

採 択 番 号 01101

研究開発課題名 行動変容と交通インフラの動的制御によるスマートな都市交通基盤技術の研究開発

(1) 研究開発の目的

本研究開発では、スマートシティにおいて Beyond 5G ネットワークを活用したモビリティサービスを実現し、利用者に常にストレスなく利便性の高い Door to Door の移動を提供する。電車、バス、タクシー、電動キックボードなどさまざまな車両がネットワーク化されるだけでなく、交通信号など都市の交通インフラもオンライン化された環境では、利用者の求めに応じて適切な車両が提供されるだけでなく、その走行を都市全体で調停しながら最適な移動を実現することが可能になる。本研究は、自家用車とバスやタクシーなどのシェア車両、自動運転車と手動運転車が混在する近未来の交通環境を想定し、交通が自家用車の所有を中心に実現する世界から、交通資源をシェアし、移動サービスとして好きなときに好きなところに行ける環境を実現するための基盤技術を開発する。

(2) 研究開発期間

令和 3 年度から令和 5 年度 (3 年間)

(3) 受託者

国立大学法人東京大学<代表研究者>  
株式会社トラフィックブレイン  
株式会社 MaaS Tech Japan

(4) 研究開発予算 (契約額)

令和 3 年度から令和 5 年度までの総額 763 百万円 (令和 5 年度 180 百万円)  
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目 1 最適化された公共交通の動的供給技術

- 1-a. 路線バスを適切に運行するダイナミックダイヤ技術 ((株) トラフィックブレイン)
- 1-b. 静的・動的データに基づく精密で市民に開かれた交通計画技術  
( (株) トラフィックブレイン・東京大学 )

研究開発項目 2 交通行動を導くセンシングとユーザインタフェース技術

- 2-a. 交通行動を推定する行動情報センシング技術 (東京大学)
- 2-b. 自然な行動変容をもたらすナビゲーション技術 (東京大学)

研究開発項目 3 個々の利用者を考慮したリアルタイム道路交通制御技術

- 3-a. 多様な交通モードを考慮したリアルタイム道路交通制御技術 (東京大学)
- 3-b. 交通制御の社会受容のための交通可視化・シミュレーション技術 (東京大学)

研究開発項目 4 交通インフラの管理や制御を実現するプラットフォーム技術

- 4-a. B5G におけるモビリティ情報の高度化に対応する MaaS データ統合基盤技術  
( (株) MaaS Tech Japan )
- 4-b. スマートな都市交通基盤実現のための B5G 通信技術 (東京大学)

(6) 特許出願、外部発表等

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	1	1
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	10	5
	その他研究発表	98	43
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	5	3
	展示会	7	3
	受賞・表彰	3	1

(7) 具体的な実施内容と最終成果

研究開発項目1：最適化された公共交通の動的供給技術

研究フィールドとして熊本都市圏を選定し、バス共同経営推進室（5社）、熊本市、熊本県らと共に、「車1割削減、公共交通2倍、渋滞半減」という研究目標に沿って、研究の深耕と社会実装を行った。

1-a. 路線バスを適切に運行するダイナミックダイヤ技術

【①遅延改善】自動ダイヤ改正支援システム「DiaBrain」を用いた、バス2社の2023年春の遅延改善ダイヤ改正について、改善効果を測定した。バス3社の2024年春の遅延改善ダイヤ改正案を作成した。

【②渋滞改善】セミコンテクノパークにおける渋滞解消・バス遅延改善のため、4箇所の信号スプリット調整を県警に提案し実施された。オープンデータに基づく信号サイクル長の可視化、都道府県別分析、SNS対話録について、ITSシンポジウムにて発表した。

1-b. 静的・動的データに基づく精密で市民に開かれた交通計画技術

【①オープンMaaS】GTFSを用いた5社共通の「My時刻表」を一般向けにリリースした。GTFSを用いたデジタルサイネージを熊本市内のサウナ施設への設置した。

【②公共交通マーケティング】バス共同経営推進室の「利用者2倍計画」と連携し、セミコンテクノパークにおけるバス実証の計画立案支援・効果測定を行った。セミコン総合交通計画を熊本県庁の関係者らに提案した。

【③交通投資再構築】熊本都市圏のバスの増便、バスレーン、乗継割引による渋滞緩和効果を推計し、公費投入の3.7~5.1倍の投資対効果があることを示した。合志市、熊本市、宇都宮市におけるオープンセミナーと、交通事業者・行政らとの「熊本都市交通勉強会」を開催し、「車1割削減、公共交通2倍、渋滞半減」の実現に向けた研究発表と合意形成を行った。

研究開発項目2：交通行動を導くセンシングとユーザインタフェース技術

2-a. 交通行動を推定する行動情報センシング技術

交通行動を推定する行動情報センシング技術の開発に向け、個人レベルでの安全な交通行動検知・予測機構の開発・評価を行い、その成果をパーベイシブ・モバイルコンピューティング分野のトップカンファレンスの一つであるIEEE PerCom 2023とIEEE WoWMoM 2023にて研究発表を行なった。さらに本プロジェクトにおいて開発した一部のスマートウォッチベースのセンシング基盤を国際学会で発表し、オープンソース化および、既存オープンソースソフトウェアへの統合を達成した。さらに、ユーザ端末同士の直接通信を取り入れた連合学習手法を提案し、その研究成果をIEEE GLOBECOMにおいて発表した。提案手法は既存手法と比較し、直接通信型の連合学習時における学習性能の低下を防ぎつつ通信量削減を低減できることを明らかにした。

## 2-b. 自然な行動変容をもたらすナビゲーション技術

自然な行動変容をもたらすユーザーインターフェイスである「自動運転バスの乗客に向けた床型ナビゲーション・コミュニケーション・システム」と「適切なタイミングでドライバーに運転指示を音声と振動で伝えるドライバーズシート」のプロトタイプを制作および改良し、それらの性能評価を行った。また展示会を3回とデザインワークショップを4回実施した。また、能動的な行動変容を導くナビゲーションを評価するために、システムへの信頼と負荷の関係から定義される経験の質（QoE, Quality of Experience）という指標を提案した。

## 研究開発項目 3： 個々の利用者を考慮したリアルタイム道路交通制御技術

### 3-a. 多様な交通モードを考慮したリアルタイム道路交通制御技術

渋滞改善に繋がる道路交通制御技術として、信号制御パラメータの変更による道路渋滞の軽減手法を開発した。高解像度の観測データから高精度に現況再現がなされたミクロ交通シミュレータを構築し、青時間スプリットを変更した際の渋滞や交差点通過時間などをシミュレーションして信号制御パラメータの初期値を得る。実際に適用した際の交通の円滑性を、Google Maps API で取得したリンク旅行速度から評価し、さらにパラメータに改善を加える。これを繰り返すことで、長期的な交通量の変化にも対応する。開発した手法は熊本県菊池郡菊陽町における交差点に対して適用し、その有効性を評価した。

### 3-b. 交通制御の社会受容のための交通可視化・シミュレーション技術

Google Maps などが備えるクラウドセンシング技術によって、交通状況を把握する基本的な指標のひとつであるリンク旅行速度について、広範な観測値をリアルタイム入手することが可能になっている。一方で、同じく基本的な指標であるリンク交通量も交通制御のために必要であるが、今でも現地での観測が基本的な入手手段である。そこで、リンク旅行速度データからリンク交通量を推定する手法を開発した。実際の交通データを用いて精度の高い交通シミュレータを構築し、リンク交通量を少しずつ変化させてシミュレーションを行うことで、リンク旅行速度とリンク交通量の関係を推定し、その関係からリンク交通量を推定した。熊本エリアの実データで評価し、最も精度の高いリンクで平均 30%程度の誤差でリンク交通量を推定できることを示した。

## 研究開発項目 4： 交通インフラの管理や制御を実現するプラットフォーム技術

### 4-a. B5G におけるモビリティ情報の高度化に対応する MaaS データ統合基盤技術

昨年度から引き続き、MaaS 事例のサーベイと取りまとめを実施した。モビリティシステムにおける Beyond 5G 技術の適用を見据えた技術検討として、OD データ取得方法、マスターデータ検討、OD データ仕様検討を実施し、それらを統合し OD データからの経路推定手法の検討及び実装を行なった。OD データ仕様は従来検討を行っていたデータ仕様において移動全体を表現するための一表現であったが、可視化や分析を行う際の前処理が煩雑である課題に直面し、新たに OD を中心に据えたデータ表現を構築したものである。これらの技術の応用し、都市の移動可用性評価手法の提案と実装を実施した。

### 4-b. スマートな都市交通基盤実現のための B5G 通信技術

Beyond 5G 通信技術テストベッドやシミュレーションプラットフォームの検証を推進。具体的には、東京大学本郷キャンパス全域を L5G 通信のテストベッドにするため、本郷キャンパス内を自在に移動する L5G 基地局の運用を可能とする無線免許申請、ソフトウェアでのシミュレーションによる本郷キャンパスのエリアカバーする基地局配置の設計、モビリティサービスを対象に安定的に通信サービスを提供することを目的とするハンドオーバー試験を実施した。ハンドオーバー試験では歩行時と車両移動時等複数パターンの試験を行い、ハンドオーバーが 3GPP の規定通り動作すること、そのチューニング手法の確認を行なった。また、交通基盤に求められるセキュリティを担保可能なシミュレーション基盤の実装を行った。

## (8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

当初 4 年間のプロジェクトとして始めた本プロジェクトであり、ステージゲート評価においても合格点を得て継続したが、NICT 側の事情により 3 年で打ち切られることになり、ここまでをもって一応の終了となった。令和 6 年度には 1 年限りの後継プロジェクトが行われることになっており、実質的には令和 6 年度の終了をもって本プロジェクトの展開・普及を論じるべきであると思うが、書式上必要とされているため、本項目を記す。

本プロジェクトがテーマとする交通という課題は情報通信技術の応用領域であり、当初から社会実装を視野に入れ研究開発を続けている。研究チームには大学に加えて交通分野でデータ分析や MaaS といった新しい挑戦を進めているスタートアップ企業 2 社が加わり、技術開発から製品化、サービス展開などを想定したチームを組織していた。中でも研究開発項目 1 については、2021 年のプロジェクト開始当初から実証実験フィールドを熊本都市圏と定め、地域のバス会社をはじめとする交通事業者、行政（熊本県・熊本市など）、熊本大学、熊本学園大学、熊本県立大学などの大学、Code for Kumamoto などの市民組織などと連携を深めながら、実際のフィールドで実際のデータを用い、実際の課題を解決するような研究開発を進めてきた。研究期間を通して、研究開発項目 2, 3, 4 においても熊本での取り組みを軸に開発した技術の展開・普及を模索していく、というのが本プロジェクトの成果の社会実装に向けたシナリオであった。

実証実験のフィールドである熊本は、交通分野の技術開発を行うにあたって最適なフィールドであり、研究成果の今後の展開・普及にも繋がっている。ここで実践している技術や方法論は、すでに様々な専門家や地域から参照されており、新しいモデルケースになることが期待されている。熊本では交通渋滞が長らく社会問題になっており、TSMC の進出に伴う渋滞の激化などによって、市長選挙や県知事選挙などでも大きな争点となるような大きな地域課題として認識されている。本研究プロジェクトからの情報発信は度々地域でも注目され、行政の取り組みや地域の交通事業者の取り組み、首長選挙の公約などにも本プロジェクトのデータや研究成果が度々参照されるようになっている。

2024 年度以降も、後継プロジェクトを通して熊本においてデータドリブンな交通体系の確立を支援しながら、研究成果の社会実装を進めていく。このことは、熊本での社会実装に留まらず、日本のモデルケースとして広く情報が広がり、影響を与えていくと考えている。プロジェクトにより開発された技術の実用化への段階は研究課題によっても異なるが、研究開発項目 3 として行ったシミュレーションに基づいて実際に熊本で信号機制御の実験を行うなど、課題間の融合や社会実装も始まりつつある。2024 年度以降も、こうした連携によって社会実装を進め、研究成果を展開、普及していく予定である。