パーソントリップデータを用いた時空間内挿処理と様々な統計データとの比較検証*

Comparison of spatio-temporal interpolated person trip data with other statistical data*

関本義秀**・薄井智貴***・島崎康信****・南佳孝***・柴崎亮介***
By Yoshihide SEKIMOTO**・Tomotaka USUI***・Yasunobu SHIMAZAKI****
・Yoshitaka MINAMI***・Ryosuke SHIBASAKI***

１．はじめに

近年、防災・マーケティング・交通計画等の様々な局面で人々の流動把握の必要性が出てきている。著者らは東京大学空間情報科学研究センターの「人の流れプロジェクト」[1)]の中で、パーソントリップデータ（以下、「PTデータ」と呼ぶ）を用いて人々の時空間位置の詳細化を進めてきており[2)]、すでに東京都市圏に加え、中京都市圏・京阪神・北部九州・道央について処理を行い提供を行っている[3)]。

しかしそれら時空間位置の詳細化は今のところ、元となるサブトリップに対して、ODの位置表現レベルはPTデータの調査ゾーンである町字レベルのジオコーディングであり、また、その時空間内挿は道路や鉄道の最短時間の経路探索に沿って行っており、その結果が現実世界の状況とどの程度のずれで収まっているかについては示していなかった。

従って、本研究では、平成10年東京都市圏のPTデータに対して時空間内挿を行い１分間隔のデータにしたものに対して、よく用いられる統計データである国勢調査、道路交通センサス、大都市交通センサスとの比較検証を行った。

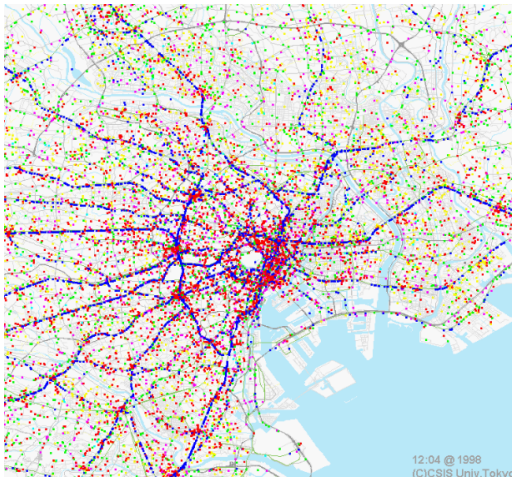
こうした研究は、道路交通シミュレーションの分野で広域の道路網での車両挙動再現において、例えばSOUND/A21があり、飯島ほか[4)]が調査区間・スクリーンライン・道路種別ごとの平均速度などで道路交通センサスと比較を行っている。また、中野ほか[5)]が道路交通センサスとパーソントリップ調査の共通化の可能性に関する研究、島崎ほか[6)]が商業統計との比較に関する研究を行っている。

*キーワード：人の流れ、パーソントリップデータ、時空間内挿
**正員、工博、東京大学空間情報科学研究センター
（千葉県柏市柏の葉５－１－５総合研究棟、TEL:04-7136-4308、E-mail:sekimoto@csis.u-tokyo.ac.jp）
***正員、工博、東京大学空間情報科学研究センター
****非会員、工修、株式会社パスコ

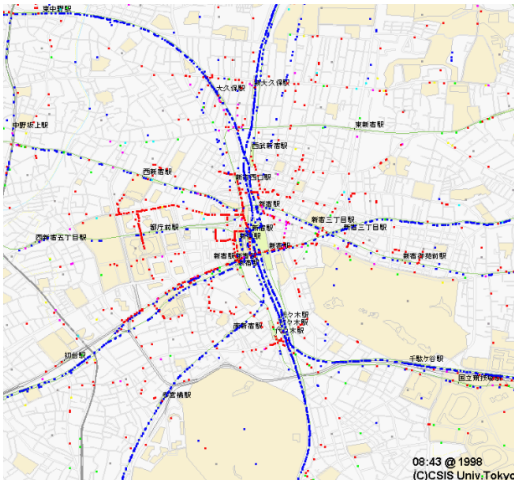
２．比較検証の方法

（１）PTデータの時空間内挿処理

本研究の比較対象の元となる東京都市圏PTデータの時空間内挿処理は、関本ら[1)]の方法をもとに最短経路ベースで道路や鉄道のネットワークに沿った形で１分間隔で行っており（以下ではこれらを「内挿済みPTデータ」と呼ぶ）、ここではその結果の一部を表示するのみとする。図1は東京23区を中心にある時間断面で表示したもので、図2は同じデータを拡大し新宿を中心に拡大したものである。なお、青は鉄道、黄緑は自家用車、黄は自転車、赤は徒歩、紫は商用車、水色は自動二輪による移動を表している。



図－１　東京23区を中心に表示した内挿済みPTデータ



図－２　新宿を中心に表示した内挿済みPTデータ

（2）各統計データとの比較方法

国勢調査、道路交通センサスあるいは大都市交通センサスと内挿済みPTデータの比較における基本的な方向は、極力、各統計データ側の定義に従って、内挿済みPTデータを切り出すイメージであり、その具体的な方法を表1にまとめた。国勢調査との比較は3次（1km）や4次（500m）のメッシュ単位の昼間・夜間人口であり、道路交通センサスとの比較は各観測地点ごとの平日12時間交通量を取り出したものであり、大都市交通センサスは1日単位の各駅ごとの乗降客数での比較とした。

内挿済みPTデータからは、それらの時空間範囲に合わせて該当データを抽出し、調査主体が算出している拡大係数をそれぞれ掛け合わせて集計した上で比較を行っている。また、誤差要因としては、元々PTデータの特性として存在するものとして、域外居住者や外国人の交通は含まれないことや、記入漏れがあり得ることが挙げられ、平成7年の静岡県の第3回西遠都市圏のPT調査によると実態に対して6%程度の乖離（過少）があるという報告がある[7)]。さらに、道路交通センサスや大都市交通センサスの場合、抽出する時空間範囲の設定値によって多少の誤差が発生する。

3．検証結果

（1）国勢調査との比較

国勢調査との比較結果については、相関係数を表2にまとめた。男女間の特徴はあまりないが、夜間と昼間を比べると昼間が高く、3次と4次メッシュを比べると予想以上に差があり3次メッシュが高い。おそらくその大きな差は、ODの位置を町字レベルのジオコーディングで行っていることに起因し、4次メッシュ（500m）レベルになると、どの町字のジオコーディングにも入らないケースが多少発生してくるものと思われる。

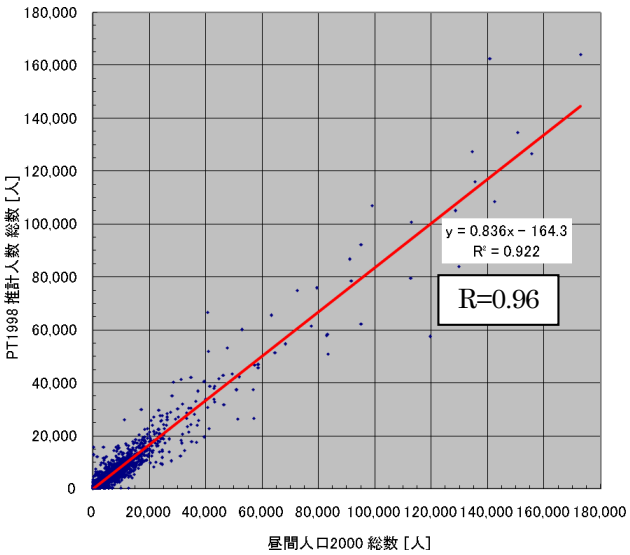
図3、4はそれぞれ3次、4次メッシュの相関関係をグラフに書いたものだが、実際、図4の場合、国勢調査上はメッシュ内に数万人いるにも関わらず、PTデータでは、ほとんど存在せず過少推計になっているものも見られる。もちろん逆にジオコーディング結果が偶然集まってしまうメッシュは実態より過大推計になると考えられる。また、昼間が夜間に比べて高い相関になっているのも、昼間はゾーンの細かめな都心部に人が集まるため、ジオコーディングの精度が高くなりやすいためと思われる。

表－２　国勢調査との相関関係

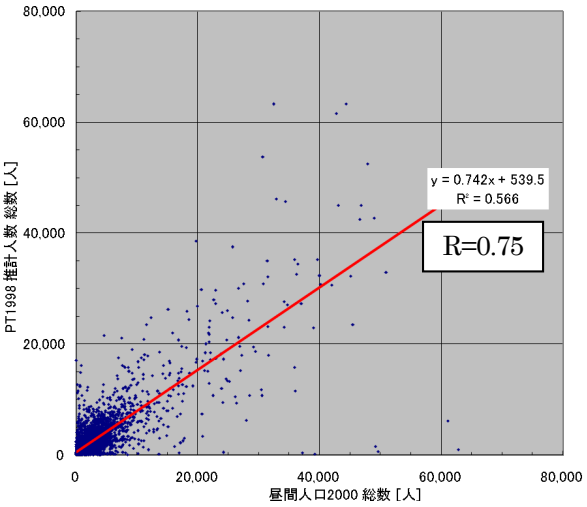
	国勢調査夜間人口とPT1998の24時	国勢調査昼間人口とPT1998の12時
3次メッシュ（1km）	総人口：0.848 男性総人口：0.825 女性総人口：0.857	総人口：0.96 男性総人口：0.966 女性総人口：0.936
4次メッシュ（500m）	総人口：0.504 男性総人口：0.465 女性総人口：0.528	総人口：0.753 男性総人口：0.781 女性総人口：0.681

表－１　内挿済みPTデータとの比較方法

		統計データ	内挿済みPTデータ
国勢調査（H18）VS 内挿済みPTデータ	抽出方法	国勢調査データの昼間人口、夜間人口をメッシュ単位（3次：1km四方，4次：500m四方）で取り出したもの（メッシュ数は3次：1222、4次：3422）	内挿済みPTデータから12時，24時時点で左と同じメッシュ単位にいる人を取り出し、各人の持つ拡大係数を掛け合わせ集計したもの
	誤差要因	－	PTデータはもともと域外居住者、外国人の流動、記入漏れは含まれていない（※以下も同様）
道路交通センサス（H17）VS 内挿済みPTデータ	抽出方法	道路交通センサスデータの各観測地点ごと（今回は関東地方約2000地点からランダムに約400地点を抽出）の平日12時間交通量の「乗用車」と「動力付き二輪車類」を取り出したもの	内挿済みPTデータから左と同じセンサス観測地点を中心に1km四方内で、7時～19時の各1時間単位で少しでも通過し、かつ、交通手段が「自動二輪車」「タクシー」「乗用車」「軽乗用車」の人を取り出し、各人の持つ拡大係数を掛け合わせ集計したもの
	誤差要因	－	上記（※）に加え、1時間以内に同一観測地点を複数回通過する場合は1回としかカウントされない
大都市交通センサス（H18）VS 内挿済みPTデータ	抽出方法	大都市交通センサスの各駅ごと（今回は調査対象約1900駅（※）から中規模の4駅を抽出）の1日の乗客数を「鉄道定期券・普通券等利用者調査のマスターデータ・ファイル」から取り出し「初乗り乗車人数」と「降車人数（通勤者のみ）」を集計したもの（※）異なる路線の同一駅は別カウント	内挿済みPTデータから左と同じ対象駅を中心に、100m四方内で、0～24時の間で、鉄道とその他全ての交通機関（「徒歩」「自転車」「タクシー」「路線バス」等）の内のどれかと両方を用いた人を乗降客と見なして取り出し、各人の持つ拡大係数を掛け合わせ集計したもの
	誤差要因	－	上記（※）のみ



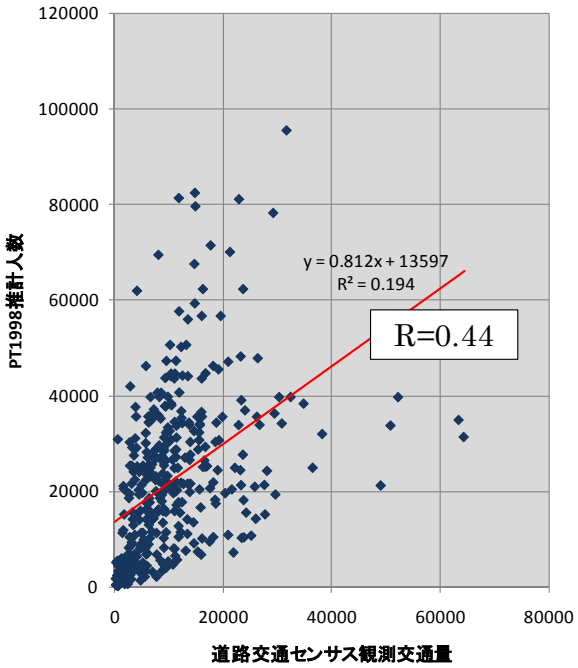
図－３　国勢調査との相関関係
（3次メッシュの昼間人口）



図－４　国勢調査との相関関係
（4次メッシュの昼間人口）

（2）道路交通センサスとの比較

道路交通センサスとの比較結果は図5にまとめた。相関係数は0.44となっている。これは時空間内挿そのものの精度の影響もあるが、内挿済みPTデータを抽出する際の時空間範囲の設定にも原因があった。すなわち、内挿の時間間隔が1分単位のため、時速60kmの場合、1分で1km移動することになり、あまり小さい空間範囲をセットするとうまく抽出できない関係上、今回は1km四方で行った。しかしそうした場合、周辺の道路や場合よっては駅などが近くにある場合はそれらの車両も含まれ、かなり過剰となってしまうため、単に空間範囲に含まれるかどうかという判定ではなく、ある時刻とその1分後の2点間を結んだ上で観測地点の通過を判定するような抽出が必要である。



図－５　道路交通センサスとの相関関係
（平日12時間交通量）

（3）大都市交通センサスとの比較

最後に大都市交通センサスの比較結果を表３にまとめた。今回は大都市交通センサスに該当するような駅の乗降客数をPTデータから抽出するのに予想以上の時間がかかり十分な数の比較が行えなかったが、ある程度の近い値を得ており、この範囲での相関係数は0.989となっている。発表までに抽出方法を改良した上で、ある程度の数でさらに検証したい。

表－３　大都市交通センサスとの相関関係

駅名	路線名	大都市交通センサス			抽出した内挿済みPTデータの人数
		初乗乗車人数	降車人数	合計人数	
深谷	高崎線	4125	395	4520	4890
水海道	関東鉄道常総線	724	0	724	1215
湖北	成田線	3007	728	3735	3616
下丸子	東急多摩川線	5812	5735	11547	16564

4．おわりに

本研究では、最短経路レベルで1分間隔で時空間内挿を行い任意の時刻で人々の分布状況が把握できるようにしたPTデータが、実世界との状態とどの程度のずれがあるかどうかを示すために、国勢調査・道路交通センサス・大都市交通センサスとの比較を行った。国勢調査との比較については、かなりの相関、とくに4次メッシュとなると非常に高い相関が見られた。これはもともとPTデータの拡大係数などが国勢調査を参考に算出している

ことからもある意味当然かもしれない。また大都市交通センサスとの比較については、該当するPTデータ抽出の計算時間上、十分な駅数で検証できなかったが、PTデータの調査も基本的には利用駅を答えやすいので、かなり相関は高いようである。しかし道路交通センサスのような、路側ベースの豊富な観測地点がある場合については相関係数はあまり良くなかった。この原因は2段階あり、まずはセンサスに該当する内挿済みPTデータの抽出がまだ十分にできず、本来、センサスで観測していないようなデータを抽出してしまい、該当する真の内挿済みPTデータより、やや過剰になるケースもあった。今後、正確な抽出を行った場合の相関係数を確認した上で、最短経路以外の様々な方法での時空間内挿を行いたい。

謝辞

本研究は、文部科学省科研費若手(A)「社会インフラとしての『人の流れ』データの効率的な再現技術の構築」（研究課題番号：21686047）の助成を受けたものである。

参考文献

1）東京大学空間情報科学研究センター：人の流れプロジェクト，http://pflow.csis.u-tokyo.ac.jp，最終アクセス日：2010年5月7日
2）関本義秀，菊地英一，佐藤圭一，秋山祐樹：パーソントリップデータを活用した人の流れの時空間的な詳細化，第28回交通工学研究発表会論文集，pp.197-200，2008.
3）薄井智貴，金杉洋，関本義秀，南佳孝：4都市圏パーソントリップ調査データのクレンジングと時空間内挿，土木計画学研究・講演集，Vol.40（CD-ROM），2009.
4）飯島護久，福本大輔，桑原雅夫：首都圏ネットワークにおける動的シミュレーションの適用可能性，第27回日本道路会議論文集，CD-ROM，2007.
5）中野敦，石田東生，毛利雄一：パーソントリップ調査と道路交通センサスの統合交通データ構築方法，交通工学，Vol.43，No.3，pp.43-52，2008.
6）島崎康信，関本義秀，柴崎亮介，秋山祐樹：人の流れから算出される滞在時間と商業統計の関係性についての研究，第18回地理情報システム学会講演論文集，Vol.18，pp.239-242，2009.
7）西遠都市圏総合都市交通計画調査会：平成7年度西遠都市圏パーソントリップ調査報告書　1.実態調査編，1996.