

令和 5 年 6 月 2 日現在

機関番号：13501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K04604

研究課題名（和文）アクセス距離分布を用いた施設の最適な整備量の決定

研究課題名（英文）Determining the optimal number of facilities using the distribution of distances to facilities

研究代表者

宮川 雅至（MIYAGAWA, Masashi）

山梨大学・大学院総合研究部・准教授

研究者番号：50400627

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、施設が点で表される点的施設、および道路のように直線で表される線的施設の最適な数と延長を求めるためのモデルを構築した。まず、最も近い施設および2番目に近い施設まで一定の距離（カバー距離）以内の住民の割合（カバー率）を求め、カバー距離、施設の数・延長、施設の配置パターンが施設のカバー率に及ぼす影響を明らかにした。そして、一定のカバー率を達成するために必要となる施設の数・延長を求めた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、施設の統廃合や新規施設の開設など施設数に関する意思決定に役立つだけでなく、施設の最適な配置を求める施設配置モデルの発展にもつながるなど、施設の効率的な整備に資することが期待できる。

研究成果の概要（英文）：This research develops a model for determining the number of point-like facilities and the length of line-like facilities. The proportions of the area covered within a distance from the first and second nearest facilities are derived. The proportions of the covered area demonstrate how the coverage distance, the number and length of facilities, and the pattern of facilities affect the level of coverage. The number and length of facilities required to achieve a certain level of coverage are then obtained.

研究分野：社会システム工学

キーワード：都市工学 施設配置 施設数 アクセシビリティ カバー距離 カバー率 アクセス距離分布 施設閉鎖

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

### 1. 研究開始当初の背景

都市施設の最適な配置を探求する施設配置問題は都市計画、地理学、オペレーションズ・リサーチなどの分野で研究され、様々なモデルが提案されている。そのような施設配置モデルを用いる際には、その前段階として、配置する施設の数を決める必要がある。例えば、代表的な施設配置問題の一つである最大カバー問題は、施設がカバーできる住民の割合(カバー率)を最大化するように、与えられた個数の施設の配置を決定する問題であり、施設数をモデルの内部で決めることはできない。したがって、施設数がアクセシビリティに与える影響を考察し、最適な施設数を求めることは、施設配置に関する意思決定に有用な情報を提供する。

### 2. 研究の目的

本研究では、計画者が目標とするアクセシビリティを達成するために必要となる施設数を求めるモデルを構築する。それにより、施設の統廃合や増設に関する意思決定など施設の効率的な整備に資することを目的とする。

### 3. 研究の方法

#### (1) 点的施設モデルの構築

施設が点で表される点的施設を対象に、施設からどれだけ離れたところに何人の住民がいるかを表すアクセス距離分布を用いて最適な施設数を決定するためのモデルを構築する。そして、施設数とアクセシビリティとの関係を把握することで、計画者が目標とするアクセシビリティを達成するために必要となる施設数を求める。

#### (2) 線的施設モデルの構築

道路のように施設が直線で表される線的施設を対象に、アクセス距離分布を用いて施設の最適な総延長を決定するためのモデルを構築する。そして、目標とするアクセシビリティを達成するために必要となる施設延長を求める。

#### (3) 実際の施設配置の分析

構築したモデルを実際の施設配置に適用し、現状の施設数を評価する。まず、道路距離の下で施設へのアクセス距離分布を計測する。そして、現状と同等のアクセシビリティを達成するために必要となる施設数を求め、実際の施設数と比較することで配置を評価する。

#### (4) モデルの高度化と整備方針の提案

実際の施設配置の分析から得られた知見を、より記述力の高いモデル構築へとフィードバックさせる。以上の分析から得られた施設数とアクセシビリティとの関係、および最適な施設数の性質を整理し、施設を効率的に整備するための指針を得る。

### 4. 研究成果

#### (1) 点的施設モデル

点的施設を対象に、最適な施設数を決定するためのモデルを構築した。まず、格子状配置とランダム配置に対するアクセス距離分布(図1)を用いて、施設数と施設まで一定の距離(カバー距離)以内の住民の割合(カバー率)との関係を把握した。そして、同じ施設数とカバー距離では格子状配置のカバー率の方がランダム配置よりも大きいこと、また、ランダム配置では100%のカバーは不可能であることを示した。

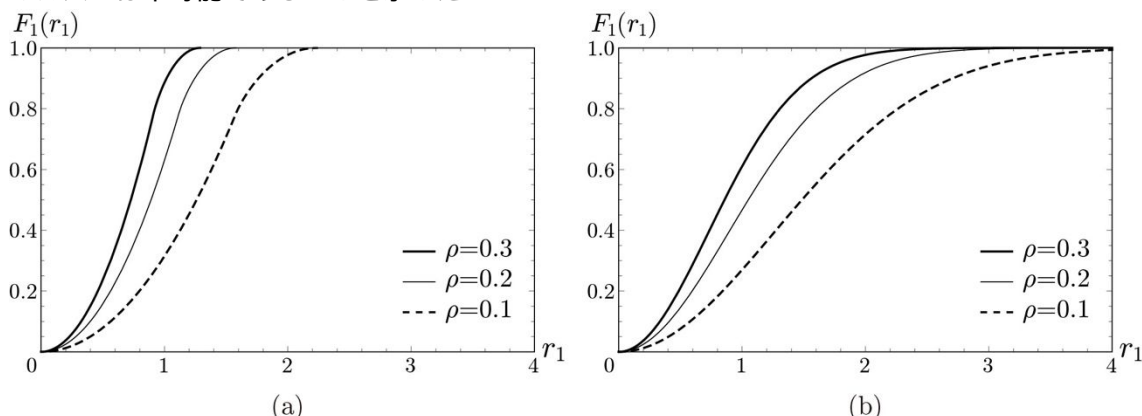


図1. 最も近い施設までのアクセス距離分布: (a)格子状配置; (b)ランダム配置

次に、アクセシビリティをカバー距離とカバー率の組み合わせで設定し、設定したアクセシビリティを達成するために必要となる施設数を求めた（表 1）。そして、カバー距離が短くなるほど、また、目標とするカバー率が大きくなるほど、最適な施設数が増えることを示した。また、ランダム配置の方がより多くの施設が必要になることが分かった。さらに、最も近い施設までの距離分布だけでなく、施設閉鎖の可能性を考慮して、2 番目に近い施設までの距離分布、および最も近い施設と 2 番目に近い施設までの距離の同時分布を用いて最適な施設数を求めた。

表 1. アクセシビリティを達成するために必要な施設数

$\alpha \backslash r_1$	Grid			Random		
	1	2	3	1	2	3
0.2	7	2	1	8	2	1
0.4	13	4	2	17	5	2
0.6	20	5	3	30	8	4
0.8	26	7	3	52	13	6
1.0	50	13	6	$\infty$	$\infty$	$\infty$

### (2) 線的施設モデル

線的施設を対象に、最適な施設延長を決定するためのモデルを構築した。まず、格子状配置とランダム配置に対するアクセス距離分布（図 2）を用いて、施設延長と施設まで一定の距離（カバー距離）以内の住民の割合（カバー率）との関係を把握した。

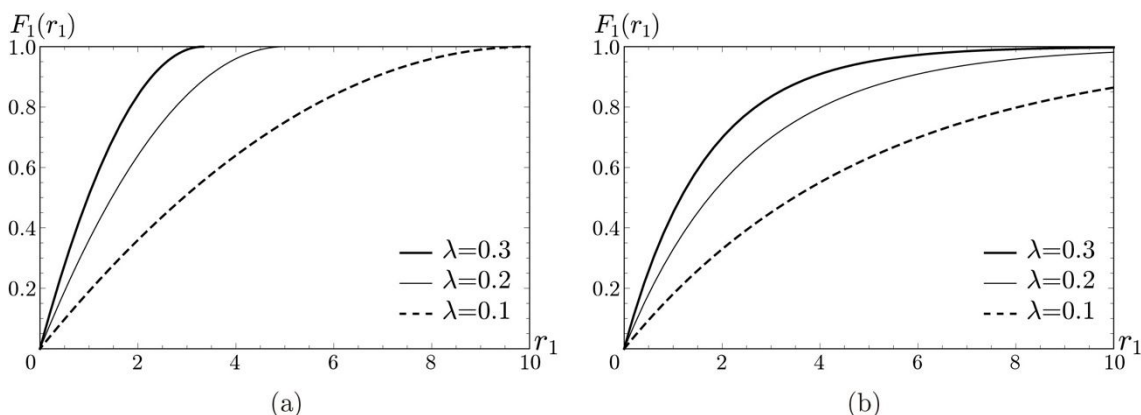


図 2. 最も近い施設までのアクセス距離分布: (a)格子状配置; (b)ランダム配置

次に、アクセシビリティをカバー距離とカバー率の組み合わせで設定し、設定したアクセシビリティを達成するために必要となる施設延長を求めた（表 2）。そして、最適な施設延長はカバー距離に反比例することを示した。また、最も近い施設までの距離分布だけでなく、施設閉鎖の可能性を考慮して、2 番目に近い施設までの距離分布、および最も近い施設と 2 番目に近い施設までの距離の同時分布を用いて最適な施設延長を求めた。

表 2. アクセシビリティを達成するために必要な施設延長

$\alpha \backslash r_1$	Grid			Random		
	1	2	3	1	2	3
0.2	10.56	5.28	3.52	11.16	5.58	3.72
0.4	22.55	11.28	7.52	25.55	12.78	8.52
0.6	36.76	18.38	12.26	45.82	22.91	15.28
0.8	55.28	27.64	18.43	80.48	40.24	26.83
1.0	100.00	50.00	33.33	$\infty$	$\infty$	$\infty$

### (3) 山梨県 10 市町における施設配置の分析

構築したモデルを山梨県の 10 市町における図書館、公民館、体育施設に適用し、現状の施設数を評価した。まず、最寄り施設までの平均距離・最大距離、および人口と面積に基づく施設充実度を用いて、施設配置の利便性・効率性を評価した。その結果、例えば図書館は北杜市、甲州市、中央市が多く、甲府市、山梨市が少ないことが分かった。

次に、施設数が少ない自治体には他自治体との施設の相互利用を提案し、相互利用による効果が大きい自治体の組み合わせを求めた（表 3）。例えば、図書館の相互利用による効果が大きい組み合わせは甲府市と甲斐市、韮崎市と北杜市、山梨市と甲州市であることが分かった。また、施設数が少ない自治体には施設の閉鎖を提案し、平均距離を最小にする最適な閉鎖施設を求め

た(図3).

表3. 相互利用時の図書館までの平均距離

	甲府	甲斐	中央	昭和	南アルプス	韮崎	北杜	笛吹	山梨	甲州
甲府	—	*2.7	*2.8	*2.8	3.1	3.1	3.1	*2.9	3.1	3.1
甲斐	1.5	—	1.5	*1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
中央	1.1	1.1	—	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
昭和	1.4	1.4	*1.3	—	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
南アルプス	1.4	1.4	1.4	1.4	—	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
韮崎	2.5	*2.3	2.5	2.5	*2.3	—	*2.2	2.5	2.5	2.5
北杜	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	—	1.9	1.9	1.9
笛吹	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	—	1.5	1.5
山梨	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	*2.6	—	*2.4
甲州	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	—

\* は相互利用によって距離が小さくなることを表す

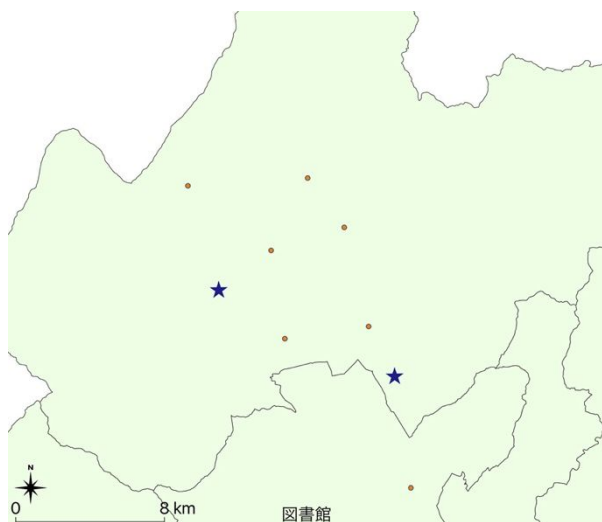


図3. 北杜市図書館の最適な2箇所の閉鎖施設

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Masashi Miyagawa	4. 巻 64
2. 論文標題 Optimal height and shape of a building with external and internal traffic	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Operations Research Society of Japan	6. 最初と最後の頁 203-213
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.15807/jorsj.64.203	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 Masashi Miyagawa	4. 巻 64
2. 論文標題 Bi-objective location model of two rectangular facilities	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Operations Research Society of Japan	6. 最初と最後の頁 175-183
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.15807/jorsj.64.175	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 Masashi Miyagawa	4. 巻 8
2. 論文標題 Optimal number of facilities in flow covering location problems	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Urban and Regional Planning Review	6. 最初と最後の頁 73-84
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14398/urpr.8.73	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 Masashi Miyagawa	4. 巻 52
2. 論文標題 Optimal number of hierarchical facilities with failures	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geographical Analysis	6. 最初と最後の頁 418-427
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/gean.12217	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 -

1. 著者名 Masashi Miyagawa	4. 巻 28
2. 論文標題 Optimal number and length of point-like and line-like facilities of grid and random patterns	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 TOP	6. 最初と最後の頁 213-230
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11750-019-00532-2	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 -

1. 著者名 Masashi Miyagawa	4. 巻 35
2. 論文標題 Distribution of the closest distance to a rectangular facility	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 FORMA	6. 最初と最後の頁 9-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5047/forma.2020.003	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 Masashi Miyagawa	4. 巻 62
2. 論文標題 Cordon and area road pricing in radial-arc network	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Operations Research Society of Japan	6. 最初と最後の頁 121-131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15807/jorsj.62.121	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 Masashi Miyagawa	4. 巻 6
2. 論文標題 Spacing of intersections in hierarchical road networks with inward, outward, and through traffic	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Urban and Regional Planning Review	6. 最初と最後の頁 148-159
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14398/urpr.6.148	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 Masashi Miyagawa	4. 巻 33
2. 論文標題 Nearest neighbor distance in three-dimensional space	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 FORMA	6. 最初と最後の頁 7-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5047/forma.2018.002	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 Masashi Miyagawa	4. 巻 61
2. 論文標題 Spacing of intersections in hierarchical road networks	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Operations Research Society of Japan	6. 最初と最後の頁 272-280
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計14件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 8件)

1. 発表者名 Masashi Miyagawa
2. 発表標題 Travel behavior and optimal length of toll road
3. 学会等名 International Symposium on Scheduling (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮川雅至
2. 発表標題 放射・環状道路網におけるコードン課金とエリア課金
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮川雅至
2. 発表標題 点的施設と線的施設の最適な数と延長
3. 学会等名 第34回応用地域学会研究発表大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮川雅至
2. 発表標題 山梨県における公共施設の相互利用・閉鎖の効果
3. 学会等名 都市のORサマーセミナー
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masashi Miyagawa
2. 発表標題 Spacing of intersections in hierarchical road networks with inward, outward, and through traffic
3. 学会等名 Institute for Operations Research and the Management Sciences Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masashi Miyagawa
2. 発表標題 Spacing of intersections in hierarchical road networks
3. 学会等名 International Conference on Operations Research (国際学会)
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 Masashi Miyagawa
2. 発表標題 Determining the number of facilities in covering location problems
3. 学会等名 International Workshop on Urban Operations Research ( 国際学会 )
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masashi Miyagawa
2. 発表標題 Bi-objective model for optimal size and shape of a finite size facility
3. 学会等名 30th European Conference on Operational Research ( 国際学会 )
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮川雅至
2. 発表標題 放射・環状道路網におけるコードン課金とエリア課金
3. 学会等名 第33回応用地域学会研究発表大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮川雅至
2. 発表標題 流入・流出・通過交通を考慮した階層型道路網の交差点間隔
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masashi Miyagawa
2. 発表標題 Bi-objective model for optimal number and size of finite size facilities
3. 学会等名 24th EURO Working Group on Locational Analysis Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masashi Miyagawa
2. 発表標題 Bi-objective model for optimal size and shape of a rectangular facility
3. 学会等名 International Conference on Operations Research (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masashi Miyagawa
2. 発表標題 Deviation distance and sufficient density of alternative fuel stations
3. 学会等名 Institute for Operations Research and the Management Sciences Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮川雅至
2. 発表標題 アクセス距離と迂回距離を最小にする面的施設の規模と形状
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

山梨大学宮川研究室ホームページ  
<https://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~mmiyagawa/>

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
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------