第１５回原子力委員会
資 料 第 １ － ２ 号

2008.3.13

原子力委員会用資料

山本　良一
東京大学　生産技術研究所

Growth and CO2Emissions :How do Different Countries I

Enviroment Department,The World Bank,October2007

中国新聞Web.1**月**20**日**2008**年**

世界銀行調べ、温暖化対策の進ちょく度、
日本は世界の排出量上位70ヶ国中61位、先進国の中で最下位

先進国中のベスト5　①デンマーク、②ドイツ、③スウェーデン、④英国、⑤フィンランド
ワースト5　①日本、②スペイン、③イタリア、④ノルウェー、⑤ポルトガル

スウェーデン、デンマークはGDP**を増やしつつ、**CO_2**排出量を減少させている。**
世銀の評価のポイント、1994～2004**年にかけて各国の次の量をベースに評価**

(1)**エネルギー利用量に占める化石燃料の割合**
(2)**化石燃料中の石炭、石油、天然ガスの構成比**
(3)GDP**当たりのエネルギー使用量**
(4)**一人当たりの**GDP
(5)**人口**

日本の評価が低かった理由
(1)GDP**や人口の伸びから予想される以上に**CO_2**排出量が増加**
(2)70**ヶ国中**56**ヶ国が石炭から天然ガス、石油への転換を進める中で日本は逆に石炭利用が増加**(4200**万トン排出量増大**)
(3)GDP**当たりのエネルギー使用量もドイツ、中国、インドなど**49**ヶ国が改善している一方で日本は悪化**

2008 Environmental Performance Index(http://epi.yale

Yale Center for Environmental Law and Policy, Yale University

Center for International Earth Science Information Network, Columbia Univers

ダボス会議、ECのショイントリサーチセンターと協働

毎日.1月25日.2008年

環境パフォーマンス指標、日本は149ヶ国中21位

2008年EPIのトップ5①スイス②スウェーデン③ノルウェー④フィンランド⑤ユスタリカ
ちなみにアメリカは39位、中国は104位

6領域25項目を対象とした調査に基づいて評価している。
日本の評価で低かった所
(1)生物多様性と生物生息域の保全
効率的な保全、危機に瀕した生息域の保護、海洋保護領域、農業補助金の
4項目で非常に低い評価
(2)気候変動に関する3つの指標でも低い評価

要旨

(1)夏季の北極海氷は消滅へ向かっており既にティッピングポイントを超えた。
グリーンランド氷床の全面的融解開始のティッピングポイントは10年後頃に
迫っている(地球温暖化地獄の1丁目から2丁目へ)

(2)北方寒帯林の枯死、両南極大陸氷床の崩壊、アマゾン熱帯雨林の
枯死と砂漠化(温暖化地獄の3丁目〜5丁目)へ到達するのは2050年頃、
(このまま成り行きシナリオで行くと)。

(3)3℃/550ppm、2℃/450ppm、0.5℃/320ppmシナリオが考えられるが、
政治経済的に現実的なシナリオは2℃/450ppmシナリオではないか。

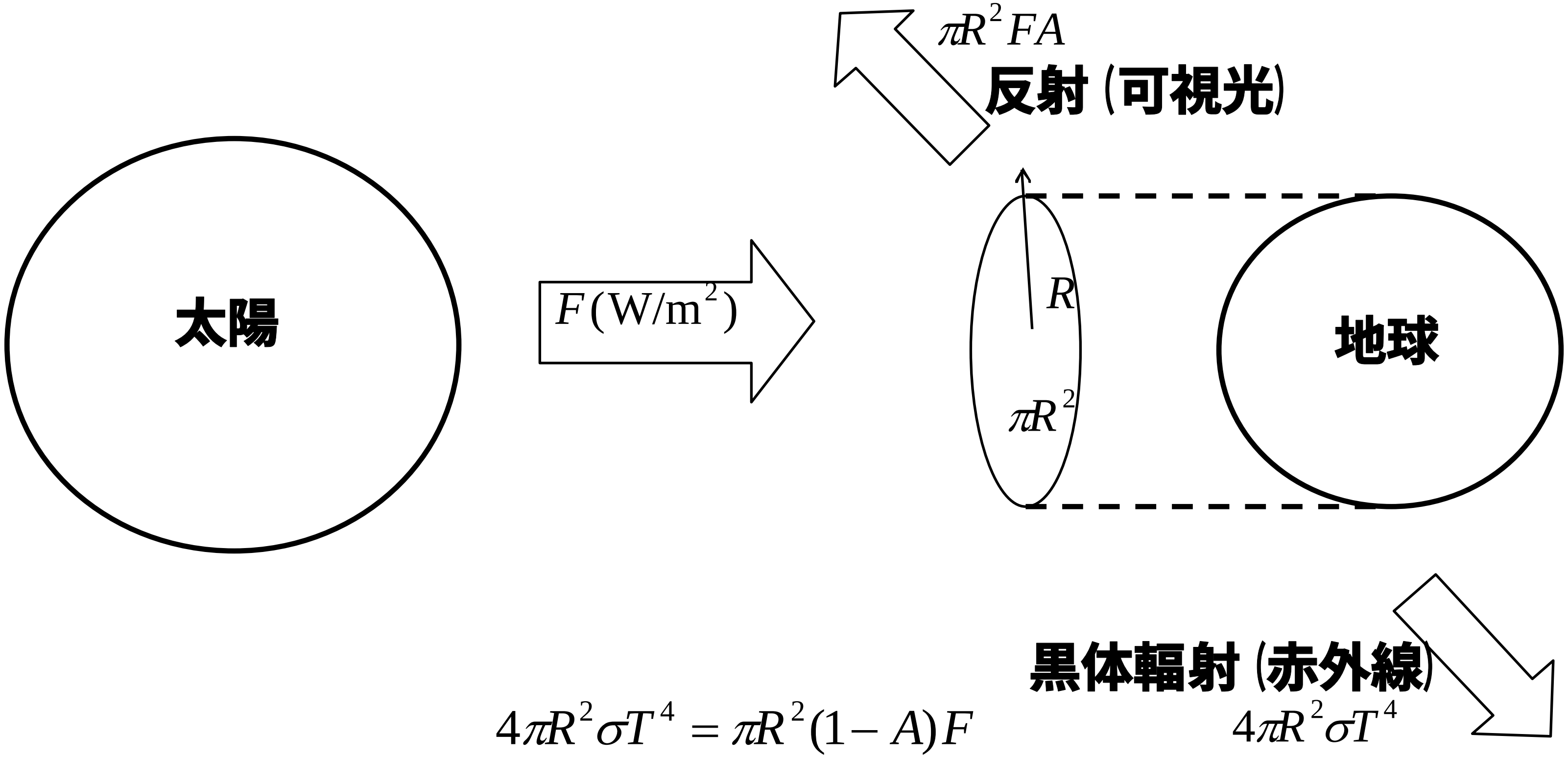
(4)IEA(2℃/450ppm) シナリオをエコ･イノベーションで実現する。

(5)エコ･イノベーション/環境産業の世界市場規模は2005年で180兆円、
2020年で400兆円、年率5.4%で成長中(ローランド･ベルガー社調査)

(6)社会革新/サステナブルライフスタイル/環境文化を創出する。

人間活動が原因の
地球温暖化が起こっている。

温暖化効果ガスがない場合の地球の表面温度は－18℃である



$$4\pi R^2 \sigma T^4 = \pi R^2 (1-A)F$$

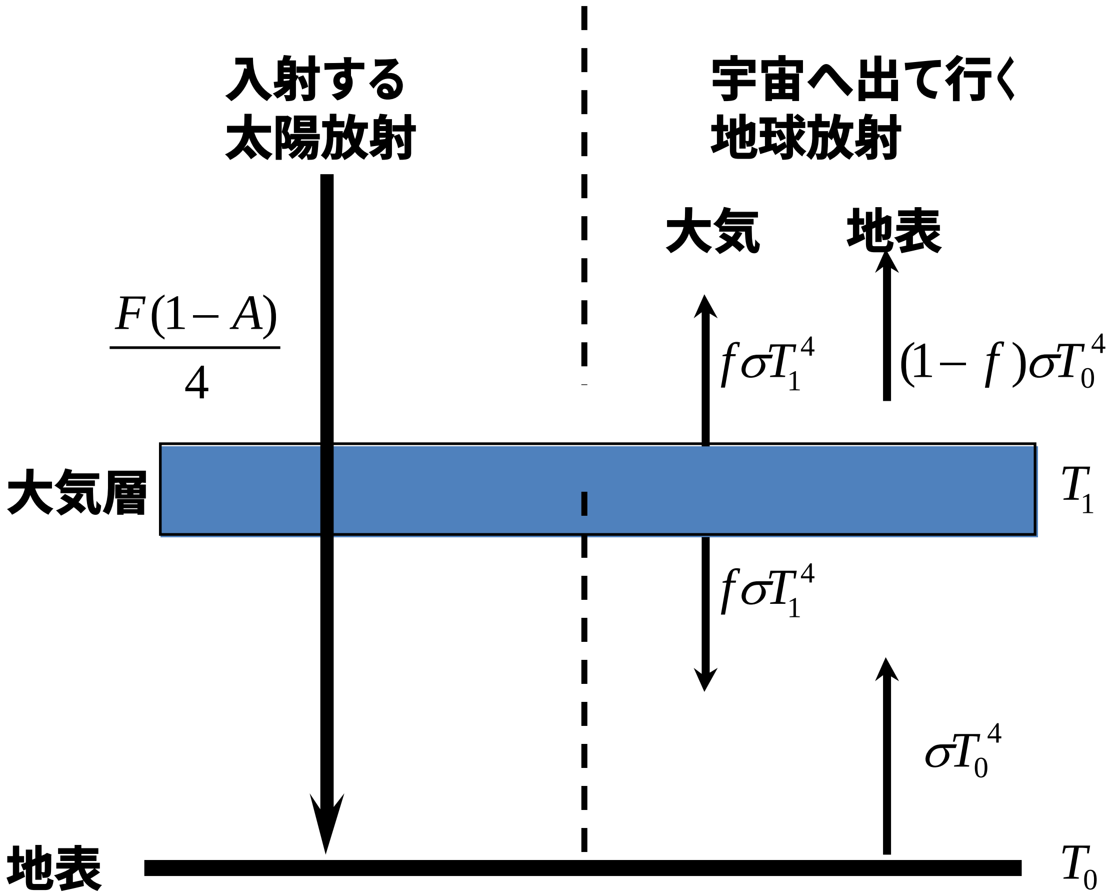
$$T = \left\{ \frac{(1-A)F}{4\sigma} \right\}^{1/4}$$

A **（アルベド） *=0.3***　　***F*****（太陽定数）=1368W/m²**

σ**（ステファン・ボルツマン定数） *=5.67×10⁻⁸Wm⁻²K⁻⁴***

$$\boxed{T = 255\mathrm{K}(-18℃)}$$

温室効果気体があるため15℃になっている



エネルギーバランスの式

$$\frac{F(1-A)}{4} = (1-f)\sigma T_0^4 + f\sigma T_1^4 \quad (1)$$

(地表+大気)

$$f\sigma T_0^4 = 2f\sigma T_1^4 \quad \text{(大気)} \quad (2)$$

$$T_0 = \left\{ \frac{F(1-A)}{4\sigma(1-\frac{f}{2})} \right\}^{1/4}$$

$A = 0.30,\ f = 0.77$ (吸収率)

$T_0 = 288K\,(15℃)$

放射強制力と地表面気温の関係

GHGの変化に伴う地球放射フラックスの変化＝放射強制力の定義

$\triangle F=(1-f/2)\sigma T_0^4-(1-(f+\triangle f)/2)\sigma T_0^4=1/2\triangle f\cdot\sigma T_0^4$

$\triangle T_0=\lambda\triangle F$

$\lambda=1/4(1-f/2)\sigma T_0^3=0.3K/(W/m^2)$

＊大循環モデルを用いたシミュレーションより

$\lambda=0.3\sim1.4$ K/(W/m²)

＊氷河期と間氷期との比較より

$\lambda=0.75$ (J.Hansen, NASA)

表面温度変化は一次のオーダーでは
放射強制力の変化に比例

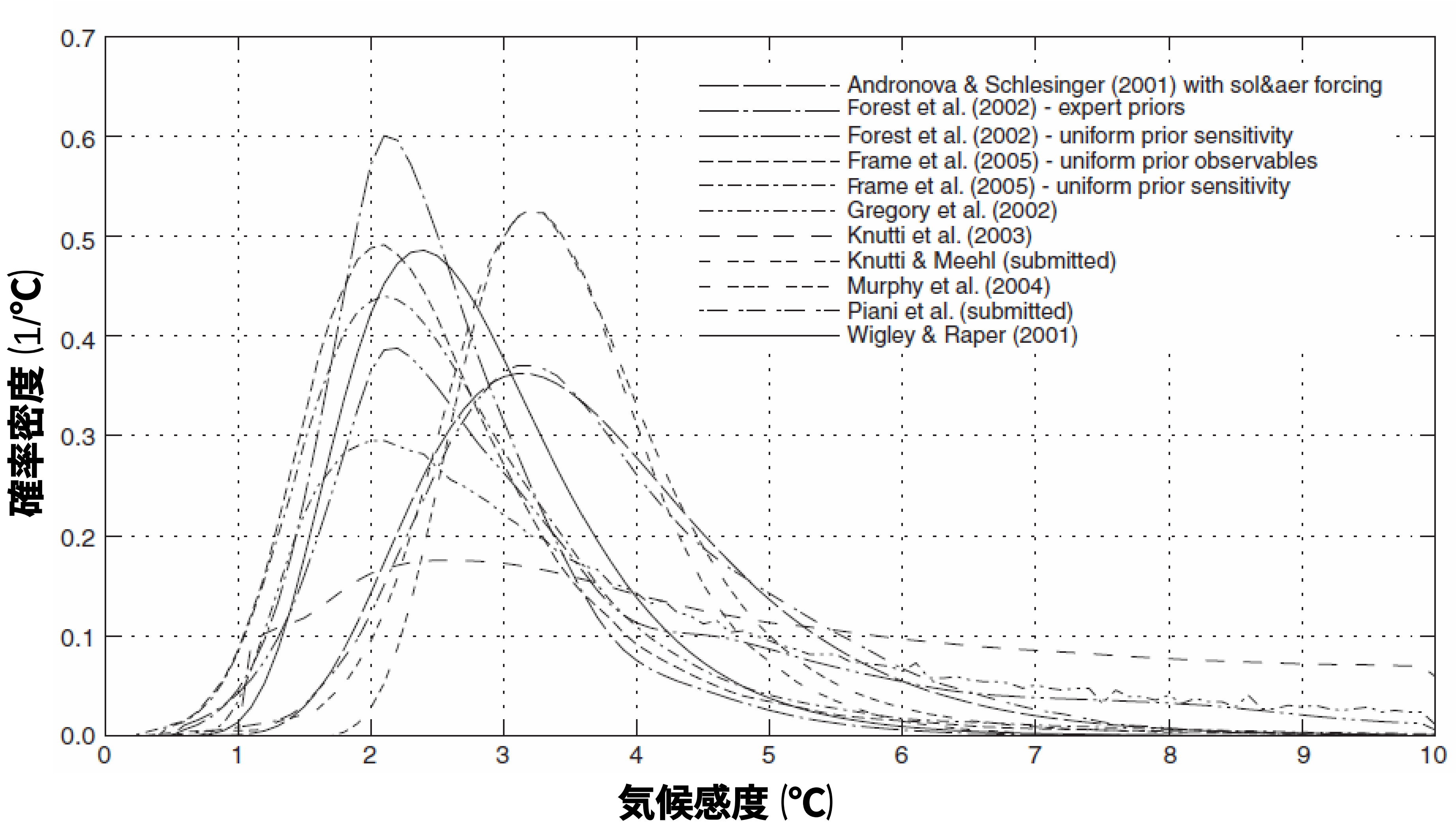
CO_2濃度と地球の表面温度の関係式

表面温度は温室効果気体の放射強制力に比例し、
放射強制力は温室効果気体の大気中濃度の対数に
比例する。したがって表面温度は温室効果気体の濃度の
対数に比例する。

T_2=A log[556 (CO_2**濃度産業化前濃度の倍増時の温度**)]
T_1=A log[278 (**産業化前の**CO_2**濃度**278ppm**時の温度**)]
T_2ーT_1=A log (556) ー A log(278)= A log2=CS(Climate Sensitivity)
A=CS/log2(CS=**気候感度**)=3**℃** (IPCC**第**4**次レポートの最良推定値**)

表面温度上昇T－T_1= (CS/log2)

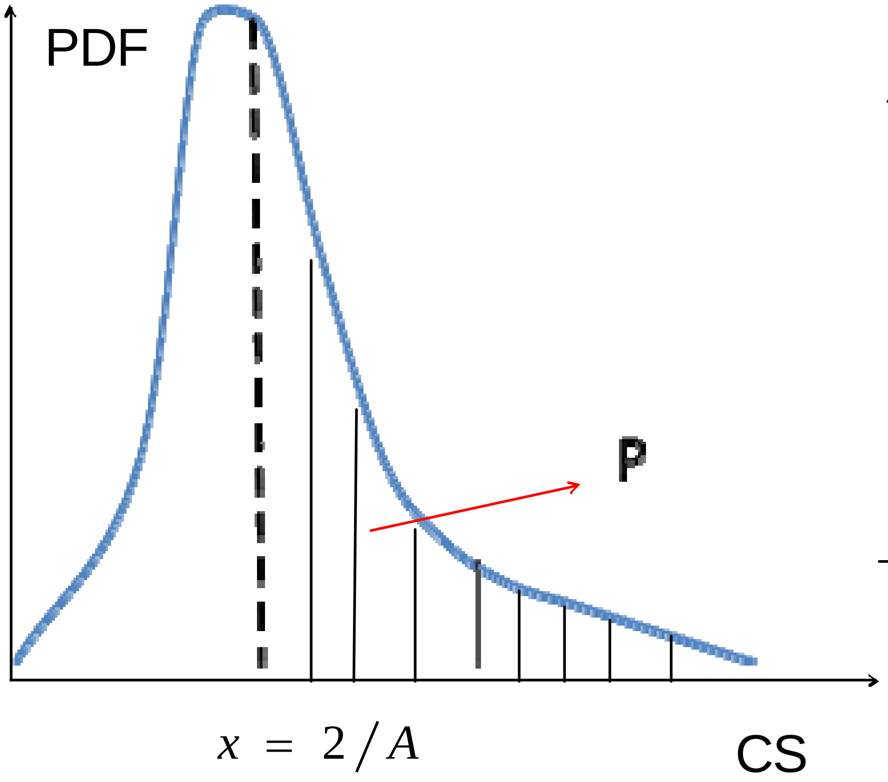
確率密度関数（PDF）の研究例



Source: What Does a 2 ° C Target Mean for Greenhouse Gas Concentrations? (2006)
Malte Meinshausen

大気中のCO_2濃度がC (ppm)の時2°C突破の確率をどう計算するか

気候感度(CS)の確率密度関数(PDF)



表面温度上昇

$\triangle T = CS \cdot \log[C/278]/\log 2 = A \cdot CS$

$A = \log[C/278]/\log 2$

$Ax \geq 2°C$(気候ターゲット)

$$P = \int_{2/A}^{\infty} PDF(x)\,dx \quad (2°C突破の確率)$$

C大きい→A大きい→x小さい→Pは1に近付く

CO2濃度が十分高いと温度上昇は確実に2°Cを突破する

ここで$\int_0^{\infty} PDF(x)\,dx = 1$　(PDFは規格化されている)

2℃突破の確率（%）

CO2安定化準（ppm）	350	400	450	500	550	600	650	700	750
上限	31	57	78	96	99	100	100	100	100
中央値	7	28	54	71	82	88	92	94	96
下限	0	8	26	48	63	74	82	87	90

Malte Meinshausen, Avoiding Dangerous Climate Change p265 (2006)

高度経済成長を続けると地球の平均気温はどのように上昇するか？

気候変動＋2℃（ダイヤモンド社、2006年）

前提　エネルギー開発や技術はバランスよく進歩し、経済成長は
年平均2.9%、個人所得は増加を続け、人口は2050年に87億人、
その後減少して2100年に720ppmに到達すると仮定。

計算　国立環境研等が地球シュミレータで、現時点で最量の気候モデルで
試算（世界で最も精度が高い）

結果　工業化以前と比べての平均気温の上昇

1.5℃	2016年に突破
2℃	2028年 〃
3℃	2052年 〃
4℃	2069年 〃

温暖化の加速 → 温暖化の暴走？

今なら気候リスクを回避可能　　コントロール不能

産業化前からの温度上昇

0.8℃ → 1.5℃ → 2℃ → 3℃

(2004年)　(2016年頃)　(2028年頃)　(2052年頃)

北極海氷の減少、グリーンランド氷床の全面融解

シベリア凍土からCH_4、CO_2放出

海、森林のCO_2の吸収能力の減少

森林からのCO_2放出

土壌からのCO_2放出

海洋からのCO_2、CH_4の放出

西南究極大陸氷床の不安定化

地球温暖化の暴走の懸念

気候変動は予測より
なぜ激しい可能性があるのか

Barrie Pittock
Commonwealth Scientific and Industrial ar
Research Organization Aspendals, Austral

(1)気候感度はこれまで評価された値よりも大きいかも知れない
(2)グローバルな日ガサ効果は大きいが減少しつつある
(3)凍土の融解とアルベドの変化
(4)バイオマスフィードバックが生じている
(5)北極海氷が激減している
(6)中緯度、高緯度の大気及び海流の循環が変化している
(7)南極大陸における急速な変化
(8)グリーンランドにおける外縁部氷河の急速な流動と融解
(9)熱帯のサイクロンはより強大になる
(10)北大西洋海流と塩分濃度の変化

世界における"氷"の融解の事例

Earth Policy Institute,

Jan.2008	場所	観測された消失量
北極海氷	北極海	9月の海氷面積は1953年と2006年の間に、10年あたり7.8%ずつ減少。 2007年にそれまでの最少記録(2005年)を23%下回った。 2030年までに夏の北極海氷は消失すると予測されている。
グリーンランド氷床	グリーンランド	2007年のグリーンランド氷床の平均融解面積は29年間の中で最大。 2005年の記録を10%上回った。 氷の損失量は1996年と2005年の間に2倍に増加。
凍土	北極圏	数十年で2℃温度上昇、北シベリアの凍土からのメタンの放出量は1974年と2000年の間に58%増加
南極氷床	南極大陸	年間1960億トンずつ氷を失いつつある。 ほとんどは西南極大陸氷床より。 気候モデルによる予想されていたように、融解による氷の損失は大陸中央における降雪量の増加によって補われていなかった。
パイン島湾	西南極大陸	パイン島湾に供給される氷は1996年と2006年の間に120%加速した。
ラーセンB棚氷	南極半島	1980年以来毎年300平方キロずつ後退、2002年に3,250平方キロ崩壊して以来、その付近の氷河は2〜6倍速度を速めより多くの氷を海へ供給している。
ガンゴトリ氷河	ヒマラヤ、南アジア	ガンジス川に70%の水量を供給している氷河だが、1年に35m以上後退している。 20年前の2倍以上の速度。 2030年までに消失の可能性。
アラスカ氷河	アラスカ、米国	南アラスカの2000の内1987の氷河が後退中。 1990年代の半頃より1.8m/年の速さで薄くなっている。 これは40年前の速さの3倍。

北極海氷、衛星観測史上最小に

2007年8月16日海洋研究開発機構、宇宙航空研究開発機構

北極海は温暖化の加速器になっている（島田）、チッピングポイントに達したかも知れない（Serreze）

北極海氷の面積	これまでの最少記録	2005年9月22日	531.5万km²
	今回の記録	2007年8月15日	530.7万km²

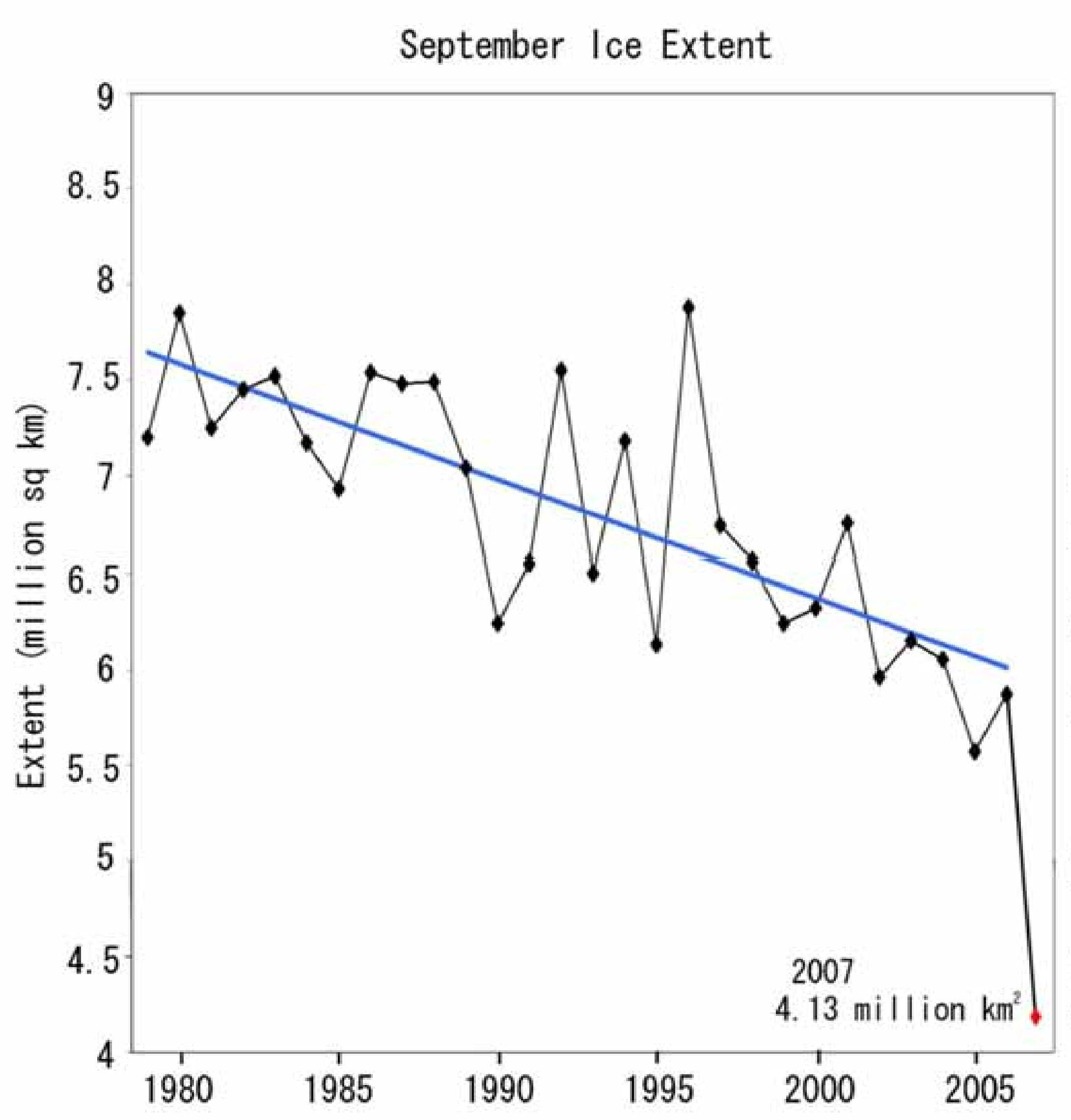
1日に21万km² 融解した日もあったという。
海氷減少は9月中旬まで続き、記録を更に更新する見込み
これはIPCC第四次レポートの中で予測した　30～40年後の北極海の状態に近く、
予測モデルが不十分であることの表れであると考えられる。
理由 (1) 沿岸域の薄く、脆く溶けやすい氷が北極海内部へ侵入
(2) 海氷融解で海洋の温暖化が進み、海氷融解が加速化
(3) 北極海からの海氷流出の増加（風と海流で）
今年の夏は海氷面の水温も氷点下0.8～0.6℃と2000年以降最高
<u>2004年12月から2005年12月までに夏でも融けない永久氷が14%減少</u>

The Independent 17 2007 ,by steve Connor, Science Editor
Dr.Serreze (National Snow and Ice Data Centre,USA)

大きな問題はTipping point まであと10年か20年あるか、それとも既に到達したか。私の直観では我々はすでに到達したかも知れない。

9月の北極海氷面積(最小値)の年次変化

コロラド大学, 米国雪氷データセンター, NASA



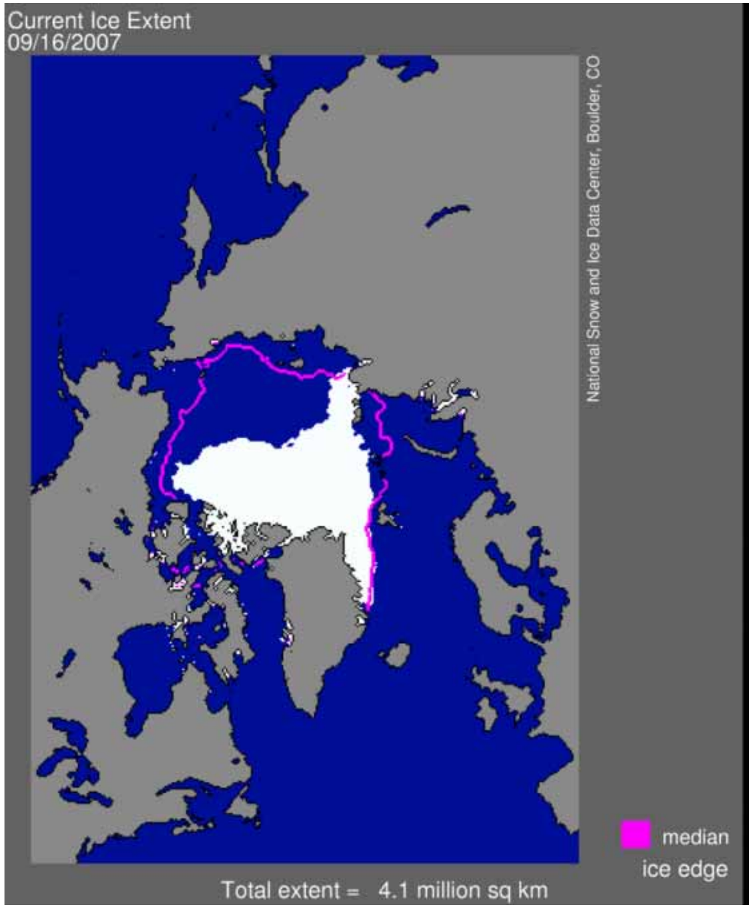
2007年9月16日に413万km²を記録し、過去の最小記録を更新した。
北極海氷はチッピングポイントを越えて、ランナウェイ融解を続け、2030年夏にも消滅するとの説も提案されている。

Source：
National Snowand Ice Data Center

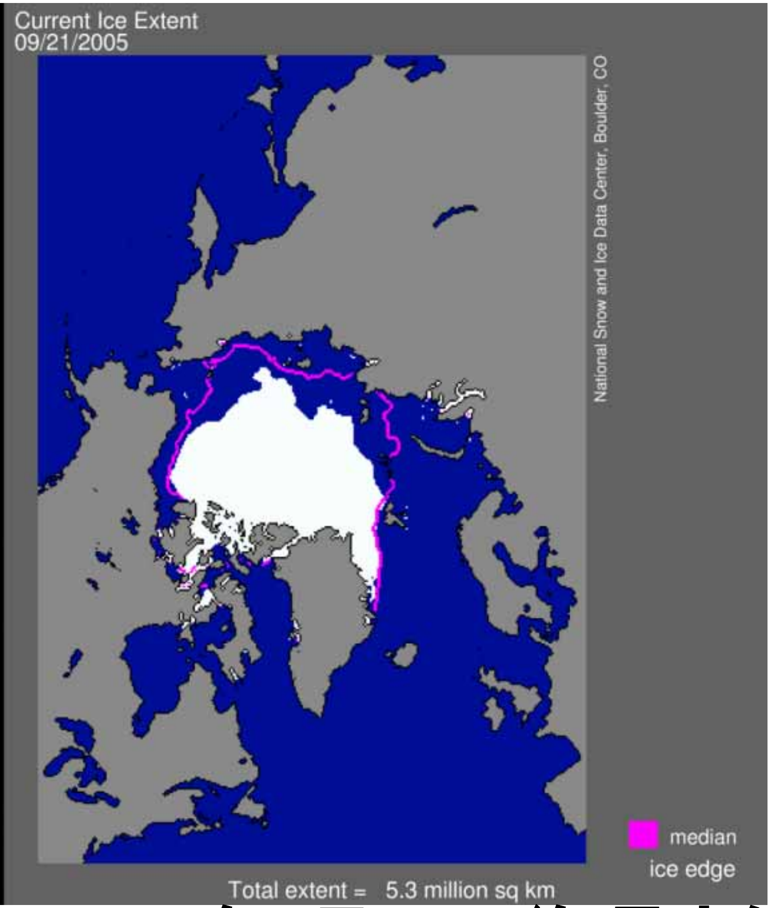
北極海氷の面積、観測史上の最小値を更新

米国国立雪氷データセンター

1979-2000年の9月の海氷の最小面積の長期間平均値は674万㎢である。
2007年は1950年代、1960年代の9月の海氷面積の50%までに減少した！



2007年9月16日 (年最小値)
413万㎢

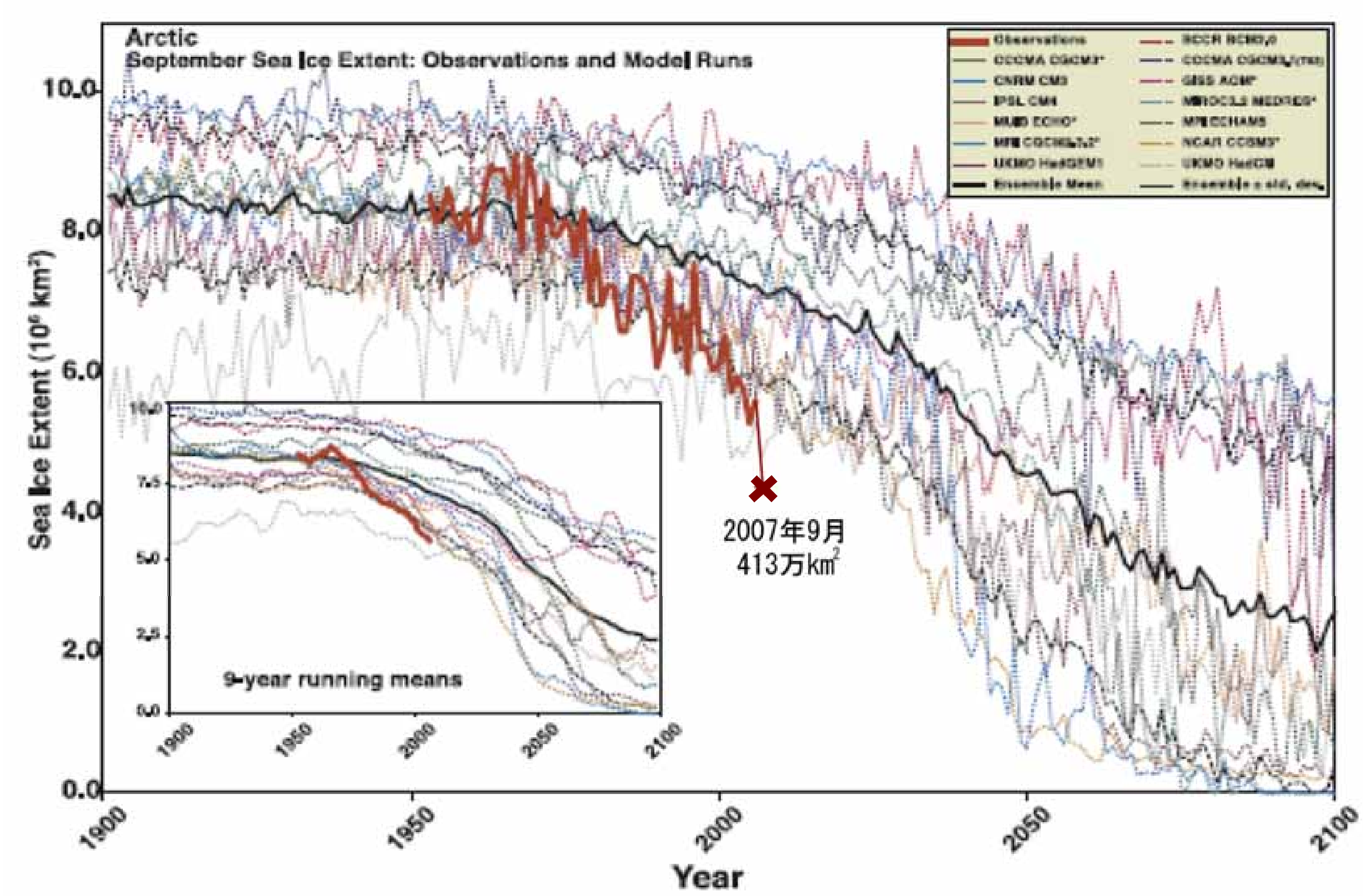


2005年9月21日 (年最小値)
532万㎢

北極海氷の減少，予想より早い

Julienne Stroeve et al
米国立雪氷データセンター

Geophysical Research Letters 34, L09501(2007)



観測値(赤線)はIPCC第4次レポートの予測平均(実線)より急速に減少，
モデルが温室効果ガスによる放射強制力を過小評価したため．

北極海氷の消失と北アメリカの降雨量

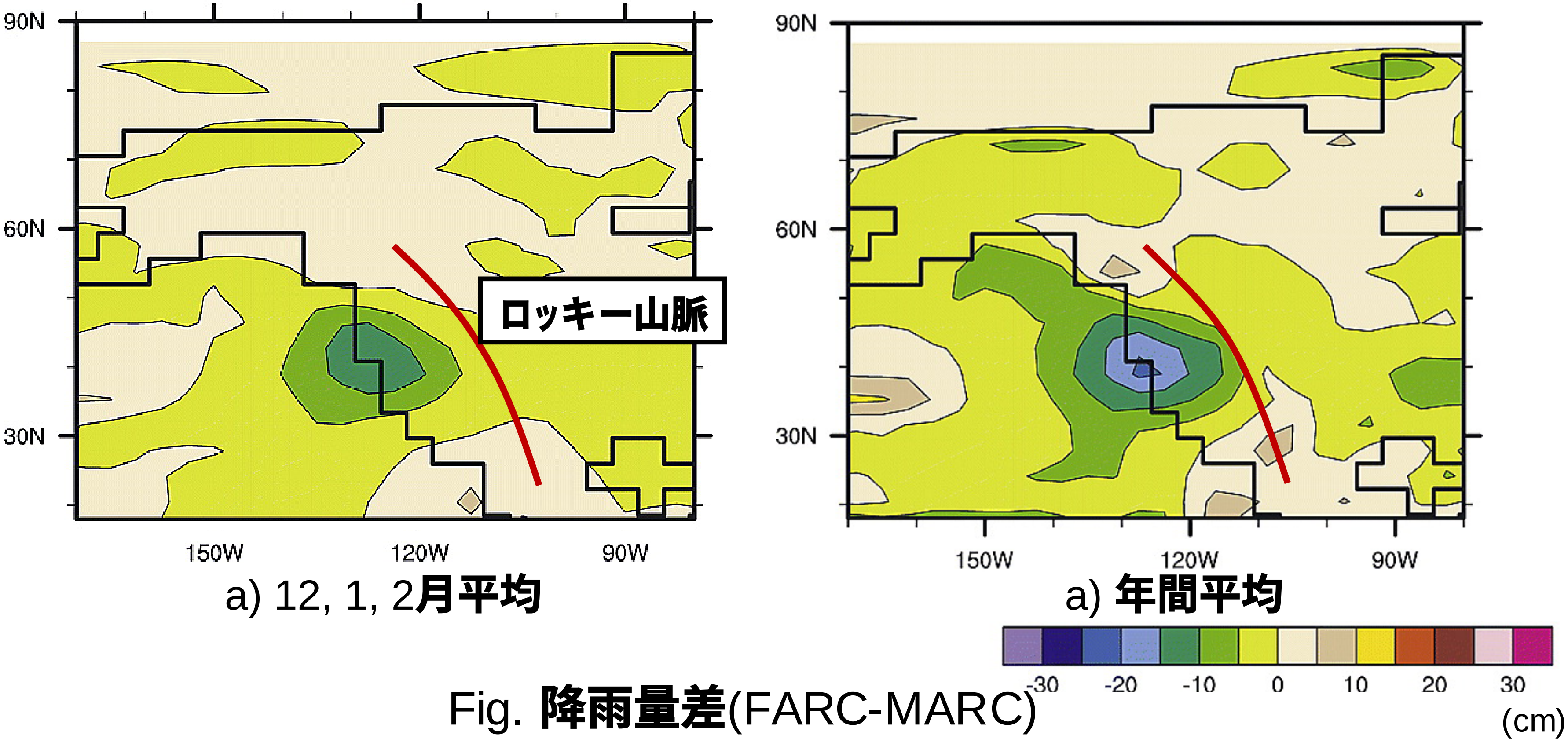


Fig. 降雨量差(FARC-MARC)

◆FARC：気候シミュレーション、氷床、及び古気候データを統合した新モデル
◆MARC：従来型の気候シミュレーションモデル

北極海氷の消失により、特に北アメリカ大陸西海岸で降雨量の減少（乾燥化）が予測される。

Ref : *Jacob O. Sewall and Lisa Cirbus Sloan ,*
Disappearing Arctic sea ice reduces available water in the American west(2004)

夏の北極海氷は消滅に向かっているか？

2007年の劇的減少！

2007年9月16日に413万Km^{2}まで減少、衛星観測史上最少記録(NASA)
IPCC-AR4の平均的予測を40年前倒しで減少している。
2030年夏には完全消滅(Serreze, NASA)
独、ポツダム研究所は北極海氷はティッピングポイントを越えたと判断

5年以内に消滅か？

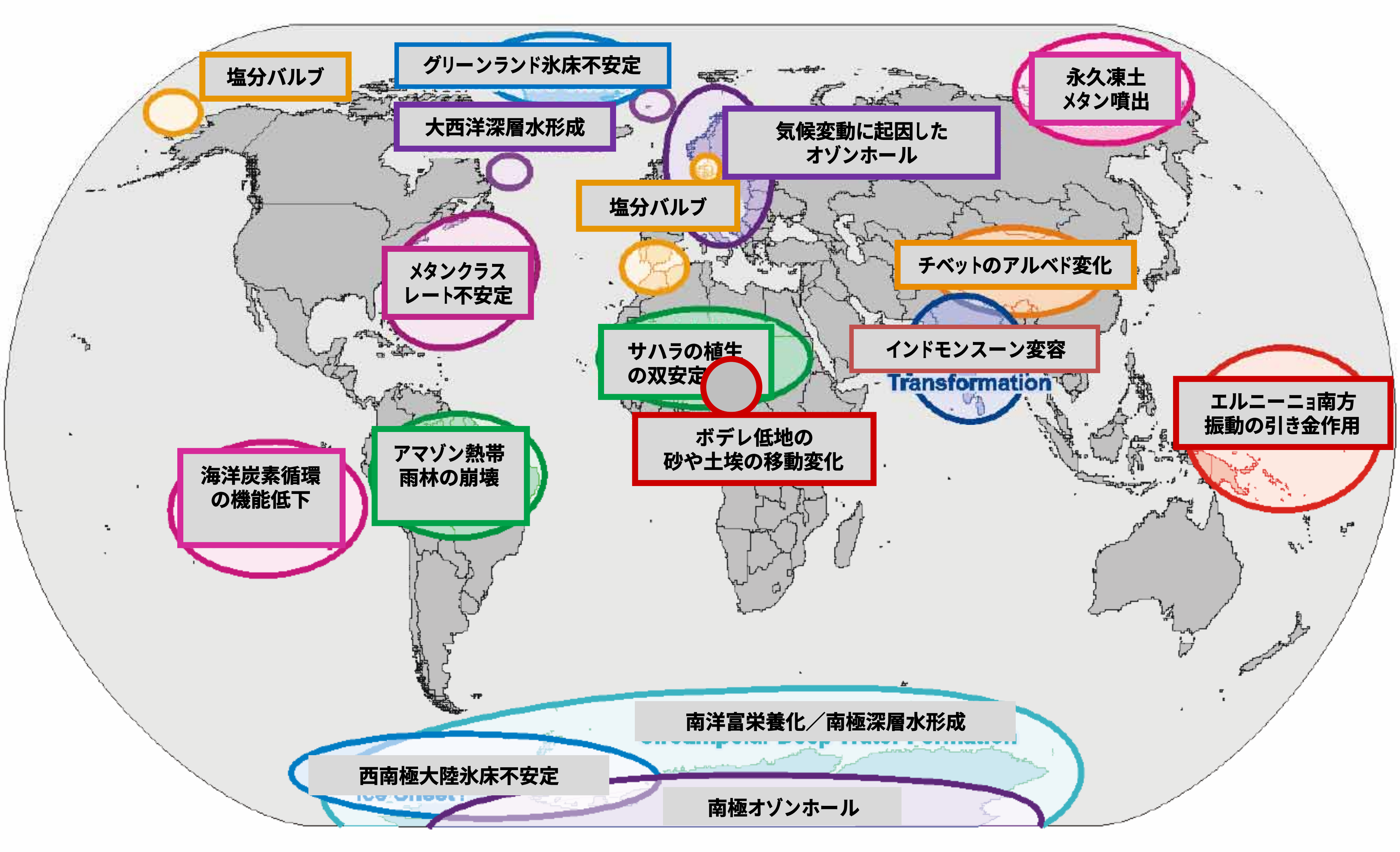
2013年夏にも完全消滅(Maslowsky ら, US Naval Post graduate School)
2012年にも消滅(Jay Zwally, NASA)
2010～2015年の間にも消滅(Louis Fortier, カナダ)

今年の夏(2008年)にはどうなる？

さらに100万Km^{2}融解する恐れがある (CNRS, フランス)
昨年の記録を上回って減少する(Rigor, ワシントン大,米国)
北極点から海氷が無くなる (島田浩二, 海洋研究開発機構, 日本)
2007年夏の劇的減少には温暖化のみならず自然変動の効果もあるので、
今年は若干元へもどる (Gascard,ピエール・マリーキュリー大、フランス)

今年の夏に昨年同様大幅な減少があれば北極海氷はティッピングポイントを越えたという説がより現実味を帯びることになる。

地球システムにおけるティッピングポイント



Professor Tim Lenton (University of East Anglia)

英国･レントン教授

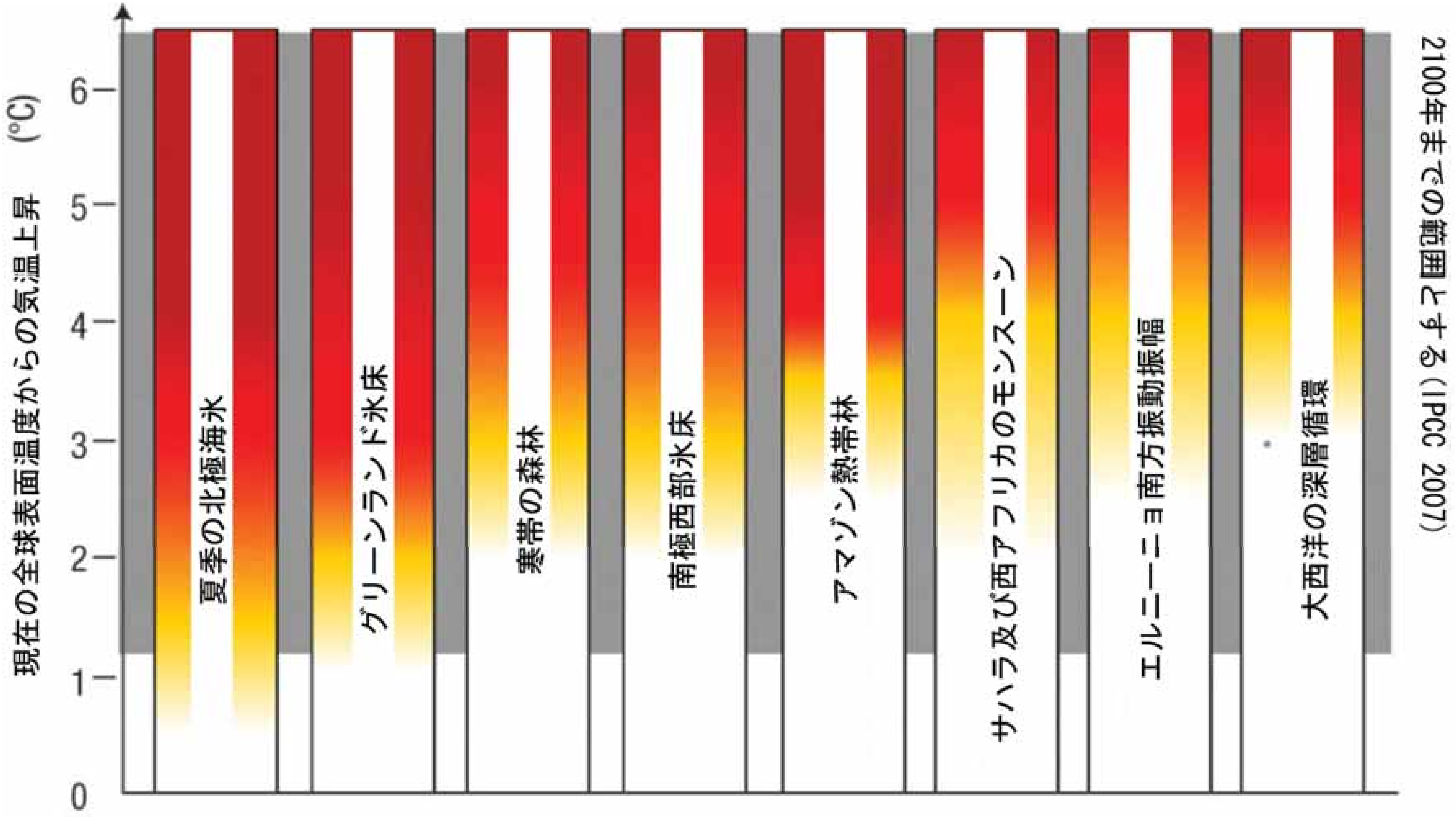
Professor Hans Joachim Schellnhuber

(Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung)

ドイツ･シエルンフーバー教授

ティッピングポイント研究のリーダー

ティッピングポイントと気温上昇



各ティッピングエレメンツが全球表面温度の気温上昇に伴ってティッピングポイントに達する。
白から黄の変化はティッピングポイントに達する低いレベルの境界を示し、黄から赤の変化はより深刻な境界を示している。色変化が不確定さを示している。

Data Source: Timothy M. Lenton et al. 2007 Nature Reports Climate Change

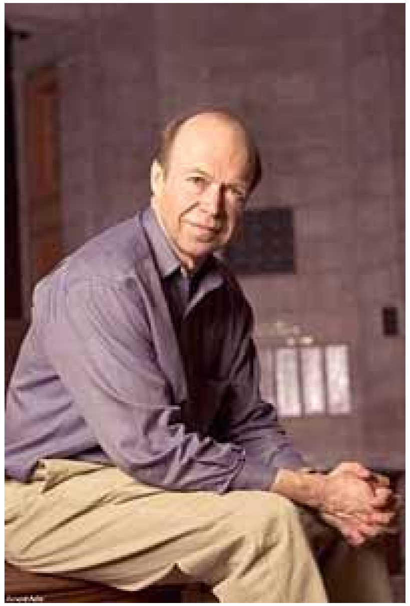
最悪の場合どうなるか？

“温暖化地獄”の進行予想

地獄番地	ティッピング要素 (気候システムのアキレス腱)	臨界点を越える予測時期
1丁目	夏季の北極海氷の消滅	既に越えた？
2丁目	グリーンランド氷床の全面融解	2016年頃
3丁目	寒帯の森林の枯死	2050年頃までに
4丁目	西南極大陸氷床の崩壊	〃
5丁目	アマゾン熱帯雨林の枯死と砂漠化	〃
6丁目	サハラ緑化及び西アフリカのモンスーン崩壊	2100年頃
7丁目	エルニーニョ南方振動の振幅増大	〃
8丁目	大西洋の深層海洋循環の崩壊	〃

地球の表面温度上昇に敏感なのは、専門家の判定によれば、グリーンランド氷床、西南極大陸氷床、アマゾンの熱帯雨林、大西洋の深層海洋循環の順である。

Ref. Timothy Lenton and Hans Schellnhuber
Nature Reports Climate Change
Vol.1,P97,December 2007



Dr. James E. Hansen (NASA)

ジェームス･ハンセン博士

今世紀中に海面上昇5mもあり得る。
石炭火力発電所にCCS設立を。
バイオマス発電＋CCS(カーボンマイナス発電)も。

Climate Catastrophe　気候崩壊

by　James Hansen 301 News Scientist / 28 July 2007

今世紀中にBAUシナリオでは海面上昇５mの可能性もあり得る。
（ニューヨーク、ロンドン、バンクーバー、ムンバイ、東京、上海等は海面下に）
危険な気候変動を回避するためにはCO_2濃度を450ppm以下に抑制せよ。

＊IPCC第4次報告書の海面上昇予測（18～59㎝）には氷床のダイナミックな応答が含まれていない保守的なものである。

＊グリーンランドの夏季の融解領域の面積は45万㎢（1979年）から60万㎢（2002年）に増加し、増加速度は4万㎢/年（1992～2005年の平均）に達している。
西南極大陸でも夏季の融解が進んでいる。南極半島では棚氷の表面融解と下部からの薄膜化の共同作用によりラルセン棚氷が突然崩壊した。
衛星観測により、グリーンランド、西南極大陸それぞれから150㎦/年（1500億トン/年）の氷が消失している。これは海面水位上昇1mm/年（10㎝/100年）に相当する。
海面上昇1㎝（2005～2015年）とし、10年毎に上昇速度を2倍とすると2100年までに５mとなる
（西南極大陸氷床が大きく貢献しなくとも）。

＊300万年前に大気中のCO_2濃度が350～450ｐｐmのとき（気温は2～3℃現在より高い）海面水位は25±10m高かった。
14,000年前、海面水位は400年間で20m上昇した（その時の放射強制力はBAUよりも小さい）。

科学者は社会的に重大な結果を招く問題については控えめさ（reticence）を捨てて、社会に警告する責任がある。

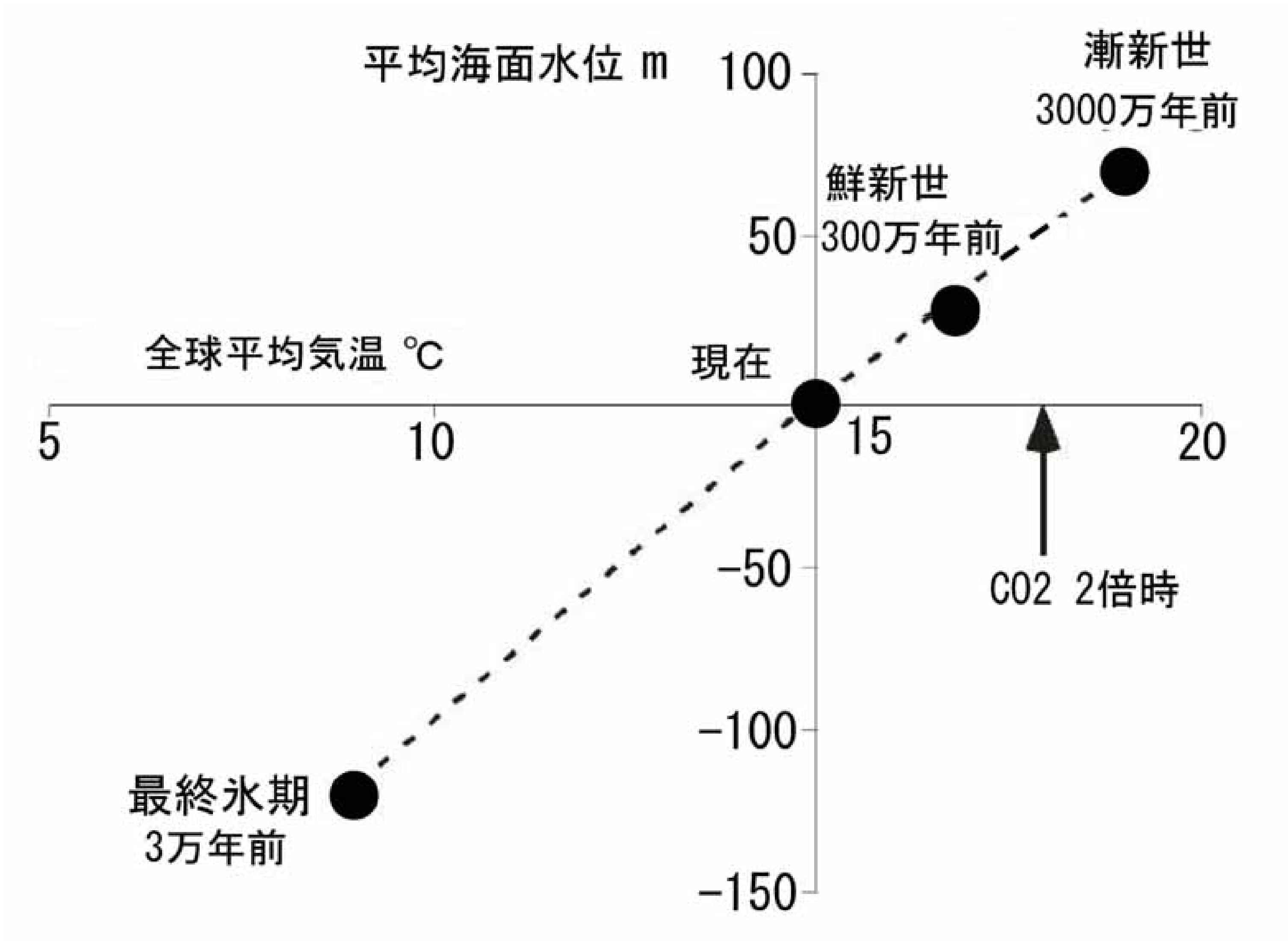
前の間氷期の海面水位は現在より4～6m高かった。

21世紀の氷床融解と海面水位の上昇も従来考えられているよりも早く、大きい可能性がある。

J.T. Overpeck et al, Science 311, 1747 (2006)
B.L.Otto-Bliesner et al,Science 311, 1751(2006)

2100年に北極、南極の気温は130,000～127,000年前と同程度になる。そのときの海面水位は現在の水位より数m 高かった。グリーンランド氷床と南極大陸の一部の氷床は温暖化に対して脆弱であるかも知れない。

海面水位と全球平均気温の関係



Source; "Millennial Atmospheric Lifetime of Anthropogenic CO2" David Archer University of Chicago, 2006

1℃の表面上昇のインパクト

Target practice by David Spratt and Philip Sutton,Nov.2007

＊1℃以下の温度上昇（産業化前、1750年と比べて）で夏季の北極海氷は消滅
Wieslaw Maslowskiy らによれば、2013年夏にも消滅する。
＊1℃の温度上昇で、アマゾンは乾燥化が進み、干ばつと森林火災が増加する。
世界の光合成の10%を占めるアマゾンは今、しきい値に近付いている。更に
カリフォルニアやUSのグレートプレーン州は巨大干ばつや砂漠化に直面する。
クイーンズランド熱帯雨林の北部は環境破局に直面するだろう。
高地の熱帯雨林は半分に減少。グレートバリアリーフのサンゴ礁は死滅。
＊サイクロンは更に深刻になり、小さな島国国家は海面上昇により放棄されることになる。

北極海氷の急速な融解の引き金が引かれたのは数十年前である。
したがって予防原則に従えば当時の地球の表面温度(産業化前と比べて0.5℃高い）が
危険な気候変化を生じさせないためのキャップとなる。
<u>現在は0.8℃上昇しているので、0.3℃温度を下げなければならないことになる。</u>
気候感度を3℃とするとCO_{2e}を320ppmまで下げる必要がある。

2℃の地球表面上昇のインパクト

Target practice by David Spratt and Philip Sutton,Nov.2007

2℃上昇すると、地上及び海洋、氷床及びツンドラにおいて気候のフィードバックを引き起こし、臨界点を超えさせてしまう。

＊大規模な極氷床の分離、15〜40%の動物や植物の絶滅、危険な海洋酸性化、相当な量のツンドラの消失とメタン放出量の増大、土壌及び海洋からのカーボンリサイクルフィードバック、アフリカ、オーストラリア、ヨーロッパ地中海、USA西部における広範な干ばつと砂漠化、2℃上昇ではヨーロッパは2年に1度は2003年のような熱波に襲われる。2003年時には22,000〜35,000人が死亡、1200億ドルの農業生産の損失、植物生産の30%損失、10億トン程度のCO_2放出。

＊中国北部で夏のモンスーンの崩壊、インド北部での森林枯死による農業生産の低下、バングラディッシュの洪水悪化、アンデスでは氷河消失が2050年までに40〜60%に達し、水不足を引き起こす。29のアフリカ諸国で食糧不足。

EUはこれまで2℃をキャップとしてきた。

3℃の地球表面温度上昇のインパクト

target practice by David Spratt and Philip Sutton,Nov.2007

2～3℃の温度上昇でグリーンランドや西南極大陸氷床が融解し、海面水位は25m上昇すると考えられる。
それに要する時間は1000年ではなく数世紀で。

*300万年前のPliocene時代に気温は3℃高かった。（産業化前と比較して）
当時、北半球には氷河や氷床は無く、海面水位は25m高く、CO_2濃度360－400ppmだった。
また永続的なエルニーニョ状態にあった。
*アマゾンの熱帯雨林はサバンナに変わり、正のフィードバックで更に1．5℃気温上昇。
UK,ハドレーセンターのモデル予測では、アマゾンにおける干ばつの発生確率を現在の5％（20年に1度）
から2030年には50％（2年に1度）、2100年には90％と計算している。
メキシコや中央アメリカでは降水量が半分に減少、オーストラリアの干ばつのひどさは3倍になる。
*3℃キャップはスターン報告書で提唱されている（２００６）。
450ppmCO_{2e}で50:50の確率で表面温度を2℃以下抑制できるがもう達成できそうにない。
5年以内にGHG（CO_{2e}）にピークを打たせ、急速に減少させる必要があるが、政治的、経済的にもう不可
能である。そこで450～550ppm CO_{2e}のどこかに目標を設定するのが妥当であると述べている。
550ppm CO_{2e}だと50：50の確率で、3℃キャップとなる。

*しかし気候感度は遅いフィードバックを考えると6℃（Hansenら）であ

0.5℃/320ppmキャップの提唱（カーボンマイナス）

target practice by David Spratt and Philip Sutton,Nov.2007

(1)100万分の1のリスクを適用する（日常使用しているリスク値を気候リスクへ適用する）

（2）産業化前と比較して0.5℃以下に温度上昇を抑制（現在より0.3℃冷やす）

（3）温暖化ガスの濃度を320ppmCO（total)まで減少させる。

現在値370ppmなので50ppm減少させる必要がある。

（4）気候変化の速度は0.1℃/10年以下に抑制する。

現在値は0.2℃/10年で生物は等温線の移動速度に追いて行くのが困難な状況。

もし0.4℃/10年で温度が上昇すると、等温線は極方向へ100～120km/10年で移動し、

ほとんどの生物種は追随不能となる。

夏季北極海氷の消滅をどう防ぐか

（1）温暖化ガスの排出を減少に転じさせる。正のフィードバックによりわずかの寒冷化生ずる。

北極海氷はそれに敏感に反応するはず（Hansen Cooling)

(2)マクロエンジニアリングによる手法（？）

危険な気候変動を回避するためのCO_2濃度ターゲット

by Jim Hansen, 29 January 2008

CO_2濃度ターゲット (ppm)

1．北極海氷	300～325
2．氷床/海面水位	300～350
3．気候帯の移動	300～350
4．アルプスの水供給	300～350
5．海洋の酸性化の回避	300～350

最初のCO_2濃度ターゲットは350ppm

ただしCH_4,O_3，黒いススは減少することを前提として
現在のCO_2濃度は385ppm

気候安定化のための3つのシナリオ

(1) 3℃/550ppmシナリオ
Stern報告書(2006)　450〜550ppmCO_2e
RITE(2007)　550ppmCO_2
IPCC-AR4(2007)　535〜710ppmCO_2ですべての地域で悪影響

(2) 2℃/450ppmシナリオ
Baer-Mastrandrea (2006)'90年比で2050年までCO_2を70〜80%削減,
他のガスについても厳しく削減
Mainshausen (2006)CO_2eを'90年比で2050年までに50%削減
Rive,Torvager et al (2007) 2050年までにCO_2eを80%削減
UNFCC報告書 (2007) 445〜490ppmCO_2e

(3) 0.5℃/320ppmシナリオ
Spratt-Sutton (2007)　北極海氷守るために0.3℃の気温低下必要、
320ppmCO_2e
Hansen (2007)　350ppmCO_2を当面の目標にすべきである。

(注) CO_2e=CO_2換算で表わした温暖化ガスの大気中濃度

**2℃シナリオを採用して直ちに全面的な予防対策を実施せよ
同時に必要な適応策を取れ**

<u>**3℃/550ppmシナリオは気候リスクが高過ぎる**</u>

＊夏の北極海氷は消失、グリーンランド氷床や西南極大陸氷床の大規模融解などが生じてしまう可能性大

<u>**2℃/450ppmシナリオ実現には膨大な努力を必要とするがやれないことは無い。**</u>

＊北極海氷が守れるかどうかは科学的不確実さを考慮してギリギリの所。

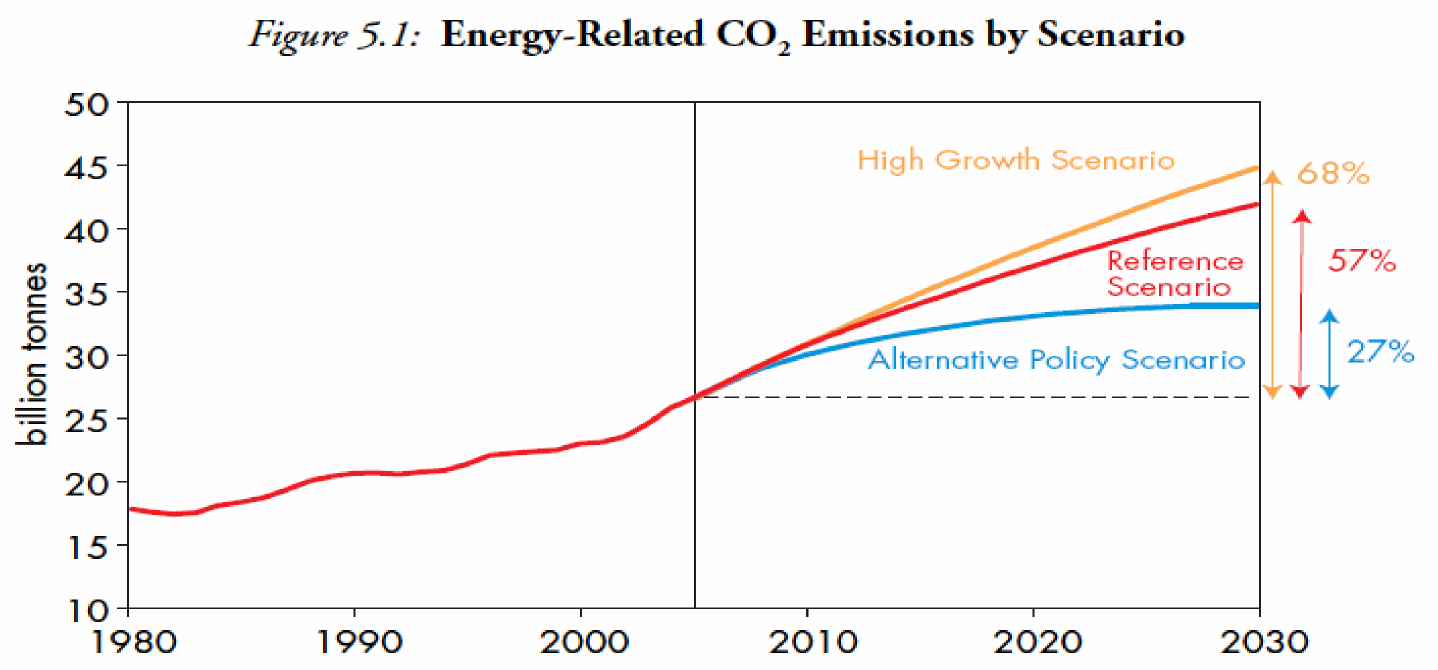
<u>**0.5℃/320ppmシナリオでは政治的、経済的に合意が困難。**</u>

＊大気中よりCO_2を除去するためのCCS付きバイオマス発電所の大量建設等が必要

＊北極海氷、グリーンランド氷床の全面融解の開始などのティッピングポイントは回避できると考えられている。

CO_2排出量試算例（1）

（World Energy Outlook 2007より）



2030年の排出量試算

「標準シナリオ」、2005年比+57%

・**各国の現行政策、対策の継続を想定**

・1次エネルギー源構成：石炭28%、石油32%、ガス22%、
原子力5%、水力2%、バイオマス9%、再生2%　（化石計82%）

「代替政策シナリオ」、同+27%

・**各国で現在検討中の対策の実施を想定**

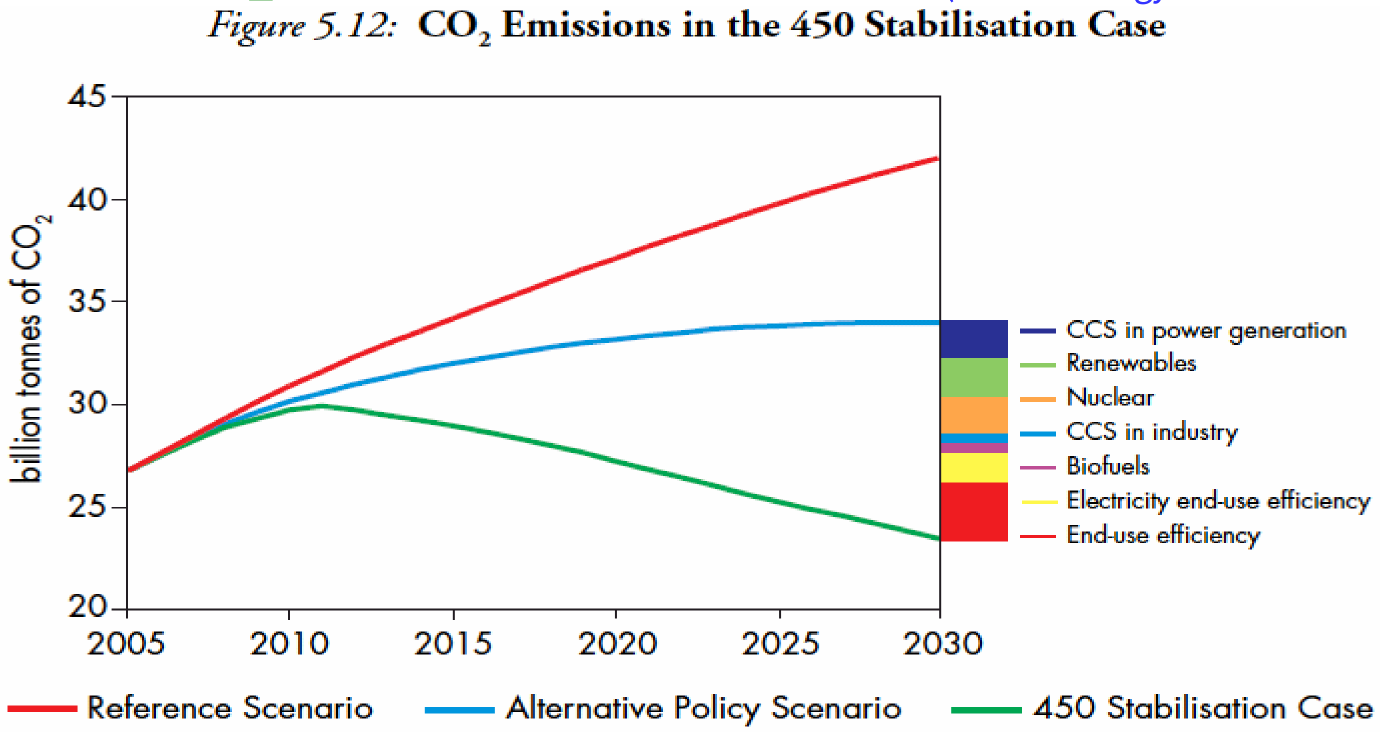
・1次エネルギー源構成：石炭23%、石油31%、ガス22%、
原子力7%、水力3%、バイオマス11%、再生3%　（化石計76%）

出典：World Energy Outlook 2007

38

CO_2排出量試算例 (2)

(World Energy Outlook 2007より)



2030年の排出量試算

「450安定化ケース」、2005年比 - 13%

・IPCC第4次報告のｶﾃｺﾞﾘⅠｼﾅﾘｵ、温室効果ガス安定化レベル 445 - 490ppm達成の条件として、CO_2排出を23Gtに設定し、これを満足できる対策の組合わせ例を導出

・1次エネルギー源構成：石炭18%、石油29%、ガス19%、原子力12%、水力4%、バイオマス14%、再生3%　(化石計66%)

・代替政策シナリオからの削減量に占める割合：化石資源利用効率化25%、電力需要低減13%、原子力増加16%、再生増加19%、CCS21%等

出典：World Energy Outlook 2007

39

エコイノベーション/エコビジネスによって
地球温暖化へ立ち向かえ！

革新的な環境技術の成長予測

ドイツ、ローランド・ベルガー社（2007年）
企業1500社と研究機関250社に対するアンケート調査

(1)世界の市場規模	1兆ユーロ（～180兆円）	2005年
	1.3兆ユーロ	2010年
	2.2兆ユーロ（～400兆円）	2020年
成長率予測	5.4%/年	

⑵ 分野別		EUの市場占有率
エネルギー効率	4500億ユーロ	35%
サステナブル水管理	1900億ユーロ	30%
サステナブルモビリティ	1800億ユーロ	35%
発電	1000 億ユーロ	40%
物質効率	400億ユーロ	10%
廃棄物処理とリサイクル	300億ユーロ	50%

“環境-イノベーション-雇用”に関する EU,環境大臣の非公式会合

6月1ー3日2007年、ドイツ・エッセン

エコ・イノベーション推進のための政策

1.ヨーロッパのトップランナーの導入
EUP指令の政正等

2.経済的手段
市場に基づいたpush and pull,より強力なテクノロジカルシフトを起こすため環境コストの内部化(“getting the prices right ”)

3.排出権取引

4.環境技術行動計画
Environmental Technology Action Plan(ETAP)

5.グリーンな公共調達(Green Public Procurement=GPP)
GPPはEUのGDPの16%を対象とする

6.グリーンな指導的な市場作り(green lead market)

7.サステナブルエネルギー技術