

乗用車と大型車の車両軌跡データを 融合した事故リスク分析

三谷 卓摩¹・影山 仁志²・益田 卓朗³・田名部 淳⁴・桑原 雅夫⁵

¹正会員 東北大学大学院助教 (〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06)

E-mail: mitani@plan.civil.tohoku.ac.jp

²非会員 株式会社富士通交通・道路データサービス (〒105-7123 東京都港区東新橋1-5-2汐留シティセンター)

E-mail: kageyama-hito@jp.fujitsu.com

³非会員 本田技研工業株式会社 (〒351-0188 埼玉県和光市本町8-1)

E-mail: Takuro_Masuda@hm.honda.co.jp

⁴正会員 株式会社地域未来研究所 (〒530-0003 大阪府大阪市北区堂島1-5-17)

E-mail: tanabe@refrec.jp

⁵正会員 東北大学大学院教授 (〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06)

E-mail: kuwahara@plan.civil.tohoku.ac.jp

本研究では、碓氷バイパス入山峠の対象区間とその周辺を対象地域とし、普通車と大型車の車両走行データの比較分析を行った。具体的には、車種の違いによる走行特性について把握するために、車種別の構成比の変動と対象区間での車種別の速度分布という観点から分析を行った。その結果、車種構成比の変動分析では、日別は平日と休日、時間帯別は夜間と昼間、リンク別は道路リンクによって、普通車と大型車の構成比が大きく異なることを示した。速度分析では、山地部のカーブの多い区間では、平均速度は大型車のほうが速度が低く、ばらつきも大きいことを示した。さらに、夜間時は大型車の速度低下が大きく、降雪時は普通車の速度が大きく大型車と同程度まで速度が低下することを示した。

Key Words : vehicle trajectory, vehicle type, travel speed, variability analysis

1. はじめに

近年、スマートフォンやカーナビゲーションシステムを利用することで、プローブデータの取得が安価かつ容易になっており、多様な事業主体で取得が行われている。しかしながら、事業主体ごとの取得率は限定的であることから、例えば、目的地への旅行時間情報の精度が低くなることが考えられる。特に、普通車と大型車の車両走行では、時間帯や道路線形、天候によって、大きく異なることが考えられ、大型車の走行実績をそのまま普通車の情報として、活用することは難しい。

このような課題について、車種別の車両軌跡に着目した研究がいくつか行われている。三谷ら²⁾は、仙台都市圏を対象に、渋滞時の旅行時間および旅行速度の車種による違いについて分析を行っており、渋滞時間帯での旅行時間および旅行速度については、車種による大きな違いはみられないこと、加速時は車種により違いがある一方、混雑時や減速時は大きな影響がないことを示している。また、三谷ら³⁾では、都市圏の特定路線を対象に、加減速時や停止時

の車両挙動分析を行っており、渋滞時の加減速は特大車の加減速よりも低下していること、車両の停止位置と時間の関係は渋滞の有無によって大きく異なることを示している。しかしながら、これらの分析では、山地部を対象にした分析、事故リスクを対象とした分析は行われていない。

そこで、本研究では普通車と大型車の車両走行データを用いることで、山地部の車種の違いによる走行特性について把握するための基礎的な考察を行う。具体的には、対象地域内での車種別の構成比の変動と対象区間(特定路線)での車種別の速度分布という観点から分析を行う。特に、速度差が大きい場合は事故の可能性が高い⁴⁾ことから、速度差を用いた分析を行うこととする。

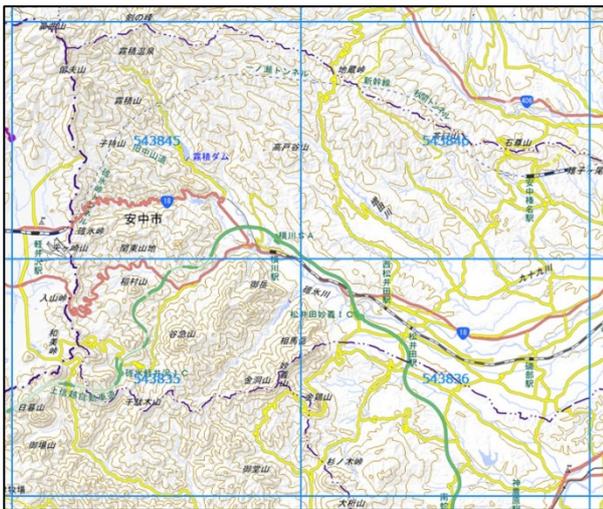
対象地域および対象区間は、国道18号の群馬・長野県境にある碓氷バイパスの一部路線とその周辺エリアとする。

2. データ概要

表-1に車種別車両走行データの概要を示す。本研

表-1 車種別車両走行データの概要

車種	普通車 (本田技研：FCD)	大型車 (富士通：商用車プローブ)
対象期間	2015 年 12 月 1 日から 2016 年 1 月 31 日までの 2 ヶ月間 (62 日間)	
種別	経路 データ	DRM 基本道路リンク内を走行した車両の経路 (データ形式：車両 ID, リンク ID, リンク流入時刻, リンク速度)
	車両軌跡 データ	経路データのリンク内を走行している車両位置 (データ形式：車両 ID, 時刻, リンク ID, リンク内位置, 速度)



出典：国土地理院標準地図 (20 万)
図-1 対象地域



図-2 対象区間

究では車種として、普通車と大型車を対象として分析を行っている。普通車は、本田技研工業(株)の FCD (Floating Car Data) データより抽出した経路および車両軌跡を用いる。FCD データは、インターネット装着車の走行データとなっている。大型車は、株式会社富士通交通・道路データサービスが提供する商

用車のプローブデータより抽出した経路及び車両軌跡を用いる。商用車プローブデータは、事業用トラックに搭載されたネットワーク型デジタルの運行データであり、事業用トラック約100万台の10%に相当している⁵⁾。本研究では、車種を普通車と大型車としているが、分析に用いるデータは、それぞれ一般車両、事業車両となっていることから、必ずしもすべての車両が普通車や大型車ではない点に注意が必要である。対象期間は、2015年12月1日から2016年1月31日までの2ヶ月間(62日間)の連続的なデータとなっている。データ種別は、DRM基本道路リンク内を走行した車両の経路データと、マップマッチングにより対象区間を走行していることを確認した車両軌跡データである。

つぎに、図-1に対象地域を示す。対象地域は、事故リスクのある山地部として、碓氷バイパス入山峠の区間を含む2次メッシュ4枚分543834, 543835, 543844, 543845である。2次メッシュの東西方向1枚分はおよそ10kmとなっている。図-2に対象区間を示す。対象区間は国道18号の群馬・長野県境にある碓氷バイパスの路の一部区間11.35kmである。起点から入山峠まで、カーブと急坂の上りが続き、その後、入山峠から終点までは下りの区間となっている。この区間の11,000m地点は、2016年(平成28年)1月15日1時55分頃に発生した軽井沢スキーバス転落事故の事故地点となっている。

対象地域は、第3章で普通車と大型車の車種別の構成比の分析に、対象区間は、第4章で、車種別の走行特性という視点から分析にそれぞれ用いている。

3. 普通車と大型車の構成比の変動分析

データ概要で示した経路データをもとに、普通車と大型車の走行延長の構成比について、日別、時間帯別、道路リンク距離別の変動について分析を行った。その結果と考察について以下に示す。ちなみに、対象期間中全体の走行延長の構成比は、普通車74%、大型車26%と、普通車の割合が大きくなっていった。

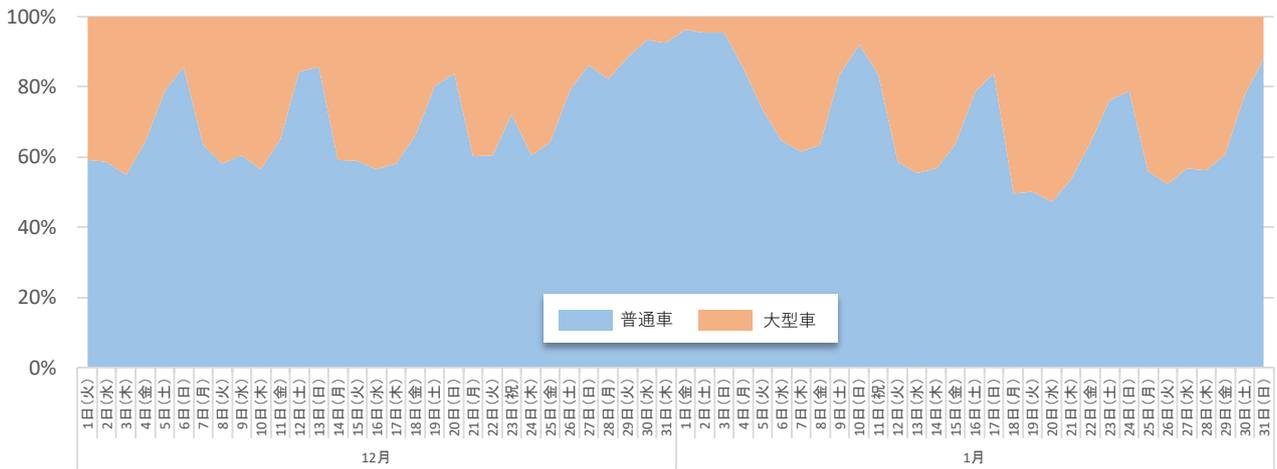


図-3 日別車種構成比

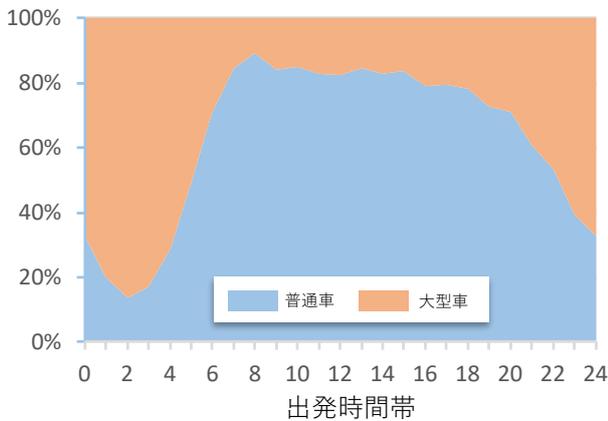


図-4 時間帯別車種構成比

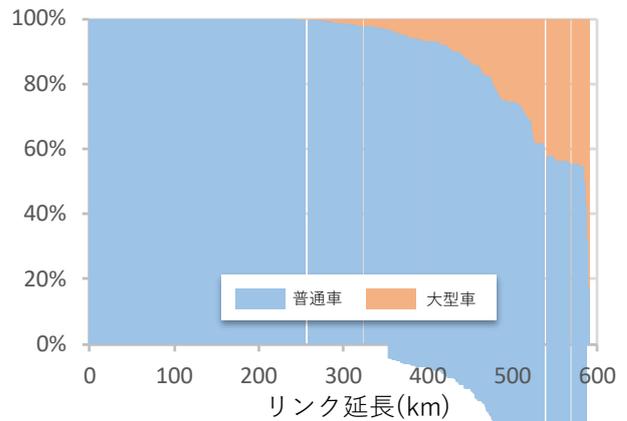


図-5 道路リンク距離別車種構成比

(1) 日別構成比

図-3に日別車種構成比を示す。普通車の割合の変動をみると、60%程度のととき、80%をこえるまで上昇するときを繰り返す周期的な変動があることがわかった。これは、休日に事業用トラックなどの大型車が減少するのに対して、余暇・レジャー利用により普通車が増加するためと考えられる。特に、12月27日から1月4日までは、普通車の割合が90%程度まで上昇している。これは年末年始の影響によりその傾向がさらに顕著にあらわれたものと考えられる。

(2) 時間帯別構成比

図-4 に時間帯別車種構成比を示す。普通車の割合の変動をみると、日中は 80%程度の割合を示すが、夜間は、大きく減少していることがわかる。これは、普通車は日中の移動のみに限定されるが、大型車は、夜間の物流車両の移動もあることからこのような結果になったと考えられる。

(3) 距離別構成比

図-5 に道路リンク別車種構成比を示す。横軸のリンク延長は対象地域内の走行した道路リンク588km が対象となっている。普通車の割合の変動をみると、普通車のみが走行しているリンクが約半分

を占めることがわかる。大型車は、一部の幹線道路に集中しているため、走行している道路リンクは普通車に比べて、限定的であることがわかる。

(4) 本章のまとめ

日別は平日と休日、時間帯別は夜間と昼間、リンクは道路リンクによって、普通車と大型車の構成比が大きく異なることがわかった。今後はこのような特徴を生かした活用が必要である。

4. 普通車と大型車の速度分析

データ概要で示した車両軌跡データ、経路データをもとに、対象区間内の車測速度分布と平均速度分布について、日別、時間帯別、道路リンク別の比較分析を行った。その結果と考察について以下に示す。

また、本章では、降雪時の比較分析を行っているが、降雪の有無については、対象区間近傍の観測地点である気象庁の軽井沢地点の1時間降雨量を用い、1時間降雨量が0.5mm以上の場合の時間帯を「降雪あり」の時間帯として分析を行っている。

(1) 車測速度分布

図-6に車種別速度分布を示す。横軸は車測速度を、縦軸は対象区間内を走行した車測速度1km/hごとの

割合をとっている。最頻値の速度を比較すると、普通車のほうが大型車より高いことがわかる。また、ばらつきを比較すると、大型車のほうが普通車よりばらつきが大きいことがわかる。これは、積み荷の影響などにより、大型車のほうが上り勾配での速度による違いが大きいためと考えられる。

つぎに、降雪時の有無で、普通車と大型車の速度差を比較すると、降雪ありのほうが速度差が小さくなっていることがわかる。悪天候時は、車種による速度差やそのばらつきが小さくなることがわかった。

(2) 時間帯別速度分布

図-7に平常時の時間帯別速度分布を示す。縦軸は対象区間内の走行速度、横軸は対象区間の出発時刻となっている。なお、平常時は、降雪時のデータを取り除いたものとなっている。車種別の速度を比較すると、大型車のほうが普通車より速度が低くなっていた。上り勾配やカーブ区間は、積載量や運転の習熟度によって、走行速度のばらつきが大きいためと考えられる。つぎに、大型車の時間帯別の分散を比較すると、昼間よりも夜間（特に0～6時）の方が速度のばらつきが大きくなっていた。これは、夜間に走行している場合、重い荷物がある場合が多く、走行速度が低下する車両多いためと考えられる。

(3) 日別平均速度の変動

図-8に車種別日別平均速度分布を示す。縦軸は対象区間内の日別の平均速度となっている。普通車と大型車の速度の推移をみると、いくつかの日で速度が低下していた。特に、1月18日は34.0mm、1月20日は14.0mmと降雪が多くあったため、その影響が大きくみられたと考えられる。また、1月13日も速度が低下していた。この日は、スキーバス事故の日であり、普通車、大型車とも、事故による規制等の影響で、速度を落として走行があったと考えられる。

(4) 距離帯別平均速度の比較

図-9に車種別距離帯別昼夜別平均速度分布を示す。距離帯は100mごとに区分して、平均値を算出した。距離帯別の速度の変動をみると、普通車、大型車とも大きく変動していることがわかる。これは、カーブ区間の連続によって、加減速を繰り返しているためと考えられる。車種別の速度を比較すると、大型車のほうが普通車より常に低いことがわかる。どの距離帯においても普通車の速度が高く、走行特性が大きく異なることがわかった。

昼夜別で比較すると、夜間のほうが昼間より速度が低下していた。これは、夜間の視認性の悪さから普通車、大型車とも減速して走行していると考えられる。特に大型車では、どの区間でも速度が低下する傾向がみられた。

図-10に車種別距離帯別降雪の有無別平均速度分布を示す。降雪の有無で比較すると、降雪時ほどの

区間でも大きく速度が低下していることがわかる。さらに、速度差を車種別で比較すると、普通車のほうが大型車より速度低下が大きいことがわかる。特に10,000m区間より先では、速度差が大きくなっていた。これは、下り区間では、スリップを警戒して、慎重に走行しているためと考えられる。

(5) 縦断勾配別平均速度分布

図-11に縦断勾配別平均速度分布を示す。勾配が下り勾配から上り勾配になるに従って、普通車、大型車とも速度が低下する傾向がみられた。さらに、上り勾配が急な区間に限定すると、普通車、大型車とも速度にばらつきがみられた。これは、カーブ区間では、同じ勾配でも曲率に変化があるため、平均速度に差が生じると考えられる。

図-12に降雪ありの縦断勾配別平均速度分布を示す。図-11と降雪有無で比較すると、降雪時はどの区間でも大きく速度が低下していることがわかる。さらに、速度差を車種別で比較すると、普通車のほうが大型車より速度低下が大きいことがわかった。

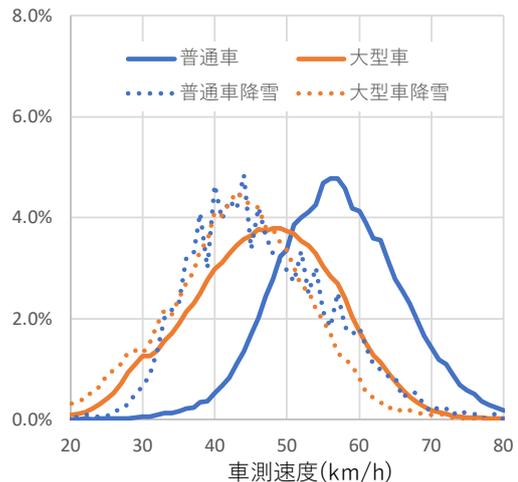


図-6 車種別車測速度分布

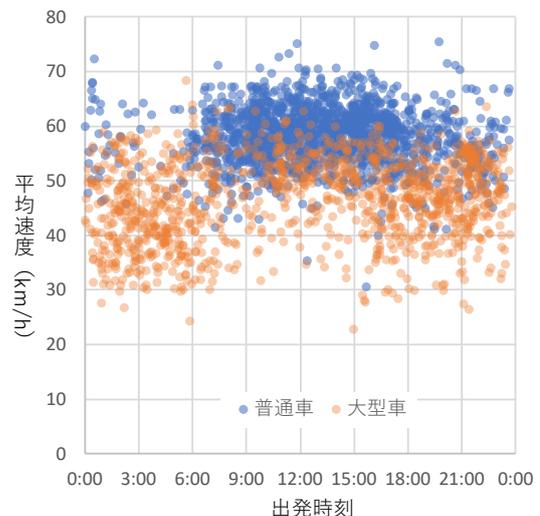


図-7 平常時の時間帯別速度分布

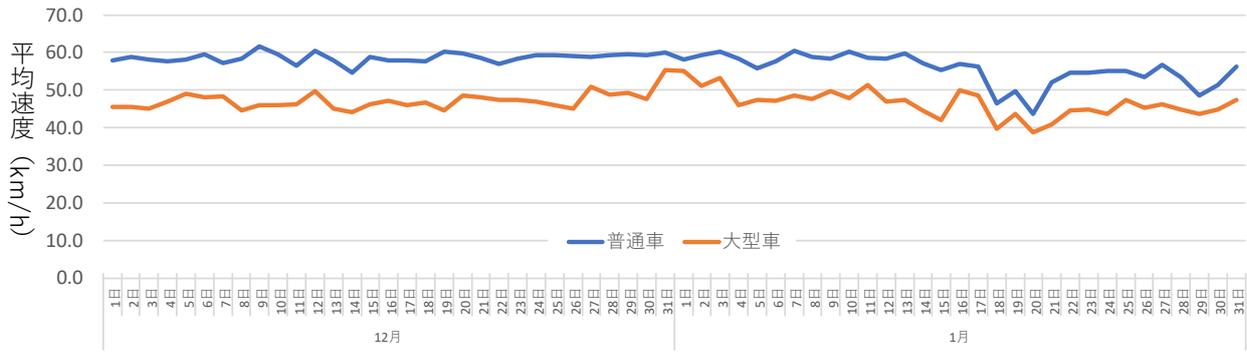


図-8 車種別日別平均速度分布

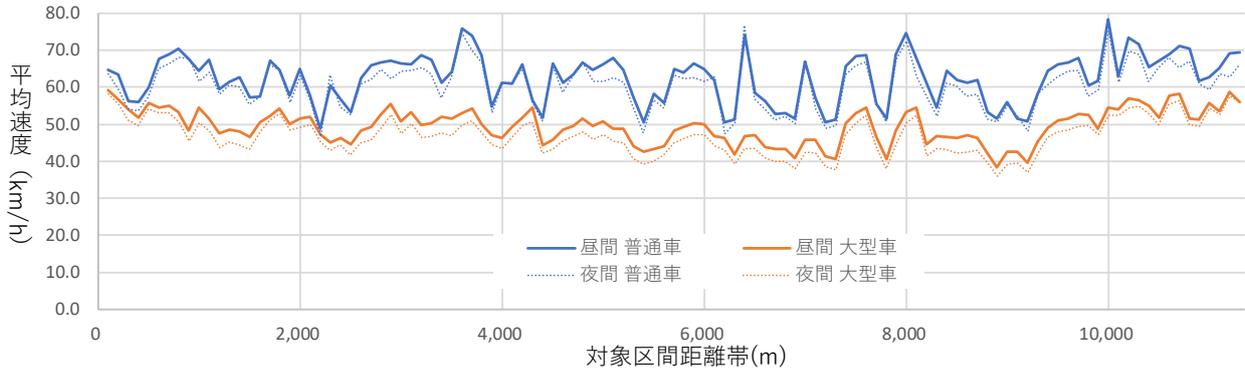


図-9 車種別距離帯別昼夜別平均速度分布

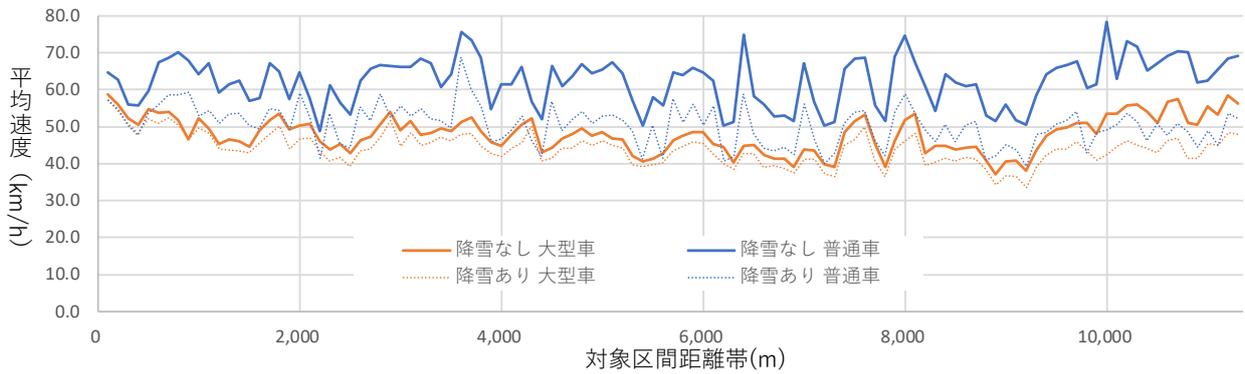


図-10 車種別距離帯別降雪の有無別平均速度分布

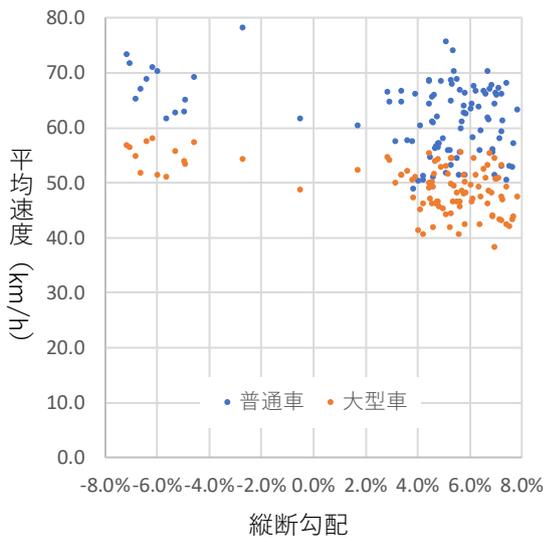


図-11 縦断勾配別平均速度分布

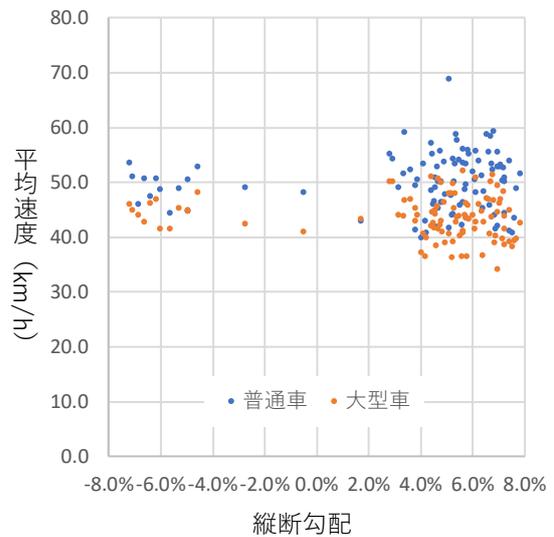


図-12 降雪ありの縦断勾配別平均速度分布

5. まとめ

本研究では、碓氷バイパス入山峠の対象区間とその周辺を対象地域とし、普通車と大型車の車両走行データの比較分析を行った。その結果、車種構成比の変動分析では、日別は平日と休日、時間帯別は夜間と昼間、リンクは道路リンクによって、普通車と大型車の構成比が大きく異なることを示した。速度分析では、山地部のカーブの多い区間では、平均速度は大型車のほうが速度が低く、ばらつきも大きいことを示した。さらに、夜間時は大型車の速度低下が大きく、降雪時は普通車の速度が大きく大型車と同程度まで速度が低下することを示した。

今後は、旅行時間情報の生成や事故リスクの検討などを目的とし、普通車と大型車の特徴を考慮した融合活用の可能性について示していきたい。

謝辞：本研究は国立研究開発法人理化学研究所 委託事業「実世界ビッグデータ利活用のための高性能データ融合解析技術の研究開発」およびJSPS科研費26220906の助成を受けたものである。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- 1) Patire, A. D., Wright, M., Prodhomme, B. and Bayen, A.M.: How much GPS data do we need?, *Transportation Research Part C, Vol. 58, Part B, pp.325-342, 2015.*
- 2) 三谷卓摩, 川崎洋輔, 原祐輔, 竹之内篤, 桑原雅夫: 商用車プローブデータを用いた渋滞時の車両挙動分析, *土木計画学研究発表会, Vol.53, 2016.*
- 3) 三谷卓摩, 川崎洋輔, 原祐輔, 竹之内篤, 桑原雅夫: 大型車と普通車のプローブデータを活用した旅行時間および旅行速度の評価, *ITS シンポジウム, Vol.13, 2015.*
- 4) Solomon, D.: Accidents on main rural highways related to speed, driver, and vehicle, *Transportation Research Board, Vol. 44, 1964.*
- 5) 島田孝司, 平賀典生: 商用車プローブデータ他のデータ提供における品質の担保, *人間工学, Vol. 50, pp.S82-S83, 2015.*