

【S-12】SLCP の環境影響評価と削減パスの探索による気候変動対策の推進 (H26～H30)

中島 映至 (宇宙航空研究開発機構)

1. 研究開発目的

本研究課題では、短寿命気候汚染物質 (SLCP; Short-lived Climate Pollutants) の削減がもたらす気候・環境影響に関して研究を行い、地球温暖化と大気汚染の問題に対して、SLCP の最適な削減パスの探査を試みることである。テーマ1では、アジアにおいて大気汚染と地球温暖化による環境影響の緩和に対して有効な SLCP 削減の効果的な対策メニューを示すために、過去の大気質変化イベントの定量的解析を通じて、SLCP 削減の有効な対策を明らかにし、対策効果の定量的評価ツールを開発することを目的とする。テーマ2では、2 目標等の将来の気候安定化の目標に向けて、世界、国、都市といった異なるスケールを対象に、それぞれの排出シナリオを定量化するための AIM モデルを開発するとともに、開発したモデルを用いて、SLCP を対象にした様々な対策を含めた将来シナリオを定量化することを目的とする。この将来シナリオは、テーマ3において将来の気候変化や環境影響を評価する際の入力となる。テーマ3では、エアロゾル・大気化学過程を導入した MIROC-ESM-CHEM など全球気候モデルを用いて、気候変動・水循環・健康影響・農業影響について、SLCP の削減効果を定量化し、大気汚染および地球温暖化の緩和策を検討する際の科学的な情報を提供することを目的とする。テーマ4では、テーマ1～3が開発する SLCP 排出インベントリ高度化システム・AIM の SLCP 過程の高度化システム・気候変動の影響評価システムを連結した統合運用システムの開発を実施し、政策立案者が対策コストと影響を評価しながら能動的に最適パスの探査を試みるができるシステムを確立する。また、NICAM-Chem モデルの整備を行う。テーマ5では統合運用システムの機能評価を行い、研究の進捗に関するテーマ間の調整を行なう。

2. 研究の進捗状況

領域大気質のデータ解析と逆推計による SLCP 発生源の特定とそれを利用したインベントリの作成 (テーマ1)、AIM モデルの SLCP 過程の精緻化とそれによる短寿命大気物質過程の削減シナリオ計算 (テーマ2)、MIROC-ESM と NICAM-Chem モデルによる気候・環境影響計算 (テーマ3、4) を行うシステムを確立し、最初のエンド・トゥ・エンドの計算を行った。今後はこれらを駆使して、最終目的である SLCP の最適パスの決定作業に入る。

また、各テーマにおける研究は、以下のように当初の計画に沿ってほぼ順調に進展している。

- I. テーマ1では、当初の2年間で目標としていた大気質評価システムを構築し、観測データ解析も順調に進んでいる。REAS 2.1 をベースに、テーマ2の AIM の排出インベントリとの統合を可能とするアジア域排出インベントリシステムを用い、1950～2010年のアジア域排出インベントリ (REAS 2.2) を構築した。また、逆推計モデルと連携し、排出インベントリ改良手法の検討を進めた。テーマ・サブテーマ間も連携を進め、当初計画どおりに研究は進んでいる。
- II. テーマ2では、社会経済シナリオの整理、技術選択モデルにおいて SLCP 評価のためのデータ収集及びモデル改良を行い、なりゆき社会における LLGHG 及び SLCP 排出シナリオを推計した。また、地域性等を考慮したエネルギー技術選択モデルの改良を行い家庭起源の SLCP の推計精度を向上させた。研究計画どおりに研究は進んでおり、テーマ間連携に関しては当初の予定を超えて研究が進められている。
- III. テーマ3では、MIROC-SPRINTARS および MIROC-ESM を用いて、SLCP・前駆気体排出量の排出量を変化させた感度実験により、SLCP 放射 雲 降水とそれらのフィードバック過程を通じた気候変動を定量的に評価した。PM2.5 およびオゾンの曝露 健康影響関数について開発し、国別・地域別の人口および死亡率情報も整理した。全球版 MATCRO を開発し、オゾンが作物収量へ及ぼす影響プロセスの MATCRO への組み込みも行った。SLCP 濃度変化による全球・領域的な

水循環・気候変動を調べる数値実験を行うと共に、S12 独自シナリオを用いた実験に対応するための実施準備も行った。いずれのサブテーマも研究計画通りに進んでいる。

IV. テーマ4では、SLCP 排出インベントリのアーカイブシステム、AIM 技術選択モデル・社会経済シナリオ・排出シナリオの利用システム、気候変動・影響のモデル結果の表示システム、削減パス探査のための総合的なユーザインターフェースの各プロトタイプを作成し、S12 統合運用システムを稼働させた。並行して、NICAM-Chem の地表面過程や SLCP 関連モジュールの改良も行った。研究計画通りに進んでいる。

その一方で、計画当初予測できていなかった下記の案件があり、その対応を適切に行った。

- ・ テーマ1と2の連携において、テーマ2における AIM モデルへの SLCP 過程の組み込みと、テーマ1の排出インベントリとの接続について、予想以上の時間がかかっている。これは、別の作業を前倒したことと、次期 IPCC 報告書でも採用予定の SSPs( Shared Socioeconomic Pathways ) シナリオの改良に対応したためである。一方で、この遅れが、テーマ3に大きな影響を与えないように、テーマ3の計算をライブラリ法を進めるなどの対策を取りつつある。
- ・ テーマ2における結果から、気候影響重視シナリオや健康被害重視シナリオといった極端な排出シナリオまで探索の範囲を広げて、技術選択の検討を開始した。これによって、SSP 型とはかなり異なる S12 独自の削減パスが最適シナリオになる可能性が出てきた。

一方で、テーマ3における結果から、BC の直接気候影響は小さく、大循環や降水場への間接気候影響が大きいことがこともわかってきた。この点はこれまで、気候学者の間でも十分に認知されておらず、その研究自体が重要な科学的貢献になり得る。この点が定量的に理解できるようになると、より確度のある SLCP シナリオが構築できる。

### 3 . 環境政策への貢献

本研究で開発された長期ヒストリカル排出インベントリは国際モデル相互比較 CMIP6 の公式データとして採用され、これをシミュレーションモデルに適用することにより、アジア諸国、特に日本が過去に実施してきた大気汚染対策の効果を定量的に評価することが可能となった。また、衛星観測データと化学輸送モデルを用いた逆推計システムを構築し、排出インベントリが整備されていない最近の排出量変化の推定、逆推計で得られた空間分布や時間変化などの情報をもとにした排出インベントリの改良が可能となった。

AIM モデル・収集している技術情報・これまでの温暖化対策ならびに大気汚染対策の評価を通じて、SLCP 対策シナリオを構築することで、温暖化対策と大気汚染対策の両方を検討することが可能となり、効率的かつ効果的な政策の実現に向けての貢献とその意義は極めて大きく、施策が社会全体の厚生を最大化させることができるかを検討することが可能となる。また、SLCP 削減に関する削減パスの探索における問題点を整備し、最適解を探すための戦略を定式化した。

S-12 統合運用システムを整備し、プロジェクトで蓄積したデータやテーマ3と4で計算されたシミュレーション結果を対話形式で公開することができた。このシステムは政策決定者や関心のある一般の方でも利用できるように整備されており、地球温暖化問題を意識した大気汚染物質削減へ向けて、具体的な環境政策へ大いに貢献する。また、温暖化影響および大気汚染の健康および農業に対する複合影響を考慮した適応策・緩和策の検討にも利用できる。また、環境省との打ち合わせによって、環境政策にとって必要な課題も洗い出した。

国際貢献として、UNEP/ABC-Asia プロジェクトのサイエンスチーム会合及び Asia Pacific Clean Air Partnership-Joint Forum に参加し、UNEP、CCAC、ABC 関係者に対し本プロジェクトを説明し、必要な連携活動を確認した。また、次期 IPCC 報告書に向けたモデル間相互比較プロジェクトである CCM1, HTAP2, PDRMIP などに、MIROC-SPRINTARS や MIROC-CHASER を用いて参加した。

#### 4．委員の指摘及び提言概要

サブテーマ間の連携が十分にできており、また、課題全体の研究を統括・調整する機能も果たして、成果を順調に蓄積しつつある。具体的には、BCの影響の見通し、降水過程への影響等、従来の知見を超えた成果を挙げており、有効なシナリオができれば行政にも大きく貢献する。各テーマの研究をさらに促進させ、それぞれの知見を統合して最適な SLCP 削減対策を早期に決定することを期待する。健康影響については、成果の表現方法に十分留意する必要がある。健康影響については、表現方法に十分慎重な態度をお願いしたい。

#### 5．評点

総合評点：A