GPS 人流ビッグデータを活用した 移動実態の推定に関する分析 ～会津若松市中心部を事例として～

関塚　貴一[1]・林　利充[2]

[1]正会員　東日本旅客鉄道株式会社　東北建設プロジェクトマネジメントオフィス

（〒980-8580 宮城県仙台市青葉区五橋一丁目 1 番 1 号）
E-mail: k-sekizuka@jreast.co.jp

[2]正会員　東日本旅客鉄道株式会社　東北建設プロジェクトマネジメントオフィス

（〒980-8580 宮城県仙台市青葉区五橋一丁目 1 番 1 号）
E-mail: toshimitsu-hayashi@jreast.co.jp

地域の施策検討を行う事業者等にとって，居住者・来街者等の交通手段や流出入方面といった移動状況を把握することは基礎的情報の 1 つとなる．しかし，複数の公共交通事業者から必要なデータを都度収集することは現実的でない．そこで，本研究では携帯電話の GPS 位置情報を元にした人流ビッグデータに着目して移動実態の推定を行い，汎用性の高い手法の構築に向けた検討を行った．今回は，福島県会津若松市を事例として，一定期間内における中心市街地への来訪者を対象に居住地等の属性や流出入方面 ・利用交通手段を推定することにより，交通行動の全体像の把握を試みた． 結果として，会津若松市中心部への来訪者の交通行動の傾向を明らかにするとともに，分析手法の妥当性等も含めて今後の展望について考察した．

Key Words: *GPS 位置情報，人流ビッグデータ，移動実態，交通手段，流出入方面*

1. はじめに

東北地方の中心都市について，鉄道駅と市街地の位置関係を捉えてみると，中心駅と中心市街地が地理的に離れているケースがしばしばみられる．鉄道整備が市街地を避けて行われたこともあり，全国各地においても同様の傾向が見られる．一方で，近年は人口減少や高齢社会の流れを汲むことと相まって，コンパクトシティ化や公共交通再編等と併せて駅を中心としたまちづくりを推進する機運が一層の高まりを見せている．これらまちづくり計画の策定においては，現状の交通ネットワークの使われ方や交通結節点機能を把握しておくことが重要であり，中心駅から中心市街地への移動時の交通手段選択や自動車利用時における高速道路・一般道の経路選択が例として挙げられる．さらに広域的に捉えれば，都市間移動の代表交通手段や経路選択も該当する．持続可能なまちづくりや公共交通の維持，二次交通との連携強化の検討のために，交通行動に関連する情報の取得・分析を行うことへの社会的ニーズは年々増加していると言える．

情報取得に関して言えば，ICT 技術の進展により，各サービスを提供する公共交通事業者が独自に多種多様なデータ収集に取り組むケースも多くなった．しかし，中心市街地に流出入する交通行動の全体像を把握するために，都度事業者を跨いでデータを集約することは，労力やセキュリティを考慮しても現実的ではない．これまでは交通行動の概要を把握できる PT 調査データが多く用いられてきたが，OD や交通手段，移動目的がわかるもののルート情報は不明であり，ある地点に対する相対的な流出入方向など空間的な拡がりを表す情報は持ち得ていない．また，PT 調査自体が比較的人口規模の大きい都市圏で実施されることが多く，地方都市を含めて全国を網羅しきれていないことや，実施頻度，サンプル率の低さ，調査費用等も課題である．一方で，総合都市交通体系調査におけるビッグデータ活用の手引き [1]によれば，交通行動を抽出できるデータが複数あることが述べられており，近年進展しているプローブデータや携帯電話の基地

局情報，GPS 位置情報等を活用したビッグデータは，位置情報を測位できる携帯端末の普及率やサンプルに対する拡大係数等による影響こそ受けるが，地理的な影響が少なく全国的に常時取得可能であるという特徴がある [2]．交通行動の全体像の把握には，OD 情報に加えて空間的な拡がりを捉えることやデータの取得頻度・場所に影響を受けない汎用性を有することが望ましい．特に，東北地方のように地方都市を対象として分析をする場合には，人流ビッグデータの活用が適していると推察される．実際，全国各地域を対象として，これらの携帯端末から取得できるビッグデータを活用した行動分析も頻繁に実施されている [3),4),5),6),7),8),9),10),11),12),13),14),15),16),17),18),19),20),21),22),23),24),25),26),27),28),29),30)]．しかし，基地局データと PT 調査データの相関についての分析は多く行われているものの，GPS 位置情報データを用いた交通手段判定や移動経路に関する分析は少ないため，今回はその詳細に着目し，移動実態の推定に関する分析を行った．

2. GPS 位置情報ﾃﾞｰﾀの概要と流出入方面の考え方

(1) GPS 位置情報データの基本情報

GPS 位置情報データは，連続的に測位した位置情報から一連の移動・滞在を推定することができ，今回は㈱ゼンリンデータコムが提供する混雑統計®[注 1)]を使用した．混雑統計®では，GPS 位置情報が高精度に得られるが，位置情報を取得しているユーザの数が全人口に対して約 4%程度（2019 年 11 月時点）であることから，サンプル数を各地域の人口に応じて拡大推計を行っている．拡大推計とは，観測された限定的なサンプル数から母集団全体の人数を類推するために居住人口に基づく拡大処理を行う操作である．なお，本データはおよそ 5 分間隔で測位された位置情報を取得できるが，個人を特定するような情報は付与されていない．そこで，次節以降の考え方により，交通行動に基づく属性情報を付与することとした．本分析では，前処理によって提供時点で属性情報が付与された状態のデータを用いている．

(2) 滞在属性の付与

任意に設定した特定のエリアにおいて，一定期間内に測位されたユーザを母集団として，最も基本的な属性情報である居住地の推定を行い，滞在属性を付与する．**図-1** に示す通り，ユーザごとに月単位で滞在回数を集計し，最も多く滞在している地点を居住地と推定する．推定居住地が設定エリアに含まれている場合，そのユーザに居住者の属性を付与する．また，２番目に多く滞在している地点を通勤通学地と推定する．最頻値が設定エリアの外であり，２番目に多く滞在している地点が設定エリア内に位置する場合は，通勤通学者の属性を付与する．推

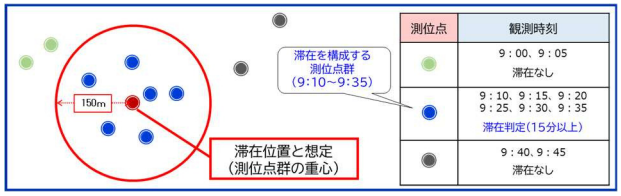


図-1 居住地・通勤通学地の推定イメージ

定居住地及び推定通勤通学地のいずれも設定エリア外に位置し，居住者及び通勤通学者以外となるユーザについては，私用や買い物，出張等の目的で設定エリアを来訪したと推察でき，これらを総じて来街者の属性を付与する．ただし，滞在属性は，GPS 位置情報のみに基づく推定から付与しているものであり，実際とは異なる可能性があることに留意が必要である．

(3) 流出入方面・交通手段の付与

設定エリアに対し，ユーザがどの方面から，どの交通モードを利用して流出入したかの情報を付与する．連続的に測位される GPS位置情報に対して，**図-2** に示すような仮想通過断面を設定する．設定した断面の通過の有無を判定することで，流出入方面を推定することができる．具体的には，主要な高速道路や一般道，鉄道における任意の位置に断面を設定することで，ユーザーがそのルートを通過したと判定し，特定エリアに流出入する方面と交通手段の推定を行う．なお，GPS 位置情報の測位頻度を含めたデータ処理の都合上，測位誤差等も考慮し，断面によってある程度余裕を持たせて設定している．また，通過断面の設定においては，流出入方面が一意に特定出来るよう，以下の３点に留意する必要がある．

①橋梁や谷部など，通過断面により流出入方面が特定しやすい位置とすること

②複数の道路や鉄道などが重複する位置は避けて，通過断面における交通手段が一意に特定できる位置とすること

③GPS の測位頻度を考慮し，カーブやクランク部のように連続した測位点を繋げた際に，断面を通過しない可能性がある位置を避けること

(4) その他の属性情報の付与

前節にて設定した通過断面から，交通手段が鉄道と判定されたユーザに対しては，さらに設定エリア流出入時に利用した鉄道駅の属性情報を付与する．また，鉄道駅

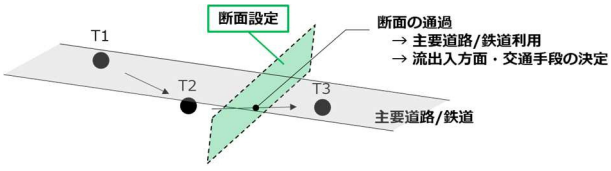


図-2 仮想通過断面の設定

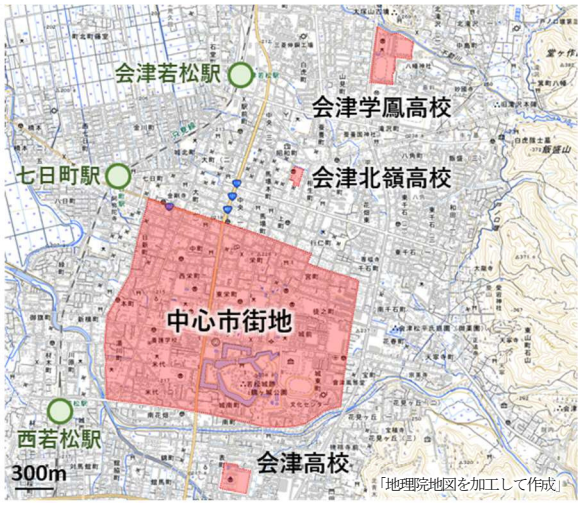


図-3　会津若松市における中心市街地エリア

の利用前後で，時系列の GPS 位置情報から移動速度を算出し，速度に応じて二次交通手段を判定する．今回は，5km/h 未満を徒歩，5km/h～15km/h を低速の車両（自転車等），15km/h 以上を車両（自動車・バス等）の利用として，二次交通手段の属性情報も付与する．このほか推定した居住地に基づく居住地域や曜日（平日/休日），年代についての属性情報も付与する．

3.　実測データを用いた分析

(1)　対象地域の選定

前章の考え方に基づく属性情報付与を実測データに適用する．今回の分析対象地域として，福島県会津若松市を選定した．会津若松市は，福島県会津地域における中心都市であり，東北地方の代表的な観光地でもあることから，来街者が多く訪れる地方都市である．また，周辺の地形から流出入方面が判定しやすい都市であると考えられる．今回は，**図-3** に示す範囲と 3 つの高等学校を中心市街地と定義して，分析対象エリアに設定した．この設定エリアにおいて，2018 年及び 2019 年の 9～11 月の計 6 ヶ月間で 1 回以上測位されたユーザを母集団とした．

(2)　流出入方面と通過断面の設定

図-4 及び **表-1** に示す会津若松市中心市街地に流出入する際の主要な 12 の通過断面を設定することで，流出入方面と代表交通手段（高速道路，一般道，鉄道）を判定する．なお，設定した主要な通過断面以外の道路を通過して中心市街地に流出入する場合もあることから，それらに対して代表断面以外という属性を設定した．また，設定した通過断面を流出入しない内々移動に対しては，断面内移動という属性を設定した．

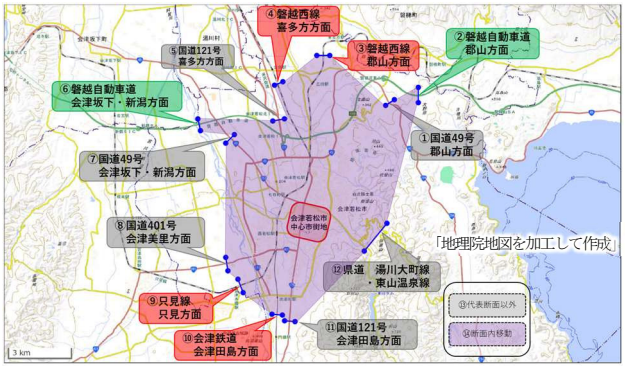


図-4　会津若松市における通過断面の設定

表-1　各断面と流出入方面の関係

方面	通過断面	交通手段
郡山方面	①国道 49 号線郡山方面	一般道
	②磐越自動車道郡山方面	高速道路
	③磐越西線郡山方面	鉄道
喜多方方面	④磐越西線喜多方方面	鉄道
	⑤国道 121 号線喜多方方面	一般道
会津坂下方面	⑥磐越自動車道新潟方面	高速道路
	⑦国道 49 号線新潟方面	一般道
会津美里方面	⑧国道 401 号会津美里方面	一般道
只見方面	⑨只見線只見方面	鉄道
会津田島方面	⑩会津鉄道会津田島方面	鉄道
	⑪国道 121 号線会津田島方面	一般道
東山方面	⑫県道湯川大町線東山温泉線	一般道

(3)　分析結果

a)　全体傾向

滞在属性別平休全日別の 1 日平均滞在者数を **図-5** に示す．居住者は，平休日における変動が小さく，絶対数も

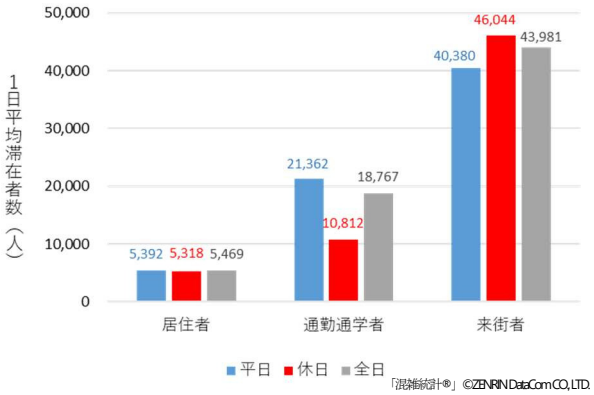


図-5　滞在属性別滞在者数

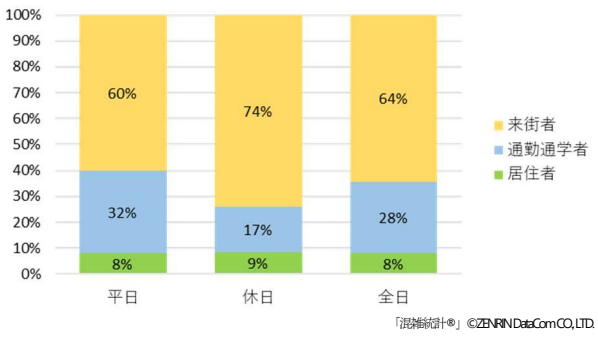


図-6　平休全日別滞在属性割合

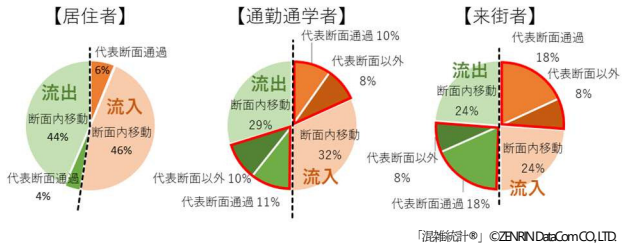


図-7　滞在属性別流出入割合（全日１日平均）

通勤通学者や来街者に比べて少ない．通勤通学者については，平日の約２万人の滞在者数に比べて，休日はその半分程度となっている．対して，来街者は４万人以上の滞在者数となっており，平日に比べて休日の方が多い．これらは，いずれも直感的に理解できる結果である．

平休全日別滞在属性割合を図-6 に示す．地域の中心都市かつ観光地という特性上，平休日ともに来街者が多く滞在者の約６割以上を占めることが分かる．また，通勤通学者は２～３割であり，居住者は１割程度であった．

滞在属性別流出入割合を図-7 に示す．居住者は，断面内の移動が多く，中心市街地を流出入する移動は多くないことが分かる．通勤通学者は，断面外との移動が居住者よりも多いが，代表断面以外の通過も多いため，主要幹線ではなく，渋滞を避けた抜け道や日頃から慣れ親しんだ道を使っていることが想定される．一方で，来街者は，設定した通過断面を通る傾向にある．主要幹線を通る交通手段を利用していることや，自ら運転する場合でも街の構造に不慣れでカーナビ等のルート案内に従っていることが想定される．これらについても直感的に理解できる結果となった．

b)　居住者における傾向

居住者に着目した傾向について，居住者の断面別割合を図-8 に示す．居住者は，断面内移動が多く，断面外との移動も一般道の利用が多いことが分かる．

c)　通勤通学者における傾向

通勤通学者の断面別割合を図-9，方面別の流出入者数を図-10，推定居住地内訳を図-11 に示す．通勤通学者は，断面内移動，代表断面以外が大半を占めているが，主要断面では，郡山・喜多方・会津坂下・会津美里方面との流動が多いことが分かる．鉄道では，磐越西線喜多方方面と只見線で同程度の流動がある．また，通勤通学者の大多数が会津若松市を中心とする会津地域に居住しており，地域外からの通勤通学はほとんどないことが分かる．なお，会津地域には会津若松市，会津坂下町，湯川村，会津美里町，喜多方市，西会津町，北塩原村，磐梯町，猪苗代町，柳津町，三島町，金山町，昭和村の 13 市町村が属している．

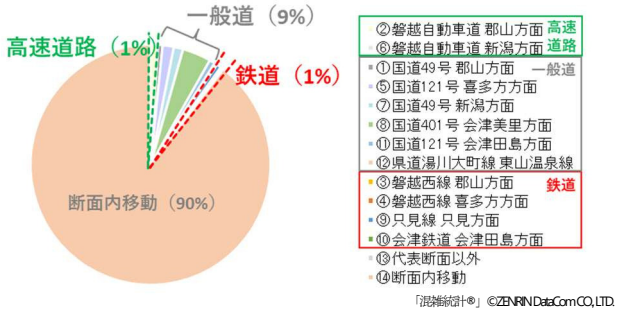


図-8　居住者の断面別割合（全日１日平均）

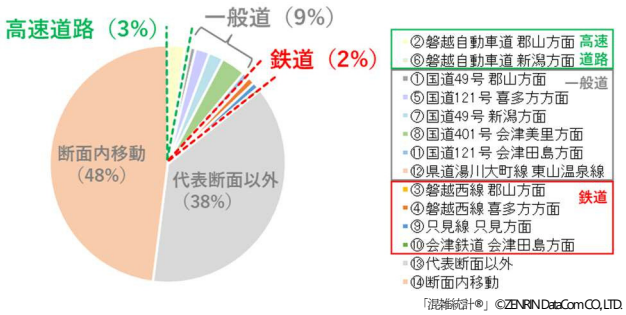


図-9　通勤通学者の断面別割合（平日１日平均）

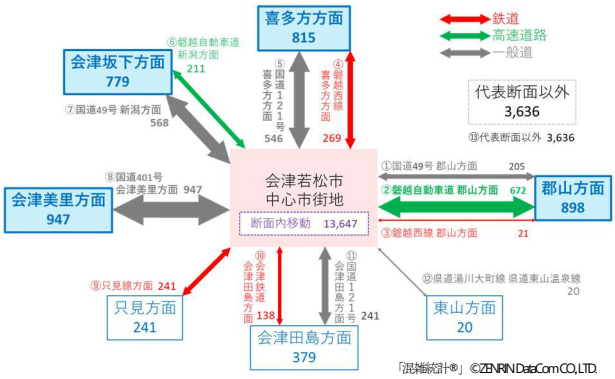


図-10　通勤通学者の方面別流出入者数（平日１日平均）

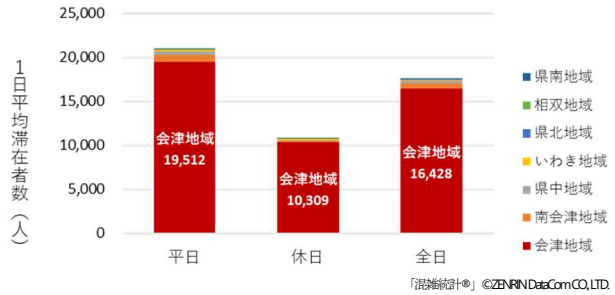


図-11　通勤通学者の推定居住地内訳（福島県内）

d)　来街者における傾向

来街者の断面別割合を図-12，方面別の流出入者数を図-13，推定居住地内訳を図-14 に示す．来街者は，磐越自動車道郡山方面との流動が多く，高速道路の分担率が高い．鉄道では磐越西線郡山方面と会津鉄道の流動が多く，一般道では休日における会津田島方面との流動が多

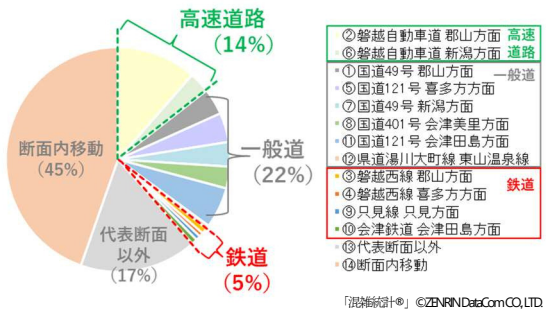


図-12　来街者の断面別割合（休日 1 日平均）

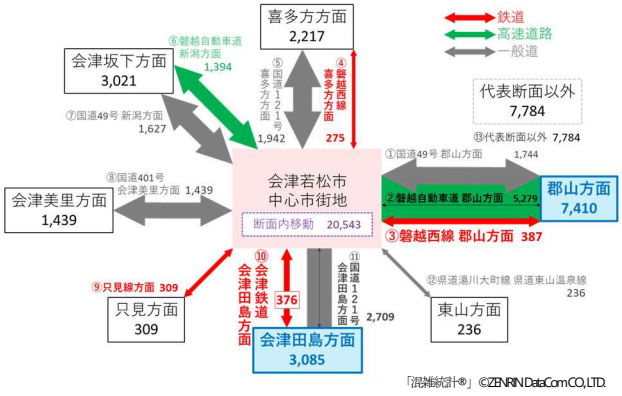


図-13　来街者の方面別流出入者数（休日 1 日平均）

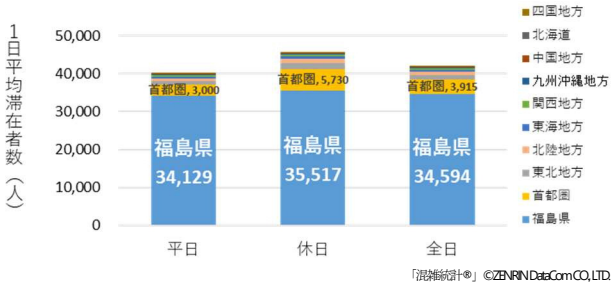


図-14　来街者の推定居住地内訳

くなっていることから，私用，買い物，観光等の需要と想定される．推定居住地を地方別にみると，首都圏からも一定の来街者が存在し，会津地域外からの長距離移動に関する流動もあることがみてとれる．

e)　二次交通手段（アクセス・イグレス）の傾向

滞在属性別に利用した鉄道駅と二次交通手段（アクセス・イグレス）を**図-15** に示す．いずれも駅利用前後は車両（自動車・バス・自転車等）での移動が多く，中心市街地が鉄道駅から離れていることが要因と考えられる．通勤通学者については，中心市街地に比較的近い西若松駅の利用も多く日常的に利用されているが，来街者は会津若松駅の利用が多い．また，駅別に二次交通手段をみると，中心駅である会津若松駅は他の駅と比べて徒歩が多いことが分かる．

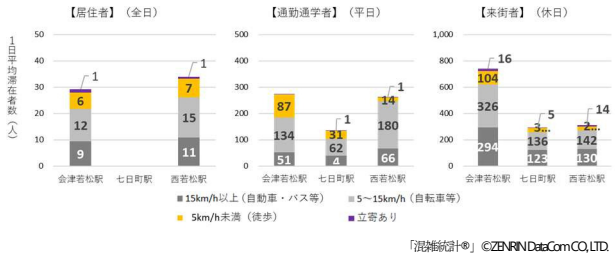


図-15　二次交通手段（アクセス・イグレス）の傾向

(4)　考察

GPS位置情報による人流ビッグデータを活用し，ユーザに対して推定居住地や流出入方面などの属性情報を付与し，属性別の集計により移動実態の推定に関する分析を試みた．その結果，以下知見を得ることができた．

a)　滞在属性の推定

月単位の滞在回数から居住地や通勤通学地の推定を行った．属性ごとに平休別の移動情報を集計することで，滞在属性による流動傾向を示した．その結果，直感的にも理解できる傾向が得られたことから，今回の処理は一定の妥当性を有すると考えることができる．

b)　代表交通手段の推定

連続的に測位したGPS位置情報に対し，会津若松市を対象として流出入の通過断面を設定することで，流出入方面や代表交通手段の推定を行うとともに，属性として付与した．鉄道利用者については，利用駅の判定も行うことができ，二次交通手段と組み合わせて鉄道利用前後の移動も推定することができた．ただし，交通手段のより詳細な情報である列車区分（普通，優等）や車種（自家用車，レンタカー，高速バス等）の判定まではできなかった．また，代表交通手段と二次交通手段の紐づけも可能ではあるが，移動速度のみでは，渋滞や信号待ち等の影響を受けることから，徒歩，自転車，車，タクシー，路線バス等のより詳細な二次交通手段の判定には課題が残る．

c)　他の人流ビッグデータとの比較による妥当性の確認

前章において推定した移動実態と他データとの比較を行うことで，妥当性について確認する．国土交通省が提供するAgoop社のGPS位置情報データを元にした全国の人流オープンデータ（2019年9～11月終日平均値）及び，NTTドコモ社のモバイル空間統計データを元にした地域経済分析システムRESASの滞在人口（From-to分析（滞在人口）2018・2019年9～11月 15歳以上80歳未満総数 14時平均値）と比較した結果を**表-2**に示す．発着地の割合は概ね一致しており，データの傾向としては同様となった．参考として，人流オープンデータとRESASの滞在人口，

表-2　他の人流ビッグデータとの比較

	混雑統計®（中心市街地のみ）			人流OPデータ滞在人口（会津若松市全域）			RESAS 滞在人口（会津若松市全域）			中心市街地/市全域	
										混雑/OP	混雑/RESAS
平日	会津地域内	28,191	84%	市内	107,262	81%	会津地域内	91,660	86%	26%	31%
	県内	2,051	6%	県内	19,793	15%	県内	8,674	8%	10%	24%
	東北地方	419	1%	東北地方	2,253	2%	東北地方	1,120	1%	19%	37%
	他地方	2,774	8%	他地方	3,486	3%	他地方	5,042	5%	80%	55%
	総計	33,435	100%	総計	132,794	100%	総計	106,495	100%	25%	31%
休日	会津地域内	23,173	75%	市内	103,705	80%	会津地域内	87,213	83%	22%	27%
	県内	2,606	8%	県内	17,004	13%	県内	10,033	10%	15%	26%
	東北地方	742	2%	東北地方	3,356	3%	東北地方	1,259	1%	22%	59%
	他地方	4,356	14%	他地方	6,043	5%	他地方	6,520	6%	72%	67%
	総計	30,876	100%	総計	130,108	100%	総計	105,025	100%	24%	29%
全日	会津地域内	26,509	80%	市内	106,032	80%	会津地域内	90,170	85%	25%	29%
	県内	2,237	7%	県内	18,845	14%	県内	9,130	9%	12%	24%
	東北地方	527	2%	東北地方	2,633	2%	東北地方	1,166	1%	20%	45%
	他地方	3,775	11%	他地方	4,367	3%	他地方	5,537	5%	86%	68%
	総計	33,047	100%	総計	131,877	100%	総計	106,003	100%	25%	31%

混雑統計®を用いて，会津若松市全域に対する中心市街地への流動割合を算出したところ，約３割という結果であった．

次に，**図-16**に示す中心市街地とこれを概ね包括するメッシュを集計範囲とした全国の人流オープンデータ（2019年9～11月終日平均値）との比較を**表-3**に示す．全国の人流オープンデータの数値は，単位時間あたりの平均値であるため，混雑統計®も流出入によるダブルカウントと滞在属性別の平均滞在時間で除すことで単位時間あたりの滞在人口とした．また，面積比として全国の人流オープンデータは，1.4で除した値としている．比較の結果，全国の人流オープンデータに対して，混雑統計®が７～８割程度となった．混雑統計®では，中心市街地エリア内の移動や終日の滞在がカウントされないため，

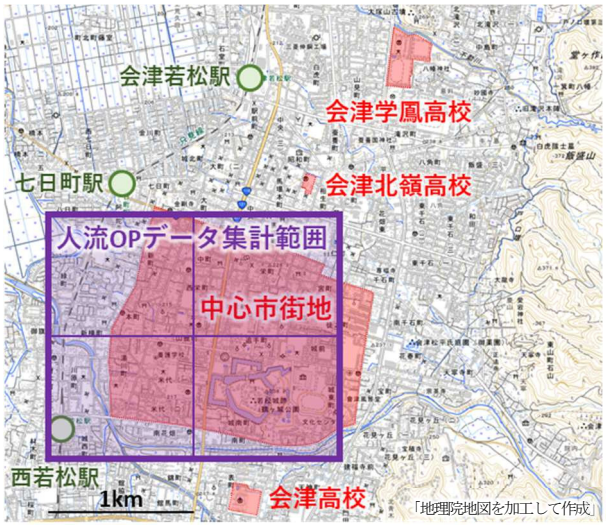


図-16　全国の人流オープンデータ集計範囲

表-3　全国の人流オープンデータとの比較

	混雑統計®				人流OPデータ	混雑統計®/人流OPﾃﾞｰﾀ
	居住者	通勤通学者	来街者	合計		
平日	999	1,723	9,615	12,337	15,736	78%
休日	985	872	10,963	12,820	19,085	67%
全日	1,013	1,514	10,472	12,999	17,529	74%

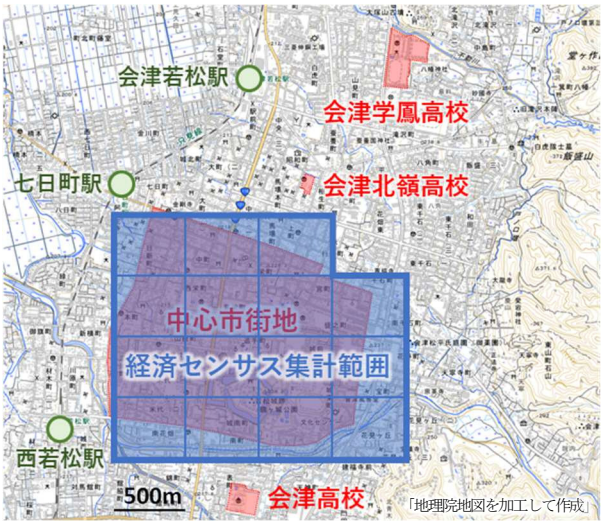


図-17　経済センサス集計範囲

表-4　経済センサスとの比較

		中心市街地
経済センサス	従業者数（公務・通学を除く全産業）	12,766
混雑統計®	通勤通学者（全日1日平均）	9,384（従業者数の74%）

少なめにカウントされる一方で，人流オープンデータは複数のメッシュでカウントされて多めにカウントされている可能性があることを踏まえれば，傾向としてはある程度妥当な数値と解釈できる．

さらに，混雑統計®の通勤通学者と経済センサス活動調査（2016年）の従業者数との比較を行った．経済センサスは，**図-17**に示す会津若松市中心市街地を概ね包括するメッシュを集計範囲としており，比較結果を**表-4**に示す．経済センサスに対して，混雑統計®が７割程度と少なめの数値となっている．経済センサスの従業者数12,766人を週休2日と仮定して5/7を乗ずると，9,119人となり，混雑統計®より若干少ない数値となるが，経済センサスは公務と通学が含まれていないことを考慮すると，ほぼ同程度であると考えられる．

以上から，今回用いた混雑統計®の数値は，一定の信頼性があると考えられるため，推定した移動実態やそれに関する分析についても妥当と解釈することができる．

4.　おわりに

本稿では，GPS 位置情報による人流ビッグデータを活用し，交通手段や詳細な経路を含めた移動実態を推定することで，交通行動の全体像を把握することができた．本手法は，時間的，空間的な汎用性を有しており，他のデータとの組み合わせ，例えば都市間流動といった大きな移動に対して，より詳細な交通行動の情報をGPSデータで付与することにより，総合的な移動実態を精度よく推計し，把握することが可能と考えられる．今後も人流

ビッグデータに関連する技術を深度化することで，より地域の移動実態に則した施策検討や計画立案に繋げていきたい.

NOTES

注1) 「混雑統計®」データは、NTT ドコモが提供するアプリケーションの利用者より、許諾を得た上で送信される携帯電話の位置情報を、NTT ドコモが総体的かつ統計的に加工を行ったデータ。位置情報は最短 5 分毎に測位される GPS データ（緯度経度情報）であり、個人を特定する情報は含まれない。

REFERENCES

1) 国土交通省：総合都市交通体系調査におけるビッグデータ活用の手引き，2018.
2) 国土交通省：地域課題解決のための人流データ利活用の手引き，2022.
3) 清家剛，三牧浩也，原裕介，小田原亨，永田智大，寺田雅之：まちづくり分野におけるモバイル空間統計の活用可能性に係る研究，都市計画学会 都市計画論文集，Vol.46，2011.
4) 生形嘉良，関本義秀，Teerayut HORANONT：大規模・長期間の GPS データによる観光統計調査の活用可能性～石川県を事例に～，土木学会論文集 D3(土木計画学)，Vol.69，No.5(土木計画学研究・論文集第 30 巻)，pp.I_345-I_352，2013.
5) 今井龍一，深田雅之，重高浩一，矢部努，牧村和彦，足立龍太郎：多様な動線データの組合せ分析による都市交通計画への適用可能性に関する考察，土木計画学研究・講演集，Vol.48，2013.
6) 清家剛，三牧浩也，原裕介，森田祥子：基礎自治体におけるモバイル空間統計の活用可能性に関する研究－柏市におけるケーススタディー，日本建築学会技術報告集，Vol.19，No.42，pp.737-742，2013.
7) 藤岡啓太郎，森尾淳，平田晋一，中野敦：携帯電話位置情報を活用したパーソントリップ調査の簡素化について，土木計画学研究・講演集，Vol.49，2014.
8) 室井寿明，磯野文暁，鈴木俊博：モバイル・ビッグデータを用いた都市間旅客交通への活用に関する研究，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.51，2015.
9) 今井龍一，藤岡啓太郎，新階寛恭，池田大造，永田智大，矢部努，重高浩一，橋本浩良，柴崎亮介，関本義秀：携帯電話網の運用データを用いた人口流動統計の都市交通分野への適用に関する研究，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.52，pp.1010-1021，2015.
10) 清家剛，三牧浩也，森田祥子：柏市および横浜市を対象としたモバイル空間統計による地域評価モデルに関する研究，日本建築学会技術報告集，Vol.21，No.48，pp.821-826，2015.
11) 新階寛恭，今井龍一，池田大造，永田智大，森尾淳，矢部努，重高浩一，橋本浩良，柴崎亮介，関本義秀：携帯電話網運用データに基づく人口流動統計とパーソントリップ調査手法との比較による活用可能性に関する研究，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.53，pp.2083-2094，2016.
12) 中矢昌希，白水靖郎，松島敏和，田中文彬，立川太一，池田大造，永田智大，新階寛恭，今井龍一：都市交通分野における人口流動統計データの活用に向けた一考察～近畿圏パーソントリップ調査との比較によるデータの特長と課題に関する分析～，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.53，pp.2095-2103，2016.
13) 田中敦士，岡本直久，鈴木俊博，浅野礼子，白川洋司：人口分布統計データを活用した観光地の特性把握，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.54，pp.944-951，2016.
14) 新階寛恭，池田大造，小木戸渉，森尾淳，石井良治，今井 龍一：携帯電話網運用データに基づく人口流動統計を用いた都市交通調査手法の拡充可能性の研究，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.54，pp.1148-1157，2016.
15) 石井良治，新階寛恭，関谷浩孝，池田大造，永田智大，森尾淳，柴崎亮介，関本義秀，今井龍一：携帯電話網の運用データに基づく人口流動統計におけるトリップデータ取得精度の向上に関する研究，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.55，2017.
16) 新階寛恭，池田大造，永田智大，森尾淳，石井良治，今井 龍一：携帯電話網の運用データに基づく人口流動統計におけるトリップ目的推定手法に関する研究，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.55，2017.
17) 矢部努，北村清州，渋川剛史，中矢昌希，高野精久，新階寛恭，関谷浩孝，池田大造，柴崎亮介，関本義秀，今井龍一：携帯電話網の運用データに基づく人口統計の代表性に関する考察～単一事業者のビッグデータから生成された人口統計に代表性はあるのか？～，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.55，2017.
18) 澤田茜，小原拓也，佐々木邦明：アクティビティモデルとモバイル空間統計を用いた都市圏 OD 推計の可能性，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.55，2017.
19) 石神孝裕，菊池雅彦，井上直，岩舘慶多，森尾淳，石井良治：都市交通の実務からみた交通関連ビッグデータに対する期待と課題，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.55，2017.
20) 國分恒彰，今井龍一，新階寛恭，池田大造，永田智大，福手亜弥，渋谷大介，白川洋司，高嶋裕治，山田 敏久，辰巳浩：携帯電話網の運用データに基づく人口流動統計を用いたパーソントリップ調査体系に関する一考察～北部九州圏パーソントリップ調査の事例研究から得た知見～，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.55，2017.
21) 齋藤貴賢，北川大喜，今井龍一，池田大造，永田智大，関谷浩孝，新階寛恭，橋本浩良，福手亜弥，矢部 努，廣川和希：携帯電話基地局の運用データに基づく人口流動統計を用いた交通手段の推計手法に関する一考察，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.55，2017.
22) 新階寛恭，池田大造，永田智大，森尾淳，石井良治，今井龍一：携帯電話網の運用データに基づく人口流動統計の空間解像度からみたトリップデータ取得精度に関する研究，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.56，2017.
23) 越智健吾，関信郎，岩舘慶多，石神孝裕，若井亮太，石井良治，杉田渓：パーソントリップ調査データと交通関連ビッグデータを用いた詳細ゾーンの OD 表

作成方法，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.57，2018.
24) 菊池雅彦，岩舘慶多，羽藤英二，茂木渉，森尾淳：全国 PT 調査データと携帯電話基地局データを用いた地方都市での OD 表の実務的推計，土木学会論文集 D3（土木計画学），Vol.74，No.5（土木計画学研究・論文集第 35 巻），pp.I_677-I_691，2018.
25) 森尾淳，石井良治，中野敦，萩原剛，田中啓介：都市交通分野におけるビッグデータの活用とその展開～ビッグデータの特性と活用可能性～，IBS Annual Report 研究活動報告 2018，pp.29-36，2019.
26) 廣瀬健，井村祥太郎，絹田裕一，矢部努：スマートフォン位置情報から読み解く観光地における人の流動～ビッグデータはどこまで人の行動を追えるのか～，IBS Annual Report 研究活動報告 2019，pp.43-50，2019.
27) 和田吉史，薄井宏行，貞広幸雄，樋野公宏：GPS データを利用した都市の中心拠点の利用者分布の可視化―千葉市における人の動きに基づく拠点設定の提案―，都市計画学会都市計画報告集，No.18，2019.
28) 菅愛子，飯島信也，兵頭大史，藤原直哉，水野貴之，松本裕介，武藤杏里，瞿雪吟，伊藤武真，松井伸司，五十嵐盛仁，上田聖：東京都における流動人口データの有効性の検証，総務省統計委員会担当室ワーキングペーパー2019-WP03，2019.
29) 吉羽崇，小林亮博，中菅章浩，南川敦宣，冨岡秀虎，森本章倫：スマートフォン位置情報データを活用したバス需要予測に関する研究，土木学会論文集 D3（土木計画学），Vol.76，No.5（土木計画学研究・論文集第 38 巻），pp.I_767-I_775，2021.
30) 高安洋，Tianqi Xia，Juneet Jeph，金杉洋，柴崎亮介：GPS データを用いた鉄道利用者の定量的な推定に関する研究，2023.

A STUDY OF TRANSPORTATION DEMAND FORECAST USING GPS DADA

Kiichi SEKIZUKA, Toshimitsu HAYASHI