

資 料

- 基調講演
「温暖化問題への解決策 —エコイノベーション—」…………… 94

- パネルディスカッション
「低炭素社会を実現するための企業戦略」…………… 163

2008.2.5
 第5回 大和総研・経営戦略研究所セミナー
 (大和証券SMBC 第12回 企業経営戦略セミナー)

「温暖化問題への解決策」 —エコイノベーション—

山本 良一
 東京大学 生産技術研究所

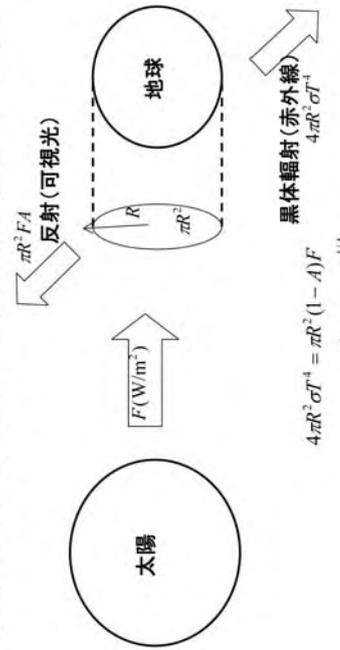
人間活動が原因の
 地球温暖化が起こっている。

世界の現実

人口は増大し、経済成長しているが、CO₂排出量は増加し、他の生物種は絶滅しつつある。

世界GDP	48兆ドル(2006年)
世界人口	成長率4.0%/年 65億人(2006年)
世界のCO ₂ 排出量	成長率1.1%/年 264億トン(2005年)
生物種の絶滅	成長率3.3%/年 (2000-2005年) 1~5万種/年

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

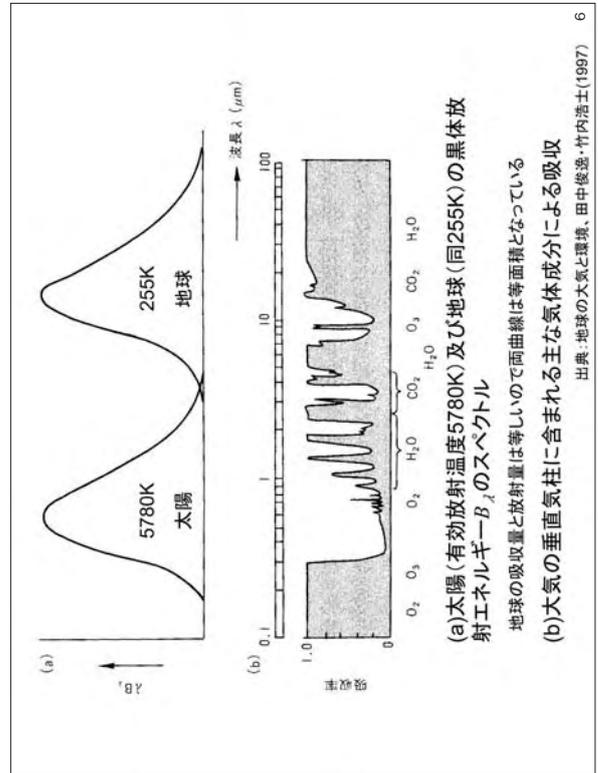
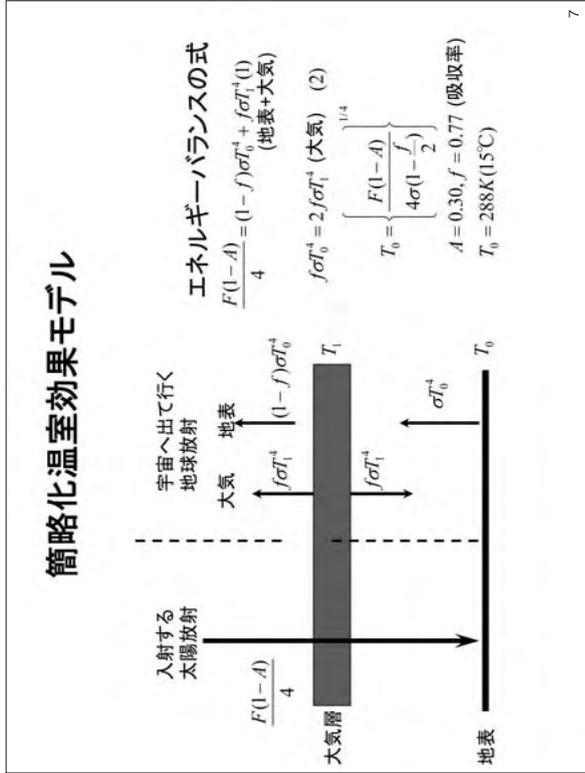
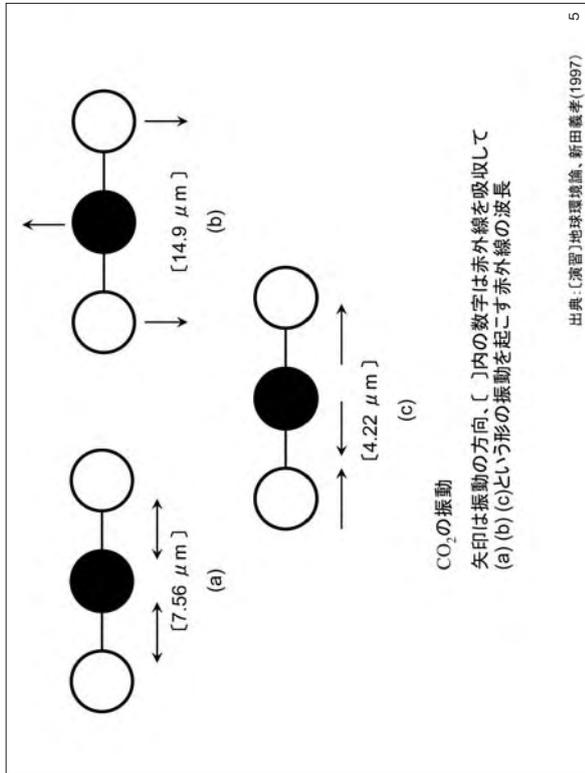


$$4\pi R^2 \sigma T^4 = \pi R^2 (1-A) F$$

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

A (アルベド) = 0.3 F (太陽定数) = 1368 W/m²
 σ (ステファン・ボルツマン定数) = 5.67 × 10⁻⁸ W/m²·K

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



大気による放射の吸収(4)

それぞれの時間積分期間の地球温暖化ポテンシヤル

気体	寿命	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

大気化学入門 D.J.ジェイコブ(逆瀬豊訳)東大出版会 8

放射強制力と地表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

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

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

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

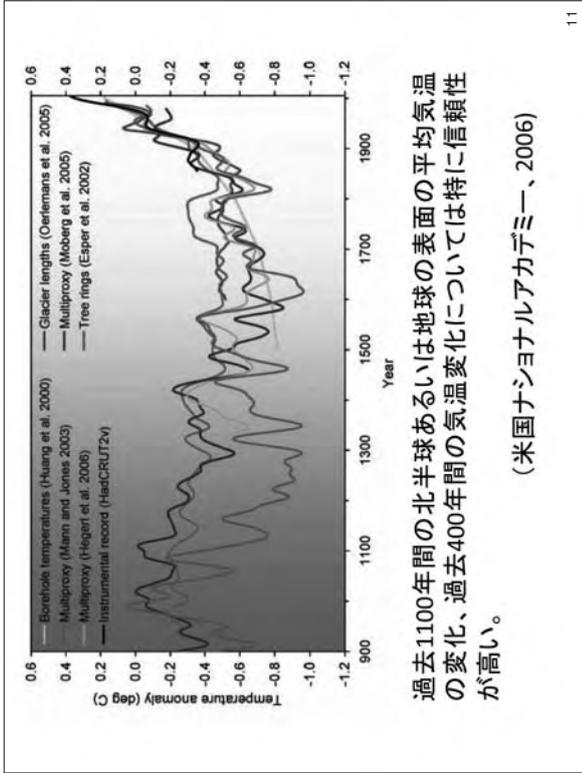
* 大循環モデルを用いたシミュレーションより

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

* 氷河期と間氷期との比較より

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

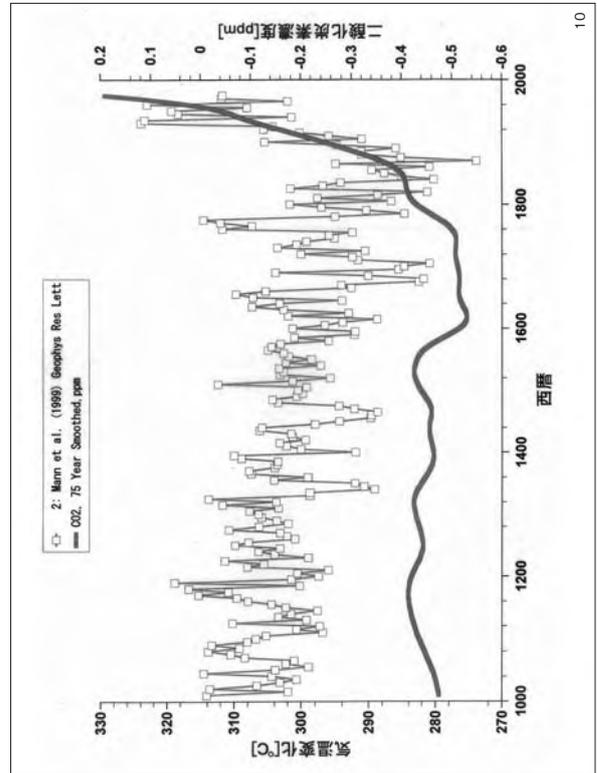
9



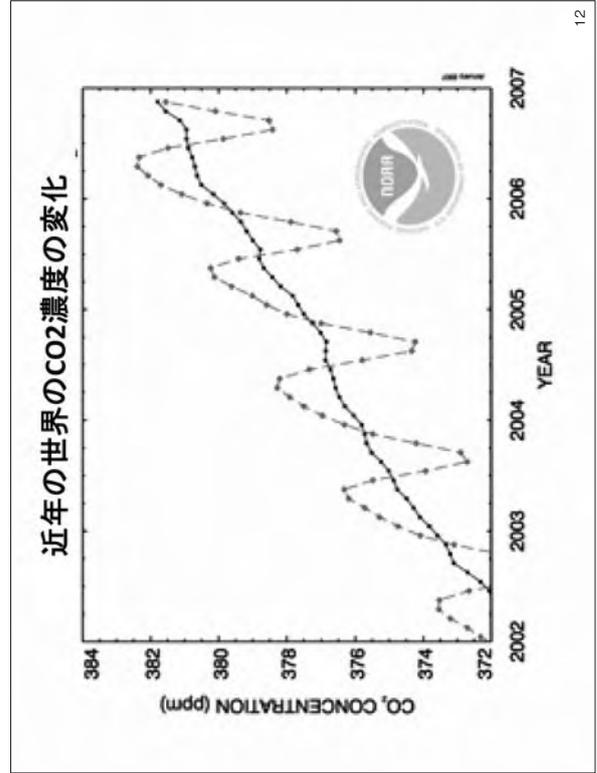
過去1100年間の北半球あるいは地球の表面の平均気温の変化、過去400年間の気温変化については特に信頼性が高い。

(米国家ショナルアカデミー、2006)

11

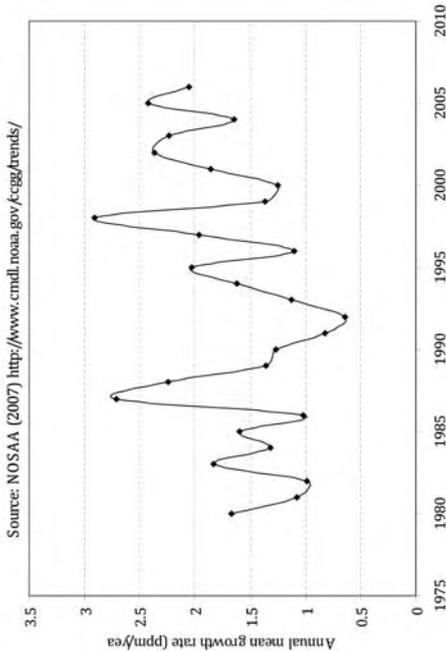


10



12

大気中のCO₂濃度の各年度の増加量



13

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

15

大気中のCO₂の増加速度

CO₂濃度は平均1.9ppm/年 増加
IPCC第4次レポートによる
 CO₂の増加量 = $1.9 \times 80 = 152$ 億トン/年
 (CO₂・1ppmの重量 = 80億トン)

1年間に152億トンもCO₂が大気中に蓄積されつつある！

14

産業革命以降、
大気中に蓄積したCO₂の重量

産業革命前のCO₂濃度 = 約280ppm
 現在のCO₂濃度 = 380ppm
 CO₂濃度の上昇値 = $380 - 280 = 100$ ppm

CO₂増加量 = $100 \times 80 = 8000$ 億トン

16

温暖化ガス排出状況

地球の表面温度
2000年までに0.7℃、2006年までに0.8度上昇、0.33℃(1990～2005)

GHGの現状
CO₂ 382ppm
過去60万年で最高濃度(おそらく過去2000万年についても)
増加速度は過去42万年間のどの期間の値についても10～100倍速い。
CO_{2e} (kyoto) 455ppm (433～477ppmの範囲)
CO_{2e} (total) 370ppm (311～435ppmの範囲)
エアロゾルの冷却効果はまだ不確定だがそれを取り入れると
地球の表面温度はすでに0.8℃上昇、熱的慣性のために更に
0.6℃は上昇するはず。
現在の地球によるCO₂吸収量は4GtC/y、2030年には2.7 GtC/yまで
減少 (Jones 2003)

17

温暖化ガスとしてCO₂の何が問題か

- (1) 年間排出量が膨大である。264億トン(2005)
- (2) 排出量の60%が海や陸地に吸収されず大気中に残る(大気中寿命、約300年)
- (3) 排出量の20%は数千年は大気中に残留して、地球を温暖化させる
- (4) CO₂を100%削減しても、100年後に大気中濃度は40ppmしか減少しない
- (5) CO₂を100%削減しても、気候システムの熱的慣性により数十年温暖化は続き、0.5℃程度上昇する
- (6) 1℃の表面温度上昇で、海や陸地から400億トンのCO₂が大気中に放出される(温暖化を加速化させる)

19

化石燃料起源のCO₂は、大気中に地質年代的な長期間留まる

Fate of fossil fuel CO₂ in geological time
David Archer, University of Chicago, Chicago, Illinois, USA
J. Geophysical Research, Vol.110,(2005)

大気中に排出された化石燃料起源の平均寿命は長い尾を引き、30,000～35,000年の範囲である。
このためCO₂排出による温暖化の影響は氷床、メタンク拉斯レート、貯蔵物、氷河期間氷期・気候ダイナミックスと相互作用する可能性がある。
大気中に排出されたCO₂の長寿命は、長寿命の核燃料廃棄物などには一般に知られていない。
放出されたCO₂は1,000年後に17～33%、1万年後に10～15%、10万年後に7%大気中に残存する。一般の議論においては人為的起源のCO₂の寿命は300年を選ぶのが良いであろう(しかし、25%は永久に残るということを付け加えて)。

18

気候安定化のために必要なCO₂削減率についての考え方

- 60%** 現在、排出量の60%が吸収されずに大気中に残る。
すべての国及び市民は60%削減を目指すべき。
- 10%(?)** 先進国は途上国より多く削減すべき。
これまでに既に大量に排出して来たから。
- 10%(?)** 温暖化の進行に伴って今後、海、陸地のCO₂吸収能力が減少し、一方、陸地や海からCO₂、CH₄が放出されるため削減率を増やす必要がある。
- 望ましい削減率=60+10+10=80%程度**
できるだけ早く、遅くとも2050年までに達成を!

20

既に現われている“地球温暖化”の影響

- 山岳の氷河の縮小や後退
- 永久凍土の融解
- 河川・湖沼の結氷期間の短縮
- 中・高緯度地域の生長期間の延長
- 植物・動物生存域の極方向や高地への移動
- 植物・動物種の生育数の減少
- 開花時期、昆虫の出現、鳥の卵生の早期化
- 海洋の酸性化
- 海洋・淡水生態系への影響(サンゴ礁の劣化・消失、北大西洋のプラントンの北上など)
- 人間社会・経済活動への影響
- 農業への影響(アフリカのサヘル地域の干ばつによる穀物収量減少、ブドウ栽培への影響など)
- 人の健康影響(熱波の増加、生物触媒性・水媒介性感染症の増加)

21

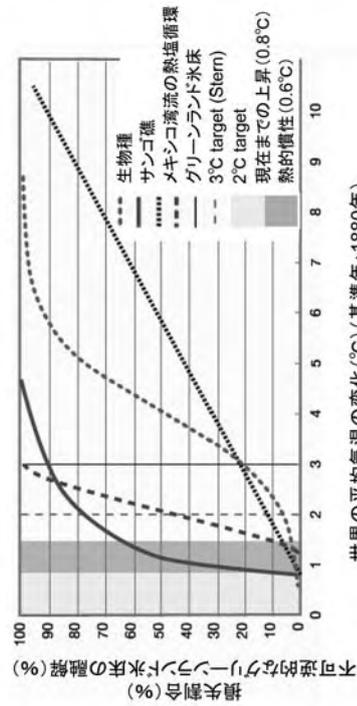
気温上昇と環境影響予測

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、グリーン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、米床の全面融解が始まる、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 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ワ湿地、中国の北方森林は完全消滅 南アフリカの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・サハラの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、 ゾンンドラは60%消失、タイガが44%消失、北大西洋海流は50%以上の確率で停止 など

23

損失曲線と温度上昇ターゲット

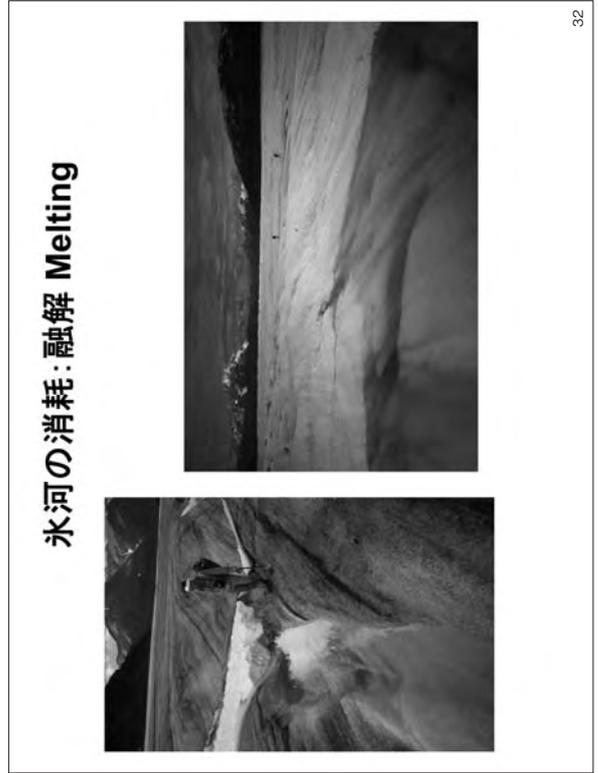
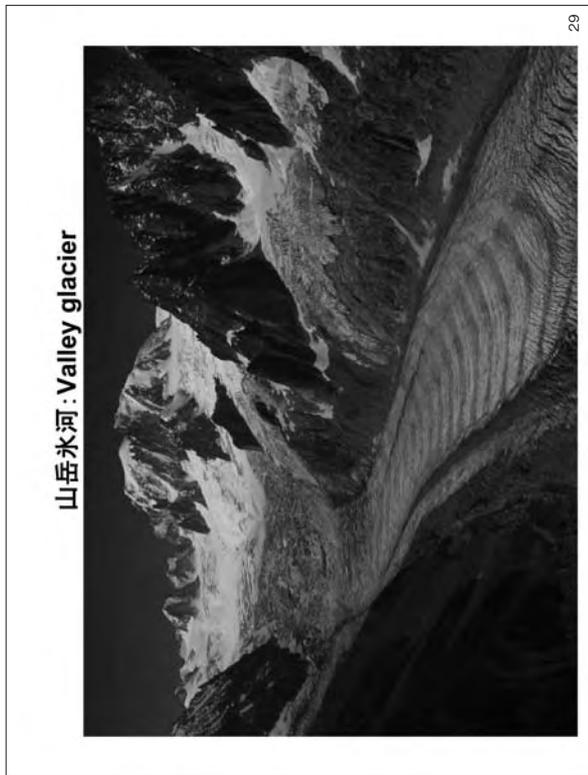
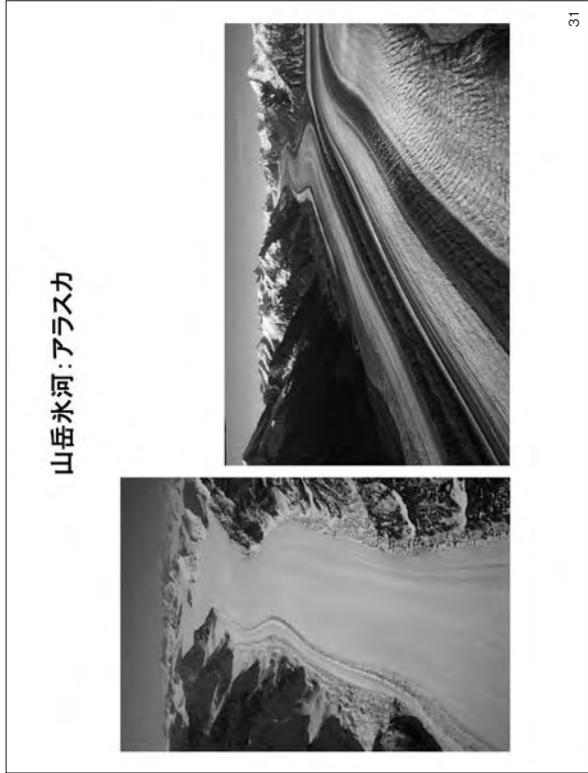


Source: Damage curves from Jones, RN and BL Preston, 2006, "Climate Change Impacts, Risk and the Benefits of Mitigation". A report for the Energy Futures Forum. (CSIRO Marine and Atmospheric Research)

24

地球温暖化は 気候激変あるいは気候崩壊を招く

22



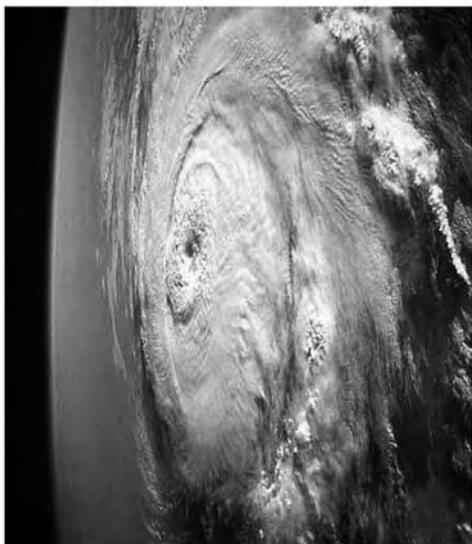
強大な台風



強風でなぎ倒された電柱（沖縄 宮古島 2003）

35

サイクロン



インド洋上に発生した巨大なサイクロン

33

高潮



（福岡 周防灘 1999）

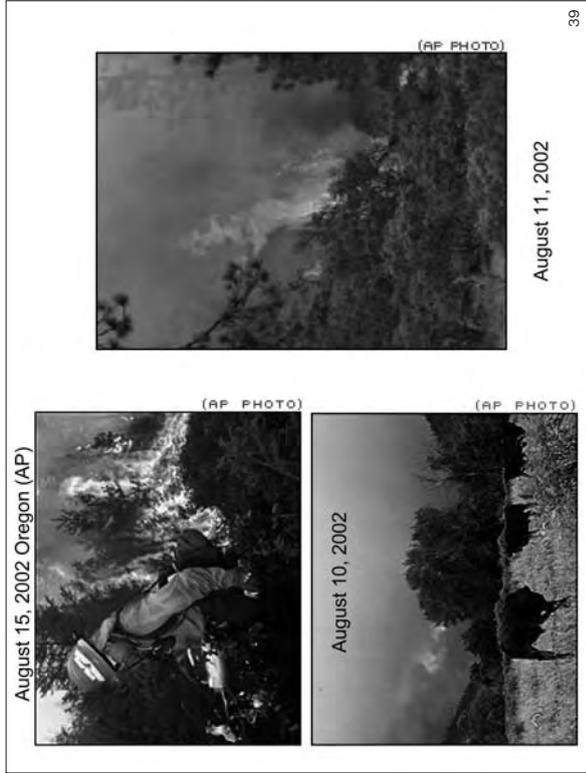
36

ハリケーン



大型ハリケーン「ミッチ」直撃の後（ホンジュラス トルヒーヨ 1998）

34



水不足



水を求めて砂漠を見渡す子供（サヘル地域）

43

食料不足



41

飢餓

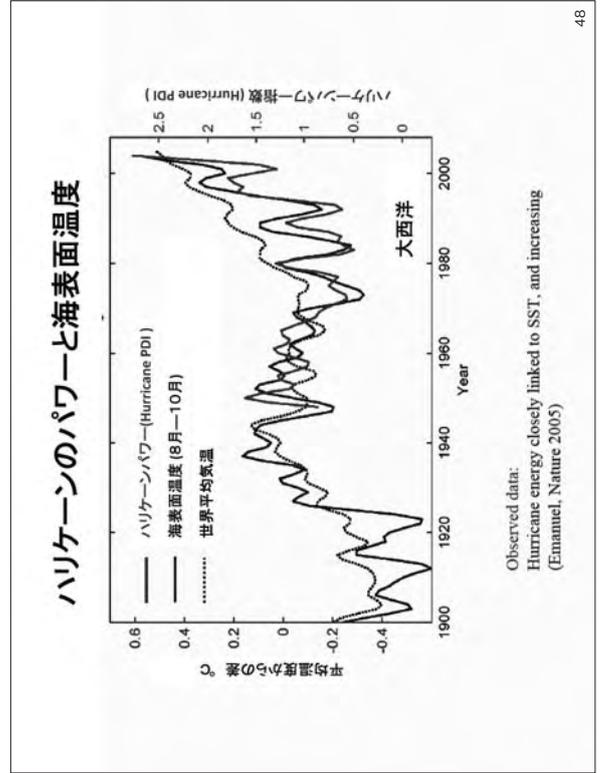
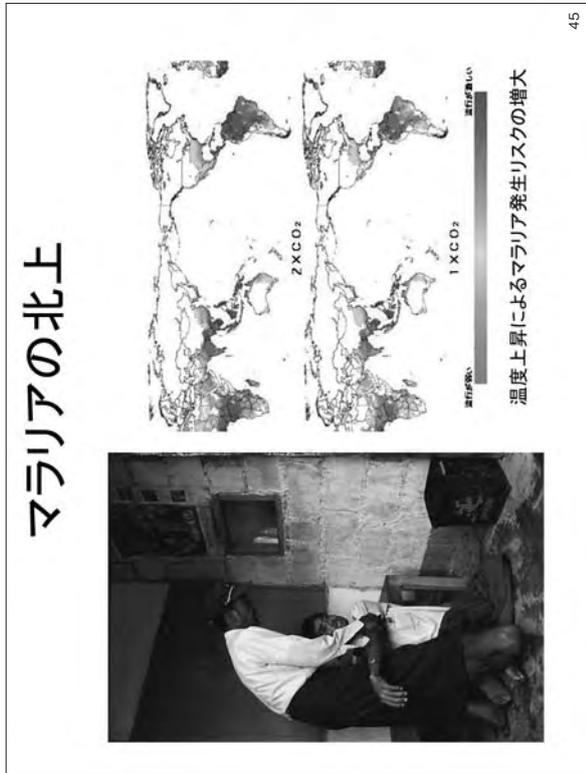


42



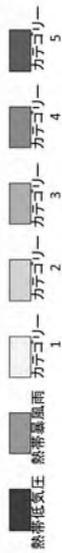
砂漠化による環境難民（モーリタニア 2002）

44



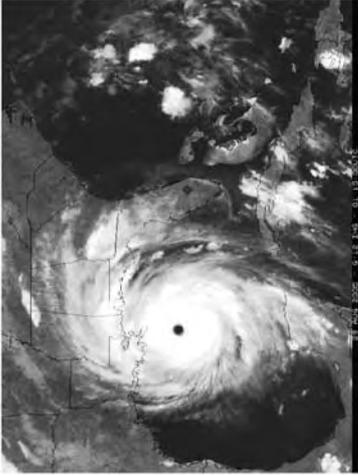
熱帯性低気圧による危機

150年間に於ける熱帯低気圧軌道と強度



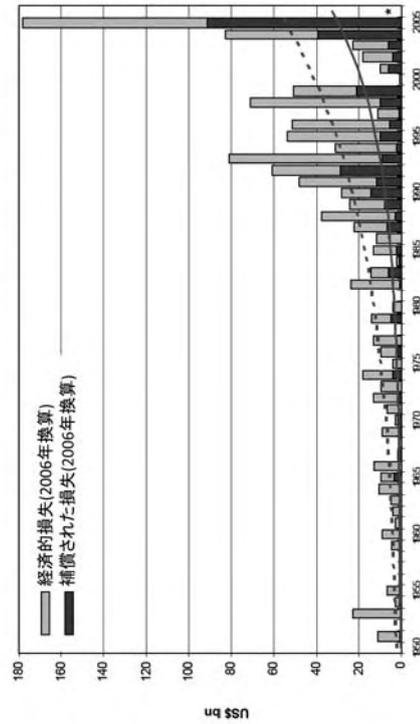
カテゴリー5に発達したハリケーン・カトリーナ

カトリーナ(Katrina)は上陸(2005年8月29日)直前に、中心気圧902ヘクトパスカル、最大風速約75メートル、最大瞬間風速約90メートルを記録。風速25メートル以上の暴風域は半径約220キロに及んだ。



出典)CIMSS

1950年から2006年における大規模な気候災害



*定額上2006年は大規模な気候災害はなし

© 2007 NMCISERVICE, Geo Risks Research, Munich Re

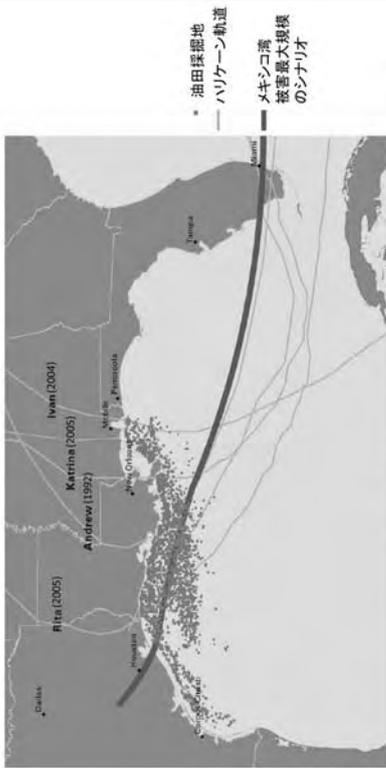
＜ハリケーン・カトリーナ、リタ、ウィルマの損失 9.11事件の損失を上回る＞

Financial Times 2005年12月20日

2005年にアメリカを襲ったハリケーン・カトリーナ、リタ、ウィルマの損失額(保険でカバーされたもの)は800億ドル(8兆8000億円)近くに上り、これまでの記録保持者、1992年のハリケーン・アンドリューや、2001年9月11日の同時多発テロ事件を上回ると推計されている。3つのハリケーンは、合計で住宅200万件、石油施設40カ所、沖合いの施設150カ所以上を襲撃した。ハノーバー再保険社のGraber氏は、「これまで、専門家の多くは、起こりえる最大の損失額は、およそ800億ドル(8兆8000億円)と見込んできた。しかし、カトリーナの後、現実には、総額1200億ドル(13兆2000億円)、さらには2000億ドル(22兆円)と見込むべきだと考える者が出てきた。世界中の再保険業界の資本ベースが僅か1300億ドル(14兆3000億円)であることを考えると、これは憂慮すべき事態だ」と述べる。 World Environmental Policy News -2005. 12. 27-

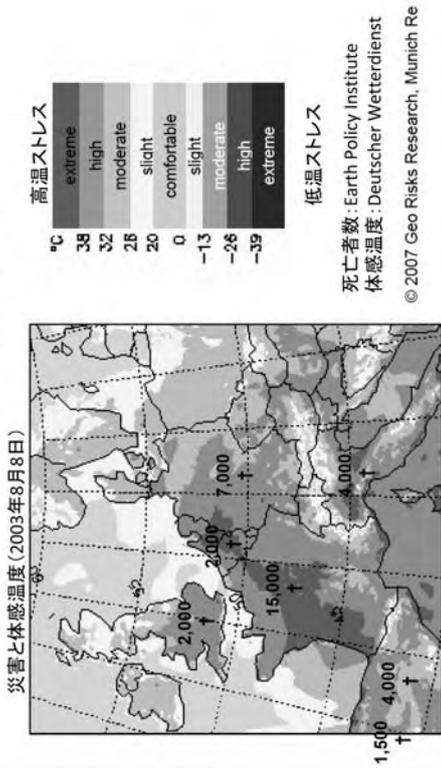
(財)環境情報普及センター

被害最大規模のハリケーン軌道シナリオ



油田探掘地はIvan, Katrina, Ritaにより甚大な被害を被ってきた。しかし最悪のシナリオではこれまでに以上の損失が考えられる。また海岸に沿ってハリケーンが移動する場合もあり得る。

約35,000もの自然災害・人災を引き起こした2003年のヨーロッパにおける熱波

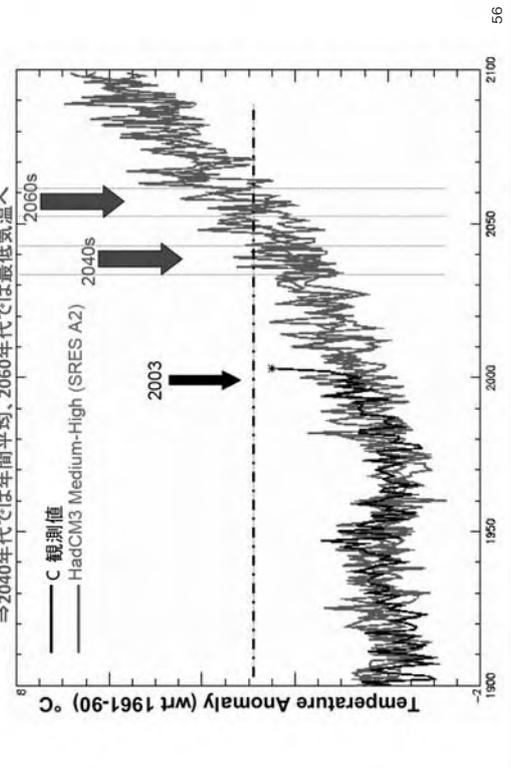


高温ストレス
 extreme 38
 high 32
 moderate 26
 slight 20
 comfortable 0
 slight -13
 moderate -26
 high -39
 extreme
 低温ストレス
 死亡者数: Earth Policy Institute
 体感温度: Deutscher Wetterdienst
 © 2007 Geo Risks Research, Munich Re

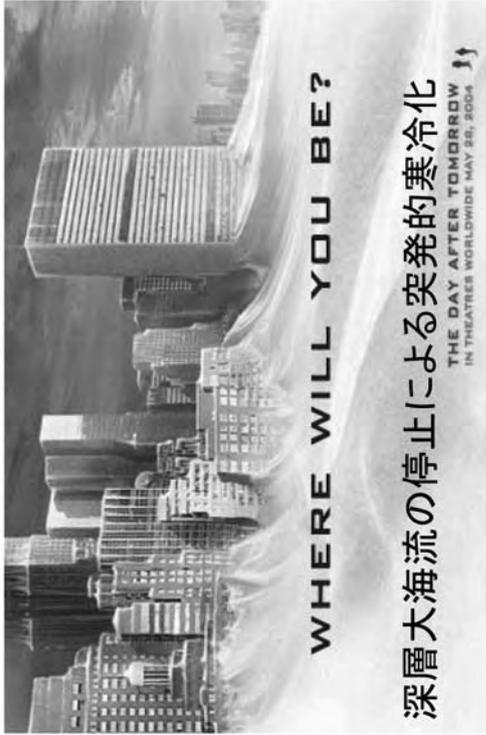
南半球で観測史上初めて出現したサイクロン (カタリーナ)



ヨーロッパにおける2003年夏季の気温



The Day After Tomorrow



59

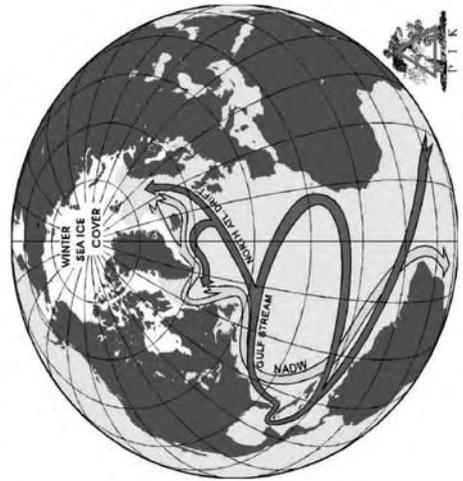
A1Bシナリオにおける干ばつ予測



A1Bシナリオにおける乾燥期最長日数の変化率を示す。乾燥期の最長日数とは日降水量1mm以下の連続日数を表す。図は1961-1990年と比較した2071-2100年代の変化率。

57

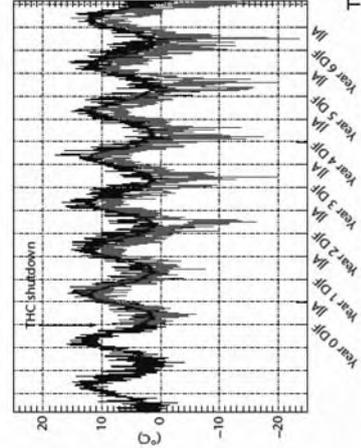
欧州の無償のセントラルヒーティング
21世紀中は停止しないと予測 (IPCC)



58

熱塩循環が停止した場合の英国中心部の
気温のシミュレーション

Hadley Centre (UK, 2005)

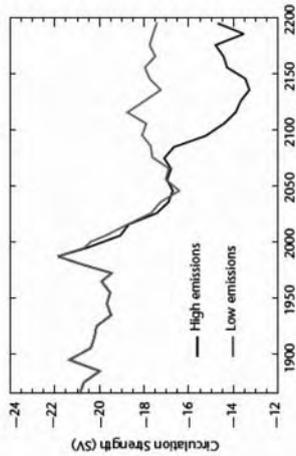


THCが停止した場合 (赤色) と THCが停止しない場合 (黒色) のイングランド中心部の最低気温 -10°C を下回る日数が倍増

60

地球温暖化に伴う熱塩循環の減速のシミュレーション

Hadley Centre (UK, 2005)



IPCCの将来のエミッションシナリオを基にしたハドレーセンター気候モデルによる北大西洋の循環強度のシミュレーション
2050年までに約20%減少

61

Arctic Climate Impact Assessment=ACIA, 2004

北極域の気候影響評価

Cambridge University Press

- (1) 北極周囲の8カ国の研究者によるレポート
IPCCの予測値より2倍速い速度で北極圏で温暖化が進行
アラスカ、シベリア等の北極圏で過去50年間で3~4℃気温上昇このペースでいけば今後100年間で陸域で4~7℃、海域では7~10℃あるいはそれ以上の気温上昇があると予測する。
- (2) 海水面積の縮小
1300万km² (1950) → 11150万km² (2003)
今後縮小傾向は加速、2100年には50%まで縮小し、夏季には北極海から完全に氷が消える可能性もある。
- (3) 氷の大量融解により地球規模の海流循環が変わる可能性
- (4) 永久凍土の融解により温暖化が加速する。内陸の大気の乾燥化、森林火災の増大の可能性
- (5) オゾン層が薄くなることによる有害紫外線の増加が今後数十年間は続く。

63

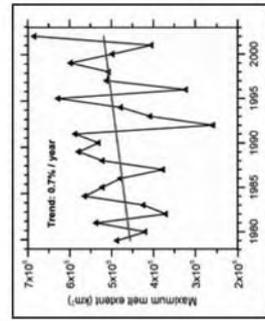
北極圏の温暖化による影響報告



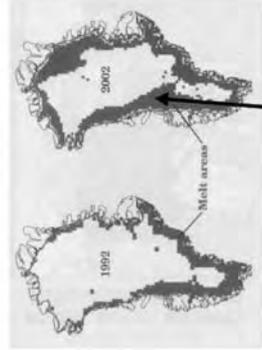
IMPACTS OF A WARMING ARCTIC

62

グリーンランド氷床融解の激化



- ・2002年に観測史上最大の融解面積
- ・海拔最大2000mまで融解
- ・1979年から2002年に16%の面積増加



氷の厚さが5年間に70m減少

2002年の観測史上最高融解面積の記録は2005年に更新された

Source: Waleed Abdalati, ゴダード宇宙飛行センター⁶⁴

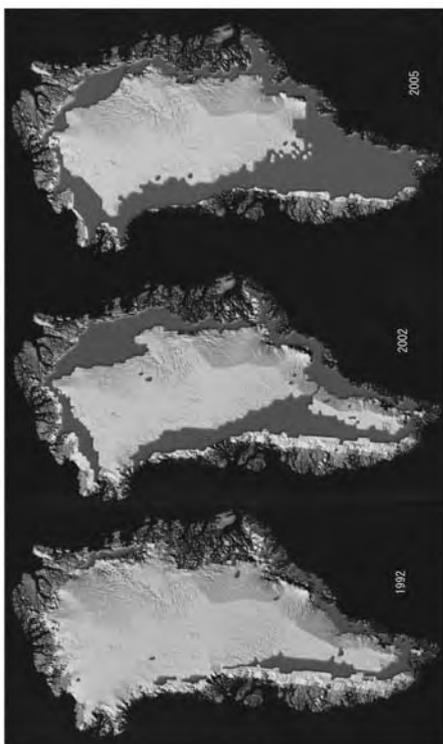
グリーンランド東海岸で氷河の流動速度が38m/日（14km/年）に達している

*Glacial Meltdown Speeding Up
Gordon Hamilton and Leigh Stearns
The University of Maine, USA*

2005年6月22日から7月26日までグリーンランドで氷河流動を調査したKangerdlugssuag Glacierの流動速度は1988年に5km/年だったものが今年には14km/年に劇的に増大（3倍化）していることが分かった。これは氷河の移動速度としては世界最大である。別の研究者はグリーンランドの最大氷河Jakobshavn Glacierも移動速度が13km/年に達していると報告している。

67

Measurement of Greenland ice melting in 1992, 2002 and 2005



Source: Al Gore, 2006

65

グリーンランドの氷床の夏の雪解け水が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としての役割を果たしている。

(J. Hansen)



66

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

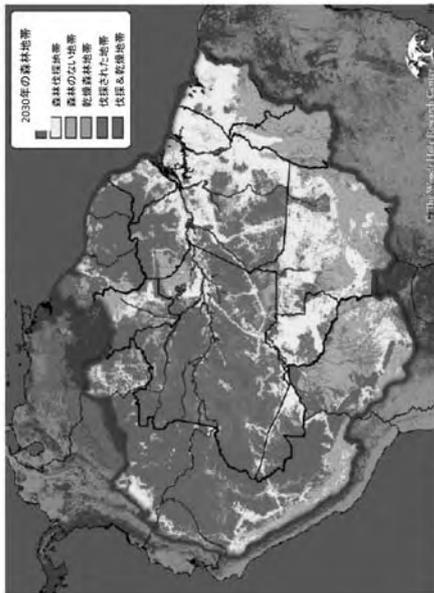
流域700万km²、世界の生物種の1/4が住む、世界の淡水の20%、毎年7兆トンの水が蒸発
2002年の森林伐採(ブラジル)25,000km²
1990年以降の毎年の平均森林伐採(ブラジル)18,000km²
既に伐採された森林の割合16% (650,000km²)
人口、約3000万人、原住民2000万人、200を超える言語
700億トンの炭素がバイオマスに蓄積されている。

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℃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(555～269億トン)が大気中に放出されてしまうであろう

68

2030年のアマゾンの姿

ウツスホールズ研究所 (2007) による



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

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

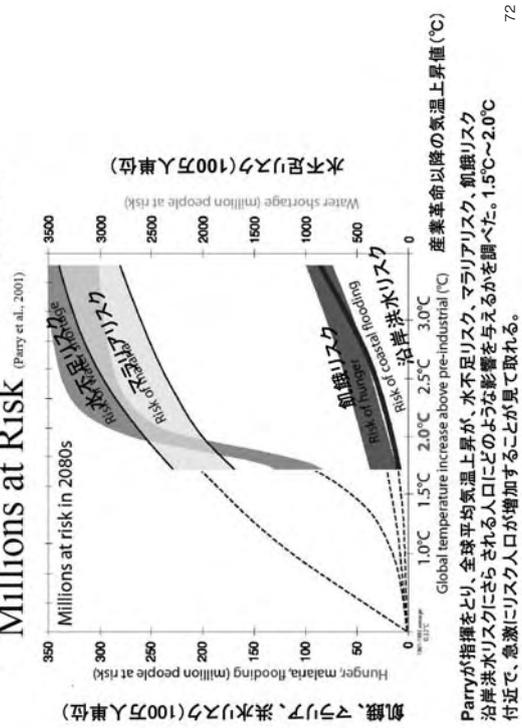
結果

- (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年の方が多い。
気温、降雨量、海面上昇が大きいため。
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) 削減策 (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、より良いマテリアルコントロールなどはwin-winの戦略である。

気候リスクを回避するための 気候ターゲット2°C

気温上昇を2°C以下に抑制する

リスクにさらされる人口 (100万人単位) Millions at Risk



温暖化によって地球表面に蓄積された熱量は人類の毎年使用している熱量の約400倍

20C後半に蓄積された熱量(J.Hansen)

氷の融解	1.9×10^{22} Joules
大気の温暖化	0.26×10^{22} Joules
陸地の温暖化	0.37×10^{22} Joules
海洋の温暖化	16×10^{22} Joules
世界の1次エネルギー消費量(2005年)	4.43×10^{20} Joules

Source:PB Statistical Review of World Energy,June 2006,P39

75

気温上昇2°C時に水不足リスク人口が急激に増加

(単位 100万人)

	2050年	2080年
水不足リスク人口	2700	3300
マリア	230	260
洪水	30	30
飢餓	10	40
計	29.4億人	36.3億人

73

地球の気候システムには熱的慣性がある！

温度上昇をある温度以下に抑制しようとすると

早期対応が必要になる。

ある時点を越えると目標値が突破されてしまう。

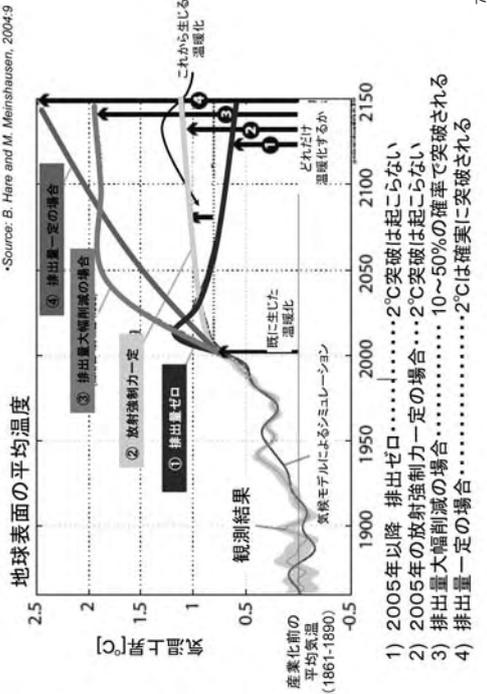
この時点を**Point of No Return**と言う。

このままでは気候ターゲット2°Cを突破するのは必至である。

76

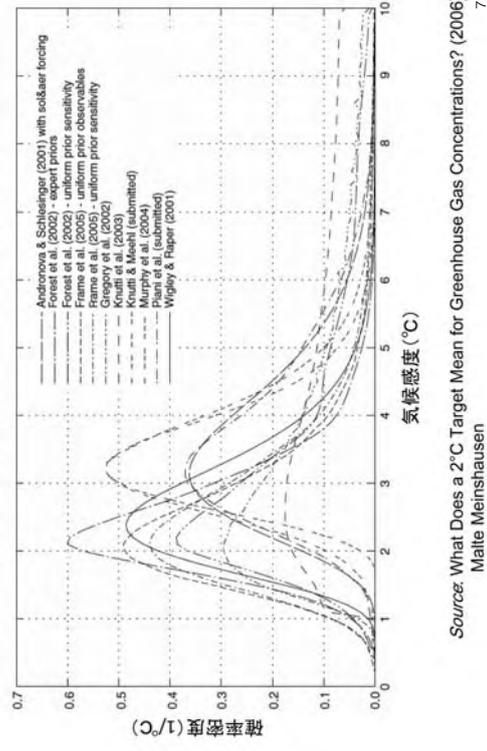
74

気候ターゲット2°C突破の可能性



77

確率密度関数(PDF)の研究例



79

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。

$$T_2 = A \log[560 (\text{CO}_2 \text{濃度産業化前濃度の倍増時の温度})]$$

$$T_1 = A \log[280 (\text{産業化前のCO}_2 \text{濃度280ppm時の温度})]$$

$$T_2 - T_1 = A \log(560) - A \log(280) = A \log(2) = CS (\text{Climate Sensitivity})$$

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

$$\text{表面温度上昇 } T - T_1 = (CS / \log(2)) \log(C/280)$$

78

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

Malte Meinshausen, Avoiding Dangerous Climate Change p265 (2006)

80



83

私達はポイント・オブ・ノーリターンを越えてしまったか？

81

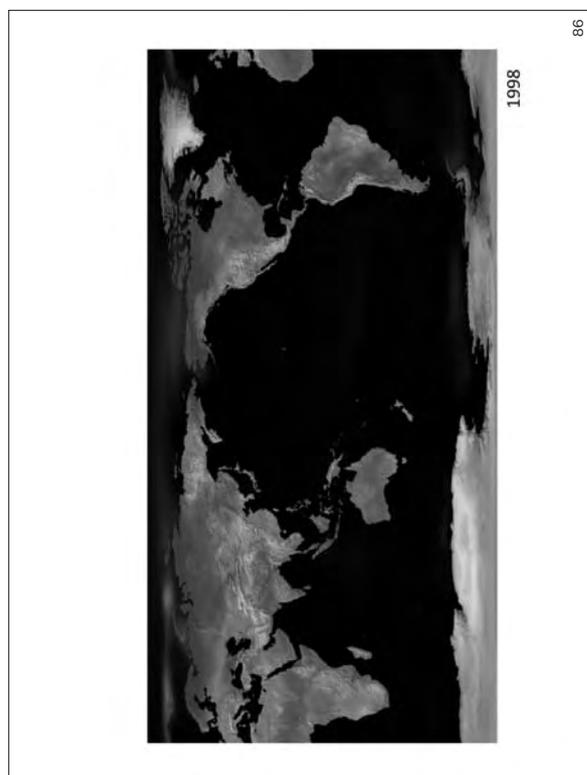
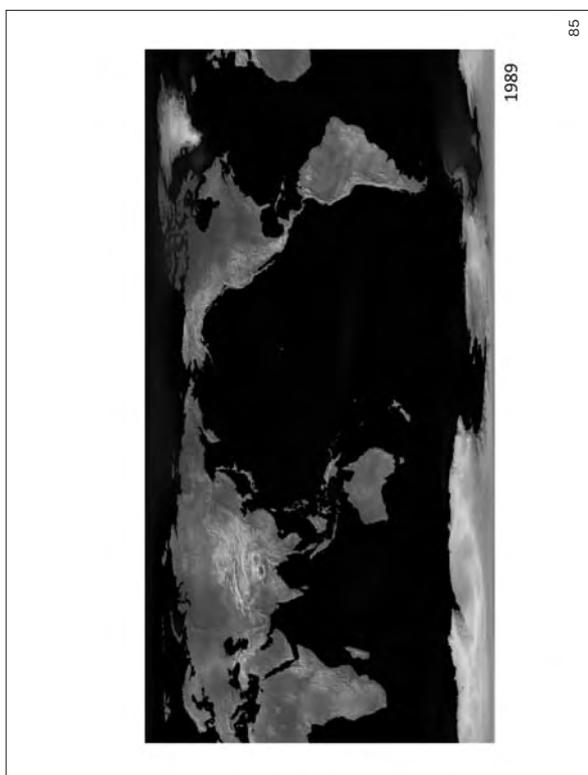
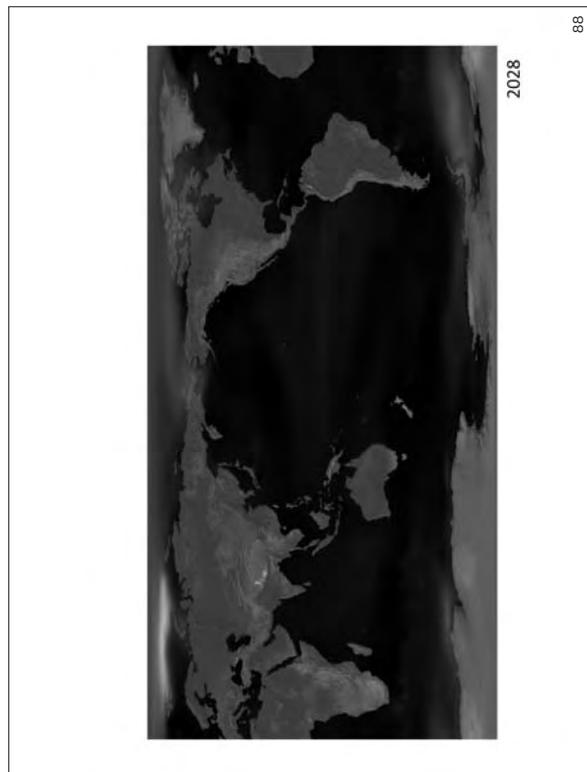
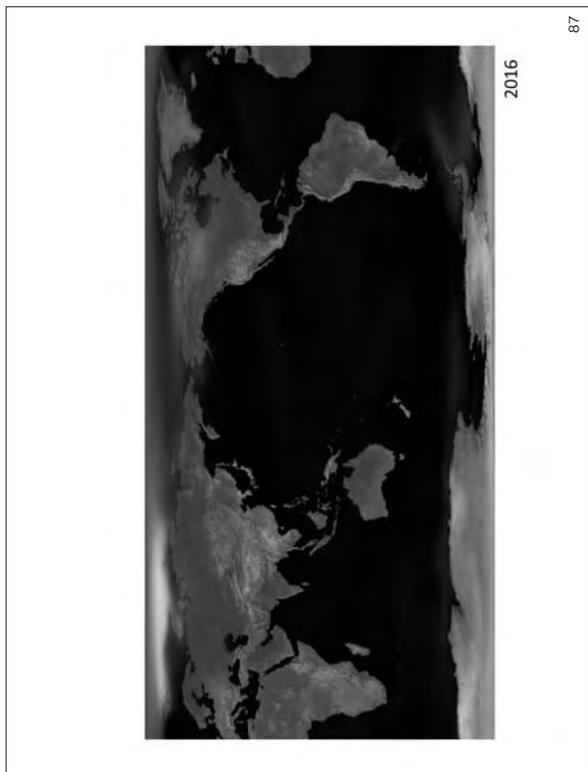


84



James Lovelock
“地球は地球温暖化の引き返すことのできない時点を通り過ぎてしまった”
1月18日 2006年, *The Star*

82



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°C(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ミュレータで、現時点で裁量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°C	2016年に突破
2°C	2028年 "
3°C	2052年 "
4°C	2069年 "

91



2040

89

急激な人口増加の一方で、
他の生物種の絶滅が
加速化している。



2052

90

Living Planet Report 2004 生きている地球レポート
 WWF, UNEP, WCMC, Global Footprint Network
 ed. by J. Loh and M. Wackernagel

- (1) 生きている地球指標 (LPI)
 陸生物種 555種 約3000の個体群の (数の変化を調査
 淡水生物種 323種 LPIはこの変化の平均値
 海洋生物種 267種 LPIは40%低下した。
 1970~2000年にかけてLPIは40%低下した。
- (2) EF 2001年に135億g. ha (2. 2g. ha/人)
 地球の生物生産力は131億グローバルヘクタール (地表面積の約1/4)
 人類のエコロジカル・フットプリントは1961年の2. 5倍に拡大した。
 また地球の生物学的収容力を20%オーバーした。

93

気温上昇が2016年に1.5°Cを突破すると
 人類以外の生物種の大量絶滅が
 憂慮される。
 そうすると2006年が生物種・大量絶滅の
 ポイント・オブ・ノーリターンか？

95



94

昇温速度の生態系に与える影響についての予測と観測値

産業革命以降の昇温速度	生態系へのインパクト	地域	Ref.
0.6°C/20年 現在0.17±0.05°C/10年	1000年間で最速	全球	IPCC2001
0.05°C/10年	生態系を保全するために提案されているしきい値	"	Leemans&Van Vliet 2005
0.1°C/10年	これを超える生態系がダメージを受ける	"	Vellinga&Swant 1991
0.1°C/10年	50%の生態系は適応可能 森林生態系が先ず被害を受ける	"	"
0.3°C/10年	30%の生態系が適応可能 生態系の応答は平衡から遅れる ペスト、病気、火災への脆弱さ高くなる	"	Leemans and Eickhont 2004
0.4°C/10年	ほとんどの生態系が急速に劣化 炭素が大気中へ出てゆく	"	Leemans and Eickhont 2003 Neilson 1993
0.46°C/10年	北極圏での現在の昇温速度	"	Folkestad 2005

Ref: Avoiding Dangerous Climate Change
 Rapid Species Responses to Changes in Climate Require Stringent Climate Protection Targets

気温上昇1.5°C以下、昇温速度0.05°C/10年が要請される

96

An Inconvenient Truth (不都合な真実)

元米副大統領 アル・ゴア著
同名のドキュメンタリー映画(パラマウント)5月24日公開予定

“人類は時限爆弾の上にいる、もし全世界の科学者の言うことが正しければ主要なカタストロフを避けるための時間はもう10年しかない。”

地球温暖化のインパクト

- (1) 死者は今の2倍、あと25年で年間30万人に達する、
- (2) 海面水位上昇は4m以上、グリーンランドや南極の氷の融解で沿岸部は大きな影響を受けるだろう、
- (3) 熱波はもつと頻繁に、そして強力になるだろう、
- (4) 干ばつ、森林火災はもつと頻繁に起こるだろう、
- (5) 北極海から夏は氷が消えるだろう、
- (6) 2050年までに100万種以上の生物が絶滅するだろう。

99



97



98



An Inconvenient Truth
ホームページより
<http://www.climatecrisis.net/>

100

地球の気候システムの特徴は、正のフィードバックが支配的であることである。

温暖化は更なる温暖化を引き起こす。
 寒冷化は更なる寒冷化を引き起こす。

全球凍結 (Snowball Earth)はあったが、金星のような状態になったことはない。

- * 大陸、氷床、植生分布を一定としてCO₂濃度倍増時の表面温度の上昇値は3°C(気候感度)である。気候シミュレーションと経験的な考察から。これは水蒸気、海氷、雲の速いフィードバックを取り入れた結果。
- * ミランコヴィッチサイクルによる放射強制力の変化は0.25W/m²に過ぎない。その変化を増幅するのが温暖化効果ガス、氷床、植生分布、凍土融解によるメタンガスなどである。

103

温暖化の加速

今なら気候リスクを回避可能 → 温暖化の暴走? 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

101

気候変動はなぜ予測より激しいのかも知れないのか

Barrie Pittock
 Commonwealth Scientific and Industrial and
 Research Organization Aspendals, Australia

- (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、高緯度の大气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

102

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?

104

北極海水、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)、
チップングポイントに達したかも知れない(Serreze)

北極海水の面積	これまでの最少記録	2005年9月22日	531.5万km ²
	今回の記録	2007年8月15日	530.7万km ²

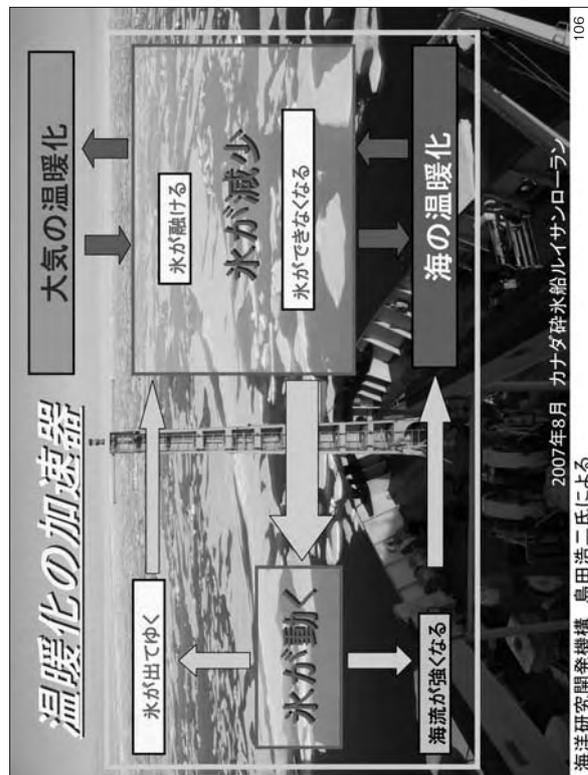
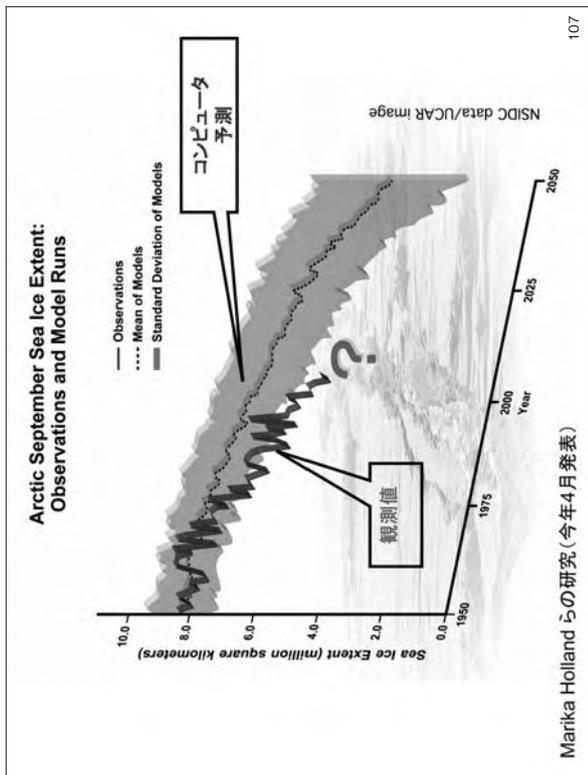
1日に21万km²融解した日もあったという。
海水減少は9月中旬まで続き、記録を更新する見込み
これはIPCC第四次レポートの中で予測した 30~40年後の北極海の状態に近く、
予測モデルが不十分であることの表れであると考えられる。
理由 (1)沿岸域の薄く、融く溶けやすい水が北極海内部へ侵入
(2)海水融解で海洋の温暖化が進み、海水融解が加速化
(3)北極海からの海水流出の増加(風と海流で)

今年の夏は海水面の水温も氷点下0.8~0.6℃と2000年以降最高
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

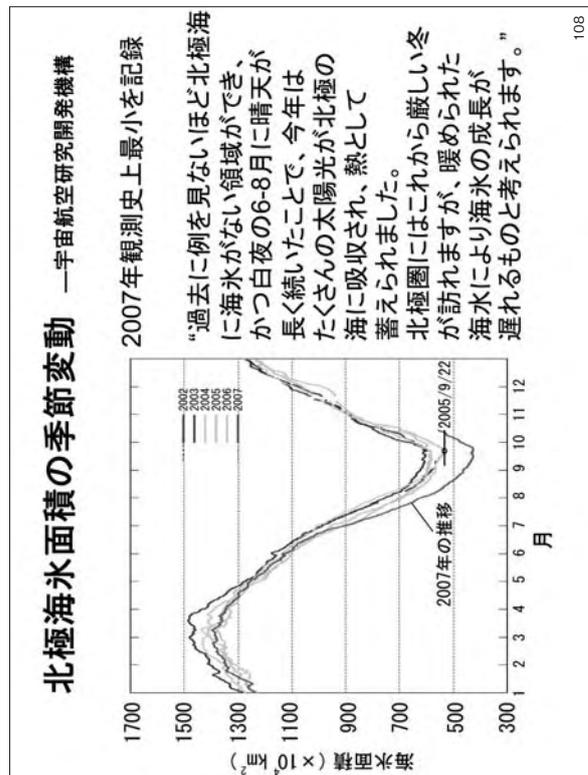
The Independent 17 2007, by Steve Connor, Science Editor
Dr. Serreze (National Snow and Ice Data Centre, USA)

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。

107



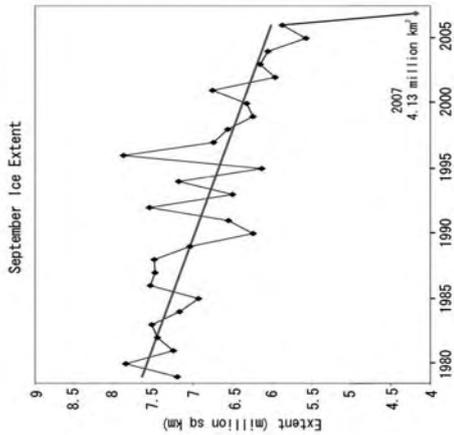
106



108

9月の北極海面積(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

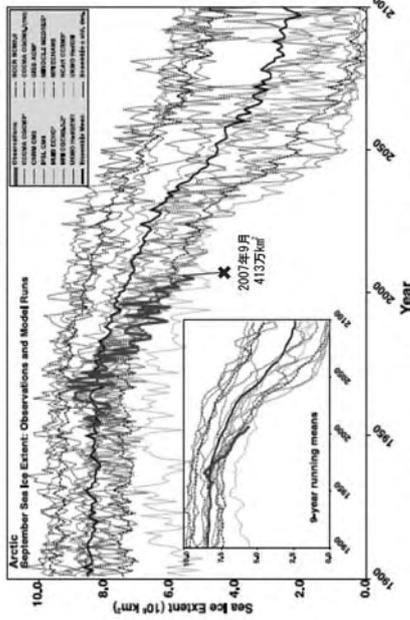


2007年9月16日に413万km²を記録し、過去の最小記録を更新した。北極海水はチッピングポイントを超えて、ランナウェイ融解を続け、2030年夏にも消滅するとの説も提案されている。

Source: National Snow and Ice Data Center
109

北極海水の減少, 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。
111

北極海水の面積、観測史上の最小値を更新

米国立雪氷データセンター

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



2007年9月16日(年最小値) 413万km²
2005年9月21日(年最小値) 532万km²
110

北極海水は既にチッピングポイントを越えてしまった

2030年夏頃の完全消滅(NASA Serreze博士)へ向かってランナウェイ減少を続ける見込。これによって温暖化は更に加速。
by Tim Lenton教授, John Schellnhuber博士, 英国イーストアングリア大

- (1)「グリーンランド氷床(GIS)の融解」のチッピングポイントも早晚越えられよう。現在より気温上昇1°Cでチッピングポイントを越える(Tim Lenton), 気候システムの熱的慣性により今後0.7°Cは必ず上昇。GISは300年で融解し、海面水位は7m上昇(Schellnhuber)
- (2)21世紀中頃にはチッピングポイントに到達することが予想される気候サグシステム, アマゾンの熱帯雨林, 西南極大陸氷床, 北方林, サハラの大規模化と西アフリカのモンスーン移動, 北大西洋海流, エルニーニョ南方振動
- (3)最悪の場合カスケード効果が予想される
熱塩循環の停止→メキシコ湾流の停止, アジアモンスーンの停止と南極海の温暖化
→西南極大陸氷床の崩壊→更に海面水位7mの上昇

チッピングポイントの予測は現在の気候モデルでは困難(非線形, 確率的性格のため)

北極海氷の消失と北アメリカの降雨量

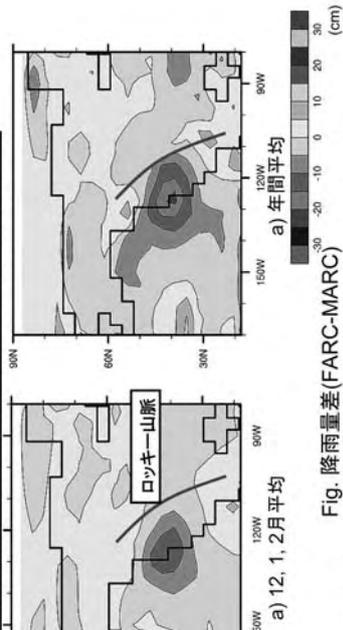


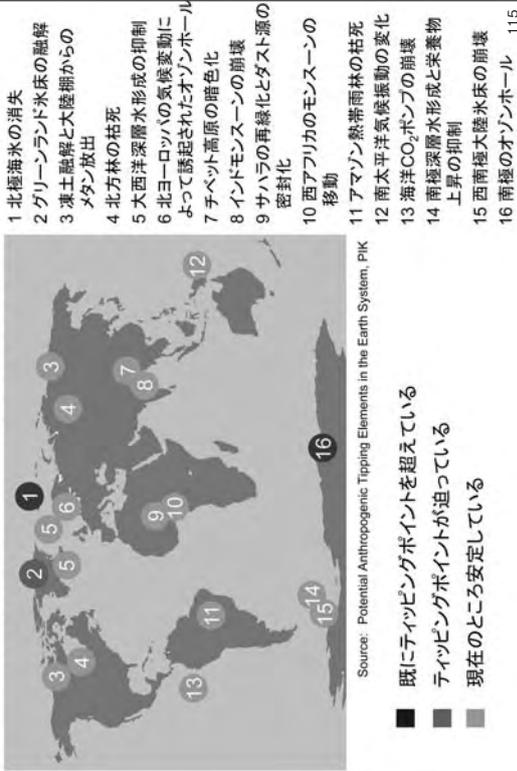
Fig. 降雨量差(FARC-MARC)

- ◆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)

世界のティッピングエレメンツ(Tipping Elements)



- 1 北極海氷の消失
- 2 グリーンランド氷床の融解
- 3 凍土融解と大陸棚からのメタン放出
- 4 北方林の枯死
- 5 大西洋深層水形成の抑制
- 6 北ヨーロッパの気候変動によって誘起されたオゾンホール
- 7 チベット高原の暗色化
- 8 インドモンスーンの前壊
- 9 サハラの新緑化とダスト源の密封化
- 10 西アフリカのモンスーンの前壊
- 11 アマゾン熱帯雨林の枯死
- 12 南太平洋気候変動の変化
- 13 海洋CO₂ポンプの崩壊
- 14 南極深層水形成と栄養物上昇の抑制
- 15 西極大陸氷床の前壊
- 16 南極のオゾンホール

■ 既にティッピングポイントを超えている
 ■ ティッピングポイントが迫っている
 ■ 現在のところ安定している

Source: Potential Anthropogenic Tipping Elements in the Earth System, PIK

夏季の北極海氷はあと5年で消滅か

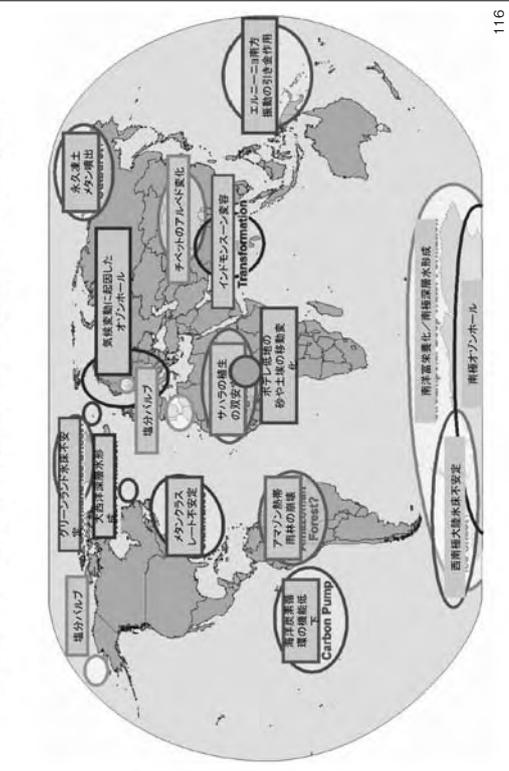
- (1) Arctic Summers ice-free 'by-2013' By Jonathan Amos (BBC News, 12/14/2007)
- (2) Retreating Ice: A blue Arctic Ocean in summers by 2013? By Andrew C. Revkin
- (3) "Toward Prediction of Environmental Arctic Change" Wieslaw Maslowsky, Jaclyn Clement Kinney and Jaromir Jakacki (US Naval Postgraduate School)

Maslowsky教授のグループは、1979～2004の北極海氷のデータを使用。地域的特徴を十分に取り入れた高精度気候モデルによりスーパーコンピュータで計算。その結果、2013年にも夏季の北極海氷は消滅するという結論が得られた。

“2005年、2007年の北極海氷面積の激減というデータを取り入れれば、2013年消滅という予測は余りにも保守的かもしれない。”

従来のIPCCの予測では、2040～2100年に消滅とされてきたが、これらの気候モデルは、いくつかのキーとなる融解プロセスを過小評価していた。例えば、暖かい海流の北極海への流入など。ケンブリッジ大学(UK)のPeter Wadhams教授は体積損失を推定(リカーデータ使用)した結果、Maslowskyグループの予測値と合っていることを示した。海水の厚さが薄くなる速度は、海氷面積の減少速度よりも早い。これは自然のゆらぎではない。

地球システムにおけるティッピングポイント



温暖化地獄の詳細地図

臨界点を超えると予想される時期

地獄の1丁目	夏季の北極海水の消滅	既に超えた?
地獄の2丁目	グリーンランド氷床の全面融解	~2016年
地獄の3丁目	寒帯の森林の枯死	~2050年頃までに
地獄の4丁目	西南極大陸氷床の不安定化	"
地獄の5丁目	アマゾン熱帯雨林の枯死と砂漠化	"
地獄の6丁目	サハラ及び西アフリカのモンスーン~2100年頃までに	"
地獄の7丁目	エルニーニョ南方振動の振幅増大	"
地獄の8丁目	大西洋の深層海洋循環の崩壊	"

Ref. Timothy Lenton and Hans Schellnhuber
Nature Reports Climate Change(2007)

119

Professor Tim Lenton (University of East Anglia)

英国・レントン教授



Professor Hans Joachim Schellnhuber
(Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung)

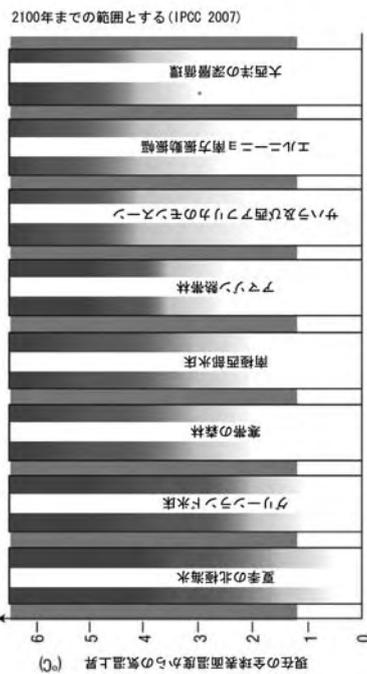
ドイツ・シエルンフーバー教授



ティッピングポイント研究のリーダー

117

ティッピングポイントと気温上昇



各ティッピングポイント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.

118



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。

120

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CO₂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(18~59cm)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km²(1979年)から60万km²(2002年)に増加し、増加速度は4万km²/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層化の共同作用によりラルセル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150km³/年(1500億トン/年)の水が消失している。これは海面上昇1mm/年(10cm/100年)に相当する。
- 海面上昇1cm(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CO₂濃度が350~450ppmのとき(気温は2~3°C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、社会に警告する責任がある。

121

前の間氷期の海面水位は現在より4~6m高かった。

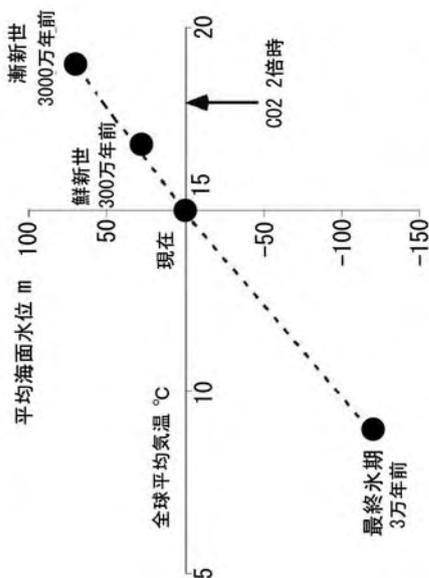
21世紀の氷床融解と海面水位の上昇も従来考えられているよりも早く、大きい可能性がある。

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。

122

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

123

レイク・ウォオビゴン I



レイク・ウォオビゴン II



海面上昇1mlに相当する水を貯めるにはカナダの人が住んでいる地域に高さ200mのダムを建設する必要がある

海面上昇1mlに相当する水を貯めるにはロシアに高さ242mのダムを建設する必要がある
どちらにしても、居住域を犠牲にし、超巨大ダムの建設が必要となるため、氷床の消滅を埋め合わせる事が如何に困難かを示している

(Ref. James Hansen (2007))

124

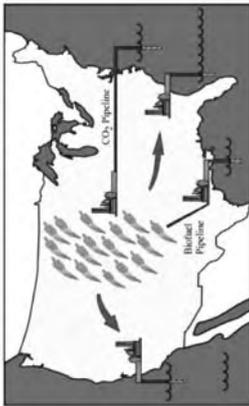
スターン報告書(The Economics of Climate Change)



Nicholas Stern

直ちに確固たる対策を取れ！

バイオ燃料ネガティブCO₂発電所



バイオ燃料を用い、発電で発生する二酸化炭素を深海中の安定層に固定することで、二酸化炭素排出量がマイナスになる発電所の実現が可能
(Ref. James Hansen (2007))

地球温暖化の今

- (1) 加速している(表面温度と海面水位上昇) 正のフィードバックが始まっている。
- (2) 水蒸気、海水、雲などによる早いフィードバックは既に生じている
- (3) 遅いフィードバックも働き始めつつある。
凍土融解によるメタン放出
海洋からのメタン放出
北方への森林拡大
氷床の縮少
- (4) 人類は過去60万年間に無かった速度で大気中に温化効果ガスを注入している(放射強制力を高めている)。
海洋の応答は数十年遅れるため温度上昇が緩和されている。

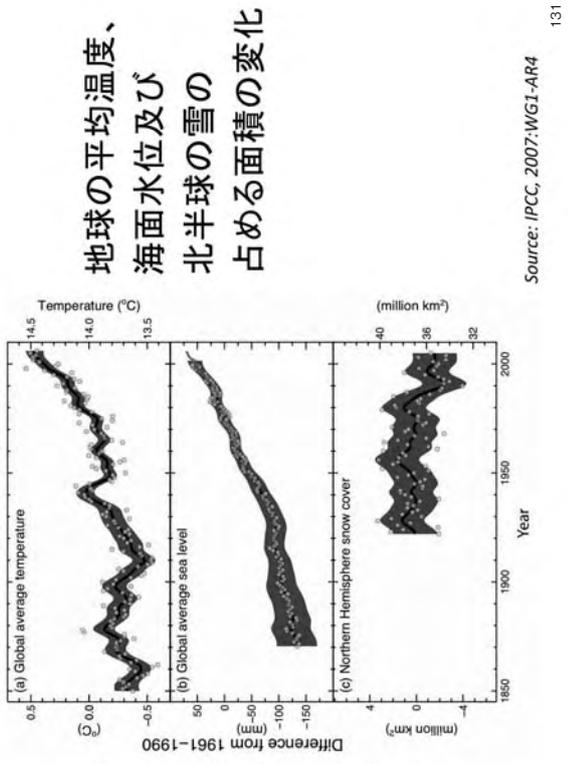
(J. Hansen, 2007)



Stern Review: The Economics of Climate Change

- * 直ちに確固たる対応策をとれば、気候変動の悪影響を回避する時間は残されている。
- * 対応策を講じなかった場合の気候変動のリスクと費用の総額は現在および将来における世界年間GDPの5%強に値し、より広範囲のリスクや影響を考慮に入れば損害額は少なくともGDPの20%に達する可能性がある。
- * これに反し、気候変動の最大要因である温室効果ガスの排出量を削減するなど、対応策を講じた場合の費用は、世界年間GDPの1%程度で済むであろう。
- * ここ10～20年間ににおける投資が、21世紀後半と22世紀の気候を大きく左右することになる。現在およびこの先数十年間における人間の行為が、経済と社会行動に大混乱をもたらし得る。そのスケールは、2つの大戦および20世紀前半の世界恐慌に匹敵する。いったん起きた変化を元に戻すことは、非常に困難もしくは不可能である。

129



131

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

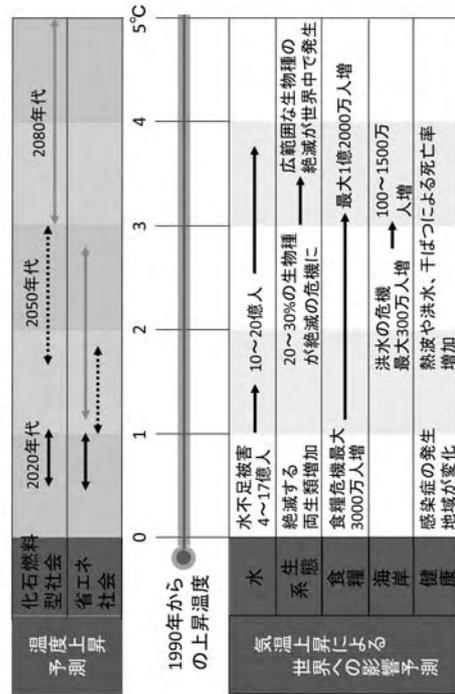
IPCC第4次報告書案の骨子

2007年1月19日 毎日新聞

- ・二酸化炭素(CO₂)の大気中濃度は産業革命前の280ppm(ppm)は100分の1)から2005年には379ppmに上昇した。
- ・2000～2005年の化石燃料からCO₂年平均排出量は90年代に比べ12%増加した。
- ・南極の氷床から得られた過去65万年のデータから、現在のCO₂やメタンの大気中濃度は、産業革命前に比べてはるかに高い。
- ・化石燃料の使用、農業が主因。
- ・地球の平均気温の上昇、氷雪の融解の増加などから温暖化は明白。
- ・21世紀末の平均気温は20世紀末に比べ1～6.3度上昇と予測。
- ・21世紀末の海面は20世紀末に比べて19～58センチ上昇と予測。
- ・温暖化で海水のpHは0.14～0.35下がり、酸性化が進む。
- ・氷河や氷の減少で、世界人口の6分の1が水不足に直面する。
- ・地球の平均気温が1.5～2.5°C高まれば、20～30%の生物種が絶滅する恐れがある。

130

IPCC第四次報告書によるシナリオごとの気温上昇に伴う影響



読売新聞2月3日2007年

132

IPCC第3作業部会の報告書より

現在の世界のGHG濃度 455ppm(CO₂換算)
年間の排出量 430億トン(")

BAUで2030年に537~817億トンになると予測した

削減費用 → 2030年までに90~170億トン/年 削減可能
20 \$ /ton-CO₂

100 \$ /ton-CO₂ → 2030年までに160~310億トン/年 削減可能

133

世界は低炭素経済へ向けて 急速に動き出した！

135

IPCC報告書が例にあげた主な削減技術

2007.5.5 新聞各紙の報道より

	既に商業化された技術	2050年までに商業化されそうな技術	削減可能量 (億トン/年)
エネルギー供給	石炭からガスへの燃料転換、原子力発電、再生可能なエネルギー(太陽光、風力など)	ガス、石炭を燃料とする発電所でCCS(他の貯留技術)、先進的な原子力発電	24~47
運輸	公共交通網の整備、ハイブリッド車、バイオ燃料、ハイブリッド車	省エネ航空機、先進的な電気自動車	16~25
建築	暖房、冷房、換気の効率化、外断熱、白熱灯から蛍光灯への転換	高度な太陽光発電、電力制御	53~67
産業	熱や電力の回収、材料の再利用や代替、省エネ機器の導入、CO ₂ 以外の温室効果ガスの管理	鉄鋼やセメントでのCCS導入	25~55
農業	土壌炭素貯留量を増やすための作物耕作や土壌管理、メタン発生を減らすコメ栽培技術の改善	バイオ燃料植物の遺伝子技術、食糧生産の改善	23~64
林業	新たな植林、森林の適正な管理、森林破壊抑制	生産性の高い樹種への改良	13~42
廃棄物	焼却に伴うエネルギー回収、有機廃棄物の堆肥化	メタンを最適に酸化させる技術	4~10

削減量は二酸化炭素換算 134

イギリス世界初の気候変動法を公表 イギリス環境・食糧・農村地域省

2007年11月15日

気候変動法の主なポイントは以下のとおり

- ・法的拘束のあるCO₂削減目標の設定：CO₂排出量を1990年レベルから、2050年まで60%、2020年までに26-32%削減する。
- ・法的拘束力のある「炭素予算」システム(5年更新)の創設：少なくとも15年先を見据え、イギリスの目標達成への道筋を示し、低炭素技術への企業や個人の投資を促進する。
- ・法的機関として「気候変動委員会」を創設：目標達成、「炭素予算」の着実な実行について、政府に専門的なアドバイスをを行う。2050年目標を含む場合の影響調査・報告も担当予定。
- ・議会への年次報告システムの創設：「気候変動委員会」が独自に進歩報告を提出し、政府が回答する。政府は5年毎の「炭素予算」や2020年及び2050年目標への進歩に係る説明責任を負う。
- ・政府は、少なくとも5年以内に一度、気候変動による影響の現状及び見通しと提案及び対策を報告する
- ・地方自治体や大手スーパー等にキヤンパ・アワード・トレード制度を導入する「炭素削減コミットメント」制度の導入。また、この制度と同様の排出量取引制度を導入するための制限の付与

136

温暖化防止に関するEUの行動計画
日経 3月10日 2007年
EUポスト京都議定書の主導権狙う

CO₂排出削減目標
→ EU域内
→ 2020年までに20%削減
→ 先進国
→ 2020年までに30%削減。
日米にも呼びかけ

EU域内の具体策
→ 再生可能エネルギーの利用拡大
…2020年までに現在6%強の利用可能割合を20%に
→ バイオマス燃料の普及
…輸送燃料の10%に
→ EU発着航空機にCO₂排出上限枠
…2011年から現状の平均値に抑制
→ 自動車各社へのCO₂排出規制を義務化
…2012年までに排出量を1キロ走行当たり130グラムに
→ エネルギー利用の効率化
…オフィスや輸送の省エネで消費量を20%削減

139

<ドイツCO₂ 40%削減を目指す
「気候アジェンダ2020」を発表>
ドイツ連邦環境省 2007年4月26日

ドイツ連邦環境省のガブリエル大臣は、4月26日、連邦議会において、2020年までに温室効果ガス排出量を1990年比で40%削減するための8項目の計画を中心とする「気候アジェンダ2020」を発表した。
これは、3月のEUサミットで、2020年までにCO₂排出量を30%削減する方針が合意されたことを受けて作成したもの。また、ドイツ連邦議会は、温室効果ガスを40%削減することを承認している。具体的な8項目の対策は次のとおり。

- (1) エネルギー効率化により電力需要を11%削減(排出削減量4000万t)
- (2) 効率的な発電所への改修(削減量3000万t)
- (3) 発電における再生可能エネルギーの割合を27%以上に引き上げ(削減量2000万t)
- (4) コージェネレーションの効率的な利用を25%に倍増(削減量2000万t)
- (5) 建築物の改修と効率的な暖房設備、生産過程におけるエネルギー消費量の削減(4100万t)
- (6) 熱部門における再生可能エネルギーの割合を14%に引き上げ(1400万t)
- (7) 交通部門における効率の改善、バイオ燃料の割合を17%に引き上げ(3000万t)
- (8) メタン、その他の温室効果ガス排出量の削減(4000万t)

137

動き出したアメリカの地球温暖化対策 1
2007. 6.27 日経新聞

* 532市(6600万人の人口をカバー)による
“米国市長の気候保護協定”
京都議定書の目標を実現
乱開発の抑制や緑地の保護、広域など地域独自の対策を推進
州や連邦に議定書の目標達成を要請
議会に温暖化対策の立法を要請

* 284の大学、研究機関(学生人口の15%をカバー)による
“米国大学長の気候公約”
温暖化ガス削減へ包括的なプランを作成
具体策を2つ以上実施
キャンパス内で新築する建築物に環境水準を適用
省エネ機器を採用
公共交通機関の利用を奨励
一定量を再生可能エネルギーでまかなう
進捗状況を一般に公開

140

オランダ
CO₂排出減に向け各業界からの提案が出揃う
政府は2020年までに30%の削減を目指す
オランダ住宅・国土計画・環境省 2007年6月14日
World Environmental Policy Newsより

2007年中に、CO₂排出量の削減、省エネ、再生可能エネルギーなどに関する「持続可能性協定」が産業界との間で結ばれる予定。具体的な効率化に関する協定は少なくとも10年以上の業界と締結される見込みだ。
また、6月14日に発表された政策プログラムでは、バルケネン内閣の気候変動対策目標の詳細が示された。同内閣は、2020年までに、CO₂排出量を1990年レベルから30%削減することを目指す。毎年2%ずつ省エネを進め、2020年までに再生可能エネルギーの利用量を全体の20%にまで高める。
このため、陸上の風力発電容量を現在の1500メガワットから3000メガワットに拡大することとしている。
また、政府の業務を2012年までに気候ニュートラルとすることを旨とする。この目標は、できる限り省エネや再生可能エネルギーの購入を通じて達成する。

138

動き出したアメリカの地球温暖化対策 2

米上院に提出された法案例

マケイン・リーバーマン法案 石油関連施設に加えて年間1万トン以上のCO₂排出事業所も対象
2050年に90年比で60%削減

リーバーマン・ウォーナー法案 2050年に05年比で70%削減
石油関連施設に加えて年間1万トン以上のCO₂排出事業所も対象

政府主導で排出権取引の制度を創設、今秋に具体案

ビンガマン・スペクター法案 2050年を期限として06年比60%削減

ボクサー・サンダース法案 90年比80%削減

州議会 ニュージャージー州法 2050年に06年比で80%削減義務付け

下院

* 電力会社に対し、2020年までに太陽光や風力など再生可能エネルギーによる発電量を全体の15%までに引き上げるよう義務付ける法案を可決
* 石油会社に対する160億ドルの税制優遇措置などを盛り込んだ法案を可決

シカゴ取引所

排出権取引拡大
今年上半期の月平均取引高は前年同期比7割増しの197万トン

141

温室効果ガス規制強制命令

米政府に連邦最高裁

毎日新聞07.4.3

米国のマサチューセッツ州など12州政府や環境保護団体が連邦環境保護庁(EPA)を相手取り、自動車からの二酸化炭素(CO₂)など温室効果ガスの排出規制を求めていた訴訟で、米連邦最高裁は2日、EPAに規制を強く促す判決を下した。
判事9人のうち5人が規制に賛成、4人が反対した。連邦レベルでのCO₂排出規制に消極的だったブッシュ政権は、政策見直しを迫られることになりそうだ。

米連邦大気浄化法は「大気汚染物質」の新車からの排出をEPAが規制するよう定めている。原告側は「地球温暖化をもたらすCO₂は同法の規制対象」と主張。

143

米国気候変動に対する行動パートナーシップ

USCAP=United States Climate Action Partnership

メンバール・ゴア、BPアメリカ、キャタピラー、デュークエネルギー、デュポン、環境デファイエンス、FPLグループ、ゼネラルエレクトリック、レーマンブラザーズ、自然資源デヴァイフエンスカウンシル、地球気候変動に関するピュエーセンター、PG&E、PNMリソース、世界資源研究所

6つの原則

1. 気候変動が地球規模であることを考慮する。
2. 技術革新のインセンティブを創出する。
3. 環境にとって有効であるようにする。
4. 経済的な機会と利益を創出する。
5. 環境へのインパクトをかけた程度に応じて、セクター毎に公平であるべき。
6. 早期行動を起こしたものが報われるようにする。

米大統領領に対して温暖化効果ガスの排出権取引制度の導入を求めている。

142

企業の温暖化ガス削減

米で株主提案相次ぐ

日経：4.17,2007

投資家が温暖化対策について株主提案を送った主な米企業

▽石油	エクソンモービル、シェブロン、コノコフィリpps
▽石炭	コンソル・エナジー
▽電力	TXU, サウザン・カンパニー
▽自動車	ゼネラル・モーターズ、フォード・モーター
▽包装材	ピーミス・カンパニー
▽小売・サービス	ベッド・バス・アンド・ピヨンド、ホール・フーズ、スター・ワッドホテルズ・アンド・リゾート

(注)株主の指摘を受け企業が対応策などを示し、総会での投票対象から外した案件を含む

社会的責任で投資選別

144

温室効果ガス2050年までに世界で半減 首相表明、米中印などに提唱

5月25日、2007年日経など

- (1)世界全体の温暖化ガス排出量を2050年に半減
- (2)排出量削減のための「革新的技術開発」と「低炭素社会づくり」
- (3)「京都議定書」後の枠組みづくりへ「すべての主要排出国の参加」、「各国の事情に配慮した多様性」、「環境保全と経済発展の両立」の原則
- (4)環境対策に意欲のある途上国支援のための新たな資金拠出メカニズム
- (5)「一人一日一キログラム」の排出削減に向けた国民運動の展開

145

美しい星へのいざない 「Invitation to『Cool Earth 50』」 低炭素社会実現のための日本の取組み

日本の現状

- ・鉄、セメントの製造について、世界最高水準のエネルギー効率。
(例えば鉄1トンを作るのに必要なエネルギーは、日本に比べてEU、中国、米国、ロシア等は1~1.25倍、2003年度)
- ・原子力は、総発電力量の約3分の1を占める基幹電源。
- ・主要先進国と比べて、顕著に公共交通分担率が高い(日本46.7%、米国13.1%、ドイツ20.7%、フランス16.1%、米国22.4%)。
- ・トヨタのハイブリッド車の累計販売台数は、2007年4月までに、国内外合わせて約100万台。
- ・1999年に太陽電池の生産量世界第1位となり、それ以降世界トップを維持。
- ・諸外国と比べて、日本のエアコンディショナー最高機種は、トップクラス。
- ・クールビズ、ウォームビズの導入により、255万トン(H17冬・H18夏)の二酸化炭素削減に成功。

147

サミット閉幕

温暖化ガス削減へ決意、 ポスト京都枠組み作り、中印参加促す

日経 6月9日、2007年

メルケル首相は「各国が長期目標の必要性で一致した」と発言。2050年までに主要国が温暖化ガスを半減させることが不可欠だと訴えた。

地球温暖化問題をめぐる今後の外交日程
2007年9月 第62回国連総会(ニューヨーク)
今秋 温暖化ガスの主要排出国による会合
11月 IPCC総会(スペイン・バレンシア)
12月 COP(インドネシア・バリ島)
2008年1月 京都議定書の約定期間スタート
7月 日本・G8・洞爺湖サミット
年末 「ポスト京都」に向けた行動計画の策定期限

146

450ppm(2°C)安定化シナリオ

IEA(World Energy Outlook2007)
日立総研 坂本尚史氏の講演資料より

世界の温室効果ガスの排出量(226億トン、2000年)を2050年までに半減を目標、2030年に延長線シナリオでは420億トンへ、代替政策シナリオで340億トンに下げる

革新的技術導入で更に230億トンまで減少させる。

代替政策シナリオからの必要削減量 110億トン

- (1)CCS 23.1億トン(21%)
累計460基(年間31基)程度の設置が必要
処理コスト等に課題があり、本格的導入は2015年以降
- (2)原子力 17.6億トン(16%)
累計235基(年間11基)程度の新設が必要
現在の原子力発電所439基、直近5年間の平均新設数3.2基/年
ピーク時26.4基/年
- (3)省エネ 44億トン(40%)
毎年約2%程度のエネルギー効率改善(省エネ)が必要
世界全体で0.9%/年(1971~2004年)の実績
- (4)再生エネ 20.9億トン(19%)、バイオ燃料 4.4億トン(4%)

148

1°Cの表面上昇のインパクト

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

- * 1°C以下の温度上昇(産業化前、1750年と比べて)で夏季の北極海水は消滅
- Wieslaw Maslowski らによれば、2013年夏にも消滅する。
- * 1°Cの温度上昇で、アマゾン乾燥化が進み、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、しきい値に近づいている。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。

北極海水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°C高い)が
 危険な気候変化を生じさせないためのキヤップとなる。
現在は0.8°C上昇しているので、0.3°C温度を下げなければならぬことになる。
 気候感度を3°CとするとCO_{2e}を320ppmまで下げる必要がある。

149

2°C/400ppm CO_{2e}シナリオ

(Ref. Target practice, Nov. 2007)

- * 2010~2013年の間でピークを打たせ、2015~2020年、4~5%ずつ毎年削減、2050年には1990年レベルの70~80%削減まで低下させる(Baer, Mastrandrea 2006)。
- CO₂以外の他のガスについても同様に厳しく削減。
- * 2050年までにCO_{2e}を1990年レベルの50%に削減。
- (Mainshausen 2006)
- * 気候感度についてはmid-rangeを使用、50%の確率で2°C以下に抑制しようとする、2050年までにCO_{2e}を80%削減(Rive, Torvayer et al 2007)
- * UNFCCCレポート(2007)(IPCC第4次レポートのデータ使用)
- 445~490 CO_{2e}、3°Cの気候感度で気温上昇2~2.4°C、先進国は2020年までに1990年レベルの25~40%削減、2050年には80~95%削減が必要。
- UNFCCC、IPCC共に2°Cターゲットはアジェンダの枠外としている。

これらの議論の前提には2つの問題がある。

- (1) エアロソールによる冷却効果についての不確実性、
 - (2) 気候感度が3°Cより高い可能性
- 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°C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は発生確率を現在の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はひびきは3倍になる。
 * 3°Cキヤ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°C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°Cキヤップとなる。

予防原則に従えばこれは2~4°C突破の確率が高く、キヤップとして受け入れられない

151

2°Cの地球表面上昇のインパクト

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

2°C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°C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CO₂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、ハングリア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°Cをキヤップとしてきた。

150

3°Cの地球表面上昇のインパクト

target practice by David Spratt and Philip

Sutton, Nov. 2007

2~3°Cの温度上昇でグリーンランドや西極大氷床が融解し、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°C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、CO₂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°C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は発生確率を現在の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はひびきは3倍になる。
 * 3°Cキヤ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°C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°Cキヤップとなる。

* 3°Cキヤップは遅いフィードバックを考えると6°C(Hansenら)であり、3°Cキヤップは危険である。

152

0.5°C/320ppmキヤップの提唱(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°C以下に温度上昇を抑制(現在より0.3°C冷やす)
 - (3)温暖化ガスの濃度を320ppmCO (total)まで減少させる。
 - (4)気候変化の速度は0.1°C/10年以下に抑制する。
- 現在値は0.2°C/10年で生物は等温線の移動速度に追いつくのが困難な状況。
もし0.4°C/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いつくことができない。

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を生ずる。
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(?)

153

2°C/450ppmキヤップで中央突破を!

0.5°C/320ppmは政治経済的に非現実的
3°C/550ppmはリスクが高過ぎる

155

Carbon Equity の主張

David Spratt and Phillip Sutton (2007)

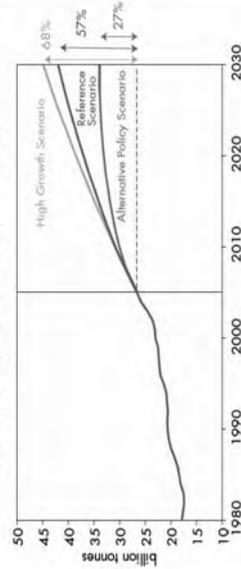
- *表面温度上昇1°Cでも大きな環境影響
一夏季北極海氷消滅
- *2°C上昇(EUの気候ターゲット)では、気候の正のフィードバックが大きくなり、リスクが大きくなり過ぎる。
- *3°C上昇では、遅いフィードバックにより結局6~8°Cの上昇まで進み、とうていキヤップとして受容できない。
- *したがって北極海氷を守るために現在より0.3°C冷却しなければならぬ。

すなわち0.5°C/320ppmキヤップ(カーボンマイナス)を提唱

154

CO₂排出量試算例(1)

Figure 5.1: Energy-Related CO₂ Emissions by Scenario (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

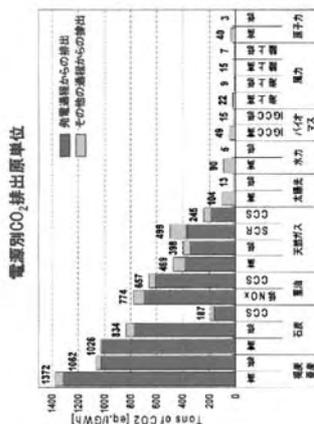
156

シナリオ別 再生可能エネルギー発電量(世界計) 「450ppm安定化(2°C)シナリオ」における 再生可能エネルギー発電シェア

	2005		450 Stabilisation case		Reference Scenario		Alternative Policy Scenario	
	TWh	%	TWh	%	TWh	%	TWh	%
Hydro	2922	16.1	6608	22.5	4842	13.7	5403	17.3
Biomass	231	1.3	2056	7	840	2.4	1166	3.7
Wind	111	0.6	2464	8.4	1287	3.6	1800	5.8
Geotherma	52	0.3	219	0.7	173	0.5	190	0.6
Solar	3	0	406	1.4	161	0.5	352	1.1
Tidal/wave	1	0	28	0.1	12	0	24	0.1
Total	332	18.2	11781	40.2	7315	20.7	8935	28.6

資料：IEA(国際エネルギー機関)「World Energy Outlook」(2007) (日立総研)作成

各電源のCO₂排出特性

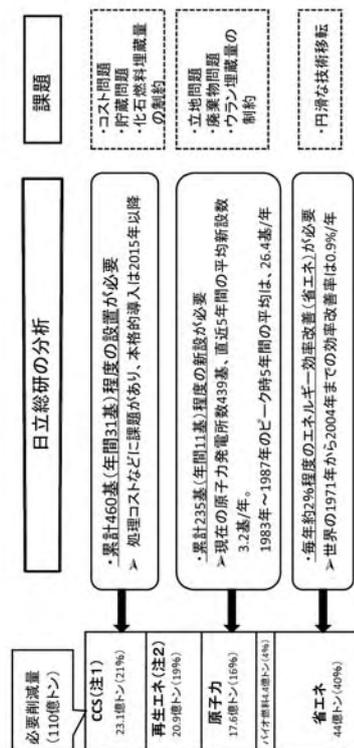


出典) Comparison of Energy Systems Using Life Cycle Assessment, WEC, 2004

太陽光、風力、原子力は、発電過程からのCO₂排出がない

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

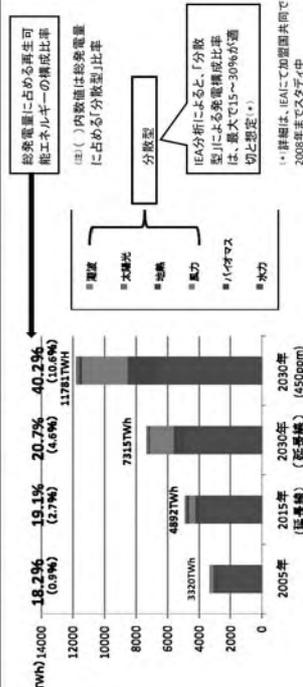


注1：CCS(Carbon Capture and Storage)CO₂回収・隔離。注2：水力/バイオマス発電が中心
資料：IEA(国際エネルギー機関)「World Energy Outlook」(2007年)より(日立総研)作成

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、潮流)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%が適切と想定。



資料：IEA「World Energy Outlook 2007」を基に(日立総研)作成

環境イノベーション雇用 ヨーロッパのエコロジカルな産業政策の要素

Working Paper to the Informal Meeting of Environment al Ministers in Essen.
1st-3rd June, 2007

EU 政策におけるリーダーシップ

- (1) 単独でも2020年までに90年比で温暖化効果ガスを20%削減、他の先進国も同調するなら30%削減
 - (2) エネルギー効果を20%向上、20%再生可能エネルギー(10%はバイオ燃料)導入
- EU エコプロダクト世界市場の%を占め、グリーンな市場のリーダーである

ヨーロッパの市場占有率
 発電 40%、エネルギー効率 35%、資源効率及び自然資源 10%、
 サステナブル水管理 30%、サステナブルモビリティ 35%、
 廃棄物処理及びリサイクルング 50%

当初、エコビジネスの市場規模は85億ユーロ(1998)から220億ユーロ(2010)に成長すると教えられていた。実際には2004年にこの予測は達成された。

エコテクノロジーは急速な成長市場である。
 EU 各国はエコテクノロジーとエコイノベーションに力を入れ始めている

ドイツではエコテクノロジーのシェアは4%(2005)から16%(2030)に4倍に成長すると予測。

167

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!

165

日本の、OECDによる エコビジネスの分類に沿った市場規模

環境省2006年度集計結果による

2005年度の市場規模(億円)	
A) 環境汚染防止	
* 装置及び汚染防止用素材の製造	
大気汚染防止用	4,178
排水処理用	5,106
廃棄物処理用	5,240
土壌、水質浄化用(地下水含む)	30
騒音、振動防止用	39
* サービスの提供	
排水処理	8,698
廃棄物処理用	31,632
工機、水質浄化(地下水含む)	1,795
分析、モニター等	1,966
教育、訓練、情報提供	376
その他	67
B) 環境負荷低減技術及び製品	
環境負荷低減及び省資源型技術、プロセス	8,174
環境負荷低減及び省資源型製品	70,325
C) 資源有効利用	
室内空気汚染防止	3,908
水供給	281
再生素材	132,182
再生可能エネルギー施設	4,595
省エネルギー及びエネルギー管理	15,351
持続可能な農業、漁業	4,182
その他(自然保護など)	117,589
総計	441,316
* 建設及び構造物の据え付け	22,825
排水処理設備	926
廃棄物処理設備	849
騒音、振動防止設備	

166

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	2005年	2010年	2020年
1兆ユーロ(～180兆円)			
1.3兆ユーロ			
2.2兆ユーロ(～400兆円)			
成長率予測	5.4%/年		

(2) 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%

168

環境税

趣旨・目的 ……環境省資料等より作成

趣旨・目的

環境負荷への価格付け
環境負荷をもたらす行為に伴う社会的費用を価格に織り込み、市場に内部化し、企業や消費者の経済的選択の中で、環境保全上望ましい行動を促すことを狙いとする。

汚染者負担の原則に即した費用負担の一つ

OECDでは、1972年に、汚染の防止と規制措置に伴う費用は汚染者が負担すべきであり、生産と消費の過程において汚染を引き起こす財およびサービスのコストに反映されるべきであるという汚染者負担の原則を確立している。

効果・機能

より温室効果ガス排出量の少ない設備や機器などへの代替や、化石燃料等の削減、省エネ技術の研究開発等を促す価格インセンティブ効果、税収を温暖化対策の財源として活用することによる財源効果、国民一人一人が税の負担を感じることににより、温暖化対策の必要性を感じてもらおうアナウンスメント効果がある。
どの程度の炭素税率を用いればどの程度削減できるのかを事前に知ることは困難である。この点で環境税は価格を固定し、それに合わせて排出量が調整される仕組みとされる。

問題点

既存のエネルギー関連税との関係、化石燃料の消費抑制効果、税収の使途、国内産業の国際競争力の低下

171

“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1-3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プランナーの導入
EUP指令の改正等
- 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)
- 6.グリーンな指導的な市場作り(green lead market)
GPPはEUのGDPの16%を対象とする
- 7.サステナブルエネルギー技術

169

チャールズ皇太子のカーボンオフセット

The Scotsman Wed27, Jun 2007
by Ian Johnston

2006～2007年のチャールズ皇太子とそのスタッフ136人のオフィスとハウスポールドから排出したCO2は3,425トンであることを初めて公表した。前年度に比べて9%削減した。Climate Care社に30,000ポンドを支払ってカーボンオフセットした。2005年以來カーボンニュートラルである。

チャールズ皇太子の環境経営努力

- ウットチップフライヤーやソーラーパネルの導入、
- スタッフの自転車通勤の奨励、
- 公用車(Jaguar, Land Rover)に食用油から生産したバイオ燃料を100%使用

Climate Care社のオフセット手法

- メキシコでエネルギー効率の高いウットチップストーブの提供、
- カザフスタンのエネルギー効率の高い電球の提供、
- インドでの風力発電に投資

エリザベス女王が初めてアメリカ公式訪問に伴って排出されたCO₂をカーボンオフセット。米国バージニア州ジェームズタウンを英植民地建設400周年で訪問、往復13,317km, CO₂排出量1.5ton, 13.20～14.18ポンドを支払ってオフセットとのことである。

170

欧州各国における環境税の位置付け

…環境省等資料より作成

- (1) オランダ、イギリス、デンマーク
二酸化炭素への価格付けによる効果を主たる狙いとして環境税が導入される。環境税による効果に加え、他の環境政策の効果によって削減目標の達成を目指しつつ、その税収の主要部分が所得税の減税、企業に対する社会保険料の軽減等に充てられている(税収のリサイクル)。
 - (2) ドイツ
環境税による増税と、所得税や社会保険料の軽減とパッケージにより、環境税制改革が行われている。
 - (3) スウェーデン
所得税の大幅減税、間接税の増税、炭素税の導入をパッケージとして税制改革、
- | | |
|--------|---|
| オランダ | 30,000円/t-C, |
| イギリス | 2,300～6,000円/t-C, |
| デンマーク | 6,000～7,000円/t-C, |
| スウェーデン | 15,000円/t-C
(t-C～ 3.6t-CO ₂) |

172

排出量取引制度

…環境省資料等より作成

趣旨・目的

1. 温室効果ガスの排出総量の目標量を決定し、
2. 制度の対象となる事業者に排出枠を交付し、
3. 排出枠の達成の達成のため、事業者が自らの排出量を削減するとともに、
4. 余剰となる排出枠を有する事業者は、排出枠が不足する事業者にこれを売却することができる制度

特長

- (1) 削減コストの最小化
- (2) 目標達成の確実性
- (3) 目標達成の柔軟性

問題点

公平なキャップの設定は困難、
途上国への生産シフトによる炭素リケージの発生

173



Fortune, Aug. 7, 2006

175

ウォールマート
(世界最大の小売業、6,600の大型店舗を運営、
180万人の従業員、1億7,600万人の顧客)

フォーチュン誌、2006年8月7日号、マーク・ガンサー

CEO リー・スコット 2005年11月の演説で次のように表明

車両の燃料を向こう3カ月で25%、10年間で倍増させる。
店でのエネルギー消費量を30%削減する。
米国の店からの固形排出物を3年間で25%減少させる。

サステナブルプロジェクトに5億ドル投資予定

ウォールマートは既に世界最大の有機牛乳の売り手、有機コットンの買手。
今後3~5年かけて海産物はMSC認証されたものを取り扱う。
フードマイルを短縮し、24の州でそれぞれの地元の農場からの仕入れを行っている。

176

**世界の企業は温暖化との闘いに動き出した！
カーボンリ스크をカーボンチャンスへ！**

174

グリーンになることは容易ではないが、 大企業は試みを開始している

August 7, 2006 FORTUNE -45

デュポン

2010年までに65%温暖化効果ガスの削減を約束、ライフサイエンス社は90年水準の72%を既に削減。

グローバルなエネルギー消費を7%削減し、30億ドルを節約

GE

新しい「エコイノベーション」イニシアチブ、環境技術への投資を倍増させることを約束、2010年までに15億ドル。2012年までに1%温暖化効果ガスを削減(何の行動も取らなければ40%増加)

ゴールドマンザックス

グリーンエネルギーに10億ドル投資、地産製品の購入増加を約束

インテル

半導体チップ製造に用いられるPFC等は危険な温暖化効果ガスである。

2010年までに1995年レベルの10%削減を約束

UPS

代替燃焼で動く車を1500台集めた。50台のハイブリッド・トラックを導入

177

HSBC

by Sir Jonth Bond, HSBCグループ会長

“climate change represents the largest single environmental challenge this century”
2004年12月6日にカーボンニュートラルにすること宣言。

そのために

- (1)自らCO₂排出量を削減する
- (2)グリーン電力を購入する
- (3) (1),(2)で削減できなかった分は排出権購入でオフセットする

2005年7月にCO₂排出量を5%削減の目標を決定。

カーボン・マネージメント・タスク・グループ設立、Stephen Greenがリーダー

カーボン・ニュートラル プロジェクト

(1)ニュージーランド	風力発電、	12,5万ton-CO ₂ 削減
(2)オーストラリア	有機廃棄物のコンポスト化	1,5 "
(3)ドイツ	農業でのメタン捕獲	1,4 "
(4)インド	農業バイオマス発電	1,6 "

179

テスコ 英国の大手スーパー

Sir Terry Leahyの演説

“グリーンな八百屋、テスコ、カーボンと消費者”

2007年1月18日

- * 販売している製品のカーボンフットプリントについての研究を始める。サステナブル消費イニシアチブへの第一歩を踏み出す。CO₂ラベルによって消費者は容易に製品比較をすることが可能となる。
- * エネルギー効率の高い製品普及のインセンティブを与えるためグリーンクラブポイントを広い範囲の環境配慮製品へ拡大する。例えば有機食品、リサイクル品あるいは生分解性材料、フェアトレード商品など。更にグリーン製品のコストを引き下げる、エネルギー効率の高い電球のコストを半額にする。
- * 店、配送センターのCO₂排出量を2020年までに50%削減する。新しく建設する店の平均のCO₂排出量を半減する。
- * 航空輸送は全製品の1%に制限し、マークを付けてわかるようにする。

178

企業は温室効果ガス削減の具体的目標設定し始めている

Absolute targets

3M	Reduce GHG emissions by 30% from 2002 levels by 2007
Alcoa	Reduce GHG emissions by 25% from 1990 levels by 2010
Allianz	Reduce GHG emissions by 20% from 2000 levels by 2012
Bank of America	Reduce total U.S. GHG emissions by 9% 2004-2009
British Telecom	Reduce total GHG emissions by 25% below 1996 levels by 2010
DuPont	Reduce GHG emissions by at least 15% from base year of 2004 by 2015
Eastman Kodak	Reduce total global GHG emissions by 10% from 2002 to 2008
Entergy	Reduce total U.S. GHG emissions by 20% from 2000 to 2010
Goldman Sachs	Reduce GHG emissions by 7% by 2012 from 2005 levels
International Paper	Reduce total U.S. GHG emissions by 15% from 2000 to 2010
JP Morgan Chase	Reduce GHG emissions by 5-7% by 2012 from 2005 levels
Johnson & Johnson	Reduce GHG emissions by 14% from 2001 to 2010
Swiss Re	Reduce GHGs by 15% below 2002 levels by 2013
Wai-Mart	Reduce global GHG emissions by 20% from 2006 to 2013
Weyerhaeuser	Reduce GHG emissions by 40% from 2000 levels by 2020
Xerox	Reduce total global GHG emissions by 10% from 2002 to 2012

Intensity targets

Ball Corp.	Reduce U.S. GHG emissions by 16% per production index from 2002 levels by 2012
Caterpillar	Reduce CO ₂ emissions per million dollars of revenue by 20% between 2002 and 2010
Intel Corp	Reduce global GHG emissions by 30% per production unit from 2004 to 2010
Interface	Reduce U.S. GHG emissions by 15% per production unit from 2004 to 2010
Lockheed Martin	Reduce U.S. GHG emissions by 30% per dollar revenue from 2001 to 2010

ref. Climatic Consequences Cligroup 2007

180

日本の産業界の地球温暖化対策の特長

- (1) 環境経営の推進
- (2) エコイノベーションの推進
- (3) 3R、エコデザインへの積極的取り組み
- (4) 自主行動計画による温室効果ガスの削減
- (5) サプライチェーンのグリーン化の推進
- (6) エコプロダクツ展の推進
- (7) 多様な環境コミュニケーションの推進
- (8) 生物多様性の保全の取り組み

181

古い工業経済から新しい
知識集約型サービス経済へ転換せよ！
環境効率と資源生産性の飛躍的拡大を！

183

金融証券業界は気候変動をリスクと機会と捉えている

Climatic Consequences	... Citigroup
Investment Implications of a Changing Climate	January 19, 2007
Climate change : beyond whether Link to human activities now virtually certain policies to regulate emissions will strengthen creates investment risks and opportunities	... UBS January, 2007
The Business of Climate Change Challenges and Opportunities	... Lehman Brothers February, 2007
GS SUSTAIN focus list	... Goldman Sachs June 22, 2007
Combating Climate Change opportunities and risks	... Merrill Lynch June 27, 2007
Financial market-ready for climate change?	... Climate Mainstreaming September, 2007

182

工業経済からサービス経済へ

- 製品の交換価値より利用価値を重視する。
- 製品の効用の最大化を重視する。
- システム機能の長期間にわたる最大化をはかる。
- メーカーは製品を売るのではなく、機能、性能、結果を売る方向に
ビジネスモデルを変える。
- 製品はサービスを提供する機械であり、サービスこそが究極的な賣況
- 所有からサービスの享受へ、所有から利用へ。
- “モノ”消費を重視する経済から、“サービス”消費を重視する経済へ。
- ITによる環境負荷の低減、高品質のデジタル財の開発。
- 高品質の公共財(教育、医療、保安、公園、娯楽等)を整備する。
- 税、補助金のグリーン化

184

環境効率、資源生産性の飛躍的向上のための戦略

■ 脱物質化(あるいは脱物量化)

- 省資源、省エネルギー
- 長寿命化、修理、リユース、リサイクル
- ゼロエミッション化
- サービス化(モノからサービスへ)
- IT活用
- 土地使用の減少

■ 物質代替化

- 豊富にある資源への代替
- 再生可能資源への代替
- 毒性のより少ない物質への代替

■ 脱炭素化

- 炭素あたりの発熱量の大きなエネルギーへの代替
- 温暖化効果を招かないエネルギーへの代替

185

ファクター10とファクター20

$$\text{環境影響} = \text{人口} \times \frac{\text{GDP}}{\text{人口}} \times \frac{\text{環境影響}}{\text{GDP}}$$

$$1(1990) = 1 \times 1 \times 1$$

$$1(2050) = 2 \times 5 \times 1/10(\text{ファクター}10)$$

$$1/2(2050) = 2 \times 5 \times 1/20(\text{ファクター}20)$$

環境影響 \propto 資源集約度

$$\frac{\text{GDP}}{\text{環境影響}} \approx \frac{\text{GDP}}{\text{資源集約度}} = \text{資源生産性}$$

環境影響を1990年水準に保つにしても、半分にするにしても、資源生産性を10倍、20倍という巨大な倍率で高める必要がある。

(シミュット・ブリーク)

187

環境効率 (Eco-efficiency)

1. 製品及びサービスの物質集約度(Material Intensity)を減少させる。
2. 製品及びサービスのエネルギー集約度(Energy Intensity)を減少させる。
3. 毒性物質の放出を減少させる。
4. 材料のリサイクル可能性を増加させる。
5. 再生可能資源の持続可能利用を最大化する。
6. 製品の耐久性を拡大する。
7. 製品のサービス集約度(Service Intensity)を増加させる。

The business link to Sustainable Development,
by L. DeSimone and F. Popoff (WBCCSD)
The MIT Press (London, 1997)

186

“先進国の必要な脱物質化の大きさは巨大である。”

研究者	環境効率・資源効率の倍率(ファクター)	先進国	途上国
Weizsäcker	4	1/4	言及なし
Schmidt-Bleek	10	1/10	言及なし
Cramer & Tukker	16	1/16	言及なし
Weterings & Opshoor	20	1/20	言及なし
山本良一	8	1/8	2

提言 先進国と途上国の1人あたりの年間資源消費量を同一にする(平等の原則)という前提で、世界を持続可能にするためには、少なくとも約10倍(ファクター10)の環境効率の向上が必要である。ファクター10を技術開発やシステム開発の目標にすれば国際競争戦略上間違いない。

188

製品販売と機能販売の特徴

(UNEP PSS報告書より)

伝統的な製品販売 (無知できる製品を売る)	革新的な代替法: プロダクト・サービス・システム (機能を販売する)
消費者が家やオフィスを掃除するのに掃除機を購入する。	消費者は掃除機をレンタルする。
消費者は掃除機を所有し、使用し、保管する。クリーニングのメンテナンスや品質に責任を負う。	消費者は掃除機をレンタルする。会社が所有し、メンテナンスにも責任を負う。消費者は使用とクリーニングの品質に責任を負う。
消費者にとって初期コストはかたなり高い。	消費者にとってのコストは時間的に分散する。
消費者は最終的に掃除機を捨て、買い換える。	会社が廃棄に責任を負うため、寿命延長やリサイクル設計へのインセンティブが強い。

189

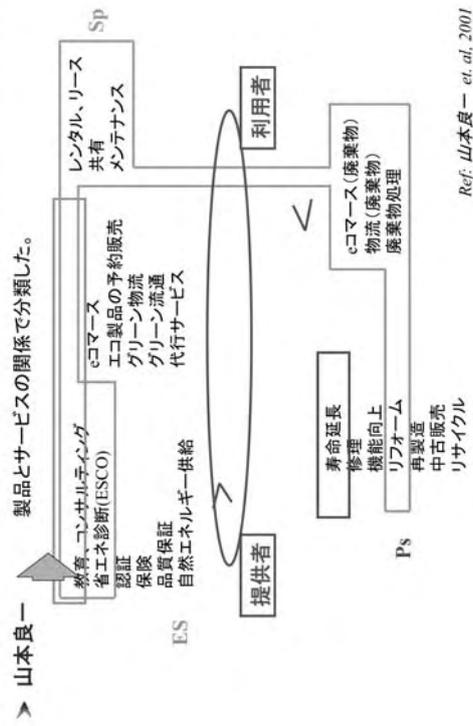
ビジネスモデルのグリーン化 エコサービスを開発しよう

持続可能なサービスシステムを構築するために ビジネスモデルを革新する。

- ダウケミカル/バイオセーフ社のレンタモレキュールビジネス(有機化合物のレンタル)
- モービルオイル社のオイル品質管理サービス
- エレクトロラックス社の洗濯機のレンタル(Pay per Wash)
- ゼロックス社のコピー機の部品によるコピー機再製造(リマニュファクチャリング)
- バルカン社の圧延設備中のセラミックバルブの品質管理サービス
- インターフェース社のカーベットリースサービス
- アシュランド社の化学物質管理サービス
- カストロール社の潤滑油管理サービス
- イースタンエネルギー社のESCO事業
(省エネルギーに関する包括的なサービスを提供する事業)
- ジズベン社の家具パッケージのリース
- リニュー社の家具の再製造
- シュタットアウト社のカーシェアリング(ベルリン)

190

従来のエコサービスの分類方法



東京海上日動火災保険株式会社 ビジネスパッケージ

東京海上日動の環境対応型商品ビジネスパッケージは、企業やお店を取り巻く危険を補償する。

特徴

- ・ 保険料が安い
- ・ 主契約部分の保険料に対しては、5%の割引を適用
- ・ 弊社の保険料ポリュームに応じて、ビジネスパッケージ特約部分の保険料に5%～約30%の割引を適用

環境対応型商品

- ・ 環境対応型保険商品として、『エコ対策費用保険金』を支払う
- ・ 罹災した保険の目的(建物、設備、什器備品)を環境に資すると認められた製品に買い換える場合、もしくはそれを利用して修繕する場合、通常要する費用を超えた部分に対して、損害保険金の10%もしくは300万円のいずれか低い額を限度に支払う

199

東芝テクノネットワーク株式会社 家電レンタルパックサービス

家電レンタルのシングルパックなら、月々のレンタル料金が4,725円(税込)と、低価格で生活必需家電の4商品をそろえることができる。

家電レンタルのファミリーパックなら、月々のレンタル料金が8,400円(税込)と、低価格でファミリー向けの生活必需家電の4商品の新品商品をそろえることができます。

オプションとして、掃除機・保温ポット・保温釜・エアコンなどを追加することもできます。

レンタル契約期間中の修理(メンテナンス)と保証を付けて、新生活を始める家庭をサポートする

シングルパックサービス 4商品(洗濯機・冷蔵庫・電子レンジ・掃除機) 4,725円(税込) / 月	ファミリーパックサービス 4商品(洗濯機・冷蔵庫・電子レンジ・掃除機) 8,400円(税込) / 月
2 電子レンジが壊れた場合 4,725円(税込) / 月	3 電子レンジが壊れた場合 8,400円(税込) / 月
1 電子レンジが壊れた場合 7,665円(税込) / 月	

197

株式会社ダスキ レントオール

『かしてネット』とは、ダスキレントオールが運営する便利・安心のネットレンタル予約サービスです

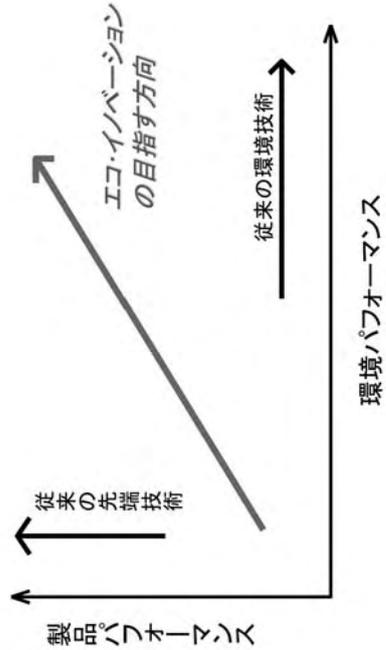
さまざまなシーンに最適なレンタル商品とサービスを提供
コンセプトは、「レンタルを通じて、環境にやさしく、豊かな、価値ある暮らしの提案」。レンタルステーション(店舗)では、育児・生活・レジャー用品のレンタルおよび、イベント機材のレンタルと企画・運営などのイベントサポートを行っている

公的介護保険適用福祉用具のレンタルと販売
介護ベッドや車椅子など、ニーズの高まる介護保険適用商品のレンタルおよび販売をおこなっている。専門相談員による介護・福祉用品質選定のアドバイスからアフターケアまで、ユーザーの自立に役立ち、介護しやすい福祉用具を提供することで、快適な生活環境をサポートする。



198

エコイノベーションの目指す方向



200

(2) 人間重視のイノベーション

- 1) 人間の五感・感性の科学的研究
 - 2) ロードマップの作成
 - 3) 共創を促す環境の整備
 - 4) 融合を実践する活動への支援
- (3) 環境重視・人間重視の社会を実現するソフトウェアの整備
- 1) 環境パフォーマンス指標の国際標準化・普及
 - 2) 環境価値・感性価値の「見える化」の推進
 - a 消費者・ユーザーに対する環境価値の「見える化」
 - b 企業経営における環境価値の「見える化」
 - c 感性価値の「見える化」
 - 3) エコイノベーションの進展のレビュー
 - (4) エコイノベーションモデルの世界への発信
 - 1) エコイノベーション・ロードマップの策定
 - 2) エコイノベーションの世界への発信
 - 3) アジア・太平洋地域への発信・協力

203

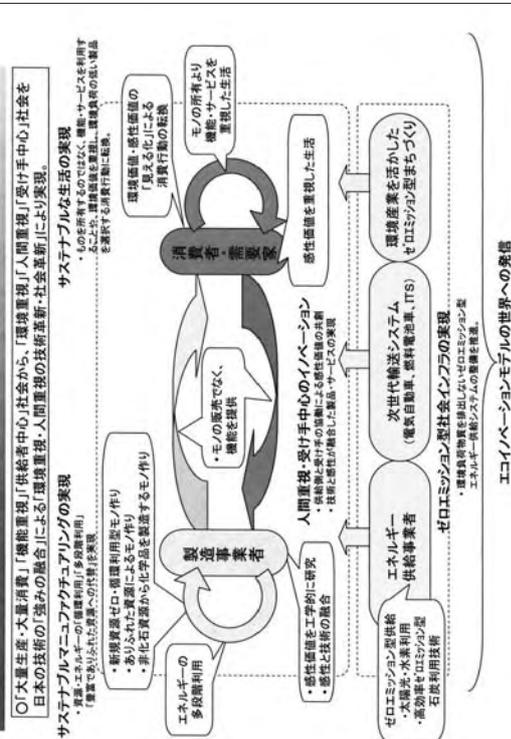
脱物質化の障壁をエコデザインで乗り越える

- 多くの工業製品が直接人間に向け、あるいは人間の大きさと関連して作られており、勝手にその大きさを小さくできないこと。
 例： ノートブック、机、椅子、パソコン、PDA、キーボード、携帯電話、住宅、自動車、電車、テレビ、道路、交通信号etc.
産業エコロジー、グレーテル&アレンビー(後藤駅、トッパン)
- エコデザイン、製品のライフサイクル全体での環境効率(エネルギー効率、資源効率)を最大化する。
 省資源、省エネルギー、長寿命化、修理容易化、機能拡張容易化、部品の再利用、(リマニュファチャリング)、リサイクル、熱エネルギー回収、タイムレスデザイン
- 製品サービスによる代替(レンタル、共有etc)
- さまざまなスケールによるゼロエミッション

エコデザインが21世紀技術競争力を支配する

204

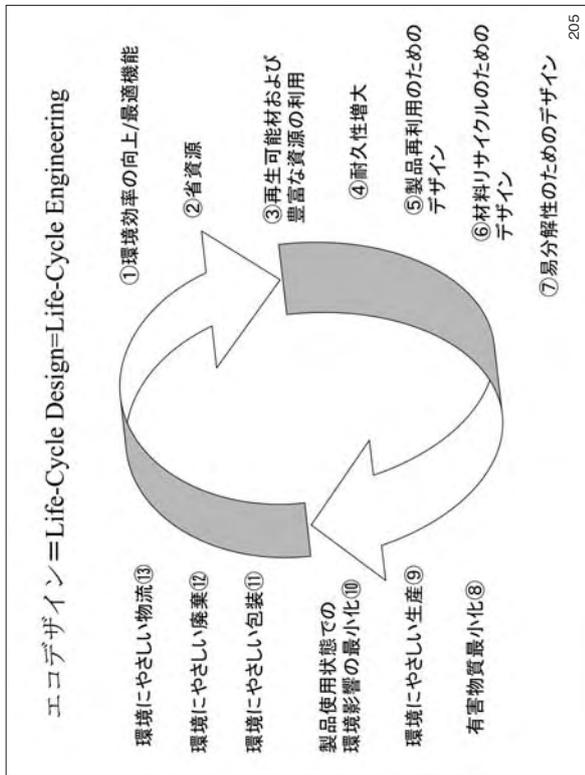
機能重視から環境重視・人間重視の技術革新・社会革新(エコイノベーション)



環境重視・人間重視の社会を目指す技術革新・社会革新
—エコイノベーションの推進— 経産省

- (A) サステナブル・マニュファチャリングの実現—循環利用・多段利用・脱資源
 - 1) 新規資源ゼロ・循環利用・多段階利用型ビジネスモデルの創出
 - 2) 脱希少元素(希少元素を使わずありふれた元素を用いたモノ作り)
 - 3) 脱巨大プラント(小さなスペースで理想的なモノ作りを行なう「小さな工場」の実現)
 - 4) 脱石油化学(バイオマス等の非化石資源から化学品を製造するモノ作り)
 - 5) 環境経営の推進
- (B) ゼロエミッション型社会インフラの実現
 - 1) ゼロエミッション型エネルギー供給システム
 太陽光技術、水素利用技術、先進的原子炉技術。
 - 2) CCS併用型石炭火力発電技術、電力利用の高度化。
 - 3) 環境調和型ITシステム
 - 4) 環境産業を活かしたゼロエミッション型まちづくり
- (C) サステナブルな生活実現
 - 1) 「モノ作り」から「機能売り」へ
 - 2) 環境価値の「見える化」による生活者・ユーザーの消費活動の自発的転換
 - 3) 技術革新の成果を利用した豊かな生活の実現

202



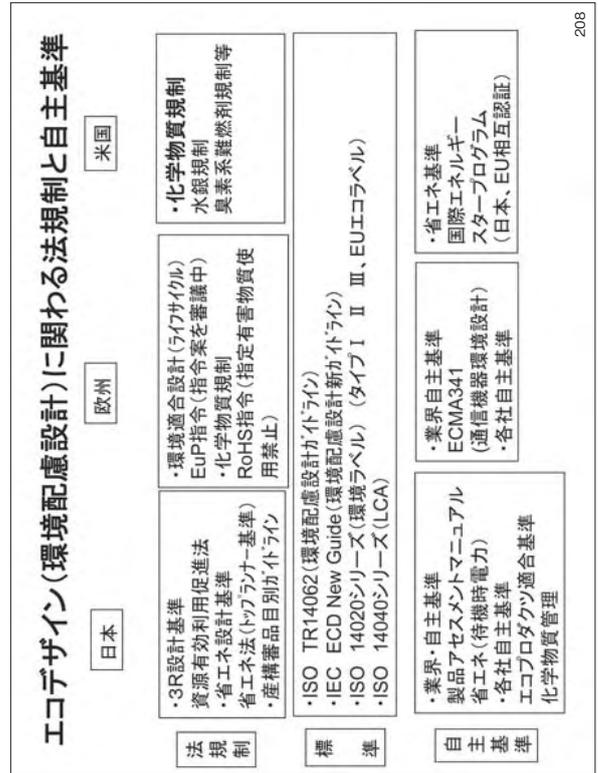
205



207



206



208

“わが国では既にエコプロダクツが多数開発されている。”

- 製品改善
 - Mg合金テレビ グリーンケールブル トリノチア 遠心力洗濯機
 - エコアイスmini カトーガン TULG 700系のぞみ 209系通勤電車
 - 省エネ長寿命蛍光灯 省エネノートパソコンブック 高断熱真空ガラスBJプリンター
 - エコカラット ハロゲンフリープリント基板
 - クロムレス亜鉛メッキ鋼板 TSOP 超寿命プリンター
- 再設計
 - 液晶テレビ 手回し発電ラジオ ハイブリッドカー エコセメント
 - 熱発電時計 自動発電腕時計 最製造コピー機 未来型実験集合住宅
 - 自然換気システム 電球サイズの蛍光灯
- 機能革新
 - 紙のリサイクルシステム 超平滑の汚れない便器
 - 携帯用の足踏み発電機 エコファン 風力発電
- システム革新
 - レンタル電気掃除機 ゼロエミッションビル工場
 - 地域交通システムAIGVS バッケージレスの音楽配信システム

提言 これらのエコプロダクツを急速に社会的に普及させる必要がある。

209

211

- ・ 日本環境効率フォーラムは2004年10月19日に開催された総会にて正式に設立されました。
- ・ 当協会が実施してきました調査研究では、諸企業、学識者等の参加を得て、環境効率の普及と実用化を見込み議論を重ねてきました。
- ・ 会長：
 - 山本良一氏 (東京大学生産技術研究所教授)
- ・ 副会長：
 - 足立芳寛氏 (東京大学大学院工学系研究科教授)
 - 古賀剛志氏 (富士通株式会社環境本部ストラテジーエキスパート)

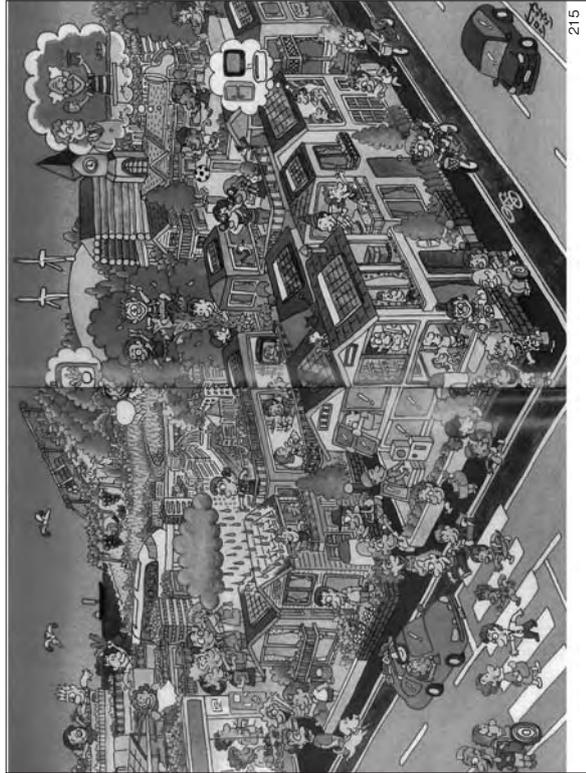
210

WBCSDIによるZero Emission建築へのアプローチ

3つのエネルギーニュートラルへのアプローチ方法

- ① 建築物のエネルギー需要を減らす
 - ・ 断熱効果を高める
 - ・ エネルギー効率の良い設備を採用する
- ② エネルギーを現地で供給する
 - ・ 再生可能エネルギーを利用する
 - ・ 廃棄されたエネルギー源を利用する
- ③ エネルギーを共有する
 - ・ 余剰エネルギーを供給する建築物を立て、地域の送電系統に供給する

212



WBCSDによるZero Emission建築例①

スウェーデン Bo01/ハウジング(2001年)



- ・エネルギー供給は再生可能エネルギー100%
- ・生物多様性を増加し、廃棄物や下水をエネルギー源とする廃棄物処理システム
- ・熱電消費量を最小化
- ・断熱効果の高いガラスと高効率電気設備を採用
- ・建物全体で年間1㎡当たり105kWh以下に設計

213

WBCSDによるZero Emission建築例②

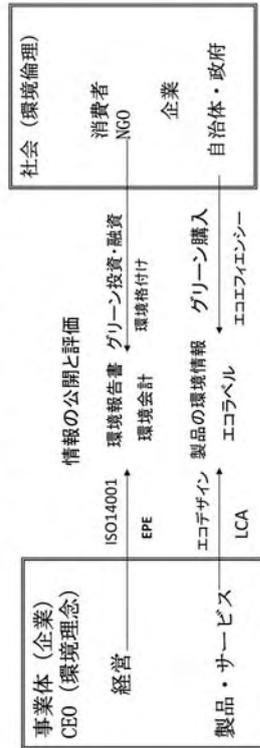
インド エネルギー資源研究所付属Gual Pahari Campus (2000年)



- ・3000㎡の敷地は地域の電力システムから独立
- ・ピーク電力負荷は従来の280kWから96kWに低減
- ・パッシブデザインにより空調負荷を10-15%低減
- ・天然資源の有効利用、効率的な廃棄物処理システムを採用
- ・建物を東西方向に配置することで南北方向への露出を最大にしている
- ・自然採光システムを採用
- ・一部を地下にし、建物内の温度を調整している

214

“環境管理システム(ISO14000シリーズ)の普及による産業・経済システムのグリーン化”



提言 (1) 環境報告書、環境会計、環境パフォーマンス指標ガイドラインを作成、普及するのみならず、「環境格付け」についてもガイドラインを作成すべきである
 (2) 政府系事業団、公団等の資産運用において株式、国債、社債への投資はエコファンドやエコボンドへの投資を義務付ける。
 (3) 物品業者、工事業者の入札参加登録にISO14001取得の有無を記載させる。

216

「環境ビジネス」と「環境誘発型ビジネス」の市場規模予測 環境白書(H16)

	2000年	2010年	2020年
環境ビジネス (兆円)	29.9	47.2	58.4
雇用 (万人)	76.9	111.9	123.6

(内容 環境汚染防止、環境負荷低減技術及び製品、資源有効利用)

	2000年	2025年
環境誘発型ビジネス (兆円)	41	103
雇用 (万人)	106	222

(内容 省エネ型家電製品、低排出・低燃費型自動車、環境保全型農業、エコファーム、リソース・レンタル、自然鑑賞方の観光)

219

私達は何をすれば良いか

米国、中国等が排出削減義務を負っていない以上このままでは気候ターゲット2°C突破は現実のものとなるかも知れない。当面為し得ることは技術、制度、文化等の環境革新(エコイノベーション)とその国際的な爆発的普及である。

エコプロダクツ展とグリーン購入の国際運動を!

220

「政府によるグリーン購入が2001年4月開始。」

分野	特定調達品目	判断の基準
紙類	情報用紙、印刷用紙、衛生用紙(トイレットペーパー)	古紙配合率、白色度等
納入印刷物		
文具類	シャープペンシル、ボールペン、はさみ、のり、ファイル、バインダー等の品目	再生材料(再生プラスチック、再生紙等)の利用
機器類	いす、机、棚、黒板等6品目	
OA機器	コピー機、コンピュター、プリンター、ファクシミリ等7品目	
家電製品	冷蔵庫、エアコン、テレビ受信機、VTR等6品目	エネルギー消費効率等
照明	蛍光灯照明器具、蛍光灯	
自動車	低公害車(天然ガス車、ハイブリッド車等)、その他自動車	排出ガス、燃費等
制服作業服	耐服、作業服	
インテリア	カーペット、カーテン、毛布	ペットボトルの再生樹脂の使用等
寝具	作業用手袋	
設備	太陽光発電システム、燃料電池、太陽熱利用システム	
公共工事	①再生資材等(再生木質ボード、タイル、混合セメント等) ②建設機器(排出ガス対策型、低騒音型)	
役務	省エネルギー診断	

提言(1)特定調達品目の数を更に増やすべきである。
(2)グリーン購入の内容を年度末に詳細に国民に公開すべきである。

217

総販売額に占める環境配慮型製品の割合が5割を超える (昨年は35%)

グリーン購入ネットワーク

製品の製造・販売事業者に対して、グリーン購入の主要な対象となっていくる15の製品分野ごとに、環境配慮型製品の総販売額とそのうち環境配慮型製品の占める割合を聞いた。その結果、環境配慮型製品は全製品分野平均で約51%となり、アンケート調査を開始して以来初めて5割を超えた。(2002年度は35%、2001年度は30%)
この割合をもとに国内の環境配慮型製品の生産額を試算したところ、約50兆円となった。

国内の環境配慮型製品の生産額

(試算=499兆円(名目GDP、2002年)
×19.7%(名目GDPのうち製造業の割合)
×51%(環境配慮型製品の割合)
=50兆円)

GPN2003年度アンケート調査より

218

エコプロダクツ2007

日時 12月13日(木)～12月15日(土)、2007年
 場所 東京ビッグサイト(東展示場、5ホール)
 主催 産業環境管理協会、日本経済新聞社
 出展団体 632

来場者 16万5千人(その内1万5千人は小中高校生)

今回は第9回目で過去最大規模の展示会となった

「次の10年に向けた宣言」

- (1) 国民運動につながるよう環境分野の情報発信を積極的にを行います。
- (2) ライフスタイルの未来像を積極的に示していきます。
- (3) 環境問題を解決するための先進的なコンセプト、技術、製品を展示していきます。
- (4) 「ゆりかごからゆりかごに戻るまで」の製品のライフサイクルの考えを普及させます。
- (5) 出展者と来場者の多様なコミュニケーションを促進します。
- (6) 世代を越えて、環境教育に積極的に取り組んでいきます。

221



223



222



224



キヤノン

トナーカートリッジリサイクル

エコプロダクツ大賞推進協議会会長賞(優秀賞)

Closed Loop Recycle

トナーカートリッジの回収・リサイクル

トナーカートリッジの回収自体は1999年から行われており、100%再資源化され、その結果、累積10万tの新規資源の使用を抑制し、これによって約27万tのCO2を削減している。

使用済みトナーカートリッジ回収量 (単位: 10,000個)

年	回収量 (10,000個)
1999	10
2000	15
2001	20
2002	25
2003	30
2004	35
2005	40
2006	45
2007	50
2008	55
2009	60
2010	65

トナーカートリッジの部品/材料を同等品質で再びトナーカートリッジに再使用する「クローズドループリサイクル(閉じた輪のリサイクル)」を推進し、資源をより有効に活用している。231



229

エプソン

エプソン独自のインクジェット技術 「マイクロピエゾテクノロジー」

電圧をかけてピエゾ素子を引き、インクの滴のサイズを決定

電圧をかけてピエゾ素子を引き、インクの滴のサイズを決定

逆電圧をかけてピエゾ素子を引き、インクを吐出

エプソンのインクジェット技術では、インクを飛ばす際にピエゾ素子(電圧をかけると変形する素子)を利用する「ピエゾ方式」を採用している。精密な動作に加え、熱を使う「サーマル方式」とは違って熱によるインクやインクヘッドの劣化がない点も利点。

大型インクジェット装置によるカラーフィルタの生産イメージ

メリット

従来、三原色の形成に3回用いられていたフォトプロセスがなくなるため、工数の大幅な削減が可能となり、省材料・省エネルギー化にも貢献できる。



230

シャープ

21世紀の環境照明 "ソーラー・LED照明灯"

エコプロダクツ大賞推進協議会会長賞(優秀賞)



ソーラー・LED照明灯は、屋間に太陽電池で発電した電気を蓄電池に蓄え、夜間にその電気をを用いて照明を行う。

クリーンな照明
商用電源を使用する照明灯に比べて、1年間に約48kgのCO₂を削減※1できる。

注1) ソーラー・LED照明灯(LH-LW3A1)の場合。
32W防犯灯(コンパクト型蛍光灯の6本管形)の消費電力35W、点灯時間を1日平均12時間として、CO₂排出削減量を314.5g-CO₂/AWh(太陽光発電協会PEA)で試算。

長寿命の太陽電池やLEDで、メンテナンスの手間を大幅に軽減。太陽電池は平均して20年以上、LEDは約10年、さらに蓄電池も密閉構造。ディープサイクルバッテリーの採用で5~6年の長寿命を実現。一般的な蓄電池に比べて優れた省メンテナンス性を発揮し、トータルコストを低減出来る。

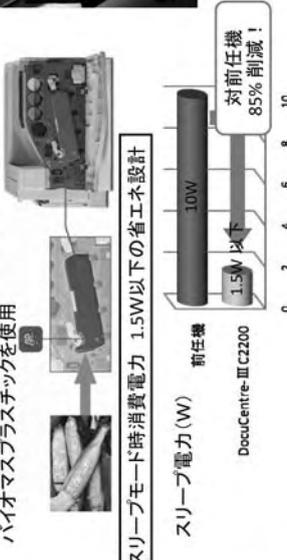
235

富士ゼロックス

ゼログラフィー複合機&プリンター

エコプロダクツ大賞 経済産業大臣賞

可動部にハイオマスプラスチック使用(CO₂削減)(業界初)
植物(トウモロコシ)由来成分を30重量%以上含む
ハイオマスプラスチックを使用



スリープモード時消費電力 1.5W以下の省エネ設計

DocuCentre-III C2200

対前任機 85%削減!

鉛を含まないシャフトを採用(業界初)

複写機には、約80本のシャフトが使われており、総重量は一台あたり約4kgで、従来の鋼材であれば約112g含有される鉛の含有量が、「ゼロ」になる。

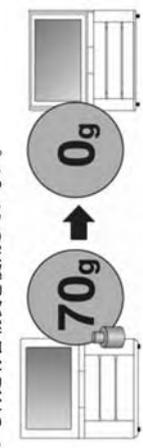
233

松下グループ

プラズマテレビ [VIERA]

プラズマパネルは、水銀・鉛フリー

フルハイビジョンプラズマパネルは、RoHS指令で指定されている特定有害物質を使用していない。



37V型のプラズマテレビ1台につき、パネルに約70g使っていた鉛が、ゼロに!

パネル寿命約100,000時間

フルハイビジョンパネルは、独自の蛍光体プロセス技術などにより、約10万時間の長寿命を実現した。

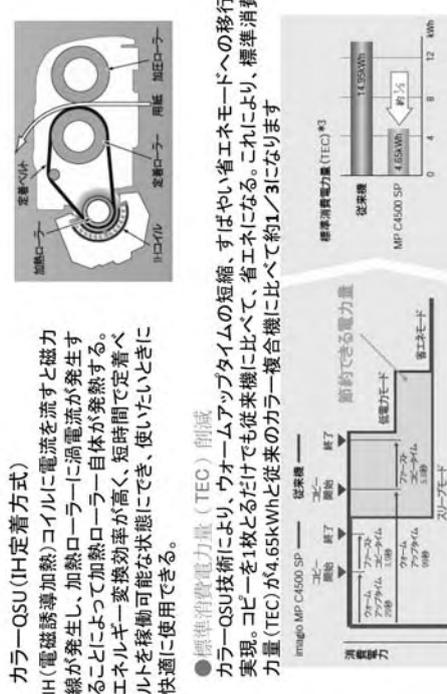
236

RICOH

省エネ技術QSUの進化

カラー-QSU (IH定着方式)
IH(電磁誘導加熱)コイルに電流を流すと磁力線が発生し、加熱ローラーに渦電流が発生することによって加熱ローラー自体が発熱する。エネルギー変換効率が高く、短時間で定着ペルートを稼働可能な状態にでき、使いたいときに快適に使用できる。

●標準消費電力(TEC)削減
カラー-QSU技術により、ウォームアップタイムの短縮、すばやい省エネモードへの移行を実現。コピーを1枚とるだけでも従来機に比べて、省エネになる。これにより、標準消費電力(TEC)が4.65kWhと従来のカラー複合機に比べて約1/3になります



234

ヤマハ発動機

燃料電池二輪車
「FC-Dii」(左), 「FC-AQEL」(右)



従来のガソリン二輪車のCO2排出量...35.5 gCO2/km
FC-DiiのCO2排出量...19.4 gCO2/km
FC-AQELのCO2排出量... 0 gCO2/km

ダイレクトメタノール燃料電池システム(DMFC)としては最高水準のシステム効率30%を達成

237

NECグループ

「マンガン系リチウムイオン二次電池」



マンガン系リチウムイオン二次電池の開発は世界初

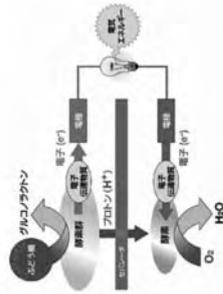
従来のコバルト系のリチウムイオン二次電池に比べ、過充電に強く、ハイレベルの安全性を実現すると共に、安定供給が可能になった。優れた安全性により、電池パックに内蔵する保護回路もシンプルなものとなり、トータルでのコストダウンが可能となった。

電池比較 従来のNi-MH:10sec充電後に2~3sec点灯
本製品:10sec充電後に 30sec点灯

239

SONY

「ブドウ糖で発電するバイオ電池」



一辺39mmのキューブ状のバイオ電池1ユニットで50mWの世界最高出力を達成。

植物に含まれる栄養源である炭水化物を、酵素分解により電気エネルギーとして取り出すバイオ電池を開発。

発電性能や耐久性の向上など様々な要素技術の研究開発を行い、将来の実用化を目指す。

238

三洋電機

「eneloop universe」(2007グッドデザイン大賞内閣総理大臣賞受賞)

2007年グッドデザイン賞は話題だった任天堂のWiiを凌いでの受賞



太陽光で発電しeneloop赤電池に充電ができるソーラー充電器「eneloop solar charger」500回繰り返し使える充電式カイロ「eneloop kairo」USB出力付充電器セット&リチウムイオンバッテリー「eneloop mobile booster」

240

日立グループ(家電)

鉄道用ハイブリッド車両(エコプロダクツ部門 環境大臣賞)

(概要)
世界初の鉄道用ハイブリッド車両

(特徴)
①世界初の営業用ハイブリッド車両
②蓄電用のリチウムイオン電池にブレーキ・エネルギー回収
③燃料消費率10%向上
④NOx、PMを約60%低減



241

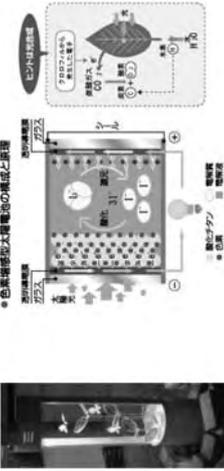
アイシン精機(自動車)

色素増感型太陽電池

(概要)
植物の光合成にヒントを得て、光で反応する色素を人工的に作り出し発電する。

(特徴)
①シリコンを使用せず色素を利用する
②製造時におけるCO₂の発生がシリコン型に比べ約1/10で安く製造できる
③特定の色に対して反応するため、少ない照射量でも効果が得られる
④光を通す半透明の装置になり、建設材としての応用が可能

(課題)
シリコン型に比べ光の変換効率が低い(約10%)、従来型約20%



243

東芝グループ(家電)

エレベーターのリニューアル(エコサービスマン 経済産業大臣賞)

(概要)
既設のエレベーターを最新機種に入れ替えるリニューアル事業
モーターの回転を電圧と周波数によって同時に制御し、快適かつ省エネを実現する

(特徴)
①省エネルギー:70%削減(油圧式)
②生産、管理などライフサイクル全体でエレベーターをデザイン
③バリアフリー、防犯強化などのシステムも提供



242

ホンダ(自動車)

次世代型太陽電池

(概要)
非シリコン系材料のCIGS化合物を利用した薄型太陽電池

(特徴)
①面内の性能均一性を実現するプロセス技術を開発
②シリコン系太陽電池に比べ製造過程での消費エネルギーを約1/2に抑え、コストも低下
③今までの約1/80の薄さ(0.024mm)と高性能化(アモルファスシリコンより約20%up)を両立
④量産化を視野に入れた構造と生産技術
⑤2002年春より細江船外機工場に設置(年間積算発電量10万KWh)

(課題)
単結晶シリコン型に比べると低い変換効率



244

三菱自動車工業(自動車)

次世代電気自動車 iMIEV

(概要)
長距離航続と急速充電を実現した軽自動車型電気自動車
(特徴)

- ①スペースの確保と低重心化
- ②航続距離100km超の大容量リチウムイオン電池
- ③急速充電・家庭用充電など3通りの充電方法に対応
- ④最高15分での充電可能
- ⑤高いエネルギー効率(55.5%:ガソリン車16.3%)
- ⑥ライフサイクルCO₂排出量ガソリン車の1/3、ハイブリッド車の2/3

(課題)
車体価格と家庭での充電時間の長さ



iMIEV
次世代型電気自動車「iMIEV」
(Mitsubishi Innovative Electric Vehicle)

245

味の素(食品)

飼育用アミノ酸

(概要)
リジン等の必須アミノ酸を家畜飼料に適正配合する
(特徴)

- ①飼料中のタンパク質の利用性が改善され、排泄物が最大50%削減
- ②底タンパク化により、窒素排出量が25~50%減少
- ③アンモニア揮散量が50%近く減少
- ④日本全体でCO₂換算100万トン削減可能。



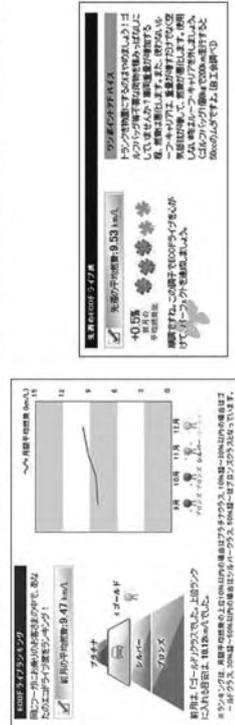
247

日産(自動車)

カーウイングス エコドライブサービス

(概要)
燃費ランキング、エコドライブアドバイス等を行なうカーナビシステム
(特徴)

- ①実績として平均約2割の燃費向上
- ②交通量情報を考慮に入れ、最速ルートを探ることにより時間も約2割短縮



246

NTTフアシリティーズ

屋上サツマ芋水気耕栽培システム 「グリーンポット」(エコプロダクツ大賞エコサービスマ部門農林水産大臣賞受賞)



ヒートアイランド対策を目的とした屋上緑化

土を使わないため、軽い

シンプルで低コスト、収穫の楽しみがある

遮熱効果が高い、
屋根表面温度差は最大27℃
80%近くの反射率。

248

積水化学グループ

高性能フェノールフォーム断熱材
「フェノバボード」



薄くても優れた断熱性能を発揮できる
住宅用グラスウール厚さ85mmで得られる
断熱効果がフェノバボードでは厚さ35mm
で得られる。(約60%減)

環境に配慮したノンフロン建材

気泡膜はガス透過性が極めて低く、
他素材に比べ断熱性能の経時変化が
極めて少ない

中性化による金属腐食の防止

249

エコプロダクツ展2008 (第4回)

3月1日～4日 ハノイ、ベトナム
主催 アジア生産性機構 (APO)
共催 標準品質総局・ベトナム生産性本部
(STAMEQ・VPC)

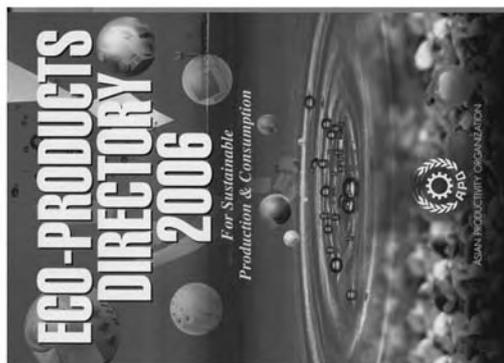
「エコプロダクツ国際展2008」は、アジア諸国における環境にやさしい製品・サービスの利用の促進、さらにはアジアのグリーン市場拡大による循環型社会の形成を目指し、GP諮問委員会の全面的な支援を得て、APOが実施するものです。GP諮問委員会は、APOが生産性の向上と環境保全の両立を目指し、加盟各国で展開している「緑の生産性 (GP)」事業に対し日本企業の協力を得る目的で2003年に設立され、現在では40以上の日本企業が参加しております。

251

エコプロダクツ国際展に参加した日本企業 (現地法人を含む 50音順)

アドグリーンコート	新日本製鉄
エコプロダクツ2006 (会場・東京ビッグサイト 主催・産業環境管理協会/日本経済新聞社)	ダイキン 帝人 東芝 東レ トヨタ自動車 日建設計 日本ペイント 日本電気 日本ビクター バーバリアンズ
エスケー化研	松下電器産業
荏原製作所	日立製作所
エポック環境共技研	富士ゼロックス
岡村製作所	富士通
花王	三菱電機
キャノン	三菱マテリアル
グリーン購入ネットワーク	リコー
国際環境技研	
品川化工	
島津製作所	
清水建設	
昭和電工	
新エネルギー・産業技術総合 開発機構	

250



252



253

Eco-Products Directory 2006

送付先

- イラン、インド、インドネシア、韓国、カンボジア、シンガポール、スリランカ、タイ、台湾、ネパール、バキスタン、バングラデシュ、フィジー、フィリピン、ブルネイ、ベトナム、マレーシア、ミャンマー、モンゴル、ラオス、中国の元首、工業大臣、及び環境大臣
- オーストラリア、ニュージーランド、ベルギー、デンマーク、フランス、ドイツ、ノルウェー、スウェーデン、イギリス、アメリカ、カナダの環境大臣
- 国連経済社会局、国連環境計画、欧州委員会環境総局、世界エコラベリングネットワーク、北米グリーン購入イニシアティブ、タイ環境協会、韓国グリーン購入ネットワーク、グリーン購入ネットワークマレーシア、持続可能性を目指す自治体協議会
- 経団連、(社)産業環境管理協会等17の国内環境関連団体

255

Eco-Products Directory 2006

データベース小委員会名簿

東京大学生産技術研究所	山下 良一
アサヒビール株式会社社会環境推進部	小室 晴美
王子製紙株式会社環境部	松井 貞
花王株式会社環境安全推進本部	松本 清文
キヤノン株式会社環境コミュニケーション課	麴谷 和也
コクヨ株式会社環境安全本部	森本 弘
シャープ株式会社環境安全本部	古山 輝夫
新日本製鐵株式会社環境部環境防災技術グループ	実平 喜好
株式会社東芝環境推進部	稲永 弘
株式会社トーマツ評価機構	長谷川 哲男
日産自動車株式会社環境・安全技術部	芝池 成人
松下電器産業株式会社環境本部	蛭田 道夫
三菱電機株式会社環境推進本部	佐藤 孝夫
株式会社 リコー社会環境本部	

(敬称略)



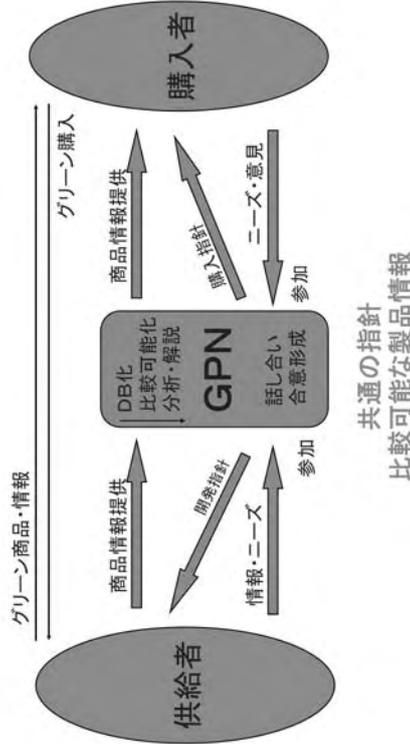
254

グリーン購入ネットワーク(GPN)

- ・グリーン購入を推進する非営利組織 (NPO)
- ・1996年2月設立 (環境庁等の呼かけにより)
- ・グリーン購入の普及と情報提供
- ・世界から注目される広範な産官民のネットワーク
 - － 会員数：約2800団体 (企業、行政機関、NGO・NPO)
 - － 日本をモデルにヨーロッパGPN、韓国GPN、GPNマレーシア、タイGPN、台湾GPNが設立される
- ・活動内容：
 - － グリーン購入ガイドラインの策定
 - － 各種製品・サービスのデータベース構築
 - － 普及啓発 (フォーラム・セミナー等)
 - － 表彰制度「グリーン購入大賞」(環境大臣賞、経済産業大臣賞)
 - － 調査研究、研修、国際ネットワークづくり等

256

グリーン購入ネットワークの役割



257

グリーン購入ガイドライン制定15分野

～主要な製品群、そしてサービス分野へ展開～

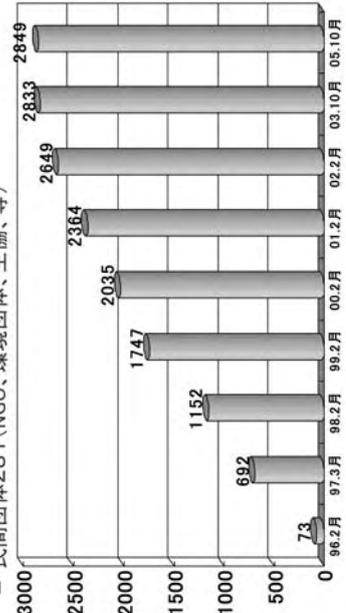
- | | | | |
|--|---------|--|-----------------|
| | 印刷・情報用紙 | | 自動車 |
| | 文具・事務用品 | | 照明(ランプ・器具) |
| | オフィス家具 | | 制服・事務服・作業服 |
| | パソコン | | 印刷サービス |
| | 冷蔵庫 | | ホテル・旅館 |
| | エアコン | | —02年12月制定— |
| | テレビ | | |
| | 洗濯機 | | |
| | コピー機 | | トイレット・ティッシュペーパー |
| | ファクシミリ | | プリンター・ファクシミリ |
- 計15分野

259

GPN会員数の増加

会員数：2,849団体 (2005年10月現在)

- 企業 2,250 (広範な業種/規模の企業)
- 行政 318 (全47都道府県、政令市、市町村、等)
- 民間団体 281 (NGO、環境団体、生協、等)



日本でも最大規模の広範なネットワーク組織

258

GPNホームページ上の製品・サービス情報

全体で毎月 約50万PV

16分野、1万を超える製品環境情報

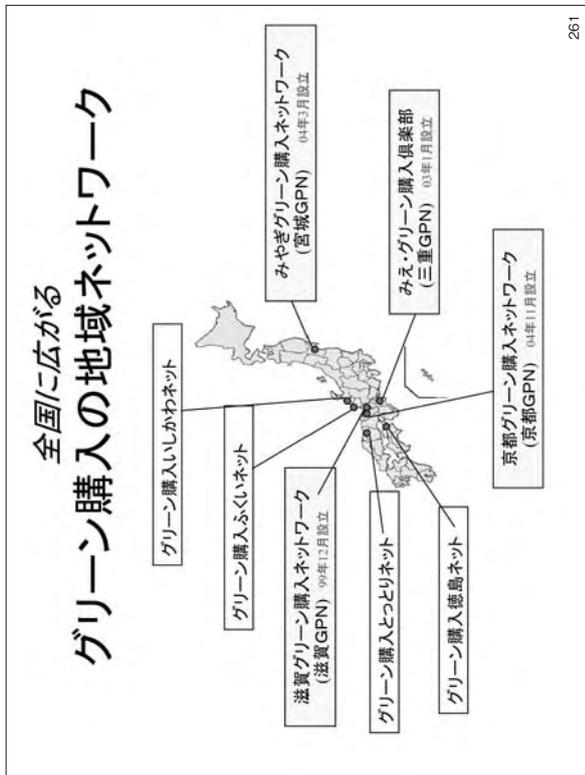
多様な製品・サービス4000の情報

グリーン購入法に適合する2万製品の情報 (環境省委託)

グリーン購入ネットワーク
Green Purchasing Network

環境に取り組み 230のホテル・旅館の情報

260



261



国際グリーン購入ネットワーク(IGPN)

- 仙台宣言(2004年10月)に基づき、
- 2005年4月25日設立発表記者会見

■ ミッション

- ✓ 世界的にグリーン購入活動と環境配慮製品やサービスの開発を普及促進する
- ✓ グリーン購入と環境配慮製品やサービスに関する情報やノウハウを国際的に共有化する
- ✓ グリーン購入と環境配慮製品やサービス開発の取組をグローバルな視点で調和させる

263

世界規模でのグリーン購入の推進に向けて 2004年10月6~7日 『第1回グリーン購入世界会議in仙台』開催

★<グリーン購入宣言>を制定
★世界中の産官学民のグリーン購入関係者が一堂に会した初めての会議
★37の国と地域から千名が参加
★国際ネットワーク(国際GPN)設立へ
★世界で連携してグリーン購入推進(情報・経験の共有、共通の購入指針・商品データベースづくりなど)



262



IGPNの運営体制

カウンシル(Council)

- グリーン購入ネットワーク(GPN)
- イクレイ(ICLEI)ー持続可能性を目指す自治体協議会
- スウェーデン環境管理協議会
- 北米グリーン購入イニシアティブ
- 韓国グリーン購入ネットワーク
- グリーン購入ネットワークマレーシア

アドバイザー会議(Advisory Board)

国連、国連環境計画(UNEP)、アジア生産性機構(APO)、世界エコラベリングネットワーク(GEN)、イギリス環境庁、アメリカ環境保護庁、ニュージーランド環境省、タイ環境協会、中国環境保護総局(以下日本)環境省、経済産業省、仙台市、日本経済団体連合会、日本環境協会、

264

2006年9月20日
EcoProcura 2006

ヨーロッパのグリーン調達
Gino Van Begin, ICLEI

EU政策ターゲット

(1)再生可能資源によって生産された電力
 (2)エネルギーインテンシティ
 1990-2000年減少、2001-2003年増加、
 2005年比で2020年までに20%削減
 (3)CO2
 1990年比で2003年に1.7%削減、2008-2012年に8%削減
 (4)有機農法
 2001-2003年に4.5%増加、1990-2000年に18.9%増加
 (5)バイオ燃料
 2004年に0.8%、2010年までに5.75%に増加

265

2006年9月20日
EcoProcura 2006

ヨーロッパのグリーン調達
Gino Van Begin, ICLEI

サステナブル調達の力
EU 1兆ユーロ/年 製品とサービスを公共調達
GDPの14~16%に相当

EUの政策ターゲット

(1)再生可能資源によって生産された電力
 すべての公共機関がグリーン電力を調達すると
 京都コミットメントの18%を達成できる
 (2)エネルギー・インテンシティとCO2の削減
 毎年280万台のPC購入(市場の12%)
 エネルギー効率の良いPC購入によって800万トンCO2を
 削減可能
 (3)有機農法
 グリーン調達により350万人分の水の富栄養化分を
 キャンセルできる
 60万人分のGHGを削減できる

266

アジア太平洋諸国のグリーン公共調達は十分に進展していない

2007年6月18日現在

	GP推進団体	GP法または同等の法律	エコプロダクト展示会	官庁のグリーン購入	グリーン購入データベース
日本	***	***	***	***	***
韓国	***	***	***	***	***
中国	***	***	***	***	***
台湾	***	***	***	***	***
フィリピン	***	***	***	***	***
ベトナム	*	-	計画なし	*	-
タイ	**	**	**	*	**
マレーシア	***	***	***	-	-
インドネシア	***	-	-	-	-
シンガポール	**	-	***	-	***
インド	***	*	*	*	**
スリランカ	-	-	-	-	-
オーストラリア	-	***	-	-	-
ニュージーランド	-	***	-	-	-
ブラジル	*	***	-	-	-
ロシア	-	-	-	-	-
★の定義	団体活動中	法策成立	定期開催	広く実施	DB存在
***	団体設立	審議中	開催	実施	構築中
**	設立準備中	検討中	準備中	計画	検討中
*					

国際グリーン購入ネットワーク (IGPN) 作成

267

IGPNの活動

電子情報発信

- URL: www.igpn.org
- 内容:
 - IGPNについて
 - 世界ニュース
 - グリーン購入ガイドライン
 - IGPNの活動
 - 国際行事
 - e-ニュースバックナンバー
 - 国際環境機関へのリンク
- e-ニュース

268

IGPNのスローガン

Purchase Sustainable Future

“持続可能な未来を購入せよ”

IGPNは支援企業を募集中!

269

1000万人以上の国民が「環境立国」の
共通目標のために二斉に動く。

↓

エコプロダクツ/エコサービスを大量に購入する。
社会的責任投資を大規模に実施する。

↓

環境先進企業の業績が大幅に向上する。

↓

経営者はエコプロダクツ/エコサービスの開発と環境経営を最も重視するようになる。

↓

技術者や従業員の志気が高まる。

↓

大学の研究者も社会の目指す方向の研究をするようになる。

↓

日本全体のエコデザインやエコテクノロジーの開発競争が激化する。

↓

日本の国際競争力が高まり、同時に持続可能技術で国際貢献できるようになる。

271

1000万人以上の国民が
「環境立国」の共通目標のために
二斉に動く。

270

地球温暖化へ
宣戦布告せよ

272