

# 道路のアクセス機能が旅行速度の低下量 に与える影響分析

柿元 祐史<sup>1</sup>・中村 英樹<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 名古屋大学大学院助教 環境学研究科 持続的共発展教育研究センター

(〒464-8603 名古屋市千種区不老町C1-2 (651))

E-mail:kakimoto@nagoya-u.jp

<sup>2</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

道路の交通機能の性能を把握・評価することは、今日の日本における道路ネットワークの質を高めるうえで不可欠であり、重要な課題である。本稿では、道路の交通機能のうちアクセス機能に着目し、アクセス機能が旅行速度の低下量に与える影響を分析し、モデル化を行った。アクセス機能は、施設アクセスと道路アクセスの2つに分類し、指標にはHighway Capacity Manualに倣いアクセス箇所密度を用いた。モデル化に際し、アクセス機能以外の影響を考慮するため、信号交差点や交通量など道路の潜在的、顕在的な損失の説明変数も加えた。本モデルは、アクセス箇所密度が旅行速度の増加に影響を与えるものとなり、現在の日本の道路状況を再現する結果となった。また、アクセス機能を表す指標の中で、店舗割合が細街路割合に比べて速度低下量に強く影響を与えることが把握された。

**Key Words :** Road access function, Access point density, Travel speed, Hierarchical road network

## 1. はじめに

近年、道路の量的充足から質的充実への転換期に入り、仕様性能型道路設計から性能照査型道路設計への移行に向けた研究及び実務展開が進められている<sup>1)2)3)</sup>。その中でも、道路の交通機能の性能をどう設定・評価するかは重要なテーマである。道路の交通機能は大きくトラフィック機能とアクセス機能の2つに分かれる。トラフィック機能は、目的地への速達性に着目した機能であり、旅行速度を用いてその機能が発揮する性能を評価することが多い<sup>4)</sup>。また、アクセス機能は自動車が沿道の施設へ立ち寄ることや駐停車するための機能であるが、この機能が発揮する性能を適切に表現する評価指標は未だ設定できていない。しかし、Highway Capacity Manual<sup>6)</sup> (以降、HCM) ではアクセス機能が、自由走行速度の低下要因として考慮されるなど、適切なアクセス性能の評価指標の設定は道路のLOSを考える上で重要である。

そこで本稿では、愛知県における一般国道のバイパス区間及び並行現道を対象に、アクセス機能の性能を出入の機会(箇所密度)および出入の質(施設種別や接続階層)により把握し、アクセス機能の性能に応じたトラフィック機能(本稿では、平均旅行速度)の低下量のモデ

ル化を行う。モデル化にあたっては、平成27年度全国道路・街路交通情勢調査<sup>7)</sup> (以降、H27センサス)を用いる。

## 2. 既往研究のレビューとアクセス機能の仮説

### (1) 既往研究のレビュー

道路構造令の解説と運用<sup>8)</sup>において、アクセス機能は、「アクセス機能を備えるために、必要に応じて、交差道路や沿道施設への出入りのしやすさなどについて考慮した道路構造とする。」とされており、加えて、通行機能とアクセス機能は相反する関係にあることから両者のバランスを考慮して道路構造を採用するとしている。また、Access Management Manual<sup>9)</sup>においても同様に、道路の階層に応じたトラフィック機能とアクセス機能の割合とそれを実現する道路構造に関して、アクセスマネジメントの視点から記述されている。しかし、いずれも定性的な記述にとどまっており、定量的な評価方法については明示されていない。

HCM<sup>6)</sup>では、沿道へ出入りする車両による幹線道路の速度低下量を、Access point density (沿道出入箇所数の密

度)に応じて設定しており、アクセス機能がトラフィック機能に及ぼす影響について定量化している。しかし、これはアクセス機能の道路アクセスのみ考慮しており、沿道施設等のアクセスについては言及していない。

道路構造が旅行速度に及ぼす影響について日本では、栗林ら<sup>10</sup>や下川ら<sup>11</sup>が、信号交差点密度や代表沿道状況、車道幅員等によって旅行速度が低下することを示している。これらは道路の交通機能を分けずに分析を行っているものであり、道路構造そのものの要因とアクセスの要因が明確に区別できない。一方、交通機能を分類し、アクセス機能が旅行速度に及ぼす影響についての分析では、柿元・中村<sup>12</sup>が、道路交通センサデータのアクセスコントロールと代表沿道状況をアクセス機能を表現する指標と仮定し、それらの指標を含めた旅行速度のモデル化を行っている。しかし、道路の交通センサデータを用いており詳細なアクセスの要素まで考慮がされていない。また、早河・中村<sup>13</sup>は、幹線道路の入庫・出庫の出入りに着目し、マイクロ交通シミュレーションを用いてアクセス交通量や出庫にかかる時間から旅行速度性能曲線の検証を行った。この研究では、沿道アクセスのみに着目しており、道路アクセス(取り付き道路など)については考慮できていない。

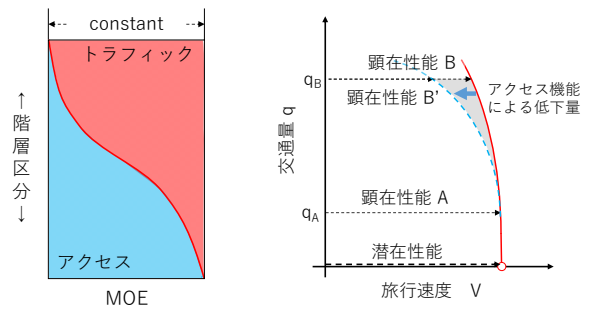
そこで本稿では、施設アクセスと道路アクセスの2つのアクセス機能についてそれぞれ考慮することで、より詳細な旅行速度の低下量のモデル化を行う。

## (2) トラフィック機能とアクセス機能の関係の仮説

本稿では、トラフィック機能とアクセス機能はトレードオフの関係にあり、図-1(a)に示すような状況が理想的とする、柿元・中村<sup>12</sup>と同様の仮説を用いる。ここで、トラフィック機能の性能とアクセス機能の性能の和が一定であると仮定すると、この関係は(1)式として表現できる。

$$\text{トラフィック機能の性能} + \text{アクセス機能の性能} = \text{const.} \quad (1)$$

トラフィック機能の性能指標(MOE: Measure of effectiveness)は、既往研究<sup>9</sup>より平均旅行速度を用いて表現する。トラフィック機能の性能は、ある道路に対して車両が1台のみ走行した場合の性能を示す潜在性能(図-1(b)の赤丸)と、ある道路に対して主に交通量(需要率もしくは混雑度)が大きくなるにつれて低下する顕在性能(図-1(b)の赤線)の2つが定義できる。潜在性能は信号交差点密度によって、顕在性能はこれに加えてによって変化することが知られている<sup>12</sup>。本稿では、各性能の損失量に加えて、アクセス機能による損失(図-1(b)の青破線)をより現実的に表現することを目指す。



(a)階層区分と交通機能分担 (b)各性能に対する模式図  
図-1 階層区分と交通機能分担

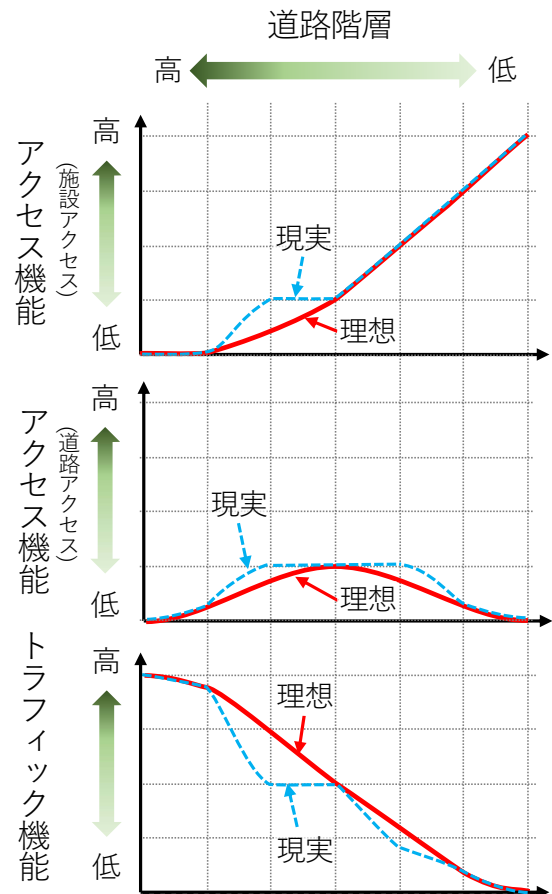


図-2 道路階層とアクセス機能に対する仮説

## (3) アクセス機能の仮説

アクセス機能を「施設アクセス」と「道路アクセス」の2つとし、各々について道路階層との関係の仮説を図-2に示した。

### ・施設アクセス

施設アクセスは、道路の沿道に立地する施設の密度が高いほど高くなる指標とする。階層との組合せを考慮すると、階層が低くなるほど高くなることが望ましい。それは、階層が高い道路は直接の沿道施設へのアクセスさせず出入制限によりトラフィック機能への影響を最小限にする必要があるためである。しかし、実際には、高速道路や一部の高規格幹線道路を除き十分な出入制限がな

されておらず、比較的高い階層からも出入りが可能となっている。

・道路アクセス

道路アクセスは、他の道路の接続本数が多いほど高くなる指標とする。階層との組合せを考慮すると、中間階層が高く、高階層及び低階層では低くなる。それは、高階層と低階層の直接の接続は、大きな速度差により高階層のトラフィック機能へ与える影響が大きいいため、中間階層を経由してのみ低階層に接続でき、同様に低階層も中間階層を経由してのみ高階層に接続することで、階層間の速度差を徐々に緩和する必要があるためである。しかしながら、現在は、施設アクセスと同様に、一般国道のバイパス区間であっても細街路が直接接続している状況などが多くみられる。

3. アクセス機能とその旅行速度への影響把握

(1) 対象道路の設定

今回対象とした愛知県の一般国道のバイパス区間および並行現道は、表-1に示すとおりである。対象区間のうち、車線数や指定最高速度、アクセスコントロールにより旅行速度が大きく変化することを考慮し、これらの条件が区間を通して同一である延長のみを分析に使用する。

(2) 使用データ概要

本稿では、平成 30 年 3 月に販売開始された平成 27 年度全国道路・街路交通情勢調査<sup>7)</sup>の箇所別基本表と地図データ<sup>14)</sup>を用いて分析を行った。分析に用いた指標などについて、次に整理する。

a) H27センサデータ

[昼間 12 時間旅行速度]

平成 27 年秋季のデータを対象に集計しており、昼間 12 時間旅行速度[km/h]は 7 時台～18 時台の昼間 12 時間の

平均旅行速度を集計。

[昼間 12 時間自動車類交通量(台/12h)]

7 時台～18 時台の交通量観測地点を通過した自動車類の台数。

[指定最高速度]

当該交通調査基本区間等で構成する道路状況調査単位区間において、道路標識等により表示されている最高速度。

b) 地図データ

[信号交差点密度]

道路状況調査単位区間における信号交差点の 1km 当たりの箇所数[箇所/km]。区間開始地点の流出方向の信号交差点は、信号交差点箇所数として含めていない。

$$\text{信号交差点密度} = \frac{\text{信号交差点箇所数}}{\text{道路状況調査単位区間延長}} \quad (2)$$

[沿道施設のアクセス密度(施設アクセス密度)]

道路状況調査単位区間における店舗、工場、会社、住宅駐車場などの沿道施設へ出入りが可能な地点の箇所数[箇所/km]。店舗とその他の 2 種類で集計。

$$\text{施設アクセス密度} = \frac{\text{沿道施設出入箇所数}}{\text{道路状況調査単位区間延長}} \quad (3)$$

[道路のアクセス密度(道路アクセス密度)]

道路状況調査単位区間における信号交差点を除く接続する道路の 1km 当たりの箇所数[箇所/km]。接続道路は、下記に示す階層設定に基づき分類。

道路階層設定：高速道路(接続 IC 交差点)、国道・県道、市道(中央線があるもの)、その他(細街路等)。

$$\text{道路アクセス密度} = \frac{\text{接続道路本数}}{\text{道路状況調査単位区間延長}} \quad (4)$$

表-1 対象道路区間

路線	路線名・バイパス名	地域	分析延長 [km]	車線数	指定最高速度[km/h]	アクセスコントロール	代表沿道状況*
1-1	西知多産業道路	知多市	8.3	4	70	完全出入制限	その他市街地
1-2	国道 155 号	知多市	9.0	2	40	出入自由	その他市街地
2-1	西知多産業道路	東海市	5.3	4	70	完全出入制限	その他市街地
2-2	国道 247 号	東海市	6.2	2	40	出入自由	DID(商業地域を除く)
3-1	国道 23 号・豊橋東バイパス	豊橋市	7.0	2	60	完全出入制限	平地部
3-2	国道 42 号	豊橋市	6.1	2	50	出入自由	平地部
4-1	半田大府バイパス	東浦町	4.8	2	60	出入自由	平地部
4-2	国道 366 号	東浦町	4.6	2	40	出入自由	DID(商業地域を除く)
5-1	国道 155 号・豊田南バイパス	豊田市	4.0	4	60	部分出入制限	平地部
5-2	国道 419 号	豊田市	5.2	2	50	出入自由	平地部
6-1	国道 155 号バイパス	小牧市	3.3	4	60	出入自由	その他市街地
6-2	国道 155 号	小牧市	2.4	4	50	出入自由	DIDかつ商業地域

\*代表沿道状況のうち最も延長が長い代表沿道状況を記載。

(3) 対象道路のアクセス機能の把握

対象道路における施設アクセス密度と道路アクセス密度を表-2に示す。並行現道区間の各密度については中央分離帯等で分離されていないことから、上下合計を示す。施設アクセス密度は、全ての並行現道(枝番2)で20.0以上であり、50mに1箇所以上は沿道施設が立地し、施設へのアクセス機会が非常に多いことがわかる。

道路アクセス密度は、路線6(小牧市)を除くバイパス区間(枝番1)で5.0未満であり、500mに1箇所他の道路との接続があるかないかの状況である。

これより、対象道路のほとんどがバイパス区間と並行現道で明確に機能分担がされており、並行現道でアクセス機能が高いことが確認された。しかしながら、路線6(小牧市)では、バイパス区間においても施設アクセス密度が20.0以上と高くなっており、明確に分担されていないことがわかる。

(4) アクセス機能の旅行速度への影響把握

(3)で把握したアクセス機能を用いて、昼間12時間旅行速度との関係を図-3に示した。図-3(a)は、施設アクセス密度に着目したものであり、密度が高くなると旅行速度がほぼ線形に減少していることがわかる。また、図-3(b)は、道路アクセス密度に着目しており、密度が高くなるにつれて指数関数的に減少していることがわかる。路線3(豊橋市)のみ、近似曲線から外れているが、これは交通量が非常に少なく、アクセス以外の影響が極めて少ないためと考えられる。

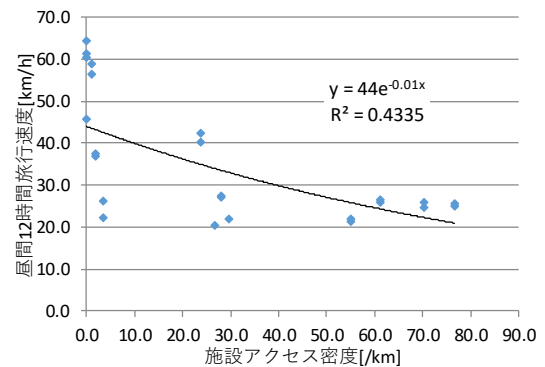
これらの結果より施設アクセス密度より道路アクセス密度が旅行速度に与える影響が大きいと読むこともできるが、HCM<sup>®</sup>では、Access point densityが10[mi/][6.3[km]]未満は自由走行速度への影響が2.5[mi/h](4.0[km/h])未満となるとされており、今回の対象区間はほとんど影響がみられない可能性がある。よって、いずれのアクセス機能も旅行速度の低下に影響を及ぼすことが推察されるものの、低下量については十分な議論ができない。

表-3は、各路線における指定最高速度から昼間12時間の平均旅行速度を引いた速度減少量を示したものである。表-3と表-2を比較した場合、路線6(小牧市)はアクセス密度が高く、速度の低下量も顕著に見られるものの、それ以外の箇所ではあまり関係性が認められない。これは、柿元・中村<sup>12)</sup>のモデルによって示されているアクセス機能に依らない部分での損失(信号交差点密度や混雑度)によるものであると考えられる。そこで第4章において、信号交差点密度や混雑度(交通量)とアクセス機能による損失を踏まえた旅行速度の低下量のモデル化を行う。

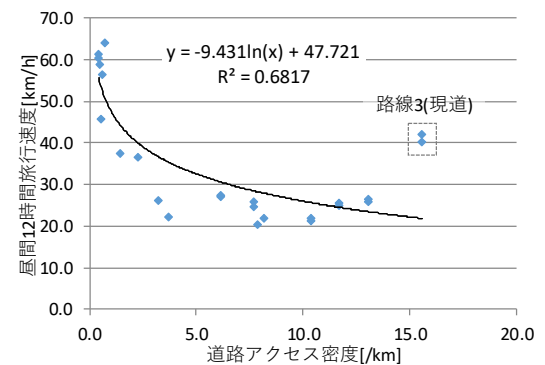
表-2 対象道路のアクセス機能

路線	施設アクセス密度[km] (店舗密度)		道路アクセス密度[km] (細街路密度)	
	上り	下り	上り	下り
1-1	0.8(0.2)	0.8(-)	0.5(0.1)	0.6(0.4)
1-2	61.0(7.3)		13.1(12.9)	
2-1	(-)	(-)	0.6(-)	0.8(-)
2-2	70.3(8.7)		7.7(7.1)	
3-1	(-)	(-)	0.4(-)	0.4(-)
3-2	23.8(3.3)		15.6(15.4)	
4-1	1.9(0.2)	1.9(-)	1.5(1.3)	2.3(2.3)
4-2	76.5(20.0)		11.7(11.1)	
5-1	3.3(1.0)	3.5(1.0)	3.3(3.3)	3.8(3.8)
5-2	27.9(7.3)		6.2(6.2)	
6-1	29.7(9.1)	26.7(7.3)	8.2(8.2)	7.9(7.6)
6-2	55.0(32.1)		10.4(10.4)	

※差が20[箇所/km]以上。



(a) 施設アクセス密度



(b) 道路アクセス密度

図-3 各アクセス機能と平均旅行速度の関係

表-3 指定最高速度と昼間12時間旅行速度の差分一覧

路線	上り線		下り線	
	バイパス(-1)	現道(-2)	バイパス(-1)	現道(-2)
1	11.2	13.5	13.6	14.1
2	24.4	15.6	5.9	14.3
3	-0.2	7.9	-1.2	9.9
4	22.6	14.4	23.4	15.0
5	33.9	23.0	37.8	22.8
6	38.3	28.9	39.7	28.3

※差が20[km/h]以上。

#### 4. アクセス機能の性能を考慮した旅行速度低下量のモデル化

##### (1) 旅行速度低下量のモデル化

旅行速度低下量は、表-3と同様に指定最高速度とH27センサスの昼間12時間旅行速度の差分を用いる。説明変数として、各アクセス機能に関する密度とともに、店舗割合や細街路割合を用いることとした。また、既往研究<sup>12)</sup>を踏まえ各性能の損失を検討するが、本稿では信号交差点密度と1車線当たりの交通量を用いて、式(5)に基づきモデル化を行った。

$$\text{旅行速度の低下量}[km/h] = \beta \times \text{各性能の損失} + \gamma \times \text{アクセス機能 MOE} \quad (5)$$

ここで、 $\beta$  は各性能の損失を速度[km/h]に換算するパラメータ、 $\gamma$  は道路アクセス機能 MOE を速度[km/h]に換算するパラメータである。

今回、混雑度ではなく1車線当たりの交通量を用いた理由としては、一般国道のバイパス区間および並行現道を対象としたため、混雑度がほぼ1.0を超えておりばらつきが少なく影響が小さいためである。

##### (2) 重回帰分析の結果

線形重回帰分析の結果を表-4に示す。第3章の分析で用いてきたアクセス機能のうち施設アクセス密度と道路アクセス密度の係数は、本モデルにおいて負の値となっている。これは、アクセス密度が高いほど速度の低下量が少なくなることを意味しており、アクセス密度が上がると速度の低下が顕著となるという仮説に反する結果となった。これは、図-2の仮説で示したように、高い階層の道路ほど沿道に施設が立地し、多くの道路が取り付いている現在の日本の道路状況を反映していると考えられる。また、「店舗割合」、「細街路割合」が高いほど速度の低下量が多くなっており、アクセスの中でも影響度が高いことがわかる。さらに、「店舗割合」に比べて「細街路割合」の係数が高くなっており、店舗による速度への影響度が高いことがわかる。

最終的に「アクセス密度が上がると速度の低下が顕著となる」という仮説のもと、係数が負の数を示した「施設アクセス密度」と「道路アクセス密度」を説明変数から除いたモデルを採用モデルとした。このモデルでは、既往研究<sup>12)</sup>の潜在性能と顕在性能の損失を踏まえたうえで、詳細なアクセス機能を考慮することができる。このモデルを用いて、実データとの比較を行った結果を図-4に示す。図中の青丸は、概ね45°線に沿っているものの、ばらつきが多く過小評価している傾向がある。これは、HCM<sup>®</sup>で考慮されてるAccess point densityに類似している道路アクセス密度が採用モデルの中で有意となっていない

表-4 重回帰分析の結果-係数(t値)

説明変数	R <sup>2</sup> が高いモデル	採用モデル
信号交差点密度[箇所/km]	4.44(6.02)	2.84(4.63)
1車線当たりの12時間交通量[千台/12h・車線]	1.18(5.66)	1.33(4.63)
施設アクセス密度[箇所/km]	-0.11(-2.66)	
店舗割合[%] (店舗密度/施設アクセス密度)	0.20(2.90)	0.30(4.09)
道路アクセス密度[箇所/km]	-0.56(-2.49)	
細街路割合[%] (細街路密度/道路アクセス密度)	0.11(3.69)	-
重決定係数 R <sup>2</sup>	0.86	0.81
サンプル数	72	72

-: 値が有意でなかった変数, \: 未使用の変数

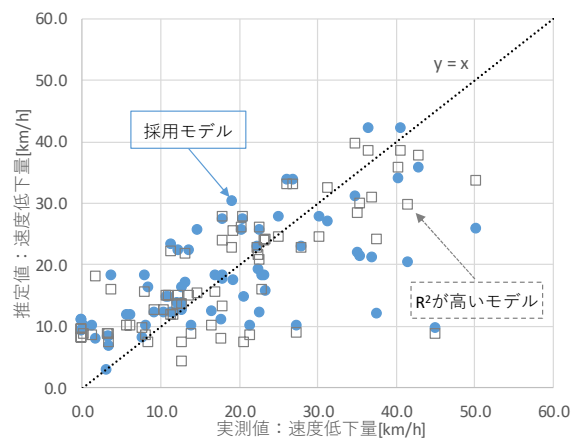


図-4 実データとモデルの比較

ことや、アクセス機能の性能を密度ではなく割合により表現していることから、住宅密集地などでの出入りを考慮できないことが考えられる。

#### 5. おわりに

本稿では、道路のアクセス機能を施設アクセス機能と道路アクセス機能の2つに分けて、アクセス機能がトラフィック機能に与える影響を速度低下量としてモデル化を行った。モデル化に際しては、潜在性能や顕在性能の損失とアクセス機能による損失の双方を考慮した。推定式より、日本の一般国道の状況を詳細に表現でき、また施設アクセスを考慮した速度低下量を推定することが可能となった。アクセス機能は、施設アクセスの店舗割合が道路アクセスの細街路割合よりも速度低下への影響量が多いことが把握された。

本稿において、今後も慎重にアクセス機能について取り扱う必要がある。例えば、アクセス機能はその利用頻度による影響を強く受けるため、交通量や施設タイプに応じて区分することも必要である。さらには、道路の構造条件によっても状況が異なり、2車線道路と多車線道路、路肩が広い道路などは影響度が少なくなることも考えられる。

#### 参考文献

- 1) 中村英樹・大口敬・森田紘之・桑原雅夫・尾崎晴男：機能に対応した道路幾何構造設計のための道路階層区分の試案，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.31，2005.6.
- 2) 下川澄雄・内海泰輔・中村英樹・大口敬：階層型道路ネットワークの再編に向けて，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.39，2009.6.
- 3) 柳沢敬司・阿部義典・高橋健一：性能照査型道路計画設計の既存道路ネットワークへの実務的適用，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.49，2014.6.
- 4) 高橋健一・阿部義典・石村佳之・柳沢敬司：既存道路ネットワークを階層化するための道路状況分析と改善策の検討，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.53，2016.6.
- 5) 下川澄雄・内海泰輔・中村英樹・大口敬：道路階層区分を考慮した交通性能照査手法の提案，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.43，2011.5.
- 6) Transportation Research Board of the National Academies, *Highway Capacity Manual 6<sup>th</sup> Edition*, 2016.
- 7) (一社)交通工学研究会：平成27年度全国道路・街路交通情勢調査 一般交通量調査DVD-ROM，2018.3.
- 8) (公社)日本道路協会：道路構造令の解説と運用，2015.6.
- 9) Transportation Research Board of the National Academies, *Access Management Manual second Edition*, 2014.
- 10) 栗林志帆・浜岡秀勝・森田紘之：道路環境が旅行速度の分散に及ぼす影響分析，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.54，CD-ROM，2016.11.
- 11) 下川澄雄・小山田直弥・吉岡慶祐・森田紘之：中間速度を実現するための道路構造条件の分析，交通工学論文集，第4巻，第1号(特集号A)，pp.A\_55-A\_63，2018.2.
- 12) 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，交通工学研究会発表会・論文集，Vol.38，2018.8.
- 13) 早河辰郎・中村英樹：幹線街路における沿道アクセス機能に応じた旅行速度性能曲線の定式化，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.39，2009.6.
- 14) Google Map: <https://www.google.co.jp/maps/>
- 15) 国土交通省道路局：平成27年度 全国道路・街路交通情勢調査(集計結果整理表，箇所別基本表及び時間帯別交通量表)，<http://www.mlit.go.jp/road/census/h27/index.html>，2018. (閲覧2018年7月24日)

(2018.7.30 受付)

## ANALYSIS ON THE INFLUENCE OF ROAD ACCESS FUNCTION ON TRAVEL SPEED REDUCTION

Yuji KAKIMOTO and Hideki NAKAMURA