

地域公共交通における多様な都市データを活用した地域特性の評価

日建設計総合研究所 吉本憲生、安藤章、今枝秀二郎

小松航樹、児玉健、村井美由紀、杉原礼子

横浜市政策局

小林和広、小島完、須那亮友、西村主水

1. はじめに

国土交通省が示すように¹⁾、我が国では地域の持続的な地域公共交通の在り方が模索されている。その背景としては、人口減少、高齢化等により、既存の地域公共交通として路線バス等の交通機関の事業が継続困難となる傾向にあることが指摘される。このような課題をうけて、民間事業者・住民を含めた地域の輸送資源の活用や、デマンド交通等の新しい形態の移動手段を含めたより効率的な交通手段の導入に関する検討が各地で進められている。そうした検討は主に、人口減少の影響を大きく受けている地方都市において顕著にみられるが、大都市においても例外ではなく、持続性をもった取組の推進が求められる。

このような課題意識のもと、横浜市においても、地域に適した形での持続的な地域公共交通の実現に向けた取組を進めている。横浜市では、これまで人口が増加し続けていたものの、今後ゆるやかに減少していくことが予想されるとともに、地域によっては高齢化の進展が進んでいる。また市域全体にみられる特徴として、地形の傾斜が大きい傾向にあり、徒歩移動時に身体的負荷がかかる箇所も多く存在する。このような横浜市特有の特徴も踏まえた移動支援を行うため、既存の公共交通手段の維持・拡充を含め、個々の地域の特性に応じた地域公共交通手段の導入・整備を進めていく必要がある。こうした検討を進めていくためには移動に関する地域ごとの特徴を定量的に評価することが必要になるが、そのための評価指標としては、地形の傾斜や既存公共交通へのアクセスのしやすさ、地域内で目的地となる施設の数などが想定される。ただし、実際の移動に対しては、これらの指標が複合的に作用するため、個別の指標を個々に評価するのではなく、複数の指標を総合的に捉え、地域の移動課題を評価する必要がある。また、地域ごとに公共交通の取り組みを進めるためには個々の地域がバラバラに施策を実施するのではなく、一定のまとまりのある複数の地域が一体的に取り組む必要がある。

そこで、本稿では、移動課題を総合的に捉えていくために、複数の指標から地域の特性を評価する方法としてクラスター分析を活用し、地域の類型化を行い、各類型の課題特性について評価を行う。類型化を行うことで、類似した課題特性をもつ地域の評価が容易となり、同様の課題を有する地域ごとの一体的な施策実施を行う際の判断指標のひとつとして活用できる。また、本稿では、地域のクラスター分析に加えて、移動データを用いて移動実態に関する指標を整理し地域類型ごとの移動特性について評価を行う。同様のアプローチによる研究としては、土地利用特性と移動特性の関係について検証した谷口ら(2000)や高橋ら(2005)の研究があるが^{2・3)}、本稿では交通条件や土地利用特性に加えて地形特性や居住者特性を含めて、移動の課題特性と移動特性の関係に焦点を合わせている点に特徴を有する。こうした視座のもと、本稿では、移動に関する地域の課題特性と、移動特性の比較を行い、移動課題を評価するための方法としてのクラスター分析の有効性について検証することを目的とする。

2. 使用データと方法

2-1. 使用データ

移動に関する課題特性を評価する上では、移動主体、移動環境、移動手段、移動目的地に関する指標で評価を行うことが有効であると考えられる。そこで、表 1 に示す各指標について、横浜市の小学校校区を単位として集計を行った。なお、一般的に小学校校区は徒歩で移動可能な規模で計画されるため、移動支援の検討における最も規模の小さい基礎的な単位として小学校校区を採用した。

表1 移動に関する課題特性評価のための指標

種別	指標	算出方法	単位	出典
移動主体 (居住者特性)	人口密度	人口／地区面積	人／km ²	国勢調査(2015年)
	15歳未満人口割合	15歳未満人口／人口（全年齢）	-	国勢調査（2015年）
	65歳以上人口割合	65歳以上人口／人口（全年齢）	-	国勢調査（2015年）
移動環境 (地形特性)	平均傾斜角	数値標高モデルデータをもとにArcGISの傾斜角ツールおよびゾーン統計ツールにより地区の平均勾配を算出	度	基盤地図情報
移動手段 (交通条件)	鉄道駅圏カバレッジ率	鉄道駅を中心とした半径500mの範囲に含まれる地区面積／地区面積	-	国土数値情報
	バス停圏カバレッジ率	バス停を中心とした半径300mの範囲に含まれる地区面積／地区面積	-	国土数値情報
移動目的地 (土地利用特性)	行政施設密度	行政施設の件数／地区面積	件／km ²	都市計画基礎調査
	商業施設密度	商業施設の件数／地区面積	件／km ²	都市計画基礎調査
	学校密度	学校の件数／地区面積	件／km ²	都市計画基礎調査
	病院・診療所密度	病院および診療所の件数／地区面積	件／km ²	都市計画基礎調査
	福祉施設密度	福祉施設の件数／地区面積	件／km ²	都市計画基礎調査

2-2. 分析方法

本稿では上述した目的に基づき、図1に示す流れで検討を行う。まず、第一に、前節で示す指標に従い、小学校区を単位としたデータ集計を行う。次に、これらのデータを活用したクラスタリング（地域の類型化）を実施する。なお、クラスタリングの手法としては、標準的に活用される k-means 法を採用した。k-means 法では、クラスタ数を事前に設定した上で分析を実施するが、最適なクラスタ数を評価するための方法として、シルエット分析などが一般的に用いられている。本稿でも、当該手法をもとにクラスタの分割数を整理する。次に、クラスタリング後の地域分類ごとの特徴を評価するために、クラスタごとの課題特性に関する各指標の平均値を比較する。これにより、各クラスタの課題特性の傾向を評価する。

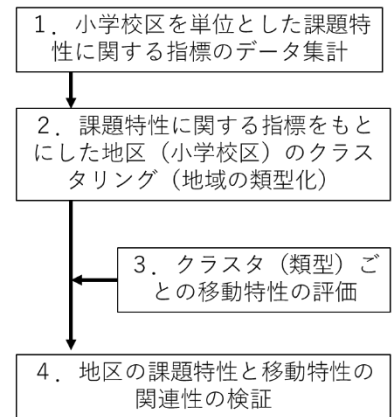


図1 検討フロー

他方で、これらのクラスタにおける移動特性を評価するために、パーソントリップ調査データを活用し、各交通手段の分担率等、移動実態に関する指標を整理し、クラスタごとの当該指標の平均値を整理する。最後に、クラスタごとの課題特性と移動特性の関連性について分析を行う。これらの検討を通して、地域の移動に関する課題特性の評価手法としてのクラスター分析の有効性について評価を行う

3. 多様なデータに基づく地区のクラスタリング

上述した通り、表1に示す11の指標をもとに、小学校区を単位として集計を行った。結果として得られた341地区の各指標の平均値を表2に示す⁴⁾。

次に、これらの指標をもとに、k-means法を活用し、クラスタリングを実施する。分割数を3～10の値で変更し、シルエット分析を行い、各クラスタの凝集性を評価するための指標であるシルエットスコアを比較した。その結果、分割数としては7以上の際に、シルエットスコアが低下する傾向がみられた(図2)。

表2 全地区の各指標の平均値

人口密度	15歳未満割合	65歳以上割合	バス停圏カバレッジ率	鉄道駅圏カバレッジ率	平均傾斜角	行政施設密度	商業施設密度	学校密度	病院・診療所密度	福祉施設密度
11211	0.13	0.24	0.86	0.28	5.84	5.80	42.87	33.80	9.35	12.39

これらをもとに、分割数としては 6 を採用し、クラスターリングを実施した。その結果えられたクラスターの空間分布を図 3 に示す。さらに、各クラスターにおける各指標の平均値および各指標の標準化得点の平均値を集計した(表 3)。

抽出した6つのクラスターのうち、クラスター0(図 3 赤色)は、人口密度が 2 番目に低いクラスターである。平均値と比較すると、65 歳以上人口割合がやや高く、鉄道駅勢圏カバー率がやや低いという傾向がある。位置としては、郊外側に多く分布し、鉄道沿線間や鉄道沿線における駅の間地点に立地する傾向がみられる。移動課題という観点では、高齢者の割合が高く、鉄道駅へのアクセシビリティが低く、鉄道駅への端末交通の支援や高齢者の移動支援の必要がある地域が多く存在すると想定される。ただし、バス停へのアクセシビリティや地形の起伏については平均的であり、比較的バスや徒歩での移動負荷は小さいことが想定される。

クラスター 1(図 3 緑)は、人口密度が 3 番目に高いクラスターであり、15 歳未満人口割合・65 歳以上人口割合が平均に比べてやや低く、バス停勢圏カバー率・鉄道駅勢圏カバー率がやや高い傾向にある。位置としては、比較的市域中心部の鉄道駅沿線に多く分布する傾向がみられる。当該クラスターについては、移動課題は全体的に小さいことが想定される。

クラスター 2(図 3 青)は、人口密度やバス停勢圏カバー率・鉄道駅勢圏カバー率が最も低く、65 歳以上人口割合が最も高いクラスターである。各種施設密度についてもいずれも平均値より低い値となっている。位置としては、市域の周縁部や郊外部の鉄道沿線間に多く分布する傾向がみられる。移動課題の観点では、高齢者も多く、鉄道・バスへのアクセシビリティが低く、各種施設の密度も低いいため、高齢者の移動支援、周辺地域への移動支援、鉄道駅・バス停へのアクセス支援等の必要のある地域が多く存在すると想定される。

クラスター 3(図 3 ピンク)は、人口密度および 15 歳未満人口割合・鉄道駅勢圏カバー率が最も高く、平均傾斜角が最も低いクラスターである。また、バス停勢圏カバー率も高く、各種施設密度も高い傾向にあるが、行政施設密度はやや低い傾向にある。位置としては、市域中心部の一部の地域に集中する傾向がみられる。移動課題としては全体的に小さいものの、15 歳未満人口割合・65 歳以上人口割合の高さから若年層(子育て世代等)や高齢者等への移動支援が必要になる地域があると想定される。

クラスター 4(図 3 グレー)は、人口密度や 15 歳未満人口割合、平均傾斜角が平均よりやや高く、65 歳未満人口割合がやや低いという傾向がある。位置としては、郊外の鉄道沿線・駅周辺に分布する傾向がみられる。移動課題としては、鉄道駅へのアクセシビリティは比較的高いものの、若年層が多く、地形の起伏が大きい傾向にあるため、若年層・子育て世代等への移動支援と徒歩の移動負荷低減のための支援が必要であると想定される。

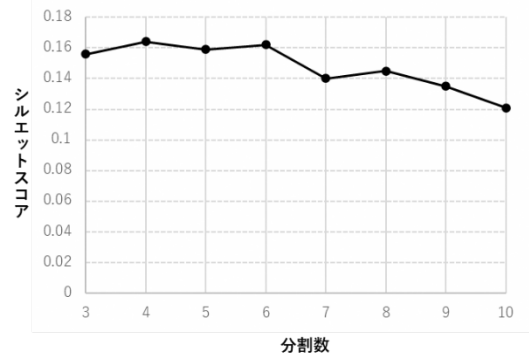


図 2 シルエットスコアと分割数の関係

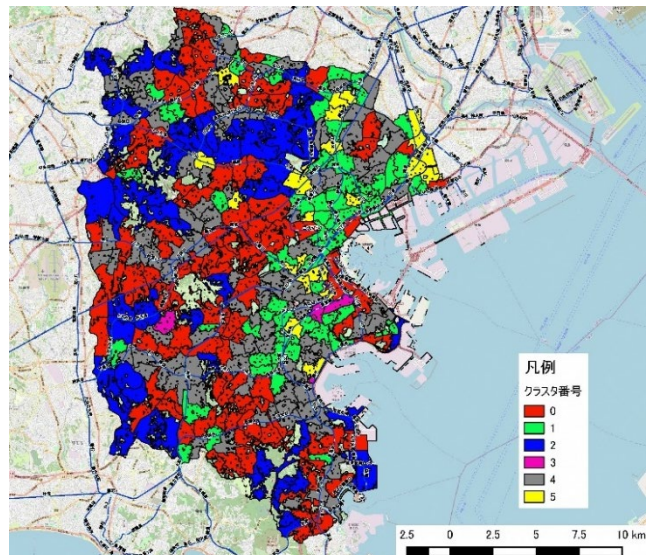


図 3 クラスターの空間分布

クラスタ5(図3 黄)は2番目に人口密度が高く、行政施設密度・学校密度が最も高いクラスタである。バス停勢圏・鉄道駅勢圏カバー率も平均より高い傾向にある。当該クラスタについては、移動課題は全体的に小さいことが想定される。

表3 クラスタ別の各指標集計値の平均値および標準化得点の平均値

集計方法	クラスタ番号	移動主体 (居住者特性)			移動手段 (交通条件)		移動環境 (地形特性)	移動目的地 (土地利用特性)				
		人口密度	15歳未満人口割合	65歳以上人口割合	バス停勢圏カバー率	鉄道駅勢圏カバー率		行政施設密度	商業施設密度	学校密度	病院・診療所密度	福祉施設密度
集計値のクラスタ別平均値	0	8835	0.13	0.25	0.86	0.21	6.08	4.73	40.09	29.30	8.58	11.15
	1	15001	0.12	0.22	0.89	0.41	5.94	7.60	43.47	38.25	8.40	15.16
	2	4637	0.13	0.28	0.78	0.15	5.47	2.99	30.05	20.87	6.30	7.78
	3	29198	0.10	0.26	0.94	0.70	3.55	1.71	39.07	42.21	20.62	21.06
	4	11939	0.13	0.23	0.86	0.26	6.25	5.93	49.32	35.97	10.54	12.42
標準化得点のクラスタ別平均値	5	19572	0.12	0.20	0.94	0.48	3.85	11.93	53.07	58.66	14.49	18.78
	0	-0.53	-0.11	0.20	-0.03	-0.22	0.11	-0.09	-0.05	-0.13	-0.08	-0.10
	1	0.84	0.22	-0.34	0.23	0.46	0.05	0.14	0.01	0.13	-0.10	0.22
	2	-1.46	-0.05	0.60	-0.52	-0.43	-0.17	-0.22	-0.24	-0.39	-0.31	-0.36
	3	3.99	1.11	0.31	0.55	1.49	-1.04	-0.33	-0.07	0.25	1.13	0.68
	4	0.16	-0.11	-0.17	-0.01	-0.06	0.19	0.01	0.12	0.06	0.12	0.00
	5	1.86	0.33	-0.60	0.56	0.71	-0.90	0.49	0.19	0.74	0.52	0.50

表4 移動特性指標

指標	単位
鉄道分担率	-
バス分担率	-
自動車分担率	-
バイク分担率	-
自転車分担率	-
徒歩分担率	-
平均トリップ長	m

4. 移動特性の観点からみたクラスターの評価

4-1. クラスタごとの移動特性の評価

上述したクラスタの課題特性とあわせて、各クラスタの移動実態について整理し、課題特性と移動特性の関連性について評価を行う。当該検討を行う際には、第6回東京都市圏パーソントリップ調査データを活用し⁵⁾、表4に示す指標をもとに整理を行う。その結果を表5に示す。

クラスタ0では、バス分担率・自動車分担率がやや高く、徒歩分担率がやや低い傾向にある。平均トリップ長は平均的である。

クラスタ1では、鉄道分担率や平均トリップ長の値が高く、自動車分担率が低い傾向にある。バス分担率、徒歩分担率も比較的高い。

クラスタ2では、鉄道・バス・自転車の分担率が低く、自動車・バイクの分担率が高い。また、平均トリップ長が長い傾向にある。

クラスタ3では徒歩と鉄道の分担率が高く、バイク・自転車・自動車の分担率が低い傾向にある。平均トリップ長は短い傾向にある。

クラスタ4では徒歩の分担率が比較的高く、鉄道・バス・自動車の分担率がやや低い傾向がみられる。平均トリップ長は市域平均よりやや短い傾向にある。

クラスタ5では自転車の分担率が高く、鉄道分担率がやや高い傾向にある。他方で、自動車やバイクの分担率は低い。平均トリップ長は短い傾向にある。

表5 クラスタ別の移動特性指標の平均値

クラスタ番号	鉄道分担率	バス分担率	自動車分担率	バイク分担率	自転車分担率	徒歩分担率	平均トリップ長
0	0.259	0.053	0.202	0.022	0.058	0.215	7037
1	0.306	0.052	0.133	0.018	0.057	0.245	7142
2	0.239	0.045	0.271	0.030	0.053	0.166	7250
3	0.284	0.048	0.150	0.014	0.055	0.259	6717
4	0.267	0.048	0.170	0.022	0.058	0.244	6967
5	0.287	0.048	0.129	0.018	0.089	0.240	6453
全クラスタ	0.269	0.050	0.185	0.022	0.059	0.224	7021

4-2. 指標間の相関関係の分析

全カテゴリ・全地区を対象として移動に関する課題特性指標と、移動特性指標の関係性について評価するため、相関分析を行った⁶⁾。その結果を表6に示す。鉄道分担率については、人口密度と有意な正の相関、15歳未満人口割合と負の相関関係にある(p値としては有意な値ではないものの、鉄道駅

勢カバー率とも比較的強い相関がみられる)。このことは、人口密度が高いクラスタの中で比較的 15 歳未満人口割合の値が低いクラスタ1において、鉄道分担率が高いことと符号する。また、バス分担率については、65 歳以上人口割合・バス停勢圏カバー率・平均傾斜角と有意な正の相関、15 歳未満人口割合・鉄道駅勢圏カバー率と負の相関関係にある。特に、平均傾斜角や鉄道駅勢カバー率との相関が比較的高い。このことは、クラスタ0・1で比較的バスの分担率が高い傾向にあるが、これらの指標が複合的に起因している可能性が読み取れる。また、自動車分担率については、65 歳以上人口割合・15 歳未満人口割合と正の相関、バス停勢圏カバー率と負の相関がみられるが、とくに 65 歳以上人口割合との相関が比較的強い。このことはクラスタ 2 で自動車分担率が高いこととも符合している。また、バス停勢圏カバー率と負の相関がみられることからバスへのアクセシビリティが低い箇所において、バスの代替手段として活用される傾向にあることも示唆される。

以上のように、移動特性と課題特性の間には一定の関連性があるとともに、個々のクラスタにおいては複数の課題特性の影響により異なる移動特性がみられる傾向が読み取れる。

表 6 移動特性指標と課題特性指標の相関行列(順位相関)

移動特性指標	人口密度	15歳未満人口割合	65歳以上人口割合	バス停勢圏カバー率	鉄道駅勢圏カバー率	平均傾斜角	行政施設密度	商業施設密度	学校密度	病院・診療所密度	福祉施設密度
鉄道分担率	0.240	-0.124	-0.396	-0.027	0.549	-0.078	-0.055	-0.060	-0.001	0.027	0.039
バス分担率	0.051	-0.145	0.240	0.287	-0.321	0.332	-0.016	0.017	-0.024	0.035	0.070
自動車分担率	-0.574	0.239	0.318	-0.152	-0.543	0.011	-0.072	-0.093	-0.103	-0.136	-0.121
バイク分担率	-0.214	-0.063	0.328	-0.011	-0.214	0.155	0.023	0.036	-0.108	-0.074	-0.068
自転車分担率	0.091	0.096	-0.122	-0.078	0.096	-0.385	0.116	0.070	0.114	0.041	0.082
徒歩分担率	0.331	-0.068	0.042	0.055	0.157	0.159	0.044	0.080	0.121	0.073	0.062
平均トリップ長	-0.037	-0.070	-0.153	-0.061	0.136	0.036	-0.083	-0.143	-0.064	-0.083	-0.003

表注) 太字・太枠箇所は $p < 0.05$

5. まとめ

本稿では、地域公共交通の計画・検討に向けて、地域特性に応じた地域公共交通手段検討のための指標として、移動課題の観点からみた地域分類・評価手法の評価を行った。移動の課題特性に関する指標を用いたクラスター分析の結果、それぞれ異なる特性をもつ、横浜市域の小学校区を 6 つのクラスタに分類することができた。この課題特性と移動特性に関する指標を比較した結果、それぞれの課題特性に対応し、クラスタごとに異なる移動特性がみられることがわかった。これにより、地域の移動に関する課題特性の抽出におけるクラスタリング(地域分類手法)の活用可能性の一端が示された。

【参考文献・注】

- 1) 国土交通省「持続可能な運送サービスの提供の確保に資する取組を推進するための地域公共交通の活性化及び再生に関する法律等の一部を改正する法律(令和 2 年 11 月 27 日施行)」
- 2) 谷口守・具国鎮・中野敦、「土地利用と居住者の交通行動から見た住区の類型化に関する研究」、『土木計画学研究・論文集』No.17、2000
- 3) 高橋美保子・出口敦・西川秀樹、「移動アクティビティにより排出される CO₂ と土地利用の関係に関する研究-福岡市を事例として」、『日本建築学会計画系論文集』第 588 号、日本建築学会、2005
- 4) 人口集計に関しては、国勢調査・小地域の人口データに基づき GIS 上で小学校区に対し面積按分を行った。
- 5) 第 6 回東京都圏パーソントリップ調査(平成 30 年実施)のデータのうち、発着地の緯度・経度情報が付与されたデータを使用し、横浜市域を対象として集計を行った。
- 6) 移動特性指標のデータの分布をみると、多くの場合、正規分布を仮定することが難しいため、相関分析の際にはノンパラメトリックな手法であるスピアマン順位相関を採用した。