

日中韓フォーサイト事業令和4(2022)年度採択課題 中間評価資料(進捗状況報告書)

1. 概要

研究交流課題名 (和文)	北東アジアにおける生態系の温室効果ガス交換とその気候変動への応答に関する研究		
日本側拠点機関名	国立環境研究所		
研究代表者 所属部局・職名・氏名	地球システム領域・室長・高橋善幸		
相手国側	国 名	拠点機関名	研究代表者 所属部局・職名・氏名
	中国	中国科学院地理科学・資源研究所	Key Laboratory of Ecosystem Network Observation and Modeling・Professor・Zhi CHEN
	韓国	ソウル国立大学	Department of Plant Science・Professor・Hyun-Seok KIM

2. 研究交流目標

申請時に計画した目標と現時点における達成度について記入してください。

※新型コロナウイルス感染症拡大等の影響により、申請時に予定していた共同研究の実施、セミナーの開催及び研究者交流等が困難又は延期せざるを得なかった場合、当初目的の達成に向け代替的に行った取組があれば、その成果も含めて記入してください。

○申請時の研究交流目標

このプロジェクトでは日中韓の JapanFlux、ChinaFLUX、KoFlux の3つのネットワークで連携して国際共同研究を実施する。この研究交流の中で若手研究者を積極的に登用し、育成を図る。主な目的は以下の通りである。

- 1) 中国、日本、韓国における炭素収支の時空間パターンを明らかにし、北東アジアにおける陸域生態系の炭素貯留・流出の生物地理学的特徴と形成メカニズムを明らかにする。
- 2) 北東アジア生態系における温室効果ガス（CH₄、N₂O）の吸収・放出の強さとその空間的・時間的変動（動態）を定量化する。
- 3) 北東アジアの気候変動と人為的活動（例：土地利用変化、土地被覆変化）に対する炭素循環と温室効果ガス交換の主要プロセスの反応と適応を分析する。
- 4) 地上観測ネットワークデータ、リモートセンシング、マルチモデル比較、データ同化手法を統合することにより、北東アジア陸域生態系の炭素源・吸収源機能とその不確実性を定量的に評価する。
- 5) 北東アジアの陸上生態系の炭素貯留ポテンシャルを科学的に理解し、地域における地球気候変動の緩和と適応のための技術的アプローチと方策を探り、アジア生態系の吸収量を増やすための政策提言を行うこと。

○目標に対する達成度

上記目標に対する2年分の計画について

(※期間延長対象課題の令和4年度事業については、延長期間終了日までの状況を踏まえること。)

□研究交流目標は十分に達成された。

- ☒ 研究交流目標は概ね達成された。
- ☐ 研究交流目標はある程度達成された。
- ☐ 研究交流目標はほとんど達成されなかった。

【理由】

令和4年度においては、新型コロナウイルス感染症拡大の影響により渡航を伴う研究交流を行うことができなかったものの、3カ国の拠点機関間のコアメンバーによるオンライン会合により、各国の観測ネットワークの現状や、それぞれの国で本研究交流を進める上での課題や研究交流にもたられる相互のメリットや補完的連携についての意識の共有をはかった。

2023年の4月に韓国・釜山で開催されたA3フォーサイト事業国際ワークショップにおいて、各国のコアメンバーを中心として各国の最新の研究状況の進捗状況について情報共有を行い、特に若手研究者の育成を主眼とした研究交流の進め方の具体案を策定した。2023年9月に中国・北京で開催されたA3フォーサイト事業国際ワークショップでは、各国での研究の進展や若手研究者の活動についての情報共有を行うとともに、当面の研究交流の重点テーマの設定を行ない、それぞれのテーマに対して各国の担当者を配置した。

これらのワークショップを通じて、研究交流による具体的な共同研究を3カ国で連携して推進する基盤が整備された。

2023年11月に韓国・済州島で開催されたAsiaFlux Conference 2023においては、A3フォーサイト事業の特別セッションを企画し、日中韓のA3フォーサイト事業参加メンバーとなっている大学院生、ポスドク等若手研究者が、アジア全域や欧米からの参加者に対して積極的な情報発信を行う機会を提供した。また2024年1月からおよそ2ヶ月の間、韓国側拠点機関であるソウル国立大学の大学院生2名が日本側の拠点機関である国立環境研究所および千葉大学にそれぞれ1ヶ月ずつ滞在し、技術的なトレーニングの機会を提供した。

新型コロナウイルスの感染拡大にともなう渡航制限により、対面での研究交流に制約があったものの、3カ国の現状に対する相互理解と課題の共有を通じて円滑に共同研究を立ち上げることができた。また、3カ国の連携による若手研究者の育成支援についても順調にすすんでいる。これらから判断して研究交流目標は概ね達成されたものと判断している。

3. これまでの研究交流活動の進捗状況

※新型コロナウイルス感染症拡大等の影響により、申請時に予定していた共同研究の実施、セミナーの開催及び研究者交流等が困難又は延期せざるを得なかった場合、代替的に行った取組があれば、その内容及び成果も含めて記入してください。

(1) 令和6年7月末までの研究交流活動(期間延長対象課題の令和4年度事業は延長期間終了日までの状況を含む)について、「共同研究」、「セミナー」及び「研究者交流」の交流の形態ごとに、研究交流目標達成に向けて行った活動の概要を記入してください。

※各年度における派遣及び受入実績については、「中間評価資料(経費関係調書)」に記入してください。

○共同研究

【概要】

本研究交流事業における共同研究の進め方については2023年4月の韓国・釜山でのワークショップにおいて協議した結果、各国参加メンバーから共同研究提案および若手研究者の受け入れの提案を行い、各国の拠点機関が事務局となって、各研究提案や滞在型研究交流への参加希望者をマッチングする方針とした。2023年9月の中国・北京でのワークショップにおいて(1)数値モデルの相互比較および共同開発、(2)共同研究の要となるデータベースの整備・運営、(3)気候変動を想定した環境操作実験についての技術交流、の3つを設定し、この3つのテーマに対して各国の担当研究者を配置した。令和6年7月末までの共同研究についての実施状況は以下のとおりである。

1. データ共有のための基盤整備

本事業における3カ国間の共同研究の基礎・基盤として、日中韓のJapanFlux、ChinaFLUX、KoFluxの3つのネットワークが主導し、各国で集積した陸域生態系の温暖化ガスの交換量(フラックス)の観測データを共有するためのデータベースを整備することに着手した。これについてはアジア域の陸域生態系の温暖化ガスフラックスネットワークであるAsiaFluxのデータベースシステムを活用することとし、このデータベースを管理運営する日本側拠点機関・国立環境研究所が主としてCMS(コンテンツ管理システム)やセキュリティ対策の高度化を進めている。今後、A3フォーサイト事業内部のみで共有するデータについてのデータポリシーの策定などの運用体制の確立を行うとともに、各国の非公開・未公開データも含めたデータ活用研究を推進する予定である。

2. 北東アジアにおける炭素収支・温暖化ガス収支統合解析

日中韓の3カ国で集積された炭素収支・温暖化ガス収支の観測データの共有体制を基盤とし、これを横断的に活用することで統合解析を進めることを想定して、ワークショップを通じて各国で進められている数値モデル(プロセスベースモデルやデータ駆動型モデル)の現況と課題について検討した。

3. 環境制御実験による土壌温暖化ガスフラックスの気候変動応答評価

土壌有機物の分解の促進や土壌メタン酸化速度の変化など土壌温暖化ガスフラックスの気候変動応答の評価を目的として、日本側拠点機関である国立環境研究所が世界最大規模の土壌温暖化ガスのチャンバーフラックス観測ネットワークと連動して進めている温暖化操作実験について、ワークショップにおいてこれまでに得られた学術的知見を提供するとともに、観測システム全体の技術情報の共有を通じて、3カ国で得られるデータの一貫性・互換性を検証し、統合解析に資するデータセットとするための技術交流を開始した。2024年1月に韓国側拠点機関・ソウル国立大学で開発した自動開閉型土壌チャンバーを日本側拠点機関・国立環境研究所に持ち込み、1ヶ月にわたり国立環境研究所のシステムを参考にした改良と動作検証を行うとともに、野外での比較観測を実施した。

4. 衛星観測データの利活用による温暖化ガスフラックスの広域評価に関する技術交流

炭素収支・温暖化ガス収支の広域評価の高度化に向けた各種衛星データの利用についての技術的知見の共有を目的として、韓国の拠点機関・ソウル国立大学の博士課程大学院生2名を招聘し、2024年1月

より千葉大学での1ヶ月弱の滞在研究において最新の静止軌道衛星を中心としたデータ利活用についての技術指導を行なった。今後も各種の衛星データの利活用についての技術交流を推進する。

○セミナー

	令和4年度 (期間延長対象課題は終了日まで)	令和5年度	令和6年度4～7月末
国内開催	0回	0回	0回
海外開催	2回	1回	0回
合計	2回	1回	0回

【概要】

本事業のキックオフ会合として2023年4月に韓国・釜山で最初のワークショップを開催した。発表総数は20件、参加者数は総数32名(日本9名、韓国12名、中国11名)。関連する研究分野における各国の進捗状況や課題の確認、またそれぞれのコアテーマを代表する研究者についての情報の共有を行なった。基本的に各国のタワーフラックス観測網(JapanFlux、ChinaFLUX、KoFlux)を通じて、研究交流についてのアイデア出しとマッチングを行うなど、特に若手育成を念頭にいた活動方針を策定した。

2023年9月には中国・北京においてワークショップを開催した。発表件数は26件、参加者数は総数31名(日本8名、韓国10名、中国13名)。現在の最新の活動情報に関する研究報告を行うとともに、当面の重点課題の設定について検討を行なった。特に重要なテーマとして(1)統合解析を念頭にいたデータ共有の推進、(2)数値モデルについての技術情報の共有、(3)環境操作実験による生態系の応答評価研究についての技術交流が挙げられた。これらのテーマについて、各国のネットワークからリーダーとなる研究者を設定し、今後具体的な交流計画を策定することとなった。また、若手研究者と対象とした、滞在研究の促進についての申し合わせがあり、これらについては各国のネットワークを通じた募集とマッチングを行うこととした。日本・韓国の大学においては在外研究を学位審査の条件とするケースがあり、これに対応することで若手研究者の育成に貢献できる。

(上記2回のワークショップは令和4年度成果として扱う。)

2023年11月に韓国済州島においてAsiaFlux Conference2023を開催した。アジア域の温暖化ガスのフラックス観測研究に関する最大の定期会合であり、本事業に関連する日中韓の多くの研究者が参加するとともに、運営を担った。参加総数は192名(日本37名、中国36名、韓国96名、台湾4名、香港2名、タイ3名、マレーシア1名、インドネシア1名、米国5名、ドイツ2名、インド2名、シンガポール1名、スウェーデン1名、ロシア1名)であった。この中で日中韓フォーサイトプログラムのセッションを開催し研究成果の発表を行なうとともに、日中韓フォーサイト事業参加者による運営会議を開催し今後の方針についての検討と確認を行なった。本会合においてアジア域での関連研究の発展に関して日中韓3カ国のリーダーシップを示すことができた。また、日本国内からの参加者の渡航支援については、ポスドクや大学院生の提案および自薦によるセレクションを行い、大学院生4名とポスドク1名の渡航費を本事業により支出した。これにより日中韓の若手研究者の交流を促進することができ、日本の修士課程大学院生のうち2名が博士課程に進学することにつながった。これは日本国内で顕著な研究者を目指す学生の減少に対して有効な取り組みとなった。

2024年度7月に本事業の3回目の国際ワークショップおよび中核的観測拠点(国立環境研究所富士北麓フラックス観測サイト)視察を日本(富士山エリア)において開催する予定であったが、インバウンド需要の急増により国内宿泊施設および移動手段(チャーターバス)の確保が不可能となったため8月末に延期し、開催することとなった。

○研究者交流

【概要】

令和5年度の活動において2024年1月上旬より2月末までの約2ヶ月に渡り、韓国側拠点機関であるソウル国立大学の博士課程大学院生2名を日本に招聘し、日本側拠点機関である国立環境研究所と千葉大学環境リモートセンシング研究センターにおいて滞在研究を行なった。

国立環境研究所においては、韓国のネットワークであるKoFluxで土壌ガスフラックスの観測に用いられてる自動開閉型土壌チャンバースystemを国立環境研究所に持ち込み、国立環境研究所が開発しアジアの広域で展開している世界最大規模の土壌チャンバーネットワークで使用しているsystemとの比較による技術交流を行なった。日本側で集積したノウハウを流用し韓国側のsystemの改造・改良と動作確認を行なったのち、野外での比較観測を行なった。この取り組みは、日本と韓国のネットワーク間での観測データの整合性・互換性の向上に資するだけでなく、観測systemの国際共同開発を通じて、若手研究者のキャパシティビルディングに貢献できた。

千葉大学においては、近年、発展が著しい静止軌道衛星を主とした衛星データの利活用について、技術指導を行なった。陸域生態系での温暖化ガス収支の地上での観測研究は空間的な代表性に制約があり、これを広域評価に繋げる上では衛星観測データの利活用が不可欠である。静止軌道衛星は高い時間分解能での観測が可能であり、気候変動にともなう陸域生態系の生物季節の変化や高頻度化する極端気象による生態系攪乱などの影響の評価に有用である。このことは本研究交流課題の大きな目的とも整合しており、今後の研究の進展に向けた日本と韓国の連携強化の好事例となった。

この2名の滞在期間中に韓国側拠点機関・ソウル国立大学の研究代表であるKim教授が2度訪日し、国立環境研究所および千葉大学・環境リモートセンシング研究センターにおいて、日本側受け入れ研究グループと研究者交流の進捗状況についての確認と今後の連携方針についての協議を行なった。

(2) (1)の研究交流活動を通じて、申請時の計画がどの程度進展したか、以下の観点から記入してください。

○世界的水準の研究交流拠点の構築状況

・日本側拠点機関及び相手国拠点機関の交流によってえられた、世界的水準の国際研究交流拠点となりうるような学術的価値の高い成果

近年、地球観測(EO)データがもたらす経済的価値に注目が集まっており、世界経済フォーラムの 2024 年の最新のレポートによると 2030 年までに EO データから推定 3.8 兆ドル(1ドル=150 円換算で 570 兆円)が生み出される可能性があるとされている。なかでも、アジア太平洋域の EO データの潜在経済効果は突出しているが、これはデータの集積・共有および利活用の遅れによる部分が大きい。本研究交流事業を通じて、北東アジアの広い地域でのデータの集積・共有が進むことで、近年発達の著しい衛星観測や数値モデルに対して重要な検証データを提供することにより、北東アジアのみならず、全球規模での現状解析や将来予測の高度化に貢献できる。

アジア域での陸域生態系の温暖化ガス収支についての観測データ集積は財源を持たないボランティアなネットワークである AsiaFlux を主体に行われてきたが、本研究交流事業での連携強化を通じて日中韓が強力なリーダーシップを発揮することで AsiaFlux を通じたアジア全域でのデータ集積活動を推進することが可能となる。

・研究交流活動の成果から発生した波及効果

本事業で実施した 2 回のワークショップと国際学術集会(AsiaFlux Conference 2023)での特別セッションにおいて、若手研究者の研究活動についての情報発信を促進した。これにより、日中韓の若手研究者の間において、国外の同世代の研究者との情報交換がすすんだ。このことは、新型コロナウイルスの感染拡大により対面での学術交流の機会を喪失していた若手研究者にとって、モチベーションの向上につながる事となった。開始当初は日本側参加メンバーに大学院生は少なかったが、現在までの間に急速に大学院生のメンバー登録が大幅に増加した。これと同時に、本事業に関連した研究テーマを設定する事例も増えている。交流活動をきっかけとして、本事業で渡航支援を行なった修士課程大学院生のうち 2 名が博士課程へ進学することとなり、近年、研究者を志望する大学院生の減少に悩まされていた観測研究分野の活性化につながりつつある。

○若手研究者育成への貢献

・若手研究者が身につけるべき能力・資質等の向上に資する育成プログラムの実施及びその効果

1. 日本の若手研究者に対して

本事業で実施した国外での 2 回のワークショップと国際学術集会(AsiaFlux Conference 2023)での特別セッションにおいて、研究交流経費を財源とした渡航支援により日本の大学院生やポスドクなどの若手研究者に英語での研究発表の機会を提供することで、相手国や欧米からのシニア研究者からの有用な提案や指導を受けることができた。

2. 韓国の若手研究者に対して

2024 年 1 月から 2 月に行なった韓国・ソウル国立大学の博士課程大学院生 2 名の滞在研究を行なった。前半は国立環境研究所において、日本側で集積してきた観測ノウハウを流用し、実際の観測機材(自動開閉型土壌チャンバー)を自分たちで改造・改良する機会を提供した。これにより、観測技術に対する深い理解を得ることでデータの信頼性についての洞察力を高めることにつながった。この取り組みは日本と韓国の間のデータの一貫性・互換性の向上を通して本事業の目標である統合解析に高度化につながることが期待される。

また、日本の観測拠点(国立環境研究所富士北麓フラックス観測サイト)での視察において、最新の観測技術・システムや学際的研究交流拠点としての活動について紹介を行うことで、温暖化ガス収支にとどまらない陸域生

態系の機能の多面的な理解に向けた取り組みについての理解を深めることができた。

滞在期間後半は千葉大学環境リモートセンシング研究センターにおいて衛星データの利活用についての技術指導を受けた。人工衛星を利用した地球観測研究において多くの実績を有する研究拠点での滞在を通じて、データの利用や解析について必要な能力を向上させることができた。この取り組みは本事業の目標である北東アジアでの広域評価の推進に貢献することが期待される。

日本滞在の最終週には本事業の登録メンバーのとどまらないオープンなオンラインセミナーにおいて韓国での研究テーマについての発表する機会を提供し、さまざまな関連分野の研究者からの助言を得た。

・日本と交流相手国における次世代の中核を担う若手研究者の研究ネットワーク構築状況

本事業で実施した国外での2回のワークショップと国際学術集会(AsiaFlux Conference 2023)での特別セッションにおいて、次世代の研究ネットワークの連携強化を念頭において若手研究者間の対面交流を推進した。また、同世代間の交流だけでなく、日本のシニア研究者から交流相手国の若手研究者、相手交流国のシニア研究者から日本の若手研究者に対する研究遂行上の助言が積極的に行われた。これにより、各国のグループ間での相互理解が進み、具体的な研究交流のアイデアの提案を若手主導で進める基盤が整備されつつある。

今回のA3フォーサイト事業に参加している日中韓の研究リーダーの多くは2007年から2012年に実施された同じA3事業である「A3 CarboEastAsia」において研究実績をあげ成長したメンバーであり、その成功体験を得たことが、若手研究者間の交流ネットワークの構築を奨励することにつながっている。