

# 地球温暖化と都市温暖化 (地球温暖化編)

1. 地球温暖化と都市温暖化は  
何が違うのか？
2. 地球温暖化の実態は？
3. 地球温暖化の原因は？
4. 地球温暖化の対策は？

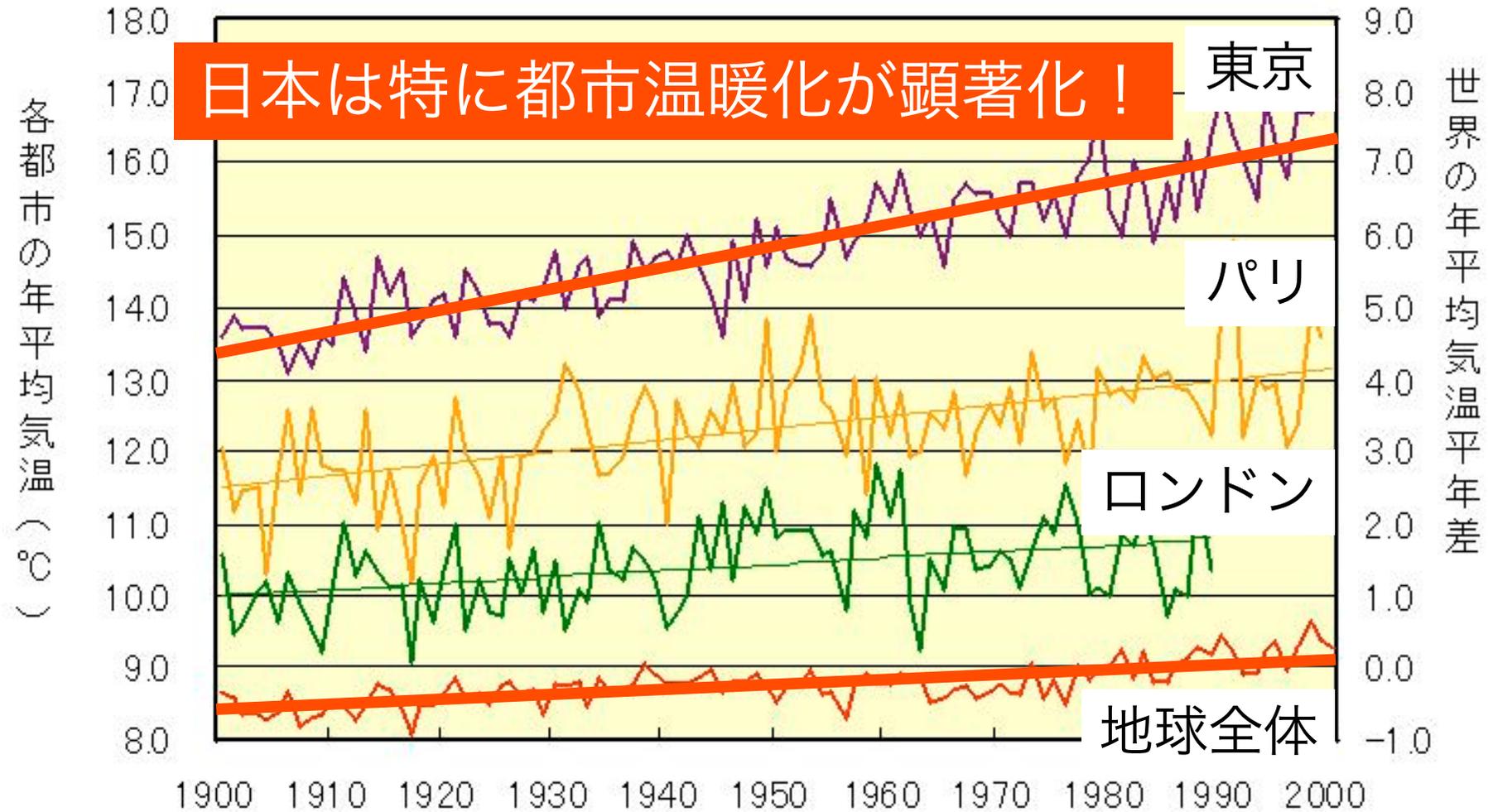
# 地球温暖化と都市温暖化 は何か違うのか？

1. 原因
2. 進行速度
3. 問題認識の歴史

# 地球温暖化と都市温暖化 の原因

- 地球温暖化  
温室効果ガスの過剰な増加
- 都市温暖化  
都市化に伴う熱収支の変化

# 地球温暖化と都市温暖化の進行速度



出典：気象庁・異常気象レポート2005

# 地球温暖化と都市温暖化 の問題認識

- 地球温暖化  
20世紀後半～
- 都市温暖化  
古代都市文明の頃から認識？

# Luke Howard (1772-1864)

- 気象学の父 (雲の分類の提唱)
- ロンドンのヒートアイランドの発見 (1820)

Night is 3.7° warmer  
... in the city than in  
the country.



<http://www.weatheronline.net.nz/reports/weatherbrains/Luke-Howard.htm>

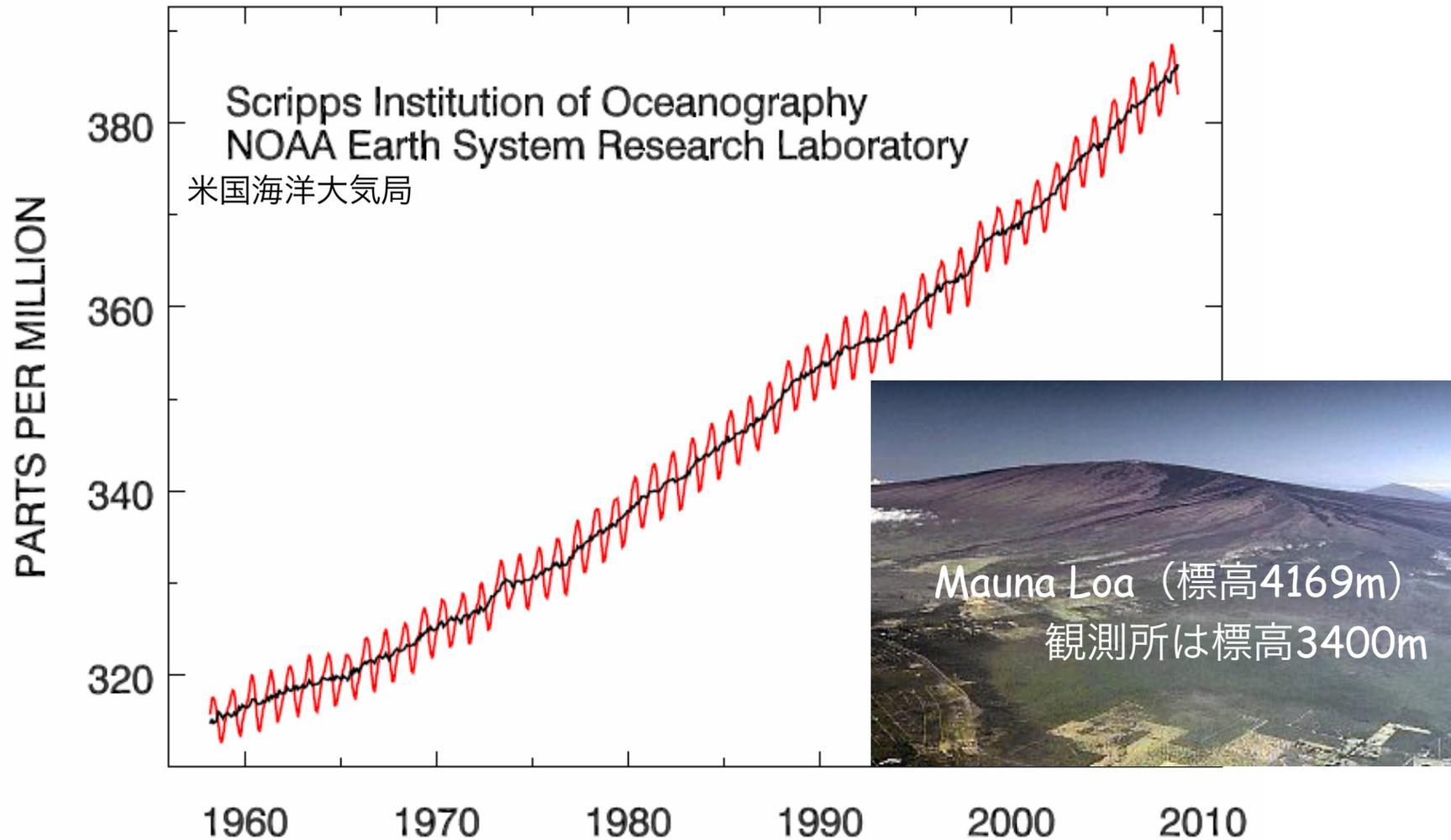
# Gilbert Plassの計算 (1956)

『 大気中の二酸化炭素が2倍になると地球上の平均気温は  
3.8°C上昇する 』

(近藤純正ホームページより引用)

# Keeling Curve (1958~)

Atmospheric CO<sub>2</sub> at Mauna Loa Observatory



出典：NOAA/ESRLホームページ

地球温暖化の実態は？



- Home
- About IPCC
- Meetings and Documentation
- IPCC Reports
- Graphics Presentations & Speeches
- Information for the press
- IPCC Glossary
- Links

At its 29th Session the IPCC reelected Dr. Pachauri Chair of IPCC and it elected a new IPCC Bureau and Task Force Bureau



**NEWS**  
**IPCC SESSION AT UN**  
25 September 2008

[Climate change and the achievements of the Millennium Development Goals](#)

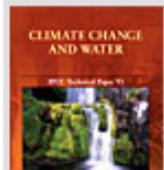
**IPCC 29th Plenary Session & IPCC 20th Anniversary**

**Geneva, Switzerland**

31 August - 4 September 2008



IPCC Technical Paper on Climate Change and Water



Full Document **New**

# CLIMATE CHANGE 2007 SYNTHESIS REPORT

1990年：第1次評估報告書

1995年：第2次評估報告書

2001年：第3次評估報告書

2007年：第4次評估報告書

WG1

WG2

WG3



A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

Warming of the climate system is **unequivocal**, as is now evident from observations of increases in global average air and ocean temperatures, widespread melting of snow and ice and rising global average sea level.

(AR4 Synthesis Report, p.30)

ヒマラヤ氷河 (1978年5月)



ヒマラヤ氷河 (1989年11月)



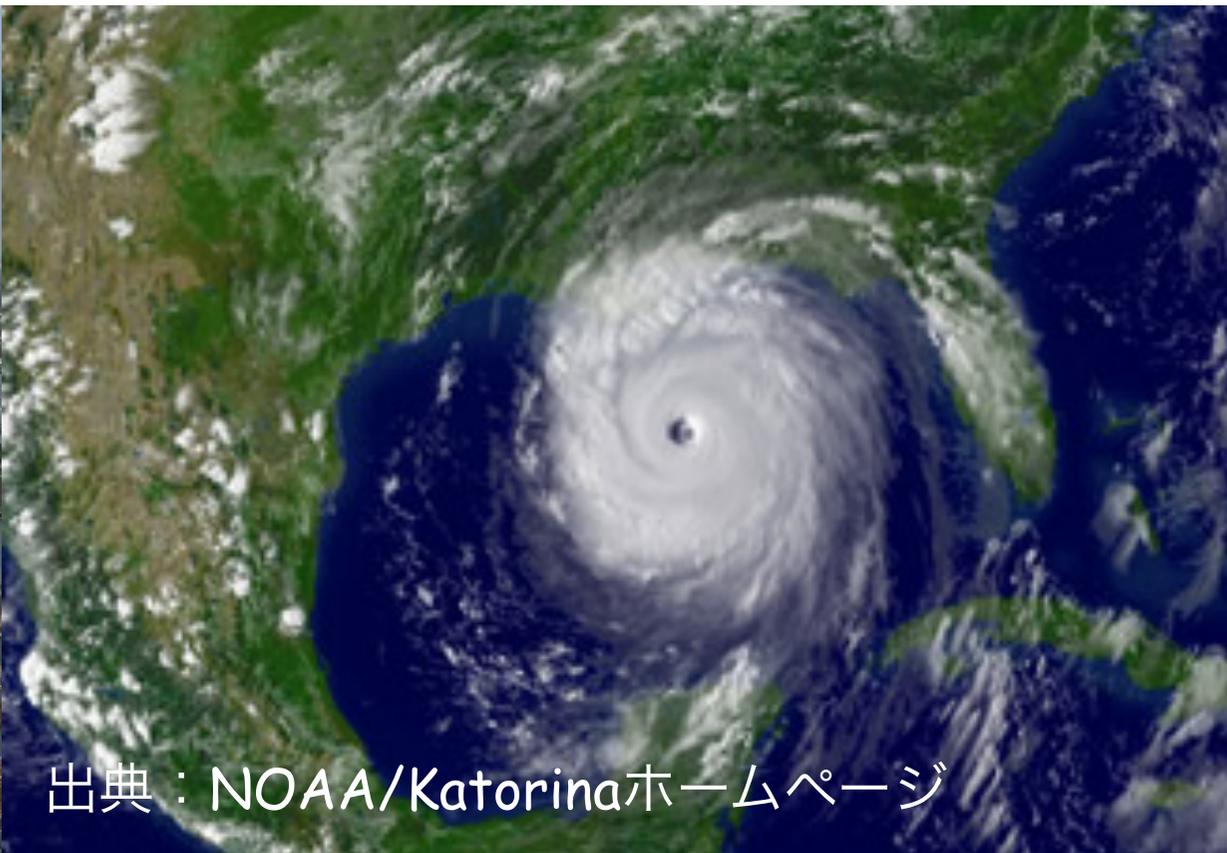
ヒマラヤ氷河 (1998年10月)



ヒマラヤ氷河 (2004年8月)



出典：名古屋大学・雪氷圏研究室

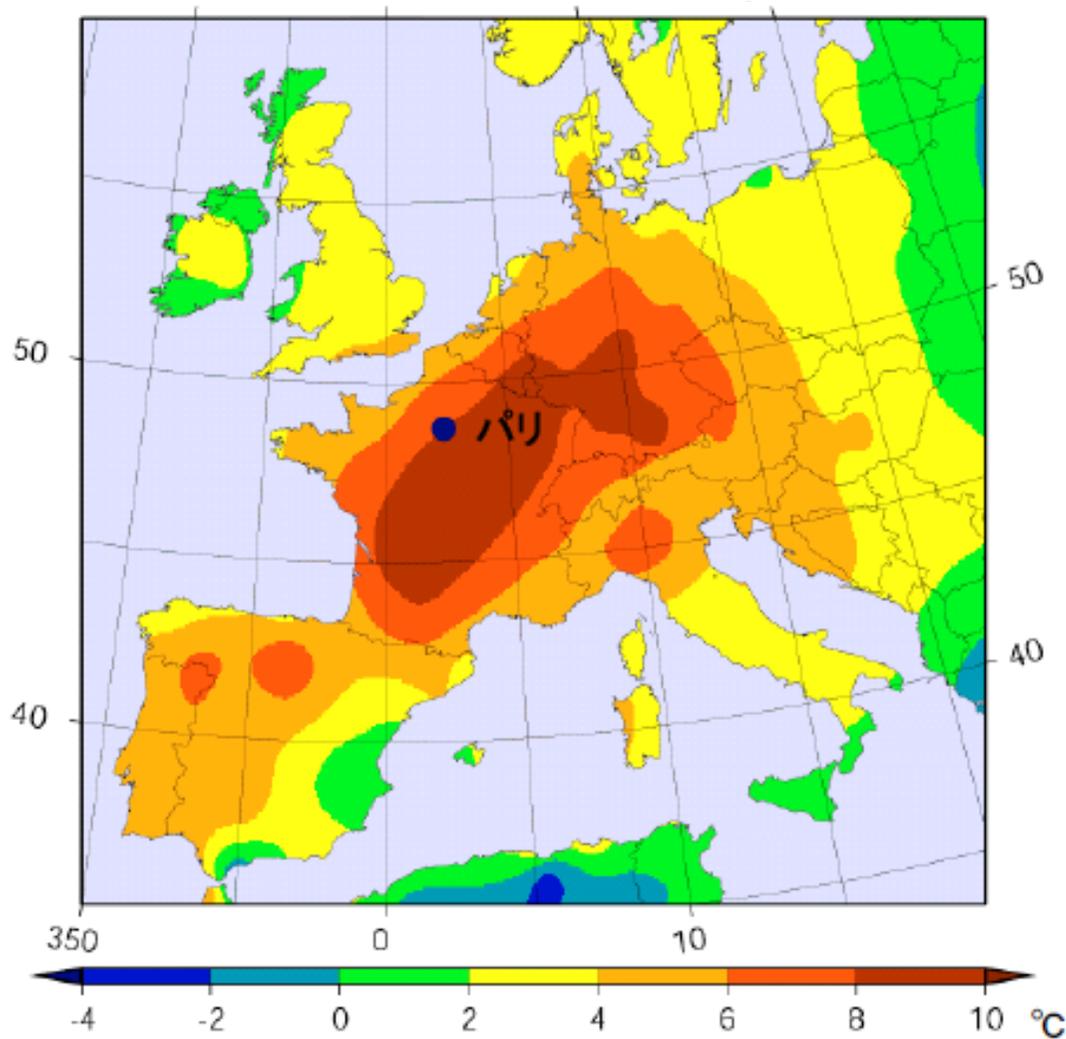


出典：NOAA/Katorinaホームページ



[http://www.photolibrary.fema.gov/photolibrary/photo\\_details.do?id=15022](http://www.photolibrary.fema.gov/photolibrary/photo_details.do?id=15022)

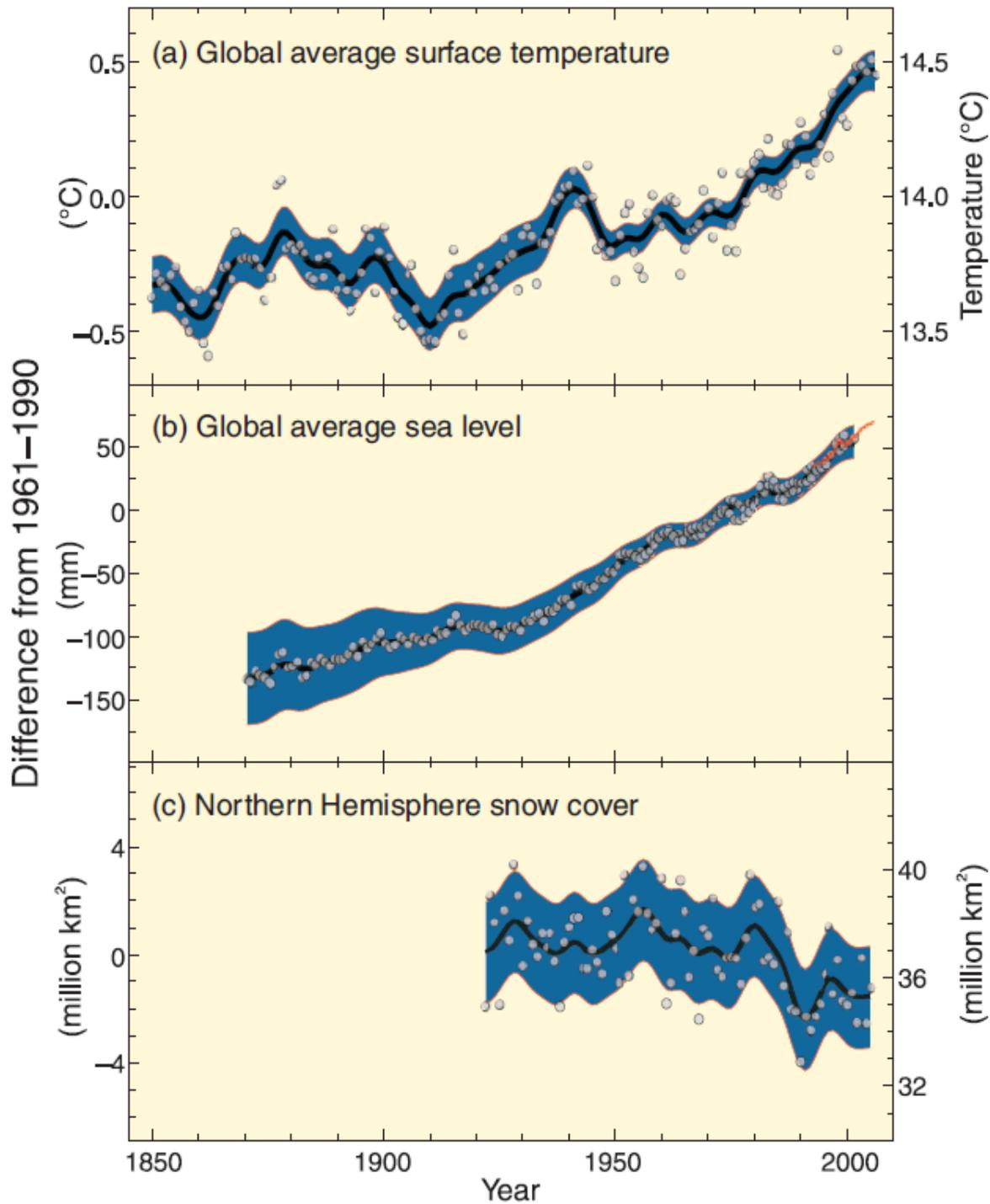
# 熱波



フランスで約1万5千人  
全ヨーロッパで約3万人  
の死者を記録

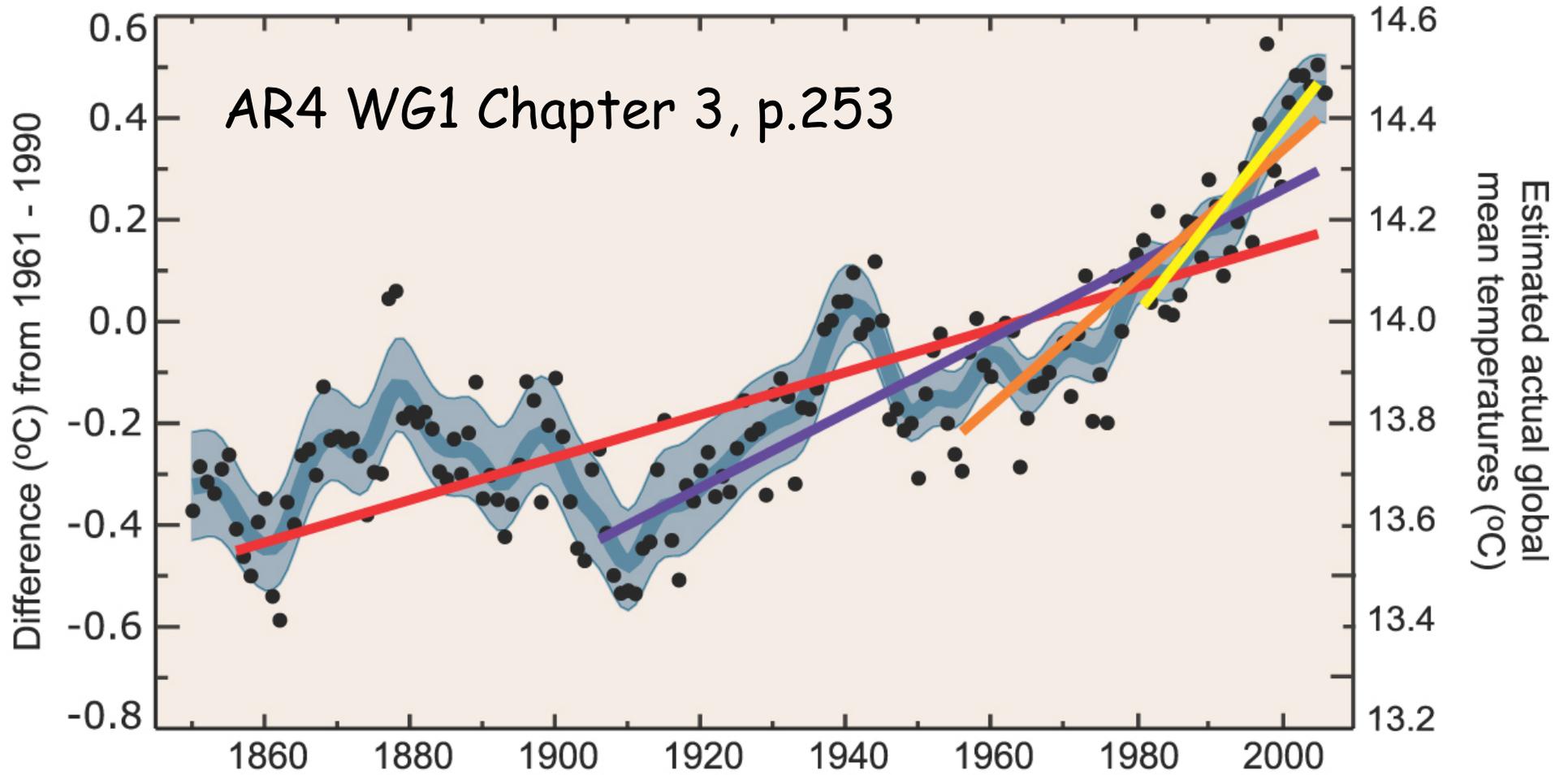
ヨーロッパの  
気温平年差分布  
(2003/8/1~14の平均)

出典：気象庁・異常気象レポート2005



AR4 Synthesis  
Report, p.31

# Global Mean Temperature



- Annual mean
- Smoothed series
- 5-95% decadal error bars

Period (Years)	Rate (°C per decade)
25	0.177±0.052
50	0.128±0.026
100	0.074±0.018
150	0.045±0.012

The 100-year linear trend (1906-2005) of **0.74** [0.56 to 0.92]°C is larger than the corresponding trend of 0.6 [0.4 to 0.8]°C (1901-2000) given in the TAR.

(AR4 Synthesis Report, p.30)

The temperature increase is widespread over the globe and is greater at higher northern latitudes.

Land regions have warmed faster than the oceans.

(AR4 Synthesis Report, p.30)

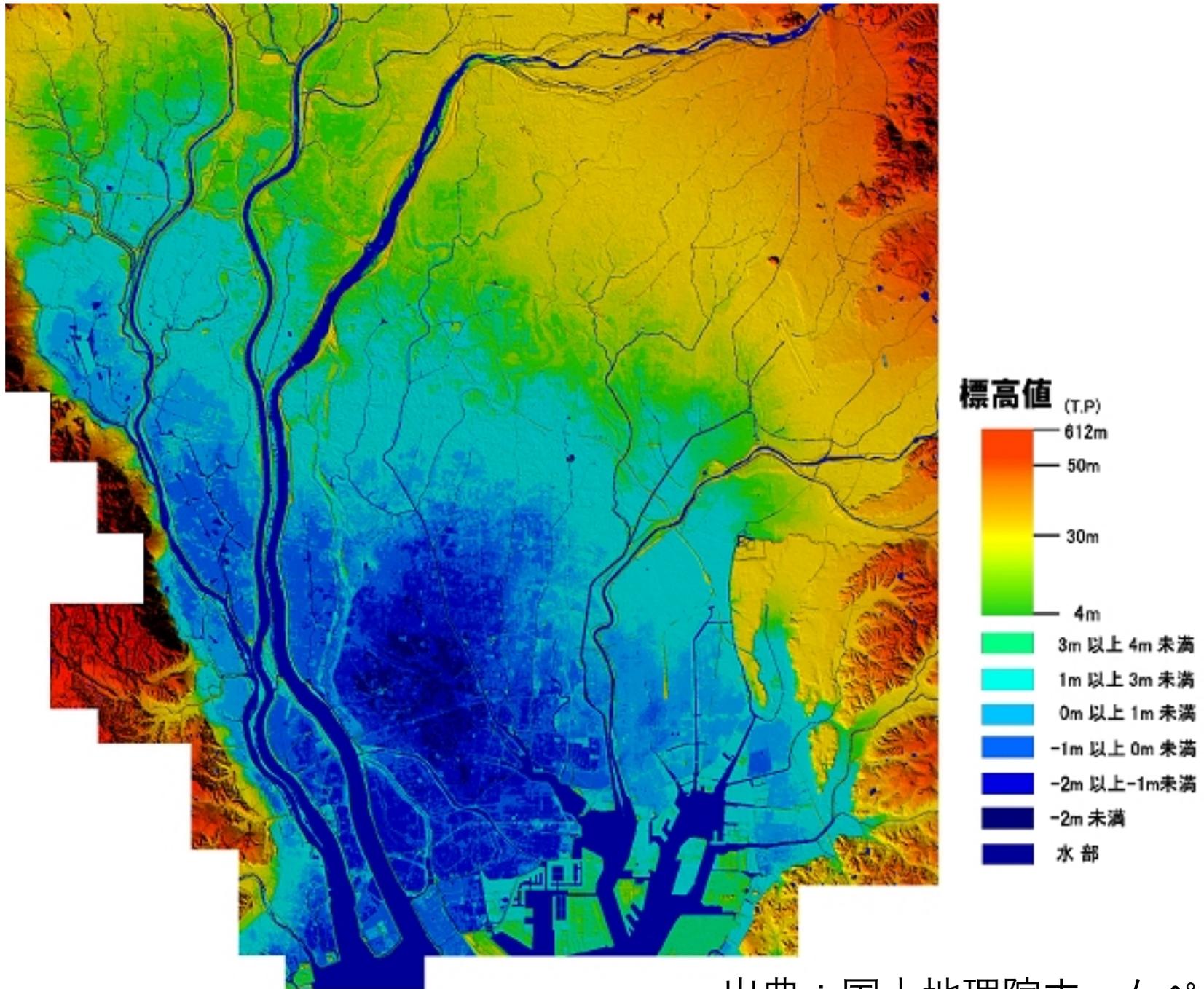
Source of sea level rise	Rate of sea level rise (mm per year)	
	1961–2003	1993–2003
Thermal expansion	0.42 ± 0.12	1.6 ± 0.5
Glaciers and ice caps	0.50 ± 0.18	0.77 ± 0.22
Greenland Ice Sheet	0.05 ± 0.12	0.21 ± 0.07
Antarctic Ice Sheet	0.14 ± 0.41	0.21 ± 0.35
Sum of individual climate contributions to sea level rise	1.1 ± 0.5	2.8 ± 0.7
Observed total sea level rise	1.8 ± 0.5 <sup>a</sup>	3.1 ± 0.7 <sup>a</sup>
Difference (Observed minus sum of estimated climate contributions)	0.7 ± 0.7	0.3 ± 1.0

AR4 WG1 SPM, p.7

# 地球温暖化が進むと・・・

- 海水面上昇
- 洪水地域・干ばつ地域の増加
- 異常気象（集中豪雨など）の増加
- 穀物生産の被害
- 熱中症や感染症などの健康被害
- 陸上・海の生態系の変化

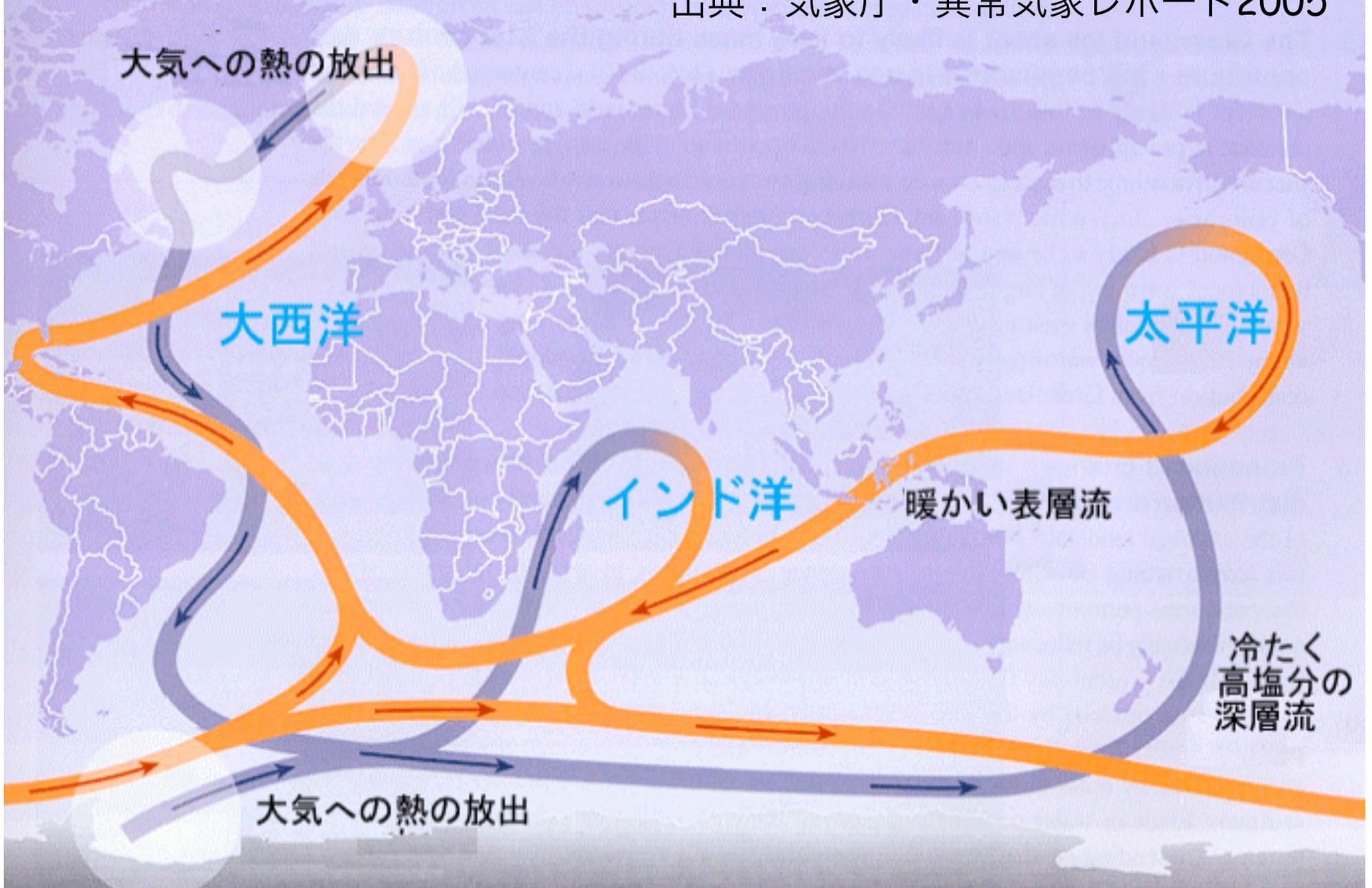
などが考えられている



出典：国土地理院ホームページ

# 全球の海洋循環

出典：気象庁・異常気象レポート2005

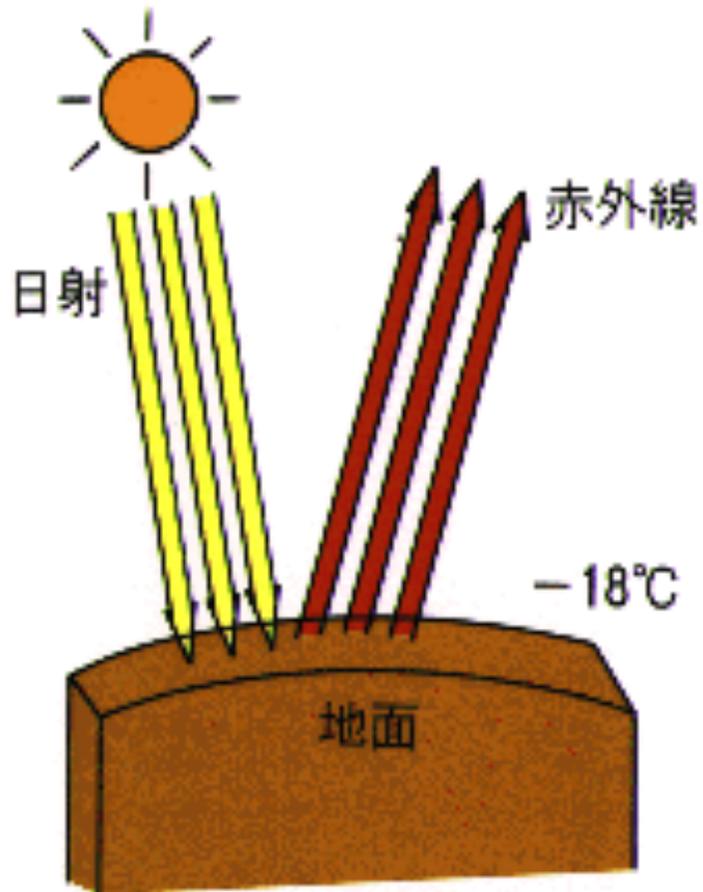


地球温暖化の原因は？

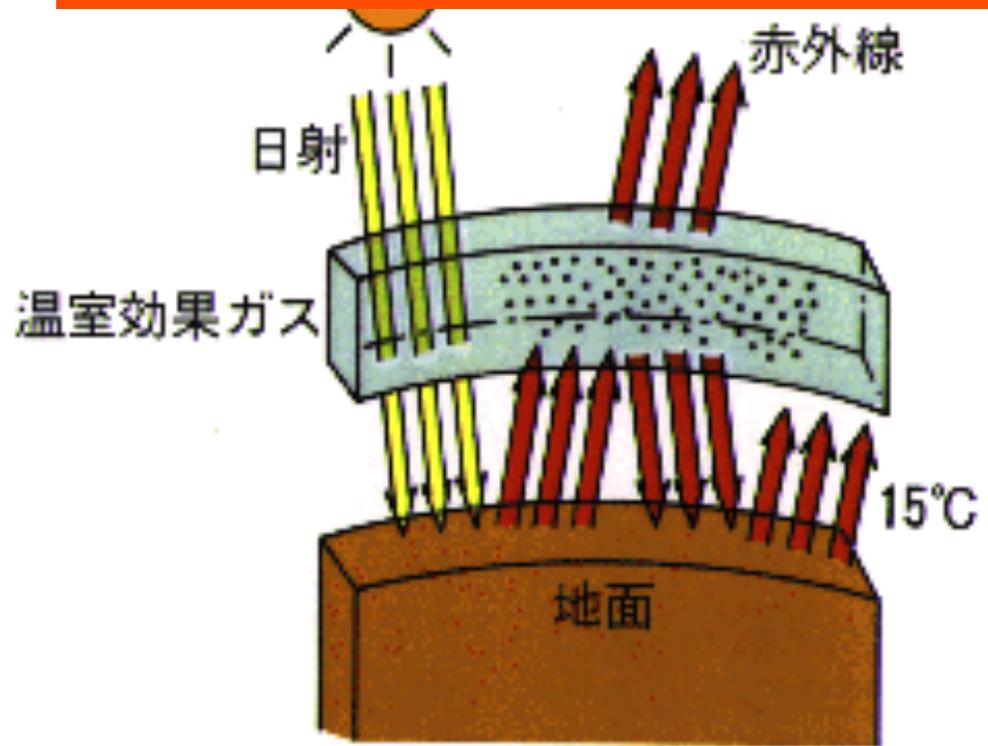
Most of the observed increase in global average temperatures since the mid-20th century is **very likely** due to the observed increase in anthropogenic GHG (greenhouse gas) concentrations.

(AR4 Synthesis Report, p.30)

日射（短波）は通過  
赤外放射（長波）は吸収



温室効果ガスがない場合



温室効果ガスがある場合

出典：東大CCSRホームページ

# 地球の温度を計算してみよう！

- 温室効果ガスがない場合
  - 地球が黒体と仮定できる場合
  - 地球が灰色体の場合（実際の場合）
- 温室効果ガスがある場合

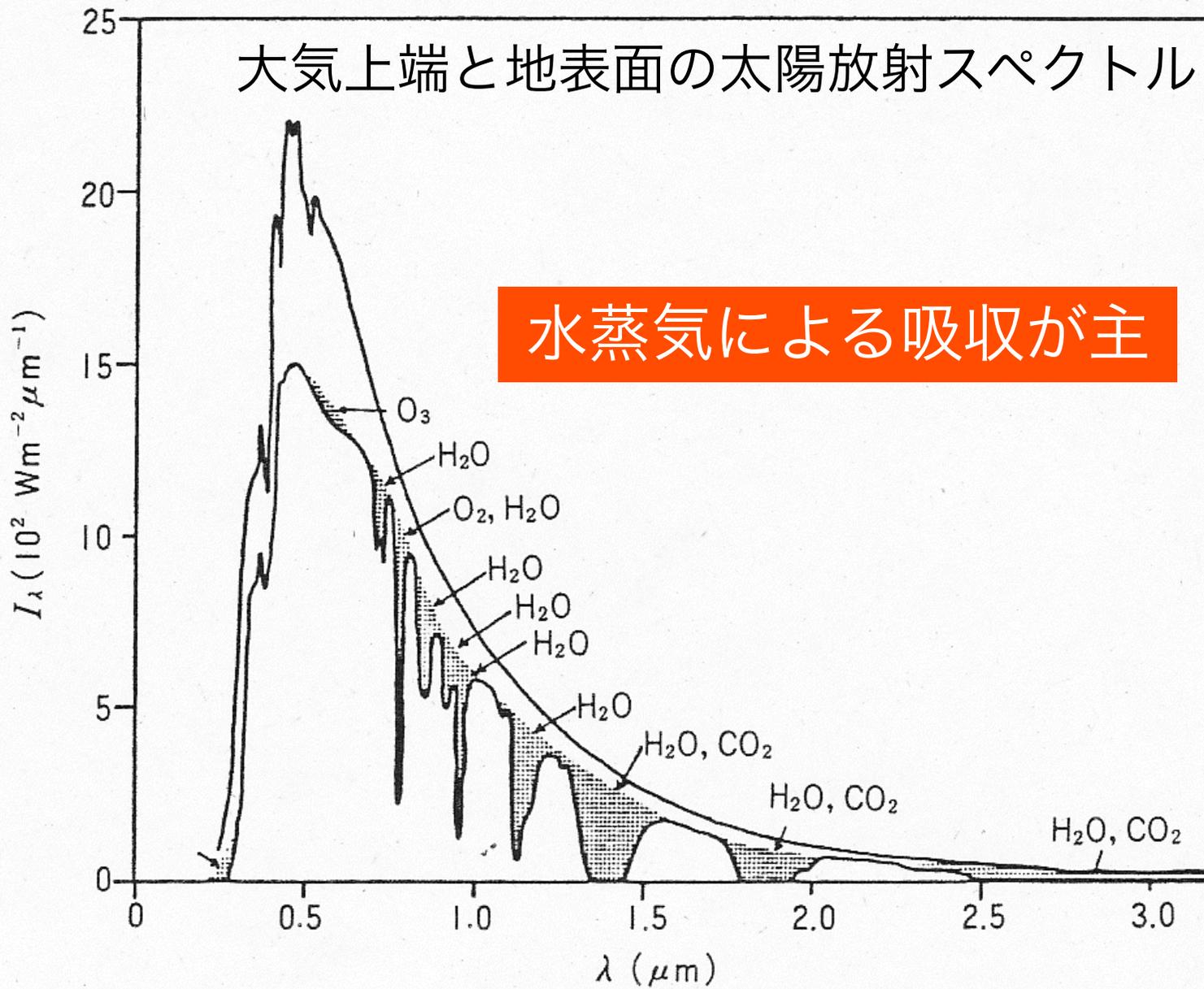
# 温室効果ガス

- 二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ ) 1
- メタン ( $\text{CH}_4$ ) 23
- 一酸化二窒素 ( $\text{N}_2\text{O}$ ) 296
- フロン類 数百～数万

(右の数値は $\text{CO}_2$ を1としたときの温暖化係数)

そして忘れてはいけないのが **水蒸気**

# 大気上端と地表面の太陽放射スペクトル



出典：小倉義光・一般気象学（東大出版） p.117

# 水蒸気による暴走温室効果？

CO<sub>2</sub>の増加により気温が上がる

→ 大気中の水蒸気量が増える

→ ますます気温が上昇する

気温上昇に歯止めがかからない？

# 水蒸気による暴走温室効果？

大気中の水蒸気量が増える

→ 雲が増える

→ 太陽光の反射が増える

温度上昇は抑えられる？

# 水蒸気による暴走温室効果？

正のフィードバック（暴走温室効果）  
と、負のフィードバック、  
どちらが本当か？

→ 雲の効果の解明が重要なポイント  
の1つ（雲のでき方も十分自明ではない）

→ 最も有効な手段はシミュレーション

# 炭素循環フィードバック

$CO_2$ の増加により気温が上がる

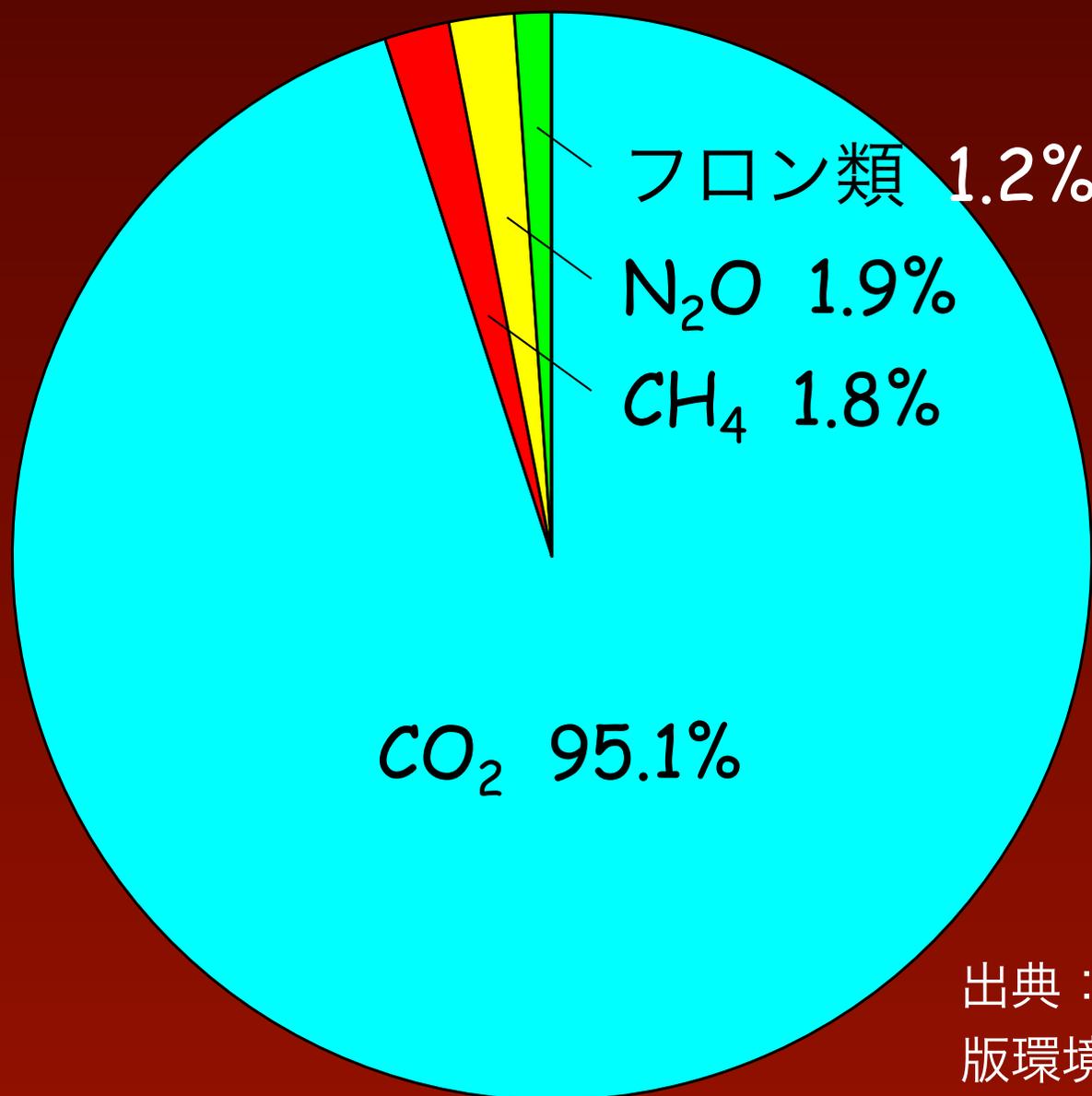
→ 土壌温度が上がる

→ 土壌有機物の分解が加速する

→  $CO_2$ が放出される

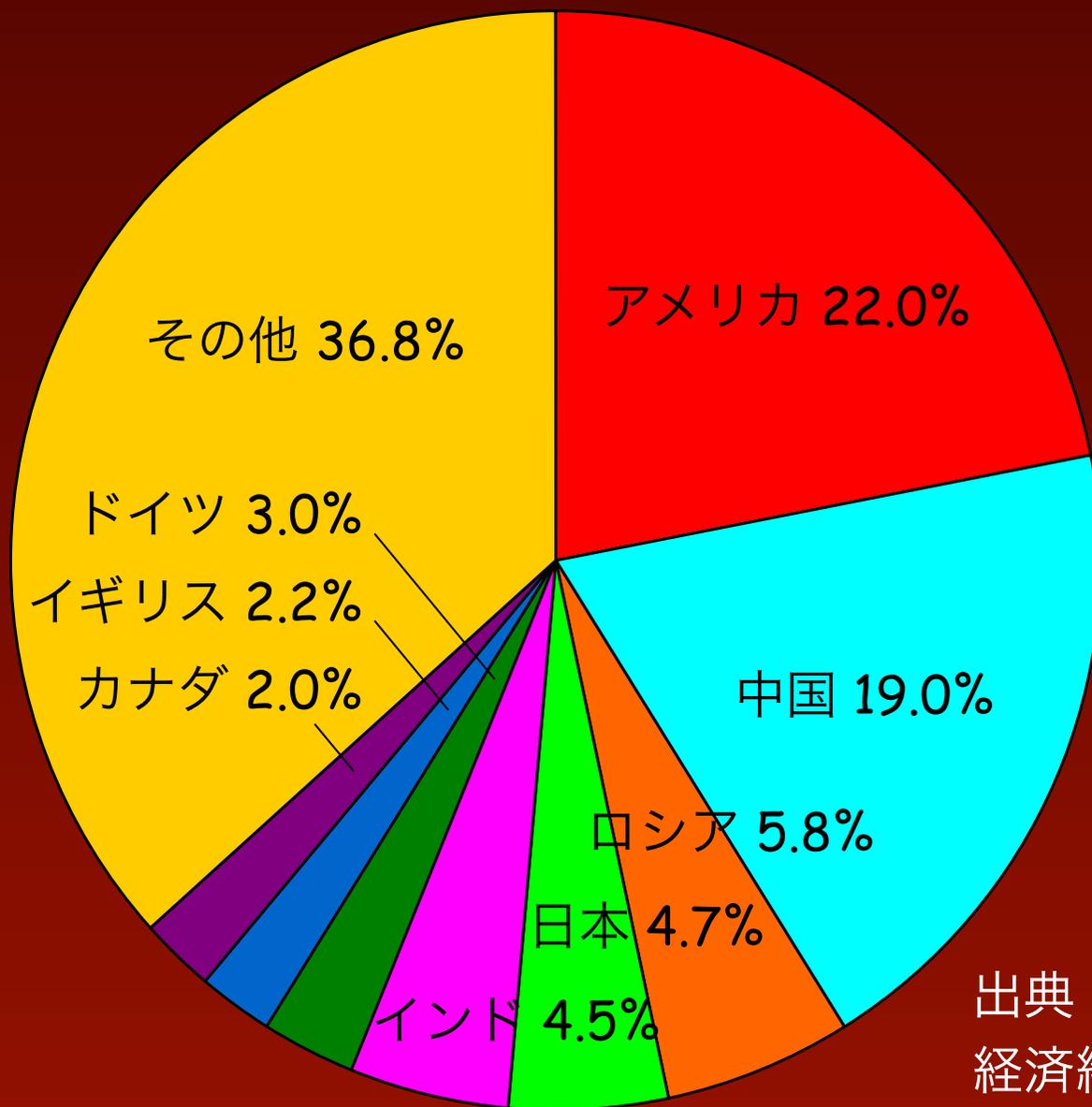
→ ますます気温が上昇する

# 温暖化寄与度 (2006年) 日本の場合



出典：環境省・平成20年度  
版環境・循環型社会白書

# 国別CO<sub>2</sub>排出量 (2005年)



出典：EDMC/エネルギー・  
経済統計要覧2008年版

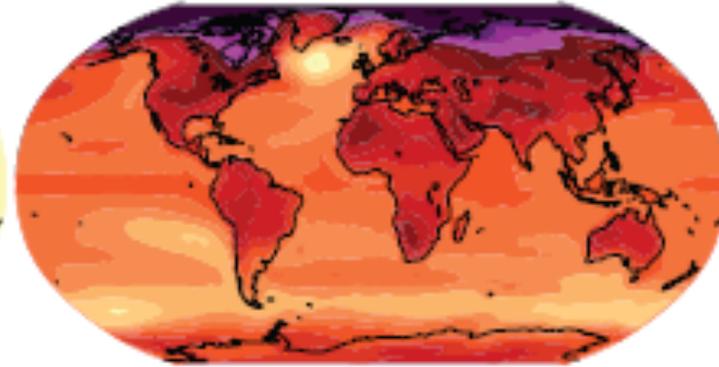
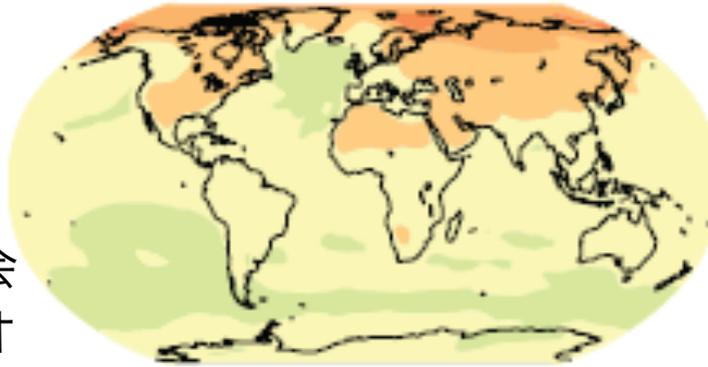
地球温暖化の対策は？

2020 - 2029

2090 - 2099

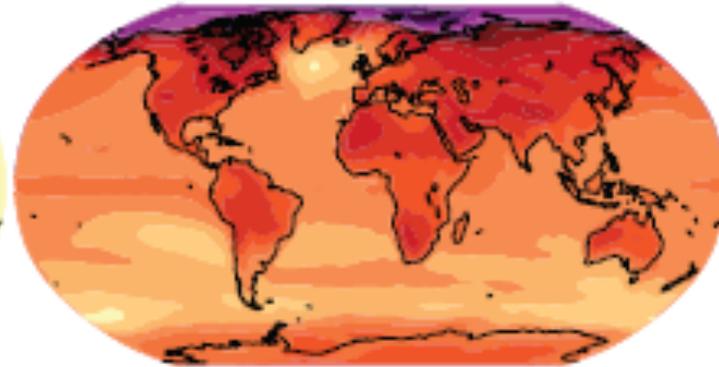
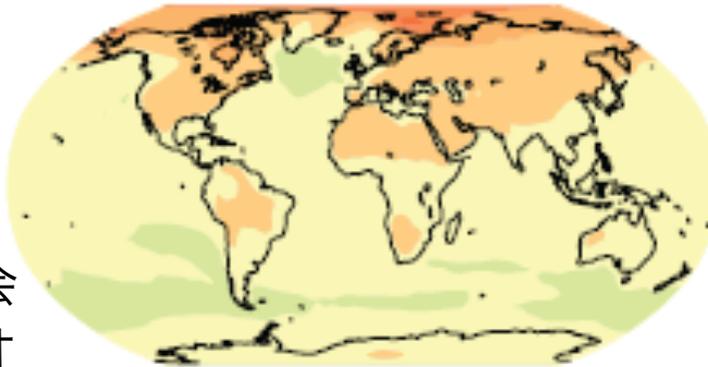
**A2**

高成長型社会  
シナリオ



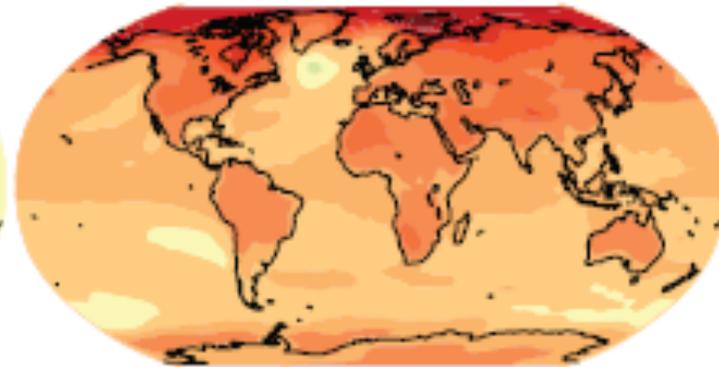
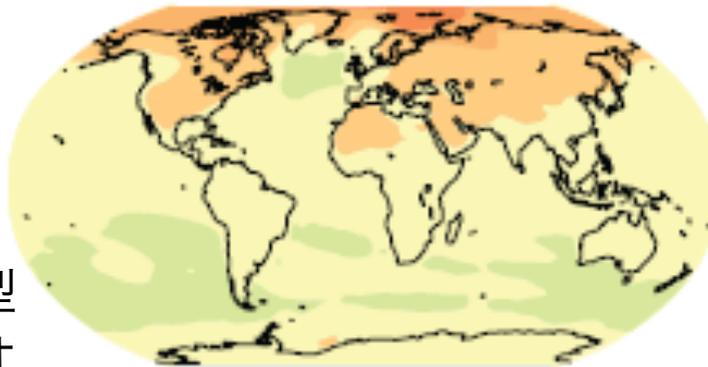
**A1B**

多元化社会  
シナリオ



**B1**

持続的発展型  
シナリオ



0 0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5

(°C)

# CO<sub>2</sub>排出問題の対策技術

## 1. 出さない対策技術

化石燃料をなるべく使わない  
新エネルギーを利用する

## 2. 変える対策技術

化学変化させる

## 3. 貯留（固定化）する対策技術

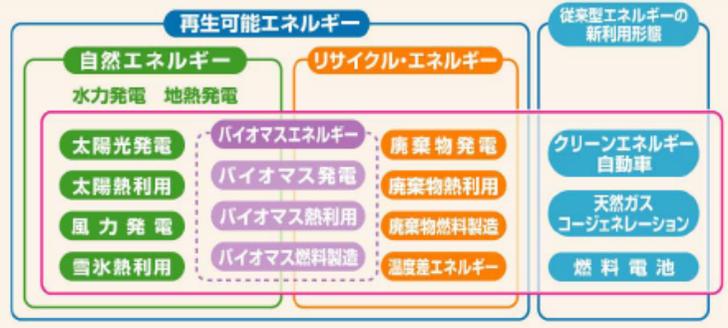
地中や海に貯留する  
森林に吸収させる

# 新エネルギーとは?

- 1 どこにでも  
あります!**  
太陽光や風力などは、どこにでもあるエネルギー。  
海外からの輸入に頼る必要がありません。
- 2 限りが  
ありません!**  
自然の力は無尽蔵。あと何年かで  
なくなってしまう心配がありません。
- 3 とっても  
クリーンです!**  
自然の力を使うので、地球温暖化の原因である  
二酸化炭素を増やしません。

「エネルギー問題」と「地球温暖化問題」の両方の対策に有効なエネルギーのひとつです。

## 新エネルギーのなかま



### 水力発電 (1000キロワット以下のもの)

水が豊富な日本。小さな水力を利用して電気を作ります。



天狗谷発電所 (農業用水を利用) (群馬県高崎市)

古くからある水力発電ですが、小さい川や農業用水路、水道用水路を利用した1000キロワット以下の小規模なものは、水資源の豊富なわが国では、まだまだ作る余地があるので、今後、二酸化炭素を削減するために有望視されています。

### 地熱発電

地中の熱い蒸気のかたで電気を作る、「火山国」日本ならではのエネルギーです。



御湯山山部地熱発電所 (鹿児島県薩摩郡)

地表からの雨水や地下水が、割れ目などを通って火山帯の地下にあるマグマ溜まりに到達して熱せられると、高温高圧の水蒸気の溜まった地熱貯留層になります。そこから生産井と呼ばれる井戸で蒸気を取り出しタービンを回して発電します。仕事を終えた蒸気は水にして、還元井で地中に戻されます。

### バイオマスエネルギー

光合成で植物の中に貯えられた有機物をエネルギー源として利用したり、さまざまな燃料に変えて利用します。

有機物で構成された植物などの生物体(バイオマス)を燃料として利用し、電気や熱を作ります。また、木くずや廃材で木質系固形化燃料を作ったり、使用済み食用油から自動車燃料(BDF)を作ったり、家畜糞尿からバイオガスを作ります。



くまがや発電所(バイオマスシステム) (長野県長野市)

### 廃棄物発電・熱利用

ごみを燃やした時の熱で発電し、その熱を温水プールなどで利用します。



横浜環境資源総合処理工場発電所 (神奈川県横浜)

ごみを焼却する際の「熱」で高温高圧の蒸気を作り、その蒸気でタービンを回して発電します。また、発電した後の排熱は、周辺地域の冷暖房や温水として有効に利用することができます。「廃棄物発電・熱利用」はごみ処分の問題と環境問題とエネルギー問題に有効な解決策です。

### 廃棄物燃料製造

燃えるごみを加工して、立派な燃料に生まれ変わらせます。



廃棄物燃料 (WtF)

家庭などから出される「燃えるごみ」を細かく砕き、乾燥させ、腐らせないように添加剤を加えて圧縮すると、廃棄物固形燃料(RDF)ができます。「廃棄物固形燃料」は、保存ができ、腐らず、悪臭もなく、たやすく運搬もできます。ごみはまず、減らすことが大切ですが、燃料に変えておけば、いつでもすぐに使える「資源」になります。

太陽光発電の導入量  
約142万  
キロワット



秋田の県立上野原太陽光発電システム (秋田県秋田市)

わが国の太陽光発電の導入量は、2005年度末で約142万キロワットです。一般家庭や学校などに導入された太陽光発電や、大型や小型のさまざまな風力発電を目にする機会が増えてきました。特に太陽光発電は、全世界の約4割に当たる導入量を誇り、世界第2位となっています。これは約32万世帯分の電力をまかなえる量です。

また、風力発電の導入量は、2005年度末で約108万キロワットです。5年前の約7倍にあたり、約40万世帯分の電力をまかなえる導入量です。新エネルギーは私たちの身近なものになっているのです。

※一世帯の平均の電力消費量を386キロワット時/月、利用率を太陽光発電12%、風力発電20%で算出。

### データでより分かる! 新エネルギー豆知識

わが国の2010年までの新エネルギーの導入目標は、全エネルギー(総供給)の3%です。



これは原油換算で1910万キロリットル分を新エネルギーでまかなおうということです。

2004年時点での導入量は、原油換算で1119万キロリットル(総供給の1.9%)ですから、その約1.7倍の導入量です。今後も技術開発や、国や自治体による積極的な取り組みが続けられていくとともに、国民一人ひとりの積極的な導入が期待されています。

2004年  
1119  
万kℓ

2010年  
1910  
万kℓ

二酸化炭素の削減量  
約1.7億  
トン

増えすぎた二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスは、世界が協力が減らしていかなければなりません。京都議定書で、日本は2006年から2012年までの排出量の平均値が、1990年当時の温室効果ガスの排出量から、6%削減した量にすることを世界に約束しました。

この量は二酸化炭素約0.7億トン分です。しかし、2005年の時点で、日本の温室効果ガスは、1990年より約1億トン増えちゃいましたから、実際は合計で約1.7億トン減らさなければなりません。それには、省エネルギーの推進や、新エネルギーなど二酸化炭素発生量の少ないエネルギー源の活用が必要です。



このページの写真提供: 群馬県(東北電力株式会社・群馬県環境局)・神奈川県(横浜環境資源総合処理工場)・秋田県(秋田県立上野原太陽光発電システム)・秋田県立上野原太陽光発電システム(秋田県立上野原太陽光発電システム)

出典: 資源エネルギー庁パンフレット

## 太陽光発電

太陽電池は太陽の光エネルギーを直接電気に変えます。

太陽の光があたると、太陽電池は電気を発生させます。発電量は季節や天候で変動しますが、電気が足りなくなれば電力会社から買い、余れば売ることができます。日本の電力消費量の一世帯あたりの平均は、386キロワット時/月ですが(「国民行動の目安」より)、この量は約4.4キロワットの太陽光発電システムを設置すればまかなえます(利用率12%で算出)。



Pat Town 緑の社(豊橋市本町)  
【集中型太陽光発電システム実証研究(NEDO)】

## 太陽熱利用

太陽の熱エネルギーを、給湯や冷暖房に使います。

家の屋根などに設置した太陽熱温水器で温水を作り、お風呂や給湯、さらに、強制循環器を使用するシステムでは温水を循環させて床暖房などに使います。天気の良い日には、家庭で使う暖房や給湯をまかなえる約60℃の温水が得られます。冬、追焚が必要な時でも、冷たい水から温水を作るより燃料が少なく済みます。また、吸収式冷凍機などを使えば、冷房することも可能です。



真田町南太陽熱温水器

## 風力発電

「風の力」で風車を回し、電気を起こします。

風力発電には、2000キロワット級の大型のものから、1キロワット程度の小型のものまであります。2000キロワット級ものは、一基で一般家庭約700世帯の電力をまかなえます(一世帯月間電力消費386キロワット時、利用率20%で算出)。小型のものは、太陽光発電と組み合わせるなどして、家庭や学校などでも導入されています。



北海道中野町豊多志地区の風力発電施設 小笠原町風力発電

## 雪氷熱利用

雪や氷の冷たい熱エネルギーを冷房などに使います。

冬に降り積もった雪や、冬の冷たい外気でつくった氷を保存し、学校のような公共施設やマンションなどの建物の冷房や、農作物などの冷蔵に使います。雪や氷の冷熱エネルギーを使えば、農作物などの保存に適した温度(0~5℃)だけでなく適度な湿度も得られます。



上尾市立安積中学校(群馬県上尾市)

## 温度差エネルギー

大気と河川水などの温度差や工場などが出した熱を利用します。

海や川の水温は、夏も冬もあまり変化がなく、外気との温度差があります。この温度差をヒートポンプや熱交換器を使って、冷暖房などに利用できます。また、工場や地下鉄などから排出される熱も外気との温度差があるので利用できます。熱を得る際に燃料を燃やさないでクリーンなエネルギーです。



海水温差エネルギーによる地熱利用 サンポート浜川地区(豊川市浜川町)

## クリーンエネルギー自動車

大気を汚さず、地球にやさしい自動車です。

電気自動車は、電気だけで走り排気ガスを出しません。ハイブリッド自動車は、ガソリンエンジンと電動モーターを組み合わせることで効率よく走るため排気ガスが減ります。天然ガス自動車は、有害物質の少ない燃料を使うので、排気ガスの中の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)などが減ります。特にハイブリッド自動車は普通の自動車同様ガソリンスタンドで燃料が補給できる上、燃料の消費が少なく経済的なため、ユーザーが増えています。



ハイブリッド自動車(トヨタプリウス)

## 天然ガスコージェネレーション

発電機で「電気」を作る時に生まれる「熱」を同時に利用して、給湯や暖房に使うシステムです。

「電気」と「熱」を利用するもので、燃料が本来持っているエネルギーを有効に使えます。また天然ガスは燃やしても二酸化炭素の排出量が比較的少ない燃料です。病院やデパートのように電気や熱を多く使い、停電用に自家発電設備が必要な大規模施設には、利用効率の良い天然ガスコージェネレーションシステムが適しています。



大規模ショッピングセンターに設置された天然ガスコージェネレーションシステム

## 燃料電池

「水素」と「酸素」を化学反応させて、直接電気を生ずるシステムです。

発電時にCO<sub>2</sub>を発生させず、電気発生時に排出される熱を温水として利用できる、クリーンでエネルギー効率の良いシステムです。水素は主に都市ガスやプロパンガスなどから作ることができるので、一般家庭などへの導入が可能です。本格的な販売の前に具体的な実測データを取得する目的で、全国各地で実証事業が始まっており、2006年現在、1200台以上が家庭などに設置されています。

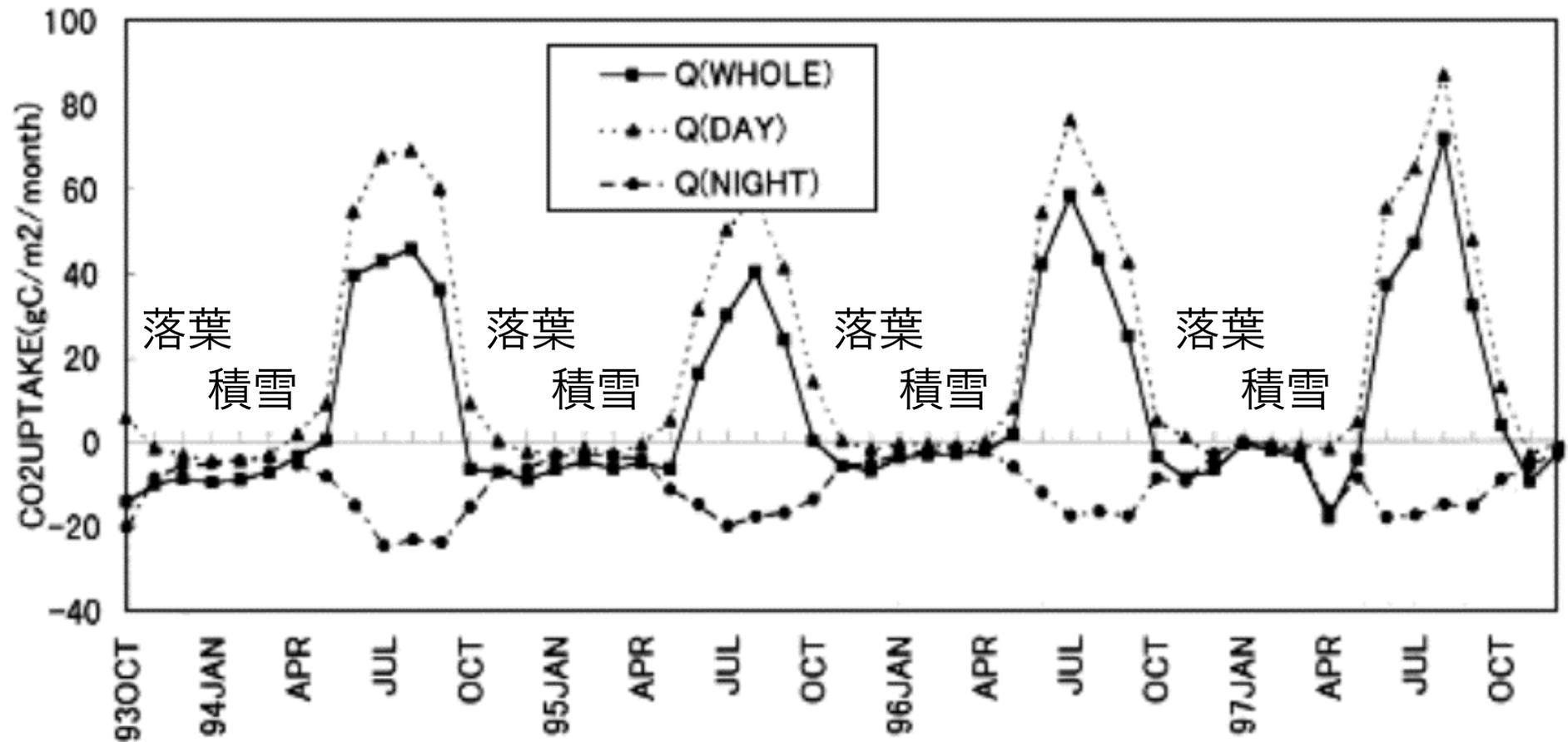


家庭用燃料電池

出典：資源エネルギー庁パンフレット

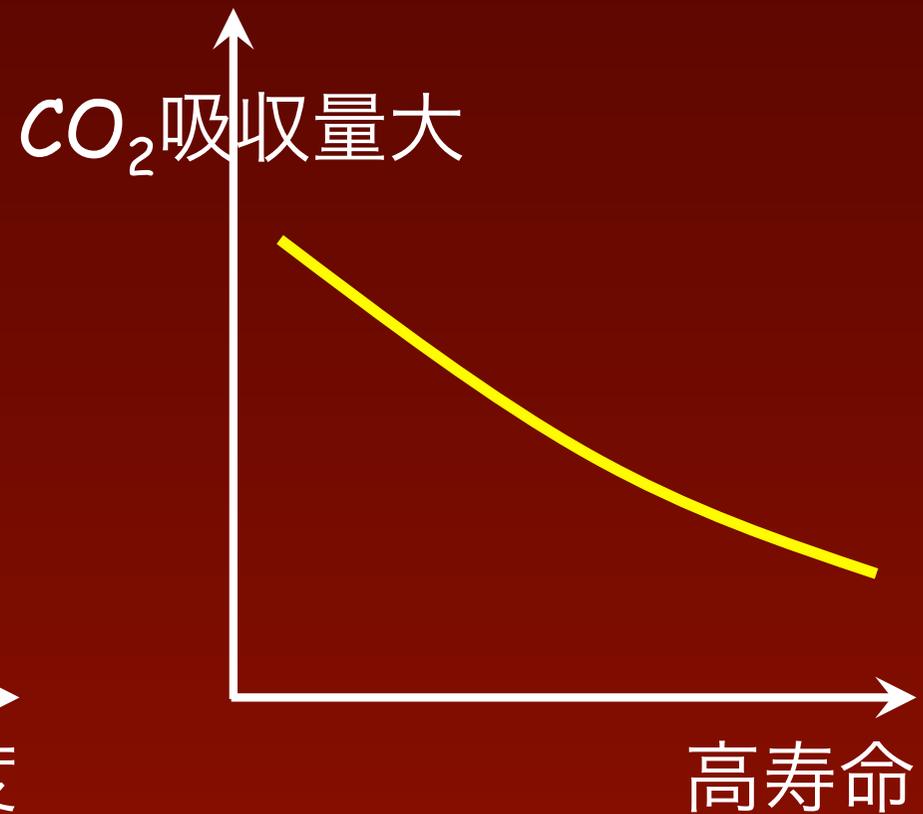
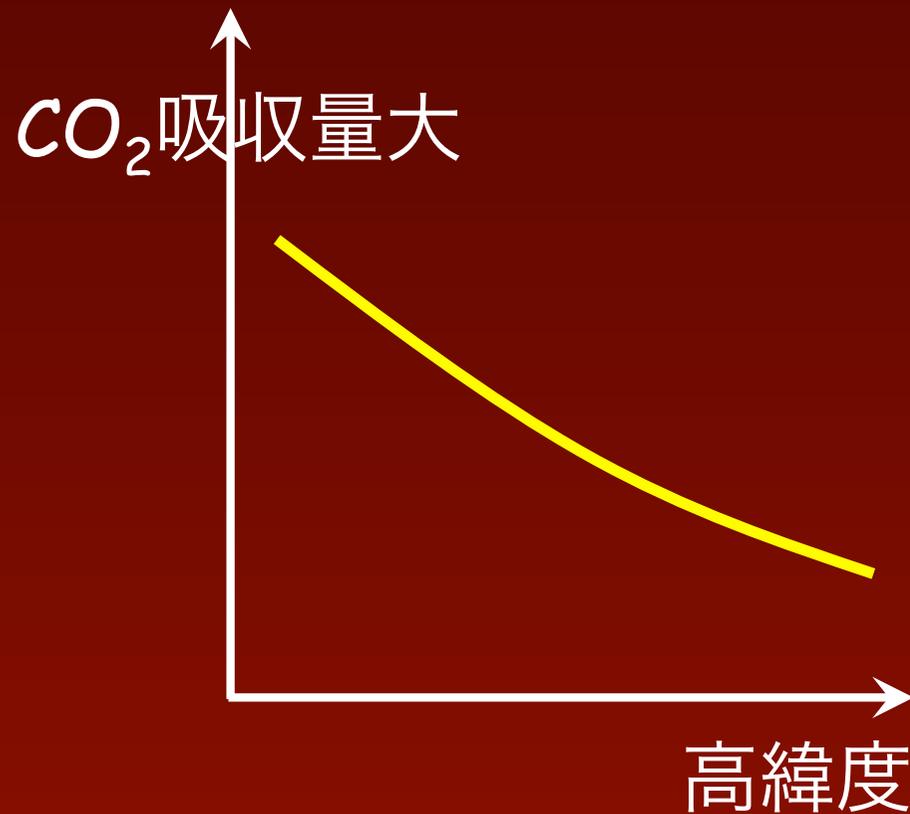


# 岐阜県高山市での観測 (1993～)



出典：産総研・大気環境評価研究グループ

# 森林の $CO_2$ 吸収変化傾向



植林には時間がかかる、土壌の問題も