

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

「トンレサップ湖における環境保全基盤の構築」(2015年6月～2021年3月)

2. 研究代表者

(1) 日本側研究代表者：吉村 千洋 (東京工業大学 環境・社会理工学院、准教授)

(2) 相手側研究代表者：OM Romny (カンボジア工科大学、学長)

3. 研究概要

カンボジア政府(環境省・水資源気象省)において、トンレサップ湖の保全は優先度の高い課題である。特に、環境省はラムサール条約に登録された同湖沿岸の「湿地保全」に取り組んでおり、水資源気象省(トンレサップ委員会)では「水上生活者を含めた総合的な同湖の水環境保全」に取り組んでいる。また、トンレサップ湖およびその周辺河川は首都プノンペン(Phnom Penh)の主要な水道水源の1つとなっており、衛生的な水道水の確保のためにも同流域の「水質保全」が欠かせない。

上記の背景を踏まえ、本プロジェクトではトンレサップ湖とその流域を対象とした「水環境解析ツールの開発」および「トンレサップ環境保全プラットフォームの設立」に取り組み、健康および生態リスクの評価と管理、汚水処理基準の策定、水質環境基準の実質的な導入、流域ダム建設の定量的な環境影響評価を科学的に支援する。また、その過程において、カンボジアの水環境・水域生態系に関する科学技術および行政機能の強化を目指す。

プロジェクトは下記3つの研究題目で構成される。

- ① トンレサップ湖に関する環境データベースの構築
- ② 水環境解析ツールの開発
- ③ トンレサップ水環境プラットフォームの設立

4. 評価結果

総合評価：A-

(所期の計画とほぼ同等の取り組みが行われ、一定の成果が期待できる)

各研究題目(環境データベースの構築、水環境解析ツールの開発、トンレサップ水環境プラットフォームの設立)が順調に進捗している。プロジェクト期間内にそれぞれの研究題目が達成する見通しが立っており、プロジェクト進捗が適切に管理されていると評価する。

特筆すべき研究実績として、既に原著論文54本が国際ジャーナルに投稿された。なかには環境分野におけるトップクラスの国際ジャーナル(インパクトファクター:4.9)に掲載された共著論

文もあり、共同研究によってレベルの高い学術的アウトプットが着実に蓄積されている。

また、本プロジェクトでは相手国研究者のコミットメントがよく引き出されており、日本・カンボジア両国間の人的交流が望ましい形で進んでいると評価できる。例えば、カンボジア工科大学（相手国研究代表機関）から多数の大学院生が東京工業大学（日本側研究代表機関）に留学し、プロジェクト活動に携わっている（2018年度の留学生人数は7名、うち1名は国費留学生 SATREPS 枠）。博士号を取得した1名の留学生は、国際シンポジウム（2018年9月世界湖沼会議）にて優秀発表賞を受賞しており、相手国代表研究機関に戻って後も引き続き本プロジェクトに従事している。

しかしながら、トンレサップ水環境プラットフォームの設立に向けた活動には、相手国行政機関（環境省・水資源気象省・トンレサップ庁）の関与が十分でない。プロジェクト後半は行政機関や研究者を含むステークホルダー間の議論にも注力し、「プロジェクト終了後の水環境解析ツールによる水質分析・モニタリングを誰が担うか？」や「保全策を取りまとめるべき同湖水質に関する課題の優先順位をどう付けるか？」といった社会実装への道筋を明確にするべきである。

4-1 国際共同研究の推進状況について

本プロジェクトの各研究題目の進捗状況を下記にまとめる。

【研究題目①：トンレサップ湖に関する環境データベース構築】

環境データベースが計画通りに構築され、東京工業大学に導入されたファイルサーバーが継続的に運用されていることを評価する。同データベースはプロジェクトメンバーが入手した観測データや成果論文、関連書類、写真、動画が着実に蓄積され、しっかり機能していることを見受けられた。次項の研究題目②（水環境解析ツールの開発）で構築する水理・水質モデルにも同データベースが重要な基盤となるため、引き続きプロジェクト後半においても日本・カンボジア両国のプロジェクトメンバーによるコンテンツ更新や維持管理が継続されることを期待する。

【研究題目②：水環境解析ツールの開発】

本研究題目も概ね順調に進捗しており、トンレサップ湖の主要な構成要素（水文、水理、土砂、水質、微生物）の定期モニタリング体制が計画通りに確立されたことを評価する。

水文・水理モデルの構築に関しては「水位変動に特徴づけられる熱帯浅水期の特徴解明」や「トンレサップ湖のような水位変化の大きな湖沼に適応可能な再現性の高い水理モデルの構築」といった重要な研究成果が得られている。また、年間（雨季・乾季を含む）を通じた水文学的調査・微生物群集解析から明らかになった「同湖の広範囲かつ長時間に渡る菌叢解析結果」もこれまでに報告事例のない新たな知見であると評価する。

さらに、本プロジェクトの水質調査からトンレサップ湖の湖底には基準値を超える重金属が含まれるエリアがあることが判明した。相手国行政機関（環境省・水資源気象省・トンレサップ庁）も本調査結果に高い関心を示していることを踏まえ、相手国ニーズに柔軟に応えるべく湖底土壌の重金属の輸送経路特定をプロジェクトスコープに含めたことを評価する。同様に、本プロジェ

クトの水質調査から 21 種もの除草剤・殺虫剤が湖水に含まれることが判明、想定より高濃度の除草剤・殺虫剤が湖水から検出された。そこで、農薬についてもプロジェクト 2 年目以降にその輸送経路の特定に取り組むこととなった。取り組むべき研究テーマが増えた分、全体的なプロジェクトの進捗管理にはより注意が必要となるが、カンボジアの社会的問題に対する本プロジェクトの期待度や貢献度が高くなったと評価できる。

【研究題目③：トンレサップ水環境プラットフォームの設立】

概ね計画通りに水環境プラットフォームの枠組みが構築され、科学的知見に基づいたトンレサップ湖の保全・管理を実現すべく情報や人材を繋ぐハブ機能が強化されつつあると評価する。

しかしながら、同プラットフォームに対する行政機関（環境省・水資源気象省・トンレサップ庁）のコミットメントが十分に引き出されていないことが懸念される。プロジェクト後半には、構築した観測・分析体制の担い手や保全策の提案内容の検討が必要になる。これら議題について行政機関と十分に協議するためにも、「現地環境調査、ワークショップ・セミナー、合同長期観測、研修・講演」といった行政機関巻き込みのための工夫が引き続き必要である。

4-2 国際共同研究の実施体制について

現時点では、日本側研究メンバーとして 89 名がプロジェクトに参画している。大学院生を含む若手研究メンバーも多く参画しており、本プロジェクトが研究者の人材育成に大きく貢献していると評価する。また、合同セミナーや月例会議、グループリーダー会議などを設けて、調査・分析結果や水理モデル構築に向けた連携に努めていることもプロジェクト運営上望ましい取り組みと言える。こうした機会を活用し、本プロジェクトの各サブグループが連携して相乗的に研究成果を生み出すことを期待する。

カンボジア側からは 77 名の研究メンバーがプロジェクトに参画している。カンボジア側研究メンバーのうち 32 名が日本側研究機関における短期研修に参加するなど、両国間で人的交流が積極的に行われていることを評価する。また、カンボジア側の若手研究メンバーからの学会発表によって本プロジェクトの研究成果が広く対外へ発信されるなど、研究活動に対する熱心な姿勢が見受けられる。加えて、各グループに所属する学生（卒論生・大学院生）も優秀であり、彼らが自発的に研究活動に取り組む姿勢はプロジェクト運営だけでなく将来的な研究者の人材育成にも望ましい傾向である。

研究機材に関しては、水質調査に必要な高純水製造装置、イオンクロマトグラフ、電位差滴定装置、PCR (Polymerase Chain Reaction) 装置、電気泳動装置などが導入され、運用が開始されている。プロジェクト後半にかけて、これら研究機材の運用・維持管理体制の強化を図り、研究データの調査・分析結果の精度向上や機材故障リスクの抑制に努めることを期待する。

さらに、研究機材の運用・維持管理コストを獲得するため、地方自治体や民間企業の分析業務（例えば、農業用水の水質調査）をカンボジア工科大学が実施する取り組みが検討されている。産学官や民間の研究者に対する機材の供用化も検討されており、こうした取り組みは「分析機器

を持続的に運用・維持管理するための仕組み」として SATREPS プロジェクトのナレッジとしても活用可能な取り組みといえる。

4-3 科学技術の発展と今後の研究について

前述したとおり、中間評価時点までに多くの原著論文が国際ジャーナルに投稿されている。学術的にレベルの高い共同研究が実施されており、本プロジェクトの知見が日本を含めアジア・アフリカ等の湖沼に横展開されることが期待できる。また、カンボジア工科大学から東京工業大学への留学生受け入れをはじめとした人的交流によって、本プロジェクトがカンボジアの研究レベル向上や若手研究者の育成に貢献していることを高く評価する。プロジェクト後半にかけても、引き続き研究メンバーの人材育成が積極的に行われることを期待する。

ただし、プロジェクト終了後にトンレサップ湖の観測・分析体制が（行政機関によって）維持される見通しが立っておらず、水環境プラットフォームの役割・機能についても協議が十分になされていないことが懸念される。プロジェクト後半には、行政機関・研究機関を含むステークホルダーが同プラットフォームにて観測・分析を行う体制の構築や、保全策を取りまとめるべき同湖水質に関する課題について十分に協議することを求める。

4-4 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

東京工業大学に留学中の大学院生らの人材育成が進めば、本プロジェクトの推進だけでなくカンボジア工科大学の発展に大きく寄与すると期待される。他方で、グループライダーレベルの研究者のコミットメントは十分なものに対して、現場で中核を担う研究員（カンボジア工科大学の常勤講師）のコミットメントが十分に引き出せていないことは懸念材料である。本プロジェクト終了後の持続性を担保するためにも、彼らのモチベーション向上を図ることが重要といえる。

また、水環境プラットフォームを中心としたアウトリーチ活動を一層進めるため、現地で有効となる「環境浄化技術、バイオ燃料、プラスチックごみのリサイクル」といった技術を持つ企業・団体との連携を並行して模索していることを評価する。最終的に同プラットフォームを民間企業やNGOに引き継ぐことも想定し、今後開催されるワークショップに可能性のあるパートナー候補を招くことは望ましい取り組みといえる。

また、カンボジア財務省からカンボジア工科大学へ追加予算が支給され、理工学部が拡充される予定もある。国際機関から同大学へのファンド提供も見込まれており、研究資金が増加する可能性がある。現状では、本プロジェクトのフィールド調査・消耗品に係る費用はODA予算からの支出に依存している部分もあるが、カンボジア工科大学が上記のようなファンドレイジングによって今後も本プロジェクト活動が継続される可能性が十分ある。

4-5 今後の課題・今後の研究者に対する要望事項

農業や水上生活者を含むトンレサップ湖の水質問題・社会的問題を解決するには行政機関の取

り組み（保全策の提案書など）が重要になると考える。こうした問題について行政・大学を含むステークホルダーが協議する場として、水環境プラットフォームが機能するように体制構築を目指してほしい。

プロジェクト終了後には行政機関がトンレサップ湖の水質観測・分析を担うことが計画されているが、現在の水質観測や分析は技術的に高度でコストもかかるため、行政機関が継続するのは難しいと懸念する。トンレサップ湖の水理・水文をより詳細に把握するための先端研究目的の解析ツールと政策に求められる解析ツールは異なることに留意し、現行の水質観測・分析体制を行政機関用にカスタマイズすることも必要になると考える。例えば、「保全」の中心となるニーズを乱獲の緩和とするのか、気候変動対策とするのかで観測すべき項目や開発すべきモデルが異なるため、現地ニーズを捉えた最終目標に向けたバックキャスト的な視点から観測項目やモデルの焦点を絞ることも重要である。もしくは、行政機関が継続できるように観測体制やモデル運用を研究機関がサポートするといった、行政機関と研究機関の役割分担を早めに明らかにすることが望ましい。

また、行政機関に限らず他ステークホルダー（民間企業や国際的 NGO）のコミットメントを引き出すため、本プロジェクトの研究成果を論文や学会発表で公表するだけでなく、ステークホルダーへ個別にアプローチして成果を紹介することも必要である。プロジェクト成果をシンプルにまとめて「なぜトンレサップ湖の水質保全が重要なのか」や「どの保全対策の優先順位が高いのか」が伝わるよう工夫することを期待する。研究成果を広く発信することを目的とした現在準備中のリーフレットやビデオクリップの作成に期待している。

2019.01 現在
JST成果目標シート

研究課題名	トンレサップ湖における環境保全基盤の構築
研究代表者名 (所属機関)	吉村 千洋 (東京工業大学 大学院 理工学研究科)
研究期間	H27年度採択(平成28年4月1日～平成33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、プノンペン王立大学、水資源気象省、環境省、教育省、トンレサップ庁

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	・インドシナ半島の持続可能な発展に貢献 ・カンボジアへの日本企業の進出を支援
科学技術の発展	・世界に先駆ける水文から微生物動態までを含めた統合型水質モデルの開発 ・高濁度湖沼の生態系の解明とモデル化(主に水文・水理・水質、微生物関連プロセスの解明) ・メコン川流域の生態系・生物多様性の解明に寄与
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	・高濁度水域における水質モデルの構築およびその国際標準化の促進 ・統合型水質モデル用いた湖沼環境保全方法の確立と周辺各国への普及の促進
世界で活躍できる日本人人材の育成	・国際的に活躍可能なカンボジアおよび日本の若手研究者の育成(環境保全活動における指導力、国際会議での指導力、国際学術誌への論文掲載など)
技術及び人的ネットワークの構築	・環境工学分野における日本・カンボジアの研究者・技術者・行政官の連携を構築 ・カンボジアにおける環境科学・環境工学分野での大学と政府機関の連携を強化
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	・トンレサップ湖の水文・水理・水質データの整備 ・水環境解析ツール(含プログラム、マニュアル) ・高濁度水域における水文、水理、水質、病原微生物関連プロセスの解明(論文)

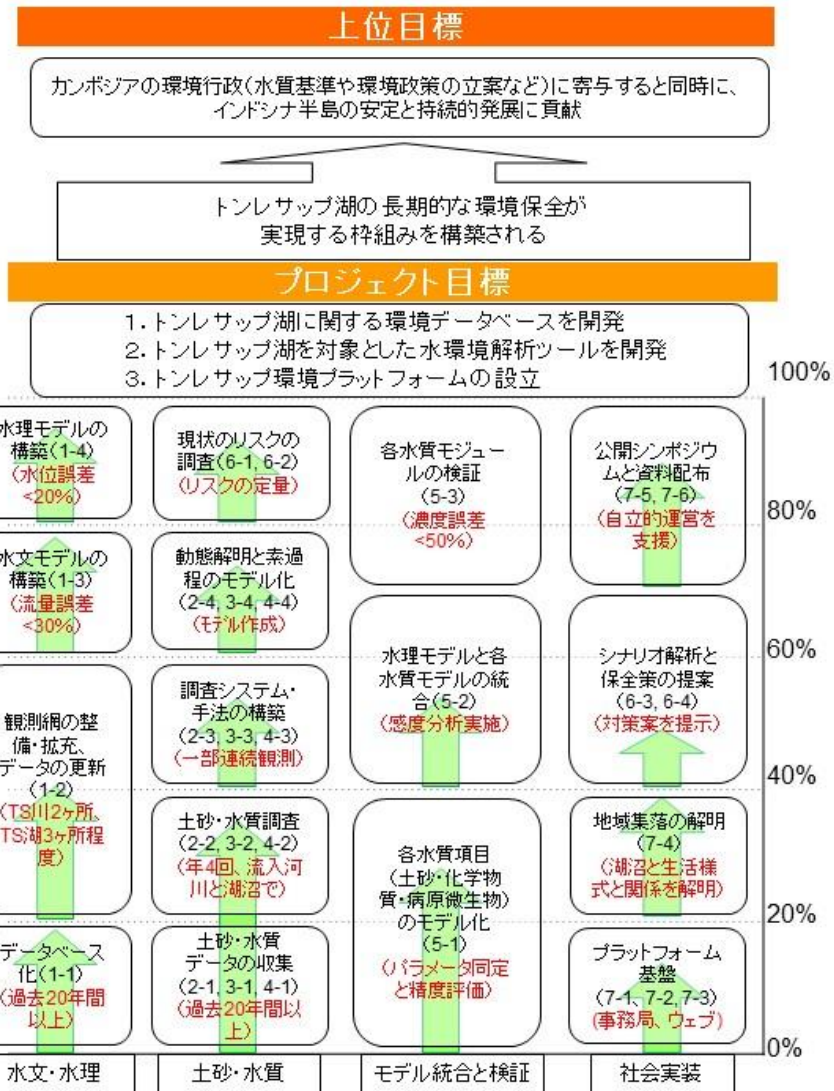


図1 成果目標シートと達成状況 (2019年1月時点)