

モバイル空間統計を用いた都市鉄道の運休・遅延が利用者に及ぼす影響分析 —2016 年 1 月の首都圏降雪時を対象として—

日本大学大学院 学生会員 ○中川 拓朗
日本大学理工学部 正会員 金子雄一郎
日本大学理工学部 長屋 知希

1. はじめに

わが国は三大都市圏を中心に鉄道ネットワークが整備されてきており、通勤や通学、業務、私事等での移動に不可欠な交通手段となっている。それが故に、ひとたび運休や遅延が発生すると、利用者には時間損失や機会逸失などの影響を及ぼす。特に東京圏は鉄道の利用が圏域全体で約 30%、東京区部では約 48%と高いことから、その影響は甚大である。

列車の運休や遅延が発生した場合の影響度については、鉄道事業者によって影響人員が公表されることが多いが、対象は自線内に留まることが一般的である。大規模な輸送トラブルや気象災害等の場合、影響が広範囲かつ長時間に及ぶことも多いが、このような時空間的な状況は必ずしも把握されていない。

一方、近年の ICT の進展にともない、交通分野においてもビッグデータの活用環境が整備されつつある。このうち携帯電話の位置情報を基にした NTT ドコモのモバイル空間統計は、特定エリアにおける 1 時間ごとの滞在人口を把握できることから、災害時の交通流動の分析などにも活用されている^{2) 3)}。

そこで本研究ではこのモバイル空間統計を用いて、2016 年 1 月 18 日の未明から発生した首都圏の降雪に伴う列車の運休・遅延事象を対象に、地域別の滞在人口の時空間的な変化を分析することで、利用者への影響を把握することを目的とする。

2. 分析に使用するデータの概要

(1) モバイル空間統計の特徴

モバイル空間統計は NTT ドコモの携帯電話ネットワークの仕組みを使用して作成される人口の統計情報であり、全国の 1 時間ごとの人口分布（性別・年齢層別・居住地域別）を 24 時間 365 日把握可能であ

る。携帯電話の運用データを基に、都道府県別・年齢層別の携帯電話契約率を考慮し、実際に存在した人口を推計する仕組みとなっている。例えば 12 時台の場合、12:00~12:59 の間に滞在した人数となる。なお、あるサンプルが 12 時台に移動して 2 つのエリアで位置登録をした場合、各々のエリアで 1/2 人という数量になり、この数量に拡大係数が付与される。

提供データは最小が 500m メッシュ単位（居住地は最小大字単位）であり、滞在人口の時間的推移、居住地、性年齢構成などを把握できる一方、利用交通機関や来訪頻度、周遊行動（トリップチェーン）は把握できない。

(2) データの使用範囲

本研究では、降雪日である 2016 年 1 月 18 日と、平常時として前週の 1 月 12 日（1 月 11 日が祝日のため翌 12 日とした）と後週の 1 月 25 日の計 3 日分の滞在人口を用いる。集計単位は「市区町村」及び「駅を含む 1km メッシュ」とし、時間帯は 3 時台から 23 時台までの 21 時間帯である。なお、平常時について 1 月 12 日と 25 日の値を比較したところ、両者の比率の平均が 1.00 とほぼ同水準であったことから、後述の分析では 1 月 25 日を平常時とする。

3. 2016 年 1 月の降雪の概況と列車の運行状況

(1) 降雪の概況

気象庁の発表によると、本州の南岸を通過した低気圧の影響により、関東地方南部では 1 月 18 日未明から昼前にかけて雪が降り、大雪となった所があった。この降雪の影響により、鉄道の運休・遅延や航空機の欠航、高速道路の通行止めなど交通障害が発生した。このうち鉄道については、運転休止やダイヤの大幅な乱れがあり、通勤・通学時の利用者に多

大な影響が発生したことから、国土交通省が1月22日に「首都圏における降雪時の鉄道旅客輸送に関する連絡会議」を開催し、降雪時（特に大雪）の各鉄道事業者の対応状況を共有するとともに、利用者への情報提供のあり方について意見交換を行っている。

（２）列車の運行状況

1月18日の東京圏のJR・大手民鉄等の運行状況については、上記の連絡会議の配付資料に整理されており、これを表-1に示す。これより運行本数が平常時の半数以下の線区は、JR東日本の青梅線、八高線、川越線（川越～高麗川）が5割未満、東武東上線・越生線が4割程度、京王電鉄京王線が3割程度、東急池上線・多摩川線が4割程度となっている。

また、その他の線区では、西武鉄道が7割程度、小田急電鉄が6割程度、東急田園都市線・大井町線が6割程度と、東京圏の西部及び北部地域を中心に運行本数が削減されていることがわかる。なお、運行本数の減少に起因して、多くの線区で大幅な遅延が発生したことが報告されている。

表-1 2016年1月の降雪時の主な線区別運行状況

事業者名	線区名	運行本数
JR東日本	山手線、東海道線、総武快速横須賀線、常磐線（快速線、緩行線）、京葉線、南武線	概ね通常レベル
	京浜東北根岸線、中央快速線、中央総武各駅停車、埼京線、宇都宮線、高崎線、武蔵野線、横浜線、五日市線、川越線（大宮～川越）、相模線	5割以上
	青梅線、八高線、川越線（川越～高麗川）	5割未満
東武鉄道	伊勢崎線、野田線、鬼怒川線	7割程度
	東上本線、越生線	4割程度
西武鉄道		7割程度
京成電鉄		9割程度
京王電鉄	京王線	3割程度
	井の頭線	6割程度
小田急電鉄		6割程度
東急電鉄	目黒線・世田谷線	10割程度
	東横線	8割程度
	田園都市線・大井町線	6割程度
	池上線・多摩川線	4割程度
京急電鉄		7～8割

出典：国土交通省：「首都圏における降雪時の鉄道旅客輸送に関する連絡会議」資料より作成。

4. 運休・遅延による鉄道利用者への影響分析

（１）分析方法

上術したような朝間時間帯における列車の運行本数の削減やそれに伴う遅延の発生は、通勤・通学行動へ大きな影響を及ぼしたものと想定される。具体的には、最寄駅や乗換駅における待ち時間の増大、改札への入場規制等に伴う駅付近での人の滞留、駅周辺の施設や自宅等での待機などが発生したことが、

新聞やニュース等で報道されている。しかしこれらの情報は地域を限定したものが大半であり、東京圏全域の状況を把握できるものではない。

そのため本研究では、携帯電話の位置情報を活用した人口統計であるモバイル空間統計を用いて、「市区町村単位」及び「駅を含む1kmメッシュ単位」での滞在人口を1時間ごとに把握し、平常時の人口と比較することで、駅及び周辺での滞留や自宅等での待機状況、勤務先への出勤状況などを把握する。

（２）市区町村別の滞在人口の変化

図-1は、降雪時（1月18日）と平常時（1月25日）の市区町村別の滞在人口の差分を1時間ごとに算出し、GIS上に示したものである。これより、東京の西部地域（東京多摩部、神奈川県、埼玉県）や北部地域を中心に平常時より滞在人口が増加していること、一方で東部地域（千葉県）はほとんど増加がみられず、東京都心部は減少していることがわかる。

また、図-2は平常時と降雪時の滞在人口を比較したものである。これより8時台から10時台にかけて、両者の間で乖離が大きくなっていることがわかる。具体的に、RMSE（Root Mean Square Error：平方根平均二乗誤差）を算出すると、9時台が17.88と最も高く、次いで10時台の14.71、8時台が14.07となっており、特に滞在人口規模が40万人以上の市区で乖離が大きくなっていることがわかる。

以上より、地域別に滞在人口の増減が発生していることが明らかとなったが、これを端的に示したのが図-3である。これより、東京都（区部）では降雪時の滞在人口が平常時から大きく減少（図では負値）しているのに対して、その他の地域はいずれも滞在人口が増加（図では正値）していることがわかる。この傾向は9時台をピークとして徐々に縮小しているものの、12時台でも一定の増減がみられる。東京都（区部）は事業所が集積している地域であり、列車の運休や遅延によって勤務先へ到達できない人が多く発生したことが推察される。

（３）個別の地域における状況

（２）で示した全域的な傾向を踏まえ、特徴的な地域の状況をみていく。図-4は、東京都千代田区の滞在人口の推移を示したものである。時間の経過とともに滞在人口が増加しているものの、降雪時は平

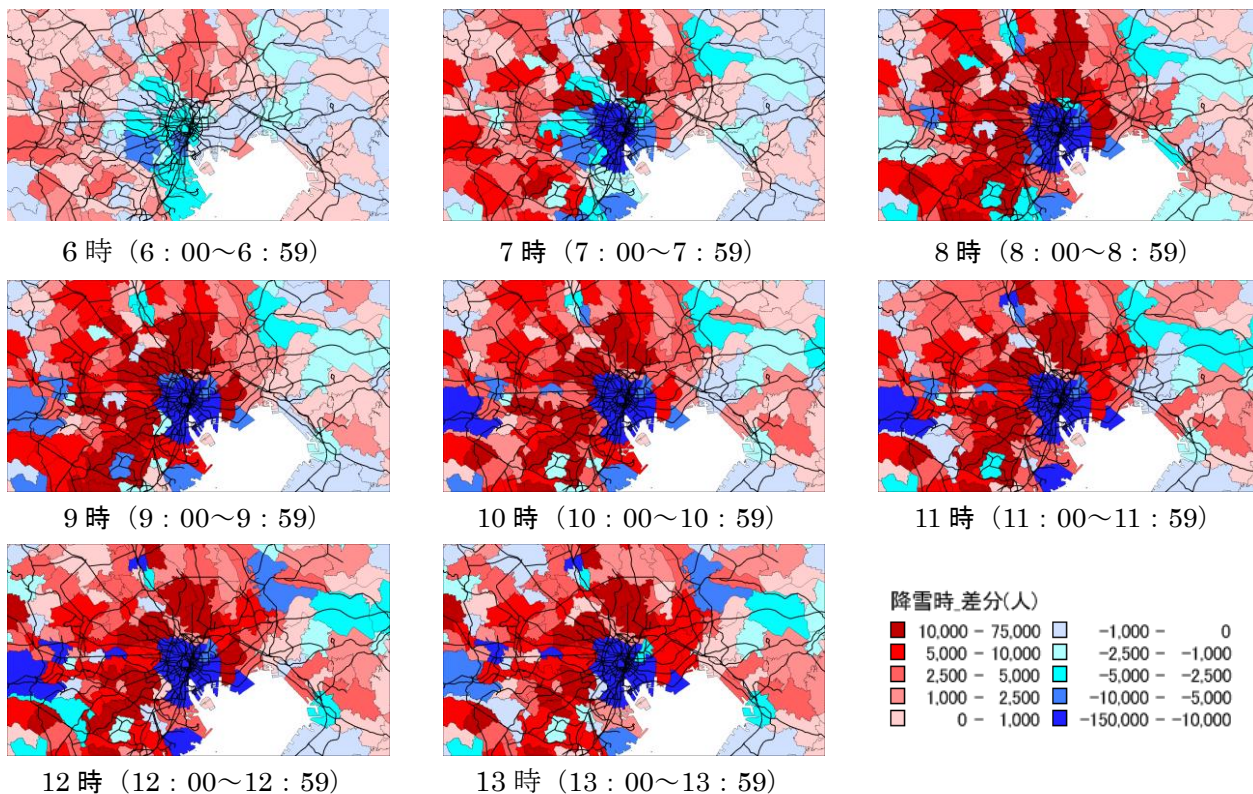


図-1 降雪時と平常時の滞在人口の差分 (6 時台～13 時台・市区町村別)

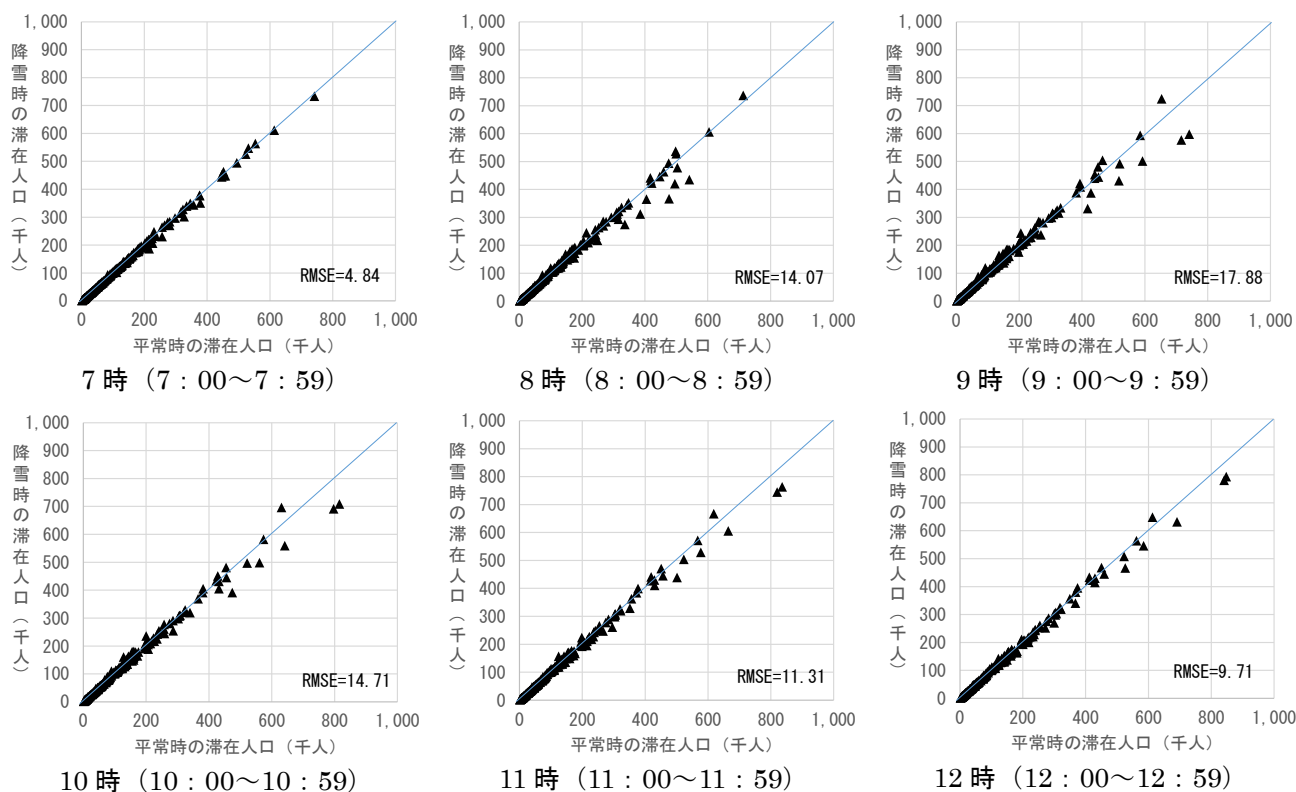


図-2 降雪時と平常時の滞在人口の関係 (7 時台～12 時台・市区町村別)

常時と比較して常に下回っていることがわかる。このような傾向は、隣接する中央区や港区（いわゆる都心3区）でも同様であった。

一方、図-5 は、運行本数が平常時の3割程度であ

った京王線沿線にある調布市の滞在人口の推移を示したものである。降雪時の滞在人口が10時台まではほぼ一定で推移しており、駅周辺に滞留もしくは自宅等で待機していたことが推察される。

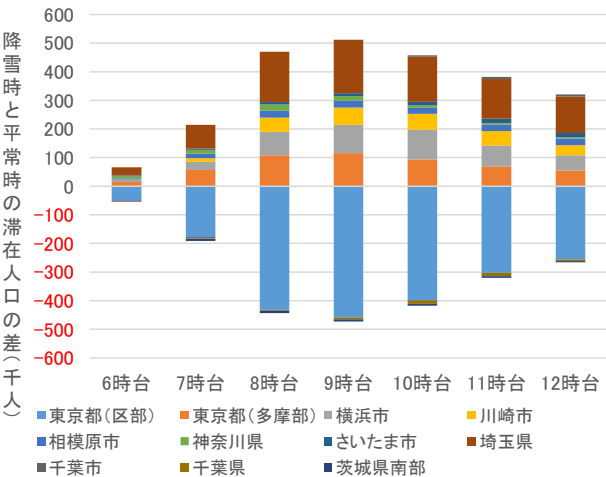


図-3 地域別の降雪時と平常時の滞在人口の差分

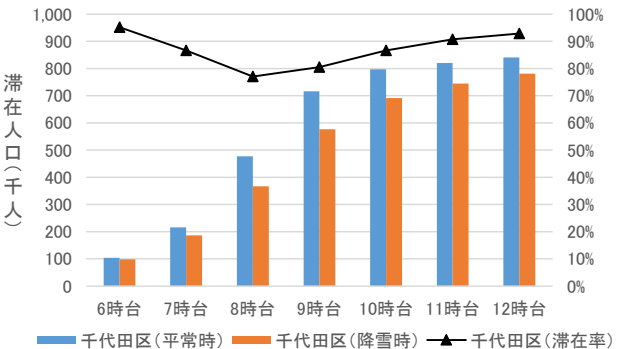


図-4 降雪時と平常時の滞在人口の推移（千代田区）

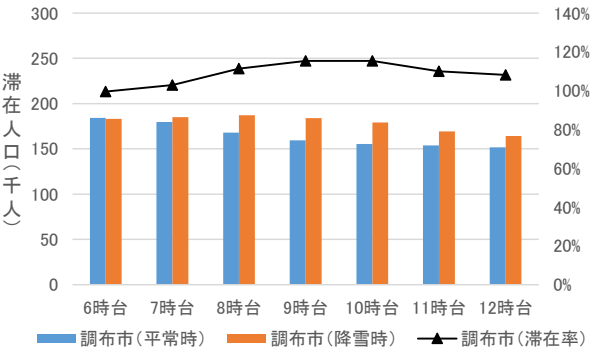


図-5 降雪時と平常時の滞在人口の推移（調布市）

（４）駅を含む1kmメッシュ内の滞在人口の変化

表-2 は、降雪時と平常時の駅を含む 1km メッシュ内の滞在人口の差分が 5,000 人以上の駅を示したものである。なお、メッシュの位置によって、複数の駅が含まれる場合もある。これより、いずれも東京圏の西部及び北部地域にある駅であり、運休や遅延にともない駅付近に滞留している状況が推察される。また、14 駅中 8 駅が他線との乗換駅であり、利用者が集中しやすい傾向がうかがえる。

表-2 駅を含む 1km メッシュ内の滞在人口の差分 (5,000 人以上の駅)

駅名	平常時との差分(人)
東急東横線 綱島駅	9,421
東急田園都市線 溝の口駅・梶ヶ谷駅	8,727
JR南武線 武蔵溝ノ口駅	7,883
東武東上線 朝霞台駅・JR武蔵野線 北朝霞駅	6,893
東急田園都市線 鷺沼駅	6,846
東急田園都市線・横浜市営地下鉄 あざみ野駅	6,281
西武新宿線 鷺ノ宮駅・都立家政駅	6,253
JR宇都宮線・高崎線・京浜東北線・埼京線 赤羽駅	6,210
JR中央線 武蔵小金井駅	5,791
東急田園都市線・世田谷線 三軒茶屋駅	5,349
小田急電鉄・相模鉄道・横浜市営地下鉄 湘南台駅	5,238
京王線・JR南武線 分倍河原駅	5,208
東急田園都市線 宮崎台駅	5,069
京王線 千歳烏山駅・芦花公園駅	5,016
東急東横線・多摩川線 多摩川駅	

5. おわりに

本研究ではモバイル空間統計を用いて、2016 年 1 月の首都圏の降雪に伴う列車の運休・遅延を対象に、地域別の滞在人口の時空間的な変化を分析した。その結果、8 時台～10 時台を中心に東京圏の西部及び北部地域で平常時より滞在人口が増加した一方、都区部では滞在人口が減少している状況が明らかになった。このことは、駅周辺での滞留や自宅等での待機や勤務先に到達できない状況が発生していたことを示唆するものである。

今後の課題として、線区別の運行状況と滞在人口との関係を詳細に分析することが挙げられる。

付記

本研究の一部は、科学研究費助成事業基盤研究 C の支援を受けて実施したものである。

参考文献

- 1) 東京都市圏交通計画協議会：パーソントリップ調査からみた東京都市圏の都市交通に関する課題と対応の方向性，2012。
- 2) 金子辰也・神戸大輝・浅田拓海・有村幹治：交通ビッグデータを用いた平成 28 年台風 10 号道路ネットワーク被害に関する基礎的分析，土木計画学研究・講演集，Vol.55，2017。
- 3) 佐々木邦明・秦康範：2014 年関東大雪時の山梨県内の状況とその後の復旧における課題，土木計画学研究・講演集，Vol.55，2017。