

地方部における公共施設統廃合とその最適時期の評価手法

Evaluation method of consolidation of public facilities and its optimal timing in local region

佐藤徹治研究室 1974034 半田 惇矢

1. はじめに

現在、日本では高度経済成長期に建設された多数の公共施設が老朽化による建替・更新時期を迎えている。一方、2015年に日本の総人口は減少に転じており、今後さらなる少子化、人口減少の進展が予想されていることから自治体の財政圧迫が懸念される。そのため、公共施設の統廃合の必要性についての議論が活発となっている。

公共施設の再編・統廃合、統廃合の時期の検討に当たっては、将来時系列の都市内における人口分布の推計が不可欠である。そこで本稿では、公共施設の分布を考慮した将来時系列の都市内人口分布を推計可能な都市モデルを構築するとともに、都市モデルと費用便益分析を組み合わせ、公共施設の統廃合およびその最適時期の評価手法を確立することを目的とする。さらに千葉県神崎町を対象とする実証モデルを構築し、将来時系列の都市内人口分布の推計および公共施設の統廃合を行った場合の将来人口分布に及ぼす影響分析と費用便益分析を行うことにより、公共施設統廃合の評価方法を具体的に示す。

2. 評価手法の枠組み

2.1 概要

公共施設の統廃合は周辺住民の公共サービスの水準を変化させるため、統廃合の費用および便益は都市内の人口分布に影響を受ける。逆に、統廃合を行うことで人口分布に影響を与える可能性も考えられる。よって、本研究の評価手法は、公共施設の配置が将来時系列の人口分布に及ぼす影響を分析可能な都市モデル、人口分布による公共施設の統廃合の便益・費用への影響を考慮した費用便益分析で構成される枠組みとする。

2.2 住宅地市場の需給均衡

世帯による住宅地の需要は、世帯主年齢階層による転居行動の違いを考慮すると世帯主年齢階層別に求める必要がある。一方で、不在地主による供給行動は、需要世帯の年齢階層とは独立に行われるはずだが、本稿では簡単のため、不在地主は各年齢階層の世帯向けにそれぞれ住宅地を供給することを仮定する。この場合、(1)式のとおり、住宅地市場では世帯主年齢階層別に需要と供給が均衡し、各ゾーンの市場均衡価格と立地量が決定される。

$$D_{i,g,t}(r_{i,g,t}) = S_{i,g,t}(r_{i,g,t}) \quad (1)$$

ここで、 i はゾーン、 g は世帯主年齢階層、 t は期を表している。また、 D は住宅地需要面積、 S は住宅地供給面積、

r は地代を表す。

2.3 世帯による住宅地需要行動

各年齢階層の世帯による各期各ゾーンの住宅地需要面積は、各ゾーンへの転入世帯数と1世帯あたりの住宅地需要面積の積、各ゾーンへの転入世帯数は域内転出総世帯数と各ゾーンの転居先としての選択確率の積で求められる。これらの関係を(2)、(3)式に示す。また、竹間ら¹⁾のモデルと同様に、1世帯あたりの住宅地需要面積は(4)式のとおり所得と地代の関数で表されるものとする。

$$D_{i,g,t} = L_{i,g,t} \cdot M_{i,g,t} \quad (2)$$

$$M_{i,g,t} = P_{i,g,t} \cdot \bar{M}_{g,t} \quad (3)$$

$$L_{i,g,t} = \frac{h_g}{r_{i,t}} \cdot I_{i,g,t} \quad (4)$$

ここで、 L は1世帯あたりの住宅地需要面積、 M は転入世帯数、 P は転居先としてのゾーン選択確率、 \bar{M} は域内転出総世帯数、 I は世帯所得、 h はパラメータを表す。

転居先としてのゾーン選択確率は竹間ら¹⁾のモデルと同様に、ロジットモデル(5)式で表され、(5)式中の効用は(6)式のとおり部分効用とその他のゾーン固有の魅力(調整項)の和で表されることとする。

$$P_{i,g,t} = \frac{\exp(\theta_g \cdot U_{i,g,t})}{\sum_i \exp(\theta_g \cdot U_{i,g,t})} \quad (5)$$

$$U_{i,g,t} = V_{i,g,t} + \tau_{i,g} \quad (6)$$

ここで、 U は効用、 V は部分効用、 τ は調整項を表す。 θ はロジットパラメータである。部分効用は、(7)式で表されると仮定する。本稿では各係数を年齢階層に応じて変化させる年齢階層別係数ダミー(世帯主がある年齢階層の場合1、そうでない場合には0)を導入する。

$$V_{i,g,t} = \alpha + (\beta + \beta'_g \text{dum}_g) \cdot r_{i,t} + (\gamma + \gamma'_g \text{dum}_g) \cdot \mathbf{Z}_{i,t}^T \quad (7)$$

ここで、 dum_g は年齢階層 g の係数ダミー、 \mathbf{Z}^T は地代以外の効用の要素の転置ベクトルを表す。 α 、 β 、 β' はパラメータ、 γ 、 γ' はパラメータベクトルである。

2.4 不在地主による住宅地供給行動

不在地主による住宅地の供給面積は、竹間ら¹⁾のモデルを参考に、(8)式のとおり各年齢階層向けの供給可能面積、地代で表されるものとする。

$$S_{i,g,t} = \left(1 - \frac{\sigma_{i,g}}{r_{i,g,t}}\right) \bar{S}_{i,g,t} \quad (8)$$

ここで、 \bar{S} は供給可能面積、 σ はパラメータを表す。

2.5 各期の総人口・供給可能面積

$t+1$ 期の各年齢階層の総人口は、コーホート要因法により、 t 期の総人口に自然純増、都市外社会純増を加え算出する。 $t+1$ 期の各ゾーンの供給可能面積は、 t 期の供給可能面積から、 $t \sim t+1$ 期の各ゾーンの世帯数の純増と1世帯あたり住宅地需要面積の積を差し引いて算出する。

3. 千葉県神崎町を対象とする都市モデルの構築

3.1 対象圏域と単位地域

対象圏域は、神崎町に同町からの通勤・買い物圏となっている成田市、香取市を加えた2市1町とする。単位地域は神崎町が4次メッシュとする。成田市と香取市の単位地域については、本研究では神崎町内の人口分布に焦点を当てて分析を行うことから成田市と香取市の各市街地を含めた広域のブロックを1ゾーンとする。この結果、分析対象圏域のゾーン数は77（神崎町63ゾーン、成田市・香取市14ゾーン）となる。

3.2 部分効用関数のパラメータ

部分効用関数(7)式のパラメータ推定は従来のモデルのとおり、L18 (21×37) 型直交表を用いたコンジョイント法により行う。本手法では、(7)式の具体的な変数として8項目を定め、うち7項目は3水準、1項目は2水準を仮定した仮想的な18地域を5段階評価してもらってアンケート調査を実施する必要がある。調査結果の個票データを用いて、最小自乗法 (OLS) によりパラメータを推定することができる。パラメータ推定は、10%水準で非有意な変数を除いて推定を繰り返す減少法で行った。推定結果を表-1に示す。

表-1 部分効用関数の推定結果

地価		-0.5850	(-8.0502***)	
所要時間 (自宅から自動車)	最寄り鉄道駅	-0.0472	(-10.8150***)	
	食品スーパー	-0.0291	(-6.7274***)	
	医療機関	-0.0220	(-4.0924***)	
所要時間 (自宅から徒歩)	循環バス停留所	-0.0175	(-8.9624***)	
	小学校	-0.0057	(-1.8885*)	
年代別ダミー	小学校	40代	-0.0112	(-3.0264***)
		所要時間	60代	-0.0121
	(自宅から徒歩)	70代	-0.0111	(-3.5059***)
		地価	30代	-0.4217
	50代	-0.2637	(-4.2053***)	
土砂災害リスク		-0.5337	(-10.1030***)	
河川氾濫最大浸水(m)		-0.4884	(-21.3647***)	
定数項		4.9222	(50.8060***)	
決定係数			0.2861	

注) ()内はt値を表す。***、**、*はそれぞれ1%水準、5%水準、10%水準で有意であることを示す。

3.3 域内転居総世帯数

域内転居総世帯数は以下の(9)式で算出する。

$$\bar{M}_{g,t} = \sum_i R_{g,t} (RO_i \cdot H_{i,t}) \quad (9)$$

ここで、 R は域内転居世帯の年齢構成比率、 RO は域内転居比率、 H は世帯数を表す。

また、域内転居世帯の年齢構成比率は、アンケート結果を基に以下の(10)式で算出する。

$$R_{g,t} = \left\{ \frac{A'_g}{A_g} \cdot N_{g,t} \right\} / \left\{ \sum_g \left\{ \frac{A'_g}{A_g} \cdot N_{g,t} \right\} \right\} \quad (10)$$

ここで、 A は有効回答数、 A' は転居意思のある人数、 N は人口である。

域内転居比率は、神崎町、成田市、香取市の3市町別に、平成27年国勢調査における過去5年間の3市町内人口移動数を人口で除して算出する。なお、本稿では域内転居比率は将来においても同じ値を使用する。3市町別の域内転居比率（全年齢）を表-2に示す。

表-2 3市町別の域内転居比率

神崎町	5.97%
成田市	9.39%
香取市	7.02%

3.4 都市内人口分布の時系列推計

構築した実証モデルを用いて神崎町の将来人口を推計する。本稿では、1期を5年間とし、2050年までの推計を行う。圏域全体の人口増減についてはコーホート要因法を用いて推計した将来人口から設定する。

図-1に本都市モデルを使用して求められた2050年の都市内人口分布を示す。

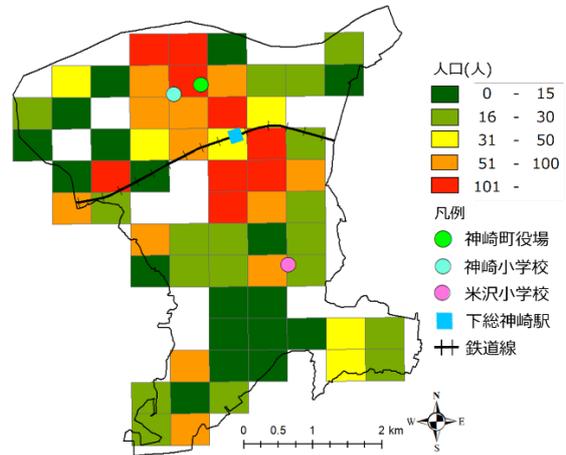


図-1 2050年の神崎町のゾーン別人口分布推計結果

4. 小学校統廃合の評価

4.1 統廃合対象施設の決定

本研究では統廃合を行う施設として小学校を仮定する。小学校を選定した理由は、ほぼ毎日の利用があり、神崎町役場へのヒアリング調査でも統廃合による影響がでる可能性がある施設と意見が挙げられたためである。

4.2 小学校統廃合の条件の仮定

ここでは2025年に米沢小学校が廃止され神崎小学校に

統合されることを仮定する。本研究では米沢小学校が統合された後、スクールバスが運行されるものとする。

スクールバスの運行形態については両小学校間をシャトル運行し、運行本数は登校時に1便、下校時に2便を設定する。米沢小学校学区に対応するゾーンに住んでいる児童は一度米沢小学校に集合し、スクールバスに乗車し神崎小学校に向かうものとする。スクールバスを利用した場合の通学所要時間についてはスクールバスに乗車している時間は18分とし、また米沢小学校乗り場到着からバスが発車するまでの待機時間として10分を追加する。

4.3 都市内人口分布への影響

上記の仮定に基づき、2025年の米沢小学校統廃合後にスクールバスを運行した場合の将来時系列の人口分布を推計する。なお、神崎町は神崎地区と米沢地区の2地域に小学校があることから小学校学区別に人口を推計する。表-3に2050年までの、統廃合を行った場合と行わなかった場合の学区別人口を示す。また図-2に2050年における各ゾーンの人口増減率（統廃合ありの人口-統廃合なしの人口）/統廃合なしの人口を示す。

表-3 2025年に統廃合を行った場合の各年学区人口

単位：(人)	統廃合なし		統廃合あり	
	神崎小学区	米沢小学区	神崎小学区	米沢小学区
2025	3,237	1,762	3,233	1,730
2030	3,095	1,685	3,089	1,624
2035	2,941	1,601	2,933	1,520
2040	2,768	1,507	2,759	1,410
2045	2,581	1,405	2,571	1,296
2050	2,409	1,312	2,399	1,193

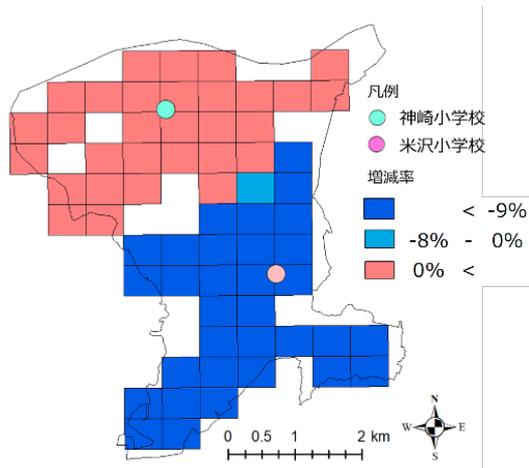


図-2 2050年における人口増減率

4.4 統廃合時期が人口分布に及ぼす影響

米沢小学校の統廃合時期が変化することで将来における都市内の人口分布も変化する。そのため、米沢小学校の統廃合を各期に実施した場合についても人口分布推計を行う。推計の結果、統廃合を1期遅らせることで神崎小学校学区では数人程度、米沢小学校学区では数十人程度人口の流出を遅らせることが示された。神崎小学校区の人口が統廃合時期によらず概ね横ばいであることから、米沢小学校地区の人口は他市に流出していると考えられる。表-4に、神崎町の統廃合実施年別学区別人口の一覧

を示す。

表-4 統廃合年別の学区別人口

統廃合実施年 単位：(人)	学区	2025	2030	2035	2040	2045	2050
2025	神崎小学校	3,233	3,089	2,933	2,759	2,571	2,399
	米沢小学校	1,730	1,624	1,520	1,410	1,296	1,193
2030	神崎小学校	3,237	3,095	2,938	2,763	2,575	2,402
	米沢小学校	1,762	1,685	1,572	1,455	1,335	1,227
2035	神崎小学校	3,237	3,095	2,941	2,766	2,576	2,404
	米沢小学校	1,762	1,685	1,601	1,480	1,356	1,246
2040	神崎小学校	3,237	3,095	2,941	2,768	2,578	2,405
	米沢小学校	1,762	1,685	1,601	1,507	1,379	1,265
2045	神崎小学校	3,237	3,095	2,941	2,768	2,581	2,407
	米沢小学校	1,762	1,685	1,601	1,507	1,405	1,287

4.5 1世帯当たりの児童数の推計

小学校統廃合の費用と便益を推計するためには、都市モデルによる人口分布推計に基づき将来の児童数を推計する必要がある。神崎町における将来児童数の算出に当たっては小学生児童がいる世帯の世帯主年齢を20~40歳と設定し、(11)式に児童数の推計方法を示す。

$$CN_{s,t} = \sum_g (H_{s,t} \cdot HR_{g,s,t} \cdot CR_{g,s,t}) \quad (11)$$

ここでCNは児童数、HRは世帯主年齢比率、CRは世帯主年齢別1世帯あたり児童数、sは学区を表す。

世帯主年齢別1世帯あたり児童数は、2015年の全児童数を世帯主年齢20~40歳の世帯数で除して算出し、各年齢、各年で共通して用いる。なお、小学校は地域により児童数が異なることから児童数は小学校学区別に算出する。算出の結果、1世帯あたり児童数は神崎小学校学区で0.99人、米沢小学校学区で0.33人となった。

表-5に各期の世帯主年齢20~40歳の世帯比率を示す。また表-6に統廃合年別の将来学区別児童数を示す。

表-5 世帯主年齢20~40歳の世帯比率

年	2025	2030	2035	2040	2045	2050
神崎小学校学区	11.81%	10.92%	10.80%	10.60%	9.78%	9.23%
米沢小学校学区	13.03%	13.28%	12.81%	12.01%	11.09%	11.06%

表-6 統廃合年別の学区別児童数

統廃合実施年 単位：(人)	学区	2025	2030	2035	2040	2045	2050
2025	神崎小学校	172	154	147	138	119	103
	米沢小学校	29	28	26	23	19	18
2030	神崎小学校	172	155	148	138	120	104
	米沢小学校	30	29	27	24	20	18
2035	神崎小学校	172	155	148	138	120	104
	米沢小学校	30	29	27	24	20	19
2040	神崎小学校	172	155	148	138	120	104
	米沢小学校	30	29	27	24	21	19
2045	神崎小学校	172	155	148	138	120	104
	米沢小学校	30	29	27	24	21	19

4.6 費用便益分析による評価

米沢小学校の管理費用および、統廃合に必要な費用、スクールバスの運行に必要な費用を仮定する。なお、神崎小学校は改修工事を行わないものとする。

(1) 統廃合の費用

統廃合により発生する費用を表-7に示す。なお、統廃合後は米沢小学校を解体することを仮定する。また、ここではマイクロバスを定員29人以下とし、大型バスは29人以上の定員があるバスとする。

表－7 各種費用

項目			統廃合により発生する費用(円)
*	スクールバス 運行費用	マイクロバス	6,636,000
		大型バス	8,290,000
	移転費用		6,417,000
	スクールバス車庫整備費用		51,584,000
	米沢小学校解体費用		53,511,000

*は毎年発生する費用を示す

(2) 統廃合の便益

統廃合による便益は、統廃合によって不要になった米沢小学校の年間管理費用と今後予定されていた大規模修繕費用が便益に相当する。表－8に費用の一覧を示す。

表－8 各種便益

項目			統廃合により発生する便益(円)
*	小学校年間管理費用		8,897,000
	大規模修繕費用	プール付属室	4,930,000
		校舎	322,490,000
			626,010,000
		体育館	137,190,000

*は毎年発生する便益を示す

(3) 費用便益分析

各種費用と各種便益を使用し、統廃合を行わなかった場合と比較して費用便益分析を行う。大規模修繕の時期については表－9の通りとし、基準年は2020年で2060年まで分析を行う。割引率は4%とする。

スクールバスの運行に使用するバスについて、統廃合が行われた当年は大型バスにより運行するが、スクールバス利用者が減少し乗車人数が運転士を除いた28人以下になった場合はより小型のマイクロバスに置き換えることで費用を減らすことができる。よって、本研究の都市モデルで推計された将来人口分布と児童数推計により利用者が28人以下となった時点でマイクロバスに置き換えるとする。表－6の統廃合年別の学区別児童数の結果から、2025年に統廃合を行った場合は2030年から、2030年以降に統廃合を行った場合は2035年以降からマイクロバスに置きかえて運行をする。以上の条件より、費用便益分析で算出した費用便益比を表－10に示す。

表－9 大規模修繕の時期と費用

項目	時期	費用(円)
校舎	2025年	322,490,000
	2050年	626,010,000
体育館	2030年	137,190,000
プール付属室	2035年	4,930,000

表－10 費用便益比

統廃合実施年	費用合計(円)	便益合計(円)	費用便益比
2025	205,206,000	697,293,000	3.40
2030	162,511,000	398,373,000	2.45
2035	123,167,000	277,864,000	2.26
2040	95,081,000	252,254,000	2.65
2045	71,996,000	233,455,000	3.24

5. 小学校統廃合の最適時期の検討

米沢小学校を統廃合しスクールバスを運行した場合、2025年に米沢小学校を統廃合すると費用便益比が最も高くなる。これは不要になる大規模修繕費用の総額が大きいことや、2030年から運行費用の小さいマイクロバスに置き換えることでスクールバスによる固定費用の影響を受けにくかったことが要因と考えられる。次に費用便益比が高いのは2045年に統廃合を行った場合である。これは統廃合の当年に必要な費用がより割引され小さくなったからだと考えられる。一方で費用便益比が最も小さいのは2035年に統廃合を行った場合である。施設ごとに大規模修繕費が大きく異なる関係で2035年に統廃合を行うと不要になる大規模修繕費、つまり便益として計上される累計が少なくなることが要因と考えられる。

以上から、小学校の統廃合を行う最適のタイミングは2025年であると言える。

6. 結論

本研究では、年齢階層による転居地域選択行動の違いを考慮した都市モデルを用いて公共施設の統廃合が行われた場合の将来人口分布推計を行い、また費用便益分析を行うことで統廃合の最適時期を評価する方法の提案を行った。また千葉県神崎町を対象とする実証モデルを構築し統廃合時期を変化させた上で2020年を基準に費用便益分析を行った。分析の結果、米沢小学校の統廃合はいつの時点でも実施することが望ましく、また統廃合を行う時期は2025年が最適であることが示された。

今後の課題として、統廃合後の使われなくなった米沢小学校の有効活用やスクールバスの柔軟な運用方法の提案など、最適な運用方法の検討を今後の課題としたい。

参考文献

- 1)竹間美夏、佐藤徹治：立地適正化計画に基づく居住誘導施策検討のための都市内人口分布推計方法の開発－愛知県豊橋市を対象として－、都市計画論文集、Vol.52、No.3、pp1124-1129、(2017)。
- 2)富岡秀虎、森本章倫：CUEモデルを用いたLRT導入による人口誘導効果に関する研究、都市計画論文集、Vol.53、No.3、pp1348-1354、(2018)。
- 3)遠藤加奈子：コンジョイント分析を用いた大卒女性の就業決定における要因分析、一橋大学公共政策大学院・公共経済プログラム、(2008)。
- 4)文部科学省：学校規模の適正化及び少子化に対応した学校教育の充実策に関する実態調査について、(2018)。
- 5)鈴木勉：周期的人口変動下での動的配置転換とコンパクト化の有効性に関する研究、都市計画論文集、Vol.49、No.3、(2014)、591-596。
- 6)鈴木一輝、安藤朝夫：線形市場における人口減少のサービス供給施設、都市計画論文集、Vol.48、No.3、(2013)、339-334。
- 7)千葉県神崎町：神崎町公共施設等総合管理計画、(2017)。
- 8)千葉県多古町：多古町公共交通体系調査について、(2018)。