

札幌市を対象とした人口流動統計とパーソントリップ調査の精度比較

Accuracy comparison of the population flow statistics and the person trip survey in Sapporo City

室蘭工業大学 建築社会基盤系学科 ○学生員 後藤海周(Kaisyu Goto)
室蘭工業大学大学院 工学研究科 学生員 奥村航太(Kota Okumura)
室蘭工業大学大学院 工学研究科 正員 有村幹治(Mikiharu Arimura)

1. はじめに

我が国では都市交通計画の調査として、パーソントリップ調査(以下、PT 調査)、国勢調査や道路交通センサスなどが実施されている。PT 調査は、約 10 年に 1 回の間隔で行われているが、大規模な時間や費用を要するため、長期間実施されていない都市圏が多く存在する。例として、札幌都市圏では平成 18 年度を最後に行われていない。一方、近年では情報通信技術(ICT)の発達により、携帯電話などから移動実態を把握できる交通ビックデータの取得が常時可能となり、様々な都市交通分野への活用が期待されている。

本研究で用いる人口流動統計は PT 調査と異なり、移動の目的や手段を把握することが不可能である。しかし、エリア間を流動する人口やエリア内に滞留する人口の統計情報を把握しており、24 時間 365 日の大量の移動・滞留情報を得ることができる。

人口流動統計と PT 調査の比較による活用可能性を示した既存研究^{1)~6)}は多く存在する。新階ら¹⁾は東京都市圏と熊本都市圏を用いて、人口流動統計と PT 調査の比較検証を行い、人口流動統計の問題点や改良の方向性を示した。しかし、都市によって形態が異なるため、本研究は、札幌市において人口流動統計の有効性を検証する。既存研究では、人口流動統計をメッシュからゾーンへの変換手法を示していないため、本研究ではそれを明確にする。さらにゾーン単位における札幌市の人口流動統計と PT 調査の OD 量を比較する。検証手法としてはメッシュを面積按分し、人口流動統計を PT 調査と同じゾーンへと置き換え、トリップ数を面積按分した値と掛け合わせた。また二種類のデータを比較するために PT 調査を人口流動統計の集計方法に修正した。つまり、本研究の目的は人口流動統計と PT 調査の OD 量の比較を行うことである。そして、一定の精度を確認することにより、長期に渡って更新されていない PT 調査の補完につながる可能性がある。

2. 使用データ

2.1 人口流動統計

人口流動統計は NTT ドコモの携帯電話運用データを用いて作成されるモバイル統計⁷⁾を用いた。ある時間幅の中で、どこ(出発エリア: Origin)からどこ(到着エリア: Destination)へ何人移動したかを推計することができる。基地局エリア間の距離がしきい値(1km)を超

えた場合、移動、しきい値を超えずに 1 時間以上いた場合は滞留として判定する。年代は「15~79 歳の男女」が対象で 24 時間の全国の人々の移動・滞留を把握することができる統計データである。人口流動統計は「非識別化処理」、「集計処理」、「秘匿処理」の 3 段階処理を行い、個人情報やプライバシーを保護している。ただし、人口流動統計は移動目的や手段が直接把握できない問題が挙げられる。

2.2 PT 調査

PT 調査は、都市における人の移動に着目した調査である。この調査は、世帯や個人属性に関する情報をアンケート形式で取得するものである。PT 調査は回答者によるバイアスなどはあるが、人の移動の目的、手段、年齢、性別、時間帯を把握することができる。また、1 つの交通手段だけでなく、公共交通、自動車、自転車、徒歩といった交通手段の乗り継ぎ状況を捉えることが可能である。なお人の移動は「トリップ」という単位で集計される。

3. データ処理

人口流動統計は、既存研究⁴⁾において PT 調査と人口流動統計との比較により、人口流動統計の問題点の可能性を把握している。

①秘匿処理の影響がある。統計値が少ない場合、プライバシーが保護されないからである。

②トリップ間の滞在時間が 1 時間に満たない場合、滞留判定が発生しないので複数のトリップが 1 つのトリップとして判定される可能性があり、短い移動が多くなると考えられる都心中心部では、トリップが少なく集計される可能性がある。

③中心地など基地局が密集している場所では、本来の到着ゾーンとは異なる基地局と通信が行なわれ、本来のトリップとは異なるものになる可能性がある。

④基地局の電波到達範囲が重なる場合に、通信の品質確保・継続を目的により良い電波情報の基地局に変更され、滞在していた場合でも移動判定される可能性がある。

これらの問題を踏まえて、人口流動統計と PT 調査を比較する。その際には、二種類のデータを同じ条件にする必要がある。今回、PT 調査を②の条件に対応できるように、PT 調査のトリップの中で滞在時間が 1 時間に満たないものを取り除いた。例えば、図-1 における A→B のトリップにあたる。

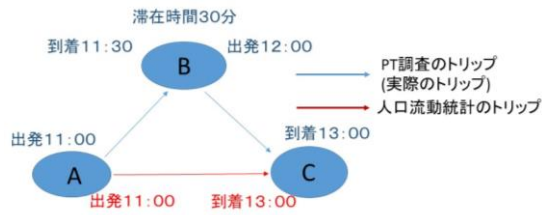


図-1 PT調査と人口流動統計の違い

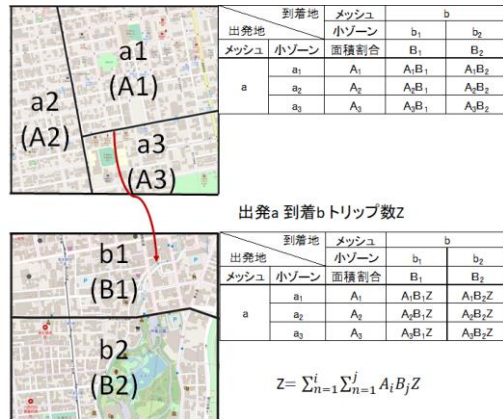


図-2 面積按分手法

このようなトリップにおいて、Bの滞在時間が1時間に満たない場合、このトリップをA→Cというトリップとして捉える。この時、A→Cのトリップ数についてはA→B→CトリップのB→Cのトリップ数と同じ値とする。(図-1)

また、これらのデータ空間解像度についてPT調査はゾーンで、人口流動統計はメッシュであるため、本研究ではメッシュをゾーンへと変更した。変更方法はメッシュとゾーンを交差にかけ、メッシュ内にゾーンが何種類か存在した場合、図2のようにメッシュaをa1, a2, a3のようにメッシュを割り振り、各面積割合を出す。a→bのトリップの場合6通りの面積割合を掛け合わせ、値ABを求める。これを札幌市の全ての出発、到着パターン全てで行う。次に人口流動統計から実際に観測された出発、到着パターンのトリップ数ZをABに掛け合わせる。そして算出されたABZが人口流動統計のトリップ数をメッシュからゾーンへと変換した値を表す。

次に、集計される年齢を合わせる必要がある。人口流動統計の対象年齢は15歳～79歳なのでPT調査も同じ年代別に変更する。さらに人口流動統計の判定制限の考慮により、PT調査の小ゾーンの重心距離が1km未満の場合のトリップも取り除いた。今回、人口流動統計とPT調査の範囲が重なっている札幌市を対象とした。

4. 小ゾーン、中ゾーン、大ゾーン比較

3章で行ったデータ処理を用いて、小ゾーン、中ゾーン、大ゾーンでOD量を比較する。

4.1 大ゾーン比較

大ゾーンは札幌市における区を表す。図-3より札幌

表-1 比較条件

項目	札幌市PT調査	人口流動統計
調査対象	標本調査	NTTドコモの携帯電話所有者
年齢	5歳以上(本研究では15歳～79歳に限定)	15歳～79歳
調査日	H18 秋季	H26 秋季
調査頻度	約10年	毎日
属性	性別・年齢別・居住地別	性別・年齢別・居住地別
時間解像度	分単位	時間単位
空間解像度	ゾーン	1kmメッシュ
移動の目的	大体な目的	把握不可能
移動手段	交通手段	把握不可能

表-2 総量比較

	札幌市PT調査	人口流動統計
全体	約236万トリップ	約231万トリップ
朝(7時～10時)	約67万トリップ	約37万トリップ
夕方(16時～19時)	約48万トリップ	約39万トリップ

市の大ゾーンOD量を比較とすると相関係数R=0.963と全体的に整合しているが、内々トリップに関しては人口流動統計が多くなっている。

これは人口流動統計が基地局で計測しているため、わずかな動きで基地局が変わると、その動きをトリップとして捉える可能性が考えられる。内々以外では、PT調査が多くなっている理由として、人口流動統計の秘匿処理が影響している可能性がある。

4.2 中ゾーン、小ゾーン比較

図-4、図-5より中ゾーン、小ゾーン単位のOD量の相関係数はそれぞれR=0.774, R=0.745となり区間OD量と比較して乖離が大きい。既存研究²⁾から二つの問題点が指摘されている。1つはゾーンの大きさが都心では小さいことが多いため隣接する別のゾーンにセルがまたがる基地局で通信がされ、本来のトリップと異なるものがでるため。もう1つは人口流動統計の滞在時間が1時間に満たない場合、PTとは異なり途中の滞留判定がされず連続する1のトリップとして集計されることがあげられる。本研究では2番目の問題点をPT側が条件を合わせることによって対処している。1番目の問題点の影響を確認するために、小ゾーンが小さい中央区を含む点を小ゾーングラフに赤くプロットした。図-5から発着いずれかに中央区を含む赤い点は青い点に比べて若干ばらつきの幅が大きいことが得られた。

またPT調査と人口流動統計の小ゾーン発生OD量と集中OD量を比較すると互いに相関係数がR=0.893と高い値が算出された(図-6)。

5. 時間別OD量比較

3章で行ったデータ処理を用いて、朝(7-10時)と夕方(16-19時)のOD量を比較した。

まず、PT調査と人口流動統計の総数(表-2)を確認すると、総量の差が全体で約5万、夕方約9万に対し、朝は約30万と大きくPT調査の総数の方が多い。朝は基

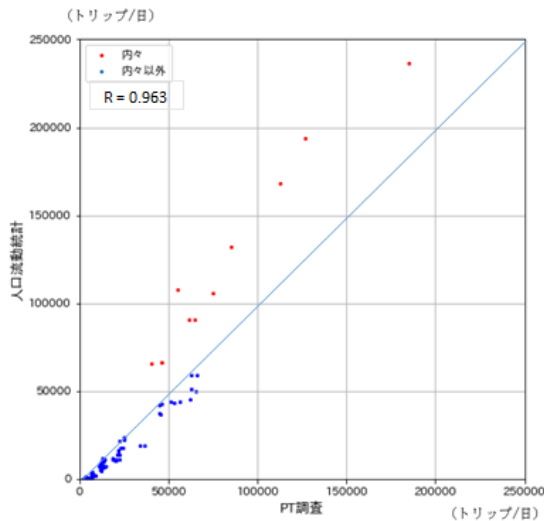


図-3 大ゾーン間 OD 量比較

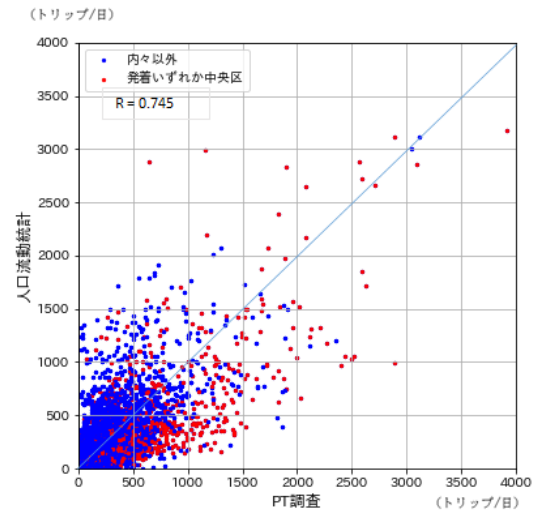


図-5 小ゾーン間 OD 量比較

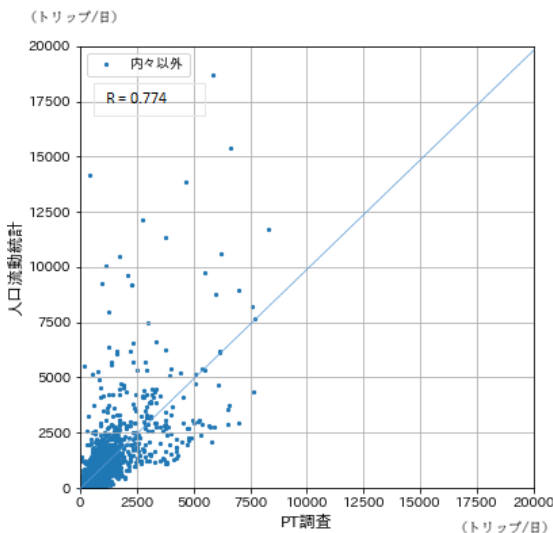


図-4 中ゾーン間 OD 量比較

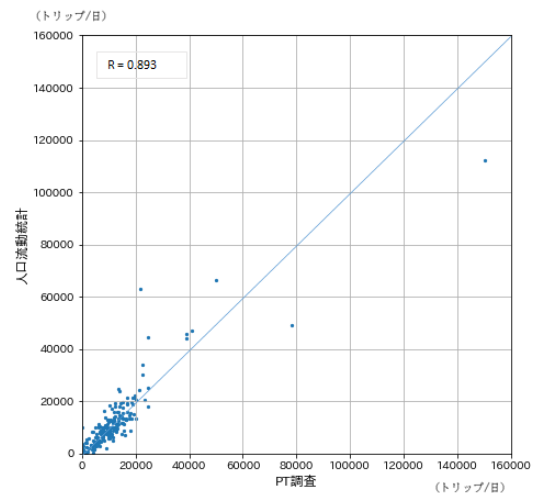


図-6 小ゾーン発生総量比較

本的に通勤の時間帯で主に自宅から学校や職場への通学、通勤が主なトリップとなる。この発生交通量に対して郊外の低密度エリアでは秘匿処理の可能性が極めて高いことが推測される。夕方は基本的に中心地から発生するため、秘匿処理されにくい傾向にあると考えられる。

次に OD 量を大ゾーン、小ゾーンで比較した。大ゾーンに関しては、朝、夕方ともに相関係数 $R=0.944$, 0.947 と比較的に高い値が算出された。小ゾーン比較に関しては、朝の相関係数 $R=0.694$ 、夕方の相関係数 $R=0.612$ となり、相関係数は夕方の方が小さくなった。また発着時に中央区を含む赤い点は、朝より夕方のばらつきが大きくなった。(図 7~10)

6. 終わりに

本研究では、札幌市において人口流動統計を PT 調査に置き換えることについての有効性を明らかにするために双方を比較した。そのために、まず PT 調査を人口流動統計側に合わせるために滞在時間や距離によるデータ処理を行った。次に、空間解像度を等しくするために人

口流動統計の 1km メッシュを PT 調査の小ゾーンに面積按分を行った。これらの処理の結果を用いて、大ゾーン、中ゾーン、小ゾーン内の OD 量を比較した。さらに時間別総量、小ゾーン、大ゾーンの OD 量の比較を行った。

その結果、札幌市において人口流動統計は大ゾーン OD 量に関して非常に有効性が高いことが把握できた。また乖離要因としては、既存研究と同様にトリップ分散や基地局の変更による移動の変更や秘匿処理が関わっている可能性があることが示された。

札幌市のように新しい PT 調査が長年実施されない場合に OD 量を用いた研究や検証をする際、PT 調査を活用することは精度に問題がある。その場合には大ゾーンに限れば、人口流動統計を十分 PT 調査の代わりになる可能性がある。また、今回の乖離の原因となったもので秘匿処理やトリップ分散に関して改善できれば小ゾーン、中ゾーンにも効果を発揮する可能性がある。特にトリップ分散においては都市計画調査の敷地面積を用いて面積按分を行えば改善できると推測される。

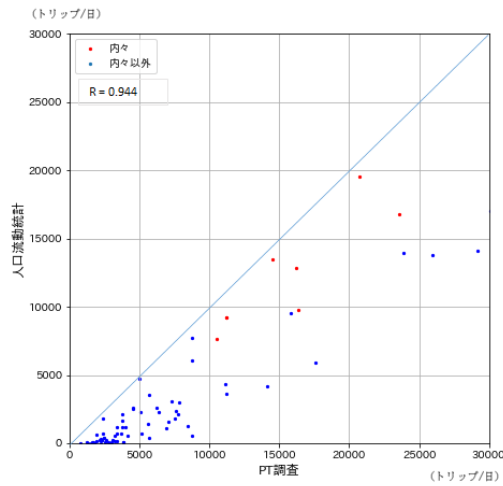


図-7 朝の区間ゾーン間比較

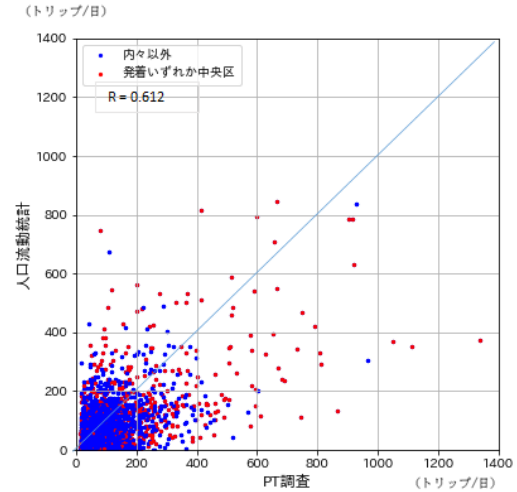


図-10 夕方小ゾーン間の OD 量比較

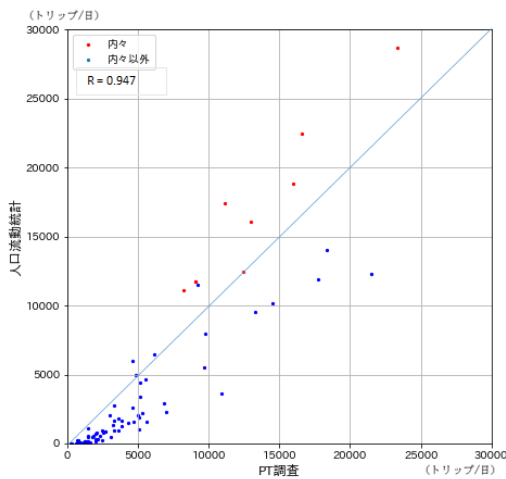


図-8 夕方の区間ゾーン間比較

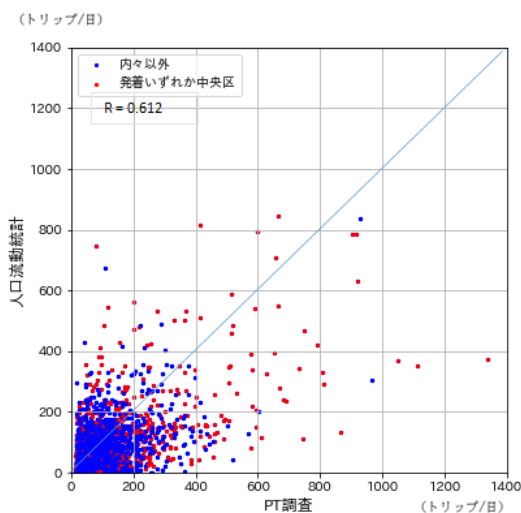


図-9 朝小ゾーン間の OD 量比較

参考文献

- 1) 新階寛恭 (国土技術政策総合研究所) 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: 携帯電話網の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・講演集, Vol.53, 2016
- 2) 今井龍一・池田大造・重高浩一・柴崎亮介・矢部努・永田智大・橋本浩良・藤岡啓太郎・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・講演集, Vol.52, 2015
- 3) 石井良治 (一財) 計量計画研究所)・新階寛恭・池田大造・永田智大・森尾淳・関谷浩孝・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・講演集, Vol.55, 2017
- 4) 森尾 淳・牧村 和彦・山口 高康・池田 大造・西野 仁・藤岡 啓太郎・今井 龍一: 東京都市圏におけるモバイル空間統計とパーソントリップ調査の比較分析ー都市交通分野への適用に向けてー, 土木計画学研究・講演集, Vol.52, 2015
- 5) 松島 敏和・池田 大造・田中 文彬・中矢 昌希・立川 太一・永田 智大・福手 亜弥: パースントリップ調査の時点補正を見据えた人口流動統計と近畿圏パーソントリップ調査データの比較分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.54, 2016
- 6) 渋谷 剛史・森本 章倫・池田 大造・山下 伸・吉田 幸平: 人口流動統計データによる PT 調査の小サンプルデータの補完に関する一考察, 土木計画学研究・講演集, Vol.53, 2016
- 7) (株)NTT ドコモ: モバイル空間統計ガイドライン (https://mobaku.jp/service/jpn_flow/od/)2019/11/3 閲覧