

住棟ごとの入居世帯データに基づく大都市公営住宅再編計画の検討 —近隣への転居容易性と建替えコストを踏まえて—

建築学専攻 建築環境計画学講座 三浦研究室 稲田浩也

第1章 序論

1.1 研究の背景

わが国では、憲法第 25条(生存権の保障)の趣旨に則り、住宅セーフティネットの一つとして、公営住宅が整備されている¹⁾。公営住宅とは、公営住宅法に基づき、国と地方自治体が協力して、住宅に困窮する低額所得者に対し、低廉な家賃で供給されるものである¹⁾。将来的な人口の減少に合わせて、公営住宅においても空き戸数が増加し、公的な住宅も適正戸数に見直す必要から、戸数削減を伴う公営住宅の再編が検討課題として顕在化している。

公営住宅のうち、築後 30年以上経過したストックは 131万戸と、全体の約 6割を占め規定の耐用年数を迎えつつある²⁾。これにより、各自治体では、昭和 40~50年に建設した公営住宅を中心とした再編計画を早急に策定する必要がある、業務量の平準化のための方策が模索されている。しかし、再編には既存入居者の移転先となる空き公営住宅を周辺に確保するか、新たに受け皿となる公営住宅を建設しなければならず、どのように再編を進めるべきか難しい問題である。また、複数の再編案から客観性を備えた再編計画を導く必要がある。したがって、再編計画の効果的な策定を支援するプログラムの作成が必要である。

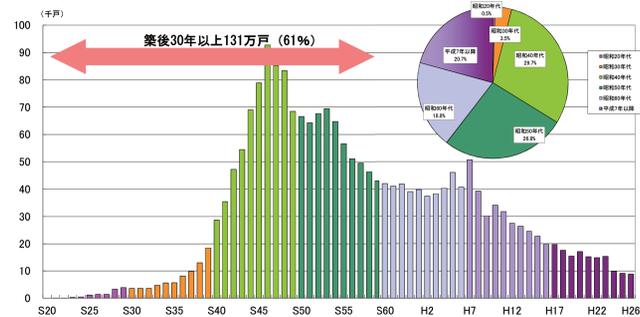


Fig. 1 公営住宅建設年度別ストック数(国土交通省作成)

1.2 既往研究と本研究の位置付け

佐々木ら³⁾は、宇部市営住宅を対象として、団地特性の類型化を行い、類型ごとの再編計画課題を整理した。その中で、再編対象の住棟や、その手法の選定に関しては、構造上の老朽化に着目した判定に留まっていることが指摘されていることに加え、自治体がストック活用計画を策定する場合には、その構造的な老朽化や利用陳腐化の程度判定が難しい点も指摘されている。小山ら⁴⁾は空き住戸に着目し、住戸面積、負担家賃額の観点から、廃止・削減に伴い転居が必要となる世帯の算出を試みている。小山らの研究は、香川県営住宅の再編計画を対称にしているが、香川県営住宅は、管理戸数が 2015年時点で 4,276戸と、今回研究対象となる神戸市営住宅の 46,161戸の 10分の 1にも満たない戸数である。公営住宅の再編に関する研究には、小山らによる香川県営住宅の再編計画を事例とした研究に加え、瀬戸口ら⁵⁾による夕張市営住宅の再編計画を対象とした研究などがある。しかし、3大都市圏規模の大都市における公営住宅の再編に関しては研究が進んでおらず、その方策が模索されている段階である。

現行の再編においては、国土交通省策定の公営住宅長寿化計画⁶⁾が指針としてされている。現行の再編計画の内、この指針で十分にカバーできている点は、LCCコストの算出や、事業実施時期の検討などである。一方、カバーできていない点は概ね 3点に集約される。

まず、住宅と住棟ごとの 2段階で判定を行うことで、非効率になっている点が挙げられる。これに対し、住棟ごとの入居者データを用いる

ことができれば、初めから住棟基準で判定し 1段階で判定が済む。

次に不十分な点は、再編の際に検討すべき項目の選別や重み付けが各自治体に委ねられている点である。築年数や入居者属性などの項目の重み付けを合理的に行うことは難しい。

さらに、現行の指針では同じ再編計画案を何度も検討するため、一部の再編計画案しか検討できないという問題がある。可能な仮転居組み合わせを全て求め、建替えコストや削減可能戸数などの観点から再編案絞り込めることができれば、根拠に基づく再編計画を立てられる。

本研究では、既往研究で取り上げられていない大都市に着目し、転居の可能性を考慮して、再編計画の策定を支援するプログラムを作成する。また、分析においては住棟ごとの入居者データを活用する。

1.3 研究の目的と方法

研究の目的は、大都市の公営住宅において、再編対象となりうる住棟を効率的かつ効果的に選定する手法を開発することである。これは、大きく 2つの目的からなる。

(a) まず、どの住宅から再編に取り掛かるべきか、膨大な検討が必要である現状に対し、行政保有のデータを用いて、早めに再編に取り掛かるべき再編の優先度が高い公営住宅を、住棟ごとに統計的に浮かび上がらせる手法を検討する。この目的に対し、主成分分析とクラスター分析によるクラスタリングを検討する。

(b) 第 2に、そうした再編優先度が高い住棟群から、どの住棟を除外し、建替えていくかを効率的に決定する手法の検討である。この目的に対し、GISと Python3を用いて、転居の可能性に着目した、組み合わせ計算プログラムの開発を行う。

本論の提案手法により、行政の負担を減少させ、議論の下地を構築すること、入居者説明などの利害関係者間の合意形成においても行政の決定の強い後ろ盾となることを意図している。一方で、本研究の手法は、あくまで支援ツールであり、再編可能な組み合わせを洗い出すことで、各自治体の再編計画策定の判断を支援するものである。

研究対象は神戸市市営住宅 1049棟、46,161戸、兵庫県営住宅 70棟、2,563戸、京都市市営住宅 400棟、18,429戸である。自治体からの協力を得て、個人情報を除く公営住宅の入居者データを入手し、活用した。どの自治体でも保有しているデータであり、他の自治体における汎用性は確保されている。

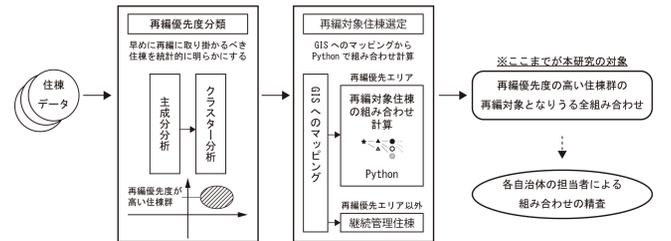


Fig. 2 研究フロー

第2章 研究の対象となる公営住宅の概要

2.1 公営住宅の成り立ち

割愛する。

2.2 現在の市営住宅の概要

再編対象となる神戸市市営住宅では、阪神淡路大震災の復興住宅として民間の住宅を多数借り上げ住宅とするなど、多数の公営住宅を供給したため、1995年から数年間の供給住宅数が多い。一方、この年代の住宅供給を除けば、全国的な住宅供給と概ね同じ傾向を示しており、典型的な住宅供給政策が採られていたことが分かる。また、1980年頃

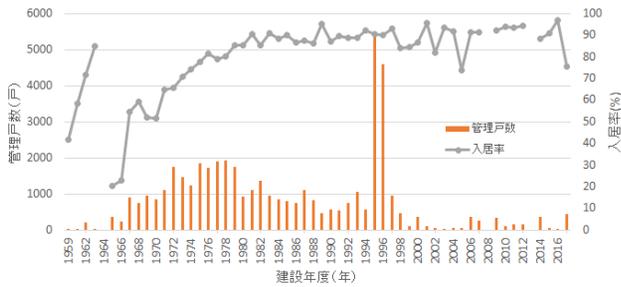


Fig. 3 神戸市市営住宅の建設年度別

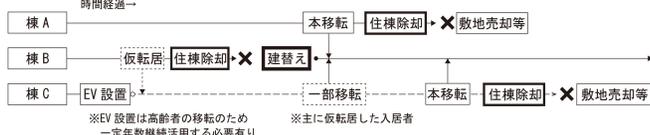


Fig. 4 仮転居を伴う典型的な再編のフローモード図

Tab. 1 分析に使用する項目の採用フロー(一部抜粋) Tab. 2 採用因子の主成分分析結果

候補となる因子群	1.前提条件での棄却	2.主成分分析での棄却	採用因子	因子	第1成分
①築年数			○	住棟密集度	0.866
②入居率			○	築年数	0.655
③入居戸数	②と④で代用可	-	○	空き戸数	0.324
④空き戸数			○	子供の割合	0.040
⑤応募倍率	前提条件が揃わない	-	×	入居率	-0.693
⑥高齢者の割合		特徴が異なる	×	因子	第2成分
⑦子供の割合		特徴が異なる	×	空き戸数	0.689
⑧EVの利用可否		特徴が異なる	×	築年数	0.384
⑨耐震化率	100%になる予定	-	×	住棟密集度	-0.106
⑩片廊下型か階段室型か	前提条件が揃わない	-	×	入居率	-0.544
⑪住宅密集度	GISで確認する	-	×	子供の割合	-0.810
⑫立地			○		

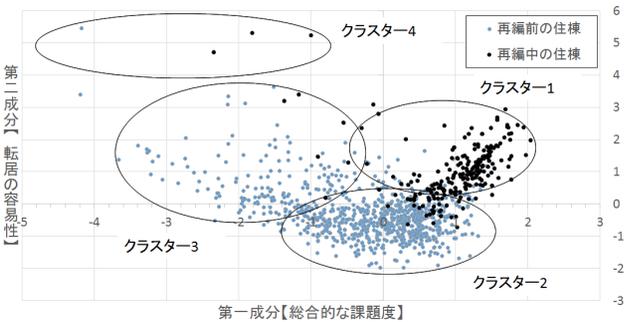


Fig. 5 再編中住棟を伴うクラスター分析結果

以前は建設年代が古くなると入居率が低くなる傾向にあるが、以後の住宅では、概ね89%程度で推移している(Fig. 3)。

2.3 再編について

神戸市では、平成23年から令和2年度までに「第2次住宅マネジメント計画」を策定しており、住宅ストックをできるだけ長く使うことを目指す一方で、老朽化の進行している住宅などの改修に適さない住宅については、計画的に、建替え、もしくは市営住宅としての用途の廃止を掲げている。この第2次マネジメント計画の次の再編計画が現在計画中であり、計画の早期策定が求められている。

再編事業は Fig. 4 のようにいくつかの住棟に関連して進む。まず、仮転居先となる住棟にエレベーターを設置する。次にこの住棟への入居者の移転、及び他の住棟の除却、余剰地の売却などのステップを踏む。こうした事業には5年から20年程度の時間がかかる。

第3章 再編優先度の高い住棟の分類

3.1 分類手法の流れ

3章では、手法(a)に該当する主成分分析・クラスター分析を用いた公営住宅の住棟ごと再編優先度判定を検討した。再編優先度判定とは「早めに再編に取り掛かりやすい住棟のあたりをつけること」と定義する。

分類の流れは、まず予備分析として再編中住棟を含めた住棟群で分析を行い、再編対象となる住棟を捕捉できる妥当性を確認した。その手法は、まず候補となる判定項目群から、試行錯誤して分析に適した



Fig. 6 クラスター1の典型住棟



Fig. 7 クラスター2の典型住棟



Fig. 8 クラスター3の典型住棟



Fig. 9 クラスター4の典型住棟

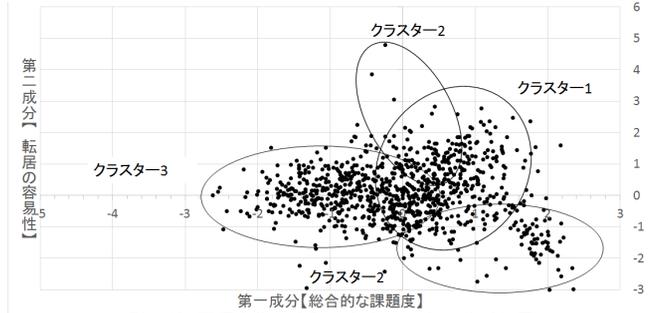


Fig. 10 再編中住棟を除いたクラスター分析結果

項目を決定した。その後、主成分分析を用いて、複数の項目を再編容易性を含む2軸に大きくまとめ、次にクラスター分析を用いて、住棟を再編優先度で分類し、十分妥当性が担保できるところを確認した後、同様の手法を用いて、再編優先度判定を行った。

3.2 再編中住棟を含めた予備分類

使用する項目は、多くの因子を検討した結果、各住棟の「築年数」「入居率」「空き戸数」「子供の割合」「住宅密集度」の5つである(Tab. 1)。

築年数は、住棟の耐用年数と関係している。公営住宅建替事業の実施要件のひとつに「耐用年限の2分の1を経過していること」と定められていることから、耐用年数が最も長い70年である耐火構造であれば、築後35年が更新時期の目安となる。

空き戸数と入居率は、ともに行政の歳入に直結するものであり、空き戸数は多いほど、入居率は低いほど、再編の優先度が上がる。

子供の割合は「20歳未満の入居者の割合」を用いた。子供の割合が高い住棟には子育て世帯が多く入居している。子育て世帯は仮転居可能な住戸型・面積が制限される傾向にあり、仮転居の難易度が上がるため、因子のとしての妥当性がある。

住宅密集度は「ある地域内にどの程度公営住宅が密集しているか」という指標で、今回は最小の行政単位である「同一小学校区内における住棟数」とした。公営住宅が密集しているエリアは住宅確保用配慮者が多くなるため、ソーシャルミックスの観点から再編の優先度が高いことが、因子として用いる理由である。

以上の5項目での主成分分析結果を Tab. 2 に示す。各因子の分散傾向から、第1成分を「総合的な課題度」、第2成分を「転居の容易度」とした。総合的な課題度が高い住棟は「再編すべき住棟」、転居の容易度が高い住棟は「再編できる住棟」とみなせ、そのどちらも高い住棟ほど再編の優先度が高いと判断できる。

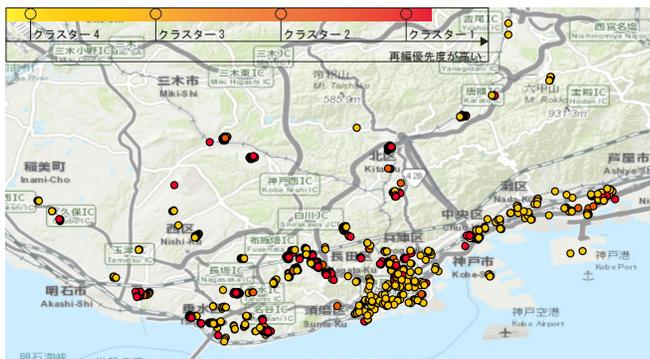


Fig. 11 神戸市市営住宅の分布



Fig. 12 点在エリアの例 (鹿松エリア)

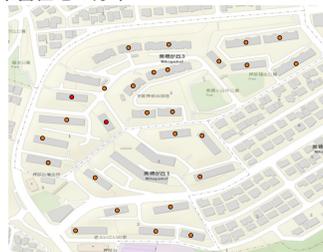


Fig. 13 再編優先エリアの例 (押部谷エリア)

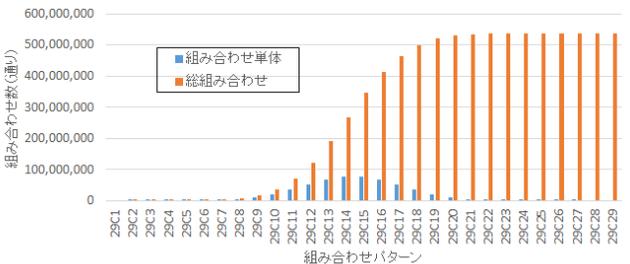


Fig. 14 押部谷住宅において再編住棟を決める組み合わせ

住棟ごとに第1成分, 第2成分を持つため, X軸に第1成分, Y軸に第2成分をとると, 第1象限に存在する住棟がおおよそ再編の優先度が高くなる。この考え方に基づき, 対象住棟にクラスター分析を行った結果が Fig. 5である。これにより, 神戸市市営住宅の再編の優先度を視覚化した。第1象限に位置する住棟群であるクラスター 1が最も再編優先度が高く, 以降クラスター 2, 3, 4と再編優先度が下がる。各クラスターの典型的な住棟については Fig. 6~ 9⁷⁾に示す。

また, 再編中住棟が概ねクラスター 1, あるいはクラスター 2, 3クラスター 1寄りに位置している。再編の優先度が高い住棟を概ね捕捉出来ていることから, 提案手法が早めに再編に取り掛かるべき住棟を明らかにする手法としての妥当性を確認した。

3.3 再編中住棟を除いた住棟群での再編優先度の判定

再編中住棟を除いた住棟群のクラスター分析を Fig. 10に示す。予備分析と異なる点として, クラスター 2の一部住棟で転居の容易性が高くなっている。クラスター 1を再編対象とすれば管理戸数ベースで7411戸の削減を見込むことが出来る。

第4章 再編対象候補住棟の選定

4.1 GISを用いた対象住棟の所在エリア区分

3章でのクラスター分析の結果を踏まえ, ArcGISを用いて神戸市市営住宅のクラスター分布傾向を示した (Fig. 11)。ここから, 神戸市の各小学校区を, 再編優先度が高い住棟の集積傾向の違いにより, 再編優先度が低い住棟で占められる現状活用エリア, 再編優先度が高い住棟が少数所在する点在エリア (Fig. 12), エリアの住棟のほとんどが再編優先度の高い住棟である再編優先エリア (Fig. 13) の3つに区分した。

4.2 点在エリアにおける再編対象住棟の提案

長田区の鹿松エリアは, 少数の再編優先度の高い住棟と多数の再編優先度の低い住棟が所在しているエリアであり, こうしたエリアでは前者を再編対象と考えることが出来る。

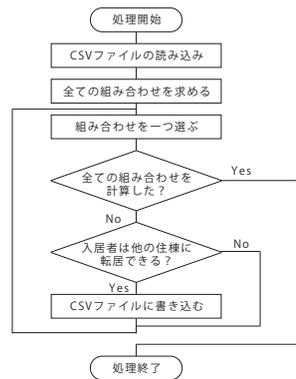


Fig. 15 フローチャート

Tab. 3 プログラムの実行結果

エリア名	全ての「棟」の組み合わせ数	現在再編可能な組み合わせ数
押部谷	536,870,911	70794
栄	268,435,455	6601
房王寺	131,071	15
本多間	137,438,953,471	480
西落合	2,199,023,255,551	191
王居殿	1,073,741,823	160
横尾	134,217,727	251
狩口台	131,071	719
ひよどり台	419,4303	102

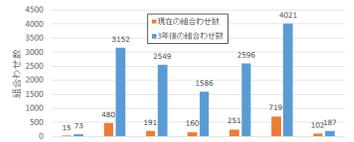


Fig. 16 3年後の再編組み合わせ数の増加



Fig. 18 組み合わせ案の増加

Tab. 4 コスト順組み合わせ

番号	組み合わせ	入居戸数	空き戸数	コスト (万円)	削減棟数
80	[2, 7, 6]	67	39	1260024	5
81	[3, 7, 6]	85	28	1328366	5
63	[2, 5, 7]	73	39	134704	5
57	[2, 3, 8]	72	42	1336284	5
90	[4, 7, 6]	83	31	1344877	5
61	[2, 4, 6]	70	45	1352795	5
98	[6, 7, 6]	87	27	1354968	5
67	[2, 6, 8]	74	41	1362266	5
76	[3, 5, 7]	91	28	1403058	5
54	[2, 3, 5]	78	42	1410876	5
85	[4, 5, 7]	89	31	1419569	5
74	[3, 4, 6]	88	34	1421149	5
58	[2, 4, 5]	76	45	1427487	5
92	[5, 6, 7]	93	27	1429060	5
80	[3, 6, 8]	92	30	1430640	5

Fig. 17 ひよどり台エリアの住棟配置図

4.3 再編優先エリアにおける再編対象住棟の提案

再編優先エリアが決まっても, 多くの再編優先度が高い住棟から廃止住棟を決める組み合わせは膨大な数に上る。例えば, Fig. 13に示す押部谷住宅に 29棟の住棟があるが, その組み合わせは 5億通りを超える (Fig. 14)ため, 行政の担当者が全て網羅して検討するのは, 事実上不可能である。

本研究では, この問題に対し, 再編住棟の組み合わせを計算するプログラムを作成した。具体的には, Fig. 15に示すように既存の入居者が他の住棟に仮転居できるかどうか判定するプログラムである。また, 本プログラムでは, 実際の再編事業と同様に, いくつかの住棟を一つの地区集合として扱う。

再編優先エリア 9つでプログラムを実行し, どのエリアでも検討が必要な組み合わせを大幅に削減できた (Tab. 3)。例えば, 西落合エリアでは本来検討すべき組み合わせ数が 2兆通りを超えるが, この手法により 191通りまで減らすことが出来た。

また, 神戸市の市営住宅は, 募集停止に伴い平均して 1年当たり 4%の割合で空き戸数が発生する。年数が経過するとすると再編計画策定可能な組み合わせが増加するため, 本プログラムでは, 任意の年数が経過した際に再編計画策定可能な組み合わせが何通り増加するか, 簡単に確認できる。Fig. 16で現在と 3年後の組み合わせ数を比較すると, どのエリアでも組み合わせ数の増加を確認できる。これは, 再編事業の実施時期の目安を求める場合に有効である。

4.4 再編検討事例への適応

現在神戸市では, ひよどり台エリア (住棟 20棟, 管理戸数 605戸) (Fig. 17) を対象に再編検討中である。

そこで, 提案手法を用いてひよどり台エリアで再編計画が検討可能な組み合わせを導出すると, 検討可能な組み合わせを 251案導出できた (Fig. 17)。

さらに, このプログラムでは, 建替えのコストと, 削減可能な戸数, 及び棟数で組み合わせ同士を比較出来る。ここで, 十分に再編計画案としてありうる, 削減棟数が 5棟の案 (Tab. 4の 80番) をベンチマーク



Fig. 19 王塚エリアの住棟配置図

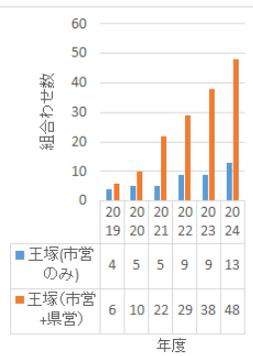


Fig. 20 王塚エリアの再編可能組み合わせの経年変化

として取り上げ、同じ削減棟数が5棟の組み合わせなかで建替えコストについて比較した (Tab. 4)。その結果、コスト面で80番よりも優れている可能性が高い組み合わせを14通り示すことが出来た。

このように簡便に複数の再編案を検出出来ることが、本提案手法のメリットである。ただし、プログラムで導出した候補組み合わせには、実態にそぐわない案も含まれる。そのため、提案手法はあくまでツールとして用い、最終的には各自自治体でそのエリアの特性や、各種法規制、入居者の詳細な動向を考慮して再編計画を策定することが望ましい。現状では、教案しか再編案が検討されていない中で、可能な組み合わせを全て網羅した上で、合理的な最終的な再編を策定することで、各利害関係者の合意形成に大いに役立つと考える。

第5章 提案手法の応用可能性

5.1 提案手法を用いた地域包括的公営住宅ストック活用の検証

本章では、異なる事業主体が運営する公営住宅同士で同時に再編計画を検討した場合、再編計画のバリエーションがどの程度変化するか4章のプログラムを用いて計測できることを検証し、再編計画策定での相互活用の可能性を模索した。

Fig. 19に示す王塚エリアは市営住宅が8棟、県営住宅が2棟所在しているエリアである。Fig. 20に市営住宅のみで仮転居可能な住棟の組み合わせを検討した場合、市営住宅と県営住宅を合わせて検討した場合で、それぞれ仮転居のバリエーションが何通りになるかを、2019年度から6カ年に渡って示した。2019年度ではバリエーションが4通りから6通りへ50%増加し、年度が経過するにつれてバリエーションの差がさらに増えている。つまり、県営住宅を含めて再編計画を検討する場合、仮転居のバリエーションが増加することが分かる。

ここから、異なる事業主体が運営する公営住宅同士で同時に再編計画を検討した場合、仮転居のバリエーションが増えるため、再編計画をより合理的に進められる可能性が高いといえる。

5.2 他都市への応用可能性

さらに、提案手法の他都市への応用可能性を検証した。まず、神戸市と京都市の市営住宅で、それぞれ相関分析を行った結果を示した (Tab. 5)。ここから、二つの都市では次のように立地特性が異なることを把握した。

- ・京都市では築年数が経過した住宅ほど大規模で他の住宅から孤立した地域に所在する傾向がある。
- ・神戸市では築年数が経過した住宅ほど小規模でいくつかの住宅でまとまって所在する傾向がある。

続いて、神戸市と京都市の市営住宅で、それぞれ3章で説明した主成分分析を行った (Tab. 6)。その結果、住宅が孤立して所在する京都市では神戸市のような成分の分散傾向にはならず、同じ成分を定義できなかった。よって、神戸市のように住宅が密集している都市において、この手法の応用可能性があるといえる。

Fig. 21に政令指定都市の公的賃貸住宅の1平方キロメートルあたり

Tab. 5 相関分析結果 (上: 神戸市 下: 京都市) (上: 神戸市 下: 京都市)

神戸	築年数	入居率	空き戸数	子供の割合	住宅密集度	因子候補	構成	因子候補	構成
神戸	築年数	-0.454338	0.1472938	-0.169033	0.2771836	因子1	0.814	因子2	0.776
神戸	入居率	-0.454338	0.1472938	-0.169033	0.2771836	因子1	0.789	因子2	0.229
神戸	空き戸数	0.1472938	-0.507161	0.1774074	-0.323076	因子1	0.175	因子2	-0.225
神戸	子供の割合	-0.169033	0.1774074	-0.188518	0.0272546	因子1	0.483	因子2	-0.549
神戸	住宅密集度	0.2771836	-0.323076	0.0272546	0.0083194	因子1	-0.864	因子2	-0.872
京都	築年数	-0.733814	0.4070839	-0.56418	-0.177479	因子1	0.742	因子2	0.955
京都	入居率	-0.733814	0.4070839	-0.56418	-0.177479	因子1	0.695	因子2	0.194
京都	空き戸数	0.4070839	-0.460023	-0.206249	-0.151656	因子1	0.006	因子2	0.193
京都	子供の割合	-0.56418	0.460023	-0.206249	-0.151656	因子1	-0.566	因子2	-0.149
京都	住宅密集度	-0.177479	0.0431621	-0.151656	0.084519	因子1	-0.827	因子2	-0.239

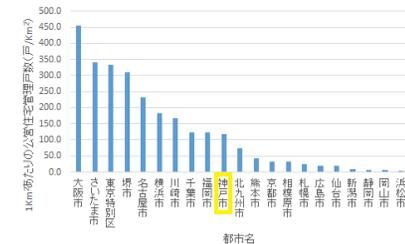


Fig. 21 公的賃貸住宅の1Km²あたりの管理戸数

Tab. 7 公的賃貸住宅の1Km²あたりの管理戸数が多い都市

都市名	戸/km ²
大阪市	456
さいたま市	342
東京特別区	333
堺市	310
名古屋市	232
横浜市	183
川崎市	168
千葉市	124
福岡市	123
(神戸市)	(118)

の管理戸数を示した。この公的賃貸住宅には市営住宅だけでなく、その他の公的な住宅も含むが、市営住宅の密集傾向をある程度表していると考えられる。よって、神戸市より住宅が密集している、大阪市、さいたま市、東京特別区、堺市、名古屋市、横浜市、川崎市、千葉市、福岡市などでは応用可能性があると考えられる (Tab. 7)。

第6章 結論と今後の課題

本研究は、大都市が多くの老朽化した公営住宅団地を抱え、空き住戸が増加している現状において、如何に合理的な再編計画を立案できるか、神戸市建築住宅局、兵庫県住宅管理課、京都市住宅政策課の協力を得て、公営住宅の個人情報を除く自治体が一般的に有する住棟データを入手したうえで、その再編手法を検討して以下の成果を得た。

住棟ごとに総合的な課題度、転居の容易性の2軸から再編優先度を統計的に導く方法を検討したうえで、神戸市市営住宅の全住棟に当てはめ、その有効性を確認した。さらに、京都市との比較から、上記項目の選定は、一定の公営住宅密度を有する大都市において有効で、密度が低い自治体では別項目を選定する必要があることを考察した。

優先候補となる団地や住棟を特定してからも、膨大な棟をどのように組み合わせ再編計画を立案するべきか、棟ごとの組み合わせは膨大になる。この問題に対して、本研究では、無料プログラムソフトPython 3を用いて、再編候補となる住棟の全ての組み合わせにおいて、必要な建替えコスト、削減可能な住棟数及び戸数で自動的に順位付けするプログラムを作成した。実際に神戸市が再編検討中であるエリアに当てはめるところ、十分に再編案となりうる組み合わせよりも、よりコストを抑制しながら、より多くの住戸を再編できる住棟の組み合わせを導くことができた。

同一エリアの市営住宅と県営住宅を同時に再編候補とすることで、どの程度、再編計画が立案しやすくなるか、神戸市の王塚エリアに当てはめて上記の検討を行った。その結果、王塚エリアにおいて、再編可能な組み合わせのバリエーションが現時点で50%増加し、年度が経過するにつれて、そのバリエーションが大幅に増加するなど、より合理的な再編計画を立案できることから、公営住宅においては、市営や県営が連携して再編計画を立案することの有効性を確認した。

- 1) 国土交通省住宅局: 公営住宅制度について, 2018 <http://https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12201000-Shakaiengokyo/kyokushu/hokenfukushibu-Kikakuka/0000196081.pdf>
- 2) 国土交通省住宅局: 住宅セーフティネットを巡る現状と課題, 2016 <http://www.mlit.go.jp/common/001107437.pdf>
- 3) 佐々木俊寿, 野々部優実, 高須賀よしえ, 中園真人: 公営住宅ストック総合活用計画に関する基礎的研究—宇部市営住宅を事例として—の14, 日本建築学会中国支部研究報告集, 第25巻, pp. 921-936, 2002.
- 4) 小山雄資, 吉田友彦: 転居の可能性からみた廃止・削減を伴う公営住宅の再編課題—香川県営住宅の再編計画を事例として—, 日本建築学会学術講演梗概集, pp. 1437-1440, 2007.
- 5) 瀬戸口剛, 松村博文, 長谷川雅浩, 福井純一: タバコに安心して引き続き住居するための市営住宅の再編」提案: タバココンパクトシティに向けた市街地再編, 日本建築学会北海道支部研究報告集, pp. 349-352, 2009.
- 6) 国土交通省住宅局: 公営住宅等長寿化計画策定指針, 2016 <http://www.mlit.go.jp/common/001042520.pdf>
- 7) Fig. 7 ~ 10はGoogle Mapより引用