

国際科学技術共同研究推進事業  
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)  
研究領域「地球規模の環境課題の解決に資する研究」

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」

採択年度：令和3年（2021年）度/研究期間：5年/

相手国名：カンボジア王国

令和3（2021）年度実施報告書

国際共同研究期間<sup>\*1</sup>

2022年 7月 1日から2027年 6月30日まで

JST側研究期間<sup>\*2</sup>

2021年 6月 1日から2027年 3月31日まで  
(正式契約移行日 2022年 4月 1日)

\*1 R/Dに基づいた協力期間（JICAナレッジサイト等参照）

\*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=JSTとの正式契約に定めた年度末

研究代表者：古内 正美

金沢大学 理工研究域・教授

# I. 国際共同研究の内容 (公開)

## 1. 当初の研究計画に対する進捗状況

### (1) 研究の主なスケジュール

研究題目・活動	暫定期間	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
1. 大気汚染の統合的理解						
1-1.大気汚染状態の把握	←					↓
1-2.広域的相互影響の把握	←					↓
1-3.排出インベントリ作成	←					↓
1-4.発生源情報の可視化	←					↓
1-5.低コスト・省メンテ・高度情報技術の開発	←					↓
2. ネットワークとデータ管理体制の構築						
2-1.調査と基礎的情報の収集	←	調査				↓
2-2.ネットワークの試験的構築			試験構築			↓
2-3.ネットワークの構築と運用				本構築と運用		↓
2-4.環境データマネジメント					データマネジメント	↓
3. 大気汚染リスク評価						
3-1.マクロ的リスク要因の抽出				大気汚染リスク要因の抽出(マクロ的)		↓
3-2.ミクロ的リスク要因の抽出				大気汚染リスク要因の抽出(人間行動)		↓
3-3. リスク低減のシナリオ検討				シナリオ検討		↓
3-4. データベース構築					データベース構築	↓
4. 大気汚染リスク管理プラットフォームの運用						
4-1.構成・運用方針の検討	←	構成・運用方針の検討				↓
4-2.活用計画の策定					活用計画の策定	↓
4-3.リスク低減策の提案					リスク低減策の提案	↓
4-4.共同研究・人的ネットワーク形成					ネットワーク形成	↓

### (2) プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

- \* 令和3年度は、詳細計画策定調査時期または策定調査とは別時期に、研究内容に関する現地調査を計画した。しかし、コロナ禍の状況が改善されず、オンサイトでの詳細計画策定調査、研究内容に関する現地調査のいずれも実施できなかった。
- \* 候補者の赴任可能時期の制約のため、ポスドク (PD) と特任助教 (PA) を当該年度中に採用できなかったが、令和4年度当初からの採用のための準備を整えた (必要な人事手続きと博士学位取得)。
- \* 上記の理由により、令和3年度に計画していたプロジェクト実施内容はすべてオンラインで、既存参加メンバーのみによる対応となったが、現時点で実施内容・スケジュールの変更はない。ただし、コロナ禍の状況が一時的に改善された一方で、コロナ禍とウクライナ情勢が影響した半導体不足、調達予定機材の値上がりなどのため、令和4年度の調達予定機材の変更と設置の遅れが生ずる可能性がある。また、これに伴い、その後に予定している現地調査が遅れる可能性がある。
- \* 令和3年度中に実施を予定していた本プロジェクトメンバーが参加予定の東アジアナノ粒子観測網 (EA-NanoNet) 主催の国際ワークショップは、日程の都合により令和4年度に延期した (令和4年4月実施)。
- \* 令和3年度中に実施開始を予定していた技術支援セミナーを令和4年度に延期した (令和4年5月実施開始)。

## 2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

### (1) プロジェクト全体

#### プロジェクト全体と達成状況の概要：

本プロジェクトは、信頼性の高い環境評価と科学的理解に基づく大気汚染管理の核としての大気環境リスク管理プラットフォームの構築と、同プラットフォームのカンボジアによる自律的・継続的な運用を実現することを目的とする。これにより、将来的に持続可能な快適で質の高い居住環境下での経済発展や同国経済のキープレーヤーであるツーリズムの発展に寄与することで、同国の経済基盤を強固にしようとするものである。ここで、大気汚染リスク管理プラットフォームとは、以下で構成される。すなわち、1) プロジェクト設置局および既存観測局で構成される大気汚染オンラインモニタリングネットワーク、2) 大気汚染の科学的理解と先進的研究のためのカンボジア工科大学に設置されるラボ施設、3) 機器維持管理、教育、成果の発信等を通じた自律的・持続的な人材育成体制、および4) 大学と行政機関が連携した環境行政に資する信頼できる環境情報を提供する体制、である。

本プロジェクトのプロジェクト目標は、大気汚染リスク管理プラットフォームの構築にある。その達成に向けて、4項目の研究題目とそれぞれの成果目標を設定する。第1に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を構築し、同国の大気・空気環境を統合的に理解する。第2にカンボジア自身で独自に管理できるオンラインネットワークとそのデータ管理体制を構築する。第3に環境リスク評価のための体制を構築し、対応する大気汚染リスクの分析・評価を行う。第4に同プラットフォームを運用するための人材を育成し、カンボジア工科大学 (ITC)、衛生科学大学 (UHS)、国立経営大学 (NUM) の同国 TOP3 国立大学および環境省 (MoE) と連携して行政実施に資する信頼できる環境情報を提供する。研究で得られた結果に基づき、地域住民さらには世界中から同国を訪れる観光客の双方が、大気汚染の改善による環境的安全と安心を確保できるよう関係官庁等に対して提言する。

上記の目的を踏まえて、令和3年度はプロジェクトを確実に遂行するハード・ソフト両面からの体制づくりに取り組んだ。具体的実施内容および関連する詳細な情報収集のため、詳細計画策定調査を12月に実施して、相手国の設備および人材の配置状況を詳細に把握し、本プロジェクトで整備すべき機材と育成すべき人材像について議論した。また、広域的大気汚染への対応で重要となる東アジア酸性雨モニタリングネットワーク (EANET) と Thailand Network Center on Air Quality Management (TAQM) の本プロジェクトへの協力と連携を確認した。

上記の詳細計画策定調査のほか、令和3年度は、日本・カンボジア側双方の参加によるプロジェクト実施内容・スケジュール等に関する令和4年度以降の活動の準備期間として、下記のとおり相互理解のための情報交換や知識の共有を目的としたミーティング・講義セミナー・ワークショップを実施した。

- 1) 日本側研究者による定期的オンライン会合の実施：プロジェクト実施内容に関する理解と準備状況に関連した情報を常に共有するため、原則週1回の定期的なオンラインミーティングを実施した。詳細計画策定調査の期間を除いて継続した。
- 2) 2国間コアメンバーミーティングの実施：プロジェクト計画・実施内容の共有、参加メンバー調整、役割分担、その他プロジェクト内容に関して2国間で議論・調整が必要な項目について議論

するため、原則週1回の2国間オンラインミーティングを実施した。日本側は基本的に全メンバー、カンボジア側は各機関の代表者および各機関から適宜1～2名のメンバーが参加した。詳細計画策定調査期間、日本側メンバーの報告書・計画書等の準備期間を除いて基本的に継続している。

- 3) メンバー間の連携を高める目的で、令和3年8月30日、日本時間午後3～7時にプロジェクト参加メンバー全員（原則）が各自の研究、希望する役割分担を紹介するオンラインワークショップを、金沢大学をホストとするオンライン（Zoom）ミーティングで開催した。日本側11名、相手国33名の合計44名が参加し、都合がつかず欠席したメンバーもプレゼンファイルを提出して情報を共有した。プロジェクト実施内容の共有、全参加メンバーの経歴・専門分野の紹介、役割分担希望の集計と調整に関する議論を実施し、プロジェクトの理解と、メンバー間の交流を深めることができた。
- 4) 講義の実施：当該分野の基礎的知識について、本プロジェクト参加メンバーである池盛が非常勤講師を務める金沢大学大学院オンライン集中講義（大気環境科学）を令和4年2月16日と17日の2日間開講し、金沢大学の大学院生27名に加えてカンボジア3大学および同国環境省の本プロジェクトメンバー計8名が参加し、大気汚染の現状、大気環境観測技術と評価手法に関する基礎的な知識を共有した。
- 5) その他：令和3年度に計画していた東アジアナノ粒子モニタリングネットワークの国際ワークショップとモニタリングに関する技術移転セミナーは、日程の都合のため令和4年度に延期した。

#### 研究の具体的取組：

- 1) 2011年以降ITC屋上でITCと連携して実施している定点観測を今年度も継続し、長期的な変動に及ぼす自動車登録台数や家庭用燃料シェアの影響、大規模およびローカル野焼き、越境汚染等の季節変動特性について考察した（1-1）。得られた結果を金沢大学大学院博士前期課程修士論文にまとめた。本観測は、令和4年度以降も観測技術移転とスキル養成を目的として継続する予定である。
- 2) 関連する発生源情報、カンボジアの大気汚染関係の法制度なども調査・整理した（1-1）。
- 3) 光散乱による個別粒子計測技術を利用して、これに超微粒子の選択計測機能を付与することで低コスト・高度情報を提供できる気中微粒子（PM）センサーについて、既存試作機材の改良、エアロゾル粒子の種類の影響の評価と大気塵フィールド測定への適用時の問題点の検証等の最終的な基礎特性を金沢大学で検討した。この成果を修士論文としてまとめた。
- 4) スマホからのWi-Fi接続信号を検知することで環境中に存在する人の数を計測する技術の基礎特性に検討を加え、技術的な完成度を高めた。また、携帯電話基地局を利用して得られる1時間毎のローカルエリア内の人数情報と大気汚染指標を利用して、環境中にある人数に重みを置いた大気汚染健康リスクを評価する方法に検討を加えた。

#### 研究背景と目的：

カンボジアは東南アジアで急速な成長を遂げている後発開発途上国のひとつである。経済発展の一方で環境基盤の整備不足に起因する様々な健康リスクが懸念されており、最新のRoyal Government of Cambodia, National Strategic Development Plan (NSDP) 2019-2023で同国は国家方針の重要な

柱を「経済発展と環境保全の両立」として政府レベルでも環境問題を認識している。こうした中で、日本政府による上下水整備支援事業等の環境改善への国際的支援が大きな成果を上げているが、多くの途上国と同様に、同国でも大気汚染対策は後回しになってきた。第1の問題は大気汚染の現状理解の欠如であり、同国独自の大気汚染モニタリングは、代表研究者らとの共同研究によるカンボジア都市域での粒子状物質観測（2005以降）、代表申請者らの支援によるアンコール遺跡区域での観測（2005以降）、同機構のISO14001支援（2006以降）やアンコール遺跡保護管理機構（APSARA）による大気汚染自動測定局の設置・観測支援（2012）、簡易PM2.5センサ等による個別例を除けば、実質的に2017年以降のJICAや最近の中国支援による機器設置まで行われてこなかった。そして第2の問題は、人材不足である。最近の機器設置は大気汚染への国民の関心と危機感の高まりを反映した時代の要請とも言えるが、機器維持管理、データ分析・管理そしてその意味を理解した上で対策を立案できる人材が不足しており、人材の確保が現時点でも将来的にも緊急を要する。さらには発生源インベントリデータベースを整備して、発生源対策とリスク管理を早急に進める必要がある。そして第3の問題は、大気汚染が発生源近傍や国内のローカルな問題に限定されないグローバルな問題であることへの危機感と、同国が位置するインドシナ半島を含む東南アジア地域において季節毎に農作物残渣の野焼きや森林火災を主因とする大規模大気汚染が発生し、同国自身も発生源となっていることへの当事者意識の欠如である。時々刻々変化する越境汚染の影響、ひいては大陸・地球スケールの影響が無視できないため、衛星データのみならず、オンラインの地上観測情報の共有をベースにした国内・国際協働に基づく状況の理解と対策が必須である。しかし、同国が国際協働するのは東アジア酸性雨モニタリングネットワーク等の主にオフラインベースに限定されている。同国内での問題意識の高まりに対応し、環境省（MoE）は測定局の整備に努めているが（2021年1月現在で全国41箇所と研究目的の中国支援による10箇所のモニタリングステーション、合計51箇所）、カンボジア独自のオンラインデータ運用と管理には多くの課題があり、国民のみならず世界に求められている環境状態の迅速な情報公開と効率的な対策を実施する体制が確立されていない。そして、快適な環境下での活発な国内およびツーリズムに代表される世界的な経済活動とそれによる国民の豊かさの向上、さらなる環境改善と経済の発展という「上昇スパイラル」は、同国経済の健全な発展とそれによる国の発展に必須である。大気環境問題に対応するための研究インフラ・人材・国際連携ネットワークなど自立的解決能力が著しく不足する同国でこの上昇スパイラルを実現するためには、先進国の支援と周辺国の協力が必須である。

以上のような研究背景を踏まえて、本プロジェクトでは、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、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、3. 大気汚染リスク評価実施体制の構築、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、を研究題目として設定している。本プロジェクトで実施する内容の科学技術・学術上の独創性・新規性は、1) 高度経済成長国での大気汚染の現状理解、2) 最先端の視点に基づく大気エアロゾル情報の議論、3) 人間動態を考慮した新しいリスク評価手法の開発、4) 東南アジアをカバーする環境ビッグデータに基づく広域大気環境の検討、5) 低コスト・省メンテナンス・高度情報技術の開発にある。以下に各新規性の内容を記した。

1) 高度経済成長国での大気汚染の現状理解：カンボジアは2019年度のIMF統計に基づく実質ベースGDP（国民総生産）成長率が世界10位、東南アジアで1位である。このような高度経済成長

国の大気汚染状況の情報や、同国を特徴づける観光業への強い依存と環境負荷の議論は、大気汚染の発生機構の解明に供する学術的にも貴重な事例である。

- 2) 最先端の視点に基づく大気エアロゾル情報の議論：本提案では、先進的 IoT ネットワークによる環境ビッグデータの獲得・分析、廃プラスチック燃焼由来を含む様々な発生源からのナノ粒子やバイオエアロゾルの存在状態・リスクを議論する。研究グループは、ナノ粒子に代表される先端的な視点に基づいた議論を行う。ナノ粒子は、すでに研究が進んでいる PM2.5 よりも燃焼由来の大気汚染の指標成分が明確に現れ、また高い健康リスクを持つことから、環境汚染が懸念される地域でナノ粒子に着目し、大気汚染の発生機構とリスク分析をより高精度で議論する独創性・新規性の高い研究を実施する。また、研究代表者のグループはナノ粒子の観測装置を独自に開発しており、カンボジアでこれら最先端の研究を行うことで、大気汚染の実態解明とリスク評価に関する新しい知見を提供する。
- 3) 人間動態を考慮した新しいリスク評価手法の開発：日常生活や観光行動中にばく露される大気汚染物質と行動軌跡から、リスクピークが生ずる時間・場所を明らかにする。さらに、個人の所有するスマートフォンが発信する Wi-Fi パケット、Bluetooth、GPS 等の信号を検知することで、ローカルな都市空間に滞留する人数と汚染物質濃度に基づく環境リスクを評価し、リスクのホットスポットが生ずる時間・場所を明らかにする新しい手法を提案・検討する。
- 4) 東南アジアをカバーする環境ビッグデータに基づく広域大気環境の検討：カンボジア・ミャンマー・ラオスはインドシナ半島の大気データが極めて少ない空白地域となっている。本研究の成果として、EANET や EA-NanoNet 等の既存の観測網と連携することでインドシナ半島全体の中心部で全体面積の約半分を占めるタイ・カンボジア・ベトナム 3 国をカバーした環境ビッグデータが整備され、東南アジア地域の広域越境汚染とローカル汚染の統合的な議論が可能となる。
- 5) 低コスト・省メンテナンス・高度情報技術の開発：途上国での使用に適した低コスト・省メンテナンス性を備え、分単位の高時間解像度と PM0.1 を含む多チャンネル粒子径別個数濃度情報の取得を可能にする、光散乱と微粒子分級技術を組み合わせた新しい微粒子モニタリング技術を開発する。

#### 研究運営体制：

本プロジェクトの実施体制の概念図を図 1 に示す。本プロジェクトの運営実施体制として、最上位に意思決定・承認組織としての合同調整委員会（Joint Coordinating Committee, 以下 JCC）を設置する。この組織は政府機関を含めた最上位の意思決定・承認機関であり、プロジェクトのレビューおよび今後の計画承認のため、年に 1 度もしくは必要に応じて委員会を開催する。また、本件は二か国の研究者及び専門家が協力して進めるプロジェクトであり、関係者の情報共有が非常に重要である。そのため、研究活動については活動の運営を統括する統括グループ、主にアウトプット（成果目標に相当）1 および 2 に関する研究活動を行うグループ 1、主にアウトプット 3 に関する研究活動を行うグループ 2、主にアウトプット 4 に関する研究活動を行うグループ 3 と 4 つのワーキンググループに分け、各分野に携わっている日本側の研究者とカンボジアの研究者をそれぞれ配置することで、関係者間での密な情報共有ができる体制を構築した。各グループには日本側研究者とカンボジア側研究者それぞれからリーダーを据え、リーダーの指揮のもと定期的なミーティングを開催し、情報の交

換の場を設けることを想定している。さらに、グループ間の情報共有の場としてプロジェクトメンバー全員が参加する全体ミーティングを定期開催し、プロジェクトの進行状況の報告や各専門分野に関するワークショップを行うことで、プロジェクトメンバー全員の積極的な情報共有も行うことを想定している。

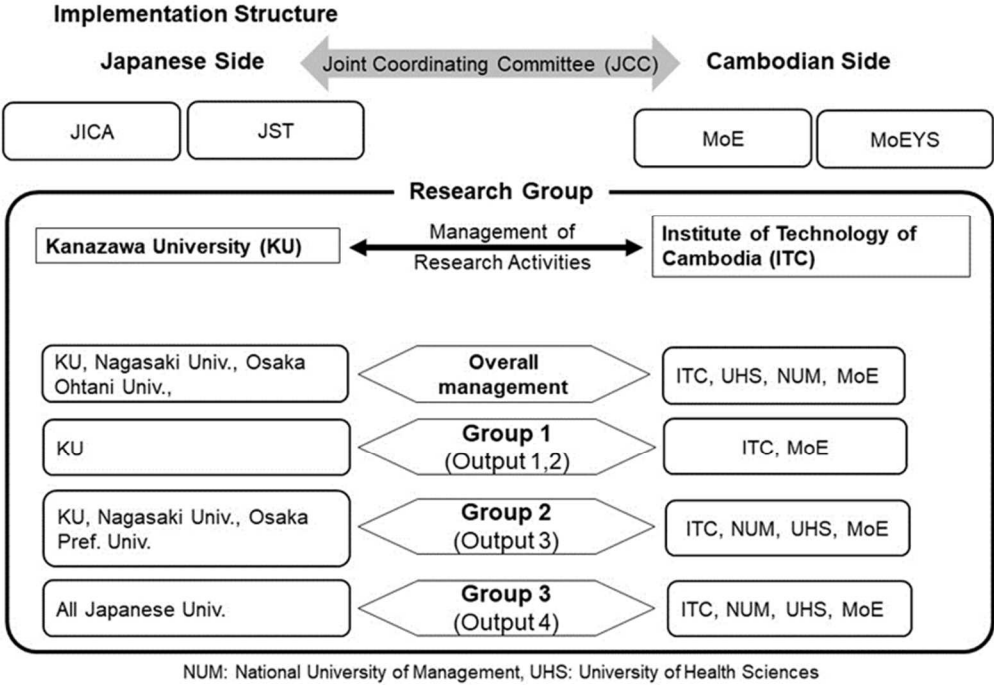


図1 プロジェクト実施体制の概念図

なお、本プロジェクトの参加メンバーは、シニア、中堅、若手のバランスが取られ、それぞれの役割である全体総括、各実施項目の実施・総括、実施主体のバランスが考慮されている。カンボジア側は20～30代の若手研究者・スタッフが中心で、女性比率も高い。また、金沢大学・環境系で修士・博士の学位を取得した大学・省庁のスタッフ、金沢大学と本プロジェクトで協力を得るタイ大学研究室で学位を取得した教員も含まれる。日本側は30～40代が中心であるが、多数の博士前期・後期課程の日本人学生および留学生が本プロジェクトに関わる研究を担当することに加えて、実施主体を担う若手研究者の採用と、国費留学生 SATREPS 枠を利用した博士後期課程学生の受け入れ（3大学・環境省から）により、若手研究者と女性の比率を一定以上確保する。

**日本側若手研究者のグローバル人材としての育成方針：**

本プロジェクトでは、参加する日本側若手研究者がカンボジアの若手研究者との協働を通じて異文化を背景に持つパートナーとのコミュニケーション能力を獲得し、将来に渡って両国の交流の発展を担う人的ネットワークを構築するだけでなく、周辺国を始めとする世界の研究者とも連携できるグローバル人材となることを目指す。こうした国際共同研究では、様々な背景を持つ人々と連携することが必須であり、そこには両国の大学、政府機関の実務者だけでなく、両国ならびに連携する他国の学生も多数参加し、最も身近な存在として若手研究者が多国籍の学生の教育も担うことになる。さらには、教育を受けた学生が、プロジェクト期間中にも研究者・実務者として参画する可能性もあ

る。また、本プロジェクトが研究成果の社会実装の使命を持つため、プロジェクトを実施する上で現地行政、日本側企業実務者等との信頼関係構築とそれに基づく円滑な連携が欠かせない。したがって、本プロジェクトでは、日本側若手研究者のグローバル人材としての育成にあたり、1)国際共同研究、2)教育プログラム、3)移転技術スキル養成の各視点で方針を設定する。

1) **国際共同研究を通じた育成**：実施主体となる若手研究者の構成を、人数、性別、国籍の観点で充実させた研究環境のもと、全体総括、実施・総括メンバーの実務的アドバイス・協力を受けながら日本側若手研究者が実施にかかるイニシアティブを取り、本プロジェクトの研究題目1～4を遂行することで、若手研究者の育成を図る。研究遂行上の問題点や研究成果の共有のためのオンラインセミナーの運営、ワークショップ、現地セミナー等の開催、学会・論文発表等の情報発信は両国の若手が率先して共同立案に加わる。

2) **教育プログラムを通じた育成**：これまで、代表研究者らによるカンボジアの大学との連携は両国の大学の学生・若手研究者教育の一環としても行われ、JASSO 招聘制度等を利用した短期招聘研修、金沢大学大学院博士前期課程・環境エネルギー国際コース (ETIC)、博士後期課程への正規生 (国費留学生) としての学生受入れ、日本人学生の派遣・交流など多くの実績がある。カンボジアからの招聘・正規学生の多くは、帰国後カンボジアで若手の教員・省庁スタッフとして指導的な立場についている。また、金沢大学大学院生を対象としたカンボジア工科大学 (ITC) をホストとした海外研修が2019年度以降毎年実施されており、例年日本人の博士前・後期課程学生を含む10名以上の参加実績がある。さらに、JST さくらサイエンスプログラムなどによる ITC 若手研究者招聘 (Romny 前学長を含む若手 ITC 教員) など、代表研究者が作り上げた人的ネットワークを発展・継承させながら、両国の将来を担う学生・若手研究者に様々な交流機会を提供している。これらの事業が示すように、個々の研究者レベルの活動から始まった交流は、金沢大学のスーパーグローバル大学創成支援事業 (KU-SGU) の重点項目として実施されるようになっており、KU-SGU 事業終了後も発展・継続される体制になっている。一連のプログラムに参加する学生の出身国は様々であり、こうしたグローバルな教育・研究の場で、日本側若手研究者は最も重要な役割を果たしている。

本プロジェクトでは、本事業国費留学生枠の利用だけでなく、金沢大学の既存学生・研究者交流事業、JASSO 支援事業、博士前・後期課程の国費留学生枠のある事業を積極的に利用して、日本の大学で学ぶことを希望するカンボジアの学生・若手研究者への教育・研究の機会および日本の学生・若手研究者が同国に派遣される両方の機会を提供する。

以上を総合的に運用して、カンボジアだけでなくタイなどの関係する周辺国からも本プロジェクトの研究に参加する学生を積極的に獲得し、日本・カンボジアおよび周辺国の若手研究者間の多層的な教育・研究の協働体制構築を推進する。こうした活気ある教育・研究環境の下、若手研究者のグローバル研究者としてのポテンシャルを向上させる。

3) **移転技術スキル養成を通じた育成**：本プロジェクトで構築する大気汚染リスク管理プラットフォームの社会実装にあたっては、環境省を始めとする現地行政スタッフおよび装置の設置・維持管理を支援する企業の実務者と、研究実施主体である日本側若手研究者の円滑な協働を進める。



## (2) 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」

主担当 : 研究グループ 1 (リーダー : 畑, HANG)

### ① 研究題目 1 の当初の計画 (全体計画) に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

- \* 機器構成と設置場所の決定 (1-1) : 大気汚染モニタリング・ラボ用分析機器等の機器構成と設置場所について、オンラインでの議論・情報収集にもとづいて検討・決定した (一部議論継続中)。ここで、カンボジア工科大学 (ITC) および健康科学大学 (UHS), 環境省 (MoE) の既存施設・設備, 令和 3 年度実施中のトンレサップ SATREPS の設置機材・利用情報も参考にした。モニタリング機器に関しては、研究題目 2 で後述した。コアとなる観測拠点・分析設備をカンボジア工科大学 (ITC) の建物内の隣接する場所に設置することで、最先端の大気汚染モニタリングと科学的考察を行うための化学分析, データ管理・分析, 学生の身近にある教育の場を兼ねた, 人材育成の拠点とする方針とした。
- \* 基礎データの蓄積 (1-1, 1-5) : 主に EA-NanoNet を通じた共同研究としてカンボジア工科大学で実施しているエアサンプラを用いた PM<sub>0.1</sub> を含む粒子径別大気中微粒子の観測を継続し, 本研究で対象とする化学成分 (炭素成分, 水溶性イオン, 微量重金属, 樹脂成分等) に基づく動態分析を先行実施した。光散乱による個別粒子計測技術を利用した低コスト・高精度計測を目指した気中微粒子 (PM) センサーやこれに超微粒子の選択計測機能を付与した PM<sub>0.1</sub> センサー, スマホ WiFi 接続信号等を利用した人間動態センサー等の新構想に基づくモニタリング機器について, 共同する企業と連携して金沢大学で技術的問題に関する検討を継続し, フィールドテストでの検証も含めて本プロジェクトでの使用に向けた準備を整えた。それぞれの開発技術は実用レベルにほぼ達している。
- \* 既存測定局のモニタリングデータの入手 (1-1) : 環境省設置の PM<sub>2.5</sub> モニタの機器運転状況を確認した。
- \* 地域の広域的相互影響の把握 (1-2) : 本プロジェクトと, 研究代表者が主催する東アジアナノ粒子観測網 (EA-NanoNet) と東アジア酸性雨モニタリングネットワーク (EANET) の連携を強化する目的で, 研究代表者らがアジア大気汚染観測センターを訪問・意見交換を行い, 連携の基盤を整えた。また, EA-NanoNet と連携 MOU を持つ Thailand Network Center on Air Quality Management (TAQM), Chulalongkorn University, Thailand) の代表者とのオンライン会議を実施して, SATREPS プロジェクトにおける広域的観測の位置づけを行い, 連携方法・内容を議論した (7月)。
- \* 排出源のリストアップと排出インベントリ作成 (1-3) : タイなどの周辺国の情報や代表研究者らによる検討例を参考にして, 同国の排出源およびインベントリ推定の基礎となる情報・資料の収集・整理を行った。

### ② 研究題目 1 のカウンターパートへの技術移転の状況

カンボジア工科大学で実施しているエアサンプラを用いた PM<sub>0.1</sub> を含む粒子径別大気中微粒子の継続的観測と得られた粒子試料の化学分析結果に基づく考察を通じて, 大気エアロゾルサンプリングと化学分析に関する技術および得られるデータの考察に関する科学的な思考方法について移転した。

### ③ 研究題目 1 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

【令和 3 年度実施報告書】【220531】

令和 3 年度当初に計画していた現地訪問はコロナ禍の状況下で実施できなかったため、情報収集と議論はすべてオンラインとなった。また、モニタリング機器設置予定場所で定期的な大気中粒子採取を実施し、汚染の現状と発生源寄与にかかる基礎データを蓄積することを計画したが、コロナ禍での人の移動だけでなく資材輸送も一時的に非常に困難であったこと、PD 採用が令和 4 年度になったことを考慮し、実施を令和 4 年度に行うこととした。なお、同年度時点では、当初計画で想定されていない新たな展開はない。

④ 研究題目 1 の研究のねらい (参考)

カンボジア大気汚染の現況および特性を把握できる体制を構築して運用し、これを通じて大気汚染観測のための実務的な技術の移転、大気汚染の現状・特性の把握と発生源影響評価を行う。これらのことにより、適切な機器・データの運用および維持管理手法を獲得した人材と、大気汚染を科学的に理解し、最先端の研究を自ら行える人材を育成する。さらに、途上国での大気汚染観測に資する新技術の開発・実装を行う。

⑤ 研究題目 1 の研究実施方法 (参考)

同国内 51 ヶ所の大気測定局での各種大気汚染物質の連続モニタリングに加えて、本プロジェクトで新たに設置する測定局を含めて選択した重点局と水準点としての ITC で月 1～3 回の大気汚染物質とナノ粒子を含む粒子モニタリングを実施し、発生源影響を含む大気汚染特性を統合的に把握する。並行して成果目標 1-5 の開発技術の検証も行う (1-1:カンボジアにおける大気汚染状態の把握)。東南アジア地域の広域観測網、東アジア酸性雨ネットワーク (EANET) 等と連携して、相互の情報共有、共同観測を行う体制を構築し、ローカル発生源と越境汚染の切り分けをして、同国内の大気汚染状況を正しく理解する (1-2:地域の広域的相互影響の把握)。固定発生源、移動発生源および農産物残渣焼却等の発生源をリストアップする。さらに適宜選定した発生源を対象にして排出試料を収集し、各種ガス成分、粒子径別粒子、各種化学成分の排出情報を蓄積する。さらに排出量情報の収集・推定結果と合わせて排出インベントリを作成する (1-3:排出源のリストアップと排出インベントリ作成)。環境省 (MoE)、関係行政組織等と連携して、プノンペン市内と地方での発生源情報データを GIS 情報等として可視化する。1-1 で得られる発生源近隣の大気汚染観測データと比較検討し、定量性と信頼性を持つ可視化発生源情報の整備に向けた課題を整理する (1-4:大気汚染物質発生源情報の可視化)。途上国での使用に適した低コスト・省メンテナンス性を備え、かつ PM0.1 を含む高度情報の取得を可能にする新しい微粒子モニタリング技術を開発する (1-5:低コスト・省メンテナンス・高度情報技術の開発)

(3) 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」

主担当:総括グループ (リーダー:古内, OR) (副担当 研究グループ 1)

① 研究題目 2 の当初の計画 (全体計画) に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

- \* 環境省 (MoE) が管理する既存設置測定局情報 (位置情報と設置機材、中国支援による研究目的の測定局設置場所と設置機器情報、今後の計画、観測データ管理方法等)を確認した。不足する情報については令和 4 年度で引き続き確認する。
- \* 得られた情報を踏まえて、本プロジェクトで新規設置する機材の種類、台数、既存局を含めた

ネットワークの構成と機材を検討し、詳細計画策定調査終了時にそれらの内容を確定した。ここで、コアとなる観測拠点・分析設備をカンボジア工科大学（ITC）の建物内の相互に隣接する場所に設置することで、最先端の大気汚染モニタリングと科学的考察を行うための化学分析、データ管理・分析、学生の身近にある教育の場を兼ねた、人材育成の拠点とすることを決定した。

- \* 令和4年度に本格化するネットワーク構成の検討に向けて、国内企業と連携して新規設置機材のネットワーク化に関わる技術的な課題（使用機材、ソフトウェア、データ管理方法など）について検討し、使用する通信技術とデータ管理の方向性を決定した。さらに、設置予定センサーおよびそのネットワーク接続・データ管理に関する国内基礎試験と、ネットワーク接続信号受信機の設置予定場所（ITC）での携帯電話信号とGPS信号受信状況の予備的な確認を行って、令和4年度実施予定の現地ネットワークテストに関する技術的な準備を進めた。

② 研究題目2のカウンターパートへの技術移転の状況

令和3年度時点では、新たな使用機材等に係る具体的な技術移転の状況は生じていない。

③ 研究題目2の当初計画では想定されていなかった新たな展開

令和3年度時点では、当初計画で想定されていない新たな展開はないが、研究拠点となるモニタリング施設は、現地の状況と議論を踏まえて、当初想定していた形式（ITC構内に設置するコンテナに統合して設置）から、同大建物内に設置することになった。また、コロナ禍では人の移動のみならず機材輸送についても制限が大きく、R3年度中のPD採用ができなかったことも踏まえて、開発新技術の現地でのフィールドテストは令和4年度に実施することとした。ネットワークの構築・運用にあたって、情報収集・試行・構築と運用の各成果目標を設定して進めることとした。

④ 研究題目2の研究のねらい（参考）

既存測定局の設置機器、設置状況、機器およびデータの収集・管理状況を把握した上で本プロジェクトにおけるネットワーク構成を決定・設置し、運用・データ管理体制を構築する。

⑤ 研究題目2の研究実施方法（参考）

すべての既存測定局の設置機器、設置状況、機器およびデータの収集・管理状況を把握し、オンライン化と自立したデータ管理のための基礎情報を整理して、ネットワークを構成する新規および既存測定局、使用する通信プロトコル、ネットワーク機器を含めたネットワーク構成案を検討・決定する（2-1：オンラインネットワーク化に向けた調査の実施および基礎的情報の収集）。2-1で決定したネットワーク構成に基づいて新規設置局と適宜選定した既存測定局からなる小規模の試験用ネットワークを構成し、ネットワークの試験運用を行って技術的問題点の有無を検証し、ダッシュボードの運用性も含めて適切なネットワーク構成を検討・調整する。得られる結果に基づいて、ネットワークの最終的な構成を決定する（2-2：オンラインモニタリングネットワークの試験的構築）。2-2の試行結果に基づく構成に対応したモニタリングネットワークを構築・運用する（2-3：オンラインモニタリングネットワークの構築と運用）。リアルタイムで可視化された環境情報を提供できる体制、地域の観測網と連携した広域的な大規模大気汚染等へも迅速に対応できる体制、ITCとMoEが連携したデータ管理体制を構築する（2-4：環境データマネジメント）。

#### (4) 研究題目 3 : 「大気汚染リスク評価実施体制の構築」

主担当：研究グループ 2（リーダー：鳥羽，CHOU, BORY）

##### ① 研究題目 3 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

- \* オンライン定期ミーティングおよび全体セミナー（令和 3 年 8 月 30 日開催）を通じて実施内容をメンバー間で共有・調整するとともに，その後の二国間コアメンバー会議での継続的議論と合わせて役割分担を明確化した。
- \* 各種粒子濃度（質量，個数濃度ベース）と粒子中の化学物質濃度に基づいて健康リスク評価をするにあたって使用する機材の選定，国内での大気汚染観測と作業環境調査を利用した使用予定機器（個人ばく露評価装置，ナノ粒子濃度オンライン計測器等）の確認・準備を実施した。
- \* スマホからの WiFi 接続信号を検知することで環境中に存在する人の数を計測する技術の基礎特に検討を加え，技術的な完成度を高めた。また，スマホ基地局を利用して得られる 1 時間毎のローカルエリア内の人数情報と大気汚染指標情報を利用して，環境中にある人数に重みを置いた大気汚染健康リスクを評価する新しい着想に検討を加えた。本手法は，本プロジェクトでの健康リスク評価手法の一つとして検討が予定されている。
- \* これらの一連の検討結果を詳細計画に反映させた。

##### ② 研究題目 3 のカウンターパートへの技術移転の状況

令和 3 年度時点では，具体的な技術移転の状況は生じていない。

##### ③ 研究題目 3 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

令和 3 年度時点では，当初計画で想定されていない展開はない。

##### ④ 研究題目 3 の研究のねらい（参考）

定点観測で得られる情報に基づく比較的マクロなスケールでの大気汚染による健康リスクと，より狭い区や街区レベルでのローカルな大気汚染（プノンペン市内を主なターゲット）による健康リスクの両方の双方の視点からリスクを明らかにして，高リスクが発現する地域と時期の特性を抽出する。これらに基づいて，リスクをデータベース化し，大気汚染リスクを低減するシナリオを示すことを目的とする。

##### ⑤ 研究題目 3 の研究実施方法（参考）

研究題目 1 の観測および既存測定局で得られる大気汚染物質の濃度と化学成分情報から大気汚染リスクレベルを検討し，高リスクが発現する地域と時期の特性を抽出・検討する（3-1：マクロ的な大気汚染リスク要因の抽出）。プノンペン市内を移動する住民や観光客など様々な属性に応じた個人行動パターンと，周辺の比較的マイクロレベルの大気環境リスクを，被験者への大気汚染物質個人ばく露評価に基づいて検討し，AI 的手法も援用してリスク要因を抽出する（3-2：マイクロ的大気汚染リスク要因の抽出）。3-2 の結果に基づき，大気汚染物質へのばく露量が高い個別行動を抽出し，ばく露対策の視点で大気汚染リスク低減のためのシナリオを検討する（3-3：大気汚染リスク低減のためのシナリオの検討）。研究題目 1，3 で得られたデータをもとに，大気汚染リスクデータベースを作成する（3-4：大気汚染リスクデータベースの構築）

(5) 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」

主担当：研究グループ 3（リーダー：古内，OR，THIV）

① 研究題目 4 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

令和 3 年度は，実施内容および必要情報に関する調整をオンライン会議で実施した。一連の検討結果を詳細計画に反映させた。

② 研究題目 4 のカウンターパートへの技術移転の状況

令和 3 年度時点では，具体的な技術移転の状況は生じていない。

③ 研究題目 4 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

令和 3 年度時点では，当初計画で想定されていない展開はない。

④ 研究題目 4 の研究のねらい（参考）

本プロジェクトへの参加機関および連携する行政組織等の役割分担と運営方針，短長期的な活用計画を策定し，大気汚染の科学的理解に基づいて政策提言できる体制（プラットフォーム）を構築する。これに併せて，研究題目 1－3 の人材育成体制を包含したプラットフォーム運用人材の育成体制を構築する。この体制に基づき，大気汚染リスク低減策の提案を行う。さらに，国際的に活躍できる研究者の育成体制を強化する。

⑤ 研究題目 4 の研究実施方法（参考）

大気汚染リスク管理プラットフォームを基盤とした技術移転・人材育成・情報提供・政策提言を積極的に進めるため，ITC と MoE が中心となり，NUM，UHS および連携する行政組織等の役割分担と運営方針を決定する（4－1：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・運営方針の決定）。本プロジェクトの研究計画の進行状況の総括，本プロジェクトと並行する国内の研究・教育・環境管理の行政計画の情報を集約し，大気汚染リスク管理プラットフォームの短期（プロジェクト終了まで），中期（プロジェクト終了後 5 年以内），長期（プロジェクト終了 5 年後以降）の活用計画を定期的に議論・策定する（4－2：大気汚染リスク管理プラットフォームの活用計画の策定）。抽出された大気汚染リスク要因に基づき，リスク低減のための政策シナリオを ITC，MoE，UHS，NUM と連携して提案する（4－3：大気汚染リスク低減策の提案）。プロジェクトグループと ITC，MoE，UHS，NUM が共同した権威ある国際誌へ研究成果の公表，欧米も含む国内外の研究者と連携した国際ワークショップ開催，地域の大気汚染観測ネットワークとの連携等を通じて成果を世界に公表するとともに，国際的な人的ネットワークを積極的に構築する（4－4：先端科学の共同研究と国際的な人的ネットワークの形成）。

## II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

現時点では研究全体のスケジュールに大きな変更予定はなく，基本的に当初の研究スケジュールに沿って共同研究を進める。JICA 側の手続きの遅れに伴い，令和 4 年度の機材調達（主に分析機器），短期在外研究員派遣・外国人研究員受入の予定が遅れる見込みである。また，これに伴い，その後に予定している現地調査が数ヶ月遅れる可能性がある。この場合の事業全体への影響としては，観測期間が短縮することによるリスク評価の精度が若干下がることが考えられるが，成果目標としている体制確立は派遣・受入の時期に大きく依存するものではなく，現地の人材育成を

【令和 3 年度実施報告書】【220531】

含めた長期計画であり、派遣・受入に先立つオンラインでの地道な交流と情報交換の継続によって体制確立に向けた準備が着実に進んでいることから、成果目標としているカンボジアの大気汚染の現状と特性評価、オンラインネットワークとそのデータ管理、大気汚染リスク評価実施、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の体制構築については5年間で達成できる見込みである。また、このような成果目標を達成することで、主にカンボジア工科大学の環境工学分野の研究レベルの向上、そして環境省の大気環境の現状理解が進み、対策の検討が進む見通しである。

### Ⅲ. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

#### (1) プロジェクト全体

主担当：総括班（リーダー：古内，OR）

主たるカウンターパートの ITC および環境省における技術・研究の現況および課題として、以下の事項が特記できる。

#### • ITC における技術（研究）の現況および課題

- 1) 環境系の学科・専攻が無く当該分野を専門家とする人材がいないため、大気環境全般に関わる知識を系統的に教育できる体制がない。このため、MoE が必要とする当該分野の人材を継続的に供給できる状況にない。
- 2) 上記の1)に関連して、同大の当該分野の研究者が自立して国際的レベルの研究を行える状況に無い。
- 3) 主に研究代表者のグループと連携した共同研究や招へい・訪問指導によって、限定された範囲ではあるが、エアサンプラ等を用いた観測のスキルを蓄積しており、学生の卒業論文、プノンペン市内の環境調査など、国内レベルの研究を自立的に実施して来ている。
- 4) 限定された大気汚染モニタリング用機材しか保有されておらず、詳細な科学的考察に必要な大気系試料の化学分析用機器、大気汚染物質計測機器も限られている。特に、最先端の研究に必須の大気中の超微小粒子や微小粒子を測定できるエアロゾル測定機器は保有されていない。このためこうした機材を用いて、計測原理・技術を自ら学び、スキルを積む機会も非常に限定されている。化学分析は分析方法の理解、多くのノウハウの蓄積、スキルの習得があって信頼できるデータが得られるが、大気試料分析とそのデータの理解に関しては、これらの現状は全く無い状況にある。このことは1)の人材育成と自立的な研究遂行上の根本的問題の一つにもなっている。
- 5) 留学・学位取得した大学との研究交流はあるが、研究代表者に関係するものを除けば、国外の研究者と当該分野の研究者ネットワークは近隣諸国を含めてほとんど無い。
- 6) その他：育成人材の継続的勤務が必ずしも常には行われていない。

#### • 環境省における技術力の現況および課題

MoE では EANET や JICA などの支援を受けて大気環境の観測や分析に関するトレーニング（MoE 職員を日本に派遣した短期研修等）が行われてきた。機材の提供も受けており、オゾンや PM<sub>2.5</sub> の観測が2年以上行われている。しかし、これらの支援や MoE 自身の努力にもかかわらず、機材の維持管理やデータ管理体制は脆弱で、データの取得・分析は断続的にしか行われていない。その原因として、下

記の点が挙げられる。

- 1) MoE 内で各職員の担当業務が細分化されており、他の人の仕事を共有する文化がない。このため異動があっても引き継ぎがされない。この「個人の縦割り」構造に直接他国から手を入れるのは難しい。
- 2) 上記の結果、観測項目や機器の維持管理が担当職員個人の意識と技術に強く依存しており、機材トラブル解決、データの継続的な取得、データの信頼性確保などに支障が発生している。
- 3) 国内の学术界に大気分野の専門家がほぼ皆無(前述 ITC の課題)であり、MoE が有識者等から技術的・学術的な助言を受ける体制がない。
- 4) 同じ理由で、大気環境に関わる知識について系統的に教育し、研究を行える体制がない。このため、MoE が必要としている当該分野の人材を継続的に供給できる状況にない。
- 5) 大気観測のための機材は極めて限定されており、科学的考察のための分析機器やエアロゾル研究測定機器は ITC を含め同国内に整備されていないため、こうした機材を用いて自らスキルを積むことも難しい環境にある。

大気汚染問題をほとんど認識していなかった時期と比べると、上記の課題を MoE が自覚し人材育成の重要性を認識するに至った現状は大きく変化している。これまでの国際支援の大きな成果と見ることができるが、単発的な機材提供や個人を対象にした人材育成が限界に直面しており、長期的かつ広範な人材育成に着目した方針転換が必要であると考えられる。

本プロジェクトではプラットフォームを通じた大気環境理解のための官学共同研究と教育の体制確立を目標としており、アウトプットとして、研究・教育体制と、育成された人材が得られる。長期的な方向性として、育成された人材とプラットフォームがキャパシティ・ディベロップメントを促進し、「個人の縦割り」構造を含む上記の課題を解決することが期待できる。

## (2) 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」

主担当 : 研究グループ 1 (リーダー : 畑, HANG)

基礎データの蓄積を目的として、これまで 2011 年から共同研究として ITC で実施しているエアサンプリングを用いた PM<sub>0.1</sub> を含む粒子径別大気中微粒子の観測を継続し、本研究で対象とする化学成分(炭素成分、水溶性イオン、微量重金属、樹脂成分等)に基づく動態分析を先行実施している(関連研究題目 1-1, 1-5)。

長年継続されている観測であり、観測機器と採取試料の取り扱いについては、そのノウハウが基本的には引き継がれているが、経験を持つ担当者の異動や割愛に伴って一部引継ぎが機能していない事例も最近あった。機器取り扱いのマニュアルはビデオ資料も含めて整っているが、機器のベースとなる基本的な動作原理と機器を構成する要素の意味・目的と取扱い時の注意点について知識が不足している。プロジェクト実施中に、確実なノウハウの持続的保持と、原理と目的の理解に基づく機器の使用がなされるように、基礎教育と現場での指導を徹底していく。これは令和 4 年度以降に取り扱いが開始される機器についても同様である。

広域的な大気汚染影響の把握については隣接する国々との連携が必須であり、令和 3 年度中には、国際的な観測網である EANET (日本) と、国内に大規模な観測網を持つ TAQM (タイ) との連携関係の

構築も行った。当初令和3年度中に実施予定であった国際ワークショップ（令和4年度に変更）では、これらの国際的な観測網とのメンバーレベルでの連携構築を目指す。カンボジアではこうした国際連携に政府機関である MoE などは積極的ではなかった。この状況は本プロジェクトでも憂慮するとともに重視しており、技術的な視点だけでなく、意識的な視点でも改革を行う必要がある。本プロジェクトで得られる大気汚染情報を積極的に公表し、国外と情報を共有する意義への理解を深めていく予定である。

グループに参加するメンバー間での情報共有と共通理解を目的として、研究グループ単位の少数メンバーミーティングを定期的実施する。

#### (3) 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」

主担当：総括グループ（リーダー：古内，OR）（副担当 研究グループ1）

既存機器とデータ管理に関する情報等、本プロジェクトで構想するネットワーク化・データ管理を実現するために必要な基礎情報の収集を継続しているが、必ずしもレスポンス良く必要な情報が得られない場合が多い。これは MoE 担当リーダーが多忙なことが主因と考えられたので、MoE メンバー内での役割明確化（若手担当者への直接的な依頼など）によって改善を試みつつある。

#### (4) 研究題目3：「大気汚染リスク評価実施体制の構築」

主担当：研究グループ2（リーダー：鳥羽，CHOU, BORY）

本項目に関しては、これまで健康リスクの観点での連携はないが、ITC の参加メンバーの一部は、前年度に終了しているトンレサップ湖の水環境を対象とした SATREPS プロジェクトのメンバーでもあり、水環境を対象とした化学成分分析に一定レベルのスキルを有していると期待される。本プロジェクトでは、前 SATREPS プロジェクトで設置した機器を含めて既存機器を積極的に使用する予定であり、既存装置を用いた分析スキルを有するメンバーによって大気試料の分析のスキルの短期間の獲得を期待している。また、健康科学大学（UHS）でも分析に関する一定のスキルを有している。その一方で、前述の大気環境観測でも懸念事項として挙げたノウハウの確実な保持については同様の問題があると考えられる。プロジェクト実施中に、確実なノウハウの持続的保持と、原理と目的の理解に基づく機器の使用がなされるように、基礎教育と現場での指導を徹底していく。

グループに参加するメンバー間での情報共有と共通理解を目的として、研究グループ単位の少数メンバーミーティングを定期的実施する。

#### (5) 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」

主担当：研究グループ3（リーダー：古内，OR，THIV）

令和3年度は特記する実施状況はないが、グループに参加するメンバー間での情報共有と共通理解を目的として、研究グループ単位の少数メンバーミーティングを定期的実施する。

## IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

【令和3年度実施報告書】【220531】



### (1) 成果展開事例

- 令和3年度中には該当する事例はないが、以下の報道資料5は、金沢大学グローバルサイエンスキャンパス(GSC)「人類の未来をつくる独創的研究者の育成」の一環として行われる同プログラム参加を希望する高校生、高校担当教員を対象とした公開セミナー(令和4年度)に関するものであり、本セミナーで成果の一部を紹介予定。

### (2) 社会実装に向けた取り組み

- 本プロジェクトの活動状況を公開するためのFacebookを作成した(<https://www.facebook.com/Satreps.air.Cambodia/>)。
- 本プロジェクトの活動と研究成果を集約し、公開するためのホームページ初版を作成した。近日中(2022年8月中)に完成、公開予定である。



図：2022年8月に完成予定のプロジェクトのホームページ

## V. 日本のプレゼンスの向上 (公開)

令和3年度中の相手国での日本のプレゼンスに資する事例を現時点では把握していない。日本国内では、表に示すような報道が行われ、本プロジェクトへの地元と日本国内での注目度を高めた。これまでに国内からいくつかの反響があり、例えば、公益財団法人渋沢栄一記念財団から、その機関誌である「青淵」への寄稿依頼を受け、「カンボジアの大気汚染とその改善のための支援について」を寄稿した(令和3年度中寄稿済み。令和4年4月掲載)。

表1 国内での報道事例

1	掲載・発刊年(西暦)	2021年5月21日
	掲載紙・雑誌名	北国新聞

【令和3年度実施報告書】【220531】

	ページ	30面（北陸総合）
	タイトル	金大、プログラムに初採択 来春から5年 地球規模の課題対応
	URL	
2	掲載・発刊年（西暦）	2021年6月16日
	掲載紙・雑誌名	北陸中日新聞
	ページ	13面
	タイトル	カンボジアの大気汚染 金大 改善へ技術支援
	URL	<a href="https://www.chunichi.co.jp/article/273183">https://www.chunichi.co.jp/article/273183</a>
3	掲載・発刊年（西暦）	2021年6月14日
	掲載紙・雑誌名	NHK金沢放送局
	ページ	石川県のニュース
	タイトル	カンボジアの大気汚染対策 金沢大学が人材育成へ
	URL	
4	掲載・発刊年（西暦）	2021年7月28日
	掲載紙・雑誌名	東京新聞系列全国各紙
	ページ	3面（東京新聞）
	タイトル	この人 カンボジアで大気汚染の改善に挑む 古内正美さん
	URL	
5	掲載・発刊年（西暦）	2021年12月22日
	掲載紙・雑誌名	北國新聞
	ページ	11面
	タイトル	2021年金沢大学プログラム 日本海イノベーション会議 カンボジアの大気汚染改善のための観測・研究・人材育成プラットフォームの構築-地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS) -
	URL	

以上

VI. 成果発表等

(1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

①原著論文(相手国側研究チームとの共著)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)

論文数 0 件  
 うち国内誌 0 件  
 うち国際誌 0 件  
 公開すべきでない論文 0 件

②原著論文(上記①以外)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
2021	Phairuang W. Inerb M. Hata M. Furuuchi M., Characteristics of trace elements bound to ambient nanoparticles (PM0.1) and a health risk assessment in southern Thailand, Journal of Hazardous Materials, 425, 127986.	https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.1279	国際誌	発表済	
2021	Jamhari A. A. Latif M. T. Wahab M.I. Hassan H. Hamid H. H. Tekasakul P. Phairuang W. Hata M. Furuuchi M. Rajab N. F., Seasonal variation and size distribution of inorganic and carbonaceous components, source identification of size-fractionated urban air particles in Kuala Lumpur, Malaysia, Chemosphere, 287, 4, pp. 132309	https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132309	国際誌	発表済	
2021	Phairuang W. Suwattiga P. Hongtieab S. Inerb F. Furuuchi M. Hata M., Characteristics, sources, and health risks of ambient nanoparticles (PM0.1) bound metal in Bangkok, Thailand, Atmospheric Environment: X, 12, 18, 2021	https://doi.org/10.1016/j.aeaoa.2021.100141	国際誌	発表済	
2021	Jamhari A. A. Latif M. T. Ikram B. M. Wahab M. I. Othman M. Hamid H. H. Tekasakul P. Hata M. Furuuchi M. Rajab N. F., Size-segregated atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons down to PM0.1 in urban tropical environment: Temporal distribution, potential sources and human health risk, Urban Climate, 40, pp. 100996	https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100996	国際誌	発表済	
2021	Amin M. Andre Handika R. Mulia Putri R. Phairuang W. Hata M. Tekasakul P. Furuuchi M., Diurnal variation in the mass and carbonaceous components of size fractionated particulate matters including ultrafine particles (PM0.1) in roadside and riverside environments in Jambi city, Indonesia, Applied Sciences, 2021, 11, 10214.	https://doi.org/10.3390/app112110214	国際誌	発表済	
2021	Amin M. Mulia Putri R. Andre Handika R. Ullah A. Goembira F. Phairuang W. Ikemori F. Hata M. Tekasakul P. Furuuchi M., Size-segregated particulate matter down to PM0.1 and carbon content during a haze episode in Sumatra Island, Indonesia, Atmosphere, 2021, 12, 11, 1441.	https://doi.org/10.3390/atmos12111441	国際誌	発表済	
2021	畑光彦, 古内正美, ソクピシット, アミン ムハマド, 梅原祐人, 高尾将志, 東久保一朗, 今中努志, 鈴木義浩, 中村亜衣, 山崎正彦, 市販ガス捕集管の粒子捕集特性, 産業衛生学雑誌, 2020-047-B.	https://doi.org/10.1539/sangyoeisei.2020-047-B	国内誌	発表済	
2021	Sresawasd C. Chetiyankornkul, T. Suriyawong P. Tekasakul S. Furuuchi M. Hata, M. Malinee, R. Tekasakul P. Dejchanchaiwong R., Influence of Meteorological Conditions and Fire Hotspots on PM0.1 in Northern Thailand during Strong Haze Episodes and Carbonaceous Aerosol Characterization, Aerosol and Air Quality Research, 21, 11, pp. 2100169.	https://doi.org/10.4209/aaqr.210069	国際誌	発表済	
2021	Amin M. Mulia Putri R. Goembira F. Hata M. Furuuchi M., Carbon Characterization of Size-Segregated Particulate Matters (PMs) in Residential and Educational Areas in Padang City, Indonesia, Journal of Geoscience and Environment Protection, Journal of Geoscience and Environment Protection, 2021, 13, 11, 110015.	https://doi.org/10.4236/gep.2021.1311015	国際誌	発表済	
2021	Mulia Putri R. Amin M. Suciari T. F. Faisal M A. F. Auliani R. Ikemori F. Wada M. Hata M. Tekasakul P. Furuuchi M., Site-specific variation in mass concentration and chemical components in ambient nanoparticles (PM0.1) in North Sumatra Province-Indonesia, Atmospheric Pollution Research, 12, 11, 1101062.	https://doi.org/10.1016/j.apr.2021.1101062	国際誌	発表済	
2021	Higashikubo I. Andre Handika R. Kawamoto T. Shimizu H. Thongyen T. Piriyaakarnsakul S. Amin M. Hata M. Furuuchi M., Worker's Personal Exposure to PM0.1 and PM4 Titanium Dioxide Nanomaterials during Packaging, Aerosol and Air Quality Research, 21, 6, pp. 200606.	https://doi.org/10.4209/aaqr.2020.10.0606	国際誌	発表済	

論文数 6 件  
 うち国内誌 1 件  
 うち国際誌 5 件  
 公開すべきでない論文 0 件

③その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

年度	著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年		出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件  
公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ-おわりのページ		出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件  
公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項
2021	オンライン集中講義(大気環境観測の基礎, 学生と研究者, メンバー及び関係者), 35名中プロジェクトメンバー8名	大気環境科学講義資料	金沢大学大学院集中講義

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別

招待講演 0 件  
口頭発表 0 件  
ポスター発表 0 件

② 学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別

招待講演 0 件  
口頭発表 0 件  
ポスター発表 0 件

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する外国出願※
No.1													
No.2													
No.3													

国内特許出願数 0 件

公開すべきでない特許出願数 0 件

②外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する国内出願※
No.1													
No.2													
No.3													

外国特許出願数 0 件

公開すべきでない特許出願数 0 件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

①受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 (「〇〇の開発」など)	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

②マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項
2021	5月21日	北国新聞	金大、プログラムに初採択 来春から5年 地球規模の課題対応	30面(北陸総合)	1.当課題研究の成果である	
2021	6月16日	北陸中日新聞	カンボジアの大気汚染 金大 改善へ技術支援	13面	1.当課題研究の成果である	
2021	6月14日	NHK金沢放送局	カンボジアの大気汚染対策 金沢大学が人材育成へ	石川県のニュース	1.当課題研究の成果である	
2021	7月28日	東京新聞系列全国各紙	この人、カンボジアで大気汚染の改善に挑む 古内正美	3面(東京新聞)	1.当課題研究の成果である	
2021	12月22日	北国新聞	2021年金沢大学プログラム 日本海イノベーション会議 カンボジアの大気汚染改善 のための観測・研究・人材育成 プラットフォームの構築-地球規模課題対応国際科学技術協カプログラム	11面	1.当課題研究の成果である	

5 件

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	公開/ 非公開の別	概要
2021	2021/8/30	オンラインワークショップ	オンライン	44(33)	非公開	プロジェクト実施内容の共有, 全参加メンバーの経歴・専門分野の紹介, 役割分担希望の集計と調整に関する議論
2021	2021/10/22	全メンバー会合	オンライン	28(21)	非公開	プロジェクトに関連する基礎知識の共有
2021	2022/2/18	全メンバー会合	オンライン	28(21)	非公開	プロジェクトに関連する基礎知識の共有

3 件

② 合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要

0 件



# 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4年4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

## 上位目標

大気汚染リスク管理プラットフォームが自律的・継続的に運用されることにより、住民およびツーリストに安全かつ快適な居住・経済活動環境を創出し、同国の持続的な経済基盤の発展に資する。

本研究グループと同国のTOP3大学であるITC, UHS, NUMおよび環境省が連携して、行政実施に資する信頼できる環境情報を提供する。

## プロジェクト目標

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が構築される。

## 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"> <li>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る。</li> <li>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。</li> </ul>
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>大気汚染リスクの抽出と低減シナリオをマクロ・ミクロ要因のアプローチから検討・提案する。</li> </ul>
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"> <li>「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。</li> <li>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応用・展開する。</li> </ul>
世界で活躍できる日本人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>
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"> <li>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。</li> <li>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。</li> </ul>

