



GIS による札幌市におけるコンビニエンス ストアの空間的自己相関分析

角 野 浩

要旨 本研究では、札幌市におけるコンビニエンスストアの立地条件について、GIS を用いて空間的自己相関分析を行う。Global Moran's I は、地域内のコンビニ店舗数と人口との空間的自己相関の有無を示すことができ、そして Getis-Ord G_i^* は、ホットスポットあるいはコールドスポットを特定することができる。したがって、これらの相関関係からコンビニ各社の出店立地の特徴を明らかにする。

キーワード GIS (Geographic Information System), 空間的自己相関分析 (Global Moran's I), ホットスポット分析 (Getis-Ord G_i^*), コンビニエンスストア, 札幌市

原稿受理日 2019年10月8日

Abstract In this research, Spatial Autocorrelation analysis is performed using GIS for the location of convenience stores in Sapporo. GIS enables the presence or absence of spatial autocorrelation between the number of convenience stores in an area and the population, and identifies Hot Spots or Cold Spots, employing both Spatial Autocorrelation (Global Moran's I) and Hot Spot Analysis (Getis-Ord G_i^*). Therefore, the characteristics of the opening locations of convenience stores are clarified from these correlations.

Key words GIS (Geographic Information System), Spatial Autocorrelation (Global Moran's I), Hot Spot Analysis (Getis-Ord G_i^*), convenience stores, Sapporo

1. はじめに

GIS (Geographic Information System : 地理情報システム) は, 橋本 (2016) によれば, 「コンピューター上で空間データと属性データを統合してデータベースを構築し, それを検索・分析・表示 (可視化) できるようにしたシステムである。」と定義している。また, 関根 (2018) では, 「地理情報の重要性を社会に認識させるとともに, 地理学においても研究対象や分析方法, 研究成果に大きな変化をもたらしている。」としている。さらに, 河端 (2018) は, GIS を利用することで「位置情報を軸として様々なデータを重ねて表示したり, 統合したりでき」, 経済分野・政策分野においても活用が進んでいると述べている。

このような流れの中, GIS を活用してコンビニエンスストアの立地分析 (以下, コンビニ立地分析) が行われており, 平下 (2008), 河端 (2015, 2018), 橋本 (2016), 大場 (2019) などが挙げられる。特に橋本 (2016) は, 札幌市のコンビニ立地分析について, 各社の商圈を設定し, 当該圏内の人口とチェーンごとの立地戦略を分析している。但し, 分析結果は, ベースとした i タウンページに依存しており, サンクスなど, 現在ではサークルKサンクスからファミリーマートに統合された分析対象もある。平下 (2008) は, コンビニエンスストア商圈 (以下, コンビニ商圈) を徒歩5分圏内として, バッファー350mを設定し, 橋本 (2016) もこれに沿っている。薬師寺・高橋 (2012) では, 買物弱者を推計する視点からコンビニ商圈をバッファー500mと設定し, 大場はこれに沿った東京都心のコンビニエンスストアの立地に関しての分析を行っている。したがって, 橋本 (2016) ではコンビニ圏内の総人口の算出などによる分析は行われているが, 立地分析に特化している傾向が見られる。一方で, 大場 (2019) は, 薬師寺・高橋 (2012) に沿っており, コンビニ圏内の総人口に加えて, 65歳以上人口, 75歳以上人口などの高齢者を対象とした人口との関連性も分析し, 買物弱者の割合などを明確にしている。ここで, 河端 (2018) が「距離の近い値が遠い値よりも強く関連している」と Tobler (1970) の「地理学の第一法則 (the first law of geography)」を引用しているように, 空間的自己相関分析の重要性が存在する。このような中で河端 (2015, 2018), 大場 (2019) は, 東京都心のコンビニエンスストアの立地条件の検証として空間的自己相関分析を行っており, 上述のコンビニエンスストアの立地条件の分析のベースとなる論文の1つと位置付けることができるだろう。

本研究では、橋本（2016）の札幌市のコンビニ立地分析について、まず、コンビニエンスストア大手のセブンイレブン、ファミリーマート、ローソン、そして、北海道独自路線を戦略とするセイコーマートとし、アップデートされた i タウンページのデータベースを新たに作成する。そして、Anselin（1995）が提案したローカル・モラン統計量の局所的統計量を用いた探索的な空間データ分析の応用例として、河端（2015, 2018）、鈴木ほか（2019）などの空間的自己相関分析は、橋本（2016）、大場（2019）では明確に行われなかった分析手法に対して、新たなコンビニエンスストア各社の立地条件の分析に応用する。

札幌市におけるコンビニエンスストアの立地条件の分析については、橋本（2016）などの貢献によりコンビニ各社の店舗立地戦略は、GIS 描画による空間データの視覚化により明確化されてきたが、GIS を用いて空間的自己相関分析を行うことで、GIS により地域内のコンビニ店舗数と人口との空間的自己相関の有無を示すことができ、かつホットスポットあるいはコールドスポットを特定することができる。日本の所得格差についての分析では、探索的空間データ分析を行った Tamesue *et al.*（2013）などの例もある。さらにコンビニ商圏内の人口に関しては、GIS を活用することで、橋本（2016）、大場（2019）による分析から人口密度によるバッファ内面積による按分から人口密度を算出し、総人口、65歳以上人口、そして、75歳以上人口なども算出し、これらの相関関係からコンビニ各社の出店立地の特徴を明らかにするとともに、買物弱者との相関関係も見ることができる。

本研究では、GIS を利用し札幌市のコンビニエンスストアの出店情報を地図化するために、国土地理院が提供する基盤地図情報をもとに札幌市の地図情報を入手し、かつ政府統計オープンデータである e-Stat 2015年国勢調査（小地域）から札幌市の境界データおよび人口などの統計データを入手する。そして、最新の NTT タウンページ『i タウンページ』から札幌市のコンビニエンスストアの店舗情報を入手し、東京大学空間情報科学研究センターが提供する『CSV アドレスマッチングサービス』を利用し、空間情報を付加する。これらの準備のもとに GIS のソフトウェアを利用し空間的自己相関分析を試みることで、札幌市におけるコンビニエンスストアの立地条件について、人口との相関関係からコンビニ各社の出店立地の特徴を明らかにし、かつ65歳以上の人口から買物弱者をどの程度カバーできる可能性があるかを検証する。

2. 分析方法

2.1. 分析対象と使用データ

本研究では、橋本（2016）、河端（2015, 2018）、大場（2019）のコンビニエンスストアの立地条件の分析を基礎とし、北海道札幌市の市町村を対象地域とする。

分析には、政府統計の総合窓口（e-Stat）より入手できる「2015年国勢調査小地域」の「境界データ・統計データ」のオープンデータを使用する。境界データは、[01000 北海道全域] から札幌市の地図描画を行い、統計データは、[年齢別（5歳階級，4区分）] を使用する。したがって、（65歳以上人口）などの高齢者人口は比較的容易に使用可能であるが、総人口については、（15歳未満人口）+（15～64歳人口）+（65歳以上人口）として算出してデータを使用する。また、国土地理院の Web サイト「基盤地図情報ダウンロードサービス」より入手できる基本項目をシェープファイルに変換し使用する。札幌市のコンビニエンスストアの店舗情報に関しては、NTT タウンページ『i タウンページ』から抽出し、東京大学空間情報科学研究センター『CSV アドレスマッチングサービス』から空間情報を付加した上でポイントデータとして加工し使用する。

2.2. バッファによるコンビニ圏データ

まず分析の準備として、札幌市のコンビニエンスストアの基本情報は、前述のように NTT タウンページの『i タウンページ』から住所等を入手し、東京大学空間情報科学研究センターが提供する『CSV アドレスマッチングサービス』からポイントデータを作成しシェープファイルとし視覚化する。なお、札幌市のコンビニエンスストアの店舗は、2019年3月末現在のものであるとする。

次に GIS を用いてバッファによるコンビニ圏を作成し、データ化と視覚化を行う。バッファによる圏データ作成には、大場（2019）、薬師寺・高橋（2012）に基づき、コンビニエンスストアからの距離が 500m のバッファ（以下、コンビニ圏 500m バッファ）を作成する。橋本（2016）は 350m、河端（2015, 2018）は 400m を圏として設定しているが、買物弱者を考慮した 500m 圏内を想定する。大場（2019）では、「食料品や生活必需品の買物に困難を感じる人」と買物弱者が定義されており、薬師寺・高橋（2012）は、「生鮮食料品販売店舗まで 500m 以上の人口を推計することを考える。」としており、本研究では、コンビニエンスストアが生鮮食料品販売店舗の 1 つとして考えるこ

とで、2015年国勢調査小地域の「年齢別（5歳階級，4区分）」統計データから入手される「65歳以上人口」を、河端（2015，2018）が定義するように高齢者と考え、総人口とともにコンビニエンスストアの商圈カバー率の分析対象とするためである。

2.3. 札幌市におけるコンビニ圏内の人口と空間パターン

まず札幌市におけるコンビニ圏内の人口と空間パターンは、GISを用いた国勢調査小地域データによる札幌市町村単位の人口及び人口密度のデータ（以下、札幌市国勢調査小地域データ）の視覚化をおこなう。

次にGISを用いた札幌市国勢調査小地域データとコンビニ圏500mバッファーとのオーバーレイを作成し、河端（2015，2018）、橋本（2016）、大場（2019）に沿った形で面積按分法によりコンビニ圏500mバッファー内の総人口、65歳以上人口を算出しデータ化と視覚化を行う。なお、NTTタウンページの『iタウンページ』から入手した2019年3月末現在のセブンイレブン、ファミリーマート、ローソン、セイコーマート、その他の全店舗数は1,028店である。したがって、コンビニ圏500mバッファーのシェープファイルについては、全店舗バッファー、および北海道独自店舗を展開するセイコーマート、そして、セブンイレブン、ファミリーマート、ローソンの各社の店舗バッファーを作成し視覚化する。

さらに、札幌市におけるコンビニ圏の立地条件は、まず大域的空間的自己相関分析によりコンビニエンスストア店舗と商圈内人口との間で分析される。橋本（2015，2016）ではカーネル密度推定によりコンビニエンスストアの各社の出店立地状況を分析しているが、本研究では、これに代わり局所的空間自己相関分析からホットスポットやコールドスポットを特定し、コンビニエンスストアの各社の出店立地条件等の視覚化を行う。またこれらの分析は、コンビニ圏500mバッファー内の総人口、65歳以上人口との空間的自己相関分析であることから、買物弱者のカバー率等についても視覚化が可能であり、各社の出店立地の固有の特徴を視覚化する。

そして、橋本（2016）では、札幌市の地価の最高地価点からの距離からのコンビニエンスストアの距離帯別店舗数を分析しているが、本研究では、札幌市のコンビニ圏500mバッファーから地理的分布特性の算出を行い、加重平均中心の算出から札幌市の地理的平均ポイントからのバッファー（500m）を求め、コンビニエンスストアの各バッファー内店舗数を視覚化し、コンビニエンスストア各社の出店の特徴を検証し、橋本（2016）の検証結果と比較する。

2.4. 大域的空間的自己相関

次に札幌市のコンビニエンスストア店舗とコンビニ圏 500m バッファー内人口との間の空間パターンについては、河端 (2018), 貞弘ほか (2018) 等の分析にしたがい大域的空間的自己相関の指標である Global Moran's I 統計量により分析する。Global Moran's I 統計量は次式で示される。

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \quad (2)$$

ここで、 n は札幌市内コンビニエンスストア店舗数 (サンプル数), コンビニ圏バッファー 500m 地域 i, j の属性値をそれぞれ x_i, x_j (総人口, 65歳以上人口), \bar{x} は属性値の平均, w_{ij} は当該地域 i, j 間の空間的な位置関係に基づく重み要素を表すものとし, i, j が隣接する場合に 1, 隣接しない場合に 0 としておくものとする。式(2)において S_0 は空間的重み要素の総和とし, 1 に標準化する。帰無仮説はコンビニ圏バッファー 500m 地域属性値が解析範囲内での空間パターンがランダム分布していることとする。

Moran's I 統計量の指標として, z スコア (標準偏差), 期待値, 分散とし, それぞれ次式で計算される。

$$z_I = \frac{I - E[I]}{\sqrt{V[I]}} \quad (3)$$

$$E[I] = -\frac{1}{n-1} \quad (4)$$

$$V[I] = E[I^2] - E[I]^2 \quad (5)$$

以上から式(1)~式(5)により Moran's I の値が計算され, -1 から 1 の間の値をとり, p 値を測定する。 p 値が統計的に有意であり, かつ z スコアが正の値をとるとき帰無仮説は棄却され, 高い値あるいは低い値で属性値の空間パターンがクラスタ化 (正の空間的自己相関) していることが示される。一方, p 値が統計的に有意であり, かつ z スコアが負の値をとるとき帰無仮説は棄却され, 高い値あるいは低い値で属性値の空間パターンが分散分布 (負の空間的自己相関) していることが示される。また, p 値が統計的に有意ではな

い場合、帰無仮説は棄却されず、ランダム分布であることを示すものとされる。

2.5. 局所的空間的自己相関

次に札幌市のコンビニエンスストア店舗とコンビニ商圏 500m バッファー内人口との間の空間パターンについては、河端 (2018)、貞弘ほか (2018) 等の分析にしたがい局所的空間的自己相関の指標である Getis-Ord G_i^* 統計量によりホットスポット分析を行う。Getis-Ord G_i^* 統計量は、統計的に有意な高い値の空間クラスターであるホットスポット (平均値以上の集積) や低い値の空間クラスターであるコールドスポット (平均値以下の集積) の存在を特定することができる検定統計量であり、次式で示される。

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij} x_j - \bar{x} \sum_{j=1}^n w_{ij}}{S \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n w_{ij}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{ij})^2}{n-1}}} \quad (6)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \quad (7)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - (\bar{x})^2} \quad (8)$$

Getis-Ord G_i^* の統計値は、Global Moran's I 統計量の指標と同様に z スコアで示される。計算結果は、コンビニ商圏 500m バッファー内の総人口または65歳以上人口について、以下の4つのタイプに分類される。

まず、「High-High Cluster」(HH) はバッファー内人口等が高い値の空間クラスター、「High-Low Outlier」(HL) は隣接エリアよりもバッファー内人口等が高い空間的外れ値、「Low-High Outlier」(LH) は隣接エリアよりもバッファー内人口等が低い空間的外れ値、「Low-Low Cluster」(LL) はバッファー内人口等が低い値の空間クラスターであることを特定し、コンビニエンスストア店舗の集積度合いを分析することを可能とする。

2.6. 地理的中心

札幌市のコンビニエンスストア店舗とコンビニ商圏 500m バッファー内人口との間の空間パターンについては、河端 (2018) 等にしたがい、本研究では地理的中心または加重平均中心を特定し、橋本 (2016) の分析である札幌市の最高地価点からの距離帯別のコンビニ商圏の人口とコンビニエンスストアの各チェーンの立地戦略の考察に代わるものとして

行う。橋本（2016）の最高地点の検証によれば、札幌駅より大通り方向へ少し南寄りであり、本研究では、実際のコンビニエンスストアの立地の中心を探ることで、そこからの距離帯別の立地戦略を検証することである。

地理的中心を考察する際には、河端（2015, 2018）、橋本（2016）、貞弘ほか（2018）、大場（2019）等の分析にしたがい「空間参照」として直接参照である「座標による空間参照」として空間情報を地球上の位置と関連付けている。本研究においても、すべて「投影座標系」である「平角直角（XY）座標」で位置情報を示している。

そこで河端（2015, 2018）にしたがい地理的中心の X, Y 座標は、

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (9)$$

として同様に計算され特定化される。ここで、 n は札幌市内コンビニエンスストア店舗数（サンプル数）、コンビニ商圏バッファー 500m 地域 i の X, Y 座標をそれぞれ x_i, y_i とし、 w_i は当該地域 i の空間的な位置関係に基づく重み要素を表すものとする。これらの計算により橋本（2016）の札幌市の最高地価点からの距離帯別のコンビニエンスストアの立地戦略の分析に代わるポイントを特定し分析することが可能となる。

3. 分析結果

3.1. 札幌市コンビニ商圏の大域的空間的自己相関と空間パターン

札幌市のコンビニエンスストアの『i タウンページ』から入手した1,028店舗（その他の個別店舗19店舗含む）についてのコンビニ商圏を 500m バッファー（各店舗の領域を重複せず繋げた状態のバッファー）で設定した場合の商圏内人口密度および商圏内65歳以上人口密度（町丁単位）の Moran's I 統計量を図1, 図2に示す。ここで、町丁単位で推計する場合、面積の違いがあるため人口を面積で割った人口密度として推計する。

ここで図1から商圏内人口密度の分析では、Moran インデックスが0.281918, z スコアが102.952615, p 値が0.00であり、図2から商圏内65歳以上人口密度の分析では、Moran インデックスが0.154647, z スコアが56.530562, p 値が0.00であり、共に有意水準1%で帰無仮説（ランダム分布）が棄却され、札幌市のコンビニ商圏内人口密度および65歳以上人口密度（町丁単位）は空間的にクラスタ化（正の空間的自己相関）していると言えるので、コンビニエンスストアの立地条件の1つとして人口の条件が存在することが分かる。

GIS による札幌市におけるコンビニエンスストアの空間的自己相関分析（角野）

まず、コンビニ圏内人口密度では、中央区、東区、西区、北区、南区、白石区、豊平区
の札幌駅周辺および JR 沿線では人口密度が比較的高く（赤）、北区、東区、南区、白
石区、豊平区の札幌駅周辺および JR 沿線から離れた地域、および手稲区、厚別区、清田
区では人口密度が低く（青）分布しているが、札幌市全体では正の空間的自己相関がある
と分析されるため、比較的人口密度の高い札幌駅周辺および JR 沿線に出店の傾向がある
と言えよう。

また65歳以上人口密度でも正の空間的自己相関があることから、札幌市内の場合には65
歳以上人口密度の高い地域に出店傾向があると言えるので、買物弱者に対するケアをコン
ビエンスストアが役割を担っている可能性があると言えるだろう。

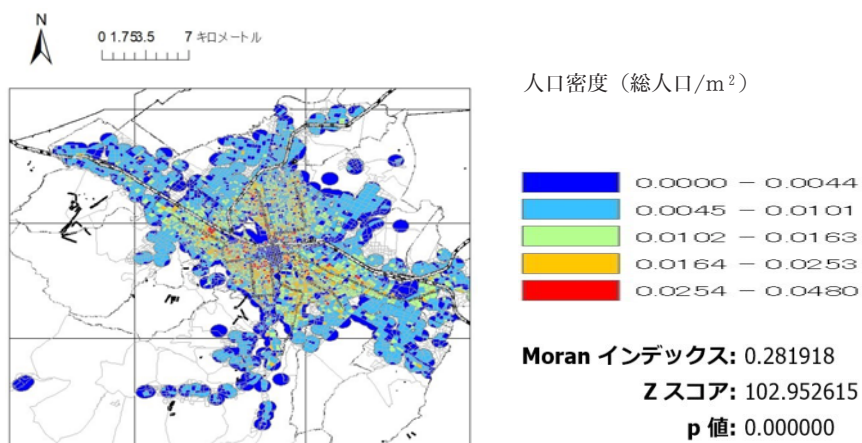


図1 コンビニ圏（500m）内人口密度分布と Global Moran's *I* 統計量

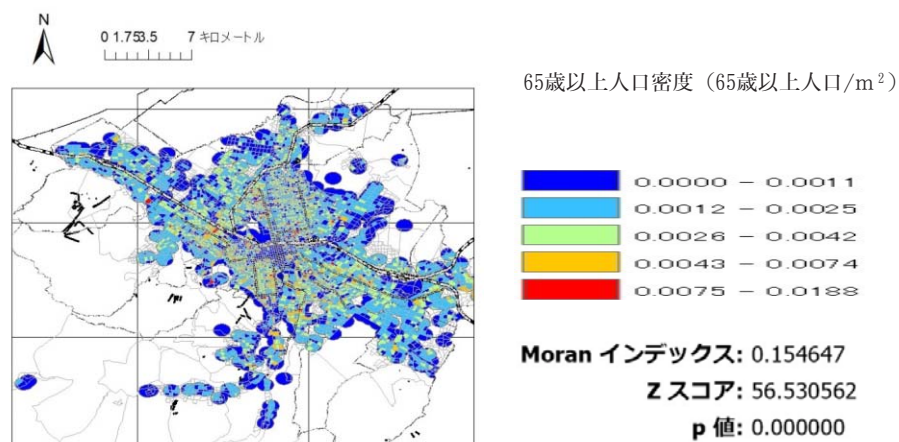


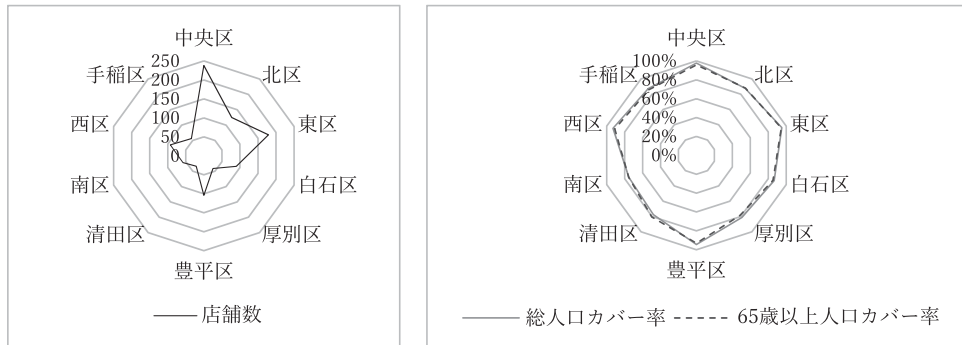
図2 コンビニ圏（500m）内65歳以上人口密度分布と Global Moran's *I* 統計量

表1では空間的自己相関分析を行ったデータを整理したものである。図3からはコンビニチェーン店を全て合わせてみるとコンビニ商圏を500mと設定した場合、商圏内人口および65歳以上人口ともに概ね80%以上をカバーしていることが分かる。ただし、札幌市の各区分の店舗数には、かなりの隔りがあることが分かる。

表1 札幌市内コンビニエンスストア店舗数およびコンビニ商圏内店舗数

全店舗	札幌市	中央区	北区	東区	白石区	厚別区	豊平区	清田区	南区	西区	手稲区
店舗数	1,028	238	125	179	90	41	104	34	58	93	56
人口(人)	1,946,694	235,860	281,459	260,466	208,384	127,591	218,074	116,977	144,236	213,118	140,565
コンビニ商圏内人口(人)	1,735,010	230,320	246,851	247,594	180,217	103,974	205,978	90,737	108,575	198,233	122,550
(カバー率)	89%	98%	88%	95%	86%	81%	94%	78%	75%	93%	87%
65歳以上人口	486,305	51,407	69,331	61,448	47,879	35,713	51,458	30,159	45,484	54,865	38,561
コンビニ商圏内65歳以上人口(人)	416,644	49,273	61,111	58,027	40,828	28,048	47,857	24,293	34,318	49,956	33,152
(カバー率)	86%	96%	88%	94%	85%	79%	93%	81%	75%	91%	86%

出所：NTT タウンページ『i タウンページ』から店舗データを抽出し筆者が加工。



出所：NTT タウンページ『i タウンページ』から店舗データを抽出し筆者が加工。

図3 札幌市各区のコンビニ店舗数とコンビニ商圏内人口カバー率

そこで、次に札幌市の人口を考慮したコンビニ商圏の地理的中心を特定し、橋本(2016)の分析である札幌市の最高地価点からの距離帯別の店舗数の分析に置き換えるものとして用いる。コンビニエンスストアの各チェーンの立地戦略については3.3.で述べることとし、まず3.2.では、地理的中心からの距離帯別の店舗数、コンビニ商圏内人口密度との空間的自己相関、および局所的自己相関分析からホットスポット分析を試みる。

3.2. 札幌市コンビニ商圏の局所的空間的自己相関と地理的中心

札幌市のコンビニエンスストアの『iタウンページ』から入手した1,028店舗（その他の個別店舗19店舗含む）についてのコンビニ商圏内人口密度の Getis-Ord G_i^* の統計量を計算し、統計的に有意な高い値の空間クラスター（ホットスポット）と低い値の空間クラスター（コールドスポット）および札幌市のコンビニ商圏の地理的中心を特定し図4に示す。

図4からは、コンビニ商圏内人口のホットスポット（HH：赤）は、札幌市の東部の白石区、厚別区、豊平区、清田区にほぼ集中していることが分かる。また、札幌市の西部の西区、手稲区の JR 沿線のみ集中している。コールドスポット（LL：青）は、札幌市の中央区、東区、南区にみられる。札幌市の南部の南区は、定山溪までが区域内であり、ほとんどコンビニエンスストア自体が存在せず、完全な空白領域であることも分かるだろう。

次に地理的中心からの距離帯別の店舗の状況を分析すると、地理的中心がほぼ札幌駅の上にあることが分かる。したがって地理的中心からの距離帯別では5km～15km までの範囲内でも JR 沿線にコンビニ商圏が東西に幅広く点在し、ホットスポットも同様な状況で広がっている。コールドスポットは、札幌市の中央区の地理的中心からの距離帯別で中心から2km、東区の地理的中心からの距離帯別の5km～10km、南区の地理的中心からの距離帯別では5km～10km にみられる。したがって、地理的中心である札幌駅周辺は通勤・通学者の日中の人口を要因として考慮することが必要かもしれない。

しかし、このようなコンビニ商圏の状況ではあるが、札幌市全域での人口カバー率および65歳以上人口カバー率は85%以上であることから、札幌市の住民が全域に分散して居住しているのではなく、東部および西部の JR 沿線などに集中して居住していることにも要

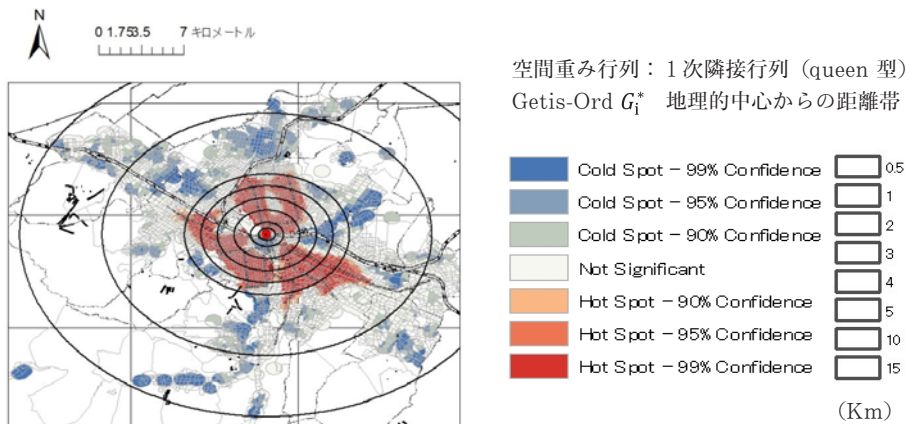


図4 地理的中心からの距離帯別コンビニ商圏（500m）とホットスポット・コールドスポット（Getis-Ord G_i^* ）

因があると思われる。札幌市におけるコンビニエンスストアの各チェーンの立地戦略については、鉄道沿線の要因も併せて分析の対象とすべきことを示唆しているだろう。

3.3. 札幌市の各チェーン店舗のコンビニ圏の局所的空間的自己相関と地理的中心

前節の分析からは、札幌市におけるコンビニエンスストアの各チェーンの立地戦略については、コンビニ圏内人口（密度）を考慮したうえで出店していること可能性の存在は確かめられたが、各チェーンの出店戦略についての特徴は、改めて各チェーンに対象を絞り込み分析を行う必要がある。そこで、本節では、セブンイレブン、ファミリーマート、ローソンの大手3社と北海道独自戦略を展開するセイコーマートについて各チェーンでの分析を試みる。またコンビニ圏は500mバッファー（各店舗を独立した領域をもつ重複した状態のバッファー）で設定した場合とし、コンビニ圏内人口との空間的自己相関を分析する。

橋本（2016）では、札幌市の最高地価点からの距離帯別のコンビニ圏内人口を検討し、各チェーンの立地戦略を分析している。分析結果として、『3 km 圏より内側ではローソン、3～4 km 圏ではサンクス（現在、ファミリーマートとする）、4～5 km 圏ではセブンイレブン、それより外側ではセイコーマートの比率が比較的大きい。』と分析している。そこで本研究では、橋本の分析を大域的空間的自己相関分析、局所的空間的自己相関分析、そして地理的中心の特定により検証する。本研究ではコンビニ圏と地価との相関関係は分析の対象としておらず、橋本の最高地価点からの距離帯別店舗数の分析を行わない。しかし、分析の結果からコンビニ圏内人口の地理的中心も橋本の分析の最高地価点も、ほぼ札幌駅周辺である。本研究の地理的中心が札幌駅の上に特定したのに対して、橋本の最高地価点は札幌駅から南に道路を1本隔てた辺りを特定しているが、距離帯別の分析については、両者を比較可能と判断し検証を進めるものとする。

3.3.1. セイコーマート

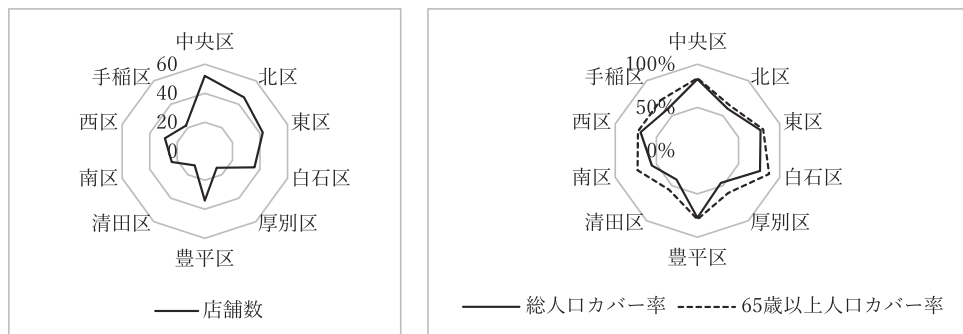
まず、札幌市セイコーマート店舗数およびコンビニ圏内人口等について、分析結果を表2、図5で整理しておく。

セイコーマートは、北海道独自戦略をとるチェーンであり特徴的な出店戦略が見てとれる。例えば、店舗数ではセブンイレブンと同様に300店舗以上である中、コンビニ圏内65歳以上人口でカバー率が全ての区で50%以上であるなどの他のチェーンでは決して見られない出店傾向がある。

表 2 札幌市セイコーマート店舗数およびコンビニ圏内人口

セイコーマート	札幌市	中央区	北区	東区	白石区	厚別区	豊平区	清田区	南区	西区	手稲区
店舗数	311	52	46	42	36	14	34	12	24	29	22
コンビニ圏内人口 (人)	1,308,310	195,267	168,250	199,789	158,357	58,722	169,127	48,368	79,973	147,244	83,213
(カバー率)	67%	83%	60%	77%	76%	46%	78%	41%	55%	69%	59%
コンビニ圏内65歳以上人口 (人)	316,153	41,310	39,308	46,332	35,538	16,943	37,981	13,553	25,005	36,194	23,989
(カバー率)	76%	84%	64%	80%	87%	60%	79%	56%	73%	72%	72%

出所：NTT タウンページ『i タウンページ』から店舗データを抽出し筆者が加工。



出所：NTT タウンページ『i タウンページ』から店舗データを抽出し筆者が加工。

図 5 札幌市各区のセイコーマート店舗数とコンビニ圏内人口カバー率

次に札幌市のセイコーマートについてのコンビニ圏を 500m バッファーで設定した場合の圏内人口の Moran's I 統計量の有意性について図 6 に示す。中央区の札幌駅周辺

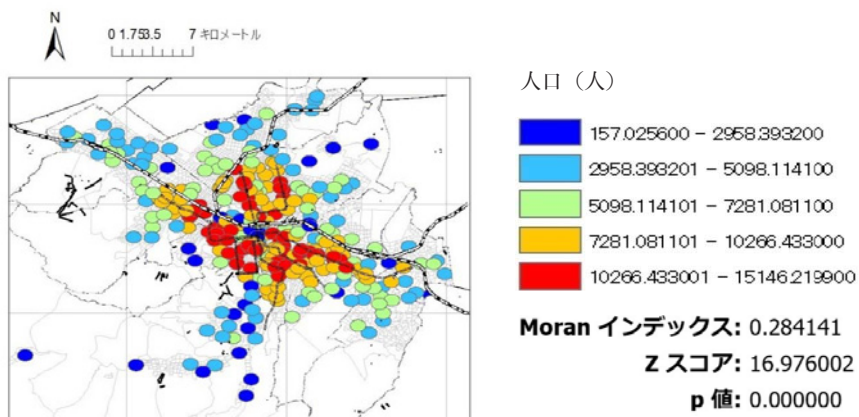


図 6 セイコーマート・コンビニ圏 (500m) 内人口分布と Global Moran's I 統計量

は、全コンビニエンスストアからのコンビニ商圏内人口密度は高い値であり、セイコーマートの店舗ごとのコンビニ商圏内人口を集計した値でも高い値を示しており、出店立地条件として空間的自己相関が存在することを示唆するものである。

札幌市のセイコーマートについてのコンビニ商圏内人口の Getis-Ord G_i^* の統計量を計算し、統計的に有意な高い値の空間クラスター（ホットスポット）と低い値の空間クラスター（コールドスポット）を特定し、札幌市のコンビニ商圏の地理的中心を特定したものを図7に示す。

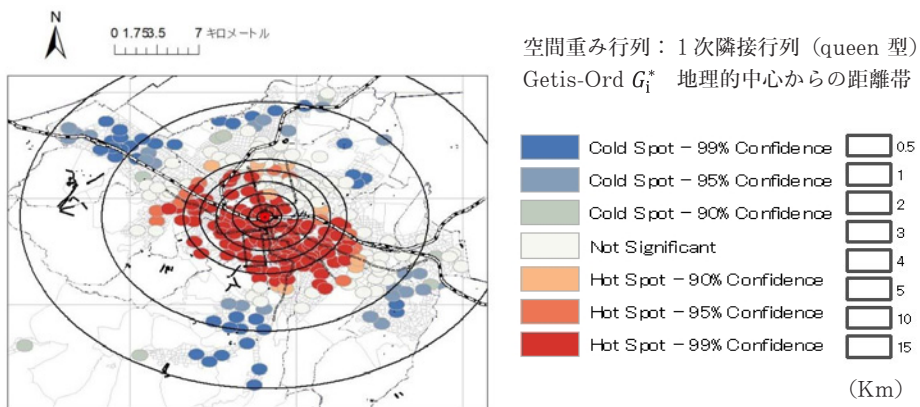


図7 地理的中心から距離帯別セイコーマート・コンビニ商圏（500m）とホットスポット・コールドスポット（Getis-Ord G_i^* ）

図6、図7から、ホットスポット（HH：赤）は中央区、東区、西区、豊平区に見られ、コールドスポット（LL：青）は地理的中心の札幌駅周辺から離れた西区、南区に見られる。これは南部の南区は、定山溪までが区域内であり、セイコーマートは、手稲区、豊平区、清田区、厚別区などにもコンビニ商圏内人口とは相関の薄い地域にも出店していることが分かる。特に手稲区はJR沿線であるが空間的自己相関は低いなど特色を示している。

これらは、セイコーマートが北海道で独自戦略の出店を行っている傾向があると見てとることができるだろう。例えば、札幌市全体では、コンビニ商圏人口カバー率は67%、65歳以上人口カバー率は76%であり、かなりの高いカバー率を示している。後述するセブンイレブンが、約300店舗を出店している中で、2つの人口カバー率が60%を上回っていることは出店規模から推測されるが、これも後述するローソンが、セイコーマートと同様に約200店舗を出店しているにも関わらず、2つの人口カバー率が50%を下回っているところは、大きな特色の一つである。

GIS による札幌市におけるコンビニエンスストアの空間的自己相関分析（角野）

また、65歳以上人口カバー率に限れば、セイコーマートは前述のように67%であり、これに対してファミリーマートは31%、ローソンは44%を示しており、セブンイレブンが一方で60%に留まることから、セイコーマートが、買物弱者のカバーの役割を担うことを出店の条件の1つとして考慮している可能性が見てとることができる。

そして、コンビニエンスストア立地出店とコンビニ商圏内人口および65歳以上人口との間には札幌市全体では、空間的自己相関関係は存在していると推計されている。つまり、現在のセイコーマートの店舗は、中央区ではコンビニ商圏人口カバー率、65歳以上人口カバー率は80%以上であり、東区、白石区、豊平区では、これらは70%以上であることから、札幌市全体にコンビニ商圏内人口との相関の薄い地域への出店を行っている一方で、地理的中心である札幌駅周辺を中心部に集積していることから、橋本の分析の2016年以降、セイコーマートは地理的中心からの距離帯 5 km 圏内に集中して出店を行ってきたと考えられる。

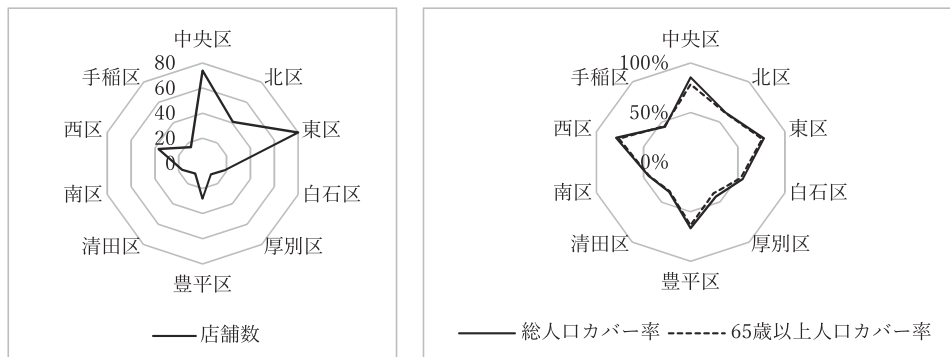
3.3.2. セブンイレブン

まず、札幌市セブンイレブン店舗数およびコンビニ商圏内人口等について、分析結果を表3、図8で整理しておく。

表3 札幌市セブンイレブン店舗数およびコンビニ商圏内人口

セブンイレブン	札幌市	中央区	北区	東区	白石区	厚別区	豊平区	清田区	南区	西区	手稲区
店舗数	334	74	41	80	18	11	28	10	17	37	16
コンビニ商圏内人口(人)	1,229,511	201,548	171,910	202,635	114,714	54,883	145,422	43,222	64,407	168,700	62,070
(カバー率)	63%	85%	61%	78%	55%	43%	67%	37%	45%	79%	44%
コンビニ商圏内65歳以上人口(人)	291,286	40,343	42,046	46,615	25,279	13,897	32,795	10,994	20,151	41,891	17,276
(カバー率)	60%	78%	61%	76%	53%	39%	64%	36%	44%	76%	45%

出所：NTT タウンページ『i タウンページ』から店舗データを抽出し筆者が加工。



出所：NTT タウンページ『i タウンページ』から店舗データを抽出し筆者が加工。

図8 札幌市各区のセブンイレブン店舗数とコンビニ圏内人口

次に札幌市のセブンイレブンについてのコンビニ圏を 500m バッファーで設定した場合の圏内人口の Moran's I 統計量の有意性について図9に示す。中央区の札幌駅周辺は、全コンビニエンスストアからのコンビニ圏内人口密度は高い値であり、セブンイレブンの店舗ごとのコンビニ圏内人口を集計した値でも高い値を示しており、出店立地条件として空間的自己相関が存在することを示唆するものである。

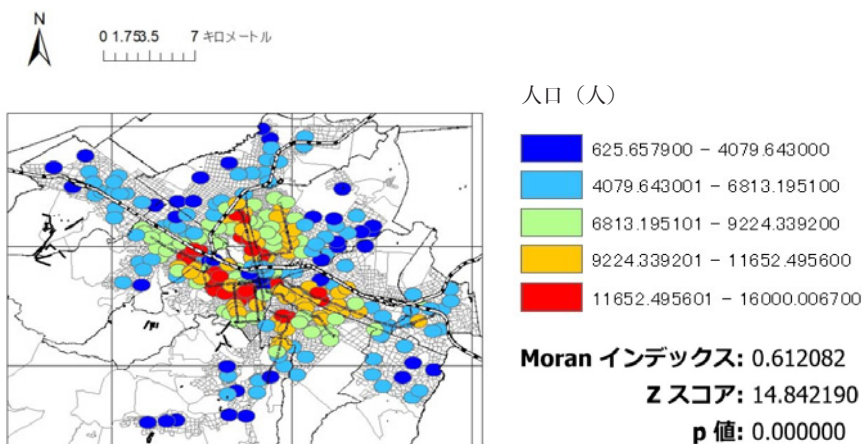


図9 セブンイレブン・コンビニ圏 (500m) 内人口分布と Global Moran's I 統計量

札幌市のセブンイレブンについてのコンビニ圏内人口の Getis-Ord G_i^* の統計量を計算し、統計的に有意な高い値の空間クラスター (ホットスポット) と低い値の空間クラスター (コールドスポット) を特定し、札幌市のコンビニ圏の地理的中心を特定し図10に示す。

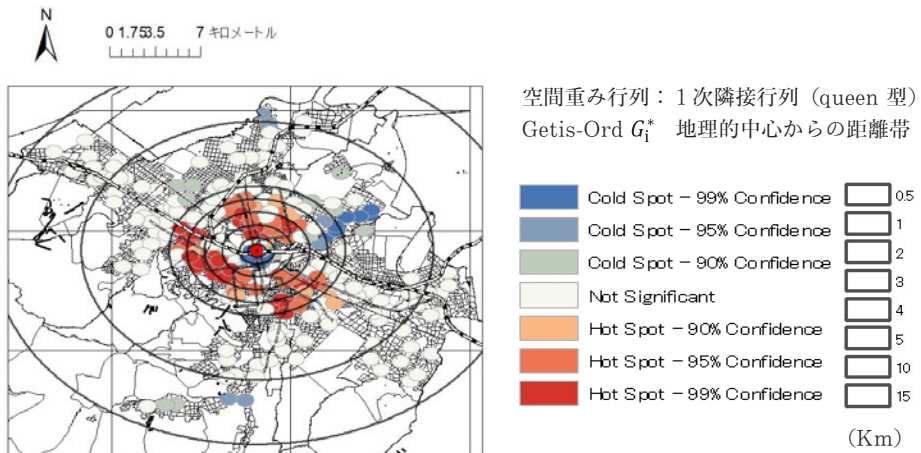


図10 地理的中心からの距離帯別セブンイレブン・コンビニ圏（500m）とホットスポット・コールドスポット（Getis-Ord G_i^* ）

図9，図10から，ホットスポット（HH：赤）は，東区，中央区，西区に見られ，コールドスポット（LL：青）は中央区で地理的中心からの距離帯別で中心から1 km，東区で地理的中心からの距離帯別3 km～10kmで見られる。中央区，東区ではホットスポットとコールドスポットが混在することから，地理的中心である札幌駅を中心とした1 km 圏内では，セブンイレブンの店舗に限って言えば，店舗数は相対的に少ない傾向がみられる。しかし，コンビニ圏人口カバー率，65歳以上人口カバー率とも75%以上であることから札幌市全体から見れば十分な店舗数の拡大となる戦略はとられていると考えられる。

ホットスポット分析からは，東区，中央区，西区に加え，北区，豊平区の各区の地理的中心からの距離帯別2～5 km 圏内に集積していることから，橋本の分析の2016年以降，セブンイレブンは札幌駅中心部に向けて集中して出店を行ってきたと考えられるが，地理的中心である札幌駅を中心とした1 km 圏内では，まだ十分な店舗数を出店していないと考えられるだろう。

3.3.3. ファミリーマート

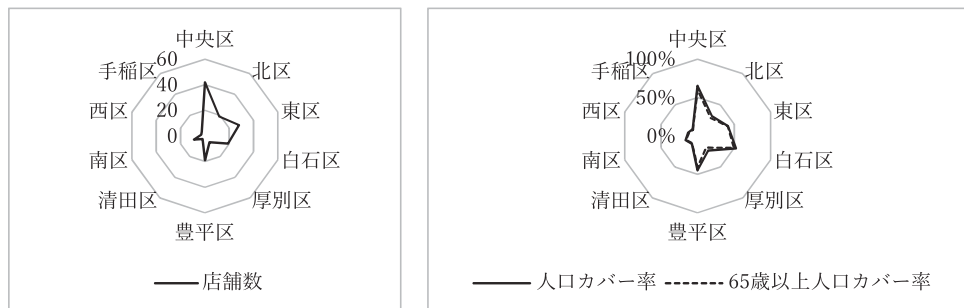
まず，札幌市ファミリーマート店舗数およびコンビニ圏内人口等について，分析結果を表4，図11で整理しておく。

次に札幌市のファミリーマートについてのコンビニ圏を500m バッファで設定した場合の圏内人口の Moran's I 統計量の有意性について図12に示す。中央区の札幌駅周辺は，全コンビニエンスストアからのコンビニ圏内人口密度は高い値であり，ファミリー

表4 札幌市ファミリーマート店舗数およびコンビニ圏内人口

ファミリーマート	札幌市	中央区	北区	東区	白石区	厚別区	豊平区	清田区	南区	西区	手稲区
店舗数	152	42	19	28	19	6	19	3	9	3	4
コンビニ圏内人口(人)	673,471	154,524	90,187	108,606	109,423	29,638	97,661	14,918	24,100	28,631	15,782
(カバー率)	35%	66%	32%	42%	53%	23%	45%	13%	17%	13%	11%
コンビニ圏内65歳以上人口(人)	149,246	31,025	19,901	25,424	23,733	6,662	21,004	3,594	7,371	6,504	4,028
(カバー率)	31%	60%	29%	41%	50%	19%	41%	12%	16%	12%	10%

出所：NTT タウンページ『i タウンページ』から店舗データを抽出し筆者が加工。



出所：NTT タウンページ『i タウンページ』から店舗データを抽出し筆者が加工。

図11 札幌市各区のファミリーマート店舗数とコンビニ圏内人口

マートの店舗ごとのコンビニ圏内人口を集計した値では、若干複雑である。つまり札幌駅周辺の1 km 圏内以外の中央区では、コンビニ圏内人口は高い値を示しており、さらに JR 沿線に沿った豊平区と白石区ではコンビニ圏内人口は比較的高い値を示している。しかし、これら以外の清田区、厚別区、手稲区、北区、そして、南区は定山溪方面に至るまでコンビニ圏内人口は低い値を示しているものの、ファミリーマートの店舗は点在していることが見てとれる。したがって、ファミリーマート個別店舗別コンビニ圏内人口カバー率は65歳以上人口カバー率とともに低いものであるが、総店舗数は約150店舗であり、他のチェーン各社の店舗数が200店舗以上であるの対して、絶対的に店舗数は少ない。そこで、ファミリーマートの出店立地は、各店舗のコンビニ圏が競合しないように一定間隔を空けており、南区南部などで点在化する傾向があるものの、店舗数全体ではコンビニ圏内人口との間で空間的自己相関が存在することを示すことになったと考えられる。

札幌市のファミリーマートについてのコンビニ圏内人口の Getis-Ord G_i^* の統計量を計算し、統計的に有意な高い値の空間クラスター (ホットスポット) と低い値の空間クラスター (コールドスポット) を特定し、札幌市のコンビニ圏の地理的中心を特定したう

えて図13に示す。

図12, 図13のホットスポット (HH: 赤) は中央区, 東区に見られ, コールドスポット (LL: 青) は中央区で地理的中心からの距離帯別で中心から 2 km で特に見られる。コンビニ圏人口カバー率, 65歳以上人口カバー率とも低く, 中央区の60%台が最高であるが, 同時に札幌駅周辺部ではコールドスポットでもある。一方でホットスポット分析では中央区, 東区に加え, 北区, 白石区, 豊平区の各区の地理的中心からの距離帯別 3 ~ 5 km 圏内に集積していることから, 橋本の分析の2016年以降, ファミリーマートはサークルKサンクスなどと合併し, 札幌駅中心部から外に向けて距離帯別 4 ~ 5 km 圏内に出店を行ってきたと考えられ, 中心部に向けての出店はまだ十分ではないと考えられる。

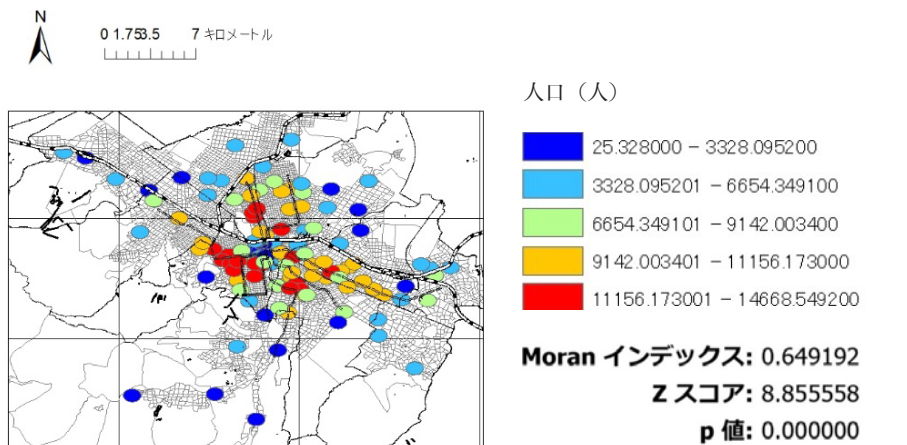


図12 ファミリーマート・コンビニ圏 (500m) 内人口分布と Global Moran's I 統計量

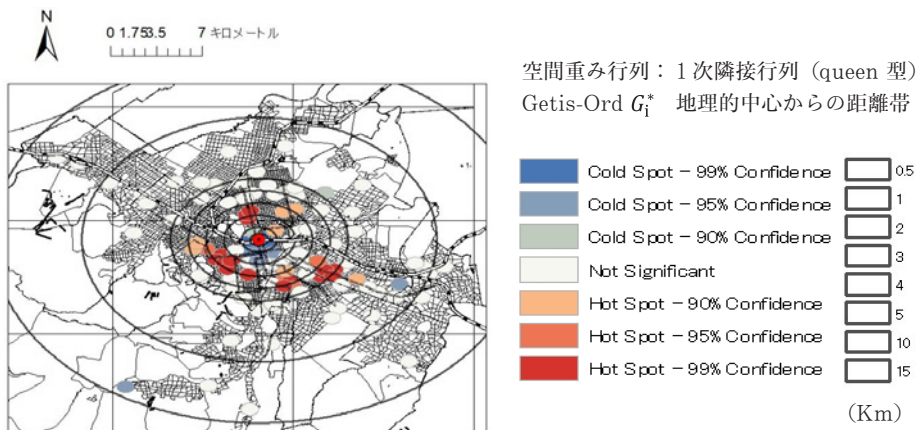


図13 地理的中心からの札幌市内ファミリーマート・コンビニ圏 (500m) 内人口とホットスポット・コールドスポット (Getis-Ord G_i^*)

ファミリーマートは、札幌市全体の店舗数は約150店舗と他の3社と比較して少ない。特に、コンビニ圏内人口カバー率は35%、65歳以上人口カバー率は31%であり、出店との空間的自己相関は低いと予測される中、Moran's I 統計量は有意であると推計されている。これは、図13のホットスポット分析から推測されるように、ファミリーマートも他のチェーンと同様に地理的中心である札幌駅周辺に出店を集積しており、この立地出店から空間的自己相関が存在すると示されていると考えることができるだろう。

また、コンビニ圏内人口カバー率、65歳以上人口カバー率ともに30%台であり、約150店舗の中で、収益性を考慮にいたした出店を考えるのであれば、札幌市全体に出店するのではなく、札幌駅周辺に出店する戦略になることは想像できると考えられる。

3.3.4. ローソン

まず、札幌市ローソン店舗数およびコンビニ圏内人口等について、分析結果を表5、図14で整理しておく。

表5 札幌市ローソン店舗数およびコンビニ圏内人口

ローソン	札幌市	中央区	北区	東区	白石区	厚別区	豊平区	清田区	南区	西区	手稲区
店舗数	212	64	28	25	17	9	21	8	5	23	12
コンビニ圏内人口(人)	935,415	171,166	132,856	132,406	116,289	47,152	129,084	34,003	10,000	116,800	45,388
(カバー率)	48%	73%	47%	51%	56%	37%	59%	29%	7%	55%	32%
コンビニ圏内65歳以上人口(人)	215,636	33,853	30,813	30,236	26,652	12,011	28,870	9,010	3,245	30,062	10,811
(カバー率)	44%	66%	44%	49%	56%	34%	56%	30%	7%	55%	28%

出所：NTT タウンページ『i タウンページ』から店舗データを抽出し筆者が加工。



出所：NTT タウンページ『i タウンページ』から店舗データを抽出し筆者が加工。

図14 札幌市各区のローソン店舗数とコンビニ圏内人口

次に札幌市のローソンについてのコンビニ商圏を 500m バッファーで設定した場合の商圏内人口の Moran's I 統計量の有意性について図15に示す。中央区の札幌駅周辺は、全コンビニエンスストアからのコンビニ商圏内人口密度は高い値であり、ローソンの店舗ごとのコンビニ商圏内人口を集計した値では特に高い値を示しており、また、札幌駅周辺では豊平区、白石区でも高い値を示している。これらは JR 沿線に沿った札幌駅周辺であるが、ローソンは、コンビニ商圏内人口の値が低いもの手稲区、南区、清田区、厚別区などにも点在的に出店し、札幌市全体でコンビニ商圏人口をカバーする。

ローソン個別店舗別コンビニ商圏内人口カバー率は65歳以上人口カバー率とともに中央区以外は60%のカバー率より低く、特に南区では10%のカバー率よりも低く、特に低い値を示している。しかし、総店舗数は他のチェーン各社の店舗数と同様に200店舗以上である。ローソンは店舗別に見たコンビニ商圏内人口カバー率および65歳以上人口カバー率は低い値を示すが、一定間隔を空けて効率的な店舗出店を行っている特徴が挙げられる。

特に手稲区、北区、清田区、厚別区、南区南部など札幌駅周辺から離れた郊外でも点在化した店舗立地が特徴であり、店舗数全体ではコンビニ商圏内人口との間で空間的自己相関が存在することを示すことになったと考えられる。

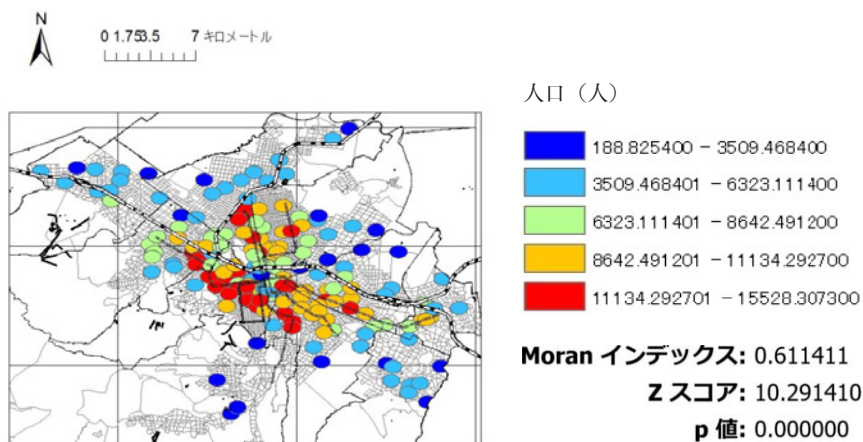


図15 ローソン・コンビニ商圏 (500m) 内人口分布と Global Moran's I 統計量

札幌市のローソンについてのコンビニ商圏内人口の Getis-Ord G_i^* の統計量を計算し、統計的に有意な高い値の空間クラスター（ホットスポット）と低い値の空間クラスター（コールドスポット）を特定し、札幌市のコンビニ商圏の地理的中心を特定し図16に示す。

図15、図16のホットスポット（HH：赤）は中央区に店舗数が集中しており、続いて JR

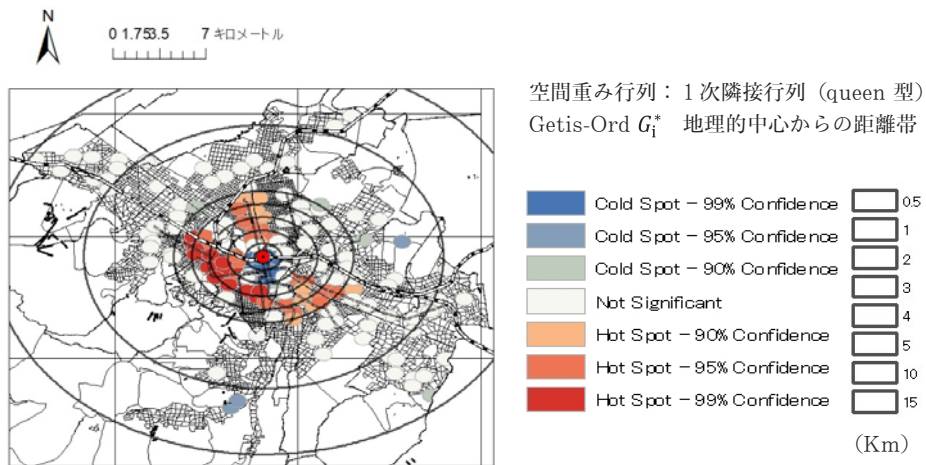


図16 地理的中心からの札幌市内ローソン・コンビニ圏(500m)内人口と
 ホットスポット・コールドスポット (Getis-Ord G_i^*)

沿線で西区，北区，豊平区で比較的集中している。コールドスポット (LL：青) は中央区で地理的中心からの距離帯別で中心から2 km で特に見られる。

コンビニ圏人口カバー率は70%以上，65歳以上人口カバー率は65%以上であるが，その他の区では50%台もしくはそれ以下である。ローソンの店舗の中では中央区が60店舗以上であるが，その他の区では30店舗を下回っている。しかし，ファミリーマートよりは，札幌市全体では店舗数も多く，200店舗以上であり，その中ではホットスポット分析では中央区に加え，北区，東区，豊平区，西区の各区の地理的中心からの距離帯別1～5 km 圏内に集積していることから，橋本の分析の2016年以降，札幌駅中心部から外に向けて距離帯別4～5 km 圏内に出店を行ってきたと考えられるが，中心部に向けての出店，特に地理的中心からの距離帯別2 km 圏内では，ホットスポットとコールドスポットが混在しており，中心部に向けての出店はまだ十分ではないと考えられる。

3.4. コンビニチェーンの距離帯別店舗数—橋本 (2016, 2019) 分析の結果の概要—

本研究を発表する直前に橋本 (2019) が発行され，「第14章 札幌市におけるコンビニ立地分析」の内容が改訂された。そこで，本研究が改訂された分析に基づき空間的自己相関分析を行ってきたので，分析結果を対比する必要性も生じてきたため，橋本 (2019) に沿った形の分析を行った結果を最終節に概要を整理する形で示しておくことにする。

本研究と橋本 (2016, 2019) の分析の違いは，橋本の分析で行われなかった空間的自己相関分析を行っているところにある。そこで，橋本 (2016) では，政府統計オープンデー

タである e-Stat 2010年国勢調査（小地域）データをもとに人口分布図などを作成していたが、本研究および橋本（2019）では2015年国勢調査（小地域）データをもとに分析を行っている点では、データの新旧を対比する部分は少なくなっていると言える。

しかし、橋本の分析の中心をなす「最高地価点からの距離帯別店舗数」は、やはり本研究では空間的自己相関分析を中心としているので「局所的自己相関分析」の1つである「地理的中心の算出と分析」を中心としているので、分析結果とデータ整理の段階では、異なった角度からコンビニエンスストアの立地条件の分析を試みた。

そこで、橋本の分析とデータの新旧の対比が少なくなったこともあり、最後に本研究でも「最高地価点からの距離帯別店舗数」の分析結果をまとめておくことにする。そこで、橋本と同様に札幌市の地価データから最高地価点を算出し、コンビニエンスストアの距離帯別店舗数を図17で、さらに各チェーンの距離帯別店舗数を図18でまとめておくことにす

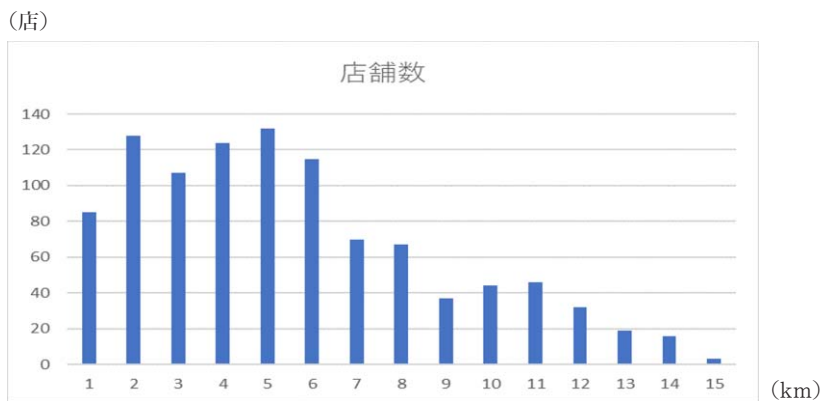


図17 コンビニエンスストアの最高地価点からの距離帯別店舗数

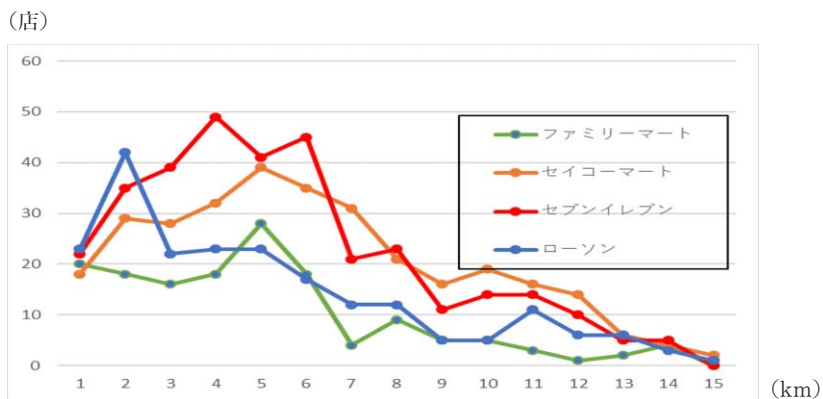


図18 各チェーンの最高地価点からの距離帯別店舗数

る。

本研究でも札幌市のコンビニエンスストアの店舗数、各区の店舗数、および各チェーンの札幌市の店舗数、各区の店舗数を見てきたので、両分析を対比する上では、このような図を整理しておくことで、分析の違いについての理解が深まるものと考えられる。

図17、図18から分かるように札幌駅を中心とした周辺地域（最高地価点も札幌駅より大通り方向へ少し南寄りであり、地理的中心が札幌駅であることから、500m程の誤差は生じると判断される。）2km周辺と4～5km周辺が多く、1km周辺では少ないことが分かる。これは本研究のホットスポット分析でも検証されていることである。各チェーンの店舗数でも同様の結果であり、各店舗は、徐々に札幌駅周辺から外に向かって増加傾向にあると言えるのかもしれない。特に以前は120店舗を上回る距離帯はほとんど存在しなかったことを考え合わせると、このことが理由付けられると言えるかもしれない。

4. お わ り に

本研究では、GISを利用して札幌市におけるコンビニエンスストアの立地条件を分析するために、出店情報を最新のNTTタウンページ『iタウンページ』から入手し、東京大学空間情報科学研究センターが提供する『CSVアドレスマッチングサービス』から空間情報を付加しポイントデータに加工した。そして、国土地理院が提供する基盤地図情報をもとに札幌市の地図情報を用いて地図化し、政府統計オープンデータであるe-Stat 2015年国勢調査から札幌市の境界データおよび人口などの統計データを用いてコンビニ圏内人口などを推計した。

橋本（2016）の札幌市のコンビニ立地分析について、コンビニエンスストア大手3社のセブンイレブン、ファミリーマート（橋本の分析ではサンクスとされている。）、ローソン、そして北海道独自戦略とするセイコーマートとし、河端（2015, 2018）、鈴木ほか（2019）などの空間的自己相関分析を行い、新たなコンビニエンスストア各社の立地条件を検証した。

札幌市におけるコンビニエンスストアの立地条件の分析は、GISを用いて空間的自己相関分析を行うことで、地域内のコンビニ店舗数と人口との空間的自己相関の有無を示し、かつホットスポットあるいはコールドスポットを特定することでコンビニエンスストア各社の立地条件の特徴を明らかにした。その上で大手3社であるセブンイレブン、ファミリーマート、ローソンと北海道独自戦略のセイコーマートとでは、出店戦略に相違があること

も検証された。

コンビニ圏内の人口に関しては、橋本（2016）、大場（2019）による分析から人口密度によるバッファ内面積による按分から人口密度を算出し、総人口、65歳以上人口、そして、75歳以上人口なども算出し、コンビニエンスストアの存在により、コンビニ圏内の人々と買物弱者と言われる65歳以上の人々を、札幌市内に限ればある程度、ほぼ80%程度までカバーしていることも検証された。

札幌市のコンビニエンスストア全店舗に対するコンビニ圏に対する地理的中心からの距離帯別の店舗の状況を分析すると、地理的中心がほぼ札幌駅の上にあることが分かったが、地理的中心からの距離帯別では5 km から 15km までの範囲内でも JR 沿線にコンビニ圏が東西に幅広く点在し、ホットスポットも同様な状況で広がっていることも明らかとなった。また、札幌市全域での人口カバー率および65歳以上人口カバー率は85%以上であることから、札幌市の住民の居住については、東部および西部の JR 沿線などに集中して居住している特徴がある。そこで札幌市におけるコンビニエンスストアの各チェーンの立地戦略の分析は、河端（2015, 2018）、鈴木（2019）による地理的空間加重回帰分析（GRW : Geographically Weighted Regression）、他には Brunsdon *et al.* (1996)、Fotheringham *et al.* (1998) に沿った分析手法を用いることで、国土交通省が提供する「鉄道データ」、「駅データ」、そして「乗降客数データ」なども取り入れた鉄道沿線の要因も併せて分析の対象とすることで、モデル分析の精度と結果を向上させることができるであろう。

参 考 文 献

- 〔1〕 大場亨（2019）『ArcGIS で地域分析入門』, 成文堂.
- 〔2〕 奥野祐介・橋本雄一（2015）積雪寒冷地における疑似的津波避難に関する移動軌跡データ分析, 「GIS-理論と応用」, 23(1), 11-20.
- 〔3〕 河端瑞樹（2015）『経済・政策分析のための GIS 入門 ArcGIS10.2&10.3対応』, 古今書院.
- 〔4〕 河端瑞樹編（2018）『経済・政策分析のための GIS 入門 1 : 基礎 ArcGIS Pro 対応』, 古今書院.
- 〔5〕 河端瑞樹編（2018）『経済・政策分析のための GIS 入門 2 : 空間統計ツールと応用 ArcGIS Pro 対応』, 古今書院.
- 〔6〕 貞広幸雄・山田育穂・石井儀光編（2018）『空間解析入門 —都市を測る・都市がわかる—』, 朝倉書店.
- 〔7〕 鈴木敬和・河端瑞貴（2019）農林業センサスを用いた耕作放棄地の地理的加重回帰分析, 「GIS-理論と応用」, 27(1), 13-23.
- 〔8〕 関根智子（2018）GIS による近接性研究の進展, 「E-journal GEO」, 13(1), 101-

108.

- [9] 橋本雄一編 (2016)『四訂版 GIS と地理空間情報 —ArcGIS 10.3.1 とダウンロードデータの活用—』, 古今書院.
- [10] 橋本雄一編 (2019)『五訂版 GIS と地理空間情報 —ArcGIS 10.7 と ArcGIS Pro 2.3 の活用—』, 古今書院.
- [11] 平下治 (2008)『平下治の GIS マーケティング実践セミナー21事例』, 日本加除出版株式会社.
- [12] 薬師寺哲郎・高橋克也 (2012) 生鮮食料品販売店舗への距離に応じた人口の推計—国勢調査と商業統計のメッシュ統計を利用して—, 「GIS-理論と応用」, 20(1), 31-37.
- [13] Anselin, L. (1995) Local indicators of spatial association - LISA. *Geographical Analysis* 27(2), 93-115.
- [14] Brunson, C., Fotheringham, A. S. and Charlton, M. E. (1996) Geographically Weighted Regression: A Method for Exploring Spatial Nonstationarity. *Geographical Analysis* 28(4), 281-298.
- [15] Fotheringham, A. S., Charlton, M. E. and Brunson, C. Geographically Weighted Regression: A Natural Evolution of the Expansion Method for Spatial Data Analysis. *Environment and Planning A* 30(11), 1905-1927.
- [16] Tamesue, K. et al. (2013) Income disparity and correlation in Japan. *Review of Urban and Regional Development Studies* 25(1), 2-15.
- [17] Tobler, W. R. (1970) A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic Geography* 46(Supplement), 234-240.