金沢景観形成地区の居住者の満足度と転居意向のファジィ分析

FUZZY ANALYSIS ON INHABITANTS' SATISFACTION AND INTENTION OF MOVING OUT IN TOWNSCAPE HUSBANDRY DISTRICT OF KANAZAWA

孫 京 廷*, 宗本順三**, 吉田 哲***, 石原清行****

Kyungjung SON, Junzo MUNEMOTO, Tetsu YOSHIDA and Kiyoyuki ISHIHARA

The purpose of this paper is to clarify the relation between inhabitants' satisfaction and intention of moving out for the present condition of residential environment in townscape husbandry district of Kanazawa. The method of this study is to administer questionnaire with inhabitants in these districts about satisfaction and intention of moving out, and to analyze the result using Fuzzy measuring. The findings are as follows. First, the satisfaction for neighboring road situation is directly related to inhabitants' intention of moving out. Second, the satisfaction for resection of the parking lot outside a site, is not directly related to inhabitants' intention of moving out, but indirectly related to the intention when that evaluation criterion is combined with the other criteria, and, what is more, the degree of relation to the intention is raised.

Keywords : Townscape Husbandry District, Satisfaction for Residential Environment, Intention of Moving out,

Fuzzy Analysis, Choquet Integral, Fuzzy measuring

景観形成地区、居住環境に対する満足度、転居意向、ファジィ分析、ショケ積分、ファジィ測度

1. はじめに

1-1 研究背景・目的

金沢市は江戸時代から城下町として発展してきた伝統的都市である^{文獻1)}。現在においても、町の伝統的特性を支えていくため、金沢中心部を中心に保存地区指定等の法規制を推進しており、約7割程度が景観形成地区に指定されている。しかし、近年、金沢中心部において、人口の継続的な転出と高齢化が進み、空地、空家が散在している。国勢調査によると、金沢中心部はこの35年間転出人口の増加により人口が半減し、また65歳以上の人口が約2割を占めている。また、金沢中心部は城下町と空間的に重複し、かつ非被災都市であって、都市構造・土地利用は基本的に城下町時代の道路パターンと宅地割りの上に成り立っているため^{文獻2)}、4m未満の狭小道路が約4割を占めており、狭小規模の青空駐車場・空地・空家が3,000余り分布している^{文獻3)}。さらに、保存および景観形成地区指定等の法規制により、12～15mの高さ規制、用途の制限、意匠に関する基準等が設けられている^{文獻4)}。金沢市は、平成12年「まちなか定住促進条例」を制定し定住人口の拡大に取り組んでいるが、特に、この高さの規制は最近人口転出の歯止めとなる都心部の分譲マンションの立地を規制している^{文獻5)}。

金沢市の人口の減少について、多く研究がなされているが、有効な方策は充分見出されているとは言えない。景観形成地区などの建物規制は、都市の物理的また空間的な継続性に有効に働くと考えられるが、必

ずしも居住者の居住の継続性を支持しているとは限らず、そのために様々な問題点を内包していると考えられる。居住者が自分の居住地域に対して良好な満足状態を保持しながら、すなわち地区や地域と安定的な関係を保ちながら、居住できることが望まれることは言うまでもない。

そこで、本論では地区の特徴的な項目についての満足度の構造を分析し、転居意向との関連を従来の多変量解析による分析に加えてファジィ分析を行い、転居意向への相乗・相殺効果を明らかにすることを目的とする。居住環境において居住者の転居意向と満足度の関連性を分析することは、今後の伝統的な都心居住を考えるうえでの一助となると考えられる。

1-2 既往の研究

関連する分野として、金沢中心部の研究、転居意向と居住環境の評価の研究、そしてファジィ分析がある。

金沢中心部の研究において、谷他^{文獻6)}は続いている人口の減少を指摘し、それは拡大市街部への転居出と世帯分離によるものと推計している。川上他^{文獻7)}は定住志向別に住宅および生活環境に関する満足度のプロフィール分析を行い、住宅評価を形成する住宅条件の方がより大きな影響を与えていると推定している。また川上他^{文獻8)}は地区特性と人口移動の関わりを探索するため重回帰分析を通じ、人口移動の傾向は各地区特性の差と年齢階層により異なることを説明している。転居意向と居住環境評価の関係についての研究では、秦^{文獻9)}は平地農村の地域住民を

* 京都大学大学院工学研究科 大学院生・工修
** 京都大学大学院工学研究科 教授・工博
*** 京都大学大学院工学研究科 助手・工博
**** 広島女学院大学生生活科学部 教授・工博

Graduate Student, Graduate School of Engineering, Kyoto University, M. Eng.
Prof., Graduate School of Engineering, Kyoto University, Dr. Eng.
Instructor, Graduate School of Engineering, Kyoto University, Dr. Eng.
Prof., School of Life Sciences, Hiroshima Jyogakuin University, Dr. Eng.

対象に町の環境条件を明らかにした上で、住民の環境評価と定住意向をクロス分析し、転居を促す条件として、成人を対象にした場合は施設利用や買い物不便であること、生活環境が悪いこと、また中高生を対象にした場合は働く場所が少ないことを指摘している。森川^{文(10)}は人口の高齢化が進み若年層の定着が大きな課題となっている農山村を対象に、青少年の志向する転出タイプ別に居住環境に対する評価の平均プロフィールを分析し、定住志向者の定着と帰還予定者の帰還にとって、就労場所の確保、生活環境の整備、交通環境の整備が重要であることを明らかにしている。天野他^{文(11)}は長野市を対象に定住希望者、転居希望者、転居者の3者による住環境意識から、地方都市中心部の人口減少のメカニズムを、住環境に不満を持つ居住者が住宅の改善の制約と仕事上の都合で郊外へ転居するという図式で捉えている。これらの研究では転居意向にかかわる居住環境評価要因として生活の利便性および住宅条件に対する居住者の評価をあげている。その他、転居意向に関する研究で、多治見他^{文(12)}は数値化Ⅱ類を用いて概ね80～100㎡以下の敷地面積の一戸建住宅で転居意向は強くなることを明らかにしている。

以上の研究ではいずれも転居意向と人口転出の要因の単独な関係のみを明らかにしている。しかし、居住者の転居意向は複数の要因の複合的な作用によるものと考えられる。1つの目的変数に対し複数の説明変数が複合的に作用した評価構造を引き出す分析方法としてファジィ分析がある。ファジィ分析に関する研究では、宮腰他^{文(13)}は天井高、幅、奥行き3属性の変化による高さ感の評価構造をファジィ測度を用いてファジィ分析し、高さ感に対して幅と奥行きは直接的寄与は小さいが、この2属性の相互作用および天井高との相互作用により、高さ感に相乗作用することを明らかにしている。また、位寄他^{文(14)}はファジィ分析を用いて都市内空地に対し、開放感、快適性等の形容詞句に対する評価と総合評価である魅力度の評価の関係構造を把握している。

上記の研究に対して本論は、居住者の満足度と転居意向を、従来主として多変量解析(相関分析、判別分析等)で捉えられてきた方法に加えて、ショケ積分重回帰式を用いたファジィ分析を行い、その関係を満足度項目間の相乗・相殺効果と捉えるところに特徴がある。

2. 研究の方法

2-1 調査地の概要

1965年から1995年までの30年間で、金沢中心部の人口は半減している^{文(4)}(図1)。本調査で対象とする地区は、前述した金沢中心部の金沢景観形成地区のうち、JR北陸線と犀川、浅野川に囲まれた地区と東山地区にある(図2)。この地区の中で「芳斎」、「東山」、「材木」、「十三間等」、「石引」の5地区を対象とする。

図1 金沢市の人口動態

2-2 調査方法

地区別に100世帯、総500世帯に対し転居意向と居住環境に対する満足度について、アンケート調査(調査方法：留置自記式、調査期間：平成12年8月18日～29日)を行った。

図2 調査対象地区

2-3 転居意向と満足度評価

転居意向については、「定住を考えている」と「転居を考えている」に分けた場合、「定住を考えている」に最も近いと考えられる「住み続けたい」を1、「転居を考えている」に最も近いと考えられる「5年以内に住みかえる」を5と、5つに分けた。居住環境評価については、設定した16項目に対し日頃の満足度評価を行った。満足度は「満足」、「やや満足」、「やや不満」、「不満」の4段階評価を用いた(表1)。

表1 アンケート調査の主な項目

(転居意向)	満足度			
	満足	やや満足	やや不満	不満
1. 住み続けたい	1	2	3	4
2. 住み続けざるをえない				
3. 今のところわからない				
4. いずれ(8年以上先)住みかえるつもり				
5. 5年以内に住みかえる				
(例) 1. 前面道路の幅員				
(満足度評価項目)				
1. 前面道路の幅員	5. 敷地外の駐車場の確保	9. 防犯	13. 買物	
2. 近隣の道路状況	6. 小公園	10. 通勤	14. 近所づきあい	
3. 道路歩行の安全性	7. 災害時の非難経路	11. 通学	15. 周りの雰囲気・景観	
4. 敷地内の駐車スペース	8. 火災延焼等の災害の危険性	12. 病院・医院	16. 子育ての環境	

以上の方法で得られたデータに対し、転居意向別満足度評価の特徴、転居意向と各満足度項目に対する評価の相関、転居意向と満足度項目に対する評価の回帰分析、そして満足度項目に対する評価の因子分析を行い、転居意向に対して説明力の大きい評価項目を抽出する。抽出した評価項目については評価項目間の組み合わせによる評価と転居意向との関連度を、ファジィ測度を用いて把握する。

3. アンケート調査に対する回答の特性

アンケート調査で得られた回答の特性は以下のようにまとめることができる。アンケート調査票の配布数および有効回収率は表2に示す。

表2 アンケート調査数及び有効回収率

調査対象地区	配布数	回収数	回収率(%)	有効回収数*	有効回収率(%)
芳斎	100	74	74	56	56
東山	100	73	73	33	33
材木	100	72	72	42	42
十三間等	100	70	70	39	39
石引	100	67	67	33	33
合計	500	356	71	203	41

*有効回収数は転居意向および全満足度評価項目に対し答えを得たものに限る。

3-1 回答者の特性の概要

回答者の属性を全体的にみると、女性より男性が約20%多く、年齢は40・50代が約51%、61歳以上が約24%を占める(表3)。家族内に65歳以上の高齢者のいる世帯は全世帯の約44%、そのうち高齢者のみの世帯が8.4%を占める(表4)。住宅の構造は、約81%が木造である(表5)。入居時期は1991年以降が約25%と最も多く、次に1951～1960年の間が約17%と多い。生まれてからずっと居住している定住人口は全体の約3割を占める(表6)。自家用車を所有している割合は80%を超える。2台以上の車を所有している割合も約41%にのぼる(表7)。

3-2 転居意向別満足度評価の特徴

回答者の転居意向^(注1)は「住み続けたい」の割合が全体の約49%と、回答者の約半数が定住を考えている傾向がある(表8)。転居意向別の満足度^(注2)をみると、全体的には「火災延焼等の災害の危険性」に対し不満度が高く、「住み続けたい」と回答した者は「近所づきあい」に対し満足度が最も高い。「いずれ(6年以上先)住みかえるつもり」と「5年以内に住みかえる」と回答した者はその他の意向に比べ、特に「敷地内の駐車スペース」に対し満足していない傾向があることがわかった(図3)。転居意向別居住環境に対する満足度のプロフィールからわかるのは、「住み続けざるをえない」と回答した者の満足度傾向はむしろ「いずれ(6年以上先)住みかえるつもり」と「5年以内に住みかえる」に近いということである。以上の結果をふまえ転居意向と満足度の関係をなるべく明確な構造として捉えるため、転居意向の項目を「住み続けたい」は「定住を考えている」に、「今のところわからない」は変わりなく「今のところわからない」に、「住み続けざるをえない」・「いずれ(6年以上先)住みかえるつもり」・「5年以内に住みかえる」は「転居を考えている」に組替えて3分類にし、転居を考えるほど満足度評価値が大きくなるように1、2、3の評価得点を与え直した(表9)。

3-3 転居意向と満足度評価項目の相関

転居意向と居住環境に対する満足度評価項目のピアソンの相関係数をを用いた相関分析を行った。転居意向に対し1%水準で有意な項目は、相関係数の大きい評価項目から「周りの雰囲気・景観」、「近隣の道路状況」、「敷地内の駐車スペース」、「道路歩行の安全性」、「近所づきあい」

表3 回答者の年齢の分布

年齢	11～20	21～30	31～40	41～50	51～60	61～70	71～80	合計
回答者全体(%)	0.5	7.9	15.8	29.2	22.3	14.4	9.9	100.0

表4 家族内の高齢者の有無

	65歳以上の方がいる	65歳以上の方がいない	合計
回答者全体(%)	44.1	55.9	100.0

表5 住宅構造の分布

	木造 (在来工法)	プレハブ (木質系)	プレハブ (鉄骨系)	ツーバイ フォー	鉄骨造	RC造	その他	合計
回答者全体(%)	80.5	1.0	1.0	1.5	13.0	2.5	0.5	100.0

表6 入居時期の分布

年	1921 ～30	1931 ～40	1941 ～50	1951 ～60	1961 ～70	1971 ～80	1981 ～90	1991～ 2000	左記のうち生まれ た時から住 んでいるもの	合計
回答者全体(%)	3.0	4.0	10.4	17.4	8.0	14.9	16.9	25.4	27.4	100.0

表7 自家用車の所有状況

	自家用車所有	自家用車未所有	左記のうち2台以上所有	合計
回答者全体(%)	84.7	15.3	41.4	100.0

表8 調査地の転居意向の傾向

調査対象地区	住み続けたい	住み続けざる をえない	今のところ わからない	いずれ(6年以上 先)住み かえるつもり	5年以内に 住みかえる	合計
芳斎	27	11	15	1	2	56
東山	15	10	1	4	3	33
材木	24	11	1	4	2	42
十三間等	15	6	11	3	4	39
石引	19	8	3	1	2	33
全体(%)	100(49.2)	46(22.7)	31(15.3)	13(6.4)	13(6.4)	203(100)

表9 項目の組替えによる転居意向の3分類

調査対象地区	定住を 考えている	今のところ わからない	転居を 考えている	合計
芳斎	27	15	14	56
東山	15	1	17	33
材木	24	1	17	42
十三間等	15	11	13	39
石引	19	3	11	33
全体(%)	100(49.2)	31(15.3)	72(35.5)	203(100)

表10 転居意向と満足度評価項目の相関分析

評価項目	係数	相関係数	有意確率
1.前面道路の幅員	0.168 *	0.017	
2.近隣の道路状況	0.220 **	0.002	
3.道路歩行の安全性	0.202 **	0.004	
4.敷地内の駐車スペース	0.211 **	0.003	
5.敷地外の駐車場の確保	0.171 *	0.015	
6.小公園	0.106	0.133	
7.災害時の避難経路	0.162 *	0.021	
8.火災延焼等の災害の危険性	0.168 *	0.017	
9.防犯	-0.006	0.931	
10.通勤	0.091	0.198	
11.通学	-0.008	0.908	
12.病院・医院	0.098	0.166	
13.買物	0.040	0.575	
14.近所づきあい	0.185 **	0.008	
15.周りの雰囲気・景観	0.224 **	0.001	
16.子育ての環境	0.176 *	0.012	

** 1%水準で有意でかつ相関係数の値が高い評価項目

* 5%水準で有意でかつ相関係数の値が高い評価項目

表11 転居意向と満足度評価項目の重回帰分析

評価項目	係数	非標準化係数		標準化係数	t	有意確率
		B	標準誤差			
(定数)		0.238	0.385		0.619	0.536
1.前面道路の幅員		-0.015	0.101	-0.014	-0.147	0.883
2.近隣の道路状況		0.116	0.116	0.106 *	0.997	0.320
3.道路歩行の安全性		0.103	0.096	0.100 *	1.079	0.282
4.敷地内の駐車スペース		0.097	0.074	0.105 *	1.319	0.189
5.敷地外の駐車場の確保		0.102	0.078	0.101 *	1.310	0.192
6.小公園		-0.062	0.082	-0.061	-0.746	0.457
7.災害時の避難経路		0.112	0.092	0.099	1.220	0.224
8.火災延焼等の災害の危険性		0.034	0.095	0.030	0.361	0.719
9.防犯		-0.182	0.088	-0.166 **	-2.064	0.040
10.通勤		0.044	0.112	0.036	0.390	0.697
11.通学		-0.197	0.122	-0.153 *	-1.608	0.110
12.病院・医院		0.176	0.115	0.139 *	1.536	0.126
13.買物		-0.059	0.092	-0.054	-0.641	0.522
14.近所づきあい		0.075	0.119	0.055	0.627	0.532
15.周りの雰囲気・景観		0.202	0.112	0.155 *	1.809	0.072
16.子育ての環境		0.103	0.110	0.082	0.943	0.347

* ベータが±0.1以上の評価項目

** 回帰係数が最も大きい評価項目

目的変数: 転居意向

重相関係数 R=0.414

図3 転居意向別評価項目に対する満足度のプロフィール

である。また、5%水準で有意な項目は、相関係数の大きい評価項目から「子育て環境」、「敷地外の駐車場の確保」、「前面道路の幅員」、「火災延焼等の災害の危険性」、「災害時の避難経路」である(表10)。

3-4 転居意向と満足度評価項目の重回帰分析

転居意向と居住環境評価項目に対する満足度の予測値が観測値の転居意向にどれほど適合しているかを調べるために回帰分析を行った。その結果、全体の評価項目の中では「防犯」の回帰係数が最も大きく、「周りの雰囲気・景観」、「病院・医院」、「近隣の道路状況」、「敷地内の駐車スペース」、「敷地外の駐車場の確保」、「道路歩行の安全性」がその後に続く。重相関係数は0.414であった(表11)。

3-5 回答者の満足度評価構造

満足度評価項目の因子分析を行い、回答者の満足度は5つに分けられることがわかった。また、各因子別に評価項目の内容をみて、第1因子は「車の通行」の軸、第2因子は「日常生活の利便」の軸、第3因子は「近所」の軸、第4因子は「犯罪」の軸、第5因子は「災害の危険」の軸と解釈する^{文獻15)}ことができた(表12)。

3-6 転居意向の説明変数となる満足度評価項目

転居意向と高い相関係数または回帰係数をもち、互いに相関はなるべく小さい評価項目を説明変数とするモデルを目指す。この際、4章に行うファジィ分析において、転居意向に対する説明変数間の組み合わせによる満足度の相乗・相殺効果を明らかにするためには、説明変数に対する満足度評価と転居意向は比例関係にある必要がある。まず、上述の相関または回帰分析の結果からは「前面道路の幅員」、「近隣の道路状況」、「道路歩行の安全性」、「敷地内の駐車スペース」、「敷地外の駐車場の確保」、「災害時の避難経路」、「火災延焼等の災害の危険性」、「防犯」、「通学」、「病院・医院」、「近所づきあい」、「周りの雰囲気・景観」、「子育ての環境」が転居意向の説明変数の候補として考えられる(表10、11)。次に、これら全てを選択する場合、表12の「近隣の道路状況」、「前面道路の幅員」、「道路歩行の安全性」、「敷地内の駐車スペース」のように、同じ因子内で負荷量が高い場合、説明変数間に高い相関を持つ場合が生じる。したがって、転居意向との高い相関係数や回帰係数を考えると「近隣の道路状況」、「通学」、「周りの雰囲気・景観」、「防犯」、「敷地外の駐車場の確保」、「火災延焼等の災害の危険性」が説明変数として有力である。最後に、説明変数となる満足度評価項目は、転居意向との相関係数および回帰係数が正(+)の値を持つ必要もあることから、ファジィ分析では「防犯」、「通学」は除外した。

これらの条件から、満足度が低下するほど転居意向が高くなる「近隣の道路状況」、「周りの雰囲気・景観」、「敷地外の駐車場の確保」、「火災延焼等の災害の危険性」の4つの満足度評価項目をファジィ分析の説明変数とした(図4)。

4. 転居意向に対する満足度評価項目間の組み合わせによる効果のファジィ分析

3-6で選び出した説明変数に基づいて、説明変数間の複合的評価と転居意向の関連度が説明できるファジィ測度を用いたファジィ分析を行った。

4-1 ファジィ測度による分析の理由

複数の要因は個別的に転居意向と相関するだけでなく、複合的に相互作用すると考えられる。本論は、居住環境に対する満足度が転居意向に関係があると考え、評価項目間の複合的満足度と転居意向の関連度を分析する。そのためには起こり得る評価項目間の複合的満足度と

表12 満足度評価項目の因子分析による因子行列

評価項目	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	第5因子
2 近隣の道路状況**	0.890 *	0.087	0.078	0.075	0.044
1 前面道路の幅員	0.724 *	0.045	-0.036	0.074	0.195
3 道路歩行の安全性	0.639 *	0.142	0.057	0.304	-0.017
4 敷地内の駐車スペース	0.384 *	-0.027	-0.034	0.291	0.288
12 病院・医院	0.058	0.756 *	0.039	-0.012	0.025
11 通学**	-0.010	0.675 *	0.064	0.398	-0.021
13 買物	0.127	0.586 *	0.132	-0.133	0.014
10 通勤	0.007	0.581 *	0.176	0.400	-0.008
15 周りの雰囲気・景観**	0.011	-0.048	0.708 *	0.256	0.120
16 子育ての環境	0.006	0.324	0.664 *	-0.034	0.108
14 近所づきあい	0.061	0.373	0.540 *	0.177	-0.031
9 防犯	0.228	0.147	0.087	0.470 *	0.075
5 敷地外の駐車場の確保**	0.249	0.017	0.200	0.416 *	0.050
7 災害時の避難経路	0.121	0.077	0.066	0.066	0.749 *
6 小公園	0.062	-0.041	0.428	-0.023	0.489 *
8 火災延焼等の災害の危険性**	0.366	-0.102	0.083	0.344	0.392 *
回転後の合計	2.162	2.024	1.542	1.139	1.114
負荷量平方和	13.515	12.651	9.634	7.120	6.962
分散の %	13.515	26.166	35.801	42.921	49.884
累積 %					

因子の抽出法は主因子法、回転法はバリマックス法を用いた。

* 各因子で高い因子負荷量

** 各因子で転居意向との相関・回帰係数は最も大きく、評価項目間の相関は小さい評価項目

図4 多変量解析で得られた転居意向の説明変数

転居意向の関連度を説明する関数が必要である。そこで、本論において居住環境に対する満足度と転居意向のデータは、順序尺度^{文獻3)}として扱い、また、この際関連度関数^{文獻4)}は非加法的である条件を与えることによって、間隔尺度では得られない関連度の分析が可能となる。各項目に与えられた評価値を総合して1つの総合評価を得る総合化の数学的方法として積分があり、特に、総合評価に対して各項目の重要度の重み付けが非加法的であるため、総合評価値が非加法的な和になる時には、ファジィ積分がこれに適している。このファジィ積分は、各項目に対する非加法的な重要度の重み付けであるファジィ測度により求められる^{文獻16)}。転居意向を総合評価と考えると、関連度関数としてファジィ測度が適していると考えられる。以降では、各満足度評価項目に対する重み付けと非加法的な満足度との積を足し合わせて転居意向の評価値を算出するファジィ積分を用い、項目ごとに与えられ

転居意向との関連度、すなわちファジィ測定値を求めることによって、転居意向と居住環境に対する満足度の関係構造を把握する。

4-2 ファジィ測定とその解釈

ファジィ測定は、順序尺度で評価する説明変数の転居意向に対する非加法的関連度関数とする。ファジィ測定は加法性^{文献17)、注5)}が仮定されていないため、ある集合A、Bに対し、 $A \cap B = \phi$ のときの「 $\mu(A \cup B)$ 」と「 $\mu(A) + \mu(B)$ 」の間の大小関係については、一意に定まらず、以下のいかなる場合も起こり得る。

$$\mu(A \cup B) \geq \mu(A) + \mu(B) \quad \text{or} \quad \mu(A \cup B) < \mu(A) + \mu(B)$$

また、起こり得る3通りの場合のそれぞれについて、次のような解釈が可能である。

- (1) $\mu(A \cup B) > \mu(A) + \mu(B)$: AとBの間に相乗作用がある。
- (2) $\mu(A \cup B) < \mu(A) + \mu(B)$: AとBは(μで測っている属性において)重複をもつ。または、AとBの間に相殺作用がある。
- (3) $\mu(A \cup B) = \mu(A) + \mu(B)$: AとBは独立で相互作用はない。相乗作用と相殺作用が互いに打ち消し合っている。

まとめると、「ファジィ測定はその非加法性によって部分集合間の相互作用(要素の組み合わせによる効果)を表している」と言える^{文献18)}。ただし、ここで扱うファジィ測定は、全体集合の測度の値が1とは限らないものである。また下記のように数学的に定義される。

- ① $\mu(\phi) = 0$ ② $A \subset B \Rightarrow \mu(A) \leq \mu(B)$

ここで②はファジィ測定の単調性を表している。しかし、ファジィ測定の解析において、「 $A \cap B = \phi \Rightarrow \mu(A \cup B) = \mu(A) + \mu(B)$ 」が成立することから、ファジィ測定は一般的な測度の拡張^{文献17)、注6)}であると言える。すなわち、「一般的な測度+ファジィ測定」である。

このような特性を持つファジィ測定をデータから算出する場合、ファジィ測定は、転居意向の観測値と、ファジィ積分式より説明変数の満足度評価値の和で求まる転居意向の予測値間の差の2乗を最小化して求める方法が用いられている^{文献16)}。これは回帰分析の方法と類似するが、一般的な線形重回帰式を用いると目的変数に対する説明変数の個別の関連度だけが算出されるため、目的変数に対する説明変数間の相互作用による満足度の効果は求まらない。そのため、ファジィ測定は、ファジィ積分型重回帰式^{文献13)14)}とショック積分型重回帰式^{文献19)}より得られる回帰係数から算出する。本論では、また、説明変数間の相互作用による満足度評価を別途に行わず、説明変数に対し個別に行った満足度のデータから説明変数間の相互作用による満足度を計算するため、ショック積分型重回帰式を用いた回帰分析によりファジィ測定を算出する。

4-3 ショック積分型重回帰式

目的変数(転居意向)と4つの説明変数に対する評価データを平均値0.5、標準偏差0.1の非負の単関数に変換させる。変換した説明変数に対する全サンプルのデータに基づき、ショック積分式を用いて転居意向の予測値を算出する。この予測値は、変換した目的変数に対する全サンプルのデータを観測値とした時、この観測値と予測値の差を最小化するように算出する^{文献19)}。予測値のショック積分値は、回答者の各説明変数に対する満足度評価値を変換したデータを、値が大きい順に並べ替え、最も小さい値を除き、大きい値から順に2つの説明変数の差を求め、これらの差とそれに該当するファジィ測定との積の総和である。

以上の内容を数式で定義すると次のようになる。式に使用する記号および説明変数の定義は表13と表14に示す。

n番目のサンプルのファジィ測定 $\mu(A)$ に係わる2つの説明変数の値の

差を $o_{n,A}$ で表す。例えば、 $i=3$ で、 $s_1 \geq s_2 \geq s_3$ の時、

$$\begin{aligned} n \text{ 番目のショック積分式 } C_n &= \{s(v_1) - s(v_2)\} \mu(\{1\}) + \{s(v_2) - s(v_3)\} \mu(\{1, 2\}) \\ &\quad + s(v_3) \mu(\{1, 2, 3\}) \\ &= [\mu(\{1\}) o_{n,\{1\}} + \mu(\{2\}) o_{n,\{2\}} + \mu(\{3\}) o_{n,\{3\}} + \mu(\{1, 2\}) o_{n,\{1, 2\}} \\ &\quad + \mu(\{1, 3\}) o_{n,\{1, 3\}} + \mu(\{2, 3\}) o_{n,\{2, 3\}} + \mu(\{1, 2, 3\}) o_{n,\{1, 2, 3\}}] \\ &\Rightarrow ([\text{の中}]) \text{の式は、} n \text{ 番目のファジィ積分型重回帰式} \text{ とする。ただし、} \\ &\quad o_{n,\{1\}} = s(v_1) - s(v_2), \\ &\quad o_{n,\{1, 2\}} = s(v_2) - s(v_3), \\ &\quad o_{n,\{1, 2, 3\}} = s(v_3) \end{aligned}$$

であり、ショック積分式に現れない $o_{n,A}$ は「0」と置く。

すなわち、 $o_{n,\{2\}} = o_{n,\{3\}} = o_{n,\{1, 3\}} = o_{n,\{2, 3\}} = 0$ とする。

このように表せば、各ファジィ測定を回帰係数とし、正規方程式で求められることがわかる。したがって、ファジィ積分型重回帰式の形に変換することによってファジィ測定を求めることができる。本論では、ファジィ積分型重回帰式の形に変換したショック積分式を「ショック積分型重回帰式」と呼ぶこととする。

4-4 ショック積分型重回帰式によるファジィ分析の結果

ショック積分型重回帰式を用いて回帰分析^{注7)}を行うことにより得られた各説明変数および説明変数間の複合的評価によるファジィ測定を表15に示す。ここで重相関係数は0.401であった。まず、説明変数間の組み合わせ数による満足度と転居意向の関連度であるファジィ測定をみると、変数間の組み合わせ数が1つの場合は{1}が0.131、組み合わせ数

表13 ファジィ測定の算出時に使用する記号

記号	意味
i	説明変数間に起こり得る結合
v_i	i番目説明変数
$\{V_i\}$	標準化済みのi番目説明変数に対する満足度評価データの集合 $=\{s(v_i)\}$
$g(V_i)$	標準化済みのi番目説明変数に対する偏回帰係数
$\mu(V_i)$	標準化済みのi番目説明変数に対するファジィ測定

本論でベースとなる説明変数は4つである。従って、説明変数間に起こり得る全ての組み合わせ数 $(2^n - 1, n: \text{説明変数の数})$ は15になるため、 $i=1, 2, 3, \dots, 15$ とする。

表14 全説明変数の定義

i	v_i	$\{V_i\}$
1	(1)近隣の道路状況	説明変数 ↑ [1]「近隣の道路状況」 [2]「周りの雰囲気・景観」 [3]「敷地外の駐車場の確保」 [4]「火災延焼等の災害の危険性」
2	(2)周りの雰囲気・景観	
3	(3)敷地外の駐車場の確保	
4	(4)火災延焼等の災害の危険性	
5		説明変数 ↑ の組み合わせ による 複合変数
11		[1, 2]
12		[1, 3]
13		[1, 4]
14		[2, 3]
15		[1, 2, 3, 4]

「↑」: ベースとなる説明変数間の組み合わせ   ○: 組み合わせられる説明変数

表15 ショック積分によるファジィ測定

	非標準化係数		* 標準化係数ベータ $g(V_i) = \mu(V_i)$	有意確率	サンプル数
	B	標準誤差			
(定数)	0.260	0.059		0.000	
[1]「近隣の道路状況」	0.400	0.240	0.131 **	0.097	54
[2]「周りの雰囲気・景観」	0.063	0.195	0.026	0.748	45
[3]「敷地外の駐車場の確保」	-0.169	0.273	-0.051	0.538	71
[4]「火災延焼等の災害の危険性」	-0.206	0.206	-0.076	0.320	33
[1, 2]	0.169	0.431	0.030	0.695	17
[1, 3]	0.044	0.229	0.014	0.846	53
[1, 4]	0.094	0.205	0.036	0.647	44
[2, 3]	0.766	0.333	0.189 **	0.023	39
[2, 4]	0.164	0.274	0.047	0.549	21
[3, 4]	0.704	0.283	0.182	0.014	29
[1, 2, 3]	0.475	0.258	0.153	0.067	53
[1, 2, 4]	0.711	0.216	0.269 **	0.001	47
[1, 3, 4]	0.414	0.189	0.175	0.030	68
[2, 3, 4]	0.308	0.190	0.128	0.108	35
[1, 2, 3, 4]	0.468	0.110	0.397 **	0.000	203

* 標準化係数ベータ=ファジィ測定

重相関係数 $R=0.401$

** 組み合わせ数別に転居意向との関連度(ファジィ測定)が最も大きい説明変数

が2つの場合は{2, 3}が0.189、組み合わせ数が3つの場合は{1, 2, 4}が0.269と転居意向と高い関連度を持つ。

次に、4-2節に従い、説明変数間の測度和と、説明変数間の組み合わせによる複合変数の測度との大小関係を比較し、転居意向に対する複数の説明変数間の組み合わせによる満足度の相乗・相殺効果に対する解釈を行った^(注8)。その結果を表16に示す。

まず、相乗効果をみると、説明変数間の組み合わせ数が2つの場合、{2}と{3}の組み合わせによる{2, 3}と、{3}と{4}の組み合わせによる{3, 4}は転居意向に相乗効果がある。組み合わせ数が3つの場合、複合変数{1, 2, 4}は確実に転居意向に相乗効果がある。また、組み合わせ数が2である複合変数が転居意向に対して相殺効果がある場合、{1}、{2}、{3}、{4}との組み合わせによって転居意向に相乗効果がある。最後に、相殺効果をみると、説明変数間の組み合わせ数が2つの場合、{2}、{3}、{4}は{1}との組み合わせによって転居意向に相殺効果がある。また、組み合わせ数が3つの場合、組

み合わせ数が2である複合変数の中で、転居意向に対して相乗効果のある{2, 3}と{3, 4}は、{1}、{2}、{4}との組み合わせにより、転居意向に相殺効果がある(表16、図5)。

以上の結果を要約すると、次の通りである。

- (1)「1. 近隣の道路状況」の満足度は、転居意向に単独では最も高い関連度を持ち、「1. 近隣の道路状況」に対して不満足ほど回答者の転居意向は高くなる。しかし、図5の①～④と⑦～⑩のように「2. 周りの雰囲気・景観」、「3. 敷地外の駐車場の確保」、または「4. 火災延焼等の災害の危険性」との組み合わせによって、転居意向に相殺効果がある。
- (2)「3. 敷地外の駐車場の確保」の満足度は、転居意向に単独では高い関連度を持たないが、図5の⑤～⑥、⑪～⑫のように「2. 周りの雰囲気・景観」または「4. 火災延焼等の災害の危険性」との組み合わせによって、転居意向に相乗効果がある。また、「3. 敷地外の駐車場の確保」の満足度は、相殺効果のある複合変数「1. 近隣の道路状況、2. 周りの雰囲気・景観」、「1. 近隣の道路状況、4. 火災延焼等の災害の危険性」、「2. 周りの雰囲気・景観、4. 火災延焼等の災害の危険性」との組み合わせによって、転居意向に相乗効果がある(図5の①、⑧、⑩)。
- (3)「2. 周りの雰囲気・景観」と「4. 火災延焼等の災害の危険性」の満足度は、図5の②～⑤、⑦、⑪のように

転居意向に相殺効果のある複合変数との組み合わせによっては相乗効果がある。しかし図5の⑥、⑫のように相乗効果のある複合変数との組み合わせによっては転居意向に相殺効果がある。

5. まとめと今後の課題

本論では転居意向への居住環境に対する満足度の関係を明らかにするため、多変量解析によって選んだ「近隣の道路状況」、「周りの雰囲気・

表16 説明変数間の測度和と説明変数の組み合わせによる複合変数の測度との大小関係の比較

説明変数の結合数	複合変数: AUB	説明変数: A	新たに追加する変数: B	Aのファジィ測度: $\mu(A)$	Bのファジィ測度: $\mu(B)$	(i) AとBの測度和: $\mu(A)+\mu(B)$	(i)と(ii)の大小関係	(ii)複合変数のファジィ測度: $\mu(AUB)$	AとBの組み合わせ効果	図5との対応
2	{1, 2}	{2}	{1}	0.026	0.131	0.157	>	0.030	-	①、②
	{1, 3}	{3}	{1}	0.051	0.131	0.182	>	0.014	-	③、④
	{1, 4}	{4}	{1}	0.076	0.131	0.207	>	0.036	-	⑦、⑧
	{2, 3}	{3}	{2}	0.051	0.026	0.077	<	0.189	+	⑤、⑥
	{2, 4}	{4}	{2}	0.076	0.026	0.102	>	0.047	-	⑨、⑩
3	{3, 4}	{4}	{3}	0.076	0.051	0.126	<	0.182	+	⑪、⑫
	{1, 2, 3}	{2, 3}	{1}	0.189	0.131	0.320	>	0.153	-	⑤
		{1, 3}	{2}	0.014	0.026	0.041	<	0.153	+	③
		{1, 2}	{3}	0.030	0.051	0.080	<	0.153	+	①
	{1, 2, 4}	{2, 4}	{1}	0.047	0.131	0.179	<	0.269	+	⑨
		{1, 4}	{2}	0.036	0.026	0.062	<	0.269	+	⑦
		{1, 2}	{4}	0.030	0.076	0.105	<	0.269	+	②
	{1, 3, 4}	{3, 4}	{1}	0.182	0.131	0.313	>	0.175	-	⑪
		{1, 4}	{3}	0.036	0.051	0.086	<	0.175	+	⑧
		{1, 3}	{4}	0.014	0.076	0.090	<	0.175	+	④
4	{2, 3, 4}	{3, 4}	{2}	0.182	0.026	0.208	>	0.128	-	⑫
		{2, 4}	{3}	0.047	0.051	0.098	<	0.128	+	⑩
		{2, 3}	{4}	0.189	0.076	0.265	>	0.128	-	⑥
	{1, 2, 3, 4}	{2, 3, 4}	{1}	0.128	0.131	0.259	<	0.397	+	⑥、⑩、⑫
		{1, 3, 4}	{2}	0.175	0.026	0.202	<	0.397	+	④、⑧、⑪

[1]=「近隣の道路状況」 [2]=「周りの雰囲気・景観」 [3]=「敷地外の駐車場の確保」 [4]=「火災延焼等の災害の危険性」
 [1, 2]=「近隣の道路状況、周りの雰囲気・景観」 [1, 2, 3, 4]=「近隣の道路状況、周りの雰囲気・景観、敷地外の駐車場の確保、火災延焼等の災害の危険性」
 本来[3]、[4]の測度はマイナス値であるが、相乗・相殺効果の解釈に限り、その絶対値をもって解析を行う。

①～⑫には変数の測度の相対的大小関係を図示

説明変数 {1}=「近隣の道路状況」 {2}=「周りの雰囲気・景観」 {3}=「敷地外の駐車場の確保」 {4}=「火災延焼等の災害の危険性」
 複合変数 {1, 2}=「近隣の道路状況、周りの雰囲気・景観」 {1, 2, 3}=「近隣の道路状況、周りの雰囲気・景観、敷地外の駐車場の確保」 {1, 2, 3, 4}=「近隣の道路状況、周りの雰囲気・景観、敷地外の駐車場の確保、火災延焼等の災害の危険性」

○ 追加する変数
 ○ 相乗効果
 ○ 相殺効果
 ○ 転居意向に相乗効果のある変数
 ○ 転居意向に相殺効果のある変数

図5 転居意向に対して相乗・相殺効果のある変数

景観」、「敷地外の駐車場の確保」、「火災延焼等の災害の危険性」の4つの満足度評価項目をもってファジィ分析を行った。その結果より、本論の特徴として次の4つが言える。

- 1) 全説明変数に対する不満が高くなると相乗的に転居意向が高くなることが分かり、これは多変量解析では得られない知見である。
- 2) 相関分析の結果では「周りの雰囲気・景観」の満足度が転居意向と最も高い相関を持つ。これに加えてファジィ分析を行った結果、「近隣の道路状況」の満足度が転居意向に単独で最も高い関連度を持つことがわかった。
- 3) 16の満足度評価項目と転居意向を重回帰式を用い、回帰分析を行って得られた重相関係数は0.414であった。これに対し、この16の評価項目から選んだ4の説明変数と転居意向をショケ積分型重回帰式を用い、ファジィ分析を行って得られた重相関係数は0.401であった。つまり、説明変数16項目の重回帰式の重相関係数と、より少ない説明変数4項目のショケ積分型重回帰式の重相関係数にはあまり差がない。
- 4) ファジィ測度で説明変数間の組み合わせによる効果を捉えることにより、「敷地外の駐車場の確保」のように転居意向に単独では関連度が高くないが、他の変数との組み合わせによって転居意向との関連度をあげる満足度評価項目も明らかにした。
- 5) 「近隣の道路状況」、「敷地外の駐車場の確保」の満足度は複合すると転居意向に対して相殺効果を持つが、それに他の条件が加わると相乗効果が見られた。調査地が城下町の狭い道路パターンであって、回答者の殆どが自家用車を所有しているので、「近隣の道路状況」、「敷地外の駐車場の確保」は複合しても転居意向に対して相乗効果を持たないと考えられる。

ファジィ分析は集合の組み合わせをすべて扱うため、 n 個の説明変数では組み合わせが $2^n - 1$ に増加する。したがって、多くの変数の組み合わせによる分析は困難である。また「防犯」、「通学」のように満足度が向上しても転居意向が高くなる項目については今回の分析では解明できなかった。この原因についての分析が今後の課題である。

謝辞

アンケート調査の実施には「じゅう・総合計画研究所」の協力を得た。じゅう・総合計画研究所と設間にご協力頂いた金沢中心部の居住者の方々に厚くお礼を申し上げたい。

注

- 注1) 5つに分けた転居意向の評価得点は「住み続けたい」を1、「5年以内に住みかえる」を5と、1～5の数字で便宜的に割り振った。
- 注2) 満足度は「満足」、「やや満足」、「やや不満」、「不満」の4段階評価を用いて、これらの評価得点はまた1～4の数字で便宜的に割り振った。
- 注3) 順序尺度 (Ordinal scale) は対象とする事象の大小関係を基に数値を与える規則である。多変量解析による分析では、図3、表10、11で用いたデータは連続変量として扱った。しかし、本論では、ファジィ分析を行い、相乗・相殺効果といった説明変数間の組み合わせによる効果を捉えるため、データの単調性のみに着目し、間隔尺度ではなく順序尺度^{文献17) 20)}として扱い、この関係を再度分析しなおした。
- 注4) 転居意向に対する説明変数の関連度を説明する関数を略して関連度関数と筆者が定義する。
- 注5) 測度の一般的な性質について参考文献17) から引用する。

ある集合A、Bに対し、

- ①加法性: 測度の本質は、その加法性にある。加法性を数式で書くと
 $A \cap B = \phi \Rightarrow \mu(A \cup B) = \mu(A) + \mu(B)$ となる。

- ②非負性: 測度の値は非負 (正または0) の実数である。ここでは集合の大きさとして日常的な普通の「大きさ」だけを考えているので、負の値をとるような

「大きさ」は扱わない。

空集合の測度は0である; $\mu(\phi)=0$ 。これは測度が集合の大きさを測っていることから、当然といえる。また、加法性の式で $A=\phi$ とすると、

$$\mu(B) = \mu(\phi) + \mu(B)$$

となり、 $\mu(B) < \infty$ ならば $\mu(\phi)=0$ となる。

- ③連続性: 測度のもう一つの性質に連続性がある。これは、集合の微小の変化に対して、その測度 (大きさ) も微小に変化し、急激には変化しないということである。

測度の連続性は、数学的には

$$(CFB) \quad A_n \uparrow A \Rightarrow \mu(A_n) \uparrow \mu(A)$$

$$(CFA) \quad A_n \downarrow A, \text{ある} m \text{ に対して } \mu(A_m) < \infty \Rightarrow \mu(A_n) \downarrow \mu(A)$$

と表現される。(CFB)は下からの連続性、(CFA)は上からの連続性と呼ばれる。

- 注6) ファジィ測度は、数の集まりや物の集まりに対して1つの数値を与える集合関数と呼ばれる関数の一種であり^{文献16)}、松下裕^{文献21)}はファジィ測度を主観的重視度と解釈している。

- 注7) 変換済みのデータの入力および分析はWindows用のSPSS10.0Jソフトウェアを用いた。

- 注8) ただし、本来ファジィ測度は0から1の値を取るが、本分析の結果{3}と{4}のファジィ測度がマイナス値であるため、相乗・相殺効果の解釈に限り、{3}と{4}の測度はその絶対値をもって解釈を行った。

参考文献

- 1) 二宮哲雄、「金沢・伝統・再生・アメニティ」、御茶の水書房、pp. 213～219、1991. 2
- 2) 金沢まちなか居住再生研究会、「金沢市「まちなか」居住再生にむけて提言書」、pp. 29～42、2001. 3
- 3) 金沢市都市政策部まちなみ対策課、「金沢市の都市景観施策」、2002
- 4) 「金沢中心部居住再生基礎調査報告書」、(株)日本海コンサルタント、2000. 10
- 5) 田中勝、「豊田市の都心部における分譲マンションの需要構造と居住環境評価-企業都市の都心部における人口空洞化問題の検討、愛知県豊田市の場合-」、日本都市計画学会学術研究論文集、第32回、pp. 481～486、1997
- 6) 谷明彦、増田達男、「既成市街地における人口および土地利用の変化について-金沢市におけるケース・スタディー-」、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 65～66、2000. 9
- 7) 川上光彦、高山純一、「戸建持家世帯の定住志向に関する調査研究-金沢市の場合-」、日本都市計画学会学術研究論文集、第13回、pp. 67～72、1978
- 8) 川上光彦、高山純一、「地域生活圏における人口移動と地区特性に関する一考察-金沢市におけるケーススタディー-」、日本都市計画学会学術研究論文集、第13回、pp. 67～72、1978
- 9) 秦秀宗、「農村地域における住民の定住意向に関する研究Ⅶ-群馬県邑楽町の成人・中高校生を対象として-」、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 575～576、1999. 9
- 10) 森川稔、「農村村青少年の居住環境評価と転出・帰還志向-滋賀県朽木村を事例として-」、日本都市計画学会学術研究論文集、第17回、pp. 163～168、1982
- 11) 天野克也、松本直司、「地方都市中心部における人口減少に関する研究」、日本都市計画学会学術研究論文集、第26回、pp. 577～582、1991
- 12) 多治見左近、延藤安弘、「敷地規模の定住・住みかえ意識に対する影響に関する考察」、日本都市計画学会学術研究論文集、第17回、pp. 253～258、1982
- 13) 宮越淳一、松下裕、神原浩、羽根義、「室内空間の高さ感に対するファジィ積分モデル- (1) 3属性での評価プロセスのモデル化-」、情報システム利用技術シンポジウム、第17回、pp. 361～365、1994
- 14) 位寄和久、両角光男、「ファジィ解析を用いた都市内空地の心理評価構造の分析-都市内空地の魅力度評価に関する研究-」、日本建築学会計画系論文集、第467号、pp. 105～112、1995. 1
- 15) 高橋正樹、宮田紀元、「南関東地域都市部の集合住宅における居住者及び住居属性からみた居住状況の類型化と類型別の居住環境に対する評価」、日本建築学会計画系論文集、第492号、pp. 69～74、1997. 2
- 16) 中島信之、武田英二、石井博昭、「社会科学の数理-ファジィ理論入門」、裳華房、1994
- 17) 日本ファジィ学会、「ファジィ測度-講座ファジィ第3巻」、日刊工業新聞社、1993
- 18) 藤本勝成、「重回帰分析++」、日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿)、pp. 387～388、1996. 9
- 19) 高萩栄一郎、室伏俊明、「ファジィ測度の同定について」、インテリジェント・システム・シンポジウム講演論文集、第5回、pp. 463～468、1995. 9
- 20) 久米弘、高梨一彦、「実務的SPSSによる多変量解析法」、高文堂出版社、p. 140、1993
- 21) 松下裕、「感性評価の数理モデルとその応用」、日本建築学会・情報システム技術委員会情報システム利用技術シンポジウム、第24回、pp. 291～295、2001

(2002年5月29日原稿受理、2003年3月12日採用決定)