

タイ

2016年度 外部事後評価報告書

技術協力プロジェクト (SATREPS¹)

「気候変動に対する水分野の適応策立案・実施支援システム構築プロジェクト (IMPAC-T)」

外部評価者：OPMAC 株式会社 中村 桐美

0. 要旨

本事業は、タイにおいて気候変動下における水文気象観測を行い、気候変動適応策の立案に資する研究の実施が求められる中、河川流量予測等に必要なシミュレーションモデルや技術の開発とその有用性の実証に基づき、治水・利水計画の立案から、農業セクターにおける洪水・干ばつ対策、防災セクターにおける洪水・土砂災害対策などの検討に、科学的根拠として幅広く利用可能な情報を提供するシステムの構築を行うことを目的としていた。本事業は、気象予測能力の向上や水資源に係る気候変動の影響評価のためのデータベースやモデルの開発等を掲げるタイの開発政策及び「環境管理体制支援」を重点分野とする日本の援助政策に合致しており、また、適切な水資源管理情報に基づく適応策の立案や政策判断というタイの開発ニーズにも合致しており、妥当性は高い。本事業では、事業完了時点までに、水文気象データ観測システムの整備、水循環モデル及び水関連リスク評価手法等の研究成果が達成され、水関連リスク軽減のための適応策立案を支援する水循環情報統合システムが、気候変動データセンターとして構築された。また、社会実装への取組みとして、本事業の実施機関による本事業の研究成果や開発されたモデル、日本人研究者から移転された解析技術等を活用した研究や水文気象データの解析等の活動が継続され、それらが、水資源管理や洪水・渇水対策、気候変動適応策を検討、実施する政府機関の政策・プログラムの立案に活用、反映されている。加えて、本事業の研究成果や整備された機材を活用して、博士論文の作成が行われるなど、若手研究者の育成に役立てられている。さらには、事業完了後においても、本事業に参加していた日本人研究者の指導の下、本事業に参加していたタイ側行政官が、より効果的な営農に向けたよりの確な水利用を検討するため、本事業で開発されたモデルの改良をテーマとした博士論文に取り組み、行政官の研究能力及び科学リテラシーの向上とともに、行政機関における科学的根拠に基づいた施策の立案という社会実装に向けた取組みが促進される、といった波及効果も見られ、本事業の有効性・インパクトは高い。本事業の事業費は計画内に収まり、事業期間は計画どおりであったことから、本事業の効率性は高い。本事業の実施機関である、KU、RID、TMD はいずれも研究体制及びモデルやデータ解析技術の活用体制を維持、強化しており、そうした活動に従事する人材の研究能力やデータ解析技術も維持されている。各実施機関は整備されたシステムや機材の維持管理費を確保し、また、研究活動や関連するデータ解析作業に必要な人員の確保に必要な予算は確保していることから、持続性は高い。

¹ SATREPS は、地球規模課題対応国際科学技術協力 (Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development)

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



気候変動データセンターのサーバーと
解析結果を示すディスプレイ

1.1 事業の背景

タイでは、乾季における渇水及び雨季における洪水に加え、天候不順といった気候変動の影響が増大することが懸念されている。特に、水災害の発生頻度や規模の拡大が予測されており、適切な水資源管理の必要性が高まっていた。一方で、タイにおいては気候変動長期モニタリングや気候変動に伴う水循環変動に関する水文気象観測、水循環・水資源モデルの構築は不十分であり、的確な気候変動適応策の立案に資する研究の実施が求められていた。こうした背景の下、本事業ではチャオプラヤ川流域を対象に、気候変動にも対応できる治水・利水計画の立案から洪水・土砂災害警報まで広く利用可能な情報を提供するシステムの構築を目指し、河川流量予測、流域の水位の予測等の必要な技術の開発とその有用性の実証への支援が行われた。

本事業は「地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム」(Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development : SATREPS)の一案件として採択され、科学技術振興機構(JST)と国際協力機構(JICA)の連携のもと実施された。同プログラムは環境・エネルギー、防災、及び感染症対策といったグローバルな開発課題への対処に向け、開発途上国と共同研究を実施し、途上国の能力向上を行うものである²。SATREPS 案件は、JST が設置する学識者の選考委員会が学術的な意義を評価し、案件採択を決定する。案件採択後も JST 及び学識者による SATREPS 案件への指導が継続的に実施された。

² JST ウェブサイト (<https://www.jst.go.jp/global/about.html>)

1.2 事業の概要

事前評価時点において SATREPS 案件にはプロジェクト・デザイン・マトリックス (Project Design Matrix : PDM) の作成が義務付けられていなかったが、本事業では PDM が作成され、日本側及びタイ側の関係者間で共有され、本事業の実施管理に活用された。本事後評価では、2012 年 5 月の中間レビュー後に改訂された PDM に基づき検証を行う。しかしながら、上位目標の設定も任意とされていたことから、PDM 上位目標は設定されたものの、上位目標の指標は設定されず、事業実施中に関係者間での上位目標に関する明確な合意もなかったことが確認された。したがって、本事後評価では、評価者が目標水準を設定し、上位目標の達成度はインパクトの一部として試行的に検証を行う。

上位目標	プロジェクトで開発されたシステムが気候変動下のリスクに対する意思決定や適応策策定を行うタイ当局に貢献する。	
プロジェクト目標	気候変動下の水関連リスクを軽減する適応策立案支援システムが開発される。	
成果	成果 1	気候変動にかかる水文気象観測能力が向上する。
	成果 2	水循環と人間活動を統合した水循環・水資源モデルが開発される。
	成果 3	気候変動の影響と人間活動を考慮した水関連リスク評価手法が開発される。
	成果 4	プロジェクトの手法や成果が普及され、タイ国における気候変動の影響への適応策に適用される。
日本側の協力金額	439 百万円	
事業期間	2009 年 4 月 ～ 2014 年 3 月	
実施機関	カセサート大学 (Kasetsart University : KU)、気象局 (Thai Meteorological Department : TMD)、王立灌漑局 (Royal Irrigation Department : RID)	
その他相手国 協力機関など	キングモンクット工科大学 (King Mongkut's University of Technology Thonburi : KMUTT)、ナレスワン大学、パヤオ大学、チュラロンコン大学	
我が国協力機関	東京大学、京都大学、東北大学、北海道大学、東京工業大学、福島大学、長崎大学、国立環境研究所	
関連事業	<ul style="list-style-type: none"> • JICA 開発計画調査型技術協力「チャオプラヤ川流域洪水対策プロジェクト」(2011 年 2 月～2013 年 6 月) • JICA SATREPS「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」(Advancing Co-Design of Integrated Strategies with Adaptation to Climate Change in Thailand : ADAP-T) (2016 年 6 月～2021 年 6 月) 	

1.3 終了時評価の概要

1.3.1 終了時評価時のプロジェクト目標達成見込み

終了時評価時点において、プロジェクト目標は達成された。本事業の研究成果を総合的にまとめたオンラインの水循環情報統合システムのソフトウェア開発は終了時評価時点までに完了した。2014年1月にKU内に水循環情報統合システムが気候変動データセンター（Climate Change Data Center：CCDC）として完成し、同センターのウェブサイトで、一般向けにデータや研究成果等が公開された。

1.3.2 終了時評価時の上位目標達成見込み（他のインパクト含む）

終了時評価では、上位目標の達成見込みについて明示的な言及はないが、社会実装に向けての取組みについて、①事業に参加する主要な政府機関による統合情報システムの活用状況または活用見込み、②研究の成果を活用するための協力体制の有無、の観点から見込みの判断を行った。終了時評価時点においては、①についてはRID及びTMDによる活用の見込みが示され、特筆すべき社会実装の例として、2011年に発生した洪水時に本事業の成果が、チャオプラヤ川流域管理マスタープランの改訂やRID洪水予報システムの構築に知見を提供したことなどがあげられた。

1.3.3 終了時評価時の提言内容

終了時評価において、事業実施期間中及び事業完了後に関する提言がなされた。

（事業実施期間中に行う活動に関する提言）

- ① 統合情報システムの管理枠組みの検討
- ② プロジェクトの成果の普及
- ③ 参加機関別機材リストの作成
- ④ 今後の研究テーマの検討
- ⑤ 統合情報システムへのフィードバックのとりまとめ
- ⑥ フラックス塔の管理

（事業完了後の活動に対する提言）

- ① KU、RID、TMDは統合情報システムの管理の枠組みで検討を開始した方針案を2015年3月までに最終化し、事業参加者に共有すること
- ② タイ側研究者は「今後の研究テーマ」として検討した研究の実現に向け努力すること
- ③ KUは、利用者からのフィードバックをとりまとめ、それらをもとに、統合情報システムの改善を図ること

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

中村 桐美（OPMAC 株式会社）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2016年9月～2018年1月

現地調査：2016年12月11日～12月23日、2017年6月18日～6月24日

3. 評価結果（レーティング：A³）

3.1 妥当性（レーティング：③⁴）

3.1.1 開発政策との整合性

事前評価時において、国家水資源委員会が策定した「水の国家ビジョン」において、2025年までに、生活の質の向上とすべての関係者の参加を考慮した、公平かつ持続可能な水資源利用を可能にする効率的な管理・組織・法的システムを通して、すべてのユーザーのために十分な品質と量の水を確保することが目指された。また、気候変動に関する政府間パネル（Inter-governmental Panel on Climate Change：IPCC）第4次報告（4th Assessment Report：AR4）の報告を受けて策定された「国家気候変動対策戦略（2008～2012年）」では、気象予測能力の向上、水資源に対する気候変動の影響評価のためのデータベースやモデルの開発、洪水・渇水のリスク評価と被害地域の特定がうたわれていた。

本事業の終了時評価時点で、天然環境資源省（Ministry of Natural Resources and Environment：MONRE）天然資源環境政策計画室（Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning：ONEP）により策定が進められていた「気候変動マスタープラン（2013～2050年）」⁵では、水資源管理は最も重要な気候変動適応策として位置付けられている。加えて、事業完了時に実施されていた、「国家経済社会開発計画（2014～2016）」においても気候変動に対する取組みが重視されていた。

このように、タイにおいては、事前評価時から事業完了時までにおいて、水資源管理の重要性が開発計画及び国家気候変動対策戦略で掲げられており、気候変動の影響評価に必要なデータやモデルを搭載した水循環情報統合システムの構築を目的とした本事業は、タイ政府の開発政策に合致している。

³ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁴ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

⁵ 事後評価時点の2017年6月現在において、内閣の承認プロセス中である。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

タイでは、洪水被害の増大、地下水の過剰汲上げによる地盤沈下、チャオプラヤ川の年流量の長期的な減少傾向と渇水、洪水年における大規模貯水池（含む、ダム）の適切な運用の必要性、メコン川の支流におけるダム開発問題、等が顕在化しており、適切な水資源管理情報に対する社会的ニーズは極めて大きい。

他方、事前評価時点において、MONRE、TMD、RID 等の関係機関が、気象・水文観測ならびに気象予測、洪水予警報に取り組んでいるものの、気候変動に対応可能な水災害・水資源管理能力を有するに至っていない。「国家気候変動対策戦略（2008～2012年）」において、タイ政府自身が、気候変動に関する政策判断に必要な情報や知見がタイにおいて不足していることを認識していることを示していた。

2010年12月にメキシコのカンクンで開催された国連気候変動枠組み条約第16回締約国会議（「カンクン合意」）では、気候データの収集・保存・分析・モデル化を目的とした研究と、より体系的な観測とを実施すること、国家・地域レベルの政策決定者に対し、より精密な気候関連データを提供することが提言されている。こうした国際的な気候変動に係る枠組みにおいても、より精密な気候関連データの提供が求められていることから、タイ政府が政策判断に必要な情報や知見へのニーズが高く、こうした必要なデータの提供を可能とする水循環情報統合システムの構築を目的とした本事業は、タイの開発ニーズに合致している。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

2006年5月に改定された外務省の「対タイ経済協力計画」の4つの重点分野のうち、「社会の成熟化に伴う問題への対応」として、「環境管理体制支援」があげられており、「中進国として、より積極的な環境管理の取組が必要となっていることから、都市環境改善、環境・防災に対して協力を行う」ことが掲げられた。また、外務省の「対タイ国別事業展開計画」では、タイのグローバル・イシューへの対応能力の強化によって、タイが積極的に地域・地球規模問題に取り組むことが東南アジア地域の持続的な成長と安定に裨益し重要であるとされ、防災・災害対応能力の強化は重点分野の一つに据えられた。JICAはこれらの方針のもと、気候変動に対する適応策・緩和策を含む、水資源・防災分野のキャパシティ・ディベロップメントへの幅広い支援を行っていた。

本事業で目的とする、気候変動への適応に向けた水循環情報統合システムの構築は、日本の対タイ援助政策に合致する。

以上より、本事業はタイの開発政策、開発ニーズ及び日本の対タイ援助政策と十分に合致していることから、本事業の妥当性は高い。

3.2 有効性・インパクト⁶（レーティング：③）

3.2.1 有効性

3.2.1.1 成果

事業完了時点における本事業の成果（アウトプット）の達成状況は以下のとおりであった。

成果 1：気候変動にかかる水文気象観測能力が向上する。

（指標）

- （1-1）気候変動影響評価の継続モニタリング推進にかかるタイ研究グループの役割が定義される。
- （1-2）継続観測に係る方法書、解説書、または学術論文が作成・提出される。
- （1-3）20名以上のタイ研究者が気候変動の継続観測にかかるシステム開発、運用および管理に必要な知識と技術を習得する。
- （1-4）準リアルタイム水文気象データ転送システムがチャオプラヤ川流域のTMD および王立灌漑局によりそれぞれの気象観測所に導入される。

成果 1 のすべての指標は達成され、成果 1 は達成された。

プロジェクトの研究活動を推進する 19 の研究グループが設置されたが、それぞれのグループの定義は、2011年5月までに完了した。フラックス観測、テレメトリ観測マニュアルが、2011年2月に観測チームにより作成された。25本の論文が終了時評価時点までにジャーナルに掲載された。

雨量推定技術の移転については、国内研修、本邦研修、ワークショップ、現地踏査等を通じて、延べ56名に移転され、フラックス観測については、本事業で建設したフラックス観測システムを用いて、グループ8のメンバー（5名）に対し、気候変動と土地利用の変化が水循環変動に与える影響評価の実施に必要な観測データの入手方法と分析技術の移転が行われた。

準リアルタイム水文気象データ転送システム（テレメトリ化）は、RIDの観測所24カ所、TMDの観測所4カ所、3つのプロジェクト参加機関が管理する4つのフラックス観測塔の計32カ所で導入された。

⁶ 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

成果 2：水循環と人間活動を統合した水循環・水資源モデルが開発される。

(指標)

- (2-1) チャオプラヤ川流域の水循環モデルが開発される。
- (2-2) 人間活動のモデルが開発され、水循環モデルに統合される。
- (2-3) 統合水循環・水資源モデルにかかる方法論、解説書、または学術論文が作成・提出される。
- (2-4) 統合水循環・水資源モデルによる流出量（年間流出量及び月別のピーク時流出量）が±20%以内の精度で推定される。

成果 2 の指標はすべて達成され、成果 2 は達成された。

第 11 研究グループによりチャオプラヤ川全流域を対象とした 5 分解像能水循環モデル (H08)⁷、第 13 研究グループにより京都大学が開発した陸面過程モデルをチャオプラヤ流域用に改良したモデル (Simple Biosphere including Urban Canopy : SiBUC)⁸が開発された。

さらに、H08 水循環モデルに人間活動（チャオプラヤ川の 2 つのダム、プミボンダムとシリキットダムの操作）を追加したモデルが開発され、統合水循環・水資源モデルに係る解説書として、「H08 マニュアル ユーザー編 (H08 Manual User's Edition)」がまとめられ、ウェブ上で公開された。モデルグループによりジャーナルに投稿された学術論文は 6 本であった。

また、H08 モデルを使用した、チャオプラヤ川全流域の過去（1981～2004 年）の流量再現の結果は、実績値と推測値の誤差は±20%程度であり、SiBUC モデルを使用した推測結果の平均は、年流量誤差 17.5%、ピーク月流量誤差 20.8%であり、実績値とモデルによるシミュレーション結果との誤差はおおむね目標値±20%以内に収まった。

成果 3：気候変動の影響と人間活動を考慮した水関連リスク評価手法が開発される。

(指標)

- (3-1) 水文気象データおよびシミュレーション結果が影響評価に統合される。
- (3-2) 現在および将来の災害ポテンシャルおよびリスク指数が定義される。
- (3-3) リスク評価および環境影響評価のための方法書、解説書、または学術論文が作成提出される。
- (3-4) 気候変動の適応策として準リアルタイムリスク指数が開発され、予警報システムに活用される。

⁷ 日本の国立環境研究所が開発したオープンソースの全球水資源モデル「H08」を改良したもの。

⁸ 生物圏モデル (Sib) に都市と水体 (water body) の効果を加え、陸面過程モデルの精度を向上することを目的として開発されたモデル。気象学では、都市キャノピーは、建物で覆われた空間を指す。

成果 3 の指標のすべては達成され、成果 3 は達成された。

成果 1、2 の活動により水文気象データ及びシミュレーション結果が準備され、これらの情報を用いた各種影響評価が実施された。

斜面災害のリスク評価については、第 16 グループにより、タイ北部山岳域、中西部山岳域、マレー半島西部及び中央部の災害リスクを確認し、斜面災害ハザードマップが作成され、被害の大きい地域（チェンマイ、ウタラディット、ペチャブーン各県）に配布された。海岸浸食のリスク評価については、第 20 グループにより浸食が発生しうる地域と被害の度合いがタイ全土で確認され、2013 年 11 月の仙台におけるプロジェクト・ワークショップで発表された。熱帯豪雨下における洪水及び渇水に関するリスク評価については、第 3 グループにより影響評価に使用するリスク指数が選択され、タイ 22 県の洪水・渇水リスクが確認された。

上述のリスク評価に関するジャーナルに投稿された学術論文は、14 本であった。

本事業により準リアルタイムリスク指数が開発され、予警報に活用された。具体的には、河川情報センター（Foundation of River and Water Basin Integrated Communications of Japan：FRICS）が「チャオプラヤ川流域洪水対策プロジェクト」の一環として、RID で開発した早期洪水予警報システムにおいて、本事業の流水解析結果が活用された。また、チャオプラヤ川流域の水文気象状態が準リアルタイムでホームページに掲載された。さらに、第 16 グループにより、クラビ県の土砂災害頻発地域において土砂災害発生伝達システムが構築された。

成果 4：プロジェクトの手法や成果が普及され、タイ国における気候変動の影響への適応策に適用される。

(指標)

(4-1) 水分野の政策立案者の間で IMPAC-T*の認知度が高まる。

(4-2) 協力体制にかかる合意に署名がなされる。

*IMPAC-T は本事業の英文名の略称

成果 4 の指標 1 は達成され、指標 2 は部分的に達成され、成果 4 はおおむね達成された。

IMPAC-T に対する認知度の向上については、タイの水分野政策立案者の間での IMPAC-T への認識が高まったことが確認された。2011 年 11 月に日本政府により JICA を通じて派遣された緊急現地被害調査に参加した本事業の日本人専門家による、本事業で実施中の洪水調査の途中経過の報告、本事業による IMPAC-T ワークショップの開催、第 2 回アジア太平洋水サミット(The 2nd Asia Pacific Water Summit：APWS)における「水関連災害の課題」のサブテーマに係るテクニカル・セッションへの出展が、認知度の向上につながった。特に、タイ首相の臨席の下、

洪水対策への科学技術の貢献の可能性についての議論が行われたことで、IMPAC-Tの貢献が政府関係者に認識されるようになった。RID及びTMDの上層部のIMPAC-T活動への参加も、認知度の向上に貢献した。さらに、タイ政府が開始した治水計画の検討において、本事業の専門家より洪水防止のためのダム貯水池操作を提案するなど、2011年の洪水発生後の洪水対策の検討に貢献したことも認知度の向上につながった。

他方、本事業の終了時評価報告書によれば、本事業の研究成果等の普及や適用に向けた協力体制の合意、署名については、本来、「個人として参加しているメンバーが今後継続して研究に参加できる枠組みを提供すること」が想定されていたとされ、より多くのプロジェクト参加組織を含む協力体制が求められていたと考えられる。本事業に参加した研究機関が個別の目的で協力体制を結んだ事例は複数あったが、フラックス観測に係る共同研究と観測タワー建設に係る協力のためにKUとパヤオ大学が覚書締結、KUとRID間のデータ共有に関する協定等、覚書や部分的な協定の締結にとどまった。

3.2.1.2 プロジェクト目標達成度

本事業のプロジェクト目標である、「気候変動下の水関連リスクを軽減する適応策立案支援システムの開発」は、本事業で整備されたRID及びTMDの観測所やフラックス観測塔から転送される水文気象データの保存や処理、本事業で開発したモデルのダウンロード、本事業で収集したデータやモデルを用いたシミュレーションの実施、各研究チームの成果のアップロード等を可能とする、本事業での研究成果を総合的に取りまとめたオンラインの「統合情報システム」を指す。本事業で計画され

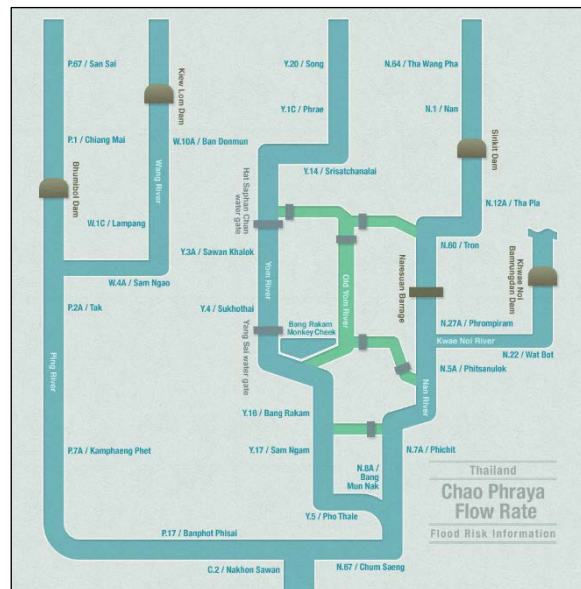


図1 CCDCのウェブサイトで更新されているチャオプラヤ川流量データ

た成果である、①気候変動影響評価や観測体制の整備による水文気象観測能力の向上、②水循環・水資源モデルの開発、③水関連リスク評価手法の開発、④本事業で開発した手法・モデルの関係者による認知及び協力体制の合意、はおおむね計画どおりに達成されており、本事業で目指した、これらの成果を総合的にまとめたオンラインの水循環情報統合システムのソフトウェアが開発され、同システ

ムは KU 内の CCDC として完成し、水関連リスク軽減に資する情報や研究成果等がウェブ上で公開された。

表 1 プロジェクト目標の達成度

目標	指標	実績
プロジェクト目標 気候変動下の水関連リスクを軽減する適応策立案支援システムが開発される。	指標 同システムによる水関連リスク軽減に資する情報や提言がウェブ上に公開される。	達成。 本事業の研究成果を総合的にまとめたオンラインの水循環情報統合システムのソフトウェア開発は終了時評価時点までに完了。 2014 年 1 月に KU 内に水循環情報統合システムが CCDC として完成。同センターのウェブサイトで、一般向けにデータや研究成果等が公開されている。

以上より、プロジェクト目標は達成された。

3.2.2 インパクト

3.2.2.1 上位目標達成度

前述のとおり、本事業では PDM は作成され、上位目標も設定されたものの、達成度を検証するための指標は設定されなかった。したがって、本事後評価では、本事業の上位目標は、本事業の研究成果の社会実装に向けた取り組みが行われることを期待したものととらえ、上位目標は「期待されたインパクト」として試行的に検証を行うこととした。すなわち、本事業で構築されたシステム、研究成果の活用状況・活用方法、科学的根拠としての政策・プログラム等への反映を「社会実装に向けた取り組み」とみなし、参考として本事業の実施機関を含め、関係機関における社会実装に向けた取り組みの状況をもって、上位目標の達成状況として評価を試みた。

本事業において、社会実装に向けた取り組みの重要性が関係者に認識され、具体化に向けて動き出したのは、2011 年のチャオプラヤ川の洪水であった。チャオプラヤ川流域における洪水の予測・予見可能性については、本事業では、2011 年時点では水文気象データの解析や水循環モデルの開発に向けた活動の途上であり、洪水をタイムリーに予見することは困難であった。加えて、TMD や RID の職員であるカウンターパートは、洪水対策への対応で忙殺され、本事業の活動が停滞することとなった。しかしながら、これを契機に、水文気象データの解析能力の向上の重要性がタイ政府当局に認識されたことから、本事業の研究成果である H08 モデルや、水文気象データの解析結果、各種シミュレーション結果等が、関係政府機関の政策・施策立案に活用されるようになった。

事後評価時点で確認された、事業完了以降実施機関による社会実装に向けた取り組みは以下のとおり。

(1) KU

KU は、本事業で習得した衛星画像データの分析・活用技術・方法を利用した地理情報システム（Geographic Information System : GIS）マップのウェブサイト上での公開・アップデートを行い、政府機関に活用されている。また、現在実施中である SATREPS 案件 ADAP-T において、KU は実施機関の一つとして参加しており、本事業のカウンターパートであった研究者が ADAP-T の活動にも加わっている。ADAP-T の事業活動において、H08 などのモデルや研究成果を活用し、土地開発局（Land Development Department : LDD）、災害防止・軽減局（Department of Disaster Prevention and Mitigation : DDPM）、地下水資源局（Department of Groundwater Resources : DGR）と協働で土壌管理、災害対策、地下水開発等の政策立案への反映に向けた「共創（Co-Design）」を行っている。ADAP-T における「共創」の概念は、まさに社会実装に向けた取組みであり、KU などの研究機関と政府機関の協働のもと、研究成果の活用が進められ、社会実装が図られている。

(2) RID

事後評価時点において、RID は本事業で整備したテレメトリ・システム⁹で収集されるデータの解析を継続し、本事業で開発した H08 モデル（チャオプラヤ川流域の水循環モデル）を活用して、洪水リスク管理を行っている。また、本事業のカウンターパートであった RID 職員は、H08 モデルを活用した農家向けの水利用の予測（作付けへの活用）モデルの研究を継続している。

(3) TMD

TMD は、本事業で移転された H08 モデルによる解析結果やデータ解析技術を活用した気象予測を TMD のウェブサイト上で公開し、各関係機関への情報提供を行っている。また、ONEP が策定中の気候変動対応計画（Climate Change Adaption Plan : CCAP）への情報提供を行っている。

本事業の実施機関以外の政府機関においても、本事業での研究成果が活用されていることが確認された。水資源局（Department of Water Resources）では、H08 モデルによる解析結果等を活用した干ばつ予測とその支援モデル、衛星画像を活用した干ばつ対策を行っている。また、上述の ADAP-T では、本事業で開発した H08 モデル等による降雨量等の科学的データの解析結果・予測・シミュレーションと地域の社会・経済データを統合し、地域ごとの適応策の検討に貢献している。具体的な例としては、洪水・干ばつに関する脆弱性マップを作成し、営農改善の検討を行う、などが挙げられる。

⁹ 対象から離れた地点から観測を行い、データを取得するシステム。観測対象地点に測定のためのセンサーや測定器・計測器及び測定データを電気信号などに変換して伝送するための送信機を置き、受信側に測定データを受信する受信機及びデータを蓄積、分析するためのシステムを設置する。

上述のとおり、上位目標の指標を「本事業で開発された水循環情報統合システム及び水文気象データの解析・シミュレーションモデルが科学的根拠に基づく長期的な政策の検討のためのツールとして活用される。」と仮定した場合、本事業の研究成果及び開発されたモデル等の活用による解析結果等が、複数の政府関連機関の政策・プログラムに参照されていることから、上位目標は達成されたと判断される。

表 2 上位目標の達成度

目標	指標	実績
上位目標 プロジェクトで開発されたシステムが気候変動下のリスクに対する意思決定や適応策策定を行うタイ当局に貢献する。	PDM 上では、指標は設定されなかったが、以下と想定して期待されたインパクトとして検証。 ・本事業で開発された水循環情報統合システム及び水文気象データの解析・シミュレーションモデルが科学的根拠に基づく長期的な政策の検討のためのツールとして活用される。	<ul style="list-style-type: none"> • KU:本事業で整備した KU の気候変動センターでは、水文気象データの収集・解析が継続して行われており、左記のとおり、IMPAC-T で整備したウェブサイトにより、データ提供が行われている。 • RID:洪水対策に H08 モデルを活用されている。 • TMD:水文気象データの解析に H08 モデルが活用されている。

3.2.2.2 本事業に関連する研究成果の活用

本事後評価では、社会実装への取組みと並んで、本事業の期待された正のインパクトとして、本事業に関連する研究成果の活用状況の検証を行った。事後評価時点で確認された、本事業に関連する研究成果の活用状況は以下のとおり。

(1) 水循環・水関連リスクに関する研究の継続状況、本事業での研究成果に基づく新たな研究への取組み、研究能力の向上等

KU では、本事業に参加した研究者の多くが本事業の後継案件である ADAP-T にも参加し、本事業の成果（データ、モデル）をベースにした研究を継続し、社会実装に向けた分析・解析に取り組んでいる。例としては、ADAP-T の事業活動として、気候変動対応の一環として、チャオプラヤ川上流域における洪水や干ばつなど水関連のリスク対策に向けたハザードマップの作成にあたり、H08 モデルを活用し、経済・社会活動、人口分布などのデータを組み合わせた分析を行っている。また、灌漑用水の管理を行う行政機関である RID においても、本事業のカウンターパートであった職員が、博士論文のテーマとして、H08 モデルの改良を行い、灌漑農業を行っている地域の社会・経済データを組み合わせることで、営農改善（水利用の可能性を予測し、最適な作付けを推奨する）を図るための解析を行っている。また、本事業に参加したチュラロンコン大学の講師（2 名）は、SiBUC を活用し、地下水、表流水の流出、水資源に関するデータの解析結果を灌漑用水管理に適用する研究を継続している。

(2) 本事業で構築されたシステム、研究成果による波及効果

若手研究者の育成という観点では、本事業で整備したフラックス観測塔で収集されたデータを活用した環境関連の研究が、ラチャブリ (KU)、ターク (NU)、パヤオ (PU) で継続されている。ラチャブリでは、KMUTT の学生が観測データを活用して博士論文を作成しており、本事業に参加した研究者がこれを指導している。なお、フラックス観測塔が設置されたナコンサワン (KMUTT) では、サトウキビ畑の中に設置されていたことから、地元農民が焼畑を行った際に焼失したが、KMUTT が自己予算で設置し、モニタリングを継続している。

この他、本事業に参加したカウンターパートの中にも、本事業に参加した日本人研究者の指導を受け、博士論文の作成を行っているケースがある。上述のとおり、本事業の RID のカウンターパートは、東京大学の博士課程に在籍し、H08 の改良モデルによる営農改善に関する博士論文に取り組んでいる。



写真1 ラチャブリに設置された
フラックス観測塔

3.2.2.3 その他のインパクト

(1) 自然環境へのインパクト

本事業による自然環境への正負のインパクトは、確認されていない。

(2) 住民移転・用地取得

本事業による住民移転及び用地取得は発生していない。

(3) クラビ県における早期警報システムの構築

気候変動の影響と人間活動を考慮した水関連リスク評価手法の開発を目指した成果3の活動の一部として、土砂災害の発生頻度の高いクラビ県において土砂災害発生リスクを住民に周知するための早期警報システムの構築が行われた。これは、住民のニーズに沿ったシステム作りを行うためのパイロット的な活動として実施され、土砂災害発生の可能性の高い山の斜面に雨量を計測する機器を設置し、たまった雨水の量を短波ラジオ信号を使い、ふもとの村への警報として伝達するものであった。事業完了後も村人により維持管理されていたものの、事後評価時点においてはセンサーのバッテリーが切れてしまい、機能していなかった。

本事業の実施により計画どおり効果発現がみられ、有効性・インパクトは高い。水循環モデルや水文気象データの解析等、本事業の各成果は計画どおり達成され、そうした水文気象データの解析結果や研究成果を公開・提供する水循環統合システムは計画どおり完成し、プロジェクト目標は事業完了時点までに達成された。また、社会実装への道筋として、本事業の実施機関による本事業の研究成果や開発されたモデル、移転された解析技術等を活用した研究や水文気象データの解析等の活動が継続され、それらが、水資源管理や洪水・渇水対策、気候変動対策を検討、実施する政府機関の政策・プログラムの立案に科学的根拠として活用、反映されている。加えて、本事業の研究成果や整備された機材を活用して、博士論文の作成が行われるなど、若手研究者の育成が行われるといった波及効果も見られた。

3.3 効率性（レーティング：③）

3.3.1 投入

表 3 本事業への投入

投入要素	計画	実績(事業完了時)
(1) 専門家派遣	長期専門家 1人(業務調整) 短期専門家 11人(チーフアドバイザー、研究計画、水文気象観測、水文・人間活動モデリング、影響評価・リスク評価)	長期専門家 1人(業務調整)、 短期専門家 16人(チーフアドバイザー、研修企画/地球観測、気候変動を考慮した地球観測、人間活動を考慮した水循環・水利用モデルの構築、気候変動と人間活動を含めたインパクト・リスク評価)
(2) 研修員受入	50名 (日本へのカウンターパート研修)	64名 (本邦研修、東京大学、京都大学、東北大学他)
(3) 機材供与	水文気象データ統合システム関連(サーバー、大容量記憶装置、等)準リアルタイム水文気象観測システム関連(通信機器、気象水文観測計器)、集中観測関連(超音波風速温度計、放射収支計、水質センサー、ウインドプロファイラ)	気象観測センサー(雨量計、自動気象ステーション、土壌水分計等)、フラックス観測装置 4 サイト、フラックス観測塔建設(パヤオ大学構内)、テレメトリ用 GPRS モデム、スペクトロ・ラジオメーター、センサー設置工事費用、水循環情報統合システム用機材(システム用サーバー、KU サーバー用プロジェクト・システム、データサーバー、等)
(4) 在外事業強化費	記載なし	35 百万円 (フラックス観測装置等、供与された研究用機材用の消耗品購入費、研究アシスタント人件費、タイ国内旅費、等)
日本側の事業費合計	合計 450 百万円	合計 439 百万円
相手国の事業費合計	記載なし	KU:サーバー及びGPS購入費、サーバーの運営・維持管理費(年間 100 万バーツ)、サーバールーム工事費用(100 万バーツ)、通信費・電気代(年間 45 万バーツ)、供与機材の保管料・送料、論文投稿に係る費用、第 16 研究グループが使用する資機材購入費(2 万バーツ) RID:サーバーの通信費・維持管理費用、テレメトリ装置の運搬・設置・工事費用 TMD:サーバーの通信費・維持管理費用

出所：事前評価表、終了時評価調査報告書

3.3.1.1 投入要素

(1) 日本側

専門家派遣については、長期専門家は当初計画どおり 1 名が派遣されたが、短期専門家については計画値 11 名から実績値 16 名に増加したものの、派遣分野には変更はなかった。研修員受入れについても、計画値 50 名に対し実績値 64 名に増加したが、計画ではどのような研修に何名派遣するかについての詳細は明記されていない。JICA の本邦研修、東京大学、京都大学、東北大学、北海道大学、農業環境技術研究所において、本事業の成果を産出するための活動に必要な技術移転を行う目的で実施され、確実な成果の達成につながった。機材供与については、各成果の産出に必要な雨量計やフラックス観測装置、テレメトリ・システム等が整備されるとともに、プロジェクト目標である、「統合情報システム」の構築に必要なデータサーバー等も整備された。

(2) タイ側

タイ側では、実施機関である KU、RID、TMD の職員及び研究者を中心とし、KMUTT、ナレスワン大学、パヤオ大学及びチュラロンコン大学の研究者が、本事業のカウンターパートとして合計 51 名参加した。KU 内にプロジェクト事務所が設置され、必要な事務機器が提供された。この他、各実施機関は本事業の活動・成果の産出に必要なデータの提供を行った。また、各実施機関は、必要な機材の購入費を負担するとともに、本事業で整備した機材の設置等の費用、機材の活用に係る費用（維持管理費等）を負担した。

3.3.1.2 事業費

本事業の事業費は、計画値 450 百万円に対し、実績値 439 百万円であり、計画内に収まった（計画比：98%）。専門家派遣と研修員の受入れで実績値が計画値を上回っているが、計画段階での投入量は明記されていないため、計画値との比較が行えない。いずれの投入の増分も、アウトプットの達成のための研究分野をカバーするために必要な追加投入であり、かつ、協力金額は計画内に収まっていることから、効率的な研究成果の産出につながったと考えられる。

3.3.1.3 事業期間

本事業は 2009 年 5 月から 2014 年 3 月にかけて実施され、事業期間は 4 年 11 カ月と計画どおりであった（計画値：100%）。

以上より、本事業は、事業費は計画内に収まり、事業期間は計画どおりであったことから、効率性は高い。

3.4 持続性（レーティング：③）

3.4.1 発現した効果の持続に必要な政策制度

「国家気候変動マスタープラン（2015-2050）」において、4つのミッションのうちの一つとして、「気候変動への適応、低炭素開発に役立つ知識、データベースや技術を開発する。」が含まれ、また、6つの適応戦略の一つに水資源が含まれている。これにより、水循環や水文気象データの情報統合システムによる提供やモデルを使った解析といった研究活動の推進が図られている。ONEPが策定中の「気候変動対応計画（CCAP）」は、水文気象データの解析結果を活用して検討されており、本事業で開発されたモデル等を活用したデータのシミュレーション・解析結果の提供が本事業の実施機関に求められている。

こうした気候変動対策に係るタイ政府の政策により、本事業の効果の政策・制度面からの持続性は確保されている。

3.4.2 発現した効果の持続に必要な体制

本事業の効果に鑑み、効果の持続に必要な体制として、①本事業で構築した統合情報システムの運営・維持管理体制、②本事業の研究成果に関連する研究体制、③本事業の研究成果の活用に関する政府機関と研究者の連携体制、の3つの観点から検証を行った。

（1）本事業で構築した統合情報システムの運営・維持管理体制

統合情報システムとして、各観測地点からデータが伝送されるデータを蓄積、分析するための「統合情報システム」(サーバー)は、KU内のCCDCに設置されており、維持されている。また、CCDCのウェブサイトでは、事業完了移行もデータの更新が行われており、水文気象データの収集・解析作業を行う体制は維持されている。

（2）本事業の研究成果に関連する研究体制

本事業のカウンターパートであったKUの研究者、TMD及びRIDの職員の多くが、ADAP-Tにもカウンターパートとして参加しており、水文気象データや水循環に関連する研究・解析に関連する活動が継続されている。さらに、社会実装に向けた取組みを推進する体制が整備されつつある。KUとRIDは、水文気象に関連する研究協力について協定を結んでおり、また、TMDはNUとも研究協力に関する覚書(MOU)を締結している。



写真2 ADAP-Tの活動にカウンターパートとして参加しているRID職員

(3) 政府機関と研究者の連携

上述のとおり、本事業の研究成果は、本事業に参加した KU と TMD、RID との連携体制を構築したにとどまらず、ONEP をはじめ、他の関連政府機関による本事業の研究成果やモデルを活用した解析結果に基づく科学的根拠の、水資源の利用、防災、洪水・干ばつ対策などの施策への反映が進められている。また、ADAP-T を通じて、地方レベルでの取組みを推進する体制が整備・強化されつつある。

3.4.3 発現した効果の持続に必要な技術

本事業の効果の持続に必要な技術について、①本事業の研究成果の活用に必要な技術・知識、②本事業の研究成果に関連する研究能力、③本事業の研究成果を政策に反映する科学リテラシー、の観点から検証を行った。

(1) 本事業の研究成果の活用に必要な技術・知識

本事業に参加した KU、TMD 及び RID 等のカウンターパートは、「統合情報システム」や H08 や SiBUC といった本事業で開発されたモデル等を活用するのに必要な技術・知識を維持している。KU では、気候変動データセンターを維持管理し、「統合情報システム」に蓄積されたデータの解析・シミュレーション結果等を関係政府機関への提供を行っている。RID では、本事業で導入したテレメトリ・システムを活用したモニタリングを継続しており、灌漑用水管理における洪水・干ばつ対策を行っている。TMD では、H08 や本事業で移転された衛星画像データの活用に関する技術を気象予測等に適用し、TMD の通常業務の精度の向上につなげている。

(2) 本事業の研究成果に関連する研究能力

本事業に参加した実施機関及び関係機関の本事業の研究成果に関連する研究能力は、維持・向上している。上述のとおり、本事業に参加した KU、KMUTT、ナレスワン大学及びパヤオ大学の研究者は、本事業で整備した機材を活用した研究活動を継続している。また、本事業で整備した機材を活用した研究を行い、博士論文の作成に取り組んでいる学生への指導を行うなど、若手研究者の育成も行っている。加えて、本事業に参加した RID のカウンターパートは、本事業完了後、本事業の研究成果を活用し、博士論文の執筆を行い、個人レベルでの研究能力も向上している。

(3) 本事業の研究成果を政策に反映する科学リテラシー

上述のとおり、TMD、RID にとどまらず、ONEP をはじめとする気候変動対策関連の政府機関において、水資源開発、防災、農業向け洪水・渇水対策の検討の際に、科学的根拠として、本事業の研究成果やモデルを活用したデータのシミュレーション・解析の結果の活用が進められており、政府機関における科学リテラシーの向上が見られる。さらに、ADAP-T を通じて地方政府機関の科学リテラシーの向上が図

られつつある。

3.4.4 発現した効果の持続に必要な財務

本事業の効果の持続に必要な財務については、①本事業で整備した機材・設備の維持管理及び②本事業の研究成果に関連する活動、の観点から検証を行った。

(1) 本事業で整備した機材・設備の維持管理

本事業で整備された気候変動センター（特にデータサーバー）の運営維持管理については、必要な人件費と維持管理費（データサーバー室の冷房用の電気代、月 10 万パーツ程度）は、設置された KU により確保されている。RID に供与されたテレメトリ・システム、サーバー及び PC は、事業完了後、RID の資産として登録され、維持管理費は RID の予算として計上され、確保されている。テレメトリ・システムが設置された 1 観測所当たりの年間予算は 1.2 万パーツであり、本事業で設置された 20 カ所で合計 24 万パーツとなっている。TMD に供与されたテレメトリ・システム（4 カ所に設置）は、事業完了後においても、TMD により活用されているものの、TMD の資産として登録はされておらず、維持管理費用は確保されていない。TMD では、維持管理費用の確保のため、供与された機材の登録の必要性は認識していたが、人事異動の際に新任の管理者に十分な引継ぎが行われず、登録手続きが行われていなかった。なお、事後評価時点では、登録手続きが開始されていることが確認された。PC 等については耐用年数を超えていることから、すでに使用されておらず、維持管理費は発生していない。フラックス観測塔 4 カ所は、1 カ所を除き維持・活用されており、移管された KU、KMUTT、パヤオ大学はいずれも維持管理費を確保している。焼失した観測塔についても、KMUTT は自己資金で再設置し、観測を継続している。

(2) 本事業の研究成果に関連する活動

本事業に参加した KU、RID 及び TMD のいずれにおいても、本事業の研究成果がそれぞれの業務に活用・適用されており、本事業に参加したカウンターパートの多くは本事業に関連する活動を継続しており、各機関は活動に係る人件費等の費用を確保している。また、研究成果の活用を含めた、社会実装への道筋への取組みとして、JICA の支援による ADAP-T が実施されており、ADAP-T の事業予算による、更なる研究への支援が行われている。

個人レベルでの研究能力の向上については、本事業の RID のカウンターパートによる博士課程での研究費の一部は、タイの研究機関である農業研究開発機構（Agricultural Research Development Agency : ARDA）の助成を受けている。

以上より、本事業の効果の持続性は、政策・制度面、体制面、技術面、財務面で問題は見られず、持続性は高い。

4. 結論及び教訓・提言

4.1 結論

本事業は、タイにおいて気候変動下における水文気象観測を行い、気候変動適応策の立案に資する研究の実施が求められる中、河川流量予測等に必要なシミュレーションモデルや技術の開発とその有用性の実証に基づき、治水・利水計画の立案から、洪水・干ばつ対策、洪水・土砂災害対策などの検討に、科学的根拠として幅広く利用可能な情報を提供するシステムの構築を行うことを目的としていた。本事業は、気象予測能力の向上や水資源に係る気候変動の影響評価のためのデータベースやモデルの開発等を掲げるタイの開発政策及び「環境管理体制支援」を重点分野とする日本の援助政策に合致しており、また、適切な水資源管理情報に基づく適応策の立案や政策判断というタイの開発ニーズにも合致しており、妥当性は高い。本事業では、事業完了時点までに、水文気象データ観測システムの整備、水循環モデル及び水関連リスク評価手法等の研究成果が達成され、水関連リスク軽減のための適応策立案を支援する水循環情報統合システムが、気候変動データセンターとして構築された。また、社会実装への取組みとして、本事業の実施機関による本事業の研究成果や開発されたモデル、移転された解析技術等を活用した研究や水文気象データの解析等の活動が継続され、それらが、水資源管理や洪水・濁水対策、気候変動対策を検討、実施する政府機関の政策・プログラムの立案に活用、反映されている。加えて、本事業の研究成果や整備された機材を活用して、博士論文の作成が行われるなど、若手研究者の育成が行われている。さらには、事業完了後においても、本事業に参加していた日本人研究者の指導の下、本事業に参加していたタイ側行政官が、より効果的な営農に向けたよりの確な水利用を検討するため、本事業で開発されたモデルの改良をテーマとした博士論文に取り組み、行政官の研究能力及び科学リテラシーの向上とともに、行政機関における科学的根拠に基づいた施策の立案という社会実装に向けた取組みが促進される、といった波及効果も見られ、本事業の有効性・インパクトは高い。本事業の事業費は計画内に収まり、事業期間は計画どおりであったことから、本事業の効率性は高い。本事業の実施機関である、KU、RID、TMD はいずれも研究体制及びモデルやデータ解析技術の活用体制を維持、強化しており、そうした活動に従事する人材の研究能力やデータ解析技術も維持されている。各実施機関は整備されたシステムや機材の維持管理費を確保し、また、研究活動や関連するデータ解析作業に必要な人員の確保に必要な予算は確保していることから、持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関などへの提言

なし。

4.2.2 JICA への提言

なし。

4.3 教訓

社会実装への道筋の取組みに向けた関係機関の巻き込み

本事業では、研究機関である大学（KU）のみならず、研究成果としての水文気象データの解析結果や開発された水循環モデル等を通常業務に活用する政府機関（TMD、RID）を実施機関として巻き込んだことから、研究成果の活用の方向性を事業実施の中で検討することができ、さらに、気候変動対策を所管する政府機関（ONEP）や水循環に関連する水資源開発、防災、洪水・渇水対策（農業）といった分野に関連する政府機関に、科学的根拠に基づいたデータを提供し、政策・施策への反映を行う体制づくりに貢献した。さらに、本事業に引き続いて実施されている ADAP-T では、プロジェクト・デザインとして、社会実装への取組み（地方政府等との協働による研究成果を活用した施策の検討・立案）を意図した事業活動が組み入れられており、これは本事業の取組みでの効果を反映したものである。SATREPS のプロジェクト・デザインにおいては、社会実装への道筋を意識した取組みに向けて、事業で実施する研究内容、期待される研究成果の活用を想定し、事業の実施体制と事業完了後の研究成果の活用への体制づくりを、明確にすることが望ましい。かつ、案件計画段階から、支援を行う JICA がそうした取組みの重要性について日本側研究者と対象国側研究機関、関係機関等、関係者の理解を促し、調整を図ることが求められる。

以上