

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「低炭素社会の実現に向けた高度エネルギーシステムに関する研究」

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」

採択年度：平成 28 年度/研究期間：5 年/相手国名：インド共和国

平成 29 年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

平成 29 年 6 月 26 日から平成 34 年 6 月 25 日まで

JST 側研究期間^{*2}

平成 28 年 6 月 1 日から平成 34 年 3 月 31 日まで
(正式契約移行日 平成 29 年 4 月 28 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年度末

研究代表者：坪井 務

名古屋電機工業株式会社・プロジェクトリーダー

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

研究題目・活動	参考	H28年度 (6ヶ月)	H29年度	H30年度	H31年度	H32年度	H33年度 (12ヶ月)
研究題目1: 交通センシング	日	現状把握	車両センシング技術の選定				
研究活動1-1: 対象都市におけるマルチモーダル交通センシングに関する研究	名		車両センシング方法のインド工科大学ハイデラバード校キャンパス内で基礎的実験				
研究活動1-2: IITHキャンパス内の基本的な車両センシングの実証実験	日						
研究活動1-3: 実フィールドへのマルチモーダルトラフィックセンシングの実装(BRTおよびMETRO開発を含む)	日			アーメダバード市で既設画像装置+プローブ、Bluetoothなどを活用した車両+人の移動情報の収集			車両センシングの標準化案
研究活動1-4: 実フィールドにおける車両と人物の移動情報の収集	日					他都市への拡張	
研究題目2: ビッグデータ解析	日	現状把握	情報収集・分析		ビッグデータ解析モデルの確立		
研究活動2-1: マルチプルセンサから収集されたトラフィックビッグデータの分析	日						
研究活動2-2: IITHキャンパス内の実際のトラフィックビッグデータを用いたトラフィック分析精度に関する研究	日		交通ビッグデータ解析のインド工科大学ハイデラバード校キャンパス内での基礎的実験				
研究活動2-3: マルチモーダルトラフィックに利用可能な交通情報収集及び解析手法の検証[アーメダバード]	日			アーメダバード市での交通情報収集・ビッグデータ解析			ビッグデータ処理の提案書
研究活動2-4: マルチモーダルシフトを推進し、交通量を最適化するエコ経路探索システムの開発と実装[アーメダバード]	名					実運用・改良	
研究題目3: 交通管理・情報提供	名	現状把握	動的交通情報シミュレーションモデル				
研究活動3-1: 収集交通情報の動的信号制御とアプリによる交通情報のシミュレーションによる評価	日		シミュレーションモデル作成				信号制御・情報提供アプリ実運用のための提案書
研究活動3-2: 収集する交通情報に基づくIoT信号制御の基礎的フィールド実験による評価	名		インド工科大学ハイデラバード校キャンパスでの基礎的フィールド試験				
研究活動3-3: 交通情報のプッシュ型提供による交通行動の変容に関する実フィールドでの検証	名			アーメダバード市での交通行動変容への効果検証			
研究活動3-4: マルチモーダルに向けたプッシュ型情報提供、IoT交通制御システムの実装(実運用)	名					実運用・改良	
研究題目4: スマートシティ構築	名	現状把握	取り組み方策のレビューと交通施設整備の方向性の把握				
研究活動4-1: 低炭素都市に向けた取り組みなどのレビューと今後の交通施設整備の方向性の把握	名						
研究活動4-2: IoT交通制御に基づく自動車交通適正化によるエネルギー消費削減と低炭素化の推計	日		交通制御に基づく低炭素化改善量の推計	※改善量XX%			スマートシティ構築の提案ハンドブック
研究活動4-3: IoT交通制御とマルチモーダル対応型交通情報提供の連携による低炭素化量の推計	日			交通制御・交通情報提供連携に基づく低炭素化改善量の推計	※改善量XX%		
研究活動4-4: 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	名					他都市への拡張	
関係者参加によるワークショップの実施	名		国際学会(11月) ■ ワークショップ(1月) ■	ワークショップ準備	実施	フィードバック	実施
プログラム成果報告	全				中間報告		最終報告

名: 名古屋電機、日: 日本大学、全: 全体、※改善量は2030年目標に対するバックキャストを検討

——: 太線は実施済み ←——: 細実線はオリジナル ←- - - -: 赤破線は見直し

全体として、オリジナル計画に対し約半年~1年の遅延が発生している。

原因は、現地側との予算配分に伴う調整不足によるものであったが、2017年10月にて全体調整完了し、進捗挽回に向けた相互意志確認を行い推進することの確認を行った。

(2) プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

インド工科大学ハイデラバード校 (IITH) 内での基礎実験の内容の詳細を決定する段階で時間を要したため、研究に必要な機材調達の確定が遅れたため、IITH 内での基礎実験を次年度から実施せざるを得ない状況になった。このため、既存機材による基礎研究およびアーメダバード市において一部入手した交通データによる交通流の解析を先行して実施した。既存機材は、日本大学の 3D センサー (レーザ) を用いた車両認識技術の検討およびインド工科大学ハイデラバード校 (IITH) の交通画像データから AI (人工知能) を用いたディープラーニングによる 2 輪車の認識技術の適用可能性の検討を行った。運転者の所有するスマートフォン搭載されたブルートゥースや無線 (WiFi) の信号より得られる ID 情報を受信するレーバ、新規設置予定の交通流モニタカメラおよび CCTV 等のセンシング装置、市民を対象にスマートフォンにダウンロードし、行動パターン認識に使用するマルチモーダルアプリケーション (ソフト) の調達は、次年度に実施する予定である。

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

(1) プロジェクト全体

本年度での主な達成状況を個別研究題目/研究グループの項目にて説明を記載する。

1) 2 輪車のセンシング技術の検討の実施

従来の交通流の観測は、超音波あるいは赤外線を用いた車両感知器によるセンシング結果や路側に設置される車両モニタカメラ画像の解析によるセンシング結果に基づいて行われており、対象も 4 輪以上の車両とするのが一般的である。本プロジェクトでは、新興国 (インド) を対象としていることから、交通車両の半数近くを占める 2 輪車両のセンシングが不可欠であり、2 輪車両のセンシングを行える技術の検討を進めている。具体的には、日本大学のグループがレーザを用いる 3D センシングによる車両認識の方法に、インド工科大学ハイデラバード校 (IITH) のグループがモニター画像から AI (人工知能) のディープラーニングによって 2 輪車両を認識する方法にそれぞれ取り組んでおり、精度の向上を図っている。2 輪車両を精度よくセンシングできることで、2 輪車両が走行する混合交通における 4 輪車両および他の交通への影響および 2 輪車両自体からの CO2 排出の影響などが検討できると期待される。

2) 都市交通流の実態の把握

対象都市のグジャラート州アーメダバード市において、2019 年に予定されているメトロの開業によるマルチモーダルの推進によって自動車交通流に最も大きな影響があると想定されるメトロ路線と並行する道路を対象として、マイクロ交通シミュレーションモデルを作成するために、日本大学の研究グループが、対象道路日中交通流の現地観測を実施している。また、マルチモーダルの推進による地域住民の交通行動の変化を把握する基礎研究として、東京工業大学の研究グループが、地域住民を対象とする交通行動に関するアンケート訪問調査を実施した。アンケートでは、バス停近傍に居住する約 300 人の住民から「公共交通 (バス) の利用をしない理由」を伺い、主な要因を解析した。また、同市において観測した既存交通データに包絡分析法を適用し、交通流の定量化を行った結果を名古屋電機の研究グループが国際途上国交通学会 (CODATU) にて報告した。

3) 公開ワークショップの開催による研究成果の情報共有の実施 (2018 年 1 月)。

全研究機関 (IITH、日本大学、名古屋電機) が参加し、研究計画、現在までの研究結果を報告し
【平成 29 年度実施報告書】【180531】

た上で、招請した外部専門家に、専門的立場からのコメントを頂き、さらに全体で意見交換を行った。本ワークショップでは、本事業に関する内容の他に、他の新興国（タイ）での先行研究および平成 29 年度採択 SATREPS の「e-スマート交通統合戦略」を目指す代表者との今後の連携についても意見交換が行われた。

(2) 研究題目 1 : 「マルチモーダル交通センシングとモニター技術の開発」

研究グループ 1 (リーダー: 高橋友彰) 日本大学理工学部応用情報工学科

道路交通の安全、円滑, 快適性を確保するため、交通管制システムが果たすべき役割は大きく、なかでも道路利用者に直結する渋滞情報等を作成するための交通量や速度等を計測する車両感知器は重要な設備である。現在、車両感知器には、超音波式やループ式、画像式などがあるが、超音波式は温度や風による精度低下、ループ式は地中にループコイルを埋設するため保守性の問題、画像式は天候等による精度低下などの課題がある。そこで、本研究では天候等による精度低下の可能性が少なく、また、二輪車や三輪タクシーといった車両も検知可能な車両感知器として 3D 距離画像センサを用いて検討する。さらに、従来の交通流計測の高度化に位置するアプローチとして、交通モニタカメラ画像から AI (ディープラーニング) を用いた 2 輪車両認識を検討する。

① 研究題目 1 の当初の計画 (全体計画) に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト :

2 輪車両センシングを中心に日印双方にて技術検討を実施した。日本大学にてレーザーを用いた 3D 距離画像センサを用い、車両の認識・判定を行う。具体的には、路側に設置した 3D 距離画像センサから照射するレーザー光を用いて、照射の時間から、センサの前を通過する車両によりレーザー光が反射してセンサに到達するまでの時間差を用いて車両までの距離を計測し、距離情報から交通量および車種 (2 輪車、4 輪大型車、4 輪普通車) の判定を行う。現在、黒色車両の反射波受信度、通過車両の重なりによる数量判定難の課題があり、背景との画像差分による認識精度向上を今後検討する。また、IITH では交通モニタカメラ画像から AI によるディープラーニングを用いた 2 輪車両判定の 80%以上を確認しており、今後得られる画質とディープラーニングによる認識向上を目指す。

② 研究題目 1 のカウンターパートへの技術移転の状況 :

特になし。

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 :

IITH キャンパスに設置するテストベッドに加え、IITH 正門前の公道 (National Highway R-65) への車両モニタカメラ設置による実交通流の把握および正門前道路に車両密度判定を行うループコイルセンサの設置が新たな追加事項として浮上。テストベッドに身近な交通の把握が可能になるとともに正門前で発生した学生バイクと自動車の衝突事故に起因したインド運転行動パターン認識の把握に役立てる。

④ 研究題目 1 の研究のねらい (参考)

本研究では、一般的な交通流把握のための測定カメラと CCTV により、対象交差点での交通
【平成 29 年度実施報告書】【180531】

流の 80%以上の認識を目指す。また、4 輪車両のほか 2 輪車両のセンシングの把握を行い、各種センシングの把握と実用性の確認を行う。

⑤ 研究題目 1 の研究実施方法（参考）

運転者のスマートフォン搭載のブルートゥース信号準レーザー機器のプロープデータとこのプロープデータをもとにドライブシミュレータによる運転パターンの把握を行う。また、実際の信号機での確認は難しい無線ネットワークによる制御の確認を IITH テストベッドにて実施し、無線技術の活用性を評価する。さらに、環境要因（気温、湿度、ガス）を路側機の設置により交通への影響の把握を行う。

(3) 研究題目 2 : 「マルチモーダル交通流のビッグデータ解析」

研究グループ 2（リーダー：石坂哲宏） 日本大学理工学部交通システム工学科

① 研究題目 2 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

マルチプルセンサから収集されるトラフィックデータの分析として、アーメダバードの BRTS の走行軌跡データを用いた交通状態の把握に取り組んだ。BRTS の走行軌跡データから、BRTS のサービス水準（旅行時間や遅れ、団子運転などの走行状態）を推定する技術の開発を行った。その結果、位置情報の取得間隔が路線や状態によって、5 秒から 1 分、それ以上になることもあり、単一的なマップマッチング手法では、区間の特定に困難状況が生じた。そのため、通常のマップマッチング手法ではなく、短区間（10m）程度で、線バッファを引き、当該バッファ区間に含まれる走行データから区間の情報におきかけるなどの、処理プログラムの開発を行った。これらのプログラムを用いて、BRTS の速度低下（遅れ発生地点）の視覚化（3D GIS による表示）、速度低下（遅れ発生地点）の特定を行うことができた。マルチモーダルなナビゲーションを実施するうえで、BRTS の走行状態を把握し、信頼性の高いデータをユーザーに提供することは、提示された交通手段の選択肢を選択するうえで、また、その選択と行動によって得られた実際の旅行サービスの教授の差異によって、マルチモーダルアプリに有効性、継続性に大きく寄与してくるといえる。これらを検討するうえで基礎的な研究成果が得られたといえる。

IITH キャンパス内の実際のトラフィックビッグデータを用いたトラフィック分析精度に関する研究に関しては、現在、IITH でのテストベッドが構築中であることから、本年度は既存研究におけるセンシング技術の長短や既存の当研究機関での先行事例によるノウハウを活用して、IITH テストベッドの設計と計画に関する技術的な意見交換を行った。

マルチモーダルトラフィックに利用可能な交通情報収集及び解析手法の検証に関しては、平成 30 年度から実際の取り組みを行うことになっているが、本年度はマルチモーダルアプリケーションに実装するナビゲーションで実施する RCT（ランダム化比較試験）に関する既存研究の整理とそれを実装するナビゲーションの設定要因の検討を行った。同様にエコルート探索システムに関しても同様に、RCT を前提とした研究の実施に向けた検討を行った。

② 研究題目 2 のカウンターパートへの技術移転の状況

マルチモーダルな交通情報の分析手法として、BRTS の走行データの解析手法に関する技術的な要素を IITH 研究メンバーらと研究打ち合わせを通して、お互いに共有した。また、RCT（ラ

【平成 29 年度実施報告書】【180531】

ランダム化比較試験) に関しては、その手法のコンセプトから技術的な独自要因まで、インドで組み込むべきユーザーの交通選択におけるし好を共有する過程で共有した。

- ③ ③研究題目 2 の当初計画では想定されていなかった新たな展開
特になし

- ④ 研究題目 2 の研究のねらい (参考)

開発するマルチモーダル交通流の計測技術を適用し、アーメダバードにおける交通流の特徴の把握並びに施策実施時の効果計測(交通状態への改善・変化を計測)することが狙いである。また、車両感知器や CCTV などの路側設置の観測装置による情報だけでなく、BRTS の走行軌跡データなどを融合してアーメダバード市の交通状態を明らかにし、研究題目 3 における導入効果を得るうえで必要となる交通要因や利用者の行動特性を把握することがねらいである。

- ⑤ 研究題目 2 の研究実施方法 (参考)

RCT に関しては、ナビゲーションで表示される利用可能な交通手段の組み合わせにおいて「旅行時間優先」「距離優先」「エコ度優先」の 3 パターンがランダムに表示されることを想定して設計している。CO2 排出量を示すエコ度に関するユーザーの感度を把握することで、環境にやさしいスマートな交通手段を提供する意義を、特に、交通情報の提供という観点から、説明することにつながるといえる。また、ランダム表示をすることで交通手段を表示する方法の工夫ができ、より環境にやさしいスマートな交通手段の選択を促す表示方法や表示タイミングなどの把握・特定につながるといえる。

- (4) 研究題目 3 : 「マルチモーダル交通管理と情報提供」

研究グループ 3 (リーダー: 小森英紀) 名古屋電機工業

アーメダバードの交通分担率は自家用車が約 30%、バス (AMTS、BRTS) が 12% であり、公共交通機関の利用促進が課題となっている。そこで自家用車を主な移動手段としている人を対象として、構造方程式モデルを援用した技術許容モデル (TAM2) を用いて公共交通機関を利用しない理由を分析した。サンプルは MAGA および CEPT 大学の協力により得られた。分析の結果、バスの利用に利点を感じないことやバス乗換時の負担が公共交通機関の利用を遠ざける要因となっていることが分かった。また、バスへのアクセス手段であるオートリキシャに対する負の影響が存在しており、アクセス手段の利便性向上が公共交通の利用促進に求められることが示唆された。「家族・友人が利用していないから使わない」という主観的規範も公共交通を利用しない理由として特定された。

情報提供板 (VMS) 及びマルチモーダルアプリによる情報提供効果を検証するためのマイクロ交通シミュレーションの構築を進めた。情報提供を行う VMS の選定を開業が予定されているメトロの区間を鑑み、最もマルチモーダルな交通利用への促進が可能な区間として、選定した。これらの選定された区間をマイクロ交通シミュレーションで再現するための現地調査を行い、シミュレーションの構築上ポイントとなる地点の同定を行うことができた。次年度の交通調査の実施に向けた基礎情報を収取することができた。

【平成 29 年度実施報告書】【180531】

① 研究題目 3 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト：

機材調達には至っていないが、アーメダバード市行政より、対象交差点での交通流計測カメラ（4 台）および画像認識 CCTV（1 台）の設置個所の許認可を頂いた。この対象交差点は、2019 年開通予定のメトロと並行する道路での交通流変化の確認地点として位置づけている。

② 研究題目 3 のカウンターパートへの技術移転の状況：

上記アーメダバード市設置予定の交通流計測カメラおよび CCTV はプログラム終了後移転を計画する。

③ 研究題目 3 の当初計画では想定されていなかった新たな展開：

公共交通誘導として情報板への公共交通提供の表示画面や、スマートフォンにて動作可能なマルチモーダルアプリケーションの常表示画面の内容による、住民の行動パターンの確認を行う研究を計画する。具体的には、各種画像を作成し、その表示をランダムにある特定期間実施することで、住民の選好意識調査による行動パターンの把握を行う。これによりマルチモーダルシフトの行動を起こしやすい表示内容として交通施策へのフィードバックとして活用を計画する。

④ 研究題目 3 の研究のねらい（参考）

マルチモーダルシフトに向けた最適な情報提供の方法と内容を明確化する。このため、提供する表示内容のほか、そのデザイン性にも着目し、住民の行動選択につながる施策を探り、スマートシティ構築に向けたハンドブックへのフィードバックとする。

⑤ 研究題目 3 の研究実施方法（参考）

情報板への表示による交通流の変化の確認、スマートフォンの表示と実際の行動パターンの結果により、マルチモーダルシフトにつながる内容の確認を行う。表示パターンのランダム表示とそれに反応した住民の行動パターンマッチングの解析を行う。

(5) 研究題目 4：「マルチモーダル推進を通じたスマートシティ構築の可能性の評価」

研究グループ 4（リーダー：福田敦、高橋聡）日本大学理工学部応用情報工学科、名古屋電機工業

① 研究題目 4 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

当初の計画にある通り研究レビューを、主体に実施した。特に、メンバーの一部がこれまで実施してきたタイなどの新興国における公共交通整備を軸とする低炭素交通システム実現に向けた取り組みなどに関してレビューを行った。結果の一部に関しては、専門家を招聘した公開ワークショップにおいて報告した。これにより、今後本プログラム推進において参考となる意見を伺うとともに、マルチモーダル推進を通じたスマートシティ構築の考え方について情報交換を行うことができた。また、次年度以降にタイで展開される SATREPS プログラム「e-スマート交通統合戦略」とは、スマートシティ構築の考え方において共通点があり、研究代表者と有益な意見交換が行えた。この事業でもでは住民の行動パターンから必要とされる補完的な交通手段を見出すことを目指しており、スマートフォンや情報板による積極的な公共交通への誘導を目指す本プログラムとの補完関係となるため、次年度以降でのワークショップにおいても相互交流を継続するものとした。

【平成 29 年度実施報告書】【180531】

連携する東京工業大学にて実施のアーメダバード市におけるバス停近隣居住者への公共交通（バス）の利用状況確認訪問アンケートを2017年12月に実施している。公共交通は運賃を下げることでの利用に対するインセンティブが働くものの、利便性、交通車両の老朽化、快適性の面での評価が利用の阻害要因になっていることが明らかとなった（現在詳細解析中）。この調査は、本プログラムにおけるマルチモーダルに対する住民の意識にもつながるものとする。

② 研究題目4のカウンターパートへの技術移転の状況：

先行研究によるアプローチをワークショップで共有したことで、マルチモーダル推進を通じたスマートシティ構築の可能性の評価をする上で、どのような方法で計算を行うか、データの整備が必要であるかなどが理解された。

③ 研究題目4の当初計画では想定されていなかった新たな展開：

公開ワークショップは、全研究機関が一堂に会するのみならず、専門家や一般交通関係者（コンサルタント、道路管理者等）の招聘によるワークショップの開催を計画する。

④ 研究題目4の研究のねらい（参考）

インドにて展開中のスマートシティを100都市構築する「100スマートシティ構想」の中で、特に交通分野の施策を検討する上で参考となる「ハンドブック」を完成させる。これによりアーメダバード市での検証をもとに他の主要都市への展開や、他の新興国における交通問題解決に向けた参考になるアイデア・技術・実施方法などが盛り込める内容を研究する。

⑤ 研究題目4の研究実施方法（参考）

日本国内開催公開ワークショップを通じ、対象都市（アーメダバード市）でのワークショップの開催をプログラム3年目に予定。また、プログラム中に、終了後に継続展開可能なコンソーシアム設立に向けた検討を合わせ実施する。

II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

(1) プログラム遅延の挽回

現在研究機材調達が各種理由で遅延しているため、挽回に向けた調整を次年度に展開する。使用機材の特定はほぼ終了し、その使用目的と数量に関し、全研究機関内での確認を実施し、機材計画書として和文・英文（訳20ページ）を完成し、それぞれの研究代表者の署名を取ることができた。これらを次年度に確実に実行することを計画する。また、これまで不在であったJICA現地調整員も次年度確定したため、現地側との調整もスムーズに行える環境となると考える。

(2) 対象道路の調査・モデル化の推進

既にアーメダバード市行政から認められた交差点への交通流モニタカメラの設置および対象道路の交通状態の継続測定実施によるマイクロ交通シミュレーションモデル用データの収集と構築を推進する。また、対象道路以外のアーメダバード市交通流データの入手として、既設交通流モニタカメラ10台分の特定と、そのデータの入手を進める。また、バス専用レーンの交通情報および2019年開通のメトロのデータ入手に向けたメトロ公社との連携を進める。

(3) スマートフォン活用策

【平成29年度実施報告書】【180531】

既に3億台を超えるインドスマートフォン市場であり、タクシーやオートリキシャーを呼ぶにもスマートフォンが活用されている。このため、こうした準公共交通機関の活用として本プログラムにて実施するマルチモーダルアプリケーションとの関係づけを県とする。これにより近くの公共交通機関の駅・バス停に自家用車以外での乗り入れや、最終目的地までの交通手段としての活用につなげる。

(4) 交通情報板の積極的活用

一般には交通状況を提供する情報板であったが、公共交通の情報提供に加え、公共広告の表示等住民にとって有益な情報の提供を展開する。これにより、交通インフラ事業者に対して、継続可能なあたらしいビジネスモデルの展開を目指す。

(5) スマートシティ施策の活用

アーメダバード市は日本政府のインドにおけるスマートシティ支援都市のひとつにも選定されており、既に2017年7月の運用開始したバス運行管理システムや、2019年開通予定のメトロ事業、2023年開通予定の長距離高速鉄道事業は、いずれも日系企業が中心に展開する事業となっている。このため、本プログラムで展開する活動において、可能な限りこれらの各種交通施策の流れに沿った展開であるべく、推進することを心掛けたい。

Ⅲ. 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

研究機材にかかる費用面でのインド側との合意に時間が必要である。特に研究機関の現状を把握するとともに、相手国側の出張も十分に尊重したプログラム運営が必要となる。このため、調整に時間がかかり、当初計画から約1年遅れの状況に至ったが、一方で確認のための機材計画書およびプログラムの推進目的と、各研究チームでの役割分担等の全体表の作成を丁寧に作り続けるとともに、積極的に情報を開示する姿勢を進めることで、スムーズな活動を展開できる環境が整えられたと考える。

こうした環境整備により、予定していたIITHテストベッドについて、構内への機材設置から、大学前の一般公道に対しても、交通流モニタカメラを設置したいという相手研究機関の積極性も現れている。

さらに、1年目ではあったが、専門家を招聘した公開ワークショップでは、さまざまな意見・情報交換ができただけでなく、継続したワークショップ開催への期待も頂き、プログラム内容を積極的に紹介することの意義を得ることができた。

(2) 研究題目1：「マルチモーダル交通センシングとモニター技術の開発」

研究グループ1 (リーダー：高橋友彰) 日本大学理工学部応用情報工学科

IITHとの共同研究において、研究プロジェクトの有効性を高めるために開発環境及びその成果を比較しやすくするために入力とする画像データの共通化、出力として交通量のカウント結果の共通化などの共通基盤の検討を両者で調整を行った。特に、入力となる画像データは、路側から収集されるので画角や解像度などの状況を共有した。

【平成29年度実施報告書】【180531】

1月に行った公開ワークショップにおいて、交通状態の推定において重要なことは多様なセンシングデバイスにおける情報源を基にしたデータフュージョンであるとの指摘を受けた。この指摘を受けて両研究機関の研究者は検討を進め、個別のセンシング技術の開発にとどまらず研究課題2, 3を意識した全体のシステムデザインなどで考慮されることとなった。

マルチモーダルな交通状態を推定する上で欠かせないセンシング技術の開発であるが、類似プロジェクトが存在するケースにおいては、研究のアイデンティティーは担保しつつ、必要な交通データのフュージョン、高度な分析手法に関するデータフュージョンを実施することは有効であるので、データテーブルとしての取得情報の共有化が重要であるといえる。

(2) 研究題目2：「マルチモーダル交通流のビッグデータ解析」

研究グループ2（リーダー：石坂哲宏）日本大学理工学部交通システム工学科

国際共同研究を実施するうえで最も困難なことは、ビッグデータに含まれている不必要なデータ（想定外の外れ値、エラーを含むデータなど）をクレンジングする必要があることである。そのクレンジングの処理技術の開発は、データ処理を行うたびに逐次認識され、その都度対応策を検討せざるを得ない状況であった。国際共同研究において、ビッグデータ解析を行う上で重要なことは、これらの点に関して共通認識を持ち、研究の進捗に応じて両者において情報提供を行うことである。

(2) 研究題目3：「マルチモーダル交通管理と情報提供」

研究グループ3（リーダー：小森英紀）名古屋電機工業、研究面取りまとめを石坂哲宏

本研究では、マルチモーダルの促進につながるVMS（情報提供板）やマルチモーダルアプリの実装が共同研究機関の所在地と異なる都市で運用・適用されることを想定しているため、その点において研究進捗上の課題があった。今後は、マイクロ交通シミュレーションの構築に伴い、データとして交通状況を共有することが可能になるといえる。マイクロ交通シミュレーションはVMSやマルチモーダルアプリなどの実装を通して社会的に得られる効果を推計することに用いることを想定しているが、異なる地域で共同研究を進めるうえで両者の認識を共有する有効なツールとして活用することも可能であると考えられる。

(3) 研究題目4：「マルチモーダル推進を通じたスマートシティ構築の可能性の評価」

研究グループ4（リーダー：福田敦）日本大学理工学部交通システム工学科、社会実装面は高橋聡

インド工科大学ハイデラバード校より1名日本大学研究員として派遣頂き、日印の研究機関における相互理解を深める環境を構築できた。具体的にはアーメダバード市における交通実態調査を日本大学にて日印研究員にて実施しており、解析の推進を図っている。更に、2018年度からはインド工科大学ハイデラバード校より、さらに1名の研究員の派遣を頂けることになっており、相互若手研究員間での交流が活発になることを期待している。

2018年1月開催のワークショップにおいて、平成29年度SATREPS課題「THAILAND 4.0を目指したCO2排出削減と市民総幸福向上を同時実現するためのe-スマート交通統合戦略」の研究代表林教授にも参加頂き、新興国における共通した交通問題の情報共有および意見交換を行

【平成29年度実施報告書】【180531】

うことができた。特に、タイ国におけるテーマは市民の行動パターンからスマート交通を研究するアプローチをとっており、インド国における交通のセンシングとビッグデータ解析、さらに交通情報の提供といった交通インフラ面における研究とのアプローチに特徴があり、それぞれの研究成果の今後の情報交換および意見交換での相乗効果が期待できる。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

・本プロジェクトを紹介するべく立ち上げたホームページ (<http://m2smart.org/>) からは、インドの複数都市の研究機関からのアクセスも頂き、訪問要請も頂いている。

・2018年1月開催公開ワークショップのつながりから、国土交通省の海外新幹線駅周辺事業公募に向けた提案を行う企業も現れた。

・財団法人日本国際協力センター（JICE・ジャイス）が主催する JENESYS プログラムにて2018年1月の名古屋電機開催で、インド・ブータンから27名の参加を頂き、本 SATREPS プログラム紹介を実施し、好評を得た。

(2) 社会実装に向けた取り組み

アーメダバード市行政（AMC：Ahmedabad Municipal Corporation）副コミッショナーから2018年1月に本プログラムにて交通流モニタカメラ4台、CCTV1台設置予定の Paldi 交差点設置に向けた認可と今後のプログラム推進への期待を頂くことができた。

2017年12月に行った東京工業大学のアーメダバード市民への公共交通ヒアリングでの現地訪問調査に関して、同市 CEPT 大学教授および学生・卒業生の23名のアルバイト協力を頂くことができ、地元大学との関係構築改善を行うことができた。

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

JENESYS プログラム参加インド道路管理者および大手ゼネコン（L&T社）から、インド道路事業に関する展開の要請および他の事業計画の情報提供を頂くことができた。

VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

VII. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

VIII. その他（非公開）

以上

【平成29年度実施報告書】【180531】

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載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)

論文数 0 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 0 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～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など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)

論文数 0 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 0 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

著作物数 0 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

著作物数 0 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

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
			招待講演 0 件
			口頭発表 0 件
			ポスター発表 0 件

② 学会発表(上記①以外)(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
2017	国内学会	坪井務(名古屋電機)、新興国における道路混雑と交通サービス定量評価主張、電気・電子・情報学会東海支部大会、名古屋大学、9月7日	口頭発表
2017	国際学会	Tsuboi.T(名古屋電機)、Traffic Flow Analysis in Emerging Country (India)、CODATU17/UMI (Urban Mobility India)、Hyderabad、Nov/4-6	口頭発表
2017	国際学会	Pawar.D(IITH)、Modeling Crossing Behavior of Drivers and Pedestrians at Uncontrolled Intersections and Mid-block Crossings、Nov/4-6	口頭発表
			招待講演 0 件
			口頭発表 3 件
			ポスター発表 0 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													

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													

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 (「〇〇の開発」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
2017	2017/11/6	Best Ph.D Paper	Modeling Crossing Behavior of Drivers and Pedestrians at Uncontrolled Intersections and Mid-block Crossings	Pawar.D	CODATU	3.一部当課題研究の成果が含まれる	

1 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
2017	2018/1/29	M2Smart公開ワークショップ	東京(日本)	59名(6名)	公開	外部有識者(アドバイザー)を招待し、本プロジェクトの研究内容、進捗等に関してアドバイスを頂きつつ、一般参加者を含めて議論を行った。
2017	2017/6/5- 7	研究機関合同会議	東京(日本)	19名	非公開	年會合とした全研究機関合同會議(首都高速管制センター現場見学含む)、研究内容紹介および情報の共有の実施。

2 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
2017	2017/8/24	第1回JCC	16名	プログラム全体の方向性の確認とこれまでの双方の現地調査活動を含めた内容の紹介を実施し、PDM/POの修正と確認を行った。

1 件

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5月1日～平成32年3月31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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 地域最適化適応信号制御方式 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	<ul style="list-style-type: none"> 交際的に活躍可能な日本側の若手研究者の育成(国際会議での指導力、レビュー付雑誌への論文掲載など)
技術及び人的にネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> 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)	<ul style="list-style-type: none"> 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展開の足掛かりとする。

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、交通情報の可視化に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、地域交通システムの低炭素化改善2030年目標20~30%を実現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。

