

高解像度データを用いた 地区間及び地区内アクセシビリティ解析

倉橋 一将¹・力石 真²・藤原 章正²・張 峻屹²・太田 恒平³

¹学生会員 広島大学大学院国際協力研究科 (〒739-8529 東広島市鏡山一丁目5番1号)
E-mail: m146611@hiroshima-u.ac.jp

²正会員 広島大学大学院国際協力研究科 (〒739-8529 東広島市鏡山一丁目5番1号)
E-mail: chikaraishim@hiroshima-u.ac.jp, afujiw@hiroshima-u.ac.jp, zjy@hiroshima-u.ac.jp

³非会員 株式会社ナビタイムジャパン 交通コンサルティング事業 (〒107-0062東京都港区南青山3-8-38)
E-mail: kohei-ota@navitime.co.jp

集約型都市構造の実現を前提とした場合、都市機能を集約する拠点地区とそうでない非拠点地区では今後の地区内の住環境マネジメント方策は大きく異なるものと考えられる。例えば、拠点地区では、地区内の生活関連施設を充実させることを通じてアクセシビリティの維持・向上を図る施策が適切な可能性がある一方で、非拠点地区では、現在の居住者の生活の質を維持しつつ、目標とする都市構造に向けてソフトランディングすることを視座に捉えたマネジメント方策の検討が望ましい。

そこで本研究では、都市及び地区レベルの計画を一体的に議論するためのデータ整備方針及び分析手法の検討を念頭に、広島市内の24のニュータウンにおける各種生活関連施設までのアクセシビリティデータを、自動車及び公共交通それぞれ50mメッシュの高解像度で整備し、両交通手段の地区間及び地区内のアクセシビリティ特性の差異を明らかにする。

Key Words : compact city, newtown, accessibility, multi-level model

1. 背景

我が国では、1950年代から1980年代の高度経済成長期における都市部への人口、産業の集中、住宅難などの問題に対する解決策として、自然豊かな郊外に良質な住居を提供することを目的としたニュータウンが全国各地に建設された(東北産業活性化センター, 2008)。しかし、開発から数十年たった現在、入居者が高齢者となり、また子供世代の人々が都市部へ流出し、急速に高齢化が進行している。近年、このような状況にあるニュータウンの再生を目指す動きが活発になってきている(山本, 2009)。

一方で、地球環境問題の深刻化や災害リスクの高まりなどを背景に、広島市では市街地の無秩序な拡散を抑制し、公共交通にアクセスしやすい場所に居住機能、生活サービス機能などを集積する「集約型都市構造」への転換を目指している(広島市, 2013)。この都市構造は、図1に示すように広島市中心部と12の郊外拠点地区から成

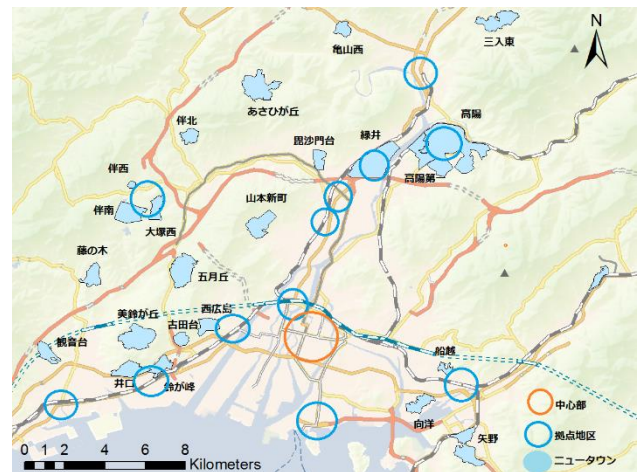


図1 広島市におけるニュータウン配置図

り、集積によって活性化が志向されるニュータウンとそうでないニュータウンが明確に区別される。

当然のことながら、集約型都市構造の実現を前提とした場合、都市機能を集約するニュータウンとそうでない

ニュータウンでは今後の地区内の住環境マネジメント方策は大きく異なるものと考えられる。例えば拠点地区では、地区内の生活関連施設を充実させることを通じてアクセシビリティの維持・向上を図る施策が適切な可能性がある一方で、非拠点地区では、現在の居住者の生活の質を維持しつつ、目標とする都市構造に向けてソフトランディングすることを視座に捉えたマネジメント方策の検討が望ましいと考えられる。

以上の議論は、都市の集約化に関する都市計画と、各ニュータウンの維持・管理方策に関する地区計画を同時に捉える必要性を示唆する。言い換えると、都市構造に関するマクロな議論と地区のマネジメントに関するミクロな議論を整合性を保ちつつ展開することが求められる。この点に着目した先行研究が幾つか存在する。例えば安立ら (2012)は、都市のコンパクト化に伴うリスクに着目し、コンパクトシティの形成により郊外地区が衰退するリスクを示している。また、郊外地区の衰退に伴うリスク回避に関しては、施設整備よりも交通サービスの充実の方が安価で効果的であるとしている。Handy (1993, 1996)は地区内アクセシビリティ (local accessibility) 及び地区間アクセシビリティ (regional accessibility)に着目し、人々の交通行動は、その人が住んでいるコミュニティの特徴と、そのコミュニティが属している地域の空間構造の双方の影響を受けるとしており、マルチスケールで都市/地区計画を議論する必要性を明らかにしている。同様の問題意識が Gur (1971)や Cervero and Gorham (1995), Krizek (2005)によっても示されており、都市計画及び地区計画を一体的に捉える必要性は極めて高いものと考えられる。

一方、以上にみたマルチスケールに関する多くの議論がなされている反面、都市/地区計画を一体的に推進していく上で必要となるデータやその方法論に関する検討は十分になされていない。その原因の一つに、多くの都市計画の議論が比較的粗い空間解像度のデータを用いて行われてきた一方で、地区計画の議論においてはきめ細やかなデータが必要となる点が挙げられる。とりわけ解像度の高い公共交通のアクセシビリティデータを得るためには、(1) 歩行空間ネットワークやバス、鉄道等のマルチモーダルな情報を統一的に整備する必要があること、(2) 一つの出発地-到着地ペアに対して複数の交通手段の組み合わせ、経路の組み合わせが存在すること、が指摘されており、それ故に近年まで十分なデータ整備が行われてこなかった(Lee, 2005)。一方で、近年、公共交通の経路検索エンジンを活用することで精緻かつ詳細なサービス水準情報を入手することが可能となりつつある (高田ら, 2013)。

以上の背景を踏まえ、本研究では、(1) 公共交通の経路検索エンジンを活用し、広島市全域の公共交通のアクセ

シビリティ関連データ、自動車のアクセシビリティ関連データを 50m メッシュで整備し、(2) 整備したデータを用いて地区内及び地区間のアクセシビリティ特性を明らかにする。なお、本研究では、買物施設へのアクセシビリティを例に解析を進める。

2. データ整備及び分析方針

本研究では、50m メッシュの人口データ、自動車 LOS データ、公共交通 LOS データ、及び、各種施設の座標データを GIS 上に整備する。公共交通及び自動車の LOS データは (1) 買物施設が集中する広島都心部 (以下、CBD) へのアクセス、(2) 最寄りの複合型買物施設 (以下、SC) へのアクセス、(3) 最寄りの食料品を取り扱う小売店舗 (以下、Supermarket) へのアクセスについて整備する。以下、それぞれのデータを概説する。

(1) 50mメッシュの人口データ

電話帳データ (個人宅のデータのみを利用)により 50m メッシュ毎の電話帳登録者を母集団とした人口データを作成し、それを住民基本台帳より得られた町丁目別人口データを用いて拡大し、50m メッシュの人口データを作成した。

(2) 50mメッシュの自動車LOSデータ

各メッシュの重心から CBD, SC, Supermarket までの移動時間を算出した。SC 及び Supermarket については、同時に (移動時間が最小となる意味での) 最寄りの施設までの移動時間を各施設までのアクセシビリティとした。なお、今回は高速道路の利用はないことを前提にアクセシビリティを算出している。

(3) 50mメッシュの公共交通LOSデータ

ナビタイムジャパンが有する公共交通経路検索エンジンを用いて広島市全域の 50m メッシュの公共交通 LOS データを整備した。具体的には、各メッシュの重心から CBD, SC, Supermarket までの移動を対象に、(1) 2013 年 3 月 15 日(金)の 10:00 から一般化費用が最小となる経路 3 本分のデータ (オフピーク時の LOS データ)、及び、(2) 18:00 から一般化費用が最小となる経路 3 本分のデータ (ピーク時の LOS データ) を整備した。なお、SC 及び Supermarket の目的地設定については、自動車の LOS 計算時に探索された目的地を使用している。データには、アクセス・イグレス時間、出発時刻、到着時刻、各 unlinked trip の所要時間・費用等、詳細な情報が含まれる。なお、用いた一般化費用は、高田ら (2013)と同様の値を採用している。本稿の分析では、10:00 発として

得られた LOS データのみを用いる。今後、時間変動を扱った分析を進めていく予定である。

(4) 各種施設の座標データ

広島市内の施設分布については、株式会社ゼンリンの緯度経度座標付き電話帳データベースを使用する。以下の分析では、CBD、SC、Supermarket の3つを取り上げて分析を進める。ここで、CBD は広島市の八丁堀交差点としている。また、SC は電話帳データに登録されている生活関連施設の中で、10 件以上の異なる電話番号が同一住所に確認された大規模複合型施設としている。なお、ビル内に存在するようなコンビニなどの小売店舗は、たとえ 10 件以上の重複があったとしても、排除している。Supermarket は主に食料品を取り扱う小売店舗を意味し、「スーパー」として電話帳に登録されている施設を抽出しており、コンビニは含めない。

(5) 分析手順

以上に整備した自動車・公共交通のLOSデータを基に地区内及び地区間アクセシビリティを分析する。本研究では、単純化のため、アクセシビリティを目的地までの所要時間により定義する。一般化費用等のアクセシビリティ指標を用いることも考えれるが、他の指標との比較は今後の課題とする。

まず、地区内アクセシビリティについては、各交通手段での総所要時間を50mメッシュデータに入力し、GIS上に可視化する。地区間アクセシビリティについては、ニュータウンごとの平均所要時間と分散を算出し、自動車・公共交通を利用した場合の拠点・非拠点地区におけるアクセシビリティの差異を確認する。なお、本研究ではニュータウンを拠点地区のニュータウンと非拠点地区のニュータウンに分類して分析をしているが、広島市マスタ

ープランには拠点地区の明記はあるものの、どのニュータウンが拠点地区に含まれるかは明示されていない。そのためニュータウンの位置づけはマスタープランに記載されている拠点地区配置図を基に、筆者らが分類している。

次に、マルチレベルモデルを用いて、地区間アクセシビリティ及び地区内アクセシビリティを同時に分析する。マルチレベルモデルの目的変数は各施設までの所要時間とし、説明変数を持たないNullモデルと、説明変数を持つFullモデルをそれぞれ構築し、アクセシビリティに影響を与える要因を分析する。

3. 広島市内のニュータウンの分類

アクセシビリティ解析に先立ち、広島市における SC、Supermarket の分布から、クラスター分析により各ニュータウンを類型化する。類型化に用いる変数は、ニュータウン内及びニュータウンの境界から 300m、1km、2km 圏内の Supermarket の数と、2km 圏内の SC の数である。図 3 に示すように、クラスター1 の緑井、井口、高陽は 300m 圏内に施設が充実しているため、近距離充実型であることが確認出来る。クラスター2 と 3 は、2km 圏内には施設が充実しているため、中距離充実型である。クラスター4 と 5 は 2km 圏内にもあまり施設が存在しないため、非充実型であると判断でき、アクセシビリティは低いと考えられる。SC や supermarket の空間分布を見ても、主に拠点地区の周辺に分布が集中しており、その近辺のニュータウンは充実型の傾向にあるが、非拠点地区のニュータウンほど非充実型であるものが多いことがわかり、拠点、非拠点の差が顕著に表れている。

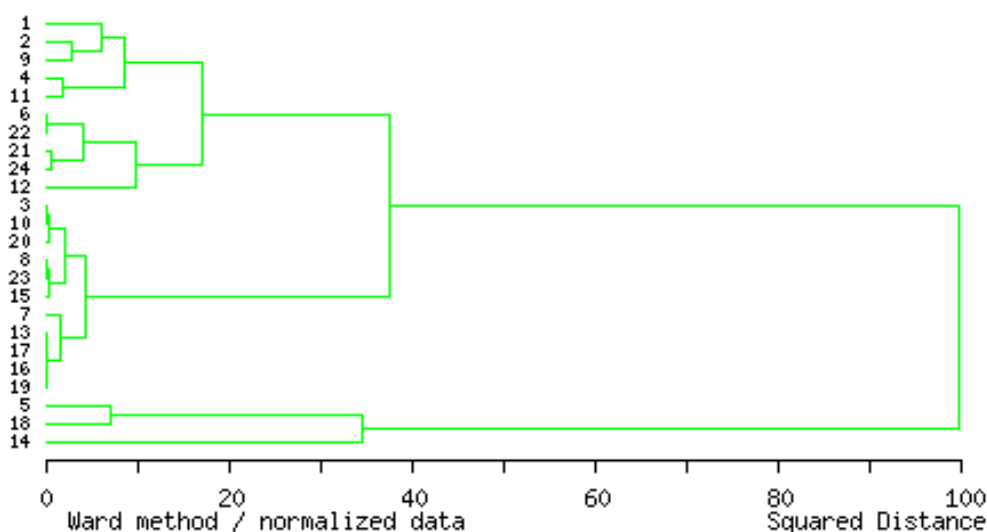


図2 デンドログラム

表1 クラスタ分析結果

クラスターID	類型パターン	NT_ID	NT名	施設数				
				0m 圏内	300m 圏内	1km 圏内	2km 圏内	2km 圏内 SC
1	近距離充実型	5	緑井	1	4	11	24	2
		14	高陽	6	7	9	14	1
		18	井口台	2	2	9	26	4
2	中距離充実型	1	鈴ヶ峰	1	1	6	18	2
		2	毘沙門台	1	3	7	13	0
		4	古田台	0	0	3	17	0
		9	高陽第一	1	2	11	14	1
		11	西広島	0	1	7	19	0
3	中距離充実型	6	観音台	1	1	2	11	1
		12	矢野	3	4	5	5	0
		21	大塚西	1	1	1	12	1
		22	美鈴ヶ丘	1	1	1	12	1
		24	伴南	2	2	4	4	1
4	非充実型	7	向洋	1	1	4	7	0
		13	あさひが丘	1	1	1	1	0
		16	三入東	1	1	2	2	0
		17	藤の木	1	1	1	3	0
		19	五月ヶ丘	1	1	2	4	0
5	非充実型	3	亀山西	0	1	1	1	0
		10	瀬野川	0	1	2	3	0
		15	山本新町	0	0	0	6	0
		20	船越	0	1	3	5	0
		23	伴西	0	0	0	3	0
		8	伴北	0	0	1	3	0

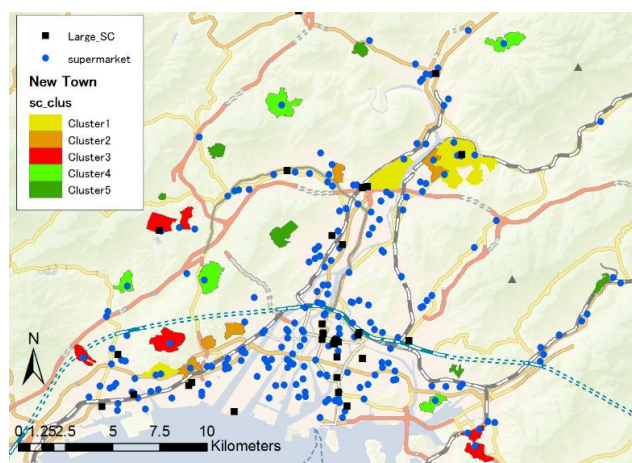


図3 買物施設分布とニュータウンクラスター

4. 地区間アクセシビリティ

以下では、地区間のアクセシビリティ差異を確認するため、50メートルメッシュで作成したアクセシビリティデータをニュータウン毎に集計し、その特性について考察する。

(1) 各ニュータウンにおける平均所要時間と分散

各ニュータウンにおけるCBD, SC, Supermarketへの平均所要時間と地区内分散値を表2-4に示す。ここで表内の平均値差分は、公共交通の平均値から自動車の平均値を

引いたものであり、t検定を行った。CBDに関しては、どのニュータウンも郊外に位置しているため、自動車では平均29.93分、最短でも18.15分、公共交通では平均46.58分、最短32.24分となっており、所要時間は有意に長いといえる。自動車の所要時間は距離に比例すると考えられ、CBDに近いニュータウンほど所与時間が短い。

自動車における地区内分散値はほとんどのニュータウンが1.0前後となっており、地区内分散は小さい。自動車の分散はニュータウンの規模に依存すると考えられ、規模の小さいニュータウン内での分散は小さくなる。なお、ニュータウンの施工面積は、サンプル数で示される50mメッシュの数で近似的に表される。

公共交通に関しては、いずれの団地においても平均所要時間が自動車よりも有意に長い。しかし、大塚西や藤の木、伴南などは4～6分程度と差が小さいことがわかる。一方でほとんどのニュータウンが20分以上の差が生じており、CBDへは自動車の方がアクセシビリティが高いといえる。

公共交通の分散はニュータウンの規模に加え、バス停の整備状況やバスルートなどにも影響を受ける。またどのニュータウンにおいても自動車の分散値より大きく、公共交通ではニュータウン内格差が生じている。

SCに関しては、地区内にSCがあるかないかで大きく異なる。自動車での所要時間が短いニュータウンでは、地区内及び周辺にSCが立地していると考えられる。また公共交通より自動車の方が早くアクセス可能で、差分の平

均は15.15分であった。

Supermarketの場合、ほとんどのニュータウンが自動車
で5分以内に到着でき、長いところでも8分程度である。
つまりSupermarketのような小売店舗はニュータウン内
及び周辺にも整備されていることがわかる。自動車の地
区内分散も小さいため、自動車を運転できる人にとって
は、最寄りのSupermarketへは自動車で簡単にアクセスで
きる。一方、自動車を運転できない高齢者などは、公共
交通を利用すると考えられる。この場合、全体の平均値
は13.84分であり、自動車の平均値との差分は9.77分と有
意差が認められた。自動車よりは時間がかかるものの、
10分前後で到着できるニュータウンが多い。ただし、古
田台や伴西など、平均値差分が20分以上のニュータウン
も存在し、これらのニュータウンでは公共交通の利便性
はあまり高くないことがわかる。対策として、自動車で
の所要時間が短いということは、近くにSupermarketが立
地しているということであるため、高齢者向けのパーソ
ナルモビリティ（PM）などの導入により、免許を持たな
い高齢者のアクセシビリティを高めることが考えられる。

(2) 拠点・非拠点地区における平均所要時間と分散

拠点地区・非拠点地区に分けて平均所要時間を図にま
とめたものが図 4-6、分散が図 7-9 である。また全体の
平均値を示したものが表 5 である。

CBD と SC に関しては、自動車、公共交通ともに拠点
地区の方が平均所要時間が有意に？短いことがわかる。
Supermarket に関しては、自動車の場合どちらも大きな違
いは見られない。

分散に関しては、どの目的地に関しても自動車におけ
るニュータウン内分散が小さい。また拠点・非拠点地区
に関わらず、どちらも全体の 70%ほどが地区内分散が 2.0
以下である。自動車の場合、道路網の影響も受けるもの
の、所要時間は距離に比例するため、分散値はニュータ
ウンの規模に依存する可能性が高い。郊外ニュータウン
は規模が大きいとは言いがため、このような地区内分
散が小さいという結果となったと考えられる。

公共交通の場合は、非拠点地区の方が、分散値の平均
が小さい。拠点地区では高陽や緑井のような規模の大き
いニュータウンも存在し、バス停が整備されていても規
模が大きいため全地区をカバーすることが難しい。その
ため拠点地区ではバス停までの距離が長い地点が多く存
在し、地区内分散が非拠点地区より大きくなったものと
考えられる。

表2 CBDへの平均所要時間と分散

	自動車		公共交通		平均値 差分	t値	サンプル 数
	平均	分散	平均	分散			
鈴ヶ峰	21.98	1.49	42.39	35.63	20.41	37.75	127
毘沙門台	22.07	2.73	44.67	16.14	22.60	61.55	140
亀山西	33.64	0.70	58.37	3.19	24.73	114.23	83
古田台	20.81	3.35	46.27	13.95	25.45	22.90	14
緑井	18.34	1.78	40.16	44.48	21.82	60.78	359
観音台	35.78	1.74	52.93	56.44	17.15	29.15	168
向洋	20.96	0.77	32.24	4.20	11.28	71.23	198
伴北	39.66	0.62	56.56	6.30	16.90	30.81	23
高陽第一	23.79	5.70	42.64	22.77	18.86	50.48	204
瀬野川	33.82	1.52	51.61	2.83	17.79	77.24	82
西広島	20.67	1.30	35.10	41.93	14.42	24.43	124
矢野	29.47	7.00	48.65	30.03	19.18	58.73	347
あさひが丘	35.18	1.08	61.50	5.37	26.32	204.59	390
高陽	26.95	4.70	45.85	16.01	18.90	125.62	915
山本新町	21.86	1.27	38.28	5.15	16.43	53.06	67
三入東	35.99	1.32	59.81	3.29	23.82	155.63	197
藤の木	39.64	0.81	45.01	5.22	5.37	29.69	184
井口台	24.80	2.13	47.65	75.98	22.84	31.97	153
五月ヶ丘	28.90	1.37	43.61	8.06	14.70	90.71	359
船越	18.15	1.13	34.63	6.14	16.49	54.00	78
大塚西	36.78	1.03	40.75	1.33	3.97	24.93	93
美鈴ヶ丘	27.49	0.96	41.62	12.33	14.14	75.87	383
伴西	39.22	0.19	62.97	3.25	23.74	73.51	33
伴南	38.45	0.47	44.77	3.72	6.31	29.10	89
全体	28.93		46.58		17.65		4810

表3 SCへの平均所要時間と分散

	自動車		公共交通		平均値 差分	t値	サンプル 数
	平均	分散	平均	分散			
鈴ヶ峰	4.93	1.79	11.35	15.82	6.42	17.25	127
毘沙門台	7.26	2.62	23.24	45.61	15.98	27.22	140
亀山西	8.85	0.71	20.44	8.46	11.59	34.88	83
古田台	11.36	0.24	29.91	14.77	18.54	17.91	14
緑井	3.84	3.70	12.83	23.51	8.99	32.64	359
観音台	8.94	1.39	17.89	50.60	8.94	16.08	168
向洋	13.78	0.74	38.80	12.62	25.02	96.34	198
伴北	15.51	0.73	45.68	35.34	30.18	24.10	23
高陽第一	9.04	1.79	17.11	35.84	8.07	18.78	204
瀬野川	25.64	6.96	42.91	10.05	17.26	37.90	82
西広島	15.83	1.30	39.33	24.76	23.50	51.27	124
矢野	22.13	16.60	38.98	53.42	16.85	37.52	347
あさひが丘	12.00	1.08	23.49	5.37	11.49	89.40	390
高陽	6.48	7.11	13.21	21.32	6.73	38.19	915
山本新町	11.22	1.27	40.28	5.15	29.06	93.90	67
三入東	12.52	1.32	20.81	3.29	8.29	54.16	197
藤の木	12.65	1.06	25.41	3.12	12.75	84.56	184
井口台	7.20	2.11	22.13	29.57	14.92	32.80	153
五月ヶ丘	14.79	1.44	30.42	9.42	15.63	89.85	359
船越	9.21	1.13	22.21	21.37	13.00	24.21	78
大塚西	7.16	0.88	17.96	13.04	10.80	27.91	93
美鈴ヶ丘	13.55	1.76	25.16	4.96	11.62	87.70	383
伴西	6.40	0.22	35.51	1.81	29.12	117.39	33
伴南	2.67	0.79	11.52	3.63	8.85	39.73	89
全体	10.96		26.11		15.15		4810

表4 Supermarketへの平均所要時間と分散

	自動車		公共交通		平均値 差分	t値	サンプル 数
	平均	分散	平均	分散			
鈴ヶ峰	3.08	2.60	9.71	12.20	6.63	19.43	127
毘沙門台	3.12	1.26	9.08	8.50	5.97	22.61	140
亀山西	3.56	0.70	11.07	2.99	7.51	35.65	83
古田台	6.69	4.45	26.90	19.52	20.22	15.45	14
緑井	3.77	1.72	11.19	28.72	7.42	25.48	359
観音台	1.99	0.74	9.48	14.46	7.49	24.90	168
向洋	2.43	1.03	9.16	7.87	6.73	31.76	198
伴北	5.57	0.78	22.63	3.94	17.06	37.65	23
高陽第一	3.07	2.43	9.38	10.72	6.31	24.85	204
瀬野川	3.90	0.71	16.16	6.63	12.26	40.97	82
西広島	8.75	1.39	25.93	44.83	17.18	28.14	124
矢野	3.16	2.95	9.06	12.17	5.89	28.24	347
あさひが丘	3.51	1.01	9.72	8.62	6.21	39.51	390
高陽	3.85	2.21	12.79	13.55	8.94	68.09	915
山本新町	8.86	1.27	15.28	5.15	6.42	20.74	67
三入東	2.65	0.69	6.83	3.25	4.17	29.53	197
藤の木	1.87	0.46	7.26	3.30	5.40	37.76	184
井口台	2.48	1.23	10.50	10.09	8.02	29.47	153
五月ヶ丘	3.98	1.91	8.11	10.72	4.13	22.00	359
船越	4.88	0.92	20.25	11.96	15.37	37.81	78
大塚西	4.60	1.05	10.75	1.33	6.16	38.49	93
美鈴ヶ丘	3.51	0.99	13.92	8.60	10.41	65.80	383
伴西	5.77	0.22	35.51	1.81	29.74	119.92	33
伴南	2.63	0.79	11.54	3.65	8.92	39.92	89
全体	4.07		13.84		9.77		4810

表5 拠点・非拠点地区における平均所要時間と分散

			CBD	SC	Supermarket
拠点	自動車	平均	26.91	7.28	4.29
		分散	1.99	2.08	1.46
	公共交通	平均	43.69	20.32	15.76
		分散	25.13	19.07	13.89
非拠点	自動車	平均	30.38	13.59	3.91
		分散	1.80	2.71	1.35
	公共交通	平均	48.65	30.24	12.48
		分散	12.32	18.73	8.26

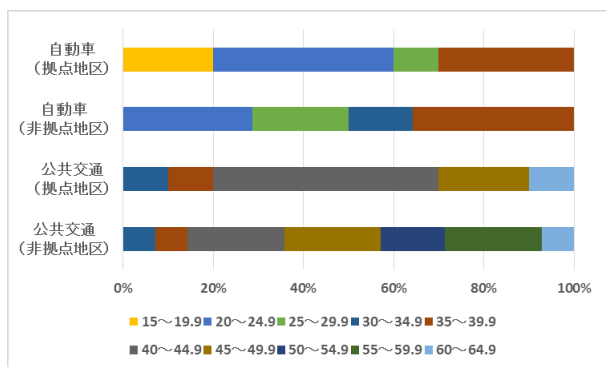


図4 CBDへの平均所要時間(分)

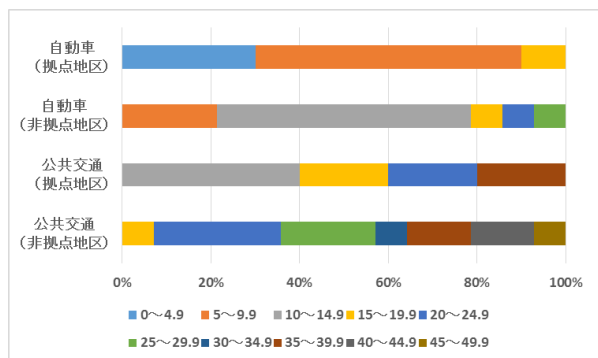


図5 最寄りのSCへの平均所要時間(分)

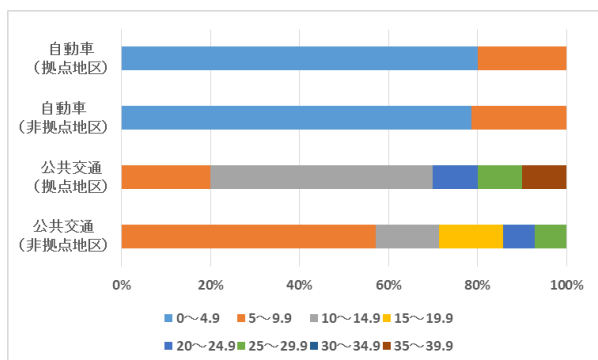


図6 最寄りのSupermarketへの平均所要時間(分)

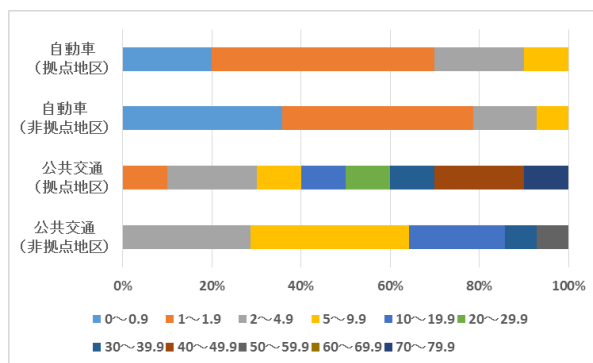


図7 CBDへのニュータウン内分散

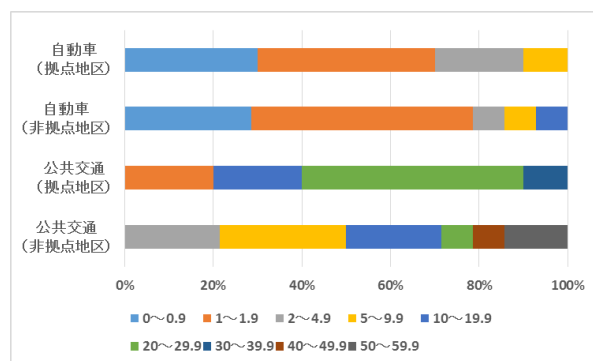


図8 SCへのニュータウン内分散

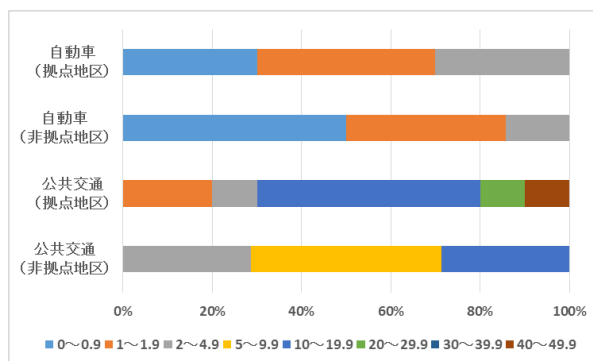


図9 Supermarketへのニュータウン内分散

5. 地区内アクセシビリティ

次に、地区内のアクセシビリティに着目する。まず、地区内アクセシビリティを可視化する。ここでは例として、表1で示したクラスター分析結果より、それぞれの類型から代表的なニュータウンを1つずつ取り上げて比較分析を行う。近距離充実型からは高陽、中距離充実型からは美鈴が丘、非充実型からはあさひが丘を選定した(図10)。高陽は拠点地区であり、地区内にSCを有しており、Supermarketも地区内外に多数存在している。美鈴が丘は非拠点地区であるが、拠点地区である井口の近くに立地している。SCは有していないが、井口周辺まで出ると多数のSupermarketやSCがある。あさひが丘は周辺に商業施設が少なく、非充実型のニュータウンである。この3つの

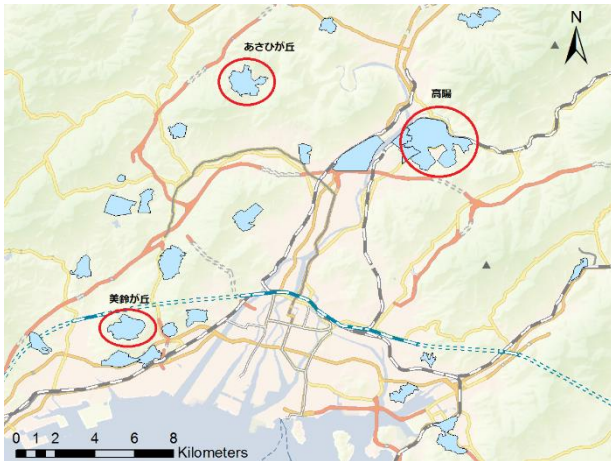


図10 地区内アクセシビリティの比較分析対象地区

ニュータウンを対象として以下比較を行う。

以下では、SC へのアクセシビリティについて考察する。図 11 及び図 12 に広島市全域の自動車及び公共交通による SC への所要時間分布を、図 13-18 に各ニュータウン内の所要時間分布を示す。

高陽ニュータウンはニュータウン内の中心に SC を有しており、自動車の場合その周辺では 0～5 分程度、最も遠い地点では 10 分弱となっている。一方ニュータウン内に SC が存在しない美鈴が丘では、最短でも 9 分程度かかり、所要時間が長いところでは 15 分程度となっている。あさひが丘では地区内に SC はないものの、最短 6 分最長 14 分と、美鈴が丘より短いことがわかる。

公共交通を利用した場合、高陽では大半の地点で 5～15 分程度となっているが、地点によっては 30 分程度のところもあり、ばらつきが大きい（分散=21.3）。これはバス停までの距離やバスルートに依存すると考えられ

る。また高陽では明らかに自動車の方が所要時間が短い。ため、地区内 SC へのバスの利用は考えにくい。美鈴が丘にてバスを利用した場合、バス停に近い地点で 20 分程度、バス停から遠い地点においては 30 分程度かかり、ニュータウン内でのばらつきは 4.95 と高陽より小さい。また自動車での所要時間が短い地点ではバスの所要時間が長く、その差は 20 分程度、一方自動車での所要時間が長い地点ではバスの所要時間とあまり差はなく、5 分程度である。つまり美鈴が丘では自動車を使った方が目的地に明らかに早く着ける地点と、どちらを使っても同じくらいの地点が混在していることがわかる。あさひが丘にも、地区内にバス路線が敷かれており、バス停付近では所要時間が 16 分程度、その他の地点では 25 分前後となっており、長い地点では 35 分を超えるところも存在する。あさひが丘は非充実型であるが、最寄りの SC への所要時間は美鈴が丘より若干短い。

自動車の場合の所要時間は距離に比例するため、ニュータウン内に施設があるかないかでアクセシビリティは大きく異なる。地区内分散はニュータウンの規模に依存し、今回の場合規模の最も大きい高陽が、最も分散値が高い。また公共交通に関してはニュータウンの規模とバス停の整備状況に依存し、高陽のように多数バス停が敷かれていても、ニュータウンの規模が大きいためニュータウン内でのアクセシビリティにばらつきが生じる。また、高解像度で地区内を分析することで、クラスター分析では非充実型であっても、最寄りの施設へのアクセシビリティは充実型のニュータウンより高いところも存在することが明らかとなった。このように、マクロスケールに加え、ミクロスケールでの議論を進めることで、より詳細な特徴を捉えることができる。

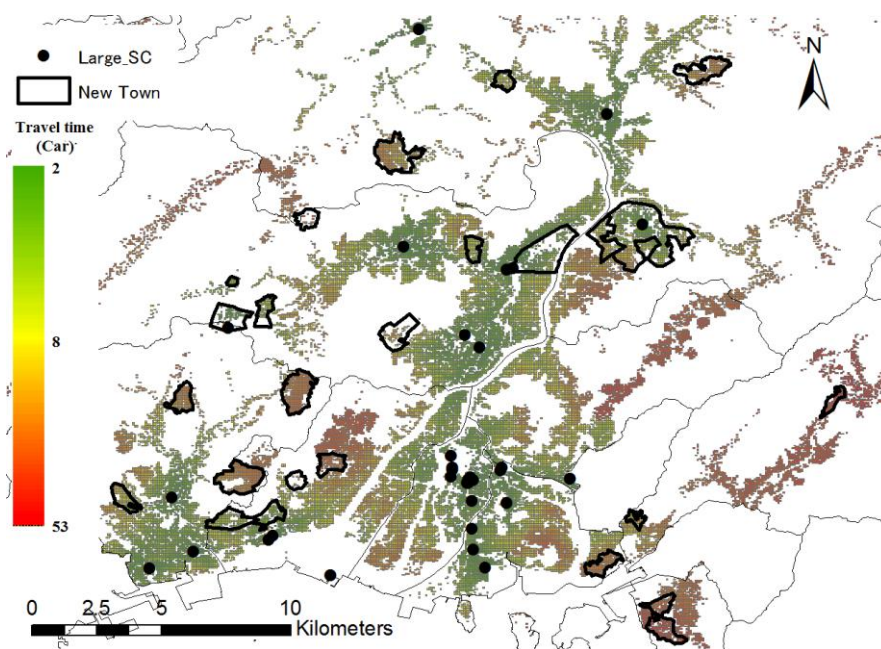


図11 SCへの所要時間分布（自動車）

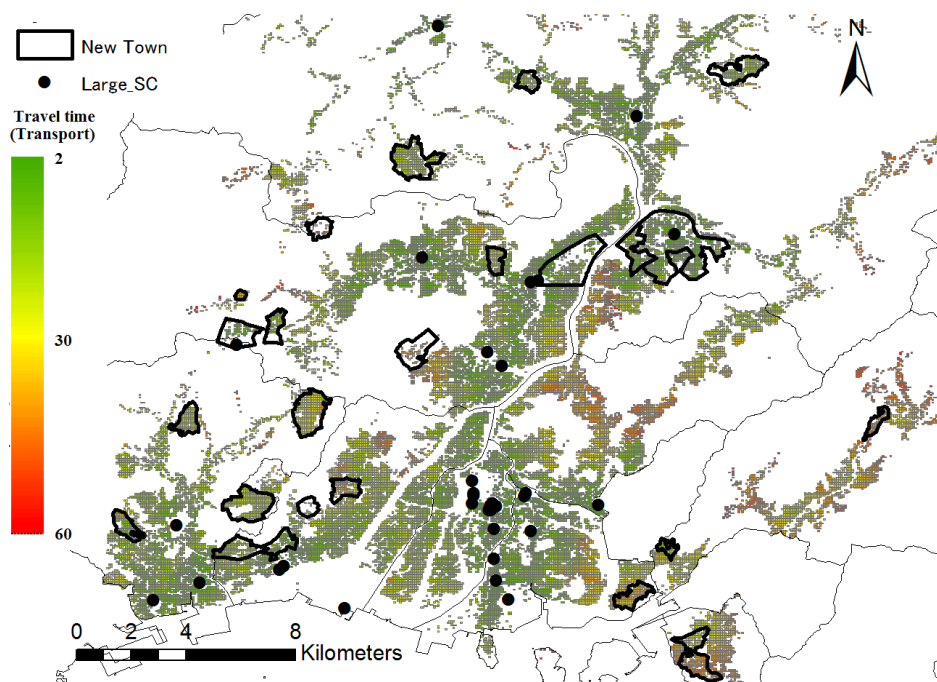


図12 SCへの所要時間分布（公共交通）

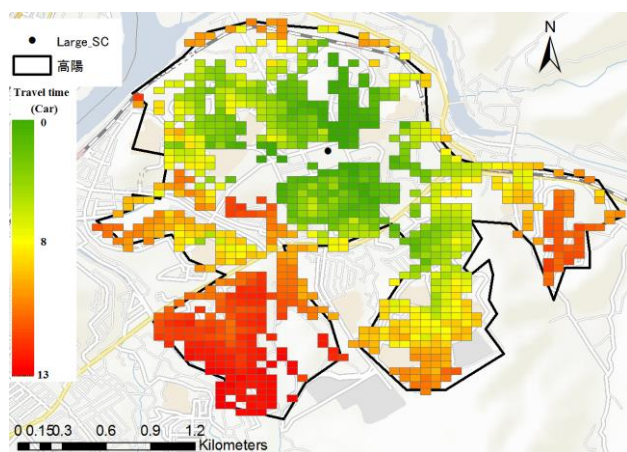


図13 高陽におけるSCへの所要時間分布（自動車）

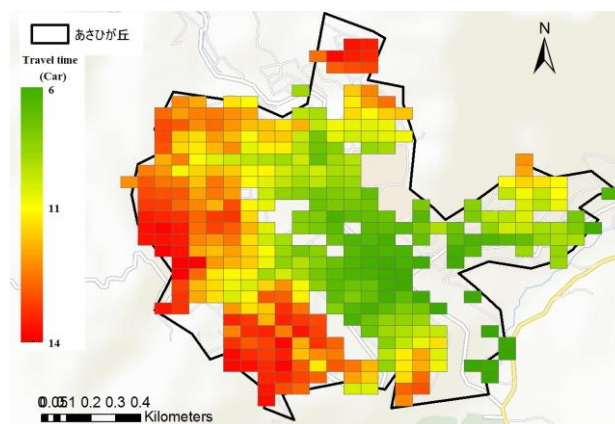


図15 あさひが丘におけるSCへの所要時間分布（自動車）

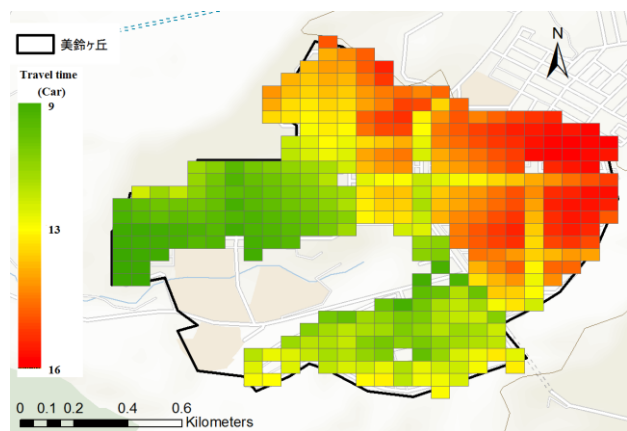


図14 美鈴ヶ丘におけるSCへの所要時間分布（自動車）

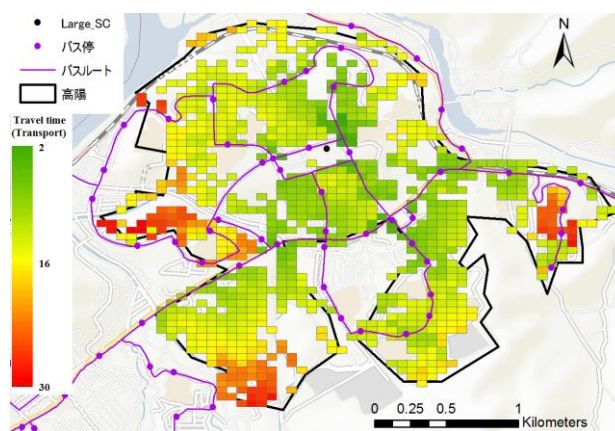


図16 高陽におけるSCへの所要時間分布（公共交通）

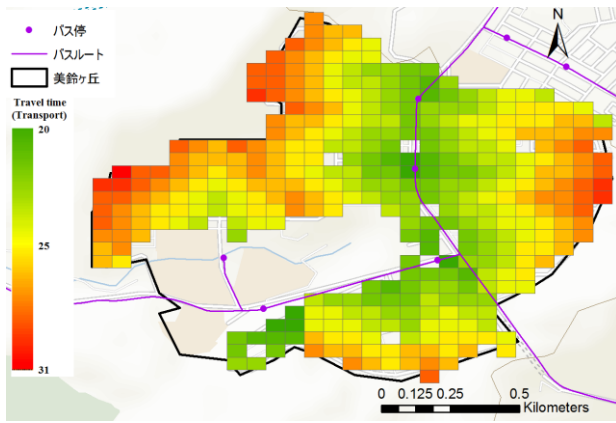


図17 美鈴が丘における
SCへの所要時間分布（公共交通）

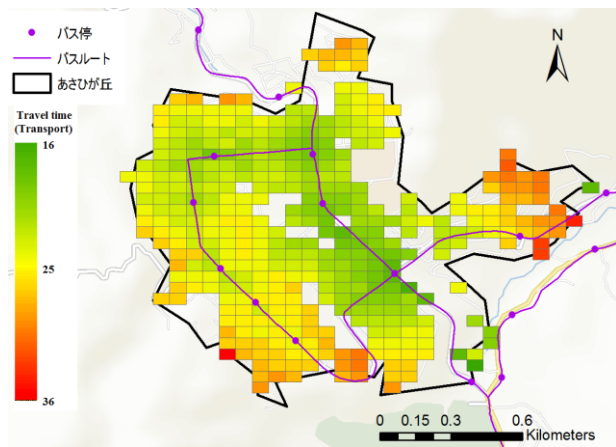


図18 あさひが丘における
SCへの所要時間分布（公共交通）

6. マルチレベルモデル推定

(1) モデル構造

住民の活動・交通行動は、地区間アクセシビリティ及び地区内アクセシビリティ両方の影響を受ける。そこで複数の空間スケールを同時に扱い、ニュータウン内でのアクセシビリティのばらつきと、ニュータウン間でのばらつきを評価するため、目的変数を所要時間とするマルチレベルモデルを構築する。

モデル構造は式(1)に示される。

$$y_{ik} = \beta x_{ik} + \gamma_k + \varepsilon_{ik} \quad (1)$$

ここで、 y_{ik} はニュータウン k におけるセル i のアクセシビリティ(移動時間)、 $\gamma_k, \varepsilon_{ik}$ はそれぞれ平均0、分散 $\sigma_k^2, \sigma_{ik}^2$ の正規分布に従うランダム項である。

分散構造は、説明変数を持たないNullモデルの場合、

$$\text{Var}(y_{ik}) = \tilde{\sigma}_k^2 + \tilde{\sigma}_{ik}^2 \quad (2)$$

説明変数を持つFullモデルの場合

$$\text{Var}(y_{ik}) = \text{Var}(\beta x_{ik}) + \hat{\sigma}_k^2 + \hat{\sigma}_{ik}^2 \quad (3)$$

となる。

(2) Nullモデル推定結果

モデル結果より算出される分散構造を、自動車について表6に、公共交通について表7に示す。またその結果を図19-20にまとめる。自動車の場合、ニュータウン内分散にあまり違いは見られない。しかし、ニュータウン間分散に関しては、Supermarketのような小規模施設は小規模のニュータウン付近にも配置されているため分散値が小さいものの、SC、CBDと施設の規模が大きくなるにつれて分散値が大きくなっている。公共交通に関しては、ニュータウン内での分散値が自動車に比べて大きく、どの目的においても2.5倍程度となっている。つまり、自動車に比べ、公共交通ではニュータウン内の交通環境がアクセシビリティ水準を決定する重要な要因となっており、ニュータウン内の結節点へのアクセス性向上が重要と考えられる。

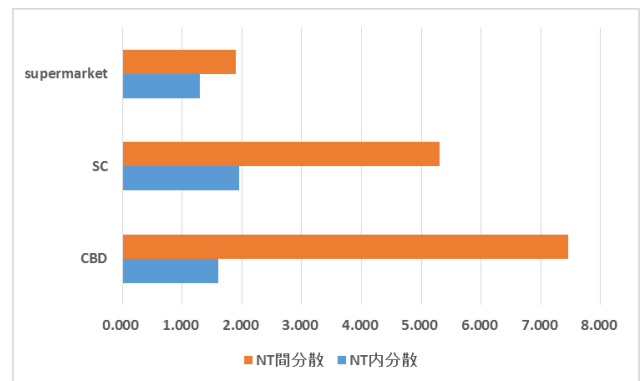


図19 自動車の分散値

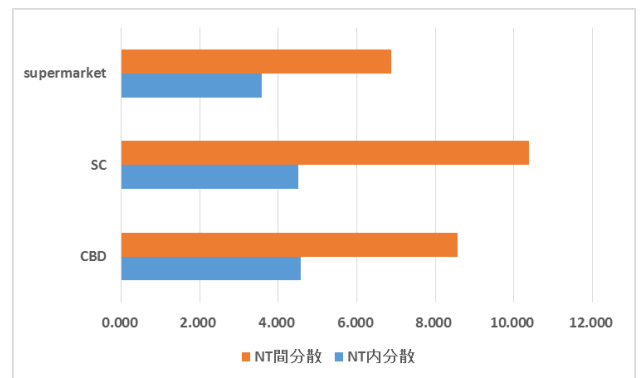


図20 公共交通の分散値

表6 自動車を対象としたマルチレベルモデルの推定結果

	CBD				SC				Supermarket			
	Null		Full		Null		Full		Null		Full	
	推定値	t 値	推定値	t 値	推定値	t 値	推定値	t 値	推定値	t 値	推定値	t 値
メッシュ人口			0.002 ***	3.97			-0.001	-1.40			0.000	-0.20
コミュニティ			0.706	0.23			-1.635	-0.90			-1.870 ***	-2.64
センターダミー												
拠点地区ダミー			-3.474	-1.11			-6.247 ***	-3.39			0.154	0.21
NT 内分散	1.603		1.600		1.955		1.955		1.301		1.301	
NT 間分散	7.453		7.561		5.309		4.433		1.901		1.721	
切片	28.898 ***	18.99	29.831 ***	11.09	10.941 ***	10.09	14.488 ***	9.16	4.091 ***	10.51	5.048 ***	8.18
初期尤度	-15623.7		-15066.0		-14996.0		-13669.7		-9657.5		-9477.1	
最終尤度	-9188.0		-9182.2		-10131.0		-10128.4		-8159.7		-8162.3	
Sample(メッシュ)	4810											
Sample(NT)	24											

表7 公共交通を対象としたマルチレベルモデルの推定結果

	CBD				SC				Supermarket			
	Null		Full		Null		Full		Null		Full	
	推定値	t 値	推定値	t 値	推定値	t 値	推定値	t 値	推定値	t 値	推定値	t 値
メッシュ人口			0.001	0.47			0.003	** 1.99			0.000	0.20
バス停数			-0.020	-0.10			-0.058	-0.31			-0.120	-0.90
コミュニティ												
センターダミー			0.622	0.15			-10.146	*** -2.81			-6.962	*** -2.71
拠点地区ダミー			-4.898	-1.26			-10.263	*** -2.97			3.509	1.43
NT 内分散	4.567		4.568		4.511		4.509		3.583		3.584	
NT 間分散	8.580		8.784		10.377		7.810		6.869		5.538	
切片	46.546	*** 26.53	48.441	*** 14.87	25.994	*** 12.26	36.261	*** 12.51	13.680	*** 9.74	17.360	*** 8.44
初期尤度	-17153.1		-16833.6		-17890.3		-16230.5		-13037.4		-12677.2	
最終尤度	-14112.3		-14113.2		-14001.6		-13993.9		-11337.6		-11334.6	
Sample(メッシュ)	4779				4760				4180			
Sample(NT)	24											

*:10%有意 **:5%有意 ***:1%有意

(3) Fullモデル推定結果

Fullモデルでは、セル内の人口、地区内バス停数、コミュニティセンターの有無、拠点地区ダミーを説明変数として導入した。自動車の場合、SCにおいては、拠点地区であるほど所要時間が短くなることが示され、表5で示した結果に等しい。拠点地区の周辺にはSCが整備されており、非拠点地区との格差が生じているといえる。Supermarketにおいては、コミュニティセンターダミーが有意に働いた。地区内にコミュニティセンターがあるニュータウンでは、Supermarketへの所要時間が短くなるといえる。

公共交通に関しては、コミュニティセンターの有無がSC、Supermarketにおいて有意となった。コミュニティセンターがあるニュータウンほど施設整備が充実しており、所要時間にも影響を与えられられる。また拠点地区であるほど、公共交通でのSCへの所要時間が短くなることが明らかとなった。バス停数はどの目的地においても有意とならなかったが、符号がマイナスであるため数が増えるほど所要時間は短くなることが示された。

7. 結論と今後の課題

本研究では、集約型都市構造に向けたマクロスケールでの議論と、郊外ニュータウンの維持・管理に関わるミクロスケールでの議論を同時に扱うことを念頭に、(1) 公共交通の経路検索エンジンを活用し、広島市全域の公共交通のアクセシビリティ関連データ、自動車のアクセシビリティ関連データを50mメッシュで整備し、(2) 整備したデータを用いて地区内及び地区間のアクセシビリティ特性を把握するための分析を実施した。分析の結果、地区毎の集計単位でみると、拠点地区の方が非拠点地区よりアクセシビリティが高いことが示された一方で、各地区内のアクセシビリティをみると、ニュータウンごとで特徴が異なり、ニュータウン内でのばらつきは一概に拠点地区の方が低いとは言えない結果となった。また、マルチレベルモデルにより、2つの空間スケールを同時に評価したところ、Supermarketなどの小売店舗へのアクセシビリティは、コミュニティセンターの有無といったコミュニティの特徴が影響しており、SCなどの大規模施設

設では拠点・非拠点地区という都市構造が影響していることが明らかとなった。また、公共交通の地区内分散が自動車より大きいことから、自動車と比べて、公共交通のアクセシビリティを高めるためには地区内の移動環境を整備することが重要であることが改めて確認された。地区内分散の大きいニュータウンでは、地区内の移動環境改善を通じて地区外施設へのアクセス性を高めることが重要と考えられる。拠点地区に認定されないニュータウンでは、生活関連施設の充実を図ることは困難であり、バス停の新設やルート変更、デマンドバスやパーソナルモビリティなどの福祉政策が対策として考えられる。

今後の課題として、公共交通サービス水準の時間変動や、待ち時間、徒歩による移動時間の割合、移動にかかる一般化費用などを詳細に評価する必要がある。さらに、徒歩または自転車のみを用いた場合の所要時間データを併せて整備することにより、自動車及び公共交通が使えない状況下でのアクセシビリティの低下を評価することができると考えられる。今後、集約型都市構造における将来の人口分布及び施設配置シナリオを作成し、地区内及び地区間のアクセシビリティの改善が人々の生活に与える影響を評価できるシミュレーションモデルを構築したいと考えている。

謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方々にご協力いただいた。電話帳データを東京大学空間情報科学研究センターよりいただき、また株式会社ナビタイムジャパンには公共交通を利用した場合の経路検索データ作成にご協力いただいた。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Cervero, R., Gorham, R.: Commuting in transit versus automobile neighborhoods. *Journal of the American Planning Association* 61, 210-215, 1995.
- 2) Gur, Y. : An Accessibility Sensitive Trip Generation Model. *The Chicago Area Transportation Study*, Chicago, 1971.
- 3) Handy, S.L. : Regional Versus Local Accessibility, Implications for Nonwork Travel . *Transportation Research Record*, 1400, 58-66, 1993.
- 4) Handy, S.L. : Methodologies for Exploring the Link Between Urban Form and Travel Behavior. *Transportation Research D*, 1(2), 151-165, 1996.
- 5) Krizek, K.J.: Perspectives on accessibility and travel, in: Levinson, D.M and Krizek, K.J. (Eds.), *Access to Destinations*. Emerald, 109-130, 2005.
- 6) Lee, B.H.Y.: Parcel-level measure of public transit accessibility to destinations, in: Levinson, D.M and Krizek, K.J. (Eds.), *Access to Destinations*. Emerald, 215-242, 2005.
- 7) 安立光陽, 鈴木勉, 谷口守: コンパクトシティ形成過程における都市構造リスクに関する予見, *土木学会論文集 D3*, Vol.68, No.2, 70-83, 2012.
- 8) 鈴木勉: 既存施設を活用した都市施設の再配置モデル-メデューザ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*, Vol.7, pp421-426, 2011.
- 9) 高田加奈子, 太田恒平, 前田雅人, 藤原章正: 経路検索エンジンを用いた公共交通のサービス水準評価~広島県公共交通ネットワーク情報提供・移動活発化推進事業における乗換課題抽出~, *土木計画学研究・講演集(CD-ROM) Vol.47*, 2013.
- 10) 東北産業活性化センター: 明日のニュータウン, 日本地域社会研究所, 2008.
- 11) 広島市: 広島市都市計画マスタープラン, 中本本店, 2013.
- 12) 山本茂: ニュータウン再生: 住環境マネジメントの課題と展望, 学芸出版社, 2009.

ANALYSIS OF ACCESSIBILITIES WITHIN AND BETWEEN NEIGHBORHOODS WITH HIGH RESOLUTION DATA

Kazumasa Kurahashi, Makoto Chikaraishi, Akimasa Fujiwara, Junyi Zhang, Kohei Ota

This study first develops a high resolution data set that allow us to calculate public transit and automobile accessibility in an accurate way. We then explore the characteristics of the accessibility within and between neighborhoods in Hiroshima city by using the developed data. The results indicate that we cannot simply conclude that neighborhoods where some organized shrinking procedure would be taken (due to master plan in Hiroshima city) has lower accessibility than the neighborhoods where more urban functions would be installed. Also, the results of multilevel analysis shows that, to improve the accessibility of public transit, improving accessibility within the neighborhoods is important, compared to that of automobile.