



Title	PLS回帰を用いた集団回収への影響要因の検討 : 大阪府を事例に
Author(s)	波江, 彰彦
Citation	待兼山論叢. 日本学篇. 2014, 48, p. 27-46
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/56614
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

PLS 回帰を用いた集団回収への影響要因の検討

—大阪府を事例に—

波江 彰彦

キーワード：集団回収／ごみ／リサイクル／PLS回帰／大阪府

I はじめに

本研究の目的は、PLS回帰（partial least squares regression；以下ではPLSRと略す）を用いて集団回収に影響を与えている要因について検討することである。

集団回収とは、町内会や子ども会などの住民団体が中心となって定期的に古紙やアルミ缶などの資源ごみを回収するリサイクル活動である。廃品回収とも呼ばれている。1990年代以降、資源ごみ等の分別収集が全国的に進むなどしてごみのリサイクルにおける行政の役割が大きくなり、また、集団回収も行政の支援を受けるようになって完全な民間ベースの活動ではなくなってきたが、古くから根強く活動が続けられてきている。近年では、集団回収のコスト削減効果や地域社会における活動意義などが見直されるようになり、住民・回収業者・行政の三者が協力して集団回収を行おうという「協働型集団回収」についての検討も進んでいる（南ほか2009）。

集団回収は、日本全国の各地域においてさまざまな人々・組織がかかわって行われている活動であり、人口・世帯、経済、政策、文化、人々の意識・行動など多様な特性が複雑に影響しあう中で成り立っていると考えられる。これまで福岡・小泉（2007）や東海ほか（2008）、三輪・藤原（2008）、湯沢（2013）などがアンケート調査や統計的手法を用いて集団回収について

分析を行ってきたが、これらはすべて1つの市を対象としたミクロなスケールの分析であり、都道府県単位や全国単位で集団回収について分析した事例はほとんどみられない¹⁾。そこで本研究では、大阪府を事例に、市町村別の集団回収およびそれに関係すると考えられる地域特性のデータを用いながら、集団回収への影響要因について検討する。

本研究で用いるPLSRについては以下のIIで概要を述べるが、筆者はすでに別稿でPLSRの方法や特徴、他の手法と比較しての利点、地域分析にPLSRを適用することの有用性を報告している(波江2007)。また、福井県や大阪市を対象とした1人当たりごみ排出量に関する分析にPLSRを適用した研究事例を発表している(波江2007、2008)。ごみの排出と同様、複雑に関係しあう要因によって影響を受ける集団回収について分析する上で、PLSRを適用する意義は大きいと考える。

以下、IIではPLSRの概要と分析に使用するデータについて記す。IIIではPLSRを適用した分析の結果について検討する。IVでは本研究で得られた知見と今後の検討課題について述べる。

II 分析の概要

1. 分析手法

本研究で用いるPLSRについては、Iで述べたようにすでにその方法や特徴、他の手法と比較しての利点、PLSRを適用した分析事例を報告しているため(波江2007、2008)、ここでは概要と本研究の分析にPLSRを適用する意義について簡潔に記す。

PLSRは、非常に多くの説明変数群によって被説明変数の変動を説明するモデルの分析を可能にする手法である。その過程では、まず説明変数群がより少数の、かつ、互いに無相関の潜在変数と、負荷量、そして残差に分解される。

$$\mathbf{X} = \mathbf{TP}' + \mathbf{E} \quad (1)$$

ここで、 \mathbf{X} は $n \times i$ の説明変数行列、 \mathbf{T} は $n \times a$ の潜在変数行列、 \mathbf{P} は $i \times a$ の負荷量行列、 \mathbf{E} は $n \times i$ の残差行列、 n はサンプル数、 i は説明変数の個数、 a は潜在変数の個数 ($a \leq i$) を表している。

次に、潜在変数 \mathbf{T} によって被説明変数 \mathbf{y} の変動を説明する回帰分析を行い、回帰係数 \mathbf{b} を推定する。

$$\mathbf{y} = \mathbf{Tb} + \mathbf{e} \quad (2)$$

PLSRにおいて潜在変数は、説明変数群を効率よく要約した特性値であるとともに、被説明変数との共分散が最大になるように求められる。潜在変数が何を表しているかの解釈は潜在変数のスコア（潜在因子スコア）と負荷量を用いて行う。各々の潜在変数が被説明変数に与える影響については、推定された回帰係数をもとに判断できる。

すなわち、PLSRとは、統計データ（観測値）として得られる多くの説明変数群から統計データとしては観測できないいくつかの潜在的な因子を探索的に見つけ出し、それらによって被説明変数の変動をできるだけ説明しようとする手法であるといえる。現代社会における諸現象は、社会・経済・政治・文化・地域・歴史などが複雑に関係しあって形成する複合的な性質・要因の影響を受けていることが少なくない。こうした複合的な性質・要因と現代社会の諸現象との関係を分析する際に、上記の特徴をもつPLSRは有用性を発揮するといえよう。

本研究において分析の対象とする集団回収も、多様な性質をもつ地域住民によって行われている活動であり、人口・世帯特性、都市化度などの地域特性、ごみ処理・リサイクル施策に関する特性などの影響を受けていると考えられる。PLSRを適用することにより、集団回収に影響を与えている潜在的・複合的な要因を探索的に見つけ出し、その要因と集団回収との関係についてモデル化することが期待できる。

2. 分析に用いるデータ

大阪府の市町村間にみられる集団回収の地域差について追究するために、本研究では1人当たり集団回収量を被説明変数として分析を行う。大阪府の市町村別1人当たり集団回収量の分布を図1に示す。

2012年度における大阪府全体の1人当たり集団回収量は26.29 kg/人で、これは全国の20.49 kg/人を上回り、都道府県別では7番目に多い(2012年度一般廃棄物処理実態調査結果²⁾による)。市町村別にみると、千早赤阪村が最も多く(51.63 kg/人)、枚方市(48.65 kg/人)、河南町(46.51 kg/人)が続く。一方、藤井寺市と熊取町の1人当たり集団回収量は0であり、田尻町の実績もほとんどない(0.12 kg/人)。

ところで、本研究で使用する集団回収量のデータは「市町村による用具の貸出、補助金の交付等で市町村登録された住民団体によって回収された量」(環境省2014:7)である。すなわち、何らかのかたちで自治体の支援を受けて回収された量のみが把握されており、住民団体と回収業者との直接取引など自治体を介さずに回収された量は含まれていない。したがって、集団回収量が0であっても集団回収の実績が皆無であるとは限らないことに注意する必要がある。しかしながら、各市町村の自治体を介さない集団回収量を正確に把握するのは困難である。そこで、今回の分析では上記の定義によって把握されている集団回収量を対象とすることにし、その実績が0、あるいは、ほとんどない藤井寺市・熊取町・田尻町³⁾の3市町は分析対象から外した。したがって、今回の分析対象は大阪府下43市町村のうち40市町村となる。

次に、PLSRに用いる変数とその基本統計量を表1に示す。1人当たり集団回収量に影響を与えうる要因として、41変数を説明変数として用いた。以下、それらの選定理由について簡潔に述べる。

x1～x27は居住人口・世帯に関する変数である。集団回収は地域住民によって行われている活動であり、地域住民の世帯構成・住居・職業・経済的状况などによって規定される人口・世帯的特性の影響を受けると考えられる。

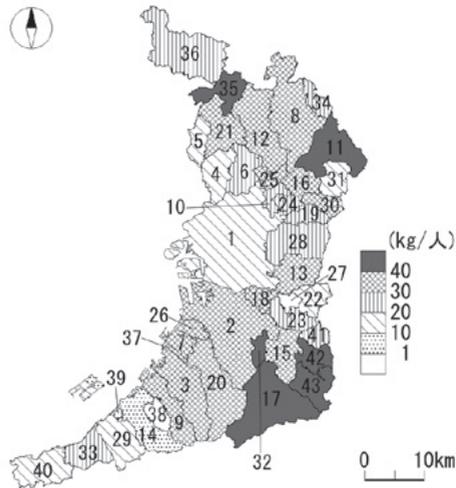


図1 大阪府の市町村別1人当たり集団回収量（2012年度）

注：地図中の番号は次の通りである。1：大阪市、2：堺市、3：岸和田市、4：豊中市、5：池田市、6：吹田市、7：泉大津市、8：高槻市、9：貝塚市、10：守口市、11：枚方市、12：茨木市、13：八尾市、14：泉佐野市、15：富田林市、16：寝屋川市、17：河内長野市、18：松原市、19：大東市、20：和泉市、21：箕面市、22：柏原市、23：羽曳野市、24：門真市、25：摂津市、26：高石市、27：藤井寺市、28：東大阪市、29：泉南市、30：四條畷市、31：交野市、32：大阪狭山市、33：阪南市、34：島本町、35：豊能町、36：能勢町、37：忠岡町、38：熊取町、39：田尻町、40：岬町、41：太子町、42：河南町、43：千早赤阪村

出典：2012年度一般廃棄物処理実態調査結果。

x28～x35は都市化度などの地域特性を測るための変数である。集団回収活動は町内会や子ども会などのコミュニティを単位として運営されており、コミュニティを取り巻く地域特性も集団回収活動を左右すると考えられる。また、集団回収活動は中学校以下の保育施設・学校単位で行われることも多いため、年少人口千人当たり保育施設・学校数を説明変数として採用した。

x36～x41はごみ処理・リサイクル施策に関する変数である。集団回収は民間主体の活動ではあるが、行政が行っているごみ処理・リサイクル施策の影響を直接的・間接的に受けている。集団回収奨励金は、各市町村のウェブサイトなどを参照し、1kg当たりの金額をデータとして採用した。回収品目によって金額が異なる場合は高いほうを採用した。また、定額制や段階的に

表1 PLSRに用いる変数とその基本統計量

	変数(単位)	最小値	最大値	平均値	標準偏差
y	1人当たり集団回収量(kg/人)	8.55	51.63	30.68	10.13
x1	1世帯当たり人員(人/世帯)	2.00	2.90	2.52	0.19
x2	単身世帯割合(%)	12.07	47.43	27.06	7.04
x3	12歳未満世帯員のいる一般世帯割合(%)	11.69	21.18	17.12	2.47
x4	未婚率(%)	22.55	31.72	26.74	1.82
x5	完全失業率(%)	5.98	11.52	7.75	1.33
x6	持ち家世帯割合(%)	42.22	97.15	67.24	12.33
x7	借家割合(%)	0.00	54.75	29.11	13.26
x8	一戸建世帯割合(%)	22.94	99.86	57.15	18.72
x9	長屋建世帯割合(%)	0.10	14.67	5.09	3.57
x10	共同住宅(1～5階)世帯割合(%)	0.00	38.19	22.88	9.32
x11	共同住宅(6階以上)世帯割合(%)	0.00	47.72	14.68	10.10
x12	管理的職業従事者割合(%)	1.60	3.85	2.40	0.46
x13	専門的・技術的職業従事者割合(%)	9.68	19.94	14.54	2.67
x14	事務従事者割合(%)	16.15	23.20	19.76	1.62
x15	販売従事者割合(%)	10.06	18.53	14.46	1.55
x16	サービス職業従事者割合(%)	10.20	13.19	11.42	0.72
x17	保安職業従事者割合(%)	1.06	3.32	1.76	0.57
x18	農林漁業従事者割合(%)	0.10	9.66	1.44	1.92
x19	生産工程従事者割合(%)	7.05	18.38	13.72	2.70
x20	輸送・機械運転従事者割合(%)	2.34	5.31	3.64	0.82
x21	建設・採掘従事者割合(%)	2.79	6.63	4.37	0.92
x22	運搬・清掃・包装等従事者割合(%)	4.66	10.07	6.61	1.29
x23	分類不能の職業割合(%)	2.05	10.29	5.87	2.14
x24	民有木造家屋1棟当たり床面積(m ²)	67.22	108.90	88.22	8.73
x25	民有非木造家屋1棟当たり床面積(m ²)	94.10	521.56	300.11	117.17
x26	1世帯当たり自動車保有車両数(台/世帯)	0.60	2.78	1.24	0.44
x27	1世帯当たり個人住民税負担額(円/世帯)	142,948.30	302,212.45	197,687.76	36,338.96
x28	人口密度(人/km ²)	112.30	12,006.17	4,477.75	3,384.57
x29	人口増減率(%)	-10.41	4.79	-1.37	3.14
x30	昼夜間人口比率	65.81	132.76	91.21	11.50
x31	0-14歳人口割合(%)	9.54	16.03	13.68	1.60
x32	65歳以上人口割合(%)	18.66	31.22	22.69	2.64

	変数(単位)	最小値	最大値	平均値	標準偏差
x33	世帯数(世帯)	2,065.00	1,341,554.00	95,901.88	213,802.67
x34	1km ² 当たり事業所数(事業所)	4.19	848.58	175.71	173.89
x35	年少人口千人当たり保育施設・小中学校数(件/千人)	2.42	8.38	3.45	1.28
x36	集団回収奨励金(円/kg)	0.00	8.00	3.67	1.78
x37	分別数	4.00	20.00	8.13	3.24
x38	指定袋等有無ダミー	0.00	1.00	0.40	0.50
x39	家庭ごみ収集有料化有無ダミー	0.00	1.00	0.18	0.39
x40	古紙収集有無ダミー	0.00	1.00	0.55	0.50
x41	直接焼却率(%)	73.32	97.11	85.99	6.00

注：基本統計量は分析対象とした40市町村に関するものである。平均値は、各データ項目の市町村値を連続変数として考え、重みづけを考慮せずに算出した単純平均である。ダミー変数についても、参考までに基本統計量を算出した。

出典：2012年度一般廃棄物処理実態調査結果(y・x37・x41)、2012・2013年度大阪府統計年鑑(x1・24～29・33・35、データは2012年)、2010年国勢調査(x2～23・30～32)、2012年経済センサス・活動調査(x34)、大阪府(2013)(x38～40)、各市町村のウェブサイト(x36～40)。

金額が変動する制度を導入している一部の市については、集団回収量や集団回収実施団体数、奨励金交付総額などのデータから1kg当たりの金額や1団体当たり平均単価を計算した⁴⁾。分別数は、行政が実施するごみ収集における品目区分数であり、2012年度一般廃棄物処理実態調査結果のデータを採用した。指定袋等有無ダミーは、可燃ごみ・普通ごみの排出に際して指定袋の使用や指定ステッカーの貼付が義務づけられている市町村は1、そうではない市町村は0の値をとるダミー変数である。家庭ごみ収集有料化有無ダミーは、指定袋等を購入する必要がある市町村は1、そうではない市町村は0の値をとるダミー変数である。なお、一定枚数の指定袋等が無料配布される市町村については0とした。古紙収集有無ダミーは、行政が実施する資源ごみ収集の対象品目の中に古紙があれば1、なければ0の値をとるダミー変数である⁵⁾。直接焼却率は、ごみ総処理量のうち一次処理として直接焼却された量の割合を示しており、2012年度一般廃棄物処理実態調査結果のデータを採用した。

Ⅲ PLSRによる分析結果と集団回収への影響要因

1. PLSRによる分析結果の概要

表2にPLSRによる分析結果⁶⁾の概要を示す。クロスバリデーションの結果、モデルの予測誤差を示す尺度であるMSEP（mean squared error of prediction）値は潜在変数が4つのときに最小となった（0.849）。したがって、今回の分析では第1～第4潜在変数を採用する。これら4つの潜在変数は元の説明変数群の62%ほどを要約している。また、回帰係数の符号がすべて正であることから、各市町村がもつ潜在因子スコアが正であれば1人当たり集団回収量を増やす方向に、負であれば減らす方向に作用する。回帰係数の大きさから判断すると、1人当たり集団回収量に与える影響の度合いは第2潜在変数、第1潜在変数、第4潜在変数、第3潜在変数の順に大きいといえる。

表2 PLSRによる分析結果の概要

潜在変数の個数		4
R ²		0.745
調整済みMSEP		0.849
潜在変数の累積寄与率（%）		62.53
回帰係数	第1潜在変数	2.675
	第2潜在変数	3.238
	第3潜在変数	2.178
	第4潜在変数	2.580
残差のグローバル・モランI統計量		-0.085
並換えp値		0.695

2. 潜在変数の解釈

次に、第1～第4潜在変数が何を表しているかについて、潜在因子スコアと負荷量を用いて解釈する。潜在因子スコアの分布を図2に、負荷量の値を

表3に示す。

まず、第1潜在変数については、持ち家世帯割合、一戸建世帯割合、1世帯当たり人員、1世帯当たり自動車保有車両数、農林漁業従事者割合の負荷量が正の高い値を示し、借家割合、単身世帯割合、1 km² 当たり事業所数、人口密度、昼夜間人口比率、未婚率の負荷量が負の高い値を示している。潜在因子スコアは南河内郡（太子町・河南町・千早赤阪村）や豊能郡（豊能町・能勢町）で高く、大阪市とその東側に隣接する門真市や守口市などで低

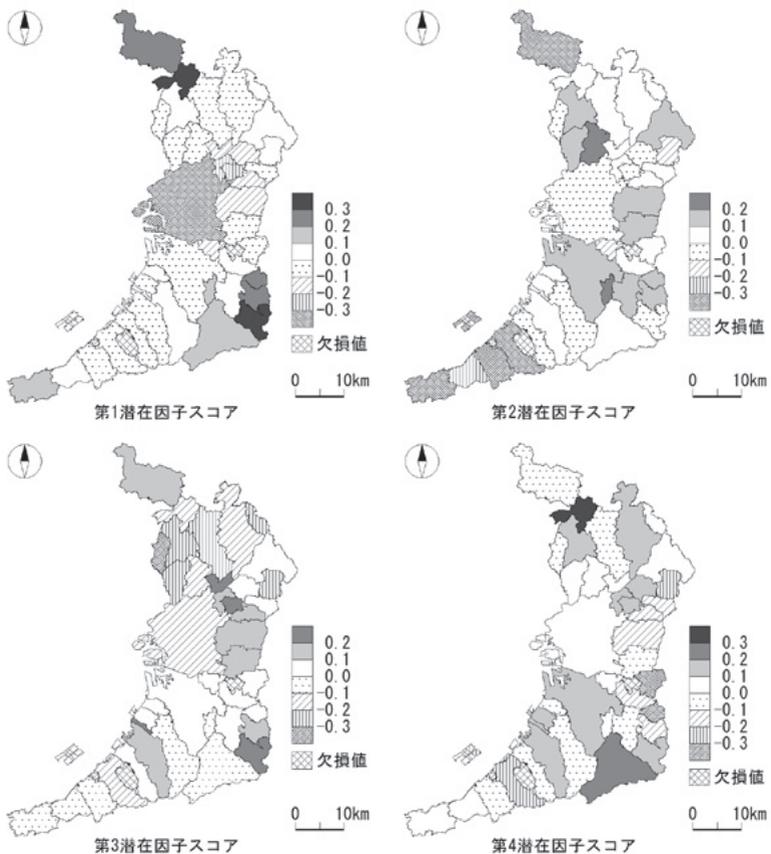


図2 潜在因子スコアの分布

表3 各潜在変数の負荷量

説明変数	潜在変数				説明変数	潜在変数			
	第1	第2	第3	第4		第1	第2	第3	第4
x1	5.086	-2.017	0.951	-0.921	x22	-2.764	-2.925	3.348	0.409
x2	-5.420	1.693	-0.387	-0.140	x23	-4.346	2.437	0.811	1.279
x3	0.159	0.420	-0.600	-2.070	x24	1.970	1.059	-3.470	0.746
x4	-4.761	1.618	-0.757	-1.360	x25	-4.200	1.897	-1.820	0.690
x5	-2.908	-3.066	2.256	0.103	x26	4.612	-2.657	2.222	-0.346
x6	5.614	-2.067	0.622	0.202	x27	1.723	3.595	-4.331	0.481
x7	-5.702	1.349	-0.757	0.416	x28	-5.008	1.898	0.582	1.011
x8	5.254	-2.627	1.647	-0.305	x29	-3.575	2.416	-2.489	-0.407
x9	-4.434	-0.149	2.395	-0.268	x30	-4.916	0.052	1.498	-0.512
x10	-3.922	3.024	-1.932	-0.265	x31	-1.534	0.982	-0.645	-1.982
x11	-4.518	2.138	-2.133	0.898	x32	3.047	-2.435	1.432	2.000
x12	2.120	2.895	-2.807	0.725	x33	-3.366	0.226	-0.889	0.358
x13	2.505	2.304	-4.946	0.656	x34	-5.144	0.997	0.859	0.768
x14	2.312	2.232	-4.445	0.453	x35	3.456	-2.466	1.636	0.502
x15	-1.659	3.433	-4.227	0.935	x36	0.016	1.088	2.895	0.447
x16	-1.746	-3.025	-0.724	1.117	x37	0.708	-1.360	-0.675	1.427
x17	3.334	-3.598	-0.749	-0.102	x38	2.676	-0.996	0.487	0.399
x18	4.062	-2.609	1.411	-0.658	x39	-0.343	-2.411	0.739	0.640
x19	-0.834	-1.421	4.750	-2.681	x40	-0.526	-2.464	-3.029	2.426
x20	-0.909	-3.437	4.346	0.495	x41	-4.207	0.274	-0.929	-1.564
x21	-1.588	-2.146	4.440	-0.209					

注：潜在変数ごとに負荷量の絶対値が上位10位のものを太字で示した。

い。これらをふまえると、第1潜在変数は都市・農村性を表すものであると考えられる。潜在因子スコアが大きくなるほど、一戸建てが多くみられ、世帯規模が大きく、世帯が所有する自動車台数が多いといった農村的性格が強まり、逆に潜在因子スコアがマイナスになるほど、人口や事業所の密度が高く、昼間人口が多く流入し、アパート等に居住する単身者が多くみられるといった都市的性格が強まる傾向があるといえる。

続いて、第2潜在変数については、1世帯当たり個人住民税負担額、販売

従事者割合、共同住宅（1～5階）世帯割合、管理的職業従事者割合の負荷量が正の高い値を示し、保安職業従事者割合、輸送・機械運転従事者割合、完全失業率、サービス職業従事者割合、運搬・清掃・包装等従事者割合の負荷量が負の高い値を示している。潜在因子スコアは吹田市とその周辺、ならびに、大阪狭山市とその周辺に正の高い値が分布し、大阪府の北端、あるいは、南端に位置する能勢町・岬町・泉南市・泉佐野市・阪南市で負の高い値が分布している。特に負荷量に注目すれば、第2潜在変数は主に職種と経済状況の特性を表すものであると考えられる。1世帯当たり個人住民税負担額を平均所得の代理変数と考えると、潜在因子スコアがプラスを示す地域は所得が比較的高く、販売業や管理的職業の従事者が多い傾向にあるといえる。他方、潜在因子スコアがマイナスを示す地域は所得・就労状況が比較的悪く、ブルーカラー割合が高い傾向にあるといえる。

次に、第3潜在変数については、生産工程従事者割合、建設・採掘従事者割合、輸送・機械運転従事者割合、運搬・清掃・包装等従事者割合、集団回収奨励金の負荷量が正の高い値を示し、専門的・技術的職業従事者割合、事務従事者割合、1世帯当たり個人住民税負担額、販売従事者割合、民有木造家屋1棟当たり床面積、古紙収集有無ダミー、管理的職業従事者割合が負の高い値を示している。潜在因子スコアは千早赤阪村、門真市、忠岡町、摂津市の順に高く、池田市・箕面市・茨木市・交野市・島本町・豊中市のスコアが低い。ここでは、正負に高い負荷量を示す集団回収奨励金と古紙収集有無ダミーに注目したい。古紙の回収率をいかに高めるかについては、奨励金制度を充実させるなどして集団回収を促進する方法と、行政による資源ごみ収集の対象品目に古紙を設定して回収を進める方法の2通りのアプローチが考えられ、市町村の対応も分かれている。第3潜在変数は、このようなアプローチの違いを表しているのではないだろうか。もちろん、正負に高い負荷量を示すホワイトカラー・ブルーカラーに関する変数も重要であり、総合的に考えれば、第3潜在変数は古紙回収のアプローチの違いとホワイトカラー・ブルーカラーの違いをともに表す複合的な変数とみなすことができよ

う。潜在因子スコアがプラスを示す地域は集団回収奨励金とブルーカラー割合がともに高い傾向にあり、他方、潜在因子スコアがマイナスを示す地域では行政が古紙収集を実施する傾向があり、ホワイトカラー割合が高い地域であると考えられる。

最後に、第4潜在変数については、古紙収集有無ダミー、65歳以上人口割合、分別数の負荷量が正の高い値を示し、生産工程従事者割合、12歳未満世帯員のいる一般世帯割合、0～14歳人口割合、直接焼却率の負荷量が負の高い値を示している。潜在因子スコアは豊能町や河内長野市が高く、柏原市・太子町・交野市・泉佐野市が低くなっている。ここでもごみ処理・リサイクル施策に関する変数に注目すると、正負に高い負荷量を示している古紙収集有無ダミー・分別数と直接焼却率は相反する変数であることに気づく。なぜなら、古紙を含む多くの品目を収集対象として多分別収集を実施し直接資源化を進めれば、一次処理として直接焼却されるごみの割合は低くなるからである。その他の変数もあわせて考えると、第4潜在変数は資源ごみ収集に関する特性と年齢特性をあわせもつ変数であると読み取れる。潜在因子スコアが高い地域は多分別収集が実施されている年齢層の高い地域、潜在因子スコアが低い地域はごみの直接焼却率が高く、子どもが比較的多い地域であると考えられよう。

3. 潜在変数と1人当たり集団回収量との関係

Ⅲの1で述べたように、回帰係数の大きさから判断すれば、1人当たり集団回収量に与える影響の度合いは第2潜在変数、第1潜在変数、第4潜在変数、第3潜在変数の順に大きい。以下では、この順に沿って潜在変数と1人当たり集団回収量との関係について検討する。

第2潜在変数は、主に職種と経済状況の特性を表す変数と解釈された。回帰係数の符号が正であることから（第1・3・4潜在変数も同様）、第2潜在因子スコアが高い地域、すなわち、所得や販売業・管理的職業従事者割合が比較的高い地域においては1人当たり集団回収量が多くなる傾向にあり、逆

にスコアが低い地域、すなわち、所得・就労状況が比較的悪く、ブルーカラー割合が高い地域においては1人当たり集団回収量が少なくなる傾向にあると考えられる。経済的・社会的ステータスが集団回収にある程度影響を与えていることを示唆しているといえよう。

第1潜在変数は、都市・農村性を表す変数と解釈された。分析結果は、農村的性格が強い地域ほど1人当たり集団回収量が多く、都市的性格が強い地域ほど1人当たり集団回収量が少なくなる傾向にあることを示している。集団回収活動は町内会や子ども会といった住民団体を単位として行われることが多く、都市的地域に多く居住する未婚の単身者にとっては集団回収活動への参加・協力機会が乏しく、都市的地域の1人当たり集団回収量が低迷する要因となっていると考えられる。対照的に、大阪府の郡部は農村的性格は強いものの、過疎化はそれほど深刻ではなく、地域のコミュニティを単位とした集団回収活動が活発に行われていることが推察される。

第4潜在変数は、資源ごみ収集に関する特性と年齢特性をあわせもつ変数であると解釈された。分析結果からは、多分別収集が実施されている年齢層の高い地域において1人当たり集団回収量は多くなり、ごみの直接焼却率が高く、子どもが比較的多い地域において1人当たり集団回収量は少なくなる傾向にあると読み取ることができる。この解釈は、一見矛盾をはらんでいるように思われる。なぜなら、多分別収集が実施されれば行政による古紙等の収集量は増加する反面、集団回収で回収される古紙等の量は減少すると考えられるからである。しかし、見方を変えれば、行政によるリサイクル推進が地域全体のリサイクル活動を活発にする効果をもつことも考えられ、今回の分析結果はそのような効果が認められることを示しているのではないだろうか。

子ども会やPTAが主体となって活動が行われたり、保育施設や学校が回収拠点として使用されたりするなど、集団回収活動における子どもや保育施設・学校の役割は大きいものがあり、筆者は年少人口や子どものいる世帯の多さは1人当たり集団回収量を増やす方向に作用すると予想していた。しかし、本分析では、年少人口や子どものいる世帯の割合が高い地域ほど1人当

たり集団回収量は少なく、老年人口割合が高い地域ほど1人当たり集団回収量は多いという、予想とは異なる結果が得られた。集団回収活動実施団体の構成や活動に参加している人々の年齢層が関係していることが考えられるが、現時点では実施団体等に関する詳細なデータを得られておらず、このことについては今後の検討課題としたい。

最後に、第3潜在変数は古紙回収のアプローチの違いとホワイトカラー・ブルーカラーの違いをとともに表す複合的な変数と解釈された。分析結果は、集団回収奨励金が高く、ブルーカラー割合も高い地域において1人当たり集団回収量が多くなり、行政が古紙収集を行っているホワイトカラー割合の高い地域において1人当たり集団回収量が少なくなる傾向があることを意味している。集団回収奨励金制度などを充実させて活動促進を図っている市町村において集団回収量が増え、行政による分別収集によって古紙等の資源ごみ収集を推進している市町村では相対的に集団回収量が少なくなることは自然なことであろう。しかし、ブルーカラー割合の高さが1人当たり集団回収量を増加させ、ホワイトカラー割合の高さが1人当たり集団回収量を減少させるような影響をもつという結果は、第2潜在変数をもつ効果と矛盾しているように見える。ここではさしあたり、第3潜在変数を特徴づけている変数のうち、1人当たり集団回収量に直接的に影響を与えている変数は集団回収奨励金と古紙収集有無ダミーであり、ブルーカラー割合の高さは集団回収奨励金が高い地域の特徴として、ホワイトカラー割合の高さは古紙収集を実施している地域の特徴として現れたと考えておきたい。集団回収奨励金制度や古紙収集といたりサイクル施策と地域人口の職種構成とのあいだに何らかの関係性があるかどうかについては現時点では不明であり、今後さらに検証していきたいと考えている。

4. 残差

図3に1人当たり集団回収量の実値とPLSRによって得られたモデルによる推定値（いずれも標準化得点）、そして実値から推定値を差し引いて

求められる残差の分布を示す。まず、残差の空間的自己相関をみると、グローバル・モラン I 統計量は -0.085 （並換え p 値は 0.695 ）であり（表 2）、有意な空間的自己相関は認められなかった。⁷⁾

次に、特に残差が大きかったいくつかの自治体について検討する。正側に最も残差が大きかった自治体は茨木市（1.504）であり、枚方市（1.062）が次に続く。これらの自治体では、実際値が推定値をかなり上回っているこ

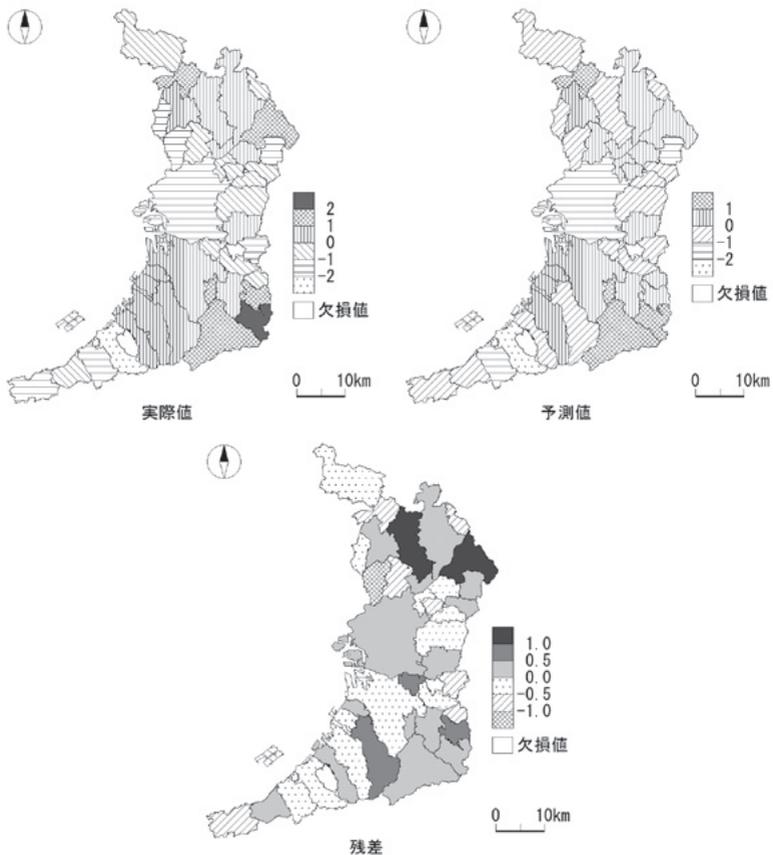


図3 1人当たり集団回収量の実際値と PLSR によって得られたモデルによる推定値（いずれも標準化得点）、残差の分布

とになる。茨木市がもつ潜在因子スコアの特徴としては第3潜在因子スコアが特に低い(-0.263)ことが挙げられ(図2)、モデルでは1人当たり集団回収量は平均以下と推定されている。行政による古紙収集を実施していること、集団回収奨励金が比較的低いこと(2円/kg)⁸⁾、ホワイトカラー割合や1世帯当たり個人住民税負担額が比較的高い⁹⁾ことを反映した結果と考えられるが、実際の1人当たり集団回収量は38.40 kg/人と府内で9番目に多い。

枚方市の場合は、4つの潜在因子スコアの中で際立った値はないがすべてが正の値を示し、モデルによる推定では1人当たり集団回収量は8位に位置する。ところが、実際の値は48.65 kg/人と府内で2番目に多く、結果として残差が大きくなっている。

一方、負側に最も残差が大きかった自治体は豊中市(-1.065)であり、太子町(-0.902)が次に続く。これらの自治体では、実際値が推定値をかなり下回っていることになる。豊中市に関しては、第2潜在因子スコアがやや高い値(0.161)、第3潜在因子スコアがやや低い値(-0.213)をもち(図2)、モデルによる推定では1人当たり集団回収量は平均をわずかに下回る(-0.120)とされている。しかし、実際の値はそれ以上に低い水準にあり(18.68 kg/人、標準化得点は-1.185)、残差が大きくなった。

太子町は、農村的性格を反映して第1潜在因子スコアが高い値(0.287)を示す一方で、子どもの多さと分別数の少なさ、行政による古紙収集を実施していないことなどを反映して第4潜在因子スコアが低い値(-0.325)を示し(図2)、モデルによる推定では1人当たり集団回収量は平均を上回る(0.705)という結果が得られている。ところが、実際の値はむしろ平均を下回っており(-0.197)、大きな残差が生じている。

IV むすびにかえて

本研究では、大阪府の市町村を分析対象として、PLSRを用いて1人当たり集団回収量に影響を与える要因について検討した。分析の結果得られた知

見は次のようにまとめられる。

①PLSRを用いた分析の結果、1人当たり集団回収量に影響を与える4つの潜在変数が得られた。第1潜在変数は都市・農村性を表す変数、第2潜在変数は職種と経済状況の特性を表す変数、第3潜在変数は古紙回収のアプローチの違いとホワイトカラー・ブルーカラーの違いをともに表す複合的な変数、第4潜在変数は資源ごみ収集に関する特性と年齢特性をあわせもつ変数であると考えられる。

②潜在変数と1人当たり集団回収量との関係について検討した結果、地域の経済的・社会的ステータスがある程度集団回収に影響を与えていることが示唆された。また、1人当たり集団回収量は農村的性格の強い地域において多く、都市的性格が強い地域において少ない傾向がみられた。

③集団回収奨励金が高い地域において1人当たり集団回収量は多く、行政が古紙収集を実施している地域において1人当たり集団回収量は少なくなる傾向が認められた。ただし、行政が古紙等の多分別収集を行うことにより地域全体のリサイクル活動が活発化し、1人当たり集団回収量が増加するという効果もうかがえた。

本研究で得られたPLSRモデルは、1人当たり集団回収量の変動の74.5%を説明し、残差には空間的自己相関はみられなかった。しかしながら、今回のモデルは1人当たり集団回収量の変動の25%ほどは説明できておらず、また、Ⅲの4で検討したようにいくつかの自治体では大きな残差がみられた。この原因としては、今回の分析では集団回収実施団体に関する特性や地域住民の態度・意識といった影響要因を考慮できていないということが挙げられよう。また、クロスバリデーションによる予測誤差(MSEP)の値が波江(2007、2008)の結果と比較とするとやや大きく、今回の分析で得られたPLSRモデルは大阪府市町村のデータに過度に当てはめ気味であることも考えられる。今後、集団回収に影響を与えうる説明変数群と対象地域の範囲・スケールを再検討しながらさらに分析を繰り返し、集団回収の動向を説明・予測するモデルの精緻化を進める必要がある。

[付記]

本研究の遂行にあたっては、科学研究費補助金・若手研究(B)(課題番号:22720308、25770297)の一部を使用した。

[注]

- 1) 波江(2013)は、全国の市町村を分析対象として集団回収の特徴と2時点間の変化に関する分析を行った。
- 2) http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/h24/。
- 3) 田尻町は牛乳パックとペットボトルの回収にのみ奨励金を交付しており、古紙や空き缶などは奨励金交付の対象としていない。2012年度の集団回収量は1tに過ぎず、ほとんど実績がないとみなした。
- 4) たとえば大阪市は、回収量が10t未満の場合古紙再生品の支給、10t以上15t未満は1.5円/kg、15t以上30t未満は2円/kg、30t以上は3円/kgと段階的に変動する制度を導入している(1団体の上限は70万円)。2012年度の集団回収量は38,226t、集団回収実施団体数は2,765団体であったことから、1団体当たりの平均回収量は13.82tと計算できる。これをふまえ、1団体当たりの平均単価を1.5円/kgとみなし、大阪市のデータとして採用した。なお、大阪市や泉大津市は回収量に応じた奨励金のほかに回収参加金として一定額を交付しているが、今回の分析では考慮しない。
- 5) 以上のダミー変数については、大阪府(2013)や各市町村のウェブサイト参照して作成した。
- 6) 統計解析ソフトウェアR(R Core Team 2014)のバージョン3.1.1を使用し、plsパッケージを利用して分析を行った。また、leave-one-out法によるクロスバリデーションによってPLSRで得られた分析モデルを評価し、最適モデルを決定した。これらの詳細については波江(2007)を参照されたい。
- 7) 空間的近接性を示す重みとしては、行基準化した連結性指標を用いた(中谷2003:25-27)。グローバル・モランI統計量の計算にはRを使用した。また、無作為順列化仮定に基づく両側5%検定を行った。
- 8) 茨木市は、集団回収量が1t以上2t未満なら2万円、2t以上4t未満なら2万3千円…と段階的に変動する奨励金制度を導入している。そこで、茨木市の1kg当たり平均単価は次のように計算した。2012年度における集団回収量は10,651t、実施団体数は404団体であることから、1団体当たり平均回収量は26.364tと求められる。25t以上30t未満の場合5万4千円が交付されることから、1kg当たり平均単価は $54,000 / 26,364 = 2.048$ と計算でき、端数を切り捨てて2円/kg

を採用した。

- 9) 管理的職業従事者割合は 21 位(分析対象の 40 市町村中、以下同様)、専門的・技術的職業従事者割合は 7 位、事務従事者割合は 5 位、1 世帯当たり個人住民税負担額は 6 位である。

[文献]

- 大阪府 2013.『平成 23 年度 大阪府の一般廃棄物』大阪府。(URL : <http://www.pref.osaka.lg.jp/shigenjunkan/recycle/oosaka25.html>)
- 環境省 2014.『日本の廃棄物処理 平成 24 年度版』環境省。(URL : http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/h24/data/disposal.pdf)
- 東海明宏・古市徹・館小路順 2008. 札幌市の集団資源回収における役割分担の現状と方向性に関する調査研究. 都市清掃 61 (281) : 66-71.
- 中谷友樹 2003. 空間的共変動分析. 杉浦芳夫編『地理空間分析』23-48. 朝倉書店.
- 波江彰彦 2007. PLS 回帰を用いた地域分析の試み. 地理学評論 80 (4) : 178-191 頁.
- 波江彰彦 2008. 大都市における家庭ごみ排出の空間構造とその時間変動 : 1980 ~ 2000 年度の大阪市を事例に. 経済地理学年報 54 (3) : 161-187.
- 波江彰彦 2013. 集団回収の特徴とその変化に関する一考察 : 2000 年度と 2011 年度のデータを比較して. 待兼山論叢日本学篇 47 : 1-18.
- 福岡雅子・小泉春洋 2007. 経済的支援中止後の古紙等の集団資源回収活動に関する研究. 廃棄物学会研究発表会講演論文集 18 : 149-151.
- 南明紀子・山本耕平・酒巻弘三・細田佳嗣 2009. 持続可能な「協働型集団回収」についての考察. 廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集 20. (CD-ROM 収録)
- 三輪拓也・藤原健史 2008. 地域コミュニティの立地要因を考慮したごみ集団回収量のモデリング. 廃棄物学会研究発表会講演論文集 19 : 123-125.
- 湯沢昭 2013. 家庭ごみの減量対策としての有価物集団回収の実態と課題 : 群馬県前橋市を事例として. 日本建築学会計画系論文集 78 (693) : 2329-2337.
- R Core Team 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. (URL: <http://www.R-project.org/>)

(文学研究科特任研究員)

SUMMARY

A Study on the Factors Influencing Community-based Activities of
Collecting Recyclable Waste Using Partial Least Squares Regression:
A Case Study of Osaka Prefecture

Akihiko NAMIE

This study considered the factors influencing community-based activities of collecting recyclable waste (CACRW) in Osaka Prefecture using partial least squares regression (PLSR). The case study included one explained variables and forty-one explanatory variables; the per capita weight of recyclables collected through CACRW and variables regarding households, environments, and municipal policies in forty municipalities in Osaka Prefecture (excluding three municipalities).

As a result from an analysis applied PLSR, this study found four latent variables influencing the per capita weight of recyclables collected through CACRW: the variables regarding (1) urbanity and rurality, (2) employment and income, (3) approaches to collecting used papers and differences between white- and blue-color workers, and (4) municipal policies of collecting recyclables and age structure of population. The result indicated that regional differences in socio-economic status influenced CACRW, and the per capita weight of recyclables collected through CACRW seemed to be larger in rural regions and fewer in urban regions. In addition, this study found that financial incentives to promote CACRW increased the per capita weight of recyclables collected through CACRW. The implementation of sorted collection of recyclable waste by municipal governments seemed to have both positive and negative effects on CACRW.