

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究課題別中間評価報告書

1. 研究課題名

カンボジアにおける大気汚染リスク管理プラットフォームの構築 (2022年7月～2027年6月)

2. 研究代表者

2-1. 日本側研究代表者：古内 正美 (金沢大学 理工研究域 教授)

2-2. 相手国側研究代表者：ポ キムト (カンボジア工科大学 学長)

3. 研究概要

経済発展に伴い道路交通や建設工事の増加、無秩序な野焼き等が原因となって大気汚染が深刻化しているカンボジアでは、こうした現状を科学的な理解に基づいて正しく評価・改善できる人材が不足している。そのため、本プロジェクトでは、カンボジア工科大学や同国環境省等の関係機関と協力して大気汚染観測網と評価・研究施設を整備し、大気汚染による健康リスクを将来にわたって持続的に低減するための人材育成・政策提言体制を構築する。具体的には、本プロジェクトで実施する共同研究を通じて構築した大気汚染観測網を持続的に維持管理する技術者や、観測データに基づいて最先端の研究を自立して行う研究者の育成を進め、健康リスク低減の政策提言に結びつける。本プロジェクトでは、上記目標を達成するために以下の4つの研究題目が設定されている。

研究題目 1. カンボジアの大気汚染の現状と特性を評価するための体制の構築 (グループ1)

研究題目 2. オンラインネットワークとそのデータ管理体制の構築 (統括グループ)

研究題目 3. 大気汚染リスク評価実施体制の構築 (グループ2)

研究題目 4. 大気汚染リスク管理プラットフォームを運用する人材育成 (グループ3)

4. 評価結果

総合評価：B

(所期の計画以下の取組みであるが、一部で当初計画と同等又はそれ以上の取組みもみられる。)

カンボジアにおける大気汚染は深刻な状況であり、本プロジェクトによって信頼性のある観測網が整備され、それを運用・維持管理する人材が育成されれば、カンボジアにおける大気汚染の状況把握に大きく貢献する。プノンペン市内に新たに設置した大気汚染オンラインモニタリングネットワークの観測機器類、カンボジア工科大学のラボ施設の測定機器類の設置はほぼ完了して、データ取得を開始している。また観測網の運用・維持管理や観測データの解析を行う人材の育成はある程度進んでおり、カンボジア側において機器の管理を行う体制が敷かれている。カンボジ

ア環境省とのオンラインでのデータ共有も、条件付きではあるがほぼ目処が立ちつつある。上記を担当するグループ1による研究題目1の一部は計画に沿った進捗がみられ評価できる。

しかしながら、研究題目1の排出インベントリ作成と、研究題目3の大気汚染リスク要因の抽出および健康被害への影響評価は、当初の計画よりも遅れている。特に、健康リスク評価については、日本側の実施体制の変更などもあって遅れており、大気汚染による健康リスクを低減するための政策提言に結びつけるという目標を達成するためには、今後一層の努力が必要と思われる。

このプロジェクトにとっては、研究題目1（グループ1）と研究題目3（グループ2）の統合的成果を明示していくことが重要であり、早急にグループ2の活動を強化してプロジェクト後半に向かう必要がある。研究代表者が研究分担者に対して社会実装を重視するSATREPSのビジョンをあらためて説明し、目標達成に向けて強い意思を示し、後半の研究をしっかりとリードされるよう期待する。

4-1. 国際共同研究の進捗状況について

研究開始時にはコロナの影響等により機材の導入が遅れるなどの課題があったが、現時点ではその遅れはかなり取り戻している状況にある。特に、研究題目1の大気汚染データ等の収集分析については基盤となるデータが収集され始めるなど、挽回できていると評価する。引き続き、設置した機材の故障などへの対応、特に耐暑性を改善する工夫など、安定したデータ収集体制の確立が期待される。また、収集されたデータの解析が進み、カンボジア側との共同研究の成果として発表することも併せて期待される。

グループ2担当の研究題目3については、研究開始時での日本側実施体制の立ち上げの遅れからまだ挽回途上とみられ、中間評価時点での進捗は十分とは言えず、相手国側研究者の参画もこれからであるため、今後の具体的な活動や成果が望まれる。本題目のリスク評価は高い目標であることは理解するが、本プロジェクトでは大気汚染のどの部分を対象として進めるのか、リスク評価をどこまで行うのか等を今一度プロジェクト内で議論して意思統一し、達成目標を絞り込むことも含めた検討が望まれる。

また、本プロジェクトの核となる、大気汚染の発生側に関する評価（主としてグループ1）と人への影響・リスク側に関する評価（主としてグループ2）を繋ぐ統合的なモデルの構築や統合評価という視点での研究が、十分に進展しているとは言えない。このため、その先の政策提言にまで到達するかどうかの見通しが判断できなかった。

本プロジェクトとカンボジア環境省とのオンラインでのデータ共有は、条件付きで実現する見込みであるが、一般へのデータ公開は環境省が行うこととなっている。こうした状況のため、本

プロジェクトによってカンボジアの大気汚染観測網を統合管理するという当初の目標は、一部修正する必要が生じている。

4-2. 国際共同研究の実施体制について

グループ2が担当する研究題目3について、日本側の実施体制の強化に加えて、カンボジア側の衛生科学大学からのプロジェクト参加メンバーの役割も含めて、研究体制を立て直す必要がある。また、研究題目4の大気汚染リスク管理プラットフォームを構成する各組織の役割分担・運営方針などの具体化はこれからであり、プロジェクト期間内のプラットフォーム構築に向けて進めてゆく必要がある。今後の進展に期待する。

研究費の執行状況は効率的・効果的であり、当初の機材導入の遅れも取り戻しており、施設整備は順調で、特段問題はない。

4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

取り組んでいる課題自体は、相手国側への科学技術向上への貢献の点でも、日本における科学技術の今後の展開・発展性の点でも、十分に期待がもてるものである。

大気汚染を含む環境汚染は、各国、各地域において、その発生側・影響側の関係は一義的ではないが、カンボジアにおいて得られる知見は、今後様々な開発途上国において同様の課題を解決するための地球規模での実証基盤となる。これまで日本で得られた知見を補完し、地球規模に展開する意義は高い。また、カンボジアのような開発途上国で運用・維持管理しやすい観測網を開発できれば、他国での波及効果も高いと思われる。PM₁₀を含む大気中微粒子の様々な情報（質量/個数濃度・化学成分・粒子径分布・リアルタイム値等）を取得しようとする試みには、科学的な新規性がある。微粒子の計測は日本国内でもまだ課題が多く、日本より格段に汚染レベルが高い地域で得られる本プロジェクトの成果は、日本の同分野の研究にも資する可能性がある。

今後の最大の課題は、大気汚染の発生側（インベントリ評価を含む）とその影響側（リスク評価を含む）の関係の科学的根拠を示すことにある。大気汚染管理プラットフォームの確立に向けては、発生側と影響側の関係を明確にすることは必須であり、そのためのデータの観測、解析に焦点を絞ることも必要と考える。一方で、掲げた達成目標が高いため、このまま当初計画の全てをカバーすることを目指すのが妥当かどうか、また何をどこまで行うか等の最終目標をメンバー間で議論して明確にし、残りの研究期間内で効率的に研究を進める必要がある。

4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

カンボジア側人材を短期研修生や国費留学生として受け入れているほか、現地でセミナー等を多数実施している。カンボジア側研究者は、本プロジェクトによって進んだ日本の科学技術を学ぶことができることにメリットを感じており、化学分析など自身の分析スキルの向上などにモチベーションがある。カンボジア側と日本側の共著での論文執筆や研究成果発表が出始めていて、カンボジア側の研究スキルは向上してきているため、研究に対する自立性・自主性の涵養は期待できる。

本プロジェクトでは、「大気汚染を科学的に理解できる人材育成と正しい理解に基づいた情報提供・政策提言のできる体制」の構築を目指している。「大気汚染管理プラットフォーム」をプロジェクト期間終了後も維持し、発展させていくうえで、相手国側研究機関での人材育成が鍵を握ることを研究代表者がしっかり自覚し、人材育成を重視して取り組まれていることは高く評価する。観測網の運用・維持管理や観測データの解析を行う人材の育成はある程度進んでおり、今後も持続的に発展してゆく見込みはあると考えられる。

4-5. 今後の課題・今後の研究者に対する要望事項

1. 大気汚染の発生源情報、環境中での微粒子の濃度・性状測定、曝露評価、疫学調査を含むリスク評価、対策の全てをカバーする包括的な計画となっているが、これら全てを完遂するには、多面的な情報を総合的に解析することにもかなりのエフォートを割く必要があると思われる。貴重なデータが得られつつあるが、限られた期間でどのような出口を目指すのか、達成目標をもう少し絞り込むことも含めた検討が望まれる。
2. 研究題目1のカンボジアの大気汚染の現状と特性を評価するための体制の構築については、さまざまな観測データを提示するだけでなく、カンボジアにおける「大気汚染の統合的理解」を実現するために、今後必要な課題を明確にし、研究代表者がこれらの課題を達成する意思を研究分担者に対してしっかりと伝えて、推進することが望まれる。
3. 研究題目2のオンラインネットワークとそのデータ管理体制の構築については、環境省との連携など計画時の状況とはやや異なった状況となっている。このため、当初のプロジェクト目標は、一部修正する必要がある。
4. 研究題目3の大気汚染リスク評価実施体制の構築については、カンボジア側の衛生科学大学メンバーからの協力なども含めて、グループ2の研究体制のさらなる立て直しが望まれる。プロジェクト期間内に何をどこまで行うか等の最終目標を研究者間で明確にし、残りの研究期

間で効率的に研究を進めることが重要である。

5. 大気汚染の発生側データ（インベントリ等）と影響側データ（健康リスク等）を繋ぐ部分の検討をできるだけ早い機会に進めることが望まれる。グループ1とグループ2の活動を繋ぐ広域的相互影響評価（特にマクロリスク評価）について共通のタスクフォースを構成するなど、早急に方針を明確化し、メンバーで意識共有を図ることが必要である。
6. 研究題目4の大気汚染リスク管理プラットフォームを構成する各組織の役割分担・運営方針などをできるだけ早く明確にし、関係組織の間で合意形成する必要がある。カンボジアにおける大学と環境省の関係等に難しい課題があることは理解するが、大学のみでは大気汚染管理は難しく、オンラインデータ共有、プラットフォームの協働管理等への道筋を見出してほしい。国立経営大学の役割の明確化も必要である。また、政府向けの政策提案に加え、リスク管理の主体の一つである住民を意識した対応も検討することが望まれる。
7. 人材育成について、明確な人材育成像を複数用意し、それぞれについて教育プログラムを明示できるように検討することが望まれる。他国からの大気汚染観測に関する援助と差異化するため、カンボジア側が本プロジェクト終了後も独自に観測網を維持できるような人材育成の推進が望まれる。大気汚染は、プロジェクト期間だけで解決できる課題ではなく、本プロジェクトで育成される相手国人材との連携をプロジェクト期間終了後も継続し、本プロジェクトの成果がカンボジアの大気汚染の軽減に持続的に活用されるような取り組みを期待したい。

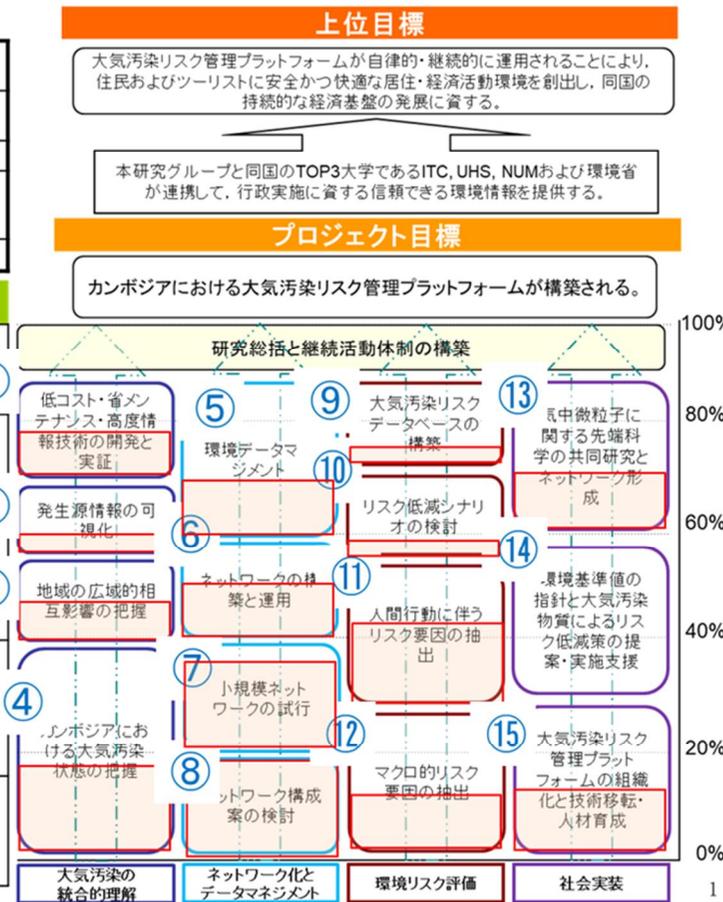
以上

成果目標シート

研究課題名	カンボジアにおける大気汚染リスク管理プラットフォームの構築
研究代表者名 (所属機関)	古内正美(金沢大学)
研究期間	R3採択(令和3年6月1日～令和9年3月31日)
相手国名/主要相手国研究機関	カンボジア王国/カンボジア工科大学(ITC), 衛生科学大学(UHS), 国立経営大学(NUM), 環境省(MoE)
関連するSDGs	目標3, 目標4, 目標9, 目標11, 目標17

成果の波及効果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 環境を切り口にして「途上国のベネフィット」を重視する姿勢が、途上国での日本のプレゼンスを高め 得られる「信頼と協力関係に基づく人的ネットワーク」が、我が国の貴重な財産となる。
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> 大気汚染の統合的理解として、適切な装置開発、先進的IoT環境統合情報ネットワーク、発生源から曝露評価まで一貫した信頼性の高い手法を開発する。 大気汚染リスクの抽出と低減シナリオをマクロ・要因のアプローチから検討・提案する。
知財の獲得、国際標準化の推進、遺伝資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> 「低コスト・省メンテナンス・高度情報技術」による新しい大気汚染情報集積・環境リスク評価手法を開発・確立する。 提案する環境リスク管理手法を周辺途上国のみならず世界に広げ・展開する。
世界で活躍できる日本人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> 若手研究者並びに大学院生の当該国の共同研究及び支援を通じて国際社会における研究者のありかたを学ぶ。
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> 共同研究を通じて、国際ネットワークを構築し、今後の両国間の絆を強固なものとする事ができる。
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> 環境官公庁並びにMoEに対して環境基準指針と低減策を提案するとともに、ITC, UHS, NUMとともに実施にかかる支援を行う。 研究成果を権威ある国際誌へ掲載する。また、国際ワークショップ等を開催し広く世界へ公表する。



- ① OPC-PMセンサー情報の蓄積開始, Semi-NanoセンサーのカンボジアでのフィールドテストをR6年度から実施。混雑度(人数)センサーの現地基礎データ蓄積継続(R5～)
- ② 個別発生源情報をR6年度以降収集・可視化
- ③ 衛星情報とフィールドサーベイでカンボジア国内の広域的野焼き, 森林火災影響を評価。R6年度以降周辺国へ拡張。
- ④ プノンペン市内数カ所所で各種情報を既存機器で獲得。R6年度以降設置機器, 環境省測定局を用いて本格的に開始。
- ⑤ プロジェクトに関する文書, 会議資料, 公表資料等をサーバーで管理。モニタリング情報をクラウドサーバ, 環境情報をITCサーバーで管理
- ⑥・⑦ 測定局のネットワーク化に必要な環境省データ使用のためのMoU締結。オンラインでの公表・共有についてR6年度検討し, データの共有について大筋合意。手続き継続中。
- ⑧ R5年度完了
- ⑨・⑩ R6年度個別データ蓄積開始。R5ばく露調査, R6年度アンケート結果に基づき道路交通対策シナリオの予備的考察。
- ⑪ 主に道路環境を対象にして, プノンペン市内複数路線に沿った環境評価実施, R6年度行動様式に関するアンケート実施
- ⑫ 市内複数個所でのPAHs濃度を評価。HPLCが稼働するR6年度以降情報蓄積継続
- ⑬ 主にタイの研究者とプロジェクト情報を含む情報共有を推進。R7年度に研究成果を共有するワークショップ計画中。
- ⑭ R7年度以降実施
- ⑮ 本邦招聘, カンボジア派遣を通じて各種の技術移転, 人材育成を実施。R6年度も以降継続する。プラットフォーム組織構成について案作成。R6年度以降役割分担等詳細を検討する。

図1 成果目標シートと達成状況 (2025年1月時点)