

第三作業部会報告書

気候変化2001 緩和対策

2002年4月24日

西川 裕也 白田 要

新井 紫織 瀬川 晋

前田 陽一

CONTENTS

- 1、INTRODUCTION
- 2、緩和への挑戦の特質
- 3、温室効果ガス排出を制限または削減し、
吸収を増大させるオプション
- 4、緩和行動のコストと副次的な便益
- 5、緩和の方法と手段
- 6、知識のギャップ

1、イントロダクション

1、1 IPCCの歴史

1、2 第一、第二作業部会報告書の概要

1、3 第三作業部会報告書の概要

1, 1 IPCCの歴史

**1988年 IPCC (気候変動に関する政府間
パネル) 設立**

1990年 IPCC第一次報告書 (FAR)

**⇒1992年 FCCC (気候変動枠組
み条約) 締結 1994年 発効**

1995年 IPCC第二次報告書 (SAR)

⇒京都議定書採択

2001年 IPCC第三次報告書 (TAR)

1, 2 第一、第二作業部会報告書の概要

第一作業部会報告書

**気候系についての理解の現状と将来の
気象予測**

第二作業部会報告書

**気候変化の影響に対する自然・人間システム
の感受性・適応力・脆弱性の評価**

1, 3 第三作業部会報告書の 概要

緩和対策（排出削減及び吸収）

**気候変化緩和の科学的、技術的、環境的、
経済的、社会的側面を評価するもの**

1, 4 緩和と適応

適応 (adaptation) 事後的な取り組み

緩和 (mitigation) 事前抑制

ex. **炭素・エネルギー税**

排出権取引 補助金

直接規制 自主協定

2、 緩和への挑戦の特質

2, 1 気候変化の特異な性質

2, 2 開発経路の効果

2, 1 気候変化の特異な性質

気候変化の問題の特質

- ・グローバルな規模
- ・長期間 (数世紀に及ぶ)
- ・気候、環境、経済、政治、制度、社会、技術の各プロセスの間における複雑な相互作用が含まれる。

⇒気候変化への対応策

不確実性やリスクの下での決定という特徴

2, 2 開発経路の効果

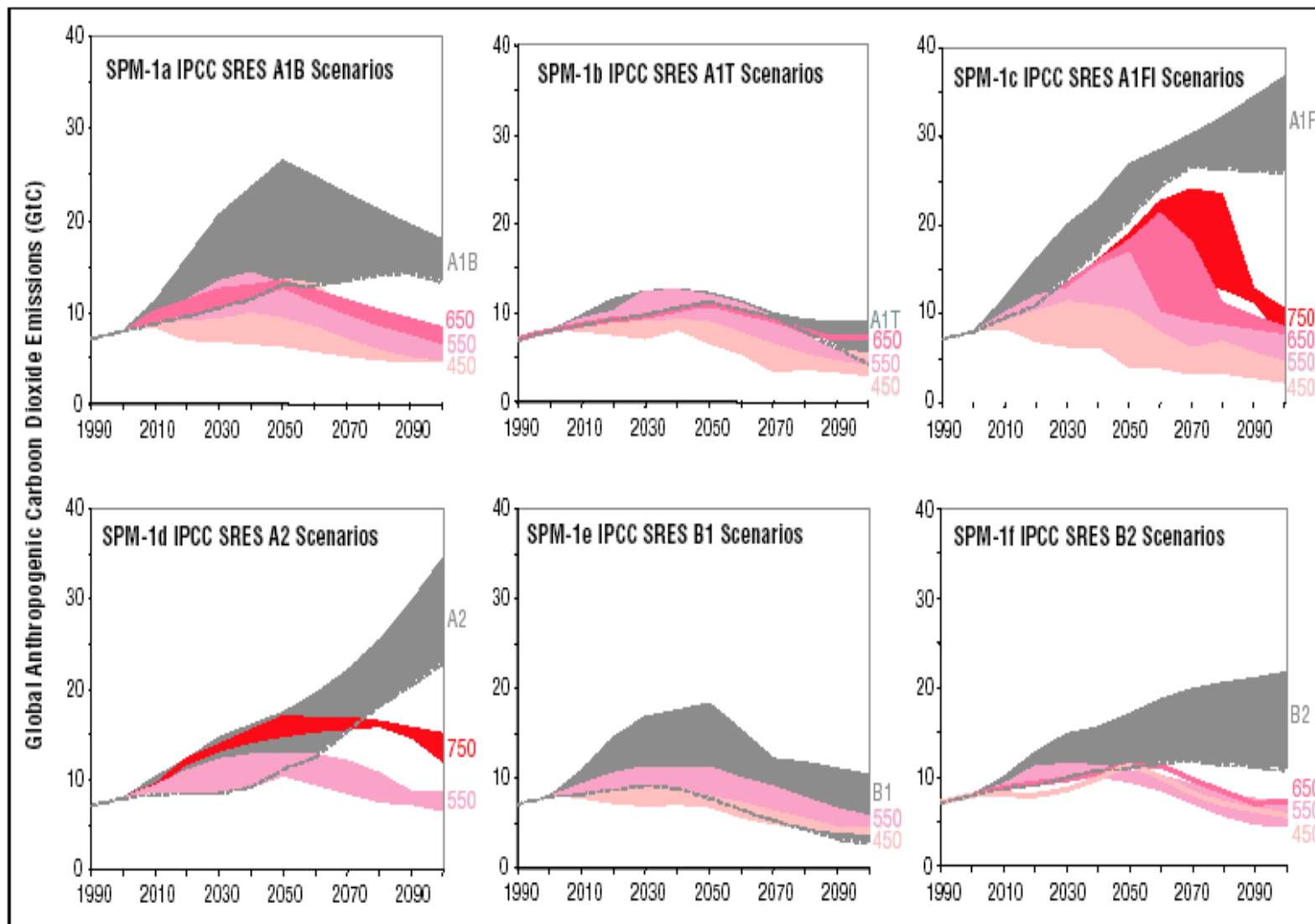
開発経路とは？

**全ての国での社会的な価値及び消費や生産
パターンに関する可能なシナリオのこと**

様々な開発経路 (シナリオ) が存在し、大きく異なる結果をもたらす可能性がある。

理由

緩和のタイプ、規模、タイミング、コストは国ごとの状況や社会経済的・技術的な発展経路の違い、あるいは大気中の温室効果ガス濃度安定化で望まれる水準によって左右される。



グレー total global CO2 emissions

Color the various mitigation scenarios

A1 高成長社会シナリオ

(A1B balanced, A1T non-fossil fuel,
A1FI the fossil intensive)

A2 多元化社会シナリオ

B1 持続発展型社会シナリオ

B2 地域共存型社会シナリオ

⇒どういう社会を目指すかによって全く違う、異なる効果

気候変化緩和⇔広範囲な社会経済政策や傾向

**ex, 開発 持続可能性、公平性
に関する政策や傾向**

- 1、気候緩和政策はより広範囲な社会目的に合致するものなら、持続可能な開発を促進する可能性がある。**
- 2、緩和行動によっては気候変化以外の分野でも便益を生む**

Ex, 健康問題の減少、雇用の改善、

**負の環境便益削減、森林・土壌・流域の保護と育成
温室効果ガス排出を増加させる助成金や税金の削減、
持続可能な開発という広範囲な目標に貢献する
形での技術革新や普及の誘起**

各国による緩和への貢献の将来的な差異化

公平性の問題

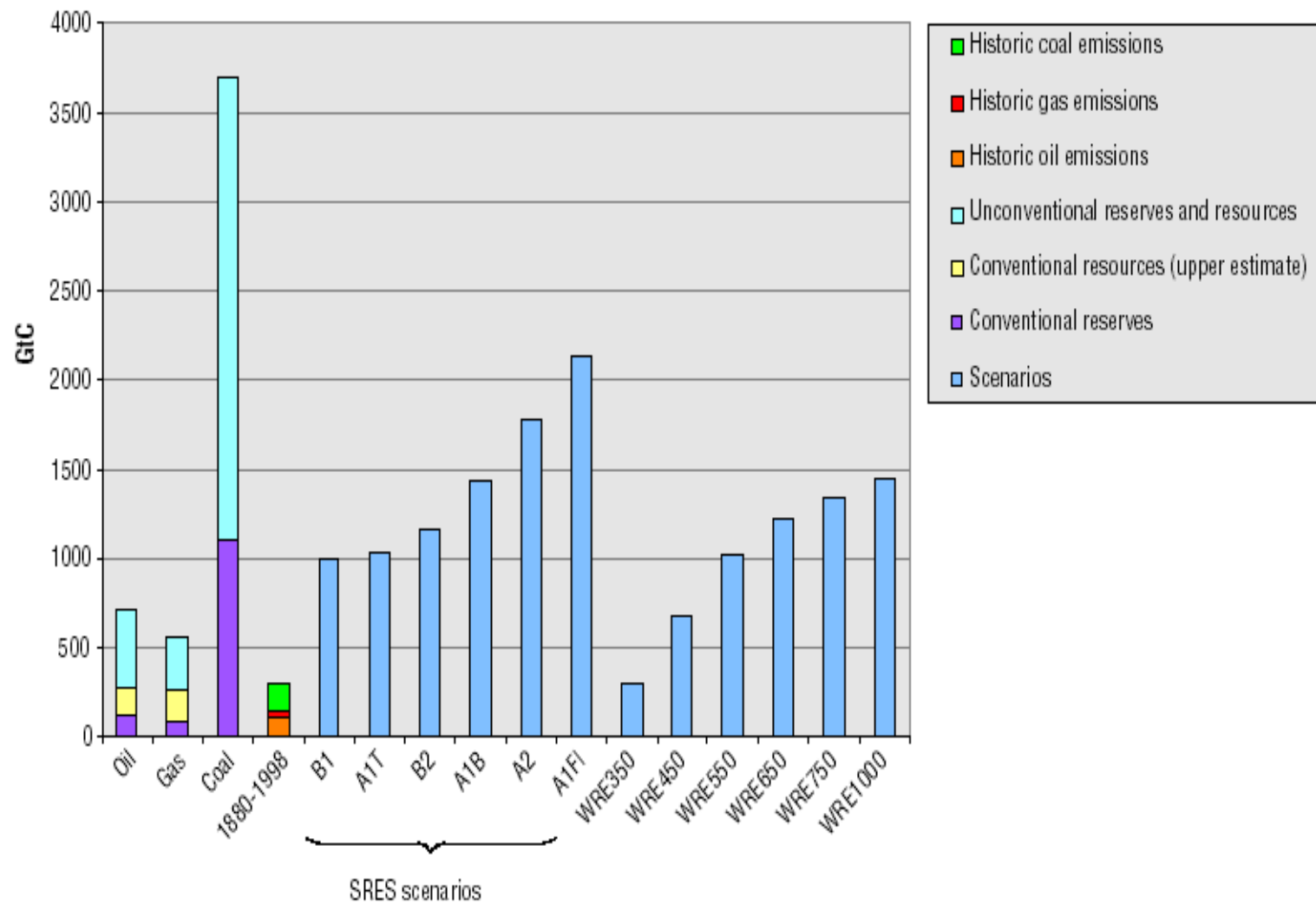
要因

国内や地域内、各国間や各地域間で、世代間での

- 1、技術や自然資源、資金源といった資源の配分が異なる
- 2、緩和コストが違う

より低い排出シナリオのために

- 様々なエネルギー資源開発のパターンを要する。
- SPM2: 以下の比較
 - ・ SRESシナリオでの1990から2100年の累積炭素量
 - ・ 全世界の化石燃料埋蔵量と資源に含まれる炭素量の比較



2、 緩和への挑戦の特質

2, 1 気候変化の特異な性質

2, 2 開発経路の効果

2, 1 気候変化の特異な性質

気候変化の問題の特質

- ・グローバルな規模**
- ・長期間 (数世紀に及ぶ)**
- ・気候、環境、経済、政治、制度、社会、技術の各プロセスの間における複雑な相互作用が含まれる。**

⇒気候変化への対応策

不確実性やリスクの下での決定という特徴

2, 2 開発経路の効果

開発経路とは？

**全ての国での社会的な価値及び消費や生産
パターンに関する可能なシナリオのこと**

様々な開発経路 (シナリオ) が存在し、大きく異なる結果をもたらす可能性がある。

理由

緩和のタイプ、規模、タイミング、コストは国ごとの状況や社会経済的・技術的な発展経路の違い、あるいは大気中の温室効果ガス濃度安定化で望まれる水準によって左右される。

各国による緩和への貢献の将来的な差異化 公平性の問題

要因

**国内や地域内、各国間や各地域間で、世代
間での**

- 1、技術や自然資源、資金源といった資源の
配分が異なる**
- 2、緩和コストが違う**

図SPM-1を挿入

グレー total global CO₂ emissions

Color the various mitigation scenarios

A1 高成長社会シナリオ

(A1B balanced, A1T non-fossil fuel,
A1FI the fossil intensive)

A2 多元化社会シナリオ

B1 持続発展型社会シナリオ

B2 地域共存型社会シナリオ

**⇒どういう社会を目指すかによって全く違う、異なる
効果**

気候変化緩和⇔広範囲な社会経済政策や傾向

**ex, 開発 持続可能性、公平性
に関する政策や傾向**

- 1、気候緩和政策はより広範囲な社会目的に合致するものなら、持続可能な開発を促進する可能性がある。**
- 2、緩和行動によっては気候変化以外の分野でも便益を生む**

Ex, 健康問題の減少、雇用の改善、

**負の環境便益削減、森林・土壌・流域の保護と育成
温室効果ガス排出を増加させる助成金や税金の削減、
持続可能な開発という広範囲な目標に貢献する
形での技術革新や普及の誘起**

3、7.温室効果ガス排出を制限または削減 し、吸収を増大させるオプション 温室効果ガス排出削減のための技術

**⇒1995年のSAR以降、広範囲において顕著な
進展が続いている。**

**例：風力発電用タービンの市場導入・効率的なハイ
ブリッドエンジンの自動車・二酸化炭素の地下貯
蔵の実証研究etc..**

Table SPM.1: Estimates of potential global greenhouse gas emission reductions in 2010 and in 2020 (Sections 3.3-3.8 and Chapter 3 Appendix)

Sector		Historic emissions in 1990 (MtC _{eq} /yr)	Historic C _{eq} annual growth rate in 1990-1995 (%)	Potential emission reductions in 2010 (MtC _{eq} /yr)	Potential emission reductions in 2020 (MtC _{eq} /yr)	Net direct costs per tonne of carbon avoided
Buildings ^a	CO ₂ only	1,650	1.0	700-750	1,000-1,100	Most reductions are available at negative net direct costs.
Transport	CO ₂ only	1,080	2.4	100-300	300-700	Most studies indicate net direct costs less than US\$25/tC but two suggest net direct costs will exceed US\$50/tC.
Industry	CO ₂ only	2,300	0.4	300-500 ~200	700-900 ~600	More than half available at net negative direct costs. Costs are uncertain.
Industry	Non-CO ₂ gases	170		~100	~100	N ₂ O emissions reduction costs are US\$0-US\$10/tC _{eq} .
Agriculture ^b	CO ₂ only	210				Most reductions will cost between US\$0-100/tC _{eq} , with limited opportunities for negative net direct cost options.
	Non-CO ₂ gases	1,250-2,800	n.a.	150-300	350-750	
Waste ^b	CH ₄ only	240	1.0	~200	~200	About 75% of the savings as methane recovery from landfills at net negative direct cost; 25% at a cost of US\$20/tC _{eq} .
Montreal Protocol replacement applications Non-CO ₂ gases		0	n.a.	~100	n.a.	About half of reductions due to difference in study baseline and SRES baseline values. Remaining half of the reductions available at net direct costs below US\$200/tC _{eq} .
Energy supply and conversion ^c	CO ₂ only	(1,620)	1.5	50-150	350-700	Limited net negative direct cost options exist; many options are available for less than US\$100/tC _{eq} .
Total		6,900-8,400^d		1,900-2,600^e	3,600-5,050^e	

^a Buildings include appliances, buildings, and the building shell.^b The range for agriculture is mainly caused by large uncertainties about CH₄, N₂O and soil related emissions of CO₂. Waste is dominated by landfill methane and the other sectors could be estimated with more precision as they are dominated by fossil CO₂.^c Included in sector values above. Reductions include electricity generation options only (fuel switching to gas/nuclear, CO₂ capture and storage, improved power station efficiencies, and renewables).^d Total includes all sectors reviewed in Chapter 3 for all six gases. It excludes non-energy related sources of CO₂ (cement production, 160MtC; gas flaring, 60MtC; and land use change, 600-1,400MtC) and energy used for conversion of fuels in the end use sector totals (630MtC). If petroleum refining and coke oven gas were added, global 1990 CO₂ emissions of 7,100MtC would increase by 12%. Note that forestry emissions and their carbon sink mitigation options are not included.^e The baseline SRES scenarios (for six gases included in the Kyoto Protocol) project a range of emissions of 11,500-14,000MtC_{eq} for 2010 and of 12,000-16,000MtC_{eq} for 2020. The emissions reduction estimates are most compatible with baseline emissions trends in the SRES-B2 scenario. The potential reductions take into account regular turn-over of capital stock. They are not limited to cost-effective options, but exclude options with costs above US\$100/tC_{eq} (except for Montreal Protocol gases) or options that will not be adopted through the use of generally accepted policies.

表SPM-1 (2010～2020年の温室効果ガス排出削減ポテンシャルの予測値) の要点

- ・ビル・運輸・製造部門における最終利用エネルギー効率化のための技術や実践がポテンシャルの1／2以上。**
- ・少なくとも2020年までは比較的安価で豊富な化石燃料がエネルギー供給・転換において優勢。**
- ・低炭素エネルギー供給システムは削減に貢献する可能性が高い。**
- ・農業部門ではメタンと窒素酸化物は削減可能。**
- ・フッ化ガスの排出は工程の変更等で最小限に、あるいは代替化合物を用いる事等で回避できる。**

- **各部門の排出削減可能性のポテンシャルの $\frac{1}{2}$ は直接便益（エネルギー節約分）が直接コスト（資本・運用・維持コスト）を上回り、残りの $\frac{1}{2}$ は100ドル／炭素トンのコストで2020年までに達成できる可能性がある。**
- **本報告書で評価した様々な研究はそれぞれ独自の領域や仮定を有していて、全ての部門や地域に関する研究は無い。⇒基礎的な研究での不確実性**

3、8．炭素の保全と隔離

- ・ **森林・農業用地・その他の陸上生態系システム**
⇒炭素緩和の可能性
- ・ **緩和のための3つの戦略**
 - ① **既存炭素プールの保全**
 - ② **炭素プールの規模拡大による隔離**
 - ③ **持続可能に生産できる生物起源の製品への転換**

・炭素プールの保全については
漏洩を防止できれば排出を回避する可能性がある。
社会経済的な要因を解決すると初めて持続可能になる。

・生物的緩和オプションは
適切に管理されれば、CO₂削減以外の社会的・経済的・環境的便益を持つ。
不適切な場合、負の影響を持つ。

3、9．低排出な未来への経路

- ・ 温暖化ガス低排出の実現に向けて、各国・地域は自身の経路を選択しなくてはならない。(経路は一つではない)**
- ・ 大気中CO₂濃度安定化水準達成のためには社会経済的・制度体制的变化が求められる。**
- ・ 温室効果ガス緩和や濃度安定化のためにはエネルギーの利用と供給に対する効率化技術の導入が重要。**
- ・ 各国間・地域間での技術移転は地域レベルでのオプション選択の幅を広げ、規模の経済性と学習はその適用コストを低減させる。**

3、10. 社会的な学習・革新・制度的構造の変革

- ・ 社会的な学習・革新・制度的構造の変革は気候変化緩和に貢献する可能性がある。**
 - ・ 短期的には社会的な革新や個人・組織の行動に影響。長期的には社会経済のポテンシャルを更に高める可能性がある。**
- ⇒抵抗に遭う場合が多いが、意思決定プロセスにより公共の参加を奨励する事で解決できる可能性がある。**

4、 緩和行動のコストと副次的な便益

コストや便益の推計方法と それらの副次的な便益

- 定量的な推計

→ 多様な要素原因により大きな違い、不確実性が多い

SAR

推測計算方法

- ボトムアップアプローチ

特定な技術や部門の評価を積み上げる

- トップダウンモデル

マクロ経済での関係から計測

→ コストや便益の推測計算の差異を生む

4.1 緩和行動のコストと便益の推計

1. 厚生への扱い
2. 分析の範囲とコスト
3. 分析に組み込まれている基礎的な仮定

→ これらの違い

緩和行動を実施した場合の実際のコストや便益を反映しない可能性がある

- (1)、(2) によるコストと便益**
- ・ **収益の還元**に依存する

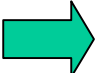
特に次の項目の考慮の有無に依存する

- ・ **実施コストと取引コスト**
- ・ **分配の影響** (排出割り当て)
- ・ **複数のガス**
- ・ **土地利用変化オプション**
- ・ **気候変動回避の便益**
- ・ **副次的便益**
- ・ **ノーリグレットの機会**
- ・ **外部性の評価**

仮定

- 人口構成の変化や、経済成長率と経済構造
- 緩和目標の水準とタイミング
- 実施措置での仮定
- 割引率

4.2 ノーリグレット機会の開拓によるGHG排出源の制限

- 市場の不完全性
例 化石燃料への助成金
- 副次的便益
例 石炭の使用削減 二酸化炭素排出削減⇒大気汚染削減
- 二重配当
例 二酸化炭素削減のための税制導入
⇒二酸化炭素排出削減
⇒ 税込
既存の無駄な税金の減税に当てる

4.3 付属書B国が京都議定書を実施する場合のGDPへの影響

付属書II国

- **付属書II国間での排出量取引が行われない場合 (国内取引有)**

2010年まで GDP約0.2－2%の損失

- **排出量取引が行われる場合**

2010年まで GDP約0.1－1%の損失

コストを押し上げる要素

- **排出量取引の利用に対する制約**
- **メカニズムを実施する場合の取引コスト**
- **国内での効率的でない実施**
- **ノーリグレットの可能性についての国内対策
や措置**
- **CDMの利用、吸収、非GHG**

モデル

- ・ 京都メカニズム

- ・ 一定の国において高いコストとなるリスクをコントロールする上で重要

⇒国内の政策メカニズムを補完

- ・ 国際的な影響が不公平となるリスクを最小限にする
- ・ 限界コストを一定にするのにも役立つ

国内限界コスト

- ・ 排出量取引なし 20 \$ /tC ~ 600 \$ /tC
- ・ 排出量取引あり 15 \$ /tC ~ 150 \$ /tC

経済移行国

- GDP 無視できる程度から数%の増加

→ エネルギー効率改善、不況の継続

→ 排出枠が排出量を上回る

↔ 一部はGDP減少

4.4 1世紀の時間規模での費用効果性

濃度安定水準の下落

⇒二酸化炭素安定化コスト 上昇 (限界費用逡増)

濃度水準に伴うコスト

⇒割引率や排出削減の配分、採用される政策や措置、特にベースラインシナリオの選択によって影響を受ける

⇒地方・地域での持続可能な開発に焦点を当てるシナリオが費用が安い

4.5 緩和努力の下でのコストと便 益の不均等な配分

コストで被る活動を明らかにすることの方が、便益を測るより容易。

- ・経済的な不利益を被る部門

⇒エネルギー集約部門 (石炭、石油、ガス、鉄鋼)

- ・便益の期待できる部門

⇒再生可能エネルギー産業

(例)

- ・化石燃料への助成金を排除する政策

⇒経済効率の向上を通して、社会的便益の増加

- ・京都メカニズムの利用

⇒付属書B国の目標達成コストを下げる

4.6 スピルオーバー効果 (拡散効果・外部経済)

石油輸出国である非付属書1国

- ・ 最小コストの場合

排出量取引ない場合 GDP0.2%減

ある場合 0.05%以下減

- ・ 最大コストの場合

排出量取引ない場合 石油収入25%減

ある場合 13%減

⇒化石燃料への助成金の排除、エネルギー税の改革、
天然ガスの利用拡大などにより、影響の削減可能

他の非付属書Ⅰ国

- **OECD諸国向けの輸出需要低下、炭素集約型製品の価格上昇など**

⇒正、負の影響両方あり。

- **カーボンリーケージ**

**(温室効果ガス削減を行った国・地域に対する
ほかの国のGHGの増加量)**

**炭素集約型産業の非付属書Ⅰ国への移転、
価格変動に対応する貿易の流れの広範囲な影
響**

⇒5－20%規模のリーケージ

(例)

- **エネルギー産業への税控除**
⇒カーボンリーケージの推計値が高くなる可能性を低くするが、総コストを押し上げる
- **環境上有効な技術やノウハウ移転**
⇒低いカーボンリーケージにつながる可能性あり(長期的にはリーケージを打ち消す)

5、 緩和の方法と手段

緩和オプションを効果的に実施するには

5、緩和の方法と手段

- 5、1 緩和オプションの技術的、社会的な機会の全面的な探求を妨げる障壁を克服する**
- 5、2 温室効果ガス排出を制限、または削減する政策を組み合わせる**
- 5、3 非気候目的国内政策や部門政策の開発と合致させる**
- 5、4 各国間、部門間で強調する**
- 5、5 リスクを管理する**
- 5、6 早く行動する**
- 5、7 環境保護、費用効果性、公平性のバランスを取る**

5、1 緩和オプションの技術的、社会的な機会の 全面的な利用を妨げる障壁を克服する

障壁とは？

**技術的、経済的、政治的、文化的、社会的、
行動上、組織上の障壁**

**これら障壁のタイプや緩和の機会は、地域により、部門に
より異なり、また、時間とともに変化する**

**Ex, 貧困層は技術を採用したり、社会的な行動を変える
機会が限られている**

障壁の克服方法

- ・大半の国

革新的な資金調達や制度改革、貿易障壁の除去で便益を受けることができる

- ・先進工業国

社会的なそして行動上の障壁を除去することに将来の機会が存在する

- ・経済移行国

価格の合理化に将来機会がある

- ・途上国

価格の合理化、データや情報へのアクセス増加、先端技術の利用可能性、訓練やキャパシティビルディングに将来的な機会がある

5、2 温室効果ガス排出を制限、または削減する政策手法を組み合わせる

政策手法の例

排出・炭素・エネルギー税、排出権取引、補助金の付与・排除、貯蓄・払い戻しシステム、技術・実行基準、エネルギーミックス、製品の禁止、自主協定、政府投融資、研究開発援助

**経済的手法、エネルギー効率基準、性能基準、自主協定、政府や民間の研究開発支援、情報キャンペーン、環境ラベル、etc
を組み合わせることにより効果が上がる可能性**

5、3 非気候目的国内政策や部門 政策の開発と合致させる

気候変化緩和⇔広範囲な社会経済政策や傾向

- 1、気候緩和政策はより広範囲な社会目的に合致するものなら、持続可能な開発を促進する可能性がある。**
- 2、緩和行動によっては気候変化以外の分野でも便益を生む**

Ex, 健康問題の減少、雇用の改善、

**負の環境便益削減、森林・土壌・流域の保護と育成
温室効果ガス排出を増加させる助成金や税金の削減、
持続可能な開発という広範囲な目標に貢献する
形での技術革新や普及の誘起**

E_x, エネルギー政策

3つのポイント

効率性、安定供給、環境

エネルギー基盤の開発、価格、税金政策

⇒各国のプライオリティにより炭素集約度異なる

5、4 各国間、部門間で強調する

利点

- 1、緩和コストの削減、**
- 2、競走上の懸念、国際的な貿易規則と矛盾する可能性、カーボンリーケージへの対処を助ける**

Ex, 京都議定書

排出権取引、共同実施、CDM

5、7 国際体制の環境上の有効性、気候政策の費用効果性、合意の公平性の間でバランスを取る

いかなる国際体制でも、その効率性と公平性の両方を向上させる形で設計することが可能である

Ex, 努力を適切に配分し、インセンティブを提供することで、体制への加入を魅力的にする

5、5 リスクを管理する

近未来での気候政策の決定は、濃度安定化目標を議論している過程において行われている

⇒不確実性の下での政策立案

1、賢明なリスク管理戦略が必要

勘案事項

- ・環境上、経済上どのような影響があるか**
- ・気候変化が起こる可能性**
- ・社会のリスクへの態度**

2、段階的な解決策を提案

「次の100年間にとって最善のコースとは何か」ではなく、

「長期的な気候変化が予測され、それに不確実性が伴うことを考慮した上で、近未来の最善のコースとは何か」を考える

5、6 早く行動する

利点

温室効果ガスの大気濃度安定化に向けた動きに柔軟性を増す

Ex,

- ・ **既存の低排出技術のより早い展開を促す**
- ・ **炭素集約型技術への固定を回避するのを助ける可能性のある将来的な技術変革に対し強いインセンティブを与える**
- ・ **目標を将来さらに厳しくすることを可能にする**

6、 知識のギャップ

気候変化に対する政策立案に十分な情報を利用可能とするためにはさらなる研究が必要である。

- 1、途上国での研究**
- 2、将来の予測の強化**
- 3、不確実性を削減する**

ポイント1

技術革新及び社会改革オプションでの地域別、国別、部門別のポテンシャルをさらに探求する

- ・CO₂と非CO₂、非エネルギー緩和オプションでの短期・中期・長期のポテンシャルコスト、異なる地域での技術普及の理解、**
- ・温室効果ガス排出の低下につながる社会的な改革分野での機会の明確化**
- ・緩和措置が陸上での炭素の出入りの流れに与える影響についての総合的な分析**
- ・地球工学分野での基本的な調査**

ポイント2

全ての国での気候変化緩和に関する経済的、社会的、組織上の問題

- ・地域別の緩和オプションと障壁の分析、**
- ・公平性評価への影響**
- ・途上国における統合的な評価分野における気候変化緩和と能力育成のための適切な手法とデータソースの改善**

ポイント3

緩和オプションの可能性とそのコストの分析手法、特に結果の比較可能性に注目する

- ・温室効果ガス削減行動を抑制する障壁の特徴は開くと測定**
- ・緩和モデル化技術の一貫性・再現性・アクセス低の向上、モデルの習得**
- ・服地便益の評価方法**
- ・さまざまな温室効果ガス安定化シナリオでのベースラインの家庭にコストがどれだけ依存するかの分析**
- ・気候政策立案での不確実性や社会経済的、生態学的リスクを扱う上での意思決定分析枠組みの開発**

ポイント4

気候緩和オプションを、持続可能性、公平性の 概念で評価する

- ・すべての部門での持続可能な消費パターンを含めた
多様な開発経路の探求**
- ・緩和と適応の統合分析**
- ・気候変化に特化した政策と持続可能な開発を促進す
る一般政策との協調を図る機会の明確化**
- ・公平性評価の意味合い、広く多様性のある安定化体
制下でのオプションについて化学的、技術的、経済的
影響を分析**