

準天頂衛星データを活用した
自動車関連データのプラットフォーム構想

準天頂衛星データを活用した自動車関連データの
プラットフォーム構想研究プロジェクト

2024年2月

公益社団法人日本交通政策研究会

1. “日交研シリーズ”は、公益社団法人 日本交通政策研究会の実施するプロジェクトの研究
成果、本研究会の行う講演、座談会の記録、交通問題に関する内外文献の紹介、等々を印
刷に付して順次刊行するものである。
2. シリーズはAよりEに至る5つの系列に分かれる。
シリーズAは、本研究会のプロジェクトの成果である書き下ろし論文を収める。
シリーズBは、シリーズAに対比して、より時論的、啓蒙的な視点に立つものであり、
折にふれ、重要な問題を積極的にとりあげ、講演、座談会、討論会、その他の方法によっ
てとりまとめたものを収める。
シリーズCは、交通問題に関する内外の資料、文献の翻訳、紹介を内容とする。
シリーズDは、本研究会会員が他の雑誌等に公けにした論文にして、本研究会の研究調査
活動との関連において復刻の価値ありと認められるもののリプリントシリーズである。
シリーズEは、本研究会が発表する政策上の諸提言を内容とする。
3. 論文等の内容についての責任はそれぞれの著者に存し、本研究会は責任を負わない。
4. 令和2年度以前のシリーズは印刷及び送料実費をもって希望の向きに頒布するものとする。

公益社団法人日本交通政策研究会

代表理事 山 内 弘 隆
同 原 田 昇

令和2年度以前のシリーズの入手をご希望の向きは系列番
号を明記の上、下記へお申し込み下さい。

〒102-0073 東京都千代田区九段北 1-12-6

守住ビル 4階

公益社団法人日本交通政策研究会

電 話 (03) 3263-1945 (代表)

F a x (03) 3234-4593

E-Mail: office@nikkoken.or.jp

日交研シリーズA-886

令和4年度自主研究プロジェクト

「準天頂衛星データを活用した自動車関連データのプラットフォーム構想」

刊行：2024年2月

準天頂衛星データを活用した自動車関連データのプラットフォーム構想
Using Quasi-Zenith Satellite System Data for an Automotive Related Data Platform Concept

主査：鹿島 茂（中央大学名誉教授）

Shigeru Kashima

要 旨

本調査は準天頂衛星が提供する高精度位置情報を交通分野で利用する方法について3年間検討し、利用分野として交通量計測、自動車事故分析、観光行動把握、物流量把握の4分野で検討した。交通量計測では、現在推計されている交通量の課題の指摘、交通量計測の展望、現在のセンサの方法に準天頂衛星を用いることでの改善方法を示している。自動車事故分析では、事故統計調査に準天頂衛星データを組み込むことで、事故車両が事故に至った詳細な過程や複数の車両により事故の過程を時間的・空間的に捉えることや事故のニアミス状況のデータ補足、さらに、事故に関連した車両等の属性、運転者等の属性や運転履歴に関するデータが利用可能になれば、事故対策に有効であるのに加え、新たなビジネス等の提供にも役立つことを示した。観光行動把握では、現時点で観光行動の把握に準天頂衛星データを用いる必要性は低いと考えられるが、観光行動支援に用いることや、MaaSの運用管理に組み込むことによる利用者サービス向上を検討した。物流量把握では、準天頂衛星データが新たな需要である宅配輸送や希少資源等の安全保障関連物資のサプライチェーン等でデータの関連性を把握する際に、また、物流を担う輸送機器の運用管理に用いる可能性を示した。

本年度は、これまでの成果を見直しより信頼性の高いものにすること、さらに成果を実際実現していくための課題についてまとめることを目的とした。具体的には、準天頂衛星データの更なる活用は、自動車へのスマートプレート、スマートキー、スマートセンサの設置が課題であると考え、準天頂衛星データを含んだ交通データの有効活用には、個人データ保護をどのように取り扱うかが課題となる点を整理した。

キーワード：準天頂衛星、交通調査、交通事故、観光統計、物流統計

Keywords : Quasi-Zenith Satellite System, Traffic Survey, Traffic Accident, Tourism Statistics, Logistics Statistics

目 次

1 章 背景・目的	1
1.1 背景	1
1.2 目的	3
2 章 交通量計測分野での活用	5
2.1 はじめに	5
2.2 新たな調査方法の検討	6
2.3 最後に	20
3 章 自動車事故分析での活用	22
3.1 高精度な位置情報への期待	22
3.2 事故分析における準天頂衛星への期待	23
3.3 位置情報の安全対策への活用	27
3.4 データの統合	31
3.5 位置情報および関連情報の活用における課題	34
4 章 観光とMaaS分野での活用	39
4.1 観光行動の特徴・課題とそのあり方	39
4.2 観光行動に資する交通の新技术とその社会実装	41
4.3 地域別による活用方法	48
4.4 観光振興と地域振興の連携	51
5 章 物流分野での活用	53
5.1 はじめに	53
5.2 新たな物流需要と危険物輸送の把握	53
5.3 物流分野における準天頂衛星データの利用可能性	72
6 章 更なる活用に向けて	77
6.1 自動車へのスマートプレート、スマートキー、スマートセンサの導入	77
6.2 個人情報とデータ利用	79
6.3 データ取得、利活用と個人情報保護	81
6.4 高精度位置データの自動車での活用に向けて	85
6.5 交通データベースの構築とオープン化	92

7章 付録：道路整備の計画	96
7.1 本稿の狙い	96
7.2 対象期間の分け方	96
7.3 各期の特徴	100
7.4 道路整備の長期計画間の関係.....	107
7.5 道路整備と自動車の発展	108
7.6 終わりに	109

研究メンバーおよび執筆者（敬称略・順不同）

今長 久（自動車研究所）

加藤正康（中央大学）

小坂浩之（海上技術安全研究所）

杉田 浩（計量計画研究所）

竹内龍介（国土交通省国土交通政策研究所）

廣田恵子（自動車研究所）

布施正暁（広島大学大学院先進理工系科学研究科）

（主査）鹿島 茂（中央大学）

報告書の作成担当

鹿島 茂 1章、2章、3章、4章、5章、6章、7章、編集

杉田 浩 2章

今長 久 3章

竹内龍介 4章

布施正暁 5章

小坂浩之 5章、編集

加藤正康 6章

廣田恵子 6章

1 章 背景・目的

1.1 背景

本調査の背景は次の2点である。

1 点は宇宙空間利用の急速な拡大である。日本では準天頂衛星システムが開発され、2010年9月、1号機「みちびき」が打ち上げられ、2010年代後半4機体制が整備された。将来的には、7機体制を目指すことになっている。準天頂衛星の機能としては、(1)GPSの補完/補強(測定誤差数cmの実現)、(2)メッセージ送信機能(安否確認、災害・危機管理通報)があり、経済活動だけでなく、ライフスタイル全般に及ぶインパクトが期待されている。

日本政府は、関係府省や民間企業等で構成される「準天頂衛星システム利活用促進タスクフォース」を立ち上げ、自動運転を含め、国民生活や経済活動の様々な分野における実証事業に取り組む政策を打ち出しており、経済・産業界もビジネス創出の機会として期待している。準天頂衛星の利活用を情報の利用の仕方から3つのタイプに分類できる(図1.1)。

一つ目は自律型利用である。利用者が取得した高精度位置情報とすでに提供されている既存の情報を活用して自分の行動を個別に最適化することを目的とする利用である。具体例として、カーナビゲーションや道路舗装やガードレール経年劣化点検等が挙げられる。高精度位置データを事業者が合理的・効率的な事業運営のために他の利用者とは独立して利用する仕方である。

二つ目は報告型利用である。利用者が自分の位置と自分に関する情報を含む取得情報を準天頂衛星のために設けられた機関に高精度位置情報に加え提供することで、利用者は独立利用の場合に比較し、より高精度で異なる利用者間の関係に関する情報の利用ができるようになる。具体例としては、複数車両の位置情報の差分から車間距離のリアルタイム計測、通信途絶下での災害メッセージ伝達(スマホによるリレー形式)等が挙げられる。利用者に加え社会的にも、利用者からの報告データの活用により、円滑な誘導や情報提供が可能となる。

三つ目は予測、診断型利用である。利用者は自分の位置、自分の取得情報を情報センターに提供する。情報センターは多くの利用者の情報を利用し近未来の状況の予測を含め利用者個々が適切な行動が選択するために有効な情報を作成する。利用者は個々に適切な情報をセンターから得て行動を決定する。センターからの情報により、個々の利用者にとっての診断、助言が可能となる。具体例としては、高齢者の外出支援、運転者の体調等を考慮できるルートガイダンスシステム等が挙げられる。

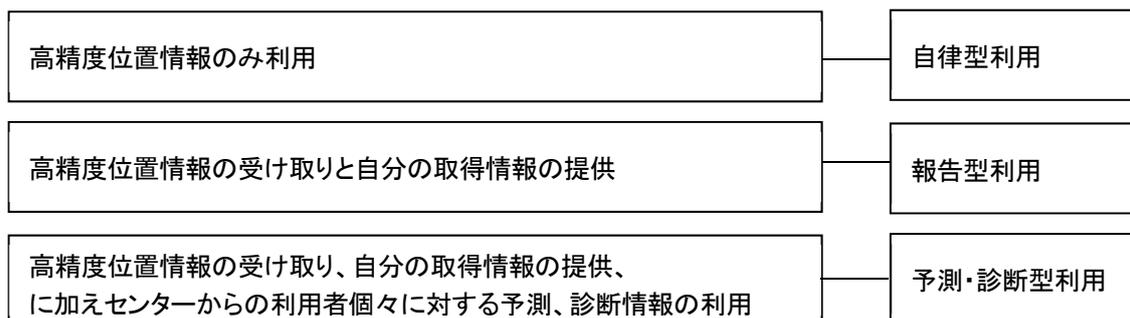


図 1.1 情報の利用の仕方の分類

2 点は自動車の技術革新である。

自動車は、第 1 次産業革命の時期に動力である小型・軽量な原動機であるガソリンエンジンが開発され、第 2 次産業革命の時期には、化石燃料の普及とベルトコンベアーによる大量生産で価格の低下が可能になり、一般の家庭への普及が急速に進んだ。いわゆるモータリゼーションである。自動車という一般家庭でも入手可能な工業製品の登場が、郊外の戸建て住宅を中心としたニュータウンを誕生させ、通勤行動に加えドライブ等による余暇活動の多様化を可能にすることで文化面にまでその影響を及ぼしている。第 3 次産業革命の時期には、マイクロチップ等を用いて排気ガスの削減や燃料消費の最適化を実現し、各種センサーを用いての安全運転の支援等を実現してきている。そして現在こうした技術をシステム化し、自動で走行できる自動車の開発が進められている。

そして現在は第 4 次産業革命の時期に入ったのではとの指摘がなされている。

第 4 次産業革命の中心技術は、一般には人間と機械の融合技術であると言われている。自動車にこの技術を活用すると、自動車が人の一部になることが可能になる。言い換えるならば車体が人の体になり、タイヤが人の足のようになるということである。例えば、自動車のボディーが人の皮膚の様に感じられる、壁に近づくと危険を感じる事が出来る、体調が悪いと感じると運転が慎重になる等である。

現在急速に開発が進められている自動運転もこうした面から見てみると、自動車と道路環境の関係や運転者との関係も新たな考えもできるのではないだろうか。

第一次産業革命(動力技術)

蒸気機関・・・ガソリンエンジン・・・水素エンジン
モーター・・・EV・・・ハイブリッド

第二次産業革命(生産技術)

ベルトコンベアー・・・ロボット・・・ジャストタイムイン方式
部品のユニット化・・・モジュール化・・・プラットフォーム化

第三次産業革命(デジタル技術)

マイクロコンピューター・・・燃料噴射の最適化・・・排気ガスの最適制御・・・CAN
カーナビゲーション・・・車両運行の最適化・・・カーシェアリング

第四次産業革命 (IoT 技術)

自動運転、コネクテッドカー
AI、VR

図 1.2 産業革命ごとの自動車開発

1.2 目的

本調査は準天頂衛星が提供する高精度位置情報を交通分野で利用する方法について3年間検討し、利用分野として交通量計測、自動車事故分析、観光行動把握、物流量把握の4分野について次の成果を得た。

1. 交通量計測

- ① 現在推計されている交通量は、交通量を車種別、都道府県別、道路種類別等に分けてみると、一般的に知られている状況とは必ずしも整合的でない場合があるなど課題が指摘される。
- ② 交通量計測は今後も混雑料金、道路維持・管理費用の負担、さらには自動車関連税の負担の在り方等の政策検討など、その必要性は高い。
- ③ 現在のセンサスの方法を準天頂衛星を用いることで改善することが可能である。改善方法には、現在の調査体系を前提とする場合と調査体系を都市内移動の調査と都市間移動の調査に分けて行うことが考えられる。

2. 自動車事故分析

- ① 現在の事故統計調査に準天頂衛星データを組み込むことで、事故車両が事故に至った過程の時間的及び空間的推移がより正確にわかる（事故発生車線、場所、等）。
- ② 事故に関係した複数の車両等のデータが適切に補正可能であれば、複数の車両により事故に至る過程を時間的・空間的に捉えることが可能となる。
- ③ 事故対策が予防安全に重点が移りつつあることから、データとして必要性が高くなりつつあるいわゆるニアミス状況のデータを捉えることが可能になる。

さらに、事故に関連した車両等の属性、運転者等の属性や運転履歴に関するデータが利用可能になれば事故対策に有効であるのに加え、新たなビジネス等の提供にも役立つものと考ええる。

3. 観光行動把握

- ① 現時点では、観光行動について行動の目的や行動形態の多様性、行動を把握する目的が複数であること等、観光行動のそのものの整理が十分とは言えない。こうした点から現時点で観光行動の把握に準天頂衛星データを用いる必要性は低いと考える。
- ② 準天頂衛星データは観光行動の支援に用いることが考えられる。交通の観点からは、公共交通の利用を容易にする MaaS の運用管理に用いることで利用者サービスの水準を向上できると考える。

4. 物流量把握

- ① 物流の把握の必要性が新たに指摘されている2つの分野が存在する。1つは、通販等に伴う宅配輸送や食料品等の配送輸送の分野である。もう1つは、希少資源等の安全保障関連物質のサプライチェーン情報等これまで別々に分けて捉えられていたデータの関連性の把握である。これらについては準天頂衛星データを現在の業務データへ適切に組み込むことで可能になると考える。
- ② 高精度な準天頂衛星データは、物流を担う輸送機器の運用管理に用いることで、輸送の効率化を促進することが出来るかと考える。例えば現在営業拠点で面談で行っている運転手の運行管理をリモートで行う等。

本年度の調査の目的は、これまでの成果を見直しより信頼性の高いものにすることを第1の目的とし、さらに成果を実際に実現していくための課題についてまとめることを第2の目的とする。具体的には、準天頂衛星データの更なる活用は、自動車へのスマートプレート、スマートキー、スマートセンサの設置が課題であると考え、準天頂衛星データを含んだ交通データの有効活用には、交通データにおいて個人データ保護をどのように取り扱うかが課題と考えることについて対応策を含め整理する。

2章 交通量計測分野での活用

2.1 はじめに

道路の交通調査は国土交通省、警察、自治体、高速道路会社、民間などの多様な主体が、交通管理、道路整備、道路ネットワーク計画、事業評価、大規模施設立地の交通アセスメントなどを目的に、各種方法で実施されており、調査規模、取得データ単位、調査(公表)周期も多様である。

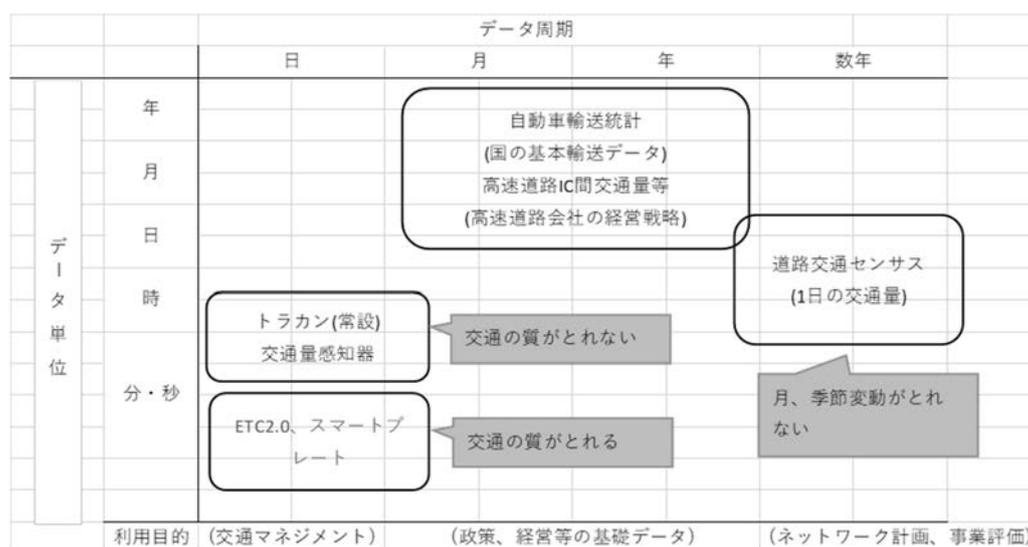


図 2.1 多様な交通調査のデータ単位と公表周期

- ¹ (1) 警察:警察は朝夕ピーク時に発生する交通渋滞を解消、通学路など生活道路での交通安全など、現在発生している交通問題解消に重点を置いているため、信号現示調整、一方通行、大型車進入禁止、車両の走行速度を 30km/h 以下に抑えるゾーン 30 などの施策検討のために交通状況の把握が主となる。そのため交通量の把握は、一日平均的な交通量では不十分であり、分、時間単位、曜日・季節変動などの把握が重要となる。そのため、トラフィックカウンター、主要交差点でのビデオカメラなどで常時交通量をカウント、交通状況を監視している。また、混雑路線や大きな交差点については、定期的に交通量を調査し、信号現示調整、交差点におけるレーン構成変更などの基礎データとして利用している。
- (2) 高速道路会社:高速道路会社は交通渋滞等のマネジメントのために一定間隔で交通量感知器を設置している他、中長期的な経営戦略検討等のために IC 出入り交通量、IC 間交通量を把握し、公表している。前者は分・時間単位のデータ、後者は月・年単位のデータとして分析活用されている。
- (3) 国(国土交通省総合政策局):国土交通省総合政策局は月、年単位の旅客(輸送人員、輸送キロ)、貨物(輸送トン数、輸送トンキロ)データを公表している。これは輸送に関する国の基本データであり、各部局の政策検討の基礎データとして利用されている。
- (4) その他:交通量データではないが、交通量に関するデータとしては国土交通省自動車局による自動車保有車両数、日本自動車工業会による自動車生産台数などがあり、これらは月または年単位で整理されている。

なかでも国土交通省が実施している道路交通センサス(一般交通量調査、自動車起終点(OD)調査)は概ね5年に1回、全国を対象にして実施される大規模な調査である。しかし、1日のみの調査であるため曜日変動、季節変動が把握できない、一度に大量の調査員が必要となりその確保が困難、多額な費用がかかるなどの課題を持つ。その解消のため、一般交通量調査は調査員によるカウント調査から機械による調査へ、自動車起終点(OD)調査は ETC2.0 のプローブデータ(車両の走行履歴)を活用できないか等の試行²を始めている。

ここでは、準天頂衛星³による位置情報取得に加え、スマートプレート、スマートキーなどが車両に普及した社会を前提にして、スマートプレート、スマートキーを活用し、調査を実施した場合、道路交通センサスがどのように変容可能かについて考察する。

2.2 新たな調査方法の検討

2.2.1 道路交通センサス

道路交通センサス(全国道路・街路交通情勢調査)は、全国の道路と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、昭和3年から概ね5年ごとに実施されている。

調査は道路の実態、交通量・旅行速度を実測する「一般交通量調査」と地域間の自動車の動きを把握する「自動車起終点(OD)調査」から構成されており、最近では令和3年(2021年)

² ETC2.0 対応車載器を搭載した車両が、道路上に設置されている ITS スポット及び経路情報収集装置(以降,RSU)を通行する際に収集されている走行履歴情報(時刻、緯度・経度等)を利用し、車両の走行経路を類推するといったものである。

ETC2.0 対応車載器は走行距離 200m 毎、または、進行方向が 45 度変化した場合に、車両の緯度・経度情報が車載器に記録される。この記録情報は車載器の容量分は車載器内に保持されるが、容量を越えると、古い緯度・経度情報は上書きされ消えてしまう。車両が持つ走行履歴情報は、RSU 設置地点を通過すると全部吸い上げられるので、容量を越える前に RSU 設置地点を通過すると、その車両の走行履歴情報は全て消えずに情報として残る。しかし、個人情報保護の観点から、1 週間で車両の個別 ID が切り替わって、同一車両の経路を追えるのは最大で 1 週間である。

この走行履歴情報を道路地図上にマッピングすることで、車両の走行経路が類推でき、これを用いて車両の OD 表が作成できる。ETC2.0 対応車載器の普及の地域的に差があること、RSU 一定の設置個所が高速道路と直轄国道 1,600 箇所程度に限定されているといったことなど、OD 作成の精度上の課題は多く残っている。そのような中、現在は、経路情報をトリップ分解し、OD 表を作成するロジックが構築され、トリップ目的別 OD 表を作成することはできるが、今までアンケート調査結果の OD 表とは乖離があり、どのように ETC2.0 で作成した OD 表を位置づけるか検討中である。

³ 準天頂衛星: 車両に搭載されているカーナビゲーションは GPS の位置情報を道路地図上にマッピングして、目的地までのルートを検索、ドライバーに提供している。従来は GPS 衛星のみで位置情報を取得していたが、準天頂衛星の導入により車両の位置情報取得誤差精度が数メートルから数センチメートルに大幅に高まった。また、車両が位置情報を取得できる範囲も拡大した。

このように、精度高い位置情報が得られることにより、レーンや、本線・側道といった今まで識別が困難だった細かな空間上に車両の走行位置をマッピング可能となる。また、車両の走行経路が時間的にとぎれなく把握できるようにもなった。

に実施されている。

交通量調査(一般交通量調査)は調査対象路線(国道や主要な都道府県道路(幹線道路))を交通量調査単位区間に分割し、その代表地点を通過する車両をカウントする調査として実施されている。調査日は秋季(9月～11月)の平日1日、結果は方向別2車種別(大型車・小型車別)12時間交通量または24時間交通量として整理される。従来、調査方法は調査員による車両のカウント調査が主流であったが、調査員確保の困難さ解消、調査費用の節約といった観点からトラフィックカウンターなど常設の装置や可搬式トラフィックカウンター、CCTVカメラなど、機械を活用した多様な調査媒体が活用されるようになった。

一方、「自動車起終点(OD)調査」は、秋季(9月～11月)のある1日を対象として、その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)をアンケート調査により把握するものである。

アンケートは調査対象車両の抽出、調査票の郵送配布・郵送(Web)回収の手順を踏んで実施され、ゾーン間のOD表、ゾーン別トリップ発生数、トリップ長分布など、平均的な一日の交通特性を表す指標として整理・公表されている。

従来、道路交通センサデータは道路ネットワーク計画、事業評価などの中長期計画に活用されることが多く、一日の平均的な交通量をベースにした検討でも問題⁴は少なかった。

しかし、現在、道路交通の課題は渋滞対策、交通安全、拠点整備、地球環境問題への対応、高齢者交通対策など、道路インフラから発生する広範な問題の検討に重点がシフトしている。

また、自動運転、カーシェアリング、オンデマンド型交通サービスなど新たな交通サービスが浸透しつつある社会環境変化や、観光、東日本大震災、コロナ感染症を契機とした物流の重要性の再認識などを踏まえると、各種ニーズに少しでも答えられるよう現在の道路交通センサを改善する必要性は高いと考えられる。

2.2.2 新たな調査方法の検討に留意すべき視点

新たな調査方法は現在の道路交通センサと完全に異なったものを模索するといったものでなく、現在行われている道路交通センサを基本とし、改善すべきところを変更するといった考え方に沿って、次の視点から検討する。

(1) 目的の再考(何のために道路交通センサを実施するのか?)

従来の道路交通センサは道路ネットワーク計画、事業評価への利用を目的として設計されており、幹線道路の車の流動量を一定の精度で把握できれば良かったと考えてよい。

⁴ ある特定の一日の交通量を代表的な交通量として扱っているが、このことの妥当性についての検討はあまり行われていない。

道路交通センサスに関係が深い、「道づくり」「街づくり」からの観点からみると、自動運転、EV車の普及、カーシェアの進展、更には確実に増加する高齢者ドライバなどを考えると、交通の質(自動運転車、EV車の別、ドライバ属性別)などに着目したデータ取得が重要であるし、現在の道路交通センサスでも車種・ドライバ属性の区分に留意すれば必要データは入手可能である。

その他、地球環境問題、物流問題、観光交通問題の検討にも道路交通センサスデータの活用が考えられるが、地球環境問題に関しては道路全体の交通量の把握精度(細街路の交通量の補足)、物流、観光交通は、日、曜日、季節変動が大きいといった特性を持ち、これら情報の取得が必要となる。

更には、東日本大震災、コロナ感染症を機に人や車の流動性が再認識され、道路交通センサスの活用場面の確実に拡大している。

(2) 調査環境の変化

調査地点で交通量カウントに関してはトラフィックカウンター、CCTVカメラ、AIカメラなど機械を活用した多様な調査媒体が普及している。また、ETC2.0、携帯端末による位置情報データなどのビッグデータの活用、データマイニングなどデータ処理技術の高度化など交通調査に利用できる周辺技術、データは日々進化しており、効率的に車両の流動データを把握する環境が整いつつある。

(3) 既存調査手法の再考

現在の道路交通センサスは秋季1日の交通量を全国一斉に把握することとして調査が実施されている。秋季は一年の中でも代表的な交通量を示すといった論拠であるがこれに関しての検証は不十分である。また、調査票配布(郵送)、チェックなど大量なデータを一斉に処理することとなり、データ処理ミスにつながる可能性も高い。

日本社会が成熟化して、交通量に関して変動が少ないこと、更には、5年に1度の調査であるため、調査直後は最新のデータであるが、時間がたつと古くなるといったことを考えると、5年に一度、全国一斉に大規模調査を行うより、毎年・毎月少しずつ調査し、データを集めるといった方法に変更も一考に値する。

更には、現在の道路交通センサスの調査結果についての解釈であるが、調査日の交通量を代表的な交通量と考えて利用している。しかし、調査結果は調査日の交通量であり、代表的な交通量になってない可能性も高い。代表的な交通量かどうかの検証、代表的な交通量への変換には交通量の変動データが必要であり、これらデータの入手、変換方法を検討する必要がある。

(4) スマートプレートの活用

スマートプレートは車両にナンバープレート、車種、車歴などの車両情報を、スマートキーは運転免許、運転・交通違反歴などのドライバーに関する情報を記録するものである。記録する情報や機能は限定的であるが、似たようなものがデジタルナンバープレート、モバイル運転免許書などとして海外で導入されている。スマートプレートやスマートキーに記録されている情報は、路側に設置した読み取り装置に送信され、通過車両のカウントや車両・ドライバーの情報が収集できる。

スマートプレートに車種情報、及びタクシー、レンタカー、カーシェアなどの区分情報を記録しておけば、レンタカーの走行が多い道路、カーシェアの通行が多い道路の識別も可能となる。また、車籍地やドライバーの居住地・勤務先などの情報を記録しておけば、路線周辺を活動拠点とする車両が多い路線か否かの識別もでき、沿道の生活に密着した路線か、広域交通が多い路線かの区別も出来、道路の空間構成を検討する際の貴重なデータとして活用できる。また、スマートキーにドライバー特性(性別、年齢、運転歴など)を記録しておけば、ドライバー特性格別の交通量が把握可能となり、高齢者ドライバーの多い路線は、特に、交通安全に配慮すべき重点路線として、交通安全対策を重点的に導入するといったことなどの検討も可能となる。

2.2.3 交通調査データが持つべき要件

2.2.2 の留意点を踏まえると、道路交通センサデータが持つべき要件は次のように変化していると考えられる。

- ① 秋季1日の交通量把握 →年平均日交通量の把握に加え、日変動、曜日変動、季節変動の把握
- ② 現在の計測機械の限界により、大型・小型の2車種区分でしか把握できていない車種を多様な車両区分(車種、業態、カーシェア等の別)での把握、更には運転者、車籍地・運転手の居住場所などドライバー情報別交通量の把握
- ③ 幹線道路の交通量の情報が主で、細街路の交通量の情報が把握されていない。
→必要に応じて、細街路の交通量情報の把握
- ④ 5年に1度の調査・公表から必要な情報を必要なときに得られる調査体系へ変更

①、②は調査データの収集項目、収集方法、③は調査収集対象、④はデータ管理、公表などを含めた調査体系(規模、時期など)に関するものであり、各項目に留意しながら以下検討を進める。

(1) 一般交通量調査

一般交通量調査データは秋季の一日の交通量データであり、かつ幹線道路の交通量しか把握してない。交通渋滞、交通安全対策など交通流に関する検討が重要となる短期的な施策の検討のためには、細かな計測時間単位での交通量の把握や必要に応じて細街路の交通量の把握も重要となる。更には、どのような車種、どのような人が運転している車両の交通が多いかなど交通の質的な面での把握も、道路空間の構成や交通安全施策等を考える際に重要となる。

このようなことを考えると、図 2.2 に示すように、時間、常時性の観点からすると、分単位での細かな交通量が把握できるトラカンなど常時観測施設の活用、曜日変動、季節変動が把握できるような調査期間の延長、空間等の観点からすると、細街路交通量情報の把握など、時間・空間的な調査対象範囲の拡大が求められる。これに加え、どのような交通が利用しているか、交通の質的な側面からの把握も重要である。

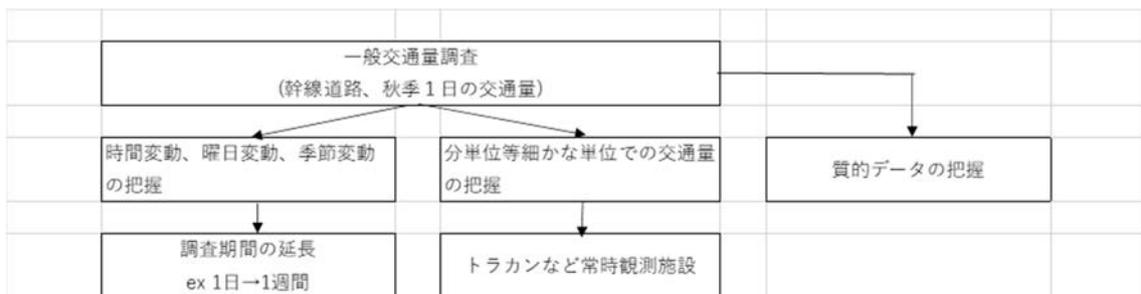


図 2.2 一般交通量調査の改良の方向 (時間(細かく・長く)、空間(細かく))

(2) 自動車起終点(OD)調査

自動車起終点(OD)調査は現在、概ね5年に1回、車両の1日の移動を把握するため郵送配布・郵送(Web)回収のアンケート調査(サンプル調査)として行われている。特定の地域の回収率が悪いことに起因するサンプル数の偏重、短距離トリップの欠落、特定の1日のみのアンケート調査なので頻度の低いトリップが捉えにくいといった問題(ゼロ OD 問題)、膨大な調査票を短時間で処理しなければならないといった問題を持つ。

人の移動を把握する調査としてはパーソントリップ調査があるが、この調査も秋季の特定の1日を調査対象日として、一度に膨大なサンプルを収集している。これは、秋季の行動は一年のなかで平均的だという昔からの説明が根拠となっている。アメリカ、イギリス、オーストラリアなどでは、一度に大量のアンケート調査を実施するといった方法ではなく、必要サンプルを1年間に分けて、小量だが絶えず調査を行うといった方法が取られている。こうすれば、少ない人数だがアンケート調査処理に精通したスタッフできめ細かく対応でき、良いアンケート結果が得られるといった発想によるものである。

このようなことを考えると、アンケートの回答期間を1日から1週間程度に伸ばす、秋季の集中調査から1年を通じての分散調査へ変更、頻度の少ない都市間の交通を把握する調査と都市内交通を把握する調査に分離するなどが上記問題解消の一つの方策と考えられる。

また、ETC2.0、スマートプレート・スマートキーが普及した将来においては、これら計測装置を活用した方式への変更が、調査精度向上、調査対象者への負荷軽減等の点から望ましい。

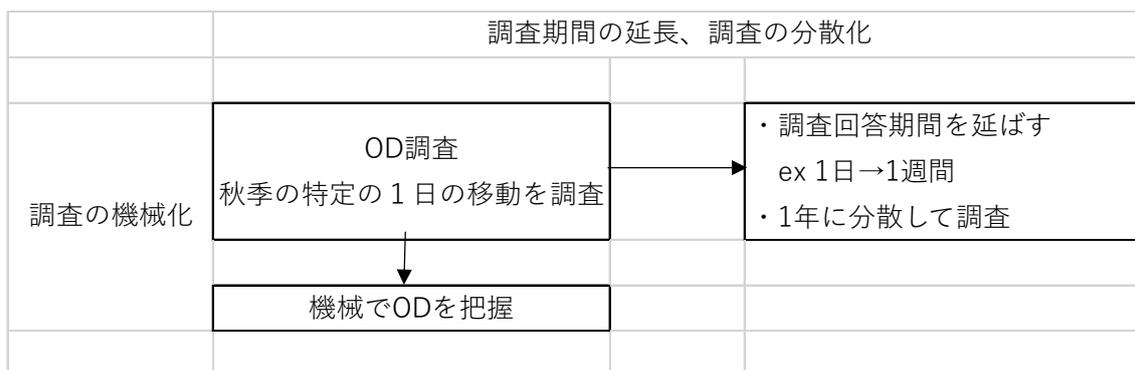


図 2.3 自動車起終点(OD)調査の改良の方向

2.2.4 調査の改善方法

(1) 現在の調査体系を前提とした場合

最初に、現在の道路交通センサスの体系、すなわち、全国(一般交通量調査は幹線道路)を対象、秋季の特定の期間に集中して実施などを基本として、ETC2.0、スマートプレートなどを活用し、調査の改善の方法について検討していくこととする。「一般交通量調査」における細街路交通量の把握、「自動車起終点(OD)調査」における「1年間に分散して調査を実施」、「都市間調査と都市内調査の分離」などについては、次節(2)で論ずることとする。

① 一般交通量調査

一般交通量は現在、秋季一日の調査地点通過(断面)交通量を12時間、又は24時間カウントとし、1時間単位の交通量、日単位の交通量(12時間、又は24時間交通量)として公表している。CCTV(AI解析)など計測機械の導入により効率化は図られているが、画像情報からの読み取りであるため、詳細な車種の判別は難しい。

スマートプレート、スマートキーの普及した社会では、スマートプレート、スマートキー読み取り路側アンテナの設置により、通過車両、通過時刻、車種・車両の形態、ドライバ情報など交通の質データもデジタル情報として収集でき、カウント誤差、車種判定ミスなどは少なくなる。また、収集したデータを細かな時間単位(例えば5分)で集計すれば、5分単位の通過交通量データが作成でき、路側アンテナを常設しておけば、常設のトラフィックカウン

ターより質の良いデータを得ることが出来る。このデータを用いれば曜日変動、季節変動の分析が可能となる。

② 自動車起終点(OD)調査

「自動車起終点(OD)調査」は郵送配布・郵送(Web)回収法として実施され、このデータに基づき OD 表が作成されている。OD 表作成には膨大なサンプルが必要なため、調査に多額の費用がかかる原因ともなっている。そのため、ETC2.0 プローブデータを用いて OD 表を作成する方法への変更が予定されているが、経路情報のトリップ情報への分解技術の問題などが残っており、本格的な導入には至っていない。

これら技術的な問題が解消された段階には ETC2.0 プローブデータを活用した方法への変更が想定される。ETC2.0 プローブデータによる方法は、アンケートといった方法を取らず、自動的に経路履歴情報を取り、この情報から OD 表を作成するといったものである。現在の郵送方式と ETC2.0 プローブ方式の中間的な方法として、スマートプレート、スマートキーを活用しデータを収集し、OD 表を作成するといった方法がある。スマートプレート装着車両(母集団)から調査車両を抽出、アンケート方式で調査を行うものである。トリップの区切り、トリップ目的など、自動的に収集しづらい情報のみアプリを通じて回答してもらい、極力、回答者への負荷を軽減することに留意して設計することが重要である。

表 2.1 郵送/ETC2.0/スマートプレートを活用した調査の比較

調査方法	データ収集	OD表作成	対象者への負担
郵送	調査票へ記入	調査結果の集計	大
ETC2.0プローブデータ	自動	一定の仮説のもと作成	なし
スマートプレート	アプリ操作	調査結果の集計	中

<スマートプレートを活用した OD 調査>

道路交通センサスでは、ETC2.0 プローブを活用し、OD 表を把握する方法の検討が行われているが、トリップへの分割やトリップ目的の把握、個人情報保護の観点から出発地・目的地を細かな空間単位でデータ化が出来ないといった問題を持っている。

ここでは、別途、スマートプレートを活用した OD 把握のための調査について考えることとする。なお、スマートプレートがほぼ全ての車両に標準装備されていることを前提として検討を進める。

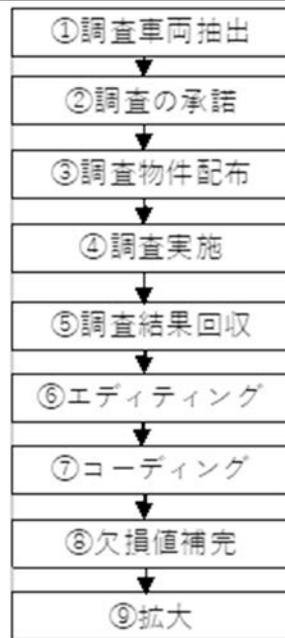


図 2.5 調査手順

①調査車両抽出

スマートプレートファイルから調査車両を抽出する。調査に協力してくれる車両の割合を考え、OD 表作成に必要なサンプル数より多めに調査車両を抽出する。調査方法、調査の依頼方法、調査実施の容易性、調査協力に対する謝礼などにより、有効回収率は変化する。特に、調査対象者に負荷のかからない調査として設計することが重要である。ちなみに、H27 センサスの有効回収率は 28.8%(郵送調査)であった。

②調査の承諾

調査協力のお願いをメール、又は郵送で調査対象車両の所有者に送付する。

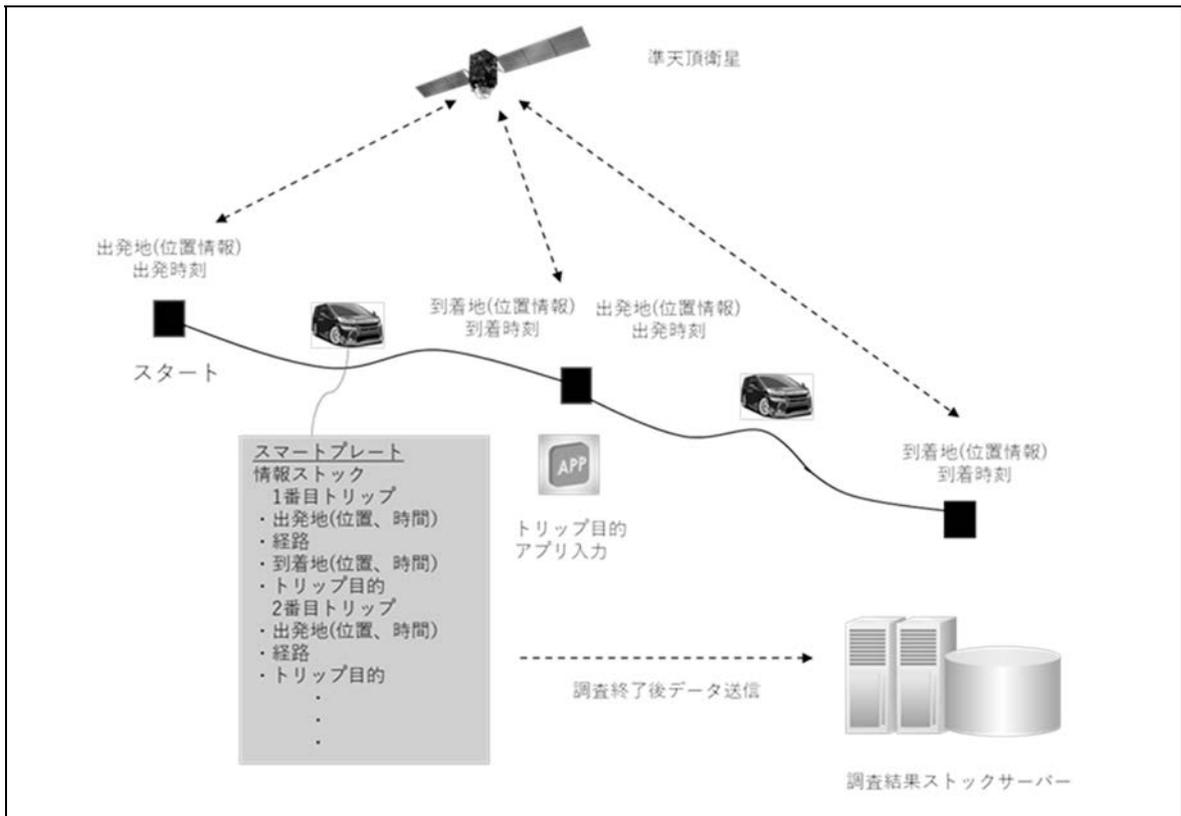
③調査物件配布

調査協力の承諾を得た人に、調査物件をダウンロードするための url を調査開始の 1~2 週間前にメール送信する。調査物件としては、調査の説明書、及び調査アプリである。

④調査実施

出発地・出発時刻、到着地・到着時刻、利用ルート、利用 IC などの情報は準天頂衛星との通信による位置情報として入手され、自動的にスマートプレートにストックされる。

トリップ目的など、自動的に入手できない情報については、調査対象車両の運転手が到着地に着いた時に、その都度、調査アプリを通して入力する。



⑤調査結果回収

調査終了時にスマートプレートにストックされている調査結果は、調査対象車の所有者から、調査結果ストックサーバーに送信される。

⑥エディティング

マシンにより、主にトリップの区切れが正しく入っているか等のチェックを行う。

⑦コーディング

位置情報から出発地、到着地、利用 IC 等について、機械的にゾーン、IC コードへと変換、コーディングする。

⑧欠損値補完

トリップ目的が入力されていなかった場合など、欠損値がある場合は、一定のルールに基づいて欠損値を補完する。

⑨拡大

車種別空間（例えば市町村、メッシュ）単位別に拡大処理を行う。

スマートプレートによる調査と道路交通センサス調査を比較すると表 2.2 のようになる。

表 2.2 スマートプレート調査と道路交通センサスの比較

調査の手順	スマートプレート活用調査	道路交通センサス
調査車両抽出	スマートプレートファイル	自動車登録/軽自動車登録ファイル 有効回収率(28.8%,H27センサス)
調査の承諾	メール	調査のお願い文郵送
調査物件配布	調査アプリ配布(ダウンロード)	調査票の郵送
調査実施	自動記録/調査アプリ入力	調査票への記入
調査結果回収	ストック情報を送信	郵送/Web回収
エディティング	マシンによるチェック(トリップの 区切りなど)	人手(アルバイト)によるエディティン グ、マシンによる論理チェック
コーディング	位置情報から機械的にコーディング	人手(アルバイト)によるエディティン グ、出発地、到着地、利用IC
欠損値補完	一定のルールに基づいた欠損値補完	電話問い合わせなど
拡大	車種別市町村別、メッシュ別拡大、 又は拡大せず	車種別市町村別拡大
謝金等	謝金(ex 税金(自動車税)の割引)	特に謝金等はなし

(2) 更なる調査方法の改善に向けて

前節では現在の調査体系を前提とした道路交通センサスの改善の方向について検討したが、本節では更に踏み込み、現在の道路交通センサスの体系の変更をも考えた場合の改善の方向について、次の三点に着目して検討する。

- ① ゼロ OD 問題の解消
- ② 全国同時調査の必要性からの検討
- ③ 細街路交通量の把握

ゼロ OD 問題は、現在の調査体系では頻度の少ない移動が捉えにくいということから発生している問題である。ゼロ OD を有する OD に関しての問題点は「A-831 衛星情報を活用した交通関連データの高品質化方法の検討プロジェクト 2022 年 2 月」で既にまとめたとおりである。更に、ゼロ OD 問題改善に際して、次のような点を疑問点として整理した。

- ① 1 日の自動車の移動を母集団とし、移動を行う自動車を対象とし、調査対象の自動車をランダムサンプルする。
- ② 現在は過去の統計をほとんど活用せず、新たなデータのみを用いているが、新たなデータのみを用いる必要はあるのか。

- ③ 保有自動車を母集団として、そこからのサンプルのアンケート調査データを用いて OD データを推計しているが、データソースがアンケート調査のみである必要性はあるか。
- ④ 現在は、データ取得を 5 年に 1 度 10 月の第 2 週または第 3 週の火曜日、水曜日、木曜日のいずれかの 1 日を対象日とし、全国一斉に行っているが、データの収集を同時点で同時に行う必要はあるか。

⑤ 行動主体に行動をヒヤリングする必要があるのか。

①は母集団、②は過去のデータと合わせて活用、③は道路交通センサスデータと他データとの統合、④はデータ収集時期の分散、⑤はデータ収集方法の変更に関するものである。

①に関して、1 日の自動車移動を母集団とすることは、母集団の設定、抽出が難しいことから、母集団は自動車登録データベースとし、都市内中心の移動を把握する調査と都市間中心の移動を把握する調査に分離して調査設計することについて検討する。

②、④に関しては、既にアメリカ、イギリス、オーストラリアで、既に取り入れられており、これら調査を参考にしながら、道路交通センサスへの導入について検討する。

⑤はデータ収集を機械等で自動的に行う方法などが該当し、これは前節で既に具体的に提示したとおりである。③はデータ統合の話であり、データ収集の話と異なるので、今回の検討対象から割愛する。

最後に細街路交通量の把握について言及する。

a. 都市内交通と都市間交通の調査の分離

2015 年(平成 27 年)の道路交通センサス調査結果によると、乗用車での平均トリップ長は 10.5km であり、トリップ長 2-5km のトリップが 33.2%と一番多く、30-100km、100km 以上のトリップは 5.2%、0.7%程度である。このことから長距離トリップの割合は小さいため、長距離トリップはトリップ割合の多い中・短距離トリップに比較して、補足精度は低いことが類推できる。これは、調査のサンプル率を決定する際、平均発生トリップ数、平均ゾーン間トリップ数などの指標を用いているためであり、トリップ割合が小さなカテゴリーの標本誤差率は大きくなり、結果的に補足精度は悪くなる。このことがゼロ OD 問題の一つの原因となっている。この問題を解消するためには、トリップ割合が小さな長距離トリップに着目したトリップ把握の方法検討する必要がある、次の 2 つの方法が考えられる。

- ① 従来の調査方法を基本とするが、長距離トリップについては記入対象の調査期間を長くするなどして長距離トリップの補足率を高くする。
- ② 都市間トリップと都市内トリップを別々の調査として設計する。

①の方法は、イギリスの National Travel Survey(NTS)などにおいても導入されており、日常的なトリップについては1週間、長距離トリップ(50マイル(80km))以上のトリップについては、調査週+前週1週間(2006年調査までは前週3週間)を調査期間としている。

この方法は、現在の道路交通センサスの調査体系でも導入可能である。

②の方法では、都市内トリップの把握については、従来の道路交通センサスの方法を踏襲することとし、都市間トリップについて把握する方法を別途構築する必要がある。

過去においては、補足率の低い長距離トリップ把握のために路上で車両を停車させドライバから聞き取るコードンライン調査が行われていたが、交通渋滞発生、調査費用の観点から廃止され現在に至っている。これに変わり、長距離利用が多い高速道路利用トリップについては、NEXCOの利用実態データ(IC間OD)を用いて、道路交通センサス結果に置き換えているが、一般道路利用の長距離トリップはセンサスの調査結果そのままである。

車両の走行履歴の活用、全国の車両登録者を対象としたインターネット調査など、なるべく調査負荷のかからない方法を導入に向け検討することが望ましい。

b. 調査期間の平準化

オーストラリアのシドニー大都市圏(the Sydney Greater Metropolitan Area(GMA))では、人々の交通行動を収集するために世帯トラベル調査(Household Travel Survey(HTS))を実施している。HTSは1997年から毎年、継続的に実施されており、1年間の特定の期間に集中的に実施されるのではなく、一年間に収集する予定データを、学校、公共の祝日を含む1年中のどれか一日に調査日を割付、年間を通し継続的に調査を実施している。調査方法は、調査員が調査対象世帯を訪問する訪問面接方式がとられていたが、コロナ感染症が蔓延した2020年からは電話による聞き取り調査に変更されている。

トリップ数等の年間推計値は、直近3年間のプールデータが使用されており、1年間のサンプル世帯数は2,000世帯と小さいが、3年間のデータを集めればデータ数が増え、細かなゾーン単位の分析も可能になるとしている。

このような調査期間を平準化した連続調査の利点・欠点は次の通りと整理されている。

- ① 1年中調査にたずさわる調査員による調査データは、高品質であり、しかも毎年データが得られるため、広域の空間レベルでは年単位の変化分析が可能である。
- ② データをプールすることにより、細かな空間レベルでの分析が可能となり、データ活用の範囲が広がる。

⁵ 訪問調査が選択された理由として次のようにまとめられている。①多くの質問や交通行動の細部まで調査員により聞くことができる。②調査員が一緒にいることは、回答者の負担を減らすことになる。③全体として、高い回答率が得られる。

③ 費用については、1回で終了する調査と比較して割高となる。

イギリスでは人々の交通行動の状況を把握するために、全国トラベル調査(National Travel Survey(NTS))が、1965年から実施され、1972年、1975年、1978年、1985年と3年間隔で行われた後、1988年からは月ベースの調査として毎年実施されている。調査員による訪問インタビュー方式で、トラベルダイアリー調査として1週間の行動が把握されている。イギリスでもコロナ感染症が猛威を振るいだした2020年4月からは、電話による聞き取り調査に変更されている。

2015年(平成27年)の道路交通センサスは調査規模337万台である。これを5年間、1年12か月、毎月調査を実施と仮定すると、1か月約5.6万台の車両を調査するということになる。調査の品質は向上するとともに、訪問方式をとると現在約30%の有効回収率が高まり必要調査対象車両も少なくて済む。

しかし、継続的に調査を実施するためには、現在のように一括して民間の調査会社に委託するといった形式より、行政内に年間を通して調査を実施する組織を作り、専属的な調査員が調査を実施するといった方法が適していると考えられる。

c. 細街路交通量の把握

全ての細街路の交通量を把握するといった考え方と交通問題、例えば交通渋滞、交通安全対策検討上、問題となるエリアの細街路の交通状況を把握するといった考え方がある。

前者については、車両から発生する温暖化ガスを走行ベースで推計する場合に必要な。通常、走行ベースで推計する場合、道路交通センサス(一般交通量)のデータを用いるが、これは幹線道路のみの交通量なので、細街路交通量は自動車輸送統計データ(全道路の交通量)から道路交通センサスの交通量(幹線道路の交通量)を差し引いて推計している。この方法の問題は2.2.2(1)細街路交通量問題で既に触れたとおりである。

後者については、例えば、幹線道路が渋滞しているため、並行する細街路への迂回車両の流入、特に走行スピードの速い車両や大型車両は交通安全や住環境の問題を発生させる。このような場合は、特定エリアの細街路に絞り、どの細街路に車両が流れ込んでいるか明らかにした上で、どのような対策をどこに導入するか考えた方が効率的である。

特定のエリア・路線について交通量を把握する場合は、スマートプレート読み取り装置を調査路線の路側に設置するといった方法、都市圏内全体の細街路の交通量を把握するといった場合は、シミュレーションによって推計するといった方式が考えられる。

ように留意して置く必要もある。

<参考文献>

- 1) 令和3年度全国道路・街路情勢調査一般交通量調査実施要綱交通量調査編、国土交通省、令和3年7月
- 2) 全国道路・街路交通情勢調査 自動車起終点調査 https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/census_visualization_car/
- 3) CCTVカメラ(AI解析)の精度に関する報告、国土交通省道路局企画課道路経済研究室、国土交通省国土技術政策研究所、令和3年9月
- 4) 岡英紀、次世代の道路交通調査に向けて～ビッグデータと統計調査～、一般財団法人計量計画研究所研究発表会資料、2022年7月
- 5) National Travel Survey 2020 Technical, The Department for Transport, September 2020
- 6) 2017 NHTS Data User Guide, Federal Highway Administration Office, March 2 2018
- 7) <https://www.transport.nsw.gov.au/data-and-research/passenger-travel/surveys/household-travel-survey-hts> (オーストラリア,シドニー都市圏の交通調査)

3章 自動車事故分析での活用

3.1 高精度な位置情報への期待

我が国における自動車交通事故死者数は 1990 年あたりをピークに減少傾向にある^り。また、事故発生件数や負傷者数についても 2005 年あたりから減少傾向にある。今後さらなる事故削減が期待されるものの、死者数については 2006 年頃から減少の程度が小さくなっている。追加的な事故削減には、より高度な事故対策が必要になることが想定される。現状の対策では回避できていない交通事故を削減してゆくには、これまで以上に事故の発生要因あるいはメカニズムを踏まえて対策を講じる必要があり、それらの検討に資する事故データ等の役割は一層大きい。

一方で、交通事故は、ドライバあるいは車両の単位で見ると日常的に発生する現象ではない。そのため、データを収集する事故場面に遭遇することが少ない。また、どこで発生するかも不確かである。いつどこで発生するかわからない事故場面に対して十分な情報を収集するための計測設備を要することが困難な点が交通事故データを収集するうえでの大きな課題である。

しかしながら、ドライブレコーダによる車両の周辺の交通環境を映像として記録する技術や GNSS (Global Navigation Satellite System) を用いた自車の位置情報あるいはその移動情報を把握する技術の普及により状況は改善しつつある。ただし、ドライブレコーダのような車載装置による計測では、高所から計測する場合に対して周辺の車両や静的構造物により発生する死角により十分に周辺環境を把握できない場合があることや、GNSS による位置計測では、例えば建物等が多い場合には位置即位に用いる衛星を十分に確保できずに十分な精度が得られない場合があり、結果として走行している車線を特定できないなど、車両の挙動を捉えるには分解能が十分でないことなどの課題がある。これらの課題に対して、本検討で着目している準天頂衛星には、多様な地域での車両の位置や軌跡の計測を可能にすることや計測の精度を向上させることが期待できる。

ここでは、上記の技術を念頭に今後求められる交通事故分析について検討する。

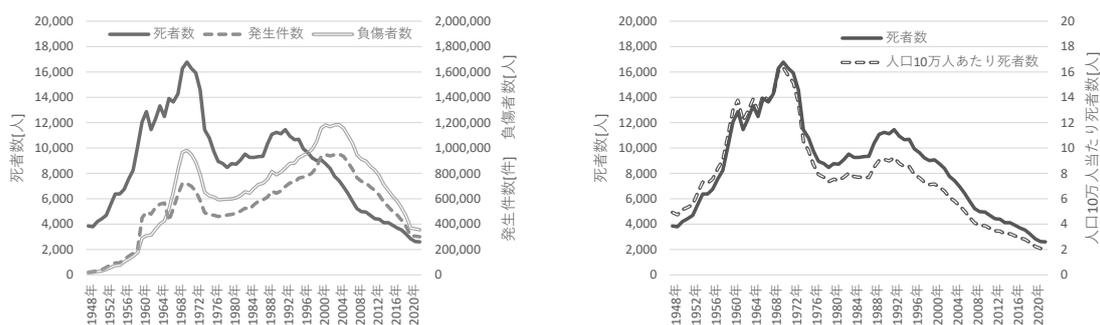


図 3.1 交通事故発生量の推移

3.2 事故分析における準天頂衛星への期待

前述のように、今後の追加的な安全対策には、これまでの対策では対応できていない要因を明確化し、それを補うものを構築することが求められる。要因の明確化には実環境下での事故発生メカニズムの把握が重要となる。ドライブレコーダ等の事故記録装置は、事故発生メカニズムの把握において一定の貢献を果たしているが、今後の分析においては映像で状況を確認するレベルから、振舞いを定量的な時系列情報として把握し、そこからドライバの危険への反応時間や減速回避行動能力を定量化あるいはドライバをモデル化することや、当事者の挙動だけでなく、周辺環境の影響など事故発生に関連する影響因子を全体的に捉えてメカニズムを把握することなどが求められる。これらの分析において、準天頂衛星等で取得される高精度で安定した位置データあるいはそれを時系列的に繋げた移動軌跡データは、とても重要である。ここでは、事故分析において事故車両等の挙動等を把握するための位置情報への期待を整理する。

3.2.1 交通環境における挙動の把握

事故分析において発生メカニズムを分析するには、事故当事者が事故に至るまでにどのような動きをしたのかを把握することが必要である。時系列の移動軌跡データからは移動経路だけでなく、移動速度の変化がわかるためブレーキをかけたタイミングやステアリング操作による回避行動等が推定でき、どのような運転プロセスで事故に至ったかを把握できる。事故分析では、車両それぞれの動きを時系列的に並べて状況把握することになるが、より多様な事故形態の分析を行うには計測精度が必要になる場合がある。例えば、自車の前方に飛び出してくる歩行者との分析では、移動速度によるものの歩行者との位置関係は 10 メートルオーダーの値となるが、並走する車両との車線変更に関連する事故のような分析では、1~2 メートル横を走行している車両の挙動を分析する必要がある。車両が白線を横切るタイミン

グ等を把握するには、少なくとも 10~20 センチメートル程度の精度があることが望ましい。

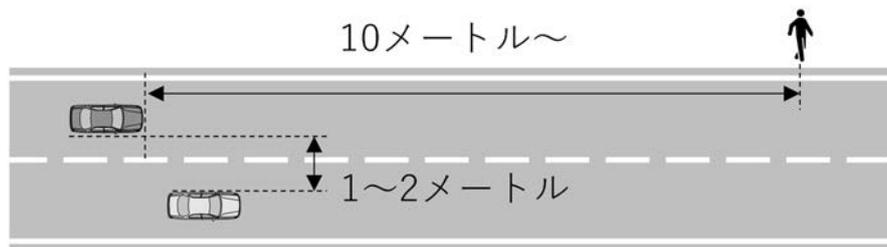
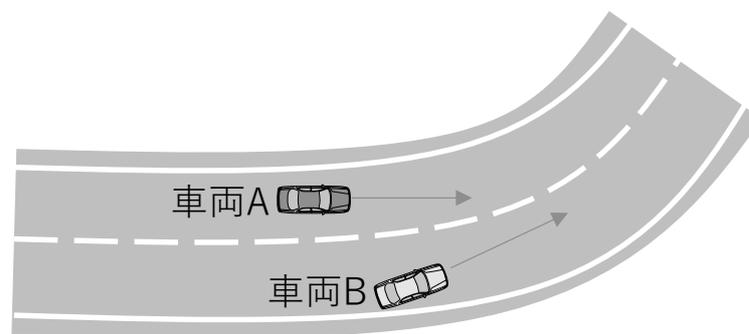
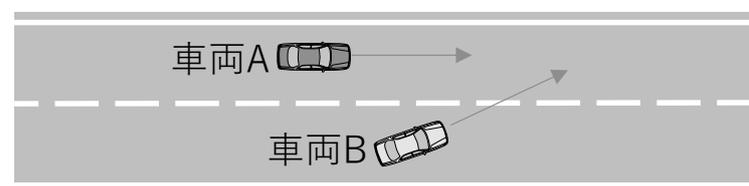


図 3.2 交通事故時の車両間の位置関係のイメージ

また、実環境での車両挙動の分析では道路形状を考慮することも必要となる。図 3.3 のように車両 A および B の挙動は非常に似通っていたとしても、道路の形状によりどちらの車両が車線変更をするのが異なることもある。このような道路形状に対する車両の動きから挙動を把握しようとする場合、移動軌跡データと地図情報を重畳して分析する必要がある。この時、車両 A および B を地図中の車線に正しく重畳するには精度の高い位置情報が不可欠となる。



(a)車両Aの車線変更



(b)車両Bの車線変更

図 3.3 道路形状による振舞いの定義の変化

3.2.2 事故発生場面の俯瞰的な把握

事故分析では、当事者の挙動だけでなく当事者以外の車両の動きや駐車車両や道路の落下物等の周辺の交通環境の情報も重要となる。駐車車両の陰から出てくる車両との衝突や、進路前方にある落下物をよけるために横移動した並走車両との衝突などが例として挙げられる。事故に影響するすべてのものの位置座標を GNSS の位置情報として取得することは現実的でないため、カメラ映像や可能であれば LiDAR 等で取得される点群データなどから位置情報を得ることになる。しかしながら、これらの計器による計測においては、物理的な傷害物の先を計測できないことから、結果として死角領域の情報を得ることができない。事故場面の交通環境を全体的に把握するためには、複数の車両で取得した情報を統合することが有効である。複数の車両で取得したデータは両車両の位置情報を基に統合されるため、その精度は重要である。

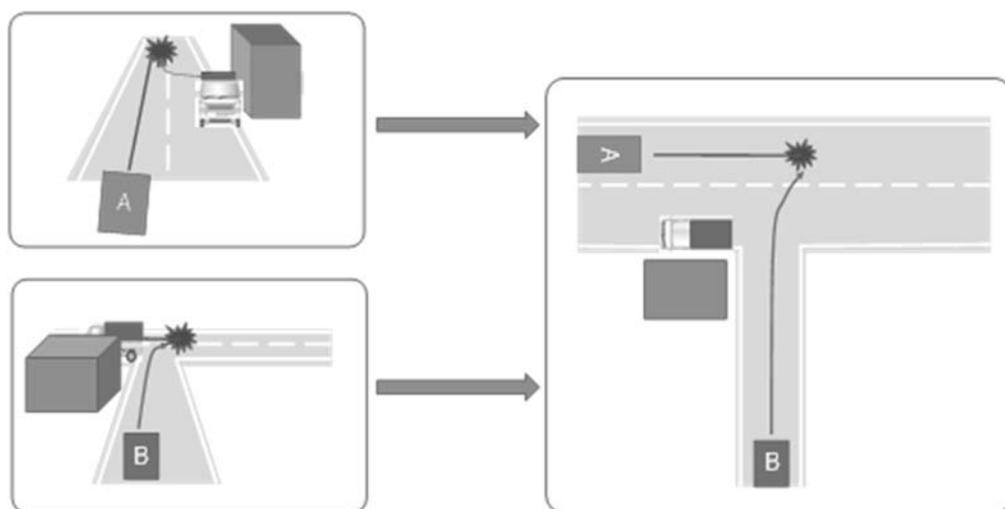


図 3.4 複数車両の計測情報を用いた死角がある交通事故場面の俯瞰的な把握
(建物の死角から出てきた車両との事故)

また、車両の加速度のように位置情報を 2 階微分して推定するものは、外部から計測した位置情報を利用して推定するよりも車両自体が計測した方が高精度で情報を得ることができる。このように情報の精度を担保するためにも、複数の車両の情報を共有する価値は大きい。

3.2.3 ニアミスデータを用いた分析

典型的な事故分析では、ある事故事例を詳細に調査し、車両の挙動分析や事故発生要因の特定がなされる。そして、これらの事例を複数積み上げて一般的な傾向の把握が試みられる。しかしながら、交通事故は稀な現象であるため、類似の事例を十分に集めることが難しい点

が事故分析の課題として指摘できる。そこで、事故には至っていないものの、回避行動がなければ事故に至っていたニアミス事例に焦点をあて、事故と類似の錯綜パターンのニアミスデータを分析することで、事故の発生要因を推測する方法がある²⁾。ニアミスデータは事故データとは違い、実際には衝突が回避されていることから、まったく事故データと同じように利用することはできないが、例えば、回避行動をとる前の段階までは事故と同じメカニズムが観測できると仮定することで、事故発生メカニズムを把握できる可能性がある。また、事故データではわからない（確認不足などのヒューマンエラーがなければ）本来どの程度の回避行動であればドライバが取り得るのかなどの分析も可能である。ニアミスデータは事故データよりも実交通環境で多く発生しているといわれており、事故データよりも多くのデータを用いて傾向を把握することなどが期待できる。このようなニアミス分析を進めてゆく際にも位置情報は重要な役割を果たす。

まず、ニアミスデータは、事故事例に対して分析をするインセンティブが多くはない。事故の場合のように事故発生に対する責任を特定する必要がないためである。そのため、分析をするための基本的な前処理としての軌跡生成等に多くの労力を割くことが難しい。したがって、データの利用には手動操作をなるべく伴わないことが求められる。言い換えると、挙動等の分析に利用するデータには、プログラム等により自動的に処理可能なレベルの精度が求められる。また、分析対象とする事例数が増えることも想定されるため、自動的なデータ処理に耐えられる精度が求められる。

また、3.2.2 で述べたように、ニアミスデータにおいても事例全体を俯瞰する情報を1台の車両が計測したデータから把握することが難しい場合も存在し、複数の車両で収集した情報の統合が全体俯瞰には有効である。ここで、事故の場合は、事後処理等のために当事者が特定されることが多いため（データ利用の承諾が得られるかの難しさはあるものの）相手を特定するのが容易であるのに対し、ニアミスの場合には、ほとんどの場合ニアミス発生後に当事者それぞれが本来の目的地に向けて移動を継続する。そのため、その時点で当事者を特定することはない。よって、複数の車両がデータを収集していたとしても相手を探してくることが難しいことが課題となる。複数車両で記録されるデータがどこかに収集され利用可能な環境が存在することが前提条件となるが、実交通環境において複数存在する車両の中から対象となる相手車両を特定するには、走行車線を特定できるレベルの精度の位置情報が必要となる。

3.3 位置情報の安全対策への活用

前節では、事故メカニズム把握に焦点を当て位置情報の重要性を整理したが、本節では、位置情報を直接活用することも含めて活用方法を検討する。なお、今回は受容性の高い歩行者の安全対策を念頭に、位置情報の利用可能性を検討する。事故の主体としてみた場合、歩行者は車両に対して衝突時に受ける被害が大きいため、事故自体の発生予防が非常に重要である。そのためには、歩行者の存在を自動車が早く認識することが重要であるが、歩行者は車両に対していくつかの違いを持つ。

- ・大きさが相対的に小さく認識が困難：

服装により色彩が変わるため背景に溶け込んでしまったり、電柱や他の歩行者といったそれほど大きくないものにも隠れてしまったりして発見が難しい

- ・多様な移動経路：

車両は車線内を走行するのに対して、歩行者は様々なところから車道に進入する。横断歩道の横断が求められるが、横断歩道以外の場所でも進入する。背面/対面通行歩行者が進入するようはじめから視認可能な場合もあれば、植樹帯の隙間や建物自体などの死角から出てくるなど視認が難しい場合もある。車両との錯綜より多くの場面で遭遇する可能性がある

- ・移動軌跡が複雑：

移動速度自体は遅いものの逆に道路脇を歩いていた歩行者が不意に車線内に進入するなど、移動軌跡が急に变化する

上記のような特徴をもつ歩行者を対象に、歩行者の位置情報をどのように利用可能か、そしてそれらを実現するためにどのような課題を解決する必要があるかを検討する。

3.3.1 位置情報の活用方法

歩行者の位置情報をどのように安全対策に利用できるかについて検討した結果を図 3.5 にまとめた。

①歩行者の存在提示

まず、歩行者自身の存在を周辺の車両に知らせることが考えられる。歩行者の存在を車両

が認識できれば、車両側で歩行者と衝突しないように運転してもらうことが期待できる。歩行者が車両から見えにくい場所にいる場合の歩行者認識や、車両のドライバーが何らかの理由で歩行者を見落としそうな場合にシステムが歩行者の存在を強調することで歩行者を認識できない状況を回避するなどの効果が期待できる。

②歩行者分布の把握

①の方法は、歩行者から情報提供が前提となるが、歩行者が位置を知らせるデバイスを必ずしも携帯していないことや、情報提供に協力しないなど情報が得られないことも想定される。そこで、位置情報を提供する歩行者の道路付近での存在位置の過去の分布をマップ形式で集計しておくことが考えられる。道路の形状や周辺の施設の位置関係から横断歩道以外の場所での歩行者横断が多い地点が洗い出せれば、その場所で歩行者の横断に注意を促す等のサービスに利用可能である。

③歩行者挙動の把握

歩行者の安全対策を検討する上で、歩行者の動き方の特性を把握することはとても重要である。例えば、歩行者が飛び出してきた時にドライバーがどのような行動をとるのかといった特定の(危険な)状況での行動把握などにはドライビングシミュレータなどを使った実験によるデータ収集が行われる³⁾。一方で、歩行者が車両に対してどのように行動をとるのかをデータとして収集することを実験的に取得することは施設面での難しさがある。歩行者用シミュレータ等を活用した研究⁴⁾もあるが、それほど一般的ではない。また、通常の行動を把握するという面でも、実験は特定の状況での行動の仕方を実験で再現するのは難しく、実環境下での行動記録を活用することはとても価値が高い。

歩行者の歩行速度の分布、歩行時のふらつきの程度、進路変更のパターン（立ち止まる、180度向きを変える、等）などの挙動に関する情報や、不規則な行動をしやすい場所（交差点手前での斜め横断、植樹帯切れ目での飛び出し、等）などの歩行者の動きとして想定すべき情報が得られれば、歩行者の挙動モデルなどを構築することで、システムの開発や有効性検証が効率的に実施できることが期待される。

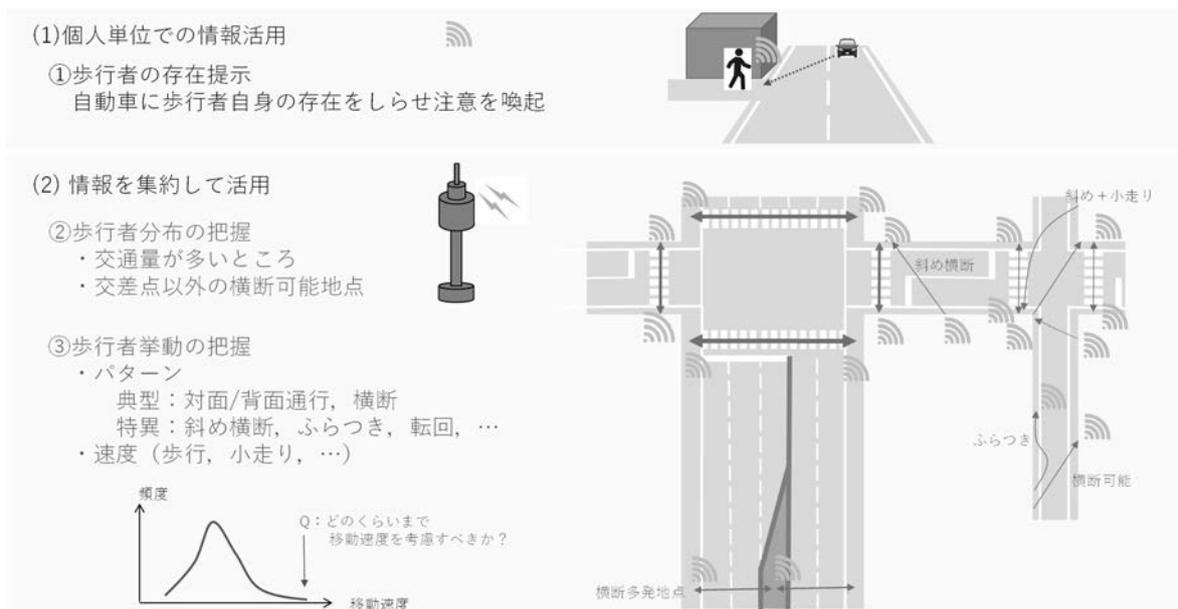


図 3.5 歩行者の位置情報の活用イメージ

3.3.2 活用に向けた課題

ここでは、上記の歩行者情報活用に関する課題を整理する。

① 歩行者の存在位置を知らせることによる安全性確保

すでに、研究レベルで歩行者情報を車両に通信する検討⁵⁾はなされている。そこでの課題としては、すべての歩行者の情報を車両側が把握できない点が挙げられる。車両の視点に立つと、歩行者が存在することが表示されれば、その地点に注意を向けることが期待される。ただし、歩行者が存在することが表示されない場合、そこに歩行者がいないことにはならない。そのため、歩行者の存在を知らせるシステムとは別に歩行者を搜索することへの注意を向ける必要があり、場合によっては安全性が低下する可能性も考えられる。車両の視点からすると、この課題を解決することが対策の普及に重要な要素になると思われる。

一方で、歩行者の視点からすると自身が情報を発信することで自分の安全が担保できるのであれば有効な安全対策になる。自分の位置情報を提供することで積極的に自分の安全性を担保しようとする歩行者の安全性を向上させることはこのようなシステムを導入する際に考慮されるべきことであると考えられる。車両側が受信するシステムを持っていない場合、いくら位置情報を発信しても意味がない点は課題として残るものの、歩行者情報受信システム装着を制度化するなどの普及に向けた仕組み作りができれば、安全対策として普及し効果を発揮することが期待できる。

②歩行者分布の集計

歩行者の位置情報を集計して歩行者が多く存在する場所を提供するシステムは、必ずしもすべての人の情報を収集する必要がない点で、実用性が高いかもしれない。安全対策として提供する情報は確率的に歩行者がいる可能性があり必ずしもそこに歩行者がいるわけではないものの、情報として提供する発生確率の閾値を調整するなどの工夫をすることで有効な情報として提供できる可能性がある。

このような情報を提供するには、空間内を平面的に移動する歩行者の軌跡情報をどのように集計して歩行者の存在確率が高い場所を推定するかといったデータ処理に関する課題等を解決する必要がある。また、可能であれば、単に地図上に歩行者多発地点を表示するだけでなく、地図上の特徴（例えば、ガードレールが途切れている、両側に商業施設があり移動のニーズがある、移動のリンクが多い2地点を道路が分断している、など）との関係性の分析などが進めば、歩行者発生予測等にも発展の可能性が期待できる。

③歩行者の挙動把握

歩行者の存在位置を連続的に把握することで、歩行者の動きのパターンを分析することは、歩行者挙動のモデル化につながる可能性がある。安全性を検討するためのマイクロシミュレーション等で歩行者の振舞いの教師データとして活用することや安全システム開発において歩行者の動きを予測する研究への活用が期待できる。

ただし、膨大な連続的に移動するデータの分析には、動きのパターンを予めシナリオ化しておき、実際のデータがどのシナリオに該当するのかを判別し、データを分類したうえでそれぞれのシナリオの動きをモデル化するという処理に関する仕組みを検討する必要がある。図 3.6 はそのイメージを記載したものである。図中の青線で記載したものが歩行者の移動軌跡である。図ではその軌跡を路側帯歩行、路側帯からの車線進入、車線横断、路側帯での佇立と分類している。路側帯の歩行では、平均的に道路のどのくらい近くを歩くのか、その際の揺れの程度、歩行速度などが役立つ。また、一時的な車線進入では、その程度（どのくらい車線に食い込むのか、どのくらい食い込み続けるのか）などが情報として役立つ。また、道路環境情報（電柱やガードレールの設置状況、など）や動的な交通環境状況（対向歩行者をよけるために車線内に進入、など）なども有効な情報であり、データの利用価値は格段に上がると思われる。道路横断時は横断速度や角度といった軌跡データから推定できる情報や横断歩道からの距離や沿道に移動目的地となる場所があるか、車線に車両がいるか（いる場合その位置）などがわかると横断特性分析がわかる。佇立時のふらつきの特性なども有効な情報として利用できる可能性がある。

多様な用途に対して情報をいかに利用しやすく提供できるか（データの集計のしやすさ、

他のデータとの統合、など) の仕組み等も重要になると思われる。

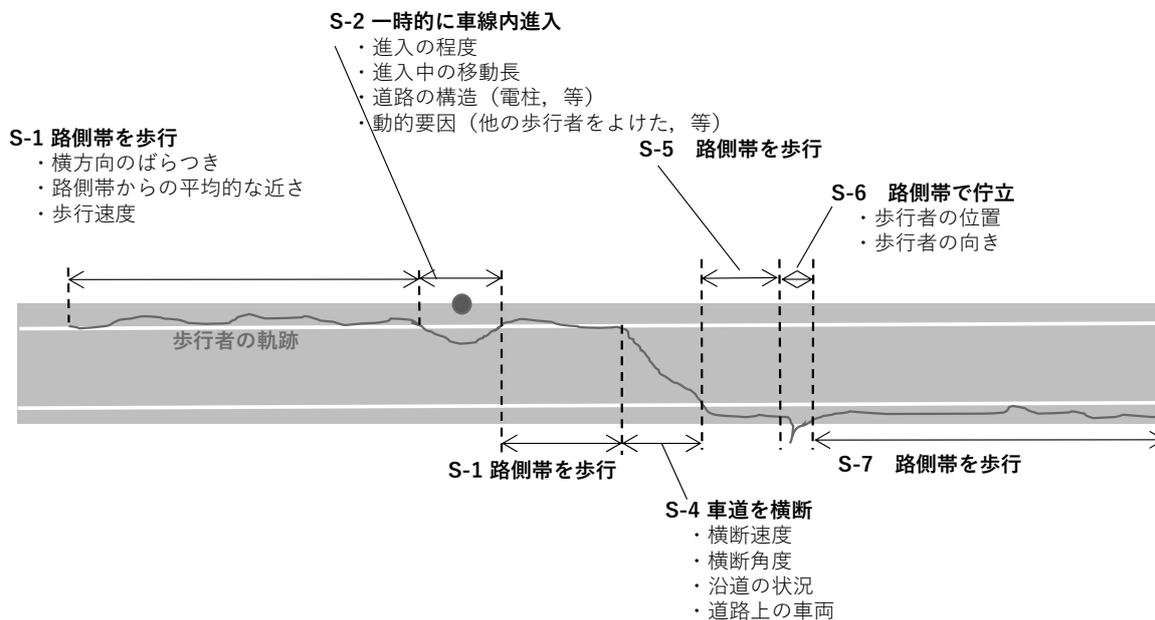


図 3.6 歩行者の軌跡情報収集のイメージ

3.4 データの統合

交通安全対策は、図 3.7 に整理するように、起きてしまった事故に対してその人的被害をなるべく小さくするように適切な処置をする (救急救命)、乗員や歩行者が車両と衝突したときに被害が小さくなるような構造にする、衝突するエネルギーあるいは速度をなるべく小さくする (衝突安全)。そもそも、事故になりそうな状況が発生しないように運転する (プリクラッシュ)、運転に適さないようなドライバーが運転しないようにする (先読み運転)、あるいは、そのようなドライバーに近づかないようにする (危険回避)、と多様なフェーズで対策を実施することで全体として事故を削減するように構成されている。特に近年の事故死傷者数低減は、衝突安全対策や被害軽減ブレーキ等の予防安全装置の効果が寄与しているとされる。一方で、今後の追加的な死傷者数削減に向けては、それらの技術でも回避できていない事故への対応が求められ、特により基本的な危険回避や先読み運転といったそもそも危険を生じさせないような対策が重要になると思われる。このような状況においては、事故やニアミス場面における事故の発生メカニズムの把握が非常に重要であり、そのために車両の移動軌跡の把握が重要であることはこれまで述べてきた。ただし、安全対策の検討においては、移動軌跡情報だけでは十分でなく、多様な情報を組み合わせて実態把握を行うことが重要である。

本節では、車両の移動軌跡情報とその他の情報を組み合わせて安全対策を検討する重要性について整理する。

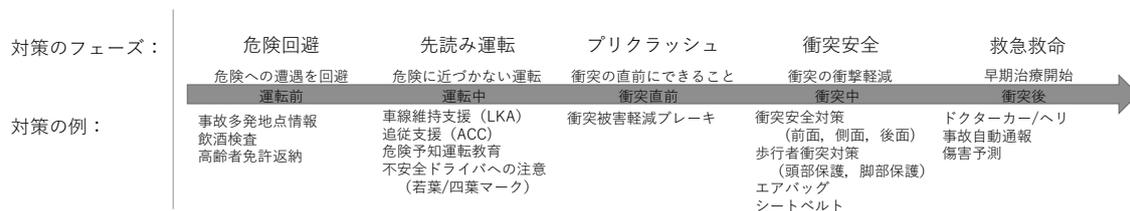


図 3.7 フェーズ別の交通安全対策

3.4.1 安全対策に必要な情報の収集の必要性

自動車の安全対策では、「人」「道」「車」の三位一体の安全対策が不可欠であるといわれる。事故分析においては、車を運転する際に人はどのようにエラーを起こすのか、どのような道路状況において事故は起きるのか、事故が起きる状況において車両がどのように安全を担保できるのか、複合的な要因分析が求められる。そのため、安全対策の検討には多様な情報に基づく分析あるいは支援が求められる。一方で、事故は社会全体としてはその被害の大きさが認識されているものの、ドライバー人当たりのレベルでは非常に稀な現象であることもあり、データを収集活用できる環境が整っているとは言えない。しかしながら、スマートプレートやETCのように、各種情報を車両に記録させるような仕組みも普及しつつあり、今後、一層の情報利用環境が整うことが期待される。そこで、仮想的に「スマートキー」「スマートプレート」「スマートセンサ」と命名する情報記録媒体を想定し、多様な情報を収集することでどのような安全対策につながる可能性があるのかを検討する。3つの記録媒体はそれぞれ、車両を運転する人に関する情報、移動する車両の状態に関する情報、移動する車両の周辺の交通環境の情報を収集することを指す。スマートキーは一般には鍵穴に鍵を指すことなくドアロックの開閉を行うためのシステムであり、スマートプレートも具体的に検討されているシステムであるが、それらのシステムに情報記録機能を追加したイメージを想定している。

3.4.2 運転中の情報を統合して利用することにより可能になる安全対策

図 3.8 は、スマートキー、スマートプレート、および、スマートセンサにより収集が期待される情報、そしてそれらの情報を組み合わせることで想定できる活用方法を整理したものである。スマートキーに記録されるドライバーに関する情報としては、体格や既往症といった安全性に関連する基本情報、飲酒の程度や覚醒度、ストレスレベルといった運転時の体調に関連する情報、運転時の姿勢や視線の向け方といった運転状態に関する情報、事故歴や違反

歴といった危険に関する過去の履歴情報などが挙げられる。スマートプレートに記録される車両の運転に関する情報としては、安全装置の装備状況や支援システムの起動情報、GNSSの位置情報を基にした運転経路情報や急加速や急減速などの運転行動に関する情報などがある（急加速や急減速はGNSSの位置情報以外の計測機器で収集することも考えられる）。スマートセンサに記録される交通環境情報としては、周辺の車両や歩行者等の遭遇相手の情報、天候に関する情報、路面の状況や道路形状といった道路状況に関する情報などが挙げられる。

これらの情報を位置情報、あるいは、位置情報等から得られる運転行動を基にしたタイプ別のニアミスに関する情報と結びつけることで多様な安全対策への活用が期待できる。スマートキーの情報と組み合わせることで既往症により起こりやすくなる錯綜タイプの分析（緑内障による視野欠損に伴う特定の方向からの車両接近に関する錯綜）や事故後の治療に影響する情報の円滑な伝達や、ストレス情報と組み合わせることによる個人の運転の選好を考慮した苦手な場面に遭遇しにくい運転経路案内（右折が苦手な人には右折させないなど）や視線行動を基に適切な安全確認行動を評価あるいは指導するシステムなども考えられる。また、事故や違反情報とニアミスパターンの傾向の分析などにより安全運転指導に対してエビデンスを与えることができれば、より実現性の高い安全教育につなげることなども可能になる。

スマートセンサの情報と組み合わせての利用としては、まず、周辺走行車両や歩行者など、走行している車両が遭遇する相手の情報と組み合わせることでニアミス情報が得られる点が挙げられる。自車の動きだけでは急加減速や急ハンドル等の危険に遭遇したことが想定されることしかわからないが、その時周辺の車両等の相手がどのような挙動で動いていたのかを確認することで遭遇したニアミスがどのようなものであったかを把握できる（タイプ別ニアミス）。また、ニアミス分析は相手を特定してその相手との関係性について分析されることが多いが、ニアミス事例の全体を把握するには相手以外の周辺の交通環境も重要な要素である。例えば、相手車の動きのきっかけになっているその他の車両の情報などは、事前に起こりそうな危険を予測し、その危険を回避するあるいは顕在化させないように運転する先読み運転の支援などに利用できる可能性がある。また、道路に空いた穴や積雪があり車両が走行できない路面の位置情報などを他の走行車両と共有することで走行上の危険を回避する支援につなげられる可能性がある。

スマートプレートの情報は、車両の位置情報が他の情報と組み合わせることで各種の活用がなされるが、例えば、タイプ別のニアミスデータの情報と車両の安全装備情報（装備の有無あるいは起動の有無）などと組み合わせることで安全装備の効果評価に利用することや、走行経路に対してタイプ別ニアミス頻度を集計することでドライバの安全運転の評価に活用することなどが期待できる。

記録媒体	記録情報	統合する情報	活用方法
スマートキー (ドライバ情報)	身体情報： 体格、運転姿勢、既往症、…	既往症（線内障、SAS、…） とタイプ別ニアミス頻度	持病の危険特性把握 （起こしやすいニアミスタイプ）
	体調： 飲酒、覚醒度、ストレス、…	走行地点と事故状況と 既往症（事故自動通報）	病院への情報提供 （既往症、衝撃強さ）
	運転状態：視線、…	運転経路とストレス	苦手でない経路案内
	履歴：事故歴、違反歴	運転経路と覚醒度	道路形状検討（眠くなりにくい道路）
スマートプレート (運転情報)	車両情報：安全装備作動状況	運転経路と タイプ別ニアミス頻度	安全装置の効果評価
	位置情報：運転経路	タイプ別ニアミス頻度	運転安全性評価 →運転指導、暴露量分析
	位置情報※： 運転行動(急加減速/ハンドル)		
スマートセンサ (交通環境情報)	遭遇相手：車両、歩行者、…	運転行動	タイプ別ニアミス頻度
	混雑度：周辺車両、…	混雑下での運転行動	先読み運転（車両をよける挙動予測）
	天候：薄暮、濃霧、降雪、…	走行地点と天候情報	危険個所情報提供(積雪地点)
	道路状況： 路面状態、道路形状、…	運転行動と路面状態	危険地点把握→道路対策(pothole)

図 3.8 多様な情報の統合により期待される安全対策

3.5 位置情報および関連情報の活用における課題

前節までに、車両の位置情報の活用そして、その他の情報と組み合わせることで活用することにより多様な安全対策が実施できる可能性について述べてきた。一方で、それらの実用には様々な課題も存在する。ここでは、特に検討すべき課題として以下の2点について検討する。

- ・ 位置情報の精度に関する課題
- ・ 個人情報保護の視点でみたデータ活用の課題

3.5.1 位置情報の精度に関する課題

GNSS の位置情報の精度には様々な要因が影響することは広く知られている。受信する衛星の数やその位置はもちろん、衛星軌道の位置の誤差による影響、衛星クロックの誤差による影響、電離層や対流圏を電波が通過する際に発生する遅延による誤差、電波が建物等につかり反射することに起因するマルチパスによる影響、受信機の測定誤差等、様々な影響を受ける⁶⁾。自動車等の移動体の位置精度については、ビルが多い都市部や山間部を走行する差にマルチパスの影響を受けやすい等の特徴があることが知られている。衛星の精度の議論においては、実際に観測された位置情報の精度がどの程度のものであるのかを把握したうえで情報を利用することが重要である。

また、自動車のように比較的高速で移動するものの位置の計測においては、移動の速さが精度に影響を与えることも考慮する必要がある。図 3.9 にそのイメージを示す。計測する地点が移動しない場合はその地点に来る衛星からの電波情報を基にその位置を計算することが可能であるが、自動車等の移動体に計測機が乗っている場合、計測機は時々刻々と移動する。一方で、衛星から受信する電波は同一タイミングで受信器に到達するわけではないため、位置計測精度に影響を与えるものと思われる。たとえば、時速 40 キロメートルで移動する車両は 1 秒間に約 11.1 メートル移動する。仮に 11 個の衛星からの電波を等間隔で受信したと仮定すると、4 つの衛星の電波を受信する間に車両は 4 メートル移動していることになる。このような誤差要因を削減する補正等がなされているものと思われるが、どの程度の影響が実際にあるのかを把握することも必要である。

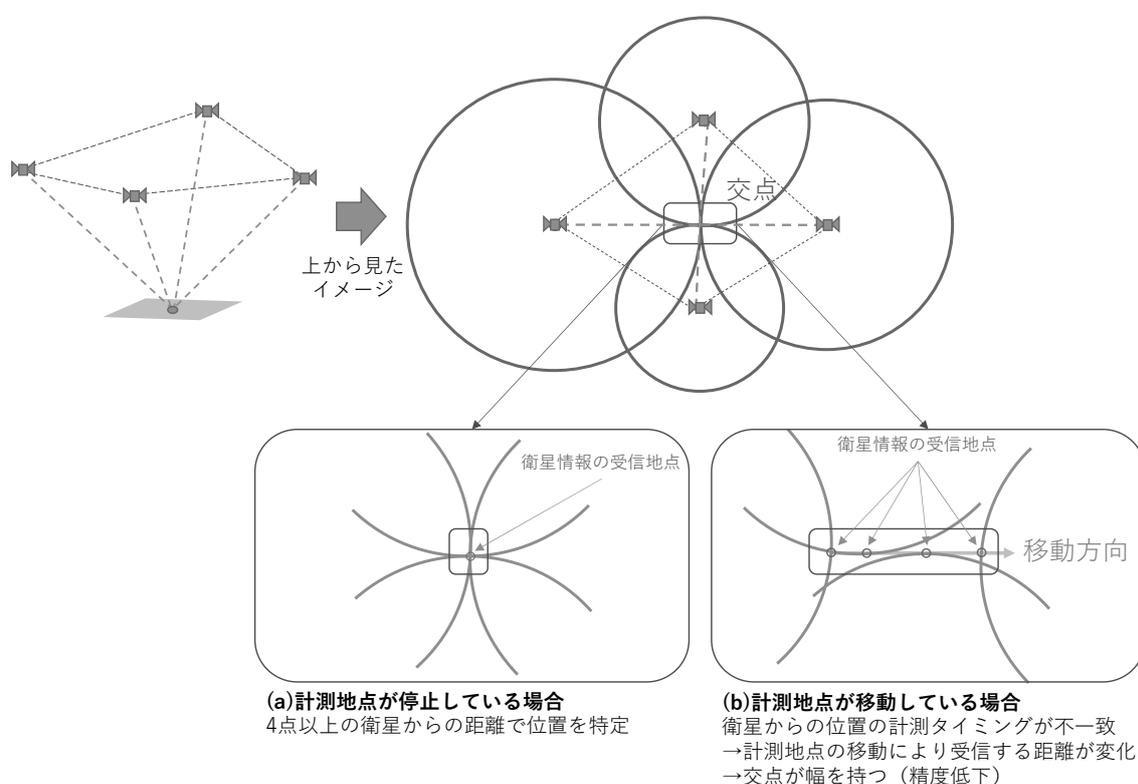


図 3.9 移動体の移動が位置精度に与える影響のイメージ

3.5.2 個人情報保護の視点でみたデータ活用の課題

道路交通における交通事故に関する安全性を考えるうえで、ドライバーの運転の安全性の違いによる影響を検討することは一つの重要なテーマである。たとえば、初心ドライバーや高齢ドライバーといった運転技能が社会全体の水準と比較して低いと思われるドライバーに対しては若葉マークや四葉マークを車両に表示することで、周辺のドライバーに注意を喚起することで

事故発生を抑止する取り組みがとられている。また、これまで述べてきたように、近年個々のドライバーに関する情報を収集、分析する体制が整いつつある。これらの技術を利用して、個々のドライバーの安全性に関連する運転技能を定量化することができれば、より適切な情報を周辺の交通参加者に提示し事故が削減できる可能性があると考えられる。

一方で、個々のドライバーの情報の取り扱いについては個人情報保護の観点から注意する必要がある。社会全体で情報を共有することによる事故削減のメリットがあるならば、個人情報を提示することに対して見合った行為であるかは十分に検討したうえで、その利用を検討すべきであると考えられる。

ここでは、上記の検討のひとつとして運転技能を表示することの意義と課題解決に向けた検討方法について検討する。

(1) 道路利用者とその安全性面でみた運転技能のばらつき

前述のように、公道において自動車を運転するドライバーの安全性に関する運転技能にはばらつきがある。運転を始めたばかりの初心ドライバーの事故発生リスクが高いことや、高齢ドライバーは加齢に伴い危険認知や判断、あるいは危険回避行動等の能力低下がみられる場合があることは広く知られている。このような運転技能が低い傾向がある集団に対しては、オートマチック限定免許などを用意して運転中の注意を安全確認に向けやすくする、高齢者に対しては高齢者講習等により安全性の水準を確認するなどして彼らの安全性を担保する仕組みを用意する対応がとられている。また、彼ら自身に対する対策だけでなく、若葉マークや四葉マークなどを運転する車両に表示することで周辺ドライバーに対して、彼らに遭遇した時にはより一層の注意を促すことで事故削減を目指す対策も取られている。

このような対策がこれまで実施されてきているものの、高齢化に伴う高齢ドライバーの増加やあおり運転報道などから推察すると、道路利用者の安全技能の差は今後検討すべき重要なテーマである。道路を複数で利用する場合、理想的には、すべての利用者が高水準の運転技能を有していることが望ましい。しかしながら、実際には低水準の安全技能を持ったドライバーも存在する。低水準の安全性のドライバーだけが道路を利用する場合よりも、技能水準が異なるドライバーが混在する場合の方が、安全性が低下する可能性があるのではないかと危惧される。たとえば、交差点を直進する場面で対向右折車両がいる場面を考える。この対向右折車ドライバーが安全性を十分考慮して運転する人の場合、十分な時間的余裕がなければ右折を実施しないことが期待され、直進車両が通過するときは安全性が担保される。一方で、皆が安全性の低いドライバーであれば、基本的に直進時に対向右折車の行動は期待せず、十分に注意して運転することになる。実際には、右折ドライバーによって判断タイミングが異なる場合が最も対応しにくくなる。多くのドライバーは右折を実施しないタイミングでも運転技能の低

いドライバは右折を実施することがあり、結果として十分予期しない状況で錯綜場面に遭遇することになる。この場合、初めから予期していた場合よりも対応が適切にできないことが考えられる。

上記のように、ドライバの安全技能にばらつきがあることを前提に考えると、ばらつきを小さくしようとする講習等の対策だけでなく、ばらつきを確率的な事象ではなく判別可能な事象にするような対策も検討が必要であると考えられる。交通場面で遭遇しているドライバが行う可能性の高い行動を知らせることができれば、周辺ドライバも対応がしやすくなると思われる。

(2) 運転技能提示の価値とその課題の整理

実交通場面において、運転技能を提示することで周辺ドライバが自衛的に運転行動を変えて事故を回避できる可能性があることについては前項で言及した。ここでは、そのような情報提示による安全性の効果と課題を整理する。

これまでの検討では、車両で安全性に関する運転技能の評価が可能で、それを周辺車両に提示することで周囲の交通参加者が危険を回避する行動をとることで事故削減につながる可能性について提案した。この対策においては、リスクの低いドライバが自身の運転技能に関する情報を対外的に発信することが前提となる。このような情報を自発的に発信することは考えにくく、一定のルールを基で強制的な実行を求める必要が生じる。ここで、効果として考える視点として下記の2点が挙げられる。

- ① 自分の運転技能水準を他車に知られてしまうことで、他の交通参加者の危険を軽減できる
- ② 自分の運転技能水準を他車に知られてしまうことで、自分自身の危険を軽減できる

①の効果は、運転技能水準が低い他の交通参加者の視点に立った時に、自衛できる効果である。道路は公共財であり、ある行動が他車に対して不利益を与える点を見ると、他の交通参加者が自身の安全性を担保するためにそのような情報を得ることを主張することには一理あると考える。

②の効果は、交通事故により自分および相手に損失を発生させるものであると考えると、自分の技能水準を他車に知らせることが結局自分自身のメリットにもつながるものである。常時情報提供することに対して、確率的に発生する事故時の被害軽減効果を効果と感じにくい点は工夫が必要であるが、自分自身の安全のためにもなることは導入のインセンティブになるものと考えられる。

運転技能水準が低いドライバーが自身の技能水準に関する情報を提示することについては、個人情報保護を保護する視点で注意深く検討する必要がある。ただし、そのような情報提供は社会全体で見たときに、周囲の交通参加者の安全につながることはもちろん、情報を提供したドライバー自身にも効果があることを考えると、安全対策として検討する価値があるものであると考える。

<参考文献>

- 1) 警察庁, 令和4年中の交通事故死者数について, 2023
- 2) Habibovic A. et al., Driver behavior in car-to-pedestrian incidents: An application of the Driving Reliability and Error Analysis Method (DREAM), Accident Analysis & Prevention, Vol. 50, 554-565, 2013
- 3) 例えば, 岩城他, 駐車車両陰からの歩行者飛び出しが予想されるシーンにおける運転行動分析(第1報), 自動車技術会2015年度秋季学術講演会予稿集, 614-619, 2016
- 4) 例えば, 日本交通安全教育普及境界ホームページ
(ア) <https://www.jatras.or.jp/simulator/index.html> (2022年11月1日)
- 5) 例えば, 古川修史他, 交差点部における右折車・対向直進車間および右折車・横断歩行者間の衝突事故回避を目的とした情報提供方法に関する研究, 自動車技術会秋季学術講演会予稿集, 15-18, 2000
- 6) 例えば, 坂井, GPS/GNSSの基礎知識, <https://opendata.enri.go.jp/~sakaipubsymp07a.pdf> (2023年11月13日)

4章 観光と MaaS 分野での活用

4.1 観光行動の特徴・課題とそのあり方

4.1.1 観光の意味合い

住民等の交通行動の中には、主として平日の朝夕にある日々の通勤や通学、また日中の買い物や通院等のための移動といった、日々繰り返し行われる周期性のある日常的な行動の他に、日常の生活に必要な活動に起因する交通行動の他に、日常以外の行動がある。これらには、活動の場所に注目して分類すると、日常の生活圏で行われる公園や川沿いでの散歩、劇場でのコンサートや競技場でのスポーツ観戦などといった余暇活動があり、また生活圏以外での移動をし、その地域での自然、文化や風俗に触れるという行動としての観光がある。

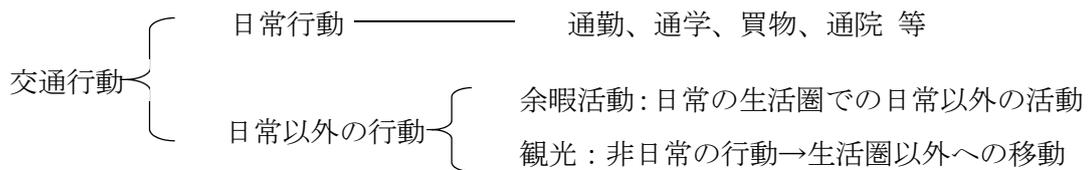


図 4.1 余暇活動と観光の違い

4.1.2 観光の種類とその分類方法

観光行動の特徴について考えると、まず、観光は非日常の活動であり、生活圏以外へ異動しての行動であることから、日常行動で測定する1日を1つの単位として行動を把握すると、観光行動の全体を把握することが困難になる。したがって、個人ないしはグループでの観光の出発から帰宅までの一連の行動を見るためには、その活動期間を1つの単位としてみるものが求められる。

また、観光は、日常行動のように必ずしも用務先で仕事や買い物といった目的を達成するための移動をする（すなわち派生需要）わけではなく、観光地を訪問し、またはそこで滞在して過ごすこととなり、その行動自体が目的となりうることになる（本源的な需要）。このことを踏まえると、移動と目的の組み合わせにより示すトリップ（リンクドトリップ）の考え方の中にはそぐわないともみられる。観光の目的とその行動についてみると、欧州でのバカンスのような長期休暇においてリゾートを目的に観光地で滞在することもあれば、複数の箇所

(都市や観光施設)を周遊するような観光行動も考えられる。すなわち、訪問場所や活動内容について把握することも求められる。以上の考え方を図 4.2 に示す。

なお、日本では下記のお盆時期や年末年始の帰省といったことが多くみられるが、これも日常以外の行動であり、かつ生活圏以外への移動であることから、観光として捉えることができる。また、海外においても、移民の母国への旅行である **Diaspora Tourism** (ディアスポラツーリズム) と同観光の種類があり、これも広義で見れば観光と考えられる。

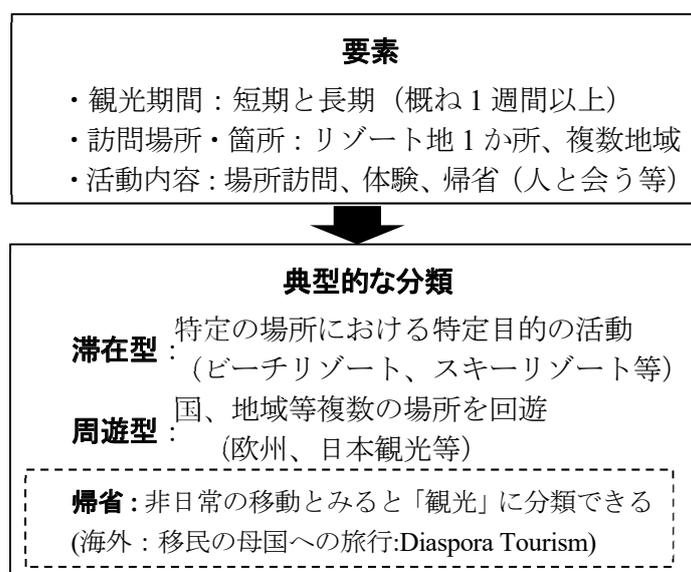


図 4.2 行動から見た観光の要素と典型的な分類

4.1.3 観光行動の特徴

前項で示したように、観光行動は、観光自体を目的とした複数日行われる活動であり、その観光の種類により交通行動が決定されるということである。観光の交通行動は、まず生活圏以外への移動することがあり、またそれ以降には観光地内や観光地間での移動がある。

ここで、観光行動を上記の分類別に考えると、滞在型観光の場合、リゾート地での滞在を基本とし、その地域内での移動（トリップチェーン）が中心となるが、回遊型観光の場合には複数の観光地を移動するため、観光地間の移動と観光地内の移動といった2層のトリップチェーンが発生することから、その性質が異なる。図 4.3 に観光行動の意思決定と行動のフレームを示す。

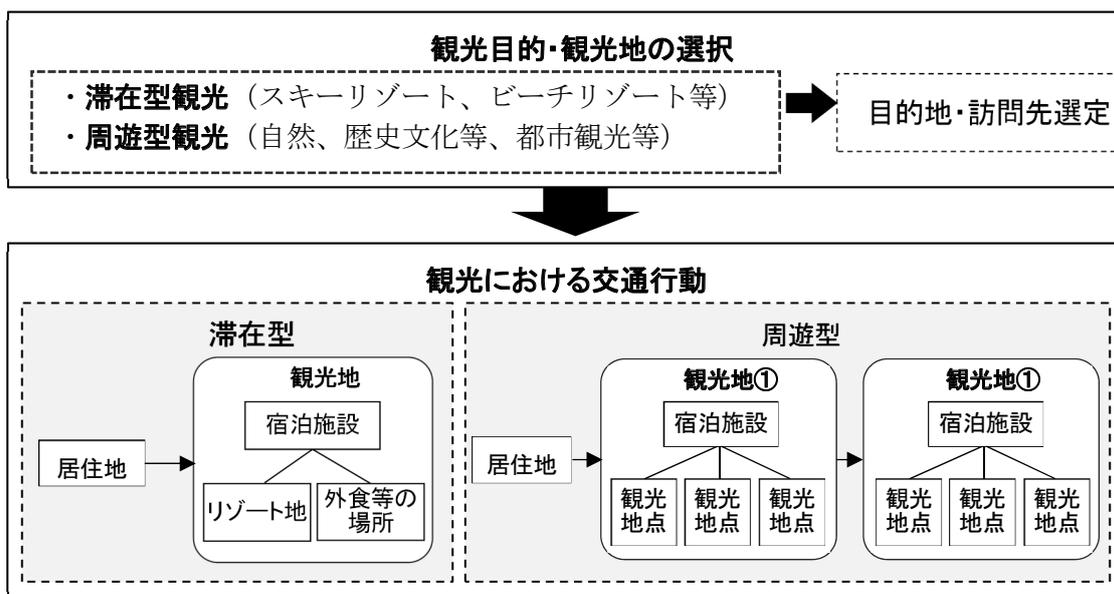


図 4.3 観光行動の意思決定と行動のフレーム

4.2 観光行動に資する交通の新技术とその社会実装

4.2.1 観光行動の特徴に適用した交通・モビリティサービス

観光行動の一連の流れを見ると、滞在型観光では観光地内の宿泊地からリゾート地や外食等の飲食店といった近距離の移動があり、自家用車を利用できれば、自家用車でほぼすべて移動が可能となる。しかしながら、居住地から鉄道等の公共交通を利用した場合においては、観光地内の移動（二次交通）について公共交通に依存することとなる。都市型観光等、既存の公共交通が十分整備されている場所では、情報提供等により利用者が公共交通の利用方法を認識でき、かつ公共交通が利用可能な必要がある。

しかしながら、地方部においては、そもそも住民向けの移動手段としてバスやデマンド交通、またタクシーがニーズに対して充足されていないこともあり、そもそも地域における公共交通のみならず、移動手段としてのモビリティ（移動手段として、在来の鉄道、バス等以外のシェアモビリティを含むという意味：後述）の確保自体が課題になることも考えられる。また、周遊型観光においても、観光地間を移動する場合、または観光地内を移動する場合の公共交通が利用可能であることが求められる。

以上について、交通・モビリティサービスの要件は以下に示す通りとなる。

【観光行動の特徴に適用した交通・モビリティサービスの要件】

○公共交通の情報提供の環境整備

- ・観光客が利用できる情報自体がある（Web のほかに分かりやすい地図等紙面の）
- ・情報がわかりやすく提供されている（路線図、乗車位置、時刻表、運賃等）
- ・観光地等外出先でも、その移動をフォローできるような利用可能な状況にある
（リアルタイムの運行情報や経路情報が提供されている）

○モビリティ自体のサービスが、観光客の移動ニーズに対応

- ・観光客が周遊する区間、時刻や時間帯にモビリティサービスが提供
（公共交通・モビリティサービスのみで移動が完結できる）
- ・観光客にもサービスが解放され、かつ十分な輸送力がある（かつ、住民の利用の障害にならない）

4.2.2 要素技術

上記で示した、観光行動の特徴に適用した交通・モビリティサービスの実現に必要な要素について、昨今の動向を踏まえ、以下に整理する。

（1）シェアモビリティ

シェアモビリティのフレームの前提となるシェアリングエコノミーとは、個人が共有するモノ、場所、スキルなどを、ネットを通して貸し出すことで、それらを有効活用するしくみであり、モビリティの単位で考えてみると、自動車は1日のうちに使われていない時間が多いことから、使用されていない時間帯について他者とシェアをすることで有効活用ができるようになる。ここで、需給の均衡（バランス）に着目すると、シェアリングモビリティは、「需要」と「供給」のマッチングによる無駄の解消であり、需要側の利用者の外出・移動ニーズと、利用されていない自動車をマッチングすることであるカーシェア（Car Share）及び自転車をシェアするバイクシェアがある。また、ドライバと方向が同じなどという理由において相乗りが可能なドライバをマッチングするライドシェアやカープール（Ride Share/Car Pooling）がある。シェアリングモビリティについて、在来の交通手段と比較した分類を、以下の図 4.4 に示す。

サービス		車両(保有・利用)			
		自身で保有		他者・組織が保有	
		個人が運転		他者が運転	
		パーソナルモビリティ		自動運転車	
移動自体	端末	ユーザーと車両のマッチング(シェアモビリティ)		乗合バス 鉄道	
	基幹	ライドシェア カープール	タクシー ハイヤー		デマンド交通 乗合タクシー
移動空間	間	自家用車 自転車	シェアモビリティ (カーシェア、バイクシェア) レンタカー リース車両	観光タクシー	
	移動価値				貸切バス 観光鉄道

図 4.4 シェアリングモビリティの分類

シェアモビリティで解決すべきことには、個々の保有を避けることによる、自家用車の駐車スペースの削減や、自家用車非所有者に対する自家用車利用によるサービス向上がある。すなわち、自動車保有することなく利用できることによって、保有による制約から解放され、駐車スペースの削減が期待できことから、都心などの中心部の限られた空間を有効に活用することが期待できる。

また、公共交通等モビリティの充足が不十分な地方部においては、世帯各人がそれぞれの生活にあった移動をするため、世帯当たり複数台の自家用車を保有することが多くみられるが、シェアモビリティの利用により、世帯が保有する台数を削減することが考えられる。

ただし、人口規模が小さい地域においては、シェアできるリソースに限られるため、郊外部や中山間地での適用が困難なことが課題である。図 4.5 にオーストリアのオストチロル地方におけるカーシェアの状況を示す、左の写真のように駅前中心部の商業施設の駐車場においては、利用者があるものの、右の写真の郊外部の傾斜地においては、ポートまでのアクセスの距離に加え高低差があることから、利用が定着しなかったという課題がある。

また、都市及び郊外部においても、公共交通の端末としての利用による利便性向上が1つの方法として考えられるが、乗換の手間を考えると利用者が直接中心部までシェアモビリティで直接乗り入れてしまうと公共交通との競合し、さらには都心部の自動車の集中を解消できなくなるところから、利用できる地域や区間を戦略的に設定するといった点に留意が必要である。



図 4.5 カーシェアの事例（オーストリア・オストチロル）

（2）Mobility as a Service (MaaS)

MaaS とは、ICT を活用して交通をクラウド化し、人々の目的（トリップ）単位の移動ニーズに応じ、複数の公共交通やシェアリングモビリティを含んだ移動サービス（モビリティ）を最適に組み合わせ、検索、予約、決済などを一括で行うサービスであり、交通のみでなく、観光や医療などの目的地における交通以外のサービス等との連携による地域の課題解決等にも資する。

MaaS の要素としては、まずユーザーインターフェースである、ツール（アプリ）としての意義を見ると、自家用車、公共交通、徒歩や自転車（アクティブモビリティ）といった各種モードについて、単独ではなく統合した形態でルート検索、予約、発券や決済まで一括して実施でき、利用者の出発地から目的地までの移動を途切れ目なくシームレスにすることができる特徴がある。

一方で、注意する点としては、MaaS はアプリ開発自体や多様な交通手段の運賃統合のみが目標でなく、公共交通（モビリティ）のサービス連携や統合を目指した、個々の技術（ルート検索やチケットング）を統合する包括的なシステムを示す。すなわち、公共交通についてもモードや事業者に関係なく、ルート検索のみならず、ダイヤの連携（モード間や事業者間での接続の考慮：拠点での接続を行うタクトダイヤ）や、運賃の統合を図っていること、また、既存公共交通のみでなく、カーシェアやバイクシェアといったシェアモビリティや、シェアモビリティや徒歩での経路になる道路情報も統合したマルチモーダルのおもしろさが求められる。MaaS の仕組みを図 4.6 に示す。

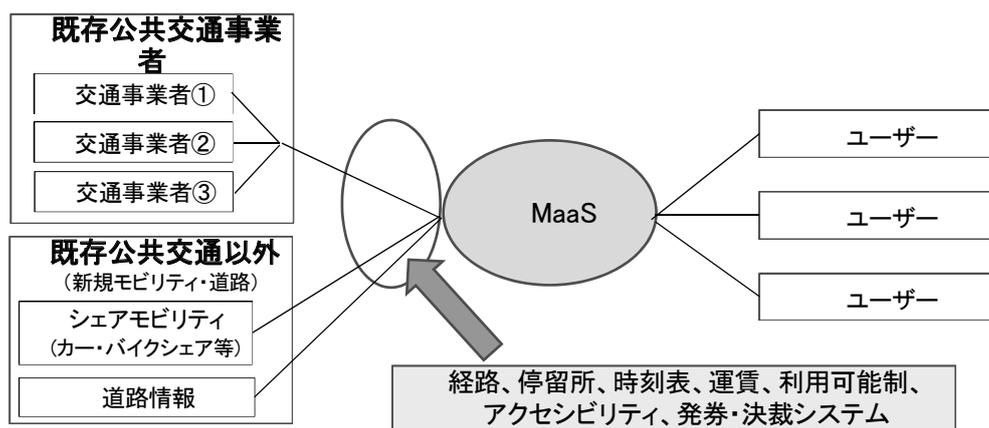


図 4.6 MaaS の仕組み

【参考】 牧村和彦 (2021) MaaS が都市を変える 移動×都市 DX の最前線

MaaS が交通システムとしてもつ意義をみると、出発から目的までの移動について、経路スケジュールを利用者が情報を得ることができ、また予約や決済（運賃支払を）一括してでき、既存の公共交通に加えシェアモビリティ等を利用できるようになり、door-to-door のサービスを利用できる自家用車の利用（door-to-door）からの利用者の行動変化をもたらすとみられる。ここで、観光における MaaS の期待されることには、出発地から目的地までシームレスに移動できることを踏まえると、観光で訪れる初見の都市や地域においても物理的・心理的な負担を削減できること、また乗物がシームレスに提供され、乗り換えに迷わなく、運賃支払いが簡単・一括にできるといったことといえる。しかしながら、前節でも示したように、前提として公共交通サービスが利用可能（かつ利用者が利用できる）状況でないと、MaaS をシステムとして導入しても、実際に利用されることがないことが懸念される。降車場所から観光地、観光地内の回遊まで内包することが求められる。

(3) ICT 技術

上記でも示したように、シェアモビリティや MaaS の導入には Information and Communication Technology: ICT 技術が適用されることになる。シェアモビリティにおいては、技術革新としてのプラットフォームの利用が重要な要素であり、ICT 技術活用によりマッチング、モード間連携による利用が可能となり、公共交通との組み合わせで自家用車と同等の移動サービスを確保することができる。

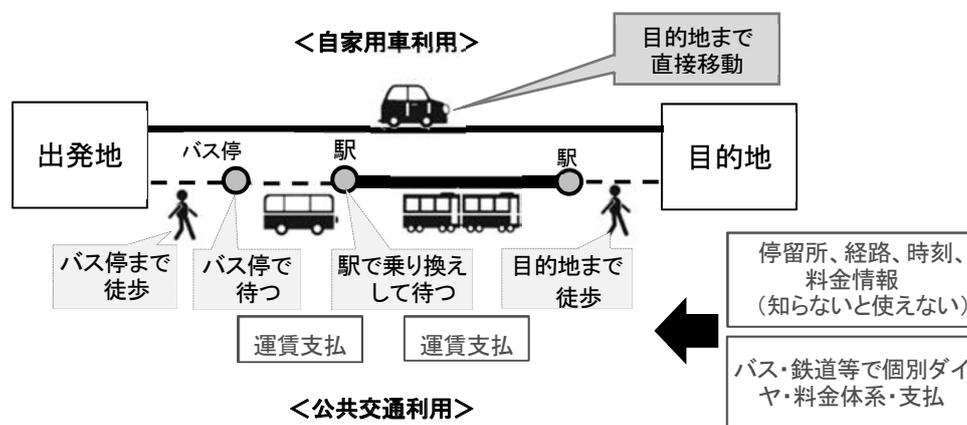
また、MaaS においても、基本となる交通のネットワークの情報として、駅や道路・路線（ノード、リンク）の他に、ダイヤの情報が求められるが、その他、実際の運行状況についても、各交通手段や事業者毎に統一されることが必要となる。

リアルタイム情報及び位置情報を踏まえると、MaaS やシェアモビリティの活用による交通サービスの変化は図 4.7 に示されるように、自宅などの出発地からバス停等公共交通の乗

り場までの移動、また目的地周辺から目的地までにシェアモビリティを活用することができる。また、経路情報の他、公共交通間のダイヤ連携による待ち時間の減少や、運賃共通化による初乗りの負担感や都度の乗車券購入の手間からの解消等が期待される。

また、それらはスマートフォンのアプリによりサービスが提供されるようになるが、乗換場所でのプラットフォーム間等の経路及び位置情報が提供されることにより、乗り継ぎの心理的負担感が軽減されることになるが、タクシーやシェアモビリティについては、乗車する車両の位置が必ずしも固定されているわけではなく、ターミナル内の任意の位置ないしは路上の任意の位置になる場合もあるため、車両の停車位置に関する正確な情報が必要となる。ここには、GPS や GNSS 等による位置情報が活用できる。

【従来】



【シェアモビリティ・MaaS の活用】

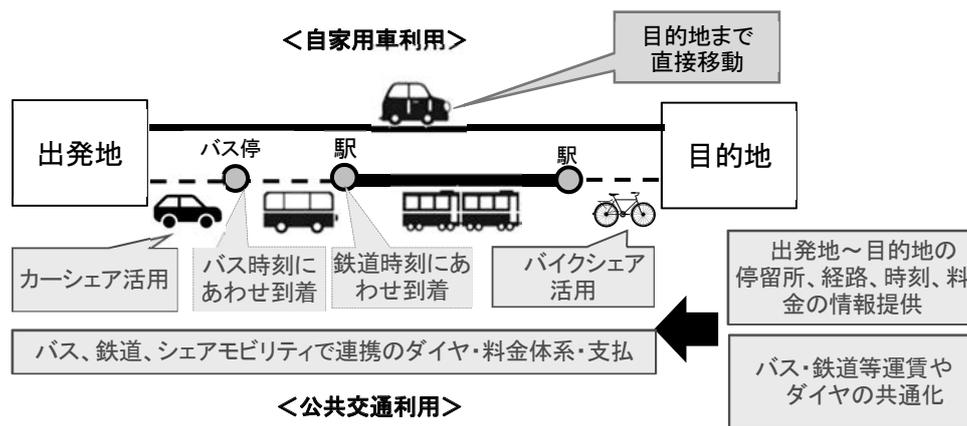
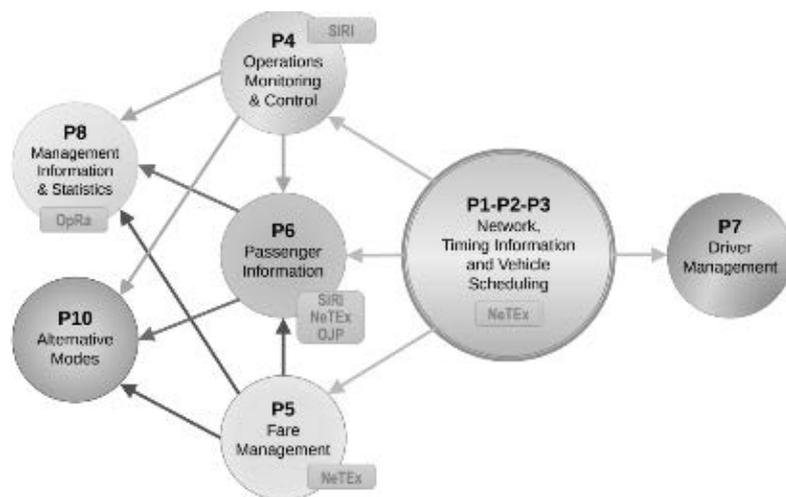


図 4.7 MaaS やシェアモビリティの活用による交通サービスの変化

4.2.3 MaaS 等による観光向けの交通手段間連携の社会実装へのフレーム

上記でも示したように、MaaS 等における静的データであるデータベースの作成（公共交通、道路等交通インフラ）及び実際の運行状況を示す動的データの整備が必要となる。

ここで、欧州においては、公共交通データの交換標準を定義する公共交通機関参照データモデルである「Transmodel」があり、欧州規格（EN12896：公共交通機関参照データモデル）として規定されている。もともとは1989年に開発され、2006年にTransmodel v5.1が欧州規格として認証されている。Transmodel ベースの標準規格には、まず公共交通機関の静的データを異なるデータ保有・生成システム間で相互運用可能に交換するため開発された NeTEx（静的データ）があり、特にカーシェアリング、バイクシェアリング、相乗り、レンタカー、レンタサイクルの静的データ公開のための交換形式の拡張が規定されている。また、公共交通やマルチモーダル交通情報のリアルタイムデータの標準インターフェースで、スケジュール、車両や接続に関するデータ交換をサポートする、動的（リアルタイム）データとして SIRI が規定されている。



Part 1	共通概念 (NeTEx Part 1 フレームワークに対応)
Part 2	公共交通機関ネットワークトポロジー (NeTEx Part 1 トポロジーに対応)
Part 3	時刻情報と車両スケジュールリング (NeTEx Part 2 に対応)
Part 4	運行監視と制御
Part 5	運賃管理
Part 6	旅客情報
Part 7	ドライバ管理
Part 8	経営情報・統計
Part 9	情報提供のための文書作成
Part 10	代替モード (開発中)

図 4.8 Transmodel ベースの標準規格

出典 DATA4PT を基に作成

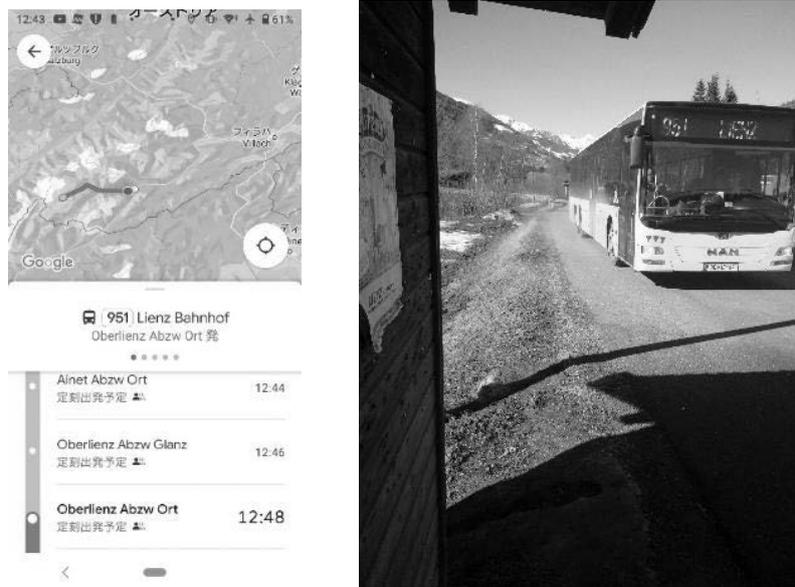


図 4.9 オーストリアチロールにおける情報提供の例（リアルタイムデータに見えるが、時刻表通りの表示のみされており、実際の停留所到着は3分程度遅延していた）

4.3 地域別による活用方法

以上までの内容を踏まえ、地域別における MaaS やシェアリングモビリティの活用方法について、大都市、地方中核都市及び地方小都市の別に検討する。

ここで、地域の状況を見ると、観光者の訪問目的と交通の状況が異なり、具体的にみると、大都市や中核都市においては都市型観光が中心とみられるが、地方小都市は、自然やスポーツが中心と考えられる。また、交通の状況にみると、都市部においては、交通ネットワークの活用が前提となりながらも、シームレスな移動や回遊性の向上、特に、自家用車以外での移動をシームレスにするための手段としてシェアモビリティを活用する方策が考えられる。

その一方で、自家用車によりシェアモビリティについては、各種類別の課題として、カーシェア利用による道路混雑や環境負荷の悪化への対応、またライドシェアとタクシー等の既存交通手段との競合、また関連規制への対応が必要となる。また、民間事業者による提供が需要の想定される個所のみには偏らないような政策的な誘導も場合によっては求められる。

一方で、地方では、バス既存の交通手段のみでは、サービスの提供が不十分な地域や供給量が不十分な場合も想定されることから、ライドシェアの活用も期待され、また自家用車の有効活用や世帯の保有台数削減という観点からカーシェアの活用も期待される。

以下の表 4.1 に、地域別の MaaS やシェアモビリティの活用方策を示す。

表 4.1 地域別の MaaS やシェアモビリティの活用方策

		大都市	地方中核都市	地方小都市
想定される目的		<ul style="list-style-type: none"> 都市型（買物・飲食） 行事・イベント 	<ul style="list-style-type: none"> 歴史・文化施設 	<ul style="list-style-type: none"> 自然・スポーツ 歴史・文化
前提	交通の前提	<ul style="list-style-type: none"> 鉄道や地下鉄を中心としたネットワーク 	<ul style="list-style-type: none"> バス（トラム）を中心としたネットワーク 	<ul style="list-style-type: none"> バス（もしくはそれ以下の交通）
	方針	<ul style="list-style-type: none"> 既存モード間連携強化 端末でのシェアモビリティ活用 	<ul style="list-style-type: none"> 既存モード間連携強化 交通が不十分な地域のシェアモビリティ活用 	<ul style="list-style-type: none"> 既存バス維持・再編 交通が不十分な地域でのシェアモビリティ活用
役割・活用	鉄道	<ul style="list-style-type: none"> 都市内の移動 	<ul style="list-style-type: none"> 都市間移動 	<ul style="list-style-type: none"> 都市間移動
	バス(トラム)	<ul style="list-style-type: none"> 都市内の移動（補完） 	<ul style="list-style-type: none"> 都市内の移動 	<ul style="list-style-type: none"> 都市内の移動
	カーシェア、ライドシェア（タクシー）	<ul style="list-style-type: none"> 既存交通の補完（端末） 	<ul style="list-style-type: none"> 既存交通の補完 	<ul style="list-style-type: none"> 既存交通の代替
	徒歩・自転車（バイクシェア）	<ul style="list-style-type: none"> 端末での移動（徒歩や自転車の回遊） 	<ul style="list-style-type: none"> 既存交通の補完 	<ul style="list-style-type: none"> ハイキングやツーリングバイクとしての活用
	MaaS	<ul style="list-style-type: none"> モード間連携（経路、予約、決済） 		

以下では、地域別の活用方策について述べる。

4.3.1 大都市における MaaS

鉄道や地下鉄を中心とした公共交通ネットワークによる移動を前提とし、出発地から駅、また駅から目的地はバスやシェアモビリティの活用によるシームレスな移動の実現を目指し、経路検索や乗継の情報提供・案内では、バスやシェアモビリティとの連携を前提とし、それらとの乗換をスムーズにするため、さらには徒歩や自転車での回遊性を担保するため精度の高い位置情報が必要となる。

具体的には、鉄道間の交通結節点での乗り換えをスムーズにするために、鉄道のプラットフォーム間での乗り換え間の経路情報が求められるが、乗換経路については、個人属性別のニーズへの対応として、最短経路、混雑回避、バリアフリーへの対応といった条件を検討することになる。また、バス、タクシー、シェアモビリティに迷わずにすぐに乗れるようにするため、鉄道駅（プラットフォーム）から乗り場までの経路情報として、乗り場が固定していない場合、最短経路で乗車場所まで誘導し、乗車場所が誤差数メートル（視認できる範囲）での誘導できる精度の担保が望まれる。

なお、これらの前提条件として、鉄道やバスの運行本数が十分に提供されていること、また運賃が統合されていることがサービスとして提供されていること、またシェアモビリティは、利用者のニーズに対応できるよう、サイクルシェアでは都心部の利用の多い箇所のみ提供箇所が集中しないこと、また、特にカーシェアや公共交通との競合をさけるように、郊外から都心部まで直接乗り入れないよう、利用箇所や区間を制限できるようにする工夫（例：マルチポートを行わない、郊外との乗り継ぎポイントのみに配置）が望まれる。

さらには、徒歩や自転車により中心部等での回遊が可能となるような、道路環境の整備についても考えられる。

4.3.2 地方中核都市における観光と MaaS

バス（もしくはトラム）を軸としつつ、タクシーやシェアモビリティで補完・連携することとなることから、経路検索や乗継の情報提供・案内のほか、予約・乗換をスムーズにすることも重視される。具体的には、バス、タクシーやシェアモビリティ（ライドシェア等）に迷わずすぐに乗れるよう、乗換情報のほか、鉄道駅（プラットホーム）から乗り場までの経路情報として、乗り場が固定していない場合、最短経路で乗車場所まで誘導し、乗車場所が誤差数メートル（視認できる範囲）での誘導できる精度の担保が望まれる。

なお、地方中核都市では、郊外部等でバスなど公共交通のサービスが十分確保されていない場合も想定されるため、タクシーのほか、市場の管理を前提とするが、適宜カーシェアやライドシェアといった自家用車の活用についても、観光客の移動を担保できるようにすることが考えられる。

4.3.3 地方小都市（中山間地）における観光と MaaS

バスやタクシーのほか、自家用等の活用の組み合わせによる移動手段確保のほか、自然やスポーツ目的といった当該観光地への訪問への対応として、ハイキング等徒歩への移動やツーリング等の自転車での移動との連携による、経路検索や乗継の経路検索が求められる。また、このような地域では、都心部でもバス等公共交通や観光者の移動の目的先まで設定されていない場合や、設定されていたとしても運行本数が十分確保されていないといった問題も考えられる。そこで、適宜カーシェアやライドシェアといった自家用車の活用についても、観光客の移動を担保する方策となる。

具体的に検討すると、他の事例と同様、バス、タクシーやシェアモビリティ（ライドシェア等）に迷わずすぐに乗れるよう、乗換情報のほか、乗り場までの経路情報として、最短経路で乗車場所まで誘導し、乗車場所が誤差数メートル（視認できる範囲）での誘導できる精度の担保が望まれる。一方で、交通結節点としての設備は、中心にある長距離鉄道の駅のみの場合が多くみられるため、結節点としての位置を利用者に分かりやすく誘導すること、その位置としての目印（例えばバス停）等の工夫も求められる。また、自然型やスポーツ型のツーリズムを対象とした場合、ハイキングやツーリングで適当な場所で乗り物に乗って宿泊地に帰宅できるような工夫も必要となる。

なお、カーシェアやライドシェアといったシェアモビリティは、そもそも住民が少ない（すなわち市場規模が小さい）と、供給数も十分確保できない可能性に注意が必要である。

4.4 観光振興と地域振興の連携

4.4.1 地域振興と交通

観光について、その目的地に着目した場合、前節でも示したように大都市、地方中核都市及び地方小都市（中山間地域）がある。このような都市においては、若年層の都市部への人口流失による人口減少という課題を抱えているケースもみられる。そのような中、人口減少による市場の縮小は、モビリティ確保の課題に直結することから、観光振興に伴う来訪者増加によりモビリティの利用者の増加につながることを期待される。その一方で、観光のみに特化した場合、時間帯や季節による需要変動が大きく、継続したモビリティの安定的供給という点では課題も発生する。したがって、地域振興と観光振興という両側面からモビリティのあり方を考える必要がある。

地域振興の方策としては、①：当該地域への若年層の定着、②：当該地域の地場産業並びにスタートアップ企業の立地や育成、③：②に関する地産地消という3つの構成要素がある。これらの要素の中でのモビリティ確保を考えると、①については免許非保有ないしは自身で利用可能な自家用車を非保有の場合におけるモビリティの必要性、②については、従業員（地域住民や周辺地域等からの通勤者）へのモビリティ確保ということがポイントとなる。

4.4.2 シェアモビリティの可能性と限界

上記を踏まえて、地方小都市（中山間地）におけるモビリティ確保を考えると、バス等既存の交通手段がある一方、需要規模が小さいことから、在来の路線バスでは輸送量が見合わなくて、またデマンド交通の活用も国内外で見られるが、そもそも利用者が少ないことから利用者あたりの輸送コストが高くて、また収入も少ない。そこで、自家用車を活用した輸送として、カーシェア及びライドシェアがある。

カーシェアは1台の車両を複数人数でシェアする方策であり、例えば朝夕の中心部等への通勤に利用される自家用車は、日中の勤務時間利用しないことから、中心部での移動したい住民などが利用することになる。ただし、人口規模が小さい地区においては、地域住民の近隣の移動には役立つとみられるものの、そもそもの需要が少なく、設置できる台数が限られることから、カーシェアのある駐車場までのアクセスが遠く、また高低差があればアクセスへの抵抗がより大きく感じられるようになるといった課題がある。

ライドシェアには、自家用車の相乗りである。同一方向または目的地に向かうドライバの運転する車への相乗りであり、カーシェアのように駐車場までのアクセスが不要であることから、利用者のモビリティへのアクセス性は担保できる。

上記のように、自家用車のモビリティとしての活用が1つのカギとなる。また、カーシェア車両やライドシェアの利用にあたっては、予約やマッチングが必要であるが、これらは ICT 技術により可能である。

4.4.3 モビリティに関する規制等制度と活用のあり方

上記のように、中山間地域におけるライドシェアの活用は期待されるものの、タクシーと比較した場合、日本におけるタクシー運賃を例にとると、総括原価により決定される規制（適正利潤を含む平均費用に等しい運賃が設定：総括原価方式）、車両、安全運行のための管理費および運行費（燃料費など）、運転手賃金（社会保険料を含む）といった費用に、適正利潤を加えて総費用（総括原価）が算定され、それと等しい運賃水準が公共料金として設定される。しかしながら、ライドシェアの場合、ドライバは、ライドシェア・サービスを提供するかしないかを直接かかる経費のみによって決定されるため、ダンピング運賃（略奪的運賃）となる傾向があり、安易にライドシェアを導入すると、地域に残存しているタクシー事業者の撤退につながりかねない懸念がある。

また、欧州各国での導入状況を表 4.2 に示す。これより各国では導入は可能であるものの、収入や対価設定の問題を抱えることが言える。あくまで、住民等の自家用車の移動へのシェアを前提とし、その必要経費での対価（非商業ベース）という前提から始めることが1つの方策であるともみられる。また、タクシー事業者が存続できるような形でかつライドシェアがタクシーの不足分を補完するよう、例えば配車センターをタクシーとライドシェアで一括にし、適切に収益を配分する（すなわちタクシーの廉価版としてのライドシェアにならない）工夫が必要とみられる。

表 4.2 地域別の MaaS やシェアモビリティの活用方策

	ライドシェア		各国概況
	許可	規制	
イギリス	あり	なし	-他国との比較によるとライドシェアの台数は少なめ -Uber は導入可能
フランス	あり	あり	-政府によるライドシェア導入補助と促進 -保険や収入確保が主要課題
ドイツ	あり	あり	-ライドシェアを商業輸送とみなし免許を付与 -Uber は導入可能
オーストリア	あり	なし	-ライドシェアはかなり普及しており、大規模事業者や小規模事業者が存在。 -コストに見合った対価設定が主要課題

出典：Ride2Rail (2020), STATE OF THE ART OF RIDE SHARING IN TARGET EU COUNTRIES Deliverable D2.2

5章 物流分野での活用

5.1 はじめに

新たな物流需要として、急増する宅配便貨物、サプライチェーンの把握が求められる安全保障上の重要物資、高い安全管理が求められる危険物を取り挙げ、既存の物流データでの把握を検討する。宅配便貨物と永久磁石を例にした安全保障物資に関しては、自動車、倉庫、全国貨物純流動調査、産業連関表、経済センサス等の物流データからの把握を検討する。危険物に関しては、安全管理法令を整理すると共に、関連統計・資料から揮発油の物流量を検討する。以上の新しい物流需要や危険物の把握の点から、物流分野における準天頂衛星データの活用に関して考察する。

5.2 新たな物流需要と危険物輸送の把握

5.2.1 新たな物流需要と危険物輸送の内容

(1) インターネット通販等による宅配貨物の増加

インターネット通販等の増加により、宅配便の増加が指摘されている。宅配便事業者からの報告により、全国の宅配便個数が公表されている（図 5.1）。2022 年度の宅配便個数は、50 億 588 万個であり、うちトラック運送は 49 億 2,508 万個、航空等利用運送は 8,080 万個としている。宅配便事業者の便名では 22 便が対象となっている。宅配便個数の推移としては、

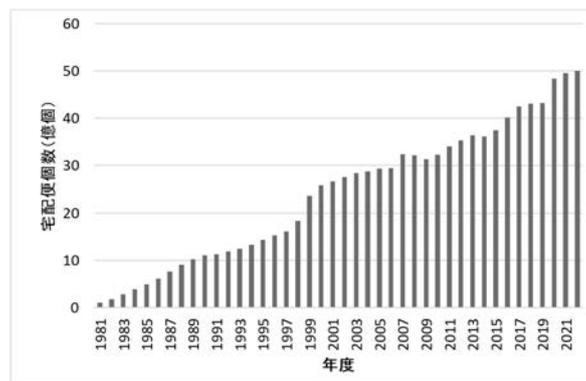


図 5.1 宅配便個数の推移

出典：総務省統計局、日本の長期統計系列 12 章 運輸 12-24 小量物品輸送量、<http://www.stat.go.jp/data/chouki/12.htm>

国土交通省、令和 4 年度 宅配便・メール便取扱実績について、https://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha04_hh_000281.html

1990～2000 年度、2000～2010 年度、2010～2020 年度で、年平均伸び率がそれぞれ約 9%、2%、3%である⁶。宅配便の急増に対して、供給不足や事故の問題も生じている。また、フードデリバリーや国際宅配便等の新たな物流需要に関して、データとしてどのように捉えられているかも問題と考える。

(2) 安全保障を意図したサプライチェーンの把握

日本では経済安全保障の観点の特定重要物資として、抗菌性物質製剤、肥料、永久磁石、工作機械・産業用ロボット、航空機の部品、半導体、蓄電池、クラウドプログラム、天然ガス、重要鉱物及び船舶の部品の 11 物資を指定し、安定供給確保に取り組む民間事業者等を支援することを通じて、特定重要物資のサプライチェーンの強靱化を図るとしている¹⁾。永久磁石に着目すると、原材料であるレアアースが中国を含む特定国に依存しており、サプライチェーン上の課題が存在するとしている²⁾。

日本の食料安全保障の観点では、国内の農業生産の増大、輸入及び備蓄を適切に組み合わせた食料の安定的な供給の確保により、また、凶作や輸入の途絶等の不測の事態が生じた場合にも、国民が最低限度必要とする食料の供給を確保しなければならないとしている³⁾。近年では、新型コロナウイルスにより、供給全体に大きな問題は生じなかったが、需要の急激な変化等によりフードサプライチェーンへの影響が発生している⁴⁾。また、日本では、2000 年前後に食中毒や表示偽装等、食品関係の事件・事故が相次いだ際、原因の特定、撤去・回収、真相解明等が不十分であったことから、2003 年ごろから食品のトレーサビリティに関連する法令やガイドライン等が整備されてきたとしている⁵⁾。

以上の様な安全保障に係るサプライチェーンを把握する必要性は、新たな物流需要としても捉えることもできる。

(3) 安全管理を意図した危険物のサプライチェーンの把握

爆発性、可燃性、有毒性などの物理化学特性をもつ危険物は、そのサプライチェーンを通じて安全管理が求められる。そのため、通常の貨物輸送と比較した場合の危険物輸送の特徴として積載する「危険物」に応じた安全管理が関連法令で定められており、輸送事業者はその遵守が求められる。危険物とその関連法と監督官庁を表 5.1 に整理する。ガソリン・ディーゼルなどの可燃性の高い物質は総務省消防庁管轄の消防法が関連法となる。CNG、LNG などの産業界で利用される高圧ガスについては、経済産業省が監督する高圧ガス保安法が関連法となる。一般家庭利用の LP ガスは経済産業省管轄の液化石油ガス法、毒物・劇物は厚生労働省管轄の毒物および劇物取締法、火薬類は経済産業省管轄の火薬類取締法が関連法とな

⁶ 1999 年度の大幅な増加は、佐川急便（株）において、取次店の増設、クール便開始等による新規需要の増加とともに、一般積合せ運送で取り扱われてきた既存需要の多数が一口一個の宅配便運送へシフトしたことを挙げている。

る。さらに、危険物輸送全般に対して、国土交通省が管轄する道路法 46 条 3 項では、長さ 5 km以上の長大トンネル・水底トンネルでの危険物輸送車両の通行が禁止または制限されている。ただし、災害時に被災地への迅速なエネルギー輸送を確保するため、石油等を輸送するタンクローリーについて、前後に誘導車を配置（エスコート通行方式）するなど通行の安全を確保する場合には、長大トンネル等の通行は認められている。

表 5.1 危険物とその関連法と監督官庁

種類	関連法	監督官庁
可燃性の高い物質	消防法	総務省消防庁
産業界利用の高圧ガス	高圧ガス保安法	経済産業省
一般家庭利用の LP ガス	液化石油ガス法	経済産業省
毒物・劇物	毒物および劇物取締法	厚生労働省
火薬類	火薬類取締法	経済産業省
危険物輸送全般	道路法（46 条 3 項）	国土交通省

ガソリン・ディーゼルなどの揮発油を対象とする消防法に注目すると、同法で対象とする危険物とその指定数量を表 5.2 に示す。揮発油は表 5.2 の「第四類第一石油類（非水溶性）」に対応する。消防法では、タンクローリーなどでの専用輸送車両輸送を「移送」と呼ぶ。トラックでの専用容器輸送を「運搬」と呼ぶ。そして、対象危険物の移送・運搬する業者には

表 5.2 消防法の対象危険物とその指定数量

種類	品名・性質	指定数量
第一類	第一種酸化性固体	50kg
	第二種酸化性固体	300 kg
	第三種酸化性固体	1,000 kg
第二類	硫化りん・赤りん、硫黄、第一種可燃性固体	100 kg
	鉄分、第二種可燃性固体	500 kg
	引火性固体	1,000 kg
第三類	カリウム・ナトリウム、アルキルアルミニウム、アルキルリチウム、第一種自然発火物質及び禁水性物質	10 kg
	黄りん	20 kg
	第二種自然発火物質及び禁水性物質	50 kg
	第三種自然発火物質及び禁水性物質	300 kg
第四類	特殊引火物	50l
	第一石油類（非水溶性）	200l
	第一石油類（水溶性）、アルコール	400l
	第二石油類（非水溶性）	1,000l
	第二石油類（水溶性）、第三石油類（非水溶性）	2,000l
	第三石油類（水溶性）	4,000l
	第四石油類	6,000l
動植物油類	10,000l	
第五類	第一種自己反応性物質	10 kg
	第二種自己反応性物質	100 kg
第六類	酸化性液体	300 kg

危険物取扱資格の取得が必須となる。さらに、指定数量を超える量を移送・運搬する際には、各市区町村にタンクローリー設置許可届・完成検査証が必要となる。揮発油の場合の指定数量は200lである。

つづいて、高圧ガス保安法を見ると、表 5.3 より同法では高圧ガスの種類とその積載数量に応じて高圧ガス移動監視者（講習を修了したもの）の乗務が必須となる。特殊高圧ガスは、積載数量にかかわらず高圧ガス移動監視者が必要となる。

表 5.3 高圧ガス移動監視者が必要となる高圧ガスの種類とその積載数量

高圧ガスの種類	積載数量
可燃性ガス・酸素	圧縮ガス 300 m ³ 以上、液化ガス 3,000kg 以上
毒性ガス	圧縮ガス 100 m ³ 以上、液化ガス 1,000kg 以上
液化石油ガス	液化ガス 3,000kg 以上
特殊高圧ガス	積載数量にかかわらず高圧ガス移動監視者が必要

最後に、消防法、高圧ガス保安法におけるタンクローリー輸送時の安全管理を概観するため、乗務資格、届け出、車両、荷扱時、移送時の遵守事項を表 5.4 に整理した。

表 5.4 消防法、高圧ガス保安法におけるタンクローリー輸送時の遵守事項

	消防法	高圧ガス保安法
乗務資格	・危険物取扱者	・高圧ガス移動監視者
届け出	・市区町村への車両設置許可届 ・完成検査済証明書の交付	
車両	・危険物種類・品名・数量を車両表示 ・タンク点検・低弁完全閉鎖 ・慣性検査済証・定期点検記録・譲渡引渡し届出書・品名・数量の備付 ・特定物質輸送の場合、イエローカード ¹ ・応急措置用具の備付	・高さ検知棒・坊波板・警戒標の設置 ・バルブ開閉方向・状態の識別表示 ・40度以下に保つ ・高圧ガス移動監視者講習会修了証携帯 ・消火器、応急措置用資材・工具の携帯
荷扱時	・注入時エンジン停止・静電気対策等	・移動開始時・終了時の点検
移送時	・一人の運転時間は4時間以内・4時間を超える場合は交代運転者の設置 ・安全な場所での休憩・一時停止 ・事故時の関係消防関係への連絡 ・特定物質 ² 輸送の場合、輸送経路を関係消防機関に事前送付 ・液体輸送時の横転に注意した運転	・一人の運転時間は4時間以内・4時間を超える場合は交代運転者の設置 ・病院・学校・繁華街・人込み・交通量の多い場所を避け安全な場所での駐車、基本車両から離れないようにする ・事故時の荷送人・近隣の高圧ガス業者への連絡・事故拡大防止への措置

¹緊急時連絡先、応急措置に関する必要事項を記載した書類

²アルキルアルミニウム、アルキルリチウム等

5.2.2 既存データ等による新たな物流需要の把握

(1) 宅配便における新たな物流の把握

宅配便に関連する事業者数と車両数は、特別積合せ（特積）貨物運送事業（図 5.2）と貨物軽自動車運送事業（図 5.3）として捉えられている。特積貨物運送業は、規模の大きい宅配便事業者が含まれ、貨物軽自動車運送事業は、大手宅配便事業者の下請にも従事すると考えられ、車両数には軽霊柩とバイク便を含む。両者の事業者数は増加傾向であり、車両数は特積貨物運送事業で減少傾向、貨物軽自動車運送事業では増加が大きい。



図 5.2 特別積合せ貨物運送事業の事業者数と車両数

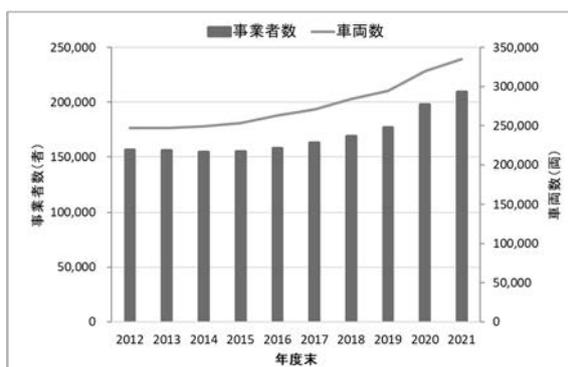


図 5.3 貨物軽自動車運送事業の事業者数と車両数

出典：国土交通省、自動車関連統計データ 貨物自動車運送事業者数（運輸局・支局別）・貨物自動車運送事業車両数（運輸局・支局別）、https://www.mlit.go.jp/statistics/details/jidosha_list.html

以上は、営業用貨物車を対象にしたデータである。日本における貨物車の保有車両数は、2022年3月末において約1,452万両である。この内、貨物普通車、貨物小型四輪車、貨物軽四輪車の車両数が、それぞれ約245万両、350万両、836万両である（図 5.4）。自家用と営業用の業態別に見ると、2022年度末では、営業用の比率が、貨物普通車38%（図 5.5）、貨物小型四輪車2%（図 5.6）、貨物軽四輪車4%（図 5.7）である。近年、貨物軽四輪自動車において

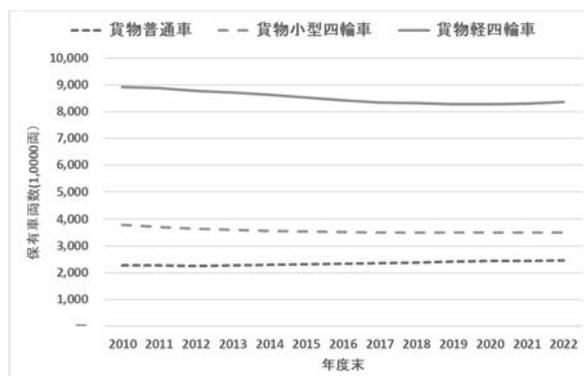


図 5.4 主要貨物四輪車の保有車両数の推移

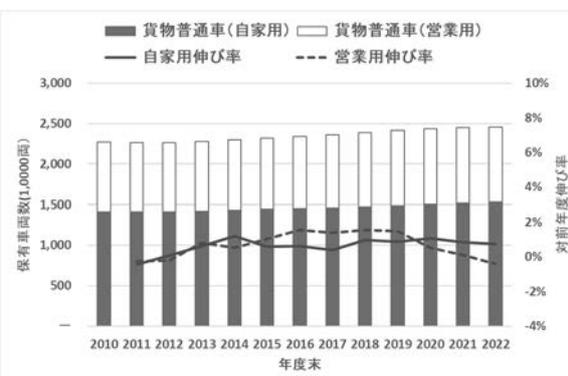


図 5.5 貨物普通車の保有車両数の推移（自家用・営業用別）

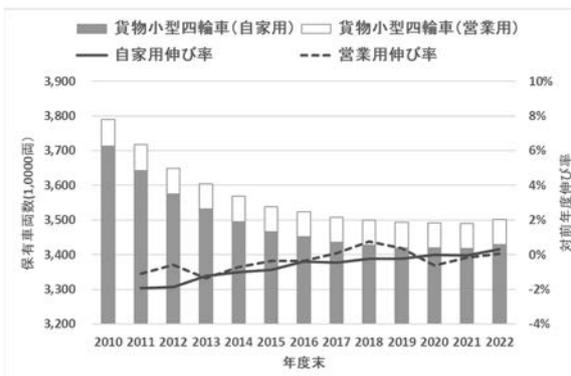


図 5.6 貨物小型四輪車の保有車両数の推移（自家用・営業用別）

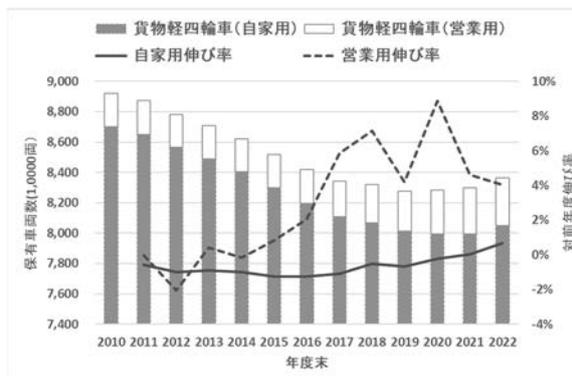


図 5.7 貨物軽四輪車の保有車両数の推移（自家用・営業用別）

出典：自動車検査登録情報協会、自動車保有台数、<https://www.airia.or.jp/publish/statistics/number.html>

営業用車両数の増加が大きい。ただし、貨物軽四輪自動車は自家用も増加傾向である。また、2020年度以降は、貨物普通車と貨物小型四輪自動車において、自家用車両数が営業用車両数に比べて前年度伸び率が大きい。

インターネット通販等の大手企業が取り組んでいる宅配便サービスや在庫管理では、巨大

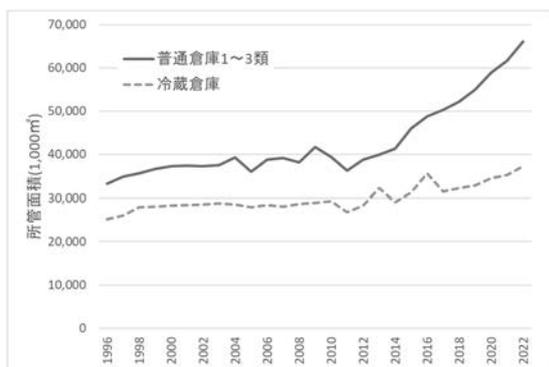


図 5.8 普通倉庫 1～3 類と冷蔵倉庫の所管面積

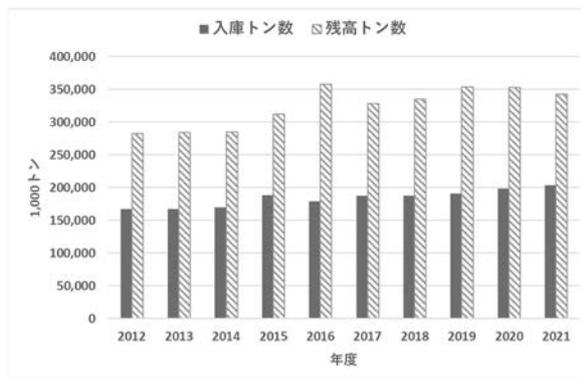


図 5.9 普通倉庫 1～3 類の入庫・保管残高トン数

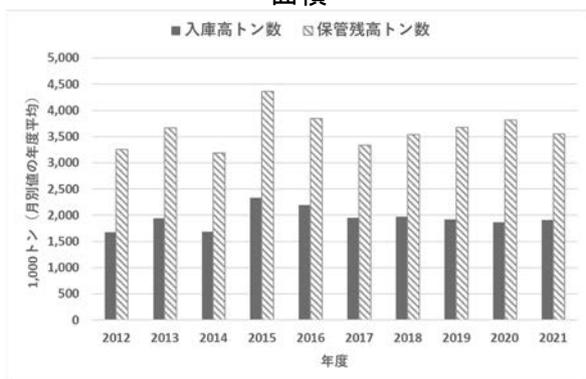


図 5.10 冷蔵倉庫の入庫・保管トン数

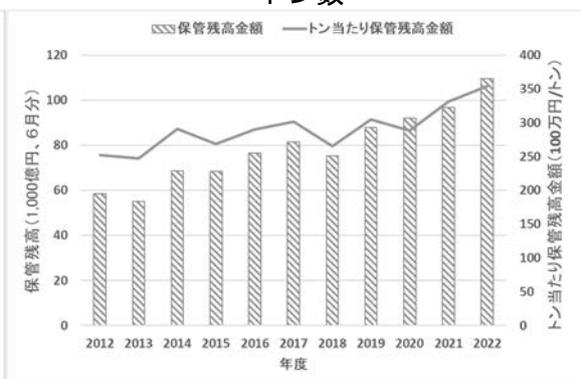


図 5.11 普通倉庫 1～3 類の保管残高金額とトン当たり保管残高

出典：国土交通省、倉庫統計季報、https://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/freight/seisakutokatsu_freight_mn2_000007_2.html

倉庫の整備により、迅速な輸送等の付加価値を提供している。倉庫に関するデータを整理すると、普通倉庫 1~3 類と冷蔵倉庫の国土交通省による所管面積は、2012 年以降の増加傾向が存在する（図 5.8）。また、入庫高と保管残高のトン数は、普通倉庫 1~3 類に増加傾向が見られ（図 5.9）、冷蔵倉庫は明確な変化が見られない（図 5.10）。また、普通倉庫 1~3 類で把握されている各年 6 月分の保管金額と、そのトン当たりの値は増加傾向が見られ（図 5.11）、倉庫貨物の高付加価値化が想定される。

宅配便の増加は、国際航空の Small Package(SP)貨物の急増として、税関においても把握されている（図 5.12）。税関では、SP 貨物が、輸出者（荷送人）の戸口から輸入者（荷受人）の戸口までの一貫輸送を基本とする貨物であり、国際エクスプレス貨物・国際宅配便といわれている小口急送貨物であるとしている。税関では、不正薬物の密輸防止に加え、テロ対策の観点からも、SP 貨物及び国際郵便物の取締りの強化を必要としている。また、国土交通省では、2 年毎に 10 月~11 月頃の平日 1 日を対象にして、国際航空貨物動態調査を実施している。ここで、国際宅配便として、重量 30kg 程度以下の書類または物品を荷送人の戸口から荷受人の戸口まで一貫的に行なう国際運送を指し、クーリエ・サービスと SP サービスからなると定義し、1991 年よりその調査を開始している。2022 年の調査では、国際宅配便貨物の事業者として、45 社を対象にしている。同調査から国際航空貨物量に占める国際宅配便の重量比率を示すと、輸入では 10%以上を示している（図 5.13）。以上の様な国際宅急便に関しては、新しい物流需要として増加が見込まれるが、国内の宅配便個数の調査等との関係把握は困難である。なお、日本の貿易統計では、国際郵便と国際宅配便の統計値が分離して公表されていないが、欧州諸国を中心に 30 カ国・地域程度で、Postal consignments, mail or courier shipment の統計値が貿易統計において公表されている。そのような国・地域においては、国

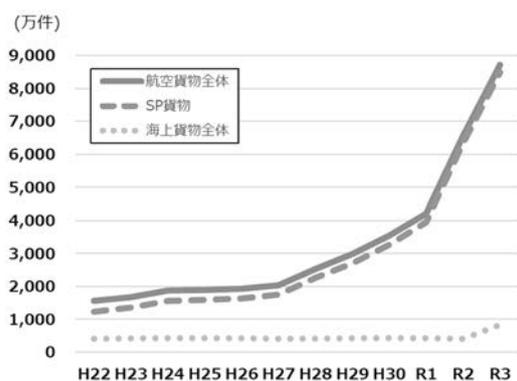


図 5.12 輸入の許可件数の推移

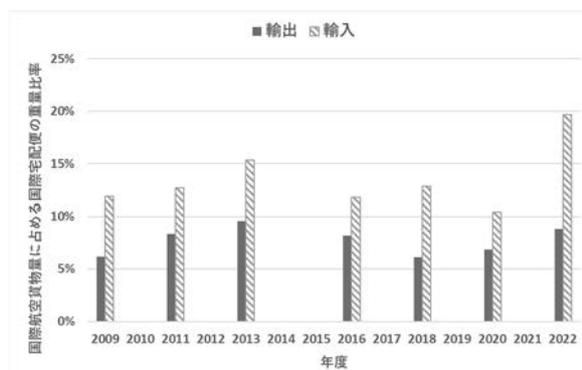


図 5.13 国際航空貨物量に占める国際宅配便の重量比率

出典 図 5.12：財務省、最近の関税政策と税関行政を巡る状況、2022、

https://www.mof.go.jp/about_mof/councils/customs_foreign_exchange/sub-of_customs/proceedings_customs/material/202201004/kana20221004siryo1.pdf

出典 図 5.13：国土交通省、航空貨物動態調査、https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk6_000001.html

際宅急便の税関までの全体的な輸送量の把握が可能と考えられる。

貨物軽自動車の増加は、大手インターネット通販業者等が、大手宅配事業者を通じて軽貨物自動車を使用する事業者や個人に、宅配便貨物の輸送を委託して、きめ細かい物流サービスを提供していることが影響していると考えられる。また、宅配便サービスに対する新しい需要が影響していることも考えられる。例えば、フードデリバリーでは軽貨物車やバイクが使用されている。また、小売業者においても自社の軽貨物自動車や三輪バイクにより、宅配便サービスを提供してことが見受けられる。これらの新しい物流需要は、包括的な物流データとして整備されているとは言えない。

フードデリバリーに関しては、民間企業等によって、市場規模調査や消費者へのアンケート調査等が行われ、市場の拡大や利用者の増加が指摘されている。行政の関連統計として、総務省の家計消費状況調査では、インターネットを利用した世帯に関して支出の調査を行っている。インターネットによる1世帯当たり1か月間の品目別の平均支出を見ると(図5.14)、食料の増加が多く、その内数である出前は、世帯月平均支出額で1,000円弱と大きくはないが、2018年以降の増加が大きい(図5.15)。

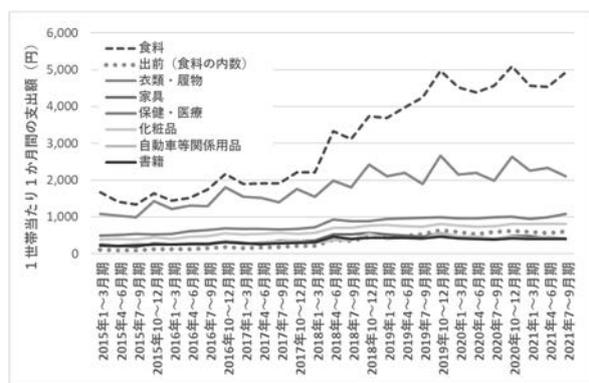


図 5.14 インターネットを利用した1世帯当たり1か月間の支出平均

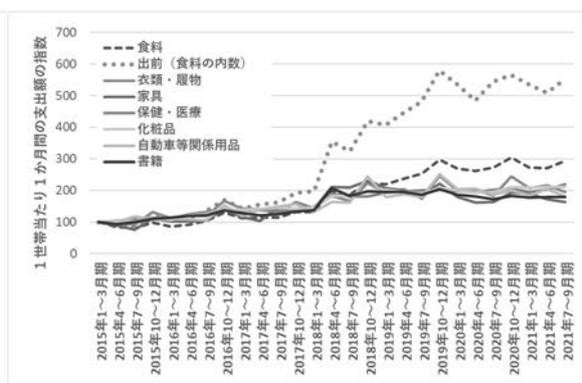


図 5.15 インターネットを利用した1世帯当たり1か月間の支出平均の指数

出典：総務省、家計消費状況調査 平成29年改定、https://www.e-stat.go.jp/stat-search/database?statdisp_id=0003168520

また、現在、全国の宅配便個数は、都道府県別のOD貨物量は把握されていない。2004年10月分までは、特別積合せトラックの都道府県別宅配個数流動表が把握可能であるが⁶⁾、事業者の負担増(宅配便貨物の増加)、特別積合せトラックの免許制の廃止等から調査が終了している⁷⁾。このような過去の調査に加えて、部分的であるが宅配便貨物がODで捉えられ、継続的に実施されている全国貨物純流動調査、また、本研究でも把握した事業所、自動車、倉庫の統計を活用し、宅配便貨物のODを新しい需要を考慮して把握することが有意義と考える。

参考までに、2011年度末と2021年度末における都道府県別の事業者数と車両数を、特別積合せ貨物運送事業（図 5.16、図 5.18）と貨物軽自動車運送事業（図 5.17、図 5.19）について示す。貨物軽自動車運送事業では、都市圏において事業者数と車両数が大きく増加している。

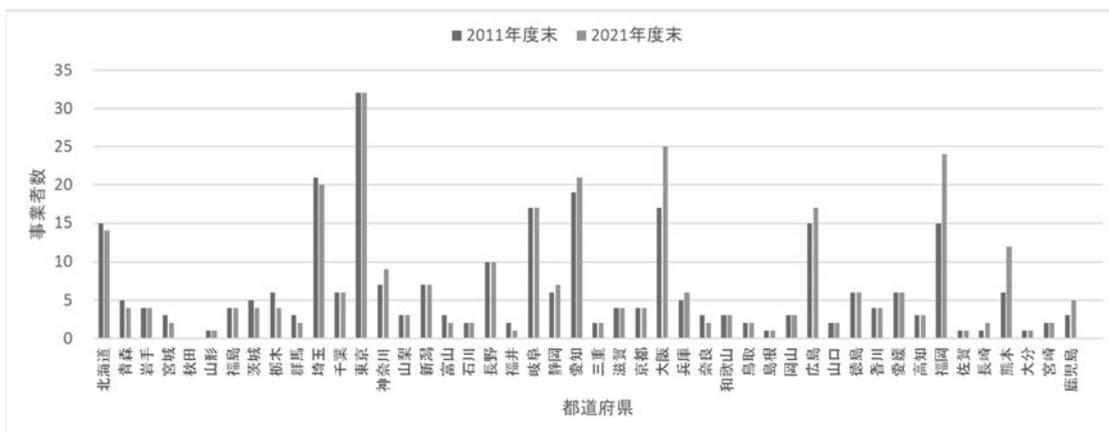


図 5.16 都道府県別の事業者数の変化（特別積合せ貨物運送事業）

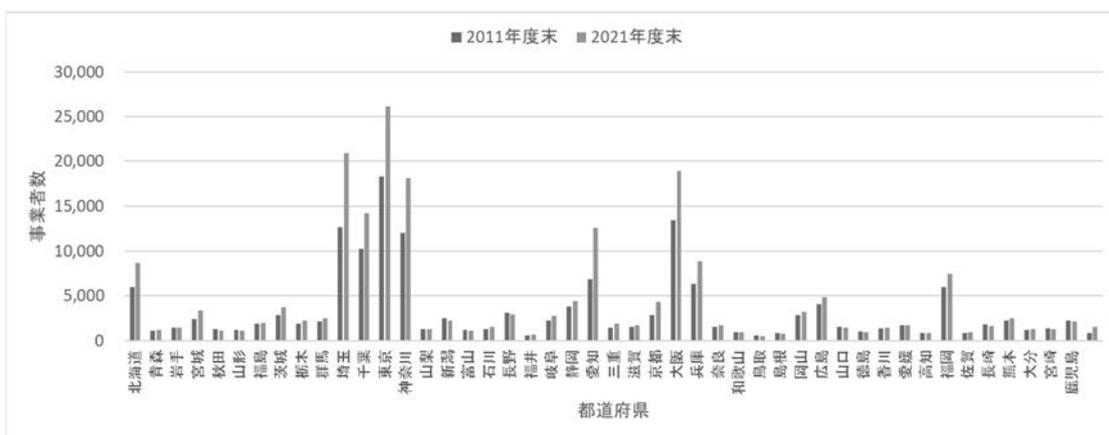


図 5.17 都道府県別の事業者数の変化（軽貨物軽自動車運送事業）

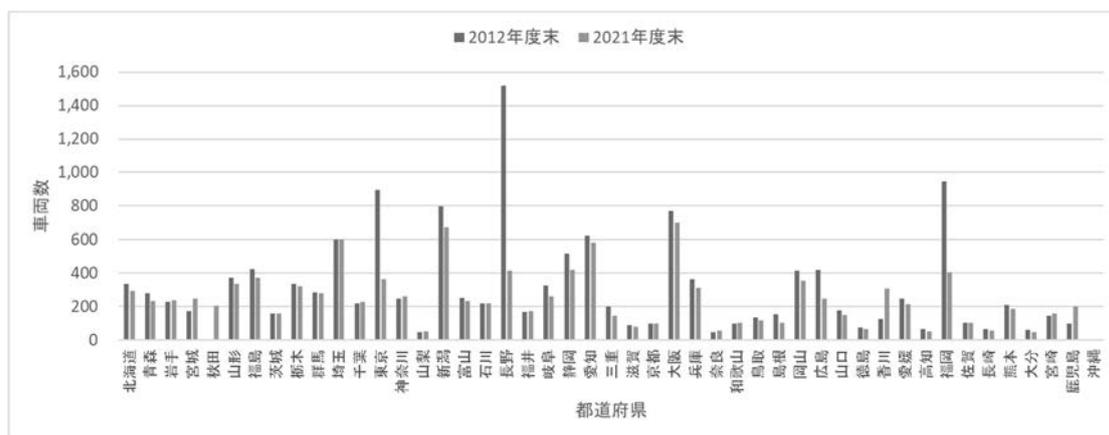


図 5.18 都道府県別の車両数の変化（特別積合せ貨物運送事業）

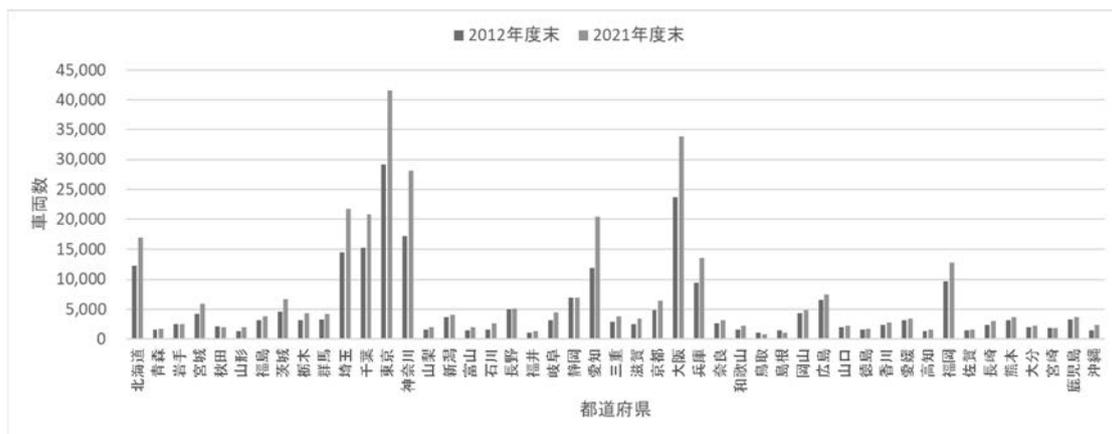


図 5.19 都道府県別の車両数の変化 (軽貨物軽自動車運送事業)

出典 図 5.16～5.19：国土交通省、自動車関連統計データ 貨物自動車運送事業者数 (運輸局・支局別)・貨物自動車運送事業車両数 (運輸局・支局別)、https://www.mlit.go.jp/statistics/details/jidosha_list.html

また、2012 年度 6 月と 2022 年度 6 月における普通倉庫 1～3 類の保管残高トン数を示す (図 5.20)。都市圏の特定の都道府県において、そのトン数が急増していることがわかる。

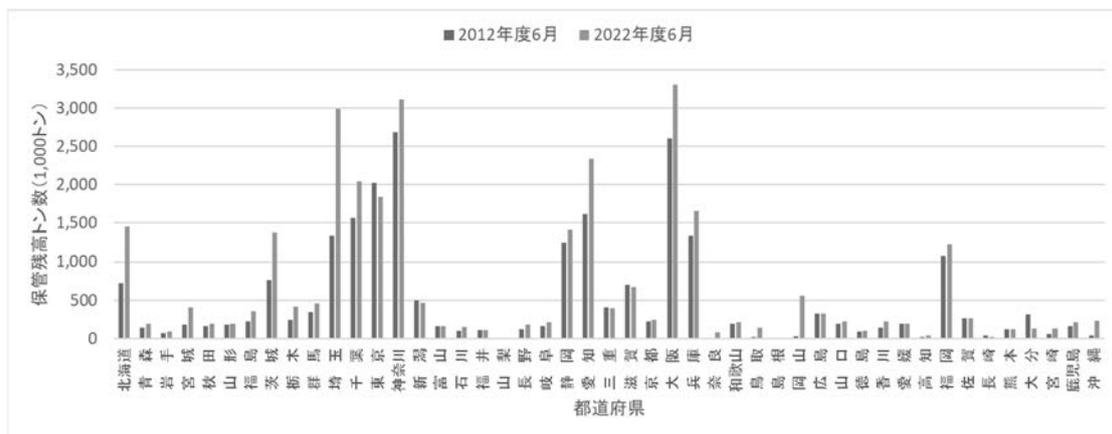


図 5.20 都道府県別の普通倉庫 1～3 類の変化

出典：国土交通省、倉庫統計季報、https://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/freight/seisakutokatsu_freight_mn2_000007_2.html

本研究で取り上げた貨物車の自家用と営業用の区別は、産業連関表における自家輸送マトリックスにおいても可能である。図 5.21 は、自家輸送 (貨物自動車) の生産額を示している。産業部門別の詳細な分析によっては、フードデリバリー等の新しい物流需要に関して検討できる可能性がある。

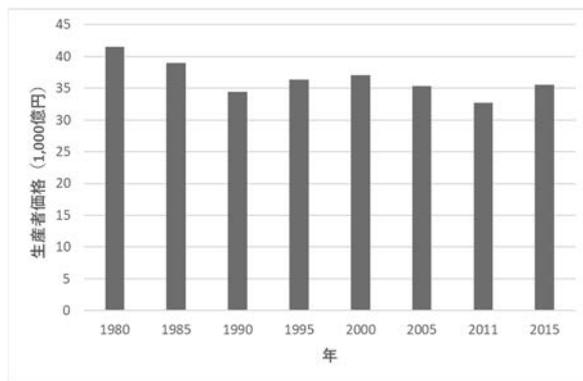


図 5.21 産業連関表における自家輸送部門の産出額の変化

出典：総務省、産業連関表 統計表一覧、https://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/data/io/ichiran.htm

次に、全国貨物純流動調査における代表輸送機関を宅配便等混載とした 2021 年の都道府県間流動量トン（バブルチャート）を示す（図 5.22）。都道府県内の流動量が基本的には大きいことがわかる。2023 年の経済センサスの都道府県別事業所数と、代表輸送機関が宅配便混載である流動量の都道府県別の発貨物量トンと着貨物量トンでは R^2 で 0.9 程度の相関が確認で

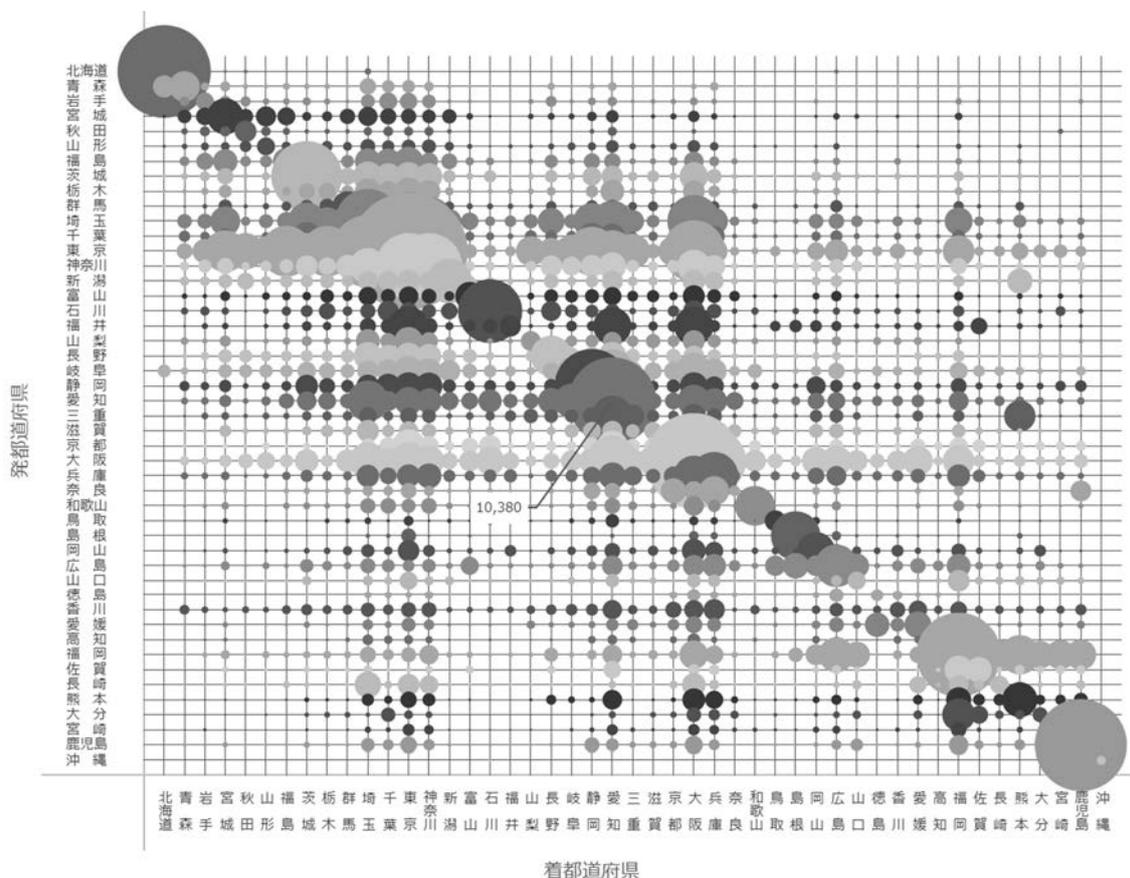


図 5.22 都道府県間流動量トン（代表輸送機関：宅配便等混載、3 日間調査）

出典：国土交通省、全国貨物純流動調査（物流センサス）、https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00600620&tstat=000001103136&iroha=14&result_page=1

きる（図 5.23、図 5.24）。全国貨物純流動調査は、3 日間の調査であり、調査対象事業者は鉱業、製造業、卸売業、倉庫業に限定されるが、各種データを組み合わせる更なる検討で、宅配便貨物の特性が把握可能と考える。

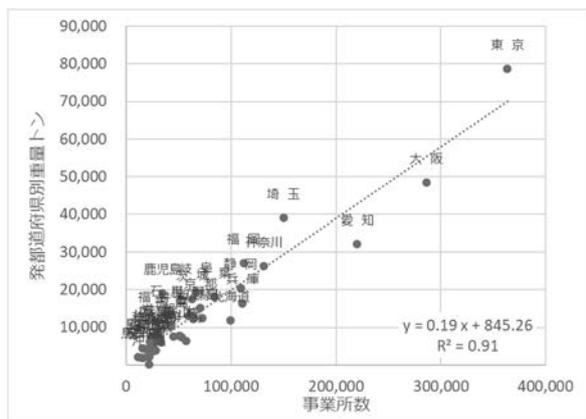


図 5.23 都道府県別事業所数と宅配便混載の発貨物量トンの関係

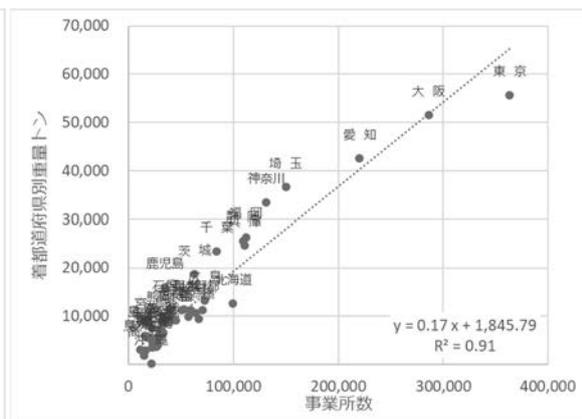


図 5.24 都道府県別事業所数と宅配便混載の着貨物量トンの関係

出典：国土交通省、全国貨物純流動調査（物流センサス）、https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00600620&tstat=000001103136&iroha=14&result_page=1
 総務省、令和3年経済センサス - 活動調査 事業所に関する集計 - 産業横断的集計 - 事業所数、従業者数、<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00200553&tstat=000001145590>

（2）永久磁石を例にした安全保障物資の把握

ここでは、経済安全保障の特定重要物資とされている永久磁石において、レアアースと定義されるネオジムを主原料とするネオジム磁石を対象にする。本研究は、既存の物流関連データでネオジム磁石のサプライチェーンがどの程度捉えられているかを検討する。

ネオジム磁石のマテリアルフロー分析の実績は多い。ネオジム磁石の製造は主に、原料の溶解、合金の粉砕、成型、焼結、切屑加工、着磁等の工程からなり、2010年頃は、原料のレアアースの金属や合金は、ほぼすべてが中国から輸入されていたとしている（リサイクル品などを中心に一部国内での製造を行っている例もある）⁸⁾。また、ネオジムとネオジムに添加するジスプロシウムの国内需要は、2010年頃の年間で、合金製造時に、それぞれ5,700トンと760トン（磁石合金としては19,000トン）、磁石製品中のネオジムとジスプロシウムの使用量は、それぞれ3,900トンと520トン（磁石合金としては13,000トン）としている（磁石の製造時に、6,000トンのスラッジやスクラップが発生するが、その多くが工程内でリサイクルされる）⁸⁾。

ネオジムの用途は、ネオジム磁石、FCC触媒、ガラス添加剤、ニッケル - 水素電池、セラミックコンデンサー等、幅広く使用されている⁹⁾。また、各種のレアアースの存在に対して、業界団体では8区分に分けてレアアースの国内需要を推計している（図 5.25）。ジジム+ネオ

ジウムは、5,000 トン程度の需要量で推移している。日本のレアアースは国外からの輸入に依存しているため、貿易統計を検討すると、希土類金属又その混合物・合金（HS 品目：2805.30-000）と希土類金属化合物（HS 品目：2846.90-290）が、ネオジウムが含まれる品目と考えられる。図 5.26 は、この貿易統計の品目における輸入量と、業界団体のジウム+ネオジウムの国内需要量（実線）の推移を示している。上記のマテリアルフローの分析事例とネオジウム磁石以外の用途も存在することを考慮すると、ネオジウムとしての輸入量は 5,000 トン程度であり、多くはネオジウム磁石に使用され、ネオジウムの混合物・合金・化合物としては、過去 10 年で 6,000 トンから 13,000 トン程度の輸入が存在し、これもネオジウム磁石に多くが使用されている可能性がある。

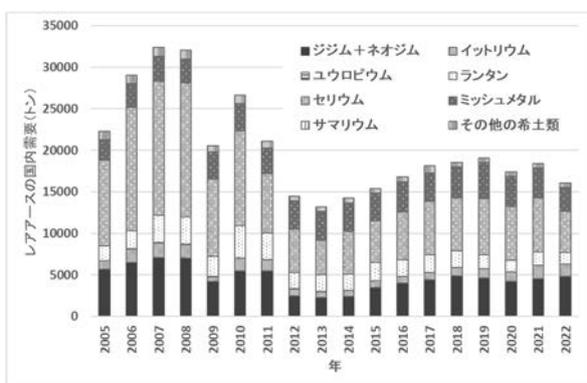


図 5.25 レアアースの国内需要量

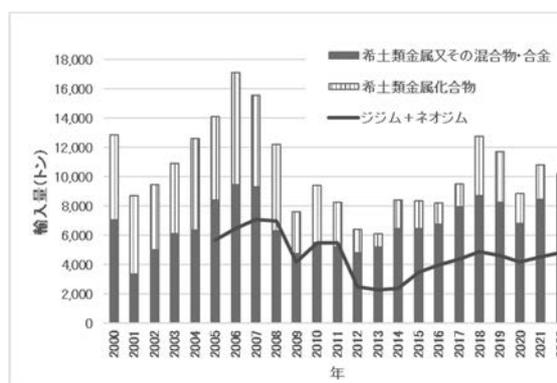


図 5.26 希土類金属の輸入量

出典 図 5.25：一般社団法人新金属協会 希土類部会、希土類部会需要実績を公表、

<http://www.jsnm.or.jp/news/?p=1417>、等の公表値

出典 図 5.26：財務省、財務省貿易統計、<https://www.customs.go.jp/toukei/search/futsu1.htm>、図 5.25 と同様

日本の貿易統計に関して、上記の HS 品目に関して相手国別輸入量を示すと、中国からの輸入量が多いが、ベトナムやタイからの輸入も 2011 年頃から増加している傾向がわかる（図 5.27、図 5.28）。また、税関別輸入量を示すと、希土金属又その混合物・合金は、名古屋税関での輸入量が比較的に多い（図 5.29）。希土金属化合物では、近年の輸入量が減少傾向であるが、ばらつきが大きい（図 5.30）。



図 5.27 相手国別輸入量
(希土金属又その混合物・合金)

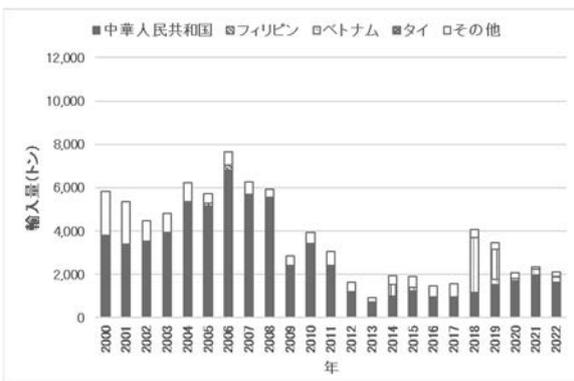


図 5.28 相手国別輸入量
(希土金属化合物)

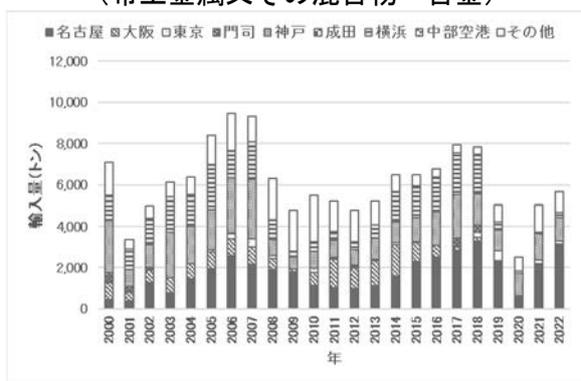


図 5.29 相手国別輸入量
(希土金属又その混合物・合金)

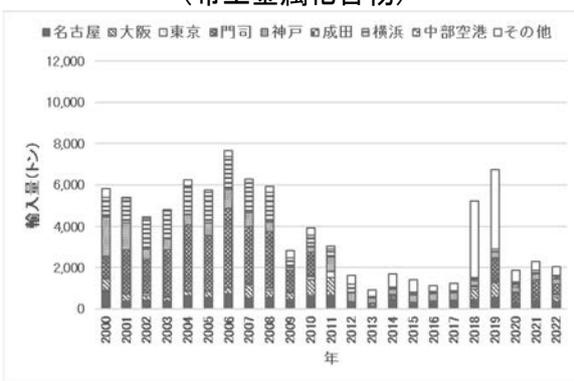


図 5.30 相手国別輸入量
(希土金属化合物)

出典：財務省、財務省貿易統計、<https://www.customs.go.jp/toukei/search/futsu1.htm>

なお、貿易統計は、HS 品目の 6 桁まで標準化されているため、中国の貿易統計と比較可能である。日本貿易統計による中国からの輸入量と、中国貿易統計による日本からの輸出量を比較すると（図 5.31）、中国貿易統計では HS の細分類においてネオジムの特定が可能であるが、日本貿易統計と中国貿易統計で一致する HS 品目において乖離が大きい。

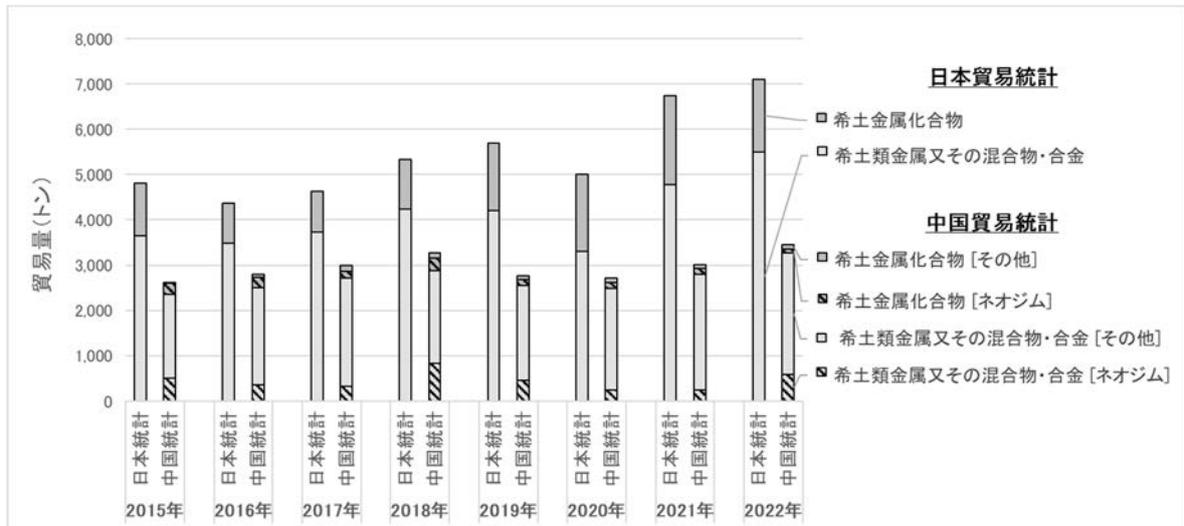


図 5.31 日本貿易統計と中国貿易統計によるネオジウム貿易量の把握

出典：財務省、財務省貿易統計、<https://www.customs.go.jp/toukei/search/futsu1.htm>、
General Administration of Customs of the People's Republic of China, Custom statistics,
<http://stats.customs.gov.cn/indexEn>

次に、ネオジウム磁石の生産量と生産額の検討を行う。経済産業省生産動態統計では、磁性材料（硬質、軟質）の生産金額と生産重量が捉えられ、硬質磁性材料が一般的な磁石と判断できる⁷。また、業界団体の公表値から、2017年までの磁石の生産金額と、2003年までの磁石の生産重量が確認できる。日本電子材料工業会の公表値では、希土類磁石、フェライト磁石、 casting 磁石で磁石の種類を分類し、ネオジウム磁石は希土類磁石に属する。経済産業省生産動態統計における硬質磁性材料の生産額は、近年、1,000億円程度である（図 5.32）。過去の業界公表値の希土類磁石の金額に類似する。硬質磁性材料の生産重量は、2020年で23,000トン程度である（図 5.33）。過去の業界公表値と比べると、重量の観点ではフェライト磁石が多く、希土類磁石が少ない（2003年では希土類磁石が5,500トン）。また、新金属協会では、日本のネオジウム磁石の生産重量を推計しており、2018年は14,000トン、2019年は13,500トン、2020年は12,400トンと公表している¹⁰。また、ネオジウム磁石は、製造方法により、ネオジウム焼結磁石とネオジウムボンド磁石に分かれる。日本ボンド磁性材料協会は、2020年の希土類ボンド磁石の生産重量を1,320トンとしている（フェライトボンド磁石は、9,360トン）¹¹。以上の数値が整合すると考えると、日本の磁石の生産量は、2020年において23,000トンであり、その内、ネオジウム磁石が12,400トン（ネオジウム焼結磁石が11,080トン、ネオジウムボンド磁石が9,360トン）、その他のフェライト磁石等が10,600トン程度と考えられる。

⁷ 磁性材料が含まれる上位の区分は、「粉末や金製品（超硬チップを除く）」であり、磁性材料の他に、機械材料、軸受合金、輸送機械用部品、摩擦材料、電気接点等が含まれる。

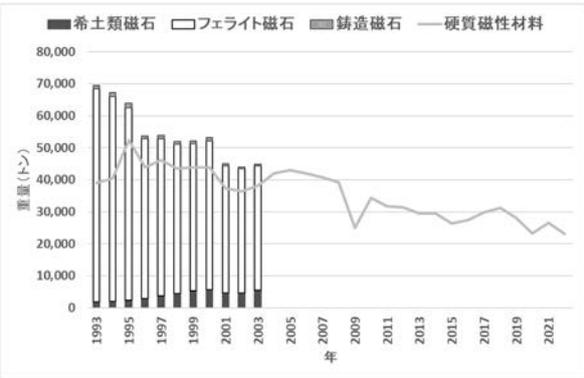
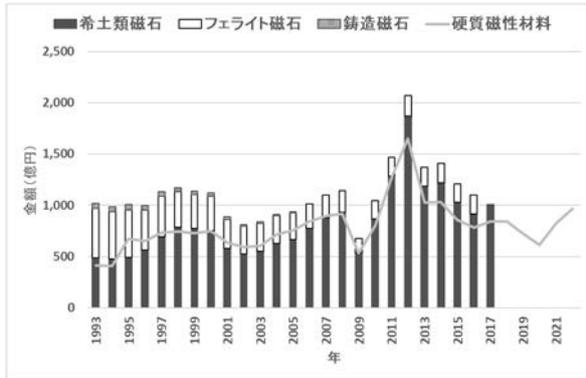


図 5.32 磁石に関する各種統計の生産金額 図 5.33 磁石に関する各種統計の生産重量
 出典：経済産業省、経済産業省生産動態統計、https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/08_seidou.html
 日本電子材業工業会、http://home.jeita.or.jp/ecb/information/emaj_stati.html、等の公表値

ネオジム磁石の主な用途は、モーター（37%）、VCM（ハードディスク、34%）、MRI（医療機器、11%）、音響機器（8%）、その他（10%）としている⁸⁾。これらの製品の材料として、ネオジム磁石が使用されていると考えられる。ここでは、2015年の産業連関表を用いて、ネオジム磁石の生産構造を検討する。

産業連関表において、ネオジム磁石の材料であるネオジム磁石合金が含まれる部門は、行部門の2711-099と列部門の2711-09のその他非鉄金属地金である。この行部門の国内需要合計は約2兆円、輸出額は6,700億円、輸入量は1兆1,700億円、国内生産額は1兆5,000億円と規模が大きく、また本研究でネオジム磁石合金の生産額を捉えていないため、十分な検討ができない。参考までに、行部門と列部門のその他非鉄金属地金に関して、部門別投入額（図5.34）と部門別産出額（図5.35）を示す。この行部門から後述する2899-03配管工事付属品・

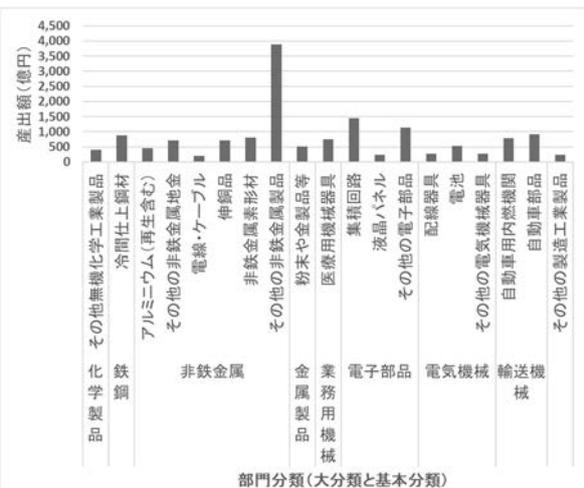
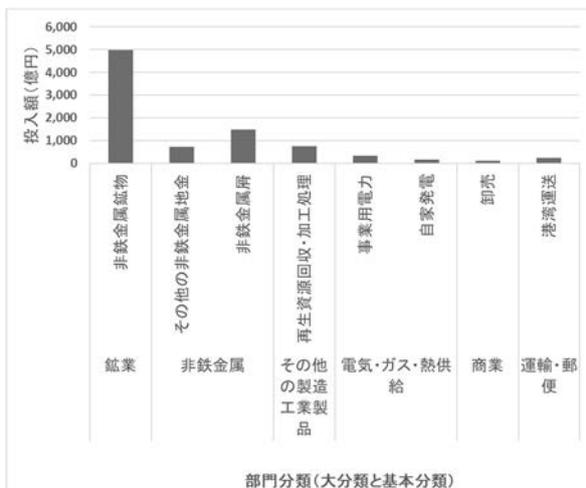


図 5.34 その他の非鉄金属地金の部門別投入額 図 5.35 その他の非鉄金属地金の部門別産出額

出典：総務省、平成27年（2015年）産業連関表、<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?tclass=00001118639&cycle=0>、*：内生部門計の取引額に対して1%以上の部門を示している。

粉末や金製品・道具類（これ以降、粉末や金製品等、と記す）と 3399-09 その他電気機械器具には、それぞれ 500 億円程度と 270 億円程度の産出額がある。

産業連関表におけるネオジム磁石の生産が含まれる部門は、行部門の 2899-032 粉末や金製品、列部門の 2899-03 粉末や金製品等である。列部門の粉末や金製品等では、上述した通り、その他の非鉄金属地金からの投入額が 500 億円程度で大きい（図 5.36）。また、非鉄金属屑からのマイナス投入額があり、リサイクルの存在が確認できる（ネオジム磁石リサイクルの技術的事例が存在するが、その量を本研究は確認できていない）。

行部門の粉末や金製品における国内需要合計は、3,400 億円である。なお、この行部門は輸出額と輸入額の計上が無くゼロである。上記の経済産業省生産動態統計と業界公表値から、3,400 億円内の 900 億円程度は磁石が占め、その内のネオジム磁石の生産額は大きいと考えられる。行部門の粉末や金製品からの産出額は、その他の電子部品と自動車部品への産出額が大きい（図 5.37）。また、商業の卸売部門の大きな存在も確認できる。産業連関表のみでは、ネオジム磁石の用途に関して、モーターやハードディスク等の詳細な品目を特定することは困難であるが、既存の知見の通り、電子部品産業と自動車部品産業の素材としての用途が確認できる。

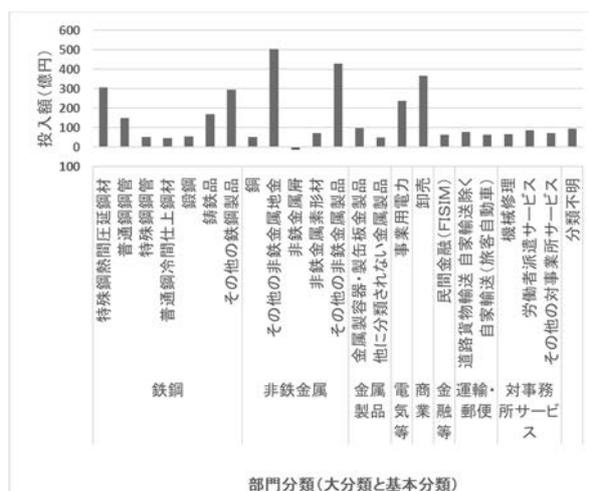


図 5.36 粉末や金製品等の部門別*投入額

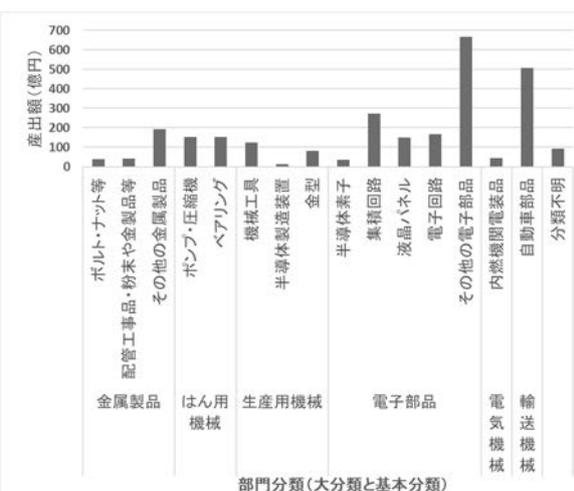


図 5.37 粉末や金製品の部門別*産出額

出典：総務省、平成 27 年（2015 年）産業連関表、<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?tclass=000001118639&cycle=0>、*：内生部門計の取引額に対して 1%以上の部門を示している。

一方、日本の標準産業分類では、2999 その他の電気機械器具製造業（中分類 29 電気機械器具製造業）に希土類磁石製造業が含まれるとしている¹²⁾。この分類は、産業連関表の行部門と列部門の 3399-09 その他電気機械器具に対応する。列部門のその他電気機械器具では、その他の非鉄金属地金から約 270 億円の投入額が存在し（図 5.38）、行部門のその他電気機械

器具から其他電子部品に約 440 億円の産出額が存在する (図 5.39)。これらの一部はネオジム磁石の原料や製品の取引額と考えられる。

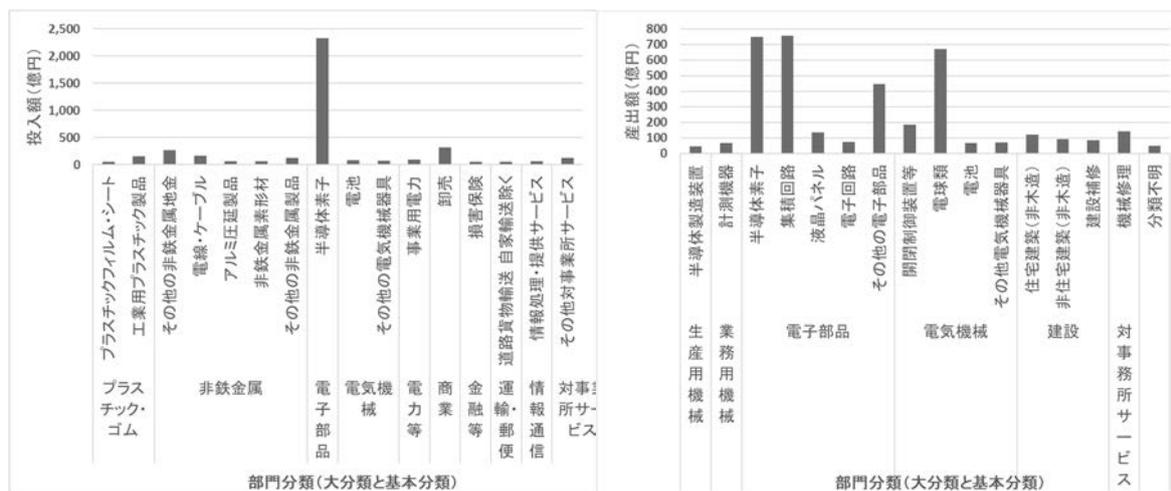


図 5.38 その他の電気機械器具の部門別投入額 図 5.39 その他の電気機械器具の部門別産出額

出典：総務省、平成 27 年 (2015 年) 産業連関表、<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?tclass=00001118639&cycle=0>、*：内生部門計の取引額に対して 1%以上の部門を示している。

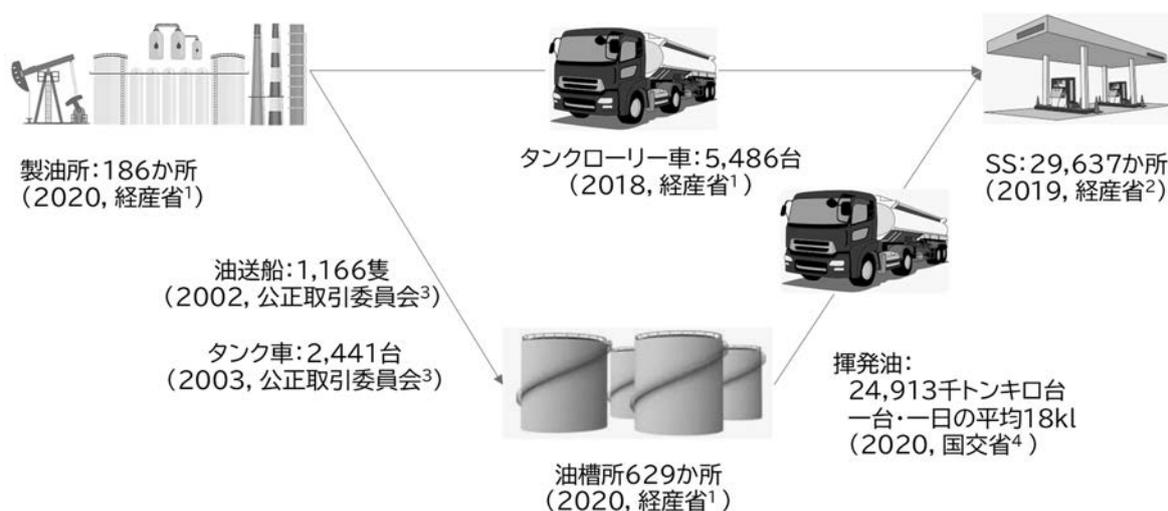
以上の検討では、産業連関表の部門単位で捉えられるネオジム磁石の生産構造であるが、日本のネオジム磁石の主要企業は限定されるため、個別の企業の調査も行われている。2012 年頃の調査では、日本で生産する磁石合金メーカーとして、昭和電工、三徳、中電レアアース、信越化学が挙げられ、中国やベトナムの現地企業に出資することで、磁石合金の製造やリサイクルを行うメーカーも挙げられている¹³⁾。近年では、これらの個別企業では、海外展開や企業統合等が進んでいるため、既存の物流データの詳細な単位での検討や分割・統合等の推計によって、その動向を捉える必要があると考える。

5.2.3 関連統計・資料を用いた危険物の物流量の把握

消防法、高圧ガス保安法で対象とする危険物に関する物流量を計上する統計として、国土交通省が管理する全国貨物純流動調査 (物流センサス) が挙げられる。物流センサスで把握可能な危険物は揮発油 (品目コード 5071)、LNG・LPG (品目コード) に限られ、それら以外の危険物は、化学薬品 (品目コード 5111)、その他の化学工業品 (品目コード 5161) に含まれることが想定され、個別の危険物の物流量を把握するのは困難である。危険物の物流量に関する統計は限られているが、安全管理の観点から、消防法対象危険物、高圧ガス保安法対象危険物については危険物保安技術協会、高圧ガス保安協会が危険物輸送事故事例を収集・整理している。危険物保安技術協会の危険物事故事例情報システム (<http://www.khk->

syoubou.or.jp/hazardinfo/guide.html) は個別事故事例の状況、原因、被害を記した事故調書(テキスト情報)を提供する。経済産業省の委託事業として、高圧ガス保安協会の事故事例データベース (https://www.khk.or.jp/public_information/incident_investigation/hpg_incident/incident_db.html) は、個別事故事例の状況、原因、被害を記した事故調書をデータベース化し、無償で提供する。ただし、危険物事故事例情報システム、事故事例データベースから出発地、到着地、物流量に関する情報は記載されていないため、危険物に関する物流量の把握には利用できない。

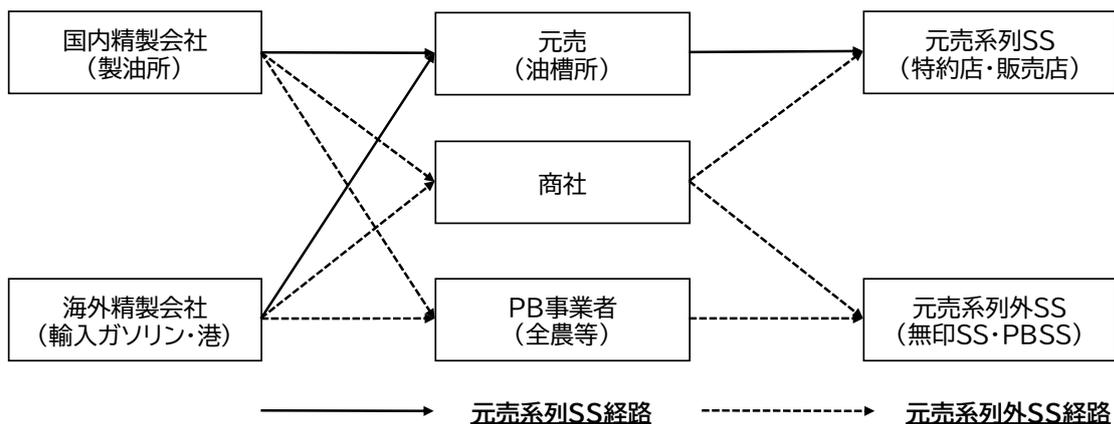
消防法の対象である揮発油のサプライチェーンについて把握を試みる。揮発油であるガソリン・ディーゼル・灯油の国内サプライチェーンの全体像は、経済産業省、公正取引委員会の資料、国土交通省の自動車輸送統計から、図 5.40 に示されるように描くことができる。2020 年において、揮発油は全国 186 か所の製油所で製造され、全国 629 か所の油槽所を介して、全国 29,637 か所のサービスステーション(SS)まで運ばれる。製油所から油槽所までの輸送手段は油送船とタンク車に担われ、製油所・油槽所から SS までの輸送手段はタンクローリー車に担われる。揮発油の年間輸送量は 24,913 千トン・キロ、タンクローリー車の日平均輸送量は約 18kl と想定される。



1経産省https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum_and_lpgas/pl006/results.html
 2経産省https://www.enecho.meti.go.jp/category/resources_and_fuel/distribution/hinnkakuhou/200731a.html
 3公正取引委員会(2004)、ガソリンの流通実態に関する報告書
 4国交省、自動車輸送統計

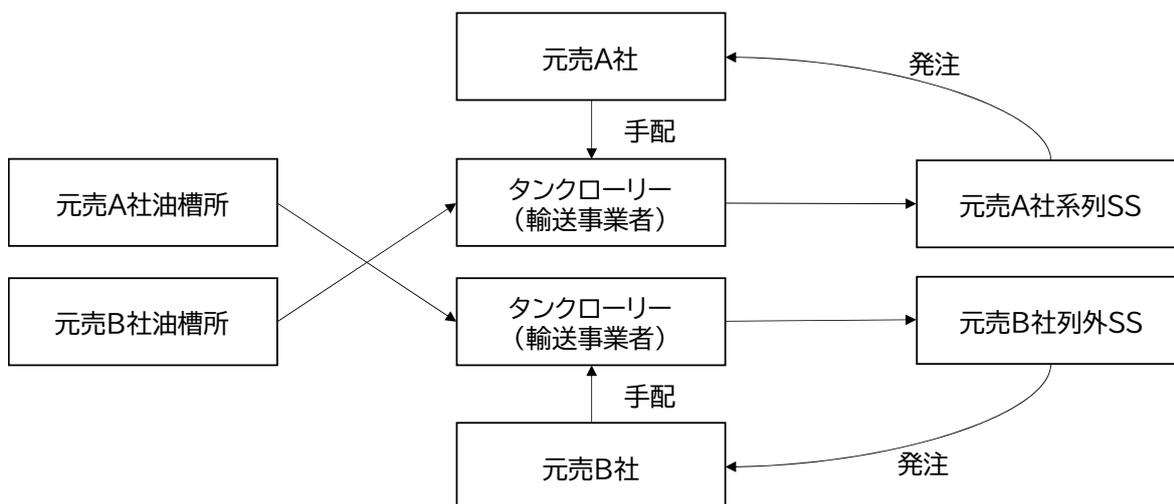
図 5.40 揮発油（ガソリン・ディーゼル・灯油）の国内サプライチェーンの全体像

揮発油流通経路は元売系列 SS 経路、元売系列外 SS 経路に大別できる(図 5.41)。物流効率化のために、元売間のバーター取引、油槽所の共同化が進む。元売間のバーター取引では、両者の油槽所間で同量同価格の交換が行われる(図 5.42)。



資源エネルギー庁(2014)、石油流通における現状と課題について、
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shigen.nenryo/sekiyu.gas/pdf/005_02_01.pdf

図 5.41 揮発油（ガソリン・ディーゼル・灯油）の国内流通経路



資源エネルギー庁(2014)、石油流通における現状と課題について、
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shigen.nenryo/sekiyu.gas/pdf/005_02_01.pdf

図 5.42 元売会社間でのバーター取引

5.3 物流分野における準天頂衛星データの利用可能性

5.3.1 物流量等の把握と準天頂衛星データ

現在、全国的な宅配便貨物の都道府県間等の流動量と貨物車の移動は把握されているとは言えない。特に、フードデリバリー等の新しい需要やそれを担う新しい貨物車のデータを整備する仕組みが存在しない。5.2.2の通り、関連する物流データを組み合わせて利用することが重要と考えるが、さらに詳細な特性を把握するためには、準天頂衛星データを利用して、一部の貨物車に関してでも、貨物と貨物車の動静を統合して把握することは有用である。例

えば、増加傾向にあり、事故や再配達の問題が生じている軽貨物車による宅配便輸送や、個別企業の限定エリアによるフードデリバリーの特性などが挙げられる。宅配便貨物は、事業所やセンターでバーコード等により管理され、通過記録が利用者に提供されている。これらのシステムと準天頂衛星データを組み合わせることで、宅配便のラストワンマイル等のきめ細かい輸送の把握や管理が可能になると思われる。経済安全保障の特定重要物資やフードセキュリティの対象となる品目では、トレーサビリティの観点で電子タグの活用が古くから指摘されている。本研究で着目したネオジム磁石の原料等のレアメタルは、リサイクルの推進や国内での備蓄が行われているため、施設等のポイントで位置情報を得て管理することが考えられる。一方、既存の物流データで捉えることが困難であることは、それらの貨物と貨物車による輸送方法との関係と考える。ネオジム磁石原料の輸送容器であるドラム缶やフレキシブルコンテナ、食料品の輸送容器であるパレット等に電子タグを装着し、貨物車の位置情報を準天頂衛星から得ることで、高度な物流管理が可能と考える。

危険物輸送に関しては、5.2.3 より、危険物に関する物流量を既存統計から把握するのは困難な状況であることがわかった。また、5.2.1(3)より、危険物の物流では、消防法、高圧ガス保安法、液化石油ガス法、毒物および劇物取締法、火薬類取締法、道路法により、通常の貨物以上に安全管理が求められる。安全管理の視点では、従来貨物の想定する年単位の地域間物流量の把握レベルは不十分である。例えば、消防法、高圧ガス保安法、道路法におけるタンクローリー輸送時の遵守事項より、積載危険物情報、運転時間、輸送ルート、駐車場所が管理対象となる。このため、危険物の物流量の把握では、危険物輸送車両に運転者、輸送物情報を紐づけて、かつ詳細な時間単位での位置情報が求められる。

5.3.2 危険物輸送に関する準天頂衛星データの利用可能性

ここでは、危険物輸送に特化し、準天頂衛星データの利用可能性について議論する。消防法の対象とする危険物の一つである揮発油（ガソリン、ディーゼル、灯油）に着目する。揮発油のタンクローリー輸送の場合、製油所・油槽所近くに、輸送事業者の営業所が立地し、そこで、タンクローリーのメンテナンス・点検、乗務員の安全教育・スケジュール管理、配送ルートの選定などの管理業務全般が行われる（営業所単位での管理）。消防法の遵守事項より、油槽所から SS までに輸送時間が 4 時間以上要する場合、交代運転者を準備する必要がある。物流効率化に対する意識が高まり、元売会社（油槽所）間のバーター取引が増えており、油槽所担当エリア外の SS への長距離配送への対応も求められ、消防法に対応した乗務員のスケジュール管理が複雑になり、各営業所の管理業務負担が高まっている。以上より、営業所単位でなく全営業所を対象にした本社単位において、タンクローリーのメンテナンス・

点検、乗務員の安全教育・スケジュール管理、配送ルートを選定を総合的かつ効率的に管理することが課題となっている。

危険物輸送のリスクアセスメント（RA：Risk Assessment）に基づく安全管理の課題を揮発油のタンクローリー輸送を例に述べる。コンビナートなどの管理区域内に立地する油槽所の場合、石油貯蔵施設が空間固定されているため機械的故障、ヒューマンエラーといったリスク因子を制御しやすく、行政指導を通じて安全な離隔距離、防壁などの安全対策は事前に講じられている。しかし、油槽所からSSまでのタンクローリー輸送の場合、公道を使用するため、周辺の走行車両の存在といったリスク因子の制御が困難であり、前述の石油貯蔵施設のように事前に安全な離隔距離、防壁などの安全対策を講じることは不可能である。そのため、油槽所からSSまでのタンクローリー輸送の安全管理はリスクアセスメント視点からタンクローリー輸送車両の走行位置情報だけでなく、周辺走行車両のその運転者の運転技術も含めた情報、交通事故の起因となる道路構造などの周辺環境情報が重要となる。さらに、危険物輸送のリスクアセスメント研究を見ると、欧州ではリスクアセスメント結果により危険物輸送車両が使用できるトンネルが制限されているが¹⁴⁾、中国ではリスクアセスメント結果に基づき危険物輸送車両が使用できる輸送ルート自体を制限する取り組みが議論されている¹⁵⁾。危険物輸送のリスクアセスメント安全管理の重要性が高まることで、危険物輸送のリスクアセスメントに必要な危険物輸送車両と周辺走行車両の位置情報、周辺環境の空間情報の重要性も高まっている。

危険物輸送の課題として、安全管理にとどまらず安全保障の側面からの議論も挙げられる。米国化学工学会プロセス安全センター（CCPS：Center for Chemical Process Safety）は危険物輸送のリスクアセスメントのガイドラインを提供する¹⁶⁾。2000年代から急増するテロの存在から、CCPSは、安全保障の視点から危険物輸送のセキュリティアセスメントのガイドラインを提供している¹⁷⁾。爆発性・可燃性を有する高圧ガスなどの危険物を運ぶ輸送車両はテロ行為に必須な武器に適しており、テロ対策としての危険物輸送車両の乗っ取り防止は、セキュリティアセスメント上重要となる。日本の場合、このようなテロ対策は消防法、高圧ガス保安法の対象外であり、輸送事業者の自助努力に委ねられている。危険物輸送時のテロ対策として、輸送車両の乗っ取りを防止するための、安全な輸送ルート、駐車場、休憩場所の選定と同時に鍵の管理が重要となる。

以上で危険物輸送の課題として挙げられた、1) 本社単位での運行管理、2) リスクアセスメントベースの安全管理、3) 安全保障管理としてのテロ対策、を支援するための基盤情報として準天頂衛星データの利用が期待される。危険物輸送における準天頂衛星データの利用イメージを図5.43に示す。以上の3つの危険物輸送の課題に対応するメンテナンス・点検・教育、乗務員スケジュール管理、配送ルートを選定、駐車・休憩場所の選定といった4つの管

理業務を支援するために、スマートプレート、スマートセンサ、スマートキーで代表される情報通信技術を通じて準天頂衛星データを利用する。管理業務と情報通信技術の対応を見る。メンテナンス・点検に関する管理業務の効率化には、スマートプレートで管理された輸送車両の過去のメンテナンス・点検情報、イエローカードで記載が義務付けられる積載する危険物情報（輸送量、緊急時対応など）の活用が有効である。さらに、乗務員の安全管理資格、過去の安全教育実績、運転技量といった情報をスマートキーによって管理し、乗務員教育に関する管理業務に活用することが期待できる。乗務員スケジュール管理では、スマートキーで管理された乗務員の過去の運転時間情報の活用が有効である。配送ルートを選定はリスクアセスメントに基づいて行われ、リスクアセスメントを介して得られる輸送車両、周辺走行車両の位置情報、周辺環境情報を積極的に用いる。駐車・休憩場所の選定には、配送ルートの選定に連動する形で、スマートセンサを介して得られる周辺環境情報から安全な候補場所を特定化する。鍵の管理はスマートキーにより、乗務員以外は輸送車両を使用できないようにする。

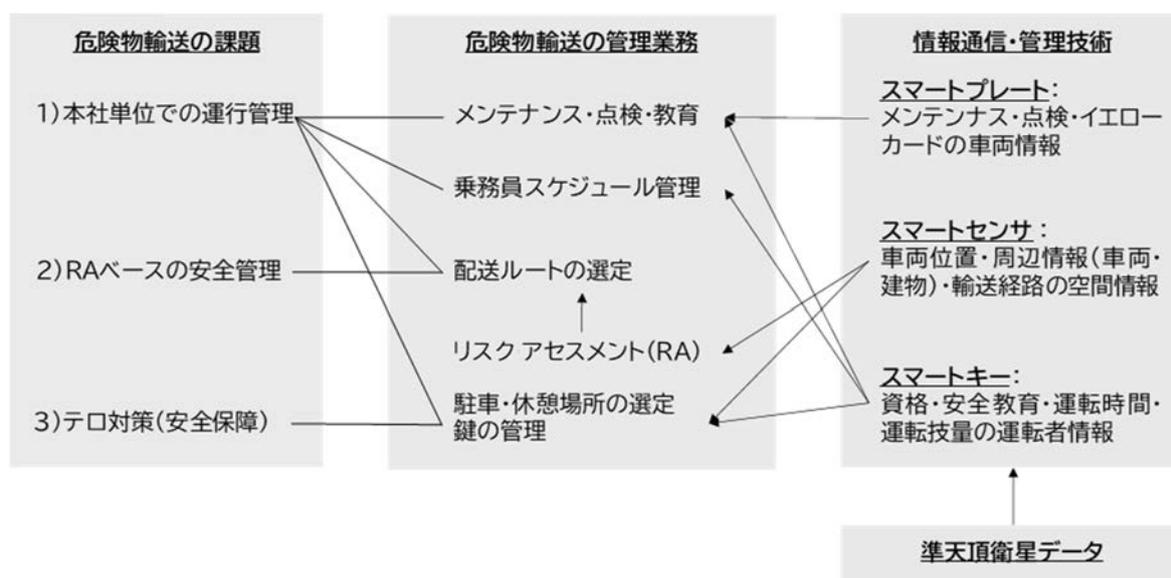


図 5.43 危険物輸送における準天頂衛星データの利用イメージ

<参考文献>

- 1) 内閣府、2023、重要物資の安定的な供給の確保に関する制度、https://www.cao.go.jp/keizai_anzen_hosho/supply_chain.html

- 2) 経済産業省、2023、永久磁石に係る安定供給確保を図るための取組方針、
https://www.meti.go.jp/policy/economy/economic_security/magnet/magnet_hoshin.pdf
- 3) 農林水産省、2023、食料安全保障とは、<https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/anpo/1.html>
- 4) 農林水産省、2021、食料安全保障対策の強化について、<https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/anpo/attach/pdf/index-2.pdf>
- 5) 酒井純、2022、食品のトレーサビリティ、<https://food.uchida-it.co.jp/seminarreport/20220913/>
- 6) 国土交通省総合政策局情報管理部、2005、陸運統計要覧 平成 17 年版
- 7) 内閣府大臣官房統計委員会担当室、2010、第 14 回サービス統計・企業統計部会 議事録、https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/singi/toukei/kigyuu/kigyuu.html
- 8) 岡部徹、2012、特集 1 レアアースの現状と問題、Materials and Processing Division Newsletter、No.44、pp.3-7
- 9) JOGMEC 金属資源情報、2022、鉱物資源マテリアルフロー 2021 7.レアアース (REE)、
https://mric.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2022/08/material_flow2021_REE.pdf
- 10) 新金属協会、2021、希土類部会需要実績を公表、<http://www.jsnm.or.jp/news/?p=1333> 等
- 11) 日本ボンド磁性材料協会、2022、2021 年日本国内及び日系海外のボンド磁石生産・需要動向、BM インフォメーション No.67、http://jabm03.main.jp/BM%20News/No_67_kikakuininkai.pdf
- 12) 総務省、日本標準産業分類（平成 25 年 10 月改定）（平成 26 年 4 月 1 日施行）一分類項目名、https://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/index/seido/sangyo/02toukatsu01_03000023.html
- 13) 清水幸太郎、大澤拓人、高橋溪、2012、日本の主要産業におけるレアメタル原料調達フロー調査、JOGMEC 金属資源レポート、2012 年 7 月号、pp.37-63
- 14) World Road Association (2008): Risk Analysis for Road Tunnel, PIARC, 245pp.
- 15) Jinpei Wang, Xuejie Bai, Yankui Liu, Globalized robust bilevel optimization model for hazmat transport network design considering reliability, Reliability Engineering & System Safety, Volume 239, November 2023, 109484.
- 16) CCPS(Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineering) (1995): Guideline for Chemical Transportation Risk Analysis, CCPS, New York, 382pp.
- 17) CCPS(Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineering) (2008): Guideline for Chemical Transportation Safety, Security, and Risk Management, CCPS, New York, 166pp

6章 更なる活用に向けて

本調査で示した4分野での高精度位置情報の利用法が社会で実用化されていくまでにはまだまだ多くの検討が必要と考える。特に高精度位置情報を提供し利用者が提供する情報を受信し、処理し、有益な情報を発信していくセンターは必要不可欠と考えるが、残念ながら本調査ではセンターについての検討はできなかった。

また、本調査で検討対象とした4分野以外での利用方法を検討することも必要と考えるが、ここでは、自動車が多範囲に用いられている現代において度々調査の過程で指摘された自動車への新たな装置の導入と、得られたデータの利用を可能にするための個人情報の扱いについての考え方を整理するに留める。

6.1 自動車へのスマートプレート、スマートキー、スマートセンサの導入

今日自動車はエネルギー効率や安全性を高めるとともに自動運転の実現に向けて図 6.1 に示すように自動車自身や道路走行環境、運転者の運転行動など様々なデータを収集し利用している。

一方道路側も自動車の走行状況や周辺の気象状況や各種の施設のサービス状況など多くのデータを収集し、電光掲示板や路側放送等で運転に有益なデータを運転者に提供している。運転者側でも、近年急速に普及しはじめたウェアラブル端末によって運転者自身の心拍数や体温の外観からは把握しにくいデータを得ることが可能になってきている。

自動車側もレーダーや画像などの走行環境計測技術を用いて走行状況やカメラや握力計等の運転状況計測技術を用いて運転者の状況に関するデータを自律的に収集している。

こうした動きは自動運転を道路側からの走行状況データや運転者側からの運転状況データに依存することなく自律的に実現することを目指しているように見える。

しかし前述したように道路側は、現時点の走行状況データに加え数時間先の走行状況データまで提供し始めている。運転者側についても現在ではまだ提供されていないが、運転者の血中のアルコール濃度や疲労度等の運転者個人のデータをウェアラブルな生体センサーを用いて収集する試みがなされている。

こうした状況を考慮すると、自動車の自動運転化の1つの方向として自動車が単独で自律的にデータを収集することで自動化を実現するというのに加え、道路側や運転者側が収集しているデータも活用して自動化を実現するという方向も考えられる。さらに現在の運転者が

自ら運転するという方式から運転者が不要な自動運転に至る期間がある程度存在するであろうことを考え併せれば、後者の方向も十分検討に値するのではないかと考える。

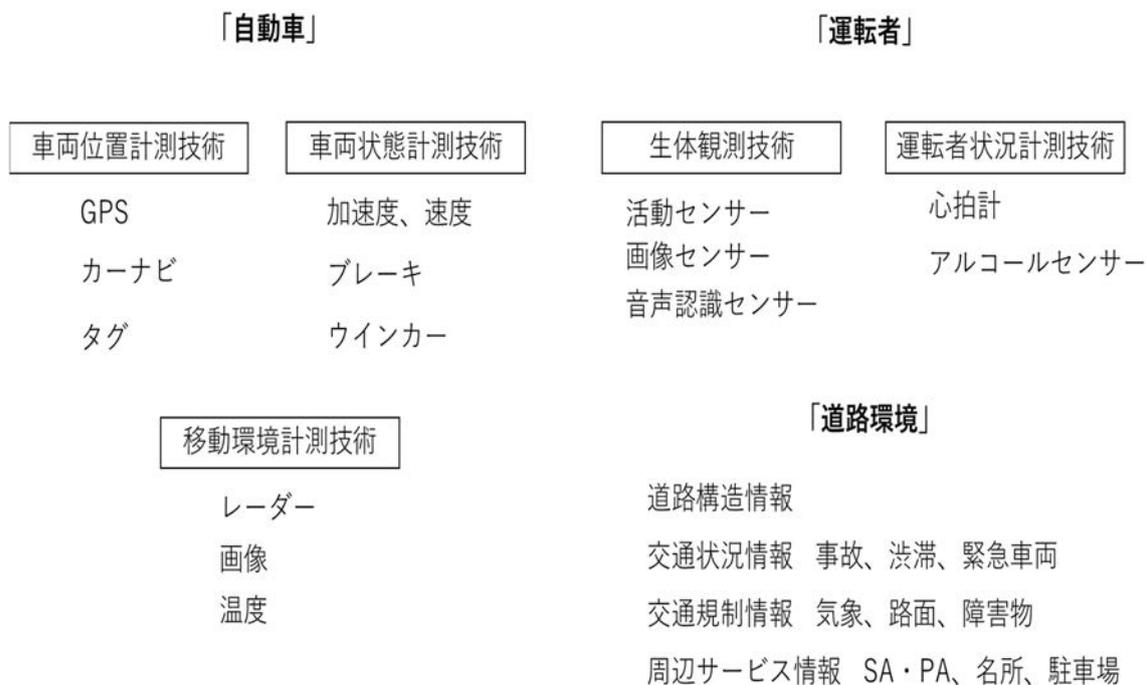


図 6.1 自動車、運転者、道路の情報収集

運転技能に差がある複数の運転者が路側に荷物やごみが置かれ、歩行者や自転車が利用する道路を性能の異なる複数の自動車で走行している状況で、新たに1台の自動車はその空間に加わり安全に走行することを希望することを想定してみる。この自動車を運転する運転技能の異なる運転者にはどのようなデータが必要になるかを考えてみる。

まず基本的なデータとして、ある1時点に対象とする道路に存在するもの、歩行者や自転車、そして自動車の空間分布データが挙げられる。

さらに、自分の運転の仕方を決めるために道路に存在しているもの、歩行者、自転車、自動車が次の微小時間に行う行動データが挙げられる。

さらに、微小時間後に対象とする道路空間に存在するものの空間分布データが挙げられる。

準天頂衛星によって提供される高精度位置データは、道路空間に存在するもの、歩行者、自転車、自動車等の時空間データとして活用される。この位置データに加え、自分の運転の仕方を決めるために、自動車の性能と運転者の運転技能に関するデータと、路側に置かれているものや歩行者や自転車の属性データが求められる。

これらのデータをそれぞれの自動車が装備するセンサー等から得られるデータだけから得

ることは困難であるし、またたとえ可能であっても効率的なものにはならない可能性が高い。自分以外の自動車のデータは自動車相互間のデータ交換で、路側のものや歩行者、自転車等に関するデータは道路側から提供されるデータを収集・活用した方が効率的であり、かつ高精度の多くの種類のデータが得られる可能性が高い。こうした他の自動車とのデータ交換や路側とのデータ交換を効率的に行うことを支援する装置としてスマートプレート、スマートキー、スマートセンサが考えられる。

スマートプレートは、現在のプレートに通信機能を有する IC チップを埋め込み路側等の車両外の装置との通信を行えるものである。スマートキーはキーに触れることなくドアロックを解錠できるキーで、現在でも多くの自動車で普及している。この機能にさらに自動車や運転者に関する情報の取得をも可能にするものである。自動車の操作を車外から可能にするスマートフォン等を用いたモバイル運転免許証もスマートキーと言える。スマートセンサは自動車に装備された各種のセンサーから得られる情報を目的に合わせ統合し車両外との通信を可能にするものである。

6.2 個人情報とデータ利用

位置情報データに関する国際的な標準化は国際標準化機構（International Organization for Standardization: ISO）の技術委員会 TG（Technical Group）に設置されている広域通信分野担当 WG にて議論されている。位置情報に関しては 2009 年に ISO22837 として発行されている。ISO22837 における時刻・位置情報の取り扱いは社会一般的に受け入れられる匿名性を採用している。この理由として厳密に匿名加工されてしまうと、情報の利用価値が著しく損なわれることが多いことが挙げられている。IT 本部パーソナルデータ検討会の方針も厳密な匿名性ではなく、最低限の個人情報保護のスタンスとなっており、データ利活用のための現実路線であると考えられる。

現在、日本では位置情報データは改正個人情報保護法（2022.04.01 施行）にて個人情報保護対象と言及され、プローブ情報における個人情報は匿名加工して取り扱われる必要がある、と明記されている。匿名加工情報とは「特定の個人を識別できないよう加工し、かつ個人情報を復元できないデータ」と定義され、この改正個人情報保護法において、匿名加工情報に関する取り扱いルールは、認定個人情報保護団体がマルチステークホルダー形式の審査を経て定めることになっている。したがって、利用目的等に応じたケースバイケースでの判断となり、現時点でのルール化は難しい状況にある。

ここでは個人的情報の活用に伴う考え方を、交通事故に対する対応を例に議論を試みる。

まず運転免許証について考えてみる。

- ・ 運転免許証を保有していることは、日ごろ運転をほとんどしない人や最新の高度化された自動車に慣れていない人がいるという現実を考えると、全ての免許保有者が同じ十分な運転技能を有していることを保証するものではない
- ・ 運転者の実際の運転技能は最低必要以上としても運転技能には幅があり、この幅は年齢や運転経験などの差から広がりつつある
- ・ こうした運転技能の違いへの対応として、若葉マーク、四つ葉マーク、オートマ車専用免許、高齢者研修等が導入されている

こうした現状は、社会的に同じ運転免許証を保有している運転者の中に、運転技能の高い運転者と低い運転者が一緒に同じ道路空間を利用すると事故発生リスクが増加すると考えているからと考えられる。

言い換えれば、運転技能の高い運転者と低い運転者が一緒に同じ道路空間を利用すると事故発生リスクは、運転技能の高い運転者のみが利用する道路空間の事故発生リスクと比べて高いと考えられるだけでなく、運転技能の低い運転者のみが利用する道路空間の事故発生リスクと比べて高いと考えていると言える。

運転者が発生する事故発生リスクは、自分が危険になることリスクと他者を危険にしまうことリスクからなる。運転者が自ら自分の運転技能のレベルが低いことを何らかの方法で同一路面空間を利用している他の運転者に示すことは、自分の運転に際し自分の運転技能のレベルを自覚することで注意力を増すことに加え、他の運転者の注意を喚起することと併せてこの両方のリスクを減少させることになる。

自分の運転技能の水準を他者に知られてしまうこと嫌さと、自分の運転技能の水準を他者に知らせることにより期待できる事故発生リスクを減少させ危険になる可能性を回避することの好ましさの比較から判断することになる。こう考えれば安全意識から考え事故発生リスクの減少を自らの運転技能の水準についての個人情報より重視することが考えられる。

6.3 データ取得、利活用と個人情報保護

ここでは、データの利活用は市民生活の利便性向上や新たなサービス創出による経済の活性化、行政の信頼性や透明性の向上を目指し、期待される反面、個人情報保護の観点から慎重なアプローチが求められる。本章では、地方自治体におけるデータ利活用例に焦点を当て、これらのデータを適切に限定共有するプロセスについてまとめた。利活用事例より、プライバシーを守りつつデータを有効活用する方法についても考察する。

6.3.1 デジタル技術によるデータ取得時の個人情報保護に関する留意点

(1) 概要

歩行者通行量調査は3種類の分類のもとに実施されており、量的調査（通行量調査）としては、大阪府守口市、愛知県豊田市、熊本県熊本市、三重県伊勢市、香川県高松市、北海道札幌市で実施されている。質的調査（歩行者の流動・行動分析）としては兵庫県加古川市、大阪府大阪市、静岡県静岡市、愛媛県松山市で実施されている。多様なデータとの組み合わせ（行動要因や施策効果を分析）として東京都千代田区（丸の内エリア）で実施されている¹⁾。

量的調査の代表として、札幌市データ活用プラットフォーム構築事業官民を挙げると、保有する様々なデータを協調して利活用できる環境を整備し、官民データを効果的に統合し、地元企業など多様な主体が参画可能な体制整備を行っている。札幌市は赤外線センサーを稼働させ、通年24時間（5分単位）のデータ取得を行っている。取得された歩行者通行量データは天候、気候などと組み合わせてAI分析し、通行量の予測値を前月までに公開している。これにより、市民はより正確な情報を利用でき、生活の利便性向上が期待される。

デジタル技術の活用メリットとしては、天候や平休日に応じた通行量、基準日を設定し、通行量の増減率や通行量の推移を確認が可能であること、札幌駅前通地下歩行空間（チ・カ・ホ）におけるイベント実施時の効果等を客観的データに基づき確認できること、等が挙げられる。

(2) 個人情報保護への取り組み

個人情報を含む映像データを取得する際に上記地方公共団体が行っている個人情報保護への課題と取り組みをまとめると以下の通りである。

- ・個人情報に係るデータを取得しない場合についても、カメラで撮影されているということ自体に抵抗を覚える方もいるため、円滑な調査実施のために関係者や通行者に対して適切な周知が必要となることが多い。周知方法には、公示、ポスター、ウェブサイト、地域のコミュニケーション手段などが含まれる。周知方法の選定にあたり、関係者（地域住民、

地権者等)の意向や要望を考慮に入れる。調査の透明性を確保し、関係者とのコミュニケーションを強化する。

- ・個人情報の流出リスクが存在する。取得した個人情報について、適切な管理が負担となる可能性がある。

取得した個人情報の破棄までの期間を明確に定め、効果的な管理を実施する。取得した個人情報については、適切な管理と定められた期間内での破棄を行う。映像データを破棄することで個人情報を保持しない場合、後から取得データの妥当性を検証できないため、性能検証が事前に必要となる。

6.3.2 データ利活用時の個人情報保護に関する留意点（非交通部門）

(1) つくば市：住民基本台帳とレセプトデータの利活用と個人情報保護²⁾

つくば市では高齢者の移動支援のための人流分析を目的とし、住民基本台帳、レセプトデータ等を限定共有し、医療の利用状況を把握している。当市では目的外の利用や第三者への漏洩が防止のため、事前に定められた利用者と利用目的に対してのみデータが提供されている。

(2) 佐賀市：健診未受診の高齢者の治療等の状況把握³⁾

佐賀市では、健診未受診の高齢者の治療等の状況を把握することを目的とし、国保データベース、高齢者実態調査(佐賀市独自)、介護の有無、医療機関での治療歴、後期高齢者検診の受診状況、民生委員による聞き取り調査などのデータを活用している。データ処理方法として、高いリスクが伴う民生委員による聞き取り調査等データに対しては、匿名化や個人が特定されないような形でデータ処理が行われ、データ利活用方法は目的に照らし合わせながら、データの分析結果は関係者と共有されている。佐賀市のデータ利活用の取り組みは、高齢者の健康状態に関するデータを有効に利用し、関係者との共有を通じて地域の医療・介護サービスの向上に寄与している。

(3) 神戸市：ヘルスケアデータ連携システムの構築⁴⁾

神戸市では、様々なデータソースを統合し、都市の効果的な運営や市民サービスの向上に寄与することを目的とし、国勢調査、経済センサス、地価公示、国土数値情報、住基データ、コロナの感染状況、百貨店販売額、タクシー乗車人員等、多岐にわたるデータを利用している。当市はマイナンバーを用いた情報連携においては、データの削除や抽象化、市独自番号の付番など、厳格なデータ加工手法を採用している。当市ではデータの自動送信や蓄積までのプロセスを自動化することで、ヒューマンエラーを最小限に抑えつつ効率的なデータ利活

用が可能となっている。

(4) 和歌山市：空き家分布の推定⁵⁾

和歌山市では、空き家分布を推定することを目的として、住民基本台帳、建物登記情報、および水道情報などが活用されている。関係市町村の個人情報保護審議会において事業の概要が説明され、さらに、総務省統計局や独立行政法人統計センターにマイクロデータの利用申請が行われている。当市のデータ利活用については、個人情報保護審査会の審査を通過する必要があり、1年以上の時間を要した。今後はこれらの課題を克服するため、公的統計のみを用いた手法を検討・開発するという展開が検討されている。

(5) 関市（岐阜県）：ビッグデータを使用した効果的な自治体データベースの作成と多事業展開⁶⁾

関市では、地域特性及び住民特性を把握するために、個人データベースでは国勢調査、住民基本台帳、介護レセプトデータ、医療レセプトデータ、健康診断データ、自治体独自アンケート調査結果、社会保険加入者の健康状態データなどが統合されている。データベースは市内部での利用に留め、外部への提供は行わないという運用方針が確認されている。これにより、データの外部流出リスクを最小限に抑えながら、市内でのデータの有効な利用を図っている。個人情報保護のため、市役所内部利用のみの運用としており、外部提供などは行っていない。市役所内部で利用する際も、利用範囲を限定するなどして、十分な個人情報への配慮がされている。

表 6.1 地方自治体別個人情報対応への取り組み

自治体	データ利活用の目的	個人情報を含むデータの利活用	個人情報保護の視点からの取り組み
つくば市	高齢者の移動支援のための人流分析	住民基本台帳 レセプトデータ	限定共有 (利用者や利用目的の制限)
佐賀市	健診未受診者の高齢者の治療等の状況把握	国保データベース 高齢者実態調査(佐賀市独自) 介護あり・なし 医療機関での治療歴 後期高齢者検診の受診あり・なし 民生委員による聞き取り調査	目的に照らし合わせながら、分析結果を関係者と共有
神戸市	住基オンラインシステム等の基幹系の個人情報を、一見では個人が分からないように統計分析用に抽象化して自動で蓄積する庁内データ連携基盤の構築	マイナンバーを用いた情報連携 国勢調査、経済センサス、地価公示、国土数値情報、住基データ、コロナの感染状況、百貨店販売額、タクシー乗車人員等	マイナンバー等の削除、個人情報の抽象化や市独自番号の付番等のデータ加工から、庁内データ連携基盤へのデータ送信・蓄積までを自動化
和歌山市	空き家分布の推定	住民基本台帳、建物登記情報、水道情報	関係市町村の個人情報保護審議会で事業等の概要説明 総務省統計局・独立行政法人統計センターへマイクロデータの利用申請
岐阜県 関市	地域特性及び住民特性を把握し効果的な施策に結び付けるために、健康状態や住民の属性が把握できる個人データベースの構築	国勢調査、住民基本台帳、介護レセプトデータ、医療レセプトデータ、健康診断データ、自治体独自アンケート調査結果、社会保険加入者の健康状態データ(協会けんぽ提供)	市役所内部利用のみの運用としており、外部提供なし

6.4 高精度位置データの自動車での活用に向けて

これまで、自動車で高精度位置データを利用する方法について、スマートプレート、スマートキー、スマートセンサを想定して検討を進めてきた。これまでの記述と一部重複するが、ここでは技術の実用化や制度についての最近の状況を整理するとともに、各システムの構成と連携方法について検討する。

6.4.1 技術の実用化と制度に関する状況

(1) スマートキー

一般的に、キーに触れることなくドアロックを解除することができるものがスマートキーといわれるが、これは多くの自動車において広く普及している。さらには、無線通信により遠隔でエンジンを始動する機能、スマートフォンのアプリにキーの情報を登録してスマートフォンを用いて車外から車庫入れ等の操作を行う機能などについても普及が進んでいる。

また、身分証明書情報をスマートフォンに登録して各種行政サービスなどを利用できるようにするための取組が各国で進められているが、スマートフォンに運転免許証の情報を登録するモバイル運転免許証についても、その検討・実用化が進められており、その状況は以下のとおりである。

日本国内では、スマートフォンのアプリケーションなどに運転免許情報を保存して運転免許証として利用できるようにするための検討が進められている。

運転免許証については、2023年6月9日に閣議決定された「デジタル社会の実現に向けた重点計画」において、2024年度末までにマイナンバーカードとの一体化を開始し、スマートフォンに免許情報を記録するモバイル運転免許証について、極力早期の実現を目指すこととされている⁷⁾。モバイル運転免許証については、各種資格者証の情報を格納できる汎用的なシステムを開発し活用することが検討されている。

なお、マイナンバーカードは、すでにスマートフォンへの一部機能の搭載が実現されており、2023年5月には、スマホ用電子証明書搭載サービスが開始され、マイナポータルを活用したサービスが利用可能となった。具体的な利用可能サービスとしては、転出届の提出、国民年金保険料の免除・猶予の申請、パスポートの取得・更新などが挙げられる。

海外では、米国及びオーストラリアの一部の州、タイ、韓国、オーストラリア、フィンランド、ノルウェーなどにおいて、既にモバイル運転免許証が運用されている。例えば、オーストラリアでは、QRコードやBluetoothにより情報をやり取りすることにより、インターネットに接続していない状態でも利用できるようにしている⁸⁾。また、欧州においては、欧州委員

会が域内におけるモバイル運転免許証制度について、技術仕様や運用方法などについての検討を進めている⁹⁾。

(2) スマートプレート

自動車のナンバープレートに登録情報等を電子的に記録し車外と通信を行う方法としては、電子タグなどを埋め込んで路側に設置された読取装置と通信を行う方法、携帯電話通信網と接続してサーバーとの通信を行う方法などが考えられる。

日本国内では、偽造防止などを目的としてナンバープレートに電子タグを埋め込む方式のスマートプレートが検討されたが、現段階で実用化には至っていない。

海外では、南アフリカ、インドネシアなどでナンバープレートに電子タグを埋め込む方式の検討が進められている。例えば、インドネシアでは、偽造防止が主な目的とされている。これは、一部の道路区間の特定時間帯で奇数日はナンバープレートの末尾が奇数の車のみを、偶数日は末尾が偶数の車のみを通行許可する制度を逃れるためにナンバープレートの偽造が多いことが問題となっているためである¹⁰⁾。

米国の一部の州においては、ナンバープレート情報をデジタル表示するとともに、4G 通信により携帯電話通信網に接続する機能を持つデジタルナンバープレートが実用化されている。内蔵電池で駆動し 4G 通信機能、Bluetooth 通信機能、GNSS 機能を内蔵することにより、自動車本体との配線が不要となり、従来のナンバープレートを単に置き換えるのみで装着が可能である。以前から運用されていたアリゾナ州、カリフォルニア州に加え、2022 年 6 月からミシガン州でも利用可能となった¹¹⁾。

(3) スマートセンサ

現在の自動車には非常に多くのセンサーが装備されているが、ここでは、車両や運転者の状況を把握するためのセンシング技術を広く捉えてセンサーとして整理する。

車外の状況を把握するためのエクステリアセンサーは、映像として捉えるカメラ、障害物の検知や距離測定を行うミリ波レーダー・準ミリ波レーダー、超音波センサー、LiDAR などがある。

車内の状況を把握するためのインテリアセンサーは、運転者の居眠りや注意力低下を監視するためのカメラ、赤外線センサーなどがある。

車両本体の状況を把握するためのセンサーとしては、カーナビに用いられる GNSS センサー、ジャイロセンサー、加速度センサーのほか、ABS センサー (加速度、タイヤの回転数等)、タイヤ空気圧センサー等がある。

運転者の状況を把握するためのセンサーとしては、心拍計、アルコールインターロック装置に用いられるアルコール検知器などがある。

また、車車間通信では、自車の状況を他車へ提供するとともに他車の状況を把握することも可能となるので、これも広い意味でのセンサーと捉えることができる。

特にエクステリアセンサーや車車間通信は、自動運転において重要な技術分野であることから、技術の進展も急速に進んでいる。コネクテッドカーについては、異なるメーカーの車両間での通信方法の共通化が課題となっているが、2021年4月に国内の自動車メーカー5社（スズキ株式会社、株式会社 SUBARU、ダイハツ工業株式会社、トヨタ自動車株式会社、マツダ株式会社）が次世代の車載通信機の技術仕様を共同で開発することを発表するなど、共通化への取組も進められている¹²⁾。

6.4.2 スマートシステムの構成に関する検討

(1) 共通プラットフォームとしてのスマートシステム

スマートキー、スマートプレート、スマートセンサの3つのスマートシステムにより交通情報を収集・蓄積・利用して交通事故防止や各種交通サービスの向上に役立てるためには、収集するデータの高品質化が重要である。このためには、高精度な位置情報を利用できること、全車両から収集される情報を共通で利用できることが重要となる。

高精度な位置情報の利用に関しては、準天頂衛星による位置情報により、従来の位置情報よりも格段に精度が向上することになる。これによって、車両の走行経路を正確に把握することができる。しかし、事故発生時の状況分析などでは、事故車両の走行状況のみでなく、その周辺を走行する全車両の走行状況を把握する必要があるケースもある。そのため、全車両から収集される情報を利用する事が重要となる。また、交通情報を各種交通サービスの向上に役立てる場合においても、一部の車両の情報のみでは高品質なサービスを提供することが困難なケースが多い。

そこで、全車両から収集される情報を共通で利用できるようにするため、スマートキーに関しては、全運転者に必要とされる運転免許証の情報をスマートフォンに登録してモバイル運転免許証として利用することを想定し、スマートプレートに関しては、全車両に義務付けられる自動車登録情報を電子的に活用できるシステム（例えばデジタルナンバープレートなど）を想定する。また、スマートセンサに関しては、全車両に義務付けられるシステムは存在しないが、自動運転技術やコネクテッドカーの推進・普及に伴うセンサー及び車載通信機の高度化・共通化を進めることを前提にそのシステム構成を検討する（図 6.2）。

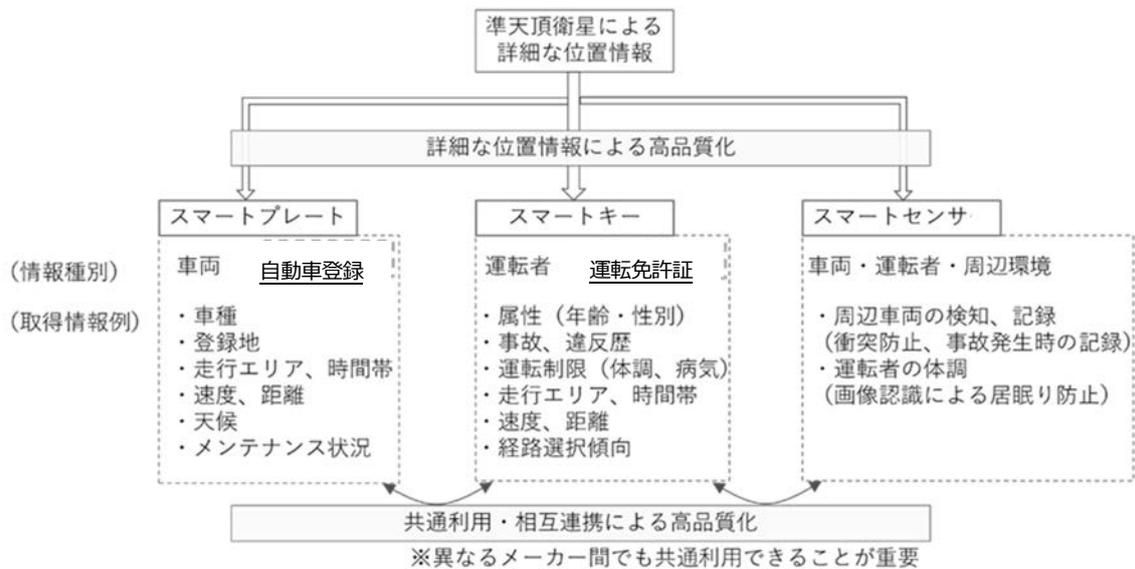


図 6.2 交通データ高品質化のプラットフォーム

(2) スマートキー、スマートプレート、スマートセンサの構成と連携

スマートキー、スマートプレート、スマートセンサを自動車に装備する方法は多種多様である。例えば、スマートキーについては、スマートフォンを利用する方法、スマートキー専用の携帯装置を利用する方法、スマートキー専用の車載装置（例えば車載装置で従来のカード型の運転免許証を読み取る方法）などが考えられる。ここでは、スマートキーとスマートプレートについて、運転免許証情報と自動車登録情報を取り込み、自動車の走行状況等と組み合わせるための仕組みについて、その主要な方法について検討する。また、スマートセンサについては、エクステリアセンサーによる周辺状況の把握、インテリアセンサーによる運転者の状態の把握、コネクテッドカーとしての走行情報の受取・受渡について、その必要な機能と装備方法について検討する。

なお、スマートキー、スマートプレート、スマートセンサの整備方法については、それぞれを単独で整備する場合と3つのスマートを一体として整備する場合とに分けて整理する。単独で整備する場合には、スマートキー、スマートプレート、スマートセンサの相互の連携は考慮に含まないが、一体として整備する場合には、スマートキー、スマートプレート、スマートセンサの間での情報交換方法や、サーバーとの通信機能をどの装置が担うかといった内容を考慮する。

① スマートキー、スマートプレート、スマートセンサを単独で整備する場合

スマートキーで位置情報と運転免許証情報を電子的に活用するには、スマートフォンを利用する方法と専用装置を利用する方法とが考えられる（表 6.2）。位置情報としては、各装置

に装備された測位センサーにより、準天頂衛星から得られる位置情報を利用する。専用装置を携帯型とした場合、運転免許証情報を事前登録して個人専用として利用する方法と、カード型の運転免許証を挿入して、複数人で共用とする方法が考えられる。また、専用装置を車載型とした場合には、カード型の運転免許証を挿入して、複数人で共用する事となる。

電源については、内蔵電池を利用する場合、電池切れとなる可能性があるが、車両から電源を供給することは容易である。

また、データの蓄積・処理能力については、スマートキーとして利用する場合の目的として運転者別の運転履歴・事故歴等に基づく経路案内・安全運転支援等を想定した場合、サーバーとの通信・連携も行うことを考慮すれば、通常のスマートフォンに備えられているデータ保存容量、データ処理速度で十分と考えられる。

専用装置には、例えば、複数人で装置を共用できるというメリットがあるが、現状ではスマートフォンの普及が広く進んでいること、スマートフォンでの自動車の解錠・車外からのエンジン始動や駐車操作等の機能が実用化されていること、モバイル運転免許証についても実用化に向けた検討が進められていることを考慮し、ここでは、スマートフォンを利用することを想定したシステム導入のイメージを示す（図 6.3）。

表 6.2 スマートキーに含む機能

実装方法	運転免許証連携	サーバーとの通信方式	電源
スマートフォン	事前登録	スマートフォンの通信機能を利用	内蔵電池・車両から供給
携帯型専用装置	事前登録 カード挿入	専用装置に通信機能を搭載（携帯電話通信網を利用）	内蔵電池・車両から供給
車載型専用装置	カード挿入	専用装置に通信機能を搭載（携帯電話通信網を利用）	車両から供給

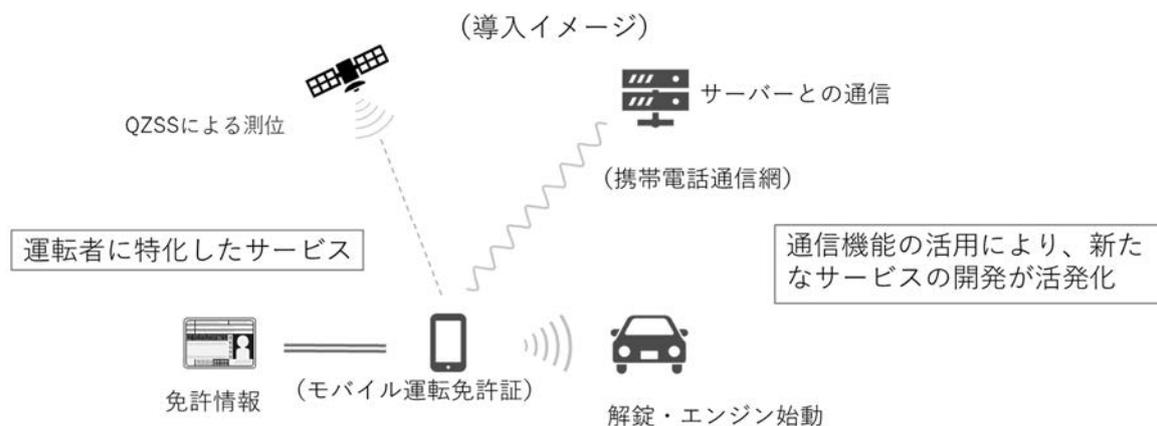


図 6.3 スマートキーの導入イメージ

スマートプレートで位置情報と自動車登録情報を電子的に活用するには、ナンバープレートに電子タグを埋め込む RFID 方式、デジタルナンバープレートのようにナンバープレート内に自動車登録情報を電子的に記録するとともに測位センサーを内蔵し、携帯電話通信網を利用して通信を行う方式とが考えられる。

RFID 方式では、ナンバープレートに電子タグを埋め込むこと自体は容易であるが、近距離通信しかできないので、通信が必要な箇所に路側通信装置を設置しなければならない。一方で、地下やトンネルなどでも路側通信装置さえ設置すれば利用することができるという利点がある。

米国で採用されているデジタルナンバープレートでは、携帯電話通信網を利用する通信方式が採用されているが、内蔵する測位センサーと組み合わせれば、広範囲での位置情報の利用と通信が可能となる。

ナンバープレートの情報をデジタルで表示する機能については、初心運転者標識（初心者マーク）や高齢運転者標識（高齢運転者マーク）の代わりに活用したり、運転者の運転技能等を表示することなどに利用できる。スマートプレート自体は、自動車登録に関する情報に活用することを想定しているが、運転者に応じて運転技能に関する表示を切り替えられるように機能を追加することも考えられる。

以上の機能やその利点を考慮して、準天頂衛星から得られる位置情報と携帯電話通信網を利用した通信の活用、電子タグによる RFID、表示内容を変更可能なデジタルナンバープレートの機能を備えたスマートプレートの導入イメージを図 6.4 に示す。

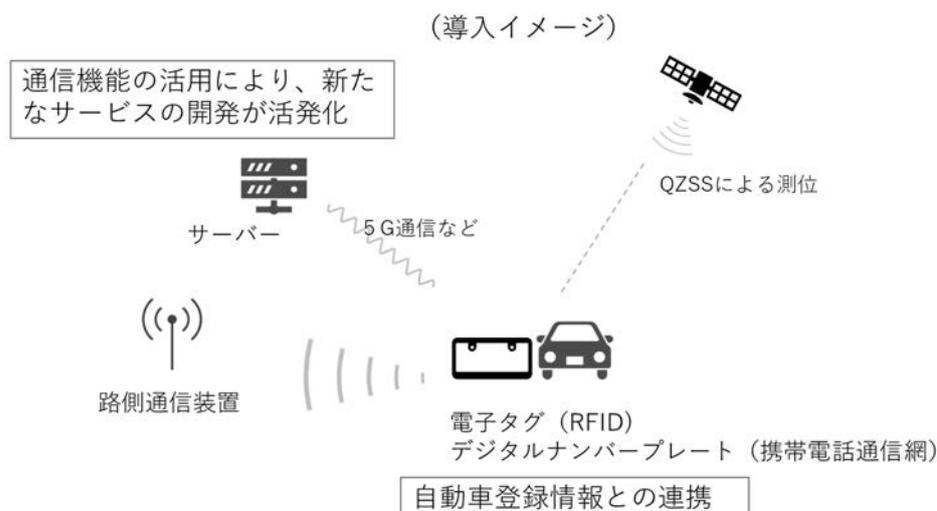


図 6.4 スマートプレートの導入イメージ

スマートセンサについては、スマートキーにおける運転免許証情報(運転者情報との連携)、スマートプレートにおける自動車登録情報(車両情報との連携)といったようなキーとなる共通基盤は存在しないが、安全運転支援や各種交通関連サービスを提供するために有用な情報を得るための重要な機能を備えている。

現状では、各センサーは、自動車の運転や整備に必要な範囲で個別に(あるいは必要に応じて各機能が連携するように)設計されており、自動車のセンターコンソールなどで情報の確認や必要な操作が行えるようになっている。そして、自動ブレーキの普及や自動運転に向けた技術開発が進むにつれて、これらのセンサーから得られる情報はますます有用になると考えられる。

また、コネクテッドカーに関連して国内の自動車メーカーが共同開発を進める動きがあるなど、情報を共有して活用していく必要性については、多くの関連主体が認識しているところである。

一方、先述のとおり、スマートセンサには運転免許証情報や自動車登録情報のような共通のキーとなる基盤のようなものは存在せず、現在技術開発が進んでいる状況なので、ここでは、スマートセンサ単独での導入イメージを示すことには利点が少ないと考える。スマートセンサについては、スマートキー又はスマートプレートと組み合わせて活用することを次の項目で検討する。

②スマートキー、スマートプレート、スマートセンサを一体として整備する場合

スマートキー、スマートプレートについては、前項で単独導入の場合を検討したが、サーバーとの通信機能や情報の処理・蓄積機能などが重複する。サーバーとの通信については、

スマートキーではスマートフォンの機能を利用できるので、スマートプレートで携帯電話通信網へ接続する機能は不要となる。また、情報の処理・蓄積、測位センサーについてもスマートフォンの機能を利用可能である。そのため、スマートプレートでは、電子タグに自動車登録情報として長期間変更がない情報のみを記録する。

スマートセンサでは、車両の速度等の走行状況に関する情報、運転者の意識や血圧といった状態に関する情報、タイヤの空気圧、エンジンの状態等のメンテナンス情報などに加え、道路上の他の車両の走行状況や車線の認識といった自動ブレーキや自動運転に用いられる情報が得られる。これらの情報は、自動車の走行に必要な情報であり、特に自動ブレーキや自動運転に関する情報はリアルタイムに処理する必要があるため、その処理に影響を与えない形でスマートキーに情報を取り込む仕組みが求められる。また、各センサーの情報をスマートキーと連携させるためのプロトコルについても事前に共通化することで、収集した情報を各交通関連サービスに活用することができる。

3つのスマートシステムの導入イメージを図6.5に示す。

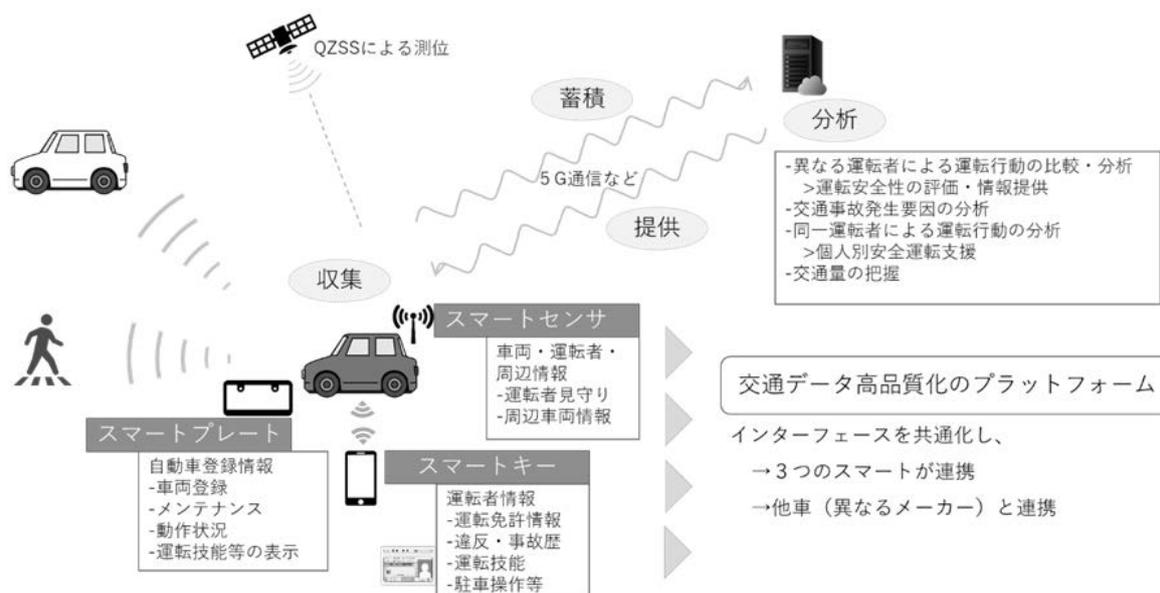


図 6.5 3つのスマートが可能にするデータ収集・活用の効率化

ここまで3つのスマートシステム導入についての考え方を整理したが、これらのシステムを整備するための具体的な仕様や費用の検討については今後の課題である。

6.5 交通データベースの構築とオープン化

ここまで、スマートプレート、スマートキー、スマートセンサによって各種情報を収集、

蓄積、活用するための方法について、車両相互間の挙動分析、運転者情報を活用した事故防止、事故発生メカニズムの分析など、個別のシーンを想定して検討してきたが、これらの情報を活用することにより多様な交通関連サービスを提供することが可能となる。ここでは、スマートプレート、スマートキー、スマートセンサによって収集したデータにより交通データベースを構築して、その情報を公開することにより多様な用途に活用するための方法について検討する。

各種交通関連の情報を収集し効率的に活用するためには、情報を一箇所に集約する事が考えられる。ここでは、仮に交通データベースセンターに情報を集約するものとし、その場合の関連機関との関係や情報の扱いについて検討する（図 6.6）。

走行中の自動車に設置された3つのスマートシステムからの情報を収集するにあたっては、個人情報へ配慮した上で何らかのガイドラインを設けるとともに、委員会のような場で公表内容の改善や運用状況の確認を行う必要がある。また、情報の利用については、交通データベースセンター内で厳密な匿名性への配慮の元で使用する場合と、オープン化して広く一般に公開する場合とで、使用可能な情報の匿名性のレベルを分けることも考えられる。

また、走行中の自動車から収集される情報については、交通データベースセンターに集約されるもの以外にも、法令等に基づき公的機関が管理するものやサービス利用者個人との契約に基づいて民間企業が収集しているものがある。これらの情報についても、法令や事前の契約により交通データベースセンターと情報共有を行うことによって、質の高いサービスの提供が可能となる。

交通データベースの情報をオープン化して一般に公開することで、幅広い産業において活用することが可能となり、新たなサービスの提供による利便性の向上や新しい仕事の創出につながることを期待できる。

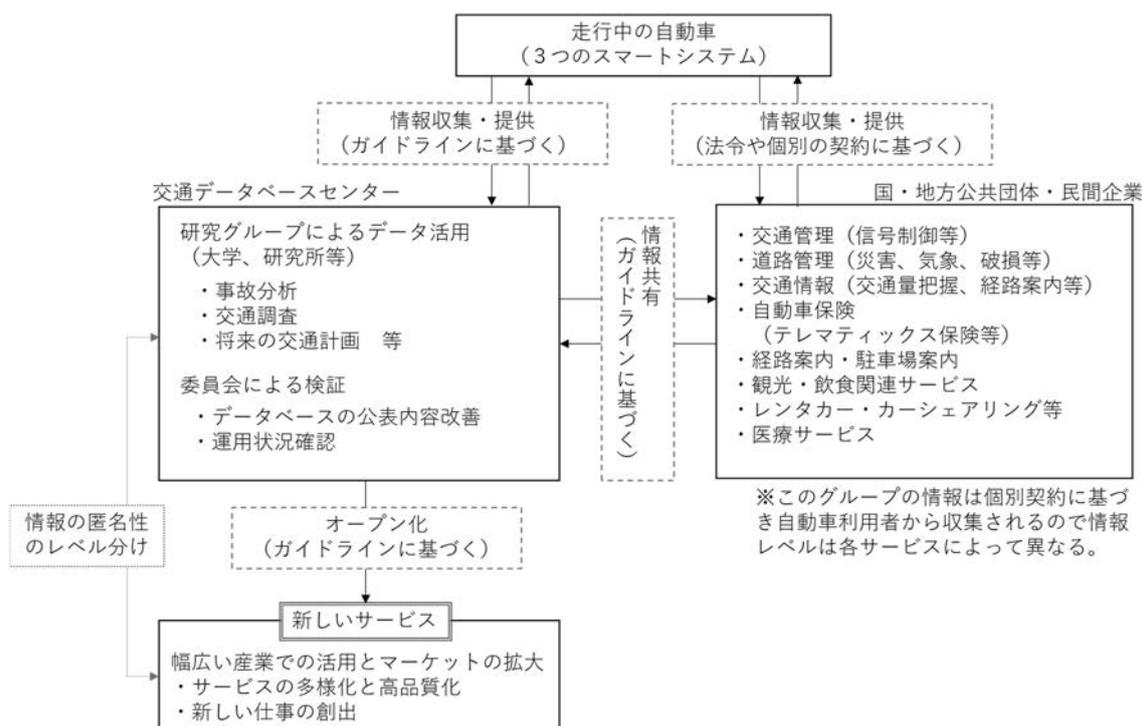


図 6.6 交通データベースの構築とオープン化

<参考文献>

- 1) 国土交通省都市局 都市計画課・街路交通施設課・市街地整備課・まちづくり推進課、まちなのにぎわい測定におけるデジタル技術の活用、令和5年5月
- 2) Hack My Tsukuba (課題解決型ワークショップ) 2023年、
URL: https://www.city.tsukuba.lg.jp/soshikikarasagasu/seisakuinnovationbutokei_datarikatsuyosuishinshitsu/gyomuannai/3/3/1/1008123.html
- 3) 佐賀県佐賀市保健福祉部高齢福祉課「介護予防 DX～データを活用した介護予防推進事業」2021年、URL: <https://www.stat.go.jp/dstart/case/41.html>
- 4) 兵庫県神戸市健康局健康企画課「ヘルスケアデータ連携システム」2021年、
URL: <https://www.stat.go.jp/dstart/case/42.html>
- 5) 和歌山県企画部企画政策局企画総務課データ利活用推進班 (データ利活用推進センター)「和歌山県における空き家分布の推定」2022年、
URL: <https://www.stat.go.jp/dstart/case/54.html>
- 6) 岐阜県関市財務部行政情報課デジタル推進室「ビッグデータを使用した効果的な自治体データベースの作成と多事業展開」、URL: <https://www.stat.go.jp/dstart/case/52.html>

- 7) デジタル社会の実現に向けた重点計画（2023年6月9日閣議決定）
- 8) オーストリア政府 HP, <https://www.oesterreich.gv.at/en/eausweise.html>
- 9) European Commission (2023), Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Driving Licences
- 10) インドネシア国家警察 HP, <https://inp.polri.go.id/2023/01/03/inp-traffic-corps-to-install-chip-on-vehicle-number-plates/>
- 11) 米国ミシガン州政府 HP, <https://www.michigan.gov/sos/vehicle/license-plates>
- 12) トヨタ自動車株式会社 HP, <https://global.toyota/jp/newsroom/corporate/35230333.html>

7章 付録：道路整備の計画

7.1 本稿の狙い

自動車が100年に1度の変革期を迎えているとの意見がある。

こうした時期に徒歩を前提としていた道路から自動車を前提とした道路へ変更するために行ってきた道路整備の目的や考え方、整備のための仕組み等の変化を、これまで多くの論文等で行われてきた戦前と戦後に分けるのではなく、連続したものとして見ていくことにより、今後見えてくる新たな自動車に対応した道路整備を行っていくための知見が得られるのではと考える。

仮説としては、以下の事が見えてくるのではと考える。

- ① 新たに登場した自動車に対応するために、明治以降現在までに我国で行われてきた道路整備に係る諸施策は、現在の形の自動車が発明されその利用が拡大して行く過程で自動車をより利用しやすくし、経済活動を活発にし、生活を便利なものにしていくために、既存の歩行者を利用者としていた(旧)道路を、自動車も利用可能な(新)道路に効率的に改良すると同時に自動車専用の道路を整備してきた過程と見ることが出来る。
- ② 道路整備は増加する自動車需要に経済活動や生活の隘路とならないよう、自動車の利用によって引き起こされる負の影響を削減しながら対応してきた。具体的には自動車と歩行者の安全な利用を両立させること、著しく混雑する場所をなくすこと、整備してきた大気汚染や騒音による被害をなくしていくこと、著しく移動が不便な地域や人をなくしていくこと等である。
しかし社会環境の変化、特に欧米諸国で強調されるようになった道路整備と関係が深い同じ陸上交通である鉄道輸送についての対応が不足していた。
- ③ 道路整備を効率的に行うための一連の計画体系を、関連する経済計画や国土開発計画との整合性を確保しつつ作り出した。しかし「効率的」の意味を具体的に示す計画の目的については、経済活動の隘路とならないことが強く、地域開発特に未利用資源の開発は弱く、さらに国防、安全保障はほぼ無いと言える。

7.2 対象期間の分け方

本稿では、わが国の道路整備の特徴を際立たせるために大きく3つの期間に分けて捉える。

第1期は自動車の利用を前提とした道路整備の助走期である。

第1期はさらに次の3つに分けることが出来る。歩行や人力車、馬車、路面電車が主に利用され、自動車の輸入は始まったもののほとんど普及していない時期に、近代国家としての法体系の確立の一環として道路整備のための法律の検討が始められた前期、(旧)道路法が作成され、法に基づいて長期の道路整備計画が作成されたものの、財源不足から計画に基づく整備が進まない中で、経済不況への対応として失業対策としての道路整備、震災復興のための道路整備、ほぼ10年間隔で行われた戦争準備のための道路整備などその時期の変化への即応を求められた中期、戦後復興のための緊急な道路整備と同時にこれまでの経験を踏まえての道路整備の制度づくりが進められた後期に分ける。

第2期は、道路整備システムの形成・運用期である。

第2期はさらに、道路整備の基本的法定計画である道路整備5ヵ年計画に記載すべき内容と道路整備に関連する諸計画との関係を整えた前期、形成された道路整備システムに基づいて道路整備を計画的に進めた中期、国内の経済環境の変化や国際環境の変化に伴って、これまでの道路整備システムでは対応が難しい課題が連続して発生した後期に分けられる。

第3期は道路整備の再構築期である。

第3期はさらに再編された道路整備システムを取り巻く環境の変化に対応しようとした時期と長期の道路整備の期間に必要とする新たな方向性を模索し始めた時期に分けることが出来る。

以下各期の状況を概略示す。

7.2.1 第1期

道路整備が始められるまでの社会状況を年代を追い簡単に整理する。

- ・ 1860－1890年 国（中央政府）による近代国家の模索
- ・ 1890－1920年 国策の統一：富国強兵 官民による産業振興
海外進出
都市間鉄道の整備、鉄道の国有化
鉄道の広軌改築論争
- ・ 世界の列強の1つにまで変化
- ・ 民主化の進展

(1) 前期：道路法の整備が始まる

- ・ 1888年（明治21年） 公共道路条例、街路新設条例 閣議には提出も決定には至らず

- ・ 1890年（明治23年） 道路法案を閣議提出も議会提出には至らず
- ・ 1896年（明治29年） 公共道路法案 閣議決定、議会に提出も不成立
- ・ 1899年（明治32年）、1911年（明治44年）、1911年（大正6年）にも道路法の案が提出されたが実現に至らず

理由としては、道路の認定に地方公共団体の議会の関与ないこと、地方への委任事項が多いこと、沿道土地所有者の義務が厳しいこと等が挙げられる。

明治22年代に道路法案が作成され始めたのは、市区改正条例施行都市で、路面電車導入等のために道路拡幅の計画が出されたことや、自動車の輸入が検討され始めたこと、法治国家としての法体系の整備をしようとしたこと等が理由として挙げられる。

（2）中期：(旧)道路法の成立に伴う整備初期

- ・ 1920－1935年 長期計画を作成するも、財源不足で整備は進まなかった
- ・ 整備は国道、軍事拠点間の整備が中心
- ・ 志は高かったのではないか
- ・ 大陸進出
- ・ 資本主義国として景気循環に直面、不況、海外進出を強化、戦争へ

（3）後期：整備制度の準備期

- ・ 1935－1955年 不況対策、国防対応、国土計画、戦災復興、総合開発
- ・ 戦災復興のため住宅・雇用の確保が第一、地方での道路整備は有効だったのではないか
- ・ 整備の目的の議論
 - 高速鉄道と高速道路の競合（弾丸列車対重要道路、新幹線対高速道路）
 - 需要喚起対需要追従（縦貫道対国幹道、中央道対東海自動車道）

7.2.2 第2期：道路整備システムの形成・運用期

- ・ 1955－1995(2000)計画システムの構築、運用、環境変化への対応
 - 現在の交通問題はほとんどのこの期間に発生
 - 1955－1970年 道路計画作成システムの完成
 - 1970－1985年 完成されたシステムの運用
 - 1985－1995年 社会環境の変化への対応
- ・ 行政改革 増税なき財政再建
- ・ 三公社民営化、国鉄民営化
- ・ 高度成長経済から低成長経済へ

- ・ 公共投資基本計画
- ・ 高規格道路計画の作成、一般国道で自動車専用道
- ・ 地域高規格道路計画、地域集積間、広域道路整備計画の作成

7.2.3 第3期：道路整備の再構築期

(1) 前期（1995－2010年）

- ・ 戦後制度の変革 規制緩和、民営化、地方分権
- ・ 災害等の発生
 - 阪神淡路震災、東日本震災
 - 貿易センタービルテロ、イラク戦争、
 - リーマンショック
- ・ 公共投資基本計画、省庁再編、規制緩和、特別会計制度改革、特定財源の見直し
- ・ 社会資本整備重点計画に組み込まれる
 - 2000年 省庁再編
 - 2002年 需給調整規制の原則廃止
 - 2006年 道路公団民営化
 - 2009年 道路特定財源制度の廃止
 - 2009年 国土総合開発法改正 国土形成法
- ・ 長期構想、長期計画、5箇年計画に代わる計画システムの提案が見られず
- ・ 計画システム再構築に合意得られず
- ・ 長期計画の信頼性低下

(2) 後期（2010年－現在）

- ・ 本格的再検討期
- ・ 新計画システムの模索
 - 補助金から交付金へ
 - 自転車道、社会資本メンテナンス元年

7.3 各期の特徴

7.3.1 道路法成立以前

車両の保有状況が自動車ほとんどないこの頃に道路法の整備が始めたのは、市区改正条例施行都市で、路面電車導入等のために道路拡幅の計画が出されたことや、自動車の輸入が検討され始めたこと、議会が始まり法治国家としての法体系の整備しようとしたこと等が理由として挙げられる。

- ・ 1890年（明治23年）初めて自動車が輸入
道路法の検討は1888年（明治21年）に開始
- ・ 1888年（明治21年）公共道路条例、街路新設条例作成 合意できず
- ・ 1890年（明治23年）道路法案として作成 議会に提出できず
- ・ 1897年（明治30年）公共道路法案議会に提案 否決
道路の認定に公共団体の議会の関与がない
委任が多い
沿道土地所有者の義務が厳しすぎる
- ・ 1899年（明治32年）道路法案再度提案 否決
私設道路という道路の種類を外す
道路の敷地を私権の対象とする

この時代の道路法は近代国家としての法体系の一環としての整備の面が強い
軍事色が濃厚である 国道(東京―鎮守府―鎮台は国道)
国道1級の道路幅は7間(13メートル)

道路の整備状況 道路種別延長

道路整備の財源は公債 関東地震、世界不況で財源不足
地方団体で財政は余裕なし

道路法が初めてまとめられたのは明治21年、それ以降議論を重ねてきた

7.3.2 道路法成立

基本はこれまで(江戸時代を含む)の経験を整理したもの
維持、補修は地方政府の役割
疑問としては、外国の法律の影響が挙げられる。

道路法の成立に伴い長期の整備計画が作成された

第1次改良計画

国道 2000 里、軍事道路 70 里、府県道 400 里、街路

期間 30 年、投資額 2 億 8 2 8 2 万円、財源公債

補助率 国道二分の一、府県道三分の一、その他三分の一

第2次改良計画

国道 1 9 1 6 里、府県道 5 2 0 0 里

期間 20 年、投資額 8 億 3 3 万円、財源公債

府県道の改良を進めるため、期間中に別の計画を作成

産業道路計画

府県道のうち指定した 1 5 0 0 里

府県の負担分の三分の一を補助

計画は意欲的に作成されたが、実際の整備にはなかなか結び付かなかった。道路整備が進まなかった理由としては、

- ・ 自動車需要が顕在化していない
 - ・ 鉄道整備が盛んに行われた 幹線から、地方へ、都市内へ
 - ・ 政権交代がたびたび起こった
 - ・ 大都市に加え地方都市でも都市化が進んだ
 - ・ 不況、災害対応で財源不足
 - ・ 道路整備の財源が公債のため整備のための費用が不足
 - ・ 整備は国道中心、地方では整備への負担が大きかった
 - ・ 地方道に対する補助率が低い
 - ・ 都市化の進展で都市内道路の需要が増加
- 等が挙げられる。

道路整備に求められる主な目的がすべて登場した

7.3.3 自動車を対象にした整備計画の模索期

重要道路調査：東京下関間の高速道路調査

1943 年 5,500km の全国自動車国道網計画

ドイツのアウトバーンに刺激
軍事的、産業的に重要な地点を結ぶ
新たな費用負担の考え方と建設の効率化のための組織をあわせて提案

新道路法成立

軍事関連の道路に関する内容が削除

国、地方の管理責任が明確化

国の関与が増加 国の補助率を高く、国の直轄工事、国道への変更

自動車の増加により道路改良の必要性が増加

道路改良等に伴う補償が明確化 予定地域

勅令による道路会議・土木会議が法律による道路審議会に

複数の地方団体に跨る道路の管理について配慮、しかし利用者の取り締まりについては記述無し。

有料道路制度の確立、道路整備特別措置法

特定財源制度の創設、道路整備緊急措置法

ワトキンスレポート：東京大阪間高速道路計画

(その他の計画)

田中プラン 利用資源の開発を目的とした縦貫道路計画

国防道路計画 東京大阪間高速道路を含む

1947年 国土開発縦貫自動車道構想

主な目的は以下の3点

国土の未利用地の開発

未利用資源の開発

沿線の開発

議論を経て道路計画、特に高速道路計画は、道路整備は需要追従型、整備の目的は時代に
合わせて資源開発と国防が、道路整備の目的からは事実上外された。

7.3.4 道路整備の開始

(1) 前期

道路整備五箇年計画 第一次—第三次

経済計画との調整

第一次では、事業量および国費のみ記載

投資額は現在の税率からの税収で制約

事業量は年次分割、地域分割有

有料道路、地方単独分は含まれず

(五箇年計画の基礎的資料として 10 箇年計画を作成 長期構想・計画の萌芽)

ワトキンスレポート (1956) 中央道と東海道の関係整理

国土開発縦貫自動車道建設法 (1957)

技術的問題の検討 長大トンネル

制度の検討 道路運送法, 道路法

これ以降の高速道路計画

1960 年東海道幹線自動車道建設法

1963 年関越自動車道建設法

1964 年東海北陸自動車道建設法

1965 年九州横断自動車道建設法

1965 年中国横断自動車道建設法

高速自動車国道法 (1957)

第二次では、国費だけでなく、有料、地方単独も含め全事業量、投資額が記載

道路資産、道路原単位という概念が提案

道路原単位：自動車一台当たりの道路資産額

財源確保のために税金を引き上げることが可能に

第三次では、

経済計画との調整法

全国総合開発計画との調整法

(2) 中期

道路整備五箇年計画 第4次—第8次

国土開発計画の反映

経済計画、国土整備の長期展望との関係

道路整備長期構想、道路整備長期計画の形式確立

第四次では、理想的道路原単位という概念が導入

改良を伴わない、現道舗装が行われる

(3) 後期

道路整備五箇年計画 第9次—第12次

国土計画の機能変化、戦後体制の変革等

道路審議会の機能拡大、提言

各五ヵ年計画ごとに提言が出される

提言の内容はほぼ長期構想、長期計画と同じ

提言の目的は道路特別財源と有料道路制度の維持か？

1980年代にはいると、世界的な経済状況の停滞、自動車交通量の抑制、自動車輸送量の増加とそれに伴う日本の貿易黒字、

日米構造協議、公共投資基本計画、内需拡大、民営化等

米国における、道路整備の資金の支出について、公共交通への拡大、安全対策や環境保全への拡大

連邦補助ハイウェイ法、陸上交通支援法、総合陸上交通効率化法へ

日本では、高規格道路、地域高規格道路、これらをまとめた広域道路計画と道路に限定

7.3.5 新たな道路整備体制の模索期

社会資本整備計画 第1次—第4次

道路の中期計画を作成するも理解得られず

社会資本整備計画の中の1つの計画として組み込まれる

7.3.6 小括

これまでは、事実関係を整理してきた。ここではこうした事実を構造化することで、道路整備の変遷を見ていく。

わが国で主に自動車の利用を前提とした道路の整備は、近代国家としての法整備体系の整備という形式的な必要性和、主に歩行を前提とした旧道路に、馬車や路面電車が走り始め混乱した状況を幕藩体制下での道路維持・管理体制を前提として現実的に改善させていくという実際的な必要性の下で行われた。

旧道路法成立により、整備の必要性の高い道路整備のための長期計画が作成されたが、整備に必要な費用が調達できず計画の進行状況ははかばかしくなかった。

計画した道路整備が進まない一方で、景気対策としての道路整備、特に地方部での整備や、震災復興のための整備、戦時体制の強化のための道路整備など、短期的視点からの目的の道路整備が求められた。敗戦後は戦災復興のための緊急的な整備が行われるとともに、道路整備の目的そのものの議論や、道路整備に必要とされる制度の構築が進められた。

目的としては、顕在化しつつある自動車交通量への対応に加え、新たな地域開発を可能にすることを目的とした道路、国土の安全を確保するための道路など幅広い目的が議論された。

制度としては、旧道路法に代わる新道路法の作成、道路整備のための新たな組織の設置、財源調達の方法が整備された。

これらの制度を用いての道路整備は、法定計画である道路整備5箇年計画の作成を基本として、この計画に盛り込むべき内容とその形式、程度と、整備に必要な費用を確保するための経済計画との調整がまず行われ、次いで10年程度の国土の開発内容を定めた法定計画の国土開発計画との調整が行われた。国土開発計画との調整においては、道路計画がより長期の視点が必要との認識から、20年程度の道路整備の長期構想、10年程度の整備の長期計画の2計画を別途作成し、国土開発計画との調整を行った。

長期構想、長期計画、国土開発計画、経済開発計画、そして道路整備5箇年計画を基に計画実行に必要な費用を整備した財源調達制度を用いて確保し、新たな整備主体をも活用して道路整備を積極的に進めていった。戦後の高度経済成長が積極的な道路整備を後押しした。

オイルショックに端を発した、国際情勢の急激な変化が、順調に進めていた道路整備に課題を投げかけるようになる。

道路整備の必要性を抑制するための、自動車交通量の削減や、自動車を必要としない公共交通手段の整備への支援等道路整備の考え方の転換を迫るものであった。

こうした変化は、これまでの道路整備計画の内容や道路整備主体の性格、道路整備の財源確保にも変更を迫る可能性のあるものであったが、わが国では道路整備がまだまだ必要であると考え変更はされなかった。

こうした道路整備の考え方は、景気後退、国際紛争の激化、東西冷戦の終結などの国際環境の変化とわが国の経済活動の停滞、地震災害をはじめとする自然災害の多発などの国内環境の変化から、政策としての優先度の低下とともに、政治的にも社会的にも支持が低下し、段階的に変更が求められ、変更が実施された。

こうしたこれまでの道路整備を支えてきた道路計画システムが変更されて行く一方で、自動運転等のこれまでの自動車とは大きく変わる可能性のある交通手段の登場が想定される中で、どのような道路が必要となるのか、整備のための計画システムはどのようなものが考えられるかについて議論が始められている。

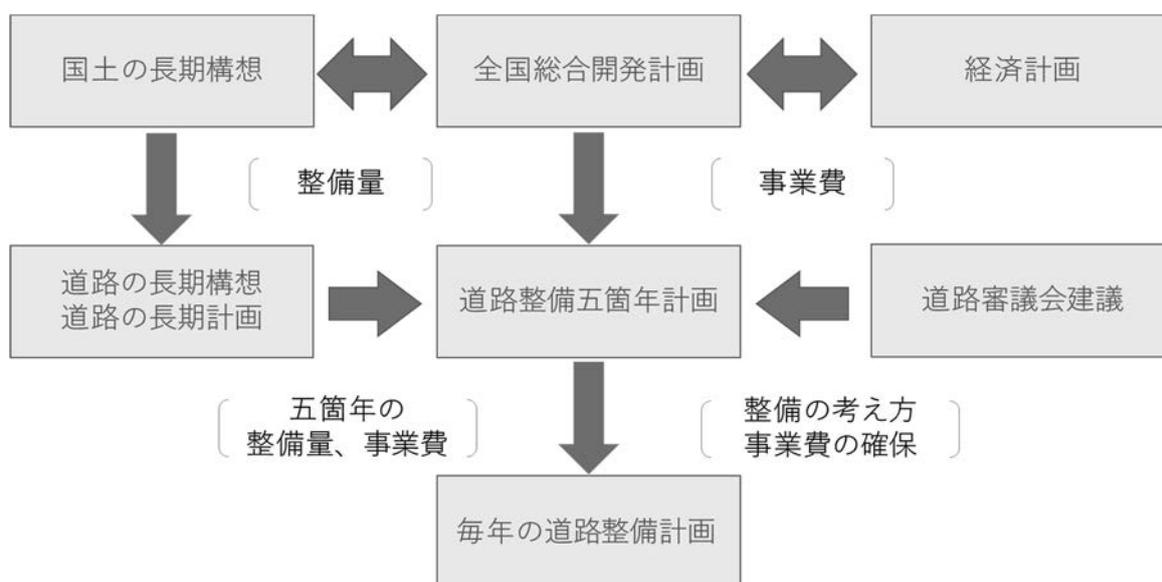
これらの分析より、以下の3点が読み取れる。

明治後期から現在までの我が国の道路整備計画の作成とその成果は、新たな交通用具が登場しその利用を促進するために既存の交通路を改良、充実してきた1つのサイクルとして捉えることが出来ることである。新たな交通用具が新たな交通路の整備を求め、交通路の整備が交通用具の普及と改良を進め、さらには新たな交通用具の登場を生み出し既存の交通路に対応を迫るというサイクルである。

道路整備の目的は勿論自動車需要に対応することが必要であるが、それに加え、地域開発や災害や紛争に対応することも目的として考えられるし、さらには、経済対策の1手段としての機能を果たすことも重要な目的である。急速に進めることが求められた道路整備がその過程で自動車需要への対応という目的に絞ることにより、それを可能にしてきたと考えることが出来る。

道路整備を取り巻く経済環境や社会環境が大きく変化したオイルショック後に我国の道路整備の考え方が多くの先進国とは異なりほとんど影響が見られない。道路整備がまだ必要と判断し、整備を加速させたのは大きな決定であったと考える。さらに中央省庁の再編に合わせて道路整備を陸上交通整備の1つとして位置付けるなどの体制面での変更の検討がなされなかったことを考えると、この決定がその後の道路計画システムの変更を遅らせることに繋がったと考える。

7.4 道路整備の長期計画間の関係



道路整備のための計画システムが出来上がる

投資額を経済計画から、整備量を全国総合開発から、

長期構想・長期計画は、投資額、整備量の必要性を長期的視点から

道路審議会建議は実現のために特定財源制度と有料道路制度の重要性を

参考 道路計画、全国総合開発計画、経済計画

	一定の期間に	どれだけ	どこに	どの道路を
経済計画	○	○		
全国総合開発計画	○	○	○	
道路計画	○	○	○	○

道路は一路線(拠点と拠点を結ぶ)でも10年ではできない場合が多い

道路整備の計画システムの特徴

歩行が主な交通手段であった(旧)道路を新たに登場した交通手段である自動車に対して対応可能にしていくための道路整備のほぼ全ての過程を見ることが出来る

道路整備の目標の意味をどう考えているのか不明確

社会の環境変化に対応しての目標の拡大や修正等変更がない
 国際的な環境変化に対する対応が少ない

計画システムを法制化していない
 総合交通の概念が育たなかった
 計画の評価がなされない
 計画作成の目的についての議論が見られない

7.5 道路整備と自動車の発展

	自動車関連	道路整備関連
第1期	<ul style="list-style-type: none"> ・ 徒歩、馬、牛、手押し車 ・ 自動車の登場 ・ 自動車の有用性認識 関東大震災 鉄道駅と港湾間 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 徒歩のための道路 ・ 新たな道路が必要 国威発揚 ・ 新道路の整備開始 ・ 長期計画作成 ・ 財源不足で進まず
第2期	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中古車の輸入 ・ 自動車の価格低下 ・ 経済成長、生活の多様化 ・ 乗用車の普及 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路整備の緊急性、重要性指摘 ・ 道路整備制度の確立 計画、財源、手法 ・ 道路整備の推進 ・ 高速道路の整備
第3期	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自動車の改善 安全性、高速性、高品質 排気ガス対策 ・ 自動車の高級化、多様化 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路空間の改善 駐車スペースの整備 交通情報の提供
第4期	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自動車市場の成熟化 生産拠点の国際展開 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路の量的拡大の必要性低減 ・ 新たな道路の提案 高規格道路
第5期	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自動車を活用した新たなサービス 保有、使用、シェアリング ・ 新エネルギー自動車の普及 ・ 自動運転車の登場 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路整備制度の変更 民営化、特定財源の一般化

道路の物理的対応は？
 路側や駐車場の有効利用
 道路整備の制度的対応は？
 自動車関係税
 道路料金の車種間比率

道路整備の過程の1つの見方、道路整備が自動車の普及を促進、次いで、道路整備と自動車の普及が同時進行、そして現在新しいタイプの自動車の普及が道路整備を要請するというサイクルを見ることが出来る。

7.6 終わりに

本稿では、わが国の道路整備のための計画の変遷を自動車の登場に対応するために、歩行を主な利用手段として想定していた道路から増加する自動車の利用を安全・円滑に可能にする道路への改変してきた過程として捉え、以下の3点を示してきた。

わが国の道路整備の過程は、新たな交通具の登場がこれまでの交通路の変化を求め、改善・充実された交通路に伴い交通具の改良が進み、そして交通具の改良・発展が新たな交通具を登場させ、再び交通路の改変を迫る様になり、既存の整備システムも対応が迫られるという1つのサイクルの全過程と捉えることが出来る。

道路整備を本格的に始める際に、その目的として道路の利用需要に適切に対応することを最重要とし、地域開発や国防等の目的への対応は後回しにされた。

道路整備のために作られた計画システムは、道路整備に関連する国土開発計画のような法定計画に加え経済計画のような行政計画とも適切に調整された1つの完成された計画システムと考えられる。

国際情勢の変化に対しての道路整備への取り組み姿勢は、それ以降の道路整備に大きな影響を与えたと考えられる。国際的な変化、自動車交通需要を抑制する、公共交通機関の整備に道路整備が積極的に貢献していく等の姿勢が我が国では大きくならなかったと考える。

検討しきれていない点も多い。残された検討課題のうち主な点を以下に示す。

まず結論的に指摘した3点に関連しては、事実と事実間の関連性については基本的な整理はできたが、その原因についてはさらなる検討が必要である。特にオイルショック以降、海外の動向について多くの調査を行い、その動向については十分知識を持っていたと考えられる道路整備担当部局が、何故海外での動向に配慮せず自動車の利用を促進する高規格道路等の道路整備を一層進めるというわが国独自の対応を進めたのかについての考察は重要と考える。

検討期間の境界部についての課題としては2点挙げたい。第1点は幕藩体制下での道路整備の考え方を引き継いだ明治中期までの日本の歴史的な道路整備の考え方が、旧道路法に与えた影響、特に現在までその影響が残っていると考えられる道路管理に関する考え方、都市間道路と都市内道路の関連性については、考察が必要と考える。

第2点は道路整備のための計画として現在は5ヵ年計画しか作成せず、整備の性質上長期的な視点が必要である長期計画、20年計画とか30年計画とかを行政的な計画としても作成していない状況は、今こそ合理的な計画と合意の計画を併せ持つ長期計画が必要であると考えている筆者にとっては考察が必要と考える。

道路整備を陸上交通手段のための施設整備として捉えた場合の課題として1点だけ挙げたい。それは、大陸での戦時に対応するために検討された重要道路計画と弾丸列車計画、東京オリンピックに対応して作成された高速道路計画と新幹線計画に見られる、大きなイベントに合わせて2つの陸上交通手段のための道路整備と鉄道整備が同時に提案されることの背景についての考察の必要性である。

道路の整備を考えるフィールド(フレーム)への歴史観を持つことが求められるのではと考える。最後に筆者が気になる本稿で残された課題を記して稿を終えることにする。

疑問1：戦後道路整備の目的が増加する道路需要としたのは、需要が実際にあったということよりも占領政策の重点項目として国内のみ利用資源の活用のため道路整備が推奨されたからか

疑問2：特定財源の一般化や自動車関係諸税の変更といった構造的な改革策に対して道路側と自動車業界はどのような姿勢なのか

疑問3：日本の都市間道路網のサービス水準は一般的な状況では効率的であると言えるのか

<参考図書>

- 1) 田中好 道路行政 松柏館 1939年9月
- 2) 武藤博己 道路行政 東京大学出版会 2008年7月
- 3) 小松功 改定1975年版日本の道路行政(現状と問題点) 日刊道路通信社 1974年11月
- 4) 野村和正 道路と交通一歩みと展望一 成山堂書店 2001年1月
- 5) 藤森謙一 高速道路計画論 鹿島出版会 1966年4月
- 6) 吉田喜市 高速道路建設史一高速道路のあけぼの— 旬刊高速道路編集局 1972年10月
- 7) 樋口恒晴 幻の防衛道路—官僚支配の「防衛政策」 かや書房 2007年10月
- 8) 田中清一 平和国家建設国土計画大綱 田中研究所 1968年11月
- 9) 松浦茂樹 戦前の国土整備政策 日本経済評論社 2000年12月
- 10) 今井勇、井上孝、山根孟 道路の長期計画 技術書院 1971年7月

- 11) 昭和の道路史研究会 昭和の道路史 全国加除法令出版株式会社 1990年2月
- 12) 日本道路協会 道路政策の変遷 丸善出版株式会社 2018年3月
- 13) 日本道路協会編 日本道路史 日本道路協会 1977年10月
- 14) 山本弘文編 交通・運輸の発達と技術革新—歴史的考察— 国際連合大学 1986年3月
- 15) 江戸時代の交通と旅 歴史公論ボックス15 雄山閣出版 1982年6月
- 16) 日本道路協会創立25周年記念事業準備委員会 日本道路協会25年のあゆみ 日本道路協会 1972年10月

日交研シリーズ目録は、日交研ホームページ
http://www.nikkoken.or.jp/publication_A.html を参照してください。

A-886 「準天頂衛星データを活用した
自動車関連データのプラットフォーム構想」

準天頂衛星データを活用した自動車関連データの
プラットフォーム構想研究プロジェクト

2024年2月 発行

公益社団法人日本交通政策研究会

