

慶應義塾大学経済学部

2007年度

## 地球環境問題—地球温暖化を中心に

### 第9-10回 地球温暖化（その1 IPCC報告書）

山口 光 恒

#### はじめに

第4次報告書国際共同執筆 2007年完成

IPCC（温暖化に関する政府間パネル）とは（1998年6月Robert Watsonの演説）

政治と科学 専門家と各国政府の関わり具合

WMO（世界気象機関）とUNEP（国連環境計画）が共同で1988年に設立した国連の組織

目的「気候変動に関する現状の知識を整理し、政策決定者に伝えること」

2001年に第3次報告書完成

#### IPCC報告書

WG1 温暖化の科学、WG2 影響・適応・脆弱性、WG3 緩和対策

#### 1、第1次報告書（1990年）

過去100年間 平均気温0.3-0.6℃上昇、海面は10-20cm上昇

特段の対策無し→平均気温は3℃、海面は65cm上昇（中位の数字）

現在の濃度での安定化 GHG排出を直ちに60%削減の要→不可能

気候変動枠組み条約採択へ（1992年） 科学と政治

#### 2、第2次報告書（1995年）

気候変動枠組み条約とIPCC 1992年、第2条に関する調査を活動に含める

危険でない濃度、その濃度での安定化の達成期間に関する情報提供 →現在の科学的知見では困難

特段の対策無ければ→2100年までに平均気温が2℃(1.0-3.5℃)上昇、海面上昇は50cm (15-90cm)

中位のシナリオ、エアロゾルの影響で下がる

「色々な証拠から、温暖化は人為的なものであると識別できる」

京都議定書合意へ

#### 3、排出シナリオ特別報告書（SRES）2000年（資料1、2）

4つのファミリー（A1、A2、B1、B2）と6つのシナリオグループ（A1F1、A1B、A1T、A2、B1、B2）

A1：ファミリー、高成長、技術革新、地域間格差の縮小を特徴とする社会

A2：多元的社会で地域の独自性の保持と高い人口増加率を特徴とする社会

B1：持続可能な社会で地域間格差解消やサービス・情報化を特徴とする社会

B2：経済、社会、環境面で持続可能性に配慮するために地域的対策を重視する社会

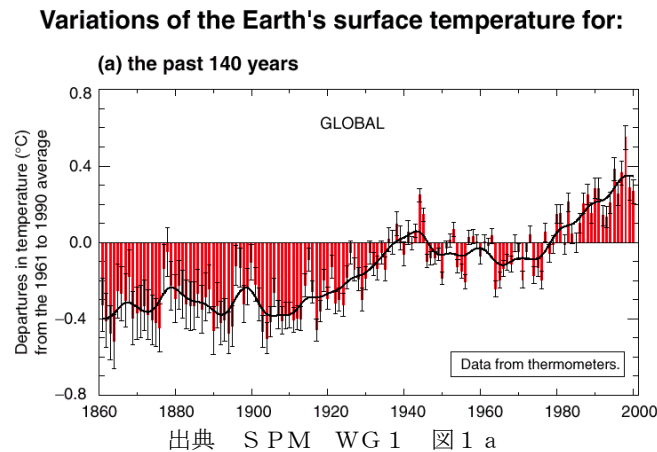
A1F1は化石燃料集約型、A1Tは非化石燃料依存型、A1Bはこの中間

#### 4、第3次報告書（2001年）

##### 1）第1作業部会報告書 気候系についての理解の現状と将来の気象予測

20世紀中の温度上昇は0.6°C(0.4-0.8°C)、

140年間の気温変化（1860年-1999年）



「過去50年間の温暖化の大部分は人為的なものとする新たな且つ強固な証拠がある」

“The balance of evidence suggests a discernible human influence on global climate” (SAR)

“There is new and stronger evidence that most of the warming observed over the last 50 years is attributable to human activities”. (TAR)

平均気温は1.4~5.8°C上昇、海面上昇は9-88cm（資料3-1、3-2、4）

- SRESの代表シナリオ例に対し2100年までの大気中のCO<sub>2</sub>濃度は540~970 ppmと予測される。（資料3-2）
- 大気中のCO<sub>2</sub>濃度を450, 650, 1000 ppmで安定化させるためには、人為起源のCO<sub>2</sub>排出量をそれぞれ数十年、約100年、および200年以内に1990年のレベル以下とし、その後も減少させることが必要（資料3-1）
- 平均気温は2100年までに1.4~5.8°C上昇する（資料4）

→降水量増加、異常気象発生

気候感度（資料5）

2) 第2作業部会 第3次報告書の新たな知見を中心に Al Gore “Inconvenient Truth”

- ① 気温上昇が既に各方面に影響を与えている
    - 氷河縮小、永久凍土融解、中・高緯度の作物成長期間長期化、一部動植物種減少など
  - ② その結果自然システムに不可逆的な損害を与える可能性がある
    - 氷河、珊瑚礁、マングローブ、北方林や熱帯林、草原湿原などの重大な損害を被る可能性
  - ③ 社会経済的な影響は悪影響が多いが好影響もある
    - 悪影響：熱帯・亜熱帯での農作物減少、マラリアやコレラなど伝染病、洪水多発
    - 好影響：数℃の気温上昇の場合、中緯度の一部地域で農作物の増加、水不足の解消など
  - ④ 損害の多くは貧困者が被り、不公平
  - ⑤ 適応にはコストがかかるが緩和措置の補完としてあらゆる規模に必要な戦略
  - ⑥ 適応力は途上国の方が低い
    - 温暖化により多くの途上国で損害が発生、気温上昇と共に通増
    - 先進国では数℃だとプラスとマイナスが混在、気温上昇が大きいかほど途上国の損害が相対的に増大
- 温暖化と損害に関する知見（資料6） 目標温度との関係

3) 第3作業部会 緩和対策（排出削減及び吸収）日本 21/455名

- ① 温暖化対策以外に他の社会経済政策との統合や将来の発展のあり方を含んだ検討が必要
  - 脱炭素社会に向けて社会経済構造を変えなければならない（資料7）
- ② 技術の役割の重要性と技術革新・普及政策の重要性
  - 風力発電、ハイブリッドエンジン、燃料電池、エネルギー効率改善、燃料転換など
  - 2010年、2020年までの削減量の半分は建物、運輸、製造業のエネルギー効率化で達成可能
  - 削減費用の半分は直接便益>コスト、残りの半分は炭素トン当たり100ドル以下(1998年価格)
  - シナリオによっては上記のコストで排出量を2000年以下にすることも可能
  - ほとんどのモデルで今後100年以降に亘ってCO<sub>2</sub>濃度を450-550 ppmに安定化が可能(障害有り)
  - 但しそのためには社会経済的、制度体制的变化が必要
  - 費用・便益
    - 便益の測定法、分析の範囲と手法、分析の基礎的な仮定（人口、経済成長率、技術水準、緩和目標の水準と時期、京都メカニズム使用の有無など）によりかわる。この他税収の使い方など
- ③ 京都議定書達成のコストに見通し、コスト削減の手段有り
 

排出権取引なしの場合、先進国のコストはGDPの0.2-2.0%、
同 有り 同 0.1-1.0%、

(資料8) 先進国間の限界削減費用の相違 単位ドル/tC (1990年価格)

	排出権取引なし	排出権取引あり
日本	331	68
ヨーロッパ	211	
アメリカ	178	

長期的にはシナリオと安定化水準によりコストが決まる

費用と便益は部門間で不均衡 (石炭、石油、ガス、鉄鋼等はマイナス、Renewablesはプラス

意志決定問題 今後100年間の最善のコースではなく、近未来の最善のコースが重要

4) 知識のギャップ

今後下記が必要

地域・国・部門別ポテンシャル、緩和オプションとコスト、開発・持続可能性・公平性面での評価

5) 技術の普及と障害 (資料9)

5、IPCC第4次報告書 2007年に完成予定

横断的テーマ Sustainable development, Mitigation and Adaptation, Uncertainty etc.

1) 不連続且つ急激な変化と費用便益 損害の二つの形態→連続と不連続

温暖化に伴う地上のエコシステムからの温室効果ガス発生量の大量増加

熱塩循環の停止 (資料10)

“In experiments where the atmospheric greenhouse gas concentration is stabilized at twice its present day value, the North Atlantic Thermo Haline Circulation is projected to recover from initial weakening within one to several centuries”.  
 --- “However it is too early to say with confidence whether an irreversible collapse in the THC is likely or not or at what threshold it might occur and what the climate implications could be. None of the current projections with coupled models exhibits a complete shut-down of the THC by 2100” (IPCC 2001 WG1 p.73).

南極及びグリーンランドの氷床崩壊

2) 緩和と適応

温暖化は不可避 緩和と適応の最適点はあるか (資料11)

3) 2°C目標の扱い

4) セクター別検討 (資料12)

終わりに

IPCC報告 (客観的・科学的情報) はますます重要に

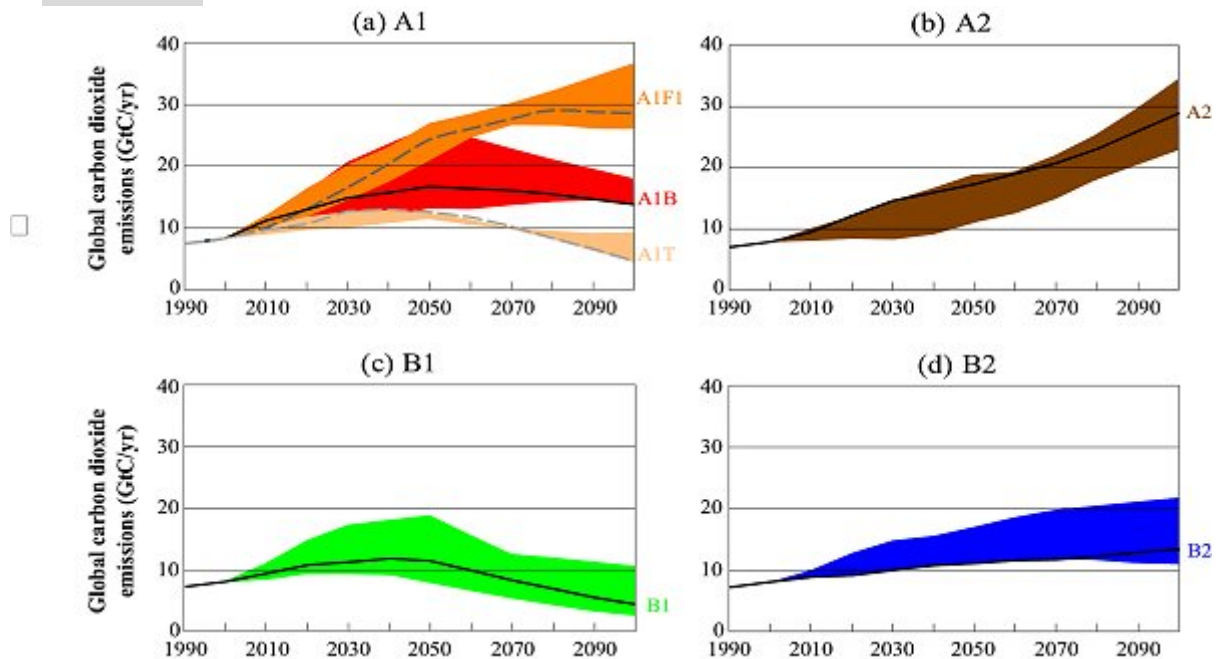
温暖化から持続可能な発展へ（Millennium Development Goalsとの関係）

（資料1）排出シナリオの前提

ファミリー	A1			A2	B1	B2	
シナリオ	1990	A1F1	A1B	A1T	A2	B1	B2
人口（十億）	5.3						
2020		7.6	7.5	7.6	8.2	7.6	7.6
2050		8.7	8.7	8.7	11.3	8.7	9.3
2100		7.1	7.1	7.0	15.1	7.0	10.4
世界のGDP （兆ドル）	21						
2020		53	56	57	41	53	51
2050		164	181	187	82	136	110
2100		525	529	550	243	328	235
一人当たり収入比 （発展途上国(非附属書 I国)に対する先進国 及び経済移行国(附属 書I国の比)）	16.1						
2020		7.5	6.4	6.2	9.4	8.4	7.7
2050		2.8	2.8	2.8	6.6	3.6	4.0
2100		1.5	1.6	1.6	4.2	1.8	3.0

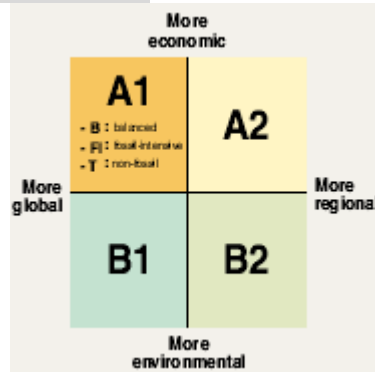
出典 IPCC SRES p.13

（資料2-1）CO<sub>2</sub>排出予測（4つのファミリーと6つのシナリオ） SRESより



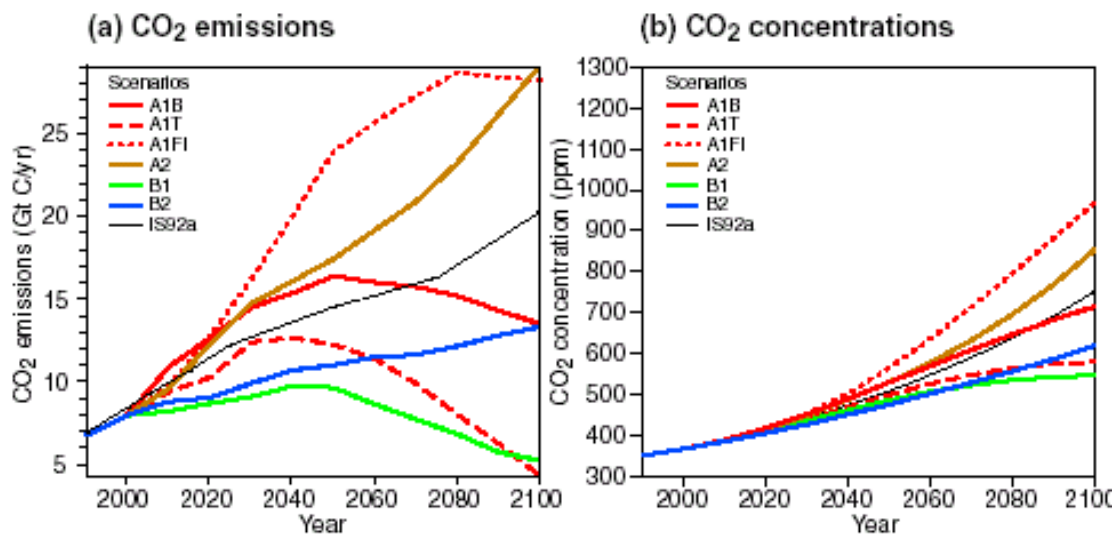
**Figure SPM-3:** Total global annual CO<sub>2</sub> emissions from all sources (energy, industry, and land-use change) from 1990 to 2100 (in gigatonnes of carbon (GtC/yr) for the families and six scenario groups. The 40 SRES scenarios are presented by the four families (A1, A2, B1, and B2) and six scenario groups: the fossil-intensive A1FI (comprising the high-coal and high-oil-and-gas scenarios), the predominantly non-fossil fuel A1T, the balanced A1B in Figure SPM-3a; A2 in Figure SPM-3b; B1 in Figure SPM-3c, and B2 in Figure SPM-3d. Each colored emission band shows the range of harmonized and non-harmonized scenarios within each group. For each of the six scenario groups an illustrative scenario is provided, including the four illustrative marker scenarios (A1, A2, B1, B2, solid lines) and two illustrative scenarios for A1FI and A1T (dashed lines).

(資料2-2) 各シナリオの意味

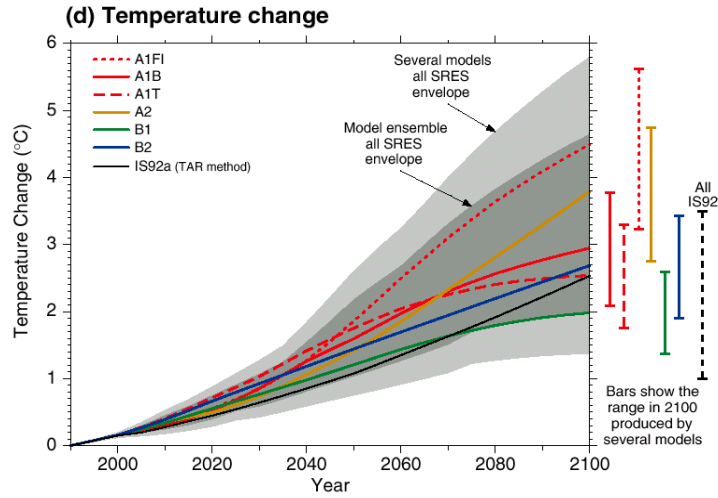


(資料3-1) CO<sub>2</sub> 排出量 (シナリオ毎)

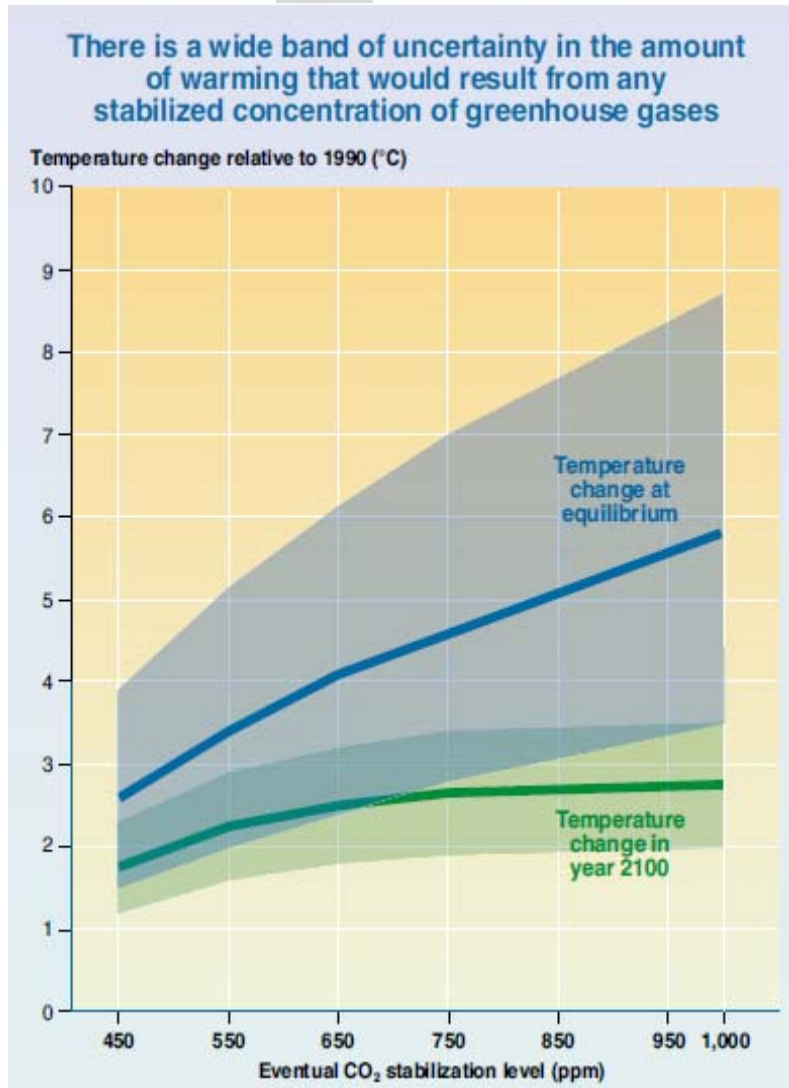
(資料3-2) CO<sub>2</sub> 濃度 (シナリオ毎)



(資料4) 排出シナリオと気温変化  
出典 IPCC、SPM WG1 図5

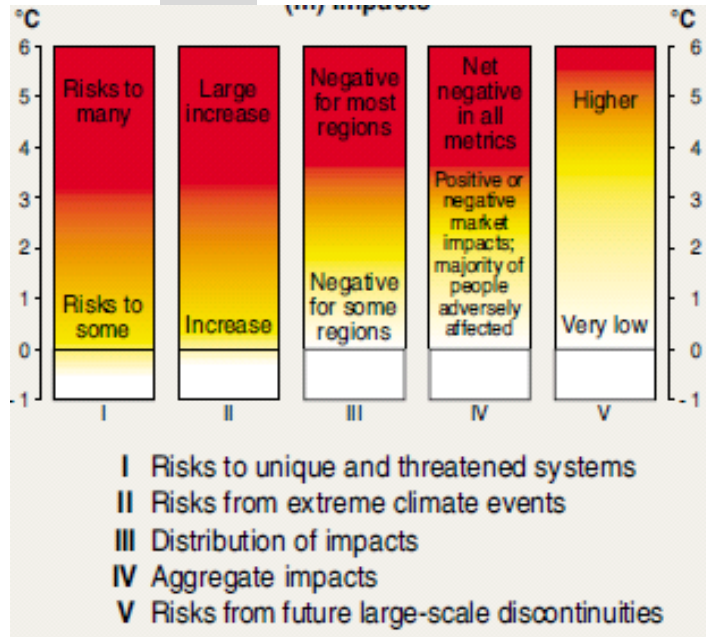


(資料5) 気候感度



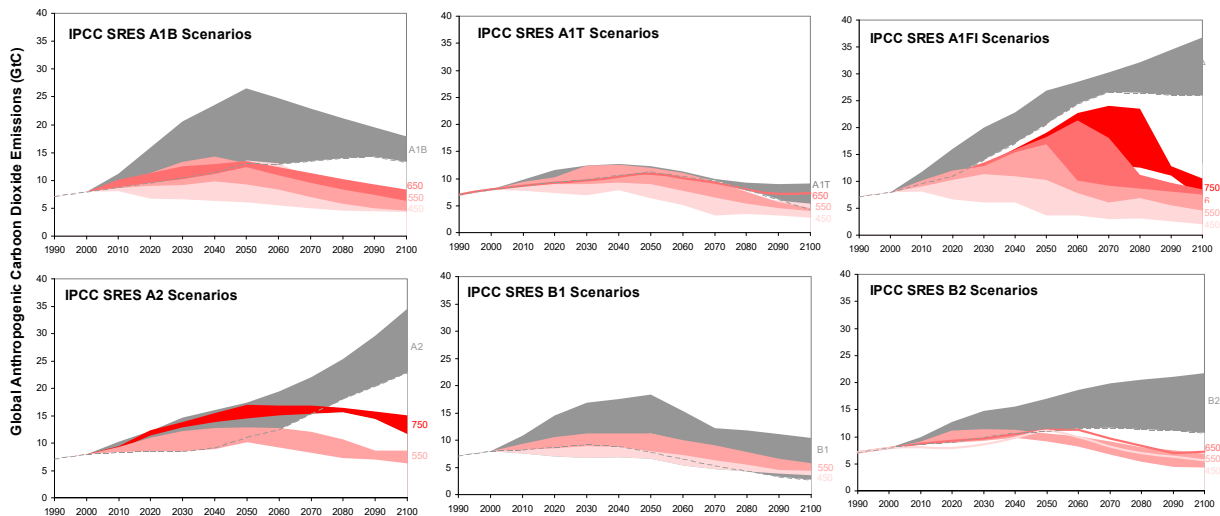
出典：“Climate Change 2001 Synthesis Report, Contribution of Working Group 1, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”, Cambridge University Press

(資料6) 温暖化と損害の関係



出典 IPCC (2001) p.11

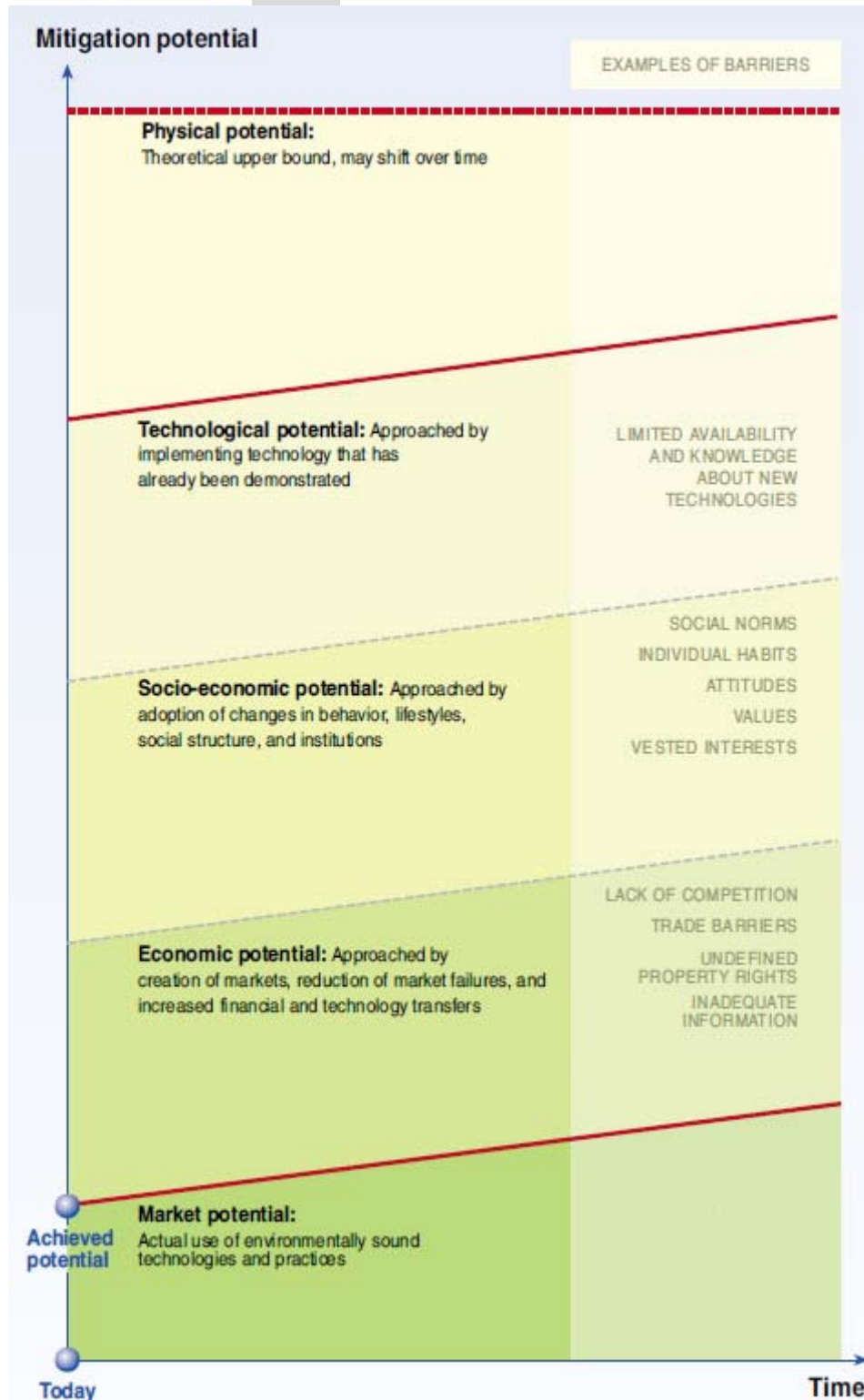
(資料7) ベースライン・シナリオ (特段の対策なし) と安定化シナリオ



図の左側の目盛りはCO<sub>2</sub>排出量(GtC)を、右側のそれはCO<sub>2</sub>濃度(ppm)を表す。たとえばA1FIシナリオ(上段右側)では特段の対策をとらない限り2100年のCO<sub>2</sub>排出量は灰色のシャドローの範囲(右軸のA1FIの範囲)で増加する。これに対して安定化対策を実施することで2100年の濃度を750、650、550、450(単位はppm)に抑えるために必要な排出量が示されている(右軸の濃度に向けた排出量)。たとえば、A1FIシナリオの下で750ppmで安定化するためには2080年くらいから急速に排出量を削減する必要があり、450ppmを目指す場合には直ちに削減開始が必要である。この図から排出削減努力もさることながら、どのような社会を目指すか(たとえば化石燃料に依存したままで高度成長・グローバリゼーションを目指すのか(A1FI)、あるいは持続可能な社会で地域間格差解消やサービス・情報化社会を目指すのか(B1))といった選択の重要性が明らかである。出典 IPCC (2001c)



(資料9) 削減のポテンシャル



出典： “Climate Change 2001 Synthesis Report, Contribution of Working Group 1, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”, Cambridge University Press

(資料 1 0) 熱塩循環の停止

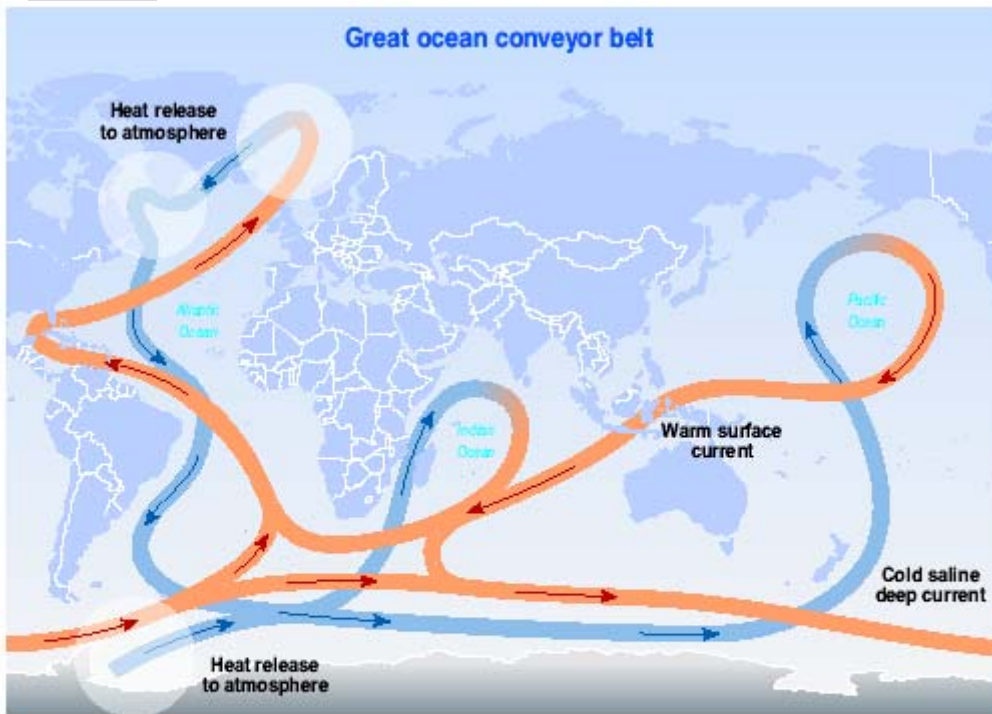
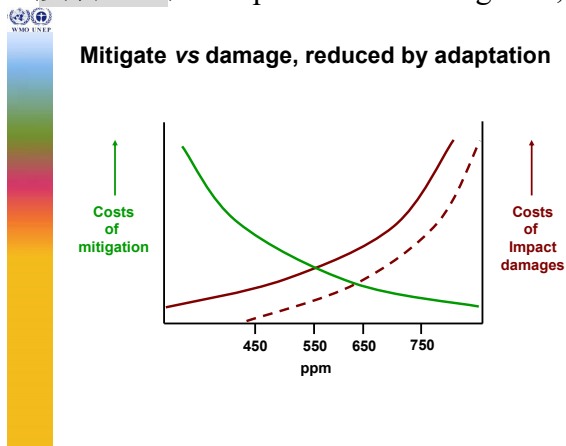


Figure 4-2: Schematic illustration of the global circulation system in the world ocean consisting of major north-south thermohaline circulation routes in each ocean basin joining in the Antarctic circumpolar circulation. Warm surface currents and cold deep currents are connected in the low areas of deepwater formation in the high latitudes of the Atlantic and around Antarctica (blue), where the major ocean-to-atmosphere heat transfer occurs. This current system contributes substantially to the transport and redistribution of heat (e.g., the poleward flowing currents in the North Atlantic warm northwestern Europe by up to 10°C). Model simulations indicate that the North Atlantic branch of this circulation system is particularly vulnerable to changes in atmospheric temperature and in the hydrological cycle. Such perturbations caused by global warming could disrupt the current system, which would have a strong impact on regional-to-hemispheric climate. Note that this is a schematic diagram and it does not give the exact locations of the water currents that form part of the THC.

IPCC 2001, Synthesis Report Question 4

(資料 1 1) Adaptation and Mitigation, Presentation by M. Parry, May 03



(資料 1 2 - 1) AR 4 温暖化と人為的影響 (SPM10 頁)

**Most of the observed increase in globally averaged temperatures since the mid-20th century is *very likely* due to the observed increase in anthropogenic greenhouse gas concentration. This is an advance since the TAR’s conclusion that “most of the observed warming over the last 50 years is *likely* to have been due to the increase in greenhouse gas concentrations”.**

(資料 1 2 - 2) AR 4 気温上昇幅の範囲 資料 4 参照 (SPM13-14 頁)

**Table SPM-3.** Projected globally averaged surface warming and sea level rise at the end of the 21st century. {10.5, 10.6, Table 10.7}

Case	Temperature Change (°C at 2090-2099 relative to 1980-1999) <sup>a</sup>		Sea Level Rise (m at 2090-2099 relative to 1980-1999)
	Best estimate	Likely range	Model-based range excluding future rapid dynamical changes in ice flow
Constant Year 2000 concentrations <sup>b</sup>	0.6	0.3 – 0.9	NA
B1 scenario	1.8	1.1 – 2.9	0.18 – 0.38
A1T scenario	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.45
B2 scenario	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.43
A1B scenario	2.8	1.7 – 4.4	0.21 – 0.48
A2 scenario	3.4	2.0 – 5.4	0.23 – 0.51
A1FI scenario	4.0	2.4 – 6.4	0.26 – 0.59

Table notes:

<sup>a</sup> These estimates are assessed from a hierarchy of models that encompass a simple climate model, several Earth Models of Intermediate Complexity (EMICs), and a large number of Atmosphere-Ocean Global Circulation Models (AOGCMs).

<sup>b</sup> Year 2000 constant composition is derived from AOGCMs only.

