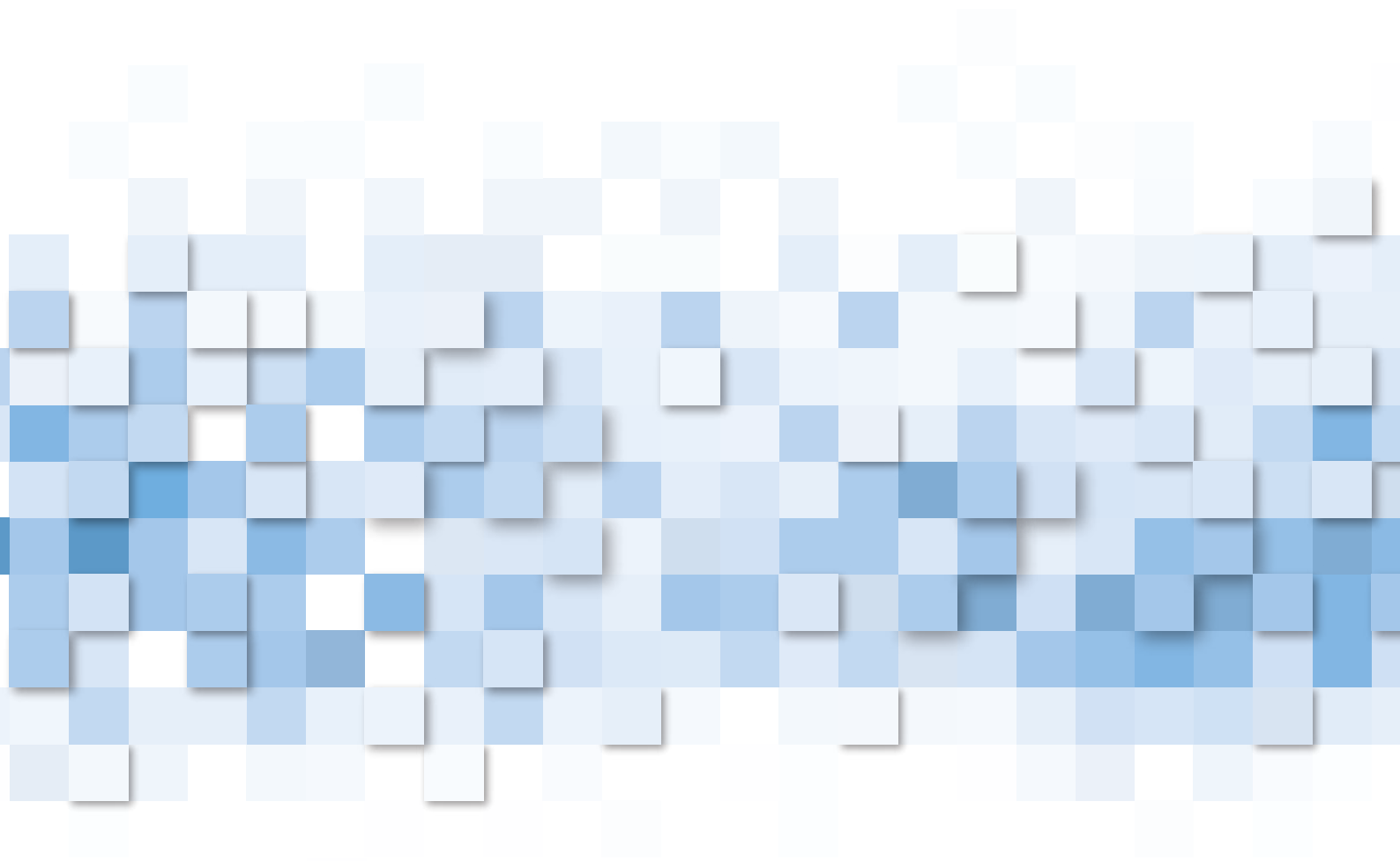


2024 研究活動報告

IBS Annual Report



I. 巻頭言

代表理事 岸井 隆幸 1

II. 研究論文

これからの都市交通政策のための都市交通調査
～都市交通調査ガイダンスと都市交通調査プラットフォームの使い方～

都市地域・環境部門 部門長兼 GM	石神 孝裕	7
都市地域・環境部門 GM	稲原 宏	
データサイエンス室 ITM	石井 良治	
都市地域・環境部門	磯野 昂士	
交通・社会経済部門	小松崎 諒子	
データサイエンス室	谷口 賢太	
都市地域・環境部門 主幹研究員兼 GM	中野 敦	
(株) ライテック 社会・公共ソリューション部第1課 課長	近藤 和宏	
都市地域・環境部門	木全 淳平	
データサイエンス室	高橋 慧	
総務部次長	小島 浩	
都市地域・環境部門 主任情報員	金山 真子	
都市地域・環境部門	中村 舞華	
データサイエンス室	阿波 夏美	

仙台市秋保地区における住民主体の地域交通導入について
～ぐるりんあきうの本格運行～

都市地域・環境部門 GM	高砂子 浩司	15
都市地域・環境部門	磯野 昂士	
都市地域・環境部門 (東北事務所)	廣瀬 健	
都市地域・環境部門	堀内 勝光	
都市地域・環境部門 主任情報員	齊藤 雅子	
データサイエンス室	伊藤 京	
総務部次長	小島 浩	

道路システムの DX を支える道路データプラットフォーム
～日常業務の効率化とオープンイノベーションへの期待～

交通・社会経済部門 担当部門長兼 GM	矢部 努	23
研究本部次長、データサイエンス室長兼 ITM	加藤 昌樹	
データサイエンス室 主任研究員	伊藤 裕美	
交通・社会経済部門 主任研究員	廣川 和希	
データサイエンス室	宮内 弘太	
特任研究員	羽佐田 紘之	
交通・社会経済部門 主任情報員	菅原 智子	

データから読み解く～新型コロナ後の新たな自動車利用動向～

交通・社会経済部門 主任研究員	廣川 和希	31
交通・社会経済部門 主幹研究員兼 GM	北村 清州	
データサイエンス室	上野 優太	
交通・社会経済部門	江田 裕貴	
交通・社会経済部門 主任研究員	和泉 範之	
データサイエンス室 ITM	茂木 渉	
データサイエンス室 室長代理兼 GM	岡 英紀	
データサイエンス室	高橋 慧	
データサイエンス室 主任研究員	及川 潤	
交通・社会経済部門 主任情報員	斎藤 史恵	
//	菅原 智子	
特任研究員	羽佐田紘之	

Ⅲ. フェローシップ最終報告

カーボンニュートラルに寄与する都市政策に関する動向

千葉大学大学院工学研究院建築学コース 准教授	松浦健治郎	41
------------------------	-------	----

ドイツにおける地域公共交通サービスの動向

一般財団法人交通経済研究所 主任研究員	遠藤俊太郎	47
---------------------	-------	----

Ⅳ. 自主研究活動報告

リニア中央新幹線中間駅が圏域構造に及ぼす影響

業務執行理事、研究本部長兼企画室長	毛利 雄一	55
都市地域・環境部門 担当部門長兼 GM	森尾 淳	
特任研究員	鈴木 紀一	

パブリックスペースを活かしたまちづくりに関する研究

～UPS（アーバンパブリックスペース）研究会 NW 部会を通じて～

東北事務所次長、都市地域・環境部門 担当部門長兼 GM	福本 大輔	61
都市地域・環境部門（東北事務所）	青野 貞康	
都市地域・環境部門	林 健太郎	
//	桝山 和哉	
都市地域・環境部門（東北事務所）	廣瀬 健	

都市物流施策の評価モデル・評価手法に関する研究

交通・社会経済部門 担当部門長兼 GM	剣持 健	65
データサイエンス室 室長代理兼 GM	岡 英紀	
データサイエンス室	宮内 弘太	
//	上野 優太	
交通・社会経済部門	河上 翔太	
//	井村祥太郎	
//	谷 亮太	
業務執行理事、研究本部執行管理部長	萩野 保克	

V. 海外学会等参加の概要

PIARC 国際セミナー 「都市地域における道路モビリティ・プロジェクトとその環境への影響」			
	交通・社会経済部門 主幹研究員兼 GM	西村 巧	73
第 15 回 EASTS 2023 シャー・アラム大会			
	都市地域・環境部門（東北事務所）	青野 貞康	74
	//	廣瀬 健	
シカゴリバーウォークにおける空間整備と運用体制			
	交通・社会経済部門	小松崎 諒子	75
	都市地域・環境部門 GM	高砂子浩司	
	東北事務所次長、都市地域・環境部門 担当部門長兼 GM	福本 大輔	
第 27 回世界道路会議（PIARC：プラハ大会）			
	交通・社会経済部門	村上 悠馬	76
	交通・社会経済部門 主幹研究員兼 GM	西村 巧	
	交通・社会経済部門	粕谷ひろみ	
	交通・社会経済部門 GM	萩原 剛	
2023 INFORMS 年次総会			
	特任研究員	羽佐田 紘之	77
イギリスの旅行時間信頼性に関するインタビュー調査			
	交通・社会経済部門 GM	樋野 誠一	78
シンガポール視察報告 ～地下空間を有効活用した都市開発～			
	東北事務所次長、都市地域・環境部門 担当部門長兼 GM	福本 大輔	79
ディジョンにおけるスマートシティプロジェクトの視察報告			
	都市地域・環境部門 GM	高砂子浩司	80
ハンブルク、ベルリンにおける先進的な交通体系づくりの事例調査			
	都市地域・環境部門	木全 淳平	81
	//	蛸子 哲	
	都市地域・環境部門 部門長兼 GM	石神 孝裕	
	業務執行理事、研究本部企画戦略部長	牧村 和彦	
欧州連合における都市交通調査の調和化			
	都市地域・環境部門	磯野 昂士	82
	都市地域・環境部門 GM	稲原 宏	
	都市地域・環境部門 部門長兼 GM	石神 孝裕	
第 103 回 TRB 年次総会			
	都市地域・環境部門 部門長兼 GM	石神 孝裕	83
	業務執行理事、研究本部企画戦略部長	牧村 和彦	
HKSTS 2023 - Hong Kong Society for Transportation Studies -			
	データサイエンス室 ITM	石井 良治	84
	データサイエンス室	高 宇涵	
PIARC（世界道路協会）技術委員会 キックオフミーティング			
	交通・社会経済部門 GM	萩原 剛	85
	交通・社会経済部門 主幹研究員兼 GM	西村 巧	
	交通・社会経済部門	粕谷ひろみ	

VI. 受賞・表彰報告

交通・社会経済部門 GM	樋野 誠一	89
都市地域・環境部門 担当部門長兼 GM	森尾 淳	90
交通・社会経済部門 主幹研究員兼 GM	北村 清州	90
都市地域・環境部門 GM	溝口 秀勝	91
研究本部次長、データサイエンス室長兼 ITM	加藤 昌樹	91

VII. 研究活動報告

都市地域・環境部門	95
交通・社会経済部門	99
データサイエンス室	105

VIII. 研究論文一覧

研究論文一覧	109
--------	-----

IX. IBS 情報

IBS の概要	125
IBS 東京事務所の新オフィスのご紹介	126

X. 訃報

黒川先生追悼	127
--------	-----

巻頭言

Preface: On our 60th Anniversary岸井隆幸¹

Takayuki KISHII



本誌後述のご案内の通り、一般財団法人 計量計画研究所 The Institute of Behavioral Sciences (以下IBS)・東京事務所は、今年7月1日より、JR水道橋駅近くの「東京都文京区後楽1丁目4番14号 後楽森ビル12階」に移転して活動を開始した。これまで拠点としていた新宿区市谷本村町の事務所には、38年間お世話になった。その前は創設場所でもある代々木の事務所で22年間を過ごしている。ただ、時の流れは速く、現在所属の職員で代々木の事務所を知っている者は2、3名に過ぎない。

創立以来、代々木で22年、市谷で38年と書けばお分かりのとおり、実は今年はIBS設立60周年、還暦を迎える節目の年である。そこで今年の本稿は、IBSの歴史を振り返るところから始めたい。

IBS：60年の歩み

IBSは1964年7月15日、行政管理庁（現総務省）認可の財団法人（所員14名）として設立された。基本財産は当初1,000万円、翌年5,000万に増額され、日立製作所が4,000万円、日本ビジネスコンサルタント（NBC：1959年設立の企業で、現（株）日立システムズにつながる組織）が1,000万円を出捐している。その後、1981年に基本財産が1億円に増額されている。

そもそものは、当時開発が進んでいた大型計算機を社会に活用することを目的として設立されたもので、当初の寄付行為には「我が国及び諸外国の政治、経済、社会事象の数量的な調査研究を行い、わが国諸官庁をはじめ諸企業の合理的政策決定並びに科学的計画に関する知識普及に資することを目的とする」（第2条）と記されている。実際、設立時には行動科学・統計数理・交通・経済・システム・防衛科学といった6研究室（その後、都市計画、言語情報、環境・資源の研究室等が創設）があり、1964年度（設立初年度）の研究としては、外務省から「自動索引の研究」、「各国現勢と世界現勢の数量化に関する研究」等4件、防衛庁から「自衛隊員の募集可能数の予測モデルに関する研究」等2件、建設省から「高速道路への転換率に関する研究」等3件、日本道路公団および首都高速道路公団から「関門トンネルの交通量推定及び設備投資の経済試算」等4件を受託している。

初代理事長は早稲田大学政経学部河辺旨教授（交通経済学）、理事には文部省統計数理研究所林知己夫教授（社会調査サンプリング方法の確立・数量化理論の開発等で知られる統計学者）・同石田正次教授（数理統計学者）・東京大学経済学部大石泰彦教授（近代経済学者）・同教養学部京極純一助教授（政治学者）・同宇宙航空研究所穂坂衛教授（日本のCG・CAD分野のパイオニア）・港湾審議会計画部会長鮫島茂氏（内務省を経て（株）日本港湾コンサルタント創設）・明治大学工学部後藤以紀教授（東大教授・工業技術院院長なども務めた電子工学）・北川宗助氏（NBC代表取締役）といった錚々たるメンバーが並んでいた。

このように大型コンピューターの開発を背景に多分野にわたる研究の歩みを始めたIBSであるが、その後の急激なモータリゼーション、PT調査・物流調査の普及などもあって徐々に都市交通分野の業務がその中心となり、1989年には総務省および建設省の共管団体となった。また、当初は日立のHIPACやHITACを主たるコンピューターシステムとして活用していたが、1976年からは富士通のFACOMを導入するなど、日立との関係は徐々に薄れて、今では特定のコンピューターメーカーと繋がっているわけではない。

1974年には、解析部（当時）の電子計算機室を大型汎用計算機の有効活用を図るシステム会社として独立さ

1 一般財団法人計量計画研究所 代表理事 博士（工学）

せ、その後しばらくはIBS関係者が同社の社長・会長を務めていた。同社は当初、IBSデータセンター（IDC）と称していたが、1991年（株）ライテック（Linkage of Intelligence & TEChnology）に名称変更、その後も引き続きIBSとは強力なパートナーシップ関係を維持している。

加えて、1972年から1976年にかけて仙台都市圏のPT調査を業務として進めた後、1981年1月、仙台に東北事務所を開設することとなった。その後仙台市内で2度ほど移転をしたが、東北事務所自体、既に40年以上の歴史を有している。

初代河辺理事長の後任として、日立製作所のコンピューター技師長を務めた高田昇平が1970年に第2代理事長となる。その後、谷藤正三（内務省・建設省を経て日本大学教授、セントラルコンサルタント（株）代表取締役）、佐々木恒一（初代IBS専務理事、元日本道路公団調査室長）、井上孝（東京大学名誉教授）、並木昭夫（元建設省都市局技術参事官、日本橋梁（株）会長）、黒川洸（筑波大学名誉教授、東京工業大学名誉教授）と続いて、2017年秋からは筆者が代表理事を務めている。

こうしたIBSの60年の歴史の中で最も長く理事長（代表理事）を務められたのは黒川洸先生で、中央省庁再編があった2001年6月に就任され、2017年秋まで17年間有余IBSの運営をリードされた。黒川理事長が就任されて5年後には公益法人改革の嵐が吹き荒れ、2011年4月、IBSも非営利型の一般財団法人計量計画研究所（基本財産1億円）として新たなスタート（内閣府による設立認可）を切ることになり、今日に至っている。

7代目黒川理事長に次いで長く務められたのは5代目の井上孝先生（1984年から1997年まで13年間）であり、井上理事長の時代の1986年9月に、代々木から市谷に事務所を移している。

このお二人の在任期間を合わせると30年、つまりIBSの歴史の半分となるが、井上先生、黒川先生はともに日本都市計画学会の会長を務められていた「わが国の都市計画・交通計画の分野を牽引されてきた研究者・実践者」であり、自ずと今日のIBSの業務範囲もこうした分野を中心とすることとなっていった。

IBS：現状及び次に向かって

現在IBSには約100名の職員がおり、ざっくり言えば総務部・研究本部・東北事務所に分かれる。

東京事務所にある研究本部は、都市地域・環境部門、交通・社会経済部門、データサイエンス室が中心であるが、これまでの市谷の事務所ではそれぞれ異なるフロアにあった。新しいオフィスではワンフロアとなったことで、より一体感が増すものと思われる。またIBSはこれまで大学の研究室の延長線上のような自由な働き方が特徴であったが、最近ではさらに多様な働き方を目指して、海外での限定勤務、大学への派遣勤務なども組織として認めることとした。ちなみに現在、博士号を持つ職員は19名、その多くはIBSに就職してから業務を通じて学位を取得している。

経営面では、公益法人改革の際に随意契約が問題視されたこともあって大きな試練を迎えたが、その後の職員の努力で業績はほぼ回復した。加えて公益法人制度の改正13年を経て「公益目的支出計画」（新公益法人制度において公益目的に利用することを義務付けられた資金支出計画）も予定より早く達成、2023年会計年度末（2024年7月31日）で終了を迎えることとなった。

もちろん、60年という社会の変化を受けて、我々が主たる業務対象としてきた都市計画・交通計画のテーマも自ずと変化を遂げてきている。経済の高度成長期は、幹線道路の将来交通量予測そのものが大きな課題であり、他の国々の事例などを学びながら大規模な調査、交通量推計を各地で展開してきた。一方、高度成長の負の側面として顕在化した公害問題を受けて自動車の大気汚染問題にどう対処するか、といった課題が浮かび上がってきたし、市民参加の計画プロセスが重視されるようになってPI（パブリックインボルブメント）やMM（モビリティマネジメント）や社会実験などの分野も業務対象となってきた。さらに政権交代を経験してプロジェクトの費用対効果分析も重要視されるようになった。

近年は我が国全体の人口減少を受けて、単純な将来自動車交通量予測だけではなく、利用者に寄り添った、質をより重視した交通解析や歩行者のための空間を重視した地区交通計画、あるいは自動運転を視野に入れたデー

タオリエンテッドな交通政策も求められるようになっていく。

しかも公民連携の政策展開が進んで、問題事象に対してより複合的な解決策が求められるようになった。特に大都市圏域では都市再生の動きが活発で、各地で民間提案のまちづくりが進められようとしており、公共空間と民有地空間の協調やマネジメントの在り方が重視されるようになってきた。一方、地方部では人口減少・高齢化といった状況を受けて立地適正化計画や地域の足である公共交通をどのように維持するかといった話題が重要になってきている。また地方分権を背景に、国土計画・大都市圏計画といった広域的政策の存在感に陰りが見られ、複数の地域間の連携をどう実現するか、広域的な役割分担を視野に入れた行政・民間企業・市民の協調をどのように実現するのか、といった課題も残されている。

このように課題が多様化・複雑化するにつれて、業務の進め方として他の様々な組織と連携して取り組む事例が増えてきているが、IBSとしては、強みである「これまで培ってきたPT調査や物流調査のノウハウとデータの蓄積」や「国の政策立案のお手伝いをして身につけた大局観」を最大限に活かして、「経年的あるいは地域をまたいだ比較分析」・「データに基づいた質に関する定量的分析と予測」・「広域的視点を持った政策提言」、そして「実効性のある施策プログラムの立案」などにより積極的に取り組んでいきたいと考えている。

まだまだやらなければならない課題が山積している中での、新しいスタートである。

心新たに

今回一大作業であった引越は、総務やシステム系、情報員の方々などの努力により、なんとか乗り切ることができた。そして今、IBSの活動は東京都下水道局ポンプ場の上に立つビルの12階で展開されている。19階建ての12階は「中層階」と言えなくもないが、超高層が許される前の建築規制100尺は超えているからやはり「高い場所にある」わけで、市谷事務所とは違う風景を見ることができる。

北側の窓からは、小石川後楽園の静謐な緑と、迫りくるような東京ドームの白い天蓋が見える。いずれも水戸徳川家小石川屋敷の跡地にできたものであるが、実は明治から昭和初期にかけては東京砲兵工廠がこの緑の庭園を取り囲むように広がっていた。今のIBSオフィスの場所もその一部であった。

南側の窓からは神田川と日本橋川、そして水辺を覆い隠すように走る首都高速道路と鉄道が見える。江戸の大切な水脈と近代文明の交通施設がせめぎあっている風景、そしてその先には大手町や六本木、新宿の新しい超高層ビル群が立ち並んでいる。

このように、新オフィスからは「江戸から現代までの歴史を凝縮したような風景」を目にすることができる。さればこそ、「仕事をするオフィス」・「仲間と語り合う居場所」であるだけではなく、時にはブラインドを上げて目の前に広がる世界に思いを巡らせたい。

人は環境によって大きな影響を受けるが、同時に人々の営みが環境を創造する。これからの我々の活動によって、研究所の内も外も環境が変わっていく。新しいオフィス内の風景も変化するし、オフィスから見える外の風景もやがて変化する。

次の時代の新しい景色をここで見てみたい。否、次の時代の風景を、我々の営みによって創り上げたい。

「新しい視座」の前に広がる「TOKYOの風景」は、そういう気持ちを呼び起こす。

新たな60年に向かって、研究所 (Institute) は「常に社会の一步先を歩む」という志を掲げ、総身の知恵を振り絞ってVISIONおよびその実現までのPROCESSを描き、自ら汗を流して導流路を掘って大きな潮流を導き、次の世代に引き継ぐべき社会の実現 (for Better Society) に深く貢献していきたい。

60周年とオフィス移転と公益目的支出計画の終了をよい機会ととらえ、新しい働き方を模索しつつ、心新たに動き出した「次のIBS」(IBS NEXT STAGE) に、ご期待を頂きたい。

巻頭雑話：引越しの余禄

巻頭言の頁を利用させて頂く形で申し訳ないが、今回の引越しで思わぬ余禄があったので報告したい。

私事で恐縮だが、この度の引越しにあたってこれまで抱え込んできた様々な書類・書籍を思い切って処分することとした。積み上げてあった山をひっくり返してみると、思いがけないものが見つかる。どこを写したかもわからない古い写真はもちろん、大学時代のノート類、外国の記念コインまで出てきた。

その中に、色あせたB5版の紙ファイルで綴じられた10ページほどのコピーがあった。誰から、どこでもらったかも定かではないが、建設省勤務時代に先輩から読んでおけと言われて渡されたような気がする。

コピーのタイトルは「ザ・役人」。

タイトルの脇に(61.4 AE)と記されているので、バブル期前後に書かれたものと思われるが、著者は不明。内容から推察するに、おそらく郵政省(当時)の役人によるものと思われる。「役人の仕事に対する心構え」を10ほどの短いフレーズにまとめ、その内容を解説する形となっている。

全てをご紹介するほどの紙面はないし適切でもないのだが、最初の部分を簡単にピックアップすると、
・最初のフレーズは「VISIONを描け」。

VISIONは判断の物差し。5年・10年・20年先の日本を描き、そのVISIONに梯子をかけろ、と説いている。

・2番目は「価値を選択しろ」。

価値を選択して理論を構築せよ、ただどの価値を選択しても実現までのプロセスは変わらない、という。

・3番目は「理論構成は原点から」。

「先輩の言葉を鵜呑みにするな」から始まり、降りるのは3秒のできるのだから「簡単に降りるな」。

また、結果としての「成功」に対して「まだ課題は残る」とか、「失敗」に対して「だからすでに指摘していたように」といった「評論家でいるのはやめろ」、ともいう。

勝手ながら、上記の3フレーズ以外で、何となく気になった言葉をとりあげると、

「脳みそに汗をかけ」・「人の徳・人間性・人柄で仕事の成否が決まる」、

「電話で用を足すな(飛んでいけ)」、

「いやなことは率先して、楽しいことは人の後に」・「know how からknow who へ」、などなど。

中には今読むと「なんだこれ」と思う言葉もあるが、当時の役人(国家公務員)の心意気は十分に感じとることができる。このところ、若い方々の国家公務員離れの話題が紙面をにぎわすが、「国を動かす」場面に近い立ち位置にいることの意味を、今一度考えさせられるメモであった。

そして、国を動かすのはもちろん国家公務員だけではない。社会に向き合うIBSとしても、こうした言葉に耳を傾け、心して仕事に取り組むべきところはあるように思う。

この「ザ・役人」、締めくくりは

「菊作り

菊見るときは

陰の人」(吉川英治) であった。

II

研究論文

- これからの都市交通政策のための都市交通調査
～都市交通調査ガイダンスと都市交通調査プラットフォームの使い方～
- 仙台市秋保地区における住民主体の地域交通導入について
～ぐるりんあきうの本格運行～
- 道路システムの DX を支える道路データプラットフォーム
～日常業務の効率化とオープンイノベーションへの期待～
- データから読み解く～新型コロナ後の新たな自動車利用動向～

これからの都市交通政策のための都市交通調査 ～都市交通調査ガイダンスと都市交通調査プラットフォームの使い方～

Transport Survey for Future Urban Transport Policies

石神孝裕¹ 稲原 宏² 石井良治³ 磯野昂士⁴ 小松崎諒子⁵ 谷口賢太⁶ 中野 敦⁷
近藤和宏⁸ 木全淳平⁴ 高橋 慧⁹ 小島 浩¹⁰ 金山真子¹¹ 中村舞華¹² 阿波夏美¹³

Takahiro ISHIGAMI, Hiroshi INAHARA, Ryoji ISHII, Koshi ISONO, Ryoko KOMATSUZAKI, Kenta TANIGUCHI, Atsushi NAKANO, Kazuhiro KONDO, Junpei KIMATA, Kei TAKAHASHI, Hiroshi KOJIMA, Mako KANAYAMA, Maika NAKAMURA, and Natsumi AWA

1 はじめに

都市交通調査は、我が国の都市づくりや交通政策の根幹を支えてきた調査である。もともと、中長期的・総合的な都市交通マスタープランの策定を主たる目的として、人の移動を包括的に捉えるパーソントリップ調査（以下、PT調査）を含む総合都市交通体系調査として設計、実施されてきた。その成果は、移動実態を究明することを通じて、都市計画道路、地下鉄、新交通、LRT、BRT等の都市の骨格を成す計画の立案や事業化の支援や、駅前広場計画、駐車場整備計画等の個別分野の計画策定支援等、様々な場面における検討に幅広く活用されてきた。

一方、近年の社会経済の動向、個人の嗜好の多様化、ICTの進展等により、都市や交通を取り巻く状況は大きく変化してきた。オンライン化の進展により、外出や移動を伴わずに多くの活動が可能となったほか、ビッグデータや高度なシミュレーション技術等の登場により、都市交通調査の手法、分析や利活用の可能性が広がっている。また、都市交通施策は、気候変動への対応、包摂性や公正な社会、事故の無い世界の実現等幅広い社会的な要請への対応が求められるとともに、ハード整備中心から、ハード・ソフト施策を組み合わせた総合的な施策へと変化している。都市交通調査には、こうした様々な状況の変化への対応が求められている。あわせて、都市交通施策が総合化する中、PT調査についても、取得した総合的なデータを、より幅広く活用していくことが期待されるが、データの利用しにくさ、オープンデータ化への対応の不足等の課題がある。

こうした状況を踏まえ、国土交通省は、2021年11月に「新たな都市交通調査体系のあり方に関する検討会」（座長：谷口守筑波大学教授）を設置し、今後の都市交通調査の方向性について議論を重ねてきた。その成果として「デジタル社会に対応した新しい都市交通調査体系の実現に向けて ～新たな都市交通調査体系のあり方に関

関する検討会 中間とりまとめ～」が2022年7月に公表された。中間とりまとめで示された方向性を前提に検討が進められ、2023年11月には都市交通調査に関する情報交流の場となる都市交通調査プラットフォーム¹⁾が公開され、2024年6月には「都市交通調査ガイダンス」²⁾が公表された。弊所では、この一連の取り組みの支援を継続的に行ってきた。

本稿では、都市交通調査ガイダンスや都市交通調査プラットフォームのポイントについて紹介する。まず2では、ガイダンスが意図している都市交通調査の利活用の考え方を説明する。3以降では、ガイダンス改訂のポイントとなるPT調査の改良、シミュレーションの活用、オープンデータ化、都市交通調査プラットフォームに焦点をあてて解説する。

なお、本稿の内容は、国土交通省都市局都市計画調査室から当研究所が受託し、発注者や有識者と議論を重ねて検討した業務成果をもとに作成したものである。

2 都市交通調査の利活用の考え方

（1）総合都市交通体系調査と都市交通マスタープラン

総合都市交通体系調査は、1967年に広島都市圏で行われた調査体系をベースに、改良を重ねながら成長時代の都市交通を支えてきた調査計画体系である。

人口増加、都市拡大によって交通量が増加した当時、交通渋滞の緩和は都市交通施策の主要な課題であった。これに対し、総合都市交通体系調査によって人の移動実態をマルチモーダルに捉え、四段階推定法等で将来交通需要を予測し、その需要を踏まえて都市交通マスタープランで道路整備や鉄軌道整備、土地利用規制といった施策を計画するという体系ができた。

つまり、交通量を予測し需要のオーバーフローとしての渋滞を解消するために必要な社会基盤の供給量を検討す

¹ 都市地域・環境部門 部門長兼グループマネジャー 博士（工学） ² 都市地域・環境部門 グループマネジャー ³ データサイエンス室 IT マネジャー

⁴ 都市地域・環境部門 研究員 ⁵ 交通・社会経済部門 研究員 ⁶ データサイエンス室 研究員 ⁷ 都市地域・環境部門 主幹研究員兼グループマネジャー 博士（社会工学）

⁸ (株) ライテック 社会・公共ソリューション部第1課 課長 ⁹ データサイエンス室 研究員 博士（理学） ¹⁰ 総務部 次長

¹¹ 都市地域・環境部門 主任情報員 ¹² 都市地域・環境部門 情報員 ¹³ データサイエンス室 情報員

ることが総合都市交通体系調査の主眼である。時代が下り、施策は多様化したものの、この調査体系が継続されてきた。

（２）近年の都市交通政策の状況

一方、社会情勢は当時から大きく変化しており、人口は減少に転じ、都市も拡大路線から維持もしくは縮退の議論がなされるようになった。これに伴い、都市交通施策の目的、手法などが変化してきている。

まず、解決すべき課題はもはや渋滞緩和だけでなく、活動機会の確保、カーボンニュートラル、持続的な都市経営やサービスの提供、防災を含む安全性の向上といった多様な側面から都市の目標像が描かれるようになった。そして目的の変化に伴って、考えられる施策も、インフラの整備に傾倒したものではなく、マネジメントや誘導等がより重視されるようになった。そして、インフラ整備の主体は行政中心であることが主であったが、マネジメントなどソフト施策の重要性が増す中で公民連携の機運が高まり、公共と民間が共有できるビジョンを定量的な根拠をもって作り出すことも必要となった。

さらには、ICTの進展等により活動のオンライン化や新モビリティの社会実装といった変化の速度が著しくなり、将来のライフスタイルおよび社会の変化の方向性すら予測できない時代になりつつある。将来の見通しを立てられず、また短期サイクルでアジャイルに計画と施策を回していく方法論が重要視される中、長期的な将来の都市のあり方を考えることとの間でのバランスのとり方を課題と

捉える自治体も見られるようになってきた。

（３）都市交通調査の役割

１）多様な施設検討への活用

以上の変化を踏まえ、これまで社会基盤整備の検討への活用を主としていた都市交通調査は、今後より総合的・多面的な都市づくりに活用されることになる。例えば、立地適正化計画や地域公共交通計画の策定はもちろん、ウォーカブルなまちづくり、新しいモビリティサービスの導入検討、モビリティハブ等の乗り継ぎ拠点の検討など、各自治体の様々な施策検討に役立てる活用が期待される。

２）地域ビジョンの作成

一方、個別施策への活用のみが都市交通調査の役割ではない。個々の施策は、正の効果だけでなく負の影響を及ぼすものもあるため、個別施策の積み重ねだけでは、地域全体が目指す目標を達成できるようになるとは限らない。また、以前は地域づくりの主たる方法はインフラ整備等であったため、行政が主体的に行動することで都市づくりが着実に進んできた側面があったが、民間開発やマネジメントなど公民連携による取り組みが増えるようになると、各主体が整合性なく独自の取り組みを進めてしまう可能性が高くなり、その結果として地域全体にとって望ましい姿を実現できるようになるとは限らなくなった。こうした問題が生じないようにするためには、都市圏が目指す目標に向かって、計画や取り組みの間に不整合がなく、

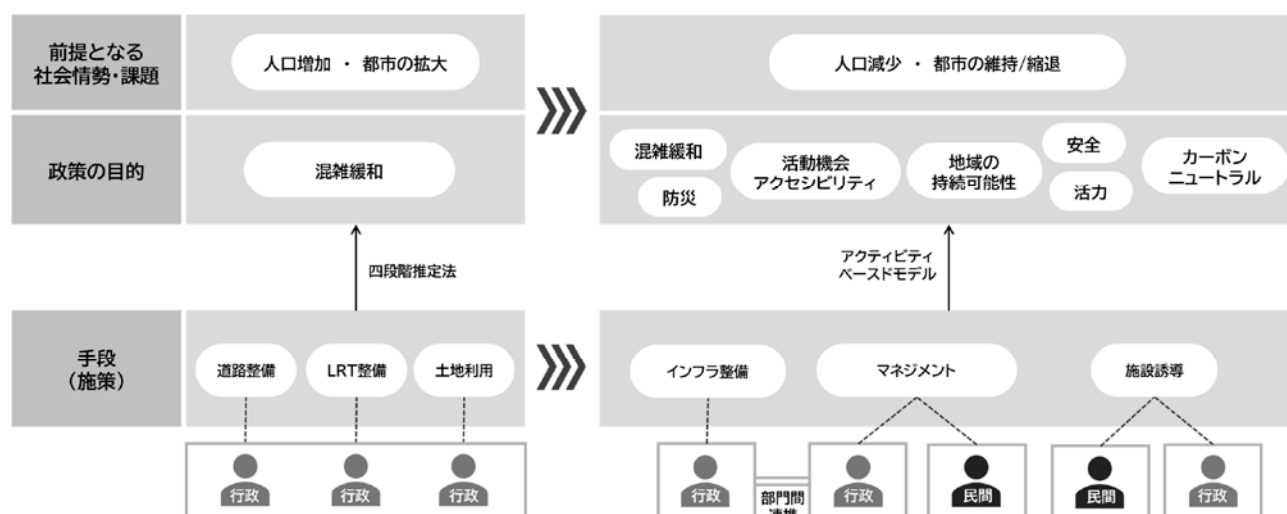


図-1 都市交通調査の役割の変化

最適なバランスの施策を推進できるように、目標とする都市構造や機能配置を空間的に示す地域のビジョンを描くことが一層重要となっている（図-1参照）。この検討のために、活動と紐づいたマルチモーダルな人の移動の全体像を把握できるPT調査を含む都市交通調査は一層重要性を増している。

3 PT調査の改良

（1）これからのPT調査の方向性

都市交通調査は、都市の骨格を形成する交通施設の必要性や規模の検討に加え、様々な都市の課題へアプローチするために都市における交通の実態を把握するものである。従来のPT調査は、2で述べたように、都市の骨格を形成する交通施設の必要性や規模の検討を行うために、移動の量を捉えることが主眼の調査であった。都市交通調査ガイダンスで示されているこれからのPT調査の方向性は、都市圏の状況に応じた多様な調査が可能となるよう、柔軟な設計を促進しつつ、共通化すべき点は標準仕様を定め、調査票等に関する標準的なサンプルを提供することで調査負担の低減を図り、調査をしやすい環境づくりを進めることにある。

さらに、オンライン活動の普及を背景に、在宅勤務やオンラインショッピング等、移動を伴わない活動の実態について把握しようとするPT調査の事例も生じているところである。これからのPT調査の方向性として、移動だけを捉えるのではなく、移動と共に活動も捉える調査とすることも考えられ、今後さらなる検討が必要である。

（2）抽出率の設計の考え方

PT調査は標本調査であるため、母集団の設定と抽出率の設定が必要である。抽出率設定の考え方は、調査で把握したい指標を各都市圏で設定し、適切な抽出率を設定する、ということが基本である。

国土交通省「総合都市交通体系調査の手引き（案）」（2007年9月）では、抽出率は、ゾーン別の目的別手続別の発生量・集中量について統計的精度を担保するように設定することを推奨していた。一方、都市交通調査ガイダンスにおいては、同じ式を用いつつも、統計的精度を担保する指標やクロス項目については指定しない記載に変更した。このように、移動の量を捉える大規模な調査だけでなく、多様な抽出率設定についても推奨していると

ころである。

なお、4で後述するように、アクティビティ・ベースド・モデル等のシミュレーション技術を活用することで、現況推計を行うことが一定程度可能である。そして、シミュレーションを構築するために必要な標本数は、従来の大規模なPT調査と比べれば、一般的に少なくなる。しかし、シミュレーション技術の限界には留意が必要である。都市圏における大まかな課題分析や政策、施策の方向性を検討する上では、シミュレーション手法を活用した現況推計は効果的である。一方、例えば鉄軌道の新設等に向けて可能な限り精度の高い需要推計が必要な際には、需要に影響する一定のエリアにおいて小さなゾーンレベルでの移動需要を詳細に把握できるようにする必要があり、大きな抽出率で多くの標本を取るような調査が必要となる。このように、データ活用の目的に応じて抽出率を適切に使い分けることが重要であり、シミュレーション技術を活用すればサンプル数を抑えられるとは限らないことに留意されたい。

（3）標準的な調査項目の設定

都市交通調査プラットフォームでは、「調査項目及びデータの標準的な仕様 解説書」³⁾ が公表されている。

調査項目については、基本的なトリップの情報と個人属性に関する情報について標準的な調査項目を定めたいうえで、そのほかの調査項目については、過去に実施されたPT調査の調査項目との整合性や地域が抱える課題等を加味しつつ、回答者の負担軽減も考慮しながら、各都市圏の判断で自由に設定することを推奨している。

標準的な調査項目としては、出発地や到着地、目的、交通手段、時刻等のトリップの基本となる情報および個人属性の情報等を必須の調査項目として定め、選択肢の標準分類を設定している。ただし、標準分類に対応してさえいけば、標準分類よりも詳細な分類に関しては、各都市圏が抱える課題や過去調査との整合性等に応じて、任意で詳細化して設定することができるものとしている。たとえば、交通手段については、表-1における「中分類」を標準分類として設定しているが、この「中分類」さえ把握できるように対応関係が整理されていれば、さらに細かい「小分類」のような選択肢を設定することも可能である。このような標準仕様を設定することの狙いは、調査にかかるシステムの共通化によるシステム開発費用の低減、後述するプラットフォームを通じた可視化やオープン化の

促進、都市圏間の横断的な利活用を容易にすることにある。

調査項目を自由に設定できる余地を残しつつ標準仕様を定めて、柔軟な調査設計と調査実施負荷の低減の両立を図ることによって、都市圏の課題に応じた検討や分析、施策検討にリソースが割かれることを期待しているものである。

表－1 必須項目の標準分類の例（一部抜粋）

大分類		中分類(標準分類)		小分類(例示)	
コード	内容	コード	内容	コード	内容
100	鉄道	100	鉄道	101	鉄道・地下鉄
				102	路面電車
				103	モノレール・新交通
				104	新幹線
200	路線バス	200	路線バス・コミュニティバス	201	路線バス、BRT
				202	コミュニティバス
				203	高速バス、都市間バス
300	タクシー・送迎バス等	310	タクシー・ハイヤー	311	タクシー、ハイヤー
				312	介護タクシー、福祉有償運送
		320	デマンド交通等	321	乗合タクシー
				322	デマンドバス
					※乗降場所が指定のもの
		330	送迎バス・サービス	330	自家用バス、貸切バス、企業や学校等の送迎バス・スクールバス、病院・商業施設が運行する送迎バス、福祉バス

資料：調査項目及びデータの標準的な仕様解説書、国土交通省都市局都市計画課をもとに作成

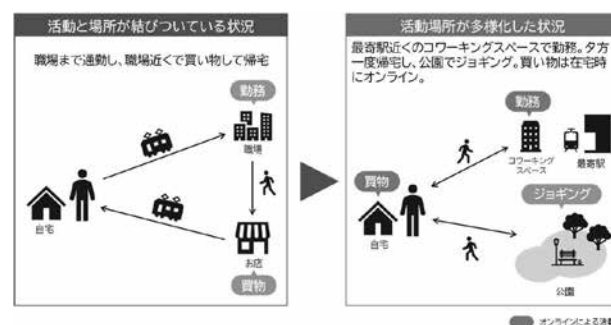
(4) 活動把握の必要性

人が何らかの活動を行う際には、その活動を実施する場所に移動する必要がある。かつて、仕事や買物といった活動を実施するためには、基本的にはその活動を実施するための場所への移動が伴っていた。しかし、新型コロナウイルス感染症の流行後はリモートワークやEコマース等がさらに普及し、いくつかの活動は空間的移動をせずとも実施可能になっている（図－2）。

PT調査では、移動と活動（移動の目的）は一対一対応するという前提のもと、活動については「移動の目的」として活動の実態を把握してきた。しかし、在宅勤務やオンラインショッピング等、移動を伴わない活動については把握することができない。このため、外出率やトリップ原単位といった移動に関する指標の変化が、活動そのものの変化によるものか、移動せずに活動するようになったためなのか理解できない。人の移動や都市の交通が将来的にどのように変化する可能性があるのかを理解するためには、移動を伴わない活動についても把握することが重要となっている。

現時点では、統計調査としてのPT調査について、活動と移動を的確に把握できる調査方法を確立するには至っていない。調査の実現可能性と活用の有効性の観点で、

研究を積み重ねていくことが必要である。具体的には、調査が可能かどうか、質問の意図が正しく伝わり回答ができるか、得られた回答結果を用いてどのような分析ができるか、現実的な調査費用で実施可能か、過去に実施されたPT調査と比較が可能か等について、検証していくことが求められる。



図－2 活動の多様化のイメージ

出典：都市交通調査ガイダンス、国土交通省都市局都市計画課都市計画調査室

4 シミュレーションの活用

(1) 都市交通政策とシミュレーション

総合都市交通体系調査においては、将来の交通需要を予測し、需要に対応したインフラ等を効果的に供給するために、施策の評価が行われてきた。シミュレーションは、将来交通需要の予測や施策評価のために長らく用いられてきた。このため、道路交通分野の実務においては、シミュレーションは予測のための方法であるという認識が広まっている。

しかしながら、シミュレーションは予測や施策の評価のためだけに用いられるわけではない。例えば、自動運転が普及した場合に道路交通にはどのような影響が及ぼされるのか、電動キックボードが普及すると道路空間の使われ方はどのようにかわるのか、リニア中央新幹線や国際化にあわせた空港発着枠の増加等は都市圏内の交通にどのような影響が及ぼされるのか、このままオンラインでの活動が一層増えると人はどこで活動しどのような移動が生じるのか、等、社会の様々な変化が交通に及ぼす影響は、都市交通政策を進める上で高い関心がある事項と言える。交通に影響を及ぼす要素は多様に存在するため、これらの影響を前もって理解しておくことは、社会の変化が早い時代において、将来の交通需要を予測することよりも価値のある結果となる場合がある。様々な社会

の変化が交通に及ぼす影響を理解する一連の取り組みはシナリオ分析とも呼ばれる。交通行動をシミュレーションで表現し、様々な外的要因を含め、都市圏の交通に及ぼす影響を入力し、その反応を出力として把握することで、影響に対する理解を深めることに役立てることが可能である。

(2) 四段階推定法とアクティビティ・ベースド・モデル

都市圏の移動を表現する交通シミュレーションの手法には、従来から実務で用いられてきた四段階推定法の他、アクティビティ・ベースド・モデルがある。四段階推定法は、PT調査で得られた交通量を集計し、集計値をベースにモデルを構築するものであり、将来交通量を推計する場面において力を発揮してきた手法である。

アクティビティ・ベースド・モデルは、我が国では数多くの研究の蓄積があるものの実務適用はあまり進んでこなかったが、海外においては実務での適用実績が数多くある技術である。このモデルでは、一人一人の移動のパターンを推計することで都市圏全体の流動を表現する手法である。いずれの手法も、分析を行う際には都市圏の移動をマクロに捉えることになるが、四段階推定法は集計値をベースに推計するのに対して、アクティビティ・ベースド・モデルは個人をベースに推計する点に違いがある。個人をベースに推計することで、個人の属性毎の移動実態を詳細に把握したり、前後のトリップのつながりを分析することができる等、四段階推定法よりもより詳細なクロス分析が可能となる。これにより、都市圏における人の流動を多面的に理解することが可能となる。また、シナリオ分析の結果を解釈する際にも有効である。このため、一人一人の移動のパターンを推計することで都市圏全体の流動を表現できるアクティビティ・ベースド・モデルに対するニーズは、近年、高まっているとみられる。我が国の実務では、東京都市圏において適用された他、西遠都市圏や松山都市圏等において適用が進められている。

(3) アクティビティ・ベースド・モデルの発展性

シミュレーション技術を活用することで、現況値を推計することが可能である。アクティビティ・ベースド・モデルでは個人単位のトリップを算出できるため、PT調査のトリップマスターデータ（各個人のトリップの全体が把握できるデータ）に類似した形の現況データを推計することが可能である。

例えば、都市圏内の人の移動を概略的に把握するために、標本数が小規模なPT調査を実施したとする。このPT調査データを用いて細かなゾーン単位で傾向を分析しようとした場合、ゾーン毎の標本数が限られ、特に人口が少ないゾーンでは分析することが困難である。しかし、標本数が少ないPT調査データを用いてアクティビティ・ベースド・モデルを構築し、これにより移動の現況値の推計を行うことで、小さなゾーンレベルの移動の特徴を推計値として算出することが可能となる。ただし、この手法により得られるデータはあくまで推計値であり、また小さなゾーンの統計的精度は必ずしも保証されたものでないため、活用にあたっては、データの限界に留意する必要がある。

かつては、PT調査や観測交通量など、調査をしなければデータが得られず、その限られたデータを使ってシミュレーションは構築されてきた。しかし、ICTの進展によって、人流ビッグデータ、交通系ICカードデータ、カメラ画像解析等をはじめ、多様なデータが利活用しやすい環境が整いつつある。このような状況変化の中、PT調査データのみでシミュレーションを構築する必然性は低いと言えよう。むしろ、様々なデータを活用し、組み合わせることで、多面的に移動を捉えながら、個々の移動を表現できるようなシミュレーション手法こそ、今の時代にふさわしい手法と言える。アクティビティ・ベースド・モデルは、属性別に個人の移動のメカニズムを取得できるPT調査から個人個人の行動をモデル化し、個人個人の移動を推計したデータから人流OD、自動車交通量、バス利用者数、歩行者数等を集計し、集計値がビッグデータから取得された値と一致するように補正すること等で、各データの特性を活かし、現況推計への活用が期待される。

5 オープンデータ化

(1) オープンデータ化の考え方

政府は「オープンデータ基本指針」（2017、2021改正）において、オープンデータ化の意義・目的について次のように示している。

- ①国民参加・官民協働の推進を通じた諸課題の解決、経済活性化
- ②行政の高度化・効率化
- ③透明性・信頼性の向上

昨今、都市計画やまちづくりにおいても、公民が連携し

た取り組みや、住民への情報提供、合意形成がますます重要になっている。こうした中、PT調査データをオープンデータ化し積極的に活用していくことが期待される。

PT調査データのオープンデータ化にあたっては、個人情報と統計精度に留意する必要がある。PT調査の成果としてのデータは、個々の移動が記載されたマスターデータと、マスターデータを集計した集計データに区分したうえで、区分に応じて公表・提供することとなる。

表-2 データ区分と公表・提供の方法

データ区分	公表・提供の方法
集計データ (基本集計含む)	① 集計表(csv形式)のホームページへの掲載 ② 可視化ツール等のホームページへの掲載 ③ 都市交通調査プラットフォームへの掲載 ④ e-Stat(政府統計ポータルサイト)での公開※
マスターデータ (調査票情報)	統計法、統計調査条例、個人情報保護法等に則って対応

※統計法上の一般統計調査に該当する三大都市圏のパーソントリップ調査が対象

出典：都市交通調査ガイダンス、国土交通省都市局都市計画課都市計画調査室

(2) マスターデータの提供

個別のトリップ情報を含むマスターデータは、調査実施主体以外の自治体による比較分析や学識経験者による学術的利用などのニーズが想定される。しかし、マスターデータの提供については、統計法や統計調査条例等に則って、適切に扱われる必要がある。また、住所を番地・号まで取得することにより特定の個人を識別することができる場合には、個人情報に該当することになる。この場合、調査実施主体によって対応が異なることに注意が必要である。

(3) 集計データの提供

これまで集計データの公開は、データニーズが高く、データ整備の費用負担能力もある三大都市圏を中心に取組みられてきた。国土交通省都市局では、相対的に費用負担能力の低い地方都市圏データのオープン化推進を図り、多様な都市圏のデータが幅広く活用できる環境整備を行うことを目指して、データ提供ツールを整備し、2023年秋から公開を開始した。所定の形式のPT調査データをインプットすると、基礎的なデータを可視化したり、集計値のファイルをダウンロードできるシステムを構築している。地方都市圏が、PT調査データを若干加工して提供すればデータを比較的容易に公表することが可能となっている。

提供ツールは二つあり、一つ目は「可視化・簡易分析

ツール」である。これは、集計結果をトーンマップやゾーン別のグラフとして「可視化」するもので、専門家でなくても容易にデータを表示し、地域の交通を分析できる。また、PT調査データの意義（何がわかるかなど）を理解してもらう効果も期待される。表示データは、外出率、原単位、交通手段分担率などの基礎的な交通特性指標であり、目的等のトリップ特性や個人属性とクロスして表示可能である。利用者は、希望する指標やクロス項目を選択することができる。

二つ目の「集計データダウンロードツール」は、集計結果をエクセルファイルに出力するもので、利用者が入手したデータを自由に加工することができる。研究者や交通を専門とするコンサルタントなども、深く掘り下げた分析・研究に活用できる。出力データはcsv形式となっており、政府の示すオープンデータの要件に則っている（政府標準利用規約（第2.0版）に準拠）。集計データは基礎的な交通指標で、トリップ特性や個人属性とクロスでき、利用者が、希望する条件を選択することができる。

現在、国土交通省が公開中のツールは試行版であり、公開されている都市圏は、仙台のみである。現在、正式版の整備を進めており、機能や公開可能な交通特性データを拡充して、8月を目途に公開される見込みである。正式版では、北部九州圏のデータが追加される（「集計データダウンロードツール」は2024年度内に公開予定）。

今後は、ツールへの入力データの要件やフォーマットの整理を行い、国から調査実施中の都市圏や今後調査を実施する都市圏に、データ提供を働きかける。多くの都市圏のデータが公開されるようになれば、各地域でのデータ利用、標準化されたデータを用いた複数地域の横断的分析を伴う研究の促進に寄与すると考えられる。

6 都市交通調査プラットフォーム

(1) 都市交通調査プラットフォームが果たす役割

都市交通調査は各都市圏が主体となって実施されるため、調査に関する知見やノウハウが各都市圏に留まることが少なくない。このため、一つの都市圏で取得したデータを他の都市圏で参考として活用することが困難な状況にあった。

こうした背景から、国土交通省は、都市交通調査に関する多様なデータ・知見を共有し、様々な立場の主体の参画を得ながら課題解決を促進することを目的として、都市交

通調査プラットフォームを設置した。このプラットフォームでは、データ活用、調査実施支援、技術・知見の共有という3つの機能を提供している。

(2) プラットフォームが提供するコンテンツ

プラットフォームでは、3つの機能に対して、現在以下のコンテンツを提供している。コンテンツは、順次拡大していく予定である。

a) データ活用

地図上やグラフでPT調査データを簡単に見ることができ、可視化・簡易分析ツールと、基礎的な交通指標の集計結果を取得できる集計データダウンロードツールにより、過去のPT調査の結果を共有し、調査結果の利用促進を支援している。

b) 調査実施支援

調査実施支援では、調査の企画・設計全般に関わる「都市交通調査ガイダンス」、「調査項目およびデータの標準的な仕様解説書」、「マスターデータレイアウトの標準仕様」を提供している。

また、調査実施に必要となる、「抽出・名簿作成支援に向けたマニュアル作成のポイント」、「調査の実施・管理支援に向けたマニュアル作成のポイント」、「調査票（世帯票、個人票、記入のしかた）のサンプル」、「調査配布物（挨拶状、送付封筒、返信封筒、お礼状）のサンプル」、「WEB調査システム」、「エディティング・コーディング・データ作成支援に向けたマニュアル作成のポイント」、「エラーチェックシステム」を提供している。

c) 技術・知見の共有

現在調査実施中の地域や近年調査を実施した地域の調査概要を掲載するとともに、調査を実施した自治体がどのように課題に向き合い、アプローチしたのか、インタビューやレポートを掲載している。

現在は、山形市および松山市へのインタビュー記事を掲載している。インタビュー記事の概要は表-3の通りである。

表-3 公開されている記事のタイトル

公開日	内容	
2023年 11月30日	山形市	Vol.1: 山形市が初のPT調査実施に踏み切った理由
2023年 12月14日		Vol.2: PT調査の結果から見えてきたこと
2024年 1月11日		Vol.3: 新たな都市交通調査への期待とPT調査の今後
2024年 3月27日	松山市	Vol.1: 16年ぶりにPT調査を実施した理由
2024年 4月10日		Vol.2: 回答率アップと充実した調査内容の最適解とは

7 おわりに

本稿では、都市交通調査ガイダンスおよび都市交通調査プラットフォームの取り組みを紹介し、その意義や目的、考え方などを解説した。最後に、各都市圏において独自の調査体系が検討されるきっかけとして、著者らが考える今後の都市交通調査のイメージを提示してみたい。

都市交通の分野においては、地域公共交通の再編やリデザインの取り組みが今後さらに進むと予想される。これに伴い、携帯電話基地局やGPS等による人流ビッグデータ、ICカード等による公共交通の利用実績データ、GTFS、事故発生状況等の多様なデータを活用し、実態をモニタリングすることが求められる。地域公共交通に関する施策や取り組みの政策目的との整合性、公共交通サービスの持続可能性、マルチモーダルに移動するユーザーの視点など、多様な視点から移動の実態をモニタリングし、問題箇所を洗い出して即座に対応するアジャイル型の再編やリデザインが求められる。また、パーソナルモビリティや自動運転バス等の新しい輸送サービス、MaaSアプリとモビリティハブとの連携等、様々な交通に関する動きがある等、高速に変化する不安定な社会においては、アジャイル型の取り組みに対して一層ニーズが高まっている。こうした中においては、PT調査データはモニタリングデータの1つとして、即時性や連続性を重視し高頻度で実施されることが一つの姿として考えられる。特に、様々な交通手段を乗り継ぐ移動が一般化することになれば、モード単位での移動の効率化が人の連続的な移動を阻害しないよう、また、交通手段を利用していない人が様々な活動機会を失う結果とならないよう、行政的な視点としてモニタリングすることは非常に重要となる。大規模

な調査を継続して実施することは困難であることを鑑み、サンプル取得の効率化、調査の小サンプル化、他のデータと併用したシミュレーションの活用等が期待される。調査の高頻度化については、ロンドン、パリ、ニューヨークなどの海外の大都市においても取り組みが進んでいる。また、シミュレーションについては、ビッグデータ側で交通手段や移動目的を機械学習等の技術を用いて高付加価値化が進む中、マルチモードで移動実態を把握することができるPT調査データがオープンなデータとして、多様なビッグデータの精度検証に活用できるようになることも、公共が行う調査として大きな意味があると言える。

一方、地域ビジョンにおける都市交通調査の活用については、「人はなぜ移動するのか」という観点から、地域の整備やマネジメントの考え方を考察する手段となるのではないかと。人々は学習や交流、買い物などのニーズを満たすために移動し、そのための活動を行う場が都市に設けられ、あわせて移動環境が整えられてきた。都市空間の機能配置とその結びつきを考えることは、生活圏をデザインすることにも通じる重要な視点である。低密に拡散した市街地が中心市街地の衰退、運転手不足や需要不足による公共交通の維持の困難さ、インフラの維持管理の困難さ等を招いている現状を考えると、各種のトレードオフの中で全体最適を目指した生活圏形成が人口減少時代において重要性を増している。この際、情報通信技術の発展が高速に進んでいる点を見逃さず、解決策側としての技術の活用のみならず、技術が人々の生活、ニーズの満たし方、その結果としての移動の仕方に大きく影響を及ぼしていることを理解し、地域のビジョンとして描くことが重要である。この場面において、PT調査は活動を行う場所やニーズを満たす場所を捉えるためのデータとして活用できると考えられ、PT調査において活動の把握の充

実を図ることに対する期待があると考えられる。都市空間における人々の活動と移動を紐づいた形で捉えて実態を把握し、都市における多様な資源を有効活用し、長期的な視点においても持続可能な都市の形成を目指す。こうした取り組みを進めるために都市交通調査が活用できると考えられる。

これらは、著者らの現時点での考えである。従来の都市交通調査は1つの明確な型があり、それを教科書として調査に取り組むことが可能であった。しかし、現在は目的や手法が多様化し1つの型にはまった調査や手法では通用しない。これらの見解は業務の成果ではなく私見であり、皆様からの様々な視点による多様なご意見を取り入れつつ、社会のための都市交通調査を引き続き模索していきたい。

謝辞

本稿の内容は、国土交通省都市局都市計画課都市計画調査室から当研究所が受託した業務成果を基にとりまとめたものである。都市計画調査室には多大なるご協力を賜った。ここに記し、感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 国土交通省：都市交通調査プラットフォーム、
<https://ptplatform.mlit.go.jp/>
- 2) 国土交通省都市局都市計画課都市計画調査室：都市交通調査ガイダンス、2024.
- 3) 国土交通省都市局都市計画課：調査項目及びデータの標準的な仕様 解説書、2024.

仙台市秋保地区における住民主体の地域交通導入について ～ぐるりんあきうの本格運行～

Community-Led Regional Transportation Implementation in the Akiu District of Sendai City :
The Full-Scale Operation of Gururin Akiu

高砂子浩司¹ 磯野昂士² 廣瀬 健³ 堀内勝光² 齊藤雅子⁴ 伊藤 京⁵ 小島 浩⁶

Koji TAKASAGO, Koshi ISONO, Takeshi HIROSE, Masamitsu HORIUCHI, Masako SAITO, Miyako ITO, and Hiroshi KOJIMA

1 はじめに

仙台市では、通勤、通学をはじめ通院や買物など日常生活に必要な移動手段が課題となっている地域において地域主体の取り組みの支援が行われている。本稿では、仙台市秋保地区で行われた地域交通の計画検討から運行実施に至る検討過程を通じて、地域の課題解決、持続可能な地域交通を実現するために必要なプロセス、実施した結果・成果をとりまとめる。当研究所は、住民組織の技術的支援として、運行計画検討や運行実施手続き、関係者合意形成等を担当した。

(1) 仙台市秋保地区の概要

本稿で紹介する秋保地区は、宮城県仙台市の南西部に位置し、市中心部からクルマで40分程度、仙台の奥座敷と呼ばれる宮城県有数の温泉地である。地区人口は約4,300人、年間100万人近くが訪れ、奥羽山脈を源流とする名取川に沿った渓谷、老舗温泉宿や秋保大滝を有する自然豊かな観光地である。

観光・行楽の面では、温泉等の宿泊者数は、2000年頃の国体・W杯をピークに減少傾向である一方、観光入込客数は2011年の震災以降、継続して増加傾向にある¹⁾。1990年代の団体での温泉宿泊を中心とした観光から、近年、カフェやワイナリー、古民家レストラン、グランピング施設や東北最大のクラフトビール醸造所まで、大小様々な業態の新規事業者が進出していることが要因と考えられる。当該地区は歴史・自然だけでなく、美術館や工房等、作家・工芸家が集まる文化的な素養を育む環境があり、新規事業者から魅力的な地域として感じられたことが推察される。また、仙台市民にとっても身近な行楽地として親しまれており、温泉や秋保大滝への観光、秋の紅葉時期にはたくさんの観光客が集中し、春にはお花見、夏にはキャンプ・バーベキュー・川遊び等、様々な形で楽しまれている。

住民の日常生活、交通環境の面では、地区内に鉄道駅がなく、地区の東西方向が約20kmと広大であり、多くの課題を抱えている。公共交通については図-1に示す通り、北側にJR仙山線・愛子駅^{あやし}があり、地区内の路線バスは仙台市交通局、宮城交通、タケヤ交通の3社が運行している。仙台市交通局は秋保地区から愛子駅まで運行しているが、朝夕がメインで、上の原・野尻北までは数本の運行にとどまる。宮城交通は秋保地区から長町駅・仙台駅まで運行しており、平日は一部秋保中学校まで運行しているが、森林スポーツ公園止まりが多く、秋保大滝までは土日祝のみの運行となっている。タケヤ交通は川崎町から里センターを経由して、仙台駅に運行しているが、愛子駅には接続していない。また、ほとんどの路線が二口街道沿いを運行しており、街道から外れた集落からは利用が難しい状況である。そのため、通勤、通学、買物、通院等の移動は自家用車が前提であり、学生や免許を持たない高齢者は家族の送迎に頼らざるを得ない環境であった。



図-1 秋保地区の路線バスの運行状況

(2) 仙台市の地域交通政策について

仙台市では、地域の方が主体となって地域の足の確保に取り組む団体に対して、まちづくり支援専門家派遣制度による交通分野の専門家の派遣や、2018年度に開始された、みんなで育てる地域交通乗り乗り事業²⁾による技術的・財政的支援を行っている。地域の検討会への参加や、課題把握からニーズ調査、運行計画検討の支援、関係者調整、運行経費補助、広報啓発、コンサルタ

¹ 都市地域・環境部門 グループマネジャー ² 都市地域・環境部門 研究員 ³ 都市地域・環境部門（東北事務所） 研究員
⁴ 都市地域・環境部門 主任情報員 ⁵ データサイエンス室 情報員 ⁶ 総務部 次長

ント派遣等、様々な支援を行っている。事業の仕組みとして、住民主体であること、住民・事業者・行政の三者が協働することを掲げており、補助条件である収支率（運行経費に占める運賃収入の割合）の目標値として、本格運行時に人口集中地区で20%以上、それ以外の地区で10%以上としている。また、市内各所からのニーズに対応するため、2021年度には地域交通推進課を設置し、担当職員の増強を図ってきた。

2024年7月時点で、秋保地区以外に、燕沢地区、坪沼地区、新川地区、生出地区で、それぞれの地域にあった乗合輸送サービスが展開されている。

2 ぐるりんあきうの誕生から本格運行まで

(1) 秋保地区の交通を考える会の発足

秋保地区では、前述したように利用し難い路線バスサービスに起因する問題が複数生じていた。例えば、高齢者等の通院における移動の負担が大きく、暑さや寒さの厳しい時期に病院まで歩かなければならない、バスの時間まで長時間待たなければならない。また、子供の送迎の負担も大きく、特に秋保地区には高校が存在しないため、高校に通うには最寄り駅である愛子駅までバスで行く必要があるが、バスの時間帯が合わないため、親の送迎に頼ることも珍しくない。そのため、高校進学とあわせて秋保町外に人口が流出してしまうことも指摘されていた。他にも、観光客が秋保町内を回遊する足がないことも挙げられる。秋保町内に複数点在する店舗や施設に行きたくても行けない、あるいは往路はバスに乗れたが復路は仕方なく長距離を歩く観光客もいたという。観光地でもある秋保にとって、観光客の回遊性向上は重要な課題でもある。

こうした各種問題を解消するべく、町内会長、医療関係者、園児の送迎事業を担っていた秋保交通、PTA役員等、有志の住民が集まり、2018年から勉強会が始まった。これが秋保地区の交通を考える会（以下、「考える会」という）の発足である。そして、2020年度から、仙台市のみなで育てる地域交通乗り乗り事業に基づき、具体的に地域交通の検討が開始された。

検討の流れ及び検討体制は図-2に示す通りである。考える会は月2回定例で開催され、役員のみが参加する役員会と各町内会代表者が加わる代表者会があり、主に役員会で議論し、代表者会で議論の内容や進捗状況の共有、

地区内の合意形成が行われた。役員会では、計画検討、利用状況の確認等、積極的な議論が行われ、オブザーバーで参加している運行事業者から利用者の声や運行に支障がないか、地域包括支援センターから高齢者の声、役員である秋保温泉旅館組合から観光動向や観光客への広報状況等、現場の声が届けられた。

仙台市・当研究所は、月2回の考える会への参画・技術的支援を行い、計画立案、利用状況の分析、課題の洗い出し等を次の運行内容に反映し、より利用しやすいサービス、持続可能な計画検討につなげていった。

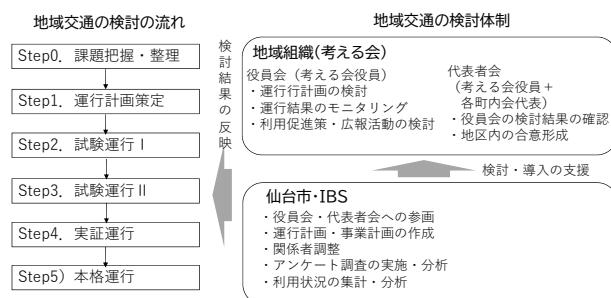


図-2 秋保地区の検討の流れ・検討体制

(2) ぐるりんあきうの試験運行 I (2021.1 ~ 2021.3)

a) 事業の内容

住民の当初の希望は、乗降地も乗降時刻も自由に設定できる区域運行で、秋保町内の全域にわたって乗降自由とするほか、愛子駅にも行けるようにしたい、というものであった。しかし既存公共交通との競合にも配慮する必要がある。秋保町内には、前述のように宮城交通や仙台市交通局のバスが運行しているが、地域交通の導入をきっかけとしてこれらのバス路線が廃止になる事態は避ける必要がある。また、秋保町内には地域交通の運行事業者である秋保交通を除いてタクシー事業者が存在しない一方、愛子駅周辺にはほかにもタクシー事業者が存在するため、調整が必要であった。協議を重ねた結果、まずは路線バスが運行していない、あるいは本数が非常に少ない二つのエリア（後述する「発着エリア」が該当）の住民をメインターゲットに設定し、秋保町内の移動を支えるように、スモールスタートを切ることになった。

運行内容の概要を表-1に示す。いわゆるフルデマンド型の区域運行であるが、設定した発着エリア（図-3を参照）を片足にもつ移動であれば利用することができる、という条件を追加した。運賃は、3つの小学校区を単位とするエリア運賃を採用し、同一小学校区は200円、隣接小

学校区は400円、2つの小学校区をまたぐ場合は600円とした。さらに高齢者、障がい者、学生、小学生以下については割引を実施した。高齢者と障がい者は、仙台市の元気乗り乗り割引制度に基づく運賃設定とした一方、学生と小学生以下は仙台市の事業ではなく、子供の教育を支援したいという考える会の意思が込められたものである。なお、住民やドライバーの間でも小学校区の境界について必ずしも認識が一致していないことがあり、慣れるまでは運賃収受の現場ではやや混乱が見られた。川を越えたら小学校区が変わる等、分かりやすい目印について事前に協議し確認しておくことの重要性を補足しておきたい。

予約は運行を担う秋保交通の電話で受け付けた。電話予約を行う乗合サービスでは、前日までに予約が必要なケースが多い中、秋保交通では当日でも予約を受け付けた。このようにできたのは、ひとえに、電話窓口を担当するオペレーターを含め、秋保交通のスタッフ各位のご尽力によるものである。



図-3 試験運行Ⅰの運行範囲③

b) ぐるりんあきうの試験運行Ⅰの結果

日々の利用状況については、Excelの日報形式で秋保交通から当研究所に提出いただいた。試験運行Ⅰを含め、ぐるりんあきうの利用者数の推移を図-4に示す。運行開始から3か月の間に、考える会の広報活動に加えて、口コミ等により徐々に存在が周知され、利用が増加していった。利用者のうち多くは学生であり、主に小学生が毎日の通学で利用したことが全体の利用者数を押し上げている。児童・学生については、従来は親が送迎するか、あるいはバスの時間に合わせて登下校をする必要があったが、ぐるりんあきうの運行開始以降は利用者の時間選択の自由度が高まり、結果として多様な活動を実施できるようになった。

(3) ぐるりんあきうの試験運行Ⅱ (2021.10 ~ 2023.3)

a) 事業の内容

2021年3月に試験運行Ⅰとしてのぐるりんあきうの運行は一旦終了し、同年10月に運行を再開するまで、試験運行Ⅰの結果の振り返りやアンケート調査の実施、運行内容の協議が進められた。

まず、発着エリアの拡大が決定され、秋保町内であれば乗降自由とした。さらに、秋保町内だけでなく、愛子駅までの直通についても住民からの要望が多く寄せられた。しかし、愛子のタクシー事業者との調整、需要推計、確保する台数の検討、乗降ポイントの検討等、課題が多く、調整時間を要することから、2021年10月からの愛子駅延伸は見送られた。

b) ぐるりんあきうの試験運行Ⅱの結果

秋保は、10月11月の紅葉の季節は観光のハイシーズンにあたる。ぐるりんあきうは、この季節の運行を2022年にはじめて実施したことになるが、図-4から分かるように、来訪者を中心に非常に多く利用された。利用が多いことは、収支の安定に寄与する反面、運行事業者は非常に慌ただしい状況となった。

予約が重なり1台の車両では対応できない場合は、追走便を出す仕組みとしていた。紅葉の季節には一定程度追走便が出たものの、利用の規模に対して少ない便数に抑えられた。これは、複数の予約が時間的あるいは空間的に重複した場合に、予約者に対して電話で乗降時刻を交渉することで、できるだけ追走便が出ないように秋保交通が調整した結果である。

(4) 愛子・秋保セミデマンド試験運行 (2023.1 ~ 2023.3)

a) 事業の内容

試験運行Ⅱの実施と並行して、地域交通で愛子駅と秋保地区とをつなぐことについて、愛子駅の構内権を所有するタクシー事業者と協議を重ねた。タクシー事業者からは、愛子駅と秋保町とが地域交通で接続されることによって、既存のタクシー利用者が地域交通に流れてしまうのではないかと、との懸念があった。また、秋保地区と愛子駅との間には仙台市交通局のバスも運行しているため、バスとの共存も課題であった。結果的に、ぐるりんあきうとは別のサービスとし、利用を秋保町内の住民に限定すること、愛子駅から里センターまでの片道みの運行とすること、1日最大3便で前日までの予約に基づいて当日の運行を決定する、路線不特定の運行とした。路線バスが走っていない

い時間を補完するダイヤを設定し、愛子駅方面での買物や通院の活動が実施しやすくなることを狙った。

b) 愛子・秋保セミデマンド試験運行の結果

約3か月の試験運行の間、利用実績はわずか4名と非常に少ない結果となった。要因としては、既存交通との競合、予算上限等、制約が多くある中、利用しづらいサービスになっていたことが考えられる。例えば、愛子・秋保セミデマンド試験運行と一緒に、ぐるりんあきうを利用するには、それぞれの運行事業者に電話で予約する必要がある。

利用しやすくするための改善点は多くあるものの、早期に解決することは容易ではない。たとえば受付窓口を一本化した方が予約はしやすいが、予約受付事務の流れや問題があった場合の責任の所在等の観点から、統一の受付窓口を設置することは合意に至らなかった。また、そもそも乗り継ぎではなく、時間の制約なく秋保町内全域と愛子駅を一度に移動できることが理想ではあるが、既存事業との競合や予算制約の観点で早期実現は容易ではなく、今後、これらの状況に変化があった際に再検討することとした。

(5) ぐるりんあきうの実証運行 (2023.4 ~ 2024.3)

基本的な運行内容は、試験運行Ⅱと共通である。利用状況については、図-4の通りである。来訪者の利用は、2022年に比して2023年は低調であった。要因としては、秋保に訪れる観光客の客層が変化し、自家用車で来訪する人が増加したことが一因と考えられる。一方、住民の利用は安定して推移しており、仮に来訪者の利用が全くなかったとしても住民の利用だけで事業を安定して継続できるほどの利用水準となった。

(6) ぐるりんあきうのアンケート調査や利用者の声

a) アンケート調査

秋保地区では、試験運行・実証運行中、住民を対象としたアンケート調査を複数回実施してきている。ここでは、試験運行中の2022年6月に実施したアンケート調査結果を紹介する(回答者数179名)。まず、回答者の9割以上がぐるりんあきうのことを認知していた。一方でぐるりんあきうを利用した回答者は全回答者の約3割であり、その利用した回答者の半数は一度だけの利用にとどまっていた。また、買物や通院、散歩・行楽での利用が多く、地

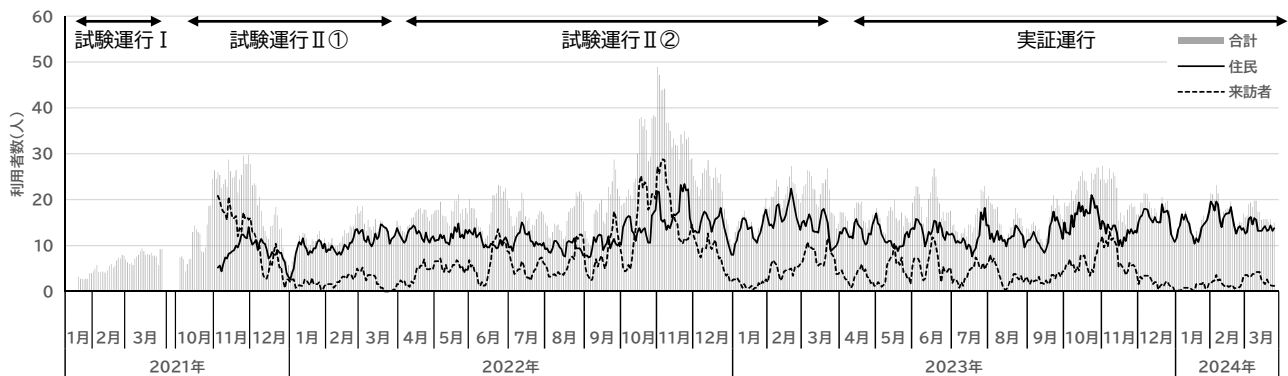


図-4 ぐるりんあきうの利用者数の推移(5日間移動平均)

表-1 秋保地区の試験運行・実証運行の実施内容

	ぐるりんあきう				愛子・秋保 セミデマンド 試験運行
	試験運行Ⅰ	試験運行Ⅱ	実証運行	本格運行	
期間	2021.1.18 ～2021.3.31	2021.10.1 ～2023.3.31	2023.4.1 ～2024.3.31	2024.4.1～	2023.1～2023.3
主な使用車両	5人乗りセダン	9人乗りワゴン			5人乗りセダン
運行形態	区域運行				路線不定期運行
運行事業者	有限会社秋保交通				相互タクシー 株式会社
旅客	秋保地区の住民および来訪者				秋保地区の住民
営業区域	秋保町内全域（ただし乗 降が発着エリア内に限 る）	秋保町内全域			秋保・里センター ～愛子駅
運行時間	平日6時～19時	平日7時～18時	平日6時～18時		1日3便
予約受付方法	電話のみ			電話・Web	電話のみ

域の交通手段として多様な住民の活動に貢献していることがわかった。こうした交通手段を持続させるためにも、ニーズに合わせて運行内容を改善していくとともに、広報誌や説明会等による地道な周知活動を通じて、安定的な事業継続を図っていくことが引き続き必要である。

b) 利用者の声

利用者からの声については、表-2の通り多岐にわたっており、日常生活で利用する方だけでなく、観光や地元団体の交流などにも使われ、様々な形で秋保地区の活動を支えていることが伺える。詳細については、仙台市HPにおいて、運行主体の広報誌「考える会通信」³⁾にインタビュー記事が掲載されているため、ぜひ参照されたい。

3 本格運行に向けて

(1) 本格運行の出発式の状況

多くの議論、実証・検証を経て、ぐるりんあきうの本格運行開始を記念し、2024年4月3日に秋保・里センターにて出発式が執り行われた。午前8時30分という早い時間帯の開催にも関わらず、出発式には仙台市の郡市長をはじめ、太白区長、仙台市議会の多くの関係者が出席された。また、関係者だけではなく実際に地域交通の利用者となり得る秋保地区に住まわれている方も多数参加され、当日はあいにくの曇り空であったが、総勢約60人が、ぐるりんあきうの晴れやかな門出を祝った。

出発式では秋保地域交通協議会（旧秋保地区の交通を考える会）の方々の本格運行までにかけた想いや感謝が溢れる挨拶が述べられ、本格運行までの道のりは決して簡単ではなかったことが伺えた。

秋保地域交通協議会の及川会長は「多くの利用を通じて収支の安定が重要だ」と述べており、この本格運行はあくまでも出発点であり、これからも、ぐるりんあきうを通じて秋保地区の交通を支えていくという気概が感じられた。運行事業者である秋保交通の青野代表取締役に対しては地元の方から感謝の言葉と共に花束が贈呈された。今回の本格運行の実現に向けては地元の交通事業者の積極的な協力があつたことは大きな原動力の1つであり、まさにそのことを象徴する場面であったと言える。

式典の最後に、地元住民4名がぐるりん号の車内に乗り込み、太白区の檜森区長の出発進行の合図がされると、秋保中学校の太鼓の演奏が披露されるなか、参加された住民たちの大きな拍手に見送られてバスが出発し

表-2 りんあきうの利用者インタビュー

利用者	利用者の声
 石神在住、小中学生	自宅から秋保小学校、秋保中学校にぐるりん号で登校しています。お母さんがゆっくり通勤できるようになった。運転手さんが優しいです。
 社会福祉協議会のサロンメンバー	社会福祉協議会のお食事・買物ツアーで活用。みんなで一緒に出掛けて楽しかった。運転が丁寧で、ステップなどもあり乗りやすかった。
 野中町在住、子供5人のお母さん	朝7時にぐるりん号に乗り込み、湯本保育所で下車し、子供たちを見送ってから、路線バスに乗り換えて茂庭の職場に出勤しています。ぐるりん号のファンです。
 馬場在住、80年来のお茶飲み友達	自宅から秋保共同浴場へ行くのに利用しています。以前はバスで行っていたが、バス停から坂を上るのが大変で諦めかけていた。自宅から直接行けるので、とても便利です。
 秋保小学校5年生	秋保小学校の課外学習、溜池の生き物調査学習に活用。車内が広くて乗り心地がよかった。普段、走っているのを何回も見たことがある。

た。地元のこれまでの感謝とこれからの期待が込められているように見受けられた。今回の出発式を通じて、新しい交通手段の導入によって、様々な地域の課題を解決したいという強い思いを持って活動してきた運営メンバーの道のりと、地域住民たちが生活に困っている中、どれだけ新しい移動手段を待望していたかが垣間見えた出来事であった。



写真-1 地元住民より花束を贈呈される青野代表取締役



写真-2 ぐるりん号に乗り込む利用者と報道陣

写真-3 考える会役員と当研究所・岸井代表理事
(左から大場副会長、及川会長、岸井代表理事、
青野代表取締役)

(2) 関係者インタビュー

a) インタビューの概要

本格運行開始後、考える会（現秋保地域交通協議会）の役員およびオブザーバーに検討を通じて考えたこと、感じたことについてインタビューを行った。

表-3 関係者インタビューの実施概要

日時	2024年6月19日（水） 11:45～12:30
場所	仙台市 秋保市民センター
インタビュー対象者のプロフィール	及川会長：秋保町内で農家を営む、検討組織の2代目会長 大場副会長：秋保町内に工房を構える陶芸家 佐藤祐二事務局長：子育て中のビジネスパーソン 佐々木会計：秋保町内で美術館＆人形館を運営 佐藤司監査：秋保温泉旅館組合の事務局長、秋保・里センター館長 丹野幹事：子供会育成連合会所属 青野オブザーバー：地域交通を運行する秋保交通の代表取締役

b) インタビューの実施結果

（佐藤司監査）良かった点として、ぐるりんあきうが観光客にも利用されたことを挙げ、観光利用が経営安定化に寄与したと述べた。大変だったこととして、運行サービスの拡大のハードルの高さを挙げた。愛子駅への延伸、土日運行などに挑戦したが、いずれも経営の安定化が見通せず、継続は実現しなかった。

（佐々木会計）考える会に参加する前から、県内有数の観光地にも関わらず交通手段が不十分であることに危機感を抱いていたと語る。本格運行までの取り組みを振り返り、目標となる収支率を達成できて良かったと述べた。一方で、現在の利用がヘビーユーザーに支えられていると冷静に捉え、様々な人が気軽に利用できるように利用促進に取り組んでいきたいという。

（丹野幹事）現行の利用者は、本当に移動の足が必要な人であると分析した上で、ぐるりんあきうが運行したことで、免許返納後の選択肢が増えたことに意義があるとした。加えて、通学時、親の送迎、時間が合わない路線バス以外の選択肢が加わったことに意義があるとも述べた。秋保で生活を継続する手段が増えたことで、人口流出を食い止める一助になると感じた。

（青野オブザーバー）地域交通の役割は単に生活の足を守るだけでなく、学問、芸術、観光など様々な課題解決に役立つことであり、だからこそ大切だと自身の考えを述べる。秋保では、同じ問題意識を持つ者が集まり、

考える会発足から現在まで意識が変わらず、つながりを持てていることが力や宝だと語った。また、小学校の課外学習に活用され、地域の方々の交流のきっかけになったことがとても嬉しいという。苦勞に感じたことはなく、多くの方に「ありがとう」と言ってもらえることが幸せだと嬉しそうに話した。

(大場副会長) 検討の始まりは、18年前の路線バス廃止だった。当時も様々手を尽くしたが、路線バスは廃止され悔しい思いをした。その後、仙台市と何度も交渉し、他事例の視察にも赴いた。本格運行実現の背景に、地域との関わり方と交通の力の2点を挙げた。地域との関わりとして、検討を考える会に留めず、町内会を取り込んだことがポイントと述べた。交通の力では、ぐるりんあきうが交通の課題だけでなく他分野の課題を解決できたことが重要であると述べた。

(佐藤祐二事務局長) 考える会発足当初は、仙台市や町内会が積極的でなく、理解を得るまでの期間はよく耐えたと振り返る。実現の現実的なターニングポイントとして地域交通の収支目標が人口集中地区以外で10%に引き下げられたことを挙げた。また、考える会での議論が前向きで忌憚がなかったと振り返る。秋保の発展という目的意識が一致しているため、議論が生産的に進められたと分析した。こうあるべきという哲学・理想論を持つこと、それに向けて、皆が前向きな感情を持って議論することが重要だと語った。

(及川会長) 自身は考える会と地域や行政など関係者とのつなぎ役に徹していたという。ぐるりんあきうの成功のポイントは、人材と地域の深い文化にあると述べた。秋保の歴史や自然に魅力を感じて人材が集まってくるといふ。まちおこしに参加する人材が多く、特に、地域の外から秋保に魅力を感じて転入してきた住民は、地域の問題を客観的に捉え、地域を良くしたいという熱意もある、素晴らしい人材だと評した。これまでの活動を振り返り、悩んだ点は、個性的で素晴らしい人たちの意見をまとめることと、会議で挨拶する際に話す時事ネタの準備だったと楽しそうに語った。

c) インタビューの総評

インタビューを通して、役員各々が明確な目的意識をもって参加していたことが計画の実現に大きく寄与したと感じる。また、興味深い点として、転入者とも積極的に議論を重ねた点がある。振り返ると、筆者らが会議に参加した際も、決して参加者の意見は1つということではなく、

各々の立場からの見解を述べた上で、現在の運行計画を練り上げたと記憶している。

地域の交通を考える上では、そこに住む人の生活を想像し、どのように利用してもらうかを考えるかが非常に重要である。その視点では、役員のそれぞれが、高齢者の利用、子供の利用、観光客の利用など、それぞれの利用場面を想像しながらサービス設計を行ったことがインタビューからも伺える。これ以外にも本格運行につながった要因は多様にあることは想像に難くないが、地域住民が主体となって検討を進める上で非常に重要な要素であったと考えられる。

4 秋保地区の今後について

a) 本格運行後に必要な取り組み

今後、秋保地区の日常生活・経済活動を支える移動の足として、長期にわたってぐるりんあきうが運行しつづけることが望ましいが、将来的な様々な変化によって継続できないことが懸念される。例えば、現在の利用の多くは、ぐるりんあきうの利用が生活に定着しているリピーターに支えられているが、これらリピーターの先細りが全体の利用者減少につながる恐れがある。また、燃料費や人件費増加による運行経費の増加、運行事業者の予約受付や定常便・追走便の運行体制が維持できなくなることや、自家用車利用が拡大して観光需要が減少することも考えられる。そのため、利用状況等、継続的にモニタリングしていく必要があり、リピーターや新規利用者の拡大に向けた更なる利用促進が求められる。また、観光施設等の地域事業者との連携強化や、若者の観光周遊等、潜在需要の掘り起こしも必要である。これら検討体制を維持するために、秋保地域交通協議会と運行事業者、仙台市担当者が相互に連携・協力することや、協議会役員の若返りを図ること等、BCP的な考え方が重要となってくる。

b) 秋保地区の交通環境の将来像

最後に、秋保地区の長期的な将来について、筆者らが重要と考える視点、ぐるりんあきう以外の交通手段、新たなモビリティ・サービスも含めた将来像に関して述べる。地域の声として、ぐるりんあきうはただの移動手段ではない、移動の足の確保によって、秋保地区全体の地域活性化、経済発展につなげたいという思いがあった。高校生の通学環境があれば子育て層の転入につながり、買物・通院ができれば高齢者も安心して住み続けられる。観光の

周遊環境の充実や、紅葉時期の混雑緩和等、ぐるりんあきう導入によって、一定程度の課題解決につながったが、今後、地区内の小学校の統廃合が予定されており、2024年4月から始まった運転士の労働規制強化もあり、路線バス廃止の可能性も残る。これら厳しい環境変化の中、路線バス、フルデマンド交通、タクシー、マイカー等、地域にある交通資源を最大限活用していく必要がある。

これら交通資源の活用や、現在、社会実装が進んでいる様々な新技術の導入を想定すると、例えば、朝晩の通勤・通学は、自動運転によるバスで秋保地区内から里センター・愛子駅までシャトル運行を行う。昼間は愛子駅と里センター間を一定間隔で運行し、里センターからフルデマンド交通やパーソナルモビリティ²等に乗継ぎできるモビリティハブを設置する。モビリティハブには商業・医療・宅配等の施設集積を図り、乗継ぎなしでも一定程度の所用が足せる環境を構築する。観光周遊では、秋保大滝まで自動運転バス、パーソナルモビリティやフルデマンド交通で周辺散策し、ハイシーズンは、モビリティハブに隣接した駐車場を整備し、地区内の自動車流入規制を行う。これらの輸送サービスをMaaSで統合し、サブスクリプションで利用できるシームレスな利用環境を構築する。

なお、自動運転等、新技術については、利便性、経済性、安全性、持続性の検証が必要であり、それぞれの技術的優位性を見極めて、適切な組み合わせを考える必要がある。また、実際の導入にはオペレーション等の運行体制の構築や、既存交通との一体的な運用等、多くの検討課題があることに留意が必要である。

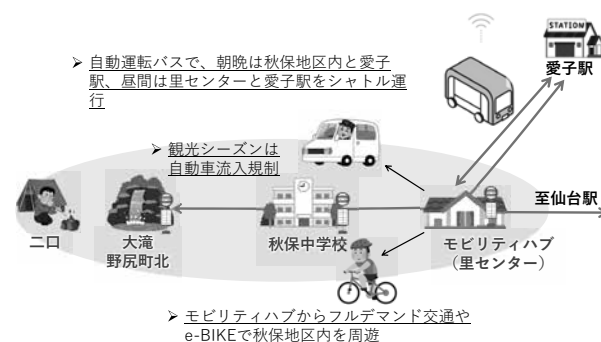


図-5 秋保地区の将来モビリティ・サービスの提案

5 おわりに

本稿は、秋保地区におけるぐるりんあきうの本格運行実現までの軌跡をとりまとめたものである。当研究所による導入支援を通して、地域ニーズ・利用のターゲットに適した運行計画を立案することや、地域と対話を重ねることで信頼関係を築き、地域の主体的な取り組みや、定量的な検証に基づく現実的な判断を促すことができた。今後、様々な地区で展開していく中、各地域のプレイヤーや交通資源を活かし、地域にとって本当に必要なサービスを提案していくことが必要である。

秋保地区における本格運行実現は、多くの関係者の熱意・努力が実った結果である。考える会役員の方々、有限会社秋保交通・青野代表取締役、相互タクシー株式会社・嶺岸取締役、仙台市地域交通推進課・地域交通第二係のご担当者、その他関係各位に感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 日本観光研究学会：仙台・秋保地区の発展過程と変化に関する研究，日本観光研究学会全国大会学術論文集，柳津，2022。
- 2) 仙台市：みんなで育てる地域交通乗り乗り事業
<https://www.city.sendai.jp/kokyo/norinori.html>
- 3) 仙台市：ぐるりんあきう運行マップ，考える会通信
<https://www.city.sendai.jp/kokyo/akiu.html>

表-4 秋保地区の現状・課題・将来の展開

	通勤・通学	買物・通院	観光
ぐるりん導入後の現状	・愛子駅までは路線バス ・地区内はフルデマンド交通 ・里センターでフルデマンド交通から路線バスに乗継ぎ	・地区内はフルデマンド交通	・平日はフルデマンド交通 ・休日は秋保大滝まで路線バス
今後の課題	・車両が小さいフルデマンド交通では愛子駅への需要に対応できない ・路線バスの運転士不足による減便・廃止の可能性	・地区内の買物・通院のみ ・愛子駅方面へのニーズ対応	・休日の地区内の周遊手段がない ・ハイシーズンの平日の秋保大滝へのニーズ対応 ・ハイシーズンの道路混雑
将来の展開	・朝夕時間帯に愛子駅へ接続する自動運転バス ・自動運転バスに接続するフルデマンド交通	・昼時間帯に愛子駅へ接続する自動運転バス ・自動運転バスに接続するフルデマンド交通、e-BIKE	・愛子駅へ接続する自動運転バス ・自動運転バスに接続するフルデマンド交通、e-BIKE ・ハイシーズンの自動車流入規制

² 小型EV、e-BIKE、e-SCOOTER等の1～2人乗りの車両

道路システムの DX を支える道路データプラットフォーム ～日常業務の効率化とオープンイノベーションへの期待～

Road Data Platform Supporting Digital Transformation of Road Systems
– Expectations for Streamlining Daily Works and Open Innovation

矢部 努¹ 加藤昌樹² 伊藤裕美³ 廣川和希⁴ 宮内弘太⁵ 羽佐田紘之⁶ 菅原智子⁷

Tsutomu YABE, Masaki KATO, Hiromi ITO, Kazuki HIROKAWA, Kota MIYAUCHI, Hiroyuki HASADA, and Tomoko SUGAHARA

1 はじめに

社会資本整備審議会 道路分科会 国土幹線道路部会では、来るべき新たな未来における国土幹線道路を飛躍させるための将来像およびその実現に向けて取り組むべき施策等が議論されてきた。限られた体制のもとでも、道路利用者に対して安全・安心な通行を確保するとともに、高度な道路利用サービスを提供することが必要であり、持続可能でスマートな道路システムへの変革に向けて、デジタル技術の導入等による道路管理や行政手続きの省力化等を加速する必要がある。

その中で、「持続可能な国土幹線道路システムの構築に向けた取組」中間とりまとめ（2022年9月）では、ポストコロナ時代の「新たな日常」を支え、持続可能な国土幹線道路を実現するために目指すべき姿として、以下の3つの点が示されている（図-1）。

- ① 平常時・非常時を問わず機能を失わない安全・安心な道路【Safe】
- ② 道路ユーザー等の生産性・快適性が飛躍的に向上するスマートな道路【Smart】
- ③ 社会環境の変化やインフラの老朽化に対応できる持続可能な道路【Sustainable】

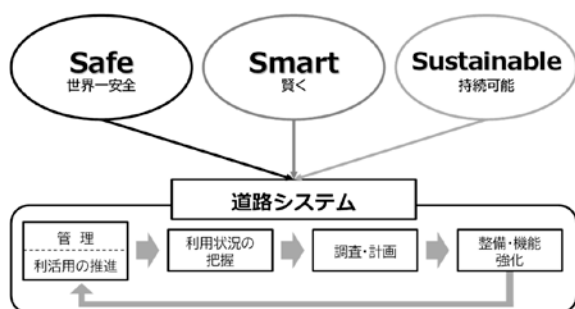


図-1 持続可能な国土幹線道路の実現に向け目指す姿¹⁾

その上で、取り組むべき具体的な施策の一つとして、新たな日常の原動力となる「道路システムDX」の推進に資する「xROAD（クロスロード）の実現」が掲げられており、以下の4つの基本方針のもと、道路利用のサービスの質を高め、国民生活や経済活動の生産性を向上するため、道路システムのDXを推進することとされている（図-2）。

<4つの基本方針>

- ① 道路利用の障害となる事象の早期発見・早期処理
- ② 施工や維持管理作業等の徹底した自動化・無人化
- ③ 手続きや支払いはオンライン化・キャッシュレス化・タッチレス化
- ④ 道路のビッグデータを収集・蓄積、フル活用し、社会に還元

以上の方針を受け、道路システムのDXの一環として、道路に関連する様々なデータの高度な活用による日常業務の効率化やオープンイノベーション促進のため、「道路データプラットフォーム」の構築が進められている。道路データプラットフォームは、道路システムのDXの推進に資するものであり、業務システムの抜本的な見直しに寄与することを目指すものである。



図-2 道路データプラットフォームの位置づけ

（出典：国土交通省道路局）

¹ 交通・社会経済部門 担当部門長兼グループマネジャー 博士（工学） ² 研究本部次長、データサイエンス室長兼ITマネジャー

³ データサイエンス室 主任研究員 ⁴ 交通・社会経済部門 主任研究員 ⁵ データサイエンス室 研究員 博士（工学）

⁶ 特任研究員 博士（工学） ⁷ 交通・社会経済部門 主任情報員

本稿では、まず、道路システムのDXに関する国土交通省道路局内の各施策の現状、将来計画を整理する。その上で、今後の道路システムのDXの全体方針を踏まえて、想定される技術的な課題と解決策を提案する。また、構築中の道路データプラットフォームの構成や、本格運用に向けた課題と今後の展望をとりまとめるものである。

2 道路システムのDXの全体方針と技術的課題

(1) 概要

ここでは、国土交通省道路局内のDX関係の各施策を対象に、各種データベースやシステム等の現状および将来計画を整理し、今後の道路システムDXの全体方針や技術的課題に対する解決策を検討する。

DXという概念は、2004年にスウェーデンのウメオ大学のエリック・ストルターマン教授によって提唱され、

「ICTの浸透が人々の生活をあらゆる面でより良い方向に変化させること」と定義されているが、現在、世の中で広く使われているDXの定義は人や場面によってまちまちである。

本稿では、経済産業省の「デジタルガバナンス・コード2.0」(2022年9月13日改訂)において定義された以下を基本としつつ、道路管理者の取り組みという視点で検討する。

<DXの定義>

企業がビジネス環境の激しい変化に対応し、データとデジタル技術を活用して、顧客や社会のニーズを基に、製品やサービス、ビジネスモデルを変革するとともに、業務そのものや、組織、プロセス、企業文化・風土を変革し、競争上の優位性を確立すること。

(2) 道路システムのDX関係施策の現状と将来計画

a) 道路システムのDXに関する施策一覧

国土交通省道路局内のヒアリング結果やインフラ分野のDXアクションプラン(第2版)²⁾等に基づき、道路システムのDXに関する施策一覧を整理した(表-1)。このうち、当研究所の受託調査や取り組みと係りのある施策(⑦～⑩、⑬)に関する概要を次頁以降に例示する。なお、各施策の概要は、ヒアリング結果を踏まえ、公開資料に基づき記載している。

表-1 道路局内のDX関係施策一覧(例示)

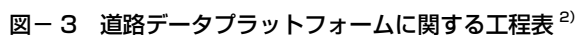
番号	施策	将来計画・方向性
1	道路台帳(道路台帳附图)の電子閲覧	道路基盤地図情報の公開システムとの連携
2	地方公共団体の占用申請許可オンライン化	道路占用料のキャッシュレス決済にも対応
3	物流生産性の向上のための特殊車両の新たな通行制度等	特殊車両通行制度の各種手続きの効率化・迅速化による生産性の向上
4	直轄道路の3次元点群・画像データの収集	民間企業等による多様なアプリ開発の促進
5	次世代のITSの推進	2020年代後半から次世代ITSの運用開始
6	自動運転実現に向けた取組	自動運転(レベル4)による物流サービスの運用
⑦	道路分野におけるデータプラットフォームの構築と多方面への活用	データを活用したアプリ開発・利用、オープンイノベーションの促進等
⑧	CCTVカメラのAI解析による交通量データ収集	CCTVトラカンによる常時観測区間や調査対象の拡大
⑨	ETC2.0プローブデータを活用した全国道路・街路交通情勢調査(OD調査)の効率化	OD調査のさらなる高度化・効率化に向けたETC2.0プローブデータの有効活用等
⑩	道路標識データベースの構築	道路のデジタルツイン構築による施工マネジメント等
11	バーチャル現場見学会による効果的・効率的な広報	国土交通省や建設業の働き方及び社会資本や公共サービスの変革
12	除雪作業の自動化の実証実験・現場導入	積雪寒冷地域での実証実験の全国展開
⑬	道路基盤地図情報の整備・公開	道路管理支援アプリの利用拡大による道路維持管理の効率化
14	パトロール車の車載カメラ映像の共有化	道路点検・維持管理の高度化・効率化による労働生産性の改善と向上
15	xROADを活用した次世代の舗装マネジメント	舗装の長寿命化により予防保全型維持管理を実現
16	AI・ICT・新技術の導入による道路の点検・維持管理の高度化・効率化	道路維持管理の効率化・高度化、舗装の修繕・更新の予防保全型への転換
17	全国道路施設点検データベースの改良	点検・診断における新技術等のデータベース改良
18	データベースを活用したアプリケーション開発	開発アプリのソースコード等の公開により道路管理者のアプリ活用を促進
19	道路リスクアセスメントの実装	定期点検等で収集蓄積すべき情報を整理し、リスク推計手法を改善

※丸数字は、次頁以降に概要を例示

ここでは、当研究所の受託調査や取り組みと係りのある施策に関する将来計画等の概要を記載する。

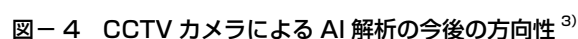
道路に関連する様々なデータを一元的に集約した道路データプラットフォームを構築し、データ活用による道路の調査・整備・維持管理・防災等の効率化・高度化や、データのオープン化による民間利活用・オープンイノベーション等の促進に向けた取り組みを推進している(図-3)。

今後は、データを活用したアプリケーション開発・利用を進め、道路管理者や一般への利用拡大を図るとともに、データの多方面への活用による国民生活や経済活動の生産性の向上を目指すこととしている。



これまでに、CCTVトラカンの精度に関する課題把握や車種別交通量の精度向上が進められている。

度に影響を及ぼす要因や課題の整理等を行い、CCTVトラカンによる常時観測区間や調査対象（歩行者・自転車等）を拡大し、常時観測を基本とする道路交通調査体系への移行を目指すこととしている。



全国道路・街路交通情勢調査（OD調査）に関して、アンケート調査に加えてETC2.0プローブデータを活用、組み合わせることで、アンケート調査規模の縮減と調査の効率化を目指している（図-5）。

現在は、次回調査における現況OD表作成にETC2.0
プローブデータを活用したOD拡大方法等の検討を進め
ている。



今後も、OD調査のさらなる高度化・効率化に向けて引き続き検討するとしている。

<⑩道路標識データベースの構築>

効果的な案内と効率的な維持管理の実現に向けて、案内標識に関する情報をデジタル化した道路標識データベースが構築されている。

これまでに、道路標識データベースを活用して、既存の案内標識の連続性・表現の統一性の確認や、カーナビやスマホ等による案内との表示内容の統一等の取り組みを進めている(図-6)。

今後は、自動運転の支援(現実空間とデジタル空間の道路標識のマッチングによる位置情報の把握等)への活用やデータベースの一元化により、サイバー空間に道路のデジタルツインを構築することで、シミュレーションによる交通や施工のマネジメントなどに活用することを検討するとしている。



図-6 道路標識データベースの構築⁴⁾

<⑪道路基盤地図情報の整備・公開>

全国の直轄国道等の道路基盤地図情報および道路台帳附図を整備・公開(閲覧・取得)する環境を構築し、道路データプラットフォーム傘下の各種データの背景図に活用して、全国の道路施設における点検結果等の詳細な位置関係を可視化するための取り組みを行っている(図-7)。

これまでに、全国の直轄国道等における蓄積データの一元的な活用環境として「全国道路基盤地図等データベース」を構築しており、2024年5月よりこのデータベースの公開(一部有料)が開始されている。

今後は、道路管理支援アプリケーションなどへの利用

全国道路基盤地図等データベースの概要

別紙

- 全国の直轄国道等の「道路基盤地図情報⁵⁾」及び「道路台帳附図」をweb上で一元的に閲覧等できる環境を構築
- 今後も、定期的なデータ更新を進めるとともに、地方公共団体管理道路への拡大等も検討

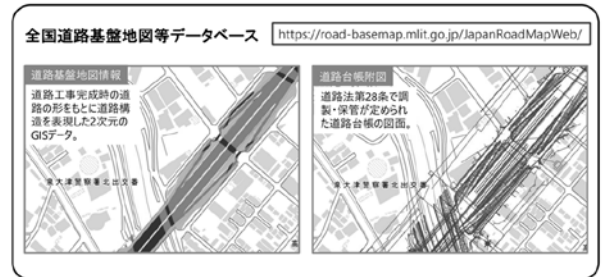


図-7 全国道路基盤地図等データベースの概要⁵⁾

道路基盤地図等の整備・公開により期待される効果

- 道路詳細図面を閲覧することで、要望・問合せや点検データの位置特定を支援。
- 点検データに路線番号、KP等の道路区間情報を付与可能。
- 申請書類や工事完成図書のベースマップとして提供することで、申請者や工事受注者による資料作成負荷や、道路台帳附図閲覧のための訪問・窓口負荷が軽減。
- 官民の工事で作成された図面が蓄積し、道路基盤地図等の更新が円滑化。

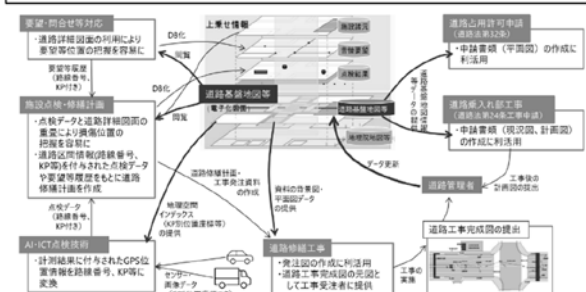


図-8 道路基盤地図等の公開により期待される効果¹⁾

拡大と、道路基盤地図等の作成プロセスの改善を通じて、道路維持管理の更なる効率化と道路基盤地図等の追加・更新の促進を目指している(図-8)。

(3) 今後の道路システム DX 推進における技術的課題

国土交通省では、道路システムのDXを実現するため、

道路行政におけるデータ活用の方向性

国土交通省

- これまで「道路システムのDX『ROAD』」を実現するため、データ利用環境の整備を進めてきたところ、今後は政策・事業実施のため、実利用と定着を本格的に展開
- 道路関係職員のデータリテラシーの向上を含め円滑にデータを利用する環境を引き続き整備しつつ、道路関係のデータを地理空間情報化して使用することを標準化するとともに、オープン化を推進

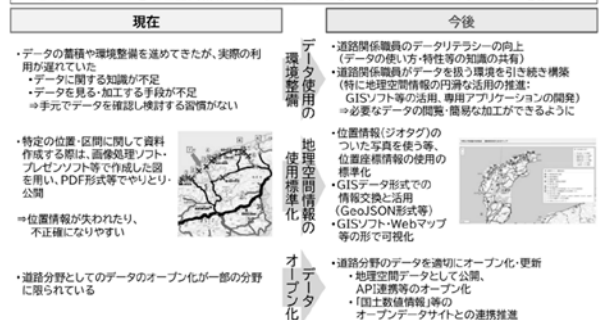


図-9 道路行政におけるデータ活用の方向性¹⁾

円滑にデータを利用する環境を引き続き整備することとしている。また、道路関係データを地理空間情報化して使用することを標準化するとともに、さらなるオープン化を推進することとしている（図-9）。

ここでは、上記の道路システムのDXを推進するにあたっての技術的な課題として以下の6点を挙げ、その解決策について考察・提案する。

＜道路システムのDXの推進における技術的な課題＞

- ・レガシーシステムの統合とデータ移行
- ・広範な関係者との調整と標準化
- ・莫大な初期投資およびランニングコスト
- ・セキュリティリスクと高度なガバナンス体制の構築
- ・デジタル人材の確保と育成
- ・システムのブラックボックス化とベンダーロックイン

a) レガシーシステムの統合とデータ移行

一般に、DXが進まない理由の一つに、レガシーシステムの存在とデータ移行の困難さが挙げられる。レガシーシステムは過去の技術や仕組みで構成されたシステムを指し、構築から数十年以上経過しているソフトウェアシステムや情報システムが行政組織内に多く存在している。特に、根幹的なシステムに対しては、構築や保守に多額の投資を行っており、また、長期間にわたって利用されていることが多く、システムを構築した当時の資料が無いことや、システムについて理解している人員がいなくなるなどによって、新たなシステムへの移行ができない状況となっている。

これらのレガシーシステムは、長期間の運用により度重なるシステム改修を繰り返すことで、システムの構造が複雑となり、ソースコードの構造が複雑で分かりにくい状態となっていたり、ブラックボックス化が問題となっていたりするケースも多く、システム変革の影響範囲の絞り込みが困難であり、また広範囲となる場合がある。さらに、システム刷新に伴うデータ移行の際には、新旧両方のシステムを理解し、移行すべきデータを確定させる必要があり、その移行処理を行うシステムを開発し、移行したデータが正しいかという確認作業も必要となる。これらの作業は移行する元のデータ量によって非常に多くの工数を要することも課題となる。

上記の課題に対する解決策としては、新しい環境へのシステムの移行や、システム全体を統合化・最適化して改善することが考えられる。具体的には、レガシーシステムとの並行運用期間の最小化による段階的なレガシーシステムの統廃合、段階的なデータ統合の移行計画の立案、データフォーマットやデータ品質の標準化ルールの検討、外部リソースの活用やスキルのアウトソーシングなどの検討が必要である。

b) 広範な関係者との調整と標準化

システムのDX化では、様々な部局や組織を幅広く横断してプロジェクトを進める必要があるが、それぞれの部局や組織で従来から開発・利用されているシステムやデータなどが多数存在している。そのため、部局や組織の利用者および関係者との調整や統合が難しく、相互の情報共有や連携不足により業務プロセスの統一化が進まないことから、システム統合やデータの標準化が阻害されるという問題が挙げられる。

上記の課題に対する解決策としては、広範な関係者を巻き込んだプロジェクト推進体制が有効であり、具体的には、自治体や高速道路会社など関係者の参画と役割分担、データ連携基盤の標準化とデータ活用基盤の統合化などが考えられる。

c) 莫大な初期投資およびランニングコスト

DXが進まない一因に、膨大な費用が必要な点が挙げられる。設備投資やシステム開発費といった初期費用に加え、年間のランニングコストも必要であり、一般的にはDXによる効果が発揮されるには数年かかると言われていることから、投資に対する費用対効果の点が課題となり、DXが進まない原因となっている。

上記の課題に対する解決策としては、一括でDXを進めるのではなく、段階的なアプローチと小さな成功の積み重ねが有効である。具体的には、限定的な地域や路線からスタートする、プロトタイプで課題を検証し軌道修正を重ねる、オープンソースソフトウェアの利用を最大化しライセンスコストを削減するといった方法が考えられる。

d) セキュリティリスクと高度なガバナンス体制の構築

DXでは、利便性を拡大するためにシステムやデータがオンライン上にあることが多いため、外部からのサイバー攻撃や、内部からの重要データや機密情報の漏洩など、セ

セキュリティリスクの問題が発生する。加えて、DXを推進するには、行政組織内の関係者全員がDXの概念や必要性を理解する必要がある。また、組織全体で運用するため、高度なガバナンス体制の構築やセキュリティリスク対策として、関係者が常に高いセキュリティリテラシーを有していることが重要である。

上記の課題に対する解決策としては、セキュリティ対策の高度化とガバナンス体制の整備、ならびにデジタル人材の確保と育成が有効である。具体的には、セキュリティポリシーや品質ポリシーの整備と職員教育の徹底、インシデント対応の訓練と体制整備、第三者機関による定期的なセキュリティ診断および対策などが考えられる。

e) デジタル人材の確保と育成

少子高齢化による労働人口の減少に加え、IT需要の急激な拡大やIT技術の進歩への対応遅れによって、ITエンジニアやデータサイエンティストなどのデジタル人材の不足が挙げられる。高いデジタルリテラシーを持ち、新しいツールや技術を理解できる人材が行政組織内には多くなく、デジタルマインドセットを持つ人材が不足しており、優秀なデジタル人材の安定的な確保が課題である。それに加え、デジタル人材育成のための教育も十分ではなく、デジタル化や新しい技術を恐れる組織風土も問題として挙げられる。

上記の課題に対する解決策としては、行政組織内におけるデジタル人材の公募や中途採用の実施、育成や処遇改善などが有効である。その他、デジタルリテラシー向上のためのeラーニングの提供、外部のデジタル人材とのコラボレーションの積極的活用などの取り組みが考えられる。

f) システムのブラックボックス化とベンダーロックイン

DX化を推進する過程で直面する問題として、システムのブラックボックス化とベンダーロックインが挙げられる。システムのブラックボックス化は、システム構築時にクラウドサービスやベンダー製品を用いることで、内部の仕組みやアルゴリズムが不透明であり、その動作が理解しづらい状態を指す。これにより、システムの可視性や透明性が損なわれ、問題の発見や修正が困難となる。

一方、ベンダーロックインは、特定のベンダーに過度に依存することによって生じる問題である。この状況下では、システムを別のベンダーに移行することが難しくなり、選択肢が制限される。これらの問題は、DXの進展を

阻害するだけでなく、競争力や革新性の低下にもつながりかねない。したがって、これらの問題に対処するためには、システムの透明性と柔軟性を向上させ、ベンダーロックインを回避するための戦略を構築する必要がある。

上記の課題に対する解決策として、オープンソースソフトウェアの利用を推進し、ベンダー製品のカスタマイズを最小化してオープン性を確保する、システム監査の仕組みを整備し、第三者検証を定期的実施する、システムの透明性確保や移植性確保をベンダー選定の要件に含める、といった取り組みが有効である。

3 道路関連データの活用拡大に向けた道路データプラットフォームの構築

(1) 道路データプラットフォームの概要と構成

国土交通省道路局では、日常業務の効率化・高度化に向けた技術的な課題に対応して、道路データプラットフォームを構築中であり、当研究所を含めたコンソーシアムにて開発・構築に係る支援を行っている。その中では、交通量データや施設点検データベースなど基礎的なデータを日常的に活用することによる道路調査・整備に関する業務の省力化や、道路維持管理・防災等の効率化・高度化を推進するとともに、データオープン化による民間利活用・オープンイノベーション等を促進することとしている（図-10）。

道路データプラットフォームは、「ポータルサイト（データベース・アプリのカタログ機能）」、「データ連携基盤」、「道路データビューア（を含む個別アプリ群）」から構成される（図-11）。基本アプリ「道路データビューア」は、各DBをAPI等により連携したデータビューアで、全ユーザーが共通で使える一方、個別アプリは各業務に特化して構築している。両アプリとも、データ連携基盤やAPI等を活用し、最新のデータにアクセスが可能となっている。

一方で、道路システムのDXの推進においては、関係する職員の意識変革が重要であるが、DXのためのシステムやアプリケーションを構築しても、現場がそれを使って日常業務を変えようという意識マインドが不足している可能性がある。そのため、道路データプラットフォームの構築・活用を1つのきっかけとして、全体的なデータリテラシーの向上と日常的な意識づけをするための対策が必要であると考えられる。

(2) ポータルサイトのイメージ

ポータルサイトでは、最新情報のほか、データベース・道路DXシステム（アプリ）等のカタログを掲載することとしている（図-12）。データベース／道路DXシステムのカ

タログには、各データ詳細や出力イメージの確認、データ利用申請等へのリンク、ダウンロードサイトへのリンク等が掲載される予定である。

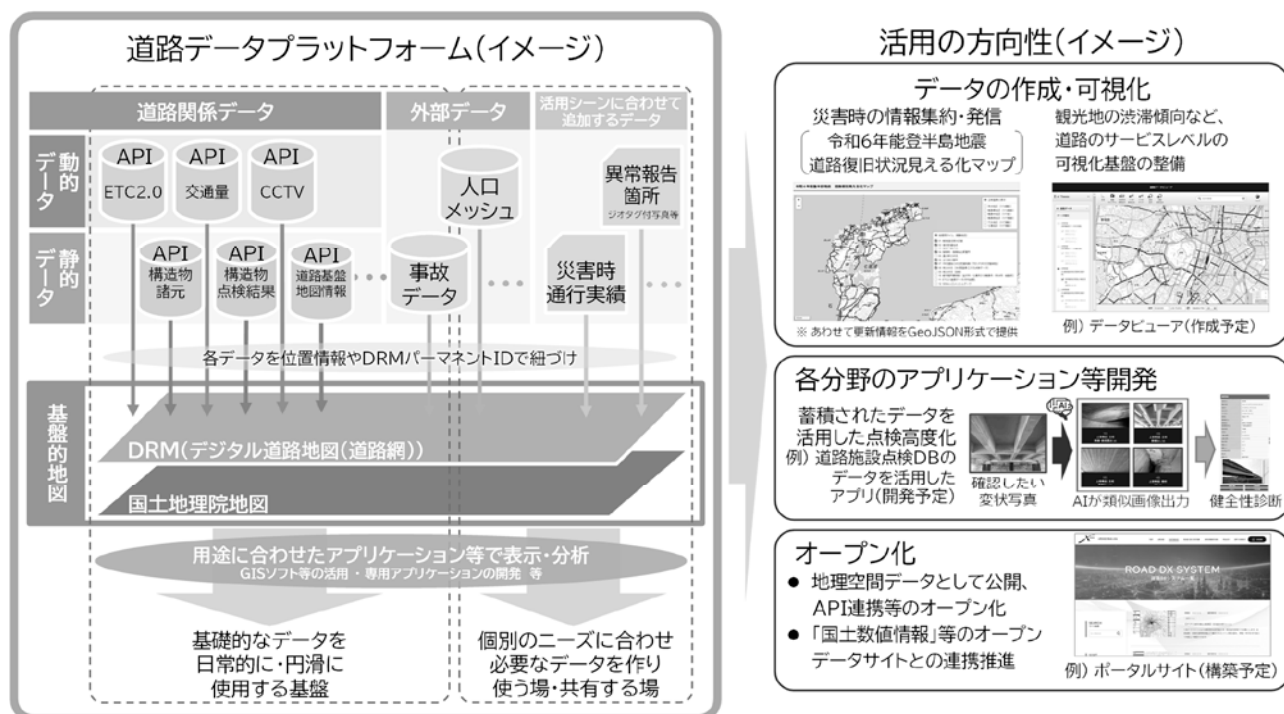


図-10 道路データプラットフォームの活用の方向性

（出典：国土交通省道路局）

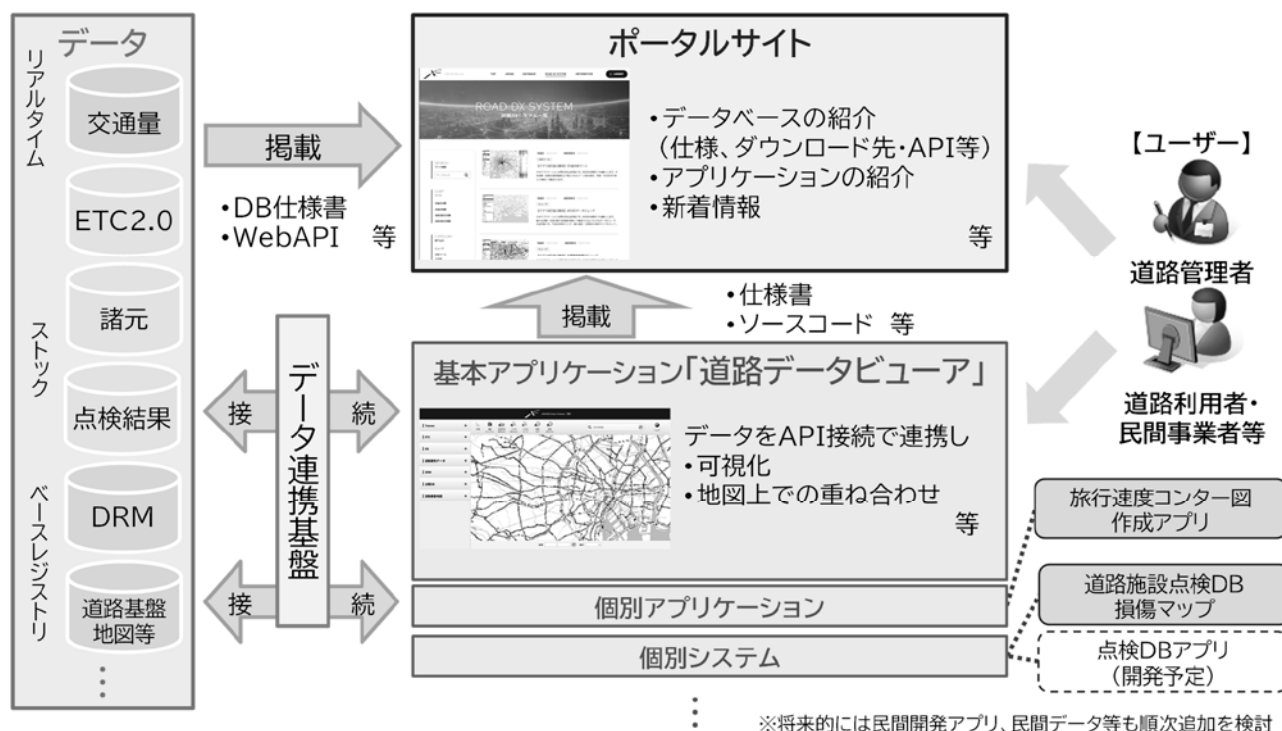


図-11 道路データプラットフォームの構成

（出典：国土交通省道路局）

(3) 道路データビューアのイメージ

道路データプラットフォームの基本アプリである「道路データビューア」では、交通量や道路区間の平均旅行速度の他、DRM（デジタル道路地図）や道路基盤地図などを地理院地図上に重畳させることが可能となっている（図-13）。



図-12 ポータルサイトのイメージ¹⁾



図-13 基本アプリ：道路データビューアのイメージ¹⁾

4 おわりに

国土交通省では、データ活用事例の共有等を通して職員のデータリテラシーを向上しつつ、データを取り扱うための環境整備を推進することとしている。また、道路データプラットフォームは2024年度より省内の運用を開始しつつ、一般公開を含めて順次対象を拡大する予定となっている（図-14）。

道路システムのDXは、各部局の日常業務にとどまらず組織を跨いだ業務の課題解決に寄与することを示すことが必要である。このため、国交省職員だけでなく道路管理者や地方公共団体をはじめとした多様な関係者による理解に加え、各主体における活用の促進が重要である。当研究所では、道路関係データのオープン化や日常業務

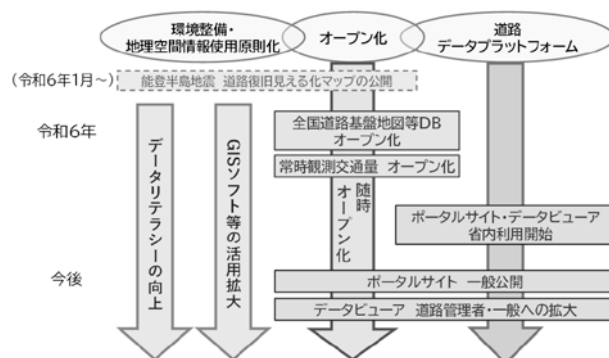


図-14 道路データプラットフォームの今後の予定

（出典：国土交通省道路局）

の効率化に向けた技術的な支援を始め、引き続き国土交通行政へ貢献していく所存である。

なお、本稿の一部には、国土交通省道路局企画課道路経済調査室から受託した「令和5年度 道路システムのDX関係施策の全体方針に関する検討業務」および国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室から受託した「道路データプラットフォーム構築業務」の検討成果が含まれている。

参考文献

- 1) 国土交通省：道路技術懇談会（第12回資料）
<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/dourogijutsu/doc12.html>（2024年3月13日）
- 2) 国土交通省：インフラ分野のDXアクションプラン（第2版）
<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001633173.pdf>（2023年8月）
- 3) 国土交通省：ICTを活用した新道路交通調査体系検討会（第7回資料）
<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/ict/pdf07/02.pdf>（2024年2月29日）
- 4) 国土交通省：社会資本整備審議会 道路分科会 基本政策部会（第69回資料）
<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001307288.pdf>（2019年9月6日）
- 5) 国土交通省：全国道路基盤地図等データベースの公開開始（プレスリリース）
<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001745801.pdf>（2024年5月31日）

データから読み解く～新型コロナ後の新たな自動車利用動向～

Reading from the Data -New Trends of Vehicle Uses After the Pandemic-

廣川和希¹ 北村清州² 上野優太³ 江田裕貴⁴ 和泉範之¹ 茂木 渉⁵
岡 英紀⁶ 高橋 慧⁷ 及川 潤⁸ 斎藤史恵⁹ 菅原智子⁹ 羽佐田紘之¹⁰

Kazuki HIROKAWA, Seishu KITAMURA, Yuta UENO, Yuki EDA, Noriyuki IZUMI, Wataru MOGI,
Hideki OKA, Kei TAKAHASHI, Jun OIKAWA, Fumie SAITO, Tomoko SUGAHARA, and Hiroyuki HASADA

1 はじめに

2020年3月からの新型コロナウイルス感染症の流行は、人々の生活を様々な点で大きく変えた。交通に関しては、全国70都市を対象とした第7回全国都市交通特性調査（全国PT調査、2021年）で、外出率、トリップ原単位ともに過去最低となったこと、また、各交通手段のトリップ原単位は徒歩を除き減少するも、構成比では自動車、徒歩の割合が増加したこと等の変化があったことが指摘されている¹⁾。また、国内旅客輸送量（年間人ベース）、国内貨物輸送量（年間トンベース）ともに、新型コロナ流行直後の2020年から比較すると、回復傾向にはあるものの、2019年以前と比較して依然として低い水準にある²⁾。

このような背景の下、本稿では、新型コロナ流行後の輸送量への影響が他の交通機関と比較し少なかった「自動車」に着目した。一般的に「自動車には新型コロナウイルス感染症の影響は少なかった」と言われることが多いが、地方部も含めた全国的な傾向はどうだったか、また、若者の自動車離れなどの動向も踏まえ、保有と利用の状況がどのように変化しているのか、などの自動車利用動向について経年的な視点から分析した。また、今後の自動車利用動向の展望について個人使用の自家用車を中心に考察した。

2 道路交通センサスOD調査について

本稿では、統計法に基づき国土交通省が定期的を実施している「全国道路・街路交通情勢調査 自動車起終点調査（以下、「道路交通センサスOD調査」という。）」を軸に自動車利用動向に関する分析を行った。分析に先立ち、「道路交通センサスOD調査」の概要について解説する。

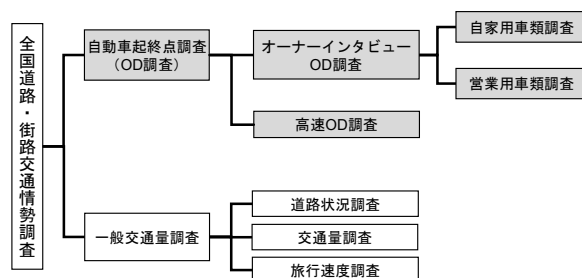


図-1 道路交通センサスの全体構成

(IBS 作成)

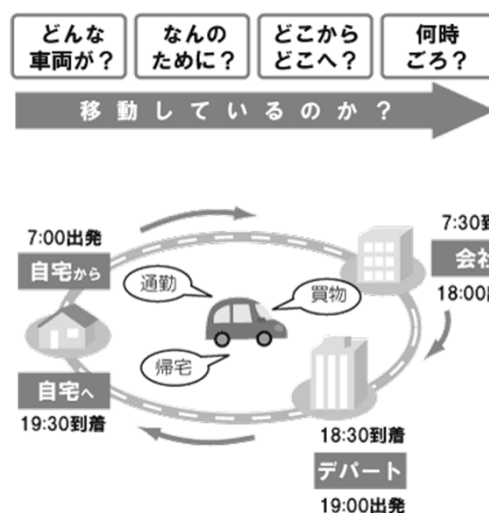


図-2 OD調査の調査内容³⁾

(1) 調査概要

全国道路・街路交通情勢調査は、「道路交通の実態を把握し、道路の計画、建設、管理などについての基礎資料を得ること」を目的として、全国を対象に定期的実施されている調査である。道路の交通量や旅行速度を対象とする「一般交通量調査」と自動車の起終点や移動特性を対象とする「自動車起終点調査（OD調査）」の2つから構成されている（図-1）。

本稿で分析の対象とするOD調査は、昭和33年から概ね5年ごとに実施されており、平成に入ってから、平成2

¹ 交通・社会経済部門 主任研究員 ² 交通・社会経済部門 主幹研究員兼グループマネジャー 博士（工学） ³ データサイエンス室 研究員 ⁴ 交通・社会経済部門 研究員
⁵ データサイエンス室 IT マネジャー ⁶ データサイエンス室 室長代理兼グループマネジャー 博士（工学） ⁷ データサイエンス室 研究員 博士（理学）
⁸ データサイエンス室 主任研究員 ⁹ 交通・社会経済部門 主任情報員 ¹⁰ 特任研究員 博士（工学）

(1990) 年、平成6 (1994) 年、平成11 (1999) 年、平成17 (2005) 年、平成22 (2010) 年、平成27 (2015) 年、令和3 (2021) 年と実施されている。秋季 (9月～11月頃) のある1日を調査対象日とし、その1日における自動車の運行状況 (出発地・目的地、トリップ長、運行目的・乗車人員 (乗用車類)、積載品目・積載重量 (貨物車類) 等) を車検証情報から無作為に抽出した自動車の保有者に対して調査するアンケート形式で実施されている (図-2)。

(2) 令和3年度OD調査について

直近に実施された令和3年度OD調査は、令和3 (2021) 年の9～11月頃に離島部および東京電力福島第一原発事故に係る帰還困難区域を除く全国 (各都道府県全域) を対象に実施された。全国約7,700万台の自動車類の中から約380万台 (約4.9%) に調査を行い、約117.5万台分の有効サンプルを取得している (有効回収率31%、表-1)。当初は、前年の令和2 (2020) 年秋季に実施予定であったが、当年3月からの新型コロナウイルス感染症の全国的な流行の影響を踏まえ、1年延期して、令和3 (2021年) 秋季に実施された。この調査時期は、緊急事態宣言の解除後、その後のオミクロン株流行前に当たる時期である。

3 自動車の経年動向 (平成2年～令和3年)

ここでは、基礎情報として平成2 (1990) 年から令和3 (2021) 年までの道路交通センサスOD調査による自動車の経年動向を整理、分析した。

(1) 保有台数の推移

まず、平成2 (1990) 年から令和3 (2021) 年までの保有台数の推移を3車種別に整理した (図-3)。保有台数は、平成17 (2005) 年から平成22 (2010) 年にかけて微減した以外は、一貫して増加傾向で推移している。直近の平成27 (2015) 年から令和3 (2021) 年にかけても、日本の総人口は減少している中、保有台数は1.2%増加している。車種別では、長期的にみると、乗用車は増加、小型貨物車は減少、普通貨物車は横ばいでそれぞれ推移している。

表-1 R30D 調査の調査結果⁴⁾

()は回収率

用途区分	車種区分	有効回収台数(千台)		
		郵送回収	Web回収	計
自家用	乗用車	472(17%)	289(10%)	761(27%)
	貨物車	168(26%)	75(11%)	243(37%)
営業用	乗用車	10(44%)	4(19%)	15(63%)
	ハイヤー・タクシー	3(41%)	2(33%)	5(74%)
	貸切バス	82(25%)	70(21%)	152(46%)
全車計		734(19%)	441(12%)	1,175(31%)

※千台単位で表示しているため、表中の合計が一致しない場合あり

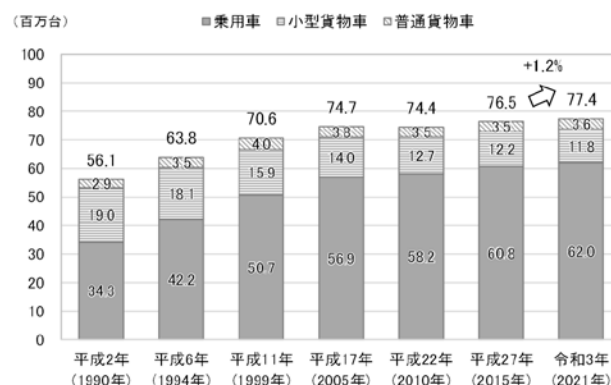


図-3 保有台数の経年推移

(IBS 作成)

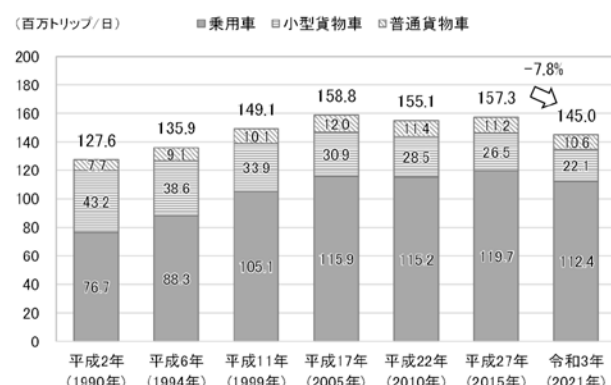


図-4 トリップ数の経年推移

(IBS 作成)

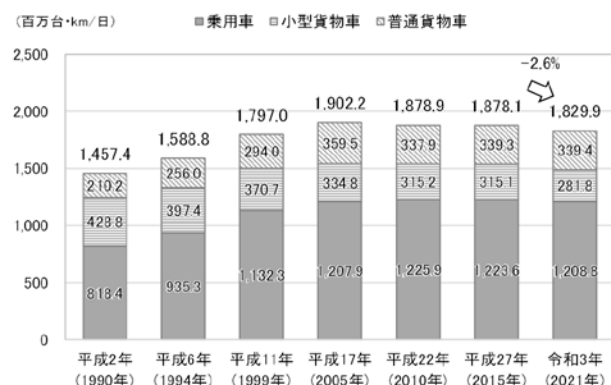


図-5 走行台キロの経年推移

(IBS 作成)

(2) トリップ数・走行台キロの推移

平成2 (1990) 年から令和3 (2021) 年までのトリップ数と走行台キロの推移を整理した(図-4、図-5)。トリップとは、「1つの目的を持ってある地点から別の地点まで移動する単位」であり、例えば、通勤目的で自宅から会社までの一連の移動を1トリップとして取り扱う。このトリップは、目的ごとの移動単位のため、例えば、東京都内の移動も、東京から大阪への移動もそれぞれ1トリップとしてカウントする。これに対し、走行台キロは、トリップに移動距離を乗じた指標であり、自動車の道路需要として扱う場合の多い指標である。

トリップ数、走行台キロとも保有台数同様に平成17 (2005) 年までは増加傾向で推移してきたが、平成17 (2005) 年以降は横ばいとなった。また、直近の平成27 (2015) 年から令和3 (2021) 年にかけては、トリップ数が7.8%、走行台キロが2.6%減少した。走行台キロの減少率がトリップ数に比べて小さいのは、平均トリップ長が伸びているためである。

(3) H27 から R3 へのトリップ数の減少要因分析

続いて、平成17 (2005) 年以降、横ばいで推移してきたトリップ数が令和3 (2021) 年に7.8%減少した点に着目し、減少要因を分析した。

トリップ数は、「保有台数」「稼働率」「ネット原単位(稼働車両の日平均トリップ数)」の3つの要素に分解できる。それぞれの指標の平成27 (2015) 年から令和3 (2021) 年にかけての変化を整理した(表-2)。保有台数は前述のとおり1.2%の微増であり、稼働率も60.8%が60.0%と微減であるのに対し、ネット原単位が3.36トリップ/台・日から3.11トリップ/台・日と減少しており、トリップ数の減少率とほぼ一致している。つまり、平成27 (2015) 年から令和3 (2021) 年にかけてのトリップ数の減少は、ネット原単位の減少が要因であることが分かる。

このネット原単位の減少に関して、もう少し詳しく分析した。まず、車種別に平成27 (2015) 年と令和3 (2021) 年のネット原単位とトリップ回数構成比を整理した(図-6)。乗用車、小型貨物車、普通貨物車ともにネット原単位が減少しており、トリップ回数も特に2トリップの構成比が増加していることが分かる。2トリップは、車籍地(例:自宅)と目的地(例:会社、買物先)を1日1往復するのみであり、稼働率は変わらなくとも、トリップパター

表-2 トリップ数の構成要素の比較

	平成27年 (2015年)	令和3年 (2021年)	増減量	増減率
トリップ数 (百万トリップ/日)	157.3	145.0	-12.3	-7.8%
構成要素				
保有台数 (百万台)	76.5	77.4	0.9	1.2%
稼働率 (%)	60.8	60.0	-0.8	(-)
ネット原単位 (トリップ/台・日)	3.36	3.11	-0.25	-7.4%

(IBS 作成)

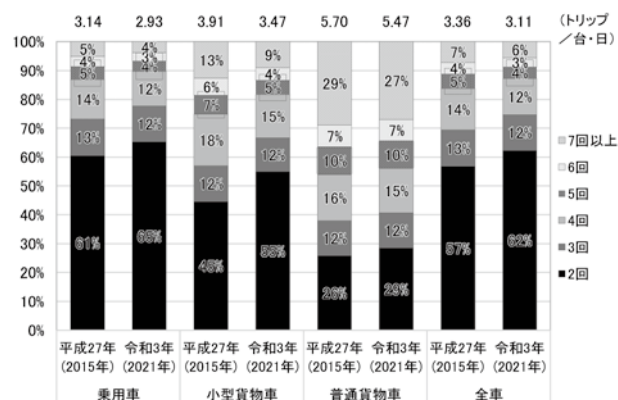


図-6 ネット原単位とトリップ回数構成比

(IBS 作成)

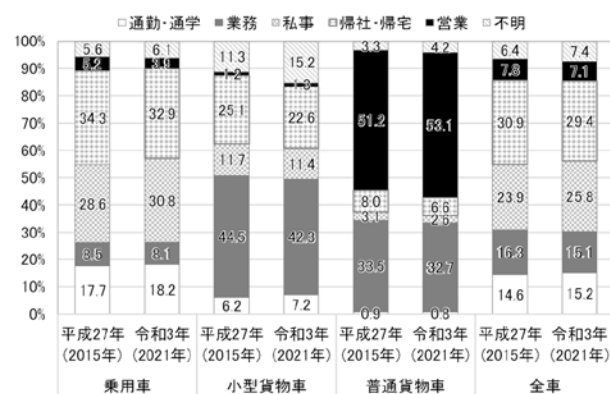


図-7 トリップ目的構成比

(IBS 作成)

ンが単純化していることが示唆される。特に小型貨物車に関しては、ネット原単位が3.91トリップ/台・日から3.47トリップ/台・日と大きく減少し、また2トリップの構成比も45%から55%と大きく増加している。小型貨物車は、ナンバープレートの分類番号の1桁目が4または6、いわゆる「4ナンバー」「6ナンバー」の車両であり、荷台のある貨物車のほか、ライトバンやワンボックス、ツーボックスなどの業務系、営業系として利用される車両も多い。目的構成比の変化をみても、業務目的と営業目的、またそれに関連する帰社・帰宅目的の構成比は減少しており(図-7)、これらの車両の1日2トリップの割合が増加したことがネッ

ト原単位の減少要因として挙げられる（普通貨物車の目的構成比で営業の割合が増加しているが、これは、貨物車の自営転換（自社車両での輸送から運送会社への委託輸送への転換）が主な要因として考えられる）。

次に、乗用車に関して稼働率が微減の中、1日のどの時間帯のトリップが減少したのか、という観点から、平成27（2015）年と令和3（2021）年の発時間帯分布を比較した（図－8）。朝や夕のピーク時間帯のトリップ比率は同程度だが、日中時間帯のトリップ比率が増加し、夕方から夜間にかけてのトリップ比率が減少している。この発時間帯分布を目的別にみると、「通勤通学」目的や「業務」目的の発時間帯分布はほぼ変化はみられないのに対し、構成比が年々増加している「私事」目的や、目的構成比が最大である「帰社・帰宅」目的の発時間帯は、夕方の割合が減少し、日中の割合が増加している（図－9、図－10）。

「私事」目的に関しては、特に高齢者の増加に伴う通院や送迎、買物トリップなどの増加が要因と考えられる。また、「帰社・帰宅」目的に関しては、業務トリップの減少に伴う帰社時間の早まり（午前に会社を出発し、日中は外出、夕方に帰社、という動きから、日中に帰社という動きへのシフト）や、帰宅時間の早まりなどが要因として考えられる。

このように、平成27（2015）年から令和3（2021）年にかけての自動車のトリップ数の減少率は7.8%と、他の交通手段と比較して新型コロナウイルス感染症等の影響は少なかったものの、トリップの内容に関しては、車籍地と目的地の往復のみの2トリップ/日の車両の増加やそれに伴うネット原単位の減少、私事や帰社帰宅トリップ割合の増加、また発時間帯分布の日中へのシフトなど、様々な変化が生じていたことが分かる。

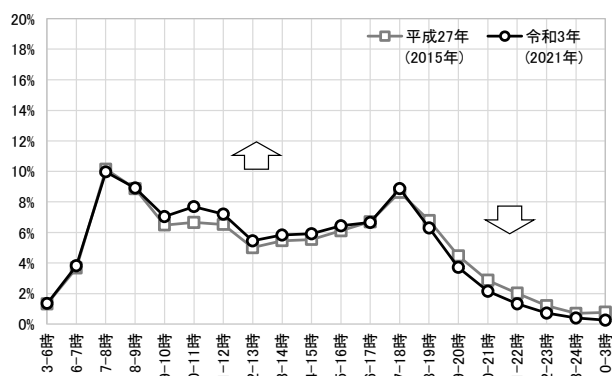
4 「保有」と「利用」に着目した分析

ここでは、前述の分析結果を踏まえ、自動車の「保有」と「利用」に着目した分析を国勢調査等の他の統計データと組合せながら行った。

（1）「保有」に関する分析

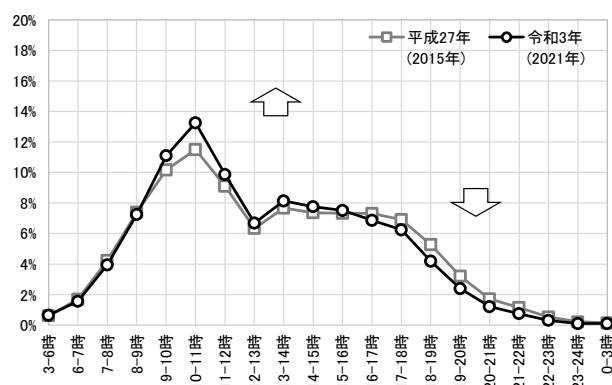
まず、自動車の保有に関して、保有台数と人口や世帯数との関係に関する分析を行った。

自動車の保有台数は、図－3に示したとおり、平成17（2005）年から平成22（2010）年にかけて微減した



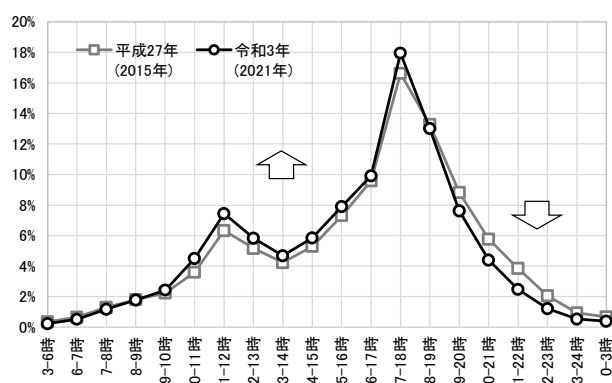
図－8 乗用車の発時間帯分布（全目的）

（IBS 作成）



図－9 乗用車の発時間帯分布（私事）

（IBS 作成）



図－10 乗用車の発時間帯分布（帰社・帰宅）

（IBS 作成）

以外は、一貫して増加傾向で推移しており、この主要因は「乗用車」の増加である。そこで、乗用車の約9割を占め、主に自宅で所有、利用する車種である「自家用乗用車（個人使用車）」に着目し、保有台数の変化に関する分析を行った。

まず、平成11（1999）年を1とした場合の「保有台数」と「総人口」「世帯数」の動向を整理した（図－11）。な

お、「総人口」と「世帯数」は、調査年次と最も近い国勢調査データとして、平成11（1999）年は平成12年国勢調査（2000年）、令和3（2021）年は、令和3年国勢調査（2020年）のデータをそれぞれ用いている。「総人口」は平成20（2008）年をピークに減少局面に入っているが、全国的にみると、平成11（1999）年から令和3（2021）年にかけては、1%程度の減少である。これに対し、「世帯数」と自家用乗用車（個人使用車）の「保有台数」は、それぞれ一貫して増加しており、令和3（2021）年は平成11（1999）年からみると、「世帯数」と「保有台数」はそれぞれ119%と123%となっている。自家用乗用車（個人使用車）の保有台数は、総人口よりも世帯数の推移に近い形で経年的に推移していることが分かる。

次に、地域性の観点から、都道府県単位で動向を確認した。総人口が減少局面に入った時期である平成22（2010）年から令和3（2021）年にかけての保有台数と総人口、保有台数と世帯数の増減率を都道府県単位で比較した（図-12、図-13）。この間に絞ると、保有台数が5.0%増に対し、総人口は1.5%減、世帯数は7.5%増である。まず、総人口に関しては、平成22（2010）年から令和3（2021）年にかけて増加したのは8都県であり、残り39都道府県は人口が減少している。一方、自家用乗用車（個人使用車）の保有台数は、東京都と長崎県以外は全て増加しており、最も総人口が減少している秋田県でも保有台数は0.5%増加している。散布図でみると都道府県の分布は第2象限に集中しており、人口と保有台数の増減の傾向が異なる都道府県がほとんどであることが分かる。次に世帯数でみると、平成22（2010）年から令和3（2021）年にかけて減少したのは、秋田県と高知県の2県のみであり、残りの45都道府県は増加している。散布図で保有台数との関係性をみても、ほとんどの都道府県が第1象限に分布しており、世帯数と保有台数の増減の傾向が類似していることが分かる。

この世帯と保有の関係性をもう少し深掘するため、道路交通センサスOD調査の調査項目である「自動車の主な運転者の形態」に着目した。この調査項目は、調査対象の自家用乗用車（個人使用車）が、世帯の中で「個人専用」の車両か、「家族共用」で利用する車両かを問う設問である。平成22（2010）年と令和3（2021）年の都道府県ごとの「個人専用」車の割合を比較した（図-14）。令和3（2021）年時点で個人専用の割合が最も高いのは福井県の80.5%であり、次いで、鳥取県の79.4%、富山

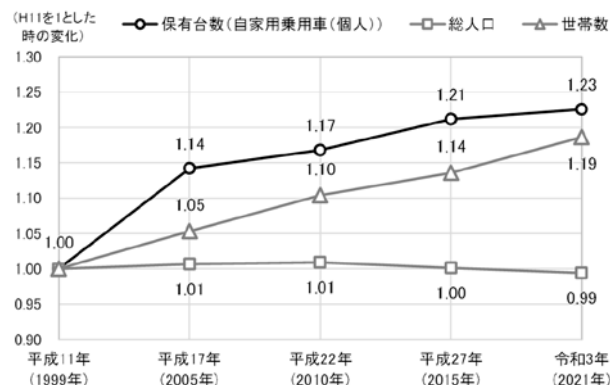


図-11 保有台数と総人口、世帯数の推移

(IBS 作成)

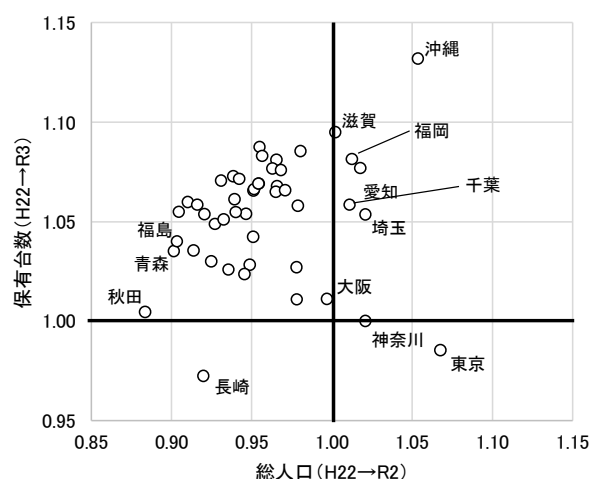


図-12 総人口と保有台数の変化率（H22→R3）

(IBS 作成)

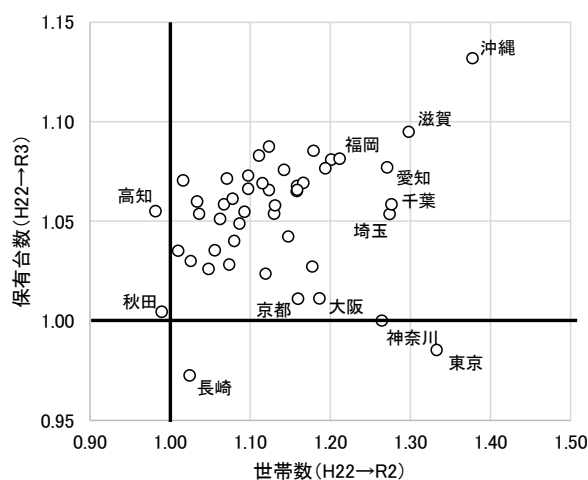


図-13 世帯数と保有台数の変化率（H22→R3）

(IBS 作成)

県の78.8%と日本海側の地域が高い傾向にある。一方、個人専用の割合が最も低い、つまり家族共用の割合が最も高いのは、神奈川県60.2%であり、関東の1都3県や大阪府、京都府などの大都市部を抱える都道府県が中心となっている。この個人専用の割合を平成22（2010）年と令和3（2021）年で比較すると、全国的には、平成22（2010）年が68.0%、令和3（2021）年が69.2%と微増している。47都道府県では、個人専用の割合が低下したのは11県であり、その他36都道府県はいずれも個人専用の割合が増加している。ただし、この傾向は、平成27（2015）年までは逆に推移してきており（平成22（2010）年から平成27（2015）年にかけて個人専用の割合が増加したのは5都県のみ）、新型コロナウイルス感染症の影響によるものも含め、次期OD調査でも推移を注視する必要があると考える。

(2) 「利用」に関する分析

次に自動車を運転する運転者に着目し、「運転者の年齢」「運転者の性別」に関する分析を行った。

a) 「運転者の年齢」に関する分析

平成11（1999）年から令和3（2021）年までの計5時点のOD調査のうち、自家用乗用車（個人使用車）のトリップ単位での運転者の年齢階層分布を整理した（図-15、図-16）。自家用乗用車（個人使用車）の全車に占める割合は、トリップベース（平日）で約65%である。

令和3（2021）年平日のトリップ単位での運転者の年齢階層分布の最頻値は、70～74歳のいわゆる「団塊の世代」であり、次いで65～69歳、60～64歳と続いている。平均年齢は57.6歳となり、運転者の半数を55歳以上が占めている。団塊の世代は、人口が多いだけでなく、通勤と帰宅の2トリップの多い30、40歳代などと比較すると、買物や社交、通院、送迎といった私事目的の自動車利用が多く、ネット原単位も多いことが最頻値となっている要因と考えられる。

また、特筆すべきは、この団塊の世代が「各調査年で最頻値の世代」として過去20年間推移してきている点である。この世代は人口も多いことから、世代間の自動車利用水準を比較するため、平成22年（2010年）と令和3（2021）年の平日の自動車トリップ数を運転者の年齢階層ごとに人口で除して基準化して比較した（図-17）。人口は、国勢調査の年齢階層別人口を用いたが、

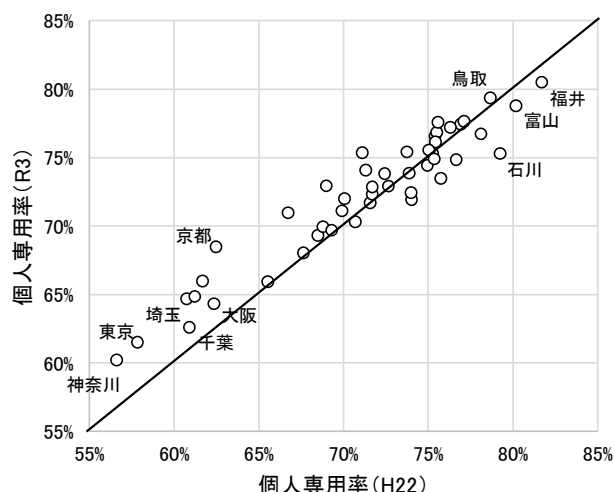


図-14 自動車の主な運転者が個人専用の割合

(IBS 作成)

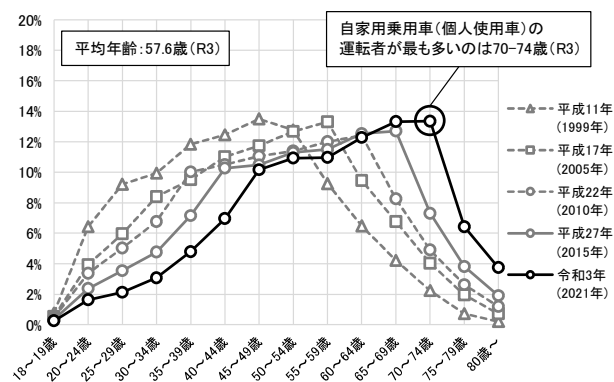


図-15 運転者の年齢階層分布（平日）

(IBS 作成)

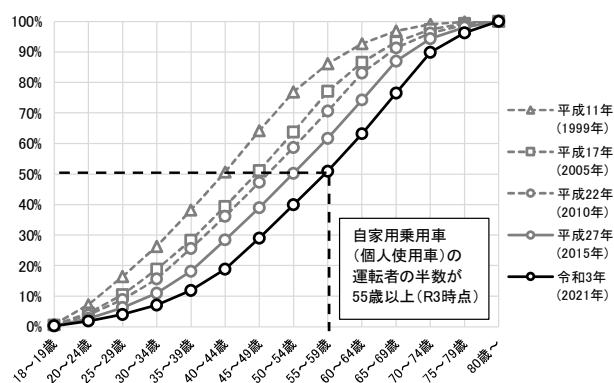


図-16 運転者の年齢階層分布
（平日、累積）⁵⁾からIBS作成

令和3（2021）年分は1年の差はあるが令和2年国勢調査（2020年）のデータを用いた。人口あたりの自動車運転トリップが最も多いのは2時点とも令和3（2021）年の60～64歳に当たる世代であり、令和3（2021）年では、1人1日当たり自家用車を1.53トリップ運転している。10年

前の平成22年（2010年）と比較し自動車運転トリップ数が増えているのは、退職等により「通勤+帰宅トリップ」から「複数の私事トリップ」に自動車利用が変化した方が多いためと考えられる。また、55歳未満は各世代とも10年間で人口当たりの自動車運転トリップ数が減少しているが、これは、一般的に言われている「若者の自動車離れ」のほか、居住地の都心回帰による自動車保有の減少なども要因として考えられる。

また、令和3（2021）年の高齢層に着目すると、75歳以上で人口当たりの自動車運転トリップ数が急激に減少している。警察庁の運転免許統計⁵⁾によると、令和3年の運転免許返納件数（申請による運転免許の取消件数）517,040件のうち、75歳以上は約半数の278,785件であり、75歳以上が特段多い、というわけではない。高齢運転者の交通事故とそれに伴う運転免許返納が大きな社会課題と言われて久しいが、運転免許を返納せずとも運転を差し控える、もしくは頻度を減らす後期高齢者もいるのではないかと推察する。

b)「運転者の性別」に関する分析

平成11（1999）年、平成22（2010）年、令和3（2021）年の3時点のOD調査のうち、自家用乗用車（個人使用車）のトリップ単位での運転者の年齢階層別の女性比率を整理した（図-18）。全年齢でみると、女性比率は42.6%、47.8%、45.3%と推移しており、令和3（2021）年時点でも若干男性の方が運転者の多い状況である。これを年齢階層別にみると、平成11（1999）年から令和3（2021）年の20年間で、特に50歳以上の女性比率が高まっていることが分かる。世代としては、令和3（2021）年時点で60～64歳の世代から下では女性比率の方が高い状態で推移してきている。これは、運転免許保有者の年齢階層別の男女比（図-19）⁵⁾から作成と同様の傾向であり、女性の運転免許取得率が要因である、と考えられる。なお、年齢階層別では20～59歳の各層で女性の運転割合が高くなっているが、全年齢でみると男性の運転割合の方が高いのは、運転者の多い65歳以上が男性の割合が高いためである。

5 今後の自動車利用動向に関する展望

これまでの分析結果を踏まえ、今後の自動車利用動向に関する展望について考察した。

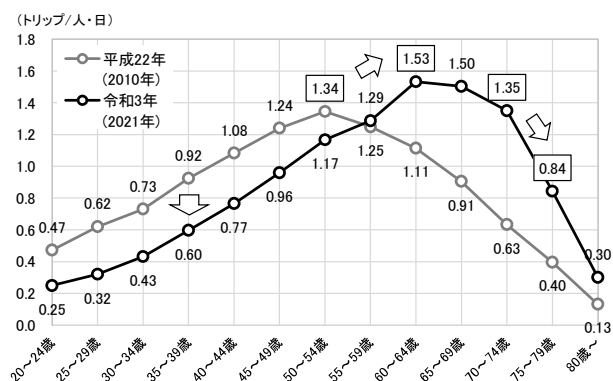


図-17 人口あたり自動車トリップ数（R3 平日）

（IBS 作成）

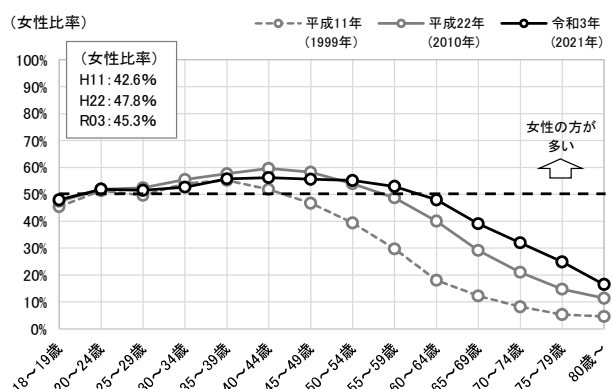


図-18 運転者の年齢階層別女性比率（平日）

（IBS 作成）

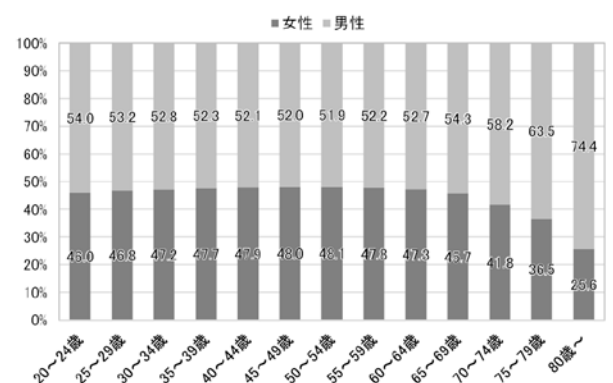


図-19 年齢階層別の運転免許保有者の男女比（R3）⁵⁾ から IBS 作成

まず、自動車の「保有」に関しては、総人口よりも世帯数との相関性が高いが、今後の総人口の動向をみると2030年をピークに減少に転じ、2045年には2020年を下回ることが予測されている（図-20）。また、新たな動向として、都市部を中心にカーシェアリングの普及が進んでいる。個人利用のほか、法人の社用車からの転換（法人車両を持たずに利用の都度、カーシェア車両を短期間利用

用するなど) 例もみられる。このような点を踏まえると、保有台数は、中長期的には減少していくことが想定されるだろう。

自動車の「利用」に関しては、過去5回のOD調査でいずれも運転者の年齢階層分布の最頻値だったいわゆる「団塊の世代」が後期高齢者となり、運転から離れる時期に運転者数が減少する可能性が想定される。一方で貨物系に関しては、近年のEコマースなどの普及も踏まえると、今後需要が伸びる可能性が十分考えられる。ただし、ドライバー不足が大きな課題となっている点も含めると、今後、「人流と物流」「保有とシェア」など多面的な観点から自動車需要を考えていく必要があるだろう。

6 おわりに

本稿では、道路交通センサスOD調査データ等を用いて、自動車利用動向の「経年動向分析」や「保有」と「利用」に着目した分析を行った。また、その結果を踏まえ、今後の自動車利用動向の展望について考察した。

本稿を執筆している2024年7月現在、新型コロナ流行から4年が経過し、交通機関の状況は2020年3月からの流行前の状況に戻つつある^{たえば7)}。筆者自身、通勤時の電車車内の混雑度や自家用車を運転する際の国道バイパスの混雑や走行性はコロナ前に戻ってきている印象を受けている。

来年令和7(2025)年には5年に一度の国勢調査が予定されており、これに合わせて各種統計調査も実施されることが見込まれる。今回分析した「道路交通センサスOD調査」も次期調査が実施された場合、新型コロナ流行後の影響が薄れた状況での調査となることから、流行前、さらに流行明けの令和3年度調査結果から何が変わり、何が戻ったのか、など、様々な観点から分析を行いたいと考えている。また、今後の自動車需要を想定する上では、「カーシェアリング」や「自動運転」などは欠かせないキーワードとなるだろう。これらの動向を注視しつつ、今後の交通政策のあり方を考えていかなければならない、と思いを巡らせているところである。

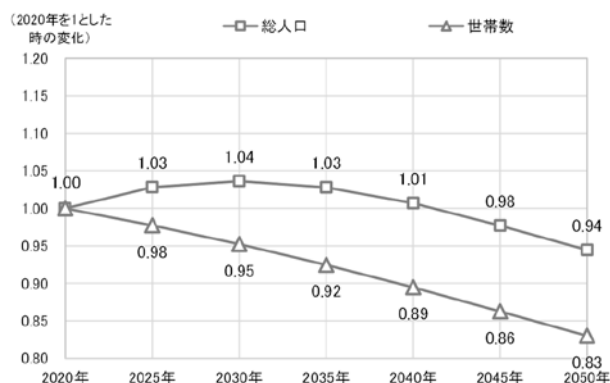


図-20 日本の将来推計人口と世帯数 ⁶⁾ から IBS 作成

参考文献

- 1) 国土交通省:20代と70代の移動回数の差が拡大～第7回全国都市交通特性調査結果(とりまとめ)～
https://www.mlit.go.jp/report/press/toshi07_hh_000240.html (2024.07アクセス)
- 2) 国土交通省:令和6年版交通政策白書, 2024.06
- 3) 国土交通省:データ利用の手引き(令和3年度OD調査)
<https://www.e-stat.go.jp> (2024.07アクセス)
- 4) 国土交通省:令和3年度 全国道路・街路交通情勢調査 自動車起終点調査(OD調査) 結果の概要について
<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001714560.pdf> (2024.07アクセス)
- 5) 警察庁:運転免許統計(令和3年版)
<https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/menkyo.html> (2022.04.19掲載)
- 6) 国立社会保障・人口問題研究所:将来推計人口・世帯数(令和2年国勢調査ベース)
<https://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/Mainmenu.asp> (2024.07アクセス)
- 7) 国土交通省:鉄道輸送統計調査(月報)
<https://www.e-stat.go.jp> (2024.07アクセス)

III

フェローシップ最終報告

- カーボンニュートラルに寄与する都市政策に関する動向
- ドイツにおける地域公共交通サービスの動向

カーボンニュートラルに寄与する都市政策に関する動向

Trends in Urban Policies That Contribute to Carbon Neutrality

松浦健治郎¹

Kenjiro MATSUURA

1 はじめに

(1) 研究の背景と目的

2022年4月の時点で、カーボンニュートラルを達成している国は198カ国のうちわずか9カ国、全体の4.5%に過ぎない¹⁾。そうしたなかで、2050年カーボンニュートラルは世界共通の目標であり、世界中の国々が取り組んでいる。カーボンニュートラルの取り組みを先導している欧州の状況をみると、2022年5月上旬、欧州委員会は2030年までにヨーロッパの100の都市でカーボンニュートラル化する目標を発表した。2022年初めまでにEUの377都市が参加を申請し、その中からEU加盟全27カ国100都市が選定された。

一方、日本では「都市の低炭素化の促進に関する法律」が2012年6月に公布されて約11年が経つが、大幅なCO₂削減を達成している都市は少ない。日本は2020年10月に2050年カーボンニュートラルを目指すことを宣言し、そのための道筋を2021年6月に公表している。2024年6月時点で1112の自治体が2050年までに二酸化炭素排出実質ゼロを表明し、2024年3月時点で脱炭素先行地域73件が選定されるなど、全国的にカーボンニュートラルの取り組みが進みつつあるが、IBS²⁾によると、カーボンニュートラルに向けた都市政策の中で、それぞれの取り組みがどのように位置付けられ、どの程度の削減効果が期待されているのかについては明確になっていないという。

都市計画・建築計画の分野で脱炭素のための試みとして都市集約化、住宅形式、エコ住宅化、エコカーの4つの試みが考えられるが、それらの中でどれが有効なのかについては、文献によって回答が異なる。米国環境保護庁³⁾は上記の4つの変数を用いて年間のエネルギー使用料をシミュレーションした結果、居住地の種類を従来型の郊外開発から公共交通指向型開発に移すことが最もエネルギー使用料を削減する結果になるという。公共交通指向型の住宅地に暮らすことで車の移動が短縮されることが

その要因になっている。一方で、国立環境研究所⁴⁾によると、「コンパクトな街に住む」より「自宅をライフサイクルカーボンマイナス住宅に」・「自宅をゼロエネルギー住宅に」・「自宅を準ゼロエネルギー住宅に」などの方が脱炭素の効果が高いというシミュレーション結果になっており、米国環境保護庁のレポートとは正反対の結果である。日本の建築業界では、カーボンニュートラルに向けて、ZEHやZEBなどのエコ住宅の推進に力を入れていることにも繋がる結果になっているわけだが、どちらが正しいのかを明らかにすることは、重要な研究課題である。

以上のような背景・問題意識から、本研究では、国内外のカーボンニュートラル先進都市を対象として、1) カーボンニュートラルに寄与する都市政策の動向を明らかにすること、2) 様々な先行研究のエビデンスを基にして、エコカー・エコ住宅・住宅形式の3つの要素に注目して、集約型と郊外型の2つの居住地を比較することで、どちらがカーボンニュートラルに寄与するのかを明らかにすること、を目的とする。

(2) 研究対象都市

1) の目的に対しては国内外のカーボンニュートラル先進都市を抽出した。具体的には、①「カーボンニュートラルを目指す都市の集まりであるCarbon Neutral Cities Alliance (以下、CNCA) に加盟している都市」、又は「欧州委員会が気候中立都市を目指す都市として選定した都市ミッションに選定されており、且つカーボンニュートラルを目指す国々の集まりであるカーボンニュートラル連合に国が参加している都市」であること、②カーボンニュートラルに寄与する都市政策に関する計画文書が自治体のHPに掲載されており、計画文書に3つの分野(建築・交通・エネルギー)が全て含まれていること、という2つの条件から、計16カ国50都市を研究対象とする(図-1)。2) の目的に対しては都市の側面と郊外的側面を併せ持つ千葉県千葉市の「美浜区」と「若葉区」を研究対象とする(図-2)。

¹ 千葉大学大学院工学研究院建築学コース 准教授 博士(工学)

2 カーボンニュートラルマトリックス表

(1) 分野・空間スケールごとの分類

まず、事務事業レベルで抽出した文書を、1) 国名、2) 都市名、3) 文書名、4) 公表日、5) 言語、6) 政策・施策レベルの名称、7) 事務事業レベルの名称、8) 3つの分野で該当する項目、9) 3つの空間スケールで該当する項目、の9つに整理した表を作成した。次に事務事業レベルの項目を、3つの分野と3つの空間スケールで作成されたカー

ボンニュートラルマトリックス表の該当部分に整理した上でKJ法により分類した。その結果が表-1である。なお、2つの分野に跨がる事務事業については、それぞれの分野に0.5を加える形で計算した。

最初に、交通分野について空間スケール毎に見ていく。建築スケール×交通分野では、「ゼロエミッション車の利用促進」(22)、「カーシェアリングの拡大」(13)、「公共交通機関のゼロエミッション化」(12)の順に多く見られた。街区スケール×交通分野では、「ゼロエミッション



図-1 研究対象都市の位置図

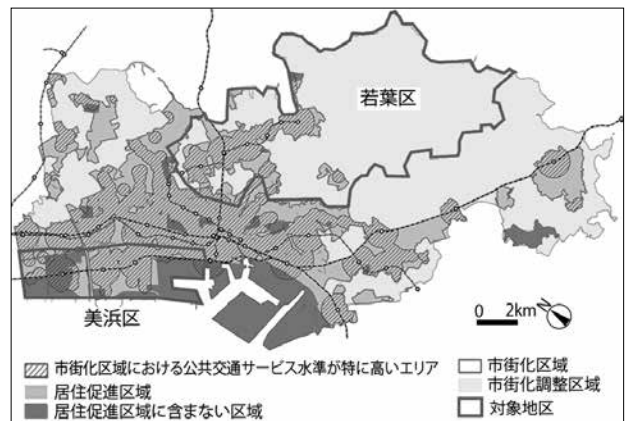


図-2 対象地区の位置

表-1 3つの分野と3つの空間スケールによるカーボンニュートラルマトリックス表

分野 スケール	交通 (220.5)	建築 (43)	エネルギー (112.5)
都市 (118)	公共交通機関の利用の促進 ① (21) ☐ 公共交通ネットワークの整備・拡大 (17) ☐ 公共交通指向の開発 (4) 自転車や徒歩での移動の促進 ① (47) ☐ 自転車道・歩道の整備・拡大 (33) ☐ シェアサイクルの拡大 (14) 交通手段のゼロエミッション化 ② (32) ☐ 電気充電インフラネットワークの整備・拡大 (32) 交通手段のスムーズな接続 ① (4) ☐ MaaSの導入 (4) (108.5)	都市機能の集約 ① (5) ☐ コンパクトシティの構築 (5) (4.5) 環境に配慮した地区開発 ①② (3) ☐ 環境要件を定めた地区開発 (3) (3) 建物内で消費するエネルギーの低減 ② (35) ☐ 建物の省エネ性能の向上 (35) ・外壁の省エネ改修 (ドイツ・アーヘン) ・建物のエネルギー改修 (スペイン・バルセロナ) ・建築物の低エネルギー消費基準に適合する改修の促進 (フランス・パリ) ・石油暖房を廃止し、再生可能エネルギーの使用と電気暖房の建築物のエネルギー効率を高める (フィンランド・ヘルシンキ) ・ドアや外壁の断熱性能の向上・NZEB ビルの転換 (イタリア・ボローニャ) ・低炭素・ゼロ炭素発電技術 (LZCGT) 20%以上を全ての新築住宅で達成することを義務づける (イギリス・グラスゴー) ・エネルギー効率の良い建物の推進 (デンマーク・コペンハーゲン) ・パッシブハウスからゼロエネルギービル、プラスビルディングを経て、2030年にはゼロエミッションビルへと発展させる (ノルウェー・スタヴァンゲル) ・建物のエネルギー消費量の削減 (LED照明・新熱材など) (オランダ・アムステルダム) ・新規及び既存の建物のエネルギー効率の向上と電化に向けた取り組み (アイルランド・ダブリン) ・民間市場で既存の建物から炭素をなくす (アメリカ・ポートランド) ・エネルギー効率の良い建物への改修 (カナダ・バンクーバー) ・既存の商業ビルやテナントのエネルギー効率化プログラムの加速 (オーストラリア・メルボルン) ・省エネ性能のより高い住宅・建築物の普及促進 (日本・横浜) 建築材料に関する炭素消費量の削減 ② (11) ☐ 低炭素・再生可能な建築材料の利用促進 (6) ☐ 木造建築の推進 (3) ☐ 建物の再利用 (2) 都市機能の集約 ① (1) ☐ インフィル開発の推進 (1) (35.5)	総合的なインフラ関連サービスの提供 ① (5) ☐ シュタットベルケの導入 (3) ☐ エネルギー供給会社との協力 (1) ☐ 再生可能エネルギーのための会社の設立 (1) (5) 再生可能エネルギーによるエネルギーの生産 ② (22) ☐ 再生可能エネルギーを利用した地域暖房ネットワークの整備・拡大 (22) エネルギーの集約生産・消費 ① (10) ☐ スマートグリッド・マイクログリッドの導入 (8) ☐ コージェネレーションシステムの導入 (2) (32) エネルギー消費システムのアップグレード ① (18) ☐ ヒートポンプの利用促進 (7) ☐ 暖房システムの改善 (5) ☐ 蓄電池・熱貯蔵システムの利用 (3) ☐ 街灯のLED化 (3) 再生可能エネルギーによるエネルギーの生産 ② (43) ☐ 再生可能エネルギーの利用の拡大 (43) ・再生可能な電力生産とエネルギー効率対策を増加 (フィンランド・エスポー) ・再生可能エネルギー発電事業の実施 (スペイン・ビトリア) ・太陽光発電を含む、市内での再生可能エネルギー発電の活用 (イギリス・ブリストル) ・太陽光発電・風力発電・地熱エネルギー・バイオマス・水素の推進 (オランダ・ロッテルダム) ・風力発電の利用・屋上太陽光発電の利用 (ドイツ・アーヘン) ・屋根での太陽光発電の利用 (フランス・パリ) ・地域社会の再生可能エネルギーへの取り組みを促進 (オーストラリア・シドニー) ・再生可能エネルギー100%の電気を住民や企業に供給 (アメリカ・サンフランシスコ) ・最大5 MWpの太陽光発電装置を設置 (ブラジル・リオデジャネイロ) ・太陽光発電などの再生エネルギーの地産地消の推進 (日本・横浜) 炭素を発生しない発電方法の促進 ② (3) ☐ 化石エネルギーの使用への制限 (2) ☐ 原子力発電所の設置 (1) (75.5)
街区 (74)	交通手段のゼロエミッション化 ② (13) ☐ ゼロエミッションゾーンの設定 (13) 交通手段のスムーズな接続 ① (10) ☐ モビリティハブの設置 (7) ☐ 物流ハブの設置 (3) 自転車や徒歩での移動の促進 ① (8) ☐ スーパーブロックの導入 (5) ☐ 自転車・歩行者優先ブロックの整備 (3) 自家用車の利用の抑制 ① (8) ☐ 速度制限ゾーンの設定 (5) ☐ 渋滞税の導入 (3) (39)		
建築 (184)	交通手段のゼロエミッション化 ② (34) ☐ ゼロエミッション車の利用促進 (22) ☐ 公共交通機関のゼロエミッション化 (12) 自家用車の利用の抑制 ① (19) ☐ カーシェアリングの拡大 (13) ☐ 駐車料金の改定 (4) ☐ 駐車場の設置規制 (2) 自転車や徒歩での移動の促進 ① (14) ☐ 信号待ち時間の調節 (5) ☐ 駐輪場の増設 (5) ☐ 電動自転車・自転車の利用促進 (4) 交通手段のスムーズな接続 ② (6) ☐ パーク&ライド施設の設置 (6) (73)		

凡例 ①: 排出活動の削減 ②: 排出原単位の削減 □: 2つの分野に跨がる施策

ゾーンの設定」(13)、「モビリティハブの設置」(7)の順に多く見られた。例えば、ドイツ・ハンブルクではカーシェアリング・電動キックボードなどの貸し出し拠点を集約化したモビリティハブが80箇所近く点在し、Maasアプリのhvv switchを用いて24時間利用可能である(写真-1)。都市スケール×交通分野では、「自転車道・歩道の整備・拡大」(33)、「電気充電インフラネットワークの整備・拡大」(32)、「公共交通ネットワークの整備・拡大」(17)の順に多く見られた。

次に、建築分野について空間スケール毎に見ていく。建築スケール×建築分野では、「建物の省エネ性能の向上」(17.5、エネルギー分野に跨がる)、「低炭素・再生可能な建築材料の利用促進」(6)、「木造建築の推進」(3)の順に多く見られた。街区スケール×建築分野では、「環境要件を定めた地区開発」(3)が挙げられた。例えば、オランダ・アムステルダム官民一体型サーキュラーエコノミー実験区の「De Ceuve」では、荒廃した元造船所の再開発で汚染された土地の毒素を抜く植物を植えて土壌を回復しており、敷地内のオフィスの電力はソーラー発電によりまかなわれていたり、バイオフィルターのついたトイレがあったりと循環型社会の実験をしている(写真-2)。都市スケール×建築分野では、「コンパクトシティの構築」(2.5、交通分野と跨がる)が挙げられた。

最後に、エネルギー分野について空間スケール毎に見ていく。建築スケール×エネルギー分野では、「再生可能エネルギーの利用の拡大」(43)、「ヒートポンプの利用促進」(3.5、建築分野と跨がる)の順に多く見られた。街区スケール×エネルギー分野では、「再生可能エネルギーを利用した地域暖房ネットワークの整備・拡大」(22)、「スマートグリッド・マイクログリッドの導入」(8)の順に多く見られた。都市スケール×エネルギー分野では、「シュタット・ベルケの導入」(3)が多く見られた。

分野別に累計都市数を見ると、交通分野：220.5、エネルギー分野：112.5、建築分野：43と交通分野で多く見

られることが分かる。一方、空間スケール別では、建築スケール：184、街区スケール：74、都市スケール：118と建築スケールで多く見られる。

(2) 政策・施策レベルによる分類

建築・交通・エネルギー分野ともに、事務事業レベルの具体的な施策は異なっているものの、政策・施策レベルでみると3～5つに収斂することが分かる。交通分野では、「交通手段のゼロエミッション化」(79)、「自転車や徒歩での移動の促進」(69)、「自家用車の利用の抑制」(27)、「公共交通機関の利用の促進」(19)、「交通手段のスムーズな接続」(20)、「都市機能の集約」(2.5)という6つの目的に収斂される。建築分野では、「建物内で消費するエネルギーの低減」(17.5)、「建築材料に関する炭素消費量の削減」(11)、「エネルギー消費システムのアップグレード」(6)、「都市機能の集約」(3.5)、「環境に配慮した地区開発」(3)、「公共交通機関の利用の促進」(2)という6つの目的に収斂される。エネルギー分野では、「再生可能エネルギーによるエネルギーの生産」(44)、「建物内で消費するエネルギーの低減」(17.5)、「エネルギー消費システムのアップグレード」(12)、「エネルギーの集約生産・消費」(9)、「総合的なインフラ関連サービスの提供」(5)、「炭素を発生しない発電方法の促進」(3)という6つの目的に収斂される。

3 3つの要素がカーボンニュートラルに寄与する効果

(1) 居住地による CO₂ 排出量の比較

宮内ら⁵⁾は、地方都市で特に依存度が高い自家用車による通勤距離を指標としている。なお、オートバイについては、利用割合が1～2%ほどと少なく、主要な交通媒体ではないため、除外している。これらを踏まえて、本研究



写真-1 モビリティハブ (ハンブルク、筆者撮影)

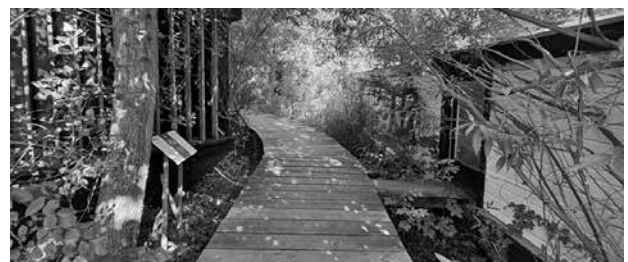


写真-2 De Ceuve (アムステルダム、筆者撮影)

では自家用車による移動距離を算出する際、国勢調査で示されている通勤・通学における自家用車利用者数に着目した。具体的には、国勢調査のデータから常住地（美浜区・若葉区）に住む通勤・通学者の人数と通勤・通学地を調べ、通勤・通学地の市町村別に常住地の中心から通勤・通学地の市町村の中心までの距離をGoogle Mapの移動距離測定を用いて、以下の示す計算式（Ⅰ）により自家用車による1日あたりの総通勤・通学距離 $c(i)$ を算出した。

$$c(i) = \sum_{n=1}^n P(i) \cdot D(i, n) \quad \dots (Ⅰ)$$

$c(i)$: 総通勤・通学距離
 $D(i, n)$: 各対象エリアから各通勤・通学地までの道路距離
 $P(i)$: $D(i, n)$ の通勤・通学者数
 i, n : 1 ~ n (n : 美浜区 204、若葉区 211)

分析の結果、自家用車を使用した1日あたりの総通勤・距離 ($c(i)$) は、美浜区では367,989km、若葉区では707,012kmとなり、若葉区の方が約2倍多いことが分かった。

CO₂排出量の計算については、宮内ら⁵⁾ が用いた計算を参考とし、国土交通省「時間価値原単位および走行距離経費原単位の算出方法」におけるガソリン乗用車の燃料消費量推計式（Ⅱ）により燃料消費量 y を算出した。なお、走行速度は「全国道路・街路交通情勢調査」における千葉市の値12.9 (km/h) を用いた。

$$y = 829.3/x - 0.9 \cdot x + 0.0077 \cdot x^2 + 64.1 \quad \dots (Ⅱ)$$

x : 走行速度 (km/h) y : 燃料消費量 (cc/km)

計算式（Ⅱ）より、燃料消費量118.05 (cc/km) が算出された。さらに、環境省「温室効果ガス総排出量算定ガイドライン」における、ガソリンのCO₂排出原単位である2.32 (kg-CO₂/ℓ) を乗じることで、ガソリン車利用時の単位総距離当たりのCO₂排出量0.273 (kg-CO₂/km) が算出された。ハイブリッド車のCO₂排出量は広島市の資料⁶⁾ より0.071 (kg-CO₂/km)、電気自動車のCO₂排出量は環境省・経済産業省の資料の数値を基に0.056 (kg-CO₂/km) とする。ハイブリッド車と電気自動車の平均値である0.063 (kg-CO₂/km) をエコカー利用時のCO₂排出量とした。

計算式（Ⅰ）（Ⅱ）から得られた数値を用いて、計算式

（Ⅲ）により、一世帯当たりの自家用車による年間CO₂排出量 $a(i)$ を算出した。なお、我が国のエコカーの普及率が2023年で約19%あることから、ガソリン車が約81%、エコカーが約19%という条件とした。

$$a(i) = \frac{z \cdot c(i) \cdot 260}{HH(i)} + \frac{z \cdot c(i) \cdot 105}{HH(i)} \cdot 1.4 \quad \dots (Ⅲ)$$

平日 休日

$a(i)$: 一世帯当たりの年間CO₂排出量
 z : 単位走行距離当たりのCO₂排出量
 $c(i)$: 各対象エリアにおける総通勤・通学距離
 $HH(i)$: 対象エリアの世帯数

宮内ら⁵⁾ は、勤務日として年間260日を換算しているが、休日は平日の1.4倍の距離を走行すると仮定して計算した。なお、世帯数に関しては、国勢調査によるデータをもとに算出した。上記の計算の結果、一世帯当たりの自家用車の通勤・通学から発生する年間CO₂排出量をみると、若葉区では約1,079 [kg-CO₂/世帯・年]、美浜区では約532 [kg-CO₂/世帯・年] であり（図-3）、美浜区よりも若葉区のほうが一世帯当たりのCO₂排出量が約2倍多いという結果が得られた。

（2）エコカーによる CO₂ 排出量の比較

計算式（Ⅲ）を用いて、全ての自家用車がエコカーに変わった場合の美浜区・若葉区の一世代当たりの年間CO₂排出量を算出する。計算の結果、エコカー利用時の年間CO₂排出量は美浜区では144 (kg-CO₂/世帯・年)、若葉区では291 (kg-CO₂/世帯・年) であり（図-3）、いずれも現状に比べると約73%削減されることが分かった。

（3）住宅形式による CO₂ 排出量の比較

国勢調査では、住宅形式は一戸建・共同住宅・長屋建の三種類とされている。しかし、美浜区・若葉区では、長屋建の割合は約1%と極めて低いことや、集約型市街地では集合住宅が主に建てられることを考慮し、本研究では一戸建て住宅と集合住宅に限定して、計算を行った。

一戸建て住宅と集合住宅のエネルギー消費量については、鳴海ら⁷⁾ に示されている一戸建て住宅・集合住宅の標準世帯・標準条件のエネルギー消費量 [kWh/year] の値を参考にした。CO₂排出量に換算するには、各住宅タイプのエネルギー消費量を、環境省・経済産業省公表の「電気事業者別排出係数（特定排出者の温室効果ガス排出量算定用）」から、全国平均の調節後排出係数で

ある0.434 [kg-CO₂/kWh] を乗じることで住宅形式別のCO₂排出量を算出した。一戸建て住宅の場合、1世帯当たりの年間エネルギー消費量である6,500 (kwh/年・世帯) に調節後の排出係数0.434 [kg-CO₂/kWh] を乗じた結果、2,821 (kg-CO₂/世帯・年) が求められた。一方、集合住宅の場合、1世帯当たりの年間エネルギー消費量である5100 (kwh/年・世帯) に調節後の排出係数0.434 [kg-CO₂/kWh] を乗じた結果、2,213.4 (kg-CO₂/世帯・年) が求められた。

以上の結果から、集合住宅の方が一戸建て住宅よりCO₂排出量が22%少ないことが分かった(図-4)。

(4) エコ住宅による CO₂ 排出量の比較

住宅をエコ住宅に変更した場合のCO₂排出量の削減率を計算するにあたり、鳴海ら⁷⁾によるネットゼロエネルギー達成率の値を用いた。

戸建て住宅の場合、前項で得た2,821 [kg-CO₂/世帯・年] にネットゼロエネルギー達成率70%を乗じた結果、一世帯当たりの年間CO₂排出量は846.3 [kg-CO₂/世帯・年] となった。集合住宅では、前章で得た2,213.4 [kg-CO₂/世帯・年] にネットゼロエネルギー達成率45%を乗じた結果、一世帯当たりの年間CO₂排出量は1,217 [kg-CO₂/世帯・年] となった(図-4)。

以上の分析の結果、住宅をエコ住宅に変更した場合、集合住宅よりも戸建て住宅の方が一世帯当たりの年間CO₂排出量が35%少なくなることが分かった。エコ住宅前では集合住宅の方がCO₂排出量が少なかったが、エコ住宅後では逆転現象がおきたことになる。その要因として、一戸建て住宅の方が集合住宅に比べて、戸当たりの太陽光発電による再生可能エネルギーが多く得られることが考えられる。

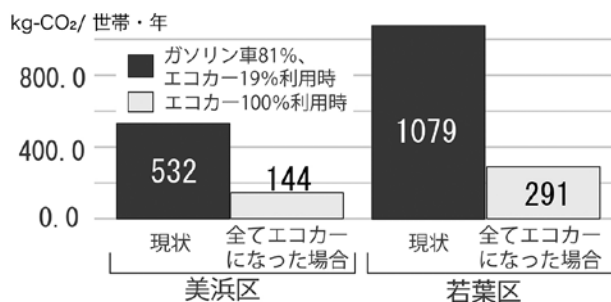


図-3 自家用車による1世帯あたりの年間CO₂排出量

(5) 集約型市街地と郊外型市街地の比較

以上の結果を踏まえて、集約型市街地と郊外型市街地で比較を行う。美浜区と若葉区の現状の一戸建て住宅と集合住宅の割合を基にして1世帯あたりの年間CO₂消費量を算出した結果、現状では美浜区で2,806 [kg-CO₂/世帯・年]、若葉区(郊外型市街地)で3,645 [kg-CO₂/世帯・年] となり、美浜区の方が約839kg-CO₂/世帯・年少ないのに対して、エコ住宅・エコカーに変えた場合には美浜区で1,324 [kg-CO₂/世帯・年]、若葉区で1,293 [kg-CO₂/世帯・年] となり、若葉区の方が約31 [kg-CO₂/世帯・年] 少なくなるという逆転現象が起きた(図-5)。この結果、千葉市の場合、エコ住宅・エコカーに変えた場合、郊外型市街地の方がカーボンニュートラルに寄与すると考えられる。しかしながら、本研究で郊外型市街地として位置づけた若葉区は全国的にみると車の保有台数が多いとは言えない。車の年間走行距離が美浜区・若葉区の1.5倍と仮定した場合、若葉区で1,439 [kg-CO₂/世帯・年]、美浜区で1,396 [kg-CO₂/世帯・年] となり、美浜区の方が43 [kg-CO₂/世帯・年] 少なくなる。すなわち、本研究の事例地区より1.5倍の自家用車走行距離を有している場合、集約型市街地の方が郊外型市街地よりカーボンニュートラルに寄与しているといえる。

4 おわりに

本研究で明らかになったのは以下の4点である。

第1に、作成したカーボンニュートラルマトリックス表によりカーボンニュートラル先進都市の取り組みの全体像を俯瞰できることである。北欧で地域暖房が多く見られるなど、地域的な差はあるものの、我が国でカーボンニュートラルに寄与する都市政策を検討する際に参考になる資料だと言える。

第2に、建築・交通・エネルギーの各分野を政策・施策

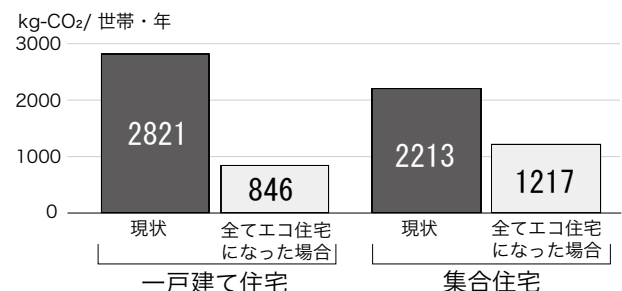
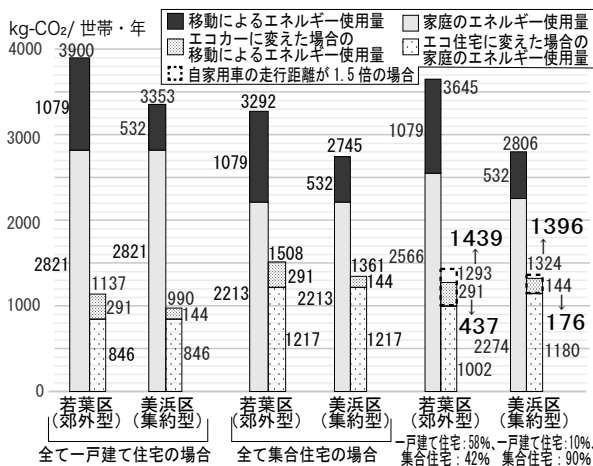


図-4 住宅形式別の1世帯あたりの年間CO₂排出量



図－5 美浜区・若葉区の1世帯あたりの年間CO₂排出量

レベルで分類すると6個程度に収斂できることである。多く見られた項目をみると、建築分野では、「建物内で消費するエネルギーの低減」、交通分野では、「交通手段のゼロエミッション化」、「自転車や徒歩での移動の促進」、「自家用車の利用の抑制」、「交通手段のスムーズな接続」、「公共交通機関の利用の促進」、エネルギー分野では、「再生可能エネルギーによるエネルギーの生産」が挙げられる。

第3に、CO₂排出量の削減効果を分析した結果、CO₂排出量の削減効果は、1) ガソリン車からエコカーに変更すると73%、2) 一戸建て住宅をエコ住宅に変更すると70%、3) 郊外型市街地から集約型市街地に移り住むと51%、4) 集合住宅をエコ住宅に変更すると45%、5) 一戸建て住宅から集合住宅に変更すると22%、となる。

第4に、千葉市の場合、郊外型市街地の方が集約型市街地よりCO₂排出量の削減効果がわずかに高いことである。ただし、自家用車の走行距離が美浜区の1.5倍と仮定した場合には、集約型市街地でエコカーに乗りエコ住宅に住む方が郊外型市街地でエコカーに乗りエコ住宅に住むよりもカーボンニュートラルに寄与するといえる。また、郊外型市街地では道路・公園等のインフラ整備が必要になってくるため、その整備に伴うCO₂排出量も考慮に入れる必要があるだろう。

参考文献

- 1) Lin Chen・Goodluck Msigwa・Mingyu Yang・Ahmed I. Osman・Samer Fawzy・David W. Rooney & Pow-Seng Yap (2022. 4): Strategies to achieve a carbon neutralsociety: a review, Environmental Chemistry Letters 20, pp2277-2310.
- 2) IBS, 第27回IBSフェローシップ募集「カーボンニュートラルに寄与する都市政策に関する動向」、IBS計量計画研究所ウェブサイト
<https://www.ibs.or.jp/archives/3421> (2024. 7.20閲覧)
- 3) 米国環境保護庁
HP: https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-03/documents/location_efficiency_btu.pdf (2024年7月閲覧)
- 4) 国立環境研究所:「日本の52都市における脱炭素型ライフスタイル選択肢」
<https://lifestyle.nies.go.jp> (2024年7月閲覧)
- 5) 宮内孝・瀬戸口剛・伊藤拓海:立地適正化計画の居住誘導区域設定における低炭素評価手法の考察, 日本建築学会計画系論文集, 第84巻 第761号, pp1601-1611, 2019
- 6) 平成28年度第2回広島市環境審議会「参考資料1) 次世代自動車のCO₂排出量」
<https://www.city.hiroshima.lg.jp/uploaded/attachment/45726.pdf> (2024年7月閲覧)
- 7) 鳴海大典・植本孝広・下田吉之:住宅における省エネルギー対策評価とネットエネルギー達成可能性の検討, 日本建築学会環境論文集, 第76巻 第666号, pp665-672, 2011.

ドイツにおける地域公共交通サービスの動向

Trends in Regional Public Transport Services in Germany

遠藤俊太郎¹

Shuntaro ENDO

1 はじめに

我が国においては、2007年の地域公共交通活性化再生法制定後も継続して交通事業者が地域公共交通を支えるスキームとなっており、中長期的な輸送需要の減少のみならず、担い手の不足を背景として都市部においても減便や路線廃止等が発生している。一方、経済規模や生活水準等の社会的背景が我が国と類似する他国では、地域公共交通サービスがどのように提供され、どのような課題が生じているのか十分明らかになっていない。そこで本研究では、ドイツにおける地方都市圏、中山間地域（人口減少地域）においてどのような地域公共交通サービスが計画・提供され、どのような課題が生じているのか、資料調査とあわせ、ヘッセン州・ブランデンブルク州・バイエルン州内等各地での現地調査・ヒアリング調査を通じてその最新状況をまとめるとともに、我が国への示唆を得た。

2 ドイツにおける地域・社会構造と交通

(1) 地域・社会構造

ドイツは人口約85百万人（うち外国人約14百万人）、面積約36万km²で、人口規模は我が国の68%、面積は95%であるが、細長く四方を海に囲まれた我が国とは国土構造が大きく異なる。人口構造は一極集中型ではなく多極分散型となっており、人口最大規模のベルリンでも約388万人にとどまり、ハンブルク、ミュンヘン、フランクフルト・アム・マイン、シュツットガルト等複数の都市に分散する。これらの地域では人口増加圧力が強く公共交通の役割・存在感が大きい。旧西ドイツ管内においても地方圏、中山間地域については人口減少が続いており、都市機能・生活機能の維持が困難となりつつある。また、「新連邦州」と称される、旧東ドイツ地域に属し旧西ドイツに編入された5州については、ベルリンおよびその近郊、ドレスデンやライプツィヒといった大都市圏を除き大幅な人口減となっており、今後も減少傾向が続くと予測さ

れる。平均所得、失業率、外国人比率等についても旧東西の格差は未だ解消される状況とはなっていない。

(2) 交通環境

高速鉄道を含む鉄道輸送の強化が行われる一方で、自動車産業が強いことを背景として道路整備も着実に実施されてきた。鉄道に関してはEUのTEN-V（欧州交通網）に基づく大規模幹線の整備が進められるとともに、都市内交通の改善のため大都市における都市近郊鉄道（S-バーン）の改良、輸送力増強が進められている。一方、大量輸送の特性が発揮できず他輸送モードと比較し競争力のない中山間地域の線区についてはバス等への輸送モード転換が行われ、1993年以降少なくとも約5,100kmが廃止された。都市内交通は交通静穏化対策としてのゾーン30規制の拡大、道路空間・街路空間再配分による自転車走行空間や歩行者空間の拡大、これに伴う駐車区画や車道の削減、駐車料金の政策的引き上げ等が実施されている。小規模都市においては、自動車が存在しなかった時代からの都市構造・街路構造に自動車が入り込む形となり、いまだ市役所前広場が駐車場として利用され、駐車車両により歩行空間が制限される状況である。



写真－1 駐車場となる市役所前広場

（チューリンゲン州ルードルシュタット、2024年7月撮影）

¹ 一般財団法人交通経済研究所 主任研究員

3 ドイツにおける地域公共交通をめぐる経緯と運営の仕組み

(1) 統一・地域化前夜

旧西ドイツ地域では、高度成長期のモータリゼーションの進展を受け、1960年代から自動車の輸送量が増加を続ける一方、鉄道をはじめとする地域公共交通の輸送量が大きく減少した。旧西ドイツ国鉄にあたるドイツ連邦鉄道 (Deutsche Bundesbahn、旧DB) の経営状況が悪化し、輸送需要の少ない閑散線区約5,300kmのバス転換を進め、鉄道の民営化 (株式会社化) を含む鉄道改革の準備が進められた。また、モータリゼーションの進展により各地でStraßenbahn (トラム・路面電車) が廃止され大規模都市で地下鉄整備が進められた。1960~80年代にかけて、ハンブルクやミュンヘン等で運賃の共通化等公共交通サービスの一元化を行うVerkehrsverbund (運輸連合) が組織されゾーン制共通運賃の仕組みが構築されたが、1990年代初頭までにこれが実現した地域は数箇所にとどまり、運輸連合は限られた地域のものであった。

旧東ドイツ地域では旧ソビエト連邦の影響下における社会主義経済体制の中で産業構造が旧態依然のまま近代化が遅れ、公共交通のサービス改善は旧西側と比較して大幅に遅れをとっていた。自動車の普及率が低く、道路整備が進まない状況の中で、鉄道やバスは市民の基本的な足として維持されていたが、それでも鉄道支線の一部は需要が僅少であり、1960年から東西ドイツ統一までに約2,313kmが廃止された。

(2) ドイツ統一と地域公共交通の「地域化」

1994年に旧西ドイツ側のドイツ連邦鉄道 (旧DB) と旧東ドイツ側のドイツ国鉄 (DR) を統合してドイツ鉄道株式会社 (DB AG) を発足させたこととあわせて、1993年12月にGesetz zur Regionalisierung des öffentlichen Personennahverkehrs (Regionalisierungsgesetz - RegG) 「公共旅客近距離輸送の地域化に関する法律 (略称: 地域化法 - RegG)」を制定し、特急・急行等の優等列車を除く地域鉄道輸送、軌道 (路面電車・トラム)、バス等の地域公共交通の運営を16の州にそれぞれ任せることとし、その財源として、連邦から各州へ予算配分を行うこととした (以下、「地域化予算」という)。

各州は地域化予算を地域公共交通の運営のために用

い、その過半を鉄道に関する支出としなければならないが、具体的な使途は州の判断に任された。各州では鉄道輸送の運営・発注組織として州が出資する事業体が設置され、これが鉄道事業者に運行を委託する方式で鉄道輸送が継続された。バス等については州により取り扱いが異なり、州法において州から郡や郡独立市 (郡に属さない市) 等に委任する形態が主流であるが、必ずしも郡・市等が地域内の公共交通運営を担うとは限らない。複数の地域を結ぶ広域・地域間系統については鉄道の運営・発注組織がバスもあわせて取り扱うことがあり、いずれも州や郡・市等が交通事業者との間で輸送に関する契約 (輸送契約) を締結し、この輸送契約に基づいて実際のサービスが提供される。

州法の内容は州によって大きく異なるものではないが、ヘッセン州やブランデンブルク州等では州が主導し州全域をカバーする広域の運輸連合設置を明記したうえで地域公共交通における共通運賃への参加を義務付ける一方、バイエルン州等は運輸連合の設置が地域の任意となっている等の相違がある。このため、バイエルン州内では運輸連合や運賃連合等を介した共通運賃のシステムが存在せず事業者が個別・都度の運賃収受を行い独立採算で経営を行う地域も存在する。

運行事業者の選定にあたっては、EU規則に基づき公募を実施する必要がある。輸送契約には、運賃収入を交通事業者の収入としないBruttovertrag (グロス契約。総費用契約ともいう) と、運賃収入を交通事業者の収入として算入するNettovertrag (ネット契約。純費用契約ともいう) があり、前者は事業者の収入が運賃収入増減の影響を受けないが、後者は交通事業者が運賃収入減のリスクを負う。契約期間は一般的に長期であり、場合によっては20年を超えるものもある。

契約内容・形態については各州・地域ごとに異なるため契約で定める内容の多寡も契約の締結時期や対象となる路線・系統により異なるため定型の輸送契約フォーマットは存在しない。また、共通運賃の収益については、歴史的経緯や地域特性、管内事業者の関係性等によりその分配方法について各地で議論があることから地域で独自の分配システムを構築している。

昨今では、特に都市部等において自動車から公共交通への移転が発生しており、これらの動きをまとめてVerkehrswende (交通の転換) と呼んでいる。



写真－２ 輸送契約に基づく路線バスの運行
側面ロゴの NVV が発注者、前面ロゴの BONTE が受注者
(ヘッセン州カッセル、2024 年 7 月撮影)

4 地域公共交通の現状 ―事例整理から―

(1) 地域公共交通サービスの計画・提供水準

ヘッセン州、ブランデンブルク州等、州法により郡や郡独立市が地域公共交通サービスの計画・提供水準を定めることが明記されている州においては、一般的に Nahverkehrsplan (略称NVP、近距離交通計画) が定められ、これに基づいたサービスの提供が行われる。NVP には、地域公共交通のサービス水準として、公共交通ネットワーク(路線網)、サービス水準(運行間隔)等が記載され、この計画に基づいて州、郡、郡独立市等と鉄道事業者・バス事業者等との間で輸送契約が締結され、輸送サービスが提供されている。今回調査したエリアで特に運行頻度が高い線区はピーク時5分～15分間隔とされる一方、需要が僅少な地域・路線については、平日日中2時間あたり1本、休日・学休日運休とするケースが多数みられる。また、通学時間帯のみバスでの運行とし、その他の時間帯はAST(乗合型のオンデマンドタクシー)で設定することも一般的に行われている。

バイエルン州においては、NVPの策定が自治体の任意となっており、公共交通のサービス水準について公的な計画が存在しない地域がある。このような地域では、サービス水準が独立採算で経営するバス事業者の経営判断に任されており、行政の関与は薄い。

公共交通が対応する範囲(カバー率)については、NVPに個別に定めているが、一定の公共交通空白地域が存在することを容認しており、例えば北ヘッセン地域は中山間地域の小規模自治体におけるバス停留所の利用圏を750m、最低カバー率を70%と設定している。ブラン

デンブルク州のウッカーマルク郡においては、原則として少なくとも人口100人を有する集落を基準とし、カバー率80%、駅勢圏(バス停留所利用圏)を3kmとして、集落人口100～500人の場合は各方面1日1便を最低のサービス水準として設定している。このように、地域特性や需要水準に応じて公共交通のサービス計画水準に大きな差が生じている。

NVPでは、人口減少・需要減少の状況下で、サービスレベル低下が計画に盛り込まれることがある。この場合、現況図に存在する路線・系統が計画図にない、といった形でサービス水準の低下を読み取ることが可能である。また、NVPの公表までに当該系統の存廃について地元との協議が調っていない場合等は、その旨を付記したうえでNVPの公表が行われる。例えば今回調査対象としたウッカーマルク地域においては、地域鉄道線区のうち1線区が2022年12月をもって廃止され2線区が継続とされたが、当該線区はNVP上で「仮」として記載されていたも



写真－３ 中山間地域のオンデマンドバス停留所
(バイエルン州ヴィルヘルムスタール、2023 年 5 月撮影)



写真－４ 2022 年 12 月に鉄道輸送が廃止された線区
(ブランデンブルク州フリードリヒスヴァルデ、2022 年 11 月撮影)

ので、NVPの公表後にその廃止が決定している。

(2) 事業構造

上記3 (2) の通り、ドイツにおける地域公共交通の運営方式は、大きく①州・郡・郡独立市等の公共団体から受注し交通事業者が運行を行う（輸送契約方式）、②公共団体との契約によらず交通事業者が独自事業として経営・運行する（独立採算方式）の2つに分けられる。鉄道輸送については、16州全てについて基本的に①での対応となり、EU規則に基づく公募・事業者選定を経て契約輸送が実施される。公募・契約は線区単位で行われ、契約期間中は当該線区の運行を独占的に行う。日常の運行の中で競争するのではなく、入札・選定時に競争を実施し、優れた事業者がその契約期間中の運行を担うシステムである。①のバスに関しても基本的には同様の手法により事業者の選定、運行が行われる。契約期間中の輸送については、契約に定められた輸送量・輸送サービスを実施したか否か、さらに、アンケート等により利用者からどのような評価を受けたかにより、罰金の徴収（委託金支払額からの控除）や次期契約時への影響が発生する。

EU規則では、鉄道・バス事業者の選定にあたり公募を実施し、インターネット等を通じて欧州（EU）内に広く事業者を公募することで競争を担保している。しかし、実態としては、契約輸送により大きな収益を上げることが困難な中山間地域において交通事業者が新規投資をしても事業算入しようとする動きは僅かであり、応札者が地元の1社にとどまる、もしくは、応札者がいない、という事態も発生している。

複数事業者・輸送モードにまたがる共通運賃を取り扱う場合、いずれかの団体にその運賃収入をプールし、収入の配分等を行うことが必要となる。地域に運輸連合等が存在すればその配分は運輸連合等が担う場合が多いが、個別の交通事業者と交渉し、配分方法を確定させることが必要となる。

(3) 運賃システム

バイエルン州の一部等、州法に運輸連合の定めがなく共通運賃が存在しない場合は、バス・鉄道間等を相互に乗り継ぐたびに初乗り運賃を支払う形となり、日本で一般的に行われているシステムと類似の状況であるといえる。例えばバイエルン州北部のクローナハ郡においては、当初何の連合体もなく、地域のバス事業者3者と鉄道事業者が個別に運賃収受を行っていたが、2022年に郡の主導によりまず地域（郡）が主導する形で郡内運賃の共



写真-5 運輸連合のVGNマークが追加された停留所
(バイエルン州クローナハ、左 2023年5月、右 2024年7月撮影)



写真-6 VGNマークが追加されたバス
(バイエルン州クローナハ、2024年7月撮影)

通化が図られ、2年後の2024年春には、隣接するエリアを対象に持つニュルンベルク地域の運輸連合（VGN）に参加する形で運賃の共通化を実現している。

(4) 担い手

社員の減少と病欠（年次有給休暇とは別枠）により、ドイツ全土で地域公共交通の担い手たるドライバーが不足し、やむを得ず運行ダイヤの削減や長期運休を決断せざるを得ない状況である。

人員不足を理由とする運休は鉄道では10年ほど前から発生し一度収束していたが、最近はそれが軌道やバスでもみられ、運行が正常化する目処が立っていない。鉄道の場合はいわゆる間引き運転での対応とする場合が散見されるが、バスや軌道の場合は写真-7のように長期にわたり休止とする可能性もある。



写真-7 運休し出発表示のない停留所と運休案内

(写真7～10 ヘッセン州カッセル、2024年7月撮影。以下同様)

写真-9 空間再配分により車道が半減した
ゲーテ通り（東側）

写真-8 運休中の停留所に掲出された求人広告

写真-10 自転車道（自動車通行可）となった
ゲーテ通り（西側）

5 地域公共交通に関連するその他の動き

(1) 道路空間再配分・駐車政策

ドイツでは各地で道路・街路空間の再配分による自転車走行空間・歩行空間の確保が行われている。カッセル市内のゲーテ通りは、従前4車線（片側2車線）の道路を2車線削減し歩行空間を確保した。その付近には街路を自転車優先の走行区間とし街路全体を自転車専用道として標識や路上マーキング等を施したうえで「自動車通行可の自転車道」としている。駐車料金については価格帯を都心部とその周辺で変化させるとともにP+R駐車場等の整備を進めている。

(2) Deutschland Ticket

ドイツでは、連邦の主導で、2023年5月よりドイツ全土の地域公共交通が乗り放題となる「Deutschland Ticket（D-チケット）」の利用が開始された。D-チケットは価格の安さと国内どこでも使える利便性が消費者から評価される

一方、州や交通事業者等地域公共交通を運営する側からは財源や手続等の面で課題が指摘されている。また、運賃収入の消失に伴い公共交通にかかる大規模投資が困難となっており、将来に向けた安定的な投資への影響が懸念されている。

(3) カーボンニュートラル化

ドイツでは、EUにおけるカーボンニュートラル目標達成のため鉄道においては電車の走行用電力をグリーン電力に置き換える動きが進みつつあるほか、非電化線区の電化や蓄電池車・燃料電池車の導入が検討されている。バス等については蓄電池車の導入が先行し、水素バスの導入が始まっている。いずれも、その基盤となるグリーン電力やグリーン水素等の確保が不可欠である。

6 我が国への示唆

(1) 経営・運営方式

ドイツでは、バイエルン州内の一部の地域等で未だ交通事業者が独立採算によるバス等の運行を行っているが、そのほかの多くの地域では、州法により明確に役割が規定された郡・郡独立市等が中心となり、自治体自らまたは運輸連合等の機関を経由して交通事業者と輸送契約を締結し、公共交通サービスを実施・提供している。契約の形態にもよるが、交通事業者はある一定の契約期間内において安定的な運営・運行が可能であり、輸送の維持・確保に資する。これは我が国で自治体がコミュニティバスの運行をバス事業者に委託するケースと基本的な構造は同じであり、民間の独立採算事業として成立することが困難な地域・線区については、一般の路線バスを含め基本的にこの輸送契約システムに転換し、交通事業者の経営が持続可能なものとなるような仕組みとすることが考えられる。

(2) 計画・提供水準

ドイツにおいては、NVPにおいて公共交通がカバーする範囲（基準）を明確に示している。特に、対応すべき集落の人口規模を明確にしたうえでカバー率を70～80％程度とし、また、駅勢圏・バス停留所利用圏を3kmに設定する地域があるなど、公共交通で全地域をカバーすることは想定しておらず、公共交通空白地域が生じることも容認されるという考え方が示されている。この点は我が国においても十分参考になるものと考えられる。例えば、地域公共交通計画等において、公共交通が対応すべき範囲を明確にし、それ以外の地域はSTS、福祉輸送等で対応する範囲とするなどの明確な線引きが考えられる。

(3) 運賃・タリフ

独立採算で地域公共交通が維持されている一部地域を除き、ドイツにおける公共交通の運賃・タリフは概ね1回券が高く、週定期、月定期等の券種で割引率が上昇する。我が国においては、鉄道・バスとも総括原価主義に基づく上限認可制で運賃決定の自由度が極めて低いが、鉄道における協議運賃も可能となり、今後、よりフレキシブルで自由な値付けが期待される。

(4) 担い手確保

担い手の確保は両国で共通する課題である。ドイツで

は移民等の活用を行っている一方、我が国において外国人活用が急に進展することは考えにくい、外国人に限らず基本的な運転業務以外の接客対応等を削減することで負担軽減を図ること、つまり、接客重視の考え方からの転換についても一考の価値があると考えられる。

7 まとめ

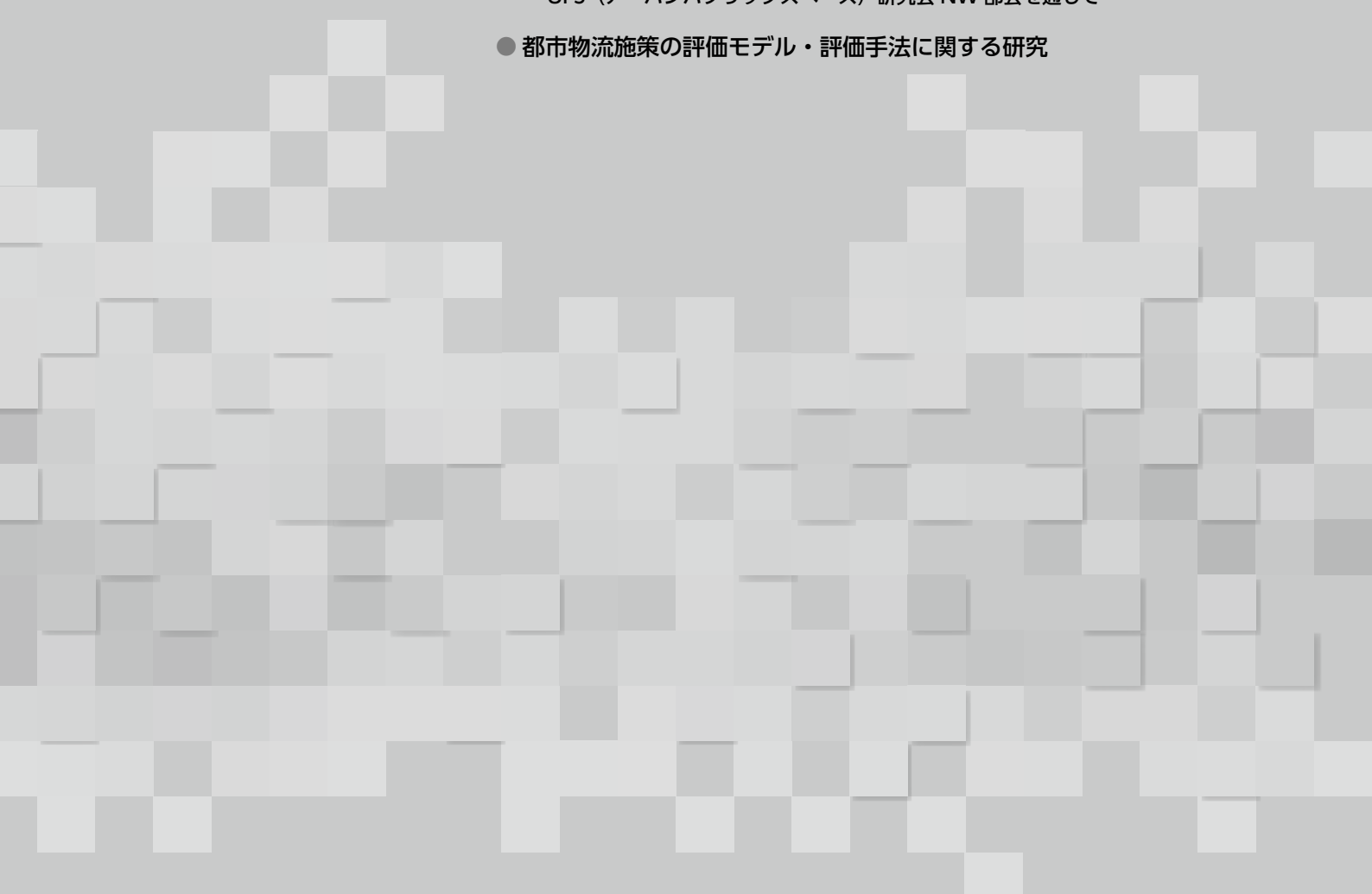
本調査では、ドイツの地方都市・人口減少地域を対象とし、主に現地でのヒアリング調査等を通じて地域公共交通サービスにかかる最新の状況を調査した。今回の調査範囲はドイツ国内3地域にとどまっており、本調査の内容をもって一般化することは困難であるが、運営方式には我が国との違いが目立つものの、人材不足の状況等、現地で直面している課題に類似性があることが明らかとなった。ドイツでは各地で公道での自動運転バスの運行も行われており、地域交通をめぐる動向について継続した調査と相互の情報交換による課題解決の取り組みが必要と考えられる。

参考文献

- 1) IG Dreieich Bahn GmbH i.A. NVV (2014) : Regionaler Nahverkehrsplan Nordhessischer Verkehrsverbund 2013-2018
- 2) Land Brandenburg (2022) : #BrandenburgBewegen Landesnahverkehrsplan 2023-2027, Entwurf, Verkehrswende gestalten –Gutachten über die Finanzierung
- 3) Landkreis Uckermark - Die Landrätin - (2022) . RB 63 Zugverbindung Templin – Joachimsthal - Eberswalde (AF/083/2022) .
- 4) Landkreis Uckermark (2014) : Nahverkehrsplan des Landkreises Uckermark
- 5) Marktgemeinde Nordhalben (2021) Vorbereitende Untersuchungen gem. § 141 BauGB für den "Ortskern"
- 6) Roland Berger/Intraplan/Florenus im Auftrag des VDV (2021) : Verkehrswende.gestalten-Leistungstark & nachhaltig

IV

自主研究活動報告

- リニア中央新幹線中間駅が圏域構造に及ぼす影響
 - パブリックスペースを活かしたまちづくりに関する研究
～ UPS（アーバンパブリックスペース）研究会 NW 部会を通じて～
 - 都市物流施策の評価モデル・評価手法に関する研究
- 

リニア中央新幹線中間駅が圏域構造に及ぼす影響

Impact of Intermediate Stations on Linear Chuo Shinkansen

毛利雄一¹ 森尾 淳² 鈴木紀一³

Yuichi MOHRI, Jun MORIO, and Norikazu SUZUKI

1 はじめに

リニア中央新幹線が日本の国土構造の変革をもたらすことへの期待は大きく、2023年夏に策定された新たな国土形成計画（全国計画）では、リニア中央新幹線はシームレスな拠点連結型国土を形作る「日本中央回廊」の基幹インフラとして位置付けられた¹⁾。リニア中央新幹線の効果として、東京・名古屋・大阪の大都市圏を1時間で結ぶことが注目されている。一方、中間駅の拠点化とそれがもたらす国土構造の改変についての議論は少なかった。品川駅～名古屋駅間に設置されるリニア中央新幹線の神奈川県、山梨県、長野県、岐阜県の4つの中間駅が拠点性を持ち、周辺圏域におけるハブ機能を持ちながら、その地域特性を活かした未来デザインを描き、それを実現していくことは、国土軸が発展的に強化され、国土軸圏域全体が高度な連携を持ち、日本の国力をエンパワーメントしていく重要な方向性であると考え。

本稿では、中間駅を核とする新たな広域中核地方圏の形成と、そのための中間駅周辺開発の方策を検討することを目的として設置され、IBSが事務局として携わった「リニア中間駅（4駅）を中心とする地域活性化に関する検討委員会²⁾」でとりまとめられた成果に基づいて、リニア中央新幹線中間駅が圏域構造に及ぼす影響を報告する。具体的には、リニア中央新幹線中間駅を中心とする、各メッシュや各市町村までの交通手段別所要時間を算出し、リニア中央新幹線中間駅によって移動可能となる圏域がどのように変化するかを定量的に分析した。また、その変化に対応し、中間駅周辺圏域が活力ある広域中核地方圏形成に向けて、交通機能からどのような方策が必要であるかを提案した。

さらに、「リニア中間駅（4駅）を中心とする地域活性化に関する検討委員会」の成果を踏まえたその後の展開として、シンポジウムの開催および「リニア開業に伴う新たな圏域形成に関する関係府省等会議」について紹介する。

2 リニア中央新幹線中間駅の圏域形成活力ある拠点都市圏の形成

ここでは、リニア中央新幹線中間駅と各メッシュや各市町村までの交通手段別所要時間を算出し、リニア中央新幹線中間駅によって移動可能となる圏域がどのように変化するかを把握する。本研究の分析においては、国土交通省の総合交通分析システム³⁾（NITAS：National Integrated Transport Analysis System、以下NITAS）を用いる。NITASは、道路・鉄道・航空・船舶の各交通機関を組み合わせたモード横断的な観点から分析が可能なシステムである。なお、NITAS上では、リニア中央新幹線の4つの中間駅の端末交通手段は、自動車のみと想定する。また、大阪駅のリニア開業後を想定し、2021年現況の道路ネットワークに加え、NITAS上の将来道路ネットワーク（新広域道路交通計画で策定された高規格道路）が全て利用可能とする。

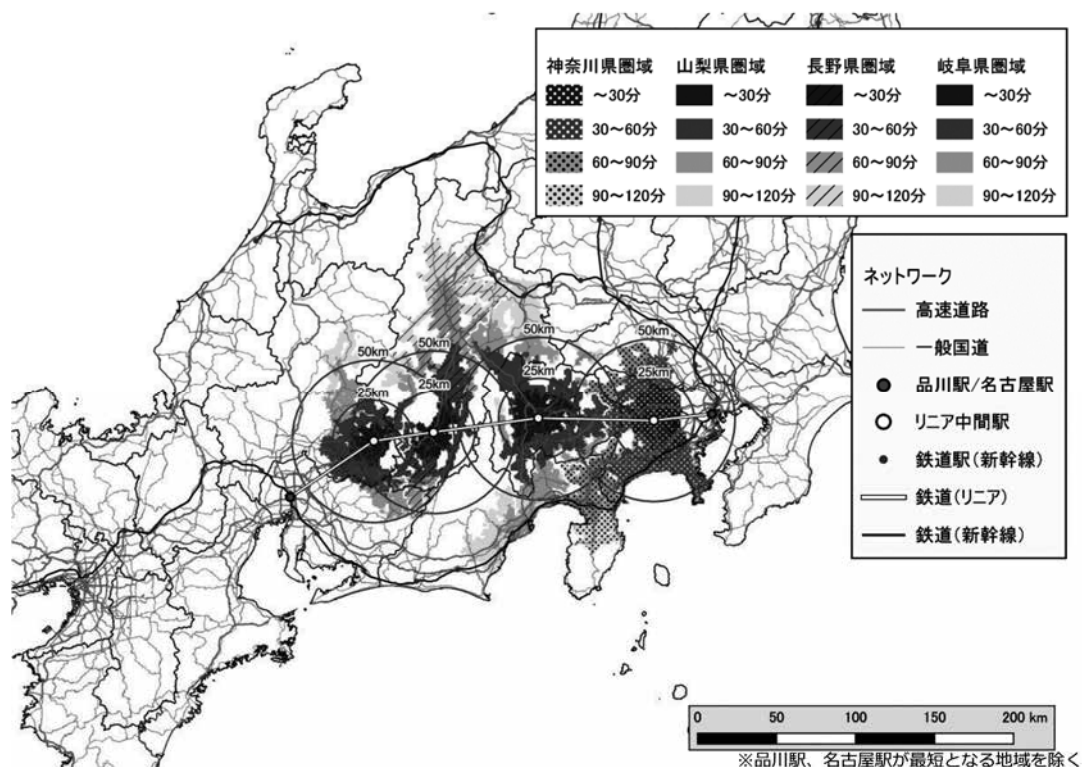
（1）中間駅を中心とする新たな圏域形成

神奈川県、山梨県、長野県、岐阜県における4つのリニア中央新幹線中間駅から2021年現況道路ネットワークを用いた自動車利用による所要時間を1km²メッシュで算出し、その圏域の広がりを地図上に示す（図-1）。図-1に示す各メッシュから最寄りの中間駅とその所要時間圏域をみると、2021年現況道路ネットワークの場合においても、中間駅からの60分圏、90分圏の圏域は、50km圏を越えた広がりを示し、この圏域は、県境を越えて広がっている。これは、リニア中央新幹線の開業が、これまで東京、名古屋へのアクセスが不便であった地域において、中間駅を中心に県境を越えてアクセスが飛躍的に広がることを示している。また、この圏域の広がりは一定の人口規模を有することになることから、今後、各種機能が立地すること等により、「広域中核地方圏」として新たな圏域を発展的に形成していくことが期待される。

2021年現況道路ネットワークによる神奈川県、山梨

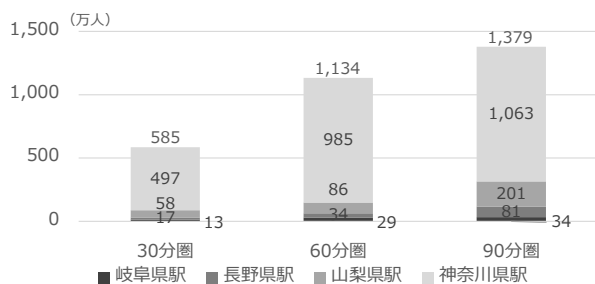
¹ 業務執行理事、研究本部長兼企画室長 博士（工学） ² 都市地域・環境部門 担当部門長兼グループマネジャー 博士（工学）

³ 特任研究員



図－1 中間駅からの所要時間圏域

県、長野県、岐阜県の4つの中間駅を中心とする圏域人口を1km²メッシュから算出し、4つの中間駅で合計すると、2020年国勢調査の現況人口で、30分圏域が585万人、60分圏域が1,134万人、90分圏で1,379万人となる。また、圏域人口が大きい神奈川県中間駅を除く山梨県、長野県、岐阜県の3つの中間駅を中心とする圏域人口では、30分圏域が88万人、60分圏域が149万人、90分圏で316万人となる(図-2)。



図－2 中間駅の時間圏域別の人口

(2) 中間駅の後背圏の拡大

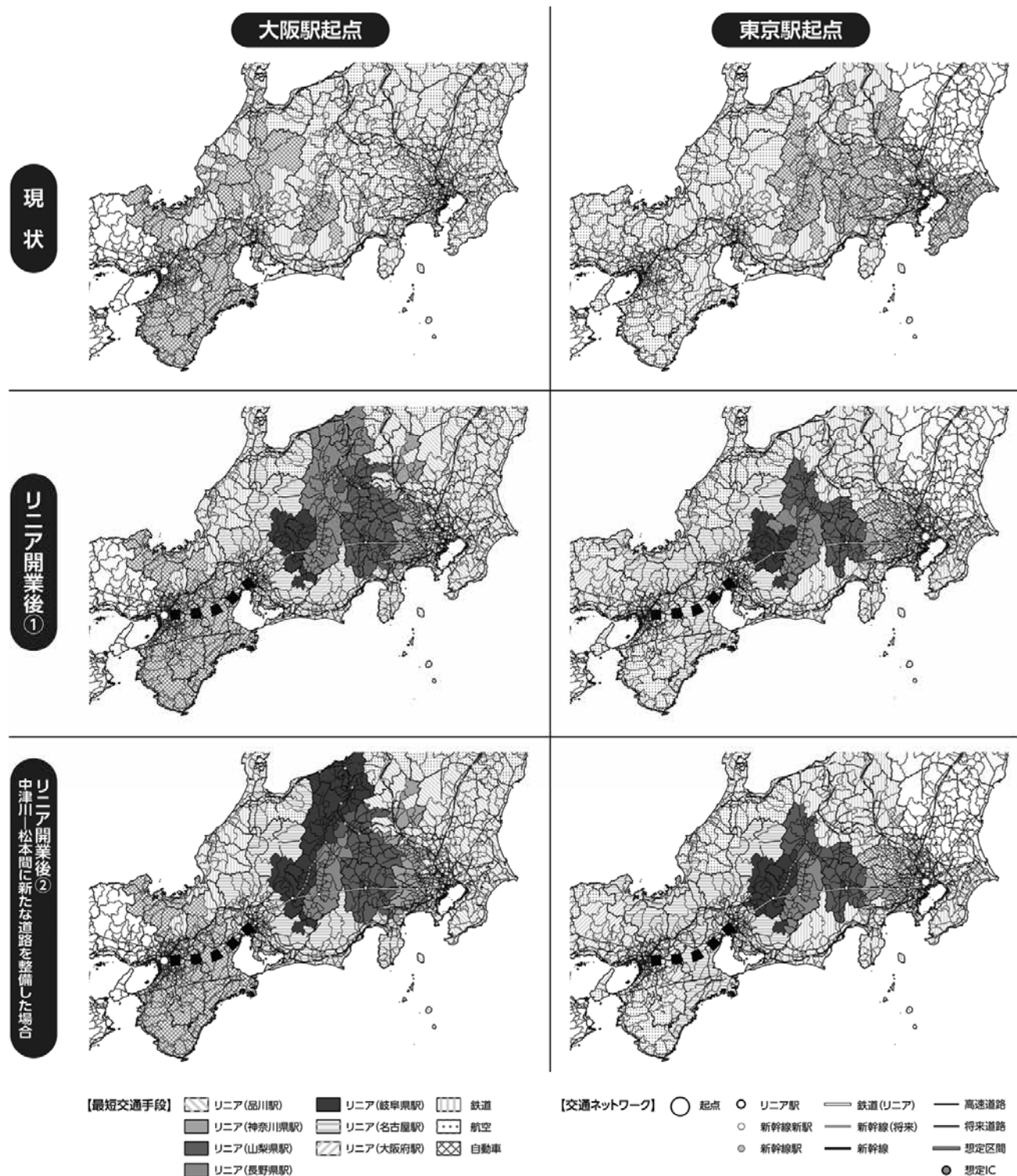
NITASを用いて、現状およびリニア開通後の大阪駅、東京駅を起点とする各市町村への最短となる交通手段を算出し、それを地図上で表した結果を図-3に示す。また、図-3に示すリニア開業後②では、NITAS上の将来道路ネットワークに加えて、中津川－松本間の国道19号沿いに100km/hで走行可能な道路を整備した場合(新たに設定されるICは沿線の町村役場近傍に設定)を想定して、リニア利用圏域の変化を示している。

図-3に示す通り、リニア中央新幹線の開業に伴い、東京駅、大阪駅から各市町村への最短の交通手段は、現状の鉄道・航空・自動車が主体からリニア中央新幹線が主体となり、その範囲は広範に分布する。リニア中央新幹線利用時の中間駅の後背圏域は、県境を越え日本海側まで広がる大きな圏域を形成する。特に、大阪駅からの圏域分布に着目すると、山梨県駅経由の圏域は軽井沢周辺まで、長野県駅経由の圏域は日本海側まで広がる(図-3リニア開業後①)。また、中津川－松本間の国道19号沿いに100km/hで走行可能な道路を整備した場合、岐阜県経由の圏域が、日本海側まで広がり、大きな効果が見込まれる。

以上のように、リニア中央新幹線開業後、名古屋・大阪

から長野市、上越市、柏崎市への最短時間経路は、飯田市内に設置されるリニア中間駅経由の高速道路利用であり、軽井沢への最短時間経路は、甲府市内に設置されるリニア中間駅経由となる。関西や名古屋から不便だった長野県への時間距離が、大阪からは1時間程度短縮、名古屋

屋からは30分程度短縮される効果は大きい。さらに中津川―松本間の新たな道路が整備されると、その効果は利便性向上等に加えて、防災上も大きな意味を持つ。また、リニア中央新幹線の開業によって、東京からの最短時間経路が中間駅経由の高速道路利用となる地域も大きく広



図－3 大阪駅・東京駅を起点とする現状・リニア開通後の最短交通手段

がる。リニア中間駅の駅勢圏は多くの地方空港の圏域より大きく、各中間駅が拠点性を発揮すれば、それぞれの地域が「新たな広域中核地方圏」として活性化され、その活性化が国土構造を大きく変革する。

3 広域中核地方圏形成に向けた交通機能の方向性

先に示したリニア中央新幹線による移動時間の短縮とデジタル技術の両者を組み合わせ、新たな企業立地、研究開発をはじめとする産業機能の強化、医療や教育を含めた生活機能の強化、地域交通への補助や新技術の導入促進によるモビリティ機能の強化、道路ネットワークによる広域的連携等を通じて、中間駅を中心とする新たな拠点圏域を地方部の地域づくりの先進モデルとすることが重要である。特に、リニア中央新幹線の開業によってもたらされる効果を広域に波及させるために、道路ネットワークと連携し、新たな拠点圏域の形成を構想することが必要となる。大都市圏と中間駅周辺エリアの時間短縮を活用し、大都市圏と中間駅周辺エリアの人的交流を拡大させるとともに、ロジスティクスの優位性も踏まえ、利便性の高い拠点圏域を形成することが重要となる。ここでは、先に示した飛躍的な空間圏域の拡大を踏まえ、中間駅周辺圏域が活力ある広域中核地方圏形成に向けて、交通機能からどのような方策が必要であるかを提案する。

(1) 広域に効果を波及させるノード機能の充実

中間駅には広大な後背圏域の玄関口としての機能を高め、リニア中央新幹線の効果をさらに広域化させることが求められる。そのため、中間駅に、バス、レンタカー、自家用車等の多様な交通手段を対象とした交通拠点を整備し、乗換経路等の物理的な乗り継ぎの利便性、運行ダイヤや運賃等のソフト面による乗り継ぎ利便性を高めることにより、リニア中央新幹線から二次交通を介した各拠点へアクセスすることが望まれる。

(2) 広域をカバーするエントランスゲート機能の整備

中間駅を中心に広がる後背圏域に対応して、中間駅周辺に備える機能として、観光エリアの広がりやを考慮した広域観光案内所、地域産品を扱う物販施設、地域の食を体験できるレストラン・フードコート、敷地内で貸出・返却ができるレンタカー発着所などの立地が望まれる。また、地

域住民等を対象とした会議室やシェアオフィス等を設置し、中間駅を日常的に活気のある場所としていく取り組みが進められることも望まれる。

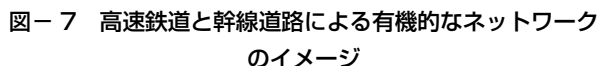
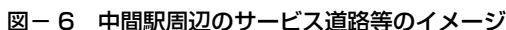
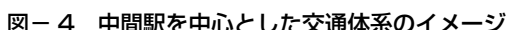
(3) 中間駅を中心とした階層的なハブ・ネットワークの形成

中間駅周辺、中間駅を中心とした後背圏域が持つ特性を最大限に活かすために、中間駅を中心とした交通体系を、①リニア駅中心地区から各種機能地区を結ぶネットワーク（圏域内交通）、②各地区間を結ぶネットワーク（地区間交通）、③エリア外の広域拠点と連結する幹線ネットワーク（広域交通）の3つで構成することをイメージする（図-4）。また、それぞれのアクセシビリティ特性、利用ニーズに対応したモビリティを導入するとともに、モビリティ間の乗り継ぎの効率を徹底的に追求することで、エリア全体が生み出す力を最大化する。

リニア中間駅からの広域的な交通体系として、高規格道路等との連携を重視する。また、スマートIC化されたSA・PAや高速バスのバス停、道の駅等におけるモビリティハブの形成、二次交通ネットワークの形成も想定する（図-5）。モビリティハブでは、カーシェア・レンタカーデポの設置、周辺の観光地、事業所・居住地等を周遊するバス等の運行も考える。また、幹線ネットワークに加えて、地区内ネットワークにおいても、自動運転車両の活用を想定する（図-6）。

(4) リニア中央新幹線時代の新たな高規格道路網の形成

中間駅の拠点性、拠点間の連結性を重視した高規格道路等の幹線道路整備促進によりネットワーク性を高める取り組みが進められていくべきである。中間駅を拠点として、高規格道路ネットワーク等を介して太平洋側と日本海側の拠点都市への連結性が高まり、広域的な地域連携が期待される。被災時における補給拠点として中間駅周辺圏域が機能することができれば、南北の高規格道路網を介してヒト・モノ等を被災地に供給することが可能になる。中間駅相互と品川・名古屋はリニア中央新幹線で高速に結ばれ、全体として強固な国土軸としての強靱性を発揮することができる（図-7）。



4 おわりに

最後に、今回報告した「リニア中間駅（4駅）を中心とする地域活性化に関する検討委員会」でとりまとめられた成果以降の展開について示す。

(1) シンポジウムの開催

第1部は、委員長である森地茂氏（政策研究大学院大学 名誉教授）より、委員会のとりまとめ成果について基調講演が行われた。第2部では、森地茂氏をモデレータとして、岸井隆幸氏（一般財団法人計量計画研究所代表理事）、和泉洋人氏（東京大学大学院工学系研究科特任教授）、森川博之氏（東京大学大学院工学系研究科教授）による「広域中核地方圏の創造に向けた幾つかの論点について」と題してセッションが行われた。最後の第3部のパネルディスカッションでは、第2部のセッションメンバーに加え、4つの中間駅の立地する各県の知事とリニア中央新幹線の事業主体であるJR東海・丹羽俊介社長も登壇した。「各県のポテンシャルと相互に連携した広域中核地方圏の未来」と題されたディスカッションにおいて

は、各県知事から各県のポテンシャルと将来像が示された。

シンポジウムの最後に、森地氏は「人口減少の中で地域格差が生じ、日本は格差社会に直面していると言われるが、今最大の格差の原因は〝将来展望格差、だ。こういう社会に変えたい、という思いを皆が持つことで前進する。リニアの開業がその大きなチャンスであり、中間駅の4県も一緒になってともに考えていく姿勢を大事にしてほしい」と締めくくった。

(2) 関係府省等会議の開催

リニア中央新幹線の開業に伴い、リニア駅は第3次国土形成計画に掲げる「全国的な回廊ネットワーク」を形成する上でも重要となる「日本中央回廊」の核となる。これを踏まえ、リニア中間駅（神奈川県内、山梨県内、長野県内および岐阜県内）予定地を始めとした新たな圏域の活性化方策について、関係府省等が連携して取り組みを支援するため、内閣総理大臣補佐官を議長とする「リニア開業に伴う新たな圏域形成に関する関係府省等会議⁵⁾」が開催された。

4県のビジョン・具体的取り組みを踏まえて、広域的な取り組みにつなげていくべく、中間とりまとめが行われたところである。

(3) 今後に向けて

残念ながら今日、国際競争社会における日本の国力の地盤沈下傾向は顕著である。日本の国土軸が発展的に強化され、圏域全体が高度な連携を持つことで、国力がエンパワーメントされていくことが目指すべき重要な方向性であろう。また、リニア中央新幹線が、ストロー効果によって大都市圏への集中を加速することなく、多極分散型の国

土形成に資することが重要である。

今後は、関係府省等会議のとりまとめ等を踏まえ、今後のリニア中間駅周辺圏域の拠点化、圏域を超えた連携が図られていく継続的・発展的な仕組みの構築等、戦略的な発展に向けた議論が広く展開されていくことが望まれる。

参考文献

- 1) 国土交通省国土政策局、第三次国土形成計画（全国計画）（令和5年7月28日閣議決定）2023.
https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/kokudokeikaku_fr3_000003.html
- 2) 一般財団法人計量計画研究所、リニア中間駅（4駅）を中心とする地域活性化に関する検討委員会、リニア中間駅（4駅）を中心とする地域活性化に関する検討委員会 とりまとめ資料、2023.
<https://www.ibs.or.jp/archives/4294>
- 3) 国土交通省総合政策局、総合交通分析システム（NITAS）、2023.
https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/sogoseisaku_soukou_fr_000021.html
- 4) 一般財団法人計量計画研究所、【シンポジウム開催】リニア中間4駅による広域中核地方圏の創造と国土構造の改編、2023.
<https://www.ibs.or.jp/archives/4364>
- 5) 内閣官房、リニア開業に伴う新たな圏域形成に関する関係府省等会議、2024.
<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/linear/index.html>

パブリックスペースを活かしたまちづくりに関する研究 ～UPS（アーバンパブリックスペース）研究会 NW 部会を通じて～

Research on Regional Planning That Utilizes Urban Public Spaces

– Report on the Efforts of the Network Subcommittee of the Urban Public Space Research Group

福本大輔¹ 青野貞康² 林 健太郎³ 柊山和哉³ 廣瀬 健⁴

Daisuke FUKUMOTO, Sadayasu AONO, Kentaro HAYASHI, Kazuya MASUYAMA, and Takeshi HIROSE

1 はじめに

近年、公民連携（PPP）による都市整備や多様な主体による参加型のまちづくりが各地で活発に展開されるようになり、道路・公園・河川・駅前広場等の「公共空間」に加え、公開空地・敷地内広場・通路・鉄道コンコースなど「一般の用に供されている民有地」も包摂した「パブリックスペース」という概念が注目されている。特に、身近な都市内パブリックスペース（UPS: Urban Public Spaces）のより一層の充実の必要性が指摘され、UPSの新たな展開について様々な期待が寄せられている。

既に世界の多くの都市では、まちなかを車中心からひと中心の空間へと転換し、人々が集い、憩い、多様な活動を繰り広げられる場へと改変する取組が積極的に進められているが、わが国においても、こうした「居心地が良く歩きたくなるまちなかづくり」に賛同を示している自治体（ウォーカブル推進都市）が数多く存在している。

こうした状況を鑑み、2021年5月には（公財）都市づくりパブリックデザインセンター内において、都市内パブリックスペース（UPS）のあり方について民間事業者・学識経験者・行政機関などが連携して検討・提言する「UPS研究会」が設置され、以下の3部会に分かれて研究活動を行うこととなった。

- ・DM（デザイン・マネジメント）部会
- ・NW（ネットワーク）部会
- ・駅まちPS（パブリックスペース）部会

当研究所は、上記のNW部会の幹事を担うこととなり、情報収集やケーススタディの実施支援、とりまとめ等を行った。本稿は、2021年5月から2024年3月までのNW部会としての調査研究内容のとりまとめを抜粋し、再整理したものである。

2 研究方針

（1）NW 部会の役割・目的

まず、広場等空間を有効活用することは、まちが抱える課題の解決や目指す将来像の実現に寄与するのではないかという仮説を立てた。特に、広場等空間は単体で整備・活用する取組だけでなく、地域のまちづくりの時間軸上で複数の空間や施設と連携することや市民等の関わりを深めていく場として位置づける等、空間・人・時間をつなぐ役割を果たせるのではないかと考えた。

そこで、都市のパブリックスペースを整備・活用していく上で、広場等空間とまちづくりの関係性について、「地域とのつながり」に着目し、地域特性に応じた広場等空間の効果的な活用のヒントや取組ポイントを整理することを目的とした。

（2）調査の視点

広場等空間の効果的な活用の事例・ポイントを調査する際、以下の3つの視点に着目することとした。

①空間的つながりの視点

まちなかにおける複数の広場等空間や施設等の効果的なつながりを持つ取組に着眼

②ヒトのつながりの視点

まちの広場等空間を活用したまちづくりへの意識共有や共感づくり、共創まちづくりに向けた市民の巻き込み、公民連携まちづくり体制の構築に寄与する取組に着眼

③まちとPSをつなぐ時間的戦略やツールの視点

パブリックスペース（PS）を活用し、目指すまちづくりに寄与する効果的なつながりをつくるための時間的戦略やツールに着眼

（3）調査方法及びとりまとめ方針

まず、NW部会に参加または興味を持っている自治体

¹ 東北事務所次長、都市地域・環境部門 担当部門長兼グループマネジャー ² 都市地域・環境部門（東北事務所） 研究員 博士（工学）

³ 都市地域・環境部門 研究員 ⁴ 都市地域・環境部門（東北事務所） 研究員

(58市町)を対象としたアンケート調査を実施し、回答が得られた26市町の回答結果から、まちづくりにおいて広場等空間を活用する際の課題やケーススタディ地区として部会内で検討する意向等を確認した(表-1)。

その結果を用いて、各地域が抱えている広場等空間の利活用の課題や悩みについて、都市規模やまちづくりの段階で分類し、一方で広場等空間を有効活用している事例に関する詳細情報を入手し、関連付けて整理することとした。得られた情報は、取り組み段階別の各種課題に紐付けた事例として参照できる逆引きINDEXとして整理するとともに、前述の3つの視点別に各地区の特徴をカルテ形式でとりまとめた。

なお、それらについては、DM部会で検討するUPS戦略のあり方の参考情報として連携を図った(図-1)。

表-1 NW 部会における調査の流れ

年次	調査研究内容
1年目 (2021年度)	①活動方針の検討 ②事例調査 ・広場等空間を活用したまちづくりの先行的事例の整理 ・新都市拠点整備事業により整備された多目的広場の情報整理 等 ③自治体等へのアンケート調査 ・まちづくりの各段階における現場担当者の悩み、課題認識等の把握・整理
2年目 (2022年度)	④複数のケーススタディ地区における深掘り調査 ・各まちづくり段階において、参考となる工夫や取組のポイントを確認
3年目 (2023年度)	⑤得られた知見と事例地区から見たポイントの整理

NW部会の活動範囲とテーマ

- ・NW部会では、まちの課題解決やめざすまちづくりの実現に向け、効果的にパブリックスペースを活用するための取組ポイントを「3つの視点」から整理。

- 各地区の取組ポイントを3つの視点(空間/ヒト/時間/戦略やツール)から整理・シート化
- まちづくりの段階ごと取組課題(悩み)から「逆引き」できるインデックスの作成

<UPS戦略の全体像とNW部会の活動範囲・テーマ>



図-1 UPS 戦略の全体像とNW 部会の活動範囲の関係性

3 まちづくりにおける広場等空間の活用例の整理

(1) 空間的つながりに着目した事例整理

空間的つながりの視点においては、鉄道駅やまちの資源等を歩行者動線でつなぐことで回遊性向上やエリア価値向上を目指す事例(埼玉県宮代町)や、点から線、線から面へと段階的な公共空間の活用と再編を目指している事例(静岡県沼津市)など、複数の空間をうまくつなげる工夫がみられる事例を整理した(図-2、3)。

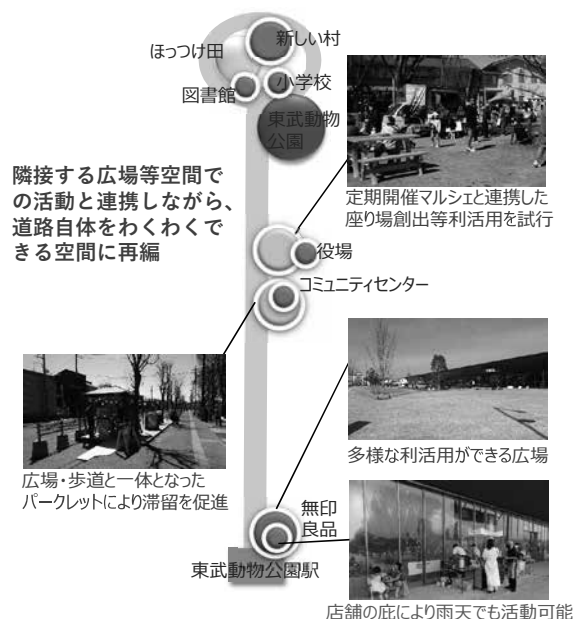


図-2 埼玉県宮代町における複数の広場をつなぐ事例

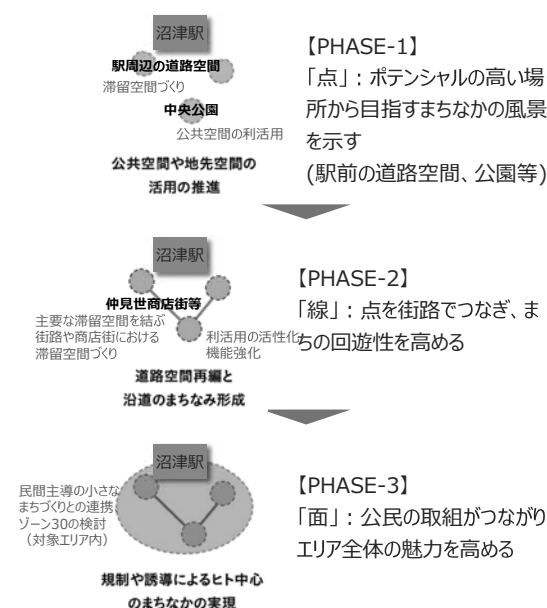


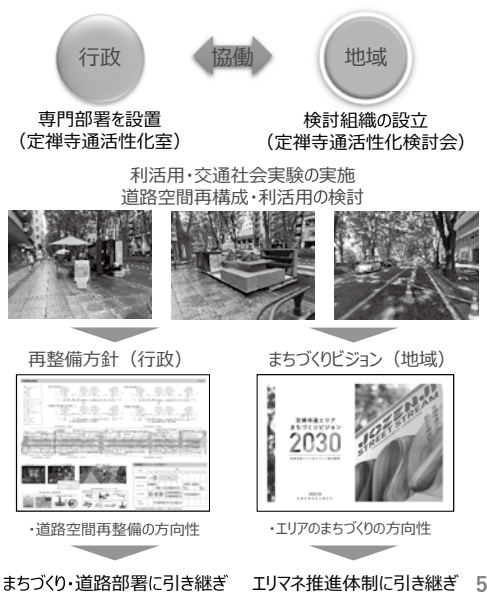
図-3 静岡県沼津市における面的な取組事例

人のつながりの視点においては、計画段階から市民を巻き込む展開を実施することにより、市民が主体的にまちに関わることができる場としている事例（長野県小諸市）など、多様な属性の人をつなぐ工夫がみられる事例を整理した（図-4）。



図-4 長野県小諸市における市民を巻き込む事例

時間的戦略やツールの事例としては、行政の専門部署や地域の検討組織を設立し、協働による社会実験を実施した上で、地元のビジョンと行政の方針策定に展開した事例（仙台市）などを整理した（図-5）。

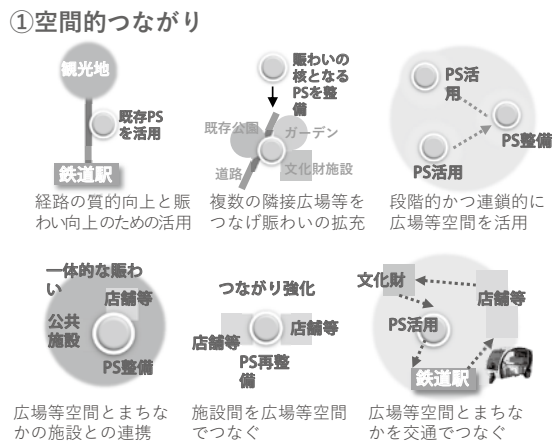


図－５ 宮城県仙台市における行政と地域の協働事例

なお、(1)～(3)の事例整理を行う際には、まちづくりの段階として「構想・計画段階」、「設計・施工段階」、「マネジメント段階」のどの段階に役立つ情報を意識しつつ、3つの視点(空間的つながり、ヒトのつながり、時間的戦略やツール)ごとに、工夫や特性のポイントについて概略を整理した(表-2)。

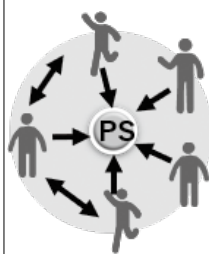
表-2 3つの視点からみた事例地区の取組ポイント

①空間的つながりの視点

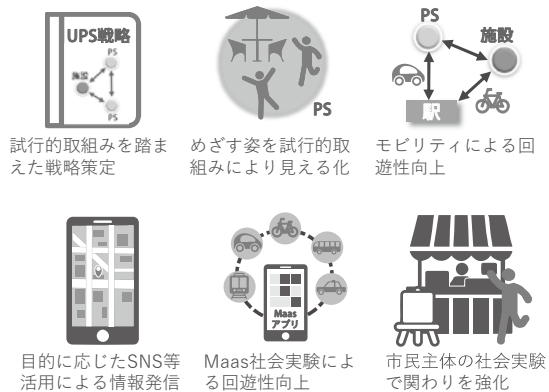


②ヒトのつながりの視点

- 
- ・複数の社会実験を通じたまちへの関わりの方の拡充
 - ・当初段階からの公民連携体制によるパブリックスペースの活用展開
 - ・まちなかの既存のつながり（町会、商店街等）を生かした公民の場の連携展開アイデア出しから、計画・設計への共有、共創整備、主体的な活用へと段階的な市民意識の深度化
 - ・個別のまちなかプレイヤーが育ち集まり、エリアマネジメントの組織への醸成



③時間的戦略やツールの視点

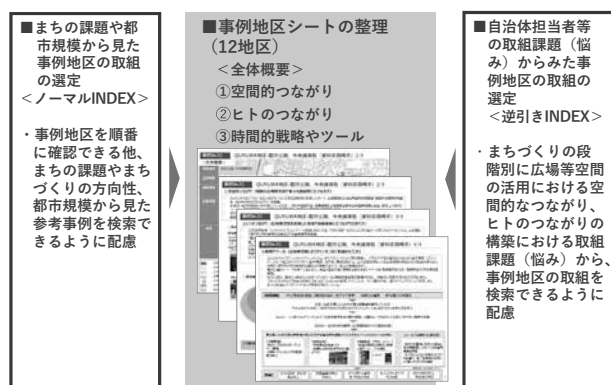


4 空間活用に関する課題に紐付けた事例集の作成

前章の対象として抽出された12地区については、3つの視点別シートを含むカルテ形式の整理を行った。また、2種類のINDEXを作成し、まちの課題や担当者の悩みと紐付けて事例を確認できるように工夫した。

表－3 事例集に関する2種類のINDEX

種類	活用イメージ
ノーマルINDEX	まちの課題や都市規模、活用している空間種別等から参考となる事例を選定する際に活用
逆引きINDEX	自治体担当者等の取り組み課題（悩み）から同様の悩みに対応した事例を選定する際に活用



図－6 事例集の全体像

表－4 事例集の対象12地区のノーマルINDEX（一部）

No.	自治体	対象地区	対象広場等空間	空間種別
1	岡崎市	QURUWAエリア	籠田公園、中央緑道他	公園、緑道、道路等
2	大分市	大分駅周辺地区	祝祭の広場、いこいの道	広場、緑道
3	前橋市	中心市街地地区	広瀬川河畔、馬場川通り他	道路、河畔、低利用地等
4	仙台市	定禅寺通エリア	定禅寺通（ケヤキ並木）	道路
5	尼崎市	阪急塚口駅南周辺地区	駅前広場	駅前広場
6	沼津市	沼津駅周辺エリア	駅前広場等	駅前広場、道路
7	さいたま市	浦和駅周辺エリア	市民会館跡地、さくら草通り他	広場、公園、緑地、道路等
8	宮代町	東武動物公園駅西口エリア	スキップ広場他	広場、公園、道路
9	長野市	中心市街地エリア	セントラルスクエア他	広場
10	長崎市	まちなかエリア	銅座川プロムナード	広場、緑道
11	小諸市	まちなかエリア	まちタネ広場	広場
12	さいたま市	さいたま新都心駅西口周辺	けやきひろば	広場

表－5 逆引きINDEXの対象とした取組課題（悩み）

段階	取組課題（主な悩み）	
	空間のつながり（ハード）	ヒトのつながり（ソフト）
構想・計画段階	- まちの課題解決やまちづくりへの対象となる広場等空間の位置づけ方 - 活用できる広場等空間がない（十分でない） - 初期段階での調査方法 - 広場等空間の効果的なつながり方 - 広場等空間を活用したまちなかの滞在人口や回遊性の増加方法	- 市民への効果的な呼びかけ方、集め方 - 効果的な公民連携組織のつくり方 - プレイヤー同士のつながり方 - プレイヤーの発掘方法や集め方
設計・施工段階	- 複数の広場等空間の連鎖的な活用方法 - 各種調査データの広場等空間の計画やデザインへの落とし込み方法 - 社会実験結果の計画設計への落とし込み方法 - 市民ニーズの効果的な計画設計への落とし込み方法	- プレイヤー同士のつながり方 - プレイヤーの発掘方法や集め方
マネジメント段階	広場等空間やそれを含めた地域の運営体制の構築	- まちづくりプレイヤー不足への対応 - 対象となる広場等空間の認知方法 - 市民主体の広場等空間の運用ルールづくり - 運営体制の構築方法 - 公民連携の運営主体の育成

5 おわりに

本研究では、まちづくりの段階や都市規模だけでなく、担当者の具体的な悩みに対応する形で情報を整理したため、各事例における工夫ポイントなどの詳細情報を入手しやすい事例集としてとりまとめることができた。ただし、各地域によって整備されているパブリックスペースの状況やまちづくりを担う人材などの環境・条件は多種多様であるため、先行事例の工夫ポイントがそのまま適用できることは限らないことには留意が必要である。その地域にあったUPS戦略を作成していくためにも、各部会で整理した知見や最新の情報を共有・発信していくことが重要であると考ええる。

謝辞

本報告は、UPS研究会NW部会の活動成果を再整理したものである。部会の活動においてアドバイスを頂いた法政大学の高見公雄教授、共同運営幹事を担っていただいた株式会社建設技術研究所と株式会社URリンケージの皆様のご協力に対し、この場を借りて厚くお礼申し上げる。

都市物流施策の評価モデル・評価手法に関する研究

Research on Evaluation Models and Evaluation Methods for Urban Logistics Policies

剣持 健¹ 岡 英紀² 宮内弘太³ 上野優太⁴ 河上翔太⁵ 井村祥太郎⁵ 谷 亮太⁵ 萩野保克⁶

Takeshi KENMOCHI, Hideki OKA, Kota MIYAUCHI, Yuta UENO, Shota KAWAKAMI, Shotaro IMURA, Ryota TANI, and Yasukatsu HAGINO

1 はじめに

都市において、私達が日常生活を営み、企業が事業活動を行うためには、「必要な物資が、必要な数量だけ、必要な場所・時間に届けられる」ことが不可欠である。昨今、「物流」は、都市の機能を支える上で不可欠な要素であると認識されている。物流は主に民間企業が行う活動であるが、物資の積替え、保管、輸配送といった一連の活動から成り立ち、これらの活動を行うためにはスペースを必要とする。例えば、トラックの荷さばき駐車場、物資の保管や積替えを行うための物流施設がこれに該当する。物流業界の人手不足が進展し、物流を効率化しなければならない状況下において、まちづくりの中でこれらのスペースをどこにどれくらい確保するかを考えることは重要である。

本稿では、当研究所が関わっている東京都市圏物資流動調査を念頭に置きながら、最近の都市における物流の課題を概説し、課題への対応を検討するにあたって、都市物流施策の評価モデルを活用することが有効であることを指摘する。今後、東京都市圏物資流動調査の調査結果が整備され公表された後に、当研究所では都市物流施策の評価モデルの構築に着手する予定である。本稿は、モデル構築に向けてこれまでにやってきた既往研究のレビュー、モデル開発の方向性に関する検討内容を報告するものである。

2 物流に関する都市・交通課題と分析・解析の視点

(1) 近年の物流に関する都市・交通課題

a) 宅配の増加による住宅地の都市・交通課題

商業施設が様々な形態で立地・集積する中心市街地については、これまで、店舗へ商品を配送するトラックの駐車・荷さばき場所の不足や、商品の配送と人の交通の錯綜の問題が指摘されてきた¹⁾。近年は、ネットショッピ

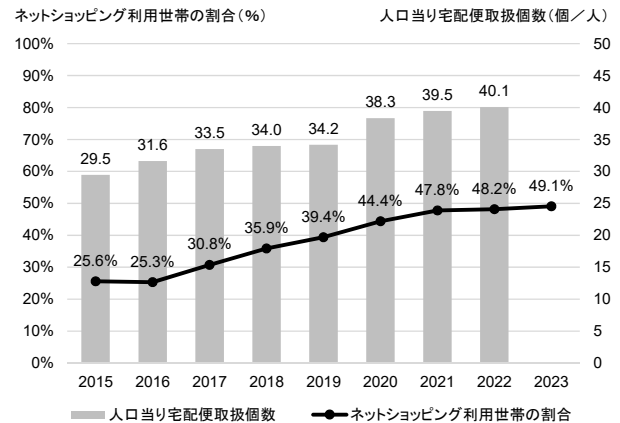
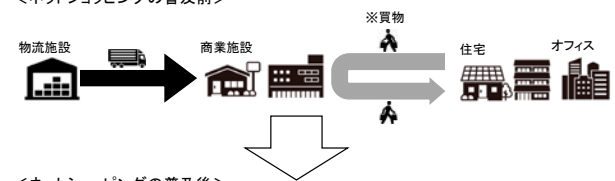


図-1 ネットショッピングや宅配の近年の推移

出典：家計消費状況調査（総務省）、人口推計（総務省）、宅配便取扱実績（国土交通省）より IBS 作成

<ネットショッピングの普及前>



<ネットショッピングの普及後>

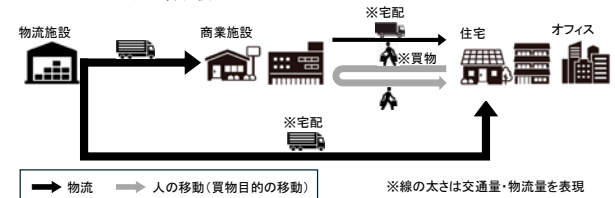


図-2 宅配の増加による物流の変化

出典：IBS 作成

ングの普及に伴う宅配の増加によって、中心市街地に加えて、住宅地における宅配トラックの駐車・荷さばきの問題も注目され始めている。

家計消費状況調査（総務省）によると、ネットショッピングを利用する世帯の割合は増加傾向にあり、2023年には全世帯の約半数（49.1%）となっている。また、これに伴って、1人が平均的に受け取る宅配便の個数も増加しており、2015年には年間30個程度だったが、2022年には年間40個程度となっている（図-1）。

今後も宅配が増加すれば、図-2に示すとおり、これま

¹ 交通・社会経済部門 担当部門長兼グループマネジャー 博士（社会経済） ² データサイエンス室 室長代理兼 IT マネジャー 博士（工学）

³ データサイエンス室 研究員 博士（工学） ⁴ データサイエンス室 研究員 ⁵ 交通・社会経済部門 研究員

⁶ 業務執行理事、研究本部執行管理部長 博士（工学）

で私達が実店舗で買物し、家に持ち帰っていた商品が、宅配によって自宅に直接届けられるようになる。そうなる、住宅地に集まる物流量や宅配トラックの交通量が増加すると考えられる。

一般的に、宅配は、中小型トラックによって住宅の近くまで運ばれ、路上や路外の駐車スペースに駐停車して荷下ろしをした上で、配達員が各戸（あるいは宅配ボックス）に届けるという運びが多い。

住宅地における配送の問題として、最近、宅配事業者、通販事業者からよく聞かれるのは、宅配トラックが駐停車できる場所が不足しているという問題である。例えば、多くの人が居住する都市部の大規模マンションでは、宅配トラックが集中するため、駐停車スペースの取り合いになっている施設がある。また、戸建て住宅が密集し狭隘な道路しかない地区では、路上にトラックを停車させることが難しいため、宅配事業者は届け先から離れた場所にトラックを駐停車させ、そこから台車等で商品を運ぼうとするが、そのような駐車スペースの確保も難しい場合がある。ネットショッピングや宅配の利便性を確保しようとすると、住宅地において宅配トラックの駐停車スペースをどこにどれくらい確保したらよいかを検討することは重要と考えられる。

また、宅配事業者・通販事業者は、効率よく商品を住宅に運ぶために、商品の積替えや一時保管を行うための物流施設を、住宅地からさほど遠くない場所に設置するニーズを有している。こうした施設がないと、宅配トラックが物流施設と住宅地の間を長距離移動しなければならず、トラック運転手の労働時間の長時間化やトラックの排出ガスの増加につながり、好ましくない。ネットショッピング、宅配の普及に対応して、物流施設をどこにどれくらい立地誘導するかは重要な検討課題である。

b) 物流の2024年問題と都市・交通課題

最近「物流の2024年問題」という言葉を頻繁に見聞きするようになった。「物流の2024年問題」とは、簡単に言うと、今後、トラック運転手の労働力の不足によって、私達の手元に物資が安定的に届かなくなる可能性があるという問題である。

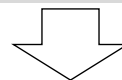
2024年4月から、物流業界では働き方改革を進めるため、トラック運転手を対象とした「時間外労働の上限規制（年間960時間）」の適用が開始された。これに合わせて、運転手の労働時間等の基準を定めた「改善基準告示」

（厚生労働省）²⁾が改正され、トラック運転手の拘束時間の上限が引き下げられた。これらの動きは、トラック運転手の労働環境の改善を狙ったものではあるが、トラック運転手の労働時間の短縮を促すものであるため、トラック運送業界の輸送能力の低下や輸送サービス水準の低下に繋がることが懸念されている（図-3）。「物資が安定的に届かなくなる」事態を回避するため、企業は業種の垣根を超えた物流効率化の取り組みを進め、国はそれを支援するための大規模な対策に乗り出している^{2)、3)}。

2024年問題は、喫緊の差し迫った問題であるが、それと同時に、今後も続く中長期的な問題でもある。したがって、物流の持続性を確保するために、まちづくりの中で長い目で見た対応を行うことも重要である。

例えば、近年、長距離輸送を行うトラック運転手は、改善基準告示に示された休息時間（1日9時間以上）を確保するため、高速道路のサービスエリア/パーキングエリア（SA/PA）に長時間駐車しており、高速道路SA/PAは夜間を中心に大型トラックの混雑が大きな問題となっている⁴⁾。こうした状況の中で、運送業界では、1人のトラック運転手が長時間運転をしなくて済むように、輸送経路の途中に中継拠点を設け、そこで運転手を交代して運ぶ中継輸送の取り組みなどを試行している。ただし、トラック運転手の休息や中継のためのスペースを高速道路内に確保することには限界があると思われる。近年、立地が進んでいる高速道路インターチェンジ近傍の物流施設において、休息や中継のための空間を提供できるとよいのかもしれない。こうしたことを考慮に入れ、輸送を効率化するために、高速道路沿線を含めて物流拠点をどこにどれくらい

- 2024年4月～：トラック運転手の時間外労働960時間上限規制の適用開始
- 2024年4月～：改正改善基準告示の適用開始
 - ※1年の拘束時間：原則3,300時間
 - ※1か月の拘束時間：原則284時間、最大310時間
 - ※1日の休息期間：継続11時間を基本とし、9時間下限



以下のような問題の発生が懸念

●運送業者



- ・これまでの物流を維持するためには、トラック運転手の増員が必要だが、人材が確保できない

●荷主



- ・荷物が指定した日時に届かないかもしれない
- ・荷物を運んでもらえなくなるかもしれない

●消費者

- ・当日、翌日配送の宅配サービスが受けられないかもしれない
- ・水産品、成果物など新鮮なものが手に入らないかもしれない

図-3 物流の2024年問題の概要

出典：公益社団法人全日本トラック協会ホームページを参考にし
てIBS作成

立地誘導するかを検討することは重要と考えられる。

(2) モデルによる分析・解析の重要性

上述のような課題への対応を検討するためには、住宅地への配送の実態、長距離トラックの幹線輸送の実態、物流施設の立地の実態を理解することが重要である。しかし、既存の統計調査（例えば、物資流動調査、物流センサス等）を用いた現況分析のみから、宅配トラックが住宅地への配送をどのように行っているか、商品の幹線輸送がどのように行われているか、広域物流施設、都市内集配施設がそれぞれどのような場所に立地しているか等の全体傾向を定量的に把握することは極めて困難である。そのため、統計調査でサンプルとして把握された住宅地への宅配、長距離トラックの幹線輸送、物流施設の立地の実態や影響要因（例えば、積載品目、輸配送距離等）に関するデータから、運送事業者や荷主など物流に関連した企業の物流活動を表現することができる数理モデルを構築し、モデル・シミュレーション等を用いて、推計ベースではあるが統計調査のみからはわからない輸配送の特徴を確認することには意味がある。

また、近年、ICTの発達、労働力不足の進展等、物流を巡る状況は大きく変化している。これらの変化が今後の企業の物流活動をどう変化させ、行政における政策対応にどのような影響を及ぼすかは、統計調査による現況分析からはわからない。そのため、モデル・シミュレーションによって、社会情勢の変化による今後の物流の変化に関する推計を行い、将来の見通しを示すことも有効だと思われる。

3 都市物流施策の評価モデル

(1) 評価モデルの既往研究

a) 物流施設の立地選択行動のモデリング

物流施設の立地が土地利用に及ぼす影響は重要な研究課題の1つである。近年は、国内外ともに、物流施設のスプロール化（郊外化）に着目した研究が多い。萩野ら⁵⁾は、物資流動調査のデータ等を用いて物流施設や工場・商業施設といった施設立地モデルを構築し、東京都市圏臨海部への人口増加が物流施設立地に及ぼす影響や、物流施設の立地誘導施策について分析している。また、Sakai et al.^{6), 7)}は、物流施設の立地が物資輸送に及ぼす影響等を評価可能なモデルを構築した。東京都市圏を

対象とした物流施設に関する複数の土地利用パターンの比較検討の結果は、物流施設を都心に一局集中させるパターンが都市圏全体の物資輸送の効率化には必ずしもつながらないこと、都市圏に住む人々に万遍なく物資を届けるためには適度な郊外立地も必要であることを示唆していると解釈することができる。また、平田ら⁸⁾は、物資の搬出入先の位置との関係を考慮した物流施設の立地場所選択モデルを構築し、物流施設の立地が物資輸送の効率性に及ぼす影響等を検討可能な分析的枠組みを提案している。

前節で説明した宅配の増加によって、今後、商品の消費者への直接的な輸配送が増加し、物流施設の立地需要の重心が都心部に近づいていく可能性がある。また、「物流の2024年問題」への対応として、運転手の乗り換えや物資の積替えができる中継拠点の立地需要も生じている。既往研究の物流施設の立地選択モデルにこうした近年の動向を考慮することができれば、新たな視点から、都心近郊や郊外部の物流施設に関連した土地利用問題を検討することができると考えられる。

b) トラックの走行経路選択行動のモデリング

当研究所は、物資流動調査のデータ等を活用して、トラック交通からみた道路ネットワークに関する研究に取り組んできた。萩野ら⁹⁾は、道路幅員や交差点での曲がりやすさなど、大型トラックの道路における走行しやすさを考慮した一般化費用を説明変数に加えた大型トラックの経路選択モデルを開発した。岡ら¹⁰⁾は、車種や距離帯を考慮して、ある程度大規模なネットワークにも適用可能なモデルを構築し、トラックの経路選択のシミュレーション分析への適用可能性や、リンク交通量の推計可能性等を検討している。これらのモデルを用いて、トラック輸送を効率化する観点から、圏央道など高速道路の整備の影響評価等も行ってきた。

物流の2024年問題や環境問題への対応のため、これまで以上にトラック輸送を効率化することが重要となっている。トラック交通の効率化に寄与する道路ネットワークのあり方を検討するニーズは大きいと思われ、トラックの経路選択モデルを適用した解析・分析は引き続き重要性が高いと考えられる。また、宅配の増加に伴い、今後は、大型トラックのみならず、宅配を担う中小型トラックの交通量を分析可能なモデルが求められるかもしれない。ネットショッピングの普及や夜間人口の変化に伴い、今後、住宅地にどれくらいの宅配トラックが集まるのかを分

析・解析できるようになれば、前節で述べた住宅地における駐停車場所不足等の問題への対応も検討できると思われる。

c) エージェントベースのモデル

近年、都市物流施策を評価するためのモデルとして注目されているのが、エージェントベースのモデルである。Sakai et al.¹¹⁾は、都市の物流を統合的に分析するためのエージェントベースの都市貨物交通モデル（以下、SimMobility Freight）を提案している。SimMobility Freightは、商品契約、物流計画、配送計画、駐停車場所の選択といった企業の物流に関連したさまざまな意思決定を記述するサブモデルから構成される分析的な枠組みである。モデル全体として見ると、企業のそれぞれの意思決定が相互に影響し合うことが考慮されており、物流施設などの土地利用、物資流動OD、貨物車の交通量や交通流への影響等を一体的かつ整合的に検討することができる。また、四段階推計モデルのような集計レベルのアプローチとは異なり、非集計レベル（事業所単位および貨物車単位）のアプローチを採用しているため、業種、規模、地域、車種など、企業や車両に関するさまざまな属性ごとに、物流の実態や施策等による影響等を計算することができる。

最近、Sakai et al.¹²⁾は、個人のネットショッピングに関する選択行動（購入額、注文頻度、商品の受取方法など）を表現するモデルを開発し、従来のSimMobility Freightにサブモデルとして追加した。これによって、SimMobility Freightは宅配を含めた物流を分析・解析できるようになっている。

SimMobility Freightを用いると、いくつかの前提条件の下で、ネットショッピングの普及、物流の2024年問題（トラック運転手の労働力不足）等のさまざまな社会情勢の変化に伴う物流への影響を推計することができると考えられる。同モデルによって、現在顕在化していないものの将来生じるかもしれない課題を前もって把握することや、それに基づき、今後の都市物流政策の検討を行うことができると思われる。

(2) 評価モデルの開発の方向性

a) 評価モデルの必要性

人口減少・高齢化、ネットショッピングの普及、働き方改革に伴う物流の2024年問題等、物流を取り巻く環境は大きく変化している。不確実な要素が数多く存在する

中、確かな未来を予測することは困難だが、起こりえる事象を幅広に想定し、様々な可能性があることを理解しておくことが求められている。そのためには、都市の物流実態を調査するとともに、その活動・行動を分析・モデリングすることが必要である。実態調査は現状を知ることに関立つが、モデルは実態調査だけでは分からないことに対して、シミュレーションを通してギャップを埋め、現状に対する理解を深めることに役立つと期待される。

b) 評価モデルの活用方法

評価モデルの活用方法は2点あげられる。1点目は現況分析への活用である。調査されたサンプルデータをもとに、都市の物流活動をミクロにシミュレーションし、これをもとに都市の物流実態を分析することで、実態調査のみからは把握が難しいミクロな分析にも活用することが期待される。

2点目はシナリオ分析への活用である。ただし、確かな将来を予測するのではなく、構築したモデルを用いて、社会動向の変化や施策の実施が都市物流に及ぼす影響をシナリオ的に分析することが考えられる。将来起こりうる変化を多角的に捉えて将来に対する理解を深めた上で、施策検討へ活用することが期待される。

c) 評価モデルの開発方針

物流を取り巻く社会情勢が複雑化し、将来を見通すことがますます難しくなる中で、都市物流施策を評価するためにはエージェントベースのモデルが有効と考えられる。当研究所は、今後、東京都市圏物資流動調査の調査結果が公表された後に、前述の評価モデルの必要性和活用方法を念頭に置き、物流施設の立地選択行動や貨物車の経路選択行動、さらには世帯の宅配受取行動を内包し、都市の物流を一体的に分析・解析することができるエージェントベースのモデルの構築に取り組む予定である。具体的には、SimMobility Freight (Sakai et al., 2020) を参考にしながら、世帯の宅配受取行動を考慮した都市物流施策の評価モデルを開発することを想定している。

ただし、既存のSimMobility Freightには、物流施設の立地選択行動を既述したサブモデルが含まれていない。物流施設に関する土地利用問題を考察するためには、これを組み込む必要があるため、物流施設の立地選択モデルと都市物流施策評価モデルを相互に連携させたモデリングを行うことを検討している。

4 おわりに

本稿では、ネットショッピングの普及や物流の2024年問題等、昨今の都市物流の課題と分析・解析の視点を概説した。続いて、都市物流のモデリングに関する既往研究をレビューした上で、弊社が今後取り組む都市物流施策評価モデルの開発の必要性や方向性を述べた。

物流を巡る社会情勢は目まぐるしく変化し、スタートアップをはじめとする新たなプレイヤー・プラットフォームが登場する等、都市の物流活動はますます複雑化・多様化していくことが考えられる。確かな未来を予測することは困難だが、起こりえる事象を幅広く想定し、さまざまな可能性があることを理解しておくためには、都市の物流実態を調査するとともに、その活動・行動を分析・モデリングすることが必要不可欠であると思われる。当研究所では、引き続き関連する動向にアンテナを張りつつ、今後は、都市物流評価モデルの開発・構築に取り組んでいきたいと考えている。

参考文献

- 1) 東京都市圏交通計画協議会：東京都市圏の望ましい物流の実現に向けて、平成27年12月
- 2) 我が国の物流の革新に関する関係閣僚会議：「物流革新に向けた政策パッケージ」(2023.6.2)、内閣官房ホームページ
- 3) 我が国の物流の革新に関する関係閣僚会議：「物流革新緊急パッケージ」(2023.10.6)、内閣官房ホームページ
- 4) 公益財団法人高速道路調査会、高速道路クオリティ研究部会、高速道路における大型車長時間駐車対策に関する調査研究委員会(2024)：「高速道路等における大型車長時間駐車対策に関する調査研究 報告書」、公益財団法人高速道路調査会ホームページ
- 5) 萩野保克・遠藤弘太郎・兵藤哲朗(2011)：土地需給バランスを考慮した施設立地モデルによる東京都市圏の物流施設配置分析、都市計画論文集、Vol.46、No.3、pp.859-864.
- 6) Sakai, T., Kawamura, K., Hyodo, T. (2017). Spatial Reorganization of Urban Logistics Systems and Its Impacts: Case of Tokyo. Journal of Transport Geography, Volume 60, pp. 110-118.
- 7) Sakai, T., Kawamura, K., Hyodo, T. (2018). The Relationship between Commodity Types, Spatial Characteristics, and Distance Optimality of Logistics Facilities. Journal of Transport and Land Use, Volume 11, No. 1, pp. 575-591.
- 8) 平田輝満、笠原徳文、豊崎祐司：東京都市圏における搬出搬入条件を考慮した物流施設の立地選択モデルの構築、土木学会論文集D3(土木計画学、Vol.72、No.5、pp.1_1057-1_1065、2016.
- 9) 萩野保克・兵藤哲朗・宮原ゆい(2011)：特車申請電子データ及び道路情報便覧データを用いた海上コンテナ車の経路選択特性、土木学会論文集D3(土木計画学)、Vol.67、No.5、pp.599-609.
- 10) 岡英紀、力石真、田名部淳、福田大輔、大口敬：車種及び距離帯を考慮した貨物車経路選択行動のモデル分析、土木学会論文集D3、Vol.74、No.5、pp.1_657-1_666、2018.
- 11) Sakai, T., Alho, A. R., Bhavathrathan, B. K., Dalla Chiara, G., Gopalakrishnan, R., Jing, P., Ben Akiva, M. (2020). SimMobility Freight: An agent based urban freight simulator for evaluating logistics solutions. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 141, 102017.
- 12) Sakai, T., Hara, Y., Seshadri, R., Alho, A. R., Hasnine, M. S., Jing, P., Ben Akiva, M. (2022). Household based E commerce demand modeling for an agent based urban transportation simulation platform. Transportation Planning and Technology, 123.

