

令和 2 年 5 月 8 日現在

機関番号：16201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K14776

研究課題名（和文）行政界による分節の影響に着目した多極型コンパクトシティに向けた拠点配置分析

研究課題名（英文）Location Analysis for a Multipolar Compact City Focusing on the Effect of Boundary of Local Government

研究代表者

鈴木 達也（Suzuki, Tatsuya）

香川大学・創造工学部・助教

研究者番号：30786281

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題では、人口分布の局所的な集塊による影響を考慮した多極型拠点配置モデルの開発を行った。このモデルでは、従来の最寄り施設にのみ需要が発生することを仮定したモデルに拠点間の移動距離を組み込むことで、拠点を設置し過ぎることによる都市の分散化と拠点までの移動の利便性を同時に最適化することができる。これにより、それぞれの拠点での公共サービスの補完や、具体的な公共施設群の設定を都市全体として評価する手法となり得る。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題により開発した多極型拠点配置モデルは、施設数の外生的な設定や、施設の建設コストなど別の制約条件を与えずに、移動利便性のみで数と配置を設定することができる。これは、拠点間の近接性が組み込まれているためであり、点的な施設配置とは異なり、都市域のような面的な解釈が可能である。これにより、地方自治体で進められている立地適正化計画、公共施設の再編計画、さらには地域包括ケアシステムといった公共施設立地や公共サービスの提供範囲などの地域居住の持続性に関する計画評価への応用が期待される。

研究成果の概要（英文）：In this research, we developed an optimal location model of regional core facilities in a compact city. The feature of this model is that the number of locations and locations are optimized at the same time because the travel distance between bases is added to the p-median model. This model can be used to evaluate the balance between urban dispersion and concentration and examine the plan for the types of public facilities in bases or the plan for complementing the functions of the bases.

In addition, we verified the concentration of demand and the feasibility of public services. The results suggest that it is necessary to consider the balance between the population size and the supply of public services when concentrating the population for the plan of a compact city.

研究分野：都市計画、都市解析、地理情報システム

キーワード：コンパクトシティ 施設配置 移動距離 公共サービス 人口分布

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

我が国の都市は、高度経済成長期からの無秩序な拡大に加え、近年の人口減少による税収や社会保険料負担者の減少、あるいは、高齢化による医療費や社会保障給付費の増加により、従来の公共サービスの維持が困難になってきた。このような人口が薄く広く分布することによる問題に対して、都市のコンパクト化への期待は大きく、国土交通省は平成26年8月には都市再生特別法の改正により立地適正化計画制度として、都市機能誘導区域及び居住地誘導区域の設定を推奨し、公共交通を軸とした「コンパクトシティ・プラス・ネットワーク」という多極型の都市構造の計画を進めていく方針を打ち出した。

コンパクトシティや立地適正化計画を都市マスタープランへ盛り込んだ都市は、近年増加しており、これらの研究も蓄積されている。例えば、コンパクトシティに関して、大橋ら（2009）はコンパクトシティ政策を全国に先駆けて熱心に行っている青森市を対象として、その施策の効果を人口分布の時系列変化から検証している。また、立地適正化計画についても、饗庭ら（2016）は、立地適正化計画に先進的に取り組んでいる自治体への調査・ヒアリングを通して、策定の中で時期、場所、計画内容、実現手段、主体の5項目に着目し、その問題点を浮き彫りにしている。また、多極型コンパクトシティに関して、肥後ら（2014）によると、近年続くコンパクトシティ関連法の制定に伴い、各自治体の都市計画マスタープランにおいて、コンパクトシティを掲げる自治体が急増しているが、自治体の設定する拠点は数が多く、コンパクト化を掲げるも拡散化に向かってしまう事態を指摘している。

このような社会的学術的背景に鑑み、多極型都市のコンパクト性を測る指標を確立し、定量的な計画根拠を導出することが望まれる。

2. 研究の目的

多くの都市でコンパクト化を目指した立地適正化計画が策定されているが、いずれも自治体内での計画を前提としており、コンパクトシティにおける拠点形成について議論が行われている。これについて、研究代表者のこれまでの研究（鈴木ほか、2015）により、市町村合併による影響や隣接自治体との連携の必要性が示唆されている。

本研究では、施設配置モデルを応用し、行政界によるコンパクト化の限界、都市境界の最適化を示すことで、行政界を超えた広域での計画の効果と必要性を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 拠点配置を基にした行政界の影響

栃木県を対象とし、基礎自治体をベースとした拠点配置を最適化した結果に対して、基礎自治体の越境を許した場合での最小移動コストでの拠点選択を行うことで、行政界による計画における損失の算出を試みる。

拠点配置の算出は、拠点までの移動に比べ、拠点間移動は公共交通整備や最寄り以外の拠点への利用頻度の違いから移動コストの重みが異なると考えられる。これを拠点間移動係数 α ($0 < \alpha < 1$)として拠点間移動距離に乘じる。本研究では、 α を速度比と利用頻度比を合成した定数として捉え、居住地から拠点までの徒歩移動を基準とし、拠点間では速度比10(徒歩に対するバスを想定)、利用頻度比1/7(週に一度)、として速度比の逆数と利用頻度比を掛け合わせた $\alpha = 0.0143$ とする。また、拠点間移動モデルによる拠点配置導出は、アルゴリズムによる近似解を扱うこととする。本研究では厳密な計算に多大な時間を要するため、簡便に計算を行うため逐次最適化を用いた簡便なアルゴリズムを用いる。

(2) 人口規模と公共サービスの提供バランスのケーススタディ

本研究過程において拠点ごとの人口規模に対する指標が必要であるとの認識に至ったため、(1)と並行し、人口密度を大きくすることによるサービス提供の効率性について取り組んだ。具体的には、高齢化社会において需要が増加している公共サービスの一つである救急搬送における適切な施設配置モデルを構築する。特に、実際の出勤状況データを用いて、一般的な最適配置で扱われる最寄り施設への移動距離ではなく、出勤状況による救急隊不在時(以下、不在状況と呼ぶ)の影響について考慮し、より実情に即したモデルの構築を行うことで、需要密度と供給状況の関係性を明示する。

4. 研究成果

(1) 拠点配置を基にした行政界の影響

図1に栃木県の人口分布を下敷きに拠点配置及び、最小移動コストで到達できる拠点が自市町内か他市町であるかを可視化した図を示す。北部に位置する那須塩原市の人口集塊地と大田原市の人口集塊地が近いことで2市の境界から離れた山間部は人口が少数とはいえ、自市の中心へのアクセスが悪くなっている。また、宇都宮市は人口が中心部に集中しながらも市域全域に分布していることにより、隣接自治体の拠点への移動距離の方が自市町内の拠点への移動距離より短くなる地域が境界に沿うように分布している。

表1に市町ごとの集計値を示す。各市町で拠点数は6から10拠点程度であった。また、全体の平均移動距離は、2761.9mとなり比較的面積の小さい町部が平均以下となり、面積の大きい市部などが平均以上の移動距離を示した。特に、日光市は面積が大きく山間部に人口が点在しており、平均移動距離が4610.3mと最も長くなることがわかった。市町ごとに最適化を行っている

が、自市町内の拠点を利用するよりも、隣接自治体の拠点への移動距離の方が短くなる地域に住む人口は全体で約7%となる14万人程度であり、10%を超える自治体も散見された。

以上から、市町村単位で自市町内への移動距離から見たコンパクト化には、隣接自治体との広域な計画などによる効率化の余地があることが示唆された。

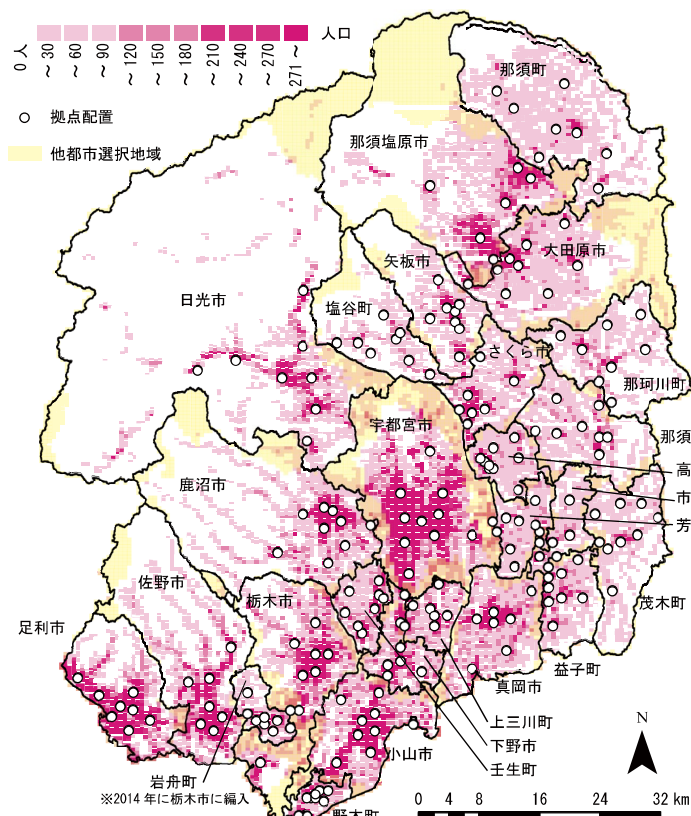


図1 栃木県における拠点配置

市町村名	対象人口※	他都市 選択人口	平均移動 距離 (m)	拠点数
県内全域	2,133,951	148,793	2761.93	211
宇都宮市	520,207	54,722	3215.11	10
足利市	167,383	3,477	2343.53	8
栃木市	151,064	26,840	2977.47	8
佐野市	123,731	527	2555.86	7
鹿沼市	106,239	3,070	3010.31	9
日光市	90,814	3,280	4610.28	8
小山市	175,283	12,302	2425.70	9
真岡市	87,436	5,137	2393.00	7
大田原市	83,877	7,896	3235.48	9
矢板市	36,650	1,293	1892.37	8
那須塩原市	127,127	10,681	3305.31	6
さくら市	46,282	1,720	2153.26	7
那須烏山市	30,633	2,429	2787.92	8
高根沢町	69,027	7,137	1830.18	7
上三川町	38,439	497	1585.25	7
益子町	26,113	1,086	1782.77	8
茂木町	15,855	944	2876.72	8
市貝町	15,547	1,385	2032.75	8
芳賀町	24,094	2,688	1944.98	9
壬生町	42,436	71	1505.18	8
野木町	38,143	255	1218.96	10
岩舟町	21,998	0	1306.79	9
塩谷町	13,595	51	2292.59	8
高根沢町	33,295	892	1628.54	9
那須町	28,885	352	3756.14	8
那珂川町	19,798	61	2693.16	8

※境界を跨ぐメッシュはいずれの市町にも算入した。

表1 自治体ごとの集計結果

(2) 人口規模と公共サービスの提供バランスのケーススタディ

図2に救急需要の分布を下敷きとした現状の署配置、最寄りの救急隊が必ず出動すると仮定したメディアンモデルによる最適配置、不在状況を考慮したSimulationモデルによる最適配置を示す。需要分布をみると市内中央部に多くの需要が発生しており、郊外部に向けて薄く広がる。メディアンモデルでは、北部においては、現状配置からわずかに中心部へ引っ張られる配置となっており、南部に関しては、中心部から離れる方向に配置される。Simulationモデルでは、さらに中心部に偏った配置となり、中心部の需要量に対して供給量不足が示唆される。

表2に、それぞれの配置での不在回数、現場への平均距離、最大距離を部隊ごとに示した。現状配置では、中心部に位置するCu_7の施設で2245回を記録しているのに対し、最北部のCu_1の施設ではわずか24回となっており、出動頻度の差が大きいことが窺える。また、全体の不在回数の累計は9937回となった。その結果、平均距離は2798.11mとなった。中段に示したメディアンモデルでは2431.31mであり、約350mの短縮は、年間20000件ほど出動があることを考えると、1年間で7000kmほどの移動距離削減の効果である。下段に示したSimulationモデルでの平均移動距離は2360.12mまで短縮でき、最大距離についても現状から8%程の短縮が見込めることが確認された。これは、最大距離を記録するケースが、物理的な距離でなく不在による距離の延伸により生じていることを示す。不在状況についても、現状配置、メディアンモデルではそれぞれ全体の累計が9937回、9190回であったのに対し、Simulationモデルでは7616回まで縮減されるとともに、各部隊での差も小さくなっている。

この結果を需要量と供給量の観点からみると、Simulationモデルは常に最寄りの救急車に対応できる程度の需要量であれば、最寄り距離を最小化するメディアンモデルと同一の配置をとる。しかし、頻繁に出動中の需要が発生するような場合であれば、次善の救急車へ割り付けられた時の距離の延伸が小さくなるように配置されると考えられる。これは、最大移動距離のケースが部隊不在の影響により発生している場合であっても、不在状況の解消が効果的であることを示している。つまり、効率性と公平性のどちら側からみても、不在状況の解消が必要条件であることが示唆される。現状配置やメディアンによる配置に比べ、中心部に偏った配置が得られたことから、中心部での集中した需要によって不在状況が生じており、移動距離に強い影響をもたらしていることが確認された。また、得られた配置は総移動距離最小化を目的としたが、最大移動

距離に関しても改善されていることから、その要因が部隊の不在にあることが示唆される結果となった。以上から、コンパクトシティで目指される高密度の居住地域は、利用者密度に比例してサービス供給が効率化することを前提として進められている。しかし、今回取り上げた救急搬送業務の出発地となる消防署のような施設では、近隣の需要規模に対してサービス量が不足することで、市内全域に非効率な状況が連鎖することが確認された。このような公共サービスを含め、コンパクトシティ計画を進める際には、居住誘導による需要密度と施設誘導によるサービス供給量のバランスを組み込むことの重要性が示唆されるとともに、拠点間や都市間における都市機能の補完といった視点から複合的に吟味すべきであると言える。本研究結果から得られた知見を援用した今後の展望として、構築したモデルを用いた都市境界を跨いだネットワーク化や公共サービスの補完について進める予定である。

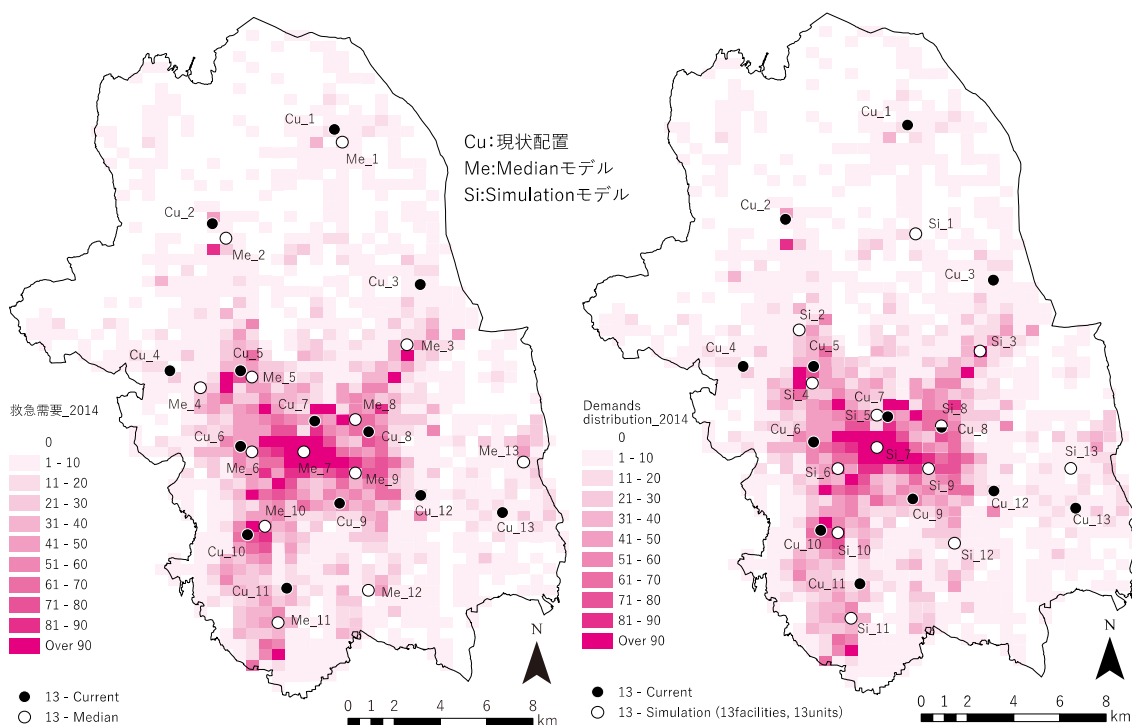


図2 救急車出動拠点の最適配置

表2 各配置のシミュレート結果

現状配置	Cu_1	Cu_2	Cu_3	Cu_4	Cu_5	Cu_6	Cu_7	Cu_8	Cu_9	Cu_10	Cu_11	Cu_12	Cu_13	全体
不在回数	24	60	199	139	697	1555	2245	1597	1069	1040	700	487	125	9937
平均距離	3319.12	3734.56	3555.16	3281.01	2615.75	2460.40	2323.67	2479.49	3012.28	2552.36	2997.33	3215.20	3570.14	2798.11
最大距離	13323.95	20343.96	16043.16	16448.03	12887.81	12894.48	11429.33	11819.94	12862.67	9732.24	13526.53	17214.13	14328.81	20343.96
13 - Medianモデル	Me_1	Me_2	Me_3	Me_4	Me_5	Me_6	Me_7	Me_8	Me_9	Me_10	Me_11	Me_12	Me_13	全体
不在回数	39	87	434	259	713	1113	1877	1367	1519	965	424	266	127	9190
平均距離	3732.24	3630.96	2691.18	2755.30	2330.59	2217.83	1782.77	2301.52	2274.52	2289.42	2312.35	3279.77	3085.07	2431.31
最大距離	15611.01	19173.99	16486.60	12425.44	10691.89	12413.77	11709.80	10634.92	11392.66	8867.56	15687.08	11408.50	19944.68	19944.68
13 - Simulationモデル (13施設各1部隊)	Si_1	Si_2	Si_3	Si_4	Si_5	Si_6	Si_7	Si_8	Si_9	Si_10	Si_11	Si_12	Si_13	全体
不在回数	106	339	341	645	856	1002	1205	730	980	613	358	319	122	7616
平均距離	4681.00	3766.79	2435.35	2288.99	2038.21	2089.05	1508.60	2177.20	1983.91	2237.97	2121.43	2929.38	3086.19	2360.12
最大距離	14094.88	16902.09	14507.21	15097.40	11202.69	16847.59	10110.65	12625.06	11392.66	15212.10	18750.97	9307.02	14582.33	18750.97

<引用文献>

- ①饗庭伸, 野澤千絵, 中西正彦, 讃岐亮, 稲葉美里, 洲永力, 立地適正化計画の検討状況からみる都市のたたみ方の研究, 日本建築学会大会選抜梗概, pp49-52, 2016
- ②大橋佳子, 石坂公一, コンパクトシティ政策の実証分析:青森市を例として, 日本建築学会計画系論文集 74(635), pp. 177-183, 2009
- ③鈴木達也, 吉川徹, 拠点間の移動距離に基づく人口集塊性とコンパクト性を考慮した拠点配置の分析, 日本建築学会学術講演梗概集, pp993-994, 2015
- ④肥後洋平, 森英高, 谷口守, 「拠点へ集約」から「拠点を集約」へ-安易なコンパクトシティ政策導入に対する批判的検討-, 日本都市計画学会都市計画論文集, Vol. 49, No. 3, pp. 921-926, 2014

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 2件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Suzuki Tatsuya, Satoh Eiji	4. 巻 3
2. 論文標題 An analysis on the optimum location of fire department based on ambulance dispatch situation?A case study in Utsunomiya City	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japan Architectural Review	6. 最初と最後の頁 241-255
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/2475-8876.12144	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 鈴木達也	4. 巻 1
2. 論文標題 社会的課題に対する都市解析研究の方法論的整理	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本建築学会大会建築計画部門研究懇談会資料	6. 最初と最後の頁 56-57
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 鈴木達也	4. 巻 1
2. 論文標題 条件不利地域の重なりと包括的なソフト計画の可能性	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本建築学会大会農村計画部門研究協議会資料	6. 最初と最後の頁 65-66
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 鈴木達也	4. 巻 1
2. 論文標題 行政界を超えた公共機能のパッケージング	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本建築学会大会建築計画部門研究協議会資料	6. 最初と最後の頁 107-108
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 鈴木達也, 佐藤栄治	4. 巻 Vol.84, No.755
2. 論文標題 救急隊の出動状況を考慮した消防署最適配置分析-宇都宮市を事例として-	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本建築学会計画系論文集	6. 最初と最後の頁 pp.97-106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 鈴木達也, 佐藤栄治
2. 発表標題 p-medianを用いた人口集塊に関する研究
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木達也, 佐藤栄治
2. 発表標題 救急需要発生時の出動部隊選択に関する研究
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tatsuya Suzuki, Eiji Satoh
2. 発表標題 Development of an Emergency Response Algorithm Focusing on Shortening of Response Time
3. 学会等名 15th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木達也, 佐藤栄治
2. 発表標題 救急隊出動シミュレーションを用いた消防署の最適配置に関する研究
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----