

# I P C C 第二次報告書

2001年4月25日

文責：黒崎美穂、信岡洋子

## 第二次報告書の目的

温暖化ガスの影響がどの程度であると危険なのか政策決定者に情報提供する

第一作業部会：温暖化の観測事実と予測

第二作業部会：温暖化の影響評価・緩和策

第三作業部会：対応戦略

## 第一作業部会

### 1. 温室効果ガスは増加し続けている

・産業革命→化石燃料、土地利用の変化、農業

→ 温室効果ガス・・・CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、CFC 類、HCFC 類

特徴：寿命が長い（CO<sub>2</sub> と N<sub>2</sub>O は数十年から数世紀）

→ 放射強制力 2、45Wm<sup>-2</sup>に影響（値が大きいほど影響力大）

CO<sub>2</sub> : 1、56 Wm<sup>-2</sup>      CH<sub>4</sub> : 0、47 Wm<sup>-2</sup>      N<sub>2</sub>O : 0、14 Wm<sup>-2</sup>

CFC 類、HCFC 類 : 0、25 Wm<sup>-2</sup> - 約 0、25 Wm<sup>-2</sup>

（オゾン層破壊→モントリオール議定書）

・CO<sub>2</sub> 排出量が現在の水準でも少なくとも2世紀間に渡って一定の割合で増加

280ppmv → 550ppmv（21世紀末）

・CO<sub>2</sub> 濃度

450ppmv → 40年 → 630GtC      \* 1GtC = 炭素換算 10 億トン

650ppmv → 140年 → 1080GtC

1000ppmv → 240年 → 1410GtC

例) 450ppmv で安定化させるためには40年後までに人為的CO<sub>2</sub>を1990年レベルにまで落とし、これ以降の排出量を1990年以下にする。1991年から2100年までに放出される総排出量は630GtC。

\* IS92シナリオでは700から2190GtC → 表1

### 2. 人為的エアロゾルは負の放射強制力を生む傾向がある

・化石燃料、バイオマスの燃焼 → エアロゾル（大気中微粒子）

特徴：短命、負の放射強制力 = 0、5 Wm<sup>-2</sup>

### 3. 気候は過去1世紀にわたり変化してきた

・19世紀末以降、平均地上気温は0、3 から 0、6 上昇

・100年後には1、0 ~ 3、5 上昇する見込み

（第三次報告書では1、4 ~ 5、8 に変更）

- ・ 海面上昇は 10～25cm 上昇
- ・ 地域的には極端な天候現象がある 例) エルニーニョ

#### 4、将来気候が変化しつづけることが予想される

- ・ 6つのシナリオの内、2100年までに
 

|                 |      |      |
|-----------------|------|------|
| 低位のシナリオ - IS92c | 1    | 15cm |
| 中位のシナリオ - IS92a | 2    | 50cm |
| 高位のシナリオ - IS92e | 3, 5 | 95cm |

#### 5、多くの不確実性が依然として残されている

不確実性をなくすために研究がされるべき課題

- ・ ・ 温室効果ガス・エアロゾルなど将来の排出量と濃度
  - 気候変化は非線形性である → 急激に強制力を受けると予期しない挙動が起こる

## 第二作業部会

---

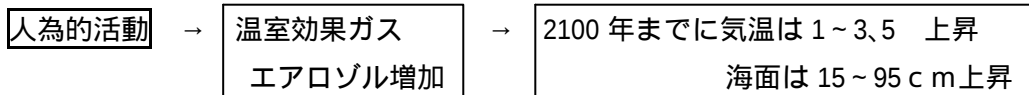
### 1．評価の範囲

任務 物理的システムと生態系、人の健康、社会経済部門に対する気候変動の影響を検討

任務 適応・緩和策の技術的・経済的実現可能性について入手可能な情報を検討

- \* 温暖化の影響が「気候系への危険な人為的干渉」となるかどうか

### 2．問題の性質



- ・ このプロセスは信頼性が低く、不確かである しかし・・・
- ・ 極端な高温、洪水、干ばつの頻度の増加 → 火災、疫病
  - 生態系の構成・構造に大きな影響 = 不可逆性、回復する時間が長い

一方、

- ・ 人為的活動、例えば農業などは利益につながる
  - \* 政策決定者は温室効果ガス的人為的排出量もたらすリスクに対処するという事態にある。
  - \* 早期の気候変動に対する適応策・緩和策をとるのが特に望ましい  
遅らせれば、技術進歩や知見が向上するが、一方で気候変動の速度と規模の増加が見込まれる。つまり、適応費用や損失額が先延ばしにすだけ多くかかってしまう。

### 3．気候変動に対する脆弱性

・ 水文及び水資源管理、人為的インフラストラクチャー、人の健康などを含む生態系及び社会経済システムの気候変動に対する感受性・適応可能性・脆弱性を検討

感受性 - 社会システムが変化にどれくらい敏感に反応するか

適応可能性 - 気候変動に対してどれだけ調整が可能か (技術進歩・資金に依存)

脆弱性 - 社会システムにどれくらい被害を与えるか (とに依存)

\* 発展途上国では が高い

### 3 - 1 陸域と水域の生態系

- ・図 SPM - 1 気温や降水量が変化すると生態系も変わってしまう
- 森林：平均気温 1 の上昇で生育・再生能力に影響 → 植生の変化
  - ・ 1 ~ 3.5 上昇 → 等温線が 150 ~ 550km 高緯度側に移動
  - 地球全森林面積の 3 分の 1 で植生が変化
  - ・ 病虫害・火災の増加等による森林破壊により大量の二酸化炭素の放出
- 放牧地：CO<sub>2</sub> の増加 → 牧草の炭素・窒素比率増加 → 質の悪化
- 砂漠と砂漠化：砂漠はさらに暑く、湿潤化がない極端な気候になる  
砂漠化は進行し、乾燥、侵食によって土壌が劣化する = 不可逆
- 雪氷圏：現存する山岳氷河の 3 分の 1 から 2 分の 1 が 100 年間に消失するかもしれない → 河川流量の季節変化・水供給に影響  
永久凍土の融解等の変化による炭酸ガス・メタンの放出
- 山岳地帯
- 湖沼、河川、湿地帯：高緯度 - 生物生産性は向上  
低緯度 - 絶滅種の増加
- 沿岸生態系：気候変動、海面の上昇、暴風雨、高波の変動によって影響を受ける  
例) 干潟、マングローブ生態系、沿岸湿地、サンゴ礁、河口デルタ
- 海洋：海面の上昇、海氷地域の減少

### 3 - 2 水文と水資源管理

- ・ 温暖化によって地球規模での水循環の活発化 → 降水量・頻度の変化
- ・ 水供給において深刻な問題となっている地域 - 低位沿岸地域、デルタ地域など  
これらの地域では利用可能水量が一般的な渇水基準を下回っている所もある
- ・ 水資源管理者の能力に依存  
人口増加、需要、技術、経済・社会・法的諸条件の変化に対応
- ・ 将来の需給には不確実性が伴う  
→ 効率的な管理、節約の促進、洪水・干ばつの監視予測システムの改善など

### 3 - 3 食物と繊維

- 農業
  - ・ 気候変動による農作物の収穫量と生産性の変化は地域により極めて異なる

- ・ 熱帯、亜熱帯地域では減少すると予測されている
  - 飢餓のリスクがもっとも大きい
- ・ 適応策：作物や作物品種の転換、水管理、灌漑システムの改善、植付け時期の変更
- 林産品 - 寒帯林では、大規模に立木が喪失する可能性がある
- 漁業 - 世界的には気候変動がない場合と同程度に維持される

### 3 - 4 インフラストラクチャー

- ・ 気候変動、海面上昇 → エネルギー、産業、輸送施設、人間の居住地などに悪影響
- ・ 沿岸地域の人々への脆弱性の増大

現在 年間約 4600 万人の人々が洪水の危険性  
 ↓ (適応策がない場合) ↓  
 50cm の上昇で 9200 万人      1m の上昇で 1 億 1800 万人

- ・ 海面上昇の最も影響を受けやすい居住地：資力を持っていない発展途上国

### 3 - 5 人の健康

気候変動による健康影響は広範囲かつ悪影響

- 直接的影響 ・ 熱波の強度と期間の増加 → 死亡や病気の増加
- ・ 極端な気象の増加 → 死亡、傷害、心理的不調、公衆衛生
- 間接的影響 ・ 媒介性伝染病（マラリア、黄熱病など）
- 2100 年までに 3～5 上昇すると
- 現在 世界人口の 45% がマラリアにかかる可能性 → 約 60%
- ・ 呼吸不全やアレルギー（大気汚染、花粉、胞子の増加による）
- 適応策：予防技術（住宅、空調、水の浄化、予防接種）
- 災害対策
- 適切な医療

## 4. 温室効果ガス発生源の抑制と温室効果ガスを高めるためのオプション

### 4.1 エネルギー、産業プロセス、人間居住からの温室効果ガス排出

- エネルギー需要...過去約 200 年間に年率 2% で増加
  - 90 年 385EJ の一時エネルギー消費、その結果 6 GtC の CO<sub>2</sub> 排出(産業部門 43%、住宅・商業用ビル 28%、輸送 22%)

OECD 諸国：主要なエネルギー利用者 全体の割合は低下

発展途上国：CO<sub>2</sub> 排出量はまだ少ないが将来的には増加

→ 政府介入がなければ各部門相当増加(IPCC1992、1994)

- ・ほとんど正味費用をかけずにエネルギー効率を今後 20~30 年以内に 10~30%改善することが可能。最善の技術では 50~60%の向上も技術的には可能。

- ・達成するためには費用削減、新技術の導入速度、資金や技術の移転その他様々な障害を乗り越えなければならない。

- ・エネルギー関連の GHG 排出量低減はエネルギー源に依存しているが、エネルギー利用の低減は一般的に GHG 排出量低減に結びつく。

産業部門：90 年 98~117EJ...低減策なければ 2025 年には 140~242EJ に増加。

効率改善、原材料の再生、GHG 排出量少ない原材料への転換、  
省エネ

運輸部門：90 年 61~65EJ...2025 年には 90~140EJ に増加。

効率改善、小型化、軽量化、移動パターン・ライフスタイルの変更等。  
(2025 年の予測排出量のうち最高 40%低減可能)。

商業・住宅部門：90 年 100EJ...2025 年 165~205EJ に増加。

効率のよい空調・給水システム、照明、機器など。建築物の熱伝  
達の低減。

- エネルギー供給...施設や設備を更新する通常の投資タイミングと合わせてエネルギー供給部門の大幅な排出量低減は技術的に可能。

- ・化石燃料のより効率的な転換。
- ・定含炭素化石燃料への転換(石炭から石油、石油から天然ガス)。
- ・排煙や燃料からの炭素除去と CO<sub>2</sub> の貯蔵
- ・原子力エネルギー、再生可能エネルギー源(太陽・バイオマス・風力・水力・地熱等)への転換

- 二酸化炭素低排出エネルギー供給システム(LESS)モデル

...地球規模のエネルギーシステムの可能性を探る思考実験

前提

世界人口は 90 年 53 億→2050 年 95 億→2100 年 105 億

GDP は 2050 年までに 7 倍(先進国 5 倍、発展途上国 14 倍)、2100 年までに 25 倍(先進国 13 倍、途上国 70 倍)に伸びる。

エネルギー効率に重点を置いているため一次エネルギー消費伸びは GDP よりゆるやか。

IPCC 第一次評価報告書(1990)のために作成された低いエネルギー需要予測(2 倍)を満たす

(図 SPM5)(図 SPM6)

#### 分析の結論

→代替戦略を用いたエネルギー供給システムからのCO<sub>2</sub>排出量の大幅削減は50~100年以内に技術的に可能。

→この評価で確認された対策の多くは90年の化石燃料からのCO<sub>2</sub>排出量6GtCから2050年までには4GtC、2100年までには2GtCまでの低減が可能。

→エネルギー効率の向上は、CO<sub>2</sub>排出量の大幅削減を達成し、供給サイドの組み合わせの柔軟性を増加させ、エネルギーシステム総費用を低減するために重要。

→LESSでのエネルギーの交易は増加する。途上国の持続可能な発展策を拡大。

### 4.2 農業、牧草地、林業

森林、農地、牧草地の管理...化石燃料に置き換わるバイオマス燃料の提供

GHG 排出量低減と炭素の吸収

・多くの方策によって今後50年間に大量の炭素を保持し吸収できる可能性(林業部門だけで60~90GtC)

・方策...森林地域の維持、森林伐採の減速化、天然林の再生、植林地の確立、れ化した農地・牧草地の修復、糞尿肥料貯蔵からのメタン回収等

### 4.3 部門横断的問題

現在の分析結果

・土地、水、他の天然資源の利用の競合

人口増加と経済の拡大→土地、水、天然資源の需要増大→気候変動と関連

また、これらの資源はGHG排出量低減のために必要。

例)途上国における農業の生産性改善→バイオマスエネルギーの生産に必要な土地の確保

・地球工学的方策

エアロゾル...冷却効果あるが、効果少ない。コスト高。環境への悪影響の可能性あり。

### 4.4 政策手段

・政策の最適な適用のため政府のリーダーシップ必要:技術普及、資金導入、途上国への支援

・最適な政策の組み合わせは政治構造や社会の受容性によって国ごとに異なる。

・持続可能な発展を妨げるほかの問題(大気汚染、土壌侵食等)にも対応するように計画されれば実施されやすい。

・国が単独で行うこともできるが、多国間の政策もある。

## 第三作業部会

---

### 序論

- IPCC 第 3 作業部会の目的：気候変動枠組み条約(FCCC)の趣旨に則って、気候変動に伴う社会経済的側面を短期的、長期的、また地域的、全地球的レベルにわたって評価し、各国政府の政策決定の判断材料を提供すること。

### 1. 評価の範囲

- 気候変動は意思決定者に対して複雑な問題を提起している。  
...不確実性、不可逆的な損害や費用の可能性、極めて長期的な視野、地球規模、全世界的な協力の必要性
- 政策決定者にとって有益と思われる多くの洞察(文献から)
- ・不確実性に対処するための方法：緩和、適応、知識の改善
- ・早期の緩和行動は GHG 濃度の安定化に向けた行動の伸縮性を高める。
- ・気候変動による損害のリスク、リスク回避への配慮、予防原則
- ・情報の有益性
- ・低費用、費用効果的な諸行動のポートフォリオ

### 3. 気候変動に対処するための意思決定の枠組み

- ・気候変動の問題の持つ性質  
...科学的な不確実性(第 1 作業部会)、影響に関する不確実性(第 2 作業部会)そして社会経済的な不確実性がある  
...地理的要因(発展途上国の方が打撃を受けやすい)  
...結果の公平性、手続上の公平性の問題  
→意思決定がいかに行われるか...合意された集団的法的枠組みである FCCC

### 4. 公平性と社会的配慮

- ・公平性とは「えこひいきのない状態」「公正かつ正当なこと」  
手続面の公平性（論議に参加できるか）  
結果面の公平性（費用負担の問題）

### 5. 異時点間の公平性と割引

- ・持続可能な発展...世代間の公平性に対する 1 つのアプローチ  
「将来の世代が彼らのニーズを満たす能力を危うくすることなく、現在の世代ニーズを満たすような発展」
- ・割引率...選択は価値の問題 各国で異なる

## 6. 費用便益分析の適用可能性

- ・気候変動は大きな不確実性、地球的、地域的、通世代の特性を伴う  
→費用も便益も評価が困難 場合によっては不可能  
→多基準分析 不完全ではあるが政策決定者に諸問題を識別するための有益の枠組みを与える
  - 1) GHG 排出をどの程度まで減らすべきか
  - 2) いつ排出を削減すべきか
  - 3) どのように排出を削減すべきか
 →代替的行動の帰結を定量的に比較しやすくなる

## 7. 人為的気候変動の社会的費用：温室効果ガス排出増大による損害

- GHG 排出抑制及び吸収源増大の利益
- a) 回避された気候変動の被害
  - b) 当該政策による第二次的便益

- 損害
- a) 定量可能な市場的影響と非市場的影響
  - b) 適応のための費用

地域によって気候変動の影響は異なると考えられる

社会的費用は不確実

## 8. 対応戦略の包括的評価

CO<sub>2</sub> 削減オプション

- ・エネルギー利用...経済的・環境的便益もたらす
- ・燃料の転換
- ・再生可能エネルギー
- ・原子力...諸問題解決可能であれば...
- ・CO<sub>2</sub> の固定化及び処分...制約される

・森林オプション... 便益多

→技術的可能、また費用効果的でも、実際高費用、資本が入手困難、制度的障害、市場の不完全性等で実現が難しい場合が多い

## 9. 対応オプションの費用

GHG 排出量削減費用の推定値...ベースラインシナリオに左右される

- ・OECD 諸国
- ・移行期の経済
- ・発展途上国

## 10. 統合評価

統合評価モデルは幅広い学問分野から得られた知見の組合わせ  
各国の社会経済学的動学を反映するべき  
統合評価は不確実

## 11. 気候変動と闘うための政策手段の経済的評価

各国はそれぞれの基準で政策手段を評価し選択する

国々のグループで用いる政策手段...排出権取引、共同実施、国際炭素税等  
...参加国、非参加国の差

経済的インセンティブを与える手段は費用効果的

取引可能な割当制・課税：科学的知見の不足→排出量のある特定の水準に制限した時の結果は不確実→分配上の帰結が交渉のテーマ