

氏名・(本籍)	カタヤマ ヒロコ 片山 浩子 (岡山県)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	甲第総26号
学位授与の日付	令和5年3月22日
学位授与の要件	学位規程第4条第3項該当(課程博士)
学位論文題目	調査・検査における質的データの扱いと項目精選
論文審査委員	主査 教授 森 裕一 副査 教授 黒田 正博 教授 中川 重和 教授 山口 隆久 教授 大藪 亮 教授 飯塚 誠也 (岡山大学大学院環境生命科学研究科)

論文内容の要旨

申請者氏名 片山 浩子

論文題目：

調査・検査における質的データの扱いと項目精選

1. はじめに

調査や検査で用いられる質的データに着目し、データの特徴を考慮した上で、質的なデータの調査や検査をより良いものにするために、質的なデータの選択肢を量的に捉え分析する方法と、分析の目的を損なわないように項目を精選する方法について検討を行う。具体的には、前者に対しては、既存の項目反応理論と非計量手法を利用すること、後者には被験者の特性値や数量化後の寄与率に着目して選択を行うことを提案する。各手法については、数値例により、分析手順を示すとともにその性能を評価し、提案の手法が有効であることを示す。

2. 項目反応理論と非計量主成分分析による質的データの分析

質的なデータを量的なデータとして捉えて分析する問題については、2つの方法を用いて解決を試みる。1つは質的データを項目反応理論（IRT, Item Response Theory, 豊田, 2002 他）に適用する方法と、もう1つは、非計量主成分分析（NLPCA, Nonlinear Principal Component Analysis, 足立・村上, 2011 他）を用いて、選択肢間の距離を推定することで量的に捉える方法である。

1つ目のIRTに適用する方法では、得られたカテゴリーデータを肯定的回答「1」、否定的回答を「0」の2値データに変換し、表1に示すとおり、推定された識別力、困難度、潜在特性値を意識調査用に解釈し直し、データを分析するものである。この方法では、数値例として、「学科のイメージ調査」データを用い、被験者の重要度、満足度を問う項目を分析し、表2の識別力から、情報の授業の多さ、講義の魅力、勉強したい科目の存在に対する満足度の違いが他の項目に比べて大きいこと、困難度がすべてマイナスであることから各項目に対して満足はしているものの分野の多様性、勉強したい科目の存在、PCの授業の満足度が高いというように、識別度や困難度の推定結果から調査対象組織である学科の取り組みが評価でき、被験者の意識の様相について明らかにできることを示した。また、能力に対する意識を潜在特性値であるとして、「介護の能力を尋ねた調査」データに同様の手順でIRTを適用し、識別力、困難度による分析とともに、潜在

表1 通常のテストと意識調査の場合の各パラメータの解釈

	テストの場合	意識調査の場合
データ	正答「1」 誤答「0」	肯定的回答「1」 否定的回答「0」
識別力	受験者の能力を区別する度合	被験者の意識を区別する度合い
困難度	項目に対する難しさ	マイナスは肯定的意識 プラスは否定的意識
潜在特性値	受験者の能力を区別する度合	調査対象者の普遍的な意識

表2 「カリキュラム」に対する満足度の識別力と困難度

項目キーワード	識別力	困難度
A 情報	2.350	-0.190
B 講義	2.435	-0.081
C 分野	1.763	-0.382
D 科目	2.440	-0.236
E PC	1.897	-0.249
G 学力	1.661	-0.071
K 文系	1.586	-0.301

特性値によって、被験者の実態を明らかにできることを示した。IRT が作成するグラフによる可視化も含め、イメージや意識調査の分析の可能性を広げるものであることを明らかにした。

もう 1 つの NLPCA を用いた分析では、人工データを用いて、非計量主成分分析が元の様相を再現しているかについて確認した後、「消費者の価値意識」データに適用し、質的データが数量的に考察できるようになること、および元のデータの様相も再現できることを示した。

3. 項目反応理論，非計量主成分分析と拡張主成分分析を用いた質的データの項目精選

項目の精選では、IRT を用いた項目精選と、NLPCA と拡張主成分分析 (M.PCA, Modified Principal Component Analysis, Tanaka and Mori, 1997) を同時に用いる項目精選を提案する。

IRT による項目精選では、すべての項目から推定された被験者の潜在特性値と一部の項目から得られた被験者の潜在特性値の差が最も小さくなる項目群を選ぶことで、項目選択を行う。具体的には、 n 人の被検者に対して、 p 個の質問を課すとし、 p 個すべてから推定された被検者 i の潜在特性値を $\theta_{i(p)}$ 、 q 個の部分変数群から得られた i の潜在特性値を $\theta_{i(q)}$ としたとき ($i=1, \dots, n; q=2, \dots, p$)、 $d_q = \sum_{i=1}^n (\theta_{i(p)} - \theta_{i(q)})^2$ を選択規準として、この d_q が最も小さくなる項目群を選ぶものである。このとき、項目の数を決める方法として、調査者が必要な項目数で選ぶ方法と d_q が示す誤差の範囲で項目数を決める方法の 2 つが妥当であることを示した。数値例として「介護能力について尋ねた調査」データを利用し、各 q における選択結果 (表 3) や d_q の変化 (図 1) を用いた選択手順を示すとともに、先行研究で使われた情報量や因子負荷量を用いた項目選択と比較することで、提案手法が最も情報量の損失が少ない項目群を選ぶことができることを明らかにした。

表 3 項目選択結果 (在宅介護ヘルパーの仕事と能力, 変数減少法)

q	項目番号																																																							
53	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55		
52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
51	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55		
50	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
49	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
48	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
47	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
46	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
45	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
⋮																																																								
10	5	7	11	18	21	25	30	42	44	51	1	2	3	4	6	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	20	22	23	24	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	43	45	46	47	48	49	50	52	53	54	55
9	5	7	11	18	21	25	42	44	51	1	2	3	4	6	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	20	22	23	24	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	43	45	46	47	48	49	50	52	53	54	55	
8	5	7	11	18	21	42	44	51	1	2	3	4	6	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	43	45	46	47	48	49	50	52	53	54	55	
7	5	7	18	21	42	44	51	1	2	3	4	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	43	45	46	47	48	49	50	52	53	54	55	
6	5	7	18	21	42	44	51	1	2	3	4	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	43	45	46	47	48	49	50	52	53	54	55	
5	7	18	21	42	44	51	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	43	45	46	47	48	49	50	52	53	54	55	
4	7	21	42	44	51	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	43	45	46	47	48	49	50	52	53	54	55		
3	7	21	42	44	51	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	43	45	46	47	48	49	50	52	53	54	55		
2	7	21	42	44	51	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	43	45	46	47	48	49	50	52	53	54	55		
1	7	21	42	44	51	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	43	45	46	47	48	49	50	52	53	54	55		

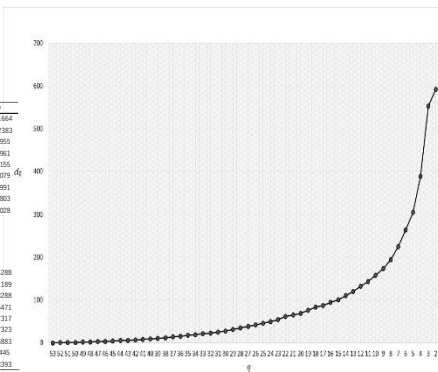


図 1 d_q の変化

もう 1 つの NLPCA と M.PCA を同時に行う手法 (NL.M.PCA) では、質的データを量的なデータに変換し、項目選択を行うことを可能にした。Mori et al. (2017) では行われていなかった実データでの検討のため、「アメリカの Global Attitude and Trends 調査」と「消費者の価値意識調査」の 2 つの実データで、本手法の詳細な検討を行った。その結果「アメリカの Global Attitude and Trends 調査」データでは、NL.M.PCA の出力を利用して、任意の項目数で項目を選ぶことができると、事前に項目数や寄与率の差から閾値を設定して決めた項目数で項目を選択することを示した。さらに、残った項目や落とされた項目から、その調査項目の特徴についても考察が可能であることを示した。

一方、「消費者の価値意識調査」は、「関与」, 「顧客期待」, 「価値」の 3 つの質問群に分け

て調査されている特徴をもつ（大藪 他，2018）ことから，選択方法の可能性をみるため，単純に 85 項目から項目を選択する場合（ケース i）と，群ごとに項目を選択する場合（ケース ii）の 2 つを検討した。表 4 と図 2 は「顧客期待」の質問群に対する項目選択過程である。項目数の決定においては，任意の数を指定する場合（a-2）と寄与率の誤差（b-1：全体との差，b-2：個々の差）をみる場合を提唱し，ケース i（表 5）とケース ii（表 6）に適用して結果を考察した。これにより，ケース i でパターン a-2 の 1/2 の場合は 43 項目，ケース ii でパターン b-1 の 1% の場合は，各群 13，25，25 項目の合計 63 項目が選択されることなどが明らかになった。

表 4 項目選択結果（「顧客期待」35 項目の場合）

Y _{ij}																																			P				
35	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	0.6695			
34	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	25	0.6689			
33	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	31	33	34	35	25	32	0.6682			
32	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	26	28	29	30	31	33	34	35	25	27	32	0.6675			
31	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	26	28	29	30	31	33	34	35	9	25	27	32	0.6666			
30	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	22	23	24	26	28	29	30	31	33	34	35	8	16	25	27	32	0.6656			
29	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	22	23	24	26	28	29	31	33	34	35	8	16	25	27	30	32	0.6646			
28	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	13	14	15	17	18	19	20	21	22	23	24	26	28	29	31	33	34	35	8	12	16	25	27	30	32	0.6636			
27	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	13	14	15	17	18	19	20	21	22	23	24	26	28	29	31	33	35	8	12	16	25	27	30	32	34	0.6624			
26	1	2	3	4	5	6	7	10	11	13	14	15	17	18	19	20	21	22	23	24	26	28	29	31	33	35	8	9	12	16	25	27	30	32	34	0.6611			
25	1	2	3	4	5	6	7	10	11	13	14	15	17	18	19	21	22	23	24	26	28	29	31	33	35	8	9	12	16	20	25	27	30	32	34	0.6598			
24	1	2	3	4	6	7	10	11	13	14	15	17	18	19	21	22	23	24	26	28	29	31	33	35	5	8	9	12	16	20	25	27	30	32	34	0.6583			
23	1	2	3	4	6	7	10	11	13	14	15	17	18	19	21	22	23	24	26	29	31	33	35	5	8	9	12	16	20	25	27	28	30	32	34	0.6568			
22	1	2	3	4	6	7	10	11	13	14	15	17	18	19	21	22	24	26	29	31	33	35	5	8	9	12	16	20	23	25	27	28	30	32	34	0.6552			
21	2	3	4	6	7	10	11	13	14	15	17	18	19	21	22	24	26	29	31	33	35	1	5	8	9	12	15	16	18	20	23	24	25	27	28	30	32	34	0.6547
20	2	3	4	6	7	10	11	13	14	15	17	18	19	21	22	24	26	29	31	33	35	1	5	8	9	12	16	20	23	25	27	28	30	32	34	0.6533			
19	2	3	4	6	7	10	11	13	14	17	18	19	21	22	24	26	29	31	33	35	1	5	8	9	12	15	16	20	23	25	27	28	30	32	34	0.6512			
18	2	3	4	6	7	10	11	13	14	17	19	21	22	26	29	31	33	35	1	5	8	9	12	15	16	20	23	24	25	27	28	30	32	34	0.6492				
17	2	3	4	6	7	10	11	13	14	17	19	21	22	26	29	31	33	35	1	5	8	9	12	15	16	18	20	23	24	25	27	28	30	32	34	0.6467			
16	2	3	4	6	7	10	11	13	14	17	19	21	22	26	29	31	33	35	1	3	5	8	9	12	15	16	18	20	23	24	25	27	28	30	32	34	0.6435		
15	2	3	4	6	7	10	11	13	14	17	19	21	22	26	29	33	35	1	3	5	8	9	12	13	15	16	18	20	23	24	25	27	28	30	31	32	34	0.6403	
14	2	3	4	6	7	11	14	17	19	21	22	26	29	33	35	1	3	5	8	9	10	12	13	15	16	18	20	23	24	25	27	28	30	31	32	34	0.6370		
13	2	3	4	6	11	14	17	19	21	22	26	29	33	35	1	3	5	7	8	9	10	12	13	15	16	18	20	23	24	25	27	28	30	31	32	34	0.6278		
12	2	3	4	6	11	14	17	21	22	26	29	33	35	1	3	5	7	8	9	10	12	13	15	16	18	19	20	23	24	25	27	28	30	31	32	34	0.6224		
11	2	3	4	6	11	14	17	21	22	26	29	33	35	1	3	4	5	7	8	9	10	12	13	15	16	18	19	20	23	24	25	27	28	30	31	32	34	0.6154	
10	2	3	4	6	11	14	17	22	26	29	33	35	1	3	4	5	7	8	9	10	12	13	15	16	18	19	20	21	23	24	25	27	28	30	31	32	34	0.6088	
9	2	3	4	6	11	14	17	22	26	29	35	1	3	4	5	7	8	9	10	12	13	15	16	18	19	20	21	23	24	25	27	28	30	31	32	33	34	0.5988	
8	2	3	4	6	11	14	17	22	26	29	1	3	4	5	7	8	9	10	12	13	15	16	18	19	20	21	23	24	25	27	28	30	31	32	33	34	35	0.5870	
7	2	3	4	6	11	14	17	26	29	1	3	4	5	7	8	9	10	12	13	15	16	18	19	20	21	22	23	24	25	27	28	30	31	32	33	34	35	0.5714	
6	2	3	4	6	11	14	26	29	1	3	4	5	7	8	9	10	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	27	28	30	31	32	33	34	35	0.5460	
5	6	11	14	26	29	1	2	3	4	5	7	8	9	10	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	27	28	30	31	32	33	34	35	0.5319			

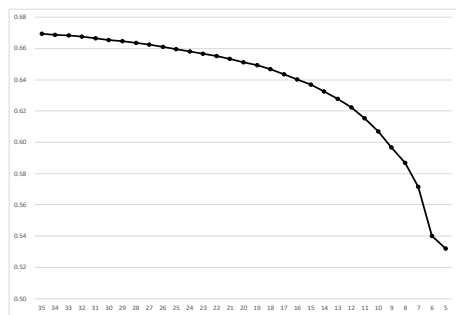


図 2 寄与率 P の変化

表 5 ケース i のパターンによる選択項目数

項目数	a-2 個数			b-1 寄与率の差 (%)			b-2 個々の差 (%)				
	2/3	1/2	1/3	0.1	0.5	1	0.05	0.1	0.2	0.5	1
85	57	43	28	77	59	46	46	30	22	12	9

表 6 ケース ii のパターンによる選択項目数

群	項目数	a-2 個数			b-1 寄与率の差 (%)			b-2 個々の差 (%)				
		2/3	1/2	1/3	0.1	0.5	1	0.05	0.1	0.2	0.5	1
ii-属性・関与	16	11	8	5	16	16	13	16	16	16	14	11
ii-顧客	35	23	18	12	33	29	23	34	28	20	12	8
ii-価値	34	23	17	11	32	29	23	33	29	23	14	9
ii-合計	85	57	43	28	81	74	59	83	73	59	40	28

4. 結論

本研究では，調査や検査で用いられる質的なデータに着目し，データの特徴を考慮した上で，選択肢を量的に捉え分析する方法と元の様相を保つように項目を精選する方法について検討した。その解決方法として，項目反応理論と非計量手法を利用し，各項目のカテゴリーを量的に捉え分析すること，被験者の特性値や数量化後の寄与率に着目して選択を行うことを提案し，複数の数値例において，質的データを量的に捉え，かつ項目精選を行うことが可能となることを示した。今後の課題としては，質的データを量的に捉える方法では，調査の特徴を考慮した分析方法を考えること，項目選択については，より詳細な結果が得られる簡便法や総当たり法などの方法で性能を確認するとともに，縮小版の再現性を検討することなどがあげられる。

主要参考文献

- 足立浩平，村上隆（2011）．非計量多変量解析法－主成分分析から多重対応分析－．朝倉書店。
- Mori, Y., Kuroda, M., Makino, N. (2017). Variable selection in nonlinear principal component analysis. *Nonlinear Principal Component Analysis and Its Applications* (JSS Research Series in Statistics), 31-45, Springer.
- Tanaka, Y., Mori, Y. (1997). Principal component analysis based on a subset of variables: Variable selection and sensitivity analysis. *American Journal of Mathematics and Management Sciences*, 17(1&2), 61-89.
- 豊田秀樹（2002）項目反応理論[入門編]．朝倉書店。

発表論文：

I. 学術論文（査読あり）

- (1) Katayama, H., Mori, Y., Kuroda, M. (2022). Variable Selection in Nonlinear Principal Component Analysis, In: Fausto Pedro Garcia Marquez (ed.), *Advance in Principal Component Analysis*, IntechOpen. DOI: 10.5772 / intechopen.103758 (Open Access, 10 pages) .
- (2) 片山浩子 (2022). カテゴリカルデータの項目選択－消費者意識調査への応用－. 消費経済研究, 第 11 号, 107-117, 日本消費経済学会.
- (3) 西山ちとせ, 片山浩子, 森裕一 (2021). 部分的最小二乗法における質的データの取り扱い. 経営とデータサイエンス, 第 3 号, 26-33, 岡山理科大学マネジメント学会.

II. 国内外の学会における発表

国際会議

- (1) Katayama, H., Nishiyama, C., Mori, Y. (2022). Item selection for qualitative data. The 11th Conference of the Asian Regional Section of the International Association for Statistical Computing (IASC-ARS2022), Doshisha University & Online.
- (2) Nishiyama, C., Katayama, H., Mori, M. (2022). Partial least squares for qualitative data. The 11th Conference of the Asian Regional Section of the International Association for Statistical Computing (IASC-ARS2022), Doshisha University & Online.
- (3) Mori, Y., Katayama, H., Yoshioka, T., Kuroda, M., Iizuka, M. (2019). Some applications in multivariate methods with alternating least squares. Data Science, Statistics & Visualization 2019 (DSSV2019), Doshisha University, Japan.
- (4) Katayama, H., Mori, Y. (2017). Item selection for impression survey. 2017 Hangzhou International Statistical Symposium, Hangzhou, China.
- (5) Katayama, H., Asahara, H., Mizutani, N., Kuroda, M., Mori, Y. (2016). Interactive statistical analysis for item response theory using shiny. 2016 International Conference for JSCS 30th Anniversary in Seattle, Seattle, USA.

国内会議

- (1) 片山浩子, 森裕一 (2022). 質的データの項目選択－項目反応理論を利用した項目選択の検討－. 日本計算機統計学会第 36 回シンポジウム (富山国際会議場).
- (2) 片山浩子, 森裕一 (2021). 質的データの項目選択. 日本消費経済学会第 46 回全国大会 (オンライン).
- (3) 片山浩子, 森裕一 (2018). 調査における項目選択. 日本行動計量学会岡山地域部会第 67 回研究会・第 167 回岡山統計研究会 (岡山理科大学).
- (4) 片山浩子, 森裕一 (2017). 項目反応理論における潜在特性値を用いた変数選択. 日本行動計量学会岡山地域部会第 63 回研究会・第 163 回岡山統計研究会 (岡山理科大学).
- (5) 片山浩子, 森裕一 (2016). ポートフォリオ分析への項目反応理論からの接近. 日本行動計量学会岡山地域部会第 59 回研究会・第 159 回岡山統計研究会 (岡山理科大学).
- (6) 片山浩子, 朝原広喬, 水谷直樹, 森裕一 (2015). イメージ調査における重要度・満足度評価について－項目反応理論にもとづく検討－. 日本行動計量学会第 43 回大会 (首都大学東京).
- (7) 片山浩子, 水谷直樹, 黒田正博, 森裕一 (2015). 項目反応理論によるイメージ調査データの評価. 日本計算機統計学会第 29 回シンポジウム (釧路まなぼつと幣舞).

(他 2 編)

その他参考となる論文等 3 編

審査結果の要旨

本研究「調査・検査における質的データの扱いと項目精選」は、調査や検査をよりよくするための質問項目の扱いを検討したものである。特に、検査・調査で多用される多肢選択型の質問項目、すなわち、名義・順序尺度である質的（カテゴリーカル）データとして回答が得られる質問項目に着目し、項目反応理論と非計量主成分分析を用いて、質的データが潜在的にもつ量的な関係から正確な結果を得る分析方法や、調査で求めたい情報をできるだけ保持した形で質問項目を精選する方法を提案している。

論文では、第 1 章で、本研究の動機となる質的データにおける問題を 2 つあげている。1 つは、選択肢番号をそのまま数量として扱って正しい結果が得られるのかという問題、もう 1 つは、質問項目数を減らしたい場合、定型の選び方がないという問題で、いずれも主観的な処理に終わっていることが多い問題である。この 2 つの問題に対して、それぞれ項目反応理論と非計量主成分分析による解決方法を示し、前者では第 3 章、第 4 章で、後者では第 5 章、第 6 章で、詳細に理論提案と数値例による検討を行う構成となっている。（第 2 章は利用する統計理論の概観、第 7 章はまとめである。）

具体的には、前者の問題に対して、第 3 章で、多肢のカテゴリーを肯定的回答と否定的回答の 2 値に置き換え、項目反応理論による量的な分析を実現した。単に 2 値で分析するというだけでなく、明らかにしたい意識や能力を項目反応理論の観点で丁寧に解釈し直し、単純集計以上の考察が可能となることを示した。第 4 章では、非計量主成分分析を用いて、カテゴリーを最適尺度化して、量的な分析を適用することを提案した。最適尺度化による元データの再現性についても言及しており、これまで数量化により調査・検査にアプローチする研究が少ない中で、新たな手順を示したことが評価される。

後者は、いわゆる質的データの変数選択問題で、第 5 章、第 6 章ともに、変数選択前と後の規準値の変化を最も小さくする質問項目群を選ぶ手法をとっている。第 5 章では、その規準値として、項目反応理論の潜在特性値を用いている。すなわち、回答者が自認している能力を潜在特性値として解釈することでこれを可能とした。この方法は他に類をみず、数値例では、既存の手法との比較から有効性も示しており、独創性、新規性のあるアプローチである。第 6 章では、計算の中に変数選択を含む拡張主成分分析の寄与率を規準値としている。この拡張主成分分析における変数選択を実現するために、非計量主成分分析による数量化を拡張主成分分析の中に組み込むことを行っている。このアイデアはすでに提案されていたが、実データでの検討がなかったことに対して、実際の場面に適用して、変数の数の決め方や質問の妥当性を評価する方法を提案するなど、実用性を高めたところに意義が認められる。

上記のとおり、質的データが潜在的にもつ量的関係から分析を可能としたこと、項目反応理論を用いた項目精選は新規の提案であること、質的データの拡張主成分分析を実際の場面で利用できるようにしたことから、本研究が学術的に価値の高いものであると判断される。これに加え、一連の研究に必要な高度な専門知識や研究を遂行する能力を有していること、筆頭著者として 2 本の査読論文（英文 1、和文 1）と 10 本の学会発表（国際 3、国内 7 本）で本研究成果を公表していること、公聴会での発表と質疑応答などを含め、学位授与の基準を満たしていることが確認された。

以上により、本審査委員会は、本論文の提出者の片山浩子が博士（学術）の学位を授与するのにふさわしいと認める。