

平成 26 年度戦略的研究開発領域課題(S-12)の公募方針

1. プロジェクト名：

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

2. 研究プロジェクトリーダー：

東京大学大気海洋研究所教授 中島映至

3. 予算規模：

年間約 2 億円（課題当たり数百～数千万円程度）

予算規模は、直接経費及び間接経費、税込み。なお、委託の消費税は、総額（直接経費＋間接経費等）に掛かる。

4. 研究期間：

5 年間（平成 26～30 年度）

研究 3 年目に中間評価を行う。

5. プロジェクトの概要

(1) 成果目標

- ▶ 排出インベントリ (EI)、逆推計モデル (IM)、アジア太平洋統合モデル (AIM)、化学輸送モデル (CTM)、全球気候モデル (GCM) を統合的に用い、気候・環境影響の緩和に対して有効な SLCP (エアロゾル、オゾン) と LLGHG (CO₂) の削減の最適パスを能動的アプローチによって探索し、提案する。
- ▶ 上記の排出パスを含めた情報を集約化し、大規模なシミュレーションを実行しなくても政策立案者が簡便に使用できるようなツールキットの作成を行う。

(2) 研究概要

大気汚染はアジア、アフリカなど各国とも深刻な問題となっており、将来的な大気質の改善は必然である。SLCP にはオゾン、エアロゾル(粒子状物質 PM)が含まれており、その削減は LLGHG と比較して容易であると考えられており、2012 年に始動した CCAC (Climate and Clean Air Coalition) などでも SLCP の削減が急務であると考えられている。しかし、SLCP を削減した場合に起こると考えられる複雑な気候変動はわかっていない。

本課題では、地球温暖化と大気汚染による環境影響の緩和に対して有効な SLCP 削減の最適パス、それを実現する効果的な対策メニューを提案することを目標とする。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。同時に、SLCP および LLGHG の両方を考慮した将来シナリオを作成し、SLCP 削減がもたらす全球的な気候変動、アジアにおける大気汚染の低減、及びそれらの自然・社会影響を明らかにする。それらの結果をもとに、地球温暖化の緩和と地域大気汚染の改善に対する SLCP 削減の最適パスを提案する。

その手段としてこれまでの戦略課題やそのほかの先行研究で構築されてきた排出インベントリ (EI)、アジア太平洋統合評価モデル (AIM)、化学輸送モデル (CTM)、逆推計モデル (IM)、全球気候モデル

(GCM)等の評価・解析ツールを最大限活用するとともに、最終的にこれらのツールを統合した「統合影響評価システム」を構築する。それによって、政策立案者とステークホルダーが参加して対策コストと影響を評価しながら能動的に最適パスを探索する手段を実現する。

本プロジェクトではSLCPのうちエアロゾルとオゾンを主な対象とするが、排出/吸収源の評価自体が大規模な研究を必要とするメタンについては、他のプロジェクトにおける研究成果を最大限に利用する。

6. プロジェクトの研究テーマ構成及びサブテーマ構成

本プロジェクトは、以下の4つのテーマ構成により、当該3テーマの下にサブテーマを設けて、各テーマ及びサブテーマ研究者が一体的に研究を実施する。全体構成及びテーマ・サブテーマ間の関係については、概要資料も参照のこと。

URL：http://www.env.go.jp/policy/kenkyu/suishin/koubo/koubo_1.html

資料名：戦略プロジェクト補足資料

研究提案の公募は、テーマ1、テーマ2及びテーマ3の【公募】サブテーマについて行う。サブテーマは、原則として一つの研究機関で行う。

(留意事項)

- ▶ サブテーマのうち、各テーマの「【総括】サブテーマ(1)」は、テーマリーダーが担当し、テーマの総括を行うため公募は行わない。
- ▶ テーマリーダーが担当する【総括】サブテーマ(1)は各テーマ全体の総括班として機能し、サブテーマ間の研究調整・進捗管理を担当する。
- ▶ 研究提案は、【総括】サブテーマ及びその他の【公募】サブテーマと研究内容が連携するものであることが必要である。
- ▶ 各サブテーマのリーダーは、研究プロジェクトリーダー及びテーマリーダーの指示のもとで、他テーマ、サブテーマの研究者と緊密に連携し、一つの研究プロジェクトを構成する研究活動として研究を実施する。
- ▶ サブテーマリーダーは、応募したサブテーマの内容及びヒアリング等の審査過程での連絡・対応について、総括的な責任を持つ。
- ▶ 研究提案を行う申請者は、研究提案の提出前にテーマリーダーに連絡をして提案内容(申請書)についてテーマに相応しい内容かどうか確認することが出来る(公募×切の1週間前まで(厳守))。確認のあった提案内容(申請書)について、テーマリーダーはプロジェクトリーダーと相談の上、申請者にコメントを回答する。テーマリーダーの連絡先は、環境省地球環境局研究調査室(suishinhi@env.go.jp)までメールにて問い合わせること。

各テーマ及び公募するサブテーマの構成

テーマ名 及び テーマリーダーの担当するサブテーマ	公募を行うサブテーマ
テーマ1 :大気質変化事例の構造解析と評価システムの構築 サブテーマ(1): マルチスケール大気質変化評価システムの構築と変化事例の解析	サブテーマ(2): アジア域排出インベントリシステムの開発 サブテーマ(3): 地域スケールの排出量逆推計システムの構築
テーマ2 :統合評価モデルの改良とそれを用いた将来シナリオの定量化 サブテーマ(1): 世界を対象とした統合評価モデルの改良とそれを用いた排出シナリオの定量化	サブテーマ(2): 国・地域を対象とした統合評価モデル開発と排出シナリオの定量化 サブテーマ(3): 都市スケールにおける排出シナリオの定量化と大気汚染影響の評価
テーマ3 :数値モデルによる気候・環境変動評価と影響評価 サブテーマ(1): 数値モデルを用いたエアロゾルによる気候変動の評価	サブテーマ(2): 数値モデルを用いた短寿命微量気体による気候変動の評価 サブテーマ(3): 短寿命大気汚染物質による気候変動に伴う健康へのインパクト評価 サブテーマ(4): 短寿命大気汚染物質による気候変動に伴う農業へのインパクト評価 サブテーマ(5): 短寿命大気汚染物質による気候変動に伴う水循環変動の評価 サブテーマ(6): 短寿命大気汚染物質による気候変動に伴う海面水位変動の評価
テーマ4 :統合運用システムの構築	なし

(1) テーマ1：大気質変化事例の構造解析と評価システムの構築

テーマリーダー：大原利真（国立環境研究所地域環境研究センター センター長）

成果目標

- ▶ 大気質変化事例の再現を目的とした排出インベントリ（EI）/化学輸送モデル（CTM）/排出量逆推計モデル（IM）統合システムの構築。
- ▶ 大気質変化事例の対象とした地上・衛星観測データや社会経済データ等の解析、IMを用いた地上・衛星観測変化量から社会経済活動量・排出量の変化の逆推計、逆推計結果やCTMとの連携によるEIの検証。
- ▶ SLCP対策による大気質改善効果を定量的に評価可能なシステムの構築。

研究概要

アジア地域において、社会経済変化や環境対策によって劇的に大気質が変化した事例をSLCP対策の社会実験ケースとして捉え、その事例時の観測データや社会経済データ、対策情報等を収集し、これまで開発してきたEI/CTM/IMを活用して変化要因や対策効果を定量的に分析するとともに、その変化を再現できるようにEI/CTMを改良することにより、SLCP対策効果を定量的に表現可能な評価システムを構築する。この目的を達成するために、アジア域の排出インベントリシステム（サブテーマ(2)）、排出量逆推計システム（サブテーマ(3)）、マルチスケール化学輸送モデルシステム（サブテーマ(1)）の開発・改良を進めると同時に、これらのシステムを使用して過去の地域大気質変化事例の構造解析を実施し、大気質変化要因や対策効果を定量的に分析する（サブテーマ(1)～(3)）。更に、サブテーマ(1)～(3)のシステムを「マルチスケール大気質変化評価システム」として統合し、地域大気質変化事例によって総合的に検証する（サブテーマ(1)）。サブテーマ(1)は、これらのサブテーマ間の研究調整・連携促進ならびにテーマ1全体の進行管理も担う。

【総括】サブテーマ(1)：マルチスケール大気質変化評価システムの構築と変化事例の解析

- イ) 国立環境研究所等で開発してきた化学輸送モデルCTM（全球化学気候モデルMIROC/ESM/CHEMと領域化学輸送モデルWRF/CMAQ）をもとに、都市～アジアスケールの大気質変化事例の解析や対策効果の事前・事後評価が可能なマルチスケール化学輸送モデルシステムを構築する。
- ロ) 本システムを過去の大気質変化事例に適用して、排出量変化と大気質変化の定量関係を評価する。
- ハ) マルチスケール化学輸送モデルシステムと排出インベントリシステム（サブテーマ(2)）、排出量逆推計システム（サブテーマ(3)）を統合して「マルチスケール大気質変化評価システム」を構築し、地域大気質変化事例によって検証する。
- ニ) 地域スケールにおける代表的な大気質変化事例を対象に、観測データや社会経済データ、対策情報等を収集し、「マルチスケール大気質変化評価システム」を用いて大気質の変化要因や対策効果を定量的に分析することにより、SLCP対策の有効性を定量的に評価する。
- ホ) テーマ1のサブテーマ間の研究調整・連携促進ならびにテーマ1全体の進行管理を担う。

【公募】サブテーマ

以下のサブテーマ(2)~(3)について研究提案を公募する。

▶ **【公募】サブテーマ(2): アジア域排出インベントリシステムの開発**

- イ) S-7 で開発したアジア域の排出インベントリ REAS2 をもとに、大気質変件事例の解析や対策効果の評価が可能であり、また、テーマ2 の AIM と連結することにより将来シナリオへの対応が可能なインベントリシステムとして改良する。
- ロ) 本システムを大気質変件事例に適用し、サブテーマ(1)、(3)と連携して、対策と排出量変化の定量関係を評価する。

▶ **【公募】サブテーマ(3): 地域スケールの排出量逆推計システムの構築**

- イ) これまで開発されてきた大気汚染物質排出量の逆推計モデル IM を改良することにより、地域スケールの大気質変件事例の解析や対策効果の事後評価が可能な排出量逆推計システムを構築する。対象排出物質としては NO_x, SO₂, CO, VOC 等を想定する。
- ロ) 本システムを大気質変件事例解析に適用して排出変化量を把握するとともに、サブテーマ(2)と連携して排出インベントリの不確実性を低減する。

(2) テーマ2 : 統合評価モデルの改良とそれを用いた将来シナリオの定量化

テーマリーダー : 増井利彦 (国立環境研究所社会環境システム研究センター 室長)

成果目標

- ▶ 改良した世界を対象とした AIM/Enduse [Global]を用いた将来の社会経済シナリオに対する LLGHG、SLCP の世界排出シナリオの定量化
- ▶ 地域を対象として大気汚染対策技術も内生化した技術選択モデルを開発し、将来の社会経済シナリオに対応する LLGHG、SLCP の地域排出シナリオの定量化
- ▶ 都市や家庭を対象とした技術選択モデル、大気汚染評価モデルを開発し、前項の社会経済シナリオと整合するとともに、大気汚染影響も踏まえた都市や家庭における LLGHG、SLCP の排出シナリオの定量化
- ▶ テーマ3の結果を踏まえた温暖化、大気汚染対策による気候変動影響をフィードバックした社会経済排出シナリオの定量化

研究概要

本テーマの第一の目的は、世界、国、地域、家庭という異なるスケールを対象に統合評価モデルを組み合わせることであり、組み合わせたシステムを用いて異なるスケールについて統合的な社会経済シナリオを作成することが第二の目的である。

サブテーマ(1)では、統合評価モデルの1つで、世界を対象とした技術選択モデルである AIM/Enduse [Global]について、大気汚染対策技術を評価できるように更新するとともに、更新した技術選択モデルを用いて過去の様々な取り組みとその結果を再現する。また、AIM/Enduse [Global]を用いて、既存の様々なシナリオをもとに作成された将来の社会経済シナリオを基礎に、計画されている様々な施策を踏まえた将来の温暖化緩和策、大気汚染対策を検討し、開発、改良

したモデルを用いて、これらの対策を踏まえた LLGHG、SLCP の排出シナリオの定量化を、世界スケールで行う。

サブテーマ(2)では、アジア主要国を対象に、AIM/Enduse [Global]と技術情報やエネルギーサービス需要などの主要な情報を共有するとともに、地域特性や大気汚染対策を評価できるように地域詳細化した技術選択モデルの開発を行う。また、サブテーマ(1)で示される世界シナリオと整合する地域を対象とした LLGHG、SLCP 排出シナリオの定量化を行う。

サブテーマ(3)では、サブテーマ(1)や(2)と整合した結果を示すことが可能な都市スケールを対象とした大気汚染対策とその影響を評価するためのモデル開発を行い、開発したモデルを用いて都市スケールでの LLGHG 及び SLCP 排出シナリオを定量化する。また、家庭を対象に、世界や国を対象とした社会経済シナリオに対応できる排出モデルの開発を行い、大気汚染影響を考慮した家庭起源の LLGHG 及び SLCP 排出シナリオを定量化する。

なお、各サブテーマともに、テーマ3で検討された気候変動、大気汚染影響をフィードバックさせた将来の社会経済シナリオを AIM/CGE [Global]モデルをもとに定量化し、上記の排出シナリオを更新する。

【総括】サブテーマ(1): 世界を対象とした統合評価モデルの改良とそれを用いた排出シナリオの定量化

- イ) 世界を対象とした AIM/Enduse [Global]について、大気汚染対策技術の評価が可能となるように、データベースや排出インベントリを拡充、整理し、モデルの改良を行う。
- ロ) 改良した AIM/Enduse [Global]を用いて、過去の温暖化対策、大気汚染対策の取り組みの評価を行う。
- ハ) 既存のシナリオ(推進費 S-6、RCP、SSPなど)をベースに、現時点において実施、計画されている温暖化緩和策や大気汚染対策、技術進歩を反映させて、2050/2100年までの将来予測のベースラインとなる社会経済シナリオを整理し、あわせて、サブテーマ(2)や(3)でも利用が可能となるように地域や家庭を対象とした社会経済シナリオを AIM/CGE [Global]を用いて作成する。
- ニ) 更新した AIM/Enduse [Global]を用いて、上述の社会経済シナリオに対応する世界全体を対象とした LLGHG、SLCP 排出シナリオを定量化する。
- ホ) サブテーマ(2)で分析される地域の温暖化緩和策や大気汚染対策、サブテーマ(3)で分析される家庭での取り組みを、世界規模に拡張し、更新した AIM/Enduse [Global]を用いて、将来の大気質の改善と温暖化緩和策に寄与する施策や活動の効果と影響を定量的に評価する。
- ヘ) テーマ3で分析される将来の温暖化影響、大気汚染影響を踏まえて、将来の社会経済シナリオを AIM/CGE [Global]を用いて更新するとともに、温暖化、大気汚染影響下での LLGHG、SLCP 排出シナリオを定量化する。

【公募】サブテーマ

以下のサブテーマ(2)~(3)について研究提案を公募する。

▶ 【公募】サブテーマ(2): 国・地域を対象とした統合評価モデル開発と排出シナリオの定量化

- イ) これまで主として国を対象としてきた技術選択モデルについて、アジアの主要国を対象により詳細な地域区分(たとえば、中国では省レベル)において分析し、さらに、各地

域を対象に大気汚染対策技術の評価ができるように、地域を対象とした技術選択モデルの開発を行う。なお、モデルはサブテーマ(1)で用いる AIM/Enduse [Global]と主要な情報の共有が可能なモデルであることが求められる。AIM/Enduse [Global]については、<http://www-iam.nies.go.jp/aim/datalibrary.htm> を参照のこと。

- ロ) これまでに、地域スケールにおいてどのような温暖化緩和策や大気汚染対策、LLGHG や SLCP の排出に影響するイベントがあったかをとりまとめ、これらによって LLGHG や SLCP の排出削減の過程をモデル上で再現し、その因果関係を分析する。
 - ハ) サブテーマ(1)で作成される地域の社会経済シナリオと整合するとともに、日本やアジア各国で現時点において実施、計画されている温暖化緩和策や大気汚染対策、技術進歩を反映させた地域スケールでの LLGHG、SLCP 排出シナリオを定量化する。
- 二) 他テーマと情報共有ができるモデルインターフェースの開発を行う。

▶ **【公募】サブテーマ(3): 都市スケールにおける排出シナリオの定量化と大気汚染影響の評価**

- イ) アジアの発展途上国において経済発展に伴う消費行動の変化とそれに伴う環境負荷を解析するため、家庭部門(自動車を含む)を対象としたモデル開発を行うとともに、特定の国や地域に適用し、サブテーマ(1)で作成される将来の社会経済シナリオに対応する家庭起源の LLGHG 及び SLCP 排出シナリオを定量化する。なお、モデルや排出シナリオは、サブテーマ(1)(2)と整合したものであることが求められる。
- ロ) 排出シナリオとして定量化される地域を対象に、都市スケール、室内大気汚染を評価する大気汚染モデルを適用し、排出シナリオに対応した大気汚染影響を定量化する。なお、モデルや排出シナリオは、サブテーマ(1)(2)と整合したものであることが求められる。
- ハ) 大気汚染影響を家庭の活動にフィードバックし、家庭部門における LLGHG、SLCP 排出シナリオを更新する。

(3) テーマ3：数値モデルによる気候・環境変動評価と影響評価

テーマリーダー：竹村俊彦(九州大学応用力学研究所 准教授)

成果目標

- ▶ 数値モデルを用いた短寿命大気汚染物質(SLCP; エアロゾル・微量気体)による気候変動・健康・農業への影響の評価
- ▶ 将来の短寿命大気汚染物質の最適削減経路の提示

研究概要

SLCP の全球規模分布の把握および放射強制力の見積もりは、これまでの数多くの研究においてなされてきた。しかし、温室効果気体による気候変動・健康影響・農業分野への影響などは研究がなされてきたものの、SLCP によるそれらの影響評価が統合的になされた例はない。しかし、CCAC の活動が重要視されていることが象徴しているように、SLCP の統合的環境影響の科学的評価が国際的に求められている。

そこで、本テーマでは、これまで開発してきた SPRINTARS や CHASER などのエアロゾル気候モデルおよび化学気候モデルなどを用いて、テーマ1および2で作成された SLCP の排出

量インベントリおよび排出量シナリオをベースとして、SLCP 濃度変化に伴う現在および将来の気候変動(気温・降水量・海面水位など)・健康影響・農作物収量変化の評価を全球規模で行う。また、計算結果に基づき、温室効果気体と SLCP の両者を考慮した気候変動緩和のための最適削減経路を提示するための情報を創生する。

【総括】サブテーマ(1): 数値モデルを用いたエアロゾルによる気候変動の評価

- イ) 全球エアロゾル気候モデルと他テーマからの排出量インベントリ・シナリオを用いて、現在および将来のエアロゾル濃度変化に伴う気候変動を定量的に評価する。また、計算結果に基づき、長寿命温室効果気体 / エアロゾル両者を考慮した最適削減経路を模索する。
- ロ) テーマ統括として、他サブテーマの研究成果を統合し、他テーマに評価結果をフィードバックすることにより、SLCP の最適削減経路を提案する。

【公募】サブテーマ

以下のサブテーマ(2)~(6)について研究提案を公募する。

▶ 【公募】サブテーマ(2): 数値モデルを用いた短寿命微量気体による気候変動の評価

- イ) 全球化学気候モデルと他テーマからの排出量インベントリ・シナリオを用いて、現在および将来の微量気体濃度変化に伴う気候変動を定量的に評価する。また、計算結果に基づき、長寿命温室効果気体 / 微量気体両者を考慮した最適削減経路を模索する。

▶ 【公募】サブテーマ(3): 短寿命大気汚染物質による気候変動に伴う健康へのインパクト評価

- イ) サブテーマ 1 および 2 の計算結果に基づき、SLCP の濃度変化による健康へのインパクトを定量的に評価する。最適削減経路やその他の様々な削減経路による将来の SLCP 濃度の変化に伴う健康へのインパクト評価を定量的に行う。サブテーマ 1 および 2 の結果に基づいたサブテーマであるため、気候モデルおよび大気質モデルを理解していることが望ましい。

▶ 【公募】サブテーマ(4): 短寿命大気汚染物質による気候変動に伴う農業へのインパクト評価

- イ) サブテーマ 1 および 2 の計算結果に基づき、SLCP の濃度変化による農業へのインパクトを定量的に評価する。最適削減経路やその他の様々な削減経路による将来の SLCP 濃度の変化に伴う農業へのインパクト評価を定量的に行う。サブテーマ 1 および 2 の結果に基づいたサブテーマであるため、気候モデルおよび大気質モデルを理解していることが望ましい。

▶ 【公募】サブテーマ(5): 短寿命大気汚染物質による気候変動に伴う水循環変動の評価

- イ) サブテーマ 1 および 2 の計算結果に基づき、SLCP の濃度変化に伴う水循環の変動を定量的に評価する。最適削減経路やその他の様々な削減経路による将来の SLCP 濃度の変化に伴う水循環変動評価を定量的に行う。

▶ 【公募】サブテーマ(6): 短寿命大気汚染物質による気候変動に伴う海面水位変動の評価

- イ) サブテーマ 1 および 2 の計算結果に基づき、SLCP の濃度変化に伴う海面水位の変動を定

量的に評価する。最適削減経路やその他の様々な削減経路による将来の SLCP 濃度の変化に伴う海面水位変動評価を定量的に行う。

(4) テーマ4：統合運用システムの構築

テーマリーダー：中島映至（東京大学大気海洋研究所 教授）

成果目標

- 各テーマが開発する排出インベントリシステム・地域を対象とした統合評価モデル・気候と環境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稼働
- 政策立案者とステークホルダーが参加して、対策コストと影響を評価しながら能動的に最適パスを探索する手法の確立
- 上記の運用に必要な簡易政策ツールキットの開発と、必要な情報発信

研究概要

テーマ1からテーマ3の成果を踏まえ、気候変動影響も考慮に入れた LLGHG 及び SLCP の最適パスの提案、成果の国際的な発信、行政ニーズの取りまとめを行うとともに、各テーマの成果を踏まえた統合運用システムを作成する。