

8. 日本の主要都市における直線距離と道路距離との関係に関する実証的研究

森田匡俊・鈴木 克哉（横須賀市立山崎小学校）・奥貫圭一（名古屋大）

1. はじめに

本研究では、2 地点間を結ぶ直線距離と道路距離（最短経路の長さ）との関係が都市によってどのように異なるのか、国内道路網の GIS データを使って実証的に調べる。2 地点間の両距離を考えると、道路距離は直線距離と同じかそれより大きくなるはずである。この道路距離の大きさについて、全国の主要都市の道路網を事例に考えていく。

両距離の関係についてこれまでの研究では主に、構造の異なる仮想的な道路網を想定して理論的に明らかにしてきた。たとえば栗田（2001）は、仮想の円盤都市において格子型道路網と放射・環状型道路網を想定し、直線距離に対する道路距離の比がどのようになるのか理論的に分析している。しかし実際の道路網は、格子型や放射・環状型といった典型的な道路網でないことが多く、一般に複雑である。理論的な分析に留まらず、実証的分析も求められる。実際の道路網を対象に両距離の関係を明らかにした先駆的研究に腰塚・小林（1983）がある。腰塚・小林（1983）によれば、都市内（東京 23 区）での直線距離に対する道路距離の比（以下、西沢（1987）にならって道直比と呼ぶ。）は約 1.3、都市間（茨城県）では約 1.21 となることが分かっており、長らく道路距離を直線距離で代替する際の指標となってきた。しかし、腰塚・小林（1983）が取り上げたのは、2 地域の道路網のみであり、その他の地域の道路網についても同じ道直比となるのかは明らかではない。また、腰塚・小林（1983）の事例では、道直比を求める際の 2 地点間の組み合わせ数も限られており、道直比として一般化してよい値であるのか疑問が残る。考えるすべての 2 地点間の組み合わせを調べることは困難であるものの、より多くの 2 地点間の組み合わせ数についての両距離を把握する必要がある。

両距離の関係を把握しておくことは、道路網データを用意したり、計測に特別なツールが必要であったりする道路距離を用いた分析を、より簡便で時間のかからない直線距離を用いた分析に代替できることにつながるなど、本研究でこれに取り組む意義は大きい。たとえば災害発生直後に、最寄り避難所までの距離や避難に要する時間を検討するといった場合には、即時性と正確性が求められる。こうした場合に、直線距離によって道路距離を代替して分析を行なうことができるようになる。他にも、たとえば企業の防災担当者が、従業員の自宅までの距離を基に帰宅困難者数を推計しておくといった場合に、煩雑な道路距離を用いた計測を実施しなくても、直線距離による計測によってある程度正確な推計を実施できるといったことにつながる。

2. 分析の概要

2.1. 対象地域と利用データ

実際の道路網を取り上げた研究によって、地域によって直線距離と道路距離の関係が異なることが明らかになっている。たとえば、西沢（1987）は四国の中心地間の道直比について取り上げ、直線距離 50km 以上の 2 地点間において道直比のばらつきが大きくなると述べている。しかし東京都の道路網を取り上げた田中ほか（2007）では、短い移動距離において比のばらつきが大きくなると述べている。このように、対象とする道路網によって道直比のばらつき方は異なる。全国の全ての地域を対象として、両距離を考えることが理想ではあるものの作業量を考えると現実的ではない。そこで、本研究では全国の主要な都市を対象を絞って検討することにする。増山・岡部（2003）は人口 20 万～40 万人の都市を中規模都市と定義し、都市人口分布の構造的比較法について議論している。これを参考に、本研究では人口 20 万人以上の自治体を全国の主要都市と考えることとする¹。該当するのは、全国 112 都市（2006 年 10 月現在）であり、これらの行政区域の道路網を対象として両距離の関係を考えていく（図 1、表 1）。

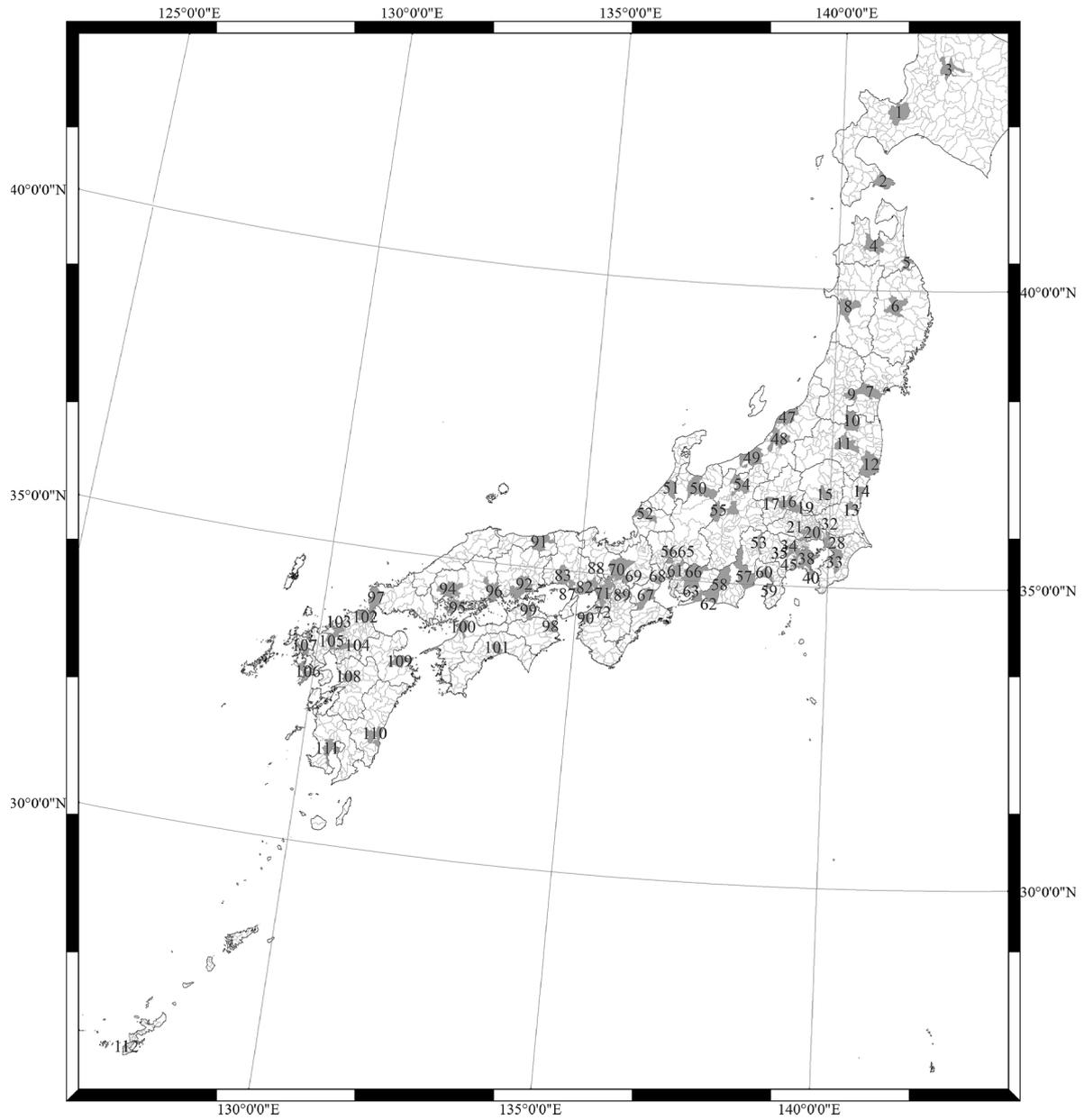


図1 本研究で対象とする112都市（図中の番号は表1と対応）

表1 本研究で対象とする112都市

ID	市	ID	市	ID	市
1	札幌市	41	平塚市	81	東大阪市
2	函館市	42	藤沢市	82	神戸市
3	旭川市	43	茅ヶ崎市	83	姫路市
4	青森市	44	相模原市	84	尼崎市
5	八戸市	45	厚木市	85	明石市
6	盛岡市	46	大和市	86	西宮市
7	仙台市	47	新潟市	87	加古川市
8	秋田市	48	長岡市	88	宝塚市
9	山形市	49	上越市	89	奈良市
10	福島市	50	富山市	90	和歌山市
11	郡山市	51	金沢市	91	鳥取市
12	いわき市	52	福井市	92	岡山市
13	水戸市	53	甲府市	93	倉敷市
14	日立市	54	長野市	94	広島市
15	宇都宮市	55	松本市	95	呉市
16	前橋市	56	岐阜市	96	福山市
17	高崎市	57	静岡市	97	下関市
18	伊勢崎市	58	浜松市	98	徳島市
19	太田市	59	沼津市	99	高松市
20	さいたま市	60	富士市	100	松山市
21	川越市	61	名古屋市	101	高知市
22	川口市	62	豊橋市	102	北九州市
23	所沢市	63	岡崎市	103	福岡市
24	春日部市	64	一宮市	104	久留米市
25	上尾市	65	春日井市	105	佐賀市
26	草加市	66	豊田市	106	長崎市
27	越谷市	67	津市	107	佐世保市
28	千葉市	68	四日市市	108	熊本市
29	市川市	69	大津市	109	大分市
30	船橋市	70	京都市	110	宮崎市
31	松戸市	71	大阪市	111	鹿児島市
32	柏市	72	堺市	112	那覇市
33	市原市	73	岸和田市		
34	八王子市	74	豊中市		
35	府中市	75	吹田市		
36	調布市	76	高槻市		
37	町田市	77	枚方市		
38	横浜市	78	茨木市		
39	川崎市	79	八尾市		
40	横須賀市	80	寝屋川市		

道路網データとして『ナビゲーション道路地図（2007年版）』を用いる。このデータには、国土地理院発行1/25000地形図に記載されている幅員3.0m以上の道路が含まれている。また、都市市街地においては上記の

道路に加え、国土地理院発行 1/10000 地形図および都市計画図に記載されている幅員 3.0 m以上の道路が含まれている。その他、高速自動車国道と、高速自動車国道への連結路等の道路表現上、上下線を分離して扱うのが適切である道路、一般都道府県以上の道路で中央分離帯が存在する道路については、上下線をそれぞれ独立した道路として扱っている。なお、このデータは 2006 年 10 月時点の道路網をもとに作られている。したがって本研究で使用するデータはすべて 2006 年当時のものになっている。

全国 112 都市の行政区域データは、国土交通省の提供する国土数値情報 (<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>) の行政区域 (面) (2006 年版) データを用いる。また、道直比を計測する地点を設定するために総務省統計局による地域メッシュ統計の基準地域メッシュ (1km メッシュ) データを用いる。メッシュデータは、政府統計の総合窓口 e-Stat (<http://www.e-stat.go.jp/>) より入手する。以上のデータによる地点間の道路距離および直線距離の計測は、ESRI 社の ArcGIS 10 とネットワーク空間分析のためのソフトウェアである SANET (奥貫ほか 2006)、GIS フリーソフトの Quantum GIS (<http://www.qgis.org/>) を用いる。また、道直比を求めるための統計的分析には R (<http://www.r-project.org/>) を用いる。

2.2. 対象都市の道路網データの作成

まず、対象都市の行政区域ポリゴンと「重なる」道路網リンクのデータを抽出する²。この道路網リンクから SANET を用いて連結性のない部分を削除し、ひとつながりに完結した道路網のデータを作成する。この作業によって、飛び地や道路で繋がれていない島嶼部を持つ都市においては、ひとつながりの道路網が複数作成されることになる。本研究では、最も大きな道路網をその地域の道路網として考えることにする。

2.3. 地点間の組み合わせ設定方法

直線距離と道路距離の関係を明らかにしようとするとき、距離の計測を行うためには起終点 (2 地点間の組み合わせ) を設定する必要がある。この起終点の設定には難しさがある。実際の道路網における道直比を比較した西沢 (1987) では、道路網の役割が都市相互間の連結網形成にあるとして、地方生活圏の二次生活圏の中心地を起終点としている。一方で田中ほか (2007) では起終点について 3 つのモデルを設定して分析を行っている。モデル 1 は対象道路網のすべての交差点、モデル 2 は対象地域の道路に沿って等間隔に挿入した点、モデル 3 は対象地域に重ねた正方形メッシュの中心点を最寄りのリンク上に挿入した点である。結果、比較的広範囲を扱った道路網ではモデル間の結果に大きな差異は見られなかった一方、比較的狭い範囲を扱った道路網ではモデル間の道直比に差異が生まれている。これらの研究では、それぞれ目的や意義に沿って起終点が設定されているものの、田中ほか (2007) のモデル 3 以外の起終点配置方法では、道路網全体において起終点の密度にばらつきが出る。一方で田中ほか (2007) のモデル 3 では、道路網とメッシュを重ねたときにメッシュ内に道路網が存在しない場合もそのメッシュの中心点が起終点として用いられてしまう。それぞれの起終点設定方法にはこうした問題が指摘できる。

本研究では田中ほか (2007) のモデル 3 を参考に、道路網と重なるメッシュの中心点を起終点として採用する。これによって起終点の分布密度が道路分布の疎密による影響を受けず、どの道路網もほぼ同じ密度の起終点によって評価することができる。さらに道路網と重ならないメッシュ中心点を省くことで、道路網の存在しない部分の影響を道直比の算出から除くことができる。具体的な起終点作成方法は、対象都市の道路網と基準地域メッシュ (1km メッシュ) ポリゴンとを重ね合わせ、道路網と重なるメッシュポリゴンの重心点データを作成する。ただし、このままでは道路網と少しでも重なるメッシュポリゴンの重心点も含まれてしまうため、全ての重心点が対象都市の行政区域内に収まるとは限らない。そこで、作成した重心点データから、対象都市の行政区域ポリゴンに含まれるもののみを更に抽出し、これを対象都市の道路網における起終点とする。

2.4. 距離比による両距離の関係の把握方法

作成した起終点について、全ての 2 地点間の組み合わせの直線距離と道路距離の距離行列を求める。直線距

離は Quantum GIS の「距離マトリックス」ツールを用いて算出する。道路距離は SANET の「shortest-path distances between points in a point set」ツールを用いて算出する。なお、道路距離の算出に際して SANET では、道路網上に位置しない点を最も近い道路上に移動して計算を行なう。

算出した2つの距離行列については、被説明変数を道路距離、説明変数を直線距離とする単回帰分析を R によって行なう。単回帰分析の有意水準は 1% とする。なお、本研究で取り上げた 112 都市の全ての回帰分析において、有意な結果が得られた。単回帰分析の結果から得られた、回帰係数を道直比、決定係数を説明力として解釈する。

道直比は直線距離に対する道路距離の比であり、道直比は 1 より小さくなることはない。すなわち、道直比が 1 に近づくほどその道路距離は直線的な移動ができることを意味し、2 地点間の移動を考えると、直線移動と同じ距離で移動できることになり移動効率が高いと解釈することができる。説明力は、道直比が対象都市における 2 地点間の組み合わせの内、どれほどを説明できるかを表す割合と考えることができる。最大で 1 (100%) となり、説明力が 1 に近づくほどほとんどの 2 地点間の組み合わせは同様の道直比を示すことを意味する。説明力が 1 のときはすべての組み合わせが同じ道直比である。逆に説明力が小さければ 2 地点間の組み合わせにおける道直比のばらつきが大きいことになる。

3. 全国 112 都市における道直比と説明力

図 2 および表 2 に 112 都市の道直比と説明力を示す。まず道直比について着目してみると、112 都市の平均が 1.221 であること、道直比が最も小さい、すなわち移動効率が良いのは町田市 (1.055) の道路網であることがわかる。その他、ほぼすべての都市が 1.50 未満であり、1.50 以上となるのは沼津市 (1.905)、静岡市 (1.792)、呉市 (1.590)、高槻市 (1.549) のみであることなどがわかる。表 3 に道直比を移動効率として解釈した際の上位 10 都市と下位 10 都市を示す。表 3 を見ると上位の都市はすべて東京、大阪、名古屋の大都市郊外に位置している一方、下位の都市はそれ以外の地方都市が多いことがわかる。また、例外も少なくないものの、上位の都市ほど行政区域が海に面しておらず、下位の都市ほど海に面している傾向がみられる。

次に、説明力に着目してみる。112 都市の平均は 0.886 である。説明力が最も高い、すなわち、都市内の 2 地点間の組み合わせにおいてばらつきが小さいのは、大和市 (0.990) である。説明力が最も低いのは川口市 (0.668) である。道直比に比べると都市間での差異は小さく、0.9 以上の都市が多い傾向がある。道直比と同様に、上位 10 都市と下位 10 都市を抽出してみると (表 4)、上位 10 都市は東京、大阪、名古屋の大都市郊外に位置する都市である一方、下位 10 都市は、例外はあるものの、それ以外の地方都市であるという道直比と同様の傾向を示している。

最後に、道直比と説明力との相関関係に着目してみる。おおよその傾向として、道直比が大きいほど説明力が低くなり、道直比が小さいほど説明力が高くなるという負の相関関係であることがわかる。これは、道直比と説明力の上位と下位それぞれの 10 都市の組み合わせで重ねている都市が多くあることからわかる (表 3、4 で太字にした都市)。もう少し詳しく見ると、説明力が低い都市間での、道直比の差異が大きいことも分かる。たとえば、説明力が 0.90 以上となるのは 61 都市あり、それらのほぼすべての都市で道直比は 1.0 ~ 1.3 の間におさまっている。例外は長崎市 (道直比: 1.415、説明力: 0.930) のみである。一方で、説明力が 0.90 未満の 51 都市の道直比は、最小が八王子市の 1.090 (説明力: 0.785)、最大が沼津市の 1.905 (説明力: 0.736) と都市間で差異が大きい。

次章では、特徴的な都市を取り上げ、各都市の道直比と説明力について考察していく。

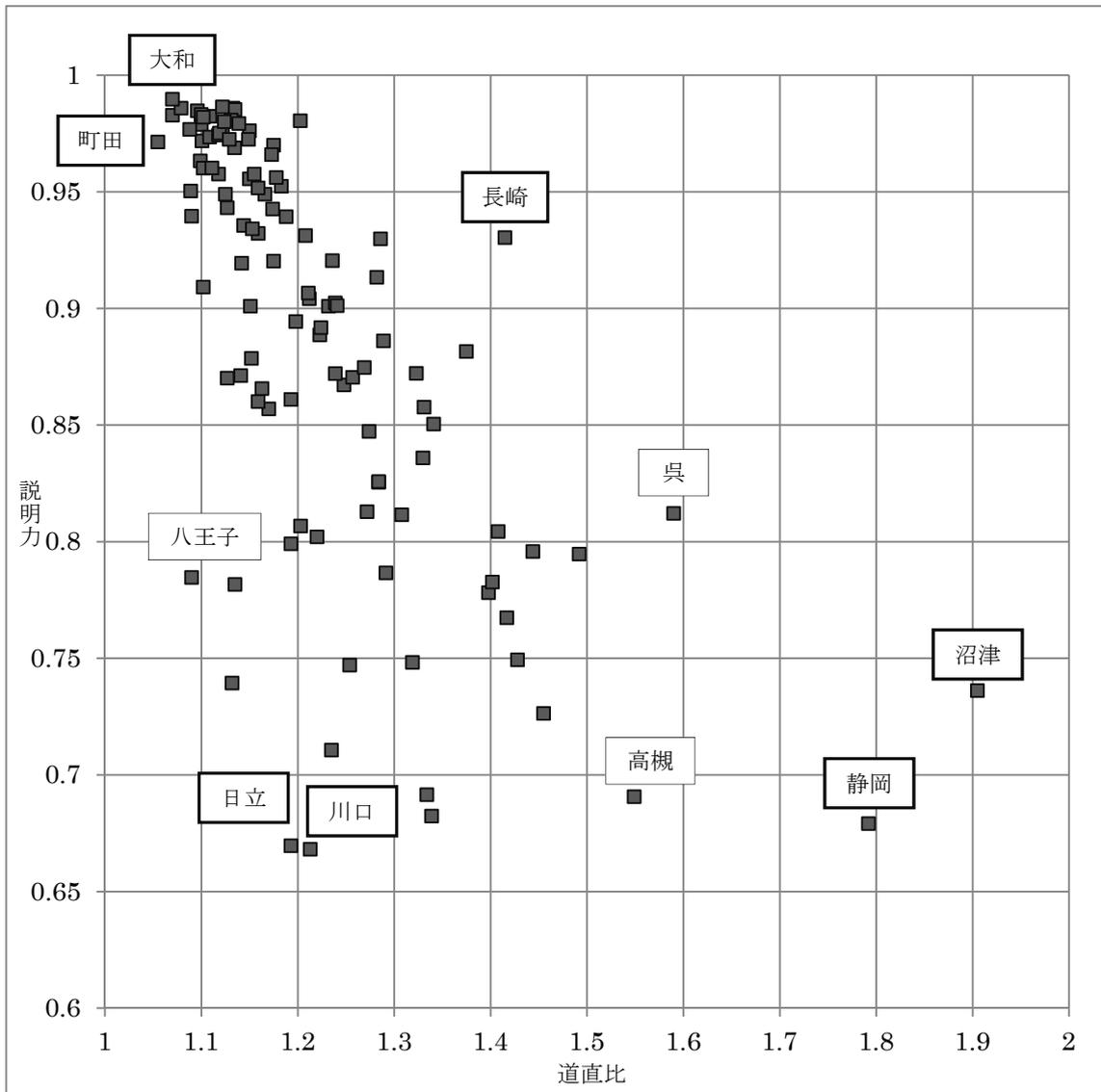


図2 112都市の道直比(回帰係数)と説明力(決定係数)

表2 112都市における道直比と説明力

ID	市	道直比	説明力	ID	市	道直比	説明力	ID	市	道直比	説明力
1	札幌市	1.417	0.767	41	平塚市	1.131	0.981	81	東大阪市	1.142	0.919
2	函館市	1.408	0.804	42	藤沢市	1.139	0.979	82	神戸市	1.224	0.892
3	旭川市	1.248	0.867	43	茅ヶ崎市	1.149	0.972	83	姫路市	1.175	0.920
4	青森市	1.203	0.807	44	相模原市	1.079	0.986	84	尼崎市	1.173	0.966
5	八戸市	1.257	0.870	45	厚木市	1.141	0.871	85	明石市	1.089	0.950
6	盛岡市	1.455	0.726	46	大和市	1.070	0.990	86	西宮市	1.398	0.778
7	仙台市	1.127	0.870	47	新潟市	1.124	0.980	87	加古川市	1.135	0.782
8	秋田市	1.239	0.872	48	長岡市	1.232	0.901	88	宝塚市	1.331	0.858
9	山形市	1.220	0.802	49	上越市	1.341	0.850	89	奈良市	1.323	0.872
10	福島市	1.292	0.787	50	富山市	1.428	0.749	90	和歌山市	1.151	0.901
11	郡山市	1.223	0.889	51	金沢市	1.193	0.799	91	鳥取市	1.334	0.692
12	いわき市	1.330	0.836	52	福井市	1.239	0.902	92	岡山市	1.212	0.904
13	水戸市	1.102	0.909	53	甲府市	1.492	0.795	93	倉敷市	1.211	0.907
14	日立市	1.193	0.670	54	長野市	1.444	0.796	94	広島市	1.402	0.783
15	宇都宮市	1.099	0.963	55	松本市	1.375	0.882	95	呉市	1.590	0.812
16	前橋市	1.188	0.939	56	岐阜市	1.144	0.936	96	福山市	1.170	0.857
17	高崎市	1.101	0.972	57	静岡市	1.792	0.679	97	下関市	1.153	0.934
18	伊勢崎市	1.100	0.979	58	浜松市	1.284	0.825	98	徳島市	1.254	0.747
19	太田市	1.118	0.958	59	沼津市	1.905	0.736	99	高松市	1.286	0.930
20	さいたま市	1.133	0.986	60	富士市	1.132	0.739	100	松山市	1.274	0.847
21	川越市	1.109	0.973	61	名古屋市	1.122	0.986	101	高知市	1.339	0.682
22	川口市	1.213	0.668	62	豊橋市	1.127	0.943	102	北九州市	1.152	0.879
23	所沢市	1.070	0.983	63	岡崎市	1.284	0.826	103	福岡市	1.319	0.748
24	春日部市	1.122	0.975	64	一宮市	1.100	0.983	104	久留米市	1.090	0.940
25	上尾市	1.175	0.970	65	春日井市	1.088	0.977	105	佐賀市	1.289	0.886
26	草加市	1.203	0.980	66	豊田市	1.241	0.901	106	長崎市	1.415	0.930
27	越谷市	1.096	0.985	67	津市	1.282	0.913	107	佐世保市	1.269	0.875
28	千葉市	1.118	0.974	68	四日市市	1.150	0.956	108	熊本市	1.159	0.860
29	市川市	1.159	0.932	69	大津市	1.208	0.931	109	大分市	1.198	0.894
30	船橋市	1.150	0.976	70	京都市	1.308	0.812	110	宮崎市	1.235	0.711
31	松戸市	1.109	0.982	71	大阪市	1.102	0.960	111	鹿児島市	1.125	0.949
32	柏市	1.166	0.949	72	堺市	1.111	0.960	112	那覇市	1.159	0.952
33	市原市	1.183	0.952	73	岸和田市	1.236	0.920	平均 道直比 説明力 1.221 0.886			
34	八王子市	1.090	0.785	74	豊中市	1.102	0.982				
35	府中市	1.119	0.975	75	吹田市	1.155	0.958				
36	調布市	1.134	0.969	76	高槻市	1.549	0.691				
37	町田市	1.055	0.971	77	枚方市	1.193	0.861				
38	横浜市	1.135	0.985	78	茨木市	1.163	0.866				
39	川崎市	1.129	0.972	79	八尾市	1.174	0.943				
40	横須賀市	1.272	0.813	80	寝屋川市	1.178	0.956				

表3 道直比（移動効率）の上位10都市と下位10都市

上位10都市	ID	市	道直比	下位10都市	ID	市	道直比
	37	町田市	1.055		106	長崎市	1.415
	46	大和市	1.070		1	札幌市	1.417
	23	所沢市	1.070		50	富山市	1.428
	44	相模原市	1.079		54	長野市	1.444
	65	春日井市	1.088		6	盛岡市	1.455
	85	明石市	1.089		53	甲府市	1.492
	104	久留米市	1.090		76	高槻市	1.549
	34	八王子市	1.090		95	呉市	1.590
	27	越谷市	1.096		57	静岡市	1.792
	15	宇都宮市	1.099		59	沼津市	1.905

表4 説明力の上位10都市と下位10都市

上位10都市	ID	市	説明力	下位10都市	ID	市	説明力
	46	大和市	0.990		60	富士市	0.739
	61	名古屋市	0.986		59	沼津市	0.736
	44	相模原市	0.986		6	盛岡市	0.726
	20	さいたま市	0.986		110	宮崎市	0.711
	38	横浜市	0.985		91	鳥取市	0.692
	27	越谷市	0.985		76	高槻市	0.691
	64	一宮市	0.983		101	高知市	0.682
	23	所沢市	0.983		57	静岡市	0.679
	31	松戸市	0.982		14	日立市	0.670
	74	豊中市	0.982		22	川口市	0.668

4. 考察

ここでは道直比や説明力、両値の関係について特徴的な都市を取り上げ、なぜそのような結果になったのか、主に都市の行政区域の形状や道路網の密度³を基に検討する。

まず、道直比について特徴的な都市に着目してみる。道直比の大きい沼津市（図3）、静岡市（図4）をみると、両都市とも道路網がいくつかの島状に分布している傾向が見られる。この傾向は、行政区域の形状が湾に沿ってくびれている沼津市で顕著である。直線距離では、このくびれた形状の影響が反映されない一方、道路距離では迂回が必要のため影響が大きくなり、結果として道直比が大きくなると考えられる。また、沼津市の北部や静岡市の北部の道路網は、南北方向の道路が複数ある一方で、東西方向への道路が少ない。そのため、南北方向の道路付近の地点間の道直比が大きくなると考えられる。その他、静岡市に顕著のように行政区域内で道路網の密度に差異があると、密度の低い地点間での移動に迂回が必要となり、道直比が大きくなると考えられる。道直比の小さい町田市（図5）と大和市（図6）についてみる。行政区域の形状をみると、町田市は細長い扇状、大和市は比較的整った矩形である。また、両都市とも道路網が比較的高密度である。よって、迂回が必要となるよ

うな地点間の組み合わせが少なくなり、道直比が小さくなると考えられる。

次に、説明力について特徴的な都市に着目してみる。説明力が最も低い川口市（図7）は、道路網密度は一樣に高いものの、行政区域の形状が大きいくびれている。くびれた地域の影響を受ける地点間（東西方向の組み合わせ）の道直比は大きくなる一方、くびれた地域の影響を受けない地点間の道直比は低くなり、地点間の組み合わせによってばらつきが大きく、説明力が低くなると考えられる。日立市（図8）は、行政区域の形状に大きな特徴は見られない。しかし、道路網密度をみると沿岸部が高い一方、山間部が低くなっており、両地域の道路網密度に大きな差がある。よって、道路網密度が高い地点間における道直比は小さく、道路網密度が低い地点間における道直比は大きくなり、地点間の組み合わせによってばらつきが大きく、説明力が低くなると考えられる。こうした説明力の低い地域における道直比は、地点間の組み合わせによってばらつきが大きいいため、安易に道直比を利用することは避けた方がよいといえる。

最後に道直比と説明力の両値を見たときに特徴的な都市についてみてみる。3章で述べた通り、道直比と説明力には負の相関関係があり、たとえば大和市や町田市のように道直比が小さい都市は説明力が高く、一方で沼津市、静岡市のように道直比が大きい都市は説明力が低い。このことから、道直比が大きい場合の道直比の利用は地点間の組み合わせによる差異が大きくなるため、得られた結果の信頼性を損なわせる可能性が高いといえる。例外的な都市として、道直比が小さく、説明力も低い川口市、日立市が挙げられる。両都市は先に述べたように、道直比が小さい地域と大きい地域が混在している都市である。道直比が小さくなっていることから、地点間の組み合わせのほとんどで道直比が小さいものの、少なくはない組み合わせで道直比が高いことが考えられる。川口市のように行政区域の形状にくびれがある場合や日立市のように地域によって道路網密度に差異が大きい場合は、道直比が小さくなくてもその信頼性は低いと言えよう。その他の例外的な都市として、道直比と説明力がともに比較的大きい値となっている長崎市（図9）がある。長崎市の行政区域の形状は沼津市と同様にくびれており、北部と南部との地点間の組み合わせによって道直比が比較的大きくなっているものと思われる。説明力が沼津市のように低くならないのは、道路網密度がほとんどの地域で低く地域間での差異が小さいためと考えられる。また、くびれの原因になっている湾には橋がかけられており、北部と南部間の道路距離が直線距離に比べて極めて大きくなることも影響していると考えられる。

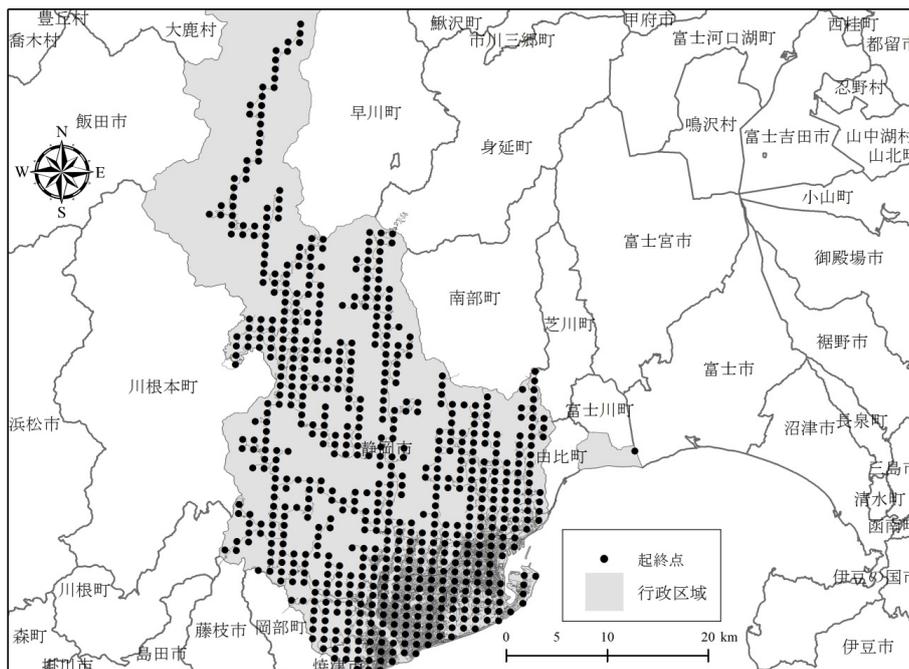


図4 静岡市の地域形状と道路網

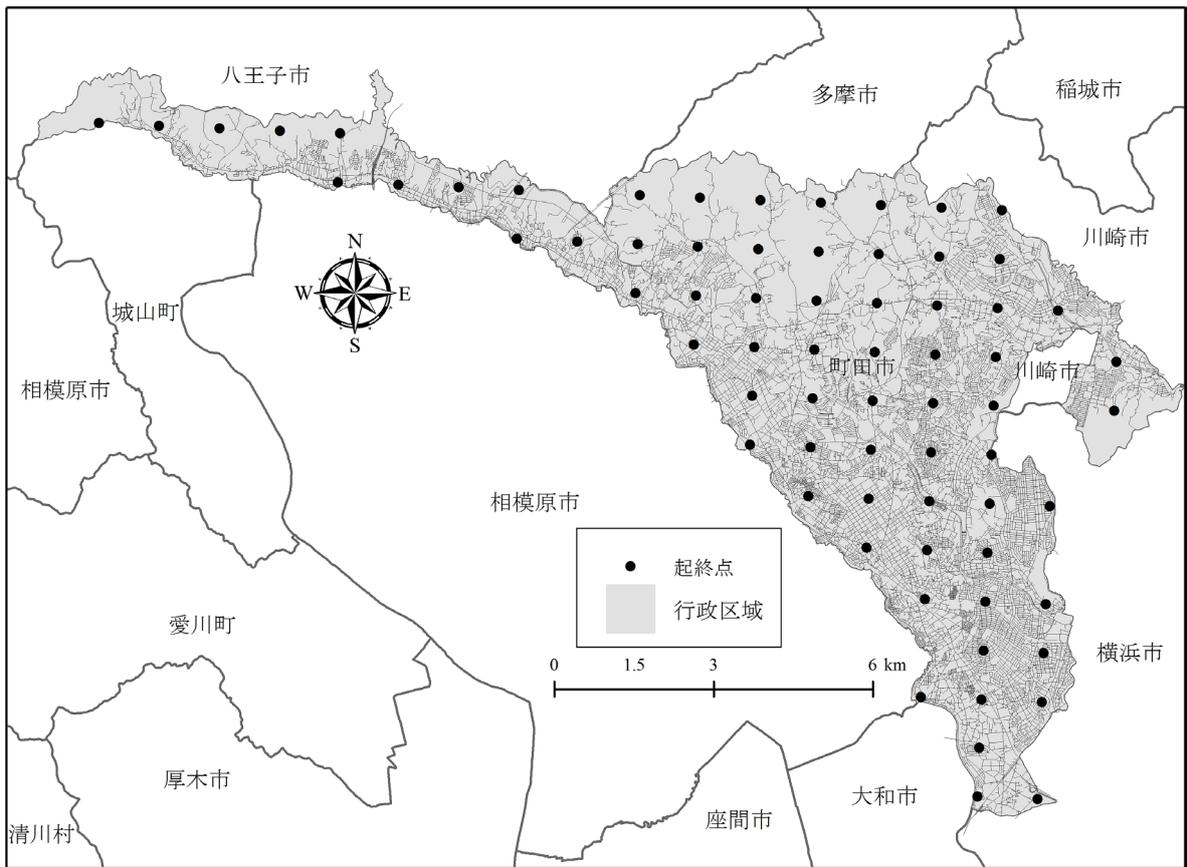


図5 町田市の地域形状と道路網

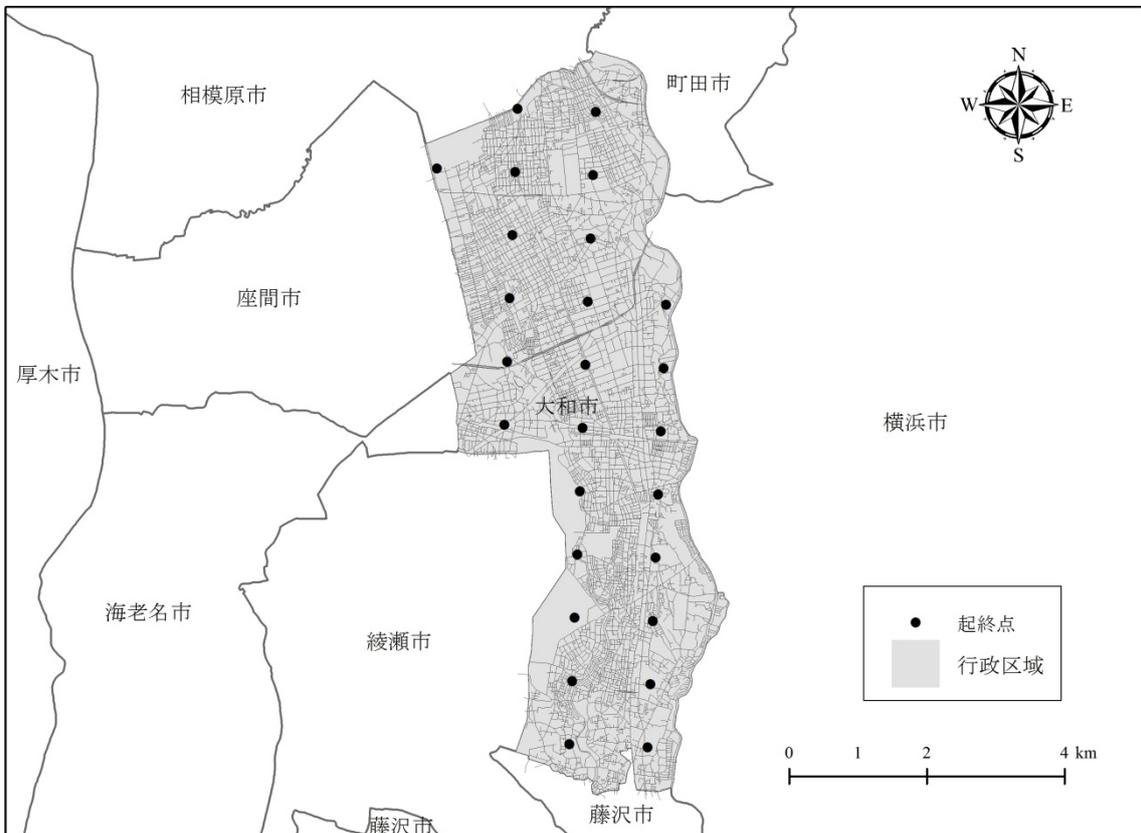


図6 大和市の地域形状と道路網

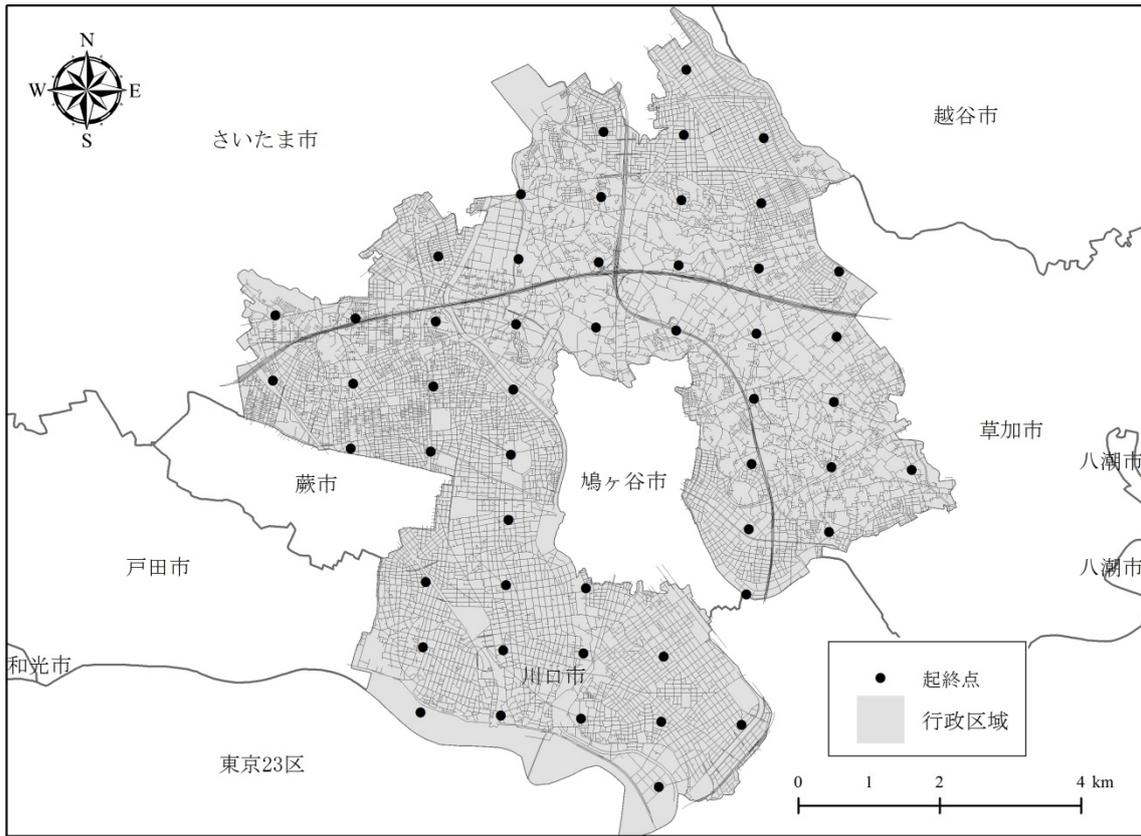


図7 川口市の地域形状と道路網

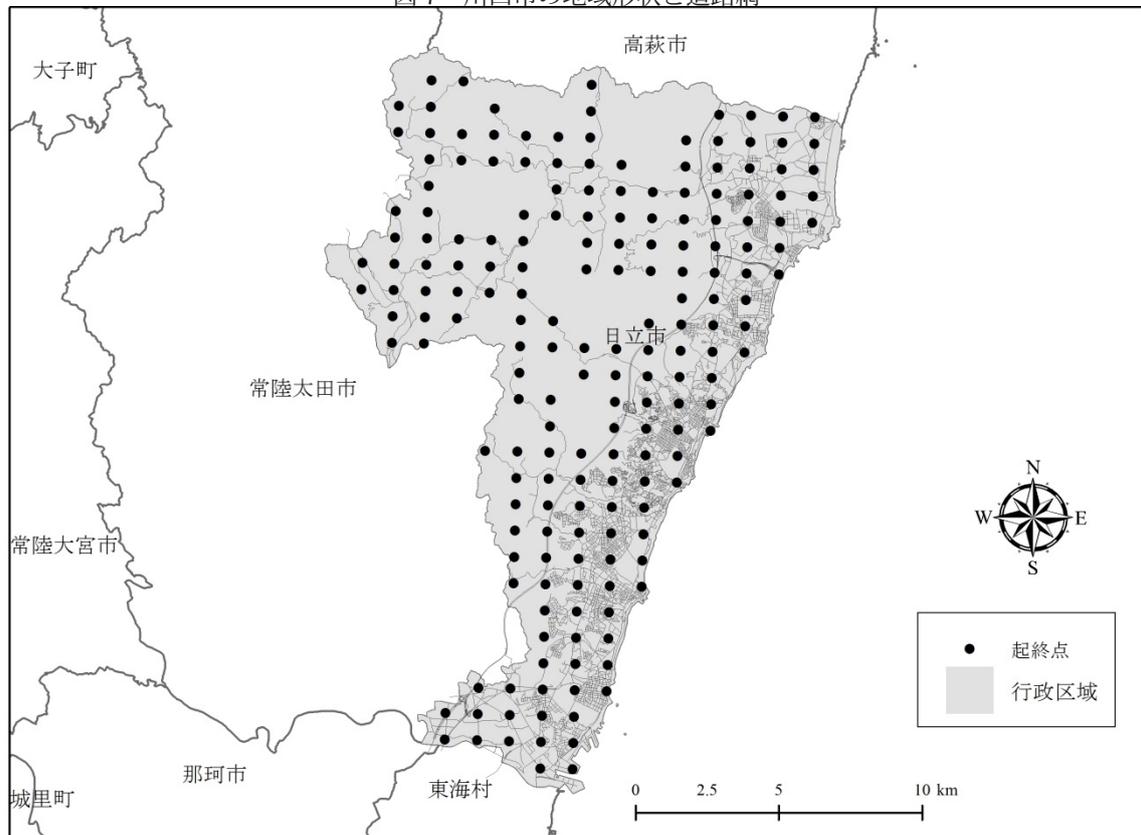


図8 日立市の地域形状と道路網

定が必要と考えられる。また、道路網の抽出を、対象都市の行政区域内のみとして行なった。実際には、対象都市内の2地点間であっても対象都市外の道路網を利用する。よって、より実態に即した形で道直比を求めるために道路網の抽出方法を再検討する必要がある。以上の課題については、今後取り組んでいきたい。

注

- 1 ただし、人口が他の市と比べて突出して多い東京23区は除くこととした。
- 2 抽出する道路網リンクは行政区域ポリゴンに「完全に含まれる」道路リンクとする方法もある。しかし、「完全に含まれる」道路網リンクを抽出すると、埋立地などの臨海部を含む都市の道路網を十分に抽出できない。そこで本研究では、行政区域ポリゴンと「重なる」道路網リンクを抽出した。このため、行政区域の境界部分において、道路リンクが領域外にはみ出ていることが多い。
- 3 道路の密度については、主として二つの考え方がある。一つは単位面積あたりの道路面積であり、もうひとつは同じく道路の長さである。いずれにしても、ここで指摘したとおり、地域内での密度の偏りが見られる場合が少なくない。

参考文献

- 栗田 治 2001. 円盤都市における道路パターンの理論—直線距離・直交距離並びに放射・環状距離の分布・日本都市計画学会学術研究論文集 36: 859-864.
- 腰塚武志・小林純一 1983. 道路距離と直線距離. 日本都市計画学会学術研究発表会論文集 18: 43-48.
- 田中健一・鳥海重喜・田口 東 2007. 移動距離と移動効率の両面からみた交通網の分析. 日本応用数学会論文誌 17: 133-157.
- 西沢 明 1987. 直線距離と道路距離による道路網の利便性評価. 地域学研究 18: 145-164.
- 増山 篤・岡部篤行 2003. 都市人口分布の構造的比較法の開発と日本の中規模都市への適用. 地理学評論 76: 759-776.
- 奥貫圭一・塩出志乃・岡部篤行 2006. ネットワーク空間分析ソフトウェア ,SANET. 村山祐司・岡部篤行編『GISで空間分析』古今書院. 142-182.