公開資料

国際科学技術共同研究推進事業
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）

研究領域「地球規模の環境課題の解決に資する研究」

研究課題名「タイ国における統合的な気候変動適応戦略の共創推進に関する研究」

採択年度：平成 27 年度/研究期間：５年/相手国名：タイ

終 了 報 告 書

国際共同研究期間*1
2016 年 5 月 1 日から 2022 年 4 月 30 日まで

JST 側研究期間*2
2015 年 6 月 1 日から 2022 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該年度末

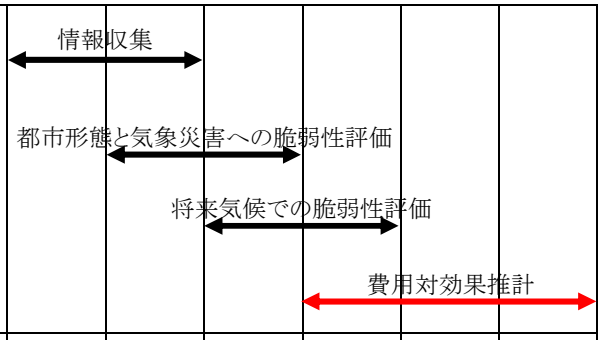
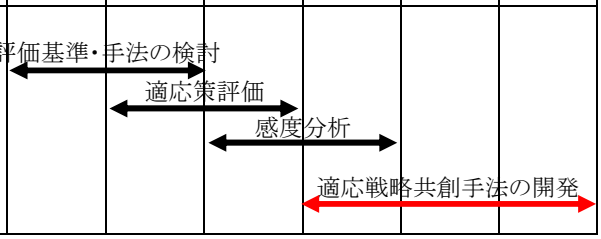
研究代表者：　沖　大幹
東京大学・教授

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(実績)

研究題目・活動	H27 年度（9 ヶ月）	H28 年度	H29 年度	H30 年度	H31/R01 年度	R02 年度	R03 年度
1. 気象水文基盤情報の創出							
1-1 共創によるセクター別必要気候情報の特定		セクター別必要気候情報の特定					
1-2 セクター別気候情報の創出					セクター別気候情報の創出		
1-3 気象水文基盤情報システムの構築		気象水文基盤情報システムの構築					
2. 適応機会とその効果の評価							
2-1 斜面災害確率モデルによるタイ国全土の被害額分布作成		被害額分布作成					
2-2 リアルタイムの斜面災害リスク情報の発信				災害リスク情報の発信			
2-3 沿岸セクターにおけるタイ国の情報収集(論文レビュー、データ収集)		情報収集					
2-4 タイ国沿岸の海岸侵食予測		海岸侵食予測					
2-5 砂浜の経済評価手法の開発			経済評価手法の開発				
2-6 養浜の最適化手法の開発とタイ国における適応策の提案					最適化手法の開発 適応策提示		
2-7 淡水資源セクターにおけるチャオプラヤ川流域の情報収集(論文レビュー、統計データ収集、ナン川観測)		情報収集					
2-8 淡水資源セクターにおけるモデル開発(陸面・河川の改良、リアルタイム計算)		モデル開発					
2-9 淡水資源セクターにおけるモデルユーザビリティの向上(パラメータ設定効率化)				モデルユーザビリティ向上			
2-10 淡水資源セクターにおけるモデル解析(温暖化影響・適応評価、他流域適用可能性評価)			モデル解析				
2-11 農業統計データの分析と地域特性の評価		農業統計データの分析 地域特性の評価					
2-12 現在気候における農業被害発生要因の分析		農業被害発生要因の分析					
2-13 将来気候における農業被害推計および適応評価			農業被害推計 適応評価				
2-14 農業農村セクターにおける適応策オプションの費用対効果推計				費用対効果推計			ローカル WS の実施
2-15 森林統計データの分析と地域特性の評価		森林統計データの分析、地域特性の評価					
2-16 現在気候における森林被害発生要因の分析		森林被害発生要因の分析					
2-17 将来気候における森林被害推計および適応評価			森林被害推計 適応評価				
2-18 森林セクターにおける適応策オプションの費用対効果推計					費用対効果推計		

2-19 都市セクターにおける情報収集(論文レビュー、統計・空間データ収集、フィールドワーク) 2-20 都市形態と現在気候における気象災害への脆弱性評価 2-21 将来気候における気象災害への脆弱性評価 2-22 都市セクターにおける費用対効果を踏まえた適応策オプションの提案	
3. 適応戦略共創手法の開発 3-1 評価基準および評価手法の検討 3-2 基準年における適応策評価 3-3 将来予測シナリオによる感度分析 3-4 多基準分析による適応戦略共創手法の開発	

2-5 の変更理由：生態系だけではなく観光等も含めた砂浜の経済評価を行う必要があるため、「生態系の経済評価手法の開発」を「砂浜の経済評価手法の開発」に変更。

２．プロジェクト成果目標の達成状況とインパクト（公開）

(1) プロジェクト全体

2019 年度は、2018 年度に実施した ONEP 向けレポートの公開（2018 年 4 月）、国家適応計画へのインプット（閣議へ提出済み）、THA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs におけるブースでの枢密院メンバーへの説明（2019 年 1 月）といった社会実装の一環としての中央政府へのインプットを活かして、タイの ONEP 以外の気候変動対策実施機関であるタイ気象局などの適応策実施機関へのインプットやタイ国以外への知見の敷衍、さらに国家適応計画を踏まえたガイドライン作成に向けた会合での知見のインプットを実施した。具体的には、2019 年 9 月 4～6 日に JICA と CITC（気候変動国際研修センター）で実施された、Regional Training Workshop “Climate Change Adaptation: Climate Change Adaptation National Plan Formulation, Implementation and Framework of Monitoring and Evaluation (M&E)”（バンコク）にて、カセサート大学 Thanya Kiatiwat プロジェクトマネージャーより講義を提供した。また、2019 年 11 月 18～19 日に開催された G20 のフォローアップにあたる日本国外務省主催の Climate sustainability working group (CSWG) の第 2 回会合にて、カセサート大学の Somparatana Ritphring 副プロジェクトマネージャー兼沿岸チームリーダーと Suttisak Soralump 土砂災害チームリーダーから気候変動適応策のケーススタディ並びに優良事例を紹介し、タイ国内だけでなくそれ以外の国からも関心を集めた。さらに日本・タイ環境ウィークの一環で開催された気候変動に関連するワークショップでの発表を 2020 年 1 月に行い、日タイの気候変動に関する活動の中でアピールを行った。

2020 年度は、COVID-19 による海外渡航や国内移動の制限があり、当初予定していた国外、国内ともに国際共同研究等の活動の多くを実施することができなかった。当初は、IMPAC-T（タイ国気候変動に対する水分野の適応策立案・実施支援システムの構築：Integrated study on Hydro-Meteorological Prediction and Adaptation to Climate Change in Thailand（2008～2013））の際に導入した大人数多拠点対応可能なテレビ会議システムを用い、その後は急速に普及した ZOOM 等のオンラインテレビ会議システムを用いて、各研究グループで日タイ間の共同研究の進め方等の議論を行い、国際研究協力を推進した。

2019 年度に実施した気候変動適応策を実施する機関であるタイ気象局や王立灌漑局などの適応策実施機関へのインプット やタイ国以外への知見の敷衍、国家適応計画を踏まえて作成するガイドラインへの知見のインプットを踏まえ、国家適応計画の修正やそれに並行して作成しているガイドラインへの協力等を、カセサート大学 Thanya Kiatiwat プロジェクトマネージャーを通して随時行った。具体的には、2 か月に 1 回の頻度で PMC（Project Management Committee）を開き、事務的な議論だけでなく国家適応計画の進捗の共有や最新の科学的知見の提供を行い、さらに 2021 年 1 月にはタイ側国内会合（リーダー会合）にて ONEP（タイ国天然資源環境省天然資源環境政策計画局: Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning）が進める国家適応計画の状況を各グループの研究者と共有し、COVID-19 終息後を見据えたワークショップの開催案や、オンラインで実施可能な国際研究協力の内容等について議論した。また、JICA タイ事務所が ONEP を表敬訪問した際、ADAP-T （本プロジェクトの通称：Advancing Co-Design of Integrated Strategies with Adaptation to Climate Change in Thailand）への協力に対する期待を表明されるなど、引き続き Thnaya プロジェクトマネージャーの働きかけによる政府高官との頻繁な意思疎通によって、社会実装へ向けた調整が進んでいる。共同研究の観点からは、2020 年 7 月に開かれた地球惑星科学に関する国際会議である「JpGU-AGU2020」の特別セッションにおいて、日本、タイだけに限らず同じような課題に関連する研究が紹介された。

研究運営体制としては、週例会、PMC、JCC （合同調整委員会：Joint Coordination Committee）等を通じて、日タイ間の本プロジェクトの推進を図っており、COVID-19 禍での様々な共同研究の障害を克服すべく議論を重ねた。JCC はメール審議とし、PMC のタイ側研究者は、感染対策を取ってカセサート大学へ集まり、日本側研究者とテレビ会議システムを用いて国際共同研究の進め方について議論した。週例会は、原則として ZOOM の開催であった。2020 年度は学生のタイ国派遣ができず、日タイの学生交流の場が持てなかったが、国際学会がオンライン開催になった点でハードルが下がったという意見もあり、学生が筆頭著者の国際学会での発表が 17 件（2019 年度は 21 件）と前年度に匹敵する成果をあげており、引き続き日タイの若手育成が推進されている。全体としても、共同研究の成果は、2020 年度は共著で 10 本、日本側で 17 本と順調に成果を上げている。2020 年度は日タイ間での往来ができなかったため、日タイ合同のワークショップの開催はできなかったが、例年開催する 9 月の中間報告会と 3 月の全体会合をオンラインで開催し、最終成果物に向けた意識の共有を図った。2019 年度も引き続き学生のタイ国派遣や国際学会発表を通じて、未来の国際的な人材の育成へ貢献した。農村開発チームの調査（2019 年 6 月、茨城大から 4 名）、タイ気象局における季節予報レクチャーシリーズでの講義並びにその補助（2019 年 10 月、北海道大から 3 名、東工大から 1 名）、8th APHW International Conference での口頭発表（2019 年 11 月、インドにて開催、京都大から 1 名）が主に挙げられるが、2019 年度は成果発表も学生による貢献が大きく、国際学会での口頭発表 6 件、ポスター発表 1 件、国内学会での口頭発表 9 件、ポスター発表 5 件となっており、着実に本プロジェクトを通じた若手育成が推進されている。また学生がタイ国へ派遣された際には対応機関（カセサート大学、タイ気象局、コンケン大学等）における若手交流の機会を自主的に設けるなど、プロジェクト 4 年目の成果が見られつつある。一方、タイの人的支援については、日本における研修を含む研究会合を 4 回実施し、延べ 11 名が来日した。具体的には以下の通りである。2019 年 5 月に、淡水チームにおける治水システム開発に関して実地調査と H08 モデルを用いた開発及びそれに関する研究会合を実施した。予算の都合上、ADAP-T 予算では 2 名しか支弁できなかったが、別プロジェクトによる支援も頂き、多くのメンバーが参加することができた。2019 年 11 月には、沿岸チームにおける沿岸域における気候変動適応策に関する実地調査と研究会を実施した。タイ側現業機関の副長官も参加していただき行政からの視点での考え方も活発に議論された。2020 年 1 月には、都市チームにおける洪水対策における排水と交通管理に関して実地調査及び研究打合せを実施した。最終成果をどのように示すか、どのデータが利用可能でどれを選択すべきか、といった議論が交わされた。

そして 2020 年 2 月には、将来シナリオチームにおける気候変動適応戦略をどのように Co-Design するかについて研究打合せ及びシステムのタイ語化に向けた手順の確認を、実際にプログラムを組みながら議論した。その結果、適応策シミュレーションシステムのタイ語化に向けた道筋を明らかにすることができた。2020 年 3 月現在で文部科学省 SATREPS 枠での留学生は本プロジェクトではいないが、タイ側 ARDA（農学研究機構）支援の論博プロジェクトで 3 名採択されており、うち 1 名は 2020 年 3 月に博士（工学）を取得した。また、2018 年 9 月に東京大で博士（工）を取得した Patchares CHACUTTRIKUL 氏は、2019 年よりカセサート大学森林学部の講師として着任した。このように着実にタイにおける若手育成も進んでいる。

・プロジェクト全体のねらい

①地球規模課題解決に資する重要性、科学技術・学術上の独創性・新規性

本プロジェクトの最終的なアウトカムである強靭で持続可能な気候変動対策を開発するため、１）タイ国における気候変動政策決定機関である天然資源環境省やタイ国家経済社会開発委員会との共同研究推進を通じた、タイ国における気候変動基本計画の策定プロセスや現在推進している国家適応計画の策定への貢献や、２）気候変動政策実施機関である王立灌漑局（特に淡水資源、土砂災害セクター）、タイ気象局（特に淡水資源、土砂災害、森林、都市、農村計画セクター）、土地開発局（特に農村計画、森林セクター）、海洋・沿岸資源局（特に沿岸セクター）といった、本プロジェクトが着目しているセクターに対応する中央政府機関とバンコク都庁との共同研究を通じた気候変動の影響評価、セクターに応じた適応策の優良事例としてのケーススタディの開発研究を実施してきた。現時点での進捗は各研究グループでばらつきはあるものの、40～60%となっている（成果目標シート参照）。これらの研究内容は、天然資源環境省 ONEP 向けに取り纏められ、2018 年 4 月に ADAP-T Special Report 2018 “Scientific Report: Climate Change Effects and Adaptation Measures on Water related Sectors in Thailand” として提出した。現在、この内容を ONEP が主導して精査し、国家適応計画へのインプット材料として検討されており、2018 年 9 月 12 日に開催された “Public hearing for draft of National Adaptation Plan (NAP) by ONEP” でも ONEP 長官自ら紹介された。これは本来プロジェクト終了時に纏める予定のものであったが、ONEP との協議の結果、第 1 版として公開することで、国家適応計画への貢献が図れることから、当初計画では想定していなかったが、2017 年 12 月から取りまとめ作業を日タイで進め、タイ語版と英語版として作成された（図１）。

図１：ONEP へ提出された特別報告書の表紙（左：タイ語バージョン、右：英語バージョン）。
今後、フィードバックを反映し、公開予定である。

適応策として、また適応策に利活用する情報として、季節予報は重要な位置を占めている。本プロジェクトでは統計的・物理的な手法を用いて、季節予報研究に取り組んでいる。タイ全土を対象とした研究は、季節予測情報の降水量に基づいた貯水池操作を取り入れた水資源モデルから得られる河川流量予測情報を過去のデータを用いて検証し、精度評価を高めている。また気候指標データに基づいた ANN（Artificial Neural Network）などの数理統計手法も比較の対象とし、最適な手法開発を推進している。いまだ、季節予報を用いた適応策開発は完成してはいないものの、スキーム開発は終了しており、季節予報の高精度化が目下の課題である。タイ気象局では既に季節予報を公表しているものの、定性的なものに留まっており（これは日本もあまり変わらない）、この定量的で精度のある季節予報は世界的にもほぼなく、このプロジェクトで最先端の研究を引き続き推進したい。

成果の社会へのインパクトを図るため、日本国内における社会実装に向けた取り組みとして、2018 年 7 月 20 日に国連大学で ADAP-T 国際シンポジウム「タイ気候変動対策の最前線～大水害は再び起こるのか？～」を実施した。日本側研究者だけでなく、タイから共同研究者 2 名と季節予報の現業部門担当の方 1 名を招聘した。一般市民 67 名が参加し、ADAP-T の最新の知見を社会へ還元すると同時に、タイへ進出している日系企業への情報提供を通じて、タイ国内の経済活動において気候変動対策をどのように取り込むか議論することができた。

②研究運営体制、日本人人材の育成(若手、グローバル化対応)、人的支援の構築(留学生、研修、若手の育成)等

プロジェクト運営を円滑にするため、最上位意思決定機関である JCC の下に、カセサート大学、王立灌漑局、タイ気象局、ONEP、東京大学で構成する PMC（Project Management Committee）を設置し 2 か月に一度開催してプロジェクトの進捗度や方向性の確認、情報交換を行っている。さらに日々の決済や研究活動についての承認や細かい問題解決、広報活動等について議論するため、カセサート大学、東京大学、富山県立大学で構成する Admin Committee による週例会を毎週開催している。これらのミーティングへの東京大学の参加は現地での対応が困難な場合も多いため、テレビ会議システムを用いて意思疎通を図っている。また、プロジェクトオフィスでの煩雑で膨大な事務作業を捌くため、現地調整員のほか秘書を延べ 4 名雇用している。この費用は、タイ側カウンターパート機関にも負担をお願いしており、円滑な現地でのプロジェクト運営に貢献している。さらに主要共同研究機関との関係を緊密にするため、機会を見つけてプロジェクトリーダーの各機関への表敬訪問を実施し、協力体制を確認している（図２）。

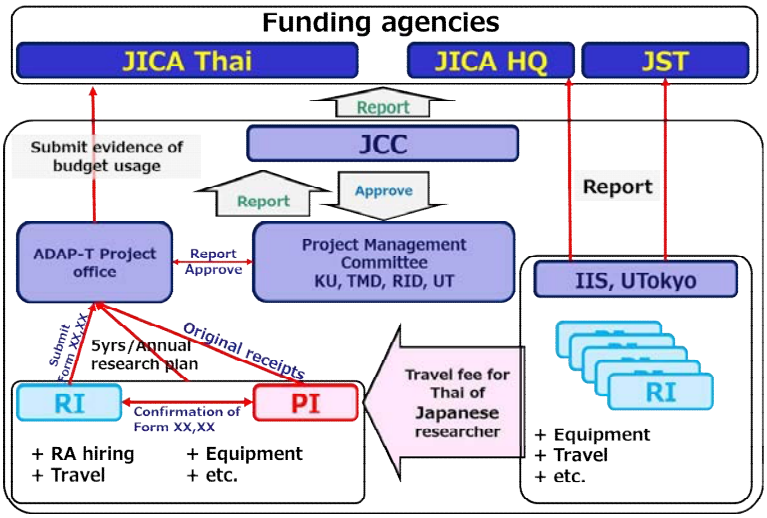


図２：タイ側での研究活動の手順

一方、人材育成の面では、現地での研究活動や日本国内での研究会への学生参加が活発であり、これらを通じたグローバルで視野の広い人材育成に貢献している。ここでは各研究活動のすべてには言及しないが、日本からは延べ35人・回の学生派遣をこれまでに実施し、フィールドにおける現地調査や全体会合での研究発表を通じた議論、タイ側学生との次世代を考える会合での意見交換など、多岐にわたる活動を支援している。また SATREPS 枠を用いた留学生受け入れは 1 名で、キングモンクット工科大学から東京工業大学へ来日し、現在博士課程に在籍している。それ以外の留学生としては、カセサート大学森林学部修士課程を卒業した学生 1 名を、プロジェクト準備機関から東京大学で受け入れており、間もなく博士課程を無事修了予定である。それ以外にもプロジェクト参画機関の学生を、日本での研修に参加してもらうようにJICAやタイ側共同研究機関の研究者と調整し、積極的なキャパシティビルディングを図っている。

日本での研修（共同研究活動）はこれまで 12 回開催し、延べ 70 人・回を受け入れ、積極的にキャパシティデベロップメントを図っている。題目は多岐にわたるが、共同研究をより加速させるため、受け身の座学だけでなくワークショップ形式を取り入れてよりプロジェクトの中での共同研究の推進に繋がるような研修を企画している。日本での研修については、報告書の提出を求めており、それらは Web サイト（adapt.eng.ku.ac.th）で公開している。さらに農村計画セクターの研修では研究要旨集を作成したり、淡水資源セクターの研修では実際に数値実験の結果を議論しながらレポートとして纏めたりするなど、工夫を凝らしている。これらの活動内容は基本的に公開しており、内外に研究活動をアピールするとともに利活用してもらうことを狙っている。これらの研修には研究者だけでなく政府関係者も参加しているが、当然共同研究を共に推進し、本プロジェクトのアウトカムに繋がるよう積極的に意見交換をすることで、より効率的・効果的な研究開発を可能にしている。さらに、これらの研修には日本の若手研究者や学生にも参加を呼びかけ、議論への参加やレポートの協働作成など､若手世代の育成にはJST予算を用いて力を注いでいる。

(2) 研究題目１：「社会実装に向けた適応策ポートフォリオとマニュアル開発」(ST3-KS)

①研究題目１の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

(令和2年度)

日本側の活動は、プロジェクトの最終成果物を完成する予定であったが、タイ側のフィードバックを得ることが困難で計画通りに推進することは難しかった。Special report のベースとなるタイ国における初の水セクターの気候変動の影響評価と適応策、さらには利用可能なデータベースや気候変動対策のトレードオフとシナジーに言及したレビュー論文の作成に注力し、環境に関する国際誌Environmental Research Letters誌から出版された(Kiguchi, Takata et al., 2020)。研究者のみならず、国内外の行政官や建設・防災系のコンサルタントなど、幅広くの関係者にこれまでの研究の到達点や今後の課題などを伝えることができる。また、この成果は、IPCC などの気候変動に関連する報告書で書けている東南アジアなど発展途上国や中進国の情報を提供するもので、とても貴重なものになると考えている。これを基に、Special report やそのほかの成果物の作成を推進したいところであったが、オンラインでの議論ではなかなか具体的な突っ込んだ議論にならず、遅れている。

タイ側の活動は、COVID-19が落ち着いていた2020年7月ソンクラー県で、沿岸地域住民を対象に海岸侵食と気候変動影響に関する環境教育 と、沿岸域のゾーニングに関する住民参加型ワークショップを開催した。地域住民を対象とした気候変動適応策の実施の選択に関する研究では､2018年度に実施した農家を対象とするアンケート調査を拡大させるため、農村チームの吉田博士、沖（一）博士とコンケン大学の C/P と現地で議論を重ね、農家を対象とする調査票を作成し、調査対象地を選定したところであったが、渡航規制のため、状況を見極めながら実施を模索している。

(令和 1 年度)
日本側の活動では、プロジェクトの最終成果物作成に向け、2019 年 7 月に気象庁気象研究所の高谷祐平氏を招聘し、日本側プロジェクトメンバーを対象に季節予報ワークショップを開催した。本ワークショップでは、季節予報に関する最新の研究動向を講演いただき、各研究セクターで季節予報を利活用した研究の可能性について意見交換と議論を行った。また、同年 9 月には、農村チームの吉田博士の企画により、創立 90 周年記念 2019 年度（第 68 回）農業農村工学会大会講演会の企画セッションにて ADAP-T セッションを開催し、5 編の発表を行い、農業分野における本プロジェクトの研究成果をアピールする機会を得た。
タイ側の活動では、同年 9 月に全体会合を開催すると共に、ONEP と KU バーンケーン校とシラチャ校を表敬訪問し、本プロジェクト全体の研究活動の進捗報告と今後の連携活動について議論した。また、チェンライ県の土砂災害チームの研究対象地を訪問し、早期警報システムの導入と運営における地域住民や地方政府との連携に関する課題の共有と今後の活動の方向性について議論した。他にも、East Water 社（Eastern Water Resources Development and Management Plc.）を訪問し、東部経済回廊における水道供給や、気候変動予測に基づく施設拡張計画等の企業戦略について情報交換を行った。同年 10 月にはタイ気象局にて、タイ気象局職員向けに“Lecture series on the meteorological issues in Tropics”を開催した。本レクチャーでは、前出の気象庁気象研究所の高谷氏、東京大学の渡部哲史博士を招聘し、プロジェクトメンバーの東京大学の木口博士、吉兼博士、北海道大学の Nguyen-Le 博士、東京工業大学の鼎博士らから、季節予報の予測可能性と最新の研究動向や、気候予測データの処理と分析に関する講義を行った。
また、地域住民を対象とした気候変動適応策の実施の選択に関する研究では、昨年度に実施した農家を対象とするアンケート調査を拡大させるため、農村チームの吉田博士、沖(一)博士とコンケン大学の C/P と現地で議論を重ね、農家を対象とする調査票を作成し、調査対象地を選定した。

(中間報告書)
これまでのところ、森林・農村・都市・淡水・海岸・土砂セクターの研究対象地への現地視察において、中央/地方政府、地域住民、タイ側研究者との議論を通じ、現状の意思決定に関する情報収集を行った。他にも、現地における課題とニーズを把握するため、2018 年 3 月に環境省との共催により、ソンクラー県において海岸侵食の状況や対策に関するワークショップを開催し、研究者、地方政府、現地 NPO、地域住民等の様々なステークホルダーと意見交換を行った。
また、適応策ポートフォリオとマニュアル開発に向けて、ONEP と National Adaptation Plan (NAP)への本研究プロジェクトの貢献について定期的に議論を重ね、これまでの研究成果をセクターごとにまとめ、日本側とタイ側研究者とで協働し、2018 年 4 月にレポートをとりまとめた。
さらには、ステークホルダーとの共創に必要な評価基準を検討するため、2017 年度はタイ側の海岸セクターと協働し、脆弱性の高いタイ農山漁村地域において地域住民を対象に気候変動適応策に関する意識と適応策の選択要因に関するアンケート調査を行った。調査の結果、地域の気候の変化や、気候変化がもたらす生活への影響を感じている人の割合が高い一方、適応策を実施している人の割合が低い結果となった。適応策を実施しているか否かの選択の違いは、世帯における収入や、地域コミュニティの繋がりの強さ、職業ごとの自然から受ける影響や政府から受けることのできる災害時の支援の違いが要因として考えられることが明らかとなった。

②研究題目 1 のカウンターパートへの技術移転の状況

(令和 2 年度)
ONEP 主導で進められている政策決定者向けのガイドラインの策定について、タイ側 C/P や ONEP との議論を重ねて引き続き進めている。特にプロジェクトマネージャーの Thaya 氏

によって、頻繁に状況の確認をしており、その点について、方向性を修正することが可能となっている。

(令和 1 年度)
ONEP 主導で進められている政策決定者向けのガイドラインの策定について、タイ側 C/P や ONEP との議論を重ねて進めている。

(中間報告書)
2017 年 7 月に ONEP 主催の気候変動関連会合において、本研究プロジェクトの概要と想定される研究結果について発表した。同 12 月にはタイ側の研究セクターの全リーダーと ONEP とでワークショップを開催し、本研究プロジェクトの貢献について議論を行った。2018 年 1 月には ONEP 高官らとタイ人研究者が国家適応政策の先進事例として訪日し、日本国環境省、横浜市温暖化対策本部、国立環境研究所、東京大学にて環境省環境研究総合推進費戦略研究プロジェクト S-14「気候変動の緩和策と適応策の統合的戦略研究」の研究者らと気候変動適応策に関する意見交換を行った。その後、さらにタイ側と日本側とで議論を重ね、平成 30 年 4 月に各セクターの研究成果をまとめたレポートを取りまとめた。

③研究題目 1 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

令和 1 年度には、コロナ禍により、当初予定していた現地での打合せとアンケート調査の実施が延長されることになった。また、令和 2 年度には、COVID-19 禍において、特に社会実装に関する活動の制約は想像以上に大きかった。社会実装するために必要な現地機関のフィードバックを得ることが困難で、実際のガイドラインについても、様々な知見のインプットをしているが、どこまでの情報を求めているか、といった、詳細なレベルの話についてはなかなか議論が深まらず、時間を要している。

④研究題目 1 の研究のねらい（参考）
気候変動適応策の現業機関である天然資源環境省に対してシンポジウムや研修を開催し、主要セクターにおいて選択可能な適応策オプションの提示とポートフォリオ作成手法の利活用を通して、気候変動リスク管理に関する現業業務の強化を推進する。

⑤研究題目 1 の研究実施方法（参考）
多基準分析に基づいてセクターごとに既存の計画と適応オプションの組み合わせ（ポートフォリオ）を中央政府、地方政府、市民、タイ側研究者等との協働を通して検討する。さらに、将来の人口増加や経済成長による評価基準の変化と、それらがポートフォリオに与える影響を検討する。

(3) 研究題目 2 :「適応機会とその効果の評価」

研究題目 2 －①（小題目）:「気象水文基盤情報システム開発構築」(ST1-IT)

・研究題目 2 －①の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

(令和 2 年度)
R2 年度も継続して各ハードウェア・ソフトウェアの安定的な運用を継続するための環境維持・構築・ソフトウェア実装等を進めるとともに、研究グループ間・関連機関の効率的なデータ共有体制の構築維持、成果公開のための基盤整備等を実施した。
ハードウェア・ソフトウェアの維持管理関連では、カセサート大学設置のサーバー老朽化に伴う機器更新作業と、ADAP-T システム全体の安定化を目的とした RID チェンマイ事務所へのバックアップサーバーの新規設置作業を実施した。カセサート大学のサーバー更新作業に関しては、既に耐用年数を超えて冗長性が失われつつあったデータ取得サーバーの更新を行い、2021 年 3 月に設置を終えて運用を開始した。本作業によって RID から取得し

ているリアルタイム観測データの安定的な取得を継続して行うことが可能となった。

加えて、システム全体の冗長度・安定度を上げる目的で検討を重ねていた RID チェンマイ事務所へのサーバー設置に関しては、2020 年 4 月から仕様検討を開始、RID チェンマイ事務所関係者を交えてネットワーク構成を含めた詳細な仕様策定を行い、2020 年 7 月にサーバーおよびストレージ環境の構築、2020 年 12 月に現地ネットワークの設定と電源・空調関係を整備、2021 年 3 月に全ての機器の導入と組み上げを完了し、稼働を開始した(図３)。

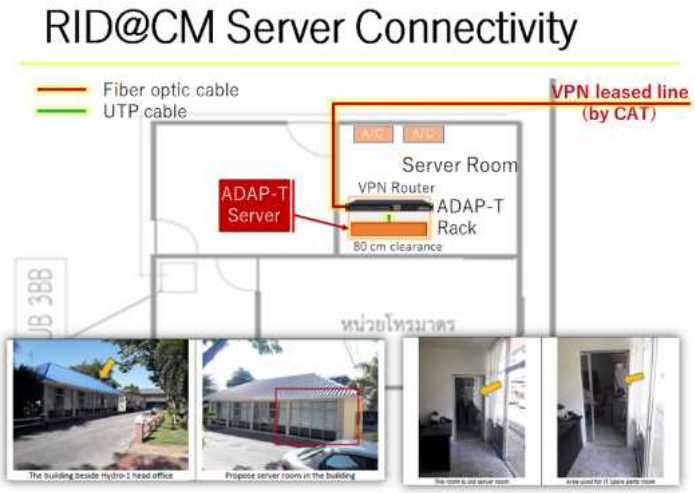


図３：RID チェンマイ事務所設置の ADAP-T サーバー

本サーバーは VPN によって ADAP-T サーバーが設置されている RID バンコク事務所と高速ネットワークで接続されており、膨大な観測データが蓄積されている同サーバーとリアルタイムでデータの同期が実現されるだけではなく、RID バンコク事務所やバンコク市内のインターネット回線に障害が発生した際にバックアップサーバーとして ADAP-T データの発信を継続することが可能となった。バックアップシステムとして稼働しているデータ配信システムを図４に示す。

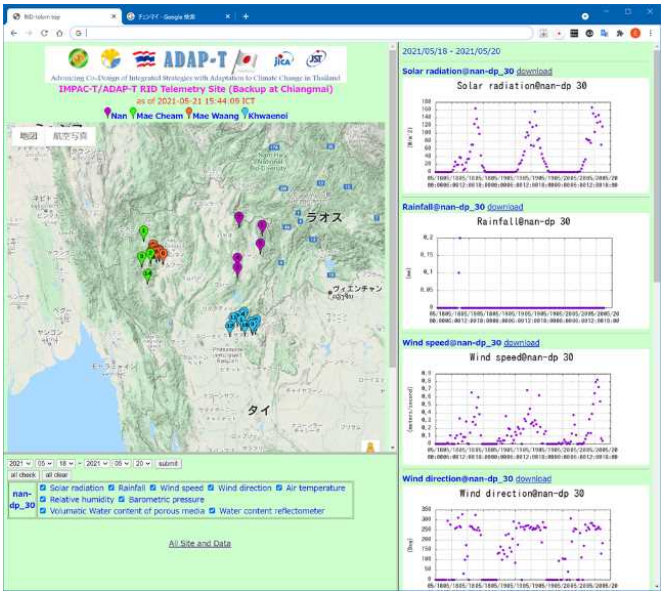


図４：RID チェンマイ事務所で稼働中のバックアップシステム

データ共有に関しては、昨年度構築し実装したデータ共有システムを更に発展させ、関係者間のデータ共有機能に加え外部機関とのデータ連携のための機構の実装を進めた(図５)。TMD とはデータダウンロードおよび API、RID とは API,EGAT とは WEB のスクレイピングツールを用いたデータ連携を実施、いずれも安定したデータ取得とアーカイブの継続を行っている。

各グループの成果公開に関しては、ST3 チームと連携し、具体的な設置方法・公開内容等についての検討を実施した。に示すように ADAP-T のトップページに各チームの成果報告を表示するリンクを作成、来年度に向けて公開環境の構築を行った(図６)。

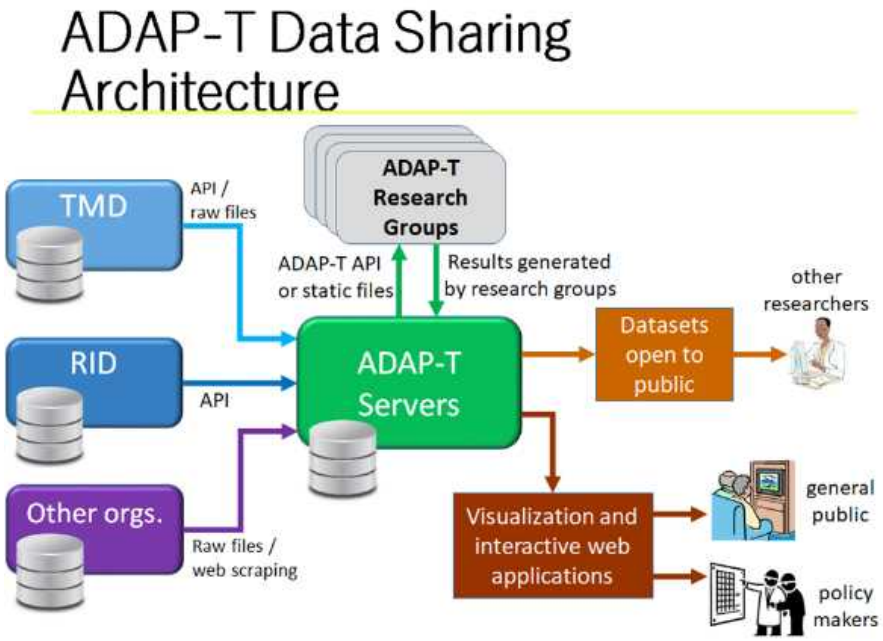


図５：データ共有システム構成図

図６：研究チームごとの成果報告用リンク

以上のように本研究題目での大きな目標としているシステム維持管理・データ共有・成果発信に関しては非常に順調に進捗していると考える。また、今年度は新たに RID チェンマイ事務所に ADAP-T システムの機器が設置されたことにより、最終年度に向けてより安定したシステムの運用が実現可能となったと言える。

(令和 1 年度)

R1 年度は ST2-WATER グループと連携し、6 月にキングモンクット大学トンブリー校に新たに水循環モデル開発運用システムを導入し、これまで同グループが開発を続けてきた全球水資源モデル H08 の更なる高度化とリアルタイム実運用に向けた環境構築を実施した。導入時には同チームのタイ側研究者との意見交換や技術指導を実施し、安定したサーバー運用管理手法の支援も行った。また、同時期にカセサート大学に設置している水循環情報統合システムの維持管理作業、障害が多発しているストレージシステムのメンテナンスと一部の機器更新、管理作業を本チーム C/P であるカセサート大学メンバーと協力して実施した。本作業により冗長度が著しく低下していた同システムのストレージ機器は大幅に改善し、システム全体の更なる安定運用に繋がった。

データ共有に関しては、RID、TMD の関係者との検討を重ね、API を用いたデータ連携機構の開発と実装を進めた。図 7 に示すように、それぞれから取得されるデータはカセサート大学の設置されたサーバーに格納され、各研究グループは API あるいはファイル送信によって利用が可能になっており、加えて各研究グループが作成する各種データに関しては、同サーバーにアーカイブされ関係者が利用可能となるシステムの構築を進めている。今年度は図 7 に示すように各研究グループからのデータを受信可能なシステムをデータ転送速度の観点から日本側・タイ側それぞれに設置、平易な操作でデータアップロードが可能な環境を構築した。

本システムは深夜のネットワーク帯域に余裕がある時間帯に同期されており、24 時間以内にタイ側設置サーバーに共有データが蓄積される機構になっている。

また、来年度に向けて更に安定したデータ蓄積・共有基盤を構築すべく、TMD および RID のカウンターパートや当該機関のサーバー・ネットワーク管理者と協議を実施、今後必要とされる機器の仕様検討や設置環境調査等を実施した。

加えて、R1 年度は ST2-Sediment グループのアプリケーション開発実装を支援し、当該グループの開発した土砂災害リスク計算モデルのリアルタイム化とカセサート大学設置の水循環情報統合システムへの実装を実施、10 月から試験運用を開始した（図８）。

本システムは上述のデータ共有システムを用いて TMD から供給される 3 時間毎雨量データを利用し、地滑りの危険性をリアルタイムに予測し表示するシステムであり、図 9 に示すように既に本サーバーに格納されている GSMaP データやテレメータデータとの統合表示も可能となっている。

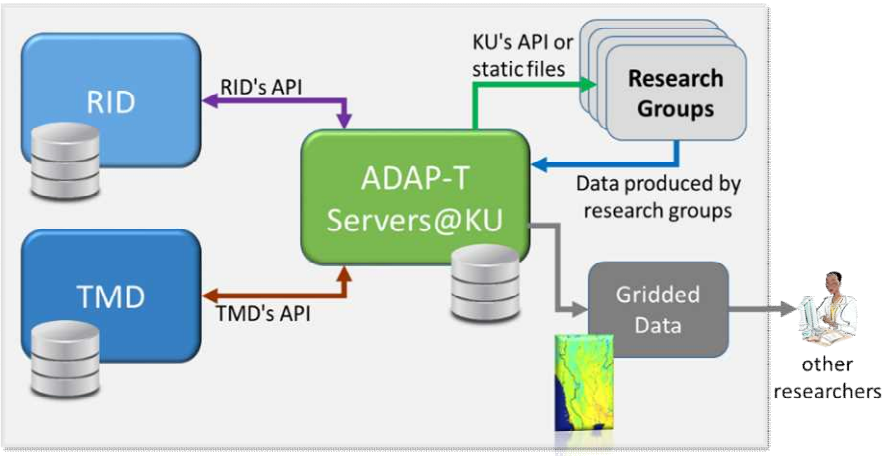


図 7 ：データ共有システム構成図

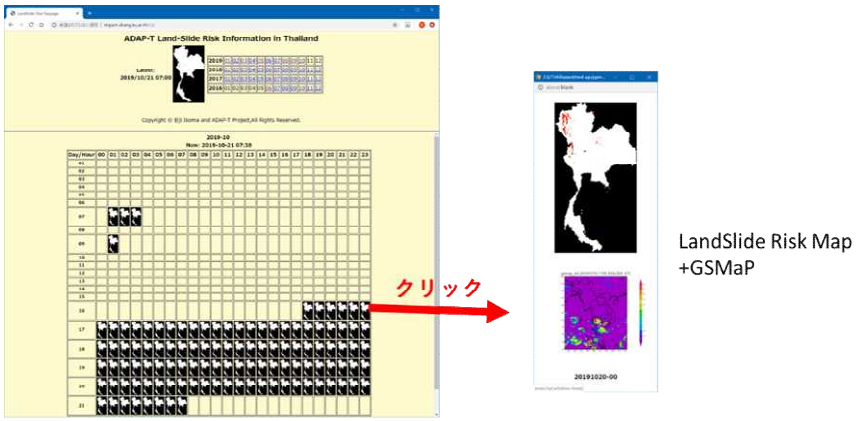


図８：リアルタイム更新インターフェース

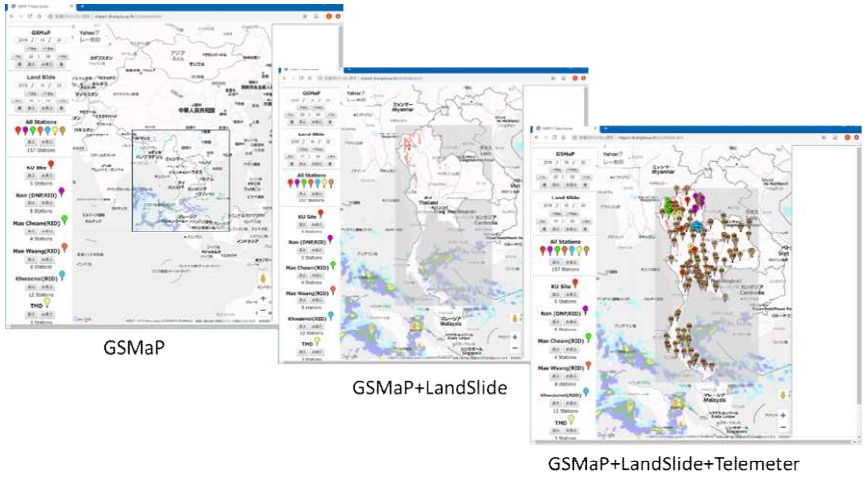


図９：関連データとの統合表示画面

以上のように本研究題目における最も重要な課題であるデータ共有システムに関しては、ハードウェアの整備・ソフトウェアの開発・実データの転送や蓄積が順調に進捗しており、今年度までに全体計画における 90%程度は達成できたと考える。また、今年度はその蓄積されたデータを活用したアプリケーションの実装と試験運用を一例開始出来たことは非常に大きなインパクトであると言える。

(中間報告書)

本研究題目においては、研究開始時にまずカセサート大学およびタイ気象局・灌漑局、キンモンクット大学に設置されている水循環情報統合システムのソフトウェア・ハードウェアの状況確認と調整、拡張に関する検討をそれぞれの機関の担当者と協力して実施し、本研究プロジェクトで効果的に活用するための拡張と高度化を目標とした。この点に関し、具体的にはハードウェアとして平成 28 年度にカセサート大学にデータアーカイブ用サーバー、情報発信サーバー等計 4 台、タイ気象局・タイ灌漑局にそれぞれ情報発信サーバー1 台、平成 29 年度にはカセサート大学に外部データセンターと高速かつ高セキュリティでのデータ送受信を実現するためのネットワーク機器を１台、本プロジェクト森林チーム等で設置した自動気象観測装置からのデータ取得および処理を行うためのテレメトリデータ処理サーバーを一式導入し、各導入機関のカウンターパートと協力して設置と運用に向けた作業を行った。また、ソフトウェアに関しては、まず本プロジェクト全体の情報発信の中心的役割を果たすプロジェクトホームページを作成し、メンバー情報や活動状況等最新の情報を発信するための環境を整備した。

その後、各チームが必要とするデータやアプリケーション環境の整備を進め、本研究課題に参画している各機関や外部データセンターが所有・配信するデータを効率的かつ迅速に処理した上で研究に供することを目的としたツール群およびAPIの開発を開始している。現在までにタイ灌漑局で受信されたテレメトリデータのリアルタイム伝送・処理ソフトウェア、タイ気象局が配信している気象データのリアルタイム取得処理ソフトウェア、日本の文部科学省が開発・運用している DIAS(データ統合・解析システム)から配信されているタイ地域の GSMaP データのリアルタイム取得ソフトウェアの開発を完了し運用を開始しており、さらにタイ気象局およびタイ灌漑局の配信するデータをアプリケーションが直接利用することが可能なAPIシステムの開発を継続している。

これらハードウェア・ソフトウェアの設置・開発は当初予定通り順調に進められており、計画通り進捗していると考えている。また、各機関からのデータが統合されプロジェクト全体として一括して利用出来る環境を提供することは、データを個別に検索・取得していた利用者にとって大きなメリットであり、プロジェクト内外の研究者に大きなインパクトを与えるものと確信している。

研究題目２－③（小題目）:「セクター別気候情報の創出」(ST1-FSm)

・研究題目２－③の当初計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

チャオプラヤ川流域を始めとしたタイ国における適応策のために、1か月から季節スケールの河川流量・ダム流入量・降雨量などの予測の技術開発をすることが第一の目的であった。広域スケール気候指標（たとえばエルニーニョ等）データを入力として、Artificial Neural Network (ANN)モデル、ウェーブレット ANN モデルに加え、新たに開発した Variation Analogue 法 (VAM) など複数の手法を構築・開発し、Sirikit Dam への流入量の 1 か月予測と評価を行った結果、良好な精度で流入量予測が行えることがわかった。この成果の一端は、タイ国の奨学金で本学において論文博士を取った Somchit 氏によって、Water 誌の 2019 年の論文として発表された。また、この新開発技術および以下の成果の一部をベースとして、新たな JST e-Asia プロジェクトが立ち上がった。全ての地域の全ての気候変数に対して万全の予測精度を示す予測技術を開発したとはいえないかもしれないが、タイ国の適応策において最重要であるダム流入量について現地への応用可能な 1 か月予測手法を開発し、同時に博士人材を輩出し、次の多国間共同研究プログラムにつながったということで、最低限以上の成果を出すことができたのではないかと考えられる。

また、上記技術開発の発展として、より高度な手法の適用可能性を探り、より多くのビッグデータを利用するために、近年進展著しい深層学習を用いた 1 か月から数か月のダム流域降雨量・流入量予測の研究開発を進めた。こちらについては研究開発の途上といえるが、上記 e-Asia などにおいて今後の開発と現地への展開を図っていきたい。

一方、2011 年のチャオプラヤ川の大洪水を対象として、チャオプラヤ川全流域を対象とした分布型水循環・水資源モデルを応用し、季節降水量予測と水文シミュレーション、順応的ダム操作を組み合わせた洪水被害低減手法を提案した。具体的には、まずチャオプラヤ全域を対象とした分布型水循環・水資源モデルをセットアップし、続いて数値シミュレーションの中で雨季の開始時だけでなく各月毎に季節降水量予測情報を得られるようにし、それに対する順応的なダム操作を可能とした場合の数値シミュレーションを行った。さらにその中で、順応的操作に合わせてダム操作のルールカーブを変更した。結果として、この順応的操作と季節予測情報を用いることによって、次の年の水資源を確保しながらも洪水リスクを減少させることが可能になることが示された。このテーマに関する論文は、SATREPS 枠の国費留学生 Kompor 氏によってまとめられ、Water 誌上で 2020 年秋に発表された。また同氏は博士号を 2020 年度に取得し帰国した。

研究題目２－④（小題目）:「気候モデルによるセクター別気候情報の創出」(ST1-SF)

・研究題目２－④の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

(令和 2 年度)

チャオプラヤ川流域における雨季の開始時期は一般に 5 月末である。タイ気象局により設置された地上雨量計を用いた解析では、平年より 1 ヶ月程度雨季が早期化する年があることが分かった。研究題目 4 では大陸と海洋間における大気の熱コントラスト（熱量に相当する大気の厚み[m]の差）とチャオプラヤ川における雨季開始時期の関係を調べた。同解析より 37 年間（1979～2016 年）中 9 年が平年の雨季開始時期以前に、海洋上より大陸上の大気が暖まる特徴が見られ、海洋から大陸へ水蒸気が輸送されることが分かった。この結果は大陸と海洋間の熱コントラストと雨季開始時期の関係を調べることが予測にとって重要であることを示唆する。

(令和 1 年度)

チャオプラヤ川上流域の雨季の前半と後半それぞれを対象に、過去の降雨時における総観規模の気象要素の特徴を自己組織化手法と K-means 法によって分類した。分類結果を気象庁によって実施・配信されている GSM(Global Spectral Model)による日々の天気予報に適用する手法を開発し、数日先のある閾値以上の降雨量の予測精度の評価が可能となった。同手法による予測スキルは GSM から直接得られる降雨予測値をそのまま使用するよりも高い精度であることがわかった。以上より、日々利用可能である GSM と、降雨時を特徴づける気象場を組み合わせることによる予測精度のさらなる向上の可能性が明らかとなった。また、同手法の作成にあたってはタイ国気象局が観測・取りまとめた降雨データも使用したところ、その利用可能性の高さが示された。また同研究の成果から、総観規模の気象場では説明することの難しい降雨事例の多い季節や年の特徴を抽出できる可能性も示唆した。なお、本手法は米国気象学会の Weather and Forecasting から出版済み(Nguyen-Le and Yamada 2019)である。

(中間報告書)

平成 28 年度は、自己組織化手法を用い、過去に発生した豪雨イベント時の総観規模の気象場の特徴を代表的な気象要素で関連づけるアルゴリズムを開発し、観測データの豊富な日本を対象に適用した。日本では気象庁によって MSM や GSM といった気象予測データが公開されているが、これらに対して上記のアルゴリズムを使用した場合の気象予測精度の評価を行い、同手法の妥当性を確認した(図 10)。一方、領域気候モデルを用いた同化実験の準備を進めた。

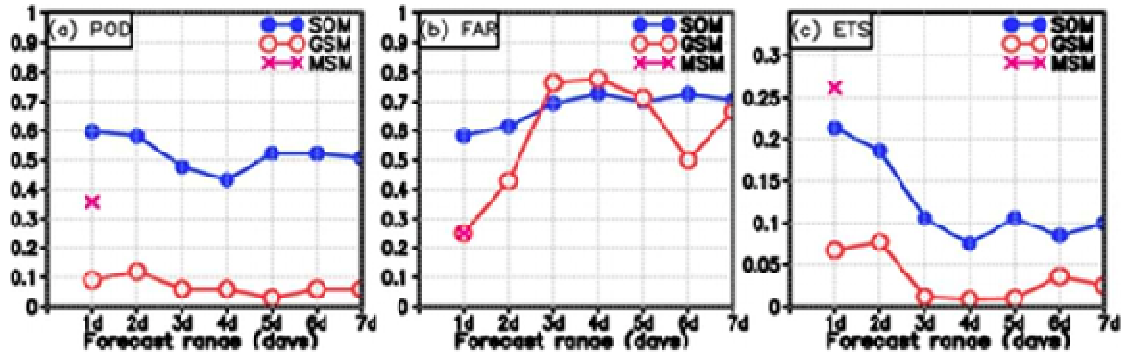


図 10：自己組織化手法による降雨現象の予報スキル (a) POD(Probability of Detection)；(b) FAR (False Alarm Ratio)；(c) ETS (Equitable Threat Score)；図中の SOM は本研究が提案する手法。

平成 29 年度は、タイ国ナン川上流域を対象に過去の豪雨時の気象場と気象庁全球気候モデル(GSM)を組み合わせた豪雨予測手法の開発を行った。豪雨時の気象場の抽出および分類は自己組織化、主成分分析、K-means クラスター手法から構成されるものである。GSM により得られる数日先の降雨予測結果と、同モデルによって同じく予測される気象場に上記の手法を適用した場合では、後者の方がより高い精度で豪雨を予測する傾向にあるとの結果が得られた。この特徴は特に雨季の前期において顕著である。同分類手法は海面更正気圧と 500hPa 面におけるジオポテンシャル高度を利用したものであり、今後、東南アジア域における広域気象観測の充実がさらなる降雨予測精度の向上に寄与する可能性を示唆するものである。さらには、ナン川上流域にはシリキットダムが存在するため、本研究の今後との成果は降雨そのものに加え、水資源量に関する予測研究にも貢献し得るものである。

研究題目２－⑤(小題目):「土砂災害セクターにおける適応機会とその効果の評価」(ST2-S)

・研究題目２－⑤の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

タイ国全土のハザードマップおよび被害額分布を作成するために、研究対象領域であるタイ国全土の数値地図情報データ、土砂堆積データ、土地利用データ、降雨データ等の収集を実施し、基礎データセットを作成し、多くの研究者が使える環境を整えることができた。また、タイ側が計画した地すべり地帯のフィールド調査についても同行し、問題点の抽出を行うとともに、地下水位などの測器を設置した。タイ全土の過去の降雨データならびに地図情報により斜面災害確率モデルによるタイ国全土の被害額分布作成を行い、南部と東部に著しい年期待被害額が大きいという知見を得た。北部と南部において過去の斜面災害被害地を調査し、本モデルの検証を行った。また、北部と南部にカセサート大学が設置した早期警戒システムとの共用を議論し、地元住民とのワークショップを開催した。また、これに伴う降雨のリアルタイムリスクデータを利用するためのネットワーク環境を整備した。

上記のデータセットを利用して、タイ全土の土砂の費用便益分析を行うために、RUSLE モデルのパラメータの推定と考察をした後，タイ国全土の浸食地域を特定した後、異なる空間スケールにあてはめて求めた浸食量の差異から土砂堆積分布を推定した。チャオプラヤ川における土砂浸食・堆積地図を作成した。これらは、タイ国カウンターパートの観測データならびに土砂流量曲線式との比較によって検証された。タイ国では山岳域と平野部に入る直前の河道周辺においてそれぞれ 1000m3/km2/year の浸食と堆積する地域が全国に分布していることが理解された。実土砂浚渫費用と実土砂販売価格を用いて、土砂の費用便益を求めた。降雨のリアルタイムリスクデータを利用するためのネットワーク環境を整備し、TMD からの降雨データを自動入手するシステムを構築した。

ADAP-T で準備された TMD の地点降雨量ならびに全球データである GsMAP を併用したタイ国内の雨量分布データをリアルタイムで作成した。このデータを用いた斜面災害ハザードを地図の形で web 上に表示するシステムを開発した。これはカセサート大学の Prem 博士ならびにキングモンクット大学の Chaiwat 博士との共同研究の成果である。本システムは、ST1-3 との共同開発であり、生駒博士によって作図が改良された。

この web 情報は公開されており、様々な機関が参照している。前倒しで目標が達成されたため、各自治体職員へのヒアリングを行い、情報発信の改善を行う予定であったが、渡航やタイ側研究者の移動などの制限のため、実施されなかった。

研究題目２－⑥（小題目）:「沿岸セクターにおける適応機会とその効果の評価」（ST2-C）

・研究題目２－６の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

(令和 2 年度)

2020 年度は、観光便益に対する検討を行いこれに関する論文執筆を進めるとともに、日本地球惑星科学連合 2021 年大会（JpGU）においてオンラインで学会発表を行うための手続きを行った(図 13)。コロナ禍の影響で、観光便益に関する論文投稿はかなわなかったものの、

養浜による適応策に関する考察を深めて国際ジャーナル誌で成果発表を行った。また、この成果をもとに T-PLAT のデータを整備した。

(令和 1 年度)

本年度は、砂浜の最適化手法の開発とタイ国における適応策の提案を行う計画となっており、タイ国各地の砂浜における将来の観光客の収容力についての評価および維持する砂浜幅別の養浜量とコストの算出を行った (図 14 を参照)。観光客の収容力に関する成果は、2020 年 2 月に Journal of Marine Science and Engineering の Special Issue で発表された。また、ヘドニック法を用いた観光における砂浜価値の算定結果については国際ジャーナル誌への投稿準備中である。

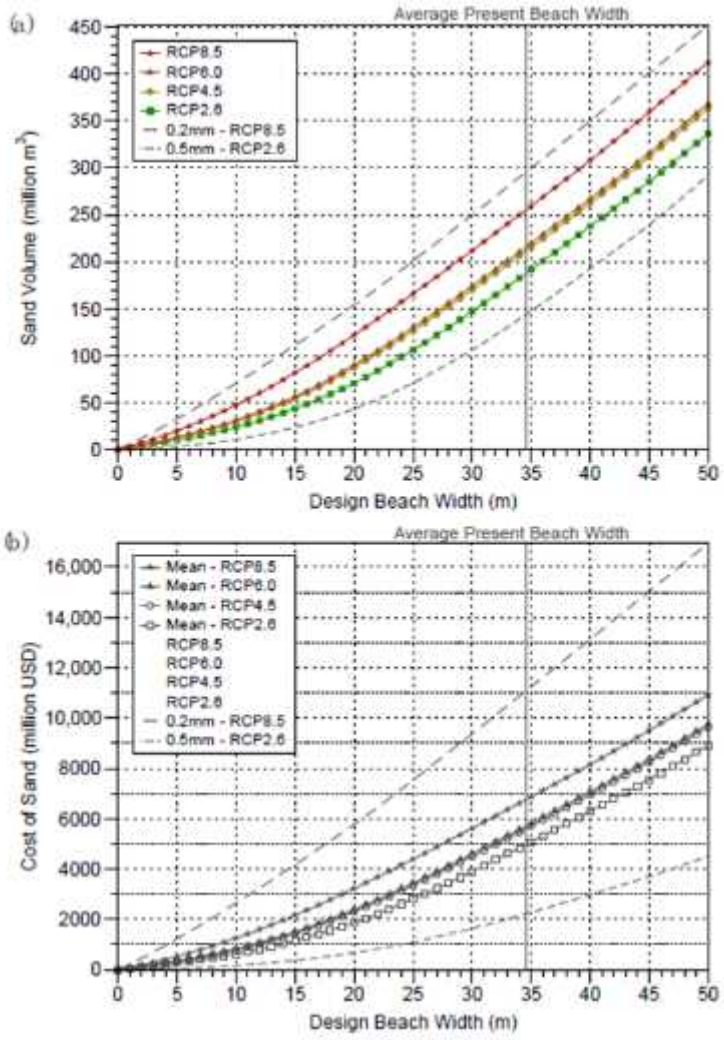


図 13：将来維持する砂浜幅に対するタイ全土の養浜量とコスト（Somphong et al., 2020；J. Mar. Sci. Eng.）

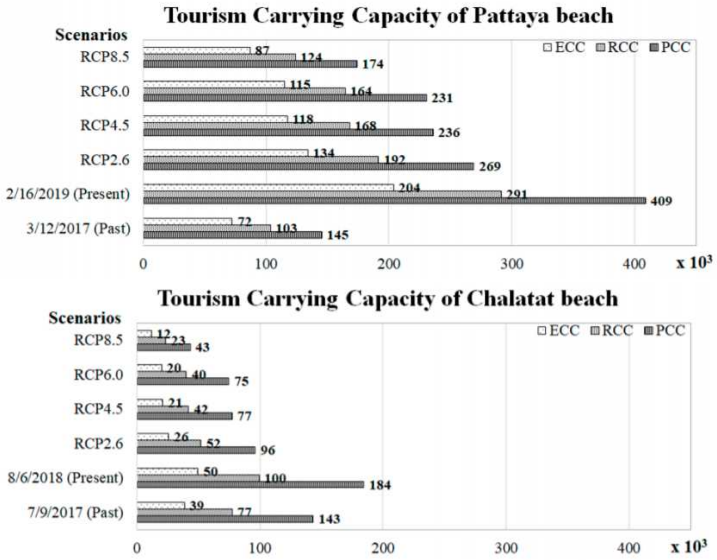


図 14：Pattaya Beach および Chalatat Beach における観光客の収容力の将来変化予測結果

(中間報告書)

これまでに、RCP2.6、4.5、6.0 ならびに 8.5 シナリオにおける海面上昇量予測結果のアンサンブル平均値および RCP4.5 シナリオにおける 21 モデルの海面上昇量予測結果に対する、Bruun 則を用いた砂浜消失予測を行った。その結果、砂の中央粒径を 0.3mm とした場合、RCP シナリオのアンサンブル値に対しては、現在のタイ全土の砂浜の 45～68%が侵食されると予測された。一方で、21 モデルの海面上昇量や砂粒径の不確実性に伴う砂浜消失率の不確実性も大きく、これらの不確実性は数十パーセントを上回る可能性があることを示した。本成果は、査読付き国際ジャーナル誌（Journal of Coastal Research）で 2018 年 5 月に発表した（図 15 参照）。

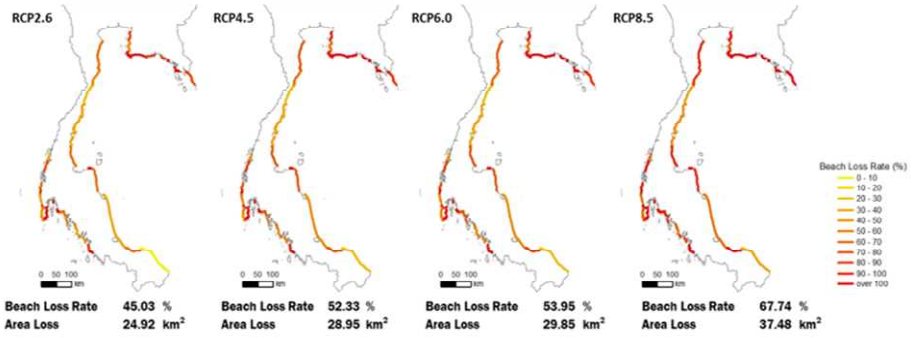


図 15：各 RCP シナリオにおける 2081～2100 年の海面上昇量予測結果に対する、砂の中央粒径を 0.3mm とした場合の砂浜消失予測。

平成 30 年度以降は主に適応策の提案のための経済評価を行う予定であるが、その基礎情報となるデータベースの構築および沿岸部の住民へのアンケートにも取り組んでいる。また、平成 30 年 3 月にはワークショップ“Dynamics of Beaches and their threats”を Songkhla で開催し、住民を巻き込んだ砂浜モニタリングプロジェクト等を通して、住民への気候変動の海岸への影響の理解の向上を図った。

(8) 研究題目２－⑦（小項目）:「淡水資源セクターにおける適応機会とその効果の評価(1)」(ST2-W2)

・研究題目２－⑦の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

達成状況としては、ほぼ計画通りに研究を実施することができた。まず、チャオプラヤ川流域の情報収集については、網羅的な論文レビューを行い、課題全体の協力を得ることにより、環境分野の重要な国際誌 Enviornmental Research Letters 誌の総説記事を出版することができた（Kiguchi et al. 2021)。統計データ収集についてはカウンターパートである王立灌漑局の全面的な協力のもと、ダム操作や運河・導水路の流量などを収集することができた。また、国立環境研究所の岡寺智大主任研究員の協力のもと、水道利用に関するデータも収集することができた。ナン川については森林グループとの共同で、５つの雨量観測所を設置し、王立灌漑局と王立森林局の協働で観測が継続されている 。プロジェクト終了後の保守やデータ取得についても、王立森林局が機器の維持管理を、王立灌漑局がデータの取得と発信を担うことで折り合いが付き、山岳域の降水量監視体制が確立した。

モデル開発については、将来の気候変動によるチャオプラヤ川への悪影響の回避のための適応策の効果を定量的に検討するためのモデル改良を進めた。適応策は様々な手段を組み合わせていく必要があり、かつ、その定量的評価にはモデル全体に十分な精度が必要である。そのために、多様な適応策オプションを十分な精度で表現できるよう注意を払いながら研究を進めた。まず、上流域での植林が洪水・旱魃悪化に対する適応策となりうるのかについて検討するため、植林による植生・土壌の変化を明示的に扱えるモデルの開発を行い、効果を評価した（Takata and Hanasaki, 2020)。次に、ダムの新設・増強に関する効果を検討するため、チャオプラヤ川の主要ダムをモデルに導入し、さらに計画中のダムも含めて、適応策としての効果を評価した（Padiyedath Gopalan et al. 2021)。さらに、特に河道狭窄部での洪水の頻度や強度等を現実的に評価するため、主要な運河と導水路をモデルに組み込み、やはり計画中の運河や導水路を含めて適応策としての効果を検討した(Padiyedath Gopalan et al., 投稿準備中)。

モデルユーザビリティの向上については、高解像度の領域計算を実務に耐える精度で実施することをサポートするため、水資源モデル H08 のソースコード、マニュアルを刷新した。これにより、習熟度が浅い利用者でも、高度な領域計算が可能になった。

モデル解析、具体的には温暖化影響・適応評価や他流域適用可能性評価については前述の通り、モデル開発と合わせて実施し、出版した。もともと適応策の効果の定量的評価を行っている学術研究は少なく、特に東南アジア諸国での実施例が乏しく、極めて包括的で独自性のある研究論文群が出版できたと自負している。

(9) 研究題目２－⑧（小項目）:「淡水資源セクターにおける適応機会とその効果の評価(2)」(ST2-W1)

・研究題目２－⑧の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

平成 28～29 年度は、衛星降水マップ GSMaP のデータについての整備を進め、2000 年 3 月～2017 年 12 月までの時間データをそろえ、24 時間降水量に換算した。精度面を重視して、マイクロ波放射計による観測のみを用いた 24 時間降水量データも作成した。降水量から、確率年を計算できるようプログラムを整備した。

平成 30 年度は、全球地表水マップ GSMaWS の整備と利用を進めた。マイクロ波放射計による全球地表水マップ GSMaWS を、陸面モデル MATSIRO と河川氾濫モデル CaMa-Flood による氾濫面積率のシミュレーション結果(Today’s Earth-Global として、JAXA から公開、0.25°格子)と比較したところ、チャオプラヤ川河道沿いでは GSMaWS の示す地表水指標(NDFI: NDFI/0.06 が冠水率に相当)は、シミュレーションによる氾濫面積率よりも小さいことが分かった。そこで、CaMa-Flood によるシミュレーションを 0.1° 格子でチャオプラヤ川流域を対象に行い、河道の深さの変更し(最低 2m→最大 10m)、Bhumibol ダム・Sirikit ダムを表現したところ、シミュレーションによる洪水氾濫域が減少し、GSMaWS の結果に近づいた

(図 16 参照)。また、シミュレーションに用いる降水量データを再解析データ JRA55 から GSMaP に変更したところ、2013 年～2017 年の期間中の年々変動の表現に改善が見られた。令和元年度は、日本域、1.5 秒(約 50m)格子、日単位の冠水確率を示す GSMaWS 第２版を利用した。第２版では、2018 年 7 月に発生した西日本豪雨の際の高梁川とその支流小田川での氾濫などを表現できている。日本域では、国土数値情報による土地利用データおよび浸水想定区域データ（ハザードマップ）を利用して、ダウンスケーリングされている。タイに適用するために、グローバルな土地利用データや氾濫モデルによるシミュレーション結果を利用できるように検討を進めた。

令和２年度は、全球地表水マップ(GSMaWS)のタイ域を対象とした高解像度版の作成を行った。日本域高解像度版の作成手法をタイ域に適用した。日本域高解像度版の作成には、マイクロ波放射計による観測に加えて、国土数値情報の土地利用データおよび浸水想定区域図を用いていたが、全球で汎用的に利用できるデータに置き換えを行った。国土数値情報に代えて GLCNMO(Global Land Cover by National Mapping Organizations；30 秒格子)を、浸水想定区域図に代えて陸面水循環シミュレーション Today’s Earth による最大浸水深データ(60 秒格子)を用いた。後者は単純分割すること 30 秒格子に揃えて、作成する地表水マップは 30 秒格子とした。最初に、日本域で、国土数値情報を用いた場合と全球データを用いた場合の比較を行った。解像度は 1.5 秒から 30 秒へと低下するが、令和元年東日本台風などによる洪水時に、浸水の発生を検出していることを確認した。また、入出力データの解像度が低くなったことで、作成にかかる時間を短縮することができた。タイを含む東経 90-110°、北緯 5-25° の領域について、2015 年～2019 年の 5 年間、30 秒解像度の地表水マップを、マイクロ波放射計 AMSR2 または GMI の観測ごとに作成した。それらを、日平均および月平均データにも変換した。作成された地表水マップ(GSMaWS タイ版)を、GISTDA ホームページから取得した合成開口レーダによる浸水域推定と比較した。例として、2019 年 9 月 11 日のメコン川周辺での GSMaWS タイ版(図 17 左)および合成開口レーダによる浸水割合(図 17 中)の推定結果を示す。Chi 川流域における浸水の発生について、GSMaWS タイ版はやや強調しすぎではあるが、検出に成功している。また、2015 年～2019 年までの 5 年間の、GSMaWS タイ版と合成開口レーダの浸水割合推定値の時間相関係数(図 17 右)を示す。ほとんどの地域で、正の相関を示している。GISTDA データなど、既存のデータは洪水直後などに限定されているため、長期的に連続した浸水域データを作成した意義は大きいと考えている。

当初予定した TMD のレーダデータは利用できなかったが、衛星観測をもとにした降水マップと地表水マップを組み合わせることで、洪水氾濫域の推定などを行うことができた。特に地表水マップについては、日本域で開発した高解像度化手法をタイに応用した点で、技術移転の成功例の一つである。

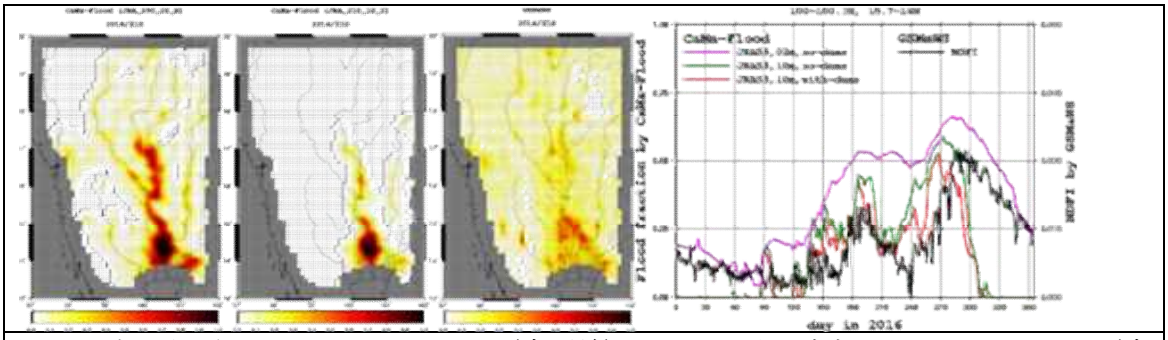


図 16　左から順に、シミュレーション（変更前）による氾濫面積率、シミュレーション（変更後）による氾濫面積率、GSMaWS による地表水指標 NDFI（以上、2016 年 7 月 28 日)、右は Nakhon Sawan 付近でのシミュレーションされた氾濫面積率（紫：変更前、緑：河道深さ変更、赤：河道深さ・ダム変更）と GSMaWS による地表水指標 NDFI

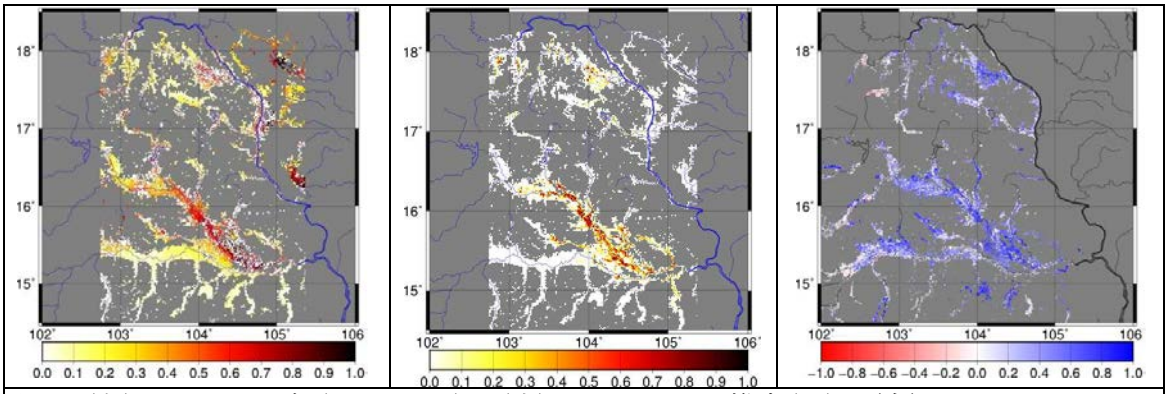


図 17(左)GSMaWS タイ版(2019/9/11)、(中)GISTDA による推定(同)、(右) GSMaWS と GISTDA 推定の相関

(10) 研究題目 2 －⑨ (小項目) :「淡水資源セクターにおける適応機会とその効果の評価(2)」(ST2-W3)

・研究題目 2 －⑨の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

(令和 2 年度)

将来気候シナリオが整備されていないため、影響評価計算を未だ実施できていないものの、現在の貯水池運用に資する短期間の流入量予測と予測情報の活用方法について進展があった。

対象となるブミポンダムの流入慮予測に関して、積雪水量や SST の偏差情報との相関を分析したが、広域の情報が有効なのは雨季初期の 5 月の流入量予測についてであり、6 月以降は対象ダム流域にそれまでに降った雨量の積算値の方が広域情報から流入量を予測するよりも有効であることがわかった。積算期間についても様々検討したが、概ね前月までの 4 ケ月積算雨量の偏差が大出水発生の指標になると結論づけた。次に、この流入量予測値の活用方法についてであるが、通常の運用から洪水時対応に切り替える基準として、予測流入量の偏差が過去の流入量実績の標準偏差の 1.4 倍よりも大きな場合を基準として洪水対応の放流を実施することにより、少なくとも 2000 から 2012 年の期間において、一度もダムから越水することなく、2011 年を含む 3 回の大洪水にも適切に対応できることが確認できた。一方、利水面では、ルールカーブの下限を下回る期間が出た。本手法では大出水か否かの情報を活用したもので治水を重視している。本手法では扱っていなかったが、流入量偏差が大きく平年を下回る「渇水」の予測情報を活用する運用ルールを加えることで、このような問題を回避できることが期待できる（図 18)。

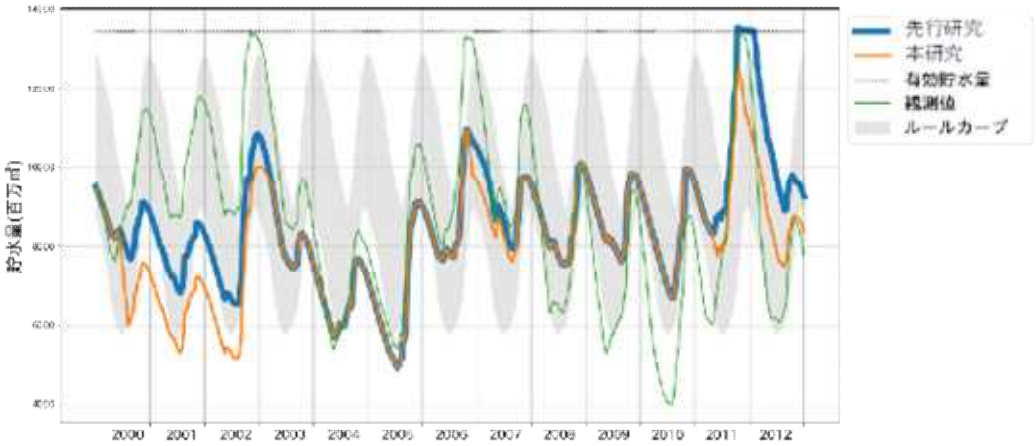
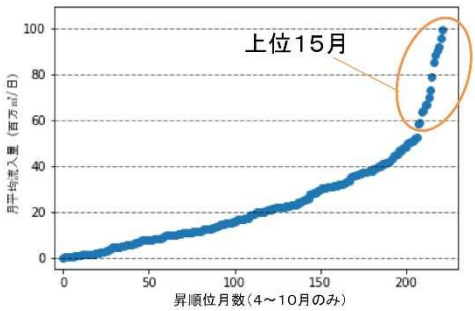


図 18：ダム運用シミュレーション結果の比較（緑：観測値、青：先行研究、橙：本研究）

（令和１年度）
本研究の狙いは、年によりダム流入量のバラツキが非常に大きなタイにおいて、1～数ヶ月先（できれば 6 ヶ月先）までの見込み流入量を実際のダム管理に活かすことである。気候変動下で、最新の実績データを学習しつつ、つねに予測システムを更新できるようなシステムを完成させることを目指している。過去の世界各地の降水量や海面水温のアノマリーとのラグ相関分析により、2 大ダムへの数か月先までの予測流入量を時系列として算定するシステムの改良を試みてきたが、予測精度の改善はあまり見られなかった。そこで本年は、予測対象を極端現象に絞り、ダム流入量が特に多い月と海面水温の関係を解析することにした。

解析手法
・1980 年から 2016 年までの雨季（4 月～10 月）の月平均ダム流入量を昇順で並べ、上位 15 月を抽出する
・上位 15 月について、各１℃格子の月平均海面水温を用いて、次式で定義する前月の海面水温偏差 ΔSST を求める。



$$\Delta SST = \frac{T_{n-1} - T_{month}}{T_{month^{20}} - T_{month^{80}}}$$

ただし、Tn-1:前月の SST、Tmonth:前月と同月の SST の 37 年平均値、Tmonth20、Tmonth80 前月と同月の SST の上位 20、80 パーセンタイル値であり、単純な水温偏差ではなく、各地点の SST の上位 20%と 80%の幅で正規化している。

解析結果
図 19（上側）はΔSST の 15 ヶ月平均値であり、ペルー沖のエルニーニョ監視水域や北太平洋で強いシグナルを確認することができ、これらの水域の水温偏差が大きくなる場合に、その翌月のダム流入量が大きくなる可能性が高くなることを意味する。上位 30 月について同様の操作をすると、図 19（下側）のように先程見られた強いシグナルがほとんど消える。このことから、前月の海面水温偏差 ΔSST は特に流入量が大きな月についてのみ有効であることが示唆される。ただし、各月の偏差を個別に確認したところ、必ずしも強い偏差が現れない場合も存在するので、さらなる検討が必要である。

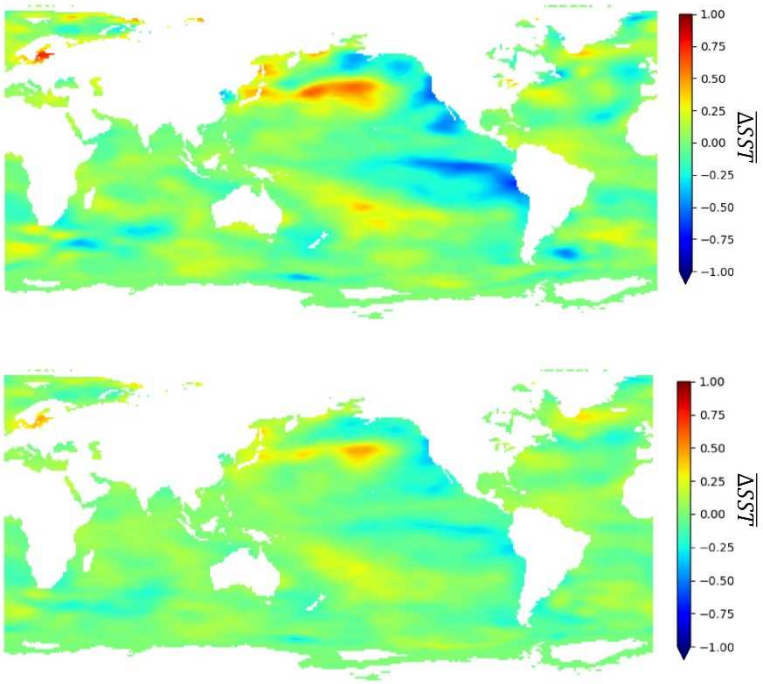


図 19：解析結果

(中間報告書)

平成 29 年 3 月 11 日から 3 月 13 日にかけて、現地を訪問し、チャオプラヤ水系において 3 番目、4 番目に大きなパサックダム、クワエノイダムを見学するとともに、現地の管理者から現状の水管理の方法や課題について解説を受けた。また、王立灌漑局第 11 事務所を訪問し、チャオプラヤ川流域全体の水管理、特に乾季開始時における流域全体のダム貯水量を踏まえた乾季の水配分計画、乾季作の作付けパターン、水需要予測、作物収量予測などについて詳しい説明を受けた。さらに気象局本部を訪問し、現状の気象観測体制や 1 ～数ヶ月先の季節予報の現状や課題について解説を受けた。数ヶ月先までのダム流入量予測が水管理において極めて重要な意味を持ち、現地の水管理者が切望する情報であることが改めて確認された。

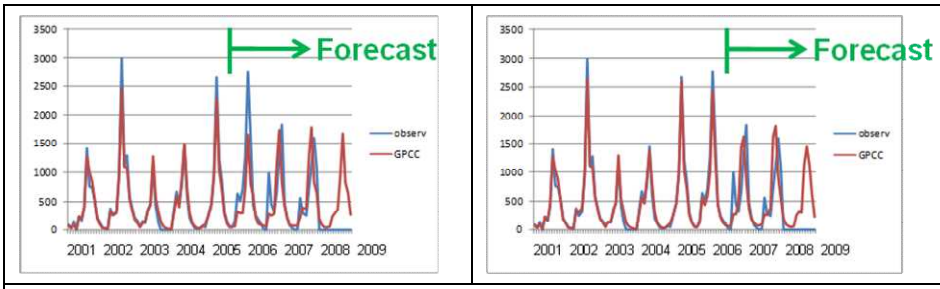


図 20：2005 年までのキャリブレーション（左）。2006 年までのキャリブレーション（右）。

過去の世界各地の降水量や気温のアノマリーとのラグ相関分析により、2 大ダムへの数か月先までの予測流入量を算定するシステムを開発した。過去どこまでの時間差の情報までを解析に加えるべきか、それぞれの時間差において、最大いくつまで関係式を採用するのか、また採用する際の相関係数の下限値をいくつにするべきか、キャリブレーション期間を何年間に設定すべきか等、様々な検討を行った。キャリブレーションにより、予測対象月よりも 6 ヶ月より前の情報だけを用いてかなりの精度でダム流入量を再現することはで

きるが、予報に関してはまだ十分な精度が得られていない。

ブミポンダム流入量 6 ヶ月先予測例を示す。図 20（左）では 2006 年の予測はうまくできていないが、2006 年の実績を学習することで、2006 年の予測精度が改善している（図 20(右)）。キャリブレーション期間が 1 年延びただけで予測（再現）精度が大きく変わるということは、採用される予測式がそれだけ変わっていることを意味する。現在の解析では 1 度解像度の全球プロダクトを活用しているが、情報量が多すぎて、学習データを少し加えただけで、相関が大きくなる場所が逆転するという現象が起こっているようである。相関解析の結果を精査し、キャリブレーション期間によらず安定して採用される場所を特定することや、1 度ではなく、2 度や 5 度など、もう少し粗い解像度のアノマリーを利用することで安定した解析が可能になるかを今後検討して行く。また、様々な時間ラグで予測される複数の予測流入量情報に基づき各期の放流量を決定するダム操作モジュールを開発中である。

平成 29 年 11 月 3 日から 11 月 8 日にかけて、淡水資源グループ（ST2-W3）の活動の一環として、チュラロンコン大学の Aksara Putthividhya 准教授、RID の Phonchai 氏らと共にチャオプラヤ川中流域に位置する Phitsanulok 近郊の農地に観測サイトを立ち上げた。乾季の乾燥過程の把握、土壌水分－灌漑－地下水の相互作用の把握、気象強制力グリッドデータの検証などを目的として、降水量、日射量、気温湿度（2 高度)、土壌水分量、地下水位を計測する。乾季の灌漑において地下水を主たる水源にしている水田とサトウキビ畑を観測対象とした。非常に短い滞在期間であったが、現地の研究者、住民、技術者の協力を得、また天候にも恵まれ、観測サイトの選定、必要物資の調達、観測用ポールの設置工事、センサーの設置などを無事に終えることができた（11 月 6 日観測開始)。気象要素は 10 分間隔、地下水位は 1 時間間隔で計測している。本計測データは、現在開発している陸域水循環モデルの地下水モジュールの検証にも活用される。

陸面過程モデル SiBUC を用いた地表面水熱収支解析結果の一例を示す。入力降水量データに再解析(JRA55)を用いた場合、雨期の開始が早く、また降水量が多すぎるため、土壌が湿っている期間が長くなり、季節変化の位相や振幅を上手く再現できていないが、地上雨量計データを活用したグリッド降水量データ(APHRODITE)の月雨量気候値を用いて JRA55 を補正することにより、重力観測衛星 GRACE による陸域総貯水量季節変化とかなり整合する結果が得られることを確認できた（図 21)。

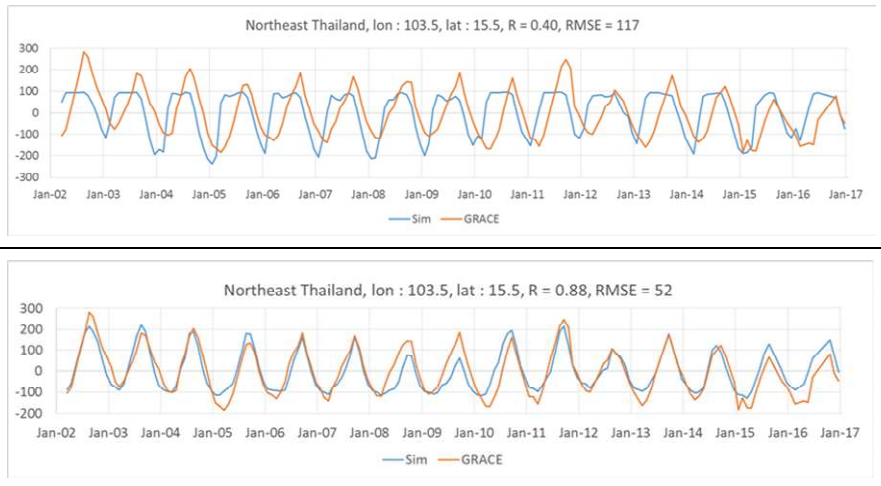


図 21：タイ東北部における陸域総貯水量季節変化（青：SiBUC、燈：GRACE)。
（上）JRA55 の雨を用いた場合と、（下）JRA55 の雨を APHRODITE で補正した場合。

(11) 研究題目 2-⑩（小項目）:「農業農村セクターにおける適応機会とその効果の評価」(ST1-GW、ST2-R2、ST2-R3)

・研究題目２－⑩の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

本研究課題ではタイ国の農業セクターにおける気候変動影響と被害額推計および適応策の検討を行った。タイ国の米生産量のうち 7 割以上を占める雨季米を対象として生産量予測モデルを構築し、気候変動による生産量の変化と被害額を予測した結果、コメ生産量は現在と比べ，2041-2060 では 280 万ｔ減少，2081-2100 までに 630 万ｔ減少する結果となった(図 21)．タイ全体の年平均被害額および地方別内訳の将来変化を示す．2081-2100 の年平均被害額は現在と同程度である約 60 億 Baht，2041-2060 では約 78 億 Baht となり年平均被害額が現在と比べ 27%増加する結果となった．地方別では灌漑率が低い東北部での被害が最も増加する予測となった（図 22)。

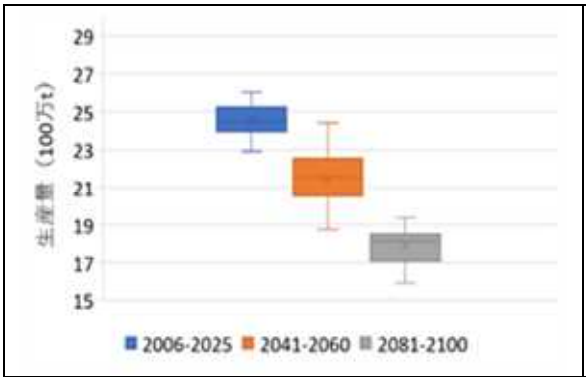


図 21　雨季米生産量の予測結果

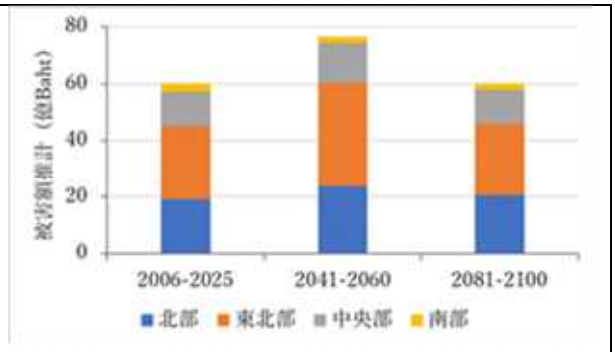


図 22　地方別の被害額の推計結果

適応策の検討については、ST1-GW との共働により、これまで開発してきた比抵抗マッピング手法により，スパンブリ県、チャイナット県、カンチャナブリ県における 4 カ所のサイトで浅層地下水マップを作成した(図 23)。スパンブリ県での聞き取りによれば，多くの農家は地下水資源局への届け出の必要がない深さ 10m 程度の浅井戸を掘り浅層地下水を利用することが多いが，十分な揚水が得られる井戸は 5 本に 1 本(20%)とのことである．深さ 10m の井戸を掘削するための費用は 5,000Baht 程度であり，さらに深くなると 1m 当たり 1,000Baht が追加で必要となる。サトウキビ生育モデルを用いた解析の結果，浅層地下水マップの活用により井戸の掘削費用を低減し，年降水量が 800mm を下回る渇水年には年間 200mm の地下水灌漑により農業収入が 19%増加する結果が得られている(図 24)。

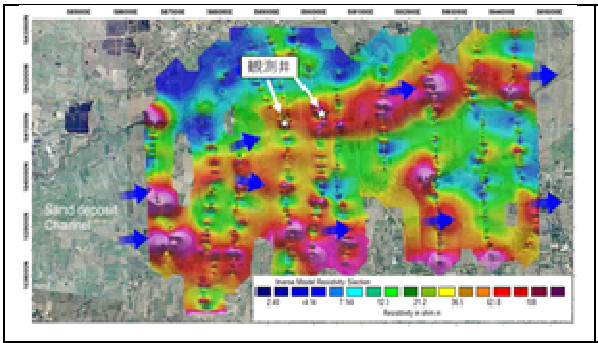


図 23　比抵抗マップ(スパンブリ県)

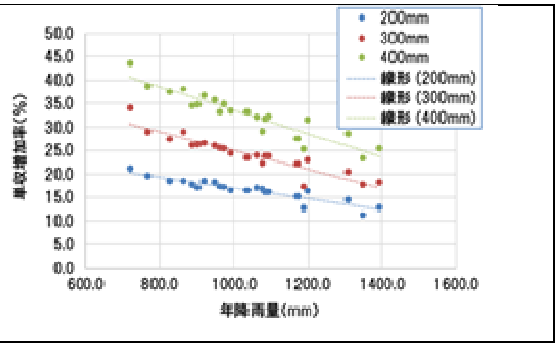
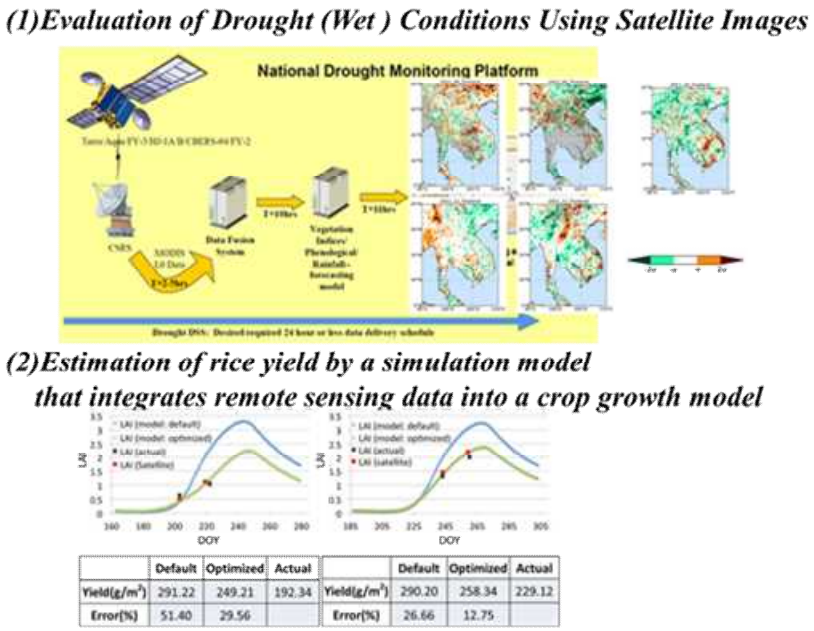


図 24 年降水量、灌漑水量と単収増加の関係

また、ST2-R2 との共働により、衛星データによるタイ全域の干ばつ評価システムを構築し公開した(http://csrs.ku.ac.th/wegis/Product/ADAP-T)。世界中からアクセスできタイの干ばつの影響を評価できるようになっている（図 25)。



	Default	Optimized	Actual
Yield(g/m²)	291.22	249.21	192.34
Error(%)	51.40	29.56	

	Default	Optimized	Actual
Yield(g/m²)	290.20	258.34	229.12
Error(%)	26.66	12.75	

図 25：衛星観測システムの開発

さらに、ST2-R3 との共働により、タイ東北部の農業の持続性において問題となっている塩類集積土壌の将来予測を行った。土壌 ECe は 2100 年までに年あたり 0.06(dS/m)の速さで増加するものの、塩類集積の緩和対策として，地下水位を 5cm 下げたところ，土壌 EC は地下水位変更前と変わらず上昇傾向であったが，10 cm下げることにより塩類集積の進行抑制効果が期待できることが明らかになった(図 26)。また耐塩性作物であるチリの栽培試験を行い、Capsicum annuum L.が塩類土壌において有望な品種となることを示した(写真 1)。

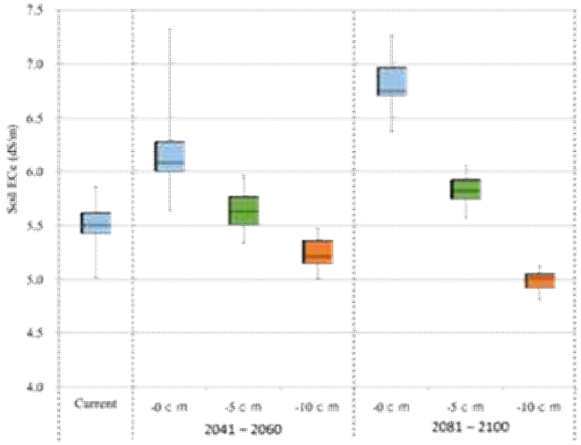


図 26　異なる地下水位条件における土壌 ECe の変化

写真 1　チリの栽培試験の様子

(12) 研究題目 2-⑪（小項目）:「気候変動下における農作物栽培適応技術の開発」(ST2-R1)

・研究題目 2-⑪の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

海水遡上が頻発化し，塩水による被害や，湛水確保のためのコストの増加が懸念されているラン栽培において，灌漑水中の塩類濃度がランの生産に与える影響を定量化し，緩和

策について提案を行った．ラン栽培では灌漑水の電気伝導度（EC）が 3 dS m-1 を超えると花径が小さく，花数も小さくなり，商品価値が大きく下がることが判明した（図 27）．この塩感受性は生育によっても異なり，育苗して定植したのち 8 か月目までは灌漑水の EC を 1 dS m-1 以下にする必要があることも判明した．これらの結果をまとめて灌漑水の管理基準とした．これまでは多少の塩水が混じっても被害が少ないことが経験的にわかっていたものの，数値的に明らかになったことにより，灌漑水の EC をチェックして安心して使用することができ，さらに塩水遡上の際にも灌漑水のために淡水を全量購入してくる必要がなく，EC に応じて薄めて使用することができ，大幅なコスト削減ができると考えられた．さらに，栽培培地やスプリンクラーの配置の検討なども行い，培地に応じた潅水量の調整やスプリンクラーによる潅水指針なども定めることができた．

図 27　ラン栽培における灌漑水の EC と生産される花穂の違い．

イネ栽培に関しては将来の気候変動により干ばつ害や塩害の激化が想定されているが，その対策の一つとして播種深度の検討を行った．2 種の土壌を用いた模擬環境実験を行ったところ，播種深度により干ばつや塩害，水稲生産性などに影響があることを定量的に示すことができた．実際の農家は耕起後に表面播種を行うことが多いが，深さを定めて播種することにより生産が安定することが示唆された．しかしながら播種深度が深すぎる場合は逆に生産量が低くなるばあいがあり，最適な播種深度の設定が必要であると考えられた．カウンターパートが用意している播種深度調整器を用いた播種や，現場での実証が今後の課題と考えられる．

以上のようにラン栽培およびイネ栽培に関して，成果目標を達成することができ，今後の実際の生産現場での普及も期待される．

図 28　塩類集積程度の変化の違い. 塩類集積により裸地化した面積の推移の評価を行った. 上の 3 枚の写真では 2016 年から 2019 年にかけて，裸地が減少していることが示された. 一方，下の 3 枚では同じく 2016 年から 2019 年にかけて裸地が増加していることがわかる. なお，2016 年は寡雨年であり，2018 年は多雨年，2019 年は雨期の前半は多雨であったものの，後半は寡雨であった．なお裸地では土壌塩類濃度が非常に高いことも確認している.

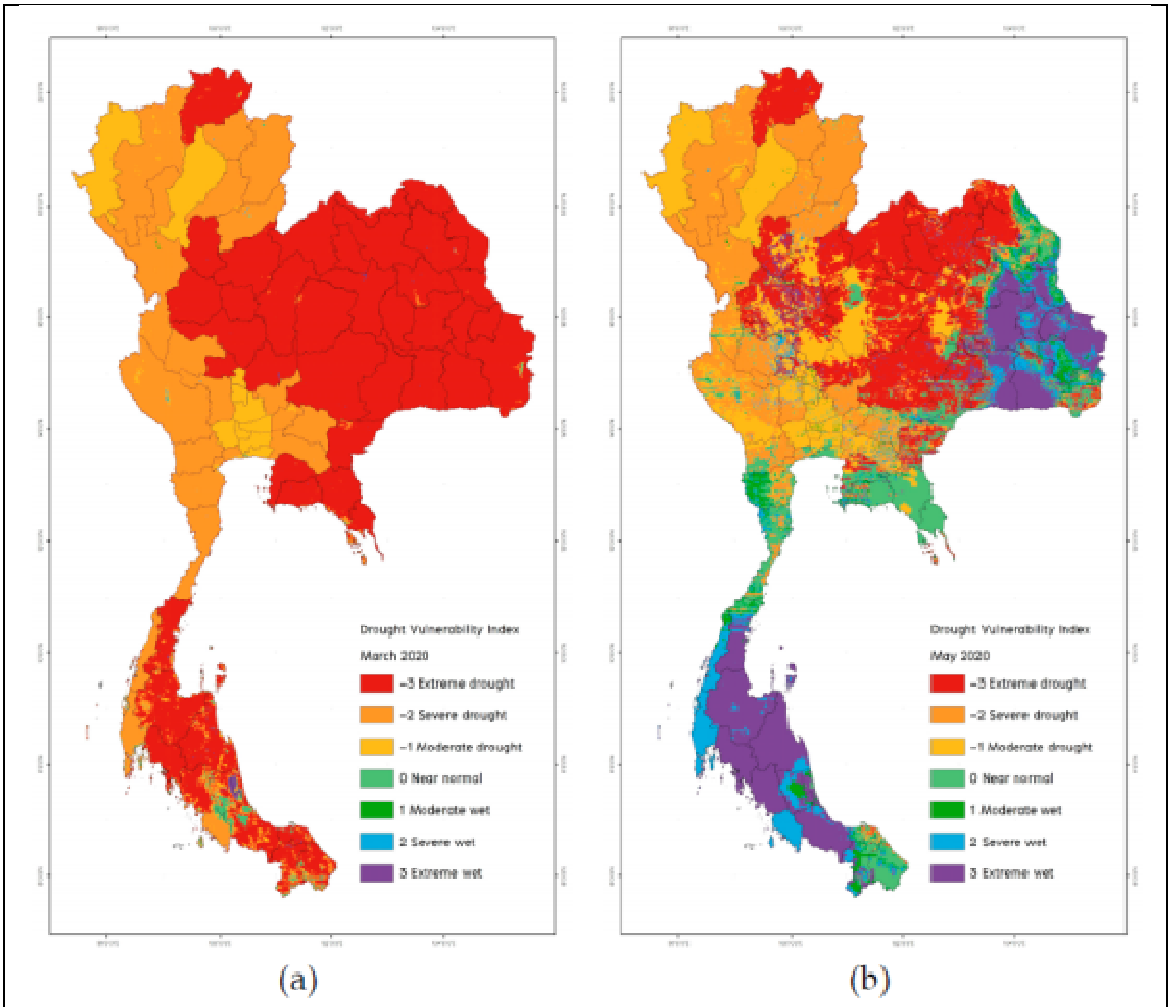


図 29　干ばつ評価システムによる干ばつ脆弱性指数（drought vulnerability index）．赤の区域が干ばつ脆弱性指数が高く，干ばつが発生する可能性が高いことを示す．(a)2020 年 3 月，(b)2020 年 5 月．

(13) 研究題目 2-⑫（小項目）:「森林セクターにおける適応機会とその効果の評価」(ST2-F)

・研究題目 2-⑪の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト
森林セクターでは、試験流域を設定し、森林伐採などの土地利用変化が水源涵養、生物多様性保全などの生態系サービスへ及ぼす影響を評価する。その上で、適応策として、地域コミュニティへの生態系再生技術の移転や、生態系サービスへの支払い（PES）等の実現可能性、費用対効果を推計する。

1）試験流域の設定
試験流域として、北タイ Nan 県の Nan 流域、北タイ Chiangmai 県の Mae Chaem 流域を設定した。Nan 流域内にテレメトリの自動気象観測装置（AWS）を標高の異なる 5 地点に設置し、気温、湿度、風向風速、日射量、降水量を観測した。森林を農地に転換することによる水流出量への影響を現地観測により評価する手法を技術移転するため、Nan 流域内に小試験流域（Na Luang）を設定し、水流出量を観測した。Mae Chaem 流域には過去の共同研究プロジェクトにより日タイ共同で 1998 年より 20 年以上維持管理されてきた降水量観測システムがヘリテージとして存在していたことから、これを本プロジェクトでも活用した。AWS および降水量計は、カウンターパートのカセサート大学森林学部（KUFF）のリーダーシップのもと、灌漑排水局（RID）、国立公園野生生物管理局（DNP）、国家水資源事務局（ONWR）

のスタッフが参画し、日本側の協力のもとで維持管理した。Na Luang 流域の水流出量観測システムは、カウンターパートのカセサート大学森林学部（KUFF）により維持管理された。

自動気象観測地点の名称、位置、標高、観測開始日、2015～2020 年の年降水量を下表に示す。A～E は Nan 川試験流域内の地点、1～11 は Mae Chaem 試験流域内の地点である。A～E および 1,5,7,10 はテレメトリによる準リアルタイム観測を実現した地点、他はデータロガーにデータを記録し定期的に訪問してデータを取得した地点である。表中の ND は、欠測があるため年降水量が求められない地点・年である。

熱帯山岳域の長期・多地点データセットは他に例がなく、世界的に貴重なデータであり今後、北タイ山岳地帯の降水量の長期変動に関する貴重な情報が、このデータから明らかになることが期待される。

テレメトリによる準リアルタイム観測を実現した地点のうち No.10 を除くすべての地点において、テレメトリ装置の不調により年間を通じて欠測なくデータを取得できた年は少なかった。No.10 地点のデータに欠測がない理由は記録装置としてデータロガーを併用したためである。A～E 地点にはすべてバックアップの降水量計およびデータロガーを設置したが、新型コロナウイルス感染症の影響により現地を訪問できないため、現時点では 2019 年以降のデータが取得できていない。テレメトリのデータのみを使用した場合、2019～20 年は全地点が欠測であったが、バックアップデータが入手できれば変わる可能性がある。一方、Mae Chaem 試験流域では、欠測を減らすための対応として No.1,5,7,10 地点にパルス分配器を 2019 年 1 月に設置した結果、2020 年に欠測地点はなくなった。

得られたデータから、Nan 川試験流域・Mae Chaem 試験流域のいずれにおいても、降水量の標高依存性が認められた。

2）森林伐採などの土地利用変化が水源涵養、生物多様性保全などの生態系サービスへ及ぼす影響の評価

影響評価の目的を達成するために必要となる過去の気象データ、土地利用データの収集を行った。国連 FAO が公表しているタイの森林面積のデータによれば、1980～90 年の 10 年間に 3.3 %/年、1990～2000 年の 10 年間も同じく 0.3 %/年、それぞれ減少しているのに対して、2000～10 年の 10 年間は増加も減少もしていないことが示されている。このデータは、タイ国内で、森林が他の土地利用（パラゴム果樹園、メイズ畑など）に転換している場所がある一方で、荒れ地への植林等によって森林面積が増加している場所があり、両者が釣り合っている結果である。

気候変動による影響のうち本研究では洪水流量を対象とし、Nan 川試験流域内の Song Khwae 流域（流域面積 621 km2、森林面積率 70%、農地面積率 28%）を対象流域とした。土地開発局（LDD）から入手した 2016 年と 2020 年のデータによれば、森林面積は増加していた。現地踏査および聞き取り調査によれば、低標高地では森林だけでなく農地もパラゴム果樹園に転換されていること、高標高地における森林面積に大きな変化はないことが判明した。こういった土地利用変化には農産物の価格、政府や関係機関による補助金政策が大きく影響していた。

各土地利用に対する必要面積や他の土地利用への変化の容易さ、保全政策、社会データを入力データとして将来の土地利用を計算するモデルとして、Conversion of Land Use and its Effects at Small regional extent（CLUE s）モデルを採用し、パラメータを決定するデータとして 30mメッシュの傾斜、傾斜方向、人口密度、都市までの距離、村までの距離、道路までの距離、川までの距離、入力データとして標高、土地利用データ、土壌マップ、気象データ（うち一部は現場で計測）を収集した。ナン川流域を対象としてシミュレーションを行い、2010 年のデータから 2016 年の土地利用を予測可能であることを示した。

また、土地利用分布予測シミュレーションによって複数の将来土地分布シナリオを作成した。流量計算シミュレーションにより作成したシナリオに 2006 年から 16 年までの現在降雨、2040 年から 50 年までの将来降雨から作成した複数の降雨サンプルを与え、流量計算

を行った。各降雨サンプルからの最大日洪水流量を洪水流量として比較することで気候変動による影響評価を行った

将来の土地利用シナリオとして、現在 70%を占める森林面積率を 8～80%まで変えた 12 シナリオと、2010 年から 16 年までの変化率を 2050 年まで継続させたトレンド維持シナリオ、計 13 シナリオを作成した。洪水流量シミュレーションには SWAT モデルを使用し、2009 年の降雨・流量データを用いてキャリブレーション、2010 年、11 年データでバリデーションを行い、現在降雨と将来降雨を 13 シナリオと 2016 年の土地利用の計 14 パターンに入力し、洪水流量を計算した。その結果、3.3 年確率降雨では森林面積率が仮に 8%まで減少しても、洪水流量平均値は 2016 年の森林面積率 70%における洪水流量平均値を超えることはなかった。一方、10 年確率降雨では、森林面積率が 45%以下に下がると、将来降雨において生じる洪水流量平均値は現在降雨からの 2016 年時における洪水流量平均値を上回った。「洪水流量を減少させる」という気候変動の洪水流量に対するプラスの効果を打ち消すことがわかった

将来の土地利用変化と気候変化の両方が森林流域からの洪水流出量に及ぼす影響評価の研究成果については、Journal of Climate Change 誌に、カウンターパートの ONWR と共著の論文として掲載した。また、過去 20 年以上にわたり降水量の精密な観測を続けている北タイ・メーチャム流域における研究成果について、東京大学演習林出版局から出版した英文書籍「Developing a Network of Long-term Research Field Stations to Monitor Environmental Changes and Ecosystem Responses in Asian Forests」の第 9 章に、カウンターパートである ONWR と共著の論文を掲載した。この書籍はカウンターパートである KUFF を通じて、関係する各機関の担当者へ寄贈されることとなっている。

2019 年 1 月にチュラロンコン大学で行われた国際会議「THA2019」においては、日本側研究者がポスター発表 1 件を行ったのに対して、カウンターパートが自発的に口頭発表 3 件、ポスター発表 1 件を行った。

3) 適応策の費用対効果の推計

費用対効果推定の手法について検討した結果、日本で行われている代替法による貨幣評価（右表）や、北タイでの同様な評価（右表）を本課題でも用いることは不適切と判断された。貨幣評価という手法そのものに高い不確実性があるため、より確実な物理指標を用いた解析を行うことが適当であると判断した。森林の多面的機能のうち最も重視すべき機能として表面侵食防止が抽出された。表面侵食は土地条件（地形、斜面勾配、土地利用）と降雨条件で決まり、北タイでは主に急傾斜地に森林が残存していることから、気候変動による山岳地帯の降雨両や降雨強度の変化が。森林および森林を農地転換した斜面における表面侵食量に及ぼす影響を評価することを目標とすべきと考えられた。

(14)研究題目 2-⑬(小項目):「都市セクターにおける適応機会とその効果の評価」(ST2-U1、ST2-U2)

・研究題目 2-⑬の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

(令和 2 年度)

2020 年度はバンコク全体での将来気候下での影響評価を行うとともに、適応策を選定しその効果について評価を進めた。適応策としては効果の高い道路を特定し、それらの道路に対して有料道路の料金の値下げによる交通量の低減、また排水機の導入による浸水深の低減の二つ適応策を選定した。また、これまでに構築した評価モデルを用いて、それらの適応策を導入した場合の効果の推計を行なった（図 30)。また、将来気候における被害量の推計と適応策による被害低減効果を検討するための将来気候データの作成を一部開始した。

図 30：適応策を導入した場合の効果の推計。

(令和 1 年度)

都市セクターでは、H31 年度は都市セクターにおける費用対効果を踏まえた適応策オプションの評価を行った。平成 31 年度は 6 月にバンコクで研究会合、令和元年 1 月に東京及び長野においての研究会合とフィールド調査を実施した。フィールド調査では令和元年台風 19 号で被災した長野市及び同市にある日本無線株式会社を訪問し降雨レーダの最新技術及び簡易水位観測機器について意見交換を行い、今後の協働の可能性を探った。また、東京では適応策オプションとしてグリーンインフラの一つである雨水管理について、先進地である墨田区を NPO 雨水市民の会の方にご案内頂き、地域コミュニティベースの適応策について視察を行った。一方、これまでに構築した洪水-交通統合モデルに複数の降雨パターンを適用し、交通分野での適応策（道路閉鎖や代替路など）の評価を実施した。また、前年度から実施したプローブデータによる分析を実施し、降雨と都市活動との間の相関関係を明らかにするとともに、降雨増加量あたりの活動低下量を推計した。この成果については、チェンマイで開催された国際会議 First International Conference on Smart Technology & Urban Development (STUD 2019)で 発表した。

(中間報告書)

平成 28 年度は、首都バンコクにおいて都市洪水への適応策を検討する上で必要となる基礎データ、既存施策や研究に関する情報の収集を行い、合わせてフィールドワークを通して現地の都市水害の実態を把握することを目標とした。平成 28 年度は 2 回（8 月、3 月）のバンコクでのフィールドワーク及び研究会合を、日本で 1 回（12 月）の研究会合とフィールドワークを実施した。また都市形態と現在気候および将来気候における気象災害への脆弱性を評価するために短期間降水量や標高、下水道網などのデータ収集及び都市洪水を再現する最適な解析モデルを洪水氾濫と交通の両方で決定した。またバンコク都とも 2 回の研究打合せを実施し、そこで適応策オプションに関する意見交換を行った。さらに日本側ではタイ側の研究進捗に先立って、2011 年の洪水を対象にアクセシビリティの推計を行い、その有効性を確認した。本推計結果は土木学会論文集へと掲載されるなど、当初計画以上の成果を挙げている。

平成 29 年度は、首都バンコックにおいて都市洪水への適応策を検討する上で必要となるデータの収集を継続するとともに、都市形態と現在気候における気象災害への脆弱性評価を開始した。平成 29 年度は 8 月に研究会合とバンコク都との意見交換をバンコクにて行い、東京において 12 月に研究会合とフィールドワークを実施した。フィールド調査では交通管制センターと都内の治水施設の視察を行った。またの都市形態と現在気候および将来気候における気象災害への脆弱性を評価するために降水パターンの分析、氾濫モデルと交通モデルのバンコクへの適用を行った。降水パターンの分析では複数の観測所において時間分布と空間分布の分析を行朝と夕に降水のピークがあり、渋滞発生時間との同時性があるこ

とを確認した。氾濫モデルでは、スクンビット地区において昨年氾濫が発生した降雨を対象に再現性の検証を行い、その成果を Proceedings of the 21st IAHR-APD Congress 2018 へ投稿し現在査読中である。

(15) 研究題目 2-⑭（小項目）:「適応戦略共創手法の開発(1)」(ST3-Tool)

・研究題目 2-⑭の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

1) 気候変動の社会経済への影響

本研究では、①経済効率性、②緊急性、③公平性（経済格差）の観点から、自然災害の社会経済に与える影響を検討した。得られた知見を以下に記す。

タイにおける主な気候変動の影響は、洪水、旱魃、土砂災害、海水面上昇による砂浜の消失などが予想されている。

2) Web アプリケーションの開発

ST3 および ST2 における研究成果に基づき、気候変動適応策の政策立案を支援する web アプリケーションの開発に取り組んだ。このアプリケーションは、洪水、干ばつ、土砂災害、海面上昇、の各リスクを地図上に表示するとともに、地域の人口、産業構造、貧困率などの情報をグラフ等で示し、優先的に行うべき政策の内容や、優先的に対策を実施する地域の検討を支援するものである。

これまで，2D の地図上で洪水の発生頻度，土砂災害リスクを表示してきたが，平面上ではユーザーが表示内容を十分理解できないという問題があった．そこで，2020 年度は web アプリケーション上における 3D 表示に取り組んだ．成果の一部を図 31 に示す．3D の表示については，Cesium JS というフリーで利用できる JavaScript ライブラリを用いた．さらに，web アプリケーションのメンテナンス性と描画速度の向上を目指して，コードを純粋な JavaScript から React とで書き換えを行った．

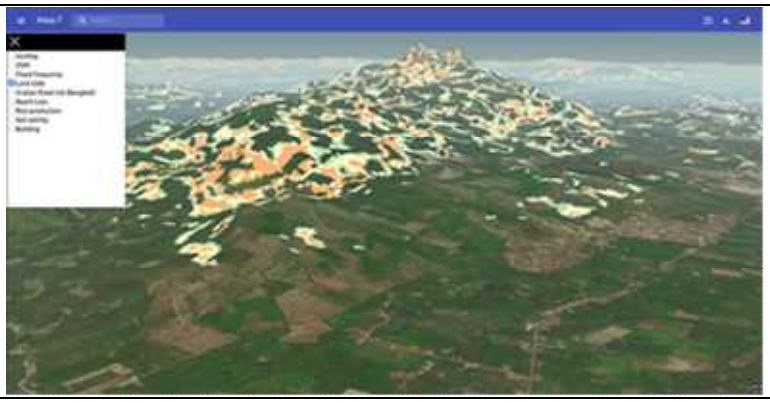


図 31－1　クラビ県における土砂災害リスクの表示例

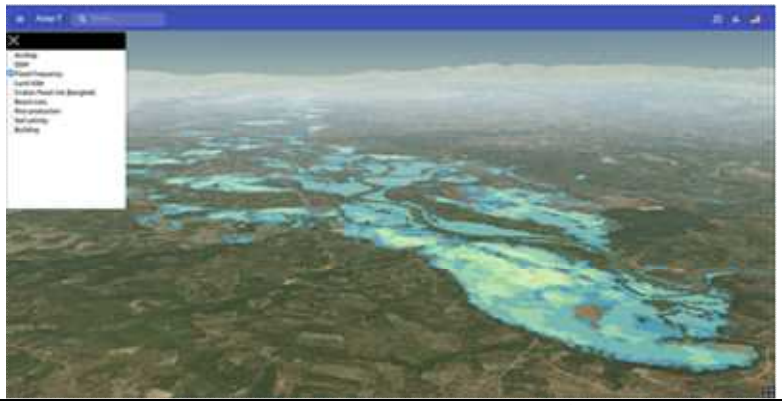


図 31－2　ナン県における洪水発生頻度の表示例

(16) 研究題目 2-⑮：「適応戦略共創手法の開発(2)」(ST3-KS)

・研究題目 2-⑮の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

(令和 2 年度)

2020 年度はコロナ禍のため日本で入手できるデータや情報のみから気候変動適応にかかわる現業機関のシナジーについて考察を深めた。まず、図 32 は天然資源環境省（MONRE）下部組織である天然資源・環境政策計画局（ONEP; Office of Natural Resources and. Environmental Policy and Planning）の設立から 2019 年度の予算の経年変化である。当該部局は、天然資源や環境政策全般の政策や計画を立案する組織であるが、気候変動政策を主導する立場であるためその予算変遷を調査した。設立直後は潤沢な予算であったがその後 6 年間は低予算であった。2013～2014 年の AR5 の公開から徐々に予算は増加し、2015 年の COP21 以降にさらに予算が増加したが、2019 年度は再び予算が減少している。複数の環境政策を担当している部局のため、気候変動政策だけでは全てを語ることができないが、こうした予算変遷からもタイ国の気候変動政策への注目度を計測できる可能性を示唆した。

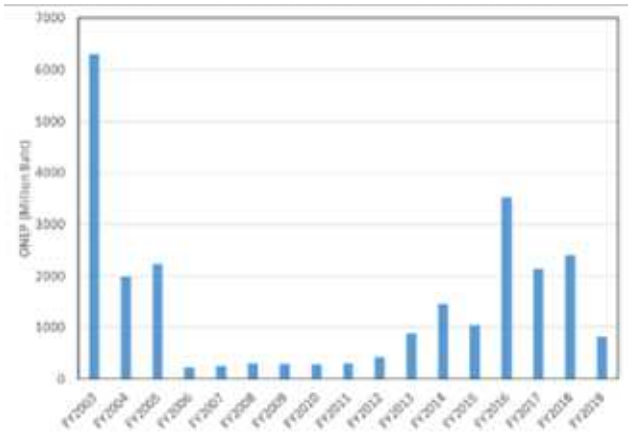


図 32：2013～2019 年度の天然資源・環境政策計画局の予算

日本で進んでいる適応策をタイに適応できるように、整理を進めた。日本の適応策と実施機関がタイ政府のどの機関で実施できそうなのかを英語とタイ語で整理を行い、最終成果物の一つになるように、ONEP 側に一次資料を提供する。そのごく一部分を下記の図 21 に示す。本プロジェクトにかかわる分野や項目だけで 149 のリストとして整理した。

(令和 1 年度)

本年度は、タイの国家政策である第 1～12 期(1960～2021 年)のタイ国家経済社会開発計画（National Economic and Social Development plan; NESD)における気候変動・水資源政策が実際のタイの社会経済に与えた影響を評価し、それに対して、洪水や干ばつなどの気候変動・水資源に関する事象が NESD に与えた影響も評価した。本稿では、紙面が限られているので、重要な結果のみを掲載する。

図 33 は NESD に出現する気候変動・水資源に関する単語の割合、「Economy」（経済）の割合、GDP 成長率である。GDP 成長率は 1997 年アジア経済危機で低下、2002 年から 2005 年のタクシン政権によって上昇、2009 年のアメリカでのリーマンショック、2015 年のタイ国内のデモによって低下した。2011 年の洪水による GDP 成長率の低下は経済危機やデモと同程度であった。2011 年洪水は 5 月から 10 月にかけての降雨の影響により、タイ国チャオプラヤ川において発生した。これにより全国で死者・行方不明者 816 名、被害および損失額は約 3。75 兆円と甚大な被害が発生した。従って、タイ国家に与える損害が経済危機と同程度であるため、災害への適応策も経済への政策と変わらず重要視すべきであると言える。また、1997 年にアジア経済危機が起こったことを受けて、第 9 期(2002 年～2006 年)の

「Economy」の単語の割合が急増していると考えられる。第 9 期では特に水資源・気候変動に関する政策よりも経済に関する政策が優先されたと言える。

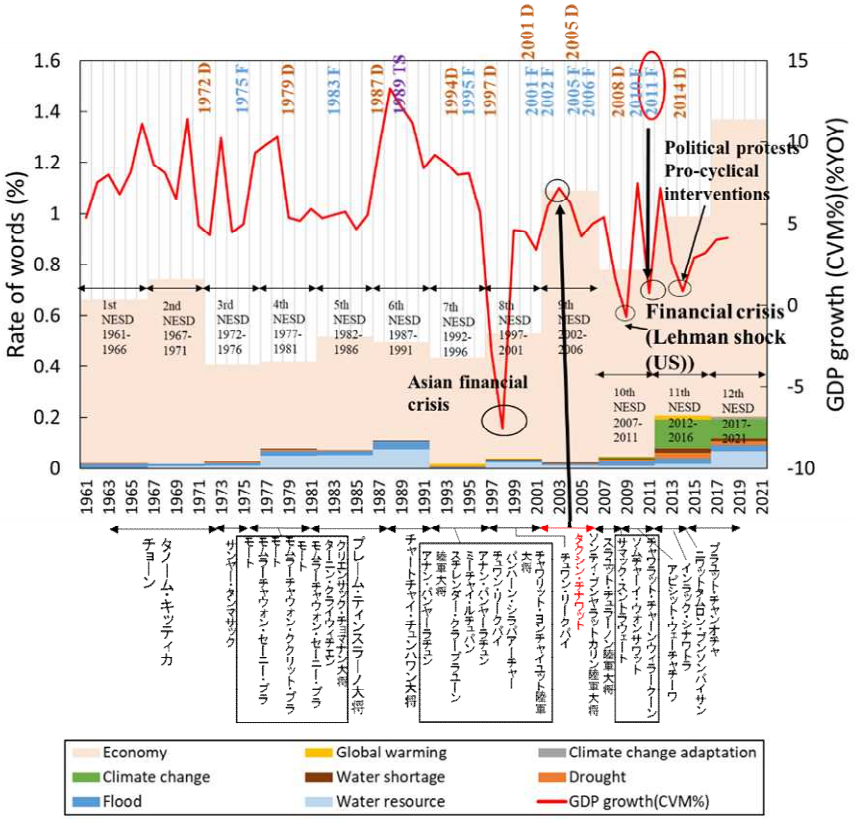


図 33：NESD に出現する気候変動・水資源に関する単語の割合、
「Economy」（経済）の割合と GDP 成長率

（中間報告書）

これまでに、実際に気候変動適応策を実施主体となることが想定される農業組合省灌漑局内の複数部局に、約 10 回のインタビューを実施し、水資源施策や洪水マネジメントに関する最新の情報のみならず、歴史的は変遷についても情報収集を実施してきた。特に洪水マネジメントに関連して、土地利用政策に関する情報収集を積極的に実施した。洪水マネジメントにおける土地利用政策は重要な適応策の一つであるものの、一般に、憲法や法律の制約条件は厳しく、容易に適応できないのが実情である。しかしながら、これまでの調査研究によると、タイ国おける土地利用規制は現状の制度通りに実施したとしても、十分に実現可能性が高い施策であることがわかった。これは、ST-2 の科学的知見を政策に反映させる際に、机上の空論にはならない重要な成果であり、タイ国の政策に反映することが可能である。

また、気候変動適応策に係る中央政府部局について、具体の適応策ごとに関連する部局と ADAP-T メンバー部局との関連を整理しており、中間評価段階では概ね達成できていると考えている。

以下に詳細を述べる。

タイ国の中央省庁は、2002 年に表に示す 1 府 19 省に再編された。タイ国は歴史的に部局の権限が強いため、省庁よりも部局レベルでの利害関係を整理する必要性があり、問題が複雑化する原因でもある。

ここでは、広義の水資源施策から気候変動適応策における関連現業機関の抽出と利害関

係について整理する。まずここでは、複数の現業機関による重複した水情報・データの収集の実態について報告する。

現在、水資源に関連した情報やデータを収集し、新に設置される国家水センターへ提供が義務付けられている 17 機関は次の通りである。

1. 災害防止軽減局（DDPM: Department of Disaster Prevention and Mitigation）
2. 地下水資源局（DGR: Department of Groundwater Resources）
3. 国立公園・野生動物・植物局（DNP: Department of National Park）
4. 水資源局（DWR: Department of Water Resources）
5. 電力公社（EGAT: Electricity Generating Authority of Thailand）
6. 地理情報・宇宙技術開発機構（GISDA: Geo-Informatics and Space Technology Development Agency）
7. 水文・農業情報機構（HAII: Hydro and Agro Informatics Institute）
8. 水路部（HD: Hydrographic Department）
9. 農業・協同組合省（MOAC: Ministry of Agriculture and Cooperatives）
10. 国防省（MOD: Ministry of Defense）
11. デジタル経済社会省（MICT: Ministry of Information and Communication Technology）
12. 内務省（MOI: Ministry of Interior）
13. 科学技術省（MOST: Ministry of Science and Technology）
14. 首都圏水道公社（MWA: Metropolitan Waterworks Authority）
15. 地方水道公社（PWA: Provincial Waterworks Authority）
16. 灌漑局（RID: Royal Irrigation Department）
17. 気象局（TMD: Thai Meteorological Department）

電力公社、首都圏水道公社、地方水道公社は、中央政府の組織ではないものの、水を利用した業態であることから、情報やデータの提供が求められている。地理情報・宇宙技術開発機構や水文・農業情報機構も研究組織であるものの独自の観測ネットワーク等が充実しており、公益に資する情報やデータを持っていることから義務付けられていると推察される。この他にも、外水面、内水面のいずれも管理する水上輸送・通商航海局（MD: Marine Department）は河川や湖沼の測量データを持っている。また、森林局も山岳域の降水量等気象データを観測している。

このような乱立した組織体制を改善するために、2017 年 12 月以降、Office of National Water Resources Council という組織が首相府の直下に設立され、全ての水資源施策の立案を実施する機関となった。現室長は、前灌漑局局長が就任している。本組織は企画部門しかないため、予算獲得のために灌漑局の持っていた Mae Klong 川の水利権を本組織に移管した。発足当初から利害の衝突が発生しており、期待されるリーダーシップを発揮できるかは疑問である。

水位や雨量は様々な機関がバラバラに計測している実態が全国で見受けられ、例えば、1 つの橋に RID、 DWR、 HAII の 3 局の雨量計が横並びになっていることもある。これは、まず RID と DWR の流域管理分担が明確でないことに起因している。公には、中規模から大規模ダム貯水池を持つ河川流域は RID、その他は DWR という分担になっており、たしかに水資源局は山岳域の水文観測を多く実施している。しかし、大中規模のダム貯水池を持つ河川流域内を網羅的に RID が観測できているかと言うとそうではなく、本川と本川への影響度が高い支川しか観測できていないのが実情である。しかもその分担具合は、各機関が独自の視点で、自らの責任範囲で観測を考えているため、上述のような無駄な重複観測が実施されている。一方、HAII は現業機関というよりも研究教育機関に近い存在であり、独自の視点で観測することができる。このような例からも、データの共有や観測分担の整理は、限られた予算や人材、そして気候変動への時間を考慮すると早期に提案すべき具体例であ

ると考えられ、各機関の激しい利害の衝突を回避することができるであろう。
次に、国家規模の水資源マネジメント政策である水資源マネジメント戦略 2015－2026（WRMS）から、気候変動適応策に関わる現業機関の利害関係を整理する。
WRMS の将来像は、「全ての村々に清潔な水を供給する、安全な生産活動、洪水被害の軽減、水質管理の標準化、そして開発と全ての産業部門がバランスした持続可能な水マネジメント」と謳われている。
WRMS は次の 3 つの目的が柱となっている。(1) 社会や経済に大きな影響を与える水資源問題の解決、(2) 福祉の改善と水利用のための総合水マネジメント、(3) 持続可能な発展のために河川流域ごとの潜在能力に応じた開発と水利用のバランスを創出すること。期間については、現在・緊急（2015-2016)、近未来（2017-2021)、将来（2022-2026）の 3 時期に分けて計画されている。
水資源マネジメントに影響を与える社会経済要因として、(1) 都市の拡大、(2) 世界経済の拡大とタイの経済構造の変化、(3) 農業生産、(4) サービス・観光部門、(5) 気候変動の 5 項目が重要視されている。また、自然的要因と行政的な問題として、(1) 河川上流域と森林の管理、(2) 洪水、(3) 利用可能な水資源の計画、(4) 水質問題、(5) 土壌管理と土地利用、(6) 湿地の管理、(7) 水関連部局の縦割り行政・業務の重複・明解な水政策の不足が挙げられている。
以上の計画の達成や問題を解決するために、WRMS を 6 つに分類し戦略計画を立てている。

①生活用水のための水マネジメント
過去 40 年間で幾度も（例えば、1967、1968、1977、1979、1986、1987、1990、1997、2002、2005、2008）旱魃に見舞われている。特に全国で影響があったのは、1979 年、1997 年、2008 年の 3 回である。深刻なレベルから中頻度のリスクのある地域は 4.29×106 ha あると推定されている。全国で 70,372 村あるうちの 7,490 村では、適切な水供給システムそのものが整備されていないのが実情である。
この戦略計画では、全ての村々、都市域、さらに特別経済地区や重要な観光地域に清潔な水を供給することが目標になっており、2021 年までに 100%達成する計画である。ハード的に水道システムを建設するだけではなく、節水キャンペーンや水の 3R 活動といったソフト対策も含まれている。重要流域として、北部の Ping 川流域、東北部の Khong 川流域、Mun 川流域、Chi 川流域が挙げられている（図 34)。

②農業部門と工業部門における水の安全保障の構築
農業用水、生活用水、工業用水、観光関連用水をバランス良く最適に配水することが最重要視されている。農業用水については、農業水路における漏水を防止し、灌漑用水の効率を上げる。次に、正常流量の確保と生態系のための環境用水を確保することが重視されている。そして、農業用水源と工業用水源の確保が必要とされている。
ここで重要視されている地域は、Yom 川、Sakae Krang 川、Khong 川、Mun 川、Chi 川、そして Tongle-Sap 川である（図 34)。

③洪水マネジメント
タイでは、2005 年、2006 年、2010 年、2011 年を含めて 13 回の深刻な洪水に見舞われており、ほぼ全ての県で被害が発生している。また、タイの社会経済を支えるチャオプラヤ川流域では、8 回（1975、1983、1995、2002、2005、2006、2010、2011）の深刻な洪水被害が発生している。中頻度から高頻度の洪水発生地域が 1.6×106 ha あると推定している。さらに、斜面災害リスクのある地域は 6,042 村ある。
このような状況を鑑み、ここでは地域社会や大きな社会経済的影響のある大規模経済圏における洪水被害の軽減、農地の被害軽減と洪水被害頻度の高い地域における適応支援、そして斜面災害と内水氾濫からの被害の軽減が戦略目標になっている。
重要地域として、Kok 川、Chao Phraya 川中流域から下流域、Khong 川流域、Mun 川流域、Chi 川流域、Songkhla 県内とマレーシアとの国境付近を流れる Golok 川が挙げられている（図 34)。

④水質管理

公害防止局（Department of Pollution Control; DPC）によると、Tha Chin 川、Mun 川、Songkhla 湖流域では全川で深刻な水質汚染が発生している。特に乾期の環境用水が少ない時期に、極めて深刻な状況になっている。また、河川への塩水遡上が取水に与える影響はとても大きく、生活用水と農業用水のいずれもが大きな問題になっている。
このような状況を解決するために、水処理システムの改善と増設、地点汚染の低減、そして悪化している水源の回復によって最大 80%の水源の水質を改善させる計画である。さらに、汽水域の塩分量を生活用水や農業用水の取水水質に適するように管理する。
下水が問題化している Tha Chin 川、Chao Phraya 川、Chi 川、Mun 川、そして塩水浸入が問題化している Tha Chin 川、Chao Phraya 川、Bang Pra Kong 川、Mae Klong 川が重要地域に指定されている（図 34)。

⑤森林回復と土壌侵食防止

北部の Nan 川流域、Pasak 川流域、Salawin 川流域の各上流域において、タイで最も深刻な土地利用変化があった。その次に深刻であったのは、東北部の Mun 川流域、Khong 川流域、Chi 川流域であり、南部の半島東西の海岸域、Tapi 川流域も同様に深刻であった。このような状況を解決するために次の 2 つの目標が立てられている。①上流の森林を修復して森林の少なくとも 40%を回復する、②表面の土壌侵食や傾斜農地における斜面崩壊を防ぎ、保水力を高める。表は森林保全と土壌侵食防止・軽減の数値目標を示している。上流域の森林の約 0.8 ha を保全し、約 1.5 ha を土壌侵食防止・軽減することとしている。

⑥行政管理（データマネジメント）の改善

政策と運用が一体となっていないことが大きな問題として提起されている。まず、運用計画や政策決定に有益なデータがまだ整備途上であり、包括的な水マネジメントの法体系が存在していない。そして、運用システムをモニタリングし、評価する過程が欠けている。それらを解決に導くために、本戦略の中では、次の 4 つの目標が掲げられている。

- 水資源マネジメントに関する法律を策定、単一組織を設立し、政策と計画の策定を統一する。
- 意思決定支援システム（Decision Support System）の中でデータシステムを利用し、通常時と非常時の両方の状況において水マネジメントを支援する。
- 水資源マネジメント戦略計画を広報して一般に周知し、本計画のモニタリングへの市民の参加を促進する。
- 構造物のモニタリング、メンテナンス、評価するシステムを構築する。

この WRMS の中で気候変動適応策と関連が深いのは、3. 洪水マネジメントと 4. 水質管理の 2 つが挙げられる。

まず洪水マネジメントにおける大きな戦略目標として、Chao Phraya 川中流域から下流域における、堤外地居住者（その管理者を含む）と灌漑局との利害の衝突を避けた土地利用施策を提案する必要がある。具体的には、灌漑局にとっての提内地は農地であって人家ではない。そのため、歴史的に河川沿いに生活してきた人々は、灌漑局の堤防建設とともにいつの間にか堤外地に居住するようになってしまい、地域によっては毎年浸水しながら生活するようになっているのが実情である。限られた条件の中で超過洪水被害を防止もしくは緩和するためには、「線」の計画より「面」の計画が効果的である。そのためには、制度（憲法や法律）の面から土地利用政策を検討し、気候変動による超過洪水対策を検討する。

図 34：WRMS において重要地域に指定されている河川流域。

結論から言うと、タイ国おける土地利用規制は制度通りに実施したとしても、十分に実現可能性が高い施策である。かつては、国家経済社会開発庁（Office of the National Economic and Social Development Board; NESDB）所管の国家経済社会開発計画（National Economic and Social Development Plan）が最上位の国土政策であり、地方別の取り組みも内包されていた。しかし近年では、内務省公共事業・都市農村計画局（DPT: Department of Public Works and Town and Country Planning、 Ministry of Interior）が、全国、広域地方、下位地方、県、都市、特定地区の各レベルの空間計画づくりを開始している（2002 年 7 月 9 日の閣議）。

国家空間開発に係る方向および方針は 50 ヵ年計画（～2057 年）となっており、同時に 5 ヵ年（～2012 年）、10 ヵ年（～2017 年）、15 ヵ年（～2022 年）の緊急戦略計画が示されている。国家空間計画はタイの 76 県全てを対象としており、その中には、特別な地方自治行政組織であるバンコクとパタヤも含まれている。

表：森林保全と土壌侵食防止・軽減の数値目標。

方策	目標			実施機関
	2015-2016	2017-2021	2022-2026	
森林保全	0.1×10^6 ha	0.4×10^6 ha	0.25×10^6 ha (2024 年までに)	RFD, DNP
土壌侵食の防止・軽減	0.23×10^6 ha	0.64×10^6 ha	0.64×10^6 ha	LDD

RFD: Royal Forest Department
DNP: Department of National Park
LDD: Land Development Department

土地利用に関わる直接的、間接的な法的・制度的枠組みは次の通り多岐にわたる．森林法（1941）、土地法（1954）、野生生物保護・保全法（1960）、国立公園法（1961）、国有保全林法（1964）、土地定住法（1968）、1974 年：土地基盤整備法（1974）、環境の質的改善と

保全に関する法（1975）、都市・農村計画法（1975）、農地改革法（1975）、土地開発法（1983）である。同時に、土地利用に関わる行政組織も次のように多岐にわたる。土地局（DOL: Department of Lands）、社会開発・福祉局（DSDW: Department of Social Development and Welfare）、王室林野局（RFD: Royal Forest Department）、農地改革局（ALRO: Agricultural Land Reform Office）、土地開発局（LDD: Land Development Department）、協同組合推進局（CPD: Cooperatives Promotion Department）。さらに、土地法（1954）は4種類の私的所有権の証書を認めており、公有地・国有地（特に国有保全林）の無断占拠者の土地の権利は、土地利用許可の形で与えられる（王室林野局、農地改革局）など非常に不公平な制度もあり、一見すると土地利用規制が困難に思われている。しかしながら、県単位で土地利用施策立案し、DPT 内の委員会（省庁横断組織）に申請し、調査やヒアリング等を受け、さらに上部組織である土地利用委員会で審議を経ることで土地利用規制は可能である。2018 年現在、バンコク首都圏も新しい土地利用施策について同様の審議プロセスを実施しており、これが採択されれば他県も大きな可能性になるであろう。

現在、Chao Phraya 川中流域から下流域では JICA が支援する形で外郭放水路の計画が立案されつつあるものの、実現するにはまだ道のりは多いのが実情であり、実現可能性の高い施策を提案する必要がある。

WRMS の中では、タイ東北部の Mun 川、Chi 川流域も重点流域になっているとともに、2017 年 9～10 月には場所によっては既往最大規模の洪水氾濫が発生した。ADAP-T チームの調査による政府職員へのインタビューによれば、下流域の人口・資産集中地域では大きな問題にはならなかったことや、計画通りに氾濫させることが出来たと言う。しかしながら、ST2 の協力の下に、現況の堤防高や遊水地計画でも今後の気候変動に適応できるのか否かを評価する必要があると考える。

最後に、WRMS の中の水質管理の中の塩水遡上について気候変動適応策との関連を検討する。重点河川として、Tha Chin 川、Chao Phraya 川、Bang Pra Kong 川、Mae Klong 川が挙げられる。この中で、Bang Pra Kong 川は河口から 200 km 程度まで濃度の高い塩水が遡上していることが観測されており、水門も設置されいるものの、今後の海面上昇による影響評価が必要であると思われる。Tha Chin 川、Chao Phraya 川、Mae Klong 川はほぼ同じように強混合で塩水が遡上しており、特に Tha Chin 川は河床縦断が緩やかであるため侵入しやすい環境にある。Chao Phraya 川、Mae Klong 川のいずれもバンコク首都圏の水道水源であり、塩水遡上は極めて大きな問題である。上流でのダム貯水池建設ができない状況の中での貴重な水源であるため、適切な気候変動適応策を提案する必要がある。首都圏水道公社（MWA）が管理運営している水源である一方、観光や一般交通としての舟運のための河川水位の維持、農業用水や工業用水との共存、生態系維持など多様なニーズに応える必要がある。また、タイ国おいて塩水遡上に関する制度やルールがないため、制度面からの提案も可能である。

ここまで、個別課題に応じて、完全ではないものの利害関係者を整理することで、現実的な気候変動適応策の考案の可能性が導かれてきた。

今後、行政機関だけではなく準行政機関も含んだ形での気候変動適応策の利害そのものの整理と利害の緩和策の提案に繋げていく予定である。特に、洪水マネジメントのための土地利用規制、塩水遡上対策、そしてパイロット流域を対象にして、データ共有化の提言による気候変動適応策への基礎的支援を実施したい。

(17)研究題目 2-⑯(小項目):「農地の塩類集積程度の広域評価手法の開発」(ST2-R2、ST2-R3)

・研究題目 2-⑯の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

農地の塩類集積程度の広域評価手法の開発を目標とし、まず塩類集積圃場においてドローンを用いたスペクトル計測を行い、その結果と塩類集積程度との関係を評価した。さらに、カウンターパートの Dr. Supranee Sritumboon が中心となって実施した定期的な土壌調査の結果を共有して、対象地域の塩類集積の特徴を評価した。その結果、対象地域では

土壌水分量と土壌中の電気伝導度の関係は、土壌水分量に応じて変化することが分かった(図 35)。これにより、リモートセンシングデータを用いた塩類集積程度の推定に適したタイミングとそうでないタイミングがあることが分かった。

可視・近赤外カメラ搭載ドローンによる空撮によって得られた塩類集積程度とスペクトル特性と、カウンターパートの Dr. Supranee Sritumboon の定期的な土壌調査によって明らかになった土壌水分量と土壌中の電気伝導度の関係の変化に関する知見を活かし、実験圃場を含む地域全体の水田を対象とし、衛星データを用いて 2018 年 4 月から 2021 年 4 月の間の塩類集積程度の増減を示したマップを作製した。図 36 は、例として 2018 年 4 月から 2019 年 4 月の塩類集積程度の増減を示したものである。これにより、水稲の作付け前に、各圃場の塩類集積程度の変化状況の提供が可能になった。

衛星の観測時期に合わせたドローンによるスペクトル計測を行う予定であったが、コロナ渦のためタイを訪れることができず計測を実施できなかった。そのため、渡航が可能になった際に利用可能な現地計測のための参照データを作成するために、過去の衛星画像を収集し、対象地域の年毎の作付けエリアの把握を行った。図 37 は、例として 2018 年の作付け水田を示した例である。このような図とこれまで実施した水田の塩類集積程度の経年変化の評価結果と合わせることで、衛星データを用いた広域での各圃場の塩類集積程度の変化状況と作付けの実態の把握が可能となり、今後のタイ東北部における代替作物への転作も含めた塩害対策に資する情報の提供が可能になった。

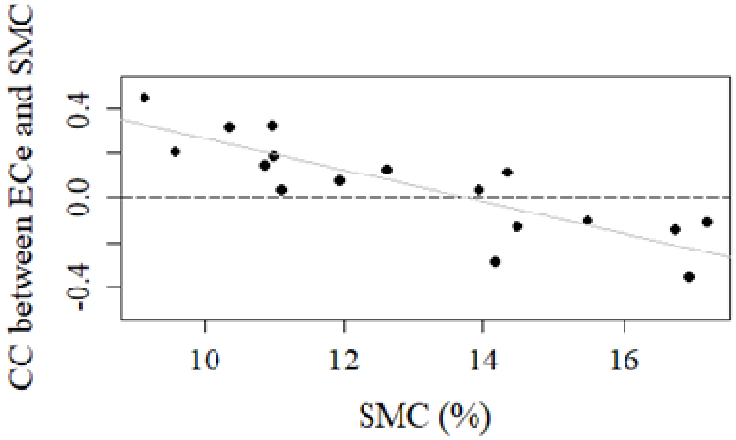


図 35：対象地域における土壌水分量と土壌中の電気伝導度の関係。

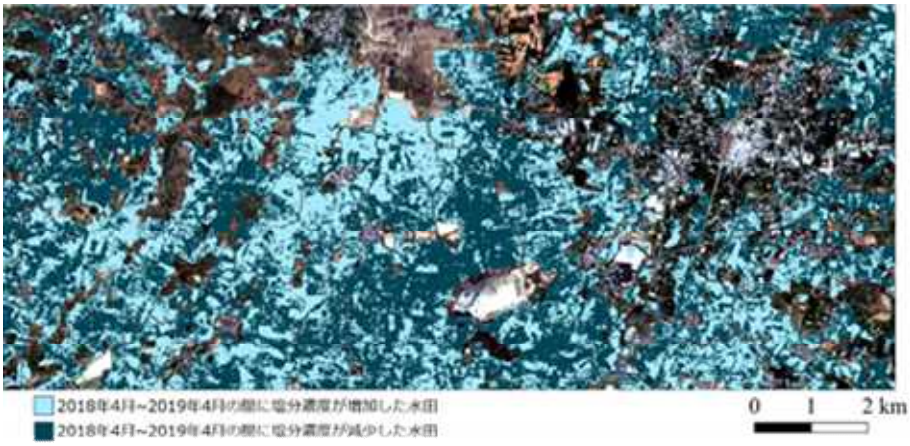


図 36：2018 年 4 月から 2019 年 4 月の塩類集積程度の増減。

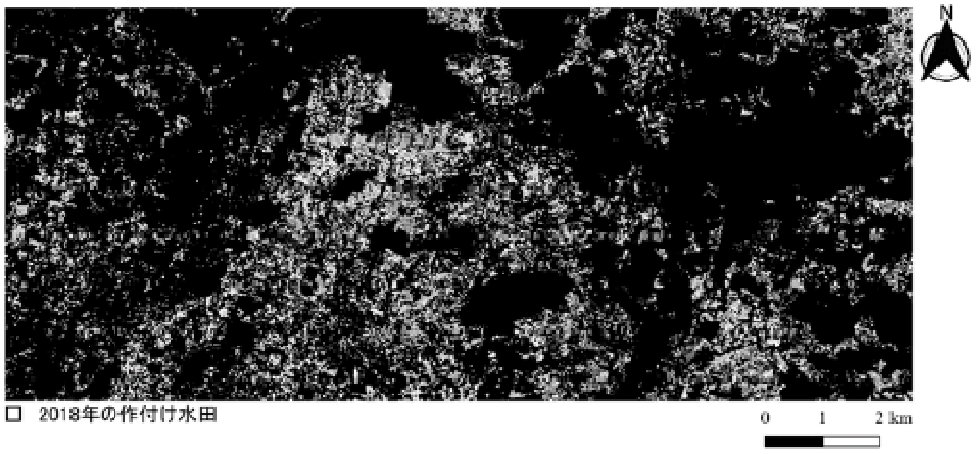


図 37:収集した衛星データを用いた対象地域の過去の作付け面積エリアの把握を実施した。上図は、2018 年の作付け水田の図。

(18) 研究題目 2-⑰（小項目）:「マニュアル開発に資する適応戦略実現性の評価」(ST3-KS)

・研究題目 2-⑰の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

(令和 2 年度)

2020 年度は､2019 年度にコンケン県を対象として実施した降水量と水稲生産量の関係を、東北タイ全域に拡張するとともに、1990 年から 2015 年の水田分布の変化を組み入れることで、県ごとの水田分布の特徴と渇水に対する脆弱性の違いを分析した。その結果、統計情報としての水稲生産量変動には大きな違いは見られなかったものの、メコン川本川に面する県とその支流のムー川、チー川流域とでは水田の集中する標高に異なる傾向が抽出された（図 38)。

(令和 1 年度)

R1 年度は、H30 にアンケート調査を実施して収集した農事暦や栽培作物の選択の結果を精査するとともに、TMD より提供された降水量データ、OAE より提供された農業統計を用いて、営農者が気候変動を実感する要因、農事暦の決定要因、適応策の実施可能性とその制約となりうる要素について検討した。

Ⅱ．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

・ プロジェクト全体の現状と課題、相手国側研究機関の状況と問題点、プロジェクト関連分野の現状と課題

プロジェクト全体の日タイ両国の参加者数が多いことから、引き続きマネジメントへのエフォートが大きく割かれている。科学技術の推進には日本側研究者の積極的な取り組みが求められる一方で、予算的にも厳しい制約下で活動が難しい。特に今年度は各日本人研究者への予算配分はほぼゼロであり、ボランティア的なお願いベースとなっている。また、アドミンチームにおける人員配置はほぼゼロ（専属研究員ゼロ）であり、勤務時間外での作業が基本となるため、勤務時間管理に工夫を要する。

相手国側研究機関の状況としてはカセサート大学工学部からは継続的なランニングコストに係るサポートを受けているが、技術協力という枠組みに制約されるため純粋な研究活動へなかなか予算が使えないというジレンマを抱えている。プロジェクト関連分野の現状は AR6 WGII に関連するような論文のうち、引き続き途上国、中進国における気候変動研究は多くなく、2020 年度に受理された大国における水セクターの気候変動影響評価と適応策に関する論文（Kiguchi, Takata, et al., 2021）のような本プロジェクトの成果発信はますます重要である。

・ 各種課題を踏まえ、研究プロジェクトの妥当性・有効性・効率性・インパクト・持続性を高めるために実際に行った工夫。

プロジェクト全体の課題を改善するため、日タイの研究者との意見交換をテレビ会議システムの利活用を通じて頻繁に実施し、日本側研究者がタイ側研究者に実際の調査や解析を依頼することで、経費の節減を引き続きお願いしている。特に COVID-19 禍と日本側研究予算が無いことから、この傾向は昨年よりより強くなっている。一方で特に現業機関との関係については、関係を保つためにはどうしても現地での意見交換が、特に社会実装については重要であるため、現地での活動度を減少させつつ、別プロジェクトとの協働やタイ側のプロジェクトマネージャーに接触を依頼するなどの対応を行っている。相手国側研究機関の課題を改善するため、継続してタイ側各研究者に外部予算の獲得をエンカレッジしつつ、タイの Funding agencies への働き掛けも併せて行っている。また、一部の共同研究者と SATREPS やそれ以外の国際プロジェクトへの申請を実施し、採択された課題もあることから、このプロジェクトの日タイ共同研究の持続性を高めていることの証左といえる。

・ プロジェクトの自立発展性向上のために、今後相手国（研究機関・研究者）が取り組む必要のある事項。

COVID-19 禍で、タイ国内の移動も制限されており、相手国現業機関の自立性向上に向けた、地方でのワークショップは沿岸チームの 1 回にとどまった。しかし、進捗報告会や日タイ全体会合でのタイ側からの提案は積極的であり、これを如何に予算的なサポートを継続していくかは今後の課題といえよう。

・ 諸手続の遅延や実施に関する交渉の難航など、進捗の遅れた事例があれば、その内容、解決プロセス、結果。

COVID-19 禍によって全体的に遅延している。JICA によってタイへの渡航を禁止される中、この遅延を取り戻すことは難しいが、違う取り組みによって最終成果物を揃えるための議論を Admin team を中心に進めている。

Ⅲ．社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1)成果展開事例

【プロジェクト全体】

タイの気候変動対策を検討する National Climate Change Committee の傘下にある Integrated Working Group on Adaptation on Climate Change において、2017 年 7 月 12 日に発表する機会を得て、ADAP-T で研究開発したあるいはその予定の適応策評価やポートフォリオ、マニュアルについて説明し、意見交換を行った。特に重要だったのが、優良事例がまだほとんど集約できていない現状とそれに関する知見の提供を求められたことであり、ONEP の NAP 策定スケジュールにも ADAP-T の名前が掲載されていることから、良好な関係が構築されている。

日本国環境省が推進している Asia-Pacific Adaptation Information Platform(AP-PLAT)の先行事例として、タイとインドネシアでプロジェクトが進められているが、タイやその周辺域における気候変動研究成果を集約するにあたり、ADAP-T への協力を求められている。この機会を通じて我々の成果をインプットすることで、成果の展開が見込まれるため、密接な関係を構築しつつあるところである。

水セクターに関するタイにおける初の温暖化影響に関するレビュー論文が環境に関する国際誌 Environmental Research Letters 誌から出版された(Kiguchi, Takata et al., 2020)。研究者のみならず、国内外の行政官や建設・防災系のコンサルタントなど、幅広くの関係者にこれまでの研究の到達点や今後の課題などを伝えることができる。

2020 年 5 月に JpGU-AGU 共催学会で特別セッションを立ち上げ、これまでの最新の科学的知見を紹介し、さらにそれについて議論する時間を設けることで、深堀りを図った。ADAP-T プロジェクトの成果事例の公開やそのプレゼンスを示す良い機会となった。

T-PLAT への貢献が、日本国環境省から依頼を受け、T-PLAT 側が必要とするデータの提供を行った。

2021 年 4 月より JST「e-ASIA 共同研究プログラム」に採択され、2021 年 5 月現在実施中である。課題名「ダム貯水池の動的運用による統合水資源管理」(2021～2023)。日本、タイ、ラオスで実施され、タイは王立灌漑局が Co-PI となり、そのリーダーは SATREPS 期間中に東京工業大学鼎研で学位を取っており、ADAP-T の成果がまさに展開されている事例といえる。

Ⅳ．日本のプレゼンスの向上（公開）

既出のカセサート大学が実施した斜面災害対策検討について、チェンライ県ドイチャン村の対応策ならびに評価について地元ニュースで放映された。また、同県メースアイダムの対策についても RID へ技術提供を行い、クラビ県のドイタノン村と上記については早期警戒システムを導入し、これについてもタイ全国ニュースで取り上げられ、ST2-S メンバーであるカセサート大学の Suttisak Soralump 博士が早期警戒システムの解説を行っている。

(https://www.youtube.com/watch?v=L11T14aJoRk&feature=youtu.be)

(http://program.thaipbs.or.th/Disaster/episodes/42756)

AP-PLAT (http://www.adaptation-platform.nies.go.jp/en/ap-plat/) や T-PLAT へ貢献している

2019 年度まで頻繁に開催されていた気候変動関連イベントが軒並み中止となっていることから、e-learning 等の研究成果の紹介を 2021 年度に作成予定であり、これらを用いた東南アジア諸国への知見の敷衍を図っている。

Ⅴ．成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

Ⅵ．投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

Ⅶ．その他（非公開）

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特筆すべき論文の場合、ここに明記く
2017	Rangsiwanichpong P, Kazama S and Ekkawatpanit C 2017 Analyzing the relationship between ocean indicices and rainfall in the Chao Phraya River Basin International Journal of Climatology 37(1) pp.230-238	10.1002/joc.4997	国際誌	発表済	
2017	吉田貢士, 本間香貴, 牧雅康, 乃田啓吾, 博章, 沖一雄, Suprance Sritumboon, Mallika Srisutham, "東北タイにおける気候変動適応策としての天候インデックス保険の可能性、土木学会論文集G（環境）,2017, 73(5), I_377-I_383		国内誌	発表済	
2018	Ritphring S, Somphong C, Udo K, and Kazama S 2018.05 Projections of Future Beach Loss due to Sea Level Rise for Sandy Beaches along Thailand's Coastlines Journal of Coastal Research Special Issue 85- pp.541-545	https://doi.org/10.2112/SI85-109.1	国際誌	発表済	
2018	Komori D, Rangsiwanichpong P, Inoue N, Ono K, Watanabe Sand Kazama S 2018 Distributed probability of slope failure in Thailand under climate change Climate Risk Management Vol.20 pp.126-137	10.1016/j.crm.2018.03.002	国際誌	発表済	
2018	Rangsiwanichpong P, Kazama S and Gunawardhana L 2018 Assessment of sediment yield in Thailand using revised universal soil loss equation and geographic information system techniques River Research and Applications Vol.34 Iss.9 pp.1113-1122	10.1002/rra.3351	国際誌	発表済	
2018	Tebakari T, Wongsa S and Hayashi Y 2018 2016/2017 Floods in Southern Thailand in December 2016 and January 2017 Journal of Disaster Research Vol. 13 No. 4 pp.793-803		国際誌	発表済	
2018	Sanit W, Varameth V, Napaporn P and Sshinichiro N 2018 Urban Flooding and Adaptation to Climate Change in Sukhumvit Area, Bangkok, Thailand Proceedings of the 21st IAHR-APD Congress Yogyakarta, Indonesia.		国際誌	発表済	
2018	Igarashi K, Koichiro K, Tanaka N and Aranyabhaga N 2019 Prediction of the Impact of Climate Change and Land Use Change on Flood Discharge in the Song Khwae District, Nan Province, Thailand Journal of Climate Change Vol. 5, No. 1, pp. 1-8	10.3233/JCC190001	国際誌	発表済	
2018	Amnatsan S, Yoshikawa S and Kanae S 2018 Improved Forecasting of Extreme Monthly Reservoir Inflow Using an Analogue-Based Forecasting Method: A Case Study of the Sirikit Dam in Thailand Water 2018 10 pp.1-22	10.3390/w10111614	国際誌	発表済	
2018	Rangsiwanichpong P, Kazama S, Ekkawatpanit C and Gunawardhana L 2019 Evaluation of cost and benefit of sediment based on landslide and erosion models CATENA Vol.173 pp.194-206	10.1016/j.catena.2018	国際誌	発表済	
2018	Yoshida K, Srisutham M, Sritumboon S, Suanburi D and Janjirauttikul N 2018 Weather-Induced Economic Damages of Upland Crops and it's Impact on Farmers Household Income in Northeast Thailand Proceedings of PAWEES2018 332-341		国際誌	発表済	
2018	Raksapatcharawong M, Veerakachen W, Prompitakporn P, Wongsripisant C, Homma K, Maki M and Oki K 2019 Calibrating LAI Parameter with Remote Sensing Data for SIMRIW-RS in Thailand Proceedings of the THA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs		国際誌	accepted	
2018	Trisurat Y, Shirakawa H and Johston J.M 2019 Land use/land cover change from socio-economic drivers and their impact on biodiversity in Nan Province Thailand, Sustainability 11(3) 649; https://doi.org/10.3390/su11030649	doi.org/10.3390/su11030649	国際誌	accepted	
2019	Phrakonkham S, Kazama S, Komori D and Sopha S 2019 Distributed Hydrological Model for Assessing Flood Hazards in Laos Journal of Water Resource and Protection Vol.11 No.8 pp.937-958	10.4236/jwarp.2019.118056	国際誌	発表済	
2019	Nidhinarangkoon P, Ritphring S and Udo K 2020 Impact of sea level rise on tourism carrying capacity in Thailand Journal of Marine Science and Engineering vol. 8 104		国際誌	発表済	
2019	Arai S, Urayama K, Tebakari Tand Archvarahuprok B 2019 Characteristics of Gridded Rainfall Data for Thailand from 1981-2017 Engineering Journal Vol. 23 No. 6 pp. 461-468	doi.org/10.4186/ej.2019.23.6.461	国際誌	発表済	
2019	Zenkoji S, Oda S, Tebakari Tand Archevarahuprok B 2019 Spatial characteristics of flooded areas in the Mun and Chi River baisns in Northeastern Thailand Journal of Disaster Research Vol.14 No.9 pp.1337-1345	doi.org/10.20965/jdr.2019.p1337	国際誌	発表済	
2019	Yoshida K, Srisutham M, Sritumboon S, Suanburi D and Janjirauttikul N Weather-induced economic damage to upland crops and the impact on farmer household income in Northeast Thailand Paddy and Water Environment 17(3), pp.341-349	DOI 10.1007/s10333-019-00729-y	国際誌	accepted	
2019	吉田貢士, Suanburi D, 牧雅康, 前田滋哉, 黒田久雄 2019 サトウキビ栽培における渇水対策としての浅層地下水利用と生産ポテンシャル評価 土木学会論文集G(環境) Vol.75（5） pp.I_411-417		国内誌	accepted	
2019	寺家谷勇希, 吉田貢士, Supranee S, Mallika S, 前田滋哉, 黒田久雄 2019 タイ東北部農業主体地域を対象とした水資源・窒素負荷量推定モデルの構築 農業農村工学会論文集 87 (2) pp.I_261-I_269		国内誌	accepted	
2019	Yoshida K, Mallika S, Supranee S, Desell S, Naruekamon J and Weerakaset S 2019 Evaluation of Economic Damages on Rice Production under Extreme Climate and Agricultural Insurance for Adaptation Measures in Northeast Thailand Engineering Journal Vol.23(6) pp.451-460		国際誌	accepted	
2019	Kompor W, Yoshida N, Yoshikawa S and Kanae S 2019 Selecting Reservoir Operation Scheme from Seasonal Streamflow Prediction: Case Study in Chao Phraya River Basin Journal of Japan Society of Civil Engineers Vol.75 No.2 ppI_1105-I_1110		国内誌	発表済	
2020	Somphong C, Udo K, Ritphring S, Shirakawa H 2020 Beach Nourishment as an Adaptation to Future Sandy Beach Loss Owing to Sea-Level Rise in Thailand Journal of Marine Science and Engineering, 8(9), Article Number 659.	10.3390/jmse8090659	国際誌	発表済	
2020	Sangjun Im, Jeman Lee, Koichiro Kuraji, Yen-Jen Lai, Venus Tuankrua, Nobuaki Tanaka 2020 Soil conservation service curve number determination for forest cover using rainfall and runoff data in experimental forests, Journal of Forest Research 25: 204-213	10.1080/13416979.2020.1785072	国際誌	発表済	
2020	Yen-Jen Lai, Nobuaki Tanaka, Sangjun Im, Koichiro Kuraji, Chatchai Tantasirin, Venus Tuankrua 2020 Climate classification of Asian university forests under current and future climate, Journal of Forest Research 25: 136-146	10.1080/13416979.2020.1759898	国際誌	発表済	
2020	Mongkol Raksapatcharawong, Watcharee Veerakachen, Koki Homma, Masayasu Maki, Kazuo Oki 2020 Satellite-Based Drought Impact Assessment on Rice Yield in Thailand with SIMRIW-RS Remote Sensing Vol.12(13) 2099	doi:10.3390/rs12132099	国際誌	発表済	

2020	Kompor W, Yoshikawa S, Kanae S 2020 Use of Seasonal Streamflow Forecasts for Flood Mitigation with Adaptive Reservoir Operation: A Case Study of the Chao Phraya River Basin, Thailand, in 2011 Water2020 Vol.12 No.11 pp3210	doi.org/10.3390/w12113210	国際誌	発表済	
2020	Nidhinarangkoon, P., Ritphring, S., and Udo, K. 2020 Impact of Sea Level Rise on Tourism Carrying Capacity in Thailand. Journal of Marine Science and Engineering, Vol.8, 104, Feb 2020.	10.3390/jmse8020104	国際誌	発表済	
2020	Takata, K., and Hanasaki, N. 2020 The effects of afforestation as an adaptation option: a case study in the upper Chao Phraya River basin, Environmental Research Letters, 15, 044020, 10.1088/1748-9326/ab7462, 2020.	10.1088/1748-9326/ab7462	国際誌	発表済	
2020	Kiguchi, M., Takata, K., Hanasaki, N., Archevarahuprok, B., Champathong, A., Ikoma, E., Jaikaeo, C., Kaewrueng, S., Kanae, S., Kazama, S., Kuraji, K., Matsumoto, K., Nakamura, S., Nguyen-Le, D., Noda, K., Piamsa-Nga, N., Raksapatcharawong, M., Rangsiwanichpong, P., Ritphring, S., Shirakawa, H., Somphong, C., Srisutham, M., Suanburi, D., Suanpaga, W., Tebakari, T., Trisurat, Y., Udo, K., Wongsa, S., Yamada, T., Yoshida, K., Kiatiwat, T., and Oki, T. 2021 A review of climate-change impact and adaptation studies for the water sector in Thailand, Environmental Research Letters, 16, 023004, 10.1088/1748-9326/abce80, 2021.	10.1088/1748-9326/abce80	国際誌	発表済	
2020	Takata, K., and Hanasaki, N. 2021 Investigating Runoff Sensitivity in the Land-Surface Model MATSIRO to Reduce Low Runoff Bias, 気象集誌. 第2輯, advpub, 10.2151/jmsj.2021-034, 2021.	10.2151/jmsj.2021-034	国際誌	in press	
2020	Padiyedath Gopalan, S., Hanasaki, N., Champathong, A., and Tebakari, T.2021 Impact assessment of reservoir operation in the context of climate change adaptation in the Chao Phraya River basin, Hydrological Processes, 35, e14005, https://doi.org/10.1002/hyp.14005, 2021.	10.1002/hyp.14005	国際誌	発表済	
2020	瀬戸心太 2020 日本域高解像度地表水マップの作成と令和元年台風19号による浸水域の推定 土木学会論文集(水工学) Vol.76 No.2 I_613-I_618		国内誌	発表済	
2020	吉田貢士・本間香貴・牧 雅康・前田滋哉・黒田久雄 2020 タイ東北部の雨季米生産に対する気候変動影響と適応策の検討, 応用水文, Vol.32, pp.80-89		国内誌	発表済	
2020	Tebakari, T 2020 Use of high-resolution elevation data to assess the vulnerability of the Bangkok metropolitan area to sea level rise, Hydrological Research Letters, 14(4), pp.136-142	doi.org/10.3178/hrl.14.136	国際誌	in press	
2020	Muhamad Khoiru Zaki, Keigo Noda, Kengo Ito, Komariah, Dwi Priyo Ariyanto and Masateru Senge 2020 Effect of organic amendments on maize cultivation under agricultural drought conditions in Central Java, Indonesia, Hydrological Research Letters, 2020. 11,144, pp.150-154	10.3178/hrl.14.150	国際誌	発表済	
2020	Mongkol Raksapatcharawong, Watcharee Veerakachen, Koki Homma, Masayasu Maki, Kazuo Oki:Satellite-Based Drought Impact Assessment on Rice Yield in Thailand with SIMRIW-RS, REMOTE SENSING 12(13)		国際誌	発表済	

論文数	37 件
うち国内誌	6 件
うち国際誌	31 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,はじめーおわりのページ	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等すべき論文の場合、ここに明記く
2016	Yamada T, Takeuchi D, Farukh M and Kitano Y 2016 Climatological characteristics of heavy rainfall in northern Pakistan and atmospheric blocking over western Russia Journal of Climate 29 7743-7754	10.1175/JCLI-D-15-0445.1	国際誌	発表済	
2016	山下優輔, 中村晋一郎, 杉本賢二, 林 良嗣 2016 2011年タイ洪水における道路交通利便性の推計と対策評価手法の検討 土木学会論文集B1(水工学) Vol. 72, No. 4		国内誌	発表済	
2016	一瀬輪子, 北野慈和, 山田朋人 2017 水惑星条件下における海面水温変化に対する極端現象の応答 平成28年度土木学会北海道支部論文報告集 73 B-03		国内誌	発表済	
2016	小林彩佳, 岡地寛季, グエンレズン, 山田朋人 2017 平成28年8月北海道豪雨の降雨特性と降雨流出の予測可能性 平成28年度土木学会北海道支部論文報告集 73 B-15.		国内誌	発表済	
2016	大屋祐太, 北野慈和, 山田朋人 2017 ドップラーレーダを用いた降雪の水平移流に関する検討 平成28年度土木学会北海道支部論文報告集 73 B-9		国内誌	発表済	
2016	柴田幸之介, 小林彩佳, 一瀬輪子, 山田朋人 2017 線状降水帯を対象とした降雨パターンに伴う河川流量の不確実性 平成28年度土木学会北海道支部論文報告集 73 B-13.		国内誌	発表済	
2016	Tanaka K, Yoshida K, Maeda S, Kuroda H 2016 Rice Harvested area Estimation Model for Rain-fed Paddy in Mekong River Basin Special Issue of Jurnal Teknologi vol.78 pp.33-38	http://dx.doi.org/10.11113/jt.v78.7257	国際誌	発表済	
2016	Yoshida K, Shiozawa S and Ben-Asher J 2016 Thermal variations of water in the Nam Song stream/Mekong River: II. Experimental data and theoretical predictions Sustainable Water Resources Management Vol.2(2) pp.135-141	10.1007/s40899-016-0043-x	国際誌	発表済	
2016	Ben-Asher J, Yoshida K and Shiozawa S 2016 Thermal variations of water in the Nam Song stream/Mekong river: I. A mathematical model Sustainable Water Resources Management Vol.2(2) pp.127-134	10.1007/s40899-016-0044-9	国際誌	発表済	
2017	Takata K, Patra P K, Kotani A, Mori J, Belikov D, Ichii K, Saeki T, Ohta T, Saito K, Ueyama M, Ito A, Maksyutov S, Miyazaki S, Burke E J, Ganshin A, Iijima Y, Ise T, Machiya H, Maximov T C, Niwa Y, Oishi R, Park H, Sasai T, Tei S, Zhuravlev R, Machida T and Sugimoto A, Aoki S 2017 Reconciliation of top-down and bottom-up CO2 fluxes in Siberian larch forest Environmenal Research Letters 12 125012	10.1088/1748-9326/aa926d	国際誌	発表済	
2017	Nguyen-Le D, Yamada T and Tran-Anh D 2017 Classification and forecast of heavy rainfall in northern Kyushu during Baiu season using weather pattern recognition Atmos. Sci. Let. Vol.18 pp. 324-329	10.1002/asl.759	国際誌	発表済	
2017	Mahavik N 2017 Extreme Precipitation Trends Over the Middle of Indochina Peninsula during the Period from 1978-2007 International Journal of Earth Sciences and Engineering 10(03) 595-603	10.21276/ijee.2017.10.0318	国際誌	発表済	
2017	Mahavik N 2017 Spatial Seasonal Distribution of Climatological Precipitation over the Middle of the Indochina Peninsula Environmental Research 39 (3): 63-76		国際誌	発表済	
2017	柴田幸之介, Dzung Nguyen-Le, 山田朋人 2017 自己組織化に基づく気象場の分類によるチャオプラヤ川北部を対象とした豪雨予測 平成29年度土木学会北海道支部論文報告集 B-06		国内誌	発表済	

2017	小林彩佳, 柴田幸之介, Nguyen-Le D, 山田朋人 2017 2016年北海道豪雨を対象とした降雨分布が与える河川流量の不確実性 水文・水資源学会 2017年度総会・研究発表会 78-79		国内誌	発表済	
2017	花崎直太, 藤原誠士, 間地暁洋, 瀬戸心太 2018 全球水資源モデルH08の九州への適用可能性 水工学論文集 74-4 I_109-I_114		国内誌	発表済	
2017	Shimosaka M, Tebakari T, Dotani K and Kure S 2018 A new method of operation for the Bhumibol reservoir in the Chao Phraya basin, Thailand based on the observed accumulated areal mean rainfall Journal of Japan Society of Civil Engineers Vol.74 No.4 pp.I_1363-I_1368		国内誌	発表済	
2017	Admojo D D, Tebakari T and Miyamoto M 2018 Evaluation of a satellite-based rainfall product for a runoff simulation of a flood event: a case study Journal of Japan Society of Civil Engineers Vol.74 No.4 pp.I_73-I_78		国内誌	発表済	
2017	Tebakari, T., Dotani, K., Kato, T., "Historical change in the flow duration curve for the upper Nan River watershed, northern Thailand", Journal of Japan Society of Hydrology And Water Resources, 2018, Vol. 31, No. 1, pp.17-24		国内誌	発表済	
2017	Nguyen-Le D and Yamada T 2017 Simulation of tropical cyclone 201610 (Lionrock) and its remote effect on heavy rainfall in Hokkaido Journal of Japan Society of Civil Engineers Ser. B1 (Hydraulic Engineering) Vol.61(4) I_199-I_204		国内誌	発表済	
2017	Mahavik N 2017 Bias Adjustments of Radar Rainfall during Seasonal March of the Summer Monsoon in the Middle of Thailand International Journal of Applied Environmental Sciences ISSN 0973-6077 Volume 12 Number 4 pp. 577-594		国際誌	発表済	
2018	Seejata K, Yodying A, Wongthadam T, Mahavika N and Tantanee S 2018 Assessment of flood hazard areas using Analytical Hierarchy Process over the Lower Yom Basin, Sukhothai Province Procedia Engineering 212 340-347	10.1016/j.proeng.2018.01.044	国際誌	発表済	
2018	Chacuttrikul P, Kiguchi M and Oki T 2018 Impacts of climate and land use changes on river discharge in small watershed: a case study of Lam Chi subwatershed, Northeast of Thailand Hydrol. Res. Lett.		国際誌	accepted	
2018	瀬戸心太, 峯浩然 2018 複数のマイクロ波放射計を用いた全球地表水マップの作成と基礎的な検証 土木学会論文集(水工学) Vol.74 No.5 I_67-I_72		国内誌	発表済	
2018	Shiojiri D, Tanaka K and Tanaka S 2019.1 Estimation of Groundwater Recharge from GRACE Satellite and Land Surface Model THA2019 Abstract Fullpaper		国際誌	発表済	
2017	Song Y, Nakajima T, Xu D, Homma K. and Kokubun M 2017 Genotypic variation in salinity tolerance and its association with nodulation and nitrogen uptake in soybean Plant Production Science 20- pp.490-498		国際誌	発表済	
2018	宋勇, 国分牧衛, 中嶋孝幸, 許東河, 本間香貴 2018 ダイズの塩ストレス耐性品種におけるNa, Kの体内分布に基づく耐性機構の検討 日本作物学会紀事 87- pp.265-266		国際誌	発表済	
2018	Seto R, Moritsuka N, Fujisao K, Toriumi A, Homma K, Tajima R, Kato Y, Yamagishi J, Mekwatanakarn P and Jongdee B 2018 Mild drying of sandy soil can physically limit the uptake of phosphorus by rainfed lowland rice in northeast Thailand ,Soil Science and Plant Nutrition 64- pp.677-685		国際誌	発表済	
2018	Dzung N and Yamada T 2019 Using weather pattern recognition to classify and predict summertime heavy rainfall occurrence over the Upper Nan river basin, northwestern Thailand Weather and Forecasting Doi://10.1175/WAF-D-18-0122.1.		国際誌	発表済	
2018	織茂奈津美, 瀬戸里枝, 吉田奈津妃, 渡辺恵, 鼎信次郎 2018 インドシナ半島における長寿命台風の特徴分析 土木学会論文集B1（水工学） Vol. 74 No.5 I_1213-I_1218		国内誌	発表済	
2018	Trisurat Y, Shirakawa H and Johnston J 2019 Land-use/land cover change from socio-eonomic drivers and their impact on biodiversity in Nan Province, Thailand, Sustatinability 11(3)649 https://doi.org/10.3390/su11030649	10.3390/su11030649	国際誌	発表済	
2018	Komori D, Rangsiwanichpong P, Inoue N, Ono K, Watanabe S and Kazama S 2018 Distributed probability of slope failure in Thailand under climate change Climate Risk Management Vol.20 pp.126-137	10.1016/j.crm.2018.03.002	国際誌	発表済	
2018	Rangsiwanichpong P, Kazama S and Gunawardhana L 2018 Assessme nt of sediment yield in Thailand using revised universal soil loss equation and geographic information system techniques River Research and Applications Vol.34 Iss.9 pp.1113-1122	10.1002/rra.3351	国際誌	発表済	
2018	Raksapatcharawong M and Veerakachen W 2018 DEVELOPMENT OF INTEGRATED SATELLITE-BASED DROUGHT MODEL IN THAILAND USING MULTIPLE LINEAR REGRESSION, 4th Int. Conf. on Science Engineering & Environment (SEE), Nagoya, Japan, Nov.12-14 ISBN: 978-4-909106018 C3051		国際誌	in press	
2018	Raksapatcharawong M and Veerakachen W Aug. 2019 Development of drought risk analysis platform using multiple satellite sensors International Journal of GEOMATE Vol.17 Issue 60 pp.62- 69		国際誌	accepted	
2019	Zenkoji S, Tebakari T and Dotani K 2019 Hydrological conditions surrounding the worst drought recorded in the upper Chao Phraya River basin, Thailand Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. G (Environmental Research) Vol.75 No.5 pp.I_115-I_124		国内誌	発表済	
2019	善光寺慎悟, 手計太一, 榊原一紀, 松浦拓哉 2019 深層学習を用いた全球表面温度画像による降水量の季節予報モデルの開発 土木学会論文集B1（水工学） Vol.75 No.4 pp.I_1207-I_1212		国内誌	発表済	
2019	Takata N and Hanasaki N 2020 The effects of afforestation as an adaptation option- A case study in the upper Chao Phraya River basin ERL	10.1088/ab7462	国際誌	accepted	
2019	長谷川青春, 鼎信次郎 2019 Genetic Programmingを用いたタイ王国ピン川上流域降水量季節予測 土木学会論文集B1（水工学） Vol.75 No.2, I_1195-I_1200		国内誌	発表済	
2019	Yamada T J and Pokhrel Y 2019 Effect of Human-Induced Land Disturbance on Subseasonal Predictability of Near-Surface Variables Using and Atmospheric General Circulation Model, atmosphere 2019 Vol. 10, 11, 725	https://doi.org/10.3390/atmos10110725.	国際誌	発表済	
2019	Onodera M, Nakajima T, Nanzyo M, Takahashi T, Xu D, Homma K and Kokubun M 2019 Regulation of root-to-leaf Na and Cl transport and its association with photosynthetic activity in salt-tolerant soybean genotypes Plant Prod. Sci. 22, 262-274.	10.1080/1343943X.2018.1561198	国際誌	発表済	
2019	Hashimoto N, Saito Y, Maki M and Homma K 2019 Simulation of reflectance and vegetation indices for unmanned aerial vehicle (UAV) monitoring of paddy fields Remote Sensing 11	10.3390/rs11182119	国際誌	発表済	

2019	Kondo F, Noda K and Phompila C 2020 Potential of land classification by CubeSat in Monsoon Asia IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 423 012021	10.1088/1755-1315/423/1/012021	国際誌	発表済	
2019	Mahavik N and Tantanee S 2019 Spatio-Temporal Analysis of Convective Cloud Properties Deriving from Weather Radar Reflectivity during the Decaying Stage of Tropical Storm over the Lower Northern Thailand International Journal of Geoinformatics 15(3) 91-102. (Scopus)		国際誌	発表済	
2019	Mahavik N and Tantanee S 2019 Convective systems observed by ground-based radar during seasonal march of Asian summer monsoon in the middle of Indochina Peninsula Engineering and applied science research 46(4). (Scopus)		国際誌	発表済	
2019	Galadima U. I, Kaewrueng K, Sreewongchai T and Tawornpruek S 2020 Effects of irrigation scheduling at different managed allowable depletion in saline soil on three rice varieties International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies. 11(6) Paper ID: 11A06H.	DOI: 10.14456/ITJEMAST.2020.108	国際誌	accepted	
2019	Thongyam J, Kaewrueng S and Boonkorkaew P 2019 Achieving optimal irrigation efficiency for growing Dendrobium Sonia 'Earsakul (Orchidaceae): comparing coconut husk bed and cement block Agricultural Science Journal 50(2) 197-210. (in Thai)		国内誌	発表済	
2019	Jindamol H, Kasemsap P and Boonkorkaew P 2019 Water use and photosynthesis of Dendrobium sonia 'Earsakul' under water deficit stress Agriculture and Natural Resources 53(1) 61-65. (Scopus)		国内誌	発表済	
2019	Phetcharaburanin T, Tuankrua V, and Trisurat Y 2019 Integrated Land Use Planning for Highland Farmer in Na Luang Sub-watershed at Wiang Sa District, Nan Province, THAILAND Master Thesis, Kasetsart University. (in English)		国内誌	accepted	
2019	Sonsab T, Arunpraparut W and Pongpatttananurak N 2019 Determination of Forest Encroachment Risk in Head Watershed at Doi Phu Kha National Park, Nan Province Master Thesis, Kasetsart University. (in Thai)		国内誌	accepted	
2019	Sornsungnean S, Tuankrua V and Tongdeenok P 2019 Prediction of Hydrologic Response base on land use planning under Climate Change Scenarios in upper Nan watershed. Master Thesis, Kasetsart University. (in Thai)		国内誌	accepted	
2020	瀬戸心太 2020 日本域高解像度地表水マップの作成と令和元年台風19号による浸水域の推定 土木学会論文集(水工学) Vol.76 No.2 I_613-I_618		国内誌	発表済	
2020	吉田貢士・本間香貴・牧 雅康・前田滋哉・黒田久雄 2020 タイ東北部の雨季米生産に対する気候変動影響と適応策の検討, 応用水文, Vol.32, pp.80-89		国内誌	発表済	
2020	Tebakari, T 2020 Use of high-resolution elevation data to assess the vulnerability of the Bangkok metropolitan area to sea level rise, Hydrological Research Letters, 14(4), pp.136-142	doi.org/10.3178/hrl.14.136	国際誌	in press	
2020	Muhamad Khoiru Zaki, Keigo Noda, Kengo Ito, Komariah, Dwi Priyo Ariyanto and Masateru Senge 2020 Effect of organic amendments on maize cultivation under agricultural drought conditions in Central Java, Indonesia, Hydrological Research Letters, 2020. 11,144, pp.150-154	10.3178/hrl.14.150	国際誌	発表済	
2020	Muhamad Khoiru Zaki, Keigo Noda, Kengo Ito, Komariah Komariah, Sumani Sumani and Masateru Senge 2020 Adaptation to Extreme Hydrological Events by Javanese Society through Local Knowledge Sustainability, 2020.12, 1224, pp.1-11	10.3390/su122410373	国際誌	発表済	
2020	Charatdao Kongmuang, Sarintip Tantanee, Kamonchat Seejata. 2020. Urban Flood Hazard Map Using GIS of Muang Sukhothai District, Thailand. Geographia Technica, Vol. 15, Issue 1, 2020, pp.143-152.	10.21163/GT_2020.151.13	国際誌	発表済	
2020	Tamara F. Kamanga, Sarintip Tantanee, Faidess D. Mwale, Panu Buranajarukorn. 2020. A Multi Hazard Perspective in Flood and Drought Vulnerability: Case study of Malawi. Geographia Technica, Vol. 15, Issue 1, 2020, pp.132-142.	10.21163/GT_2020.151.12	国際誌	発表済	
2020	Weerayuth Pratoomchai, Sarintip Tantanee, Chaiwat Ekkawatpanit. 2020. A Comprehensive Grid-based Rainfall Characteristics in the Central Plain River Basin of Thailand. Geographia Technica, Vol. 15, Issue 2, 2020, pp.47-56.	10.21163/GT_2020.152.06	国際誌	発表済	
2020	Nattapon Mahavik, Sarintip Tantanee. 2020. Radar Quality Index for a Mosaic of Radar Reflectivity over Chao Phraya River Basin, Thailand. App. Envi. Res. 42(3) (2020): 92-104 21 October 2020		国際誌	発表済	
2020	Veerakachen, W.; Raksapatcharawong, M. 2020 RiceSAP An Efficient Satellite-Based AquaCrop Platform for Rice Crop Monitoring and Yield Prediction on a Farm- to Regional-Scale. Agronomy 2020, 10, 858.	10.3390/agronomy10060858	国際誌	発表済	
2020	Chanchai Petpongpan, Chaiwat Ekkawatpanit and Duangrudee Kositgittiwong 2020 Climate Change Impact on Surface Water and Groundwater Recharge in Northern Thailand Water 2020, 12(4), 1029	10.3390/w12041029	国際誌	発表済	
2020	加藤亮介, 山田朋人 2020 海陸熱コントラストがインドシナ半島の雨季の早期化に及ぼす影響 土木学会北海道支部論文集 B-28		国内誌	発表済	
2020	Chanchai Petpongpan, Chaiwat Ekkawatpanit, Supattra Visessri and Duangrudee Kositgittiwong 2020 Projection of Hydro-Climatic Extreme Events under Climate Change in Yom and Nan River Basins, Thailand Water 2021, 13(5), 665	10.3390/w13050665	国際誌	発表済	
2020	Nattapon Mahavik, Sarintip Tantanee 2021 Seasonal Characteristics of Precipitating Cloud Properties and Structures in the Inland of the Indochina Peninsula: Legacy of 16 years of the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Satellite Geographia Technica, Vol. 16, Issue 1, 2021, pp.48-66	10.21163/GT_2021.161.05	国際誌	発表済	
2020	Nidhinarangkoon, P. and Ritphring, S., Beach Tourism Carrying Capacity Assessment Due to Sea Level Rise 2021 KKU Research Journal (Graduate Studies), Vol.21, No.3, Jul 2021.(In Thai)		国内誌	accepted	
2020	Suttisak Soralump and Shraddha Dhungana 2021 Appropriate technology for landslide and debris flow mitigation in Thailand. 1st International Symposium on Construction Resources for Environmentally Sustainable Technologies. Kyushu University, Fukuoka, Japan| March 9-11, 2021		国際誌	accepted	CREST2020, Kyushu University, Fukuo (March 9-11, 2021) で発表、今後出版:
2020	Chuki Hongo and Masashi Kiguchi 2021 Assessment to 2100 of the effects of reef formation on increased wave heights due to intensified tropical cyclones and sea level rise at Ishigaki Island, Okinawa, Japan. Coastal Engineering Journal	10.1080/21664250.2020.1870075	国際誌	発表済	
2021	吉田貢士・本間香貴・牧雅康・前田滋哉・黒田久雄 2021 コメ単収・収穫面積推定モデルを用いたタイ国雨季米生産量の将来予測, 応用水文, Vol.33, 1-10		国内誌	発表済	

論文数 69 件
うち国内誌 27 件
うち国際誌 42 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	Trisurat Y, Arunpraparut W and Shirakawa H Socio-economic drivers to land use/land cover change in Nan province		書籍	accepted	Trisurat, Y., Shrestha, R. and Havmoller (preparation).Thailand: Environmental n issues and related policies. Nova Pbblis New York
2018	Rangsiwanichpong P and Kazama S 2018 Estimation of sediment yield and benefit in Northern part of Thailand using remote sensing data IAHR1507972312 APD-IAHR		Proceedings	発表済	
2018	Tanaka N, Tantasirin C, Aranyabhaga N, Thitrojanawat P, Saphaokham S, Arunpraparut W and Kuraji K 2019 Long-Term Ecohydrological Data at Kog-Ma, Mae Moh and Rainfall Data at Mae Chaem Watershed in Northern Thailand The University of Tokyo Forests Press, Tokyo		書籍	accepted	Kamata N, Kuraji K, Owari T, Guan BT (Developing a Network of Long-term Re Field Stations to Monitor Environmenta and Ecosystem Responses in Asian Fo The University of Tokyo Forests Press
2018	Trisurat Y, Shrestha R P and Havmoller P 2018 Thailand: Environmental Resources, Social Issues and Related Policies Nova Pbblishers Inc New York		書籍	発表済	Nova Pbblishers Inc, New York 右3名はEditorとして書籍表紙に記載、 てHiroaki Shirakawaが含まれる（書籍
2020	本間香貴・橋本直之・牧 雅康・倉本泰隆・趙 昱・八幡晃一郎・山本知史 2020 リモートセンシングによる農作物生育診断 電子情報通信学会誌, 2020.09, 1039, pp.883-889		総説	発表済	

著作物数 5 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
2018	本間香貴, 牧雅康, 橋本直之 2018 リモートセンシングとシミュレーションモデルの融合による栽培支援の展望 作物研究 63-,pp.43-48		総説	発表済	

著作物数 1 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
2016	ワークショップ「タイと日本における森林伐採・植林の水文学的影響」（タイと日本における森林伐採・植林・人工林に関する現状と政策を把握し、適応策検討につなげることを目的とし、ST2-水資源モデルH08チーム）メンバーの5名に対し、ワークショップ形式の研修をつくば市の国立環境研究所で行った。	ワークショップの成果は全員が執筆者となった「Workshop Summary of Hydrological Consequences on Deforestation and Afforestation in Thailand and Japan」という文章にまとめた。	
2017	ワークショップ「タイと日本におけるダム」（タイと日本におけるダムに関する現状と政策を把握し、適応策検討につなげることを目的とし、ST2-W2（水資源モデルH08チーム）メンバーの7名に対し、ワークショップ形式の研修をつくば市の国立環境研究所で行った。	ワークショップの成果は全員が執筆者となった「Reservoirs in Thailand and Japan Workshop ummary」という文章にまとめた。	
2018	ワークショップ「タイにおける農業セクターの気候変動適応策」（タイ国における農業セクターにおける問題把握と考えうる適応策について検討することを目的として、ST1-GW、ST2-RuralG1～G3のメンバー12名に対して、ワークショップ形式の研修を東大生産研で行った。	ワークショップの成果は各サブグループのタイ側と日本のリーダーが執筆者となって「Short Paper Proceedings on Climate Change Adaptation in Agricultural Sector, Thailand」という文章にまとめた。	

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	国内学会	道谷健太郎, 手計太一, 呉修一, Suvanpimol P 2016 タイ国Bhumibolダム貯水池における流入量の実績値を用いた学習型運用法の提案 水文・水資源学会2015年研究発表会要旨集 pp.218-219.	ポスター発表
2016	国際学会	Dotani K, Tebakari T, Shimosaka M, Kure S and Pongthakorn S 2016 Proposal of a new operation considered observed accumulated areal mean rainfall for Bhumibol reservoir in the Chao Phraya Basin, Thailand The 7th International Conference on Water Resources and Environment Research (ICWRER2016), Kyoto TERRSA, Kyoto, Japan June, P-12.	ポスター発表
2016	国内学会	斎藤大暉, 本間香貴, 牧雅康, 吉田貢士, 沖一雄, 手計太一, 藤竿和彦, Khanthavong P, Sritumboon S, Srisutham M 2017 発展途上国のフィールド調査におけるUAV利用の検討 第1報　2016年タイ・ラオスにおける作物の葉面積評価 第243回日本作物学会講演会 東京大学農学部 3月29-30	ポスター発表
2017	国際学会	Saito D, Homma K. Maki M, Yoshida K, Oki K, Tebakari T, Katawatin R, Srisutham M, Sritumboon S and Sukchan S 2017 Evaluation trials by utilizing UAV for rice growth affected by salinity in Khan Kaen,Thailand 5th Salt-Affected Area Soil in Northeast Conference, Khon Kaen, Thailand April 27-28	ポスター発表
2017	国際学会	Jikeya Y, Yoshida K, Oki K, Homma K, Maki M, Katawatin R, Srisutham M, Sritumboon S and Sukchan S 2017 Relation between rice production and seasonal rainfall in northeast Thailand. 5th Salt-Affected Area Soil in Northeast Conference Khon Kaen, Thailand April 27-28	ポスター発表
2017	国際学会	Kamiya H, Noda K, Oki K, Yoshida K, Homma K, Maki M, Katawatin R, Srisutham M, Sritumboon S, Sapet A and Sukchan S 2017 Creation of land use map in Northeast Thailand by combining two datasets which have different spatio-temporal resolutions. 5th Salt-Affected Area Soil in Northeast Conference Khon Kaen, Thailand April 27-28	ポスター発表
2017	国際学会	Maki M, Homma K, Saito D, Yoshida K, Oki K, Tebakari T, Katawatin R, Srisutham M, Sritumboon S and Sukchan S 2017 Evaluation of the relationships between electric conductivity, sodium adsorption ration before planting and leaf area index during growth period in Khon Kaen, Thailand. 5th Salt-Affected Area Soil in Northeast Conference Khon Kaen, Thailand April 27-28	ポスター発表
2017	国際学会	Sritumboon S, Sukchan S, Katawatin R, Srisutham M, Yoshida K, Oki K, Homma K and Maki M 2017 Monitoring of ECe, SAR and soil moisture content in salt affected soil areas in Khon Kaen Province, Northeast Thailand. 5th Salt-Affected Area Soil in Northeast Conference Khon Kaen, Thailand April 27-28	ポスター発表
2017	国内学会	吉田貢士, Supranee S, Mallika S, 前田滋哉, 黒田久雄 2017 東北タイにおける農業被害とコメ生産量ー季節降水量の関係、平成29年度農業農村工学会全国大会 日本大学生物資源学部 8月29-31	口頭発表
2017	国内学会	寺家谷勇希,　吉田貢士, Supranee S, Mallika S, 前田滋哉, 黒田久雄 2017 タイ東北部における水資源量と窒素負荷量推定モデルの構築 平成29年度農業農村工学会全国大会 日本大学生物資源学部 8月29-31	口頭発表
2017	国内学会	寺家谷勇希,　吉田貢士, Supranee S, Mallika S, 前田滋哉, 黒田久雄 2017 コンケン県における排水河川の窒素濃度と肥培管理に関する現地調査 第68回農業農村工学会関東支部大会講演会 千葉県庁 11月	口頭発表
2017	国際学会	Noda K, Shirakawa H and Suanpaga W 2017 Co-design of adaptation to Climate Change with the current strategy in the water management sector in Thailand -A concept for multi-criteria analysis-, the 5th International Workshop on Recent Progress in Agriculture and Water Management in Asia, Hanoi, Vietnam, November 27-28	口頭発表
2017	国際学会	Aranyabhaga N and Kuraji K 2017 Altitudinal Increase in Rainfall in Mae Chaem Watershed in Year 2011 International Symposium on Analysis of long-term monitoring data in Asian forests: towards further understanding environmental changes and ecosystem responses, Kasetsart University, Bangkok, Thailand　November 27- December 1P-49	ポスター発表
2017	国際学会	Surasingkaisorn N, Pechkong P, Suanpaka W and Shirakawa H 2017 The potential surface analysis(PSA) for ground water: A case study of Chainat Province, Thailand, 8th International conference on disaster management, building design, materials and civil engineering, Bangkok, Thailand December 25-26	口頭発表

2017	国際学会	Pechkong P, Suanpaka W, Shirakawa H, Sornwong P, Prapassorn K and Surasingkaisorn N 2017 Monitoring land use chnages using remote sensing data and GIS techniques: A case study of Phuket Island after Tsunami, Thailand, 8th International conference on disaster management, building design, materials and civil engineering, Bangkok, Thailand December 25-26	口頭発表
2017	国内学会	Rangsiwanichpong P（Tohoku University）2018 Assessment sediment yield in Songkhla Province of Thailand Thailand, JSCE Tohoku Branch Conference, Kooriyama March 3	口頭発表
2017	国内学会	Matsumoto K, Ritphring S, Kiguchi M and Oki T 2018 Research on determinants and issues of community-based adaptation to climate change in rural Thailand International Workshop on Agricultural and Resource Economics, Kyoto University, Kyoto, Japan, March 20	口頭発表
2017	国内学会	堀内雄介, 松浦拓哉, 手計太一, Sanit W 2018 タイ国Chao Phraya川下流域における表層河川水の水質特性と塩水遡上の実態 平成29年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集 II-7.	口頭発表
2017	国内学会	叶戎玲, 本間香貴, Sritumboon S, Srisutham M, 牧雅康, 吉田貢士, 沖一雄 2018 タイ国コンケン県バンパイの塩類集積農家水田におけるEC値の動態評価 第245回日本作物学会講演会, 宇都宮大学農学部, 2018 3月29-30	ポスター発表
2017	国内学会	寺家谷勇希, 吉田貢士, Supranee S, Mallika S, 前田滋哉, 黒田久雄 2017 タイ東北部における水資源量と窒素負荷量推定モデルの構築 平成29年度農業農村工学会全国大会, 日本大学 9月	口頭発表
2017	国内学会	吉田貢士 Supranee S, Mallika S, 前田滋哉, 黒田久雄 2017 東北タイにおける農業被害とコメ生産量－季節降水量の関係 平成29年度農業農村工学会全国大会, 日本大学 9月	口頭発表
2018	国内学会	吉田貢士, Supranee S, Mallika S, 本間香貴 2018タイ東北部のコメ生産システムに対する気候変動影響評価 京都大学 9月	口頭発表
2018	国内学会	寺家谷勇希, 吉田貢士, Supranee S, Mallika S 前田滋哉, 黒田久雄 2018 東北タイにおける畑作物を対象とした被害推計 京都大学 9月	ポスター発表
2018	国際学会	Yoshida K, Suanburi D, Suanpaga W, Janjirauttikul N, Sritumboon S and Srisutham M 2018 Weather-Induced Economic Damages of Upland Crops and Its Impact on Farmers Household Income in Northeast Thailand, PAWEES2018, NARA, Japan November 22	口頭発表
2018	国際学会	Rangsiwanichpong P (Tohoku University, Kasetsart University) 2018 Estimation of sediment yield and benefit in Northern part of Thailand using remote sensing data, IAHR1507972312, APD-IAHR, Yogyakarta, Indonesia September 4	口頭発表
2018	国際学会	Ritphring S, Somphong C, Udo K and Kazama S 2018 Projections of Future Beach Loss due to Sea Level Rise for Sandy Beaches along Thailand's Coastlines International Coastal Symposium 2018, Haeundae Grand Hotel, Busan, Korea, March 14	ポスター発表
2018	国際学会	Somphong C, Udo K, Ritphring S, Shirakawa H and Kazama S 2018 Adaptation Assessment To Future Beach Loss Due To Sea Level Rise In Thailand 36th International Conference on Coastal Engineering 2018, Baltimore Mariott Waterfront Hotel, Baltimore, Maryland, USA July 30	口頭発表
2018	国内学会	Somphong C, Udo K, Ritphring S, Shirakawa H and Kazama S 2019 BEACH NOURISHMENT AS AN ADAPTATION TO FUTURE BEACH LOSS DUE TO SEA LEVEL RISE IN THAILAND 平成30年度土木学会東北支部技術研究発表会, 東北大学 March 2	口頭発表
2018	国際学会	Horiuchi Y, Matsuura T and Tebakari T, Wongsa S 2018 Water quality characteristics and salinity intrusion in the lower Chao Phraya River, Thailand, S7-7-2, a11_ 2575208, 12th International Symposium on Ecohydraulics, Tokyo, Japan.	口頭発表
2018	国際学会	Arai S, Urayama K, Tebakari T and Archvarahuprok B 2019 Characteristics of gridded rainfall data for Thailand from 1981-2017, TA121-1, THA 2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs Bangkok, Thailand January 23-25	口頭発表
2018	国際学会	Oda S, Arai S, Urayama K, Matsuura T, Tebakari Tand Archevarahuprok B 2019 Numerical experiment of change in flooded area using gridded rainfall data during 1981-2017 in the Mun and the Chi Rivers basin, Thailand, TD435-1, THA 2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs Bangkok, Thailand January 23-25	口頭発表

2018	国際学会	Horiuchi Y, Matsuura T, Tebakari T and Wongsa S 2019 Water quality characteristics of ions originating from sea water and man-made in the lower Chao Phraya River, Thailand, TD432-1, THA 2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Bangkok, Thailand January 23-25	口頭発表
2018	国内学会	白川博章, Suanpaga W, Pechkong P 2018 タイにおける洪水発生頻度と社会経済的特性 環境経済・政策学会2018年大会	口頭発表
2018	国際学会	Maki M, Sritumboon S, Srisutham M, Yoshida K and Homma K 2018 Evaluation of the Relationship between Electric Conductivity and Spectral Index for Soil Salinity Mapping of Rice Paddy Field in Khon Kaen Province THA 2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Bangkok, Thailand, June 23-25	口頭発表
2018	国際学会	Aranyabhaga N and Kuraji K ALTITUDINAL INCREASE IN RAINFALL ON THE MOUNTAINOUS AREA IN FLOOD YEAR 2011 THA 2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Bangkok	ポスター発表
2018	国際学会	Igarashi K, Kuraji K, Tanaka N and Aranyabhaga N, Prediction of the impact of climate change and land use change on flood discharge in the Song Khwae District, Nan Province, Thailand, THA 2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Bangkok	ポスター発表
2018	国際学会	Tuankrua V, Arunpraparat W, Kuraji K and Baiya W 2019 Modified Critical Antecedent Precipitation Index (MCAPI) for Flood Warnings in Upper Nan Watershed, Nan Province. THA 2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, 23-25 January 2019. Swissotel Bangkok Ratchada, Thailand.	口頭発表
2018	国際学会	Phetcharaburanin T, EFFECT OF LAND USE CHANGE ON HYDROLOGICAL SERVICES IN NA LUANG SUB-WATERSHED, WIANG SA DISTRICT, NAN PROVINCE, THAILAND, THA 2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Bangkok	口頭発表
2018	国内学会	Narktap S and Piamsa-nga N 2018 The High-Resolution Analysis of Intensity-Duration-Frequency Curves for Bangkok Metropolitan Area The 23rd National Convention on Civil Engineering, Nakhon Nayok, Thailand, THAILAND July 18-20	口頭発表
2018	国際学会	Wongsa S, Vichiensan V, Piamsa-Nga N and Nakamura S 2018 Urban Flooding And Adaptation To Climate Change In Sukhumvit Area, Bangkok, Thailand Proceedings of the 21st IAHR-APD Congress, Yogyakarta, Indonesia. September 2-5	口頭発表
2018	国際学会	Matsumoto K, Ritphring S, Kiguchi M and Oki T2018 Awareness and determinant of local adaptation choices to climate change in rural Thailand Symposium of Strategic Research on Global Mitigation and Local Adaptation to Climate Change, Bandung Institute of Technology, Bandung, Indonesia September	口頭発表
2018	国際学会	Yoshida K, Srisutham M, Sritumboon S, Suanburi D, Janjirauttikul N 2018 Weather-Induced Economic Damages of Upland Crops and it's Impact on Farmers Household income in Northeast Thailand, Proceedings of PAWEES2018, 332-341	口頭発表
2018	国際学会	Mahavik N and Tantanee S 2018 Comparison of Spatial Error Structures Between TRMM Products and Aphrodite Over the Indochina Peninsula, The 39th Asian Conference Remote Sensing (ACRS2018) Renaissance Kuala Lumpur Hotel, Kuala Lumpur, Malaysia October 15-19	口頭発表
2018	国際学会	Mahavik N and Tantanee S 2018 The Convective Cloud Properties Extraction from Weather Radar Reflectivity During Sonca Tropical Storm Over the Lower Northern Thailand, The 39th Asian Conference Remote Sensing (ACRS2018), Renaissance Kuala Lumpur Hotel, Kuala Lumpur, Malaysia October 15-19	口頭発表
2018	国内学会	牧雅康, Sritumboon S, Srisutham M, 吉田貢士, 本間香貴 2018 東北タイの水田を対象とした塩分集積土壌マッピングのための電気伝導度と塩害指数の関係の評価 日本リモートセンシング学会第65回学術講演会, 高松 11月27-28	ポスター発表
2018	国際学会	Mahavik N and Tantanee S 2018 Quality Assessment of mosaicked weather radars over The Chao Phraya river basin, Thailand, The Grand GMSARN International Conference 2018 on "Energy, Environment, and Development in GMS", Ramada Encore Hotel Nanning, Guangxi Province, China 11月28-30	口頭発表

2018	国際学会	Matsumoto K, Ritphring S, Kiguchi M and Oki T 2019 Perception of climate change and adaptation in rural area in Thailand, THA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Swissotel Bangkok Ratchada, Bangkok, Thailand January	口頭発表
2018	国際学会	Chacuttrikul P, Kiguchi M, Hanasaki N, Kuraji K, Ikeuchi K and Oki T 2019 Impact of climate and land use changes on soil erosion and sediment yield in Nan river basin, northern Thailand THA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Swissotel Bangkok Ratchada, Bangkok, Thailand January	口頭発表
2018	国際学会	Kiguchi M, Buaphean R, Yuttaphan A, Archevarahuprok B, Ikoma E and Oki T 2019 Development of future climate scenario based on multi GCMs of CMIP5 and rain gridded data observed by multi-agencies in ThailandTHA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Swissotel Bangkok Ratchada, Bangkok, Thailand January	口頭発表
2018	国際学会	Oki T, Thanya K, Shirakawa H, Suanpaga W, Tebakari T, Ritphring S, Kiguchi M and Matsumoto K 2019 ADAP-T for Water Disaster Risk Management and Sustainable Development THA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Swissotel Bangkok Ratchada, Bangkok, Thailand January	招待講演
2018	国際学会	Maki M, Sritumboon S, Srisutham M, Yoshida K and Homma K 2019 EVALUATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN ELECTRIC CONDUCTIVITY AND SPECTRAL INDEX FOR SOIL SALINITY MAPPING OF RICE PADDY FIELD IN KHON KAEN PROVINCE THA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Swissotel Bangkok Ratchada, Bangkok, Thailand January	口頭発表
2018	国際学会	Arai S, Urayama K, Tebakari T and Archvarahuprok B 2019 STATISTICAL CHARACTERISTICS OF RAINFALL IN THAILAND USING GRIDDED DATA DURING 1981-2017 THA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Swissotel Bangkok Ratchada,Bangkok, Thailand January	口頭発表
2018	国際学会	Horiuchi Y, Matsuura T, Tebakari T and Wongsa S 2019 WATER QUALITY CHARACTERISTICS OF IONS ORIGINATING FROM SEAWATER AND MAN-MADE IN THE LOWER CHAO PHRAYA RIVER, THAILAND THA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Swissotel Bangkok Ratchada, Bangkok, Thailand January	口頭発表
2018	国際学会	Kompor W, Yoshida N, Yoshikawa S and Kanae S 2019 SEASONAL STREAMFLOW FORECASTS BASED ON PHYSICAL MODEL FOR CHAO PHRAYA RIVER BASIN IN THAILAND - INVESTIGATE THE EFFECT OF SPRING PREDICTABILITY ON STREAMFLOW FORECAST THA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Swissotel Bangkok Ratchada, Bangkok, Thailand January	口頭発表
2018	国際学会	Yoshida K, Sritumboon S, Srisutham M, Suanburi D and Janjirauttikul N 2019 EVALUATION OF ECONOMIC DAMAGES ON RICE PRODUCTION UNDER EXTREME CLIMATE AND AGRICULTURAL INSURANCE FOR ADAPTATION MEASURES IN NORTHEAST THAILAND THA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Swissotel Bangkok Ratchada, Bangkok, Thailand January	口頭発表
2018	国際学会	Oda S, Arai S, Matsuura T, Urayama K Tebakari T and Archevarahuprok B 2019 NUMERICAL EXPERIMENT OF CHANGE IN FLOODED AREA USING GRIDDED RAINFALL DATA DURING 1981-2017 IN THE MUN AND THE CHI RIVERS BASIN, THAILAND THA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Swissotel Bangkok Ratchada, Bangkok, Thailand January	口頭発表
2018	国際学会	Wongsa S, Komkong T 2019 IMPACT OF HEAVY RAINFALL CAUSE BY CLIMATE CHANGE ON URBAN AREA IN BANGKOK, THAILAND THA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Swissotel Bangkok Ratchada, Bangkok, Thailand January	口頭発表
2018	国際学会	Wongsa S, Vichiensan V, Piamsa-nga N and Nakamura S 2019 IMPLEMENTATION OF NAYS2DFLOOD MODELING FOR INTEGRATED FLOODPLAIN/STORMWATER MANAGEMENT : CASE STUDY IN SUKHUMVIT AREA, BANGKOK, THAILAND THA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Swissotel Bangkok Ratchada, Bangkok, Thailand January	口頭発表

2018	国際学会	Petchpongpan C, Ekkawatpanit C, Kositgittiwong D, Pratoomchai W, Champathong A, Saphaokham S, Sukkapan T, Thongduang J and Hanasaki N 2019 AN ASSESSMENT OF CLIMATE CHANGE IMPACTS ON EXTREME FLOOD AND DROUGHT IN YOM AND NAN RIVER BASINS THA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Swissotel Bangkok Ratchada, Bangkok, Thailand January	口頭発表
2018	国際学会	Raksapatcharawong M, Veerakachen W, Prompitakporn P, Wongsripisant C, Homma K, Maki M and Oki K 2019 CALIBRATING LAI PARAMETER WITH REMOTE SENSING DATA FOR SIMRIW-RS IN THAILAND THA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Swissotel Bangkok Ratchada, Bangkok, Thailand January	口頭発表
2018	国際学会	Shiojiri D, Tanaka K and Tanaka S 2019 ESTIMATION OF GROUNDWATER RECHARGE FROM GRACE SATELLITE AND LAND SURFACE MODEL THA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Swissotel Bangkok Ratchada, Bangkok, Thailand January	口頭発表
2018	国際学会	Tuankrua V, Arunpraparat W and Kuraji K 2019 MODIFIED CRITICAL ANTECEDENT PRECIPITATION INDEX (CAPI) FOR FLOOD WARNINGS IN UPPER NAN WATERSHED, NAN PROVINCE, THAILAND THA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Swissotel Bangkok Ratchada, Bangkok, Thailand January, 2019.	口頭発表
2018	国際学会	Phetcharaburanin T, Tuankrua V and Trisurat Y 2019 EFFECT OF LAND USE CHANGE ON HYDROLOGICAL SERVICES IN NA LUANG SUB-WATERSHED, WIANG SA DISTRICT, NAN PROVINCE, THAILAND,THA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Swissotel Bangkok Ratchada, Bangkok, Thailand January	口頭発表
2018	国際学会	Sornsungnean S, Tuankrua V and Tongdeenok P 2019 CLIMATE CHANGE AND LAND USE CHANGE EFFECTS ON WATER ACCOUNTING IN UPPER NAN SUB-WATERSHED THA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Swissotel Bangkok Ratchada, Bangkok, Thailand January	口頭発表
2018	国際学会	Aranyabhaga N and Kuraji K 2019 ALTITUDINAL INCREASE IN RAINFALL ON THE MOUNTAINOUS AREA IN FLOOD YEAR 2011 THA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Swissotel Bangkok Ratchada, Bangkok, Thailand January	ポスター発表
2018	国際学会	Suanburi D, Yoshida K, Suanpaga W and Janjirawuttikul N and The Variation in Shallow Groundwater as Tools for Supporting Effective Local Independent Agriculture, THA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Swissotel Bangkok Ratchada, Bangkok, Thailand January	ポスター発表
2018	国際学会	Igarashi K, Kuraji K, Tanaka N and Aranyabhaga N 2019 Prediction of the impact of climate change and land use change on flood discharge in the Song Khwae District, Nan Province, Thailand, THA2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Swissotel Bangkok Ratchada, Bangkok, Thailand January	ポスター発表
2018	国内学会	Tuankrua V 2018 Application Monthly Rainfall-Runoff Polygons and Runoff Coefficients for Long Term Runoff Analysis In the 8th Symposium of Asian University Forest Consortium, Soul, Republic of Korea October 22-28	口頭発表
2018	国内学会	Tuankrua V, Arunparaparat W, Kuraji K and Baiya W 2019 Modified Critical Antecedent Precipitation Index (MCAPI) for Flood Warnings in Upper Nan Watershed, Nan Province In International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs. Swissotel Bangkok Ratchada, Bangkok, Thailand January 23-25	口頭発表
2019	国内学会	松本京子, Srisutham M, Sritumboon S, Ritphring S, 木口雅司, 沖大幹 2019 タイ農村部における農家の気候変動適応策に対する意識と実施に関する研究 2019年度 農業農村工学会 大会講演会 東京（東京農工大学）, 2019年9月.	口頭発表
2019	国内学会	木口雅司, 松本京子, 手計太一, 白川博章, Suanpaga W, Ritphring S, Kiatiwat T, 沖 大幹 2019 タイ国家適応計画とその策定・実施に対する貢献 2019年度 農業農村工学会 大会講演会 東京（東京農工大学）, 2019年9月.	口頭発表
2019	国内学会	沖大幹, Kiatiwat T, 木口雅司, 松本京子, Ritphring S, 手計太一, Suanpaga W, 白川博章 2019 タイ国における統合的な気候変動適応戦略の共創推進に関する研究 2019年度 農業農村工学会 大会講演会 東京（東京農工大学）, 2019年9月.	口頭発表

2019	国際学会	Nodera M, Noda K, Srisutham M and Yoshida K 2019 Farmers' perception of drought and its validation in Khon Kaen Province. PAWEES 2019 International Conference, Seoul, Republic of Korea November 5-7	口頭発表
2019	国内学会	陽藝, 叶戎玲, Nontasri T, Srisutham M, Sritumboon S, 牧雅康, 吉田貢士, 沖一雄, 本間香貴 2020 タイ国コンケン県バンパイの農家圃場における塩類集積が水稲生産に与える影響評価 第249回日本作物学会講演会　つくば 3月	ポスター発表
2020	国際学会	Taikan Oki, Thanya Kiatiwat, Hiroaki Shirakawa, Weerakaset Suanpaga, Taichi Tebakari, Sompratana Ritphring, Masashi Kiguchi and Kyoko Matsumoto 2020 ADAP-T for water-related adaptation to climate change and supporting its policy making. JpGU - AGU Joint Meeting 2020. Virtual, July 12-16, 2020	招待講演
2020	国際学会	Kyoko Matsumoto, Mallika Srisutham, Supranee Sritumboon, Sompratana Ritphring, Masashi Kiguchi, Taikan Oki 2020 Research on farmers' awareness of adaptation to climate change and its information collection and sharing in rural area in Thailand. JpGU - AGU Joint Meeting 2020. Virtual, July 12-16, 2020	ポスター発表
2020	国際学会	Desell Suanburi, Koshi Yoshida, Weerakaset Suanpaga and Naruekamon Janjirawuttikul 2020 Shallow Groundwater Play as a Key of Water Supply Management for Crop Land during Severe Drought Crisis Situation in Thailand JpGU - AGU Joint Meeting 2020. Virtual, July 12-16, 2020	ポスター発表
2020	国際学会	Koshi Yoshida, Kazuo Oki, Koki Homma, Masayasu Maki, Mallika Srisutham, Supranee Sritumboon, Mongkol Raksapatcharawong, Desell Suanburi, Naruekamon Janjirauttikul, Weerakaset Suanpaga, Sudsaisin Kaewrueng, Patchareeya Boonkorkaew 2020 Good Practices for Climate Change Adaptation in Agricultural Sector, Thailand JpGU - AGU Joint Meeting 2020. Virtual, July 12-16, 2020	ポスター発表
2020	国際学会	Yi Yang, Rongling Ye, Thanyaluck Nontasri, Mallika Srisutham, Supranee Sritumboon, Masayasu Maki, Koshi Yoshida, Kazuo Oki and Koki Homma 2020 Evaluation of salinity effects on rice production in farmers' fields in Ban Phai, Khon Kaen, Thailand JpGU - AGU Joint Meeting 2020. Virtual, July 12-16, 2020	ポスター発表
2020	国際学会	Koki Homma, Mongkol Raksapatcharawong, Watcharee Veerakachen, Peerapon Prompitakporn, Chinnapoj Wongsripisant, Masayasu Maki, Kazuo Oki 2020 Calibration of cultivar parameters of SIMRIW-RS (rice simulation model for remote sensing) for the rice growth monitoring in Thailand. JpGU - AGU Joint Meeting 2020. Virtual, July 12-16, 2020	ポスター発表
2020	国際学会	Tsuyoshi Takano, Hiroyoshi Morita, Shinichiro Nakamura, Miyazaki Hiroyuki, Wasan Pattara-atikom, Napaporn Piamsa-nga 2020 Impact of Rainfall on Urban Traffic Flow based on Probe Vehicle Data in Bangkok, JpGU - AGU Joint Meeting 2020. Virtual, July 12-16, 2020	ポスター発表
2020	国際学会	Shinichiro NAKAMURA, Napaporn PIAMSA-NGA, Sanit WONGSA, Varameth VICHIENSAN 2020 Analysis for impacts of urban flood on traffic flow in Bangkok, JpGU - AGU Joint Meeting 2020. Virtual, July 12-16, 2020	ポスター発表
2020	国際学会	Sompratana Ritphring, Pattrakorn Nidhinarangkoon and Keiko Udo 2020 Impact of Sea Level Rise on Tourism Carrying Capacity in Thailand JpGU - AGU Joint Meeting 2020. Virtual, July 12-16, 2020	口頭発表
2020	国際学会	Masashi Kiguchi, Jaikaeo Chaiporn and Eiji Ikoma 2020 Development of climate change-related data accumulation system in Thailand JpGU - AGU Joint Meeting 2020. Virtual, July 12-16, 2020	ポスター発表
2020	国際学会	Masashi Kiguchi, BUAPHEAN Ruthaikarn, YUTTAPHAN Aphantree, ARCHEVARAHUPROK Boonlert, Eiji Ikoma and Taikan Oki 2020 Development of future climate scenario based on multi GCMs of CMIP5 and rain gridded data observed by multi-agencies in Thailand JpGU - AGU Joint Meeting 2020. Virtual, July 12-16, 2020	ポスター発表
2020	国際学会	Taichi Tebakari, Wongsa Sanit and Yusuke Horiuchi 2020 Regional climate change impact on water quality in the lower Chao Phraya River, Thailand JpGU - AGU Joint Meeting 2020. Virtual, July 12-16, 2020	ポスター発表
2020	国際学会	Miki Nodera, Keigo Noda, Koshi Yoshida and Srisutham Mallika 2020 Farmers' perception of climate change induced drought in the Northeast Thailand JpGU - AGU Joint Meeting 2020. Virtual, July 12-16, 2020	ポスター発表
2020	国内学会	野寺美輝, 乃田啓吾, 吉田貢士, Mallika Srisutham 2020 東北タイにおける農家の気候変動の認識と降水量の関係 2020年度農業農村工学会大会講演会　オンライン, 8月25-27日	ポスター発表

2021	国際学会	Somphong C, Udo K, Ritphring S, Shirakawa H 2021 Valuation of Sandy Beach Tourism Benefit with Respect to Hotel Room Rates by Using a Spatial Hedonic Model in Thailand JpGU Meeting 2021, Yokohama, Japan	口頭発表
2021	国際学会	Koshi YOSHIDA, Supranee SRITUMBOON, Mallika SRISUTHAM, Koki HOMMA, Masayasu MAKI, Kazuo OKI, 2021, Climate Change Impact on Salt Affected Soil in Northeast Thailand, JpGU meeting 2021, Yokohama, Japan	ポスター発表
2021	国内学会	牧　雅康, S. Srisutham, 吉田貢士, 本間香貴 2021 東北タイ水田地帯における塩類集積程度と土壌水分がリモートセンシングデータに与える影響の評価 システム農学会2021年度大会 オンライン 6月	口頭発表

招待講演	2 件
口頭発表	57 件
ポスター発表	32 件

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	国内学会	田中健二, 吉田貢士, 前田滋哉, 黒田久雄 メコン川流域における米収量の分布予測に向けた天水田水循環に基づく作物生産モデル 農業農村工学会, 宮城県立大学 8月	ポスター発表
2016	国内学会	吉田貢士, 乃田啓吾 持続可能な開発目標（SDGs）における水環境分野 農業農村工学会 宮城県立大学、9月	口頭発表
2016	国内学会	白川博章（名古屋大学）, 吉田貢士（茨城大学）, 乃田啓吾（東京大学） タイにおける降水量変化が水稲生産に与える影響について 環境経済・政策学会2016年大会 青山学院大学 9月	口頭発表
2016	国際学会	Rangsiwanichpong P and Kazama S 2016 Assessment of soil erosion using revised universal soil loss equation (RUSLE) and GIS in Thailand (P) The 4th International Symposium on Water Environment Systems --with Perspective of Global Safety, pp.37-40, Sendai December 2	ポスター発表
2016	国際学会	Dotani K, Shimosaka M, Tebakari T and Kure S 2017 Proposal of a reservoir management method based on the observed accumulated areal mean rainfall for the Sirikit reservoir in the Chao Phraya River basin, Thailand, HA 2017 International Conference on ″Water Management and Climate Change Towards Asia's Water-Energy-Food Nexus ″, Bangkok, Thailand, January, TB006.	口頭発表
2016	国内学会	一瀬輪子(北海道大学大学院工学院) 2017 水惑星条件下における海表面温度変化に対する極端現象の応答　　平成28年度土木学会北海道支部論文報告集 B-03, 北見 2月	口頭発表
2016	国内学会	小林彩佳(北海道大学大学院工学院) 2017 平成28年8月北海道豪雨の降雨特性と降雨流出の予測可能性, 平成28年度土木学会北海道支部論文報告集, B-15, 北見 2月	口頭発表
2016	国内学会	大屋祐太(北海道大学) 2017 ドップラーレーダを用いた降雪の水平移流に関する検討 平成28年度土木学会北海道支部論文報告集, B-09, 北見 2月	口頭発表
2016	国内学会	柴田幸之介(北海道大学) 2017 線状降水帯を対象とした降雨パターンに伴う河川流量の不確実性 平成28年度土木学会北海道支部論文報告集, B-13, 北見 2月	口頭発表
2016	国際学会	Revel M, Utsumi N, Yoshikawa S and Kanae S 2016 Predictability of Seasonal Precipitation Intensities Associated with Tropical Cyclones and Disturbances in Indo-China Region American Geophysical Union 2016 Fall meeting, A33J-0412, San Francisco, USA.	ポスター発表
2016	国内学会	Revel M, Utsumi N, Yoshikawa S and Kanae S 2016 Contribution of Pacific Japan Teleconnection to Different Weather Systems in Thailand Monsoon Domain 水文水資源学会2016年度総会・研究発表会, 福島.	ポスター発表
2017	国際学会	Takata K and Hanasaki N 2017 Impact of land-use change on terrestiral water balance in the Chao Phraya River Basin JpGU-AGU Joint Meeting 2017, Makuhari, Japan May 21	口頭発表
2017	国内学会	白川博章（名古屋大学） タイにおける人口分布の変化と自然災害 ―洪水を中心として― 国際開発学会2017年全国大会, 東洋大学 11月25-26	口頭発表

2017	国際学会	Shiojiri D (Kyoto Univ.), Tanaka K (Kyoto Univ.) and Tanaka S (Kyoto Univ.) 2017 Evaluation of water stress and groundwater storage using a global hydrological model AGU 2017 fall meeting, New Orleans, USA Dcember	ポスター発表
2017	国際学会	Rangsiwanichpong P (Tohoku University) 2017 Analyzing relationship between ocean index and rainfall in Northern part of Thailand The 5th International Symposium on Water Environment Systems ---with Perspective of Global Safety, Sendai December 2	口頭発表
2017	国内学会	Somphong C (Tohoku University) 2018 Thailand's projections of future beach loss using GCMs under RCP scenarios JSCE Tohoku Branch Conference, Kooriyama March 3	口頭発表
2017	国内学会	花崎直太, 藤原誠士, 間地暁洋, 瀬戸心太 2018 全球水資源モデルH08の九州への適用可能性 第62回水理講演会, 岡山 3月	口頭発表
2017	国内学会	伊藤一輝, 手計太一 2018 タイ国Chao Phraya川上流域における海面水温を考慮した大規模貯水池の流入量予測 平成29年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集 II-6.	口頭発表
2017	国際学会	Igarashi K and Kuraji K 2017 Impact of Climate Change on Forest Service at Basin Scale and Cost-Benefits Performance Analysis for the Adaptation International Symposium on Analysis of long-term monitoring data in Asian forests: towards further understanding environmental changes and ecosystem responses, Kasetsart University, Bangkok, Thailand P-36 November 27- December 1	ポスター発表
2017	国内学会	Somphong C, Udo K and Kazama S 2018 Thailand's projections of future beach loss using GCMs under RCP scenarios 平成29年度土木学会東北支部技術研究発表会, 郡山 March 3	口頭発表
2017	国際学会	Homma K, Maki M, Sasaki G and Kato M 2017 Estimation trial for rice production by simulation model with unmanned air vehicle (UAV) in Sendai, Japan 9th Asian Crop Science Conference, Jeju, Korea June 5-7	口頭発表
2017	国内学会	峯浩然, 瀬戸心太(長崎大学) 2017 水災害の多角的モニタリングのための全球地表水マップの作成 水文・水資源学会2017年度研究発表会, 北見 9月	口頭発表
2017	国内学会	小林彩佳, 柴田幸之介, Nguyen-Le D, 山田朋人 2017 2016年北海道豪雨を対象とした降雨分布が与える河川流量の不確実性 水文・水資源学会 2017年度総会・研究発表会 78-79	口頭発表
2017	国内学会	柴田幸之介, Nguyen-Le D, 山田朋人 2017 自己組織化に基づく気象場の分類によるチャオプラヤ川北部を対象とした豪雨予測 平成29年度土木学会北海道支部論文報告集 B-06	口頭発表
2017	国内学会	吉田貢士, 前田滋哉, 黒田久雄, 本間香貴, 牧雅康 2017 UAVによる高解像度画像を用いた水田内物理環境の推定 平成29年度農業農村工学会関東支部大会	口頭発表
2018	国際学会	Kumiko Takata and Naota Hanasaki, Impact of afforestation on the discharge of the Chao Phraya River in a warmer climate, Japan Geoscience Union Meeting 2018, 2018/5/20.	口頭発表
2018	国内学会	Singhalak Porrawatt, Shinta Seto:Hydrological simulation under flood event of Chikugo River by H08 and IFAS models	ポスター発表
2018	国内学会	Daiya Shiojiri, Kenji Tanaka, Shigenobu Tanaka : Seasonal and Inter-annual variation of the TWS seen from Satellite and Land Surface Model, Japan Geoscience Union Meeting 2018	ポスター発表
2018	国際学会	Shiojiri D, Tanaka K and Tanaka S Improvement of a Global Water Cycle Model In-land Toward Groundwater Resources Sustainability Evaluation AOGS2018	ポスター発表
2018	国内学会	塩尻大也, 田中賢治, 田中茂信 2018 GRACEによる衛星観測データを用いた全球陸域水循環モデルの改良 水文・水資源学会2018年度研究発表会, P87 9月	ポスター発表
2018	国際学会	Shiojiri D, Tanaka K and Tanaka S Estimation of Groundwater Recharge from GRACE Satellite and Land Surface Model THA2019	口頭発表
2018	国際学会	Homma K 2018 Trials to simulate soybean production under tropical environments. Mini-Symposium ″Soybean production under tropical environment-exploration of genotype with better adaptation″ The 245th Meeting of the CSSJ, Utsunomiya, Japan. Abstract, 251 March 29-30	招待講演

2018	国内学会	高田久美子, 花崎直太 2018 温暖化した気候におけるタイ・チャオプラヤ川の河川流量に対する植林の影響 水文水資源学会2018年度研究発表会 9月	口頭発表
2018	国際学会	Sujira Sornsungnean et al, Climate Change and Land Use Change Effects on Water Accounting in Upper Nan Watershed In International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs. 23-25 January 2019. Swissotel Bangkok Ratchada, Thailand.	口頭発表
2018	国際学会	Kompor W, Yoshida N, Yoshikawa S and Kanae S 2019 SEASONAL STREAMFLOW FORECASTS BASED ON PHYSICAL-BASED MODEL FOR CHAO PHRAYA RIVER BASIN IN THAILAND THA 2019, Bangkok, Thailand	口頭発表
2018	国内学会	Somphong C, Udo K and Kazama S 2018 Thailand's Projections of Future Beach Loss Using GCMS under RCP Scenarios 平成29年度土木学会東北支部技術研究発表会, 福島 March	口頭発表
2018	国際学会	Somphong C, Udo K, Ritphring S, Shirakawa H and Kazama S 2018 Adaptation assessment to future beach loss due to sea level rise in Thailand, Proceedings from the 36th International Conference on Coastal Engineering (ICCE) 2018, Maryland, USA Jul 30- Aug 3	口頭発表
2018	国際学会	Nidhinarangkoon P, Ritphring S and Tanaka H 2018 Shoreline changes by using Google Earth images with tidal correction: A case study of Samui Island, Thailand Proceedings of The 8th International Conference on Fluid Mechanics (ICFM8), Sendai, Japan September	口頭発表
2018	国際学会	Ritphring S and Sungngam S 2018 The Assessment for Coastal Erosion Vulnerability: A Case Study of Songkhla, Thailand Proceedings of The 11st Regional Conference on Environmental Engineering 2018 (RCEnvE-2018), Phnom Penh, Cambodia, pp.251-254 September	口頭発表
2018	国内学会	Phetcharaburanin T and Tuankrua V 2019 Evaluating The Inpact of Landuse Change and Climate Change on Hydrological Services in Na-Luang Sub-Watershed, Na Province, Thailand In International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs, Swissotel Bangkok Ratchada, Thailand January 23-25	口頭発表
2018	国内学会	Somphong C, Udo K, Ritphring S, Shirakawa H and Kazama S 2019 Beach nourishment as an adaptation to future beach loss due to sea level rise in Thailand 平成30年度土木学会東北支部技術研究発表会, 宮城 March	口頭発表
2018	国際学会	Phetcharaburanin T, Tusnkrua V, and Trisurat Y 2018 Integrated Land Use Planning for Highland Farmer in Na Luang Sub-watershed at Wiang Sa District, Nan Province, THAILAND. In 8th Symposium of Asian University Forests Consortium on October 22nd to 26th, 2018. JSPS Core-to-Core Program "Developing a network of long-term research field stations to monitor environmental changes and ecosystem responses in Asian forests", Seoul National University, Seoul, South Korea.	ポスター発表
2018	国際学会	Sornsungnean S, Tusnkrua V and Tongdeenok P 2018 Prediction of Hydrologic Response base on land use planning under Climate Change Scenarios in upper Nan watershed. In 8th Symposium of Asian University Forests Consortium on October 22nd to 26th, 2018. JSPS Core-to-Core Program "Developing a network of long-term research field stations to monitor environmental changes and ecosystem responses in Asian forests", Seoul National University, Seoul, South Korea.	ポスター発表
2018	国内学会	Phetcharaburanin T, Tusnkrua V, and Trisurat Y 2018 Evaluating the Impact of Land Use Change on Hydrological Services and Economic Valuation for Highland Land Use Planning in Naluang Sub-watershed at Wiang Sa District, Nan Province. In The 15th KU-KPS National Conference on December 6 -7th, 2018, Kasesart University, Kamphangsan campus.	口頭発表
2018	国内学会	Sornsungnean S, Tuankrua V and Tongdeenok P 2018 Forecasting Water Accounting base on Land Use Planning and Climate Change in Upper Nan Watershed. In The 15th KU-KPS National Conference on December 6 -7th, 2018, Kasesart University, Kamphangsan campus	口頭発表
2019	国際学会	Chaithong T Analysis of rainfall-induced shallow landslide using hydrological-geotechnical model, TS2-5-1, CECAR8, Tokyo.	口頭発表
2019	国際学会	Somphong C, Udo K, Ritphring S, Shirakawa H and Kazama S 2019 Thailand's economic and adaptation assessment to future beach loss due to sea level rise Proceedings of the 8th Civil Engineering Conference in the Asian Region (CECAR), Tokyo April	口頭発表
2019	国際学会	Nidhinarangkoon P and Ritphring S 2019 Assessment of Coastal Vulnerability to Sea Level Rise: A Case Study of Prachuap Khiri Khan, Thailand Proceedings of The 6th International Conference on Coastal and Ocean Engineering, Bangkok, Thailand April	口頭発表

2019	国内学会	Nidhinarangkoon P and Ritphring S 2019 Assessment of Coastal Vulnerability to Sea Level Rise: A Case Study of Prachuap Khiri Khan, Thailand Proceedings of The 6th International Conference on Coastal and Ocean Engineering, Bangkok, Thailand April	口頭発表
2019	国内学会	Sa-Ingthong J, Phonphoem A, Jansang A, Inkeaw S and Jaikaeo C 2019 Long-Range Data Transfer System for Telemetry Equipment in Areas with no Cellular Coverage In 11th ECTI Conference on Application Research and Development (ECTI-CARD 2019), Ubon Rachathani, Thailand June 4-7	口頭発表
2019	国際学会	Petpongpan C, Ekkawatpanit C and Kositgittiwong D 2019 Climate Change impact on Surface water and Groundwater resources in Northern Thailand SWAT conference, Vienna, Austria July 15-16	口頭発表
2019	国内学会	Foyhirun C, Kongkitkul D K and Ekkawatpanit C 2019 Review of GCM modeling and downscaling for study of the impact of climate change on coastal area The 24th National Convention on Civil Engineering, Udonthani, Thailand July 10-12	口頭発表
2019	国内学会	Umjaeng S, Ekkawatpanit C and Kositgittiwong D 2019 Improvement of Hydrological Model H08 using soil and land use parameter in Upper Yom River Basin The 24th National Convention on Civil Engineering, Udonthani, Thailand July 10-12	口頭発表
2019	国内学会	Nidhinarangkoon P and Ritphring S 2019 The comparative study of shoreline detection methods, Proceeding of The 24th National Convention on Civil Engineering, Udonthani, Thailand, pp.2106-2113, July	口頭発表
2019	国内学会	Nidhinarangkoon P and Ritphring S The comparative study of shoreline detection methods Proceeding of The 24th National Convention on Civil Engineering, Udonthani, Thailand, pp.2106-2113 July	口頭発表
2019	国内学会	善光寺慎悟, 松浦拓哉, 手計太一, 榊原一紀 2019 深層学習を用いた全球気候値画像による降水量の季節予報の可能性 平成30年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集 II-17.	口頭発表
2019	国内学会	浦山和也, 尾田茂彦, 松浦拓哉, 手計太一 2019 タイ東北部Mun川とChi川流域における1981～2017年の洪水氾濫面積の経年変化 平成30年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集 II-6.	口頭発表
2019	国内学会	善光寺慎悟, 松浦拓哉, 手計太一, 榊原一紀 2019 深層学習を用いた降水量の季節予報モデルにおけるモデルパラメーターによる感度分析 第27回地球環境シンポジウム講演集 pp.133-138.	口頭発表
2019	国内学会	高田久美子, 花崎直太 2019 チャオフプラヤ川上流域において温暖化と植林が流出と蒸発散に及ぼす影響 日本地球惑星科学連合2019年大会 千葉	口頭発表
2019	国内学会	高田久美子, 花崎直太 2019 温暖化と植林がタイ・チャオプラヤ川上流域での流出と蒸発散に及ぼす影響 2019年度農業農村工学会大会講演会 東京	口頭発表
2019	国内学会	高田久美子, 花崎直太 2019 気候モデルの陸面過程における流出スキームの検討 水文・水資源学会2019年度研究発表会 千葉	ポスター発表
2019	国際学会	Hasagawa K and Kanae S 2019 SEASONAL PREDICTION OF PRECIPITATION IN THAILAND BY GENETIC PROGRAMMING American Geophysical Union 2019 Fall meeting, H11M-1698, San Francisco, USA.	ポスター発表
2019	国内学会	長谷川青春, 鼎信次郎 2019 Genetic programmingを用いたタイ王国における降雨量季節予測 水文・水資源学会2019年度研究発表会 9月	ポスター発表
2019	国内学会	安藤麻衣, 星野剛, 山田朋人 2019 大量アンサンブルデータを用いた時空間分布による項羽の分類 土木学会北海道支部令和元年度論文報告集, 第76号, B-05	口頭発表
2019	国内学会	加藤亮介, 山田朋人 2019 タイ国チャオプラヤ川流域の雨季の開始時期の特徴 土木学会北海道支部令和元年度論文報告集. 第76号, B-09	口頭発表
2019	国内学会	宮本真希, 山田朋人 2019 複数の気象要素と画像解析を用いた前線の抽出方法 土木学会北海道支部令和元年度論文報告集 第76号, B-10	口頭発表
2019	国内学会	Na Chiangmai P and Seto S 2019 Validation and Improvement of Dual-frequency Precipitation Radar Algorithm over Kyushu 水文・水資源学会2019年度研究発表会 September	ポスター発表

2019	国際学会	Seto S 2019 Development of Global Satellite Mappping of Wet Surface GSMaWS American Geophysical Union, Fall Meeting 2019, abstract #H41P-1945	ポスター発表
2019	国際学会	Khoiru Zaki M, Noda K, Ito K, Komariah 2019 Revaluation of local knowledge as a sustainable drought adaptation strategy 3rd World Irrigation Forum Bali, Indonesia September 1-7	口頭発表
2019	国内学会	日野智之, 田中賢治, 田中茂信 2019 ラグ相関解析を用いたダム流入量予測 水文・水資源学会2019年研究発表講演会, 千葉 9月	ポスター発表
2019	国際学会	Shiojiri D, Tanaka K and Tanaka S 2019 Improvement of a land surface model to simulate groundwater level 8th APHW Conference on "Emerging Techniques in Urban Water Management", Roorkee, India November .23	口頭発表
2019	国際学会	Takano T, Morita H, Nakamura S, Miyazaki H, Pattara-atikom W and Piamsa-nga N 2019 Impact of Rainfall on Urban Traffic Flow based on Probe Vehicle Data in Bangkok First International Conference on Smart Technology & Urban Development (STUD 2019), Chiang Mai, Thailand December 13-14	口頭発表
2019	国内学会	塩尻大也, 田中賢治, 田中茂信 2020 地下水位変動を考慮した陸面過程モデルの開発 令和元年度京都大学防災研究所研究発表講演会, C12, 宇治 2月	口頭発表
2019	国内学会	日野智之, 田中賢治, 田中茂信 2020 ダム流入量予測に向けた海面水温の解析 令和元年度京都大学防災研究所研究発表講演会, P50, 宇治 2月	ポスター発表
2019	国内学会	白川博章, タイ北部における森林減少の社会経済的要因について,国際開発学会第20回春季大会	口頭発表
2019	国際学会	Yodying A, Kongmuang C, Mahavik N and Tantanee S 2019 Flood Hazard Assessment using Fuzzy Analytic Hierarchy Process: A Case Study of Band Rakam Model in Thailand Proceeding of Asian Conference on Remote Sensing 2019, South Korea	口頭発表
2019	国際学会	Srijata C, Kongmuang C, Mahavik N and Tantanee S 2019 Assessment of Flood Hazard using Geospatial Data and Frequency Ratio Model in Sukhothai Province, Thailand Proceeding of Asian Conference on Remote Sensing 2019, South Korea	口頭発表
2019	国際学会	Chatsudarat S, Kongmuang C, Mahavik N and Tantanee S 2019 The Study of Landslide Susceptibility using GIS base on Rainfall Deriving from TRMM over Northern Thailand Proceeding of Asian Conference on Remote Sensing 2019, South Korea	口頭発表
2019	国内学会	Wannapoch S, Tantanee S, Chuenchooklin S, Seejata S and Pratoomchai W 2019 An Application Of Hec-Ras Model And Geographic Information System On Flood Maps Analysis: Case Study Of Upper Yom River Proceeding of Asian Conference on Remote Sensing 2019, Thailand	口頭発表
2019	国際学会	Kongmuang,C, Tantanee S and Seejata K 2020 Urban Flood Hazard Map Using GIS of Muang Sukhothai District, Thailand 2020 International Conference on Urban Sustainability, Environment, and Engineering, Bali, Indonesia January20-21, 2020	口頭発表
2019	国際学会	Yuttaphan A, Chuenchooklin S and Baimoung S 2020 Meteorological Drought Index for the Northern Part of Thailand 2020 International Conference on Urban Sustainability, Environment, and Engineering (CUSME 2020) ,Bali, Indonesia January 20-21 2020	口頭発表
2020	国内学会	沖大幹, 木口雅司, 松本京子 2020 タイにおける水文・気象共同研究の30年 気象学会2020年度春季大会, (予稿集の発行による大会開催)2020年5月.	招待講演
2020	国内学会	林卓哉, 吉田貢士, 牧雅康, 本間香貴, 前田滋哉, 黒田久雄 2020 タイ東北部の塩類集積農地における土壌ECの将来予測 令和2年度農業農村工学会関東支部大会, オンライン12月	ポスター発表
2020	国内学会	高橋理子, 吉田貢士, 黒田久雄, 前田滋哉 2020 メガシティ・バンコクにおける土地利用別顕熱分布の推定 令和2年度農業農村工学会関東支部大会, オンライン12月	ポスター発表
2020	国際学会	Ryosuke Kato and Tomohito Yamada 2020 Interannual variability of timing of monsoon-onset in South East Asia JpGU - AGU Joint Meeting 2020. Virtual, July 12-16, 2020	ポスター発表
2020	国際学会	Ryosuke Kato, Dzung NGUYEN-LE and Tomohito Yamada 2020 Using weather pattern recognition to classify and predict summertime heavy rainfall occurrence over the Upper Nan river basin, northwestern Thailand JpGU - AGU Joint Meeting 2020. Virtual, July 12-16, 2020	ポスター発表

2020	国際学会	Shingo Zenkoji, Taichi Tebakari and Sakakibara Kazutoshi 2020 Seasonal precipitation forecast model in wet and dry seasons using global monthly surface temperature by deep learning JpGU – AGU Joint Meeting 2020. Virtual, July 12–16, 2020	ポスター発表
2020	国際学会	Koshi Yoshida 2020 Good Practices for Climate Change Adaptation in Agricultural Sector, Thailand JpGU – AGU Joint Meeting 2020. Virtual, July 12–16, 2020	ポスター発表
2020	国際学会	Saritha Padiyedath Gopalan and Naota Hanasaki 2020 An assessment of reservoir operation potential for flow regulation in the Chao Phraya River basin JpGU – AGU Joint Meeting 2020. Virtual, July 12–16, 2020	ポスター発表
2020	国際学会	Padiyedath S., Hanasaki N. 2020 Hydrological modelling with reservoir operation – An assessment in the context of climate change adaptation. American Geophysical Union (AGU), AGU Fall Meeting 2020, Online, H030–0006	ポスター発表
2020	国際学会	Padiyedath S.G., Hanasaki N. 2020 An assessment of reservoir operation potential for flow regulation in the Chao Phraya River basin. Japan Geoscience Union, JpGU – AGU Joint Meeting 2020, Online, (AHW37–P11)	ポスター発表
2020	国内学会	加藤亮介, 山田朋人 2020 海陸熱コントラストがインドシナ半島の雨季の早期化に及ぼす影響 土木学会北海道支部令和2年度論文報告集. 第76号, B–28	口頭発表
2020	国際学会	Hino T., K. Tanaka, S. Tanaka 2020 Snow cover analysis for dam inflow prediction in Thailand, Proc. of the 8th International Symposium on Water Environment Systems –with Perspective of Global Safety, pp.26–27, November 12–13, 2020. (online)	ポスター発表
2020	国内学会	日野智之, 田中賢治, 田中茂信 2021 タイのチャオプラヤにおけるダム流入量予測 令和2年度京都大学防災研究所研究発表講演会, P211, 宇治 2月(オンライン)	ポスター発表
2020	国際学会	Suttisak Soralump and Shraddha Dhungana 2021 Appropriate technology for landslide and debris flow mitigation in Thailand. 1st International Symposium on Construction Resources for Environmentally Sustainable Technologies, Kyushu University, Fukuoka, Japan| March 9–11, 2021	口頭発表

招待講演	2 件
口頭発表	63 件
ポスター発表	30 件

Ⅵ. 成果発表等

（3）特許出願【研究開始～現在の全期間】（公開）

①国内出願

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

国内特許出願数 0 件

公開すべきでない特許出願数 0 件

②外国出願

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

外国特許出願数 0 件

公開すべきでない特許出願数 0 件

Ⅵ. 成果発表等
（4）受賞等【研究開始～現在の全期間】（公開）

①受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 （「○○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	2018/9/1	PDSE(Professional Director for Sustainable Environment)	Modeling Landslide and Erosion as Sediment Sources to Assess Cost and Benefit of Sedimentation	Prem Rangsiwanichpong	東北大学環境科学研究科	1.当課題研究の成果である	IELP（国際リーダーシッププログラム）の最優秀修了者
2018	2018/10/19	Shunji Murai Award	The best paper in ACRS39th on the titled "The Convective Cloud Properties Extraction from Weather Radar Reflectivity During Sonca Tropical Storm Over the Lower Northern Thailand "	Nattapon Mahavik and Sarintip Tantanee	Malaysian Remote Sensing Agency (MRSA) Ministry of Energy, Science, Technology, Environment & Climate Change (MESTECC) Asian Association on Remote Sensing (AARS)	2.主要部分が当課題研究の成果である	
2018	2018/10/23	Best Poster Award	Outstanding achievement and excellent poster presentation at the 8th Symposium of Asian University Forest Consortium, entitled "Predicted of hydrologic response base on land use planning under climate change scenarios in upper Nan watershed"	Sujira Sornsungnean, Venus Tuankrua, and Piyapong Tongdeenok	Asian University Forest Consortium	1.当課題研究の成果である	
2019	2019/8/28	地球環境シンポジウム優秀ポスター賞	深層学習を用いた降水量の季節予報モデルにおけるモデルパラメーターによる感度分析	善光寺慎悟，松浦拓哉，手計太一，榊原一紀	土木学会地球環境委員会	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2019	2020/1/20-1/21	Best Paper	The best paper in CUSME2020 in Indonesia for the talk entitled "Urban Flood Hazard Map Using GIS of Muang Sukhothai District, Thailand"	Charatdao Kongmuang, Sarintip Tantanee, Kamochat Seejata	CUSME Secretariat, Universitas Pembangunan Jaya	1.当課題研究の成果である	

5 件

②マスコミ（新聞・TV等）報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル／見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 （選択）	特記事項

0 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	2016/11/23	CLUE Model Training	カセサート大学 （タイ）	15人（12人）		農業・協同組合省土地開発局の職員を対象として、土地利用予測の講習会を実施した。
2017	2017/4/20	Group Leader Meeting	カセサート大学 （タイ）	25人（18人）		タイ側の全研究チームリーダーを対象にプロジェクトの予算運営の説明を実施した。
2016	2016/7/25-29	Hydrological consequences on deforestation and afforestation in Japan and Thailand	国立環境研 （日本）	7(5人)		メンバーを対象とし、森林の変遷と流出に係る問題を広範にかつ集中的に議論し、現地見学会を実施した。
2017	2017/6/11-16	Reservoirs in Thailand and Japan	国立環境研 （日本）	16人（7人）	非公開	メンバーを対象とし、ダムに係る問題を広範にかつ集中的に議論し、現地見学会を実施した。
2017	2017/8/4	国内全体会合	北海道大学 （日本）	20人（0人）		プロジェクトの打ち合わせ
2017	2017/9/15	Workshop on Climate Change Adaptation in Agricultural Sector, Thailand	東大生産研（日本）	19名（12名）		タイ国における農業セクターにおける問題把握と考えうる適応策について検討することを目的として、ST1-GW、ST2-RuralG1～G3のメンバー12名に対して、ワークショップ形式の研修を東大生産研で行った。
2017	2017/9/21	Progress Report Meeting	カセサート大学 （タイ）	55人（42人）		タイ側の全研究チームから進捗報告を行い、日本側と意見交換を実施した。
2017	2018/12/5	国内全体会合	北海道大学 （日本）	20人（4人）		TMDの職員を対象として，同化手法，粒子法の説明（北海道大学ポスドク研究員2名より発表）及び研究紹介（北海道大学の学生11人より発表）
2017	2017/12/22	Workshop of Output/Outocome of ADAP-T project throught NAP of Thailand	カセサート大学 （タイ）	39人（34人）		タイ側全研究チームリーダーと主にST-3の日本側研究者でNAPに向けたプロジェクト成果のインプット内容について議論した。
2017	2018/3/8	同化手法に関する研修	北海道大学 （日本）	10人（3人）		TMDの職員を対象とした，同化手法の説明（北海道大学ポスドク研究員1名）及び研究紹介（北海道大学学生2名より発表）
2017	2018/3/17	Workshop "Dynamics of beaches and their threats"	BP Samila Hotel & Resort （タイ）	47人（45人）		沿岸セクターにおける複数のステークホルダーとのワークショップ。課題整理と意見交換を行った。
2018	2018/4/28-29	Workshop on Land use scenarios and models in Nan province	Nan province （タイ）	20（20人）	非公開	Include: background of the ADAP-T project; past and current land use; direct and indirect drivers; preliminary model outputs; comments and discussion; field trip include (2nd day)
2018	2018/5/9-10	Seminar on the using meteorological information for climate change impact and adaptation plan in provincial scale	V wish Hotel （タイ）	84（75人）		タイ気象局、地方行政機関、農家、大学関係者らが集まり、気象データの使い方や各関係者のニーズについて討論した。
2018	2018/6/4-7	Adaptation to climate change in the agricultural sector	国立環境研 （日本）	18(7人)		メンバーを対象とし、農業分野に関する温暖化への適応を広範にかつ集中的に議論し、現地見学会を実施した。
2018	2018/6/25-30	Workshop on assessment of coastal vulnerability to climate change	東北大学 （日本）	4人（1人）		気候変動に対する沿岸の脆弱性評価に関して議論した。
2018	2018/7/1-7	Training course of unmanned mobile units for collecting observation data	沖縄データセンター等 （日本）	10人（8人）		遠隔地におけるドローンを使った観測データの収集に関する研修を実施した。
2018	2018/7/19	ADAP-T国際シンポジウム2018 タイ気候変動対策の最前線～大水害は再び起こるのか?!～	国連大学 （日本）	67人（3人）	公開	一般市民向けにプロジェクトメンバーが講演者となり、気候変動対策に関するシンポジウムを開催した。
2018	2018/7/21-29	Adaptation to climate change in the agricultural sector	京都大学防災研究所等 （日本）	3人（2人）		メンバーを対象に京都府と山梨県のスマート農業の見学を実施した。

2018	2018/8/30	Lecture series of projects related to climate change in Thailand	カセサート大学（タイ）	26人（4人）		東京大学サマープログラムの参加学生に対し、ADAP-T主催で気候変動適応策関連プロジェクトに関するレクチャーを実施した。
2018	2018/9/3	Progress Report Meeting	カセサート大学（タイ）	80人（58人）		タイ側の全研究チームから進捗報告を行い、日本側と意見交換を実施した。
2018	2018/10/5	国内全体会合	東京大学（日本）	23人（0人）		プロジェクトの打ち合わせ
2018	2018/10/29-11/2	Training Course in Ecohydrology Research Institute and Tenryu River	東大演習林生態水文学研究所ほか	15人（8人）		ST2森林チーム主要メンバー（KUFF4人、ONWR1人、DNP3人）のフィールド観測技術のトレーニングを目的として、日本側メンバーを交えたフィールドワークショップおよびポスターセッションを行った。
2018	2018/11/24-12/1	Workshop on coast protect works in Japan	徳島・高知海岸等（日本）	10人（1人）		メンバーを対象とし、徳島、高知海岸における海岸浸食対策事業について議論し、現地見学会を実施した。
2018	2018/12/18	Thai domestic meeting	カセサート大学（タイ）	25人（23人）		タイ側全研究チームリーダーと研究の進捗状況の確認、データ共有や研究成果の統合方法と方向性について議論した。
2018	2019/1/25	Progress Report Meeting	チュラロンコン大学（タイ）	69人（50人）		タイ側の全研究チームから進捗報告を行い、日本側と意見交換を実施した。
2018	2018/1/31	国内全体会合	東京大学（日本）	20人（0人）		プロジェクトの進捗報告と今後の展望について議論した。
2018	2019/2/12	Rainfall Observation and Watershed Management for Adaptation to Climate Change in Mae Chaem Watershed, Chiang Mai Province.	Watershed Management Devision, 16th Protected Forest Administration Regional Office, DNP, Huay Kaew Aboretum, Chiang Mai（タイ）	58人（53人）	公開	The objective is to strengthen the collaboration of local governmental staffs in long-term climatic data observation. The target people is local officers, local people to know how to make use of forest land in head watershed suitably in order to sustain the natural resources.
2018	2019/3/4	Updated information and technologies for predicting and adapting to climate change altering floods in Thailand	ナレスアン大学（タイ）	62人（60人）		地方都市における洪水対策に関するワークショップを開催した。地方行政職員、大学職員、地域住民を対象に、気候変動の予測に関する最新の情報と技術について共有し、洪水による影響と対策について議論した。
2018	2019/3/15	Workshop on “How should We Respond to Climate Change? – From Central to Local Government to Local Communities”	チュラロンコン大学（タイ）	185人（182人）		水管理に関連する省庁における気候変動への対策の方針に関するワークショップを開催し、意見交換を実施した。
2019	2019/5/27-31	Applying the H08 model in Kyushu	国立環境研（日本）	17(7人)		メンバーを対象として、H08モデルを九州に適用する技術に関するワークショップを開催した。前半の集中講義でモデルシミュレーションの結果や意味を理解し、後半の現地視察でモデルと現実の一致や差異について議論した。
2019	2019/7/24	季節予報ワークショップ	富山県民会館（日本）	21人（0人）		気象庁気象研究所から講師を招聘し、季節予報の最新の研究とその限界に関する講演会を実施し、その後、各セクターで考えられる季節予報等を使った適応策について議論した。
2019	2019/9/20	Progress Report Meeting	カセサート大学（タイ）	66人（56人）		タイ側の全研究チームから進捗報告を行い、日本側と意見交換を実施した。
2019	2019/10/7-11	ADAP-T Lecture Series “Lecture series on the meteorological issues in Tropics”	タイ気象局（タイ）	60人 (48人)		タイ気象局職員に対する講義シリーズ。日本側講師は気象庁、東京大学、東京工業大学、北海道大学。季節予報、降水予測、気象情報解析手法など講義。本プロジェクトに関する研究発表、Nguyen-Le and Yamada(2019)による気象予測手法に関するトレーニングを実施した。
2019	2019/10/22	国内全体会合	長崎大学（日本）	18名（0人）		プロジェクトの進捗報告と最終成果物の作成に向けた議論を実施した。

2019	2019/12/12	Evacuation Drill At Baan Huai Nam Kaew School, Naa-kao sub-district, Kao panom district, Krabi	クラビ県カオパノム郡バンフアイナムケオ小学校（タイ）	180人（180人）		ST2-Sedimentの土砂災害早期警報システム研究サイトにて地域住民を対象に避難訓練を実施した。地方政府防災局による災害対応講習などを含む。
2019	2020/2/29	国内全体会合	富山県民会館（日本）	16名（0人）		プロジェクトの進捗報告と最終成果物の作成に向けた議論を実施した。
2019	2020/3/3	Second seminar on the using meteorological information for climate change impact and adaptation plan in provincial scale	ナコンナーヨク県プーカレン村教育センター（タイ）	96人（96人）		タイ気象局（ST1-SF, ST1-FSM, ST1-IT）による地域住民向け気象情報活用セミナー。気候変動基礎講習を含む。
2020	2020/7/21	国内全体会合	北海道大学（日本）	25人（0人）		プロジェクトの進捗報告と最終成果物の作成に向けた議論を実施した。
2020	2020/9/29	Progress Report Meeting	カセサート大学（タイ）	50人（33人）		タイ側の全研究チームから進捗報告を行い、日本側と意見交換を実施した。
2020	2020/7/11-12	Workshop with coastal communities	サトゥーン県、ソンクラー県（タイ）	15～20 人（15～20人）		沿岸地域住民を対象に海岸侵食と気候変動影響に関する環境教育 と、沿岸域のゾーニングに関する住民参加型ワークショップを開催した。
2020	2021/1/19	Thai domestic meeting	カセサート大学（タイ）	31人（29人）		タイ側全研究チームリーダーと研究の進捗状況の確認、データ共有や研究成果の統合方法と方向性について議論した。
2020	2021/3/2	Plenary Meeting	オンライン	40人（21人）		プロジェクト進捗及び今年度の成果報告、次年度研究計画の共有を行った。

42 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	2016/7/12	キックオフ及び研究計画の承認	50	プロジェクト全体に関する議論と2016年度及び全体の研究計画の承認を行った。
2016	2017/3/3	成果報告と次年度研究計画の承認	47	プロジェクト進捗及び今年度の成果報告、次年度研究計画の承認を行った。
2017	2018/2/28	成果報告と次年度研究計画の承認	50	プロジェクト進捗及び今年度の成果報告、次年度研究計画の承認を行った。
2018	2018/9/4	成果報告と次年度研究計画の承認	45	プロジェクト進捗及び成果報告の承認を行った。
2020	2020/4/30	成果報告と次年度研究計画の承認	22	2019年度のプロジェクト進捗及び成果報告、2020年度の次研究計画の承認をCOVID-19の影響のためレポート審議にて行った。

5 件

成果目標シート

研究課題名	タイ国における統合的な気候変動適応戦略の共創推進に関する研究
研究代表者名（所属機関）	沖　大幹（東京大学　生産技術研究所 ）
研究期間	H27採択（平成27年6月1日～令和4年3月31日）
相手国名／主要相手国研究機関	タイ国／カセサート大学、王立灌漑局、天然資源環境政策計画局

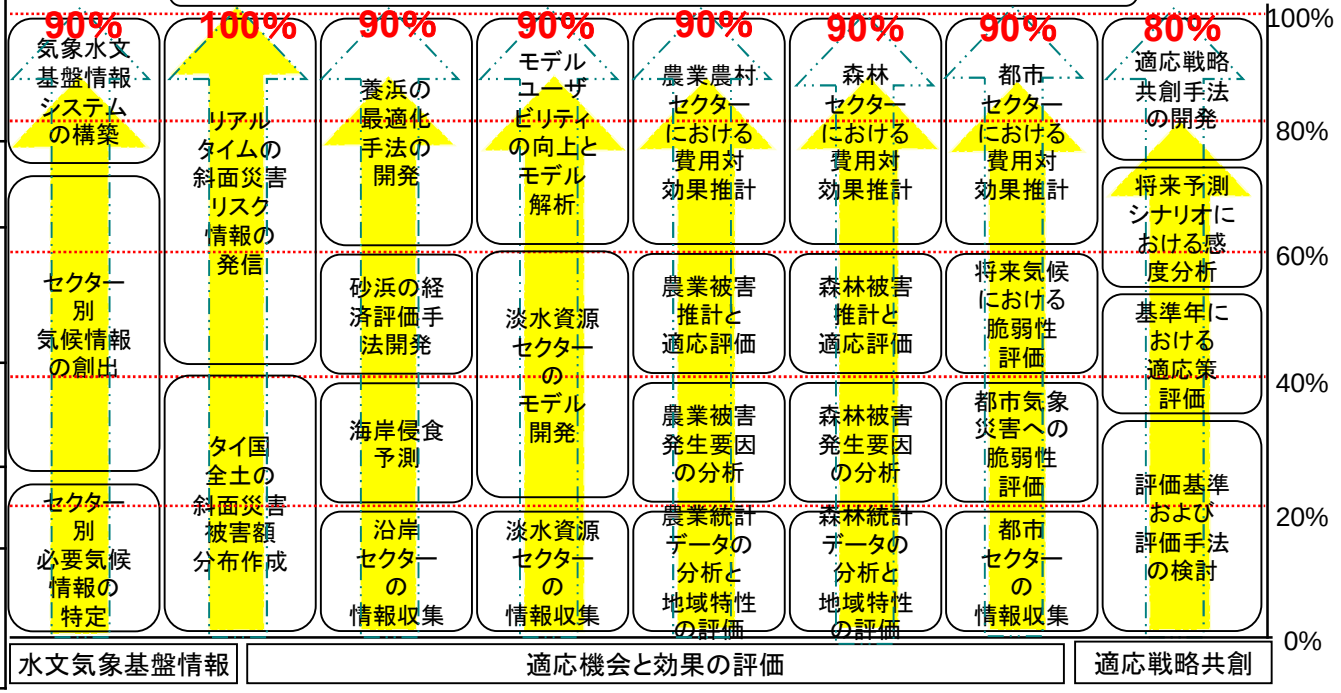
付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	・東南アジア地域の気候変動適応分野における日本のプレゼンス向上 ・海外進出する日本企業の気候変動リスク管理への優良事例の提示 ・気候変動適応策の費用便益推計の把握による日本政府への温暖化国際交渉時の基礎情報提供
科学技術の発展	・季節予報の限界を踏まえた予測情報の創出 ・水関連分野の気候変動適応策の費用便益情報の創出
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	・中進国における気候変動適応事例の蓄積 ・気象水文基盤情報システムの構築および運用技術の蓄積 ・IPCC　AR6への貢献
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日本の博士課程におけるキャリアパスの多様化や若手研究者のキャリアパスの拡大（国際会議での指導力、IF付雑誌への論文掲載）
技術及び人的ネットワークの構築	・気候変動研修センターとの連携による気候変動適応分野の人材育成支援およびそのASEAN地域におけるフォーカルポイントとしての機能向上
成果物（提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど）	・気象水文の観測および予測情報の統合管理手法 ・適応機会と効果を明示的に評価可能な手法 ・気候変動への適応戦略共創手法 ・タイ国の気候変動基本計画および行動計画への提言

上位目標

気候変動に対する強靭かつ持続可能な解決策の提示

タイ国の気候変動に対する行動計画策定および基本計画改定に本プロジェクトで開発された手法が利活用される

プロジェクト目標

統合的な適応策に資する技術開発および適応戦略共創の手法開発