

首都高速道路における交通性能の変動要因分析

村上 友基¹・遠藤 学史²・川野 祥弘³
泉 典宏⁴・田中 淳⁴・山口 大輔⁴・土屋 克貴⁴

¹ 非会員 首都高速道路株式会社 (〒100-8930 東京都千代田区霞が関 1-4-1)
E-mail: y.murakami1727@shutoko.jp

² 正会員 首都高速道路株式会社 (〒100-8930 東京都千代田区霞が関 1-4-1)

³ 非会員 首都高速道路株式会社 (〒100-8930 東京都千代田区霞が関 1-4-1)

⁴ 正会員 株式会社オリエンタルコンサルタンツ (〒151-0071 東京都渋谷区本町 3-12-1)

環境負荷への配慮等から、次世代自動車や軽自動車への需要が増加しており、車種構成が徐々に変化してきている。また、先進安全技術の発展に伴う機能の複雑化により、手動運転よりも車間が広がり、交通容量が低下することが懸念される。近年、首都高速道路の主要なボトルネックでは交通容量及び走行速度の低下がみられるが、影響要因は明らかとなっていない。

本稿は都市内高速道路の過去 10 年以上の車両感知器データを活用し、過去から継続して渋滞している箇所交通容量の経年変化分析および要因に関する一考察を行ったものである。

Key Words: 交通容量, 経年変化, 最大捌け交通量, サグ, 上り勾配

1. はじめに

低燃費、CO₂低排出など環境負荷への配慮等から、次世代自動車や軽自動車の需要が増加している。首相官邸の政策会議にて閣議決定された「未来投資戦略 2017」によれば、2030 年までに乗用車の新車販売に占める次世代自動車の割合を 5〜7 割とすることを指すという目標を掲げており¹⁾、今後より一層、次世代自動車が普及していくことが予測される。軽自動車保有台数については、平成 30 年に約 3,000 万台と過去最高水準に達しており、徐々に増加していることが示されている²⁾。このように自動車の車種構成に関する状況は移り変わりつつあると言える。また、アダプティブ・クルーズ・コントロール（以降、ACC）などの先進安全技術の発展は、性能を増進させる一方で、機能の複雑化を進行させている。複雑化された機能を十分に理解しないまま走行してしまうことで、手動で運転するより広い車間距離で走行し、交通容量を低下させてしまうことが懸念される。

本稿では都市内高速道路の過去 10 年以上の車両感知器データを活用して、過去から継続して渋滞している箇所の交通容量の経年変化を把握する。また、交通容量の経年変化の要因に関する一考察を行う。

2. 分析の概要

(1) 分析対象箇所及び期間

首都高速道路では、H15年頃は都心環状線及び放射線（上り）を中心に、合流部を先頭とした渋滞が発生していた。渋滞状況はネットワークの拡充と共に変化し、H29年頃には合流部を先頭とした渋滞は減少したものの、上り勾配及びサグ等の影響により単路部での渋滞が多く発生するようになった（図-1）。

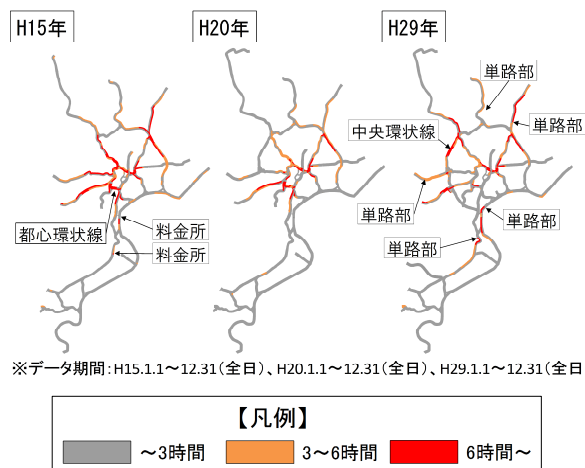


図-1 渋滞状況の変化（渋滞発生時間（20km/h以下））

本報告では、渋滞状況が変化する中、首都高速道路上で10年以上ボトルネックとなっている箇所を分析対象箇所と設定し、この箇所についての経年変化を示す(図-2)。分析対象期間はH15年からH29年の15年間とし、この15年間のQV特性の推移について、分析を行う。

(2) 分析手法

車両感知器より得られた交通量及び速度のデータを用い、1年ごとにQV図を描く。この時、自由流速度から臨界速度までの区間が描く曲線を包絡線と定義し、最大実績交通量を捌け交通量と定義する。この2つの指標を注視した上で、QV図の経年変化の状況のモニタリングを行う。また、視覚的に変化を確認するだけでなく、1年ごとの15分間フローレートの99%タイル値を最大捌け交通量と定義し、経年変化について分析を行う。この時、最大の捌け交通量を用いずに上位1%を除外するのは、異常値の影響を緩和するためである。また、99%タイル値を最大捌け交通量とみなす手法では、分析対象箇所でも臨界密度付近の交通流が定常的に実現していない時、最大捌け台数をかなり低く見積もる可能性があり、単に分析対象箇所へ流入する交通需要を反映するに過ぎなく(すなわち、最大捌け交通量を反映しなく)になってしまうことに留意すべきである。今回、分析対象とする箇所は10年以上に渡り、ボトルネックとなっていることから、臨界密度付近の交通流が日常的に実現しており、実績最大交通量の変動は需要の変化ではなく、最大捌け交通量とみなすことができる。さらに、交通容量の低下が大きい箇所について、渋滞発生時交通量、渋滞発生確率、渋滞後捌け交通量について算出を行った。

3. 交通容量の変化に関する分析

(1) QV図の形状変化

分析対象箇所において、1年ごとにQV図の変化のモニタリングを行ったものを、都心環状線(内回り)芝公園入口付近を例として図-3に示す。プロットされた点は15分間ごとの実測値である。各年の包絡線及び捌け交通量について着目をする、同様ではないが、年々低下しており、QVの形が小さくなる状況が確認できる。この現象は低下の度合いに差はあるが、他の箇所についても同様の傾向を示した。

(2) 交通容量の経年変化

分析対象箇所において、最大捌け交通量の15年分の経年変化を図-4に示す。対象箇所箇所では、減少の傾きは異なるが、すべての箇所でも経年的に減少していることがわかる。

次に、分析対象箇所におけるH15年及びH29年の最大

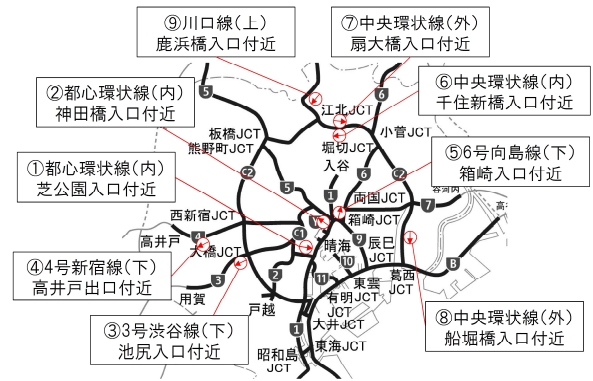


図-2 分析対象箇所

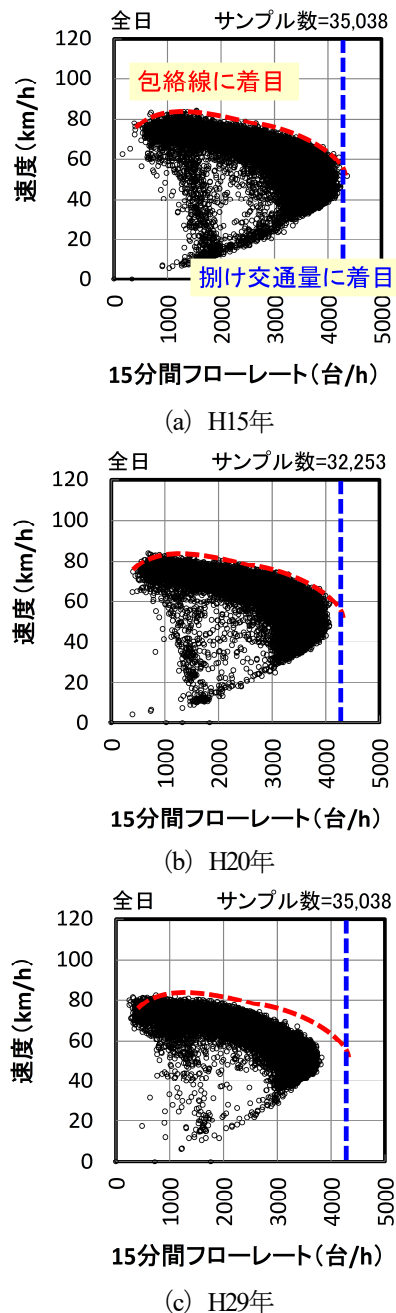


図-3 都心環状線(内回り)芝公園入口付近

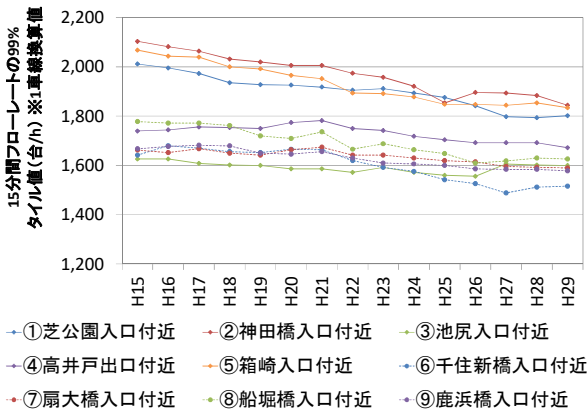


図-4 最大捌け交通量の経年変化

捌け交通量の比較を図- 5に示す。最大捌け交通量の減少率は箇所によって異なり、最大で12%程度、最小で2%程度の低下が確認できる。この違いが生じた理由として、減少率が2%程度であった3号渋谷線（下り）池尻入口付近では、エスコートライトの設置等の各種渋滞対策を行ったことにより、最大捌け交通量の減少率が低く抑えられたと考えられる。また、各種渋滞対策が行われていなかった場合、他の箇所と同様の減少になっていたと考えられる。

さらに、減少率が10%を超える都心環状線（内回り）芝公園入口付近、都心環状線（内回り）神田橋入口付近、6号向島線（下り）箱崎入口付近について、渋滞発生時交通量、渋滞発生確率、渋滞後捌け交通量について算出し、H15年とH29年の比較を行った。算出の結果を図- 6～図- 14に示す。算出の定義は表- 1の通りである。

算出の結果、渋滞発生時交通量は9～12%の減少、渋滞発生確率は渋滞発生確率5%の交通量が335～425台減少、渋滞後捌け交通量は5～14%減少する結果となった。

表- 1 交通容量の指標³⁾

指標	定義
渋滞発生時交通量	・渋滞発生となった時刻のボトルネック地点（以下の定義）の5分間交通量のフローレート値を集計
渋滞発生時刻	・ボトルネック上流地点が15分以上続けて臨界速度以下となったとき ・ボトルネック上流地点が直前の5分データより5km/h以上速度低下したとき ・ボトルネック下流地点が60km/h以下のときは先詰まりとして除外する
渋滞終了時刻	・ボトルネック地点が10分以上続けて臨界速度以上になった場合
渋滞発生確率	・渋滞発生時交通量の交通量階層別頻度と渋滞流時を除いた交通量データの交通量階層別頻度の比率
渋滞後捌け交通量	・渋滞発生時刻の直後から、渋滞解消時刻の直前までの平均5分間交通量のフローレート値（先詰まりを除く）

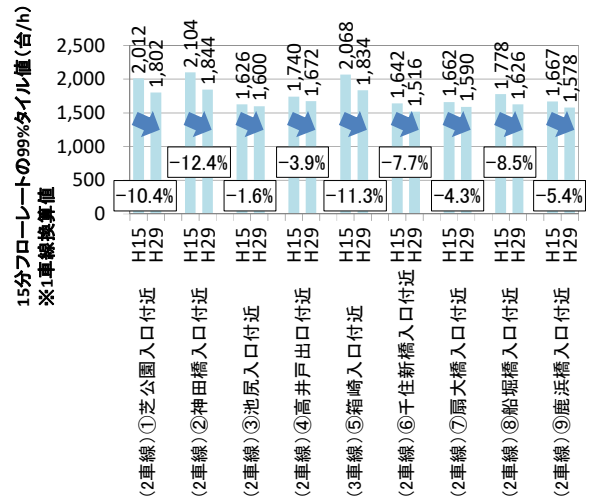


図-5 最大捌け交通量の減少率

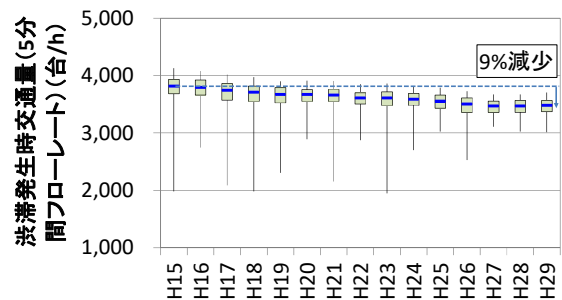
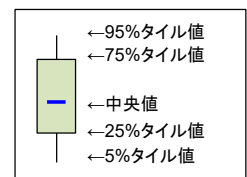


図-6 渋滞発生時交通量（芝公園入口付近）

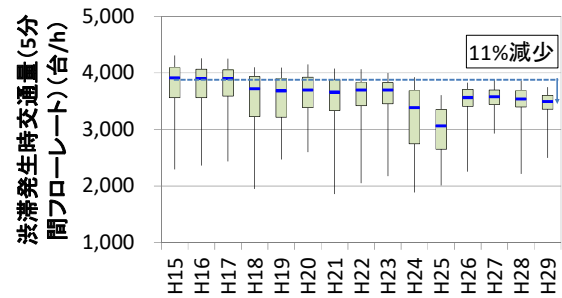


図-7 渋滞発生時交通量（神田橋入口付近）

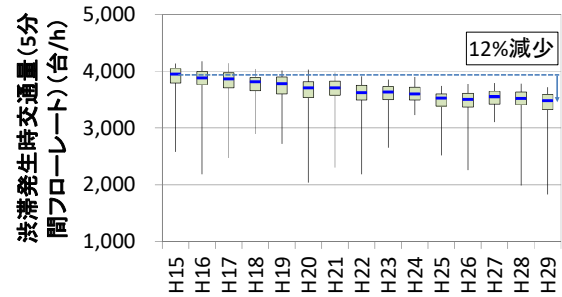


図-8 渋滞発生時交通量（箱崎入口付近）

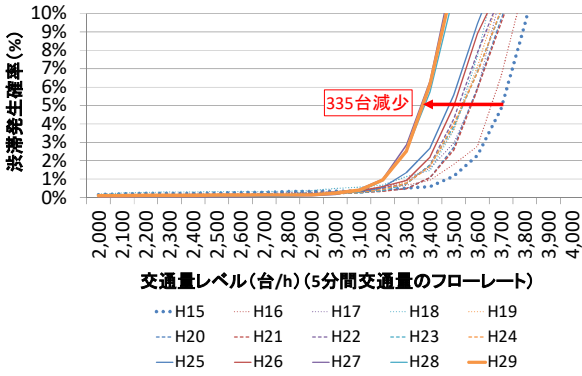


図-9 渋滞発生確率 (芝公園入口付近)

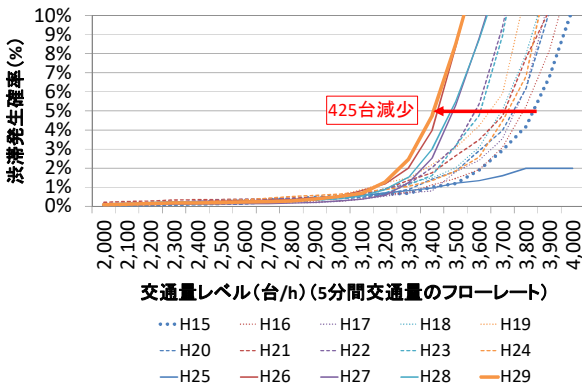


図-10 渋滞発生確率 (神田橋入口付近)

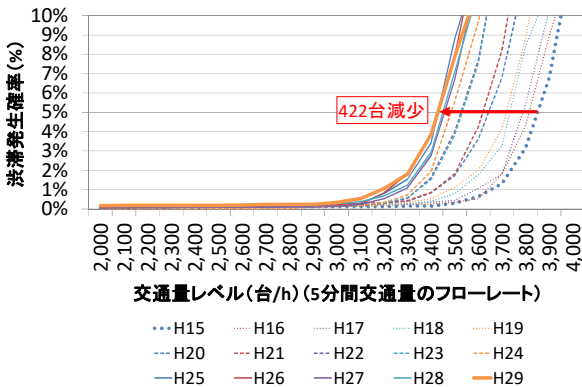


図-11 渋滞発生確率 (箱崎入口付近)

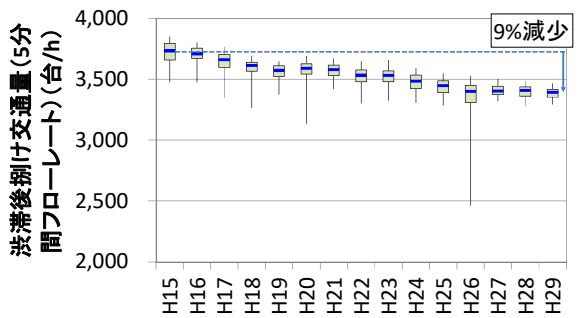


図-12 渋滞後捌け交通量 (芝公園入口付近)

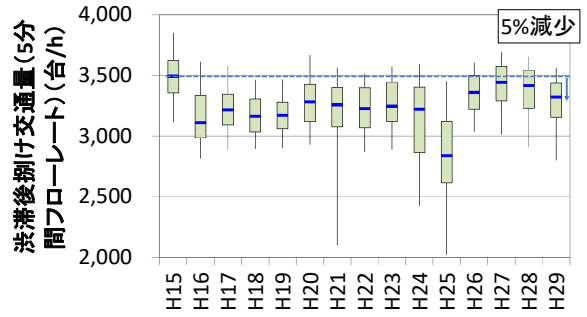


図-13 渋滞後捌け交通量 (神田橋入口付近)

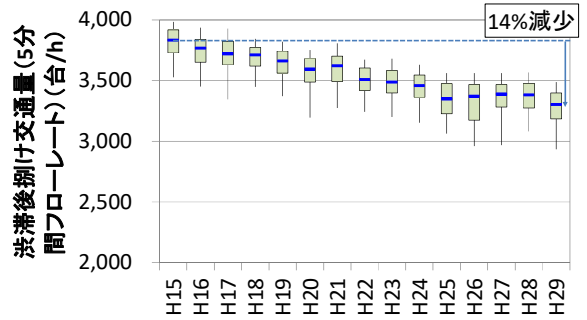


図-14 渋滞後捌け交通量 (箱崎入口付近)

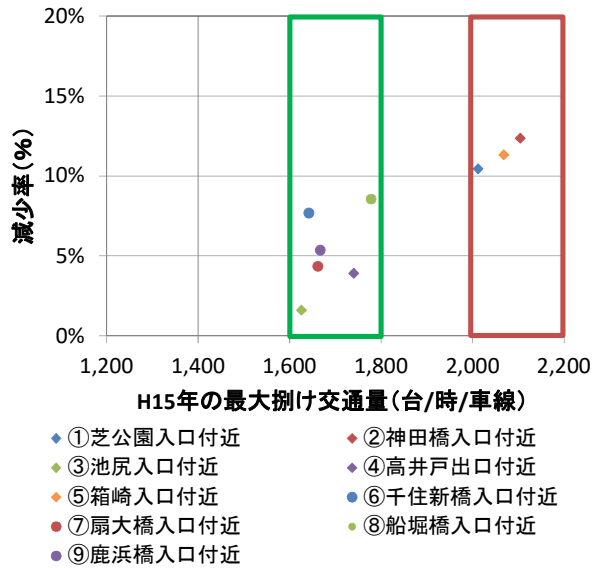


図-15 当初の最大捌け交通量と減少率の関係

4. 交通容量低下要因に関する一考察

(1)交通容量と渋滞要因との関連性分析

H15年当初の最大捌け交通量と最大捌け交通量の減少率の関係について、図-15に示す。H15年当初の最大捌け交通量が高い箇所(赤枠)については、減少率が高くなっており、最大捌け交通量が低い箇所(緑枠)については減少率は低くなっていることがわかる。以上より、分合流の多い都心環状線において最大捌け交通量が大きく低下しており、複雑な運転操作が求められる箇所、特に容量が低下していると考えられる。なお、(2)(3)で

は、データ数の多い緑枠の結果を考察している。

a) 縦断線形

縦断線形と最大捌け交通量の減少率の関係について、**図- 16**に示す。縦断線形と最大捌け交通量の減少率の関係はあまりみられなかった。

b) 大型車混入率

大型車混入率（H29年の大型車混入率を使用）と最大捌け交通量の減少率の関係について、**図- 17**に示す。このとき、大型車混入率の高い箇所での減少率が高くなっていることが確認できる。

(2) 交通容量と利用者属性との関連性分析

首都高速道路起終点調査⁹結果より、首都高速道路利用者の属性の経年変化と最大捌け交通量の関係について考察を行う。

a) 年齢層

年齢別利用台数より、利用者の年齢と減少率の関係を**図- 18**に示す。20~30歳代の利用者が減少している等の経年変化はある。しかしながら、一般的に車頭時間が長くなる傾向がある高齢ドライバー（60歳代以上）の年齢層の割合に変化はない。

b) 利用目的

目的別交通量より利用目的と減少率の関係を**図- 19**に示す。出勤や登校等の日常的に首都高速道路を利用する交通が減少傾向にあり、レジャー等の交通が増加傾向となっている。業務交通のように毎日首都高速道路を利用する交通の減少が最大捌け交通量の減少に寄与していることが示唆できる。

c) 車種構成

車種別交通量より首都高速道路利用車種と減少率の関係を**図- 20**に示す。軽自動車の利用割合が増加しているが、傾向に大きな変化はないことが確認できる。このことより、車種別交通量の変動は最大捌け交通量の減少に寄与していないと考えられる。

(3) 交通容量と車両性能との関連性分析

近年、ACCを装着した車両が普及しつつある。このことから、車両の性能と減少率との関係について、ACC装着台数⁹の変化を用い、**図- 21**に示す。ACC装着台数の増加に伴い、最大捌け交通量も経年的に減少していることが確認できる。これは、エコドライブの増加や車間を確保するという安全意識の向上等の理由が考えられる。

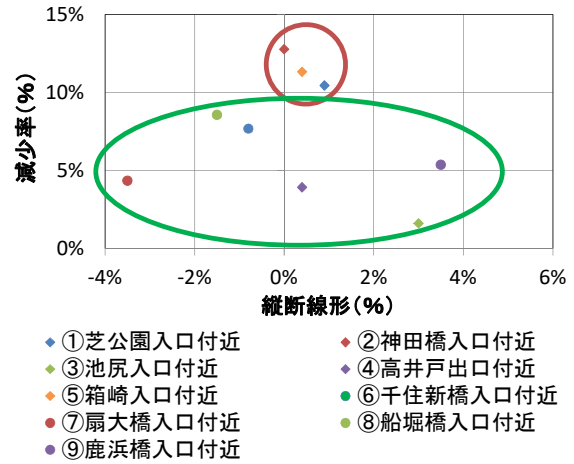


図- 16 縦断線形と減少率の関係

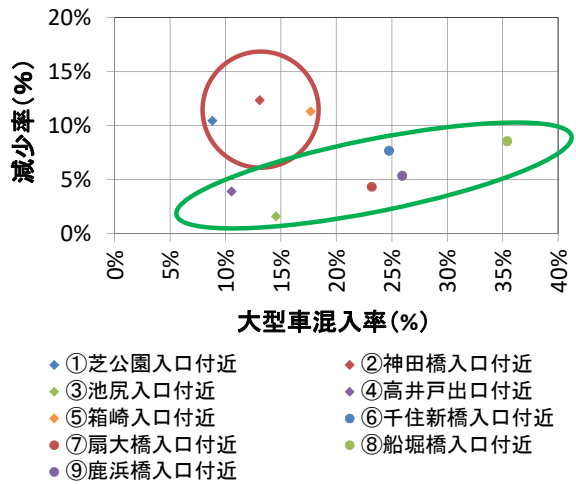


図- 17 大型車混入率と減少率の関係

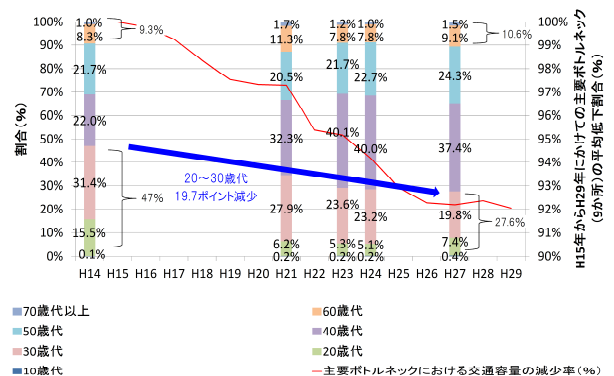


図- 18 年齢と減少率の関係

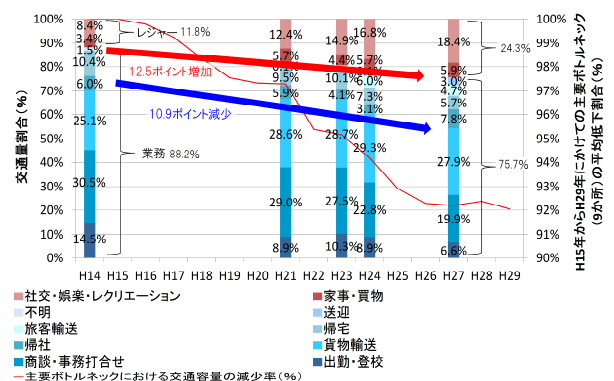


図- 19 利用目的と減少率の関係

(4) 交通容量と大型車車載器との関連性分析

大型車の車載器の変化（速度抑制装置⁶⁾及びテレマティクス端末⁷⁾の普及）と減少率の関係を図-22に示す。速度抑制装置の普及以降に減少率が大幅に減少しており、減少率に影響があるかのように考えられる。しかしながら、それ以降も減少していることからこれだけが要因であるとは言えない。近年はデジタコ等のテレマティクス端末が急増しており、大型車の規制速度順守や安全意識向上も一要因と示唆できる。

5. おわりに

今回、長期的な車両センサーデータを用い、対象箇所での交通容量の経年変化について調べたところ、いずれの箇所においても交通容量の減少は見られた。この現象の要因について、いくつかの考察を行ったが、どれも示唆する程度の内容であり、要因は明らかになっていない。

今後、道路を効率的に活用するためにどのような方策が有効かを考察するという面からも、より詳細な検証が求められる。

参考文献

- 1) 首相官邸 HP 未来投資戦略 2017
<https://www.kantei.go.jp/>
- 2) 軽自動車検査協会 検査対象軽自動車保有台数
<https://www.keikenkyo.or.jp/>
- 3) 加藤 大知, 後藤 梓, 中村 英樹: 都市高速道路における渋滞現象の確率的特性に関する分析, 交通工学研究会, 第 36 回交通工学研究発表会論文集 pp.33-40, 2016
- 4) 首都高速道路株式会社: 第 25~29 回首都高速道路交通起終点調査報告書
- 5) 国土交通省 HP ASV 技術普及状況調査
http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/resource/data/H28_souchakudaisuu.pdf
- 6) 国土交通省 HP 事業用自動車の事故発生状況と中間目標の達成状況
<http://www.mlit.go.jp/common/001051306.pdf>
- 7) 経済産業省: 平成 27 年度製造基盤技術実態等調査事業報告書, 2016.2 月
http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2016fy/000087.pdf

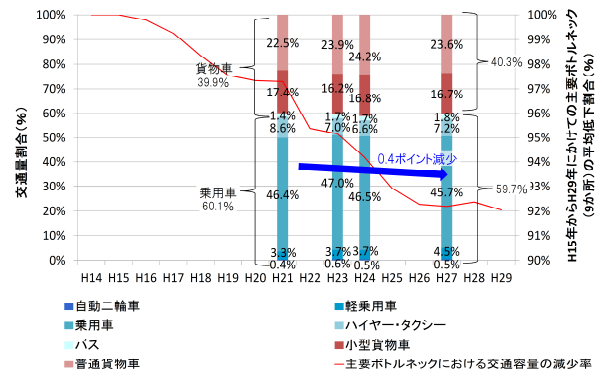


図-20 車種と減少率の関係

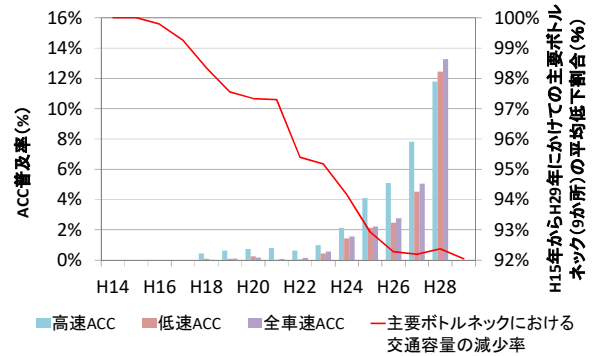


図-21 ACC 装着台数と減少率の関係

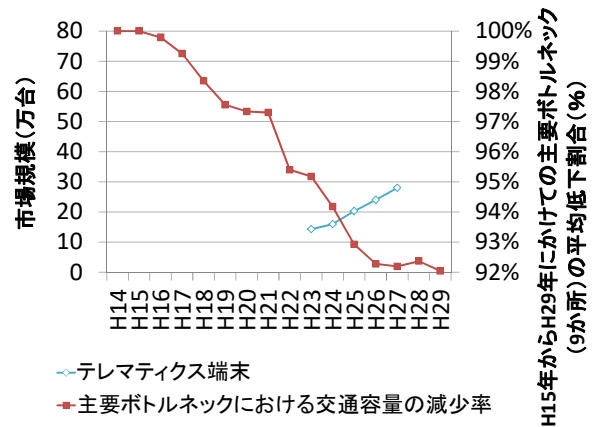


図-22 大型車の車載器の普及と減少率の関係

(2018.4.27 受付)

Variation Factors of Traffic Performance on Tokyo Metropolitan Expressway

Yuki MURAKAMI, Satoshi ENDO, Yoshihiro KAWANO, Norihiro IZUMI, Atsushi TANAKA, Daisuke YAMAGUCHI and Katsuki TSUCHIYA

In recent years, major bottlenecks of the Metropolitan Expressway have deteriorated performance such as traffic capacity and driving speed, but the influential factors are not clear.

Therefore, in this paper, we analyzed the aging of data on traffic capacity by using data on traffic volume and speed for 15 years, which was summarized for the major bottlenecks from H15 to H29. In addition, concerning the factor of lowering each bottleneck part, consideration is given to the relationship with the traffic capacity and speed from secular change such as the ratio of elderly drivers.