

# インターネット調査における多群質問項目の 解析と提案

川崎 昌、高橋 武則

## 要旨

本研究では、企業実務における多群質問項目のインターネット調査で取得したデータの解析手法に関する比較・検討を行う。本研究の目的は、①重回帰分析、②選抜型多群主成分回帰分析、③階層型主成分回帰分析、④主成分 SEM という 4 種類の解析方法を事例に適用し、これらの解析手法の特徴をまとめた上で、多重共線性の問題を回避し、かつ実務に役立つ具体的な施策提案を導き出すことのできる手法を明らかにすることである。事例は、インターネット取引における第三者決済サービス提供企業のユーザーを対象としたインターネット調査を取り上げた。この実事例に基づき解析手法を比較・検討した結果、企業実務における実践的観点からみると、解析結果に基づき提案を導き出すことのできる②選抜型多群主成分回帰分析もしくは③階層型主成分回帰分析の活用が有用であることが明らかになった。

## Abstract

In this study, we examine and compare the analytical methods of data that are obtained by Internet survey using multi-group question items about practical businesses. We aimed to clarify the method that can derive a suggestion of concrete measures helpful to practical businesses, by applying the following four analytical methods – (1) multiple regression analysis; (2) selection-type multi-group principal component regression analysis; (3) hierarchical principal component regression analysis; and (4) principal component SEM – to actual examples, integrating the characteristics of these analytical methods, and avoiding the multicollinearity problem. As an actual example, we selected an Internet survey targeting the users of a company of third party payment service provider in the Internet trading. As a result of the examination and comparison of analytical methods based on the actual example, it was clarified, from the practical viewpoint of practical businesses, it is possible to derive a proposal based on the analysis result, that the (2) selection-type multi-group principal component regression analysis or (3) hierarchical principal component regression analysis was useful.

---

Analysis and Proposal for Multi-Group  
Question Items in Internet Survey  
Sho Kawsaki, Takenori Takahashi  
目白大学大学院  
Mejiro University Graduate School  
[論文]  
2016年 6月27日受付  
2016年12月 9日改定  
2016年12月26日受理  
© 情報システム学会

## 1. はじめに

日本では、1990年代後半からインターネットを活用した調査が、主に市場調査の分野で迅速・廉価・簡便をうたい文句に急速に広がった<sup>1)</sup>。しかし、インターネット調

査の信頼性を懸念する指摘は当初から多く、調査法としての問題点は長らく議論されてきた<sup>[4]</sup>。大隅<sup>[5][4]</sup>は、インターネット調査は従来の統計理論に支えられた科学的な調査法とは一線を画して考えるべきものとの慎重な立場に立ちつつも、実証研究に取り組み、インターネットの特性を踏まえた調査法の整理を行っている。その上で、時代の変化も捉えながらインターネット調査の適用可能性に関する報告を重ねている。

近年、インターネットのさらなる普及に伴い、企業のマーケティング活動や社会調査、学術研究の領域において、インターネット調査がいつそう盛んである<sup>[5][6]</sup>。従来の質問紙調査と比較すると、インターネット調査は、調査票の設計や入力・集計処理が簡便であり、さらに配信にかかる負担も少ないという特徴を持つ。そのため、インターネット調査を有効に活用できれば、実施者は時間的メリットと経済的メリットの双方を享受することができる。一方、回答者にとっても、インターネットによる回答は利便性の高い方法であるといえる。

このように、インターネット調査の一般化と調査法・回答法の利点を背景として、市場調査だけでなく社会調査においてもインターネット調査はひとつの選択肢として考えられるという論調に変わりつつある<sup>[7]</sup>。実際にわが国では、2015年の国勢調査からインターネットによる回答が全国で行えるようになった。また、学術分野におけるインターネット調査の利用増加に関する研究報告もある<sup>[8]</sup>。

学術的な研究領域においては、インターネットの活用有無にかかわらず事前に先行研究をレビューし、目的や仮説を明確にし

た上で調査を計画する。その調査を実施した後、仮説の検証を行うことが研究のひとつの流れとしてあるが、企業においては必ずしもそのような手順で調査を行えるとは限らない。企業が実施するインターネット調査では、納期や予算との兼ね合いから事前準備に十分な時間をかけられないこともある。また、可能な限り1回の調査で、回答者から必要な情報をすべて取得しようとし、紙面の制限のないウェブページの特性に頼り、質問項目数が多くなってしまう傾向もみられる。このような場合、相関の高い質問項目を多数含む、複数の質問項目群で構成された多群質問項目のインターネット調査となる。

こうしたインターネット調査を企業が実施する場合、解析時に原因系・結果系の各群の内外における、質問項目間の高い相関が問題となりやすい。そのため、解析時には工夫が必要である。さらに、企業が実施主体となって行う調査であれば、その結果が実務に役立つことが重要となる。実務に有効な調査とは、迅速に、かつ信頼できるデータが取得できるものであり、解析後はその結果に基づき具体的な施策を導き出せる方法論であることが望ましい。インターネット調査データの定量的・数理的な解析結果が、具体的に、わかりやすい提案として示されれば、経営の意思決定に活用されるものとなる。

しかし、インターネット調査に関する先行研究には、その信頼性を検証するものや目的を達成するための調査事例に関するものが多く、多群質問項目のインターネット調査を対象とした、データを取得した後の解析方法を検討するものはほとんど見られ

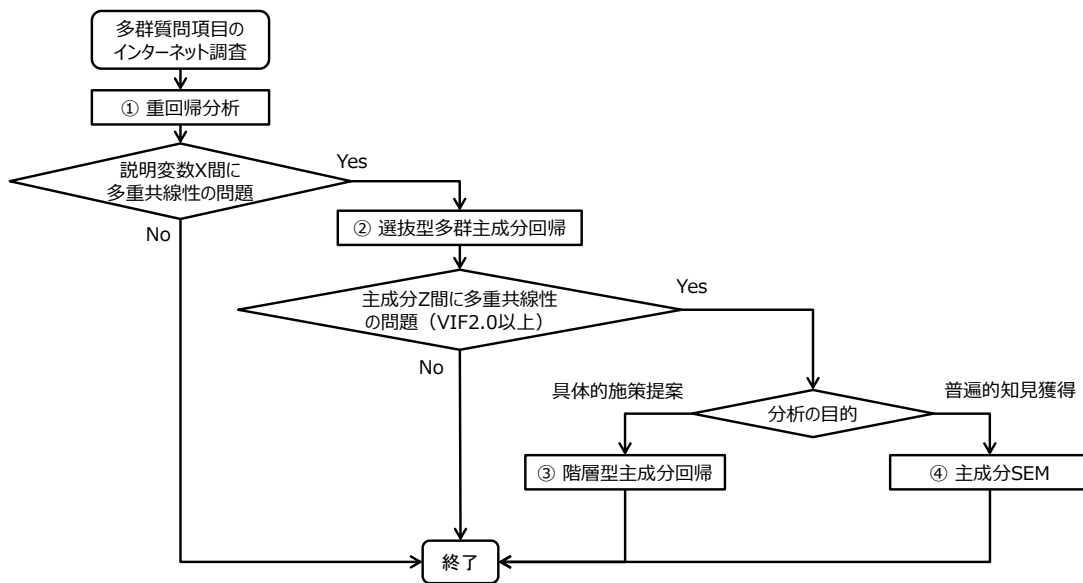


図1 本研究で比較する4つの方法論のフロー図

ない。また、質問項目間の高い相関の問題は、線形回帰モデルにおける多重共線性の問題<sup>9)</sup>として議論され、それを回避するための方法論はさまざま論じられている。多重共線性とは、説明変数間に高い相関がある場合に決定係数が大きいにもかかわらず、推定値の符号が理論と逆転してしまうなど、偏回帰係数の解釈に問題や矛盾が生じる現象のことを指す。

この問題が生じた場合、相関が高い一方の質問項目を分析から除外することもある。また、相関の高い質問項目同士を合成して解析に用いることもある。具体的な解析手法としては、主成分回帰<sup>10)</sup>、リッジ回帰<sup>11)</sup>、PLS回帰<sup>10)</sup>などが知られている。しかしこれらの解析手法は、数理統計の面から数式を用いた研究として報告されていることが多く、企業実務に応用するには難しさもある。

そこで、本研究では、企業実務における実践的な多群質問項目のインターネット調

査における取得データの解析方法を比較・検討し、実事例に基づきこれらの方法の特徴をまとめ、具体的な施策提案を導き出すことのできる手法を明らかにすることを目的とする。事例では、インターネット取引における第三者決済サービス提供企業のユーザーを対象としたインターネット調査を取り上げる。経営実務で用いる多群質問紙調査では、企業の競争優位性や顧客価値を創造できる解析と提案の視点が重要である。本稿ではその観点に立ち方法論の検討を行う。

## 2. 解析のための方法論

### 2.1 本研究で検討する4つの解析アプローチ

企業実務における実践的な多群質問項目のインターネット調査の解析方法として、本研究では以下の4つの手法を比較・検討する。これらの4つの手法を解析のフロー図にまとめたものが図1である。

- ① 重回帰分析
- ② 選抜型多群主成分回帰分析
- ③ 階層型主成分回帰分析
- ④ 主成分 SEM (Structural Equation Modeling ; 構造方程式モデリング)

①重回帰分析は、結果に対する原因や要因を推測するため、1つの目的変数を複数の説明変数で予測しようというものである。また、重回帰分析は多変量解析の基本的な手法としても知られており、表計算ソフトウェアとして普及している Microsoft Excel 等を用いて企業においても分析を手軽に、わかりやすく行えることが特徴といえる。

しかし、多群質問項目のインターネット調査では、群内の質問項目間に高い相関関係が存在していることが、複数の群においてみられる。そのため、多重共線性の問題が生じることがある。本研究では、多重共線性を回避する方法論として、②選抜型多群主成分回帰分析を提案する。

多重共線性の問題が生じた場合、各々の質問項目群から本質的な主成分データを抽出し、それらの主成分と目的変数とで重回帰分析を行うことが、それを回避するための有効な手法のひとつと考えられる。これは、従来からある主成分回帰分析と呼ばれる方法である。このときの主成分は相関のある多くの変数の総合された特性値であり、目的変数とは無関係に説明変数の候補のみが要約されたものである。その結果として、目的変数をよく説明する主成分とそうでは

ないものが混在してしまうことが起こりうる。また、この場合、主成分回帰による解析結果において、上位の主成分が選択されず、下位の主成分が選択されることもある。

そこで、本研究では②選抜型多群主成分回帰分析による解析を行う。選抜型主成分重回帰は、事前に目的変数に対してあるレベル以上の相関を有する説明変数の候補の選抜を行い、選抜後の説明変数の候補に対して主成分を求め、その結果を用いて重回帰分析を行う<sup>[12]</sup>という手順を進める。選抜型多群主成分回帰分析の結果から、偏回帰係数による理想ベクトルを用いた考察を行うと、視覚的にもわかりやすい提案につなげることができる<sup>[13]</sup>。このとき、もし、目的変数に対して影響があると選択された主成分間の VIF (Variance Inflation Factor) が 2.0 を超えていれば、そこに相関が高い主成分が存在していると考えられる。その場合、③階層型主成分回帰分析あるいは④主成分 SEM による解析を検討する。

図 2 に、③階層型主成分回帰分析と④主成分 SEM の一般モデルを示す。図中の菱形で示された頭文字 Z で始まる変数は主成分である。一般モデル③階層型主成分回帰の太線で囲まれた菱形 ZZ1 は、3つの主成分 ( $Z_{\alpha 1}$ ,  $Z_{\beta 1}$ ,  $Z_{\gamma 1}$ ) の第一主成分である。一方の一般モデル④主成分 SEM の破線で囲まれた F1 は、3つの主成分 ( $Z_{\alpha 1}$ ,  $Z_{\beta 1}$ ,  $Z_{\gamma 1}$ ) の潜在変数である。また、図中の○で囲まれた e および e が付く数字は誤差を示す。

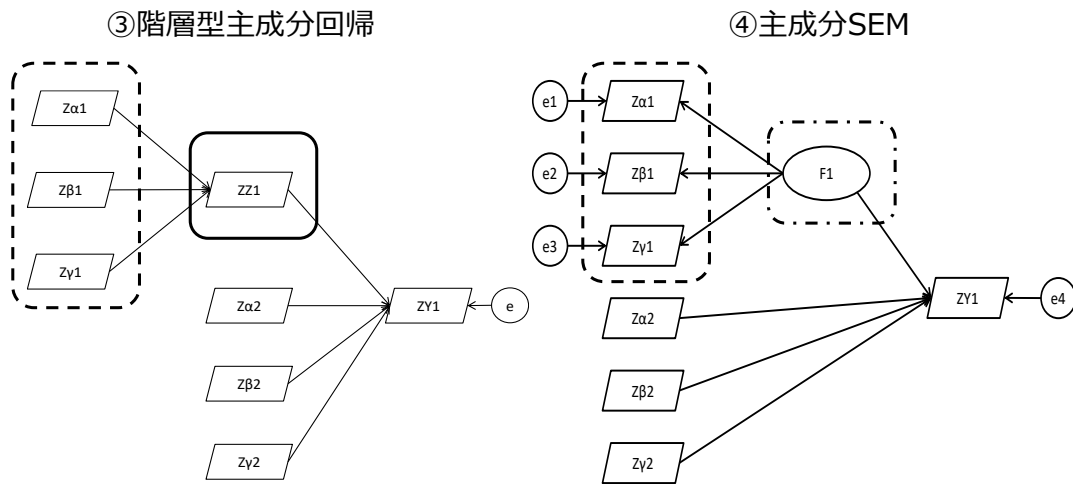


図 2 ③階層型主成分回帰分析と④主成分 SEM の一般モデル

③階層型主成分回帰分析は、モジュールの概念に着想を得た解析手法である。多群質問項目のインターネット調査における群は、「同じ群の内部には相関の高い質問項目が並び、他の群とは比較的弱く結びついている」という特徴を持ち、これは、モジュールの概念と似ている。モジュールとは、「その内部では構造的要素が強く結びつき、他のユニットの要素と比較的弱く結びついている、ひとつの単位である」<sup>[14]</sup>との定義がある。

コンピュータやソフトウェアの開発領域においてモジュールが複雑化した場合、階層構造を有する設計を行う。調査票においても事前に吟味ができれば、質問項目の群編成に階層を持たせることが可能となる。しかし、企業実務の中で実施する調査では、事前準備が不十分な場合もあると想定され、その場合、調査事後に分析を行う中で、質問項目群の階層構造を整理し、わかりやすい解析と具体的な提案のための検討を行う。

本研究で用いる③階層型主成分回帰分析

では、②の選抜型多群主成分回帰分析の結果、目的変数に影響が強いと選択された主成分間の相関を確認し、相関の高い主成分同士を用いて再度主成分分析を実行する。そこで抽出された主成分を用いて再度、主成分回帰分析を行うことで、その結果の偏回帰係数を用いて理想ベクトルによる考察が可能になる。

④主成分 SEM では、②の選抜型多群主成分回帰分析の結果、目的変数に影響が強いと選択された相関の高い主成分同士の背後に潜在変数の存在があると考えられる場合、その潜在変数の影響までを考慮してモデルを構築し、検証を行う方法である。そのことにより、説明変数を合成した主成分の背後に潜在因子が存在するという概念構造が明らかになり、その解釈を行うことで、抽象的ではあるがより本質的なポイントを押さえた提案を行うことが可能になる。

## 2.2 4つの解析手法の特徴比較

表 1 に 4 つの解析手法の特徴を、A. 多群

表 1 4つの解析手法の特徴比較

特徴 解析の方法	A 多群質問項目調査 解析の手軽さ	B 多重共線性の問題 回避しやすさ	C 理想ベクトルの活用 提案のわかりやすさ
①重回帰分析	◎ 多重共線性の問題が生じなければ、シンプルでもっともわかりやすい手法である。	× 項目数が多い調査であるほど、多重共線性の問題が生じやすい。	△ 多重共線性の問題が生じなければ、結果はシンプルでわかりやすい。
②選抜型多群主成分回帰分析	○ 主成分分析、相関分析、重回帰分析という多変量解析の基本となる手法の組み合わせで解析できる。	○ 相関の高い同郡内の主成分同士は独立の関係になる。群外の主成分間に相関の問題が生じる可能性がある。	◎ 同群から第一主成分と第二主成分の2つが選択されていた場合、理想（合成）ベクトルを作成し、結果の考察を行える。
③階層型主成分回帰分析	△ 主成分分析、重回帰分析を繰り返し行う必要がある。	◎ 群外の主成分同士の相関の問題を回避する手法である。	○ 理想ベクトルを作成し、結果の考察を行うことが可能である。②と比べ、解釈の難易度がやや高い。
④主成分SEM	× 仮説モデルの構築、モデルの修正に検討時間を要する。	◎ 群外の主成分同士の相関の問題を回避する手法である。	× 現象や実態を明らかにできるが、具体的施策の提案につなげにくい。

質問項目の調査における解析の手軽さ、B. 方法論としての多重共線性の問題回避のしやすさ、C. 解析結果に基づく提案のわかりやすさという3つの視点で整理した。

①重回帰分析は、解析の手軽さという点でもっともシンプルかつわかりやすい手法であるが、多重共線性の問題が生じやすい。もし、この問題が生じた場合は何らかの対策を検討しなければならない。②選抜型多群主成分回帰分析は、多変量解析の基本となる手法の組み合わせにより解析を行うことができ、その結果に基づき、理想ベクトルを用いた提案の検討まで、一連の流れの中で実行できる手法である。③階層型主成分回帰分析は、②の選抜型多群主成分回帰分析と比較すると、解析手順や結果の考察においてやや難易度が上がるが、多群質問

項目の調査において、多重共線性の問題を回避しつつ、提案施策を導き出すことのできる方法論である。④主成分 SEM は、相関の高い主成分同士の複雑な関係まで明らかにできる可能性はあるが、解析後の結果に基づく提案を行うことが困難であるという特徴を持つ。次章では、これらの4つの解析アプローチを事例に適用する。

### 3. 適用事例

#### 3.1 事例の概要

本章では、4つの解析方法を事例に適用し、その考察を行う。本研究では、インターネット取引における第三者決済サービス提供企業 A 社のユーザーに対して行った、利用満足度インターネット調査の事例を用いる。現在、A 社が提供しているサービスは、大

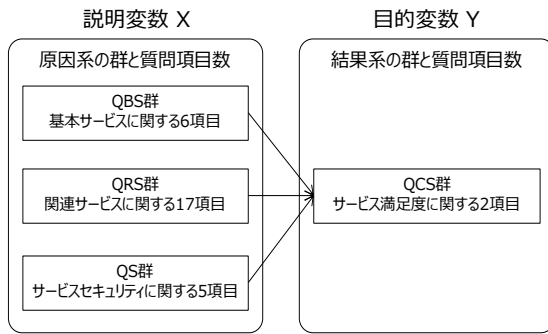


図3 多群質問項目インターネット調査事例の系と群の構成

大きく基本サービスと関連サービスの2種類に分けられる。また、A社はネットショッピングとスマートフォンアプリの安全性保障にも力を入れている。本事例のインターネット調査では、A社の顧客の利用満足度に影響している要因は何か、さらに、利用顧客を増やすためにはどのような施策が効果的かを探る目的で計画し、実施された。調査票は、調査対象の属性群を含む多群の質問項目で設計されている。回答は「全く当てはまらない」から「非常に当てはまる」までの7件法であった。オンライン上のアンケート作成専門サイトで調査票を作成し、SNS (Social Networking Service) アプリを利用してインターネット調査の告知を行った結果、約2週間でA社のユーザー200名から回答が得られた。そのうち、極端に回答時間が短いデータやすべて同じ選択肢番号で回答しているデータ等、信頼性が得られない回答を除き、148名分のデータを解析の対象とした。

本研究の解析には、A社のサービスに関する満足度：QCS群(2項目)、A社が提供している基本サービスに関する評価：QBS群(6項目)、A社が提供している関連サービスに関する評価：QRS群(17項目)、A

表2 事例の質問項目の詳細

QBS基本サービス(Basic Service)	
1	WEB決済速度
2	返金速度
3	使用範囲の広さ
4	決済操作の簡便さ
5	利用場面の多さ
6	振込機能
QRS関連サービス (Related Services)	
1	余額宝の金利
2	プラットフォームとしての余額宝
3	余額宝等の投資商品利用
4	公共料金の支払い
5	お年玉機能
6	クレジットカード返済
7	リアル店舗決済
8	クーポン利用
9	チケット購入
10	チャット利用
11	ローン利用
12	他のサービスとのアライアンス
13	通帳機能
14	サービス窓口
15	顧客サポート
16	UI(User Interface)広告
17	預金の引き出し
QSサービスセキュリティ(Safety)	
1	偽物の場合の返金
2	詐欺の損失補償
3	乗っ取り防止の安心感
4	ログイン認証
5	多重パスワード
QCSサービス満足度(Customer Satisfaction)	
1	今後のサービス継続利用
2	未利用者へのサービス利用推奨

社のサービスセキュリティに関する評価：QCS群：(5項目)の計30項目を用いる。このときの質問項目の系と群の構成を図3に、質問項目の詳細を表2に示す。

### 3.2 重回帰分析の適用

はじめに、目的変数Yを設定するためA社の満足度に関する2項目(QCS1：今後もA社のサービスを利用するか、QCS2：未利用者にA社のサービス利用を勧めるか)の主成分分析を行う。その結果、第一主成分で78.4%を説明していることがわかった。また、固有値も1.0を超えているのは第一主成分だけであった。よって、本研究では、第一主成分ZY1を目的変数として取り上げ

表 3 重回帰分析結果

項	推定値	標準誤差	t値	p値(Prob> t )	標準β	VIF
R2乗	0.615					
自由度調整R2乗	0.584					
誤差の標準偏差(RMSE)	0.808					
切片	-5.558	0.454	-12.260	<.0001	0	
QBS1	0.211	0.083	2.540	0.012	0.178	1.734
QBS2	0.101	0.057	1.770	0.079	0.125	1.763
QBS3	0.288	0.083	3.480	0.001	0.274	2.198
QBS6	0.199	0.087	2.290	0.024	0.167	1.886
QRS1	0.156	0.041	3.800	0.000	0.237	1.376
QRS6	0.145	0.053	2.770	0.007	0.184	1.567
QRS10	-0.091	0.052	-1.760	0.080	-0.139	2.198
QRS12	0.102	0.065	1.560	0.122	0.140	2.850
QRS14	-0.144	0.075	-1.920	0.057	-0.178	3.022
QRS15	0.242	0.076	3.200	0.002	0.305	3.201
QS2	-0.227	0.063	-3.610	0.000	-0.292	2.306

ることが適当であると判断した。このときの第一主成分（横軸）ZY1は、利用満足度（低い⇔高い）、第二主成分（縦軸）ZY2は利用意識（他者推奨⇔自己継続）と軸の解釈を行った。

次に、目的変数ZY1と説明変数XにあたるQBS群6項目、QRS群17項目、QS群5項目の合計28項目をすべて用いて重回帰分析を行う。表3に重回帰分析の結果を示す。変数増減法（選択と削除の基準はいずれも0.25）で変数の候補を選択した結果、11個の説明変数がZY1に影響のある質問項目として選ばれた。このときの自由度調整R2乗は0.58であり、比較的当てはまりのよいモデルであることが確認できた。しかし、選択された11項目のうち6項目は、VIFが2.0を超えていた。また、偏回帰係数の符号が逆になっている項目もみられた。これらのことから、多群質問項目の調査における事前の懸念通り、多重共線性の問題が生じていると考えられた。

### 3.3 選抜型多群主成分回帰分析の適用

3.2と同様に、まずZY1を目的変数として設定し、ZY1と説明変数候補にあたるQBS群6項目、QRS群17項目、QS群5項目の合計28項目の相関を確認した。次に、目的変数ZY1と説明変数との相関係数が0.2（寄与率0.04）以上の質問項目を選抜した。その結果、QRS群の1項目が分析から除外された。このときの選抜基準に絶対的なものはなく、今回は次のような選抜基準の吟味を行った。

図4に選抜基準の相関係数と選抜された説明変数の項目数の関係図を示す。事例では、相関係数0.2以下の説明変数は1項目であり、この1項目を分析から除外すると選抜された説明変数の個数は27項目であった。選抜基準を相関係数0.3以上とすると7項目が分析から除外され、21項目が選抜されることになる。この場合、関連サービスやサービスセキュリティに関する項目において、重要な項目まで除外してしまう



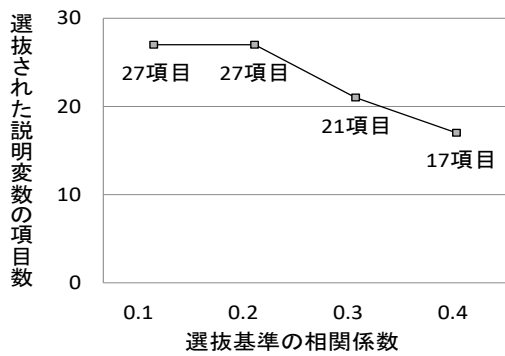


図4 選抜基準の相関係数と選抜された説明変数の項目数の関係図

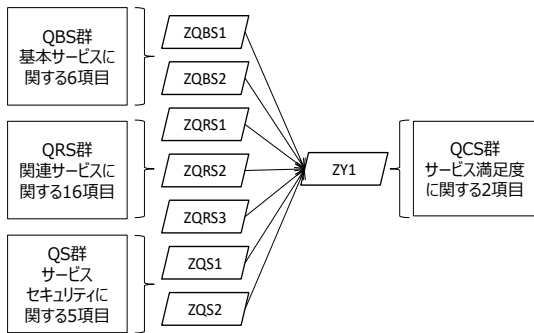


図5 選抜型多群主成分回帰分析モデル

ことになった。そのため、本研究では、寄与率 0.05 (5%以上の影響) も意識し、相関係数 0.2 以上の項目を選抜することにした。

その後、群ごとに選抜した説明変数候補の主成分分析を行い、それぞれ第一主成分（横軸）と第二主成分（縦軸）の解釈を行った。QBS群の第一主成分（横軸）ZQBS1は基本サービスの満足度（低い⇔高い）、第二主成分（縦軸）ZQBS2は基本サービスの性質（信頼性⇔利便性）と解釈した。QRS群の第一主成分（横軸）ZQRS1は関連サービスの満足度（低い⇔高い）、第二主成分（縦軸）ZQRS2は関連サービスの性質（収益性⇔汎用性）と解釈した。QS群の第一主成分（横軸）ZQS1はセキュリティの満足度（低い⇔高い）、第二主成分（縦軸）ZQS2はセキュリティの性質（保障⇔防御）と解釈した。

本研究では原則として、各群の主成分分析結果の第一主成分と第二主成分を保存した。もし、第三主成分以降に、固有値が 1.0 を超える主成分があれば、その主成分までを保存した。次に、それらの保存した主成分を説明変数、ZY1 を目的変数として選抜型多群主成分回帰分析を行う。このときの分析モデルを図5に示す。

変数増減法（選択と削除の基準はいずれも 0.25）で変数を選択した選抜型多群主成

表4 選抜型多群主成分回帰分析結果

項	推定値	標準誤差	t値	p値(Prob> t )	標準β	VIF
切片	-9E-17	0.070	0.000	1.000	0	
ZQBS1	0.334	0.052	6.460	<.0001	0.526	2.082
ZQBS2	0.206	0.093	2.220	0.028	0.129	1.066
ZQRS1	0.133	0.041	3.200	0.002	0.293	2.635
ZQRS2	0.123	0.054	2.290	0.024	0.131	1.027
ZQRS3	0.090	0.069	1.310	0.193	0.082	1.226
ZQS1	-0.082	0.062	-1.320	0.189	-0.120	2.582
ZQS2	-0.294	0.092	-3.200	0.002	-0.196	1.181

分回帰分析結果が表 4 である。これらの結果から R2 乗は 0.55、調整済み R2 乗は 0.53 であり、このモデルの当てはまりはまずまずであることがわかった。しかし、結果の VIF を確認すると 2.0 以上の数値がみられた。これは、各群の第一主成分同士に高い相関があり、選択された主成分間の独立性が保たれていないためと考えられる。よって本研究では、さらに分析目的に応じて、③階層型主成分回帰分析と④主成分 SEM の解析手法を試みる。SEM の解析手法を試みる。

### 3.4 階層型主成分回帰分析

階層型主成分回帰分析モデルを図 6 に示す。3.3 の選抜型多群主成分回帰分析で説明変数に設定した各群の第一主成分である ZQBS1 と ZQRS1 と ZQS1 の相関係数が高いことを確認した上で、これらの 3 変数の主成分分析を行った。このときの第一主成分（横軸）ZZ1 はサービスの満足度（低い⇔高い）、第二主成分（縦軸）ZZ2 はサービス分類（基本サービス⇔関連サービス）と軸を解釈した。この第一主成分（ZZ1）と第二主成分（ZZ2）、さらに各群の第二主成分を説明変数として階層型主成分回帰分析を行った結果が表 5 である。このとき、変

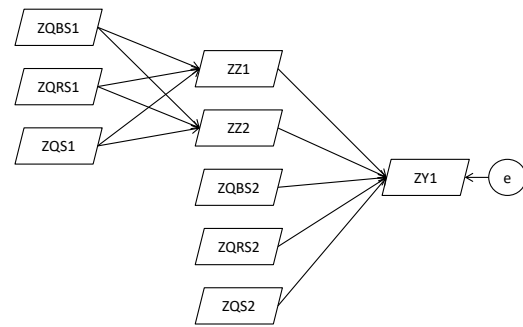


図 6 階層型主成分回帰分析モデル

数増減法（選択と削除の基準はいずれも 0.25）で変数を選択しており、結果の R2 乗は 0.53、調整済み R2 乗は 0.51 であった。また、この結果の VIF には問題がないことが確認できた。

具体的な提案を導き出すため、階層型主成分回帰分析結果に基づき、提案の方向性を探索する。そのため、表 5 の階層型主成分回帰分析結果の標準βを確認し、A 社サービスの利用満足度に影響の少ない各群の第二主成分を選択から外した形で、再度、階層型主成分回帰分析を行う。その再分析結果（表 6）の推定値を用いて、各群の第一主成分の因子負荷量図の上に合成ベクトルを作図したものが図 7 である。

このとき、合成ベクトル上に射影した垂線の絶対値が大きい位置にあるものが目的

表 5 階層型主成分回帰分析結果

項	推定値	標準誤差	t値	p値(Prob> t )	標準β	VIF
R2乗					0.526	
自由度調整R2乗					0.509	
誤差の標準偏差(RMSE)					0.877	
切片	-1E-11	0.072	0.000	1.000	0	
ZZ1	0.500	0.048	10.440	<.0001	0.607	1.013
ZZ2	0.483	0.115	4.180	<.0001	0.253	1.100
ZQBS2	0.198	0.095	2.090	0.039	0.124	1.053
ZQRS2	0.121	0.055	2.210	0.029	0.129	1.027
ZQS2	-0.283	0.091	-3.110	0.002	-0.189	1.107

表 6 階層型主成分回帰分析の再分析結果（各群の第二主成分を除外）

項	推定値	標準誤差	t値	p値(Prob> t )	標準β	VIF
R2乗					0.473	
自由度調整R2乗					0.466	
誤差の標準偏差(RMSE)					0.915	
切片	-1E-11	0.0752	0.000	1.000	0	
ZZ1	0.514	0.0496	10.350	<.0001	0.624	1.000
ZZ2	0.552	0.1149	4.810	<.0001	0.290	1.000

変数 Y に設定した A 社サービスの利用満足度にもっとも影響が強いといえる。このことから、各群の第一主成分の中でも QBS 群の第一主成分に注目すべきことが明らかになった。しかし、この解釈だけでは、QBS 群、すなわち基本サービス群の何に対して対策を検討すればよいのかが明確ではない。従って、QBS 群の第二主成分も考慮した解析を行った上で、ベクトルに基づく考察を行う。

図 8 のように、各群の第一主成分得点を用いた主成分分析結果の第一主成分 (ZZ1) と QBS 群の第二主成分の合成ベクトルを、QBS 群の因子負荷量図の上に作図する。このとき、合成ベクトルに射影した垂線の絶

対値がもっとも大きいところにある質問項目は QBS4 と QBS3 であった。すなわち、合成ベクトルに基づき考察すると、基本サービスの中でも QBS4 と QBS3 が A 社の利用満足度を上げるために、もっとも影響を及ぼす質問項目であると解釈できる。

QBS4 は「決済手順に関する操作手順が簡単である」、QBS3 は「ネットで使用可能な範囲が広い」という質問項目であり、これらの項目に対して具体的な取り組みを行うことが、A 社サービスの利用満足度の向上に繋がると考えられる。提案を検討する際は、QBS3 と QBS4 の回答データの一変量の分布を確認し、回答傾向が高得点の場合は現状を維持する施策を打つ。もし、回

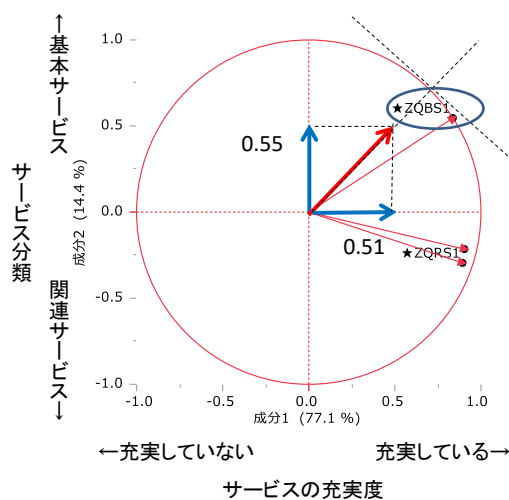


図 7 各群の第一主成分の因子負荷量図と合成ベクトル

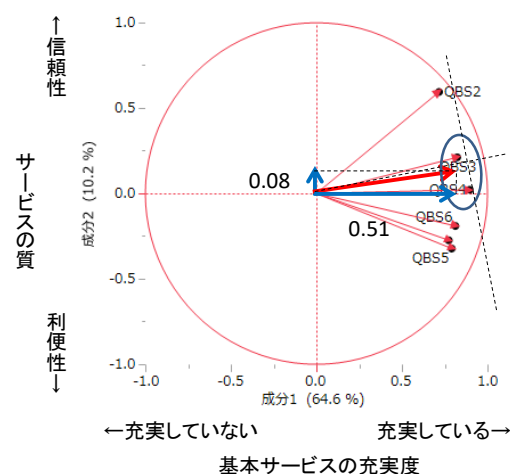


図 8 QBS 群の因子負荷量図と合成ベクトル

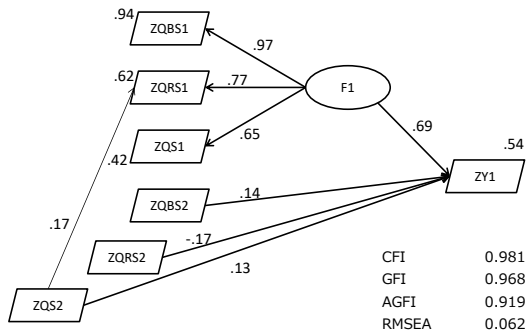


図9 主成分SEM（修正モデル）の結果

答傾向から、改善策による伸びしろがあると判断できれば、満足度を高めるための具体的な施策を検討する。

たとえば、QBS4に関する提案において、決済手順の簡略化やマニュアルの充実は、女性や高齢のユーザーにも優しいサービスであると考えられる。そのため、既存ユーザーの満足度を上げるだけでなく、サービス拡大にも寄与できる施策となる可能性がある。また、QBS3に関する提案において、ネットで使用可能な範囲を広げるには、営業活動への注力やシステム上の技術革新等、いくつかの方向性が考えられる。このような場合は、具体的な施策立案を目的とした更なる調査や実験を計画することもできる。

### 3.5 主成分SEM

はじめに、各群の第一主成分であるZQBS1とZQRS1とZQS1の背後に潜在因子を構成する仮説モデルを構築する。IBM SPSS Amosを用いて解析を行い、仮説モデルの適合度指標を確認すると、CFI=.853, GFI=.895, AGFI=.791, RMSEA=.151であった。このモデルの当てはまりが良くなかったため、修正指標を参考にしてモデルの修正を試みた。

その修正モデルが、図9である。図9には修正モデルの解析結果の標準化推定値を示した。なお、このときの誤差は省略している。適合度指標は、CFI=0.981, GFI=.968, AGFI=.919, RMSEA=0.062と概ね良好な値であった。モデルを修正する過程において、適合度指標の数値は最終的に採用した修正モデルよりも良好な値を示すものがあつたが、モデルの解釈が困難であると判断されたため、採用しないと判断した。

修正モデルの主成分SEMの結果から、A社サービスの利用満足度には各群の第一主成分の影響が大きく、これらの変数の背後にある潜在因子はサービスの充実度であると解釈された。また、各群の第二主成分の影響はいずれも僅かであり、利用満足度に対して直接的にはマイナスの影響を与える変数もみられた。

これらのことから、企業としてユーザーの満足度を向上させるための大きな枠組みを確認することができたが、これは抽象的かつ総合的な概念に基づくものであり、具体的な施策に繋げることは困難であった。

## 4. 考察

### 4.1 4つの解析手法の比較考察

本研究では、多群質問項目のインターネット調査において生じることが想定される多重共線性の問題を回避するため、①重回帰分析、②選抜型多群主成分回帰分析、③階層型主成分回帰分析、④主成分SEMを事例に適用した。本章では、事例の結果も踏まえ、これらの4つの解析手法の比較考察を行う。

①重回帰分析は、多変量解析の基本的な

手法であり、企業実務における分析の手軽さ、わかりやすさが特徴といえる。しかし、多群質問項目をすべて説明変数として扱う場合、多重共線性の問題が生じる可能性は高く、解析時は留意が必要である。適用事例においても、選択された変数のうちの半分は VIF が 2.0 を超えており、事前の懸念通り、多重共線性の問題が生じていると考えられた。

②選抜型多群主成分回帰分析は、結果として各群間の主成分同士に相関の問題が生じなければ、図 8 のようにベクトルを用いて具体的な提案を導き出すことができる。多群質問項目の調査において、同じ群内で主成分分析を行うと、そこから抽出された主成分同士は独立の関係である。よって、同群内の主成分間には相関の問題は生じない。選択された主成分による相関の問題は、他群の主成分間に生じるものである。

本研究の適用事例では、選択された主成分の VIF に 2.0 を超えるものが 3 つ含まれており、他群の第一主成分同士に相関の問題があると推測された。そのため、②選抜型多群主成分回帰分析の結果に基づき、ベクトルによる考察を行うことができなかった。もし事前に、質問項目群の構成と質問項目内容の吟味が十分できていれば、他群の主成分間に相関の問題は生じず、選抜型多群主成分回帰分析で解析から提案までを検討できる可能性は高い。

③階層型主成分回帰分析は、モジュールという概念定義を参考に、質問項目の群編成に階層を持たせたアプローチである。階層構造を整理するために、主成分回帰分析を繰り返し行うことになるが、最終的にはベクトルによって提案の方向性を指し示す

ことができる。適用事例においても、③階層型主成分回帰分析の結果に基づく合成ベクトルを作成し、考察を行った上で、A 社の具体的な取り組みの方向性を導き出した。このことから、多重共線性の問題が生じた場合、後戻りすることなく段階的に調査実施後の解析結果を整理し、速やかに企業実務における意思決定や提案を行いたいときに有用であるといえる。

④主成分 SEM は、背後に潜在因子があることを想定した仮説モデルを構築し、解析を行うものである。仮説モデルの修正を行うことで、適合度指標は概ね良好な値を示したとしても、複雑な概念構造になった場合は解釈が困難になり、企業としての具体的施策を導き出すことが難しい。適用事例では、サービスの充実度が潜在因子であると考えられたが、具体的な提案につなげることができなかった。

一般に社会科学系の調査では、調査実施後に回答データの因子分析を行い、質問項目の概念構成を仮説検証的に精査したり、探索的に潜在因子を見出したり、また、これらの手順を繰り返すことで、より確実な知見を得ようと試みることが多い。その上で仮説モデルを構築し、解析に SEM を用いた検証を行うことで複雑な因子構造を明らかにし、一般的な理論が導き出される。しかし、企業で調査を行う多くの場合は、理論の一般化よりも迅速な意思決定や具体的施策に繋がることが優先される。こうしたことから、④主成分 SEM は普遍的な知見を見出そうとするとき、一方の③階層型主成分回帰分析は具体的な施策を導き出そうとするとき、というように目的に応じて使い分けることが推奨される。

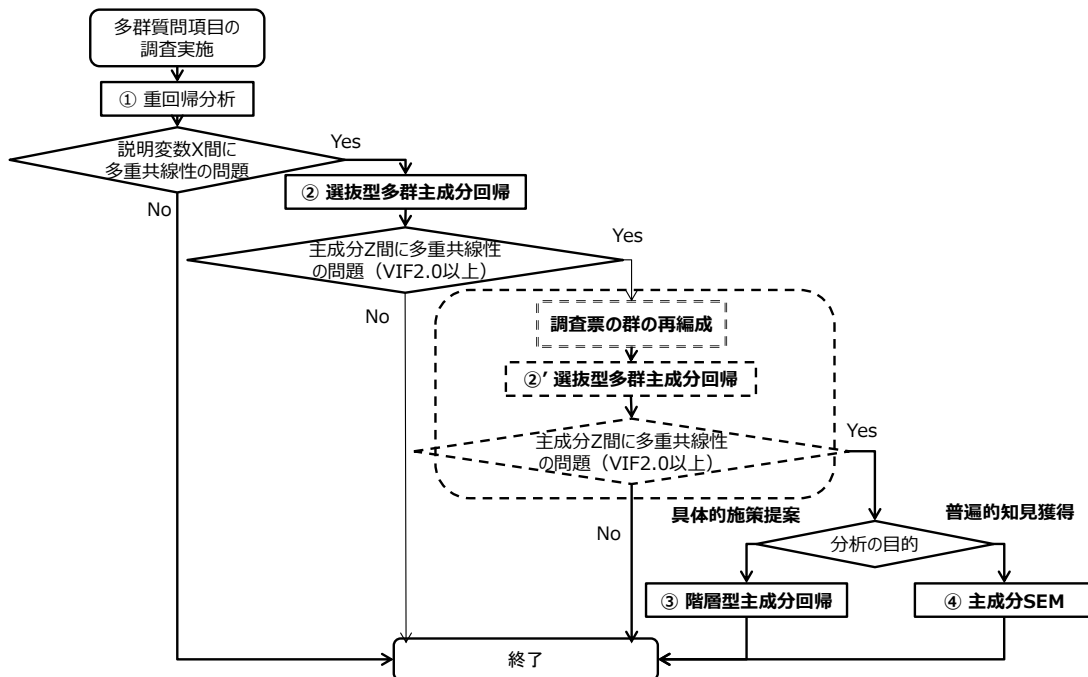


図 10 群再編成の選抜型多群主成分回帰分析を加えたフロー図

特徴をまとめると、②選抜型多群主成分回帰分析と③階層型主成分回帰分析は、ベクトルを用いた考察ができるため、企業が調査結果に基づく提案を目的としている場合にわかりやすく提示できる。④主成分SEMは、仮説モデルの検証を行うことで、一般化された理論を導き出すためのアプローチである。そのため、企業調査においては、選抜型多群主成分回帰分析または階層型主成分回帰分析の活用が有用であり、主成分SEMは1つの企業で行うような悉皆調査ではなく、無作為抽出の母集団を対象とした調査において普遍的な知見の獲得を目的とした活用が望ましいといえる。

#### 4.2 群編成の多群主成分回帰分析

本研究では、多群質問項目のインターネット調査の事例において、最初に設計した質問項目群の群構成を見直さずに実施でき

る4つの解析方法を比較した。しかし、固有技術的に調査票の群を再編成することが可能であれば、群を再編成後に再分析することもできる。②選抜型多群主成分回帰分析の結果、選択された主成分のVIFが2.0を超えているとき、群を再編成した上で、再度、②'選抜型多群主成分回帰分析を行えば、そもそも多重共線性の問題は生じない可能性が高い。またこのときは、再分析結果に基づき、ベクトルを用いた具体的提案を導き出すことができる。

図1の本研究で比較する4つの方法論のフロー図を再考したものが図10である。本研究の事例に基づき、群再編成の選抜型多群主成分回帰分析で再分析を行った結果、VIFはすべて2.0以下となり問題は生じず、その結果に基づき具体的な施策の提案に繋げられることも確認できた。

## 5. おわりに

本研究では、企業実務における実践的な多群質問項目のインターネット調査により取得したデータの解析方法を比較・検討し、実事例に基づきこれらの方法の特徴をまとめた。①重回帰分析、②選抜型多群主成分回帰分析、③階層型主成分回帰分析、④主成分 SEM という方法論を実事例に基づき、比較した結果、企業実務における実践的観点からみると、解析結果に基づき提案を導き出すことができる②選抜型多群主成分回帰分析もしくは③階層型主成分回帰分析の活用が有用であることが明らかになった。

事例では、インターネット取引における第三者決済サービス提供企業のユーザーを対象として実施したインターネット調査を取り上げ、企業の競争優位性や顧客価値を創造できる解析と提案の観点に立ち方法論の検討を行った。今後は、本研究で取り上げた解析手法の特徴を考慮し、企業実務における市場調査や組織人事領域の事例にも適用し、質問紙実験との併用による、より確実な人事施策設計<sup>[15]</sup>に関する一連の方法論の開発、また選抜型多群主成分回帰分析と階層型主成分回帰分析の適用範囲と限界を明らかにすることが今後の課題である。

## 引用文献

- [1] 大隅昇, “インターネット調査の抱える課題と今後の展開”, ESTRELA, No.143, pp.2-11, 2006.
- [2] Vésteinsdóttir, Vaka, et al. , “Psychometric properties of measurements obtained with the Marlowe–Crowne Social Desirability Scale in an Icelandic probability based Internet sample”, Computers in Human Behavior, 49, pp.608-614, 2015.
- [3] 大隅昇, “インターネット調査の適用可能性と限界”, 行動計量学, 29, 1, pp.20-44, 2002.
- [4] 大隅昇, “これからの社会調査—インターネット調査の可能性と課題—”, 日本健康教育学会誌, 16, 4, pp.196-205, 2008.
- [5] Akbulut, Yavuz , “Predictors of inconsistent responding in web surveys”, Internet Research, 25, 1, pp.131-147, 2015.
- [6] Couper, Mick P., et al., “The design of grids in web surveys”, Social science computer review, 31, 3, pp.322-345, 2013.
- [7] 埴淵知哉, 村中亮夫, 安藤雅登, “インターネット調査によるデータ収集の課題—不良回答, 回答時間, および地理的特性に注目した分析—”, E-journal GEO, 10, 1, pp.81-98, 2015.
- [8] 三浦麻子, 小林哲郎, “オンライン調査モニタの Satisfice に関する実験的研究 1)”, 社会心理学研究, 31, 1, pp.1-12, 2015.
- [9] Yoo, Wonsuk, et al., “A study of effects of multicollinearity in the multivariable analysis”, International journal of applied science and technology, 4, 5, pp.9-19, 2014.
- [10] 相島鐵郎, “近赤外分光法におけるケモメトリックスの利用”, 日本食品工業学会誌, 38, 2, pp.166-174, 1991.
- [11] Hoerl, A. E., Kennard, R. W., “Ridge regression: Biased estimation for

- nonorthogonal problems” , *Technometrics*, 12, 1, pp.55-67, 1970.
- [12] 高橋武則, 川崎昌, 鈴木圭介, “選抜型主成分重回帰分析”, 日本品質管理学会第 105 回研究発表会発表要旨集, pp.25-28, 2014.
- [13] Kawasaki, S., Takahashi, T., Suzuki, K., “The effect of autonomous career actions on self-career formation from the Viewpoint of Quality Management” , *Proc. of International Conference on Quality '14 Tokyo*, pp.152-163, 2014.
- [14] Baldwin, C. Y., Clark, K. B., “Design rules: The power of modularity (Vol. 1)” , MIT press, 2000.
- [15] 川崎昌, 高橋武則, “質問紙実験によるキャリア自律支援施策の検討”, 目白大学経営学研究 13 号, pp.21-45, 2015.