確実性をよく知っている

ので、結果に意味があるか自信が無いのである。高い時間分解能の出力も、多変数の変数も、最新の結果も、意味があるか自信が無いのであまり見せたくない。そのような結果が政治的な文脈で1人歩きされても責任が持てない。定量的な数字も、2°Cなのか3°Cなのかと問われても、意味のある精度で答えることができない。

4.4 有意味な連携に向けて

4.4.1 連携に向けての取り組み

総合的な温暖化のアセスメントを目標とした IPCC においては、当然上記のような問題が議論され、気候モデル研究者と影響研究者の連携に向けての取り組みが行われている。「気候影響評価のためのシナリオに関するタスクグループ」(Task Group on scenarios for Climate Impact Assessment; TG CIA)の活動がそれである。TG CIA では、WG1, 2, 3の研究者が協力して、

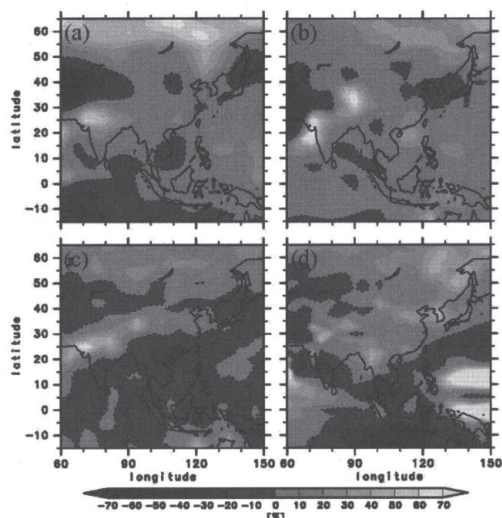
- ① 影響研究者からの要望に関する気候モデル研究者とのコミュニケーション、気候モデル研究者へのリコメンデーション
- ② 気候モデルの計算結果データ及びモデルの情報に関する系統的なデータ配信 (Data Distribution Centre; DDC; <http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk>)
- ③ 影響評価の方法論のガイドライン作成

といった活動を行っている。特に外部から見て分かりやすいのは②の DDC であろう。DDC から取得できる気候変化シナリオを用いて、多くの影響研究が行われている。

日本国内においても、例えば国立環境研究所では、多数のシナリオに基づく気候モデル計算を行い、それらを用いた農業影響などの評価を始めたところである。2001年にスタートした科学技術振興調整費課題「21世紀のアジアの水資源変動予測」(代表: 気象研究所 鬼頭昭雄室長)では、土地利用変化シナリオ、全球・地域気候モデル、水資源影響の研究者がコミュニケーションを取りながら研究を行っている。また、2002年にスタートした文部科学省の「人・自然・地球共生プロジェクト」では、世界最高速のスーパーコンピュータである「地球シミュレータ」を用いて、多数のシナリオについての高解像度の気候モデル計算が行われる予定である。

4.4.2 気候モデル研究にもオープンプロセスを

このように、前段の問題、すなわち研究予算の問題



第3図 4つの異なる気候モデルにより、同じシナリオ (A2) の元に計算された、2071~2100年で平均したアジア域の降水量変化分布。それぞれのモデルの現在 (1961~1990年) の分布からの変化の割合 (%) で示した。(a) CCSR/NIES, (b) CSIRO, (c) CCCma, (d) HadCM3.

とコミュニケーションの問題については、取り組みが始まっていると言ってよい。残される本質的な問題は、気候モデルの不確実性を気候モデル研究者と影響研究者の間でどう捉えていくかである。

例えば、第3図は IPCC DDC より取得できるデータを用いて作成された、4つの異なる気候モデルによる東アジア域の将来の降水量変化パターンである。同じシナリオを用いているにもかかわらず、4つの図はよく似ているとは言い難い。このような図を日々目している影響研究者達が、気候モデルの不確実性について無自覚であろうはずは無い。しかし、このような結果の違いをもたらすモデルの違いを知ろうにも、彼らが知り得るのは、IPCC DDC で提供されているモデル情報の中の、解像度の数字や計算スキームの名前だけである。

ここで我々は、前に述べた IPCC SRES シナリオ作成過程における、オープンプロセスに注目したい。気候変化シナリオに対しても、同様な方法が有効ではないだろうか。すなわち、DDC の要領で気候変化シナリオのデータを公開し、そのホームページ上で質問やコメントを受け付け、返答し、それらを公開するのである。影響研究者からは、例えばこのような質問が寄せられる。

「あなたのモデルでは〇〇地域で気温上昇が大きいですが、本当であればそこでの農業被害は深刻であろう。なぜそこで気温上昇が大きいのか？」また、他の気候モデルグループから、このような質問も来るだろう。「そちらのモデルでは××地域の乾燥化が顕著だが、うちのモデルでは湿潤化している。そちらの乾燥化のメカニズムは何か？」

これらに対して、基本的には、指摘のあった現象のモデル中でのメカニズムを調べ、返答する。場合によっては、「そのような小スケールの現象をモデルは正しく表現していないので、それについては議論しないで欲しい」というように不確実性を宣言する必要もあるだろう。あるいは、メカニズムを調べるうちにモデルの間違ひが見つかるかもしれない。このようにしていけば、「モデルの信頼度」はある意味において格段に向上するだろう。

結局、ここで行われるべきことは、モデルで実験をしたらモデル中のメカニズムをよく解析しましょうという、全く当り前のことを、影響における重要度と他のモデルとの違いにフォーカスしながら、迅速かつ開け広げに行う、というだけである。このような過程から、例えば、影響において重要なある現象について、異なる結果をもたらすモデル間でのメカニズムの違いが浮かび上がり、どちらのメカニズムが尤もらしいかを白黒付けるために必要なモデルの高度化、必要な観測は何か、というような議論が発展するとすれば、これを建設的な地球環境科学の発展と呼ぶべきで、何をそう呼ぶのか。

4.5 おわりに

気候モデルで IPCC 的な実験を行うことにどれほどの意味があるのか懐疑的であった方々に対して、それが有意義であること、あるいは、やり方によっては有意義であり得ることを、なんとか説得するつもりで書いてみたが、成功したかどうか分からない。

現状の不確実な気候モデルを用いて、さも温暖化の将来「予測」が可能であるかのような顔をして研究予算を取ってくることは、研究者としての自尊心が許さない。逆に、不確実なことしか言えないからといって社会に対して沈黙してしまうこともまた、研究者としての自尊心が許さない。そんなふうを感じている研究者が連携して、第三の賢明な道を模索していけたらよいと思う。

謝 辞

本稿の執筆を薦めて頂いた名古屋大学の田中 浩教授に感謝します。また、本稿の構成に直接間接にご助言、ご協力を頂いた、国立環境研究所の森田恒幸部長、原沢英夫室長、甲斐沼美紀子室長、増井利彦主任研究員、京都大学の松岡 譲教授に感謝します。

参 考 文 献

IPCC, 2000 : Special report on emissions scenarios, N. Nakicenovic and R. Swart (eds.), Cambridge Uni-

versity Press, Cambridge, UK, 612pp.

IPCC, 2001 : Climate change 2001 : Impacts, adaptation and vulnerability, J. McCarthy, O. Canziani, N. Leary, D. Dokken and K. White (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1032pp.

松岡 譲, 原沢英夫, 高橋 潔, 2001 : 地球環境問題へのシナリオアプローチ, 土木学会論文集, 678/VII-2, 1-11.

森田恒幸, 増井利彦, 2000 : 気候変化予測のための排出シナリオ, 天気, 47, 696-701.

新刊図書案内

表 題	編 著 者	出 版 者	出版年月	定 価	ISBN	備 考
新しい航空気象	橋本梅治 鈴木義男	クライム気象 図書出版部	2003.03	¥9,381	4-907664-45-1	昭和29年初版の改訂12版
気象予報士試験 問題と正解 平成14年度第2回	気象業務支援セ ンター	気象業務支援 センター	2003.03	¥1,680		気象業務支援センター Tel. 03-5281-0440 Fax. 03-5281-0445 URL : www.jmbsec. or.jp
地球温暖化研究の最前 線 環境の世紀の知と技術 2002	総合科学技術会 議環境担当議員 内閣府政策統括 官(科学技術政 策担当)	財務省印刷局	2003.03	¥1,500	4-17-264130-X	
理科年表ジュニア 第2版	理科年表ジュニ ア編集委員会	丸善	2003.03	¥1,400	4-621-07214-5	
エルニーニョと地球温 暖化	住明正	オーム社	2003.04	¥2,200	4-274-19701-8	
気象予報士試験 模範解答と解説 平成14年度第2回	天気予報技術研 究会	東京堂出版	2003.04	¥2,200	4-490-20495-7	
天気図の見方と調べ方	土屋喬 稲葉征男	オーム社	2003.04	¥2,600	4-274-19702-6	新田尚監修
日本の猛暑はどこから 来るか 非地衡風による気象学	光藤高明	新風舎	2003.04	¥2,857	4-7974-2749-3	
気象のしくみと天気予 報	上村喬 明石秀平	ナツメ社	2003.05	¥1,350	4-8163-3458-0	
真壁京子の気象予報士 試験数式攻略合格ノー ト 数式大嫌いの人に贈 る!	真壁京子 大野治夫	週刊住宅新聞 社	2003.05	¥1,800	4-7848-0691-1	

注 : 表中で定価はすべて本体価格です(特記したものを除く)。

について検討が必要な時期にきていると思う。特に、近年、堀内賞と気象学会賞の受賞者の研究分野に必ずしも整合性が取れていないものが出始めていることを考えると、早い時期に堀内賞の対象とする研究分野の見直しが必要と思われる。一方、気象学の境界領域・隣接分野あるいは未開拓分野における優れた研究として位置づけられるものを堀内賞として掘り起こす努力を行い、気象学に広がりをもたせてゆく一助とすることも必要と思われる。

(3) 奨励賞について

奨励賞担当理事 藤部文昭

奨励賞は、研究を本務としない人の調査研究や、気象教育における実践の中から優れたものに対して贈られるもので、これらの活動を奨励するためのものである。奨励賞候補者選考委員会は、賞の適切な運用を通じて、第一線の現場での調査研究活動や教育現場における創意ある活動を支援していきたいと考えている。

ここ数年は教育部門の推薦が少ない傾向があり、一般部門についても推薦数が減少する可能性が危惧される。今後、委員会と各支部との連絡を密にするよう心がけるとともに、教育部門の委員会体制の強化を図り、奨励賞が気象学会のすそ野を広げることに、よりよく貢献できるよう努めていきたい。

6. データ公開の問題

電子情報担当理事 神沢 博

(1) 問題をめぐる社会状況

① インターネットの普及によるデータ提供・入手のあり方の革命的变化

- ・データ提供組織内においても、組織内 LAN でデータにアクセスすることが主流となった。そのデータをインターネットに載せれば、データ提供が可能である。その意味でデータ提供に要する費用は大幅に削減された。
- ・インターネットを通しての WWW アクセスによってデータが入手できない場合、あるいは、データの所在が不明の場合、そのデータは存在しないとみなされる可能性が大きくなった。
- ・教育・研究組織等に属さなくとも、パーソナルコンピュータ設置とインターネット接続ができれば（多くの個人が既に実現している）、個人レベルでデータ入手とデータ処理解析が可能となった。

② 行政情報の電子的提供に関する基本的考え方

「IT 基本法」, 「e-Japan 戦略」等をうけ、国として、

「行政情報の電子的提供に関する基本的考え方(指針)」(平成13年3月29日、行政情報化推進各省庁連絡会議了承)を取りまとめた。この骨子は以下の通りである。

- ・国民等一般に対し広く提供する情報の電子的提供は、原則として、ホームページに掲載することにより行う。
- ・特定の利用者に対する情報提供の場合やホームページやデータベースによる提供が適当ではないと判断される場合については、利用者の範囲、利用頻度、提供に係わる経費等を勘案して手段・媒体を決定する。

(2) 気象庁における情報提供の方針

気象庁においては、上記の国の方針に基づき、現在、以下の方針を採っている。

- ・警報や天気予報、アメダス・レーダー画像・気象衛星画像等、広く国民一般の利用に資する情報は、気象庁ホームページに掲載する。
- ・数値予報 GPV (Grid Point Value) 等、特定の利用者に限られ情報の提供に相当の経費が必要なデータについては、従来どおり気象業務支援センターを通じて実費負担で提供する。なお、ここでいう実費負担とは、情報の提供に係わる経費であり、情報そのものは無料である。

(3) 気象学会としての方針

数値予報 GPV 等のデータ入手につき、気象学会員および気象学会員の所属する機関の費用負担が軽くすむ方向で、気象庁と気象学会員との調整を行う。さらに、データ利用者の要望をまとめてデータ提供者との調整を行う。

(4) 調整の実績と今後の課題

- ① 気象庁との打ち合わせがここ10年程続けられてきたが、種々の理由から具体的進展がなかった。最初に述べた社会状況の変化の下で、最近の調整により、インターネットでの数値予報 GPV データ(初期値および予報値)に関し、気象業務支援センターからの1契約あたり1か月8千円の費用での提供が、今年(2002年)6月より実現した。この提供がスムーズに行われるべく、種々の調整を行う。
- ② 気象レーダーデジタルデータ等の数値予報 GPV 以外のデータの提供に関しても、これから実現してゆく計画である。
- ③ インターネット技術の発展に伴い、さらにはデータ公開に対する社会の考え方の変化に伴い、その

時点でのインターネット技術レベルおよび社会の考え方に見合ったデータ提供の方策を、気象学会員の要望を踏まえ、気象庁と相談しながら実現してゆく計画である。

- ④ データ取得, データ処理, データ提供システムのインフラストラクチャーをよりよいものとして構築するためには, データ利用者である教育・研究者の関与が必要である。教育・研究者のそのような仕事およびデータ提供者の業務は, 相応に評価されるべきである。

7. 地球環境問題

地球環境問題担当理事 田中 浩

数年前に「地球環境科学関連学会協議会」が結成され学会レベルでの地球環境問題への関心が高まってきたなかで, 平成11年の「日本気象学会評議員会」の席上で示された地球温暖化をはじめとするグローバル規模で顕在化しつつある環境問題に関する関心の高さを契機として, 「日本気象学会理事会」を中心に地球環境問題への取り組みの気運が生まれてきた。その後, 気象学会の総合計画委員会委員に数人の気象学会員を加えてワーキング・グループをつくって議論を重ね, その結果を平成12年の評議員会に報告し, 気象学会として地球環境問題に取り組む決意を表明した。

平成12年5月の理事会において, 「地球環境問題委員会」が理事会における委員会の1つとして新しく設置されることが承認され, 委員長及び委員(*)が決定した。さらに, 「地球環境問題委員会」は社会人を対象に講演会の開催や出版活動を通じて啓発活動を行うことを目的とするものであることが合意された。昨年, 「天気」誌上に「日本気象学会による地球環境問題への取り組みについて」というタイトルで地球環境問題委員会の発足宣言をした。ただ, 地球環境問題といっても極めて多岐にわたり, 委員のなかでも考えが異なることもあってその後の具体的な行動はあまり進展していない。

社会人向けの講演会の開催, 社会人向けの啓発書の出版など考えられるが, 実はこのような活動は各支部で主催される夏期大学や気象講演会などでかなり頻繁に行われている。また, 最近は多くの大学の大学院や研究所, 研究機関, 基金などによる環境問題に関する一般向けシンポジウムが数多く開かれるようになってきた。したがって, よほどのインセンティブをもった企画でないとなかなか太刀打ちすることができないの

も事実である。地球温暖化についても, 膨大なIPCC報告書の3部作が昨年出版されており, とくにWG1を読めば気象関係の内容はほぼ網羅されている。講演するといっても, 啓発書を書くといっても「もとねた」はここに依存せざるを得ないことになる。

2001年の10月に岐阜で開かれた秋季大会のときに地球環境問題委員会を開き, 2002年の春季大会に地球環境問題に関する時間枠をとって議論することになった。さいわい15名の参加者を得て, いろいろな分野と世代からの意見を聴くことができると期待している。はじめての具体的な活動であり今後の展開につなげていきたい。

(*) 地球環境問題委員会は, 木田秀次(理事; 京大理学研究科), 住 明正(理事; 東大CCSR), 近藤 豊(理事; 東大先端研), 笹野泰弘(国立環境研), 野田 彰(気象研), 沖 大幹(東大生産研), 森田恒幸(国立環境研), 田中 浩(理事; 名大環境学研究所; 委員長)の8人で構成されている。

8. 総会および学会運営

総合計画担当理事 木田秀次

日本気象学会は, 社団法人として認可されている団体であり, 民法に基づく運営が法的に要請されている。そのため, 総会は会員の過半数にて成立し, 総会決議が可能になる。この条件は現実問題として非常に厳しく, 総会成立のために多大の努力と工夫, 経費がかかる。こうした現状を改善する方策として, 会員の定義をはじめ, 会員の種類などの見直しが必要になっている。会員制度については, 総会成立問題とは全く別に, 「天気」や「気象集誌」などの出版物の電子情報化への移行と会員との関係をどう考えるかという新たな問題も生じている。その他, 会員制度の問題を広く見直す時期に差し掛かっていると言える。

総合計画担当理事としての私は, 会員は会員としての権利を等しくするという観点を重視して見直しを進めていきたいと考えている。なお, 日本気象学会が社団法人である必要性は言うまでもない。簡単にその必要性を指摘するならば, 公益の団体として税金における優遇処置が受けられる現実的な問題はあるとして, 法人としての団体資格が与えられてはじめて可能になる諸処置(寄付の受け入れ, 銀行口座の開設, 郵便物の優遇処置など)は, 大きな学会としては必須の条件である。そういうことはもちろん重要な要素であるが, 学会が社会的に認知されているという公共性を学会の

仕事が大変多くなったことは否めない。個人評価に際し、目標とそれに対する達成度や問題点を明らかにする過程を導入したことは、今まで漫然と研究を行ってきたとするのならばそれは有効に働いているといえる。しかし、研究所内外のマネージメントにはまだ多くの問題が残されているように思える。まず、事務処理量および各種の会議(研究所内だけではない)が多すぎる。その理由として(自戒も含めて)、1. 責任を所有している人間の判断が遅いこと(調整能力・リーダーシップの欠如(あるいは、困難を避けずそれに挑戦することに喜びを感じる心の欠如))、2. 予算管理等の事務的な判断が担当官の裁量にまかされている部分が多く公開に耐えうるマニュアル化がなされていないこと、3. 類似の研究テーマに対し、国(省庁、特殊法人等ではなく)としての目標や方法論をきちんと議論する場が無く、研究の重複や会議が多すぎること、4. 真に独創的な研究を行ったことの無い人間が研究テーマの採否の判断を行っていること(委託費や提案公募制などの審査)などがすぐに思い浮かぶ。このような問題の解決に、本来なら学会自身も大きな役割を果たすべきであろう。たとえば、今回のシンポジウムの結果から、気象学会は学術会議に対しどのような勧告を行うのであろうか。法人化されたといっても、日本の科学・技術の発展を阻害している一番大きな要因にはまだ何も変化が無いように思える。結局これらを変えていくのは人材の育成であり、そのような意味でも大学に期待せざるを得ない。

参考文献

- 黒川 清, 2000:あまり知りたくない辛口「日本の研究とその評価」, 学術の動向(2000年5月号), 40-45.
 内閣府, 2002:「経済活性化戦略」第8回会合議事概要,
<http://www5.cao.go.jp/shimon/2002/0312kasseika-s.pdf>.
 澤 昭裕, 2000:「研究危機」を生んだ大学の責任, 論座,(63), 142-151.

2. 法人化した研究所:コメント(国立環境研究所の場合)

神沢 博(国立環境研究所)

2.1 はじめに

2001年4月に法人化した研究所のひとつである国立

現在 名古屋大学大学院環境学研究所.

2003年11月

環境研究所に所属する研究者の一人として、法人化のプロセス、法人化後の1年強の体験に基づいた話題を提供する。また、総合科学技術会議の環境分野の地球温暖化研究イニシアティブに少々関係しているの、その活動経験から話題を提供する。

2.2 独立行政法人化

独立行政法人国立環境研究所の大気圏環境研究領域の大気物理研究室長、地球温暖化研究プロジェクトの気候モデル研究チーム総合研究官(併任)などの職をしている立場での経験に基づく、一種の中間管理職の立場でみた研究現場からの報告となる。その立場からみると、法人化した我々の研究所の日常は、法人化する前のそれとさほど変わらない。研究所としての名称も、国立環境研究所のままで変わらなかった。法人化するのに「国立」という名称を維持することについては、諸方面からの抵抗があったが、「環境研究所」という名前の組織は、地方公共団体や民間の会社やらにもあるので、それらと区別するということから無変更に着いた。我々は、自分の研究所のことを略して環境研といっているが(以下、環境研の略称を使う)、環境省の行政官の諸氏は、他の環境研と区別するために国環研と呼んできていた。組織としては、廃棄物行政が厚生省から環境省に移管されたことに伴い、廃棄物研究グループが環境研に加わったが、気象学会に関係する大気系の研究をしているグループとの接点はほとんどない。法人化後の環境研は、大気圏環境研究領域などの基盤的研究を行う部署、地球温暖化研究プロジェクトなどの明確な目的を持った種々の研究プロジェクト、地球環境研究センターなどの研究センターから構成されることとなった。研究管理の面で以前と多少の違いがあるが、中間管理職の立場からみると、さほど大きい違いではない(理事長、理事、領域長などからみれば大きい違いがあると想像するけれども)。名称も組織も実質の中味も大幅に変わった産業技術総合研究所(基調講演を行った近藤裕昭氏が属しておられる)と好対照である。

独立行政法人は、所管大臣が定めた業務運営の中期目標に基づき、中期計画を作って仕事を行い、所管省庁に置かれた評価委員会から業績の評価を受ける。事前に予算で縛るやり方から、事後評価を重視して効率性を高めるのが狙いである。したがって、まず、基本文書としての中期計画が非常に重要となる。環境研の中期計画文書の名称は、「独立行政法人国立環境研究所の中期目標を達成するための計画(中期計画)(計画期

間：平成13年度～平成17年度）」である。以下のホームページでその全文を読むことができる。

<http://www.nies.go.jp/kihon/chukikeikaku/index.html>

環境研が環境省と相談しながら、この文書が作成された。独立行政法人一般への要請には、研究所になじまないものもある。目標の明確な設定、業務運営の効率化、などは、字面をみると当然のことではあるが、過度に行うとうまくない。計画文書の作成段階で、研究目標達成の明確な設定として数値目標を掲げることが求められたが、研究の達成度を数字で示すことは基本的には研究には馴染まないことから、その点を我々研究者が主張し、意味のない数値を記載する愚には至らなかった。業務運営の効率化については、業務としての研究管理に焦点が置かれたので、この点もやはり大きな支障は生じなかった。研究そのものは、外からいわれなくとも、効率化できる部分は、効率化するし、研究の性質上、効率化ということに馴染まない点もある。そういうことが理解された上での文書となった。環境省による環境研の業績の評価については、「各事業年度ごとの業務実績の評価」および「中期目標の期間における業務実績の評価（5年に1度）」を目的として「環境省独立行政法人評価委員会」が環境省に設置され、その評価結果、議事録などは、以下の環境省のホームページで公開されている。

<http://www.env.go.jp/council/sonota.html>

ちなみに、この評価委員会の委員長は、松野太郎気象学会元理事長である。

法人化に伴って良くなった点は、研究にとって必要と判断される仕組みを、既成枠にとらわれずに作ることができるようになったことが挙げられる。研究にとってまずは人が大事なことは明らかであるが、我々通常の研究職員は、とりあえず国家公務員型となったため、定員増はむつかしいようである（本当のところは不明）。しかしながら、人件費の予算さえ確保できれば、機動的にポストドクター（以下ポストドクと略す）などの研究者を雇用できるようになった。環境研独自のものとして、NIES ポストドクフェローなどの仕組みが法人化に伴ってできたのである。研究所としてのポストドクの仕組みは、法人化前にも制度的に可能であったかもしれないが、環境研の場合には、法人化に伴って実現した。環境研は、もともと研究をし易い仕組みが多々あったが、法人化を機になおいいそう良い仕組みが増えた。予算的に良くなった点もある。いわゆる

「渡しきりの交付金」として交付される運営費（運営費交付金）では、我々の給料である人件費や建物関係の予算などを除いた後、いくらかの純粋な研究費といえるものが残る。その研究費を得て執行するために、申請書や予算執行書などの文書を研究者が作成する必要はない。また、その研究費の執行の際に費目毎の枠はなく、国内外の旅費、備品、消耗品、賃金など何にでも使える。成果主義の考え方に基づいているからである。なお、予算の会計年度を越えての執行は、原理的には可能となったが、今のところ、実際には所として奨励していない。その執行が奨励されるようになることを望む。

法人化に伴って悪くなった点は、競争的資金の研究費にかかわる事務量の増大である。この点が、中間管理職の立場からみて最も大きく変わった点である。競争的資金に応募して獲得する研究費と前述の運営費交付金との2つの予算の使い勝手に大きな差が生じた。同じ額の予算でも、実質的価値が異なる。競争的資金の場合は、研究費申請書のとりまとめ作成、予算出資機関と環境研との委託・受託契約書とそれに伴う詳細な予算計画書作成、予算計画書で定められた費目毎の枠への研究費執行時の気づかい、予算執行報告書の作成、等々、これらの事務が、研究計画の中心をなしている者、主に、中間管理職である我々研究室長レベルに、のしかかってくる。初めてのことで、研究所中幹部からの指示も理に当たっていないことも多く、難儀であった。法人化初年度の初秋、所内での幹部と室長レベルとの定期的会議で、私は、「この6月初め頃からこれまでの約3か月の間、地球環境研究総合推進費にまつわる研究受託事務のために、研究そのものの実施に支障をきたしました。失われた3か月は戻りません。」と発言して、同じ事情を抱えていた所内の人達の共感を得、しばらくの間、「神沢さんの失われた3か月」が話題になった。その後、建て前と現実の間のほどよい妥協が計られ、かつ、我々が慣れたこともあって、状況は好転した。しかしながら、競争的資金の主なもの研究受託になったことによる事務の煩雑さが依然として残っていることに変わりはない。その他、法人化に伴って、さまざまなレベルでの評価、内部監査、棚卸し、等々に関連して、事務量が増加した。しかし、これらの事柄は、慣れと上手な対応の工夫で克服されてゆくであろう。

独立行政法人となって、研究者の総合的な実力が試されている、と感じている。環境研の活動的な研究者

の一般的な雰囲気は、「法人化、望むところではないか」というところではないかと私は思う。

2.3 総合科学技術会議

総合科学技術会議は、各省より一段高い立場から、科学技術政策の企画立案及び総合調整を行うことを目的とし、2001年1月、内閣府に設置された。内閣総理大臣が議長を務めている。諮問に応じ答申するのみならず、自ら意見具申できることが大きな特徴である。詳細は以下を参照。

<http://www8.cao.go.jp/cstp/index.html>

環境研は、総合科学技術会議の重要性に鑑みて、内閣府総合科学技術会議事務局（正式には内閣府政策統括官（科学技術政策担当）付）参事官（環境・エネルギー担当）のポストに、環境研の研究部長級の研究者の人材を環境研のポストを維持したまま、出向させることに決めた。立ち上げの1年半ほどは、生物圏環境研究領域長の渡邊 信氏がその役を勤めた¹¹。総合科学技術会議環境分野の活動の一環としての地球温暖化研究イニシアティブに、私も資料作成などで部分的に

¹¹ 本シンポジウム終了後の2002年7月からは、気象学会員でもある、環境研の笹野泰弘大気圏環境研究領域長がその任を勤めている。

かかわっている。気象学の研究にとって、総合科学技術会議の存在が間接的のみならず直接的に大きなものになってくる可能性があると感じる¹²。

¹² 本シンポジウム終了後の2003年3月には、「総合科学技術会議地球温暖化研究イニシアティブ気候変動研究分野報告書」として、以下の本が出版された。「地球温暖化研究の最前線—環境の世紀の知と技術2002—」（総合科学技術会議環境担当議員、内閣府政策統括官（科学技術政策担当）共編；財務省印刷局発行）

この本の構成は以下のとおりである。

- 第1部 地球温暖化問題研究へのわが国の取り組み
- 第2部 温暖化問題はどこまで解明されてきたか
 - 第1章 地球の温暖化は本当に起こっているのか—地球観測が示すもの—
 - 第2章 気候モデルと温暖化の予測
 - 第3章 地球温暖化の影響とリスク
 - 第4章 温暖化抑制政策の評価

以下のホームページ参照。

http://soil.en.a.u-tokyo.ac.jp/cstp/GW_report/index.htm

<http://kanpo.net/>

気象学会会員では、松野太郎、住 明正、野田 彰、井上 元、山本 晋の諸氏等が、執筆陣に名を連ねている。

新刊図書案内

表 題	編 著 者	出 版 者	出版年月	定 価	ISBN	備 考
百万人の天気教室	白木正規	成山堂書店	2003.09	¥2,800	4-425-51109-3	2002年刊に次ぐ8訂版
ことわざから読み解く 天気予報	南利幸	日本放送出版 協会	2003.10	¥680	4-14-088084-8	
新ひとりで学べる地学 I	大塚韶三 青木寿史 荻島智子	清水書院	2003.10	¥1,750	4-389-20132-8	「新ひとりで学べる地学IB」の新教育課程版
なる本 気象予報士	森田正光 大野治夫	週刊住宅新聞 社	2003.10	¥1,300	4-7848-0362-9	2002年刊に次ぐ改訂第4版
気象FAXの利用法	クライム	クライム	2003.11	¥3,000	4-907664-46-X	昭和52年初版の改訂新版
四季の海洋気象がわかる本	中井俊介	成山堂書店	2003.11	¥1,600	4-425-51191-3	

注：表中で定価はすべて本体価格です（特記したものを除く）。

2-2 解説

物質循環または極域大気

神沢 博 (極地研)

(1) はじめに

中層大気力学および大気力学一般の中で、現在進んでいる方向の一つであり、ここ10年程の間に大きく発展するであろうし、かつ、21世紀にまでも生きのびるであろう研究テーマの一つである「物質循環」の位置づけを述べ、また、この研究テーマの中での極域の意味づけを述べる。次に、この研究テーマに関連する南極における観測計画の中で、私自身がこれから積極的にかかわってゆこうと考えている2つの計画、ポーラーパトロールバルーン計画、ウインドプロファイラー計画について述べる。

(2) 物質循環と極域

これまでの大気力学の主要テーマは、大気大循環の研究、すなわち、大気中の風の場および温度場がどのように維持され、どのように変化を受けるかを角運動量収支および熱収支の観点から、研究することであったといえよう。大気大循環については、荒川(1958)、Lorenz(1967)という専門家向けの独創的な古典がある。また、一般向けに書かれた日本語の解説書に、廣田(1981)、松野(1982)がある。ここに挙げた4つの文献は、優れたものの常として、独創的な視点を我々に与えてくれるとともに、我々個々の研究者が行なっている研究の意味、位置づけを我々が考えるきっかけを与えてくれる。もちろん、大気大循環の問題の中でも、未解決のものが多々ある。しかしながら、ここに挙げたようなまとまった文章がすでに存在するということは、この分野の研究が、すでに一段落ついたことを意味するだろう。

では、大気力学はこれからどういう分野に切り込んでゆくべきか？ その一つは物質循環であろう。実は、これからの研究の方向としての物質循環という観点は、上に挙げた文献に、陰に陽に書かれている。例えば、廣田(1981)は、気候という新しい問題をどうとらえたらいいかという点に触れて、「気候を形成するものは物質の移動と変質である」(同書、p.110)とそのものズバリを述べている。私のこの文章を書いている最中に、この記述が同書にあることに気づいていささか驚いた次第である。少し遅れて私も歩いているわけだ。

大気中に存在する物質が、どこでどのように生成し、大気の運動によってどのように輸送され、その輸送途中でどのような変質を受け、どこでどのように消滅するか。大気力学と大気化学を専門とする研究者との共同によって、この問題の研究が進みつつある。以下、物質の例として、水およびオゾンを挙げ、物質循環の研究の重要性、面白さを示したい。この他に二酸化炭素、メタン、フロンガス等、興味深い物質が他にもあることはいうまでもなからう。

(2-1) 水

大気中の物質の中での水の重要性は、大気中で相変化を行なう際に大気とやり取りされる潜熱が大気の熱収支を大きく支配すること、雲を形成し放射収支に影響を与えること、等から、早くから注目され、上に挙げた文献にも、触れられている。しかしながら、「これまでの気象学では、大気中の水は、どちらかというところ、大気の運動、熱バランスに大きな影響を与えるものとして、また、雲、降雨、降雪は大気の運動の結果として起こるものとしてとらえることが多かったきらいがある。」

(武田(1987)の著書の「はじめに」より引用)。大気中の水循環の研究は、始まったところであり、これから急速に進むであろう。

極域の中で、南極を考えれば、水循環の研究の重要性は明らかであろう。南極大陸は氷で覆われており、その氷の体積は、約3000万km³で、氷を含めた地球上の淡水の約70%にあたる(藤井、1982)。南極氷床は、おおざっぱにみて、1年に10mといった程度で、大気に比べると非常にゆっくりであるが、南極大陸を囲む海へと向かって流れている。したがって、南極氷床が保たれるためには、水の補給がなければならない。その補給は大気による水の輸送によっている。しかしながら、その輸送量がどの程度であるかについては、これまでの研究は乏しいデータによっており、これからなすべき問題である。

成層圏に目を移せば、水蒸気の混合比は数ppmで、対流圏に比べて3~4桁低いことが知られている。これは、対流圏の空気は赤道域で成層圏に流入してくるためである。すなわち、赤道圏界面の温度が低いため、そこを通過してくる空気は水蒸気をしほり取られ乾燥化する。また、成層圏の水蒸気の中には、対流圏からやはり赤道圏界面を通して運ばれてきたメタンが成層圏での光化学反応によって水蒸気になったものもある。これらの水蒸気が大気の運動による輸送によって極域に運ばれてくる。南極の冬の下部成層圏のように、赤道圏界面の温度以下になるような低温条件の下において、この水蒸気が他の大気微量成分とともに極域成層圏雲(Polar Stratospheric Clouds; PSCs)を作り、南極オゾンホール形成に寄与していると考えられている。極域成層圏雲の粒子が重力落下する程度に大きく成長すれば、水と大気微量成分を含む粒子は成層圏から対流圏へ落ちてしまう(岩坂、1988)。そのような過程で南極大陸地表面に運ばれてきたと考えられる硝酸、塩酸が、南極大陸内陸部の表面積雪中に見いだされてる(Kamiyama et al., 1989)。この問題は、大気力学、大気化学、雲物理学、雪氷学といった広範囲の研究者が興味をもてるものであることがわらう。

(2-2) オゾン

オゾンは、主に赤道域成層圏で光化学反応によって生成され、大気の運動によって高緯度へ運ばれて長生きし、中高緯度で対流圏へ入り、やがて、地表面で消滅する。このように、物質循環という立場で考えても、非常に興味深い物質である。ここでは、南極オゾンホールの主に輸送過程の役割に焦点を当てて簡単に記す。その他のオゾンの側面については、南極オゾンホール問題の問題のありかを含め、オゾン一

般について非常によくまとめて書かれている島崎 (1989) を参照いただきたい。

南極オゾンホール現象とは、南極大陸を覆うような広い範囲で、オゾンが9月から10月にかけて極端に少なくなること（周囲に比べて極端にオゾンが少なくなり、オゾンの水平分布をみるとホール=穴が空いたように見える）、9月から10月にかけてのオゾンの、ここ10年程の年々変化をみると、準2年周期成分などの変動を含みながらも、一方的に減少していることである。北極域の冬にも小さなオゾンホールが観測されているが、南極上空のような広い範囲にわたるものは、未だ観測されていない。

もしも、大気によるオゾンの輸送がなければ、オゾンを生成するのに必要な太陽紫外線の少ない極域に、オゾンホールがあるのは自然である（例えば、松野, 1989; 神沢, 1990）。実際は、大気による輸送が存在するため、まったく太陽光が当たらない極夜でもオゾンは存在する（そうして、地球大気は全体として、輸送がない場合に比べてよりも、より多くのオゾンを持っている）。したがって、プラネタリー波が弱いために大気運動によるオゾンの輸送効率が悪い南半球で、オゾンホールのような水平構造ができるのは不思議ではない。こういう事情であるから、オゾンホールが発見されると、力学の研究者は、オゾンが年々減ってゆくのは、大気によるオゾン輸送が弱まってきているためではないかと考えた。それらしき間接的証拠もなくはない。しかし、9月から10月にかけて南極域に太陽が当たりだすとともに、オゾンが減ってゆき、オゾンホールが発達するという特徴は、力学の観点だけからは説明できそうにない。そこで登場したのが、プラネタリー波が弱いために熱輸送効率が悪い南半球では、南極域の冬および春の下部成層圏温度が低いいため、極域成層圏雲 (Polar Stratospheric Clouds; PSCs) が発達し、この PSCs という気相以外のものの存在が、フロンガスから出てきた塩素によるオゾン破壊触媒反応を促進するという考えである。米国 NASA を中心として実施された1987年の航空機観測が、この考え方を指示する観測結果を出した。ここで注意して欲しいのは、このオゾン破壊反応が有効に働くための気象条件（温度条件）は、大気の運動による熱輸送が規定していることである。

（3）南極における観測計画

「はじめに」で述べたように、ここでは、物質循環に関連する南極における観測計画の中で、私自身がこれから積極的にかかわってゆこうと考えている2つの計画、ポーラーパトロールバルーン計画、ウインドプロファイラー計画について述べる。もちろん、この他に、このテーマに関連する大気微量成分の観測計画があることは言うまでもない。

（3-1）ポーラーパトロールバルーン計画

ポーラーパトロールバルーン (Polar Patrol Balloon: PPB) は、南極の成層圏を一定高度で周回する大気球観測システムとして、宇宙科学研究所で検討され、極地研に提案されたものである（例えば、西村他, 1984）。1991年、超高層物理観測用のも

のが2機、オゾン観測用のものが1ないし2機、昭和基地から放球されることが計画されている(藤井他, 1989)。オゾン観測用 PPB について以下に述べる。

放球はオゾンホールが発達すると予想される9月に行なう。気球は、等圧面50 mb (高度約18 km; オゾンホール発達時にオゾンがもっとも少なくなると予想される高度) を浮遊させる。寿命は約2週間(この間に、気球は南極大陸上を3、4周すると予想される)。気球実験観測はすべて直接 (*in situ*) 観測で、観測項目は、オゾン、エアロゾル (PSCs)、気温。データ取得と気球位置測定は、ARGOSシステムを使う。PPB 観測は、ラグランジュ的な観測なので、オゾンの化学ソース、シンクをより直接的に評価することができる。また、エアロゾルをオゾンとを同時に計ることで、オゾンホール形成におけるPSCsの役割を評価することができる。気球の航跡が、太陽の当たる所と当たらないところの両方を辿ると面白い。

なお、PPB 観測は、1993年、1995年にも計画されている。

(3-2) ウインドプロファイラー計画

ここでいうウインドプロファイラーは、京都大学信楽 MU レーダ (対流圏、下部成層圏、中間圏、熱圏が観測対象) と同じ観測原理で大気の動き (= 風) を計る (加藤, 1986) もので、対流圏 (および下部成層圏) の風を観測するためのレーダ観測器のことを指す。米国 NOAA が、Wind Profiler Demonstration Network Project として、30台のウインドプロファイラーを米国内に、現在、展開中であるが、このウインドプロファイラーのことである。周波数は400 MHz UHF帯、アンテナ面積は300 m²程度。測定項目は、風の3成分。測定高度領域は、0.5-17km、高度分解能は、250mである。時間分解能は、1時間以下。風の鉛直成分を計れるということが、ウインドプロファイラーの画期的な特長である (例えば、Nastrom et al., 1985)。風の鉛直成分は、気象学にとって重要な量であるが、直接計れる観測器はこれまでなかった。

現在 (1989年) から5年後以降程度の時期に、このウインドプロファイラーを、南極大陸上の子午面に沿って数点設置し、風の3成分を計ることを計画している。特に、鉛直成分の観測は、貴重な情報をもたらすであろうと推測される。すなわち、極域の対流圏界面高度は約10 kmであるから、この観測によって成層圏と対流圏の空気交換の実態がわかるであろう。また、南極大陸上の大気は、強い放射冷却に晒され、それを補うべく、断熱圧縮下降流が起こっていると想像されているが、その流れを南極大陸上で直接計った例はこれまでない。

(4) おわりに

以上述べてきたことから明らかなように、物質循環という研究テーマは、極域にとってもばかりでなく、地球大気一般にとってこれから重要になってくるテーマである。岩坂泰信 (名大空電研)、中澤高清 (東北大)、青木周司 (極地研)、神山考吉 (京大理) 各氏といった大気中あるいは積雪中の物質を扱っている研究者の方々と日頃議論していると、いつも大気中の輸送が話題になりますし、田中浩 (名大水圏研)、James Holton (Univ. Washington), Alan Plumb (MIT) 各氏といったこれまで大気力

学の理論的な仕事をしてきた方々の最近の仕事ぶりやら、各氏とたまに会ったの議論やらからも、大気中の物質の循環を各氏が中心テーマとして考えていることを感じております。上に述べた2つの計画をこれらの人達に話すと、いつも、これらの計画の重要性を、わかってもらえます。一方、オゾンホール問題に触発されて、これまでは大気力学を背景として大気の角運動量収支および熱収支に関する仕事をやってきた私も、最近オゾンの問題を考えていますが、そういう中で、やはり、オゾンの一つの例として物質循環を考えるという考え方が、物事の理解を助けるだろうということ、遅まきながら、日頃感じている次第です。こういう次第で、物質循環という研究テーマは、外からの刺激を受けながら、私の中に自ら醸成してきたものであることを最後に付け加えたいと思います。

引用文献

- 荒川昭夫 (1958): 最近の大気大循環論. 気象研究ノート, 第9巻, 第4号, 229-362, 日本気象学会.
- 藤井良一他 (1989): 南極周回気球 (PPB) 将来計画 1991-1993. 南極資料, 33, 320-328.
- 藤井理行 (1982): 南極の雪氷圏. 南極の科学4 氷と雪, 第2章, 6-47, 国立極地研究所編, 古今書院.
- 廣田勇 (1981): 大気大循環と気候. 東京大学出版会, 124p.
- 岩坂泰信 (1988): エーロゾル. 南極の科学3 気象, 第5.3節, 159-181, 国立極地研究所編, 古今書院.
- Kamiyama, K., Ageta, Y., and Fujii, Y. (1989): Atmospheric and depositional environments traced from unique chemical compositions of the snow over an inland high plateau. *J. Geophys. Res.*, 94 (in press).
- 神沢博 (1990): オゾン層の力学. 1989年度日本気象学会春季大会シンポジウム「オゾン層の科学—現状と課題—」の報告2, 天気, 37, 25-31.
- 加藤進 (1986): 大気上層の乱れを探る—MSTレーダの話—. 天気, 33, 73-79.
- Lorenz, E.N. (1967): *The Nature and Theory of the General Circulation of the Atmosphere*. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 161p.
- 松野太郎 (1982): 大気の大循環. 衛星で見る日本の気象, 高橋浩一郎, 山下洋, 土屋清, 中村和郎編, 付録3, 120-132, 岩波書店.
- 松野太郎 (1989): 成層圏大循環とオゾンホール. 気候問題懇談会第38回資料, 4-17, 気象庁.
- Nastrom G.D., Ecklund, W.L., and Gage, K.S. (1985): Direct measurement of large-scale vertical velocities using clear-air doppler radars. *Mon. Weather Rev.*, 113, 708-718.
- 西村純、小玉正弘、鶴田浩一郎、福西浩 (1984): ポーラーパトロール気球 (PPB) I. 気球システム. 南極資料, No. 82, 71-78.
- 島崎達夫 (1989): 成層圏オゾン (第2版). 東京大学出版会, 224p.
- 武田喬男 (1987): 水循環の科学. 第2期気象学のプロムナード8, 東京堂出版, 184p.

成層圏水蒸気の分布と長期変動

神沢 博

国立環境研究所 kanzawa@nies.go.jp

1 はじめに

成層圏水蒸気の分布と長期変動に関する研究の現状につき、レビューを行った。本稿では、そのレビューの骨格を記す。引用文献の情報は、スペース節約のため、読者が文献を探すのに必要最小限の情報を本文に記すに留めた。また、ほとんどの略語のフルスペリングも、スペース節約のため、および、ほとんどの読者はそれらに既知であると想定したため（すなわちジャーゴンが通用するとして）、記載しない。

2. SPARC 水蒸気アセスメント

WCRP/SPARC の活動の一環として、水蒸気のアセスメント (WAVAS: Water Vapour Assessment) レポートがまとめられた。(Kley et al., Eds, 2000: SPARC Assessment of Upper Tropospheric and Stratospheric Water Vapour, WCRP-113, WMO/TD No. 1043, available online from <http://www.aero.jussieu.fr/~sparc>). 対象領域は、上部対流圏、成層圏の水蒸気である。各種センサーの比較がなされ、それに基づき、IGY以降の水蒸気のトレンドや、水蒸気の分布等に関する知見がまとめられた。私が関与している ILAS (<http://www-ilas.nies.go.jp/>; シンポジウム後、2002年1月、オゾン、水蒸気等の Version 5.20 データを一般公開した) の Version 4.20 水蒸気データもこのアセスメントに参加した。(なお、日本でも、岩坂グループにより、Lyman-alpha 湿度計ゾンデによる水蒸気の観測が1度南極昭和基地で行われたりしたが(「南極の科学3気象」, 古今書院, 1998)、残念ながらその観測は継続されなかった。) 本稿に関連する WAVAS の内容の中心的部分は以下のとおり。

- ・各種水蒸気の測定データ(地上、気球、航空機、衛星)の評価がなされたが、水蒸気の測定の少なさ、困難さが確認された。
- ・成層圏水蒸気の全球分布については、UARS (HALOE/MLS) による分布が最も信頼できる分布である。この種のものの中に最初に LIMS による分布があるが、UARS データで緯度範囲、高度範囲は拡張され、データ質が改善されたもの、おおまかな特徴を LIMS はよく表現していたことがわかる。
- ・気温との関係では、昔からよく議論されているように、成層圏の空気が 5 ppmv 程度とよく乾いているのは、赤道圏界面を空気が通り過ぎてくるためであると考えられている (-80°C (193 K) at 100 hPa \rightarrow 5.4 ppmv) が、その考えを今回のアセスメントの結果も支持する。
- ・成層圏水蒸気トレンドについて、データの不確定性に関する検討の結果、増加傾向を確認した(詳細は本稿の4章参照)。上部対流圏については、観測の困難さもあり、トレンドの有無についての結論は得られなかった。

3. ILAS による 1997年1月北極成層圏の dehydration

Kanzawa, and ILAS group (2002, JGR, 107, to appear) 等により ILAS Version 5.20 水蒸気データ質の検

証が行われ、多くの目的に有用であることが示された。そのデータを使い、Pan, Randel, Massie, and ILAS group (2002, GRL, 29, to appear) により、北極の冬に脱水 (dehydration) 過程が起こったことが、衛星データによる検出としては初めて示された。南極では衛星を含め観測例は多いが、北極では航空機と気球による in situ 観測による観測例がわずかあるのみで、衛星による観測例はこれまでなかった。1997年1月に、 ~ 3 ppmv 水蒸気減少のうち、 ~ 1 ppmv の除去 (脱水) が生じるイベントを ILAS が検出した。

4. 成層圏水蒸気のトレンド

SPARC/WAVAS と WAVAS をまとめたグループによる報告 (Rosenlof et al., 2001, GRL, 28, 1195) で成層圏水蒸気の増加トレンド (Oltmans & Hofmann, 1995, Nature, 374, 146) が確認された。まとめると以下のとおり。

- ・成層圏での水蒸気 (現在 $\sim 4\text{-}6$ ppm 程度) の増加トレンド : $\sim +2$ ppmv (1950年代半ば以来 $\sim +1\%$ /yr)

- ・メタンの酸化による H₂O 生成 : H₂O 増加の約半分

(対流圏メタン増加 : $\sim +0.55$ ppmv $\rightarrow 2 \cdot \text{CH}_4 = \sim +1.1$ ppmv)

- ・残りの約半分 (~ 0.9 ppmv) は?

- *航空機からの排出 : $\sim +0.018\%$ /yr と小さく、増加トレンド $\sim +1\%$ /yr 説明できず。

- *Tropical entry value : 「気温低下トレンド \rightarrow H₂O 減少」のはずで、増加トレンドを説明できず。

- *成層圏循環変化、STE (Stratosphere-Troposphere Exchange) 変化か? その変化の内容不明、STE そのもののメカニズムも不明であり、この問題は研究の宝庫である (例: 本稿6章)。

5. 水蒸気に関するモデル等による研究例

5.1 モデルによる水蒸気の扱いと地球温暖化関連研究

- ・CCSR/NIES GCM : Nagashima et al. (2002, GRL, 29, to appear)

地球温暖化とオゾン層破壊の関係を議論。水蒸気は、このモデルでは以下のような扱い。

モデルの赤道対流圏界面の温度低過ぎる \rightarrow モデル中で成層圏の水蒸気少な過ぎる

\rightarrow nudging to UARS climatology (HALOE/MLS)

- ・CCSR/NIES GCM : Hatsushika & Yamazaki (2001, GRL, 28, 2891)

赤道圏界面附近の温度と上昇下降流を議論。特に水蒸気については特別な工夫せず。

ENSO と赤道圏界面の温度、上昇流下降流が関係をもって変化。

- ・UKMO GCM: Butchart, Austin, et al. (2000, J. Climate, 13, 2142;

http://www.met-office.gov.uk/sec5/CR_div/stratospheric/)

実験設定 : Well-mixed GHGs (CO₂, CH₄, N₂O, Halocarbons) 増加 ; 成層圏 O₃, H₂O トレンドなし

北半球は自然変動大で GHGs 増加の影響はマスク

南半球の極渦は強化

- ・NASA/GISS GCM: Rind, Shindell, Hansen のグループ (2001, JGR, 106, 7193)

実験設定 : Well-mixed GHGs (CO₂, CH₄, N₂O, Halocarbons) 増加 ; 成層圏 O₃, H₂O トレンドあり

赤道の上昇流れ : 大きくなる (子午面循環強化)

5.2 成層圏水蒸気増加に対するレスポンスの研究

- Forster & Shine (1999, GRL, 26, 3309) 温度低下への影響 (1979-1997) (Univ. Reading GCM)
0.7 ppmv 水蒸気増加 → オゾン減少効果と同じ程度
北極春 3-7 K 低下
- Shindell et al. (2001, GRL, 28, 1551) 過去 20 年の水蒸気漸増実験 (NASA/GISS GCM)
成層圏温度低下
放射強制 (対流圏昇温) $\sim +0.2 \text{ W/m}^2$ ($\sim +25\%$)
- Dvortsov & Solomon (2001, JGR, 106, 7505) 過去 20 年の水蒸気漸増実験 (NOAA/AL 2-D model)
中緯度下部成層圏温度: -0.25 to $-0.35 \text{ K per decade}$ (30-50% of the observed cooling)
オゾン減少 ← HO_x 触媒反応サイクル
- Oinas, Lacis, Rind, Shindell, & Hansen (2001, GRL, 28, 2791) GCM 中の放射モデルの検討
成層圏水蒸気の放射の扱いの精緻化必要の提言

6. TTL: Tropical Tropopause Layer / Tropical Transition Layer

空気粒子が (従って水蒸気も) 対流圏から成層圏に入り込んでゆくのは、ほとんど、赤道圏界面を通してであることは確かである。しかし、水蒸気がどのように対流圏から成層圏に入り込んで行くのかという点は明確でなく、それ自身に対する興味があることと、成層圏水蒸気増加トレンドと深い関係を持つことから、現在、大きな問題として盛んに研究が行われている。なお、この話題および関連文献については、塩谷雅人氏 (京都大学) に教えてもらった部分が多い。

• Holton (2001, <http://www.atmos.washington.edu/~holton/papers.html>): イメージ図が HP に載っている。
STE (Stratosphere-Troposphere Exchange) の分野で有名な Holton et al. (1995, Rev. Geophys., 33, 403) レビューの Holton 自身による赤道域部分の改訂版である。積雲対流が侵入するのは高度約 14-15 km までであり、その高度から赤道圏界面 ($\sim 17 \text{ km}$) を挟んで高度約 19 km までの TTL (Tropical Tropopause Layer / Tropical Transition Layer) が定義できるということ、この TTL 内での水平輸送の役割が大きいこと、というのがこのイメージ図の趣旨と推測される。この TTL 内でいったい何が起きているのかということが議論になっているわけである。講演時には、時間の制約からこのイメージ図を示すだけに留まった。以下、関連文献とキーワードを掲げる。

- Haynes & Shepherd (2001, SPARC Newsletter, No. 17) : SPARC Tropopause Workshop Report
- Gettelman et al. (2001, SPARC Newsletter, No. 17) : TTL での水平輸送重要
- Folkins et al. (1999, JGR, 104, 22095) : TTL から slow ascent
- Sherwood & Dessler (2000, GRL, 27, 2513) : TTL 内で積雲 overshoot
- Holton & Gettelman (2001, GRL, 28, 2799) : TTL 内で水平輸送卓越
- Fujiwara et al. (2001, GRL, 28, 3143) : TTL 内での Kelvin 波の役割

7. おわりに

内容は自足的でないが、現在多くの関心を集めている問題について、講演に基づき、スケッチ風に簡単なメモを作った。いづらかでもこの分野で研究をなさる方に便があれば幸いである。

4. 衛星センサーILAS による北極成層圏の観測

神 沢 博*

1. はじめに

成層圏のオゾンおよびその他の大気微量成分の観測データは、地上、気球、航空機、および衛星からの測定によってこれまで得られ、オゾンホール等の現象発見、および、発見された現象の機構解明に資されてきている。衛星観測は空間的に均質な観測が可能なることに特徴がある。1996年8月17日に打ち上げられたNASDA (宇宙開業事業団) の人工衛星ADEOS (Advanced Earth Observing Satellite: 打ち上げ後「みどり」と命名) に搭載されたILAS (Improved Limb Atmospheric Spectrometer: 改良型大気周縁赤外分光計) は、南北高緯度成層圏のオゾンおよびオゾンに関連する大気微量成分の鉛直分布を観測することを目的としている。ILAS は、「みどり」の打ち上げ後の初期運用チェックアウト期間を経て、1996年11月初旬から定常的測定を開始し、太陽電池パネルの不具合から「みどり」の運用が停止された1997年6月下旬まで、約8か月間、良質の測定データをもたらした。したがって、ILAS は、北極域については、秋から初夏にかけてのデータをもたらしたことになる。1996/1997年北半球冬においては、極渦が非常に安定で長期間持続し、そのことと関連し、北極のオゾン量が異常に低かった。そのような特徴的な期間のデータをILAS は取得したことになる。

ADEOS には、TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer) も搭載されている。大気微量成分観測衛星としては、1991年9月に打ち上げられた米国NASA (National Aeronautics and Space Administration) の衛星UARS (Upper Atmosphere Research Satellite) の後を継いだ形になっている。

ILAS は、環境庁が開発したセンサーである。ILAS プロジェクトは、国立環境研究所の笹野泰弘氏をプロジェクトリーダーとして、進められており、私もその一端を担っている。ILAS プロジェクトとしては、衛星によるILAS 観測ばかりでなく、ILAS 観測に関連して、ILAS 検証のための気球キャンペーン観測を実施し、さらに、地上観測、航空機観測等を行っている世界中の研究者と共同研究を進めている。この意味で、日本としては初の本格的な大気微量成分観測プロジェクトを衛星観測をコアとして実施しているといえる。綿密な研究の組織化を実施していることから、このプロジェクトから大きな成果が生まれてくることが期待できる。

なお、ILAS プロジェクトの詳細は、インターネット上のILAS プロジェクトホームページ

(<http://www-ilas.nies.go.jp/>)

に記載されている。

2. ILAS 観測概要

ILAS の観測の概要は以下の通りである。

項目: O_3 , NO_2 , HNO_3 , N_2O , CH_4 , H_2O , CFC-11 ($CFCl_3$), エアロゾル, 温度, 気圧, (可能性あるもの: CFC-12 (CF_2Cl_2), N_2O_5)

原理: 太陽掩蔽法 (赤外および可視分光)

期間: 1996年10月-1997年6月 (ミッション期間: ~8か月)

衛星打ち上げ: 1996年8月17日

緯度範囲: 北緯~57-73度; 南緯~64-88度

高度範囲: ~10-60km (測定項目に依存)

空間分解能 (1 太陽掩蔽測定あたり): ~2km (鉛直);

~13*km×~300km (水平) (*~2km: エアロゾル,

温度, 気圧について)

経度分解能: ~25度 (1日あたり~14太陽掩蔽測定; 北

* 国立環境研究所.

© 1998 日本気象学会

極および南極のある緯度円に対して)

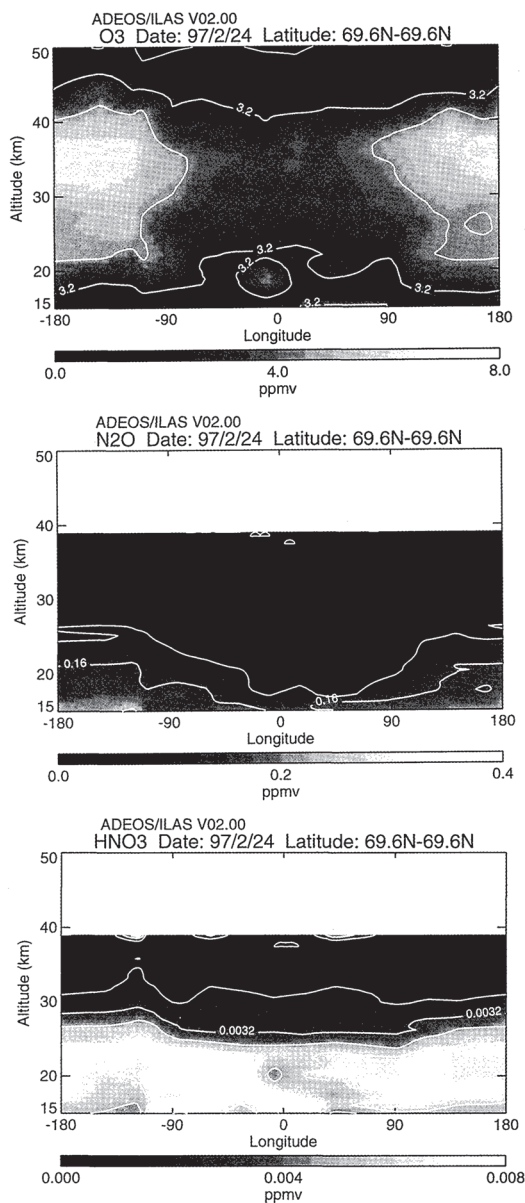
ILAS 観測の特徴としては、以下の 2 点があげられる。

- 1) 太陽掩蔽法 (solar occultation) を利用することから、測定精度が高く (信号が強く、self-calibration が可能故)、高度分解能が細かいこと。
- 2) ADEOS 衛星が太陽同期極軌道 (sun-synchronous polar orbit) をとることから、極域での観測頻度が高いこと (欠点としては、中緯度・赤道域の測定ができないこと)。

ILAS は、極域のさまざまな大気微量成分の鉛直分布を約 1 km の高度分解能で測定する。ILAS 測定で得られた観測データのイメージとしては、1 日あたり、北半球の等緯度線に沿って約 14 地点、南半球の等緯度線に沿って約 14 地点、計約 28 地点で、大気球観測を行い、その観測を 8 か月間続けて得られるであろうデータを思い描いていただきたい。

3. ILAS 観測データ例

第 1 図に、ILAS から得られた北極域真冬のオゾン (O_3)、亜酸化窒素 (N_2O)、硝酸 (HNO_3) の経度-高度断面図を示す。ILAS 観測の特徴の 1 つは、1 日当たり、各測定気体につき、この図のような経度-高度断面図を、南北両極のある緯度につき各 1 枚描くことができることである。オゾンを見ると、図の中央、高度で約 20 km 弱から約 40 km 強において、経度で 90 W から 90 E (カナダ北部からグリーンランド、スカンジナビア半島を経てシベリア北部にかけて) の領域では、他の経度域に比べてオゾンが少ない (約 4 ppmv 以下)。この経度域でオゾンが少ないという特徴は、同じく「みどり」搭載の TOMS によるオゾン全量の観測データと整合的である (第 1 図と同じく ILAS プロジェクトホームページに掲載)。オゾンの少ない領域では極渦が発達していることが示唆され、UKMO (United Kingdom Meteorological Office) 気象グリッドデータから得られた渦位分布図と整合的である。亜酸化窒素 (N_2O) は、地表面に起源を持ち、対流圏では鉛直方向によく混合され、成層圏において高度が上がるにつれて混合比が減少するという特徴を持ち、かつ、長寿命の気体であることから、メタン、フロンガス等とともに、空気粒子の移動、物質輸送や拡散といった力学的課題にとってかけがいのないトレーサーとなる。その亜酸化窒素の図をみると、高度 30 km 弱以下の高度では、約 0.1 ppmv (100 ppbv) 以下の部分に着目すると、低



第 1 図 ILAS 観測によるオゾン (O_3)、亜酸化窒素 (N_2O)、硝酸 (HNO_3) の混合比の経度-高度断面図 (データ処理 Version 2.00)。1997 年 2 月 24 日、緯度 69.6 N。ILAS プロジェクトホームページの ILAS Data Gallery より転載 (<http://www-ilas.nies.go.jp/ilasstatus/datademo/>)。

オゾン、低温度、高渦位の部分に対応している。極渦内で N_2O が少ないのは、成層圏上部または中間圏の空気が極渦内を下降しているためであると解釈される。高度 30 km 弱以上の高度域で亜酸化窒素とオゾン

の分布パターンが異なっていることが、データ質の問題によるのか、あるいは、自然が実際にそうなっていることによるのかどうかについては、今後のデータ検証作業を待たねばならない。硝酸は、オゾン化学反応に与る気体である。図の硝酸を見ると、高度約20 km、経度約0度付近で、0.006 ppmv (6 ppbv) 以下の領域が見られるが、これはオゾン破壊に寄与する PSCs (Polar Stratospheric Clouds) の脱窒作用による可能性がある。

以上、データの一例を示したが、ILAS データは、北極域冬のオゾン層の実態をきちんと観測しており、これからのデータ解析によっておおいなる成果が期待される。

4. データ処理ソフトウェアのバージョンアップ

第1図には、データ処理ソフトウェア Version 2.00 による結果を示した。この原稿を書いている現在(1997年9月上旬)、Version 3.00による処理を実行している最中である。さらに、より改良された Version 4.00の検討実施中である。Version 3.00までの段階においては、メタン (CH₄)、CFC-11 (CFCl₃)、CFC-12 (CF₂Cl₂)、二酸化窒素 (NO₂)の混合比の値が大きすぎるといった問題を抱えているが、エアロゾルの効果等を考慮した Version 4.00では大幅な改善が期待される。第1図に掲げたオゾン等の成分、Version 2.00でも十分良い質であると判断される成分、も改善が期待される。現在、ILAS プロジェクト参加メンバーにより、検証実験データ等によるデータ質検証評価研究、良質の処理データを得るためのより良いソフトウェア (アルゴリズム) の開発研究が、進行中である。

5. ILAS と成層圏大気科学

ILAS プロジェクトによってもたらされるであろう成層圏大気科学研究成果の例は、成層圏オゾン層の監視、極渦の鉛直構造の解明、極渦内の鉛直下降流の大きさの評価、極渦の孤立性の程度の評価、対流圏・成層圏交換過程の把握、窒素系化学反応過程の解明、PSC上の不均一系反応過程の解明、脱窒過程・脱水過程の

把握、水素バジェットの把握、等である。ILAS プロジェクトは、笹野氏をプロジェクトリーダーとして、世界中の多数の研究者・技術者によって進められている。研究の最前線にいる研究者が多数このプロジェクトに参加しており、私が考え及ばない範囲でも多大な成果が得られるはずである。日本気象学会1997年度秋季大会の ILAS セッション(予稿集 D101-D115, P141)においても、その一部が発表された。

例えば、長寿命の気体のひとつでもあり、温室効果気体でもあり、オゾン層破壊関連気体でもある水蒸気 (H₂O) のデータについても、高度10 km 近辺まで ILAS からの良質のデータが得られそうな曙光がみえつつあり、対流圏との交換過程を含めた水蒸気の北極域での循環過程の理解にも、ILAS は寄与する可能性がある。すなわち、今回のシンポジウムのテーマ「北極圏の大気環境と物質循環」に深く関連している成果が得られるであろう。

6. おわりに

これまで述べてきたように一部定量的には改善の余地があるが、定性的には非常に信頼性の高い観測データが得られつつある。データの質を高める努力と並行して、データの科学的解析を進めている。後者は前者にも寄与するであろう。近いうちにより信頼性の高い良質のデータがデータ利用科学コミュニティに公開される予定であり、大きな多様な成果が ILAS データから得られることを願っている。

なお、ILAS 後継機としての ILAS-II が、1999年打ち上げ予定の ADEOS-II に搭載される。

謝 辞

ILAS プロジェクトは、諸方面の方々の協力の上に成り立っている。

参 考 文 献

ILAS プロジェクトホームページ
(<http://www-ilas.nies.go.jp/>)

3-2-2 地球温暖化問題における気候モデル：

大循環モデルの位置付け

神沢 博

環境学研究科 地球環境科学専攻

1. はじめに

本節は、地球スケールの大気の大循環モデルを主たる対象としたレビューである。地球スケールの3次元数値モデルは、通常、大循環モデル (General Circulation Model: GCM) と称される。3次元とすることによって、大気や海洋の地球全体におよぶ循環、すなわち、大循環を表現することができるからである。本節は、3-2-1節と内容が重なる部分もあり、その他の節との重複もありうるが、同じ内容を異なった説明で読むことにより理解が深まること、さらに、今回の報告書の目的は、将来的に整合的な報告を作成してゆくためのたたき台を作ることであることから、重なりをあえて削らなかつた。なお、本節の文章の一部は、本節の著者が以前書いた文章 (神沢, 2002) を下敷としている。

モデルには、「数値モデル」以外に、「記述的モデル」、「概念的モデル」、「理論的モデル」等がある (荒川, 1996)。物理、化学等の諸原則に則って、これら各階層のモデルを媒介として、自然現象を記述し、理解し、予測することが環境科学の目的である。なお、大気中の力学過程を理解するためにモデルをどのように扱うべきかという論点について、具体例を交えながら一般論を展開している文献に、Hoskins (1983) がある。そこでは、発展する概念モデル (Evolving Conceptual Models)、観測 (Observations)、力学モデル (複雑、中位、簡単) (Dynamical Models (Complex, Medium, Simple)) の3者の関係が議論されている。さまざまな複雑さの力学モデルが、お互い相互作用し、また、観測と相互作用することによって、概念モデルを発展させてゆくように、モデル研究をすすめるのが健全で最適な姿であるとする。この考え方は、モデルを用いた研究ということ、また、モデルを用いようと用いまいとその如何に関わらず自然を理解するための方法の一般論ともなっている。本21世紀COEにおいても、各研究グループの仕事が相互作用し、新しい概念モデルを作ってゆくようにせねばならない。まずは、特に、GCM (Complex model) とシンプルモデル (Simple Model) のグループが、本COEに相応しいある特定の問題を設定し、お互いのモデルの特質をきっちりと認識した上で相互作用し、その問題に対して新しい概念モデルを構築してゆくような状況が望まれる。必要であれば、GCM (Complex model) とシンプルモデル (Simple Model) とを橋渡しするMedium modelを構築することになる。このような状況にすべく、私も努力したい。

さまざまな過程が相互作用して成り立っている気候システムを現実的に表現するためには、物理法則に基づいて計算機の中で数値的に気候を表現する数値気候モデルが大きな役割を果たす。人間活動による技術の発展に伴って発達した計算機を利用し、自然を理解する際の大きな武器となった数値モデルを構築して、人間活動の所産である地球環境問題に関する知見を得る試みが行われているわけである。なお、地球スケール (地球規模) のモデルが適用される重要な地球環境問題として、地球の温暖化の問題およびオゾンホールに代表されるオゾン層の破壊の問題があるが、本節では、地球温暖化を中心にとりあげる。

以下、本節では、地球温暖化問題における気候モデルの役割の概要 (2章)、地球温暖化の研究に使用される各種モデルにおける気候モデルの位置付け (3章)、各種気候モデルにおけるGCMの位置付け (4章)、さらに、大気GCMの概要 (5章) のレビューを行う。

2. 地球温暖化と地球スケール数値気候モデル

2. 1. 地球温暖化

地球大気は、太陽からの可視放射（短波放射）はほとんど吸収しないで通過させるが、地表面からの赤外放射（長波放射）の一部は吸収し、逆に地表面に向かって赤外放射をして地表面を暖める温室効果をもつ。地球大気を構成する気体のなかで、この温室効果をもつ気体を温室効果ガスという。水蒸気（ H_2O ）、二酸化炭素（ CO_2 ）、メタン（ CH_4 ）、亜酸化窒素（あるいは一酸化二窒素、 N_2O ）、フロン（ CCl_2F_2 、 CCl_3F 等）、オゾン（ O_3 ）等が主な温室効果ガスである。人間活動の結果、これらの温室効果ガスが総体としてこれまで増えてきており、また、二酸化炭素等は、将来にわたって増えることが予想されている。人間の社会経済活動の増大に伴って「人間圏」から放出される物質である温室効果ガスの増加によって、地球の物質・エネルギー循環システムが擾乱を受けた結果として、地表付近の大気の温度上昇が起こり、また、それによって地球規模の諸現象が起こる。さらに、それが人間圏へ影響を及ぼす。これが、地球環境問題の典型例である地球温暖化問題である。なお、化石燃料の燃焼によって発生する対流圏のエアロゾルが、太陽放射を散乱することによって気温降下を起こす効果も最近重要視されていることから、人間活動によるこの冷却効果も、温室効果と同時に評価する必要がある。

2. 2. IPCC

このような地球規模の気候変化について、IPCC（Intergovernmental Panel on Climate Change: 気候変動に関する政府間パネル）が、世界中の研究者を動員し、知見をまとめている。IPCC は、地球温暖化問題に関する最新の自然科学的・社会的知見をとりまとめることを目的とした政府間機関であり、国連の専門機関である世界気象機関（WMO）と国連環境計画（UNEP）の協力により 1988 年に設立された。1990 年に第 1 次評価報告書、1996 年に第 2 次評価報告書、2001 年には第 3 次評価報告書を IPCC が出版した。IPCC は、3 つの作業部会に分けられており、気候モデルに最も関連深いのは、「気候システムおよび気候変化の科学的側面」を担当する第 1 作業部会の報告である（e. g., IPCC, 1996; IPCC, 2001）。この第 3 次第 1 作業部会報告書（IPCC, 2001）だけで、執筆者がのべ 790 名、査読者が 40 ヶ国の 672 名に及ぶ。その他にもいくつかの特別報告書を出版してきている（e. g., IPCC, 2000）。また、2007 年には第 4 次評価報告書が出版される予定である。なお、近藤（2003）は、IPCC 活動の概略とその成果や IPCC における気候モデルの役割を、自らの IPCC 活動の経験に基づいて、コンパクトにまとめている。また、時岡（1997）は、やはり自らの IPCC 活動の経験に基づいて、IPCC 第 2 次評価報告書の温暖化検出に関する発表に際し、ウォールストリートジャーナル誌上で行われた論争のエピソードを紹介している。

2. 3. 気候モデルの役割

現在のところ、最大の温室効果をもつ気体は水蒸気と二酸化炭素である。人間活動の影響との関係で見ると、水蒸気の変化に対する人間活動の直接の影響は小さいかあるいは評価しづらいのに対し、産業革命前以来、二酸化炭素が人間活動の影響で増加しつつあるのは明らかである。産業革命前には約 280 ppmv であったが、近年には約 360 ppmv と約 30% 増加している。特に 20 世紀後半の増加が著しい。近年では毎年約 1.5 ppmv づつ増加している。それでは、もし二酸化炭素等の温室効果ガスが今後増加し続けていったならば、今から 50 年後、100 年後の気候や海面水位はどうなるのか。これが地球温暖化あるいは気候変化の問題に関して、地球科学に現在課せられた重大な問題の 1 つである。この問題に対する答を出すほとんど唯一の方法が 3 次元大循環気候モデルによる将来の気候の予測である。なお、IPCC では、温室効果ガス・エアロゾル源の将来の排出シナリオに対する気候モデルによる気候システムの応答の記述という意味で、予測（prediction）という言葉を使わず、見通し（projection）という用語を当てている。

3. 地球温暖化にかかわるモデリングの分類

3. 1. 地球温暖化モデルの分類

地球温暖化にかかわるモデリングを行うには、上記した気候モデルを含め、以下のようなモデルが必要である。

- (1) 社会経済学的知見に基づく温室効果ガスおよびエアロゾル源の排出モデル
- (2) 排出モデルから得られる排出データから大気中の温室効果ガスおよびエアロゾルの濃度分布を計算する物質循環モデル（例えば、二酸化炭素については、海洋および森林の吸収を取り入れた炭素循環モデルの開発が必至である）
- (3) 物質循環モデルによって得られる温室効果ガスおよびエアロゾルの濃度分布を与えて将来の気候を計算する地球規模気候モデル
- (4) 地球規模気候モデルの結果を拘束条件として地域スケールの気候を議論するための地域気候モデル
- (5) 地球規模気候モデルおよび地域気候モデルによる気温、降水量、日射量、海水温、等のデータに基づき、地球温暖化の水資源、農業、海水面高度等への影響を評価する影響評価モデル

これらのモデル群の解説が近藤ら（2000）にある。本節では、ここに紹介した上記項目（3）の地球規模気候モデル（以下単に気候モデルという）を紹介する。江守ら（2003）は、上記モデル群の中で、気候モデルの持つ意味を考察している。

3. 2. 地球システムモデル

これらのモデルを統合して、すなわち、各モデル間のフィードバックを考慮して、地球温暖化の問題を議論する必要がある、そのような統合地球システムモデルの研究が行われつつある。例えば、欧州の PRISM (PRogramme for Integrated earth System Modelling) と米国の ESMF (Earth System Modeling Framework) は、統合地球システムモデルを構築しようとするプロジェクトである。PRISM は、G.P. Brasseur (Max-Planck-Inst Meteorol.) が Coordinator の一人である (<http://prism.enes.org/>)。米国の ESMF は、J. Marshall (MIT) が PI の一人である (<http://www.esmf.ucar.edu/>)。両プロジェクトとも、その物理的・化学的・生物学的な内容を研究するグループに加え、各サブモデルの結合をサポートする計算機科学の研究グループをも含む。日本では、地球フロンティア研究システムの松野太郎を代表とし、河宮未知生を幹事として、日本の研究者を結集したプロジェクト（人・自然・地球共生プロジェクト「地球環境変化予測のための地球システム統合モデルの開発」<http://www.jamstec.go.jp/frsgc/jp/news/no20/jp/p5/p5.html>）が進行中であり、このプロジェクトには、名古屋大学からも本 COE のメンバーである市井和仁（3-3-2 節および 3-3-4 節の著者）が参加している。

4. 気候モデル

4. 1. 気候モデルの分類

将来の温室効果ガスやエアロゾルの増加（e.g., 森田, 1999）による気候変化が考えられるとして、それがどのような形や規模で生じるものなのかの分析をせねばならない。そこで、将来の気候変化を予測するために気候モデル（climate model）が用いられる。

気候モデルには、空間の次元という立場で分けて以下のようなモデルがある。地球のエネルギーバランスを扱い地球全体を代表する温度を決める 0 次元モデル、地表面および大気鉛直の温度分布を決める鉛直 1 次元モデル、緯度方向の地表面の温度分布を決める緯度 1 次元モデル、鉛直・緯度断面での温度等を決める鉛直・緯度 2 次元モデル、大気・地表面・海洋の 3 次元温度分布等を決める 3 次元モデル等である（時間, 1996a）。

4. 2. 0次元モデル

0次元モデル (zero-dimensional model) とは、地球が太陽から受け取るエネルギーと地球が放出するエネルギーとのバランスを扱うモデルである。地球に入ってくる太陽エネルギーフラックス(太陽定数)、地球の太陽エネルギーフラックスの反射率(アルベド)から、平衡状態では、地球を代表する温度あるいは地球を宇宙から観測した場合に推定される温度が 255 K (約-18°C) と求まる。

4. 3. 1次元モデル

0次元気候モデルでは気温の鉛直構造は決まらない。それをも考慮したモデルが鉛直1次元モデル (vertical 1-dimensional model) である。これは太陽放射、地球放射による加熱・冷却の鉛直分布と、上下の成層不安定によって生ずる対流による加熱・冷却の鉛直分布のバランスによって気温の鉛直分布を求めるモデルである。その意味で放射対流平衡モデル (radiative-convective equilibrium model) と称される。大気の運動により熱が運ばれるが、水平方向に平均すれば鉛直方向の輸送は主として対流によるものとなり、このようなモデルで現実的な気温の鉛直構造を求めることができる。放射による加熱・冷却の鉛直分布を決める上では大気の組成が重要となる。したがって、このモデルを用いてCO₂を増大させたときにどの程度の気温変化が鉛直方向にどのように生ずるかを求めることができる。このような研究のパイオニアワークは、Manabe and Wetherald (1967) であり、その結果は今でも教科書や総合報告に引用されている。放射対流平衡モデルのレビューが、Ramanathan and Coakley (1978) でなされている。現在の気候組成の場合とCO₂を2倍および半分にしたときについて、鉛直1次元モデルにより求めた気温分布から、CO₂濃度が2倍になると地上気温は約2.3°C増加することになる (Manabe and Wetherald, 1967)。対流圏では気温が上昇し、成層圏では気温が低下する。この気温の変化の理由は、基本的には以下のように理解することができる。CO₂濃度を2倍にすると、その温室効果により地上はより多くの放射エネルギーを受け取るようになり温度が上昇する。対流圏・成層圏ともに放射的にはCO₂の増加により冷却率が増加するが、対流圏の場合は地上が暖まりその熱が対流によって対流圏内におよぶので温度が上昇する。温度成層が安定な成層圏には対流がおよばないので、放射冷却率の増大で温度が低下する。冷却率は気温にほぼ比例するので、成層圏の気温が低下すると冷却率が減少して、太陽加熱率と再びバランスするようになる。なお、本COEメンバーの市井和仁によるシンプル炭素循環-気候モデルは、大気部分に関しては、この鉛直1次元放射対流平衡モデルを利用している (市井ら, 2002; Ichii et al., 2003)。

1次元モデルには、鉛直1次元モデルの他に、地表面付近の気候の緯度方向の構造を議論する緯度1次元モデルもある。この1次元モデルは、Budyko (1969) と Sellers (1969) を嚆矢とし、North (1981) でレビューされ、Hartmann (1994) のテキスト等にも紹介されている。アイス-アルベドフィードバックの本質を理解したり、そのフィードバック効果を定性的ないし半定量的に議論するのに有用なモデルである。3-3節のシンプルモデルの節で詳しい紹介がなされることになる。

4. 4. 2次元モデル

鉛直方向・緯度方向の構造を議論する2次元モデルもある。この2次元モデルは、計算機の能力が発達した現在においては、気候モデルとして利用されることは少ないが、たくさんの大気微量成分の化学・光化学変化過程を取り入れた大気化学モデルとしては多用されてきた。地球環境問題関連ではオゾン層の将来の予測に使われることが多かったが、その予測においても、最近では3次元モデルが利用され始めている (永島・高橋, 2002; Austin et al., 2002; WMO, 2003)。

4. 5. 3次元モデル

3次元気候モデル (3-dimensional climate model) とは、鉛直方向に加えて水平方向 (緯度・経度方向) の気候の違いも取り扱えるモデルである。地上気温の予測という意味では、鉛直1次元モデルでは、全球平均の気温しか取り扱えない。一方、3次元気候モデルでは、日本、ヨーロッパ、南半球のオーストラリア、等々の違いを議論することができる。図1に、大気の数値表現のための格子点 (図1上の任意の点のように格子状に点を置くのでこう呼ばれる) の配置例を示す (時岡, 1996b)。大気、海洋や地表面を格子点で3次元に埋め尽くし、それぞれの格子点を代表する温度、風速 (流速)、水蒸気量等の時間的変化を物理法則に従って数値的に求めていく。

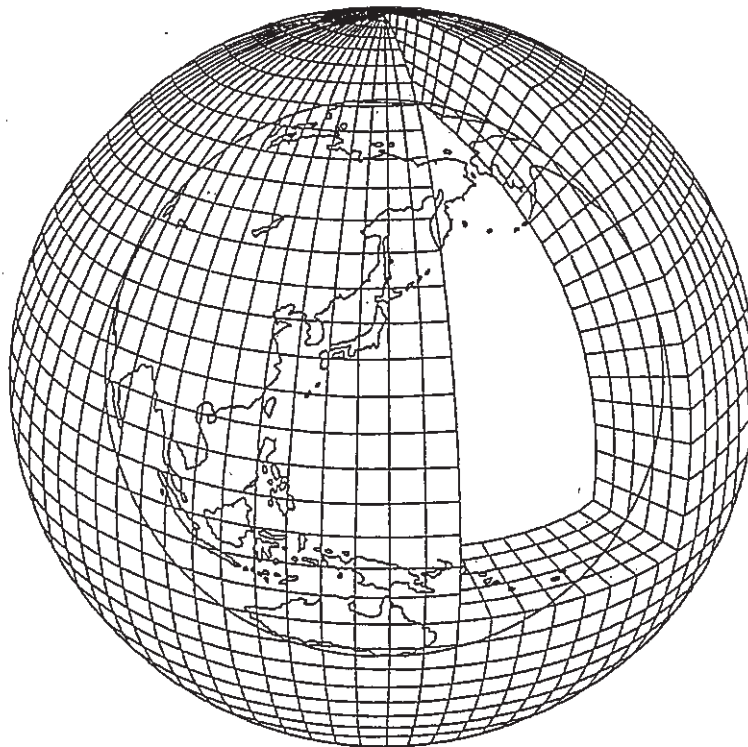


図1 大気大循環モデルの空間3次元の格子点の配置例 (時岡 (1996b) より引用)

3次元モデルは

- ・大気大循環モデル
- ・海洋大循環モデル
- ・海氷モデル
- ・陸面モデル

の4つで構成されている。気候モデルの構成図の例を、図2に示す (住, 1999)。大気と海洋を結合させるということに大きな特徴があることから、大気海洋大循環モデル (Atmosphere Ocean General Circulation Model: AOGCM; 単に GCM ということもある) あるいは大気海洋結合モデル (Coupled Ocean Atmosphere Model) という。モデルでは大気、海洋の状態のほかに降水量 (降雪量)、積雪量、海氷の温度と厚さ、土壌表層の温度と水分量等が扱われる。3次元大気海洋大循環気候モデルでは、日々の物理量の変化を計算し、そのデータを時間平均して気候状態を求める。地球温暖化実験の場合は、温室効果ガスの増加に伴って主

に年平均温度がどう変化してゆくかが計算される。温室効果ガスの増加に対する気候システムの応答には、時間がかかる。海洋の持つ大きな熱容量や海洋熱塩循環を考えると長い場合に応答時間が千年のオーダーともなりうる。このように、気候システムの応答時間が長いため、その時点での大気中の温室効果ガス濃度に対応する平衡温度にすぐになるわけではない。例えば、2100年の温度がどの程度上昇するかについては、平衡計算実験ではなく、温室効果ガスが増えるにつれて気候がどう変わるかを計算する漸増実験が必要となる。その場合、海洋の応答をきちんと表現する大気海洋大循環モデルが必須となる。

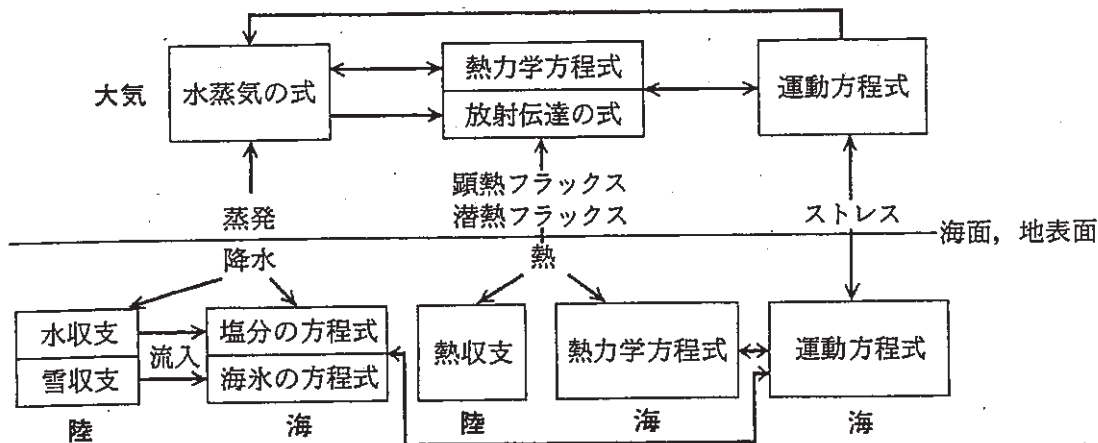


図2 気候モデルの構成の例 (住 (1999) より引用)

5. 大気大循環モデル

大気海洋大循環モデルのうち、大気大循環モデルについて記す。海洋大循環モデルについては、次の報告書以降で、相応しい人によって詳述されることとなろう。大気大循環モデルについては、例えば、時岡ら (1993) や Kalnay (2003) に詳しい記述がある。後者は、数値天気予報モデルの説明が主ではあるけれども。

5. 1. 方程式

地球上の大気の流れを再現するモデルが大気大循環モデルである。大気大循環モデルで用いる物理法則は流体の運動方程式 (運動量保存の式)、連続の式 (質量保存の式)、空気塊についての熱力学第 1 の法則の式 (熱エネルギー保存の式)、空気の状態方程式である。その方程式の数式による具体的表現については、3-2-1 節や Kalnay (2003) 等に与えられている。Holton (1992) のテキストは、それらの式の持つ物理的意味を明晰に記述している (この本の 4th Edition が刊行予定。惜しくも、今年 2004 年 3 月、著者の Holton は現役のまま死去された。享年 65 才。)。運動量保存の式は、ニュートンの運動方程式に基づくもので、空気の運動、すなわち風が、それに加わる力により、いかに変化していくかを表わすものである。全球の大気大循環モデルでは、通常は、鉛直方向には静力学平衡 (hydrostatic equilibrium) の式を採用するプリミティブ方程式 (primitive equations) が使われてきている (以下の 5.3 節に述べるように、最近では、非静力学平衡 (non-hydrostatic equilibrium) の式を採用した全球大気大循環モデルの開発も試みられ始めている)。熱エネルギー保存の式は、水蒸気の変相変化等を通して空気に加えられたり空気から奪われたりする熱エネルギーと、空気の温度変化との関係を表わす式である。また、質量保存の式は、空気や水等の物質が、運動の途中で増えたり減ったりしないことを表現したものである。水については、大気中の 3 相の

水全ての質量保存の式であり、通常、水蒸気量を支配する方程式として表現する。

運動方程式によって風の変化が求められる。風は気温、水蒸気等の物質を輸送する。新たな温度・水蒸気分布の下で放射、対流、潜熱放出、地面とのエネルギー交換等による大気加熱が計算される。この加熱の一部は大気の内エネルギーを変化させ、一部は気体の膨張による仕事となり、空気を持ち上げたり、風速に変化を与える。

5. 2. 格子点法とスペクトル法

これらの式は、3-2-1 節に与えられているように、偏微分方程式の形で記述されるが、この偏微分方程式系を数値計算法により解いて、地球上に置いた多くの 3 次元的格子点における将来の大気の状態（気圧、風、気温、水蒸気等の空間分布）を計算しようというのが大気大循環モデルである。すなわち、大気を模した模型（モデル）により、大気変化の大規模なシミュレーションをするのである。上記偏微分方程式は、時間変化を記述する時間微分に関する部分と、空間変化を記述する空間微分に関する部分からなるが、空間微分に関する部分の数値計算の手法は大きく二つに分けられる。一つは、偏微分方程式を、地球上に置いた多くの格子点間どうしの関係を表す差分方程式と呼ばれる代数方程式に近似して、直接、格子点上での気圧、風、気温等の予測値を計算する方法で、「格子点法 (grid point method)」と呼ばれている。もう一つは、気温等の気象要素の水平分布をいくつもの三角関数的な直交関数である球面調和関数の重ね合わせとして考え、一度各成分に分解してその波動の各成分の振幅がどのように変化するかを求め、それをふたたび合成して通常気象要素の場に直してから格子点上の予想を行なうという方法で、「スペクトル法 (spectral method)」と呼ばれている。この 2 つの方法にはそれぞれ得失がある。格子点法には、積雲対流等の物理過程や地表面の境界条件等の局所的過程をより適切に表現できるという利点があるが、保存性の高い誤差の少ない計算スキームを構成するのがむづかしく、また、通常使われる緯度経度座標系では両極が特異点となる欠点がある（現在、正二十面体格子のような全球準一様格子点を採用するモデル開発も試みられている）。一方、スペクトル法は、空間微分を差分近似する必要がなく、取り扱う切断されたスペクトルの範囲では微分を正確に表現できるという利点があるが、局所的な物理過程を適切に表現するむづかしさや、水蒸気量のように下限がゼロの値をとる量を扱う際に負の値を得てしまうといった欠点がある。現在は、各研究グループにおいて、それらのグループの事情、考え方により、2 つの方法のどちらかが採用されている。鉛直微分の差分化の方式および数値的に時間積分してゆくための時間微分の差分化の方式にも様々な工夫がなされている。この点について詳しくは、例えば、時岡ら (1993) や Kalnay (2003) に記述されている。

5. 3. パラメータ化の本質

モデルの格子点間のサイズを解像度 (resolution) というが、気温や風のようにそもそも連続的に変化するものを 1 つの格子点で代表させようとする、解像度以下の小スケールの現象が解像度以上の大スケールの現象におよぼす影響を直接取り扱うことができない。そのため、解像度以下の小スケールの重要な現象を、設定した解像度で表現している物理量で、モデルの中に取り入れるようにしている。これをパラメータ化 (parameterization) と呼んでいる。パラメータ化の問題について、以下、積雲対流を例にとって考えてみる（積雲対流以外に、大気境界層内の乱流等がある）。気候研究を目的とする大気大循環モデルの場合、通常 100 年程度以上の長期の時間積分を必要とすることから、水平解像度は、現在、通常、100 km 程度以上である（数日から数週間程度と、比較的短期の時間積分で済んでしまう数値天気予報のための大気大循環モデルの場合は、現在、水平解像度が 100 km 程度以下のものが増えてきている）。すると、水平スケールが 10 km 程度である積雲対流の運動そのものを、陽には表現できないので、陰に表現するパラ

メータ化が必要となる（ここで、「陽に (explicitly) 表現する」とは、水平スケールが 10 km 程度である積雲対流の運動そのものを、モデルの水平解像度を 1 km 程度以下とすることによって、モデルの変数として直接求めることを意味する。積雲対流のパラメータ化とは、したがって、積雲対流の効果を陰に (implicitly) に表現するということになる）。モデルの信頼度・精度を向上させるにはこのパラメータ化の成否が重要な役割を果たす。パラメータ化とは、大気大循環および大気大循環モデルというものを深く考察し、本質的で画期的な研究成果を積み上げてきた荒川昭夫が以下のようにいうとおりである：「小規模なプロセスの統計的な効果を、大規模なプロセスと関係づけ、方式化するということであります。これは言うは易しくても、実は大変な問題で、数値モデリング特有の技術的問題というよりは、異なったスケール間の相互作用の表現という、気象学にとって極めて基本的な問題の一つといえましょう。」(荒川, 1996)。

深い洞察に基づいたより良いパラメータ化の方法が開発されてゆく必要がある。なお、非静力学平衡の式を採用した方程式系に基づき、積雲対流をも陽に表現する全球の超高解像度大気大循環モデルを開発する試みも、最近行われ出した。仮に、そのような全球超高解像度大気大循環モデルの開発が成功したとしても、積雲対流の物理を理解するためには、パラメータ化の研究が推進されなければならない。積雲対流のプロセスの統計的な効果の本質的物理的理解に基づいたパラメータ化は、現在の気候に適用できるばかりでなく、過去の気候、さらには、未来のありうる気候にも適用可能なものとなる。

5. 4. 入出力データ

表1は大気大循環モデルへの入出力データの例をまとめたものである。時岡ら (1993) の表を参考に作成した。モデルによって多少違いがあるが、また、対象とする問題によって異なってくるが、大気大循環モデルを用いるために与えなければならない入力データとモデルから得られる出力データの概略がこれでつかめるだろう。表1の出力データで、「モデルが予報する量」とは、その量の時間発展方程式を直接解くことにより求まる量であり、「モデルが診断的に決定する量」とは、「予報する量」を基に副次的に求まる量である。なお、大気海洋大循環モデル (3次元気候モデル) の場合には、表1の入力量のうち、例えば、「外部データとして与えている量」が、出力量になる。3次元気候モデルでは、海面水温と海氷分布は、気候モデルのパーツである海洋モデル、海氷モデルにおいて出力データとして扱われるからである。

表1 大気大循環モデルの入出力データの例 (時岡ら (1993) の表を参考に作成)

	モデル入出力の分類	諸量
入 力	モデルに与える基本的物理量	太陽定数, 地球自転公転運動要素, 地球重力加速度, 地球平均半径, 海陸分布, 地形, 空気的全質量, 水蒸気以外の大気微量組成成分, 空気の定積・定圧比熱, 水の蒸発熱, 昇華熱, シュテファン・ボルツマン定数, カルマン定数, 地面熱伝導率, 地表面アルベド, 地表面粗度
	パラメータ化のために与える量	地表面熱・運動量交換係数の関数形 土壌水分蒸発効率因数 バケツモデルの深さ 積雲対流の型に関する量 渦動拡散係数 サブグリッドの地形性重力波応力に関する量
	外部データとして与える量	海面水温, 海氷分布
出 力	モデルが予報する量	風の水平 2 成分 (東西, 南北風), 気温, 水蒸気量, 地上気圧, 地面温度, 土壌水分量
	モデルが診断的に決定する量	鉛直流, 上空の気圧, 密度, 降水量, 雲量, 大気加熱量, 地表面での熱, 水蒸気, 運動量フラックス

注) 大気海洋大循環モデル (3次元気候モデル) の場合には、上記の入力量のうち、例えば、「外部データとして与えている量」は、出力量になる。

6. おわりに

21世紀に、人為起源の二酸化炭素等の温室効果ガス (地表面大気に対する加熱効果を持つ) が増加し、やはり人為起源のエアロゾル (基本的に地表面大気に対する冷却効果を持つ) が増減していった時に、気候がどう変化するかという問題に関する GCM による将来の予測ないし見通し実験の結果の例を示して、その持つ意味を述べるべきであるが、執筆時間に制限があることや近いうちに新しい成果が出る可能性が高いことから、それは次回以降のこととしたい (興味ある読者は、IPCC (2001) を参照のこと)。住明正と木本昌秀を中心とする東京大学気候システム研究センター (CCSR: Center for Climate System Research, University of Tokyo) と江守正多と野沢徹を中心とする国立環境研究所 (NIES: National Institute for Environmental Studies) とが共同して開発している CCSR/NIES GCM の研究プロジェクトに、私はかかわっている。このグループは、現在、地球フロンティア研究システムのグループとも共同して、地球シミュレータを利用した地球温暖化実験を実施しつつある (人・自然・地球共生プロジェクト「高分解能大気海洋モデルを用いた地球温暖化予測に関する研究」<http://www.renjyu.net/kyosei/index.html>)。なお、このプロジェクトにおける高分解能大気海洋大循環モデルでは、人為的な調節であるフラックス調節 (3-2-1

節参照)を行わない(方程式は静力学平衡を採用したプリミティブ方程式である)。

IPCC (2001) 報告の結果を吟味する際に、IPCC 報告に情報を提出したCCSR/NIES グループの仕事 (e. g., Emori et al., 1999; Nozawa et al., 2001) や気象研究所 (MRI: Meteorological Institute, Japan Meteorological Agency) のグループの仕事 (e. g., Tokioka et al., 1995) の意味や位置づけを考察する際に、これから出てくる新しい地球温暖化実験の結果を理解する際に、さらに、大循環モデルを活用した気候研究の内容を理解する際に、本節がいくらかでも有用であれば幸いとしたい。

参考文献

- 荒川昭夫 (1996): 大気の数値モデリングの過去、現在、将来に関する個人的見解。「気象力学から気候力学へ」(住明正編)第3章, 気象研究ノート, 186, 日本気象学会, 33-45.
- Austin, J., D. Shindell, S. R. Beagley, C. Bruehl, M. Dameris, E. Manzini, T. Nagashima, P. Newman, S. Pawson, G. Pitari, E. Rozanov, C. Schnadt, and T. G. Shepherd (2002): Uncertainties and assessments of chemistry-climate models of the stratosphere. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 2, 1097-1130.
- Budyko, M. I. (1969): The effects of solar radiation on the climate of the earth. *Tellus*, 21, 611-619.
- Emori, S., T. Nozawa, A. Abe-Ouchi, A. Numaguti, M. Kimoto and T. Nakajima (1999): Coupled ocean-atmosphere model experiments of future climate change with an explicit representation of sulfate aerosol scattering. *J. Meteorol. Soc. Japan*, 77, 1299-1307.
- 江守正多・高橋潔・野沢徹・神沢博 (2003): 地球温暖化の影響対策研究から見た気候モデル研究. 専門分科会「気象学における地球環境問題」の報告 4, *天気*, 50, 379-384.
- Hartmann, D. L. (1994): *Global Physical Climatology*. International Geophysics Series, Vol. 56, Academic Press, Inc., San Diego, California, 411pp.
- Holton, J. R. (1992): *An Introduction to Dynamic Meteorology*, Third Edition. International Geophysics Series, Vol. 48, Academic Press, Inc., San Diego, California, 511pp.
- Hoskins, B. J. (1983): Dynamical processes in the atmosphere and the use of models. *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, 109, 1-21.
- 市井和仁・松井洋平・村上和隆・山口靖・小川克郎 (2002): 人為的二酸化炭素排出による地球環境の将来予測: シンプルな炭素循環-気候モデルと地球観測衛星データによる解析. *日本リモートセンシング学会誌*, 22(5), 625-636.
- Ichii, K., Y. Matsui, K. Murakami, Y. Yamaguchi, and K. Ogawa (2003): A simple global carbon and energy coupled cycle model for global warming simulation: Sensitivity to the light saturation effect. *Tellus*, 55B, 676-691.
- IPCC (1996): *Climate Change 1995: The Science of Climate Change*. J. T. Houghton, L G Meira Filho, B. A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg, and K. Maskell (eds.), Cambridge University Press, 572p. (日本語訳: 気象庁編 1996): IPCC 第二次報告書: 地球温暖化の実態と見通し, 大蔵省印刷局発行, 598p.)
- IPCC (2000): *Special Report on Emission Scenarios*. N. Nakicenovic et al., Eds., Cambridge University Press, 599pp.
- IPCC (2001): *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. J. T. Houghton, Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C. A. Johnson, Eds., Cambridge University

- Press, 881pp. (Available also from <http://www.ipcc.ch/pub/online.htm>)
- Kalnay, E. (2003): Atmospheric modeling, data assimilation and predictability. Cambridge University Press., Cambridge, U.K., 341pp.
- 神沢博 (2002): 地球スケールモデル. 第2編「大気」の第6章「大気のモデリング(基礎と適用例)」の第4節, 「地球環境調査計測事典」第1巻陸域編①, 竹内均監修, フジ・テクノシステム, 472-478.
- 近藤洋輝 (2003): 地球温暖化予測がわかる本: スーパーコンピュータの挑戦. 成山堂書店, 174pp.
- 近藤洋輝・鬼頭昭雄・北島尚子・森田恒幸・増井利彦・野田彰・佐藤康雄・原沢英夫 (2000): 日本気象学会シンポジウム「21世紀の気候変化-予測とそのもたらすもの-」の報告. 天気, 47, 691-725.
- Manabe, S. and R. T. Wetherald (1967): Thermal equilibrium of the atmosphere with a given distribution of relative humidity. J. Atmos. Sci., 24, 241-259.
- 森田恒幸 (1999): 地球温暖化と経済. 「大気環境の変化」(岩波講座地球環境学3), 第6章, 岩波書店, 249-279.
- 永島達也・高橋正明 (2002): 成層圏オゾン層の将来見通し-化学気候モデルを用いた評価. 天気, 49, 937-944.
- North, G. R., R. F. Cahalan, and J. A. Coakley, Jr. (1981): Energy-balance climate models. Rev. Geophys. Space Phys. 19, 91-121.
- Nozawa, T., S. Emori, A. Numaguti, Y. Tsushima, T. Takemura, T. Nakajima, A. Abe-Ouchi, and M. Kimoto (2001): Projections of future climate change in the 21st century simulated by the CCSR/NIES CGCM under the IPCC SRES scenarios. In "Present and Future of Modeling Global Environmental Change: Toward Integrated Modeling", Matsuno, T. and H. Kida Eds., Terra Scientific Publishing Company, Tokyo, pp.15-28.
- Ramanathan, V., and J. A. Coakley, Jr. (1978): Climate modeling through radiative-convective models. Rev. Geophys. Space Phys., 16, 465-489.
- Sellers, W. D. (1969): A climate model based on the energy balance of the earth-atmosphere system. J. Appl. Meteorol., 8, 392-400.
- 住明正 (1999): 気候変化の予測の可能性. 「大気環境の変化」(岩波講座地球環境学3), 第5章, 岩波書店, 219-247.
- 時岡達志 (1996a): 地球温暖化. 「地球環境論(岩波講座地球惑星科学3)」第5章, 岩波書店, 101-137.
- 時岡達志 (1996b): 雲と降水. 「大気水圏科学からみた地球温暖化」(半田暢彦編)第4章 温暖化と自然環境, 第4.1節, 名古屋大学出版会, 199-217.
- 時岡達志 (1997): IPCC 第1作業部会の第2次評価報告書にまつわるエピソード. 天気, 44, 491-493.
- 時岡達志・山岬正紀・佐藤信夫 (1993): 気象の数値シミュレーション. 気象の教室 5, 東京大学出版会, 247p.
- Tokioka, T., A. Noda, A. Kitoh, Y. Nikaidou, S. Nakagawa, T. Motoi, S. Yukimoto, and K. Takata (1995): A transient CO₂ experiment with the MRI CGCM -Quick report-. J. Meteorol. Soc. Japan, 73, 817-826.
- WMO (2003): Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2002. Global Ozone Research and Monitoring Project, Rep. No. 47, World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland.

2-3 外国出張報告

国際 MAP シンポジウム及び オゾンシンポジウムに出席して*

廣田 勇** 神澤 博** 長谷部 文雄**

1. はじめに

今年の夏も欧米でいくつかの国際シンポジウムが開かれた。一口に国際学会といっても、IUGG や IAMAP, COSPAR のような大規模な総会になると、お祭りのような要素がなくもないが、特定のテーマに焦点を絞ったもの(参加者が100名程度、期間は数日)は、文字どおりその道のプロフェッショナル達の集りである。このような会合では、“廊下会議”と呼ばれる研究者個人間の討論も活発であるし、その結果、単にジャーナルの印刷論文を読むだけでは得られない情報の密度も増す。つまりそれこそが“シンポジウム”たる所以であろう。

ここに紹介するふたつの国際シンポジウム(MAP 及びオゾン)も、上に述べたような意味での特長を示す会議であった。良く知られているように、成層圏・中間圏の気象学は、力学・組成・放射の3本の柱を中心として、ここ10年、観測・理論の両面で目ざましい発展を遂げつつある。70年代の GARP が主として下層大気(対流圏)の観測を目標にしてきたのに対し、中層大気を目ざす MAP はいよいよ1982年からその本番がスタートする。このような背景を考え合せると、今回のふたつの国際シンポジウムの持つ意義がいっそう良く御理解いただけるであろう。

2. MAP シンポジウム

International Symposium on Middle Atmosphere Dynamics and Transport (中層大気の大気と輸送国際会議)は、1980年7月28日より8月1日までの5日間、イリノイ大学においてイリノイ大学超高層大気物理研究

* Report of the International Symposium on Middle Atmosphere Dynamics and Transport and the Quadrennial International Ozone Symposium.

** Isamu Hirota, Hiroshi Kanzawa and Fumio Hasebe, 京都大学理学部.

1980年12月

所の主催で行われた。手元にある出席者名簿で調べると、参加者総数118人。その内、米国75人、西独10人、英国7人、インド5人、フランス4人、カナダ3人以下、アイルランド、オーストラリア、ジャマイカ、スペイン、ソ連、東独、ノルウェー、プエルトリコ、ベルギー各1人となっている。日本からは我々3人の他、加藤進(京都大学工学部)、和田雅美(理化学研究所)の両氏、合せて5人であった。発表論文数およそ90編、我々に興味深かったものについて以下述べてゆこう。

初日、7月28日の午前の「A. 中層大気運動の観測技術」で Gille (NCAR) が、気象衛星データの性質特徴を述べながらそれを使用したこれまでの中層大気力学研究の総合報告を行なった。ドップラーレーダーなどによる遠隔探査やロケットによる大気運動の観測に関する議論が後に続いた。午後はまず「B. 中層大気気候学」があり、Barnett (オックスフォード大学)が総合報告をした。Chen (アイオワ州立大学)は、Nimbus 5号 SCR のデータから有効位置エネルギーに相当する量を計算してその年変化を論じた。次の「C. プラネタリー波」では、Geller (マイアミ大学)がこれまでの研究をまとめた。観測的研究に関しては廣田のものが、理論的研究では松野の研究が参照されることが多かったことを付記しておく。Hartmann (ワシントン大学)は、南半球にみられる波数2と3の東進波を傾圧不安定波と同定しうることを示唆した。Grieger (西独太陽地球物理学中央研究所)は、対流圏及び下部成層圏の定常波の構造が、上部成層圏の平均流の変化に敏感であることを示した。

翌日、7月29日午前もプラネタリー波の話が続く。Alpert (マイアミ大学)は Grieger と同様の議論をした。Andrews (プリンストン大学、現在はオックスフォード大学)は、まず小振幅の波の解析的研究において Eliassen・Palm フラックスが、シアー流中での波の伝播の記述及び波による平均流加速の計算の両方の問題に対して有効な量であることを論じ、次に GFDL 大気大循

環モデルに現れたプラネタリー波の E-P フラックスによる記述を行ない、中層大気における波と平均流との相互作用の理解に対する E-P フラックスを使ったアプローチの有利な点と限界を筋道立てて論じた。Schoeberl (米海軍研究所)は、散逸する定常プラネタリー波の作るラグランジュ平均流をベータ平面で論じ、冬季下部成層圏で極向き下向きになることを示した。この点で、瓜生および後に出てくる DeVore の結果と同じである。C.D. Rodgers (オクスフォード大学、代読 Barnett) は、SCR と PMR のデータから波数 3 の西進する 2 日周期の温度振動を検出し、その振幅の最大が夏半球低緯度中間圏にあり、位相が高き方向に立っていることを示して、外部ロスビー波と同定できるだろうとした。ついで、C.F. Rogers (オクスフォード大学) が、その推測を確かめようと試みていた。午前の最後に「D. モデリング」が設けられ、Mahlman (GFDL) が放射・光化学・力学過程を包含する中層大気数値モデリングの試みについて論じた。午後は、「E. 突然昇温」のセッションで、最初に Labitzke (ベルリン自由大学) が総合報告を行なった。ついで神沢は、1973年突然昇温時の平均流とプラネタリー波の振舞を論じ、波数 1 の増幅に対する平均流のプロファイルの影響と波の E-P フラックスによる記述について話した。Krüger (西独太陽地球物理学中央研究所) は 1970/71 年突然昇温時の東風加速にコリオリトルク項と水平運動量収束項のどちらが効くかを論じ、Koermer (ユタ大学) は、1975/76 年小昇温と 1976/77 年大昇温を比較検討した。Strobel (米海軍研究所) は波と平均流相互作用モデルで、地形によってプラネタリー波を励起させて突然昇温を再現する試みを行っていた。Palmer (英国気象局) は、1979 年と 1980 年の大昇温を E-P フラックスの言葉で記述し、その記述法が成層圏の力学に新しい洞察を与えることを強調した。また彼が見せてくれた 2 mb 高度場のコマ取り映画は、突然昇温という現象のダイナミックであることを印象づけた。Hsu (プリンストン大学) は、Holton の数値モデルを基にしたモデルで再現された波数 2 昇温時の空気粒子のラグランジュ運動を追跡し、子午面上に投影すると、最初低緯度にあった粒子は極向き下向きに傾いた薄い層に沿って分散してしまいが、高緯度にあったものは全体に下降することを示した。笠原 (NCAR) は、波と波の相互作用をも許すモデルで昇温を再現し、波と平均流の相互作用だけを許すモデルのそれとの相違を論じた。

7月30日午前はまず「F. 赤道波」で廣田が総合報告

を行ない、赤道中間圏で 2~10 日の時間スケールを持つ赤道に捕捉された波の検出されることを示し、その波と平均流との相互作用で赤道中間圏半年振動のある一面を理解しうる可能性を示唆した。Hamilton (プリンストン大学) は、Holton・Lindzen の準 2 年振動のモデルで 2 つの波以外の波を少し加えると、その周期が敏感に変化することを示した。次に「G. 大気潮汐」があり、Lindzen (ハーヴァード大学) が総合報告を行なった後、Hamilton 氏が現実的な熱励起を与えると 1 日潮が中間圏・下部熱圏に大きな影響を及ぼしうることを示した。ライダーや流星風レーダーなどによる観測の話が続いた。午後の「H. 重力波と乱流」で、Lindzen 氏は中間圏界面付近で冬半球が暖かく夏半球の方が冷たいという現象を、対流圏に源を持つ内部重力波と平均流の相互作用で理解しうることを指摘した。

夕刻、神沢と長谷部はイリノイ大学におられる小倉義光先生に中西部の大学を案内していただいた。敷地はゆったりして芝生の緑が豊富であった。学生会館の地下に 20 レーンもあるポーリング場のあるのには驚いた。田舎の大学町には遊興施設も少ないのだろう。4~5 個のホールを持つ劇場も大学が持っていて、楽団や劇団を呼ぶとのことだった。学生夫婦専用寄宿舎の一角を訪れると、当然のことながら幼い子の手を引いた若い二人連れの姿が見られた。小倉先生は、我々が気象学の勉強したての頃熱心に読んだ「大気の科学」「最近の気象力学」の著者である。気象学の分野で科学的名文を書く人を知った最初であった。ドルの持ち出し制限の非常にきつかった頃(今現在は無制限である)の最初の米国行の際の苦労話などを御夫婦からうかがった。

7月31日は、「I. 成層圏対流圏間の輸送」の後「J. 力学・放射・光化学過程の相互作用」があり、Hartmann が総合報告を行なった。C.F. Rogers は、Reed・German により導入された微量成分のうずフラックスの扱いを定常プラネタリー波のモデルを使って議論した。DeVore (GE) は、成長する傾圧波と定常プラネタリー波による冬の下部成層圏でのオゾンの輸送を論じ、後者による輸送が重要であることを指摘した。Fels (GFDL) は、オゾンや二酸化炭素の濃度が変わった時に温度場がどう変化するかを、大循環モデルを使って調べていた。夜は、米国以外の国から参加した人達を米国人の家庭に招いてくれた。20 人もの客を家に入れて歓迎してくれた。

最後の日、8月1日は「K. 太陽活動に対する中層大気の応答」で、Gregory (加サスカチュワン大学) が総

合報告を行なった。Schwister (西独コロニー大学) が、周期16日の波数1の波が太陽活動と強い相関を持つことを示した。最後に、「L. 将来の方向」があった。米国中西部の大学町での5日間を終え、とうもろこしと大豆の大平原の中を、オゾンシンポジウムの開催地ポルダーへと向かった。

以上ザッと会議の様態を記してきた。より正確な内容を知りたい方は、そのうちに出るであろう会議録及び Journal of Geophysical Research 特集号を参照されたい。全体を通じての感想は、気象衛星のデータを使った力学解析が豊富な内容を持ち始めてきていること、数値モデリングの方法がより具体的な問題に適用されつつあること、また両者が理論的背景を基盤に共通の言葉で語られるようになってきたことなどである。

3. 国際 MAP 運営委員会

MAP シンポジウムの機会を利用して、国際 MAP 運営委員会の第4回会合が計3日間にわたり開かれたので、その議論の要点を簡単に述べておく。今回の会合は Innsbruck (1978年5月)、Geneva (1979年3月)、Canberra (1979年12月) に次ぐもので、日本からは廣田勇 (IAMAP 代表)、和田雅美 (IUPAP 代表)、加藤進 (国内 MAP 委員会代表) の3名が出席した。

報告事項のうち主なものは；

- (1) 気象ロケット及び衛星観測の現状と MAP 期間中の見通し。
- (2) Pre-MAP Project (PMP) の現状報告。PMP の総まとめは1982年5月 Ottawa での COSPAR 総会の際に行なう。
- (3) National Program の報告 (8カ国)。

議決事項のうち主なものは；

- (1) MAP 実施期間 (1982~85) の再確認。ただし Upper Atmosphere Research Satellite (UARS) の打上げが1986年(予定)なので、その有効的利用のため86年以降の研究計画も考慮に入れておくべきこと。
- (2) MAP データの国際利用をはかるため、一例として IS Radar 観測に関するデータカタログを作成し MAP News Letter で周知する。
- (3) 国際プロジェクトは、5つの MAP Study Group が各国提案のナショナルプロジェクトを今年中に検討し、国際間で協力可能なテーマをいくつかピックアップ

1980年12月・

し運営委員会に原案を提出する。運営委員会はそれを受けて、1981年夏の会合で承認決定する。

次回は1981年8月の IAGA 総会 (於エジンバラ) 及び IAMAP 総会 (於ハンブルグ) の機会に開く予定である。

4. オゾンシンポジウム

オゾンシンポジウム (Quadrennial International Ozone Symposium) は、8月4日から8日まで、Colorado 州 Boulder で開催された。Boulder は御存知のとおり、Colorado 大学をはじめ NCAR や NOAA ERL (Environmental Research Laboratories) 等の置かれている所であり、英国の Oxford、スイスの Arosa に次ぎオゾンにゆかりの地である。会議を主催したのは IAMAP の中の International Ozone Commission で、WMO、米国気象学会、COSPAR、NASA が共催し、NOAA の ERL、NCAR、Colorado 大学が local host を務め、Colorado 大学の Julius London 教授が中心となって会議を取り仕切った。今回の会議は、オゾンの光化学に関する Chapman の理論が発表されてちょうど50年を記念するにふさわしく、力学・大気化学・放射等オゾンに関連した幅広い分野から200編を超える論文が寄せられ、その著者の数は400人近くに達した。参加者を国別にみると、地元アメリカの他、伝統の上に着実に研究を積みあげているヨーロッパから12カ国、アジアからは初参加と思われる中国を含め6カ国、その他あわせて23カ国から200人を越える研究者が参加した。しかし、残念なことにソビエト連邦の研究者全員の参加がとりやめになってしまった。尚、日本からは我々3人の他、東京大学の小川利紘氏と巻出義紘氏 (化学)、宇宙研究所の伊藤富造氏と理化学研究所の和田雅美氏が参加した。

会議の様子をプログラム順に追って紹介しよう。第1日は「観測技術の最近の進歩」というセッションがもたれ、オゾン精度よく測るといことが依然として大きな課題として残されていることを見つけた。まず、オゾンの世界資料センターの Mateer はその Review の中で、地上から Umkehr 法によって測定したオゾン密度と人工衛星から BUV (Backscattered Ultra Violet) によって求めたそれとが0.4程度の相関係数しかもたない事等を例に、オゾン測定における今日的課題は、data の質、とりわけ異なった測定法を用いた場合のその違いを克服して総合的に信頼性を高める解析を行なうことで

あると指摘した。こうした問題提起を受ける形で、衛星対地上、衛星対衛星の data の比較検討結果がいくつか報告された。それらのうち、NASAの Fleig らは Nimbus 4号の UV とソ連 M-83 のフィルターオゾン計とによるトータルオゾン測定値の時系列を比較し、M-83の誤差の性質が1973年から1974年にかけて変化したのではないかと指摘した。長年にわたるオゾンの全球的変動を調査するにあたり、こうした事実は重要であると思われるが、ソ連の研究者の参加がなかったため、その詳細は確認できなかった。(尚、Nimbus 4号の UV data は処理が終わり、一般の研究者に供される段階になったとのことである。) また GDR の Feister と Spänkuch はソ連の衛星と Dobson 分光計とによるトータルオゾン測定値の比較結果を示し、「西側」からはあまり知られていないソ連でのオゾン測定の様子を垣間見せた。またベルギーの De Muer は electrochemical sonde によるオゾン鉛直分布の測定結果から、ゾンデの上昇時と下降時とでもその観測値が系統的に異なるという報告をした。このように既存の手法の検討が着実に進められる一方、新しい観測手段の開発も精力的に行なわれている。Canada の Evans らは最新の Brewer 分光計によるトータルオゾン値の精度を論じ、Waters (ジェット推進研究所) や Wilson・Schwartz はマイクロ波、ミリ波を使ったオゾン鉛直分布測定の試みを紹介した。

第2日は「data 解析の結果」の議論にあてられた。まず NOAA の Miller らは地上観測によるトータルオゾン分布と衛星によるものとの比較を中心に review を行ない、つづいて衛星 data を用いたトータルオゾンで季節変化、経年変化に関する解析が NASA の Hilsenrath らによって示された。Krueger (NASA) は Nimbus 7号の TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer) の最新の data を用いて、南半球夏のトータルオゾン分布をカラーコードを用いて表現し、その日々の変動を映画にして披露した。この映画はオゾン量の等値線が波数5程度の波をなして東へ移動する様子を見事に示しており興味深かった。地上観測網を使ったトータルオゾンの長年の変動に関しては、長谷部が性質の異なる Dobson 分光計と M-83 オゾン計との data を客観的に取り扱う一方法を提示し、それをを用いた解析結果のうちトータルオゾンの準2年周期振動と長周期変動とを示した。Angell・Korshover は地上観測から見積ったトータルオゾン量と Umkehr 法による 32~46 km 域のオゾン密度との変動を1979年3月までの最新の data で示し、フ

レオンによるオゾン層破壊は依然として検出されないとした。また、Wei・Wen は Dobson 分光計によるトータルオゾン測定が1978年12月から北京でも開始された事等を紹介し、「今後の中国におけるオゾン研究の発展を期待する」という座長の結びが印象的だった。更にバルーンやロケットによる data の解析結果も数多く発表され、小川・渡辺は内之浦における1970年から1979年までのロケット観測結果のまとめを発表し、他の地点における結果との比較に関して議論があった。

第3日は、オゾン以外の大気微量成分の観測に関する論文の発表があった。Chapman 理論から半世紀経たる現在、こうした微量成分の分布に関する知識なしにはオゾン分布が十分に説明され得ないことが明らかとなっている。特に人間活動によるオゾン層破壊が問題となって以来、複雑な化学反応系をシミュレートするために微量成分の実際の分布を知ることが増々必要となっており、地道に続けられている研究の成果が発表された。

第4日は最初に光化学反応系のモデル計算結果がいくつか発表された。フロンによるオゾン層破壊の可能性が最初に指摘されたのは1974年であったが、現在ではそのようなモデル計算は、フロンだけでなく化石燃料の燃焼生成物である二酸化炭素の増大による放射収支の変化を取り込んだものに発展している。それらの例としては、Oxford の Haigh・Pyle、NASA の Callis・Natarajan 等の発表があったが、いずれもフロンと二酸化炭素の効果を couple して取り扱うことの重要性を指摘したものであった。

この日はこれに続き、「オゾンと大気大循環との相互作用」と題されたセッションがもたれた。これは気象学者がオゾンの変動に注目して以来の大問題であるが、NCAR の Gille らは Hartman・Garcia (1979) のモデル計算を念頭に、Nimbus 6号の LRIR (Limb Radiance Inversion Radiometer) の data を用いてオゾン輸送に関する注目すべき解析結果を示した。即ち、彼らは冬季北半球のオゾン密度、温度、高度場から地衡風近似により下部成層圏から中間圏に達する領域におけるプラネタリースケールの波動によるオゾン南北輸送を求め、それが光化学に支配される領域と力学に支配される領域の間の遷移領域以下で卓越し、その高度領域は緯度に強く依存するとともに時間的にも激しく変動することを見出した。限られた期間の解析にもかかわらず、気象学的議論との結び付けは見事であり、同時に limb radiance によるオゾン測定法の優秀性をあらためて証明したとい

えよう。

最終日はオゾンと気候・太陽活動との関係がとりあげられた。印象的だったのは NASA の Keating らによる太陽活動との関連の研究であった。彼らによれば、Nimbus 4号の BUV data による全球平均トータルオゾン量の変動から平年値・半年周期振動・準2年周期振動を引き去ると、それは 10.7 cm の電磁波強度によって定義される太陽活動指数と 0.96 の相関係数をもつということである。

口頭発表のしめくくりとして、今後の課題が議論された。光化学に関しては Cambridge の Thrush や California 大学の Rowland がまとめ、ジェット推進研究所の Watson は NASA の打ち上げた衛星を review しながら 1986 年に打ち上げられる予定の UARS (Upper Atmosphere Research Satellite) の役割りを述べた。最後に、Van Zandt が MAP の現状報告と世界の研究者の積極的参加を訴えた。

これらの口頭発表と平行して会場の一室にポスターセッションという場が設けられた。ここには NASA が中心となり日本も参加したオゾンゾンデの国際比較観測の映画等、口頭発表には適さないものが多く展示された。休憩時間等には、ここに貼られたポスターを前に、興味をもった研究者が対面で突っこんだ議論をしていた。また、会議場近くのプールサイドでは Dobson 分光計

や Brewer 分光計等の比較観測の実演が行なわれ、日常観測に親しんでいない著者らには興味深いものであった。

尚、このシンポジウムの proceeding は、extended abstract という形で来年の1月頃印刷される予定である。

5. おわりに

以上、中層大気に関連した2つの国際シンポジウムの概略をかいつまんで御紹介した。はじめにも述べたように、中層大気をより良く理解するためには、力学・組成・放射といった異った立場からのアプローチがうまくひとつにまとまってゆかねばならない。裏返して言えば、オゾンならオゾンの研究とは結局中層大気そのものの特性を知ることにつながるはずである。一見限られた特殊なテーマに思われるかも知れない MAP に関連して、このように多くの研究が国際的に活発に行われている理由も、中層大気が、少なくとも80年代の大気物理学にとって、ひとつの大きな研究の宝庫であるからに他ならない。幸いにして、我が国の MAP も軌道に乗りはじめた。これを契機として、今後ますますこの分野の研究を発展させたいものである。

最後に、我々3名がこれらのシンポジウムに出席する機会を与えて下さった山元龍三郎教授に深い感謝の意を表したい。

大気, 及び, 大気モデルにおける準定常超長波 の維持に関するシンポジウムについて*

住 明 正**・金光 正 郎**・神 沢 博***

1. はじめに****

1983年8月29日から9月2日の5日間にわたり, パリで, IAMAP と WMO の共催による, “準定常超長波の維持”に関するシンポジウムが開催されました. このシンポジウムには, 日本からは, 気象庁電子計算室の金光・住, 国立極地研究所の神沢の3名が参加しました.

このシンポジウムは, 非常に参加者が多く, 全ての論文が発表されたわけではなく, 毎日, 3~4編の論文が, poster session にまわされていました.

主な参加者は, やはりパリで開催されたこともあり, 欧州勢が多かったのが印象に残りました. 具体的には, ECMWF からは所長の Bengtsson 以下, Simmons, Holingsworth, Tiedke, Arpe などが, 英国気象局からは Rowntree や Lorenc らが, Reading Univ. からは Hoskins 達が参加していました. 地元フランスからは, Sadourney, Talagrand 以下相当数が参加していました. 北欧からは, Holopainen, Lange (Finland), Machenhauer (Denmark), Källen (Netherlands) (その他, ドイツ, イタリアなどから) が参加していました. アメリカからは, Held, Lau (GFDL) や, Madden, Williamson (NCAR), Hartmann (Univ. Washington), Somerville (Scrips), Krishnamurti (FSU), Gray (CSU) などが参加していました. その他にも, Arakawa (UCLA) や Namias (Scrips) の顔も見受けられました. Hamburg の帰りということで, Holton (Univ. Washington) も出席していました. オーストラリアからは, Fredericksen, Plumb (CSIRO) らが, 中国からは, 朱抱真ら6名が

参加していました. ソ連からは2名, WMO からは Wiin-Nielsen, Du の2名が参加していました.

symposium は, 5日間にわたって行われ, 第1日目が observational studies, 2日目が theoretical studies, 3日目が general circulation model studies, 4日目が forecasting model studies, 5日目が tropical studies という日程で行なわれました.

会議は, カルチェラタンの一角 école de polytechnique の講堂で行われました. 外観は古い昔の建物ですが, 内側は同時通訳装置も付いている立派な会議場であったので, びっくりしました. 運営に関しては, 非常に簡素で registration fee もなく, party もなく, 女の人が2名受付に坐っているだけでした. coffee break も, espresso 方式の自動 coffee-maker が2台おいてあるだけの simple なものでした. この運営の simple さは, 全般に好感を持って迎えられていました.

conference 自体は, 一部 cancel された講演もありましたが, その代わりに poster session の講演を入れるなど毎日盛況で, 朝9時から12時30分頃迄午前の session を, 午後2時から午後6時迄午後の session を行いました. それでもやはり最終日の方は, cancel も多く, 午後の予定の Bengtsson の closing address を午前まわし, 昼休み抜きで各 chairman のまとめと総合討論を行い, 午後2時頃解散しました.

「天気」の読者の中には, 何故に今頃準定常超長波のシンポジウムなどが開かれたのであろうか, と疑問を持たれる方も多いことと思います. そこで, 次章では, まず, このようなシンポジウムが開かれるに至った経過を述べ, 次にそれぞれの session の報告をすることにしたと思います.

2. symposium 開催に至る経過****

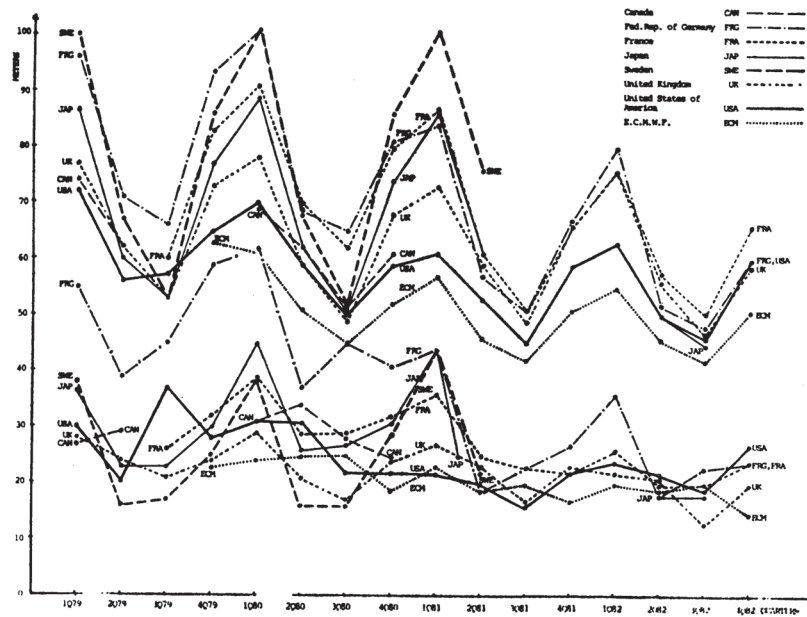
1978~1979年に, 世界各国・各機関の協力の下に行

* On “A symposium on maintenance of the quasi-stationary components of the flow in the atmosphere and in atmospheric models”.

** Akimasa Sumi・Masao Kanamitsu, 気象庁予報部電子計算室.

*** Hiroshi Kanzawa, 国立極地研究所.

**** (執筆) 住 明正.



第1図 1979~1982の500 mbの各月の3 day forecastのtotal root-mean square error (上)と、systematic errorのRMS (下).

れた FGGE (First GARP Global Experiment) の目的の中には、延長予報の可能性の追求と、その evaluation を可能にする解析値の作成という目標が含まれていることでも明らかのように、世界各国の数値予報センターの興味は、予報モデルの精度向上と predictability の延長にあります。そのようなわけで、FGGE の期間中、観測データを収集し処理をすることと並行して、各国の数値予報モデルの documentation を集めて catalogue を作成したり、各国の予報モデルの予報結果を比較する project が行われました。(Bengtsson・Lange, 1980).

この project は、当時としては意外な結果をもたらした。つまり、各国のモデルは、(その当時は) スペクトルモデルあり、格子モデルあり、垂直も水平の resolution もいろいろであり、物理過程も多種多様であるなど、相当に異なっているにも拘らず、モデルの予想値は割合と似かよっていて、しかも、実況に比べると予報精度はまだまだということでした。このプロジェクトは、始めてみると、各国の数値予報センターの “contest” の性格もあり、FGGE の年のみならず、1982 年迄継続された(参考までに、1979年から1982年にかけての 500 mb 高度の

誤差を第1図に示す)。

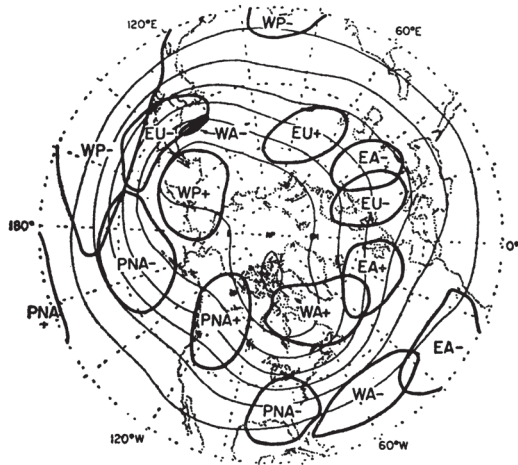
このように、相対的に model independent な systematic な large-scale の forecast error の存在は、多くの人々の興味を引き、WGNE* の掲げる post-FGGE の重要な課題として提起されて来たわけである。

つまり、model independent なところから、このような systematic error は、物理過程の formulation に基づくものというよりは、dynamical な理由で起きているであろうこと、および、このような systematic error は、通常の子報誤差の 1/3 程度を占め、この誤差が軽減されれば、predictability を 2~3 日延ばすことが可能となるからである。

それと並行して、様々な動きが、この systematic error の話に収束するかのごとく存在した。

その一つは、Rossby 波の伝播、あるいは linear response による定常問題などの研究である (Hoskins *et al.*, 1977; Hoskins・Karoly, 1981; Huang・Gambo, 1982 a, b)。もう一つは、従来、長期予報の分野でいわれていた teleconnection の研究である。この teleconnection は、近年の El Niño に伴い非常に興味を持たれているわけである。このような teleconnection pattern は、Wallace・Gutzler (1981) や、Gambo・Kudo (1983)

* Working Group on Numerical Experimentation.



第2図 Wallace・Gutzler (1981)による correlation pattern. それぞれ PNA=Pacific/North American Pattern, WA=West Atlantic pattern, WP=Western Pacific Pattern, EA=Eastern Atlantic Pattern, EU=Eurasian Pattern である.

で調べられた。

このような teleconnection pattern の中で、PNA (Pacific/North American) パターンは、アメリカの気象に非常に深く関係しているのと(第2図参照)、Rossby波の伝播に伴うものと考え、forcingの中心が、インドネシア付近にゆくこと(インドネシア領域は北半球の冬季の major な heat source の一つである、他の二つは、アマゾン領域と、アフリカ大陸)の故に、大きな関心を集めた。このような流れの延長線上にあるのが、Simmonds (1982) の仕事で、低緯度の forcing が、中・高緯度に、大円に沿って伝播する response を良く示していた。この研究は、予報モデルの systematic error が、forcing の不十分さを表すとすれば、その可能性として、低緯度の熱源の不十分さを示唆するものであった。

もう一つの考え方は、大規模な山岳の forcing が弱いのではないか、というものである。Wallace et al. (1983) は、北米の予報誤差が、ロッキー山脈に当たる風向によることなどから、“envelope mountain”を提案し、多くの実験を行っている。

この様に、当初は、数値予報モデルの systematic error

* Sea Surface Temperature.

** (執筆) 金光正郎.

1984年2月

の話が出発点であったのが、各種の forcing anomaly (例えば、SST* の anomaly) に対する大気の response の問題や、大気に及ぼす山岳の効果など、各種の topics と関連を持つに至ったので、当初の、数値予報センターの関係者が集まって、model の error を減らすために議論するという性格から、準定常超長波の維持に関する symposium というように、テーマも性質も変更され、各大学・研究所に呼びかけて、開かれるに至ったのである。

3. 観測**

観測による準定常超長波の発表論文は次の三つに分類される。

- (1) 準定常超長波と時間変動じょう乱の関係.
- (2) 準定常超長波のノーマルモードによる解析.
- (3) 等温位面座標による大循環の解析.

この報告では講演発表の順にとられることなく、この分類に従って興味深かったものを紹介する。

- (1) 準定常超長波と時間変動するじょう乱の関係.

Holopainen が invited lecturer として最近まで行われてきた Wallace, Lau, Blackmon, Holopainen などの研究のまとめを行った。これらの研究は、定常場の温度・渦度・運動量・運動エネルギーなどの収支に関して、時間変動する部分(じょう乱)の役割を調べたものである。時間変動するじょう乱はフィルターをかけることによって、中間周期じょう乱(3~6日の周期をもつもので、BP (Band Pass) と略称)と長周期じょう乱(10~90日の周期をもつもので、LP (Low Pass) と略称)に分離されている。解析の最も重要な結果の一つは、BP と LP の性質が全く異なることである。BP は中緯度の低気圧に良く対応し、偏西風ジェット(低気圧の発達域)では位置エネルギーからじょう乱の運動エネルギーへの変換とそれに対応する各物理量の収支、出口(低気圧の衰弱域)ではじょう乱の運動エネルギーから定常場の運動エネルギーへの変換とそれに対応する各物理量の収支、が起こっていることを示している。他方 LP は特にジェットの出口域で BP とは全く逆の、定常場からじょう乱へのエネルギー変換が起こっており、順圧不安定波の様相を示すのが特徴である。もう一つの重要な結論は、時間変動するじょう乱の定常場の維持に果たす役割に関するものであった。これはじょう乱の役割が注目する物理量によって異なることからくる疑問である。例えば低気圧が運動量を傾度に逆らって輸送することに

関しては定常場を維持しているが、温度場に関しては顕熱を低温側に運ぶことによって定常場を逆に弱める働きをするのが良い例である。Holopainenによればじょう乱の総合的な役割は、渦位の収支を考慮することによって最も一般的にあらわされ、解析の結果からじょう乱は散逸的な役割しか持たないと結論された。これは重要な結論として留意する必要がある。

時間変動するじょう乱の解析の新しい仕事としては Hoskins の仕事があった。彼は後の理論のセッションで話題になった拡張された Eliassen Palm flux に関する E ベクトル、 $\vec{E}=(v'^2-u'^2, -u'v')$ の分布の形によって、じょう乱の定常場に対する寄与が定性的に表されること、そして前記の BP, LP じょう乱が \vec{E} の分布で全く異なる性質があることを見事に示した。ここで E ベクトルの定義で注意したいことは、 $(\bar{\quad})$ は時間平均、 $(\quad)'$ は時間平均からのズレであり、E-P flux の帯状平均およびそれからのズレと対比すべきことである。Hoskins はさらに LP じょう乱は理論のセッションで注目をあびた Simmons 等による東西に変化する一般場における順圧不安定モードに相当すると述べ、さらに実際のデータから太平洋の偏西風ジェットの大周期変動との関係を論じた。この仕事は JAS の 1983 年 7 月号に載っているので参照されたい。この関連でもうひとつの興味ある研究が GLAS の White によって発表された。彼は定常場の運動量収支に関する時間変動するじょう乱の役割を、運動量の式をさらに非地衡風成分と地衡風成分に分離することによって調べた。その結果、非地衡風成分による東西風の加速が、じょう乱による運動量の収束による加速と互いに相殺しあっていることを示した。その他、ECMWF の Illari は、夏のヨーロッパにおけるブロッキングに着目して、渦位の収支を求め、時間変動するじょう乱がブロッキングの維持に本質的な役割を果たしていることを示した。以上のいずれの研究も、じょう乱による物理量の収支を計算するにあたって、じょう乱によるフラックスの非発散成分を除くという操作を行うことによって他の項とバランスする部分を消去するなど、様々の工夫がなされていたのが印象に残った。このような工夫は、後の解説にある拡張された E-P flux に密接に結びついている。

(2) ノーマルモードによる解析

大気中の超長波を調べるために大気の間を様々の関数で展開するのは、きわめて一般的な方法である。この関数として回転している球面上の大気に固有なモードを用いることが最近特に良く行われている。ノーマルモー

ドを用いる利点は場が空間的なスケールばかりでなく、時間的なスケールにも分解されることである。この方法によって、NCAR の Madden は、実際の気象において、ノーマルモードのひとつである比較的長周期のロスビーモードが卓越する例を示し、またこのような時に予報モデルがかなり長期間(6~10日)にわたって予報精度が良くなる可能性があることを述べた。次に彼は多数の時間平均場(1年間にわたる10日平均の場)をノーマルモードで展開し、時期によって、長周期のロスビーモードが卓越する場面があることを示した。そして、予報モデルの平均場(山や熱源等によって維持されている定常場)を維持するメカニズムが不充分である場合には、この定常であるべきロスビーモードがフリーモードとして動いてしまうことによって予報が悪化すると論じた。

Machenhauer は 50 日予報のヒストリー・データをノーマルモードで展開し、モデルの長周期のノーマルモードが実際の予報の中で卓越することがあることを示した。また、定常場がノーマルモードの共振効果としてあらわされ得ることを述べた。その他には、ノーマルモードとは関係はないが、Baer による経験直交関数を用いた超長波の水平・鉛直構造をさぐる膨大な仕事は印象的であった。

(3) 等温位面座標による大循環の解析

この仕事は Johnson によって始められたもので、これまでのオイラー流やラグランジュ流とはまた異なった見方で大循環を解析したものである。例えば帯状平均としては等温位面(ZまたはP面とは大きく異なる)に沿って地球を一周するなど、平均の意味もこれまでのものとは異なっている。この解析では南北循環も、非断熱加熱の分布に対応して、赤道域で上昇、極域で下降の細胞循環となり、また中緯度じょう乱の役割の解釈なども従来のものとは異なってくる。英国の Duncan は定常場と時間変動するじょう乱の関係を等温位面座標を用いて解析し、温位のじょう乱による flux がゼロとなる利点を強調した。

このセッションを聞いた感想を以下に記そう。最近、これまでの帯状平均場の維持を論じてきた大循環論にかわって、時間平均した3次元場の維持を論ずることが一般的になっている。このとき、じょう乱の定義は帯状平均からのズレにかわって、時間平均からのズレとなり、このじょう乱と時間平均場との関係が最も興味ある問題となる。この問題については、Holopainen の review で述べられたように、ほぼ解明されたと考えられよう。

ここで最も重要な発見は、じょう乱の時間スケールによってその性質が異なることであろう。特に10~90日の周期のじょう乱の性質に関しては、長期予報や気候の問題にも密接に関係しており、これから最も力を入れられる分野になると考えられる。この分野では英国の Hoskins を中心とするグループの活躍に注目したい。また熱帯気象における15日とか40日周期の現象との関係も興味あるテーマとなろう。日本でもこの方面の研究が望まれるが、あまりやられていないのは残念である。その理由の一つとしては、Lau 等が用いている10年以上にわたる毎日の解析が日本では整っていないことがあげられよう。これからは、この様な長期間にわたるデータの必要性はますます増大する傾向にあると考えられ、早急な対応が必要であると痛感された。

4. 理論(その1)*

理論のセッションは観測のセッションよりバラエティに豊んでいた。私自身は理論は専門ではないので十分な解説はできないが、特に重要と思われたものや興味をおぼえたものについてのみ以下に記そう。より専門的な解説については、この報告にある神沢氏の解説を読んでいただきたい。なおこの報告は神沢氏のものを読まずに書いたため、重複する部分もあるが、お許し願いたい。

このセッションは、

- (1) 時間的に変動するじょう乱の定常場に及ぼす影響
- (2) Forcing による大気の応答
- (3) 非線型モデルの定常解の多重性

に分類できる。このうち(2)は forcing として時間変動するじょう乱の統計的性質を考慮することによって(1)と直接的に関係している。

- (1) じょう乱が定常場に及ぼす影響

このテーマは観測のセッションとも共通のものであり、このシンポジウムで最も重要なテーマであった。ここで、恐らくこのシンポジウムでも一番重要な発表が Simmons によってなされた。この研究は JAS, 1983 年 6 月号に載っているもので、詳しいことは論文に任せることにして、ここでは要点のみを記そう。この研究は南北ばかりでなく、東西にも変化する一般場の順圧不安定性を調べ、北半球冬季の平均場に固有の順圧不安定モードが存在することを示したものである。この不安定モードは約1週間の e-folding time を持ち、その周期は約50日である。この順圧不安定モードは、観測のセッションで

* (執筆) 金光正郎。

1984年2月

話題となっていた LP じょう乱と きわめて良く似た性質を持つこと、ならびにその水平構造が気候の研究で最近話題となっている太平洋-北アメリカパターン (PNA pattern) と良く似ていることが示された。この結果の意味するところは、次の2つにまとめられる。

- ① Hoskins and Karoly に始まった forcing に対する球面大気の応答の研究に対して、forcing の場所、正負にかかわらず場に固有の応答が得られる可能性を示したこと。
- ② 大気中にはこれまで良く知られていた傾圧不安定波に対応するじょう乱のほかに、より長い周期を持った順圧不安定モードが存在し、それが定常場の維持や大気の大周期の変動に重要な役割を果たしている可能性があることを示したこと。

この結果の応用は幅広く、予報誤差から気候の問題にまで適用される。まず予報誤差に関してこれまで Simmons (1982) による研究、すなわち熱帯における forcing の誤差が大気の線型的な応答として中高緯度に誤差としてあらわれること、が認められていたが、この研究により予報誤差は場に固有の順圧不安定モードのあらわれ方の差と考えることができるようになった。これによって線型応答モデルの様々な欠点(特に結果が各種パラメーターに強く依存することや、熱帯域の forcing の誤差の出る域に強い制限が必要なこと)が避けられ、より妥当な説明がつけられる。

次に海面水温等の異常に対する大気の応答は気候や長期予報で重要なテーマであるが、この問題への応用も意味するところは大きい。Simmons の今回の結果によれば、最も卓越するアノマリーパターンは forcing によらず、与えられた定常場に固有の順圧不安定モードとなる。すなわち forcing は単に固有モードを励起するきっかけにすぎず、その正負や場所もアノマリーパターンとは無関係となり、これまでの線型 forcing の考え方を全く変える必要がでてきた。

この順圧不安定な固有モードは定常場に強く依存するので、数値モデルによるシミュレーションの sensitivity study に関しても応用できる。すなわち、山や熱源によって force された定常場が現実に近い振幅を持つときには固有の不安定モードの振幅が大きく、定常場の振幅が小さいときには不安定モードの振幅が小さくなることから、モデルの forcing に対する応答がモデルの定常場をシミュレートする能力や平均をとる期間に強く依存することになる。すなわち単なる統計的な取り扱いによって

結果の有意性を論ずることの危険性を示している。

Simmons によるこの研究をさらに発展させたものに Fredericksen があつた。彼は多層モデルを用い、3次元的に変化している一般場の固有解を求め、いくつかの不安定モードが存在することを示した。しかも、そのうちのあるものは基本状態によってブロッキングに対応したり、高インデックスの場に対応したりすることを示し、この方法の応用できる範囲をさらに広げた。このような、大気の準定常場を空間的に変化する一般場の固有な不安定モードに求める傾向がこれから増えてくるものと思われる。

以上の仕事に別の立場から取り組んだものに Hoskins があつた。彼は渦度の forcing を与えたときの球面大気の応答が、渦度の forcing が一般流(帯状流)を変え得るとき、得ないときで定常解が全く異なることを示した。この仕事は、線型の forcing による応答の研究で、得られた定常解の順圧不安定性を考慮しない限り解は現実的ではないことを証明したもので、線型定常解による方法の限界に言及している。また、英国の McVean は簡単なスペクトルモデルを長時間積分し、始めのうちに卓越した順圧不安定波がエネルギーを与えることによって超長波が次第に卓越してくる実験例を示し、Simmons のいう長周期のじょう乱が実際に存在し得る例を見せたものとして興味深かった。

(2) Forcing による大気の応答

Held, Vernekar, Lindzen, Wu などによって様々なモデルの結果が発表された。いずれの研究も実際の大気とよく似たパターンが得られているが、山と熱源のいずれの forcing が重要かという点に関してはまだ解決がついていないようである。ただし Vernekar によるじょう乱は散逸的な働きしか持たないことを再確認させた発表が目についた。この種の研究は前項を考慮することによって再考が必要となる可能性があるかもしれない。

(3) 非線型モデルの多重平衡解

Charney・DeVore に始まったこの種の研究は Källen 一つであつた。意外でもあつたが、この方法の限界を示しているようでもあり、考えさせられた。ヨーロッパという地域性にも関係しているのかもしれない。

この他の重要な仕事には Plumb による拡張された E-P flux の理論的研究があつたが、これは神沢氏の解説にゆずりたい。

5. 理 論 (その2)*

様々な人々によってとなえられてきた北半球中高緯度の「異常」な気候パターンを Wallace・Gutzler (1981) が整理し、それらのパターンの中、ブロッキングと関連した PNA (Pacific/North American) パターンと称されるテレコネクション・パターンの出現と南方振動 (Southern Oscillation, 本質は赤道太平洋海面温度の変動とみられる) とが深く関係していることを Horel・Wallace (1981), が示した。Wallace 達の仕事との相互作用を行う中で、Hoskins・Karoly (1981) は、非断熱加熱(特に、赤道域)に対する大気の線型応答を調べて、テレコネクション・パターンが大円コースに近いコースをとる定常ロスビー波列 (wave-train) とみなしうることを示した。今回のシンポジウムでは、このテレコネクションの問題を議論したものが多く、特に、非線型応答や非定常場の定常場に対する影響を論じた研究が目についた。中高緯度のテレコネクション・パターンが等価順圧 (equivalent barotropic, 位相が高さに依らない) であること、数値モデル実験の結果においても局所加熱に対する大気の応答は加熱域から離れた所では順圧的であることを踏まえて、Held (GFDL) は、充分に局所的な波源に対する応答は外部ロスビー波モードが波の場を支配することになることを示し、順圧モデルで問題を考え得る根拠とした。また、平均流が垂直シアを持つ場合の外部ロスビー波の性質を論じた。Simmons (ECM-WF) は、順圧モデルを用いて 300 mb 1月の東西方向にもうねった平均流の性質を調べ、観測されるテレコネクション・パターンは波源の位置にそれほど依らずに出ること、平均流の順圧不安定が大きな役割をしていることを示した (Simmons *et al.*, 1983)。Hoskins (レディング大学) は、大きな振幅のうず度源に対する非線型応答を調べた。この応答場は不安定であり、このことがその不安定域が異常な強制に対して敏感であることにつながるとした。Hartmanh (ワシントン大学) は、外向赤外放射を赤道域の対流活動の指標として用い、北半球中高緯度プラネタリー波との冬季における相関を調べた。Simmons の結果や Hoskins の議論との対応関係を論じて東西にうねった平均流の順圧不安定の重要性を示唆した。Geisler (ユタ大学) は、赤道海面温度異常に対する大気の応答としてテレコネクションをとらえる線は大循環モデルを使って調べていた。Palmer (英国気象局) は、数値予報の結果は、気候値でなく、観測された海面温度を与えることにより改善されること、特に、熱帯太

* (執筆) 神沢 博。

平洋の温度が効くことを示した。

北半球冬の流れの定常場と非定常場の相互作用を調べるための様々な方法——エネルギー変換、準地衝風うず位フラックスの非回転部分、運動量・熱フラックスによる等圧面高度場の変化傾向、そしてごく最近 Hoskins によって提唱された Extended Eliassen-Palm (便宜上今仮に、EE-P と略す) フラックス——を使って観測データを解析した研究 (Holopainen *et al.* (1982)) を中心に Holopainen (ヘルシンキ大学) がまとめて話した。現在流行している E-P フラックスが東西平均場と波の相互作用を記述するために導入されたのに対し、EE-P フラックスは非定常場と定常場との相互作用を記述するために導入されたものであり、従って、東西成分を持つ。南北、垂直成分に関しては、E-P フラックスと形式上同じ表現となる。適当な条件の下に、EE-P フラックスは非定常波による東西運動量の伝達とみなされ、その発散は非定常場の定常場への働きを具現する。その意味では、E-P フラックスと同じ。従って Extended E-P フラックスという。しかしながら、そういう意味づけを与えるためには、E-P フラックスに比べるとより多くの仮定、近似を要し、概念に濁りがある。ともあれ、非定常・定常場相互作用を論じるに便利な量であることに間違いはない。なお、EE-P フラックスの意味づけを述べた Hoskins *et al.* (1983) の論文は、ごく最近 (10月) 到着したばかりの JAS 7月号に載っているが (GFDL の Lau と話していたら、この会議に来る直前に彼はこの号を見たとのこと)、非定常・定常場相互作用に興味を持っていた欧米の研究者にはすでにかなり浸透していたようであった (ちなみに、Manuscript received 1 November 1982 とある)。Hoskins は EE-P フラックスを北半球冬のデータに適用した結果を話した。10日より長い周期の非定常成分は、太平洋のジェットの出目で強く、かつ、ジェットを弱める働きを持ち、この成分が Simmons のいう順圧不安定によるじょう乱とみなしうることを示した。White (NASA ゴダード) は、EE-P フラックスを使ってプロッキングのみられた 1980/81 の冬と、みられなかった 1981/82 の冬を比べた。

Plumb (CSIRO, 今年いっぱい GFDL に滞在) は、Hoskins の提案した EE-P フラックスに似ているが東西成分がちょっと異なったフラックスを提案し、観測データに適用した結果を述べた。波の伝播を表すには、Hoskins のフラックスより Plumb のフラックスの方が良

い。すなわち、WKB 近似の下で Hoskins のフラックスは群速度の向きとちょっとずれるが、Plumb のものは一致するらしい。Illari (ECMWF) は、Marshall・Shutts (1981) により提唱された準地衝風うず位フラックスを回転部とそれ以外の部分に分ける方法を夏のプロッキング時に適用した話をした。ここにいうフラックスの回転部とは、うず位の 2 乗平均 (ポテンシャルエンストロフィー) の水平分布の等高線に沿った成分である。従って非発散であり、平均場との相互作用はなし。準地衝風うず位フラックスの全体からその回転部分を差し引いた残りがじょう乱の source・sink と直接結びつく。このように非定常・定常場相互作用をうまく表現する色々な方法が提唱されていた。

テレコネクション以外の話をいくつか拾うと、Wiin-Nielsen (WMO) は準定常波に関する Rossby (1939) から Charney・DeVore (1979) までの研究のレビューを行い、Källen (ユトレヒト大学) は傾圧モデルでも現実的なパラメーターの範囲で多重平衡解が可能であるとした。Mechoso (UCLA) は 1979 年冬のプラネタリー波の大循環モデルによる予報を harmonic dial を使って論じた。波の増幅時には予報は芳しくないが、振幅が落ち着いて後に位相が動く様子はうまく再現できていた。Boville (NCAR) は下部成層圏の極夜ジェットをうまく再現した大循環モデルの結果と再現していない結果の両方におけるじょう乱の相異を論じて、波数 1 の定常プラネタリー波、シノプティック・スケールの非定常波に大きな違いが出てくることを示した。私、神沢 (極地研) は E-P フラックスを使って導いた準地衝風エネルギー変換式を示した。

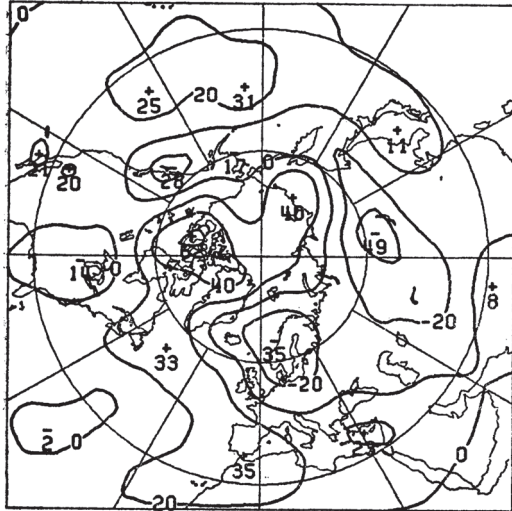
以上、現在の私でできうる限りで書いた。会議で課題になっていた問題がどんなものかを伝えているとしたら良しとしたい。

6. general circulation model studies について*

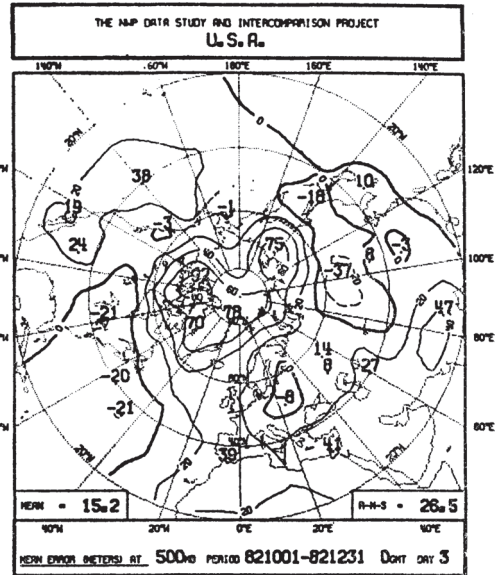
まず最初に、Lau (GFDL) が、GFDL の GCM の結果を、時間周期に分けて示していました。それをみると、3~10日周期の baroclinic wave は、いわゆる storm track のところで、きれいな東進を示す一方、40日程度の長周期変動は、中緯度と低緯度のシーソーパターン (あるいは、dipole pattern) を示していました。彼は、GCM の中での西太平洋の降水量と、アメリカの PNA パターンとの相関を調べていましたが、これは余り良い相関が得られていませんでした。

* (執筆) 住 明正。

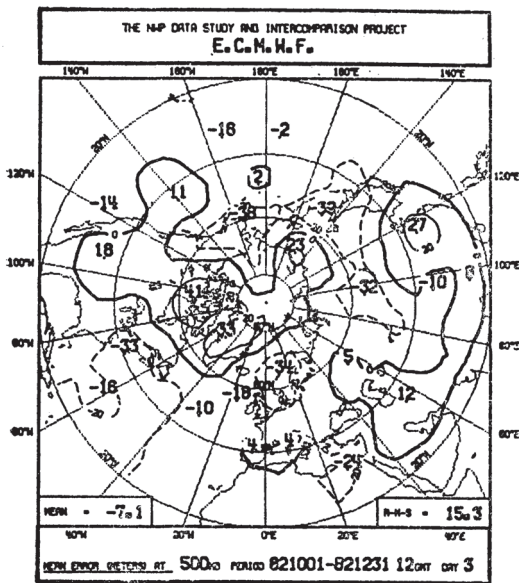
AVE Z50 T=72



(a)



(b)



(c)

第3図 電計室 (a), NMC (b), ECMWF (c) の1982年10~12月のsystematic error(500 h Pa).

Williamson (NCAR)は、NCARのCommunity Climate Model (CCM)と称するGCMについて、Australiaの垂直差分スキームと、ECMWFの垂直差分スキームを採用した時の、GCMの1月のsimulation時間平均(200日積分したうちの後半120日の時間平均)の差

について議論しました。それによると、ECMWFの差分を用いると、成層圏上部のpolar night jetが、Australiaの差分を用いた時より、2倍程度強くなっていました。同様の結果は、成層圏2層のdiffusionをなくした時にも現れていました。

Hartmann (Univ. of Washington) は、8年間 (1974/75~1981/82) の冬の OLR (Outgoing Longwave Radiation) データと、500 mb 高度の5日平均場を用いて、低緯度の heating の変化と、中・高緯度の pattern の変化の teleconnection についての話をしました。それによると、西半球では、太平洋、中央アメリカ、大西洋にかけて、中緯度の planetary wave の伝播によって、低緯度の降水が、影響されている様子を示していました。つまり、高・低気圧パターンが南北に並び、雨はその南東側に降っていました。一方、西太平洋の OLR の変動に対しては、composite によって顕著な PNA パターンを見出していました。これを確かめるために、Guam と Yap の32年間の降水量のデータを用いて、composite により、若干、振幅は小さいものの同様のパターンを見つけていました。

Geisler (Utah) は、NCAR の CCM を用いて、SST-anomaly を与えた simulation と、control run との比較を議論しました。SST-anomaly と、control run との差は、有意な PNA パターンを示しましたが、低緯度の降水と、PNA index との相関は、ほとんど有意なもの、見つけられないようでした。

Tiedtke (ECMWF) は、convection の parameterization について議論し、interactive cloud の impact が radiation を通して大きいことを示しました。

このことは、convection の parameterization で、どのように雲を作るか、および、その雲に伴う radiation への効果についての研究が必要なことを示しています。その他にも、朱抱真 (中国) の bifurcation の話とか、フランスの GCM の結果の話がありましたが、余り興味がありませんでしたし、良く内容も覚えていませんので、省略します。

7. fovecast model studies について*

午前の session の最初に、Lange が、1979年以来続けられている intercomparison の結果を報告しました。この project は、その意義については、各国の評価が高いのですが、それから何らかの結論を引き出そうとすると、時間もなく、なかなか大変の様でした。第1図からも分かるように、まだ、ECMWF が若干リードしているものの、他の国のモデルはほぼ同じ精度にそろって(向上して)来たことが強調されていました。

続いて、フランス、アメリカ、日本、英国、ECMWF

から、それぞれの model の systematic error について報告がありました。ここで、気の付いたことは、NMC からの参加が全くなかったことで、アメリカの役所も、日本と同様、財政事情が厳しいのだなあ、との印象を受けました。もっとも、NMC からの出席がなくても、その代わり、NCAR の Bettge が、NMC の systematic error や、ECMWF の error との比較の話をしたわけで、たとえ、NMC からの出席が不可能でも、他の誰かが、その結果を報告してくれるという点で、アメリカの層の厚さを感じました。それに比べ日本はと考えると、電計室から出席しない限り、誰も日本の数値モデルについて話をしてくれる人がいないような状況であるといえます。このような状況は、(1)日本のモデルの結果を多くの人に知ってもらい、使ってもらうことや、(2)出来る限り日本のモデルについての研究の成果を発表してゆくことなどを通じて、打破してゆく必要があると感じました。

ここで話された systematic error について、簡単に要約しますと、

- (1) 500 mb 高度では、極付近、カナダ北部と、シベリア東部で正の誤差があること (第3図参照)
- (2) \bar{U} (Zonal mean の東西風) に関しては、対流圏の jet が強まり、北に shift すること
- (3) 高緯度 (~60°N) で、地上気圧が下がることなどがあげられます。

さて、その systematic error の研究についてですが、どこのモデルも似かよっているのと同様に、解析方法も似かよっているなあ、というのが僕の印象でした。要するに、今は、現象の整理が行われている段階で、恐らく forcing (山と熱) が悪いのだらうという推測はされていますが、具体的な理由とその mechanism に関しては、暗中模索の段階というのが正直なところだと思います。詳しくは、Sumi・Kanamitsu (1983) を参照して下さい。

その他には、UCLA から、10日予報に及ぼす、成層圏の影響についての話がありました。UCLA の9層の GCM (top が 51.8 mb) と15層の GCM (1 mb と 51.8 mb の間に6層を加えてある) を用いた予報の比較を 500 mb の超長波でみていたのですが、4例のうち3例は、ほとんど効果がなく(9層の方が実況に近い例もありました)、一例については、差が見られました。総じて、上部成層圏の影響が少ないのは意外でした。

envelope mountain については、Tibaldi (ECMWF) が、効果があったこと特に、zonal と超長波の error に効

* (執筆) 住 明正.

果があったと報告していました。しかし、この envelope mountain については、理論がないのが弱点で、今後は、地形を parameterize する時の理論を考えてゆく必要があります。

最後に、英国気象局の5層 GCM を用いた、50日予報の話がありました。predictability は、個々の予報では、10日前後、15日の移動平均をとると、16~30日迄の平均まで、predictability があるといっていました。また、気候値の SST を用いる替わりに、実況の海水温を用いることにより、予報の skill が上がることを示していました。

8. Tropics studies について*

最初に、Krishnamurti が、Florida State University の GCM を用いた低緯度の予報の結果について報告していました。その中で、印象的であったことは、 q の initialization で、降水のあるところでは降水量に adjust するように、降水のないところでは radiative cooling と balance するように adjust するということでした。そのために、satellite の radiation data と、SMONEX の地上のデータから、1979年の夏についての Indian ocean の雨量分布の map を作成していました。この様に、何か必要な量があったら、すぐ、data を集め、解析するという態度は、印象的でした。その他、envelope mountain について触れ、 $m+2\sigma$ の山を用いると、シベリア付近と、アンデスの付近の、発散場に error が出るが、インド付近の onset vortex など、低緯度の予報は、改善されたと述べていました。

Wergen (ECMWF) は、現在の data coverage と、optimum interpolation scheme が、planetary scale の解析に及ぼす影響を議論しました。それによると、現在の correlation function では、scale を選んでしまっていること、及び、tropics での、mass-wind coupling の関係が、不十分な故に、Rossby mode や Kelvin mode などが、aliasing により誤差を受けることを示しました。さらに、予報誤差を、normal mode に展開し、zonal の barotropic な Rossby mode に対応する forcing を入れることにより、error の増大を防ぐことが出来たと報告していました。

その他、Ghil (NASA) が、optimum interpolation で使用する、forecast error statistics に関する理論を話しました (Balgovind *et al.*, 1983)。簡単な渦度保存の式

と、forcing の error が、時空間で random だという仮定から、結構、実測に近い correlation function が得られていたのには感心しました。Z-Z の correlation は、差がないようにみえても、Z-U などの、微分との相関は、結構、大きな差が出るので、この correlation function の関数形の決め方も、なかなか重要だな、と思いました。

最後にこの symposium の予稿集、

Extended Abstract. IAMAP-WMO Symposium or Maintenance of the quasi-stationary components of the flow in the atmosphere and in atmospheric models (Paris, August 29-September 2, 1983).

は、WMO から発行されていますので、興味のある方は、WMO に請求するなり、気象庁の図書館で閲覧して下さい。

文献

- Bengtsson, L. and A. Lange, 1981: Results of the WMO/CAS numerical weather prediction data study and intercomparison project for forecasts for the northern hemisphere in 1979-80, PWPR Report NO. 1.
- Charney, J.G., and J.G. DeVore, 1979: Multiple flow equilibria in the atmosphere and blocking, *J. Atmos. Sci.*, **36**, 1205-1216.
- Holopainen, E.O., L. Rontu, and N-C. Lau, 1982: The effect of large-scale transient eddies on the time-mean flow in the atmosphere, *J. Atmos. Sci.*, **39**, 1972-1984.
- Hoskins, B.J., A.J. Simons and D.J. Karoly, 1977: Energy dispersion in a barotropic atmosphere, *Quart. J. Met. Soc.*, **103**, 553-567.
- , and D.J. Karoly, 1981: The steady linear response of a spherical atmosphere to thermal and orographic forcing, *J. Atmos. Sci.*, **38**, 1179-1196.
- , I.N. James, and G.H. White, 1983: The shape, propagation and mean-flow interaction of large-scale weather system, *J. Atmos. Sci.*, **40**, 1595-1612.
- Gambo, K. and K. Kudo, 1983: Three dimensional teleconnections in the zonally asymmetric height field during the Northern hemisphere, *J. Met. Soc. Japan*, **61**, 36-50.
- Marchall, J. and G. Shutts, 1981: A note on rotational and divergent eddy fluxes, *J. Phys. Ocean.*, **11**, 1677-1680.
- Rosby, C-G., 1939: Relations between variations in the intensity of the zonal circulation of the

* (執筆) 住 明正.

- atmosphere and the displacements of the semi-permanent centers of action, *J. Marine Res.*, **2**, 38-55.
- Wallace, J.M. and D.S. Gutzler, 1981: Teleconnections in the geopotential height during the Northern hemisphere winter, *Mon. Wea. Rev.*, **109**, 784-812.
- , and J.D. Horel, 1981: Planetary-scale atmospheric phenomena associated with the Southern Oscillation, *Mon. Wea. Rev.*, **109**, 813-829.
- , S. Tibaldi, and A.J. Simmons, 1982: Reduction of systematic forecast errors in the ECMWF model through the introduction of an envelope orography, *ECMWF Workshop on intercomparison of large-scale models used for extended range forecasts.*
- Simmons, A. J., 1982: The forcing of stationary wave motion by tropical adiabatic heating, *Quart. J. Met.Soc.*, **108**, 503-524.
- , J.M. Wallace and G.W. Branstator, 1983: Barotropic wave propagation and instability, and atmospheric teleconnection patterns, *J. Atmos. Sci.*, **40**, 1363-1392.
- Sumi, A. and M. Kanamitsu, 1984: A study of systematic errors in a numerical weather prediction model; Part I, General aspects of the systematic errors and their relation with the transient eddies (to appear in *Jour. Met. Soc. Japan*).

日本気象学会および関連学会行事予定

行 事 名	開 催 年 月 日	主 催 団 体 等	場 所
日本気象学会昭和59年 春季大会	昭和59年 5月23日～25日	日本気象学会	気象庁
第20回理工学における同 位元素研究発表会	昭和59年 7月 2日～ 4日		国立教育会館
第10回国際生気象学会議	昭和59年 7月26日～30日		順天堂大学 有山記念館・ 医学部
Twelfth International Laser Radar Conference	1984年 8月13日～17日	Int. Radiation Commi- ssion (IRC) Committee on Laser Atmospheric Sensing (CLAS)	Aix-en-Provence, France
第 2 回エアロゾル科学・ 技術研究討論会	昭和59年 8月23日～25日	エアロゾル研究協議会	京都堀川会館

南半球中層大気と重力波に関する 合同国際ワークショップの報告*

廣 田 勇**・神 沢 博***

1. 会議のいきさつ

去る5月18日~23日の一週間にわたり、オーストラリアのアデレード大学で標記の国際ワークショップが開催された。会議の標題からおわかりのように、これは1982年から1985年にかけて行われた中層大気国際協同観測計画(MAP)の中から生まれ、その後1986~1988年のMAC期間中の国際研究の一環として行なわれている活動である。

Satelliteによる成層圏・中間圏のグローバル観測の進展に伴い、従来北半球中心であった中層大気循環解析を南半球に拡張しようとする動きは1980年代のはじめ頃から起こってきた(たとえば Hirota, Hirooka and Shiotani, 1983, Shiotani and Hirota, 1985)。MAP期間中に衛星データの蓄積と国際交流が進んだことを受けて、Labitzke(ベルリン自由大学)、O'Neill(英国気象局)、それに廣田らが中心となってMASH(南半球中層大気)のプロジェクトが計画された。第1回会合は1985年にOxfordで、第2回は1986年にアメリカ東岸のWilliamsburgでそれぞれ開かれ、今回が第3回目であった。

一方、MAPのもうひとつの大きな収穫であった中層大気重力波の研究も、京都大学MUレーダーに代表される大型観測設備の充実と、世界数か所での継続的観測の蓄積によって、その理解が急速に進展しつつある分野である。GRATMAP(中層大気重力波及び乱流)もそのような国際交流の中から生まれたプロジェクトのひとつで、1983年の夏、アラスカの山中に重力波研究者十数

名が集って議論を交したのをきっかけに、以後、世界各地で数回のワークショップが開かれてきた。

今回、MASHとGRATMAPがはじめて合同の国際会議を開きたいきさつは、重力波研究で大きな実績を持つアデレード大学(南半球!)のVincentがホスト役を買って出たことによる。我が国からは、筆者2名のほか、田中浩(名大)、宮原三郎(九大)、野村彰夫(信州大)、それに京都大学超高層電波研究センターの加藤進、深尾昌一郎、津田敏隆、佐藤享、山本衛の各氏、計10名が出席した。オーストラリアと日本は近距離とはいえ、総勢約70名の会議に占める日本の地位向上を示す数であった。

以下にワークショップでの研究発表・討論の概略を紹介する。(I.H.)

2. 会議のあらまし

2.1 MASH

Andrews(英国気象局在オックスフォード)による南半球中層大気力学のレビューで始まった。Barnett・Corney(1985)による最新の大気モデル(新CIRAモデルの一部となる予定)を利用して、北半球と南半球の違いに焦点を当てた議論が中心であった。問題点を整理した明快な話であった。しかし、Andrewsにしては精彩を欠く話だった、というのがその夜のワインとステーキの食卓での一致した感想だった。まず、廣田が話を切り出し、宮原、田中、神沢が打てば響くように同意した。わが廣田、松野によるこの種のレビューを聞き慣れている我々の耳が肥えているせいで、点が辛いということもあろう。

南半球中層大気の大規模運動を議論するためには、質の良い等圧面高度場を得なければならない。そのためには、base level(良く使われるのは100mb)の高度場とその上に積み上げる温度場(層厚)が必要である。南半球は観測点の希薄さから、良いbase levelデータを得

* Report of the Joint International Workshops on Middle Atmosphere of the Southern Hemisphere (MASH) and Gravity Waves and Turbulence in the Middle Atmosphere (GRATMAP), Adelaide, May 1987.

** Isamu Hirota, 京都大学理学部.

*** Hiroshi Kanzawa, 国立極地研究所.

ることが大きな問題となる。Karoly (Monash 大学) は、層厚は同じ英国気象局のものを使い、南半球 100 mb 解析の違い (ECMWF, NMC, Australia) が成層圏循環の場に与える影響を論じた。100 mb base level の違いで、中層大気の帯状平均地衡風は、せいぜい 10 m/s 異なる程度である。しかし、Eliassen-Palm (E-P) フラックスの発散となると、100% 異なることもある。Gelman (NMC) は、同じ NMC 客観解析でも、年を経るに従って解析法が変遷してきていることに触れた。同じデータセットを使っても、その解析法の違いで、得られる 100 mb 面高度場に有意な違いがあり、南半球は北半球に比べ、その違いが著しいことを示した。年々変動を論ずる際、この点に注意が必要である。中層大気の温度の観測は、気象衛星によってなされており、南北同質のデータが得られる。O'Neill (英国気象局) は、NOAA/SSU, NIMBUS/LIMS, NIMBUS/SAMS の特徴、相違を論じた。南半球等圧面高度データは、欠点を認識して使えば、充分使用に耐えるものである、というのが全体の印象である。京都大学の廣田・廣岡によるノーマルモード・ロスビー波解析の一連の仕事は、この等圧面高度データの全球的に等質でしかも相対値は信用できるという長所を活かしたものである。廣田 (京大理) は、彼等の仕事の発展として、よりスケールの小さなロスビー波の特徴を南半球、北半球の違いに注目して議論をした。

Karoly は、1964 年以來の南半球ラジオゾンデ観測から得た年平均温度データを使って、対流圏で昇温、下部成層圏で降温しつつあることを示し、二酸化炭素などの微量気体増加と結びつけた。また、二酸化炭素増→下部成層圏低温→Polar Stratospheric Cloud 増→オゾンホールのシナリオにも言及した。オゾンホールは、MASH のトピックスのひとつであった。Newman (Applied Res. Co., 実質は NASA/GSFC) は、NMC データを使って力学の観点からの解析を行った。1979年と1985年の 10 月の E-P フラックスを比べて、波の活動がオゾンの少なかった1985年に弱かったことを述べた。Hitchman (NCAR) は、2次元モデルに重力波の効果を組み込む話の中で、重力波がオゾンホールに関与しているのではないかという推測をちょっと述べた。以上3つの論点は、昨年 (1986) 末、極地研で催された極域気水圏シンポジウムでも話題となったものであった。Geller (NASA/GSFC) は、気象衛星のデータを使ってプラネタリー波によるオゾンフラックスの半球分布を計算し

て、オゾンの時間変化と良い相関があることを示した。Dunkerton (Northwest Res. Inc.) が飛び入りで講演し、Matsuno・Nakamura (1979) を引用しながら、プラネタリー波による body force で誘起される子午面循環のオゾン輸送に対する重要性を論じた。皆が考えつく話をちょっと計算してみたという話であった。光化学の観点からの話は、Hofmann (Wyoming 大学) によるもののみ。米国の1986年南極オゾン特別観測のうちのオゾンおよびエアロゾルの鉛直分布観測結果の話で、それ自身は興味深い貴重なデータが得られたが、オゾンホール問題に決着をつけるというところまではまだまだ、ということであった。

南極の中間圏界面付近の観測の話も興味深かった。Adelaide 大学のグループ (Vincent Jacka) は Mawson 基地で、Canterbury 大学のグループ (Fraser, Lawrence) は Scott 基地で MF/HF PR レーダによる風の観測を行っている。主に季節変化に焦点を当てた話であった。野村 (信州大工) は1985年昭和基地でのライダーによるナトリウム層観測の話をした。同基地では電波研究所のグループが流星レーダによる風の観測を行っており、この高度付近の南極上空での力学の全体像を描ける段階になってきつつある。

2.2 GRATMAP

Vincent が重力波活動の緯度分布、季節変化のレビューを行った。廣田による北半球気象ロケットデータ解析の結果と自分達の Adelaide, Mawson の MF/HF PR レーダデータ解析の結果を総合した。高緯度では年変化が卓越し冬に活動が強く、低緯度では半年振動が卓越する。ホドグラフ解析の結果は、エネルギーの上方伝播を担う波が下方伝播のものより卓越していることを示す。神沢 (極地研) は、ソ連の南極基地 Molodezhnaya の長年にわたる気象ロケット観測データから重力波が冬に活発であることを示して、Vincent のレビューを補足した。また、昭和基地で1985年に実施した約2時間おきの気象ロケット連続発射実験で得られたデータから重力波の分散関係を推定した。データ解析としては初歩的な段階に留まっており、よりきちんとした解析が必要であることを、他の話を聞いて痛感した。Illinois 大学 (Gardner), CNRS (Chanin, Wilson) の両ライダー観測グループは、MAP 期間中に米、仏で観測した豊富なナトリウム層密度、中間圏温度観測データを統計的に解析した結果を示した。Chanin は、中間圏で対流不安定となるような鉛直温度勾配がみられる頻度の統計をとると、

1月と7月に出現頻度が多いという半年周期を示すことを述べた。Gardnerは昨年(1986年)11月にナトリウム層観測用ライダーを飛行機に載せて、北米大陸を横断し、水平波長、ロッキー山脈の影響を調べた結果の速報を述べた。京都大学MUレーダーの一連の仕事の発表もたくさんあった。重力波によって作られた風の強いシアアの高度と乱流の高度がきれいに一致しているという山本(京大超高層)の話は、以前にも聞いたことがあったが、MUレーダーの特徴を活かした大きな成果のひとつであろう。重力波によってもたらされる流れのシアアによる不安定という理論予測の実例である。

Fritts (Alaska 大学) は、重力波の飽和 (saturation)、乱流発生、重力波のスペクトルの話を理論、観測の両面にわたってレビューした。重力波が飽和する時、本当のところ何が起るのか、という問題意識の下での波の一連の仕事の延長として、Dunkertonは、弱非線型共鳴理論と準線型理論という2つの対立的な考え方に橋を架けるべく数値計算を行った結果を話した。準線型理論では長命が仮定されている Primary wave が弱非線型共鳴不安定で壊される点を強調した。弱非線型共鳴不安定が起るような状況が現実大気でありうるかという議論が会場でなされた。

そもそも重力波が注目を浴びる発端となった平均場に重力波が及ぼす役割の話では、重力波を陽に表現する GFDL 中層大気大循環モデルの話を宮原(九大理)がした。重力波とプラネタリー波をきちんと分離した解析(モデル結果のデータ解析)を行い、中間圏での重力波の卓越した役割をあらためて示した。田中は、地形性重力波の効果を NASA/GSFC の大循環モデルに組み入れた結果、平均風、およびプラネタリー波が弱まるという話をした。

これから何をなすべきか、が Fritts を司会に議論された。色々議論された中で、波源 (source) の研究がもっと必要であることが、浮き彫りにされた。対流圏に重力

波の source の大部分があることは確からしいが、そこでの振幅が小さいため、観測がむつかしい(何と云っても一昔前はノイズとされていたのだから)。

2.3 その他

南極 Mawson 基地でのレーダ観測のため、1985年に越冬したという女性と話を交わすことができた。私(神沢)も同じ時に昭和基地で過ごしたので、親しく知っているような気分であった。彼女は Adelaide 大学の Mawson Institute for Antarctic Research の大学院生であった。日本へ戻ってから調べたところ、Mawson は南極英雄時代の人物で Adelaide 大学の地質学教授をしていたことを知った。Mawson Institute には Mawson の遺品やら資料やらがあるようで見逃したことが惜しまれる(廣田註: Adelaide 大学の構内に、Mawson 教授の業績を記した立派な銅像が立っている)。

南極から帰ってから1年あまりが過ぎた。研究者の内的動機に必ずしも基づかないうちに実施が決定してしまうような大型プロジェクトがますます流行する風潮にある気がする。そういう環境の中にあつて、この種のテーマを絞った会議、自らがやっていることを本当にわかっていることを議論しあう会議に参加できたことは、精神衛生上、非常によかつた。

なお、私(神沢)は、この会議に出席するにあたり、旅費の一部の援助を、日本気象学会学術交流基金から受けました。感謝いたします。(H.K.)

GRATMAP でもうひとつ特筆すべきことは、重力波研究の草分けとして夙に名高い C.O. Hines が十余年の沈黙を破って姿を見せたことである。

空白期間の事情はさておき、現在アレシボの大気観測部長として再び重力波研究の世界にカムバックしたのは大変よろこばしいことである。夕食会の席上、一時間もの長きにわたって、1960年頃の重力波研究の動機などを回想したスピーチは聴く者に大きな感銘を与えた。

(I.H.)

しかし、南極海洋生態系についての情報は、資源管理の基礎となり得る質・量からほど遠い。海洋環境、主要生物群の質・量、その年々変動等基礎的データの収集、蓄積が必要である。一方、基礎生産者（主に植物プランクトン）、ナンキョクオキアミ及び主要動物プランクトン、海鳥類、海獣類などの生態系主要要素についての基礎生物学的情報を、新しい技術を駆使しながら取得しなければならぬと思われる。

さらに、エコシステムモニタリング計画が、いくつかの海域で実施されるとすれば、我が国としても、これに積極的に参加するとか、独自の計画を樹てて、諸外国のデータに太刀打ち出来るだけのデータの取得に努めなければならぬのではないかと痛感した。

最後に、海洋生物保護のため、船舶、あるいは陸上基地からの廃棄物を海中に投棄することを禁止しようという動きがあることを付言しておく。これに対応するには、多大の経済的負担を必要とする。今から考慮しておいても遅くはないと考えるからである。

(筆者：国立極地研究所寒冷生物学第一研究部門教授)

ワシントン大学での二ヶ月

神 沢 博

文部省在外研究員として9月20日から11月18日まで、米国のシアトルにあるワシントン大学の気象科学科、ホルトン教授の所で「極域中層大気の運動と物質輸送」に関する研究を行った。ホルトン教授には、「気象力学序説」、「成層圏と中間圏の気象力学」という名著がある。そもそも、私の研究生活はこの二つの本を読むことで始まった。著書でも、論文でも、書評でも、書くとなれば明晰であらざらぬホルトン教授の文章には、いつも感心してしまう。彼の文章を読むといつも思い出すのは、大学受験勉強時代に初めて読んだバートランド・ラッセルの文章で、その文章がそもそも何故書かれ、何故その分節がそこに置かれ、何故その言葉がそこに置かれたかが、常に明確なのである。このホルトン教授の研究室で以下の研究に没頭することができた。

北極と比較することで、南極の中層大気の気候学的特徴を浮き彫りにし、何故その違いが生ずるかを考察した。冬の南極と北極の温度の鉛直分布を比べて以下の事実を見出した。高度25km（下部成層圏）で比べると約23度も南極の方が低く、高度50kmに出来る温度極大層（成層圏界面）では約17度南極の方が高い。つまり、南極は北極に比べて下部成層圏低温、成層圏界面高温という特徴を持つ。このような冬の気温の南極と北極の違いはなぜ起こるのだろうか。ちなみに、オゾンの減少が著しい

ことで最近注目されている南極の10月（春）の温度分布と北極の4月（春）を比べてみても、温度の鉛直分布の違いは定性的に、冬と同じである。

一般には地球大気のおおまかな温度分布は、第一義的には入射太陽エネルギーと大気放射エネルギーのつり合ういわゆる放射平衡で決定されている。実際の大気の温度分布と理論的計算から導いた放射平衡温度とを比べ、その違いは大気の運動によってもたらされるという考え方で、我々は、実際の大気がなぜそのような温度分布を持っているかを理解する。真冬の極域は極夜で、太陽光は届かない。成層圏界面付近の放射緩和時間は5日程度であるから、極夜には絶対零度（0K）になってしまいそうである。しかしながら、対流圏の放射緩和時間は1ヶ月程度であるから、対流圏大気は太陽が照っていたときのことを覚えていて、ある程度の温度を維持している。その対流圏からの赤外放射で暖められて、絶対零度になるようなことはない。実測による対流圏の温度を条件の一つとして与え、中層大気の放射平衡温度を計算した研究の結果によれば、実際に存在するにもかかわらず、冬至の極域では成層圏界面は存在しないことになり、高度50kmの温度は約150Kとなる。この値は実際の大気温度より100度以上低い。成層圏界面の存在は、そもそもオゾンによる太陽紫外線の吸収によるものであるから、太陽の照らない冬至の極域では、放射だけでは成層圏界面は存在できないわけである。それではなぜ極夜に成層圏界面が存在するのだろうか。また、なぜ南極の方が北極よりも高温の成層圏界面を持つのだろうか。冬の極域成層圏界面付近の温度の問題は、このような問題に書き代えることができる。また、冬至半球の極域下部成層圏の放射平衡温度は約180Kである。南極の温度は185Kとこれよりやや高いが、北極に比べるとだいぶ放射平衡温度に近い。冬の極域下部成層圏の問題は、以下の問となる。なぜ、放射平衡温度より高いのか、高くなり方がなぜ北極の方が大きいのか。

プラネタリー波あるいは重力波による熱輸送効果が、放射平衡温度と実際の大気の温度の違いをもたらししていると考えられる。しかしながら、これまでの研究を総合的に検討した結果、どちらの効果がどの高度でどのくらい効いているか、南極と北極で効果の効き方がどう違うか、という問題に対して、現在我々はきちんとした答を持っていない、ということがわかった。解決すべき問題を我々が持っていることを明確にした上記の内容を論文にまとめた。

ワシントン大学気象科学科には他学科、他機関からの客員、私のような一時滞在者を合せて、約50人弱の教授、研究者がいる。大学院の学生が60人強、研究活動を支える事務系、計算機関係のスタッフが約40人、全部で約

150人の大所帯である。大気科学の分野では、米国の中でも最も活発な研究を行っている機関のひとつである。基礎的な教育が重視されていて、ここでの講義から生まれた教科書は、ホルトン教授のものを含めて、米国の標準的な教科書になっている。月曜日から金曜日まで毎日50分の講義を11週間続けて、教科書を一冊あげてしまう、といった講義もあった。私も講義を二つ聴き、知識の整理をした。指導教授と大学院学生の1対1の関係が緊密で、私の大学院時代（日本での）と比べると、学生同士の議論が少ないような印象を受けた。今年の初めに、極地研究所に2ヶ月滞在したノーバート・ウンターシュタイナー教授もこの一員である。専門は異なるが、私的に懇意にいただき、シアトルの生活がより一層、楽しいものになった。

湖と運河に囲まれたリスの遊ぶキャンプ場で、自分に関心のあることだけに全ての時間を使うという研究者としての醍醐味を味わえた。今回の滞在に関し、お世話になった方々に感謝します。

(筆者：国立極地研究所地球物理学研究部門助手)

南極観測隊便り

— 第28次越冬隊の近況 —

昭和基地

11月は、冬場に不思議なほど晴天が続いた反動か否か、悪天候の日が多かった。それでも雲間から太陽が顔をのぞかせると岩場や屋根などの雪融けが進み、もう一步で夏景色である。22日には、外気温もプラスを記録した。心配されていた水不足も荒金ダムより取水可能となり解消された。基地周辺の海水には今のところパドルの発生は見られない。衛星写真によると定着氷は定安し、大利根以南に水開きは見られない。しかし、例年になく積雪が少ないので、今後強い日射により表層状態の悪化が懸念される。海水状況が悪化しないうちにと、動物センサスを兼ねたペンギンルッカーへの遠足がルンバ、カルベン方面へ再三行なわれた。先月の29日に出発したみづほ旅行隊6名は、予定どおり11日昭和基地に帰投した。また18日には、ラングホブデ生物観測小屋へ露岩域の生物調査のため3名の隊員が出発、約2ヶ月に及ぶ夏期調査を開始した。基地内では、宙空部門による南極周回気球(PPB)の準備が整い、打上げ条件を待つばかりとなっている。設営関係では、9発から情報処理棟までの旧送電線及び支柱の撤去作業、これに伴う電話線や信号線の張り替えが行なわれた。

しらせの到着が近くなるにつれ、29次隊受入準備にも拍車がかかり、色々な作業がふくそうしているが、全員

表情も明るく元気に活躍している。

あすか観測拠点

11月全般にわたって地吹雪の襲来がきびしく、航空機オペレーション及び、29次隊夏オペに絡む外作業に苦勞した月間であった。先月27日より航空機受け入れ体制に入り、気象条件の整った6日ピラタス・セスナ機は昭和基地よりあすか観測拠点へ飛来した。あすか居住者は、11名となり、航空機観測を主体とする基地運営に一変した。航空機運用は、12日及び13日にテストフライトと観測フライトを実施したが、その後天候に恵まれず、28日まで長期間のフライト待機が続いた。28日夕刻より天候回復の兆しをとらえ、28日～29日・30～12月1日に、7時間を超える航空磁気観測フライトを2回実施した。航空磁気観測以外の観測は順調に経過しており、26日から27日第4回セールロンダーネ生物調査を実施した他、基地の定点観測は概ね良好な観測記録を取得している。月末より飛雪サンプリング(夏期資料採集)再開。また、あすかからシール間のGPS同時受信観測の実施など基地周辺での屋外観測も活発化している。設営関係では、要員不足と天候不順により、29次隊受入準備作業など厳しい状況にあるが、地吹雪の中で車両整備、屋外デポ整理、貯油タンクへの油移し換え作業などを実施し、外作業不能な地吹雪の時には、基地内の改善、改良工事、引き継ぎ物品整理作業など航空磁気観測の支援と平行して実施した。観測及び設営とも、あすか初越冬の終結に向けての作業に余念なく活動している。

第29次観測隊の家族会開かる

第29次南極地域観測隊の出発を前に11月13日(金)、第29次隊家族会が東條会館5階「スタールーム」で開催され46家族170名が出席した。

松田所長のあいさつ、渡邊隊長、佐藤・矢内副隊長の話に続き、第29次隊の行動予定、寄港地への手紙の出し方、電話・電報の取扱い等留守中の必要な連絡が行なわれた。

この家族会の会長には渡邊千恵子さんが、副会長には矢内陽子さんがそれぞれ選出され、留守中の家族間の連絡の取りまとめに当たることとなった。

最後に映画「ひらけ第三の基地」を上映して盛会のうちに幕を閉じた。

第30次観測隊長・副隊長決まる

第91回南極観測統合推進本部総会が、11月13日、東條会館で開催され、第30次観測隊長及び副隊長が次のとおり決定された。



天 気

1989年10月
Vol. 36, No. 10

108 (中層大気)

米国気象学会中層大気分科会および 南半球中層大気国際研究集会の報告*

廣 田 勇**・塩 谷 雅 人**・神 澤 博***
山 崎 孝 治****・津 田 敏 隆*****

1. 全体報告

廣 田 勇

1989年4月11日～14日の4日間にわたり、第7回米国気象学会中層大気分科会が、またそれに引き続く4月15日～17日の3日間に、第4回南半球中層大気(MASH)国際研究集会が、サンフランシスコで開催され、日本から筆者ら5名が参加した。

米国気象学会(AMS)では、日本気象学会のような春秋の大会よりも、各分野毎の分科会のほうが実質的な研究発表の場になっている。つまり、多会場並列方式を避け、出席者全員が討論に参加することを目的として運営されているわけである。このようなコンファレンスは約2年に1回の頻度で開催されている。

今回の会合は、NCARのR. Maddenが委員長をつとめ、4日間で11セッション、論文数は85編、参加者数はおおよそ150名であった。AMSの会合とはいえ、国際色は豊かで、英独仏日豪等外国からの参加者も多く、複数国にまたがる共同研究も少なからず見受けられた。

* Report on the 7th AMS middle atmosphere conference and the 4th MASH workshop, April 1989, San Francisco.

** I. Hirota・M. Shiotani, 京都大学理学部.

*** H. Kanzawa, 国立極地研究所.

**** K. Yamazaki, 気象研究所.

***** T. Tsuda, 京都大学超高層電波研究センター.

一方、MASHのほうは、中層大気国際共同観測計画(MAP, 1982～85: MAC, 1986～88)の一環として、過去3回開催されている(前回のアデレード会議については天気1987年10月号参照)。今回は、英国気象局のA. O'NeillとUCLAのC. Mechosoが世話役となり、NATOの科学研究補助金を得て運営され、NASAとUCLAが協力する形で行われた。

内容は3日間で5つのセッションにわけ、合計19人の招待講演者による、それぞれのテーマのレビューと最新の成果報告に引続き、出席者全員による討論も活発に行われた。参加者は6カ国47名。特に今回は、主催者の配慮により、各国からの若手研究者に対して旅費援助がなされたことは、80年代のMAP/MACを90年代の発展へと継承してゆく上で有意義であった。

なお、第3回ワークショップの成果は、すでにPure and Applied Geophysicsの特集号(Vol. 130, No. 2/3, 1989)として出版されており、今回の成果はNATO研究論文出版シリーズの一巻として印刷公表される予定である。

以下に、AMSとMASH両会合における成果のハイライトを、出席者の印象もまじえて報告する。

2. 大規模運動・輸送に関する発表から

塩 谷 雅 人

ここでは、AMSミーティングとMASHミーティングの全体的な印象を中心にしながら、大規模運動と輸送

に関する発表の(筆者の好みにもとづく)紹介を行いたい。

AMS ミーティングの運営形態については、1. 全体報告でも述べられているように、分科会形式がとり入れられ、共通の問題意識をもった研究者同志が論議を深めることができ、たいへん充実した集会であったと思う。個人的意見としては、日本気象学も春秋のどちらかは、AMS ミーティングのように分科会形式をとり入れてもよいのではないだろうか。

発表内容についての印象としては、内容的に興味深いものはあるのだが、筆者自身が1984年に京都で開催されたMAP シンポジウムに出席して感じたような熱っぽさには少し欠けるような気がした。というのも、ちょうど京都でMAPのシンポジウムが行われたころは、FGGE(1979年)に打ちあげられた人工衛星に搭載された各種測器による解析結果がボツボツあらわれだしたところで、そこから見い出された現象の一つ一つが、参加者に新鮮な驚きを与えていたように思う。その点、現在では、衛星データも10年ほど蓄積し、データ解析の発表もほとんどが、データを大量処理したクライマトロジや単なる統計的研究が多く、“こんな面白い現象がありましたよ”といったエピソード的な発表はほとんど見られなかった。

こんな中で、古くから知られていながら最近また注目を集めているオゾンのQBO(準二年周期振動)に関する研究発表が興味深かった。特に春季南極域下部成層圏で顕著な総オゾン量の減少傾向が、QBOサイクルのモジュレーションを受けているという報告(たとえばStolarski(NASA), Schoeberl(NASA), Bowman(イリノイ大))は、赤道域のQBOが力学・輸送過程を通して中高緯度のオゾン分布にも影響を与えていることを示している。赤道域QBOと中高緯度QBOのリンクを示す、モデルを用いた研究もいくつか見つけられた(Grayラザフォードアップルトン研, Holtonワシントン大, D'O'Sullivanコロラド大)。Grayのおこなった2次元光化学力学モデルによると、赤道域QBOは、それに伴う子午面循環を通して、観測されるような全球的な総オゾン量のQBO(赤道域と中高緯度で逆相関)をつくり出す。ただし定量的には、現実の変動を説明するには足りず、赤道域QBOによってなんらかの影響をうけた中高緯度プラネタリー波による輸送の効果が大切であるという。むかしから知られていた赤道域QBOが、オゾンホールによって再び脚光をあびるようになったわけで、問題を理解するための道すじはいろんなところにあ

るものだったと思う。である。

理論的な研究分野については、Qマップ(渦位分布図)の伝導師McIntyreの教えもモデル計算のサポートを受けて、ようやく市民権を得つつあるように見受けられた。成層圏バロトロピックモデルを用いた研究発表がさかんで、Salby(コロラド大)、Haynes(ケンブリッジ大)、Juckes(コロラド大)らが、wave breakingの問題についてアプローチしていた。またO'Neill & Pope(英国気象局)は等ポテンシャル渦度線にそった循環Cを計算して、その時間変化を成層圏循環の季節進行の中でとらえながら、極うずの維持やSurfzone(砕波帯)の形成・維持に放射過程が重要であることを示した。

AMS ミーティングの話が長くなってしまった。MASH ミーティングは、AMSの約1/3ぐらいの出席者の規模で、その道の第一人者によるReview的な発表は、さすがと思わせるものが多かった。内容的にはAMSミーティングと重なる部分も多いので詳述しないが、Andrews(オックスフォード大)の講演からトピックスを1つとりあげたい。彼は、モデルをどう使うかという話の中で、“近ごろ忙しいモデラーとデータ解析屋さんは(プロダクトだけを追い求めるばかりで)考えることをしない”と痛烈な一撃を出席者にあびせた。彼のコメントと関連して、AMS、MASHの両ミーティングを通じ筆者自身を感じるのには、モデラーにしるデータ解析者にしる、嬉々として研究をやっている様子のないのが少々残念なわけである。神澤氏がMASHで飛び入りではあったが、去年8月下旬昭和基地で観測された50K以上もの突然昇温とそれに伴うオゾンの増加に関する報告を行った。そのとき、スクリーンに写し出された図を見た人々が、ホンマかいなという顔で、一瞬会場がどよめいた。このような新鮮な驚きを与えてくれる発表が少なかったように思う。

少々negativeな参加報告になってしまったが、筆者自身にとって最大の収穫は、まさに最後に述べた点で、我々日本人研究者も現象のとらえ方や問題意識という点で負けてはいないぞと意を強くすることができたことであると思っている。

3. オゾンホールとその周辺

神澤博

3.1 AMS シンポジウム

印象に残ったことを2つあげる。ひとつは、オゾンの準2年振動(QBO)がおおいに話題となり、多くの発表

『天気』36. 10.

者が、長谷部（京大理）によるオゾン QBO の図を引用していたことである。長谷部氏が大気科学の分野から離れてしまったことが、あらためて惜しまれる。

もうひとつは、1987年の南極での飛行機観測実験 AAOE (Airborne Antarctic Ozone Experiment) が何故あれほど迅速に行い得たかという理由がわかったことである。それまで数年にわたって行われてきていた STEP (Stratosphere-Troposphere Exchange Project/NASA: これから実施予定の STEP とは異なるプロジェクトであることに注意) で ER-2, DC-8 による飛行機観測器がすでに用意されており、AAOE 実施にあたっては、ClO の観測器をあらたに開発するだけで済んだということであった。STEP Executive Committee の chairman をつとめてきた Holton (Univ. Washington) は、“Bob Watson は STEP のおかげで AAOE プロジェクトがなし得たことを忘れてくれるな”と、このシンポジウムの“Session 8: STEP”の座長として、最初にコメントを述べていた(注: Watson (NASA/HQ) は AAOE 遂行の中心人物)。

3.2 MASH ワークショップ

Hartmann (Univ. Washington) は、AAOE プロジェクトの下になされた1987年8月～9月の南極での飛行機(ER-2)による観測データを使い、等温位面のオゾンホールの壁で、 N_2O (保存量)が変化していなかったことから、オゾンホールの形成に化学反応が決定的な役割を果たしていることを示した。Solomon (NOAA/Aeronomy Lab.) は、今年(1989年)1月～2月の北極域でのやはり同じく飛行機(ER-2)観測によるデータを使って、極域成層圏雲(PSC)の有無、太陽光の有無という環境の違いと ClO のデータの関係をみると、PSC 上での不均一系反応という考え方と辻褃があっていることを示した。Crutzen (Max-Plank-Inst Chemie) は、 HO_2 と ClO はそれぞれオゾン破壊に寄与するが、両者が反応に介在した場合、相互作用が働いて、オゾン減少は単独の場合とそれほど変わらないことを示した。Turco (UCLA) は、成層圏中のエアロゾルおよび微量気体の全体像の中で、ClO, Cl_2O_2 , PSC などの占める位置を最初に示し、話を進めた。PSC の雲物理化学の問題が多々残されていることが感じられた。

Plumb (MIT) は、1987年の12月中旬、オーストラリアの観測点でのオゾン全量データが急激に減少した事実の原因を追及し、その場所での化学反応によってオゾンが壊れたのではなく、オゾンホールのオゾンの少ない空

気が、準水平的にオーストラリア上空に運ばれてきたためであることを示した。大循環モデルで、オゾンホールを人為的に作り、その影響を大気がどのくらいの期間覚えていくかを調べた結果を、Mahlman (GFDL) および Grose (NASA/Langley) が示した。両者のモデルとも、一年後でもオゾンホールを覚えている。Tung (Univ. Washington) は、2次元輸送モデルに、プラネタリー波等の非軸対称運動効果をどう入れるかについての、最近の彼の一連の仕事を紹介した。

1988年(昨年)の南半球突然昇温時のプラネタリー波の増幅の原因が、波数1の準停滞プラネタリー波と波数2の東進プラネタリー波の干渉によるものであることを、廣田(京大理)が示唆した。Newman (NASA/Goddard; Schoeberl の代読) は、同じく1988年のオゾン、風、温度を他の年と比較し、突然昇温前の月の極域の風が気候値に比べ強かったことを示した。また、オゾンと赤道の準2年振動との関係を論じた。

招待講演とは別に、chairman の Mechoso (UCLA) の配慮で私(神澤)にも話す機会が与えられた。やはり同じく1988年の昭和基地上空で、南半球としては非常に早い8月末という時期に起こった大突然昇温とそれに伴うオゾン急増を紹介した。昭和基地での20数年に及ぶ観測データをプロットし、それと1988年のデータを単純に比較した図を見せると、“beautiful”という声がきかれた。1988年の特徴をうまく表現する図であったからであろう。特に、1988年のデータは、オゾンホールが最も広く最も深まった1987年のデータと対照的である。また、川口(極地研)が計画した南極観測船「しらせ」による1987年11～12月のオゾンゾンデ観測のデータを紹介した。1987年のオゾンホールの名残りがデータに出ていること、中緯度の対流圏界面折れ込み域でのオゾンの成層圏から対流圏への侵入がみられること等の点から、皆の注目を浴びた。また、観測期間が Plumb の扱っている期間とちょうど合致しており、Plumb は、このデータに格別関心を寄せていた。また、時間の制約で発表することができなかったが、OHP にポーラーパトロールパルーン (PPB) によるオゾン、エアロゾル等の観測計画のメモを記しておいたところ、私の話が終わった後、これもやはり Plumb がやってきて、計画の中味を尋ねてきた。大気運動によるオゾンの dilution effect (希釈効果=濃度を薄める効果)に彼は興味を持っていて、この計画を実現するよう激励された。PPB 計画の一環として、1991年の9月～10月に昭和基地から気球を放球し、



高度 15~20 km に浮遊させてオゾン、エアロゾル等を計ろうとするこの計画の意義に自信を得ることができた。5, 6 年前に、ほぼ同じ内容の理論的な仕事を、Plumb とお互い独立にしたことを思い出し、理論家 Plumb が、観測データに密着した仕事をなしつつあることに、時代の流れを感じた。

全員による討論では、特に、オゾン破壊反応に重要な脱窒素化 (denitrification) 過程およびプラネタリー波の増幅についての共鳴 (resonance) が話題になった。

3.3 その他

今年 (1989年) の冬の北極域飛行機観測には、力学の専門家として McIntyre (Univ. Cambridge), Schoeberl (NASA/Goddard) が参加したとのことである。1987年の南極の飛行機観測では Hartmann が参加している。また、上に述べたように、Holton は STEP の中心人物のひとりであった。このように、大気微量成分観測が中心のプロジェクトに力学理論の専門家が参加し、力学輸送の観点から興味深いデータを取り、現象の総合的な理解を目指そうとする米国の姿勢に感心した。私 (神澤) も、これからの日本の南極観測の大気微量成分観測プロジェクトに、力学輸送の立場から、本格的にかかわっていきたいと考えていた矢先でもあり、たいへん刺激を受けた。

4. 大循環モデルと数値実験を中心として

山崎 孝治

10日の夜には、Haurwitz memorial lecture として、ワシントン大学の Wallace が「低周波変動の力学」と題して講演した。これは一種の賞と思われる。紹介者は「Haurwitz はロスビー・ハロウィッツ波などで理論家として有名であるが同時に解析も行った。一方、受賞者の

Wallace は赤道波の解析から PNA まで解析の仕事で著名であるが、理論をふまえ、理論の進歩に貢献している」といった紹介をしていた。講演は最近までの Wallace の研究のレビュー的なものだったが、最後に述べた大気の多重平衡性を調べるために行った研究が印象に残った。20年間の北半球 500 hPa の高度の日々の図の間の相関をすべて調べた。ただし同一年のものは省く。もしある特定のパターンを大気がとりやすいとすれば正の相関の方が負の相関より多いのではないだろうか。相関係数の分布をプロットしてみると、ほとんど対称で正規分布に近い。しかし、分布のしっぽ、即ち高相関の所では正相関の方が負より多い。この結果をどう解釈すればよいのだろうか。

さて、本題の中層大気分科会と MASH に戻る。MASH は予稿集はなく、分科会は予稿集はあるが図はなく文章だけである。唯一つ、予稿集の表紙に MacIntyre らのグループによる冬季成層圏を模した高分解能パロトロピックモデルによる数値実験の図が掲げられている。この高分解能 2次元モデルの数値実験の結果は映画などでも見せていたが、極渦内の空気が外側とほとんど混ざらないで孤立している様子や非常に細いひも状の高低うず位が極渦にまきついているような様子が明瞭に示された。特に、モデルで示された微細な構造が実際に観測されるかどうか、興味深い。南極昭和基地でのオゾン鉛直プロファイルには時々細かい構造が見られるが、数値実験で得られた水平に細かい構造と関係しているのかとも思ったりする。

大循環モデル (GCM) 関連では、南極のオゾンホールの影響がどう残るかを調べたものが2つあった。NASA/ラングレー研究センターの Grose は南極で春にオゾン量を減少させたランを一年間積分してコントロールランと比較した。初期に全球平均でオゾン量の3%の減少が、一年後にも1%減少として残るという結果を示した。この減少に効くのは主に100 hPa以下の層のオゾン量との事であった。また北半球の変化の様子は真冬に大きく減少するなど、物質の南北両半球間の輸送という観点から見て面白く感じた。ただし、シミュレートされたオゾン全量は観測よりかなり多く問題があるようだ。このモデルの特長は微量成分として Ox , NOx , Clx , H_2O_2 , HNO_3 , N_2O_5 を移流を含めて予報している事で化学モデルに凝っている。

GFDL の Mahlman は 3° の SKYHI モデルでオゾンホールの影響を力学場への影響を中心に調べている。

「天気」 36. 10.

11月に極域下部成層圏で気温が最大 10°C 下がる。また12月には中緯度にも差が見られ、気温の四重極パターンが現れる。極渦がより遅くまで残り、最終昇温が遅れるためと思われる。オゾンホール力学説を唱えていたMahlmanではあるが、力学説を放棄したように思われる。オゾンホールの原因は化学説で説明されるというのが全体の流れである。力学の変動はQBOのような2年程度の変動には重要だが、10年スケールの経年変動には重要でないとの認識が広がっているようだ。これに関連してオゾンのQBOが脚光を浴びており、Hasebeの仕事がしばしば引用されていた。HoltonもオゾンQBOに関する発表をしていた。10年スケールの対流圏も含めた循環の変動については、Labitzkeとvan Loonの太陽活動に関するもの以外なかったように思われる。

成層圏では風の直接の観測データは極めて少ない。数年前までは地衡風で代用するケースが多かったが、最近ではより精度のよいバランス風がよく用いられる。しかし、低緯度では依然問題が残る。その点、Roodらによる成層圏の場をGCMを用いてdata assimilationで求めようとする試みは注目に値する。

中層大気GCMの日本の現状を振りかえると、光化学モデルや微量気体成分の導入などかなり欧米に遅れをとっている。その一つの原因としてLIMS, TOMSなどのような衛星による観測が日本自前でほとんどないことがあげられるのではないかと。オゾンホール問題などで明らかにならないように観測は地球科学にとって最も重要である事を強調したい。

5. 大気と海洋中の重力波および大気潮汐波

津田 敏 隆

大気と海洋中の重力波については二つのAMS会議の合同セッション(4月12日の午前)の他に7th Conference on Atmospheric and Oceanic Waves and Stabilityの4日目(4月13日)一日を割いて口頭発表のセッションとポスターセッションが開かれ、全体で5件の招待講演と22件の一般講演および約10件のポスター発表があった。重力波の理論と観測についての総括的な招待講演と最近の話題に関する一般講演が適切に配置されたプログラムであった。またMASHにおいて大気中の重力波の南北半球間での相違について、アラスカ大学のFrittsとアテレイド大学のVincentがそれぞれ理論と観測に力点を置いたReviewを行った。

一方、大気潮汐に関する発表は7th Conference on the 1989年10月

Meteorology of the Middle Atmosphereで数件行われ、Nimbus-7のLIMSによるmigratingおよびnon-migrating tideの解析や赤道域のMSTレーダー(JicamarcaとChristmas Is.)による観測、またNCARのGCMを用いて解析された潮汐波の特性が報告された。以上が重力波と大気潮汐にかかわる発表の概要であるが、本節では筆者自身が論文を発表した関係で重力波に関する発表について主だったものを報告する。

まずFrittsが中層大気中の重力波の飽和の理論と観測についてReviewを行った。過去数年の間に重力波の飽和現象およびそれが中層大気に与える影響に関する理解が格段に進んだが、特に理論的に予想された重力波の飽和鉛直波数スペクトル、飽和の結果生成される乱流による熱や大気組成物質の輸送、運動量の輸送と大気大循環を減速する効果が観測によって明らかにされつつあることが改めて認識された。今後重力波の励起源について盛んに議論され定量化が進むであろうが、Frittsは一つの示唆的な結果として海洋(東太平洋)上、山岳(アメリカ大陸西部)上、および平原(アメリカ大陸中央部)上で飛行機によって観測された中規模擾乱の活動度を比較し山岳によって励起される重力波の重要性を強調した。こういった情勢に呼応してか、地表付近で励起された山岳波の碎波および平均背景風の相互作用についての非線形の数値モデルがPeltier and Scinocca, Bacmeister and Schoeberl, NappoあるいはBlumen等によって報告された。また、Delisiは室内実験をもとに重力波と平均流の相互作用による碎波過程を明らかにした研究成果を発表した。成層した流体の槽底部を上下することによって励起された重力波が上方伝搬しCritical levelに達して減衰する様子が映画を用いて明瞭に示されたが、これらは数値モデルによる理論的予想とほぼ一致するとしている。

対流圏・中層大気中の重力波の観測に関してはMSTレーダーやラジオゾンデを用いた重力波の高度・時間構造の精密な測定、長期間の衛星観測による温度擾乱の解析等が報告された。Tsuda, FrittsおよびVanZandtは京都大学超高層電波研究センター所属のMUレーダーを用いた共同研究の一部として、運動量フラックス、飽和鉛直波数スペクトル、中規模風速擾乱のエネルギーの方位角異方性等、中層大気における重力波の振舞いに関する論文5件を発表した。MSTレーダー観測に関しては、さらにNastromとVanZandtがそれぞれ重力波の周波数スペクトルについて報告した他、Fritts *et al.* が赤道

域中間圏における重力波の特性について発表した。また Fetzer and Gille は LIMS を用いた全地球的な長期間衛星観測 (1978年10月~1979年5月) をもとに中層大気中の温度プロファイルの中規模擾乱の鉛直波数スペクトルの解析結果を報告した。これらの大気中の重力波に関する理論的研究や観測結果がいずれ GCM モデル等に組み込まれることで地球大気のモデリングが一層精密になることが期待される。

一方、海洋中の重力波について Pinkel と Mormorino が高空間分解能の温度センサーやドップラーソナーを用いた精密な観測について最近の研究成果を総括した。海洋中でも重力波はエネルギーが高い海洋中の中規模擾乱が消散効果が重要となる小規模擾乱に結びつけられる過程で大変重要な役割を果たすとされている。海洋と大気では背景の状態に大きな相違があるものの類似の波動現象が認められる点や、位相合成によってビーム方向を自

在に走査できるドップラーソナーを用いて擾乱の方位角異方性を測定する等中層大気の観測と良く似た研究手法を用いている点が筆者には興味深かった。

最後に筆者の雑感を記すが、重力波といった特定の研究テーマで約40件の講演が行われたことから重力波についての関心の高さと米国の研究者の層の厚さを感じた。ビデオや映画を駆使して研究結果を視覚的に上手に表現した発表が多く、また結論を講演の最後に的確にまとめており、一般に発表方法が洗練されている点が印象的であった反面、講演時間を厳守する人は少なく会議全体の進行は遅れがちであった (あるいは、それを前提として Coffee Break や Lunch Break を大変長く取っている) ことは国内の学会との相違を感じた。

これらの一連の会議に出席し講演をするにあたって財団法人国際コミュニケーション基金から派遣費の援助を頂いたことを感謝する。

日本気象学会誌 気象集誌

第II輯 第67巻 第4号 1989年8月

- 清 忠師・権田武彦：気相から成長する多面体水晶の成長速度と晶癖変化
 石原正仁・榊原 均・柳沢善次：冬の季節風と陸風の間で作られたメソスケール降雪帯の構造についてのドップラーレーダー解析
 佐藤 昇・菊地勝弘：代表的な低温型雪結晶の結晶構造
 山崎正紀：熱帯収束帯における台風の発生の数値実験
 大滝英治・塚本 修・岩谷祥美・光田 寧：海洋上での二酸化炭素フラックスの測定
 篠田雅人：熱帯アフリカ半乾燥地における年降水量変動とその南北半球間の連関：1987年まで更新したデータを用いて
 光本茂記：斜面風に関する室内実験
 岩崎博之・武田喬男：停滞した長寿命クラウド・クラスター内部での積乱雲群の振舞に関する研究
 二階堂義信：全球スペクトルモデル T42 の 4 月積分に見られる PJ 的な南北振動
 尾瀬智昭・時岡達志・山崎孝治：ハドレー循環と背の高い積雲対流
 井上豊志郎：分割窓領域データから算定された北半球の冬における熱帯太平洋での雲分布の特徴
 二宮洸三：1979年梅雨期東アジアの雲分布
 水間満郎：スペクトル法による海陸風数値モデルの構築

要報と質疑

- 新田 勅：1986-87 エルニーニョ発生期における双子低気圧の発達と西風強化
 斉藤和雄：診断式による雲量のモデル面への割り振り法の比較



神 沢 博 氏 (昭和28年1月生)

〒188 東京都田無市緑町1-1-1-404

国立極地研究所データ解析資料部門・助手 理学博士

〈専攻〉 大気物理学

1989年7月29日から8月18日まで、英国レディング大学で開催された国際気象学・大気物理学協会(IAMAP)第5回科学総会に出席し、さらに、英国南極局、ケンブリッジ大学を訪れて意見交換を行った。

出張報告書

英国のレディング(Reading)大学で、今夏、7月31日から8月12日の2週間の間、この会議は開かれた。非常に大きな会合で、20余りのシンポジウムがこの会議中行われた。参加者は、世界各国から約1000名、日本からは約20名程度であった。なお、レディング大学のキャンパスのうち最も古いキャンパスの大部分は、日本の暁星国際大学に、最近買収されてしまったとのことであった。

開会式では、英国政府のUnder Secretary of State for the Environment (環境庁事務次官といったところであろうか、女性であった)が、専門家を前にし、オゾン問題、温室効果ガス問題について、科学的知見に裏づけられた演説を30分以上にわたって滔々といひ、英国政府の環境問題に対する関心の深さを窺わせた。タイムズをはじめ、英国の主たる新聞も、この会合に関する記事を写真付きで載せていた。

私は、中層大気科学シンポジウムで、「1988年(昨年)の南極における成層圏突然昇温と浅くなったオゾンホール」、「1987年と1988年に行われた南極

観測船『しらせ』船上オゾン観測」、「1985年1月北極上空の成層圏界面消失」の3つの発表を行った。

以下、私が主に出席した中層大気科学シンポジウムを中心にして、私に興味深かった点を記す。いささか細かい話になるが、お許し願いたい。

Labitzke (ベルリン自由大学) は冬季北極域下部成層圏の温度の変動が、赤道下部成層圏準2年振動の位相によって2つに分けると、太陽活動11年周期と非常に良い相関があるという彼女自身の発見をレビューし、証拠を追加した。今のところもっともらしいメカニズムは提出されていない。ティータイムに彼女と話したら、彼女達のこの話題についての最初の論文は、投稿した雑誌のレフェリーの1人が掲載不可の評価をし、難産の末、印刷になったとのことであった。彼女ほど有名でなかったら、歴史に埋もれていたかもしれない。

1987年に文部省在外研究員としてその下に私が滞在したことのあるHolton (ワシントン大学) は、McIntyre (ケンブリッジ大学) の提出した基本的考え方を応用し、成層圏の空気が対流圏の空気と入れ替わるのに約2.5年かかることを示した。独創的な考え方を具体的な問題に適用し、その意義を分かりやすく人々に知らせるといふ彼の手法にはいつもながら感心させられる。

Neuber (アルフレッドウエゲナー研究所) は、1988年8月以来、スピッツベルゲン(北緯79度)で、オゾンライダー、オゾンゾンデによって観測

されたオゾンの鉛直分布変動の結果を示した。このオゾンライダーは、10時間ほどの積分をすれば、昼間でもオゾン鉛直分布を得られるという特徴もっている。

Shanklin (英国南極局) は、南極ファラデー基地 (65°S) での地上観測で冬 (1985年6月1日) にも、夜光雲が見られたことを報告した。夜光雲が存在する中間圏界面付近 (高度約80km) では、夏の方が冬に比べて低温である (逆温度勾配問題) ことに関連して、基本的には氷雲であると考えられている夜光雲は、普通温度の低い夏に見られるのだけれども、これは珍しい例である。会議の翌週、英国南極局を訪ねたら、ファラデー基地から連絡が入っていて、今年 (1989年) も8月2日に夜光雲が観測されたとのことであった。南極昭和基地 (69°S) で1年を過ごした折、夜光雲を観測しようと試みて果たせなかった私としては、私的にも興味深い観測結果である。

Chappellaz (仏CNRSサンマルタンデール氷河学地球物理学研究所) が、南極ヴォストーク基地でのボーリングによって得られた氷床コアデータを使い、過去約16万年のメタン濃度の変動を調べた結果を発表した。このコアを使って気温および二酸化炭素濃度の変動を調べた結果は、既に科学雑誌ネイチャーに発表されてよく引用されており、たくさんの方がこの発表に注目していたらしく、私と同様この発表だけを聴きに会場へきていた人も多かった。気温が高く二酸化炭素が多いときに、メタンも多い、という変化を示した。

会議の晩餐会は、ハンプトンコート宮殿で行われた。この宮殿は、英国王室に使われているもので、一部分は一般公開されているが、今回は国際的催しということで特別に晩餐会使用が許されたとのことであった。大気重力波 (浮力を復元力と

する波) の先駆的な研究で有名なHines (アレシボ観測所長) 御夫妻と偶然隣りの席になり、20年以上前に日本を訪れたときに、永田武極地研究所元所長御夫妻に歓迎された時のことなどの話を伺うことができた。

今回の第6回総会は、国際水文科学協会 (IAHS) との共催で、4年後の1993年の夏、日本 (横浜の予定) で開かれることになった。

会議の翌週、ケンブリッジに、英国南極局およびケンブリッジ大学応用数学・理論物理学教室を訪れた。

英国南極局では、1985年にネイチャーに発表されたオゾンホール発見の有名な論文を書いたFarman (1986年に極地研の気水圏シンポジウムに招いたことがある) 達に、あの論文の発表経緯等を聴いた。英国ハレーベイ基地では、近い将来、分光器およびライダー等によるオゾン観測を計画しているとのことであった。

ケンブリッジ大学応用数学・理論物理学教室 (ブラックホール研究で有名で、最近ベストセラーを書いたホーキングの所属している研究所) に、McIntyreの研究室を訪れた。極うずの維持に関するスーパーコンピューター (CRAY) による数値実験結果の動画を、ワークステーション (SUN) 端末上で見せてもらいながら、様々な議論をした。非線形の重要さを最近盛んに主張しているこの理論グループが、動画を色々な角度から眺めることができるハードウェア、ソフトウェアを自由に駆使できるような環境を作り上げ、考えることに勢力を費やしていることに感心した。

なお、今回の充実した英国訪問につき渡航費用の援助を受けた吉田科学技術財団に感謝いたします。

第9回中層大気に関する会議の報告*

神 沢 博^{*1}・佐 藤 薫^{*2}・塩 谷 雅 人^{*3}・余 田 成 男^{*4}

1. はじめに

米国気象学会主催の「第9回中層大気に関する会議」が1994年6月6日から10日までの4日半にわたりカリフォルニア州モンレーで開催された。参加者は150人程度で、カナダ、英国、日本、韓国などからの参加もある国際的な集会となった。次の7つのセッションに分かれて講演と熱心な討論とが行なわれた。(1)気候と放射、(2)大気組成の観測、(3)赤道域の力学、(4)成層圏中間圏の気象、(5)大規模循環/モデル、(6)対流圏成層圏相互作用、(7)混合/モデルと観測。また、同時に開催された「第7回衛星気象学海洋学に関する会議」とのジョイントセッションで、(J1)下部成層圏の気象、(J2)中層大気への応用のための衛星リトリーバル、があった。以下の節では我々が興味を持った話題や世界の流れの中で重要と思われる話題をそれぞれ紹介し、また、会議を通して得た印象やこれからの中層大気科学に我々がどう関わっていくか議論したことについて報告する。

2. 「気候と放射」と「大気組成の観測」の話題を中心として

成層圏オゾンの減少、特に南極オゾンホールが気候、特に、温度場に与える影響を評価する研究が、J. D. Mahlman, V. Ramaswamy を初めとする GFDL SKYHI GCM グループによって発表された。1989年10月に亡くなった S. Fels の切り開いた光化学-放射-力学相互作用を取り入れた GCM を用いた研究を進展さ

せたものである。やはり Fels が創ったアイデア、radiatively determined temperature, FDH (fixed dynamical heating) 等、を駆使していた。オゾン減少に関連した放射-力学相互作用が全球平均下部成層圏温度の冷却をもたらすこと、その冷却は温室効果ガスの増加による冷却よりも大きいこと、温室効果ガスによる対流圏の昇温と成層圏の冷却の境目がオゾン減少によって低くなること、等を論じた。

気候の年々変動を議論するため、長年のオリジナルデータを使って同じ方法で気象の客観解析を再解析し直すプロジェクトが、NMC および ECMWF によって現在進められているが、成層圏についての再解析データによって、気温のトレンドを出す試みが NMC のグループによって発表された。

私は、南極成層圏を1991年に5日間浮遊させた気球 (Polar Patrol Balloon) で観測したオゾンおよびエアロゾルの観測結果とその解釈を発表した。

私は現在、1996年2月に打ち上げ予定の NASDA の人工衛星 ADEOS に搭載される高緯度オゾン層観測センサー ILAS (Improved Limb Atmospheric Spectrometer) のプロジェクトに、中心メンバーの1人としてかかわっている。注目に値する発表のいくつか、特に、UARS の新しい観測結果およびその解析方法の発表を聴きながら、また、それらの発表に使われているトランスペアレンシーの図をみながら、私とその開発の中心の一人となっている「ILAS データ処理運用システム」で、「ああいうデータを基本として用意しなければならない」、「あのデータをあのように解析したデータを用意しておかなければいけない」、「そうやって用意したデータをどういう方法で ILAS サイエンスチームメンバーに流そうかしら」等、諸々のことが頭に浮かんだ。例えば、ILAS データ解析を行って科学成果を得るためには、客観解析気象データを使った様々な解析が背景情報として必要であること

* Report on the 9th Conference on Middle Atmosphere.

^{*1} Hiroshi Kanzawa, 国立環境研究所.

^{*2} Kaoru Sato, 東京大学気候システム研究センター.

^{*3} Masato Shiotani, 京都大学理学部地球物理学教室.

^{*4} Shigeo Yoden, 京都大学理学部地球物理学教室.

© 1994 日本気象学会

をこれまでも認識してはいたが、今回の会議を聴いて、よりいっそうその感を深くした。また、ポテンシャル渦度やトラジェクリー解析については既に想定していたが、コンターダイナミクス (Contour Dynamics) 解析も必要だな、と感じた。また、ILAS プロジェクトについて、データ利用の可能性のある数名の研究者に対し、この機会に説明することができた。

(神沢 博)

3. UARS の話題を中心として

今回の中層大気に関する会議の目玉は、1991年9月米国において打ち上げられた UARS (Upper Atmosphere Research Satellite) と呼ばれる地球大気探査衛星データにもとづく一連の研究発表であったといえる。約100件の口頭発表のうち、なんと3分の1を越える38件のアブストラクトに UARS に関連するキーワードを見出すことができた。UARS に関しては、Earth Ecology and Climate*1, Vol. 6 に筆者自身による簡単な解説文がある。最新の研究成果については Geophysical Research Letters, 1993, Vol. 20, No. 12 を参照されたい。また、近いうちに Journal of the Atmospheric Sciences にも UARS に関連した Special Issue が予定されていると聞いている。

UARS に搭載された測器のうち、4つの大気組成観測センサー (以下略称のみ記す—MLS, CLAES, HALOE, ISAMS—詳しくは上記解説文等を参照されたい) は、成層圏から下部中間圏における気温、オゾン、水蒸気、メタン、その他いくつかの窒素および塩素化合物の測定をおこなった。とくに、MLS は塩素酸化物 (ClO) の観測をおこない、極渦内において ClO の多い領域が存在することを見出した。南半球の晩冬から春にかけて観測されている極域下部成層圏におけるオゾン量の減少傾向はフロンから生ずる塩素酸化物の増加に原因があると考えられているが、MLS の測定からこの説が裏付けられたといえる。また、成層圏における水蒸気の起源はメタンの酸化による (1個の CH_4 が2個の H_2O を作り出す) ものと考えられているが、実際 HALOE の水蒸気、メタンの観測から、成層圏の広い領域にわたって $2 \cdot \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$ が一定となっていることが示されている。これら組成の観測は、

光化学的な興味にとどまらず、光化学的寿命の長いものについてはトレーサーとして力学的な興味の対象としても用いられている。たとえば、CLAES の CH_4 , N_2O などの観測から、南半球における極渦の発達・崩壊の過程が見事なまでに描き出されている。

さらに UARS の大きな研究成果の一つに、衛星からの観測としては世界初の試みとして、2つの測器 (HRDI, WINDII) が全球的な風速場の測定を試みたことがあげられる。主として、HRDI は成層圏から中間圏にかけての領域を、WINDII は熱圏領域をターゲットとしている。どちらも基本的には酸素原子などによる特徴的な射出あるいは吸収線のドップラーシフトから空気塊の視線速度を求める。これまでは主に中間圏から下部熱圏にかけてのデータ処理が進み、大気潮汐の時空間構造に関する報告がなされていたが、今回の会議ではさらに成層圏領域における風速場の解析結果も示された。これらの風速場の直接測定は、とりわけ地衡風近似の成り立たない赤道域における風速変動を描き出すのに威力を発揮するものと思われる。

このように、UARS は、温度、風、組成の観測を通して、成層圏から中間圏におよぶ総合的な地球大気像を我々に示しつつあるといえる。その一つ一つの観測事実は新たな驚きであることはいままでもない。今回の会議で特に印象深かったことは、こういった観測結果を踏まえながら、それを解釈するための道具としていろいろな階層のモデルが開発され有機的に用いられていたことである。とくにイギリスのグループは UARS 計画にも参加しており、研究者集団全体が観測・モデル・理論各側面で活躍していたのが印象的であった。

今回の会議では、最新の UARS データに限らず、PMR, SBUV, SAGE などの衛星観測データにもとづいた発表も多く、これらの古典となりつつあるデータにもまだまだ面白い大気現象が埋まっていることを改めて感じさせた。また、研究テーマについても、Holton (ワシントン大) が Stratosphere-Troposphere Exchange に関するレビュー的な講演をおこなったり、成層圏まで含めたデータの蓄積の上に立ってアリューシャン高気圧のクライマトロジや、対流圏と成層圏をひとくくりにして大気大循環の年々変動を論ずるものなど、一見古い研究テーマを今日の観点から見直そうとする動きがあるように感じた。

(塩谷 雅人)

*1文部省「新プログラム」方式に基づくグループ研究「アジア太平洋地域を中心とする地球環境変動」の研究グループが発行するニューズレター。

4. 中小規模現象の話題を中心として

重力波・乱流の発表は大規模現象に比べて件数は少なかったが、興味深い研究がいくつもあった。中層大気重力波の研究は、大循環モデルにおけるパラメタリゼーションを除いては、これまで観測が主導であったのに対し、今回は重力波の数値シミュレーションの研究発表も多く行なわれた。

一つは、M. J. Alexander らの、2次元スコールラインのモデルを用いた、深い対流から発生した成層圏重力波の研究である。周波数・水平波数空間でのパワースペクトルとその解釈は面白かった。スペクトルは一樣でなく、位相速度一定、又は、周波数一定の分布が見られた。これらはそれぞれ、ストームに伴う気圧の歪みの山岳効果によって発生するストームに位相が固定した重力波群、周波数一定で強制振動させた時にできる重力波群（いわゆる St Andrew's Cross）に対応するとの解釈であった。

もう一つは、D. O'Sullivan and T. Dunkerton の研究で T124、鉛直分解能 700 m の全球 3 次元モデルを用いた、傾圧不安定波動に伴う慣性重力波の話であった。初期に東西波数 6 の微小擾乱を与えて傾圧不安定波を発生させ、各々の発達段階に現れる重力波を解析した。重力波は傾圧不安定波によって変形された亜熱帯西風ジェットの出口のラグランジアンロスビー数の小さなところで発生していることなどが明らかになった。

赤道域に関しては、M. L. Salby の発表が印象的であった。彼らは 6 つの衛星同時観測で得た、全球高分解能雲イメージデータ (Synoptic Global Cloud Imagery) を基に、熱源の水平分布を推定し、それを線形プリミティブモデルに入れて、発生する波動の解析を行なった。Hough モードに展開して時空間スペクトルを求め、EP フラックスの計算を行なって、重力波が東向きフラックスの 70% を、西向きフラックスのほとんどを占めることを示した。

筆者 (K. Sato) は、最近注目される wavelet 解析法を用いて、温度・水平風に見られる普遍鉛直波数 (m) スペクトル (m^{-3} に比例) に関する考察を行なった。ラジオゾンデによる温度データの wavelet スペクトル解析の結果、 m スペクトルは高度方向に一樣でなく、その分布はクリティカルレベルに近づきつつある一つの慣性重力波で説明できること、逆にそのような慣性重力波が作る m スペクトルを理論的に求めると、観測スペクトルとよく一致することを示した。

また、別の話題で、MU レーダー・境界層レーダーの観測に基づき、積雲対流に伴い、短周期（数分～数時間）重力波が発生していること、そのうち周期の長いものは成層圏下層で砕波してしまい、短いものだけが上方に伝播していることを発表した。対流の盛んな熱帯域の成層圏対流圏物質交換においてはこのような短周期重力波が重要であると考えられる。

今後は、重力波の分野では観測とモデルをつき合わせていくフェーズになることと思う。MU レーダー等を用いた日本の一連の重力波の研究は評価が高く、お蔭でこの夏休みにシアトルに遊びにいけることになった。バリバリの理論家の Dunkerton や wavelet 解析にも興味を持っている Alexander と色々議論してくる予定である。（佐藤 薫）

5. 数値モデル・理論の話題を中心として

この研究集会で特に目を引いたのは、力学過程と化学過程を結び付けた数値モデルによる研究である。それらの多くは UARS などの衛星観測結果に動機付けられたものであり、いくつかの階層に分けられる。両過程の完全な結合を目指す輸送-化学 GCM、他の過程へのフィードバックは考えない「オフライン」の 3 次元モデル、トレーサー物質の輸送と混合に焦点を当てた 3 次元および 2 次元の輸送モデル等々である。最も大がかりなモデルとしては、SKYHI GCM をベースにした完全結合モデルが GFDL で開発中である。すでに結果が出始めているのは「オフライン」型モデルで、GFDL のグループは 1980 年代の成層圏オゾンの減少を与えて、その力学過程へのインパクトを調べていた。一方、英国の UGAMP (Universities Global Atmospheric Modelling Programme) や NASA の Goddard Space Flight Center では 3 次元輸送-化学モデルが動いており、風速場・温度場の解析値を与えて化学モデルを走らせ、UARS の観測結果と比較するような研究が進行中である。トレーサー物質の輸送モデルは、次の 3 種類に大別できる：(1) スペクトル法またはセミラグランジュ法によるパッシブスカラー移流モデル、(2) 多粒子群のラグランジュ追跡、(3) 「手術」付きコンター移流 (CAS: Contour Advection with Surgery)。3 次元モデルは解析された風速場を用いたものが多く、極渦の変動に伴う移流・混合や亜熱帯域の「バリア」に注目した研究となっている。それぞれの手段を Chen and Holton (1), Sutton (UGAMP) や Eluszkiewicz and Plumb (2), Schoeberl ら (3)

などが用いていた。また、2次元モデルでは当温位面上での水平混合に焦点を当てたものが多く、余田・石岡(4)、Bowman(2)、Plumbのグループ(3)などが、理想化されたモデル実験や解析された風速場をもとに混合の素過程を詳細に調べていた。

このような大規模輸送過程と関連する観測計画として興味深かったのは、Mechosoが紹介したフランスCNRSによるSTRATEOLE計画である。南半球下部成層圏にたくさんのバルーンを放ち、化学観測と衛星による軌跡追跡を同時に行なおうというものである。彼の発表自体は3次元モデルを用いた予備実験の話であったが、大規模な循環場における粒子(風船)群の分散特性が観測できるはずである。話は飛ぶが、いまNASAの高高度観測用飛行機ER2による南半球極渦域のオゾンを中心とする大気組成観測(ASHOE)が行なわれている。1987年のオゾンホール観測や1989年と1991年~92年の北半球極渦飛行機観測の発展であるが、力学理論家のPlumbとWaughがその観測に参加し、飛行機基地であるクライストチャーチ(ニュージーランド)からこの研究集会に駆けつけたのには驚いた。

中層大気循環の季節変化と年々変動に関する数値実験も進展している。私自身も興味を持ち続けているテーマであるが、1980年代の計算機環境では単純化した鉛直準1次元モデルを用いた研究(「天気」40(1993年), 145-160参照)が精いっぱいであった。しかし、今回の発表では、完全3次元中層大気モデルを用いたパラメータ実験がいくつか報告された。UCLAのFarraraらは、完全に周期的な季節変化をする外部条件でも非周期的な年々変動を含む応答を得た。単純化したモデルでは周期的な応答しか得られなかったが、ちゃんと3次元で計算すれば、中層大気で閉じた内部力学だけで有意な年々変動をつくることができたわけで、中層大気の年々変動に関する基本的枠組を考えるうえで重要な結果である。しかし、現実には、対流圏や赤道域の状態が年々変動しており、中層大気の年々変動はその影響を大きく受けている。O'Sullivan and Dunkertonは、秋からの季節進行が赤道域帯状流の準2年振動(QBO)によってどう影響されるかを詳細に調べていた。その冬に突然昇温が起るかどうかは対流圏からのロスビー波強制に敏感に依存している(彼らは“bifurcation”と呼んでいる)が、その臨界値がまたQBOに依存していて、東風期には小さな強制波振幅で“bifurcation”が起こる。このような認識が得られてく

ると現実大気の振舞いが気になるわけで、Dunkertonのグループは、長年のデータを解析することにより、このような年々変動の対流圏とのつながりや赤道域との関連を精力的に調べている。(余田 成男)

6. 所感

ホテルに缶詰になるこのような国際学会のいい点に、新しい結果を知ること、研究の流れを知ること、同じ分野の日本人研究者と長時間にわたって深い議論をできることがあげられる。少なくとも私は、他の3人から教わることが多かった。

我々4名で話し合っただけで意見が一致したのは、英米の研究者、研究グループが中層大気科学研究のための基盤整備、道具立ての開発にきちんとこれまで力を入れてきたこと、その上に立った目覚ましい成果が出てきたことである。例えば、(1)UARSサイエンスチームの活発な活動、UARSデータ解析に必要な気象データおよび気象データ解析方法(ポテンシャル渦度解析、トラジェクトリー解析、コンターダイナミクス解析)の共通基盤化；(2)米国および英国においてオゾン等の微量成分をも四次元同化サイクルに入れて、観測とモデルを組み合わせたデータセット作りが活発に行われていること、その上に立った成果が出ていること；(3)英国の中層大気大循環モデルの開発体制が有効に機能していること、その開発に中層大気研究の主だった全ての優秀な研究者が参加していること、そのモデルを有効に利用した成果が出てきたこと、等々である。

大気力学の理論家、Alan Plumbが航空機観測実験に自ら参加指揮し、自らの理論解析を観測データで確かめる仕事をしていることも非常に印象深かった。自然現象を理解しようという探究過程の中で、ある手段および道具等が必要になったら、それをマスターして使う。それが創造的・開拓的な仕事の仕方であろう(天体物理学の林忠四郎氏の研究のやり方を思い起こす)。

英米のよき部分を、これからの研究および研究プロジェクトの推進に生かしていこうという決心をした。(神沢 博)

これまで何度か国際的な会議に出席して、そのたびに「我々日本の中層大気に関する研究者集団もそれなりに頑張っているよな」と自負していたつもりである。ところが、今回の会議では言い知れぬ敗北感を感じてしまった。科学的な視点という意味ではまだまだ

負けていないと思う。しかし、一歩抜きん出た研究をしようとしたとき、そのための基本的な道具立てを何も持っていないことに愕然とするのである。そして、そういった基礎を軽視し、作り上げてこようとしなかったことがなんだか情けなくなってくるのである。

この状況は、UARSという素晴らしいデータソースを目の前にしたとき明らかな差となって現れる。神沢氏も書いているが、敢えてもう一度書かせてもらえば：英米の科学者はこのUARSデータを料理するにあたって、気候値データ、同化データ、客観解析データなどの基本データを実に有効に活用している。また、現象を理解するために、明確な理論的概念に支えられた各種階層を持つ数値モデル(余田氏担当の5節参照)を縦横に駆使している。このような一見なんでもない道具立てがあってはじめてUARSデータは命を吹き込まれ、科学的な面白さを我々に見せてくれているのである。

気候値データの整備、同化データのルーチ的な提供、モデルの開発等々、直接的には「成果」と結び付かないような部分に対して我々は正当な評価をしてきたであろうか、このような基盤を作ることに我々は努力を惜しむことはなかったであろうか、と自問自答してしまうのである。道具作りに溺れてしまって、最終的な成果と結び付かないのではもちろん困る。しかし、特にイギリスから参加していた研究者が、これら基本道具を通して観測・モデル・理論をうまく結び付け素晴らしい成果を出しているのを見ると、このような基礎作りの重要性を認識せざるを得ない。なによりも素敵だと思ったのは、こういった研究成果にもとづいて、イギリスの若い研究者が目を輝かせながら発表していたことであった。

私自身これまでUARSのvalidation meetingやscience meetingに参加する機会が何度かあったが、私の目から見たUARS計画について少し述べておきたい。UARSのような衛星プロジェクトを外から見てみると、その計画立案から打ち上げ、そして科学者集団へデータが流れ出すまでの部分は、最終的に出てくる科学的な成果の影にかくれてあまり見えてこない。しかし、「準備」、「実行」、「後始末」の3つの過程がそれなりに重要で、UARS計画の場合これらがバランスよくこなされている。日本の場合、衛星計画に限らず、最後の「後始末」(データをちゃんと解析して科学的な成果を出す)部分が往々にして軽視されがちであるように思う。しかし、すべての過程を同一の人間がこな

せるわけでもなく、比較的技術者主導の「準備」、「実行」のあとの「後始末」はまさに科学者集団の責務である。

また、今回の会議も含め予想を上回るUARSの成果を見るにつけて、こういった息の長いプロジェクトに対する理解の必要性を痛切に実感する。特に今回のUARS計画はスペースシャトルの事故によって大幅に打ち上げが遅れ、計画から実施まで10年をゆうに越えている。その間、いわゆる「成果」のでないまま、打ち上げの日を待っていた関係者の人達の忍耐、そして同時にそれを見守ってきた科学者集団の寛容さには頭の下がる思いがする。その中でもとくに、純粋科学者のように考えられているHoltonが、その間ずっとUARSのおそらくは科学者としてはつまらない会議にもちゃんと顔を出していたことは、UARS計画の大きな求心力の一つになっていたように思う。

(塩谷 雅人)

今回の会議で衝撃を受けたのは英国のUGAMPである。1970年代よりHoskinsを中心にすすめられてきた大学連合大気モデル開発プログラムが中層大気分野でもどんどん成果を出している。レディング大学のO'NeillをディレクターにMcIntyre, Pyle(ケンブリッジ大学)、Andrews(オックスフォード大学)、Harwood(エジンバラ大学)などが中心となって、簡単なボックスモデルから化学-力学結合3次元モデルまでのさまざまな階層の中層大気モデル群を開発・整備し、素過程の理論的研究から毎日の全球データアシミレーションまで総合的に利用している。リーダー達は姿を見せなかったけれど十分に存在感があり、若者達が生き生きと彼らの研究をアピールしていた。Hoskins達の何十年に及ぶ明確な目的意識とそれを実現させてきた実行力には脱帽せざるを得ない。個人々として優れた研究者達が実質的に協力しあって圧倒的な成果をあげている様子を目の当たりにして、ここ五年近くわが国の「気候モデル開発」プロジェクトに参加してきた一人として感慨深いものがあった。確かに、我々の研究発表はそれなりの水準以上であったし、これまでの成果として長々とした論文リストを見せることもできる。しかし、今後の学問的展開に資する研究基盤をどこまで整備できたであろうか? 余りに「消費型」の研究ばかりに偏ってはいなかったであろうか? 反省すべきことが多くある。

もう一つ書き留めておきたいのは、最近米国科学ア

ガデミー会員に選ばれた Holton の中層大気に対する「愛情」である。5日間を通して熱心に講演を聞き、要所を押えたコメントを行ない、まさに重鎮の役割を果たしていた。1980年代に Middle Atmosphere Program が終ると中層大気を離れていった研究者もいる中で、Dunkerton, Boville から Mote, Rosenlof まで多くの学生を中層大気研究者に育て上げ、また、多くのポスドク達の中層大気研究に積極的に関わってきた。時代の流行に流されることなく、中層大気における物質輸送と成層圏-対流圏結合過程の研究をライフワークとして邁進する真摯な姿を見て、いろいろ考えさせられた。

住さんが何年か前の「天気」のインタビュー記事で「闘将 Hoskins」「成層圏の守護神 Holton」と呼んでいたが、私は「Hoskins の計画・実行力」と「Holton の愛情」を目指して、彼らに一步でも近づくべく汗を流したいと思う。
(余田 成男)

これまで筆者は、IAMAP と IUGG、それから MST レーダーワークショップなどの会議に機会ある毎にでて、それなりに国際的な場での宣伝業も頑張ってきたつもりだった。ところが、博覧会的な IAMAP, IUGG の会議と比べて、今回出席したアメリカ気象学会の中層大気会議はとても性格が異なるものであった。日本に比べてアメリカは層が厚いというのを実感してしまった。日本の気象学会では半日の半分くらいの短い中層大気のセッションの中、モデルも観測もそれぞれのテーマで1つあるかないか程度で、あまりまとまりがあるとはいえないのだが、この会議ではどの分野もレベルの高い研究が複数あり、つまり、良く似た問題

意識をもった研究者が複数いるので、「面白い研究だね」だけでは済まされない。まさに専門家にしか思い浮かばないような鋭い質問やコメントが次々飛び出し、中身の濃い議論ができた。特に午前と午後30分ずつある休憩は貴重な時間であった。

重力波以外の分野でも、UARS による観測の最近の結果や、トランスポートの問題でも多くの発表があった。(特に後者の)詳細は良くわからないにしても、何がいま問題とされているのか世の中の動きをしっかりと感じることができたと思う。一緒に出席した神沢さん、余田さん、塩谷さんとその日の研究発表の印象などを毎日話しながら過ごしたのも、私にはとても勉強になった。

同じポスドクくらいの世代の研究者(こういう人たちは IAMAP, IUGG などの国際会議には滅多に出てこない)も多く出席していて、近い分野の何人かと友達になれたのもよかった。電子メールで何度か交流のあった人とも実際に会って話をしたり、食事を一緒にしたりすると、印象が随分違って来る。その人の研究に対する見方まで変わってきてしまう。今後もこういう人たちと連絡をとりあって、彼らに負けないように頑張っていきたいと思う。
(佐藤 薫)

謝 辞

今回の会議参加については、神沢は科学技術庁国際研究集会派遣の援助を受けた。また、塩谷・余田は文部省科学研究費補助金(創成的基礎研究費)「気候モデルの開発および気候変化の数値実験」(代表松野太郎東大教授)の補助を受けた。

11. Attending EUROPT (European Symposium on Satellite Remote Sensing II) (September 25 to 27, 1995) and NASDA-NERC Arrangement Meeting (September 28 and 29, 1995)

During the last week of September, a EUROPT symposium was held in Paris. Since the symposium included an ADEOS session, I decided to attend, representing the ILAS project, and gave a talk on the instruments, performance evaluation and the validation experiment plan. I decided to participate in the symposium thinking it was a good opportunity, since there have not been many chances to report on ILAS at this type of conference in Europe. Unfortunately, there were not so many attendees involved with the observation of atmospheric trace constituents and atmospheric chemistry as I had expected. Nevertheless, the session was worthwhile for the ADEOS in general, since questions were asked aggressively.

Leaving Paris when the first half of the meeting was over, I visited the town of Swindon in the United Kingdom. A NASDA-NERC (Natural Environment Research Council) arrangement meeting had been called in this town, since the headquarters of the NERC is located here. The purpose of this meeting was to discuss the future direction of research cooperation, by hearing specific research proposals from the British researchers to allow the conclusive bilateral research cooperation agreement to produce more satisfactory results. A total of 11 attended from the NASDA side, including Yukio Haruyama, Chief of the Earth Observation Promotion Department, Haruhisa Shimoda, a program scientist of ADEOS, and other visiting researchers, as well as this writer, the provider of the ADEOS sensors, who was representing EA (ILAS Project).

The research proposals, which had been submitted in advance, were presented orally by the respective proposers, to which Japanese researchers in the relevant fields made oral presentations or comments. Then, Japanese contacts for the respective proposals were appointed for future discussions. Alan O'Neill of the Univ. of Reading, Richard Swinbank of UKMO, and John Ballard and Lesley Grey of Rutherford Appleton Laboratory submitted proposals concerning ILAS. Ballard's proposal concerned the experiment for determining spectral parameters, to which Toshihiro Ogawa of the University of Tokyo was appointed as contact. This writer was appointed as a contact for the rest of the proposals. I had already been in close communication with O'Neill and Swinbank to deal with ILAS issues.

(Sasano reporting)

12. Attending the STRATOEOLE Workshop (the 4th STRATOEOLE Workshop at CNES in Paris, October 9 to 10, 1995)

I attended the STRATOEOLE Workshop held prior to the signing ceremony of the Agreement on ILAS Validation Balloon Campaigns, which was reported earlier in this newsletter. To identify the role of polar vortex in the Antarctic ozone hole, the STRATOEOLE Project will launch about 200 balloons in the stratosphere over the Antarctic region in winter and spring (the life of one balloon is about 3 months) to observe the temperature, wind and atmospheric trace constituents such as ozone. This project is scheduled to be implemented in 2001. STRATO signifies stratosphere, while EOLE means Aeolus, the God of winds in Greek mythology. This is the stratospheric version of the EOLE Project (many balloons made a flight at around 200 hPa) implemented in the southern hemisphere by CNES and others in the early 1970's. Led by CNES, French and other European universities and research institutes, NASA, American universities and research institutes, and Australian and Argentine institutions and organizations have so far participated in this project. In addition to the balloon experiments, this project seeks to obtain more favorable results by using satellites and aircraft.

ILAS-II installed on the ADEOS-II satellite will have already started observation by 2001 when the experiment of this project is scheduled to be implemented. ILAS may be continuing observation, as well. Since both ILAS and ILAS-II will probably be observing ozone and other atmospheric trace constituents in the same region and period as the balloon observation by STRATOEOLE, I introduced ILAS and ILAS-II Projects at this workshop. In addition, I also made a presentation on the ozone hole observation project by the Polar Patrol Balloon experiment conducted by Japan (this writer was the experiment head).

The project manager of STRATOEOLE is Nicole Papineau, who is also the person in charge of the CNES part of the ILAS Validation Balloon Campaigns. The project scientist is Francois Vial (CNRS/LMD), a researcher of atmospheric tides. Professor Michael E. McIntyre (Univ. Cambridge) and Professor Carlos R. Mechoso (UCLA), both being researchers of atmospheric dynamics, were also present at the meeting. Since I had been acquainted with them for a long time, we could renew our old friendship and exchange opinions on our latest research endeavors.

(Kanzawa reporting)

2-4 主催会合報告

SCAR UAP NEWSLETTER
87-1 (April 1987)

After the test flight in 1987, the complete scientific PPB experiment will be carried out in the near future.

(Received from Dr. N. Sato, NIPR : April 1987)

* * *

THE SYMPOSIUM "ANTARCTIC OZONE NOW DECREASING"
HELD AT NIPR IN DECEMBER 1986

- OZONE HOLE -

The Symposium "Antarctic Ozone Now Decreasing" was held at the National Institute of Polar Research (NIPR) in Japan on 11 December 1986 as a special session of the Ninth Symposium on Polar Meteorology and Glaciology. The Symposium on Polar Meteorology and Glaciology is a domestic symposium held every year at NIPR. However, two foreign scientists, A.J. Krueger (NASA/Goddard) and J.C. Farman (British Antarctic Survey) participated in this special session. It was J.C. Farman who first indicated with confidence the Antarctic ozone depletion from the long-term Dobson observations at Halley Bay Station (76S, 27W). The session was divided into three parts. The first part (6 talks) chaired by T. Tominaga (Univ. Tokyo) were mainly concerned with the ozone itself, the second part (5 talks), chaired by H. Akimoto (National Institute for Environmental Studies: NIES), treated the minor constituents other than ozone, and the third part (7 talks), chaired by T. Matsuno (Univ. Tokyo), were devoted to the dynamical effects on the ozone distribution. The number of the participants in this special symposium was about 100.

T. Ogawa (Univ. Tokyo) gave a brief introduction to the problem of the Antarctic ozone depletion. A.J. Krueger discussed the characteristics of the ozone hole derived from the Nimbus 7 TOMS data. He showed a 16 mm film of successive daily maps of the total ozone in the year 1982; in that year, special observations of ozone were carried out at Syowa Station (69S, 40E) by S. Chubachi (Meteorological Research Institute : MRI) who published the first data indicating ozone depletion. The film gave a vivid impression of the dynamic behavior of the ozone layer. J.C. Farman investigated the ozone depletion and vortex movements in 1986, using surface observation data. He indicated that these data favor a chemical explanation of the ozone depletion. Y. Sekiguchi (MRI) and K. Kondo (Japan Met. Agency) showed the good correlation between the ozone depletion and the stratospheric temperature decrease in the "spring" months at Syowa Station (69 S, 40E). Y. Takizawa (Akita Univ.) talked about the effect of the ozone depletion on human health.

K. Shibasaki (Kokugakuin Univ.) and Y. Makino (MRI) showed the results of the NO₂ observations at Syowa Station in the year 1983. Shibasaki carried out the ground-based visible absorption spectroscopy measurements and three balloon observations in November, while Makino reported on ground-based measurements by a Fourier-transform-infrared (FTIR) spectrometer. Y. Makide (Univ.

Tokyo) showed the increasing tendency of the amount of halocarbons at Syowa Station during the period from 1982 to 1986. Y. Iwasaka (Nagoya Univ.) discussed the potential of aerosols as chemical reaction sites, mainly referring to lidar observations at Syowa Station from 1983 to 1985. S. Hatakeyama (NIES) investigated the chemical reaction rates of ClNO_2 obtained by his experiment; the experiment was performed during his stay at JPL of Caltech. He obtained reaction rates a few orders of magnitude lower than the values required for explaining the ozone depletion by chemical process. However, he mentioned the possibility of high reaction rates on very cold aerosol surfaces.

K. Kawahira (Kyoto Univ.) calculated the heating rate due to ozone and indicated the importance of albedo changes. The following three talks of the MRI group stressed the importance of the dynamical circulation: S. Chubachi inferred the vertical motion from the ozone sonde data at Syowa Station in the year 1982; K. Yamazaki traced air parcel motions in the height-latitude plane derived from the NMC grid analysis data; T. Sasaki investigated the impact of upward motion on the ozone distribution in his two-dimensional model. M. Shiotani (Kyoto Univ.) investigated the dynamical factors affecting ozone mixing ratios, using the NMC data and the Nimbus 7 SBUV data; his study was carried out during his stay at NCAR. He stressed the very vigorous activity of planetary waves in October 1979. K. Kawahira noted the interannual change of the behavior of the seasonal variation of the Antarctic stratospheric temperature, using the NMC data. H. Tanaka (Nagoya Univ.) showed that gravity waves were strongly generated by the mesoscale mountaneous undulation of the Antarctic continent in his GCM stay at NASA/Goddard. Moreover, he discussed the role of gravity waves in the ozone hole.

Much discussion was given in this symposium. However, many studies both chemical and dynamical are required for understanding the phenomenon of the Antarctic ozone depletion. The Proceedings of the Ninth Symposium on Polar Meteorology and Glaciology including the papers of the ozone session will be published within the current year. The Proceedings will be available from NIPR.

(Received from Dr. H. Kanzawa, NIPR, February 1987)

* * *

OBSERVATION OF OPTICAL THICKNESS IN ANTARCTICA.

- A SUBPROGRAMME TO TRACE -

1. Scientific background.

The knowledge of the optical thickness is of importance both for questions in climate and environment monitoring and tasks to correct the atmospheric influence on satellite data. The most

極域研究連絡会 1992 年春季研究会

「南極域の物質循環」報告*

神 沢 博**・安 成 哲 三***

1992年日本気象学会春季大会の前日（5月25日）午後（14：30～17：30）に、気象学会大会C会場（工業技術院共用講堂，つくば）で、極域研究連絡会主催の標記研究会を開催した。参加者は約30名弱，司会は大畑哲夫氏（名大水圏研）であった。

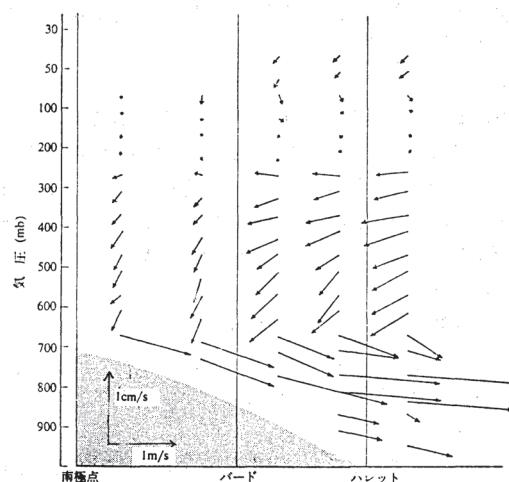
大気中の物質循環問題は以下のように定義されよう：
 (1) 大気中に存在する物質が，どこでどのように生成し，あるいは，大気圏以外からどのようにして大気に取り込まれ，(2) 大気の運動によってどのように輸送され，その輸送途中でどのような変質を受け，(3) どこでどのように消滅する，あるいは，大気圏外へと取り出されるか？ この問題は，大気力学と大気化学を専門とする研究者との共同で解かれる性質の新しい問題である。

最初に，今回の話題提供者のほとんど全ての人が講演の中で使用した図を掲げる（第1図）。この図を掲載した本の編集をした神沢は，この図が含まれている章の執筆担当者であった故井上治郎氏（存命であれば，この研究会でも主役を演じたであろう）と議論しながら，この図の改作を行ったことを思い出す。

1. 趣旨説明

神 沢 博（極地研）

今回のテーマ「南極域の物質循環」は，雪氷学研究者を中心として現在進行中の「氷床ドーム深層掘削観測計画」にも深く関連し，かつ，「地球大気化学国際共同研究計画（IGAC）」の下で進められている南極大気化学研究計画等にも関連のあるテーマである。今回は，主に大気力学の観点からこの問題を議論する。また，その観点



第1図 放射冷却量から見積られた冬の平均子午面循環。

南極点（90°S），バード（80°S，120°E），ハレット（72°S，170°E）での放射ゾンデ観測（1959～1963年の6～7月）から，赤外放射による大気の冷却量および温度の時間変化を求め，その差が大気の鉛直流によるものとして，鉛直流速を見積った。南北流速は，その鉛直流速を使い，質量保存の式を満たすよう求めた。White and Bryson (1967, WMO Tech. Note, 87, 199-224) による図に風速のスケールを加えてある。国立極地研究所編（1988：南極の科学3 気象，古今書院）の図3.15より。

から今後の南極観測計画を議論し，この研究会を，その計画を煮詰めてゆく第一歩としたいと考える。今回の研究会以後も，このテーマの下で，主に大気化学の観点からの研究会，水循環をテーマとした研究会，大気力学および大気化学の総合的視点からの研究会，南極観測計画を詰める研究会等を開いてゆく予定だ。

* Report on the Workshop of Polar Research Committee (仮称), Spring 1992, "Material Circulation in the Antarctic".

** Hiroshi Kanzawa, 国立極地研究所.

*** Tetsuzo Yasunari, 筑波大学・地球科学系.

2. シンポジウム「地球気候における南極氷床の役割」 (1990年5月22日)のレビュー

安成哲三(筑波大・地球科学)

標記シンポジウム(プロシーディングスは「気象研究ノート」の一冊として編集)の議論を参考に述べる。現在実施中の二つの観測研究プロジェクトと本日のテーマは深く関連している。一つは、「氷床ドーム計画からみた南極域の物質循環」であり、重要な問題の例として、「成層圏を含む氷期/間氷期の気候・環境変化」が挙げられる。もう一つは「IGACからみた南極域の物質循環」であり、例えば、「オゾンホールは南極に固有のものか」といった問題がある。この二つの問題を結ぶものとして、「PSCs (Polar Stratospheric Clouds: 極域成層圏雲)の氷期における活動度は?」といったテーマがある。氷床ドーム計画の深層掘削から得られるであろう氷床コアを分析した結果検出されるであろう物質は、(1)どこからやってきたか? (2)どのように変化したか? (3)どのようにばらまかれたものか? といった問題を考える際に、南極域の大気中の物質循環の研究が必要になってくる。

研究課題をまとめると、以下のようになろう。(1)中層大気を含むモデルによる氷床の大気大循環に果たす役割、(2)氷期と間氷期における物質循環の比較、(3)大気-氷床モデルの確立。

氷床上積雪のトリチウム濃度は内陸ほど大きいことから、ドーム域の積雪、氷床コアの中の物質は、成層圏から入ってくるものをみている可能性が大きい。また、氷床コアに太陽活動の変動の名残が残っている可能性もある。冬にはPSCsのactive sedimentationが起こる可能性がある。物質の堆積の素過程が大事である:ドームで何がどの程度落ちてきているか?南極大陸斜面を吹き下ろすカタバ風の気候循環に果たす役割も重要だ。カタバ風が発達すると気圧勾配を弱め、極うずの発達を止めてしまう。カタバ風強(弱)のとき極うず弱(強)という多重平衡解が存在する可能性がある。

3. 内陸域での気象観測の展開

榎本浩之(北見工大)

今年(1992年)出発する第34次南極地域観測隊(主観測年=1993年)で、ドームF(77°S, 40°E; 3,800m)基地および昭和基地(69°S, 40°E)からドームに雪上車で向かうルート上での地上気象観測を、榎本が中心になって行う。Automatic Weather Station (AWS)の展

開を米国が行っているが、ドームF域は空白地帯である。ドーム域と昭和の間の観測で、カタバ風の吹き出し域からカタバ風域までの実態を明らかにできることとなる。高度3,600mを境に積雪内の物質が大きく変化する。South Poleの気温、ドーム上の地域に近いプラトールでの地上気温をみると、数週間の時間スケールの大きな変動がある。ドームは雪氷ばかりでなく大気の観点からみても面白い場所である。

安成:ドーム基地での気象ゾンデ観測の計画は?

榎本:1995または1996頃となろう。ゾンデ観測をするためのヘリウムガスポンプ等の輸送よりもドーム掘削計画のための物資輸送が今のところ優先する。34次隊では無人気象観測を実施する。大気成分の観測は榎本以外の隊員が行う。

大畑:ルート上よりもカタバ風の流線に沿った観測、鉛直風を測れるような観測等、目的に沿った計画を作る余裕があることが望ましい。

安成:カタバ風のsource域から沿岸までを観測する。大気成分観測との組み合わせで面白い観測ができる。

廣田(京大理):カタバ風の時間変動のスケールはどのくらいか?

安成/榎本:数十日のタイムスケールの変動が顕著。

廣田:そうであれば、榎本さんの観測でカタバ風を捉えることができるだろう。

田中(筑波大):北極域でも気温の大きな変動がある。鉛直風をウインドプロファイラーで測るといい。

4. 南極域での大気および水蒸気の循環

山崎孝治(気象研)

トラジェクトリー解析と水蒸気輸送の話をする。

昭和基地上空350~850mbの空気の起源をNMC客観解析データを使い、ラグランジュ的にさかのぼったトラジェクトリー解析を一日おきにほぼ2年分、行った。ほぼ等温位面に沿って空気粒子が動くことがわかる。冬は対流圏上部・中部では上昇流で主に低緯度からやってくる。対流圏下部では下降流で南極大陸上からくるものが多い。これは、カタバ風に伴う循環で、冬の方が強い。夏は低緯度下層からもかなりくる。カタバ風が対流圏の循環を大きく規定しているようだ(e.g., Parish and Bromwich, 1991; J. Climate, 4, 135-146)。

冬に30日間さかのぼると成層圏からくるものがあるが、主に、中低緯度からきており、極渦の中での下降流はあまり見られない。対流圏の中・上層に成層圏からや

ってくる割合は冬より夏の方が多し。

水蒸気輸送を NMC データで調べた (Yamazaki, 1992; Proc. NIPR Symp. Polar Meteorol. Glaciol., 6, 36-45). ウェッデル海および昭和基地付近は水蒸気の南極大陸への入り道となっている。水蒸気フラックス収束は沿岸で大きな正 (1 mm/day 程度) であり、内陸部では負の領域もあるが、平均すると正となる。収束の値は南極域全体の平均では冬の方が大きい。

5. 大気微量成分から見た南極域での物質循環

村山昌平 (資環研)

30次隊 (主観測年=1989年) に参加し、CO₂, CH₄, 対流圏 O₃ の観測を地上および航空機で行った。東北大学院で、その観測データを中心に、学位論文をまとめた。その一部を述べる。

対流圏一成層圏間の交換を O₃ データから調べたことがわかった。1989年3月下旬および9月中旬に高度6 km 以上で O₃ 濃度増加。この際の圏界面高度はそれぞれ約6 km および9 km。9月のケースは、高緯度側の成層圏起源の O₃ が対流圏にやってきたと考えられる。

また、物質循環の季節変動を CO₂ データで調べた。CO₂ の濃度 および その季節変化は、南半球では中緯度の方が高緯度より小さい。昭和基地では年間のほとんどの期間を通してわずかに上空ほど、濃度が高い。これらの事実は、南半球において CO₂ が高緯度へ運ばれるルートは対流圏下部ではなく、対流圏上部であることを示唆する。

微量気体の変動は大気輸送過程の影響を大きく受けることがこれらの観測からわかった。

牛丸 (沼津高専): 9月と3月の違いは? 圏界面の高さと下降流の関係はどう考えたらいいか?

神沢: 温度の鉛直分布は、放射冷却と大気の下降流による断熱圧縮加熱のバランスで決まっている。3月の場合、下降流が十分強く、WMOで定義されている圏界面が6 km 程度とずいぶん低かった。9月の場合、それほど下降流が強くなかった、ということかもしれない。

廣田: 北半球からの輸送の効果と海との交換の効果とを切り分けられるか?

村山: $\delta^{13}\text{C}$ の分析から、冬は主に北半球の生物圏との交換あるいは化石燃料消費の影響を受けた大気 (CO₂ 濃度変化に対する $\delta^{13}\text{C}$ の変化大)、夏は海との交換の影響を受けた南半球の大気 (CO₂ 濃度変化に対する $\delta^{13}\text{C}$ の変化小) が昭和基地にやってくるのではないかと推

1992年12月

察される。詳しくは今回の学会で発表をする。

廣田: 非常に興味深い研究だ。

山崎: 我々の大気大循環モデルによる実験でも、大気輸送のトレーサーとして CO₂ は非常に面白いことがわかっている。

6. 南極域での大気中の物質循環観測計画について

神沢 博 (極地研)

極域での物質循環問題の面白さを成層圏での水を例に挙げて述べ、次に、将来の観測計画について述べる。

南極オゾンホール形成にとって本質的と考えられる PSCs の主成分は水蒸気である。以下の二つの点が物質循環の問題として面白い。(1) 赤道対流圏界面の "Cold Trap" を生き延びた水蒸気が輸送によって極域に運ばれてくる。南極の冬の下部成層圏のように、赤道圏界面の温度以下になるような低温条件の下において、この水蒸気が他の大気微量成分とともに PSCs を作ると考えられている。(2) PSCs の粒子が重力落下する程度に大きく成長すれば、水と大気微量成分を含む粒子は成層圏から対流圏へ落ちてしまう可能性がある (e.g., Iwasaka and Hayashi, 1990; Proc. NIPR Symp. Polar Meteorol. Glaciol., 3, 23-35)。そのような過程で南極大陸地表面に運ばれてきたと推測しうる硝酸、塩酸が、南極大陸内陸部の表面積雪中に見いだされている (e.g., Kamiyama *et al.*, 1989; J. Geophys. Res., 94, 18515-18519)。

氷床ドーム計画が、ここ数年、気水圏ばかりでなく、極地研全体としても、人的および予算的に大きなプロジェクトである。今のところ36次 (1995年)、37次 (1996年) 隊で、ドームでの氷床コアボーリングおよびコアの現場解析が予定されており、38次 (1997年) あたりにドームでの大気の集中観測が行える可能性がある。また、39次隊 (1998年) 以降の観測計画もおいおい練ってゆかねばならない。IGACに呼応した大気化学関係の観測として、地上 CO₂, CH₄, O₃ 観測、O₃, NO₂ のコラム量観測という半定常的な観測を行いながら、34次隊では大気中エアロゾルの硫黄成分 (海洋生物起源のものが多いといわれる DMS 等) の観測、35次隊 (主観測年=1994年) 以降では、レーザーヘテロダイン赤外分光計による O₃, N₂O, CH₄ 等の鉛直分布の観測、回収気球システムによる対流圏、成層圏の CO₂, フロンガス, エアロゾル等の観測等が候補に上がっている。以下、神沢の考えを述べる。

測定高度領域が 0.5~17 km のウインドプロファイラ

一を、南極大陸上の子午面に沿って数点設置し、風の3成分を計ることを計画しつつある(Kanzawa, 1992; Proc. NIPR Symp. Polar Meteorol. Glaciol, 5, 29-38)。風の鉛直成分を計れるということが、ウインドプロファイラーの画期的な特長である。南極大陸上の大気は、強い放射冷却に晒され、それを補うべく、断熱圧縮下降流が起こっていると想像されている(第1図参照)が、その流れを南極大陸上で直接計った例はこれまでない。問題意識は以下のとおり。極域の対流圏界面(高度約10km)での成層圏と対流圏の空気交換の実態は?地表付近は強い放射冷却によりカタバ風が流れているが、このカタバ風が励起する子午面の流れがどの位の高度まで浸透しているのか?

1996年2月に打ち上げ予定の ADEOS 衛星搭載 センサーの一つである ILAS (Improved Limb Atmospheric Spectrometer) は、極域(56-70°N, 65-86°S)の主に成層圏(高度10~60km)の O₃, NO₂, HNO₃, N₂O, CH₄, H₂O, CFC-11, エアロゾル, 温度, 気圧を測定する。ILAS 観測と極域観測(検証実験を含む)を組み合わせることにより、中層大気の物質循環の研究が進むだろう。

7. カタバ風について

児玉裕二(北大・低温研)

主要な問題点は、安成、榎本氏によってすでに議論されたので、カタバ風研究の今後の課題についてのみ述べる。簡単にまとめると、(1)斜面方向の変化、(2)上層風あるいは大循環との関係、の二つが今後の重要な課題であると思われる。(1)については、Parish 達の流線図のカタバ風で解明された感を与えるが、内陸の傾斜が緩いところや海岸付近の複雑地形における記述は十分でない。また、摩擦の問題も残っていて、特に表面粗度に関係する氷床の表面形態や吹雪の問題、上層の風と関係する Entrainment の知識が十分でない。(2)については、安成氏らが提唱している風速の“30~50日周期変動”と大気大循環との関係に代表されるように、上層風との相

互作用の問題が重要である。これは成層圏からの微量物質の降下の研究にとっても重要である。

これらの問題を解決するには、衛星データの活用、多点同時プロファイル観測、AWS の充実、大気化学者との協力等が重要な要素と考えられる。極域研究の場合、とにかく data limited というところでお茶を濁すことが多い。それを解消するような観測の充実をはかるとともに、idea limited にならないよう心がけなければならない。

8. 総合討論

廣田：水蒸気以外に雲の形で水は内陸に入ってくるはずだ。その程度はどのくらいか?

和田(極地研)：海の上の雲水量は衛星のマイクロ波データから評価できる。大陸の上での雲水量の評価は難しい。

神沢：この問題の重要さは極地研の者も認識しており、和田さんが29次隊でレーダ観測と NOAA 衛星データの受信を行い、評価を試みつつあるところだ。

田中：Greenland では、雲の形で入ってくる量が水蒸気が入ってくる量に比べ無視できないことが知られている。

廣田：熱帯ではどうか?

安成：不明である。まさにこれからやろうとしている GEWEX の中心テーマだ。

神沢：水循環問題については、この研究会の枠でも議論してゆくつもりだ。

[補足。山内恭氏によれば、以下の通り。大気中の H₂O は、地球全体で考えれば、気体(水蒸気)の状態が存在するものが圧倒的に多く、液体(水)あるいは固体(氷)で存在するものよりも2桁多い。南極の場合は、水蒸気の割合が地球全体の平均に比べると少ないが、それでも他の状態に比べると1桁は多い。従って南極への H₂O の輸送の大部分は、水蒸気 の形で行われると予想される。ただし、きちんとした評価は今後の課題である。]

オゾン層観測センサーの利用に関する 国際ワークショップ報告*

神 沢 博*¹・横 田 達 也*²・岩 上 直 幹*³

1. はじめに

昨年(1993年)12月8日,9日に『地球環境科学技術と地球観測センサーに関する国際ワークショップ』(International Workshop on Global Environment and Earth Observing Satellite Sensors)が,東京タワー近くの郵政省飯倉分館において開催された。本会では,「オゾン層観測センサーの利用に関する分科会」(Ozone Layer Observation by Satellite Sensors)と「衛星データ複合利用によるグローバル・チェンジの総合的理解に関する分科会」(Understanding of Global Change Using Multiple Sensors in ADEOS-II/EOS/ENVISAT Era)の二つのセッションが並行して進行した。本ワークショップの主催は,科学技術庁,環境庁国立環境研究所,郵政省通信総合研究所であり,後援および事務局を宇宙開発事業団が担当した。「オゾン層観測センサーの利用に関する分科会」の企画と進行は,主に国立環境研究所が行い,組織委員は,秋元肇(東大先端研),笹野泰弘(環境研),神沢博(極地研,途中から環境研),横田達也(環境研)の4名が担当した。

オゾン層の破壊は,南極上空のいわゆるオゾンホールとしてだけではなく,北極周辺の高緯度地域や中緯度上空においても進行しているかのように見える。また,極域の成層圏雲,低中緯度の成層圏エアロゾルの存在がオゾン層破壊の進行を早めていると考えられており,グローバルな大気環境問題のひとつとして,オゾン層破壊の実態把握とそのメカニズムの解明が急務とされている。近年,成層圏オゾン層とそれに関連す

る大気微量成分の観測・監視において,衛星を利用した遠隔計測の果たす役割がますます高まっている。とりわけ太陽(または月や星)を光源とする掩蔽法(Occultation)による成層圏大気微量成分の衛星観測は,比較的歴史が古く,光源強度が強いこと,観測ごとに大気圏外での較正值が得られることなどから,高度分解能が良く,高い測定精度が得られるという特徴を持っている。現在,太陽掩蔽法に基づくオゾン関連微量成分センサーとしては,米国のSAGE II (Stratospheric Aerosol and Gas Experiment II)とHALOE (HALOgen Occultation Experiment)が軌道上にあり,極めて有用なデータを取得し続けている。今後,1996年にはわが国のADEOS (Advanced Earth Observing Satellite)衛星搭載ILAS (Improved Limb Atmospheric Spectrometer)が,1998年にはヨーロッパのENVISAT-1号衛星搭載GOMOS (Global Ozone Measurement by Occultation of Star)およびSCIAMACHY (SCanning Imaging Absorption spectroMeter for Atmospheric CHartography)が打ち上げられる。また,SAGE III等も計画されている。

「オゾン層観測センサーの利用に関する分科会」では,これらの分野の第一線で活躍している研究者を米国とヨーロッパ諸国より8名招聘して,以下の内容の報告と討議を行った。招聘者には,各センサーのPrincipal Investigator (PI:サイエンスチームリーダー)も3名ほど含まれている。なお,国内からは約50名の研究者が参加した。第1図に参加者の集合写真を示す。

(横田達也・神沢博)

* Report on the Workshop "Ozone Layer Observation by Satellite Sensors".

*¹ Hiroshi Kanzawa, 国立環境研究所.

*² Tatsuya Yokota, 国立環境研究所.

*³ Naomoto Iwagami, 東京大学大学院理学系研究科.

© 1994 日本気象学会

2. 共通セッション

2つの分科会の個別セッションに先だって,共通のセッションが行われ,森山隆氏(宇宙開発事業団)が,地球観測の各分野(大気海洋相互作用,大気中の微量



第1図 参加者の集合写真(横田達也撮影).

成分の挙動, 海洋生産, 雪氷圏変動, 等) に応じて, 全世界で, どのような衛星にいかなるセンサーが, これまで搭載されてきたか, また現在軌道上にあるか, さらに, 将来計画されているかを, レビューした. どのセンサーが衛星プロジェクトに採用されるかは, センサー開発に携わる研究者, 特定の研究目的に衛星データが不可欠な研究者, 等にとって非常に関心のあるところだが, 森山氏の描いた見取図によって, それぞれの分野の研究者にとって自分たちの関係するセンサーの位置づけがより明確になった. なお, 我々の関与している成層圏オゾン層の測定は, その見取図の中で priority の高いものとして位置づけられていた.

(神沢 博)

3. 会議の概要

(1) 国際オゾン委員会委員長の Dr. Gérard Mégie (仏, CNRS) より, オゾン層破壊の現状について報告を受けた.

(2) Dr. Rudi Zander (ベルギー, リエージュ大) より, 国際的に取組みが進められている NDSC (Network for Detection of Stratospheric Change) の現状の報告を受けた.

(3) Dr. Brian J. Connor (米, NASA/LaRC) より, 地球規模でのオゾン層監視における衛星観測の役割について, これまでの経緯と今後の国際的な計画について報告を受けた.

(4) これまで実績のある三つのセンサーの代表者から, 装置の概要と観測の科学的成果に関する報告を受けた. はじめに Dr. Michael Gunson (米, JPL) より, 過去3回にわたってスペースシャトルに搭載された, FTIR 型センサーの ATMOS (Atmospheric Trace MOlecule Spectroscopy) について報告がなされた. 次に Dr. Jae H. Park (米, NASA/LaRC) より, 2年前に UARS (Upper Atmosphere Research Satellite) 衛星に搭載され, 大気化学反応を知る上で重要なオゾンと微量ハロゲン化成分の観測を続けている HALOE について報告があった. さらに, Dr. M. P. McCormick (米, NASA/LaRC) より, 10年以上の観測の歴史をもつ SAGE II について報告を受けた. また, 将来の SAGE III計画も紹介された.

(5) 将来打ち上げが予定されている, 日本とヨーロッパの三つのセンサーについて, 各プロジェクトの概要と開発状況について詳しい報告がなされた. はじめに, ADEOS 衛星に搭載される ILAS について, 国

立環境研究所のサイエンスチームメンバー（鈴木睦、横田達也、神沢博）より紹介があった。次に Dr. Eric Chassefière (仏, CNRS) より、星を光源としてオゾン層の微量成分の観測を行う GOMOS について報告があった。さらに、Dr. J. P. Burrows (独, プレーメン大) より、SCIAMACHY について報告を受けた。

(6) 最後に、上記の各報告に基づいてオゾン層の現状に対する理解を深めるとともに、衛星プロジェクトの今後の取組みに対する考え方や国際的な協調のあり方などについて笹野泰弘氏を中心として、全体議論を行った。その結果、地球規模の大気変動を知る上で、今後計画されている衛星に搭載される予定か、あるいは、候補に上がっている Occultation センサーとそれらによる継続的な観測の重要性についての確認がなされ、参加者全員によって、世界の宇宙機関、科学政策決定者、大気科学者へ向けての勧告文が採択された。

本ワークショップは、米国、日本、およびヨーロッパ諸国の、オゾン層の観測と掩蔽衛星センサーの開発に従事する研究者が、日本においてはじめて互いの最新情報を交換できる場であった。オゾン層変動の長期の継続的な監視手段として、衛星観測は今後も大いに期待されている。それには国際協力により、互いの経験と計画についての情報交換が重要で、今後も日本、米国、ヨーロッパ諸国との間で、観測成果の発表等の情報交換の場を設け、国際協力を進めていく旨が確認されている。わが国としても2年後に ILAS の打ち上げを控え、本ワークショップは、国内外の同種の観測センサーの研究者による国際協力への第一歩として、大きな意義があったといえよう。

(横田達也・神沢 博)

3. ワorkshopで印象に残ったトピックス： HALOE のこと

一参加者として、今回ぜひとも話してみたい人がいた。それは HALOE の Park 博士である。HALOE は UARS 衛星に搭載された赤外センサーで、HCl, HF などハロゲン族をはじめとする多くの微量成分の高度分布を、ガス相関セルをもちいた分光装置によって掩蔽 (Occultation) モードで測定する。これまでも成層圏微量成分の分光測定に関わり、かつガス相関セルを用いて熱圏酸化窒素の測定などもやってきた私 (岩上) にとって HALOE は UARS のなかでも最も興味あるセンサーだった。装置の概要と初期結果の一部は今年6月の JGR 誌に載っているのだが、その測定方法に

関して腑に落ちないところがあって、気になっていたのである。

HALOE の測定原理は、まず目的とする波数域の太陽スペクトルを幅 100 cm^{-1} 程度のフィルターで切り取り、次に光束を二分して一方をガス相関セルを通し、他方はセルを通さずにそれぞれ検出し、両者の差から目的とする気体種による吸収を拾いだそうとするものである。HALOE はこの方法で HCl, HF, NO, CH_4 を、さらに相関セルを使わないフィルターのみによる放射測定で4気体種を測定している。スペクトルを測定してから吸収を定量する通常の方法では 10^{-3} 程度が検出限界であるのに対し、このような差分検出系では 10^{-5} 程度まで可能で、いわゆる検出感度はずっと高く設定することができる。ただし、それは前述した相関分光系が思惑どおりに動作した場合のことである。 CH_4 など、測定波数域で他を圧倒する強い吸収を示す気体種はともかくとして、私が特に注目していた HCl, HF など常に他気体の吸収に埋もれた弱い吸収しかない気体種に関しては注意を要する。

気になっていた点とは、衛星の軌道運動による吸収スペクトルのドップラーシフトをいかにして補償するか、ということである。この問題のシミュレーションは実験室ではできない。軌道運動速度は 8 km/s 程度なので、HCl の測定が行われる 3000 cm^{-1} 域でのドップラーシフトは 0.08 cm^{-1} となり、これは HCl 吸収線の1気圧における衝突半値半幅と同程度、ドップラー半値半幅の20倍程度に相当する。相関セルの吸収線のまわりを大気による吸収線がこれだけ動き回ると、いくら理論的な吸収線輪郭を用いて補正を試みても、 10^{-5} のバランスなどとても保てないのではないかと私には思われた。同じく UARS に搭載された、やはり相関セルを使ったセンサーである ISAMS (Improved Stratospheric and Mesospheric Sounder) は、軌道運動と直角方向のみを測定することにより、ドップラーシフトの影響を避けている。ISAMS は大気の熱放射を測定するセンサーであるため、測定方向を選ぶことができる。しかし HALOE は太陽を光源とした掩蔽測定であるためそれはできない。

コーヒーブレイクの時に Park 博士に聞いてみた。私の疑問に対する鍵は HCl の場合 0.2 気圧 50% と意外に大量の気体が相関セルに詰まっていることにあった。相関セル吸収線の等価幅は 1 cm^{-1} つまり半値半幅でドップラーシフトの6倍にもなり、大気吸収線は、ほぼ飽和した相関セル吸収線の底の部分動くことに

なるため、両者の相関はほとんど変化しない。それにしても、 10^{-5} のバランスは保てるのか、さらに 1 cm^{-1} もの幅があつては他気体による吸収の干渉がひどいだろう、と食い下がった。それに対しては、理論的線輪郭とモデル大気を用いて計算機シミュレーションをやつて補正曲線を作っておくのだ、ということであつた。

セッション中、HALOE の結果について質問されると Park 博士は、まだ暫定結果であるから、としばしば発言して何やら自信なさげだったが、このような困難な測定を敢行し、世界の前に結果を出しつつある HALOE チームの健闘を讃えたい。

(岩上直幹)

4. 印象に残ったこと：GOMOS のこと

個々の発表で私(神沢)の印象に残ったのはヨーロッパグループのものである。Park 氏の HALOE の話、McCormick 氏の SAGE の話は、既に雑誌に発表されていたり、両者が ILAS Science Team のメンバーであることから、これまで何度か聴いたことがあつたが、ヨーロッパグループのセンサーの話は、私にとっては初めてだったからである。ヨーロッパと米国との間で良い意味での競争心が感じられた。GOMOS は星を光源とする Star Occultation を使うのだが、本当にそんなことができるのだろうか、素人ながら、会議前には感じていた。やはり、そういう意見が多いのであろう、feasibility study をきちんとやっているようであつた。

(神沢 博)

5. おわりに

我々組織委員を勤めた者にとってはありがたいことに、プログラム原案で候補に挙げたほとんどの方々が参加してくださり、元々の意図どおり会議を進めることができた。当初参加予定だった GOMOS の PI の Bertaux (CNRS) は急用ができて会議寸前に来られなくなったが、ちゃんとした代役を派遣してくれた。

米欧の研究者が日本の衛星プロジェクト、また、ILAS に関心を持っていることを示しており、ILAS の一端に係わっている者として、仕事のやりがいを感じた。会議の実施が決まり、最初の企画運営委員会が開かれたのが昨年(1993年)の8月であり、実施までの期間が3か月強と短く、確定プログラムが出来上がったのが開催寸前であつたこともあり、主催者として参加して欲しい少数の方々、我々環境研の衛星観測チームの持っているメイリングリストの方々に通知したのみで、広く会の開催を知らせることができなかったが、この分野の日本の研究者のほとんどの方々が集まってくださり盛会となった。座長を勤めてくださった小川利紘(東大理)、中根英昭(環境研)、塩谷雅人(京大理)各氏を初め、多くの方々が議論に参加してくださつた。

この会を契機として、研究協力の道が開いた。例えば、ATMOS の PI の Gunson 氏より、きたる3月初旬に行われる ATMOS の Science Team Meeting に、互いの研究協力を深めるためにオブザーバーとして参加しても良いとの誘いの電子メールが我々のグループの笹野泰弘氏宛に届き、横田氏が参加することになったし、Connor 氏の話の中で紹介され、1993年に打ち上がったばかりの POAM (Polar Ozone and Aerosol Measurement) の検証に責任を持っている Chasferière 氏より、私(神沢)に対し、昭和基地のオゾンゾンドのデータを検証に使いたいとの相談があり、交流が始まった。私の知らないところでも様々な研究交流の進展があつたことであらう。

なお、2つのセッション全体の設営面について尽力された増子治信(通総研)、村上恭司(宇宙開発事業団)、横田各氏の働きがなかったならば、このオゾンセッションの成功はありえなかつた。

ここで述べたオゾン層観測センサーのワークショップのプロシーディングスが、1993年度中に発刊の予定です。入手を御希望の方は、神沢、横田氏、あるいは笹野泰弘氏宛に御連絡ください。

(神沢 博)

議事内容:

1)事務局より会員・会計報告

19年度会員(平成19年11月15日現在)

一般 162 人(新規 11人 更新 151人)

学生 43 人(新規 12人 更新 31人)

計 205 人(新規 23人 更新 182人)

参考

18年度会員

一般 181 人(新規 15人 更新166人)

学生 56 人(新規 14人 更新 42人)

計 237 人(新規 29人 更新208人)

17年度会員

一般 186 人(新規 28人 更新158人)

学生 56 人(新規 25人 更新 31人)

計 242 人(新規 53人 更新189人)

《会計状況》

平成18年度に奨励賞のメダル作成の初期費用・選考委員会旅費などが例年より余計に支出としてあったが、その後は会員の会費で運営できている。

2)奨励賞について

奨励賞選考委員より今後の検討課題について報告があり討議した。議論の結果、下記の点を確認した。

・推薦者を増やす努力をする。

・選考委員の選任にあたって分野のバランスに配慮する。

・選考の主担当は運営委員にすることで外部から選考委員を選ぶことを今後考える。

・受賞資格の年齢が37歳と少し高く、また学生などが受賞しにくい可能性がある。しかし、頻りに資格を変えることは問題であり、当面はこのままとする。

3)日本地球惑星科学連合同大会について(2008年5月開催)

連合同大会コンピーナーは、大気化学セッションのコンピーナー(町田、持田、斉藤、谷本の各委員)に金谷委員を加えて構成される。代表コンピーナーは町田委員が務める。金谷委員より大気化学セッションおよび会場の申請状況の説明があった。

4)日本学術会議GAC小委員会データベースWGについて

金谷委員より、現在作成を進めている大気化学データベースについて説明があった。

5)次回の大気化学討論会の開催場所と世話役について

討議によりいくつかの候補が出され、検討することになった。

6)ニュースレター2008年冬号

白井委員より作成上状況の説明があった。

7)IGACへの財政的支援(途上国委員の会合出席補助など)

IGACの委員である近藤会員からの提起で、標記課題の議論を行った。引き続き検討することにした。

8)研究会の学会化について

引き続き調査検討を進めることにした。

9)その他

企業からの討論会・シンポジウムの資料請求に関して議論した。当面は担当者に会員になってもらうことを条件に対応し、今後、法人会員について検討することにした。

大気化学研究会会員総会議事録

日時: 2007年11月28日(水)17:30-18:30

場所:名古屋大学野依記念館(大気化学討論会会場)

議事内容:

1)大気化学研究会奨励賞の授与

金谷有剛会員(海洋研究開発機構・地球フロンティア)に第3回奨励賞が授与された。

2)会長挨拶(中澤会長)

3)会員・会計報告(松見委員)

平成19年度の会員数および会計状況について説明があった。

4)地球惑星連合同大会の大気化学セッション(金谷委員)

大気化学セッションの概要と参加申し込みについて説明があった。

5)対流圏衛星の検討委員会(秋元・北会員)

これまでの活動状況および今後の予定について説明があった。

第13回大気化学討論会の開催報告

実行委員会委員長 神沢 博(名古屋大学大学院環境学研究科)

2007年11月27-29日の2日半にわたって、名古屋大学東山キャンパスの野依記念学術交流館で、第13回大気化学討論会が開催されました。本年度より、大気化学研究会が主催する研究集会是、春の地球惑星科学連合同大会の大気化学セッションと秋の大気化学討論会の2回になりました。また、本討論会は、名古屋大学太陽地球環境研究所との共催で開かれました(その意味で、従来、正月前後に行われてきた大気化学研究会の衣替えという側面もあります)。このように、新しい方針に沿って開かれた初めての討論会でした。参加者数は、152名(一般91名、学生61名)でした。発表件数は、口頭が39件、ポスターが67件の計106件でした。第2日の懇親会の参加者数は、96名(一般62名、学生34名)でした。第1日には、懇親を深める機会を増やすため、ポスター会場でビールとつまみのナイトセッションを催しました。

口頭発表のセッション名は、「成層圏・圏界面」、「対流圏・成層圏オゾン」、「長寿命気体」、「研究プロジェクト」、「VOCs」、「窒素酸化物・ラジカル」、「エアロゾルの分布・輸送」、「エアロゾルの特性・生成過程」でした。ポスター発表でも同様のテーマでの発表が行われました。また、第2日の午後には、「地球システム科学における大気化学分野の役割を考える」と題した特別セッション(コンピーナー:須藤健悟、招待講演:河宮未知生、井上元、安成哲三の諸氏)が行われました。引き続き、奨励賞受賞講演(金谷有剛氏)、大気化学研究会会員総会が行われました。

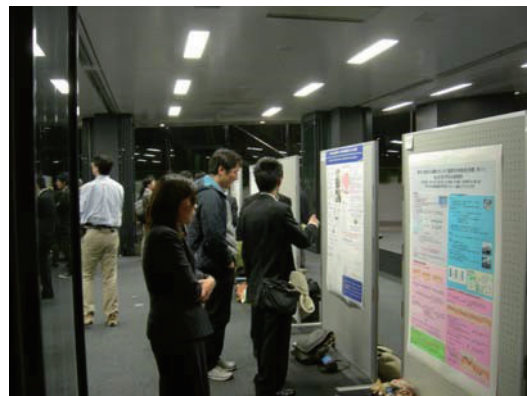
積極的な申し込み・参加、プログラム委員の適切なプログラム作成に、今回の討論会にぴったりの会場が相まって、会場での充実した質疑・討論が行われ、また、懇親会、ナイトセッション等で情報交換が行われ、実りある会となったのではないかと思います。

会議の運営に際し協力いただいた実行委員会委員の井上元(懇親会
司会)、柴田隆(口頭発表会場)、長田和雄(ポスター会場)、須藤健悟
(ホームページ)、永尾一平(懇親会、ナイトセッション)、持田陸宏(プログ

ラム)、大気化学研究会事務局の松見豊(受付)の諸氏(括弧内は主担
当)、さらには、4名の秘書の方々に感謝いたします。



特別セッションの総合討論の様子



ポスター発表会場の様子

大気化学研究会奨励賞:2007 年度選考結果

受賞者: 金谷有剛(独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境フロン
ティア研究センター・主任研究員)

受賞研究課題: 都市及び海洋大気中における OH、HO₂ ラジカル測定に
よる光化学反応過程の解明と理論の検証

受賞理由:

フリーラジカルは、高い反応性を持つことから大気中の様々な化学反
応に関与する。特に、OH、HO₂ラジカルは、対流圏大気中で光化学的に
生成され、オゾンの生成・消滅に深く関わるとともに、メタンなど大気成分
の寿命を決定する重要な酸化剤である。これらのラジカルは、気相だけ
ではなく、エアロゾル相・水相で起こる様々な化学反応にも関わり、対流
圏の物質循環に重要な役割を果たしていると考えられている。しかし、そ
の高い反応性ゆえに濃度は低く、実大気におけるこれらラジカルの直接
測定はこれまで容易でなかった。

金谷有剛会員は、レーザー誘起蛍光法を用いた対流圏OH、HO₂ラジ
カル測定装置の開発をおこない、大気中OHの検出下限数密度として 2×10^5 radicals cm⁻³を達成した。この性能は、同様の原理により実大気
中OH測定を実現している米・独・英のグループと同程度か、それらを上回
るレベルにある。

金谷会員はこの世界最高レベルの測定装置を用いて、東京における
冬季・夏季の大気観測に参加し、OH、HO₂濃度の測定を行うと共に、そ
の結果を非メタン炭化水素の観測データに基づくモデル計算と比較し、対
流圏光化学反応の核であるOH、HO₂ラジカルの連鎖反応理論の検証を
行った。その結果、同氏はNO濃度が高いときにモデル計算によるHO₂濃
度が過小評価されることを見だし、両者の反応速度で決まるオゾン生

成速度が過小評価されている可能性を指摘した。その原因として、
HO₂+NO₂の反応で生成しHO₂に比べ100倍の濃度で存在すると思われる
リザーバー物質、すなわちHO₂NO₂の反応過程に未知反応が存在することな
どを指摘した。この結果は、都市大気中の光化学オゾン生成に関する
NO_x-Limit、VOC-limitの領域が従来考えられてきたものと異なる可能性
を指摘しており、オキシダント対策戦略の議論に新たな一石を投じたもの
である。すなわち、既存の理論に基づくモデルではVOC-limitであるはず
の大気が、実際にはNO_x-limitである可能性が示された。こうした成果は、
HO₂ラジカルの実測によってはじめて可能となったものであり、都市大気
光化学反応過程の議論にブレークスルーをもたらすものであると高く評価
される。

金谷会員は、隠岐、沖縄、利尻の清浄な海洋性大気中において実施し
た、OH、HO₂ラジカル濃度の実測値と、現在最善と思われる対流圏光化
学反応機構を組み込んだ理論に基づく計算値との間には、2倍近い有意
な差がしばしば見られることを発見し、海洋大気中においても未知なる反
応過程が存在する可能性を指摘した。未知過程として、同会員はHO₂ラ
ジカルのエアロゾル表面への取り込みなどの可能性を検討し、特に、利尻
島での観測からは、海洋生態系(主に藻類)が大気中に放出するヨウ素
化合物から生成するOラジカルがHO₂と反応し、OHラジカルを過剰に生成
しているとの仮説を初めて提唱した。近年、アイルランドで行われたOH、
HO₂、IOラジカル同時観測によってこの仮説は検証されつつある。

以上のように、金谷有剛会員の研究は、国内外における大気化学の分
野で高い評価を受けている。よって、同会員の研究業績は、大気化学研
究会奨励賞に値するものと認められた。

日中臨床環境学国際ワークショップ in 由布院
**「成長」と「開発」のパラダイム転換：
 規制なき成長と「コントロールされた成長」そして「前向き」の縮小**

日時 2013年3月1日(金)~4日(月) / 場所 ゆふいん七色の風(大分県由布市湯布院町)

2012年度は北東・東アジアORTとして、中国の海河流域(北京市および河北省)および、日本の由布院温泉におけるフィールド調査を行った。その成果を日本と中国の研究者および由布院の地元の皆様と共有するために国際ワークショップを開催した。

由布院では、由布院温泉観光協会を中心に1980年代前半のバブル経済時代に計画された大型リゾート開発計画を阻止し、「癒しの里」としての温泉観光地づくりを行ってきた。今日の状況にあわせてまちづくりのコアメンバーたちが設定した目標は「前向き」の縮小」というものであった。

一方中国では、改革開放政策による経済発展が続いている。それにともなって都市化に付随するさまざまな問題が顕在化している。経済発展のまっただ中にある中国社会に求められているのは、「コントロールされた成長」だと考えられる。どこをどうコントロールすることが必要なのか、また、そういう取り組みが社会的に受け入れられるためには、どのような価値観を人々の間で共有すればよいのか、ということをはっきりとすることが必要である。

このようなテーマに沿って、まず1日目は由布院の持続可能な観光まちづくりがテーマ。地元の由布院観光協会の中谷健太郎氏、桑野和泉氏にインタビューをする形で、由布院のまちづくりの様子を伺った。その中では由布院の「盆地性」がまちづくりの大切な要素であったことなど重要なキーワードが語られた。

2日目は中国における経済成長・発展にかかわる臨床環境学的な検討がテーマ。中国科学院院士の劉昌明教授から中国

の水に関する問題とそれへの取り組みについてのオーバービューがあったあと、中国側研究者から南水北調に関する問題など、興味深い個別研究について報告があった。日本側からはライフスタイルの変化と水環境に関する報告などが行われた。



フィールドワークで中国のゲストが由布院温泉街を見学

午後は、中国における都市化に関する諸問題がテーマで、南京大学と吉林大学の研究者から都市化の現状とその課題について報告があった。特に農村部が都市化に伴って大きく変貌をとげつつあるようすが語られた。

最後にグローバルCOEアドバイザーボードのベーター・ハンス・デュール博士から、文明の転換にともなうパラダイム転換の重要性が指摘された。

全体を通して、「コントロールされた成長」と「前向き」の縮小を実現するために必要な共通の価値観や方法論について考察が深まり、今後の日中の研究交流の大切さがあらためて確認された。

高野 雅夫(環境学研究科 地球環境科学専攻 准教授)

国際アドバイザーボード会議第3回

日時 2013年12月18日(水)9:30~12:40 / 場所 環境総合館レクチャーホール

本グローバルCOEプログラム「地球学から基礎・臨床環境学への展開」(GCOE-BCES)においては、国際アドバイザーボード会議(International Advisory Board Meeting)を設置し、助言を受けることとしている。アドバイザーボード委員として、以下の3名の方々に就いていただいている。

- ・ハンス=ベーター・デュール(Hans-Peter DÜRR: マックス=プランク物理学研究所名誉理事長)
- ・真鍋淑郎(Syukuro MANABE: プリンストン大学上席客員研究員・名古屋大学特別招へい教授)
- ・エルンスト・フォン・ワイツゼッカー(Ernst von WEIZSÄCKER:

ローマクラブ共同会長)

本プログラムの2013年度終了に伴って最後となる本会議第3回は、第1回(2010年3月17日開催;本ニュースレターNo.2参照)、第2回(2012年2月29日;本ニュースレターNo.4)に続くものであった。国際シンポジウムの翌日の午前に、英語で行われた。参加者は、アドバイザーボード委員2名、すなわち、真鍋、ワイツゼッカーの両氏(デュール氏は欠席)を含め、24名であった。まず、事業推進担当者側の7名から本プログラムの進捗状況の報告が行われ、次に、2名のアドバイザーボード委員から、アドバイ

スがなされた。

アドバイザーボードの真鍋、ワイツゼッカーの両委員に共通のコメントの概要は以下のとおりである。



左から、真鍋、ワイツゼッカーの各氏

真鍋、ワイツゼッカー両委員：本

プログラムが実践してきたORT (On-site Research Training) をはじめとする教育プログラム「統合環境学特別コース」は、有意義であり、その実践で育まれた成果・方法をレビューし、本プログラム終了後も継続すべきである。その際、環境学研究科・生命農学研究科ばかりでなく、名古屋大学の他の研究科・部局の教員・学生が参加できる体制を作るべきである。ラオス、中国、伊勢湾の3つの異なる発展段階のORTの経験をまとめて仮説を構築すべきである。教育プログラムで育てた学生のうちアカデミックでない職業に就いてゆく学生の出口をケアするコンサルティングファームの設立も進めるべきである。本プログラムで開発した内容は、有意義であるから、様々なファンディングを獲得できる可能性がある。

各委員それぞれの方が強調した点は以下のとおりである。

真鍋委員：統合環境学特別コースを修士課程の学生にもと

らせるようにしたい。うまくゆけば、名古屋大学のMES (Master of Environmental Studies) はハーバード大学のMBA (Master of Business Administration) のように高い評価を受けるようになる可能性もある。博士課程の学生の場合には、コースワークとPh. D. 論文の両方に割くエフォートのバランスに注意が必要である。

ワイツゼッカー委員：統合環境学特別コースに参加した学生にインタビューをし、コースの就職への効果を評価すべきである。発展と長期的持続性のトレードオフのさらなる理解を進めるべきである。持続性を安定的に担保するためには、ドイツやシンガポールで行われたように、環境についての憲法条文や法律の制定が重要である。民主主義では、数年に一度の選挙で政策が変わってしまう可能性がある。本プログラムの成果をトップランクの査読雑誌に発表すべきであり、その際、Future Earthプログラムと関連づけると評価がより高まるだろう。

このように、今回も、アドバイザーボード委員の方々から本プログラムに対し、建設的なアドバイスをいただくことができた。これらのアドバイスのうち、既に実施中あるいは実施計画中のものは自信を持って実施し、また、これから反映できるものは反映して、本プログラムの成果をとりまとめ、本プログラム終了後も継続する統合環境学特別コース、近いうちに設置するコンサルティングファームの充実を図るべく努力する。

神沢 博(環境学研究科 地球環境科学専攻 教授)

日本環境共生学会第16回学術大会において、 ORTをテーマとする企画セッションを実施

日時 2013年9月28日(土)、29日(日)／場所 豊橋技術科学大学

2013年9月28・29日に豊橋技術科学大学で開催された「日本環境共生学会第16回学術大会」において、本グローバルCOEプログラムによる企画セッション「農業・農村から見た臨床環境学構築の試み -On-site Research Training (ORT)を通じて-」を実施した。

日本環境共生学会は、人間生活を取り巻く自然環境・居住環境の共生に関する基礎・応用研究を行うとともに、これらの分野に携わる研究者、市民、行政担当者、実務者等による研究成果の発表と相互交流を行うことを通じて、人類の営みと環境との調和・共生を対象とする固有の学問体系の確立に寄与することを目的とした学際的な学会であり、本プログラムリーダーの林良嗣教授が会長を務めている。

企画セッションでは、臨床環境学の構築をめざして、現場における学生・教員一体となった研究実習活動として実施してきたORTについて、農業・農村を切り口として5件の成果報告が行われるとともに、その課題について議論が行われた。

まず、ORTで試行している異分野大学院生グループの協働

による調査研究の特徴と課題について報告された後、3つのサイト(日本の伊勢湾流域圏、中国、ラオス)での農業・農村に関する調査分析の結果が報告された。さらにこれらを相互比較することで、農業の近代化から衰退へ、農村の都市化から衰退へという共通した流れをとらえ、それに対応できる農業・農村の臨床環境学試案が紹介された。

報告を受けた総合討論では、ORTの進め方や意義、学生や教員の参加意欲など、取り組みの具体的な内容について突っ込んだ議論が展開され、大いに盛り上がった。それを通して、ORTによって臨床環境学が洗練され、地域のステークホルダーとともに環境問題を診断・処方・治療するとともに、視野が広く実社会でも役立つ人材が育成され、また一般的な環境問題への知見を提供できるような方法論として整備されていくことへの期待を感じるとともに、そのために我々が進むべき方向性について有用な知見を得ることができた。

加藤 博和(環境学研究科 都市環境学専攻 准教授)

2-5 ILAS プロジェクト

5. 地上検証実験

衛星データの検証には地上からの同時観測などによる検証実験が不可欠である。検証実験としては(1)環境庁予算による独自の観測実験、(2)データ交換原則に基づく他機関による観測実験データの入手、(3)気象機関等による定常観測データの入手の3つの可能性がある。(1)の場合においても内外研究機関等の支援を得ることは必須であり、今後あらゆる可能性の検討を進めていく。

検証実験観測には第1表に示すような測定機器の利用が考えられる。ILAS に関しては測定対象領域が高緯度地方(外国)になるため、上記の(1)(2)の場合においては国際協力を進める必要がある。

検証実験はさらに総合的な観測キャンペーンと連動させて実施することにより、オゾン層変動の現象解明・機構解明のための総合的観測とすることが出来る。

6. おわりに

ILAS 及び RIS の両プロジェクトは、いずれも国立環境研究所の研究者を中心としたサイエンスチーム体制によって実施されている。サイエンスチームには国内外の大学・研究機関の研究者が加わっており、機器開発、データ処理アルゴリズム研究、機器試験支援、データシステム設計、検証実験計画策定、データ利用研究計画策定等に当たっている。サイエンスチームメンバーの各位に感謝するとともに、さらに ILAS/RIS プロジェクトを実りあるものにするために、多くの皆様のご支援をお願いする決意である。

参考文献

- Matsuzaki, A., 1984: Rocket observation of the rotational profile of the A-band absorption spectrum of atmospheric oxygen molecules, *Ann. Geophys.*, 2, 475-480.
- Matsuzaki, A., 1990: An overview of LAS/ILAS, Technical digest of Topical Meeting on Optical Remote Sensing of the Atmosphere, 355-358, Nevada February, 1990.
- 湊 淳, 杉本伸夫, 笹野泰弘, 1991: 衛星搭載リトロフレクター (RIS) を用いた大気微量分子の分光測定

法, レーザー研究, 19, 1153-1163.

Minato, A., N. Sugimoto and Y. Sasano, 1992: Optical design of cube-corner retroreflectors having curved mirror surfaces, *Appl. Opt.*, 31, 6015-6020.

Sasano, Y., K. Asada, N. Sugimoto, T. Yokota, M. Suzuki, A. Minato, A. Matsuzaki and H. Akimoto, 1991: Improved Limb atmospheric Spectrometer (ILAS) and Retroreflector In-Space (RIS) for ADEOS, *SPIE 1490, Future European and Japanese Remote-Sensing Sensors and Programs*, 233-242.

鈴木 睦, 松崎章好, 横田達也, 笹野泰弘, 石垣武夫, 木村教夫, 荒木信博, 1991: オゾン層観測センサ「ILAS」, *日本赤外線学会誌*, 1, 42-50.

コメント

神沢 博(極地研)

私は ILAS サイエンスチームの一員であり、主にデータ利用という立場で参加している。以下の二つの理由でこのプロジェクトに参加することにした: ILAS は私が強い関心を持っている中層大気(主に成層圏)の物質循環というテーマを追及するのに適ったセンサーであること; 対象が極域であり、私の属している研究所の観測と関連が深いこと。

以下の二つの点を中心に仕事する予定である: 極域での検証実験観測(やはりサイエンスチームの一員である名大 STE 研の近藤豊さんが中心になってまとめている)を有効に進めること; ILAS データと極域観測(検証実験を含む)を組み合わせて、研究に有効なデータセットを作成すること。

衛星打ち上げの遙か以前から(ADEOS 衛星打ち上げは1996年2月の予定), データ利用までを見通して大気成分の衛星観測を行うというのは、今回が日本としては初めての経験である。このような最初の機会に遭遇した我々の世代の役割を認識し、その役割を達成すべく努力したい。具体的には、データ利用を希望する方々と連絡をとりながら、科学的成果が上がるのに最適なデータ利用システムを構築することに貢献したい。

衛星観測

研究管理官 神沢 博

はじめに

衛星観測担当研究管理官のポストが発足したのは、1993年10月、約1年半弱前のことであり、それ以来、私、神沢がその任を務めている。このポスト発足以前は、衛星観測については、大気圏観測担当研究管理官が、その業務の一部として行ってきていたが、以下に記すILAS・RIS衛星観測プロジェクト実施業務量が多大になってきたことが主たる要因となって、このポストが発足した。したがって、当面の衛星観測担当業務の大部分は、ILAS・RIS衛星観測プロジェクトによる成層圏オゾン層等のモニタリングのための研究支援業務、特に、データ処理運用システムの開発・運用である。以下この点について述べる。プロジェクト全体の構造および観測の概要については、例えば、地球環境研究センター年報Vol. 3 (CGER-A003-'94) に書かれている。なお、ADEOSによる観測が予定されている期間に、成層圏オゾン層中の多数の大気微量成分を観測する人工衛星センサーは、おそらく国際的にみて他に皆無となるであろうことから、ILASおよびRISによる観測は、成層圏オゾン層の監視等の観点から、極めて貴重な意義を有する。

業務内容

1996年2月に打ち上げが予定され、設計寿命が3年とされている宇宙開発事業団 (NASDA: National Space Development Agency) の地球観測プラットフォーム技術衛星 (ADEOS: Advanced Earth Observing Satellite) に搭載されるオゾン層観測センサー「改良型大気周縁赤外分光計 (ILAS:

Improved Limb Atmospheric Spectrometer)」

および高層大気中の微量成分の観測のための「地上衛星間レーザー長光路吸収測定用リトロフレクター (RIS: Retroreflector In Space)」によって得られるデータの処理運用を行うためのILAS・RIS衛星データ処理運用施設 (ILAS & RIS Data Handling Facility: ILAS & RIS DHF) のシステム開発業務を、地球環境研究センターが主として担当している。ILAS & RIS DHFは、計算機システム (Computer System)、ソフトウェアシステム (Software System) に加えて、計算機システムが設置される部屋、空調設備、高速デジタル専用回線設備、等を含めた総称である。

ILAS・RIS衛星データ処理運用施設 (ILAS & RIS DHF) の開発

開発の経過

平成2 (1990) 年度	プログラム開発のための資料整備
平成3 (1991) 年度	データ処理運用システム基本設計
平成4 (1992) 年度	データ処理についての詳細設計および一部プログラミング作業、モデル実験
平成5 (1993) 年度	データ処理についての詳細設計および一部プログラミング作業、モデル実験、データ処理運用装置 (計算機システム) 導入検討作業
平成6 (1994) 年度	データ処理についての詳細設計および一部プログラミング作業、モデル実験、データ処理運用装置 (計算機システム) 導入

開発の計画

平成7(1995)年度	個々の機能に応じたサブシステムの総合テスト、各サブシステム間の総合調整テスト、全システムの完成テスト、施設の運用、処理運用
平成8(1996)年度	施設の運用、維持・改訂
平成9(1997)年度	施設の運用、維持・改訂
平成10(1998)年度	施設の運用、維持・改訂

平成11(1999)年度以降も衛星搭載機器が正常に動作し、データが得られる場合には、平成10(1998)年度と同様の業務を行う。

今後の展望

1. ILAS & RIS DHF

上述したように、装置(計算機システム)導入およびデータ処理についての詳細設計・一部プログラミング作業は終了している。しかしながら、以下に例示するように、解決すべき問題が多々ある。

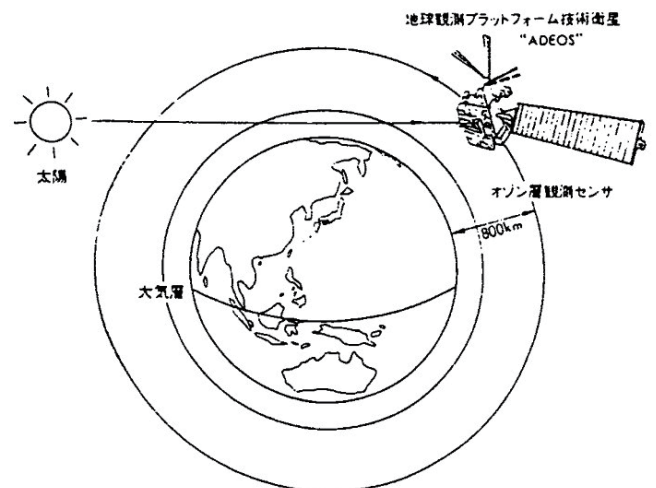
- (1) 運用体制の確立
- (2) ミッション運用システムの開発
- (3) データ処理アルゴリズム開発
- (4) データ評価・データ解析システム開発
- (5) データ提供システム開発

これらの開発はADEOSが打ち上げられる1996年2月、約1年後までに、完成させる必要がある。そのため、国環研の本センターおよび衛星観測プロジェクトチームを中心とし、ソフトウェアシステム開発業者、計算機システム導入業者が一体となって、国内外のILASおよびRISサイエンスチームメンバーの助言を得ながら、この業務を行っている。ILASおよびRISの観測が成功裡に行われた段階においては、ILAS & RIS DHFの実際の運用が行われること

になり、新しいプロジェクトの常として、事前の準備はきちんとしておくものの、その都度解決すべき問題が出てくるであろう。しかし、それらの問題も、上記チームワークで解決してゆくつもりである。

2. ILAS-II

改良型大気周縁赤外分光計II型(ILAS-II)が、1999年に打ち上げ予定の環境観測技術衛星(ADEOS-II)に搭載されることが決定している。今後は、ILAS & RIS DHFの完成作業と並行しつつ、ILAS-II DHF設計・開発を検討する必要がある。ILAS & RIS DHF設計・開発の経験を踏まえながら、どのような考え方でILAS-II DHF設計・開発を行ったらよいかを現在検討中である。ILAS & RIS DHFおよびILAS & RISプロジェクト全体は、運営体制の透明性が高いことから、大きな信頼および高い評価を得ていると考えている。この信用を維持しながらも、ILAS-IIについては、プロジェクト内部のスタッフがもう少し余裕を持ってプロジェクトを実施運営してゆく方策はないかと思案中である。





地球環境研究センター ニュース

Center for Global Environmental Research

<通巻第70号>

Vol. 7 No. 6

- 目次■ ●衛星搭載オゾン層観測センサーILAS初データ取得
研究管理官 神沢 博
- ロシアの飛行機（浮いた！飛んだ！エンジンをストップ！！還れたー！！）
大気圏環境部上席研究官 井上 元
- 「地球環境の人間側面研究－HDP」の国際的進展
地球環境研究グループ統括研究官 西岡 秀三

衛星搭載オゾン層観測センサーILAS 初データ取得

研究管理官 神沢 博

1. ADEOS打ち上げ

新聞、テレビ等で紹介されたように、ADEOS（地球観測プラットフォーム技術衛星）が、今夏、8月17日に宇宙開発事業団種子島宇宙センターから成功裡に打ち上げられた（図1参照）。ADEOSは、打ち上げ後「みどり」と命名された。「みどり」には8つのセンサーが搭載されており、そのひとつがオゾン層観測センサーILAS（改良型大気周縁赤外分光計）である。ILASは、成層圏のオゾン層およびオゾン層破壊反応に関連する大気微量物質を観測するため、環境庁が1989（平成元）年度から開発を行ってきたセンサーである。

（次頁へ）



図1 ADEOSのH-II
ロケット4号機による打ち上げ風景（宇宙開発事業団提供）。1996年8月17日午前
10時53分、於宇宙開発事業団種子島宇宙センター。

2. ILAS初データ取得

打ち上げ後、衛星の運用が順調に行われ、9月17日、18日には、ILASの初期運用チェックアウトが実施され、衛星搭載機器ILASの機能が正常であることが、確認された。それと同時に、地球環境研究センターのモニタリング予算で開発してきた地上施設、ILAS・RIS衛星データ処理運用施設（ILAS & RIS Data Handling Facility、以下、ILAS & RIS DHFと呼ぶ）も正常に機能することが確認された。すなわち、ILAS & RIS DHFは、宇宙開発事業団地球観測センターで受信され編集されたILAS測定データを正常に取得し、その測定生データを処理・加工してオゾン等の大気微量成分濃度の高度分布を算出することができた。

その結果、9月27日（たまたま、衆議院解散の日と重なった）、「地球観測衛星「みどり」の改良型大気周縁赤外分光計（ILAS）からの初データ取得について」と題して、環境庁および科学技術庁/宇宙開発事業団の共同で記者発表が行われた。記者発表の際の環境庁側の主体は、地球環境部研究調査室であったが、国立環境研究所から、衛星観測研究チームの笹野泰弘氏（ILASプロジェクトリーダー）および私（ILAS & RIS DHF責任者）が科学的側面についてのサポート役として、発表に立ち会った。

図2（記者発表時に配布した図である）は、9月18日のILASの初期運用チェックアウト時に取得された測定データをILAS & RIS DHFで

処理して得られた南北極域成層圏のオゾン濃度の高度分布を示す。また、参考として1993年9月のオゾン濃度のデータを示している。ILASが予定どおりの機能を発揮し、オゾンの濃度の高度分布を把握できること、南半球高緯度地方では、上空20kmから30km付近において1993年当時と比べオゾン濃度が低くなっていること等が確認できた。なお、オゾン以外の硝酸、二酸化窒素、一酸化二窒素（亜酸化窒素）、メタン、水蒸気、フロンガス等の物質、気温および気圧については、現在データの精度を確認しているところである。今後、

さらにデータの精度の確認、機器の校正、データ処理のプログラムの確認作業等の機能確認試験を継続していく。

この初期運用チェックアウトのデータ取得は、ILASの機能確認試験を目的として実施されたもので、観測範囲は高度約20kmより上空であり、機能確認のための速報的処理を施している。定常運用以降は、高度10kmから60kmの範囲の観測が予定されている。

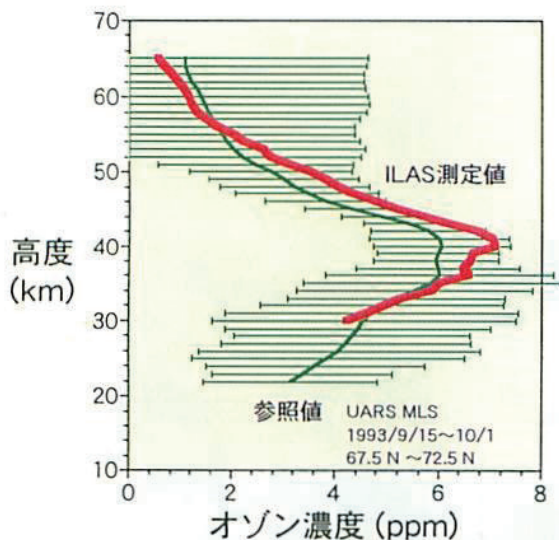
なお、記者発表文は、インターネットを用いて公表されている。インターネット上の国立環境研究所 ILAS ホームページのURLアドレス

改良型大気周縁赤外分光計（ILAS）によるオゾン濃度の測定結果

パス 97

地点 北緯 71.5度 西経 129.9度（アラスカ北方）

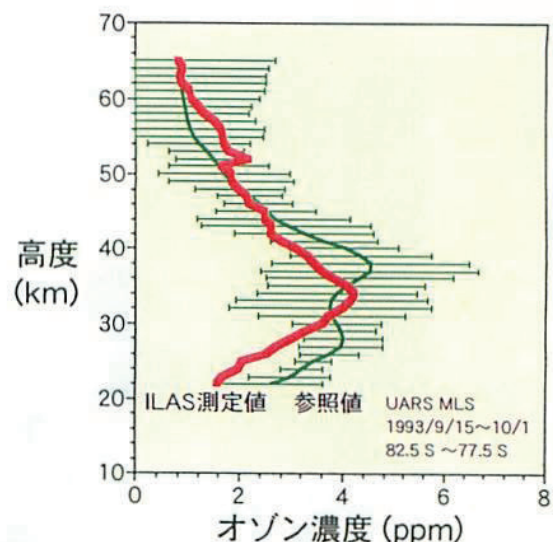
時刻 1996年9月18日 11時53分（日本時間）



パス 97

地点 南緯 87.5度 東経 92.6度（南極点近傍）

時刻 1996年9月18日 12時58分（日本時間）



(注1) ILASは、宇宙開発事業団の地球観測衛星「みどり」に搭載されている。

(注2) 参照値として米国の衛星センサーMLSのデータをもとに算出した平均値（細実線）と、変動幅（横棒：標準偏差の3倍）を示している。

(注3) 機能確認のための速報的処理として、英国気象局提供の気温データを計算に使用している。

図2 成層圏のオゾン濃度の高度分布。1996年9月18日のILASの初期運用チェックアウト時取得データの処理結果。図中のMLS (Microwave Limb Sounder) は、NASAの人工衛星UARS (Upper Atmosphere Research Satellite) 搭載のセンサーである。

スは、<http://www-ilas.nies.go.jp/>である。ILASに関するその他の詳細情報も、このホームページに載せてある。

3. ILASの初期運用チェックアウト時のILAS & RIS DHFの様子

ILASの初期運用チェックアウト前には、ADEOS衛星の打ち上げ後、ADEOS初期チェックアウト運用（衛星軌道データ、ILASハウスキューピングデータ、TOMSデータ等を宇宙開発事業団より日々受信）を開始した。また、ILAS初期チェックアウト時の検証用に、UARS等の他衛星データから、ILASデータ質評価用参照大気モデル（暫定版）を作成した。ILAS初期運用チェックアウト期間には、当研究所のILASプロジェクトスタッフ研究者（笹野、

鈴木、横田、神沢）、ILAS & RIS DHF運用者、衛星搭載センサー開発業者（松下技研）、データ処理運用ソフトウェア開発業者（富士通エフ・アイ・ピー）とが共同で、笹野氏が中心となって、ILASセンサの動作確認、受信したILAS観測データのチェック等を、夜間を通して行った（図3参照）。また、ILAS & RIS DHF運用者は、システム障害等に備えての夜間待機も交代で行った。初の観測データということで、データが画面上に出力される度に、皆、一喜一憂していた（図4参照）。初めてのこと故いささか紆余曲折があったものの、基本的に期待通りの測定データが得られ、記者発表時には、データを公表することができた。

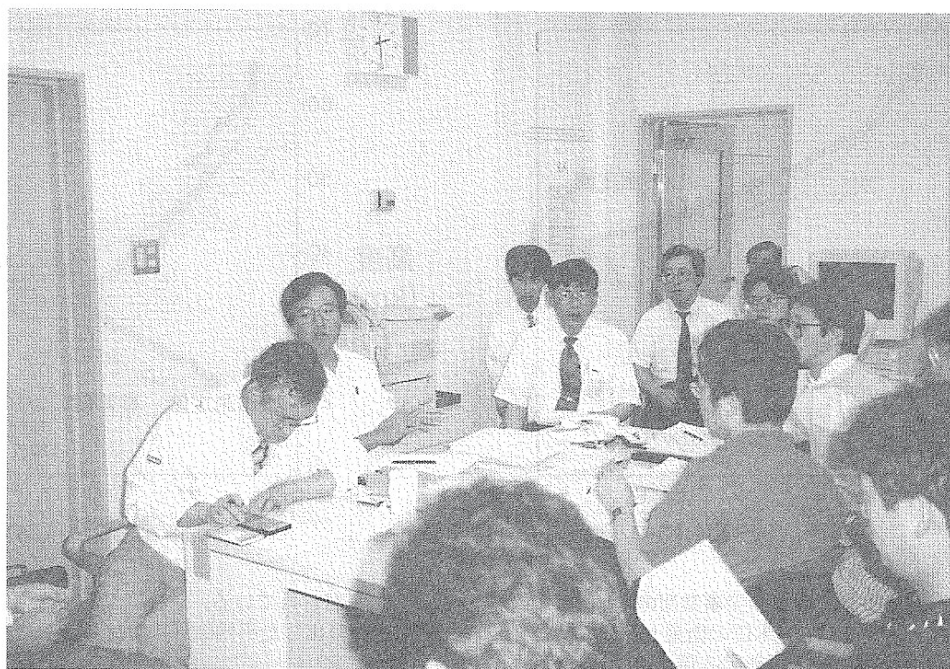


図3 ILASの初期運用チェックアウト時の打ち合わせ光景（横田達也氏撮影）。写真上方の時計が2時30分前を指しているが、これは午後ではなく午前2時30分である。

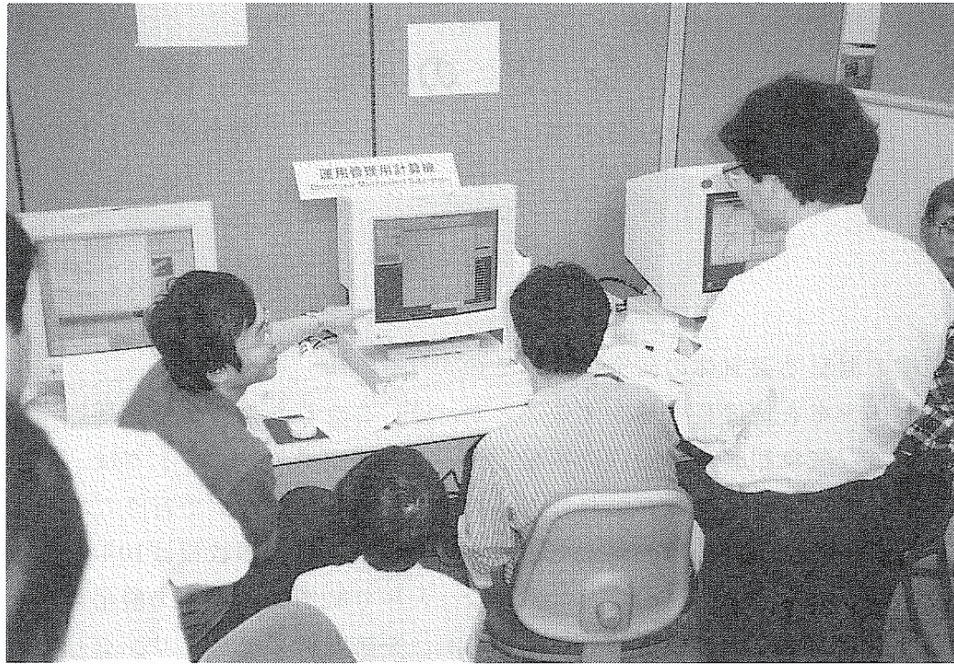


図4 ILASの初期運用チェックアウト時にモニターに集う光景（横田達也氏撮影）。最初のデータ処理結果を図示しようとしている瞬間。

4. その後の経過および今後の予定等

ADEOS総合運用試験において10月中旬からILAS観測が順調に行われ、機能確認試験を行っている。11月中旬以降定常運用を行う予定である。10月28-29日には、国内のILASサイエンスチームのメンバーが集まり、第1回データ質評価検討会が開かれた。データ質につき、忌憚のない意見交換が行われた。現在、プロジェクト関係者一同、よりよいアルゴリズムを開発して良質の処理データを得るべく、作業中である。

来年2月-3月、スウェーデン・キルナにおいて大気球を用いた大規模な検証実験を実施する他、本年11月以降、アラスカ、南極昭和基地等においても比較用のデータを取得し、観測データの信頼性を確認する。その確認後、オゾン層変動の監視、オゾン層破壊の仕組みの解明等の科学研究に活用される。なお、検証実験とは、同一の測定対象に対して衛星観測と時間的、空間的に同期して、独立の測

定を行って衛星データとの比較を行い、衛星搭載機器の動作、データ処理システムの妥当性を評価するための観測実験のことである。

衛星の設計寿命は3年であり、打ち上げ後3年間、定常観測を実施する。定常観測においては、南北両半球の高緯度地域を中心に、1日にそれぞれ14地点強の上空でデータが取得される。

なお、環境庁が開発したもう一つの地球観測センサーであるRIS（地上・衛星間レーザー長光路吸収測定用リトロリフレクタ）についても機能確認試験が進められており、現在までに可視光の反射が確認されている。

さらに、1999（平成11）年度に打ち上げ予定のADEOS-IIに搭載するILAS-II（ILASの後継機）を環境庁が現在開発中であり、また、ILAS-II DHFシステムの開発もILAS & RIS DHFシステムの開発と同様、地球環境研究センターの予算で行われている。

ILAS 検証実験・解析に関するパリ会議に出席して*

笹野 泰弘*¹・塩谷 雅人*²・中根 英昭*³
 神沢 博*⁴・鈴木 睦*⁵・林田 佐智子*⁶

1. はじめに

ILAS は「改良型大気周縁赤外分光計」の英語名 [Improved Limb Atmospheric Spectrometer] の頭文字をとったものであり、環境庁が開発した衛星搭載オゾン層観測センサーである(笹野, 1993)。ILAS は 1996年 8月に宇宙開発事業団によって打ち上げられた地球観測衛星「みどり」に搭載され、1996年11月から、「みどり」が太陽電池パネルの事故により運用を停止した1997年 6月末までの約 8 か月間にわたって、主に南北両半球の高緯度高層大気の観測を行ってきた。

この間、衛星から測定した ILAS データ及びデータ処理アルゴリズムの検証を目的とした地上からの種々の検証実験観測が実施された。特に、1997年 2, 3月にはスウェーデンのキルナ近くのエスレンジにおいて、大気球観測を主体とした大規模な観測実験を、環境庁及び CNES (フランス国立宇宙研究センター) の共同実験として実施した。これには、呼びかけに応じた世界 7 か国の、約 40 チームに上る研究グループが参加し、約 20 機に上る大気球、60 機近いオゾンゾンデが放球さ

れた他、地上からのリモートセンシング、航空機の同期観測等が行われた。日本からは、東北大学等を中心とするクライオサンプリング観測と、名古屋大学による化学蛍光法 (CLD) 観測の 2 グループが参加した。これらの検証実験では、国立環境研究所の神沢博をチームリーダーとして ILAS 検証実験チームを組織し、計画立案・実験実施に当たった(この功績を認められて神沢氏は、1997年度気象学会堀内基金奨励賞を授与された。)

これらの ILAS 検証実験及び検証解析に関わる中間報告会 (ILAS Validation Experiments Interim Report Meeting) を、環境庁・CNES の共催として、さる 1997年 9月 18日, 19日の両日、パリの CNES 本部において開催した。この会議は、キルナキャンペーンに限定せず、ILAS 検証に関わるすべての検証実験担当者として検証解析担当者に参加を呼びかけて実施したもので、日本から 12名、日本以外から約 50名の出席があった。日本からの参加は、ILAS サイエンスチームメンバーの塩谷 (北海道大学)、林田 (奈良女子大学)、中根、鈴木、横田、神沢、笹野(以上、国立環境研究所)、検証実験チームから村田(東北大学)、国立環境研究所に滞在中の科学技術庁フェローの Karin Kreher、共同研究員の Greg Bodeker (名古屋大学)、(株) 富士通エフアイピーの谷口、植村の各氏であった。

会議では、検証実験の担当者からそれぞれの実験結果と、ILAS データとの比較結果が報告された。今回の比較には、主として Ver. 3 プロダクトが用いられたので、必ずしも比較結果が思わしくないという印象であったが、Ver. 4 に向けてのテスト処理結果を用いた比較ではかなりの改善が見られたことから、Ver. 4 プロダクトの早期の配布に対する希望が強く出された。

検証実験データは単に、ILAS データと合う、合わないを言うためのものではない。真の目的は、種々の検

* Report on the ILAS Validation Experiments Interim Report Meeting held in Paris, France (September 18 and 19, 1997).

*¹ Yasuhiro Sasano, 国立環境研究所地球環境研究グループ.

*² Masato Shiotani, 北海道大学大学院地球環境科学研究科.

*³ Hideaki Nakane, 国立環境研究所地球環境研究グループ.

*⁴ Hiroshi Kanzawa, 国立環境研究所地球環境研究センター.

*⁵ Makoto Suzuki, 国立環境研究所地球環境研究グループ.

*⁶ Sachiko Hayashida, 奈良女子大学理学部.

© 1998 日本気象学会

証データとの比較から、ILAS データの特性とデータ処理の問題点を明らかにすることにより処理アルゴリズムの改善を図るとともに、その妥当性を評価することにある。今回の会議で示された結果から、現在の処理プログラム並びにプロダクトの抱える問題点が明確になってきた。現在、これらを踏まえた処理アルゴリズムの改訂を行っているところである。また、改訂アルゴリズムによる処理テスト結果は早い段階で検証解析の関係者に提供し、検証解析作業との効果的なインタラクションを持つように務めたいと考えている。そして、科学的な研究に利用できるデータセットを早く確立し、国内外の研究者に提供していきたい。

本報告では、一般にはあまりなじみはないかも知れないが、衛星観測プロジェクトで非常に重要な「検証」という作業をどのように進めているかということの一端をお伝えすることを念頭に、パリ会議への参加者のうち、検証解析担当チームの役割をお願いしている方々に、それぞれの担当する項目の検証作業の状況と、その他、感じることを書いて頂いた。検証実験の詳細内容については、ILAS 検証実験計画書 (Kanzawa, 1997) を参照されたい。

なお、ILAS プロジェクトの推進に当たっては、国立環境研究所の研究者だけではなく、国内外の多くの研究者の参加を得て、ILAS サイエンスチームを組織し、データ処理アルゴリズムの研究、検証実験計画立案・実施、データ検証解析、データ利用研究等を行ってきた。また、上に述べたように、非常に多くの方が検証実験に参加して下さった。有り難いことである。ここに記して、謝意を表したい。(笹野泰弘)

2. 気温の検証

ILAS では可視波長域の酸素分子による吸収に注目することによって、気温・気圧の測定を行おうとしている。この手法は、衛星観測として世界でもはじめての試みであるが、現在のところまだいくつかの問題があり(しかし、これらは十分に改善できる見通しがある)、Ver.3アルゴリズムでは未だ標準プロダクトとして公開されていない。

しかし、検証作業は着実に進められており、英国気象局(UKMO)の成層圏温度データなどとの比較から、ILASの気温データの性質として、現在のところ以下のようなことが分かっている。1)高さを固定して経度方向の温度構造に着目すると、ILASはプラネタリー規模の温度偏差を確かにとらえている。2)ただ

し、絶対値として5Kほど低い見積りとなっている。

3)高度が高くなるにつれてS/N比は悪くなるが、下部中間圏付近までうまくすると使えそうである。

温度についてはまだこういった準備的な状況のため、今回のILASパリ会議での主要な目的であった昨冬キルナ等で行われた検証実験キャンペーン結果の報告、およびILASデータとの比較という観点からは、温度に関してあまり報告すべきことはない。そこで、以下には会議の雰囲気などを書いてみたいと思う。

私自身、米国のUARS(高層大気観測衛星)計画に少しばかり関わってきた経験から、衛星観測計画においては、測器を開発しデータを取得することだけでなく、そのデータ品質を確かなものとするための検証作業、そしてそれを踏まえてデータの流通・利用を促進していくことがいかに大変であるかということを感じていた。そういう意味で、昨冬キルナで行われた検証実験キャンペーンは、まさにこれまでどちらかという軽視されてきた部分(ただしそこをすっ飛ばしては本当のサイエンスには結びつかないところ)を真っ当に実施したという点で実に画期的なものであったと思う。

それぞれの検証実験チームには、それぞれの事情・思惑があったことであろうが、ILAS検証解析という旗のもとに各自の得意とする測器で一流の測定を行い、それがお互いにとってプラスになっているのを見ると、こういった国際協力の重要性が改めて認識される。そしてなにより素晴らしいと思ったのは、この協力関係が、大国のリーダーシップのもとで小国が働くというような上下関係を感じさせるものではなく、また妙な役割分担による住み分け論に陥ることもなく、お互いが対等な立場の上に成り立っていたことである。

来年にはILASデータも一般に公開される予定であるが、ILASプロジェクトが、単に大気モニタリングを行ったという観点からだけでなく、真にサイエンスを支える土台の一部を作り上げたということも含め、総合的に評価されるようになることを期待している。

(塩谷雅人)

3. オゾン

初めてILASのオゾンデータを見た時の感想は、「完全に独立した観測で、しっかり測れている、検証データともよくあっている。」との驚きであった。オゾンホールに対応するオゾンの少ない領域もきちんと出ていますし、硝酸や気温、渦位との対応も非常に合理的な

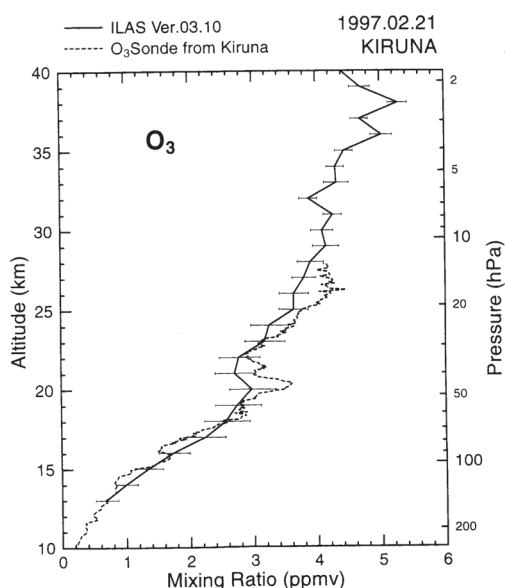
ものであった。その後もアルゴリズムの改訂を重ね(現在 Ver. 3), より精度の高いデータを提供しようとの努力がなされている。笹野氏をリーダーとする ILAS チームの努力と成果に心から敬意を表したい。

オゾン鉛直分布に関しては、神沢氏らの努力により、キルナ、昭和基地のコア検証実験データが早期から入手できたこと、ドイツのノイマイヤー南極基地(アルフレッドウェーゲナ研究所の H. Gernandt 担当)やロシアのヤクーツク(ロシア中央大気観測所 V. Yushkov 担当)のオゾンゾンデ観測チームの協力が早期から得られたことにより、オゾンゾンデ以外の観測でも同様の検証結果が得られているかどうかに興味があった。結論を述べると、「その通り」であった。以下、検証結果の特徴を述べる(第1図)。

- (1) オゾンゾンデと ILAS によって得られたオゾン混合比の鉛直分布は、数 km 程度の鉛直構造も含めて良く一致していた。
- (2) 一致の悪いデータは ILAS とオゾンゾンデの観測位置の差が大きき場合に多く、距離差 300 km 未満の場合のデータでは一致の程度が良かった。
- (3) キルナのデータでは、極域成層圏雲(PSC)のしきい値とされている 195 K 以下またはそれに近い気温の高度領域において ILAS データの正の偏差が大きくなった。
- (4) 300 km 未満の距離差の場合、ILAS のオゾンゾンデからの混合比偏差は、キルナ、ヤクーツク共に、高度 17 km で +20% 程度、高度 20~22 km で 0%, 25~30 km で -10% 程度であった(PSC や何らかのエアロゾル増大が推測される低温のケースを除いた)。

ノイマイヤーでもほぼ、同様である。昭和基地のデータとの比較では正の偏差が大きく出た。17 km 以下では正の偏差はより大きい。UARS の HALOE との比較では、17 km で +40%, 20 km で +10%, 逆転するのが 24 km 付近、30 km 付近で -10% であった。このように、下部成層圏で正の偏差、中上部成層圏で負の偏差という傾向はいずれの検証にも共通している。

これらの偏差は、高度決めの精度が上がることで、エアロゾルの影響の補正を行うことによって大きく改善されるであろうとの議論がなされ、Ver. 4 データへの期待が示された。下部成層圏の正の偏差の多くは、(余り低高度でない部分については)エアロゾルの吸収がオゾンの吸収と見なされた結果であろう。従って、エ



第1図 ILAS によって得られたオゾンの鉛直分布と、検証実験のうち、キルナにおけるオゾンゾンデ観測によって得られたオゾン鉛直分布との比較。

アロゾル補正は、補正の誤差が100%を越えない限り精度の改善をもたらす。しかし、補正の誤差を推定できなければ、ILAS データの精度を推定することができない。ここにエアロゾル補正の困難さがあるが、硫酸エアロゾルの場合はかなり期待できると思われる。PSC の場合は、それ自身エキサイティングな研究課題である。

また、K. Kreher によれば ILAS データから推定したオゾン全量と TOMS によって得られたオゾン全量の相関は、南半球の方が北半球よりはるかに良かった。このことは、太陽が沈む時に観測する南半球の場合の方が、太陽が昇る時に観測する北半球の場合よりも太陽の追尾・捕捉が容易で、より低高度まで高い精度で観測できることを反映している。北半球の低高度のデータには注意が必要である。

高度によって若干の偏差があるものの、それぞれの半球においてデータ質や高度毎の偏差の均一なデータセットが得られており、これが1997年の春季の北極域オゾン破壊の機構の解明などに大いに役に立つことは疑いない。このような例として、K. Kreher は、北半球の冬から春にかけての各温位面上のオゾン混合比の推移について、極渦内、極渦の縁、極渦外に分けて解析した。その結果、極渦内では直線的な減少、極渦の

縁でも直線的な減少(傾きは小さい)、極渦外ではわずかな増加が見られることを示した。このような解析が、トラジェクトリー上の2点におけるオゾン、硝酸、二酸化窒素等の変化を同時に追いかけるような研究に進むならば、成層圏大気化学に対して大きく寄与することになる。

ILAS データが出始めてからパリ会議までの間に特に感じたことは、アルゴリズムの改訂を必要に応じてどんどん行うことの重要性である。形式的に言ってしまうと、「正しい解析ソフトを用意したはずではなかったのか。」ということになるかもしれない。また、検証する立場からは、「検証したと思ったらまたバージョンが変わるのか。」ということになる可能性もある。しかし、今回、そのような声は聞かれなかった。逆に、Ver. 4への期待が強く示されたし、「ILAS は使える。」との強い印象を海外の参加者も持ったようである。逆に、もし、「Ver. 2で固定してデータをどんどん処理するだけである。」と宣言してひたすらデータ処理のみを行っていたら、逆に評判を落としていたかもしれない。アルゴリズムに人材と計算機資源を投入する必要性を、予算関連部門も含めてしっかり確認すべきであるという点も、現時点での重要な結論の1つであると思う。

(中根英昭)

4. 水蒸気、メタン、亜酸化窒素

私(神沢)が検証解析チーフの立場で分担をしているのは水蒸気(H_2O)とメタン(CH_4)である。亜酸化窒素(N_2O)は、フロンガス(CFC-11, CFC-12)とともに鈴木睦氏の分担である。しかしながら、硝酸(HNO_3)、二酸化窒素(NO_2)を分担している近藤豊氏(名古屋大学太陽地球環境研究所)が今回のパリ会議に出席できなかったことから、今回の報告においては、鈴木氏が HNO_3 、 NO_2 、CFC-11、CFC-12についてまとめ、私が担当している H_2O 、 CH_4 に加えて N_2O について述べることにした。

H_2O は対流圏においては激しい相変化を伴い、時間場所によってその量は著しく変化する。一方、成層圏の H_2O は、その起源は、主に、赤道圏界面を通しての対流圏からの流入と、上部成層圏でのメタンの酸化であり、その時空間変化は一般に穏やかである。 CH_4 および N_2O は、CFC-11、CFC-12と同様、長寿命のトレーサー気体である。すなわち、地表面に起源を持ち、対流圏では鉛直方向によく混合され、成層圏において酸化や光解離によって壊されることから、成層圏におい

て混合比は高度が上がるにつれて減少するという特徴を持つ。そのように鉛直に成層した、しかも、長寿命の気体は、成層圏における空気粒子の移動、物質輸送や拡散といった力学的課題にとってかけがいのないトレーサーとなる。なお、この3種類の気体(H_2O 、 CH_4 、 N_2O)は、オゾン層破壊関連気体であるとともに温室効果気体でもある。

H_2O については、成層圏での H_2O 測定の困難さから検証実験データが非常に少ない。パリ会議に出るまでは、ILAS プロジェクトとして H_2O 検証実験データをまだ手に入れていない状態であった。キルナでのILAS検証気球キャンペーンで得られた信頼できる H_2O 測定データとILASの H_2O 測定データとの比較結果は、今回の会議で初めて知ったことになる。結果は予想よりずっとよかった。我々はILASの H_2O については自信を持っていいらしい。

CH_4 については、東北大学グループ(代表者：中澤高清氏)の気球キャンペーンでのクライオジェニックサンプリング実験で得られた2つのプロファイルやこれまでの種々の観測データとの比較から、約20km強の高度以上ではILASはそこそこのデータを出しているけれども、それ以下では値が大きすぎるのがわかっていて、下部成層圏での混合比の値が地上での値約1.7 ppmvを超えてしまう。 CH_4 の基本的な性質から、上空での、ましてや、成層圏での値が地上での値を超えることはあり得ない。こうしたことから、 CH_4 のデータ質については改善の余地が大きい。気球キャンペーンで実施されたドイツのクライオジェニックサンプリング、フランス及びドイツの赤外分光測定の結果も、東北大学グループの測定と同様のILASデータへの評価であった。データ利用研究を行うには、Ver. 4以後に待たなければならない。

N_2O データについては、同じく東北大学のクライオジェニックサンプリングのデータとの比較からILASの N_2O データ質につきよい感触を得ていた。パリの会議においても、ドイツ、フランスの測定データがILASの N_2O データ質の高さを支持していた。ILASデータは、Ver. 3の段階においても N_2O に関してはかなり使いそうである。ただし、高度約18 km以下で地上での観測値である約310 ppbvの値を上回ることも多く、この点に関しては、Ver. 4以後に期待しなければいけない。

今回のパリの会議には、キルナでの気球キャンペーンに参加したほとんどのグループが参加してくれた。

日本の2つのグループ(東北大学・中澤高次郎氏および名古屋大学・近藤豊氏のグループ)は参加できず、私が代理発表をしなければならなかったけれども、今回、ILASの検証のためには、キルナでの大気球による鉛直分布の観測が、いかに大切であるかを再確認した次第である。私はこのキャンペーンのまとめ役として、1997年の冬、約2か月間、キルナに滞在したわけだが、やりがいのある仕事をしたのだと改めて感じた。今回、この2か月の滞在で親しくなった人達との旧交も暖めることもできた。

また、この会議には、キルナの気球キャンペーン参加者以外の研究者も諸外国から参加してくれた。さらに、検証実験には直接関わっておらず、データ利用という側面のみでILASプロジェクトに参加している研究者も何人か散見された。ILASデータに寄せる関連研究者の関心の強さを見た思いがした。(神沢 博)

5. 二酸化窒素, 硝酸, フロン等

NO_2 は、その濃度に日変化等があることから異なる観測間の比較が困難ではあるが、4グループがそれぞれ異なる手法による検証データとILASとの比較を行い、高度22 kmから30 kmにおいて全てのグループがILASとの比較的よい一致を報告した。大気球実験では、Camy-Peyret(LPMA/CNRS)ほかはFTIRで、Pfeilsticker(Heidelberg大学)ほかは紫外可視分光器(DOAS)で、それぞれ日没時の掩蔽法観測と日中の高度差法観測を行った。またRenard(LPCE/CNRS)ほかは、恒星掩蔽法(AMON)による夜間の NO_2 観測結果にモデルを適用しILASと比較した。神沢は、近藤(名古屋大学太陽地球研究所)ほかのCLDで得られたNOから推算される NO_2 濃度を報告した。高々度において、これらの直接的な比較、あるいはモデルを介した間接的な比較は全て、比較的よい一致を与えたが、高度22km以下ではILASは NO_2 だけでなく全てのガスについて異常に高い値を示している。これは、ILAS Ver. 3アルゴリズムにおける、低高度でのバックグラウンドエアロゾルの取り扱いと接線高度決定の不確定性に起因すると考えられ、これらの問題を除けば処理アルゴリズムに大きな誤りは無いと推定される。

HNO_3 については、6グループがそれぞれ異なる手法でILASとの比較について報告したが、Blatherwick(Denver大学)ほかを除く5グループはILASの値と非常によい一致を得たと結論した。

Oelhaf(Karlsruhe大学)ほかは、周縁方向の大気放射をFTIR(MIPAS-B)で観測した。また、Blatherwickほかは、液体He冷却された回折格子分光計(CAESR)による周縁方向の大気放射測定から HNO_3 を導出した。近藤ほか(神沢が代理発表)は、CLDによる NO_y の観測から、モデル計算結果を適用して HNO_3 を求めた。Blumenstock(Karlsruhe大学)ほかは、キルナの地上設置FTIRを用いカラム量での比較を行った。Schiller(Forschungszentrum Julich)ほかは、航空機搭載の質量分析計による測定を行い、高度11 kmの結果とILASの高度12~14 kmでのデータと比較した。また、Kuellmann(Bremen大学)ほかは、航空機搭載型サブミリ波放射計による HNO_3 についても同期観測を行った。Bodekerほかは、ILASの N_2O と HNO_3 について解析し、得られた回帰式が近藤が中緯度で得た式に近いこと、またUARS/CLAESとILASが高度30 km近傍で誤差範囲内で一致することを示した。

他のガスと同様に高度20 km以下ではエアロゾルの影響を受けているが、 HNO_3 についてはその影響は小さい。検証データとILASとの差はむしろ極渦内の不均一性に原因を求めべきであろう。高度20 km以上でILASの値が他の観測と極めてよく一致する理由として、 HNO_3 が O_3 と同様に成層圏にピークを持ち、ILAS Ver. 3アルゴリズムが持つ低高度での問題が顕著でないこと、観測スペクトル上で孤立したきれいな吸収を両者が示しデータ処理が容易であることなどが考えられる。

フロン等(CFC11とCFC12)はオゾン層破壊をもたらす塩素の供給源であるため、これらの観測は行政的な意味でILASに対する要請となっている。しかし、年数%程度の増減が議論されるソースガスの観測においてサンプリング法と比較した時、リモートセンシング手法の精度が劣ることは事実である。従って、年数回の大気球による高精度の観測に対して、ILASなどのリモートセンシングが、如何に時間空間的に相補的な寄与ができるかが課題となる。

CFC11とCFC12について、ILASのプロダクト(Ver. 3)は、他の気体と同様のアルゴリズム的な問題の上に、S/N比等のハードウェア性能からの制約を受けている。このため、処理アルゴリズムの改良の指針を検証データに求めているというのが現状である。このような観点で、3グループのサンプリング観測と赤外放射分光観測(CAESR)の結果がILASと比較され

た。

青木ほか（東北大学，宇宙科学研究所，東京大学ほか）は，クライオサンプリングによる測定について報告した（神沢が代理報告）．2回のフライトは共にCFC11について高度20km近傍で20~30 ppt という，中緯度大気での値より低い（より古い）結果を示した．ILASの結果はこれより1桁近く高く，CFC12についても同様な傾向であった．これについて，Persson ほか（Swedish Institute of Space Physics）のクロマトグラフ法（DESCARTES），及び Engel ほか（Frankfurt 大学）のグラフ及びクライオサンプリング法も同様の結論であった．

一方，Blatherwick ほかは，赤外リモートセンシング法による4回のCAESR観測におけるリトリバル結果を報告した．興味深いことに，CFC12について高度20 kmで0.4ppb，25 kmで0.2 ppb程度と，サンプリング法と比較して非常に高い値を報告したが，これらはむしろ，ILASの結果とよい一致を示している．

結論として，高度20 km以下においてILASは，CFC11及びCFC12について他のガスと同様に，対流圏の値より異常に高い混合比を示す．これは現行処理ソフトウェアの問題であり，処理アルゴリズムを改善した後，改めて比較を行う必要がある．高度20 km以上では，これらの問題の影響は少なく，サンプリング法と，赤外リモートセンシングの間の系統的な差の原因について，今後の検討が必要であろう．（鈴木 睦）

6. エアロゾル

エアロゾル検証のセッションは会議の最後に行われ，Brogniez（フランス）がRADIBALの結果を，Deshler（ワイオミング大学）がパーティクルカウンターの結果を，CNESのHauchecorneとDavidがライダーの結果を，Pitts（NASA ラングレー）がSAGE-IIとの同期測定の結果をそれぞれILASと比較して発表した．最後に林田がILAS/Ver. 2, Ver. 3のエアロゾル（可視・赤外4波長）全体についての概要と，検証実験との比較，赤外スペクトルパターンの特徴を報告し，エアロゾル補正についてコメントした．

結論からいうと，可視（0.78 μm ）については，ILASと検証実験結果は非常に良好な一致が得られている．特にPittsが示したSAGE-IIとILASの同期測定の結果は，ぴったりといていいほどよく合っていた．

エアロゾル検証というと可視波長のみを検証ととらえられがちだが，赤外の窓チャンネル4つも検証の対

象である．ガスの検証で「エアロゾル補正」が重要であることが再三強調され議論の対象となったが，「エアロゾル補正」に用いられている赤外のエアロゾルチャンネルそれ自身を直接検証する手だては今のところない．そこで，Deshlerのパーティクルカウンターで測定された粒径分布をもとに推定した赤外消散係数をILASと比較・検証することが期待されていた．今回Deshlerによって発表されたキルナとアンドーヤでの検証実験の結果では，残念ながら，あまり良好な一致はみられなかった．可視波長は同じオーダーなのだが，赤外では1桁か1桁以上，ILASの消散係数が大きいという結果であった．

今回ILASテストバージョン（Ver. 4）に含められた「エアロゾル補正」の方法は，ILASで得られた可視波長（0.78 μm ）と赤外の10.6 μm における消散係数の値を利用し，成分を硫酸と仮定して粒径分布パラメータ（平均粒径）を求め，ILASが測定する赤外波長全域の消散係数スペクトルを再現し，測定で得られたスペクトルからそれを差し引いたのちガスのスペクトルフィッティングを行う，というものである．赤外波長のエアロゾル4チャンネルをすべて使用しなかったのは，10.6 μm 以外は完全な窓といえず，ガス濃度の影響を少なからず受けてしまうからである．このアプローチは，いくらかのデータについては有効に機能するであろうと期待できる．たとえば南極の夏など，エアロゾルプロファイルの安定している時期には，赤外4波長の多くの信号が硫酸エアロゾルのスペクトルパターンを示しており，硫酸を仮定してそのスペクトルを推定して差し引くことに合理的な根拠があるように思われる．しかしながら，検証実験を行った冬のキルナ付近上空のデータの多くは，PSCの発生が報告されていない場合でも，硫酸のスペクトルパターンを示していない．現在の「エアロゾル補正」の方法には，まだ検討の余地があるように思われる．

また，今後PSCが観測されている場合の「エアロゾル補正」方法についても検討が必要である．Deshlerおよびオックスフォード大学から参加していたGraingerと，コーヒーブレイク時にILASの赤外スペクトルパターン（エアロゾル）の図をみせて議論したが，PSCの赤外スペクトルパターンが硫酸のそれと大きく異なる特徴は，7 μm 付近と8 μm 付近の消散係数の大小関係の逆転にある，ということであった．キルナ付近で得られた赤外スペクトルパターンは，高度によって硫酸的（8 μm の方が消散係数が大きい）であっ

たりそうでなかったりとかかなり複雑で、現在も詳細に解析を進めている最中である。

残念なことに、遠方からの参加者の要請で全体討論が先に回され、エアロゾル補正を含めた新しいバージョンの作成時期などの討論が、エアロゾル検証のセッションの前に行われてしまった。「エアロゾル補正」にはまだ多くの課題が残っており、今後、検証チームとアルゴリズムチームが協力して、この問題に取り組む必要があることを、全体討論の直後に帰ってしまった多くの参加者に伝えたいと思う。

(林田佐智子)

略語一覧 (なお、一部の和訳名は、著者らによる便宜的な訳語)

AMON : Absorption par Minoritaires Ozone et NO_x (恒星掩蔽オゾン・NO_x 観測器)

CAESR : Cold Atmospheric Emission Spectral Radiometer (赤外放射分光観測器)

CLAES : Cryogenic Limb Array Etalon Spectrometer (冷却型周縁分光観測器)

CLD : Chemiluminescence Detector (化学蛍光検出器)

DESCARTES : Determination Et Separation par Chromatographie lors l'Analyse des Resultats des Traceurs Echantillonnes dans la Stratosphere (クロマトグラフ式成層圏レーザー測定器)

DOAS : Differential Optical Absorption Spectroscopy (差分吸光分光器)

FTIR : Fourier-Transform Infrared Spectrometer (フーリエ変換赤外分光器)

HALOE : Halogen Occultation Experiment (掩蔽法ハロゲン観測装置)

ILAS : Improved Limb Atmospheric Spectrometer (改良型大気周縁赤外分光計)

PSC : Polar Stratospheric Clouds (極域成層圏雲)

RADIBAL : Radiometre Ballon (気球搭載放射観測器)

SAGE-II : Stratospheric Aerosol and Gas Experiment-II (成層圏エアロゾル・ガス測定器-II)

TOMS : Total Ozone Mapping Spectrometer (オゾン全量分光計)

UARS : Upper Atmosphere Research Satellite (高層大気観測衛星)

UKMO : United Kingdom Meteorological Office (英国気象局)

参 考 文 献

Kanzawa, H. (Ed.), 1997 : ILAS Correlative Measurements Plan, NIES Technical Report, F-105-97/NIES, 178pp.

笹野泰弘, 1993 : 改良型大気周縁分光計 (ILAS) による高層大気環境の観測, 日本リモートセンシング学会誌, 13, 371-375.

第15回井上學術賞の受賞候補者推薦募集

1. 候補者の対象 :

自然科学の基礎的研究で特に顕著な業績をあげた研究者. 1998年9月20日現在で50歳未満であること.

2. 表彰の内容 :

賞状および金メダル, 副賞として200万円. 授賞件数は全体で5件以内.

この賞の応募には**学会の推薦が必要です**. 日本気象

学会では, 7月ごろに「学会外各賞推薦委員会」を開催して推薦者を選考する予定です. その際の参考にするため, 推薦するにふさわしい方をご存じでしたら, 簡単な推薦理由を添えて1998年6月30日までに下記あてお知らせ下さい.

連絡先 : 〒100-0004 東京都千代田区大手町1-3-4
気象庁内 日本気象学会
学会外各賞候補者推薦委員会

distinguished (because of the dominance of the Rayleigh scattering regime), the integral contribution of such particles could be recognized.

The *third* situation, when we try to retrieve both gases and H₂SO₄ aerosol, is more complicated but more realistic. First impressions about this situation can be summarized as follows. The main problem here arises because the contribution of gases and aerosol sometimes are very similar and difficult to distinguish. In principle, the aerosol spectral extinction is much smoother than gas spectral absorption. However, this phenomenon can hardly be used in the retrieval algorithm, because the transmittance obtained in practice includes the effect of spectral integration. As a result, the contribution of gas species looks almost as smooth as that of aerosol. In trial tests, this leads to a strong dependence of the solution on the initial guess. As a negative consequence of this, some gas profile estimations are changing for the worse if aerosol is present. This effect can be seen even if the noise is very small (on the level of computer digitalization error). Thus, the algorithm tends to recognize some aerosol effects as gas effects. The effect is especially dramatic for the levels where aerosol concentration is very high. As for the simulation of the aerosol itself, the simultaneous fitting of gas and aerosol characteristics does not change the situation essentially. This phenomenon is quite understandable, because the reasonable variations of aerosol result in the change of signal transmission much more strongly than the variations of gas concentration. This effect can be lessened by clarifying the initial guess for the solution. However, it is unlikely to suppress this phenomenon completely, because the similarity of the gas absorption and aerosol extinction exists objectively and is not matter of the algorithm. It should be noted that some correction of the simulation results can be done on the basis of climatological data concerning possible regional, seasonal and other variations of the atmospheric conditions. The structure of the algorithm is very suitable for this correction. One more point that in case of very low aerosol concentrations, the simultaneous retrieval of gas and aerosol in the algorithm doesn't affect essentially gas retrieval.

In the situation with PSCs, the simulation was not considered to be more or less in detail yet, however it can be expected the effect is similar to that of H₂SO₄ aerosol.

The results briefly discussed here are preliminary and can be corrected in future studies.

(Dubovik Reporting)

5. Progress of the ILAS Validation Experiment Plan

5.1. Agreement on ILAS Validation Balloon Campaigns signed in Paris in October

Observation data transmitted from artificial satellites must be validated by other means of observation to confirm their data quality. Accordingly, the Environment Agency plans to conduct validation experiments for ILAS which NIES is supporting through the satellite observation project. As the nucleus of the ILAS validation experiment project, ILAS Validation Balloon Campaigns are scheduled to be implemented in February and March 1997, as well as in 1998, at the Esrange facility of the Swedish Space Corporation (SSC/Esrange) located in Kiruna, Sweden. This experiment is to be conducted with the cooperation of the Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) of France. We have requested the balloon operation team of CNES to go through the formalities to use the Esrange facility and grounds, and have entrusted them with the preparation of large balloons, launch of the balloons, balloon control, and balloon recovery operations. During the campaigns scheduled for February and March 1997, a total of 14 large balloons are scheduled to make a flight during a 40- to 50-day period.

There are two types of observation instruments and observation gondolas that the Japanese participants shall prepare for the ILAS project. According to the plan, each type will be launched twice; thus the large balloons shall make a total of 4 flights. In addition, the ILAS Project includes two water vapor observations by small balloons, and ozonesonde observation on an almost daily basis during the campaign period. As the leader of the overall balloon campaign observation, I will represent the Environment Agency participation in the balloon campaigns.

After finalizing the contents of the "Agreement between the Environment Agency of Japan and the Centre National d'Etudes Spatiales of France on ILAS Validation Balloon Campaigns," a signing ceremony was held at the headquarters of CNES in Paris (October 12, 1995). Having made arrangements with CNES for the agreement representing NIES that supports the works of the Environment Agency, I accompanied Katsuhiko Naito, Project Manager of ILAS and Assistant Director of the Research and Information Office, Global Environment Department, who is the EA representative, to attend the signing ceremony. In addition, we had an arrangement meeting on the terms of the contract based on this agreement (October 16, 1995). We also visited Esrange in Kiruna, where the balloon campaigns are scheduled to be implemented, to have an arrangement meeting (October 13, 1995).

The names of the attendees at the signing ceremony on October 12, 1995, were Katsuhiko Naito and this writer (Hiroshi Kanzawa) from EA, and Gerard Brachet, Nicole Papineau, and Itziar Sadourny from CNES. Claude Camy-Peyret of CNRS/LPMA was also present at the ceremony. The signing ceremony was held after general self-introductions from both EA and CNES, as well as an introduction of the ILAS Project as it concerns the French ADEOS Node. EA's Naito brought along two original documents with the authorized signature of Kazuo Watanabe, Director of the Research and Information Office, Global Environment Department. Gerard Brachet, Director of Programmes and Industrial Policy, from CNES, signed the documents, and the agreement was thereby formally concluded. After the signing, we all had a pleasant chat over champagne and expressed our appreciation for Sadourny's efforts, who was, for all practical purposes, the author of the main text of the agreement. This agreement is accompanied by four annexes: Annexes 1, 2 and 3 were prepared by EA, and Annex 4, by CNES. The signing occurred after a lengthy series of negotiations and coordination efforts between Sadourny and myself as representatives, including the first arrangement meeting in Paris in February 1995, another arrangement meeting in Lillehammer at the end of May 1995, and many communications for arrangements through facsimile, e-mail and ordinary mails. Thus, I was deeply moved to see the Agreement finally concluded. Now that the foundation has been consolidated by the conclusion of this Agreement, negotiations for the campaign implementation, the undertaking of experiments, observation data processing, and validation analysis can begin.

As soon as the signing ceremony was over, Naito and I left for Charles-de-Gaulle Airport to go to Kiruna. On the next day, December 13, 1995, we visited Esrange in Kiruna, and met with Jan Englund (Director of Esrange), Stig Kemi and Borje Sjöholm. Both we and the Esrange people made presentations on our respective organizations and positions on environmental science and held question and answer sessions. After the meeting, we had a tour of the Esrange facility. It appeared that Naito was quite satisfied with the fully-equipped facility.

After returning to Paris from Kiruna, we had an arrangement meeting on the payment contract on October 16, 1995, which was held in the following week. The attendees were Naito, this writer, and Yoshitaka Nomura (Kyokuto Boeki Kaisha) from the EA side, and Itziar Sadourny, Pierre Faucon, Jean-Michel Recher, and Michel Vanhems from CNES. This was the second meeting following the meeting in Lillehammer at the end of May 1995 (see the previous

issue). Since the agreement had already been concluded, we could finalize the basic ideas for the contract based on the agreement.

(Kanzawa reporting)

5.2. Materials of 24 Ozonesondes for the ILAS Validation Leaves Port for Syowa Station, Antarctica

At noon on November 14, 1995, the icebreaker Shirase, with the 37th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE-37) on board, sailed out under fair but breezy skies from the Harumi Pier of Tokyo Port toward the Antarctic Syowa Station. As part of the ILAS validation experiments in the ILAS Project, we have requested this JARE-37 to conduct ozonesonde observations in the Antarctic region. In addition to the ozonesonde observations conducted by the Japan Meteorological Agency on a regular basis, this observation will be implemented on an irregular basis during the same period when the ILAS observation is conducted over the Syowa Station. At the same time, 24 ozonesondes and observation materials including helium gas prepared by the National Institute for Environmental Studies have been loaded on the Shirase. Thus, following the UV-visible spectrometer in 1994, observation materials for ILAS validation shall be brought into the Syowa Station. The preparations for the validation experiments are proceeding as scheduled for the launch of ADEOS in 1996. On the day of this departure, Kanzawa and I visited the Shirase at the Harumi Pier to give greetings and make some arrangements with Hitomi Miyamoto (Japan Meteorological Agency) and Hiroataka Ui (Toyama University) who are the team members in charge of confirming the observation materials and implementing observation. We saw the Shirase off, wishing success and a safe trip to the observation team, as well as success of the ozonesonde observation.

(Nishimura reporting)

5.3 Arrangement Meeting for the Preparation of the Experiments with Balloon-Borne Cryogenic Sampler in Kiruna

The ILAS Validation Balloon Campaigns are scheduled to be implemented in early 1997 (February and March) in Kiruna (68N, 21E), Sweden, with cooperation from CNES of France. The experiment with the balloon-borne cryogenic sampler is one of the campaign items, and an arrangement meeting for the preparation of the experiment was held on November 20 and 21, 1995, at the Center for Atmospheric and Oceanic Studies of Tohoku University in Sendai. The agenda of this arrangement meeting included 1) the past progress of the "ILAS Validation Balloon Campaigns" and future plans; 2) a report on the results of site investigation on Kiruna and CNES for the balloon experiment; 3) arrangement for implementing the experiment; and 4) plans for scheduling the preparation and testing works of the cryogenic sampling device. Those scheduled to participate in this balloon experiment are Takakiyo Nakazawa, Professor of Tohoku University and the representative of the experiments; Shuhji Aoki, Associate Professor of Tohoku University; Hideyuki Honda of the Institute of Space and Astronautical Science, who is the developer of the device; Toshinobu Machida, who is a researcher at NIES with previous experience with experiments; and some students from Tohoku University. There were 11 attendees of the meeting, including Hiroshi Kanzawa of NIES, who is the leader of the balloon campaigns, and Hiroshi Watanabe and I from the office of the Validation Experiment Coordination Office, in addition to the above researchers.

(Nishimura reporting)

2-6 追想

で、この種の音楽に関するものに出会うことは少なく、深い共感を得られるのは更に幸いである。小生、音楽を生業とさせていただいているが、世紀末あたりに出来上がった「12の前奏曲集」が、縁があり本年五月スウェーデンで録音が行われ、この晩秋、リリースされたのだ。

シヨパンの前奏曲集は、副題無しと認識していたが今回、コルトーの独自の命名があったことを知り、大きな感慨だった。

全くの小品ながら7番など、忘れられない印象を心に残すが、この曲集に含まれる『雨だれ』は、コルトー副題では何と、『死はすぐその影の中』だそう、心の中で深く鳴るとき、なるほどである。前奏曲とは何なのか、本題、本論の前段での、いわば軽い、前菜のようなものかどうかはさておき、バッハに始まったか、少なからぬ作曲家がこの前奏曲という分野で名作を遺しているが、副題をもたないのが一般的であろう。自身の命名であろうドゥビッシーの場合、何番…という呼び方を殆ど聞くことがなく、副題が重要であろう。小生の各曲はある時ある所の感慨を印象として書き留めたもの、今回後者を踏襲、副題を吟味、まとめるにあたり、全体を「想い出の続き」とし、トラック順も作品番号とは変えている。

一般的に、聴く人は題名に影響を受けやすいと思われるが、それでもその人それぞれ、そのときの感興で聴くのを大いに薦めたりする。むろん、その曲に入って聴き感じ、なぜその名前なのかを実感してみるのも重要で、作曲者と友人になれた気分

になるのかもしれない。

大学卒業約半世紀、じっくり聴くことがなかったが、間もないの正月、ゆつたりとした時間の中で、シヨパン前奏曲集をあらためて聴こうと思う。コルトーの副題に共感したり、自身の命名に大ピアノリストが領いてくれたり、夢が広がりそうで、愉しいではないか。

(東北大・教育・昭44)

新米助手からみた国立極地研究所初代所長の永田武先生

神沢 博

永田武先生(一九一三—一九九二)は、一九七三年九月に国立極地研究所が発足して以来、一九八四年十一月までの十一年あまり、所長を務めた。私は一九八一年七月に極地研の助手に採用された。永田先生は、日本の初の南極観測隊の隊長を務められるなど、数々の仕事を達成した。ここでは、二年ほどの間、新米助手の一人として接した永田所長のことで強い印象をもったことを、当時の所長と同年代になった今、回想したい。

当時、毎月一回、極地研の全教員と事務部の管理職が参加する教官会議があった。教官会議その一。ある時、永田所長曰く、君たちは、俺のみたところ、二流の研究者だ。こつこつと論文を書いてヒットを稼げ。十年に一度のホームランの論文を書く、と嘯いているやつを俺は信用しない。俺も二流だ。だが、生涯に、そつだ、学位論文を五つくらいは仕上げたと思ってる。

教官会議その二。ある時、永田所長曰く、俺はシドニー・チャップマン先生を尊敬している。初めての南極観測了えた後の国際会議で、チャップマン先生が、サイオワ・ステーションのオーロラ観測結果は素晴らしいと盛んにいうので、サイオワとはどこかと俺が質問すると、お前の国の基地ではないかといわれた。昭和基地の英語名は訓令式ローマ字なので、SYOWA。なるほど、英語発音だと、サイオワとなる。それはともかく、チャップマン先生からは、論文だけでなく、体系的に自分の研究を捉えるのに本を書くといいと勧められた。俺も、Rock Magnetismを書いた。君たちも自分の専門分野の本を書くことを目指すといい。教官会議その三。ある時、事務部のトップ曰く、大型で高価な研究機器が使われずに眠っている場合が多いと、新聞記事で話題になっている。わが研究所にもこういう機器が多いと見受ける。心当たりのある先生方は有効活用するように。すかさず、永田所長曰く、事務にそんなことはいわせん！ 極地研の先生方は、南極観測隊の隊長などの業務、国立大学共同利用研究所としての対応業務、それに自分自身の研究と超多忙の中、機器を無駄にせずによくやっている方だ。俺は、極地研の研究者を守る！

極地研は、対象地域は極域と限られているが、学問分野としては自然科学全般に及ぶ。電離圏磁気圏、気水圏、地学、生物の四分野のシンポジウムを、それぞれ年一回数日にわたって、開催していた。開催日の日程を決めるのに多忙の所長のスケジュールを考慮した。永田所長は、これらのシンポジウムに全期

間休まずに、最前列のテーブルに座ってじっと聴いていた。所長として極域科学の全貌を掴む良い機会だったのだろうが、それ以上に、科学者としての好奇心が旺盛だったのだろう。

永田先生が、所長を退いた後、一九八〇年代末、私宛に厚い郵便物を送ってきた。その手紙に曰く、太陽の十一年周期の活動と高緯度成層圏の気温との関係に関する新しい論文が最近出て話題になっているが、専門分野におけるこの論文の評価を知りたい。小生の知り合いの中で評価に最も適当なのは君なのでお願いしたい。私は意気に感じ、知り合い研究者によるこの論文について熱心に調べて返事をしたことを覚えている。

永田先生は、近くにいた方々には、いろいろな思いをもたらしたように仄聞するが、当時、二十歳ころの若き私にとっては、学者としてのあり方を示してくれた人であった。

(京大・理・昭51)

〈お詫びと訂正〉

会報九二八号掲載の加藤一二三氏講演録『私の棋士人生』について、次のとおり誤りがありましたので、お詫びして訂正いたします。

(二十七頁下段九行目)

誤 一九二四(大正十四)年に東京将棋連盟が設立され、
正 一九二四(大正十三)年に東京将棋連盟が設立され、
…

なる中、現地観測の重要性、人間の目の重要性を唱え続けられたように思います。南極の観測からはしばらく遠ざかっておられ、ドーム計画の進展に伴って再び最前線に登場されんとした矢先の事故、残念で悲しい限りです。

南極の気象を学ぶ仲間として、追悼文集に一言名を連ねなければ治郎さんに済まない思い、「デンカ、ナニシトルン！ハヨウセイヤ」と怒られそうな気がして、とりとめのないことを書き連ねました。遠く離れても、我々の心の支えとして、毒舌を吐き続けてください。

(国立極地研究所)

ジロウさんのこと

神 沢 博

II 追 悼

私がジロウさんに初めて会ったのはいつだったのか、はっきり覚えていません。京都大学の大学院時代、理学部（大学院でありながらこう書くのは形式上おかしいのですが、我々は当時日常こう言っていました）の気象学研究室（山元龍三郎研究室）にいた頃、一九七〇年代後半、であることは確かです。私はその当時、その研究室にソフトボールチームを作ってキャプテン

をしております(草野球あるいは草ソフトボールのキャプテンの主な仕事は人集めです)、理学部の海洋物理学研究室との定期戦を、主に京都御所のグラウンドでやっておりますが、時たま、防災研の中島暢太郎先生の研究室の人達と宇治のグラウンドで試合をしたことがあります。その折りのジロウさんの姿をボンヤリと覚えていきます。あまりボールゲームは得意でないようで、人数不足のため出ていたようでした。

「ジロウさん」とこれまで書いてきましたが、これは、当時中島研究室にいた安成哲三さんや、私が極地研に来てから気水圏研究グループの同僚かつ先輩になった藤井理行さん達が、井上治郎さんのことを呼ぶ時は、井上さんがいる時いない時にかかわらず、親しそくに「ジロウ」と呼ぶのに影響されたようです。「ジロウさん」の同輩あるいは目上の人達は「ジロウ」というていましたが、さすがに私も日本人、私は「ジロウさん」と呼ぶことにしました。気がついてみると、「ジロウさん」を知る人のほとんどが「ジロウ」あるいは「ジロウさん」と井上さんのことを呼んでいました。井上治郎さんには、この呼び方に似つかわしいもの、人に親しい気持ちを起こさせるものが備わっていたように思います。

私は、ひよんなことから一九八一年より極地研に勤めるようになりましたが、その時ちようどジロウさんは第二十二次南極観測隊員として南極に越冬中でした。ジロウさんが南極から

II 追 悼

帰ってきてから数年は、観測結果のまとめの打ち合わせのため、極地研に来ることが多く、たびたびお会いすることになりました。

また、京都大学気象学合同談話会という会が一九七八年から夏冬年二回開かれています。その折りにもよく顔を合わせておりました。ある日、談話会の始まる少々前に会場に着くと、その時は京大会館でしたが、ロビーで若い人にジロウさんが囲まれているのが目につきました。後で聞いてみたら、京大士山岳会の後輩と山行等の打ち合わせをしていたとのことでした。その誠実な対応ぶりから、山の後輩にだいたい頼りにされているように見受けました。私が二十六年南極観測隊に参加して帰ってきた直後、一九八六年夏の談話会で、南極越冬の経験を、私が撮ったスライドを中心に話したことがありました。話が終わった後、「お前、なかなか写真をとるのがうまいやんか」と、ジロウさんから誉められたことを覚えています。ジロウさんの写真の腕前、鑑識眼には私は不案内ですが、私も私がよいと判断した角度、設定で写真を撮ったわけであり、同じものを良いと見てくれる人を持つのはいつも気持ちのいいものです。ちなみに、私は写真についてはまったくの素人であり、南極にゆくに際し、初めて一眼レフのカメラを購って持っていった次第です。

なお、この南極越冬で親しくなった神山孝吉さんから、越冬時およびそれ以後を含め、しよっ

ちゅうジロウさんの話を聞かされていたので、ジロウさんに対し、いっそう親しい気持ちを持つようになりました。

仕事のことと特に印象に残っているのは、「南極の科学 3 気象」(国立極地研究所編、古今書院、一九八八年刊)のことです。この本の編集実務を一九八七年半ばから一九八八年半ばにかけて私が担当しました。この本は南極越冬経験者十四名によって書かれています。第二・一節「カタバ風」がジロウさんの分担でした。私は全ての原稿に目を通し、字句の訂正等細かい点にも目を配りましたし、また、論理の流れがうまくない場合は部分的に著者に書き直してもらった原稿もありました。ジロウさんの原稿もだいぶ直してもらいましたが、私のコメントに対し、いちいち誠実にきちんと対応してくれたことが思い出されます。今その当時(もう五年近くも前!)の編集記録ファイルの中のジロウさんとの往復の手紙を取り出して読んでみましたが、私の思い出が正しいことを確認させてくれます。二十六ページにわたって印刷されたこの節「カタバ風」は、私がジロウさんと仕事の上で共に働いた唯一のものであり、この節で引用した図の一部が、南極の気象に関心を持つ多くの研究者に現在参照されていることを、ジロウさんと共に喜びたい。

ジロウさんの研究に対する姿勢につき、安成哲三さんが、意を尽くした文章「フィールド科

II 追 悼

学者井上治郎氏を悼む」(日本気象学会誌「天気」、三十八巻 六号 三七四頁 一九九一)の中で、「研究の時流にも乗らず、さまざまなフィールドを楽しみつつ、未知の現象をあくまで調べ尽くそうという彼の研究者としての態度」と記しておられる。井上さんには研究者として何か芯があるなど感じていたが、なるほどそういうことだったのか、と今にして思うのである。

森田恒幸さんとおつきあい

神沢 博

森田さんと初めて会ったのは、1993年秋、私が国立極地研究所から環境研に移ってきた時です。その頃、私は地球環境研究センターの大部屋におりまして、近くの研究室にいた森田さんは、その大部屋のファックスを使っていました。深夜、仕事で疲れた時、私の机の前の柱の向こうでファックスを操作する気配がすると、森田さんがにこっと顔を覗かせます。そんな折々に、森田さんから種々の話を聞かせてもらいました。「神沢さんも火中の栗を拾われて頑張っておられますね」と私が当事かかわっていた衛星観測プロジェクトの仕事を励ましてくれました。また、森田さんの政策科学研究に対する態度の話など、興味深い話を楽しみました。当時、地球センターにいた西岡さんや大坪さんや原沢さんも加わって、研究や研究にまつわる談義に花の咲くこともありました。大部屋のファックスは、人の出合いを濃くする役割を果たしていました。今はそれぞれ自室で電子メール。

その後、1998年春に私は大気物理研究室に移りました。その頃から、森田さん達の AIM 統合モデルと我々の大気海洋大循環 CCSR/NIES 気候モデルを結び付ける研究を、森田さんと相談しながら始めました。社会科学系のモデルと自然科学系のモデルとの統合ですので、むつかしく、未だ道半ばですが、どうにか進んでいます。2001年春の独立行政法人化後は、私は地球温暖化研究プロジェクトのグループの一員ともなり、森田さんの下で、種々議論する機会が増え、その都度、教えられるものがありました。

森田さんの話は、講演でも、環境研の食堂で交わす会話でも、いつも、明晰ですっきりしていて筋が通っていました。私には不案内な内容のセミナーを聴いた後、その内容に対する森田さんのコメントや質問を聴くと、そのセミナーで話された内容がよりよく理解できたものでした。あの柔らかな物腰と話し方とは対照的に、森田さんの発言には、意味のない研究を厳しく批判するものもありました。一方、よい研究・仕事に対しては、その特徴を上手く説明表現し、誉めました。とにかく、森田さんの話はいつも充実していました。今年、2003年の春に私は名古屋大学に移りまして、森田さんと話す機会が減ってしまったことを残念に思っていました。

今回、森田さんを偲ぶ会に参加し、私が思っていた以上に、森田さんが凄い人、人間として偉い人であったことがわかりました。また、奥様、お嬢様の最後の挨拶から、森田さんが御家族から愛着をもって尊敬されていた様子がよくわかりました。私は、妻や子どもから、森田さんのように尊敬されているとは、とても思えません(なお、私の娘が森田さんの下の娘さんと高校で同学年であったようです)。森田さんの御家族が、森田さんの残してくれた大きなものを支えに、これからの人生をしっかりと生き抜かれてゆくことを信じております。

(名古屋大学 大学院 環境学研究科)

森田恒幸さんを偲んで

2-7 編集という仕事

まえがき

本書は、「南極の科学」シリーズの第3巻として、南極の気象を扱う。南極の大気は、冬の極夜や夏の白夜があるといったことに端的に示されるように極域にあること（中・低緯度と異なる）、また、南極大陸という広大な氷床上に存在すること（北極と異なる）等の故に、特徴的な振舞をする。1957～1958年のIGY（International Geophysical Year；国際地球観測年）を契機に始まった日本の南極観測によって30年間に得られた成果を中心に、南極の大気の姿を描こうとすることが本書の目的である。

第1章では、南極気象観測・研究の歴史が述べられる。本書でたびたび出てくる南極観測基地の位置については、この章の図1.2および表1.1を参照されたい。第2章では、太陽光をほとんど反射してしまう雪氷面が一年を通じて存在する南極大陸上の大気の放射過程について、みずほ基地における観測成果を中心に述べる。第3章では、南極大陸上の境界層において特徴的に吹く風、カタバ風を中心に、みずほ基地およびみずほ高原における観測成果をもとに述べる。第4章では、南極域における低気圧の振舞、対流圏に吹く風の姿が、日本を含む各国の定常観測データを主に描かれる。第5章では、オゾンホール問題で最近脚光を浴びている南極中層大気の姿が、最近行われた昭和基地における総合観測による成果を中心に描かれる。第6章では、南極大気中に存在する水の種々相について、昭和基地、アムンゼン・スコット基地（南極点）での観測成果を中心に述べる。第7章では、雲の形成、放射過程に関するエーロゾルの観測結果が、昭和基地のものを主に述べられる。第8章では、その温室効果によって地球の気候を変えてしまう可能性があることが指摘されている二酸化炭素の増加の様子が、昭和基地を含む各国の観測データをもとに、全球規模で描かれる。また、成層圏オゾン層を破壊する性質をもつとして注目を浴びているフロンガス（ハロカーボン）、その他に、メタン、一酸化二窒素の観測結果が、昭和基地のものを主として述べられる。第9章では、主に大気温度の平均状態、季節変化、年々変動の様子が、日本を含む各国の定常観測データから述べられる。

以上の全9章を14名の著者で分担して書いた。著者はすべて南極越冬経験者である（一名は初の越冬を始めたばかりであるが）。昭和基地、あすか基地へと向かう南極観測船「しらせ」上で、原稿が仕上げられたものもあったし、また、校正が行われたものもあった。多くの著者によって、自らがなした仕事を中心に書かれているため、体系性という意味では不十分なところがあるかもしれない。編集実務作業の際にその欠点はいささか補ったつもりではあるが、しかし、それはそれと

して、現在の段階での南極の気象に対する理解の現状を伝えるべく努力したつもりである。折りしも、WCRP (World Climate Research Program; 気候変動国際協同研究計画) の一環としての南極気候変動研究計画に沿った研究観測が、昭和基地を中心として実施されつつある時期に、本書は作られた。本書で詳しく述べられている素過程の複合システムとしての気候および気候変動の理解がこの計画で一段と進むであろう。気候および気候変動に的を絞った南極気象学の体系的な記述は将来の課題としたい。本書に対する忌憚のない御意見、御批判をいただければ幸いである。

先に述べたように、本書は、我々を含む14名の著者によって書かれた原稿をまとめて一巻としたものである。読みづらくないよう、用語および形式の統一には、気を配ったつもりである。不備があればお許し願いたい。用語については、それぞれの著者の用法がある。専門語の例をあげると、「エーロゾル」(aerosol のカタカナ表記)がある。「エアロゾル」が使われることも多く、著者によっては、「エアロソル」、「エーロソル」ともする。このような場合には、「文部省学術用語集気象学編(増訂版)」に従った。専門語以外の言葉の用法については、古今書院の担当者と相談して基準を作りそれに従ったが、著者の用法を重んじたところもある。第2章の一部について塩原匡貴氏より、第8章の一部について中澤高清氏および巻出義弘氏より、有益な御指摘をいただいた。編集作業には近藤章子嬢の協力を得た。

1988年3月

川口貞男
神沢 博

日本気象学会および関連学会行事予定

行 事 名	開 催 年 月 日	主 催 団 体 等	場 所	備 考
WCRP シンポジウム	1991年11月26日 ～28日	WCRP 協議会, 東大気 候システムセンター	竹橋会館	Vol. 38, No. 9
第7回北方圏国際シンポ ジウム	1992年2月2日 ～4日	紋別市など	紋別市	Vol. 38, No. 9
中層大気に関する国際シ ンポジウム	1992年3月23日 ～27日	京都大学超高層電波研究 センター	新都ホテル(京都)	Vol. 38, No. 9
International Symposium on GLOBAL CHANGE (IGBP)	1992年3月27日 ～29日	IGBP科学委員会, IGBP 国内委員会, 早稲田大学	早稲田大学	Vol. 38, No. 9
Quardrennial Ozone Symposium	1992年6月4日 ～13日	IAMAP/IOC	アメリカ Virginia 大学	Vol. 38, No. 4
第4回水資源に関するシ ンポジウム	1992年8月3日 ～4日	日本学術会議, 気象学会 など	日本学術会議	Vol. 38, No. 9
日本気象学会 1992年春季大会	1992年5月26日 ～28日	日本気象学会	工業技術院つくば 研究センター(つくば)	
第11回雲と降水に関する 国際会議	1992年8月17日 ～21日	IAMAP/ICCP	カナダモントリオール McGill 大学	Vol. 38, No. 4
第13回ニュークリエーシ ョンと大気エアロゾルに 関する国際会議	1992年8月24日 ～28日	IAMAP, CNA, ICCP	アメリカユタ州ユタ大学	Vol. 38, No. 1

編集後記：この編集後記欄が始まったのは、1985年9月号です。ちょうどこの頃、私は南極昭和基地におり、私の担当する気象ロケット観測、エアロゾルゾンデ観測等が終了しつつあって、約2カ月半のみずほ基地での4名の滞在に向けて、その準備をしていた頃でした。あれからすでに6年が経ちました。その後、色々な機会にお目にかかったり、活躍する姿を目にしたりする気象庁および気象学会の方々の中で、南極経験者が多いのに驚かされます。もっとも、気象庁からの派遣隊員数がのべ150人以上いるという事実をみると、驚くべきことではないのでしょうか。ちなみに、立平良三気象庁長官も、南極地域観測隊第2次隊(1957年10月—1958年4月)で、当時の南極観測船「宗谷」船上での気象観測を担当されました。また、現在の「天気」編集委員の中にも、南極越冬経験者が、私を含めて5人います。今年も例年のごとく11月14日、3代めの南極観測船「しらせ」が晴海埠頭を出港します。それに向けて、現在、第33次隊が準備に追われているところです。今月号が読者に届く頃には、越冬隊員37名、夏隊員16名、計53名を載せた「しらせ」が、洋上を南極へと向かっているはずです。日本夏隊と

して2人目の女性(生物観測担当)が今回参加することになりました。そのうちに、日本隊として初の女性越冬隊員が出てくるかもしれません。日本観測隊のあり方もゆっくり変わらねばなりません。

私が編集委員になってから、約1年が経ちました。最初「会員の広場」欄を担当し、現在は、「海外だより」、「本だな」欄を担当しております。私の担当する原稿は、一読者としての私が興味深くかつ面白く読むものが多いので、「天気」の読者の方にも楽しんでいただけるのではなからうかと推察しております(もし、そうでなかったら、編集委員失格)。これらの欄充実のために、また、他の欄のためにも、「天気」読者がこれからも自主的に投稿して下さることをお願いします。

(神沢 博)

本誌5月号に掲載致しました「会員の広場」(森広道氏)の内容について、事務局の手違いで訂正前の原稿が印刷され、森氏に御迷惑をお掛け致しました。深くお詫び致します。

(委員長)

険がある。本書の中でも、台風が艦船に及ぼした被害のことが書かれている。日本海軍は、第4艦隊事件を契機として、「第4象限の秘密」を手にしたのに対し、この秘密を知らない米軍は、台風に巻き込まれて沈没したとされる（ハルゼー提督の第3艦隊四分五裂の章）。このような台風の及ぼした艦船に対する被害を知っているとすると（もちろん、日本人の多くは元寇

の時の神風を知っている）、戦局がうまく行かなくなるにつれて、「神風が吹く」と信じこんでゆく心理状態が分かるような気がしてきた。

バランスのとれた合理的な思考を社会的に維持してゆくことが重要であろう。

（東大気候システム研究センター 住 明正）

編集後記：編集という仕事は、原稿の細部にわたる技術的事柄に対するチェック、著者および編集事務局との連絡、等、細かい技術的仕事が大部分を占めますが、一方、新しい企画を立てたり、既存の企画の中でも原稿を依頼する人を選んだり、等、創造的部分もあります。また、編集委員には、投稿された論文の掲載採否を決定したり、依頼した原稿であっても内容に問題がある場合は書き直しをお願いしたり、等、責任が課されており、その責任の重さに気が引き締まる思いがすることがあります。一方、投稿された論文、記事の内容および形式の完成度、著者との応対から、著者の仕事振り、人柄が推測でき、良き著者との交流を楽しむこともあります。編集者は、担当する文章、本の最初の読者でありまして、様々な分野の本を読んでおりま

すと、良き編集者に恵まれた本の質が良いことがわかります。「天気」の質の良さを維持すべく、また、質をより良くすべく、編集委員の一人として努力しているつもりですが、「天気」読者の皆様の「天気」に対する御意見をいただければ幸いです。

私事にわたりますが、勤め先が東京からつくばへと変わったばかりで、愛用のマッキントッシュのセットアップが済んでいないためにワードプロセッサが使えず、久し振りに原稿用紙に向かって手書きでこの原稿を書きました。修正が容易でないので緊張しました。「天気」編集の仕事も新しい気分、意気込みで臨むつもりです。よろしく。

（神沢 博）

編集後記：私は、「天気」の編集委員の一人として、1990年半ば以来約5年の間、編集に携わってきております。以前から「天気」は毎月楽しみにしておりましたが、編集委員となつてからは、自分が担当した原稿やら編集委員会で話題に上つた原稿やらが掲載されますので、なおいっそう親しいものとなりました。私と同じような種類の人達、すなわち、研究畑の人達と学会等で会いますと、「天気」の記事が話題になることが多く、そのような人達には興味深く読まれているという感触を得ています。

昨今、地球環境問題が世の話題となる中で、同問題のうち、現象把握・解明、影響評価、対策の3者の中の現象把握・解明という点で、気象学の占める位置は重要であり、様々な分野の方達から気象学は注目を集めています。気象学会の機関誌である「天気」も注目を集めつつあります。私は今、環境庁の国立環境研究所に勤めておまして、地球環境問題、特に、地球温暖化問題について、上記3者のそれぞれの立場、あるいは、上記3者を総合化しようとしている立場の研究者の人達に加えて、行政官僚の人達と時折議論しますが、そんな折、時々「天気」の記事を話題に出すことがあります。今年1月号の松野太郎理事長の巻頭言「最

も実用的な研究は最も基礎的な研究？」とか、住明正氏や安成哲三氏等による研究プロジェクト関連の一連の記事とか。そうした記事をそれぞれの人達が興味を持って読んでくれます。そういう折、「天気」の存在意義の一側面を再確認している次第です。

一方、編集委員会では、時々「天気」が難しく読みづらい、という声があるということが話題になり、そんな折、私とは異なった形で気象学会員になっている方々には、受け入れられていない部分大きいことを気づかされます。

これまでの会員の方達、上記のような地球環境問題という流れの中で新しく会員になられる方達あるいは図書室等で目を通す方達に読んでいただけるような普遍的な記事となるよう、編集委員一同努力しております。私が担当する「本だな」、「海外だより」、「研究会報告」、「気象学への手引き」、等においても、少なくとも読んで意味がとおるような達意の記事となるよう、編集委員としてささやかながら努力しております。それでも至らぬ点があると思われまふ。そのような場合は、編集委員に伝えていただいたり、投書いただいたり、コメントをいただけるとありがたいと思います。

(神沢 博)

日本気象学会誌 気象集誌

第II輯 第75巻 第2号 1997年4月

大内和良・山岬正紀：地表摩擦が重要なケルビン波の CISK ——スーパークラスターのメカニズム——Part I：線形論	497-511
桑形恒男：中部日本域における夏季の短時間降雨に関する解析 およびその熱的局地循環との関連性	513-527
高橋正明・趙 南・熊倉俊郎：準2年振動を再現した大循環モデルにおける 赤道波について	529-540
柴田清孝：成層圏バックグラウンド硫酸エアロゾル増加が 成層圏温度に及ぼす影響について	541-555
山根省三・余田成男：簡単な非線型系における予測可能性の変動と準定常状態	557-568
柴垣佳明・山中大学・橋口浩之・渡辺 明・上田 博・前川泰之・深尾昌一郎： MU・気象レーダーで観測した梅雨季低気圧近傍の鉛直流および降水雲の階層構造	569-596
青梨和正・隈 健一・松下康広：Economical Prognostic Arakawa-Schubert スキムについての物理的初期値化手法	597-618
耿 驃・藤吉康志・武田喬男：近接した雷雲内の中層渦によって強化された中層の rear inflow に伴うマルチセル型雷雲の発達過程	619-637
学会誌「天気」の論文・解説リスト（1977年1月号・2月号）	639

編集後記：編集者は、担当する文章の最初の読者です。出版された本の「あとがき」等を読みますと、しばしば、その本の担当編集者への謝辞が述べられています。異なった本であっても、同じ担当編集者の名前を目にすることがあり、著者ばかりでなく、編集者に波長の一致を感じることがあります。よき編集者の手になった本は内容がしっかりしています。最初の読者として良きコメントを編集者が著者に与えたことが推測されます。

そういうことを日頃感じておりますので、私が担当

する「天気」の記事の場合にも、最初の読者という意識を持って原稿にコメントをし、著者に修正していただいています。内容は独創的ではあるけれども荒削りな表現で書かれている原稿にコメントをして、著者に改訂してもらった文章が見違えるようになるのを見るのは、編集者冥利に尽きます。もちろん、一字一句も直す必要のない気持ちのいい原稿に出会うこともあります。このように、「天気」編集委員一同、最初の読者として原稿の修正をお願いしておりますので、著者の方々よろしく願いいたします。（神沢 博）



一覧表

とうきゅう環境浄化財団の研究助成募集	849
教官公募	874
CUTE12-UCN28のご案内	881

編集後記：編集というとなぜか百科事典が思い浮かぶ。平凡社「世界大百科事典」(林達夫編集長)，それに続く同社「大百科事典」(加藤周一編集長)。林達夫，加藤周一と平凡社スタッフによる日本におけるエンサイクロペディアの見事な達成。気象に近いところで，岩波文庫の「寺田寅彦随筆集」第一巻～第五巻(小宮豊隆編)と「中谷吉郎随筆集」(樋口敬二編)。手軽に持ち運べる文庫本で，そこに採られたエッセイはどれもいい。編者の鑑識眼が素晴らしいのだろう。ちなみに中谷門下の樋口敬二氏は気象学会会員である。数ある月刊誌，週刊誌もそれぞれの編集方針，編集実務の確実さによって，それぞれの読者層を楽しませているが，浮沈も激しい。

月刊誌「天気」は，基本的に気象学会員の自主投稿によるが，編集委員会の企画で原稿をお願いすることもある。原著論文ばかりでなく，様々な種類の原稿を扱うので，スタイル等，気を使うことが多い。投稿された原稿には，一字一句も直す必要のない原稿もあるが，一方，とてもそのままでは意味の通じない原稿もある。そんな中，新野宏編集長の下，編集委員がそれぞれの役割に応じて，「天気」をよりよくしようと努力していますが，よりいっそう充実した誌面とするため，読者の声を編集事務局にお寄せいただければ幸いです。

(神沢 博)

訂正

巻号	頁	項目	誤	正
45.7	529	参考文献中	浅井富夫	浅井富雄
	550	右下図説明文中	1990年	1996年
45.9	705	論文英文著者名	Hiroyuki*Iwasaki	Hiroyuki Iwasaki*
	723	”	Ayako Omori**, Naoki Furuta**	Ayako Omori**and Naoki Furuta**
45.10	750	右下	44.9	45.9
	表紙	目次中	夏期大学	夏季大学
	820	左4.担当授業科目中	地理物理学	地球物理学

上記いずれも誤りでした。お詫びして訂正いたします。

編集後記：去る6月6日の朝から夕方まで、私の属する国立環境研究所の公開シンポジウムが東京国際フォーラムで開かれました。1500人収容の会場がほぼ満席となりました。地球環境問題などの科学と政治外交とが密接に結びついた問題に活発な発言が続けている米本昌平氏や環境ホルモン問題を一般人に啓発した「奪われし未来 (Our Stolen Future)」の著者の一人である米国の女性ジャーナリスト、ダイアン・ダmanosキー (Dianne Dumanoski) さんの人寄せ効果もあったのですが、一方、「都市大気汚染」、「酸性雨」、「環境ホルモン (内分泌攪乱化学物質)」、「ダイオキシン」、「廃棄物」、「地球温暖化」、「オゾン層破壊」といったシンポジウムの話題のキーワードが、企業や一般の方々を引きつけたのではないかと思います。

昼休みの間のポスターセッションにも多くの方が集い、熱心な質疑応答がされていました。ポスターの側におられた中年の女性の方から、「研究者の方がやっておられるむつかしいことも、最終的には今回のシンポジウムのように私達にわかるように説明してくださらなければ価値がありません。ぜひ展示ポスターを環境研のホームページに掲載してください。」といわれました。研究所の関係者が努力して、集まってくださる一般の方々にもわかりやすいように、シンポジウムの準備

をした甲斐があったのかな、と手応えを感じました。また、このようなシンポジウムで自分達の研究を紹介すること、この中年の女性のような方々に対面して説明することは、自分達の行っている研究を社会の広い視野の中であらためて位置付ける非常に良い機会になります。さらには、立花隆氏のような優秀なジャーナリストが出てきている昨今では、研究者は、自らの専門性を磨くとともに、その位置づけをきちんとするという本物の研究者としての力を、よりいっそう備えねばなりません。

このようなシンポジウムを裏方で支える仕事と編集という仕事はよく似ています。まず、企画が大切です。各演者 (著者) の発表練習またはポスター案 (原稿) を入念にチェックして、よりよいものに仕上げます。会の進行 (原稿の校正、印刷物の体裁等) に気を使います。

「天気」編集委員会も、さまざまな分野の広がりを持ってきた会員の方々に興味深く、かつ、わかりやすい原稿を掲載するよう、著者とともに努力しておりますが、よりいっそう充実した誌面とするため、積極的に原稿をお寄せいただくとともに、さらに、読者としての声も編集事務局にお寄せいただければ幸いです。

(神沢 博)

「天気」編集委員会

編集委員長 新野 宏 (理事)

編集委員 神沢 博 (理事)・関口 理郎 (理事)

藤部 文昭 (理事)・石田 純一

植田 宏昭・小田 切さやか

大淵 濟・金田 昌樹・川島 正行

木下 仁・小出 寛・小司 禎教

住 明正・関山 剛・田口 晶彦

高橋 宙・高山 大・寺坂 義幸

中村 尚・新村 典子・板東 恭子

別所 康太郎・水野 孝則・水野 量

山本 哲

地区編集委員 北海道 若原 勝二・向川 均

東北 小柴 厚・早坂 忠裕

関東 河原 幹雄・竹内 仁

中部 永尾 一平・井上 長俊

関西 和田 高秀・山中 大学

九州 金崎 厚・中島 健介

沖縄 仲大 安英

編集書記 遠藤 和子

編集後記：「ローマ人の物語」全15巻を毎年1巻のペースで書き続けている塩野七生の現在にまで至る活躍は、彼女自身も述べているとおり、1968年頃の彼女のデビュー当時の「中央公論」編集長、粕谷一希の存在なしにはありえない。立花 隆の1974年の「田中角栄研究—その金脈と人脈」の記事は、当時の「文藝春秋」編集長、田中健五の企画の下に書かれた記事である。「世界」（岩波書店）の雑誌としての特徴は、第二次世界大戦直後の創刊以来約20年にわたって編集長を勤めた吉野源三郎の存在に大きく依存している。それらの雑誌が何十年にもわたって発行し続けられているのは、それら編集長達の企画をしっかりと支える編集部員、さらに、初の読者としての著者へのコメントと編集者としての校正をしっかりとやって水準の高い印刷文章を実務的に維持している編集部員のプロフェッショナルとしての仕事振りによるだろう。

「天気」の場合には、気象学という絞った分野の学会員のための雑誌であり、かつ、基本は投稿によるので、上記雑誌ほどには、企画のウェイトは高くはない。しかしながら、この春の気象協会の「気象」廃刊に伴う「日々の天気図」欄の掲載開始など、やはり、新野 宏

編集長を先頭とした編集委員の企画と行動力が「天気」の性格をある程度規定している。また、論文・短報などの著者と査読者とを媒介する担当編集委員の役割は大きい。その他の原稿も、編集委員の誰かしらが、初の読者として目を通し、必要な場合、著者に改稿をお願いして、掲載される文章の質を維持している（私は、「本だな」と「海外だより」欄を担当している）。

編集の仕事というのは、一種のインフラストラクチャー（社会基盤）である。そういえば、塩野七生の「ローマ人の物語」の最新刊第X巻は、「すべての道はローマに通ず」（新潮社）であった。第I巻を書いていた当時から、「インフラストラクチャーくらい、それを成した民族の資質を表わすものはないと信じていたから」、全15巻の1巻を「ローマ人が築きあげたインフラストラクチャーのみに捧げたいという想い」が強く、その巻のタイトルも「すべての道はローマに通ず」と決めていたのだそうである。「天気」は、気象学会の「資質を表わす」指標の最大のものだろう。「天気」に原稿を寄せてくださる気象学会員の皆さんと編集委員とで協力して、「天気」をよりよいものにしてゆきたい。

（国立環境研究所 神沢 博）

「天気」編集委員会

編集委員長 新野 宏(理事)
 編集委員 神沢 博(理事)・古川 武彦(理事)
 藤部 文昭(理事)
 石田 純一・大淵 濟・岡崎 賢治
 勝山 健一・勝山 税・金田 昌樹
 川島 正行・木村 陽一・小出 寛
 桜井 敏之・佐藤 晋介・小司 禎教
 住 明正・関山 剛・高野 清治
 高橋 宙・滝下 洋一・田口 晶彦
 寺坂 義幸・中西 幹郎・中村 尚
 新村 典子・板東 恭子・別所 康太郎
 水野 量・山本 哲

地区編集委員 北海道 西 道夫・渡部 雅浩
 東北 小柴 厚・岡本 創
 関東 城尾 泰彦・横井 貴子
 中部 永尾 一平・渡辺 真二
 関西 和田 高秀・山中 大学
 九州 渡辺 典昭・中島 健介
 沖縄 我 謝 良 弘
 編集書記 遠藤 和子

複写される方へ

本誌に掲載された著作物を複写したい個人または団体（図書館も含む）は、著作権者から複写権等の行使の委託を受けている下記の団体から許諾を受けて下さい。

〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル
 学術著作権協会

Tel : 03-3475-5618, Fax : 03-3475-5619

E-mail : naka-atsu@muj.biglobe.ne.jp

Notice about photocopying

In order to photocopy any article from this publication, you or your organization must obtain permission from the following organization which has been delegated for copyright for clearance by the copyright owner of this publication.

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

9-6-41 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052, Japan

Tel : 81-3-3475-5618, Fax : 81-3-3475-5619

E-mail : naka-atsu@muj.biglobe.ne.jp

3 神沢博の プロフィール

3-1 履 歴 書

2018（平成 30）年 3 月 31 日現在

氏名 神 沢 博（男）（かんざわ ひろし）

出生年月日（年齢）：1953（昭和 28）年 1 月 17 日（65 歳）

出生地：群馬県前橋市

現住所 名古屋市昭和区戸田町 2-16-1（〒466-0846）

電話: 052-842-1127

E-mail: kanzawa@nagoya-u.jp, kanzawa.hiroshi@gmail.com学歴

- 1965（昭和 40）年 3 月 前橋市立城南小学校 卒業
- 1968（昭和 43）年 3 月 前橋市立第一中学校 卒業
- 1971（昭和 46）年 3 月 群馬県立前橋高等学校 卒業
- 1972（昭和 47）年 4 月 京都大学理学部 入学
- 1976（昭和 51）年 3 月 同 卒業
- 同 年 4 月 京都大学大学院理学研究科修士（博士前期）課程
（地球物理学専攻） 入学
- 1978（昭和 53）年 3 月 同 修了
- 同 年 4 月 京都大学大学院理学研究科博士後期課程 進学
- 1981（昭和 56）年 3 月 同 研究指導認定（単位取得に相当）
- 同 年 6 月 同 退学
- 1984（昭和 59）年 3 月 京都大学理学博士（博士後期課程修了：理博第 838 号）
学位論文名：Planetary Wave-Mean Flow Interactions in the Atmosphere
（主査：廣田勇京都大学理学部教授）

職歴

- 1981（昭和 56）年 7 月 文部省国立極地研究所研究系地球物理学研究部門助手に
採用
- 1984（昭和 59）年 11 月～1986（昭和 61）年 3 月
第 26 次南極地域観測隊員として昭和・みずほ基地に越冬
- 1987（昭和 62）年 9 月～11 月

- 文部省在外研究員（短期）として米国ワシントン大学大気科学部に滞在（Visiting Scholar, 受入: Professor James R. Holton）
- 1988（昭和 63）年 5 月 同研究所資料系データ解析資料部門助手に配置換
- 1990（平成 2）年 6 月 同研究所情報科学センター助手に配置換
- 1993（平成 5）年 10 月 環境庁国立環境研究所地球環境研究センター研究管理官に転任
- 1998（平成 10）年 4 月 同研究所大気圏環境部大気物理研究室長に配置換
- 2001（平成 13）年 1 月 環境省国立環境研究所大気圏環境部大気物理研究室長（環境省発足に伴う異動）
- 2001（平成 13）年 4 月 独立行政法人国立環境研究所大気圏環境研究領域大気物理研究室・室長に配置換（独立行政法人化に伴う異動）
地球温暖化の影響評価と対策効果プロジェクト（地球温暖化研究プロジェクト）気候モデル研究チーム総合研究官（併任）
成層圏オゾン層変動のモニタリングと機構解明プロジェクト（成層圏オゾン層変動研究プロジェクト）衛星観測研究チーム（併任）
地球環境研究センター（併任）
- 2003（平成 15）年 4 月 名古屋大学教授に転任
大学院環境学研究科地球環境科学専攻気候科学講座担当
同大学大学院理学研究科教授（併任）
同大学理学部教授（併任）
- 2006（平成 18）年 4 月 名古屋大学教育研究評議会評議員（2008（平成 20）年 3 月まで）
環境学研究科副研究科長（2008（平成 20）年 3 月まで）
- 2012（平成 24）年 7 月 独立行政法人日本学術振興会学術システム研究センター
専門研究員（非常勤）（2015（平成 27）年 3 月まで）数物系専門調査班
- 2015（平成 27）年 4 月 環境学研究科研究科長（2017（平成 29）年 3 月まで）
名古屋大学教育研究評議会評議員（2017（平成 29）年 3 月まで）
- 2018（平成 30）年 3 月 名古屋大学退職（定年）

履歴書付録

受賞

日本気象学会 1997 年度堀内基金奨励賞

(地球環境観測衛星「みどり」の ILAS (改良型大気周縁赤外分光計) ミッションにおける検証評価
実験の推進)

1997 年 10 月

所属学会

日本気象学会 (公益社団法人)

1976 年～

理事 (第 30, 31, 32 期 : 1 期 = 2 年) 1998 年 7 月～2004 年 6 月

理事 (第 30 期) 1998 年 7 月～

「山本・正野論文賞」候補者推薦委員会副担当理事

電子情報委員会副担当理事

「天気」編集委員会副担当理事

理事 (第 31 期) 2000 年 7 月～

電子情報委員会主担当理事

「堀内賞」候補者推薦委員会副担当理事

「天気」編集委員会副担当理事

理事 (第 32 期) 2002 年 7 月～

常任理事

電子情報委員会主担当理事

「堀内賞」候補者推薦委員会副担当理事

地球環境問題委員会副担当理事

「天気」編集委員会副担当理事

講演企画委員 (=学会予稿集編集委員)

1988 年 2 月～1992 年 7 月

機関誌「天気」編集委員

1990 年 9 月～2004 年 6 月

副編集委員長 : 1998 年 7 月～2004 年 6 月

SOLA (Scientific Online Letters on the Atmosphere) 編集委員

2004年7月～2006年6月

気象研究コンソーシアム検討委員会委員

2007年春～2017年春

岸保賞候補者推薦委員会委員

2013年7月～2017年春

日本雪氷学会

1981年～

日本地球惑星科学連合

2009年～

大気水圏科学セクション (Atmospheric and Hydrospheric Sciences section) サイエンスボード委員 旧

名：大気海洋・環境科学セクション

2009年春～

日本環境共生学会

2015年5月～

理事 2015年5月～

American Meteorological Society

1981年～

American Geophysical Union

1994年～

- Journal of Geophysical Research-Atmospheres: Associate Editor (Chief Editor: Guy P. Brasseur)

1992年9月～1996年12月

- The Panel to revisit its current position statement on Climate Change and Greenhouse Gases: A member

2003年4月～12月

委員等 (主なもの)

勤務機関内

名古屋大学・地球水循環研究センター・協議員会協議員

2004年度～2015年度

名古屋大学・地球生命圏研究機構 (SELIS) 運営委員

2008年度～2017年度

名古屋大学・大学院国際開発研究科 2015年度外部評価委員

2015 年度

グローバル COE プログラム「地球学から基礎・臨床環境学への展開」(FY2009-2013)

事業推進担当者、事務局長

2009 年 7 月～2014 年 3 月

勤務機関外

A reviewer for IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) TAR (Third Assessment Report) WG I: "Climate Change 2001: The Scientific Basis" (J. T. Houghton, Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C. A. Johnson, Eds., Cambridge University Press, 881pp, 2001)

1999-2001

国立極地研究所・専門委員会委員、統合研究委員会委員、運営会議南極観測審議委員会委員、等

1999 年度～2017 年度

地球シミュレータ運営委員会委員 (海洋科学技術センター)

2001 年度～2002 年度

総合科学技術会議「地球温暖化研究イニシャティブ」研究会合 (関係研究者連絡会) メンバー

2002 年度

文部科学省「人・自然・地球共生プロジェクト」運営委員会委員

2002 年度～2006 年度

文部科学省「21 世紀気候変動予測革新プログラム」運営委員会委員

2007 年度～2011 年度

文部科学省「気候変動リスク情報創生プログラム」運営委員会委員

2012 年度～2016 年度

独立行政法人国立環境研究所客員研究員

2003 年 4 月～2018 年 3 月

東京大学気候システム研究センター研究協議会委員・委員会委員

2005 年度～2007 年度

総合地球環境学研究所・共同研究員

2008 年度～2013 年度

海洋研究開発機構・RCGC、地球環境変動領域、海洋・地球環境研究開発課題、等の評価・助言委員会アドバイザー

2009 年度～2016 年度

国立極地研究所・北極気候変動研究事業運営会議委員

文部科学省グリーン・ネットワーク・オブ・エクセレンス (GRENE) 事業北極気候変動分野「急変する北極気候システム及びその全球的な影響の総合的解明」

2011 年度～2015 年度

総合地球環境学研究所・運営会議委員、人事委員会委員

2013年度～

京都賞第31回(2015)候補者推薦：稲盛財団

朝日賞2015年度候補者推薦

あいち海上の森フォーラム運営委員会委員・役員

2016年春～

南極地域観測統合推進本部観測・設営計画委員会委員

2017年度～

公益財団法人「堀科学芸術振興財団」研究助成事業第3部(理学)選考委員

2017年度～

科学研究費審査委員会

・第1段審査委員 2003年1月～2月；2004年1月～2月

・「新学術領域研究」専門委員会委員：

領域番号2205「中緯度海洋と気候」(FY2010-2014)主査；2011年、2013年

・科学研究費補助金における評価に関する委員会の評価(審査)

2016年度～

注) 日本学術振興会学術システム研究センター専門研究員: 2012年7月～2015年3月

3-2 印刷発表リスト

全 295 件

* 査読付き原著論文 59 件

** 編著書 32 件

Kanzawa, H. (1978): On the behaviour of mean zonal flow and planetary waves during the 1973 sudden warming observed by Nimbus 5 SCR. Proceedings of the Symposium on the Use of Satellite Data in Meteorological Research (3-5 November 1978, Tokyo), 102-107.

*Kanzawa, H. (1980): The behavior of mean zonal wind and planetary-scale disturbances in the troposphere and stratosphere during the 1973 sudden warming. J. Meteorol. Soc. Japan, 58, No. 5, 329-356.

廣田 勇・神沢 博・長谷部文雄 (1980): 国際 MAP シンポジウム及びオゾンシンポジウムに出席して. 天気, 27, No.12, 843-847.

Kanzawa, H. and Hirota, I. (1981): The behavior of mean zonal winds and planetary waves during the 1973 sudden warming. Handbook for MAP, Vol. 2 (Extended Abstracts from International Symposium on Middle Atmosphere Dynamics and Transport, 28 July - 1 August 1980, Urbana, Illinois), 165-174.

神沢 博 (1981): Nimbus 5 SCR データによる成層圏突然昇温の力学解析. 第 1 回 MAP シンポジウムプロシーディングス (1980 年 12 月 9-11 日、東大宇宙航空研), 247-252.

*Kanzawa, H. (1982): Eliassen-Palm flux diagnostics and the effect of the mean wind on planetary wave propagation for an observed sudden stratospheric warming. J. Meteorol. Soc. Japan, 60, No. 5, 1063-1073.

神沢 博 (1982): 突然昇温の力学に関するコメント. 第 2 回 MAP シンポジウムプロシーディングス (1982 年 1 月 18-19 日、宇宙研), 242-251.

Kanzawa, H. (1983): Energetics based on a transformed Eulerian equation. Extended Abstracts of Papers presented at the IAMAP-WMO Symposium on Maintenance of the Quasi-stationary Components of the Flow in the Atmosphere and in Atmospheric Models (29 August - 2 September 1983, Paris), 97-99.

Kanzawa, H. (1983): Seasonal variation of the vertical gradient of global mean temperature in the upper stratosphere (abstract). Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue, No. 29 (Proc. Fifth Symp. Polar Meteorol. Glaciol., Kusunoki, K. Ed.), 226-227.

**Kanzawa, H. (1984): Four observed sudden warmings diagnosed by the Eliassen-Palm flux and refractive index.

Dynamics of the Middle Atmosphere, J.R. Holton and T. Matsuno Eds., Terra Scientific Publishing Company / D. Reidel Publishing Company (Proceedings of a U.S.-Japan Seminar, Honolulu, Hawaii, 8-12 November 1982), 307-331.

*Kanzawa, H. (1984): Quasi-geostrophic energetics based on a transformed Eulerian equation with application to wave-zonal flow interaction problems. *J. Meteorol. Soc. Japan*, 62, No. 1, 36-51.

廣田 勇・吉野正敏・神沢 博・林田佐智子・山内 恭・中村晃三・廣岡俊彦 (1984): 第 18 回 IUGG 総会の報告. *天気*, 31, No.1, 19-26.

住 明正・金光正郎・神沢 博 (1984): 大気、及び、大気モデルにおける準定常超長波の維持に関するシンポジウムについて. *天気*, 31, No.2, 115-12.

神沢 博・川口貞男 (1984): 南極域気象ロケット観測計画. 第 4 回 MAP シンポジウムプロシーディングス (1983 年 12 月 15-17 日, 宇宙研), 55-56.

山中大学・西村純・神沢 博・山内 恭 (1984): 気象学的実現性. ポーラーパトロールバルーンの開発と利用技術-昭和 59 年度研究小集会プロシーディングス, 国立極地研究所編, 3-6.

楠宏・川口貞男・前晋爾・藤井理行・西尾文彦・和田誠・山内 恭・神沢 博 (1984): 極軌道衛星と地上での比較観測による雪氷面の放射及びマイクロ波特性の研究. 昭和 58 年度科学研究費補助金 (一般研究 (B)) 研究成果報告書, 40pp.

神沢 博 (1986): 大型ゴム気球実験. XI 研究観測, A. 宙空系, 3. 気球観測, 3.2 節, 日本南極地域観測隊第 26 次隊報告 (1984-1986), 国立極地研究所 (470 pp.), 182-183.

神沢 博・伊藤幸雄・板倉弘明・福沢志津男 (1986): MT-135JA ロケット実験. XI 研究観測, A. 宙空系, 4. ロケット観測, 4.2 節, 日本南極地域観測隊第 26 次隊報告 (1984-1986), 国立極地研究所 (470 pp.), 201-225.

*神沢 博・伊藤幸雄・板倉弘明・福沢志津男・山岸久雄・川口貞男 (1986): MT-135JA 気象ロケット実験報告 (JARE-26). *南極資料*, 30, No.3, 219-245.

川口貞男・前晋爾・楠宏・藤井理行・西尾文彦・和田誠・山内恭・神沢 博 (1986): 積雪・海氷探査レーダーによる積雪・海氷の内部構造の研究. 昭和 60 年度科学研究費補助金 (一般研究 (B)) 研究成果報告書, 34pp.

Kanzawa, H. (1987): The symposium "Antarctic ozone now decreasing" held at NIPR in December 1986 - Ozone hole -. *SCAR UAP NEWSLETTER*, 87-1 (April 1987), 3-4.

Morita, Y., Iwasaka, Y., Shiobara, M. and Kanzawa, H. (1987): Balloon measurements of aerosols in the Antarctic stratosphere (III) (Abstract). *Proc. NIPR Symp. Polar Meteorol. Glaciol.*, 1, 149.

神沢 博 (1987): 気象ロケットによる観測. 第 1 回大気圏シンポジウムプロシーディングス (1987 年 1 月 29 日-30 日, 宇宙研), 16.

神沢 博 (1987): 南極昭和基地における重力波-気象ロケット連続発射実験速報-. STE 研究連絡会, 京大

学宇治構内, 1986年9月25日. 第1回大気圏シンポジウムプロシーディングス所収, 133-135.

神沢 博 (1987): 夜光雲 (極地豆事典). 極地研ニュース, No. 77, 10.

神沢 博 (1987): ワシントン大学での2ヶ月. 極地研ニュース, No. 82, 2-3.

廣田 勇・神沢 博 (1987): 南半球中層大気と重力波に関する合同国際ワークショップの報告. 天気, 34, No. 10, 611-614.

*Yamanaka, M.D., Yamazaki, K. and Kanzawa, H. (1988): Studies of middle atmosphere dynamics under the Polar Patrol Balloon (PPB) project: Present status and future plans. Proc. NIPR Symp. Upper Atmos. Phys., 1, 65-74.

神沢 博 (1988): オゾンホール (極地豆事典). 極地研ニュース, No. 86, 6.

神沢 博 (1988): 極域中層大気の気候学. 第2回大気圏シンポジウムプロシーディングス(1988年1月12-14日,宇宙研), 8-9.

**神沢 博 (1988): 第5.1節 平均的な温度構造. 「南極の科学3気象」(国立極地研究所編, 334pp., 古今書院), 第5章 中層大気, 127-134.

**神沢 博 (1988): 第5.4節 運動. 「南極の科学3気象」(国立極地研究所編, 古今書院, 334pp.), 第5章 中層大気, 182-190.

**川口貞男・神沢 博 (1988): まえがき. 「南極の科学3気象」, (国立極地研究所編, 古今書院, 334pp.), i-ii.

**川口貞男・神沢 博編 (1988): 「南極の科学3気象」, 国立極地研究所, 古今書院, 334p.

浅井富雄・澤田龍吉・廣田勇・吉野正敏・小野延雄・花輪公雄・鳥羽良明・高島勉・宮原三郎・坪木和久・二宮洗三・沢井哲滋・田中浩・岩嶋樹也・松浦知徳・川本洋人・菊地時夫・神沢博・増田耕一・小川利紘・森永由紀・平啓介 (1988): IUGG 第19回総会の報告 -バンクーバー, 1987年8月-. 天気, 35, No.2, 71-82.

*Nomura, A., Kanzawa, H. and Kano, T. (1989): Upper stratospheric temperature profiles obtained by lidar at Syowa Station, Antarctica. Proc. NIPR Symp. Polar Meteorol. Glaciol., 2, 8-15.

*Kanzawa, H. (1989): Warm stratopause in the Antarctic winter. J. Atmos. Sci., 46, No. 3, 435-438.

Kawaguchi, S., Aoki, S., Kanzawa, H., Yamanouchi, T., Nakazawa, T. and Tanaka, M. (1989): Monitoring of atmospheric minor constituents under the program of Antarctic Climate Research. Proceedings of "The International Symposium on Antarctic Research" (Hangzhou, China, 8-12 May 1989), China Committee on Antarctic Research, China Ocean Press, 426-429.

神沢 博・川口貞男 (1989): 1988年南極の突然昇温とオゾンホール. 第3回大気圏シンポジウムプロシーディングス (1989年2月2-4日, 相模原, 宇宙研), 147-153.

廣田 勇・塩谷雅人・黒井啓子・神沢博・平木哲 (1989): 1988年南半球成層圏で起こった大昇温現象について. 第3回大気圏シンポジウムプロシーディングス (1989年2月2-4日, 相模原, 宇宙研), 80-84.

- 廣岡俊彦・神沢博 (1989): 1984-85 年の北半球極夜における成層圏の温度構造とその時間変化について. 第3回大気圏シンポジウムプロシーディングス (1989年2月2-4日, 相模原, 宇宙研), 115-120.
- 山中大学・小山孝一郎・神沢博・伊藤富造・加藤進・Schmidtlin F.・Offermann D. (1989): DYANA 計画における気象ロケット連続観測について. 第3回大気圏シンポジウムプロシーディングス (1989年2月2-4日, 相模原, 宇宙研), 126-132.
- 廣田 勇・塩谷雅人・神沢博・山崎孝治・津田敏隆 (1989): 米国気象学会中層大気分科会および南半球中層大気国際研究集会の報告. 天気, 36, No. 10, 615-620.
- 神沢 博 (1989): 国際気象学・大気物理学協会 (IAMAP) 第5回科学総会に出席して. 極地研ニュース, No. 92, 2-3.
- 浅井富雄・廣田勇・谷貝勇・佐藤康雄・西憲敬・余田成男・田中博・塩谷雅人・神沢博・児玉安正・増田耕一・忠鉢繁・秋吉英治・木村竜治・二宮洸三・内藤玄一・佐々木徹・高島勉・山内恭 (1989): IAMAP 第5回研究集会の報告. 天気, 36, No. 12, 723-736.
- 神沢 博 (1989): 物質循環または極域大気. STE 研究連絡会 (1989年10月30-31日, 宇宙研), 7-11.
- 川口貞男・渡辺興亜・藤井理行・西尾文彦・山内恭・和田誠・神沢博・青木周司 (1989): 極域の雲水量・水蒸気量の評価に関する研究. 昭和63年度科学研究費補助金 (一般研究 (C))研究成果報告書, 67pp.
- *Kanzawa, H. and Kawaguchi, S. (1990): Large stratospheric sudden warming in Antarctic late winter and shallow ozone hole in 1988. Geophys. Res. Lett., 17, No. 1, 77-80.
- **Kanzawa, H. and Kawaguchi, S. (1990): Large stratospheric sudden warming in Antarctic late winter and shallow ozone hole in 1988: Observation by Japanese Antarctic Research Expedition. Dynamics, Transport and Photochemistry in the Middle Atmosphere of the Southern Hemisphere (Proceedings of NATO Advanced Research Workshop, Lone Mountain Conference Center, San Francisco, 15-17 April 1989). O'Neill, A. ed., Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 135-148.
- Kanzawa, H. and Kawaguchi, S. (1990): Observation of stratospheric ozone and related quantities by the Japanese Antarctic Research Expedition during the Antarctic Climate Research (ACR) period. Progress Report of WCRP in Japan, edited by Yamamoto, R., published by Japanese WCRP Association (WCRP Kyogikai), September 1990, 198-203.
- 神沢 博 (1990): オゾン層の力学. 1989年度日本気象学会春季大会シンポジウム「オゾン層の科学-現状と課題-」の報告2, 天気, 37, No. 1, 25-31.
- 神沢 博 (1990): ウィンドプロファイラーによる南極域における成層圏・対流圏物質輸送過程の観測研究計画の提案 (A proposal for observation of transport processes in the stratosphere and the troposphere over Antarctica with the wind profilers). 太陽地球系エネルギー M-国際協同研究計画, 第1回シンポジウム報告 (1990年4月26-27日, 極地研), 352-356.
- 山内 恭・西尾文彦・和田誠・神沢博・川口貞男 (1990): 昭和基地受信 MOS-1 データによる極域大気・雪氷

圏の観測序報. MOS-1 検証報告, 宇宙開発事業団 (NASDA), 175-188.

川口貞男・山内恭・和田誠・神沢博・滝沢隆俊 (1990): 衛星による南極氷海域の雲・海水分布の導出に関する研究 (Derivation of cloud and sea ice distributions in the Antarctic from satellite data). 科学研究費・重点領域研究「衛星による地球環境の解明」平成元年度報告 W, 44-49.

神沢 博 (1990): 国際気象学・大気物理学協会 (IAMAP) 第 5 回科学総会出張報告書. 吉田科学技術財団ニュース, 16, No.1, 47-48.

神沢 博 (1990): 夜、光って見える雲…夜光雲. 南極科学館, 国立極地研究所編, 古今書院, 211pp., 60-61.

神沢 博 (1990): オゾンホール発見に昭和基地観測が貢献. 南極科学館, 国立極地研究所編, 古今書院, 211pp., 66-67.

*Yamanouchi, T., Kanzawa, H., Ariyoshi, H. and Ejiri, M. (1991): Report on the first MOS-1 data received at Syowa Station, Antarctica. Proc. NIPR Symp. Polar. Meteorol. Glaciol., 4, 22-30.

Kanzawa, H. and Kawaguchi, S. (1991): Large stratospheric sudden warming in Antarctic late winter and shallow ozone hole in 1988 (Abstract). Proc. NIPR Symp. Polar. Meteorol. Glaciol., 4, 120.

*Kanzawa, H. and Kondo, Y. (1991): A plan for observation of the Antarctic ozone hole in 1991 under the Polar Patrol Balloon (PPB) project. Nankyoku Shiryo (Antarctic Record), 35, No. 2, 227-237.

Oyama, K.-I., Yamanaka, M., Nakane, H. and Kanzawa, H. (DYANA steering committee in Japan) Eds. (1991): Summary of Ground and Rocket Observations during DYANA Campaign in Japan. The Institute of Space and Astronautical Science, 224p.

Kanzawa, H. (1991): Ozone-related studies (Abstract). First Workshop of the Japan-Canada Project on the "Influence of the Arctic on Weather and Climate" (National Institute of Polar Research, Tokyo, 16-18 April 1991), 60.

Yamanouchi, T., Kanzawa, H., Wada, M., Kawaguchi, S., Nishio, F., Cho, K. and Maeda, K. (1991): Sea ice and glacier in the Antarctic from microwave observation. Proceedings of Pre ISY International Symposium -Present and Future Earth Environment Data Set- (Tsukuba Center Inc., Tsukuba, Japan, 19 November 1991), 141-152.

Kanzawa, H. and Kawaguchi, S. (1991): Observation of ozone and related quantities by the Japanese Antarctic Research Expedition. International Conference on the Role of the Polar Regions in Global Change: Proceedings of a Conference held June 11-15, 1990 at the University of Alaska Fairbanks, Weller, G., Wilson, C.L., and Severin, B.A.B., Eds., Geophysical Institute & Center for Global Change and Arctic System Research, University of Alaska Fairbanks, Fairbanks, Alaska, Volume II, p.735.

神沢 博 (1991): 中層大気のダイナミクスと組成の相互作用: 物質循環問題. 「地球大気観測計画, 文部省宇宙科学研究所」, 第 1.3.3 節, 宇宙科学研究所・地球大気観測ワーキンググループ, 福西浩編, 65-88.

神沢 博 (1991): 太陽活動と地球大気変動. 「地球大気観測計画, 文部省宇宙科学研究所」, 第 1.5 節, 宇宙

- 科学研究所・地球大気観測ワーキンググループ, 福西浩編, 112-119.
- 青木忠生・神沢博 (1991): データ利用推進のための課題. 「地球大気観測計画, 文部省宇宙科学研究所」, 第 8.3 節, 宇宙科学研究所・地球大気観測ワーキンググループ, 福西浩編, 483-491.
- 青木忠生・村上勝人・小佐野慎悟・廣田勇・塩谷雅人・山中大学・山内恭・神沢博 (1991): 地球大気観測データ利用における課題. 第 5 回大気圏シンポジウム (宇宙研, 相模原, 1990 年 12 月 20 日-21 日) プロシーディングス, 72-77.
- 川口貞男・山内恭・和田誠・神沢博・青木周司・滝沢隆俊 (1991): 衛星による南極氷海域の雲・海水分布の導出に関する研究 (Derivation of cloud and sea ice distributions in the Antarctic from satellite data). 科学研究費・重点領域研究「衛星による地球環境の解明」平成 2 年度第 2 回シンポジウムプロシーディングス, 44-49.
- 神沢博 (1991): ADEOS (TOMS) 研究計画. ADEOS ミッション・チーム運営 (その 2) 成果報告書, 平成 2 年度宇宙開発事業团委託業務, 財団法人リモート・センシング技術センター, 162-166.
- 田中博・神沢博・瀬古勝基・兒玉裕二 (1991): 地球規模変動における極域の役割に関する国際会議の報告. 天気, 38, No. 2, 103-106.
- **神沢博 (1991): 南極オゾンホール. 「南極の科学 1 総説」 (国立極地研究所編, 古今書院, 295pp.), 第 5 章 気象と気候, 第 5.3 節, 165-190.
- 深尾昌一郎・神沢博・近藤豊・塩谷雅人・田中高史・山本哲生・山中大学 (1991): 中層大気・超高層大気研究: 21 世紀への展望. 天気, 38, No. 5, 257-273.
- 神沢博 (1991): 編集後記. 天気, 38, No. 11, 736.
- 山内恭・山崎孝治・神沢博 (1991): 極域研究連絡会 1991 年春季研究会「北極圏の大気環境 (I)」報告. 天気, 38, No. 12, 783-784.
- Kanzawa, H. (1992): Polar Patrol Balloon (PPB) launched for observation of the Antarctic ozone hole of 1991. SCAR NEWSLETTER-Solar Terrestrial and Astrophysical Research and Physics and Chemistry of the Atmosphere-, No. 2 (Feb. 1992), 14-15.
- *Kanzawa, H. (1992): A proposal for observation of atmospheric circulation and transport processes in the troposphere and lower stratosphere over Antarctica with a network of wind profilers. Proc. NIPR Symp. Polar Meteorol. Glaciol., 5, 29-38.
- *Kodama, M., Kohno, T. and Kanzawa, H. (1992): Stratospheric sudden cooling after solar proton event over Syowa Station, Antarctica. J. Geomagn. Geoelectr., 44, No. 5, 361-366.
- *Oyama, K.-I., Yamanaka, M.D., Kanzawa, H. and Nakane, H. (1992): Activity overview of DYANA campaign in Japan. J. Geomagn. Geoelectr., 44, No.11, 987-993.
- *Murayama, Y., Oyama, K.-I., Tsuda, T., Kanzawa, H., Schmidlin, F.J., Bittner, M., Nakamura, T., Yamanaka, M.D., Fukao, S. and Kato, S. (1992): Rocketsonde observations of the middle atmosphere dynamics at Uchinoura

- (31N, 131E) during the DYANA campaign. Part I: Outline of experiments and background conditions. J. Geomagn. Geoelectr., 44, No.11, 995-1007.
- *Tsuda, T., Murayama, Y., Oyama, K.-I., Schmidlin, F.J., Bittner, M., Kanzawa, H., Nakamura, T., Yamanaka, M.D., Fukao, S. and Kato, S. (1992): Rocketsonde observations of the middle atmosphere dynamics at Uchinoura (31N, 131E) during the DYANA campaign. Part II: Characteristics of gravity waves. J. Geomagn. Geoelectr., 44, No.11, 1009-1023.
- Murayama, Y., Oyama, K.-I., Tsuda, T., Kanzawa, H., Nakamura, T., Yamanaka, M.D., Fukao S. and Kato, S. (1992): Comparative observations with rocketsondes and the MU radar during DYANA campaign. 大気圏シンポジウム第 6 回 (相模原, 1992 年 1 月 21-22 日) プロシーディングス, 宇宙科学研究所, 55-59.
- Tsuda, T., Oyama, K.-I., Murayama, Y., Kanzawa, H., Nakamura, T., Yamanaka, M.D., Fukao S. and Kato, S. (1992): Characteristics of gravity waves in the middle atmosphere observed with the MU radar and rocketsondes during DYANA campaign. 大気圏シンポジウム第 6 回 (相模原, 1992 年 1 月 21-22 日) プロシーディングス, 宇宙科学研究所, 60-65.
- 神沢 博 (1992): ポーラー・パトロール・バルーンによる 1991 年のオゾンホール観測実験の概要. 地球大気環境高精度観測システム研究. 平成 3 年度科学研究費補助金(総合研究 (A)) 研究成果報告書, 133-142.
- 神沢 博 (1992): 中層大気物質循環 (運動と組成の相互作用). 「衛星からの大気観測データの利用に関するワークショップ講演記録集」 (国立環境研究所, 1992 年 1 月 7 日), 環境庁国立環境研究所発行, F-41-'92/NIES, 21-29.
- 神沢 博 (1992): Nimbus 7/TOMS データの利用例: PPB 実験. ADEOS ミッション・チーム運営 (その 3) 成果報告書, 平成 3 年度宇宙開発事業団委託業務, 財団法人リモート・センシング技術センター, 332-333.
- **神沢 博 (1992): 縞状の雲の列 (Striated clouds). 「NOAA 衛星から見た南極 -雲・氷・雪- (Antarctica from NOAA Satellites -Clouds, Ice and Snow)」 (山内恭・瀬古勝基, 編, 国立極地研究所発行, 91pp., 1992), 第 2 章 雲 (Clouds), 第 2.4 節, 29-32.
- 神沢 博 (1992): 南極オゾンホール. マロニエ通り OKURA BIMONTHLY NO. 185, 大倉商事 (株), 20-21.
- 神沢 博・安成哲三 (1992): 極域研究連絡会 1992 年春季研究会「南極域の物質循環」報告. 天気, 39, No. 12, 775-778.
- Ejiri, M., Nishimura, J., Yajima, N., Hirasawa, T., Fujii, R., Akiyama, H., Yamagami, T., Ohta, S., Kanzawa, H., Tohyama, F. and Kokubun, S. (1993): Polar Patrol Balloon project in Japan. Solar Terrestrial Environmental Research in Japan, Committee on Solar Terrestrial Environmental Research, Solar Terrestrial Environment Laboratory Nagoya University Vol. 16, 89.
- 神沢 博 (1993): ADEOS を利用する大気微量成分観測のための ILAS/RIS プロジェクトについてのコメント. 1992 年度日本気象学会春季大会シンポジウム「新しい観測システム」の報告, 天気, 40, No. 1, 45.
- 小川利紘・川平浩二・神沢博・近藤豊・柴崎和夫・中根英昭・村松久史 (1993): 第 16 回国際オゾンシンポ

ジウム報告. 天気, 40, No. 1, 55-62.

神沢 博 (1993): 極域中層大気の南北非対称. STE 研究連絡会 "大気物理・化学における南北半球の比較・相違" (宇治, 1992 年 9 月 24 日) 集録, 神沢博・近藤豊・深尾昌一郎, 編, 京都大学超高層電波研究センター, 63-76.

神沢 博 (1993): ジロウさんのこと. 「追悼 井上治郎」, 井上治郎遺稿・追悼文集刊行委員会発行, 346-350.

神沢 博 (1993): 南極オゾンホール of 物理と化学. 群馬県高等学校教育研究会理化学部会誌, 第 31 号, 6-10.

神沢 博 (1993): 衛星と地上・無人観測比較による極域大気・雪氷圏解析に関する研究小集会報告, 南極資料, 37, No. 2, 196-204.

神沢 博 (1993): 編集後記. 天気, 40, No. 11, 862.

神沢 博 (1993): ポーラー・パトロール・バルーンによる南極オゾンホール観測. 測候時報, 気象庁, 60, No. 6, 297-319.

神沢 博 (1993): 地球環境研究センター・研究管理官(衛星担当)に着任して. 地球環境研究センターニュース, 環境庁国立環境研究所発行, 4, No. 7, 9-10.

宮原三郎・津田敏隆・佐藤薫・廣岡俊彦・神沢 博 (1993): M6: Middle Atmosphere Sciences (IAMAP・IAHS '93 シンポジウム報告-M6). 天気, 40, IAMAP 特集号, 1006-1013.

山内 恭・青木周司・本田秀之・中澤高清・神沢 博 (1993): 回収気球による南極大気サンプリング計画. 大気球シンポジウム平成 5 年度プロシーディングス(相模原, 宇宙研, 1993 年 12 月 9-10 日), 宇宙科学研究所, 64-67.

*Ejiri, M., Nishimura, J., Yajima, N., Hirasawa, T., Fujii, R., Akiyama, H., Yamagami, T., Ohta, S., Kanzawa, H., Tohyama, F. and Kokubun, S. (1994): Polar Patrol Balloon project in Japan. Adv. Space Res. (Proc. COSPAR Conf., August 1992), Vol.14, No. 2, pp.(2)201-(2)209.

Ejiri, M., Akiyama, H., Bering, E.A., Fujii, R., Fukunishi, H., Hayashi, M., Hirasawa, T., Hirashima, Y., Kadokura, A., Kanzawa, H., Kodama, M., Kokubun, S., Miyaoka, H., Murakami, H., Nakagawa, M., Namiki, M., Nishimura, J., Ohta, S., Sato, N., Suzuki, H., Tohyama, F., Tonegawa, Y., Turuda, K., Yajima, N., Yamagami, T., Yamagishi, H., Yamanaka, M.D., Yamazaki, I. (1994): Polar Patrol Balloon Experiments of STEP project in Antarctica. Extended Abstracts, Eighth International Symposium on Solar Terrestrial Physics (Dedicated to STEP), Sendai, 5-10 June 1994, xx-xx.

Kanzawa, H. (1994): ILAS: Monitoring of high-latitude ozone layer: Part 3 Validation and data use. Ozone Layer Observation by Satellite Sensors (Proc. Session Int. Workshop Global Environ. Earth Obs. Satellite Sensors, Tokyo, 8-9 December 1993), Sasano, Y. and Yokota, T., Eds., Available from National Institute for Environmental Studies, 54-56.

Kanzawa, H., Fujii, R., Yamazaki, K., and Yamanaka, M.D. (1994): Trajectory analysis of Polar Patrol Balloon (PPB)

flights in the stratosphere over Antarctica in summer and spring: A preliminary result. Ozone in the Troposphere and Stratosphere (Proc. Quadrennial Ozone Symp. 1992, Charlottesville, Virginia, U.S.A., June 4-13, 1992), Hudson, R.D., Ed., NASA Conf. Pub. 3266, 606-609.

Hayashi, M., Murata, I., Fujii, R., Iwasaka, Y., Kondo, Y. and Kanzawa, H. (1994): Observation of ozone and aerosols in the Antarctic ozone hole of 1991 under the Polar Patrol Balloon (PPB) project -Preliminary result-. Ozone in the Troposphere and Stratosphere (Proc. Quadrennial Ozone Symp. 1992, Charlottesville, Virginia, U.S.A., June 4-13, 1992), Hudson, R.D., Ed., NASA Conf. Pub. 3266, 565-568.

*Gernandt, H., Dethloff, K. and Kanzawa, H. (1994): A qualitative assessment of height dependent interannual variability of polar stratospheric ozone Part 1: Long-term variability and stratospheric ozone depletion. Proc. NIPR Symp. Polar Meteorol. Glaciol., 8, 1-13.

*Bugueva, I.V., Boutko, A.I., Kokin, G.A., Koshelkov, Y.P., Perov, S.P., Tarasenko, D.A., Zakharov, G.R., Toulinov, G.F., Offermann, D., Bittner, M., von Zahn, U., Chanin, M.L., Hauchecorne, A., Soule, I., Subbaraya, B.H., Gilojeda, M., Delamoren, B.A., Schmidlin, F.J., Oyama, K.I., and Kanzawa, H. (1994): Basic features of large-scale processes in the middle atmosphere during DYANA. J. Atmos. Terr. Phys., 56 (13-14), 1659-1674.

神沢 博・近藤豊 (1994): ADEOS/ILAS 検証実験計画案について. 第4回大気化学シンポジウム講演集 (1993年度名古屋大学太陽地球環境研究所研究集会講演集, STESP-1993-12), 近藤豊編, 名古屋大学太陽地球環境研究所発行, 23-27.

神沢 博・横田達也・岩上直幹 (1994): オゾン層観測センサーの利用に関する国際ワークショップ報告. 天気, 41, No. 5, 265-268.

神沢 博・佐藤薫・塩谷雅人・余田成男 (1994): 第9回中層大気に関する会議の報告. 天気, 41, No. 11, 765-770.

神沢 博 (1994): 「ILAS・RIS データ処理運用装置」導入の作業状況および今後の予定. ILAS サイエンスチームニュース, No. 15 (7-15-1994), 1-2.

神沢 博 (1994): 衛星センサー国際ワークショップの「天気」への報告について. ILAS サイエンスチームニュース, No. 15 (7-15-1994), 4.

神沢 博 (1994): 「ILAS・RIS データ処理運用装置」導入の作業状況および今後の予定 (その2). ILAS サイエンスチームニュース, No. 17 (10-25-1994), 1-2.

Ejiri, M., Akiyama, H., Bering, E.A., Fujii, R., Hayashi, M., Hirashima, Y., Kadokura, A., Kanzawa, H., Kodama, M., Miyaoka, H., Murakami, H., Nakagawa, M., Namiki, M., Nishimura, J., Ohta, S., Suzuki, H., Tohyama, F., Tonegawa, Y., Yajima, N., Yamagami, T., Yamagishi, H. and Yamanaka, M.D. (1995): Experimental results of Polar Patrol Balloon project in Antarctica (Extended Abstract). Proc. NIPR Symp. Upper Atmos. Phys., 8, 60-64.

Kanzawa, H., Kondo, Y., Camy-Peyret, C., and Sasano, Y. (1995): Balloon campaigns at Kiruna-Esrange planned in

ILAS Correlative Measurements Program. Proc. 12th ESA Symp. European Rocket and Balloon Programmes and Related Research (Lillehammer, Norway, 29 May - 1 June 1995), ESA SP-370 (September 1995), ESA Publications Division, ESTEC, Noordwijk, The Netherlands, 345-349.

Kanzawa, H., Ed. (1995): ILAS Validation Experiment Team Newsletter No. 1 (3 May 1995), E-mail, 3 p.

Kanzawa, H., Ed. (1995): ILAS Validation Experiment Newsletter No. 2 (10 July 1995), 2 p. (Annex 9p.)

Sasano, Y., Kanzawa, H., Suzuki, M., and Yokota, T. (1995): Characteristics of the Improved Limb Atmospheric Spectrometer and validation experiment plan. Optical Remote sensing of the Atmosphere (Salt Lake City, Utah, 5-9 February 1995), 1995 Technical Digest Series, Vol. 2, MB2-1, 19-21.

神沢 博 (1995): 人工衛星微量成分データの解析による極渦の空気交換過程の研究: 極渦の構造およびその年々変動. 平成6年度科学研究費補助金(総合研究B)「成層圏オゾン変化の気候への影響に関する総合的研究」研究成果報告書, 23-26.

神沢 博 (1995): 検証: 地球環境研究センターの存在意義を問う: 衛星観測. 地球環境研究センターニュース, 環境庁国立環境研究所発行, Vol. 5, No. 10, 16-17.

神沢 博 (1995): ILAS・RIS データ処理施設の正式名称決定. ILAS サイエンスチームニュース, No. 18 (1-10-1995), 2-3.

神沢 博 (1995): 「ILAS・RIS 衛星データ処理運用計算機システム」導入の作業状況および今後の予定(その3). ILAS サイエンスチームニュース, No. 18 (1-10-1995), 3-5.

神沢 博・西村達郎 (1995): ILAS/RIS 検証に係る担当者会議(名古屋, 1月11日)報告. ILAS ニュースレター, No. 19 (5-18-1995), 1-2.

神沢 博 (1995): 検証実験計画策定の進捗状況: 欧州での ILAS 検証実験打ち合わせ. ILAS ニュースレター, No. 19 (5-18-1995), 6.

神沢 博 (1995): ILAS・RIS 衛星データ処理運用施設の作業状況および今後の予定(その4). ILAS ニュースレター, No. 19 (5-18-1995), 7-8.

神沢 博 (1995): ILAS 検証実験計画策定の進捗状況: ILAS Validation Experiment Newsletter 発刊. ILAS ニュースレター, No. 20 (8-24-1995), 6.

神沢 博 (1995): ILAS 検証実験計画策定の進捗状況: ADEOS 衛星打ち上げ半年延期に伴う検証実験スケジュール調整について. ILAS ニュースレター, No. 20 (8-24-1995), 6.

神沢 博 (1995): 検証実験計画策定の進捗状況: リレハンメル ESA シンポジウムでの ILAS 検証実験計画の紹介およびキルナ気球キャンペーン協定打ち合わせ. ILAS ニュースレター, No. 20 (8-24-1995), 7-8.

神沢 博 (1995): ILAS・RIS 衛星データ処理運用施設(DHF)の作業状況および今後の予定(その5). ILAS ニュースレター, No. 20 (8-24-1995), 9.

神沢 博 (1995): 編集後記. 天気, 42, No. 8, 614.

神沢 博 (1995): ILAS & RIS DHF 安住の地を得る. ILAS ニュースレター, No. 21 (12-28-1995), 1.

神沢 博 (1995): ILAS 検証実験計画策定の進捗状況: ILAS 検証気球キャンペーン協定調印(フランス国立宇宙

- 研究センター, 10月12日). ILAS ニュースレター, No. 21 (12-28-1995), 5-6.
- 神沢 博 (1995): ILAS・RIS 衛星データ処理運用施設 (DHF) の作業状況および今後の予定(その6). ILAS ニュースレター, No. 21 (12-28-1995), 7-8.
- 神沢 博 (1995): STRATOEOLE ワークショップ (Fourth STRATOEOLE Workshop) (パリの CNES, 10月9-11日) 出席. ILAS ニュースレター, No. 21 (12-28-1995), 11-12.
- 神沢博・近藤豊・中澤高清・本田秀之・矢島信之 (1996): キルナにおける ILAS 検証気球キャンペーンについて. 大気球シンポジウム平成7年度プロシーディングス(相模原, 宇宙研, 1995年12月7-8日), 宇宙科学研究所, 37-40.
- 笹野泰弘・神沢博 (1996): ILAS/ILAS-II プロジェクト状況報告. 第6回大気化学シンポジウム(名古屋大学太陽地球環境研究所, 豊川, 1995年12月21-22日) 講演集, 117-120.
- 神沢 博 (1996): これまでの衛星観測の成果. 宇宙からの地球大気化学観測, 地球環境観測委員会成層圏・対流圏化学サイエンスチーム編, 215pp., 第2.3節, 63-76.
- 時谷伸二・神沢博 (1996): ILAS・RIS 衛星データ処理運用施設の作業状況および今後の予定 (その7). ILAS ニュースレター, No. 22 (3-29-1996), 1-2.
- 時谷伸二・神沢博 (1996): ILAS・RIS 衛星データ処理運用施設の作業状況および今後の予定 (その8). ILAS ニュースレター, No. 23 (5-31-1996), 1-2.
- 時谷伸二・神沢博 (1996): ILAS・RIS 衛星データ処理運用施設の作業状況および今後の予定 (その9). ILAS ニュースレター, No. 24 (7-29-1996), 1-2.
- 伊藤康裕・神沢博 (1996): どしどし ILAS & RIS DHF をご利用下さい. ILAS ニュースレター, No. 24 (7-29-1996), 2.
- 神沢博 (1996): ILAS 検証実験計画書大詰めへ. ILAS ニュースレター, No. 24 (7-29-1996), 6.
- 神沢博 (1996): 南極オゾンホール. Sut Bulletin, 1996年8月号, 東京理科大学出版会, 33-39.
- 神沢博 (1996): 衛星データを用いた大気中の物質循環の研究◇ADEOS 及び ADEOS-II 以後◇. 衛星による成層圏・対流圏化学の研究に関するワークショップ (ATMOS-C1 Workshop in Hokkaido) (北海道大学, 札幌, 1996年8月22-23日) 報告書, 地球環境観測委員会 / ATMOS-C1 チーム北海道大学大学院地球環境科学研究科, 327-342.
- 笹野泰弘・鈴木睦・神沢博 (1996): 太陽掩蔽法赤外センサーによるオゾン層化学関連物質と温室効果気体の観測. 衛星による成層圏・対流圏化学の研究に関するワークショップ (ATMOS-C1 Workshop in Hokkaido) (北海道大学, 札幌, 1996年8月22-23日) 報告書, 地球環境観測委員会 / ATMOS-C1 チーム・北海道大学大学院地球環境科学研究科, 69-80.
- 時谷伸二・神沢博 (1996): ILAS・RIS 衛星データ処理運用施設の作業状況および今後の予定 (その10). ILAS ニュースレター, No. 26 (9-30-1996), 5.
- 神沢博 (1996): 衛星搭載オゾン層観測センサー ILAS 初データ取得. 地球環境研究センターニュース, Vol.

7, No. 6, 1-5.

- **神沢博, 編 (1996): ILAS・RIS 衛星データ処理運用施設利用の手引き (第1版). 国立環境研究所, F-103-'97/NIES, 74p. (43p.+31p.). [November 1996]
- **Kanzawa, H., Ed. (1996): ILAS & RIS Data Handling Facility USAGE GUIDE (Version 1). National Institute for Environmental Studies, F-104-'97/NIES, 70p. (41p.+29p.). [November 1996]
- **Kanzawa, H., Ed. (1997): ILAS Correlative Measurements Plan. National Institute for Environmental Studies, F-105-'97-NIES, 178p. (37p.+139p.+2p.). [January 1997]
- Koike, M., Kondo, Y., and Kanzawa, H. (1997): Proc. International Workshop on the Arctic Atmospheric Environment, Tokyo, 17-19 March 1997, 83-90.
- Sasano, Y., Kanzawa, H., Suzuki, M., and Yokota, T. (1997): Preliminary results of ILAS (Improved Limb Atmospheric Spectrometer) measurements for stratospheric ozone layer. Proc. First SPARC General Assembly (Melbourne, Australia, 2-6 December 1996), Vol. 1, WMO/TD-NO. 814, 255-258.
- Kanzawa, H., Camy-Peyret, C., Kondo, Y., and Papineau, N. (1997): Implementation and first scientific results of the ILAS Validation Balloon Campaign at Kiruna-Esrange in February - March 1997. Proc. 13th ESA Symp. European Rocket and Balloon Programmes and Related Research (Oland, Sweden, 26-29 May 1997), ESA SP-397 (September 1997), ESA Publications Division, ESTEC, Noordwijk, The Netherlands, 211-215.
- *Sasano, Y., Suzuki, M., Yokota, T., and Kanzawa, H. (1997): Early results from Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) measurements. Geocarto International, Vol. 12, No. 4 (December 1997), 61-68.
- Kanzawa, H., Shiotani, M., Suzuki, M., Yokota, T., and Sasano, Y. (1997): Structure of the polar vortex of the Northern Hemisphere winter of 1996/1997 as observed from long-lived tracer data of ILAS. Proc. Tsukuba International Workshop on Stratospheric Change and Its Role in Climate and on the ATMOS-C1 Satellite Mission (Tsukuba, 20-22 October 1997), 158-162.
- 笹野泰弘・神沢博・鈴木睦・横田達也・ILAS サイエンスチーム (1997): ILAS (改良型大気周縁赤外分光計) 観測がねらうもの. 第7回大気化学シンポジウム (ホテルホリデイ・イン豊橋クラウンプラザ, 豊橋, 1996年11月28-29日), 平成8年度 研究講演集, 名古屋大学太陽地球環境研究所, 64-67.
- 石田邦光・大島慶一郎・山内恭・神沢博 (1997): MOS-1/1b・MESSRに見られる南極海氷の特徴-1, (社) 日本リモートセンシング学会 第22回学術講演会論文集, (1997年5月), 241-244.
- 神沢博 (1997): 編集後記. 天気, 44, No. 5, 376.
- *笹野泰弘・鈴木睦・横田達也・神沢博 (1997): 改良型大気周縁赤外分光計 (ILAS) による成層圏オゾン層観測「初期解析結果」, 日本リモートセンシング学会誌, Vol. 17, No. 5, 101-107.
- *Knudsen, B.M., Larsen, N., Mikkelsen, I.S., Morcrette, J.-J., Braathen, G.O., Kyro, E., Fast, H., Gernandt, H., Kanzawa, H., Nakane, H., Dorokhov, V., Yushkov, V., Hansen, G., Gil, M., and Shearman, R.J. (1998): Ozone

- depletion in and below the Arctic vortex for 1997. *Geophys. Res. Lett.*, 25, No. 5, 627-630.
- Knudsen, B.M., Larsen, N., Mikkelsen, I.S., Morcrette, J.-J., Braathen, G.O., Kyro, E., Fast, H., Gernandt, H., Kanzawa, H., Nakane, H., Dorokhov, V., Yushkov, V., Hansen, G., Gil, M., and Shearman, R.J. (1998): Ozone depletion in and below the Arctic vortex in 1997. *Air Pollution Report 66: Polar Stratospheric Ozone 1997* (Proc. Fourth European Symp., Schliersee, Bavaria, Germany, 22-26 September 1997), Harris, N.R.P., Kilbane-Dawe, I., Amanatidis, G.T., Eds., Luxembourg (Office for Official Publications of the European Communities), 289-292.
- Kreher, K., Kanzawa, H., Nakane, H., Suzuki, M., Yokota, T., Sasano, Y., and Bodeker, G.E. (1998): Arctic ozone depletion from February to April 1997 as seen by ozonesondes and ILAS above Kiruna. *Air Pollution Report 66: Polar Stratospheric Ozone 1997* (Proc. Fourth European Symp., Schliersee, Bavaria, Germany, 22-26 September 1997), Harris, N.R.P., Kilbane-Dawe, I., Amanatidis, G.T., Eds., Luxembourg (Office for Official Publications of the European Communities), 293-296.
- Bodeker, G.E., Nakajima, H., Koike, M., Kondo, Y., Kreher, K., Suzuki, M., Yokota, T., Kanzawa, H., and Sasano, Y. (1998): Nitric acid profile measurements by ILAS during the Arctic winter of 1996/97. *Air Pollution Report 66: Polar Stratospheric Ozone 1997* (Proc. Fourth European Symp., Schliersee, Bavaria, Germany, 22-26 September 1997), Harris, N.R.P., Kilbane-Dawe, I., Amanatidis, G.T., Eds., Luxembourg (Office for Official Publications of the European Communities), 415-418.
- Kanzawa, H., Suzuki, M., Yokota, T., and Sasano, Y. (1998): Behavior of the polar vortex of the northern hemisphere winter of 1996/1997 as observed from ILAS. *Air Pollution Report 66: Polar Stratospheric Ozone 1997* (Proc. Fourth European Symp., Schliersee, Bavaria, Germany, 22-26 September 1997), Harris, N.R.P., Kilbane-Dawe, I., Amanatidis, G.T., Eds., Luxembourg (Office for Official Publications of the European Communities), 459-462.
- Sasano, Y., Kanzawa, H., Yokota, T., and Suzuki, M. (1998): Overview of ILAS measurements for the northern high latitude stratosphere in 1996/1997 winter. *Air Pollution Report 66: Polar Stratospheric Ozone 1997* (Proc. Fourth European Symp., Schliersee, Bavaria, Germany, 22-26 September 1997), Harris, N.R.P., Kilbane-Dawe, I., Amanatidis, G.T., Eds., Luxembourg (Office for Official Publications of the European Communities), 486-488.
- Hauchecorne, A., Fierli, F., and Kanzawa, H. (1998): Validation of ILAS data on polar stratospheric clouds using RMR ALOMAR lidar. *Air Pollution Report 66: Polar Stratospheric Ozone 1997* (Proc. Fourth European Symp., Schliersee, Bavaria, Germany, 22-26 September 1997), Harris, N.R.P., Kilbane-Dawe, I., Amanatidis, G.T., Eds., Luxembourg (Office for Official Publications of the European Communities), 665-668.
- Oelhaf, H., Wetzel, G., Stowasser, M., Friedl-Vallon, F., Kleinert, A., Kouker, W., Maucher, G., Seefeldner, M., Trieschmann, O., Fischer, H., Suzuki, M., Yokota, T., Kanzawa, H., and Sasano, Y. (1998): Intercomparison of ILAS target species with vertical profiles obtained by MIPAS-B in late March 1997 near the northern polar

circle. Air Pollution Report 66: Polar Stratospheric Ozone 1997 (Proc. Fourth European Symp., Schliersee, Bavaria, Germany, 22-26 September 1997), Harris, N.R.P., Kilbane-Dawe, I., Amanatidis, G.T., Eds., Luxembourg (Office for Official Publications of the European Communities), 716-719.

*Sasano, Y., Suzuki, M., Yokota, T., Kanzawa, H., Nakajima, H., Nakane, H., Shiotani, M., Kondo, Y., and Hayashida, S. (1998): Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS): Validation and preliminary scientific results. Proc. SPIE Vol. 3501, 61-71. Optical Remote Sensing of the Atmosphere and Clouds, Beijing, China, 15-17 September 1998.

*Yajima, N., T. Yamagami, H. Honda, S. Aoki, T. Nakazawa, and H. Kanzawa (1998): Balloon observations synchronized with Earth monitoring satellite. 21st International Symposium on Space Technology and Science, Omiya, Japan, 24-31 May 1998.

笹野泰弘・塩谷雅人・中根英昭・神沢博・鈴木睦・林田佐智子 (1998): ILAS 検証実験・解析に関するパリ会議に出席して. 天気, 45, No. 4, 279-285.

神沢博・山中大学 (1998): 気象データベース. 「大気組成変動予測研究に関わる研究の現状と今後の課題-化学天気図の作成を目指して-」, 地球科学技術フォーラム/地球変動研究委員会アジア太平洋大気組成変動予測グループ編, 第9章, 47-52.

内野修・神沢博・小寺邦彦・永井智広・廣田道夫・牧野行雄 (1998): 成層圏変動とその気候に及ぼす影響に関するつくば国際ワークショップの報告. 天気, 45, No. 7, 553-558.

笹野泰弘・神沢博・鈴木睦・横田達也・中島英彰・中根英昭・塩谷雅人・近藤豊・林田佐智子 (1998): ILAS データ処理状況と検証作業の概要. 第8回大気化学シンポジウム平成9年度研究集会講演集, 155-159

Kanzawa, H., Suzuki, M., Yokota, T., Sasano, Y., and Shiotani, M. (1998): Analysis of the polar vortex structure using long-lived tracer data of ILAS. 第8回大気化学シンポジウム平成9年度研究集会講演集, 160-165.

Hayashida, S., Saitoh, N., Uesugi, K., Nakagawa, R., Tanaka, A., Yokota, T., Suzuki, M., Kanzawa, H., and Sasano, Y (1998): Polar stratospheric cloud occurrence observed with Improved Limb Atmospheric Spectrometer over the Arctic in the winter of 1996/1997 and comparison with total ozone mapping spectrometer board on ADEOS. 第8回大気化学シンポジウム平成9年度研究集会講演集, 166-169.

Suzuki, M., Yokota, T., Kanzawa, H., Sasano, Y., Ito, Y., and Waragai, K (1998): Brief overview of characteristics and performance of the ILAS in orbit. 第8回大気化学シンポジウム平成9年度研究集会講演集, 170-176.

横田達也・中島英彰・鈴木睦・神沢博・笹野泰弘 (1998): ILAS プロジェクトにおける参照大気モデルの作成. 第8回大気化学シンポジウム平成9年度研究集会講演集, 177-179.

Murata, I., Fukuma, N., Ohtaki, Y., Fukunishi, H., Kanzawa, H., Nakane, H., and Shibasaki, K (1998): The validation experiments for ILAS with a tunable diode laser heterodyne spectrometer. 第8回大気化学シンポジウム平成9年度研究集会講演集, 189-192.

菅田誠治・神沢博 (1998): Time threshold Lagrangian diagnostics を用いたトレーサー輸送解析. JEM/SMILES サイエンスワークショップ報告書, 地球科学技術フォーラム/地球観測委員会 SMILES/JEM チーム,

67-68.

- 神沢博 (1998): 衛星センサーILASによる北極成層圏の観測 (日本気象学会 1997 年度秋季大会シンポジウム「北極圏の大気循環と物質循環」の報告 4). 天気, 45, No. 10, 770-772.
- **神沢博 (1998): 南極観測. 気象科学事典 (637 pp.), 日本気象学会編, 東京書籍, 409-411.
- **神沢博 (1998): オゾンホール. 流体力学ハンドブック, 第 2 版 (1294 pp.), 項目 27-7-1, 日本流体力学会編, 丸善, 1161-1162.
- 神沢 博 (1998): 編集後記. 天気, 45, No. 11, 882.
- *Sasano, Y., Suzuki, M., Yokota, T., and Kanzawa, H. (1999): Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) for stratospheric ozone layer measurements by solar occultation technique. Geophys. Res. Lett., 26, No. 2, 197-200.
- *Kreher, K., Bodeker, G.E., Kanzawa, H., Nakane, H., and Sasano, Y. (1999): Ozone and temperature profiles measured above Kiruna inside, at the edge of, and outside the Arctic polar vortex in February and March 1997. Geophys. Res. Lett., 26, No. 6, 715-718.
- *Sasano, Y., Nakajima, H., Kanzawa, H., Suzuki, M., Yokota, T., Nakane, H., Gernandt, H., Schmidt, A., Herber, A., Yushkov, V., Dorokhov, V., and Deshler, T. (1999): Validation of ILAS Version 3.10 ozone with ozonesonde measurements. Geophys. Res. Lett., 26, No. 7, 831-834.
- *Kondo, Y., Koike, M., Engel, A., Schmidt, U., Mueller, M., Sugita, T., Kanzawa, H., Nakazawa, T., Aoki, S., Irie, H., Toriyama, N., Suzuki, T., and Sasano, Y. (1999): NOy-N2O correlation observed inside the Arctic vortex in February 1997: Dynamical and chemical effects. J. Geophys. Res., 104, No. D7, 8215-8224.
- *Ishida, K., Ohshima, K.I., Yamanouchi, T., and Kanzawa, H. (1999): MOS-1/1b MESSR observations of the Antarctic sea ice: Ice bands and ice streamers. J. Oceanography, 55, 417-426.
- Kanzawa, H. (1999): Validation experiment activities in ILAS and ILAS-II. Proc. International Workshop on Submillimeter-wave Observation of Earth's Atmosphere from Space (Tokyo, 27-29 January 1999), 199-205.
- *Sasano, Y., Suzuki, M., Yokota, T., and Kanzawa, H. (1999): ILAS for stratospheric ozone layer monitoring: Outline of data processing (Version 3.00 and 3.10) and validation experiments. IEEE Transactions Geoscience Remote Sensing, Vol. 37, No. 3, 1508-1516.
- *Payan, S., Camy-Peyret, C., Jeseck, P., Hawat, T., Pirre, M., Renard, J.-B., Robert, C., Lefevre, F., Kanzawa, H., and Sasano, Y. (1999): Diurnal and nocturnal distribution of stratospheric NO2 from solar and stellar occultation measurements in the Arctic vortex: Comparison with models and ILAS satellite measurements. J. Geophys. Res., 104, No. D17, 21585-21593.
- *Takayabu, Y.N., Iguchi, T., Kachi, M., Shibata, A., and Kanzawa, H. (1999): Abrupt termination of the 1997-98 El Nino in response to a Madden-Julian oscillation. Nature, 402, No. 6759, 279-282. (18 November 1999)
- *Murata, I., Fukuma, N., Ohtaki, Y., Fukunishi, H., Kanzawa, H., Nakane, H., and Shibasaki, K. (1999):

Measurements of O₃ and N₂O in Alaska with a tunable diode laser heterodyne spectrometer. *Adv. Space Res.*, 24, No. 12, 1623-1626.

笹野泰弘・横田達也・中島英彰・神沢博 (1999): ILAS データ処理と検証解析の最新状況. 平成 10 年度第 9 回大気化学シンポジウム (名古屋大学太陽地球環境研究所, 豊橋, 1999 年 1 月 6-8 日) 講演集, 48-50.

神沢博・笹野泰弘・横田達也・中島英彰・鈴木睦・塩谷雅人 (1999): ILAS 長寿命トレーサーデータ質の評価とその解析. 平成 10 年度第 9 回大気化学シンポジウム (名古屋大学太陽地球環境研究所, 豊橋, 1999 年 1 月 6-8 日) 講演集, 51-53.

中島英彰・笹野泰弘・神沢博・中根英昭・二宮真理子 (1999): ILAS で観測された極渦内でのオゾン減少について. 平成 10 年度第 9 回大気化学シンポジウム (名古屋大学太陽地球環境研究所, 豊橋, 1999 年 1 月 6-8 日) 講演集, 54.

川平浩二・神沢博 (1999): 冬季オゾンの年変動-'98-'97 年の比較-. 平成 10 年度第 9 回大気化学シンポジウム (名古屋大学太陽地球環境研究所, 豊橋, 1999 年 1 月 6-8 日) 講演集, 104-107.

神沢博 (1999): オゾンホール力学. *ながれ* (日本流体力学会誌), 18, No. 3, 147-155.

神沢博 (1999): 人工衛星のオゾン全量データが示す南極オゾンホールのダイナミックな動き (巻頭写真). *ながれ* (日本流体力学会誌), 18, No. 3, 131-132.

神沢博 (1999): (1) オゾン層破壊における極渦変動の影響に関する研究. 環境庁地球環境研究総合推進費終了研究報告書「A-1 衛星データ等を活用したオゾン層破壊機構の解明及びモデル化に関する研究 (平成 8 年度～平成 10 年度)」, 9-39.

神沢博 (1999): FS-11 地球温暖化問題にかかわる気候数値モデルと影響・対策評価数値モデルの統合化に関する予備的研究. 環境庁地球環境研究総合推進費平成 10 年度研究成果報告集 (中間報告 VI), 17-23.

神沢博 (1999): 3. 成層圏変動の気候への影響に関する解析及びモデルを用いた研究 3.1. 衛星データ等を用いた解析的研究 3.1.1. 衛星データ等を用いた極渦構造の力学的解析. 科学技術振興調整費「成層圏の変動とその気候に及ぼす影響に関する国際共同研究」(第 I 期 平成 7 年度～9 年度) 成果報告書, 科学技術庁研究開発局, 201-218.

*Schulz, A., Rex, M., Steger, J., Harris, N.R.P., Braathen, G.O., Reimer, E., Alfier, R., Beck, A., Alpers, M., Cisneros, J., Claude, H., De Backer, H., Dier, H., Dorokhov, V., Fast, H., Godin, S., Hansen, G., Kanzawa, H., Kois, B., Kondo, Y., Kosmidis, E., Kyro, E., Litynska, Z., Molyneux, M.J., Murphy, G., Nakane, H., Parrondo, C., Ravegnani, F., Varotsos, C., Vialle, C., Viatte, P., Yushkov, V., Zerefos, C., and von der Gathen, P. (2000): Match observations in the Arctic winter 1996/97: High stratospheric ozone loss rates correlate with low temperatures deep inside the polar vortex. *Geophys. Res. Lett.*, 27, No. 2, 205-208.

*Sasano, Y., Terao, Y., Tanaka, H.L., Yasunari, T., Kanzawa, H., Nakajima, H., Yokota, T., Nakane, H., Hayashida, S., and Saitoh, N. (2000): ILAS observations of chemical ozone loss in the Arctic vortex during early spring 1997. *Geophys. Res. Lett.*, 27, No. 2, 213-216.

- *Koike, M., Kondo, Y., Irie, H., Murcray, F. J., Williams, J., Fogal, P., Blatherwick, R., Camy-Peyret, C., Payan, S., Oelhaf, H., Wetzell, G., Traub, W., Johnson, D., Jucks, K., Toon, G.C., Sen, B., Blavier, J.-F., Schlager, H., Ziereis, H., Toriyama, N., Danilin, M. Y., Rodriguez, J. M., Kanzawa, H., and Sasano, Y. (2000): A comparison of Arctic HNO₃ profiles measured by the Improved Limb Atmospheric Spectrometer and balloon-borne sensors. *J. Geophys. Res.*, 105, No. D5, 6761-6771.
- Nozawa, T., Kanzawa, H., Takayabu, Y.N., Sugata, S., Emori, S., Higurashi, A., Takata, K., Numaguti, A., Abe-Ouchi, A., Kimoto, M. (2000): Direct and indirect radiative forcings due to various aerosols. *CGER's Supercomputer Activity Report, Vol. 7-1998, CGER-I039-2000, CGER, NIES, Japan, 16-21.*
- Kanzawa, H., Shiotani, M., Suzuki, M., Yokota T., and Sasano, Y. (2000): Structure of the polar vortex of the Arctic winter of 1996/1997 as analyzed from long-lived tracer data of ILAS and meteorological data. *Proc. Quadrennial Ozone Symposium (Sapporo, Japan, 3-8 July 2000), 253-254.*
- Kanzawa, H., and Sugata, S. (2000): Isolation of the polar vortex estimated by the time threshold diagnostics. *Proc. SPARC 2000 2nd General Assembly (Mar del Plata, Argentina, 6-10 November 2000) of the SPARC/WCRP project, SPARC CD-ROM No. 1.*
- **Remsberg, E.E., C. Schiller, J.J. Bates, R. Bevilacqua, E. Browell, E.W. Chiou, W.P. Chu, G. Ehret, D. Feist, D. Gaffen, L. Gordley, M.R. Gunson, P. Hartogh, M. Helten, R. Herman, E. Hints, F. Irion, S. Ismail, D. Johnson, N. Kmpfer, H. Kanzawa, K. Kelly, D. Kley, R. May, M. McHugh, H.A. Michelsen, L. Miloshevich, G. Nedoluha, H. Oelhaf, S. Oltmans, J. Ovarlez, H. Pumphery, W. Read, G. Sachse, V. Sherlock, H. Smit, G. Toon, H. Vmel, J. Waters, E. Weinstock, and D. Whiteman (2000): Chapter 1 Instrumentation and Data Sets. *SPARC Assessment of Upper Tropospheric and Stratospheric Water Vapour (D. Kley, J.M. Russell III, and C. Phillips Eds.), WCRP-113, WMO/TD No. 1043, SPARC Report No. 2, 312pp., 10-92.*
- **Oltmans, S.J., K.H. Rosenlof, H.A. Michelsen, C. Schiller, W.G. Read, G.E. Nedoluha, L. Pan, E.E. Remsberg, J.J. Bates, R.M. Bevilacqua, M.L. Chanin, E.W. Chiou, W.P. Chu, H. Fisher, D.G. Johnson, L.L. Gordley, P. Hartogh, M. Helten, R.L. Herman, E.J. Hints, S. Ismail, H. Kanzawa, K.K. Kelly, D. Kley, R.D. May, L.M. Miloshevich, H. Oelhaf, J. Ovarlez, H.C. Pumphrey, P.N. Purcell, J.M. Russel III, G.W. Sachse, V. Sherlock, H.G.J. Smit, G.C. Toon, S.A. Vay, H. Vmel, and E.M. Weinstock (2000): Chapter 2 Data Quality. *SPARC Assessment of Upper Tropospheric and Stratospheric Water Vapour (D. Kley, J.M. Russell III, and C. Phillips Eds.), WCRP-113, WMO/TD No. 1043, SPARC Report No. 2, 312pp., 93-193.*
- 神沢博・牧野行雄 (2000): 北極圏における成層圏化学観測。 「日本の地球大気化学研究 1989-1999 -10年間の総括と今後の研究戦略-」, 地球科学技術フォーラム/地球変動研究委員会アジア太平洋大気組成変動予測グループ編, 3.4.4 節, 119-122.
- **神沢博, 編 (2000): 環境庁地球環境研究総合推進費終了研究報告書「B-1 気候・物質循環モデルによる気候変動の定量的評価に関する研究 (平成9年度~11年度)」, 147p. (Global Environment Research Fund, Final Report of "Study on the Evaluation of Climate Change by a Climate and Mass Transport Model")

(FY1997-FY1999))

神沢博 (2000): 3. 成層圏変動の気候への影響に関する解析及びモデルを用いた研究 3.1 衛星データ等を用いた解析研究 3.1.1 衛星データ等の解析による極渦構造の変動メカニズム解明. 科学技術振興調整費「成層圏の変動とその気候に及ぼす影響に関する国際共同研究」(第 II 期 平成 10 年度～ 11 年度) 成果報告書, 科学技術庁研究開発局, 207-220.

杉田考史・中島英彰・横田達也・笹野泰弘・神沢博 (2000): ILAS v4.20 オゾンの検証(HALOE, SAGE II, オゾンゾンデとの比較). 平成 11 年度研究集会講演集 (第 10 回大気化学シンポジウム), 名古屋大学太陽地球環境研究所, 37-39.

神沢博 (2000): 編集後記. 天気, 47, No. 7, 544.

Sasano, Y., T. Yokota, H. Nakajima, T. Sugita, and H. Kanzawa (2001): ILAS-II instrument and data processing system for stratospheric ozone layer monitoring. Proc. SPIE2000, Vol. 4150, 106-114. (Optical Remote Sensing of the Atmosphere and Clouds II, Sendai, 9-12 October 2000, Y. Sasano, J. Wang, T. Hayasaka, Eds.)

Sasano, Y. and Kanzawa, H. (2001): ILAS validation and comparison with various independent data sources. Proc. Pre-launch Workshop on the Atmospheric Chemistry Validation of Envisat (ACVE), ESTEC, Noordwijk, The Netherlands, 16-18 May 2001 (CD-ROM), 6p.

Kanzawa, H., Camy-Peyret, C., Nakajima, H., and Sasano, Y. (2001): A plan for ILAS-II correlative measurements with emphasis on a validation balloon campaign at Kiruna-ESRANGE. Proc. 15th ESA Symp. European Rocket and Balloon Programmes and Related Research, Biarritz, France, 28-31 May 2001, ESA SP-471 (August 2001), ESA Publications Division, ESTEC, Noordwijk, The Netherlands, 305-308.

*Zhang, J.-H., Fu, C.-B. and Kanzawa, H. (2001): Simulating canopy stomatal conductance of winter wheat and its distribution using remote sensing information. J. Environ. Sci.-China, 13, No.4, 439-443.

中島英彰・河本望・神沢博・笹野泰弘 (2001): ILAS データで見た極渦崩壊時の微量気体成分の子午面輸送について. 特定領域研究 B「成層圏力学過程とオゾンの変動およびその気候への影響」平成 12 年度公開シンポジウム (京都, 2001 年 2 月 19-20 日) プロシーディング, 43-48.

菅田誠治・神沢博 (2001): Time threshold diagnostics を用いた極渦崩壊時の空気粒子混合の解析. 特定領域研究 B「成層圏力学過程とオゾンの変動およびその気候への影響」平成 12 年度公開シンポジウム (京都, 2001 年 2 月 19-20 日) プロシーディング, 53-57.

杉田考史・河本望・中島英彰・秋吉英治・神沢博・横田達也・笹野泰弘 (2001): ILAS で観測された北極極渦消滅後の微量成分分布. 平成 12 年度研究集会講演集 (第 11 回大気化学シンポジウム), 名古屋大学太陽地球環境研究所, 37-38.

中島英彰・河本望・神沢博・笹野泰弘 (2001): ILAS が観測した極渦崩壊時における微量成分分布について (その 1). 平成 12 年度研究集会講演集 (第 11 回大気化学シンポジウム), 名古屋大学太陽地球環境研究所, 39-41.

- **神沢博, 編 (2001): 環境省地球環境研究総合推進費終了研究報告書「B-4 森林の二酸化炭素吸収の評価手法確立のための大気・森林相互作用に関する研究」(平成11年度~12年度), 165p. (Global Environment Research Fund, Final Report of "Study on the Interaction between Atmosphere and Biosphere for Establishing Methods of Evaluating Carbon Dioxide Absorption by Forest" (FY1999-FY2000))
- Kanzawa, H. (2002): Comments: Climate oriented. Proc. Indonesian Forest Fire and its Environmental Impacts (15th Global Environment Tsukuba) (Tokyo, Japan, 7 March 2000), Shimizu, H. Ed., CGER-I049-2002, 38-39.
- *Pan, L.L., W. J. Randel, H. Nakajima, S. T. Massie, H. Kanzawa, Y. Sasano, T. Yokota, T. Sugita, S. Hayashida, and S. Oshchepkov (2002): Satellite observation of dehydration in the Arctic Polar stratosphere. Geophys. Res. Lett., 29(8), 10.1029/2001GL014147.
- *Irie, H., Y. Kondo, M. Koike, M.Y. Danilin, C. Camy-Peyret, S. Payan, J.P. Pommereau, F. Goutail, H. Oelhaf, G. Wetzell, G.C. Toon, B. Sen, R.M. Bevilacqua, J.M. Russell III, J.-B. Renard, H. Kanzawa, H. Nakajima, T. Yokota, T. Sugita, and Y. Sasano (2002): Validation of NO₂ and HNO₃ measurements from the Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) with the version 5.20 retrieval algorithm. J. Geophys. Res., 107(D24), 8206, doi:10.1029/2001JD001304.
- *Jucks, K.W., D.G. Johnson, K.V. Chance, W.A. Traub, J.M. Margitan, R. Stachnik, Y. Sasano, T. Yokota, H. Kanzawa, K. Shibasaki, M. Suzuki, and T. Ogawa (2002): Validation of ILAS v5.2 data with FIRS-2 balloon observations, J. Geophys. Res., 107(D24), 8207, doi:10.1029/2001JD000578.
- *Toon, G., B. Sen, J.-F. Blavier, Y. Sasano, T. Yokota, H. Kanzawa, T. Ogawa, M. Suzuki, and K. Shibasaki (2002): Comparison of ILAS and MkIV profiles of atmospheric trace gases measured above Alaska in May 1997, J. Geophys. Res., 107(D24), 8211, doi:10.1029/2001JD000640.
- *Sugita, T., T. Yokota, H. Nakajima, H. Kanzawa, H. Nakane, H. Gernandt, V. Yushkov, K. Shibasaki, T. Deshler, Y. Kondo, S. Godin, F. Goutail, J.-P. Pommereau, C. Camy-Peyret, S. Payan, P. Jeseck, J.-B. Renard, H. Boesch, R. Fitzenberger, K. Pfeilsticker, M. von Koenig, H. Bremer, H. Kuellmann, H. Schlager, J.J. Margitan, B. Stachnik, G.C. Toon, K. Jucks, W.A. Traub, D.G. Johnson, I. Murata, H. Fukunishi, and Y. Sasano (2002): Validation of ozone measurements from the Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS), J. Geophys. Res., 107(D24), 8212, doi:10.1029/2001JD000602.
- *Nakajima, H., M. Suzuki, A. Matsuzaki, T. Ishigaki, K. Waragai, Y. Mogi, N. Kimura, N. Araki, T. Yokota, H. Kanzawa, T. Sugita, and Y. Sasano (2002): Characteristics and performance of the Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) in orbit, J. Geophys. Res., 107(D24), 8213, doi:10.1029/2001JD001439.
- *Pan, L.L., W.J. Randel, S.T. Massie, H. Kanzawa, Y. Sasano, H. Nakajima, T. Yokota, and T. Sugita (2002): Variability of polar stratospheric water vapor observed by ILAS. J. Geophys. Res., 107 (D24), 8214, doi:10.1029/2001JD001164.
- *Nakajima, H., M. Suzuki, T. Yokota, T. Sugita, Y. Itou, M. Kaji, N. Araki, K. Waragai, H. Yamashita, H. Kanzawa,

and Y. Sasano (2002): Tangent height registration for the solar occultation satellite sensor ILAS: A new technique for Version 5.20 products, *J. Geophys. Res.*, 107(D24), 8215, doi:10.1029/2001JD000607.

*Yokota, T., H. Nakajima, T. Sugita, H. Tsubaki, Y. Itou, M. Kaji, M. Suzuki, H. Kanzawa, J.H. Park, and Y. Sasano (2002): Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) data retrieval algorithm for Version 5.20 gas profile products, *J. Geophys. Res.*, 107(D24), 8216, doi:10.1029/2001JD000628.

*Kanzawa, H., C. Schiller, J. Ovarlez, C. Camy-Peyret, S. Payan, P. Jeseck, H. Oelhaf, M. Stowasser, W.A. Traub, K.W. Jucks, D.G. Johnson, G.C. Toon, B. Sen, J.-F. Blavier, J.H. Park, G.E. Bodeker, L.L. Pan, T. Sugita, H. Nakajima, T. Yokota, M. Suzuki, M. Shiotani, and Y. Sasano (2002): Validation and data characteristics of water vapor profiles observed by the Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) and processed with the version 5.20 algorithm. *J. Geophys. Res.*, 107(D24), 8217, doi:10.1029/2001JD000881. (Correction: *J. Geophys. Res.*, 108(D4), 8218, doi:10.1029/2003JD001601, 2003)

*Zhang, J.-H., Fu, C.-B., Yan, X.-D., Emori, S., and Kanzawa, H. (2002): A global response analysis of LAI versus surface air temperature and precipitation variations. *Chinese J. Geophys.* 45, No.5, 662–669.

神沢 博 (2002): 成層圏水蒸気の分布と長期変動. 平成 13 年度研究集会講演集 (第 12 回大気化学シンポジウム), 名古屋大学太陽地球環境研究所, 3-5.

シンジャワ・巻出義紘・中根英昭・青木周司・中澤高清・神沢 博・笹野泰弘 (2002): 1997 年 5 月三陸大気球および ILAS によって観測された極渦由来気塊の渦位/トラジェクトリー解析. 平成 13 年度研究集会講演集 (第 12 回大気化学シンポジウム), 名古屋大学太陽地球環境研究所, 14-17.

河本望・神沢 博・塩谷雅人 (2002): ILAS データにもとづく下降速度の見積もり. 平成 13 年度研究集会講演集 (第 12 回大気化学シンポジウム), 名古屋大学太陽地球環境研究所, 22-25.

林 寛生・中島 英彰・神沢 博・杉田 考史・笹野 康弘 (2002): ILAS によって観測された南半球極渦内の下降流について. 特定領域研究 (B)「成層圏変動と気候」平成 13 年度公開シンポジウム (極地研, 東京, 2002 年 2 月 18-19 日) プロシーディング, 62-67.

神沢 博 (2002): データ公開の問題 (評議員の提言に対する理事会の回答 6). *天気*, 49, No. 6, 497-498.

神沢 博 (2002): 編集後記. *天気*, 49, No. 8, 720.

神沢 博 (2002): ILAS-II 大気球観測キャンペーンの計画進捗状況. *ILAS-II Newsletter*, No. 57 (9-17-2002), 3.

Kanzawa, H. (2002): Progress of the plan for the ILAS-II Validation Balloon Campaign. *ILAS-II Newsletter*, No. 57 (11-1-2002), 3.

**神沢博 (2002): 地球スケールモデル. 第 2 編「大気」の第 6 章「大気モデリング (基礎と適用例)」の第 4 節, 「地球環境調査計測事典」第 1 巻陸域編①, 竹内均監修, フジ・テクノシステム, 472-478. (2002 年 12 月 19 日 初版第 1 刷発行) 「地球環境調査計測事典」第 1 巻陸域編①, 竹内均監修, フジ・テクノシステム, 1401pp. (+口絵 6p., 目次 34 p.)

*Kanzawa, H., T. Sugita, H. Nakajima, G.E. Bodeker, H. Oelhaf, M. Stowasser, G. Wetzell, A. Engel, U. Schmidt, I.

- Levin, G.C. Toon, B. Sen, J.-F. Blavier, S. Aoki, T. Nakazawa, K.W. Jucks, D.G. Johnson, W.A. Traub, C. Camy-Peyret, S. Payan, P. Jeseck, I. Murata, H. Fukunishi, M. von Koenig, H. Bremer, H. Kuellmann, J.H. Park, L.L. Pan, T. Yokota, M. Suzuki, M. Shiotani, and Y. Sasano (2003): Validation and data characteristics of nitrous oxide and methane profiles observed by the Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) and processed with the Version 5.20 algorithm. *J. Geophys. Res.*, 108(D16), 8003, doi: 10.1029/2002JD002458.
- Kanzawa, H. (2003): Preface, CGER'S SUPERCOMPUTER MONOGRAPH REPORT Vol. 8 (Transient Climate Change Simulations in the 21st Century with the CCSR/NIES CGCM under a New Set of IPCC Scenarios, by T. Nozawa et al.), CGER-I055-2003, CGER, NIES, Tsukuba, Japan.
- Kanzawa, H., Sugita, T., and Nakajima, H. (2003): A plan for ILAS-II correlative measurements. *Proceedings of the 16th ESA Symposium on European Rocket and Balloon Programmes and Related Research.*, St. Gallen, Switzerland, 2-5 June 2003 (ESA SP-530, August 2003), ESA Publications Division, ESTEC, Noordwijk, The Netherlands, 493-498.
- 江守正多・高橋潔・野沢徹・神沢博 (2003): 地球温暖化の影響対策研究から見た気候モデル研究. 専門分科会「気象学における地球環境問題」の報告 4, *天気*, 50, No.5, 379-384.
- 杉田考史・横田達也・中島英彰・入江仁士・神沢博・小林博和・笹野泰弘 (2003): ILAS 最新バージョン 6.0 のデータ質. 平成 14 年度研究集会講演集 (第 13 回大気化学シンポジウム), 名古屋大学太陽地球環境研究所, 45-47.
- 秋吉英治・杉田考史・神沢博・河本望 (2003): ナッジング CTM と ILAS データを用いた夏の下部成層圏のオゾン変動に関する研究-N₂O の変動との比較. 平成 14 年度研究集会講演集 (第 13 回大気化学シンポジウム), 名古屋大学太陽地球環境研究所, 72-75.
- 神沢博 (2003): 法人化した研究所: コメント (国立環境研究所の場合). シンポジウム「21 世紀の大学・研究所の将来像」の報告の第 2 節, *天気*, 50, No.11, 847-849.
- **神沢博, 編 (2003): 環境省地球環境研究総合推進費終了研究成果報告書「B-1 気候変動の将来の見通しの向上を目指したエアロゾル・水・植生等の過程のモデル化に関する研究 (平成 12 年度~14 年度)」, 97pp. (Global Environment Research Fund, Final Report of "Study on Modeling of Aerosol, Water Cycle, and Vegetation for Improving Future Projection of Climate Change" (FY2000-FY2002))
- *Akiyoshi, H., T. Sugita, H. Kanzawa, and N. Kawamoto (2004): Ozone perturbations in the Arctic summer lower stratosphere as a reflection of NO_x chemistry and planetary scale wave activity. *J. Geophys. Res.*, 109, D03304, doi:10.1029/2003JD003632.
- *Khoshravi, F., R. Mueller, H. Irie, A. Engel, G.C. Toon, B. Sen, S. Aoki, T. Nakazawa, W.A. Traub, K.W. Jucks, D.G. Johnson, H. Oelhaf, G. Wetzel, T. Sugita, H. Kanzawa, T. Yokota, H. Nakajima, and Y. Sasano (2004): Validation of CFC-12 measurements from the Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) with the

Version 6.0 retrieval algorithm. J. Geophys. Res., 109, D06311, doi:10.1029/2003JD004325.

*Kawamoto, N., H. Kanzawa, and M. Shiotani (2004): Time variations of descent in the Antarctic vortex during the early winter of 1997. J. Geophys. Res., 109, D18309, doi:10.1029/2004JD004650.

Geller, M. A., and the Panel (including H. Kanzawa) (2004): The AGU Position Statement, "Human Impacts on Climate"—Rationale and Process. EOS, 85 (3), 80.

神沢博 (2004): 森田恒幸さんとおつきあい. 森田恒幸先生の思い出, Asia-Pacific Integrated Model Project Team, 国立環境研究所, 32.

神沢博 (2004): 温室効果ガスの増加は明白: 地球温暖化の科学的現状. クラブ東海, 第 434 号 (2004 年 2 月 26 日), クラブ東海事務局, 名古屋, 1-3.

**神沢博 (2004): オゾンホール. 南極・北極の百科事典, 国立極地研究所「南極・北極の百科事典」編集委員会編, 丸善, 80-84. (2004 年 3 月 30 日発行)

神沢博 (2004): 地球温暖化問題における気候モデル: 大循環モデルの位置付け. 名古屋大学 21 世紀 COE プログラム「太陽・地球・生命圏相互作用系の変動学」平成 15 年度報告書, 3-2-2 節, 307-317. (2004 年 3 月発行)

**神沢博 (2004): 大気の本. 「考えよう地球環境」全 7 巻シリーズ (住明正監修) の第 2 巻, ポプラ社, 48pp. (2004 年 4 月発行)

**神沢博 (2004): 地球の気候システム. 「環境工学公式・モデル・数値集」第 3 編「地球環境への影響 1. 地球温暖化」の 1.1 節, 土木学会環境工学委員会環境工学に関わる出版準備小委員会編, 社団法人土木学会発行, 丸善発売, 525-531. (平成 16 年 6 月 15 日, 第 1 版第 1 刷発行) (Formulas, Models and Tables in Environmental Engineering, May (June) 2004, Japan Society of Civil Engineers)

杉田考史・齋藤尚子・寺尾有希夫・神沢博・中島英彰・横田達也・小林博和・笹野泰弘 (2004): ILAS-II から導出された成層圏オゾン・水蒸気のデータ質評価. 平成 15 年度研究集会講演集 (第 14 回大気化学シンポジウム, 豊川市民プラザ, 豊川, 2004 年 1 月 7-9 日), 名古屋大学太陽地球環境研究所, 223-226.

**神沢博, 編 (2004): 環境省地球環境研究総合推進費終了研究成果報告書「I R - 3 地球温暖化の総合解析を目指した気候モデルと影響・対策評価モデルの統合に関する研究 (平成 13 年度~15 年度)」, 65pp. (Global Environment Research Fund, Final Report of "Study on Integration of Climate Model and Impact/Mitigation Measure Evaluation Model for Synthetic Analysis of Global Warming" (FY2001-FY2003))

杉田考史・入江仁士・中島英彰・横田達也・神沢博・小林博和・笹野泰弘 (2005): ILAS-II バージョン 1.4 のオゾン・硝酸データ質評価. 平成 16 年度研究集会講演集 (第 15 回大気化学シンポジウム, 豊川市民プラザ, 豊川, 2005 年 1 月 5-7 日), 名古屋大学太陽地球環境研究所, 300-303.

**神沢博 (2005): 地球温暖化. 「環境学研究ソースブック-伊勢湾流域圏の視点から」2.1 節, 名古屋大学環境学研究科編, 藤原書店, 54-57. (2005 年 12 月発行)

- *Sugita, T., H. Nakajima, T. Yokota, H. Kanzawa, H. Gernandt, A. Herber, P. von der Gathen, G. König-Langlo, K. Sato, V. Dorokhov, V. A. Yushkov, Y. Murayama, M. Yamamori, S. Godin-Beekmann, F. Goutail, H. K. Roscoe, T. Deshler, M. Yela, P. Taalas, E. Kyrö, S. Oltmans, B.J. Johnson, M. Allaart, Z. Litynska, A. Klekociuk, S. B. Andersen, G. O. Braathen, H. De Backer, C. E. Randall, R. M. Bevilacqua, G. Taha, L.W. Thomason, H. Irie, M. K. Ejiri, N. Saitoh, T. Tanaka, Y. Terao, H. Kobayashi, and Y. Sasano (2006): Ozone profiles in the high-latitude stratosphere and lower mesosphere measured by the Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS)-II: Comparison with other satellite sensors and ozonesondes. *J. Geophys. Res.*, 111, D11S02, doi:10.1029/2005JD006439.
- *Irie, H., T. Sugita, H. Nakajima, T. Yokota, H. Oelhaf, G. Wetzels, G.C. Toon, B. Sen, M.L. Santee, Y. Terao, N. Saitoh, M.K. Ejiri, T. Tanaka, Y. Kondo, H. Kanzawa, H. Kobayashi, and Y. Sasano (2006): Validation of stratospheric nitric acid profiles observed by ILAS-II. *J. Geophys. Res.*, 111, D11S03, doi:10.1029/2005JD006115.
- *Nakajima, H., T. Sugita, H. Irie, N. Saitoh, H. Kanzawa, H. Oelhaf, G. Wetzels, G. C. Toon, B. Sen, J. -F. Blavier, W. A. Traub, K. Jucks, D. G. Johnson, T. Yokota, and Y. Sasano (2006): Measurements of ClONO₂ by the Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) in high-latitude stratosphere: New products using Version 6.1 data processing algorithm. *J. Geophys. Res.*, 111, D11S09, doi:10.1029/2005JD006441.
- *Saitoh, N., S. Hayashida, T. Sugita, H. Nakajima, T. Yokota, M. Hayashi, K. Shiraishi, H. Kanzawa, M. K. Ejiri, H. Irie, T. Tanaka, Y. Terao, R. M. Bevilacqua, C. E. Randall, L. Thomason, G. Taha, H. Kobayashi, and Y. Sasano (2006): Intercomparison of ILAS-II Version 1.4 aerosol extinction coefficient at 780 nm with SAGE II, SAGE III, and POAM III. *J. Geophys. Res.*, 111, D11S05, doi:10.1029/2005JD006315.
- *Ejiri, M.K., Y. Terao, T. Sugita, H. Nakajima, T. Yokota, G. C. Toon, B. Sen, G. Wetzels, H. Oelhaf, J. Urban, D. Murtagh, H. Irie, N. Saitoh, T. Tanaka, H. Kanzawa, M. Shiotani, S. Aoki, G. Hashida, T. Machida, T. Nakazawa, H. Kobayashi, and Y. Sasano (2006): Validation of the Improved Limb Atmospheric Spectrometer-II (ILAS-II) Version 1.4 nitrous oxide and methane profiles. *J. Geophys. Res.*, 111, D22S90, doi:10.1029/2005JD006449.
- 水野亮・長浜智生・前澤裕之・桑原利尚・鳥山哲司・杉本朋世・松浦真人・村山智史・森平淳志・水野範和・大西利和・南谷哲宏・笹子宏史・竹内友岳・山本宏明・福井康雄・神沢博・小川英夫・米倉覚則・中根英昭・秋吉英治 (2006): チリ共和国アタカマ高地におけるミリ波大気観測の進捗と 22GHz 帯水蒸気ラジオメータの開発. 平成 17 年度研究集会講演集 (第 16 回大気化学シンポジウム, 豊川市民プラザ, 2006 年 1 月 11-13 日), 名古屋大学太陽地球環境研究所, 79-82.
- **神沢博, 編 (2006): 環境省地球環境研究総合推進費終了研究成果報告書「B-1 大気中の水・エネルギー循環の変化予測を目的とした気候モデルの精度向上に関する研究 (平成 15 年度~17 年度)」, 95pp. (Global Environment Research Fund, Final Report of "Study on climate model improvement for projection of future changes in atmospheric water and energy circulation" (FY2003-FY2005))

神沢博 (2008): 第 13 回大気化学討論会開催報告. 大気化学研究会ニュースレター, No. 18, 2-3. (Winter 2008; 2008 年 3 月)

*Ichikawa, H., H. Masunaga, and H. Kanzawa (2009): Evaluation of precipitation and high-level cloud areas associated with large-scale circulation over the tropical Pacific in the CMIP3 models. J. Meteorol. Soc. Japan, Vol. 87, No.4, 771-789. doi: 10.2151/jmsj.87.771 (August 2009)

*Saito, S., I. Nagao, and H. Kanzawa (2009): Characteristics of ambient C₂-C₁₁ non-methane hydrocarbons in metropolitan Nagoya, Japan. Atmos. Environ., Vol. 43, No.29, 4384-4395. doi: 10.1016/j.atmosenv.2009.04.031 (September 2009)

真鍋淑郎・神沢博 (2009): 科学的好奇心の先にあるもの. エコラボトーク (対談), 環 KWAN (名古屋大学大学院環境学研究科発行), Vol. 17 (2009 autumn), 6-9. (2009 年 10 月)

**名古屋大学グローバル COE プログラム BCES 編集委員会 (神沢博・竹中千里・中野牧子・丸山一平・渡邊誠一郎) 編 (2010): キックオフシンポジウム—「地球温暖化」時代におけるアジアの持続的環境の構築をめざして— (名古屋, 2009 年 11 月 16 日) プロシーディングス, 84pp. (2010 年 3 月発行)

**名古屋大学グローバル COE プログラム BCES 編集委員会 (神沢博・竹中千里・中野牧子・丸山一平・渡邊誠一郎) 編 (2010): 名古屋大学グローバル COE プログラム「地球学から基礎・臨床環境学への展開」2009 年度報告書, 234pp. (2010 年 3 月発行)

神沢博 (2010): 複雑系を対象とする実用の学問としての環境学. 名古屋大学グローバル COE プログラム「地球学から基礎・臨床環境学への展開」2009 年度報告書 (名古屋大学グローバル COE プログラム BCES 編集委員会 編, 2010 年 3 月発行), 3-1-2 節, 119-122.

神沢博 (2010): キックオフシンポジウム「地球温暖化」時代におけるアジアの持続的環境の構築をめざして (環境総合館レクチャーホール, 2009 年 11 月 16 日). BCES ニュースレター (名古屋大学グローバル COE プログラム「地球学から基礎・臨床環境学への展開」ニュースレター), No.1, 11-12. (2010 年 3 月)

*須藤健悟・高田久美子・竹村俊彦・神沢博・安成哲三 (2010): 植生変化・エアロゾル複合効果がアジアの気候に及ぼす影響の評価. 低温科学 (北海道大学低温科学研究所紀要), 68 巻, 129-136. (2010 年 3 月発行) (北海道大学低温科学研究所研究集会「大気圏と生物圏の相互作用」報告集 (編集: 河村公隆・宮崎雄三))

神沢博 (2011): 国際アドバイザー会議 (環境総合館レクチャーホール, 2010 年 3 月 17 日). BCES ニュースレター (名古屋大学グローバル COE プログラム「地球学から基礎・臨床環境学への展開」ニュースレター), No. 2, 6-7. (2011 年 3 月)

神沢博 (2011): G1b (気候解析チーム) の活動の一側面—全球の気候変化におけるシベリア—. 平成 22 年度

FR2 研究プロジェクト報告「温暖化するシベリアの自然と人—水環境をはじめとする陸域生態系変化への社会の適応—」(地球研プロジェクト C-07), 檜山哲哉編, 総合地球環境学研究所, 45-53. (2011 年 3 月発行)

神沢博 (2011): グローバル COE プログラム「地球学から基礎・臨床環境学への展開」. 名古屋大学環境学研究所 10 周年記念誌「環境学—地球・都市・社会」(203 pp., 2011 年 8 月), 95-99.

**真木太一・神沢博 (2011): オゾンホール. 「風の事典」(真木太一・新野宏・野村卓史・林陽生・山川修治, 編, 267 pp.), 6 章「風と地球環境問題」, 丸善, 122-123. (2011 年 11 月 30 日発行)

*Ichikawa, H., H. Masunaga, Y. Tsushima, and H. Kanzawa (2012): Reproducibility by climate models of cloud radiative forcing associated with tropical convection. *J. Climate*, 25, 1247-1262, doi: 10.1175/JCLI-D-11-00114.1. (15 February 2012)

*Ichikawa, H., H. Masunaga, Y. Tsushima, and H. Kanzawa (2012): Analysis of cloud properties associated with tropical convection in climate models and satellite data. *J. Meteorol. Soc. Japan*, Vol. 90, No. 5, 629-646. doi: 10.2151/jmsj.2012-504 (October 2012)

**Shimizu, H. and H. Kanzawa, Eds. (2012): Proceedings of GCOE-BCES International Symposium "Progress in Clinical Environmental Studies for Asia", Nagoya University, 27-28 February 2012, Nagoya University Global COE Program "From Earth System Science to Basic and Clinical Environmental Studies" (GCOE-BCES), 223pp. (March 2012)

**神沢博 (2012): 地球温暖化の仕組み. 「二つの温暖化—地球温暖化とヒートアイランド—」(甲斐憲次, 編著) の第 II 部, 第 2 章, 成山堂書店, 50-73. (2012 年 3 月 28 日刊行)

神沢博 (2012): 北極域の気候変動・変化に関する研究プロジェクトの紹介. 平成 23 年度 FR3 研究プロジェクト報告「温暖化するシベリアの自然と人—水環境をはじめとする陸域生態系変化への社会の適応—」(地球研プロジェクト C-07), 藤原潤子・檜山哲哉編, 総合地球環境学研究所, 31-32. (2012 年 3 月発行)

**林良嗣・安成哲三・神沢博・加藤博和・名古屋大学グローバル COE プログラム「地球学から基礎・臨床環境学への展開」, 編 (2013): 東日本大震災後の持続可能な社会—世界の識者が語る診断から治療まで—. 名古屋大学環境学叢書 3, 明石書店, 139pp. (2013 年 3 月 29 日発行)

神沢博 (2013): 国際アドバイザー会議第 2 回 (環境総合館レクチャーホール, 2012 年 2 月 29 日). BCES ニュースレター (名古屋大学グローバル COE プログラム「地球学から基礎・臨床環境学への展開」ニュースレター), No. 4, 18. (2013 年 3 月)

神沢博 (2014): 国際アドバイザー会議第 3 回 (環境総合館レクチャーホール, 2013 年 12 月 18 日). BCES ニュースレター (名古屋大学グローバル COE プログラム「地球学から基礎・臨床環境学への展開」ニュースレター), No. 5, 30-31. (2014 年 3 月)

神沢博 (2014): 本だな : 「高層気象の科学ー基礎理論から観測技術までー」 (廣田道夫・白木正規・八木正允 編著). 天気, 61, No.5, 419-420. (2014年5月)

**神沢博, 編 (実質) (2014): 「グローバル COE プログラム」 (平成 21 年度採択拠点) 事業結果報告書 : 地球学から基礎・臨床環境学への展開 (From Earth System Science to Basic and Clinical Environmental Studies”)

神沢博 (2015): 外部評価報告. 名古屋大学大学院国際開発研究科 2015 年度外部評価報告書, 101-104. (2015年12月)

**Hayashi, Y., T. Yasunari, H. Kanzawa, and H. Kato, Eds. (2016): Climate Change, Energy Use, and Sustainability: Diagnosis and Prescription after the Great East Japan Earthquake. Springer, 115pp. ISBN 978-3-319-40590-2 (eBook), DOI 10.1007/978-3-319-40590-2, SpringerBriefs in Environment, Security, Development and Peace: Sustainable Development and Sustainability Transition Studies, Volume 25, Series editor, Hans Günter Brauch, July 2016.

神沢博 (2016): 横田さんと一緒に仕事をした日々. 横田記念文集編集委員会編, 「永遠の息吹」, 44-45. 国立環境研究所地球環境研究センターGOSATプロジェクト横田記念文集編集委員会発行, 2016年3月31日, e-book in pdf.

神沢博 (2016): つきあって嬉しい人、林良嗣さん. “Inheritable Infrastructure and Space” 林良嗣教授・名古屋大学定年退職記念文集. 林良嗣教授・名古屋大学定年退職記念行事実行委員会・編, 2016年5月8日. (挟み込み)

神沢博 (2018): 名古屋大学での 15 年. かけはし (教職員・院生版生協だより), 名大生協, No. 336, III.

神沢博 (2018): 新米助手からみた国立極地研究所初代所長の永田武先生. 「会員ひろば」, 学会会報, 第 929 号, 105-106.

神沢博 (2018): 「わかる」ということ. 「定年退職される教授のことば」, 名大トピックス, 299 号 (2018年4月発行), 印刷中.

Goto, S. and H. Kanzawa: Conditions for the stratospheric cooling and tropospheric warming with increase in greenhouse gases. Atmos. Chem. Phys., to be submitted, March 2018.

3-3 口頭発表リスト

ポスター発表、新聞取材、等を含む

* 依頼講演（基調講演、招待講演を含む）56 件

神沢博 (1978): 突然昇温時における平均流およびプラネタリー波の振舞について. 日本気象学会 1978 年度春季大会, 東京, 気象庁, 1978 年 5 月 23-25 日. (講演番号 217, 予稿集 p. 72)

*Kanzawa, H. (1978): On the behaviour of mean zonal flow and planetary waves during the 1973 sudden warming observed by Nimbus 5 SCR. International Symposium on the Use of Satellite Data in Meteorological Research (sponsored by WMO, IAMAP, COSPAR, MSJ), Tokyo, 3-5 November 1978.

神沢博 (1979): 突然昇温時における平均流およびプラネタリー波の振舞 (その 2). 日本気象学会 1979 年度春季大会, 東京, 気象庁, 1979 年 5 月 22-24 日. (講演番号 230, 予稿集 p. 84)

Kanzawa, H. and Hirota, I. (1980): The behavior of mean zonal winds and planetary waves during the 1973 sudden warming. International Symposium on Middle Atmosphere Dynamics and Transport (sponsored by COSPAR, IAGA, IAMAP, URSI, SCOSTEP, WMO, NASA, NOAA, NSF), University of Illinois (Urbana, Illinois, U.S.A.), 28 July - 1 August 1980.

神沢博 (1980): Eliassen-Palm フラックスによる突然昇温時の波の記述. 日本気象学会 1980 年度秋季大会, 京都, 教育文化センター, 1980 年 10 月 29-31 日. (講演番号 152, 予稿集 p. 52)

神沢博 (1980): Nimbus 5 SCR データによる成層圏突然昇温の力学解析. 第 1 回 MAP シンポジウム, 東京, 東大宇宙航空研, 1980 年 12 月 9-11 日.

神沢博 (1981): 突然昇温の解析. 東京大学気象研究室コロキウム, 東京, 東京大学, 1981 年 11 月 10 日.

神沢博 (1981): 変換されたオイラー方程式に基づくエネルギー論. 日本気象学会 1981 年度秋季大会, 名古屋, 愛知県中小企業センター, 1981 年 12 月 1-3 日. (講演番号 171, 予稿集 p. 71)

神沢博 (1981): 成層圏突然昇温. 研究談話会, 極地研, 1981 年 12 月 23 日.

神沢博 (1982): 突然昇温の力学に関するコメント. 第 2 回 MAP シンポジウム, 東京, 宇宙研, 1982 年 1 月 18-19 日.

*Kanzawa, H. (1982): Eliassen-Palm flux and refractive index diagnostics for observed sudden warmings. US-Japan Seminar on the Dynamics of the Middle Atmosphere, Honolulu, Hawaii, 8-12 November, 1982.

*Kanzawa, H. (1982): Time change of global mean temperature lapse rate in the stratosphere. US-Japan Seminar on the Dynamics of the Middle Atmosphere, Honolulu, Hawaii, 8-12 November, 1982.

- 神沢博 (1982): 成層圏全地球平均温度の垂直勾配の変化. 第5回極域気水圏シンポジウム, 東京, 極地研, 1982年12月7-9日. (講演要旨集 p. 67-68)
- 神沢博 (1983): 成層圏全地球平均温度の垂直勾配の準半年振動. 日本気象学会 1983年度春季大会, 筑波研究学園都市, 研究交流センター, 1983年5月18-20日. (講演番号 164, 予稿集 p. 64)
- *Kanzawa, H. (1983): Quasi-semiannual oscillation of static stability in the upper stratosphere revealed by Nimbus 5 SCR. Symposium on Middle Atmosphere Science, IUGG 18th General Assembly, Hamburg, 15-27 August 1983. (IAMAP Program and Abstracts, p. 238)
- Kanzawa, H. (1983): Energetics based on a transformed Eulerian equation. IAMAP-WMO Symposium on Maintenance of the Quasi-stationary Components of the Flow in the Atmosphere and in Atmospheric Models, Paris, 29 August - 2 September 1983. (Extended Abstracts, p. 97-99)
- 神沢博 (1983): 南極中層大気における内部重力波の生態. 第6回極域気水圏シンポジウム, 東京, 極地研, 1983年12月7-9日. (講演番号 IV-5, 講演要旨集 p. 32)
- 神沢博・川口貞男 (1983): 南極域気象ロケット観測計画. 第4回 MAP シンポジウム, 東京, 宇宙研, 1983年12月15-17日.
- 神沢博 (1984): 南極域中層大気における内部重力波の生態. 日本気象学会 1984年度春季大会, 気象庁, 1984年5月23-25日. (講演番号 167, 予稿集 p. 67)
- 神沢博 (1986): 第26次越冬隊報告-気象ロケット観測を中心として-. 研究談話会, 極地研, 1986年5月7日.
- *神沢博 (1986): 南極昭和基地の一年. 赤堀中学校. 1986年5月30日.
- *神沢博 (1986): 南極昭和基地の一年. 赤堀小学校. 1986年5月30日.
- 神沢博 (1986): 第26次南極越冬-気象ロケット観測を中心として-. 京都大学気象学合同談話会, 京都, 京大会館, 1986年7月19日.
- Kanzawa, H. (1986): Internal gravity waves in the Antarctic middle atmosphere. Seminar on studies of large-scale atmospheric processes by use of models, Kyoto, 30 July - 2 August 1986. (Abstracts, p. 11)
- 神沢博 (1986): 南極における重力波. STE 研究連絡会, 宇治, 京都大学化学研究所, 1986年9月25日.
- 神沢博 (1986): 南極域中層大気の内重力波-気象ロケット連続発射実験観測速報-. 日本気象学会 1986年度秋季大会, 名古屋, 愛知県厚生年金会館, 1986年11月5-7日. (講演番号 321, 予稿集 P. 145)
- 森田恭弘・岩坂泰信・塩原匡貴・神沢博 (1986): 南極大気中のミー粒子の高度分布. 日本気象学会 1986年度秋季大会, 名古屋, 愛知県厚生年金会館, 1986年11月5-7日. (講演番号 228, 予稿集 P. 92)
- 神沢博・川口貞男 (1986): 南極昭和基地における気象ロケット連続発射実験で観測された内部重力波. 第9回極域気水圏シンポジウム, 東京, 極地研, 1986年12月11-12日. (講演番号 III-1, 講演要旨集 p. 35)
- 森田恭弘・岩坂泰信・塩原匡貴・神沢博 (1986): 南極大気中のミー粒子の高度分布 (2). 第9回極域気水

圏シンポジウム, 東京, 極地研, 1986年12月11-12日. (講演番号 IV-6, 講演要旨集 p. 64)

山中大学・山崎孝治・神沢博 (1987): ポーラーパトロール気球 (PPB) と中層大気力学. 第10回極域における電離圏磁気圏総合観測シンポジウム, 東京, 極地研, 1987年1月26-28日. (講演要旨集 p. 51)

神沢博 (1987): 気象ロケットによる観測. 第1回大気圏シンポジウム, 東京, 宇宙研, 1987年1月29-30日.

Kanzawa, H. and Kawaguchi, S. (1987): Gravity waves in the Antarctic middle atmosphere observed by meteorological rocket soundings. Joint International Workshops on Middle Atmosphere of the Southern Hemisphere (MASH) and Gravity Waves and Turbulence in the Middle Atmosphere (GRATMAP), University of Adelaide, Adelaide, 18-23 May 1987.

Nomura, A., Kano, T., Kanzawa, H. and Iwasaka, Y. (1987): Dynamical phenomena observed in the lidar measurement of the Antarctic mesospheric sodium layer. Joint International Workshops on Middle Atmosphere of the Southern Hemisphere (MASH) and Gravity Waves and Turbulence in the Middle Atmosphere (GRATMAP), University of Adelaide, Adelaide, 18-23 May 1987.

Kanzawa, H. (1987): Gravity waves in the Antarctic middle atmosphere observed by meteorological rocket soundings. IUGG XIX General Assembly, Vancouver, Canada, 9-22 August 1987. (Abstract p. 871)

神沢博 (1987): 南極昭和基地における重力波-気象ロケット連続発射実験速報-. STE 研究連絡会, 京都大学宇治構内, 1986年9月25日. (第1回大気圏シンポジウムプロシーディングス所収, 133-135.)

Kanzawa, H. (1987): Dynamics of the Antarctic middle atmosphere with emphasis on climatology and gravity waves. Dynamics Seminar, Department of Atmosphere Sciences, University of Washington, Seattle, 9 October 1987. (TROPOSPIEL)

Kanzawa, H. (1987): Dynamics of the Antarctic middle atmosphere with emphasis on climatology and gravity waves. Joint CGD-ACD Seminar, National Center for Atmospheric Research, Mesa Laboratory, Boulder, Colorado, 3 November 1987.

Kanzawa, H. (1987): Dynamics of the Antarctic middle atmosphere with emphasis on climatology and gravity waves. GFDL Seminar, Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, NOAA, Princeton University, Princeton, New Jersey, 5 November 1987.

Kanzawa, H. (1987): Dynamics of the Antarctic middle atmosphere with emphasis on climatology and gravity waves. Laboratory for Atmospheres Seminar, NASA/Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, 9 November 1987.

Kanzawa, H. (1987): Dynamics of the Antarctic middle atmosphere with emphasis on climatology and gravity waves. Atmospheric Sciences Informal Seminar, Department of Atmospheric Sciences, UCLA, Los Angeles, 12 November 1987.

野村彰夫・神沢博・鹿野哲生 (1987): ライダーによる極域成層圏上部の温度分布観測. 第10回極域気水圏シンポジウム, 東京, 極地研, 1987年12月8-9日. (講演番号 48, 講演要旨集 p. 69)

神沢博 (1987): 南極中層大気の気候学. 第10回極域気水圏シンポジウム, 東京, 極地研, 1987年12月8-9

日。(講演番号 49)

- 神沢博 (1988): 極域中層大気の気候学. 第 2 回大気圏シンポジウム, 東京, 宇宙研, 1988 年 1 月 12-14 日.
- 野村彰夫・神沢博・斉藤保典・鹿野哲生 (1988): 南極域成層圏上部温度のプロファイルのライダーとロケットの同時観測. レーザセンシングシンポジウム, 1988 年 5 月.
- 神沢博 (1988): AAOE 観測について. 南極のオゾンホールに関する研究小集会, 東京, 極地研, 1988 年 5 月 17 日.
- 近藤豊・松浦延夫・高木増美・岩田晃・川口貞男・神沢博・青木周司・Matthews, W. A.・Mckenzie, R. L.・Johnston, P. V. (1988): 昭和基地における成層圏 NO, オゾン及び塩素酸化物の国際共同観測計画. 第 11 回極域気水圏シンポジウム, 東京, 極地研, 1988 年 7 月 12-13 日. (講演番号 8, 講演要旨集 p.10)
- *神沢博 (1988): 極域中層大気の気候学. 超高層物理学セミナー, 仙台, 東北大学超高層物理学研究施設, 1988 年 10 月 25 日.
- 神沢博 (1988): 冬の南極の暖かい成層圏界面. 日本気象学会 1988 年度秋季大会, 宮城, 1988 年 10 月 26-28 日. (講演番号 C307, 予稿集 p.213)
- 神沢博 (1988): 今年の突然昇温とオゾンホール. 京都大学気象学合同談話会, 京都, 京大会館, 1988 年 12 月 17 日.
- 神沢博・川口貞男 (1989): 1988 年南極の突然昇温とオゾンホール. 第 3 回大気圏シンポジウム, 相模原, 宇宙研, 1989 年 2 月 2-4 日.
- 廣田勇・塩谷雅人・黒井啓子・神沢博・平木哲 (1989): 南半球成層圏で起こった大昇温現象について. 第 3 回大気圏シンポジウム, 相模原, 宇宙研, 1989 年 2 月 2-4 日.
- 廣岡俊彦・神沢博 (1989): 1984-85 年の北半球極夜における, 成層圏の温度構造とその時間変化について. 第 3 回大気圏シンポジウム, 相模原, 宇宙研, 1989 年 2 月 2-4 日.
- 山中大学・小山孝一郎・神沢博・伊藤富造・加藤進・Schmidlin F.・Offermann D. (1989): DYANA 計画における気象ロケット連続観測について. 第 3 回大気圏シンポジウム, 相模原, 宇宙研, 1989 年 2 月 2-4 日.
- 神沢博 (1989): 1988 年南極の成層圏突然昇温とオゾンホール. 研究談話会, 東京, 極地研, 1989 年 2 月 15 日.
- *Kanzawa, H. (1989): Results of ozone observations at Syowa Station, Antarctica. NATO Advanced Research Workshop on Dynamics, Transport and Photochemistry in the Middle Atmosphere of the Southern Hemisphere, Lone Mountain Conference Center, San Francisco, California, USA, 15-17 April 1989.
- *神沢博 (1989): オゾン層の力学. シンポジウム「オゾン層の科学-現状と課題-」, 日本気象学会 1989 年度春季大会, 東京, 気象庁, 1989 年 5 月 24-26 日.
- 神沢博・川口貞男 (1989): 1988 年南極の突然昇温と浅くなったオゾンホール. 日本気象学会 1989 年度春季大会, 東京, 気象庁, 1989 年 5 月 24-26 日. (講演番号 A363, 予稿集 p.71)
- 廣岡俊彦・神沢博 (1989): 1984-85 年の北半球極夜域で観測された特異な温度構造. 日本気象学会 1989 年

- 度春季大会, 東京, 気象庁, 1989 年 5 月 24-26 日. (講演番号 B204, 予稿集 p. 108)
- 神沢博・近藤豊・岩坂泰信・牧野行雄・山中大学・山内恭・藤井良一 (1989): ポーラーパトロールバルーンによるオゾンホール観測計画. 地球大気化学計画 (IGAC) における極域の役割に関する研究小集会, 東京, 極地研, 1989 年 5 月 27 日.
- 神沢博 (1989): 極域成層圏の力学過程. STE 研究連絡会, 極地研, 1989 年 6 月 15 日.
- 神沢博 (1989): 気象ロケット観測. STEP 期間中の南極ロケット観測計画に関する研究小集会, 東京, 極地研, 1989 年 7 月 6 日.
- 神沢博・近藤豊・岩坂泰信・牧野行雄・山中大学・山内恭・藤井良一 (1989): ポーラーパトロールバルーン (PPB) による南極オゾンホール観測研究計画. 第 12 回極域気水圏シンポジウム, 東京, 極地研, 1989 年 7 月 18-19 日. (講演番号 47, 予稿集 p. 67, 68)
- 神沢博・川口貞男 (1989): 1988 年南極の大突然昇温と浅くなったオゾンホール. 第 12 回極域気水圏シンポジウム, 東京, 極地研, 1989 年 7 月 18-19 日. (講演番号 58(P), 予稿集 p. 82, 83)
- Kanzawa, H. and Kawaguchi, S. (1989): A large stratospheric sudden warming and ozone hole in Antarctic winter of 1988. Middle Atmosphere Sciences (MA), IAMAP Fifth Scientific Assembly, Reading, England, 31 July - 12 August 1989. (Abstracts, MA. 52)
- Kawaguchi, S., Matsubara, K. and Kanzawa, H. (1989): Meridional distribution of ozone in summer observed by ozonesondes. Middle Atmosphere Sciences (MA), IAMAP Fifth Scientific Assembly, Reading, England, 31 July - 12 August 1989. (Abstracts, MA. 40)
- Hirooka, T. and Kanzawa, H. (1989): Abnormal temperature structure observed in the polar night region of the Northern Hemisphere during 1984-85. Middle Atmosphere Sciences (MA), IAMAP Fifth Scientific Assembly, Reading, England, 31 July - 12 August 1989. (Abstracts, MA. 98)
- *神沢博 (1989): 赤道成層圏 QBO について. 気象大学校 1989 年度総合課目「熱帯気象」講義, 第 3.4 学年選択, 柏, 気象大学校, 1989 年 9 月 7 日.
- *神沢博 (1989): 新しい研究分野開拓の可能性 (地球惑星中性大気に於ける新しい研究分野の開拓) パネリスト: 極域大気. STE 研究連絡会プログラム, 相模原, 宇宙科学研究所, 1989 年 10 月 30-31 日.
- 神沢博 (1989): IAMAP (7 月, イギリス) 報告. 日本気象学会第 2 回オゾン研究会, 沖縄, 1989 年 11 月 7 日.
- Kanzawa, H. (1989): Observation of ozone and related quantities by Japanese Antarctic Research Expedition. 中層大気力学ミニ・ワークショップ, 京大 RASC, 信楽, 1989 年 11 月 17-18 日.
- Kanzawa, H. (1990): Observation of ozone and related quantities by the Japanese Antarctic Research Expedition with emphasis on a planned Polar Patrol Balloon (PPB) project. Seminar at Univ. Washington, Atmos. Sci. Dept., Seattle 03:30 P.M. on Tuesday 9 January 1990. (TROPOSPIEL 236)
- Kanzawa, H. (1990): A plan for observation of Antarctic ozone hole under the Polar Patrol Balloon (PPB) project of Japan. Seminar at NASA/GSFC Laboratory for Atmospheres, Greenbelt 10:30 A.M. on Friday 12 January 1990.

- Kanzawa, H. (1990): A plan for observation of Antarctic ozone hole under the Polar Patrol Balloon (PPB) project of Japan. Seminar at NCAR, Boulder 3:00 P.M. on Thursday 18 January 1990.
- 神沢博 (1990): IGAC 計画について. 氷床ドーム計画連絡協議会, 山梨, 極地研河口湖大石研究施設, 1990年4月19-21日.
- 神沢博 (1990): ウィンドプロファイラーによる極域における成層圏・対流圏物質輸送過程の観測研究計画. 第1回 STEP シンポジウム, 第1回 STE 研究連絡会, 東京, 極地研, 1990年4月26-27日.
- 神沢博 (1990): ポーラーパトロールバルーンによるオゾンホール観測研究計画. 第1回 STEP シンポジウム, 第1回 STE 研究連絡会, 東京, 極地研, 1990年4月26-27日.
- 神沢博 (1990): 南極域のさまざまな QBO (準 2 年振動). 日本気象学会 1990 年度春季大会, 東京, 気象庁, 1990 年 5 月 23-25 日. (講演番号 A309, 予稿集 p. 58)
- *Kanzawa, H. (1990): Antarctic Ozone Hole. A Public Lecture sponsored by the American Meteorological Society and the Sigma Xi/Alaska, at Fairbanks, Alaska, on Monday evening 11 June 1990.
- Kanzawa, H. and Kawaguchi, S. (1990): Observation of ozone and related quantities by the Japanese Antarctic Research Expedition. International Conference on the Role of the Polar Regions in Global Change, Fairbanks, Alaska, 11-15 June, 1990. (Abstracts, p.220)
- Kawaguchi, S., Kanzawa, H., Yamanouchi, T., Matsubara, K., Shudo, Y. and Tsukamura, K (1990): Meridional Distribution of Ozone by Antarctic Research Vessel "Shirase". SCAR Atmospheric Sciences Working Group Meeting, San Paulo, Brazil, July 1990.
- Kawaguchi, S., Kanzawa, H. and Yamanouchi, T. (1990): Variation of Ozone at Japanese Antarctic Station, Syowa. SCAR Atmospheric Sciences Working Group Meeting, San Paulo, Brazil, July 1990.
- 神沢博 (1990): 南極オゾンホール: 理解の現状. 研究談話会, 極地研, 1990年7月4日.
- 神沢博 (1990): ウィンドプロファイラーによる極域大気循環過程の観測研究計画について. 第13回極域気水圏シンポジウム, 極地研, 1990年7月12-13日. (講演番号 40, 予稿集 p. 57-58)
- *神沢博 (1990): 南極オゾンホール: 理解の現状. 京都大学気象学会合同談話会 (夏季), 京都, 京大楽友会館, 1990年7月21日.
- Kanzawa, H. and Kawaguchi, S. (1990): Antarctic ozone hole in 1989 observed at Syowa Station and by Nimbus 7/TOMS. Western Pacific Geophysics Meeting, Kanazawa, Japan, 21-25 August 1990. (Abstracts, SP52B-3)
- *神沢博 (1990): 成層圏オゾン層の科学. 気象大学校 1990 年度総合課目「南極大陸とそれにかかわる地球環境」講義, 柏, 気象大学校, 1990年9月13日, 20日.
- 廣岡俊彦・神沢博 (1990): 北極域成層圏で見られた 2 例の特異な温度構造の比較. 日本気象学会 1990 年度秋季大会, 京都, 1990 年 10 月 24-26 日. (講演番号 C158, 予稿集 p. 178)
- 山内恭・神沢博・川口貞男 (1990): 昭和基地における 1987, 88, 89 各年の春季オゾン層別の変化傾向. 日本気象学会 1990 年度秋季大会, 京都, 1990 年 10 月 24-26 日. (講演番号 B353, 予稿集 p. 143)
- 神沢博 (1990): 南極のオゾン観測計画について-Polar Patrol Balloon 観測実施計画 (1991 年) 及びオゾンロケット観測の提案検討. 日本気象学会オゾン研究会, 京都, 1990 年 10 月 26 日.

- 青木忠生・村上勝人・小佐野慎悟・廣田勇・塩谷雅人・山中大学・山内恭・神沢博 (1990): 地球大気観測データ利用における課題. 第5回大気圏シンポジウム, 相模原, 宇宙研, 1990年12月20-21日.
- 神沢博 (1991): 極渦 (Polar Vortex) の構造. 名大 STE 研・研究小集会 "オゾンホールと物理と化学", 豊川, 名大 STE 研, 1991年3月15日.
- Kanzawa, H. (1991): Ozone related studies. First workshop of the Japan-Canada project on the "Influence of the Arctic on Weather and Climate", National Institute of Polar Research, Tokyo, 16-18 April 1991.
- 神沢博 (1991): 太陽活動と地球大気変動. STE 研究連絡会 "中層大気物質循環", 極地研, 東京, 1991年4月25日.
- 神沢博・藤井良一・山崎孝治・山中大学 (1991): 南極域成層圏を周回したポーラー・パトロール・バルーン (1990年12月-1991年1月の実験): 気象庁客観解析データに基づく空気粒子軌跡との比較 (速報). 第14回極域気水圏シンポジウム, 極地研, 1991年7月9-10日. (講演番号 52, 予稿集 p. 75)
- 小玉正弘・河野毅・神沢博 (1991): Solar Proton Events の大気化学的効果. 第14回極域気水圏シンポジウム, 極地研, 1991年7月9-10日. (講演番号 69, 予稿集 p. 100)
- Naito, Y., Watanuki, Y., Yamanouchi, T., Kanzawa, H. and Nakagawa, K. (1991): Emperor penguin rookery from space eye. Antarctic science-global concerns, Antarctic Science Conference, Bremen, FRG, 23-28 September 1991.
- Yamanouchi, T., Wada, M., Aoki, S., Kanzawa, H., Kawaguchi, S. and Watanabe, O. (1991): Climate and atmospheric environmental researches around Syowa Station (69S, 40E), Antarctica. Antarctic Science-Global Concerns, Antarctic Science Conference, Bremen, FRG, 23-28 September 1991.
- 神沢博 (1991): 南極昭和基地の研究観測の状況及び計画. 成層圏オゾン層, エアロゾル層の観測的研究に関するワークショップ, つくば, 国立環境研究所, 1991年9月24日.
- 神沢博・藤井良一・山崎孝治・山中大学 (1991): 南極域成層圏を周回したポーラー・パトロール・バルーン (1990年12月-1991年1月の実験): 気象庁客観解析データに基づく空気粒子軌跡との比較, 日本気象学会 1991年度秋季大会, 名古屋, 1991年10月23-25日. (講演番号 B319, 予稿集 p. 148)
- Yamanouchi, T., Kanzawa, H., Wada, M., Kawaguchi, S., Nishio, F., Cho, K. and Maeda, K. (1991): Sea ice and glacier in the Antarctic from microwave observation. Pre ISY International Symposium -Present and Future Earth Environment Data Set-, Tsukuba Center Inc., Tsukuba, Japan, 19 November 1991.
- 神沢博 (1991): ポーラー・パトロール・バルーンによる 1991年のオゾンホール観測. 総合研究 (A) 地球大気環境高精度観測システム研究会, 東京, 1991年12月4-5日.
- 神沢博 (1992): 中層大気物質循環 (運動と組成の相互作用). 衛星からの大気観測データの利用に関するワークショップ, つくば, 国立環境研究所, 1992年1月7日.
- Murayama, Y., Oyama, K.-I., Tsuda, T., Kanzawa, H., Nakamura, T., Yamanaka, M.D., Fukao S. and Kato, S. (1992): Comparative observations with rocketsondes and the MU radar during DYANA campaign. 平成3年度大気圏シ

ンポジウム, 相模原, 宇宙研, 1992年1月21-22日.

- Tsuda, T., Oyama, K.-I., Murayama, Y., Kanzawa, H., Nakamura, T., Yamanaka, M.D., Fukao, S. and Kato, S. (1992): Characteristics of gravity waves in the middle atmosphere observed with the MU radar and rocketsondes during DYANA campaign. 平成3年度大気圏Vンポジウム, 相模原, 宇宙研, 1992年1月21-22日.
- Kanzawa, H. (1992): A proposal for observation of atmospheric circulation and transport processes in the troposphere and lower stratosphere over Antarctica with a network of wind profilers. International Symposium on Middle Atmosphere Science, Kyoto (MAS Symposium), 23-27 March 1992. (Abstracts, ST-6, p. 209)
- Kanzawa, H., Fujii, R., Yamazaki, K. and Yamanaka, M.D. (1992): Trajectory analysis of Polar Patrol Balloon (PPB) flights in the stratosphere over Antarctica in summer and spring. International Symposium on Middle Atmosphere Science, Kyoto (MAS Symposium), 23-27 March 1992. (Abstracts, AA-3, p. 123-124)
- Hayashi, M., Murata, I., Fujii, R., Iwasaka, Y., Kondo, Y. and Kanzawa, H. (1992): Observation of ozone and PSCs in the Antarctic ozone hole of 1991 under the Polar Patrol Balloon (PPB) project, International Symposium on Middle Atmosphere Science, Kyoto (MAS Symposium), 23-27 March 1992. (Abstracts, AA-8, p. 131)
- Tsuda, T., Oyama, K.-I., Murayama, Y., Kanzawa, H., Nakamura, T., Yamanaka, M.D., Fukao, S. and Kato, S. (1992): Characteristics of gravity waves in the middle atmosphere observed with rocketsondes at Uchinoura during DYANA campaign. International Symposium on Middle Atmosphere Science, Kyoto (MAS Symposium), 23-27 March 1992. (Abstracts, GN-5, p. 141-142)
- 神沢博・藤井良一・山崎孝治・山中大学 (1992): ポーラー・パトロール・バルーンによる1991年のオゾンホール観測実験 (1) トラジェクトリー解析. 日本気象学会1992年度春季大会, つくば, 1992年5月26-28日. (講演番号C114, 予稿集 p. 151)
- 川平浩二・広岡俊彦・神沢博 (1992): 昭和基地におけるオゾン量および月平均風の経年変化. 日本気象学会1992年度春季大会, つくば, 1992年5月26-28日. (講演番号C112, 予稿集 p. 149)
- 林政彦・村田功・藤井良一・岩坂泰信・近藤豊・神沢博 (1992): ポーラー・パトロール・バルーンによる1991年のオゾンホール観測実験 (2) オゾンおよびPSCsの観測データ解析. 日本気象学会1992年度春季大会, つくば, 1992年5月26-28日. (講演番号C115, 予稿集 p. 152)
- 村山泰啓・津田敏隆・小山孝一郎・神沢博・山中大学・中村卓司・深尾昌一郎・加藤進 (1992): ロケットとMUレーダーで観測された中層大気中の重力波エネルギーの高度変化. 日本気象学会1992年度春季大会, つくば, 1992年5月26-28日. (講演番号D207, 予稿集 p. 233)
- 神沢博 (1992): 南極域での大気中の物質循環観測計画について. 日本気象学会極域研究連絡会1992年春季研究会「南極域の物質循環」, つくば, 1992年5月25日.
- *神沢博 (1992): ADEOS/ILAS/RIS観測プロジェクトの概要についてのコメント. 日本気象学会1992年度春季大会シンポジウム「新しい観測システム」, つくば, 1992年5月26日.
- Kanzawa, H., Fujii, R., Yamazaki, K. and Yamanaka, M.D. (1992): Trajectory analysis of Polar Patrol Balloon (PPB) flights in the stratosphere over Antarctica in summer and spring: A preliminary result. 16th Quadrennial Ozone Symposium, Univ. Virginia, Charlottesville, 4-13 June 1992.

- Hayashi, M., Murata, I., Fujii, R., Iwasaka, Y., Kondo, Y. and Kanzawa, H. (1992): Observation of ozone and PSCs in the Antarctic ozone hole of 1991 under the Polar Patrol Balloon (PPB) project -preliminary result-. 16th Quadrennial Ozone Symposium, Univ. Virginia, Charlottesville, 4-13 June 1992.
- 神沢博・藤井良一・山崎孝治・山中大学 (1992): ポーラー・パトロール・バルーンによる 1991 年のオゾンホール観測実験速報 (1) トラジェクトリー解析. 第 15 回極域気水圏シンポジウム, 極地研, 1992 年 7 月 8-9 日. (講演番号 39, 予稿集 p. 60-61)
- 林政彦・村田功・藤井良一・岩坂泰信・近藤豊・神沢博 (1992): ポーラー・パトロール・バルーンによる 1991 年のオゾンホール観測実験速報 (2) オゾンおよび PSCs の観測データ解析. 第 14 回極域気水圏シンポジウム, 極地研, 1992 年 7 月 8-9 日. (講演番号 40, 予稿集 p. 62)
- *神沢博 (1992): 南極オゾンホールの物理と化学. 群馬県高等学校教育研究会理化学部会講演, 群馬県生涯学習センター, 前橋, 1992 年 7 月 15 日.
- 神沢博 (1992): 極域中層大気の南北非対称. STE 研究連絡会 "大気物理・化学における南北半球の比較・相違", 宇治, 京都大学超高層電波研究センター, 1992 年 9 月 24 日.
- 林政彦・岩坂泰信・藤井良一・近藤豊・村田功・小川利紘・神沢博 (1992): 南極での PPB 観測. 第 3 回大気化学シンポジウム, 名古屋, 名古屋大学シンポジオン, 1992 年 12 月 9-11 日.
- 川平浩二・長谷川勉・廣岡利彦・神沢博 (1993): 昭和基地における月平均風とオゾンの相互関係. 平成 5 年度大気圏シンポジウム, 相模原, 宇宙研, 1993 年 1 月 26-27 日.
- *神沢博 (1993): ポーラー・パトロール・バルーンによる南極オゾンホール観測. 気象講演会, 東京, 気象庁, 1993 年 2 月 16 日.
- 神沢博 (1993): 昭和基地での衛星データ受信とその利用の現状について: MOS-1. 衛星と地上・無人観測比較による極域大気・雪氷圏解析に関する研究小集会, 東京, 極地研, 1993 年 3 月 16 日.
- 神沢博 (1993): 極地研情報科学センターの衛星受信データ解析システムの紹介: システム概要. 衛星と地上・無人観測比較による極域大気・雪氷圏解析に関する研究小集会, 東京, 極地研, 1993 年 3 月 16 日.
- 神沢博・林政彦・村田功・山崎孝治 (1993): ポーラー・パトロール・バルーンによる 1991 年のオゾンホール観測実験データ解析. 日本気象学会 1993 年度春季大会, 東京, 1993 年 5 月 17-19 日. (講演番号 B203, 予稿集 p. 110)
- Kanzawa, H., Hayashi, M., Murata, I. and Yamazaki, K. (1993): Observation of the Antarctic Ozone Hole of 1991 using a Polar Patrol Balloon. IAMAP・IAHS '93 Joint International Meeting, Yokohama, 11-23 July 1993. (Abstracts, M6-84)
- Gernandt, H., Dethloff, K. and Kanzawa, H. (1993): Long-term stratospheric ozone variations over Antarctica. IAMAP・IAHS '93 Joint International Meeting, Yokohama, 11-23 July 1993. (Abstracts, M6-130)
- 神沢博・林政彦・村田功・山崎孝治 (1993): ポーラー・パトロール・バルーンによる 1991 年のオゾンホール観測実験データ解析. 第 16 回極域気水圏シンポジウム, 東京, 極地研, 1993 年 8 月 4-5 日. (講演番号 27, 予稿集 p. 42)

- Gernandt, H., Dethloff, K. and Kanzawa, H. (1993): A qualitative assessment of the height dependent interannual variability of polar stratospheric ozone at the poleward side of the southern vortex jet core. The 16th Symposium on Polar Meteorology and Glaciology, Tokyo, 4-5 July 1993. (Abstract No. 28, p.43-44)
- 神沢博 (1993): 1号機, 3号機のトラジェクトリー解析. PPB 観測研究成果に関する研究小集会, 東京, 極地研, 1993年11月2日.
- 神沢博・近藤豊 (1993): ADEOS/ILAS 検証実験計画案について. 第4回大気化学シンポジウム・第4回 IGBP/IGAC シンポジウム合同シンポジウム, 名古屋, 愛知厚生年金会館, 1993年11月24-25日
- Suzuki, M., Yokota, T., Kanzawa, H. and Sasano, Y. (1993): ILAS: Monitoring of high-latitude ozone. International Workshop on Global Environment and Earth Observing Satellite Sensors: Ozone Layer Observation by Satellite Sensors Session, Tokyo, 8-9 December 1993.
- 山内恭・青木周司・本田秀之・中澤高清・神沢博 (1993): 回収気球による南極大気サンプリング計画. 大気球シンポジウム, 相模原, 宇宙研, 1993年12月9-10日
- 神沢博 (1994): ADEOS/ILAS による極域オゾン層観測計画について. 衛星と地上観測比較による極域気水圏解析に関する研究小集会, 東京, 極地研, 1994年1月20日
- 笹野泰弘・神沢博・鈴木睦・横田達也 (1994): ILAS/ADEOS による成層圏観測プロジェクト-地上検証とデータ利用研究計画-. 第8回大気圏シンポジウム, 相模原, 宇宙研, 1994年1月27-28日
- 神沢博 (1994): 成層圏・対流圏物質循環の総合観測: 衛星観測を中心として. 気水圏南極観測将来計画に関する研究会, 東京, 極地研, 1994年3月3日.
- Kanzawa, H. (1994): Development status of operational data processing system. The 7th ILAS Science Team Meeting, Tsukuba, 22-23 March, 1994.
- Kondo, Y. and Kanzawa, H. (1994): Validation experiment plan. The 7th ILAS Science Team Meeting, Tsukuba, 22-23 March 1994.
- Kanzawa, H. (1994): Validation data analysis/data quality monitor. The 7th ILAS Science Team Meeting, Tsukuba, 22-23 March 1994.
- Kanzawa, H. (1994): Material circulation in the polar stratosphere, IRA Proposals on Scientific Data Use. The 7th ILAS Science Team Meeting, Tsukuba, 22-23 March 1994.
- 神沢博・近藤豊・笹野泰弘 (1994): 極域成層圏のオゾンその他の微量物質循環観測計画について: ADEOS/ILAS 衛星観測を中心として. 日本気象学会 1994年度春季大会, 東京, 1994年5月24-26日. (講演番号 A110, 予稿集 p. 10)
- Ejiri, M., Akiyama, H., Bering, E.A., Fujii, R., Fukunishi, H., Hayashi, M., Hirasawa, T., Hirashima, Y., Kadokura, A., Kanzawa, H., Kodama, M., Kokubun, S., Miyaoka, H., Murakami, H., Nakagawa, M., Namiki, M., Nishimura, J., Ohta, S., Sato, N., Suzuki, H., Tohyama, F., Tonegawa, Y., Turuda, K., Yajima, N., Yamagami, T., Yamagishi, H., Yamanaka, M.D., Yamazaki, I. (1994): Polar Patrol Balloon experiments of STEP project in Antarctica. Eighth International Symposium on Solar Terrestrial Physics (Dedicated to STEP), Sendai, 5-10 June 1994.

- Kanzawa, H., Hayashi, M., Murata, I. and Yamazaki, K. (1994): Observation of the Antarctic ozone hole of 1991 using a Polar Patrol Balloon. Ninth Conference on the Middle Atmosphere (Sponsored by American Meteorological Society), Monterey, California, 6-10 June 1994. (Abstracts 2.7)
- *神沢博 (1994): ADEOS 衛星搭載 ILAS センサーによる極域オゾン層観測計画. 京都大学気象学コロキウム, 京都, 京都大学理学部地球物理学教室講義室, 1994年7月8日.
- 神沢博 (1994): オゾン等の輸送過程に関する最近のトピックス. 南極気候変動研究 (ACR) 成果まとめに関する研究小集会, 東京, 極地研, 1994年7月12日.
- 神沢博・近藤豊・笹野泰弘 (1994): 極域成層圏のオゾンその他の微量物質循環観測計画について: ADEOS/ILAS 衛星観測を中心として. 第17回極域気水圏シンポジウム, 東京, 極地研, 1994年7月13-14日. (講演番号 P-I-17, 予稿集 p.44)
- 海老田綾貴・廣岡俊彦・辻村豊・神沢博 (1994): 突然昇温後の等温極域成層圏の出現について. 日本気象学会 1994年度秋季大会, 福岡, 九州大学箱崎キャンパス, 1994年10月18-20日. (講演番号 D358, 予稿集 p.285)
- 神沢博 (1994): 人工衛星微量成分データの解析による極渦の空気交換過程の研究. 総合研究 (B)「成層圏オゾン変化の気候への影響に関する総合的研究」全体会議, 京都, 1994年10月27-28日.
- Kanzawa, H. (1994): A plan of the high-latitude ozone layer observation with the ILAS sensor on the ADEOS satellite. ACD Staff & Visitor Seminar at NCAR, Boulder, 1:30-2:30 pm, Monday 31 October 1994.
- Kanzawa, H., Kondo, Y., and Sasano, Y. (1994): On ILAS correlative measurements program. International Symposium of Polar and Tropical Atmospheres, Nagoya, 7-11 November 1994.
- Nakane, H., Hayashida, S., Sasano, Y., Matsui, I., Kanzawa, H., Akiyoshi, H., Koide, M., Kotake, T., Taguchi, M., Fukunishi, H., Otani, T., and Ogawa, T. (1994): Stratosphere data analysis system at NIES. International Symposium of Polar and Tropical Atmospheres, Nagoya, 7-11 November 1994.
- 神沢博 (1994): ポテンシャル過度一極渦に関連して. 第2回 つくばオゾンセミナー, 環境研・大気圏環境部セミナー室, 1994年11月25日.
- Kanzawa, H. (1994): Status of the ground segment at NIES: ILAS & RIS Data Handling Facility (DHF). The first ADEOS Symposium/Workshop, Kyoto, 6-9 December 1994.
- Kanzawa, H. (1994): Computer system for the ILAS & RIS Data Handling Facility (DHF). The first ADEOS Symposium/Workshop, Kyoto, 6-9 December 1994.
- Kanzawa, H., Nishimura, T., Kondo, Y., and Sasano, Y. (1994): Validation experiment plan -Core experiment plan - in ILAS Correlative Measurements Program. The first ADEOS Symposium/Workshop, Kyoto, 6-9 December 1994.
- 神沢博 (1994): ADEOS 衛星搭載オゾン層観測センサー ILAS の検証実験計画について. 平成6年度所内研究発表会 (ポスター発表), 国立環境研究所, 1994年12月15日.
- 神沢博・近藤豊・笹野泰弘 (1995): ADEOS/ILAS による極域オゾン層観測プロジェクトの現状: 検証実験

を中心として。 極域の大气・水・物質循環の研究の現状と将来に関する研究小集会, 東京, 極地研, 1995年1月24日。

- Sasano, Y., Kanzawa, H., Suzuki, M., and Yokota, T. (1995): Characteristics of the improved limb atmospheric spectrometer and validation experiment plan. Optical Remote Sensing of the Atmosphere, Seventh topical meeting, Salt Lake City, Utah, U.S.A., 5-9 February 1995.
- Kanzawa, H. (1995): A plan of the high-latitude ozone layer observation with the ILAS sensor on the ADEOS satellite: With emphasis on correlative measurements program. Cosmos Room, Kiruna-Esrange, Sweden, 7 February 1995.
- Kanzawa, H. (1995): A plan of the high-latitude ozone layer observation with the ILAS sensor on the ADEOS satellite. Free University of Berlin, Berlin, Germany, 13 February 1995.
- Kanzawa, H. (1995): A plan of the high-latitude ozone layer observations with the ILAS sensor on the ADEOS satellite: With emphasis on correlative measurements program. Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Potsdam, Germany, 14 February 1995.
- Kanzawa, H., Kondo, Y., and Sasano, Y. (1995): Balloon campaigns at Kiruna-Esrange in 1996 and 1998 planned in ILAS Correlative Measurements Program. 12th ESA Symposium on European Rocket and Balloon Programmes and Related Research, Lillehammer, Norway, 29 May - 1 June 1995. (Abstracts: esa SP-370, p.95)
- 神沢博 (1995): ILAS 検証実験・検証解析計画. ILAS-II ワークショップ, 海事センタービル, 東京, 1995年6月26日。
- Sasano, Y., Kanzawa, H., Suzuki, M., and Yokota, T. (1995): Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) project: ILAS instrument, performance and validation plan. European Symposium on Satellite Remote Sensing II, Palais des Congres, Paris, France, 25 - 28 September 1995.
- Kanzawa, H. (1995): ILAS Data Handling Facility (DHF). 10th ILAS Science Team meeting (2nd ILAS Sensor Team meeting), Tsukuba, 3-4 October 1995.
- Kanzawa, H., Nishimura, T., Yamanouchi, T., and Kaneto, S. (1995): Ozonesonde experiments at Syowa Station (69S, 40E). 10th ILAS Science Team meeting (2nd ILAS Sensor Team meeting), Tsukuba, 3-4 October 1995.
- Kanzawa, H., Nishimura, T., Kondo, Y., and Sasano, Y. (1995): Validation experiment plan: Overview. 10th ILAS Science Team meeting (2nd ILAS Sensor Team meeting), Tsukuba, 3-4 October 1995.
- Kanzawa, H., Nishimura, T., Kondo, Y., and Sasano, Y. (1995): Balloon campaign at Kiruna-Esrange, Sweden, February - March 1995: Overview. 10th ILAS Science Team meeting (2nd ILAS Sensor Team meeting), Tsukuba, 3-4 October 1995.
- Kanzawa, H. (1995): Validation analysis and data quality checks: Climatological data for routine data quality checks: CH₄ and H₂O. 10th ILAS Science Team meeting (2nd ILAS Sensor Team meeting), Tsukuba, 3-4 October 1995.
- Kanzawa, H. (1995): Validation experiments for ILAS-II. ILAS-II Workshop, Tsukuba, 5 October 1995.
- Kanzawa, H. (1995): On the plan of high-latitude ozone layer observations with satellite sensors of ADEOS/ILAS and

ADEOS-II/ILAS-II. STRATEOLE Workshop, Paris, 9-10 October 1995.

Kanzawa, H. (1995): Observation of the Antarctic ozone hole of 1991 using a Polar Patrol Balloon. STRATEOLE Workshop, Paris, 9-10 October 1995.

神沢博・近藤豊・笹野泰弘 (1995): 北極域成層圏におけるオゾンその他の微量物質循環の ADEOS/ILAS 衛星および ILAS 検証実験による観測計画について. 日本気象学会極域研究連絡会シンポジウム「北極域の雪氷と大気」, 大阪, 1995年10月19日. (予稿集, 2pp.)

Kanzawa, H. (1995): Monitoring of the polar ozone layer with satellites. Wadati Conference on Global Change and the Polar Climate, Tsukuba, 7-10 November 1995. (Preprints: p. 37-40)

神沢博・近藤豊・中澤高清・本田秀之・矢島信之 (1995): キルナにおける ILAS 検証気球キャンペーンについて. 大気球シンポジウム, 相模原, 宇宙科学研究所, 1995年12月7-8日.

神沢博 (1995): ILAS プロジェクト: 検証実験およびデータ利用計画について. EATVIP- SPARC 合同ワークショップ, 京都大学超高層電波研究センター, 1995年12月16日.

笹野泰弘・神沢博 (1995): ILAS/ILAS-II プロジェクト状況報告. 第6回大気化学シンポジウム, 名古屋大学太陽地球環境研究所, 豊川, 1995年12月21-22日.

Kanzawa, H (1996): Distribution and Management of Data: ILAS, RIS. ADEOS Symposium, Tokyo, 6-7 March 1996.

Kanzawa, H (1996): Validation Plan: ILAS, RIS. ADEOS Symposium, Tokyo, 6-7 March 1996.

神沢博 (1996): 気球キャンペーンの全体計画と現状について (CNES の調整状況, フライトプラン). ILAS 検証実験気球キャンペーンの実施に係る事前調整会議. 名古屋大学グリーンサロン東山のミーティング・グループ, 名古屋, 1996年3月25日.

神沢博 (1996): 検証実験・検証データ収集計画. 第11回 ILAS サイエンスチームミーティング, 国立環境研究所第3会議室, つくば, 1996年5月16-17日.

神沢博 (1996): ILAS 検証解析作業計画 (2) H₂O. 第11回 ILAS サイエンスチームミーティング, 国立環境研究所第3会議室, つくば, 1996年5月16-17日.

神沢博 (1996): ILAS 検証解析作業計画 (3) CH₄. 第11回 ILAS サイエンスチームミーティング, 国立環境研究所第3会議室, つくば, 1996年5月16-17日.

神沢博 (1996): サイエンスチームメンバーによる研究計画. 第11回 ILAS サイエンスチームミーティング, 国立環境研究所第3会議室, つくば, 1996年5月16-17日.

神沢博 (1996): データ処理運用施設 (DHF) の機能. 第11回 ILAS サイエンスチームミーティング, 国立環境研究所第3会議室, つくば, 1996年5月16-17日.

笹野泰弘・鈴木睦・神沢博 (1996): 太陽掩蔽法赤外センサーによるオゾン層化学関連物質と温室効果気体の観測. 衛星による成層圏・対流圏化学の研究に関するワークショップ (ATMOS-C1 Workshop in Hokkaido), 北海道大学, 札幌, 1996年8月22-23日.

神沢博 (1996): 衛星データを用いた大気中の物質循環の研究◇ADEOS 及び ADEOS-II 以後◇. 衛星による

成層圏・対流圏化学の研究に関するワークショップ (ATMOS-C1 Workshop in Hokkaido), 北海道大学, 札幌, 1996年8月22-23日.

笹野泰弘・鈴木睦・横田達也・神沢博 (1996): 改良型大気周縁赤外分光計 (ILAS) による成層圏オゾン層の観測. (講演 No. D41-02) 地球電磁気・地球惑星圏学会第100回総会並びに講演会, 府中市民会館 / 通信総合研究所, 東京都, 1996年10月21-24日.

神沢博・近藤豊 (1996): ILAS 検証実験計画. (講演 No. D41-03) 地球電磁気・地球惑星圏学会第100回総会並びに講演会, 府中市民会館 / 通信総合研究所, 東京都, 1996年10月21-24日.

笹野泰弘・神沢博・鈴木睦・横田達也・ILAS サイエンスチーム (1996): ILAS (改良型大気周縁赤外分光計) 観測がねらうもの. 第7回大気化学シンポジウム, ホテルホリデイ・イン豊橋クラウンプラザ, 豊橋, 1996年11月28-29日.

鈴木睦・横田達也・神沢博・笹野泰弘・石垣武夫・茂木勇治・木村教夫・木戸省一・荒木信博・市橋宏基・藁谷克則・伊藤康裕・梶正典 (1996): ILAS ハードウェア性能評価. 第7回大気化学シンポジウム, ホテルホリデイ・イン豊橋クラウンプラザ, 豊橋, 1996年11月28-29日.

Sasano, Y., Kanzawa, H., Suzuki, M., and Yokota, T. (1996): Preliminary results of ILAS (Improved Limb Atmospheric Spectrometer) measurements for stratospheric ozone layer. First SPARC General Assembly, Melbourne, Australia, 2-6 December 1996.

*神沢博 (笹野泰弘・鈴木睦・横田達也・ILAS サイエンスチーム) (1996): ADEOS 衛星搭載オゾン層観測センサーILAS とオゾンホール. 京都大学気象学合同談話会, 京都大学宇宙・地球共同講義室, 京都, 1996年12月14日.

神沢博 (1997): ILAS・RIS データ処理運用計算機設備の導入. ILAS・RIS 定常運用移行報告会, 国立環境研究所大山ホール, つくば, 1997年1月13日.

神沢博 (1997): ILAS・RIS データ処理運用施設の運用業務. ILAS・RIS 定常運用移行報告会, 国立環境研究所大山ホール, つくば, 1997年1月13日.

神沢博 (1997): 検証実験の計画. ILAS・RIS 定常運用移行報告会, 国立環境研究所大山ホール, つくば, 1997年1月13日.

Sasano, Y., Suzuki, M., Yokota, T., and Kanzawa, H. (1997): Preliminary results of stratospheric ozone layer measurements with Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) aboard ADEOS. Optical Remote Sensing Atmos.1997, Tech. Dig. Ser. 5, 126-128, Santa Fe, New Mexico, U.S.A., February 1997.

村田功・福間憲昭・福西浩・杉本伸夫・神沢博・板部敏和 (1997): レーザーヘテロダイン分光計による ADEOS 搭載 RIS, ILAS 検証実験. 1997年地球電磁気・地球惑星科学関連学会合同大会, 名古屋大学, 名古屋, 1997年3月25-28日.

Koike, M., Kondo, Y., and Kanzawa, H. (1997): ILAS validation experiment at Kiruna in February - March 1997. International Workshop on the Arctic Atmospheric Environment, Tokyo, 17-19 March 1997.

神沢博 (1997): 衛星搭載オゾン層観測センサー ILAS と成層圏大気科学. 日本気象学会 1997年度春季大会,

つくば, 1997年5月21-23日. (講演番号 C103, 予稿集 p. 80)

- Sasano, Y., Kanzawa, H., Suzuki, M., and Yokota, T. (1997): ILAS/ILAS-II stratospheric ozone layer measurements. IGAC SPARC GAW Conference on Global Measurement Systems for Atmospheric Composition, Toronto, Canada, 20-22 May 1997. (Abstracts: p.17)
- Kanzawa, H., Camy-Peyret, C., Kondo, Y., and Papineau, N. (1997): Implementation and first scientific results from the ILAS Validation Balloon Campaign at Kiruna-Esrange in February - March 1997. 13th ESA Symposium on European Rocket and Balloon Programmes and Related Research, Oland, Sweden, 26-29 May 1997. (Abstracts: esa SP-397, p.88)
- Kanzawa, H., Sasano, Y., Suzuki, M., and Yokota, T. (1997): Dynamics and chemistry of the polar ozone layer observed by ADEOS/ILAS: Initial results. 10th Conference on the Middle Atmosphere (Sponsored by American Meteorological Society), Tacoma, U. S. A., 23-27 June 1997. (Abstracts: p.3.12)
- 神沢博 (1997): 観測分科会パネルディスカッション地球観測分野. 第19回宇宙ステーション利用計画ワークショップ—宇宙ステーション JEM 利用の幕開け—, 東京, 1997年7月2日.
- 神沢博 (1997): 極渦とオゾン層: ILAS データ解析を中心とした研究に向けて. 第3回極域・中緯度大気ラボ例会, つくば, 1997年7月8日.
- *神沢博 (1997): オゾンホールと流体力学. 日本流体力学会年会'97, 第2回環境流体シンポジウム特別講演, 東京, 1997年7月31日. (講演番号 S006, 講演論文集 p. 425-428)
- 神沢博 (1997): 「GLOCHANT 作業委員会・大気観測小委員会」. 大気観測小委員会, 東京, 1997年9月29日.
- Kanzawa, H. (1997): Overview of validation experiments. ILAS Validation Experiments Interim Report Meeting, Paris, France, 18-19 September 1997.
- Kanzawa, H. (1997): Ozonesonde experiments at Syowa and Kiruna. ILAS Validation Experiments Interim Report Meeting, Paris, France, 18-19 September 1997.
- Kondo Y., Koike, M., Nakajima, H., Suzuki, T., Kanzawa, H., Sasano, Y., Yokota, T., and Suzuki M. (1997): Measurements of nitrogen oxides with chemiluminescence detectors at Kiruna, Sweden for the ILAS validation campaign. ILAS Validation Experiments Interim Report Meeting, Paris, France, 18-19 September 1997.
- Aoki, S., Nakazawa, T., Honda, H., Yajima, N., Machida, T., Sugawara, S., Kawamura, K., Yoshimura, S., Makide, Y., and Kanzawa, H. (1997): Balloon-borne cryogenic sampler (SAKURA) measurements of N₂O, CH₄, CFC-11, and CFC-12 during the ILAS Validation Balloon Campaign from ESRANGE (Kiruna, Sweden; 68N, 21E): First results. ILAS Validation Experiments Interim Report Meeting, Paris, France, 18-19 September 1997.
- Kanzawa, H. (1997): Validation analysis of CH₄ and H₂O. ILAS Validation Experiments Interim Report Meeting, Paris, France, 18-19 September 1997.
- Hauchecorne, A., Fierli, F., and Kanzawa, H. (1997): Validation of ILAS data on polar stratospheric clouds using RMR ALOMAR lidar. Fourth European Symposium on Polar Stratospheric Ozone, Schliersee, Bavaria, FRG, 22-26 September 1997. (Abstracts: p.42)

- Sasano, Y., Kanzawa, H., Yokota, T., and Suzuki, M. (1997): Overview of ILAS measurements for the northern high latitude stratosphere in 1996/1997 winter. Fourth European Symposium on Polar Stratospheric Ozone, Schliersee, Bavaria, FRG, 22-26 September 1997. (Abstracts: p.79)
- Kanzawa, H., Suzuki, M., Yokota, T., and Sasano, Y. (1997): Behavior of the polar vortex of the northern hemisphere winter of 1996/1997 as observed from ILAS. Fourth European Symposium on Polar Stratospheric Ozone, Schliersee, Bavaria, FRG, 22-26 September 1997. (Abstracts: p.80)
- Bodeker, G.E., Kreher, K., Kondo, Y., Koike, M., Nakajima, H., Suzuki, M., Yokota, T., Kanzawa, H., and Sasano, Y. (1997): Nitric acid profile measurements by ILAS during the Arctic winter of 1996/97. Fourth European Symposium on Polar Stratospheric Ozone, Schliersee, Bavaria, FRG, 22-26 September 1997. (Abstracts: p.81)
- Oelhaf, H., Wetzell, G., Stowasser, M., Friedl-Vallon, F., Kleinert, A., Maucher, G., Seefeldner, M., Trieschmann, O., Fischer, H., Suzuki, M., Yokota, T., Kanzawa, H., and Sasano, Y. (1997): Intercomparison of ILAS target species with vertical profiles obtained by MIPAS-B in late March 1997 near the northern polar circle. Fourth European Symposium on Polar Stratospheric Ozone, Schliersee, Bavaria, FRG, 22-26 September 1997. (Abstracts: p.84)
- Knudsen, B.M., Mikkelsen, I.S., Morcrette, J.-J., Braathen, G.O., Hansen, G., Fast, H., Gernandt, H., Kanzawa, H., Nakane, H., Kyro, E., Dorokhov, V., Yushkov, V., Shearman, R.J., and Gil, M. (1997): Ozone depletion in the Arctic vortex in 1997. Fourth European Symposium on Polar Stratospheric Ozone, Schliersee, Bavaria, FRG, 22-26 September 1997. (Abstracts: p.132)
- Kreher, K., Bodeker, G.E., Kanzawa, H., Nakane, H., Suzuki, M., Yokota, T., and Sasano, Y. (1997): Arctic ozone depletion from February to April 1997 as seen by ozonesondes and ILAS above Kiruna. Fourth European Symposium on Polar Stratospheric Ozone, Schliersee, Bavaria, FRG, 22-26 September 1997. (Abstracts: p.133)
- Steger, J., and 37 members. (including Kanzawa, H., & Nakane, H.): Stratospheric ozone loss in the winter 96/97 determined by Match. Fourth European Symposium on Polar Stratospheric Ozone, Schliersee, Bavaria, FRG, 22-26 September 1997. (Abstracts: p.134)
- Kanzawa, H. (1997): Overview of Kiruna campaign. Arctic Ozone Data Workshop, Tokyo, 3-5 December 1997.
- *神沢博 (1997): 衛星センサー ILAS による北極成層圏の観測. 日本気象学会 1997 年度秋季大会シンポジウム「北極圏の大気環境と物質循環」, 札幌, 1997 年 10 月 8 日. (要旨集 p. 17-20)
- *神沢博 (1997): 地球環境観測衛星「みどり」の ILAS (改良型大気周縁赤外分光計) ミッションにおける検証評価実験の推進 [1997 年度日本気象学会堀内基金奨励賞受賞記念講演]. 日本気象学会 1997 年度秋季大会, 札幌, 1997 年 10 月 8 日.
- 横田達也・鈴木睦・神沢博・笹野泰弘 (1997): 衛星センサーILAS の大気微量成分導出アルゴリズムの特徴. 日本気象学会 1997 年度秋季大会, 札幌, 1997 年 10 月 7-9 日. (講演番号 D103, 予稿集 p. 217)
- 林田佐智子・斎藤尚子・中川理恵・上杉清子・田中愛・横田達也・鈴木睦・神沢博・笹野泰弘 (1997): ILAS で観測されたエアロゾル消散係数の解析(1). 日本気象学会 1997 年度秋季大会, 札幌, 1997 年 10 月 7-9 日. (講演番号 D106, 予稿集 p.220)
- 笹野泰弘・鈴木睦・横田達也・神沢博 (1997): 改良型大気周縁赤外分光計(ILAS)による 成層圏オゾン層観

測の概要. 日本気象学会 1997 年度秋季大会, 札幌, 1997 年 10 月 7-9 日. (講演番号 D108, 予稿集 p. 222)

Kreher, K., Nakane, H., Kanzawa, H., Suzuki, M., Yokota, T., Sasano, Y., and Bodeker, G.E. (1997): High latitude ozone as seen by ILAS and ozonesondes from November 1996 to June 1997. 日本気象学会 1997 年度秋季大会, 札幌, 1997 年 10 月 7-9 日. (講演番号 D109, 予稿集 p. 223)

Bodeker, G.E., Nakajima, H., Koike, M., Kondo, Y., Kreher, K., Suzuki, M., Yokota, T., Kanzawa, H., and Sasano, Y. (1997): An overview of HNO₃ and N₂O measurements made by ILAS from November 1996 to June 1997. 日本気象学会 1997 年度秋季大会, 札幌, 1997 年 10 月 7-9 日. (講演番号 D110, 予稿集 p. 224)

中島英彰・近藤豊・趙永浄・笹野泰弘・神沢博・横田達也・鈴木睦・Meier, A.・Blumenstock, T. (1997): キルナにおける FTIR 観測による成層圏 O₃ 鉛直分布と ILAS 観測との比較. 日本気象学会 1997 年度秋季大会, 札幌, 1997 年 10 月 7-9 日. (講演番号 D113, 予稿集 p. 227)

村田功・福間憲昭・福西浩・神沢博・柴崎和夫 (1997): レーザーヘテロダイン分光計による ADEOS 衛星搭載 ILAS 検証実験. 日本気象学会 1997 年度秋季大会, 札幌, 1997 年 10 月 7-9 日. (講演番号 D114, 予稿集 p. 228)

神沢博・塩谷雅人・鈴木睦・横田達也・笹野泰弘 (1997): 衛星搭載センサー ILAS の長寿命トレーサーデータによる 1996/1997 年北半球冬の極渦構造の解析. 日本気象学会 1997 年度秋季大会, 札幌, 1997 年 10 月 7-9 日. (講演番号 D115, 予稿集 p. 229)

福間憲昭・村田功・福西浩・中根英昭・神沢博・柴崎和夫 (1997): レーザーヘテロダイン分光計による 1997 年春季アラスカでの O₃, N₂O, CH₄ 観測. 日本気象学会 1997 年度秋季大会, 札幌, 1997 年 10 月 7-9 日. (講演番号 D161, 予稿集 p. 240)

中根英昭・笹野泰弘・鈴木睦・横田達也・神沢博 (1997): ILAS オゾンデータの検証解析. 日本気象学会 1997 年度秋季大会, 札幌, 1997 年 10 月 7-9 日. (講演番号 P141, 予稿集 p. 322)

村田功・福間憲昭・大瀧雄一郎・福西浩・神沢博・中根英昭・柴崎和夫 (1997): レーザーヘテロダイン分光計によるアラスカでの O₃, N₂O, CH₄ 観測. SGPSS1997 年秋の学会, 札幌, 1997 年 10 月 7-9 日. (講演番号 Ea026, 予稿集 p. 123)

石田邦光・大島慶一郎・山内恭・神沢博 (1997): 衛星画像による昭和基地沖の沿岸ポリニヤの特徴 (1). 日本雪氷学会 1997 年度全国大会, 山形, 1997 年 10 月 12-16 日.

Kanzawa, H., Shiotani, M., Suzuki, M., Yokota, T., and Sasano, Y. (1997): Structure of the polar vortex of the Northern Hemisphere winter of 1996/1997 as observed from long-lived tracer data of ILAS. Tsukuba International Workshop on Stratospheric Change and Its Role in Climate and on the ATMOS-C1 Satellite Mission, Tsukuba, 20-22 October 1997.

神沢博 (1997): ILAS-II 検証実験について. 第 1 回 ILAS-II プロジェクト検討小委員会, 東京, 1997 年 11 月 7 日.

神沢博・笹野泰弘・金戸進・高尾俊則・山内恭 (1997): Ozonesonde experiments at Syowa Station, Antarctica for ILAS validation. 第 20 回極域気水圏シンポジウム, 東京, 1997 年 11 月 26-27 日. (講演番号 II-1, 講演

要旨 p. 8)

Kanzawa, H. (1997): Overview of Kiruna Campaign. Arctic Ozone Data Workshop, Tokyo, 3-5 December 1997.

Kanzawa, H. (1998): Summary of Validation Team activities. The 13th ILAS Science Team Meeting of The Third ADEOS Symposium/Workshop, Sendai, 26-30 January 1998.

Kanzawa, H. (1998): Ozonesonde experiments at Syowa (69S) and Kiruna (68N) for ILAS validation. The 13th ILAS Science Team Meeting of The Third ADEOS Symposium/Workshop, Sendai, 26-30 January 1998.

Kanzawa, H. (1998): Discussion on validation analysis: CH₄ and H₂O (plus N₂O). The 13th ILAS Science Team Meeting of The Third ADEOS Symposium/Workshop, Sendai, 26-30 January 1998.

*神沢博 (1998): 成層圏変動の解析研究：極渦構造の力学的解析を中心として。シンポジウム'98 「明日をめざす科学技術」科学技術振興調整費成果を中心として、東京、1998年2月24-26日。(講演要旨集 p.57)

笹野泰弘・神沢博・鈴木睦・横田達也・中島英彰・中根英昭・塩谷雅人・近藤豊・林田佐智子 (1998): ILAS データ処理状況と検証作業の概要。第8回大気化学シンポジウム、豊橋、1998年2月26-27日。

神沢博・鈴木睦・横田達也・笹野泰弘・塩谷雅人 (1998): 衛星センサーILASの長寿命気体成分データによる極渦構造の解析。第8回大気化学シンポジウム、豊橋、1998年2月26-27日。

林田佐智子・斎藤尚子・上杉清子・中川理恵・田中愛・横田達也・鈴木睦・神沢博・笹野泰弘 (1998): ADEOS搭載のILASとTOMSから見た1996/97冬の北極オゾン減少とPSCS発生の関係。第8回大気化学シンポジウム、豊橋、1998年2月26-27日。

鈴木睦・横田達也・神沢博・笹野泰弘・藁谷克則・伊藤康裕 (1998): 追尾の状況、赤外・可視の装置関数、幾何学的接線高度決定の状況、SNR、時定数とデコンボリューション等について。第8回大気化学シンポジウム、豊橋、1998年2月26-27日。

鈴木睦・横田達也・神沢博・笹野泰弘・藁谷克則・伊藤康裕 (1998): 軌道上でのILASのハードウェア動作について。第8回大気化学シンポジウム、豊橋、1998年2月26-27日。

横田達也・中島英彰・鈴木睦・神沢博・笹野泰弘 (1998): ILASプロジェクトにおける参照大気モデルの作成。第8回大気化学シンポジウム、豊橋、1998年2月26-27日。

村田功・福間憲昭・大瀧雄一郎・福西浩・神沢博・柴崎和夫 (1998): レーザーヘテロダイナミクス分光計を用いたアラスカにおけるILAS検証観測。第8回大気化学シンポジウム、豊橋、1998年2月26-27日。

Yajima, N., Yamagami, T., Honda, H., Aoki, S., Nakazawa, T., and Kanzawa, H. (1998): Balloon observations synchronized with earth monitoring satellite. 21st Int. Symp. Space Tech. Sci., Omiya, Japan, 24-31 May 1998. (No. 98-j-14, Abstract p.64)

小池真・近藤豊・鈴木孝樹・入江仁士・金田昌弘・鳥山哲司・神沢博・笹野泰弘 (1998): 北極成層圏中での窒素酸化物の気球観測および人工衛星ILASとの比較。地球惑星科学関連学会1998年合同大会、東京、1998年5月26-29日。(講演番号Ea-025, 予稿集 p. 123)

村田功・福間憲昭・大瀧雄一郎・宮内浩志・福西浩・神沢博・中根英昭・柴崎和夫 (1998): レーザーヘテロダイナミクス分光計を用いたアラスカにおけるILAS検証観測。地球惑星科学関連学会1998年合同大会、東

京, 1998年5月26-29日. (講演番号 Ea-026, 予稿集 p. 123)

宮内浩志・村田功・福間憲昭・大瀧雄一郎・福西浩・神沢博・中根英昭・柴崎和夫 (1997): レーザーヘテロダイナミック分光計による1997年春季のアラスカにおけるCH₄観測. 地球惑星科学関連学会1998年合同大会, 東京, 1998年5月26-29日. (講演番号 Ea-p010, 予稿集 p. 127)

菅田誠治・神沢博 (1998): Time threshold Lagrangian diagnostics を用いた極渦の孤立性およびその年々変動の解析. 日本気象学会1998年度春季大会, 東京, 1998年5月27-29日. (講演番号 A104, 予稿集 p. 20)

神沢博 (1998): 衛星搭載センサーILAS がとらえた1996/1997冬季北極域のオゾン層破壊. 日本気象学会1998年度春季大会, 東京, 1998年5月27-29日. (講演番号 A305, 予稿集 p. 33)

福間憲昭・村田功・大瀧雄一郎・福西浩・中根英昭・神沢博・柴崎和夫 (1998): レーザーヘテロダイナミック分光計による1997年春季アラスカ観測で得られたO₃とN₂Oの相関. 日本気象学会1998年度春季大会, 東京, 1998年5月27-29日. (講演番号 P325, 予稿集 p. 286)

*神沢博 (1998): 21世紀にオゾン層は回復するか?-オゾン層破壊と大気の流れ-. 環境庁国立環境研究所公開シンポジウム「21世紀の私たちの環境を考える」, 東京, 1998年6月3日. (講演要旨集, p. 4)

Sasano, Y., Hayashida, S., Kanzawa, H., Kondo, Y., Nakajima, H., Shiotani, M., Suzuki, M., and Yokota, T. (1998): ILAS validation summary and some preliminary scientific results. 32nd COSPAR Scientific Assembly, Nagoya, Japan, 12-19 July 1998. (Abstracts: p.6)

Nakane, H., Sasano, Y., Kanzawa, H., Yokota, T., Suzuki, M., Ninomiya, M., Kreher, K., and Bodeker, G. (1998): Arctic ozone depletion during winter/spring in 1997 observed by ILAS and TOMS. 32nd Scientific Assembly of COSPAR, Nagoya, Japan, 12-19 July 1998. (Abstracts: p.7)

Hayashida, S., Saitoh, N., Nakagawa, R., Suzuki, M., Yokota, T., Kanzawa, H., and Sasano, Y. (1998): Preliminary analysis of PSCs observation with ILAS/ADEOS over both polar regions. 32nd Scientific Assembly of COSPAR, Nagoya, Japan, 12-19 July 1998. (Abstracts: p.7)

*Kanzawa, H., Shiotani, M., Suzuki, M., Yokota, T., and Sasano, Y. (1998): Structure of the polar vortex of the Arctic winter of 1996/1997 as analyzed from long-lived tracer data of ILAS. 32nd COSPAR Scientific Assembly, Nagoya, Japan, 12-19 July 1998. (Abstracts: p.36)

Murata, I., Fukuma, N., Ohtaki, Y., Fukunishi, H., Kanzawa, H., and Shibasaki, K. (1998): Measurements of O₃, N₂O, and CH₄ in Alaska with a tunable diode laser heterodyne spectrometer. 32nd COSPAR Scientific Assembly, Nagoya, Japan, 12-19 July 1998. (Abstracts: p.150)

Koike, M., Kondo, Y., Camy-Peyret, C., Oelhaf, H., Murcray, F.J., Pommereau, J.P., Toon, G.A., Kanzawa, H., and Sasano, Y. (1998): Intercomparison of ILAS HNO₃ and NO₂ measurements with balloon-borne experiments made over the Arctic region. 32nd COSPAR Scientific Assembly, Nagoya, Japan, 12-19 July 1998. (Abstracts: p.150)

Kondo, Y., Koike, M., Suzuki, T., Schmidt, U., Engel, A., Kanzawa, H., and Bodeker, G. (1998): Anomalous NO_y-N₂O correlation observed inside the Arctic vortex in 1997. 32nd COSPAR Scientific Assembly, Nagoya, Japan, 12-19 July 1998. (Abstracts: p.150)

- Yokota, T., Suzuki, M., Kanzawa, H., and Sasano, Y. (1998): ILAS data comparisons with CIRA and other data sets. 32nd COSPAR Scientific Assembly, Nagoya, Japan, 12-19 July 1998.
- Sasano, Y., Suzuki, M., Yokota, T., Kanzawa, H., Nakajima, H., Nakane, H., Shiotani, M., Kondo, Y., and Hayashida, S. (1998): Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS). Validation and preliminary scientific results. SPIE's First International Asia-Pacific Symposium on Remote Sensing of the Atmosphere, Environment, and Space, Beijing, China, 15-17 September 1998.
- 笹野泰弘・横田達也・鈴木睦・中島英彰・神沢博 (1998): ILAS データ処理アルゴリズムの Version 4 改訂に向けて. 日本気象学会 1998 年度秋季大会, 仙台, 1998 年 10 月 20-22 日. (講演番号 C101, 予稿集 p. 144)
- 中島英彰・笹野泰弘・中根英昭・神沢博・二宮真理子 (1998): ILAS で観測された冬～春期極渦内外でのオゾン及び窒素酸化物の挙動について. 日本気象学会 1998 年度秋季大会, 仙台, 1998 年 10 月 20-22 日. (講演番号 C102, 予稿集 p. 145)
- 川平浩二・神沢博 (1998): 北半球冬季のオゾン変動—1998-97 年の比較— 日本気象学会 1998 年度秋季大会, 仙台, 1998 年 10 月 20-22 日. (講演番号 C163, 予稿集 p. 170)
- Uchino, O., Makino, Y., and Kanzawa, H. (1998): Progress of the STAJ SPARC project. WCRP SPARC Scientific Group, Sixth session, Nagoya, Japan, 26-29 October 1998.
- Kanzawa, H. (1998): Basic plan of ILAS-II Correlative Measurements. The 2nd ILAS Paris Meeting, Paris, 19-20 November 1998.
- Kanzawa, H. (1998): Discussion on validation analysis of CH₄, H₂O, and N₂O. The 2nd ILAS Paris Meeting, Paris, 19-20 November 1998.
- Kanzawa, H., Shiotani, M., Suzuki, M., Yokota, T., and Sasano, Y. (1998): Structure of the polar vortex of the Arctic winter of 1996/1997 as analyzed from long-lived tracer data of ILAS: A trial to estimate downward motion. The 2nd ILAS Paris Meeting, Paris, 19-20 November 1998.
- 笹野泰弘・横田達也・中島英彰・神沢博 (1999): ILAS データ処理と検証解析の最新状況. 平成 10 年度 第 9 回大気化学シンポジウム (名古屋大学太陽地球環境研究所), 豊橋, 1999 年 1 月 6-8 日.
- 神沢博・笹野泰弘・横田達也・中島英彰・鈴木睦・塩谷雅人 (1999): ILAS 長寿命トレーサーデータ質の評価とその解析. 平成 10 年度 第 9 回大気化学シンポジウム (名古屋大学太陽地球環境研究所), 豊橋, 1999 年 1 月 6-8 日.
- 中島英彰・笹野泰弘・神沢博・中根英昭・二宮真理子 (1999): ILAS で観測された極渦内でのオゾン減少について. 平成 10 年度 第 9 回大気化学シンポジウム (名古屋大学太陽地球環境研究所), 豊橋, 1999 年 1 月 6-8 日.
- 川平浩二・神沢博 (1999): 冬季オゾンの年変動-98-97 年の比較-. 平成 10 年度 第 9 回大気化学シンポジウム (名古屋大学太陽地球環境研究所), 豊橋, 1999 年 1 月 6-8 日.
- *Kanzawa, H. (1999): Validation experiment activities in ILAS and ILAS-II. International Workshop on

Submillimeter-wave Observation of Earth's Atmosphere from Space, Tokyo, 27-29 January 1999.

- Kanzawa, H. (1999): ILAS: measurements of water vapor in stratospheric high latitudes by Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) on board ADEOS. SPARC WAVAS Chapter 1 Meeting, Hampton University, 1-3 March 1999.
- Kanzawa, H. (1999): NIES-Japan atmospheric research and Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) studies. Atmospheric Sciences Modeling Division, National Exposure Research Laboratory (MD-80), U.S. Environment Protection Agency, Research Triangle Park, NC, 27711, U.S.A., 4 March 1999.
- 神沢博 (1999): ILAS Version 3.10 & 3.47 の N₂O, H₂O, CH₄ データ質について. 第 6 回 ILAS データ質評価・検証解析検討会, 名古屋, 1999 年 3 月 19 日.
- Kanzawa, H. (1999): Basic plan of ILAS-II Correlative Measurements. The 15th ILAS Science Team Meeting, Nara, 29-31 March 1999.
- Kanzawa, H. (1999): Discussion on ILAS validation analysis of N₂O, CH₄, and H₂O. The 15th ILAS Science Team Meeting, Nara, 29-31 March 1999.
- Kanzawa, H., Shiotani, M., Suzuki, M., Yokota, T., Nakajima, H., and Sasano, Y. (1999): Structure of the polar vortex of the Arctic winter of 1996/1997 as analyzed from long-lived tracer data of ILAS: A trial of estimating downward motion. The 15th ILAS Science Team Meeting, Nara, 29-31 March 1999.
- 中島英彰・笹野泰弘・中根英昭・神沢博・二宮真理子 (1999): ILAS で観測された 1996/97 冬～春期極渦内外でのオゾンの減少について. 日本気象学会 1999 年度春季大会, 東京, 1999 年 4 月 26 - 28 日. (講演番号 A302, 予稿集 p. 42)
- Kanzawa, H., Camy-Peyret, C., and Sasano Y. (1999): A summary of scientific results of the ILAS Validation Balloon Campaign at Kiruna-ESRANGE in February - March 1997 and a plan of ILAS-II correlative measurements. 14th ESA Symposium on European Rocket and Balloon Programmes and Related Research, Potsdam, Germany, 31 May - 3 June 1999. (Abstracts: esa SP-437, p.93)
- Nakajima, H., Sasano, Y., Yokota, T., Kanzawa, H., and Suzuki, M. (1999): Measurements of stratospheric trace constituents by Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) on board the ADEOS satellite. OSA Opt. Remote Sens Atmos, Santa Barbara, U.S.A., 21-25 June 1999.
- Sasano, Y., T. Yokota, H. Kanzawa, and H. Nakajima (1999): ILAS/ILAS-II for stratospheric ozone layer measurements: ILAS data quality evaluation and sciences. IEEE 1999 Int. Geosci. Remote Sensing Symp., Hamburg, 28 June - 2 July 1999. (Proc., p. 12)
- 神沢博 (1999): ADEOS-II 衛星搭載センサー ILAS-II とそれに呼応した観測による北極上空オゾン層の観測計画. 平成 11 年度地球科学技術フォーラム/地球変動委員会第 2 回国際北極圏研究センター研究者連絡会『北極圏研究計画発表会』, 地球フロンティア研究システムセミナー室, 東京, 1999 年 7 月 15 日.
- Sugita, T., Sasano, Y., Nakajima, H., Kanzawa, H., Yokota, T., Park, J.H., and Thomason, L.W. (1999): ILAS version 4.20 ozone comparison with HALOE, SAGE-II, and ozonesonde measurements. Fifth European Workshop on Stratospheric Ozone, St Jean de Luz, France, 27 September - 1 October 1999.

- 神沢博 (1999): 地球環境研究総合推進費「衛星データ等を活用したオゾン層破壊機構の解明及びモデル化に関する研究」. 文部省科学研究費補助金特定領域研究 (B) 「成層圏力学過程とオゾンの変動およびその気候への影響」平成 11 年度第 1 回総括班会議, 九州大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻会議室, 福岡, 1999 年 10 月 18-19 日.
- 神沢博 (1999): ADEOS-II 衛星搭載センサー ILAS-II とそれに呼応した観測による北極上空オゾン層の観測計画. 平成 11 年度地球科学技術フォーラム/地球変動委員会第 3 回国際北極圏研究センター (IARC) 研究者連絡会『北極圏研究計画発表会』, 地球フロンティア研究システムセミナー室, 東京, 1999 年 10 月 22 日.
- 神沢博 (1999): Version 4.20 CH₄, N₂O, H₂O プロファイルの検証. 第 7 回 ILAS データ質評価・検証解析検討会, 名古屋, 1999 年 11 月 18 日.
- Zhang, J., Fu, C., and Kanzawa, H. (1999): Estimation of stomatal conductance for winter wheat in Ecosystem based on remote sensing information and micro-meteorological parameters. 日本気象学会 1999 年度秋季大会, 福岡, 1999 年 11 月 24 - 26 日. (講演番号 P337, 予稿集 p. 373)
- 神沢博 (1999): 環境庁の関連研究プロジェクトの概要. 特定領域研究「成層圏変動と気候」代表者分担者全体会議(第 1 回), 福岡, 1999 年 11 月 27 日.
- Kanzawa, H. (1999): CH₄, N₂O, and H₂O validation. ADEOS/ADEOS-II Joint Symposium/Workshop and the 16th ILAS Science Team Meeting / the 1st ILAS Science Team Meeting, Kyoto, 6-10 December 1999.
- Kanzawa, H. (1999): ILAS-II validation experiments plan. ADEOS/ADEOS-II Joint Symposium/Workshop and the 16th ILAS Science Team Meeting / the 1st ILAS Science Team Meeting, Kyoto, 6-10 December 1999.
- Shiotani, M., Kawamoto, N., and Kanzawa, H. (1999): Estimating the meridional circulation in the stratosphere using long-live tracer data from ILAS-II. ADEOS/ADEOS-II Joint Symposium/Workshop and the 16th ILAS Science Team Meeting / the 1st ILAS Science Team Meeting, Kyoto, 6-10 December 1999.
- 杉田考史・中島英彰・横田達也・笹野泰弘・神沢博 (2000): ILAS v4.20 オゾンの検証(HALOE, SAGE II, オゾンゾンデとの比較). 第 10 回大気化学シンポジウム, 豊橋, 2000 年 1 月 6-7 日.
- 神沢博 (2000): ILAS による極域オゾン層観測結果と ILAS-II プロジェクト計画. 「衛星リモートセンシングによる南極域の大気、海洋、氷床変動の観測に関する研究小集会」, 国立極地研究所, 東京, 2000 年 2 月 17 日.
- Kanzawa, H. (2000): Comments on Session I (Aspects of Climate and Atmosphere). The Joint Workshop for the Indonesian Forest Fire and its Environmental Impacts (15th Global Environment Tsukuba), Tokyo, Japan, 7 March 2000.
- 神沢博 (2000): ADEOS-II 搭載 ILAS-II 観測と検証実験の計画. アラスカ地上観測・宇宙ミッション共同観測検討会, 東京, 2000 年 3 月 16 日.
- Braathen, G.O., B.-M. Sinnhuber, P. von der Gathen, E. Kyro, I.S. Mikkelsen, B. Bojkov, V. Dorokhov, H. Fast, M. Gil, and H. Kanzawa (2000): Temporal evolution of ozone in the Arctic vortex from 1988/89 to 1999/2000. XXV

General Assembly Europ. Geophys. Soc., Nice, France, 25-29 April 2000.

- 杉田考史・中島英彰・横田達也・笹野泰弘・神沢博 (2000): ILAS により測定されたオゾン、硝酸高度分布の衛星および気球観測との比較. 日本気象学会 2000 年度春季大会, つくば, 2000 年 5 月 24 - 26 日. (講演番号 A210, 予稿集 p.43)
- Sasano, Y., H. Nakajima, T. Sugita, T. Yokota, and H. Kanzawa (2000): ILAS data processing algorithm updates and validation. 2000 Western Pacific Geophysics Meeting, Tokyo, 27-30 June 2000. (Abstract: EOS, Vol. 81, No.22, 20 May 2000, A21A-02)
- Sugita, T., H. Nakajima, T. Yokota, Y. Sasano, and H. Kanzawa (2000): A comparative study of high latitudes ozone profiles measured by ILAS, HALOE, SAGE II, POAM II and ozonesondes. 2000 Western Pacific Geophysics Meeting, Tokyo, 27-30 June 2000. (Abstract: EOS, Vol. 81, No.22, 20 May 2000, A21A-03)
- Takayabu, Y.N., Iguchi, T., Kachi, M., Shibata, A., and Kanzawa, H. (1999): Abrupt termination of the 1997-98 El Nino in response to a Madden-Julian oscillation. 2000 Western Pacific Geophysics Meeting, Tokyo, 27-30 June 2000. (Abstract: EOS, Vol. 81, No.22, 20 May 2000, OS41C-07: Invited)
- Kanzawa, H., Shiotani, M., Suzuki, M., Yokota T., and Sasano, Y. (2000): Structure of the polar vortex of the Arctic winter of 1996/1997 as analyzed from long-lived tracer data of ILAS and meteorological data. Quadrennial Ozone Symposium, Sapporo, Japan, 3-8 July 2000. (Proceedings: p.253-254)
- Sugita, T., H. Nakajima, T. Yokota, Y. Sasano, and H. Kanzawa (2000): A comparative study of high latitudes ozone profiles measured by ILAS, SAGE II, HALOE, POAM II and ozonesondes. Quadrennial Ozone Symposium, Sapporo, Japan, 3-8 July 2000. (Proceedings: p.661-662)
- Nakajima H., Sugita T., Kanzawa H., Yokota, T., and Sasano Y. (2000): Ozone depletion at high-latitude deduced from N₂O-O₃ correlation with ILAS observation in 1996/1997 winter to spring in the Northern Hemisphere. Quadrennial Ozone Symposium, Sapporo, Japan, 3-8 July 2000.
- Braathen, G. O., M. Muler, B.-M. Sinnhuber, P. von der Gathen, E. Kyro, Ib Steen Mikkelsen, B.R. Bojkov, V. Dorokhov, H. Fast, H. Kanzawa, and C. Parrondo (2000): Ozone decrease and PSC incidence in the Arctic vortex during the twelve winters from 1988-89 to 1999-2000. Quadrennial Ozone Symposium, Sapporo, Japan, 3-8 July 2000. (Proceedings: p.115-116)
- Sugita, T.; Nakajima, H.; Yokota, T.; Sasano, Y.; and Kanzawa, H. (2000): Ozone profiles at high-latitude observed by ILAS aboard ADEOS. 1.2 Remote Sensing of Trace Constituents. COSPAR 2000 (33rd COSPAR Scientific Assembly, Warsaw, Poland, 16-23 July 2000). (Abstract:CD-ROM SC C 714)
- 神沢博 (2000): N₂O、CH₄、H₂O 検証. 第 9 回 I L A S データ質評価・検証解析検討会, 東京, 2000 年 9 月 20 日. (OHP コピー集, 111-137)
- 神沢博 (2000): ILAS-II の状況: 検証実験計画. 第 9 回 I L A S データ質評価・検証解析検討会, 東京, 2000 年 9 月 20 日. (OHP コピー集, 239-242)
- Sasano, Y., Yokota, T., Nakajima, H., Sugita, T. and Kanzawa, H. (2000): ILAS-II instrument and data processing system for stratospheric ozone layer monitoring. SPIE2000, Sendai, 9-12 October 2000.

- 菅田誠治・神沢博 (2000): Time threshold diagnostics を用いた極渦の孤立性の研究. 日本気象学会 2000 年度秋季大会, 京都, 2000 年 10 月 18 - 20 日. (講演番号 C157, 予稿集 p.171)
- Zhang, J., Emori, S. Kanzawa, H. (2000): Global analysis of LAI sensitivity to precipitation and surface air temperature variations. 日本気象学会 2000 年度秋季大会, 京都, 2000 年 10 月 18 - 20 日. (講演番号 P312, 予稿集 p. 374)
- 杉田考史・中島英彰・河本望・秋吉英治・横田達也・神沢博・笹野泰弘 (2000): ILAS により測定された北半球春期-初夏にかけての高緯度成層圏におけるオゾン、窒素酸化物およびトレーサー物質の挙動. 日本気象学会 2000 年度秋季大会, 京都, 2000 年 10 月 18 - 20 日. (講演番号 B355, 予稿集 p. 139)
- Kanzawa, H. and Sugata, S. (2000): Isolation of the polar vortex estimated by the time threshold diagnostics. SPARC 2000 (SPARC 2nd General Assembly), Mar del Plata, Argentina, 6-10 November 2000. (O/1-2.10; Abstract, p. 34)
- Nakajima, H., Kawamoto, N., Kanzawa, H., Sugita, T., Shiotani, M., and Sasano, Y. (2000): Meridional transport of minor species at the time of break-up of polar vortex observed by ILAS. SPARC 2000 (SPARC 2nd General Assembly), Mar del Plata, Argentina, 6-10 November 2000. (P/1-2.11; Abstract, p. 85)
- Pan, L.L., Kanzawa, H., Sasano, Y., Nakajima, H., Yokota, T., Sugita, T., Massie, S., and Randel, W. (2000): Dehydration inside of the Arctic polar vortex observed by ILAS. SPARC 2000 (SPARC 2nd General Assembly), Mar del Plata, Argentina, 6-10 November 2000. (P/1-2.12; Abstract, p. 85)
- Zhang J., Fu, C., Emori, S., and Kanzawa, H. (2000): Sensitivity of LAI to precipitation and surface air temperature variations in a continental scale. International Conference & Young Scientist Workshop on Asian Monsoon Environmental System and Global Change (AMESG), Nanjing, China, 15-17 November, 2000. (Proc. p. 123)
- 神沢博 (2000): ILAS 長寿命気体 (H₂O、CH₄、N₂O) の検証解析. 第 17 回 ILAS サイエンスチームミーティング, 名古屋クラウンホテル, 名古屋, 2000 年 11 月 21 日.
- 神沢博 (2000): ILAS-II 検証実験の準備状況. 第 17 回 ILAS サイエンスチームミーティング, 名古屋クラウンホテル, 名古屋, 2000 年 11 月 21 日.
- Nakajima, H., Y. Terao, T. Sugita, H. Kanzawa, T. Yokota, and Y. Sasano (2000): Ozone depletion in 1996/1997 winter in the Northern Hemisphere deduced from N₂O-O₃ correlation by ILAS measurements. AGU 2000 Fall Meeting, San Francisco, 15-19 December 2000. (Abstract: EOS, Vol. 81, No.48, A71A-03)
- Sugita, T., H. Nakajima, N. Kawamoto, H. Akiyoshi, T. Yokota, H. Kanzawa, and Y. Sasano (2000): O₃, HNO₃, NO₂, and N₂O measured by ILAS after a break-up of 1997 Arctic polar vortex. AGU 2000 Fall Meeting, San Francisco. AGU 2000 Fall Meeting, San Francisco, 15-19 December 2000. (Abstract: EOS, Vol. 81, No.48, A71A-05)
- Pan, L.L., Kanzawa, H., Sasano, Y., Nakajima, H., Yokota, T., Sugita, T., Massie, S., and Randel, W. (2000): Dehydration in the Arctic polar stratosphere observed by ILAS. AGU 2000 Fall Meeting, San Francisco, 15-19 December 2000. (Abstract: EOS, Vol. 81, No.48, A71A-08)

- 中島英彰・河本 望・神沢 博・笹野泰弘: (2001): ILAS が観測した極渦崩壊時における微量成分分布について (その 1). 第 11 回大気化学シンポジウム, ホテルアソシア豊橋, 豊橋, 2001 年 1 月 11 日-12 日.
- 杉田孝史・河本望・中島英彰・秋吉英治・神沢博・横田達也・笹野泰弘 (2001): ILAS で観測された北極極渦消滅後の微量成分分布. 第 11 回大気化学シンポジウム, ホテルアソシア豊橋, 豊橋, 2001 年 1 月 11 日-12 日.
- Zhang, J., Fu, C., Wang, C., Liu, J., Kanzawa, H., Emori, S. (2001): China cultivated land dynamic and its typical regions landcover changes based on remote sensing data. Workshop on Landuse Change and the Terrestrial Cycle in Asia, Kobe, Japan, 29 January - 1 February 2001.
- 中島英彰・河本 望・神沢 博・笹野泰弘 (2001): ILAS データで見た極渦崩壊時の微量気体成分の子午面輸送について. 特定領域研究(B)「成層圏変動と気候」第 2 回シンポジウム, 京都, 2001 年 2 月 19-20 日.
- 菅島誠治・神沢博 (2001): Time threshold diagnostics を用いた極渦崩壊時の空気粒子混合の解析. 特定領域研究 (B)「成層圏変動と気候」第 2 回シンポジウム, 京都, 2001 年 2 月 19-20 日.
- 神沢 博 (2001): 衛星プロジェクトにおける検証実験の役割と実施: ILAS の経験から考える. 京都 SMILES ミーティング, 京都, 2001 年 2 月 21 日.
- Kanzawa H., Nakajima H., Sugata S., Shitani M., Kawamoto N., Suzuki M., Sugita T., Yokota T., Sasano Y. (2001): Structure of the polar vortex in 1996/1997 Arctic winter as revealed by ILAS observations of minor-constituents and meteorological data. Coupling of the troposphere and stratosphere by dynamical, radiative and chemical processes (FY2000 Seminar of the Japan-U.S. Cooperative Science Program (Category 1: Earth, Planetary and Astronomical Sciences) organized by S. Yoden and W.J. Randel, Kyoto, Japan, 13-17 March 2001. (Abstracts p.10, 14-4)
- Sugata, S., and Kanzawa, H. (2001): Estimation of Isolation of the polar vortex using the time threshold diagnostics. Coupling of the troposphere and stratosphere by dynamical, radiative and chemical processes (FY2000 Seminar of the Japan-U.S. Cooperative Science Program (Category 1: Earth, Planetary and Astronomical Sciences) organized by S. Yoden and W.J. Randel, Kyoto, Japan, 13-17 March 2001. (Abstracts p.36, P-10)
- Nakajima, H., Kawamoto, N., Kanzawa, H., and Sasano, Y. (2001): Meridional transport of minor species at the time of breakup of polar vortex observed by ILAS. Coupling of the troposphere and stratosphere by dynamical, radiative and chemical processes (FY2000 Seminar of the Japan-U.S. Cooperative Science Program (Category 1: Earth, Planetary and Astronomical Sciences) organized by S. Yoden and W.J. Randel, Kyoto, Japan, 13-17 March 2001. (Abstracts p.35, P-5)
- Kanzawa, H. (2001): Validation analysis of ILAS long-lived tracer (CH₄, N₂O, and H₂O) data. The 18th ILAS Science Team Meeting/ The 2nd ILAS-II Science Team Meeting, Tsukuba, 26-28 March 2001.
- Kanzawa, H.; Shiotani, M.; Kawamoto, N.; Suzuki, M.; Nakajima, H.; Sugita, T.; Yokota T.; Sasano, Y. (2001): Structure of the polar vortex of the Arctic winter of 1996/1997 as analyzed from long-lived tracer data of ILAS and meteorological data. The 18th ILAS Science Team Meeting/ The 2nd ILAS-II Science Team Meeting, Tsukuba, 26-28 March 2001.

- Pan, L.; Randel, W.; Kanzawa, H.; Sasano, Y.; Massie, S.; Nakajima, H.; Yokota, T.; Sugita, T. (2001): Variability of Polar Stratospheric Water Vapor Observed by ILAS. The 18th ILAS Science Team Meeting/ The 2nd ILAS-II Science Team Meeting, Tsukuba, 26-28 March 2001.
- Pan, L.; Massie, S.; Randel, W.; Kanzawa, H.; Sasano, Y.; Hayashida, S.; Nakajima, H.; Yokota, T.; Sugita, T. (2001): Arctic and Antarctic Dehydration Observed by ILAS. The 18th ILAS Science Team Meeting/ The 2nd ILAS-II Science Team Meeting, Tsukuba, 26-28 March 2001.
- Kanzawa, H. (2001): ILAS-II validation experiments plan. The 18th ILAS Science Team Meeting/ The 2nd ILAS-II Science Team Meeting, Tsukuba, 26-28 March 2001.
- Zhang, J., Kanzawa, H., Emori, S. Fu., C., (2001): The interaction between climate and ecosystem in the Asia monsoon region based on remote sensing and climate dataset. XII GCTE SSC Meeting & GCTE Global Change Conference, Beijing, China, 26-30 March 2001. (Abstract: 32-34)
- *神沢博 (2001): 中層大気研究における衛星観測データ解析と衛星観測. 廣田勇教授退官記念講演会・祝賀会, 平安会館, 京都, 2001年4月7日.
- 杉田孝史・中島英彰・河本望・寺尾有希夫・秋吉英治・横田達也・神沢博・笹野泰弘 (2001): ILASにより測定された北半球春期-初夏にかけての高緯度成層圏におけるオゾン、窒素酸化物およびトレーサー物質の挙動 (2). 日本気象学会 2001年度春季大会, 東京, 2001年5月8-10日. (講演番号 P152, 予稿集 p. 264)
- Sasano, Y. and Kanzawa, H. (2001): ILAS validation and comparison with various independent data sources. Pre-launch Workshop on the Atmospheric Chemistry Validation of Envisat (ACVE), ESTEC, Noordwijk, The Netherlands, 16-18 May 2001.
- Kanzawa, H., Camy-Peyret, C., Nakajima, H., and Sasano, Y. (2001): A plan for ILAS-II correlative measurements with emphasis on a validation balloon campaign at Kiruna-ESRANGE. 15th ESA Symposium on European Rocket and Balloon Programmes and Related Research, Biarritz, France, 28 May - 1 June 2001. (Abstracts ESA SP-471, p. 131)
- Nakajima, H., N. Kawamoto, H. Kanzawa, and Y. Sasano (2001): Meridional mixing of minor species observed by satellite sensor ILAS. 9.1 Middle Atmosphere Chemistry, Transport and Radiation, 8th Scientific Assembly of IAMAS, Innsbruck, Austria, 10-18 July 2001 (Abstracts, p. 134)
- 地球温暖化の影響評価と対策効果プロジェクトグループ (2001): 地球温暖化による気候変化と社会変化の総合的解明に向けて. 環境省国立環境研究所公開シンポジウム「環境の世紀の幕開け」, 東京国際フォーラム, 東京, 2001年7月19日.
- Sugita, T., T. Yokota, H. Nakajima, H. Kanzawa, H. Nakane, H. Gernandt, V. Yushkov, K. Shibasaki, T. Deshler, Y. Kondo, S. Godin, F. Goutail, J.-P. Pommereau, C. Camy-Peyret, S. Payan, P. Jeseck, J.-B. Renard, H. Bschr, R. Fitzenberger, K. Pfeilsticker, M. von Knig, H. Bremer, H. Kllmann, H. Schlager, J.J. Margitan, B. Stachnik, G.C. Toon, K. Jucks, W.A. Traub, D.G. Johnson, I. Murata, H. Fukunishi, and Y. Sasano (2001): Validation of ozone measurements from the Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS). NDSC 2001 Symposium:

Celebrating 10 Years of Atmospheric Research, Arcachon, France, September 2001.

- 神沢 博 (2001): ILAS-II 関連ゾンデ観測. 南極大気・物質循環観測に関する研究小集会, 国立極地研究所, 東京, 2001年9月25日.
- 神沢 博 (2001): 衛星センサーILASによる極域成層圏の観測結果とILAS-IIによる観測計画: 南極大型レーダー計画との接点に着目して. 南極大型レーダー計画—北極EISCATレーダーおよびグローバルレーダー網との連携による極域大気環境の総合観測に関する研究小集会, 国立極地研究所, 東京, 2001年9月26日.
- 林 寛生・中島 英彰・神沢 博・杉田 考史・笹野 泰弘 (2001): ILASによる観測からみた南半球極域の下部成層圏における下降流について. 日本気象学会 2001年度秋季大会, 岐阜, 2001年10月10-12日. (講演番号 D157, 予稿集 p. 235)
- *神沢 博 (2001): 成層圏水蒸気の分布と長期変動. 第12回大気化学シンポジウム, ホテル日航豊橋, 豊橋, 2001年12月3-5日. (基調講演)
- シンジャワ・巻出義紘・中根英昭・青木周司・中澤高清・神沢 博・笹野泰弘 (2001): 1997年5月三陸大気球およびILASによって観測された極渦由来気塊の渦位/トラジェクトリー解析. 第12回大気化学シンポジウム, ホテル日航豊橋, 豊橋, 2001年12月3-5日.
- 河本望・神沢 博・塩谷雅人 (2001): ILAS データにもとづく下降速度の見積もり. 第12回大気化学シンポジウム, ホテル日航豊橋, 豊橋, 2001年12月3-5日.
- *神沢 博 (2001): 大気海洋大循環気候モデルの開発とモデルによる温暖化予測実験. 平成13年度地球環境研究総合推進費公開シンポジウム: 地球温暖化の研究最前線, 環境省主催, 東京国際フォーラム, 東京, 2001年12月5日. (基調講演) (講演要旨集 p.3)
- Nakajima, H., N. Kawamoto, H. Kanzawa, and Y. Sasano (2001): Mixing of minor species across the polar vortex boundary at the time of polar vortex breakup observed by satellite sensor ILAS. AGU 2001 Fall Meeting, San Francisco, 10-14 December 2001. (EOS Trans. AGU, 82(47), Fall Meet. Suppl. Abstarct A12C-06)
- Hayashi, H., H. Nakajima, H. Kanzawa, T. Sugita, Y. Sasano (2001): Downward motions in the Antarctic polar vortex as seen in the ILAS N2O data. AGU 2001 Fall Meeting, San Francisco, 10-14 December 2001. (EOS Trans. AGU, 82(47), Fall Meet. Suppl. Abstarct A42A-0089)
- 林 寛生・中島 英彰・神沢 博・杉田 考史・笹野 康弘 (2002): ILASによって観測された南半球極渦内の下降流について. 特定領域研究(B)「成層圏変動と気候」平成13年度(第3回)シンポジウム, 極地研, 東京, 2002年2月18-19日.
- Kanzawa, H. (2002): Development of an advanced regional climate change prediction model as part of emission-climate-impact integrated models. In Session 1: Improvement of climate models making use of "Earth Simulator" and research on earth processes for modeling, The 2nd Japan-U.S. Working Level Consultation on Climate Change Research Cooperation, Tokyo, 25-26 February 2002.
- 神沢 博・中島 英彰 (2002): ILAS-II 検証実験計画の進捗状況. 第3回ILAS-IIサイエンスチームミーティング

- および平成 13 年度推進費 A-10 課題研究成果発表会, 三菱総研, 東京, 2002 年 2 月 28 日-3 月 1 日.
- 神沢 博 (2002): ILAS Version 5.20 H₂O, N₂O, CH₄ の検証解析結果. 第 3 回 ILAS-II サイエンスチームミーティングおよび平成 13 年度推進費 A-10 課題研究成果発表会, 三菱総研, 東京, 2002 年 2 月 28 日-3 月 1 日.
- 神沢 博 (2002): 陸域生態系による二酸化炭素の吸収量排出量の評価. 「大気組成モニタリングへの衛星観測の貢献」シンポジウム-GCOM-A1 利用者フォーラム-, 芝パークホテル, 東京, 2002 年 3 月 18 日.
- Kanzawa, H. and H. Nakajima (2002): Present status of ILAS-II validation plan. The 4th ILAS-II Science Team meeting, Osaka, 19-21 March 2002.
- Kawamoto, N., H. Kanzawa, and M. Shiotani (2002): Descent rate in the Antarctic vortex and its relation to dynamical fields. The 4th ILAS-II Science Team meeting, Osaka, 19-21 March 2002.
- Hayashi, H., H. Nakajima, H. Kanzawa, T. Sugita, and Y. Sasano (2002): Downward motions in the southern polar vortex. The 4th ILAS-II Science Team meeting, Osaka, 19-21 March 2002.
- 江守正多・高橋潔・野沢徹・神沢博 (2002): 地球温暖化の影響対策研究から見た気候モデル研究. 日本気象学会 2002 年度春季大会, 大宮ソニックシティ, さいたま, 2002 年 5 月 22 - 24 日. (講演番号 A106, 講演予稿集 p. 28)
- *神沢博 (2002): 法人化した研究所: コメント. シンポジウム「21 世紀の大学・研究所の将来像」, 日本気象学会 2002 年度春季大会, 大宮ソニックシティ, さいたま, 2002 年 5 月 22-24 日.
- Kanzawa, H. (2002): Research Activities at NIES. Japan-UK Joint Workshop for Climate Modelling, Tokyo (CCSR) & Yokohama (ESC), 17-20 September 2002.
- 秋吉英治・滝川雅之・黒川純一・杉田考史・神沢 博・高橋正明 (2002): CCSR/NIES 大循環化学モデルとナッジング化学輸送モデルを用いたオゾン層変動に関する研究. スーパーコンピュータによる地球環境研究発表会(第 10 回), 独立行政法人国立環境研究所地球温暖化研究棟交流会議室, つくば, 2002 年 9 月 30 日.
- 江守正多・永島達也・野沢 徹・神沢 博・菅田誠治・日暮明子・高田久美子・高藪 縁・阿部彩子・木本昌秀・中島映至・沖 大幹・横沢正幸・沼口 敦 (2002): 新バージョン CCSR/NIES 大気大循環モデルおよび大気海洋結合気候モデルの開発. スーパーコンピュータによる地球環境研究発表会(第 10 回), 独立行政法人国立環境研究所地球温暖化研究棟交流会議室, つくば, 2002 年 9 月 30 日.
- 河本望・神沢博・塩谷雅人 (2002): ILAS にもとづく下降速度の見積もり. 日本気象学会 2002 年度秋季大会, 北海道大学, 札幌, 2002 年 10 月 9-11 日. (講演番号 D152, 講演予稿集 No. 82, p. 273)
- 秋吉英治・杉田考史・神沢博・河本望 (2002): NO_x サイクルとプラネタリー波による夏の高緯度下部成層圏の低オゾン域. 日本気象学会 2002 年度秋季大会, 北海道大学, 札幌, 2002 年 10 月 9-11 日. (講演番号 B161, 講演予稿集 No. 82, p. 128)
- 江守正多・西村照幸・鈴木立郎・羽角博康・齋藤冬樹・木本昌秀・井上孝洋, CCSR/NIES/Frontier 共生プロジェクトチーム (2002): 地球温暖化実験のための高解像度大気海洋結合モデルの開発. 日本気象学会 2002 年度秋季大会, 北海道大学, 札幌, 2002 年 10 月 9-11 日. (講演番号 A356, 講演予稿集 No. 82, p. 91)

- Kawamoto, N., H. Kanzawa, and M. Shiotani (2002): Descent rate in the Antarctic vortex estimated by ADEOS/ILAS trace gases and its relation to dynamical fields. 12th Conference on Middle Atmosphere, American Meteorological Society, San Antonio, TX, USA, 3-8 November 2002. (P2.17)
- Kanzawa, H. (2002): Plan of ILAS-II validation experiment. 7th ESABC progress meeting, CNES/HQ, Paris, 7-8 November 2002.
- Kawamoto, N., H. Kanzawa, and M. Shiotani (2002): Time variations of the descent rate in the Antarctic vortex during the early winter of 1997. International Symposium on Stratospheric Variations and Climate, Kyushu University, Fukuoka, Japan, 12-15 November 2002. (Abstracts, 40-42)
- Akiyoshi, H., S. Sugata, S. Sugita, H. Nakajima, H. Hayashi, H. Kanzawa, J. Kurokawa, N. Kawamoto, M. Takahashi (2002): A study on transport and chemistry in the summer lower stratosphere using the CCSR/NIES nudging CTM and the ILAS observation. International Symposium on Stratospheric Variations and Climate, Kyushu University, Fukuoka, Japan, 12-15 November 2002. (Abstracts, 167 -170)
- Kanzawa, H. (2002): ILAS II. Calibration-Validation Session, ACE Science Team Meeting– Dec. 2002, 2-5 December 2002.
- Emori, S., T. Nishimura, T. Suzuki, T. Inoue, H. Hasumi, F. Saito, A. Abe-Ouchi, M. Kimoto, H. Kanzawa, and A. Sumi (2002): Development of a high-resolution climate model for future climate change projection on the Earth Simulator. AGU 2000 Fall Meeting, San Francisco, USA, 6-10 December 2002. (Abstract: EOS. Trans. AGU, 83(47), Fall Meet. Suppl. A61C-0088) (Poster, A61C-0088, Session A26 Recent Advances in Global Climate Modeling)
- 杉田考史・横田達也・中島英彰・入江仁士・神沢博・小林博和・笹野泰弘 (2003): ILAS 最新バージョン 6.0 のデータ質. 第 13 回大気化学シンポジウム, 豊川市民プラザ, 豊川, 2003 年 1 月 8-10.
- 秋吉英治・杉田考史・神沢博・河本望 (2003): ナudging CTM と ILAS データを用いた夏の下部成層圏のオゾン変動に関する研究-N₂O の変動との比較. 第 13 回大気化学シンポジウム, 豊川市民プラザ, 豊川, 2003 年 1 月 8-10.
- Kanzawa, H. (2003): NIES Research Activities on Climate Change and Ozone Layer. Visit of Scientists from CCSR of University of Tokyo, Met Office/Hadley Centre for Climate Prediction and Research, Bracknell, U.K., 27-28 February 2003.
- Kimoto, M. and the K-1 Japan National Team (2003): High-resolution coupled ocean-atmosphere general circulation modeling on the Earth Simulator. Next-Generation Climate Models for Advanced High Performance Computing Facilities, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Rome, Italy, 3-5 March 2003.
- Kanzawa, H. (2003): Stratosphere Dynamics/Satellite, Global Warming. LMD, Paris, France, 7 March 2003.
- Sugita, T., T. Yokota, H. Nakajima, H. Kanzawa, and Y. Sasano (2003): Data quality of ILAS version 6 ozone profiles. 2003 EGS-AGU-EUG Joint Assembly, Nice, France, 6-11 April 2003.
- 杉田考史・中島英彰・横田達也・入江仁士・神沢博・小林博和・笹野泰弘 (2003): ILAS バージョン 6.0 のデ

一タ質評価. 日本気象学会 2003 年度春季大会, つくば国際会議場, つくば, 2003 年 5 月 21-22 日.
(講演番号 B204, 講演予稿集 No. 83, p. 106)

- Kanzawa, H., Sugita, T., and Nakajima, H. (2003): A plan for ILAS-II correlative measurements. 16th ESA Symposium on European Rocket and Balloon Programmes and Related Research, St. Gallen, Switzerland, 2-5 June 2003. (Abstracts ESA SP-530, p. 173)
- Emori, S., T. Nishimura, T. Suzuki, S. Matsumura, F. Saito, T. Inoue, T. Ogura, A. Abe-Ouchi, M. Kimoto, H. Kanzawa, and A. Sumi (2003): Atmospheric component of the CCSR/NIES/FRSGC model for future climate change projection on the Earth Simulator. JSM01/30A/B18-001, Toward High Resolution Climate Models and Earth System Models (IAMAS, IAPSO), IUGG2003 (XXIII General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics), Sapporo, Japan, 30 June - 11 July 2003. (Abstracts, A.52)
- Kimoto, M., S. Emori, H. Hasumi, T. Suzuki, T. Nishimura, T. Inoue, F. Saito, T. Ogura, A. Abe-Ouchi, H. Kanzawa, and A. Sumi (2003): High-resolution coupled ocean-atmosphere general circulation modeling on the Earth Simulator. JSM01/30P/B18-004, Toward High Resolution Climate Models and Earth System Models (IAMAS, IAPSO), IUGG2003 (XXIII General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics), Sapporo, Japan, 30 June - 11 July 2003. (Abstracts, A.54)
- Ogura, T., M. Kimoto, H. Hasumi, R. Ohgaito, T. Segawa, A. Abe-Ouchi, S. Emori, T. Nishimura, M. Watanabe, F. Saito, H. Kanzawa, and A. Sumi (2003): A coupled ocean-atmosphere general circulation model for long-term integrations on the Earth Simulator. JSM01/30P/B18-007, Toward High Resolution Climate Models and Earth System Models (IAMAS, IAPSO), IUGG2003 (XXIII General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics), Sapporo, Japan, 30 June - 11 July 2003. (Abstracts, A.55)
- Sudo, K., M. Takahashi, T. Nozawa, H. Kanzawa, and H. Akimoto (2003): Simulation of future distributions of tropospheric ozone and sulfate aerosol: Impacts of emission change and climate change. MI03/08P/B18-006, Chemistry-Climate Interactions (Covers Ozone Interactions) (ICACGP, IOC, ICCI), IUGG2003 (XXIII General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics), Sapporo, Japan, 30 June - 11 July 2003. (Abstracts, B.382)
- *Kanzawa, H. (2003): Structure of the polar vortex as revealed by ILAS observations of minor-constituents and meteorological data. MC05/07A/A09-001 (Invited), Middle Atmosphere Science (ICMA), IUGG2003 (XXIII General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics), Sapporo, Japan, 30 June - 11 July 2003. (Abstracts, B.425) (Invited Talk)
- Akiyoshi, H., T. Sugita, H. Kanzawa, and N. Kawamoto (2003): Ozone perturbations in the Arctic summer lower stratosphere as a reflection of NO_x chemistry and planetary-scale wave activity. MC05/07P/A09-002, Middle Atmosphere Science (ICMA), IUGG2003 (XXIII General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics), Sapporo, Japan, 30 June - 11 July 2003. (Abstracts, B.426)
- Kimoto, M., S. Emori, T. Suzuki, T. Nishimura, T. Inoue, F. Saito, T. Ogura, A. Abe-Ouchi, H. Kanzawa, A. Sumi (2003): High-resolution Coupled Ocean-Atmosphere General Circulation Modelling on the Earth Simulator.

International Conference on Earth System Modelling, Hamburg, 15-19 September 2003.

Sudo, K., M. Takahashi, T. Nozawa, H. Kanzawa, H. Akimoto (2003): Simulation of future distributions of tropospheric ozone and sulfate aerosol: impacts of emission change and climate change. International Conference on Earth System Modelling, Hamburg, 15-19 September 2003.

Ogura, T., M. Kimoto, H. Hasumi, R. Ohgaito, T. Segawa, A. Abe-Ouchi, S. Emori, T. Nishimura, M. Watanabe, F. Saito, H. Kanzawa, A. Sumi (2003): A Coupled Ocean-Atmosphere General Circulation Model for long-term integrations on the Earth Simulator. International Conference on Earth System Modelling, Hamburg, 15-19 September 2003.

横田達也・杉田考史・中島英彰・小林博和・笹野泰弘・神沢博 (2003): 太陽掩蔽法衛星センサの現状と将来. 日本気象学会 2003 年度秋季大会, 仙台, 2003 年 10 月 15-17 日. (講演番号 A302, 講演予稿集 No. 84, p. 68)

杉田考史・中島英彰・横田達也・入江仁士・齋藤尚子・寺尾有希夫・林政彦・白石浩一・神沢博 (2003): ILAS-II データ質の初期的評価. 日本気象学会 2003 年度秋季大会, 仙台, 2003 年 10 月 15-17 日. (講演番号 A307, 講演予稿集 No. 84, p. 73)

秋吉英治・杉田考史・河本望・神沢博・菅田誠治・周立波・中島英彰・黒川純一・滝川雅之・永島達也・高橋正明・中根英昭・今村隆史 (2003): ILAS と CCSR/NIES ナッジング CTM を用いた 1997 年の北極域成層圏に関する研究. 日本気象学会 2003 年度秋季大会, 仙台, 2003 年 10 月 15-17 日. (講演番号 A351, 講演予稿集 No. 84, p. 74)

神沢博 (2003): Validation of satellite data of atmospheric minor constituents in the polar ozone layer. HyARC Seminar, 第 37 回, 2003 年 11 月 6 日.

中島英彰・杉田考史・神沢博・笹野泰弘・Gerald Wetzel・Herman Oelhaf (2003): ADEOS-II 搭載 ILAS-II による 2003 年 3~4 月キルナにおける ILAS-II 検証実験計画と 2003 年南極オゾンホール初期解析結果. 第 26 回極域気水圏シンポジウム, 国立極地研究所, 東京, 2003 年 11 月 19-20 日. (講演番号 V.3, 講演要旨集 p. 64)

杉田考史・神沢博・中島英彰・佐藤薫 (2003): オゾンゾンデによる観測と同期した ILAS-II オゾンデータとの比較. 第 26 回極域気水圏シンポジウム, 国立極地研究所, 東京, 2003 年 11 月 19-20 日. (講演番号 V.4, 講演要旨集 p. 65)

Kagawa, M., and H. Kanzawa (2003): Oxidation state of selenium for inferring sources of sulfate in the atmospheric aerosols. AGU 2003 Fall Meeting, San Francisco, USA, 8-12 December 2003. (Abstract: EOS. Trans. AGU, 84(46), Fall Meet. Suppl. A12B-0090) (Poster, A12B-0090, Session A12B Integrating Aerosol Measurements and Models II Posters)

Sugita, T., H. Kanzawa, H. Nakajima, T. Yokota, H. Kobayashi, and Y. Sasano (2003): ILAS-II measurements of O₃: comparative with ozonesondes. AGU 2003 Fall Meeting, San Francisco, USA, 8-12 December 2003. (Abstract: EOS. Trans. AGU, 84(46), Fall Meet. Suppl. A42C-0775) (Poster, A42C-0775, Session A42C Contributions to Middle Atmosphere Science by Solar Occultation Instrumentation II Posters)

- 杉田考史・齋藤尚子・寺尾有希夫・神沢博・中島英彰・横田達也・小林博和 (2004): ILAS-II から導出された成層圏オゾン、水蒸気のデータ質評価. 第 14 回大気化学シンポジウム, 豊川市民プラザ, 豊川, 2004 年 1 月 7-9 日.
- *神沢 博 (2004): 地球温暖化の科学的理解の現状. クラブ東海「午餐会」, 中日ビル, 名古屋, 2004 年 1 月 22 日. (招待講演)
- *神沢 博 (2004): 南極大気と地球環境, あいち生協新年会, サッポロビール名古屋ビール園・浩養園, 名古屋, 2004 年 1 月 24 日. (招待講演)
- Yokota, T., H. Nakajima, T. Sugita, H. Kanzawa, H. Kobayashi, and Y. Sasano (2004): First results of polar stratospheric measurements by "ILAS-II" aboard "ADEOS-II". SB-8 "Resultitious Satellite Missions", 電子情報通信学会・総合大会 (IEICE), 東工大・大岡山キャンパス, 東京, 2004 年 3 月 22-25 日.
- 杉田考史・中島英彰・横田達也・小林博和, 笹野泰弘・神沢博・佐藤薫・山森美穂・村山泰啓 (2004): ILAS-II バージョン 1.3 による下部成層圏オゾンデータ質の評価. 日本気象学会 2004 年度春季大会, 気象庁・学術総合センター・学士会館, 東京, 2004 年 5 月 16-19 日. (講演番号 D108, 講演予稿集 No. 85, p. 172)
- Saitoh, N., H. Nakajima, T. Yokota, T. Sugita, and Y. Sasano, S. Hayashida, M. Hayashi and K. Shiraishi, and H. Kanzawa (2004): Validation of ILAS-II aerosol extinction coefficient data and the observed PSCs over Antarctica in 2003. Quadrennial Ozone Symposium (QOS 2004), Kos, Greece, 1-8 June 2004.
- Sugita, T., H. Kanzawa, H. Nakajima, T. Yokota, H. Gernandt, A. Herber, P. von der Gathen, G. Koenig-Langlo, Y. Murayama, M. Yamamori, K. Sato, V.A. Yushkov, V. Dorokhov, M. Allaart, Z. Litynska, G.O. Braathen, E. Kyrö, H. De Backer, M. Yela, A. Klekociuk, F. Goutail, S. Godin-Beekmann, P. Taalas, T. Deshler, H.K. Roscoe, S.J. Oltmans, B. Johnson, H. Kobayashi, and Y. Sasano (2004): Assessment of the Version 1.3 ILAS-II ozone data quality in the high latitude lower stratosphere. Quadrennial Ozone Symposium (QOS 2004), Kos, Greece, 1-8 June 2004.
- *Kanzawa, H., T. Sugita, T. Yokota, H. Nakajima, and Y. Sasano (2004): Observation of the polar ozone layer by satellite sensors of ILAS and ILAS-II. SPARC 3rd General Assembly, Victoria Conference Centre, Victoria (BC), Canada, 1-6 August 2004. (Invited talk)
- Sugita, T. et al. (2004): Vertical profiles of temperature and pressure retrieved by the ILAS-II at the high latitudes in the stratosphere and lower mesosphere. The International Radiation Symposium (IRS2004) on Current Problems in Atmospheric Radiation at Busan Exhibition & Convention Center (BEXCO), Busan, Korea, 23-28 August 2004.
- *神沢博 (2004): 人工衛星搭載センサーから地球大気を見(観)る. 名古屋大学東山地区公開講座「見る—認知・認識への挑戦」15回シリーズの1回, 2004年9月14日.
- 齋藤尚子・杉田考史・中島英彰・横田達也・笹野泰弘・林田佐智子・林政彦・白石浩一・神沢博 (2004): ILAS-II エアロゾル消散係数 V1.4 データ質評価. 日本気象学会 2004 年度秋季大会, 福岡, 2004 年 10 月 6-8 日. (講演番号 P333, 講演予稿集 No. 86, p. 496)

- 江尻省・寺尾有希夫・杉田考史・中島英彰・横田達也・笹野泰弘・神沢博・塩谷雅人 (2004): ILAS-II 観測による N_2O と CH_4 の V1.4 データの検証. 日本気象学会 2004 年度秋季大会, 福岡, 2004 年 10 月 6-8 日. (講演番号 P334, 講演予稿集 No. 86, p. 497)
- *Kanzawa, H. (2004): Structure of the polar vortex and downward motion as revealed by long-lived species data of satellite. Joint Int. Workshop on Ozone and 8th ILAS-II Science Team Meeting, "Sangnam Institute of Management" in Yonsei University, Seoul, Korea, 2-4 November 2004. (Invited talk)
- Kawamoto, N., Kanzawa, H., and Shiotani, M. (2004): Characteristics of downward motion inside the Antarctic polar vortices as observed from ILAS and ILAS-II. Joint Int. Workshop on Ozone and 8th ILAS-II Science Team Meeting, "Sangnam Institute of Management" in Yonsei University, Seoul, Korea, 2-4 November 2004.
- Ejiri, M.K., Y. Terao, T. Sugita, H. Nakajima, M. Shiotani, H. Kanzawa, and Y. Sasano (2004): Validation of ILAS-II Version 1.4 N_2O and CH_4 profiles. 2004 AGU Fall Meeting, San Francisco, 13-17 December 2004.
- Nakajima, H., T. Sugita, M. K. Ejiri, N. Saitoh, T. Tanaka, T. Yokota, and Y. Sasano, H. Irie, and H. Kanzawa (2004): Validation summary and scientific results for ILAS-II onboard the ADEOS-II satellite. 2004 AGU Fall Meeting, San Francisco, 13-17 December 2004.
- 杉田考史・入江仁士・中島英彰・横田達也・神沢博・小林博和・笹野泰弘 (2005): ILAS-II バージョン 1.4 のオゾン・硝酸データ質評価. 第 15 回大気化学シンポジウム, 豊川, 2005 年 1 月 5-7 日.
- 神沢博 (2005): 極渦の空気交換のタイムスケールについて. 地球環境研究総合推進費 A-10 報告会, 東京, 2005 年 3 月 11 日.
- *神沢博 (2005): 地球温暖化の科学的理解の現状. 愛知学長懇話会平成 17 年度コーディネーター科目「持続可能な社会」(「なごや環境大学」と連携), 14 講/年 (1 講=2 回) (対象=大学生+社会人) の 1 講 (2 回), 於名古屋市立大学, 2005 年 4 月 15, 22 日.
- 江尻省・寺尾有希夫・杉田考史・中島英彰・横田達也・笹野泰弘・神沢博・塩谷雅人 (2005): ILAS-II 観測による N_2O と CH_4 のデータ質検証. 日本気象学会 2005 年度春季大会, 東京大学本郷キャンパス, 東京, 2005 年 5 月 15-18 日. (講演番号 P121, 講演予稿集 No. 87, p. 294)
- 神沢博 (2005): Time variations of descent in the Antarctic vortex during the early winter of 1997. HyARC seminar 80th, Big Lecture Room in HyARC, 15 September 2005.
- 菅田誠治・秋吉英治・神沢博 (2005): Time threshold diagnostics (TTD) を用いた成層圏極渦内の下降流の解析. 日本気象学会 2005 年度秋季大会, 神戸大学六甲台地区キャンパス, 神戸, 2005 年 11 月 20-22 日. (講演番号 C308, 講演予稿集 No. 88, p. 212)
- 神沢博 (2005): 地球温暖化問題における気候モデル. サイエンスワークショップ「名古屋シンプルモデルの構築 ~1000 年気候モデルと 1000 万年気候モデル~, 名古屋大学環境総合館 7 階セミナー室 (716 号室), 2005 年 11 月 4 日.
- 神沢博 (2005): 科学論文の発表にまつわる事柄について. 合同コロキウム, 2005 年 11 月 8 日.
- 神沢博 (2005): 地球温暖化問題における気候モデル (その 2). サイエンスワークショップ「名古屋シンプ

ルモデルの構築 ～1000年気候モデルと1000万年気候モデル～, 名古屋大学環境総合館7階セミナー室, 2005年12月2日.

- 菅田誠治・秋吉英治・神沢博 (2006): 時間閾値解析法 (TTD) を用いた成層圏極渦の孤立性と鉛直流の解析. 第16回大気化学シンポジウム, 豊川市民プラザ, 豊川, 2006年1月11-13日.
- 水野亮・長浜智生・前澤裕之・桑原利尚・鳥山哲司・杉本朋世・松浦真人・村山智史・森平淳志・水野範和・大西利和・南谷哲宏・笹子宏史・竹内友岳・山本宏明・福井康雄・神沢博・小川英夫・米倉覚則・中根英昭・秋吉英治 (2006): チリ共和国アタカマ高地におけるミリ波大気観測の進捗と22GHz帯水蒸気ラジオメーターの開発・観測計画. 第16回大気化学シンポジウム, 豊川市民プラザ, 2006年1月11-13日.
- Kanzawa, H. and Sugata, S (2006): Isolation of the 1997 Arctic and 2003 Antarctic polar vortices estimated by a trajectory analysis of time threshold diagnostics. The 9th (Final) ILAS-II Science Team Meeting, Atami, Japan, 13-15 February 2006.
- Kanzawa, H. and Sugata, S (2006): Isolation of the polar vortex estimated by a trajectory analysis of time threshold diagnostics. Ozone Workshop, Matsushima, Miyagi, Japan, 22-23 February 2006.
- 日名啓太・神沢博・江守正多 (2006): 地球温暖化に伴う無降水イベントの変化. 日本気象学会 2006年度秋季大会, 名古屋, 2006年10月25-27日. (講演番号 B363, 講演予稿集 No. 90, p. 145)
- 神沢博 (2006): 現象論的理論構築あるいは現象を支配する変数に対する現象の依存性の分析に際しての考え方について: 完備直交系と偏微分の考え方の応用. 合同コロキウム, 2006年12月12日.
- 神沢博 (2007): COEのあり方とこれからの方向への提言・抱負: 一協力教員の立場から. 名古屋大学 SELIS COE 春の学校, 蒲郡, 2007年3月5日.
- 神沢博 (2007): 上田さんのおつきあい. 上田豊教授退職記念講演会およびパーティ, 蒲郡, 2007年3月24日.
- *神沢博 (2007): 極地からみた気候の変動. 南極教室, 放送大学大阪学習センター同窓会, 放送大学大阪学習センター, 大阪, 2007年4月14日.
- Kanzawa, H., K. Hina, and S. Emori (2007): Future changes in dry days associated with global warming. Session MS015 Extreme Weather and Climate Events: Past Occurrences and Future Likelihoods (ICCL), IUGG (International Union of Geodesy and Geophysics) XXIV General Assembly, Perugia, Italy, 2-13 July 2007.
- Kanzawa, H., and T. Kuwahara (2007): Global distribution of precipitable water, saturated precipitable water, and relative precipitable water as derived from observational and reanalysis data sets. Session JMS009 Hydrological Cycle, Precipitation and Precipitation Systems, IUGG (International Union of Geodesy and Geophysics) XXIV General Assembly, Perugia, Italy, 2-13 July 2007.
- 神沢博・新村周平 (2007): 降水観測データによる気候モデル再現性の評価と地球温暖化に伴う無降水日数の変化の解析. 地球環境研究総合推進費 S-5 テーマ2 会合, 東大 CCSR, 柏, 2007年8月8日.
- 市川裕樹・増永浩彦・神沢博 (2007): 雲放射・降水観測データ解析と客観解析データを用いた大気循環場の

解析に基づく気候モデル再現性の評価に関する既存研究レビューと初期解析結果. 地球環境研究総合推進費 S-5 テーマ2 会合, 東大 CCSR, 柏, 2007 年 8 月 8 日

*神沢博 (2007): 地球温暖化問題に関する科学アセスメントとしての IPCC 報告書について. 第 13 回日本気象学会中部支部公開気象講座「地球温暖化」, 名古屋大学, 名古屋, 2007 年 8 月 26 日. (講演要旨集, p. 1-9) (招待講演)

新村周平・神沢博 (2007): 降水観測データによる気候モデル降水量の再現性の評価. 地球環境研究総合推進費 S-5 テーマ2 会合, 北大, 札幌, 2007 年 10 月 13 日.

市川裕樹・増永浩彦・神沢博 (2007): 雲放射・降水観測データと客観解析データとを用いた赤道域大気循環場の解析. 地球環境研究総合推進費 S-5 テーマ2 会合, 北大, 札幌, 2007 年 10 月 13 日.

新村周平・神沢博 (2007): 降水観測データによる気候モデル降水量の再現性の評価. 日本気象学会 2007 年度秋季大会, 札幌, 2007 年 10 月 14-16 日. (講演番号 A204, 講演予稿集 No. 92, p. 61)

吉田真己・神沢博 (2007): 成層圏気温低下トレンドについて: 緯度高度分布からの考察. 第 13 回大気化学討論会, 名古屋大学, 名古屋, 2007 年 11 月 27-29 日. (講演番号 K-4, 講演要旨集, p. 4)

神沢博・新村周平 (2008): 降水量観測データに基づく気候モデル降水量の再現性の評価. 地球環境研究総合推進費 S-5 テーマ2 会合, 東京大学気候システム研究センター, 柏, 2008 年 1 月 8 日.

*神沢博 (2008): 21 世紀、我々が体験する (地球) 環境の世界—気候科学から (地球) 環境問題を考える—。「テクノ未来塾」第 101 回「ニューテクノ・フォーラム」, 愛鉄連厚生年金基金会館, 名古屋, 2008 年 3 月 29 日. (招待講演)

*神沢博 (2008): 南極昭和基地大型大気レーダー (PANSY) に期待される大気力学の観測. 専門分科会「南極大型大気レーダーを軸とした極域大気研究の可能性」, 日本気象学会 2008 年度春季大会, 横浜, 2008 年 5 月 18-21 日. (講演番号 A455, 講演予稿集 No. 93, p. 93) (招待講演)

新村周平・神沢博 (2008): 降水観測データによる気候モデル降水量の再現性の評価 (その 2). 専門分科会「CMIP3 マルチ気候モデルにおける大気海洋諸現象の再現性比較」, 日本気象学会 2008 年度春季大会, 横浜, 2008 年 5 月 18-21 日. (講演番号 B461, 講演予稿集 No. 93, p. 180)

市川裕樹・増永浩彦・神沢博 (2008): CMIP3 マルチモデルにおける熱帯大規模上昇流域での降雨・上層雲の再現性. 専門分科会「CMIP3 マルチ気候モデルにおける大気海洋諸現象の再現性比較」, 日本気象学会 2008 年度春季大会, 横浜, 2008 年 5 月 18-21 日. (講演番号 B460, 講演予稿集 No. 93, p. 181)

神沢博 (2008): 炭素循環について. GOSAT データの校正・検証・利用に関するワークショップ, 国立環境研究所, つくば, 2008 年 5 月 28 日.

*神沢博 (2008): 地球の気候変化に関する科学的理解の現状. シンポジウム「環境問題の核心とは何か」, 名古屋大学環境学研究科, 名古屋, 2008 年 8 月 1 日. (「人間・社会環境学の構築ワークショップ報告書 5 (シリーズ X)」, 名古屋大学大学院環境学研究科社会環境学専攻, 2009 年 3 月, p.14-21)

*神沢博 (2008): 地球温暖化は何故起こるのか. 名古屋大学ラジオ公開講座:「地球温暖化時代」に生きる, 東海ラジオ放送 (1332KHz), 2008 年 8 月 10 日, 06:30~07:00.

- *神沢博 (2008): 地球環境問題としてのオゾン層破壊と地球温暖化: 人為起源排出物質の大気への影響. オゾン層保護推進大会, 愛知県・愛知県フロン回収・処理推進協議会主催, 名古屋国際会議場, 名古屋, 2008年9月16日.
- *神沢博 (2008): 地球温暖化は何故起こるのか. 名古屋大学公開講座「地球温暖化時代」に生きる, 名古屋大学, 名古屋, 2008年9月18日. (テキスト: p.37-41)
- *神沢博 (2008): 気候モデルによる地球気候の再現と「予測」. 名古屋大学公開講座「地球温暖化時代」に生きる, 名古屋大学, 名古屋, 2008年9月25日. (テキスト: p.42-46)
- 後藤慎司・神沢博 (2008): 放射平衡灰色大気における透明度変化に対する気温応答: 対流圏と成層圏の差異. 日本気象学会 2008年度秋季大会, 仙台, 2008年11月19-21日. (講演番号 A116, 講演予稿集 No. 94, p. 54)
- 市川裕樹・増永浩彦・神沢博 (2008): 北半球夏季インド洋における巻雲増加について. 日本気象学会 2008年度秋季大会, 仙台, 2008年11月19-21日. (講演番号 P124, 講演予稿集 No. 94, p. 371)
- Ichikawa, H., Masunaga, H., and Kanzawa, H. (2008): Evaluation of precipitation and upper-level clouds associated with the large-scale circulation over the tropical Pacific Ocean in the coupled AOGCMs. Workshop on Tropical Meteorology for S-5 (2) project, Center for Climate System Research, University of Tokyo, 27 November 2008.
- 市川裕樹・増永浩彦・神沢博 (2008): 北半球夏季インド洋における巻雲増加について. 平成20年度日本気象学会中部支部研究会, 金沢, 2008年12月1-2日. (講演番号 20, 講演要旨集, p. 85-86)
- Ichikawa H., H. Masunaga and H. Kanzawa (2009): Evaluation of precipitation and upper level clouds associated with large-scale circulation over the tropical Pacific Ocean in the coupled AOGCMs. International Workshop on Global Change Projection: Modeling, Intercomparison, and Impact Assessment jointly with 2nd International Workshop on KAKUSHIN Program, Yokohama, 18-20 February 2009.
- *神沢博 (2009): 大気環境問題(1): 温暖化ガスの発生機構と温室効果. 飛騨インタープリターアカデミー環境学科, 特定非営利活動法人飛騨自然学園, 高山, 2009年5月23日.
- 市川裕樹・増永浩彦・神沢博 (2009): CMIP3 マルチモデルにおける熱帯対流活動に伴う雲の放射影響力の再現性. 日本気象学会 2009年度春季大会, つくば, 2009年5月28-31日. (講演番号 A304, 講演予稿集 No. 95, p. 68)
- Ichikawa, H., H. Masunaga, and H. Kanzawa (2009): Temporal and spatial variability of cirrus clouds over the Indian Ocean during boreal summer. M10.24/27403 (oral), MOCA-09: IAMAS - IAPSO - IACS 2009 Joint Assembly "Our Warming Planet", Montreal, Canada, 19-29 July 2009. (Abstract in CD)
- Gotoh, S. and H. Kanzawa (2009): Atmospheric temperature response to decrease in long-wave transmissivity in a two-layer model: Illustration of stratospheric cooling. M01.9/20417 (poster), MOCA-09: IAMAS - IAPSO - IACS 2009 Joint Assembly "Our Warming Planet", Montreal, Canada, 19-29 July 2009. (Abstract in CD)
- 齊藤伸治・永尾一平・神沢博 (2009): 連続測定システムによって観測した都市大気中の非メタン炭化水素に関する研究. 第15回大気化学討論会, つくば国際会議場, つくば, 2009年10月20-22日. (講演番号 P-62,

講演要旨集, p. 98)

神沢博 (2009): 地球システムモデル : その概要 Earth System Model: A Sketch. GlobalCOE “Basic Environmental Studies”: Start-Up Seminar 2, No. 3, 6 November 2009.

菅田誠治・秋吉英治・中村哲・神沢博 (2009): 北半球冬季成層圏極渦の孤立性の年々変動. 日本気象学会 2009 年度秋季大会, 福岡, 2009 年 11 月 25-27 日. (講演番号 A211, 講演予稿集 No. 96, p. 72)

市川裕樹・増永浩彦・對馬洋子・神沢博 (2009): 熱帯大気大循環と雲の放射影響力の関係性に関する気候モデル再現性. 日本気象学会 2009 年度秋季大会, 福岡, 2009 年 11 月 25-27 日. (講演番号 A353, 講演予稿集 No. 96, p. 87)

Sudo, K., K. Takata, H. Kanzawa, T. Yasunari (2009): Aerosol changes associated with land use change in Asia and their impacts on climate. Aerosols and Climate in Asia (A17) Session, Atmospheric Sciences (A) Section, AGU 2009 Fall Meeting, San Francisco, USA, 14-18 December 2009. (Abstract: EOS, Vol. 90, Number 52, 29 December 2009, Fall Meet. Suppl., Abstract A14A-06)

Kanzawa, H., K. Sudo, K. Takata, T. Yasunari (2010): Aerosol changes associated with land use change in Asia and their impacts on climate. Workshop on Development of Asian Mega-cities and Impacts on Regional Climate, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, 21 January 2010.

神沢博 (2010): 地球システムモデル : その概要 Earth System Model: A Sketch. 研究室コロキウム, 2010 年 2 月 17 日.

Ichikawa, H., H. Masunaga, Y. Tsushima, H. Kanzawa (2010): Climate model reproducibility of cloud radiative forcing associated with tropical convective variability. “2nd International Workshop on Global Change Projection: Modeling, Intercomparison, and Impact Assessment” jointly with “3rd International Workshop on KAKUSHIN Program”, Epochal Tsukuba, Tsukuba, 25-27 February 2010.

Sudo, K., K. Takata, T. Takemura, H. Kanzawa, and T. Yasunari (2010): Simulation of aerosol changes in Asia with a chemistry-aerosol coupled climate model. Session: Atmospheric Brown Cloud – Asia, AAS005-11, Japan Geoscience Union Meeting 2010, Makuhari, Chiba, Japan, 23-28 May 2010.

*神沢博 (2010): 大気環境問題 (1): 温暖化ガスの発生機構と温室効果. 飛騨インタープリターアカデミー環境学科, 特定非営利活動法人飛騨自然学園, 高山, 2010 年 5 月 30 日.

神沢博 (2010): 地球温暖化問題の科学的理解の現状 : その 1. 研究室コロキウム, 2010 年 9 月 9 日.

*Kanzawa, H., S. Saito, and I. Nagao (2010): Non-methane hydrocarbons (NMHCs) in an urban atmosphere of Nagoya observed by a continuous measurement system. International Workshop on “Impact of Asian Megacity Development on Local to Global Climate Change” (1st MOST-JST Project Meeting), Beijing Foreign Expert Hotel, Beijing, China, 10-12 October 2010. (Invited Talk)

*神沢博 (2010): 地球温暖化問題の科学的理解の現状. 長野地方气象台, 長野, 2010 年 10 月 22 日.

*神沢博 (2010): なぜ地球は温暖化するのか—地球温暖化問題の科学的理解—. (話題提供) 気象サイエンスカフェ in 長野, 日本気象学会中部支部・長野県気象予報士会・長野地方气象台共催, 信州大学教育

学部, 長野, 2010年10月23日.

*神沢博 (2010): コーヒー片手に温暖化を語ろう—長野で「気象サイエンスカフェ」. 話題提供者としての紹介およびインタビュー, 信濃毎日新聞, 2010年10月24日朝刊.

市川裕樹・増永浩彦・對馬洋子・神沢博 (2010): 熱帯海洋上空の弱下降流域における雲の放射影響力の気候モデル再現性. 日本気象学会 2010年度秋季大会, 京都, 2010年10月27-29日. (講演番号 A366, 講演予稿集 No. 98, p. 107)

神沢博 (2010): 気候解析チーム (G1b) の目的と活動報告; 既存・進行中研究のレビュー. 地球研シベリアプロジェクト 2010年度全体会合, 総合地球環境学研究所, 京都, 2010年10月30-31日.

*Kanzawa, H. (2010): Overview of Environmental Studies in Nagoya University. The 2nd Workshop on Climate and Environment between Nanjing University and Nagoya University, Nagoya University, Nagoya, 5-6 December 2010.

Ichikawa, H., H. Masunaga, Y. Tsushima, H. Kanzawa (2010): Reproducibility by climate models of cloud radiative forcing associated with tropical convection. GC41B-0900 (poster), AGU Fall Meeting, American Geophysical Union, San Francisco, U.S.A., 13-17 December 2010.

神沢博 (2011): 「11年度の科学予算微増」(科学部・三井誠記者)の一部にグローバル COE プログラムの予算削減に関するインタビュー内容が掲載, 読売新聞, 2011年1月14日朝刊.

*神沢博 (2011): 第6回高等研究院レクチャー「環境学という学問を創る」企画・司会進行. 主催: 名古屋大学高等研究院, 共催: 名古屋大学環境系グローバル COE「地球学から基礎・臨床環境学への展開」, 野依記念学術交流館2階カンファレンスホール, 2011年3月29日.

菅田誠治・秋吉英治・中村哲・神沢博 (2011): 南北両半球における冬季成層圏極渦の孤立性の年々変動. 日本気象学会 2011年度春季大会, 東京, 2011年5月18-21日. (講演番号 P202, 講演予稿集 No. 99, p.319)

神沢博 (2011): 大気環境問題1: 温暖化ガスの発生機構と温室効果. 飛騨インタープリターアカデミー環境学科, 特定非営利活動法人飛騨自然学園, 高山, 2011年8月28日.

神沢博 (2011): 地球温暖化の科学的理解の現状. 前高46会フォーラム, 大江戸温泉物語, 伊香保, 群馬, 2011年10月15日.

原田祐輔・神沢博 (2011): 大気による極向きエネルギー輸送の緯度分布とその変化—ERA-Interim データを用いた解析—. 日本気象学会 2011年度秋季大会, 名古屋, 2011年11月16-18日. (講演番号 A152, 講演予稿集 No. 100, p.51)

Ichikawa, H., H. Masunaga, Y. Tsushima, H. Kanzawa (2011): Analysis of cloud property and radiative effects associated with tropical convection in climate models. GC41A-0784 (poster), AGU Fall Meeting, American Geophysical Union, San Francisco, U.S.A., 5-9 December 2011. (GC41A. Climate Modeling: Innovative Application of Observations for Diagnosing CMIP5 and IPCC Simulations: Quantifying Model Processes and Uncertainties I Posters)

- Kanzawa, H. and Y. Harada (2011): An analysis of latitudinal distributions of poleward energy transport by the atmosphere and its change using a 32-year reanalysis dataset. International Workshop on “Impact of Asian Megacity Development on Local to Global Climate Change” (2nd MOST-JST Project Meeting), Suzhou, China, 21-22 December 2011. (Invited Talk)
- Kanzawa, H. and Y. Harada (2011): An analysis of latitudinal distributions of poleward energy transport by the atmosphere and its change using a 32-year reanalysis dataset. The 3rd Nanjing University - Nagoya University Joint Workshop on Climate and Environment, Suzhou, China, 23-24 December 2011.
- 後藤慎司・神沢博 (2012): 温室効果ガスの増加によって成層圏が温暖化する放射平衡解の領域の存在とその実現性. 日本気象学会 2012 年度春季大会, つくば, 2012 年 5 月 26-29 日. (講演番号 P320, 講演予稿集 No. 101, p.350) ポスター
- Goto, S. and H. Kanzawa (2012): Radiative equilibrium temperature profiles in the middle atmosphere at high CO₂ concentrations. A23A-0184 (poster), AGU Fall Meeting, American Geophysical Union, San Francisco, U.S.A., 3-7 December 2012. (A23A. Atmospheric Sciences General Contributions: Atmospheric Dynamics, Radiation, and Cloud Properties Posters)
- 神沢博 (2012): 地球温暖化やオゾン層破壊に関する衛星観測と数値気候モデルに活用される赤外分光計測 (講演予行演習). 研究室コロキウム, 2012 年 12 月 13 日.
- *神沢博 (2012): 地球温暖化やオゾン層破壊に関する衛星観測と数値気候モデルに活用される赤外分光計測. 日本分光学会近赤外分光部会第 8 回シンポジウム「環境計測に貢献する近赤外分光研究」, 名古屋大学野依記念学術交流館, 名古屋, 2012 年 12 月 21 日. (講演要旨集, p.8-13) (招待講演)
- Kanzawa, H. and K. Sudo (2013): A numerical modeling study on SLCPs (Short-lived Climate Pollutants) in Asia. JST-MOST workshop on “Asian mega-cities and local to global climate change”, JST Headquarter, Tokyo, Japan, 5 March 2013.
- Goto, S. and H. Kanzawa (2013): Reconsidering the mechanism of the stratospheric cooling induced by increase in well-mixed greenhouse gases. WCRP Regional Workshop on Stratosphere-Troposphere Processes and their Role in Climate, Kyoto, 1-3 April 2013. P-14 (Poster) (Abstracts Book, p.50-51)
- *Kanzawa, H. (2013): A Panelist with T. Yasunari, M.H. Hitchman, K. Rosenlof, Special Session (Open to public) “Climate Research in Service to Society”. WCRP Regional Workshop on Stratosphere-Troposphere Processes and their Role in Climate, Kyoto, 1-3 April 2013. (Invited Talk)
- 後藤慎司・神沢博 (2013): 温室効果ガスの増加によって寒冷化する高度領域と温暖化する高度領域との境界高度の温室効果ガスの持続的増加に伴う上昇について: 放射平衡モデルで示唆される特徴. 日本気象学会 2013 年度秋季大会, 仙台, 2013 年 11 月 19-21 日. (講演番号 D367, 講演予稿集 No. 104, p.587) 口頭
- 門野美緒・浮田甚郎・本田明治・岩本勉之・原田祐輔・神沢博 (2013): 近年の大気による北極域へのエネルギー輸送の変動について. 長期予報研究連絡会, 研究会「長期予報と大気大循環」テーマ: 十年規模変

動～地球温暖化の停滞，天候への影響～，東京，2013年11月26日。（講演番号5，要旨集4pp.）口頭

神沢博 (2015): 研究科長あいさつ. 国立大学法人名古屋大学大学院環境学研究科と設楽町との連携・協力に関する協定調印式, 設楽町議場, 2015年4月17日(金) 11:00～

Ukita, J, M. Honda, M. Kadono, K. Iwamoto, Y. Ogawa, Y. Tomikawa, T. Nakamura, K. Yamazaki, Y. Miyoshi, Y.

Harada, and H. Kanzawa (2015): Modulation of the Arctic linkages on atmospheric energy transport in northern high latitudes. Arctic Science Summit Week (ASSW) 2015 / The Fourth International Symposium on the Arctic Research (ISAR-4) and the Third International Conference on the Arctic Research Planning (ICARP III), Toyama International Conference Center, Toyama, Japan, 27-30 April 2015. (Oral, A01-004)

神沢博 (2015): 研究科長あいさつ. 国立大学法人名古屋大学大学院環境学研究科と恵那市との連携・協力に関する協定調印式, 恵那市役所3階 市長応接室, 2015年5月1日(金) 15:00～

神沢博 (2015): 研究科長あいさつ. 名古屋大学大学院環境学研究科と豊根村との連携・協力に関する協定調印式, 豊根村役場, 2015年8月26日 11:00～.

Kanzawa, H. (2015): Opening Address. DFG-JSPS 二国間研究セミナー「持続的でレジリエントな都市計画を目指して」, 名古屋大学東山キャンパス環境総合館レクチャーホール, 2015年9月8-9日. 主催: 名古屋大学大学院環境学研究科建築学教室, 共催: 名古屋大学持続的共発展教育研究センター.

神沢博 (2015): 環境学研究科長あいさつ. 名古屋大学アジアサテライトキャンパス学院ラオスサテライトキャンパス入学式, ラオス国立大学, 2015年10月13日. (日本語⇄ラオス語逐語通訳)

*神沢博 (2015): 地球温暖化の科学的理解の現状. 名古屋大学ホームカミングデー研究科行事, 名古屋大学, 名古屋, 2015年10月17日.

Kanzawa, H. (2016): Closing Address: Translation of the English word Resilience into Japanese and Traditional knowledge or wisdom versus Scientific knowledge. Opening Ceremony of the Cooperaive Center for Resilience Research Center, National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia, 20 February 2016.

Kanzawa, H. (2016): Opening Remarks: Stock & Flow in Climate Science. Pre-Workshop of ISIE SEM-AP 2016 "International Workshop of Material Stock Analysis and Sustainable Material Use", Nagoya University, 9 March 2016.

神沢博 (2016): あいさつ. セミナー「公共交通不便地域で『くらしの足』を地域自ら確保する方法」, 名古屋大学東山キャンパス ES 総合館 1 ES ホール. 2016年5月16日. 主催: 名古屋大学大学院環境学研究科附属持続的共発展教育研究センター, 共催: 国土交通省中部運輸局.

神沢博 (2016): 研究科長あいさつ. 名古屋大学大学院環境学研究科と蒲郡市との連携・協力に関する協定調印式, 蒲郡市役所, 2016年7月7日 14:00～.

Kanzawa, H. (2016): Opening Address. International Workshop on "Hydrospheric Atmospheric Sciences in Asia -Importance of Special Doctoral Graduate Program-", Nagoya University, Nagoya, 26-27 August 2016.

神沢博 (2016): あいさつ. 日本雪氷学会雪氷研究大会 (2016・名古屋), 2016年9月28日～10月2日.

Kanzawa, H. (2016): Introduction to Transnational Doctoral Programs for Leading Professionals in Asian Countries.
Entrance Ceremony of Mongolian Satellite Campus of Nagoya University Asian Satellite Campus Institute,
Tuushin Tower, Ulaanbaatar, Mongolia, 14 October 2016.

李捷・神沢博 (2016): CMIP5 気候モデルの降雪再現性の評価. 日本気象学会 2016 年度秋季大会, 名古屋,
2016 年 10 月 26-28 日. (講演番号 P185, 講演予稿集 No. 110, p.252) ポスター

神沢博 (2016): 研究科長あいさつ. 名古屋大学大学院環境学研究科と長野県、木曾町、玉滝村の 3 者との「木
曾地域への御嶽山研究施設 (仮称) の設置」受諾に係る会見, 木曾町役場, 2016 年 11 月 16 日 10:00~

*神沢 博 (2017): 大気力学から地球環境にかかわる大気科学までとその周辺: 私になしてきたいくばくかの
仕事とそれにかかわるようになった経緯. キャリアパス講演会・懇談会 2017 年度第 1 回, 立正大学, 熊
谷, 2017 年 10 月 17 日. ・

*神沢 博 (2017): 温室効果気体の大気中の増加によって対流圏が暖まり成層圏が冷たくなる条件を探る.
環境気象学コロキウム, 立正大学, 熊谷, 2017 年 10 月 17 日.

*神沢 博 (2017): 名古屋大学大学院環境学研究科の FD (Faculty Development) に関連する活動の一端. 立正
大学大学院地球環境科学研究科 FD 懇談会, 立正大学, 熊谷, 2017 年 10 月 18 日.

3-4 主査を行った学位論文（博士・修士・学士）

神沢 博 教授着任（2003年4月）以降

Dissertations Supervised: Doctor, Master, and Bachelor

Since Hiroshi KANZAWA's joining the faculty as a Professor in April 2003

博士：2件

修士：18件

学士：16件

=====

博士論文 Doctoral Dissertation

[2005年3月] March 2005

博士（理学）：論文博士 Doctor of Science

田中 泰宙（気象研究所環境・応用気象研究部重点支援研究協力員：学位申請・取得時）：
全球鉱物ダストエアロゾル輸送モデルの開発と北アフリカ・中東から日本へのダストの長距離輸
送現象への適用

(Yasumichi TANAKA: Development of a global mineral dust aerosol transport model and its application
to a trans-continental dust transport from North Africa and Middle East to Japan)

[2009年10月] October 2009

博士（理学）：論文博士 Doctor of Science

齊藤 伸治（名古屋大学大学院環境学研究科・研究員：学位申請時）：

連続測定システムによって観測した都市大気中の非メタン炭化水素に関する研究

(Study on non-methane hydrocarbons in an urban atmosphere observed by a continuous measurement
system)

=====

修士論文 Master Dissertation

[2006年3月] March 2006

修士（理学） Master of Science

鈴木 洋平：

地球温暖化の影響による地上気温の変化が著しい地域の特定-気候モデルによる温暖化数値実験データからの考察-

(Yohei SUZUKI: Identification of regions where changes in surface air temperature due to the influence of global warming are remarkable -Consideration from a global warming numerical simulation with a climate model-)

[2007年3月] March 2007

修士（理学） Master of Science

桑原 崇浩：

観測および再解析データから得られる可降水量の全球分布の時間変動

(Takahiro KUWAHARA: Temporal variations of global distribution of precipitable water derived from observational and reanalysis data sets)

修士（環境学） Master of Environmental Studies

友松 一樹：

地球温暖化に伴う地上気温の頻度分布の変化

(Kazuki TOMOMATSU: Changes in the frequency distribution of surface air temperature associated with global warming)

修士（環境学） Master of Environmental Studies

日名 啓太：

地球温暖化に伴う無降水日数の変化

(Keita HINA: Future changes in dry days associated with global warming)

[2008年3月] March 2008

修士（理学） Master of Science

和泉 健司 (Kenji IZUMI)：

Global biome distribution at mid-Holocene estimated from paleoclimate model data

和訳：古気候モデルデータから推定した完新世中期の全球バイオーム分布

修士（理学） Master of Science

新村 周平：

降水量観測データに基づく気候モデル降水量の季節変化再現性の評価

(Shuhei SHINMURA: Evaluation of the reproducibility of precipitation in climate models based on observational dataset with regard to seasonal variation)

修士（理学） Master of Science

吉田 真己：

成層圏気温低下トレンドの緯度高度分布の特徴に関する研究

(Maki YOSHIDA: Study on stratospheric cooling trend focusing on characteristics of latitude-altitude structures)

[2009年3月] March 2009

修士（理学） Master of Science

後藤 慎司：

放射平衡した灰色大気における長波透過率の変化に対する気温応答

(Shinji GOTOH: Atmospheric temperature response to change in long-wave transmissivity in the gray atmosphere under radiative equilibrium)

修士（環境学） Master of Environmental Studies

津田 隼平：

北半球におけるブロッキング現象の季節的特徴の気候モデル再現性

(Jumpei TSUDA: Reproducibility by climate models of seasonal features of atmospheric blocking in the Northern Hemisphere)

[2010年3月] March 2010

修士（環境学） Master of Environmental Studies

加藤 大樹：

大規模な火山噴火後の全球降水量の変化

(Hiroki KATO: Changes in global precipitation after large volcanic eruptions)

[2011年3月] March 2011

修士（環境学） Master of Environmental Studies

荒川 清志

赤道域における成層圏オゾン濃度の 21 世紀中の変化

(Kiyoshi ARAKAWA: Changes of stratospheric ozone in the equatorial area through the 21st century)

[2012 年 3 月] March 2012

修士（環境学） Master of Environmental Studies

原田 祐輔：

大気による極向きのエネルギー輸送の変化：ERA-Interim データを用いた解析

(Yusuke HARADA: Changes in atmospheric poleward energy transport: Analysis using ERA-Interim data)

[2015 年 3 月] March 2015

修士（環境学） Master of Environmental Studies

五十嵐 光穂：大気による極向きエネルギー輸送の年々変動

(Mitsuho IGARASHI: Interannual variabilities of atmospheric poleward energy transport)

修士（環境学） Master of Environmental Studies

宮本 悠平：東アジアの樹木の年輪セルロース酸素同位体比クロノロジーは過去 300 年間にいかなる年々変動を示し、それは気候学的に何を意味するか？

(Yuhei MIYAMOTO: Interannual variations of East Asian tree-ring cellulose oxygen isotope ratio chronologies over the past 300 years and their climatological implications)

修士（環境学） Master of Environmental Studies

LI Jie:

Global snowfall changes in the past 150 years and future

(李 捷: 過去 150 年間及び 21 世紀中の全球降雪変化)

[2018 年 3 月] March 2018

修士（理学） Master of Science

梅下 皓平：

大気海洋振動が日本域の夏季の異常高温に及ぼす影響の評価

(Kouhei UMESHITA: An evaluation of the influences of atmosphere-ocean oscillations on heat waves in summer of Japan)

修士（理学） Master of Science

小池 裕太郎：

日本海寒帯気団収束帯存在時の日本海上における降雪粒子の分布の特徴

(Yutaro KOIKE: Characteristics of the distribution of snowfall particles over the Japan Sea under the

presence of the Japan Sea Polar airmass Convergence Zone)

修士（環境学） Master of Environmental Studies

山本 大貴：

日本における熱中症リスク評価に適した温熱環境指標に関する研究

(Taiki YAMAMOTO: A study of thermal environmental indices suitable for evaluating the risk of heatstroke in Japan)

=====

理学士論文（理学部卒業論文） Bachelor of Science Dissertation

[2005年3月] March 2005

井上 真之：

都市大気中のオゾン濃度の季節変化および日変化の特徴－窒素酸化物、紫外線との関係－

(Masayuki INOUE: Characteristics of seasonal and diurnal variations of ozone concentration in urban air
－Relationships of ozone with NO_x and UV－)

高橋 直人：

数値気候モデルによる温暖化実験データに見られる日本の気候変化の解析

(Naoto TAKAHASHI: Climate change in Japan as analyzed from global warming experiment data by a numerical climate model)

[2006年3月] March 2006

塩谷 優美：

夏季の北太平洋上大気中の硫化ジメチル気体の緯度分布の特徴と成因

(Yumi SHIOTANI: The characteristic and origin of latitudinal distribution of atmospheric dimethylsulfide over the North Pacific during summer)

新村 周平：

地球温暖化に伴う日本付近の降水特性の変化 - 数値気候モデルデータを用いた解析 -

(Shuhei SHINMURA: Changes in precipitation characteristics around Japan under the global warming -
An analysis of data from numerical experiment using a global climate model-)

[2007年3月] March 2007

隈部 康晴 :

台風の強度を決める環境パラメタに関する研究

(Yasuharu KUMABE: A research on environmental parameters controlling intensity of tropical cyclones)

[2009年3月] March 2009

近藤 亮輔 :

冬季季節風時の愛知県北西部における大雪の発現条件

(Ryosuke KONDO: The occurrence condition of the heavy snow fall in northwestern Aichi during winter monsoon)

[2010年3月] March 2010

稲葉 友也 :

日本付近で発生する爆弾低気圧の気候学と発達過程

(Yuuya INABA: Climatology and development of the explosively deepening cyclone near Japan)

[2011年3月] March 2011

岩本雅彦

愛知県西部に発生する積乱雲のドップラーレーダー観測 — 2010年8月24日午前を例として —

(Masahiko IWAMOTO: Doppler Radar Observation of Cumulonimbus Clouds that Occur in the Western Aichi Prefecture —A Case of the Morning of 24 August 2010—)

鈴木悠衣

極端に高い地上気温を記録した2010年夏の日本付近における偏西風の特徴

(Yui Suzuki: The characteristic of the westerlies in the vicinity of Japan in the summer of 2010 with record-high surface air temperature)

[2013年3月] March 2013

五十嵐 光穂 :

成層圏と対流圏における大気による極向きエネルギー輸送 : ERA-Interim データを用いた解析

(Mitsuho IGARASHI: Atmospheric poleward energy transport in the stratosphere and the troposphere: Analysis using ERA-Interim data)

松原 唯 :

二酸化炭素濃度の増加に伴う降水量の推移 : 気候モデル実験データを用いた解析

(Yui MATSUBARA: Changes in precipitation associated with increase in carbon dioxide concentration: An analysis of data from a climate model)

[2014 年 3 月] March 2014

戸谷 洋介 :

シベリア高気圧の構造の気候場と年々変動

(Yousuke TOTANI: Climate average and interannual variability of the structure of the Siberian High)

勝野 継太 :

2013 年 9 月 4 日に東海地方で発生した豪雨の特徴

(Keita KATSUNO: Characteristics of a torrential rain that occurred in the Tokai region on September 4, 2013)

[2015 年 3 月] March 2015

小池 裕太郎 : 日本海寒帯気団収束帯形成時の環境場と降雪パターンの特徴

(Yutaro KOIKE: Features of environmental field and snowfall patterns at the time of formation of Japan sea Polar air mass Convergence Zone (JPCZ))

山下 剛史 : 中国域からのエアロゾル流出量および中国域内のエアロゾル収支の季節・経年変動

(Tsuyoshi YAMASHITA: Seasonal and interannual variabilities of aerosol outflow from China and regional aerosol budget in China)

[2017 年 3 月] March 2017

Mio YAMANO:

A research for indices of forecasting clear air turbulence (CAT) using a cloud resolving model CReSS

(山野 未央 : 雲解像モデル CReSS を用いた晴天乱気流の予報指標の検証)