

2009.9.8

東京都
地球温暖化防止センター
講演資料

山本 良一
東京大学 生産技術研究所

鳩山代表、 「温室効果ガス25%削減」を明言

2009年9月7日

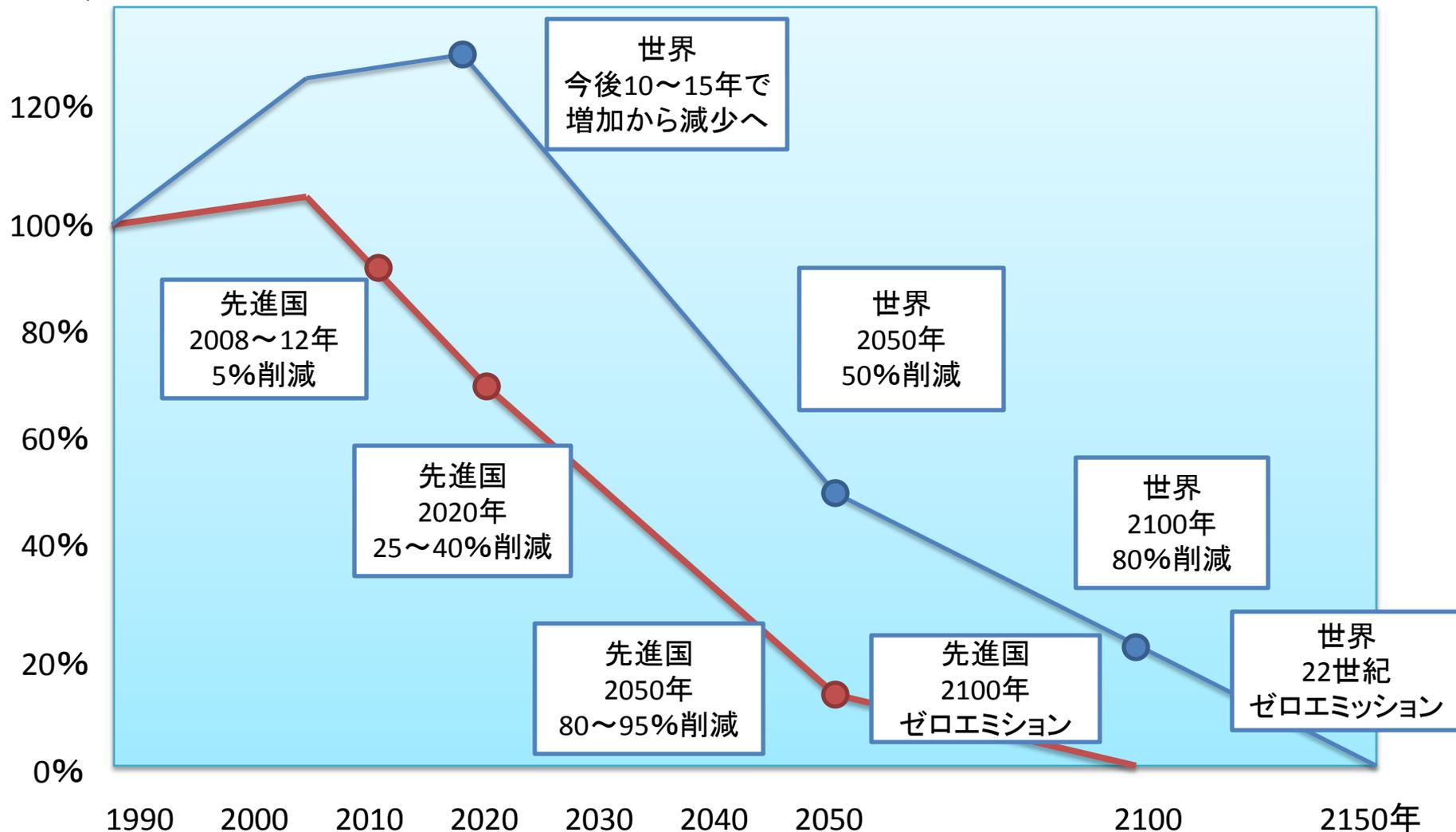
日本の中期目標を
1990年比25%削減と決断
(環境マニフェストの公約通り)



CO₂が長寿命なのと、気候システムの熱的慣性が大きいため、気候安定化にはCO₂排出量を急速にゼロにする必要がある。

温室効果ガス排出量

1990年=100%



「2°Cターゲット」を守るための排出経路
削減率はいずれも1990年比

2009年7月8,9日のイタリア・ラクイラで
開催されたG8とMEF(主要経済国フォーラム)
で

気候ターゲット2°Cが合意されたことは
画期的な事である！

これで気候安定化の世界の当面の目標が
明確になった。

ノーベル賞受賞者20名を含む科学者60名ロンドンで声明を発表 “低炭素及び平等な未来のための行動に関して”

2009年5月26日～28日、ロンドンのセント・ジェームズ宮殿で英国王立協会は英国皇太子の臨席の下にシンポジウムを開催し、声明を発表した。地球の持続可能性に関するノーベル賞受賞者のシンポジウムとしては2007年、ポツダムに続いて2度目である。現在が緊急事態であることを認識して次の3点を提言している。

【大転換のマイルストーン】

- (1)気候変化に関する有効で国際的な合意に達すること
地球の表面温度上昇を産業化前と比較して2°C以下に抑制すること
先進国は2020年までに1990比で25～40%削減することなど
- (2)低炭素エネルギーのインフラを普及させる
- (3)熱帯雨林の保全と再生

気候変化は人類にとって核戦争と同様の脅威である

米国の47の団体がオバマ大統領に手紙を送り 2°C温度上昇ターゲットを支持するように求めた

6.26.2009

世界の124カ国が危険な気候変化の回避のために地球の表面温度上昇を2°C以下に抑制することを求めている。イタリアのG8サミットでオバマ大統領に米国も2°Cターゲットを支持するよう要請した。

Groups signing the letter:

1 Sky
ActionAid USA
Avaaz.org
CARE
Center for International Environmental Law
Center for Biological Diversity
Chesapeake Climate Action Network
Clean Water Action
Climate Action Network International
Climate Solutions
Climate Law & Policy Project
Conservation International
Defenders of Wildlife
Earthjustice
EcoEquity
Education for Global Warming Solutions
Environmental and Energy Study Institute

Energy Action
Environment Northeast
Environment America
Environmental Defense Fund
Environmental Law & Policy Center
Fresh Energy
Friends of the Earth
Green For All
Greenpeace
Green For All
Greenpeace
ICLEI-USA
Institute for Policy Studies
Interfaith Power and Light
International Forum on Globalization
International Rivers
League of Conservation Voters

National Audubon Society
Natural Resources Defense Council
National Wildlife Federation
Oceana
Oil Change International
Oxfam America
Physicians for Social Responsibility
Pew Environment Group
Sierra Club
Southern Alliance for Clean Energy
Sustainable Obtainable Solutions
The Nature Conservancy
Union of Concerned Scientists
US Climate Action Network
World Wildlife Fund

イタリア・ラクイラサミット 2009. 7月



G8 「気温上昇を 2°C 以内に抑制」 「先進国は'50までに80%以上削減」
MEF 「気温上昇を 2°C 以内に抑制」

2009.G8サミット宣言 「気候変動」についての要旨

12月の第15回国連気候変動枠組み条約締約国会議(COP15)に向け、すべての主要排出国が責任ある形で次期枠組みに参加する重要性を再確認。工業化以前の水準からの世界全体の平均気温が2度を超えないようにすべきだとする広範な科学的知見を認識。

昨年の洞爺湖サミットで合意した、世界全体の温暖化ガス排出量を2050年までに少なくとも50%削減する目標をすべての国と共有することを改めて表明。この一部として、先進国全体で1990年またはより最近の複数の年と比して50年までに80%またはそれ以上、削減する目標を支持。

主要新興経済国は、特定の年までに、対策を取らないシナリオから全体として大幅に排出量を削減するため、数量化可能な行動を取る必要。

柔軟で、経済的に健全な市場に基づく排出量削減アプローチを支持。排出量取引市場の可能性をさらに研究。同市場を可能な限り拡大するため協力。

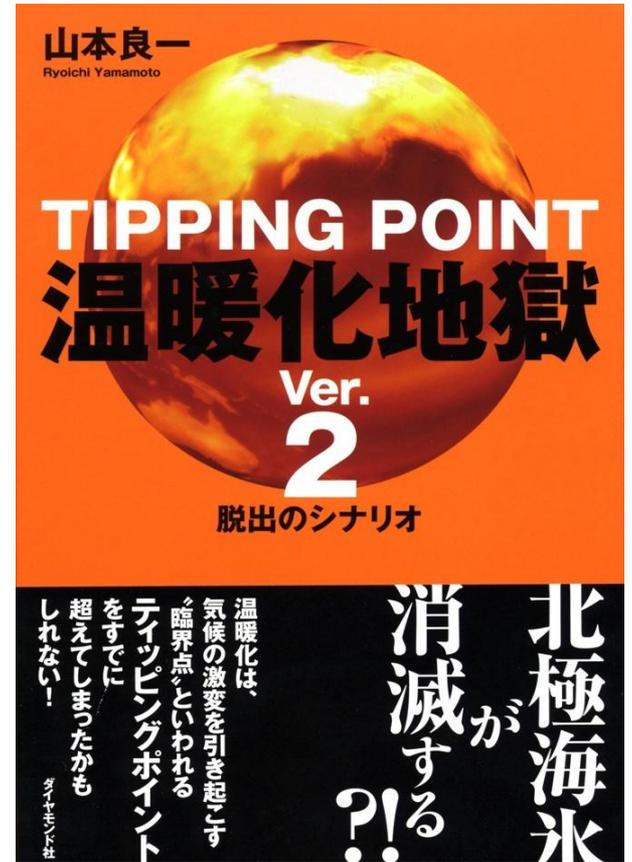
セクター別アプローチは新興経済国の漸進的な関与を促進し、先進国の経済全般にわたる緩和政策を強化するための有用な手段。

日経 7月9日

気候危機が迫る中、
グリーン革命こそ
国民に夢と希望を与える。

自然にやさしい伝統文化と
優れた環境技術を有する日本が
低炭素社会を築けなくて
世界のどの国ができるのか？

既に私達は温暖化地獄の1丁目にいる！ このままでは2050年までに5丁目に達する

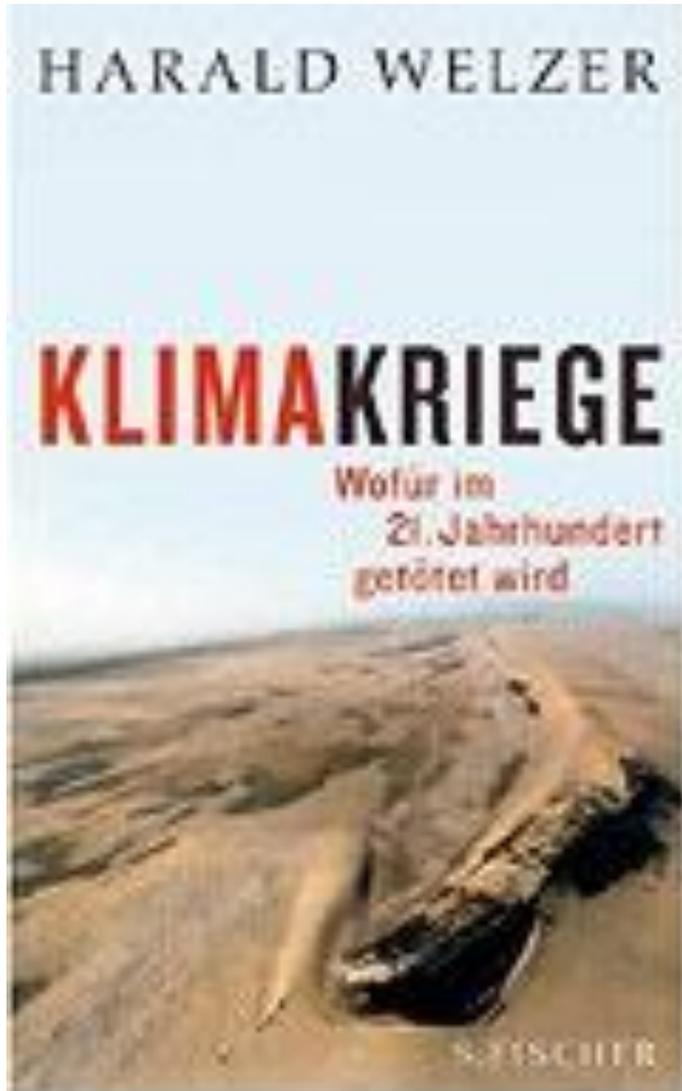


気候変化による悪影響は
戦争の原因になる

「気候戦争」—啓蒙の時代の終焉？

著者 ハラルド・ヴェルツァー

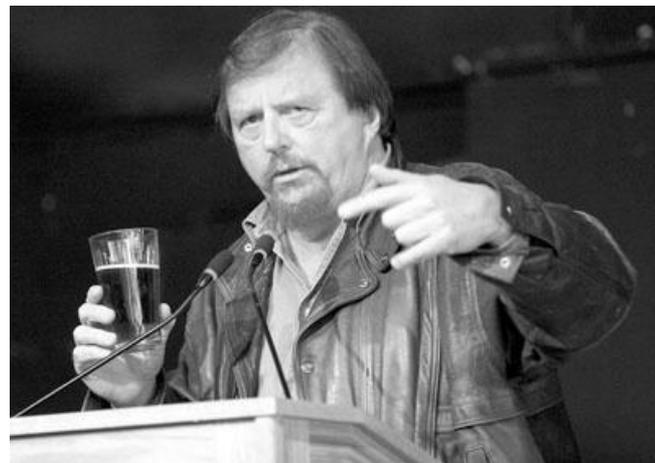
人文科学者、社会心理学者



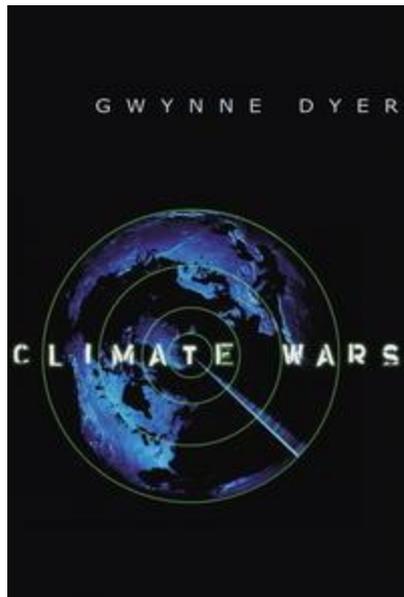
“気候と資源をめぐる戦争が、西洋文化の根幹と中心的な価値をなすヒューマニズムと良識、法秩序を揺るがすだろう”



Gwynne Dyer, [PhD](#) (born [April 17, 1943](#)) ウィニー ダイアー



気候戦争の危機



気候戦争 ウィニー・ダイアー(ランダムハウス・カナダ、2008)

地球温暖化は予測より早い

枯渇する資源、大量の人口移動、自然災害、病気の拡大、干ばつ、海面上昇、農作物収量の減少、経済の崩壊、政治的に極端な主張、これらはあと数十年で生ずる暴走する温暖化の結果、予測されるものである。そのどれもが国際紛争の原因となり得る。

“2050年までに世界でゼロエミッションを、2030年までに80%削減することができなければ21c後半の世界を誰も生きる気はしなくなるだろう”

“地球の表面温度が2~3℃上昇すると戦争、核戦争のおそれがある”

そのような状態になれば、国際条約で問題解決をはかることは不可能になる

取り上げられている事例

アメリカーメキシコ国境、中央アメリカの崩壊、大量の難民がアメリカ国境へ北アフリカ諸国からEUの南部国境へ大量難民が、EU崩壊サブサハラで1億人の難民発生と移動が起こる。

イスラエルーイラン戦争

インドーパキスタン戦争(水争いによる)

中国の環境崩壊、市民戦争、ロシア国境へ難民が

バングラデシュが非常手段としてのジェオエンジニアリングに手を出す失敗
ラテンアメリカではデモクラシーの崩壊

最初の気候戦争

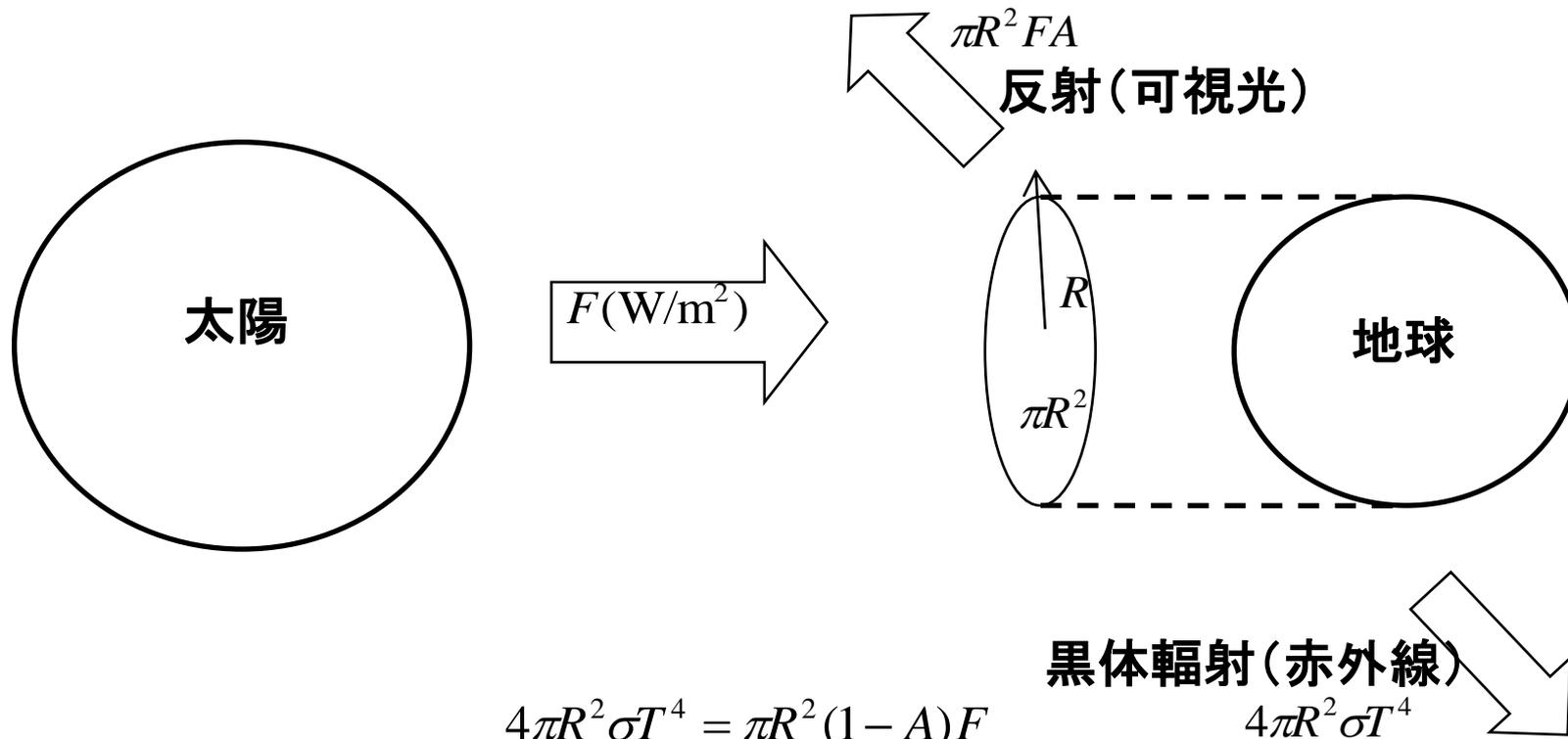
潘事務総長は記事の中で、「ダルフール紛争は、気候変動をそのひとつの要因とする生態学的危機がきっかけとなって始まった」と述べた。インド洋の温度上昇が季節風に影響を与え、過去20年間で降水量が40%程度減少したとする国連の調査に触れ、「これはサハラ砂漠以南の乾燥化の原因の一つが人的要因による地球温暖化であることを示唆している」という。

「ダルフールでの紛争が乾季に発生したことは決して偶然ではない」と説く。

潘事務総長によると、ダルフールの土地がまだ豊かだったころ、農業に従事する現地の黒人らは、アラブ系の遊牧民を歓迎し、水を共有していたが、干ばつが深刻化する農地の周りに柵をめぐらせて放牧を防ぐようになったという。「有史以来初めて、食べ物と水が全住民に回らなくなったことで、紛争が始まった」

“地球が温暖化している”ことは
科学的に証明されている

温暖化効果ガスがない場合の地球の表面温度は -18°C である



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

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

$$A(\text{アルベド}) = 0.3 \quad F(\text{太陽定数}) = 1368 \text{W/m}^2$$

$$\sigma(\text{ステファン・ボルツマン定数}) = 5.67 \times 10^{-8} \text{Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$$

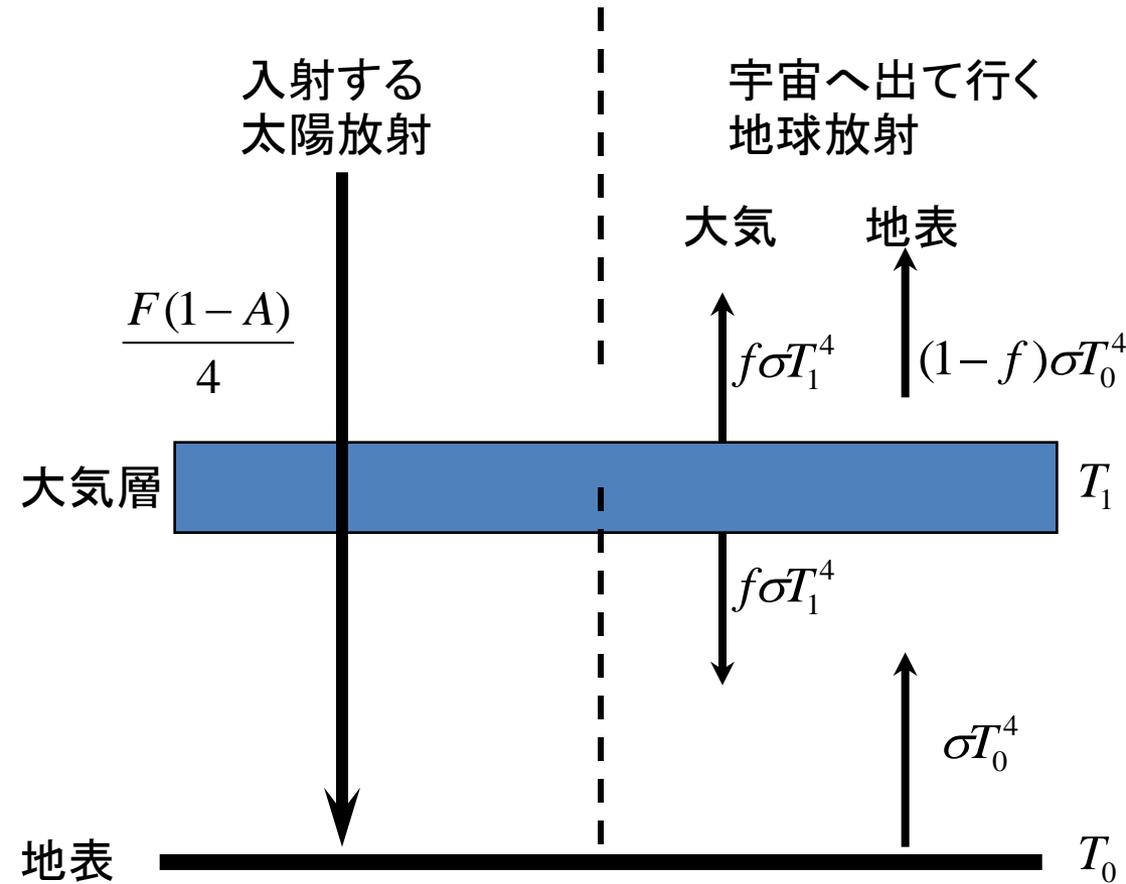
$$T = 255 \text{K} (-18^{\circ}\text{C})$$

地球温暖化の加速が起こっている

IPCC-AR4(2007)

- *この100年で地球の表面温度は 0.74°C 上昇(1906-2005)
- *1901-2000で 0.6°C 上昇(IPCC-TAR)なので温暖化は加速している
- *過去50年間については $0.13^{\circ}\text{C}/10$ 年間上昇、この値は過去100年間についての値の2倍
- *ヒートアイランドの効果は陸地について $0.006^{\circ}\text{C}/10$ 年、海については零。
- *海面水位上昇は $1.8\text{mm}/\text{年}$ (1961-2003)に対して $3.1\text{mm}/\text{年}$ (1993-2003)であり、加速している。

簡略化温室効果モデル



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)

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

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

$$A = 0.30, f = 0.77 \quad (\text{吸収率})$$

$$T_0 = 288\text{K} (15^\circ\text{C})$$

大気による放射の吸収(4)

気体	寿命	それぞれの時間積分期間の 地球温暖化ポテンシャル		
		20年間	100年間	500年間
CO ₂	~100	1	1	1
CH ₄	10	62	25	8
N ₂ O	120	290	320	180
CFC-12	102	7900	8500	4200
HCFC-123	1.4	300	93	29
SF ₆	3200	16500	24900	36500

放射強制力と地表面気温の変化との関係

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

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

$$\Delta T_0 = \lambda \Delta F \quad (\text{表面温度変化は一次のオーダーでは放射強制力の変化に比例})$$

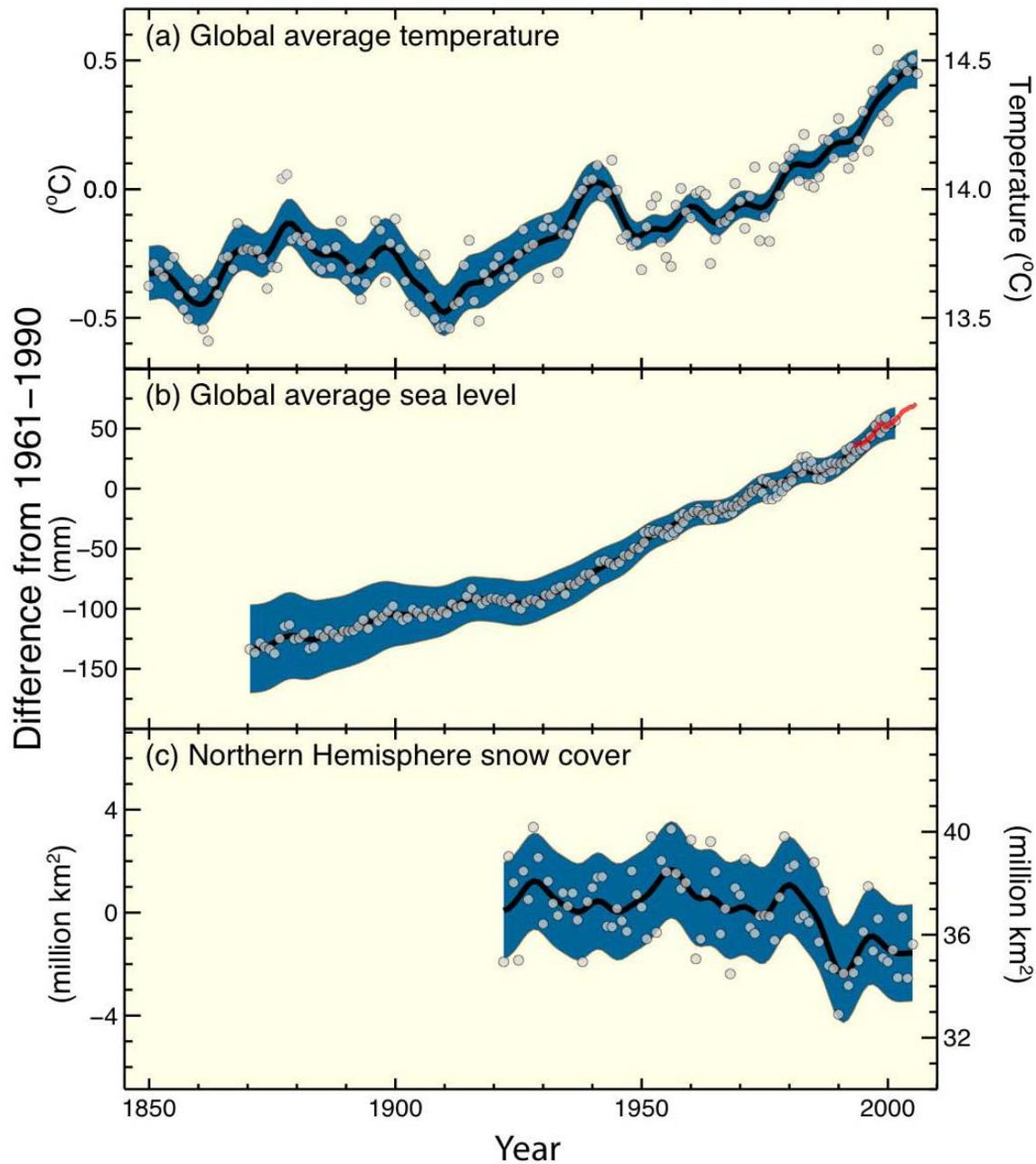
$$\lambda = 1/4(1 - f/2)\sigma T_0^3 = 0.3 \text{ K}/(\text{W}/\text{m}^2)$$

* 大循環モデルを用いたシミュレーションより

$$\lambda = 0.3 \sim 1.4 \text{ K}/(\text{W}/\text{m}^2)$$

* 氷河期と間氷期との比較より

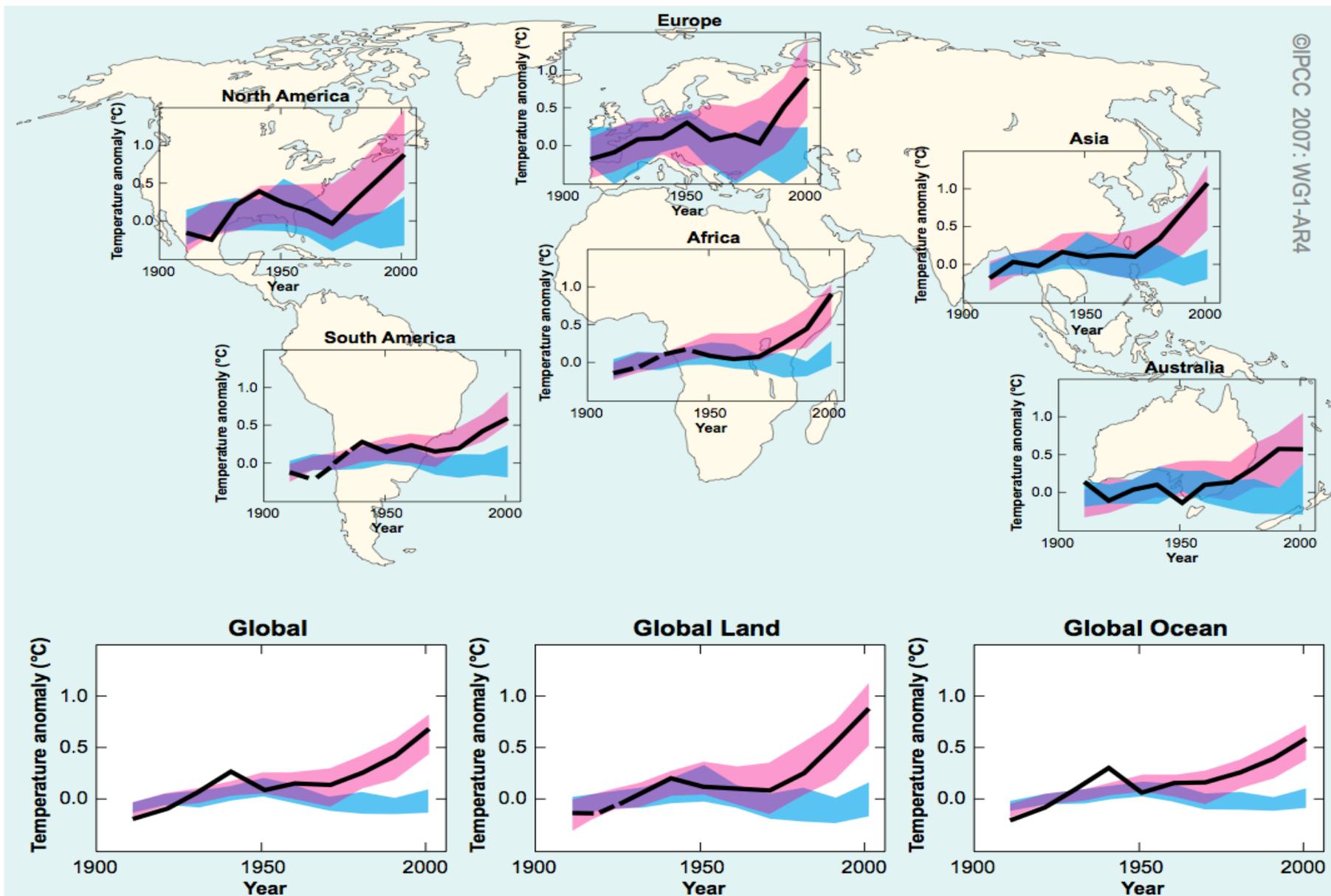
$$\lambda = 0.75 \text{ (J.Hansen, NASA)}$$



地球の平均温度、
海面水位及び
北半球の雪の
占める面積の変化

Source: IPCC, 2007:WG1-AR4

地球及び大陸の温度変化



現在の地球温暖化の原因は
人間活動である

The Physical Science Behind Climate Change

W.Collins, R.Colman, H.Haywood, M,R,Mannig, P.Mote

Scientific American, August 2007

日経サイエンス 2007年11月号、P8～17

地球温暖化の真実—IPCC第4次報告書から

人為起源の温室効果ガスによる地球温暖化が生じている証拠

(1) 温室効果ガスの濃度の増大は人間活動が原因

濃度に地域差があり、人口の多い北半球の陸域から主に発生、同位体分析により、CO₂増加分のほとんどが化石燃料の燃焼に由来、メタンと一酸化二窒素は農業活動と化石燃料消費による

(2) 20世紀の気候再現実験で、人為的要因を加えたシミュレーションで始めて20世紀後半の観測された温暖化を再現できる。

(3) 人間活動が影響している証拠は、次の二つのパターンに表れている。

1つは海洋よりも陸域の温暖化が大きく、海洋では深部より表層の温度上昇が大きいことだ。これは大気が温室効果ガスによって温暖化していることと一致する。また、対流圏が温暖化する一方、成層圏は寒冷化していること。太陽の変化が温暖化の主因ならば両方の温度が上がるはず。しかし現実には両者に差があり、この観測結果は温暖化ガスの増加と成層圏オゾンの減少から予測されるものとまさに一致する。

人為起源の地球温暖化が進行している証拠

気候変動の検出 (IPCC第4次報告書 表9.4より作成)

表面温度	領域	確からしさ	確からしさ評価の根拠
20c後半の温暖化は外部放射強制力なしでは説明できない	グローバル	95%以上	表面温度の人為起源の変化は高い確度(1%以下の誤差)で検出されている。この結論は海洋上層の人為起源の変動によって強化されている。
20c後半の温暖化は即知の自然の原因によるものでは決していない	グローバル	90%以上	この温暖化は人為起源でない外部因子が冷却化をもたらした時に生じている。即知のすべての放射強制力の総和による効果は温暖化をもたらした。自然の放射強制力を用いたどのモデルも20c後半の温暖化を説明できなかった。
過去50年にわたる観測された地球温暖化の支配要因は温室効果ガスによる放射強制力であった	グローバル	90%以上	この結論は、観測、モデル、強制力の不確実性と太陽強制力の応答が過小評価されているという可能性をすべて考慮して得られたものである。
20c前半の温暖化は部分的に外部強制力によるものである	グローバル	90%以上	多くの研究が外部強制力の影響を検出している。これには人為起源のものも含まれる。
人為起源強制力による同時の対流圏温暖化と成層圏寒冷化が20c後半生じている	グローバル	90%以上	自然因子では、そのどちらかは起こるが両方同時は起こりにくい。成層圏寒冷化の一部は成層圏のオゾンによるものである。

人間起源の温室効果ガスによる
地球温暖化はこれまで考えられて
来た以上に深刻な問題である

理由(1)CO₂の大量放出、急速な放出速度
(2)CO₂の大気中・長寿命性
(3)CO₂ 一気候フィードバック機構

CO₂は長寿命である

化石燃料起源の大気中へ放出されたCO₂は、100年後に $\frac{1}{3}$ 、1000年後に $\frac{1}{5}$ 残留して地球を温暖化し続ける。

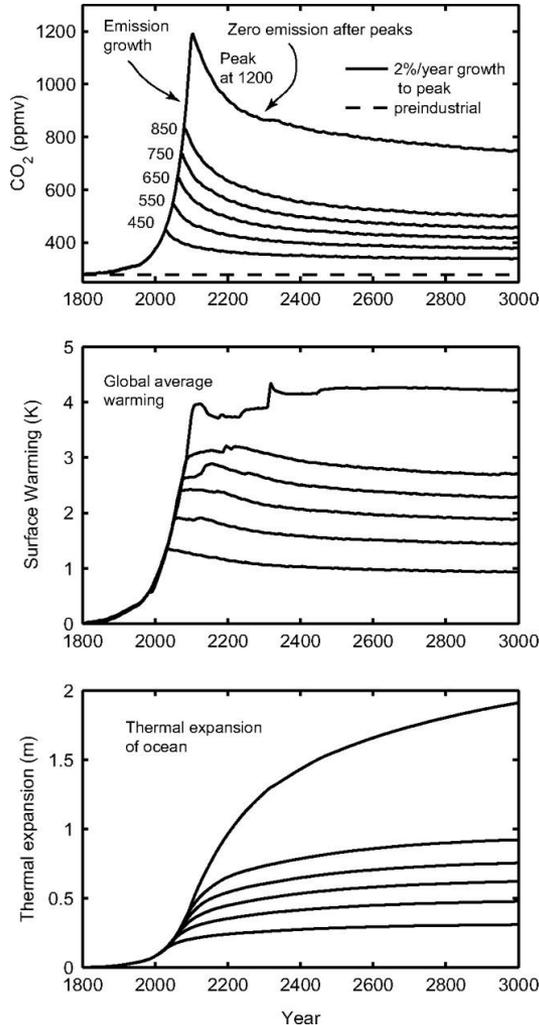
温室効果ガスを排出しても地球の表面温度はすぐには上昇しない。
海や氷床が平衡状態に到達するのに時間がかかるためである

温度上昇の $\frac{1}{3}$ は数年以内、 $\frac{1}{2}$ は25年、 $\frac{3}{4}$ は250年、
100%現れるには1000年かかる。

CO₂排出による不可逆的な気候変化

Susan Solomon, Gian-Kasper Plattner, and
Pierre Friedlingstein,

Proc. Natl. Acad. Sci. USA 2009, 106:1704-1709



大気中のCO₂濃度はゼロ排出以降非常にゆっくり減少、地球の表面温度も非常にゆっくりと減少してゆく。

これはCO₂濃度減少による放射強制力の長期的減少と海洋への熱損失の間にバランスに近い状態ができるため。

大気中CO₂除去と海洋の熱吸収がともに深海の混合という同一の物理に依存しているためである。

Solomon S. et al. PNAS;2009;106:1704-1709

このまま地球温暖化を
放置すれば
焦熱地獄となる

気温上昇と環境影響予測

ref.Avoiding Dangerous Climate Change(2006)

1°C	グローバル・エコシステム、2～47%の範囲を失う。 ペルーでは氷河融解により飲料水、農業などで問題発生 アフリカでは作物収量が減少、クイーンズランドの熱帯雨林は50%減少など
1.5°C	インド洋の珊瑚礁が死滅、グリーンランドの気温2.7°Cを超え、氷床の全面融解始まる、2100年までにこれによって海面水位上昇75cm (Hansen,2005)
2°C	海面上昇とサイクロンで1200万～2600万人が移動、10～28億人が水ストレスを受ける、珊瑚礁の97%が死滅、グローバルな穀物生産が低下し、食糧価格増大、1200万～2億人が飢餓リスクにさらされるなど
2.5°C	オーストラリアのカカク湿地、中国の北方森林は完全消滅 南アのカロの80%が消滅し、固有植物2800種が消滅 アフリカのグレートレイクのエコシステムが崩壊 カラハリ砂漠の砂丘が移動してサブ・サハラ農業が被害を受ける チベット高原の永久凍土がほとんど融解して砂漠化 カーボンソースがシンクに転じる、アマゾンが砂漠化へなど
3°C	10～30億人が水ストレスにさらされる 世界人口の50～60%がデング熱にさらされる (現在30%) 西南極大陸氷床の不安定化など
4°C	オーストラリアの農業崩壊、アルプス氷河の消失、6億人が飢餓リスク、 ツンドラは60%消失、タイガは44%消失、北大西洋海流は50%以上の確率で停止 など

リスクにさらされる何百万という人口

—気候ターゲット2°C設定の理由—

Millions at risk: defining critical climate change threats and targets
Martin Parry et al, Global Environmental Change 11 (2001)181-183

結果

(1) リスクにさらされる人口は時間と共に一般的に急になる(増加)

2050年よりも2080年の方が多。

気温、降雨量、海面上昇が大きい。

2080年の水不足人口が多いのは、中国、インドの都市人口が急増するため。

飢餓人口→穀物の熱ストレスの増加のため

(2) どれだけ排出量を削減すべきか

550ppmvに安定すべきである。

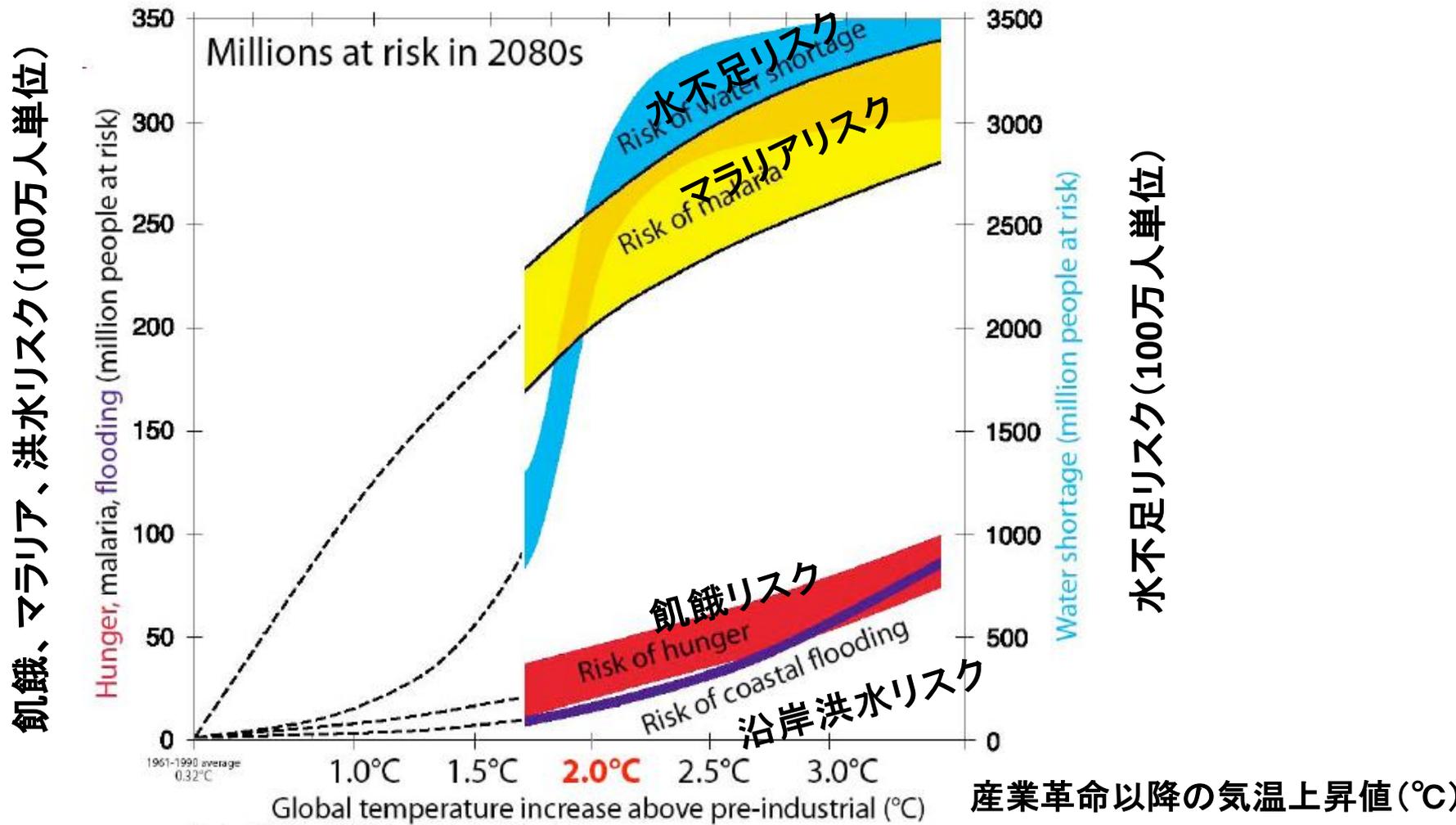
450ppmvにするとリスク人口は大きく減少、しかしコストがかかる

(3) 削減案(mitigation)だけでは解決できないだろう。

適応策(adaptation)も必要となる。

干ばつに対する予防、洪水に対する予防、水の効率的利用、より良いマラリアコントロールなどはwin-winの戦略である。

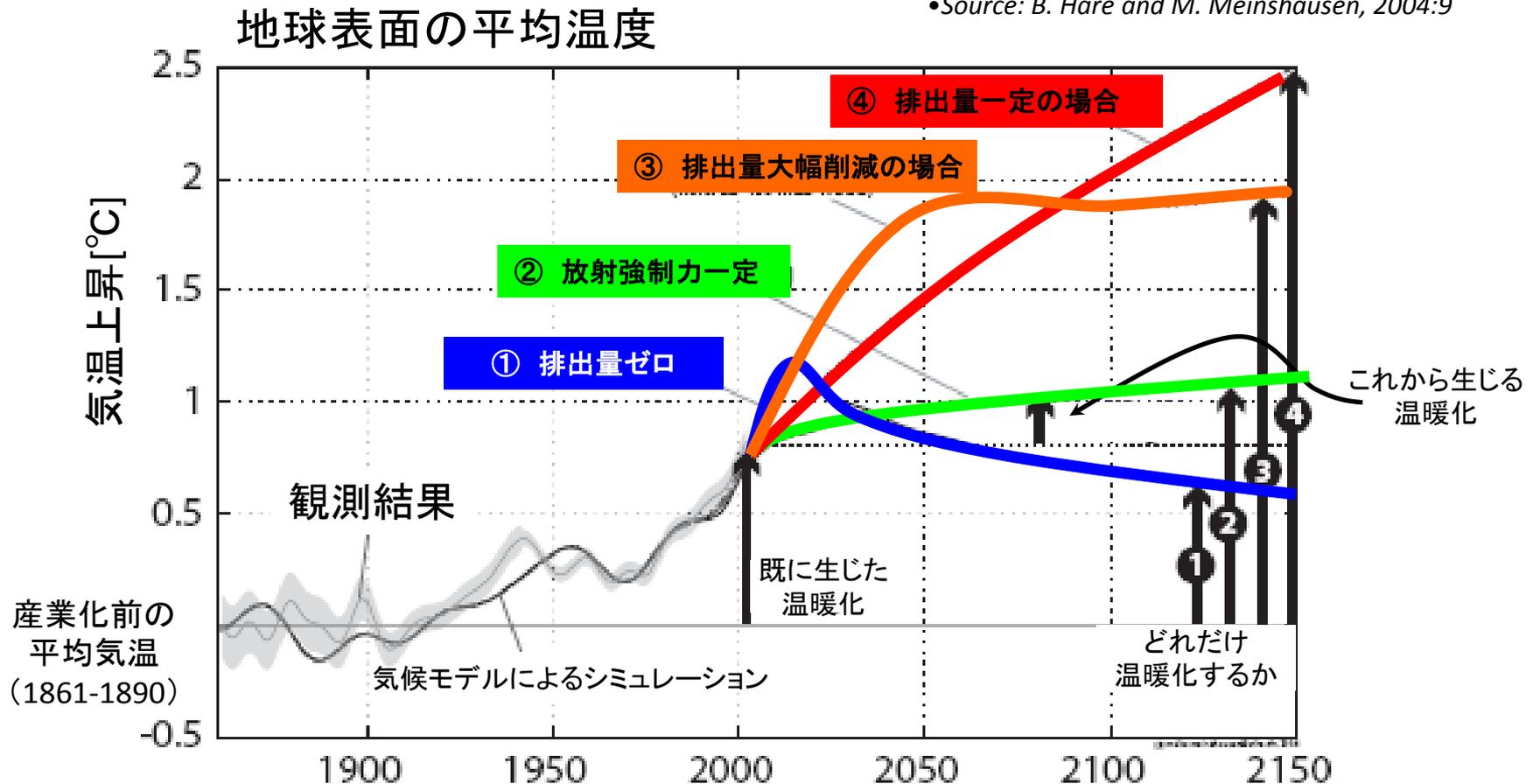
リスクにさらされる人口 (100万人単位) Millions at Risk (Parry et al., 2001)



Parryが指揮をとり、全球平均気温上昇が、水不足リスク、マラリアリスク、飢餓リスク、沿岸洪水リスクにさらされる人口にどのような影響を与えるかを調べた。1.5°C~2.0°C付近で、急激にリスク人口が増加することが見て取れる。

気候ターゲット2°C突破の可能性

•Source: B. Hare and M. Meinshausen, 2004:9

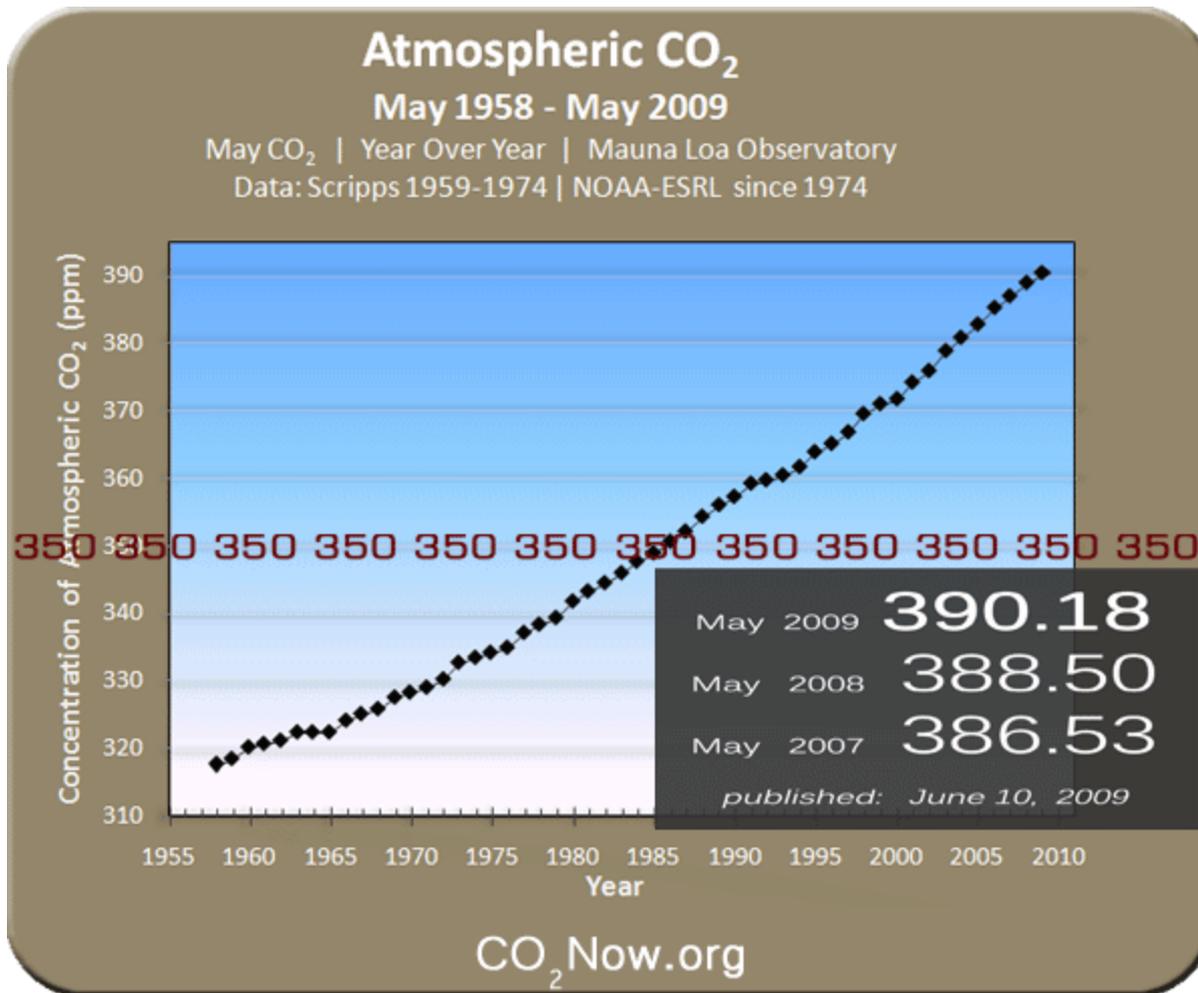


- 1) 2005年以降 排出ゼロ……………2°C突破は起こらない
- 2) 2005年の放射強制力一定の場合…2°C突破は起こらない
- 3) 排出量大幅削減の場合……………10~50%の確率で突破される
- 4) 排出量一定の場合……………2°Cは確実に突破される

390.18ppm (大気中のCO₂濃度)

Atmospheric CO₂ for May 2009

1ppm=80億トン
350ppmはHansenの
提唱する安定化濃度



大気の総重量は？

地球表面積 = 5.11206×10^{14} [m²]

1 m²あたりの大気の重量 = (大気圧 / 重力の加速度)
= 1.01325 (N/m²) / 9.80665 (m/s²)
= 1.03323×10^{14} [kg/m²]

大気の総重量 = (1 m²あたりの大気の重量) × (地球表面積)
= 5.282×10^{18} [kg]

大気の総重量 = 5282兆トン

CO₂体積分率 1 ppmの総重量は？

1 ppm = 100万分の1 = 10^{-6}

CO₂の分子量 = 44、空気の平均分子量 = 29

CO₂・1 ppmの総重量 = 大気総重量 × (44/29) × 10^{-6}
= 8.01396×10^9

CO₂・1 ppm = 80億トン

ニューヨークの マディソンスクエアガーデン前 ドイツ銀行が設置した カーボンカウンター

大気中の温室効果ガスの
総量を示す(CO₂換算)

現在3兆6400億トン

秒速800トンで増加

LED使用、カーボンオフセット
されている

(Reuters, 2009.6.18)

(毎日新聞, 2009.6.20)



2004年の世界の温室効果ガスの排出量は490億トンである (IPCC-AR4)

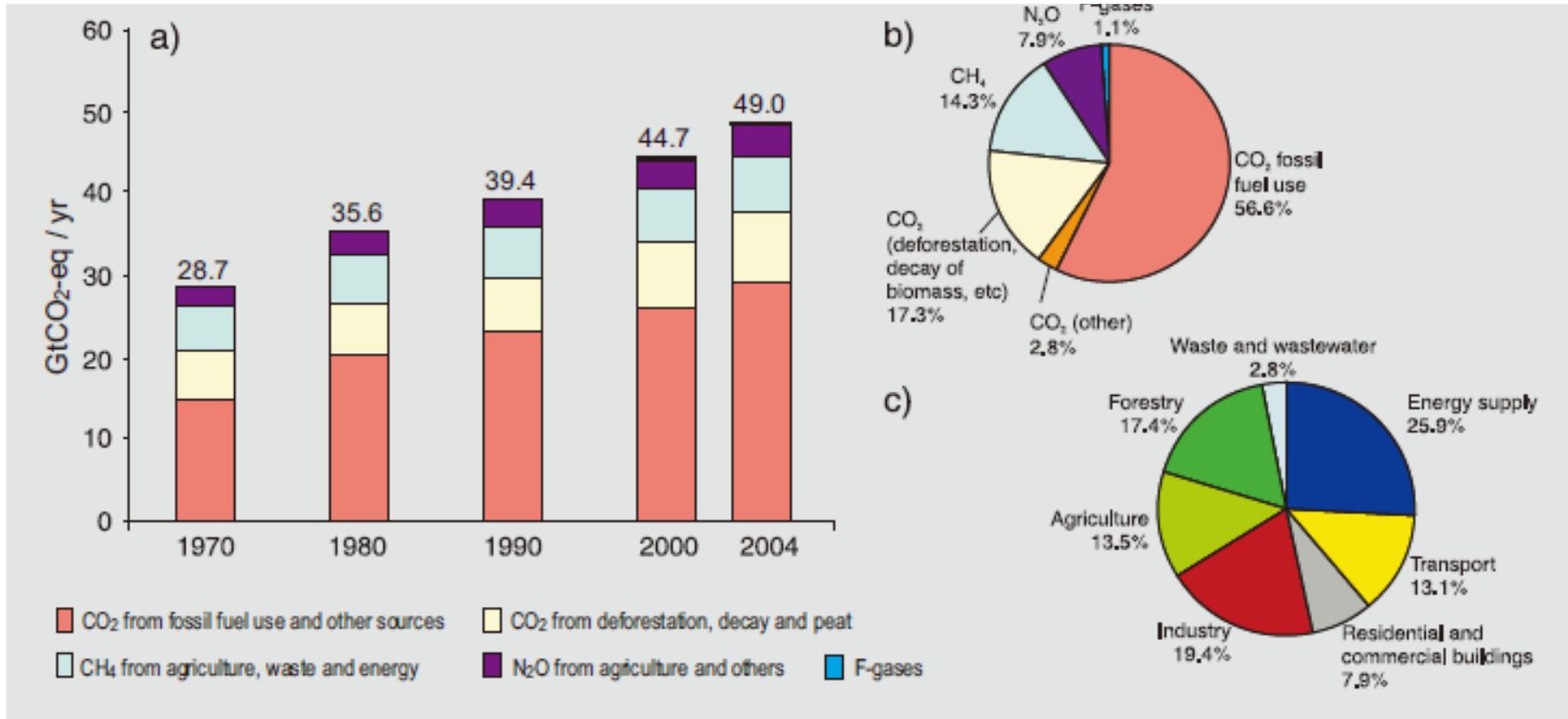


Figure SPM.3. (a) Global annual emissions of anthropogenic GHGs from 1970 to 2004.⁵ (b) Share of different anthropogenic GHGs in total emissions in 2004 in terms of carbon dioxide equivalents (CO₂-eq). (c) Share of different sectors in total anthropogenic GHG emissions in 2004 in terms of CO₂-eq. (Forestry includes deforestation.) [Figure 2.1]

京都議定書

付属書B国の温室効果ガス排出量 (億トンCO₂換算)

	1990年	2000年	変化率	京都目標
日本	12.567	13.815	9.9%	-6.0%
付属書B国合計	182.236	173.349	-4.9%	-5.2%

日本の削減量 = $12.567 \times 6.0\% = 0.754$ 億トン

付属書B国全体の削減量 = $182.236 \times 5.2\% = 9.48$ 億トン

温室効果ガスを年間490億トン排出,CO₂は
152億トン空気中に蓄積している現状では
京都目標では温暖化をストップさせることは
できない

京都議定書は人類史に残るが、
地球温暖化防止には
ほとんど有効ではない。

各国の温室効果ガスの排出量(CO₂換算)

The Hot Topic (2008) by Gabrielle Walker and Sir David King

	一人あたりの排出量 トン(2004)	一人あたりの歴史的排出量 トン(1900から2004年の平均の 排出量を現在の人口で割ったもの)	総排出量100万トン	1990年以降の変化(%)
中国	5.0	1.2	6,467	72.7
ブラジル	5.3	1.6	983	40.7
南アフリカ	11.1	3.6	505	29.7
メキシコ	5.0	1.3	520	38.6
インド	1.6	0.6	1,744	57.5
米国	24.0	12.7	7,065	15.7
ロシア	13.5	7.1	1,938	-35.1
日本	10.6	4.0	1,355	8
カナダ	23.7	9.8	758	27
オーストラリア	26.2	10.3	529	25.9
フランス	9.0	6.6	563	-0.4
ドイツ	12.3	9.0	1,015	-17.5
イギリス	11.0	11.2	656	-4.2

日本の一人あたりのCO₂排出量10.6トンは
イギリス、ドイツ、フランスと同程度であり、
日本は他国と比較して低炭素社会である
という訳ではない

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°C → 1.5°C → 2°C → 3°C

(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CH₄、CO₂放出

海、森林のCO₂の吸収能力の減少

森林からのCO₂放出

土壌からのCO₂放出

海洋からのCO₂、CH₄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

環境変化によって移住せざるを得なくなる
人々の数は
2010年までに2500万～5000万人、
2050年までに7億人と推定されている。
IOMは2050年までに2億人と見積もっている。

IOM=International Organization for Migration
Koko Warmer, Charles Ehrhart, Susana Adams,
Tricia Chai-Onn, In Search of Shelter,
Mapping the Effects of Climate Change on Human Migration
and Displacement

In Search of Shelter

Mapping the Effects of Climate Change on Human Migration and Displacement



飢餓人口10億人突破

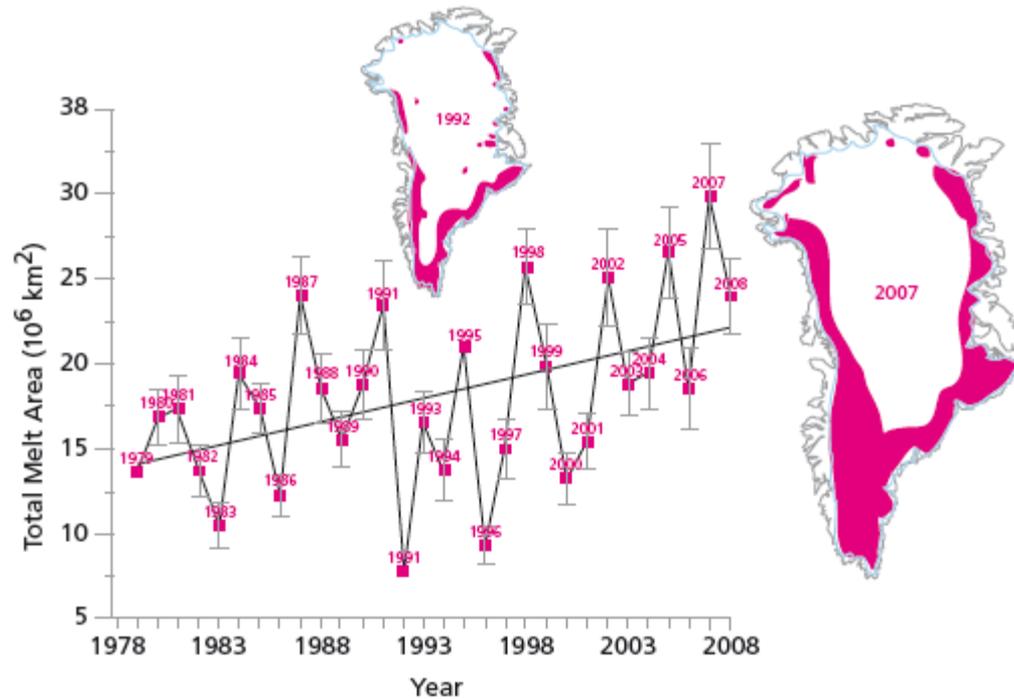
国連食糧農業機関(FAO)は09年中に
栄養不足にある飢餓人口が10億2千万人
になると予測する報告書を発表。
アジア・太平洋地域が6億4200万人、
サハラ以南のアフリカが2億6500万人、
中南米5300万人となっている

朝日、2009.6.20

グリーンランド氷床の変化

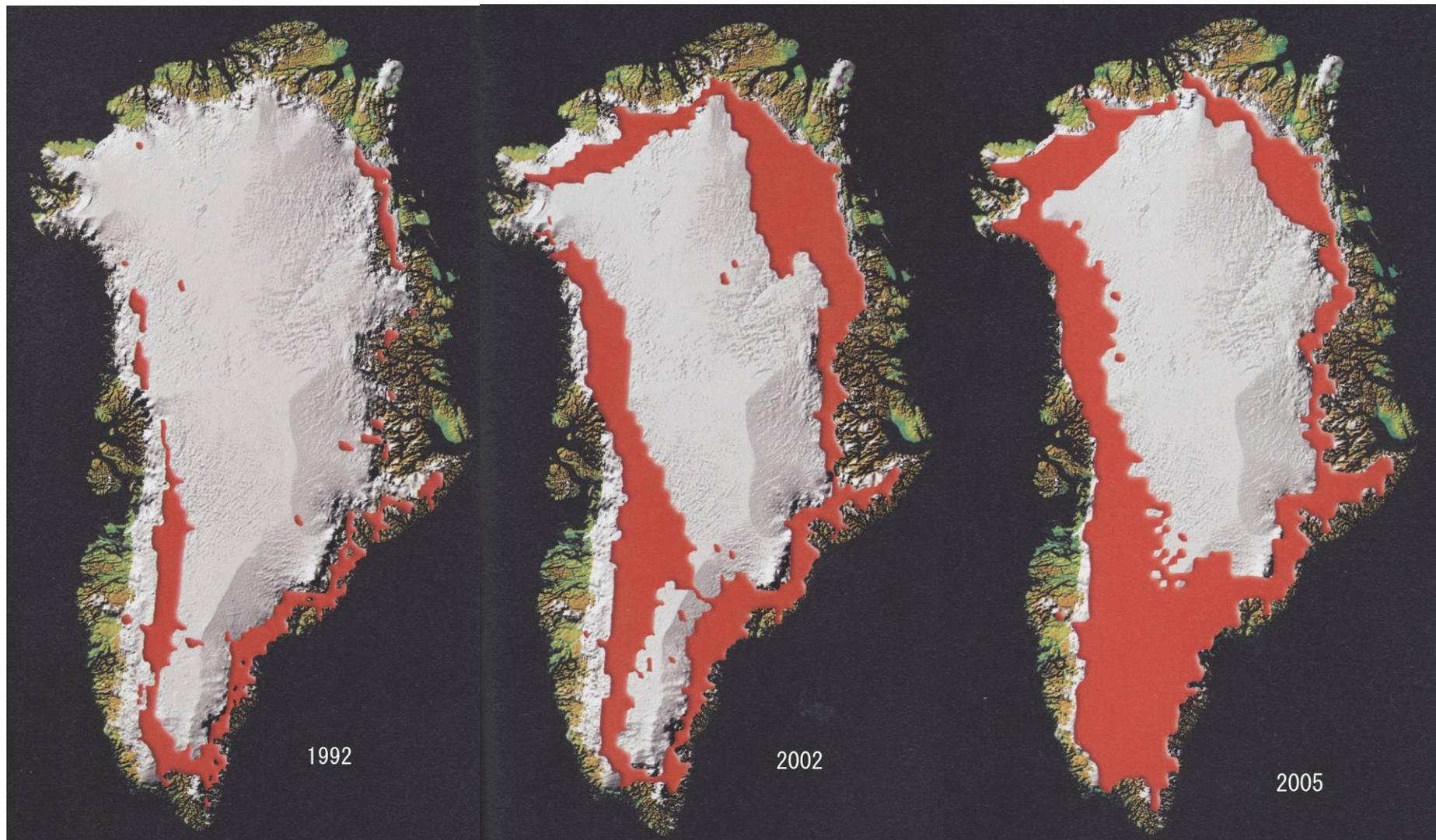
Prof. Dorte Dahl Jensen, Dr. Konrad Steffen

Synthesis Report/Climate Change , Copenhagen 2009 ,10-12 March



Area of surface melting across the Greenland Ice Sheet, as inferred from satellite observations of the surface temperature⁶.

Measurement of Greenland ice melting in 1992, 2002 and 2005



Source: Al Gore, 2006

グリーンランド の氷床の夏の 雪解け水

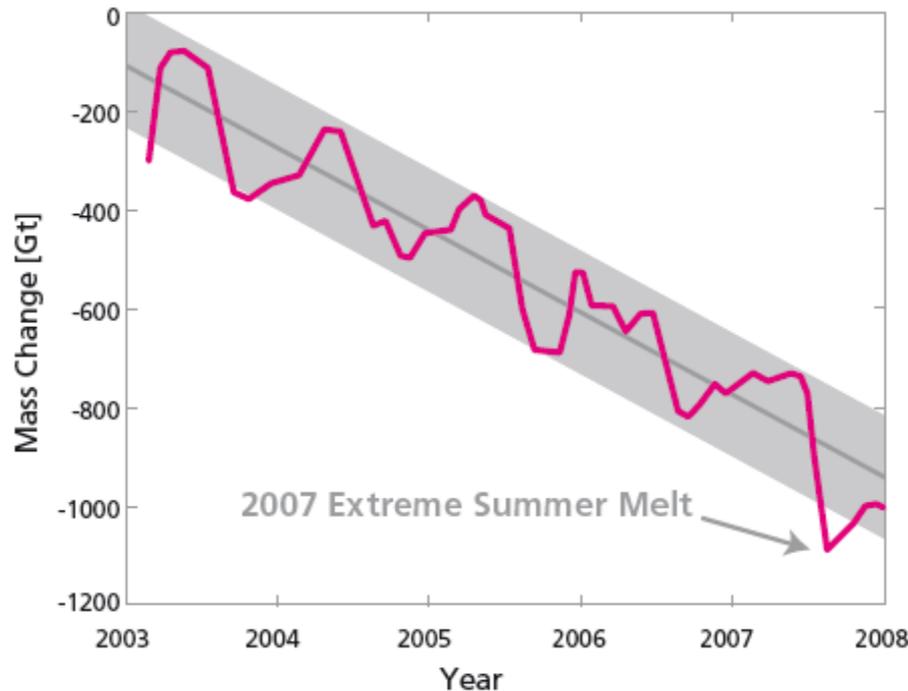
この大量の水
が氷床基底部
に流れ込んで
氷床の流動と
分離の潤滑剤
の役割を果た
している。

(J. Hansen)



グリーンランド氷床の変化

2003年以降1790億トン/年の氷を失っている。
これは平均海面水位の上昇0.5mm/年に相当する。
現在の世界の平均海面水位は3.1mm/年



Change in the mass of the Greenland ice sheet from 2003 to 2008, as estimated from satellite measurements of changes in the gravitational field. The grey shaded area shows the 90% confidence level of the fitted straight line. The vertical axis is set to an arbitrary value of zero at the beginning of the observational period⁸.

海洋の熱容量の変化

1961年の熱容量と比較した1951年以降の変化
単位は 10^{22} ジュール

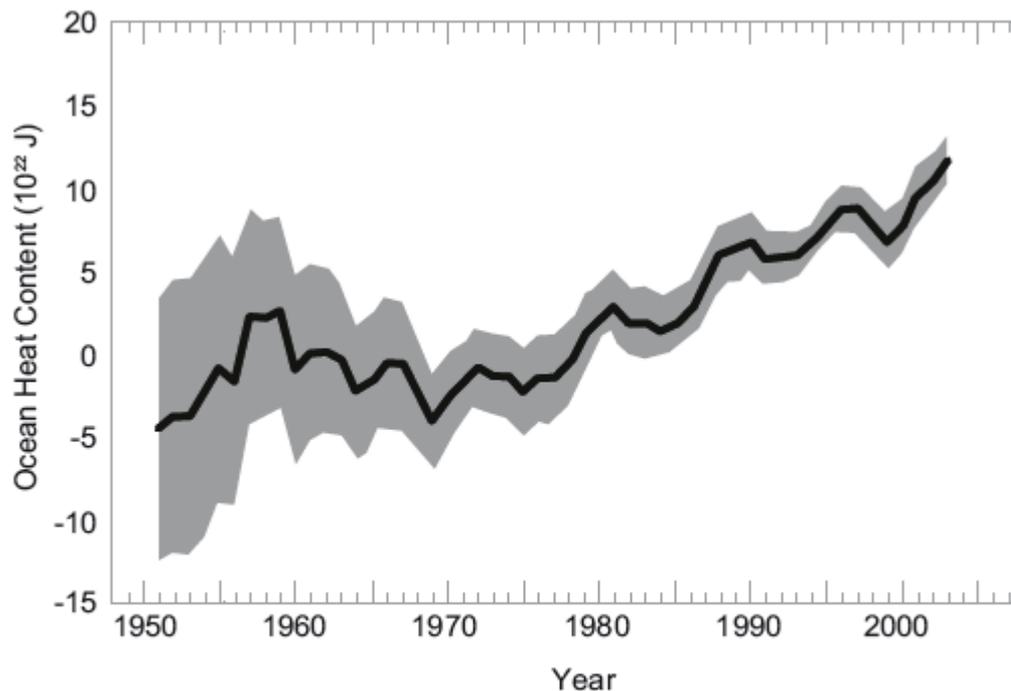


Figure 4
Change in ocean heat content since 1951 (observations - black line) with uncertainties (in grey shading), relative to the ocean heat content in 1961⁴.

アマゾンの熱帯雨林、2030年までに60%消失

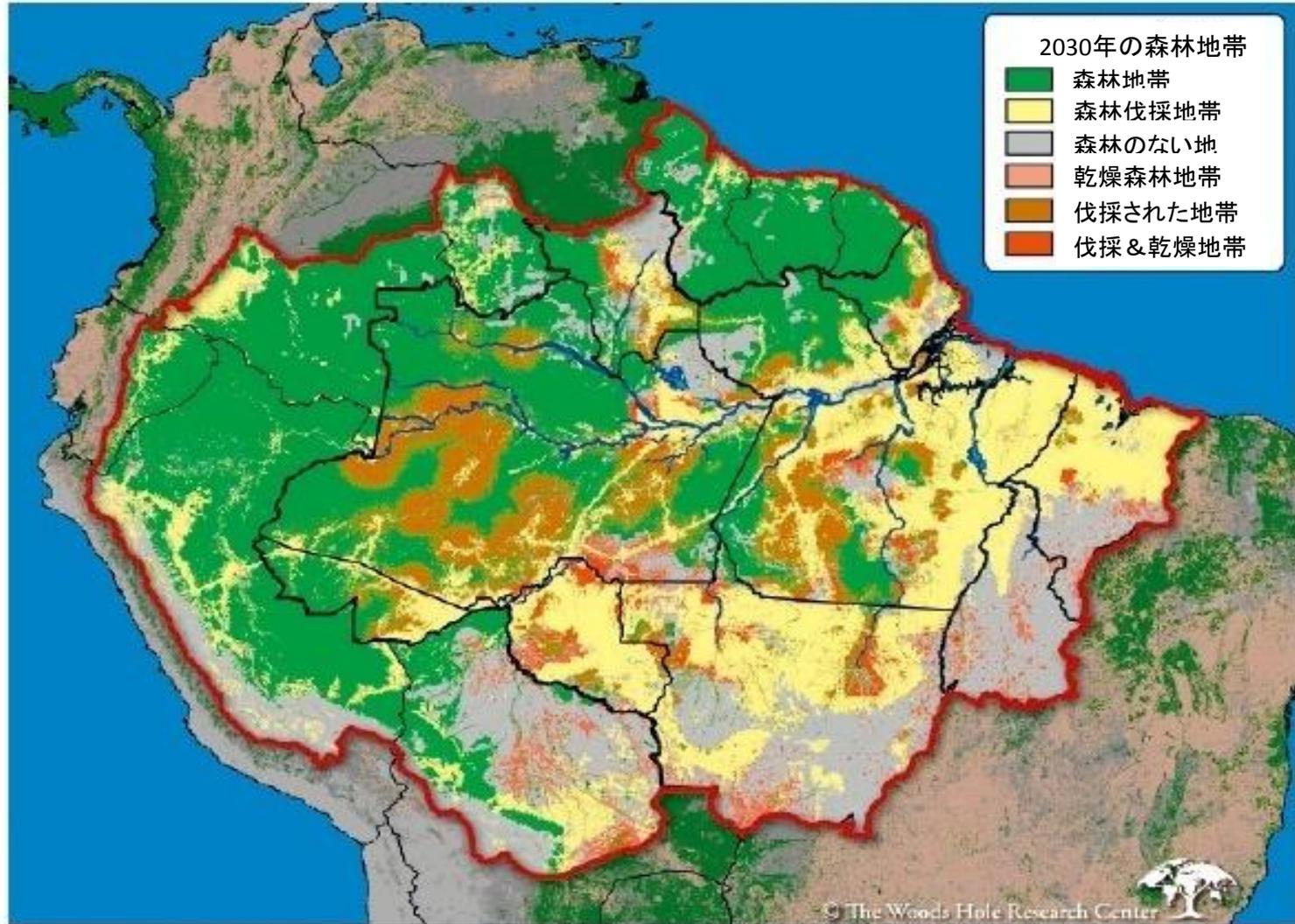
A report to the World Wide Fund for Nature (WWF)(2007)
By Daniel C.Nepstod(米国ウッズホール研究所)

アマゾン 流域700万km²、世界の生物種の1/4が住む、
世界の淡水の20%、毎年7兆トンの水が蒸発
2002年の森林伐採(ブラジル) 25,000km²
1990年以來の毎年の平均森林伐採(ブラジル) 18,000km²
既に伐採された森林の割合16%(650,000km²)
人口、約3000万人、原住民2000万人、200を超える言語
700億トンの炭素がバイオマスに蓄積されている。

アマゾンで現在のペースで農業、牧畜の拡大や伐採が続くと森林の55%が失われるか、大きなダメージを受けるといふ。森林消滅で降雨が10%減少するためさらに4%の森林が消失するといふ。温暖化で特に東アマゾンで20%以上降雨量が減少し、2°C以上気温上昇している。その影響は、インド、中央アメリカでは雨量が減少、ブラジル、アメリカの農業に打撃を与える。2030年までに現在の世界の年間CO₂排出量の2倍(555~969億トン)が大気中に放出されてしまうであろう。

2030年のアマゾンの姿

ウッズホールズ研究所(2007)による



dai

1997-2003年までの森林伐採率が維持され、過去10年間の気候条件が将来に渡って繰り返されると仮定した2030年におけるアマゾンの状態を示す

アマゾン熱帯雨林はこれまで考えていた以上に “地球温暖化”に対して脆弱

By Chris Jones the Met Office's Hadly Centre, UK
12 March ,2009,The Independent

コンピューター・シミュレーションによってアマゾン熱帯雨林の枯死を解析
18世紀に比べて地球の表面温度の上昇が1°Cで森林の減少が始まる

2°C上昇で 20－40%が枯死(100年以内に)

3°C上昇で 70%が枯死

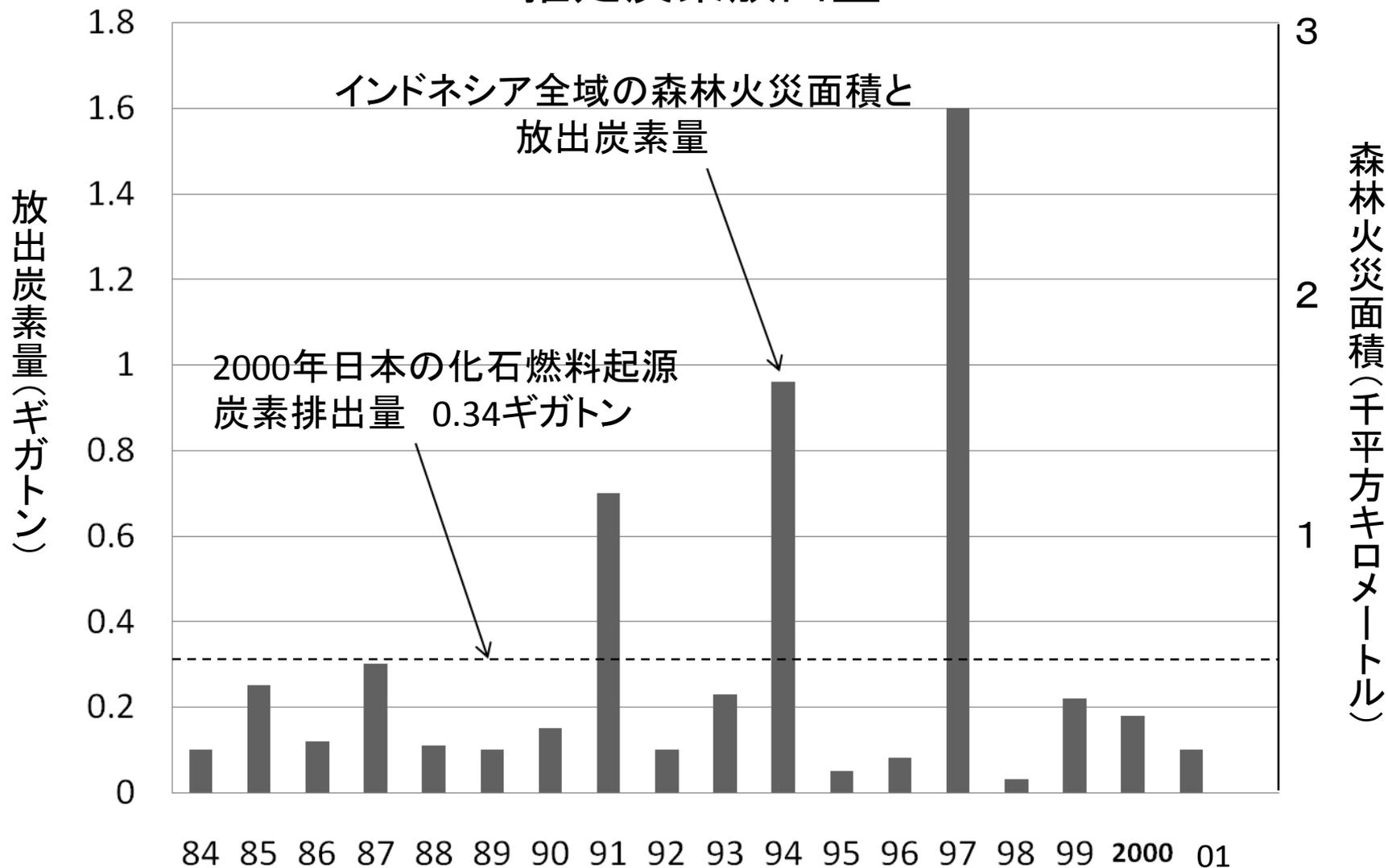
4°C上昇で 85%が枯死と予測

枯死しても条件が整えば森林は回復するが、それには数百年を要する。
したがって温暖化によるアマゾン熱帯雨林の枯死は実際上、非可逆的である
アマゾンの保全には森林減少を止めることが重要。

アマゾンでの森林減少は高緯度(シベリアなど)における森林増加で
埋め合わせられないことも示された。

この論文はJournal Nature Geoscienceに公表予定

1984年以來のインドネシアにおける森林火災面積と推定炭素放出量



ボルネオ 燃える大地から水の森へ (大崎満・岩熊敏夫著) 岩波(2008)
 GtC(ギガトン炭素量) = 10億トン(炭素換算)



PRINCE ALBERT II OF MONACO
FOUNDATION



Monaco Declaration



It was while taking part in the working sessions of the scientific community, which met in Monaco last October for the second international symposium *The Ocean in a High-CO₂ World*, that I expressed my earnest wishes for the *Monaco Declaration* to be drafted. The seas and oceans absorb one-fourth of the carbon dioxide emitted to the atmosphere from human activities, which in turn is driving their acidification at a rate that is unprecedented.

This chemical modification will alter marine ecosystems, upon which over half of the world's population depends for its primary source of food. This declaration, based on irrefutable scientific findings and signed by 155 scientists from 26 nations, sets forth recommendations, calling for policymakers to address this immense problem.

I strongly support this declaration, which is in full accord with my efforts and those of my Foundation to alleviate climate change. I hope that it will be heard by all the political leaders meeting in Copenhagen in December 2009.

H.S.H. Prince Albert II

モナコ宣言

“高炭酸ガス世界における海洋”についての第2回国際シンポジウム

Monaco 10月6～9日、2008年 155名の科学者が署名

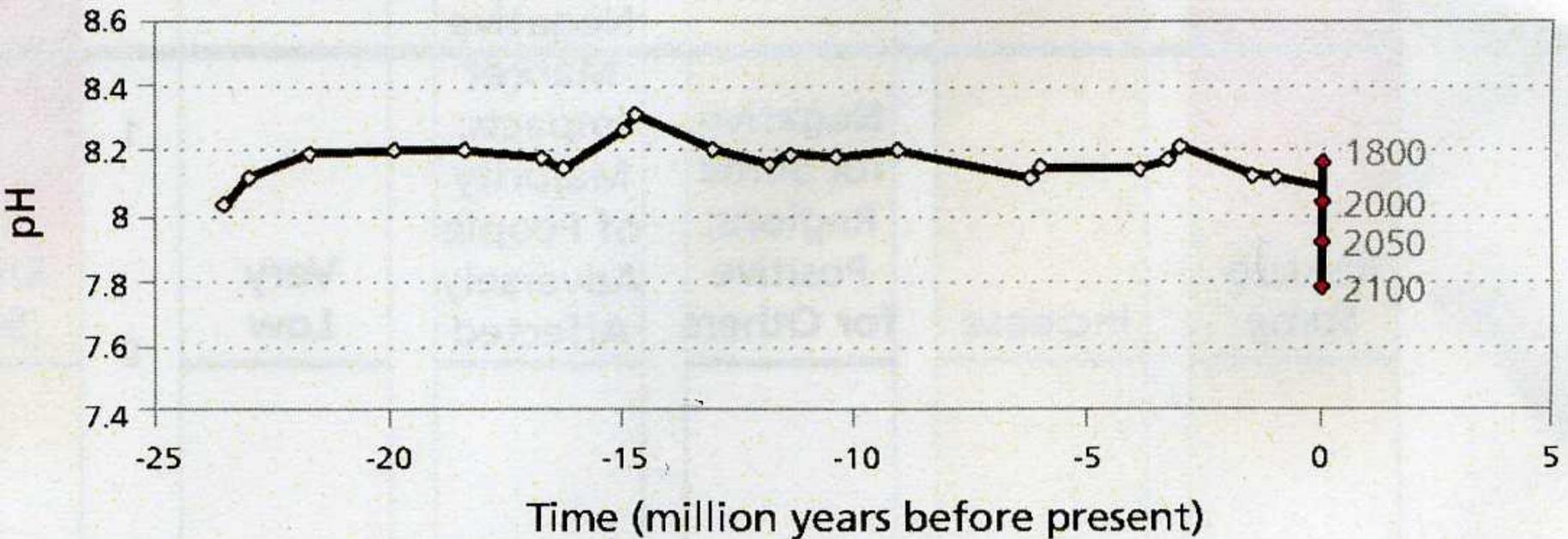
海洋酸性化が進行中、海洋酸性化は検出可能、
海洋酸性化は加速しており、その深刻なる被害がさし迫っている、
海洋酸性化は社会経済的な影響を与えるだろう、
海洋酸性化は急速だが、回復はゆるやかであろう、
海洋酸性化は将来のCO₂放出量を抑制することのみによって制御できる

政治家への要望

- (1) この分野の研究を促進
- (2) エコノミストと科学者の連携を進める
- (3) 政治家と科学者の間のコミュニケーションを改善する
- (4) 海洋酸性化による深刻な被害を防ぐためにCO₂排出量の大幅削減の野心的で早急なプランを作る

海洋酸性化 Synthesis Report / Climate Change

Global Risks, Challenges and Decisions
Copenhagen 2009, 10-12 March



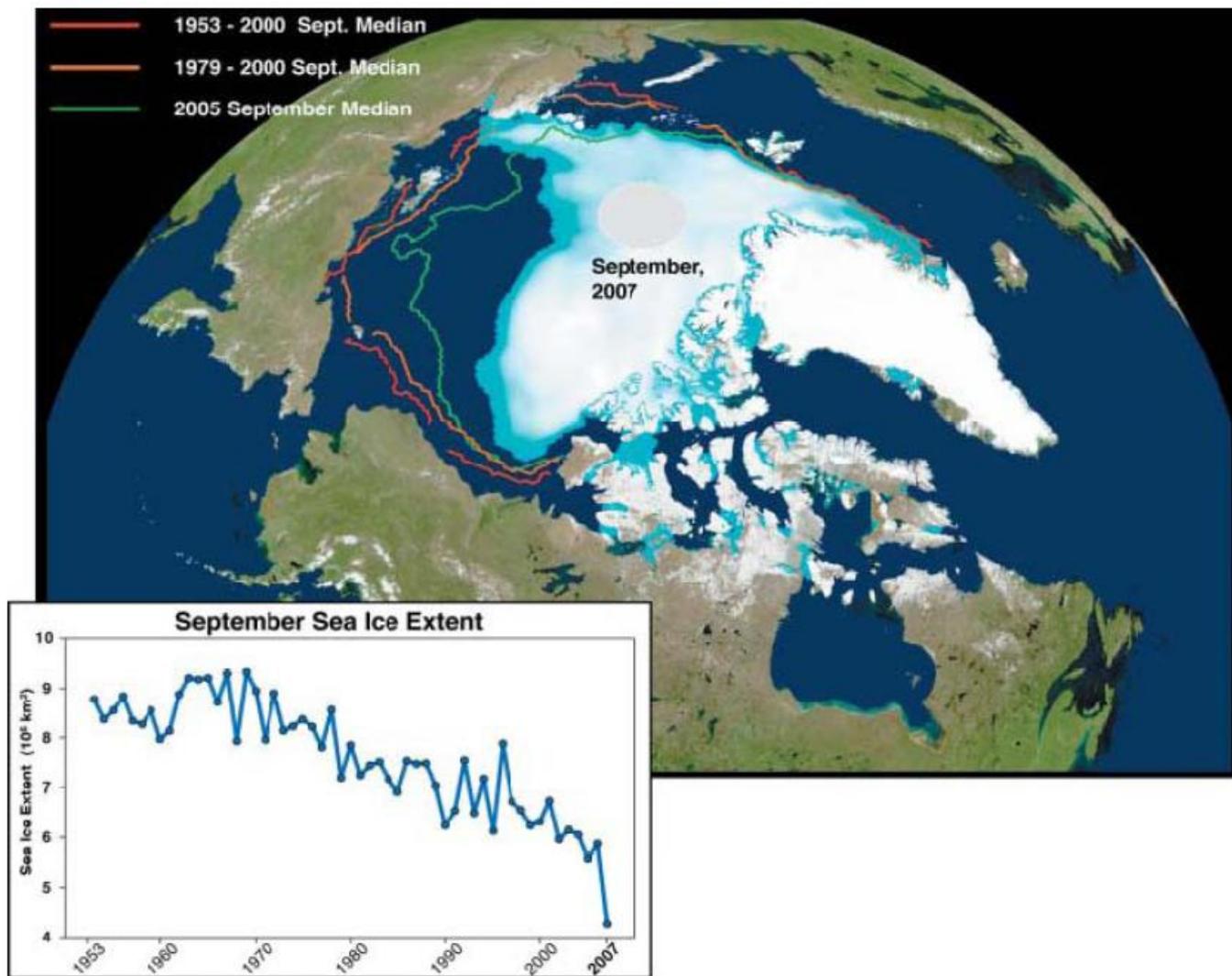
By Carol Turley and Mary Scholes

海洋は産業革命以降、人類の排出したCO₂の27~34%を吸収、その結果水素イオン濃度30%増加
CO₂濃度450-480ppmでサンゴ礁の成長を阻害する。既に380ppmでグレートバリアリーフのサンゴ礁の
成長は19%減少の報告例もある。
CO₂濃度が450ppmで北極洋の大きな領域で海洋生物のカルシウム殻が溶出する可能性がある。
海洋の化学組成の変化は急激である。

シベリアの湖 メタン泡放出

京都新聞(夕刊)2006年10月25日

- 凍土解け、面積拡大、最大63%増
- アメリカとロシアの科学者の共同研究の成果
- シベリアではこの30年間で年平均気温が2°C上昇
- その結果、メタンの泡を大気中に放出する湖の 面積が広がり、2000年放出量は1974年と比べて58%増加
- 湖の面積はフランスとドイツを合わせたくらいの 大きさ
- 温暖化の正のフィードバックが開始された？



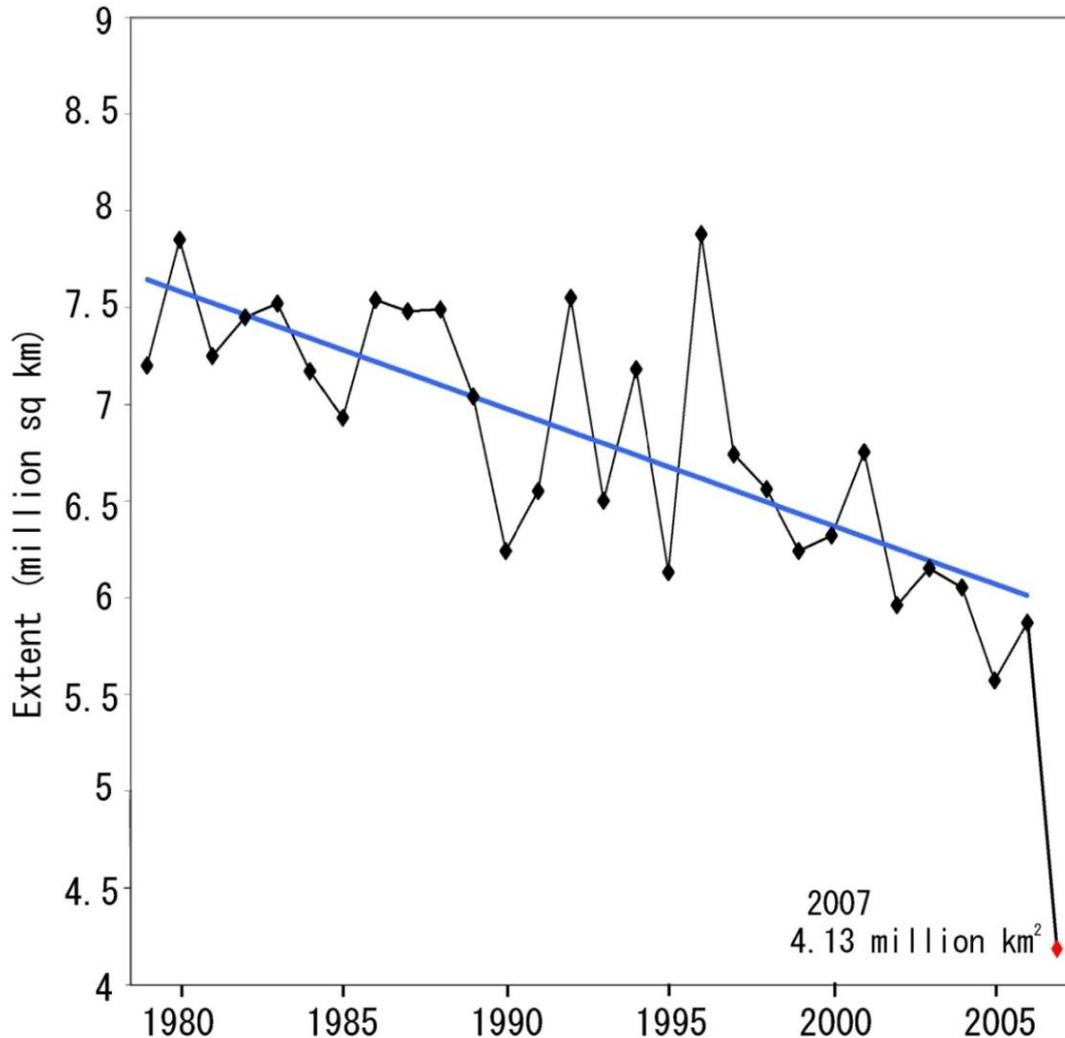
「保守的なモデルに基づくコンピューターシミュレーションの結果と
2007年の大融解を合わせて考えると、2030年には
夏の北極海氷は消失するかもしれない。」

Stroeve et al., EOS 01/082008 by W .Maslouski

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

September Ice Extent



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。

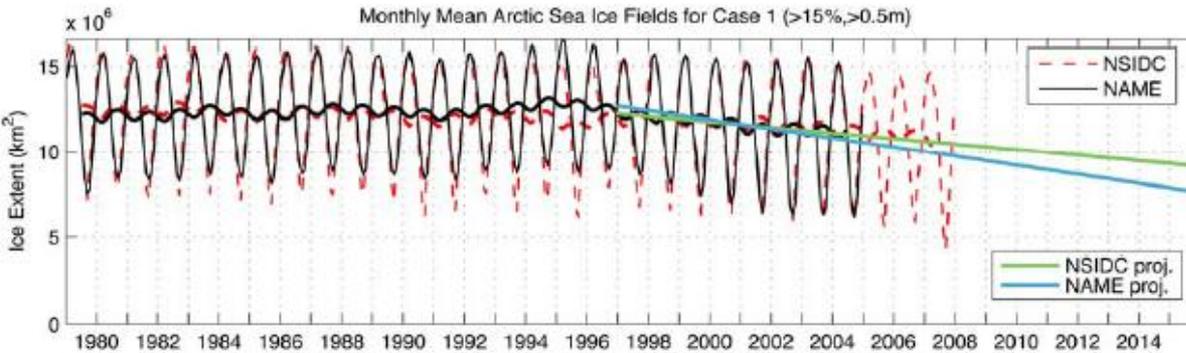
北極海氷はチッピングポイントを越えて、ランナウェイ融解を続け、2030年夏にも消滅するとの説も提案されている。

Source :

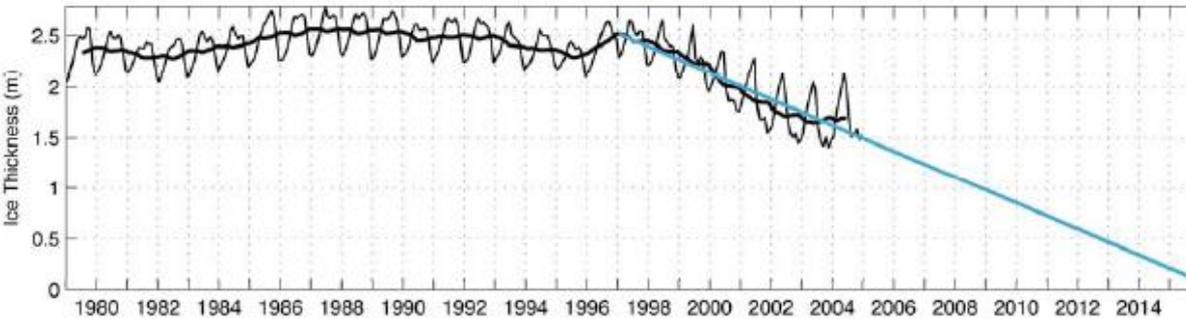
National Snow and Ice Data Center

79-04 time series of Ice Extent, Thickness, and Volume

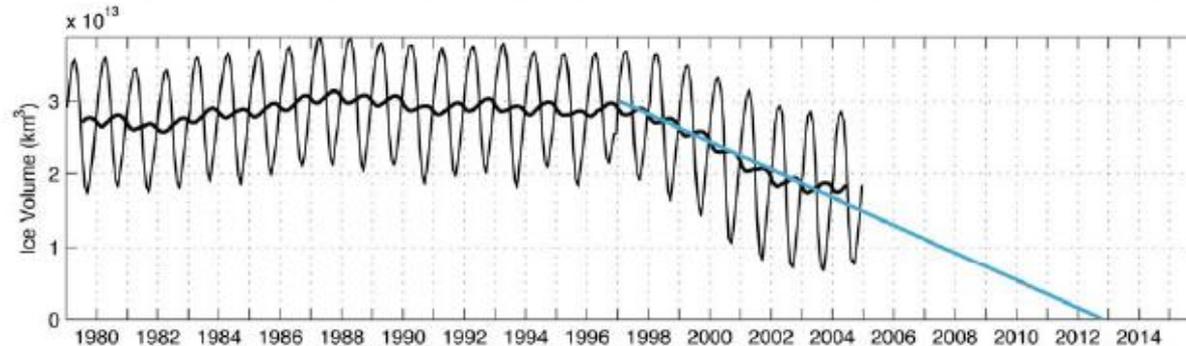
By Maslowsky et al(2007)
US Naval Postgraduate School
Between 1997-2004



- annual mean sea ice concentration has decreased by ~17%



- mean ice thickness has decreased by ~0.9 m or ~36%

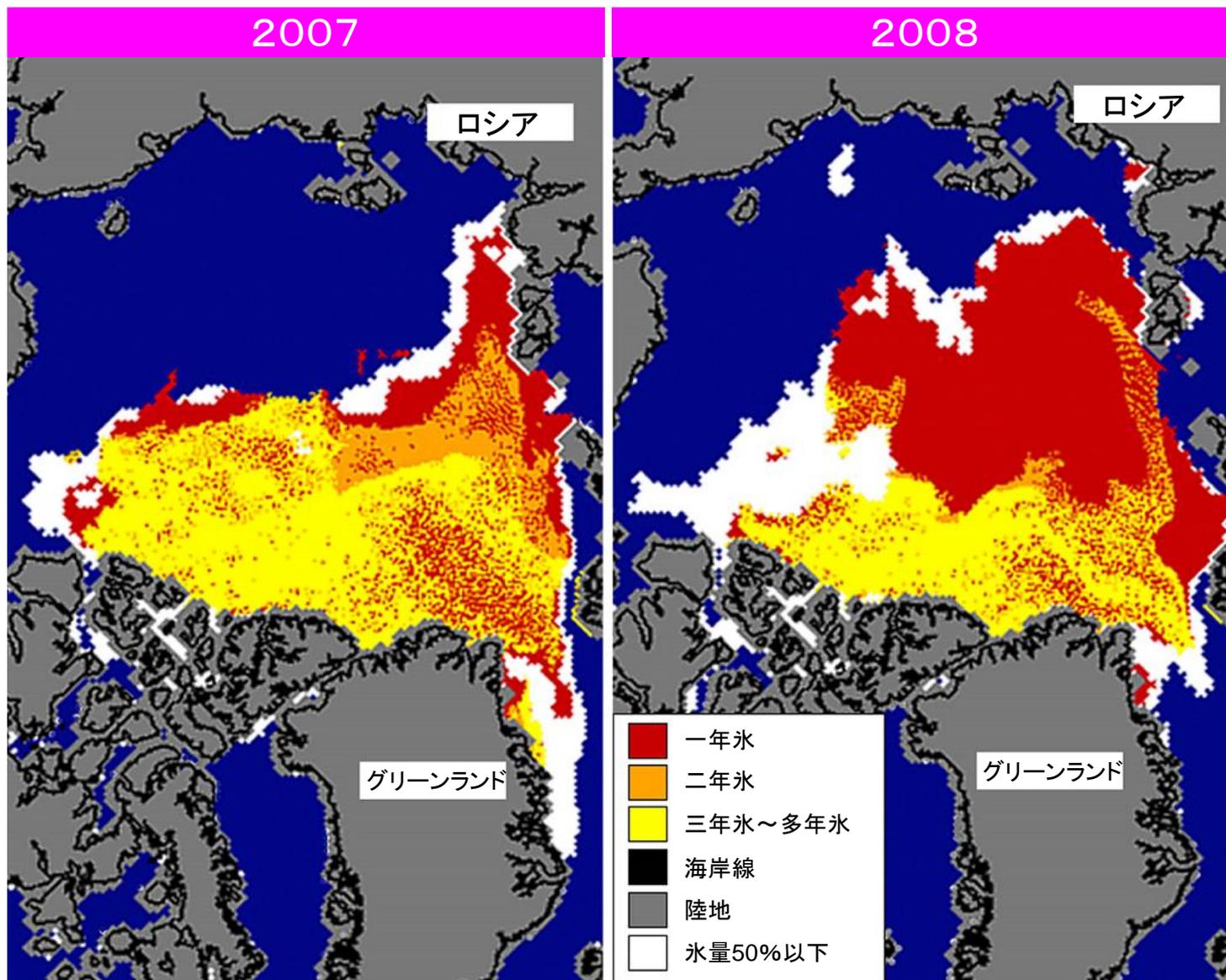


- ice volume decreased by 40%, which is >2x the rate of ice area decrease

If this trend persists the Arctic Ocean will become ice-free by ~2013!

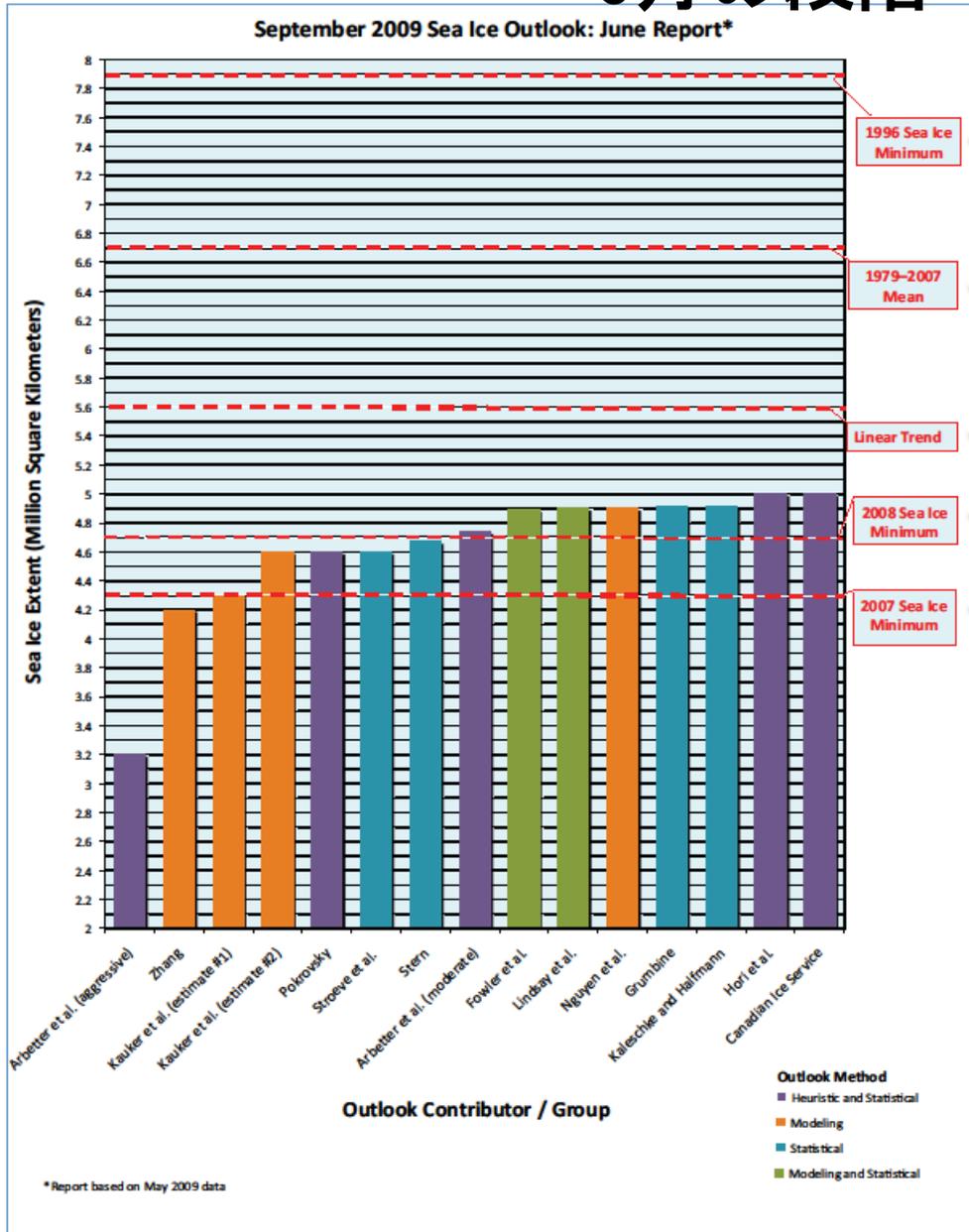
2007年及び2008年における融解シーズン終わりの北極海氷の状況

2008年は海氷が減少して1年氷が大部分を占めていることがわかる



参照: NSIDC Courtesy C. Fowler, J. Maslanik, and S. Drobot, CU Boulder

2009.9月の北極海氷面積予想 6月の段階



- 1996年の最小値
- 1979-2007年の平均値
- 直線近似(リニアトレンド)
- 2008年の最小値
- 2007年の最小値
(衛星観測史上最小)

あと30年で夏の北極海氷は消滅する？

Muyin Wang (ワシントン大学) and James K. Overland(NOAA), 米国
Geophysical Research Letters, April, 2009

IPCCの6つのモデルを使用、2007/2008の観測された北極海氷を初期条件として使用、シミュレーションの結果、2037年の夏には北極海氷はほとんど消滅する(100万Km²を残すのみ)と予測された。

* * * * *

6つのモデルすべてで、海氷面積が460万Km²を下回ると融解が加速されることが分かった。 2007年9月の海氷面積は430万Km²、2008年には480万Km²であり、夏季の北極海氷消滅のティッピングポイントは既に超えられたかも知れない(by Steve Conner)。

夏季の北極は今後10～30年間のうちに
このような姿になってしまうかもしれない...



夏の北極海氷消滅の影響

Perspectives on the Arctic's Shrinking Sea-Ice Cover
Serreze Mark C., Holland Marika M., Strove Julienne
Science Vol.315(5818),16 March 2007,pp 1533-1536

* 北極圏の秋や冬が顕著に温暖化する

これは海洋から大気へより多くの熱が伝わるため

* アラスカ、シベリアの沿岸域の海岸浸食が進む

海岸から氷が後退すると、風が海洋を自由に吹きわたって波浪を作るため

* 海氷消失により原住民や北極グマなどの狩猟に影響が生ずる

北極グマの絶滅が懸念されている

* 大西洋側の北極海氷の消滅により

NAO-NAMが、負の大気循環応答する可能性

暴風雨の経路が南方へわずかにシフトする

* 中緯度の暴風雨が強まり、

冬季の西及び南ヨーロッパの降雨量が増加する

* アメリカ西部の降雨量が減少

* 北大西洋に淡水が注入されることにより

グローバルな熱塩循環が阻害される可能性

ティッピングポイント(The Tipping Point)

あるアイデアや流行もしくは社会的行動が、敷居を越えて一気に野火のように広がる劇的瞬間のこと

How little things can make a big difference by Malcolm Gladwell

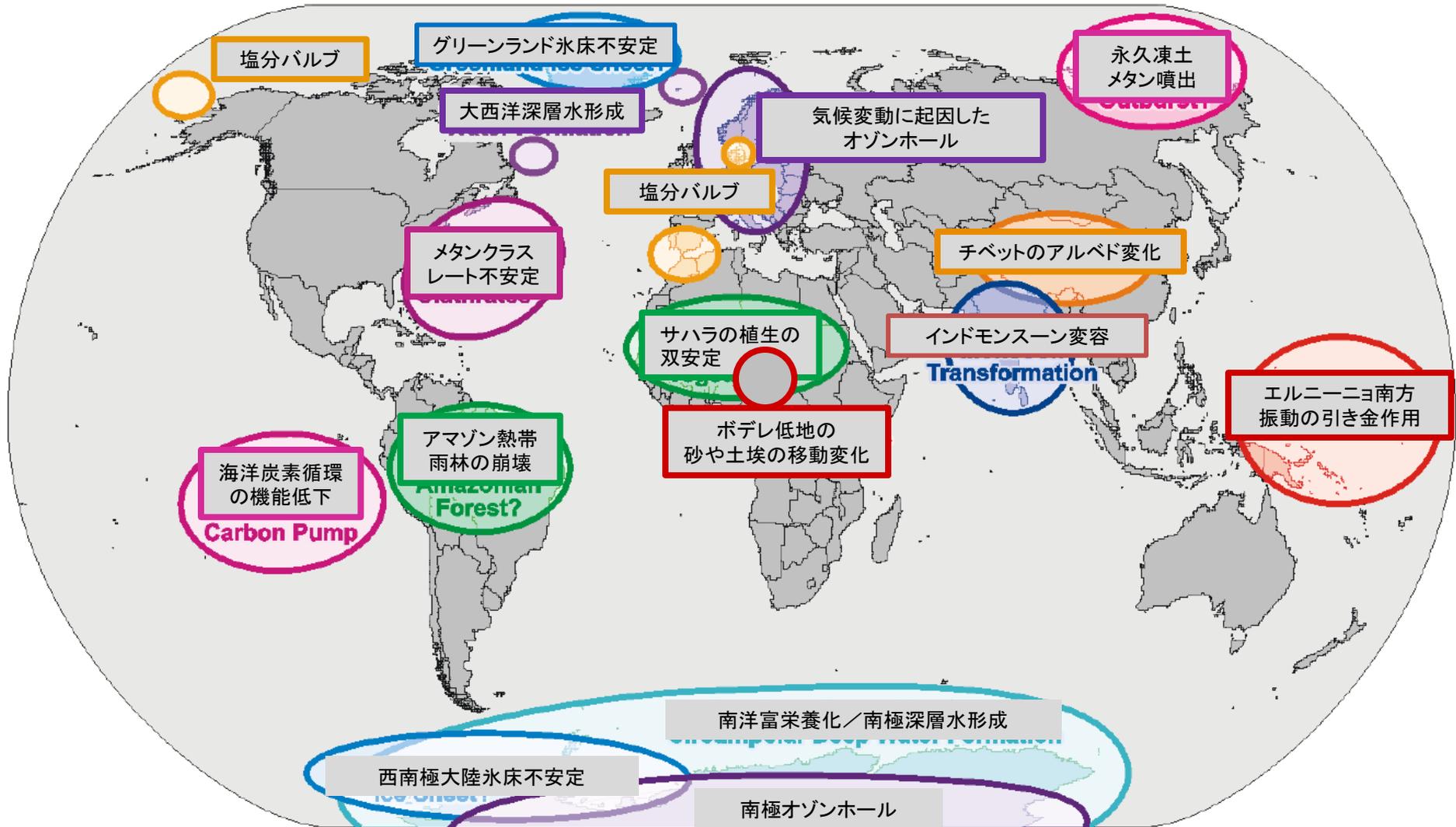
“この言葉は、そもそも1970年代に普及した言い回しで、アメリカ北東部の比較的古い都市に住む白人の市外への脱出を指す言葉だった。

ある特定の区域に住み着いたアフリカ系アメリカ人の数が一定数(ほぼ20%)に達すると、その地域に残っていた白人がほぼいっせいに町から出ていくこと、それを社会学者は町が傾く(tip)と称した。”

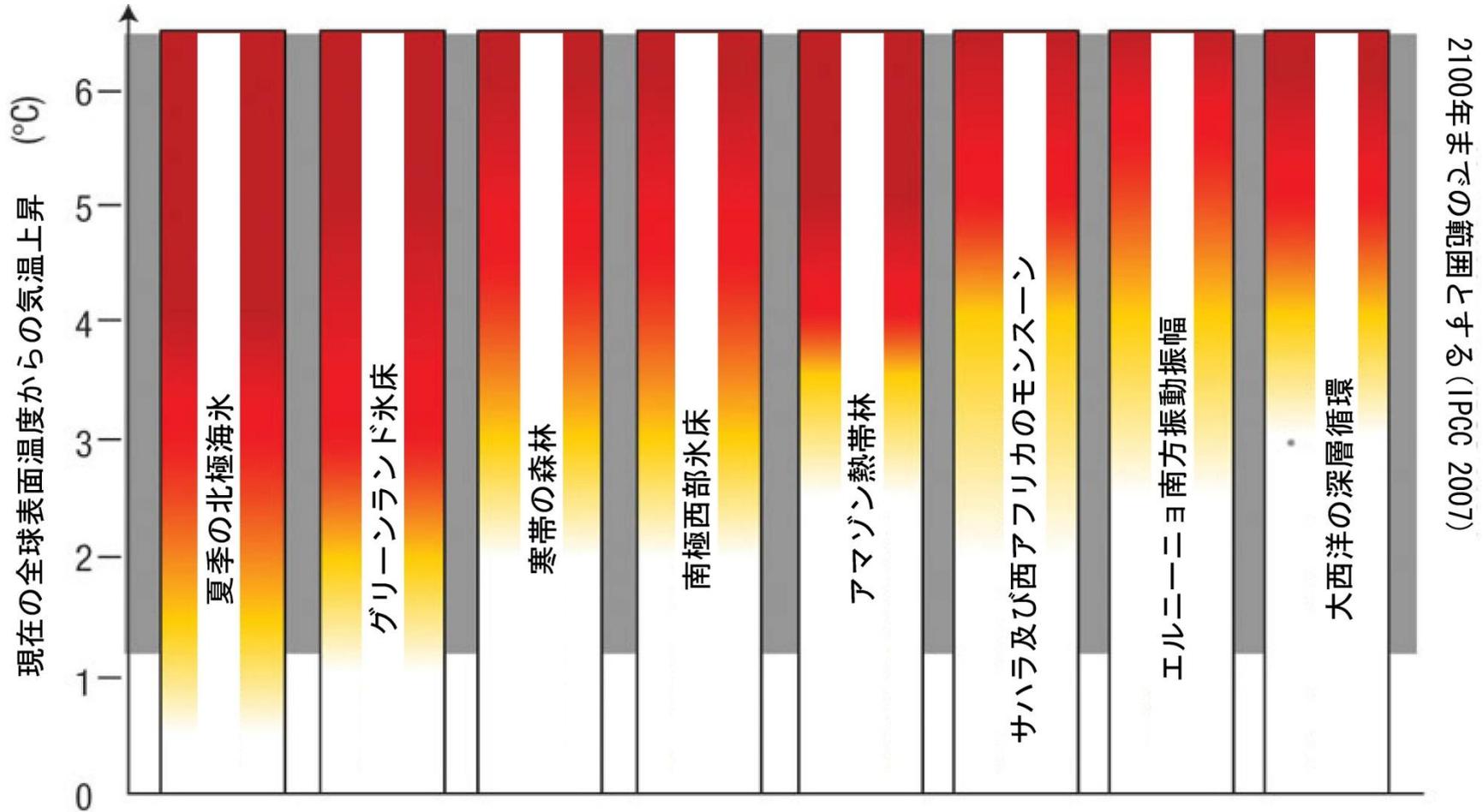
“急に売れ始めるにはワケがある”

マルコム・グラッドウェル著(高橋啓訳)ソフトバンク文庫

地球システムにおけるティッピングポイント



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地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。

夏の北極海氷が
ティッピングポイントを超えると
ドミノ現象が起こる

気候ターゲット2°Cの意義

表面温度上昇を2°C以下に抑制することはグリーンランド氷床などのティッピングポイントを越えないため。

ただし夏の北極海氷のティッピングポイントを越えることを予防できるかどうかはギリギリの所にある。

ヨーロッパは気候安定化
(危険な気候変化の防止)のために
表面温度上昇を2°C以下に
抑制すべきと主張



特別対談

STOP! +2°C 地球温暖化は止められるか

アル・ゴア

(元米国副大統領)

山本良一

(東京大学生産技術研究所教授)

元米国副大統領、アル・ゴア。彼は今、地球温暖化をテーマとしたドキュメンタリー映画「不都合な真実」で、世界中から熱い視線を浴びている。地球温暖化は全人類にかかわる緊急事態であり、世界の政治・経済にとっても避けて通れない重要な課題だ。この状況にリーダーたちは何をすべきか。環境問題に警鐘を鳴らし、幅広く活躍する山本良一・東京大学教授と熱く語り合った。

構成／出版事業局・音潮省一郎
協力／Think the Earthプロジェクト

山本 二〇〇六年は、地球温暖化がさらなる温暖化を招き始めたことが、さまざまな観測から裏づけられた年として記憶されることになるでしょう。事実、北極の海の氷が劇的に減少していることも確認されました。そして、〇七年はエルニーニョと地球温暖化の進行によって、観測史上最も暑い年になるだろうと予測されています。このような意味で、〇七年は人類にとって、運命の年になるだろうと考えています。



Photo by Keiji Yaginuma

アル・ゴア／Albert Arnold Gore, Jr.

1976年米国下院議員に選出され、84年と90年、上院議員に選出される。93年、米国第45代副大統領に就任し、8年間その職務を果たした。現在、独立系ケーブル・衛星テレビのノンフィクション・ネットワーク「カレントTV」の会長などを務めるほか、アップル・コンピュータの取締役およびグーグルの上級顧問も務めている。

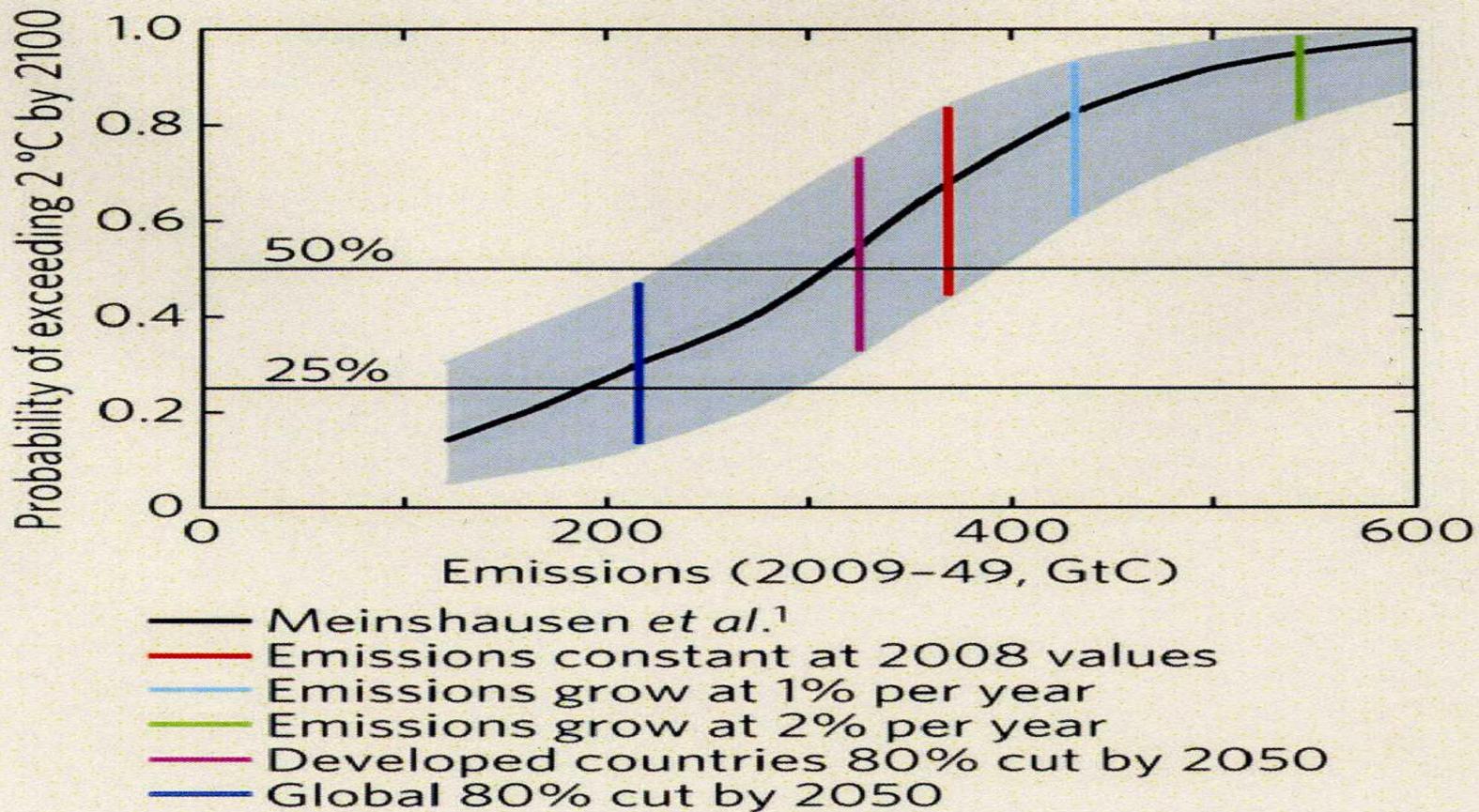


Greenhouse -gas emission targets for limiting global warming to 2°C
Malte Meinshausen, Nicdai Meinshausen, William Hare, Sarah C.B. Raper,
Katja Frienler, Reto Knutti, David J. Frame and Myles R. Allen
Nature 458, 1158 – 1162 (30 April 2009)

温度上昇が2°Cを突破する確率は2000～2050年のCO₂の累積排出量と良い相関がある
累積排出量が1,000GtCO₂の場合、2°C突破の確率は25%
1,440 " 1,440 " 50%
2000～2006年のCO₂の累積排出量は234GtCO₂

したがって2°C突破の確率を50%以下に抑制するためには2007～2050年のCO₂の
累積排出量を1206(=1440 - 234)GtCO₂以下にしなければならない。

- (1)これは現在の化石燃料の確認埋蔵量の半分は使用できるということを意味する
- (2)'90年比で2050年に半減シナリオでは2°C突破の確率は12～45%
- (3)2000年比で2020年までに排出量が25%以上増加すると2°C突破の確率は53～87%となる



2009—2049年のCO₂累積排出量の関数としての
2°C突破の確率(黒い実線)

By Gavin Schmidt and David Archer
Nature Vol.458,1117(2009)/30 April 2009

310GtCを越えると2°C突破の確率は50%を超える

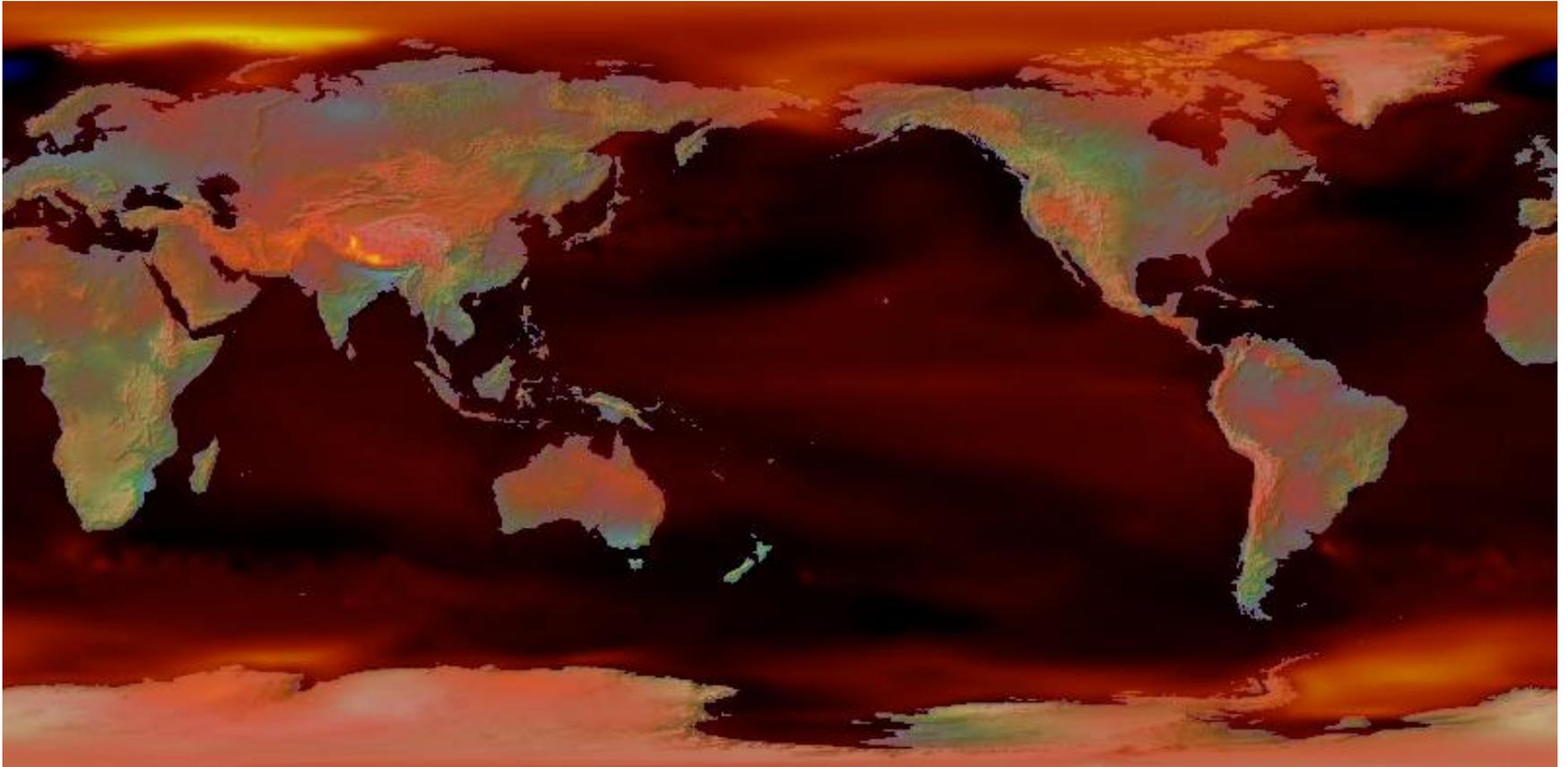
Point of No Return(2°C突破)

2032年5月12日～2040年7月28日の間

計算の前提

- (1)CO₂の累積排出量の臨界値
310(Meinshausenら)～480(Allenら)GtC
- (2)2008年の排出量=9GtC
- (3)排出量の成長率=3%/年
- (4)一年を365日とし、うるう年を考慮しない
Ref. Gavin Schmid and David Archer
Nature Vol.458,1117(2009)

日本の研究グループ(国立環境研、海洋研究開発機構、東京大学)の
気候シミュレーションでは“2°C突破は2028年である”



2028

Ice Breaker

Impacts of a 2°C global warming on Southern Ocean Whales

WWF, June 2008

by Tynan and Russell

地球の表面温度の上昇が2°Cを突破するのは2042年
2027年と2053年の間

IPCC-AR4の4つの気候モデルにより計算

2°C上昇すると南半球の海洋の表面温度は0.5°C上昇、

南極大陸周囲の海氷は10～15%減少(特定領域では30%減少)

CO₂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。

$$T_2 = A \log[556 \text{ (CO}_2\text{濃度産業化前濃度の倍増時の温度)}]$$

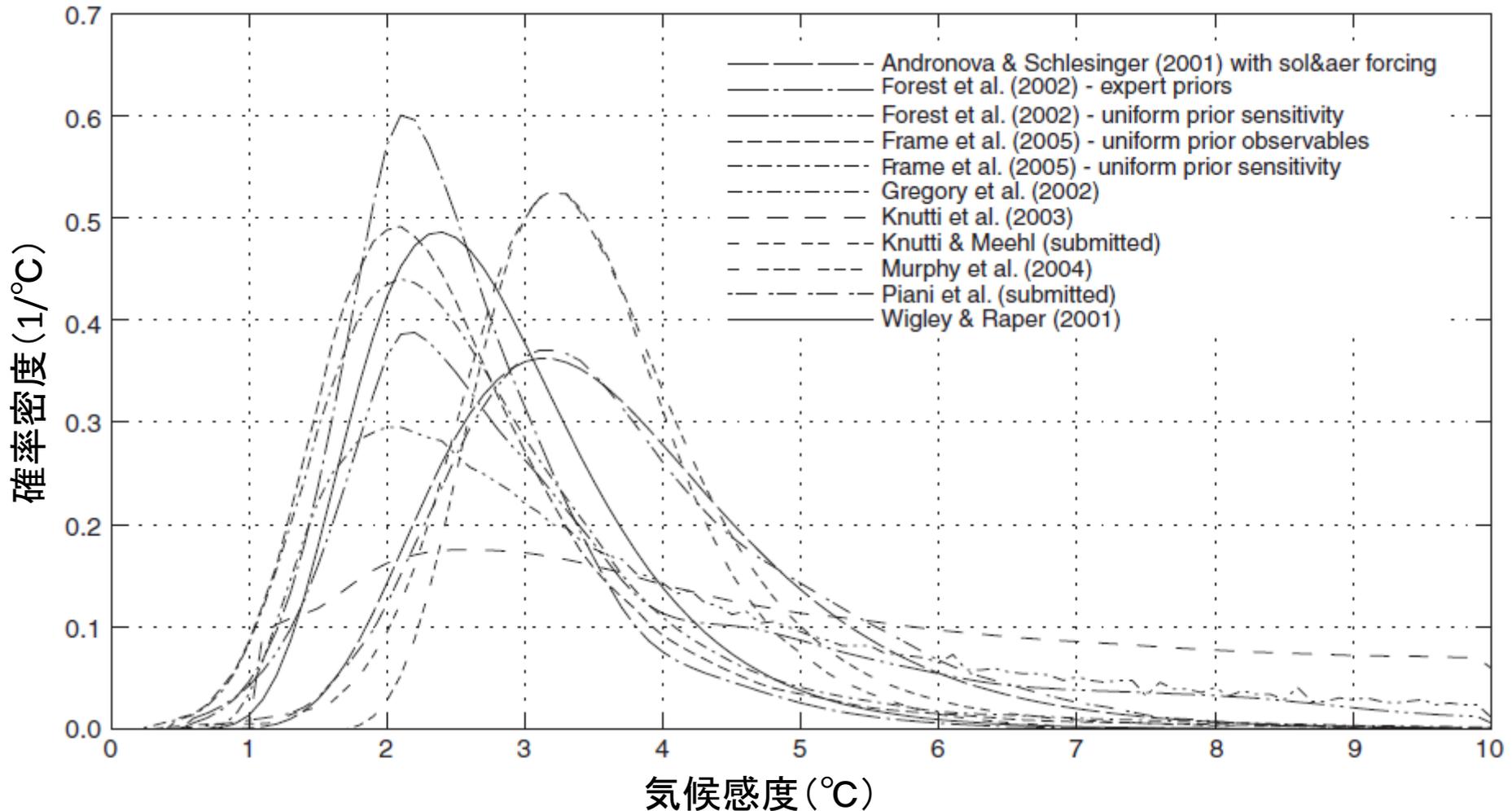
$$T_1 = A \log[278 \text{ (産業化前のCO}_2\text{濃度278ppm時の温度)}]$$

$$T_2 - T_1 = A \log(556) - A \log(278) = A \log 2 = CS \text{ (Climate Sensitivity)}$$

$$A = CS / \log 2 \text{ (CS=気候感度)} = 3^\circ\text{C} \text{ (IPCC第4次レポートの最良推定値)}$$

$$\underline{\text{表面温度上昇 } T - T_1 = (CS / \log 2) \log(C / 278)}$$

CSの確率密度関数(PDF)の研究例



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

大気中のCO₂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

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

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

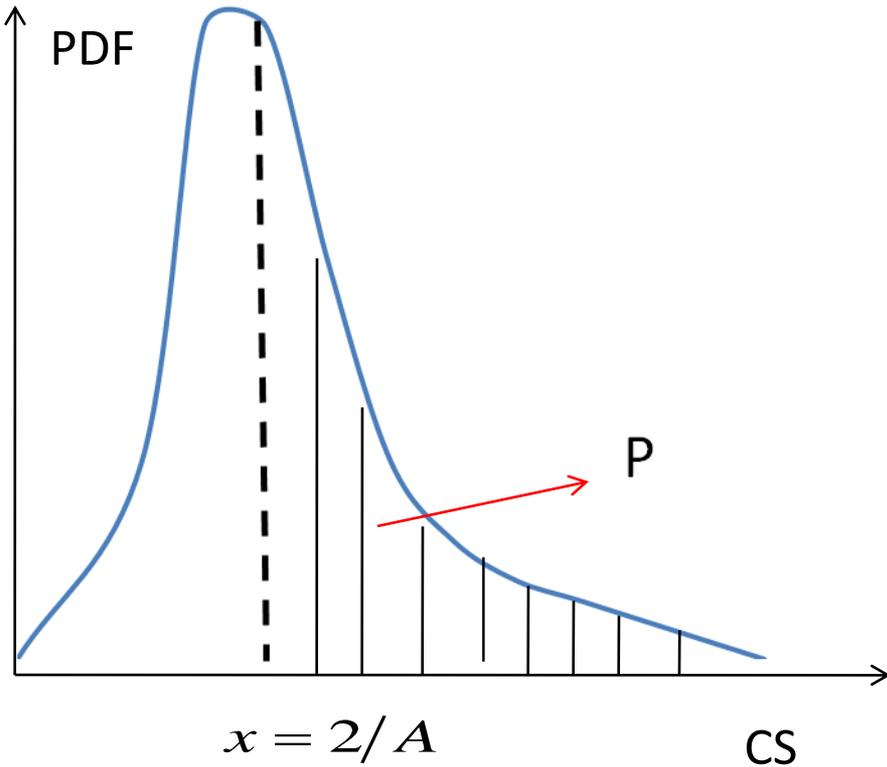
$$Ax \geq 2^\circ\text{C} \text{ (気候ターゲット)}$$

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

C大きい→A大きい→x小さい→Pは1に近づく

CO₂濃度が十分高いと温度上昇は確実に2°Cを突破する

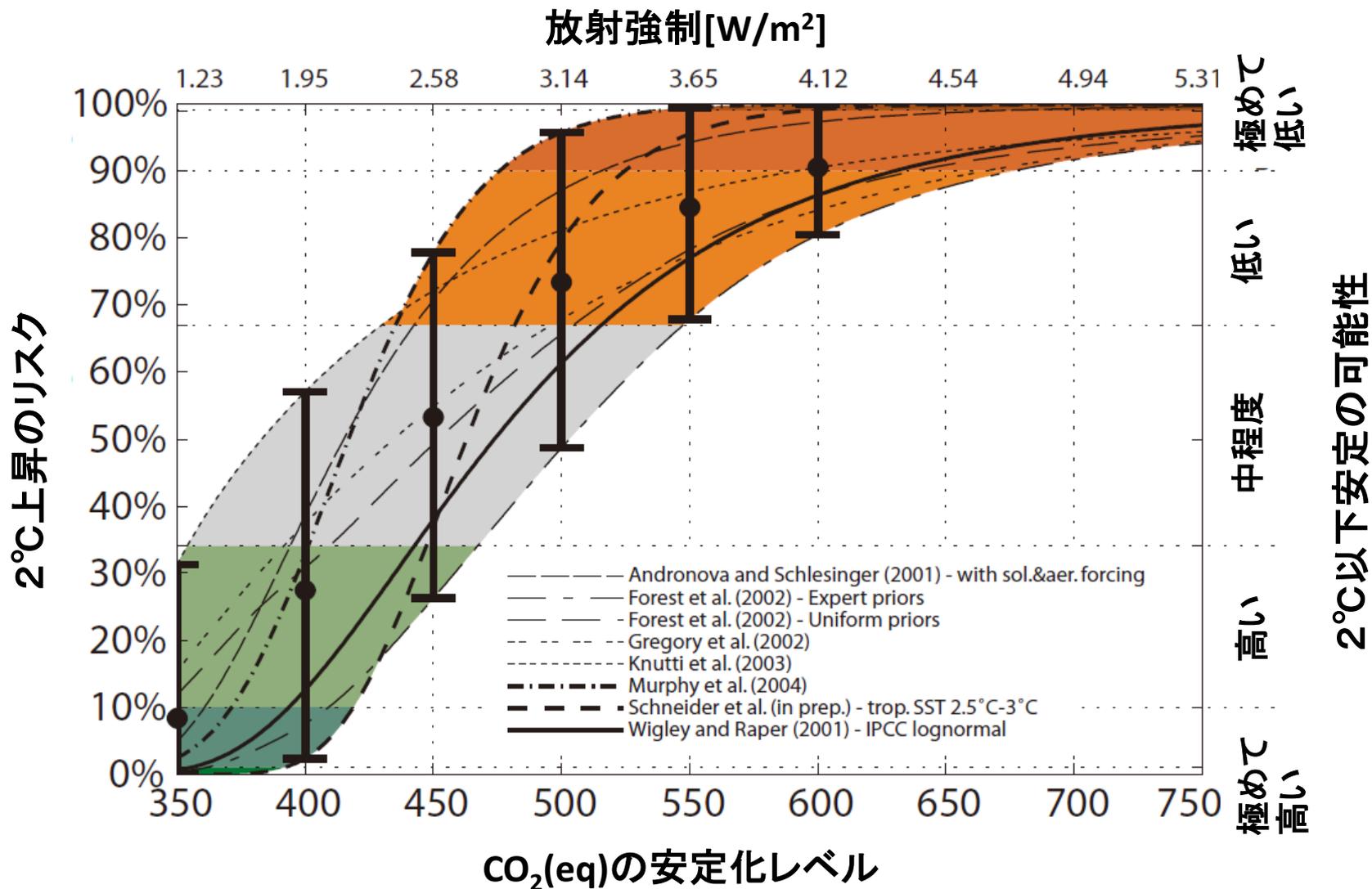
ここで $\int_0^{\infty} PDF(x) dx = 1$ (PDFは規格化されている)



2°C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

CO₂(eq)の安定化レベルと2°C上昇のリスク



The final countdown **2016年12月**

Time is fast running out to stop irreversible climate change,

a group of global warming experts warns today.

We have only 100 months to avoid disaster.

温室効果ガスの濃度は400ppmvCO₂eを超える。

前提 (1)CO₂排出量は年率3.3%で成長

(2)他の温室効果ガスの濃度は一定

(3)400ppmvが2°C突破のPoint of No Return



Andrew Simms
The Guardian,
Friday 1 August 2008



100 months and counting . . .

We have 100 months to save our climate. When the clock stops ticking, we could be beyond our climate's Tipping point, the point of no return.

90

MONTHS

1

Take Action

Enter your email address and Country and press send for monthly action

[send](#)

2632 63168

DAYS

HOURS

2

Tell the world

Send to your friends

[Click here](#)

55:16

3

Get the launch ad

Download, print and Stick it up at home, Work or school

[Read the Report](#)

[Our Monthly Blog](#)

結論

気候ターゲット2°C突破のPoint of No Return

2016

2028

2027～2053

2032～2040

予測値には不確実さがあるが
あと20年程度の時間であり、
100年後という訳ではない。

気温上昇 2°C 突破は「温暖化地獄」への入口！
 2°C 突破のPoint of No Returnは20年後！



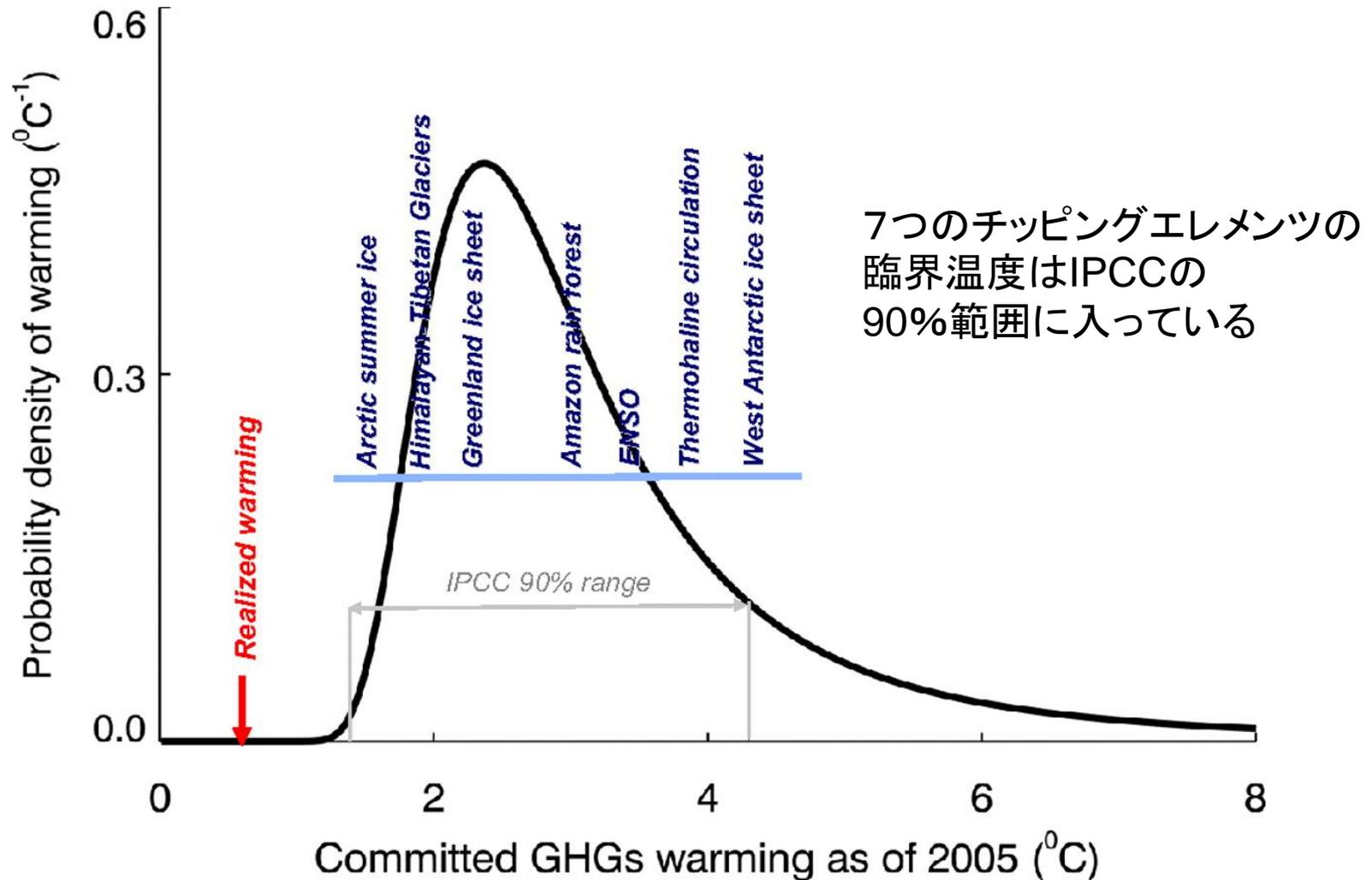
このままではあと20年で地獄の入口に！

「2°C/450ppmvシナリオ」を待ち受ける困難さ

(1) 2005年までの温室効果ガスの累積排出量だけで地球の表面温度は2.4°C上昇する可能性がある。

(2) 2°C/450ppmvシナリオを実行するには、2015年までに世界の排出量にピークを打たせ、その後CO₂eを年率4%で削減して行かなければならない。

1750-2005に排出された温室効果ガスによる温暖化の確率密度曲線 by Ramanathan V. and Feng Y.(2009)



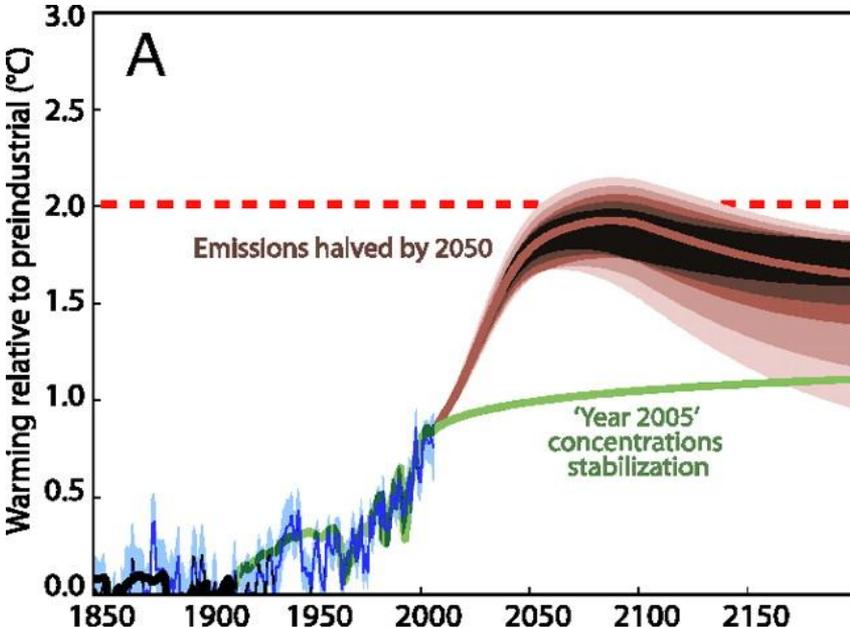
Ramanathan V., Feng Y. PNAS;2008;105:14245-14250

温室効果ガスの濃度を2005年の水準に固定したときの地球の表面温度と京都GHG排出量を2050年までに半減したときの地球の表面温度

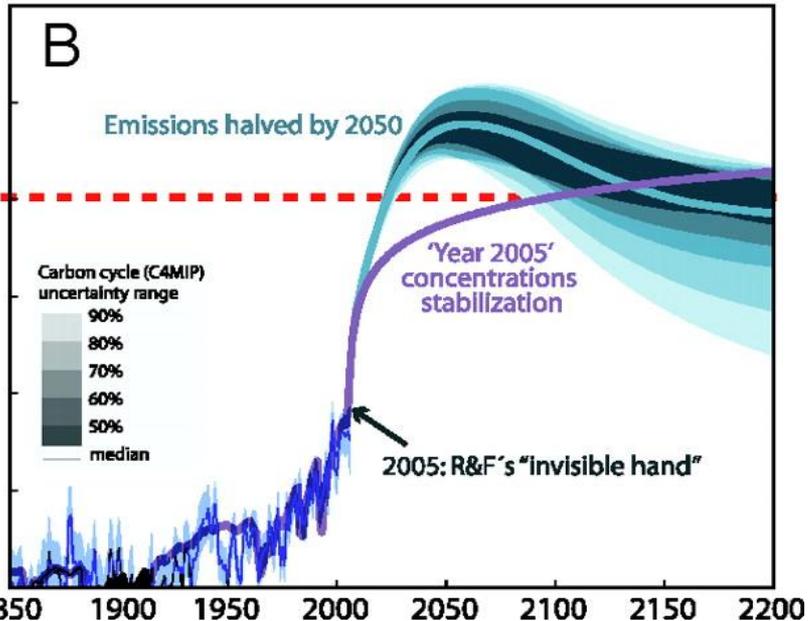
Hans Joachim Schellnhuber

Proc.Natl.Acad.Sci.USA2008 105:14239-14240

大気汚染は2005年に固定



大気汚染をゆっくり減少させた場合



気温上昇を2°C以下に抑制できるチャンスはまだ残されている。
スス (blackcarbon) などのエアロゾルを先ず削除、大気中CO₂の除去
(バイオ除去のような) は有効。

Schellnhuber H. J. PNAS;2008;105:14239-14240

2000年以降の排出傾向を考慮した気候変化対策の見直し

その1

Reframing the climate change challenge in light of post-2000 emission trends
Kevin Anderson(ティンダルセンター)and Alice Bows(マンチェスター大)、英国
Phil.Trans.R.Soc.A(2008) $\text{CO}_2\text{e}=\text{CO}_2$ 換算の温室効果ガス濃度

結論

450ppmv CO_2e 安定化
(表面温度は約 2.5°C 上昇)

2015年に排出量のピークを打たせた場合、
その後 CO_2e は年率4%でエネルギーとプロセスからの
排出は年率6.5%で削減する必要がある

550ppmv CO_2e 安定化
(約 3.5°C 上昇)

2020年に排出量のピークを打たせた場合、
その後 CO_2e は年率6%でエネルギーとプロセスから
の排出は年率9%で削減する必要がある

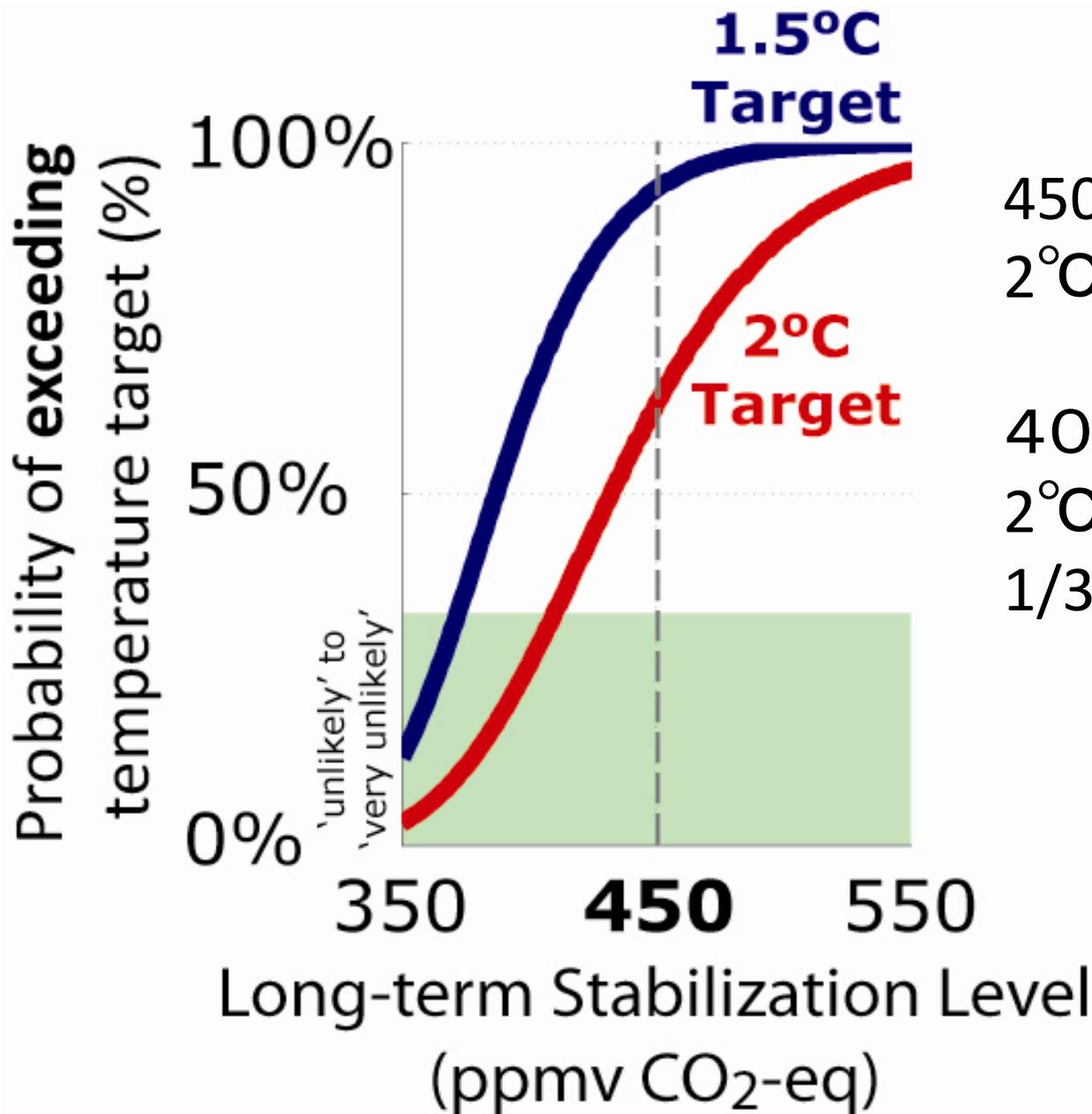
650ppmv CO_2e 安定化
(約 4°C 上昇)

2020年に排出量のピークを打たせた場合、
その後 CO_2e は年率3%でエネルギーとプロセスから
の排出は年率3.5%で削減する必要がある

IPCCの最も楽観的な450ppmvCO₂eの累積値を仮定した時の 理論的に可能と思われる450ppmvシナリオ (K.Anderson and A.Bows(2008))

- | | |
|---|-----------|
| (1) IPCC・450ppmvの2000～2100の累積排出量の上限 (GtCO ₂ e) | 858 |
| (2) CO ₂ e排出のピーク年 | 2015 |
| ピーク年以降のCO ₂ eの脱炭素化の年間削減比率 | 4% |
| 全体の脱炭素化の時期 (森林由来及びCO ₂ 以外の温室効果ガスを含む) | 2060～2075 |
| (3) ピーク年以降のエネルギーの生産と消費及び製造プロセス由来のCO ₂ の
脱炭素化の年間削減比率 | 6～8% |
| エネルギーとプロセス由来のCO ₂ 排出をゼロとする時期 | 2050～2060 |

ピーク年以降のエネルギーとプロセスの脱炭素化比率は6～8%であり、
余りに過大であり、450ppmvCO₂eシナリオは実行可能とは思われない。
たとえ450ppmvCO₂eで安定化しても、2°Cを突破しない確率は
46% (Meinshausen, 2006)である。

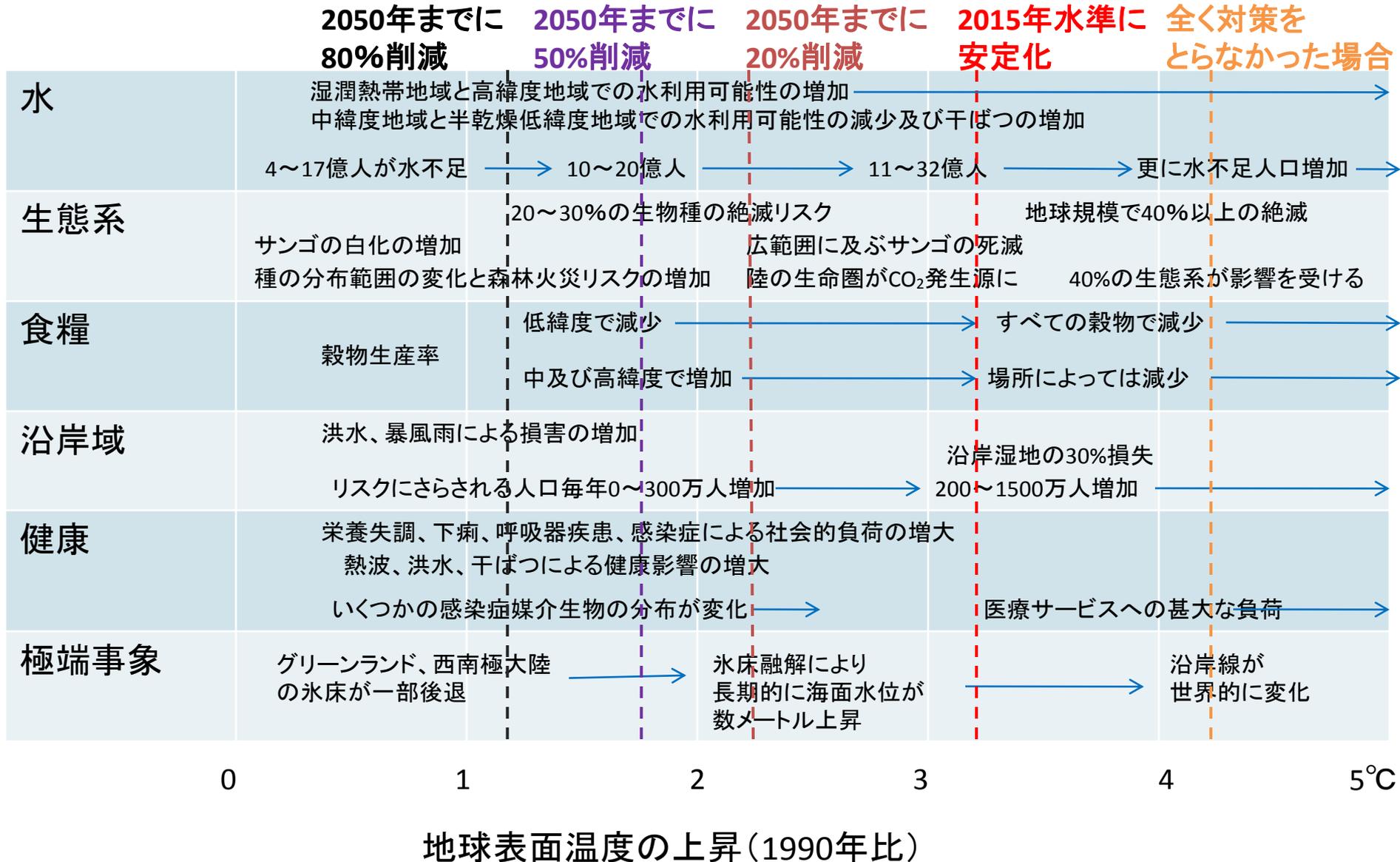


450ppmv安定化では
2°Cを突破する。

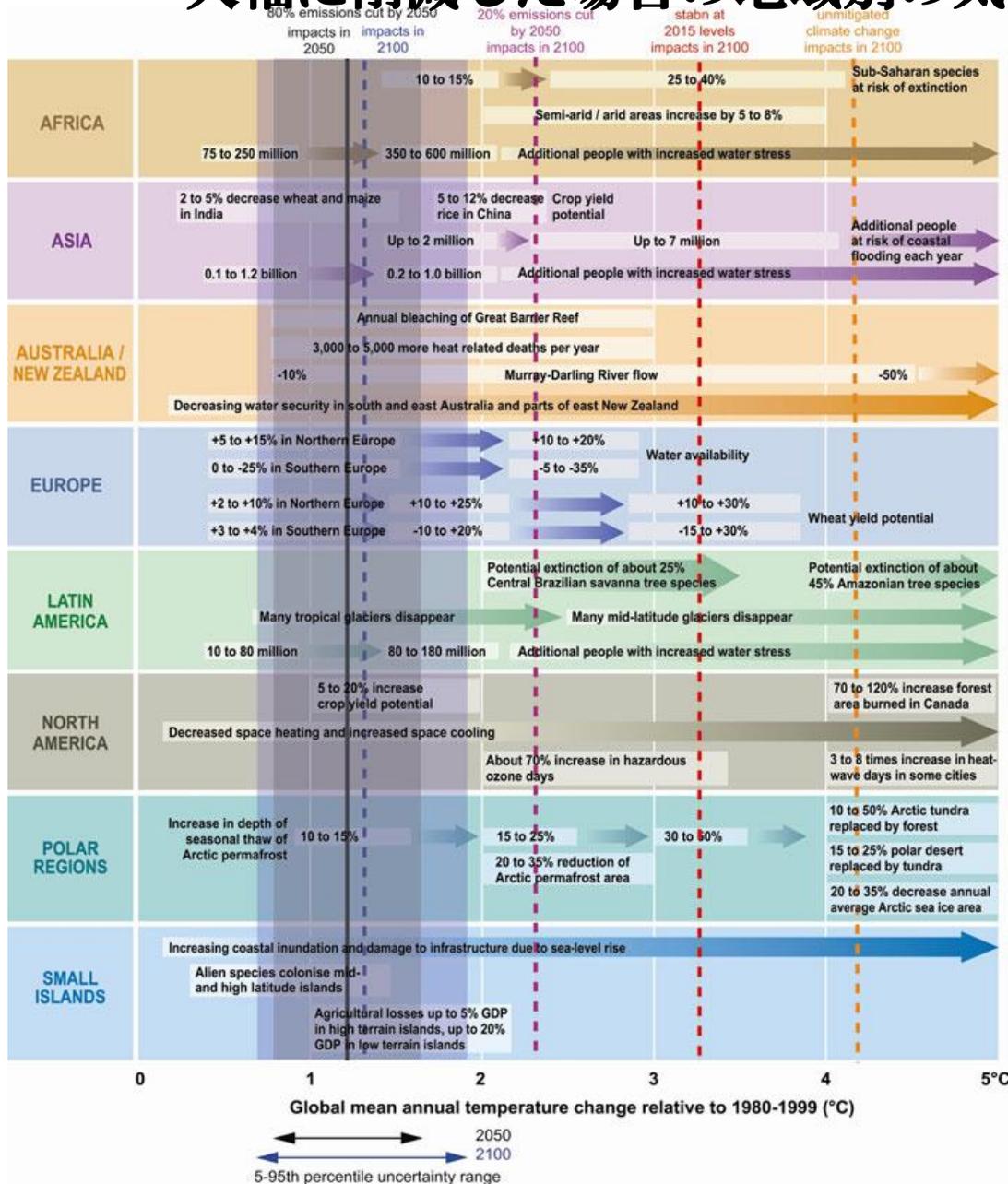
400ppmvでは
2°C突破のリスクは
1/3になる

排出量削減策による気候インパクトの変化(2100年時点)

90年比での削減率と21世紀末まで同じ年間削減率を継続した場合
Martin Parryによる図を元に作成

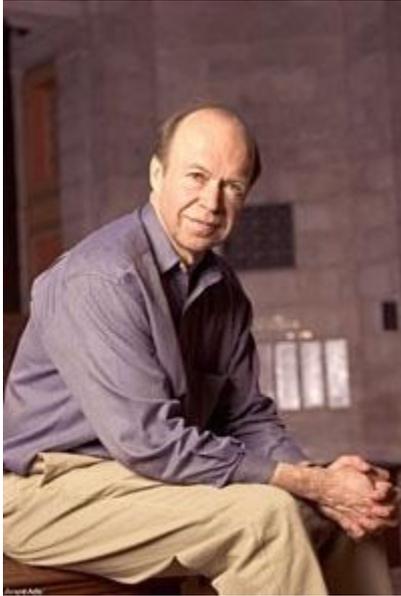


世界の温室効果ガスの排出量を大幅に削減した場合の地域別の気候変化のインパクト



2050年までに50%削減策より、80%削減策の方が水不足や洪水にさらされる人口を著しく減少できるなど気候変化による被害を下げる可以降低

“現実に (政策を) 一致させよ
Martin Parry, Jean Palutikof, Clair Hanson and Jason Lowe
Nature Reports Climate Change
 29 May 2008



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。

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。

危険な気候変動を回避するためのCO₂濃度ターゲット

by Jim Hansen, 29 January 2008

CO₂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CO₂濃度ターゲットは350ppm

ただしCH₄, O₃, 黒いススは減少することを前提として
現在のCO₂濃度は385ppm

CO₂ターゲット350ppm

Target Atmospheric CO₂:Where should Humanity Aim?

James Hansen et al(2008)

Cenozoic Era(新生代、6550万年前)のCO₂濃度の歴史についての研究から

450±100ppm以上の濃度では(それを長く継続すると)地球から氷河が消失することが分った。したがってCO₂濃度を350ppm以下にすることが危険な気候変動の回避のために必要である

現在のCO₂濃度=385ppmは既に有害な水準

(1) 亜熱帯は緯度にして4° 北方へ移動

アメリカ南部、地中海、オーストラリア、アフリカの一部で乾燥化が進行

(2) 山岳氷河の世界的な後退が起きている

(3) 海面水位は数m上昇の見込み

地球のエネルギーインバランスは0.5~1W/m² [海洋の熱吸収量の測定によって]
[支持されている。]

0.5W/m²減少させるためにはCO₂濃度を300~325ppmにする必要がある。

そうすることによって北極海氷の消失を回避することができる。

CO₂濃度550ppmでは、表面温度は結局長期的には6°C上昇してしまい容認できない

Hansen博士が正しければ
350ppmvへ下げするため、
大気中の温室効果ガスを
除去する必要がある！

気候安定化のための3つのシナリオ

(1) 3°C/550ppmシナリオ

Stern報告書(2006) 450~550ppmCO₂e

RITE(2007) 550ppmCO₂

IPCC-AR4(2007) 535~710ppmCO₂ですべての地域で悪影響

(2) 2°C/450ppmシナリオ

Baer-Mastrandrea (2006) '90年比で2050年までCO₂を70~80%削減,
他のガスについても厳しく削減

Mainshausen (2006)CO₂eを'90年比で2050年までに50%削減

Rive,Torvager et al (2007) 2050年までにCO₂eを80%削減

UNFCC報告書 (2007) 445~490ppmCO₂e

(3) 0.5°C/320ppmシナリオ

Spratt-Sutton(2007) 北極海氷守るために0.3°Cの気温低下必要、
320ppmCO₂e

Hansen (2007) 350ppmCO₂を当面の目標にすべきである。

(注)CO₂e=CO₂換算で表わした温暖化ガスの大気中濃度

2°C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

3°C/550ppmシナリオは気候リスクが高過ぎる

- * 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

2°C/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。

- * 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。

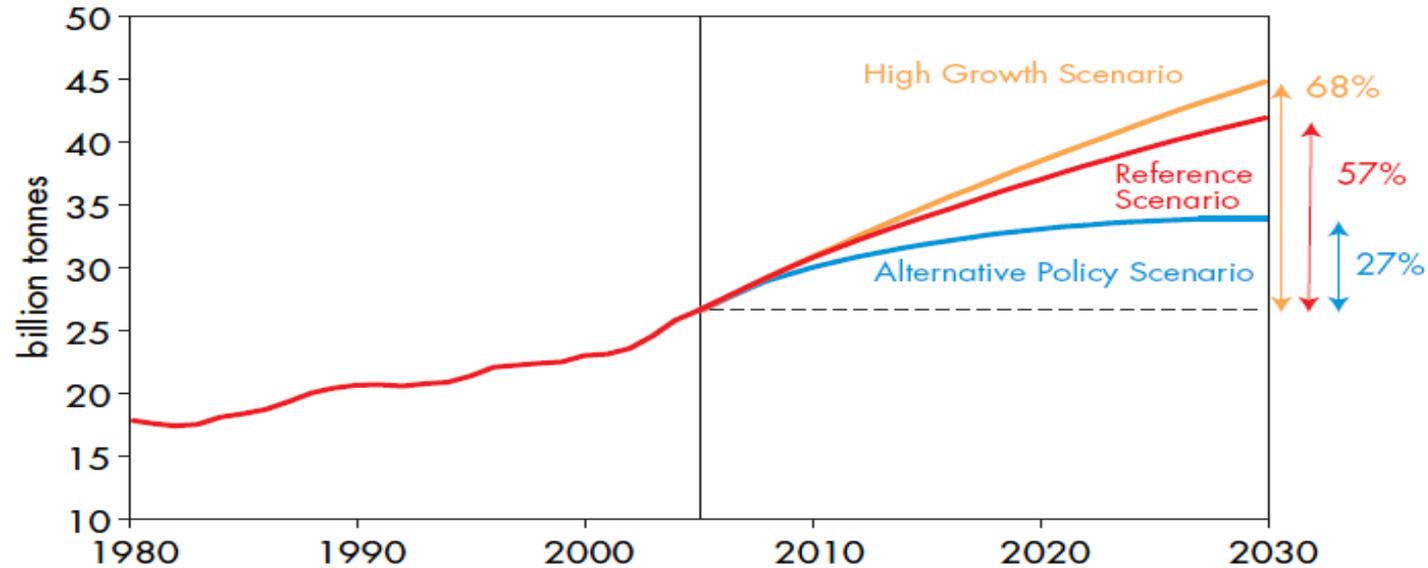
0.5°C/320ppmシナリオでは政治的、経済的に合意が困難。

- * 大気中よりCO₂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。

CO₂排出量試算例(1)

(World Energy Outlook 2007より)

Figure 5.1: Energy-Related CO₂ Emissions by Scenario



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%)

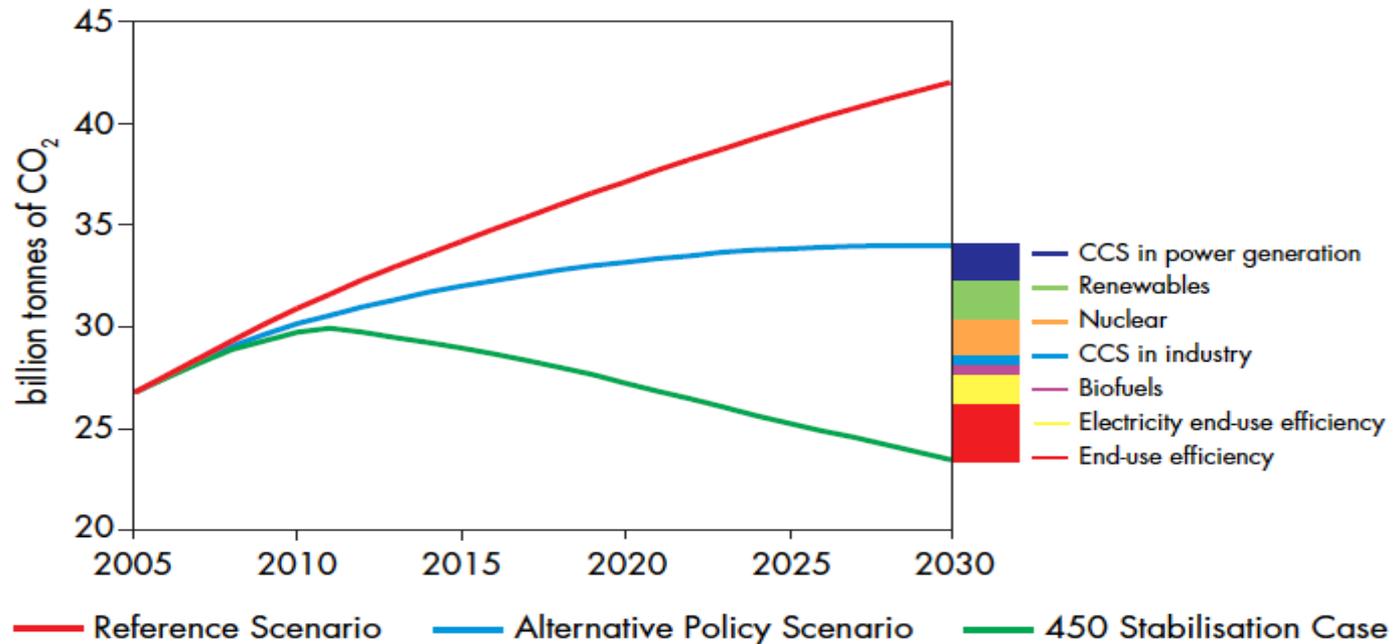
「代替政策シナリオ」、同+27%

- ・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%)

CO₂排出量試算例(2)

(World Energy Outlook 2007より)

Figure 5.12: CO₂ Emissions in the 450 Stabilisation Case



2030年の排出量試算

「450安定化ケース」、2005年比-13%

・IPCC第4次報告のカテゴリ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、CO₂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%）

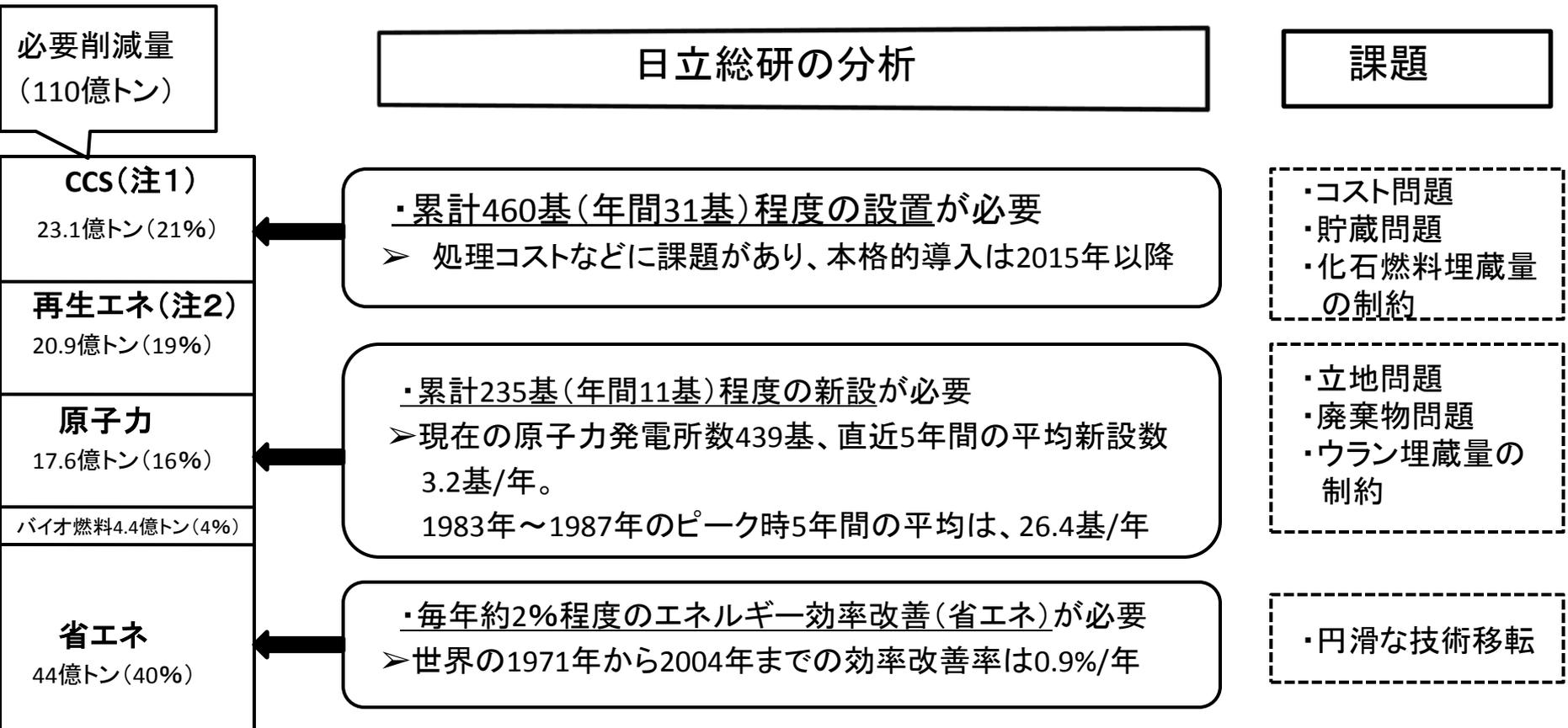
・代替政策シナリオからの削減量に占める割合：化石資源利用

108 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

地球温暖化防止のシナリオ: IEAの分析

■450ppm安定化(2°C)シナリオを実現するための政治的・技術的課題は多い



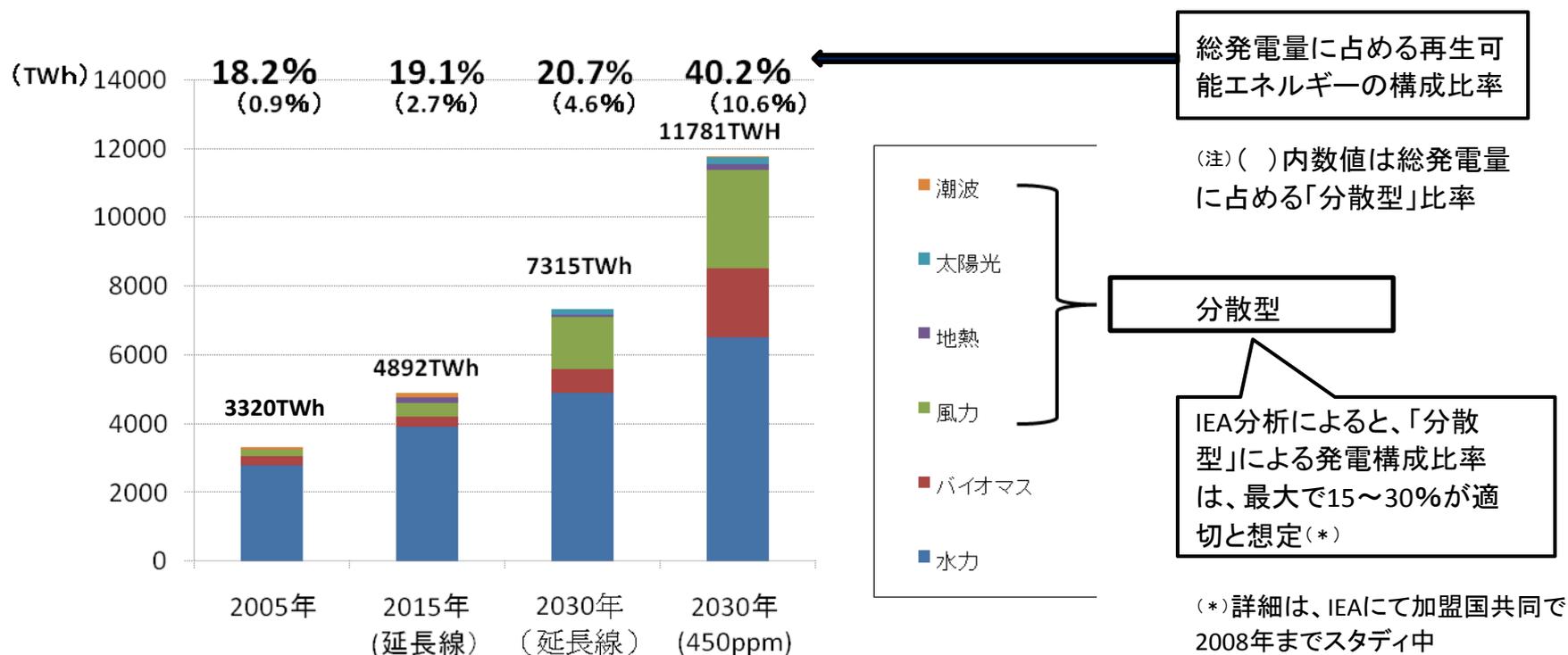
注1: CCS (Carbon Capture and Storage):CO2回収・隔離、注2: 水力/バイオマス発電が中心
資料: IEA(国際エネルギー機関)「World Energy Outlook」(2007年)より(日立総研)作成

2°C/450ppmシナリオ(IEA2007) 2030までの戦略

省エネで44億トンのCO₂削減、
これは全体の削減量の40%を占める
世界全体で年率2%ずつの省エネを進める。
→省エネはきわめて重要

再生可能エネルギーによる発電量内訳(世界計)

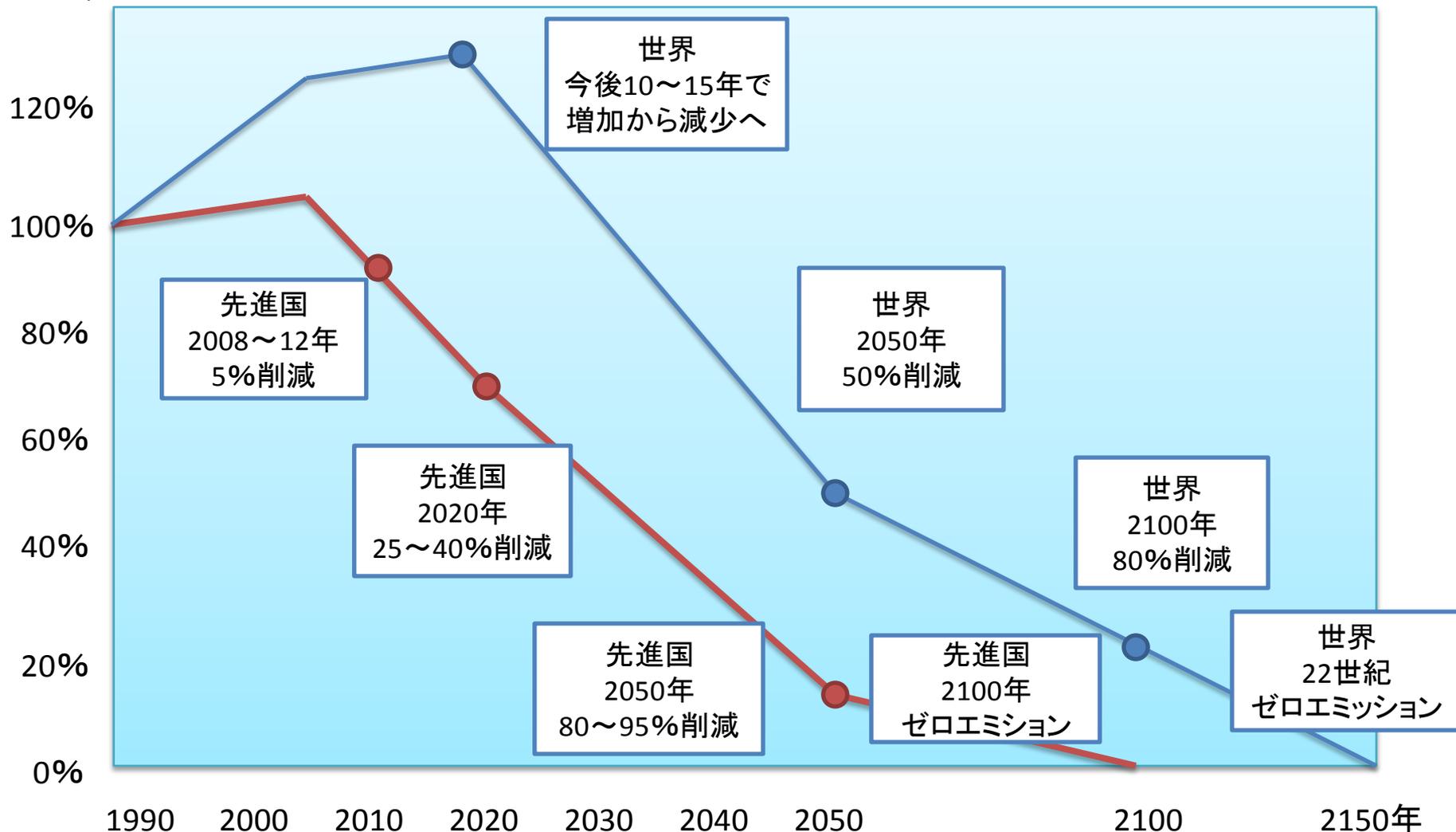
- 再生可能エネルギーによる発電量は、「延長線シナリオ」でも2030年の総発電量の20.7%までやや増加するが、「450ppm安定化シナリオ」では、40.2%まで倍増。
(再生可能エネルギー導入が進んでいるEUの現時点での2020年目標値が20%)
- 特に、水力発電、風力発電、バイオマスの比率が高い。
- IEA分析によると、「分散型」(風力、地熱、太陽光、潮波)による発電構成比率は、最大で15~30%が適切と想定。「450ppm安定化シナリオ」での2030年の分散電源による発電構成比率は10.6%



2°C/450ppmシナリオの実現には
天文学的な努力が必要だが、
断じて実行しなければならない

CO₂が長寿命なのと、気候システムの熱的慣性が高いいために、気候安定化にはCO₂排出量を急速にゼロにする必要がある。

温室効果ガス排出量
1990年=100%



「2°Cターゲット」を守るための排出経路
削減率はいずれも1990年比

世界は低炭素経済へ向けて
急速に動き出した！

安倍元首相

ハイリゲンダムサミットで、世界でGHG50%削減を提唱



各国の温室効果ガス排出量削減目標の動向

先進国では概ね60%～80%の2050年削減目標を表明

●各国の2050年削減目標

- 英国 : 1990年比60%削減(気候変動関連法案審議中・80%削減も検討中)
- フランス : 1990年比75%削減(エネルギー政策法[2005年7月])
- ドイツ : 1990年比80%削減(長期エネルギー需給計画[2002年9月])

※ EUは1990年比世界全体で50%削減、先進国(EU含む)で60～80%削減について合意(EU首脳会議[2007年3月])

- オーストラリア : 2000年比60%削減(ラッド首相がCOP13にて宣言[2007年12月])
- カナダ : 2006年比60～70%削減(ハーパー首相施政方針演説[2007年10月])
- 米国 : ヒラリー・オバマ両候補⇒ 1990年比80%削減
: マケイン候補⇒ 1990年比60%削減(マケイン・リーバーマン法案)
: リーバーマン・ウォーナー法案⇒ 2005年比63%削減

●各国の中間削減目標

- EU : 2020年1990年比20%削減 (EU首脳会議合意[2007年3月])
- 米国 : 2025年までに伸びをゼロにする(ブッシュ大統領が第3回MEMで表明)
: リーバーマン・ウォーナー法案⇒ 2020年2005年比19%削減

(各種資料から経済同友会事務局作成)

2008年6月、洞爺湖サミットを
前にして日本の政治は動いた！

6月9日福田ビジョン発表 「低炭素社会・日本」を目指して

その1

自民党 6月4日

地球温暖化対策推進本部一低炭素社会形成推進基本法の制定

日本の温室効果ガス排出削減、2050年に60%～80%

中期削減目標(2020年)具体的な数値目標を掲げる段階にない、2009年に発表

市場メカニズムを通じて排出削減を行うことが効率的

排出量取引制度や環境税の必要性についても触れている

民主党 6月4日

地球温暖化防止対策基本法案を参議院に提出

長期目標 90年比60%削減、2050年前のできるだけ早い時期

中期目標 90年比25%削減、2025年

新エネルギー等の供給量を、2020年までに一次エネルギー供給量の10%とする

国内排出量取引制度の創設—2010年度より

公明党 6月6日 政府へ申し入れを行う

地球温暖化防止基本法の制定

長期目標 2050年までに80%削減

中期目標 2020年までに25%削減

国内排出量取引制度の導入

2020年までに再生可能エネルギーの構成率を2.5倍にする

クールアースデーの創設

国会に地球温暖化対策に関する新しい委員会の設置

6月9日福田ビジョン発表 「低炭素社会・日本」を目指して

その2

せんたく 6月6日

洞爺湖サミットに向けた緊急アピール
未来志向に基づく政治の決断を求める

共産党 気温上昇を工業化を開始した年代から二度以内に抑える

長期目標 90年比で2050年までに80%削減

中期目標 90年比で2020年までに30%削減

国内排出量取引制度の導入

社民党 6月18日

長期目標 90年比で2050年までに80%削減

中期目標 90年比で2020年までに30%削減

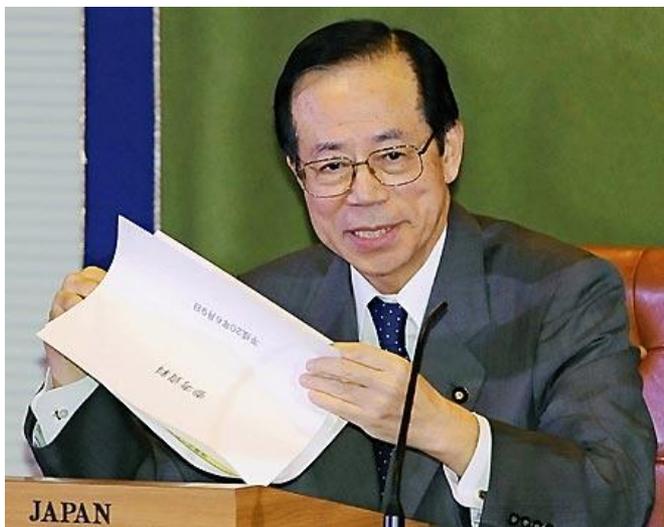
環境税(炭素税)の導入

福田ビジョン発表

日本が取り組む地球温暖化対策(福田ビジョン)を発表した。2050年までに温暖化ガスを現状比で60-80%削減すると表明。



福田康夫元首相



「福田ビジョン」を発表する福田首相(9日、東京都千代田区)

「低炭素社会・日本」をめざす福田ビジョン

2008年6月9日

長期目標

現状より60%～80%の削減

中期目標

2009年に発表

2020年までに現状より14%の削減(90年比20%削減)
が可能であるという見通しを発表済み

革新技術の開発

「環境エネルギー国際協力パートナーシップ」を
提案する。

太陽光発電

2020年までに現状の10倍、2030年には40倍に引き上げる。
そのために世界最大級のメガソーラー発電の全国展開、
新築持家住宅の7割以上が太陽光発電を採用しなければならない計算

白熱電球の省エネ電球の切り換え、2020年までに

排出量取引

2008年秋より国内統合市場の試行的実施

税制改革

環境税の取り扱いを含め、税制のグリーン化を進める

環境モデル都市

10程度を選び、大胆な革新的な取り組みを進めてもらう

世界はグリーンニューディール・
グリーンリカバリーの
熾烈な競争に入った

環境経営学会 2009年6月5日、6日

東大生産研コンベンションホール

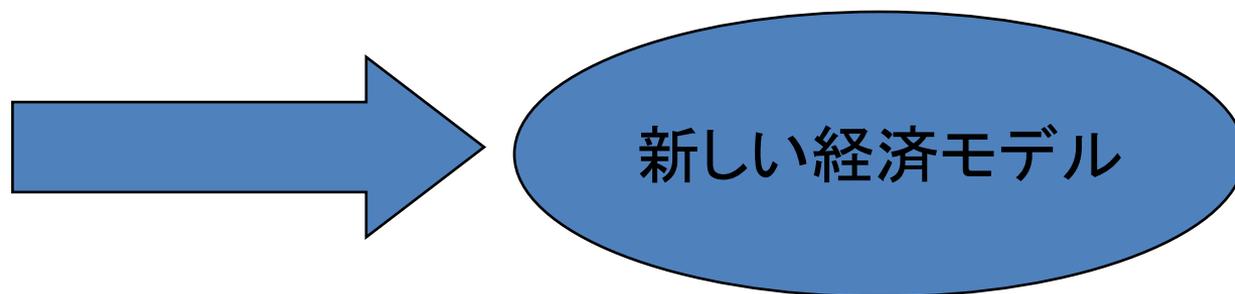
シンポジウム「グリーンニューディールの国際比較」

司会 花田真理子(大阪産業大学)

パネラー	米国について	有村俊秀(上智大学)
	欧州	朴 勝俊(京都産業大学)
	中国	知足章宏(立命館大学)
	韓国	李 秀徹(名城大学)
	日本	工藤拓毅(日本経済エネルギー研)

グリーン・ニューディール政策目的

1. 景気刺激策
2. 雇用促進(グリーン・カラー)
3. 温室効果ガス削減
4. エネルギー安全保障(中東依存からの脱却)



連邦政府のグリーン・ニューディール政策①

2009年アメリカの経済回復・再投資法

- 再生可能・省エネルギー関連
 - 配電網の近代化、再生可能エネルギー送電の新たな送電施設: 45億ドル
 - 革新的技術ローン保証プログラム: 60億ドル
 - 省エネと再生可能エネルギー研究促進: 25億ドル
- 石炭産業関連
 - クリーンな化石燃料(石炭の貯留・回収技術等): 34億ドル

連邦政府のグリーン・ニューディール政策①

2009年アメリカの経済回復・再投資法(続き)

- 自動車関連

- 連邦政府の保有車両のプログラム：3億ドル
- 運輸部門化の電化：4億ドル
- 代替燃料車(バスとトラック)促進策：3億ドル
- ディーゼル排ガス削減：3億ドル

- 住宅・ビルでの省エネ

- 連邦政府ビルでの省エネ促進：45億ドル
- 政府支援住宅の省エネ投資：2.5億ドル
- 住宅の耐候化支援：50億ドル

既存の省エネ
プログラム！

連邦政府のグリーン・ニューディール政策②

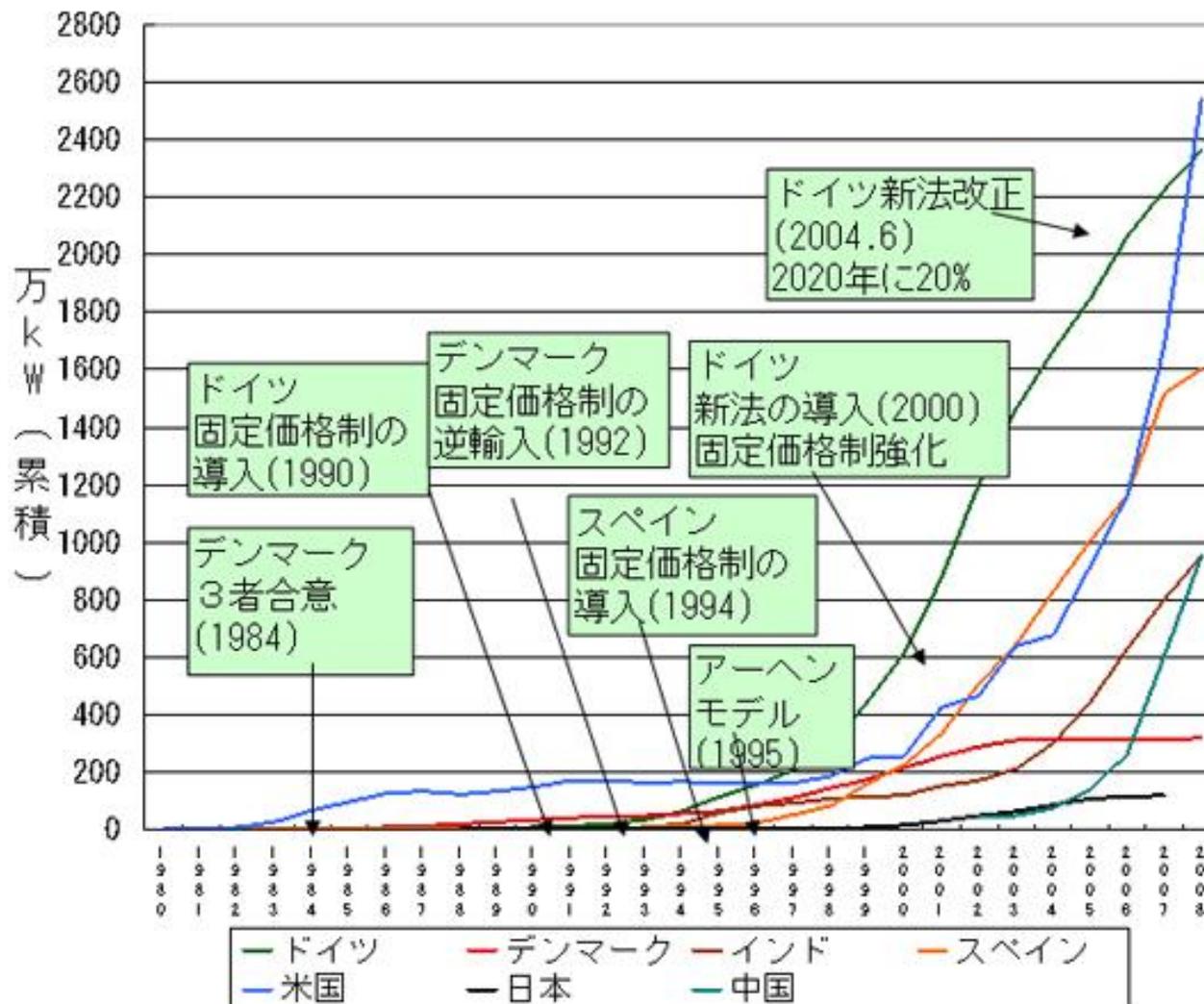
予算教書：クリーン・エネルギー経済の創造

1. 排出量取引(排出枠のオークション)
2. 再生可能エネルギー発電源の倍増
3. 炭素貯留回収技術(CCS)への資金拡充
4. 連邦ビルディングの省エネ促進
5. 住宅の省エネ促進(耐候化: weatherize)
6. 温室効果ガス削減技術開発の信用保証
7. 州政府、自治体での省エネ促進
8. 農業のグリーン化・カーボンオフセット
9. 配電網の近代化



既存の省エネプログラム!

世界一に躍り出たアメリカの風力発電



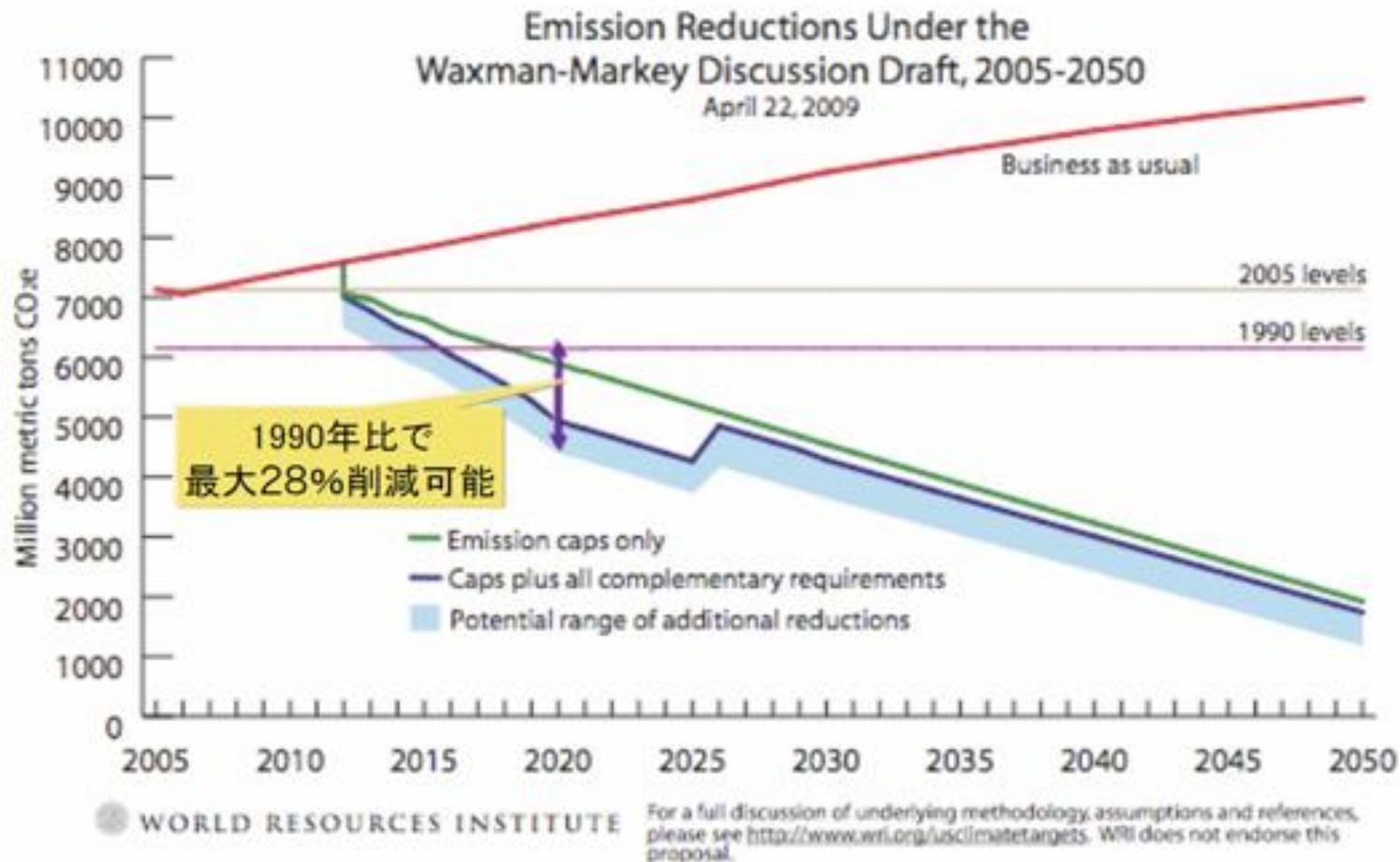
飯田哲也のエネルギー・フロンティエを求めて

「中期目標」に見る日本の本当の危うさ——コペンハーゲンでの大敗北は避けられるか
(日経エコロジー 09/06/29)

連邦レベルの取組③： クリーンエネルギー及び安全保障法案 (ワクスマン・マーキー法案)のRES提案

- 発電のうち、2012年に6%、2020年までに20%を、再生可能エネルギーで供給。
- “Federal renewable electricity credit”の市場
- 目標の四分の一(または5%)を、省エネによる代替も可能。
- 電力会社は、再生可能エネルギーを用いる代わりに、25ドル/Mwhの支払いを行うことが可能。この収入は、州政府が主導する再生可能エネルギーや省エネのR&Dに利用。
- 原子力の扱いは？

Waxman-Markey法案の削減効果の評価例(WRI)



飯田哲也のエネルギー・フロンティエスを求めて

「中期目標」に見る日本の本当の危うさ——コペンハーゲンでの大敗北は避けられるか

(日経エコロジー 09/06/29)

2100億元(約3兆300万円)の環境関連投資から みる中国の“グリーン・ニューディール”

- これまでに行ってきた汚染対策、生態環境整備投資、省エネ対策を補強したもの。
 - 雇用効果の推定、短・長期的な国内(環境関連)産業育成の明確なビジョンはない。
- = 中国政府は「グリーン・ニューディール(緑色新政)」とは表現せず。
- 4兆元景気刺激策の目玉はあくまで、従来型公共投資。従来型公共投資(鉄道、道路等)、水利関連投資=約4割。
 - + 農村基本インフラ=約5割
- 環境関連投資は約5%に過ぎず、従来型公共投資への膨大な投資により、新たな環境破壊拡大への懸念。

省エネ法改正

- 2008年4月「省エネルギー法」改正
 - ①省エネ目標責任制度、省エネ業績評価制度
:省エネ目標の達成度が地方政府及びその責任者の業績評価に盛り込まれる。
 - ②家電(洗濯機、冷蔵庫、エアコン等)にエネルギー効率表記の貼付を義務化。
 - ③建築、交通運輸、公共機関等の省エネ規定を強化。
など。

中国の再生可能エネルギー普及策

Ref.立命館大学 知足章宏

- ・2006年「再生可能エネルギー法」
 - ・固定価格買い取り制の導入。
 - ・電気料金付加料金と費用分担制度[配額交易]
:再生可能エネルギー適地が集中する地域の電力消費者の過度な負担を防ぐために、全国の送電会社の間で負担を分担する制度。 など。

さらに、様々な税優遇策、補助金制度を整備。¹⁸

低炭素社会へ向けた今後の改革

- 「炭素税」構想→財政部、環境保護部などが検討中。
- 「低炭素社会へ向けた環境関連賦課金改革」も検討。
従来の排污費などの見直し。
- 「緑色信貸 (Green credit policy)」制度：銀行と環境保護部が協力し、省エネ関連事業への優先的な貸付を行い、エネルギー多消費型、汚染物質排出量の多い企業が無分別に拡張、増加することを防止。
- 生態環境整備と林業再生：生態環境の改善、農民の雇用、収入増と安定した収入、「農民工」労働力の吸収。
→ 「中国型グリーン・ニューディール」発展の可能性。

中国の「緑色新政」課題と展望

- ① 深刻な公害、汚染問題、荒廃した生態環境の改善に今後も継続して膨大な投資が必要(4兆元景気刺激策における環境関連投資でもこれらを重視)。
 - エネルギー改革だけでは到底対応できない。
- ② 依然として地方政府、企業の経済成長至上主義、環境軽視の傾向が強い。
 - 地方政府が低炭素社会への移行をどう実現していくか。省エネ業績評価制度などの効果は？
- ③ 特に太陽光発電分野の「世界の工場」からの脱却。
 - 内需拡大、国内普及策の強化
- ④ 急増する原子力発電投資への懸念 → 2020年までに1兆元の投資、7000万kWの計画。

欧州諸国の「グリーン・ニューディール」の例

■ 用語としての「グリーン・ニューディール」

- ・英国 New Economics Foundation (NEF) 報告書”*A Green New Deal*”(2008/07)
 - ・欧州議会緑の党(Europeangreens) 2009年マニフェスト”*A Green New Deal for Europe*”
- ※Triple Crunch: (1) Financial-, (2) Climate-, (3) Energy-

■ 「グリーン・ニューディール」に関連する政策

- ・英国：経済省(BERR)とエネルギー気候変動省(DECC)政策 “*Low Carbon Industrial Strategy: A Vision*”(2009/3)
(1)省エネ、(2)非炭素電力、(3)低炭素車、(4)低炭素ビジネス投資
- ・フランス：“*Grenelle de l’Environnement*”(2007/7～10)に由来する「第1環境グルネル法」の成立(2009/2)
- ・ドイツ：環境省報告書”*Umweltwirtschaftsbericht 2009*”(2009/2) 従来の政策の環境効果・雇用効果を数値化

雇用への関心 (グリーンカラー労働者)

- 円卓会議”Towards a Green Collar Europe: Jobs and growth in a low-carbon economy”(2008/5/8)

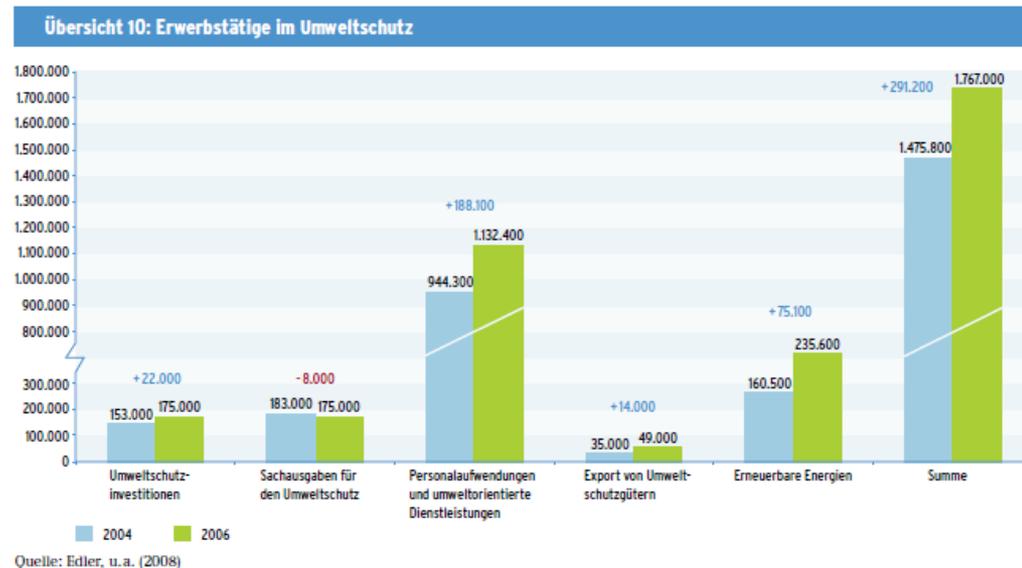
英国のマーフィー欧州担当相と、フランスのジュイエ欧州担当相が開催。

マーフィー「英国の環境産業労働者は40万人規模だが、今後20年で100万人に」 http://www.jimmurphymp.com/standard.aspx?i_PageID=107381

- **ドイツの環境関連雇用**

合計 176.7万人(2006年)
 環境保護投資 17.5万人
 環境保護実物支出 17.5万人
 環境人的サービス 113.2万人
 環境保護財の輸出 4.9万人
 再生可能エネ関連 23.6万人

*2008年、再生エネ関連は27.8万人まで増加(O’Sullivan et al. 2009)



EUの気候変動政策のキーワード

「20 20 by 2020」[COM(2008)30]

気候・エネルギー政策パッケージ

2020年までに、3つの「20」を実現

- 再生可能エネルギー比率を20%に
(総エネルギー消費に占める比率)
※国際的合意があれば30%。2050年は世界で半減を
- 温室効果ガス排出量を20%削減(1990年比)
- エネルギー効率を20%改善
- さらに:
2020年までに自動車バイオ燃料比率を10%に

主に政府支出で達成すべき性質の目標ではない

ヨーロッパ諸国の環境税制改革

- ・EUレベルでの炭素税・環境税制改革は、全会一致が必要なため困難だった
- ・「二重の配当」を念頭に、労賃にかかる社会保障負担を軽減する方法が主流
- ・近年、EU-ETS非対象分野(中小企業・交通・家庭)への政策として注目

国(開始年)	用途	国(開始年)	用途
フィンランド (1990)	一般財源 (所得税減税)	オランダ (1990)	一般財源 (一部は省エネ補助)
スウェーデン (1991)	一般財源 (所得税等減税)	ドイツ (1999)	年金保険料軽減(9割) (一部は省エネ・新エネ)
ノルウェー (1991)	一般財源	イタリア (1999)	社会保険料軽減(約6割) 補償対象(約3割) エネ効率化補助(残り)
デンマーク (1992)	一般財源 (社会保障負担軽減等)	イギリス (2001)	国民保険料軽減

1. 日本の地球温暖化政策の基本的な考え方

- 温室効果ガス排出量の9割以上が「化石燃料由来」
- 「エネルギー政策」を「地球温暖化目標」を達成するために調整するとした方が合理的

2. エネルギー政策の視点

- 日本のエネルギー資源：自給率の低さ
- 日本の経済構造：「ものづくり」に立脚した国際競争力
- 供給確保（供給地）とリスク低下のためのエネルギー多様性（ベストミックス）
- 資源量の違いにより、政策課題・視点は国によって異なる
＝自国の状況に応じた取り組みの必要性

Ref.(財)日本エネルギー経済研究所 工藤拓毅

グリーン・ニューディール≒「低炭素社会づくり行動計画」

- Cool Earth 50、福田ビジョン、有識者懇談会提言を受けた中長期的な日本の温暖化対策に向けた具体策 **(2050年に1990年比で60～80%のGHG排出量削減目標)**
- 行動計画における主たる取り組み
 - **革新的技術開発の促進**(財政措置、国際貢献を視野に入れる)
 - **ゼロエミッション電源(2020年に50%)**: 既存先進技術普及
 - RPS法の次期目標検討(本年中にレビュー予定)
 - **太陽光発電の積極支援**(2020年に10倍、2030年に40倍)
 - 3～5年後にシステムコスト半減
 - 系統安定化に向けたコスト負担の考え方を早急に検討
 - **原子力の推進**
 - 排出量取引(2008年秋より国内統合市場の試行的実施)
 - 税制のグリーン化の促進(低炭素化促進の観点から税制全般を横断的に見直す; グリーン税制とその経済分析等に関する専門委員会で技術的分析)
 - **排出量等の見える化**(需要家サイドでの取り組み促進ツールの開発)
 - カーボンフットプリント(含、ISO国際規格化への働きかけ)、カーボンオフセット

Cool Earth エネルギー革新技術計画

エネルギー源毎に、供給側から需要側に至る流れを俯瞰しつつ、効率の向上と低炭素化の両面から、CO₂大幅削減を可能とする「21」技術を選定。



※EMS: Energy Management System、HEMS: House Energy Management System、BEMS: Building Energy Management System

(出所) 経済産業省、「Cool Earth - エネルギー革新技術計画」(概要) (2008年3月)

Ref.(財)日本エネルギー経済研究所 工藤拓毅

中期目標検討：経済への影響の分析

(※1) 増減率(%)はいずれも、現状からの増減ではなく、2020年時点での①の基準ケースからの増減。

(※2) 分析結果は、日本経済研究センターの一般均衡(CGE)モデル(失業率はマクロモデル)の分析結果。

研究機関によって結果は幅があることに留意。例えば、⑥のケースで国環研はGDPロス6.0%、慶應大学は5.6%と試算している。

- ① 需給見通し 努力継続**
(05年比▲4%、90年比+4%)
- ③ 需給見通し 最大導入**
(05年比▲14%、90年比▲7%)
- ⑤ 90年比 ▲15%**
(05年比▲21%)
- ⑥ 90年比 ▲25%**
(05年比▲30%)

実質GDP

2020年時点で
▲0.6% (押下げ)

2020年時点で
▲1.4% (押下げ)

2020年時点で
▲3.2% (押下げ)

失業者

12万人増

34万人増

88万人増

可処分所得

世帯当たり
年▲4万円

世帯当たり
年▲9万円

世帯当たり
年▲22万円

光熱費負担

世帯当たり
年+3万円

世帯当たり
年+7万円

世帯当たり
年+14万円

限界削減費用

35~62ドル/tCO2
※違う種類の分析モデルの結果のため、単純に比較できない

15,000円/tCO2
〔仮に、この費用の分、化石燃料の価格を上昇させると、ガソリン1ℓ当たり30円に相当〕

34,000円/tCO2
〔(同左)ガソリン1ℓ当たり70円に相当〕

82,000円/tCO2
〔(同左)ガソリン1ℓ当たり170円に相当〕

・世論調査によると家計が許容できる費用：全く負担したくない18.2%、1000円未満41.2%、2000円未満24.7%

麻生総理の演説“新たな成長に向けて”

2009年4月9日

3つの柱

- (1)低炭素革命で世界をリードできる国
- (2)安心・安全な健康長寿社会
- (3)日本の魅力の発揮



- *2020年にはエネルギー消費に占める再生可能エネルギーの比率を今より倍増して世界最高水準の20%まで引き上げる
- *低炭素革命の分野で、2020年までに約50兆円の市場と140万人の雇用を創出する
- *全国3万6千の公立の小中高校にソーラーパネル設置
- *2020年には新車の2台に1台をエコカーにする
- *エコポイント等により1年で3000万台の省エネ家電を普及

民主党 生活・環境・未来のための緊急経済対策

2年間で約21兆円の財政出動(真水)で景気回復・雇用拡大を実現

グリーンニューディール関連

太陽光パネル設置促進

半額助成

次世代自動車購入支援

200万台を対象に最大30万円支援

省エネ等住宅リフォーム

省エネ家電等の購入補助

地デジ対応機器の購入補助

グリーンイノベーション機構の創設

環境・エネルギー技術の開発促進

次世代科学技術を支える人材の育成 等

2020年の温室効果ガス排出量の 中期目標6案と懇談会委員などの意見

	1990年比の増減率 (%)	支持した委員や団体など
①	+4	勝俣恒久・東京電力会長、三村明夫・新日鉄会長 (日本経団連、基幹労連)
②	+1~-5	(日本商工会議所)
③	-7	(経済同友会)
③か④	-7~-17	寺島実郎・日本総研会長
④	-8~-17	薬師寺泰蔵・慶大教授
⑤	-15	枝廣淳子・環境ジャーナリスト、 末吉竹次郎・国連環境計画金融イニシアチブ特 別顧問、松井三郎・京大名誉教授
⑤か⑥	-15~-25	山本良一・東大教授
⑥	-25	(浅岡美恵・気候ネットワーク代表)

2009年6月10日麻生総理

「中期目標2020年に'05年比15%減」を公表

6月11日の新聞各紙の評価

日経社説 国際交渉を主導できる中期目標なのか

朝日 // 低炭素革命の起爆剤に

毎日 // 意志と理念伝わらぬ

読売 // 多難な国際交渉が待っている

産経 // 負担は重くて効果は薄い

東京 // 数値より大切なもの

“京都議定書の約束期間が始まってすでに一年半が経つ。しかし温暖化の危機感を国民が十分共有しているとは言い難い”

COP14結論文書でのIPCC報告書の位置づけ

- 昨年12月のCOP14では、先進国全体の削減についての議論が開始され、その検討の際にはIPCCCの第4次報告書など直近の科学的知見を踏まえて検討を行うこととされた。
- IPCC第4次評価報告書が「これまでにIPCCが評価した最も低い濃度水準を達成し、被害を抑制するためには、付属書 I 国全体として2020年までに90年比▲25～40%の排出量の削減が必要」と指摘していることを認識した。

※先進国全体の削減を各国に割り当てるにあたっては、削減ポテンシャルや削減コストなどの分析を踏まえるべきであり、その結果として各国の削減に幅が生じる可能性がある

シナリオ カテゴリー	地域	2020	2050
A-450ppm (CO ₂ 換算)	付属書 I 締約国	▲25%～▲40%	▲80%～▲95%
	非付属書 I 締約国	ラテンアメリカ、中東、東アジア及びアジアの中央計画経済国におけるベースラインからの相当の乖離	すべての地域におけるベースラインからの相当の乖離
B-550ppm (CO ₂ 換算)	付属書 I 締約国	▲10%～▲30%	▲40%～▲90%
	非付属書 I 締約国	ラテンアメリカ、中東及び東アジアにおけるベースラインからの乖離	ほとんどの地域、特にラテンアメリカ及び中東におけるベースラインからの乖離
C-650ppm (CO ₂ 換算)	付属書 I 締約国	▲0%～▲25%	▲30%～▲80%
	非付属書 I 締約国	ベースライン	ラテンアメリカ、中東及び東アジアにおけるベースラインからの乖離

安倍-福田路線—— 温度上昇を 2°C 以下に抑制と整合的

2050年で世界の排出量半減(安倍)
日本は2050年に60~80%削減(福田)

麻生路線—— 温度上昇を 2°C 以下に抑制と非整合?

中期目標'90年比8%減(麻生) $4^{\circ}\text{C}/650\text{ppm}$ と整合的?

2009.G8サミット宣言 「気候変動」についての要旨

12月の第15回国連気候変動枠組み条約締約国会議(COP15)に向け、すべての主要排出国が責任ある形で次期枠組みに参加する重要性を再確認。工業化以前の水準からの世界全体の平均気温が2度を超えないようにすべきだとする広範な科学的知見を認識。

昨年の洞爺湖サミットで合意した、世界全体の温暖化ガス排出量を2050年までに少なくとも50%削減する目標をすべての国と共有することを改めて表明。この一部として、先進国全体で1990年またはより最近の複数の年と比して50年までに80%またはそれ以上、削減する目標を支持。

主要新興経済国は、特定の年までに、対策を取らないシナリオから全体として大幅に排出量を削減するため、数量化可能な行動を取る必要。

柔軟で、経済的に健全な市場に基づく排出量削減アプローチを支持。排出量取引市場の可能性をさらに研究。同市場を可能な限り拡大するため協力。

セクター別アプローチは新興経済国の漸進的な関与を促進し、先進国の経済全般にわたる緩和政策を強化するための有用な手段。

日経 7月9日

地球の表面温度の上昇を2°C以下に抑制することを求めている国

www.climateanalytics.org

2005	EU / 2°Cターゲットを採用
2007	ノルウェー / 地球温暖化を2°C以下に抑制を目標
2008	アイスランド / //
2008	南アフリカ / //
2008	マダガスカル / //
2008	コスタリカ、エルサルバドル、ホンジュラス、ニカラグア、パナマ / //
2008	アルゼンチン、チリ / //
2008	Least Developed Country group(モルディブなど) / //
2009	島嶼国連合 (Alliance of small Island states) 1.5°Cターゲットを主張

115ヶ国、世界のエネルギーと産業からのCO₂排出量19%、世界人口の22%(2004)

野心的な気候政策を有する国

2020までの削減量 2050までの削減量

ノルウェー	1990比30%	100%	<u>2030までに炭素中立国を目指す</u> 2020の削減量の2/3は自国分
スイス	1990比20~30%	<u>2030以降100%</u>	2020まではEU-27の目標に従う
コスタリカ	2012でCO ₂ 排出量にピークを打たせ、 2012にゼロ排出		<u>2021までに世界で最初の炭素中立国</u> <u>になることを表明</u> 、ただしCO ₂ について で、他のGHGは含まれていない
モルディブ	<u>2020までにCO₂排出量を100%</u>		<u>世界で最初の炭素中立国を目指す</u> と <u>2009に声明</u>

AOSIS(小島嶼国連合)の要求

1. CO₂ 濃度を350ppm以下に安定化
2. 地球の表面温度の上昇を1.5°C以下に抑制
3. 世界の温室効果ガスの排出量を2015年までにピークを打たせる
4. 2050年までに世界の排出量を85%削減
そのために先進国は、
2020年までに1990年比で40%以上削減する。
2050年までに1990年比で95%以上削減する。

気候ターゲット2°Cでも安全ではない

評価された種の10～15%が絶滅するリスク

1.5～2°Cの上昇で陸鳥、100～500種の絶滅のリスクが非常に高くなる

広範なサンゴ礁が白化する

皇帝ペンギンの絶滅リスクが高まる

低緯度のやせた土地では穀物収量の低下

ジャワ、バリ島では米の生産性低下

アフリカ諸国の食料生産に悪影響

更に300万人が嵐、洪水の影響を受ける

数十億人が水不足に直面(アフリカ、アジア、ラテンアメリカ)

ヒマラヤ・チベット高原の氷河が80%消滅し、数十億人に影響を与える

アメリカ南西部が不毛の土地へ変わる

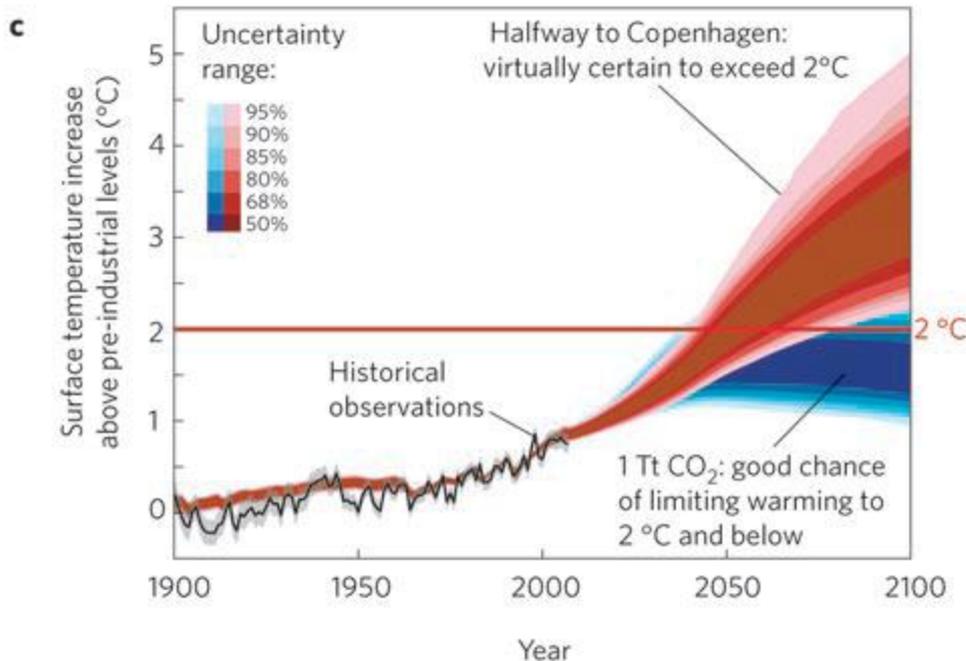
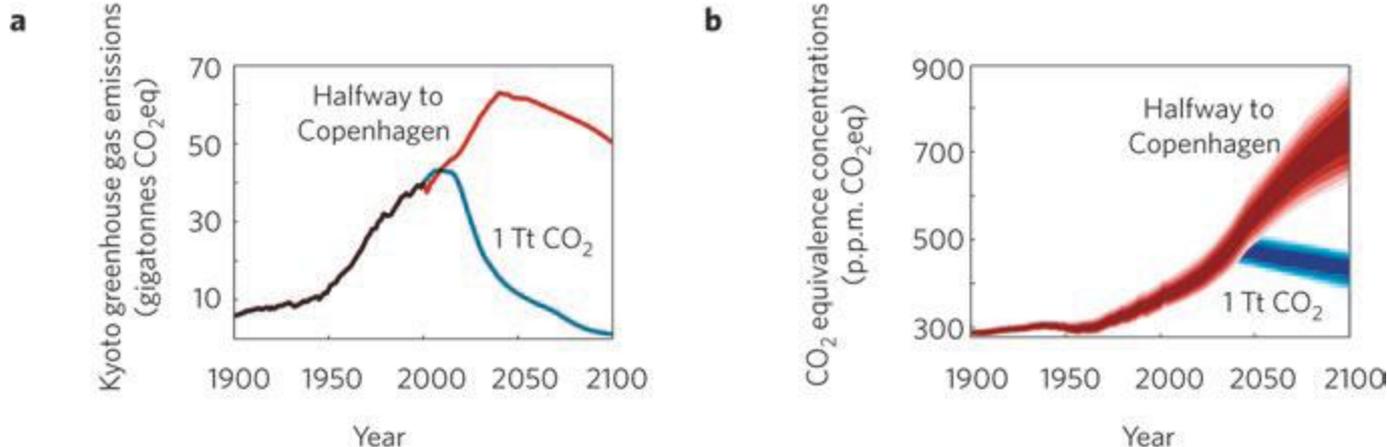
グリーンランド氷床の不可逆的融解のティッピングポイントは1.9～4.6°Cの間

海面上昇は1世紀につき1.6m(12.5万年前のデータより)

1.7°C突破(350ppm、気候感度3°C)で長期的に南極氷床が消滅(J.Hansen)

*Ref. A Safe Landing for the Climate www.worldwatch.org
2009 State of the World, Chapter 2
W.L.Hare*

現在の各国の削減目標では気温上昇を 2°C 以下に抑制することはほぼ不可能であり、サンゴ礁は救えない



*Halfway to Copenhagen,
no way to 2°C
Joeri Rogelj et al
Nature reports, Climate change
Vol.31 July 2009 p81-83*

2050までに2000比70%削減、
あるいは2000より2050までに
1兆トン CO_2 を排出した場合、
 2°C 突破の確率は25%、
2100に1.5%上昇。

米国の2020の排出削減量と温度上昇の2°C突破のリスク

Bill Hare*, Michiel Schaeffer*, Malte Meinshausen

PIK and Climate Analytics(*), Germany, March 23, 2009

米国の排出量 2006に'90比で14%増

オバマ大統領の削減目標→2020までに'90水準へ削減、2050までに80%削減

結論

(1) 先進国の対応が遅れて2020にIPCCシナリオより多くの排出量があるような場合、温度上昇を2°C以下に抑制することは難しくなる。

世界排出量が2020に1990水準にもどると、2°C突破のリスクは約1/6

2020に1990水準より40%大きいと、リスクは1/4に高まる

(2) 先進国が10年遅らせて2030年を中期目標年とし、その後急速に削減した場合、2°C突破のリスクは15%増加する。

すなわち目標年を遅らせることを、その後の急速な削減で埋め合わせられない。

先進国が2030に1990比で30%削減することによるリスクの上昇は、2020に1990比で排出量が35%多い場合のリスク上昇と同程度である

気候ターゲット2°Cでも安全ではないのだから、IPCC(2007)の提案する先進国の中期削減目標'90比2020までに25~40%の内の40%を本来、採用すべきである。

経済的、社会的に実現困難であるなら、せめて25%を中期目標として採用すべきではないか

温暖化対策法案

与党案と民主党案のポイント

毎日新聞2009.7

		与党案	民主党案
温室効果 ガス削減	長期目標	50年までに05年比 60～80%削減	50年までに90年比 60%削減
	中期目標	国際交渉に基づき設定	20年までに90年比 25%超削減
主な政策		<ul style="list-style-type: none">・今後10年間を「特別行動期間」とし、重点分野を集中実施・交通体系、地域づくりも含めた幅広い対策を検討	<ul style="list-style-type: none">・太陽光発電など新エネルギーの固定価格買い取り制度を創設・地球温暖化対策税を創設

- 問題点 (1)与党案の中期目標は少なくとも'90比25%減とすべきではないか
日本政府はG8サミットで気候ターゲット2°Cに合意している
- (2)民主党案の長期目標は'90比80%にすべきではないか
- (3)アメリカの「ワックスマン・マスキー法案」と比べて
見劣りしないものにする必要がある

温暖化問題を巡る今後の主な会議

9月22日 国連総会に合わせた首脳級会合(ニューヨーク)

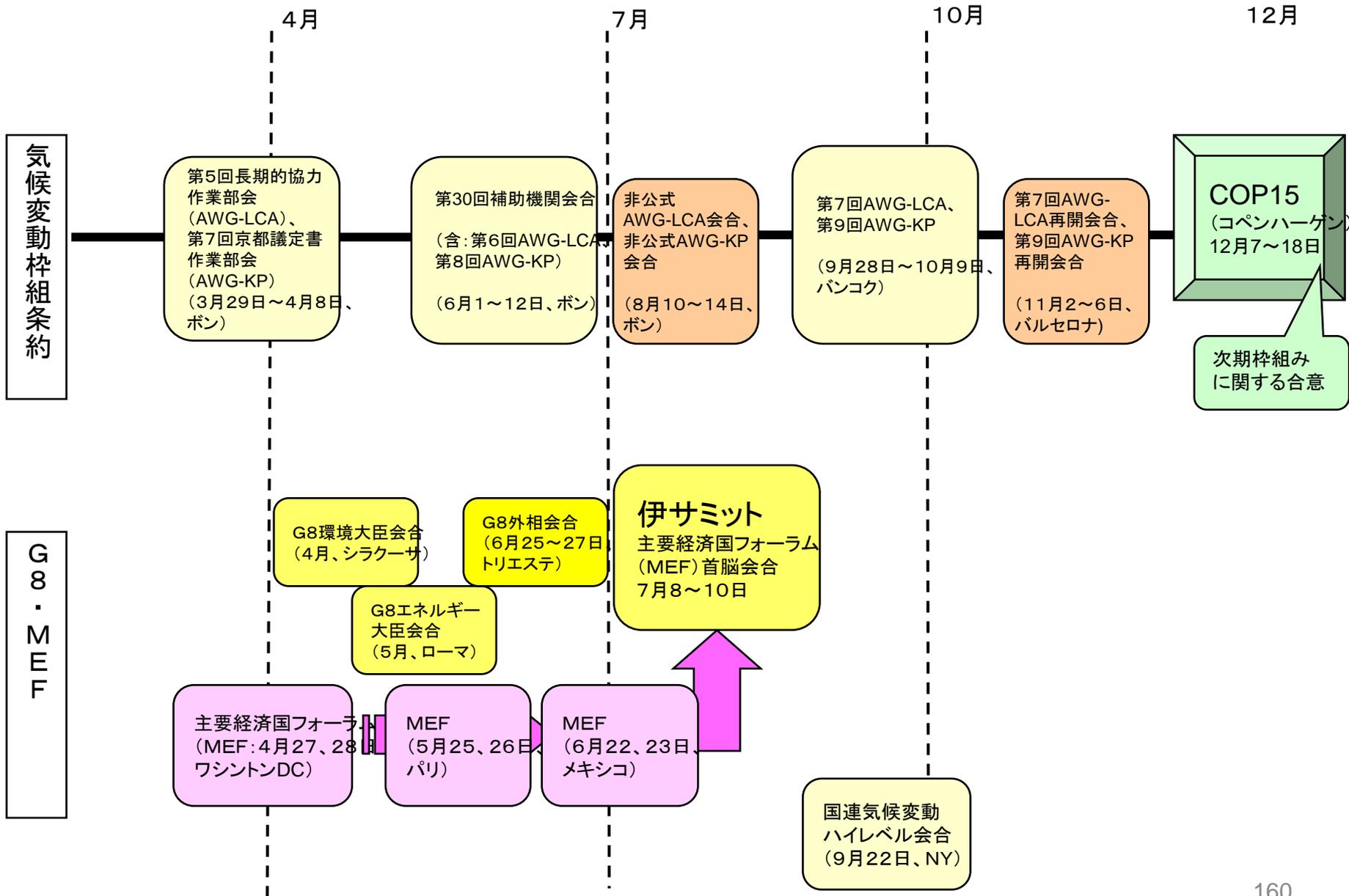
24日 20カ国・地域(G20)首脳会合
(金融サミット、25日まで ピッツバーグ)

28日 国連作業部会(10月9日まで バンコク)

11月2日 国連作業部会(6日まで バルセロナ)

12月7日 第15回国連気候変動枠組み条約締約国会議
(COP15、18日まで コペンハーゲン)

気候変動関連の主な外交日程(2009年)



国連交渉プロセス・クロノロジー

1994年3月 気候変動枠組条約発効

1997年12月 京都議定書採択(COP3)

2000年11月 COP6(オランダ・ハーグ)

京都議定書の発効を目指し、各国が議定書の詳細について合意を得るために交渉を行ったが、合意に達せず、会議は中断。

2001年7月 COP6再開会合(ドイツ・ボン)

京都議定書の中核的要素に関する基本的合意(政治合意)が得られたが、議定書実施のための細部の作業は残された。

2001年10,11月 COP7(モロッコ・マラケシュ)

ボン合意に基づく文書を採択。京都メカニズムに関するルール策定等の京都議定書の実施に係るルールが決定。

2002年9月 WSSD(ヨハネスブルグ・サミット)

2004年12月 COP10(アルゼンチン・ブエノスアイレス)

将来の行動に向けて「政府専門家セミナー」の開催(5月)、適応策についての「5カ年作業計画」を策定すること等を決定。

2005年2月 京都議定書発効

2005年11月 COP11及びCOP/MOP1(カナダ・モントリオール)

京都議定書の運用ルールの完全な確立と改善、将来の行動にかかる対話プロセスの開始等に合意。

2006年11月 COP12及びCOP/MOP2(ケニア・ナイロビ)

将来枠組、気候変動への適応、CDM等の議論において一定の成果あり。

2007年9月 国連気候変動に関するハイレベル会合(N. Y.)

2007年12月 COP13及びCOP/MOP3(インドネシア・バリ)

2008年12月 COP14(ポーランド・ポズナン) 次期枠組みに関する論点整理を実施し、2009年の作業計画につき合意。

2009年12月 COP15(デンマーク・コペンハーゲン)

新議定書草案の提出(2009年4月24日)

4月24日、日本政府は2013年以降の新たな枠組において自らの考え方が適切に反映されることを目指し、他国に先駆けて議定書草案を気候変動枠組条約事務局に提出。内容は基本的にこれまでの日本政府の提案を議定書案の形にしたもの。主要ポイントは以下のとおり。

●長期目標:2050年までに温室効果ガスの排出を全世界で現状から少なくとも50%削減

●緩和

先進国: 排出総量及び複数の基準年からの削減率で表示(約束期間は2013年~20XX年)。

途上国: 国家行動計画の策定。主要排出途上国には原単位目標の達成義務。

●適応

気候変動の影響に脆弱な途上国は国別適応行動計画を策定。先進国はこれに基づき支援を実施。

●技術

途上国の緩和・適応のための技術移転、革新的技術の開発を推進。官民協力や国際機関を活用。

●資金

途上国の資金需要に対応する新規かつ追加的な資金の提供。二国間支援、国際機関を通じた支援、民間資金の活用。締約国会合において具体的手続を決定。

次期枠組みに関する各国の提案

我が国は、4月24日、包括的な新議定書案を各国に先駆けて提出。その後、各国からも各種提案がなされている。各国提案のうち主なものの概要は以下の通り。

(1) 新議定書案

● 米国

気候変動枠組条約の実施協定 (implementing agreement) として提案。先進国・途上国の双方について、2020年及び2050年までの緩和行動等を規定する低炭素戦略の提出を提案。

● 豪州

全ての締約国に対し、「国別附表」(National Schedule、緩和行動についての各国の行動表)の作成と実施を義務づけ(同内容を京都議定書改正案としても提出)。

● ツバル

京都議定書で義務を負っていない先進国(附属書I国)及び自発的に削減義務を掲げた途上国の約束のあり方、その他の途上国の行動のあり方につき規定。

(2) 京都議定書改正案

● EU

セクター別クレジットメカニズム(SCM)について新たに規定。また、緩和行動に関し、先進国の削減義務(国別総量目標)の適用に条件(一定の排出割合等)を課している点が特徴。途上国については規定なし(但しSCMでセクター別排出目標案を規定)。

● 中国その他途上国(計37カ国の共同提案)

先進国の排出削減義務を定める附属書Bの改正が中心。各国の削減目標を記載。先進各国の目標については、歴史的責任に基づき算出。

● ボリビア(マレーシア、パラグアイ、ベネズエラと共同提案)

附属書Bの改正が中心。「真水」の削減とクレジット・森林等吸収源も含めた削減を区別⁶³。

OECDグリーン成長戦略策定へ

日経 6月26日、2009

6月24日～25日パリで開催されたOECDに閣僚理事会は全体の合意文書とグリーン成長に関する閣僚宣言を採択した。ポイントは環境調和型の経済成長を追求、市場メカニズムを利用した政策の組み合わせに努力。グリーン成長戦略を一年以内に策定し、来年の閣僚理事会に中間報告することである。宣言に署名したのは日本を含むOECD30カ国に、チリ、エストニア、イスラエル、スロヴェニアである。

Declaration on Green Growth 2009.6.24-25 Paris

1. 経済回復と環境的、社会的に持続可能な経済成長はすべての国が今日直面する課題である。経済危機をグリーン成長を実行しない言い訳に使うべきではない。
2. 持続可能な低炭素経済へ移るためにはクリーン技術(CCS、再生可能エネルギー、グリーンICT)の開発と普及のための国際協力が不可欠。年末のコペンハーゲン、COP15での国際合意のためにも。
3. OECDは政策を分析し、ベストプラクティスを見出し、各国のグリーン成長政策を支援する
4. グリーン成長戦略への努力を強化する。
5. グリーン投資や自然資源の持続可能な管理を推進する。
6. エコ製品とエコサービスの自由化
7. グリーン成長戦略の策定

◆長期のCO₂削減目標を持つ主な企業◆

セイコーエプソン	50年までに06年比90%減
リコー	50年度までに00年度比87.5%減
富士ゼロックス	20年度までに05年度比30%減
三菱電機	21年までに30%減
INAX	50年までに90年比80%減
ライオン	20年までに90年比67%減
JR東日本	鉄道事業の総排出量を30年度までに90年比50%減
清水建設	20年度までに90年度比30%減

※削減対象は総排出量。三菱電機は部門ごとに基準年が異なる

毎日新聞 6月11日、2009年

電機大手がアピールする環境戦略

2009年7月4日日本経済新聞より

企業	内容
パナソニック	2009年度に「省エネNo.1商品」200機種以上
東芝	12年度に環境調和型製品の売上高比率80%
富士通	07～10年度に製品・サービスで累計700万トン以上のCO2削減効果
富士ゼロックス	20年度までに製品1台あたりの消費電力を05年年度比80%削減
NEC	12年度までに製品すべての消費電力を05年度製品の半分以下に

山本良一
Ryouichi YAMAMOTO



エコプロダクツを普及せよ

The Godfather of Ecodesign

Ryoichi Yamamoto: conceptual and practical

Ryoichi Yamamoto is the most prominent of the godfathers of Ecodesign in Japan. His vision, concepts, zeal and attention for practicalities, like the organization of the yearly eco-products exhibition, has had a big impact. You can only look at the whole of his efforts as a humble scholar.

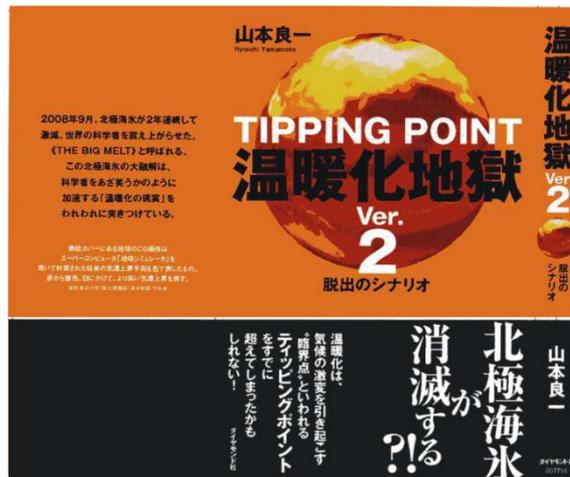
When I had the honor to present the Environmental Award to Ryoichi at the 'Electronics goes Green' conference in Berlin, I took the liberty to say that he reflects many of the characteristics of a preacher in the Dutch Reformed Church. This is because he is able to teach the distinction between sin and salvation in the environmental world and between 'green' fates and predestination too. Most of all this is true because of his hard work – a Calvinistic diligence to pursuing his goals.

His environmental work has deeply influenced me and I am thankful for that. In the discussion we had, he always challenged me; please give me comments about the programs we are running and the policies we are pursuing in Japan. He is always eager to learn more, always driving to do better. This sharpens your mind as well, it forces you to come up with in-depth arguments.

The greatest learning is done when you are back home in Europe again. Apply the same type of analysis to your own activities ... and be honest!

The 'Yamamoto' Walk: Go with Yamanote (ring) line to Yoyogi station, enter the Meiji Shrine Inner Garden through an entrance at the northern side, have your thoughts at the Shrine (which is difficult and emotional for Dutch). Go to the Harajuku exit and cross the bridge over the railway and walk thought the opposite shopping street to Omotesando station (Ginza & Chiyoda lines).

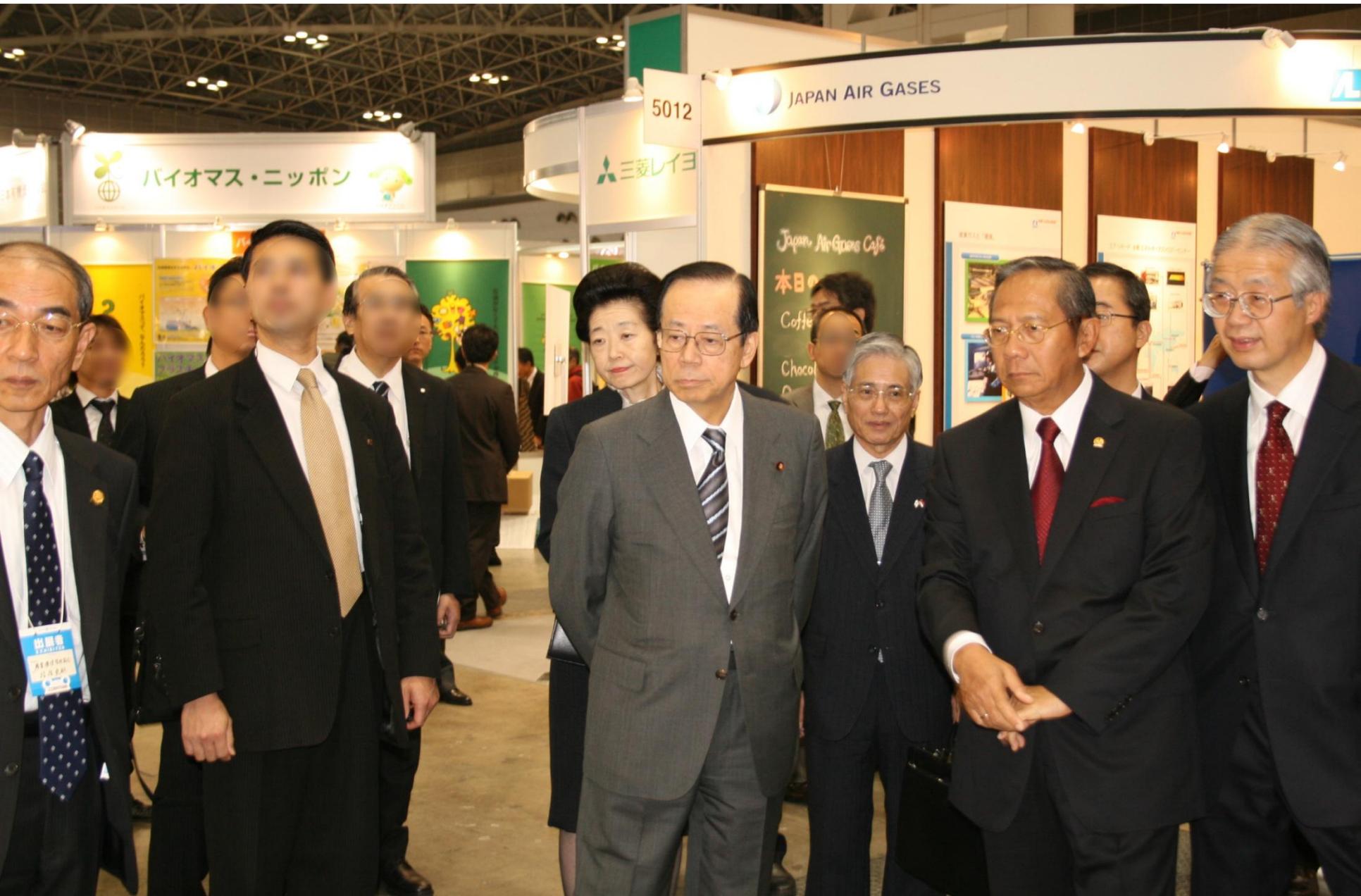
Ab Stevels. Adventures in EcoDesign of Electronic Products 1993-2007



エコプロダクツ2008

日時 12月11日(木)～12月13日(土)
場所 東京ビッグサイト(東展示場、6ホール)
主催 産業環境管理協会、日本経済新聞社

出展団体 758
来場者 17万4千人
(その内2万人は小中高校生)



JAPAN AIR GASES

5012

三菱レイヨ

バイオマス・ニッポン

Japan Air Gases Cafe
本日の
Coffee
Chocolate

出展者
AIR GASES



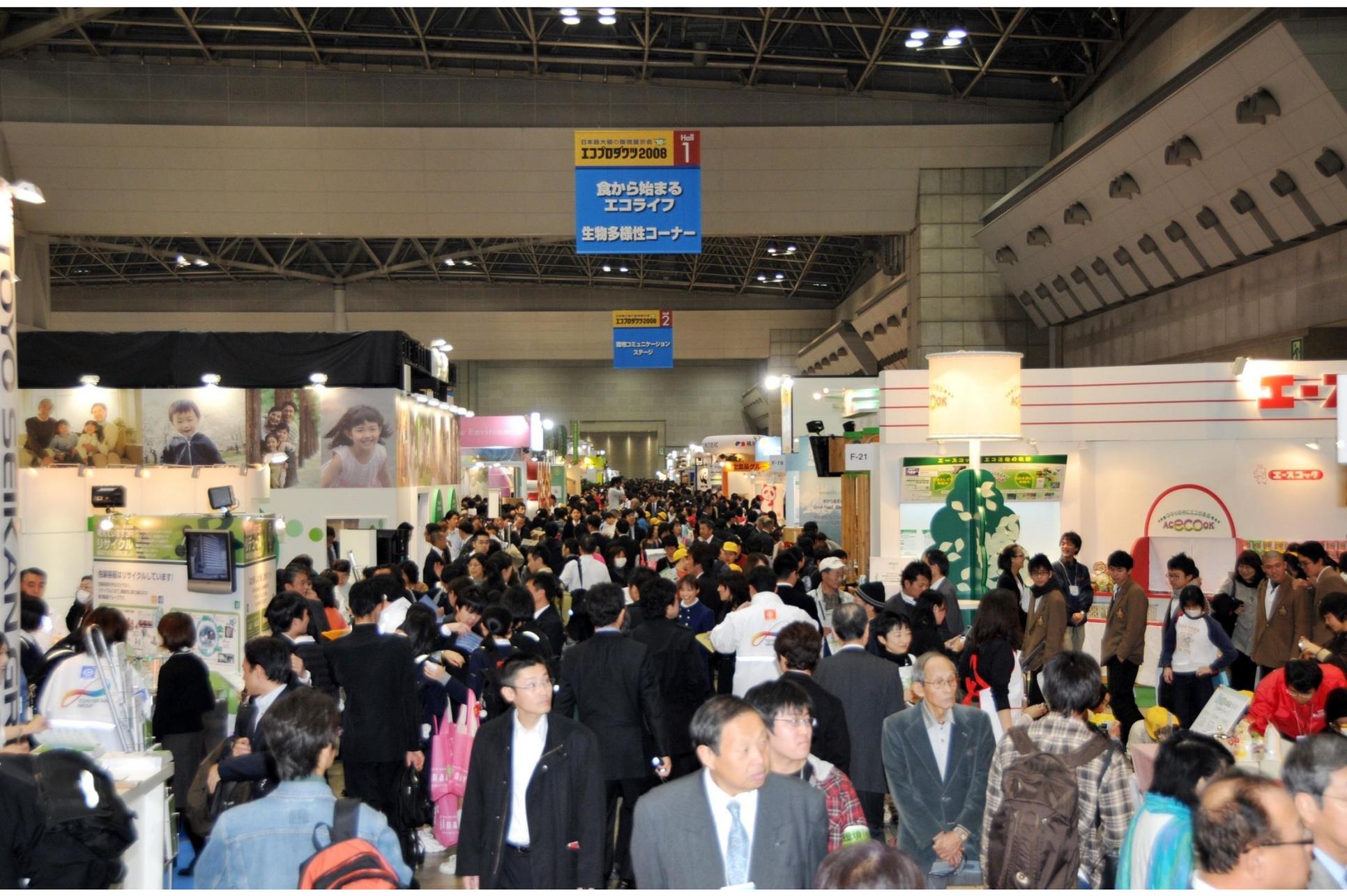
東京駅丸の内南口行き
無料送迎バス
運行期間 約10分
10:05-18:35 (11/28日10:00-17:30)
環境配慮型バスが運行
車内はハイブリッド
燃料電池のハイブリッド
CNG(天然ガス)バスは、ス
トップ時にCO2を削減し、

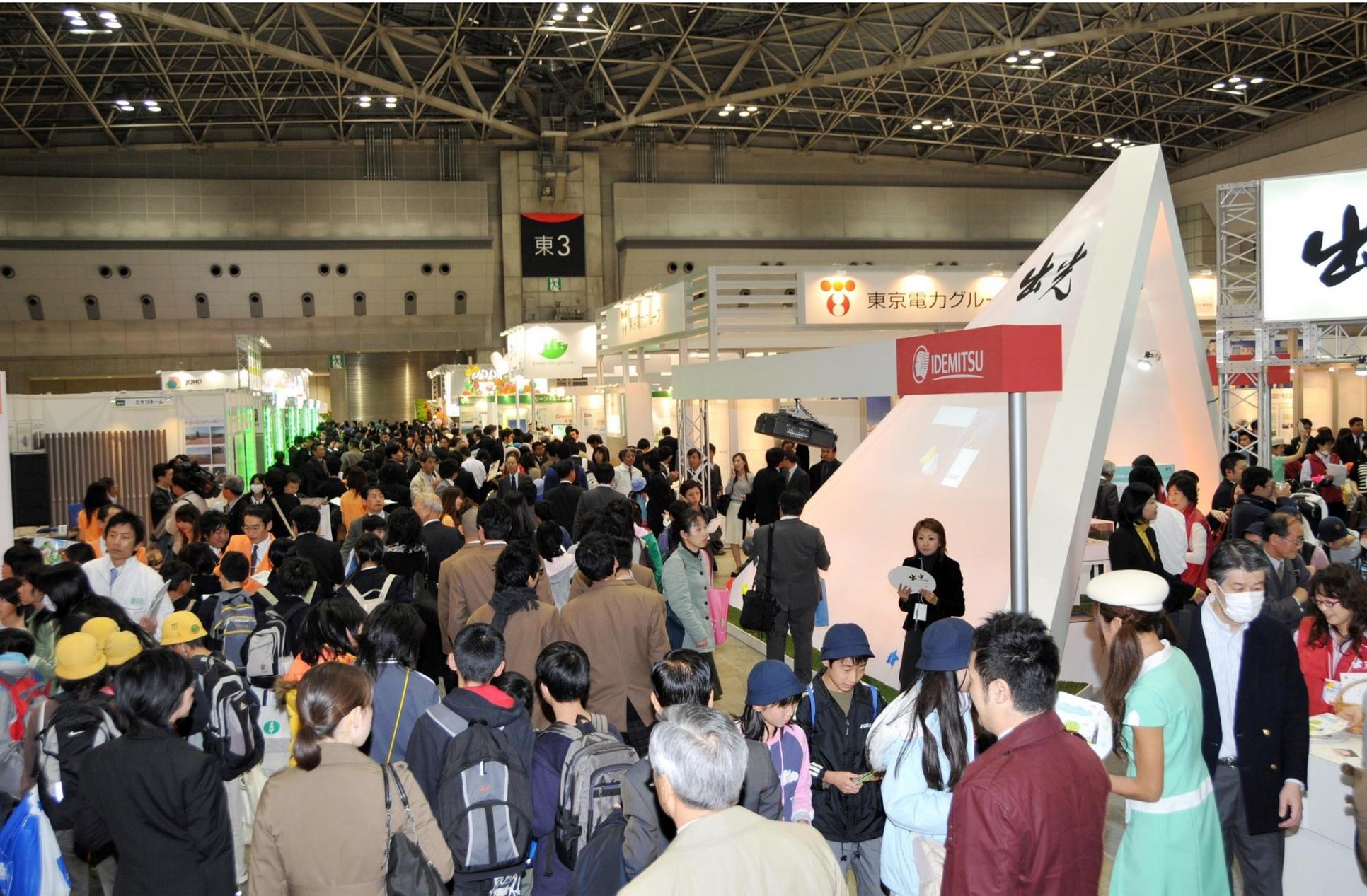
配布資料PDF
ダウンロードコーナー

日本最大級の環境展示会 10
エコロガワ2008 Hall 1

食から始まる
エコライフ
生物多様性コーナー

エコロガワ2008 Hall 2
環境コミュニケーション
ステージ







地球温暖化問題に関する懇談会(第8回) 平成21年4月17日 10:00—11:00
提出資料 (山本良一・東京大学)

提言 環境・エネルギー・資源に関するグリーンビジネス、環境技術のニーズがアジア全体で急速に高まってきている。
政府は国際機関APO(アジア生産性機構 事務局東京)が推進するエコプロダクツ国際展をこれまで以上に支援すると共に、この展示会に併せてアジア環境経済フォーラムをAPOに委託し開催させてはどうか。

第5回エコプロダクツ国際展 実績 (於 フィリピン・マニラ / 平成21年3月19日～22日)



エコプロダクツ国際展準備委員会委員長北山禎介氏(三井住友銀行会長)からエコ・ファイナンスの説明を受けるアロヨ大統領

第5回エコプロダクツ国際展を来訪した政府高官

- アロヨ 大統領
- エルミタ 官房長官
- アティエンザ 環境天然資源長官
- レイエス エネルギー長官
- アラバストロ 科学技術長官
- ファビラ 貿易産業長官
- ラモス 元大統領

第5回エコプロダクツ国際展 実績（於 フィリピン・マニラ / 平成21年3月19日～22日）

開催数	第1回エコプロダクツ国際展	第2回エコプロダクツ国際展	第3回エコプロダクツ国際展	第4回エコプロダクツ国際展	第5回エコプロダクツ国際展
開催年 開催国	2004年 マレーシア	2005年 タイ	2006年 シンガポール	2008年 ベトナム	2009年 フィリピン
来場者数	11,493	25,476	34,516	98,469	83,469
出展者数	76社・団体	59社・団体	107社・団体	91社・団体	128社・団体*
日系出展者数	37社・団体	22社・団体	34社・団体	28社・団体	36社・団体

*世界経済危機の中にあつたにもかかわらず、過去最多数の出展者を得た。



会期中は連日大変な活況を呈した展示会場

APO緑の生産性諮問委員会会長野間口有氏（三菱電機会長）から同社の環境配慮型製品の説明を受けるアロヨ大統領

アジア環境経済フォーラムの役割

エコプロダクツ国際展の発信機能をより強化し、アジア各国の政財学界の代表が環境と経済をテーマに意見交換をする場「アジア・環境経済フォーラム」としてのメカニズムを整える。



エコプロダクツ国際展実施および実施予定国(マレーシア・タイ・シンガポール・ベトナム・フィリピン・インドネシア・インド)主催者代表がエコプロダクツの普及・啓蒙を通じアジアにおける低炭素社会構築にむけて協力を約束

環境経済そして環境技術の分野で日本そしてアジアの国際的発言力そしてプレゼンスを高める

アジアでの環境・経済のリーダーとしての役割をより明確な形で果たすことができる。

国内産業界の育成を念頭に置いた、国際規制・政策のネゴシエーションの場として有効で、環境国際競争力の強化となる。

国内の経営者・政治指導者・知識人・ジャーナリストにより影響力のある発言機会を与える

日本は先ず、

アジアを運命共同体と考えて、

低炭素、循環、自然共生型社会作りに
共同で取り組んではどうか

アジア環境経済フォーラムを創設せよ！