パーソントリップデータを用いた通院行動負担の空間分析

吾妻勇太*・山本佳世子**

Quantitative Spatial Assessment of Outpatient Access Burden Based on Person Trip Data

Yuta Azuma*, Kayoko Yamamoto**

Abstract: Japan's aging population and uneven distribution of general hospitals have increased outpatient travel burden, especially in suburban areas. This study quantifies the burden using person trip data from the Tokyo Metropolitan Area, focusing on six municipalities in the Kitatama Nanbu region. Patient origins are approximated by population-weighted centroids, and destinations by physician-weighted hospital centroids, enabling realistic distance estimation without precise coordinates. Travel burden is calculated by combining trip distance with transportation mode-specific weights and aggregated at the small zone level. Zones with multiple hospitals, such as Chofu City, show lower burdens due to localized access. In contrast, southeastern Komae City exhibits high burden values due to the absence of nearby hospitals and cross-boundary travel. This study presents a replicable framework for evaluating healthcare accessibility by integrating spatial analysis with mobility data. It underscores the role of hospital location in shaping outpatient behavior and offers insights for regional healthcare planning. Future work will refine origin-destination modeling and incorporate route-level data for improved accuracy.

Keywords: 通院行動（Outpatient Travel），医療アクセス（healthcare accessibility），空間分析(Spatial Assessment)，
パーソントリップデータ（Person Trip Data），総合病院の配置（Distribution of general hospitals）

１．序論

１.１　研究の背景と目的

近年，日本では超高齢化が急速に進行しており，今後も高齢者人口の増加が継続すると予測されている．これに伴い，医療資源の逼迫が懸念され，効率的かつ公平な医療施設の利用・配置が求められている．医療施設が不足する地域では，希望する医療サービスを受けるために長時間・長距離の移動を強いられ，通院やリハビリにかかる移動負担（通院行動負担）は深刻な課題となっている．こうした課題に対して有効な施策を導入するには，まず通院行動の負担がどの地域でどの程度深刻かを定量的に把握する必要がある．

本研究は，現実の移動状況を反映するためにパーソントリップデータを活用し，通院行動負担の定量化することを目的とする．また，負担を増加させる要因を分析し，今後の施策立案に資する知見を提供することで，地域ごとの医療アクセス改善に貢献することを目指す．

１.２　関連分野における先行研究と本研究の位置付け

関連分野の先行研究として，鈴木（2011）による既存施設を活用した都市施設の再配置モデルに関する研究，竹内ら（2017）による公共施設の利用者数予測に関する研究，相馬ら（2019）による都市特性に着目した通院行動分析の研究，坂田ら（2023）による居住地・勤務地に関する空間分析の研究，服部ら（2023）による私事交通に着目した交通利便性の定量化に関する研究，Satoh et al. (2018) による送迎行動に注目した保育施設の適正配置評価の研究がある．

これらの先行研究は，施設配置や空間的行動，交通利便性などに関する重要な知見を提供しているが，本研究はそれらと比較して，以下の 3 点において独自性を有する．

(1) 各利用者が選択する医療施設の実態を考慮し，通院行動を個別に把握する
(2) 医療施設の空間的配置を基に，移動に伴う負担を定量的に評価する
(3) パーソントリップデータにおける始点地域・終点地域に中心点を設定し，実際の移動距離を精度高く算出する

これら 3 点の特徴により，本研究は通院行動の空間的負担をより現実的かつ政策的に活用可能な形で明らかにすることを可能とする．

*　学生会員 電気通信大学大学院情報理工学研究科（The University of Electro-Communications）
〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1　E-mail：a2530002@gl.cc.uec.ac.jp
**　正会員 電気通信大学大学院情報理工学研究科（The University of Electro-Communications）
〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1　E-mail：kayoko.yamamoto@uec.ac.jp

２．研究の枠組みと方法

本研究では，まず，医療施設の配置計画が策定される単位である第二次医療圏から，分析対象となる研究地域を選定する．次に，選定した地域における通院行動データを取得し，統計処理や空間分析に適した形式へ加工する．その後，通院行動の発生量と移動距離に基づいて，通院行動に伴う負担を定量化し，負担値が極端に高い地域を抽出する．抽出された地域については，地理的条件や医療施設の配置状況，交通アクセスなどの要因を多角的に分析し，通院負担の背景にある構造的課題を明らかにする．

３．対象地域の選定

本研究では，地域医療計画の基本単位である第二次医療圏のうち，東京都の北多摩南部地域（武蔵野市，三鷹市，調布市，狛江市，小金井市，府中市の 6 市）を対象として評価を行う．図 1 に北多摩南部地域における小ゾーン分けと総合病院の配置状況を示す．総合病院は第二次医療圏内の中核を担う施設で，診療科の多様性や高度な医療機能を備えており，医療施設配置計画において重点的に扱われる施設であるため，本研究で対象とする．図 1 から明らかなように，北多摩南部地域では総合病院の配置に偏りが見られ，これにより通院の容易さに小ゾーン間で顕著な差が生じていると考えられる．特に医療施設が集中している地域と施設が少ない周辺部との間で，通院行動にかかる負担の格差が生じている可能性がある．このような地域内格差の実態を定量的に把握することは，今後の医療施設配置の見直しや，高齢者の通院支援施策の検討において重要であると考えられるため，本研究では北多摩南部地域を対象地域として選定した．

４．利用データの収集

本研究では，東京都市圏パーソントリップ調査結果から，通院行動に関する以下の 4 項目のデータを抽出し，分析に利用する．

(1) 始点地域：通院行動の開始地点となる地域
(2) 終点地域：通院行動の到着地点となる地域
(3) 交通手段:通院に用いられた交通手段(徒歩, 自転車, 自動車，電車の 4 種類)
(4) 発生量：項目(3)の 4 種類の交通手段ごとの通院行動の発生件数

始点地域および終点地域には，調査で提供されている最も細かい地域区分である「小ゾーン」を用いる．小ゾーンとは，夜間人口約 15,000 人を目安に行政区分に基づいて地域を細分化した単位であり，都市圏内の通院行動の空間的傾向を把握する上で有効である．また，町丁目レベルの境界情報については，2015 年国勢調査で用いられている境界データを参照し，空間的な整合性を確保する．これにより，通院行動の空間的分布と医療施設の配置との関係を高精度に分析することが可能となる．

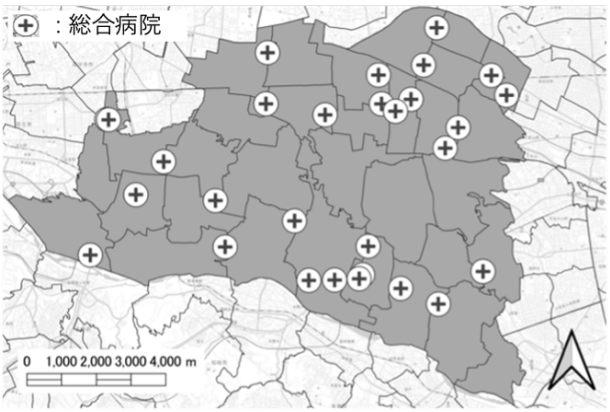


図 1 北多摩南部地域における小ゾーンと総合病院配置

５．利用データの加工

本研究で利用するパーソントリップデータでは，通院行動の始点地域および終点地域について，それぞれ具体的な座標情報を直接取得することができない．そこで，区間の移動距離を算出するための代替手法として，始点地域には人口分布に基づいて重み付けした中心点，終点地域には医師数に基づいて重み付けした医療施設の中心点を設定する．これらの中心点は，それぞれ式(1)により算出し，各地域の空間的特性を反映した座標として用いる．このように人口や医師数といった実態に基づく重み付けを行うことで，通院行動の空間的負担をより現実的かつ精度高く評価することが可能となる．

$$y = \frac{\sum_{i\in\Omega} w_i y_i}{\sum_{i\in\Omega} w_i} \quad x = \frac{\sum_{i\in\Omega} w_i x_i \cos y_i}{\sum_{i\in\Omega} w_i \cos y_i} \qquad (1)$$

Ω: 小ゾーン内の基本単位区集合
x , y: 人口で重み付けした中心点の経度，緯度
x_i , y_i : 基本単位区 $i \in \Omega$の面積の中心点の経度，緯度
w_i: 基本単位区 $i \in \Omega$の人口

例として，本研究の研究対象地域に含まれる狛江市において，式(1)を適用し，人口分布で重み付けした各小ゾーンの中心点を算出した結果を図 2 に示す．図 2 では，狛江市の各小ゾーンの人口を考慮した中心点が地図上に可視化されており，地域内の人口重心を反映した座標設定が行われている．このような中心点の設定により，通院行動における始点地域の空間的な実態をより精度高く捉えることが可能となり，現実的な移動距離の算出が期待される．

人口データについては，国勢調査の結果をもとに，各町丁目単位での人口情報を取得し，分析に利用した．各

小ゾーンにおいては，単純な図形の幾何学的中心点ではなく，人口分布に基づいて重み付けされた位置を中心点として設定していることが確認された．このような人口バランスを考慮した中心点の設定により，地域内の人口密度や居住分布を反映した空間分析が可能となり，通院行動にかかる移動負担の評価においても，より現実的かつ精度の高い結果が得られると期待される．

６．通院行動にかかる負担の定量化

通院行動の移動距離は，始点地域および終点地域の中心点として設定した中心点座標を用いて式(2)により算出する．さらに，交通手段ごとの移動時間の違いを考慮し，距離に対して重み付けを行うことで，通院行動にかかる実質的な負担を評価する．各交通手段の重みの値は，瀬川ら（1996），鈴木ら（2015），矢部ら（2016）の先行研究の成果をもとに設定しており，各交通手段に応じた移動効率の違いを反映している．具体的な 4 種類の交通手段ごとの通院行動の重みづけの値を表 1 に整理して示す．このような重み付けの導入により，単なる距離評価では捉えきれない交通手段の選択による通院負担の差異を，より現実的かつ定量的に把握することが可能となる．

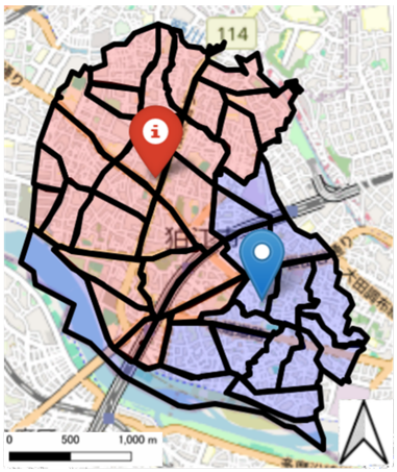


図 2 狛江市の人口分布で重み付けした各小ゾーンの中心点

表 1 交通手段ごとの重み付けの値

交通手段	w_i
徒歩	1.000
自転車	3.710
自動車	7.900
電車	5.805
バス	6.000

$$d = r\,\frac{\arccos(\sin y_1 \sin y_2 + \cos y_1 \cos y_2 \cos(x_1 - x_2))}{w_i} \qquad (2)$$

d: 交通手段を考慮した通院行動の移動距離
r: 地球の半径 $(6.378*10^6\text{m})$
x,y: 通院行動始点，終点地域の中心点座標
w_i: 交通手段ごとに設定した重みの値

さらに，求めた通院行動の移動距離とその区間における通院行動の発生量を用いて，小ゾーンごとに通院行動にかかる負担を式(3)により定量化する．ここで算出される負担値は，通院に伴う移動の物理的・時間的コストを反映した指標であり，地域ごとの医療アクセスの実態を把握する上で有効である．この定量化により，通院負担が特に大きい地域を客観的に抽出することが可能となり，今後の医療施設配置や交通支援施策の検討に資する基礎的な情報を提供する．

$$\sum_{q \in Q'} \frac{f_q}{\sum_{q \in Q'} f_q} d_q \qquad (3)$$

Q': ある小ゾーンでの通院行動の集合
f_q: ある通院行動 q∈Q’ の交通量
d_q: ある通院行動 q∈Q’ の移動距離

７．実験結果

研究対象地域のうち，調布市の小ゾーンごとに通院行動の負担を定量化した結果を表 2 に示す．通院行動の発生量の大小に左右されないように，各小ゾーンの通院行動の発生量で正規化した値をもとに評価する．表 2 から，各小ゾーンによって負担の大きさが異なることが確認できる．特に負担が少ない小ゾーン 5 ではこのゾーン内での通院行動が多く，移動距離が短く抑えられていた．この小ゾーンの総合病院配置を図 3 に示す．図 3 から明らかなように，当該地域には複数の病院が立地し，住民が近隣で医療サービスを受けやすい環境が整っている．これが通院行動負担の軽減につながっていると考えられる．

一方，狛江市の小ゾーンごとに通院行動の負担を定量化した結果を表 3（表 2 と同様な正規化），各小ゾーンと総合病院配置を図 4 に示す．図 4 の南東部に位置する小ゾーン 1 では負担値が約 1.75 と高く，他地域よりも負担が大きいことが明らかとなった．狛江市では総合病院が 1 か所のみで北西部に偏在しており，南東部では周辺に病院がなく，自動車や電車で遠方の医療施設へ通院する必要がある．これが負担増加の要因であると推察される．

以上の実験結果から，調布市では小ゾーン内に複数の総合病院が分散して立地し，住民は居住地から近距離で医療サービスを受けることが可能である．その結果，同一ゾーン内で通院が完結するケースが多く，移動距離が短く抑えられ，通院負担が軽減されている．一方，狛江市では総合病院が市内に 1 か所しか存在せず，しかも北西部に偏在しているため，南東部の住民は近隣に医療機関がなく，遠方の医療施設へ移動する必要がある．これらの結果は，医療施設の立地密度と空間分布が通院負担に与える影響の大きさを示しており，今後の地域医療計画において重要な検討要素となる．

８．結論と今後との研究課題

本研究では，東京都市圏パーソントリップ調査結果から通院行動に関わるデータを抽出し，人口データと組み合わせることで，始点地域および終点地域に中心点を設定し，通院行動にかかる負担の定量化を行った．この分析の結果，付近に総合病院が立地していない地域では，通院行動にかかる負担が相対的に大きくなる傾向が明らかとなった．このことから，各小ゾーンにおける中心点として，始点には人口分布に基づいて重み付けした中心点を，終点には目的地となる総合病院の中心点を設定することで，通院に伴う移動負担を定量的かつ現実的に評価することが可能であるといえる．

一方で，本研究では小ゾーン単位の中心点を用いたため，交通手段による移動経路の相違や実際の道路網の影響を通院行動の負担に十分に反映することができなかった．このため，より細かい空間区分で通院行動の始点を定めるとともに，交通手段別の経路選択を考慮した分析手法の導入が今後の研究課題としてあげられる．これにより，通院支援施策や医療施設配置計画においてより精緻で実態に即した判断材料を提供することが期待される．

表 2 調布市の小ゾーンごとの通院行動にかかる負担の定量化

小ゾーン	総人口	通院行動の総発生量	通院行動にかかる負担合計	通院行動の発生量で正規化した値
1	36,415	2,456	2,231.68897	0.908668
2	33,665	1,054	463.23096	0.439498
3	35,472	902	605.13594	0.670882
4	46,452	1,752	1,779.35311	1.015613
5	36,172	830	175.18939	0.211072
6	54,438	1,108	1,129.66121	1.019550



図 3 調布市の特に負担が少ない小ゾーン 5 の総合病院配置

参考文献

坂田幸繁・栗原由紀子（2023）パーソントリップ調査からみた属性別の職住分布特性の分析．「中央大学経済研究所年報」，**55**，415-435.

鈴木温・鈴木和佳奈・栗田歩（2015）アクセシビリティ指標に基づく保育所待機児童の発生評価に関する研究．「土木学会論文集 D3（土木計画学）」，**71**(5)，I_375-I_385.

鈴木勉（2011）既存施設を活用した都市施設の再配置モデルメディアン型およびカバリング型条件付き施設配置モデルの一般化と統廃合への応用．「都市計画論文集」，**46**(3)，421-426.

瀬川洋子・貞廣幸雄（1996）GIS を利用した保育施設計画立案支援システムの開発．「GIS-理論と応用」，**4**(1)，11-18.

相馬佑成・笹林徹・谷口守(2019)都市特性に着目した通院行動分析．「都市計画報告集」，**18**(3)，234-239.

総務省統計局（2015）平成 27 年国勢調査結果. <https://www.stat.go.jp/data/kokusei/2015/kekka.html>

竹内翔平・恒川和久（2017）パーソントリップ調査を用いた公共施設の立地評価に関する考察：名古屋市を対象として．「建築計画」，**2017**，949-950.

東京都市圏交通計画協議会(2021)第 6 回東京都市圏パーソントリップ調査．<https://www.tokyo-pt.jp/special_6th>

服部晃依・吉川徹・讃岐亮（2023）地方都市と大都市の生活利便性の比較．「都市計画報告集」，**22**(1)，96-102.

矢部努（2016）道路ネットワークの現状 多様なモビリティとそれを支える交通網．48-49.

Satoh, K., Tsukahara, K., Yamamoto, K. (2018) Location evaluation of childcare facilities focusing on transportation in Japanese urban areas. *Journal of Geographic Information System*, **10**(6), 521-538.

表 3 狛江市の小ゾーンごとの通院行動にかかる負担の定量化

小ゾーン	総人口	通院行動の総発生量	通院行動にかかる負担合計	通院行動の発生量で正規化した値
1	30,339	783	1,370.83955	1.750753
2	54,433	3,312	1,748.48496	0.527924

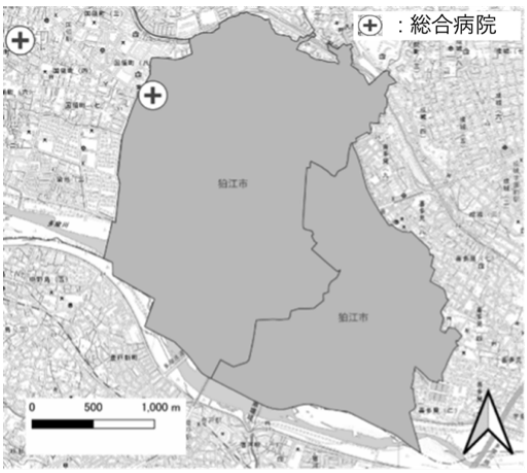


図 4 狛江市における各小ゾーンと総合病院配置