

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「環境・エネルギー研究分野」

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」

採択年度：平成 27 年度/研究期間：5 年/相手国名：カンボジア王国

平成 30 年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

平成 28 年 4 月 1 日から 令和 3 年 3 月 31 日まで

JST 側研究期間^{*2}

平成 27 年 6 月 1 日から 令和 3 年 3 月 31 日まで
(正式契約移行日 平成 28 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：吉村 千洋

東京工業大学・准教授

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	平成27年度 (6ヶ月)	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和1年度	令和2年度 (12ヶ月)
1. 水文・水理プロセスのモデル化	収集開始	データ共有	データ共有	データ共有	データ共有	データ共有
1-1 データの収集とデータベース化	←	機材設置完了	拡充完了			
1-2 水文観測網の整備と拡充	←	構築				
1-3 水文モデルの構築	試行計算開始					1次元モデルシナリオ解析
1-4 水理モデルの構築とその応用	←	1次元モデル構築	2次元モデル構築	3次元モデル構築		
2. 土砂動態・基礎水質の解明	収集開始	データ共有	データ共有	データ共有	データ共有	データ共有
2-1 土砂動態・基礎水質データの収集	←	調査準備完了	3年間の調査	現地調査完了	分析完了	
2-2 土砂動態・基礎水質の実態調査	←	機材調整完了	構築完了	構築完了		
2-3 土砂・水質の観測システムの構築	実験系構築・実験開始	モデル式共有	パラメーター共有			
2-4 高濁度水中での物質動態の解明	←					
3. 化学物質動態の解明	文献調査開始	データ共有	データ共有	データ共有	データ共有	データ共有
3-1 化学物質動態のデータ収集	←	分析手法の構築	3年間の調査	現地調査完了	分析完了	
3-2 化学物質動態の実態調査	←	手法提案	検証完了	検証完了		
3-3 化学物質の簡易調査手法の構築	実験系構築・実験開始	モデル式共有	パラメーター共有	パラメーター共有		
3-4 分解過程の解明とモデル化	←					
4. 病原微生物動態の解明	文献調査開始	データ共有	データ共有	データ共有	データ共有	データ共有
4-1 糞便汚染・藍藻のデータ収集	←	分析手法の構築	3年間の調査	現地調査完了	分析完了	
4-2 病原微生物の実態調査	←	手法提案	検証完了			
4-3 病原微生物の分析手法の構築	実験系構築・実験開始	モデル式共有	パラメーター共有			
4-4 病原微生物の動態解明とモデル化	←					
5. 水環境解析ツールの開発		土砂モデル構築	水質モデルの整理	水質モデルの整理		
5-1 各水質項目のモデル化	←		手法提案	2次元での統合	3次元での統合検証	生態リスクの評価とシナリオ解析
5-2 水文・水理モデルとの統合(2D)					検証	
5-3 水質モデルの検証とその応用						
6. リスク評価とシナリオ解析	文献調査開始	現地調査開始		調査完了	モデル提案	評価完了
6-1 健康リスクの評価	←				モデル統合	検証
6-2 生態リスクの評価 モデル開発(3D)					シナリオ提案	解析完了
6-3 シナリオ解析						
6-4 環境保全策の提案						提案
6-5 モデルのコーポラビリティ確保						確保
7. 水環境管理ツールの社会実装		合意				
7-1 プラットフォームに関する合意(含データベース)	←					
7-2 プラットフォーム事務局の構築		事務局設置完了		維持体制提案	ITCへ引渡し	
7-3 情報基盤の構築		システム提案	運用開始		随時、改良・拡充	
7-4 地域集落に関する研究	文献調査開始	現地調査開始		成果共有	成果共有	成果共有
7-5 公開シンポジウムの開催		毎年夏期に開催				
7-6 配布資料の作成・配布	広報資料の配布			成果資料の配布	成果資料の配布	成果資料の配布

(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)

- ・平成 29 年度：JST および JICA の両者で予算が削減されたため、前ページの研究計画の一部を更新した。具体的には研究計画のモデルのユーザビリティ（項目 6-5）を削除することにより、変更された予算でもその他の行程を実施できるように調整した。
- ・平成 29 年度：成果目標のシートは上記の更新を反映させると同時に、水文プロセスに関する数値目標を現実に合わせて修正した。具体的には、当初の目標として流入河川の観測点を 5 ヶ所整備するとしていたが、河川の水位・流量観測点は既に 10 ヶ所以上整備されているため、目標については“トンレサップ川 2 ヶ所、トンレサップ湖 3 ヶ所程度”と明確化した。
- ・平成 30 年度：水環境解析ツールの開発を効率的に実施するために、水理モデルが扱う空間次元で作業チームを整理した。具体的には項目 1（グループ 1）で 1 次元モデルの開発・応用、項目 5（グループ 5）で 2 次元モデルの開発・応用、項目 6（グループ 6）で 3 次元モデルの開発・応用を進めることとした。これにより日本・カンボジアの双方で担当者が明確になり、経理面での効率化した。

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

本研究ではトンレサップ湖およびその周辺流域を対象として、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に取り組むことで、カンボジアにおける流域環境学の発展および持続可能な水環境管理の実現に貢献することをプロジェクト全体のねらい（プロジェクト目標）としている。

2 年度目までにプロジェクト全体において、カウンターパートとの連携体制、水環境調査の体制、実験室整備、各種会合などの面で、共同研究の基盤を整備した。今年度はその基盤を活用しながらトンレサップ湖の主要な水質項目のモニタリング、実験による現象解明、高度な分析装置の導入、現状の病原リスクの評価、アウトリーチなどを実質的に開始した。水文水理モデルの構築や水質・病原リスクの時空間分布の評価に関しては全体目標の 6 割程度の進捗であり、水位変動に特徴づけられる熱帯浅水湖の特徴が解明されると同時に、このような湖沼に適用可能な水理モデルの開発が進んだ。また、国際シンポジウムなどのアウトリーチ活動も積極的に実施し、環境管理者との連携を深めることで社会実装に向けた準備を始めており、社会還元のイメージを共有しつつある。以上のようにプロジェクト 2 年度目以降に各グループの共同研究およびグループ間の連携が進み、国際学術誌や国際シンポジウムなどを通じた成果発表が実質的に始まった。

人材育成の面では、水環境管理分野における専門的人材を育成するために、現地調査、分析・実験、モデル化の各個別研究において、カンボジアの若手研究者と学生を含めた数人のチームを形成して活動するようにしている。これにより、国際的な環境下での共同でのデータ解析、モデル化、現地調査、本邦研修、現地研修、公開での成果発表などの多くの機会を若手研究者に提供しながら実施した。このような活動には日本側の大学院生や若手研究者も最大限参加できるように機会を設けており、先端研究の現場を人材育成にも活用している。今年度の課題としてカンボジアにおける若手研究者の意識向上にも取り組み、具体的な対策を実施しつつある（この点は“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”に詳述）。なお、同分野でカンボジアから日本に留学している学生（数名、内 1 名は SATREPS 枠）も本プロジェクトに参加しており、次年度から博士号を取得した若手研究者がカ

ンボジア工科大学に戻り、本プロジェクトの研究者として活躍することが期待されている。

最終的な3つのプロジェクト目標に関しては、以下のような達成状況とインパクトである。

① トンレサップ湖に関する環境データベースの構築

ファイルサーバを継続的に運用しており（場所は東京工業大学）、プロジェクトで入手した一次・二次データ、成果論文、各種関連書類、写真、動画などを共有している。特に水理モデルや水質モデルではサイズの大きなデータを扱うため本データベースは有効に機能している。サーバに保存されているデータ量としては、7.1GB（平成29年7月）から36.2GB（平成30年11月時点）に増加した。なお、重要な文書（成果論文、環境管理ガイドラインなど）はプロジェクト終盤で公開することも検討している。

② 水環境解析ツールの開発

3年度目までの達成状況としては、水文水理モデルの構築、および水質・病原リスクの時空間分布のモニタリングが概ね完了しており、これらの成果に基づき水質・病原リスク評価モデルの開発（水環境解析ツール）に着手している。これまでに、2次元水理モデルとして1）局所慣性方程式に基づく浸水域の効率的な計算、2）水位変動幅の大きな湖沼への高い適用可能性、という組み合わせを世界で初めて実現した。また、東南アジア最大であるトンレサップ湖において、水文、水理、土砂、水質、微生物という重要な構成要素の定期モニタリング体制を確立して、その内、水文、水理、土砂、基礎水質については連続観測システムの構築を始めた。その中で、水位変動の大きな浅水湖における富栄養化プロセスの特徴も解明しつつあり、底泥の再浮遊プロセスが無機態リンを湖沼水に供給する内部負荷の重要性も示された。また、雨季乾季を伴った通年に渡る水文学的調査に加えて微生物群集解析を行った例はこれまでに報告されておらず、この取り組みは世界初の調査結果となっている。さらに、水に関わりのある疾病の中で最も頻繁に発生しているものは下痢症であり、水上集落では80%の住民が経験していることが明らかとなった。以上のモデル化や水質形成過程の解明は、来年度に構築予定の水環境解析ツールの基盤となる成果である。

③ トンレサップ水環境プラットフォームの設立

このプラットフォームはトンレサップ湖の保全・管理に関する情報や人材をつなげるハブの機能を持たせ、科学的知見に基づいた保全・管理を実現するねらいがある。この設立に向けた今年度の重要な取り組みとしてはトンレサップ庁とプラットフォーム体制の協議、国際シンポジウムの開催、各種小規模の会合の調整、カンボジア工科大学内での研究所や国際ハブ構想の議論などを実施した。さらに、情報基盤としては水環境データベース、ウェブサイト、フェイスブックサイトなども初年度に引き続き、情報を拡充しており、国際シンポジウムや個別研究とも有機的に連携させている。また、プロジェクト終了後も本プラットフォームを継続的に運用するために、カンボジア工科大学のキャンパス内に事務室（兼研究室）を立ち上げるための調整も始めており、研究者や関係者の交流を国際的に実施するための準備が進んでいる。

そして、プロジェクト後半に予定している社会実装をスムーズに進めるために、今年度は行政機関のプロジェクトメンバーとの現地環境調査、カンボジア工科大学におけるワークショップやセミナーへの招聘、合同での長期観測（主に気象、水質）のシステム設計、政府機関を対象とした独自の研修や講演の実施、国際シンポジウムでのシナリオ解析に関するワークショップの開催など多くの共同作業を実施した。

(2) 研究題目 1 : 水文・水理プロセスの解明 (リーダー: 藤井秀人、LY Sarann)

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

(題目 1-1) トンレサップ湖の湖面反射率について MODIS-Aqua 画像や Landsat 画像を分析し、メコン川の逆流量や流域降水量などと分光反射率の関係を調べた。この結果、季節ごとの懸濁物質の濃度分布の特性を明らかにした。また、雨季におけるメコン川からの流入量が濁度を規定している可能性、トンレサップ湖氾濫域に広がる浸水林が湖本体の懸濁物質濃度の低下に寄与している可能性が示唆された。

(題目 1-2) トンレサップ湖の北西部を中心に広がる浸水林の存在により、リモートセンシングによる氾濫域の推定精度が悪くなるため、浸水林の林床の氾濫状況を判別できる指標の開発を行った。また、DEM 情報を併用することによって 2 次元水理モデルの検証に利用できる氾濫マップを完成させた。

(題目 1-3) ADCP によるトンレサップ湖とトンレサップ川の定期観測をほぼ計画通り実施し、トンレサップ川については水理モデル検証用の流量データを得ることができた。しかしトンレサップ湖内は時期によって流速が小さすぎるため、ADCP でも正確な流量を観測できない場合が多く検討が必要である。水文モデル (GBHM) では精度向上のため、地上観測ベースの降雨観測網である GPM に加え、衛星降水データ GPCP (Global Precipitation Climatology Project) を活用し、衛星降水データにより計算精度の向上が図れることを示した。

(題目 1-4) 1 次元水理モデルでは、ADCP で観測された実測流量とモデルで計算された推定流量を比較し精度の検証を行った。2017 年のプレックダム地点における両者の流量の NSE (Nash-Sutcliffe model efficiency coefficient) は 0.92 と良好な一致を示した。メコン川流域の気候変動によるトンレサップ湖の流況に与える影響を評価するため、全球気候モデル (GCM) で予測された数値をもとに将来のトンレサップ湖の水位や氾濫面積の変化を予測するための計算を開始した。2 次元水理モデルでは、局所慣性方程式によるトンレサップ湖の 2 次元流れ解析モデルを完成させるため、トンレサップ湖及びその周辺の粗度係数などの水理・水文パラメータの同定を進めた。また、適切な境界条件の指定手法を検討し、満足できる計算精度と計算時間を達成でき、モデルはほぼ完成したため、当初の計画通り WG5 へモデルを引き渡した。3 次元水理モデル (TITech-WARM) では南部湖口付近の候補地域から実際の計算領域を設定し、同モデルを水上集落である Chhnok Trou 地区へ適用した。同集落はトンレサップ湖口にあり、複数流路が存在し、流動が複雑なため、3 次元モデルによる流動場について現地観測結果と比較を行い定量的な再現性を確認した。さらに水質モデルの組み込みに向けて、水上集落や河川等から流入した物質の輸送について試行計算を行い、水域内輸送の特徴を検討した。

②研究題目 1 のカウンターパートへの技術移転の状況

本グループ (WG1) では 2019 年 3 月にカンボジア工科大学にて学生及びステークホルダー向けのワークショップを開催した。ワークショップのテーマは「水理・水質モデルのためのリモートセンシング・GIS 及び 3 次元水理モデルの適用」で、次の 3 つの講演と演習を行った。1) リモートセンシング画像を用いた水質モニタリング手法、2) 3 次元水理水質モデルのトンレサップ湖 Chhnok Trou 水上集落への適用、3) ADCP により観測されたトンレサップ湖及びトンレサップ川の流況特性。

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

WG1 では気象観測装置を 3 セット購入し、2018 年 3 月に 1 セットをトンレサップ湖の水位観測点コンボンルオン (Kg. Luong) の水位観測塔 (水資源気象省: MOWRAM が管理) に設置したが、その一部が 2018 年 8 月末に盗難被害に遭った。同装置の対応と他の 2 セットの設置について、プロジェクト内及び気象

観測装置の譲渡先であるトンレサップ庁（TSA）と相談のうえ、これまで候補にあがった 6 地点の視察を行い、多角的に比較し検討した結果、気象データの活用面、観測装置の維持管理面などから、コンポジットの水位観測塔に再設置するのが最も良いという結論になり、JICA 本部の了解のもと再設置に向けた準備を行っている。

④研究題目 1 の研究のねらい（参考）

気候変動や上流ダム群の開発による水文水理環境への影響が懸念されるトンレサップ湖およびその氾濫域を対象に水文・水理プロセスのモデル化を行い、水環境解析ツール開発のための基盤を構築し、将来の影響についてシナリオ解析を行う。

⑤研究題目 1 の研究実施方法（参考）

（題目 1-1）2019 年度は題目 1-1～1-4 についてそれぞれ以下の内容について研究を進める。a) クロロフィル濃度が上昇する 3 月において可視光赤と短波赤外の反射率の比率が変化することが示されている。ここからクロロフィル濃度と分光反射率の関係について定量的な推定を試みる。b) 空間解像度 500m の MODIS 画像の分析により懸濁物質の空間分布とその規定要因の概要が明らかになったことから、空間解像度 30m の LANDSAT 等のデータを用いて局所的な懸濁物質分布やその規定要因の解明を進める。c) 水理モデルとリモートセンシングによる懸濁物質濃度分布推定結果との照合を進める。（題目 1-2）Landsat7 を利用して浸水林の林床の氾濫状況を判別できる指標の開発を行い、特定の年（2002 年）における判別精度は 86%と良好な結果を得られた。本指標の大洪水年や大渇水年への適用可能性は未検証であるため、2001～2018 年を対象に、開発した手法を適用し、判別精度の検証を行う。さらに、時間解像度の高い MODIS、空間解像度の高い Sentinel などの画像を利用し、機械学習や人工知能を活用した判別手法についても検討し、浸水林の林床の氾濫状況を判別できる手法を構築する。

（題目 1-3）ADCP を利用してトンレサップ川の Prek Kdam、Chhnok Trou、Chakto Muk の 3 地点で定期観測を行い、トンレサップ湖への水の流入流出量を正確に測定する。

（題目 1-4）1 次元水理モデルでは、メコン川流域の気候変動によるトンレサップ湖の流況に与える影響を評価するため、MIROC3 や HadGEM2 などの全球気候モデルで予測された数値をもとに 2050 年頃のトンレサップ湖の水位や氾濫面積を計算しその変化を予測する。2 次元水理モデルは流動計算部分が完成したため、H31 年度以降は水質計算への拡張を WG5 で行う。3 次元モデル（TITech-WARM）は、水上集落 Chhnok Trou 地区へ適用を行った結果、乾季後半の 2018 年 3 月では ADCP 観測値と良好に一致し、モデルの再現性が確認された。これを受け水位が上昇する雨季や大規模な逆流が継続する乾季から雨季への移行期間など、水理学的条件が乾季と大きく変化する時期について、3 次元水理モデルの再現性を確認・検証を行う。

(3) 研究題目 2：土砂動態・基礎水質の解明（リーダー：吉村千洋、OEURNNG Chantha）

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

平成 31 年度まで予定している 3 年間の定期水質調査を継続しつつ、これまでの現地調査と実験の結果を取りまとめ、その水質形成過程の解明を進めた。具体的には図 1 に示した季節ごとの水質の定点観測を他のグループと連携して進め、平成 30 年 6 月で 2 年間の調査が完了し、9 月から 3 年目の調査を継続的に進めた（題目 2-1、2-2）。追加的に、水上集落と湖沼水質の関係を解明するために、他の研究グループと共同で比較的規模の大きな水上集落（Chhnok Trou）において、乾季と雨季に集中的な合同調査

を実施した。調査項目は水温、pH、電気伝導度、溶存酸素などの現地観測項目に加えて、カンボジア工科大学の実験室において、形態別の栄養塩、全有機炭素、浮遊物質の粒径や特性などの分析を進めている。なお、これらに必要な分析機器については6月の定期調査までに据付と研修を完了させ、カンボジア側の研究メンバーだけで分析できるように現地で指導を行った。

そして、定点での水質の連続観測を実現するために、水質観測システムをトンレサップ庁と連携して導入する準備を進めた(題目 2-3)。平成29年度までに水質観測システムの本体をトンレサップ庁に調達しており、平成30年度中の設置に向けてその図面を共有して工事の行程を協議した。ただし、研究項目1で進めた気象観測装置の設置に関して盗難事件が発生したため、水質計の設置については慎重に進めることとし、平成31年度には技術者が定期的に水質計を持ち込む体制で約半年程度定点観測を進めた上で、具体的な設置工事を行うこと方針を採用した。いずれにしても、定点での連続観測も開始することで、これまで以上に土砂および基礎水質の時空間分布が把握できるようになり、流動・水質モデルを作成するための基盤情報を蓄積する。これらの結果は、トンレサップ湖で求められる長期的な水質モニタリングの枠組みの提案にも活用される。

また、浮遊物質や底泥と栄養塩動態の関係については、これまでの実験結果を整理し(湖沼全域と水上集落の2つの空間スケールにおいて)、水質モデルに必要なパラメータを抽出すると同時に、学術誌や学会でのアウトリーチを進めた(題目 2-4)。

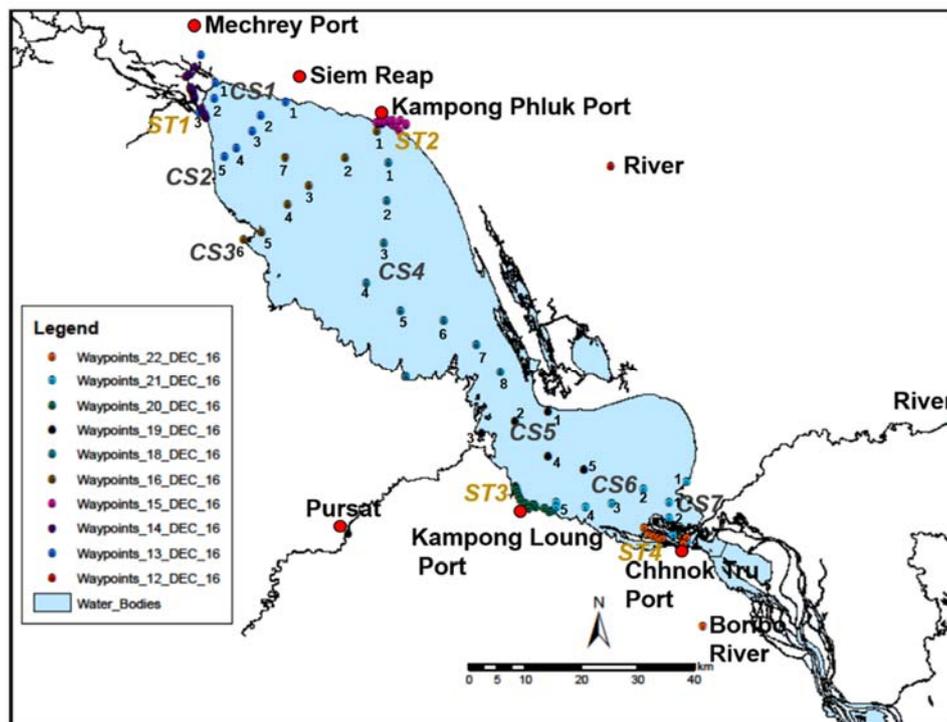


図1 トンレサップ湖における水質モニタリング地点(湖沼と流入河川)(研究題目2・4共通)

②研究題目2のカウンターパートへの技術移転の状況

現地調査の準備、採水や採泥の方法や野外調査用の機器の使用方法及び校正法、水質の基礎知識および分析方法、水質データの解析およびその投稿に関して、統計解析や論文執筆に必要なスキルをカウン

ターパート（主にカンボジア工科大学とトンレサップ庁）へ技術移転した。今年度は特に多項目水質計のメンテナンス方法やデータのハンドリング（含精度確認）について、カウンターパートと協働で試行錯誤を繰り返しながら、トンレサップ湖のモニタリングに適した方法を探った。そして、水質の時空間データを整理・解析する手法についても、カンボジア工科大学で議論を行い共同でデータ解析を行った。その成果は熱帯湖沼環境の管理・保全に関する国際シンポジウム（平成30年9月）や世界湖沼会議（平成30年10月）に論文の形で投稿し、これらの国際会議においてカウンターパートの研究者が口頭で成果を発表した。

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

前述の成果に追加する形で、新たな展開として、水質の定期観測結果をリモートセンシング（衛星画像）と組み合わせて、湖沼表面の水質（土砂濃度、クロロフィルa濃度）を空間内挿する取り組みを始めた。これはグループ1やグループ4との連携による当初の計画にはない新たな展開である。そして、その成果を受けて、トンレサップ湖の長期水環境モニタリングに衛星観測技術を最大限に組み合わせて、モニタリングの効率化を図るというアイデアを本プロジェクトでは着想した。

一方で、現地観測用の多項目水質計の一部に調整や修理が必要な状態となっている。機材を頻繁に活用しているのは計画通りであるが、長期的に活用するためには日常的な機材のメンテナンスが今後の課題となっている。

④研究題目2の研究のねらい（参考）

トンレサップ川流域を対象として、土砂および基礎水質の動態に関するデータ収集、観測システムの拡充、栄養塩動態の解明などを通して、高濁度水域における水質形成プロセスを解明する。この成果を他のグループの成果と統合（研究題目5）することで、水環境解析ツールの開発につなげる。

⑤研究題目2の研究実施方法（参考）

平成31年度まで予定している3年間の定期水質調査を継続しつつ、これまでの現地調査と実験の結果を取りまとめ、その水質形成過程を解明する。そして、その結果に基づきトンレサップ湖で求められる水質モニタリングの枠組みを提案する。

具体的には図1に示した季節ごとの水質の定点観測を他のグループと連携して進め、平成31年9月までの定点観測を継続的に進める（題目2-1、2-2）。調査項目は水温、pH、電気伝導度、溶存酸素などの現地観測項目に加えて、カンボジア工科大学の実験室において、形態別の栄養塩、全有機炭素、浮遊物質の粒径や特性などを分析する。なお、これらに必要な分析機器については平成30年度に据付と研修が完了しており、カンボジア側の研究メンバーだけで分析できるように現地で指導を行う。

そして、定点での水質の連続観測を実現するために、水質観測システムをトンレサップ庁と連携して導入する（題目2-3）。平成29年度までに水質観測システムの本体をトンレサップ庁に調達しており、平成30年度中の設置に向けてその図面を共有して工事の行程などの協議を進めている。このように基礎水質項目について定点での連続観測も開始することで、これまで以上に土砂および基礎水質の時空間分布が把握できるようになり、流動・水質モデルを作成するための基盤情報を蓄積する。

また、浮遊物質や底泥と栄養塩動態の関係については、これまでの実験結果を整理し、水質モデルに必要なパラメータを抽出すると同時に、学術誌や学会でのアウトリーチを進める（題目2-4）。

(4) 研究題目 3 : 化学物質動態の解明 (リーダー: 日野出洋文、KUOK Fidero)

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

残留性有機汚染物質 (POPs) を定性・定量分析するために GC/MS/MS が 2018 年 3 月に設置にされ、その分析方法に関するトレーニング等を行い、その結果、POPs 分析がカンボジア側 (カンボジア工科大学内) でも可能となった。当初の予定では、今年度も POPs の動態解明を行う (題目 3-1、3-2) 目的で、3 回のサンプリング調査 (データ収集) を行う予定であったが、GC/MS の稼働が遅れ、これまで採取した試料の分析がまだ終了していないこともあり、今年度 3 回目 (3 月) のサンプリングを中止し、2 回調査を行った。期間は、1) 2018 年 6 月 5 日 (火) から 6 月 11 日 (月)、2) 2018 年 10 月 1 日 (月) から 10 月 3 日 (水) であった。

GC/MS の搬入が当初予定より大幅に遅れたものの、現地カンボジアでの分析実績を踏まえ、今年度も、湖水サンプルを日本に持ち帰ることはせず、POPs の定性・定量分析については全てカンボジア工科大学で実施することとした。日本側としては、今年度も底泥の試料のみを持ち帰り分析を行った。サンプルの分析は、相同定を粉末エックス線回折にて、重金属分析をプラズマ発光分光分析法 (ICP-AES) および蛍光 X 線分析装置 (XRF) を用いて行った。なお、サンプリングはこれまで同様にトンレサップ湖の 18 地点で行った (図 2)。

底泥試料の金属成分分析の結果、高濃度の重金属は観測されなかった (下記図 2 参照)。また、堆積物の主成分はケイ素 (Si) であり、貝殻を含んでいるため、炭酸カルシウムの多く含まれるという結果が得られた。

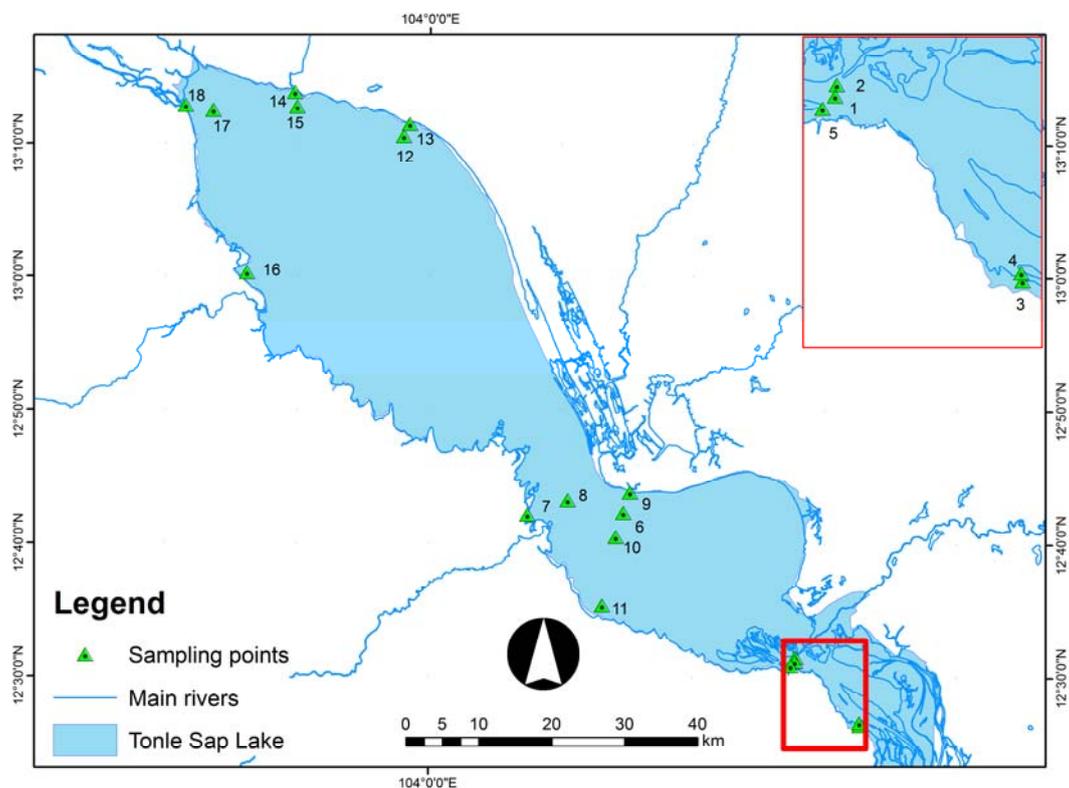


図 2 サンプリングサイト

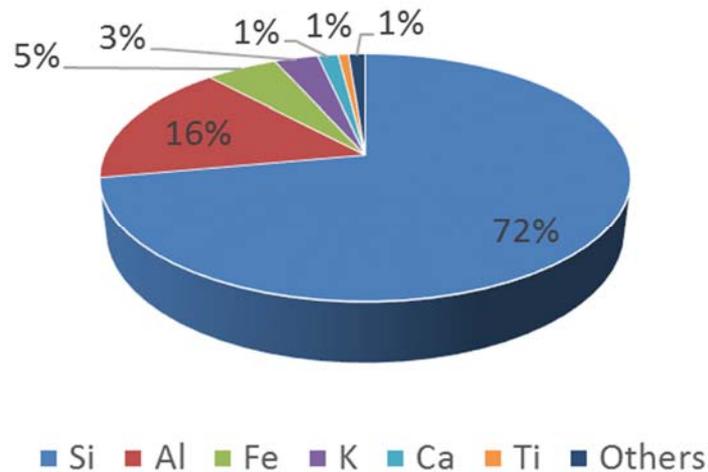


図3 トンレサップ湖堆積物の主成分

2018年3月に設置したGC/MS（カンボジア工科大学内）により、カンボジア側での農薬等の有機化合物の分析が可能になったことから、同様に採取した湖水試料の分析を行った。表1および表2に観測された有機化合物の例を示す。

表1 GC/MSによる湖水中のPOPs成分の分析結果（一例）

	Compounds	Concentration (ppb)	Note
1	Acetophenone	0.404	Flavour ingredients
2	3- & 4-tert-Butylphenol	0.164	Adhesive, phenolic resin, surfactant
3	Butyl benzyl phthalate	0.143	Synthetic resin, plasticizer
4	Di-isobuthyl phthalate	1.06	Plasticizer
5	Dimethyl phthalate	0.037	Plastic raw materials
6	Di-n-buthyl phthalate	5.614	Fiber lubricant
7	Diphenthyl phthalate	0.209	Plasticizer
8	3,5-di-tert-Butyl-4-hydroxybenzaldehyde	0.086	Food additives
9	Di(2-ethylhexyl)adipate	1.489	Plasticizer
10	Tributyl phosphate	0.416	Stabilization agent
11	Tris(1,3-dichloro-2-propyl)phosphate	0.1	Fire-retardant
12	Diethyltoluamide	0.007	Repellent
13	Atrazine	0.012	Herbicide
14	Mefenoxam	0.414	Fungicide

表 2 各地点での湖水中の POPs 成分の分析結果

	Insecticide	Herbicide		Fungicide				
	DDTs	Dimethylvinphos	Pyridaben	Dimethomorph	Chloroneb	Hymexazol	Metaxyl	Propiconazole
<i>N. notopterus</i> (Trey Slat)	147.8	ND	106	ND	ND	ND	ND	377
<i>H. dispar</i> (Trey Khmann)	131.8	49	ND	164	ND	1000	ND	ND
<i>P. jullieni</i> (Trey Trawsak Sor)	16.5	ND	ND	ND	60	1016	ND	ND
<i>C. micropeltes</i> (Trey Chdor)	18.5	ND	ND	ND	22	ND	ND	ND
<i>B. dinema</i> (Trey Khlang Hay)	9.9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>P. proctozysron</i> (Trey Chakraing)	88.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>B. microlepis</i> (Trey Proma)	8.7	ND	13	ND	ND	ND	ND	ND
<i>P. hypophthalmus</i> (Trey Pra)	ND	ND	28	50	ND	ND	9	ND
<i>C. enoplos</i> (Trey Chhkok)	ND	ND	20	ND	ND	ND	ND	ND
<i>P. larraudii</i> (Trey Po)	ND	ND	ND	244	ND	ND	ND	ND

この結果のように、「13. Atrazine」、「14. Mefenoxam」の農薬以外の多くの有機化合物が観測され、環境ホルモンである DDT (有機塩素系の殺虫剤) も多くの地点で確認された。また、同時に採取したトンレサップ湖の魚からも農薬が観測されており、今回の測定濃度は微量ではあるものの、生物濃縮の可能性があるため継続的なモニタリングが必要である。農薬等の分析結果は、「The 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Phnom Penh, Cambodia, September 2018」において口頭発表を行った。また、日本側においては、採取した底泥の分析結果を基に、その有効利用の一環として底泥からのゼオライト合成を行い、その結果を同様に、「The 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Phnom Penh, Cambodia, September 2018」においてポスター発表を行った。

今後も、導入した GC/MS を活用し、湖水試料及び魚類の農薬を含む POPs の同定および濃度分析を行い、トンレサップ湖における汚染物質の分布状態の把握を行う。これまでと同様に定期的な観測を行うことで「雨期」、「乾期」における変動および、トンレサップ湖に流入する河川との関係および水上集落との関連性についても引き続き検討する。それらのデータ等を「グループ 6: モデル化」および「グループ 7: リスク評価」への情報提供も行う (項目 3-1・3-2・3-4)。

有機物等の簡便な定性・定量分析法については、発色法や分光法等の検討を行う (項目 3-3)。また、特定した POPs に関して、他の有機物で既に検証している光触媒による分解除去や安価な活性炭等の吸着材を用いた吸着除去の検討を行うとともに分解過程の検討を行う (項目 3-4)。

②研究題目 3 カウンターパートへの技術移転の状況

微量農薬を含む POPs 分析に必須である分析装置 GC/MS (2018 年 3 月にカンボジア工科大学に設置・稼働) に関して、これまで日本においてトレーニングを行ってきた。日本側で使用できる分析装置および実験手法等の共有を行い、併せて GC/MS の装置の基礎的なトレーニングおよび分析用試

料の実習を含めた前処理・調整法の習得を行うことができた。このような取り組みをプロジェクト前半に実施してきたため、GC/MS を用いた微量分析をカンボジア側でスムーズにすぐ実施することができ、本プロジェクトにおける湖沼環境管理への貢献および、今後のカンボジア工科大学での他の研究等への活用が期待できる。

③研究題目 3 当初計画では想定されていなかった新たな展開

GC/MS の設置が遅れたため、これまで採取した試料の分析が進んでおらず、当初の計画では、年 3 回の試料採取を行う予定であったが、2 回に留まり当初の計画より遅れている。

また POPs の分析に関しても、全ての地点での分析がまだ終了しておらず、農薬を含め、化学物質の特定に至らなかった。これまで採取した試料の分析の完了および、2019 年度での同一地点での調査結果を基に対象物質の特定および除去手法の確立を行う必要があると思われる。

④研究題目 3 研究のねらい (参考)

トンレサップ湖における環境汚染物質の特定およびその検出法の最適化を行い、その動態解明を行う。この成果は、他のグループの成果と統合することにより (研究課題 5)、水環境解析ツールの開発につなげる。この取組みは ASEAN 諸国の典型的な事例としてとらえ、その成果を ASEAN 諸国で適用できるシステムを構築する。

⑤研究題目 3 研究実施方法 (参考)

グループ 3 では、汚染物質として環境中での残留性が高い POPs (残留性有機汚染物質) を対象として、その検出方法の最適化と環境中での動態解明を行っている。トンレサップ湖の化学物質による環境影響を把握するため、トンレサップ湖および周辺地域のサンプリング地点を確定し、各地点からの試料の POPs を分析し、モニタリング物質の特定を行う計画である。そのために、モニタリング手法やサンプル分析の最適化を行う必要がある。2017 年度には、文献調査を取りまとめて着目すべき農薬をリストアップ (約 15 物質) した。その上で、トンレサップ湖の化学物質による環境影響を把握するため、トンレサップ湖および周辺地域のサンプリング調査を行い、各地点からの試料の難分解性有機汚染物質 (POPs) および重金属の分析を行った (項目 3-1・3-2)。

2018 年 3 月に導入した GC/MS に関して、カウンターパートのトレーニング等を行い、今後の分析・データ蓄積の基礎を構築し、併せて人材育成を実施した (項目 3-1・3-2)。

2018 年度には、2017 年度の調査試料の分析を行い、その測定結果を解析することでモニタリング物質の特定を行う予定であったが、GC/MS 設置が当初予定より遅れたため、この特定作業はまだ継続中である。2019 年もサンプリング調査を引き続き行い、時間的および空間的な物質の分布状態の変化等に関するデータの蓄積を行う。

また、トンレサップ湖および周辺の汚染物質に関する情報を整理した上で、2019 年度には大型機器を必要としない主要汚染物質の in-situ 定性および定量法の検討を行う (項目 3-3)。あわせて対象物質の除去法を含めた分解過程についても検討を行う (項目 3-4)

(5) 研究題目 4 : 病原微生物動態の解明 (リーダー : 丹治保典、TAN Reasmey)

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

湖上生活者の多くは排泄物を湖へ直接廃棄している。排泄物にはヒト感染性病原体が含まれる可能性が高く、湖水を適切な処理をしないまま飲料水として用いることで下痢をはじめとする様々な感染症の

蔓延が危惧される。ヒト排泄物の汚染指標細菌として大腸菌が用いられる。今年度はトンレサップ湖からトンレサップ川への出入りに位置する Chhnok Tru 地域に点在する湖上生活者の密集地（図 4）における大腸菌の濃度分布を測定した。実験はクロモカルトコリフォーム寒天培地を用い、各地点で採取した湖水試料をサンプリング地点で寒天培地に塗布し、Chhnok Tru の滞在ホテルで昼夜培養することで現地測定を可能にした（研究項目：4-1、4-2）。

クロモカルトコリフォーム寒天培地は大腸菌 (*E. coli*、赤表示) 以外にも大腸菌群(Coliform、紫表示)、及び一般細菌 (Others、灰色表示) の計測ができる。大腸菌はヒトを含む温血動物の腸内細菌を代表する菌種であり、その存在は温血動物の糞便汚染の指標となる。一方、大腸菌群は温血動物の腸内細菌叢にも含まれるが、様々な自然環境にも存在することからヒト糞便の直接的指標にはならない。

観測地点で(P: Port)は小河川がトンレサップ湖に流入する河口を指し陸上住居が密集し、湖上生活者の物資を運搬するための拠点であり人口が密集している。測定結果を図 5 に示すように、地点 P における大腸菌濃度 (CFU (Colony Forming Unit)/ml) は数十～数百であり、日本における都市下水の値 (数千 CFU/ml) に近く、汚染度合いが高い。各菌種の濃度は一般細菌>大腸菌群>大腸菌であり、その傾向は日本の都市下水と類似していた。河口を少し離れた位置 (LW : Lake Water) に点在する湖上生活者が居住する近辺の値は P 地点における値の 1/10～1/100 であった。さらに、上流部に位置する地点 (UP: Upstream)、および下流部 (DW: Downstream) における値も低いことから P における大腸菌高濃度河川水が湖に流入すると比較的速やかに大腸菌濃度が減少することが示された。

上記結果を研究題目 6 (リスク評価とシナリオ解析) が開発したトンレサップ湖におけるリスク評価モデルに組み入れることで、ヒト糞便由来の病原菌が影響する時空間を推定することが可能になった (研究項目：4-4)。

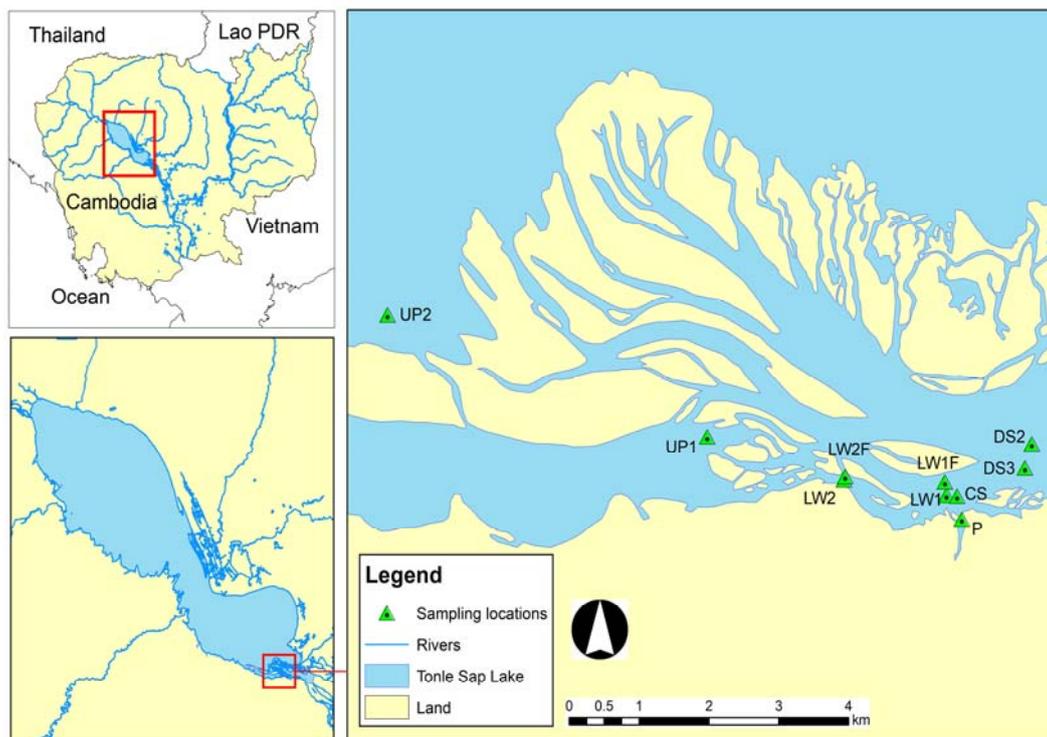


図 4 Chhnok Tru におけるサンプリング地点 (P: Port、C: Cross section of canal and lake、LW: Lake

Water、 LW#F: Lake Water distant from the house、 UP: Upstream、 DW: Downstream、 河川水の流れ UP→DS)

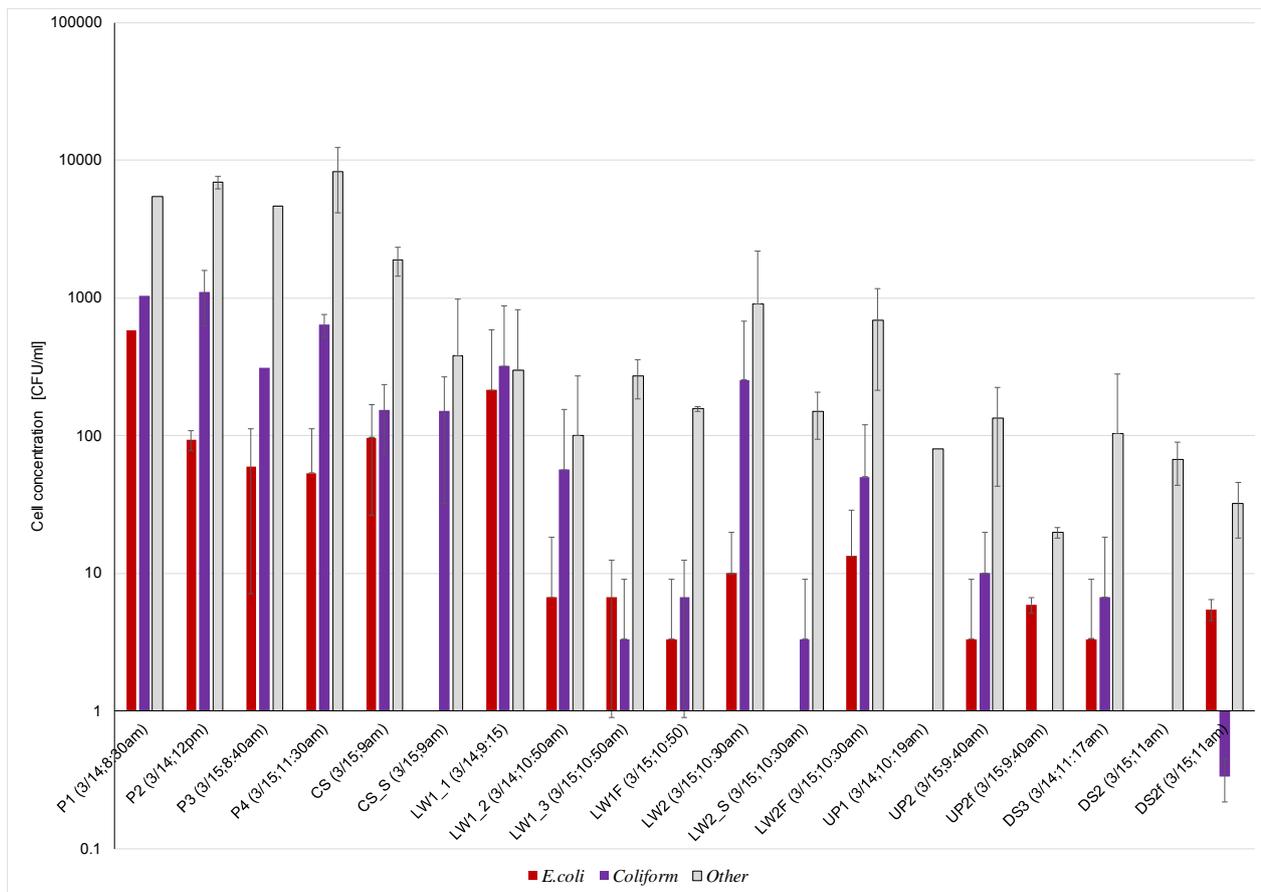


図 5 Chhnok Tru 近郊における湖水大腸菌濃度

藍藻毒の発生調査に関しては、2016年8月から2018年3月までに実施された計6回の野外調査試料の分析を継続するとともにデータの取りまとめを行った。WHOのガイドライン値と比較すると、2017年乾季においてKampong Phluk港付近の2地点でガイドライン値を上回る藍藻毒濃度が検出されたものの、他の水域もしくは雨季(73地点)においてはガイドライン値を上回ることにはなかった。また、2017年乾季のKampong Phluk港付近ではクロロフィルa濃度も非常に高く、部分的ではあるもののアオコの発生が目視により確認できた。さらに、アオコが発生している水域ではpHが9程度と高い値を示し、光合成の炭酸消費が確認された。

藍藻毒の発生要因を明らかにすることを目的として、藍藻毒濃度(クロロフィルa当たり)と水質データの関連を調べたところ、銅やニッケルなどの重金属濃度と藍藻毒濃度に弱い正の相関がみられた。自然環境中において、藻類の増殖や代謝は、種々の環境・水質因子の時空間的な変動や他の生物との競争等により影響を受けると考えられる。従って、野外調査結果から推測される藍藻毒生産と金属イオン濃度の関係性を明らかにするため、培養株(Microcystis)を用いた室内培養試験を行った。その結果、異なる金属イオン濃度で培養を行うことで、細胞酸化ストレスおよび藍藻毒濃度に変化がみられた。培地中の銅と亜鉛などの重金属濃度が高くなると(通常の培地の2~10倍程度)、酸化ストレスならびに細胞当たりの藍藻毒生産量が大きくなった。いずれの金属イオンでも細胞酸化ストレスが上昇することによ

り細胞当たり藍藻毒濃度が増加する結果となった。そこで、室内培養試験で得られた、酸化ストレスと藍藻毒生成量について、回帰分析を実施した結果、正の有意な相関がみられた。すなわち、酸化ストレスの上昇により藍藻毒生成が活発化したことが示唆された。以上の藍藻毒の発生に関する知見は、水上集落などの栄養塩の人為的負荷だけでなく、金属イオンなどの水質因子も藍藻毒の発生に関与していることを示唆する。

②研究題目4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（ITC）における実験室での活動が増えていることから、学生達には乱雑な状態の実験室では火災や事故などが起こりやすいこと、実験結果の精度や信頼性も低くなるため、常に部屋の状態をきれいにする習慣の必要性を伝えた。また、ITCの学生4人と共にプロジェクト内実験室の清掃、整理整頓を行い、清掃後には、各学生に研究の進捗状況および課題や問題点を説明してもらい2018年6月末の卒業研究論文提出に向けての議論を行った。

具体的な実験としては、トンレサップ湖、トンレサップ川、メコン川、市内の下水、といった環境試料から抗生物質含有培地および各種微生物選択培地を用いてそれぞれ分離した細菌の16S rRNA遺伝子のPCRを行った。電気泳動用のアガロースゲル作り、PCR、ゲル電気泳動と染色による遺伝子増幅の確認を行った。昨年度は従来法である培養法の実験であったが、今年度は今回の実験で行ったように、培養実験に加えて遺伝子実験もスタートさせたことは、大きな進歩であると考えられる。今後は、現地での遺伝子実験に必要な試薬(PCR酵素やプライマーなど)の迅速な調達、DNAシーケンス解析(現在は日本での解析)の依頼、などまだ課題は多いものの、次世代に繋がるステップであると期待される。また、カンボジアでは、現在でも地方都市の住民やトンレサップ湖の水上生活者は、雨水や湖水を塩素(次亜塩素酸)、凝集沈殿処理を行うことで生活用水にしている。そのため、それらの処理が微生物(細菌、ウイルス)除去・不活性化に有効かどうかを調べる必要がある。そこで、後半では、学生と共に比色法による遊離塩素濃度および全塩素濃度測定を行った。その結果、調整した次亜塩素酸カルシウムの理論値と比色法による測定値に差がみられた。その理由として、標準液調整の際に一部塩素が揮発してしまうことが考えられた。しかし、塩素濃度と測定値には線形関係が得られたため、本手法による測定は適用できると思われる。ITCの学生は既に細菌、ウイルスの定量方法は修得しているため、塩素処理に関しても同様に行い、処理前後の塩素濃度を測ることが可能である。このような一つ一つの実験技術の継承をITCの各学生に行った。

分析技術や先端の実験手法の移転に加え、水環境の調査研究を推進するための基盤知識や解析ツールを習得することも、カウンターパートの自立的発展のために重要と考えられる。そこで、2018年12月にカンボジア工科大学において「環境中での微生物生態学（Microbiological Ecology in the Environment）」に関するワークショップを開催した。ワークショップは二部構成で行われ、前半は環境中の微生物生態学の紹介を行い、後半は水質モデリングの紹介と演習を行った。前半部では、「微生物とは何?」「なぜ微生物が大事なのか?」「微生物はどこにいるのか?」「微生物はどうやって識別されるのか?」など、種々の側面からの講義を行った。例えば、微生物は、水、土壌、空気、人体など、あらゆる環境で見つけることができ、それぞれの微生物の体積は非常に小さいが、総体積は人間のおよそ1,000倍以上大きいと推定されること、また、種々の環境下において微生物はコミュニティを作り、生態系の物質循環において重要な役割を果たしていることなどが紹介された。さらに、水環境中の微生物に焦点を当て、水中微生物によって引き起こされる種々の問題（例えば、水系感染症、毒性アオコの

発生、異臭味)を紹介した。そして、これらの問題を解決するためには、微生物群集を明らかにしたうえで、水環境への栄養負荷を減らすことが必要であることを説明した。また、本プロジェクトで実施している、遺伝子解析に基づくトンレサップ湖の微生物学的水質を紹介し、水質と微生物の関係性について参加者と議論した。

ワークショップ後半の水質モデリングでは、Visual MINTEQ (化学平衡計算ソフトウェア) の紹介と計算の演習を行った。Visual MINTEQ は世界中の多くの研究者に使用されており、無機物 (金属、陽イオン、陰イオンなど) や有機物 (天然有機物など) の化学反応 (錯化、酸塩基、炭酸塩、吸着・脱着など) を対象とした研究に有用である。このワークショップでは、有毒重金属のスペシエーション計算法を例として、Visual MINTEQ を活用した水質の化学平衡計算を行った。参加者は、各自持参した PC への Visual MINTEQ のインストール、入力水質・環境パラメータの準備、出力データの分析と解釈の方法について習得した。水環境中において水質と微生物が密接に相互作用していることを考えると、ここで紹介した水質計算ツールは、トンレサップ湖を含む淡水湖の水質管理と健康リスク評価に役立つと考えられる。

③研究題目 4 当初計画では想定されていなかった新たな展開

水上集落での調査の結果、比較的裕福な湖上生活者は飲料水プラントで製造された水を購入し飲料水として使用していることが新たに分かった。製造プラントの概略を図 6 に示す。湖水は以下のプロセスを経て精製される。

1. 湖中央部から曳舟により湖水をプラントまで牽引する。曳舟の中に貯めた湖水に凝集剤 (PAC (ポリ塩化アルミニウム、1 ドル/kg) を投入し、凝集物を重力沈降により除く。
2. 凝集物を除いた処理水を活性炭カラムに通し、不純物を吸着除去する。
3. ナノフィルターを通し、細菌を除く。
4. 20L のプラスチックボトルに詰め、出荷する (\$0.75/20L)。

一方、湖上小学校の児童は簡易フィルターを用い処理した湖水を飲料水として用いている (図 7)。湖の水を手動により直接ホースで簡易フィルターに引き込み、フィルターを通った処理水が上方の出口から排出される。

図 6 及び図 7 に示した方法で製造された飲料水 3ml を 2 倍濃度の Mueller-Hinton Broth-3ml に添加し、培養した際の濁度 (OD₆₆₀) の変化を示したのが図 8 である。培養は何も加えないコントロール条件 (Ctr) に加え、抗生物質 3 種をそれぞれ加えた条件を設定した。使用した抗生物質は Meropenem (Mem、5µg/ml)、Ciprofloxacin (CF、5µg/ml)、および Kanamycin (Kan、50µg/ml) である。図 6 で示したプラントで製造された飲料水は抗生物質の有り無しに関わらず、濁度の上昇を伴う菌体の増殖は認められなかった。一方、児童が飲料水として用いている水試料は抗生物質の有り無しに関わらず、濁度の上昇を伴う菌体の増殖が認められた (研究項目: 4-2、4-3)。

藍藻毒の発生調査に関しては、細胞当たりの毒素濃度が金属イオン濃度と相関を示したことはこれまでにない新たな知見となる。藍藻毒の既往研究の多くが窒素やリンなどの種栄養塩を対象とした調査を行っているが、今後も金属イオン濃度に着目した藍藻毒の発生調査を推進することにより、藍藻毒はどのような金属イオンと関連があるのかを明らかにすることができると考えられる。それにより、栄養塩のみならず金属イオンの濃度や発生源も考慮した総合的な水質管理による藍藻毒の発生制御につながる可能性がある。

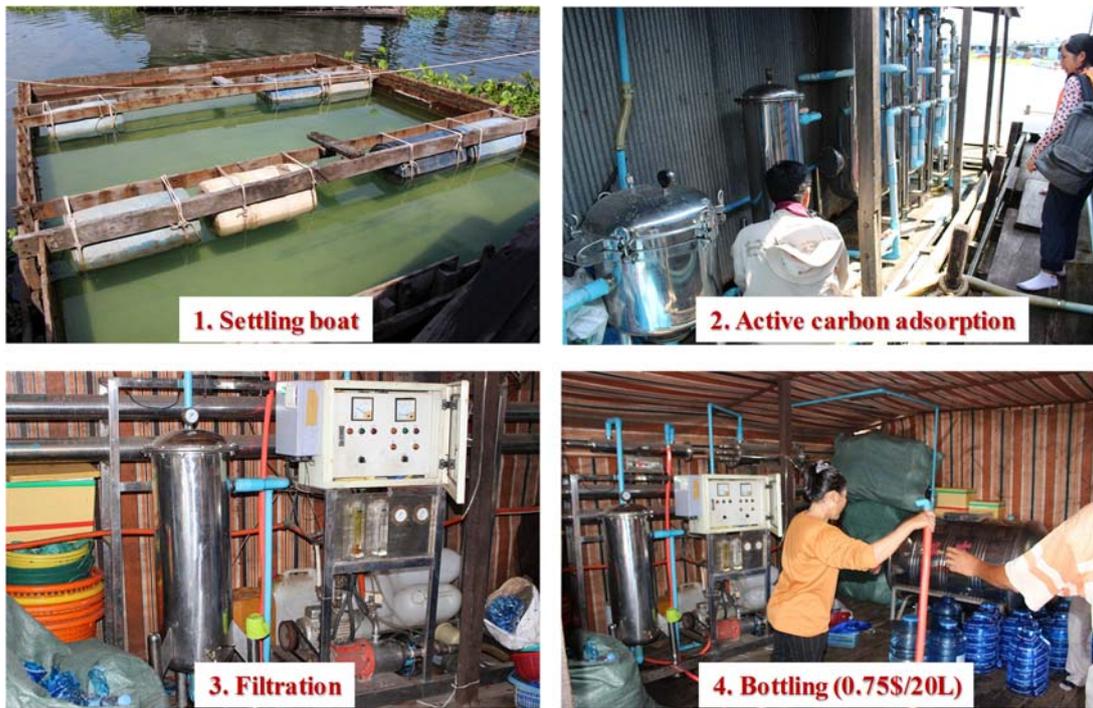


図 6 飲料水の製造プラント



図 7 湖上小学校における飲料水の製造

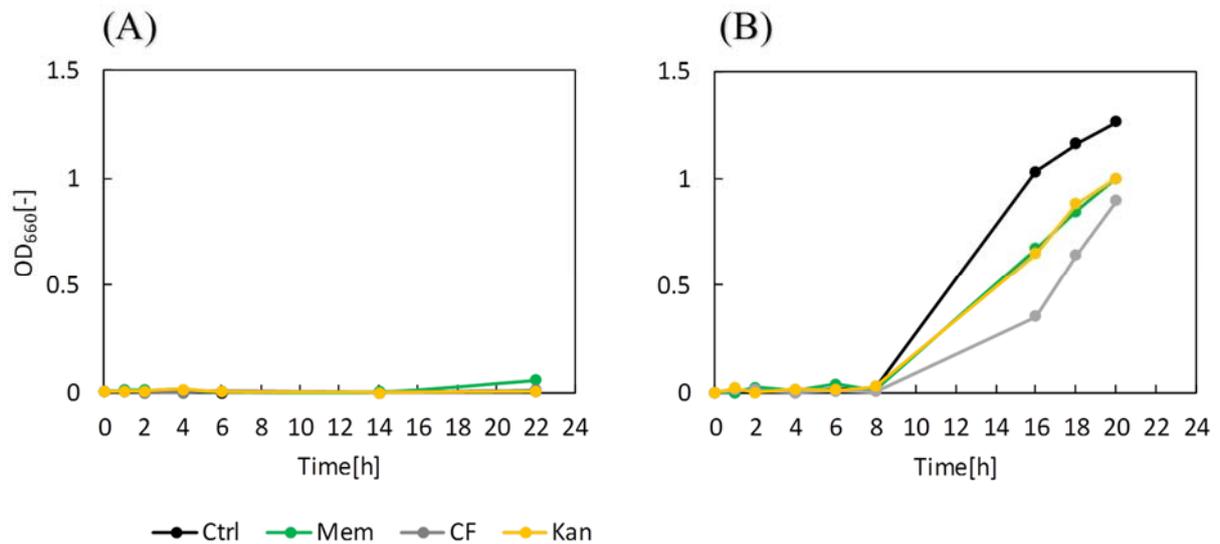


図8 飲料水の培養実験 (A. 製造プラントの飲料水、B. 小学校の飲料水)

④研究題目4 研究のねらい (参考)

大腸菌はヒト消化管に定住する常在細菌であり、その存在は水環境がヒト糞便で汚染されていることの指標となる。今年度の調査により人口が比較的密集し、流れが滞留する河川周辺部で比較的高濃度の大腸菌が検出された。しかし、河口から少し離れ、湖水流速が早い領域においては10CFU/ml以下であった。前年度の研究により、大腸菌の湖水実環境における半減期(生菌濃度が半減する時間)は1日以下であり、大腸菌に代表されるヒト腸内細菌は比較的速やかに死滅し、さらに流れによる希釈効果により、ヒト糞便による汚染の影響は限定的であると考えられた。一方、WG-6のアンケート調査によると湖上生活者の多くは湖水を生活用水や飲料水として用いている。一旦排出された腸内細菌の湖水実環境における半減期が短いと言っても、死滅するまでの間に経口摂取するリスクは高い。湖水を飲料水として用いる際の適切な処理方法を提言する必要がある。2019年度WG-4の研究実施項目の一つに、凝集剤と次亜塩素酸処理による安価で確実な湖水処理方法の確立を挙げている。

湖上生活者の多くは様々な抗生物質をヒトおよび養殖魚の感染予防/治療に用いている(図9)。カンボジアでは医者処方箋がなくとも薬局で抗生物質を購入することができ、湖上小学校には常備薬として様々な抗生物質が保管されていた(図9-2)。養殖魚用の抗生物質は安価であり、エサと混ぜ床下に飼育する魚に摂取させる(図9-1、3、4)。従って大量の抗生物質が湖水環境に排出されていることが危惧される。簡易フィルターでろ過した小学生の飲料水を抗生物質を含む培地で培養したところ、4種の抗生物質(Meropenem(5μg/ml)、Ciprofloxacin(5μg/ml)、およびKanamycin(50μg/ml))存在下で細菌の増殖が認められた(図8-B)。増殖した細菌は抗生物質耐性菌と定義できる。非病原菌が薬剤耐性能を獲得しても直接的問題は無い。しかし、病原菌が抗生物質耐性化すると感染時に治療手段が無くなる(研究項目:4-2)。

藍藻類は他の植物プランクトンと比較して30°C以上の高温環境でも生息可能であり、富栄養化が進行した湖沼において、日照時間や水温が増加する夏季や水質が悪化する乾季に大量発生しやすい。アオコが発生すると、死滅した藻類細胞の分解により底層の貧酸素化を生じる。さらに、藻類由来代謝物は

水処理において異臭味や消毒副生成物を生じる場合がある。また、藍藻類の中には毒素を生産する株も存在し、その中でも肝臓毒であるミクロシスチンは、世界各国の湖沼において最も頻繁に観測されている藍藻毒である。トンレサップ湖におけるこれまでの藍藻毒の発生調査から、Kampong Phluk 港付近において乾季に高いミクロシスチン濃度が観測されており、また、ミクロシスチン濃度は銅やニッケルなどの金属イオンと関係があった。今後は、重金属類を含む多種多様な元素がミクロシスチンの生成に及ぼす影響を明らかにする室内実験を実施することで、トンレサップ湖において藍藻毒の発生に關与する水質・環境因子の抽出を行う。



図9 湖上生活者が用いる抗生物質

⑤研究題目4 研究実施方法（参考）

1 Chhnok Tru 水上生活者周辺の大腸菌濃度測定

Chhnok Tru 地域に点在する湖上生活者密集地の衛生指標細菌(大腸菌)濃度測定を雨期(9月中旬)に行う。昨年度末(2019年3月)に実施した乾期のデータと合わせ、季節的要因を確かめる(項目4-1、4-2)。

2 湖水を飲料水として用いるための処理方法の検討

湖上生活者の多くは湖水を生活用水として用いている。今年度は簡易且つ安全な湖水の処理方法を提言するために、凝集剤と次亜塩素酸処理を組み合わせ、大腸菌およびT4ファージ(モデルウイルス)を指標に処理の最適化を図る(項目4-2)。

3 抗生物質耐性菌の同定と定量化

培養実験によりトンレサップ湖水には抗生物質耐性菌が多く含まれることが示された。今年度は抗

生物質耐性に関わる遺伝子をターゲットに、PCR法により抗生物質耐性菌の同定と定量化を図る（項目4-3）。

4 藍藻毒の発生調査

藍藻毒の発生要因を明らかにすることを目的として、室内培養実験系において種々の元素濃度（重金属濃度等）を変化させ、藍藻毒生成の応答を調べる。さらに、トンレサップ湖と国内の湖沼複数についての藍藻毒ならびに水質データ（特に重金属データ）を取りまとめ統計解析を行うことで、藍藻毒発生に及ぼす水質因子の知見を集積する（項目4-1、4-2）。

(6) 研究題目5：水環境管理ツールの開発（リーダー：吉村千洋、Kong CHHUON）

① 研究題目5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

水環境管理ツールの開発を引き続き進めた。具体的には、土砂、有機物、栄養塩、化学物質、微生物の各変換過程を定式化した上で、グループ1が開発しつつある2次元流動モデルに組み込む作業を開始した（項目5-1、5-2）。今年度には物質動態を表現するために物質量（濃度）を新たな変数として組み込み、移流拡散現象を再現できるようにした。つまり、トンレサップ湖全域を対象とした2次元の流動モデルに水質コンポーネントを追加し、その計算精度の確認や計算誤差の十分に小さくする作業を始めた（項目5-3）。

なお、このような流動プロセスで水質を表現する取り組みに加えて、栄養塩収支の観点から湖沼における富栄養化度と水文プロセス（水位変動や滞留時間など）の関係を解明する取り組みも実施して、一般的な浅水湖と比較することでトンレサップ湖の一次生産過程の特徴を明確にした（項目5-3）。

② 研究題目5のカウンターパートへの技術移転の状況

本研究グループでは、カンボジア側のメンバーも含めて主にトンレサップ湖全域を扱う統合モデルの開発に着手した。カンボジア側とその概要を確認した上で、カンボジア側は河川流域の流出モデル・物質輸送モデルを適用すると同時に、このような河川モデルと流域土地被覆の変化を記述するモデルを組み合わせることが可能となった。これにより森林や農地などの変化が水文や水質形成のプロセスに与える影響を定量的に評価することが可能となった。

さらに、昨年度に引き続き、河川の水文モデル（GBHM）や土砂輸送モデルについてもカンボジア工科大学においてワークショップや個別の研修を行い、水文・水質モデルを活用したシナリオ解析や環境管理に関する技術移転を積極的に実施した。そして、その上で、2次元の流動モデルを基盤とする水質モデルの開発に向けて、その分担体制を明確化した。

③ 研究題目5当初計画では想定されていなかった新たな展開

当初の計画通りプロジェクトの準備が進んでいる。新たな展開として、カンボジア側のメンバーがリーダーシップを取って河川流域の各種モデルの適用を進めており、水上集落の分布のモニタリング、河川流域の土地被覆のモデル化などにも追加的に取り組んでいる。なお、そのためにカンボジア工科大学の研究者が新たに本プロジェクトのメンバーとして追加された。

また、開発を進めている水環境解析ツールは3つの異なる空間スケールを3つの異なるモデルでカバーすることとしており、作業効率や予算執行を踏まえてプロジェクト全体で議論した結果、最も大きなメコン川流域スケールについてはグループ1（研究題目1）で、トンレサップ湖流域についてはグループ5（研究題目5）で、水上集落スケールはグループ6（研究題目6）で開発やシナリオ解析を進める

形にプロジェクト全体の体制を改良した。

④研究題目 5 研究のねらい (参考)

研究項目 1 で得られる水文・水理モデルを本題目で開発する浮遊砂モデルと統合し、さらに研究題目 2～4 で解明される各水質形成プロセスを水質モデルとして組み合わせることで、水環境解析ツール (WEAT) を作成する。また、プロジェクト前半で得られる水質の時空間分布データを用いて水環境解析ツールの精度検証を行う。

⑤研究題目 5 研究実施方法 (参考)

上記のモデル開発を引き続きすすめることで、水環境解析ツールの開発を進める。土砂、有機物、栄養塩、化学物質、微生物の各変換過程を定式化した上で、グループ 1 が開発しつつある 2 次元および 3 次元の流動モデルに組み込む作業を開始する (項目 5-1、5-2)。平成 30 年度にはトンレサップ湖全域を対象とした 2 次元の流動モデルに水質コンポーネントを追加し、プロジェクト終盤でその検証が実施できるように進める (項目 5-3)。

また、このような流動プロセスで水質を表現する取り組みに加えて、栄養塩収支の観点から湖沼における富栄養化度と水文プロセス (水位変動や滞留時間など) の関係を解明する取り組みも開始して、一般的な浅水湖と比較することでトンレサップ湖の一次生産過程の特徴を明確にする (項目 5-3)。

なお、前述のように、水環境解析ツールは 3 つの異なる空間スケールを 3 つの異なるモデルでカバーすることとしており、最も大きなメコン川流域スケールについてはグループ 1 (研究題目 1) で、トンレサップ湖流域についてはグループ 5 (研究題目 5) で、水上集落スケールはグループ 6 (研究題目 6) で開発やシナリオ解析を進めることとしている。

(7) 研究題目 6 : リスク評価とシナリオ解析 (リーダー : 渡部徹、IN Sokneang)

①研究題目 6 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

当初の計画では、健康リスク評価のためのデータ収集のための調査を今年度で終了するはずであったが、幾つか不足しているデータがあるため、次年度も継続することとした。この規模での村落調査は珍しく、当該地域の住民の生活や考え方を特徴づける貴重な情報が得られるものである。同じくリスク評価に必要な水や食品 (魚を対象に絞った) のサンプルの採取や分析も実施しており、また、湖水の流動モデルと組み合わせたリスク評価モデルの開発に向けた取り組みはおおむね予定通りに進んでいる。

②研究題目 6 のカウンターパートへの技術移転の状況

ベースライン調査の結果にもとづいて健康リスク評価シナリオを提案するための解析手法やノウハウを伝えた。また、カウンターパートを日本に招へいし、各種サンプルからの健康リスク物質 (重金属、糞便汚染指標微生物、薬剤耐性菌) の検出手法に関するトレーニングも実施した。

③研究題目 6 当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし。

④研究題目 6 研究のねらい (参考)

現状の水環境汚染に起因する健康リスクを定量的に評価する。3 次元流動モデルを活用したリスク評価モデルを開発し、将来に向けた環境保全に関するシナリオを複数設定することで、その中でリスク低減の観点から有効と考えられる環境保全策を、経済学的な観点も考慮に入れながらカウンターパートに提案する。

⑤研究題目 6 研究実施方法（参考）

前年度に引き続いて、健康リスク評価の対象とする村落において調査を実施する。なお、この調査は本年度をもって完了し、その調査結果は、次年度以降にリスク評価手法の提案、リスク評価モデルの構築、さらにはリスク評価シナリオの検討に重要な情報となる。リスク評価に必要な水や食品のサンプルの採取や分析を、前年度に引き続き実施する（項目 6-1）。それらの情報をもとに、湖水の流動モデルと組み合わせたリスク評価モデルの開発を開始する（項目 6-2）。

(8) 研究題目 7：水環境管理ツールの社会実装（リーダー：NGOC BAO Pham 天沼伸恵）

① 研究題目 7 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

当初の目標はほぼスケジュールどおりに達成された。具体的な取り組みを以下にまとめる。

- ・第 3 回熱帯湖の保全と管理に関する国際シンポジウムを開催した。このシンポジウムには 150 名以上が参加し、80 本以上の論文発表があった。
- ・SATREPS ワークショップシリーズ第 10 回「アジア諸国における水のガバナンスの改善」を開催し、生徒たちに講義を行った（項目 7-4、7-5）。
- ・2018 年 10 月 16 日に茨城で開催された第 17 回世界湖沼会議において、ワークショップ「アジアにおける統合的湖沼流域管理（ILBM）のための情報プラットフォームの役割：SDGs のための教訓と道筋」を開催した。本ワークショップでは、アジアの 3 つの主要な湖である琵琶湖（日本）、ラグナ湖（フィリピン）、トンレサップ湖（カンボジア）の経験に基づき、統合的湖沼流域管理（ILBM）プロセスと持続可能な開発目標（SDGs）の観点から、情報プラットフォームの必要性和様式を議論した。著名な専門家が、発表とパネルディスカッションを通じて経験を共有した。
- ・本プロジェクトの活動について、各種メディア（プロジェクトホームページ、カンボジア工科大学のホームページ、プラットフォームの Facebook、カンボジア国営放送など）で広報活動を開始した（項目 7-5）。
- ・トンレサップ湖におけるアンケート調査の結果をまとめた章を、国連環境計画、カンボジア王立アカデミーと共同で 2018 年に韓国環境研究所が発行した本「アジアにおける環境持続可能性：持続可能な開発目標の実施における進捗、課題、機会 - シリーズ 2 -カンボジア」の章として出版した（項目 7-4）。

②研究題目 7 のカウンターパートへの技術移転の状況

上記の研究活動の結果として、国際シンポジウムの運営、情報基盤の整備と運用、研究者と環境管理者の連携方法、地域経済・環境の調査及び分析などに関して、カウンターパートへ技術移転が進んだ。また、特に熱帯雨林の保全と管理に関する国際シンポジウムの結果、カンボジア政府、ITC 及び数多くのカンボジア企業が、日本から移転された水分野における先進技術の移転の可能性を検討しており（水処理技術、水モニタリング技術および分析技術など）、カンボジアにおける新たな展開が期待できる。さらに、このプロジェクトの下で、我々はカンボジアのカウンターパートに広範囲にまたがる先進的な水技術と実験分析技術に関する知識、ノウハウを提供するための情報共有プラットフォームを確立する。

③研究題目 7 当初計画では想定されていなかった新たな展開

プラットフォームや情報基盤を整備した結果として、カンボジアの水環境に関する他の事業や取り組みとの連携の可能性が広がった。例えば、空芯菜を使った水の浄化と食糧生産、ホテイアオイからのバ

イオエタノールの生産、バイオトイレ、プラスチックゴミの回収システムなどに取り組み事業者との協議が本プロジェクトの前半3年間に行われた。このように本 SATREPS と連携する形でトンレサップ湖の持続可能性を高める連携が始まっており、シンポジウムやセミナーなどの機会を活用して、Win-Win の形で事業を進められるように取り組んでいる。

④研究題目7 研究のねらい (参考)

研究題目1から6で行われる水環境管理ツール開発やシナリオ解析の結果をトンレサップ湖の環境管理に活かすために、主に社会実装を担当する。また、研究成果のアウトリーチのための会議開催を行う。

⑤研究題目7 研究実施方法 (参考)

- ・第3回国際シンポジウムの成功を受けて、カンボジアのすべてのグループ及び関係者と緊密に協力し、第4回国際シンポジウムの開催(9月16~18日・プノンペン)に向けて準備を進めている。
- ・トンレサップ湖周辺の住民、カンボジアの政策立案者、その他の関連するステークホルダーを対象としたビデオクリップの短編と長編(クメール語、英語字幕付き)及びチラシを作成する(項目7-6)。
- ・各グループからの情報収集、カンボジアの行政官との意見交換等を通じて環境管理者や環境教育などに向けた配布資料の作成を開始する(項目7-6)。
- ・グループ7は「トンレサップ湖とその流域の統合的水環境管理」に関する政策ガイド(シリーズ1)を作成している。草案は、関連するステークホルダー(例:TSA、MOE、MOWRAM)と共有し、コメントやインプットを求める予定。また、草案はプノンペンにおいて開催される第4回国際シンポジウムでも発表される予定。
- ・プラットフォーム構築に関しては、全てのグループによる生データや分析結果を含んだデータベースが構築され、プラットフォームで維持されている(項目7-1、7-3)。既存のプロジェクトオフィスのほかに、もう一つオフィスをITCキャンパス内に設置し、そこをトンレサップ湖環境保全プラットフォームのオフィスにする予定で進めている(項目7-2)。

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)

現時点では成果目標としている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構築について5年間で達成できる見通しである。JST および JICA の両者で予算が削減されることとなったが、作業工程を一部見直すことで、これらの目標を達成できるように調整している。

今年度はトンレサップ湖の主要な水質項目のモニタリング、実験による現象解明、高度な分析装置の導入、現状の病原リスクの評価、アウトリーチなどを実質的に進めた。水文水理モデルの構築や水質・病原リスクの時空間分布の評価に関しては全体目標の7割程度の進捗であり、水位変動に特徴づけられる熱帯浅水湖の特徴が明確となり、このような湖沼に適用可能な水理モデルの開発が進んだ。また、国際シンポジウムなどのアウトリーチ活動も積極的に実施し、環境管理者(主にトンレサップ庁と環境省)との連携を深めることで社会実装に向けた準備を始めており、社会還元のイメージを共有しつつある。以上のようにプロジェクト3年度目には各グループの共同研究およびグループ間の連携が進み、国際学術誌や国際シンポジウムなどを通じた成果発表を多く実施した。

そして、社会実装をスムーズに進めるために、今年度は行政機関のプロジェクトメンバーとの現地環

境調査、カンボジア工科大学におけるワークショップやセミナーへの招聘、合同での長期観測体制（主に気象、水質）の立案、政府機関を対象とした独自の研修や講演の実施、国際シンポジウムでのシナリオ解析に関するワークショップの開催など共同作業を実施した。今後は、中間評価の結果も踏まえて、上記の社会実装につながる活動を強化するために、プロジェクト内でタスクチーム（含行政機関）を構成して、環境管理に関するガイドブックの作成、長期観測体制の構築、優先的に検討する環境管理シナリオの抽出などの作業を、スケジュールを明確にした上で進めることとした。

また、本プロジェクトで構築しつつあるトンレサップ水環境プラットフォームを中心として、アウトリーチ活動を一層進めるために、長期的なトンレサップ湖の保全のために、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などの構想を持つ企業や団体ともネットワークを形成しており、本プロジェクトの成果を広く周知すると共に、関連プロジェクトと相乗効果が得られるように工夫しながら進める。

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

本プロジェクト全体に関する主な課題としては、グループ間の活動内容の調整、相手国内での経理手続き、政府機関との連携、日本側の予算の調整と詳細目標の変更、カンボジアにおける若手研究者の意識向上があり、それらを以下に報告する。

① グループ間の活動内容の調整

今年度は各グループで調査を進めているが、その中で調査地点の整合性が課題として上がった。つまり、調査項目ごとに重要となる調査地点や時期を検討しながら進めているが、今後、水環境解析モデルを構築（同定・検証）するためには、できるだけ同一地点・時期で水質データ（含基礎水質、化学物質、微生物）を取得しておくことが望ましい。そのために、今年度3月には全グループが合同で1つの水上集落（Chhunok Trou）を対象として合同調査を実施した。これは比較的規模の水質汚濁が進行している大きな集落を対象として、水環境や病原リスクを評価するためのデータを整備して、3次元の水質モデルの開発に活用する計画である。なお、調査以外にも実験やモデル化に関してグループ間で十分に連携を図ることが重要であり、この点に関しては、合同セミナー、月例会議、グループリーダー会議の機会、さらには必要に応じて複数のグループでの協議の場を設けることで適宜修正しつつ共同研究を進めている。この点は、結果的に追加的な学際研究を生み出すことにつながっている。

② 政府機関との連携

本プロジェクトにおいてカンボジアのトンレサップ庁や環境省は重要なカウンターパートであるが、予算面で本プロジェクトの業務を役所内部の業務とすることができず、基礎的な共同研究を進めようとする関連省庁のメンバーと疎遠になる傾向がある。このような関係はプロジェクト後半に予定している社会実装を妨げる要因となりかねないため、プロジェクトの前半においても各種調査、水環境解析ツールの設計、シナリオ解析の準備などに関連省庁のメンバーも積極的に参画させることが重要となり、このような活動が彼らのキャパシティビルディングともなる。昨年度の反省点も踏まえ、今年度は行政機関のプロジェクトメンバーとの現地環境調査、カンボジア工科大学におけるワークショップやセミナーへの招聘、合同での長期観測（主に気象、水質）のシステム設計、政府機関を対象とした独自の研修

や講演の実施、国際シンポジウムでのシナリオ解析に関するワークショップの開催など多くの共同作業を実施した。つまり、プロジェクト2年目より政府機関とトンレサップ湖の環境保全に対する連携方法や可能性を共有することで、プロジェクト後半に予定している成果還元（社会実装）をスムーズに進める素地を固めている。

③ 相手国（カンボジア）における消耗品の調達

共同研究を主にカンボジア工科大学の研究者と進めている中、試薬を含めた消耗品のカンボジア国内での調達に数ヶ月時間を要するため、環境試料の分析や各種実験がスムーズに進んでいないことが懸念事項である。現状では3ヶ月以上先まで実験詳細を見越して物品の発注依頼を出すという方針で進めているところであるが、研究の特性として実験での試行錯誤が必要なことも多々あり、発注から納品までの期間の短縮および発注頻度の増加が実現できれば、現状以上に相手国の研究者の士気が上がり、かつより多くの成果が期待できる。この点、現地の調達業者の在庫状況などにも依存しているが、現地 JICA 調整員や事務所の担当者とは相談しながら改善策を検討した。今年度の対応としては、日本側に JICA 予算を付け替えて、カンボジア国内で調達が困難な物品については、日本から輸出する形で調達するオプションを設けることとした。

④ 日本側の予算の調整と詳細目標の一部変更

来年度（平成30年度）の JST 予算および JICA 予算の削減や先送りに伴い、成果目標シートの詳細目標の一部を変更した（3頁にも記載）。具体的には研究計画のモデルのユーザビリティ（項目6-5）を削除することにより、変更された予算でもその他の行程を実施できるように調整した。

なお、成果目標のシートは上記の更新を反映させると同時に、水文プロセスに関する数値目標を現実に合わせて修正した。具体的には、当初の目標として流入河川の観測点を5ヶ所整備するとしていたが、河川の水位・流量観測点は既に10ヶ所以上整備されているため、目標については“トンレサップ川2ヶ所、トンレサップ湖3ヶ所程度”とより明確化した。

⑤ カンボジアにおける若手研究者の意識向上

カウンターパートの研究者のモチベーションの問題にも触れておく。カンボジア側のプロジェクトメンバーの内、全体のコーディネーターやグループリーダーなどの研究者は博士号取得者であり、研究活動に対する意識は高く、また各グループで学位論文を書こうとしている卒論生や大学院生についても優秀で自発的に研究活動に取り組もうとしている意識が見られる。その一方で、各グループで研究者として参画しており、グループ活動の中核を担うメンバーの意識の低さは懸念材料である。彼らの活動は研究成果の量と質の両方に直接関わるため、彼らの研究者・専門家としての能力向上、そして、プロジェクト全体の最終成果の点で何らかの対策が必要となっている。この問題点に対して平成30年度にかけて実施予定の対策としては、日本側のメンバーとのより密な連携、そしてプロジェクト内での競争原理の導入である。日本側との連携を深めるために、個別の研究テーマについて副指導教員制の導入を試みた。これは大学院生（カンボジアもしくは日本）の指導をカンボジアおよび日本の主要研究者で一体的に進める仕組みであるが、結果的に大学院生の数が非常に限られているため実施が困難であった。一方、競争原理の導入については、より質の高い研究成果を得た研究者には国際学会への参加や本邦研究の機会を優先的に与えるという取り組みであり、その実施に向けて準備を進めた。その他、各種分析機材がカンボジア工科大学内で整備されつつあるので、その整備状況もこの問題を改善するための追い風になると期待している。

(2) 研究題目1：水文・水理プロセスの解明（リーダー：藤井秀人、LY Sarann）

本グループではプロジェクト2年目に3名のカウンターパートを招聘し3週間の研修を行ったが3名のうち1名がプロジェクトメンバーから外れた。また1名は多忙等を理由にほとんど共同研究や関連する会議に参加しなくなった。プロジェクト終了まで共同研究に参加することを期待しているが、文書で約束しているわけでないので良い対応策がないのが現状である。

また、トンレサップ湖及びトンレサップ川の3地点でADCPを用いて流量の定点観測（原則2週間に1回）を行っていたが、2018年10月初旬にファームウェア更新作業中にADCPが故障した。カンボジア国内での修理は困難なため日本に返送した。しかし、日本でも修理ができなかったため製造元のアメリカに送り修理（マザーボード交換）を行い、日本経由で2019年3月下旬にカンボジアに送返した。この間6ヶ月間はADCPの定期観測は中断された。故障の原因はケーブルに付着した粉塵によりADCP接続部の接触不良によりADCP内部の部品に不具合が生じたためである。特に乾期は空気が乾燥し粉塵が多いため、ケーブルに付着しないよう掃除機で吸引して再発防止を行うよう指導している。故障までの1年半のデータは正常に取得できているため、このデータを使って観測3地点の流量を分析し、水理モデルのキャリブレーションに使用している。

(3) 研究題目2：土砂動態・基礎水質の解明（リーダー：吉村千洋、OEURN Chantha）

大きな問題は生じていないが、水質の定期観測は3ヶ月に1度1週間程度のエフォートが必要となり、時期によっては必要な人員の確保が難しい。大学の研究者だけでなく、トンレサップ庁などのメンバーとも調整しながら実施しているところである。また、定期調査は3年間を予定しており、今年度までに約2年間の内容が終了した。今後は調査結果のアウトプットを踏まえて、効率的な長期モニタリング方法の提案が次年度の重要な課題となる。

(4) 研究題目3 化学物質動態の解明（リーダー：日野出洋文、KUOK Fidero）

カンボジア工科大学には、重金属分析に必要な分析機器（原子吸光分析装置：AAS）が他のプロジェクト等で納入されているが、装置が破損しており、その修理を行うことにより、本プロジェクトの目的である重金属分析が可能になった。

本プロジェクト開始までは、カンボジア工科大学およびカンボジア国内において、特に農薬等の有機化合物（POPs）の分析に有効な機器が無かったが、今回POPs等の分析を行うため、GC/MSを導入した。GC/MS導入に当たり、分析機器の原理・使用方法も修得が重要であり、そのためのトレーニングを行ったが、併せて、目的物質の抽出等、試料の前処理法の習得および必要機器の整備の習得も必要であることから、本プロジェクトでは、カンボジア側教員等を招聘し、日本国内で研修を行っている。このことは、現地（カンボジア工科大学）において自立して分析等を行うために非常に重要な活動であり必須と思われる。

(5) 研究題目4：病原微生物動態の解明（リーダー：丹治保典、TAN Reasmey）

実験を通して問題点が散見された。具体的には、滅菌処理を行った溶液等を長期間無菌として使用しているため、使用中に雑菌等の混入（コンタミネーション）などが起こった場合においても、気付かずに使用していた点である。これは、学生の実験結果を確認して分かったことであるが、学部学生自身ではなかなか判断することが難しく、データの信頼性および再現性を研究者が逐一チェックをする必要があると感じられた。SNSや電子メールを通じた学生との継続的なディスカッションや現地スタッフへの定期的な確認も必要であると感じた。さらに、相手国側研究機関の研究者と研究の目的を共有し、実験結

果をまとめて最終的に学術論文等で公表する、と言った明確なビジョンを示さなければ、相手国側のみでは毎月の継続したサンプリングや定量などが研究の目的となってしまう傾向がある。言い換えると、惰性的な内容の実験になりがちであるため、定期的に連絡を取り合い、進捗状況等およびタイムスケジュールを頻繁に確認する必要がある。

(6) 研究題目 5：水環境管理ツールの開発（リーダー：吉村千洋、Kong CHHUON）

この水環境管理ツールの開発については、日本側とカンボジア側の共同作業としているが、ツールの各モジュールに関しては実際には単一研究室で開発するスタイルが効率良いことが判明した。よって、日本側で水質モジュールを開発し、水理モデルに関してはカンボジアでその検証や改良作業を行うというように作業内容を調整した。

なお、本管理ツールは3つの異なる空間スケールを3つの異なるモデルでカバーすることとしており、作業効率や予算執行を踏まえてプロジェクト全体で議論した結果、最も大きなメコン川流域スケールについてはグループ1（研究題目1）で、トンレサップ湖流域についてはグループ5（研究題目5）で、水上集落スケールはグループ6（研究題目6）で開発やシナリオ解析を進めることとした。つまり、ツールの開発と応用を同一グループが担当する形が効率良いことが分かり、この点は類似プロジェクトに対する教訓となるだろう。

(7) 研究題目 6：リスク評価とシナリオ解析（リーダー：渡部徹、IN Sokneang）

カンボジア側リーダーが、新たに ITC で始まった JICA プロジェクトに主たるメンバーとして参加することになった。本研究も JICA のプロジェクトであることから、カウンターパートのサポートに関する情報を共有することで、特定のカウンターパートに過剰な負荷がかかることは避けるなどの調整ができるとうれしいと感じている。また、2019年4月には、ITCの卒業生が山形大学の博士課程学生に入学することが決まり、カンボジア側のパフォーマンス低下を補う働きを期待している。

(8) 研究題目 7：水環境管理ツールの社会実装（リーダー：NGOC BAO Pham、HUL Seingheng）

現時点ではこのスケジュールに関して変更点はなく、当初の研究スケジュールに沿って共同研究および社会実装を進めている。しかし、ロイヤル・プノンペン大学の研究者は研究題目7の研究活動の実施に積極的に関与していないため、来年度以降、カンボジア側で十分な人材を確保できないことが予想される。そこで、SATREPS プロジェクトの下、カンボジアから新しく採用された博士課程の学生がグループ7の活動に貢献する予定である。また、東工大から IGES にインターンとして採用される学生がトンレサップ湖に関する政策ガイドの作成に貢献する予定でもある。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

- ・学術雑誌や国際学会などにおいてこれまでに59編の論文（含書籍）を発表した（様式2参照）。
- ・シンポジウムや国際学会などにおいてこれまでに66件の成果発表（口頭、ポスター）を実施した（様式2参照）。
- ・カンボジアにおいて環境評価・管理に関する公開ワークショップを合計12回実施した（様式2参照）。
- ・カンボジアの行政機関（含一般職員）に対して本プロジェクトの成果およびそれに基づく環境管理手法に関する講演と議論を実施した。

- ・本プロジェクトを実施する中でカンボジア工科大学における研究体制を強化した（全学的な取り組みとして1）実験室運営に関わる安全衛生管理体制、2）実験廃棄物に関する環境対策、3）高度な分析装置の維持管理体制という取り組みが自発的に開始された）。
- ・トンレサップ湖の水上集落に対する調査結果の還元と環境改善に向けた提案・議論を実施した。
- ・本プロジェクトで導入した高度な分析機器が、トンレサップ湖以外の水利用問題の解決にも活用され、カンボジア工科大学と環境省（カンボジア）との連携が深まった。

(2) 社会実装に向けた取り組み

本プロジェクトでは共同研究で得られた新たな知見や方法論をトンレサップ湖の環境保全政策に活かすことが最も重要な社会実装であり、これを最終目標としている。この目標につながる本年度の取り組みとして、関連学会での成果発表（学術論文、口頭発表など）、国際シンポジウムの開催、トンレサップ庁での研修や講演、トンレサップ水環境プラットフォームやプロジェクトホームページの運営などが挙げられる。社会実装に向けた重要な取り組みを以下に報告する。なお、その中でも日本のプレゼンスの向上に関わる点は次節にまとめた。

トンレサップ湖の長期的な環境保全体制の構築に向けて、両国の研究者と行政機関が連携して基盤研究と応用研究を組み合わせている。特にトンレサップ庁とは連携を密にしており、日本や現地での研修、定期調査、水上集落における集中調査、シンポジウムにおける環境管理に関するワークショップ、庁内での研修や講演、モニタリング体制の強化に向けた詳細の協議などを進めた。庁内での研修や講演については、これまでに得られたトンレサップ湖の最新の知見を共有すると同時に、トンレサップ湖流域の重要な環境要因（シンポジウムで協議した内容）を対象とした試験的なシナリオ解析の結果を共有することにより、環境モデルを活用した環境管理の具体的なイメージを伝えた。このような取り組みにより、カンボジアの環境管理者が課題としている環境問題・対策との具体的な関連について議論することを可能としており、業務レベルで実施可能な環境対策オプションの提案とシナリオ解析、さらにはそのために必要な水環境のモニタリング体制（特に気象や水質の連続観測）の強化やトンレサップ環境プラットフォームの具体化を進めた。

さらに、カンボジアの高等教育機関における研究開発体制の構築についても、本プロジェクトの重要な社会実装である。JICA プノンペン事務所の提案もあり、本プロジェクトのカウンターパートのカンボジア工科大学をカンボジアのモデルケースとして研究開発体制を構築し、その後、カンボジア工科大学が独自の取り組みとして指導的立場で研究開発体制を国内の他大学に普及させるという構想がある。これに向けてプロジェクトの直接的な成果として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（今年度は主に水理モデルの開発）があり、学術成果は論文や学会発表の形でアウトリーチする機会もできるだけ多く設定している（様式2参照）。さらに、その間接的な成果としては環境工学・水資源工学・化学工学・分子生物学などの関連分野における日本型の研究室体制の構築、国際的な学生指導体制の構築、これらの分野で必要となる実験室の構築を実施した。

また、トンレサップ湖における各種調査や実験を通じて、現地の住民に対して水環境と健康の関連を説明し、病原リスクを低減する個別の対策案を伝える取り組みも行った。特に病原微生物動態の解明（研究題目4）およびリスク評価とシナリオ解析（研究題目6）における共同研究ではこのような観点が重要であり、現地調査の機会を活用して、村長、住民、漁師などに対する情報提供を継続している。例え

ば、図 10 は Kampong Chhnang で撮影した湖上生活者の住環境である（平成 30 年 3 月）。尿尿は直接湖水へ落下する構造となっており、トイレ近傍で子供達が遊び、湖水で沐浴しており、トイレから数メートル離れた場所に台所が配置され、湖水を用い煮炊きをしている家庭が多い。また、湖水は一旦水瓶に貯め、凝集剤 PAC（ポリ塩化アルミニウム）添加により懸濁物質を沈降分離し、上澄みを調理や飲用水として用いる。このような住環境と慣習が住民健康に及ぼす影響を適切に評価することで、グループ 7（研究項目 7）がガイドラインとして、水環境保全、病原リスクの低減、生態系保全などの対策オプション（国、地方自治体、集落の各レベルで）を書籍、動画、パンフレットとして取りまとめる方向で活動している。今年度はその編集体制を構築し、コンテンツの確認と執筆・編集スケジュールを調整して、各グループでの執筆活動を開始した。

なお、プロジェクト初年度から継続している Facebook サイトやホームページでの活動状況や成果の公開も実施している。プラットフォームの Facebook サイトのフォロワーは 594 名（平成 29 年 5 月 31 日）から 920 名（平成 30 年 4 月 23 日）、1179 名（令和元年 5 月 24 日現在）に増加している。

関連サイト：

- ・ トンレサップ水環境プラットフォーム（Facebook サイト）

<https://www.facebook.com/Tonle-Sap-Water-Environmental-Platform-504958503027262/>

- ・ プロジェクトのホームページ

<https://sites.google.com/site/satrepscambodia/>

(A) Kampong Chhnang の湖上生活者



(B) 湖上生活者のトイレ



(C) 湖上生活者の台所



(D) 湖上生活者の水瓶



図 10 湖上生活者の住環境

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

本年度の取り組みの中で、日本のプレゼンスの向上に寄与した活動は、国際シンポジウムの開催、カンボジア国内での講演、環境保全関係の他の事業との情報共有、カンボジア工科大学内でのセミナーやワークショップなどが挙げられる。

特に国際シンポジウムは今年度第3回目を開催し、カンボジアにおける9月の恒例イベントとなりつつある。これにより湖沼管理の関係者の交流の場を提供すると同時に、トンレサップ湖だけでなく熱帯湖沼の保全を対象としているため、日本の研究開発基盤および共同研究の成果を世界に向けて発信している。このシンポジウムには研究者だけでなく、環境管理者（行政機関）、ユネスコ、環境関連のNGOも参加した。また、日本側の研究代表者（吉村）や研究者がトンレサップ庁においてトンレサップ湖の現状と保全に関する講演を行い、庁内の職員（プロジェクトメンバー以外も含む）にSATREPSの取り組みや環境管理の基本的な考え方を紹介できたことは、広くカンボジアにおける環境保全政策が構築されるプロセスにおいて日本のプレゼンスを効果的にアピールした形となった。

さらに、アウトリーチ活動を一層進めるために、長期的なトンレサップ湖の保全のために、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などの構想を持つ企業や団体ともネットワークを形成しており、本プロジェクトで構築しつつあるトンレサップ水環境プラットフォームを中心としてカンボジアの長期的な国土保全に向けた各種の事業が活性化しつつある。その中で、国際湖沼環境委員会（ILEC）とも連携体制を構築しており、湖沼環境データベースや関連する国際会議における連携は、世界的にSATREPSの取り組みを発信する重要なアウトリーチの1つとなっている。

また、カンボジアおよび日本で実施しているカウンターパートのキャパシティビルディング、学術誌や学会での成果発表、カンボジア工科大学における公開ワークショップ（合計12回開催）や合同セミナー（2回開催）、国際的な学生指導体制の導入（副指導教員制度）、SATREPS実験室の立ち上げを契機として進んでいる全学的な安全衛生管理体制や実験廃棄物の処理方法の構築なども、東京工業大学や山形大学の研究基盤がベースとなっており、間接的に日本のプレゼンスの向上に寄与している。そして、今年度は代表の吉村がカンボジア工科大学の国際コンソーシアムの一員として招待され、この大学を介して日本の研究プロジェクトの取り組みをヨーロッパ各国（主にフランスとベルギー）に発信することも可能となった。

なお、プロジェクト初年度から継続しているFacebookサイトやホームページ（含ニュースレター）での活動状況や成果の公開も日本のプレゼンスの向上につながっている。

VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

様式2をご参照下さい。

VII. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

VIII. その他（非公開）

特になし。

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。)
2016	Siev S, Paringit EC, Yoshimura C, Hul S. (2016) Seasonal changes in the inundation area and water volume of the Tonle Sap River and its floodplain. Hydrology 2016, 3, 33.	doi:10.3390/hydrology3040033	国際誌	発表済	
2016	Siev S, Suif Z, Yoshimura C, Paringit EC, Hul S. Potential impacts of climate change on inundation and sediment dynamics in the floodplain of Tonle Sap River, Proceedings Of 7th Regional Symposium On Infrastructure Development, 2015, pp. 284-289.	なし	国際誌	発表済	
2016	Suif Z, Yoshimura C, Saavedra O, Hul S. Potential impacts of climate change and planned dams on suspended sediment dynamics in Mekong River Basin. Proceedings of 15th Science Council of Asia Conference and International Symposium, 2015, pp. 119-124.	なし	国際誌	発表済	
2017	Siev S, Yang H, Ty S, Uk S, Song L, Kodikara D, Oeurng C, Hul S, Yoshimura C. (2018) Sediment Dynamics in a Large Shallow Lake Characterized by Seasonal Flood Pulse in Southeast Asia. Science of the Total Environment, 631-632 (2018) 597-607	10.1016/j.scitotenv.2018.03.066	国際誌	発表済	インパクトファクターIF: 4.9 環境分野におけるトップレベルの国際学術誌
2017	Suif Z, Yoshimura C, Saavedra O, Ahmad N and Hul S (2017) Suspended sediment dynamics changes in mekong river basin: possible impacts of dams and climate change. International Journal of GEOMATE 12: 140-145.	10.21660/2017.34.2688	国際誌	発表済	
2017	Siev S, Yang H, Sok T, Uk S, Soung L, Yoshimura C, Oeurng C. (2017) Sedimentation and Resuspension Rates in the Floodplains of Tonle Sap Lake. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, pp.61-66.	なし	国際誌	発表済	
2017	Ung P, Peng C, Yuk S, Phoeurn V, Ann V, Mith H, Tan R, Miyanaga K, Tanji Y. (2017) Primary Study on Microbial Consortia in Tonle Sap Lake Water. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, pp.127-132.	なし	国際誌	発表済	
2017	Kodikara D, Uk S, Yoshimura C, Yang H, Siev S, Song L, Oeurng C. (2017) Contemporary Nitrogen Distribution during Dry Season and its Long-term Trend in Tonle Sap Lake and its River Basins. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, pp.85-90.	なし	国際誌	発表済	
2017	Chum K, Sok T, Chan R, Heng B, Siev S, Yang H, Yoshimura C, Song L, Oeurng C. (2017) Assessment of Spatial Interpolation Methods to Map Water Quality in Tonle Sap Lake. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, pp.91-99.	なし	国際誌	発表済	
2017	Uk S, Kodikara D, Yoshimura C, Yang H, Siev S, Sato M, Sok T, Song L, Oeurng C. (2017) Phosphorus fractions in sediments and its potential exchange with water column in Tonle Sap Lake. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, pp.119-125.	なし	国際誌	発表済	
2017	Tan R, Chanto MCT, Ung P, Miyanaga K, Tanji Y. (2017) Survival of <i>Escherichia coli</i> K12 in Tonle Sap Lake and Tonle Sap Water by Using Dialysis Membrane as a Supporter. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, pp.133-139.	なし	国際誌	発表済	
2017	Miyanaga K, Peng C, Ung P, Tan R, Tanji Y. (2017) Investigation of Antibiotic Resistant Bacteria in the Water Environment. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, pp.140-148.	なし	国際誌	発表済	
2017	CHUM Kimleang, SOK Ty, CHAN Ratboren, SIEV Sokly, YANG Heejun, YOSHIMURA, Chihiro, SONG Layheang, OEURNG Chantha, Ann Vannak, Tan Reasmeay, Assessment of Spatial Interpolation Methods to Map Water Quality in Tonle Sap Lake, Proceedings of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, August 2017, Siem Reap, Cambodia, 24-26 August 2017, pp.91-99	なし	国際誌	発表済	
2018	Porsry Ung, Chanthol Peng, Sokunsreiroat Yuk, Vannak An, Hasika Mith, Reasmeay Tan, Kazuhiko Miyanaga, Yasunori Tanji. Fate of <i>Escherichia coli</i> in Dialysis Device Exposed into Sewage Influent and Activated Sludge. Journal of Water and Health.	doi: 10.2166/wh.2018.282	国際誌	発表済	IF: 1.35
2018	Ung P, Un S, Chheun S, Aun S, Sann S, Tan R, Miyanaga K, Tanji Y. (2018) Analysis of Total Bacterial Concentration and Microbial Community in Waters Used by Floating Villagers, Tonle Sap Lake. Proceedings Of The 11th Regional Conference on Environmental Engineering 2018 Jointly held with the 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, pp.320-324.	なし	国際誌	発表済	

2018	Peng C, Ung P, Miyanaga K, Tan R, Tanji Y. (2018) Response of Bacterial Community in Sewage Influent to Antibiotic Treatment. Proceedings Of The 11th Regional Conference on Environmental Engineering 2018 Jointly held with the 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, pp.133-136.	なし	国際誌	発表済	
2018	Ann V, Ung P, Uk S, Kodikara D, Siev S, Peng C., Yuk S, Sann S, Khanal R, Tan R, Hul S, Miyanaga k, Fujii M, Yoshimura C, Tanji Y. (2018) Relationship between Microbial Communities and Water Quality in a Large Tropical Lake. Proceedings Of The 11th Regional Conference on Environmental Engineering 2018 Jointly held with the 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, pp.277-280.	なし	国際誌	発表済	
2018	Penh S, Miyanaga K, Ung P, Tan R, Un S, Aun S, Cheun S, Tanji Y. (2018) Study the Effects of PAC Coagulant and Ca(OCl) ₂ on Escherichia fergusonii and T4 Phage. Proceedings Of The 11th Regional Conference on Environmental Engineering 2018 Jointly held with the 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, pp.178-181.	なし	国際誌	発表済	
2018	Aun S, Tan R, Un S, Cheun S, Peng C, Ung P, Miyanaga K, Tanji Y. (2018) Monitoring the Pathogenic Bacteria in Mekong River and Tonle Sap River. Proceedings Of The 11th Regional Conference on Environmental Engineering 2018 Jointly held with the 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, pp.329-332.	なし	国際誌	発表済	
2018	Ung P, Chanto M, Un S, Cheun S, Kong S, Sann S, Ann V, Tan R, Miyanaga K, Tanji Y. (2018) Status of biological water quality of main rivers connected to Tonle Sap lake, Cambodia. Proceedings Of 17th World Lake Conference, pp.400-402.	なし	国際誌	発表済	
2018	Tan R, Che Ratana, Chanto M, Phal S, Ung P, Un S, Chhien L, Thong S, Peng C, Miyanaga K, Tanji Y. (2018) Survival of Escherichia coli K12 and Detection of Antibiotic-resistant Bacteria in Tonle Sap, Mekong and Basac Rivers. Proceedings Of 17th World Lake Conference, pp.403-405.	なし	国際誌	発表済	
2018	K. Miyanaga, P. Ung, C. Peng, S. Yuk, V. Ann, R. Tan, Y. Tanji. (2018) Analyses of microbial consortia in water and sediment samples of Tonle Sap lake, Proceedings Of 17th World Lake Conference, pp.1165-1167	なし	国際誌	発表済	
2018	Nakatani, K, Nasukawa, K, and Fujii, M, Influence of lake water quality on cyanobacterial toxin production and microbial diversity, Proceedings of the 11th Regional Conference on Environmental Engineering 2018 Jointly held with the 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, pp.109-112	なし	国際誌	発表済	
2018	Tanaka T, Yoshioka H (2018) : Numerical stability analysis of the local inertial equation with semi- and fully-implicit friction term treatments, Journal of Advanced Simulation in Science and Engineering, Vol. 4, No. 2, 162-175.	10.15748/jasse.4.162	国際誌	発表済	
2018	Tanaka T, Yoshioka H, Siev S, Fujii H, Fujihara Y, Hoshikawa K, Ly S, Yoshimura C. (2018) : An integrated hydrological-hydraulic model for simulating surface water dynamics in Tonle Sap Lake and its floodplain, Water, 10(9), 1213	10.3390/w10091213	国際誌	発表済	IF: 2.07
2018	Tanaka T., Yoshioka H., Siev S., Fujii H., Ly S., and Yoshimura C.: Performance comparison of the three numerical methods to discretize the local inertial equation for stable shallow water computation, Methods and Applications for Modeling and Simulation of Complex Systems (Communications in Communications in Computer and Information Science, Vol. 946), Springer, Singapore, pp. 451-465, 2018.	10.1007/978-981-13-2853-4_35	国際誌	発表済	書籍
2018	Nakamura T, Murakami S, Lun S, Fujii H (2019) Efficacy of a GPGPU-Acceleration to inundation flow simulation in Tonle Sap Lake in Cambodia, Engineering Journal, Vol. 29, No. 1.	準備中	国際誌	accepted	
2018	Sokly Siev, Michtaka Sato, Ichiro Yoneda, Rajendra Khanal, Sarann Ly, Hideto Fujii and Chihiro Yoshimura (2018), Integration of hydrological and hydraulic models for simulating flood pulse and inundation area in Tonle Sap Lake, Proceedings of The 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes PP.286-289	なし	国際誌	発表済	
2018	Chhorvin Vann, Sarann Tann, Seingheng Hul, Sophea Chheun, Kong Chhuon, Chihiro Yoshimura (2018) Seasonal Assessment of Nutrient concentrations in the Floating Community at Chhnok Tru in Tonle Sap Biosphere Reserve, Cambodia, Proceedings of The 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes PP.290-294	なし	国際誌	発表済	

2018	Ilan Ich, Ty Sok, Vinhteang Kaing, Chantha Oeurng, Layheang Song, Sokly Siev, Sovannara Uk, Marith Mong, Rajendra Khanal, Yoshimura Chihiro(2018)Application of Multivariate Techniques in the Assessment of Spatial Surface Water Quality in Tonle Sap Lake, Cambodia, Proceedings of The 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes PP.299-302	なし	国際誌	発表済	
2018	Vinhteang Kaing, Ty Sok, Ilan Ich, Chantha Oeurng, Layheang Song, Sokly Siev, Sovannara Uk, Marith Mong, Danet Hak, Rajendra Khanal, Yoshimura Chihiro(2018)Contemporary Water Quality Status in Floating Villages in Tonle Sap Lake: Case study in Chhnok Trou Villages, Proceedings of The 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes PP.303-306	なし	国際誌	発表済	
2018	Uk S, Yoshimura C, Siev S, Try S, Yang H, Oeurng C, Li S, and Hul S.(2018), Tonle Sap Lake: Current Status and Important Research Directions for Environmental Management. Lakes and Reservoirs: Research and Management 23: 177-189.	なし	国際誌	発表済	
2018	Sok Ty, Ich Ilan, Yang Heejun, Oeurng Chantha, Song Layheang, Siev Sokly, Uk Sovannara, Mong Marith, Hul Seingheng, Rajendra Khanal, Yoshimura Chihiro(2018)Spatio-Temporal Variability of Water Quality in a Large Shallow lake In Southeast Asia: Tonle Sap Lake, Cambodia, Proceedings of 17th World Lake Conference PP.397-399	なし	国際誌	発表済	
2018	Mong Marith, Sok Ty, Ich Ilan, Oeurng Chantha, Song Layheang, Hul Seingheng, Yoshimura Chihiro(2018)Temporal Dynamics of Water Quality in Tonle Sap Lake in Kampong Loung, Cambodia, Based on Historical Data, Proceedings of 17th World Lake Conference PP.406-408	なし	国際誌	発表済	
2018	Porsry Ung, Chanthol Peng, Sokunsreiroat Yuk, Reasmey Tan, Kazuhiko Miyanaga, Yasunori Tanji. (2019) Dynamics of bacterial community in Tonle Sap Lake, a large tropical flood-pulse system in Southeast Asia. Science of the Total Environment, 664: 414-423.	doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.01.351	国際誌	in press	IF: 4.61(環境分野におけるトップレベルの国際学術誌)

論文数 35 件
うち国内誌 0 件
うち国際誌 35 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。)
2016	Suif Z, Fleifle A, Yoshimura C, Saavedra OCV. (2016) Spatio-temporal patterns of soil erosion and suspended sediment dynamics in the Mekong River Basin. Science of the Total Environment 568: 933-945.	doi:10.1016/j.scitotenv.2015.12.134	国際誌	発表済	環境分野におけるトップレベルの国際学術誌(インパクトファクター: 4.9)
2016	Saipetch K, Le Quynh N, Fujii M, Yoshimura C. (2017) Effect of turbulence on nitrification rate in freshwater column. Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1, 73: I_1201-I_1206.	なし	国内誌	発表済	
2017	Tanaka T, Yoshioka H. (2017) Stable local inertial model with an implicit and consistent friction term treatment, Proceedings of The 36th JSST Annual International Conference on Simulation Technology, pp. 182-185.	なし	国際誌	発表済	
2017	Phoern, C., Ly, S., 2018. Assessment of satellite rainfall estimates as a pre-analysis for water environment analytical tools: a case study for Tonle Sap Lake in Cambodia. Engineering Journal 22 (1), 229-241.	10.4186/ej.2018.22.1.229	国際誌	発表済	
2017	Le Quynh N, Yoshimura C, Fujii M. (2017) Effects of the chemical characteristics and concentration of inorganic suspended solids on nitrification in freshwater. Water Science and Technology 76(11): 3101-3113.	10.2166/wst.2017.404	国際誌	発表済	IF: 1.25
2017	Saipetch K, Le Quynh N, Fujii M, Yoshimura C. (2017) Effect of turbulence on nitrification rate in freshwater column. Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1, 73: I_1201-I_1206.	なし	国内誌	発表済	
2017	Yang H, Siev S, Yoshimura C, Fujii H. (2017) Identification of phase propagation of water level between the Tonle Sap Lake and River based on time series analysis. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, 16-22.	なし	国際誌	発表済	
2017	Yoshioka H, Tanaka T. (2017) On mathematics of the 2-D local inertial model for flood simulation. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, pp.23-29.	なし	国際誌	発表済	
2017	Tanaka T, Yoshioka H. (2017) Applicability of the 2-D local inertial equations to long-term hydrodynamic simulation of the Tonle Sap Lake. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, pp.30-36.	なし	国際誌	発表済	

2017	Fujihara Y, Tanaka K, Hoshikawa K, Fujii H. (2017) Water level estimation in flood plain area using MODIS, RADARSAT, and SRTM: Application of the estimation method to the Tonle Sap Lake area. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, pp.46-58.	なし	国際誌	発表済	
2017	Den C, Mariquit E, Kurniawan W, Hinode H (2017) Characterization of sediments from Tonle Sap Great Lake in Cambodia. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, pp.67-72.	なし	国際誌	発表済	
2017	Ratha P, Nandalal KDW, Pitawala HMTGA, Dharmagunawardhane, HA. (2017) Arsenic Contamination in Cambodia: A Status Review. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, pp.108-118.	なし	国際誌	発表済	
2017	Pu J, Azraini ND, Cahyaningrum EE, Kazama S, Konta Y, Miura T, Watanabe T. (2017) Occurrence of norovirus genotype II in Tonle Sap Lake in Cambodia. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, pp.149-153.	なし	国際誌	発表済	
2018	Kana HASHIMOTO, Tomohiro TANAKA, Hidekazu YOSHIOKA, Sokly SIEV, Rajendra KHANAL and Chihiro YOSHIMURA(2018)A One-Way Coupling of Local Inertial and Advection-Diffusion Equations for Computing Phosphorous Transport in Tonle Sap Lake, Proceedings of The 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes. pp.325-328.	なし	国際誌	発表済	
2018	Rajendra KHANAL, Sokly SIEV, Sovanara UK, Dilini KODIKARA, Chihiro YOSHIMURA(2018)Impact of water level fluctuation on nutrient and sediment dynamics in a shallow lake: A case study of Tonle Sap Lake, Cambodia, Proceedings of The 12th International Symposium on Ecohydraulics P. SS24-S7-6-4.	なし	国際誌	発表済	
2018	Khanal R, Furumai H, Nakajima F, Yoshimura C.(2018), Carcinogenic profile, toxicity and source apportionment of polycyclic aromatic hydrocarbons accumulated from urban road dust in Tokyo, Japan., Ecotoxicology and Environmental Safety 165: 440-449.	なし	国際誌	発表済	IF: 3.97 環境分野におけるトップレベルの国際学術誌
2018	Michitaka Sato, Sokly Siev, Rajendra Khanal, Chihiro Yoshimura(2018), Effect of Soil Type, Slope and Land Use Change on Sediment Yields in the Tonle Sap Lake Basin, Proceedings of 17th World Lake Conference. pp.295-297.	なし	国際誌	発表済	
2018	Khanal R, Furumai H, Nakajima F, Yoshimura C (2019) Impact of holding time on toxicity change of urban road dust during runoff process. Science of the Total Environment 668: 1267-1276.	10.1016/j.scitotenv.2019.03.088	国際誌	in press	IF: 4.9
2018	Okada S, Khanal R, Yoshimura C, Saavedra O, Ryo M. (2019) Monitoring land cover change of a river-floodplain system using high resolution satellite images. Landscape and Ecological Engineering (in press)	10.1007/s11355-018-0361-2	国際誌	in press	IF: 0.82
2018	Tanaka K, Fujihara Y, Hoshikawa K, Fujii H (2019) Development of a floodwater-level estimation method using satellite images and a digital elevation model for the Mekong floodplain. Hydrological Sciences Journal.	準備中	国際誌	accepted	IF: 2.06

論文数 20件
うち国内誌 2件
うち国際誌 18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
2018	Bao PN, Uk S, Shivakoti BR, Yoshimura C, Khanal R, Siev S, Seingheng H, Yamashita A. (2018) Environmental degradation of the Tonle Sap Lake and capacity building to recover its sustainability. In. Environmental Sustainability in Asia: Progress, Challenges and Opportunities in the Implementation of the Sustainable Development Goals - Series 2 - Cambodia, pp. 98-116.	書籍	発表済	

著作物数 1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

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
2016	国際学会	YOSHIMURA Chihiro, FUJII Hideto, HINODE Hirofumi, TANJI Yasunori, WATANABE Toru, KUYAMA Tetsuo, HUL Seingheng, LY Sarann, OEURNG Chantha, KUOK Fidero, TAN Reasmey, SOMETH Paradis, and In Sokneang, Establishment of Environmental Conservation Platform of Tonle Sap Lake, World Lake Conference 16, Bali in Indonesia, 2017年11月7～10日	口頭発表
2016	国際学会	FUJII Hideto, LY Sarann, Hydrological & Hydrodynamic Models of The Tonle Sap Lake, 1st Sympoium on Tonle Sap Water Environment, Institute of Technology of Camboida, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表
2016	国際学会	OEURNG Chantha, YOSHIMURA Chihiro, SOK Ty, SIEV Sokly, SONG Lahyeang, YANG Heejung, Sediment and water quality in Tonle Sap Lake, 1st Sympoium on Tonle Sap Water Environment, Institute of Technology of Camboida, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表
2016	国際学会	TANJI Yasunori, UNG Porsry, TAN Reasmey, MIYANAGA Kazuhiko, Investigation of factors influences fate of Escherichia coli in the wastewater treatment plant and natural water environment, 1st Sympoium on Tonle Sap Water Environment, Institute of Technology of Camboida, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表
2016	国際学会	In Sokneang, HOR Sivmey, LOAN Da, PU Jian, WATANABE Toru, Health risk assessment due to contamination of Tonle Sap Lake via water and food consumption, 1st Sympoium on Tonle Sap Water Environment, Institute of Technology of Camboida, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表
2016	国際学会	TAN Reasmey, Sivchheng Phal, MIYANAGA Kazuhiko, TANJI Yasunori, Survival of Escherichia coli in dialysis membranes under different environmental conditions, 1st Sympoium on Tonle Sap Water Environment, Institute of Technology of Camboida, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表
2017	国際学会	SIEV Sokly, YANG Heejun, SOK Ty, UK Sovannara, SONG Layheang, YOSHIMURA Chihiro, OEURNG Chantha Sedimentation and Resuspension Rates in the Floodplains of Tonle Sap Lake. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Siem Reap, Cambodia, 2017年8月24-26日.	口頭発表
2017	国際学会	KODIKARA Dilini, UK Sovannara, YOSHIMURA Chihiro, YANG Heejun, SIEV Sokly, SONG Layheang, OEURNG Chantha, Contemporary Nitrogen Distribution during Dry Season and its Long-term Trend in Tonle Sap Lake and its River Basins. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Siem Reap, Cambodia, 2017年8月24-26日.	口頭発表
2017	国際学会	CHUM Kimpleang, SOK Ty, CHAN Ratboren, HENG Bunmanut, SIEV Sokly, YANG Heejun, YOSHIMURA Chihiro, SONG Layheang, OEURNG Chantha, Assessment of Spatial Interpolation Methods to Map Water Quality in Tonle Sap Lake. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Siem Reap, Cambodia, 2017年8月24-26日.	口頭発表
2017	国際学会	UK Sovannara, KODIKARA Dilini, YOSHIMURA Chihiro, YANG Heejun, SIEV Sokly, SATO Michitaka, SOK Ty, SONG Layheang, OEURNG Chantha, Phosphorus fractions in sediments and its potential exchange with water column in Tonle Sap Lake. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Siem Reap, Cambodia, 2017年8月24-26日.	口頭発表
2017	国際学会	P. Ung, C. Peng, S. Yuk, V. Phoeurn, V. Ann, H. Mith, R. Tan, K. Miyanaga, Y. Tanji, Primary Study on Microbial Consortia in Tonle Sap Lake Water. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Siem Reap, Cambodia, 2017年8月24-26日.	口頭発表
2017	国際学会	R. Tan, M.C.T. Chanto, P. Ung, K. Miyanaga, Y. Tanji, Survival of Escherichia coli K12 in Tonle Sap Lake and Tonle Sap Water by Using Dialysis Membrane as a Supporter. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Siem Reap, Cambodia, 2017年8月24-26日.	口頭発表

2017	国際学会	K. Miyanaga, C. Peng, P. Ung, R. Tan , Y. Tanji, Investigation of Antibiotic Resistant Bacteria in the Water Environment. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Siem Reap, Cambodia, 2017年8月24-26日.	口頭発表
2017	国内学会	宮永一彦, Ung Porsry, 丹治保典, Ann Vannak, Tan Reasmey, トンレサップ湖水および堆積物中の微生物群集解析, 第52回日本水環境学会年会, 北海道、2018年3月17日	口頭発表
2017	国際学会	Pham Ngoc Bao, Tetsuo Kuyama, Binaya Raj Shivakoti, Naret Heng, Neth Baromey, Hul Seingheng. (2017). Impacts of socio-economic and environmental changes on the livelihoods of local communities in and around the Tonle Sap Lake. Poster Presentation. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Siem Reap, Cambodia, 2017年8月24-26日.	ポスター発表
2018	国際学会	Pham Ngoc Bao, Binaya Raj Shivakoti, Tetsuo Kuyama, Hul Seingheng, Heng Naleak, Naret Heng, Neth Baromey. (2018). Impacts of recent environmental changes on the livelihoods of fishing communities in the Tonle Sap Lake (TSL). Oral Presentation. Proceedings of the 17th World Lake Conference on Harmonious Coexistence of Humans and Lakes- Toward Sustainable Ecosystem Services, Tsukuba International Congress Center, Ibaraki, Japan, 2018年10月15-19日.	口頭発表
2018	国際学会	Pham Ngoc Bao, Binaya Raj Shivakoti, Tetsuo Kuyama, Hul Seingheng, Heng Naleak, Naret Heng, Neth Baromey. (2018). Socio-Economic and Environmental Changes in the Tonle Sap Lake and Its Impacts on the Livelihood of Local Communities. Oral Presentation. Proceedings of the 11th Regional Conference on Environmental Engineering 2018 (RCEE-2018) & the 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Phnom Penh, Cambodia, 2018年9月27-28日.	口頭発表
2018	国際学会	Nobue Amanuma, Eric Zusman, Premakumara Jagath Dickella Gamaralalage, Bijon Kumer Mitra, Ngoc-Bao Pham, Bingyu Chiu, So-Young Lee, Pia May Agatep, Ryoko Nakano, Sudarmanto Budhi Nugroho, and Jane Romero. (2018). Governance for integrated solutions to sustainable development and climate change: from linking issues to aligning interests. Oral Presentation. Proceedings of the 11th Regional Conference on Environmental Engineering 2018 (RCEE-2018) & the 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Phnom Penh, Cambodia, 2018年9月27-28日.	口頭発表
2018	国際学会	Fujii H, Nakamura T, Ly S, Lun S, Heng S, Fujihara Y, Hoshikawa K :Discharge measurement of the Tonle Sap Lake and River by ADCP. Proceedings of RCEnvE-2018.Phnom Penh, Cambodia, 2018年9月27-28日.	口頭発表
2018	国際学会	Nakamura T, Fujii H, Ly S, Lun S, Hen S, Fujihara Y, Hoshikawa K, Takemura K and Arai S, Application of TITech-WARM to a 3D Numerical Analysis of Water Current in Chhnok Tru's Floating Village. Proceedings of RCEnvE-2018. PhnomPenh, Cambodia, 2018年9月27-28日.	口頭発表
2018	国際学会	Siev S, Sato M, Yoneda I, Khanal R, Ly S, Fujii H, Yoshimura C : Integration of hydrological and hydraulic models for simulating flood pulse and inundation area in Tonle Sap Lake. Proceedings of RCEnvE-2018.Phnom Penh,Cambodia,2018年9月27-28日.	口頭発表
2018	国際学会	Tanaka T, Yoshioka H, Siev S, Fujii H, Ly S, Yoshimura C: Performance comparison of the three numerical methods to discretize the local inertial model for stable shallow water computation. 18th Asia Simulation ConferenceAsia Sim. Kyoto Japan, 2018年10月27-29日.	口頭発表
2018	国際学会	Sokneang In, Hengsim Phuong, Sivmey Hor, Sengly Sroy, Jian Pu, Watanbe Toru. Hygiene and Sanitation of people living on and around Tonle Sap Lake: Comparison of water based, water-land based and land based zones. The 17th World Water Conference, Ibaraki, Japan, 2018年10月15-19日	口頭発表
2018	国際学会	Chhorvin Vann, Sarann Tann, Seingheng Hul, Sophea Chheun, Kong Chhuon, Chihiro Yoshimura, Seasonal Assessment of Nutrient concentrations in the Floating Community at Chhnok Tru in Tonle Sap Biosphere Reserve, Cambodia, The 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Phnom Penh, Cambodia, 2018年9月27-28日.	口頭発表
2018	国際学会	Ilan Ich, Ty Sok, Vinhteang Kaing, Chantha Oeurng, Layheang Song, Sokly Siev, Sovannara Uk, Marith Mong, Rajendra Khanal, Yoshimura Chihiro, Application of Multivariate Techniques in the Assessment of Spatial Surface Water Quality in Tonle Sap Lake, Cambodia, The 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Phnom Penh, Cambodia, 2018年9月27-28日.	口頭発表

2018	国際学会	Vinhteang Kaing, Ty Sok, Ilan Ich, Chantha Oeurng, Layheang Song, Sokly Siev, Sovannara Uk, Marith Mong, Danet Hak, Rajendra Khanal, Yoshimura Chihiro, Contemporary Water Quality Status in Floating Villages in Tonle Sap Lake: Case study in Chhnok Trou Villages, The 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Phnom Penh, Cambodia, 2018年9月27-28日.	口頭発表
2018	国際学会	Sok Ty, Ich Ilan, Yang Heejun, Oeurng Chantha, Song Layheang, Siev Sokly, Uk Sovannara, Mong Marith, Hul Seingheng, Rajendra Khanal, Yoshimura Chihiro, Spatio-Temporal Variability of Water Quality in a Large Shallow lake In Southeast Asia: Tonle Sap Lake, Cambodia, 17th World Lake Conference, Tsukuba, October 15-19 2018	口頭発表
2018	国際学会	Mong Marith, Sok Ty, Ich Ilan, Oeurng Chantha, Song Layheang, Hul Seingheng, Yoshimura Chihiro (2018), Temporal Dynamics of Water Quality in Tonle Sap Lake in Kampong Loung, Cambodia, Based on Historical Data, 17th World Lake Conference, Tsukuba, October 15-19 2018	口頭発表
2018	国際学会	Chihiro Yoshimura, Om Romny, Establishment of Environmental Conservation Platform of Tonle Sap Lake, The 18th Science Council of Asia Conference "Role of Science for Society: Strategies towards SDGs in Asia", Tokyo, Science Council of Japan, December 5-7	口頭発表
2018	国際学会	Nakatani, K, Nasukawa, K, and Fujii, M, Influence of lake water quality on cyanobacterial toxin production and microbial diversity, Proceedings of RCEnvE-2018. Phnom Penh, Cambodia, 2018年9月27-28日.	口頭発表
2018	国際学会	Chanthol Peng, Porsry Ung, Kazuhiko Miyanaga, Reasmey Tan, Yasunori Tanji, Response of Bacterial Community in Sewage Influent to Antibiotic Treatment, Proceedings of RCEnvE-2018. Phnom Penh, Cambodia, 2018年9月27-28日.	口頭発表
2018	国際学会	Sophea Chheun, Chanthol Peng, Reasmey Tan, Chhorvin Vann, Sovannary Un, Srean Aun, Sochann Penh, Porsry Ung, Kazuhiko Miyanaga, Yasunori Tanji, Monitoring of Antibiotic-Resistant Bacteria in Tonle Sap River, Mekong River, and Wastewater in Dry Season, Proceedings of RCEnvE-2018. Phnom Penh, Cambodia, 2018年9月27-28日.	口頭発表
2018	国際学会	Sochann Penh, Kazuhiko Miyanaga, Porsry Ung, Reasmey Tan, Sovannary Un, Srean Aun, Sophea Chheun, Yasunori Tanji, Study the Effects of PAC Coagulant and Ca(OCl) ₂ on Escherichia fergusonii and T4 Phage, Proceedings of RCEnvE-2018. Phnom Penh, Cambodia, 2018年9月27-28日.	口頭発表
2018	国際学会	Vannak Ann, Porsry Ung, Sovannara Uk, Dilini Kodikara, Sokly Siev, Chanthol Peng, Sokunsreiat Yuk, Sotheary Sann, Rajendra Khanal, Reasmey Tan, Seingheng Hul, Kazuhiko Miyanaga, Manabu Fujii, Chihiro Yoshimura, Yasunori Tanji, Relationship between Microbial Communities and Water Quality in a Large Tropical Lake, Proceedings of RCEnvE-2018. Phnom Penh, Cambodia, 2018年9月27-28日.	口頭発表
2018	国際学会	Porsry Ung, Sovannary Un, Sophea Chheun, Srean Aun, Sochann Penh, Sotheary Sann, Reasmey Tan, Kazuhiko Miyanaga, Yasunori Tanji, Analysis of Total Bacterial Concentration and Microbial Community in Waters Used by Floating Villagers, Tonle Sap Lake, Proceedings of RCEnvE-2018. Phnom Penh, Cambodia, 2018年9月27-28日.	口頭発表
2018	国際学会	Srean Aun, Reasmey Tan, Sovannary Un, Sophea Chheun, Sochan Penh, Chanthol Peng, Porsry Ung, Kazuhiko Miyanaga, Yasunori Tanji, Monitoring the Pathogenic Bacteria in Mekong River and Tonle Sap River, Proceedings of RCEnvE-2018. Phnom Penh, Cambodia, 2018年9月27-28日.	口頭発表

招待講演	0
口頭発表	35
ポスター発表	1

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
2016	国際学会	YOSHIMURA Chihiro, FUJII Hideto, HINODE Hirofumi, TANJI Yasunori, WATANABE Toru, KUYAMA Tetsuo, HUL Seingheng, LY Sarann, OEURNG Chantha, KUOK Fidero, TAN Reasmey, SOMETH Paradis, and In Sokneang, Establishment of Environmental Conservation Platform of Tonle Sap Lake, World Lake Conference 16, Bali in Indonesia, 2017年11月7~10日	口頭発表
2016	国際学会	FUJII Hideto, LY Sarann, Hydrological & Hydrodynamic Models of The Tonle Sap Lake, 1st Sympoium on Tonle Sap Water Environment, Institute of Technology of Cambodia, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表
2016	国際学会	OEURNG Chantha, YOSHIMURA Chihiro, SOK Ty, SIEV Sokly, SONG Layheang, YANG Heejung, Sediment and water quality in Tonle Sap Lake, 1st Sympoium on Tonle Sap Water Environment, Institute of Technology of Cambodia, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表
2016	国際学会	TANJI Yasunori, UNG Porsry, TAN Reasmey, MIYANAGA Kazuhiko, Investigation of factors influences fate of Escherichia coli in the wastewater treatment plant and natural water environment, 1st Sympoium on Tonle Sap Water Environment, Institute of Technology of Cambodia, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表
2016	国際学会	In Sokneang, HOR Sivmey, LOAN Da, PU Jian, WATANABE Toru, Health risk assessment due to contamination of Tonle Sap Lake via water and food consumption, 1st Sympoium on Tonle Sap Water Environment, Institute of Technology of Cambodia, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表
2016	国際学会	TAN Reasmey, Sivchheng Phal, MIYANAGA Kazuhiko, TANJI Yasunori, Survival of Escherichia coli in dialysis membranes under different environmental conditions, 1st Sympoium on Tonle Sap Water Environment, Institute of Technology of Cambodia, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表
2017	国際学会	SIEV Sokly, YANG Heejun, SOK Ty, UK Sovannara, SONG Layheang, YOSHIMURA Chihiro, OEURNG Chantha Sedimentation and Resuspension Rates in the Floodplains of Tonle Sap Lake. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Siem Reap, Cambodia, 2017年8月24-26日.	口頭発表
2017	国際学会	KODIKARA Dilini, UK Sovannara, YOSHIMURA Chihiro, YANG Heejun, SIEV Sokly, SONG Layheang, OEURNG Chantha, Contemporary Nitrogen Distribution during Dry Season and its Long-term Trend in Tonle Sap Lake and its River Basins. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Siem Reap, Cambodia, 2017年8月24-26日.	口頭発表
2017	国際学会	CHUM Kimleang, SOK Ty, CHAN Ratboren, HENG Bunmanut, SIEV Sokly, YANG Heejun, YOSHIMURA Chihiro, SONG Layheang, OEURNG Chantha ,Assessment of Spatial Interpolation Methods to Map Water Quality in Tonle Sap Lake. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Siem Reap, Cambodia, 2017年8月24-26日.	口頭発表
2017	国際学会	UK Sovannara, KODIKARA Dilini, YOSHIMURA Chihiro, YANG Heejun, SIEV Sokly, SATO Michitaka, SOK Ty, SONG Layheang, OEURNG Chantha, Phosphorus fractions in sediments and its potential exchange with water column in Tonle Sap Lake. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Siem Reap, Cambodia, 2017年8月24-26日.	口頭発表
2017	国際学会	P. Ung, C. Peng, S. Yuk, V. Phoeurn, V. Ann, H. Mith, R. Tan, K. Miyanaga , Y. Tanji, Primary Study on Microbial Consortia in Tonle Sap Lake Water. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Siem Reap, Cambodia, 2017年8月24-26日.	口頭発表
2017	国際学会	R. Tan, M.C.T. Chanto, P. Ung, K. Miyanaga, Y. Tanji ,Survival of Escherichia coli K12 in Tonle Sap Lake and Tonle Sap Water by Using Dialysis Membrane as a Supporter. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Siem Reap, Cambodia, 2017年8月24-26日.	口頭発表

2017	国際学会	K. Miyanaga, C. Peng, P. Ung, R. Tan , Y. Tanji, Investigation of Antibiotic Resistant Bacteria in the Water Environment. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Siem Reap, Cambodia, 2017年8月24-26日.	口頭発表
2017	国内学会	宮永一彦, Ung Porsry, 丹治保典, Ann Vannak, Tan Reasmey, トンレサップ湖水および堆積物中の微生物群集解析, 第52回日本水環境学会年会, 北海道、2018年3月17日	口頭発表
2017	国際学会	Pham Ngoc Bao, Tetsuo Kuyama, Binaya Raj Shivakoti, Naret Heng, Neth Baromey, Hul Seingheng. (2017). Impacts of socio-economic and environmental changes on the livelihoods of local communities in and around the Tonle Sap Lake. Poster Presentation. Proceedings Of The 2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Siem Reap, Cambodia, 2017年8月24-26日.	ポスター発表
2018	国際学会	Pham Ngoc Bao, Binaya Raj Shivakoti, Tetsuo Kuyama, Hul Seingheng, Heng Naleak, Naret Heng, Neth Baromey. (2018). Impacts of recent environmental changes on the livelihoods of fishing communities in the Tonle Sap Lake (TSL). Oral Presentation. Proceedings of the 17th World Lake Conference on Harmonious Coexistence of Humans and Lakes- Toward Sustainable Ecosystem Services, Tsukuba International Congress Center, Ibaraki, Japan, 2018年10月15-19日.	口頭発表
2018	国際学会	Pham Ngoc Bao, Binaya Raj Shivakoti, Tetsuo Kuyama, Hul Seingheng, Heng Naleak, Naret Heng, Neth Baromey. (2018). Socio-Economic and Environmental Changes in the Tonle Sap Lake and Its Impacts on the Livelihood of Local Communities. Oral Presentation. Proceedings of the 11th Regional Conference on Environmental Engineering 2018 (RCEE-2018) & the 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Phnom Penh, Cambodia, 2018年9月27-28日.	口頭発表
2018	国際学会	Nobue Amanuma, Eric Zusman, Premakumara Jagath Dickella Gamaralalage, Bijon Kumer Mitra, Ngoc-Bao Pham, Bingyu Chiu, So-Young Lee, Pia May Agatep, Ryoko Nakano, Sudarmanto Budhi Nugroho, and Jane Romero. (2018). Governance for integrated solutions to sustainable development and climate change: from linking issues to aligning interests. Oral Presentation. Proceedings of the 11th Regional Conference on Environmental Engineering 2018 (RCEE-2018) & the 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Phnom Penh, Cambodia, 2018年9月27-28日.	口頭発表
2018	国際学会	Fujii H, Nakamura T, Ly S, Lun S, Heng S, Fujihara Y, Hoshikawa K :Discharge measurement of the Tonle Sap Lake and River by ADCP. Proceedings of RCEnvE-2018.Phnom Penh, Cambodia, 2018年9月27-28日.	口頭発表
2018	国際学会	Nakamura T, Fujii H, Ly S, Lun S, Hen S, Fujihara Y, Hoshikawa K, Takemura K and Arai S, Application of TITech-WARM to a 3D Numerical Analysis of Water Current in Chhnok Tru's Floating Village. Proceedings of RCEnvE-2018. PhnomPenh, Cambodia, 2018年9月27-28日.	口頭発表
2018	国際学会	Siev S, Sato M, Yoneda I, Khanal R, Ly S, Fujii H, Yoshimura C : Integration of hydrological and hydraulic models for simulating flood pulse and inundation area in Tonle Sap Lake. Proceedings of RCEnvE-2018.Phnom Penh,Cambodia,2018年9月27-28日.	口頭発表
2018	国際学会	Tanaka T, Yoshioka H, Siev S, Fujii H, Ly S, Yoshimura C: Performance comparison of the three numerical methods to discretize the local inertial model for stable shallow water computation. 18th Asia Simulation ConferenceAsia Sim. Kyoto Japan, 2018年10月27-29日.	口頭発表
2018	国際学会	Sokneang In, Hengsim Phuong, Sivmey Hor, Sengly Sroy, Jian Pu, Watanbe Toru. Hygiene and Sanitation of people living on and around Tonle Sap Lake: Comparison of water based, water-land based and land based zones. The 17th World Water Conference, Ibaraki, Japan, 2018年10月15-19日	口頭発表
2018	国際学会	Chhorvin Vann, Sarann Tann, Seingheng Hul, Sophea Chheun, Kong Chhuon, Chihiro Yoshimura,Seasonal Assessment of Nutrient concentrations in the Floating Community at Chhnok Tru in Tonle Sap Biosphere Reserve, Cambodia,The 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes,Phnom Penh, Cambodia, 2018年9月27-28日.	口頭発表
2018	国際学会	Ilan Ich, Ty Sok, Vinhteang Kaing, Chantha Oeurng, Layheang Song, Sokly Siev,Sovannara Uk, Marith Mong, Rajendra Khanal, Yoshimura Chihiro,Application of Multivariate Techniques in the Assessment of Spatial Surface Water Quality in Tonle Sap Lake, Cambodia,The 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes,Phnom Penh, Cambodia, 2018年9月27-28日.	口頭発表

2018	国際学会	Vinhteang Kaing, Ty Sok, Ilan Ich, Chantha Oeurng, Layheang Song, Sokly Siev, Sovannara Uk, Marith Mong, Danet Hak, Rajendra Khanal, Yoshimura Chihiro, Contemporary Water Quality Status in Floating Villages in Tonle Sap Lake: Case study in Chhnok Trou Villages, The 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes, Phnom Penh, Cambodia, 2018年9月27-28日.	口頭発表
2018	国際学会	Michitaka Sato, Sokly Siev, Rajendra Khanal, Chihiro Yoshimura (2018) Effect of Soil Type, Slope and Land Use Change on Sediment Yields in the Tonle Sap Lake Basin, 8th Regional Symposium on Infrastructure Development in Civil Engineering (RSID8), Quezon City, Philippines, 2018/10/25-26.	口頭発表
2018	国際学会	Michitaka Sato, Sokly Siev, Rajendra Khanal, Chihiro Yoshimura, Effect of Soil Type, Slope and Land Use Change on Sediment Yields in the Tonle Sap Lake Basin, The 17th World Water Conference, Ibaraki, Japan, 2018年10月15-19日.	口頭発表
2018	国際学会	Chihiro Yoshimura, International Framework to Enhance the Sustainability of Our Sanitation and Water Environments, International Symposium on Environment Science for Regional Sustainability, Cochabamba, Bolivia, 2019年3月6日.	口頭発表
2018	国内学会	米田一路, 中村恭志, 西山正晃, 渡部徹, 2次元水質モデルを用いたトンレサップ湖の水質解析, 第53回日本水環境学会年会, 平成31年3月7~9日, 山梨県甲府市	口頭発表
2018	国内学会	米田一路, 中村恭志, 西山正晃, 渡部徹, トンレサップ湖における水上生活者の位置推定とそこからの水質汚濁の解析, 平成30年度土木学会東北支部技術研究発表会, 平成31年3月2日, 仙台市	口頭発表
2018	国際学会	Siev, S. (2018). Water Environment in Southeast Asia: the case of Tonle Sap Lake, Cambodia. In the 42nd Southeast Asia Seminar: Health and Rural Development Based on the Concept of Gross National Happiness. Center for Southeast Asian Studies, Kyoto University. Punakha, Bhutan. December 6-12, 2018	口頭発表

招待講演	0
口頭発表	31
ポスター発表	1

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	現時点ではありません。												
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	現時点ではありません。												
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
2018	2018年10月15日	いばらき霞ヶ浦賞	第17回世界湖沼会議[いばらき霞ヶ浦2018]	UNG Porsry	茨城県, 公益財団法人国際湖沼環境委員会 (ILEC)	1. 当課題研究の成果である	秋篠宮殿下出席の下、受賞スピーチを行う。
2018	2018/9/28	Best Oral Presentation Award	Integration of Hydrological and Hydraulic Models for Simulating Flood Pulse and Inundation Area in Tonle Sap Lake	Sokly Siev	11th Regional Conference on Environmental Engineering 2018	1. 当課題研究の成果である	
2018	2018/9/28	Best Poster Presentation Award	Monitoring of Flooded Forests around the Tonle Sap Lake using Satellite Data	Yuta Watanabe	11th Regional Conference on Environmental Engineering 2018	1. 当課題研究の成果である	
2018	2018/10/16	Best Poster Presentation Award	Improvement of Hydrological and Hydraulic Model by Applying Satellite-based Precipitation in the Tonle Sap Lake	Ichiro Yoneda	17th World Lake Conference, Tsukuba, Japan	1. 当課題研究の成果である	

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
2016	2016/10/8	カンボジア国営放送	トンレサップ湖保全の取組		42651.1	
2018	2018/12/11	AUN/SEED-Net, JICA	Alumni stories: 'Doing research is not only just for graduation but also for the sake of science and society ...'	Website	その他	Interview with Sokly Siev
2018	2018/12/3	SATREPS Newsletters, Issue 3	Hydrology and Hydrodynamics in Tonle Sap Lake	Workshop Summary - 17th World Lake Conference	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2018	2019/3/21	Khmer Times	Researchers warn of toxic chemicals	Website	1.当課題研究の成果である	Phet Chenvorleak (WG3)のワークショップでの講演が報道された

4 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
2016	2016/8/26-27	1st SYMPOSIUM ON TONLE SAP WATER ENVIRONMENT	カンボジア工科大学(カンボジア)	150人程度	公開	
2016	2016/9/6	Satreps Workshop Series - 1: Practical Steps to Publish Your Research Outcomes	カンボジア工科大学(カンボジア)	31人	組織内公開	
2016	2016/9/15	Satreps Workshop Series - 2: Expansion of full-dyke system and its impact on a flood-prone rice area in the Mekong Delta	カンボジア工科大学(カンボジア)	20人程度	組織内公開	
2016	2016/11/16	論文作成に向けた講習会	東京工業大学 丹治研究室	約15人	組織内公開	Start-up discussion-Perspectives of our Lab-と題した講習会の開催
2016	2016/11/21-25	GCMS-TQ8040 Training	島津製作所東京支店	5人	非公開	GCMS-TQ8040の原理および基本操作に関する講座
2016	2016/11/18・28,29	XRD, ICP-AES, SEM-EDX, TG-DTA, user Training	東京工業大学 日野出研究室	5人	非公開	XRD, ICP-AES, SEM-EDX, TG-DTAの原理および基本操作に関する講座
2016	2016/12/5	SATREPS合同セミナー	JICA本部(日本)および JICAカンボジア事務所(カンボジア)テレビ会議システムを利用	30人程度	組織内公開	

2016	2017/1/19	ScienceCafe in Environmental Engineering	東京大学(日本)	15人程度	組織内公開	
2016	2017/3/16	Satreps Workshop Series - 3: Primary Production and Harmful Algal Bloom in Lakes	カンボジア工科大学(カンボジア)	11人	組織内公開	
2016	2017/3/21	SATREPS合同セミナー	カンボジア工科大学(カンボジア)	32人	組織内公開	
2016	2017/3/23	Satreps Workshop Series-4: Biological Assessment of Water Quality	カンボジア工科大学(カンボジア)	15人程度	組織内公開	
2017	2017/7/11	SATREPSの2-D水理モデリングに関する講義	出雲高校	40人程度	組織内公開	
2017	2017/8/11	Joint Workshop in Training Course of SATREPS	東京工業大学	15人程度	組織内公開	
2017	2017/8/24-26	2nd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes	カンボジア工科大学(カンボジア)	120人程度	公開	
2017	2017/11/28	Satreps Workshop Series-5: Advanced Laboratory Safety and Quality Management	カンボジア工科大学(カンボジア)	20人程度	組織内公開	
2017	2017/12/18	Joint Workshop in Training Course of SATREPS	東京工業大学	15人程度	組織内公開	

2017	2018/2/5頃	Course on Research Methodology, data analysis and reporting	トンレサップ庁	15人程度	組織内公開	
2017	2018/3/5	3st Joint Seminar in SATREPS	カンボジア工科大学（カンボジア）	40人程度	組織内公開	
2017	2018/3/9	Satreps Workshop Series-6: Application of GBHM in Tonle Sap Lake basin	カンボジア工科大学（カンボジア）	50人程度	組織内公開	
2017	2018/3/15	Satreps Workshop Series-7: Biological Assessment of Water Quality	カンボジア工科大学（カンボジア）	40人程度	組織内公開	
2017	2018/3/20	トンレサップ湖の保全に関する講演	トンレサップ庁	50人程度	組織内公開	
2018	2018/6/5	Satreps Workshop Series-8: Water Pollution Control	カンボジア工科大学（カンボジア）	30人程度	組織内公開	
2018	2018/09/27-28	The 3rd International Symposium on Conservation and Management of Tropical Lakes	プノンペン（カンボジア）	200人程度	公開	
2018	2018/9/13	Satreps Workshop Series-9: Health Risk Assessment for Water-related issues	カンボジア工科大学（カンボジア）	30人程度	組織内公開	
2018	2018/10/1	Satreps Workshop Series-10: Improvement of Water Governance in Asia Countries	カンボジア工科大学（カンボジア）	30人程度	組織内公開	

2018	2018/12/27	Satreps Workshop Series-11: Microbiological Ecology in the Environment	カンボジア工科大学(カンボジア)	30人程度	組織内公開	
2018	2019/3/13	Satreps Workshop Series-12: Application of R/S & GIS and 3-Dimensional model in water quality and Hydraulic modelling	カンボジア工科大学(カンボジア)	10人程度	組織内公開	

27 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
2016	2016/10/7	第1回合同調整委員会 (JCC1)	約25人	本プロジェクトの研究者の他、JICAカンボジア事務所、JST、カンボジアの教育省・環境省・トンレサップ庁から代表者が参加
2016	2016/11/30	2016年12月および2017年3月のサンプリング箇所に関する打ち合わせ	8人	2016年12月および2017年3月のサンプリング箇所の選定について講義
2017	2017/8/25	第2回合同調整委員会 (JCC2)	約30人	本プロジェクトの研究者の他、JICAカンボジア事務所、カンボジアの教育省・環境省・トンレサップ庁から代表者が参加

3 件

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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・世界に先駆け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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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)	<ul style="list-style-type: none"> ・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)

上位目標

カンボジアの環境行政(水質基準や環境政策の立案など)に寄与すると同時に、インドシナ半島の安定と持続的発展に貢献

トンレサップ湖の長期的な環境保全が実現する枠組みを構築される

プロジェクト目標

1. トンレサップ湖に関する環境データベースを開発
2. トンレサップ湖を対象とした水環境解析ツールを開発
3. トンレサップ環境プラットフォームの設立

