

# Google Maps APIを用いた拠点間旅行速度による道路の交通サービス性能の都市別評価

稲本 雄一<sup>1</sup>・関原 敏裕<sup>2</sup>・柿元 祐史<sup>3</sup>・中村 英樹<sup>4</sup>

<sup>1</sup>非会員 名古屋大学 工学部 環境土木・建築学科(〒464-8603名古屋市千種区不老町C1-2(651))

E-mail: inamoto.yuichi@c.mbox.nagoya-u.ac.jp (Corresponding Author)

<sup>2</sup>正会員 名古屋大学大学院 環境学研究科 都市環境学専攻(同上)

E-mail: sekihara@urban.env.nagoya-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 名古屋大学大学院助教 環境学研究科 附属持続的共発展教育研究センター(同上)

E-mail: kakimoto@nagoya-u.jp

<sup>4</sup>フェロー会員 名古屋大学大学院教授 環境学研究科 都市環境学専攻(同上)

E-mail: nakamura@genv.nagoya-u.ac.jp

コンパクト+ネットワーク型の国土・地域構造の実現に向けて、幹線道路による地域や拠点間連絡、交通拠点へのアクセス向上が求められるが、そのためには現状の都市間連絡旅行速度の向上が必要である。本研究では、拠点間の最短経路や予測旅行時間情報を国内のみならず国外でも比較的簡便に取得可能な Google Maps Directions APIを用いて、旅行速度を指標とした拠点間道路の移動機能の性能の都市別評価を試みることを目的とする。まず、Google Maps Directions APIによって得られる予測旅行時間データの時間変動特性について分析を行ったところ、時間帯や曜日によって感度があること、並びに同一時間帯であってもデータの取得日時によってデータの値が僅かに異なることを確認した。次に、各地域の市町村役場～空港間の最短所要時間を取得し、OD間走行距離に占める自動車専用道路利用の割合などの指標を用いて、拠点間交通サービス性能に関する評価を試みた。その結果、愛知県内の市町村～空港間の拠点間交通サービス性能は、自専道を利用しにくい都市で低いことが確認された。

**Key Words:** Google Maps Directions API, travel speed, road traffic performance

## 1. はじめに

わが国における都市間道路連絡速度は、諸外国に比較して極めて低い現状にある<sup>1)</sup>。都市間連絡を含む拠点間連絡速度の向上は、コンパクト+ネットワーク型国土・地域構造の実現に向けての必須課題であり、中でも国際競争力向上の観点から各都市拠点～空港・港湾間の連絡速度の向上が望まれる<sup>2)</sup>。しかしながら、国内において各種の都市拠点～空港・港湾間の連絡旅行速度に関してはこれまで十分に把握されておらず、海外に比べてどの程度のレベルにあるのかも明らかとなっていない。

現状の拠点間連絡旅行速度の把握手法としては、道路交通センサス旅行速度調査やETCプローブデータ等の利用が一般的である。しかしながら、いずれのデータも国内に限定されたデータであり、国外の他都市との比較は容易ではない。また、前者は調査が5年に1度であるため必ずしも最新情報が反映されず、時間帯も限定されてい

るという制約があり<sup>3)</sup>、後者はデータ入手に制約があるとともに、入手しても膨大なデータ集計が容易ではないことが課題として挙げられている<sup>4)</sup>。

一方、Google Mapsは、比較的簡便に拠点間の最短経路や予測旅行時間を把握することができ、さらに国内のみならず国外のデータ取得も可能であるため、これを活用することで国内外を問わず都市間比較を行うことが可能となると考える。そこで本研究では、Google Maps Directions API(以下、GMAPI)を用いて取得できる予測旅行時間データの特性を把握し、これを用いて閑散時旅行速度を指標とした拠点間道路の移動機能の性能(以下、拠点間交通サービス性能)の評価を試みることを目的とする。ここで、本研究において閑散時旅行速度を用いるのは、交通状況による影響を受ける以前の問題として、まずは道路構造や交通制御のみの結果として実現する道路の潜在性能<sup>5)</sup>としての旅行速度の評価を行うことを意図しているためである。

## 2. 既往研究のレビュー

Google Mapsそのものを利用した道路交通に関する研究例を以下に挙げる。例えば齋藤ら<sup>9)</sup>は、交通流シミュレーションを実施するうえで必要となるOD表を、Google Mapsの道路の混雑状況より得た渋滞区間と飽和交通流率により需要交通量を推定することで作成している。また、野平ら<sup>7)</sup>は、Google Mapsにより得られる予測旅行時間を用いて、国内における都市間連絡速度を算出し、都市の階層に応じた評価を行っている。

これらの研究は本研究の意図するところに近いものの、データ取得時刻による予測旅行時間の差や日時に対する感度の有無に関して言及しておらず、また、本研究で着目している潜在性能を対象とした評価を行っていない。

そこで本研究では、Google Mapsにより得られる予測旅行時間データの時間変動やその変動幅などの特性を検証した上で、閑散時の予測旅行時間から求めた旅行速度を用いて各都市拠点-空港間交通サービス性能の評価を行う。

## 3. GMAPIのデータ特性

### (1) データの概要

#### a) データ取得方法及び取得データ

GMAPIを使用して旅行速度を推定する際の入力データと出力データを表-1に示す。起終点の緯度経度座標、観測対象とする日時(以下、対象日時)、高速道路を使用するか否かを入力すると、経路全体に関する道のり、対象日時に最小となることが想定される予測総旅行時間、対象日時に依存しない代表的な固定経路の予測総旅行時間、および右左折、IC、JCTで分割可能な道路区間に関するデータが出力される。なお、本研究では高速道路の道路構造にも着目するため、高速道路を使用する経路の予測旅行時間を取得する。また、Google Mapsで得られる予測旅行時間は、未来の日時を対象日時とした予測値のみであり、データを取得した日時は、対象日時より前の時点であることに注意されたい。

本研究では、ある起終点を設定し、その経路の予測総旅行時間の変化に着目してデータ特性を把握することとする。

図-2に、起点→終点を名古屋市役所→中部国際空港とし、対象日時を2020年7月1日(水)0時~23時としたときに、得られた各時間帯の予測総旅行時間の予測結果を示す。ここで、“0時”は0時00分00秒を意味する。7時から15時まで予測総旅行時間が概ね増加傾向にあり、交通需要の

表-1 各種データ概要

入力データ	出力データ		使用するデータ
起終点の緯度経度	起点から終点までの経路全体に関するデータ	道のり	○
		対象日時における予測総旅行時間	○
高速道路を使用するか否か		対象日時によらない代表的な予測総旅行時間	
観測対象とする日時	右左折、IC、JCTごとの各道路区間に関するデータ	起終点の緯度経度	
		道のり	○
		対象日時によらない代表的な予測総旅行時間	

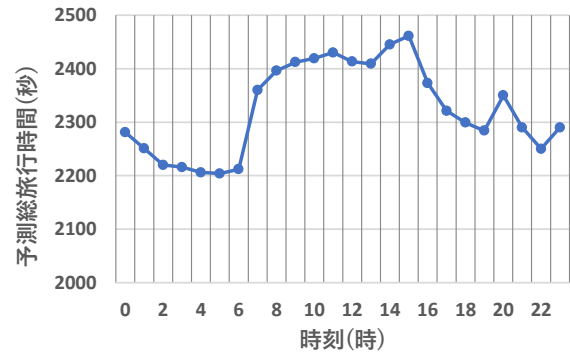


図-2 予測総旅行時間の時間変動(名古屋市役所→中部国際空港)

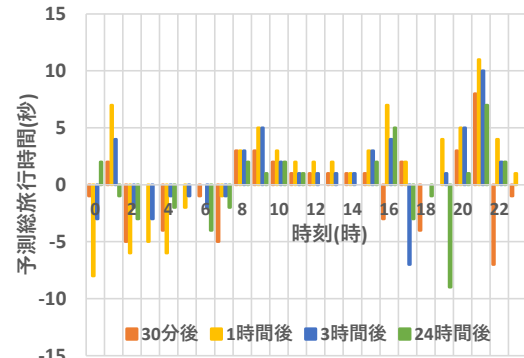


図-3 取得日時別の予測総旅行時間(名古屋市役所→中部国際空港)

多い時間帯の予測旅行時間が表現されているといえる。このように、予測総旅行時間の時間変動が確認できたため、以降では1時間毎の予測総旅行時間を用いて、各時間帯における予測旅行時間変動の有無、予測旅行時間の月別、曜日別等による感度を確認する。

### (2) 取得日時による予測旅行時間データの変動

GMAPIにより得られる予測旅行時間は、過去の交通状況の分析<sup>9)</sup>により予測され、その値は随時更新されて

いる。そこで、取得日時の違いに応じた、予測値の変化の特性を確認する。

取得日時の違いによる予測旅行時間の変化を比較するにあたり、比較の基準とする日時を2020年9月24日(木) 21時00分(以下、基準日時)とし、基準日時と基準日時から1分後、5分後、15分後、30分後、1時間後、3時間後、24時間後に予測旅行時間値をそれぞれ取得する。3時間後と24時間後は、いずれも日付変更以降の時刻であるため、基準日時からの差ではなく、日付変更に伴う予測値の変化を確認するために用いる。なお、(1)と同様、起点→終点を名古屋市役所→中部国際空港とし、経路は各取得日時の各対象日時において同一であることを確認した。

図-3は、基準日時に取得した予測総旅行時間と、基準日時の30分後、1時間後、3時間後、24時間後にそれぞれ取得した予測総旅行時間との差分を示したものである。予測旅行時間データの取得時刻や日付が変化すると、各日時の予測総旅行時間の値が数秒ずつ変化していることが確認される。各時間帯の予測総旅行時間差について差の検定(表-4)を行ったものの、予測総旅行時間の平均値(2,363秒)に比べて極めて微小であったことから、有意にはならなかった。しかしながら、時々刻々と更新されるデータによっては有意な差が生まれる可能性も否定できないため、複数の拠点間を比較する場合等のデータ取得は、可能な限り短時間のうちに行う必要があると考えられる。

(3) 予測旅行時間の月別、曜日別、祝日による感度

次に、(1)と同様の経路における月別、曜日別、祝日(祝日の金曜日と通常の金曜日)の予測総旅行時間の比較を行い、それぞれに対する感度を把握する。

月別による感度は、2020年7月6日(月)、8月3日(月)、9月7日(月)の曜日を固定した各月の予測総旅行時間を対象とし、9月と7月、8月と7月の予測旅行時間の差分をそれぞれ図-5に示す。いずれの時間帯の差分においても、約2秒程度であり、有意差は確認されなかった(表-6)。よって、GMAPIによって得られる予測旅行時間は、月別に異なるとは言えないことが確認された。

図-7は、2020年7月1日(水)から7日(火)までの時間帯別予測総旅行時間の曜日変動を示す。曜日別に顕著な差があり、特に平日と休日で大きな差が確認された。これより、GMAPIでは曜日に応じた総旅行時間を予測していると考えられる。

図-8は、曜日を固定した上での祝日でない日(2020年9月25日(金))と祝日(2021年1月1日(金))の予測総旅行時間の差分を、時間帯別に示したものである。月別と同様に、これらについても高々2秒程度の差しか生じず、有意差は確認されなかった(表-9)。これより、GMAPIにおける予測旅行時間は、通常日と祝日の区別をせずに予測され、

表-4 予測総旅行時間取得日時の違いによるの差の検定

対象日時	基準日時 +1min	基準日時 +5min	基準日時 +15min	基準日時 +30min
差の平均値	0.208	-0.0417	-0.0417	-0.125
差の不偏分散	0.955	3.78	7.433	10.9
t値	1.02	-0.103	-0.0733	-0.182
P値	0.317	0.919	0.942	0.857

対象日時	基準日時 +1hour	基準日時 +3hour	基準日時 +24hour
差の平均値	1.42	0.958	0
差の不偏分散	202	11.7	965
t値	1.51	1.34	0
P値	0.144	0.192	1

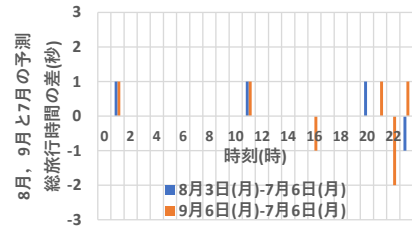


図-5 7月に対する8,9月の時間帯別の予測総旅行時間の差(名古屋市役所→中部国際空港)

表-6 月別の予測総旅行時間の差の検定

対象日	8月3日(月)-7月6日(月)	9月7日(月)-7月6日(月)
差の平均値	0.0417	0.0833
差の不偏分散	0.389	0.167
t値	0.320	0.979
P値	0.752	0.338

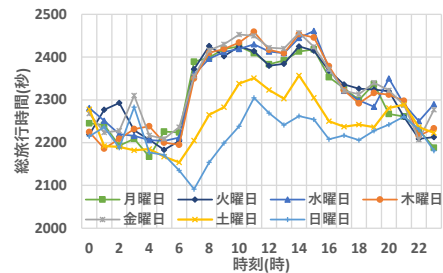


図-7 時間帯別予測総旅行時間の曜日変動(名古屋市役所→中部国際空港)

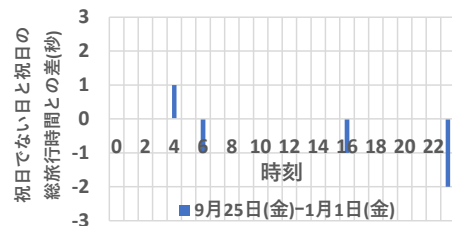


図-8 祝日でない日と祝日の時間帯別の予測総旅行時間の差(名古屋市役所→中部国際空港)

表-9 祝日以外、祝日の予測総旅行時間の差の検定

対象日	9月25日(金)-1月1日(金)
差の平均値	-0.125
差の不偏分散	0.288
t値	-1.12
P値	0.276

祝日であっても曜日の代表的な予測総旅行時間を出力している可能性が高いことを確認した。

以上より、経路の予測総旅行時間は時刻と曜日に対しては感度を有し、月別、祝日に対する感度が低いことを確認した。これより、GMAPIから得られる予測旅行時間データは、時刻や曜日による予測旅行時間の比較に用いることができるものとみなす。

#### 4. 旅行速度を指標とした拠点間交通サービス性能の評価

ここでは、前節で確認したGMAPIによる予測旅行時間データの特性を踏まえ、愛知県内に分布する生活拠点である市町村役場(54箇所)と重要交通施設である中部国際空港を拠点として設定し、これらの間の交通サービス性能評価を試みる。

##### (1) 予測旅行時間データの抽出条件

##### a) 予測旅行時間データの対象日時および予測旅行時間データの取得日時

本研究では、2021年3月1日(月)の0時から23時までの1時間毎の各時間帯を対象日時として分析に用いる。予測旅行時間データの取得日時は、2020年8月31日(月)19時から23時台とする。対象日時における出発点から到着点までの道のりと予測総旅行時間に加え、右左折、IC、JCTごとに分割される各道路区間の道のりを併せて取得する。

##### (2) 評価指標

本研究では、拠点間の道路構造や利用道路による旅行速度の違いに着目するため、交通需要の少ない閑散時間帯における予測旅行時間を用いる。これには、1時間ごとの予測総旅行時間が最小となる時間帯の予測総旅行時間(以下、最小予測総旅行時間)を用いる。ここで得られた最小予測総旅行時間と拠点間の道のりを用いて、最大旅行速度を算出し、これを指標として拠点間の交通サービス性能を評価する。図-2を例に最大旅行速度を算出すると、最小予測総旅行時間は午前5時の2,204秒であり、道のり約45kmを最小予測総旅行時間で除すことにより、約74km/hとなる。

##### (3) 拠点間交通サービス性能の評価

##### a) 道のり-最小予測総旅行時間の都市別比較

図-10に、各市町村役場から中部国際空港までの最小予測総旅行時間をとる時刻の別を、それぞれの役場の地図上の位置にプロットした結果を示す。24時間の中で最小予測総旅行時間が計測された時刻は、いずれの市町村

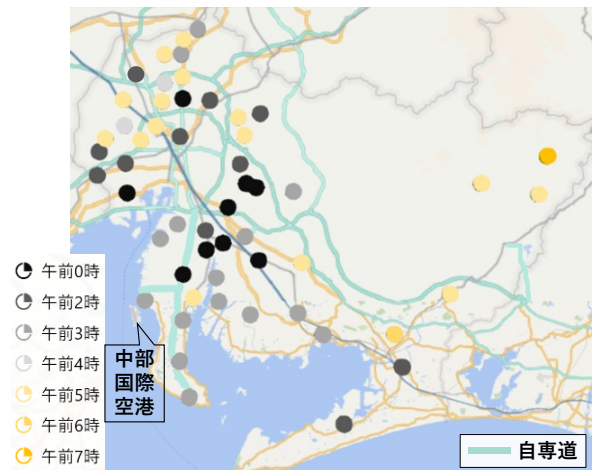


図-10 愛知県内の各市町村役場から中部国際空港までの最大旅行速度をとる時刻の都市別分布

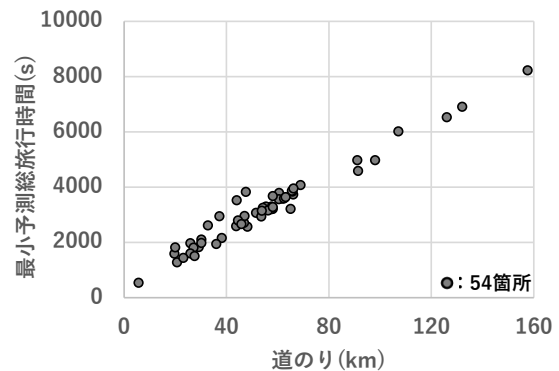


図-11 愛知県内の各市町村役場から中部国際空港までの道のりと最小予測総旅行時間の関係

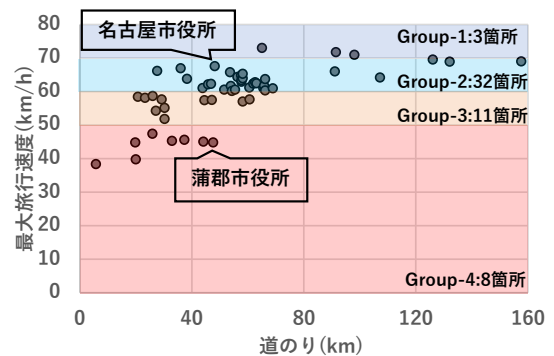


図-12 愛知県内の各市町村役場から中部国際空港までの道のり～最大旅行速度関係

役場においても午前0時から午前7時の間であることが確認される。

図-11に、各市町村役場から中部国際空港までの道のりと最小予測総旅行時間の関係を示す。道のりが大きくなるにつれて、最小予測総旅行時間も増加することが確認された。

##### b) 道のり-最大旅行速度関係の都市間比較

図-12に、各市町村役場から中部国際空港までの道のりと最大旅行速度の関係を示す。空港までの道のりが大きくなるに従い最大旅行速度も大きくなる傾向が見られるものの、道のりが80km以上に達すると最大旅行速度が一定に収束する傾向がある。これは、経路に占める自動車専用道路(自専道)の利用区間延長の割合が増加することで旅行速度も徐々に増加するものの、自専道の利用割合が卓越してくると、経路全体での旅行速度への感度が鈍くなるからにほかならない。

ここで、各市町村役場から中部国際空港までの最大旅行速度と各市町村役場の位置の傾向を把握するため、各経路の最大旅行速度を分類する。図-13に経路の最大旅行速度が70km/h以上、60km/h以上70km/h未満、50km/h以上60km/h未満、50km/h未満の市町村役場をそれぞれGroup 1, Group 2, Group 3, Group 4として地図上にプロットした結果を示す。ここで、青緑色の線は自専道を示す。

Group 1の市町村役場は、東名高速道路、新東名高速道路付近に位置しており、自専道へのアクセスの良さ、道路区間の速度の高さから、最大旅行速度も大きな値をとっていると考えられる。

Group 2の市町村役場は、概ね自専道付近に位置しているものの、最大旅行速度は70km/hに及んでいない。名古屋市役所周辺の都市部の場合、一般道路における信号交差点により旅行速度が小さい値をとっており、Group 1よりも最大旅行速度が小さくなっていると推察される。また、地方部の田原市役所や豊根村役場はGroup 1と同様、東名高速道路や新東名高速道路を使用しているものの、経路において自専道へのアクセスのための一般道路区間の占める割合がGroup 1の市町村役場の場合よりも高いため、Group 1よりも最大旅行速度が小さな値をとっていると考えられる。

Group 3の市町村役場は、Group 2よりも中部国際空港への道のりが短い地点、または自専道から離れた地点に位置しており、自専道へのアクセスのために大きな所要時間を要してしまっていると考えられる。

Group 4の市町村役場は、Group 3よりも中部国際空港への道のりが短い地点、または自専道を利用しにくい地点に位置しており、一般道路を使用したアクセスを行っていると考えられる。

c) 経路延長に占める自専道区間の割合の比較

図-12において旅行時間最小経路の道のりが同程度で、最大旅行速度に顕著な差がある名古屋市役所と蒲郡市役所に着目し、道のりに占める自専道の割合に着目し考察を行う。図-14に名古屋市役所、および蒲郡市役所から中部国際空港までの経路延長に占める自専道区間の割合を示す。名古屋市役所から中部国際空港への道のりは、95%を自専道区間が占めているものの、蒲郡市役所から中部国際空港までは29%と低い。このため、蒲郡市役所

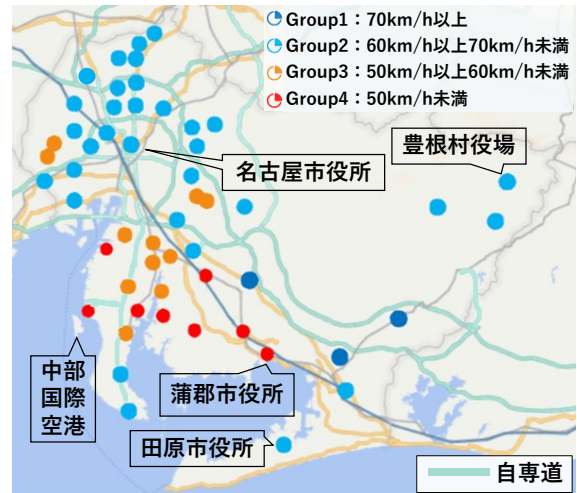


図-13 愛知県内の各市町村役場から中部国際空港までの最大旅行速度の都市別分布

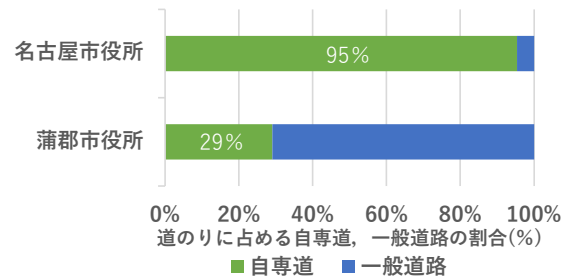


図-14 名古屋市役所、蒲郡市役所から中部国際空港までの経路延長に占める自専道区間の割合

から中部国際空港までの経路全体としての旅行速度が低い値となっていると推察できる。

このように、最大旅行速度は経路延長に占める自専道区間の割合の影響を強く受けることが確認された。

5. おわりに

本研究では、GMAPI のデータ特性の検証と、実際に取得した拠点間経路の予測旅行時間を用いて拠点間旅行速度の都市別評価を試みた。

GMAPIから出力される予測旅行時間データの特性として、取得日時によって予測値が異なるため、複数の拠点間の所要時間を比較する場合はデータの取得は可能な限り短い時間で行う必要があることを確認した。対象とする日時の祝日や月別の値の変化が微小であり感度を有していないものの、時刻や曜日別の予測旅行時間値の変化は顕著であることから、時刻や曜日に応じた予測旅行時間の比較が可能であることを確認した。

また、GMAPIを活用することで、簡便に拠点間の移動性能を比較することが確認でき、拠点位置にこれらを

示すことでその空間分布を表現することができた。これより、愛知県内の市町村～空港間の移動においては、自専道の利用しにくい都市の交通サービス性能が低いことが確認できた。

今後は、本稿で報告したような予測旅行時間データの特性に十分留意した上で、GMAPIを活用して国内外の都市圏における道路の交通サービス性能の比較を行う予定である。

#### 参考文献

- 1) 塚田幸広：ITSによる革新的な道路交通マネジメントの潮流，国土技術政策総合研究所 研究資料，<http://www.nimlim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0759pdf/ks075911.pdf>
- 2) 国土交通省：道路行政の業績計画書，pp.52-55, 2003.
- 3) 上坂克巳，門間俊幸，橋本浩良，松本俊輔，大脇鉄也：道路交通調査の新たな展開～5年に1度から365日24時間へ～，土木計画学研究・講演集，Vol.43, 2011.
- 4) 佐治秀剛，田中良寛，鹿野島秀行，牧野浩志：ETC2.0プローブを活用した分析事例，土木技術資料 57-5, 2015.
- 5) 柿元祐史，中村英樹：道路の交通機能における潜在性能と顕在性能に関する一考察，交通工学研究発表会論文集，Vol.38, pp.663-668, 2018.
- 6) 齋藤浅里，下川澄雄，吉岡慶祐：Google マップの交通情報を用いたOD交通量推計によるシミュレーション評価，第43回土木学会関東支部技術研究発表会，2016.
- 7) 野平勝，下川澄雄，吉岡慶祐，福井哲平：わが国の都市間旅行時間に関する実態分析，土木計画学研究・講演集，Vol.53, 2016.
- 8) Google Japan Blog：Google マップ：AIが交通量を予測し，ルートを決する方法，<https://japan.googleblog.com/2020/09/google-ai.html>，(閲覧：2020年9月28日)

## EVALUATING ROAD TRAFFIC PERFORMANCE BY MUNICIPALITY USING TRAVEL SPEED PREDICTED BY THE GOOGLE MAPS API

Yuichi INAMOTO, Toshihiro SEKIHARA, Yuji KAKIMOTO  
and Hideki NAKAMURA