

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)
研究課題別終了評価報告書

1. 研究課題名

微生物学と水文水質学を融合させたネパール・カトマンズの水安全性を確保する技術の開発

(2013年5月20日～2019年9月30日)

2. 研究代表者

2-1 日本側研究代表者：風間 ふたば（山梨大学大学院総合研究部国際流域環境研究センター 教授）

2-2 相手国側研究代表者：Narendra Man Shakya（ネパール連邦民主共和国 トリブワン大学工学部 教授）

3. 研究概要

本プロジェクトは、エネルギーと水資源に制約があるネパール都市部のカトマンズ盆地において、1) 水安全性の診断技術を適用した水安全性マップの作成、2) 現地の浄化潜在能力を引き出した「自立・分散・小規模水処理システム」の開発および適地への試験的導入を目指す。

さらに、それら適地における水処理システム導入の評価を水安全性マップへフィードバックし、人口増加や災害にも耐えうる安全な水の連続供給を可能にする仕組み（カトマンズモデル）を構築する。

本プロジェクトは下記5つの研究題目から構成されている。また、各研究題目（1）～（3）の成果をひとつの水安全性マップに統合し、どのような水質の地域に対して、どのような水処理手法を組み合わせるかという水処理システムの設計方法を明確にするための「統合タスクフォース」が中間評価を経て追加されている。

- (1) 水資源診断
- (2) 水質診断
- (3) 微生物・公衆衛生診断
- (4) 水処理技術の開発
- (5) 水処理導入シナリオと社会経済評価

4. 評価結果

総合評価：A（所期の計画と同等の取組みが行われている）

本課題では、カトマンズ盆地における水供給の安全性を確保することを目的とし、水処

理システム (Locally fitted, Compact, Distributed system ; 以下、LCD システムと称する) が開発された。カトマンズ盆地の地下水の水質が多様であることを踏まえ、本課題では気象・水文等の視点、水質・汚染状況の視点、病原性微生物の視点から地域の水安全性マップを作成し、その特性に基づいて簡易分散型の LCD システムが最適設計・整備された。

LCD システムには、地下水からの窒素除去システムの開発など実践的な技術開発が行われて、一定の技術的インパクトがあったと評価する。また、作成された水環境特性分布マップは有用性が高く、水行政に応用性が高いといえる。

本課題の採択時、LCD システムを導入するには社会的な受容性・経済的妥当性を評価することが採択条件に付された。そこで、本課題では新たに同評価を担当するサブグループ (3章記載の (5)) が追加され、住民アンケート・インタビュー調査等が実施された。このサブグループによる LCD システムに関する社会経済調査は当該地域における初めての取り組みであり、その社会経済指標は重要な知見となりうる。

また、中間評価を受けて、各研究成果の効果的な統合を担当する統合タスクフォースが新たに構成された。これにより、どのような水質の地域に対して、どのような水処理手法を組み合わせるかという LCD システムの設計方法が明確化され、当該地域に LCD システムを水平展開するための準備が進んだと評価する。

各サブグループからの研究成果も適切に取りまとめられ、国際誌へ計 50 編以上も投稿されていることから、学術的アウトプットが高いレベルにあると評価する。日本側・ネパール側学生の修士号や博士号取得者も多いことから、研究・人材育成面での成果も高いといえる。

しかしながら、プロジェクトの成果物である水安全性マップが、プロジェクト終了後も継続してカトマンズ盆地内の水問題解決に向けて活用されるのかやや懸念される。水安全性マップの利用・更新の所管先、想定する利用者への公開方法・範囲を、日本側研究メンバーの助言の下、ネパール側カウンターパートが明確化することが重要かと考える。

また、LCD システムのモニタリング・維持管理についても、責任を持つ機関がどこか、短期的な活用方針をどうするのか (例えば既存の 6 カ所での実証実験の研究継続、LCD 水処理装置の研修ツールとしての活用など) といった課題も明確にすることが重要である。

本プロジェクトは、設立された統合タスクフォースなどを通して、カトマンズ盆地における水行政の官学連携強化に貢献しており、プロジェクト終了後もこうした連携・協調する仕組みが維持・継続されることを期待する。

4-1. 国際共同研究の進捗状況について

本課題では、水安全性マップの情報を踏まえて、どの水質浄化技術を LCD システムへ組み込むのが判断された。水安全性マップの作成に際しては新規性の高い技術も適応され、関連する学術論文の投稿や学会発表なども活発に行われていることから、相手国研究者との共同研究が高い水準で行われたと評価する。その要因として、長期・短期の本邦研修・

トレーニングなども積極的に行われたこと、サブリーダー間の定期的な打ち合わせによる信頼関係の構築が寄与したと考えられる。

人材育成面では、相手国研究代表機関のトリブワン大学の大学院生・学部生が日本での研修および調査研究に参画してきた。プロジェクト終了後も、彼らが継続的な発展の担い手になり、本研究分野における論文投稿や学会発表が継続されることを期待する。

4-2. 国際共同研究の実施体制について

本プロジェクトの相手国ステークホルダーは多岐にわたる（トリブワン大学3学部、給水省、カトマンズ盆地給水管理理事会、カトマンズ盆地水道公社、NGO など）。また、日本側研究メンバーも、山梨大学の教授陣に加え、他大学の研究者や民間企業の専門家が含まれる。こうした実施体制下においても、両国間でコミュニケーションが円滑かつ効果的に行われたと評価できる。これは両国研究代表者らの強いリーダーシップのもと、研究メンバー間のコミュニケーションが円滑に行われた結果であると考えられる。

特に、プロジェクト開始時に両国のグループリーダーがディスカッションの機会を設け、「役割・作業分担の明確化」と「能力強化を含む詳細な共同研究計画の策定」を行ったサブグループもあった。その結果、同グループからは共著論文の投稿・学会での共同発表が毎年定期的に行われている。この経験から、良好なチームビルディングが、効率的な共同研究や効果的な成果達成に貢献するという教訓が得られた。

本課題の開始2年目に発生したネパールの地震によって、プロジェクトが一時中断した。その他、大地震の前年度の調査データが使用できなくなるなどのアクシデント、政治問題に端を発した国内混乱といった外部要因から研究実施に遅れが生じた。その影響を最小限に食い止め、6カ月遅れではあるがほぼ計画通りの進捗まで取り戻したことも評価したい。

ただし、ネパール側ステークホルダーの組織間連携については、コミュニケーションが所属組織レベルでなく個人レベルに留まっており、各所属組織における日常業務に追われてプロジェクト活動に十分参画できなかったという課題も見受けられた。多様なステークホルダー間でのコミュニケーションの強化・連携推進は国際連携研究の要であることから、本課題での経験を SATREPS 全体で共有することが必要と考えられた。

4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

カトマンズ盆地では、人口が密集し、用水量の確保および水質改善が喫緊の課題となっている。当該地域において、水需給の予測や地下水の汚染状況（水質および微生物）がマッピングされた水安全性マップが作成され、LCD システムの開発・実証に取り組んだことは、現地の社会的なニーズを捉えた取り組みであると評価できる。特に、LCD システムの水浄化技術の一つである水素酸化脱窒による窒素除去は、新規性のある手法として評価できる。

本課題では、6つのサイトでLCDシステムの試験的導入が行われ、日本で育成された研究者、実務者がその運営に携わった。住民意向調査からも、実験的に導入したLCDシステムを継続的に運用していきたいと希望する現地コミュニティも現れており、社会実装の観点から望ましい傾向といえる。

また、カトマンズ盆地では国家計画として大規模な導水計画（メラムチ計画）が進んでいるものの、現時点では計画に遅延が生じていること、計画が完了しても水総量が不足することが予想されていることから、本研究の重要度は高いといえる。

しかしながら、各LCDシステムの試験的導入には初期段階から地域協同組合などが参画しているが、LCDシステムの中には水素ガスの定期供給が必要となるものが含まれるなど、その持続的運営・維持管理・水安全性の認証（基準）にやや懸念が残る。

4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

本課題では、本邦での長期・短期研修へ参加したカトマンズ盆地水道公社の職員らが、同公社浄水場に試験導入されたLCDシステムの設計に携わり、その施工・運転・維持管理を主導的に担うまでに至った。

これは、研修制度を利用した相手国プロジェクトメンバーの招へいや、LCDシステム運営にかかるマニュアルの整備が、キャパシティビルディングおよび社会実装に向けた取り組みに寄与した結果といえる。特に、本課題では短期研修・長期研修が戦略的に計画・実施されており、本課題のために設置した候補者選定委員会に属する日本側・ネパール側のプロジェクトメンバーが各研修に適任な候補者を選定・推薦している。こうした研修候補者の選定方法は、SATREPS全体で共有することが重要と考えられる。

同公社では、導入されたLCDシステムを水処理装置の職員研修ツールとして活用するといった方針も明確になっていることも社会実装の観点から望ましいと評価する。

4-5. 今後の課題・今後の研究者に対する要望事項

- 両国研究代表者がリーダーシップを発揮して本プロジェクト全体を統括した実績や、供用機器が有効に活用されていることを踏まえると、両国研究機関による研究継続には問題がないと考える。
- 本プロジェクトで試験的に導入されたLCDシステムの一部については、その運用・維持管理の責任をだれが持つのかが不明確であった。本懸念点については日本側研究メンバーの助言を踏まえ、ネパール側カウンターパートが明確にすることを期待する。
- 本課題にて取得された貴重なデータをマッピングした水安全性マップの運用・更新をどの機関が担当するかについても、終了評価の時点では必ずしも明確になっていない。水安全性マップが継続的にカトマンズ盆地の水政策に用いられるためにも、同マップの所管先、想定する利用者への公開方法や範囲を、日本側研究メンバーの助言の下、

ネパール側カウンターパートが明確化することを期待する。

- 本課題からは、世界各国・地域にて問題となっている水供給問題に有用な情報が取得され、有効な水処理方法が開発されたと評価する。今後、この成果を他の地域や国に横展開することは極めて有意義であると考え。そのためにも、本研究のどの部分が地域に特化した方法か (customize)、どの部分が他の地域でも共通的な手法として活用できるのか (commonize) を明確にし、本研究成果を他の地域に展開する道筋を明らかにすることを期待する。

以上

研究課題名	微生物学と水文水質学を融合させたネパール・カトマンズの水安全性を確保する技術の開発
研究代表者名 (所属機関)	風間 ふたば 山梨大学 大学院総合研究部附属 国際流域環境研究センター
研究期間	平成26年4月～平成31年3月
相手国名／主要相手国研究機関	ネパール/トリブバン大学(TU) 他

付随的成果	
日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> ・リバーズ・インベーション ・グローバル水ビジネス展開力の強化 ・国内水問題の解決
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> ・微生物、水文学、水質学の融合による新領域の創出 ・水安全性診断、水処理システム、社会経済学的導入シナリオ・効果検証をパッケージ化したカトマンズモデルの開発
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> ・知的財産における特許出願、取得
世界で活躍できる日本人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> ・水問題解決策を理解し、実践できるグローバル人材育成
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> ・相手国学生および研究者の留学、研修によるスキルアップとネットワーク構築 ・ワークショップ、シンポジウムの主催
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> ・査読付論文掲載 ・書籍出版 ・国際会議のChair ・招待講演 ・受賞 ・新聞・雑誌・TV

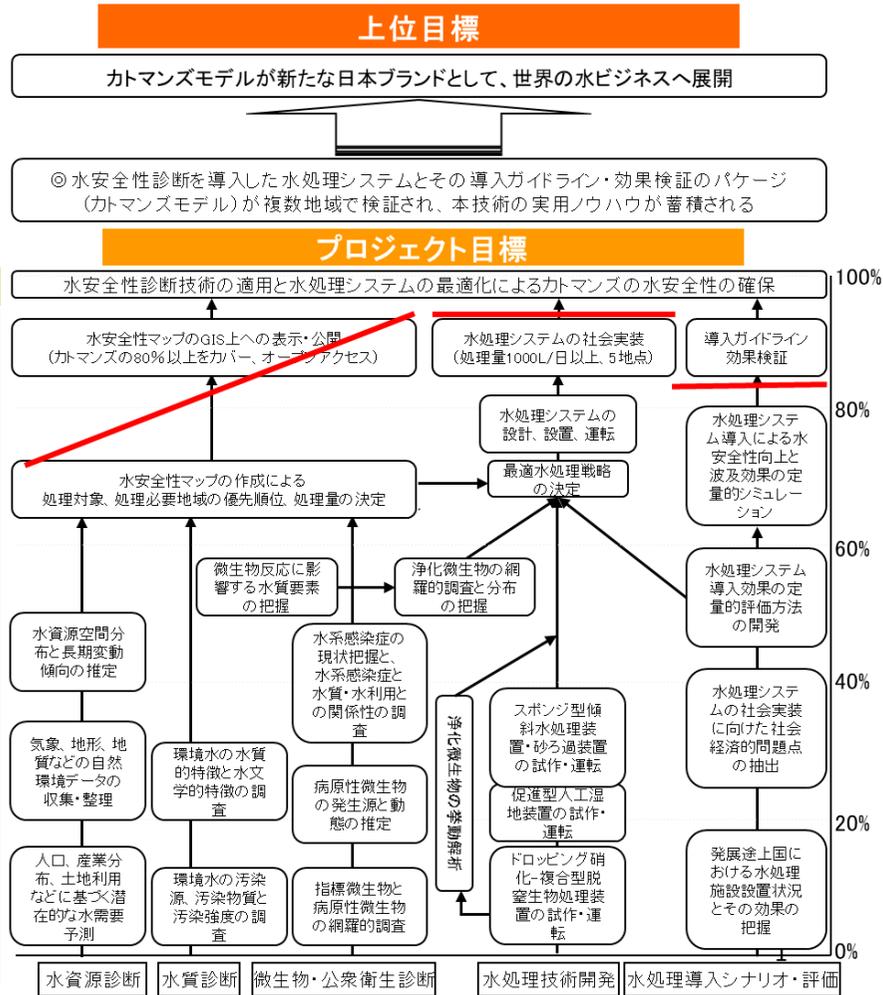


図1 成果目標シートと達成状況(2019年5月時点)