

スマートシティ実現のための次世代交通システムに関する研究

研究代表者 森本 章倫
(創造理工学部 社会環境工学科 教授)

1. 研究課題

Society5.0 を踏まえ、最新の ICT などの先端技術を活用してインフラとなる交通、エネルギーなどの分野を横断する「スマートシティ」の実現を目指して、我が国が現在取り組む「コンパクト＋ネットワーク」の都市構造において基幹となる LRT (Light Rail Transit : 次世代型路面電車システム) をはじめとした次世代交通システムを中心としたまちづくりについての検討を行う。

2. 主な研究成果

(1) 次世代交通の組み合わせに着目した交通環境負荷の算出

2022 年春に LRT の開業が予定される栃木県宇都宮市を対象に、環境負荷が小さい交通機関である電気自動車 (以下、EV)・LRT と自動運転車 (以下、AV) の次世代交通について、その組み合わせに着目し CO₂ 排出量を試算した。対象地の交通量データを用いて LRT 沿線エリアの狭域交通モデルを構築し、(A)現況再現時、(B)自動運転車普及時、(C)LRT 導入時、(D)LRT 導入かつ現況の交通量維持の各ケースについて、平日のピーク時間帯交通量と Well-to-Wheel 法に基づいて換算した CO₂ 排出量で評価を行った。AV は運転時の疲労や事故リスクの低減により交通量が最小で 6%、最大で 31%増加する設定とした。EV や LRT の運行については、石油、LNG、石炭、原子力、再生可能エネルギーの 5 種の発電構成比を想定し、2017 年の実績値に基づき加重平均による補正を行った。

推計結果を表-1 に示す。表-2 より、AV 普及による交通量の増加量が予測幅の最小値である B-1 では、CO₂ は交通量に比例して増加する一方で、交通量の増加量が予測幅の最大値である B-2 では、CO₂ は交通量の増加分以上に増加することが明らかになった。また LRT が導入された場合は一部区間で車線の減少が発生するため、現況の交通量を維持した D では環境負荷が 13%高まることが明らかになった。LRT の需要が想定範囲内で最も少ない C-3 の場合でも環境負荷は現状よりも高くなることが分かった。なお、LRT 開通の前後で環境負荷を増大させないためには、最低 10%程度の交通量を削減する必要があることが明らかになった (図-1)。

表-1 EV普及率別のCO₂排出量(t/h)

	シナリオ	EV普及率					
		0%	11%	24%	41%	60%	82%
A	現況再現	7.2	7.0	6.7	6.4	6.0	5.6
B-1	AV普及(最小)	7.6	7.3	7.1	6.7	6.3	5.8
B-2	AV普及(最大)	9.6	9.3	9.0	8.5	8.0	7.4
C-1	LRT導入	6.9	6.7	6.5	6.1	5.8	5.3
C-2	LRT最大需要	6.6	6.4	6.2	5.9	5.5	5.1
C-3	LRT最小需要	7.2	7.0	6.8	6.4	6.0	5.6
D	交通量維持	8.1	7.9	7.6	7.2	6.8	6.2

表-2 現況再現時とAV普及時のCO₂排出量の比較

	シナリオ	CO ₂ 排出量(t/h)	交通量の増加率	CO ₂ 排出量の増加率
A	現況再現	7.2	0%	0%
B-1	AV普及(最小)	7.6	+5%	+5%
B-2	AV普及(最大)	9.6	+27%	+33%

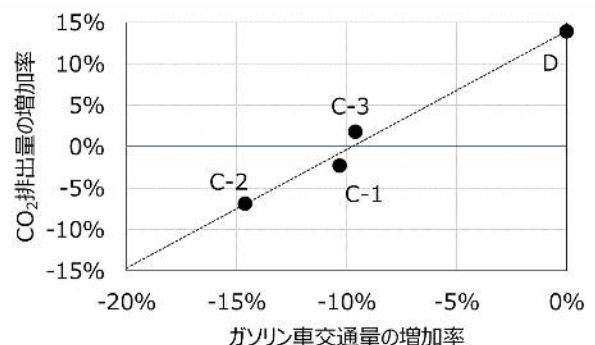


図-1 LRT導入時の交通量増加率と環境負荷の関係

(2) 交通関連ビッグデータを用いた MaaS 導入効果の検証

次世代の交通サービス体系であるMaaS(Mobility as a Service)の導入効果について検証するため、栃木県宇都宮市での交通社会実験（2019年8月～10月）を通じて実験前後の被験者の交通行動変容についての分析を実施した。MaaSは地域内の複数の交通サービスを統合し、移動の利便性向上に資することから、自動車依存からの脱却や公共交通の利用促進などの都市課題の解決策として期待されている。本研究で対象とした宇都宮MaaS社会実験では、宇都宮市に在住または通勤通学する、実験対象区間の定期利用券を所持していない男女約250人を対象とし、対象の公共交通手段を無料で使用できるフリーパスを配布している。対象路線は東武鉄道の東武宇都宮駅～西川田駅区間と、関東バス・ジェイアール関東バスの宇都宮市内を発着する全路線が対象となる。被験者はT1期間（2019年8月21日～9月5日）では通常通り自腹で公共交通を利用し、T2期間（2019年9月6日～30日）ではスマートフォンの専用アプリ内のデジタルフリーパス（路線バス）および郵送で配布した磁気定期券（鉄道）を利用して無料で乗車できる。これらのフリーパスの有無に着目し、被験者のT1期間とT2期間での交通行動変容について分析を行った。なお、被験者は専用アプリから移動手段や経路情報を入力するほか、実験前後で普段や実験中の交通行動に関するアンケート調査に回答している。これらの交通関連ビッグデータを用いて被験者の詳細な行動特性の追跡が可能である。

分析結果より、被験者が専用アプリで入力したデータから得られた T1・T2 期間における路線バスの利用回数と鉄道の利用人数について、1 日あたりの平均的な利用状況を年代別にまとめたものを図-2 に示す。バス、鉄道ともに各年代で T1 期間より T2 期間のトリップ数が総じて増加しており、公共交通利用が増加する傾向が確認できた。また通勤通学以外の外出行動の頻度について、アンケート調査の実験前後での比較結果を図-3 に示す。実験前のアンケート結果より、普段は週に 4-5 回以上の外出を行う被験者の割合が 31.4% であるのに対し、T2 期間中に週に 4-5 回以上の頻度で外出する被験者の割合は 41.2% に増加しており、MaaS の導入が外出促進に資する効果が確認できた。

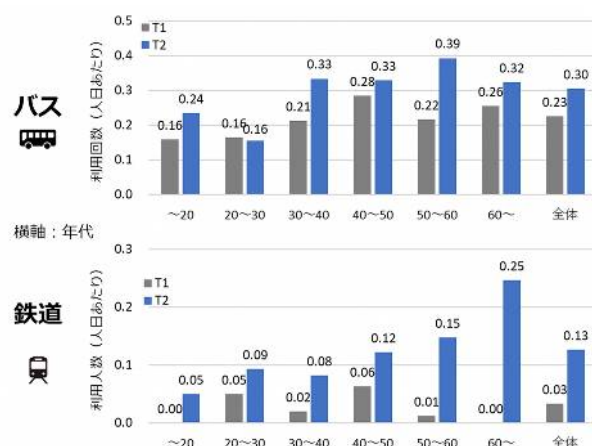


図-2 年代別公共交通トリップ数(人日あたり)



図-3 被験者の実験前後の外出頻度の変化

3. 共同研究者

高山 宇宙（早稲田大学創造理工学部、社会環境工学科・助手）

富岡 秀虎（早稲田大学大学院創造理工学研究科・建設工学専攻・修士課程 2 年）

吉羽 崇（早稲田大学大学院創造理工学研究科・建設工学専攻・修士課程 2 年）

三瀬 遼太郎（早稲田大学創造理工学部・社会環境工学科・学部 4 年）

宮脇 桐子（早稲田大学創造理工学部・社会環境工学科・学部 4 年） ※所属は 2019 年度当時

4. 研究業績

4.1 学術論文

- 伊藤 真依子, 浅野 周平, 森本 章倫 : LRT と電気自動車が連携した次世代交通システムの環境改善効果に関する研究, 日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.54, No.3, pp.1268-1274, 2019.10

4.2 総説・著書

なし

4.3 招待講演

- 森本章倫 : ウォーカブルでスマートなまちづくり, 実務と研究の連携のための研究会シンポジウム, 栃木県宇都宮市, 2019.11.15
- 森本章倫 : 都市のコンパクト化と地域公共交通の再構築, 2040 未来ビジョン出前セミナー in 高松, 香川県高松市, 2019.11.22

4.4 受賞・表彰

なし

4.5 学会および社会的活動

<口頭発表>

- 伊藤真依子, 浅野周平, 森本章倫 : LRT と電気自動車が連携した次世代交通システムの環境改善効果に関する研究, 日本都市計画学会 第 54 回学術研究論文発表会, 横浜市開港記念会館, 2019.11
- 吉羽崇, 小林亮博・中菅章浩・南川敦宣・森本章倫 : スマートフォン位置情報データを活用したバス需要予測に関する研究, 第 60 回土木計画学研究発表会, 富山大学, 2019.11
- 宮脇桐子, 高山宇宙, 森本章倫 : スマートフォン位置情報データを用いた MaaS 導入時の交通行動変容に関する研究, 第 47 回関東支部技術研究発表会, 日本大学船橋キャンパス, 2020.3

(下線部は発表者)

5. 研究活動の課題と展望

本研究では栃木県宇都宮市を対象に, 次世代交通の組み合わせに着目して交通環境負荷を算出したが, 一層精度の高い検証を行うために, 次世代交通の導入によって変化する自動車の挙動や, 都市構造の変化がもたらす将来の移動の在り方などの様々な要素を織り込むことが必要である. また, 宇都宮の交通社会実験で得られた交通関連ビッグデータで MaaS の導入効果の検証を行ったが, 本研究のメソッドについては異なる都市を対象として検証し, 得られた知見の一般化を図ることが望ましい.