

地球温暖化の影響評価と対策効果プロジェクト（成果報告書の要旨）

1 研究の背景と目的

地球温暖化対策は、気候変動枠組条約及び京都議定書でその一歩を踏み出したが、究極の目的である気候安定化のためには温室効果ガスの一層の排出量削減が求められている。地球温暖化の影響は、長期の気温上昇による影響だけでなく、短中期における地域レベルの異常気象に影響を及ぼす可能性があることも注目されており、生態系・環境資源管理の観点からも温暖化対策が重要である。炭素循環に関する不確実な点を解明し、新たな地球規模の環境変化を早期に検知し、温暖化政策に資する方策を提示することは緊急の課題である。本研究は、地球温暖化の現象解明、影響評価及び対策効果に関する1990年から蓄積された研究成果を基礎にして、これらの研究ニーズに体系的に応えることを目的とした。プロジェクトは大きく二つの研究課題分野に分かれ、それぞれの目的は以下のとおりである。

課題1：炭素循環と吸収源変動要因の解明

温室効果ガスの陸域や洋上での濃度観測から、その陸域と海洋の吸収比と吸収分布、森林の炭素ストック、二酸化炭素の海洋吸収とその気候変動に対する応答など、炭素循環のメカニズムと変動要因を大気・陸域・海洋の観測から解明し、地球規模の温室効果ガスの変化を早期に検知することを目的とした。

課題2：統合評価モデルを用いた地球温暖化のシナリオ分析とアジアを中心とした総合的対策研究

経済発展・気候変動及びそれらの影響を統合的に評価するモデルを開発・適用して、京都議定書及びそれ以降の温暖化対策が地球規模の気候変動及びその地域的影響を緩和する効果を推計し、中・長期的な対応方策の在り方を経済社会の発展の道筋との関係で明らかにするとともに、これらの対応方策をアジア地域の持続可能な発展に融合させる総合戦略について検討することを目的とした。

2 報告書の要旨

本研究は下記の二つの研究課題分野に分けられ、炭素循環研究、炭素吸収源評価研究、社会経済・排出モデル研究、気候モデル研究、影響・適応モデル研究、の5つの研究チームによって実施した。

- (1) 炭素循環と吸収源変動要因の解明
- (2) 統合評価モデルを用いた地球温暖化のシナリオ分析とアジアを中心とした総合的対策研究

炭素循環分野における主要な研究成果としては、温室効果ガスのモニタリング施設や体制整備、これまでに得られた観測データをもとにした二酸化炭素の平均的収支の推定、大気境界層の鉛直輸送の評価、海域のCO₂分圧季節変動観測などがあげられる。また、総合的対策研究分野においては、気候モデルによる20世紀再現実験及び高分解能の21世紀予測実験を行い、極端現象・地域気候など詳細な将来予測が行えたこと、統合評価モデルについて主要なモデル開発が進み、各種のシミュレーション結果を国際機関や政府などに提供することができたこと、があげられる。研究の全体像を図1に示し、以下に各研究の概要をまとめる。

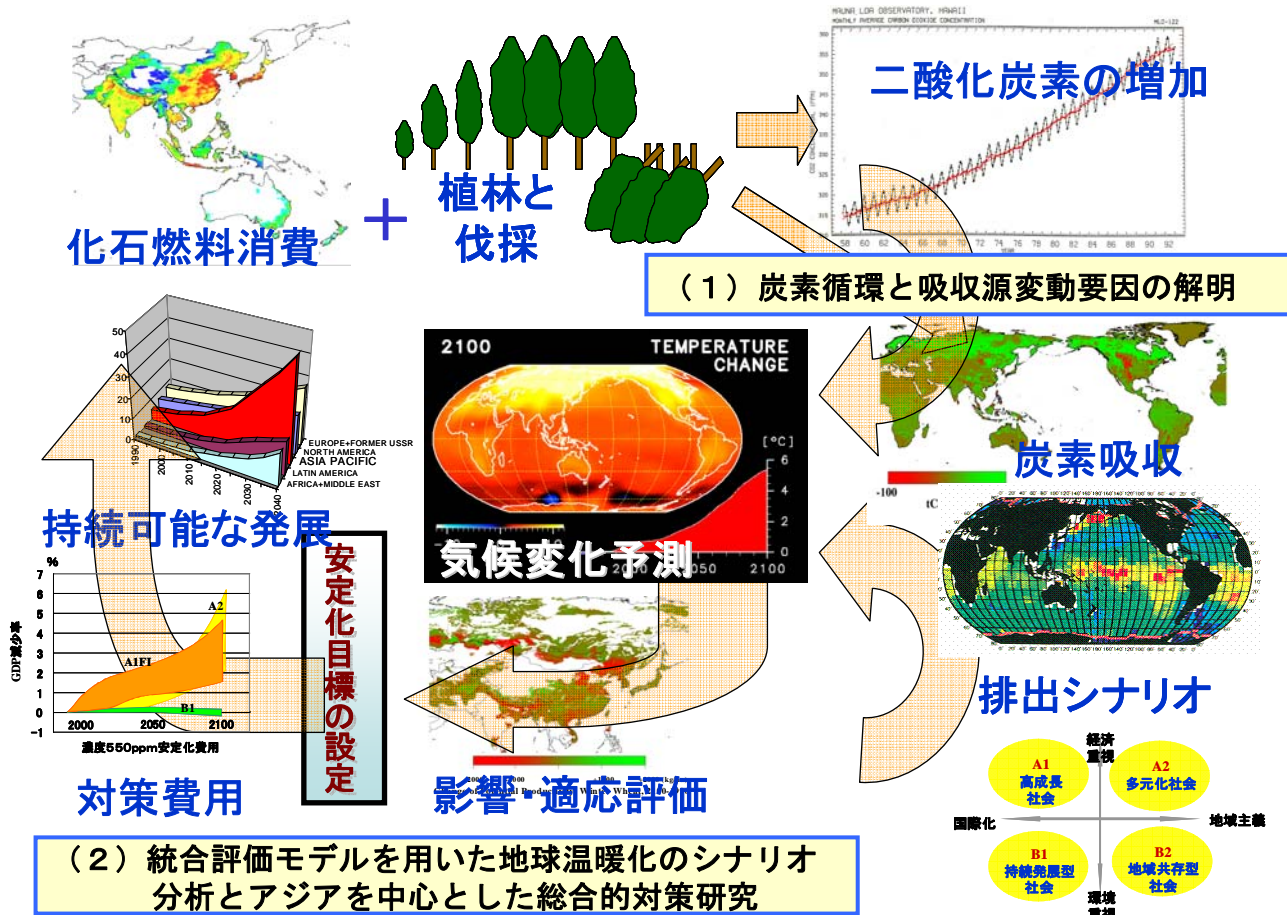


図1 各研究要素の相互関連の概要

課題1：炭素循環と吸収源変動要因の解明

京都議定書では人為的な森林吸収増加活動などを二酸化炭素削減対策として認めることになり、人間活動による炭素蓄積を十分な科学的根拠により評価することが求められている。さらに長期的には、森林保全や炭素の隔離などを含む炭素固定を評価する方向に向かう可能性もある。したがって、単体の樹木の規模から地球規模の陸域生態系まで様々なスケールでの研究を遂行し、炭素循環を総合的に理解することが必要である。また、森林や海洋の炭素循環が気候の変化にどの様に応答するかを明らかにして、将来の炭素収支の変化を予測するための基礎的なデータを蓄積する必要がある。このため、森林や海洋による二酸化炭素吸収量の評価や変動要因の解析を目的として、以下の研究をおこなった。

- ① 陸域と海洋の二酸化炭素吸収の評価を大陸・海洋・全球の規模で実施し、その変動要因を解明した。地上モニタリングステーションなどにおいて、同位体比や酸素濃度等の長期観測を行い、温室効果ガス等のモニタリングデータを駆使して、グローバルな陸域/海洋吸収を評価した。(炭素循環研究チーム)
- ② 陸域生態系を中心とした温室効果気体の吸収・排出を地域規模で評価することにより、科学的根拠に基づいた温室効果ガスの濃度安定化策の策定に貢献する。そのために、航空機や観測タワーにより二酸化炭素濃度分布変動を測定し、二酸化炭素などの吸収や放出量を推定した。さらにその季節変動、長期変動を測定し、変動要因を解析した。(炭素循環研究チーム、炭素吸収源評価研究チーム)
- ③ 京都議定書で評価される森林の炭素吸収源機能を定量的に評価することを目的として、フラックス観測、リモートセンシング手法を用いた CO₂ 吸収量のモニタリング手法を確立するとともに、生態系モデルを用いて

国内外における森林生態系における炭素吸収量を評価した。特に、苫小牧等のフラックス観測サイトにおいて、樹木の炭素吸収、土壌呼吸、樹冠上のフラックス測定、樹冠内の二酸化炭素貯留、森林上空の二酸化炭素濃度変動の観測、森林のバイオマス・光合成パラメータの遠隔計測を実施し、これらの結果を元に気象、土壌、管理条件を変数とする炭素ストック変化算定モデルを開発し、国内外の広域スケールでの炭素収支変動を評価する手法を確立した。(炭素吸収源評価研究チーム)

- ④ 貨物船等の様々な観測手段を活用して、太平洋の二酸化炭素吸収フラックスの分布・季節変動、洋上大気の温室効果ガスや酸素濃度の分布を求めた。それらの分布を決める要因の解析とともに、グローバルな炭素収支における太平洋の寄与を明らかにした。(炭素循環研究チーム、炭素吸収源評価研究チーム)
- ⑤ 京都議定書第2約束期間以降における中長期的な陸域生態系炭素吸収源機能の評価を目的として、1) 管理された森林における炭素吸収量算定モデルを開発し、2) フラックス観測値やバイオマス測定値でモデルの検証を実施し、3) 炭素吸収量算定モデルを土地利用モデルと統合して、広域な陸域生態系における炭素吸収源機能の変動予測を実施した。(炭素吸収源評価研究チーム)

これらの観測研究を行うに当たっては、地球環境研究センターの地球環境モニタリング・データベース事業との密接な協力下で、また、IGBP/IHDP/WCRPのGCP(Global Carbon Project)やIGCO(Integrated Global Carbon Observation)、AsiaFluxなどの国際的な取組と連携して推進した。

課題2：統合評価モデルを用いた地球温暖化のシナリオ分析とアジアを中心とした総合的対策研究

京都議定書及びその後の世界の経済発展や環境対策が、地球規模の気候変動及びその社会的・環境的影響をどの程度軽減するか、さらにはアジア地域の経済発展と環境問題を踏まえてどのような総合的対策を図るべきかを明らかにするため、以下の研究を行った。

- ① わが国、アジア地域、及び世界を対象とする温室効果ガス・エアロゾル排出モデルを改良・開発し(社会経済・排出モデル研究チーム)、大気海洋結合気候モデルの高精度化、並びに地域気候モデルの開発・高精度化を図り(気候モデル研究チーム)、さらに、水資源や農業等への影響モデルの開発・改良に取り組んだ(影響・適応モデル研究チーム)。また、アジア全域及び主要国に適用できる環境-経済統合モデルを開発した(社会経済・排出モデル研究チーム)。過去100年の気候再現実験を行い、気候変動モデルの妥当性を評価した(気候モデル研究チーム)。
- ② 地球温暖化に関する排出・気候変動・影響、さらにはアジア地域の経済発展と環境の関係を一貫して分析するため、個々のモデルをつなぐインターフェースを開発して、モデルの統合化を図った。(気候モデル研究チーム、影響・適応モデル研究チーム、社会経済・排出モデル研究チーム)
- ③ 最新の社会経済的動向や技術評価をベースにして個々の対策技術や対策措置の効果を推計し、わが国、アジア、及び世界の温室効果ガスがどの程度削減可能かを推計し(社会経済・排出モデル研究チーム)、この対策措置を前提とした排出シナリオを基にして、全球的及び地域的に気候変動がどの程度緩和されるかを推計するとともに、これらの推計における不確実性の度合い及びその要因について評価した(気候モデル研究チーム)。さらに、気候変動の緩和を前提にして、それが社会的・環境的影響をどの程度軽減させるかについてアジア地域を中心に推計し、これらの影響に適応可能かどうかを検討するとともに、推計の不確実性の度合い及びその要因について評価した(影響・適応モデル研究チーム)。
- ④ 以上のシナリオ分析を基にアジア地域の総合的対策の在り方を明らかにするため、アジアの経済発展と温暖化対策、さらには温暖化対策と他の環境対策との関係を分析した。特に、温暖化対策を含む環境対策分野のイノベーションのポテンシャル及びその実現のための投資の緊急性を評価した(社会経済・排出モデル研究チーム)。

- ⑤ 分析結果を各種背景データと有機的に関連づけて戦略的データ・ベースを構築し、研究の普及を図るとともに、アジア途上国への分析技術の移転を図った。(社会経済・排出モデル研究チーム、影響・適応モデル研究チーム)