

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究課題別終了時評価報告書

1. 研究課題名

「マルチモーダル地域交通状況のセンシング、ネットワーキングとビッグデータ解析に基づくエネルギー低炭素社会実現を目指した新興国におけるスマートシティの構築」

(2017年06月～2022年09月)

2. 研究代表者

2. 1. 日本側研究代表者： 坪井 務

(名古屋電機工業株式会社 新事業開発本部 プロジェクトリーダー)

2. 2. 相手国側研究代表者： Uday B. Desai

(インド工科大学ハイデラバード校 (以下、IITH) 名誉教授)

3. 研究概要

インドでは、経済の著しい発展とともに交通量増大による環境破壊や、死亡事故等のネガティブインパクトが社会的課題となっている。本プロジェクトでは、これまで把握が困難であった都市交通の実態を最新のセンシング技術を活用したビッグデータ解析によって把握し、インド全土に共通の交通量把握の手法を確立することに取り組む。さらに、すでに広く使われている携帯端末を活用し、公共交通を含む交通手段のマルチモーダル化（複数の交通手段の連携）へ向けたシステムを構築する。これらを用いて新興国に適合した都市交通を実現するコンソーシアム活動へ発展させ、低炭素スマートモビリティの実現を目指す。

具体的には、アーメダバード市で地域交通最適化を検討し、スマートシティモビリティの仕組みを構築、その成果をハンドブックにまとめることで、インドで推進されているスマートシティ施策を支援する。また、日本とインドの連携を強化することで、インドと同様の交通渋滞問題で悩む他の新興国への国際事業展開の足掛かりとするとともに、日本の高齢社会におけるマルチモーダル化に活かす。

本プロジェクトは下記の4つの研究題目で構成される。

- (1) マルチモーダル交通センシングとモニタリング技術の開発
- (2) マルチモーダル交通流のビッグデータ解析
- (3) マルチモーダル交通管理と情報提供
- (4) 交通インフラ整備との連携を軸としたスマートシティ構築の提案（ハンドブック）作成と実施

4. 評価結果

総合評価：A+ (所期の計画をやや上回る取り組みが行われ、大きな成果が期待できる)

車両の凝集による車両の重なりが高頻度に発生するインドにおいて、高精度のセンシング技術を開発し、ビッグデータ解析により交通状況を明らかにするなど、大きな技術成果を上げた。今後、これらの技術が十分な波及効果を発揮するためには、標準化、全体システムの構築、ビジネスモデルの創生等が必要と思われるが、これらは相手国政府のニーズにマッチしていることから、行政側との様々な協議を通じて早期に実用化されることが期待される。

アーメダバード市で予定されていた信号機制御等の大規模実証は、安全面の配慮から代替手法により実施し、全ての研究題目において所期の計画を達成した。

今回のプロジェクトで得られたマルチモーダルシナリオ（地下鉄利用と駅への移動の Bus, Autorickshaw への転換を想定）に基づき、アーメダバード市の交通部門での二酸化炭素排出量削減の推算を行ったことは評価できる。ワークショップやハンドブック発行等の社会実装に向けた活動も積極的に行い、ベンガルール都市 ITS (Intelligent Transport Systems) の ODA 案件の受注へつなげた。社会実装に向けて一步を踏み出す段階まで至ったことは高く評価できる。今後日本企業が参入する交通インフラ関係の分野を拡大するきっかけとなることが望まれる。

以上のとおり、科学技術と社会実装の実現の両面において優れた成果が得られ、特に社会実装については所期の計画を上回っていると評価する。

4-1. 地球規模課題解決への貢献

科学技術研究の成果は十分に得られており、今後、インド特有の都市交通の実態を、交通センシングとビッグデータ解析により把握し、信号機制御等による交通管理・情報提供によるマルチモーダルへの交通分散を図ることができれば、課題解決に与える科学的・技術的インパクトは非常に大きいと考えられる。

国際会議や原著論文での発表に加え、ODA 白書への掲載や、第 5 回日インド交流会議での本プロジェクトの紹介、SATREPS のタイ国林課題との合同シンポジウム開催等を通して、国際社会に成果を発信している。また、すでにインドの他の州、都市からも関心が寄せられており、成果が広く活用されれば、二酸化炭素排出削減に大きく貢献する。

本プロジェクトは都市の個別事情を配慮したシステムチューニングと信号システムの普及を目指しているため、ここで得られた研究成果をどのように適用するかは地域、国ごとに異なる。交通管理・マルチモーダルへの交通分散は東南アジア等においても共通の課題であり、インドにおける実証事業は、同様な問題を抱える新興国の大きな関心を集めるものと考えられる。

車両の凝集による車両の重なりが高頻度に発生するインドにおいて、実際の交通データを利用して、従来では認知できなかった二輪車を含む車両検出精度 80%以上を達成したことや、夜間においても高い検出検知率（手前側車線で 9 割以上、奥側車線で 8 割以上）を達成したことは高く評価できる。

4-2. 相手国ニーズの充足

インドでは交通渋滞が二酸化炭素排出を含む環境の悪化や交通事故などの深刻な社会課題を引き起

こしているため、これらの課題を解決する交通インフラ整備や交通管理等へのニーズは高い。特に IT 技術の活用が期待されており、本プロジェクトの成果は相手国ニーズに十分応え得る。

アーメダバードでの実証実験やワークショップ（アーメダバード、ハイデラバードで開催）を通して、アーメダバード市行政（以下、AMC: Ahmedabad Municipal Corporation）およびアーメダバードスマートシティ開発公社（SCADL: Smart City Ahmedabad Development Ltd.）、ハイデラバード警察等とは極めて良好な関係にある。IITH が技術を継承担当するアーメダバードの交通解析等は社会実装の具体化に近い状態にあり、インドの各地方からの引き合いも複数ある。また、日本側研究代表機関（企業）が受注したベンガルール都市 ITS の ODA 案件（2023 年 6 月から 5 年間の O&M）では、本プロジェクトでの研究成果（信号制御、情報表示システム）の実証が行われる予定である。

今後に向けた持続的な研究体制、組織は構築されていないが、企業側は受注案件対応、日本側大学は国際共同研究提案、インド側大学は交通解析の実施など、継続的に発展させる関係性は構築できた。相手国研究代表機関である IITH に供与されたテストベッドは有効に活用されており、交通分野の研究・産学連携に力を入れている IITH は、開発力と共に社会実装への意欲も高い。

成果物であるハンドブックは、すでに関係機関等への配布と説明が進められている。研究代表者による地方都市行政サイドへの入り込みも素晴らしく、すでに他地域からの引き合いもあり、政策への反映やハンドブックの利用は継続的に進んでいくことが期待できる。今後、導入先が施策として取り組む項目やロードマップ案等の提言まで展開できるとよい。

公共交通機関へのモーダルシフトの促進には社会的なコンセンサスも必要であり、同様な目的の技術開発は様々な形で世界的に進められていると考えられる。特に画像認識技術の進歩は早く、自動車やバイク等のモビリティの電動化、自動運転技術の一部搭載等の普及も今後急速に進むと思われる。それらの中でも本技術の特徴を活かし、さらなる技術開発を進めつつ、本プロジェクトの成果がこれらの状況の変化にも対応して社会実装されることを期待する。

4-3. 付随的成果

本技術は交通問題のみならず、様々な分野に応用できるものとする。また、研究代表機関が企業であることから、日本側の産業の海外展開にも貢献する可能性がある。日本とインドの本分野での連携や、日本ではできない実験とデータの入手ができたことは日本にとっても意義がある。ただし、日本の企業側の関連がどこまで発展するか、また、日本で実装できるかについては未知数であり、今後の課題である。日本人の人材育成については標準的なレベルである。

知財の獲得や国際標準化の観点からは、意識は十分であるものの、現在はローカルな課題を都度解決していくスタイルになっている。地方の行政サイドとも信頼関係があり、交通関連データやカメラ映像データを入手できている点は高く評価できるので、引き続き、現在の優位性を維持し、参入障壁をしっかりと構築することが望まれる。

成果は学術論文、国際会議、ODA 白書等、様々な形で発信されているが、原著の共著論文がやや少なかった（6 報）。ハンドブックは高いレベルでまとめられており、すでに関係機関等への配布と説明が進められている。交通画像データのインターネット上への公開等も成果の 1 つと言える。

相手国の大学、行政・政策サイド、交通運営サイドなど幅広い人的ネットワークを構築できており、日本が将来国外の交通分野でさらなる事業展開を図る足がかりになるものと評価できる。

交通渋滞が劣悪な他地域で参考にしてもらえるよう、教育機関や政府機関の関係者を通じてネットワークをさらに広げてほしい。

4-4. プロジェクトの運営

プロジェクト発足当初は、日本側研究者の専門は交通工学、インド側は情報工学という異分野同士での構成であった。その後インド側に交通工学の研究者が加わり、さらに研究題目に対応したグループごとに両国からリーダー、コリーダーを指名することにより交流が進み、交通工学と情報工学の専門家間の連携も深まった。研究代表者がリーダーシップを発揮し、インド国内での積極的な活動、特に AMC 等の関係機関への頻繁な訪問等を通じて良好な関係を築いたことは高く評価できる。また、定期的なオンライン会議を通してそれぞれの研究題目グループのとりまとめを綿密に行った。

信号機制御の実証実験が交通の安全性の問題で実施できないことになったが、シミュレーションにより各種制御方式の比較を行うことにより、一定の成果を得た。さらに、成果物であるハンドブックが作成され、すでに関係機関等への配布と説明が進められている。複数の引き合いもあり、短期的には成果の活用が期待できる一方、電化や自動運転等の進展について不確実性も残ると思われ、長期的な成果活用の検討が望まれる。

加えて、ホームページの活用、ニュースレター発行（14 件）、アーメダバード、ハイデラバードでのワークショップ開催等、活発な情報発信を行い、マスメディアでも数回取り上げられた。人材、機材、予算の活用については、相手国の力も引き出しながら適切に配分している。

5. 今後の研究に向けての要改善点および要望事項

- 1) 社会実装に向けて大きな期待ができるが、技術変化が激しい世界であり、また、スマートシティは世界の巨大企業の競争が激しい世界でもある。信号機や可変情報板という企業側の従来のビジネスモデルに加えて、より大きなシステムや様々なアプリ等の新たなビジネス機会が想定されるが、まだ道筋が見えていない企業のビジネスモデルに今後どうつなげるか検討を要するであろう。本プロジェクト終了後もインドでの活動を切らすことなく、引き合いや相談のある様々な芽を育て続け、民間ベースのさらなるビジネス展開を期待する。
- 2) アーメダバードの地下鉄工事の完成が遅れ、本プロジェクト終了までにモーダルシフトに関する十分なデータを取得することができなかった。近々、地下鉄工事の完成と高速鉄道との接続が予定されているので、プロジェクト終了後もインド側研究機関と連携し、貴重なデータが得られるよう研究の継続について検討していただきたい。これらのデータを用いて、渋滞緩和だけでなく公共交通機関への誘導や、さらには排気ガスにより誘発される健康被害低減にも貢献できるよう、交通工学を活かした総合的な視点でスマートシティ構築に取り組んでほしい。また、アーメダバードのスマートシティに本プロジェクトで研究開発された技術が数多く採用されれば、インパ

クトが大きい。研究及び社会実装の両面で今後の展開に期待したい。

- 3) ある特殊な地域にのみ適用できる画像処理技術、信号制御による交通コントロール、スマートシティだけではなく、あらゆる地域、異なる分野（防犯、軍事、安心・安全等）にも適用できるような、科学技術としてのユニバーサルな原理、法則、理論へと昇華して行って欲しい。
- 4) 知財化できる、汎用システム、全体システム、OS、あるいは標準化などを検討し、その上で新しいビジネスモデルを構築していくことが重要である。たとえば、リキシャだけでなく、牛、馬、犬、ドローン、セグウェイ等、あらゆるものを認識できる AI システムができれば、全ての成果が集約されるのではないか。

以上

JST成果目標シート

研究課題名	マルチモーダル地域交通状況センシングとビッグデータ解析に基づくエネルギー低炭素社会実現を目指した新興国におけるスマートシティの構築
研究代表者(所属機関)	坪井 務 (名古屋電機工業)
研究期間	H28採択(平成29年4月1日～令和4年9月30日)
相手国/主要相手国研究機関	インド/インド工科大学(ハイデラバード校)

付属的成果

日本政府、社会、産業への貢献	・低炭素の都市・地域づくり(スマートモビリティ)の実現 ・日本企業による成果の事業化
科学技術の発展	・地域ITSと適応信号制御によるインド国(新興国)に最適な交通管理システムのシナリオ構築 ・新興国への地域最適化技術の応用
知財の確保、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	・市域最適化帯工信号制御方式・交通量評価用センシング技術・信号機、制御機器 ・地域インフラ道路情報へのアクセス
世界で活躍できる日本人材の育成	・国際的に活躍可能な日本側の若手研究者の育成(国際学会での指導力、レビュー付雑誌への論文投稿など)
技術及び人的にネットワークの構築	・日本企業によるインド地元企業との協働ビジネスの確立(Make in India & Made in Indiaの実現) ・アーメダバード市行政との連携を足掛かりに、他都市への展開を目指す
成果物(提言書、論文、プログラム、データなど)	・交通量に応じた適応信号システム(アルゴリズム、試作、実証、提言) ・交通システムと情報ネットワークの連携(実証、提言) ・インドの渋滞メカニズムの解明(データ、論文) ・プローブ応用技術(実証、論文)

上位目標

インドでのスマートモビリティの仕組みを他の同様な交通渋滞問題で悩む新興国にも紹介し、日本企業のインドを含む連携を強化することで、新興国での国際事業への足掛かりとする。

アーメダバード市での地域交通最適化検討したハンドブックによるスマートモビリティの仕組みの展開として、その規模をインド全体に拡張することでインドスマートシティ施策への支援とする。

プロジェクト目標

交通渋滞による環境破壊・経済損失・社会損失への対策として、交通情報の可視化とICTの活用によるマルチモーダルシフトを都市レベル(アーメダバード市)で検証し、市域交通システムの低炭素化を御膳2030年目標20~30%を実施しうるシナリオの構築をプロジェクト目標とし、その後の長期的な展望として2040年には40~50%を見据えたものとする。そのためのスマートモビリティハンドブックの作成と持続可能な仕組みを構築する。

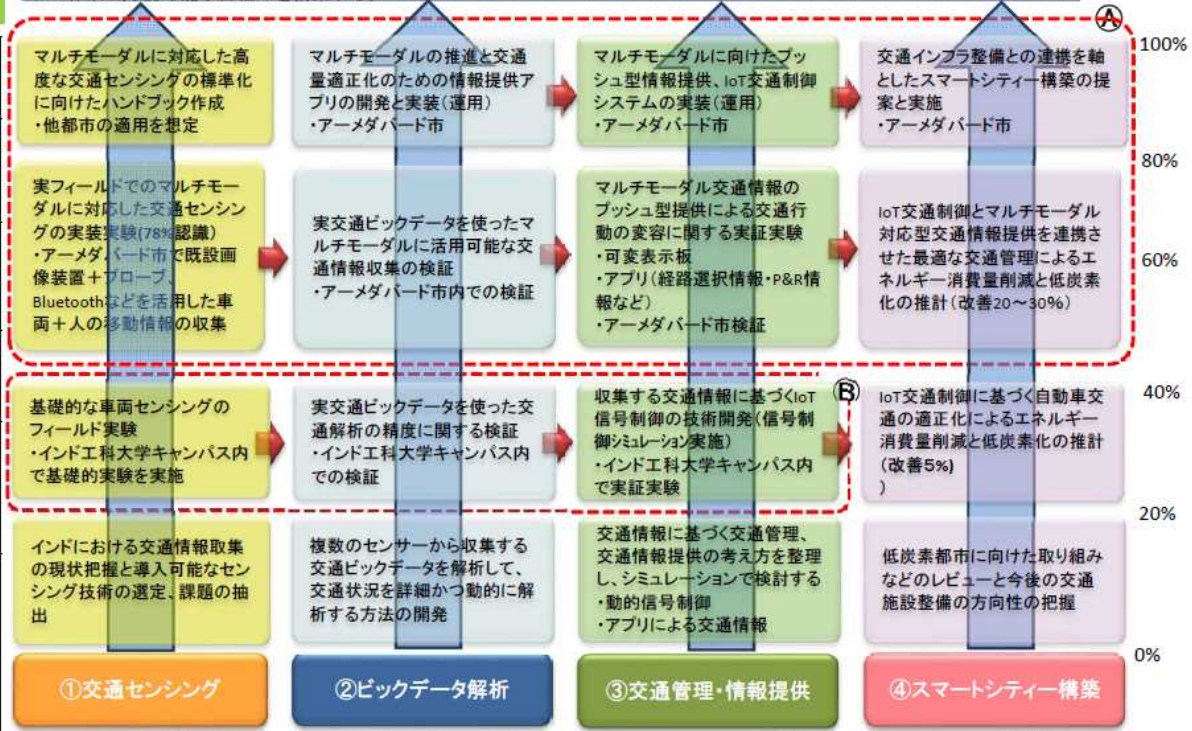


図1 成果目標シートと達成状況 (2022年9月時点)