

交通ビッグデータを活用した人や車の移動の可視化 ～つくばにおける産官学の地域モビリティプラットフォームを通して～

Visualization of the Trip of Person and Vehicles Utilizing the Big Data

廣川和希* 矢部 努** 北村清州*** 若井亮太**** 井村祥太郎***** 福沢綾乃***** 牧村和彦*****

By Kazuki HIROKAWA, Tsutomu YABE, Seishu KITAMURA, Ryota WAKAI, Shotaro IMURA, Ayano FUKUZAWA and Kazuhiko MAKIMURA

1 はじめに

都市における人や車の移動状況を把握する場合、都市圏パーソントリップ調査（都市圏PT調査）や全国道路・街路交通情勢調査（道路交通センサス）、大都市交通センサスといった国が実施している既存の統計調査データを用いる場合が一般的である。これらの統計調査データからは、個人属性（性別、年齢、職業など）や車種ごとの詳細な移動状況（移動の発着地、発着時間、移動目的、移動手段など）を把握することができる。しかし、これらの調査は、1年のうちの特定日を対象としているため、曜日や季節などの変動を捉えることができず、また、調査の実施頻度も数年に1度の場合が多いため、中間年の状況を把握することができない。このため、近年多様化する様々なニーズに対応した「きめ細やかな施策の検討」や施策の「評価・モニタリング」といった観点においては、これら既存の統計調査データのみでは必ずしも十分とはいえない。

一方で、近年、ICT（情報通信技術）分野の目覚ましい発展により、人や車の移動に関する大量のデータ（交通ビッグデータ）が取得可能な環境が整いつつあり、これらのデータを活用した様々な取組が行われてきている。例えば、自動車の移動に関しては、車載器GPSデータから取得した自動車プローブデータを用いた道路の主要渋滞箇所や事故危険区間の抽出¹⁾²⁾や、東日本大震災や熊本地震での「通行実績情報」の公開³⁾などが行われている。また、ETC2.0車載器の搭載車両も約120万台（2016年4月現在）⁴⁾に達しており、車載車両から収集したデータを活用した様々な施策が検討されている⁵⁾。人の移動に関しては、携帯電話基地局情報や携帯電話GPS情報に基づいた滞留状況や移動状況などの分析・可視化に関する取組み、研究が行われている⁶⁾⁷⁾⁸⁾。さらに、スマートフォン所有者を対象とした専用アプリを用いた交通行動調査（プローブパーソン調査）なども行われている⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾。

これら交通ビッグデータの最大の特徴は、24時間365日取得可能なデータである点である。個人属性や車種などの属性情報や移動目的などは把握できないものの、これらの交通ビッグデータを活用すれば、既存の統計データでは把握することの出来なかった曜日や季節の移動に関する変動や、調査年次間の移動に関する変動などを把握可能となることが期待される。

本稿では、これらの背景を元に、既存の統計調査データと交通ビッグデータを組合せて、茨城県つくば市をフィールドに「都市活動の見える化」に取り組んでいる「つくば・モビリティ交通研究会」の活動を例に、人や車の移動に関する分析・可視化例を示す。また、それらの分析・可視化を継続的に実施していくための運用モデルについて整理する。

2 つくばモビリティ・交通研究会について

（1）つくば市の概要

つくば市は、茨城県南部に位置する人口約22万人の特例市である。1960年代から研究学園として開発が進められ、国や民間の多くの研究機関が立地する国際研究開発拠点として発展してきており、少子高齢化社会の中においても、年間約3,000人のペースで年々人口が増加している。また、つくばエクスプレスの開業（2005年）や首都圏中央連絡自動車道（圏央道）つくば中央ICの開業（2010年）、市内の幹線道路の整備などの整備も日々進んでおり、都市構造や交通網が目覚ましく変化している都市である。

（2）つくばモビリティ・交通研究会の設立

つくば市は、2013年に国から環境モデル都市に指定され、人々の暮らしに起因するCO₂を重点的に削減する行動計画「つくば環境スタイル～SMiLe～」を策定している。この「つくば環境スタイル～SMiLe～」では、以下の大きな4つの柱を設定し、それぞれの柱

*社会基盤計画研究室 研究員 **社会基盤計画研究室長 博士（工学） ***社会基盤計画研究室 主任研究員 ****都市・地域計画研究室 主任研究員 *****社会基盤計画研究室 研究助手 *****社会基盤計画研究室 専門情報員 *****次長 博士（工学）

に応じた施策を検討、実施している。

- ・S: Smart Community (コミュニティエコライフ)
- ・M: Mobility Traffic (モビリティ・交通)
- ・I: Innovation & Technology (最先端技術)
- ・L: Learning & Education (環境教育、実践)

これらの施策の有用性、有効性を持続的に評価し、それに伴う適切な改善案を検討していくためには、各施策に伴う人々の行動の変化を継続的にモニタリングしていく必要がある。

つくばモビリティ・交通研究会は、このような背景のもと、「Mobility Traffic (モビリティ・交通)」分野に関して、「都市活動の持続的なモニタリングによるモビリティ・交通のPDCAサイクルの運営手法の確立」を目的に、2013年8月に産官学が連携して発足した研究会である¹²⁾。2015年時点で、つくば市、筑波大学、国土技術政策総合研究所を中心に、産官学合わせて約20主体が参画しており、弊所も研究会設立当初よりコアメンバーとして参画している。

(3) つくばモビリティ・交通研究会の活動

つくばモビリティ・交通研究会では、まず、つくば市の各施策に対する分析結果の利活用シーンを想定した「ユースケース分析」を行い、共通する7つの分析項目を「共通分析項目」、共通分析項目の分析結果と他データを組合せて分析を行う項目を「個別分析項目」として分析・可視化項目を設定している(図-1)。

その上で、それぞれの分析・可視化に必要な既存の統計調査データや交通ビッグデータを整理し、収集した上で、人や車の移動実態(都市活動)の分析・可視化を行っている。

3 人や車の移動に関する分析・可視化

本章では、前章で紹介したユースケース分析から設定した、つくばモビリティ・交通研究会の分析項目のうち、以下の5項目の分析・可視化例を示す。

共通分析項目

利活用シーン

共通分析項目

個別分析項目

No.	利活用シーン	共通分析項目							個別分析項目
		居住人口	滞留人口	交通量	旅行速度	トリップ数	分担率	移動経路	● 共通分析項目と他データとの組合せにより分析を行う項目 【+分析に必要な追加データ】 ○ 共通分析項目を活用・加工し考察を行う項目
1	つくば市交通政策へのデータ活用	○	○		○	○	○	○	● バス停別利用者数の可視化【+バス利用実績】 ● バスの利用状況（バスによる移動距離）の可視化【+バス利用実績】 ● 運行改善の検討対象とする路線のサービスの状況（ダイヤと走行実績の比較等）の可視化【+バスダイヤ等】 ● つくたつの利用者属性と利用頻度の分析【+つくたつ利用実績】 ● つくたつの利用状況（時間帯別等）の可視化【+つくたつ利用実績】
2			○	○		○		○	○ 市内全域を対象とした自転車利用トリップを抽出し、自転車利用実態（発生集中量、移動経路等）を把握
3	中心市街地再生へのデータ活用		○	○		○			● つくば市都心部（ペDESTリアンデッキ等）の歩行者流動量および発地分布を把握【+PP調査】
4	コミュニティ道路化は推進に向けた基礎調査へのデータ活用			○	○		○		○ 生活道路の交通量および旅行速度を把握し、コミュニティ道路化の対象候補を抽出 ● コミュニティ道路化施策の発現効果の評価【+関連施策情報】
5	市内一斉エコ通勤の実施に伴う効果検証へのデータ活用			○		○	○	○	○ エコ通勤ウィーク実施前および実施中の自動車交通量、手段別分担率の比較 ○ パネル分析（実施前と実施中の手段別分担率の比較）
6	地域防災計画のデータ活用	○	○	○				○	○ 平休日時間帯別の流動量（手段別トリップ数等）の把握 ○ つくば市都心部の時間帯別滞留人口および居住地構成（帰宅困難者数）の把握
7	防犯対策へのデータ活用			○					● つくば市都心部の歩行者流動量を把握【+PP調査】
8	交通安全の対策への活用			○	○			○	○ 小学校周辺道路（スクールゾーン）の自動車交通量および通過速度等を把握
9	シティプロモーションへのデータ活用		○	○		○	○		○ 都心部における自転車・歩行者流動量、主要幹線道路における自動車交通量を把握 ● 都心部における市域外からの入込人数および利用交通手段の把握【+PP調査】 ● 駅周辺のTX利用者の動きを把握【+PP調査】
10	観光動態調査へのデータの活用		○						○ 市域外からの筑波山観光入込客数の把握 ● 筑波山観光入込客数の利用交通手段を把握【+PP調査】

個別分析項目

図-1 ユースケース分析によるつくば市の各施策に対する利活用シーンと分析項目¹³⁾

- (1) 滞留人口
- (2) 旅行速度
- (3) バスの運行実績
- (4) 拠点への等時間アクセス圏域
- (5) 拠点の来訪手段別居住地分布

(1) 滞留人口の分析・可視化

滞留人口は、携帯電話基地局情報を基にした時間帯別の人口推計情報（平成27年11月）を500mメッシュに対応づけて、分析・可視化した。また、合わせて平成26年11月の同時時間帯における滞留人口との比較を行った。この際、事前に夜間時間帯の滞留人口が既存の統計調査データ（平成22年国勢調査の夜間人口）と同様の傾向を示していることを確認している。

平日休日ごとの14時台の滞留人口を図-2に、平成26年11月の同時時間帯からの変化を図-3にそれぞれ示す。平日14時台の滞留人口は、「つくば駅」や「研究学園駅」周辺、「筑波大学」周辺で多くなっている。休日14時も平日と同様の傾向となっているが、これに加え「イオンモールつくば」周辺の滞留人口も多くなっていることがわかる。また、1年前の平成26年11月の同時時間帯の滞留人口と比較すると、平日は、「つくば駅」や「研究学園駅」周辺で滞留人口が増加しており、休日は、「イースつくば」や「イオンモールつくば」などの大型商業施設周辺で滞留人口が増加していることがわかる。

このように、どの時間帯に、どのエリアに人が多く滞留しているか（集まっているか）といった状況を、年間を通じて把握することができる。

(2) 旅行速度の分析・可視化

旅行速度は、自動車の車載器GPS機能から収集された走行履歴情報を基にした自動車プローブ情報と、つくば市内を走行するコミュニティバス（つくバス）に設置したGPS機器から収集したバスプローブ情報（ともに平成27年11月）をデジタル道路地図に対応づけて、自動車とバスの平均旅行速度を分析・可視化した。また、合わせて平成26年11月の同時時間帯におけるそれぞれの平均旅行速度との比較を行った。

平日8時台の自動車旅行速度を図-4に、バス旅行速度を図-5にそれぞれ示す。平日8時台の自動車旅行速度は、1年前と比較して、学園東大通りの一部区間などで向上していることがわかる。また、平日8時

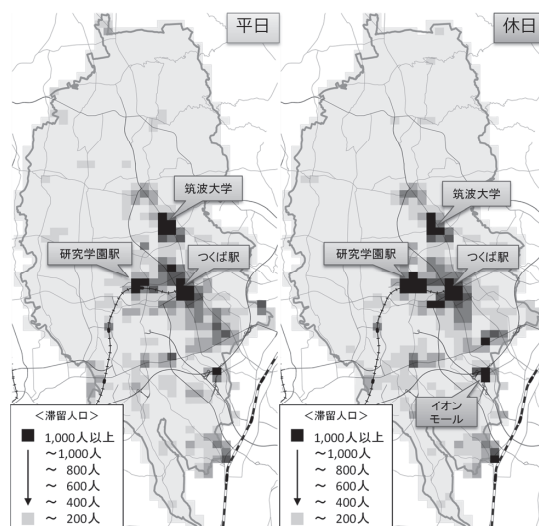


図-2 滞留人口（14時台）¹⁴⁾

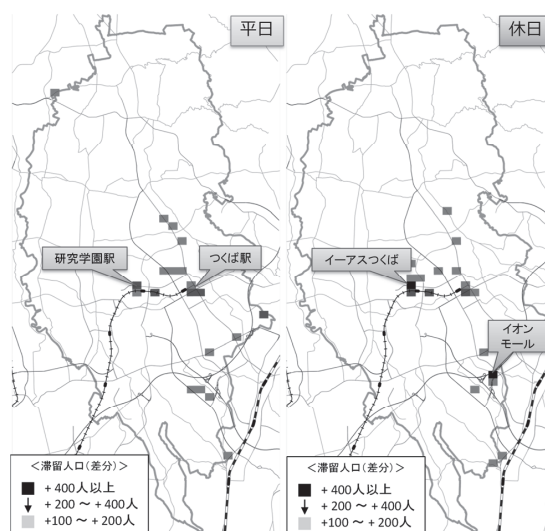


図-3 滞留人口の変化（14時台）
（H26.11→H27.11）¹⁴⁾

台のバス旅行速度に関しても、速度が向上している区間と低下している路線や区間が把握できる。

このように、自動車やバスの走行状況を道路区間別に把握することができる。

(3) バスの運行実績の分析・可視化

バスの運行実績は、つくば市内を走行するコミュニティバス（つくバス）に設置したGPSロガーから収集したバスプローブ情報（平成27年11月）を、バス停位置情報に対応づけて、分析・可視化した。また、その

際、運行ダイヤも合わせて可視化し、運行ダイヤに対する運行の遅れ状況を分析した。

つくバスの1路線(上り)の朝ピーク時間帯における運行実績を図-6に示す。始発便である1便や次の3便は、ほぼダイヤ通り運行しているが、7時台の5便から

は、路線の中間地点付近から遅れが発生していることがわかる。ただし、この遅れは、平日の運行に多く見られるが、休日はほとんどみられない。さらに、4便(下り路線)の折り返し便である7便は始発バス停を出発する時点で日常的に遅れが発生していることがわかる。

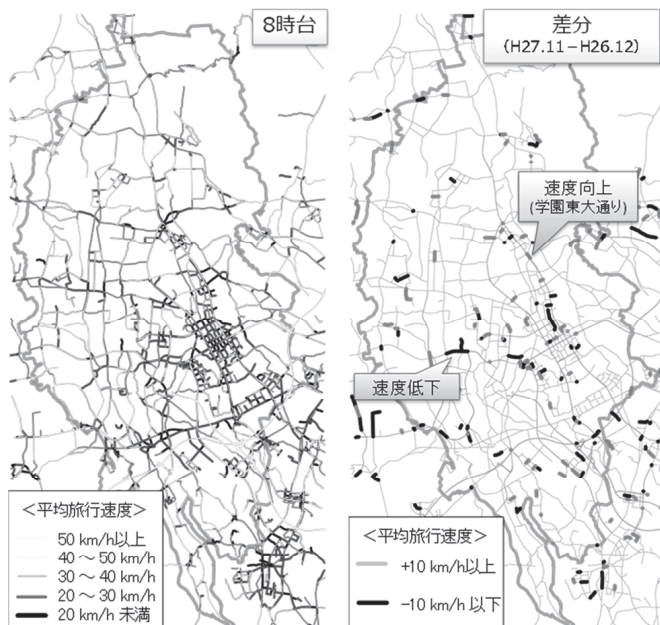


図-4 自動車の平均旅行速度(平日8時台)¹⁴⁾

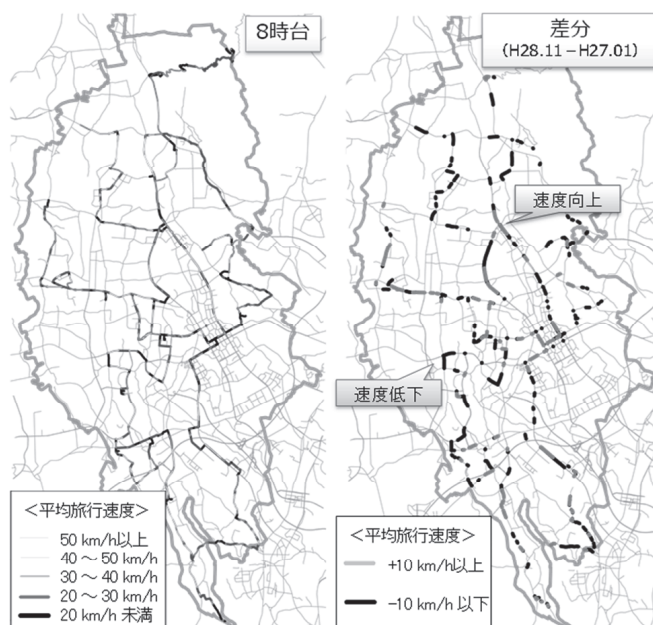


図-5 バスの平均旅行速度(平日8時台)¹⁴⁾

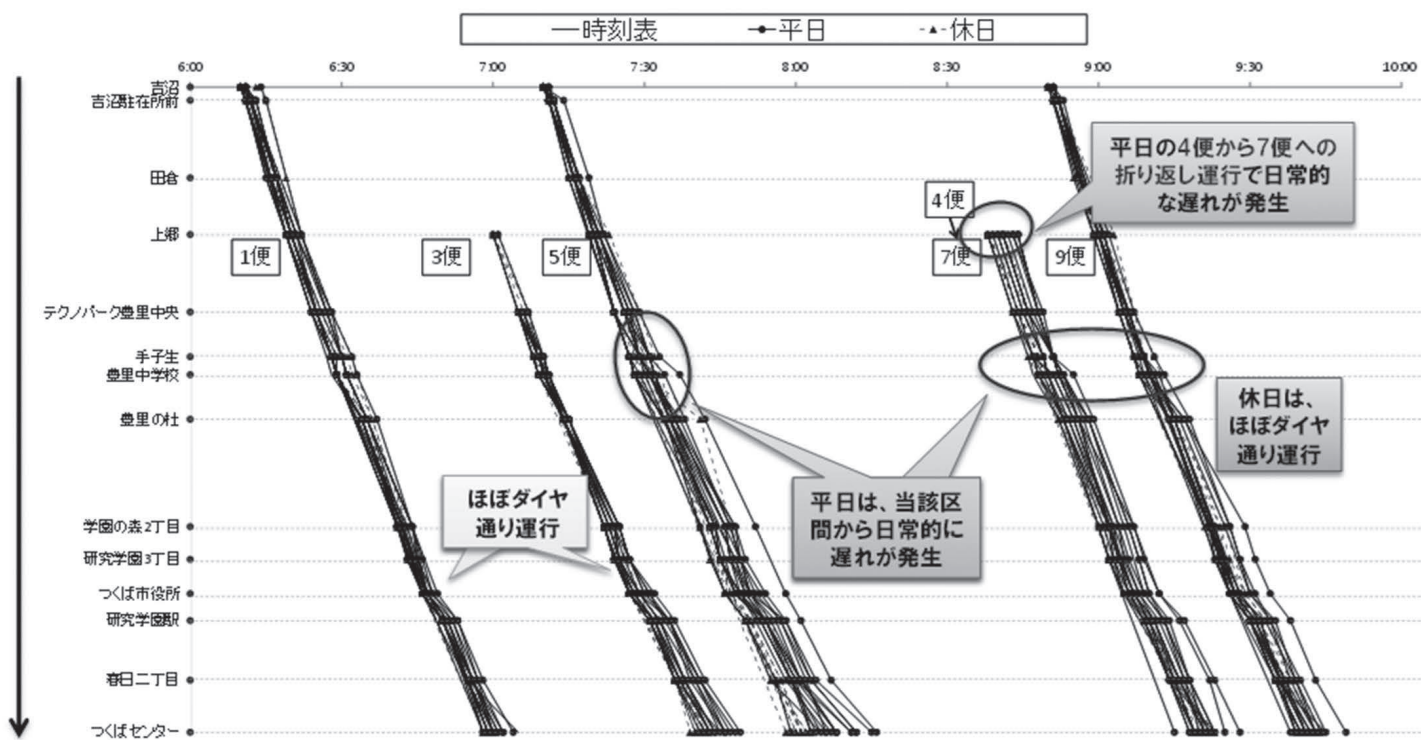


図-6 バスの運行実績(朝ピーク時間帯)¹⁴⁾

このように、バスの運行実績を詳細に把握することで、バスダイヤの見直しや運行路線の見直しなどを客観的な指標で行うことができる。

(4) 拠点への等時間アクセス圏域の分析・可視化

拠点への等時間アクセス圏域は、つくば市内を走行するコミュニティバス（つくバス）に設置したGPSロガーから収集したバスプローブ情報（平成27年11月）をバスネットワークに対応付けて算出したバスのリンク別平均旅行速度を用いて分析、可視化した。可視化の際の圏域には、500mメッシュを用いており、メッシュとバスネットワークを対応づけるアクセスリンクをバス停位置とメッシュ中心間に設定している。

拠点として、つくば市の公共交通網の拠点となる「市内のつくばエクスプレス（以下、「TX」という。）4駅」を想定した等時間圏域とそのカバー人口の推計結果を図-7と図-8にそれぞれ示す。バスでTX4駅へアクセス可能な地域のメッシュカバー率は、市全域の41.7%、人口カバー率は75.9%（65歳以上では65.1%）となっている。また、このうち、半数以上の地域が、TX4駅へバスを利用し、30分以内でアクセス可能な地域となっている。カバー人口は、30分圏域内の居住者が55.8%（65歳以上の場合、34.7%）となっており、65歳以上の高齢者ほどTX4駅へのアクセス性の低い地域の居住していることがわかる。

このように、拠点へのアクセスに関するバスのサービス状況を把握することで、バスダイヤの見直しや運行路線の見直しなどを客観的な指標で行うことができる。

(5) 拠点の来訪手段別居住地分布の分析・可視化

拠点の来訪手段別居住地分布は、携帯電話基地局情報を基にした人口推計情報（平成27年11月）の拠点周辺の滞留人口と滞留人口の居住地分布（平成26年11月）に東京都市圏パーソントリップ調査（平成20年）の小ゾーン別滞留人口の居住地別交通手段別構成比を組合せて、分析・可視化した。この際、携帯電話基地局情報を基にした人口推計情報の拠点周辺の滞留人口が、平成26年11月と平成27年11月で同程度であることを確認している。

平日14時台のつくば駅周辺の滞留者の手段別居住地分布を図-9に示す。平日14時台のつくば駅周辺の滞留者は、市内の比較的広範囲から来訪していることが

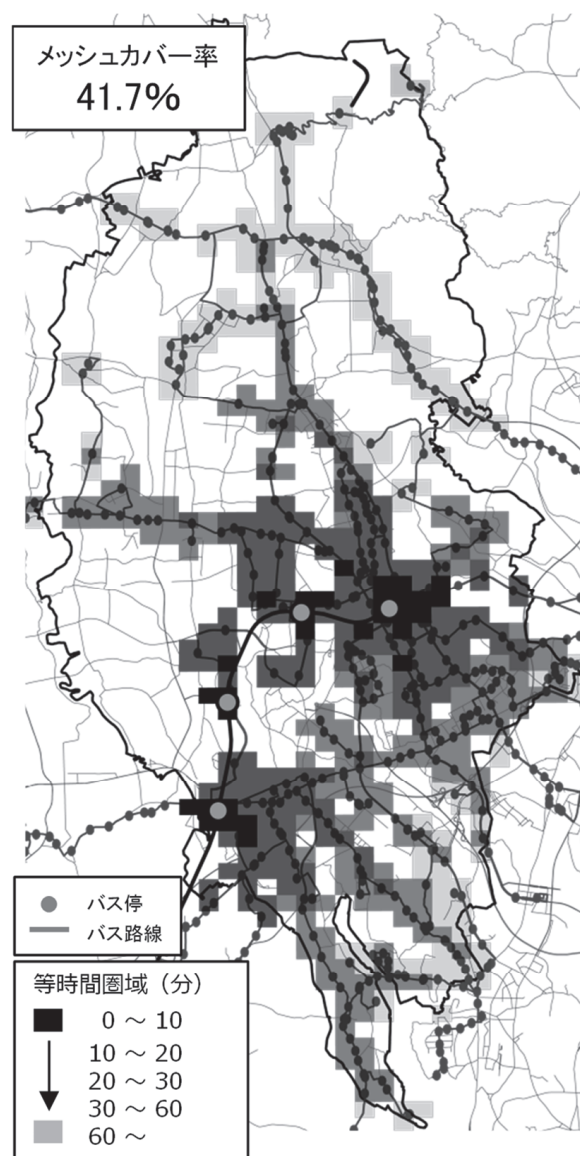


図-7 TX4駅への等時間アクセス圏域¹⁴⁾

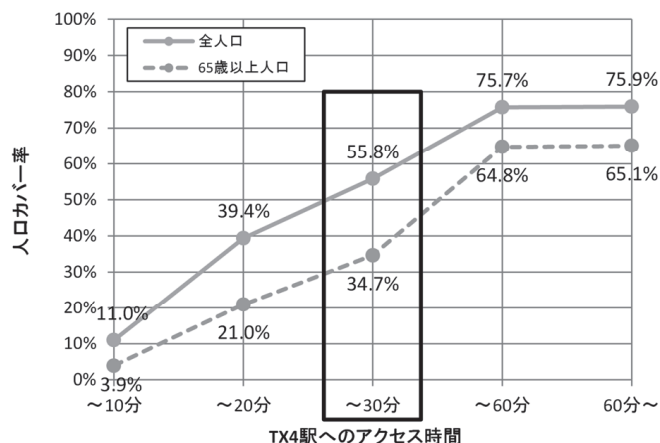
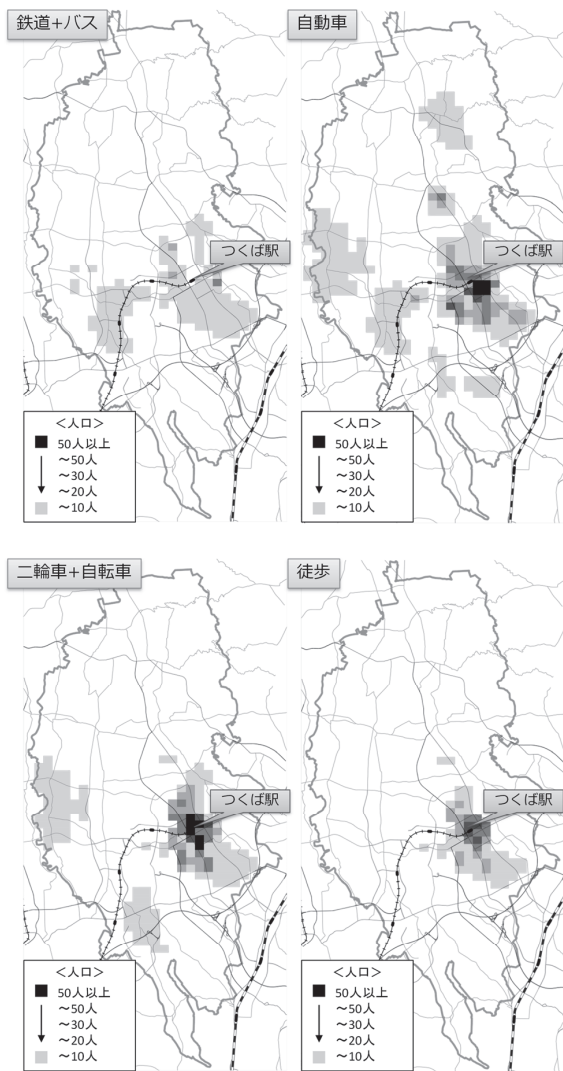


図-8 等時間アクセス圏域のカバー人口の推計結果¹⁴⁾

図－9 つくば駅周辺滞留者の手段別居住地分布(平日14時台)¹⁴⁾

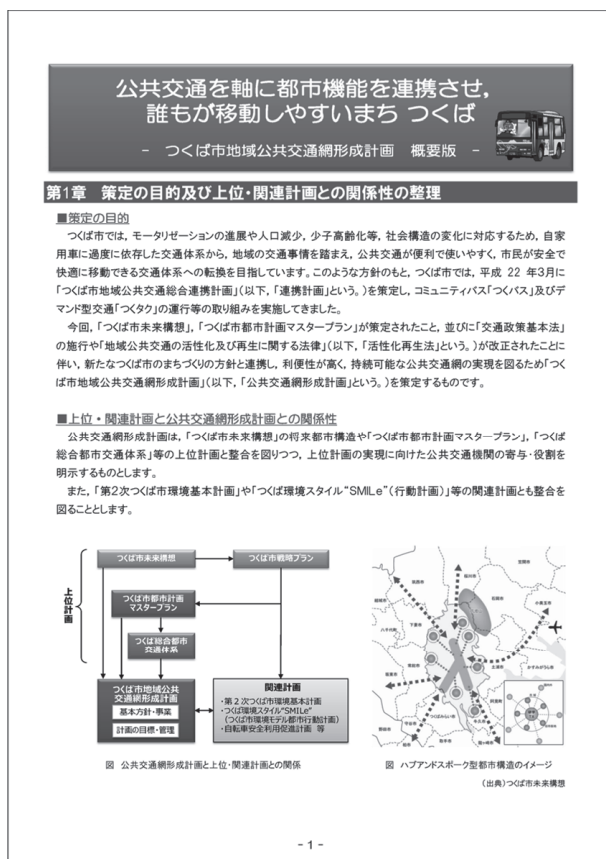
わかる。また、二輪車やバイク、徒歩などでの来訪者は、つくば駅周辺部の居住者であるのに対し、自動車での来訪者は市内広域に居住していることがわかる。

このように、来訪手段別の滞留状況を把握することで、交通施策に対する都市活動の変化のモニタリングなどに活用することができる。

4 分析・可視化結果の活用

3章で示したつくばモビリティ・交通研究会の分析・可視化結果の一部は、実際のつくば市における計画策定やバス運行計画の見直しなどに活用されている。

例えば、3章(4)で示した「つくばエクスプレス4駅までの等時間アクセス圏域およびそのカバー人口」の分析・可視化結果は、「つくば市地域公共交通網形成計画」の現況分析や計画目標に関連する評価指標として採

図－10 つくば市地域公共交通網形成計画(概要版)¹⁵⁾

用されている(図－10)。

今後も研究会の成果を、つくば市の実際の施策の評価・モニタリング結果として、施策の計画や検討、改善に活用していく予定である。

5 持続的な運用モデルの構築

3章で示した人や車の移動に関する分析・可視化を、施策の評価・モニタリングに活用していくためには、持続的な運用モデルの構築が不可欠である。つくばモビリティ・交通研究会で検討された運用モデル案を図－11に示す。

この中で、特に重要となってくるのは、「持続的なデータ収集」と「データ分析・可視化に関する実施体制の構築」の2点であり、これらを行っていく上で重要と考えられる視点をそれぞれ整理する。

(1) 持続的なデータ収集方法

持続的なデータ収集は、データの収集のみならず、管理および提供も含む共通基盤を念頭においた検討が重要である。

データ収集に関しては、様々な主体の保有データを

いかに柔軟に収集できるか（協議の上、提供を受けられるか）が重要であり、そのためには、データ保有主体（提供者）への分析・可視化結果のフィードバックなど、データ保有主体（提供者）がメリットとして感じられる仕組みが必要である。

データ管理に関しては、データ提供主体から見て、提供データが蓄積のみ（ストレージサービス）にならない工夫が必要である。集計・分析・施策への活用などのプロセスによりデータの付加価値を高めることが重要である。このとき、各自治体が管理する様々なデータを組合せたデータセットに各データ保有主体が魅力を感じると、管理に加え、収集および提供を含む共通基盤の持続可能な運営に様々な主体から協力を得られる機会が創出されることが考えられる。

データ提供に関しては、行政以外の主体へのデータ提供・活用も含めた、柔軟な運用・提供形式の仕組み作りが重要である。

（２）データ分析・可視化に関する実施体制の構築

人や車の移動に関する分析・可視化を持続的に行っていくためには、行政のみならず、民間企業や各種データの保有主体との協働による取組が重要であり、各主体がWin-

Winとなるような関係性を構築することが不可決である。

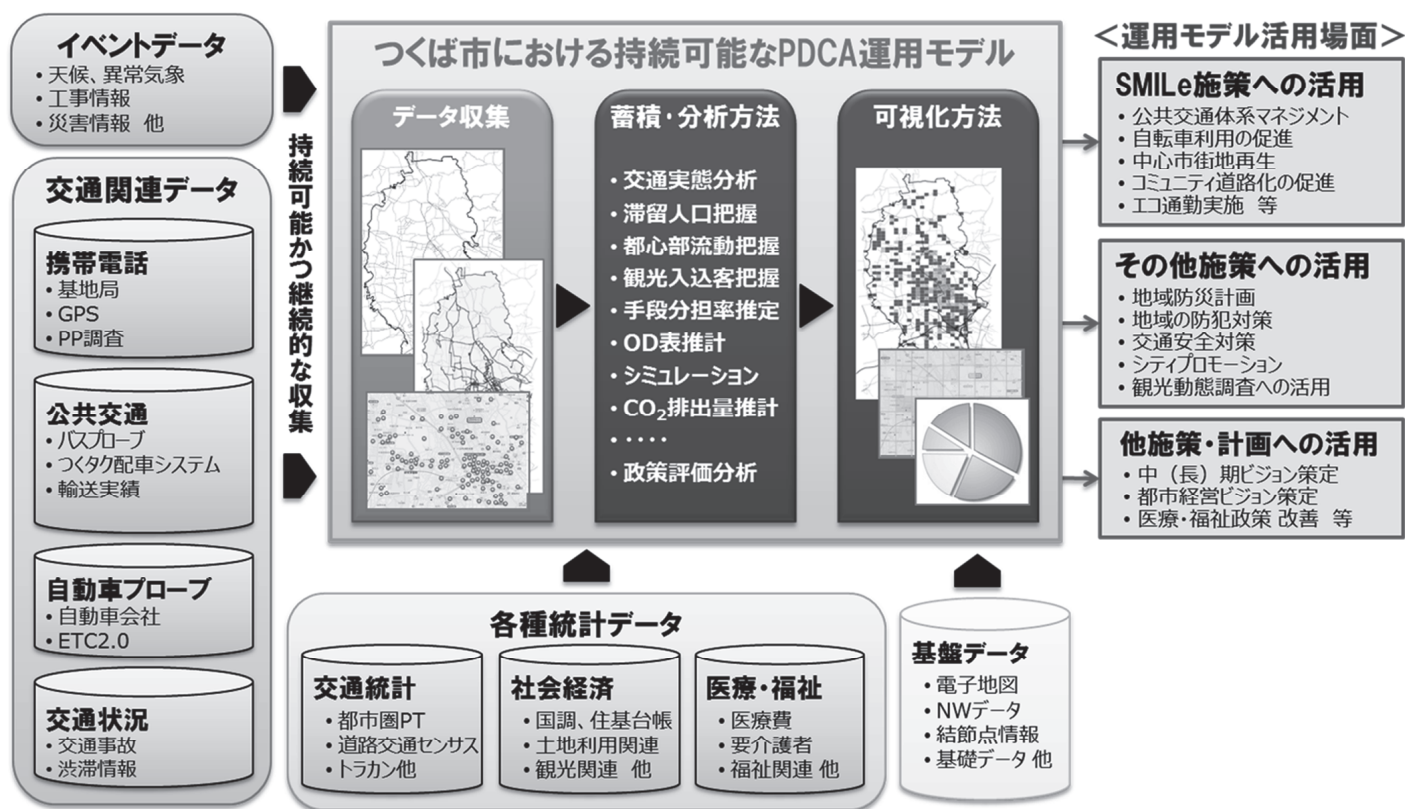
また、地域の研究機関による分析支援や共同研究の枠組みも重要なモデルとなりうると考えられる。

6 おわりに

本稿では、既存の統計調査データと交通ビッグデータを組合せて、茨城県つくば市をフィールドに「都市活動の見える化」に取り組んでいる「つくば・モビリティ交通研究会」の活動を例に、人や車の移動に関する分析・可視化例とそれを持続的に運用していくための運用モデルについて整理した。

今後は、これまでの成果を踏まえ、「継続」と「強化」をテーマに、従来の分析を継続的に実施していくとともに、各主体が得意とする「技術、ノウハウ、アイデア等」を集結させ、つくば市の実際の施策に反映、活用させるような活動を行っていく予定であり、筆者らも、分析・可視化技術の向上、洗練に努めていく所存である。

最後に、本稿は図表を含め「つくばモビリティ・交通研究会」の成果の一部および国土交通省国土技術政策総合研究所メンテナンス情報基盤研究室（現：社会資本情報基盤研究室）より受託した「動線データの組合せ分析



図－11 つくば市における持続可能な運用モデル案¹²⁾

に関するデータ要件等の整理業務 (H26)」と「多様な道路関連情報を用いた分析可視化に関わる地図基盤への要件整理業務 (H27)」の成果を取りまとめたものである。

参考文献

- 1) 首都圏渋滞ボトルネック対策協議会:地域的主要渋滞箇所について, http://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000071900.pdf, 2016.5 アクセス
- 2) 国土交通省:交通事故対策の取組, <http://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/sesaku/torikumi.html#2-1-2>, 2016.5 アクセス
- 3) 特定非営利活動法人ITS Japan:乗用車・トラック通行実績情報, <http://disaster-system.its-jp.org/map4/map/#map=14/32.819999/130.78&layer=gsi>, 2016.5 アクセス
- 4) 一般財団法人ITSサービス高度化機構:セットアップ件数の推移 - ETC2.0 (DSRC) , <http://www.go-etc.jp/fukyu/etc2/index.html>, 2016.5 アクセス
- 5) 国土交通省:「ETC2.0」経路情報を活用したサービス, <http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j.html/etc2/keiro.html>, 2016.5 アクセス
- 6) 森尾淳, 牧村和彦, 山口高康, 池田大造, 西野仁, 藤岡啓太郎, 今井龍一:東京都市圏におけるモバイル空間統計とパーソントリップ調査の比較分析ー都市交通分野への適用に向けてー, 土木計画学研究・講演集, Vol.52, 2015.
- 7) 今井龍一, 藤岡啓太郎, 新階寛恭, 池田大造, 永田智大, 矢部努, 重高浩一, 橋本浩良, 柴崎亮介, 関本義秀:携帯電話網の運用データを用いた人口流動統計の都市交通分野への適用に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.52, 2015.
- 8) 佐々木 卓, 錦戸 綾子, 足立 龍太郎, 高山 敏典:携帯電話の位置情報を活用した首都高の利用動態把握手法の研究, 交通工学研究発表会論文集, 2014.
- 9) 山崎恭彦, 橋本浩良, 高宮進, 今井龍一, 塚田幸広:スマートフォンアプリを活用した交通行動調査手法に関する基礎的研究〜つくば市におけるプローブパーソン調査を通して〜, 土木計画学研究・講演集 Vol.49, 2014
- 10) 野原浩太郎, 円山琢也:スマートフォン型交通調査の開発・試行・改良, 土木計画学研究・講演集 Vol.48, 2013
- 11) 野原浩太郎, 井村祥太郎, 福所誠也, 円山琢也:スマホ・アプリを利用した熊本都心部回遊調査の分析, 土木計画学研究・講演集 Vol.49, 2014
- 12) つくば市:つくばモビリティ・交通研究会 活動成果の報告, <http://www.city.tsukuba.ibaraki.jp/14215/14284/9593/009571.html>, 2016.5 アクセス
- 13) 国土交通省国土技術政策総合研究所メンテナンス情報基盤研究室:動線データの組合せ分析に関するデータ要件等の整理業務, 2015.03
- 14) 国土交通省国土技術政策総合研究所メンテナンス情報基盤研究室:多様な道路関連情報を用いた分析可視化に関わる地図基盤への要件整理業務, 2016.03
- 15) つくば市:つくば地域活性化協議会, <http://www.city.tsukuba.ibaraki.jp/14271/14273/8095/index.html>, 2016.6 アクセス