

宇都宮都市圏における自動車から LRT への 通勤時交通手段転換可能性に関する研究

土田 晃久¹・大森 宣暁²・長田 哲平³・青野 貞康⁴

¹ 学生会員 宇都宮大学 地域デザイン科学部 (〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2)
E-mail: r189317@cc.utunomiya-u.ac.jp

² 正会員 宇都宮大学 地域デザイン科学部 (〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2)
E-mail: nobuaki@cc.utsunomiya-u.ac.jp

³ 正会員 宇都宮大学 地域デザイン科学部 (〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2)
E-mail: osada-tepei@cc.utsunomiya-u.ac.jp

⁴ 正会員 一般財団法人 計量計画研究所 東北事務所 (〒980-0802 宮城県仙台市青葉区二日町 3-10
グランシャリオビル 4F)
E-mail: saono@ibs.or.jp

我が国の地方都市では自動車への依存が強く、交通渋滞の慢性化や地球温暖化への悪影響を招いていることから、自動車から公共交通や徒歩、自転車等への手段転換を促す必要性が高い。本研究では、2023年8月にLRTが開業する栃木県宇都宮市とその周辺圏域を対象とし、通勤時交通手段が自動車からLRTへと転換する可能性について検討を行った。宇都宮市の中心市街地を通勤目的地とした場合、公共交通 GTFS データを用いた到達圏解析の結果からは、LRTに対する通勤手当の支給割合によってLRTへの転換可能性が高いエリアが大きく変わることが分かった。また、LRT利用意向の把握とLRTへの転換を促すモビリティ・マネジメントが可能な Web-MM 型アンケート調査システムを開発し、宇都宮市中心市街地への通勤者に適用した。

Key Words: GTFS, LRT, Modal Shift, Mobility Management

1. はじめに

(1) 研究の背景と目的

現在、我が国の地方部では、自動車依存型の都市が多く存在しているが、交通手段が自動車に依存することで、交通渋滞の慢性化や地球温暖化への悪影響などといった問題が生じる懸念がある。また、日本政府は 2050 年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにするカーボンニュートラルを目指すことを宣言している。このような情勢を踏まえると、自動車から公共交通や徒歩、自転車等への手段転換を促すことは地方都市にとって不可欠であり、様々な都市が過度に自動車に依存しないまちづくりに取り組んでいる。栃木県宇都宮市でも次世代型路面電車「LRT」が 2023 年 8 月に開業する予定であり、それに合わせたバス路線網の再編や、トランジットセンターでのパークアンドライド (P&R) やサイクルアンドライド (C&R) の促進、モビリティ・マネジメント (MM) の実施等、自動車から公共交通への転換を促す様々な施

策に取り組んでいる。

このような施策を効果的に実施するためには、自動車から公共交通への転換可能性が高い対象に集中的にプロモーションをかけていくことが重要であると考えられる。そこで、本研究では宇都宮市を対象に、特に通勤時交通手段に着目し、到達圏解析や Web-MM 型アンケート調査によって、自動車から LRT への転換可能性が高いエリアや個人属性を明らかにすることを目的とする。

(2) 既存研究の整理

ある交通手段で一定の時間内に到達できる領域を用いてサービス水準等の評価を行う到達圏解析に関する既存研究として、柴田ら¹⁾は、宮城県仙台市を対象に仙台市地下鉄東西線の GTFS 共通フォーマット形式データを作成し、地下鉄開業前後の到達圏比較を行った。このことにより、GTFS データを用いて時間帯や交通モードを考慮した交通環境の評価が可能であることを示した。

高橋ら²⁾は、栃木県宇都宮市を対象に夜の帰宅交通に

着目し、公共交通での帰宅可能圏域及び人口の分析を行い、LRT 開業前後の到達圏の変化についても検討した。

高草木³⁾らは、栃木県宇都宮市を対象に親と子の移動および送迎に着目し、子育て世帯の居住地のアクセシビリティ分析を行い、居住誘導区域のアクセシビリティが高いことや、LRT 導入により所要時間が短縮される地域などを示した。

一方、過度な自動車利用を抑制し、公共交通利用を促進する手法として MM の有効性が確認されている⁴⁾。また近年では、MM のコミュニケーションツールとして Web を使った事例が多数見受けられる。個人の交通行動を診断しフィードバック情報を提供するトラベル・フィードバック・プログラム (TFP) においては、個人に対して個別に代替案を作成する必要があり、多くの時間と労力がかかるため Web の有用性が高い。また、Web と GIS や GPS、Google Map の API を組み合わせることによって、調査対象者の入力負担軽減や交通行動を正確に把握することができる。大森ら⁵⁾は、Web ベースの交通行動自己診断システムを開発し、大阪府の職員に対して、交通手段を変更した場合の複数の代替案を比較・検討する TFP を実施した。その結果、意識面で自動車利用抑制に関する知覚行動制御および行動意図が改善し、行動面でも自動車利用の減少の点で、既存の Web を活用した TFP システムと同等の効果があることが確認された。有賀ら⁶⁾は、Google Maps API を活用した Web シミュレーターを開発し、つくば市の職員を対象に、様々な施策を行った場合のスケジュールを提示し、交通手段と勤務時間帯の選好をアンケート調査で把握した。調査結果から、交通手段と勤務時間帯の変更を同時に考慮した MM の有効性を明らかにした。

2. 到達圏解析

(1) 分析方法

本分析では、まず、通勤時の所要時間に着目した到達圏解析を行った。その後、現在宇都宮市の中心市街地付近に自動車通勤している人の中には、自ら駐車場を契約し、賃料を払っている人もいることから、通勤時の所要時間に加えて、通勤時の自己負担費用も考慮した一般化時間を算出し、比較を行うことで、時間と費用に着目した分析を行った。

到達圏解析では、宇都宮市の中心市街地に所在する本町交差点に平日の午前 8 時までには到達することが可能な圏域を表す等時線地図を作成することで解析を行った。等時線地図とは、ある時間内にどこまで行けるのかを面的に理解することが出来る地図である。本分析では、LRT のみ利用時（端末交通は徒歩、最大徒歩距離 1,000m

と設定）、公共交通利用時（LRT、バス、鉄道）、自動車利用時、自転車利用時といった 4 つの交通手段利用時に加えて、作成した LRT の GTFS データを用いて、パークアンドライド (P&R) 利用時、サイクルアンドライド (C&R) 利用時の等時線地図を作成し、分析を行った。公共交通利用時の到達圏解析においては LRT の開業前、JR 宇都宮駅東側開業後、JR 宇都宮駅西側延伸後の 3 パターンで等時線地図を作成した。また、P&R 利用時及び C&R 利用時の到達圏解析では、既に LRT が JR 宇都宮駅の西側に延伸しているものとして解析を行った。

一般化時間の比較では、機会費用を用いて自動車利用時と LRT 利用時における所要時間と費用を一般化時間に換算して比較を行った。機会費用は所得接近法により算出した (27.59 円/分・人)。ここでは、宇都宮市中心市街地に自動車通勤している人々は、個人で駐車場を契約し賃料を払っていると、LRT を利用した際の通勤費が通勤手当として支給される割合を 0%、50%、100% の 3 パターンに設定して行う。また、一般化時間の比較は、自動車利用時と P&R 利用時及び C&R 利用時で行った。C&R 利用時との比較においては、LRT 停留所から半径 2km 圏内に範囲を限定して一般化時間の比較を行った。

(2) 対象地域

到達圏人口及び LRT 利用時の方が一般化時間が小さくなった圏域内における人口数の算出においては、到着時間を平日午前 8 時、目的地を宇都宮市中心市街地の本町交差点とした際の自動車利用時 60 分到達圏を基に選定した栃木県内の 16 市町を対象地域とした。

(3) 使用したツールとデータ

LRT のみ利用時と公共交通利用時の到達圏解析には Open Trip Planner (OTP) を用いた。OTP は、オープンソースの経路検索エンジンで、一般的な経路検索の他に到達圏解析機能を備えており、これを用いて、等時線地図を作成することができる。その他の交通手段利用時の到達圏解析には、ArcGIS を用いた。

公共交通利用時の到達圏解析には、インターネット上に公開されている関東自動車のバス GTFS データに加え、JR バス関東のバスデータ、JR 東日本の鉄道データ、LRT のデータを GTFS データとして作成し、利用した。自動車及び自転車利用時の到達圏解析には、ESRI ジャパン製データ製品「ESRI ジャパンデータコンテンツ ArcGIS Geo Suite 道路網 2022」の栃木県版を用いた。また、到達圏人口の算出には、人口データは 2020 年国勢調査における 4 次メッシュ人口データを用い、機会費用の算出には、栃木県における毎月勤労統計調査地方調査結果速報の 2021 年平均値を用いた。

(4) 到達圏解析結果

到達圏解析の結果、LRTの西側延伸時でも、公共交通利用時の60分到達圏に大きな変化は見られなかった。また、公共交通利用時と自動車利用時における60分到達圏の比較図を図1に示す。図より、公共交通を利用した方が通勤時間が短くなる圏域はごくわずかであるということが分かった。

本分析では、各交通手段利用時の到達圏内に居住する人口数も算出した。公共交通利用時の到達圏人口を表1、各交通手段別の60分到達圏人口を表2に示す。LRTの導入によって、公共交通利用時の到達圏人口は増加することが分かった。対象16市町の60分到達圏人口の人口カバー率をみると、LRT単独では約10%であるが、P&Rでは約70%までカバーできることが分かった。

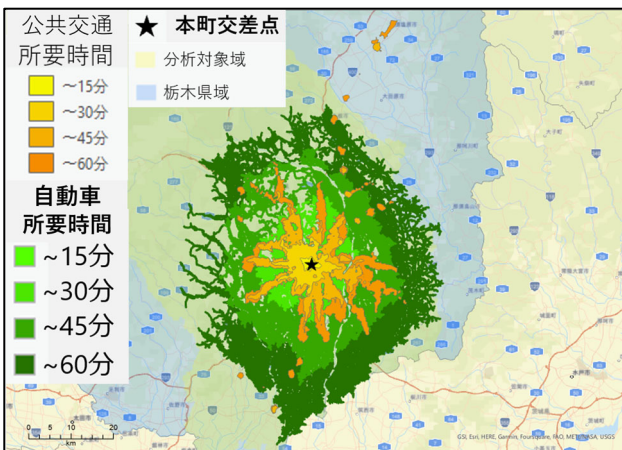


図1 公共交通利用時と自動車利用時における到達圏の比較図（西側延伸時）

表1 公共交通利用時の到達圏人口（西側延伸時）

所要時間	人口	人口カバー率	比較	
			開業前	延伸前
～60分	711,925	51.44%	100.43%	100.21%
～45分	525,724	37.99%	101.33%	101.68%
～30分	299,175	21.62%	107.08%	103.73%
～15分	53,792	3.89%	105.80%	93.81%

表2 各交通手段別の到達圏人口（西側延伸時）

手段	人口数	人口カバー率
LRT	156,865	11.33%
公共交通	711,925	51.44%
自動車	1,182,875	85.47%
P&R	979,591	70.78%
C&R	538,694	38.92%

(5) 一般化時間の比較

自動車利用時とP&R利用時の一般化時間を比較すると、自動車利用時の駐車費用が自己負担かつ、P&R利用時の通勤費用が通勤手当として全額支給される場合、宇都宮市中心市街地を目的地とした際における自動車利用時60分到達圏内のほぼ全域で、P&R利用時の方が一般化時間が小さくなった（図2の紫系で着色されている領域）。このような圏域は、通勤手当の支給割合が減少して行くにつれて縮小していく（図3）。これは、C&R利用時との比較においても同様の傾向が見られた。

所要時間のみでは自動車のサービス水準に及ばないエリアが多いものの、通勤手当を含む運賃施策や、中心部での駐車料金のコントロールによって、公共交通への転換可能性が高いエリアが広がることが確認された。

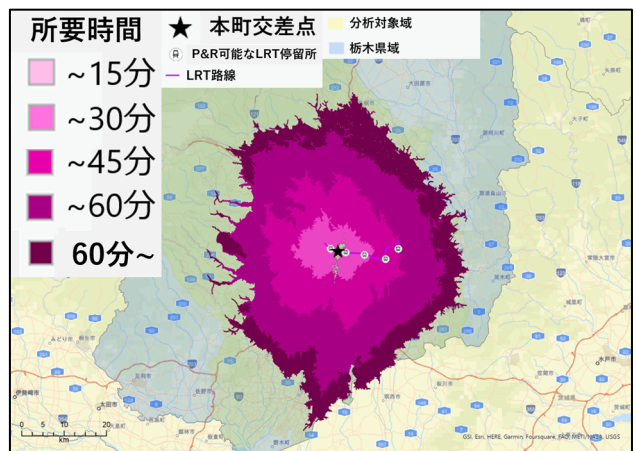


図2 自動車利用時とP&R利用時の一般化時間比較結果（通勤手当支給割合100%）

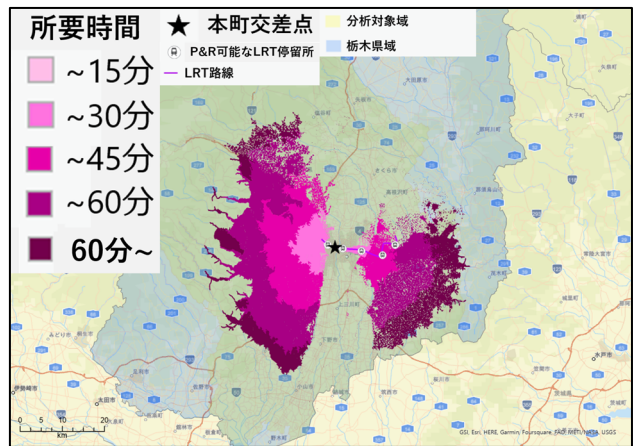


図3 自動車利用時とP&R利用時の一般化時間比較結果（通勤手当支給割合50%）

3. Web-MM型アンケート調査

(1) アンケート調査概要

宇都宮市役所及び栃木県庁の職員を対象に、図4に示すようなGoogle Maps APIを利用したWebシステムを用

いた Web-MM 型アンケート調査を実施し、LRT が JR 宇都宮駅西側へ延伸した際の通勤交通手段の意向を質問した。本システムは、自宅の住所を入力することで、自宅から最寄りの LRT 停留所を特定し、自宅から自宅最寄り LRT 停留所までの徒歩および自転車での所要時間、自宅最寄り停留所から職場最寄り停留所までの所要時間および費用等を算出し、現在の通勤交通手段および徒歩 + LRT、C&R、P&R 利用時の所要時間、費用、CO₂ 排出量、消費カロリー、交通事故のリスク、人との出会い、移動中の活動可能性に関する情報を提供した上で、通勤時の LRT 利用意向を質問するものである。また、図 5 に示すように、MM 動機づけ情報の提供前後で、公共交通および自動車に対する態度・意識と LRT 利用意向を質問した。なお、通勤で LRT を利用する場合、通勤にかかる費用は全額、通勤手当として支給されると仮定した。アンケート調査は 2023 年 1 月 24 日～31 日に実施し、回答数は 222 件であったが、以降の分析では、居住地の情報精度の高い 175 件のデータを利用する。

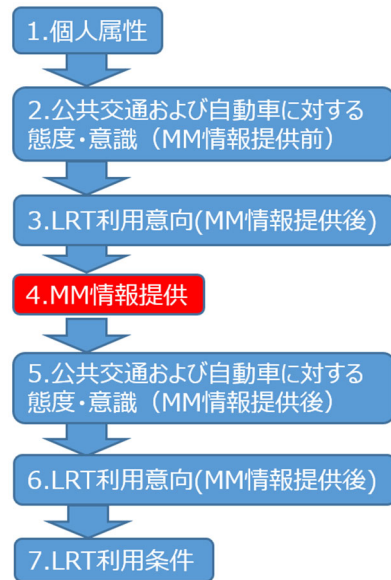


図 5 アンケート調査フロー

(2) 分析結果

回答者の約 4 割が、現在自動車で通勤しており（図 6）、LRT が JR 宇都宮駅西側まで延伸した際には、約 3 割が、徒歩+LRT、C&R、P&R のいずれかで LRT を利用する意向を示した（図 7）。また、今回の回答者の特性からか、MM 情報の提供前後では、LRT 利用意向に大きな変化は認められなかった（図 8）。さらに、LRT 利用意向を示さなかった回答者の中で、現在の通勤手段として最も多いのは「自転車」であるのに対して、LRT 利用意向を示した回答者の中では「自動車」が最も多い結果となった（図 9）。



図 4 アンケート調査画面

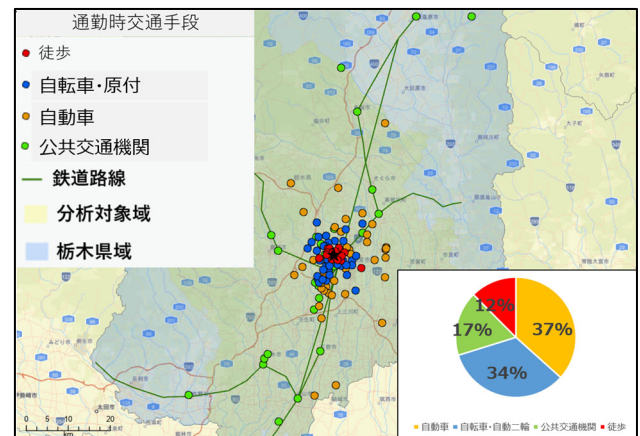


図 6 現在の通勤交通手段の回答分布 (n=175)

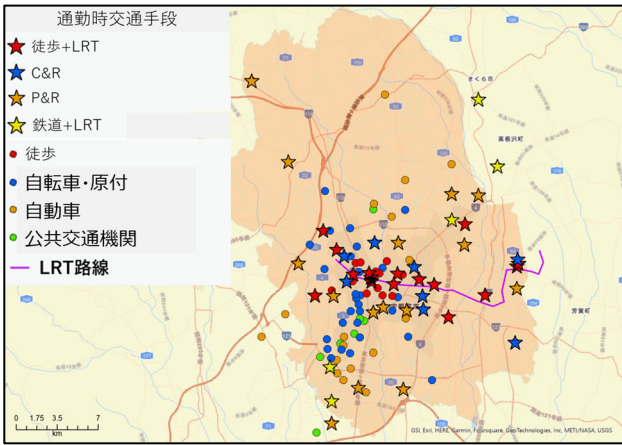


図 7 LRT 西側延伸後の通勤交通手段意向 (n=175)

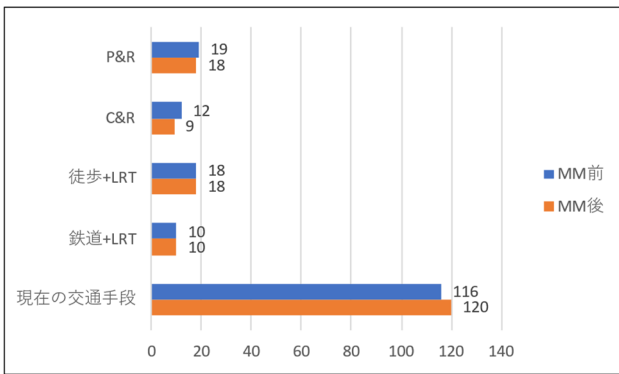


図 8 LRT 延伸後の通勤交通手段意向 (n=175)
(MM 情報の提供前後)

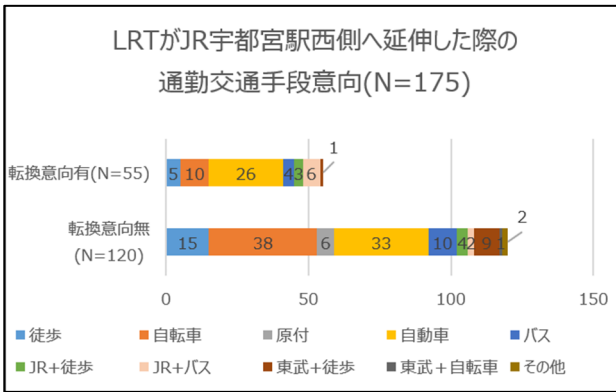


図 9 LRT 延伸後における LRT への転換意向有無別の現在の通勤交通手段 (n=175)

現在の通勤交通手段として自動車と回答した人に限定して集計を行うと、全体の約 44%の回答者が自動車から LRT へと通勤交通手段の転換意向を示した (図 10)。また、LRT への転換意向を示した回答者のうち、約半数は徒歩+LRT または C&R への転換意向を示し、自動車を通勤時に利用しないことになる。

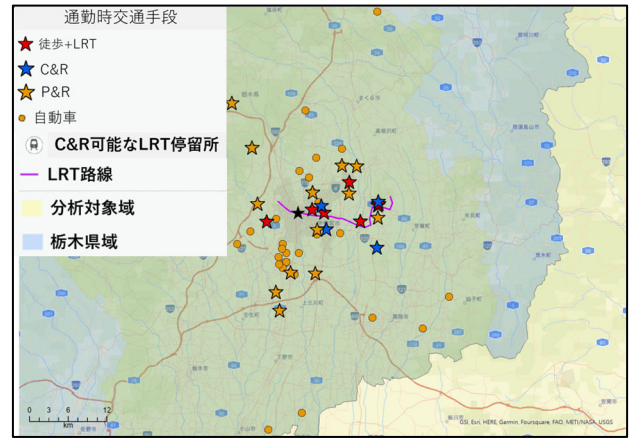


図 10 現通勤手段で「自動車」と回答した人に限定した LRT 延伸後の通勤交通手段意向 (n=59)

自動車及び公共交通に対する態度・意識に関しては、MM 情報提供の前後で、「態度 (公共交通機関) : 公共交通での移動が好きだ」、「知覚行動制御 (公共交通機関) : 公共交通を使うことは難しい事だ」、「知覚行動制御 (自動車) : 自動車の利用を控えることは難しい事だ」、「公共交通利用促進意図 : 公共交通をできるだけ使おうと思う」、「自動車利用抑制意図 : 自動車の利用をできるだけ控えようと思う」、「事故の危険性 : 自動車での移動は交通事故の危険性が高いと思う」、「移動時間の有効活用 : 自動車での移動は移動時間を有効に活用できない」の数値が有意に変化した (表 3)。

表 3 MM 前後における意識調査の回答平均値

設問	平均値		有意確率
	MM前	MM後	
① 態度(公共交通機関)	3.16	3.27	***
② 態度(自動車)	3.79	3.74	
③ 知覚行動制御(公共交通機関)	2.36	2.51	***
④ 知覚行動制御(自動車)	3.41	3.20	***
⑤ 公共交通利用促進意図	3.13	3.37	***
⑥ 自動車利用抑制意図	2.79	3.06	***
⑦ 環境意識	3.48	3.54	
⑧ 健康意識	3.40	3.46	
⑨ 事故の危険性	3.48	3.57	**
⑩ 人との出会い	3.09	3.15	
⑪ 移動時間の有効活用	2.65	2.86	***

*:p<0.10, **:p<0.05, ***:p<0.01

5. おわりに

本研究では 2023 年 8 月に我が国初の全線新設型 LRT が開業予定の宇都宮市を対象に、将来的に LRT が JR 宇都宮駅西側へ延伸した際の通勤交通手段に着目し、到達圏解析や Web-MM 型アンケート調査によって、自動車から LRT への転換可能性が高いエリアや個人属性を明らかにすることを目的とした。その結果、自動車通勤時の駐車場料金自己負担分が軽減することにより、所要時間

は増加するが自動車から LRT に通勤交通手段を転換する可能性のある通勤者の存在を明らかにした。今後、より詳細な分析により、LRT への通勤交通手段転換意向に影響を与える要因をさらに検討すること、Web-MM 型アンケートシステムの改良を行うことを予定している。

謝辞

本研究は、「文部科学省 大学の力を結集した、地域の脱炭素加速のための基盤研究開発」の「地域の脱炭素社会の将来目標とソリューション計画システムの開発と自治体との連携を通じた環境イノベーションの社会実装ネットワークの構築」（代表：藤田壮（東京大学））の一環として実施したものである。

参考文献

- 1) 柴田嶺, 吉川湧太, 今川諒, 磯田弦, 関根良平, 中谷友樹: GTFS を用いた仙台市地下鉄東西線開業前後の時空間アクセシビリティ変化に関する研究, 日本地理学会発表要旨集, 2020年度地理学会春季学術大会.
- 2) 高橋新, 大森宣暁, 長田哲平, 土橋喜人: GTFS データを用いた地方都市の繁華街からの帰宅交通に関する研究, 土木計画学研究・講演集, 65, CD-ROM, 2022.
- 3) 高草木祥, 大森宣暁, 長田哲平: 親と子の移動・送迎に着目した子育て世代のアクセシビリティに関する研究, 土木学会論文集 D3, Vol.76, No.5, I_909-I_917, 2021.
- 4) 土木計画学研究委員会 土木計画のための態度・行動変容研究小委員会: モビリティ・マネジメントの手引 -自動車と公共交通の「かしこい」使い方を考えるための交通施策-, 土木学会, 2005.
- 5) 大森宣暁, 中里盛道, 青野貞康, 円山琢也, 原田昇: WebGIS を活用した交通行動自己診断システムの開発とトラベル・フィードバックプログラムへの適用, 土木学会論文集 D3, Vol.64, No.1, pp.55-64, 2008.
- 6) 有賀敏典, 松橋啓介, 青野貞康, 大森宣暁: 交通手段転換と勤務時間帯の変更を同時に考慮したモビリティ・マネジメント, 土木学会論文集 D3, Vol.67, No.5, pp.1157-1164, 2011.