

体系理解科目「地球環境変動論」2011年度
名古屋大学環境学研究科, 2011年10月18日

(地球)温暖化の基礎： 温暖化の仕組み

神沢 博

**名古屋大学大学院・環境学研究科
地球環境科学専攻・気候科学講座**

話の概要

0 はじめに

1 地球温暖化に関する観測事実

- ・大気中の温室効果ガスの過去の増加
- ・地上気温・海面水位・積雪面積などの過去の変化

2 地球温暖化問題の科学的理解の基礎

- ・温室効果のメカニズム
- ・温室効果ガスの大気中の増加による地表付近大気の昇温のメカニズム

3 過去の気候変化における人間活動の影響の検出

- ・20世紀の大気中の温室効果ガスなどの変化
→ 気候モデル→20世紀の地上気温の変化

シラバス

本講義では、地球温暖化に関する観測事実に簡単に触れた後、温室効果のメカニズム(仕組み)、温室効果気体の大気中の増加による地表付近大気の昇温のメカニズムを、簡単なモデル、すなわち、太陽放射(短波放射;主に可視域・紫外域・近赤外域の波長の電磁波)と地球放射(長波放射;主に中赤外域・遠赤外域の波長の電磁波)に対して、適当な透過率を持つ一層の大気と地表面とで構成される地球モデルを用いて、説明する。また、関連する水蒸気フィードバック、雲放射フィードバックなどにも言及する。

地球温暖化：地球環境問題の代表例

- (1) 人類の活動による温室効果気体の排出（フロー）が自然の浄化作用（吸収能力）に勝るような大きな増加をする；
- (2) その結果、大気中に留まる温室効果気体の量（ストック）が増える；
- (3) その結果、温室効果が高まることによる地表付近の気温の昇温効果が、他の効果（自然変動、エアロゾルによる冷却効果、など）に勝ることによって、地表付近の平均気温が高くなり、それに付随して、地球全体の気候が変化する；
- (4) そのような気候変化が人類に影響を及ぼす（しうる）

参考書

- ・雑誌「科学」の特集「地球温暖化をよむ: IPCC第4次報告書から」. 岩波書店, 2007年7月号
- ・雑誌「Newton」の特集「温暖化を知るためのCO₂」. ニュートンプレス, 2010年4月号
- ・ココが知りたい地球温暖化. 国立環境研究所地球環境研究センター編著, 気象ブックス0026, 成山堂書店, 208pp., 2009
- ・ココが知りたい地球温暖化2. 国立環境研究所地球環境研究センター編著, 気象ブック0032, 成山堂書店, 197pp., 2010
- ・温暖化の〈発見〉とは何か. スペンサー・R・ワート著, 増田耕一・熊井ひろ美共訳, みすず書房, 262pp., 2005
Spencer R. Weart (2003): The discovery of global warming. Harvard University Press.
- ・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. 江守正多, DOJIN選020, 化学同人, 238pp., 2008
- ・さらに進む地球温暖化. 住明正, ウェッジ選書28, 2007
- ・地球温暖化懐疑論批判 (IR3S/TIGS叢書No.1). 以下のWWWからpdfファイルの入手可能
<http://www.ir3s.u-tokyo.ac.jp/sosho>
- ・Global Warming: The Complete Briefing 4th Edition. John T. Houghton, Cambridge University Press, 438pp., 2009
- ・Climate Change 2007: The Physical Scientific Basis.
(Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report (AR4) of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC))
Susan Solomon et al., Eds., Cambridge University Press, 996pp., 2007.
IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change (UNEP & WMO)
以下のIPCC WWWからpdfファイル等の入手可能: <http://www.ipcc.ch/>

科学

VOL.77 NO.7 JUL.2007

特集

地球温暖化をよむ

—IPCC第4次報告書から

〈警告〉から〈対応〉へ 松野太郎

雪氷圏は縮小している 藤井理行

大気・海洋はどのように変化したのか 江守正多

将来の気候変化に関する予測 木本昌秀

最新モデルとは 河宮未知生

温暖化の影響の現状と予測 原沢英夫

【コラム】

報告書の作成過程では 住 明正

海洋熱塩循環と温暖化 羽角博康

【対談】

温暖化懐疑論と向かいあう

明日香壽川 × 神保哲生



Newton

GRAPHIC SCIENCE MAGAZINE ニュートン

温暖化を知るための

CO₂

二酸化炭素

天体までの「距離」はどう測る?

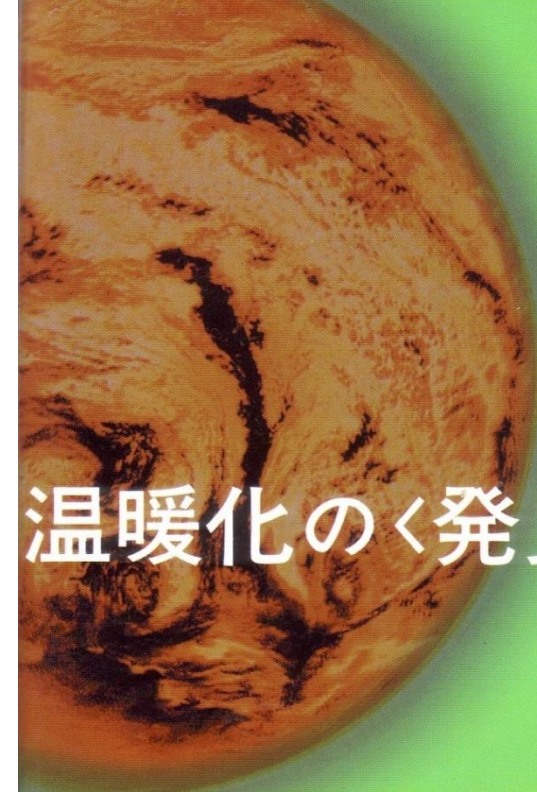
「あの銀河まで100万光年」なんて、なぜ分かるのか

なぜ人は老化するのか

老いを防ぐことは可能か? 寿命はのばせるか?

4

2010



温暖化の〈発見〉とは何か

スペンサー・R・ワート
増田耕一・熊井ひろ美 共訳

みすず書房



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
江守正多 著

第一人者が全てを注ぎ込んだ地球の「これから」の予測。温暖化に関心がある人にとっての必読書が誕生した。

茂木健一郎氏推薦

DOJIN SENSHO

話の概要

0 はじめに

1 地球温暖化に関する観測事実

- ・大気中の温室効果ガスの過去の増加
- ・地上気温・海面水位・積雪面積などの過去の変化

2 地球温暖化問題の科学的理解の基礎

- ・温室効果のメカニズム
- ・温室効果ガスの大気中の増加による地表付近大気の昇温のメカニズム

3 過去の気候変化における人間活動の影響の検出

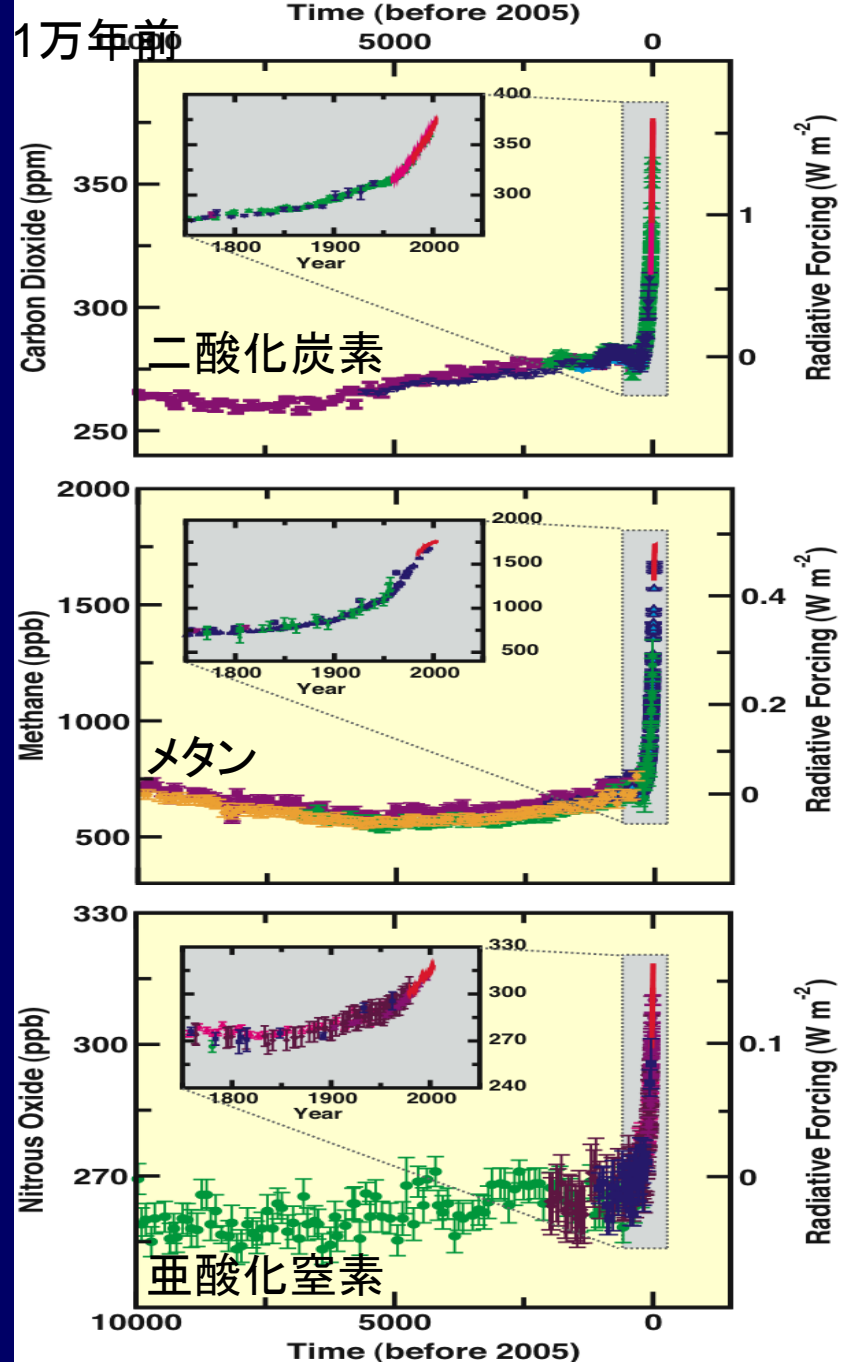
- ・20世紀の大気中の温室効果ガスなどの変化
→ 気候モデル→20世紀の地上気温の変化

Human and Natural Drivers of Climate Change

CO₂, CH₄ and N₂O Concentrations

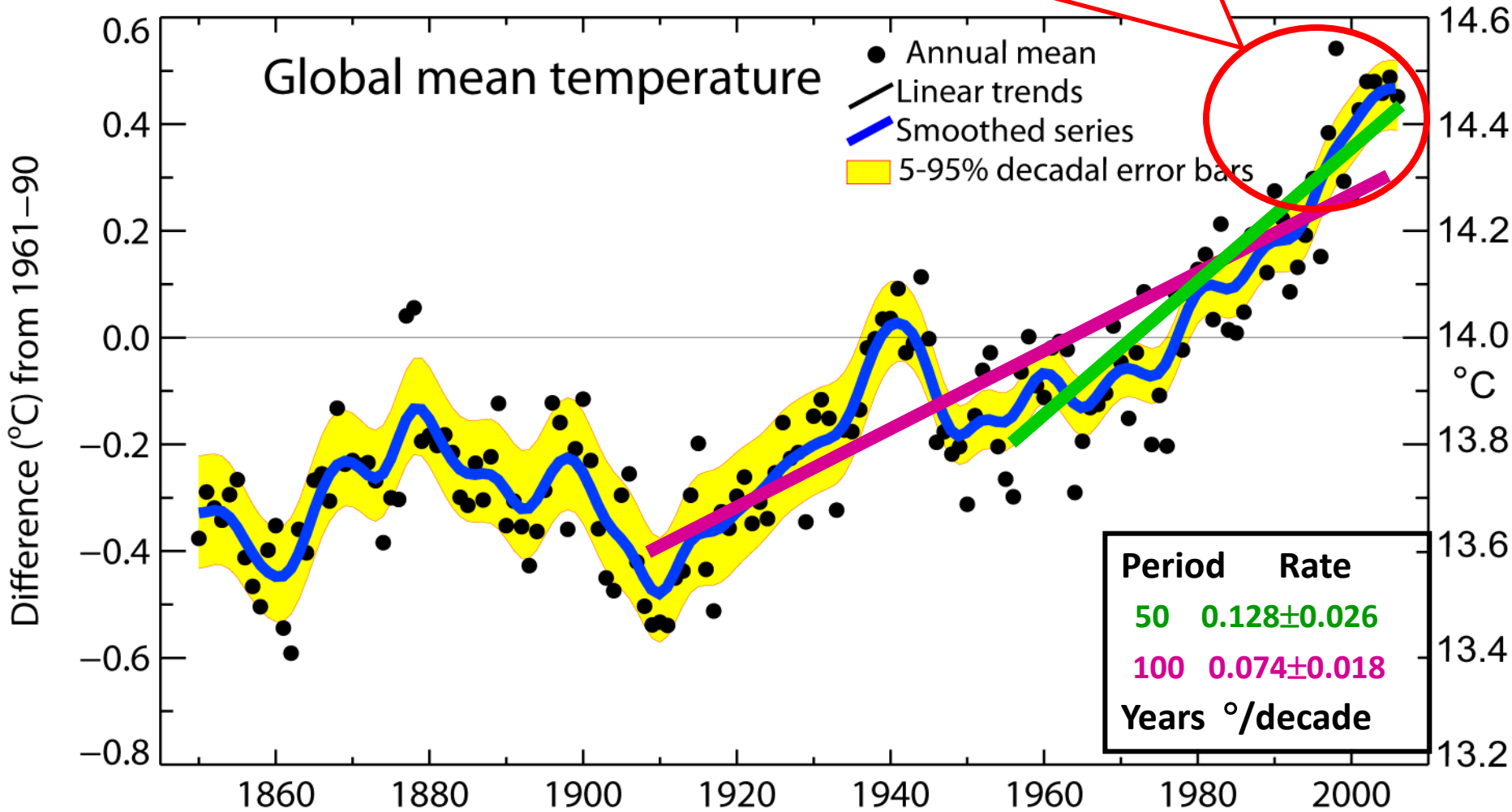
- far exceed pre-industrial values
- increased markedly since 1750 due to human activities

Relatively little variation before the industrial era



Global mean temperatures are rising faster than in the past

**Warmest 12 years:
1998, 2005, 2003, 2002, 2004, 2006,
2001, 1997, 1995, 1999, 1990, 2000**



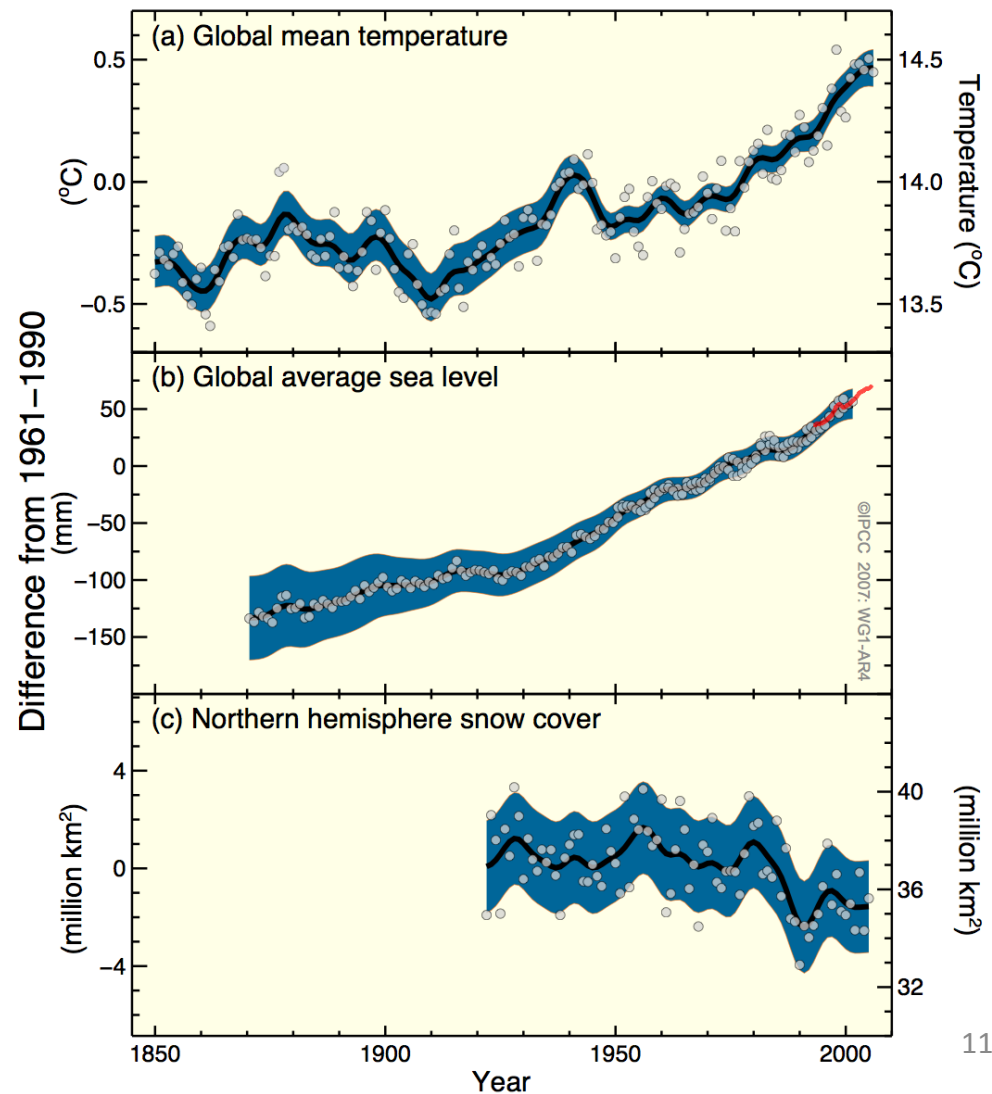
Direct Observations of Recent Climate Change

Global mean temperature

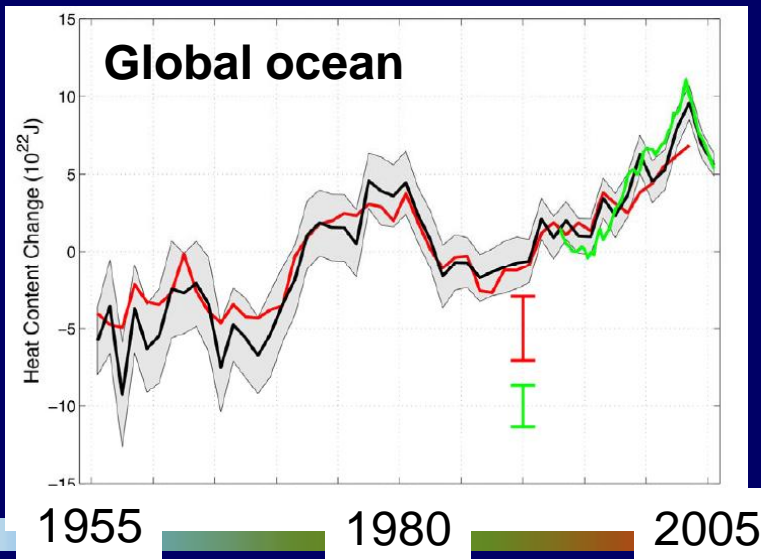
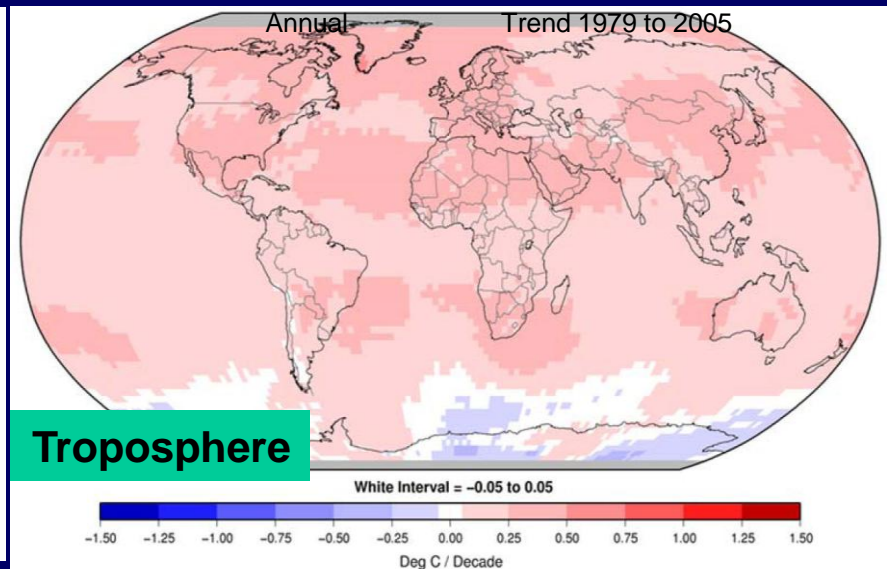
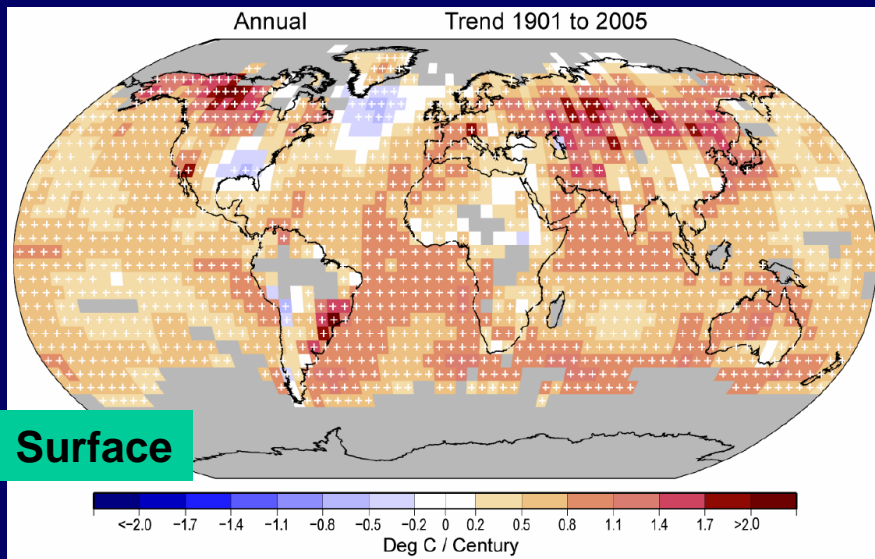
Global average sea level

Northern hemisphere snow cover

Changes in Temperature, Sea Level and Northern Hemisphere Snow Cover



Observed widespread warming



- extremely unlikely without external forcing
- very unlikely due to known natural causes alone

話の概要

0 はじめに

1 地球温暖化に関する観測事実

- ・大気中の温室効果ガスの過去の増加
- ・地上気温・海面水位・積雪面積などの過去の変化

2 地球温暖化問題の科学的理解の基礎

- ・温室効果のメカニズム
- ・温室効果ガスの大気中の増加による地表付近大気の昇温のメカニズム

3 過去の気候変化における人間活動の影響の検出

- ・20世紀の大気中の温室効果ガスなどの変化
→ 気候モデル→20世紀の地上気温の変化

「地球温暖化」の物理的メカニズム

(1) 温室効果のメカニズム

(2) 温室効果気体の大気中の増加による地表面および地表付近大気の昇温のメカニズム

上記の2つのメカニズムの本質を、

簡単なモデル、すなわち、

地表面＋一層の大気(太陽放射と地球放射に対して適当な透過率を持つ)で構成されるモデルを用いて、説明

基礎とするのは、3つの放射法則

a) プランクの放射法則

b) シュテファン・ボルツマンの放射法則

c) キルヒホッフの放射法則

温室効果のメカニズム

$$B_{\lambda}(T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5 \{ \exp(hc / \lambda kT) - 1 \}}$$

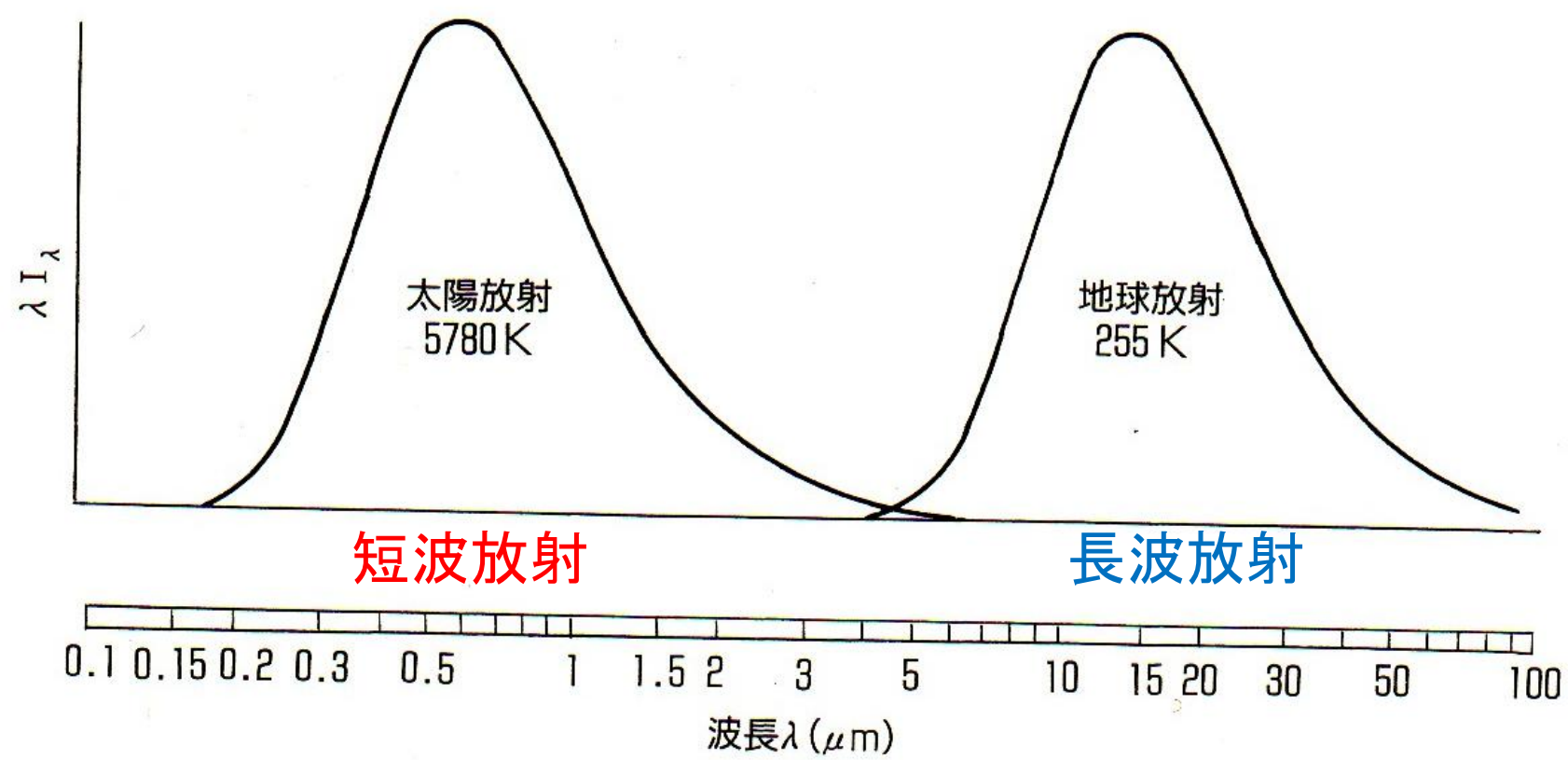
1) 3つの放射法則

a) プランクの放射法則

$c = 2.998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$: 光の速度
 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$: プランク定数
 $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$: ボルツマン定数

34

第3章 気候変化のメカニズム



b) シュテファン・ボルツマンの放射法則

F: 放射強度 = 単位時間あたりに単位面積を通過するエネルギー ($\text{W m}^{-2} = \text{J s}^{-1} \text{m}^{-2}$)

シュテファン・ボルツマンの放射法則

温度 T (K) を持つ黒体は、放射強度 F_b の放射エネルギーを、以下の式に従って射出する。

$$F_b = \sigma T^4 \quad (1)$$

$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$: シュテファン・ボルツマン定数

$$\sigma = \frac{2\pi^5 k^4}{15c^2 h^3}$$

任意の物体は、黒体の放射強度以下の放射強度 F のエネルギーを射出する。そこで、
物体の射出率 ε ($0 \leq \varepsilon \leq 1$)

を以下のように定義する。

$$\varepsilon = F / F_b \quad (2)$$

従って、

$$F = \varepsilon \sigma T^4 \quad (3)$$

式 (3) の意味: 地表面や大気という物体は、その温度が高い程、また、射出率が大きい程、より大きな放射エネルギーを射出する。

射出率が1 ($\varepsilon = 1$) の物体: 黒体

地表面は黒体とみなしてよい。

c) キルヒホッフの放射法則

物体の吸収率 a ($0 \leq a \leq 1$) を以下のように定義する。

$$a = E_{\text{abs}} / F_{\text{in}} \quad (4)$$

F_{in} : その物体に入射する放射強度

E_{abs} : その物体が吸収するエネルギー

キルヒホッフの放射法則

熱力学的平衡にある物体では、射出率と吸収率は等しい。

$$\varepsilon = a \quad (5)$$

物体の透過率 τ ($0 \leq \tau \leq 1$) を以下のように定義する。

$$\tau = F_{\text{out}} / F_{\text{in}} \quad (6)$$

F_{out} : その物体を透過する放射強度

大気: 長波放射に対する反射は、無視できる。

従って、

$$a = 1 - \tau \quad (7)$$

故に、

$$\varepsilon = a = 1 - \tau \quad (8)$$

$$F = \varepsilon \sigma T^4 = (1 - \tau) \sigma T^4 \quad (9)$$

2) 温室効果 (greenhouse effect)

地球大気の性質:

太陽からの主に可視域・近赤外域の波長の短波放射はあまり吸収せずによく通し(ほぼ透明)、

地球表面からの主に赤外域の波長の長波放射はよく吸収してあまり通さない(ほぼ不透明)



地球大気は、地球表面を暖かくした状態に保つ効果を持つ

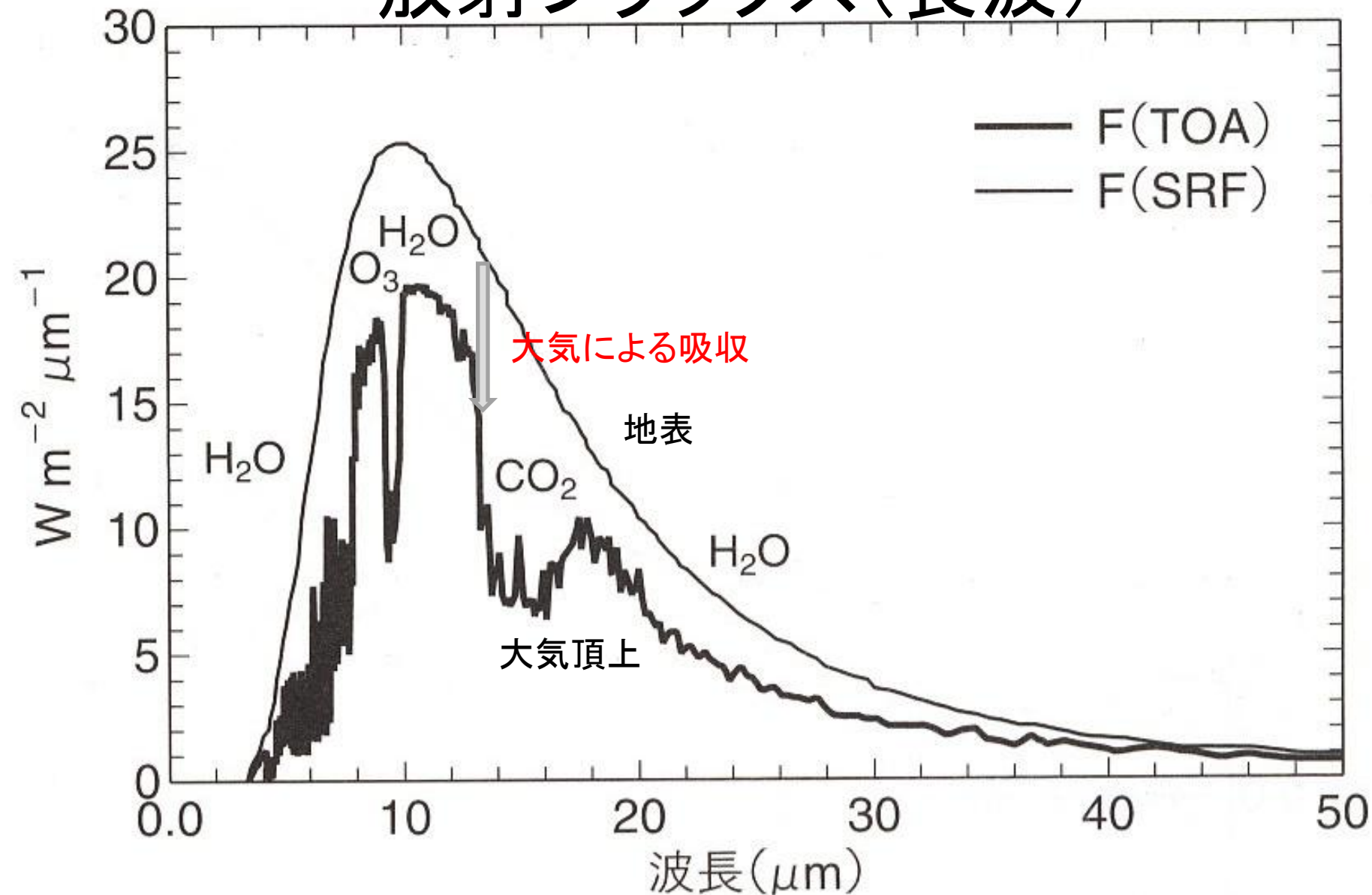
上記の効果: 温室効果 (greenhouse effect)

温室効果ガス: 温室効果を持つ大気中の気体

現在の地球大気中の温室効果ガスの主なもの:

水蒸気と二酸化炭素

放射フラックス(長波)



~赤外域

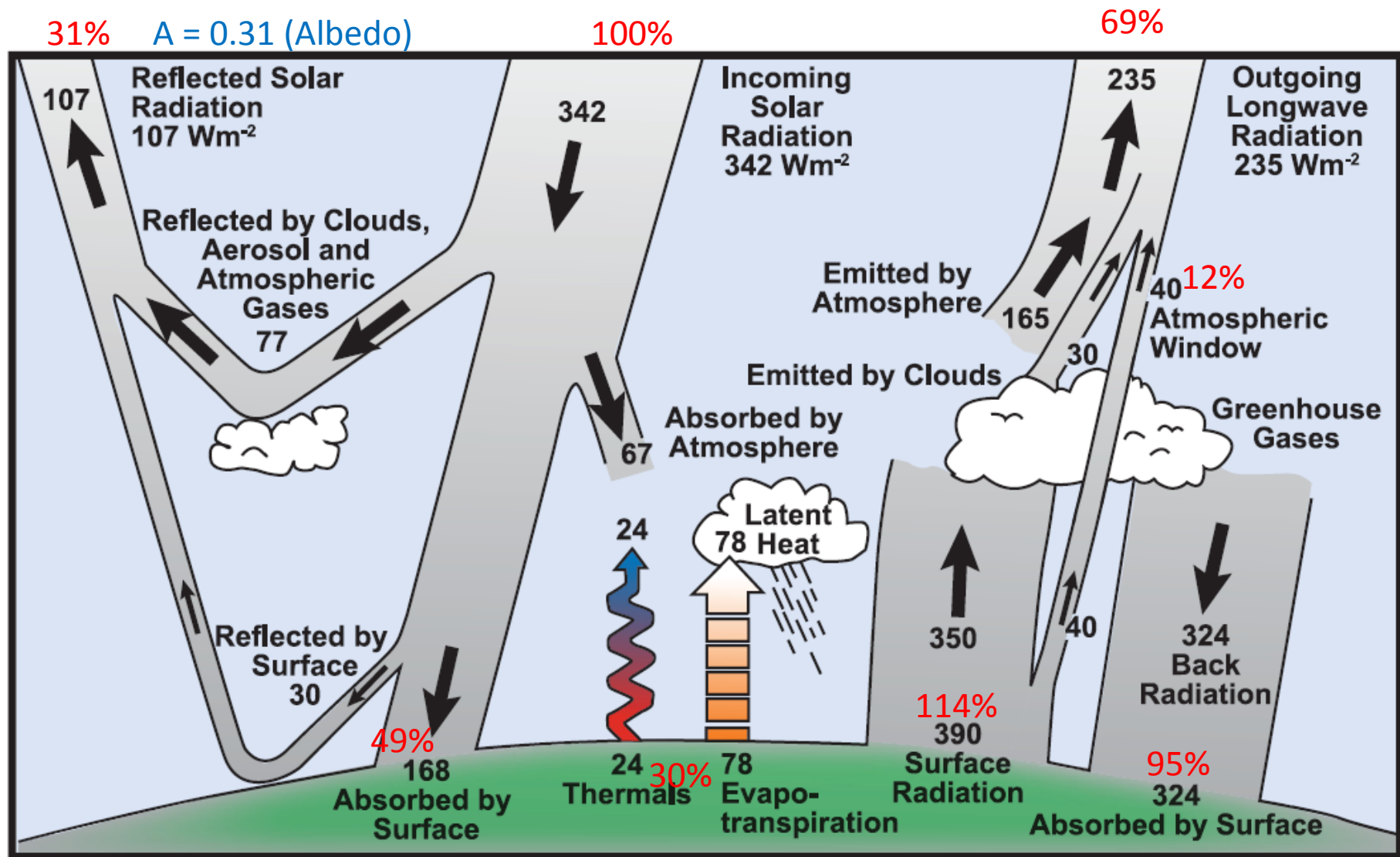
現在気候における地球-大気系のエネルギーのやりとりのバランス

($W m^{-2} = J s^{-1} m^{-2}$)

$S/4 = 342 W m^{-2}$, $S = 1368 W m^{-2}$ (太陽定数)

$$F_0 = S (1-A) / 4 = 235 W m^{-2}$$

$235 W m^{-2} \rightarrow 254 K = -19 C$



IPCC (2007)

$390 W m^{-2} \rightarrow 288 K = +15 C$

放射バランス(平衡)

τ : 大気の透過率

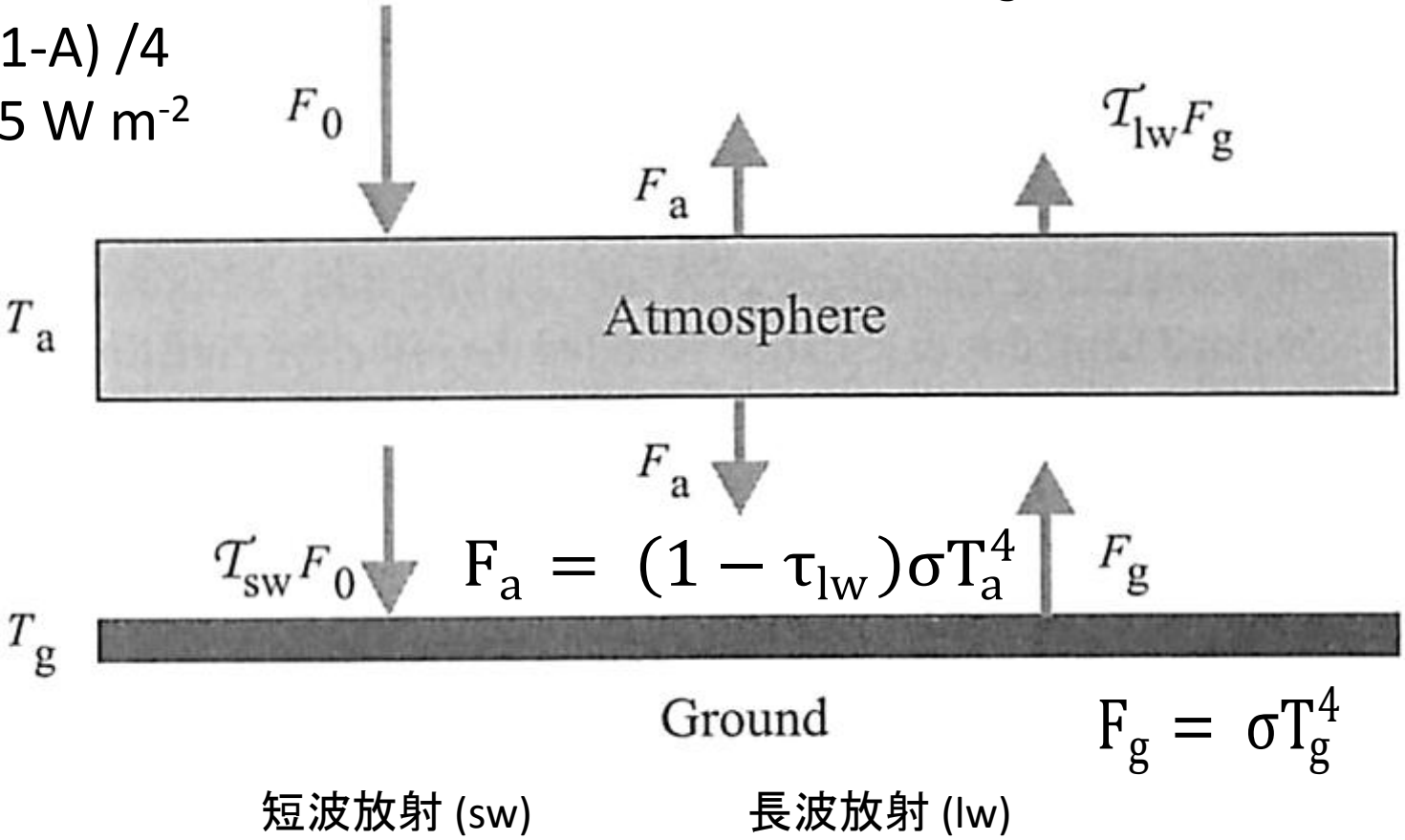
τ_{sw} : 短波放射に対する透過率

τ_{lw} : 長波放射に対する透過率

大気頂上での放射バランス

$$F_0 = F_a + \tau_{lw} F_g$$

$$F_0 = S (1-A) / 4 = 235 \text{ W m}^{-2}$$



短波放射 (sw)

長波放射 (lw)

地表面での放射バランス

$$F_g = F_a + \tau_{sw} F_0$$

$$F_a (= (1 - \tau_{lw}) \sigma T_a^4) = F_0 \frac{1 - \tau_{sw} \tau_{lw}}{1 + \tau_{lw}}$$

$$F_g (= \sigma T_g^4) = F_0 \frac{1 + \tau_{sw}}{1 + \tau_{lw}}$$

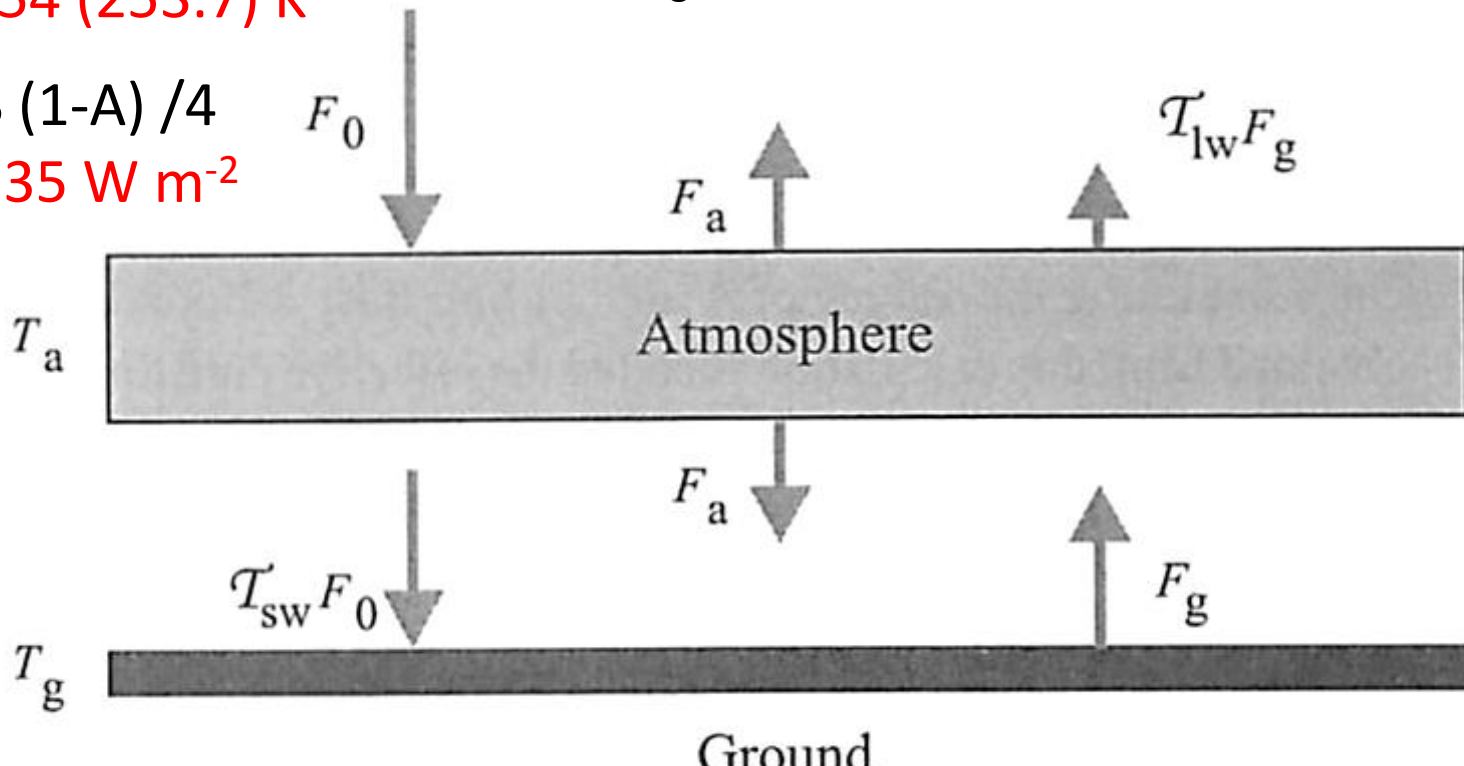
τ_{lw}	1	0	0.1	1
τ_{sw}	1	1	0.9	0

F_a (Wm^{-2})	0	235	194	118
F_g (Wm^{-2})	235	470	406	118
T_a (K)	-	254	248	-
T_g (K)	254	302	291	213

cf: T_g (obs) \sim 288 K (15 C)

$T_e = 254$ (253.7) K

$$F_0 = S (1-A) / 4 = 235 \text{ W m}^{-2}$$



$$F_g (= \sigma T_g^4) = F_0 \frac{1 + \tau_{sw}}{1 + \tau_{lw}}$$

大気なし: $\tau_{sw} = 1$ (完全に透明), $\tau_{lw} = 1$ (完全に透明)
 $F_g = F_0 \rightarrow T_g = (F_0/\sigma)^{1/4} = T_e = 254 \text{ K}$

温室効果

大気の透明度:

短波放射に対し高く、
 長波放射に対し低い

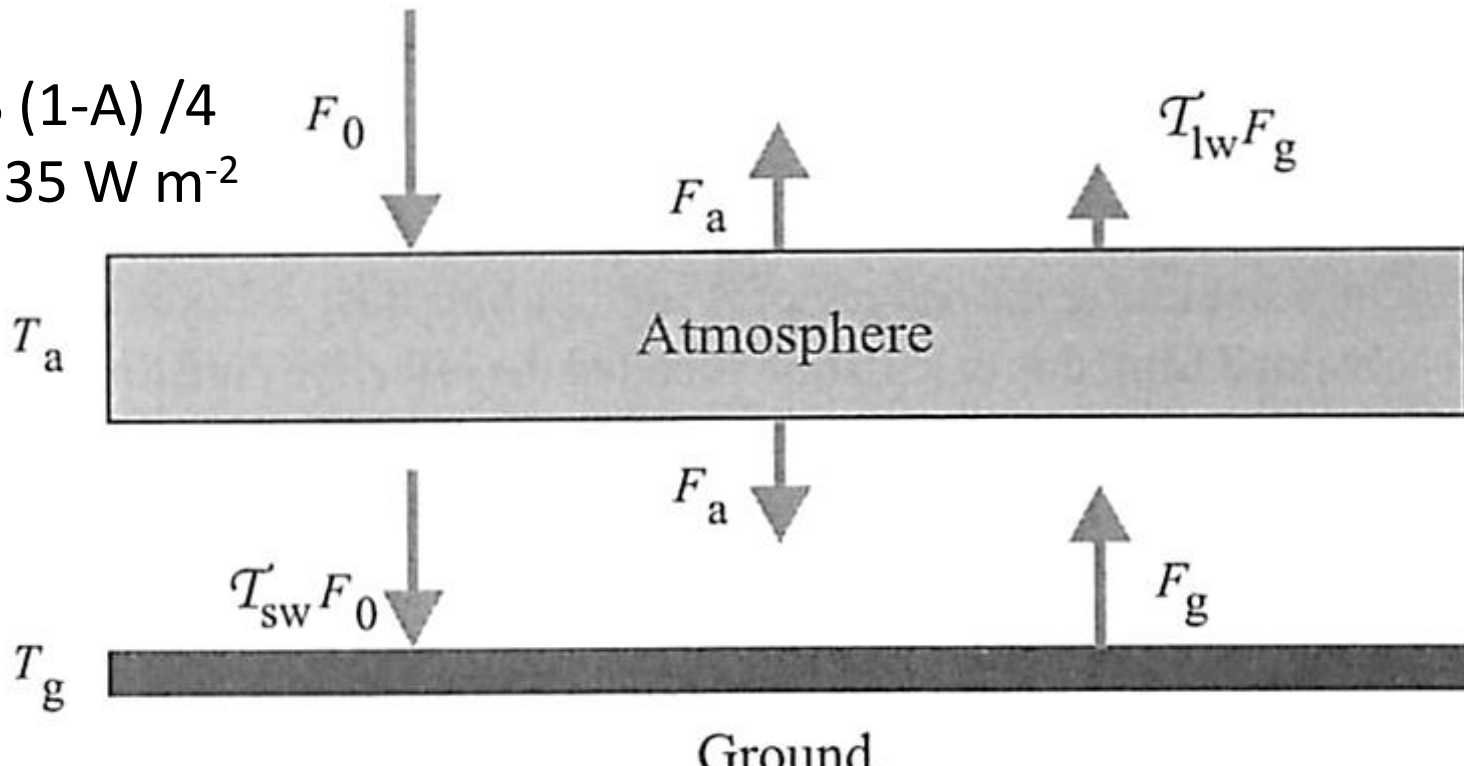
$$\tau_{sw} > \tau_{lw} \rightarrow F_g > F_0 \rightarrow T_g > T_e = 254 \text{ K}$$

大気あり:

Case 1) $\tau_{sw} = 1$ (完全に透明), $\tau_{lw} = 0$ (完全に不透明)
 $F_g = (2/1) F_0 \rightarrow T_g = (2)^{1/4} T_e = 302 \text{ K}$

Case 2) $\tau_{sw} = 0.9$ (ほぼ透明), $\tau_{lw} = 0.1$ (ほぼ不透明)
 $F_g = (1.9/1.1) F_0 \rightarrow T_g = (1.9/1.1)^{1/4} T_e = 291 \text{ K}$

$$F_0 = S(1-A)/4 = 235 \text{ W m}^{-2}$$



温室効果気体の大気中の増加による 地表付近大気の昇温のメカニズム

大気中の温室効果ガスの量が増加



地表面と大気： 吸収し射出する放射量が変化
温度が変化

拘束条件：地球-大気系によって吸収される短波放射の量(正味の入射量)と、地球-大気系が宇宙空間に射出する長波放射の量とがバランスする

前提 x : 温室効果ガス濃度
 x が Δx だけ増加 ($\Delta x > 0$)

$$F_g (= \sigma T_g^4) = F_0 \frac{1 + \tau_{sw}}{1 + \tau_{lw}}$$

[ケース 1] $\Delta x > 0 \rightarrow \Delta \tau_{lw} < 0$

温室効果ガス濃度が増加 ($\Delta x > 0$)



長波に対する透過率が減少

$\rightarrow \Delta \tau_{lw} < 0$ (透過しづらくなる)

$$\tau_{lw}(x) \rightarrow \tau_{lw}(x + \Delta x) = \tau_{lw}(x) + \Delta \tau_{lw}$$

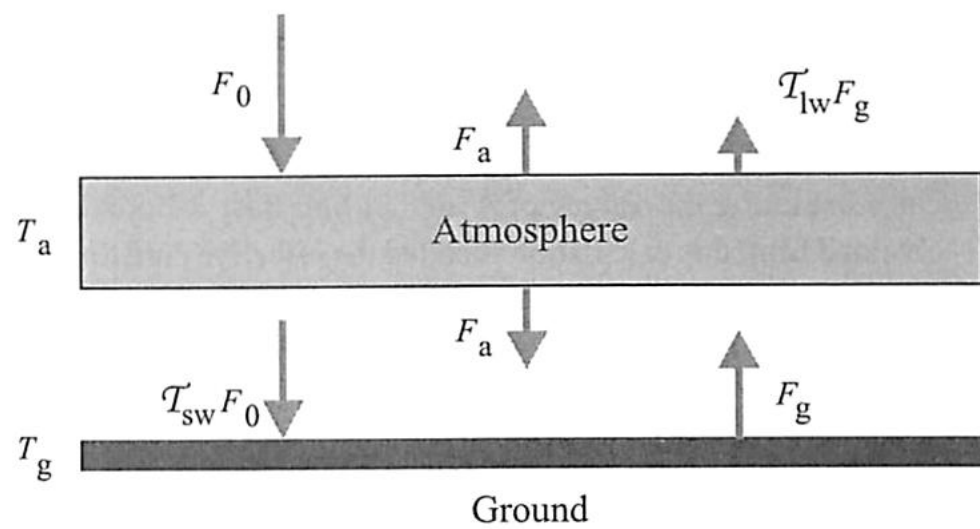
$$F_g + \Delta F_g = \sigma (T_g + \Delta T_g)^4 = F_0 \frac{1 + \tau_{sw}}{1 + (\tau_{lw} + \Delta \tau_{lw})} \quad \leftarrow \text{放射バランス(平衡)}$$

$$4 \frac{\Delta T_g}{T_g} \cong - \frac{\Delta \tau_{lw}}{1 + \tau_{lw}}$$

$$\text{注) } \frac{|\Delta \tau_{lw}|}{1 + \tau_{lw}} > \frac{|\Delta \tau_{sw}|}{1 + \tau_{sw}}$$

$\Delta T_g > 0$ 地面の温度は上昇

注) $\Delta x < 0 \rightarrow \Delta \tau_{lw} > 0 \rightarrow \Delta T_g < 0$



別の説明

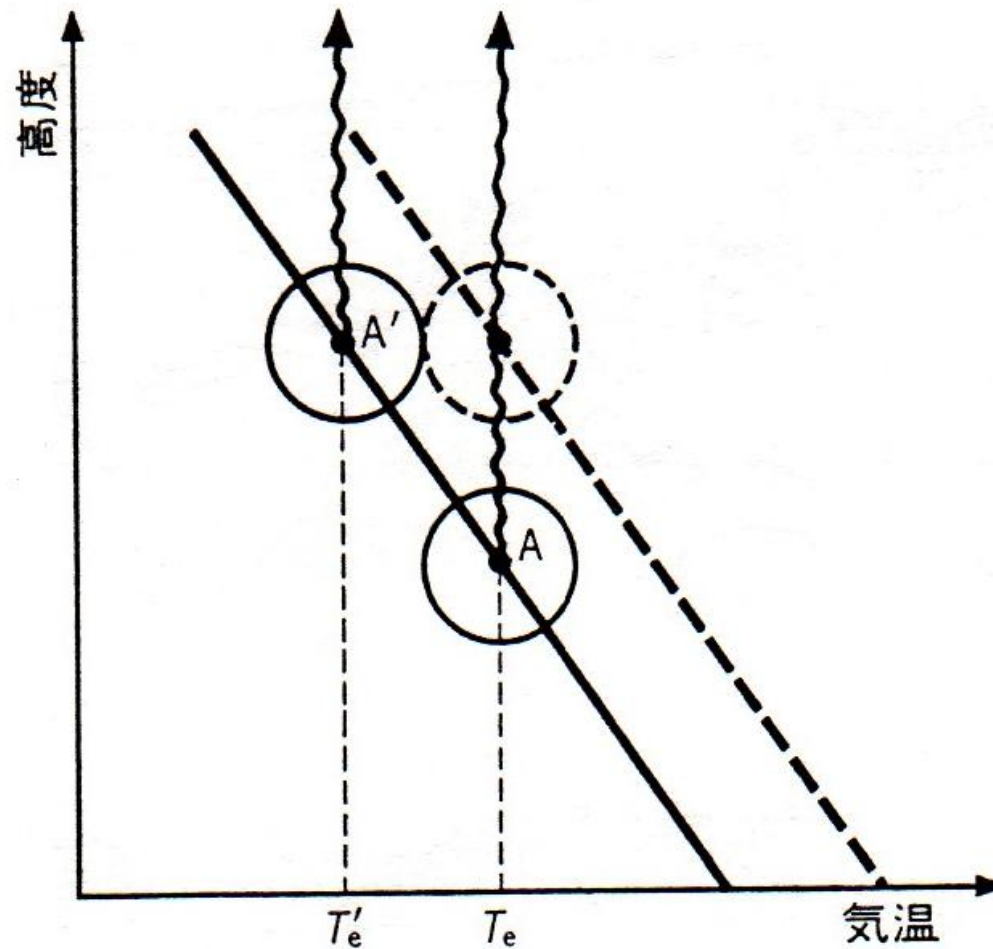


図 3 大気中の CO₂ 濃度増加が上向き大気放射と対流圏の気温に及ぼす影響を示す模式図.

「地球温暖化の仕組み」の復習

(1) 温室効果

2種類の放射に対する大気の透明度の違い

「短波放射」(主に可視域・近赤外域の波長での放射)

「長波放射」(主に赤外域の波長での放射)

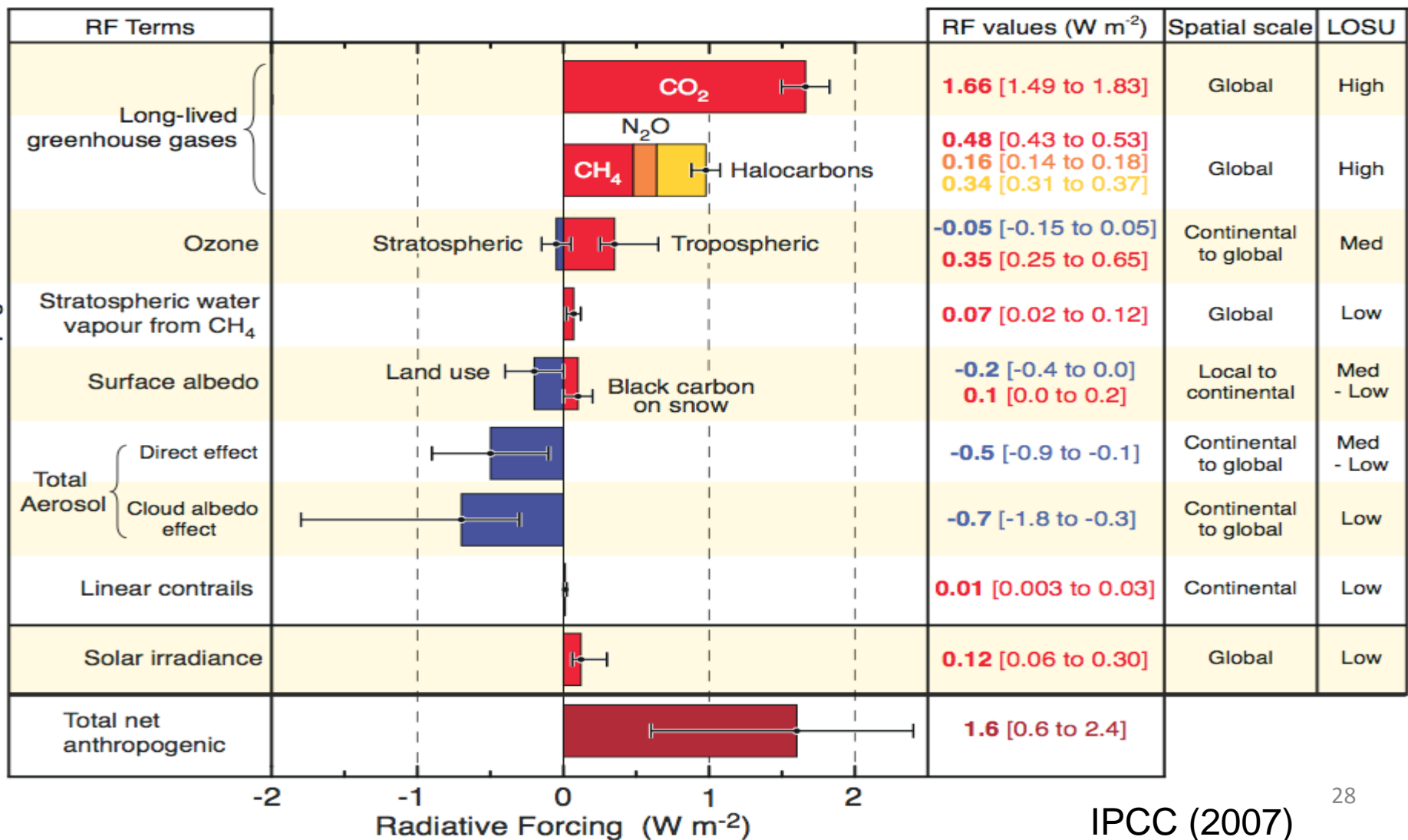
(2) 大気中の温室効果ガスが増加→

地表面の温度が上昇

大気中で温室効果ガス濃度が増加した状態において、その直接効果のみを考慮した場合(すなわち、フィードバックを考慮しない場合)、地表面の温度が上昇した状態となる。

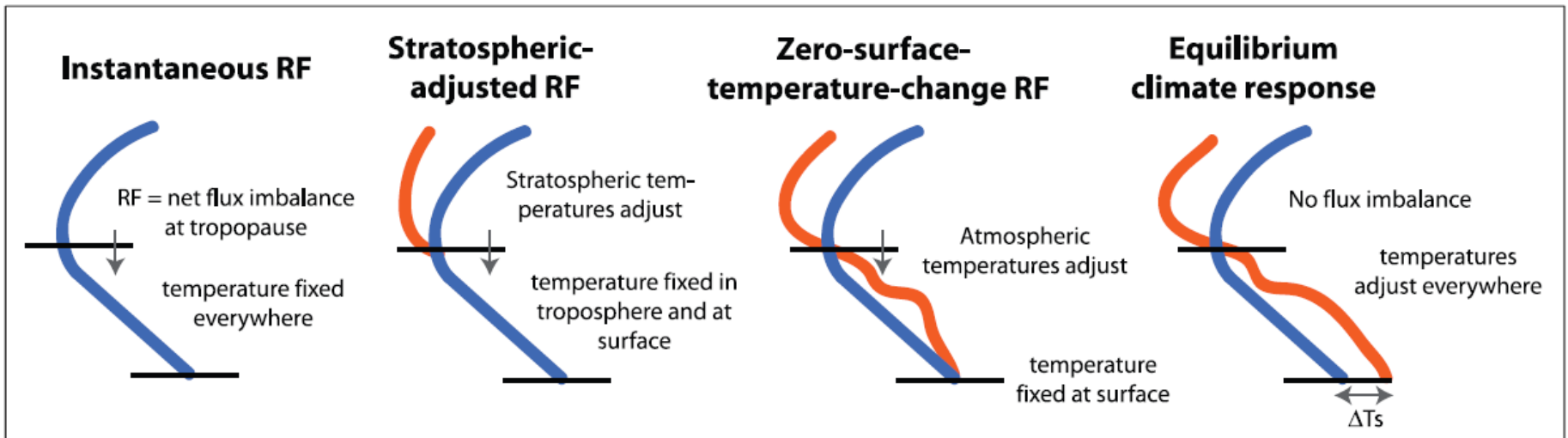
Global-average radiative forcing estimates and ranges

Radiative Forcing Components



©IPCC 2007: WG1-AR4

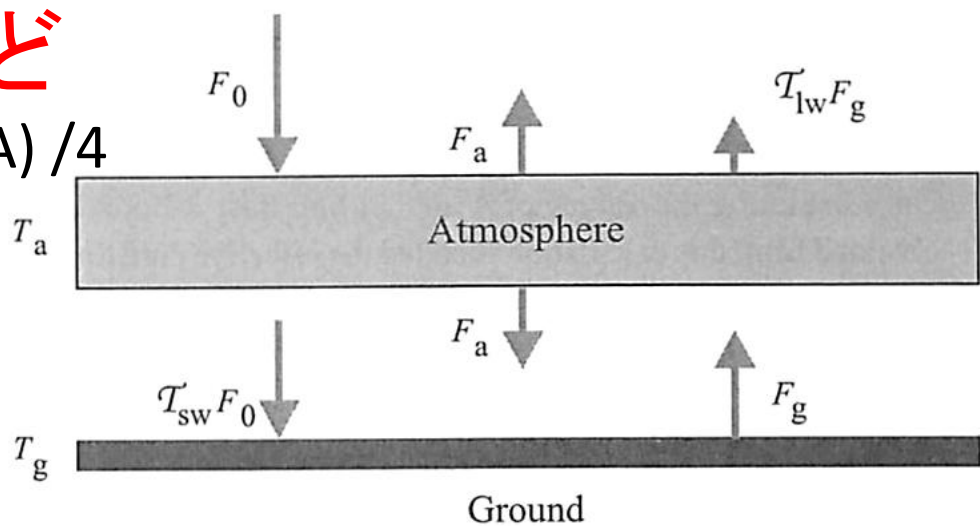
放射強制力 (Radiative Forcing)



IPCC (2007)

フィードバックなど

$$F_g = \sigma T_g^4 = F_0 \frac{1 + \tau_{sw}}{1 + \tau_{lw}} \quad F_0 = S(1-A)/4$$



[ケース 2] $\Delta x > 0 \rightarrow \Delta \tau_{lw} < 0,$
 $\Delta A \neq 0$

温室効果ガス濃度が増加 ($\Delta x > 0$)



(1) 長波に対する透過率が減少

$$\rightarrow \Delta \tau_{lw} < 0$$

(2) 上記 (1) をきっかけとしてアルベドが変化

$$\rightarrow \Delta A \neq 0$$

(例: 雲・雪氷が変化)

- ice – albedo feedback
- 水蒸気フィードバック
- Coupling: Carbon Cycle - Climate

$$4 \frac{\Delta T_g}{T_g} \cong - \frac{\Delta \tau_{lw}}{1 + \tau_{lw}} + \frac{\Delta \tau_{sw}}{1 + \tau_{sw}} - \frac{\Delta A}{1 - A} + \frac{\Delta S}{S}$$

←放射バランス(平衡)

$\Delta T_g > 0$???? 気候モデル (3次元)

$$\tau_{lw}(x(T_g))$$

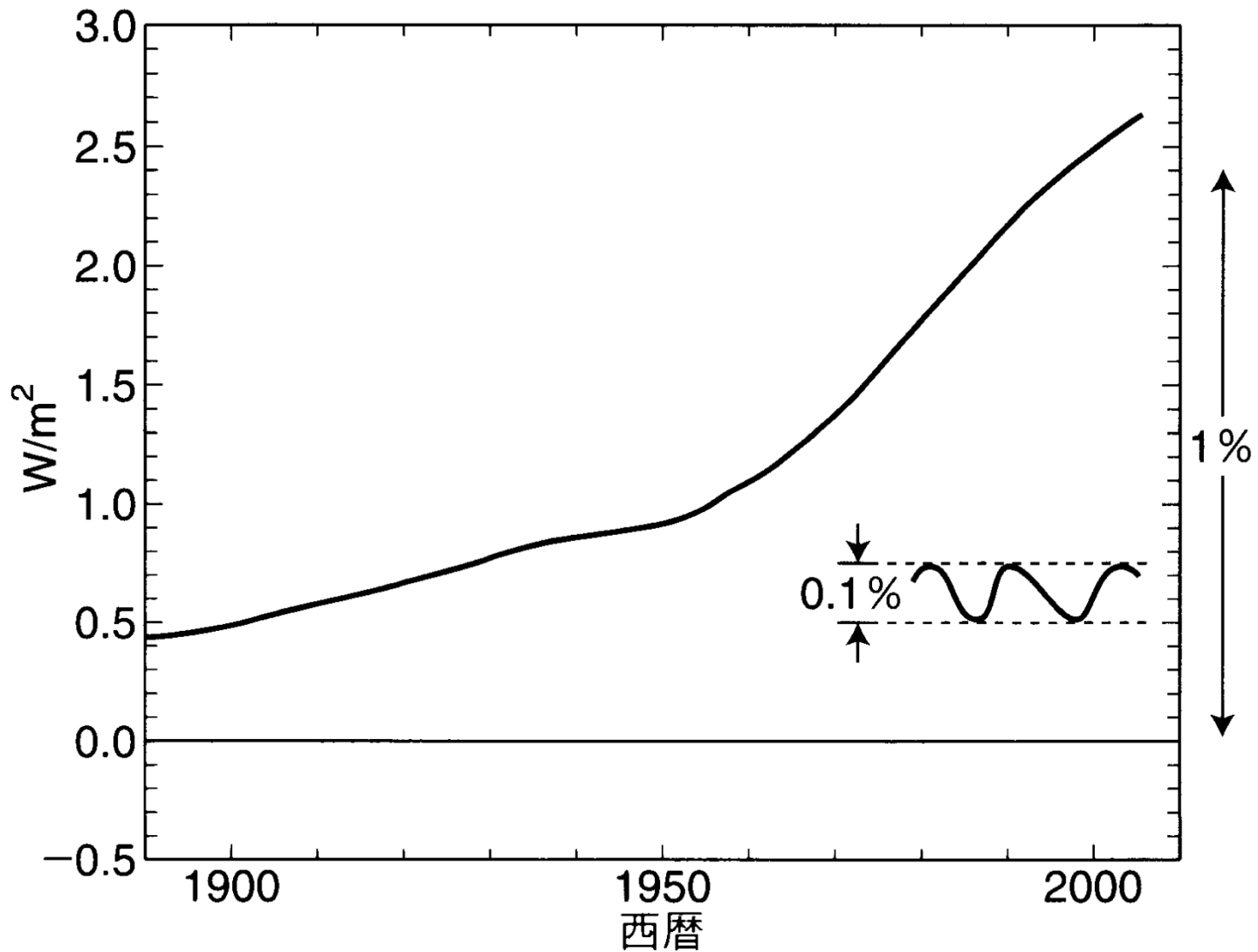


図4——20世紀中の温室効果ガスの放射強制力の増加と近年の衛星観測による太陽放射変動との比較. 矢印は反射分を除いた平均日射量を単位としたスケール.

話の概要

0 はじめに

1 地球温暖化に関する観測事実

- ・大気中の温室効果ガスの過去の増加
- ・地上気温・海面水位・積雪面積などの過去の変化

2 地球温暖化問題の科学的理解の基礎

- ・温室効果のメカニズム
- ・温室効果ガスの大気中の増加による地表付近大気の昇温のメカニズム

3 過去の気候変化における人間活動の影響の検出

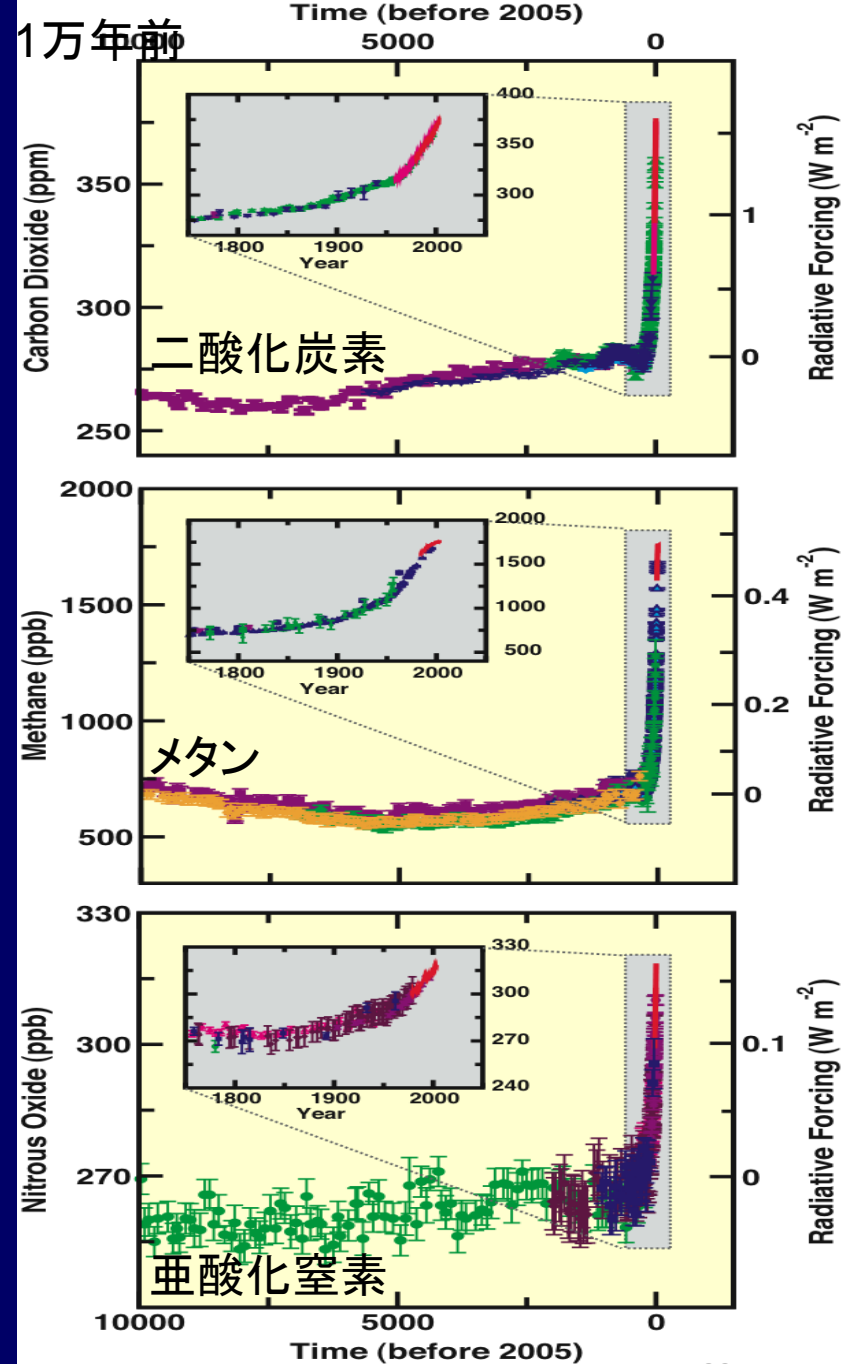
- ・20世紀の大気中の温室効果ガスなどの変化
- 気候モデル→20世紀の地上気温の変化

Human and Natural Drivers of Climate Change

CO₂, CH₄ and N₂O Concentrations

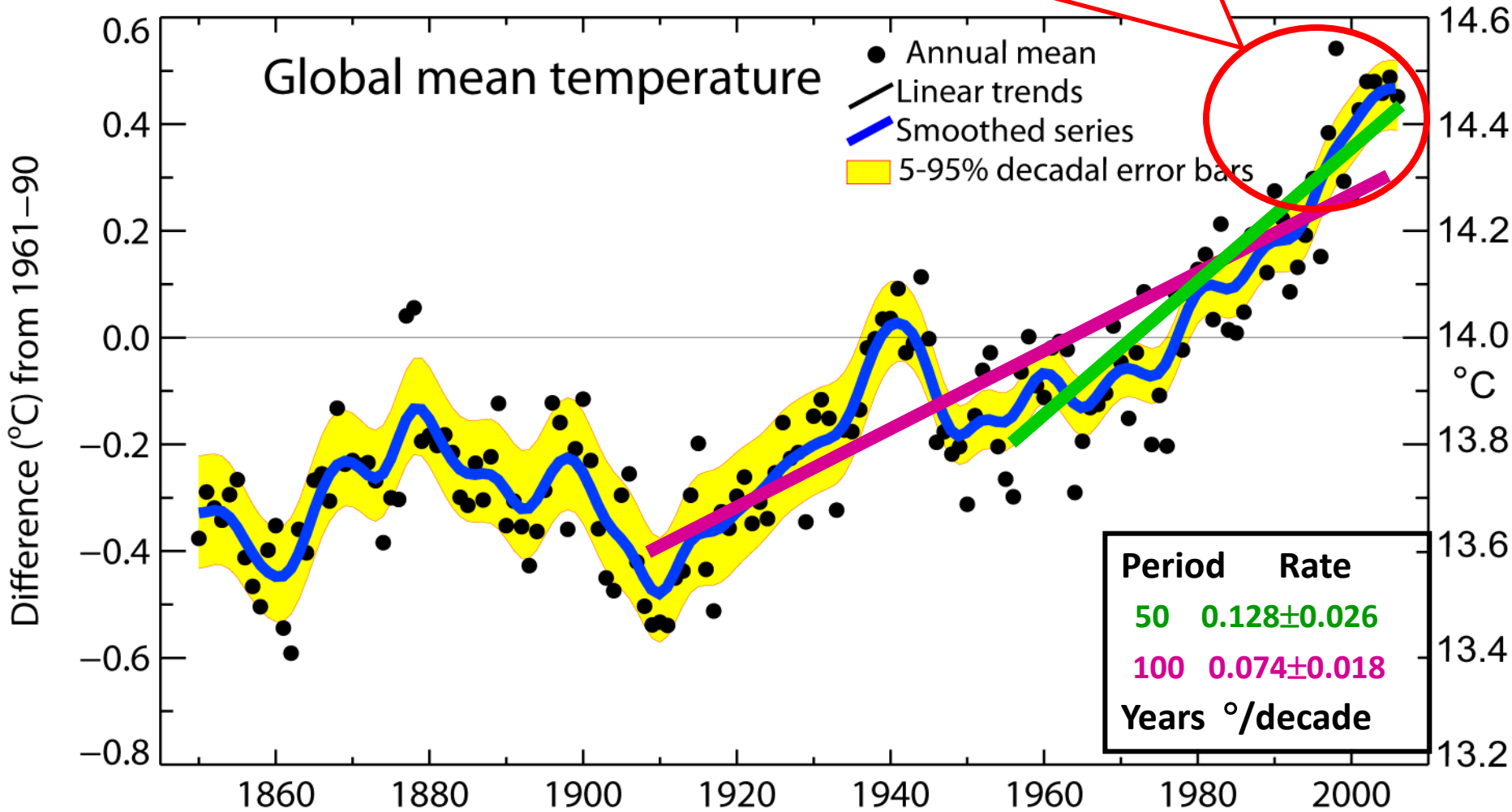
- far exceed pre-industrial values
- increased markedly since 1750 due to human activities

Relatively little variation before the industrial era



Global mean temperatures are rising faster than in the past

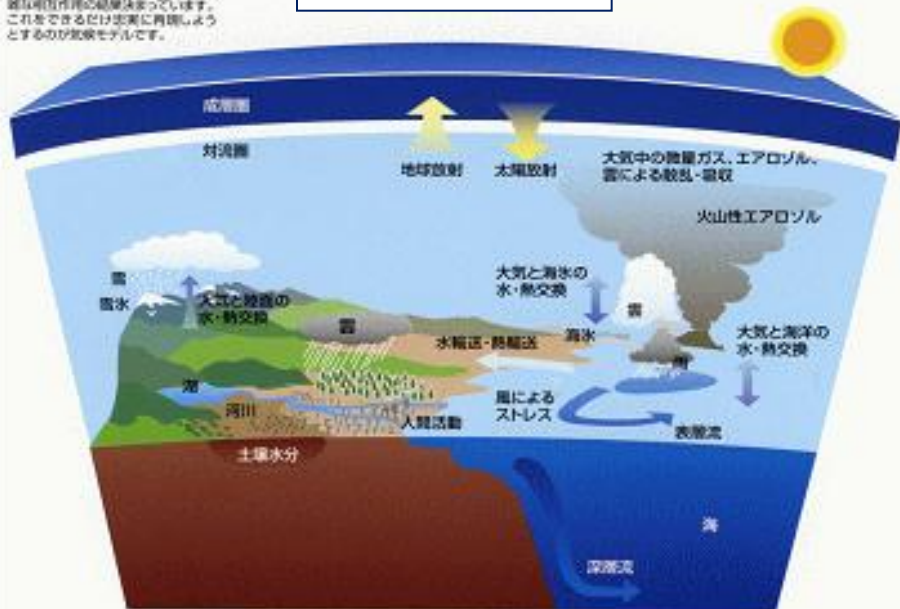
Warmest 12 years:
 1998, 2005, 2003, 2002, 2004, 2006,
 2001, 1997, 1995, 1999, 1990, 2000



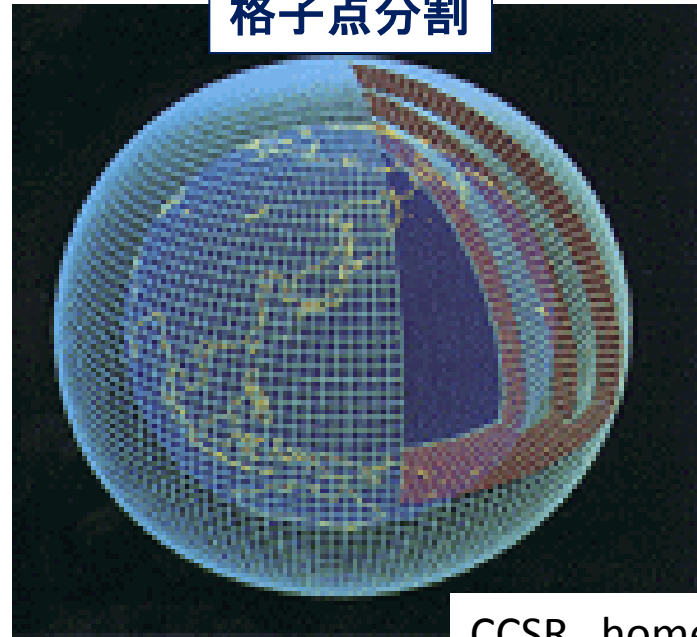
気候モデル 「コンピュータの中の地球」

気候システム

図1: 気候システムの概念図
気候はさまざまなプロセスの間の複雑な相互作用の結果決まります。これをできるだけ忠実に再現しようとするのが気候モデルです。

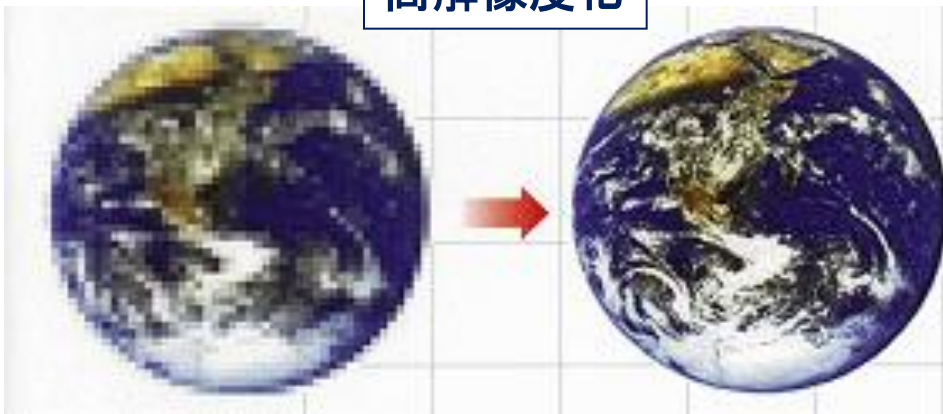


格子点分割



CCSR homepage

高解像度化



基礎方程式

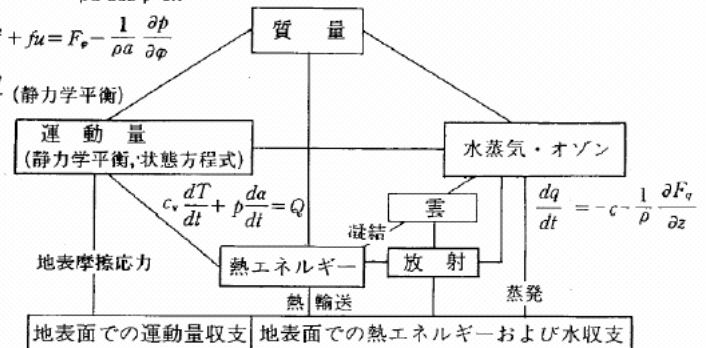
$$\frac{d\varphi}{dt} + \rho \left(\frac{1}{a \cos \varphi} \frac{\partial u}{\partial \lambda} + \frac{1}{a \cos \varphi} \frac{\partial v \cos \varphi}{\partial \varphi} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) = 0$$

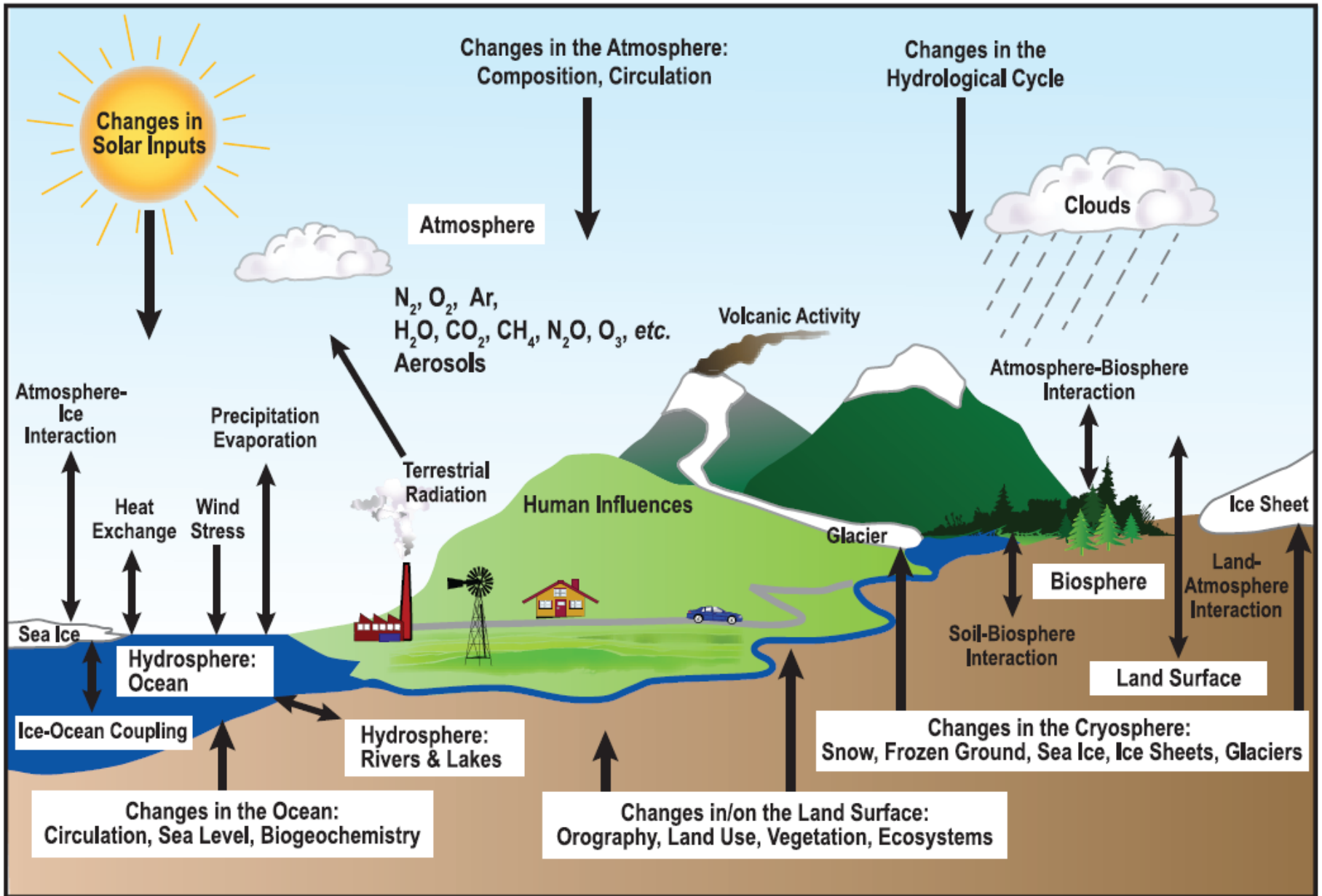
$$\frac{du}{dt} - \frac{\tan \varphi}{a} uv - fv = F_x - \frac{1}{\rho a \cos \varphi} \frac{\partial p}{\partial \lambda}$$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{\tan \varphi}{a} u^2 + fu = F_y - \frac{1}{\rho a} \frac{\partial p}{\partial \varphi}$$

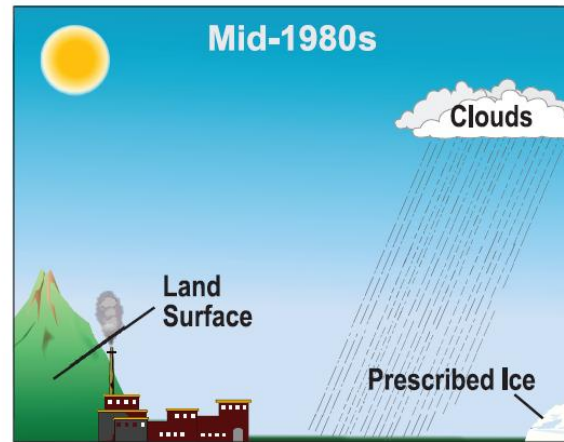
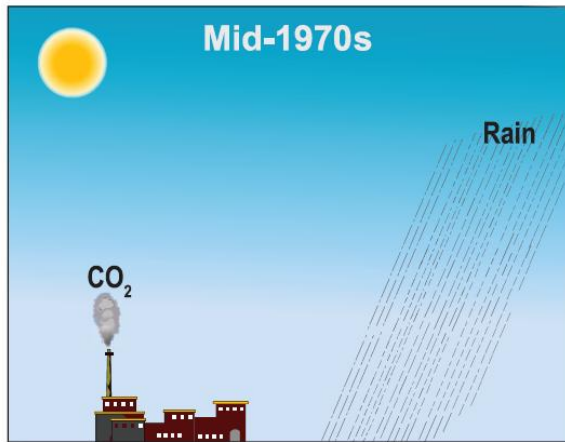
$$0 = -g - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} \quad (\text{静力学平衡})$$

$$p = \rho RT$$

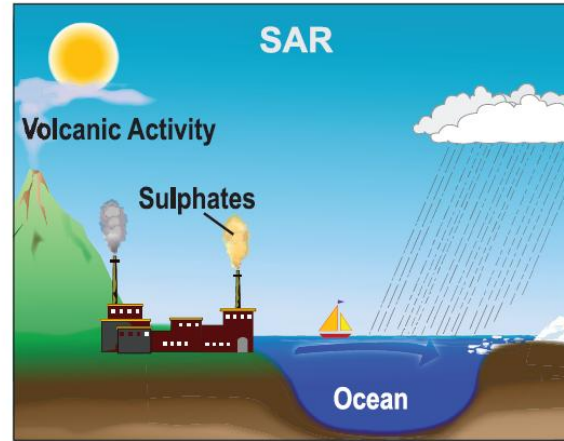
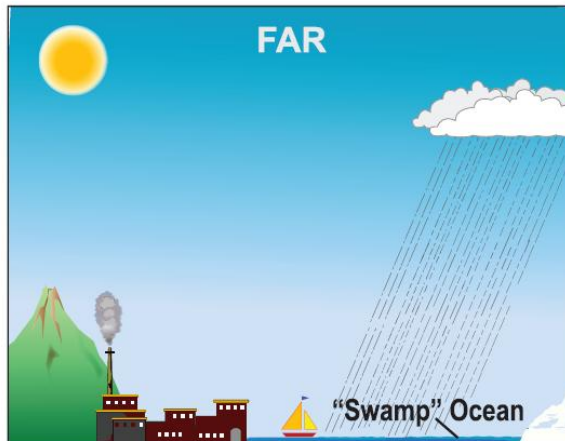




過去数十年における 気候モデルの複雑さの増加

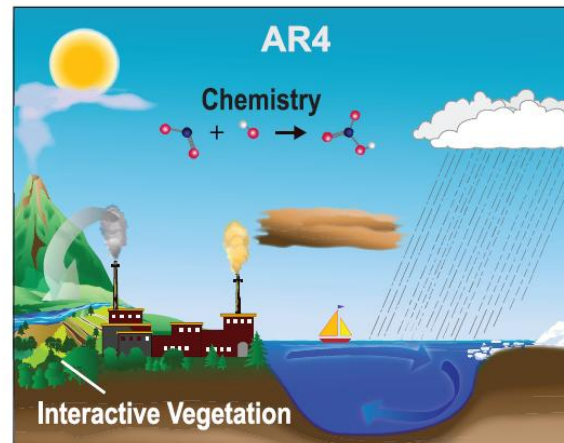
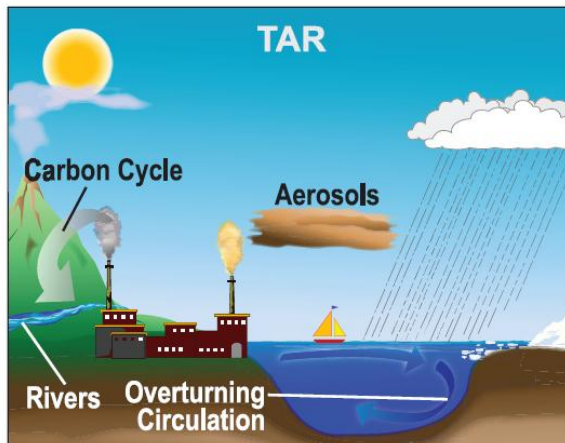


1990



1995

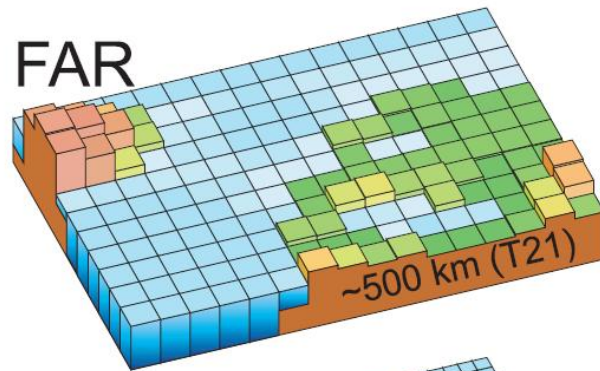
2001



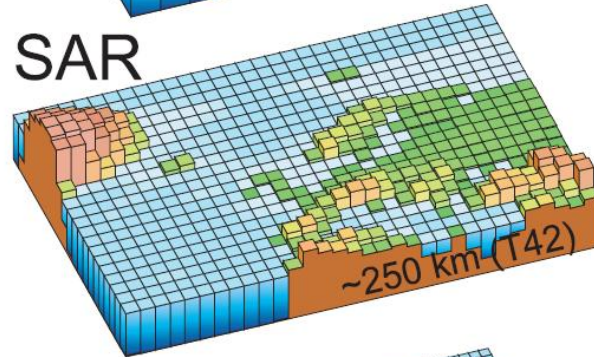
2007

IPCC (2007)

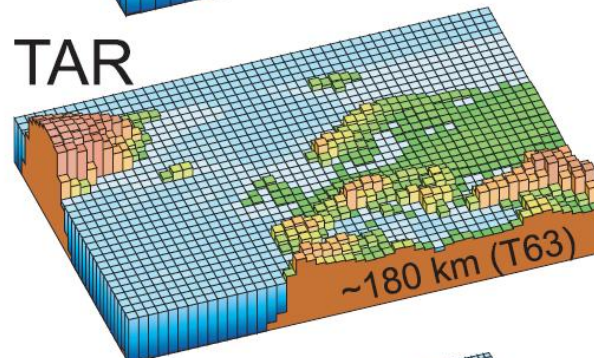
1990



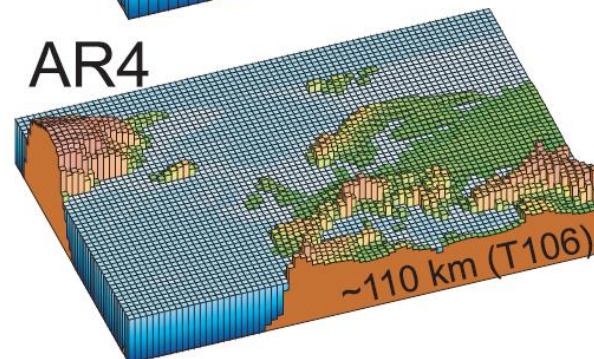
1995



2001



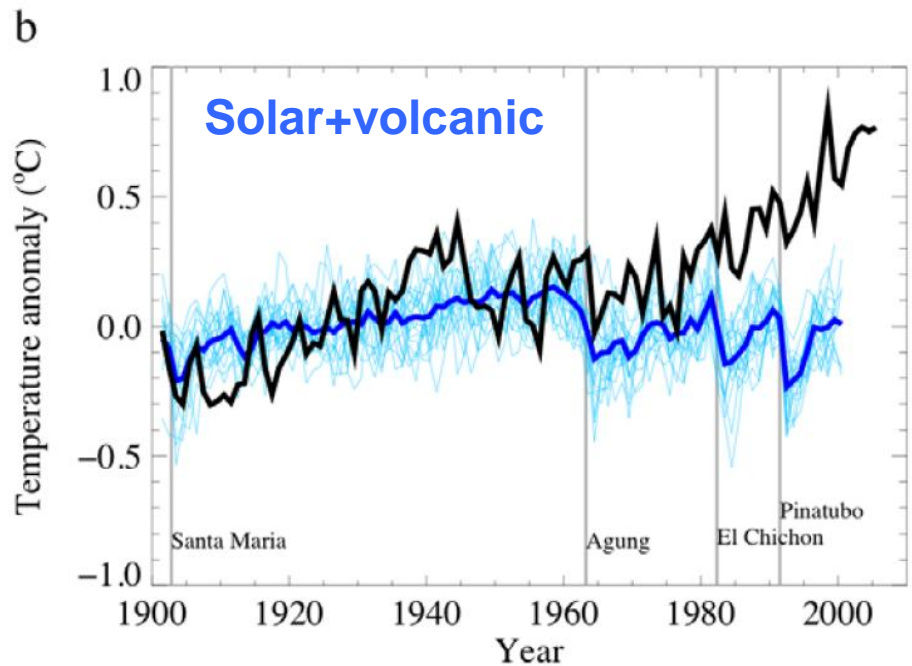
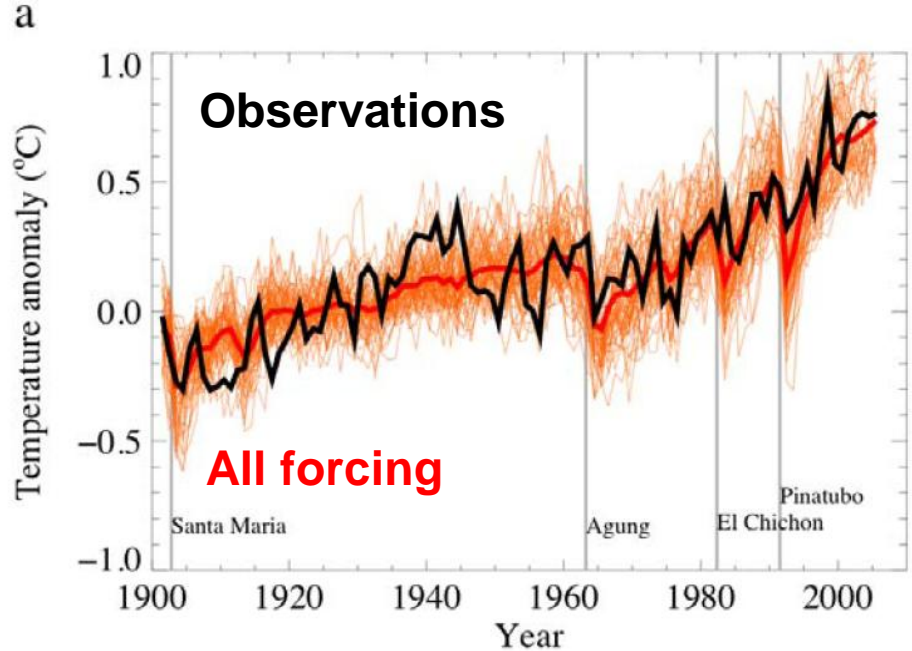
2007



Higher
resolution of
climate models

Attribution

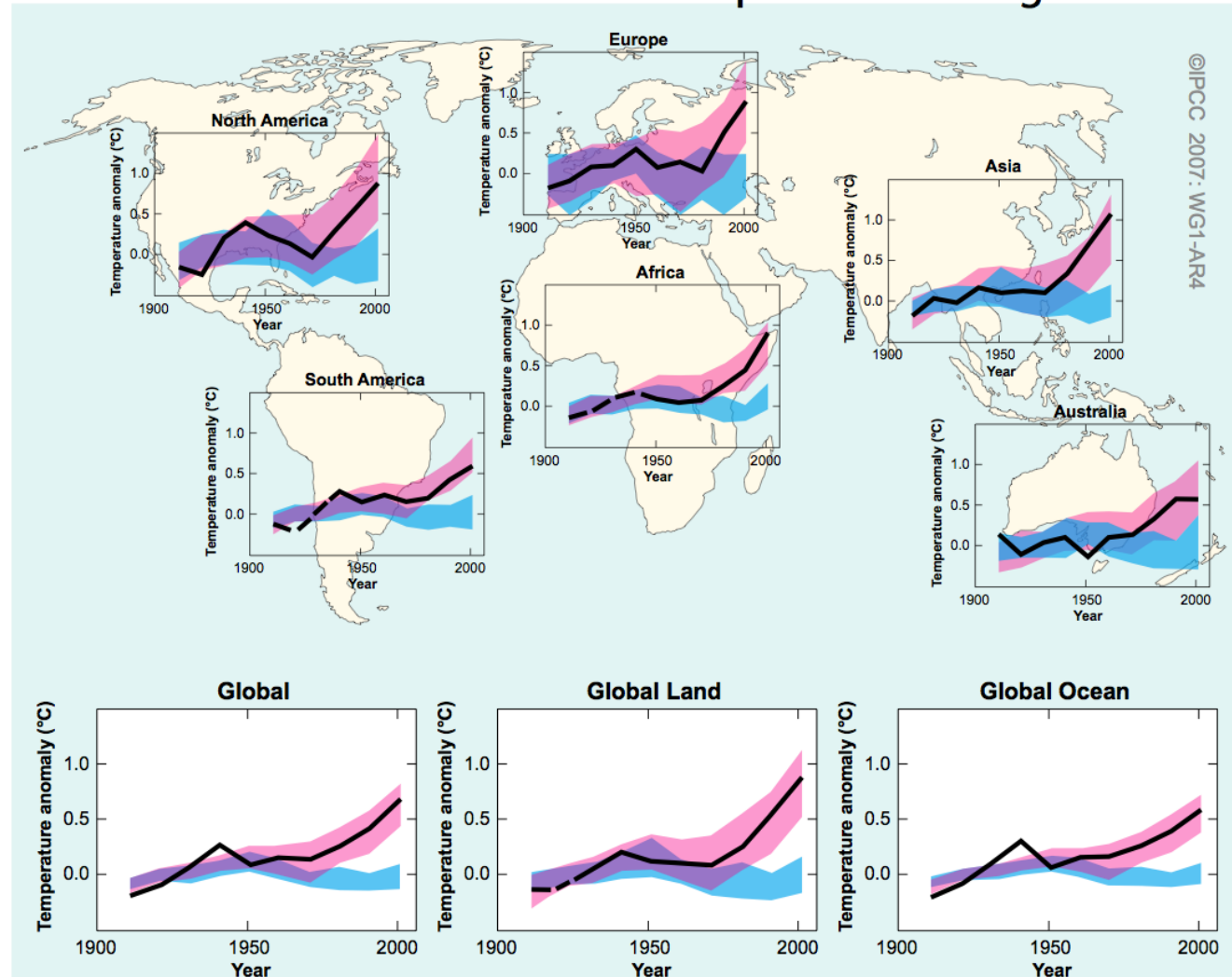
- are observed changes consistent with
 - expected responses to forcings
 - inconsistent with alternative explanations



Understanding and Attributing Climate Change

Continental warming
likely shows a significant anthropogenic contribution over the past 50 years

Global and Continental Temperature Change



20世紀の気候変化：IPCC AR4 (2007)

大気中の温室効果ガス等の産業革命以来から現在までの変化によってもたらされた気候変化に関するIPCC AR4の結論の一つ

Most of the observed increase in global average temperatures since the mid-20th century is *very likely* due to the observed increase in anthropogenic greenhouse gas concentrations. This is an advance since the TAR's conclusion that “most of the observed warming over the last 50 years is *likely* to have been due to the increase in greenhouse gas concentrations”. Discernible human influences now extend to other aspects of climate, including ocean warming, continental-average temperatures, temperature extremes and wind patterns.
(IPCC Working Group I AR4 のSPMから原文のまま引用)

20世紀の気候変化と人間活動

現在の気候科学の知識体系は、
地球温暖化問題で問題としている数百年の時間スケールにおいて、

人間活動に起因して大気中の温室効果ガスの量が増えた時に、雲の変化とその変化の放射効果を代表とする種々の過程に関する知識の不確定性を考慮した上で、地球全体平均の地上気温が上昇することを支持している。

また、人為起源の外力と自然起源の外力に対する気候システム(自身、内的自然変動する)の応答の結果、観測された20世紀の地上気温などの気候変数の時空間変化が起こったことを支持している。

- 地球温暖化「予測」シミュレーションの映像:
チームマイナス6%のホームページより公開
(2008.12.20 -)

<http://www.team-6.jp/cc-sim/>

END

付録: IPCC

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

「気候変動に関する政府間パネル」

世界気象機関 (WMO: World Meteorological Organization)

国連環境計画 (UNEP: United Nations Environment Programme)

1988年に設立



科学アセスメント(評価)に基づく科学的知見

「気候変動に関する国際連合枠組条約」 リオ・サミット (1992)

(UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change)

注) 京都議定書 (Kyoto Protocol)

採択: 1997年

UNFCCC 第3回締約国会議

(COP3: The Third Conference of the Parties)

発効: 2005年

climate change (気候変化(気候変動))という言葉

UNFCC: 人間活動による全地球大気の組成変化に直接的あるいは間接的に起因する気候の変化; その変化と同程度の期間に観測される自然に起こる気候変動 (natural climate variability) に付け加わるもの

IPCC: 自然変動に因るものであれ、人間活動の結果に因るものであれ、気候の変化全て

人間活動に起因する全地球の大気組成の変化
= 大気中に留まる温室効果ガスとエアロゾルの量の変化
(産業革命以来の人間活動による温室効果ガス(とエアロゾル)の排出量が、海や陸面植生などの自然が持つ吸収能力を上回って増加したため)



長期間平均した全地球平均の地上気温の上昇



地球温暖化 = 地球環境問題

IPCCの3つの作業部会 (Working Group)

- Working Group I: 気候システムおよび気候変化の科学的側面のアセスメント
- Working Group II: 気候変化に対する社会経済および自然のシステムの脆弱性、気候変化の否定的なあるいは肯定的な影響、気候変化に対して適応するための選択 (options) のアセスメント
- Working Group III: 温室効果ガス排出を抑制するための、ないしは、気候変化を緩和するための選択 (options) のアセスメント

IPCC アセスメント報告書

- 1990年 : First Assessment Report (FAR)
- 1995年 * : Second Assessment Report (SAR) (* : 出版は1996年)
- 2001年 : Third Assessment Report (TAR)
- 2007年 : Fourth Assessment Report (AR4)
- ~2013年 : Fifth Assessment Report (AR5)

注) 専門家による査読が行われている (peer reviewed) 科学雑誌に掲載された論文および出版された本などの文献に基づくアセスメント

IPCC第4次報告書 (AR4) について

IPCC AR4の本 (Cambridge University Press, 2007年) の題名

- (1) Climate Change 2007: **The Physical Science Basis**.
Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC.
- (2) Climate Change 2007: **Impacts, Adaptation and Vulnerability**.
Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC.
- (3) Climate Change 2007: **Mitigation of Climate Change**.
Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC
- (4) AR4 **Synthesis Report**

IPCCホームページ (<http://www.ipcc.ch/>) からダウンロード可能

注) 第5次報告書 (AR5: Fifth Assessment Report) : ~2013

IPCC Working Group I AR4 全般について

“The Physical Science Basis” :

(1) 地球温暖化に関する自然科学分野における人類の英知を現時点において結集

(2) 広く気候科学全般においても、重要な知見のまとめ

総ページ数、996ページ

共同議長 (Co-chair) 2名、Susan Solomon (米国)、Dahe Qin (中国)

執筆者 (Lead Author) 総数、143名 (うち、日本から6名、米国から35名)

執筆に貢献した科学者の総数、620名 (うち、日本から26名、米国から227名)

査読した科学者の総数、642名 (うち、日本から41名、米国から191名)

執筆者会合 (lead author meetings) : 2004-2006に4回

査読 (科学の専門家、各国政府、国際機関) : 2回

「政策決定者向け要約 (SPM: Summary for Policymakers) 」(18ページ)

2007年1月末-2月初, 一字一句を追って (line-by-line)、承認