

将来の交通環境の変化が 交通環境負荷に与える影響に関する研究

三瀬 遼太郎¹・井原 雄人²・森本 章倫³

¹ 学生会員 早稲田大学大学院 創造理工学研究科建設工学専攻 (〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1)

E-mail: ryotaro-mise.155@fuji.waseda.jp

² 正会員 早稲田大学 スマート社会技術融合研究機構 (〒169-8050 東京都新宿区西早稲田 1-6-1)

E-mail: ihara@aoni.waseda.jp

³ 正会員 早稲田大学 理工学術院 (〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1)

E-mail: akinori@waseda.jp

パリ協定を契機に設定された部門別の温室効果ガスの削減目標に対し、運輸部門ではより一層の交通環境負荷の低減を進めることが不可欠である。そこで、電気自動車(EV)、次世代型路面電車システム(LRT)、自動運転車など低炭素な次世代交通を導入することで、交通環境負荷を削減する試みが注目されている。本研究では、低炭素な交通機関に着目して、交通量、EV普及率、発電構成比の観点から、実際の交通流の想定下で次世代交通機関が及ぼす環境改善効果を定量的に評価した。さらに、宇都宮市を対象に、テレワークによる交通行動の変化を織り込んだ上で、交通環境負荷を定量的に算出し、テレワークが普及した2050年時には現状の半分程度まで削減可能であることを明らかにした。

Key Words: transportation environmental load, electric vehicle, LRT, telecommuting

1. 研究の背景・目的

2016年に発効されたパリ協定を背景に我が国では地球温暖化対策計画¹⁾が策定され、2013年度比で2030年度までに26%、2050年度までに80%の温室効果ガスを削減すると掲げている²⁾。温室効果に影響を及ぼす二酸化炭素(Carbon Dioxide; CO₂)の排出量を部門別に見ると、運輸部門は約20%を占めている³⁾。中でも、自家用乗用車から排出されるCO₂はその半分程度²⁾を占め、これを改善することでの運輸部門における環境負荷の低減が与える効果は大きいと考えられる。

一方で、近年の技術革新を背景に交通環境は大きく変動している。電気自動車(Electric Vehicle; EV)や次世代型路面電車システム(Light Rail Transit; LRT)、自動運転車(Autonomous Vehicle; AV)に代表される次世代交通の導入によって、今後交通手段が大きく変化することが想定される。また、テレワークなど働き方の変化に直結する技術の導入によって、移動そのものの在り方が大きく変わり始めている。実際、COVID-19の蔓延により、交通行動の変化は加速している。今後はこれまで以上に生活様式の変容に伴う技術革新により、交通行動が変動するこ

とが想定される。

そこで、本研究では、技術革新を背景とする交通行動の変動を考慮しながら、将来の交通環境負荷を考察することを目的とする。また、変容する生活様式において、特にテレワークに着目して交通行動の変動を考慮しながら、環境負荷が小さい交通機関であるEV・LRTの組み合わせによる交通環境負荷を定量的に提示し、CO₂に着目して将来の交通環境負荷を評価する。さらに、これらの考究より、次世代交通や交通環境の変化が都市に与える影響を考察する。

2. 既存研究の整理と研究の位置づけ

(1) 既存研究の整理

本研究に関する既存研究は、交通機関に着目した環境性能に関する研究と、交通流を踏まえた自動車の環境性能に関する研究、外部要因が交通行動に与える影響に関する研究に大別した。

交通機関に着目した環境性能に関する研究は近年多数行われており、EVやLRTの導入がもたらす環境改善効

果は明らかになりつつある。須永ら⁹⁾はロンドンにおける CO₂排出量削減を目的とした EV 普及政策をまとめ、面積 15km²のイズリントン地区で EV が普及した場合とそうでない場合の CO₂排出量を自動車走行距離と原単位の積により算出し、自動車が EV 化された場合は一日当たり 3 トンの CO₂排出量削減効果があることを示した。一方で、自動車を EV 化する以上に、自動車交通から公共交通へ移行する方が環境改善効果は大きいとしている。また、井ノ口ら¹⁰⁾は我が国における EV が普及した環境未来都市を仮定し、EV とガソリン自動車の加速性の違いに着目した上で、EV の普及率が高まるほど自動車の平均速度が向上し、環境改善に繋がることも明らかにしている。渡辺ら¹¹⁾は LRT の環境性能を自動車や路線バス、BRT(Bus Rapid Transit)と比較しながら、ライフサイクル環境負荷の観点から定量的に示した。LRT のライフサイクル環境負荷は BRT やバスよりも小さく、その差は需要量が増大するにしたがって大きくなるが、路線バスに代わって LRT を導入した際は、乗用車から需要量が一定程度転換しなければ、渋滞により CO₂排出量が増加することが示された。

交通流を踏まえた自動車の環境性能に関する研究も交通シミュレーションが普及した 1960 年代から盛んに行われている。中でも交通流に将来を想定した条件を加えた影響の分析や、複数の代替案を検討する上ではシミュレーションが有効である。例えば、森本ら¹²⁾はマイクロ交通シミュレーションを用いて、LRT 導入前後で LRT・自動車・バスから 60 年間で排出されるライフサイクル CO₂を算出し、LRT の導入が環境に及ぼす影響を評価している。LRT 導入による車線数の減少が交通渋滞を引き起こす可能性を指摘し、LRT 導入前後で自動車交通量が減少しない場合は CO₂排出量が増大することを示している。

外部要因が交通行動に与える影響に関する研究についても議論が進められている。日比野ら¹³⁾は、テレワークの普及推進が与える通勤行動の変化に着目し、今後発生し得る交通行動や居住地の変化を明らかにしている。また、森本ら¹⁴⁾はテレビ会議出張会議を代替することで生じる CO₂排出量の変化をライフサイクル環境負荷の観点から示している。

(2) 研究の位置づけ

交通機関別の次世代交通の環境影響評価に関する研究は既に多くの蓄積がある。また、交通シミュレーションを通じた自動車交通の環境影響評価も定量的に示されている。しかし、EV や LRT といった複数の次世代交通機関の連携を対象に、交通行動の変容も考慮した多様なシナリオに対して交通モードの相互関係を考慮しながら、交通環境負荷を定量的に評価している研究は見られない。また、実際の交通流を考慮した上で、様々な交通機関と

交通手段の組み合わせに応じて、将来の交通環境負荷に言及している事例は不十分である。そこで本研究では、筆者らの先行研究⁹⁾に続き、次世代交通の環境影響評価と実際の交通流に即した推計を組み合わせ、テレワークの導入による交通行動の変容と様々な次世代交通が連携する都市の交通環境負荷の検討を行う点に新規性がある。

3. 研究の概要

(1) 研究の流れ

本研究では、LRT、EV、電動バスなどの次世代交通の組み合わせに着目し、導入前後の比較によって環境負荷を推定するため、2022 年に LRT 開業が予定されている栃木県宇都宮市を対象とし、下記の手順で研究を行う。

- i. 対象とする次世代交通を整理し、環境性能を定義する。また、テレワークの現状を把握する。
- ii. LRT 開業予定地域をマイクロ交通シミュレーションで現況再現し、精度を検証する。
- iii. LRT 開業予定の一部地域を対象にマイクロ交通シミュレーションを用いてテレワークや複数の次世代交通が及ぼす環境改善効果を評価する。
- iv. iii の次世代交通やテレワークの導入評価をもとに、地球温暖化対策計画の達成に向けた交通環境のあり方を提案し、将来の交通環境負荷を推計する。

(2) 対象地の概要

前述したように本研究では 2022 年に LRT 開通が予定されている栃木県宇都宮市を対象とする。現在は次世代交通が存在せず将来導入すると仮定することで、将来予測による不確実性は存在するものの、各交通機関の導入時期の違いによる影響を受けずに相互比較することが可能となる。また、宇都宮市は自動車分担率が 68%を占め⁹⁾自動車への依存度は年々高まっている。宇都宮市の温室効果ガス排出量は全体では減少傾向だが、運輸部門に限ると現在も増加傾向にある¹⁰⁾。よって次世代交通の導入による運輸部門の環境負荷低減が期待される。

4. 次世代交通・テレワークの現状

(1) EV の定義・現状

本研究では、EV を「バッテリーに蓄えた電気をモーターに供給し、走行のための駆動力を得る」自動車¹⁵⁾と定義する。EV と電動バスに共通した特徴として、走行時に CO₂や窒素化合物など地球温暖化や都市環境に悪影響を及ぼす物質を排出しない点や、低騒音かつ低振動である点が挙げられる。発電時に発生する CO₂や窒素化合

物の排出量は従来のガソリン車やディーゼルバスと比べると大幅に少ない¹¹⁾。2018年未来投資戦略では、2030年までに新車販売台数のうちEVやプラグインハイブリッド自動車の割合が2~3割を占めることを目指す¹²⁾と明記されており、今後、本格的なEVの普及が想定される。

(2) LRTの定義・現状

LRTの特徴は、地下鉄などの高規格な鉄道や橋脚を必要とする都市モノレールと比較して整備コストが小さい一方で、路線バスや従来の路面電車と比較して大きな輸送力や定時性を確保できる¹³⁾ことである。自動車依存社会において、環境汚染や交通渋滞等の深刻な都市問題を解決する上で関心を集めており、欧米を中心に普及が進んでいる。現在我が国でLRTと認識されている次世代交通システムは富山ライトレールの一事例のみであるが、LRTに対する期待や関心は高く今後各地で導入の検討が進むと予想される。尚、運行にかかる消費電力は2.0kWh/km⁷⁾である。

(3) テレワークの定義・現状

テレワークは情報通信技術を活用した場所や時間にとらわれない柔軟な働き方を指す言葉である¹⁴⁾。テレワークは在宅勤務をベースとした自宅利用型、顧客先や移動中に行うモバイルワーク、勤務先以外のオフィススペースにおけるサテライトオフィス勤務に分類される。本研究では、在宅勤務による通勤トリップの削減を目的とするため自宅利用型のみを対象とする。

5. 次世代交通・テレワークによる影響の評価

(1) ミクロ交通シミュレーターによる交通流推計

実際の交通流を考慮しながら次世代交通の導入効果を評価することを目的に、ミクロ交通シミュレーションを実施した。ここでの次世代交通の導入効果はCO₂排出量の減少による環境改善効果として定義する。対象地は、LRT導入による車線減少が、大きく自動車交通に影響を及ぼすと想定される範囲とした(図-1)。尚、平日のピーク時一時間を分析の対象とする。

そこで、ミクロ交通シミュレーターであるTrans Modellerを使用し、自動車交通の挙動を再現した。宇都宮市交通量調査に基づき、対象地内の道路ネットワーク、信号現示、OD交通量を入力し、現況の交通状況を再現した。なお、OD交通量は交通量調査の結果を収束条件として推計した。8交差点の流入交通量の推計結果を実際の観測結果と比較すると、両者の重相関係数は0.843となり、一定の精度で現況再現ができたと解釈した。



図-1 対象地域⁹⁾

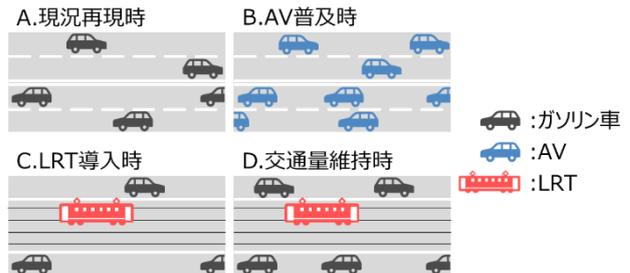


図-2 シナリオ別交通のイメージ⁹⁾

(2) 評価手法の概要

複数の次世代交通の導入状況を想定し、交通量とEV普及率、発電構成比に着目した。まず、次世代交通の導入を想定したシナリオによる交通量を7通り設定した(表-4)。交通量の変動に影響を及ぼす次世代交通として対象とするのは、自動運転車(Autonomous Vehicle; AV)とLRTである。また、乗用車に占めるEVの割合を8通り設定した(表-5)。さらに、電力の発電方法別発電量を5通り設定した(表-6)。加えて、テレワークの実施率を3通り設定した。これらを組み合わせることで840通りの

状況下の交通環境負荷をWell to Wheel法に基づきCO₂排出量に換算して推計した。交通量の設定は、現況再現(シナリオA)、完全にAVが普及した場合(同B)、LRTを導入し交通量が減少した場合(同C)、LRTの導入前後で交通量が変わらない場合(同D)を考慮した(図-2)。

AVが普及した場合は、岩田ら¹⁵⁾の研究より疲労と事故リスクの低減に着目し交通量の増加を想定した。岩田らによると平均的な家計ではレベル4, 5のAVの導入によって走行距離が年間630~3,273km増加する。自家用乗用車の年間平均走行距離は10,575km¹⁶⁾であるため、本研究ではAVの導入によって6%(シナリオB-1)~31%(同B-2)走行距離が増加すると想定した。尚、AVのEV比率はAVではない乗用車と同等とする。

LRT導入時のOD交通量は、宇都宮市のLRT需要予測¹⁷⁾を用いた。まずPT調査を用いて、対象地域における移動目的別の8時台交通需要集中度を算出した。この目

的別交通需要集中率を、LRT の需要予測値に乗ずることで、8時台の交通量削減幅を算出した(表-3)。

試算の結果、LRT が開業し需要予測通りに交通量が削減された場合(シナリオ C-1)には、12%交通量の削減が予想される。同様にLRT 需要予測¹⁶⁾で提示されているLRT 利用者の最大値(同 C-2)と最小値(同 C-3)の場合で算出を行った。前者の場合は17%、後者の場合は11%の交通量の削減が予想される。ここで、LRT 導入時を仮定する際は、開業後の道路状況に合わせて車線数や交差点を設定し、道路ネットワークを変動させた。

シナリオに基づく交通量の設定は全て小型車の交通量の増減に起因するものと仮定し、大型車の交通量は一定とした。

EV 普及率は、自然エネルギー財団が提示しているEV 保有比率¹⁸⁾を参照した(表-4)。また、2018 年度の我が国の電力発電量と需要量の差異から導入可能なEV 普及率を82%と予測し、さらに極限値を100%として推計に組み込んだ。

EV やLRT の運行によるCO₂排出量は、電力の発電方法によって異なる。そこで、5種の発電構成比を想定し、それぞれの場合におけるCO₂排出係数を加重平均により算出した。各設定における発電方法別発電量と各発電構成比採用時におけるCO₂排出係数を表-5に示す。

東日本大震災前の2010年時、現状を表す2017年時の実績値に加え、資源エネルギー庁が提示している2030年の予測値¹⁹⁾、独自に推計した2030年の発電構成比予測値、再生可能エネルギーで100%発電された場合を想定した。

テレワーク実施率は、パーソル総合研究所が実施した第三回・新型コロナウイルス対策によるテレワークへの影響に関する緊急調査²⁰⁾を参考にした。調査結果を踏まえ、対象地である栃木県宇都宮市の2020年5月におけるテレワーク実施率である15.3%と、緊急事態宣言下である2020年4月における全国平均値である27.9%を採用した場合、さらに比較対象としてテレワークを導入しなかった場合の計3通りを想定した。

交通量とテレワーク実施率に応じた組み合わせに従って、現状の交通量需要調査よりそれぞれOD表を作成し、シミュレーションを実施した。OD表の作成に当たっては、PT調査を用いて、分析対象としている平日の午前8時台のトリップの内、代表交通手段が自動車であるトリップを抽出した。その中で、通勤目的のトリップの割合は53%であったため、この53%のトリップのみをテレワーク実施率に応じて変動させた。尚、緊急事態宣言の発令に伴い、宇都宮市では平日に8~15%交通量の減少が観測された²⁰⁾。本研究で扱う通勤トリップとテレワーク普及率は、実情に沿った値であると考えられる。

表-3 LRT導入時の交通量削減率の算出⁹⁾

	対象地域を出発地・目的地を含むトリップ			LRTへ転換するトリップ	
	全トリップ	内8時台出発	8時台集中度	自動車→LRT	内8時台出発
勤務	37,609	16,035	43%	5,294	2,257
通学	2,646	1,020	39%	314	121
業務	9,356	761	8%	164	13
私事	59,772	2,756	5%	640	30
帰宅	69,894	500	1%	5,424	39
計	179277	21072		11836	2460

表-4 本研究で採用したEV普及率⁹⁾

年	2010	2020	2030	2040	2050	2060	予測値	極限値
EV普及率	0%	2%	11%	24%	41%	60%	82%	100%

表-5 想定した発電構成比⁹⁾

発電種別	CO ₂ 排出係数 (kg/kWh)	現在	震災前	エネ庁	予想	再エネ
		2017	2010	2030	2030	-
石油	0.70	9%	9%	3%	3%	0%
LNG	0.48	40%	29%	27%	28%	0%
石炭	0.86	32%	28%	26%	26%	0%
原子力	0.00	3%	25%	21%	14%	0%
再生可能	0.00	16%	9%	23%	29%	100%
加重平均(kg/kWh)		0.53	0.44	0.37	0.38	0.00

表-6 2017年発電構成比でのEV普及率別のCO₂排出量(t/h)

シナリオ	交通量	テレワーク率	EV普及率							
			0%	2.0%	11%	24%	41%	60%	82%	100%
A-t0	現状	0%	7.2	7.2	6.9	6.5	6.0	5.5	4.8	4.3
A-t15	現状	15.3%	6.7	6.6	6.4	6.0	5.6	5.1	4.5	4.0
A-t28	現状	27.9%	6.2	6.1	5.9	5.6	5.2	4.7	4.2	3.7
B-1-t0	AV普及(Min)	0%	7.6	7.5	7.2	6.8	6.3	5.7	5.1	4.5
B-1-t15	AV普及(Min)	15.3%	7.0	6.9	6.7	6.3	5.8	5.3	4.7	4.2
B-1-t28	AV普及(Min)	27.9%	6.5	6.5	6.2	5.9	5.5	5.0	4.4	3.9
B-2-t0	AV普及(Max)	0%	9.6	9.5	9.2	8.7	8.0	7.3	6.4	5.8
B-2-t15	AV普及(Max)	15.3%	8.5	8.5	8.2	7.7	7.1	6.5	5.7	5.1
B-2-t28	AV普及(Max)	27.9%	7.7	7.7	7.4	7.0	6.5	5.9	5.2	4.6
C-1-t0	LRT導入	0%	6.9	6.9	6.6	6.3	5.8	5.3	4.7	4.2
C-1-t15	LRT導入	15.3%	6.3	6.2	6.0	5.7	5.2	4.8	4.2	3.8
C-1-t28	LRT導入	27.9%	5.7	5.6	5.4	5.1	4.8	4.3	3.8	3.4
C-2-t0	LRT高需要	0%	6.6	6.6	6.3	6.0	5.5	5.0	4.4	4.0
C-2-t15	LRT高需要	15.3%	5.9	5.9	5.6	5.3	4.9	4.5	4.0	3.5
C-2-t28	LRT高需要	27.9%	5.5	5.4	5.2	4.9	4.6	4.1	3.7	3.3
C-3-t0	LRT低需要	0%	7.2	7.2	6.9	6.5	6.1	5.5	4.9	4.3
C-3-t15	LRT低需要	15.3%	6.4	6.3	6.1	5.8	5.3	4.8	4.3	3.8
C-3-t28	LRT低需要	27.9%	5.8	5.7	5.5	5.2	4.8	4.4	3.9	3.5
D-t0	移動量増加	0%	8.1	8.0	7.8	7.3	6.8	6.2	5.5	4.9
D-t15	移動量増加	15.3%	7.3	7.2	7.0	6.6	6.1	5.5	4.9	4.4
D-t28	移動量増加	27.9%	6.6	6.5	6.3	5.9	5.5	5.0	4.4	3.9

(3) 推計結果

シミュレーションの結果を発電構成比別に示す。ここでは2017年の発電構成比採用時のみを抜粋する(表-6)。複数の次世代交通が連携することで、単一で次世代交通が導入されるより、大きな効果が発現していることがわかる。一方で、増加分は限定的であるため、より効果的な組み合わせを検討する必要がある。

(4) 交通量に着目した考察

シミュレーション結果より様々な交通量のシナリオやテレワーク導入の影響を評価することを目的に、EV 普

及率 0%を想定した際の二酸化炭素排出量を図-3 で示す。

テレワークを 15.3%導入した際の環境負荷は、LRT が導入され高需要であった場合と同等程度の環境改善効果があることが明らかになった。また、テレワークを 27.9%導入した場合には、次世代交通の導入効果を大きく上回る環境改善効果が想定される。

また、自動運転車が普及し、走行距離の増加分が最大値であった場合には、自動運転による走行距離増加分は、テレワークを導入し、交通量を削減したとしても、現状よりも環境負荷は増大することが明らかになった。

次に、テレワーク普及率と自動車による二酸化炭素排出量の関係を図-4 で示す。現況再現した場合には、テレワークの普及に応じて、一定の割合で二酸化炭素排出量は削減されていることが読み取れる。これは、対象地域では著しい交通渋滞は発生していないためであると考えられる。同様に LRT を導入した場合も一定の割合で二酸化炭素排出量は減少していることが読み取れる。LRT の開通に伴って、対象地域の一部区間で車線の減少等が想定されているが、需要予測に基づいて、交通量が自動車から LRT に転換することで、著しい渋滞は避けられることがその理由であると考えられる。一方で、自動運転車が導入され、走行距離の増加分が考えられる範囲の中で最大であった場合は、渋滞が悪化することが想定される。そこでテレワークの導入と組み合わせて検討すると、テレワークを 3 割程度普及させることで、渋滞の改善につながり、大きく環境改善を期待できることが明らかになった。尚、本研究では、通勤トリップのみ変化の対象としているため、テレワークを 100%導入した際にも、環境負荷は発生している。

LRT の導入によって二酸化炭素排出量は 3%程度削減可能であることが明らかになった。また、15.3%テレワークを導入することで、7%の二酸化炭素排出量を削減可能である。これらを組み合わせると 12%程度の環境改善が期待される。一方で、地球温暖化対策計画では、2030 年に 2013 年度比で 26%の温室効果ガスの削減を掲げており、交通部門における目標達成までは至らない。そこで、次世代交通の導入やテレワークの推進に踏まえて、自動車の EV 化や発電構成比の改善を同時に図ることで、二酸化炭素排出量は大きく削減可能である。例えば、2030 年度を想定し、2030 年に想定されている 11%の EV 普及や、資源エネルギー庁が 2030 年の発電構成として提示しているエネルギーミックスに基づいた CO₂排出係数 0.37kg/kWh を LRT の導入やテレワーク 15.3%普及時に採用すると、二酸化炭素排出量は現状のおよそ 3/4 となり、地球温暖化対策においても次世代交通の導入やテレワークの推進、また、EV 普及、発電構成比の改善など多角的な施策を組み合わせることで得られる効果は個々の環境改善効果の和よりも増幅し、大きな環境改善

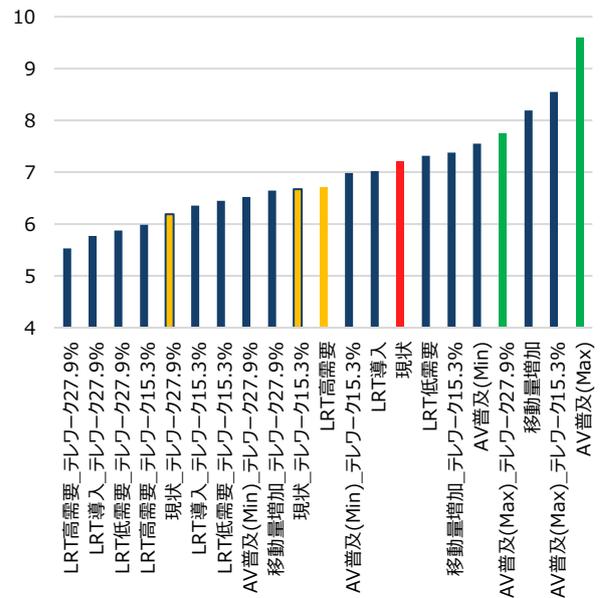


図-3 EV普及率0%における交通環境負荷 (t-CO2/h)

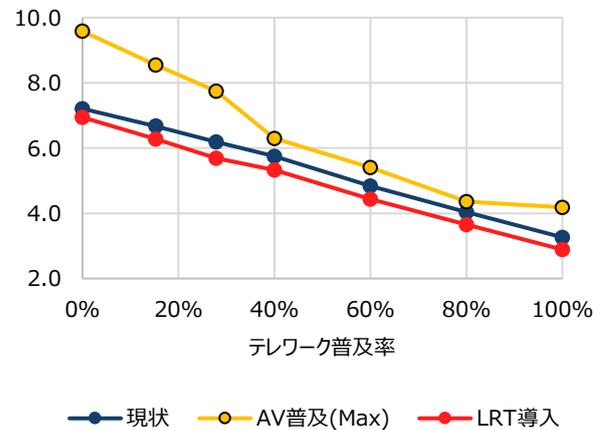


図-4 テレワーク普及率と交通環境負荷の関係 (t-CO2/h)

表-7 次世代交通の導入状況

設定項目	2018	2030	2040	2050
LRTの有無	無	有	有	有
CO ₂ 排出係数(kg/kWh)	0.53	0.37	0.33	0.28
EV普及率	0.3%	11%	24%	41%
AV普及率	0%	13%	33%	52%

効果を期待できることが明らかになった。

6. 交通環境負荷の将来像提示

(1) 将来推計の概要

これまで検討してきた次世代交通の導入による交通量の変化、EV 普及率、発電構成比、テレワークの普及に加え、人口の増減によるトリップ総量の変動を考慮したうえで、同時に様々な次世代交通が普及している状況を想定(表-7)し、将来の交通環境負荷の推計を行う。

テレワーク実施率に関しては、COVID-19が蔓延する前の正確な統計が存在しないため、2020年5月の栃木県におけるテレワーク実施率である15.3%、並びに緊急事態宣言下である2020年4月における実施率である27.9%を採用し、テレワークの有無が与える影響を検討した。

(2) 推計結果と考察

表-8に示す通り項目別の条件設定を行い、政策も加味した将来推計の結果を図-5に示す。

推計の結果、2050年の交通に起因するCO₂排出量は現状の2/3となり、高止まりしている交通環境負荷も今後改善することが予想される。さらにテレワークを組み合わせることで改善が見込まれ、テレワークが27.9%普及した2050年時には、交通環境負荷は現状の約半分程度になることが明らかになった。

7. 結論

(1) 本研究で得られた知見

本研究では、交通シミュレーションを用いて現状の自動車交通の環境負荷を算出し、交通量、EV普及率、発電構成比に着目して次世代交通の環境負荷への影響を評価したうえで、テレワーク導入による環境改善効果を明らかにした。その結果、対象地である宇都宮市においてテレワークの導入は普及率が15%程度の際にはLRTの導入と同等の環境改善効果が期待され、普及率が向上することで、大幅な環境改善に繋がることが明らかになった。一方で、自動運転車導入による環境負荷の増大をテレワークとの併用により抑えるためには、少なくとも3割程度テレワークの普及を行う必要があり、その実現は容易ではない。また、次世代交通の導入が進む2050年ごろには交通環境負荷は現状の2/3程度になることが予想されるが、さらにテレワークを組み合わせることで現状の半数程度まで交通環境負荷を削減可能であることが明らかになった。

(2) 本研究の課題と今後の展望

本研究では、交通機関の運行時のみに着目して、環境負荷を評価したが、より現実に即した推計を行うために交通機関や発電構成をライフサイクルの観点から評価することが必要である。また、COVID-19を背景に急速に普及が進んだテレワークの定着の度合いを引き続き注視し、より現実的な予測を行うことが望ましい。

また、今後様々な地域に適用可能なモデルの構築を行うため、設定したシナリオの妥当性を評価したうえで、一層精度の高い推計のために、EVの導入による自動車の加速性能の向上や、AVの導入による車間距離の短縮といった、次世代交通の特性を考慮し、都市のコンパクト

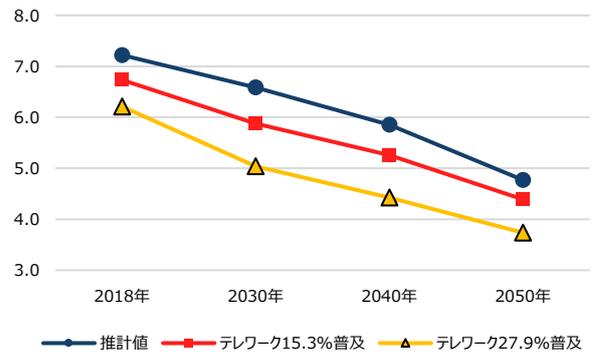


図-5 交通環境負荷の将来推計 (t-CO₂/h)

表-8 設定した交通量の変化率

交通量に影響を与える要素	2012	2018	2030	2040	2050
交通量(人口ベース)	100%	101%	98%	93%	87%
LRT導入効果			-11%	-11%	-11%
自動運転車導入効果			2%	6%	10%
総計	基準	1%	-11%	-13%	-15%

ト化などがもたらす移動形態の変化など様々な要素を織り込むことが必要である。

参考文献

- 1) 環境省：日本の約束草案, <https://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/2020.html>, 2015.
- 2) 資源エネルギー庁：エネルギー基本計画, https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/180703.pdf, 2018.
- 3) 須永大介・村木美貴：EV普及促進のための計画制度とその実現性に関する一考察, 都市計画論文集, 47巻3号, pp.769-774, 2012.
- 4) 井ノ口弘昭・秋山孝正：街区型環境未来都市の道路交通システム運用についての研究, 交通工学論文集, 1巻2号, pp.123-132, 2015.
- 5) 渡辺由紀子・長田基広・加藤博和：LRTシステム導入の環境負荷評価:代替輸送手段との比較と環境効率の適用, 日本LCA学会誌, 2巻3号, pp.246-254, 2006.
- 6) 森本涼子・眞野新吾・工藤希・柴原尚希・加藤博和・伊藤圭：マイクロ交通流シミュレーションを組み込んだ交通システム整備によるライフサイクルCO₂変化の推計手法, 土木学会研究論文集G(環境), 6巻5号, pp.97-105, 2013.
- 7) 日比野直彦・坂本雅彦・奥ノ坊直樹・森地茂：働き方の変化が通勤行動と就業場所・居住地選好に与える影響の把握に向けた基礎的分析, 土木計画学研究・論文集, 75巻5号, pp.627-640, 2019.
- 8) 森本涼子・柴原尚希・後藤直紀・加藤博和：環境効率指標を用いたテレビ会議と出張会議のLCAによる比較, 土木計画学研究・論文集, 26巻, pp.181-188, 2009.
- 9) 三瀬遼太郎・井原雄人・森本章倫：次世代交通の組み合わせに着目した交通環境負荷に関する研究, 都市計画論文集, 55巻(掲載決定), 2020
- 10) 宇都宮市：交通未来都市うつつのみや 公共交通シンポジウム報告, http://www.twb.mlit.go.jp/kanto/koutuu_seisaku/seminar/seminar/zadankai/290922/utsunomiya.pdf, 2017.
- 11) 国立環境研究所：環境技術解説, <http://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=22>, 2016.
- 12) 次世代自動車戦略研究会：次世代自動車戦略 2010, https://www.hkd.meti.go.jp/hokis/mono_kondan2/data02_2.pdf, 2010.
- 13) 一般社団法人日本テレワーク協会：テレワークとは, https://japan-telework.or.jp/tw_about-2/, 2018
- 14) 国土交通省：LRT(次世代型路面電車システム)の導

- 入支援, <http://www.mlit.go.jp/crd/tosiko/guidance/pdf/04section1.pdf>, 2005.
- 15) 岩田和之・馬奈木俊介：自動運転の導入による走行距離への影響:家計への調査を用いた実証分析, RIE TI Discussion Paper Series, 18-J-005, 2018.
- 16) 国土交通省：自動車の使用実態, <http://www.mlit.go.jp/jidosha/iinkai/seibi/5th/5-2.pdf>, 2004.
- 17) 宇都宮市建設局 LRT 整備室：特許申請の需要予測と整備効果について, 第 10 回芳賀・宇都宮機関公共交通検討委員会, 資料 3, 2015.
- 18) 自然エネルギー財団：EV 普及の動向と展望, https://www.renewable-ei.org/activities/reports/img/pdf/20180627/REI_EVreport_20180627.pdf, 2018.
- 19) 資源エネルギー庁：2030 年エネルギーミックス実現へ向けた対応について, https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/025/pdf/025_008.pdf, 2018.
- 20) パーソル総合研究所：第三回・新型コロナウイルス対策によるテレワークへの影響に関する緊急調査, <https://rc.persol-group.co.jp/news/202006110001.html>, 2020.
- 21) 宇都宮国道事務所：緊急事態宣言下における交通状況, 道路行政マネジメントを实践する栃木県会議会議資料, 2020
- ?
?

A STUDY OF THE IMPACT OF FUTURE CHANGES IN THE TRAFFIC ENVIRONMENT ON THE ENVIRONMENTAL LOAD OF TRAFFIC

Ryotaro MISE, Yuto IHARA and Akinori MORIMOTO

In order to achieve the greenhouse gas reduction target set by the Paris Agreement, it is essential to reduce the immense impact caused by the traffic environment. The introduction of low-carbon, next-generation transportation systems such as EV, LRT and autonomous vehicles has been attracting attention to reduce the environmental burden of transportation. This study quantitatively evaluates the environmental improvement effect of next-generation transportation systems in terms of traffic volume, EV penetration rate and power generation composition under actual traffic flow assumptions. In addition, this study projects the future environmental load in Utsunomiya City, considering changes in traffic behavior due to telecommuting.