



河童橋から眺める梓川と穂高岳は、我国の山岳美の代表です

地球温暖化と上高地の自然

アルペン ホテル

2010年8月4日

日本山岳会 西田 進

今日のお話

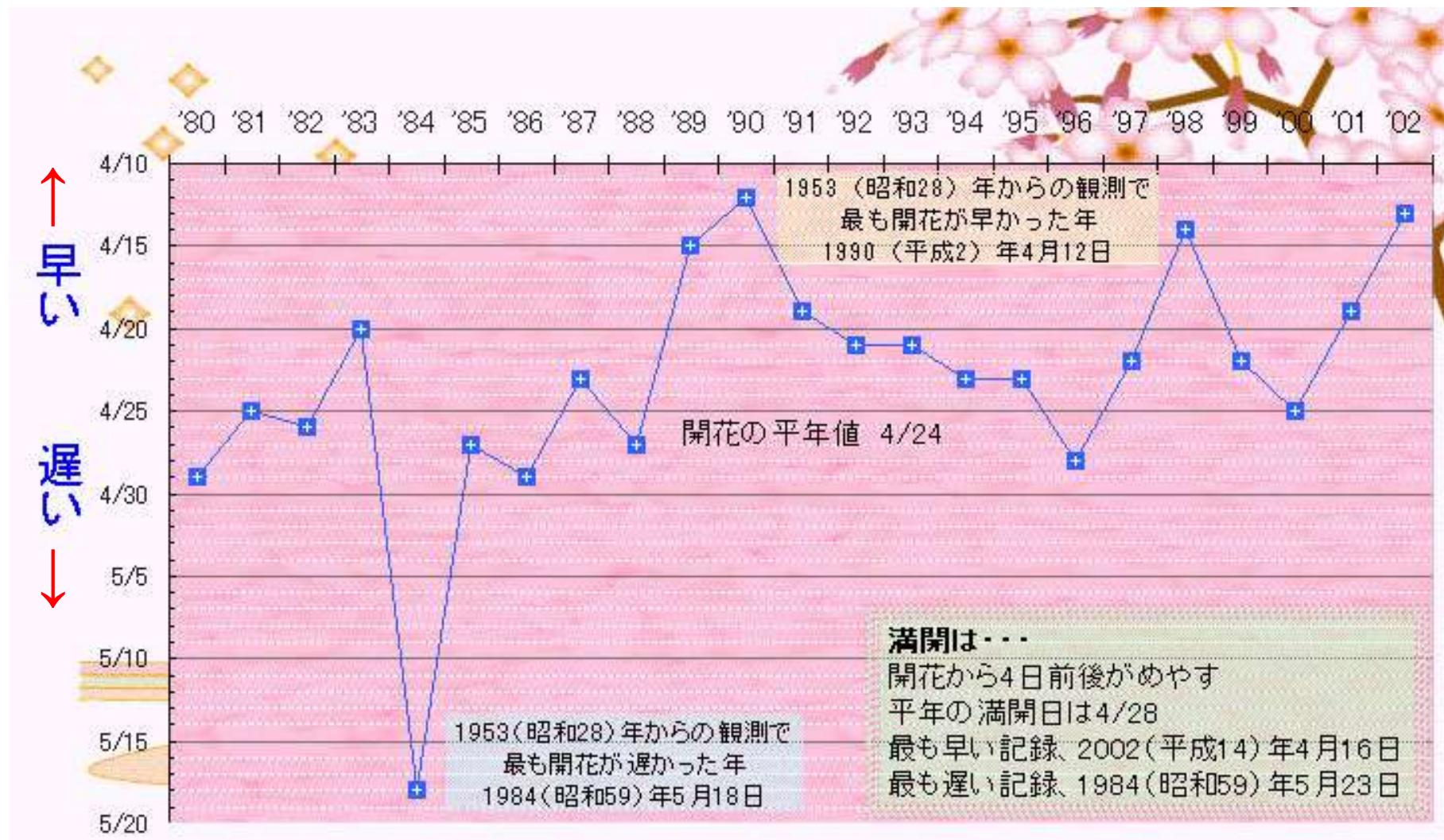
1. 地球温暖化は本当か
2. 地球温暖化は、なぜ起こるのか
3. 地球温暖化すると、どうなるのか
とくに、上高地の自然はどう変わるか
4. 地球温暖化に、どのような対策をするか

地球温暖化は、本当か

ソメイヨシノ

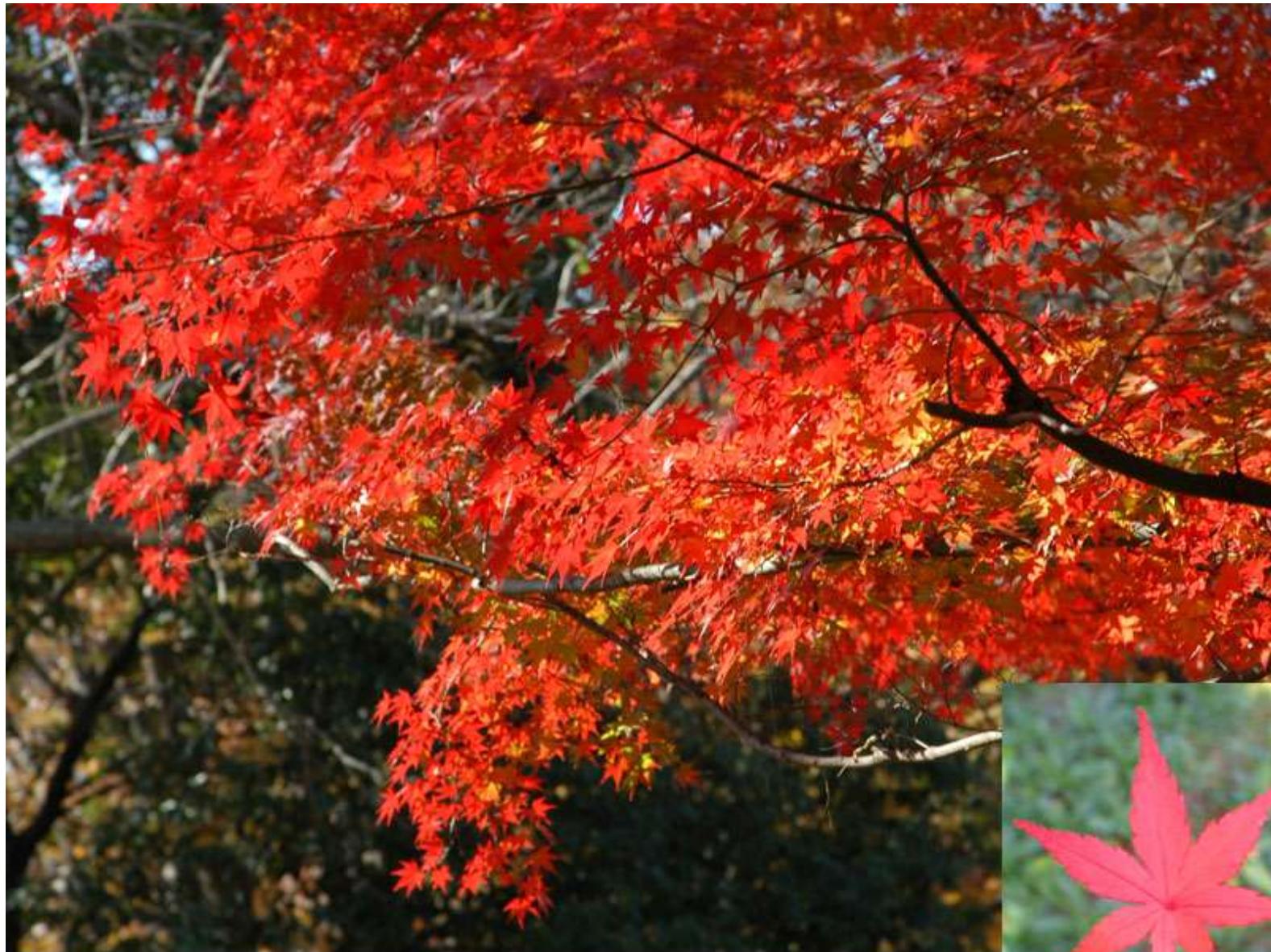


ソメイヨシノの開花日

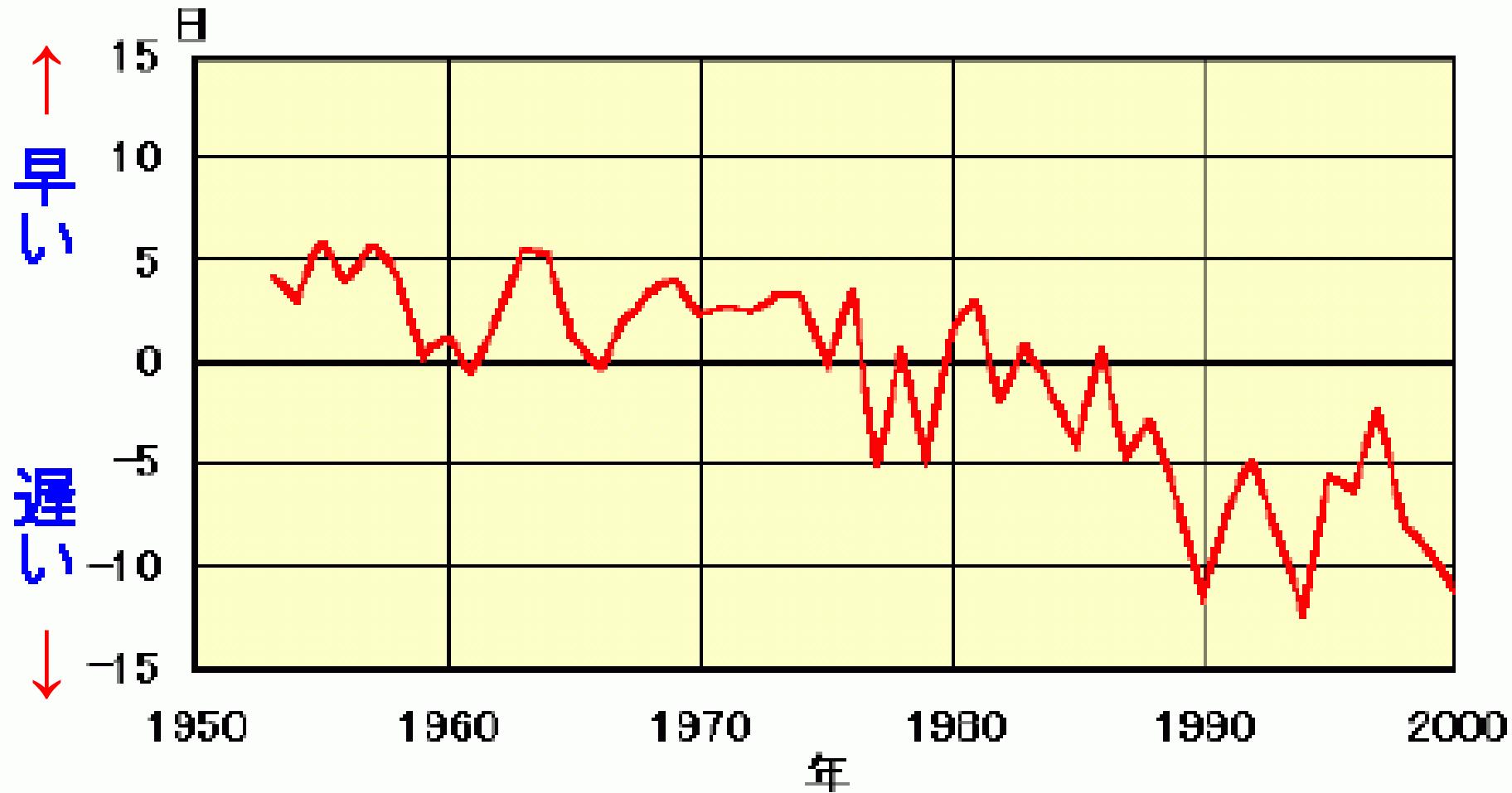


八戸測候所 2002年

イロハカエデ



イロハカエデの紅葉日



気象庁 2002年

南国の「ナガサキアゲハ」の飛来



「ナガサキアゲハ ♀」が、横浜の我家の庭に現れました(2006年9月撮影)

氷河の後退



カナディアンロッキーのアサバスカ氷河は、
30年間に1.6kmも後退していた（2002年撮影）

氷河の後退(スイス・アレッチ氷河)



90年前



現在

写真：WWFスイス

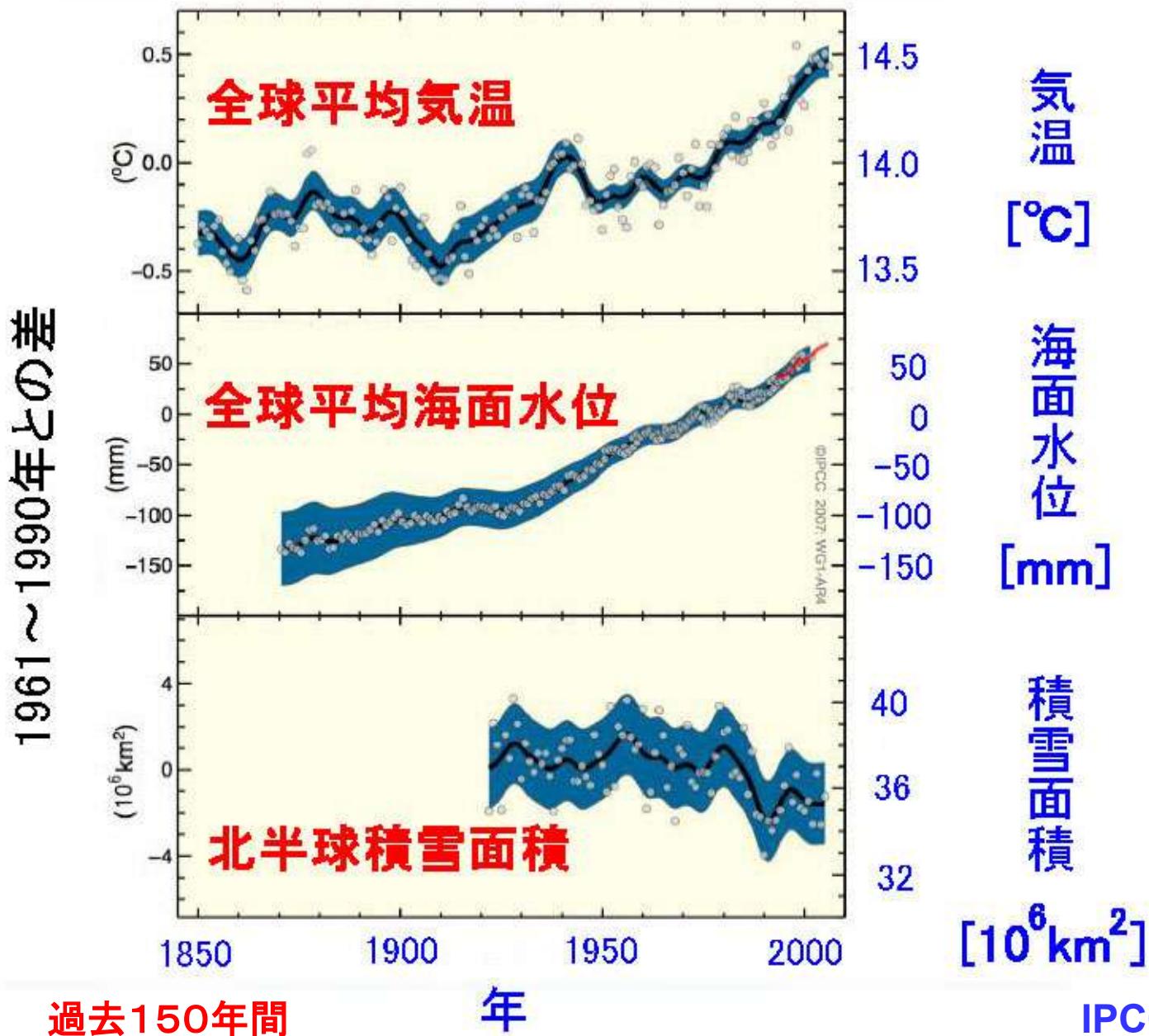
海面上昇



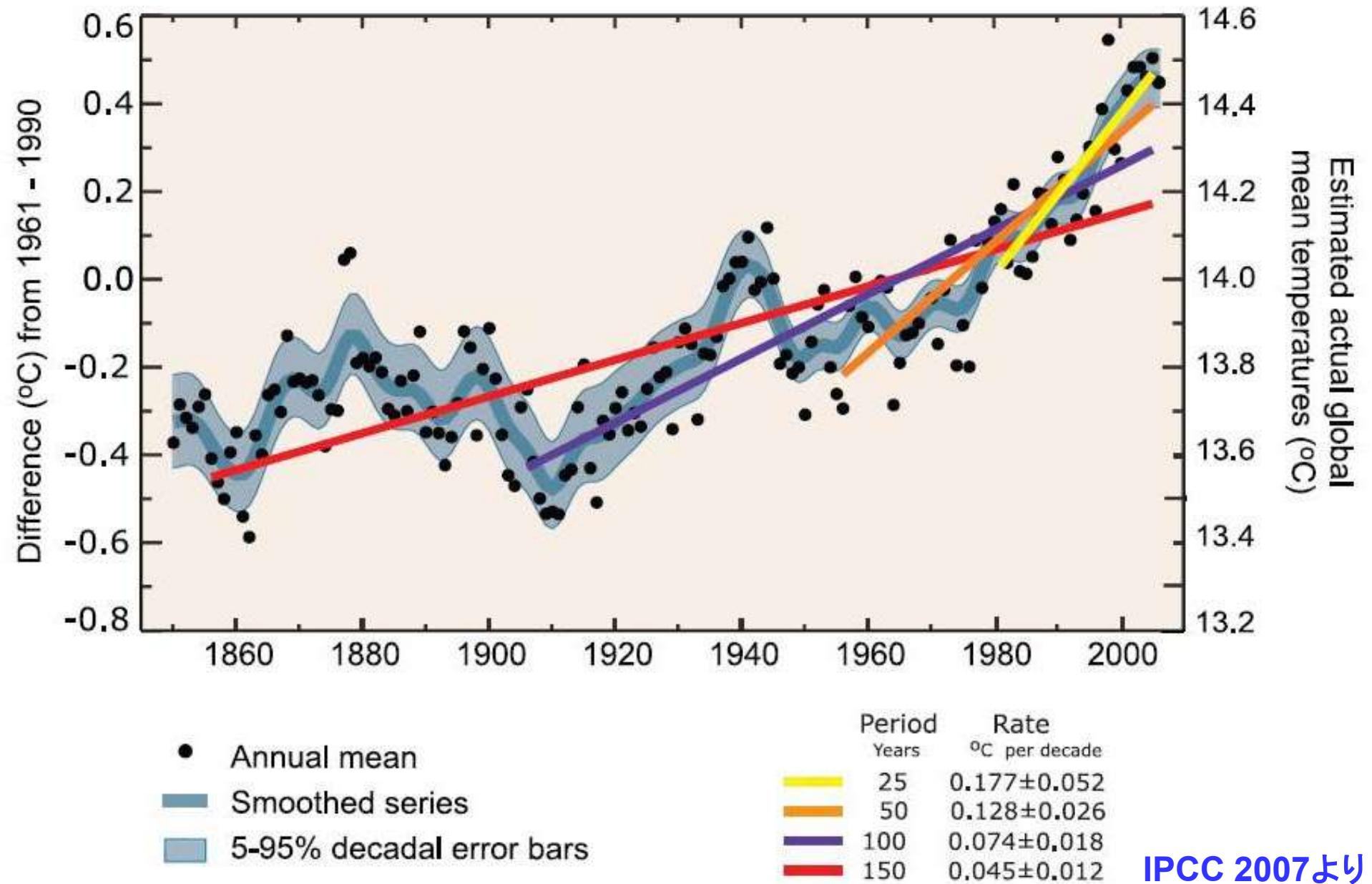
Photo credit: Shuuichi Endou (Tuvalu Overview)

ツバル環礁では、海面上昇のため芋畑に海水が入り、作物が育たなくなり始めたという

温暖化を示す観測値



過去150年間の平均気温の推移



日本山岳会 ヒマラヤ環境調査隊 のお話

期間 2008年4月23日～5月13日

- 目的 ①慶應大学福井教授のイムジャ湖BC訪問
②イムジャ湖下流域における環境調査
③カラパタール(5550m)の登頂

ヒマラヤ環境調査隊ルート



氷河湖とは？ アンデスの氷河湖の例

ヤンガヌコ谷を上流から見おろす 2004年7月



ヒマラヤのイムジャ氷河湖は、温暖化のために決壊洪水の危険がある



イムジャ氷河湖に流れ込む氷河の末端



福井先生が構築中のイムジャ氷河湖監視警報システム



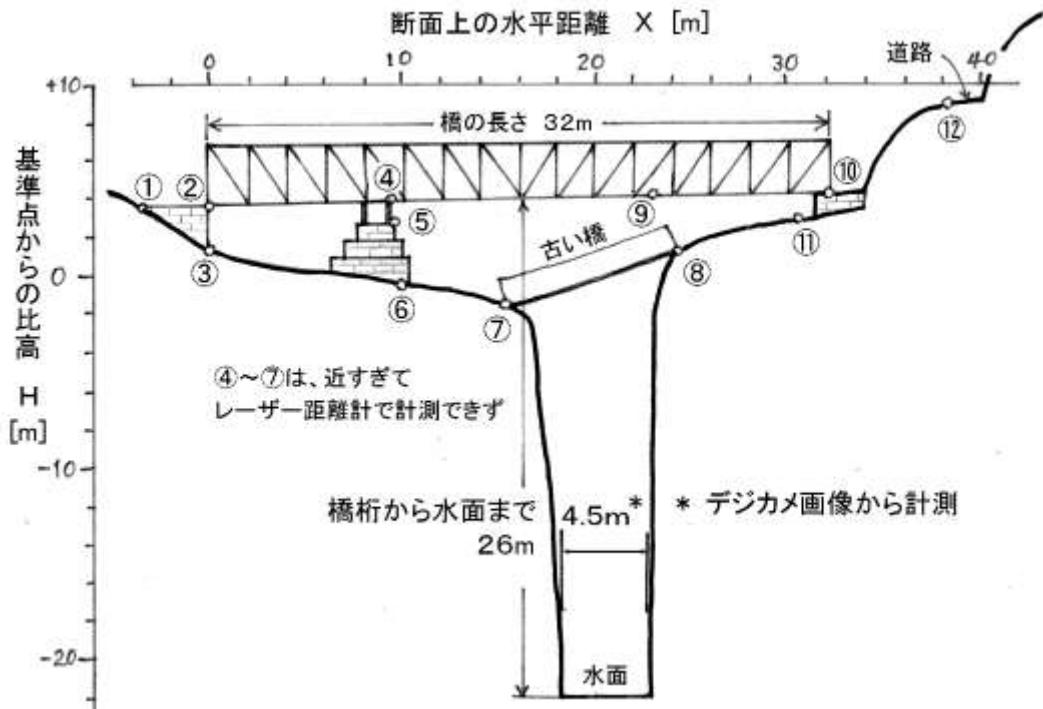
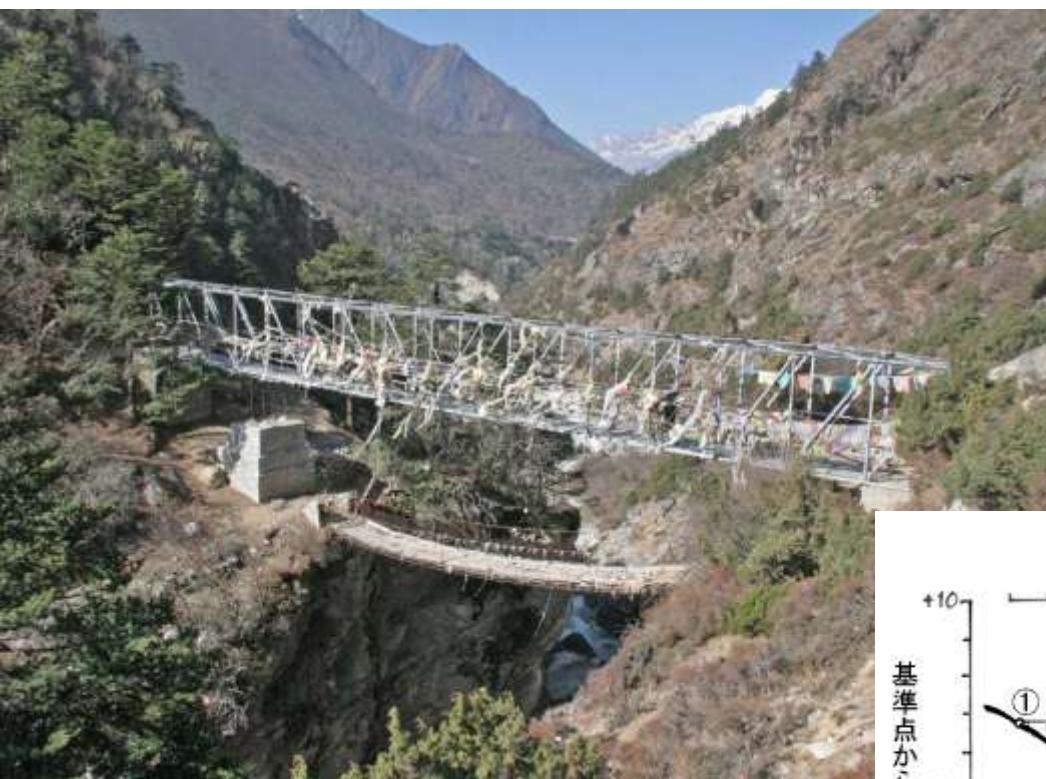
← イムジャ湖の映像・環境データ取得装置



太陽電池とバッテリ

→

イムジャ湖の決壊洪水に対するハザードマップ作成(1) 河川断面形状の計測



イムジャ湖の決壊洪水に対するハザードマップ作成(2)

住宅等の河川水位からの比高の計測



少しでも環境を破壊しない ヒマラヤ・トレッキング！

GPS



太陽電池とバッテリー



太陽電池を充電しながらトレッキング →



カラパタール頂上(5600m)から、エベレスト(8848m)を望む



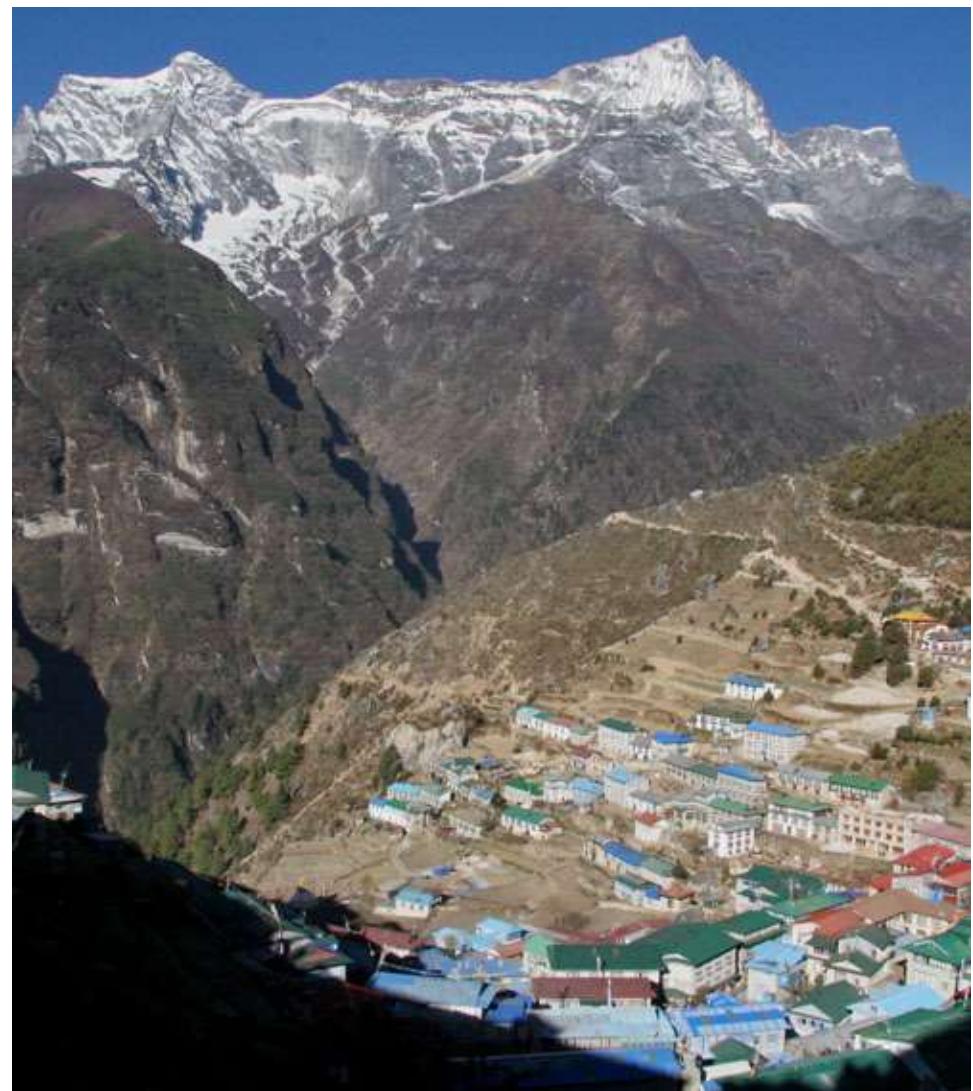
ヒマラヤに見る地球温暖化

シェルパの里 ナムチエ の町も、14年間で温暖化？

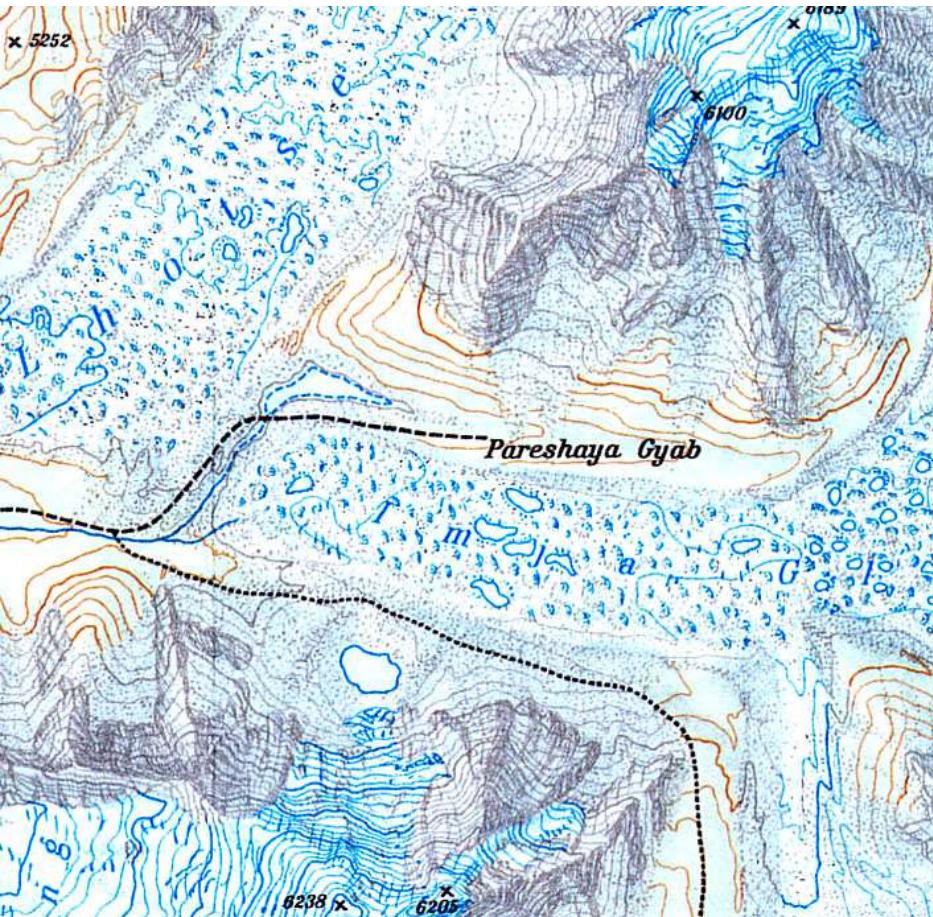
1994年は、積雪があった



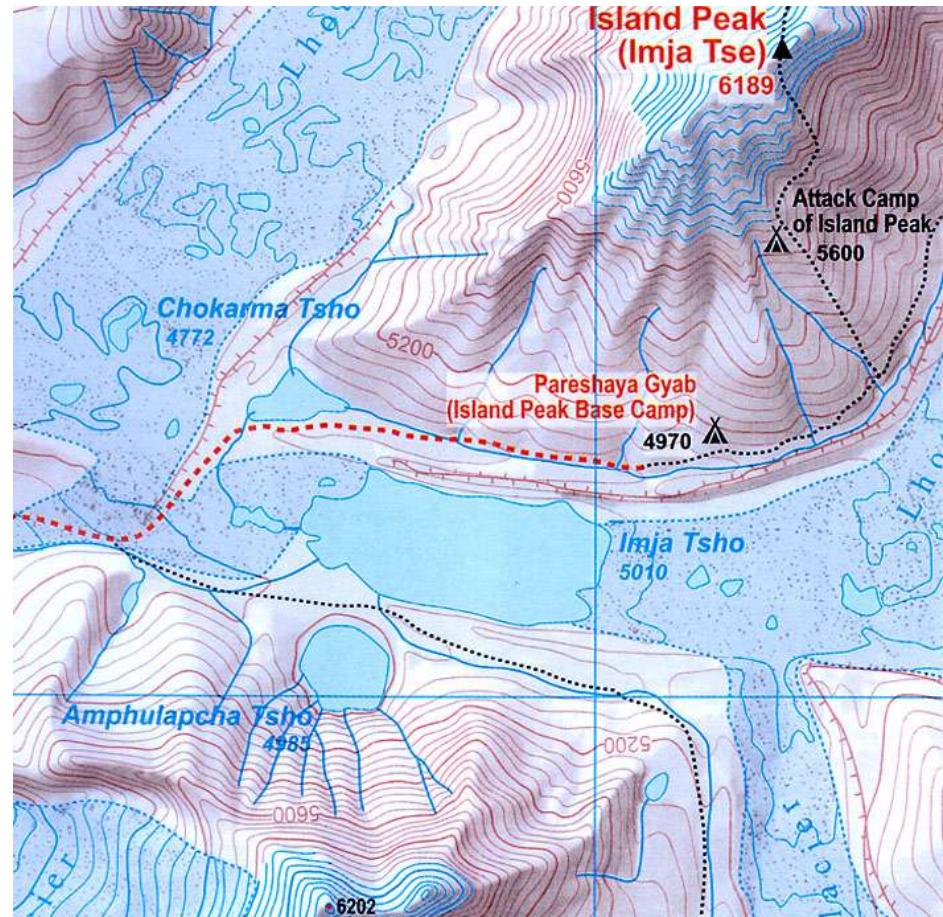
2008年は、積雪なし



温暖化で氷河が融けて、氷河湖ができた



古い地図
イムジャ氷河湖がまだない



新しい地図
イムジャ氷河湖ができている

イムジャ湖(5020m)に流れ込む氷河



表面は砂利に覆われているが
内部は氷河



氷河の末端は時々崩れて
湖に落ちる

エベレストとエベレストBC(ベースキャンプ)



エベレストとクンブ氷河
最近の氷河は真白でなくなった



エベレストBC(ベースキャンプ)
どこかに三浦雄一郎隊のテント

ヒマラヤの風景をお楽しみ下さい（1）



ヒマラヤの風景をお楽しみ下さい(2)



ヒマラヤの風景をお楽しみ下さい(3)



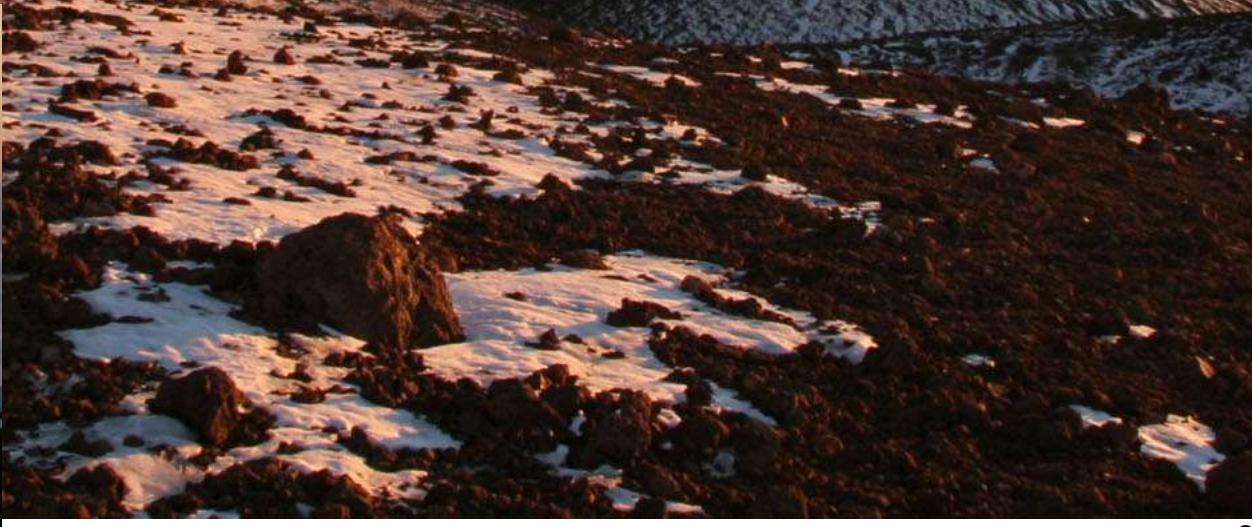
地球温暖化は、なぜ起こるのか

ハワイ島のマウナロア山(4170m)

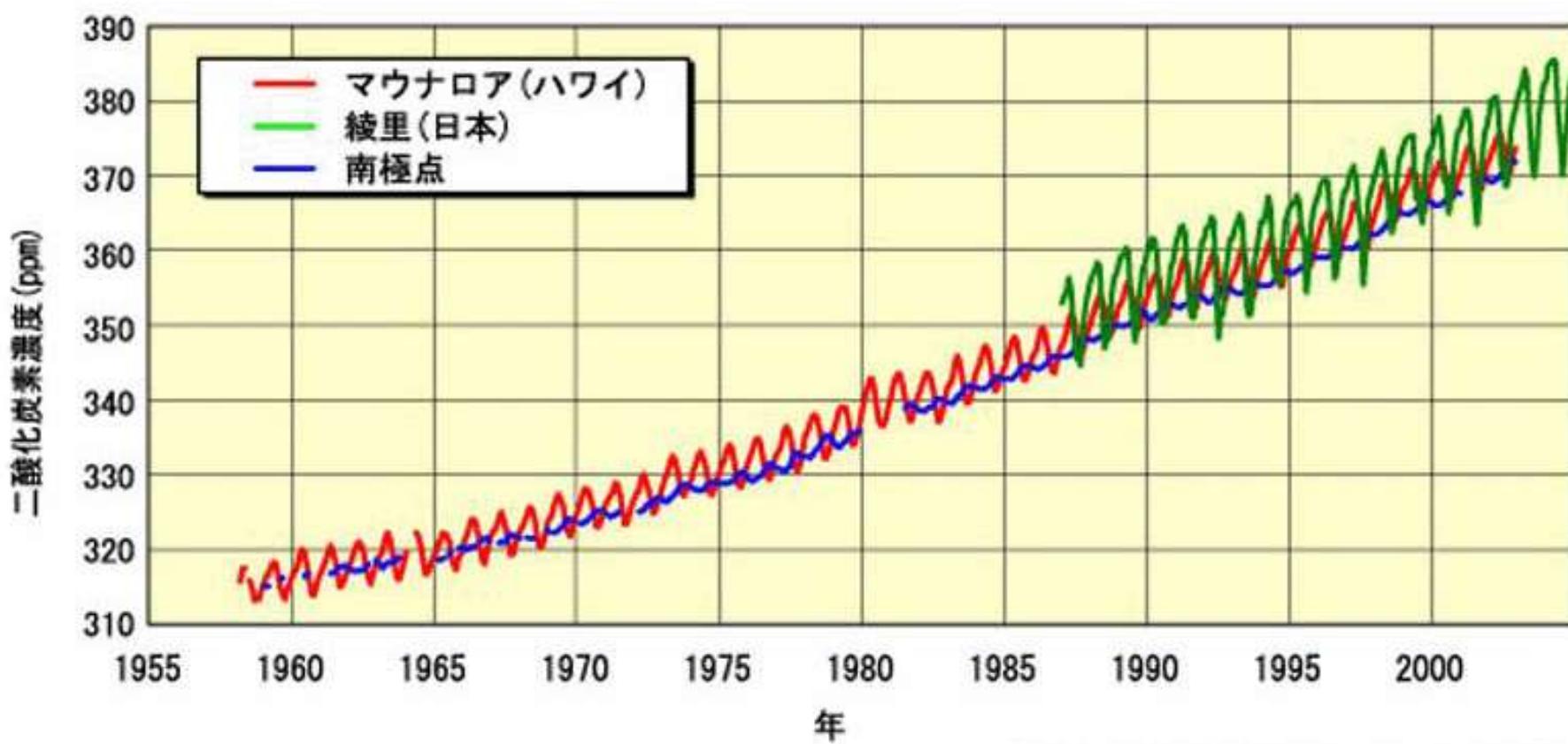
この山で50年間、CO₂濃度を測定し続けた男がいた(キーリング博士)



マウナケア山のすばる天文台

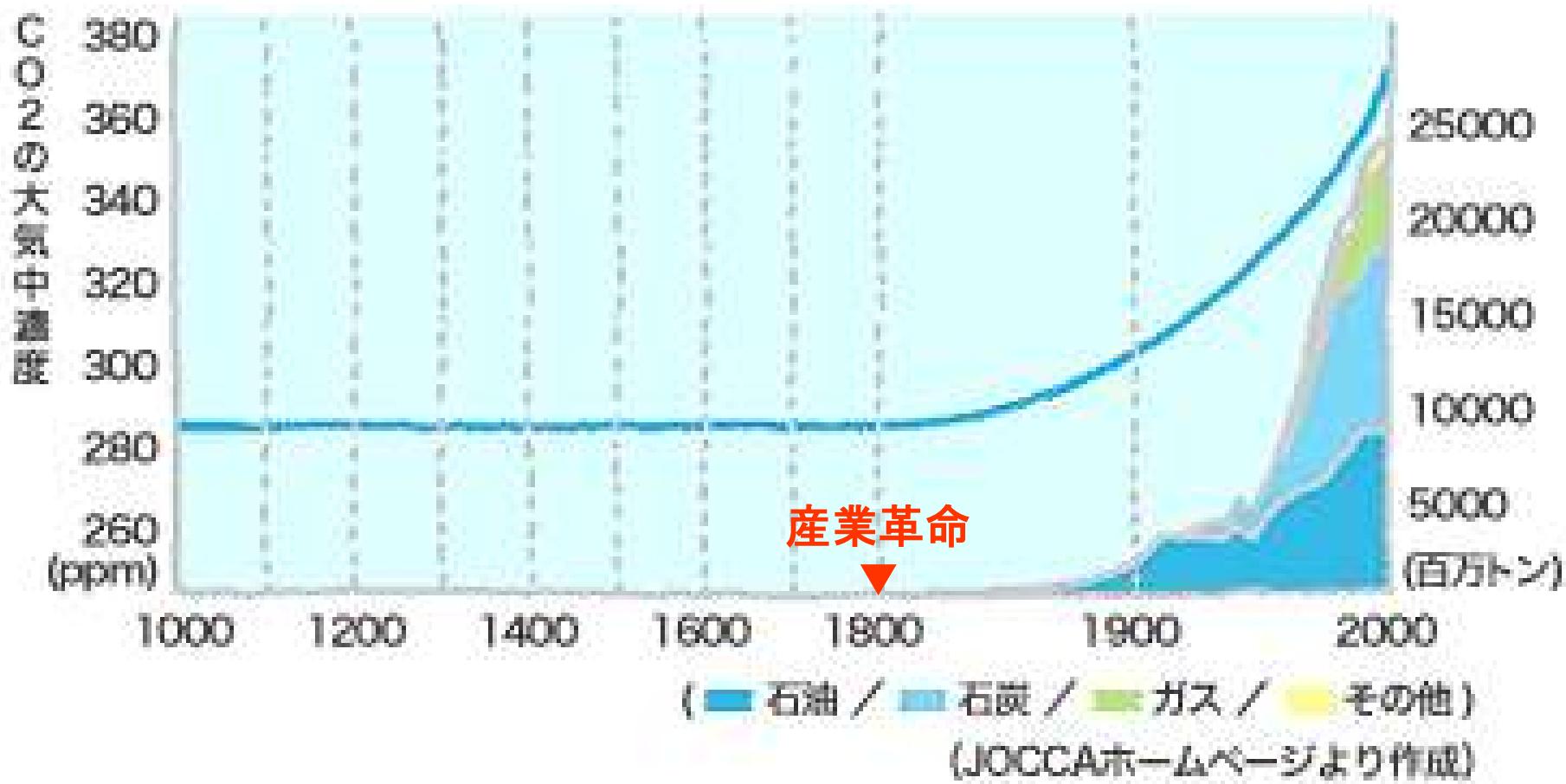


大気中の二酸化炭素濃度の経年変化（過去50年）



出所) 気候変動監視レポート2004

1000年間のCO₂濃度の増加



産業革命以降、急激なCO₂濃度の増加が見られる
化石燃料からのCO₂排出量と強い相関があいそうだ

過去60万年間の温室効果ガス濃度と全球平均気温の推移

CO₂濃度
(ppm)

同位元素から
推測した
海水温度

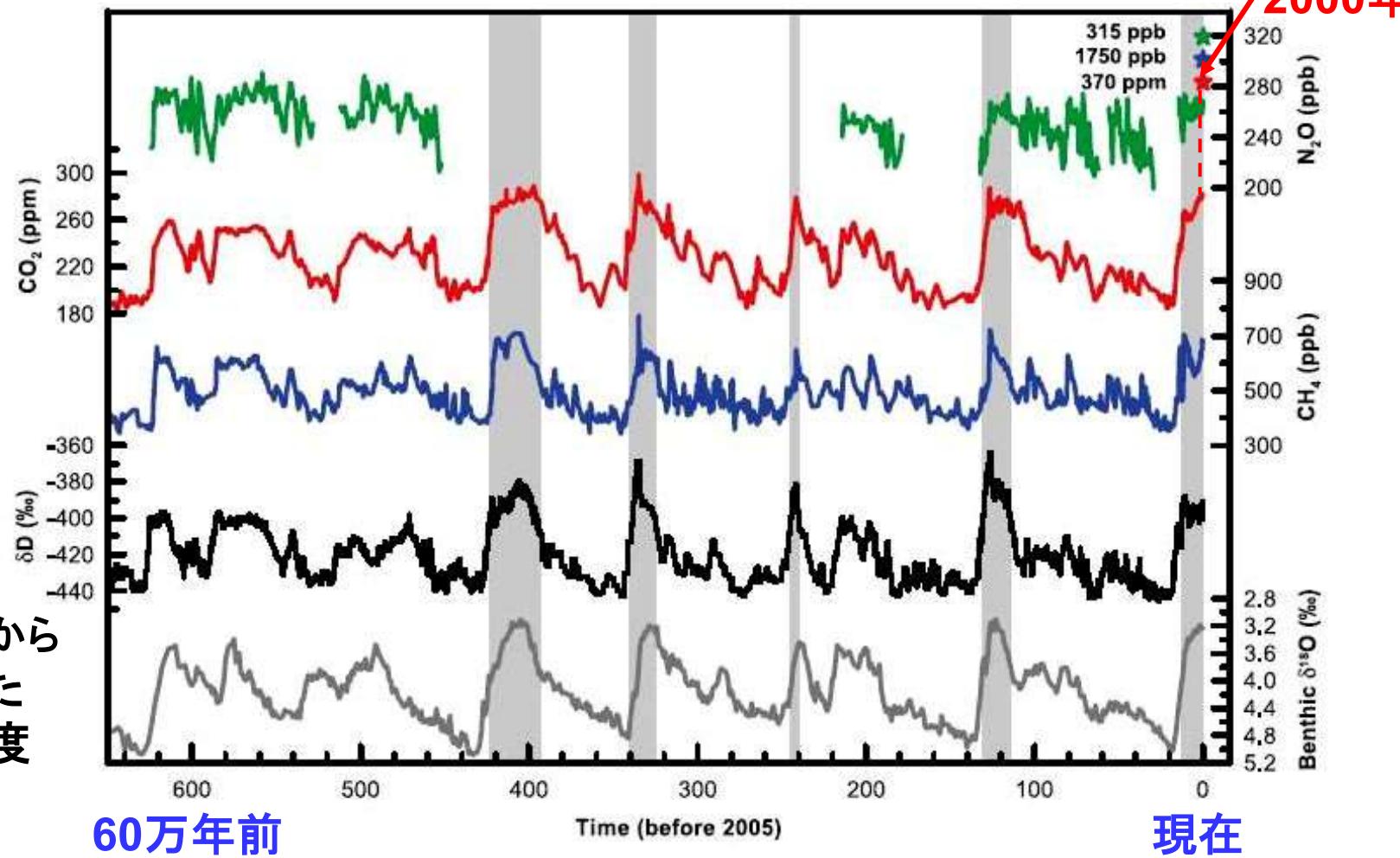
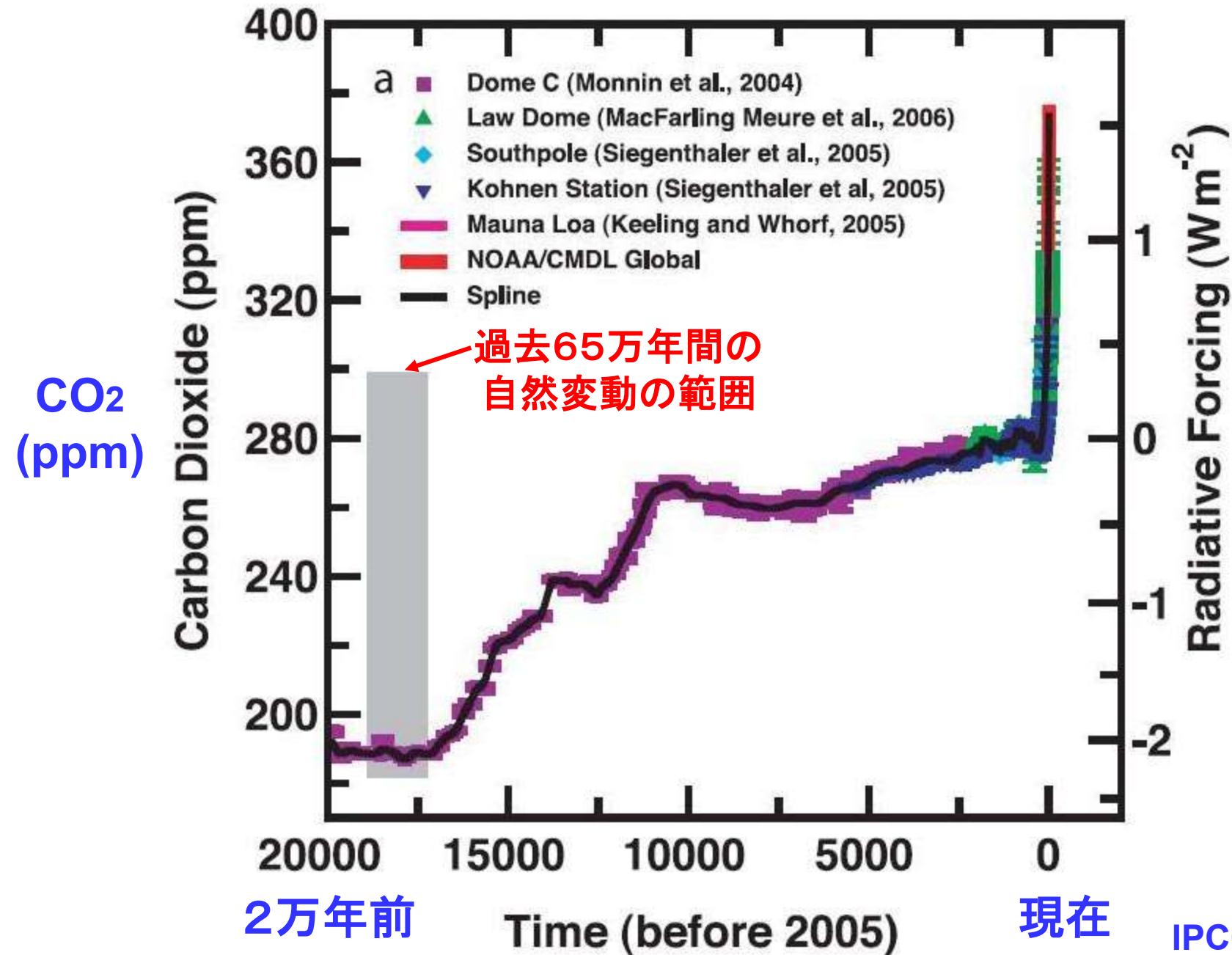


Figure 6.3. Variations of deuterium (δD ; black), a proxy for local temperature, and the atmospheric concentrations of the greenhouse gases CO_2 (red), CH_4 (blue), and nitrous oxide (N_2O ; green) derived from air trapped within ice cores from Antarctica and from recent atmospheric measurements (Petit et al., 1999; Indermühle et al., 2000; EPICA community members, 2004; Spahni et al., 2005; Siegenthaler et al., 2005a,b). The shading indicates the last interglacial warm periods. Interglacial periods also existed prior to 450 ka, but these were apparently colder than the typical interglacials of the latest Quaternary. The length of the current interglacial is not unusual in the context of the last 650 kyr. The stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}\text{O}$ marine records (dark grey), a proxy for global ice volume fluctuations (Lisiecki and Raymo, 2005), is displayed for comparison with the ice core data. Downward trends in the benthic $\delta^{18}\text{O}$ curve reflect increasing ice volumes on land. Note that the shaded vertical bars are based on the ice core age model (EPICA community members, 2004), and that the marine record is plotted on its original time scale based on tuning to the orbital parameters (Lisiecki and Raymo, 2005). The stars and labels indicate atmospheric concentrations at year 2000.

IPCC 2007より

過去2万年間のCO₂濃度



温室効果ガスって、なに？

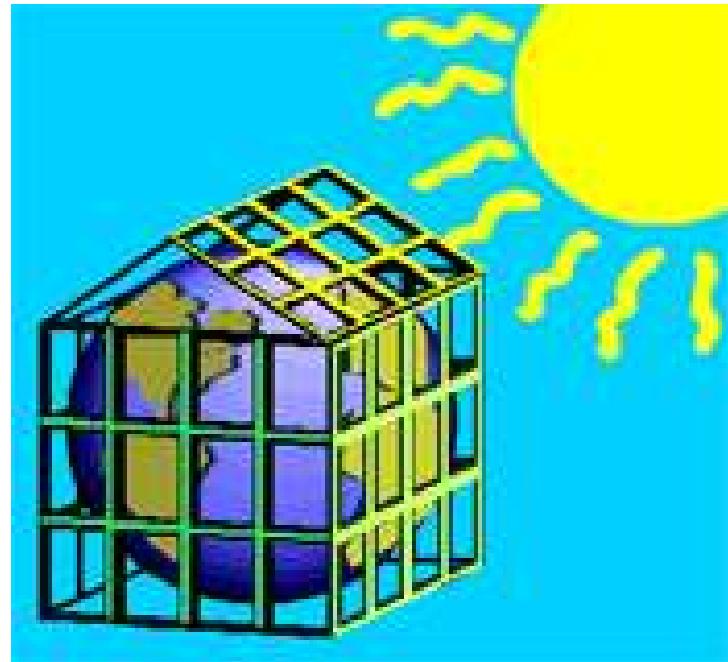
地球を取り囲んでいる大気の中に、太陽光をほぼ素通させるが、地球から出る熱線を閉じ込めてしまう性質のガスがある。

これを温室効果ガス(GreenHouse Gases)という。ちょうど温室のガラスの役割をする。

温室効果ガスには、次のものがある。

- 二酸化炭素 (CO_2)
- メタン (CH_4)
- 一酸化二窒素 (N_2O)
- 各種のフロン
- 水蒸気 (H_2O)

このうち特に化石燃料から大量に排出される二酸化炭素 (CO_2) が問題になっている。



温室効果ガスは、地球から出る熱線を閉じ込める

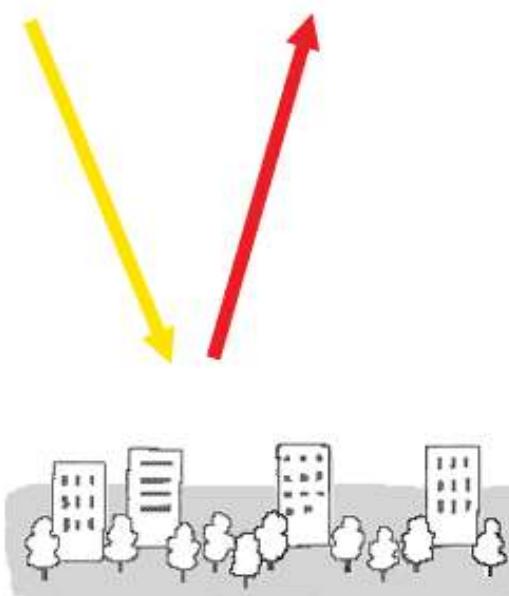
温室効果ガスはどのような作用をするか

もし、温室効果ガスが存在しなかつたら

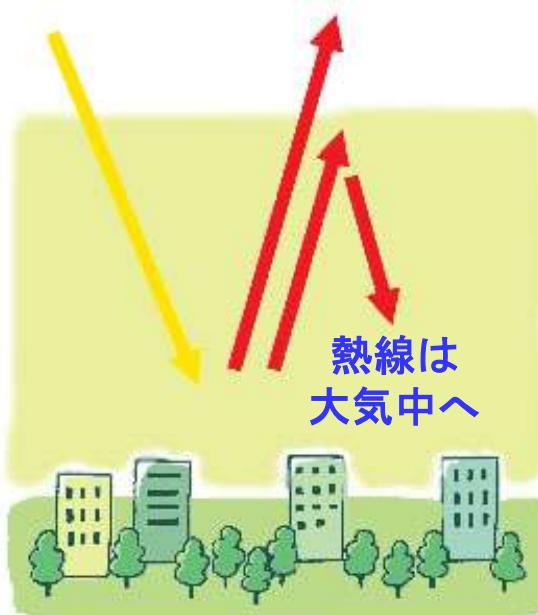
現在のように、温室効果ガスが適量あつたら

将来、温室効果ガスが過大になつたら

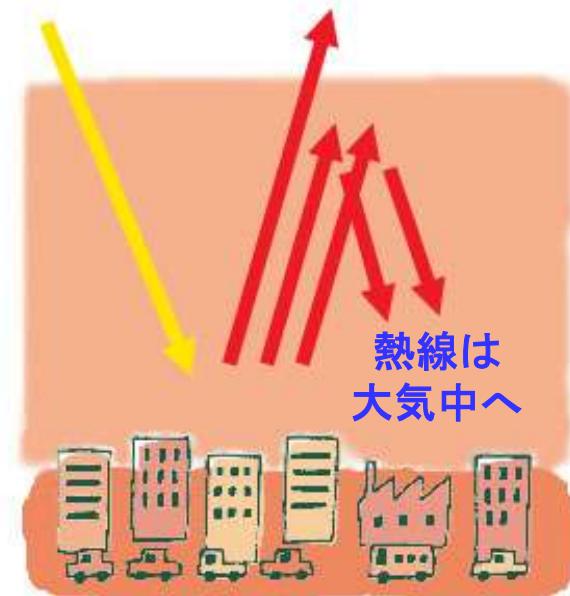
太陽光 热線は宇宙へ



太陽光 热線は宇宙へ



太陽光 热線は宇宙へ

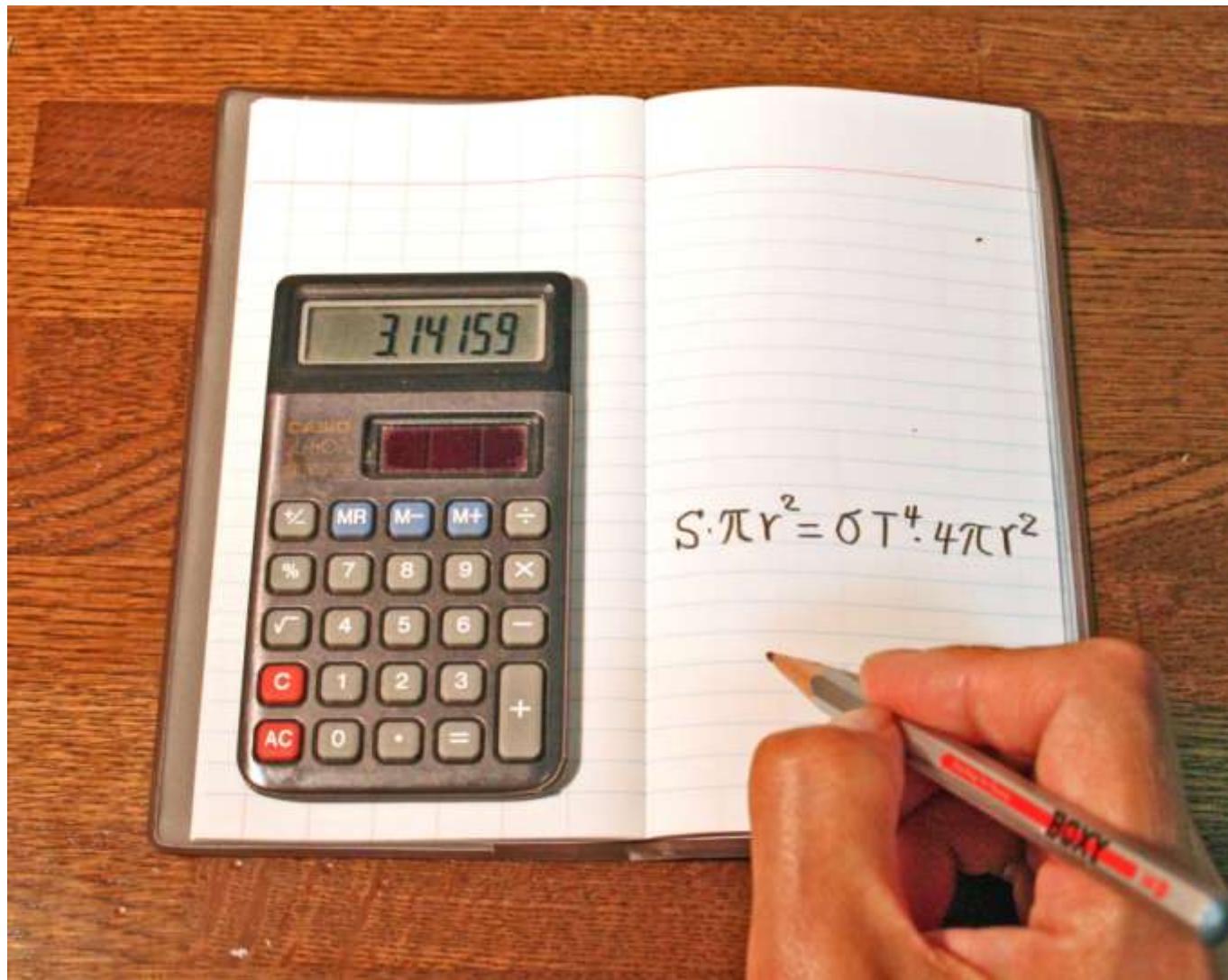


平均気温は -19°C

平均気温は 15°C

平均気温は 例えば 20°C

初等物理学を使って地表面の温度を計算しよう！



温室効果ガスがない場合の地表温度を計算しよう

記号の説明

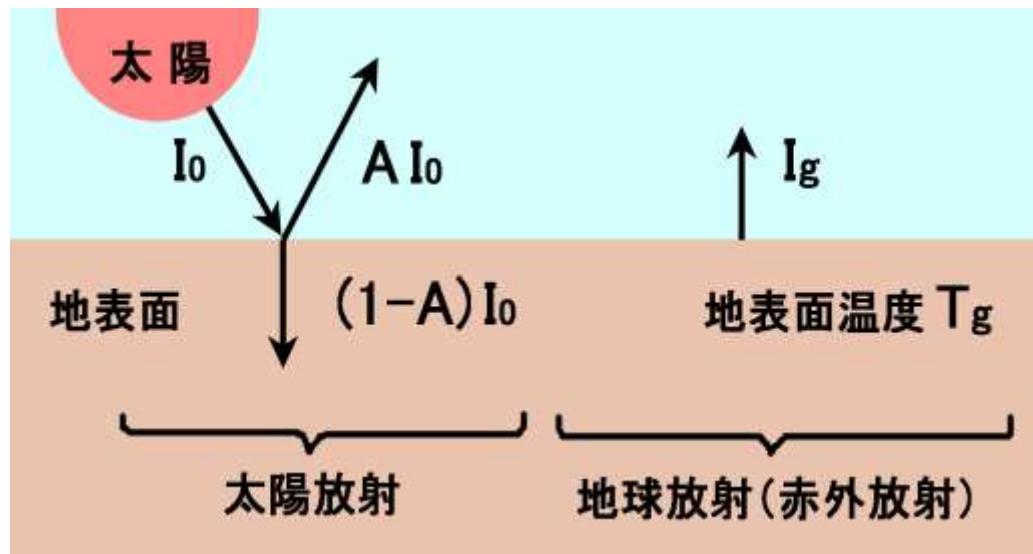
A = 地表面での太陽放射の反射率
(アルベド)

I_0 = 太陽放射強度

I_g = 地球放射強度

T_g = 地表面温度

温室効果ガスがない場合のモデル



アルベド $A = 0.3$ とすると

$g = \text{ground}$

地表面温度

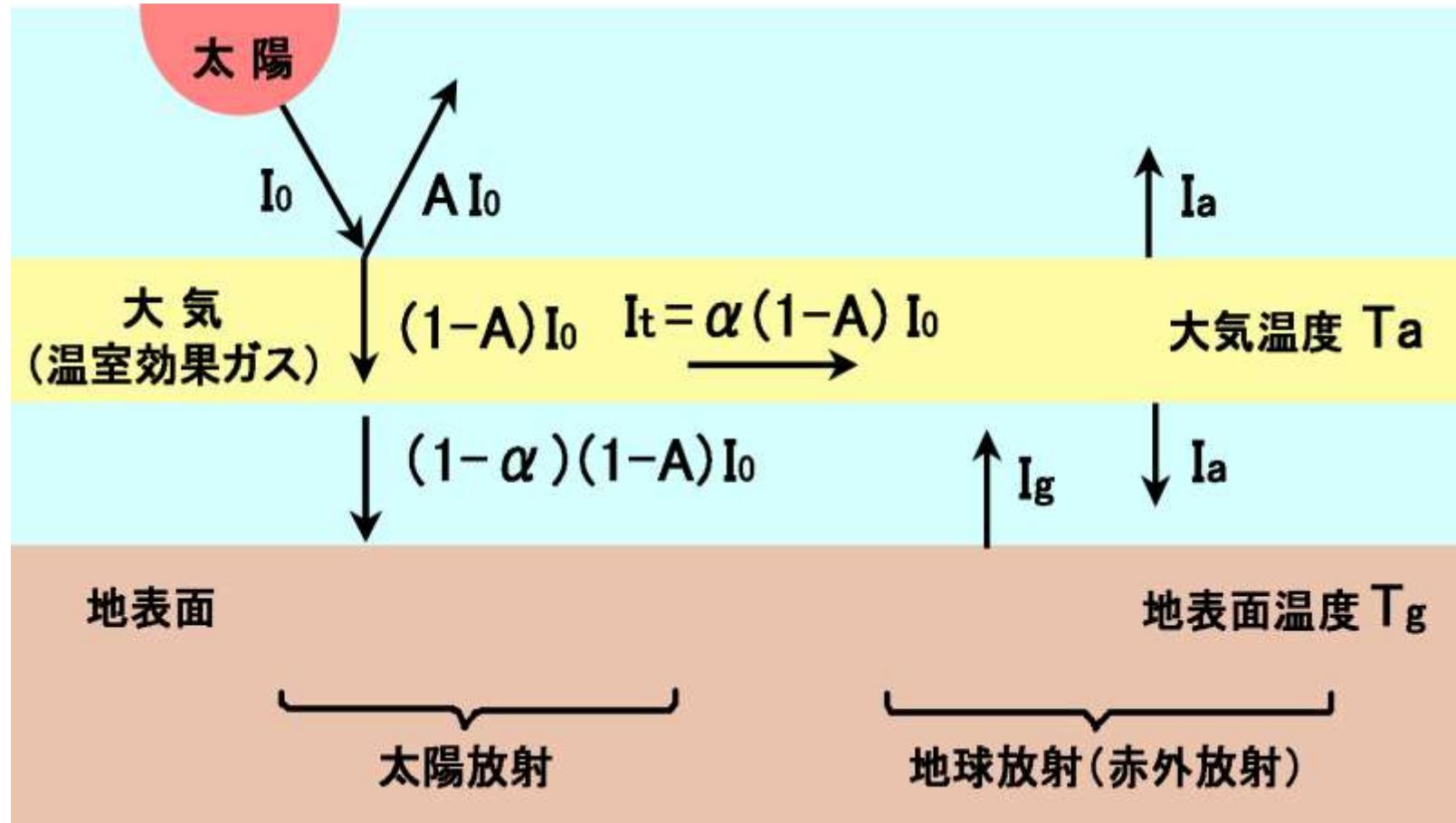
$$T_g = 278 \cdot (1 - 0.3)^{1/4} = 254 \text{ K} = -19^\circ\text{C}$$

温室効果ガスがなければ、地表面温度は -19°C となり、
観測される平均温度 15°C より 34°C も低い。
温室効果ガスがなければ、人間は地球に住めない！

温室効果ガスが十分にある場合の地表面温度を計算しよう（1）

大気による太陽放射の吸収率は α とする

大気中での地球放射の吸収率は **1** とする（温室効果ガスが十分にある）



$t=transfer$, $g=ground$, $a=atmosphere$

温室効果ガスが十分にある場合の地表面温度を計算しよう（2）

アルベド $A = 0.3$ 、 大気中での太陽放射の吸収率 $\alpha = 0.2$ とすると

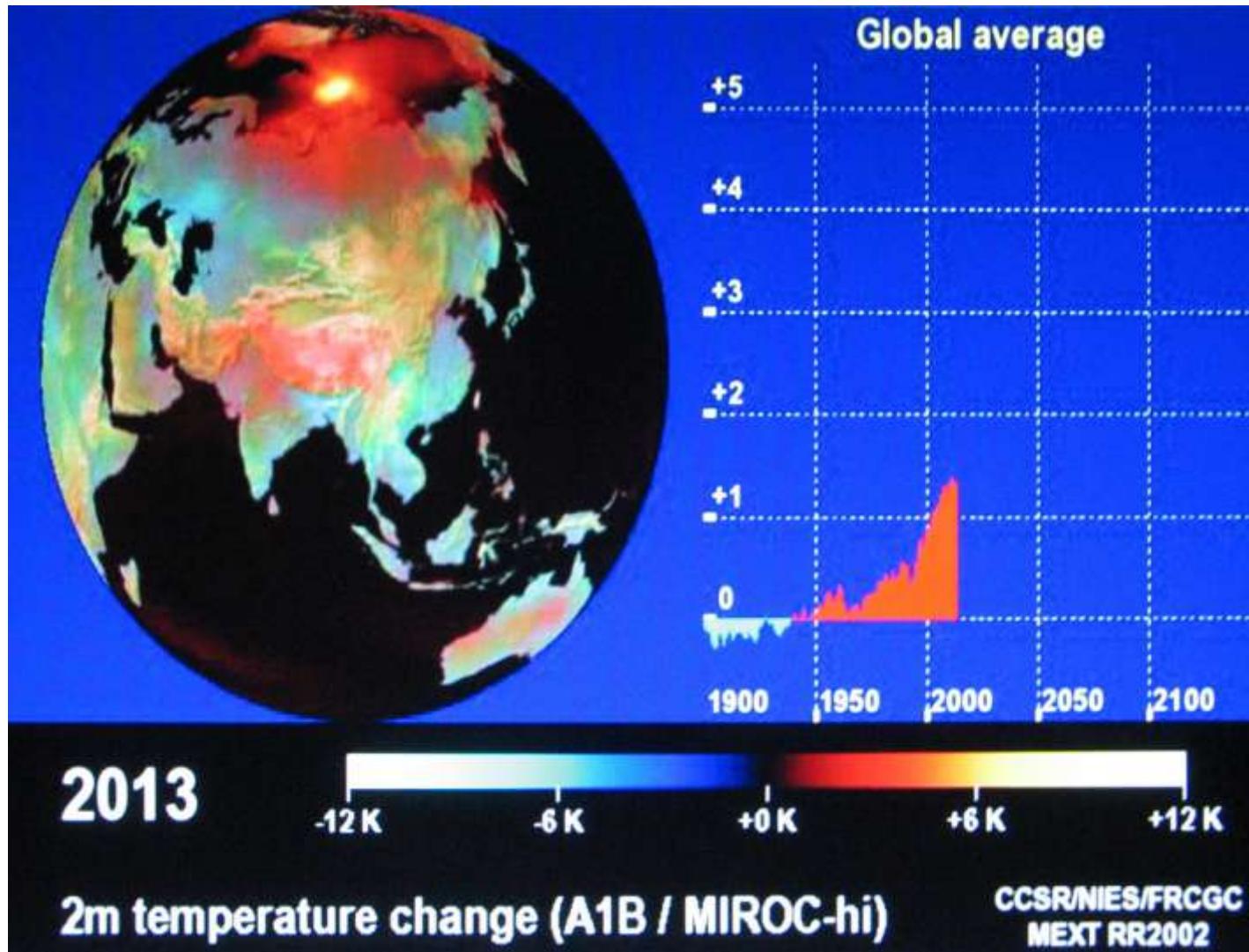
地表面温度

$$T_g = 278 \cdot \{(2 - 0.2)(1 - 0.3)\}^{1/4} = 295 \text{ K} = 22^\circ\text{C}$$

温室効果ガスがないときの地表面温度(計算値)	-19 °C
温室効果ガスが十分にあるときの地表面温度(計算値)	22 °C
実際の平均地表面温度(観測値)	15 °C

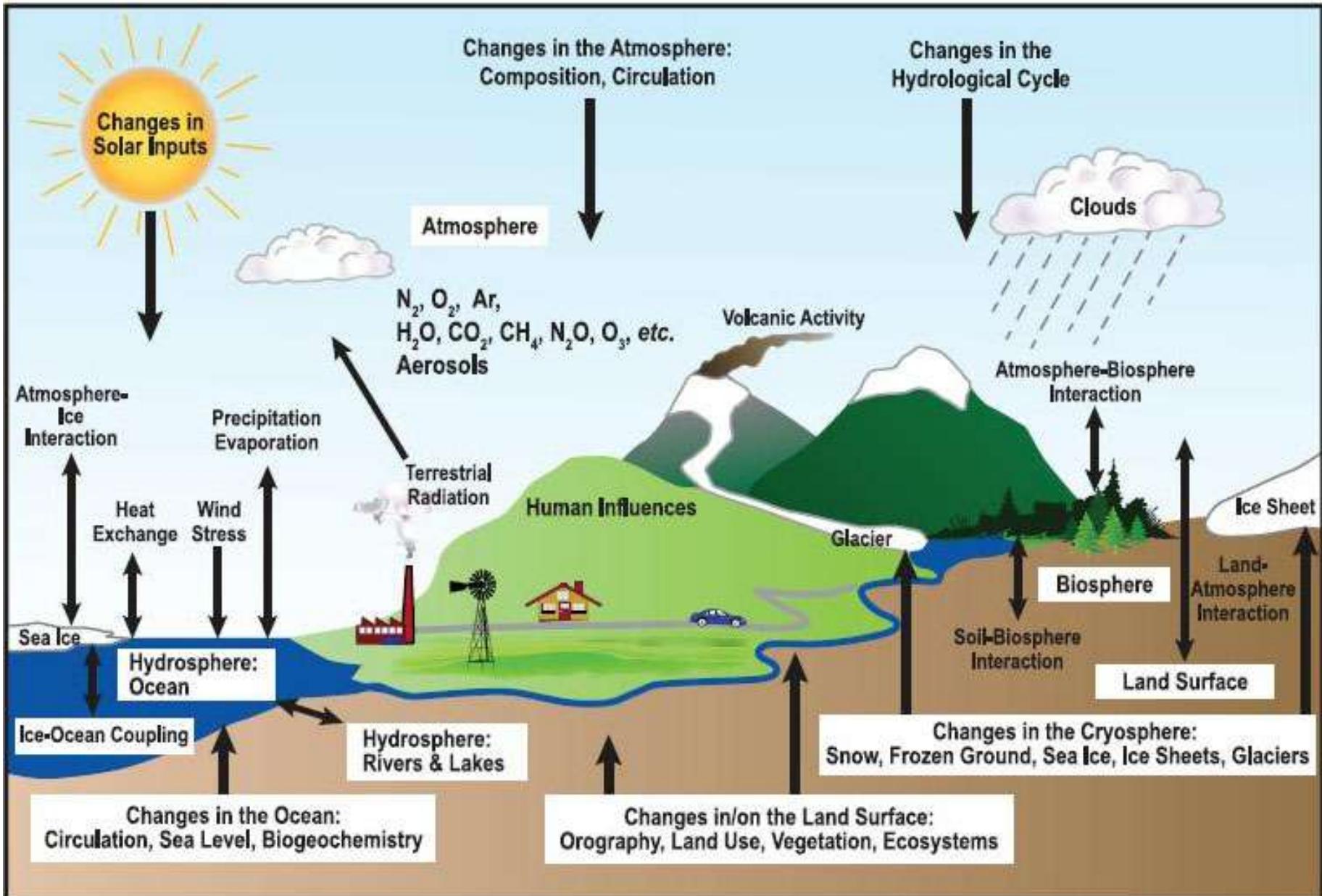
温室効果ガスが十分にある場合には、
41 °C の温室効果がある！

地球温暖化をコンピュータでシミュレーションしてみましょう

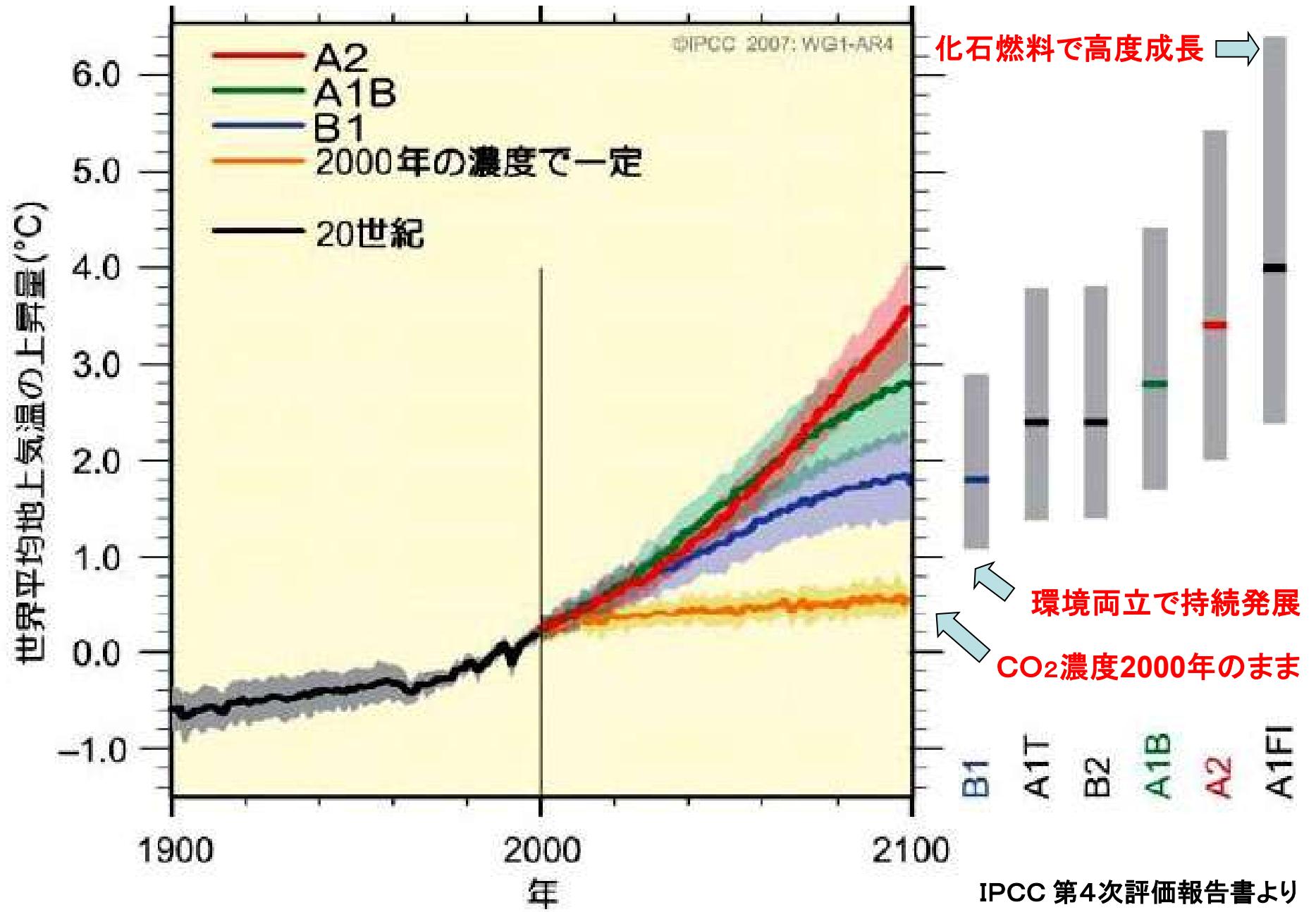


スタート

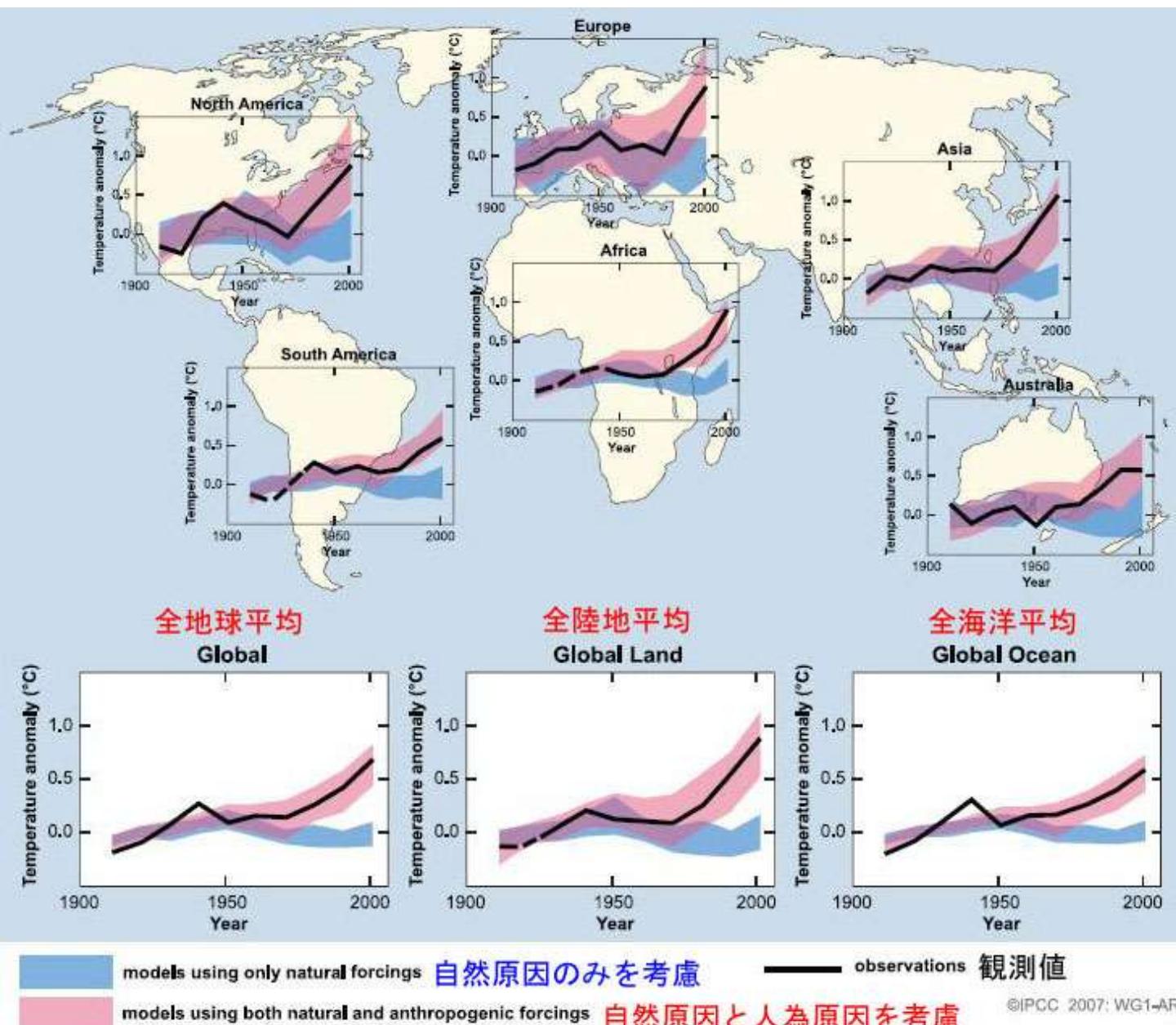
気候に影響するいろいろな現象



CO₂排出シナリオ毎の平均気温の上昇予測(シミュレーション)



100年間の気温の観測値とシミュレーション値の比較



シミュレーション の条件

自然原因
火山の噴火
太陽強度の変化など

人為原因 化石燃料CO₂排出 オゾンホールなど

自然原因だけでは
気温の観測値は
説明できない

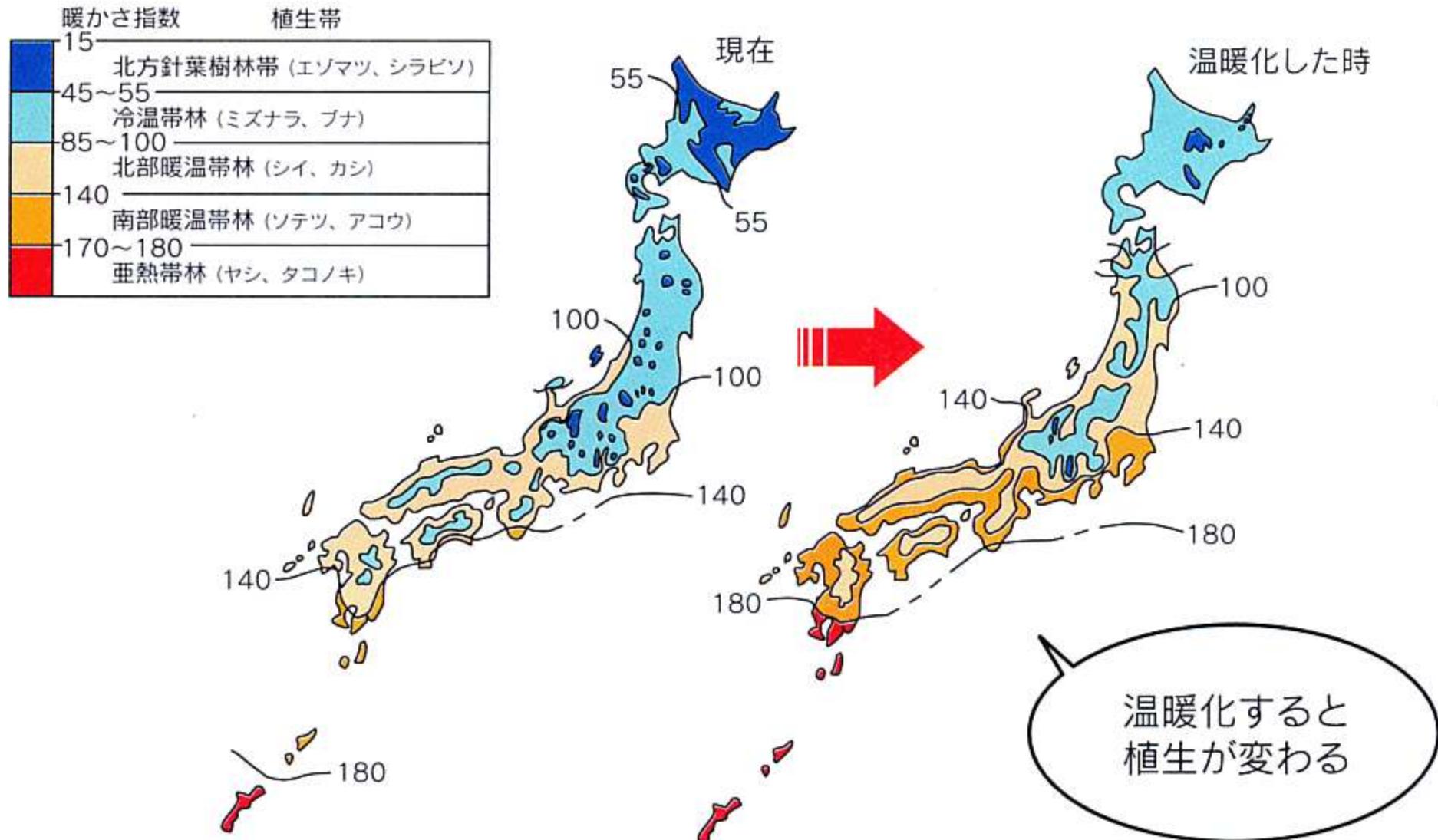
自然原因と人為原因
の両方で説明できる

地球温暖化すると、どうなるか

地球温暖化すると、どうなるか

1. 植物が変わる
2. 動物が変わる
3. 雪や氷が減る
4. 海面が上昇する

平均気温が3°C上昇した場合の森林植生の変化



平均気温が3~4°C上昇した場合の森林植生の変化 (出典8より作成)

亜熱帯林（ヤシ、マングローブなど） 沖縄から九州南部へ移動



暖温帯林（シイ、カシ） 西南日本から東北日本へ移動



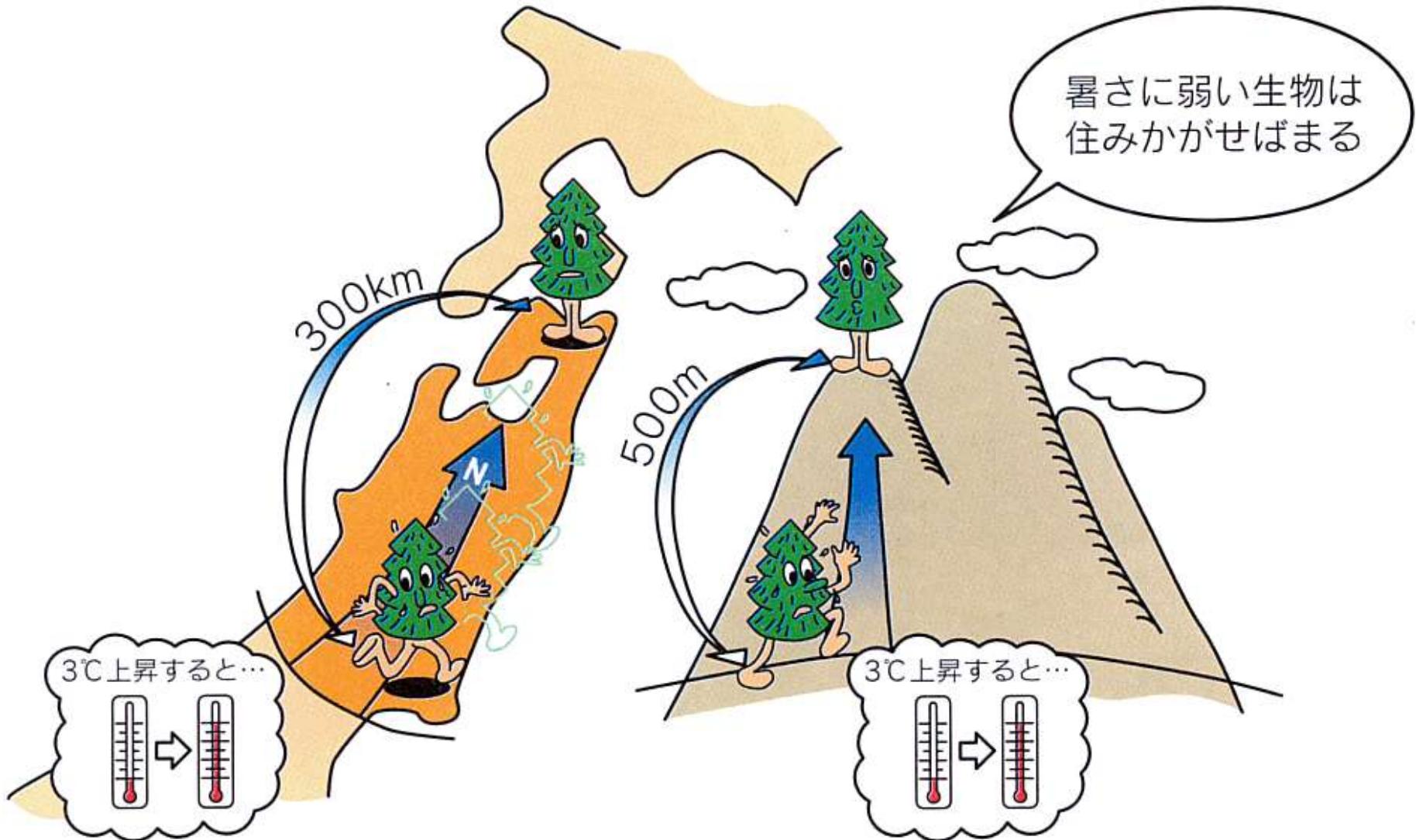
冷温帯林（ブナ、ミズナラなど）中部山岳・東北から北海道へ移動



亜寒帯林（エゾマツ、シラビソなど） 北海道から消滅



温暖化を避けて植物は「北へ」、「上へ」と移動

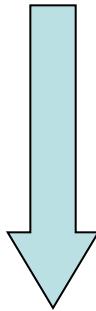


温暖化を避けて北へ上へ（出典1より作成）

温暖化が進むと、農産物の産地が変わる



今、青森はリンゴの産地



ミカンの産地に変わる？



コシヒカリの産地は、新潟から北海道へ？

ライチョウ(雷鳥)は絶滅の危機にある



高山植物へのシカの食害

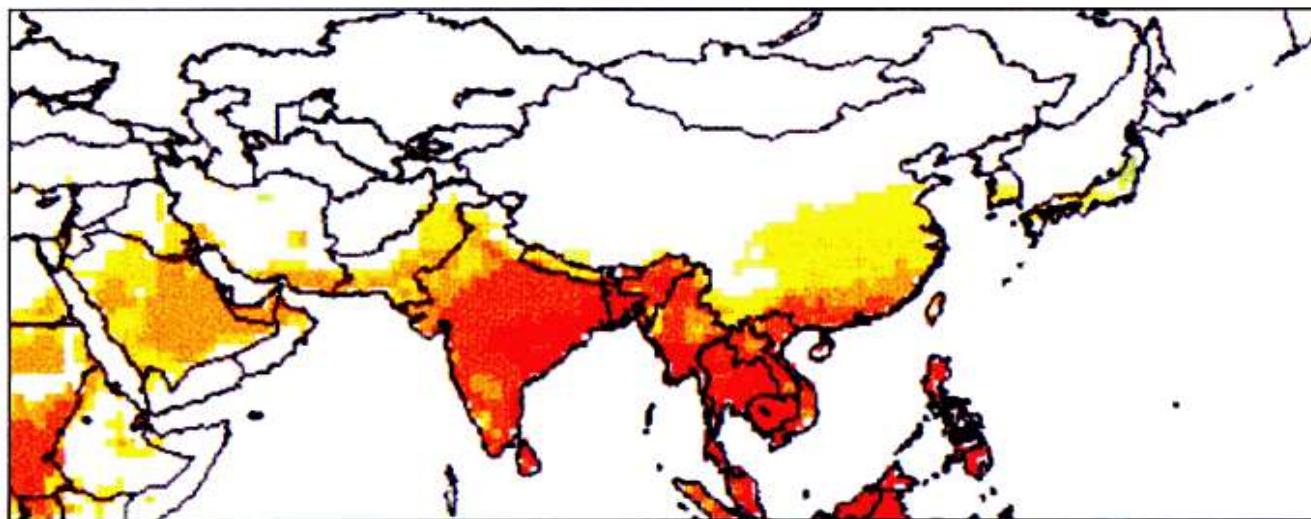


← かつての南アルプスのお花畠

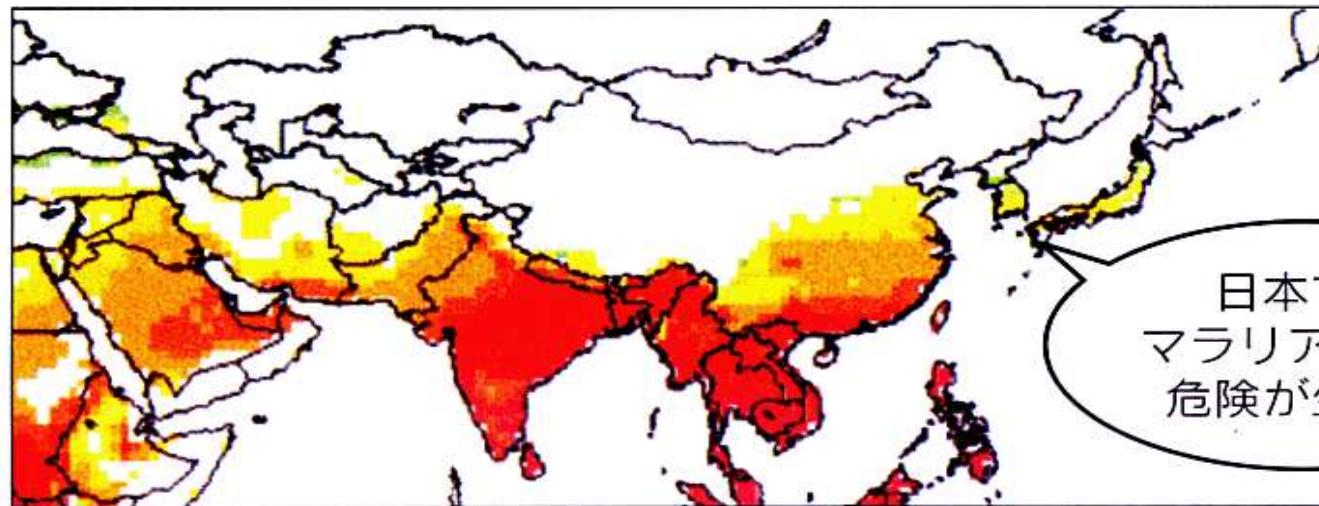


最近シカに食い荒らされた→

マラリアの流行地域 (CO₂の濃度が2倍になった場合)



現在



CO₂濃度が2倍になった場合

AIM

流行は少ない



風土病として定着

1950年を基準にした各地の氷河の長さの変化

氷河の長さの変化
[m]

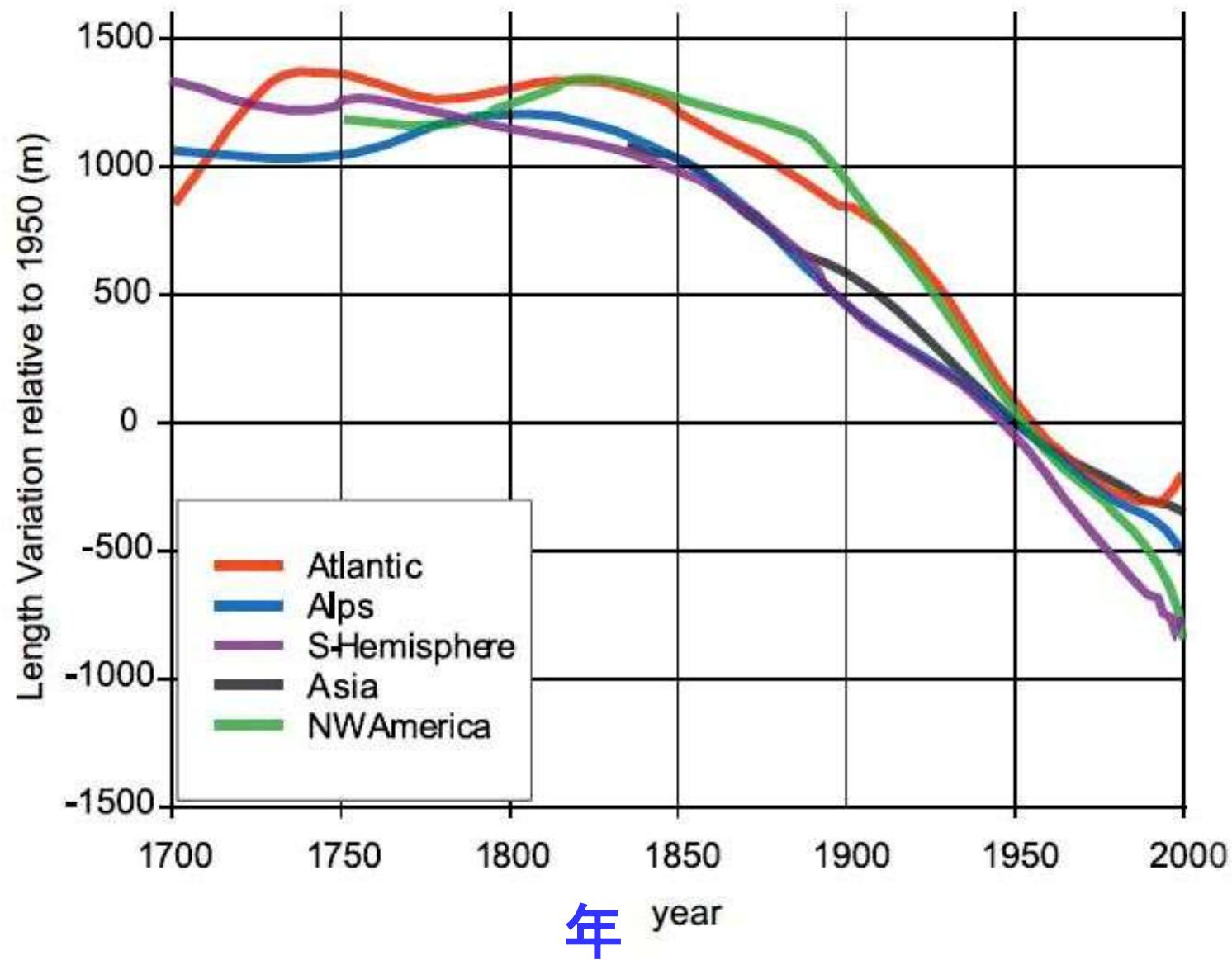
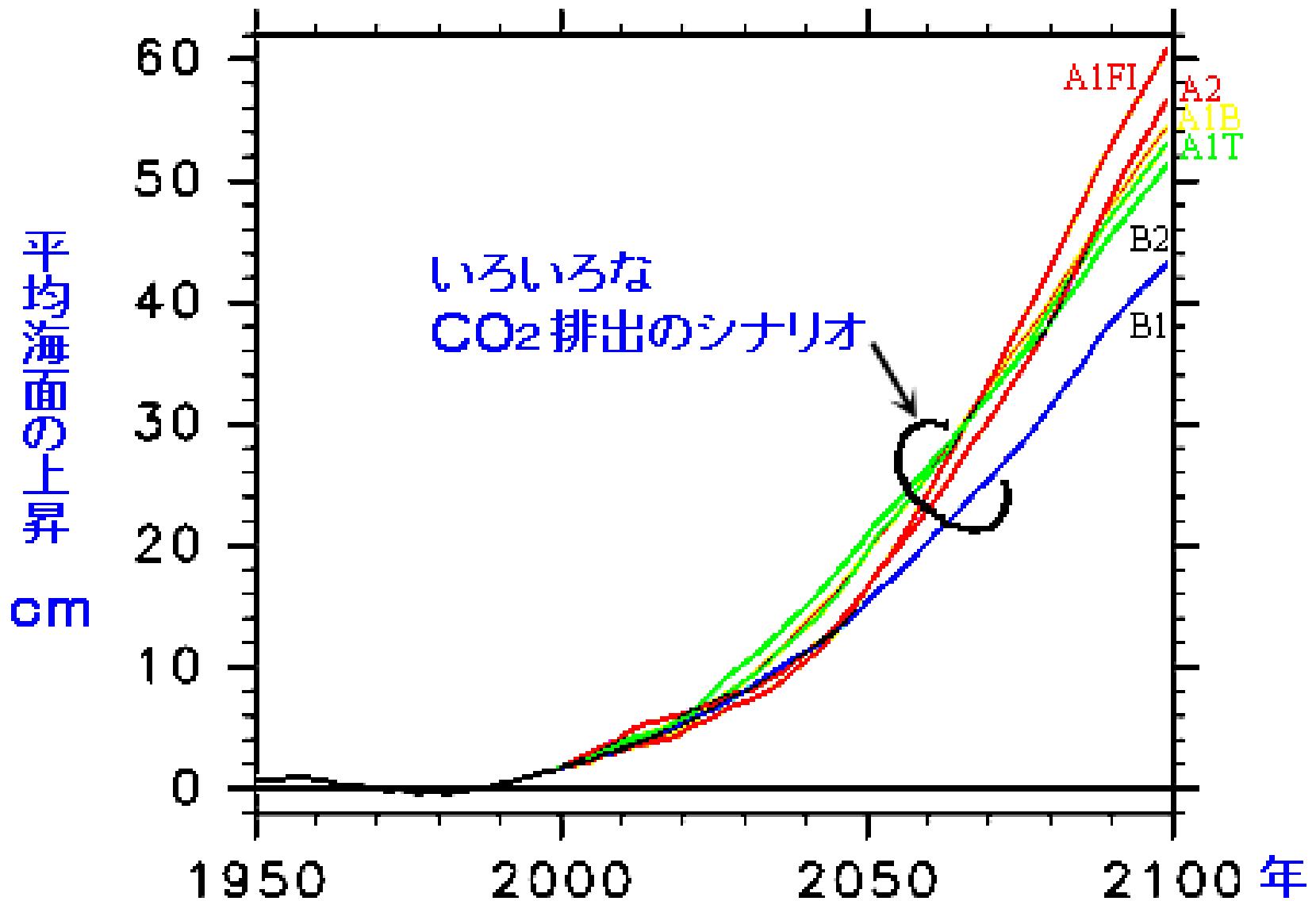
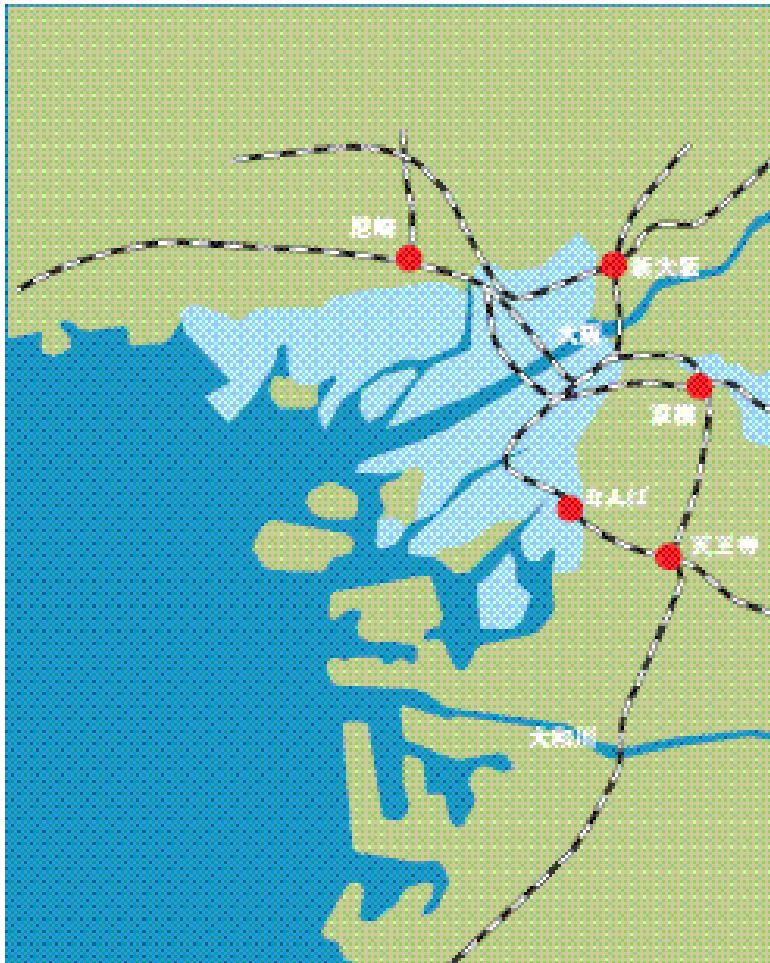


Figure 4.13. Large-scale regional mean length variations of glacier tongues IPCC 2007より

温暖化による平均海面上昇の予測



海面が1m上昇すると、日本の都市部は水没する



京阪神地区

大阪の中心部と西北部は
ほぼ水没する



首都圏

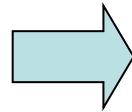
江東区、墨田区、江戸川区、
葛飾区がほぼ水没する

**もし、温暖化対策をしなければ
100年後の上高地は、どうなるか**

100年後の上高地 冬の上高地



現在の冬の上高地



100年後の冬の上高地

もし年平均気温が、今よりも 5°C 上昇すると
上高地の積雪はほとんどなくなるでしょう

100年後の上高地



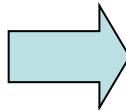
亜高山針葉樹

落葉広葉樹



もし年平均気温が、今よりも 5°C 上昇すると
針葉樹のカラマツはなくなり、常緑照葉樹の森に変わるかもしれない

樹種が変わる



常緑照葉樹

100年後の上高地 ニリンソウの群落の開花期



徳沢付近



もし年平均気温が、今よりも 5°C 上昇すると
5~6月のニリンソウの開花は、4月頃に変わるでしょう

地球温暖化に、どのように対策するか

地球温暖化対策

要するに、温室効果ガスが増加しないようにすること

温室効果ガスにはいろいろあるが、最大の目的はCO₂の排出を減らすこと

1. 省エネルギー

- ① 家庭ができる省エネ
- ② 交通機関の省エネ
- ③ 産業界での省エネ

2. 新エネルギー

- ① 自然エネルギー 太陽光発電、太陽熱利用、風力発電、バイオマス
- ② リサイクル・エネルギー 廃棄物発電など など
- ③ 新しい形態のエネルギー 燃料電池、天然ガス・コジェネなど

3. その他の対策

- ① 原子力発電 本当にCO₂を排出しないのか、安全性は？
- ② CO₂の固定 地中にCO₂を隔離して保存する、安全性は？

最後に、地球温暖化問題の難しい点



科学的に、まだ解明されていないことが多い



快適な生活を期待する人々に、省エネは不便を強いる



温暖化の大きな影響が現れるのは何年も先である
影響が現れたときは手遅れかもしれない



原因を作るのは先進国、
被害を受け易いのは途上国、
典型的な南北問題！



国際的な協力が必要だが、
京都議定書に米国は参加していない

あなたは、
どう思いますか
？



美しい自然と文化的な生活を、孫子の代まで残したいですね

上高地を散策される皆様に 5つのマナーのお願い！

1. 自分で出したゴミは全てお持ち帰り下さい
2. 遊歩道を外れて歩かないようにして下さい
3. 野生動物たちに餌を与えないで下さい
4. ペットは極力持ち込まないで下さい
5. 上高地から動植物を持ち出さないで下さい



ご清聴、有難うございました