

老いる都市へのアーバンフレイル概念の適用 —都市問題進行過程からの示唆—

清水 宏樹¹・武田 陸²・奥村 蒼³・谷口 守⁴

¹ 学生非会員 筑波大学 理工学群 (〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1)
E-mail: s2020422@s.tsukuba.ac.jp

² 学生非会員 筑波大学 理工学群 (〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1)
E-mail: s1711291@s.tsukuba.ac.jp

³ 学生非会員 筑波大学 理工学群 (〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1)
E-mail: s1711246@s.tsukuba.ac.jp

⁴ 正会員 筑波大学教授 システム情報系 (〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1)
E-mail: mamoru@sk.tsukuba.ac.jp

近年、老年医学の分野では高齢者の虚弱に関する新たな概念として「フレイル」が提案されている。本研究ではこの知見を都市に生かし「アーバンフレイル」という概念を提案する。これは人口減少・少子高齢化社会の都市における都市問題の進行に関する概念であり、本研究では時系列横断的な都市類型化を行い、全国の都市の経年的な類型変化を把握することで、どのように都市問題が進行してきたのかという都市問題の進行過程を明らかにした。その結果、都市問題の進行には不可逆的な問題進行パターンが存在することが明らかとなり、ファミリー層減少や生活利便施設減少、街の老いの進展や財政負荷・空き家の増加といった現象が進展することが明らかとなった。

Key Words: urban frailty, biomimetics, depopulation, aging society, classification

1. はじめに

近年我が国では人口減少・少子高齢化が進展しており、都市においても様々な分野で新たな問題が進行している。国土交通省は国土交通政策に関する年次報告として、2001年より毎年国土交通白書を発表しているが、国土交通白書 2019¹⁾においては、近年の日本の都市をとりまく問題として「人口減少」「少子高齢化」を最も基礎的な問題として取り上げている。また人口減少・少子高齢化が深刻化する中で、各自治体においては財政悪化や空き家の増加、施設撤退といった様々な分野において問題が生じつつある。

一方で近年、生物の構造や機能から工学的着想を得るバイオミメティクス(生物模倣工学)を都市計画分野に応用し、生物学的アナロジーから人口減少期のまちづくりを捉える動きも見られる。²⁾こうした流れを踏まえ人口減少・少子高齢化に伴う様々な都市問題を捉えなおす中で、近年老年医学の分野にお

いて提案されている「フレイル」という概念³⁾に着目した。フレイルとは加齢に伴って運動機能や認知機能が低下した状態のことであり、健康な状態と要介護状態の中間的状态と位置付けられている。また、適切な介入・支援によって生活機能の維持向上が可能であるなど、可逆性を有する状態とも考えられている。

翻って日本の都市の現状を考えると、人口減少・少子高齢化社会の中で各都市は老いに伴う様々な都市問題を抱えており、健康な状態から要介護な状態への過渡期にいると考えられる。こうした中間的状态を本研究では都市のフレイル、「アーバンフレイル」と呼称し、都市問題がどのように進行してきたのかという「進行過程」やその可逆性を明らかにする。

また、都市問題の進行過程を把握することで、過去に遡って同様の問題を抱える都市を発見し、その都市が現在に至るまでにどのような問題進行を果たしたか、などといった都市計画上意義深い参考情報を得ることができる。しかし、これまで都市問題の

進行過程を整理し、利活用できるようにする取り組みは行われていなかった。このようにアーバンフレイルの実態を明らかにすることは死蔵された過去の都市問題進行過程の蓄積を活かし、現在の都市に学びを還元することにつながる。そこで、日本全国の都市における経年的な都市問題の進行過程を、統一的な基準で評価し体系化する必要がある。

2. 研究の位置づけ

(1) 既存研究の整理

人口減少・少子高齢化社会において進行する都市問題に関して、各問題を深掘りした研究は多くみられる。具体的には、人口減少社会が都市内の公共交通に与える影響を定量的に評価した研究⁴⁾や、人口増減に着目し都市のライフサイクルモデルに基づいた都市構造の変容を追った研究⁵⁾、空間競争モデルを用いて人口減少・少子高齢化が起きた場合の商業立地変化を予測した研究⁶⁾、国土数値情報を用いて人口減少下にある都市の都市的土地利用、自然的土地利用の様子の変化を明らかにした研究⁷⁾、地方都市において空き地・空き家が不規則に発生する都市のスポンジ化に関する研究⁸⁾、小売店の撤退に伴う買い物困難者の発生に関する研究⁹⁾などが存在する。一方で都市問題を俯瞰的観点から評価することを考えた場合、同様の問題を抱える都市をグループ化する都市類型化が有効であると考えられる。都市類型化を用いた研究には蓄積があり、都市の衰退減現象に着目し、人口と社会・産業と経済・物理的環境の側面から都市の類型化を行った研究¹⁰⁾や都市構造評価指標を用いた地方都市の類型化に関する研究¹¹⁾などが挙げられる。さらに、複数時点での都市類型を比較することができれば、都市問題の変質をとらえられると考えられる。複数時点のデータを活用した研究として 1970 年から 2000 年にかけての都市構造指標に対し主成分分析を行い、主成分得点を基準にセグメント分類を行った研究¹²⁾が挙げられるが、経年的な変化実態は十分に議論されていない。

以上より本研究では、長期的な都市類型の変化を整理することで、その変化実態を把握し、都市問題の進行過程を明らかにする。

(2) 本研究の内容

以上を踏まえて本研究では、人口減少・少子高齢化に伴い、都市問題がどのように進行しているかという進行過程を整理し、アーバンフレイルの実態を把握することを目的としている。この目的を達成するために、本研究では、3. で人口減少・少子高齢化

に伴う都市問題の抽出と代理指標の選定を行う。その際には学術論文のテキストデータを用いて客観的観点から都市問題の抽出を試みる。4. では 3. で選定した代理指標を用いて都市問題の進行過程を明らかにする。この過程把握にあたっては、まず時系列的横断的な都市類型化を行い、次に日本全国の都市における都市類型の経年的な変化を集計する。

(3) 本研究の特長

本研究の特長は以下のとおりである。

- 1) バイオミメティックスの観点から、人口減少や少子高齢化に伴う都市問題を総体として「老化に伴う都市の虚弱（アーバンフレイル）」と捉え、その計量化を試みたオリジナリティの高い研究である。
- 2) 関連する指標を体系的・網羅的に抽出し、5 年おき、4 時点でデータを整備することで経年的な変化を綿密な追跡を可能とした信頼性の高い研究である。
- 3) 現状を放置するとどのようにアーバンフレイルが進行するかをわかりやすく示しており、各自治体が自らの課題を的確に理解する上で有用な情報提供を行っている。
- 4) 本研究の次のステップとして、都市の具体的な若返り方策や、広域調整を通じて圏域レベルでの地方再生のあり方の検討など、多様な展開が期待できる。

3. 都市問題の抽出

人口減少・少子高齢化に伴う都市問題は多岐にわたり、明確な定義は存在しない。しかし、これまで学術分野では各種都市問題に関して社会の要請に応じた先行的な議論が重ねられており、その成果は国土交通施策に還元されてきた。そこで本研究では学術論文に着目し、人口減少・少子高齢化社会の都市問題に関する議論を総体的に整理することで都市問題の抽出を図る。なお国土交通白書において人口減少・少子高齢化が最も基礎的な都市問題として扱われていたことを踏まえ、国土交通政策に関して計画的観点から議論が行われている都市計画論文集ならびに土木学会論文集 D3 を分析対象論文集とした。土木学会論文集 D3 に関しては前身の土木学会論文集 D、土木学会論文集、土木計画学研究・論文集も分析対象としている。これら論文集より分析対象論文・都市問題の抽出を行う際には図-1 に示す手順に従い統一的基準から抽出を試みた。

分析対象論文選定プロセスにおいては、分析対象

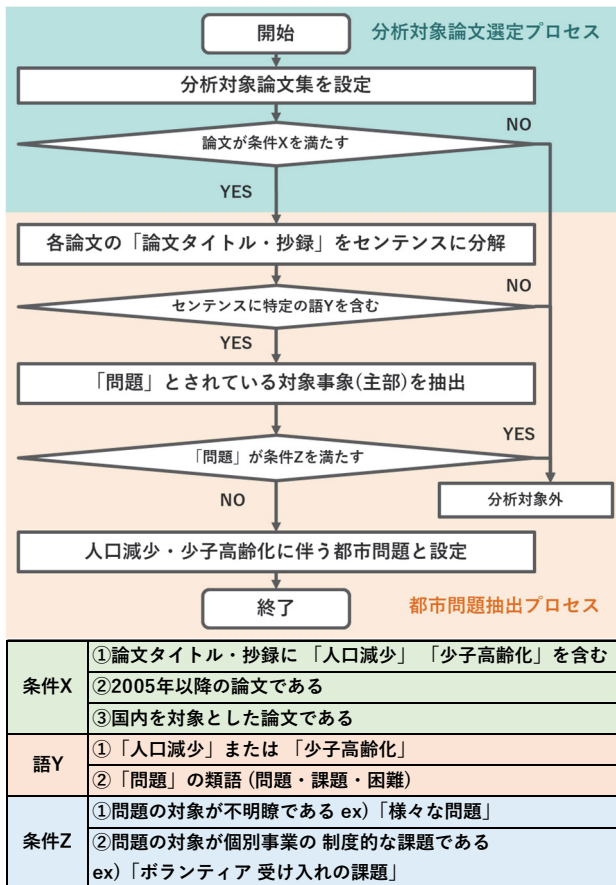


図-1 都市問題抽出のフロー

表-1 抽出された都市問題

抽出された都市問題	指標	出典
人口減少	人口密度 (人/km ²)	①
少子高齢化	年少人口割合 (%)	①
	老年人口割合 (%)	①
世帯縮小・単独世帯増加	単独世帯率 (%)	①
	核家族世帯割合 (%)	①
	高齢単身世帯の割合 (%)	①
	高齢夫婦のみの世帯の割合 (%)	①
都市からの移住者を含めた地域の担い手づくり 人口流出	転入超過率 (%)	①②
空き家増加・人口減少地区からの撤退 空き地・低未利用地増加・団地の衰退	空き家率 (%)	③
	老朽化率 (%)	③
小売店舗の経営悪化・中心市街地の衰退 都心部の活性化	従業員あたり小売売上高 (万円/人)	④
	事業所あたり小売売上高 (百万円/人)	④
商業施設の撤退・買い物弱者	人口あたり小売店舗数 (店/千人)	①④
	面積あたり小売店舗数 (店/km ²)	①④
公共交通サービスの維持/衰退 地域ネットワーク維持・移動困難者の発生 交通環境の改善・公共交通の衰退	面積あたり駅数 (駅/km ²)	①⑥
都市機能の確保・都市活動の撤退 都市サービスの撤退	人口あたり病院数 (施設/10万人)	①⑦
	人口あたり診療所数 (施設/10万人)	①⑦
	老年人口あたり老人福祉施設数 (施設/10万人)	①⑧
	面積あたり病院数 (施設/km ²)	①⑦
財政規模縮小	面積あたり診療所数 (施設/km ²)	①⑦
	一人あたり歳入総額 (円/人)	①⑨
	一人あたり歳出総額 (円/人)	①⑨
	一人あたり課税対象所得 (千円/人)	①⑤
	自主財源比率 (%)	⑨
緑地の維持管理負担 社会基盤の維持	一人あたり土木費 (千円/人)	①⑨
	一人あたり維持補修費 (千円/人)	①⑨

※出典 ①国勢調査¹⁴⁾ ②住民基本台帳人口移動報告年報¹⁵⁾ ③住宅・土地統計調査¹⁶⁾ ④商業統計調査¹⁷⁾・経済センサス-活動調査¹⁸⁾ ⑤市町村税課税状況の調¹⁹⁾ ⑥国土数値情報^{20) 21)} ⑦医療施設調査²²⁾ ⑧介護サービス施設・事業所調査²³⁾ ⑨市町村別決算状況調²⁴⁾

論文集を設定したのち3つの条件Xに従って論文抽出を行った。なお、論文抽出にあたっては電子ジャーナルの公開システムであるJ-STAGE¹³⁾を用いた。1つ目は論文のタイトル・抄録に「人口減少」または「少子高齢化」というキーワードを含むという条件である。タイトル・抄録は各論文の要旨と言える内容であり、これらに着目することで関連性の高い論文が抽出可能となる。2つ目は2002年以降に公表されたという条件である。2002年は初めて国土交通白書において人口減少・少子高齢化の両問題が扱われた年となっており、学術分野でも関心が高まってきたためである。3つ目は国内を対象とした論文であるという条件である。デトロイトや東ドイツなど人口減少等に悩まされる諸外国の地域も存在するが、日本とは異なる社会的背景を持つという観点で分析対象外としている。こうした分析対象論文選定プロセスを経て分析対象論文は計200本となった。

都市問題抽出プロセスにおいては、図-1に示したように分析対象論文のタイトル・抄録を読点で区切られたセンテンスに分解し、特定の語Yが含まれるセンテンスを抽出する。特定の語Yとは1つ目が「人口減少」または「少子高齢化」といった語である。2つ目は「問題」の類語であり、日本語WordNetを基に問題・課題・困難という語を設定した。そして、これらの語が含まれるセンテンスにおいて問題の対象事象をセンテンスの主部に着目し、明らかにすることで、人口減少・少子高齢化を背景として何が問題とされているのかという都市問題の抽出を行う。ただし、条件Zのように「様々な問題」等の問題対象が不明瞭なものや、「ボランティア受け入れの課題」のように都市レベルではなく個別事業の制度的な課題に関しては分析対象外とした。

以上のプロセスを経て抽出された都市問題に対して、政府統計を中心とした統計指標を用いて代理指標の選定を行った。その結果を表-1に示す。指標選定においては長期的・全国的に収集されており、市町村合併による影響を受けない指標を選定し、各都市問題に対して可能な限り多くの指標を設定した。

例えば空き家問題・団地の衰退といった問題に対しては空き家率・老朽化率といった指標を設定している。住宅・土地統計調査は人口が小規模な自治体では調査されていないため従来、市町村合併をした自治体に関して過去の空き家率等の算定はなされていなかったが、収集可能なデータを用いて独自に算出を行った。なお老朽化の定義としては法定耐用年数の観点から築33年とした²⁵⁾。また、公共交通サービスに関して長期的・全国的に収集されているデータが殆ど存在しないため、各自治体の駅数に關す

るデータを独自に算出した。これは、国土数値情報に掲載される現時点の鉄道駅データと、過去の鉄道駅の改廃データである鉄道時系列データを組み合わせることで過去の鉄道駅数を算出したものである。

都市機能関連の指標選定に関しては、人口減少・少子高齢化社会を見据えたまちづくりの指針ともいえる立地適正化計画において都市機能が医療・福祉・商業と定義されていることを踏まえ²⁰各施設を指標として取り入れた。また、財政関連の指標選定に関しては財政力指数のような市町村合併に伴う過去のデータ欠損が起きる指標は用いず、歳出入・課税対象所得・自主財源比率といった、長期的に収集可能な財政の基礎的情報を指標として採用した。

4. 都市問題の進行過程

(1) 分析概要

4. では 3. で抽出された都市問題の代理指標を用いて都市問題の経年的な進行過程を明らかにする。全国の都市における進行過程を把握するため、分析対象自治体は日本全国の市、東京特別区及び人口 1 万 5 千人以上の町村としている。また、経年的な状態変化を把握するにあたっては 2000 年から 2019 年を対象に分析を行った。2005 年には初の総人口減少が生じたが、地域によっては先行的に人口減少・少子高齢化が進展し、それに伴う都市問題が生じていた。こうした都市問題進行の地域差を踏まえ、代理指標の入手可能性なども考慮し、分析対象期間を 2000 年からとした。

(2) 分析手順

4. では都市問題の進行過程を把握するにあたって 2000 年から 2019 年の期間内における複数時点での都市問題の進行状態を比較する。今回は国勢調査や住宅・土地統計調査等の主要な統計が 5 年おきに調査されていることを踏まえ、2000 年・2005 年・2010 年・2015 年の 4 時点と比較対象年次とした。データによっては調査年が異なるため、それぞれ 2000 年～2004 年・2005 年～2009 年・2010 年～2014 年・2015 年～2019 年といった期間を設け、期間内において最も比較対象年次に近い年次のデータをそれぞれ利用することとした。

都市問題の進行過程を把握するにあたっては時系列横断的な都市類型化を行い、各都市の都市問題の時系列的な変化を全国的に収集する。具体的には 2000 年・2005 年・2010 年・2015 年の 4 時点における、分析対象都市の都市問題代理指標データに対し、時点の違いを無視した形で主成分分析を行いデータ

の集約を行う。次に各都市の主成分得点をクラスター分析によって類型化することで、同様の都市問題を抱えた都市を時系列横断的に把握する。最後に、各都市における各時点での都市類型を並べ、図-2 において橙で示すような都市類型が変化している部分に着目し、「どのように」「何回」類型が変化しているのかを全対象都市において集計した。こうした都市問題の変化体系を整理し、各類型における平均主成分得点を比較していくことで都市問題がどのように進行しているのかということが把握できる。

都市名	2000年	2005年	2010年	2015年
札幌市	B	B	B	C
仙台市	A	B	B	C
秩父市	D	D	E	E
鴨川市	D	D	D	E
富山市	B	D	D	D

図-2 都市類型変化の集計方法

(3) 主成分分析の結果

3. で示した都市問題に関する代理指標を集約することを目的に、まず時系列横断的な主成分分析を行った。主成分分析の結果、固有値が 1 より大きい主成分軸が 7 つ抽出され、累積寄与率は約 8 割の高い説明力が得られた。表-2 に各主成分軸の名称と、主成分負荷量および使用した指標を示す。なお各主成分得点を算出する際には各指標の平均は 0、分散は 1 に標準化している。以下、主成分軸の名称に関して示す。

- 1) 第 1 軸を見ると、高齢者に関する指標や住宅の老朽化に関する指標が正に大きく寄与している一方で、年少人口は負に大きく寄与しており、都市が人と建物の両面から老化している状態が考えられる。以上よりこの軸を「街の古い軸」と命名している。
- 2) 第 2 軸を見ると、人口密度や病院・診療所・小売店舗といった生活利便施設の施設密度と単独世帯率が正に大きく寄与している。以上よりこの軸を「密集単身軸」と命名している。
- 3) 第 3 軸を見ると、小売店舗の売り上げや人口あたりの診療所・小売店舗数が大きく正に寄与している。これは魅力的な商業施設や施設の選択肢が多いことを示唆していると考えられる。以上よりこの軸を「施設充実軸」と命名している。
- 4) 第 4 軸を見ると、一人あたりの土木費や歳出入といった財政負担に関する指標が大きく正に寄与している。以上よりこの軸を「財政負荷軸」と命名している。
- 5) 第 5 軸を見ると、人口あたりの病院数や老人福

社施設数が大きく正に寄与している。以上よりこの軸を「医療福祉軸」と命名している。

- 6) 第 6 軸を見ると、核家族世帯の割合が大きく正に寄与している。以上よりこの軸を「ファミリー軸」と命名している。
- 7) 第 7 軸を見ると、空き家率が大きく正に寄与している一方で、転入超過率が負に寄与しており、市民が街を出ていくことで空き家率が高まっている状況が考えられる。以上よりこの軸を「転出空き家軸」と命名している。

表-2 主成分分析の結果

各主成分軸の名称	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
④ 財政負荷軸	⑤ 医療福祉軸	⑥ ファミリー軸	⑦ 転出空き家軸				

指標	主成分軸						
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
高齢夫婦のみの世帯の割合	0.97	-0.15	0.09	-0.01	0.03	0.39	0.09
老年人口割合	0.92	-0.14	0.06	-0.02	-0.01	-0.09	0.03
老朽化率	0.92	-0.14	0.07	-0.11	-0.04	-0.12	-0.14
高齢単身世帯の割合	0.87	0.19	-0.02	0.02	0.13	0.17	0.22
年少人口割合	-0.79	-0.28	0.00	0.03	0.27	0.21	-0.14
自主財源比率	-0.47	-0.09	0.19	-0.02	-0.47	0.21	0.30
一人あたり課税対象所得	-0.45	0.38	0.28	0.07	-0.09	0.18	0.06
人口密度	-0.02	1.04	-0.27	-0.01	-0.14	0.01	-0.09
面積あたり病院数	-0.04	1.00	-0.10	-0.04	0.19	0.05	-0.03
面積あたりの小売店舗数	-0.09	0.89	0.11	-0.01	0.07	-0.12	-0.07
面積あたり診療所数	0.02	0.83	0.25	-0.01	-0.01	-0.09	-0.11
単身世帯率	0.22	0.61	0.01	0.11	-0.25	-0.08	0.36
面積あたりの駅数	0.02	0.60	0.47	-0.02	0.09	-0.08	-0.10
事業所あたり小売売上高	0.03	-0.06	1.00	0.01	-0.11	0.05	-0.09
従業員あたり小売売上高	0.03	-0.03	0.93	0.04	-0.19	0.03	-0.06
人口あたり診療所数	0.10	0.06	0.82	-0.08	0.26	0.01	0.07
一人あたり土木費	-0.32	0.02	-0.04	1.01	0.03	0.09	0.04
一人あたり歳入総額	0.19	0.01	-0.01	0.79	0.16	-0.06	0.01
一人あたり歳出総額	0.21	0.02	-0.01	0.77	0.18	-0.07	0.01
一人あたり維持修繕費	0.09	-0.22	0.15	0.40	-0.32	-0.39	-0.07
人口あたり病院数	0.11	0.12	0.01	-0.02	0.69	0.16	0.27
老年人口あたり老人福祉施設数	-0.08	-0.05	-0.12	0.13	0.67	0.17	-0.13
人口あたりの小売店舗数	-0.21	-0.10	0.43	-0.02	0.55	-0.36	0.23
核家族世帯割合	0.04	-0.15	0.04	-0.02	0.14	0.96	-0.03
空き家率	0.19	-0.12	-0.03	0.04	0.03	0.00	0.79
転入超過率	0.17	0.17	0.35	0.09	-0.07	0.42	-0.44
固有値	7.65	5.82	2.27	1.54	1.26	1.17	1.02
寄与率	29.40	22.37	8.73	5.93	4.86	4.49	3.92
累積寄与率	29.40	51.78	60.51	66.45	71.30	75.79	79.71

回転法:プロマックス法 絶対値0.5以上のものを太字で表記 青:低い 橙:高い

(4) クラスタ分析の結果

同じような都市問題を抱える都市を把握するため、各軸の主成分得点を用いて、クラスタ分析を実施し 17 種の都市類型化を行った。クラスタリングに際しては、ユークリッド平方距離・ワード法を用いている。クラスタの類型化の結果について表-3、表-4に示す。表-3では都市類型ごとに各主成分軸の平均主成分得点を示し、表-4では各都市類型に該当する具体的な都市と該当都市数を 2015 年における都市分類を基に示している。都市類型の名称は、街の老い軸の主成分得点の大きい順に A~Q までを割り振った。以下特徴的な都市類型に関して述べる。

表-3 類型化の結果

類型	主成分軸						
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
A	2.08	-0.22	-0.14	0.89	1.43	-0.42	1.64
B	1.94	-0.30	-0.09	8.58	0.00	-1.13	1.52
C	1.23	0.11	-0.61	22.87	0.25	0.51	1.97
D	1.08	-0.56	-0.16	1.63	0.12	-1.31	0.08
E	0.89	-0.41	-0.22	0.48	1.26	-0.44	0.11
F	0.71	-0.09	0.01	-0.07	0.25	0.07	0.81
G	0.62	0.02	0.05	0.17	0.30	-0.22	4.04
H	0.62	-0.70	-0.44	0.42	0.73	-1.77	-1.37
I	0.11	-0.22	0.01	-0.21	-0.55	0.66	-0.32
J	-0.15	-0.49	-0.20	-0.16	0.15	-0.81	-0.41
K	-0.21	5.30	1.87	-0.24	-0.83	-1.24	0.11
L	-0.60	1.29	0.21	-0.35	-1.08	0.71	0.11
M	-0.76	-0.09	0.07	-0.35	-0.37	0.11	0.69
N	-0.94	-0.34	-0.36	-0.17	0.90	0.67	-1.34
O	-1.02	-0.06	-0.09	-0.49	-0.54	1.12	-0.71
P	-1.08	6.37	12.34	1.49	-0.34	-1.28	0.17
Q	-1.36	7.66	22.99	2.49	8.79	-4.59	4.45

上位・下位3位以内のものを太字で表記 青:低い 橙:高い

表-4 各類型に属する具体的都市

類型	都市数	2015年時点該当都市				
		A	168	歌志内市	大子町	南房総市
B	11	夕張市	宮古市	大船渡市	気仙沼市	南相馬市
C	2	陸前高田市	山田町			
D	172	稚内市	大洗町	南魚沼市	輪島市	下呂市
E	460	酒田市	常陸大宮市	甲州市	益田市	島原市
F	410	旭川市	秋田市	土浦市	富山市	長野市
G	47	那須町	熱海市	伊豆市	軽井沢町	白浜町
H	178	栗原市	新庄市	行方市	南砺市	雲南市
I	546	千歳市	三郷市	高崎市	静岡市	和泉市
J	674	北上市	米沢市	常総市	長岡市	出雲市
K	68	新宿区	渋谷区	豊島区	品川区	大阪市
L	477	札幌市	横浜市	名古屋市	広島市	福岡市
M	451	つくば市	成田市	金沢市	彦根市	岡山市
N	127	日の出町	大刀洗町	広川町	豊見城市	北中城村
O	565	守谷市	流山市	日進市	守山市	新宮町
P	8	中央区	港区			
Q	4	千代田区				

- 1) A 類型は最も街の老いが進行している都市群であり、北海道歌志内市や茨城県大子町、高知県室戸市などが該当する。
- 2) B・C 類型は宮城県気仙沼市や岩手県陸前高田市など東日本大震災被災自治体が多く該当しており、震災復興のため、財政負荷が極めて大きくなっていると考えられる。夕張市は街の老い自体は A 類型クラスであるが、財政破綻を経て財政負荷が極めて大きくなっているため B 類型に分類されている。
- 3) G 類型は栃木県那須町や長野県軽井沢町など別荘地が多く該当しており、転出空き家軸が大きな値を示していると考えられる。
- 4) O 類型は千葉県流山市や福岡県新宮町などが該当し、大都市周辺部での盛んな開発の結果ファミリー軸が大きくなっていると考えられる。

(5) 都市類型の変化実態

時系列横断的な都市類型化を基に、2000年⇒2005年・2005年⇒2010年・2010年⇒2015年の4時点・3期における都市類型の変化を比較し、集計した。まず各都市類型においてどのような性質の類型変化が生じているかを図-3で示している。類型変化の種類としては以下の3パターンに分けられる。

- 1) 類型比較前後で変化が起きず同じ類型を維持
 - 2) 類型変化の結果、別の類型から当該類型に変化
 - 3) 類型変化の結果、当該類型から別の類型に変化
- また、この結果より K・P・Q 類型といった大都市中心部の都市は 2000年から2015年にかけて一度も類型変化が起きていないことが明らかとなった。これは密集単身軸が特徴的であるためと考えられるが、以降類型間の変化を示す際は K・P・Q 類型を除く類型に着目する。

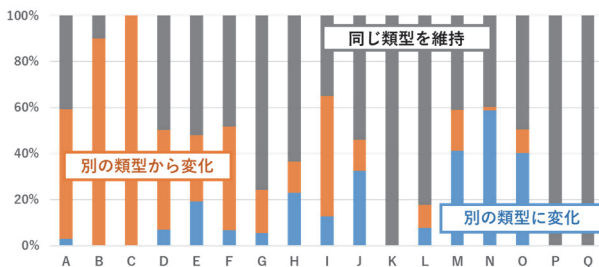


図-3 各類型の変化特性

次に都市類型間での類型変化の実態を明らかにするため、図-4において第1軸の街の古い軸と第2軸の密集単身軸の平均主成分得点に基づいて各都市類型をプロットした。類型の変化を矢印の方向で示し、その変化回数を色別に塗り分けている。また、財政負荷軸の主成分得点をもとに各類型のプロットを塗り分けている。以下に考察を記載する。

- 1) ほとんどの類型間において類型は一定の方向に変化しており、不可逆的な変化となっており、アーバンフレイルにおいては現状、可逆性が認められないことが明らかとなった。
- 2) 各類型には主要な類型の変化パターンがあることが分かった。例えば O 類型は、O 類型を除く 16 種のクラスターに変化する可能性があるが、おおむね I・L 類型に変化している。こうした主要な変化パターンは今後の都市問題進行の参考情報となり得る。
- 3) B・C 類型は類型変化があまり生じていない。B・C 類型は東日本大震災の被災自治体を中心であり、各類型に該当する都市が少ないためであると考えられる。B 類型は街の古い軸、密集単身軸の観点からは A 類型に近い類型だが、震災

を契機に財政負荷軸の主成分得点が極めて大きくなったため独自のクラスターを形成している。なお、C 類型は被災自治体の中でも特に財政負荷が顕著な自治体となっている。

- 4) G 類型でも類型変化はあまり生じていない。これは G 類型が温泉・高原などが存在する所謂、別荘地であり転出空き家軸の主成分得点が極めて大きく独自のクラスター形成しているためだと考えられる。

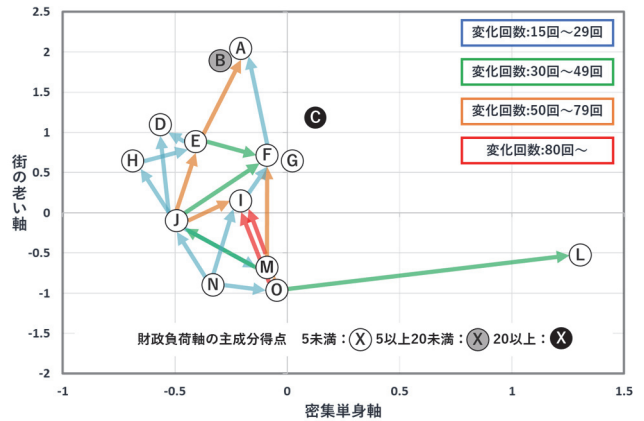


図-4 類型変化の実態

図-4では都市類型の変化を各類型間で示したが、複数類型間において連続的に類型変化が起きる、連鎖的な類型変化パターンも想定される。そこで対象都市において3類型以上の変化をしたものに関して、その類型変化の連鎖実態を図-5で明らかにした。10都市以上で発生している連鎖パターンを実線で、5都市～9都市で発生している連鎖パターンを点線で示している。

類型変化の連鎖を見ると O-M-I や M-I-F といった連鎖においては大都市近郊の都市が多いのに対して、E-F-A に関しては地方都市が多く該当している。図-4においては O 類型の都市が連続的に変化することで A 類型の都市に変化するように捉えられるが、図-5において大都市近郊の都市における類型変化の連鎖が F 類型で止まっていることを踏まえると、大都市と地方都市で異なった類型変化をしていることが想定される。

最後に主要な類型変化の連鎖パターンである O・M・I 類型、E・F・A 類型に着目して経年的な都市問題の進行過程を示す。図-6では都市類型ごとに各主成分軸の平均主成分得点をレーダーチャートで表現している。以下に考察を記載する。

- 1) ファミリー軸・施設充実軸・密集単身軸といった軸の主成分得点は減少傾向にあり、類型変化が進むにしたがってファミリー層が減少し、生

活利便施設の充実度や高密度性が低下していくことが分かる。

- 街の古い軸・財政負荷軸・転出空き家軸・医療福祉軸といった軸の主成分得点は増加傾向にあり、類型変化が進むにしたがって、街が人と建物の両面で老いていくとともに、財政負荷や空き家率が増大し、高齢者向けの医療福祉サービスが増加していくことがわかる。

このように都市類型の主成分平均得点に着目することで多様な軸から都市問題の進行過程が把握できる。

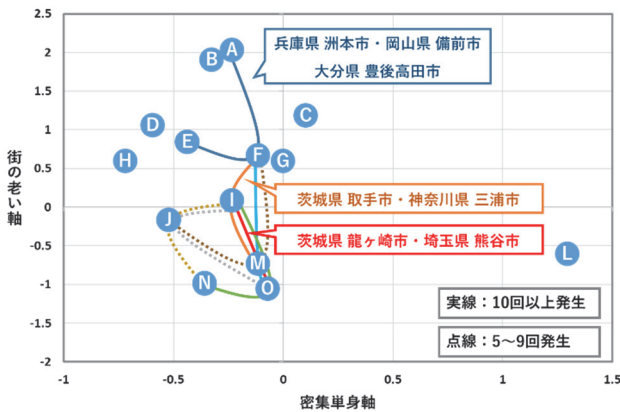


図-5 類型変化の連鎖実態

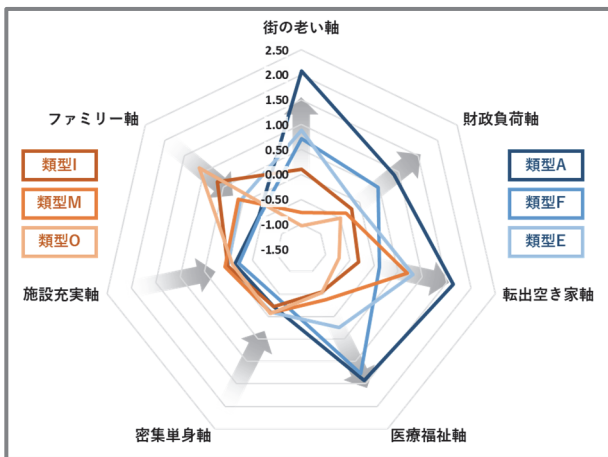


図-6 都市問題の進行実態

5. 結論

本研究は、人口減少期・少子高齢化社会の到来に伴って進展する都市問題に関して、アーバンフレイルという新たな概念を提案し、都市問題進行過程の把握を試みた。以下に成果を記載する。

- バイオミメティクスの観点から、老年医学の分野における高齢期虚弱の概念である「フレイル」を都市分野に適応し、人口減少・少子高齢化社会の都市問題を再考し、新たな概念として「ア

ーバンフレイル」を提案した。これは、現在我が国の都市が、人口減少・少子高齢化に伴って健康な状態から要介護状態への過渡期にあることを踏まえた、都市問題進行実態に関する概念である。

- 人口減少・少子高齢化に伴う都市問題の進行過程を把握する新たな手法を提案し、アーバンフレイルの実態を初めて明らかにすることで、都市問題の進行過程の大きな流れを示し、これまでの都市問題進行の蓄積をこれからのまちづくりに生かすための基礎的情報を整理した。
- 老年医学の分野における「フレイル」は適切な介入・支援により生活機能の維持向上が見込まれる可逆性を有しているが、アーバンフレイルはほとんどの場合において不可逆的に進行することが明らかとなった。これは、老年医学におけるフレイルとは相違する点であり、都市問題の改善が容易ではないことを示唆している。
- 都市問題の進行には主要なパターンがあることが明らかとなった。また、こうした主要な都市問題の進行パターンに着目するとファミリー層の減少や生活利便施設の減少、街の老いの進展や財政負荷・空き家の増加といった現象が生じることが示唆された。
- 大都市やその周辺の都市と、地方部の都市では都市問題の進行過程が異なることが示唆された。本研究で提案した都市問題進行過程の把握手法は今後継続的にデータが収集されることにより、詳細な進行過程が蓄積されていくと考えられ、まちづくりの参考情報としてより価値が高まっていくと考えられる。また、本研究で提案したアーバンフレイルの概念を踏まえ可逆的な変化を起こすための具体的方策や、地方都市圏における地方再生などについての検討が求められる。

謝辞：本論文の作成にあたっては、JSPS 科学研究費(17H03319)の助成を得た。記して謝意を表す。

参考文献

- 国土交通省：「令和元年度 国土交通白書」, <http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h30/index.html>
- 谷口守 (2018). 生き物から学ぶ まちづくり- バイオミメティクスによる都市の成人病対策 -, コロナ社
- 社会保障審議会介護保険部会：「後期高齢者の保健事業のあり方に関する研究」, https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12601000-Seisakutoukatsukan-Sanjikanshitsu_Shakaihoshoutantou/0000125471.pdf, 最終閲覧

- 2020.02.28.
- 4) 円山琢也, 室町泰徳, 原田昇, 太田勝敏. (2001). 少子高齢化人口減少社会が都市内公共交通機関に与える定量的影響評価. 都市計画論文集, 36, 541-546.
 - 5) 金昶基, 大西隆, 菅正史. (2007). 人口減少と都市構造の変容に関する研究. 都市計画論文集, 42, 835-840.
 - 6) 戸川卓哉, 加藤博和, 林良嗣. (2009). 空間競争モデルを用いた人口減少・少子高齢化に伴う商業立地量変化の予測と流通費用への影響評価. 都市計画論文集, 44, 775-780.
 - 7) 菊地亮太, 室町泰徳. (2015). 国土数値情報を用いた人口減少下の都市における都市的および自然的土地利用の変化に関する分析. 都市計画論文集, 50(3), 588-593.
 - 8) 氏原岳人, 阿部宏史, 村田直輝, 鷲尾直紘. (2016). 地方都市における都市スポンジ化の実証的研究-建物開発・減失・空き家状況の視点から. 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 72(1), 62-72.
 - 9) 山田綱己, 紀伊雅敦, 土井健司, 伊丹絵美子. (2013). 小売りサービスの空間需要を考慮した買い物困難者の発生予測手法に関する研究. 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 69(5), I_91-I_99.
 - 10) 朴成賢. (2012). 首都圏都市における複合衰退レベルと類型化に関する分析. 都市住宅学, 2012(78), 68-77.
 - 11) 八木恒憲, 田村将太, 田中貴宏. (2018). 都市構造評価指標を用いた地方都市の類型化. 都市計画論文集, 53(3), 951-956.
 - 12) 明石修, 菊池輝, 福井賢一郎, 北村隆一. (2003). 動的都市類型と人々の生活行動に基づく都市圏の内的階層性に関する研究. 都市計画論文集, 38, 385-390.
 - 13) 科学技術振興機構 : 「J-STAGE」, <https://www.jstage.jst.go.jp/browse/-char/ja/>, 最終閲覧 2019.12.17.
 - 14) 「政府統計の総合窓口(e-Stat)」国勢調査(総務省), https://www.e-stat.go.jp/stat-search/database?page=1&toukei=00200521&result_page=1, 最終閲覧 2020.02.17.
 - 15) 「政府統計の総合窓口(e-Stat)」住民基本台帳人口移動報告(総務省), <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00200523&tstat=000000070001>, 最終閲覧 2020.02.17.
 - 16) 「政府統計の総合窓口(e-Stat)」住宅・土地統計調査(総務省), <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00200522>, 最終閲覧 2020.02.17.
 - 17) 「政府統計の総合窓口(e-Stat)」商業統計調査(経済産業省), <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00550020&tstat=000001023268>, 最終閲覧 2020.02.17.
 - 18) 「政府統計の総合窓口(e-Stat)」経済センサス-活動調査(総務省), <http://www.stat.go.jp/data/e-census/2016/index.html>, 最終閲覧 2020.02.17.
 - 19) 総務省 : 「市町村税課税状況等の調」, https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/jichi_zeisei/czaisei/czaisei_seido/ichiran09.html, 最終閲覧 2020.02.17.
 - 20) 国土交通省国土政策局 : 「国土数値情報(鉄道データ)」, http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N02-v2_3.html, 最終閲覧 2020.02.20.
 - 21) 国土交通省国土政策局 : 「国土数値情報(鉄道時系列データ)」, nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N05-v1_3.html, 最終閲覧 2020.02.20.
 - 22) 「政府統計の総合窓口(e-Stat)」医療施設調査(厚生労働省), <http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/79-1.html>, 最終閲覧 2020.02.17.
 - 23) 「政府統計の総合窓口(e-Stat)」介護サービス施設・事業所調査(厚生労働省), <http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/24-22-2.html>, 最終閲覧 2020.02.17.
 - 24) 総務省 : 「市町村別決算状況調」, https://www.soumu.go.jp/iken/kessan_jokyo_2.html, 最終閲覧 2020.02.17.
 - 25) 国税庁 : 「減価償却費の計算について」, <https://www.nta.go.jp/taxes/shiraberu/saigai/h30/0018008-045/05.htm>, 最終閲覧 2020.02.17.
 - 26) 国土交通省 都市・地域整備局 (2007) 「集約型都市構造の実現に向けて」, <http://www.mlit.go.jp/commo/n/000128510.pdf>, 最終閲覧 2020.01.21