

## 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

### 研究課題別中間評価報告書

#### 1. 研究課題名

「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

本プロジェクトでは、エネルギーと水資源に制約がある開発途上国のネパール都市部であるカトマンズ盆地において、水安全性を診断する技術の適用による水安全性マップの作成と、現地の浄化潜在能力を最大限に引き出した自立・分散・小規模水処理システムの開発と適地への試験的導入、さらにはこの適地への水処理システム導入の評価を水安全性マップにフィードバックさせながら、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)を構築することを目的とする。

プロジェクトは下記の5つの研究題目から構成されている。

- 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)**

2015年に発生したネパール大地震と新憲法公布に端を発する国境付近の物流阻害の影響で、半年以上にわたって現地での研究が困難な状態となり、大幅な遅れを余儀なくされた。その後、各ワーキンググループで研究内容や計画自体の見直しを行うとともに精力的に研究を進めた結果、データの取得は着実に進み、それに基づいた解析も進んでいる。両国の研究

代表者のリーダーシップは高く、人材育成と技術移転を先に進めて遅れを挽回する努力が行われた。しかしながら、プロジェクト後半に予定されていた水処理システムの実証試験も研究期間内での結果取得が危ぶまれるため、研究期間を当初の計画から6ヶ月間延長することが認められた。その前提で考えると、中間時点としては当初の目標に見合う成果を上げてきていると評価できる。

ただし、本プロジェクトの要素技術の一つであるLCD (Locally-fitted, compact and distributed) 水処理システムの実証実験のサイトが一部未定であり、仕様、運営管理体制も確定していない部分があるなどの遅れが心配される。本プロジェクトで開発した技術を組み合わせて水処理を行った場合の、コストを含めた装置の持続性検証に関してもこれからである。研究後半では、水安全性マップなどこれまでの研究で得られた知見を組み合わせ、どこにどのようなLCDを設置していくかという設計システムの構築に向けて研究を効果的に発展させる必要がある。

日本側機関と相手国機関との連携は強く、相手国機関の意識も高いと思われるが、水安全性マップは完成後も更新が必要であるため、相手国のどの機関がそれを維持管理するかについてもプロジェクト終了までには道筋をつけておく必要がある。水質特性や社会特性に基づいた統合的な最適システム的设计は本研究の目玉でもあり、他地域へのカトマンズモデルの水平展開の核となる方法論であることから、早期の成果創出を期待したい。

#### 4-1. 国際共同研究の進捗状況について

プロジェクト開始2年目に発生したネパールの地震によって、研究が一時中断したほか、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があり、またその後の政治問題に端を発した国内の混乱もあって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は評価したい。ネパールではこれまで、水供給に係わるデータの取得や科学的分析が不十分であったが、ワーキンググループによって進捗の差異はあるものの、多くの新たな知見が論文として発表されている。一方、水処理技術はまだ要素開発の段階であり、窒素・鉄・濁度の除去への複合的なシステムでの取り組みは始まったばかりであるが、水素酸化脱窒やアナモックス菌による嫌気性酸化脱窒の複合化によるアンモニアの除去など興味深い知見も生まれている。

プロジェクトの前半でアクシデントが生じたため、研究実施の遅れに対応して、マップ化される水質項目の絞り込み、現地適応型水処理システムの目標処理能力の変更、水処理システム導入効果の評価の多面化など、研究内容や計画に変更がなされたが、いずれも研究をブラッシュアップする方向での修正であると判断される。また、全体を統合して水処理システムの導入戦略の妥当性を評価するために、当初予定されていなかった、全WGの代表メンバーからなるタスクフォースを構成し、活動を開始したことは評価できる。

カトマンズ盆地ではODAによるメラムチ川からの給水計画が進行している。本プロジェクト開始直後にはこの計画の実現性は不透明であったが、予定どおりに水が供給されるとの想

定に基づき、本プロジェクトのLCD水処理システムの実証実験対象地を早急に決定すべきである。5カ所を予定しているが現時点で候補地が決定されていない実証実験もあり、早期にすべてのサイトを決定して実験に着手していただきたい。

#### 4-2. 国際共同研究の実施体制について

日本側の研究代表者とネパール側の研究代表者のリーダーシップは高いと判断される。日本側の研究代表者は大地震という予期しない事態に直面しても状況をよく把握し、研究の遅れを回復すべくリーダーシップを発揮した。ネパールの大学と効果的に連携しており、現地でのサンプリング等を相手側で行えるようになった点は評価できる。また、ネパール側のリーダーも指導力を発揮して運営が行われている。相手国政府も取り込んだ研究体制の構築は高く評価できるが、開発された成果の活用のためには、相手国の行政の現業部署の参画をさらに強める必要があるだろう。

大地震と物流阻害の影響はあったが、研究費の執行や機材の導入などは効率的に進められている。但し、一部トリブワン大学に導入された機器について、使用頻度が低く、必ずしも有効に活用されているとはいえないものもある。ネパール側は実際的なトレーニングを望んでおり、山梨大学が指導を継続する予定であるが、プロジェクト後半では、導入した機材が効率的に利用されるよう人材育成やトレーニングなどにさらに留意する必要がある。

#### 4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

本プロジェクトの当初の提案時には、カトマンズ盆地の水安全性を診断して浄化に適した水処理技術を開発するものだったが、採択後に独立したワーキンググループを加え、社会経済性評価を行って、水処理技術の導入シナリオを描くことが追加された。カトマンズへの社会実装を確実なものとするべく、現在は全体を統合するタスクフォースを構成しているところであり、その議論を通して統合化した最適なシステムの設計などを含む今後の進むべき方向性が具体化されることを期待したい。

研究の方向性について、地下水を使ったコミュニティ単位の小規模スケールでの浄水確保を実現するという構想は評価できるが、その浄化効率を確保するための管理・維持体制やコストを今後どのように考えるかが課題である。研究されているLCD水処理システムのうち、硝化・脱窒を組み合わせたアンモニア除去装置などは、そのモニタリングも含めてコミュニティ独自で管理するのは工夫が必要であるように思われる。また、殺菌、滅菌処理をエンドユーザーに任せるシステムが想定されているが、供給サイドで実施する必要がないかについてもよく検討されたい。

今後見込まれる成果として、水資源の需要、水質、生物的安全性などに関して地理情報への表示に向けた取り組みが進んでいるが、今後その情報を活かすために必要な情報の選択や、それに基づくLCD水処理システムの仕様策定に必要な知見の取得が社会実装に向けて重要になる。本プロジェクトで採用しているLCD水処理システム導入のアプローチは、ネパールに

とどまらず、大規模集中型の水インフラの導入が困難な途上国に対して極めて有用であり、それらへの波及と適用が期待される。我が国においても小規模な水処理に応用できる可能性があるかもしれない。

国際的な人材の育成に関しては、両国とも若手研究者の参加が多く、また中心的な活動を担っている。多くの日本人学生が、卒業論文、修士論文、そして博士論文の研究の対象として、本研究の各課題を分担し成果を出している。国際経験をもつ若手研究者の育成には非常に熱心だと言え、人材育成の視点からこれまでの活動を高く評価したい。

#### 4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

山梨大学をあげての支援体制が構築されており、これまで28名の研究者を相手国から招へいた実績がある。うち8名は70-85日の長い研修を行うなど、積極的な人材育成が行われている。これまで全てのワーキンググループにおいて、ネパール側と密接な連携のもとに研究が進められ、プロジェクト終了後の彼らの自立に向けて、技術移転も精力的に行われていると見受けられる。原著論文でも、相手国研究者が主著の論文や共同執筆の論文が多数出版されている。また大学だけでなく、実際の水管理を行っている行政機関の人材育成を行っている点は評価できる。

一方、ネパール側に供与される機材がプロジェクト期間終了後にどのように運用・維持されていくのか気がかりである。また今回作られる水安全性マップは期間終了後も更新される必要がある。本プロジェクトが進行する中で、カトマンズ盆地上水管理委員会(KVWSMB)は自らネパール側に研究予算を付けるとともに、水研究センター(仮称)の設立を計画しているが、これはネパール側の本プロジェクトに対する熱意と関心の高さの証左である。このセンターを運用の中心とできる可能性もあるが、プロジェクト終了後も日本側チームとの人的交流を継続させ、ネパール側の自立を支援できる体制をプロジェクト期間中に作っておいて欲しい。

#### 4-5. 今後の課題・研究者に対する要望事項

大地震による研究の遅れ等に対応して、研究計画が適切に見直されているが、LCD水処理システムのカトマンズへの導入を通して、コスト面も含めた現地での適用性の実証が、本プロジェクト後半の最も大きな課題となる。ネパール側との調整・協力のもと、その実証実験がすみやかに実施されることを期待する。今回開発されつつある、水素を使った脱窒や、アナモックス反応を用いた脱窒は有望な手法であるが、現地のコミュニティーにとってはモニタリング手法を含めたこれらの維持・管理には困難が予想される。開発されるLCD水処理システムの普及は課題のひとつであり、このようなシステムが市内に増えることを前提として、民間の専門業者の育成を図ることも1つの将来的な選択であろう。

水安全性マップからは、どのような技術が不足しているかを改めて明確にする必要がある。たとえば、微生物に関する水質基準および殺菌処理の必要性については今後よく検討された

い。

このカトマンズ市域での研究で明らかとなった、水の用途に応じた多様な水質の確保とそれらの使い分けに関する知見を踏まえ、メラムチ計画と LCD 導入は相互補完の関係にあると見られるので、日本の一連の ODA として、JICA のメラムチ計画のチームと本プロジェクトのチームは補完関係を互いに意識して、密接な連携・協力のもとにそれぞれのプロジェクトを進められることを期待する。また、各ワーキンググループの成果を統合して最適なシステム構築をする手法を確立することが、本手法を他地域に水平展開するためのカギとなる。タスクフォースが構成されたことは評価するが、そのプロジェクトを俯瞰した導入戦略にかかる成果を早急に示して欲しい。

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/トリプワン大学(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"> <li>・リバーズ・イノベーション</li> <li>・グローバル水ビジネス展開力の強化</li> <li>・国内水問題の解決</li> </ul>
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> <li>・微生物、水文学、水質学の融合による新領域の創出</li> <li>・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</li> </ul>
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"> <li>・知的財産における特許出願、取得</li> </ul>
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水問題解決策を理解し、実践できるグローバル人材育成</li> </ul>
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・ワークショップ、シンポジウムの主催</li> </ul>
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"> <li>・査読付論文掲載 ・書籍出版</li> <li>・国際会議のChair ・招待講演</li> <li>・受賞 ・新聞・雑誌・TV</li> </ul>

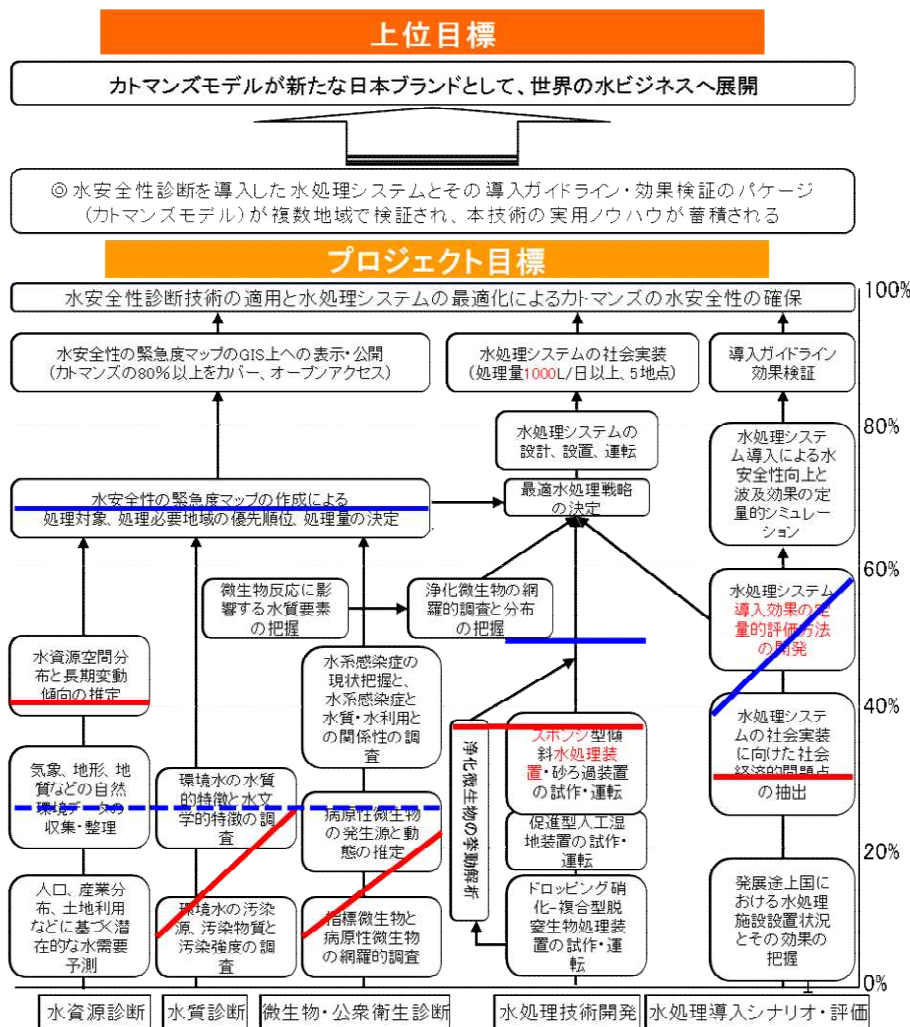


図1 成果目標シートと達成状況(2017年3月時点)