

【S-10-4】技術・社会・経済の不確実性の下での気候変動リスク管理オプションの評価（H24～H28）

研究代表者 森 俊介（東京理科大学）

1. 研究実施体制

- (1) 総合的な確率的気候変動シナリオおよび影響シナリオの構築（学校法人 東京理科大学）
- (2) 1.複数主体の相互作用を考慮したエネルギー経済モデルの開発動向調査と評価（学校法人 上智大学）
- (2) 2.複数主体の相互作用を考慮したエネルギー経済モデルの開発動向調査と評価(公益財団法人地球環境戦略研究機関)
- (3) 適応・ジオエンジニアリングを考慮した統合評価モデルの拡張と応用(一般財団法人 エネルギー総合工学研究所)
- (4) 適応ポテンシャル・コスト見積もりおよび社会経済シナリオに関するメタ分析と統合評価モデルによる評価（国立研究開発法人 国立環境研究所）

2. 研究開発目的

本テーマ S10-4 は、温暖化問題の不確実性に対し頑健な緩和策を定量的に求めるため、以下の4つのサブテーマの連携により、①共通将来シナリオに基づく4モデルの比較、②各モデルの特長を活かす独自の知見提供、により問題解決を目指す。これら4モデルはそれぞれサブテーマを担当し、図-1のように相互に接続される。各サブテーマの独自の目標課題を以下に示す。

サブテーマ（1）不確実下の意思決定方法に着目したエネルギー経済モデルの開発動向調査と拡張では、後悔値最小化法と多段階意思決定モデルの開発、参加地域と経済部門の部分参加の影響などを扱う。サブテーマ（2）複数主体の相互作用を考慮したエネルギー経済モデルの開発動向調査と評価では多地域・多部門一般均衡型逐次動学最適化モデルにより、ゲーム論的行動の帰結を明らかにする。サブテーマ（3）適応・ジオエンジニアリングを考慮した統合評価モデルの拡張と応用は、成層圏エアロゾル注入や太陽放射管理(SRM)など気候工学方法のコスト評価や適応のモデル導入を行う。サブテーマ（4）温暖化対策のための適応ポテンシャル・コスト見積もりおよび社会経済シナリオに関するメタ分析と統合評価モデルによる評価はマルチモデル評価のプラットフォームとなる共通社会シナリオや適応コスト等を調査及び評価し各モデルに提供する。

3. 本研究により得られた主な成果

(1) 科学的意義

リスクマネジメント策定戦略における不確実性について調査・体系化するとともに、従来の問題点の克服を目指しモデル構築の方法論の提供とモデル開発を行った。まず共通社会経済シナリオ SSP と共通温暖化対策ケース RCP に対して比較可能となるようモデルの前提条件を適合させ、共通した知見と相違する論点を明らかにした。マルチモデルの比較の結果、基本的な世界の趨勢が持続可能性を目指す世界像からは1.5℃目標でさえ比較的近接した結果が得られ、分断化された社会からは2℃目標達成も困難であった。また、温暖化政策による世界全体でのマクロ経済指標の変化が小さいのに対し、地域ごとの変化の大きさが共通の傾向として示され、温暖化対策の負荷分担の差異をどのように吸収するかが明らかとなった。

不確実性については地球環境問題のリスクマネジメントを、①繰り返しのない意思決定問題としての多段階意思決定法、②多地域・多部門の視点からの温暖化対策緩和策実施上の影響評価、③気候工学や BECCS 等不確実性の高い温暖化対策技術の評価、モデル研究との協働による不確実下の意思決定のための方法論の拡張、④ 適応策の基本的な調査とマクロモデルによる検討、についてそれぞれ調査

と方法論の開発により接近した。いずれも地球温暖化の不確実性に対する接近法としての科学的意義は大きいと考えられる。

(2) 環境政策への貢献（研究代表者による記述）

<行政が既に活用した成果>

2017年に中央環境審議会に取りまとめられた「気候変動適応策を推進するための科学的知見と気候リスク情報に関する取組の方針（中間取りまとめ）」では、温暖化による影響や適応を評価するための共通シナリオとして SSPs が取り上げられ、日本版 SSPs の作成に向けた調査研究を進めることが適当であると明記された。こうした点は、SSPs の定量的な情報とともに、本研究で整理した SSPs の役割が認識されたことによるといえる。

<行政が活用することが見込まれる成果>

温暖化対策行動の将来には、①温暖化の進行の水準、②温暖化影響、③対策コスト、④協調と競合を含む実施主体の行動、⑤革新的技術の可能性、など大きな不確実性が横たわっている。このような不確実性に対して、政策実施上 2°C 制約をどのようにとらえるのかは大きな課題となっている。本研究の知見は S10-1、S10-2、S10-3 などとの横断的な情報の統合化により、国際的な場における不確実下のリスクマネジメントと温暖化政策の実装に対し定量的情報とその源、および政策決定のための科学的な裏付けを与えるものであり、これにより、温暖化対応政策を実装する際、どれほどの幅の不確実性が存在し、また対策費用の幅がどれほどになるのかの指針を与えた。特に、気候モデルとの協働による不確実性評価では、科学的研究の蓄積とその経済効果の関係の評価は、環境研究の経済的価値を明らかにした初のものである。またもし前提条件に何らかの科学的知見による変化があった場合の対策費用の変化や、温度目標管理の柔軟性の意味を定量的に与えることができるようになった。

中でも、全世界的な影響とコストが受容可能な範囲であっても影響の地域差が場合によっては非常に大きく現れる可能性や、ベースラインとなる世界の社会経済像が持続可能性志向である世界観からは 1.5°C 目標世界に比較的近接し、分断化志向である場合では 2°C 目標世界は困難であるなど、温暖化政策だけでない社会経済・環境政策の在り方が温暖化影響緩和に大きく影響することは、気候変動政策以外の政策の副次的便益の大きさが重要なことを示すものである。

また、本課題に参加した2つの多地域多部門モデル(EMEDA と THERESIA)は、具体的な中期的産業政策と環境政策の指針を提供する。EMEDA はどの地域のどの産業が温暖化と対策の影響を受けるかを明らかにした。また THERESIA は炭素排出規制で以前から提案されている「セクターアプローチ」および「炭素排出の生産段階での勘定」か「消費財への体化」という具体的な政策に対し、炭素漏えいだけでなく参加部門や参加地域が限定的である場合にどのような影響が発生するかを示した。これは排出権取引や国際的な炭素課税政策における「実施上の不確実性とその効果」を事前評価するものであり、実務上も環境経済政策への寄与が大きいと考えられる。

気候工学は、温暖化対策の緊急避難的手段とみなされており実効性や経済性についてはなお不確かな点が多く、倫理的観点も加味すれば、必ずしもマクロなモデルのみで評価できる段階ではないが、事前に、「この技術ができるとすればどれほどの価値がありうるのか」は今後の対策を進めるうえで意義が大きいものと考えられる。

本研究で行った温暖化影響、適応ポテンシャルや費用に関する考察は、わが国における適応計画の更新や、これから適応計画を策定する国や自治体にとっても有効となる。また、適応策の実施に関する条件は、社会経済状況や気温の変化等によっても変わりうることから、政策としてどのような情報が必要となるかについての緩和策、適応策を統合した分析は、長期的な視点を持った削減シナリオの評価に不可欠であり、2020年以降の目標策定の議論をはじめとした温暖化政策への貢献が期待される。

さらに、日本版 SSPs の作成を含めて、今後追加での作業が必要となるが、世界を対象とした社会

経済シナリオと整合する国内の社会経済シナリオは、日本における適応策の検討や、長期の低炭素開発戦略の策定にも大きく貢献するものであり、地方自治体を含めた行政機関において活用が見込まれる。また国際的には本研究の成果を本課題終了後に学術論文として IPCC AR6 に向け公表することで、我が国のこの研究分野での貢献と、世界における議論のリードを見込める。

4. 委員の指摘及び提言概要

技術・社会・経済の不確実性を扱う課題で、環境政策上の期待の高い領域である。(3) ジオエンジニアリングの考察は単独で意味があったと言える。一方で、(4) 適応ポテンシャルと社会経済シナリオのメタ分析に焦点をあてた研究成果も今後の応用可能性が大きい。類似の研究は国内外の研究機関・研究者が行っているため、どの部分でどのような改善・進歩があったのか、世界の他機関の研究成果との違いなどを、分かり易く説明して欲しかった。

5. 評点

総合評点：A