

オンラインによる調査と実験

Online survey and experiment

川崎 昌 高橋 武則

(Sho KAWASAKI Takenori TAKAHASHI)

【要 約】

近年、インターネットを活用したオンライン調査が盛んに行われている。しかし、現在オンライン上で実施されているものは調査形式のアンケートが主であり、実験形式のデータの取得およびその分析はほとんど見られない。アンケートから具体的な施策提案を導き出すには、調査で終わることなく、そこで得た情報を基に実験を行う必要がある。一方、実験を行う場合は、十分な検討がなされていない仮説から計画するのではなく、その前段でスクリーニングができていないことが重要である。そのためにアンケート調査を利用することもできる。

本研究では、調査と実験をワンセットとして扱い、以下の3点：①オンラインによる調査と実験を実施する際の留意点、②オンラインによる調査と実験の一連の手法、③この手法にスマートフォンの満足度調査および満足度実験を適用した例についてまとめる。それによって、利便性の高いオンライン調査と実験を活用し、意思決定の指針となる具体的な施策提案の設計までを実行可能な一連の手順および解析手法を提示した。

キーワード：オンライン調査、オンライン実験、選抜型多群主成分回帰分析、実験計画法

【Abstract】

In recent years, online surveys using the Internet have been actively conducted. However, the questionnaire which is currently being conducted online, it is mainly the surveys form, and acquisition and analysis of the data by the experiment form are rarely seen. In order to derive concrete measures proposal from the questionnaire, it is necessary to conduct an experiment based on the information obtained from the survey. On the other hand, when conducting experiments, it is important not to plan a hypothesis that has not been adequately studied, but to have screening done before that. For that purpose, a questionnaire survey can be used.

In this research, we treat survey and experiment as one set, following with three points below: 1) Points to keep in mind when conducting online surveys and experiments, 2) A series of methods of online surveys and experiments, 3) We summarize examples of applying smartphone satisfaction survey and satisfaction experiment to this method. By utilizing highly convenient online surveys and experiments, we presented a series of procedures and analytical methods that can be executed up to the design of concrete policy proposals that will guide the decision making.

Keyword : online survey, online experiment, selective multi-group principal component regression analysis, experimental design

1. はじめに

近年、インターネットを活用したオンライン調査¹⁾が盛んに行われている。オンラインによるアンケート調査用のWebページは、無料の制作ツールを利用して、誰もが簡単に作成可能な時代となった²⁾。また、大手インターネットリサーチ会社が提供している簡易アンケート調査システム³⁾には、無料から段階的にサービスを付加した有料プランが用意されており、安価に一般のモニターから回答を得られるしくみを利用することもできる。

学術研究で実施するオンライン調査は、多くの場合、先行研究を行った上で調査計画を立て、概念群ごとに調査項目を用意する。しかし、企業で実施する調査では、概念群を検討しないままタイムリーに調査したい質問項目をたくさん並べてしまうことがある。紙面に印刷した質問紙調査と違い、オンライン調査の場合は1ページの文字数制限が無いに等しく、質問項目数が100を超えるものも少なくない。

こうした企業で実施するアンケート調査の場合、その多くは記述統計で分析されるに留まる。商品やサービスのマーケティング活動や組織調査等、調査結果のエビデンスに基づく意思決定は、経営において広く活用することができる。しかし記述統計のみでは、傾向の把握までとなり、具体的な施策の設計には至らない。極力、調査結果に基づき、施策の提案まで導出できることが望ましい。

また、現在オンライン上で実施されているものは調査形式のアンケートが主であり、実験形式のデータの取得およびその分析はほとんど見られない。解析結果に基づく具体的な施策提案のためには、アンケート調査で終わることなく、そこで得た情報を基に実験を行う必要がある。一方、実験を行う場合は、十分な検討がなされていない仮説から計画するのではなく、その前段でスクリーニングができてることが重要である。そのためにアンケート調査を利用することもできる。

本研究では、調査と実験をワンセットとして扱い、オンラインによる調査と実験で得られたデータから次の施策提案につながる方法論につ

いてまとめる。本研究の目的は以下の3点、①オンラインによる調査と実験を実施する際の留意点について整理すること、②オンラインによる調査と実験の一連の手法を示すこと、③この手法にスマートフォンの満足度調査および満足度実験を適用した例を提示することである。

2. オンラインによる調査と実験の留意点

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拡がった(大隅, 2006)。社会科学領域における研究では、オンライン調査の活用が増加するとともに、これらの信頼性に関する議論も重ねられてきた。従来方式の社会調査の手法と比べ、オンライン調査を疑問視する声の代表的なものは以下の2点である。1つがサンプリング・バイアスに関すること、もう1つがスマートフォンやパソコンの画面を通じた回答方式の影響による、回答の質に関することである。

本多(2006)は、モニター型インターネット調査の特質の分析を試み、サンプリング・バイアスについて、モニター型のオンライン調査の回答者には学歴・職業など属性の偏りがあるほか、無作為抽出の回答者と比べて価値観や意識面に違いがあることを見出したが、無作為抽出においても回収率の問題があって代表性は万全なものではない以上、モニターだけが大きく偏っているとは断言できないと報告した。また、サンプリング手法については、2006年の個人情報保護法改正により調査対象者の無作為抽出が困難になった結果、回収率も低下し、従来方式も危機に瀕しているとの指摘が先行研究において複数みられる。

オンライン調査による回答の質の低下に着目した研究には、三浦・小林(2015)のオンライン調査モニターの努力の最小限化(Satisfice)に関するものがある。Satisficeとは、調査の際に、調査協力者がふさわしい注意資源⁴⁾を割かない行動である(Krosnick, 1991)。三浦らの研究では、オンライン調査モニターの回答行動について、実験的な比較調査を行い、望ましくない回答行動とされるSatisfice傾向の発生頻度や

表1 オンライン調査や実験の留意点

留意項目	留意点
母集団形成	<ul style="list-style-type: none"> ・調査会社の登録モニターを活用できる利便性はあるが、母集団が曖昧になりやすい。 ・登録モニターを利用する「公募型調査」ではなく、無作為抽出により回答者集団を構築する「非公募型調査」をオンラインで実施することも可能である。
登録モニターの質	<ul style="list-style-type: none"> ・回答者特性（インターネットの利用頻度や習熟度、地域性など）の偏りは解消される傾向にあるが、謝礼を目的としたプロの回答者の混入もありうる。 ・モニターの質を保つ工夫は、各インターネットリサーチ会社で取り組みが進められており、リサーチモニターの募集や管理方法はホームページ上で公開されている。
回答の制御	<ul style="list-style-type: none"> ・限定項目の設定、質問文や選択肢のランダム表示等は有効に活用できる機能であるが、回答の強制も起こりうる。
回答の質	<ul style="list-style-type: none"> ・Satisfice傾向の回答を減らす工夫はできるが、有効回答や有効回収率⁵⁾、調査不能か無回答かの確定は困難である。 ・あらかじめ回答数を多く集め、データクリーニングを丁寧に行うことで、分析に用いるデータの精度を上げることが可能である。
オンライン特性	<ul style="list-style-type: none"> ・インタラクティブな活用が可能であるが、回答者のコンピュータ・リテラシーのばらつきやネットワーク環境の違いや障害（通信障害・サーバダウン等）による影響は把握できない。 ・コンピュータ教育やインターネット環境の変化により、若い年代であるほどオンライン調査に対する回答者のコンピュータ・リテラシーの差は小さくなっている。

注) 大隅（2008）を参考に筆者作成

発生パターンの検討を行っている。その結果、回答時間が極端に短いケースにおいて発生しやすいことが想定される質問文の読み飛ばしによるSatisficeは非常に頻繁に起こること、一方で尺度項目のSatisficeは相対的に少ないことを明らかにした。さらに、その発生パターンには、モニターが所属する調査会社によって違いがあることを示したうえで、あらかじめスクリーニング調査を行うことでSatisfice傾向のあるデータを除外できる可能性を示唆した。このようなSatisficeの発生に関する研究の一方で、現在はSatisficeを行う傾向の強い回答者を事前にスクリーニングする手法の研究やシステム上の機能開発が進展している。

以上のような、サンプリング・バイアスや回答の質の問題も含め、大隅（2008）はオンライン調査の利点と欠点に関する事項を要約している。そこでは、オンライン調査の抱える課題は無数にあることを前提としたうえで、その特性の一部を主観と独断で利点・欠点と“される”項目が列挙された。本研究ではその内容を参考として、表1にオンライン調査や実験の留意点となる事項をその対応状況と共に整理した。これ

らの留意点には、インターネットを活用して調査や実験を行う場合の利点・欠点とされる事項がいずれも含まれている。

オンラインによる調査や実験に臨む際は、学術研究においては特に、こうした留意点を踏まえ実施することが重要である。しかし、企業で行う調査や大学での卒業論文研究では、納期や予算との兼ね合いから、必ずしも事前に留意事項を点検できないこともある。その場合は、調査結果をまとめる際にバイアス発生の可能性やデータクリーニングの状況等を丁寧に示しておけるとよい。本研究では、専門的な学術研究ではなく、一般に広く応用可能なオンライン調査や実験を前提として、具体的な施策提案を行うための方法論を示す。

3. オンライン調査と実験の手法

オンラインによるアンケート調査を計画する場合、調査だけで終わらず、さらに提案の精度を上げるために実験を行うとよい。本章で提示する、調査と実験の一連の流れを図式化したものが図1である。

本章では、はじめに事前準備としての調査票

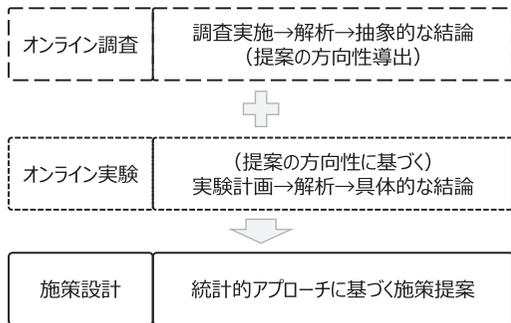


図1 オンラインによる調査と実験の流れ

の作成について述べる。次に、オンラインによる調査と実験の手順および解析手法についてまとめる。

3.1 調査票の作成

オンライン調査を計画する場合、紙幅の制限がないWebサイトを活用するため、質問項目数が多くなりやすい⁶⁾。しかし、一度の調査で取得したい情報の取りこぼしが無いようにすることも大事である。質問項目数が多くなってしまふ場合に重要なことは、質問項目群の構成である。事前準備で適切な概念群による質問項目構成を検討できれば、同群内は相関が高く、他群間は相関の低い調査票を設計することが可能になる。

図2に「スマートフォンの満足度調査」の群構成とパス図の例を示す。この図からA群は9項目、B群は6項目、C群は7項目、Y群は3

項目で構成された調査票をイメージすることができる。このとき、同じ概念群に含まれる質問項目の相関は高く、他の群の質問項目とは相関は低くなりそうかどうかを確認する。可能であれば、この時点で予備調査を実施することで、回答しにくい項目はないかどうか、他の概念群に含める方が良い項目ではないかなど、予備調査の結果も踏まえて調査票の全体を見直すことができる。

また、調査や実験では、属性（フェイスシート）項目を用意し、回答者の個人情報も同時に取得する。人や組織を対象とした調査や実験における属性情報の取得と、それによる層別は重要な意味を持つ。なぜなら、人間は一人ひとり、価値観、意思、思想、信条などが違うため、個性が高く、分析を行う場合も回答者の傾向がすべて同じということはないからである。回答者にも似た属性の層が形成されていると考える方が自然である。

層別の基盤は、対象者の特徴を示す属性分類である。従来は、主に性別・年齢・職業・国籍などの典型的なデモグラフィック属性を用いることが多かったが、近年は、属性自体が多様多様になっている。そのため、サイコグラフィック属性、ライフスタイル属性、ビヘイビオラル属性などの複数の属性を組み合わせた複合的な層別の把握が不可欠である（Kawasaki, Takahashi, Suzuki, 2015）。

このような複合的層別を見出すためには、近年のコンピュータソフトウェアを活用し、クラ

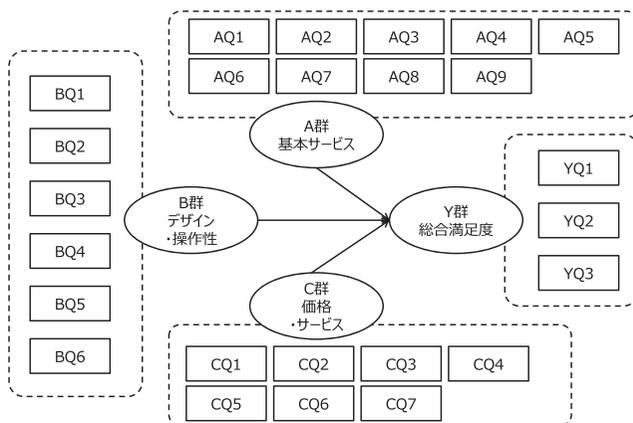


図2 「スマートフォンの満足度調査」の群構成とパス図の例

スター分析や決定木分析等の統計的手法を活用することが効果的である。しかし、統計分類を用いるだけでは調査対象者の回答の類似性による分類に留まり、対象者を考慮して施策提案を行う場合にターゲットを捉えた検討が不十分となることも多い。そのため、統計分類と現場における専門知識や経験などを照らし合わせて意味づけを行うことで、属性による意味のある層別を見出すことが望ましい。

3.2. オンライン調査の手法

3.2.1 オンライン調査の実施手順

事前準備によって、調査票に含める質問項目および属性項目が用意できたら、それをオンライン調査票のWebサイトに反映させる。アンケート用のWebページを作成するには、かつては特別なプログラミング言語が必要であったが、現在は無料の制作ツールを利用することで、専門的な知識が無くても直感的にアンケートフォームを作成できるようになった。

無料のオンラインアンケート作成システムによって、さまざまな質問形式の調査票をつくることができ、選択式、プルダウン形式、評価スケール等を自由に設計できる。また、画像や動画を追加したり、質問項目をスキップさせたり、特定の回答者のみに限定した質問をすることが可能である。

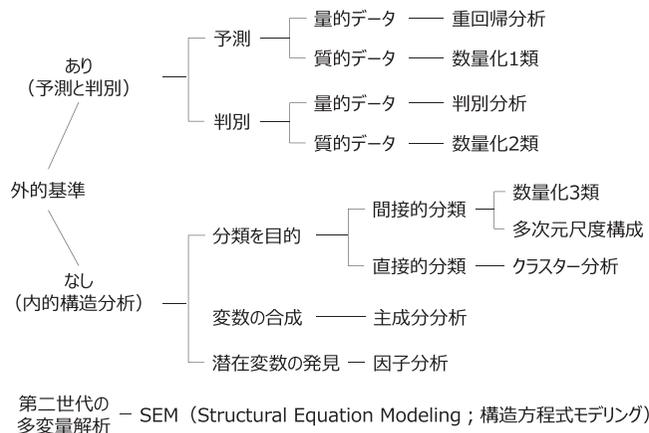
オンライン調査票が完成すると、そのWeb

サイトにリンクするためのURLが生成されるため、それを調査協力者にメールやSNSで知らせることにより、調査実施が可能になる。調査に回答する場合は、通信可能な場所ならどこにいてもパソコンやスマートフォンからアクセスすることができる。

3.2.2 オンライン調査の解析

オンラインアンケートシステムを活用すると、回答は逐次データシートに蓄積され、自動的に集計された結果をリアルタイムにグラフで閲覧することが可能になる。この機能によって、回答傾向を把握することができるが、調査結果を次の施策提案につなげるためには、記述統計から一歩進んだ推測統計による解析の手法を用いることが有効である。オンライン調査に限らず、推測統計による調査データの解析には、一般的に多変量解析の手法が用いられる。図3に、目的による多変量解析の分類を示す。

本研究では、多変量解析の中でも変数の合成を目的とした主成分分析、および予測を目的とした重回帰分析を一連のステップにより組み合わせて実行する選抜型多群主成分回帰分析(Kawasaki, Takahashi, Suzuki, 2014)を解析に用いる。この手法は、相関の高い変数を複数含む重回帰分析で起こりうる多重共線性(Yoo, 2014)の問題を回避し、提案の方向性を導き出すことができる。図4に選抜型多群主成分回帰



(出所) 柳井・岩坪(1976)から引用。

図3 目的による多変量解析の分類

分析モデル、その実行手順を以下に5つのステップとして示す。

step1 結果系の質問項目の主成分分析

結果系の目的変数Yとなる質問項目の主成分分析を行い、注目する主成分を取り上げ、Yに設定する。このとき、Y群の主成分分析結果の第一主成分を【ZY1】⁷⁾として保存する。

step2 原因系の質問項目の選抜

【ZY1】と各質問項目【XA1～XC2】の相関を確認する。相関の低い項目（影響の少ない項目：【XA3】、【XB2】、【XC2】）を分析から除外し、相関の高い項目を選抜して、以降の分析に用いる。

step3 概念群ごとの主成分分析

すべての群ごとに選抜された質問項目の主成分分析を行い、原則として、第一主成分と第二主成分を保存する。もし、固有値が1.0を超えている主成分があれば、第三主成分以降であっても保存する。

同群内で1項目のみ選抜された場合は、他の主成分と比較できるよう、その変数の基準化⁸⁾を行う。

step4 選抜型多群主成分回帰分析

選抜型多群主成分回帰分析を実行する。ステップワイズ（変数選択）法により選択された分析結果の主成分同士のVIFを確認し、2.0を超えているものがなければ次のステップに進む。もしVIFが2.0を超えている変数があれば、選抜された各質問項目の群構成を見直し、再度、step3から繰り返す。

step5 重要な質問項目の確認と考察

選抜型主成分回帰分析の結果、同じ概念群から2つの主成分が目的変数に影響のある変数として選択されていた場合、これらの合成ベクトルを作図し、考察を行う。この概念群に含まれる質問項目を用いて行った主成分分析結果の因子負荷量図上に合成ベクトルを作図し、このベクトルに射影する（垂直となる）線を引く。このとき、第一主成分と第二主成分の軸が交わる中心点から垂線までの絶対値が最大のところにある質問項目がもっとも重要であると判断できる。

重要な質問項目については、積極的な施策を打つか、現状を維持するかを検討し、施策提案の方向性を導き出す。さらに具体的な施策提案とするために実験を計画する。

3.3 オンライン実験の手法

3.3.1 オンライン実験の実施手順

実験では、施策案の特徴を示すものを因子、因子の具体的な内容や状態のことを水準と呼ぶ。実験の準備では、はじめにこれらの因子と水準を用意し、プロファイルの設計を行う。このとき、実験計画法⁹⁾を用いることで、すべての水準の組み合わせでプロファイルを作成するのではなく、使用するプロファイルを絞り込むことができる。次に、あらゆる水準で構成される複数のプロファイルを作成し、それにイラストや表を交えてわかりやすくカード化する。

一般的な質問紙実験では、被験者に対し、ト

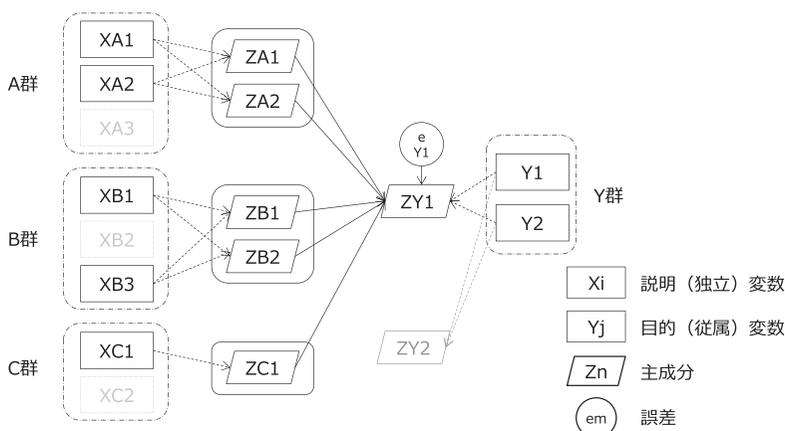


図4 選抜型多群主成分回帰分析モデル

ランプを配るようにプロフィールカードを配布した上で、机上で並べ替えを行ってもらおう。しかし、インターネットを活用する場合は、実験用のプロフィールカードの画像を閲覧してもらい、良いと思うプラン順に、順位を回答する形式を活用できる。

回答者に提示したプロフィールカードを好ましいと思う順番に並べ替えてもらう手法は順位法と呼ばれる。この手法は、順位がそのまま評価値に換算される（8枚のカードの場合、1位は8点、2位は7点…8位は1点）ため、評価値の差は等間隔になり、詳細な違いを把握するには適さないが、短時間で回答してもらいやすい手法である。

オンラインアンケートを作成するためのASP：Application Service Providerには、画像のアップロードおよび提示したプランの順位をプルダウンで選択してもらおう機能が用意されているものもある。この機能を使えば、アップロードされた画像はクリックにより1枚ずつ選択され、パソコンとスマートフォンのいずれからのアクセスでも画像表示の拡大・縮小が可能になる。こうした便利な機能を活用すれば、質問紙による実験とオンライン実験の実施環境の違いによる影響を減らすことができると考えられる。

オンライン実験のためのWebページの作成が完了すると、そのページにアクセスするためのURLを実験の対象者にメールやSNSで配信する。被験者となる人は、時間帯や回答場所を問わずそこにアクセスし、オンライン実験に参加することが可能である。

ヒトを対象とした従来の質問紙実験では、留置き式で実施できる質問紙調査と比べ、データを集める手間暇がかかり、実験データを集めるために時間と労力をかける必要があった。しかし、インターネットを活用することで、実施者側にとっては実験の準備から実施までの負担が減り、一方、被験者にとっても時間と場所の制限がなくなるため、双方にとって効率的である。よって、これまで以上に実験データを収集しやすくなる可能性が高まる。

3.3.2 オンライン実験の解析

オンライン実験で得られたデータは、はじめに解析のための処理を行う。実験で提示したカードに付けられた順位を満足度得点として変換し（たとえば、1位→9点、2位→8点…9位→1点）、各カードの平均値得点を算出する。平均値を用いて分散分析を行うことで、どの因子が満足度に強く影響しているかを判断することができる。同時に、因子の交互作用についても確認する。

最適な施策の組み合わせを明らかにするには、目的変数に各カードの平均値得点、説明変数に交互作用まで考慮した各因子を設定し、重回帰分析を行う。その結果の予測プロフィールにより、もっとも満足度に影響を与える因子および満足度を最大にする水準の確認が可能である。それによって、回答者の満足度を高めるベストプランが明らかになる。

このとき、意味のある層別が検討できれば、属性や回答傾向で層を分け、層ごとに満足度を高める、あるいは低めるプランが同じであるか、そうではないかを確認しておくことが重要である。層ごとにベストプランが違い、一方の層の満足度を高める施策は、もう一方の層の満足度を低めるというトレードオフが生じる場合もある。また、層別を考慮せずに全体で最適なプランを実行に移した場合、結果として中庸な施策となり、全体の満足度に寄与することができる有効な施策とならないケースも起こりうるので注意が必要である。

4. オンライン調査と実験の適用例

4.1 オンライン調査の例

本節では、オンラインで実施した「スマートフォンの満足度調査」について例示する。本事例は、Googleフォームで作成したオンライン調査票により、大学生38名からデータを取得した。2015年1月に調査を実施し、回答を得られた38名の内訳は、性別：男性28名・女性10名、年代：10代4名・20代34名、同居形態：1人暮らし7名・家族と同居31名であった。

本例では、デモグラフィックな基本属性以外にライフスタイル属性、ビヘイビオラル属性を調査項目として用意し、通話やメール、LINE

等のアプリやSNSをスマートフォンでどの程度使用しているかについても回答を求めた。そのうえで、分析に意味のある層別を見出すため、JMP[®] 12 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) を用い、決定木分析を実行した。目的変数に回答者の回答傾向から見出したクラスター分析結果 (2 クラスター)、説明変数にすべての属性に関する変数を設定して決定木による分岐を確認した結果、第一分岐として見出されたLINEをよく使う人とLINEをあまり使わない人に層を分けて分析を行った。

このとき、LINEをよく使う人がスマートフォンの一般からヘビーユーザーであり、LINEをあまり使わない人はスマートフォンを使う頻度が少ないのではないかと考え、調査前に各層で満足度を高める要因に差異があるのではないかという仮説を立てた。

4.1.1 調査票の作成例

(1) 結果系の項目

何かの満足度を調べる場合、可能であれば複数の側面から質問を用意したい。複数の満足度の間には当然のことながら相関が存在するが、相関が存在していても重要な側面を外してはならない。相関が高い場合でも、まったく同じ質問でない限りは相関係数が1か0ということはなく、複数種類の満足度間の相関は主成分分析で整理を行えばよい。

(2) 原因 (要因) 系の項目

こちらは最初に群を構成する。そのうえで、群ごとに具体的な質問項目を複数用意する。この場合も同群内の質問間には相関が生じるが、それは主成分で整理できるので、むしろ重要な質問を落とさないことを心がける。

しかし、異なる群の質問間に高い相関があることは、可能な限り避けなければならない。もし、調査実施前には群間の質問間の相関は低いと考えていたが、調査事後に高い相関が現れた場合には、事後に群の再構成を行う必要がある。

本例では、3.1 図2 のパス図に示した群構成、質問項目数で調査票を作成し、群構成がうまくできていることを前提に解析を進めた。

表2 スマートフォンの満足度調査項目

A群:基本スペック	
AQ1	全体サイズ(幅×高さ×厚さ)
AQ2	画面サイズ(大きさ)
AQ3	重さ
AQ4	バッテリーの持ち時間
AQ5	フル充電までに必要な時間
AQ6	本体フォルダ容量
AQ7	データ通信速度
AQ8	ディスプレイの解像度
AQ9	カメラの画素数
B群:デザイン・機能性	
BQ1	デザイン
BQ2	色
BQ3	新奇性(新しさ・珍しさ)
BQ4	操作性(使いやすさ)
BQ5	機能のわかりやすさ
BQ6	対応アプリの多さ
C群:価格・サービス	
CQ1	経済性(安さ)
CQ2	キャンペーン(お得さ)
CQ3	契約プランのわかりやすさ
CQ4	安心・補償サービス
CQ5	お客さまサポート(各種手続等)
CQ6	販売店の接客対応
CQ7	販売員の説明のわかりやすさ
Y群:総合満足度	
YQ1	他者への推奨
YQ2	継続利用意向
YQ3	使用感

表2に本事例で使用したスマートフォンの満足度調査項目¹⁰⁾を示す。

4.1.2 LINEをよく使う人の選抜型多群主成分回帰分析と結果

step1 結果系の質問項目の主成分分析

最初に結果系の目的変数を設定するため、満足度に関する3項目の主成分分析を行った結果、第一主成分で79.1%を説明していることが明らかになった。よって、第一主成分をZY1として目的変数に設定した。

step2 原因系の質問項目の選抜

次に、目的変数として設定したZY1と各質問項目の相関を確認した。このときの選抜基準に絶対的なものではなく、本例では相関0.45(約20%の影響)以上の項目の選抜を行った。

その結果、9項目が分析から除外された。このとき重要な質問項目が除外されていないかとど

表3 LINEよく使う：選抜型多群主成分回帰分析結果

	R2乗	0.776			
	自由度調整R2乗	0.729			
項	推定値	標準誤差	p値	標準β	VIF
切片	1.110	0.164	1.0000	0	
ZB1	0.427	0.106	0.0007	0.456	1.081
ZB2	0.867	0.386	0.0369	0.252	1.068
ZC1	0.357	0.081	0.0003	0.514	1.148
ZC2	0.337	0.165	0.0544	0.223	1.000

うかも加味して判断した。

step3 概念群ごとの主成分分析

選抜された質問項目を用い、各群で主成分分析を行った。いずれの群も原則として、主成分分析結果の第一主成分と第二主成分を保存し、以降の解析に用いた。本例では、第三主成分以降に固有値1.0を超える主成分がなかったため、第三主成分以降はこの後の解析に用いなかった。

step4 選抜型多群主成分回帰分析

各群の主成分分析結果により保存された第一主成分と第二主成分を説明変数として、選抜型多群主成分回帰分析を行った。その結果を表3に示す。このときの自由度調整R2乗は0.73であり、モデルの当てはまりは良いことが確認できた。

次に選抜型主成分回帰分析の結果、選択された主成分のVIFを確認した。いずれのVIFも1.0に近い数値を示しており、選択された主成分間にはほぼ独立の関係にあった。このことから、調査票の群構成には問題がなかったといえる。よって、この結果を採択し、選択された主成分の偏回帰係数を用いてベクトルによる考察を行った。

step5 重要な質問項目の確認と考察

同群から第一主成分と第二主成分が選択されている場合、合成ベクトルを作図し、考察を行うことができる。本例では、B群（図5）とC群（図6）の合成ベクトルを作図した。B群では第一主成分の推定値（偏回帰係数）0.43と第二主成分の同0.87を、これらの数値の比率を保ち、因子負荷量図上にベクトルとして示した。作図した合成ベクトルに射影する線（垂線）を

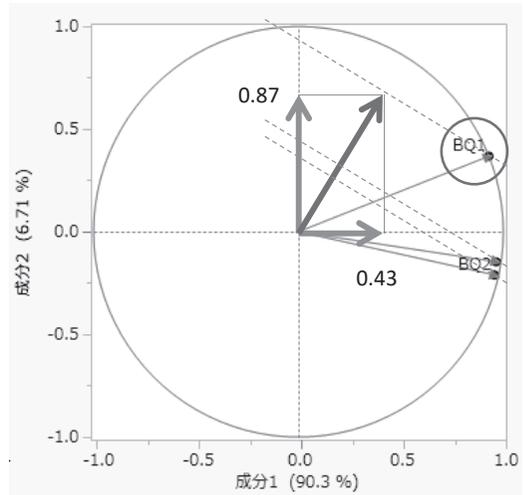


図5 LINEよく使う：B群の合成ベクトル

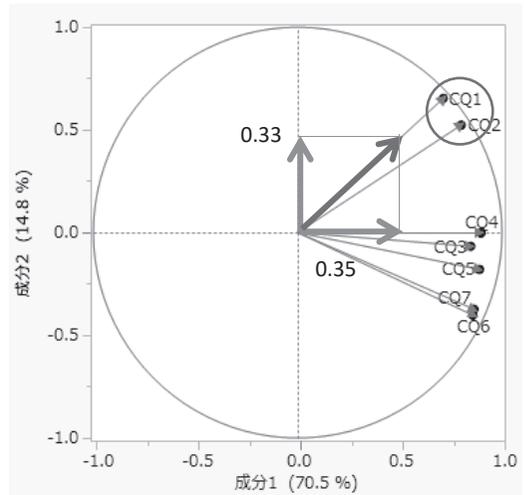


図6 LINEよく使う：C群の合成ベクトル

引き、主成分軸が交わる中心点からの距離の絶対値が最大の位置にある質問項目が、目的変数に対して重要な質問項目である。

図5からB群では、BQ1の「デザイン」、同様に処理を行ったC群では、CQ1「経済性（安さ）」とCQ2「キャンペーン（お得さ）」が重要であることが明らかになった。

重要項目の一変量の分布を確認すると、B群のBQ1は平均値が7点満点の6点であり、上げしろが少なく、これを維持する施策の検討が必要であると考えられた。一方、C群のCQ1とCQ2はいずれも平均値が4点台であり、どちらも上げしろがあり、これらの満足度を上げる

表4 LINEをあまり使わない：選抜型多群主成分回帰分析結果

		R2乗	0.701		
		自由度調整R2乗	0.647		
項	推定値	標準誤差	p値	標準β	VIF
切片	4.758	0.248	1.0000	0	
ZA1	0.616	0.167	0.0035	0.679	1.244
ZC1	0.428	0.287	0.1631	0.275	1.244

ための提案が重要であった。

4.1.3 LINEをあまり使わない人の選抜型多群主成分回帰分析

LINEをあまり使わない人の解析の手順は前項のLINEをよく使う人と同様であるため、方法論が重複する部分は割愛する。表4に、LINEをあまり使わない人の選抜型多群主成分分析結果を示した。

LINEをあまり使わない人の選抜型多群主成分回帰分析結果から、ZA1とZC1の標準β(標準偏回帰係数)を比較し、ZA1の方が目的変数に対して影響が強いことを確認した。ここではA群の因子負荷量図に第一主成分のベクトルを作図した上で、考察を行った。

A群では第一主成分のベクトル上にある、AQ8「ディスプレイの大きさ」とAQ9「カメラの画素数」が重要な質問項目であることが明らかになった。これらの重要な質問項目の回答データを一変量の分布で確認すると、AQ8は平均値が7点満点の4.93点、AQ9は5.2点であり、どちらも上げしろがあると判断できた。よって、これらの項目の満足度を上げるための提案を検討する。

4.1.4 オンライン調査の解析結果に基づく提案の方向性

選抜型多群主成分回帰分析を用いた解析結果から、LINEよく使う人(N=24)は、「デザイン」、「経済性(安さ)」、「キャンペーン(お得さ)」、一方のLINEあまり使わない人(N=14)は、「ディスプレイの大きさ」、「カメラの画素数」が総合満足度に影響していることが明らかになった。これらは、LINEをよく使う人とあまり使わない人では、満足度に影響している要

因に差異があるのではないかという仮説通りの結果であった。

抽象的な提案の方向性としては、LINEをよく使う人は、お得感・お値打ち感のあるサービスを付加したスタイリッシュなスマートフォンの開発、LINEをあまり使わない人は、画面の見やすさや撮影など普段使いに便利なシンプルスマートフォンの開発が考えられた。しかし、これらは調査結果に基づく新たな仮説といえるものである。

この結果に基づき、スマートフォン利用の総合満足度を上げるための確実な施策を検討するため、次節でオンライン実験を行う。最終的には、調査と実験に基づく統計的アプローチを経て、施策提案を行う。

4.2 オンライン実験の例

本節では、オンラインで実施した「スマートフォンの満足度実験」について例示する。

実験の準備として、最初にオンライン調査結果に基づき実験に用いる項目(実験で評価される項目)の吟味を行った。

その結果、画面の見やすさにつながる「画面の大きさ」、お得感・お値打ち感につながる「保証パック」と「メモリーの容量」の3つに施策提案のポイントを絞り込み、実験を計画することとした。本実験は、前節のオンライン調査を行った翌週に、同対象者の大学生38名に対して実施した。

4.2.1 実験の計画と実施

実験に用いる因子は、X1「容量」、X2「画面」、X3「保証パック」と3つ設定し、それぞれの因子に2水準を用意した¹¹⁾。ここでの水準は、より詳細な施策設計を可能にするため、最少と最大の定量的な数値を用意した。また、容量と保証パックサービスには現実的な値段も併記した。ここで価格を考慮しなければ、一般的に良い条件の組み合わせの選択が必然になる。

本例では表5に示すように、L8の直交表を用い実験を計画した。No.9は各因子の2水準の中央値を入れたホールドアウトカードである。このカードの順位が最上位や最下位にきて

表5 本例のL8直交表

No	容量 (容量価格)	画面	保証パック (保証価格)
1	32GB (85,000円)	4.5インチ	3サービス (500円)
2	32GB (85,000円)	4.5インチ	5サービス (700円)
3	32GB (85,000円)	5.5インチ	3サービス (500円)
4	32GB (85,000円)	5.5インチ	5サービス (700円)
5	256GB (100,000円)	4.5インチ	3サービス (700円)
6	256GB (100,000円)	4.5インチ	5サービス (500円)
7	256GB (100,000円)	5.5インチ	3サービス (700円)
8	256GB (100,000円)	5.5インチ	5サービス (500円)
9	128GB (96,000円)	5インチ	4サービス (600円)

いる回答者のデータは、信頼性が低いと判断することもできるように設定した。

次に、L8直交表の計画に基づき9枚のプロファイルカードを作成した(図7)。プロファイルカードは文字やイラスト等、視覚的にわかりやすく表示するよう工夫を行った。オンライン実験ではこれらのカードを1枚ずつ画像化してアップロードし、9枚のカード(画像)とプランの詳細テキストを被験者に提示した。それらのプランの満足度が高い順に1位~9位までの順位付けを行い、その順位を回答してもらった。

オンラインにすることで画像をクリックすると1枚ずつの画面が大きく表示され、画像の並べ替えも可能になった。また、1位から順に画像を選んでいくと、選んでいない残りの候補のみが表示されるため選択しやすかったという回

答者からのフィードバックも得られた。さらに、実験を対面で行う場合は、人数分のプロファイルカードセットの準備、場所、ファシリテーションが必要であるが、オンライン形式で行うことでその手間がなくなるというメリットが生じた。

4.2.2 オンライン実験の解析と結果

はじめに、プロファイルカードの順位を得点に変換し、LINEをよく使う人とあまり使わない人に層別して、各カードの平均値を算出し、重回帰分析を行った。その結果、LINEをよく使う層では画面、LINEをあまり使わない層では容量と保証が満足度に影響を与える重要な因子であることが明らかになった。

統計ソフトウェアJMPを用い、重回帰分析結果の予測プロファイルにおいて満足度を最大にする施策を検討した結果、LINEをよく使う人は画面サイズ5.5インチで大きいことを望んでいた(図8)。LINEをあまり使わない人は少ない容量32Gおよび保証サービスが5パックと充実しているほど満足度が高まることが確認できた(図9)。

4.2.3 具体的な施策提案例

LINEをよく使う人は、スマートフォン自体をよく使うユーザーと考えられることから、その他のアプリやゲームを楽しむ上で大画面であ

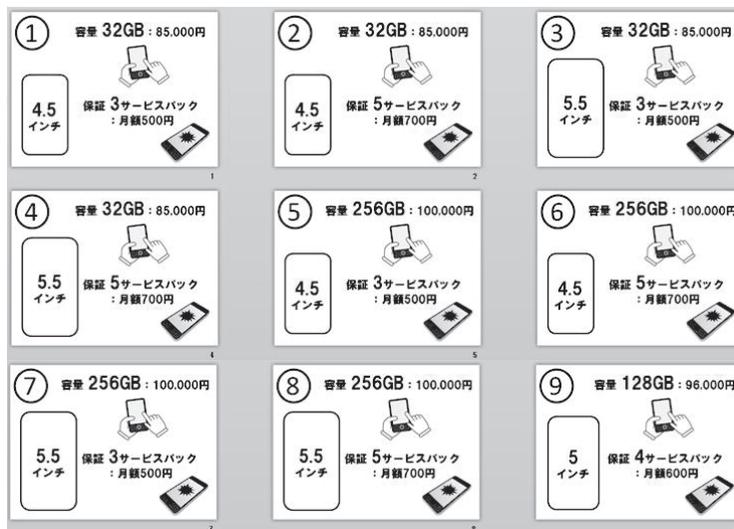


図7 プロファイルカードの例

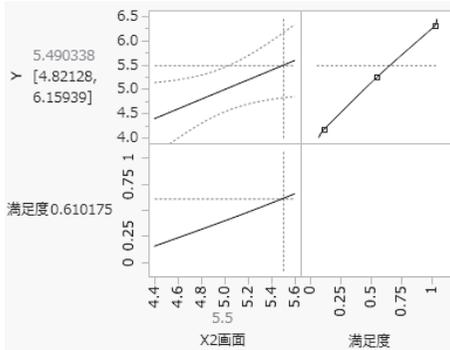


図8 LINE使う：予測プロファイル

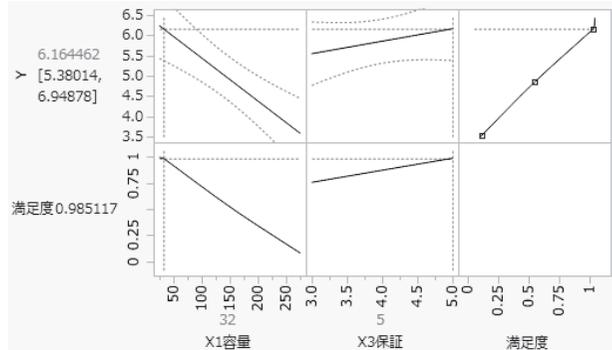


図9 LINE使わない：予測プロファイル

ることを望んでいると推測できる。また、LINEをあまり使わない人も、オンライン調査の結果から画面の大きさが満足度に影響することが明らかになっており、スマートフォンの開発においては、5.5インチ以上の画面の大きさが最優先となる。

LINEをあまり使わない人は、スマートフォンの容量は最小限を希望しているが、この点は一般ユーザーからヘビーユーザーと想定されるLINEをよく使う人の希望と相反する可能性がある。また、本研究では実験に価格を含めたため、因子や水準の組み合わせに価格が影響している可能性もありうる。この点も踏まえ、新しいスマートフォン開発するには、ヘビーユーザーもライトユーザーもそれぞれの対象に経済性やお得感が感じられるものにしていくことが望ましい。

本例では解析対象者数が少なかったため各層の属性の確認を行っていない。しかし、LINEをよく使う人、あまり使わない人、それぞれの層に多く含まれる属性を確認し、ターゲットとする層のイメージを明確にすることも施策提案の検討においては重要である。

5. おわりに

本研究では、オンラインによる調査と実験をワンセットとして扱い、以下の3点についてまとめた。①オンラインによる調査と実験を実施する際の留意点について、先行研究を参考に整理した。②オンラインによる調査と実験の一連の手法は、事前準備における調査票の作成、お

よび調査と実験の実施手順、解析手法に分けて示した。最後に、③この一連の手法をスマートフォンの満足度調査および満足度実験に適用した。それによって、利便性の高いオンライン調査と実験を活用し、意思決定の指針となる具体的な施策提案の設計までを実行可能な一連の方法論を提示した。

今後の課題は以下の2点である。1点目がオンライン調査や実験の回答傾向による層別を用いた解析を行うこと、もう1点が本研究で提示した方法論を実事例に適用することである。

【引用文献】

- 本多則恵, 2006, 「インターネット調査・モニター調査の特質」, 日本労働研究雑誌, 48 (6): 32-41.
- 柳井晴夫, 岩坪秀一, 2001, 『複雑さに挑む科学』, 講談社.
- 川口潤, 1995, 『認知心理学2』, 東京大学出版会: 49-69.
- Kawasaki, S., Takahashi, T., Suzuki, K., 2014, The effect of autonomous career actions on self-career formation from the Viewpoint of Quality Management, *Proc. of International Conference on Quality '14 Tokyo*: 152-163.
- Kawasaki, S., Takahashi, T., Suzuki, K., 2015, Study of classification in questionnaire surveys and questionnaire experiments in human resource management, *Proceedings of the Asian Network for Quality Congress 2015 in Taipei*: 1-13.
- Krosnick, J. A., 1991, Response strategies for coping with the cognitive demands of attitude

- measures in surveys, *Applied cognitive psychology*, 5 (3): 213-236.
- 三浦麻子, 小林哲郎, 2015, 「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): 1-12.
- 大隅昇, 2006, 「インターネット調査の抱える課題と今後の展開」, *ESTRELA*, No143: 2-11.
- 大隅昇, 2008, 「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): 196-205.
- Yoo, W., Mayberry, R., Bae, S. et al., 2014, A study of effects of multicollinearity in the multivariable analysis, *International journal of applied science and technology*, 4 (5): 9-19.
- 【注】**
- 1) 本研究では、オンライン調査とインターネット調査、ネット調査、ウェブ調査を同義として扱う。
 - 2) たとえば、SurveyMonkeyやQualtrics、あるいはGoogle フォーム（三浦・小林, 2015）。
 - 3) たとえば、FastaskやQuestantなど。
 - 4) 注意資源とは、認知的な課題の処理を遂行する際に使用されるものであり、その要領には限界があることで知られる（川口, 1995）。
 - 5) 回収率は調査品質の重要な指標であり、オンライン調査では一般に低いとされるが、登録者集団の構築方法や管理運用方法によりかなり差違があることが分かっている（大隅, 2008）。
 - 6) 大手インターネットリサーチ会社が提供しているアンケート調査システムを活用する場合、無料の範囲で利用できる質問項目数には制限が設けられていることもある。この場合、有料プランに切り替えることで質問項目数の制限、1アンケートあたりの回答数の制限、結果の閲覧制限等の許容範囲を変更することが可能になる。
 - 7) 主成分を示すアルファベットとしてZ、目的変数を表すためY、第一主成分であるため数字の1を組み合わせた。以降の主成分の表記も同様である。
 - 8) 与えられたデータを平均が0、分散が1のデータに変換すること。
 - 9) 実験計画法をマーケティングの分野に取り入れた調査解析の手法がコンジョイント分析である。
 - 10) スマートフォンの満足度調査においては、たとえば機種、使用期間、契約プランの違い等の影響もあると考えられるため、調査項目の選定は、調査目的や仮説に基づき吟味する必要がある。
 - 11) 実験に用いる因子・水準についても、調査結果と目的に基づき検討が必要である。本事例で画面の大きさに関する水準の最大が5.5インチとなっているのは、実験の実施時期に6インチサイズのスマートフォンが発売されていなかったためである。

