

# **I P C C 第三次評価報告書**

## **第三作業部会報告書**

### **気候変化 2 0 0 1 : 緩和対策**

#### **政策決定者向け要約**

**翻訳：経済産業省  
(財)地球産業文化研究所  
協力：中央法規出版(株)**

## 序文

1. この報告書は、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である。IPCC 第二次評価報告書（SAR）の発表以後も気候変化緩和<sup>1</sup>の研究は継続され、そのなかには 1997 年の気候変動に関する国際連合枠組条約（UNFCCC）京都議定書での合意のような政治的な変化も考慮されており、ここに報告される。また、この報告書は、航空と地球大気に関する特別報告書、技術移転での手法上、技術上の問題に関する特別報告書（SRTT）、排出シナリオに関する特別報告書、土地利用・土地利用変化および林業に関する特別報告書（SRLULUCF）など、いくつかの IPCC 特別報告書を引用している。

## 緩和への挑戦の特質

2. 気候変化<sup>2</sup>は、特異な性質をもつ問題である。この問題には、グローバルな規模で、（数世紀に及ぶ）長期にわたり、気候や、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ている。気候変化の問題は、国際的にも、また世代間でも、公平性や持続可能な開発といった、より広範囲な社会目標という面に大きくかかわる可能性がある。気候変化への対応策を進展させることは、非連続な、そして/あるいは不可逆的な変化の可能性を含めた、不確実性やリスクの下で政策決定を行うという、特徴を有する。[ 1.2.5, 1.3, 10.1.2, 10.1.4, 10.4.5 ]<sup>3</sup>
3. さまざまな開発経路<sup>4</sup>が、温室効果ガス（GHG）の排出において大きく異なる結果をもたらす可能性がある。SRES および本報告書で評価した緩和シナリオにおいて、緩和のタイプや、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レベルにより左右される（二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）全排出量の例は、図 SPM - 1 を参照）ことが示されている。低排出につながる発展経路は広範囲な政策選択肢に依存し、また気候変化以外の分野における主要政策の変更も必要とする。[ 2.2.2, 2.3.2, 2.4.4, 2.5 ]

図SPM-1 を挿入

4. 気候変化緩和は、開発、持続可能性、および公平性に関係する政策や傾向など、広

<sup>1</sup> ここでの緩和は、温室効果ガスの排出源を減らすような、または温室効果ガス（GHG）の吸収を推進するような人為的干渉と定義される。

<sup>2</sup> 気候変化は、IPCC の用法では、自然の多様性により、または人間活動の結果、時間の経過により、気候に起こるすべての変化を指すと定義される。この用法は、気候変化を、地球の大気の組成を変化させる人的活動に直接、または間接に起因する気候の変化であって、比較可能な期間において観測される気候の自然な変動に対して追加的に生ずるものと定義した気候変動枠組条約での用法とは異なる。

<sup>3</sup> 節番号は、報告書の主文を引用したものである。

<sup>4</sup> この報告書での「さまざまな開発経路」は、すべての国での社会的な価値および消費や生産パターンに関する可能なシナリオの種類を指し、今日の傾向の継続も含まれるが、これに限ったものではない。これらの経路には、気候変動に関する国際連合枠組条約（UNFCCC）や京都議定書における排出目標など追加的な気候イニシアティブは想定として含まれていないが、GHG 排出削減に間接的な影響を及ぼすほかの政策については想定として含まれている。

**範囲な社会経済政策や傾向により影響を受けるとともに、影響を及ぼすものである。**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。緩和行動によっては、気候変化以外の分野でもかなりの便益を生じる可能性がある。可能性があるものとしては、例えば、健康問題の減少、雇用の改善、負の環境影響（大気汚染など）削減、森林、土壌、流域の保護と育成、GHG 排出を増加させる助成金や税金の削減、そして持続可能な開発という、より広範囲な目標に貢献する形での技術革新や普及の誘起などがある。同様に、持続可能な開発の目的に合致するような発展経路は、温室効果ガス排出のレベルをより低くする結果を生む可能性がある。

[ 1.3 , 1.4 , 2.2.3 , 2.4.4 , 2.5 , 7.2.2 , 8.2.4 ]

**5 . 国内や地域内で、そして各国間や各地域間で、さらに世代間での、技術や自然資源、資金源といった資源の配分が異なること、および緩和コストが違ふことは、気候変化緩和オプションの分析において、重要な考察材料である場合が多い。**各国による緩和への貢献の将来的な差異化やそれに関連する公平性の問題についての議論の多くは、このような状況が考慮されている<sup>5</sup>。気候変化への対応という挑戦は、重要な公平性問題を引き起こす。例えば、気候変化や緩和政策の影響が、各国そして各地域間の両方で、どの程度不平等を引き起こすか、または悪化させるかという問題である。本報告書で評価した温室効果ガス濃度安定化シナリオ（B1のような、安定化が新規の気候政策なしでも起こるとしたシナリオを除く）は、先進国と経済移行国が、まず自国のGHG排出を制限および削減すると想定している<sup>6</sup>。

**6 . より低い排出シナリオでは、さまざまに異なるエネルギー資源開発のパターンを必要とする。**図 SPM - 2 は、いろいろな SRES シナリオでの 1990 年から 2100 年間の累積炭素排出量を、全世界の化石燃料埋蔵量と資源<sup>7</sup>に含まれる炭素量と比較したものである。この図は、豊富な化石燃料資源が存在しており、21 世紀中に炭素排出が制限されないことを示している。しかし、石炭や、従来型でない石油資源、そしてガスの埋蔵量が比較的大きいのは異なり、すでに明らかとなっている従来型の石油や天然ガスの埋蔵量、あるいは従来型の石油資源に存在する炭素量は、450ppm かそれ

<sup>5</sup> 公平性へのアプローチは、さまざまなカテゴリーに分類される。これには、政策プロセスやそれに対応する結果を判断するのに用いられる公平性への期待感の多様さを反映するとともに、配置、結果、プロセス、権利、責任、貧困、機会など視点に基づくカテゴリーが含まれる。

<sup>6</sup> すべての地域での排出は、どこかの時点でベースラインから分岐する。グローバルな排出は、安定化レベルが低いほど、またその基となっているシナリオが高いほど、より早期に、そしてより大きく分岐する。このようなシナリオは不確実であり、そのような変化をどのように達成するのか、あるいは発生する費用をだれが負担する可能性があるのかといった情報を提供するものではない。

<sup>7</sup> 埋蔵量は、現在の技術や価格において、経済的、かつ技術的に採掘可能であることが明らかとなっており、また計測されている産出可能量である。また資源は、地学的そして/または経済的特性があまり確実でないが、予測可能な技術発展や経済発展から潜在的に採掘可能と考えられる産出可能量でもある。資源ベースにはこの両方の分類が含まれる。さらに、産出の確実性は未知である追加的数量、そして/または予測可能な将来においては未知であり経済的な重要性をもたない産出量という、「追加的な産出量」が存在する（第二次評価報告書、第二作業部会）。既存外の化石燃料資源の例としては、タールサンド、シェール油（頁岩油）がある。

以上のレベル(特定の濃度レベルの参照は、合意された、望まれるレベルを示すものではない)での二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)安定化に伴う累積炭素排出よりも、かなり少ないものとなっている。このような資源に関するデータは、21世紀中におけるエネルギー資源別比率の変化、および新しいエネルギー資源の導入を意味する可能性がある。エネルギー資源別比率をどのように選択するか、それに伴う投資をどのように行うかによって、温室効果ガスの濃度を安定化できるかどうか、安定化できるとしたら、どういったレベルで、かつどれだけのコストで安定化できるかが決まってくる。現在、このような方面への投資の大半は、従来型そして非従来型の化石資源のさらなる発見と開発に向けられている。[2.5.1, 2.5.2, 3.8.3, 8.4]

図SPM-2を挿入

## GHG 排出を制限または削減し、吸収を増大させるオプション

7. GHG の排出削減のための技術は、1995年の第二次評価報告書以降、顕著で予想されていたよりも早い進展を遂げている。いろいろな開発段階にある広範囲な技術で進展がみられており、例えば、風力発電用タービンの市場導入、アジピン酸生産でのN<sub>2</sub>Oやアルミ精錬でのパーフルオロカーボンといった産業部門での副産物ガスの急速な排除、効率的なハイブリッドエンジンの車、燃料電池技術の発展、CO<sub>2</sub>の地下貯蔵の実証実験といったものがある。排出削減での技術オプションとしては、最終利用機器の効率改善、エネルギー転換技術、低炭素や再生可能なバイオマス燃料への転換、ゼロエミッション技術、エネルギー管理改善、産業部門の副産物ガスやプロセスガスの排出削減、炭素の除去と貯蔵が含まれる。[3.1, 4.7]

表 SPM - 1 は多くの部門での研究結果をまとめたものであり、主にプロジェクトレベル、国内、地域レベルで、また一部はグローバルレベルで、2010年から2020年までの期間における温室効果ガス排出削減ポテンシャルの予測値を示している。下記にいくつかの主な結論を示す。

- ・ ポテンシャルの半分以上を占めているのは、ビルや運輸、製造部門における最終利用エネルギー効率化に資するための多くの技術や実践である。[3.3, 3.4, 3.5]
- ・ 少なくとも2020年までは、比較的安価で豊富な化石燃料が、エネルギーの供給と転換において優勢を続ける。天然ガスは、その運搬が経済的に実用可能な場所であれば、転換効率改善およびコジェネプラントやコンバインドサイクル方式の利用拡大に伴い排出削減に重要な役割を果たす。[3.8.4]
- ・ 低炭素エネルギー供給システムは、重要な貢献をすることが可能であり、これには、森林や農業部門の副産物、地方自治体や産業部門の廃棄物といったバイオマスをエネルギーにしたり、適当な土地や水がある場所でのバイオマス栽培場、ごみ埋立て地から発生するメタン(CH<sub>4</sub>)、風力発電や水力発電、そして原子力発電の利用と稼働年限

延長といったものがある。2010 年以後は、化石燃料やバイオマス燃料を用いる発電所からの排出が、燃焼前、または燃焼後の炭素除去と貯蔵により大きく削減される可能性がある。このような技術の一部では、その利用において、環境上、安全性、信頼性、そして拡散への懸念によって、制約を受ける可能性がある。[ 3.8.4 ]

- ・ 農業部門では、腸内細菌の発酵、水田、窒素肥料の利用、動物の排せつ物などから発生する CH<sub>4</sub> と窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) の排出は削減可能である。[ 3.6 ]
- ・ 用途にもよるが、フッ化ガスの排出は、工程の変更や、回収、リサイクル、封じ込め方式の改善により最小限にできるか、または代替化合物や技術を用いることで回避できる。[ 3.5 および第 3 章附属書 ]

表 SPM - 1 に示す各部門の排出削減可能量の予測値は、各部門内、部門間、技術間での重複の可能性を、土台となっている研究での利用可能な情報も示された限り考慮に入れて、全世界の排出削減可能量を積算した値である。このような排出削減ポテンシャルの半分は、直接便益（エネルギー節減分）が直接コスト（正味の資本、運用、維持コスト）を上回り、また残りの半分は（1998 年の価格で）100US ドル/tC<sub>e,q</sub> までの正味直接コストで、2020 年までに達成できる可能性がある。このようなコスト予測値は公共部門の割引率に合わせ、5 ~ 12%の割引率を用いて求められている。民間の内的収益率は大きく異なる値をとり、かなり高いレートとなる場合が多いことから、ここで述べられている技術を民間企業がどれだけ採用するかに影響を及ぼす。

排出シナリオによっては、グローバルな排出を、上記の正味直接コストにおいて、2010 年から 2020 年の間、2000 年のレベル以下に削減することが可能となる。このような削減の実現には、場合によっては相当な追加的な実施コストや、支援策（パラグラフ 18 に記載するような）が必要となる可能性、研究開発の強化、効果的な技術移転、ほかの障壁の克服（パラグラフ 17）などが影響を及ぼす。このような問題は、ここでの評価に含まれていないコストや便益とも合わせて、パラグラフ 11, 12, 13 で議論されている。

本報告書で評価した、世界全体、地域、国、部門別、プロジェクトごとのさまざまな研究においては、それぞれ違うスコープと想定条件を有している。すべての部門や地域に関する研究は行われていない。表 SPM - 1 に報告されている排出削減の範囲には、その前提となっている基礎的な研究での不確実性（BOX SPM - 1 参照）が投影されている。[ 3.3~3.8 ]

表SPM-1 挿入

BOX SPM-1 コストや便益の推計方法とそれらの不確実性

緩和オプションのコストや便益における特定の定量的な推計は、多様な要素原因により大きな違いや不確実性に取り巻かれている。第二次評価報告書では、コストや便益を推測計

算するアプローチとして二つの分類を取り上げた。ボトム アップアプローチは、パラグラフ 7 に示すような特定の技術や部門の評価を積み上げるものであり、トップ ダウンモデル研究は、パラグラフ 13 で議論したようなマクロ経済での関係から進めるものである。これら二つのアプローチは、第二次評価報告書以降狭められてきたコストや便益の推測計算における差異につながる。これらの差異をなくしたとしても、ほかの不確実性は残る。これらの不確実性による影響の可能性は、まとめられたコスト計算結果での想定条件の変化がどう影響するかを検討することで、有用な形で評価できる可能性がある。ただし、変数間の相互関係を適切に扱うとすればである。

**8. 森林や、農業用地、そしてその他の陸上生態系システムは、大きな炭素緩和ポテンシャルを提供する。必ずしも恒久的なものではないが、炭素を保全し隔離することは、ほかのオプションのさらなる開発や実施を行う時間の猶予を与える可能性がある。**生物的緩和は、三つの戦略により生じる。既存炭素プールの保全、炭素プールの規模拡大による隔離、エネルギー集約度の高い建設資材を木材に、化石燃料をバイオマスに転換するといった、持続可能に生産できる生物起源の製品への転換という三つの戦略である。[3.6.4.3]

脅威にさらされる炭素プールを保全することは、リーケージを防止できるのであれば、排出の回避を助ける可能性があり、また森林減少やほかの炭素プール削減を促進する社会経済的な要因が解決されて初めて持続可能となりうる。炭素の隔離は、ゆっくりと始まることが多く、最大値を過ぎたのちに、低下していく何十年から何世紀もかけた生物の成長ダイナミックスを反映する。

炭素の保全と隔離は、より大きな炭素貯蔵を生むことになるが、このような生態系が自然のあるいは直接/間接に人間に起因する攪乱要素により大きく乱された場合には、将来的により高い炭素排出を及ぼす。自然の攪乱による場合は、通常これに続いて炭素の再隔離が行われるとはいえ、そのような攪乱要素を管理する活動は、炭素の排出を限定するうえで重要な役割を果たすことができる。代替を行うことによる便益は、原則的に無限に続くことができる。作物や材木、持続可能なバイオエネルギーを生産するための土地を適切に管理するなら、気候変化緩和の便益を増やせる可能性がある。土地利用での競合や、第二次評価報告書と SRLULUCF での評価を勘定に入れるなら、生物的緩和オプションのグローバルなポテンシャルは、かなりの不確実性を伴うとはいえ、2050 年までに 100GtC(累積)規模、この期間で可能性のある化石燃料排出量の 10~20%に相当する規模と予想される。このようなポテンシャルを実現できるかどうかは、土地や水の利用可能性、そしてさまざまな土地管理実践方法がどれだけ採用されるかにかかっている。大気中炭素の生物的緩和ポテンシャルが最も大きいのは、亜熱帯と熱帯地域である。これまでに報告された生物的緩和のコスト予測は、いくつかの熱帯諸国での 0.1US ドル/tC から 20US ドル/tC 程度まで、非熱帯諸国での 20US ドル/tC から 100US ドル/tC まで

と大きく異なっている。資金面の分析や炭素の勘定の手法は、比較可能なものとはなっていない。さらにコスト計算には、特に社会基盤や、適切なディスカウント、モニタリング、データ収集、実施コスト、土地や維持管理の機会コスト、またはその他の除外されたり見逃されたりしがちな、繰り返し発生するコストを含んでいないことが多い。数値範囲の下限は下方に偏っているが、コストに対する理解や扱いは、時間がたつにつれて改善してきている。このような生物的緩和オプションは、適切に実施されるなら、大気中の CO<sub>2</sub> 削減の便益を超えた、社会的、経済的、環境的な便益（例、生物多様性、流域保護、持続可能な土地管理の向上、農村での雇用）をもつ。しかし、実施が不適切であった場合には、負の影響（例、生物多様性の損失、地域共同体の破綻、地下水の汚染）のリスクを招く可能性がある。生物緩和オプションは、非 CO<sub>2</sub> 温室効果ガスの排出を、削減または増加させる可能性がある。[ 4.3 , 4.4 ]

**9 . 低排出な未来への経路は一つではなく、各国そして各地域は、自身の経路を選択しなければならない。大半のモデルでは、既知の広範囲な技術オプション<sup>8</sup>により、次の 100 年間かそれ以上にわたって、550ppmv や 450ppmv やそれ以下といった、幅広い範囲の大気中 CO<sub>2</sub> 濃度安定化レベルを達成できることが示されているが、実施にはこれに伴う社会経済的、制度体制的变化が求められることになるだろう。これらのレベルでの安定化を達成するには世界の炭素排出を、1990 年の対 GDP 比レベルと比べて相当顕著に削減する必要があることをシナリオは示している。技術革新や普及は、この報告書で評価された安定化シナリオにおいて重要な役割を果たす。エネルギー部門という重要な部門に関して、ほとんどすべての GHG 緩和や濃度安定化のシナリオは、エネルギーの利用と供給の両方に対する効率化技術の導入や、低炭素または非炭素エネルギーの導入が特徴となっている。しかし、単一の技術では、必要とされる排出削減を達成できない。非エネルギーを起源とする削減オプションや、非 CO<sub>2</sub>GHG の削減オプションも、排出を削減する大きなポテンシャルを与えるのである。各国間や地域間での技術の移転は、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。[ 2.3.2 , 2.4 , 2.5 ]**

## **10 . 社会的な学習と革新そして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**

。集団のルールや個人の行動における変化は、GHG の排出に大きな影響をもたらす可能性があるが、それは複雑な制度的、規制的、法制的な設定条件のなかで行われることとなる。現在のインセンティブシステムは、資源集約的な生産や、運輸や住宅といったすべての部門で GHG を増やすような消費パターンを奨励する可能性があることが、いくつかの研究で示されている。より短期的には、社会的な革新や個人および組織の行動に影

<sup>8</sup>「既知の技術オプション」とは、本報告書で議論している緩和シナリオで引用されている、現在運用中のまたはパイロットプラントが有する技術を意味する。劇的な技術上の飛躍的發展を必要とするような新規技術は含まれない。この意味で、これはシナリオの時間枠の長さを考えると、保守的な予測と考えられている。

響を及ぼす機会が存在する。より長期的には、そのような革新は、技術の変革とあいまって、社会経済のポテンシャルをさらに高める可能性があり、特に、嗜好や文化的な基準が、より排出の低い方向、そして持続可能な行動へと転換した場合にその可能性がある。これらの革新は抵抗に遭う場合が多いが、これは、意志決定プロセスにより多くの公共の参加を奨励することで解決できる可能性がある。これは、持続可能性や公平性に対する新しいアプローチへの貢献を助ける可能性がある。

[ 1.4.3, 5.3.8, 10.3.2, 10.3.4 ]

## 緩和行動のコストと副次的な<sup>9</sup>便益

11. 緩和行動のコストと便益の推計はさまざまである。これは、福利をどう測っているか、分析の範囲と手法、分析に組み込まれている基礎的な仮定、が異なっているためである。この結果、コストと便益の推計は、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。ここでは、コストと便益は収益の還元依存し、また次の項目を考慮するかどうか、そしてどう考慮するかによって左右される：実施コストと取引コスト、分配の影響、複数のガス、土地利用変化オプション、気候変化回避の便益、副次便益、ノーリグレットの機会<sup>10</sup>、外部性の評価と非市場の影響。仮定に含まれるのは、特に次の項目である。

- ・ 人口構成の変化や、経済成長率と経済構造：個人の移動の増加、エネルギー効率の改善や低コストエネルギー資源の利用可能性といった技術革新、資本投資の柔軟性と、柔軟な労働市場、価格、政策なしシナリオ（ベースライン）での財政的なゆがみ
- ・ 緩和目標のレベルとタイミング
- ・ 実施措置での仮定、例えば、排出量取引、クリーン開発メカニズム（CDM）、共同実施（JI）、規制、自主協定<sup>11</sup>、そしてそれに伴う取引コスト
- ・ 割引率：時間規模が長期なことは、割引の想定を重要なものにしており、また適切な長期レートについての共通認識は依然としてない。しかし文献では、時間の経過とともに下がるレートへの関心が高まっており、このため、長期に発生する便益により多くの比重が置かれている。これらの割引率は、民間業者が市場取引に通常用いるようなより高いレートとは区別する必要がある。

[ 7.2, 7.3, 8.2.1, 8.2.2, 9.4 ]

<sup>9</sup>副次便益は、気候変化緩和だけを目的とした政策の副次的な、副作用的な効果である。そのような政策は、GHGの排出だけでなく、地方の、そして地域の化石燃料の利用に伴う大気汚染物質の排出削減といった資源の利用効率、そして運輸や土地利用方法、雇用、燃料の安全保障といった問題についても影響を及ぼす。こういった便益はマイナスとなる場合もありうることを反映して「副次的影響」とも呼ばれることが、時々ある。

<sup>10</sup>この報告書では、第二次評価報告書と同様、ノーリグレットの機会を、エネルギーコストの削減や地方/地域の汚染物質排出削減が気候変化回避の便益を除いてもこれら削減にかかる社会コストと同等、または上回るようなオプションと、定義される。

<sup>11</sup>自主協定は、環境目的を達成するため、または遵守を上回る環境機能改善のため、政府当局と、一つまたはそれ以上の民間当事者間の合意であり、また公共機関が認めた統一的な約束である。



**1 2 . 政策でノーリグレット機会を開拓できる限り、温室効果ガス排出源の一部を社会的にはゼロまたは負のコストで制限することが可能である。[ 7.3.4 , 9.2.1 ]**

- ・ **市場の不完全性。** 既存の市場や制度的欠陥、および費用効果性のある排出削減措置の採用を阻害するようなほかの障壁を削減することは、現在の実践方法と比べ、民間コストを下げることができる。
- ・ **副次便益。** 気候変化緩和措置は、ほかの社会的な問題にも効果がある。例えば、炭素排出を削減することは、多くの場合、その地方や地域での大気汚染も同時に削減する結果を生む。また、緩和戦略は、運輸や農業、土地利用方法や廃棄物管理にも、影響を及ぼし、例えば雇用やエネルギー安全保障といったほかの社会的な懸念事項である問題にも影響を与える。しかし、すべての影響がプラスであるわけではない。政策の選択や設計を慎重に行うなら、プラスの効果をよりよく確保でき、しかもマイナスの影響を最小限にすることができる。推計を行うのは困難であり、非常に多様でもあるが、緩和の副次便益の規模が、緩和措置のコストに匹敵し、ノーリグレットポテンシャルに加えられる場合もある。[ 7.3.3 , 8.2.4 , 9.2.2 ~ 9.2.8 , 9.2.10 ]
- ・ **二重配当 (ダブルディビデンド)。** 手法 (課税とか排出権の競売) によっては、政府への歳入を生む。これらの歳入をゆがみのある既存の税金の減税にあてる (「歳入の還元」) なら、GHG 削減達成の経済コストが減る。こうした相殺 (オフセット) の規模は、既存の税構造や、減税のタイプ、労働市場の状況、歳入還元方法により異なる。状況によっては、経済便益が緩和のコストを上回る可能性もある。[ 7.3.3 , 8.2.2 , 9.2.1 ]

**1 3 . 附属書 B 国が京都議定書を実施する場合のコスト試算は、パラグラフ 10 に示すように、研究によりまた地域によりさまざまであり、京都メカニズムの利用や、それと国内措置との相互作用に関する仮定に大きく依存する。こういったコストを報告し、比較しているグローバルな研究の大多数は 国際的なエネルギー経済モデルを用いている。これらの研究のうち 9 件では、次のような GDP の影響<sup>12</sup>を示している。**

[ 7.3.5 , 8.3.1 , 9.2.3 , 10.4.4 ]

**附属書 国<sup>13</sup> : 附属書 B 国<sup>14</sup>間での排出量取引が行われない場合、さまざまな附属書地域において、2010 年までに予想される GDP の約 0.2 ~ 2 % の損失があるとグローバルな研究の多数が予測している。附属書 B 国間で全面的な排出量取引が行われる場合、予想される GDP の損失は、0.1 ~ 1 % の間となる<sup>15</sup>。これらの研究は、パラグラフ 11 に示**

<sup>12</sup>国別の特徴をより精密に組み入れ、目標とする政策の多様性も組み入れたほかの研究の多くでは、正味コストの推定計算も広範囲なものとなっている。

<sup>13</sup>附属書 国 : 気候変動に関する国際連合枠組条約の附属書 に含まれる諸国群で、経済協力開発機構のすべての先進国が含まれる。

<sup>14</sup>附属書 B 国 : 京都議定書の附属書 B に含まれる諸国群で、自国の GHG の目標で合意しており、すべての附属書 I 国 (1998 年改正のもの) のうち、トルコとベラルーシを除くすべての国が含まれる。

<sup>15</sup>コストを示すのにはいろいろな単位が用いられている。例えば、附属書 B 国間の全面取引がある場合の京都目標達成に伴う先進国での年間コストが GDP の 0.5% 程度であれば、これは 2010 年までの附属書国で年間 1250 億 US ドル、あるいは 1 人年間 125US ドルとなることを示す (SRES 想定)。この数字は、10 年間の経済成長率に対して、0.1% ポイント以下の影響に相当する。

されるような広範囲な仮定を網羅している。このパラグラフで研究結果が報告されているモデルは、取引コストを考慮せずに全面的な排出量取引の利用を想定している。附属書 B 国の取引を認めない場合の研究結果は、各地域内での全面的な国内取引を想定している。これらのモデルには、吸収や CO<sub>2</sub> 以外の GHG は含まれていない。CDM や、負のコストのオプション、副次便益、または目標とする歳入還元も含まれていない。

すべての地域において、コストは、下記の要素の影響も受ける。

- ・ 附属書 B 国間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の高さ、そして国内での効率的でない実施は、コストを押し上げる。
- ・ パラグラフ 12 で明らかにされたノーリグレットの可能性<sup>10</sup>についての国内政策や措置を含めること、CDM の利用、吸収、そして CO<sub>2</sub> 以外の温室効果ガスを含めることは、コストを押し下げることができる。各国でのコストは、より広範囲に多様な値をとる可能性がある。

モデルでは、京都メカニズムが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うえで重要であり、したがって国内の政策メカニズムを補完することができることが示されている。同様に、京都メカニズムは国際的な影響が不公平となるリスクも最小限にすることができ、また限界コストを一定にするのにも役立つ可能性がある。上述のグローバルなモデル化の研究では、京都目標達成のための国内限界コストが、取引なしでは 20US ドル/tC から 600US ドル/tC までとなり、附属書 B 国間の取引がある場合には 15US ドル/tC から 150US ドル/tC の範囲をとることが示されている。これらのメカニズムによるコスト削減は、国内や国際のメカニズムの適合性や制約条件、そして取引コストを含めた実施の詳細内容により異なる可能性がある。

**経済移行国：多くの経済移行国において、GDP への影響は、無視できる程度から数%の増加という範囲となる。**このことは、附属書 国にはないエネルギー効率改善の機会があることを反映している。急激なエネルギー効率改善そして / または一部の経済移行国における不況が継続すると想定した場合、排出枠が第一約束期間に予想される排出量を上回る可能性がある。しかし、一部の経済移行国において、京都議定書の実施による GDP への影響は附属書 国と同様のものとなるだろう。

**14 . 1 世紀の時間規模での費用効果性の研究では、濃度安定化レベルが下がるにつれて、大気中 CO<sub>2</sub> 濃度安定化のコストが上昇すると予測している。異なるベースラインは、絶対コストに大きく影響を与える可能性がある。**750ppmv から 550ppmv へ濃度安定化レベルを移行した場合、コストの増加は中程度であるが、550ppmv から 450ppmv への移行は、ベースラインシナリオでの排出が非常に低いものでない限り、より大きなコストの上昇がある。しかし、これらの結果には、炭素の隔離（吸収）や、CO<sub>2</sub> 以外のガスを組み入れておらず、また誘起される技術変革<sup>16</sup>による、より野心的な目標がどう

---

<sup>16</sup> 誘起される技術変革は、新しく出てきた検討分野である。世紀規模の CO<sub>2</sub> 濃度とコストの関係について

いう影響可能性をもつかも検討されていない。各濃度レベルに伴うコストは、数多くの要素に左右され、こういった要素には、割引率や、一定期間内での排出削減の配分、採用される政策や措置、そして特にベースラインシナリオの選択が含まれる。例えば地方での、そして地域での持続可能な開発に焦点をあてる特徴をもつシナリオでは、特定レベルでの安定化にかかる総費用が、ほかのシナリオよりもかなり低くなる<sup>17</sup>。

[ 2.5.2, 8.4.1, 10.4.6 ]

**15 . ickanan GHG 緩和努力の下であっても、経済コストと便益は部門間で不均等に配分される。緩和行動のコストは、程度はまちまちでも、適切な政策により削減することが可能である。** 一般には、経済コストで被る活動を明らかにするほうが、便益を受ける可能性のある活動を明らかにすることと比べて、容易である。緩和政策の下で、経済的な不利益を被る可能性が最も高い部門は、石炭、おそらくは石油やガス、鉄鋼など特定のエネルギー集約部門である。再生可能エネルギー産業やサービス業を含めたその他の産業部門は、価格の変動や、本来炭素集約型部門に向けられるはずであった資金やほかの資源が利用可能となることから、長期的には便益が期待できる。化石燃料への助成金を排除するような政策は、経済効率の向上を通して、全体的な社会便益を増やす可能性があり、また京都メカニズムの利用は、附属書 B 国が目標を達成するための正味の経済コストを下げることを期待される。例えば炭素集約型産業に控除を与えるようなほかのタイプの政策はコストを再配分するが、同時に社会コスト全体を増加させる。大半の研究では、炭素税の配分効果は、税収を所得への負の影響を直接的または間接的に補うために使わない限り、低所得者層の所得にマイナスの影響を与える可能性がある。[ 9.2.1 ]

**16 . 附属書 B 国での排出制約は、非附属書 B 国へのスピルオーバー効果<sup>18</sup>をもたずることが十分立証されているが、その効果はさまざまである。** [ 8.3.2, 9.3 ]

・ **非附属書 B 国のなかの石油輸出国：GDP 予測や、石油収入予測の減少など、コストについては分析研究ごとに異なる報告をしている<sup>19</sup>。** 最小のコストを報告した研究では、排出量取引がない場合、予測 GDP が 0.2% 削減され、附属書 B 国の排出量取引がある場合には、2010 年での<sup>20</sup>予測 GDP の削減は、0.05% 以下であることを示している。最大のコストを報告している研究では、排出量取引がない場合、予想される石油収入の 25% が、そして附属書 B 国間の排出量取引がある場合、2010 年で予想石油収入の 13% が削減されることを示している。これらの研究では、非附属書 B 国の石油輸出国への影響

---

での文献で、第三次評価報告書で評価したものは、どれも、誘起技術変革を使ったモデルについての結果を報告していない。いくつかの状況での誘起技術変革を組み入れたモデルでは、似たような GDP の成長と、異なる政策体制の下で、世紀規模での濃度が違う可能性があることを示している。[ 8.4.1.4 ]

<sup>17</sup> 一定の安定化濃度レベル達成に必要な緩和努力の規模に対する、参照シナリオの影響については、図 SPM-1 (131 頁) を参照。

<sup>18</sup> スピルオーバー効果は、経済への影響を組み入れているが、環境への影響は組み入れている。

<sup>19</sup> 検討された六つの研究の詳細は、基礎となった報告 (報告本文) の表 9.4 に示されている。

<sup>20</sup> これらのコスト推測計算は、2000 ~ 2010 年の期間での GDP 成長率の違いとして表すことができる。排出取引がない場合、GDP の成長率は年 0.02% ポイント削減され、附属書 B 諸国での排出取引がある場合には、成長率の削減が年 0.05% ポイント以下となる。

を少なくするような政策措置<sup>21</sup>を考慮しておらず、このため、これらの国でのコストと、全体コストを過剰にみる傾向がある。

これらの国での影響は、化石燃料への助成金の排除や、炭素含有量に基づいたエネルギー税の構造改革、天然ガスの利用拡大、そして非附属書 I 石油輸出国経済の多角化によって、さらに小さいものができる。

- **ほかの非附属書 国**:これらの国は OECD 諸国向けの輸出需要が低下することにより、また継続して輸入する炭素集約型製品での価格上昇により、悪影響を受ける可能性がある。燃料価格の削減や、炭素集約型製品の輸出増、そして環境上健全な技術やノウハウの移転からは、利益を得る可能性がある。一定の国の正味のプラスマイナスは、どちらの要素が優勢かによって異なる。こういった複雑さがあることから、勝ち組と負け組との組分けは不確実なままである。
- **カーボンリーケージ<sup>22</sup>**:一部の炭素集約型産業が非附属書 国へ移転する可能性と、価格変動に対応する貿易の流れへの広範囲な影響は、5～20%規模のリーケージにつながる可能性がある。[8.3.2.2] 例えばエネルギー集約型産業への税控除は、モデル計算でのカーボンリーケージの推計値が高くなる可能性を小さくしているが、総コストを押し上げてしまう。モデルには含まれていない、環境上有効な技術やノウハウの移転は、低いカーボンリーケージにつながる可能性があり、特に長期的にはリーケージを打ち消すものとなる可能性がある。

## 緩和の方法と手段

17. GHG 緩和オプションを成功裡に実施するには、こういった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ている、多くの技術的、経済的、政治的、文化的、社会的、行動上、そして/または組織上の障壁を克服する必要がある。緩和機会の可能性や障壁のタイプは、地域により、部門により、そして時がたつにつれて異なってくる。これは、緩和能力の多様性が大きいことによる。どの国でも貧困層は、特に貨幣経済の一翼を担っていない場合、技術を採用したり、社会的な行動を変えたりする機会が限られていることに直面させられ、また大半の国は革新的な資金調達や制度改革そして貿易障壁の除去で便益を受けることができる。先進工業国では主に社会的な、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し、経済移行国では価格の合理化に将来機会があり、また開発途上国では価格の合理化、データや情報へのアクセス増強、先

<sup>21</sup> これらの政策措置に含まれるのは：CO<sub>2</sub> 以外のガスやすべてのガスのうち非エネルギー資源によるものに対する政策措置、吸収との相殺（オフセット）、産業構造改革（例、エネルギー生産者からエネルギーサービスの提供者に）、OPEC の市場パワー利用、資金や保険、技術移転に関係した行動（例、附属書 B 国による）が含まれる。加えて研究では、緩和の全体コストを削減できるような次の政策や効果を含んでいないのが通常である：税収入を税負担軽減、またはほかの緩和措置への財源として使う、化石燃料の利用削減による環境上の副次的便益、緩和政策に誘起される技術変革。

<sup>22</sup> カーボンリーケージは、附属書 B 国での削減実施により非附属書 B 国で排出が増加することと定義され、附属書 B 国の削減率で表される。

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。しかしながら，どの国でも，あらゆる組み合わせの障壁を排除することに，将来機会を見いだす可能性がある。[ 1.5 , 5.3 , 5.4 ]

**18 . 気候変化に対する各国の対応は，GHG 排出を制限または削減する政策手法のポートフォリオとして行われるなら，より効果の上がる可能性がある。**国内気候政策手法のポートフォリオに含まれる可能性があるものは国の状況にもよるが，排出 / 炭素 / エネルギー税 取引可能または取引不能な認可 (permit) 補助金の付与そして / または排除，貯蓄 / 払い戻しシステム，技術または実行基準，エネルギーミックスの必要性，製品の禁止，自主協定，政府投融資，研究開発援助である。各国政府はそれぞれ異なる評価基準を適用する可能性があり，これは異なる手法ポートフォリオにつながる可能性がある。文献では，特定の政策手法への肩入れはしないのが普通である。市場本位手法は多くの場合費用効果がある可能性があり，特に，その施行能力が発達している場合に費用効果がある。エネルギー効率基準とか性能規制は広く用いられており，多くの国で効果的である可能性があり，さらに市場本位手法に先だって行われることもある。自主協定は，最近，より頻繁に用いられるようになっており，時にはより厳しい措置の導入に先立って行われる。情報キャンペーンとか，環境ラベル，グリーン志向のマーケティング，といったものは，単独であるいはインセンティブとしての助成金と組み合わせて，消費者や生産者に情報を提供し，その行動様式を形成するものとして，力点を置かれることが多くなっている。政府や民間が支援する研究開発は，緩和技術を現在の市場や経済ポテンシャルを超えて長期的な適用や移転を進めるうえで重要である。[ 6.2 ]

**19 . 気候変化緩和の効果性は，気候政策を非気候目的国内政策や部門政策の開発と統合し，持続可能な開発や気候変化緩和の両方で求められる長期的な社会的，技術的革新を達成するための広範囲な移行戦略に変えることで強化される。**気候政策が福利を向上させる副次便益をもたらすことができるのと同じく，非気候政策も気候での便益を生む可能性がある。一般的な社会経済政策を通して気候上の目的を追求するなら，温室効果ガスの排出を大幅に削減することが可能かもしれない。多くの国では，エネルギーインフラストラクチャー（社会基盤）の開発，価格，税金政策での広範囲なプログラムにより，エネルギーシステムの炭素集約度が異なる可能性がある。最先端の環境上有効な技術を適用することは，環境上有効な開発に向けて特定の機会を提供する一方，温室効果ガス集約度の高い活動を回避させる。さらに，総合的な国内開発戦略のなかで副次便益を考えに入れるなら，気候に特定した行動に対する政治的そして組織上の障壁を小さくすることができる。[ 2.2.3 , 2.4.4 , 2.4.5 , 2.5.1 , 2.5.2 , 10.3.2 , 10.3.4 ]

**20 . 各国間および部門間での協調行動は緩和コストを削減し，競争上の懸念や，国際的な貿易規則と矛盾する可能性，そしてカーボンリーケージへの対処を助ける可能性がある。**集約的な GHG 排出を制限したいと考える諸国群は，よく設計された国際的な手法の実施を合意することができる。京都議定書において導入されている手法としては，排

出量取引 (ET), 共同実施 (JI), クリーン開発メカニズム (CDM) があり, その他この報告書において評価された国際的な手法には, 調和型・協調型排出 / 炭素 / エネルギー税, 排出 / 炭素 / エネルギー税, 技術基準と製品基準, 産業界との自主協定, 資金や技術の直接的な移転, 化石燃料助成金の削減といった手法の実施を可能にする協調型環境づくりなどがある。これらの一部は, これまでのところ一部の地域だけで検討されている。[ 6.3, 6.4.2, 10.2.7, 10.2.8 ]

**2 1 . 気候変化での政策立案は, 基本的には, 一般的な不確実性の下での連続したプロセスである。** 文献によると, 賢明なリスク管理戦略には, どのような結果となるか (環境上と経済上の両方で), それが起こる可能性, そして社会がリスクにどのような態度をとるかについて, 注意深く検討することが求められる。後者のリスクに対する社会の姿勢は, 国によって異なる可能性が高く, またおそらくは世代間でも差があるものとみられる。このため, この報告書は, 気候変化プロセスやその影響, そしてそれらに対する社会の反応について, より適切な情報をもつことの価値は大きくなる可能性が高いという第二次評価報告書での結論を確認している。近未来での気候政策に関する決定は, 濃度安定化目標について議論している過程において行われようとしている。文献は, 温室効果ガス濃度の安定化を目指した, 段階的な解決策を提案している。このことは, 過少なあるいは過剰な行動をとるリスクのバランスをとることも内包している。これに関連する疑問は, 「次の 100 年間にとって最善のコースとは何か」ではなく, むしろ「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えたうえで, 近未来の最善のコースとは何か」である。[ 10.4.3 ]

**2 2 . この報告書は, 排出緩和, 技術開発や科学的な不確実性の削減などのポートフォリオを含めた, より早い行動が, 温室効果ガスの大気濃度安定化に向けての動きに柔軟性を増すことになるという第二次評価報告書での結論を確認している。望ましいオプションのミックスは, 時期や場所によって異なる。** 第二次評価報告書以降完成された経済モデル化研究では, 世界の現在のエネルギーシステムからより炭素排出の低い経済への近未来に対する段階的な移行は, 既存資本の前倒し回収に伴うコストを最小限にすることが示されている。これはまた, 技術開発への時間的猶予を与え, 急速に開発されている低排出技術の初期バージョンに固定してしまうことを回避させる。その一方で, より迅速に近未来に対する行動をとるなら, 急速な気候変化に伴う環境や人間へのリスクを低減させる。

また, このことは既存の低排出技術のより早い展開を促し, 炭素集約型技術への固定を回避するのを助ける可能性がある将来的な技術変革に対して, 近未来における強いインセンティブを提供するとともに, 科学的理解の進行からみて望ましいと思われる場合には, 目標を将来さらに厳しくすることも可能にする。

[ 2.3.2, 2.5.2, 8.4.1, 10.4.2, 10.4.3 ]

**2 3 . 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は, 3**

**方向の相互関係が存在する。**いかなる国際体制でも、その効率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。この報告書で評価した国際体制での連携成立に関する文献では、こういった目的を支えるさまざまな戦略を提供しており、これには努力を適切に配分し、インセンティブを提供することで、体制への加入をより魅力的にする方法が含まれている。分析や交渉がシステムコストの削減に焦点をあてる一方、文献では、気候変化に対する効果的な体制をつくるには、持続可能な発展や経済外の問題に注目する必要があることを認識している。[1.3, 10.2]

## 知識のギャップ

**2.4. 気候変化の緩和における科学的、技術的、環境的、経済社会的要素についての理解に関する以前の IPCC の評価以来進展がみられる。しかし、開発途上国での研究を含め、気候変化への対応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、将来の評価を強化し、不確実性をできる限り削減するため、さらなる研究が必要である。**

**現在の知識と政策立案でのニーズの間にあるギャップをさらに小さくするには、次の事柄が高い優先性をもつ。**

- **技術革新およ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。**これには、次の項目の研究が含まれる。CO<sub>2</sub>とCO<sub>2</sub>以外のGHG、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とコスト、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。
- **すべての国での気候変化緩和に関係する経済的、社会的、組織上の問題。**優先分野としては、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、特に開発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。
- **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。**例としては、温室効果ガス削減行動を抑制する障壁の特徴把握と測定、緩和モデル化技術の一貫性・再現性・アクセス性の向上やモデル技術の習得、副次便益の評価方法（これは例えば削減コストを温室効果ガスやほかの汚染物質へ割り当てることなど）、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仮定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うえでの意志決定分析枠組の開発、グローバルなモデルや研究の改良、それらの仮定や非附属書 国および地域の扱いおよび報告での一貫性を改善、がある。
- **気候緩和オプションを、開発、持続可能性、公平性の概念で評価する。**例えば、運輸を含めた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、気候変化に特定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，気候変化緩和分析での世代内・世代間の公平性を組み入れること，公平性評価の意味合い，広く多様性のある安定化体制の下でのオプションについて科学的・技術的・経済的影響を分析。