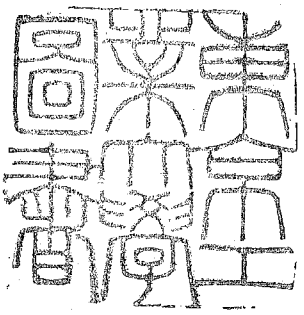
T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	市場品質の数量化と品質の展開への応用
Title(English)	
著者(和文)	圓川隆夫
Author(English)	Takao Enkawa
出典(和文)	学位:工学博士, 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:乙第1044号, 授与年月日:1981年6月30日, 学位の種別:論文博士, 審査員:
Citation(English)	Degree:Doctor of Engineering, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:乙第1044号, Conferred date:1981/6/30, Degree Type:Thesis doctor, Examiner:
学位種別(和文)	博士論文
Type(English)	Doctoral Thesis

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)



市場品質の数量化と品質の展開への応用

東京工業大学工学部経営工学科

圓川 隆夫

東京工業大学 4716430

市場品質の数量化と品質の展開への応用

目次

1章 緒論 1

1.1 本論文の背景 1

1.2 本論文の目的 4

1.3 本論文の構成 6

参考文献 11

2章 品質の位置づけと市場品質展開マトリックスの形成 12

2.1 序 12

2.2 消費者行動における品質の位置づけ 12

2.2.1 消費者意思決定過程における製品属性

2.2.2 製品属性とマーケティング戦略

2.2.3 製品属性と品質

2.3 品質の展開 22

2.3.1 品質を確保する活動の問題点

2.3.2 品質の機能展開

2.4 市場品質展開マトリックスの形成 26

2.4.1 市場品質の状態区分による市場品質展開マトリックス

2.4.2 市場品質と機能展開の連繋の方法

2.5 結語 29

注 31

参考文献 32

3章　市場品質の尺度構成、分析法の考察　37
3.1　序　37
3.2　市場品質の測定　38
3.2.1　市場品質の把握の仕方
3.2.2　品質項目の収集と設定
3.3　期待度の尺度構成上の問題　41
3.3.1　品質向上期待度の尺度化
3.3.2　品質項目間の関連の測度
3.3.3　測定尺度の次元解析に与える影響
3.4　市場品質の分析法の決定　52
3.4.1　観測データの基準化の影響
3.4.2　分析モデルの決定
3.4.3　因子の有意性の検討
3.5　結語　59
注　62
参考文献　63

4章　市場品質の評価構造と品質方針との関係　65
4.1　序　65
4.2　モデルの設定　66
4.2.1　品質向上期待と評価因子
4.2.2　品質向上期待モデル
4.3　評価因子の推定　69
4.3.1　アンケート調査の設計と実施
4.3.2　各製品の評価因子の推定
4.4　評価因子の統合と製品の特徴　76
4.4.1　評価因子の統合

4.4.2 製品による評価因子のウエイトの違い
4.5 評価因子と消費者属性、製品属性との関係 78
4.5.1 評価因子の各属性による規定力と評価因子の妥当性
4.5.2 評価因子期待度の製品属性による有意性検定
4.6 市場の期待と企業の品質方針 82
4.6.1 企業の品質方針の把握
4.6.2 企業の品質方針の評価因子期待度への反映
4.7 結語 90
注 92
参考文献 94

5章 耐久消費財全体に拡張した評価構造 95
5.1 序 95
5.2 モデルの設定 96
5.2.1 マーケティング分野における製品分類
5.2.2 製品－評価モデル
5.3 消費者の品質向上の期待度の測定 99
5.3.1 製品と評価項目の選定
5.3.2 調査の実施の方法
5.4 3相データの因子分析法のモデル、解法の提案 103
5.4.1 3相データの因子分析モデル
5.4.2 直積演算に関する準備
5.4.3 2相変量の主成分解
5.4.4 B, Cを求める解法の手順
5.4.5 因子得点行列Fの解法
5.5 製品因子と普遍化評価因子の抽出と両因子の関係 112
5.5.1 製品因子の抽出

5.5.2 普遍化評価因子の抽出
5.5.3 製品因子と普遍化評価因子の関連
5.5.4 因子の消費者属性による規定力
5.6 結語 121
注 123
参考文献 124

6章 価格要因の評価構造への導入 126
6.1 序 126
6.2 モデルの設定と品質目標の設定方法 127
6.2.1 消費者の効用の物的特性への分解
6.2.2 製品価格の物的特性への分解
6.2.3 品質目標の設定方法
6.3 乗用車による例証 133
6.3.1 乗用車のイメージ構成による分類(予備実験)
6.3.2 消費者の期待効用と層別因子の抽出
6.3.3 物的特性による消費者グループの期待効用
6.3.4 分解された価格とその意味の考察
6.4 応用例と妥当性の検討 144
6.4.1 目標設定への応用例
6.4.2 調査、解析結果の妥当性
6.5 結語 147
注 149
参考文献 151

7章 市場品質展開マトリックスによる品質方針の設定方法 153
7.1 序 153

7.2 評価因子のウエイトと品質方針 154
7.2.1 評価因子のウエイトの意味と算出方法
7.2.2 評価因子ウエイトの算出と固有値との相違(応用例)
7.3 市場品質展開マトリックスの具体的表現方法 157
7.3.1 市場品質展開マトリックスの数量的表現例
7.3.2 簡便法とその精度の検討
7.4 各種の変形的応用 162
7.4.1 消費者属性の追加
7.4.2 製品系列への拡張
7.4.3 評価因子ウエイトとコストの対比
7.5 結語 166
注 168
参考文献 169

8章 考察と展望 170
8.1 全体的考察 170
8.2 今後の課題と展望 173

謝辞 175

付録A A.1 積和行列を用いた因子分析の基本的性質 178
A.2 因子分析における有意性の検定方法 197
A.3 3相因子分析の解法とモデルの評価 207
A.4 3相データ仮説構造の再現性の検討 214

付録B 224
246

1章 緒論

1.1 本論文の背景

戦後の製品そのものの枯渇の時代から、昭和30年後半から40年にかけてのカトーナのいう大量消費時代を経て、オイルショック後の低成長経済の時代といわれる現在に至って、消費者の価値観、要求の性向が変化してきている。

製品品質に対する要求において現代の消費者にみられる特徴は、1つはその高度化ということであり、もう1つは要求の二面性、多面性ということであると考えられる。前者は、使い捨ての時代といわれた高度成長時代を経験した消費者の経済的豊かさにもとづき、ラルフ・ネーダに始まるコンシューマリズムや、買手の危険負担の時代から無過失責任などにみられるような消費者保護のもとに立脚した法の制定によって支えられているものであり、市場全体の製品品質に対する希求水準の上昇である。後者は、一方では使用上の便利さ、インスタント性などを志向しながら、他方では手造り的なものが好まれるというように、異なる消費者はむろんのこと同一人の中にも矛盾した要求を内包している場合である。この手造り的なものへの志向は、林[1]によれば、製品の高次元化の商業化に対するバイパス小径として説明されるものであり、便利さを製品機能に付加することを否定するものではない。いいかえれば、消費者間または同一の消費者の使用目的、場所、時間などの違いによる要求の多様化ということができる。

これらの要求の高度化、多様性ということに加えて、もう1つの最近の性向は、意識が必ずしも鮮明でないニーズ、知覚されざるニーズ〔2〕ということがあげられる。製品品質を供給する企業にとって、従来は消費者が何を要求しているかを具体的につかむことが比較的容易であったのに対して、現在の市場の要求は、消費者の意識下に深く潜行していることが特徴的である。消費者は生活向上のうえで、製品に対する品質の向上を期待し、不満をもっているはずであるが、それが何であるか明確に意識していない場合も多いと考えられる。

このような市場の製品品質に対する価値感、要求の変化に対して、企業の基本的な経営原理も、プロダクト・アウトからマーケット・イン的思考への転換がはかられた。そして、市場の要求を企業の品質方針との対比でとらえると、企業が企画する品質向上への方針は、市場の要求がどこにあるかを知りそれを満足するように品質を方針づける市場追従型と、新しい技術による企業イメージ、製品の特異性などの強調、もしくは新しい市場開拓など、市場の要求を導くように品質を方針づける市場指導型、という2つの面から考えることができる〔3〕。市場追従型の方針は、前述の市場の高度化、多様化にもとづく立場であり、市場指導型は、知覚されざる要求にもとづくサジェスティブ・アドバイスとしての立場である。この市場指導型の方針は、シーズ(技術)は新しいニーズ(要求)を開発する〔4〕といわれるように、技術からの新製品開発などによるものであるが、どんなに良い技術があっても、基本的に消費者の要求に合致したものでなければその製品は売れないし、少なくとも売れ続けることはあり得ないであろう。

したがって最終的に消費者の満足を得るための品質方針を設定するには、まず市場の要求をいかに把握、評価するかということが前提となる。そして、この把握、評価された市場の要求をもとに、企業の技術力などの制約により方針

づけられた製品品質の企画をいかに物的対象またはサービスとしての具体的製品に変換するかが次に問題となる。前者は、企業における市場の調査技術、評価技術の問題であり、後者は、企画された品質を確保、保証するための活動の問題である。これらの一連の企業における活動が効率的、有機的に遂行されてはじめて、企業のマーケット・イン的思考としての消費者指向の理念が現実化されるものであるが、企業における消費者指向に対する対立概念として、消費者側にコンシューマリズムまたは消費者主義の言葉が存在するように、実際には必ずしも効率的に実現されているとはいえないと考えられる。このことに関する1つの理由とは、企業組織における個々の活動は、優れたものであっても、全体を統括する組織または管理方式の不足ということがあげられる。例えば、わが国において設計、製造部門における管理活動および管理方式の発達は、めざましいものがあり、そこでは品質管理、信頼性工学、IEなどの管理手法が効率的に活用されている。しかし、ここでも技術が優先した品質設計、さらに設計に対するバラツキをいかに小さくするかに多くの関心が集まり、消費者の満足という最終的な命題に対しての有機的なつながりを欠く場合があった。

このような状況から、図1.1に示すように、市場の要求と企業が供給する製品品質に対する満足に至るまでのサイクルの中で、少なくとも2つのギャップが生まれる。1つは市場の要求と企業におけるその把握、評価の過程にあり、もう1つは把握されたものから企画された品質を、品質設計、製造を通して具体的な製品という形での品質に変換される過程である。この後者のギャップについては、最近、品質の機能展開[5]または品質向上への体系的な取り組み方[2]など、企業における設計、製造の各段階における品質と、それを有機的に連繋する管理方式が提案され、既に多くの事例が報告されている。これに第1のギャップである市場の要求を把握、評価する段階を前述の機能展開に効果的に組

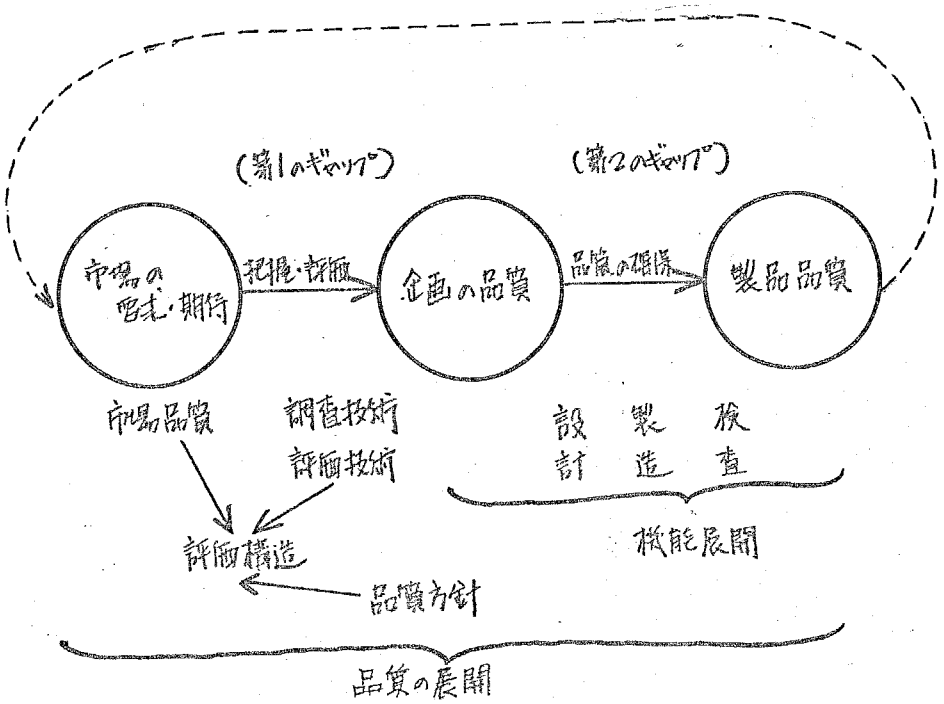


図1.1 市場の要求と製品品質に対する消費者の満足に至るまでのサイクル(品質の展開)

み入れることが出来れば、消費者指向の理念を具体化する一つの管理方式を与えるものとして、企業活動における重要な役割を果し得るものと考える。そしてこのように市場の要求、期待を適切な品質方針のもとに製品品質という具体的な形で消費者の満足を得るまでに変換する企業の各段階における品質に関する諸活動の有機的なつながりを、本論文では品質の展開と呼ぶことにする。

1.2 本論文の目的

市場の要求を具体的製品という形で消費者の満足を得るまでの品質の展開において、その第1段階は、製品品質に対する市場の要求または期待を把握、評価することにある。この市場と企業の接点にあたる部分における品質の概念は、企業側が確保、保証すべき製品品質または企業が企画する製品品質を構成する品質機能と、それから消費者が受ける心理的効用とを区分して考える必要があ

る。消費者が製品品質から受ける心理的効用を市場品質と呼ぶことにすると、この市場品質は消費者によって異なる主観的概念であり、そのままでは企業が企画する品質機能と結びつけて、企業の品質方針を設定するための管理手法を構築するなどの、機能展開と有効に連繋することはできない。そこで、本論文では、市場品質を構成する評価因子の概念を導入する。この評価因子は製品品質に対する市場の評価の観点をあらわす潜在的因子であり、前節で述べた市場における消費者の要求の多様性、無意識性を、評価因子を媒介として把えることによって、企業にとって操作可能な期待または要求として把握することをねらいとしたものである。

このように仮説的に導入した評価因子にもとづき、本論文の目的は、次に示すようなことについて、実証および提案することにある。

(1) 評価因子が市場の期待を縮約した形で表現できる市場品質の構造的基礎を与えるものとして、市場品質の評価構造をモデル化し、製品を構成する品質項目に対する消費者の期待度を測定することによって、評価因子の内容を実証的に示すことが、本論文の1番目の目的である。この市場品質の評価構造は、評価因子の内容とその期待のウエイトによって表現され、(i)特定製品の場合、(ii)耐久消費財全体に拡張した場合について、それぞれ解析する。(i)の場合には、各製品による評価因子の内容とそのウエイトの違い、および消費者属性、消費者の使用している製品属性などの外部データと評価因子に対する期待との対応から、過去における企業の品質方針の結果の影響力を示すことを目的とする。(ii)の場合には、製品による評価因子のウエイトの差に起因する製品因子の概念を評価構造モデルに導入し、評価因子を耐久消費財全体に普遍化するとともに、製品の市場の期待のパターンにもとづくグルーピングを行うことを目的とする。さらに市場品質に関する評価構造ばかりでなく、効用に対する消費

者の負担すべきコストの観点から、評価因子に対応する価格要因の構成モデルも併わせて示し、両者のトレード・オフモデルについても論じる。

(2) 本論文の第2の目的は、品質の展開の第1段階である市場の期待の把握、評価の段階に、評価因子の概念を導入し、これを媒介とした市場品質展開マトリックスを形成することにあり、これにその後の段階である機能展開を援用、連結することによって、品質の展開のための管理方式を形成することにある。この市場品質展開マトリックスは、市場の期待を構成する品質項目と(1)で求められた評価因子とのマトリックスからなり、各評価因子の市場の期待のウエイトを与えることによって、市場の期待と企業の品質方針のもとに体系づけられた品質の展開の方法を提案する。さらに、これに消費者属性を加えることによって、特定消費者層をねらいとした品質方針の設定方法、製品系列における市場の期待の傾向と内容の相違から、特定製品の品質方針の設定方法など、いくつかの市場品質展開マトリックスを変形した応用例についても示す。

(3) 市場品質およびその中で中心的役割を果す評価因子を、数量化された関係で推定、表現するためには、測定されたデータの尺度構成、目的に適合した数理的操作などが必要である。これらのことは前述の目的で述べた部分の準備に相当するが、本論文で用いる一連の解析の方法論としての妥当性、およびそのための新しい解析手法の開発も、本論文のもう1つの目的である。本論文では、因子分析を中心として、出発するデータの性質と得られる因子の関係について従来法とは異なる見地より考察し、いくつかの新しい結論を与える。さらに多相データの場合の因子分析法として、新しいモデルおよび解析法について提案する。

1.3 本論文の構成

前節で述べた目的に即して、1章の問題提起、論文の目的と構成に引き続き、3章、4章、5章、6章では、評価因子にもとづく市場品質の数量化による評価構造の実証的解析と品質方針設定のための応用の考察、さらにその過程における解析の方法論の提案を行なっている。一方、2章、7章では、評価因子の仮説的導入あるいは各章における実証的解明にもとづき、品質の展開における管理方式の形成について提案、例証を行なっている。各章の関係は、図1.2のようにあらわされ、2章以下の各章についてその概要を示すと次のようになる。

2章では、消費者行動、消費者意思決定過程、さらにマーケティング各の分野における従来の研究のサーベイから、それぞれの分野における製品属性、品質の位置づけを行なう。一方その品質を企画、設計、製造という活動から消費者の満足を得るべく企業の立場から、品質に関する諸活動を有機的に結びつける機能展開について考察し、本論文で提案する品質の展開における市場品質と企業側の製品品質を連繋する方法概念として市場品質展開マトリックスを提案する。

3章では、4章以降で解析する市場品質の評価構造の数量化のために、観測データの測定尺度について、たかだか順位尺度としかいえない場合、少なくとも間隔尺度として意味をもつ場合の両者の立場から、それぞれ異なる分析法によって得られる因子または次元の一致の度合を考察することによって、間隔尺度として以下処理することの妥当性を与える。さらに因子分析を用いる際の出発点とするデータによって得られる因子構造の相違を、本論文で求める評価構造の観点から考察し、これらのことを因子分析における原点問題として、代替案によって得られる結果の関係について理論的根拠を与える。また因子分析における因子の有意性の検定の方法についても提案、例示する。

4章では、3章で考察した尺度構成法および分析法を用いて、代表的耐久消費財である冷蔵庫、カラーテレビ、洗濯機の3製品について、各製品を構成す

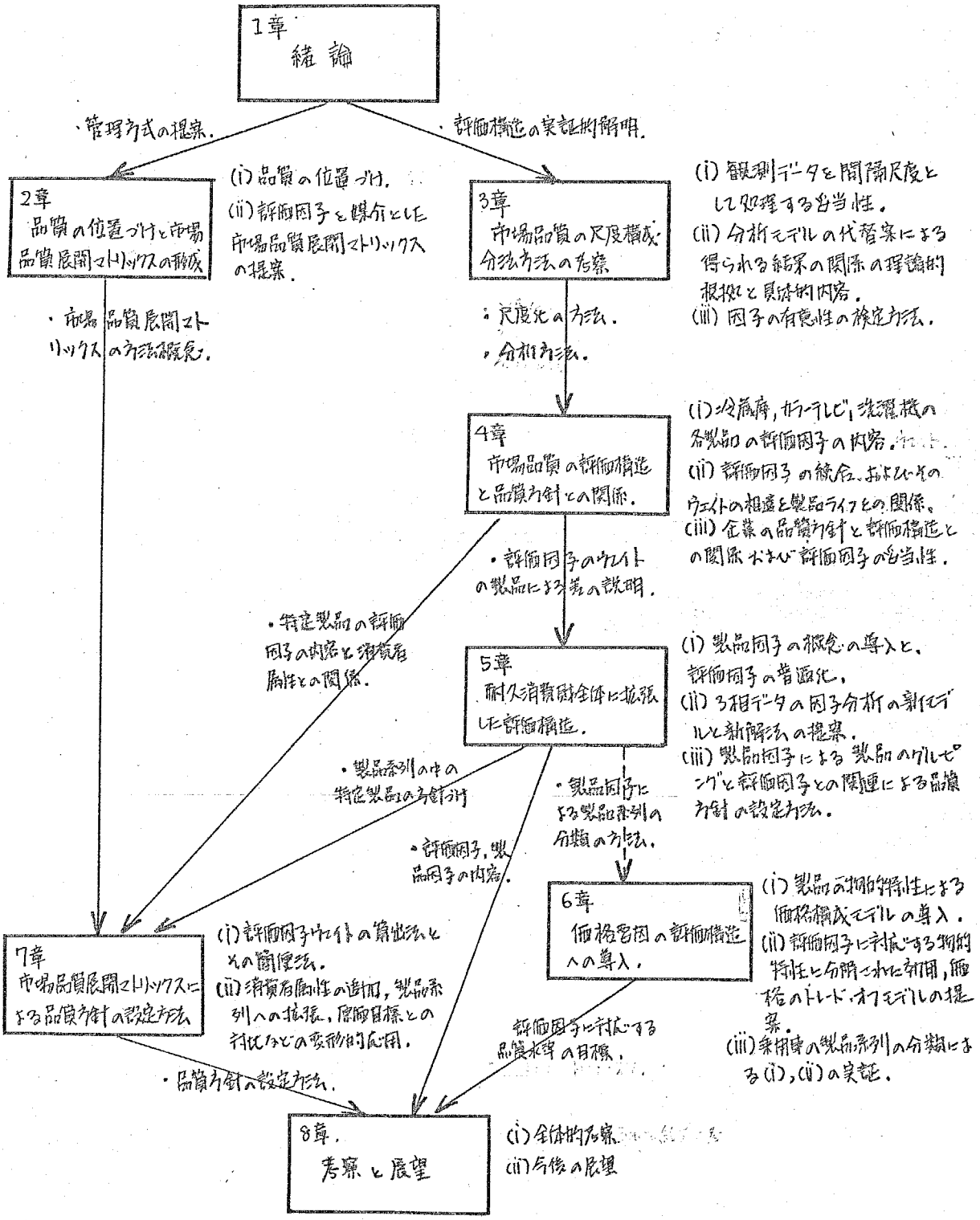


図1.2 本論文の構成と各章の内容の関連

る品質項目に対する消費者の期待度を測定することによって、2章で導入した市場品質の評価因子を推定し、各製品の市場品質の評価構造を明らかにする。そして、各製品の評価因子の内容は、統合が可能であり、異なるのは評価因子に対する期待のウエイトであること、さらにこれらのウエイトの差は製品ライフサイクルの立場から説明できることを示す。また、評価因子に対する個々の消費者の期待の強さを、その消費者が使用している製品属性との関係から、評価因子に対する期待に企業の過去における品質方針の結果が、明確に反映していることを示す。

5章では、4章における評価因子の製品によるウエイトの違いを説明する因子として製品因子の概念を導入し、耐久消費財全体に普遍化された評価因子、製品因子を求める。そのために耐久消費財21製品に対する評価項目の期待度から、これらを求めるモデルを構築し、求められた製品因子による製品のクルーピングおよび評価因子との関連の強さによる品質方針の設定方法を提案する。また、本章で扱うような製品－評価項目－消費者からなる3相データの因子分析について、そのモデル、および因子の解析法を新らたに開発する。

6章では、これまでの考察における市場品質、すなわち消費者の心理的効用と、それに対する消費者の負担すべきコストの側面を対比させるために、評価因子に対応する製品品質の物的特性の品質水準による価格の構成モデルを導入し、同一レベルでのトレード・オフモデルにもとづく、品質の改善、方針づけの方法について提案する。その際、このようなモデルが成り立つのは、特定の製品系列における製品群についてであり、対象の分類の仕方などの方法および得られる結果からの品質の改善、方針の設定の方法を乗用車について例証する。

7章では、2章で提案した市場品質と機能展開を連繋するための市場品質展開マトリックスにもとづき、評価因子に対する市場の期待の強さをあらわす評

価因子ウエイトの算出法および、その簡便法を示すことによって、市場品質展開マトリックスの完成を計る。さらに、特定消費者層をねらいとした市場細分化のための方針づけ、製品系列の中の特定製品の方針づけ、原価目標との対比のさせ方など、この市場品質展開マトリックスを変形した応用例についても論じる。

最後に8章では、以上の各章で得られた結論、および提案について、若干の考察を加えるとともに、課題として残された品質概念の拡張、原価の展開などの問題についての展望を述べる。

なお、2章における因子分析を適用する際の用いるデータの形式による因子構造の関係についての理論的証明、および因子の有意性の検定方法の証明の詳細は、付録A1および付録A2に、5章で提案する3相データの因子分析法の数値例および評価は、付録A3, A4にまとめてある。

参考文献

[1] 林　周夫，：現代製品論，日科技連出版，(1973)

[2] 村田昭治，：" 企業経営におけるマーケティングの役割 "，ENGENEERS，No.377，pp.6-13，(1980)

[3] 秋庭雅夫，：インダストリアル エンジニアリング，日科技連出版，(1978)

[4] 水野 滋，：" 品質計画 "，品質，Vol.8，No.4，pp.18-24，(1978)

[5] 水野 滋，赤尾洋二編，：品質機能展開 — 全社的品質管理のアプローチ，日科技連出版，(1978)

2章　品質の位置づけと市場品質展開マトリックスの形成

2.1 序

本論文で対象とする品質という概念は、消費者側からみればそこから受ける効用、便益が問題であり、企業の立場からはそのような消費者が満足する品質を把握または予測し、所定の品質方針のもとに具体的製品という形で、確保、保証していくことが課題となる。しかし消費者にとって、品質、またはそこから得られる効用は、購買動機の一変数にすぎず、消費者行動、消費者意思決定過程における品質の役割およびその概念の意味する範囲は必ずしも一定ではない。そこで本章では、消費者行動、マーケティングの分野における従来の研究のサーベイを通して、製品品質の役割、対応する消費者の効用としての市場品質の位置づけを行なう。そして同時に市場品質の評価構造の考察を行なう。

一方、企業の立場からは、企画した品質を確保するための品質の機能展開について考察し、市場品質の評価構造の基本的枠組である評価因子の概念を導入、さらにシステム概念を採用することによって、市場品質を機能展開に有機的に連繋する方法について提案する。

2.2 消費者行動における品質の位置づけ

2.2.1 消費者意思決定過程における製品属性

消費者行動や購買動機において，製品属性はその中の重要な変数である。品質はこの製品属性に含まれると考えられるが，あまり明確な定義はされていない。伝統的に消費者とその行動に最も深い関心をもってきたのは，マーケティングと広告の実務家ならびに研究者であった。しかしながらこれらの消費者行動や購買動機についてのマーケティングの考え方は，経済学と行動科学によって様々な影響を受けている。Nicosia[1]によれば，マクロ経済学における主要な課題は，消費支出などの消費性向を，所得，価格，富などの経済学的変数で説明することにあったし，ミクロ経済学においては，消費者個人およびその選好は，彼の財産（予算制約），動機づけ（選好を極大化しようとする欲求），環境などの相互作用の結果生じるものとして考えることに特徴があり，総じて経済学における理論は省略的，規範的である。

一方，行動科学は，人間の本性は人間行動から推定することができると仮定する。消費者行動に関する基本的仮説は，行動は個人あるいは行動単位を記述する変数と個人の環境を示す変数の間の相互作用から生ずると仮定される。しかし行動科学によるアプローチの内容，方法は多様であり，一般論的意思決定過程に関する図式（ヴェルツブルク学派の図式，Parsonsによる社会的行為図式），消費者行動の基礎となる構造を明示的に扱う図式（Katona学派の図式，Lazasfeld学派の図式，March-Simon図式），さらに刺激，反応心理学および臨床心理学における視点（刺激-反応概念，モチベーション・リサーチ）に代表される。

これらの消費者意思決定へのアプローチには高い異質性があるけれども，その意思決定過程の主要な特徴には，共通の視点を見い出すことができる。図2.1に示すように，外的刺激は消費者の合理的志向と非合理的志向を引き起こし，内的変数間の相互作用が起こる。これらの相互作用は最終的にある製品ならび

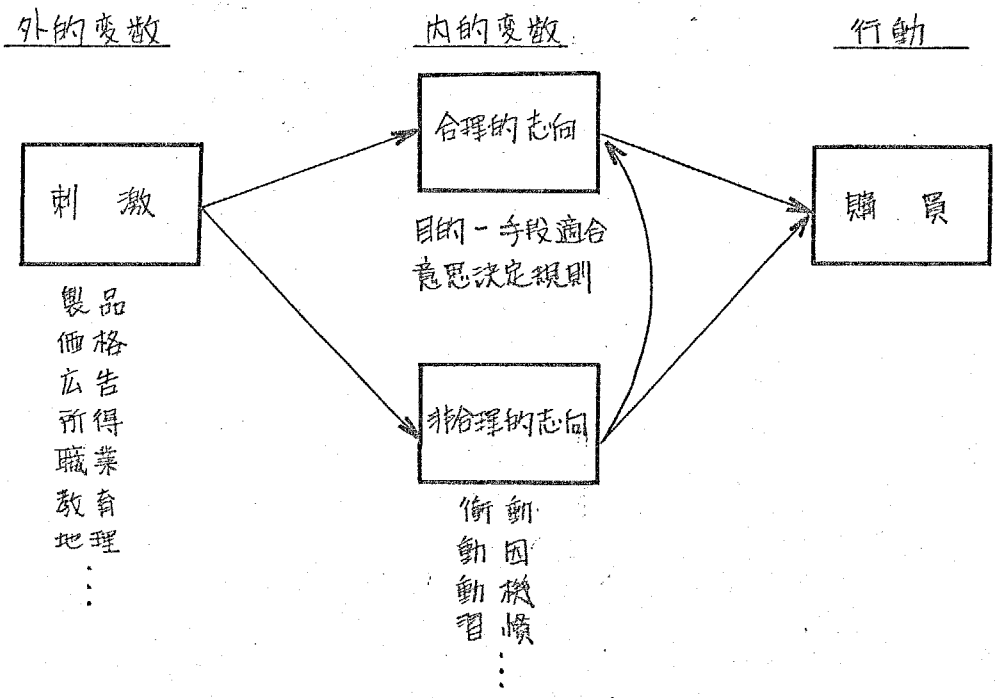


図2.1　消費者の意思決定過程とそこで取扱われる変数。

に銘柄あるいはサービスを選択する行為につながる。この図において外的変数と考えられているものは、製品、広告、所得、職業、教育、地理、人種、宗教などであり、われわれが問題とする製品はこの中の1つにすぎない。しかし製品属性といった場合には、企業から消費者へのメッセージである広告、価格が含まれる。これらの外的変数としての製品属性のほかに、消費者が主観的に知覚する内的変数としての製品属性がある。この後者の意味での製品属性は、行為者変数として先有性向、動機づけなどに影響するものである。

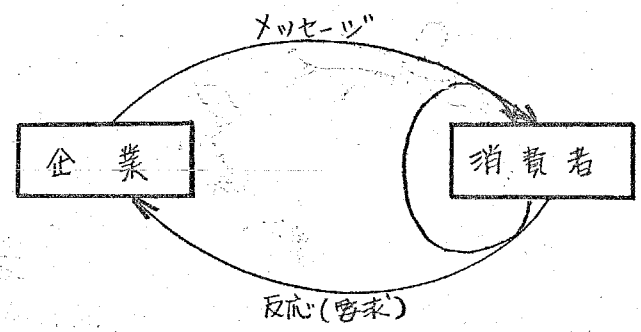


図2.2 消費者意思決定過程における企業と消費者の関係。

図2.1は、消費者の刺激を受けてから行為までの意思決定過程を消費者を中心にその変数の関係を描いたものであるが、これをこれらの変数（メッセージ）の内容と時間的タイミングを操作できる企業と、その企業のメッセージだけに接している消費者の2つの対立概念として描くと、図2.2のようになる。この図において、メッセージはその消費者に影響をおよぼす場合も、およぼさない場合も、彼の反応は将来の企業のメッセージに影響を与え、さらに彼の反応は彼自身にも影響を与える。ここで企業からの消費者へのメッセージは、図2.1の製品、価格、広告、流通経路などの企業として操作的戦略として用いることのできる外的変数のみであり、前述の内的変数としての製品属性は、消費者の中に埋没してしまう。すなわち内的変数としての製品属性は、職業、所得などの消費者の属性をあらわす外的変数との相互作用の結果として彼自身または企業に影響を与える。

以上のような考察から、(1)企業のメッセージとしての製品属性が消費者の反応に与える影響、(2)その反応に対する消費者自身に内的に蓄積される評価構造、という2つの視点を得ることができる。ここで消費者の反応というのはこれらの消費者行動の研究の分野では、行為すなわち購買を意味することが多いが、本論文ではその前の段階での合理的志向を形成する心理的満足、あるいは効用を意味する。言い換えれば、図2.1における内的変数としての消費者の効用を目的変数と考え、外的変数としての製品属性を説明変数として、事前に効用を企業の立場から予測することを考える。その際、消費者の属性は評価構造の制約条件としてはたらく。しかし製品属性の具体的な内容および製品品質とのかかわりについては、次に内的変数としての心理的効用面（商品評価または消費者研究の分野）、消費者の評価または選好の決定ルールに関する研究について考察しなければならない。

2.2.2 製品属性とマーケティング戦略

製品属性は、消費者に対して何らかの効用、便益を与えるが、技術的、機能的な製品属性とそれに対する消費者個人の主観（内的変数としての製品属性）は区分して考える必要がある。従来の研究においてこれらは必ずしも分明ではないが、いずれの立場においてもマーケティングの観点から、製品属性による消費者の効用、あるいは選好を推定し、その戦略に役立たせようとするものである。このようなアプローチに関する研究は多数であり、考えられている製品属性の内容も一定ではないが、ここでは次に示す3つに分類し考察することにする。

最初はコープランドにはじまる消費財の最寄品、買回り品、専門品などの製品分類の研究であり、ここで考えられている製品特性(注1)は、製品属性というよりも購買頻度、購買努力の程度などの購買慣習であり、主に流通経路の戦略に関するものである。その後、Holton[2]，Luck[3]，Bucklin[4]などによって再定義され、消費者行動の視点も加わり、消費者の合理性、何を購買するかについての完全知識性が問題とされている。さらにこれらの延長として最近では製品特性の区分もより詳細なものとして、Miracle[5]は、(1)製品1単位の価値、(2)購買の重要さ、(3)購買に要する時間と努力、(4)技術・ファションの変化の割合、(5)技術の複雑さ、(6)サービスの必要性、(7)購買頻度、(8)消費速度、(9)使用の範囲、という9つの製品特性から、消費財を5つの製品グループに分けて、それぞれについて製品計画、流通経路戦略、販売促進、価格政策の方針づけの重点を述べている。しかしこれらの製品分類において、各グループがもつ製品特性は、(1)から(6)までが大きければ(7)から(9)が小さいというように、ほとんどが本質的には1次元的な見解となっている。このような製品分類の研究の流れにおいて、われわれは製品のもつ製

品特性の程度から経営戦略を引き出すという重要な示唆を得るが、製品特性の与え方を含めてあまりにもマクロ的である。

2番目は商品評価と呼ばれる分野であり、消費者が製品から得る効用に視点がある。これらは人間の基本的欲求に関連することから、前述の行動科学の影響を受けている。井関[5]は、Parsonsによる図式に従って、主な消費者自身の購買志向と、購買対象である製品に期待される基本的効用、およびそれらの製品に適する店舗形態と広告、宣伝における訴求点について、4つの範ちゅうを設定している。製品の効用に関していえば、(1)生物学的(衣食住に役に立つ)、(2)心理学的(好みに合う)、(3)社会学的(シンボル)、(4)文化人類学的(安い、買いどき)、の4つに分類される。さらに吉田[7]は、商品評価の心理的側面に関する基本的枠組として、(1)健康—栄養になる、人体無害、…、(2)機能—取扱いやすさ、堅牢性、材質、アクセサリー豊富、多用途性、…、(3)官能的—デザイン、形状、色、味、舌(肌)ざわり、…、(4)社会心理的—舶来品、新製品、高価、普及品ないしは同調性、一流銘柄品、…(5)経済的—購入価格の安さ、維持費の安さ、の5つの範ちゅうを与えている。これを井関の分類と比較すると、その表現は異なるが、吉田の(1),(2)が井関の(1)に対応し、残りはそれぞれ1対1に対応すると考えることができる。これらの消費者効用の範ちゅうは、製品品質を含む製品としての心理的側面の概略を示すものとして、本論文にも利用できる。さらに商品評価を消費者の知覚の問題としてその内容分析をする立場には、Green, Carman[8]などがあり、これらの考えを製品、およびブランド・ポジション分析に応用するものもある(例えばFennell[9])。

上述のような消費者の心理的側面である効用は、製品属性に対する消費者の主観であり、個人によって異なる。したがって市場細分化戦略と関連して、消

費者の人口学的属性を含めたライフスタイル要因が問題となってくる。小嶋[10],[11]によれば、ライフスタイル要因は、生活意識面、生活構造面、生活行動面に大別され、個人の価値観は生活意識面に含まれ、人口学的属性は生活構造面に含まれる。この生活意識面とその制約条件として働く生活構造面とによって、購買行為などの生活行動が営まれるとされている。消費者行動全般を説明するには、生活態度そのものが多様化している現在では人口学的属性だけでは説明できず、消費者意思決定過程と同様にこのようなライフスタイル要因全般について考える必要があろう。しかし、消費者行動が説明できても、企業にとって操作的な戦略に関連してくる要因は少く、逆に企業のメッセージとしての製品を使用することによって生じる結果としての要因が、これらのライフスタイル要因の中に多く含まれている。この意味で、本論文ではライフスタイル要因の中で、価値観の制約条件として働く人口学的属性のみについて取りあげることにする。

製品属性と消費者の態度（選好）[注2]との関係を直接的に示すものとして、3番目に多属性態度モデルがある。Fishbein[12]にはじまるこのモデルはその改良型[13],[14]を含めて、いくつかの製品属性について、消費者のその属性をもつという信念とそれに対する評価との積和として、消費者の選好を予測しようとするモデルである。そこでとりあげられる製品属性は前述のものと比べてより具体的であり、企業にとってより操作的なモデルであるといえる。例えばソフトドリンクにおける香り、甘さ、栄養価、炭酸入りなどであり、これらの具体性は、前述の研究と比べて特定製品をその対象とすることになる。しかしながら、このモデルにおいては、個々の消費者について信念および評価を直接測定して、その製品（銘柄）の選好を予測するという立場から、製品に対する消費者の心理的な満足や価値観の構造がなく、結果の普遍性、一般性に欠ける

という欠点がある。これらのアプローチとは逆に、製品属性のカテゴリー（水準）の組み合わせとしての製品（または仮想製品）から、被験者である消費者の選好を測定して、そこから各製品属性に対する消費者の効用を推定しようとするものに、Green, Rao [15] がある。これに続く文献 [16], [17] も製品属性として、製品の機能的な属性の他に、価格、保証の有無などがとりあげられている。例えば、Johnson [16] における乗用車の例では、価格、最高速度、乗車定員、保証の4属性である。これらの考え方は、従来から行われている商品テストなどの考え方と基本的には変わらないが、その結果から最適の属性のカテゴリーの組み合わせをもつ製品の予測ができるなど、いくつかの利点をもつ。また、これらの文献は、いずれも Luce, Tukey [18] によるコンジョイント・メジャメントを適用していて、このような特にノンメトリックな多次元尺度構成法の応用例としては Best [19] などの理想点モデルにもみられるが、人間の判断、主観などの非計量的なデータから、製品属性に対する効用を数量化することの方法論としても意義がある。

以上、製品属性とそれに対する消費者の心理的効用に関する従来の研究を簡単にサーベイしてきたが、マーケティング戦略としての一般性、製品から受ける効用の基本的構造、企業の操作的な戦略としての可能性、などそれぞれが長所をもっている。一方、これら全体にあてはまる問題点として、取りとげられている製品属性または製品特性が、目的によりその範囲は異なるが、いずれにしても恣意的判断のもとに与えられて、そこから議論が始められていることである。1章で述べたように、多様化したしかも知覚されざる市場の需求を、把握、解読していくためには、まず製品属性を構成する要素についての検討が必要であろう。

2.2.3 製品属性と品質

これまでの論述の中で、製品属性あるいは製品特性と品質との関係は必ずしも明らかではない。Kotler[20]は製品について、形式的製品、中核的製品、全体システム的製品の3つの概念を区別している。形式的製品は、標的市場に提供される物的対象あるいはサービスのことであり、中核的製品は、消費者に提供されあるいは消費者によって求められる本質的効用あるいは便益のことであり、さらに全体システム的製品とは、人が形式的製品を取得するさい受容し、経験する種々の便益の全体のことである。そして形式的製品について、品質水準、中心的特徴、スタイル、ブランド名、包装の5つの特性をあげて、製品のライフサイクルにおける成熟期における製品変更の戦略として、(1)品質の改良、(2)特徴の改善、(3)スタイルの改善、という3つに区分している。ここで品質の改良とは、製品の機能面での性能、例えば耐久性、信頼性などに関するものであり、特徴の改良とは、製品の多機能性、安全さ、便利さを増大させ、新しい諸特徴を付け加えることを目的とし、スタイルの改良は、製品の美的魅力

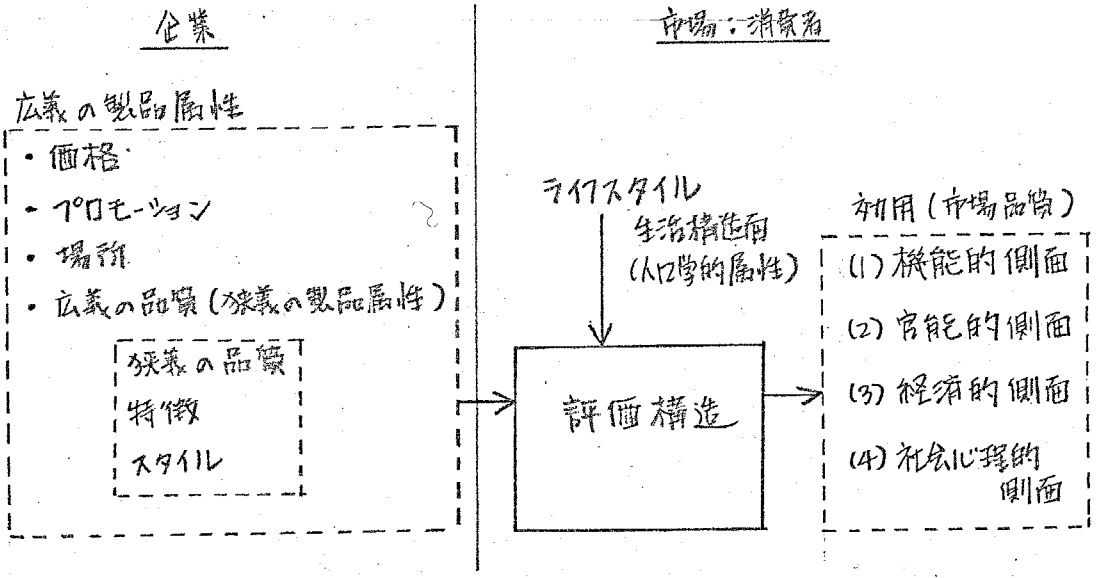


図2.3 製品属性における品質の位置づけと効用との関係

を増すことを目的としている。したがってここでの品質概念は、製品属性の製品の基本的機能の性能に限定して用いられている。そして製品属性も、マーケティング・ミックスの4P、すなわち製品、価格、場所(流通経路、輸送手段など)、プロモーション(広告、販売促進など)の中の一変数である。

一方、4Pの中の製品そのものを品質とする概念もある。すなわち、製品としてのはたらきとして消費者が期待している品質を機能品質、その外装、梱包、アクセサリー、外観上のデザインなどを競争品質とする考えである。この場合、便利さや安全さなどのKotlerのいう特徴は、むしろ機能品質に属する。また田口等[21],[22],[23],[24]は、品質を、自企業の手をはなれてから、他人に与える有形、無形の損失、と定義して、(1)有形の品質、(2)無形の品質、(3)好み、の3つに分類している(注3)。有形の品質は、消費者(ユーザー)の損失が定量的に評価できる品質、無形の品質は、美はばかれるが間接的にしか評価できない品質、好みは、好き、きらいが評価される特性と、それぞれ定義されている。これらは、品質の定義の仕方は異なるが、前述の機能品質、競争品質と同じ範囲の品質概念である。

このように品質の定義も、対象とする目的によってその範囲を異にする(注4)。本論文では「製品を使っていくうえで消費者が感じる良さ、すなわち物的特性を通して消費者が満足するあらゆる使用特性」として定義する。この定義の範囲は、前述の後者の定義と同じであり、特徴、スタイルなども物的特性を通して得られるものである。このように品質を定義することによって、それと製品属性、さらにそこから得られる効用との関係をまとめると図2.3のようになる。本論文における品質の定義は、図2.3における広義の品質に相当し、それに対する消費者個人の効用は、その消費者が持つ人口学的属性によって規定される市場の評価構造によって決まってくると考える。図1.3における右端の4つの効用は、

商品評価における心理的側面をまとめたものであり、そこでは市場としての効用の基本的枠組を示すものであったが、ここでは具体的な個人の効用として便宜的に示したものである。これを具体的に示すためには、上述のように定義した品質に対する市場の評価の観点である評価構造を明らかにする必要がある。この評価構造を明らかにし、さらに市場または個人の消費者の効用を予測可能なものにすることが、1章で述べた品質の面からの企業と市場のギャップを埋めるための方法を与えることになると考える。

2.3 品質の展開

2.3.1 品質を確保する活動の問題点

前節では、消費者の製品から受ける効用、便益の観点からの品質を考えてきたが、本節では市場の要求を製品として具体化するために企業における品質を保証、確保するための活動について考察する。製品という概念が誕生してから消費者の手に渡るまでの段階として、企画の品質、設計の品質、製造の品質、販売・サービスの品質の4段階に分けることができる。またJuran[25]は、消費者の使用上の要求に合致するという品質概念のパラメータとして、(1)設計品質、(2)適合品質、(3)利用度、(4)フィールドサービス、の4つの要素をあげている。この消費者の使用上の要求の合致という概念は、市場品質といわれる概念に相当するものと考えられ、図2.3における消費者の効用に対応する。本論文においても製品品質に対する消費者側の効用、便益をあらわすものとして、すなわち製品品質の対立概念として市場品質という言葉を、以下用いることにする。(1)はネライとしての品質であり、カタログに書き得るものである。またこれには前述の企画の品質も含まれる。(2)は設計品質を実際に製品とし

て作り込む際の品質であり、設計品質で定められた品質特性からのバラツキが問題となる。(3)は使用者(消費者)が欲するときに機能を発揮できる程度であり、(4)は製品が出荷されてからの補給部品の入手可能性や、修理の敏速さなどのサービスに関する品質である。(3),(4)はシステム製品などの製品技術の複雑化、高度化した現在では、信頼性技術と関連して品質保証の重要な柱となっている。

企業におけるこれらの各段階の品質を確保、推進していくためには、各部門間、上下の階層間の連繋の方法を明確に定める品質システムの概念が重要である。Feigenbaum [26]によれば品質システムとは、品質目的を定め、それを開発し、生産し、顧客に保証し、顧客がその製品を満足して使用するために必要な管理および技術上のネットワークであり、個々の品質責任のネットワークである、と定義している。このことに関連して水野[27]は、わが国における従来の品質管理が、製造段階での品質(適合品質)の向上、維持に重点がおかれ、品質そのものの追求が不十分であり、これを計画し保証するための活動の検討が必ずしも十分であったとはいえない、と指摘している。

2.3.2 品質の機能展開

このような品質を追求、確保するための活動、手法としては、品質機能展開と総称される一連の技法がある。これらは水野、赤尾[28]によってまとめられているが、消費者の要求を設計品質に変換し、さらにサブシステム一構成部品一部品、工程の諸要素に展開する方法、または品質を形成する職能(機能)を展開する方法である、と定義されている。赤尾[28]はこのような品質のつながりを品質の連鎖と呼んでいる。品質機能展開は、使用目的から展開した品質展開表(狭義の品質表、品質展開表、要求品質展開表など)と、品質確保のた

めの活動を展開した品質機能展開表（品質保証活動一覧表，QA表，QA項目一覧，QC工程図，管理項目一覧表，管理標準など）に大別される。これらの実施事例は多くの報告がされているが（例えば[29]，[30]，[31]，[32]など），これらの活動によって，1章で示したオニのギャップは，有機的なつながりをもち，埋められつつあると考える。

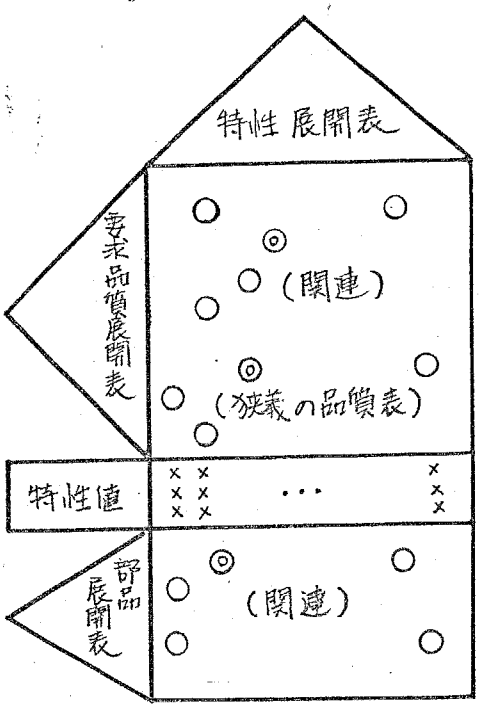


図2.4　品質表の概念図（一部）

一連の品質機能展開において，品質は「はたらき」との観点から，真の品質（要求品質）を機能中心に体系化してこれと代用特性（はぎ）との対応を示す狭義の品質表が中核となる（図2.4）。この機能の体系化ということは，図2.4における要求品質展開表がそれに相当するが，VEまたはVAの機能系統図にその基礎をおいている。すなわち，機能を目的→手段の系列として，基本機能，2次機能，3次機能と展開し，最終的に個々の部品，あるいは代用特性レベルまで展開するものである。しかしこれらの機能展開において，論理的必然性は必ずしも保証されているわけではなく，市場の要求としての言語情報を数値情報に変換することの妥当性を含めて，今後の問題点とされているところである。

一方，秋庭[33]は，生産システムを，段階的区分（構造・等動），過程的区分（投入・変換・産出）のシステム概念のマトリックス（システム・マトリックス）を組むことによって，生産システムの中の製品を位置づけ，機能媒体区

分（機能・媒体）の概念をさらに導入することによって、その機能としての製品機能企画と媒体としての製品設計とに区分している。さらにこれに状態的区分（要素・集合・関連）の概念を導入することによって、製品機能企画は、4つのシステム概念から構成されるシステム・マトリックスの36の要素の中の製品機能リスト、製品機能の程度、製品機能関連に区分される。この考え方は、前述の品質機能展開における品質の連鎖の考えに、システム概念を導入することによって、生産管理システムを構成する立場から、体系的網羅性をもたせたものであるということができる。例えば、製品機能企画と製品設計とを組み合わせたものは、図2.5のようなマトリックスとなり、この考え方を適用した実施例として文献[34]がある。さらにここでの重点志向、関連のウエイトづけなどの方法は、前述の品質機能展開の中に組み入れられている[28]。

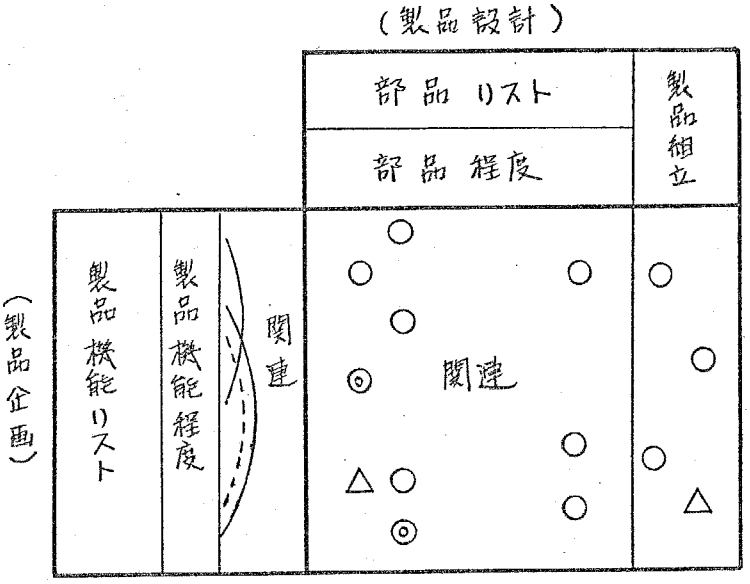


図2.5 製品企画と製品設計のマトリックス

これらの機能展開は、従来ともすれば新製品開発時においてしか意識されなかった製品アイデアから製品コンセプトへの変換など、市場の要求との対応を日常的な管理手法として具体化したことに意義があると考えられる。なお、海外におけるこれに類する文献は少ないが、Dimson, Heany [35] による、クオリティ・マップと呼ばれる方法の中にこの概念が一部みられる。(注7)

2.4 市場品質展開マトリックスの形成

2.4.1 市場品質の状態区分による市場品質展開マトリックス

機能展開の出発点である品質機能、あるいは製品機能リストは、市場の効用、便益に対応するものであるが、図2.3における企業側に属する企画品質の段階に位置づけられる。そこで消費者側の効用、便益としての市場品質を、秋庭[33]によるシステムの状態区分概念によって、区分することを考える。これは図2.5のマトリックスを市場にまで拡張しようという考えによる。すなわち、市場品質を構成する要素を品質項目と定義すると、品質項目が集合して品質項目リストを構成し、品質項目に対する市場の期待の程度を品質項目程度とする。さらに品質項目間の関連は、図2.3における市場の製品品質に対する評価構造の基本的な次元をあらわす評価の観点を、媒介として表現することを考える。このことは、市場品質を構成する要素である品質項目は個々独立なものではなく、互いに関連し少数の市場の評価の観点によってその関連を説明できる、という仮定にもとづくものである。ここで仮定された市場の評価の観点は、多様な市

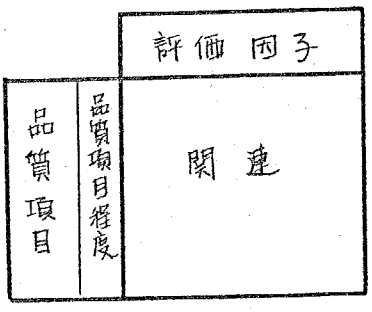


図2.6 市場品質展開マトリックス.

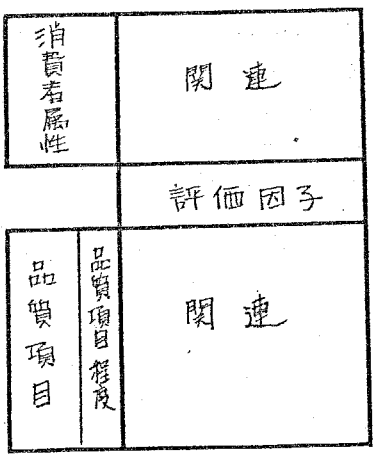


図2.7 消費者属性と評価因子との関連を追加した市場品質展開マトリックス.

場の要求または期待を説明する潜在因子であり，本論文では，評価因子と呼ぶことにする。このことにより，評価因子と品質項目の組み合わせによって品質項目間の関連を示すことができる。図2.6はこの評価因子を媒介とした市場品質の状態区分概念による表現であり，市場品質展開マトリックスと呼ぶ。

図2.6は，図2.3における評価構造を含めた右半分のマトリックス表現であるが，これに消費者の効用，便益の制約条件または目標としてのライフスタイル要因を付け加える。すなわち，個々の消費者の効用，便益をライフスタイル要因によって規定することを考える。しかし個々の品質項目に対する消費者の期待は非常に多様であり，これをライフスタイル要因で規定することはほとんど不可能だと考えられる。そこで市場全体としての評価の観点である評価因子に対する反応（効用）について規定することを考える。この評価因子に対する反応には，個々の品質項目に対する期待が縮約されている。さらにライフスタイル要因の中には，2.2.2で示したように，その中に生活意識面，生活行動面というこで予測したい目的関数となるべき要因を含んでいる。そこで，企業における市場細分化政策などで操作的な要因のみをとりあげることにして，これらを消費者の効用，便益の規定要因として消費者属性と呼ぶことにする。

以上のような考察にもとづき，評価因子と消費者属性とのマトリックスを組むことによって，図2.6は図2.7に拡張される。これらの市場品質のマトリックス表現において，その媒介として重要な役割を果す評価因子は，実際に後章で，特定製品あるいは耐久消費財全般について抽出，推定する。さらにこれと品質項目および消費者属性との関連についてもその数量的表現を与える。

2.4.2 市場品質と機能展開の連繋の方法

市場品質の状態区分によるマトリックス表現における品質項目リストは，品

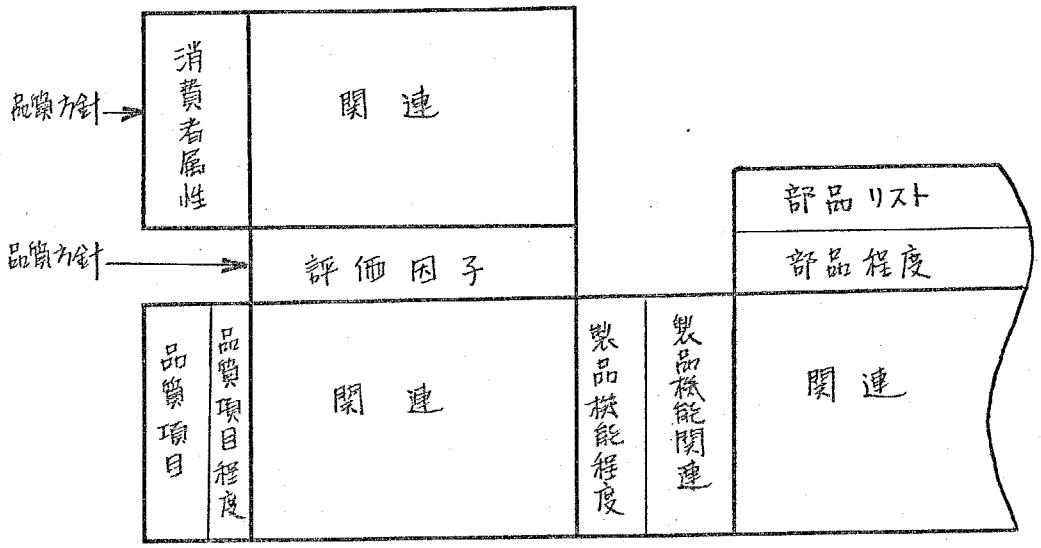


図2.8 市場品質展開マトリックスを用いた機能展開との連繋.

質機能展開、あるいは生産システムにおける出発点である品質機能および製品機能リストに対応する。このことから、図2.5と図2.7を結びつけることによって図2.8を得る。図2.8において、品質項目程度は市場の品質項目に対するウエイト、すなわち期待の程度をあらわし、製品機能程度は物的特性として企業が企画する機能の範囲をあらわす。このように、市場の評価構造を機能展開に連結することによって、単なる機能としてではなく、市場の心理的な効用、便益として、また個々の品質項目がもつ関連をも考慮した市場品質の設計、工程への展開が可能となる。

これを企業の経営戦略の立場から考えると、個々の品質項目に対する期待の程度から導出される評価因子のウエイトは、市場の期待を簡約した形でのウエイトであり、長期、あるいは中期的な品質方針を設定するまでの指標となり得るし、逆に品質方針としての評価因子に対して与えるウエイトによって、その関連と個々の品質項目の期待の程度を考慮して品質項目をウエイトづけて、機能、設計、工程に展開すれば、企業としての一定の品質方針のもとに、具体的

に設計，製造の目標，あるいは管理特性の重点を与えるものとして活用することができる。同様に，直接的に評価因子に対してではなく，企業としてターゲットとする消費者層，消費者セグメントに対応する消費者属性に対する品質方針についても同じことがいえる。

2.5 結語

本章では，品質を，物的特性を通して消費者が満足する使用特性，と定義し，本論文で扱う品質の概念の範囲を示すとともに，従来のこれらに関する文献を考察することによって，次に示すような本論文の基本的フレームワークを与える概念の提示，および提案を行なった。

(1) 消費者行動における製品属性，製品品質の役割を位置づけ，製品品質に対する消費者の効用としての市場品質を対比させることによって，その両者の間に存在する評価構造の概念を導入した。

(2) 評価構造の中で中心的役割を果すものとして，市場の期待の評価の観点である評価因子を仮説的に定義し，システム概念を採用することによって，市場品質と製品品質を，企業の活動として有機的に結びつけるための管理方式を与える市場品質展開マトリックスを形成した。

このように本章で考察した市場品質の評価構造，またはそれを構成する評価因子について，これらの存在を実証的に示すこと，評価因子と品質項目あるいは消費者属性との関連に数量的表現を与えること，評価因子が品質方針の指標となり得ることなどが，後章における本論文の主要な課題となる。さらにこれらの評価因子は，市場の多様な要求，明確でない要求を，一度抽象化することによって，企業にとって翻訳，推定可能な要求の手がかりを与えるものとして，

これらを求める方法論そのものも本論文の提案の一つになっている。その意味で、2.2節で示した消費者の選好と製品属性との関係を把握する方法論の方策は、その基礎を与えるものであり、本論文で示される市場の要求の把握の方法の一部は、マーケティング戦略における製品差別化政策、市場細分化政策などの議論に、応用できるものであると考える。

注

(1) 製品分類に関連する一連の研究においては、製品特性（product characteristics）という言葉が用いられている。

(2) 嗜好に対する決定ルールを示すモデルは、支配モデル，連結モデル，離散的モデル，辞書編集モデル，期待価値モデル，理想点モデルなどがあり，ここで示した2つのモデルは、期待価値モデル，理想点モデルに相当する。

(3) 田口 [21] は、これに品種を加えた4つの概念のうち，有形の品質および無形の品質を品質問題，好みと品種を品種問題として区分し、前者は評価技術，後者は調査技術によるべきものとしている。

(4) この他，企業の社会性の立場から、公害，廃棄物，副作用など社会次元の品質が提案されている（例えば指田 [36]）。

(5) Gigch [37] は、企業側が供給する品質（内的特性）に対して，消費者が感じる品質を外的特性と呼んで区別している。

(6) 文献 [27] において、真の品質，要求品質，品質機能という用語が多くあらわれてくるが，明確な定義はなくこれらはすべて同一概念とみなせる。

(7) この他，オーダエントリーシステムの立場から、消費者の要求を直接設計に結びつける製品科学研究所における研究 [38], [39] がある。

参考文献

[1] Nicosia, N.M. : Consumer Decision Process Marketing and Advertising Implimentations : 野中郁次郎，相路明次共訳：消費者の意思決定過程，東洋経済，(1979)

[2] Holton, R.H. : " The Distinction Between Convenience Goods , Shopping Goods and Specialty Goods ", Journal of Marketing, Vol.23, pp.53-56, (1958)

[3] Luck, D.J. : " On the Nature of Specialty Goods," Journal of Marketing, Vol.24, pp61-64, (1959)

[4] Bucklin, L.P. : " Retail Strategy and the Clasification of Consumer Goods," Journal of Marketing, Vol.27, pp.50-55, (1963)

[5] Miracle, G.E. : " Product Characteristic and Marketing Strategy," Journal of Marketing, Vol.29, pp.18-24, (1965)

[6] 吉田正昭，村田昭治，井関利明共編，：消費者行動の分析モデル，丸善，(1969)

[7] 吉田正昭，："購買意識解析と官能評価法"，ENGINEERS，No.361，pp.14-19，(1978)

[8] Green, P.E. and Carman, F.J. : Multidimensional Scaling Related Techniques, Ally and Bacon, Boston, (1970)

[9] Fennell, G. : " Consumers' Perception of the Product Use Situation," Journal of Marketing, Vol.42, April, pp.38-47, (1978)

[10] 小嶋外弘，梅沢伸嘉，佐藤隆三，： 商品開発のための消費者研究，日科技連出版，(1972)

[11] 小嶋外弘 : " ライフスタイルとマーケティング", ENGINEERS, No.377, pp.14-17, (1980)

[12] Fishbein, M. : " An Investigation of the Relationship between Belief about an Object and the Attitude toward that Object," Human Relations, Vol.16, pp.233-240, (1963)

[13] Ahtola, O. : " The Vector Model of Preference ; An Alternative to the Fishbein Model," Journal of Marketing Reseach, Vol.12, February, pp.52-59, (1975)

[14] Bettmon, J.R., Capon, N. and Lutz, R.J. : " Cognitive Algebra in Multi-Attribute Attitude Model," Jounal of Marketing Reseach, Vol.12, May, pp.151-164, (1975)

[15] Green, P.E. and Rao, V.W. : " Conjoint Measurement for Quantifying Judgemental Data," Journal of Marketing Reseach, Vol.8, August, pp.355-363, (1971)

[16] Johnson, R.M. : " Trade-Off Analysis of Consumer Values," Journal of Marketing Reseach, Vol.11, May, pp.121-127,(1974)

[17] Green, P.E. and Wind, Y. : " New Way to Measure Consumer' Judgement," Harvard Business Review, Vol.54, July-August, pp.107-117, (1975)

[18] Luce, R.D. and Tukey, J.W. : " Simultaneous Conjoint Measument ; A New Type of Fundamental Measurement," Journal of Mathematecal Psychology, Vol.1, February, pp.1-27, (1964)

[19] Best, R.J. : " Validity and Reliability of Criterion Based Preference," Journal of Marketing Reseach, Vol.15, February pp.154-160, (1978)

[20] Kotler, P. : MARKETING MANAGEMENT Analysis, Planning and Control, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, (1976)

[21] 田口玄一, : 品質の管理, 日本規格協会, (1969)

[22] 田口玄一, : 品質の評価, 日本規格協会, (1972)

[23] 田口玄一, : "品質企画と経済性", 品質, Vol.8, No.3, pp.156-160, (1978)

[24] 岩崎浩一郎, : "研究・開発のQC", 品質, Vol.9, No.4 pp.197-205, (1979)

[25] Juran, J.M. : Quality Control Handbook third eddition, McGrawhill, (1974)

[26] Feigenbaum, A.M. : Total Quality Control ; 日立製作所訳 ; 総合的品質管理, 日科技連, (1966)

[27] 水野 滋 : " QC工程図概論 "; 品質管理, Vol.26, No.4, pp.314-319, (1975)

pp. 314-319, (1975)

[28] 水野 滋, 赤尾洋二編, : 品質機能展開－全社的品質管理のアプローチ, 日科技連, (1978)

[29] 高柳 昭, : "当社における受注生産の品質管理(その1) 受注製品の品質管理活動", 品質管理, Vol. 24, 5月臨時増刊号, pp. 63-67, (1973)

[30] 小林三平, 山本泰造, 小西峰男, 有川嘉男 : " 営業部門における要求品質展開表の導入とその応用", 品質管理, Vol. 26, 5月臨時増刊号, pp. 45-48, (1975)

[31] 谷沢太加夫, : " 生産準備部門における品質の機能展開活動 － 工法展開活動について", 品質, Vol. 7, No. 1, pp. 34-40, (1977)

[32] 鵜沢光夫, : " 品質の機能展開と工程の管理(当事業本部における実施例)", 品質, Vol. 7, No. 1, pp. 41-48, (1977)

[33] 秋庭雅夫, : " システム・マトリックスによる生産管理システムの設計に関する研究", 日本経営工学会誌, Vol. 28, No. 4, pp. 366-374, (1978)

[34] 通商産業省・住宅産業課編, : 住宅部材工場の品質管理, 日本規格協会, (1975)

[35] Vinson, W.D. and Heany, D.F. : " Is Quality out of Control ?," Harvard Business Review, Vol. 56, November-December , pp. 114-122, (1977)

[36] 梅田政夫 : " 社会的品質コストとその対策", 第9回 Q-S 全国大会テキスト, pp. 181-186, (1975)

[37] Gigch, J.P. : " Qualty - Producer and Consumer Views," Quality Progress, Vol.10 , No.4, pp.30-33, (1977)

[38] 出原栄一，永村寧一，堀田明祐，："多様化する顧客要求の事前評価法"，IE，Vol.14，pp.15-22，(1972)

[39] 出原栄一，："人間-機械のシステマチック・デザイン[1]，[2]"，マシンデザイン，3月，pp.64-72，7月，pp.74-84，(1975)

3章　市場品質の尺度構成・分析法の考察

3.1　序

2章で定義した市場品質の概念をもとに、本章ではその数量化のための諸問題について2,3の考察をおこなう。そのためにまず市場品質の状態区分における要素である特定製品に対する品質項目を用意する。この品質項目に対する消費者の期待の程度を測定することによって、市場品質の数量化、すなわち特定製品の市場における評価構造を明らかにする。

あらゆる現象を解析しようとする場合と同様に、第1にその測定の尺度の問題がある。しかしこれには理論的に完全なものは存在しない。サーストン以来、心理学の方面で試みられている態度測定の問題にしても、ある目的のもとにおける条件、制約の範囲内においてその妥当性がいえるだけである。したがってわれわれのここでの議論も、製品に対する消費者の品質向上期待から製品品質の評価構造を推定するという目的のもとに、製品品質を構成する品質項目に対する個々の消費者としての被験者の期待度を測定するに際して、その期待度の尺度値が、たかだか順序尺度としての意味しかもたないか、あるいは少なくとも間隔尺度としての意味をもつか両者の場合について検討する。このことは、市場品質の評価構造モデルを解析する分析法に関連してくる。このモデルには品質向上期待に潜在する因子を仮定するが、これを抽出するために因子分析法を最初に考える。しかし因子分析法を適用するためには、測定された品質向上

の期待度は少なくとも間隔尺度でなければならないし、ここで考える変量（品質項目）間の関係が線形であることの仮定が必要である。これらの仮定の妥当性を検討するために、これらの仮定を必要としないもう一つのモデルおよび分析法を考える。すなわち、期待度をたかだか順序尺度とみなしてそれより非類似性の尺度を構成し、非計量MDSを適用する。そしてこの両者によって得られる品質項目空間を比較、考察することによって、以下の章において、期待度の測定の尺度を少なくとも間隔尺度とみなしてよいことの妥当性を与える。

今一つの問題は、上述の因子分析モデルの妥当性に立脚している。因子分析において、そこに潜在する因子を抽出するためには、まず変量間の相関行列を構成するのが通常である。しかしこのことは生データとしての期待度の情報を縮約するという立場から、いつも得策であるとは限らない。例えば期待度が合理的原点をもつ比率尺度として測定され、これらのことを含めて評価構造を考えるなら、相関行列による方法は最初から原点に関する情報を捨てていることになる。そこで、本章では分散共分散行列、積和行列から出発する方法を含めて、得られる因子の内容を検討し、本論文で求めようとする市場品質の評価構造の意味を明らかにする。なお、これらの方法が因子構造に与える影響は、従来の研究から必ずしも明らかではなく、付録A1における積和行列と分散共分散行列との得られる因子構造の理論的関係が、本章での議論の基礎を与えている。

3.2　市場品質の測定

3.2.1　市場品質の把握の仕方

2章で考察した消費者の利用、便益としての市場品質は、自然発生的に消費

者の内に存在しているのではなく、対立概念として常に企業が供給する製品品質がある。さらに、個人の効用を規定する生活様式の違いなどにしても、逆に新製品の出現などの企業のメッセージに接触することによって変化する面がある。したがって本論文で求めようとする製品品質に対する市場の評価構造、すなわち市場品質の構造は、過去に企業側によって供給された製品品質、さらに広告などのマーケティング変数などによって、形成されたものであるかもしれない。このような考え方において、消費者にとって品質の絶対的価値は知覚できず、品質の向上を望む相対的価値、すなわち要求または期待としてのみ知覚できるものと考えられる。製品品質を構成する一つの機能に対して消費者は、これまでその機能を使用してきたのであり、その機能がないとしたときの機能の価値または重要度について質問されたとき、個人によって判断の基準を異にし、それに尺度値を与えることは、ほとんど無意味である。(注1)

以上のような観点から、本論文では、市場品質を現在使用している製品品質に対する品質向上の期待として把握することにする。このように品質向上期待として市場品質を把えていくことは、測定のしやすさというばかりでなく、企業の立場からは、品質方針を設定するうえで重要な情報となるであろう。

3.2.2. 品質項目の収集と設定

市場における品質向上期待は、消費者によって異なり、しかも最初から顕在化しているとは限らない。この顕在化している品質向上の期待としては、企業またはその流通経路の過程に寄せられるクレームがある。しかしクレームは、品質そのものの向上期待というよりも、カタログに示された品質の機能を達成していない、いわば不良品に対することが大部分であり、製造品質のバラツキに起因する。このバラツキに対する企業の目標設定は、企業にとってその情報

表3.1 冷蔵庫の品質項目の一覧.

(分類,整理後53項目)

1 庫内に臭いが残らない	28 テーブルにコンセントがついている
2 セン抜きがついている	29 取手がつかみやすい
3 庫内の物の出入れが容易	30 冷蔵庫と床の間の通風性がよい
4 電源が入っているかどうか確認できる	31 デザインが良い
5 ドアの左開きもある	32 庫内の仕切りが使いやすい
6 冷凍庫の容量が大きい	33 冷蔵庫の脚の調節ができる
7 冷却速度が速い	34 氷ができた表示がある
8 水を専用に冷やす所がある	35 感電しない
9 カギがかかる	36 消費電力が少ない
10 庫内の温度がわかる	37 コードがいたみにくい
11 角が丸味を帯びている	38 庫内が乾燥しない
12 冷え方にムラがない	39 ドアを開けないで、中が見える
13 モーター音が小さい	40 振動が小さい
14 外壁が汚れにくい	41 まわりの温度に庫内の温度が影響されない
15 霜取りが容易	42 冷凍庫から氷が取りやすい
16 霜がつきにくい	43 殺菌機能がある
17 キズがつきにくい	44 冷蔵庫の上のテーブルが利用しやすい
18 手を用いないでドアの開閉ができる	45 冷凍庫の温度調節ができる
19 色が良い	46 ドアポケットの小物入れが使いやすい
20 ドアの開閉がスムーズ	47 庫内が明るく見やすい
21 タマゴケースが使いやすい	48 床をいためない
22 温度調節の範囲が広い	49 ビール入れが使いやすい
23 重いものが入れられる	50 きれいな氷ができる
24 庫内の掃除がしやすい	51 霜取りの時も氷が溶けない
25 うしろに熱がこもらない	52 故障が少ない
26 操作スイッチが使いやすい	53 場所をとらない
27 移動しやすい	

収集などの活動も比較的容易である。

ここで問題とされる品質向上期待は、そのようなクレームの形をとらず、消費者が日常的に製品を使用している中で、潜在的に感じているものである。すなわち、カタログに示された機能を発揮しているのに、消費者が生活の中で感じる不便さ、不満などである。このような品質向上期待は、企画あるいは設計品質に関連するものであり、積極的な消費者の使用条件などのサーベイを実施しない限り、もはや企業に明確な情報として伝達されないものである。

このような品質向上期待を把握するためには、まず対象とする製品を決める

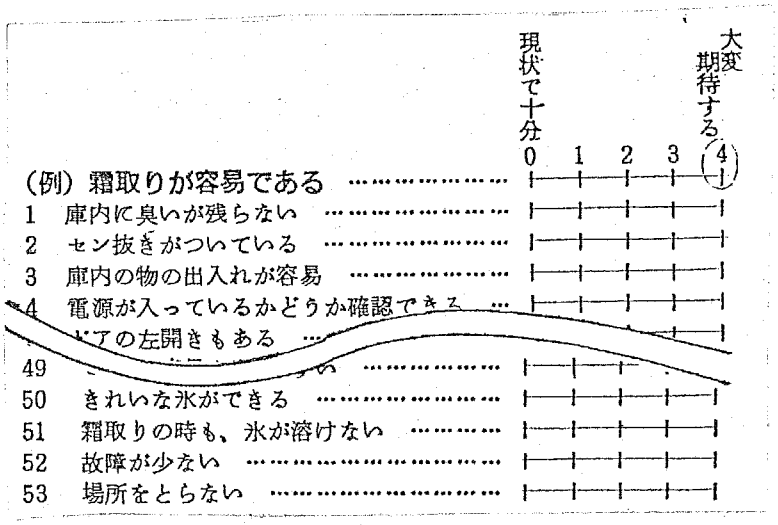
必要があるが、本論文では、耐久消費財を対象範囲としている。その中の特定製品に対する品質向上期待を、網羅性を満足するような方式で収集するために、小人数のグループを10組程度編成し、ブレーンストーミングにより、対象製品について考えられる項目をウエイトづけして書き出してもらうという方法をとった。それらを集計すると、その中には期待に関する認識の範囲の違いや、表現の違いなどが含まれる。それらを分類、整理することによって、特定製品の品質向上期待を構成する項目とした(以下品質項目と呼ぶことにする)。例えば、冷蔵庫の場合には、最初に集計された項目数は168項目で、これから重複を除いて206項目となり、さらにウエイトの合計の下位5%を除き、最終的に、表3.1に示されるような53項目の品質項目を得た。これらの品質項目は、2章図2.8における市場品質の要素に相当する。なお、カラーテレビ、洗濯機についての品質項目は、付録B1に示されている。

3.3 期待度の尺度構成上の問題

3.3.1 品質向上期待度の尺度化

前節で得られた特定製品の品質項目を用いて、消費者(被験者)の個々の品質項目に対する期待度を測定することを考える。測定に際して作成した調査票の中で、冷蔵庫の場合について示すと、「あなたは、現在使用している冷蔵庫に満足しているでしょうか。さらに品質の向上を期待する度合をお答えください」との質問の後に、表3.2にあらわされるような各品質項目について、「現状で十分」から、「大変期待する」までの5段階の効用選択項目を用意した。具体的な調査対象者および方法などについては、4章で詳述するが、ここでは測定された期待度の尺度化の問題について考察することにする。

表3.2　品質向上期待の測定方法



このような勿販選択項目に対する被験者の反応カテゴリーに尺度値を与えるのに最もよく用いられる方法は、各品質項目の反応カテゴリーに一連の整数を尺度値として与える方法であり、これは測定方法を含めて評定尺度法と呼ばれているものである。この方法によれば、各品質項目の5つのカテゴリーの「現状で十分」から「大変期待する」までに、0から4までの数値が、期待度をあらわすものとして与えられる。これに対して、結果として得られる反応カテゴリーの分布は離散的であるが、その背後に連続した正規分布を仮定して、正規偏差値を尺度値とする方法がある。しかしこの方法と上述の整数値を与える方法には、一般的に高い相関があることが知られていて[1]、ここでの期待度の尺度値としては、一連の整数を与える方法を、一つの代替案として採用することにする。

上述のように与えられた尺度値、またはそれを適当に変換した数値は、Stevens[2]の測定の尺度の分類でいえば、差の等価性を必要とする間隔尺度、または絶対原点をもつ比の等価性を必要とする比率尺度として、以後の処理がなされる。この比率尺度として考えることは、「現状で十分」に与えた0とい

う尺度値は絶対量を意味し、「大変期待する」に与えた4は、カテゴリー1の4倍の期待度をあらわすと考えることになる。これに対して、多くの嗜好実験や調査と同様に、各カテゴリーの期待度としては、大小関係の意味しかない順序尺度、あるいは分類の意味しかない名目尺度とも考えることができる。順序尺度の場合には、大小関係は保証されるが、名目尺度の場合には、もはや期待度という言葉も適当でなくなり、期待のパターンとしての意味をもつだけである。このように各品質項目に対する被験者の反応（期待度）が、たかだか順序尺度としてしか意味をもたないとする考え方を、第二の代替案とする。

3.3.2 品質項目間の関連の測度

このような期待度のデータから、その内容分析をするにあたり、まず品質項目間の関連の強さを推定することから始める。2つの変量間についての関連の測度として、最もよく用いられるものとしてピアソンの積率相関係数rがあるが、これを用いるためには、(1)変量間の関係が線形であること、(2)変量が間隔尺度の性質をもつこと、が必要である[3]。したがって、前述の期待度の尺度値として少なくとも間隔尺度の意味をもたせるという立場では、これを用いることができるが、たかだか順序尺度として考える場合には、ピアソンのrは用いることができない。

そこで後者の場合には、順位相関を関連の測度として用いることになる。しかし、この場合、各品質項目に対する期待の反応カテゴリーとしてとり得る順位は5段階であるのに比較して、サンプルとしての被験者の数は、ほとんど無限大にとり得る。したがって、同順位を非常に多く含み、場合によっては全員が同順位となることもあり得るため、順位相関の測度としてよく知られているスピアマンのρや、ケンドールのτは用いることができない。このような同順

位が多くあらわれる場合の関連の測度として、Goodman, Kruskal [4] のγが有効である。このγの値は、任意の2つの品質項目のカテゴリーを組合わせた二元表を作成し、2つの品質項目に対する反応カテゴリーが同方向である確率から、逆方向である確率を引いたもの(注2)に相当する。Goodman, Kruskalは、γを計算する場合、各変量が順位尺度で構成されることを前提としているが、ここで考えている品質項目に対する反応カテゴリーは、すべて同一であるため、それらが名目尺度としての意味しかない場合でも、期待のパターンとして2つの品質項目が類似しているか否かの測度、すなわち類似性または非類似性をあらわす測度としても活用できると考えられる。

以上のことから、品質項目間の関連の程度をあらわす測度として、間隔尺度と考える場合にはピアソンのr、たかだか順位尺度と考える場合には上述のγを、それぞれ用いることにする。表3.3, 表3.4は冷蔵庫の品質項目についてこれらの計算およびその過程を示したものである。表3.3において、「庫内に臭いが残らない」,「セン抜きがついている」という品質項目1, 2に対して例えば、同時にカテゴリー1, すなわち「現状で十分」と回答した被験者が、

表3.3 γの計算例 (その1)

項目2** ＼ 項目1* (カテゴリー)	1	2	3	4	5
1	20	17	32	33	44
2	22	5	3	12	13
3	3	1	6	9	13
4	1	0	1	3	5
5	2	0	2	5	5

(カテゴリー)

$\gamma = 0.201$ ($r = 0.133$)

* 品質項目1…「庫内に臭いが残らない」
** 品質項目2…「セン抜きがついている」

表3.4 γの計算例 (その2)

項目3** ＼ 項目1* (カテゴリー)	1	2	3	4	5
1	21	9	18	5	9
2	2	5	6	8	6
3	3	4	11	27	23
4	1	3	6	20	21
5	1	2	3	2	21

(カテゴリー)

$\gamma = 0.506$ ($r = 0.479$)

* 品質項目1… 同左
** 品質項目3…「庫内への物の出入が容易」

239人中20人あり，そのときのγの値が0.201であったことを示している。同様に「庫内に臭いが残らない」と「庫内の物の出入が容易」のγの値は.0.506と計算される。これに対してrの値は，それぞれ0.133，0.479となり，この例の他でも，一般的にγの方がrよりも大きくなる傾向がある。

このような品質項目の期待度または期待のパターンの関連の程度は，特定製品に対する市場の評価構造に起因する内的関連をあらわす情報としての意味をもつ。しかし，特定製品の品質項目数をnとすると，品質項目j，j'に対応するγ，r（これを$\gamma_{jj'}$，$r_{jj'}$と表示する）は，n(n-1)/2個存在することになり，nが小しでも大きくなれば，個々の$\gamma_{jj'}$，$r_{jj'}$から評価構造を推定することはほとんど不可能である。例えば，冷蔵庫の場合にはn=53であり，1378個の$\gamma_{jj'}$，$r_{jj'}$が存在することになる。そこでこれらの情報を，さらに縮約することが必要となる。

3.3.3 測定尺度の次元解析に与える影響

$r_{jj'}$および$\gamma_{jj'}$から，品質項目の期待度が構成される基本的な軸または次元を求めるためには，その目的，性質に即した数理的操作が必要とされる。まず$r_{jj'}$の立場からは，因子分析法が考えられる。因子分析法の場合，$r_{jj'}$を計算する前の段階である生データとしての期待度から出発するが，その過程として通常，相関行列が計算される。そして因子分析を適用するためには，序で述べたように，間隔尺度であることと線型性を満足しなければならない。間隔尺度については前からの前提であり，線型性についてはもし真の構造が非線型であってもその近似としての意味もあり，容認されることと考える。そこで，$r_{jj'}$と，因子分析を適用して得られる次元（因子）から形成される空間における各品質項目の座標との関係を，記述する式を示すと，次のようになる。(注3)

$$r_{jj'}=\sum_{t=1}^{T} a_{jt}a_{j't} \qquad (3.1)$$

ここにa_{jt}, $a_{j't}$は、次元(因子)tと品質項目j, j'との関係をあらわす因子負荷量であり、相関行列を因子分解することによって、回転による任意性を除いて一意に定まる。また$(a_{j1},\cdots,a_{jT})$は品質項目jのT次元からなる因子空間における座標としての意味をもつ。

一方、$\gamma_{jj'}$の立場からは、このような因子分析を適用することはできない。そこで、$\gamma_{jj'}$を品質項目間の期待のパターンの違いをあらわす心理的距離、すなわち非類似性を意味する尺度と考える。もし$\gamma_{jj'}$またはそれに定数を加えたものが、距離の公理を満足するならば、Torgerson[5]による方法を用いて、式(3.1)と同等の分解が可能になる。しかしここではなるべく一般性をもたせるために、これらの仮定を必要としないKruskal[6],[7]のM-D-SCALと呼ばれる非計量MDS(注4)を用いることにする。これは多くの仮定にもとづく因子分析によって得られる空間との対比としての意味をもたせるためである。この方法においては、$\gamma_{jj'}$と結果として得られるT次元空間から形成される距離$d_{jj'}$との関係で問題とされるのは、$\gamma_{j_1j_1'}>\gamma_{j_2j_2'}$ならば$d_{j_1j_1'}\geqq d_{j_2j_2'}$という単調性だけであり、$\gamma_{jj'}$は順位尺度としての意味をもっていれば十分である。さらに線形性の仮定も必要なく、$\gamma_{jj'}$とa_{jt}の関係は次式であらわせる。

$$\gamma_{jj'}\overset{m}{=}\hat{d}_{jj'}\cong d_{jj'}=\left[\sum_{t=1}^{T}|a_{jt}-a_{j't}|^{c}\right]^{1/c} \qquad (3.2)$$

ここに$\overset{m}{=}$は上述の単調性の関係、$\cong$は最小二乗的な近似、cはミンコフスキー定数である。

以上のように、線型性と間隔尺度の仮定を含する式(3.1)と、それらの仮定を含さない式(3.2)にそれぞれもとづいて、T次元に縮約された品質項目の空間

表3.5. 因子分析にもとづく因子負荷行列（冷蔵庫の場合：回転後）

因子 / 項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1*	.028	.058	-.274	.332	.208	.384	.114	.122	.109
2	.024	.717	.006	.110	.039	.074	.031	.279	.065
3	.251	.082	.274	.303	.372	.417	.140	.046	.135
4	.233	.185	.173	.197	.065	.270	.129	.319	.106
5	.086	.320	.102	.088	.038	.176	.427	.022	.150
6	.347	.063	.142	.309	.238	.448	-.006	.119	.151
7	.436	.085	.208	.298	.162	.428	.027	.180	.147
8	.094	.294	.092	.200	.130	.206	.133	.433	-.001
9	-.039	.484	.098	.066	.019	-.086	.115	.250	.221
10	.537	.215	.140	-.001	.062	.091	.280	-.056	.022
11	.081	.329	.197	-.009	-.007	.194	.275	.253	.285
12	.304	.040	.406	.333	.111	.338	.137	.169	.094
13	-.016	-.037	.511	.009	-.046	.212	.205	.069	.220
14	.007	.131	.217	.189	.087	.566	.283	.003	.220
15	.089	.094	.192	.842	.101	.141	.064	.034	.144
16	.108	.094	.237	.847	.108	.105	.039	-.022	.086
17	.115	.135	.299	.139	.087	.503	.313	.148	.340
18	.075	.662	.109	.024	.049	.126	.125	-.054	.163
19	.020	.172	.171	.060	.026	.145	.169	.152	.541
20	.123	.249	.330	.161	.303	.175	.120	-.065	.525
21	.049	.344	.231	.183	.470	.019	.075	-.019	.152
22	.450	.073	.184	.229	.112	.111	.184	.058	.293
23	.100	.181	.093	.155	.095	.211	.360	.426	.097
24	.049	.041	.338	.225	.268	.488	.105	.110	.156
25	.096	.178	.485	.127	-.025	.324	.230	.016	.046
26	.213	.152	.400	.262	.177	.106	.205	.102	.417
27	.108	.079	.161	.056	.238	.051	.671	.083	.056
28	-.050	.182	.240	.035	.079	.037	-.013	.489	.158
29	.095	.278	.384	.117	.247	-.003	.141	.204	.477
30	.099	.313	.357	.223	.173	.251	.138	-.002	.004
31	.112	.184	.094	.100	.204	.248	.125	.054	.561
32	.157	-.012	.183	.142	.509	.514	.081	.172	.085
33	.133	.410	.011	.088	.039	.259	.425	.115	.288
34	.359	.374	-.036	.153	.093	.064	.064	.413	-.023
35	.154	.075	.634	.233	.134	-.022	.023	.084	.300
36	.243	.096	.548	-.020	.045	.276	.066	.094	.031
37	.230	.020	.557	.203	.102	.056	.091	.148	.290
38	.282	.114	.317	.198	.140	.373	.078	.083	.017
39	.201	.651	.117	-.012	.163	.006	.106	.133	.077
40	-.020	.142	.615	.066	.176	.179	.119	.139	.137
41	.227	.021	.400	.267	.193	.134	.288	.148	-.025
42	.153	.033	-.004	.555	.288	.196	.025	.211	.157
43	.361	.232	.248	.127	.237	.192	.141	.023	-.131
44	.066	.141	.318	.170	.353	-.008	.081	.415	.308
45	.603	-.000	.218	.252	.090	.043	.080	.077	.149
46	.151	-.003	.108	.115	.590	.156	.271	.084	.109
47	.323	.207	.286	.255	.368	.123	-.089	.189	.289
48	.133	.144	.209	.247	.084	.075	.476	.050	.188
49	.074	.144	.071	.145	.578	.195	.139	.138	.126
50	.124	.043	.203	.388	.208	.294	.168	.283	.178
51	.208	.082	.075	.555	.041	.201	.171	.229	-.047
52	.212	.110	.669	.179	.181	.108	.081	.055	.031
53	.199	.134	.247	-.071	.219	.161	.430	.093	.195
	2.50	3.17	4.72	3.77	2.62	3.21	2.43	1.90	2.65

* 品質項目番号は、表3.1参照。

$R^2 = 0.97$

表3.6 M-D-SCALによって得られた品質項目の布置（冷蔵庫の場合：回転後）

次元 / 項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1*	-.536	-.556	.105	.398	.152	.025	-.267	.245	.245
2	-.328	.872	-.547	-.028	-.013	.108	-.250	-.005	.170
3	.015	-.552	-.035	.177	-.256	.102	.130	.061	.160
4	.169	-.088	-.449	.058	.394	.206	-.698	.216	.159
5	-.273	.174	-.540	-.288	.089	-.762	.305	.015	.058
6	.249	-.517	-.400	.293	-.005	.489	.153	.037	.152
7	.326	-.372	-.178	.138	.201	.438	.158	.230	-.131
8	-.610	.454	-.289	.206	.177	.390	-.315	.388	-.195
9	-.406	.972	-.043	-.147	-.046	-.131	-.194	-.273	.042
10	.961	.239	-.274	-.532	.121	-.120	.215	.685	.116
11	-.323	.345	-.143	-.317	.291	-.298	-.008	-.416	-.413
12	-.034	-.235	.341	.316	.451	.186	.170	.188	.022
13	-.056	-.071	.316	-.909	.592	.471	.322	-.201	-.133
14	-.326	-.665	-.330	-.045	.372	-.284	.183	-.164	.072
15	.068	-.176	.082	.955	.061	.116	-.008	-.018	.089
16	.116	-.155	.269	.962	.023	.108	.075	,058	.075
17	-.135	-.415	-.146	-.215	.171	-.174	-.100	-.226	.033
18	-.125	.925	-.310	-.165	.042	-.157	.555	-.312	.141
19	-.160	.140	-.170	-.364	-.012	.054	-.258	-.869	-.134
20	.013	.004	.107	-.044	-.264	.001	.263	-.586	.060
21	-.018	.284	.184	.124	-.839	-.035	.056	-.270	.379
22	.948	-.132	-.055	.167	.031	-.089	-.222	-.140	.041
23	-.368	.200	-.263	-.088	.011	-.341	-.387	.267	-.603
24	-.411	-.572	.035	-.063	-.130	.241	.397	-.044	.113
25	-.238	-.209	.266	-.238	.468	-.181	.316	.225	.681
26	.229	.014	.210	.141	.071	-.112	-.041	-.446	-.024
27	.105	-.032	-.117	-.264	-.253	-1.01	-.132	.198	-.115
28	-.429	.453	.025	-.381	-.013	.305	-.887	.009	.199
29	-.050	.221	.140	-.162	-.137	-.014	-.120	-.428	.056
30	-.014	.028	-.045	.131	.074	-.070	-.022	.177	.989
31	.166	-.123	-.513	-.215	-.187	.107	-.103	-.732	-.034
32	-.211	-.663	-.125	-.078	-.397	.333	.188	.230	-.177
33	.025	.309	-.719	-.200	.175	-.321	-.051	-.207	.055
34	.134	.846	-.344	.016	.018	.350	-.096	.491	-.457
35	.042	.107	.721	.059	.100	-.104	.009	-.383	-.019
36	.107	-.230	.606	-.547	.629	.102	.173	.274	-.094
37	.219	-.114	.617	.052	.305	-.045	-.298	-.359	.179
38	-.018	-.205	.050	.008	.101	.256	.824	.449	.231
39	-.023	1.01	-.325	-.168	-.139	-.064	.033	-.061	.176
40	-.337	.073	.603	-.484	-.049	.293	.248	-.166	.162
41	.103	-.160	.578	.118	.021	-.313	.295	.283	-.537
42	.000	-.130	-.198	.824	-.187	.364	.179	.039	-.549
43	.180	-.032	.181	-.180	-.326	-.005	.059	1.05	.229
44	-.124	.078	.261	-.057	-.362	.015	-.630	-.257	-.146
45	.965	.015	.209	.186	.068	.339	.245	.215	-.004
46	.144	-.467	-.022	-.197	-.895	-.117	-.150	.168	-.177
47	.233	-.012	.158	.241	-.316	.495	-.278	-.141	-.050
48	.140	.078	.033	.297	.162	-.917	.087	-.207	.156
49	-.205	-.114	-.202	.024	-.965	.195	.080	.033	-.224
50	-.273	-.352	.024	.460	.287	.110	-.151	-.078	-.515
51	.158	-.052	-.154	.840	.165	-.113	.181	.622	-.351
52	-.004	-.149	.826	-.066	.040	-.034	-.070	.144	.177
53	.220	-.283	-.012	-.747	-.076	-.597	-.160	-.011	-.034

* 品質項目番号は、表3.1参照。

Stress = 0.071

表3.7 因子分析とMDSCALによって得られた次元の相関(回転前)

因子分析 \ MDS	1′	2′	3′	4′	5′	6′	7′	8′	9′
F1	−	−	−	−	−	.615	−	.529	−
F2	−	−	−	−	.670	−	−	−	−
F3	−	−	−	−	−−	−	.553	−	.571
F4	−	−	−.466	−	−	.512	−	−	−.351
F5	−	−.353	.369	−	.529	−	−	−	−
F6	.373	−.610	.620	−	−	−	−	−	−
F7	−	.692	−	−.648	−	−	−	−	−
F8	−.374		.568	−	−.357	−	−	−	−
F9	−.648	.681	−	.404	−	−	.385	−	−

を求めた。表3.5は、因子分析にもとづく、各品質項目の座標としての因子負荷行列である。このときの次元数Tは、$r_{jj'}$から求めた共通性の推定値に対する寄与率が95%を越えるところで、因子の取り込みを打ち切ったものであり、T=9で寄与率が97%となっている。ただしここで示した布置は、9次元の空間を主因子法によって求めたあと、単純構造を得るために規準バリマックス回転を施した結果である。一方、表3.6は、M-D-SCALによって求めた品質項目の布置であり、同様に回転後の結果である。このときの次元数は予め因子分析にそろえてT=9としたが、因子分析の寄与率に相当する、$\hat{d}_{jj'}$に対する布置から計算される$d_{jj'}$の適合度の指標であるストレスの値は、0.071であり、Kruskal [7] が与えている評価の分類に従えば、"good"な適合を示しているといえる。なおミンコフスキー定数はc=2のユークリッド空間の場合である。

この結果、得られた各次元における両者の座標の相関を求めたのが、表3.7表3.8である。表3.7は、両者ともに回転前の相関であり、表3.8は、回転後の相関を示している。表3.7と表3.8の比較からわかるように、回転前の両者

表3.8 因子分析とM-D-SCALによって得られた次元の相関(回転後)

MDS / 因子分析	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F1	.837	-	-	-	-	-	-	.459	-
F2	-	.837	.462	-	-	-	-	-	-
F3	-	-	.878	-	-	-	-	-	-
F4	-	-	-	.925	-	-	-	-	-
F5	-	-.359	-	-	.854	-	-	-	-
F6	-	.708	-	-	-	-	-	-	-
F7	-	-	-	-	-	.870	-	-	-
F8	-	-	-	-	-	-	.639	-	.469
F9	-	-	-	-	-	-	-	.901	-

の布置に1対1の対応はみられないが、回転後には、M-D-SCALの第2次元を除いて、ほぼ1対1の対応をみせている。一般的に、同一のデータにMDSと因子分析を適用した場合、MDSによる方法は因子分析法に比べて、結果の次元数が少なくて済み、しかも回転の必要性が少ない[1]といわれる。ここでの結果は、厳密な意味では同一のデータに対するものではないが、M-D-SCALの回転前の布置は、因子分析の回転前と回転後の布置の中間的性質をもつ。さらに、因子分析の第2因子および第6因子は、M-D-SCALの第2次元にほぼ対応し、M-D-SCALの第9次元は必ずしも必要でなく、因子分析による9次元の表現が、M-D-SCALの8次元の表現となっていることが指摘される。これらのことは、因子分析が線型性という強い仮定を設けていることにも起因すると考えられるが、ここでの次元の縮約は、あまり大きな節約とはならず、それよりも表3.8に示されるような対応から、仮説的因子と生データの関係、および構造の具体性という因子分析の長所を採用する利点の方が大きいと考えられる。

さらに、図3.1は、具体的に第1次元と第3次元について、両方法における

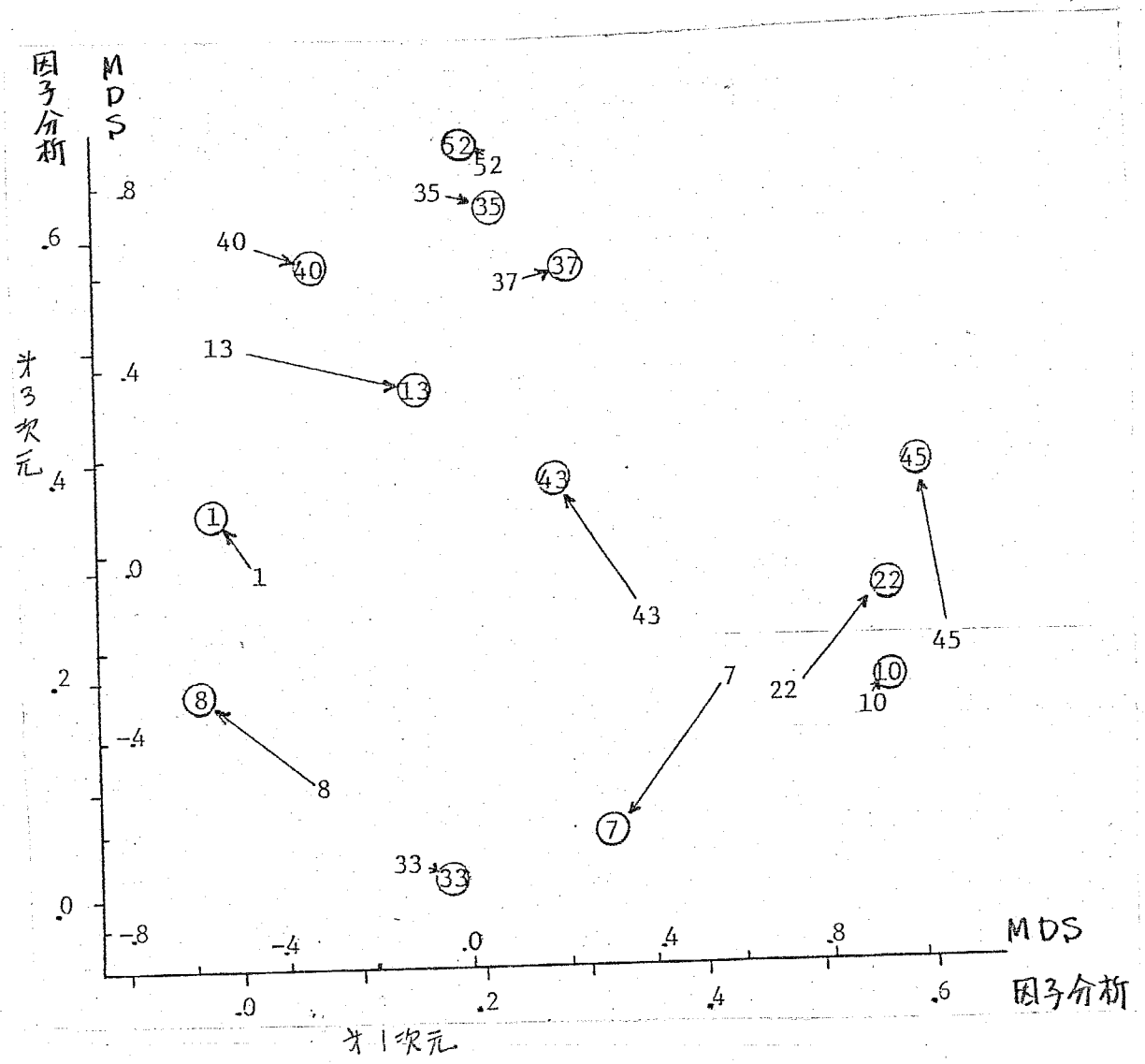


図3.1 第1次元と第3次元における因子分析とMDSCALによる方法の品質項目の布置の違い.
(各番号は冷蔵庫の品質項目番号であり,○はMDSCALの場合)

各品質項目の布置を示したものである。ここに描かれている品質項目は、冷蔵庫の品質向上期待を構成する53項目のうち,因子分析およびMDSCALにおける第1次元と第3次元の座標の絶対値が大きい上位5項目を選んだものである。この図からもわかるように、両方法による軸の目盛は異なるが、各品質項目の相対位置はほとんど変わらない。なおここで示した品質項目番号は、表3.1にあるものと対応している。

本節では、品質項目に対する被験者の期待度を、少なくとも間隔尺度、たかだか順位尺度という2つの立場で、品質項目間による期待度の関連、さらにその関連に内在する基本的な次元の解析を行ない、両者によって抽出される次元または因子に、大きな差がないことが示された。さらに、この次元の解析は、4章における評価因子を求める手法を与えるものであるが、そこで因子分析モデルを用いることの妥当性も、それを用いる場合の線型性などの強い仮定を取り除いた解析法との次元の一致を示すことによって、ある程度保証することができたと考える。なお、冷蔵庫の場合における期待度の本調査データを用いて考察してきたが、テレビ、洗濯機についても同様なことがいえる。

3.4 市場品質の分析法の決定

3.4.1 観測データの基準化の影響

前節の結果から、品質項目に対する期待度のデータは、少なくとも間隔尺度としての意味をもっていることを前提に、以下の議論を進めることにする。市場における製品品質に対する評価構造を求めるために因子分析を適用する際に、データのもつ情報の縮約という立場から、どのようなデータから出発するかというより細かいことが問題となる。前節での説明では相関行列から因子分析する場合を示したが、これを期待度との関係で示すと、

$$z_{ij} = \sum_{t=1}^{T} a_{jt} f_{it} \qquad (3.3)$$

となる。ここに a_{jt} は因子負荷量、f_{it} は対応する因子得点である。ただし z_{ij} は、期待度そのものでなく、3.3.1で被験者 i、品質項目 j の尺度値を x_{ij} とすると、x_{ij} から品質項目の平均値 $\bar{x}_{\cdot j}$ を取り除き、さらにその品質

項目の標準偏差 σ_j で除したものである。期待度は x_{ij} である。

サーストン以来因子分析がよく用いられてきた心理学の分野では、変量のもつ大きさ、およびバラツキの大きさは、測定上のバイアスでしかなく、変量間の関連の程度である相関係数だけが問題であり、相関行列から出発するのが通常であった。しかし、Tucker, Messik [8] は、Tuckerの扱った学習過程のデータを例に、バラツキの大きさに情報が含まれているとすれば、相関行列による方法はその情報を捨てているとの観点から分散共分散行列による方法の有利性を、さらに生データが合理的原点をもつ場合には、積和行列による方法の有利性を、それぞれ指摘している。式(3.3)の Σ_{ij} の代わりに、分散共分散行列の場合には、$(x_{ij}-\bar{x}_{\cdot j})$ が、積和行列の場合には、x_{ij} そのものがはいる。これらの各方法によって得られる因子構造は、当然のことながら異なってくる。このようなTucker等の見解に対して、Ross [9] は、積和行列による方法は、分散共分散行列による方法と比べて余分な因子があらわれ、それは適当な回転をすることによって変量の平均ベクトルに一致させることができるとの観点から、Tuckerの積和行列による方法の有利性の見解には批判的である。さらにGollob [10] は、$\bar{x}_{i\cdot}$（被験者の平均得点）、および $\bar{x}_{\cdot j}$ は、予め得られる情報として分離して、因子分析そのものは x_{ij} から $\bar{x}_{\cdot j}$ ばかりでなく $\bar{x}_{i\cdot}$ も取り除いた両側中心化したデータについて適用することを、提案している。

一方、われわれは [11]、積和行列と分散共分散行列による方法から得られる因子構造の関係について、積和行列の第1因子の固有値が他の因子の固有値に比べて大きいときの近似解から、(1) 積和行列による方法の第1因子の因子負荷量は、変量の平均値 $\bar{x}_{\cdot j}$ に近似的に一致し、対応する因子得点は $\bar{x}_{i\cdot}$ に比例する、(2) この因子得点に差がないとき第2因子以下の因子負荷行列は分散共

表3.9 積和行列，分散共分散行列，相関行列による各方法によるテレビの期待度の因子の内容の違い。

因子	積和行列*	分散共分散行列	相関行列**
1	1. 画像が鮮明。 2. 色彩調整が容易。 3. 画像の色が自然。	1. 画像が鮮明。 2. 画像の色が自然。 3. 色彩調整が容易。	1. 画像の色が自然。 2. 画像が鮮明。 3. 音質が良い。
2	1. 外部アンテナ不要。 2. アンテナ線の取付。	1. 外部アンテナ不要。 2. アンテナ線の取付。	1. 外部アンテナ不要。 2. アンテナ線の取付。
3	1. リモコン操作。 2. タイムスイッチ。 3. 音声がステレオ。	1. タイムスイッチ。 2. リモコン操作。 3. 電池で使用可能。	1. リモコン操作。 2. タイムスイッチ。 3. 音声がステレオ
4	1. 倒れにくい。 2. 角が丸味。 3. 画面が大きい。	1. 感電しない。 2. 倒れにくい。 3. 画面が大きい。	1. 倒れにくい。 2. 角が丸味。 3. 感電しない。
5	1. 節電スイッチ。 2. 掃除し易い。 3. 消費電力小。	1. 節電スイッチ。 2. 消費電力小。 3. 掃除し易い。	1. 掃除し易い。 2. ホコリがつかない 3. 節電スイッチ。
6	1. 寿命が長い。	1. 寿命が長い。	1. デザイン 2. ボディーの色
7	1. 場所をとらない。 2. 設置場所。 3. ホコリがつかない。	1. 場所をとらない。 2. 設置場所。 3. ホコリがつかない。	1. 場所をとらない。 2. 設置場所。 3. 持ち運び。

* 積和行列の第1因子は省略。

** 相関行列による方法の共通性の推定はRmax法を用いた。

分散行列による因子解と等しくなり、差があるときには両者は一致せず、分散共分散行列による因子解にこの差に起因する付加的な因子があらわれる、ことを示した（付録A1参照）。

以上のような論議を、本調査データを用いて示すと次のようになる。表3.9は、テレビの品質項目（n=36）に対する期待度を、積和行列、分散共分散行列、相関行列による各方法によって得られる因子の内容を示したものであり、各因子と関連の大きい、すなわち a_{jt} の絶対値の大きい品質項目を各因子について示したものである。ただし、それぞれ回転後の結果であり、積和行列によ

表3.10 品質項目(変量)の平均および標準偏差と、積和行列分散および分散行列による方法の第1因子との関係、(テレビ)

品質項目番号*	(1) 平均	(2) 標準偏差	(3) 積和行列	(4) 分散および分散行列	(5)** (3)/(1)	(6)*** (4)/(2)
1	1.028	1.124	1.446	1.200	1.41	1.07
2	1.573	1.428	2.223	1.834	1.41	1.28
3	1.735	1.432	2.342	1.647	1.35	1.15
4	1.262	1.329	1.805	1.577	1.43	1.19
5	1.700	1.335	2.312	1.637	1.36	1.23
6	0.631	1.049	0.849	0.582	1.35	0.55
7	2.168	1.568	2.782	1.416	1.28	0.90
8	2.020	1.480	2.659	1.630	1.32	1.10
9	1.495	1.368	2.101	1.716	1.40	1.25
10	2.020	1.313	2.560	1.250	1.27	0.95
11	1.627	1.383	2.169	1.390	1.33	1.01
12	1.540	1.349	2.042	1.286	1.32	0.95
13	1.176	1.392	1.655	1.343	1.40	1.01
14	1.856	1.588	2.457	1.532	1.32	0.96
15	1.192	1.204	1.661	1.324	1.39	1.10
16	1.258	1.553	1.952	2.140	1.55	1.38
17	2.561	1.523	3.222	1.482	1.26	0.97
18	1.959	1.450	2.612	1.719	1.33	1.19
19	1.827	1.460	2.417	1.508	1.32	1.03
20	2.049	1.459	2.765	1.901	1.35	1.30
21	0.971	1.188	1.419	1.320	1.46	1.11
22	1.213	1.403	1.740	1.523	1.44	1.09
23	2.004	1.353	2.632	1.582	1.32	1.17
24	1.745	1.448	2.377	1.726	1.36	1.19
25	2.000	1.457	2.637	1.601	1.32	1.10
26	2.045	1.440	2.674	1.596	1.30	1.11
27	1.000	1.327	1.525	1.609	1.52	1.21
28	1.430	1.530	2.003	1.606	1.55	1.05
29	1.430	1.416	1.895	1.180	1.33	0.83
30	1.618	1.360	2.170	1.461	1.34	1.07
31	1.172	1.383	1.601	1.173	1.37	0.85
32	0.569	1.086	0.914	1.100	1.61	1.01
33	2.016	1.414	2.666	1.652	1.32	1.17
34	2.413	1.418	3.118	1.687	1.29	1.19
35	1.192	1.286	1.659	1.336	1.39	1.04
36	1.442	1.293	2.065	1.797	1.43	1.39

* カラーテレビの品質項目番号の内容については、付録A1参照。

** $r_{13} = 0.994$ (表中(1)と(3)の相関係数)。

*** $r_{24} = 0.643$ (表中(2)と(4)の相関係数)。

($r_{14} = 0.473$, $r_{12} = 0.607$)

表3.11　積和行列による方法の第1因子と$\bar{x}_{\cdot j}$の関係

事例			λ_1	λ_2	λ_1/λ_2	r
1	カラーテレビ	n=36, N=244	209.7	2.41	87.0	0.994
2	洗濯機	n=41, N=221	199.0	2.19	90.9	0.994
3	冷蔵庫	n=53, N=239	199.9	2.36	84.8	0.995

n: 品質項目数，N: 被験者数

る方法では、オ1因子を除き、残りの因子について回転したものである。この表からも明らかなように、これら3者の因子の内容には、オ6因子を除いて差はない。オ6因子については、相関行列による方法のみが異なり、これは標準偏差の大きさの影響と考えられる。すなわち、積和行列，分散共分散行列の場合における関連の大きい品質項目「寿命が長い」のσ_jは、1.523であるのに対して、相関行列における関連の大きい品質項目「デザインがよい」，「ボディーの色がよい」のσ_jは、それぞれ1.204，1.125となっている。

表3.10は、積和行列および分散共分散行列のオ1因子と各品質項目の平均と標準偏差の関係をあらわしている。このときの積和行列のオ1因子とオ2因子の固有値は、それぞれ$\lambda_1=209.7$，$\lambda_2=2.41$で$\lambda_1 \gg \lambda_2$の関係があり、第1因子の負荷量と$\bar{x}_{\cdot j}$との相関は、0.995となっている。さらに分散共分散行列のオ1因子とσ_jとの関係も、積和行列の場合ほど明確ではないが、類似の関係があり、標準偏差の大きさが因子構造に影響を与えることが推察される。これらのことは、洗濯機，冷蔵庫の場合についても同様にいえる。表3.11は、それらをまとめたものであり、積和行列による方法のオ1因子と$\bar{x}_{\cdot j}$との相関は、カラーテレビの場合と同様に0.995程度となっていることが示されている。

3.4.2 分析モデルの決定

これまでの考察により，積和行列と分散共分散行列の因子の内容は，積和行列の第1因子を除いて回転した場合大体等しくなる。このとき積和行列の第1因子は品質項目の平均 $\bar{x}_j$ と一致し，これは理論的にも証明される(付録A1)。さらに相関行列の因子の内容も，前2者と大体等しいが，若干品質項目の標準偏差の大きさの影響を受ける。

一方，本論文の目的は，市場の評価の観点としての因子を求めることにある。生データとしての各品質項目に対する期待度は，その品質項目に対する市場(被験者全体)の期待の強さをあらわす平均値と，個人の評価の観点としての因子から構成されると考えることができる。そして上述の考察から，これらは互いに独立なものであることがいえる。したがって，本論文では，まず生データから各品質項目の平均値を引いて，まず市場全体の期待の強さを分離してから，因子を求めることにする。この市場全体の期待の強さは，2章における品質項目のウエイトとして用いられる。さらに，因子を求める際に各品質項目のバラツキの大きさは，測定上のバイアスとして基準化する。このように考えると，式(3.3)あるいは式(3.1)にもとづいて，品質項目に対する期待の内的関連(相関行列による方法)から，市場の評価の観点である因子構造を求めることになる。

3.4.3 因子の有意性の検討

上述のような分析によって得られる因子は，必ずしも解釈可能なものであり，それらがすべて有意味なものであるとは限らない。これまでの説明では，取りあげる因子数は共通性の推定値に対する寄与が，95%を越えることを基準としてきた。しかしこれらの因子，特にその最後の因子は，他の誤差，または独自

表3.12. データのバラツキの分解と因子の有意性の検定

要因		偏差平方和	自由度	不偏分散	分散比 (F_0)
品質項目間		719.13	52	15.253	24.704
因子	F1	597.50	290	2.060	3.336
	F2	757.63	288	2.631	4.261
	F3	1128.08	286	3.944	6.388
	F4	901.03	284	3.133	5.139
	F5	626.18	282	2.220	3.596
	F6	767.19	280	2.740	4.438
	F7	580.77	278	2.089	3.383
	F8	454.10	276	1.645	2.664
	F9	633.35	274	2.311	3.743
誤差		6221.17	10076	0.617	-

性の部分に比べて、共通因子としての意味があるか検討を要する。

式(3.3)のモデルは、共通因子の部分だけを示したものであり、正確には因子分析モデルは、次式のようになる。

$$x_{ij} = \sum_{t=1}^{T} a_{jt} f_{it} + d_j u_{ij} \qquad (3.4)$$

ここに d_j は品質項目 j がもつ独自性の因子であり、u_{ij} はそれに対する被験者 i の偏点である。この $d_j u_{ij}$ をまとめて e_{ij} とすると、共通因子に対する残りの誤差項と考えることができる。

一般に共通因子の数に関する仮説検定には、Bartlettの近似的 χ^2 検定法[12]があるが、これは個々の共通因子に対する検定ではなく、共通因子空間全体の因子数の検定である。そこで、個々の因子の誤差に対する有意性を検定するためには、付録Aに示されるように、生データのバラツキを、変量間、各

因子，および誤差による部分にそれぞれ分解することによって可能となる。

今，各品質項目の標準偏差 σ_j によって，x_{ij} を除したものを x'_{ij}，および i，j についての平均，総平均をそれぞれ $\bar{x}'_{\cdot j}$，$\bar{x}'_{i\cdot}$，$\bar{x}'_{\cdot\cdot}$ とすると，x'_{ij} のもつバラツキは，付録A2に示されるように，次のように分解される。

$$\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{m}(x'_{ij}-\bar{x}'_{\cdot\cdot})^2=\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{m}(\bar{x}'_{\cdot j}-\bar{x}'_{\cdot\cdot})^2+\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{m}(x'_{ij}-\bar{x}'_{\cdot j})^2$$

右辺の第2項は $\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{m}z_{ij}^2$ であり，この $\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{m}z_{ij}^2$ はさらに次のように分解される。

$$\begin{aligned}\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{m}z_{ij}^2 &= \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{m}(\bar{x}'_{i\cdot}-\bar{x}'_{\cdot\cdot})^2+\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{m}(x'_{ij}-\bar{x}'_{i\cdot}-\bar{x}'_{\cdot j}+\bar{x}'_{\cdot\cdot})^2\\ &=\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{m}\sum_{t=1}^{T}N\lambda_t^2+\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{m}\varepsilon_{ij}^2 \qquad (注5)\end{aligned}$$

すなわち z_{ij} からの因子分析では，被験者間のバラツキと，変量（品質項目）と被験者の交互作用を因子分解していることになる。ここに，λ_t^2 は相関行列による方法の第 t 因子の固有値であり，N は被験者数をあらわす。

冷蔵庫の品質向上期待のデータをもとに，付録A2の表2.1を用いて分散分析表を作成すると，表3.12のようになる（$N=299$，$n=53$）。そして有意性の検定をするためには，ε_{ij} の正規性の仮定が必要であり，本データの場合には必ずしもこの仮定を満足しないが，参考のために結果を示すと，$F_{120}^{40}(0.01)=1.76$，$F_{120}^{120}(0.01)=1.53$ であるので，有意水準1%で品質項目間，各因子ともに有意である。また，この表から，本論文で求めようとする因子が，個人の相対的な期待度の差と，個人と品質項目の交互作用の部分にソースがあり，品質項目間の差は予め取り除かれていることがわかる。

3.5 結論

本章では、市場品質を構成する品質項目を設定し、それにもとづく消費者としての被験者の期待度データを尺度構成することによって、期待度を構成する構造を求める方法について考察した。そして、

(1) 期待度データをたかだか順位尺度とした場合と、少なくとも間隔尺度とした場合とに、次元解析をするのにそれぞれ適した方法論を展開し、両者によって得られた結果がほとんど等価なものであることを示して、より情報量の多い間隔尺度の立場から、以下の解析に因子分析法を用いることの妥当性を与えることができた。

(2) 因子分析法におけるいくつかの代替的な分析法の中で、それらの関係および得られる因子の内容を考察することによって、さらに市場品質の評価構造を求めるという本論文の目的との関連を明らかにすることによって、品質項目に対する市場全体としての品質項目への期待の強さを分離して、そこから因子を求めるという分析法を用意した。

(3) 観測データのバラツキを、品質項目(変量)間、各因子間、誤差の部分に分解することによって、因子の誤差に対する有意性の検定方法、および本章で選定した分析法が、個人差に起因する期待度の差から評価の観点を求めるものであるという物理的意味を明確にした。

(1)で示したように間隔尺度と線型性の仮定を必要とする因子分析を用いることの利点は、モデルの簡潔性とともに、品質項目ばかりでなく被験者(消費者)の因子に対する得点を求めることができ、それと消費者属性などの外部データとを対応させることによって、解釈した因子の妥当性、整合性が検討できることにある。(2)における分析法による因子の内容の差については、その結果のみを示したが、得られる因子構造の理論的関係の証明、および数値例は、付録A1において、固有値の大きさの立場から新しい提案を行なっている。ま

た(3)における因子の有意性の検定方法の理論的根拠についても、付録A2にまとめて与えた。

注

(1) 4章における解析を、同様にして絶対的価値として測定し解析したところ、系統的な因子は抽出できなかった。

(2) Goodman, Kruskal の γ は次式で定義される。

$$\gamma = \frac{\pi_s - \pi_d}{1 - \pi_t}$$

ここに π_s は品質項目 j, 品質項目 j' に対する任意の2人の被験者の回答したカテゴリーをそれぞれ j_1, j'_1 と j_2, j'_2 と表示すると、$j_1 < j_2$ かつ $j'_1 < j'_2$, または $j_1 > j_2$ かつ $j'_1 > j'_2$ である確率であり、π_d は、$j_1 < j_2$ かつ $j'_1 > j'_2$, または $j_1 > j_2$ かつ $j'_1 < j'_2$ である確率である。さらに π_t は、$j_1 = j_2$ かつ $j'_1 = j'_2$ である確率である。

(3) 因子分析の場合、相関行列の対角要素である r_{jj} は1でなく、共通性の推定値に置き換えられる。これには、相関行列の行または列の最大値を用いるRmax法や、重相関係数の2乗を用いるSMCなどの方法[03]があるが、本論文ではすべてRmax法を用いて計算している。

(4) $\gamma_{jj'}$ を順序尺度として次元を解析する類似した方法には、Lingoes[04], Young, Torgerson[05] などがあり、漸然とした親近性である場合には、数量化IV類と呼ばれる林[06]の方法がある。また順序尺度としての期待度のデータから直接的に式(3.1)と同様な次元を求める方法に、Kruskal, Shepard[07]の非計量因子分析がある。

(5) ここで $N\lambda_t^2$ となっているのは、付録A4の説明では、$\sum_{i=1}^{N} f_{it}^2 = 1$ であるのに対して、因子分析では通常 $\sum_{i=1}^{N} f_{it}^2 = N$ と基準化するためである。

参考文献

[1] Shepard, R.N., Romney, A.K. and Nerlove, S.B. : MULTIDIMENSIONAL SCALING Theory and Application in the Buhavioral Science ; 岡太彬訓，渡辺慧子共訳：多次元尺度構成法 —MDS—，共立出版，(1976)

[2] Stevens, S.S. : Mathematics, Measurement and Psychophysics, in Stevens(ed.), Handbook of Experimental Psychology, Wiley, pp.1-51, (1951)

[3] Carroll, J.B. ; " The Nature of the Data, or How to Choose a Correlation Coefficient," Psychometrika, Vol.26, pp.347-372, (1961)

[4] Goodman, L.A. and Kruskal, W.H. : "Measures of Association for Cross-Classifications," Journal of the American Statistical Association, Vol.49, pp.732-764, (1954)

[5] Torgerson, W.S. : " Multidimensional Scaling I Theory and Method," Psychometrika, Vol.17, pp.401-419, (1952)

[6] Kruskal, J.B. : " Multidimensional Scaling by Optimizing Goodness of Fit to a Nonmetric Hypothesis," Psychometrika, Vol.29, pp.1-27, (1964)

[7] Kruskal, J.B. : " Nonmetric Multidimensional Scaling ; A Numerical Method," Psychometrika, Vol.29, pp.115-129, (1964)

[8] Tucker, L.R. and Messick, S. : " An Individuals Difference Modles for Multidimensional Scaling," Psychometrika, Vol.28, pp.333-367, (1963)

[9] Ross, J. : " Mean Performance and the Factor Analysis of Leaning Data," Psychometrika, Vol.29, pp.67-73, (1964)

[10] Gollob, H.F. : " Confounding Sources of Variation in Factor-Analytic Techniques," Psychological Bulletin, Vol.70, pp.330-344, (1968)

[11] 圖川隆夫 : "積和行列を用いた因子分析の基本的性質", 日本経営工学会誌, Vol.31, No.3, pp.264-270, (1980)

[12] 浅野長一郎 : 因子分析通論, 共立出版, (1971)

[13] Harman, H.H. : Modern Factor Analysis - third edition, Chicago Press, (1976)

[14] Lingoes, J.C. : " An IBM-7090 Program for Guttman-Lingoes Smallest Space Analysis," Behavioral Science, Vol.10, pp.183-184, (1965)

[15] Young, F.W. and Torgerson, W.S. : " TORSCA, A FORTRAN IV Program for Shepard-Kruskal Multidimensional Scaling," Behavioral Science, Vol.12, p.498, (1967)

[16] 林知己夫, 樋口伊佐夫, 駒沢勉 : 情報処理と統計数理, 産業図書出版, (1970)

[17] Kruskal, J.B. and Shepard, R.N. : " A Nonmetric Variety of Linear Factor Analysis," Psychometrika, Vol.39, pp.123-157, (1974)

4章　市場品質の評価構造と品質方針との関係

4.1　序

2章で示したフレームワークにしたがい、本章では、特定製品に対する市場品質の評価構造を実証的に求める。この評価構造のモデルには、市場品質、および、市場品質の対立概念としての消費者が使用中の製品品質、そして市場品質の制約条件として働く人口学的な消費者の属性、の3者が関係してくる。すなわち、消費者の特定製品への品質向上期待は、自然発生的に存在するのではなく、現在消費者が使用している製品品質に依存し、消費者の生活構造、生活意識の側面がその制約となる、という考え方にもとづく。ここでは、消費者が使用している製品品質に対応するものとして製品属性、生活構造をあらわすものとして消費者属性という言葉を用いるが、これらは、本章での中心的課題である品質向上期待の構造の分析ということの外部データとして、得られた構造の妥当性、整合性を示すために用いられる。特に製品属性については、調査時点では、ブランドおよび年式の意味しかないが、具体的にその企業が過去に供給した製品品質の内容を調査することによって、品質方針の一端を知ることができる。

このような評価構造およびその妥当性を示すために、冷蔵庫、カラーテレビ、洗濯機の3製品について、3章で設定した各製品についての品質項目に対する期待度を調査することからはじめる。そして、それらの各品質項目の期待度の

内的関連から、3章で示した分析法にしたがって、各製品ごとに評価因子を抽出し、各品質項目との関連から、命名、解釈する。しかし、このような分析に共通していえることであるが、ここで抽出、解釈された評価因子の妥当性については、評価因子それ自身からは何もいえない。そこで、評価因子に対する消費者の因子得点と、上述の外部データとしての消費者属性、製品属性との関連をみることによって、その整合性から、傍証的であるが妥当性を与えることを試みる。そして最後に、市場の評価の観点として妥当性がいえた評価因子を、製品属性に内在する企業の設計変更などの品質方針を対応させることによって、さらに企業の立場からみたとき、それが品質方針の指標として合理的なものであることを示す。(注1)

4.2 モデルの設定

4.2.1 品質向上期待と評価因子

2章において、その製品を使っていくうえで感じる良さ、すなわち物的特性を通して消費者の満足が得られるあらゆる使用特性、と定義される市場品質に関する消費者の品質向上期待を、まず消費者個人の立場から考えると、(1)個人やその個人の置かれている環境を含めたライフスタイル、と(2)現在使用している製品品質、および(3)その他社製品や類似製品との相対的位置、との関連で形成されるものと考えられる。ここに、(1)は消費者個人の品質向上期待の制約条件として働くものであり、(2),(3)は消費者個人の使用上の満足と関連して直接的に対応するものである。しかしこれより形成された特定製品の品質向上期待を構成する品質項目を市場全体について考えると非常に雑多であり、個々の品質項目と上述の(1),(2),(3)などの変数との関係を把えることは特定

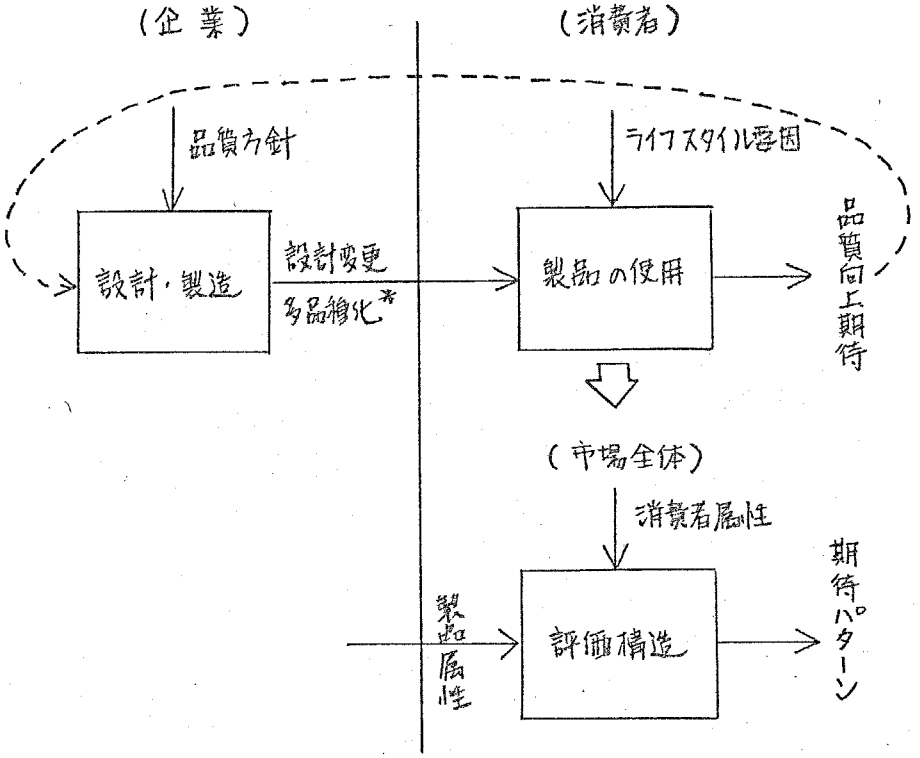


図4.1. 品質向上期待の形成と評価構造のモデル化

* 多品種化による消費者の満足も、本論文では品質の問題として含めて考えている。

の顧客を対象とする産業財の場合を除いてほとんど困難である。そこでこれらの品質項目やその期待の程度に内在する市場の期待感を抽出することを考える。そしてこのような期待感を具体化するために次のような仮定をおく。

消費者の品質向上期待は、個々の品質項目と固有の関係をもつ製品品質に対する少数の期待の因子(評価因子)により構成され、消費者による個々の品質項目に対する期待の程度の違いは評価因子に対する評価の観点の違いに起因する。そしてこの評価の観点は個々の消費者の属性(消費者属性)および使用している製品品質(製品属性)により規定される。すなわち評価因子は、製品品質の面からは期待を構成する因子であり、消費者側から考えれば市場全体に共

通する品質向上期待に対する評価の観点と定義される。

図4.1は以上の本章での定義および仮定を図示したものであり、市場全体の評価構造は、評価因子そのものであり、個人の期待のパターンは、その個人のもつ消費者属性、製品属性と評価因子との関係から決まってくることを示す。

4.2.2 品質向上期待モデル

4.2.1で述べた仮定をもとに特定製品に対する品質向上期待を定式化すると次のようになる。消費者iの品質項目j($j=1,\cdots,n$)に対する測定された期待度をz_{ij}とする。これから品質項目個々の測度上のバイアスなどを取り除いたz_{ij}は、その製品を構成する評価因子t($t=1,\cdots,T$)と品質項目jとの関連度をあらわす数量a_{jt}を重みとする消費者iの評価因子tに対する期待度f_{it}の線型結合として近似できる。

$$z_{ij} \cong \sum_{t=1}^{T} a_{jt} f_{it} \qquad (4.1)$$

ここに$T<n$であり、$\cong$は最小二乗的近似を意味する。さらに消費者iの評価因子tに対する期待度f_{it}は、対象とする属性l($l=1,\cdots,L$)およびそのカテゴリーm($m=1,\cdots,M_l$：M_lはl属性のカテゴリー数)の評価因子tに対する効果b_{lmt}を定義することによって、消費者iに該当するb_{lmt}の和としてあらわせる。

$$f_{it} \cong \sum_{l=1}^{L} \sum_{m=1}^{M_l} \delta_i(lm)\, b_{lmt} \qquad (4.2)$$

ここに$\delta_i(lm)$は消費者iがl属性mカテゴリーに属するときには1，属さないときには0と定義される。

以上のようなモデルのもとづき、以下の節においてz_{ij}を測定しこれより

a_{jt}, f_{it} b_{emt} を推定する。

4.3 評価因子の推定

4.3.1 アンケート調査の設計と実施

(a). 調査対象製品：調査の対象である製品として、本論文は耐久消費財をその対象としている。この耐久消費財の中から、普及率が高い、また購買動機における要因、すなわち商品としての効用のうち、比較的機能的側面のウエイトの高い製品という観点から、冷蔵庫、カラーテレビ、洗濯機の3製品を選定した。そしてこの3製品に対する品質向上期待を構成する品質項目については、付録B1に示されるように、冷蔵庫53項目、カラーテレビ36項目、洗濯機41項目である。

(b). 調査票の作成：まず冷蔵庫における品質向上期待を測定するために、女子大学生112人に予備調査(注2)し、それをもとに次に示すような本調査のための調査票を作成、印刷した。調査票は、(1)回答者の属性、(2)品質項目の期待の程度（期待度）を知るという2つの立場から設計した。回答者の属性としては、性別、年令、職業、世帯人員などの人口学的な消費者属性を、使用製品のタイプ、購入年、ブランド、付随機能の有無と種類などの製品属性とについてそれぞれ選択肢を作成した。品質項目の期待度は3章で示したように「現状で十分」から「大変期待する」までの5段階から選択する方法を用いた。なお品質項目の順序効果を取り除くために製品ごとにランダム化した3種類計9組の調査票を用意した。また、3製品の調査票は付録B2に示す。

(c). 調査の実施：調査は女性を中心に年令、職業などの人口学的属性を層とする層別サンプリングによって昭和52年10月から11月にかけて実施した。そ

の結果、回収率は約83%で総サンプル数は257であり、製品別有効回答数は次のとおりである。

冷蔵庫：239、　カラーテレビ：244　　洗濯機：221

これらの実際に得られたサンプルの属性、すなわち消費者属性による内訳は、例えば、性別については、女性：189，男性：57、職業別については、会社員106、主婦：87、学生：46、商工業自営：10、その他：10，年令については、20代：92、30～40代：122，50代以上：53などである。また製品属性は、補助因子と考え調査の際には層のバランスについて考慮しなかったが、例えば得られたサンプルについて、ブランド別に使用製品を分類すると、冷蔵庫については、T社：71，H社：63，M社：30，N社：48，その他：38とあるように、実際の冷蔵庫の市場占有率と比較して、大体同じような分布を示した。なおこれらのサンプルを用いて、以下の解析を行うことになるが、洗濯機については使用経験の少ない男性は、解析から除外することにした。

4.3.2　各製品の評価因子の推定

3章で考察したように、調査によって測定された各品質項目に対する品質向上の期待度x_{ij}は少なくとも間隔尺度とみなすことができるため、「現状に十分」に0から「大変期待する」に4までの尺度値を与えた。評価因子を推定するために、製品ごとに、x_{ij}を標準化したz_{ij}を式(4.1)のモデルに適用し、a_{jt}，f_{it}を求める。すなわちz_{ij}から品質項目間の相関行列を構成し、因子分析を適用する。ただし得られる因子には、項目ごとの期待度の平均値$\bar{z}_{\cdot j}$($=\sum_i z_{ij}/N$)の大きさの情報は取り除かれていることに注意する必要がある（Nは個人の数をあらわす）。

共通性の推定値に相関係数の最大値とする方法を用いて、寄与率が95%を上

表4.1 冷蔵庫について抽出された因子（バリマックス回転後）

因子	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
評価因子	冷却・貯蔵	オプション	保全性	霜	操作性	保守性	設置性	嗜好性	弾力性
因子負荷量上位の品質項目と因子負荷量	温度調節 .631	セン抜付 .725	故障 .707	霜つき .840	ドアポケット .614	庫内仕切 .574	移動易 .638	ドア開閉 .545	テーブルコンセント .533
	庫内温度 .519	ドア開閉 .666	感電 .640	霜取り .836	ビール入 .579	外壁汚れ .567	床のいたみ .490	デザイン .527	冷蔵庫上のテーブル .410
	温度調節の範囲 .449	中が見える .652	振動 .578	氷溶ける .555	庫内仕切 .473	庫内掃除 .530	スペース .437	取手の形 .500	－
	冷却速度 .444	氷の表示 .459	コードのいたみ .565	氷取易い .535	タマゴケース .452	キズつき .508	ドア左開き .437	色 .473	－
寄与率(%)	8.5	12.0	16.6	13.0	9.8	13.4	9.2	8.8	5.7
(累積寄与率)	－	20.9	37.1	50.1	59.9	73.3	82.5	91.3	97.0

まわるまで因子分解し、さらに単純構造を得るために規準バリマックス回転した。その結果得られた因子を解釈して評価因子とした。

表4.1は、表3.5に示される冷蔵庫の因子負荷行列から、得られた因子とその因子負荷量 a_{jt} の絶対値が大きい品質項目を示したものである。これによると第1因子は、冷凍庫の温度調節ができる，庫内の温度がわかる，温度調節の範囲が広い，冷却速度が速い　など，冷蔵庫の基本的機能である冷却・貯蔵に関連した期待の因子であると解釈される。第2因子は、セン抜付、手を用いずドアを開閉できる，ドアを開けた中が見える，氷ができた表示，カギ付など、冷蔵庫の付随的に製品の便利さを増す機能に関するものであり、これは企業の立場からは品種の戦略にかかわる問題と考えられ、ここではオプションに関する因子と呼んでおく。第3因子は、故障が少ない、感電しない、振動しない、コードがいたみにくい、さらに表には示さなかったが、その次に消費電力が少

ない、といった品質項目と強い関連をもつ。これらは、時間経過的な品質に関する因子であり、保全性と呼ぶことにする。しかしこれらの中には、安全性、そして経済性の側面も含まれている。内容的には異なるにもかかわらず、これらが同一の因子として得られたことは、製品の老朽化とともにこれらの現象が同時的にあらわれることが考えられる。またこれらは、冷蔵庫に限らず、耐久消費財に共通する使用経験からくる心的表象であるかもしれない。第4因子は、霜がつきにくい、霜取りが容易、霜取時に氷が溶けないなど、冷蔵庫の基本的機能を発揮するためのいわば、弊害である霜に関する明確な期待の因子である。第5因子は、ドアポケットが使い易い、ビール入れが使い易い、庫内の仕切が使い易い、タマゴケースが使い易いなどの品質項目との関連が強く、すべて使い易いという言葉がついているように、使用に際しての便利さ、操作性に関する期待の因子であると解釈される。第6因子は、庫内の仕切りが使い易い、外壁が汚れにくい、庫内の掃除がし易い、キズがつきにくいなどの品質項目と強い関連をもち、冷蔵庫を使用する上での清潔さ、保守のし易さに関する期待の因子と解釈される。庫内の仕切りが使い易い、という品質項目は、第5因子とも強い関連をもっていたが、この品質項目の期待には操作性、保守性という2つの異なる観点が含まれていることを示す。第7因子は、移動し易い、床をいためない、場所をとらない、ドアの左開き、さらに脚の調節ができるなど、生活空間における冷蔵庫という物的対象が与える影響に関するものであり、これはスペースを必要とする他製品にも共通していえる設置、収納に関する因子として、設置性と呼ぶことにする。第8因子は、ドアの開閉がスムーズ、デザインがよい、取手が使い易い、色がよいなどの品質項目と強い関連をもち、嗜好性に関する期待の因子と解釈される。ここでドアの開閉がスムーズ、取手が使い易いという品質項目は、操作性にも関連する項目であると考えられるが、こ

表4.2 テレビについて抽出された因子（バリマックス回転後）

因子	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
評価因子	画像・音声	受信	オプション	保全性	安全性	設置性	嗜好性	—
因子負荷量上位の品質項目と因子負荷量	画像自然 .735	外音アンテナ不要 .693	リモコン可能 .666	掃除易い .621	倒れにくい .633	スペース .626	デザイン .635	時計付 .315
	画像鮮明 .698	アンテナ取付 .676	タイムスイッチ .648	ホコリ .596	イヤホン付 .589	設置場所 .580	ボディーの色 .608	傷つきにくい .237
	音質良い .684	—	音声ステレオ .501	節電スイッチ .468	角が丸味 .483	持ち運び .414	—	—
	色彩調節易 .616	—	電池で使用可 .479	振動に強い .426	感電 .447	—	—	—
寄与率(%)	26.4	12.2	14.9	11.5	13.7	10.3	7.0	3.0
(累積寄与率)		38.6	53.5	65.0	78.7	89.0	96.0	99.0

表4.3 洗濯機について抽出された因子（バリマックス回転後）

因子	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
評価因子	洗濯性	オプション	作業性	嗜好性	操作性	排水・すすぎ	脱水性	騒音	安全保全性
因子負荷量上位の品質項目と因子負荷量	水流速度の選択 .478	水を温める装置 .696	コード調節可能 .664	デザイン .723	洗濯物の出入 .569	ヌメ消え .566	脱水槽の停止 .531	振動 .690	感電 .720
	洗濯物のいたみ .440	水の入替え動作 .686	排水ホース調節可能 .593	外装の色 .705	タイムスイッチ .538	排水時間が短い .534	排水ホースの取付位置 .459	モーター音 .674	修理 .620
	汚れ落ち .403	洗剤自動投入 .677	スペース .565	—	ダイヤル操作が容易 .526	掃除し易い .490	脱水の容易 .345	—	故障 .579
	さびにくい .376	入れ過ぎ自動停止 .623	脚の調節可能 .525	—	—	洗濯物のからみ .479	排水時間 .322	—	キズ .534
寄与率(%)	6.4	15.4	15.6	10.0	9.2	12.7	6.3	7.8	15.7
(累積寄与率)		21.8	37.4	47.4	56.6	69.3	75.6	83.4	99.1

こでは使用~~の~~便利さよりも、むしろスムーズであることの快感、取手の型の好みに関するものであると考えられる。最後に、第9因子は、テーブルコンセントがついている、冷蔵庫上のテーブルが使える、という2つの品質項目だけと強い関連をもち、第2因子のオプションと類似な因子と考えられるが、オプションというよりも、冷蔵庫自体の使用方法の違いに起因するものであり、他の目的にも使えるとの観点から弾力性に関する期待の因子と解釈される。

以上9つの冷蔵庫に関する市場の評価構造をあらわす評価因子は、それを解釈するうえで、無理のない、矛盾の少ないものであったと考えられる。これら9つの評価因子によって、共通因子空間における各製品項目の期待の97%が説明できる。

一方、カラーテレビについても、同様な基準で因子を抽出したところ、表4.2に示されるような8つの評価因子が得られた。なおカラーテレビについての因子負荷行列については、付録B4.1に示す。表4.2より、冷蔵庫の場合と同様に因子を解釈、命名すると、第1因子は、画像の色が自然，画像が鮮明、音質がよいなど、カラーテレビの~~基本的~~機能である画像、音声に関する期待の因子である。第2因子は、外部アンテナが不要，アンテナ取付が容易の2つの品質項目だけと強い関連をもち、受信に関する期待の因子であり、冷蔵庫の霜に対応する因子であると考えられる。第3因子は、リモコン操作が可能、タイムスイッチが付いている、音声がステレオなど、オプションに関する期待の因子である。第4因子は、掃除がし易い、ホコリがつかない，節電スイッチがついている、振動に強いなどの品質項目と強い関連をもち、保守あるいは保全に関する因子ということで、保全性と呼ぶことにする。しかし、冷蔵庫の場合と比較すると、冷蔵庫における保全性の一部と保守性の両者がここには含まれる。第5因子は、倒れにくい、イヤホンが付いている，角が丸味をおびている、感

電しないなど、安全に関する因子ということで、安全性と呼ぶことにする。しかし、イヤホンが付いているというのは、第3因子のオプションの意味ではなく、夜間などにおける騒音に対する防止策としてなどの意味でこの項目が出てくるものと考えられ、その意味では居住性に関する因子と考えた方が妥当かもしれない。以下、第6因子と第7因子の設置性および嗜好性は、冷蔵庫の場合と全く同様の解釈ができる。ただし、第8因子については、解釈が不能である。これについては、寄与率からわかるように、第7因子までで96%であり、第8因子自身は3%で、他の因子と比べて極端に小さい(注3)。このようなことから、以下の解析では第1から第7因子までについて考察することにする。

最後に、洗濯機について得られた評価因子を表4.3に示す。因子負荷行列については、付録B4.2に示す。ここでは9つの評価因子が得られている。第1因子は、水流の速度の選択ができる，洗濯物がいたまない，汚れがよくおちるなど、他2製品と同様に、洗濯機の基本的機能である汚れをおとすということに関する期待への因子であり、洗濯性と呼ぶ。第2因子は、水を温める装置がついている，水の入替が自動、水量によって洗剤が自動的に出るなどオプションに関する期待の因子である。第3因子は、コードの調節が可能である，排水ホースの調節が可能である，場所をとらないなどの品質項目と強い関連をもち、他2製品における設置性に対応する因子であるが、洗濯機の場合、洗濯をするという基本的機能を発揮させるための作業にも関連するところから、作業性と呼ぶことにする。第4因子、第5因子は、冷蔵庫の場合と同様に、嗜好性、操作性に関する因子であると解釈される。第6因子は、アワ消えがうまくいく、排水時間が短い、洗濯物がからみにくいなど、排水・すすぎに関する期待の因子であり、冷蔵庫の霜に対応する。第7因子は、洗濯機特有の因子であり、脱水槽がすぐ停止する、排水ホースの取付位置が選べる、脱水が容易など、脱水

に関する具体的な期待の因子と解釈される。第8因子は、振動しない、モータ音が小さいの2つの品質項目と強い関連をもつ因子であり、騒音、居住性に関する期待の因子と解釈される。第9因子は、冷蔵庫の保全性に対応する因子であるが、洗濯機の場合、感電しないという品質項目と、一番強い関連をもっていることが特徴的である。これら洗濯機に関する市場の期待の評価構造をあらわす9つの評価因子で、寄与率は約99%となっている。

4.4 評価因子の統合と製品の特徴

4.4.1 評価因子の統合

前節で考察した個々の製品の市場の評価構造である評価因子は、ほぼ系統的なものであり、その解釈も比較的容易であった。そして、内容的には、例えばカラーテレビについては、他の2製品にある操作性に対応する評価因子がなく、洗濯機については、脱水性、排水ホースなど、他の2製品にはみられない洗濯機特有の具体的な因子を含んでいる。しかし、これらの評価因子と、その製品の使用目的などと対応させて考えれば、いくつかの共通的と思われる意味を含んでいて、統一的な解釈が可能である。このような観点から、各製品の評価因子を見直すことによって、次のように各製品に共通な統合された評価因子が定義される。

(1) 基本機能因子：製品が最低果たすべき本来の機能に関する因子。冷蔵庫の場合には、食品類の冷却、保存。

(2) 操作性因子：使い易さ等の製品の使用に関する因子。

(3) 保守性因子：掃除、後始末のし易さ、汚れにくさ等に関する因子。

(4) 設置性因子：製品の設置、作業性に関する因子。

(5) 安全・保全性因子：製品を使用する際の安全や保全に関する因子。
(6) 嗜好性因子：外装の色，デザイン等の嗜好に関する因子。
(7) オプション機能因子：付随的に製品の便利さを増す機能に関する因子。
(8) 弊害機能因子：基本機能を働かすために付加的に生じる使用者にとっては望ましくない機能に関する因子。

これらの8つの統合された評価因子は、各製品の評価因子とそれぞれ対応づけることができる。例えば、冷蔵庫についていえば、第1因子：基本機能因子，第2因子：オプション機能因子、第3因子：保全性因子、第4因子：弊害機能因子、第5因子：操作性因子、第6因子：保守性因子、第7因子：設置性因子，第8因子：嗜好性因子などとなる。

4.4.2 製品による評価因子のウエイトの違い

3製品共通の評価因子を考えることにより、製品によるそのウエイトの違いの比較が可能である。これには各因子の寄与率をそのまま用いることもできるが、各品質項目の期待度 ξ_{ij} の平均 $\bar{\xi}_{\cdot j}$ をその項目の期待の大きさと考えることができれば、それと各因子との関連の大きさをあらわす a_{jt} の重みつき平均が期待の大きさを考慮したウエイトになる。(注4)

表4.4はこれらを各製品について計算したものであり、洗濯機は他の2製品に比べて、基本機能因子、弊害機能因子のウエイトが低く、逆にオプション機能因子，嗜好性因子，設置性因子などが大きい。これと比較して、カラーテレビは、逆に基本機能因子、弊害機能因子のウエイトが高い。これらのことは、ウエイトばかりでなく、各評価因子の寄与率そのものでも大体同様なことがいえる。これを製品の普及率の立場から考察すると、洗濯機、冷蔵庫、カラーテレビの順に古くから普及してあり(注5)、製品のライフサイクルの過程が進むにつれ

東京工業大学 471630

表4.4. 3製品の評価因子の寄与率(%)とウエイト*
(括弧内数値)の比較.

製品 / 評価因子	冷蔵庫	カラーテレビ	洗濯機
基本機能	8.5(.282)	26.4(.534)	6.4(.262)
帯域機能	13.0(.339)	12.2(.333)	7.8(.288)
操作性	9.8(.278)	-	9.2(.277)
保守性	13.4(.389)	11.5(.323)	12.7(.432)
設置性	9.2(.274)	10.3(.340)	15.6(.421)
安全・保全性	16.6(.417)	13.7(.305)	17.7(.474)
嗜好性	8.8(.210)	7.0(.178)	10.0(.283)
オプション	12.0(.252)	14.9(.326)	15.4(.391)

* $\sum_{j=1}^{n} a_{jt}\bar{x}_j / n$

て、品質向上期待の重点も基本機能因子に関するものから嗜好性、オプション機能因子に関するものに移行することが推察される。

このような製品による評価因子の違いについては、5章で耐久消費財全体における考察をおこなうが、ここでの結果より、評価因子は時間的に安定したものであり、製品のライフサイクルの過程で変化するのは、各評価因子に対するウエイトであることが推察される。

4.5 評価因子と消費者属性、製品属性との関係

4.5.1 評価因子の各属性による規定力と評価因子の妥当性

前節までは、各製品の評価因子の内容について考察したが、次に消費者個人のn個の各品質項目に対する期待を、T個の評価因子に対する期待度に縮約することを考える。これは、式(4.1)における消費者tの評価因子iに対する期待度f_{it}(これを評価因子期待度と呼ぶことにする)として、前節で求めたa_{jt}

およびδ_{ij}から最小二乗法，すなわち因子分析における因子得点として求めることができる。このようにして求めたfitから式(4.2)にもとづき、表4.5の左欄に示す消費者属性，製品属性およびそのカテゴリーとの関係を明らかにするために数量化理論I類を適用する。その際式(4.2)のfitに対する属性l，カテゴリーmの効果b_{lmt}はカテゴリーに与えられた数値として求められる。

表4.4は冷蔵庫の評価因子に対する結果の一部を示したものであり、b_{lmt}が大きいほどその評価因子に対する品質向上期待が大きいことを示す。その結果、属性のレンジまたは偏相関係数(または)の大きさから、一般的に職業、世帯人員および使用している製品のブランド、購入年が相対的に大きな評価因子期待度の規定要因となっている。そして偏相関係数の大きい属性についてb_{lmt}の傾向を例示すると、例えば年令では安全・保全性因子について年令が高いほど期待が大きく、世帯人員では設置性因子について人数の多い世帯での期待が大きい傾向がある。また使用製品との関係に関して、一般に購入年における新型を持つ人は各評価因子ともに期待が低く、ブランドによる差は4.6節で示すように企業の品質の差と対応している。なお、~~冷蔵庫~~のすべての評価因子に関する結果は、付録B5に示してある。

上述の結果を、前節で解釈した評価因子の妥当性という観点から考えると、これらの各評価因子と、消費者属性，製品属性およびそれらのカテゴリーの関係は、経験的に考えられる結果や一般的に得られる知見と矛盾するものではなく、前節で解釈、命名された評価因子の妥当性の1つの検証とみなすことができると考える。ただしこれらの評価因子に対する属性の規定力については、その程度をあらわす重相関係数が、評価因子によっても異なるが、0.3～0.5であり、これらの属性から逆にある個人の評価因子期待度を予測する場合、たかだか25%程度である。しかしこれはあくまで消費者個人についてであり、市場細

表4.5 評価因子に対する期待度の消費者属性・製品属性による規定力

（左側数値：レンジ（上段）偏相関係数（下段）
右側数値：Bennt）

属性＼因子		F3		F4		F7	
1.性別	1 男	.1613	.3495	.1037	.9116	.0910	-.1903
	2 女	.0738	.1882	.0891	1.015	.0384	-.0993
2.年令	1 10代	1.181	.0	.4818	.0	.4457	.0
	2 20代		.3095		.1826		-.2988
	3 30代		.4218		.4818		-.4457
	4 40代		.3192		.2154		-.4442
	5 50代		.5323		.1689		-.1626
	6 60代	.2185	1.181	.1490	.1956	.1436	-.2203
3.職業	1 学生	.8213	.0	.5761	.0	.8197	.0
	2 家事従事		-.4779		-.2566		-.2703
	3 会社員(事)		-.5209		-.4851		-.0810
	4 会社員(技)		-.1335		-.1038		.2825
	5 公務員		-.3527		-.2952		-.1793
	6 商工自営		-.3608		-.5761		-.5372
	7 その他	.2302	-.8213	.1795	-.2877	.1869	.0891
4.世帯人員	1 1人	.3602	.0	.3280	.0	1.196	.0
	2 2人		.2879		-.1080		.6260
	3 3人		.2590		.2200		.9149
	4 4人		.2042		.1733		.9033
	5 5人		.1691		.1568		.6166
	6 6人以上	.0946	.3602	.1506	-.0855	.3298	1.196
5.ボディ	1 小	.6437	.0	1.038	.0	.0730	.0
	2 中		-.6437		-.9777		-.0730
	3 大	.1876	-.6237	.2816	-1.038	.0169	-.0421
6.購入年	1 今年	.4846	.0	.6426	.0	.1976	.0
	2 1年前		.3489		.0035		-.1487
	3 2年前		.3359		-.3064		-.1214
	4 3年前		.4846		.1475		-.1976
	5 4年前		.2865		-.1747		-.1736
	6 5年以上前	.1410	.4265	.2533	.3362	.0509	-.1270
7.ブランド	1 T社	.4006	.0	.4006	.0	.2995	.0
	2 H社		-.3000		-.5603		.0003
	3 M社		-.3033		.1907		.2651
	4 N社		-.4006		-.3457		.0794
	5 その他	.1774	-.2732	.2781	-.2724	.1002	-.0344
重相関係数		.3907		.4732		.3811	
評価因子		安全・保全性因子		障害機能因子		設置性因子	

（冷蔵庫の一部）

表4.6　3製品の各評価因子期待度のブランド，購入年を中心とする分散分析の結果についてのまとめ．

属性（要因） ＼ 評価因子		基本機能因子	操作性因子	保守性因子	設置性因子	安全・保全性因子	嗜好性因子	オプション機能因子	特異機能因子
冷蔵庫	ブランド						*		**
	購入年	**	*	*		*			*
	性別					*			
	ブランド×購入年	x							
	購入年×性別								
	性別×ブランド								
カラーテレビ	ブランド	**						x	
	購入年							**	
	性別	x			**				
	ブランド×購入年								
	購入年×性別								
	性別×ブランド						*		
洗濯機	ブランド						*		
	購入年								
	種類			**	x				
	ブランド×購入年								x
	購入年×種類								
	種類×ブランド								

**：1%有意，*：5%有意，x：10%有意

分化政策などにおいて、一次的な目標設定のために市場の大体の傾向を把握するためには、十分意味があると考えられる。

4.5.2　評価因子期待度の製品属性による有意性検定

ここでは、現在使用している製品のブランドによる評価因子期待度の違いが

企業による品質方針の差を、購入年の違いが品質方針の経年的な推移をあらわしていることを示すための準備として、4.5.1の7属性の中のブランドと購入年を特にとりあげて、これを要因とする評価因子期待度の有意差の検定を行なう。ブランドについては、冷蔵庫、洗濯機の場合にはT,H,M,N社の4水準とし、カラーテレビの場合にはこれにS社を加えて5水準とし、購入年については、カテゴリーをまとめて、1:2年前以降に購入、2:5年以上前に購入、の2水準とした。その他、冷蔵庫、カラーテレビには性別を、洗濯機の場合には種類(1:全自動, 2:二槽式)の属性(要因)を加えて、評価因子別に3元配置の分散分析を行なった(注7)。

表4.6は、3製品の各評価因子について、分散分析の結果をまとめたものである。まず冷蔵庫では、ブランドが有意となるのは、障害機能因子および嗜好性因子のみであるが、購入年は、設置性因子とオプション機能因子を除いて、すべて有意となっている。カラーテレビでは、ブランドが有意となるのは、基本機能因子およびオプション機能因子であり、購入年は、オプション機能因子においてのみ有意である。洗濯機では、他の2製品に比べて有意となるのは、嗜好性因子におけるブランドだけであり、ここでは、ブランド、購入年よりも、種類の方が重要な要因となっている。すなわち、保全性因子、設置性因子における全自動、二槽式の差が特徴的である。

4.6 市場の期待と企業の品質方針

4.6.1 企業の品質方針の把握

前節での考察により、消費者の評価因子期待度のいくつかは、その消費者の使用しているブランド、購入年(年式)などの製品属性の違いによって有意差

があることがわかった。このブランド、購入年の違いは、その内容として、過去における企業の品質方針の結果である企業間の設計方式の違いや、同一企業内での経年的な設計変更などによる製品品質の改善などが含まれている。これらのブランド、購入年（年式）の違いによる、企業間、企業内での製品品質の違いの内容が把握できれば、さらに評価因子期待度と製品品質との関係の対応が可能となる。

まず企業の品質方針を、その結果としての企業間、あるいは同一企業内での製品品質の違いとして把握するために、これらを、各企業の広報用パンフレットやカタログ等の2次的資料から得た情報を、通産省管轄下の「日本消費者協会」[2]や「暮しの手帖社」が実施する商品テストの結果報告などで補正する形でまとめた[3]。以下製品別に主に設計方式の違いによる品質方針の企業による差や経年変化による推移について検討する。(注8)

a、冷蔵庫（2ドアタイプ冷凍冷蔵庫）

家庭用2ドアタイプ冷凍冷蔵庫は、昭和45年にN社で発売されて以来、冷凍食品の普及や食品の大量買いなどによる容量の大型化、それに伴う野菜、肉、魚ケースなどのオプション類の豊富さを競う時代を経て、近年では、省資源という社会的要請のもとで、消費電力の減少がセールスポイントとなっている。この間各社共通して技術改善が行なわれたのは次の3つであるといえる。

(1) 冷却速度、温度調節等の基本機能。

(2) 霜がつかない等の弊害機能。

(3) ドアポケットや庫内仕切りの使い易さ等の操作性。

次に冷蔵庫の持つ諸機能の中で、企業間に設計方式の差異が見られるのは、冷却速度や霜つき、消費電力量に関連の大きい冷却方式の違いであり、次の2つの方式に分かれ、それぞれ一長一短がある。

表4.7 冷蔵庫に関する設計変更の概要　新：昭和50年型以降　旧：昭和45～47年型

機能	設計変更部分	製造年	T社	H社	M社	N社
基本機能	冷凍庫の温度調節	新	可能	可能	可能	可能
		旧	冷蔵室と連動	可能	冷蔵室と連動	可能
	温度調節範囲	新	7段階	7段階	9段階	9段階
		旧	3段階(強中弱)	3段階	3段階	3段階
		新	直冷式	ファン式	直冷式・ファン式	ファン式
		旧	直冷式	ファン式	直冷式	直冷式・ファン式
オプション機能	セン抜つき		—	—	—	—
	冷水器	新	付	—	付	付
		旧	—	—	—	—
	アイスポケット	新	—	付	—	—
		旧	—	—	—	—
保全性	故障		—	—	—	—
	感電		—	—	—	—
	振動		大型：振動大			
	コードのいたみ		—	—	—	—
	消費電力		大型：消費電力大，ファン式：消費電力大			
防害機能	霜つき		直冷式：霜つきある．ファン式：霜つきない			
	霜取り容易		直冷式：手動霜取　ファン式：自動霜取			
	霜取り時元溶ない		直冷式：溶ける　ファン式：溶けない			
操作性	ビール入れ	新	マガジンラック式(値段型)	ターン式	マガジンラック式	ターン式
		旧	固定式	ターン式	固定式	ターン式
	庫内仕切	新	棚の調節段階数増加　スライド式，ヲ出の改良			
	ドアポケット	新	着脱式・可倒式・大型			
		旧	固定式・小型			
保守性	外壁汚れにくい		—	—	—	—
	霜の掃除し易い		(新) 凹凸のない容器，汁受溝			
設置性	移動しやすさ	新	—	—	キャスター付(一部)	キャスター付(全)
		旧	—	—	—	—
	脚の調節		可	不可	可	不可

(1) 冷気強制循環方式（ファン式）

冷却器で冷却された空気をファンにより強制循環させて庫内を冷却する方式であり、冷凍室、冷蔵室に霜がつかない、冷却器につく霜も自動的に取り除かれ、霜取り中も食品が溶けないという利点をもつ半面、冷却速度が遅く、消費電力が大きいという欠点をもつ。

(2) 冷気自然対流方式（直冷式）

冷却器で冷却した空気を自然対流または熱伝導によって庫内を冷却する方式で、ファン式とは逆に、冷却速度が速い（ファン式の約4倍）、消費電力が少ないという利点を持つ半面、霜がつく、霜取りは手動で霜取中は食品が溶けるという欠点をもつ。

以上の両方式に対して、各社が採用している冷却方式は以下のとおりである。

T社：直冷式（全機種）

H社：ファン式（全機種）

M社：冷蔵室－直冷式（全機種）

冷凍室－直冷式とファン式

N社：昭和47年以降－ファン式（全機種）

昭和47年以前－冷蔵室；ファン式

冷凍室；直冷式

その他の機能については、若干の仕様、方式の違いがみられるだけで、これらを表4.7にまとめる。

ロ、カラーテレビ

カラーテレビは、昭和35年に発売が開始されて以来、真空管からトランジスター、さらにICの時代に至り、信頼性が高まり、小型軽量化が進んだ。さらにブラウン管や回路における新技術で、画質の改善や消費電力の減少が行なわ

表4.8 テレビ(カラー)に関する設計変更の概要

(昭和)年	設計変更部分	T社	H社	M社	N社	S社
46年以前	ブラウン管			広角化(110°)		トリニトロン方式
	回路	トランジスター化・IC化				
	その他	カラー自動調節	←	←	←	←
		—	—	—	リモコン操作可	—
47〜48年	ブラウン管	ブラックストライプ インライン電子銃 広角化	キドマトリクス マルチレンズ 広角化	三色自動露光	直接露光法 複合補正レンズ	大口径レンズ 3パチャーグリル 広角化
	回路		直流電送 SM.AGC回路 トランジスターマトリクス回路	SLE回路	直流電送 色差ドライブ IC黄金回路	
49〜50年	ブラウン管	蛍光体面積拡大 コンバージェンスレス方式	大口径レンズ 偏向ヨーク	SSSブラウン管	電子レンズ増加	ブラウン管通過率向上 蛍光面にカーボン塗布
	回路			NPC回路		
	その他			タッチ式チャンネル		
		節電SW	←	←	←	節電式 時間受像
		リモコン操作	←	←	←	←
51〜52年	ブラウン管	ハイコントラストブラウン管	ハイクロマブラウン管	SSSブラウン管	クイントリックスブラウン管	
	回路	ペデスタルクランプ回路	ピーククリップ回路	NPC回路		ペデスタルクランプ回路 VIF回路
	その他	電子チャンネル	←	←	←	←
		リモコン機能拡大	←	←	←	←

表4.9 洗濯機の設計変更の概要　新：~~昭和50年型以降~~　旧：昭和45〜47年型

機能	設計変更部分	年	T社	H社	M社	N社
基本機能	水流速度の選択		可（強・弱・反転・消去）			
	洗濯物のいたみ		強弱脱水		—	
	さびにくい	新	プラスチックボディー（一部機種）			
本ショ機能	水の入替自動		全自動式：可			
	洗剤自動供給		全自動式（一部）：可			
保守性	アワ消え	新	シャワー状の給水			
	掃除・糸ゴミ	新	糸ゴミとりフィルター			
その他	節水	新	全自動式：節約サイクル 脱水後にすすぎ			
		旧	水位調節			

れ、近年リモコン式やタッチ式チャンネルなどのオプション機能が競われるようになったが、これらは各社共通した推移である。

企業間による設計方式の違いは、ブラウン管受像方式の違いだけであり、S社を除いて他の4社はシャドウマスク方式を用いている。この方式の違いは基本機能因子に関連してくると思われる。テレビに関する設計変更の概要は表4.8にまとめられている。

C、洗濯機

家庭電化製品の普及の先導的役割をした製品であり、昭和35年にローラ式から脱水機付の2槽式へ、昭和40年には全自動式へと進歩している。その過程でさびや感電防止を目的としたボディーのプラスチック化が行なわれ、近年では節水機構が各社で開発されている。しかし表4.9に見られるように企業間の差はほとんどなく、相互に追従した形で、設計変更等が行なわれている。これはライフサイクルからみても、成熟期の後半にあり、もはや基本構造においては技術的改良ができないためと考えられる。

4.6.2 企業の品質方針の評価因子期待度への反映

4.6.1で明らかにした各製品の企業間、および経年的な違いが、消費者の期待度を評価因子へ縮約することによって得られた評価因子期待度との差異と、どのように対応、合致しているかについて考察するために、表4.6で有意となった評価因子ごとに検討する。

a. 冷蔵庫

(1) 基本機能因子

購入年と、ブランドと購入年との交互作用が有意であり、これを図示すると図4.2のようになる。旧型は新型に対して向上期待度が高く、T社、M社の新

型での低下が著しい。これらは、新型における温度調節関係の品質向上と、直冷式における冷却速度の利点と符号する。

(2) 安全・保全性因子

容量の大型化に伴う、運転音や振動の増加に、新型が旧型に比べて有意に期待度が大きくなっている。

(3) 弊害機能因子

霜に関する評価因子であり、ブランド、購入年で有意である。図4.2にあるように、直冷式採用のT社が高く，ファン式採用のH社が低い。さらに新，旧型の傾向も4.6.1で示した各社の設計方式の違いと符号していることから、設計方式の違いを顕著にあらわしているといえる。

(4) 操作性、保守性因子

いづれも旧型が新型に対して期待度が大きい。これは4.6.1で述べた各社共通の対応する機能の設計改善と一致する。

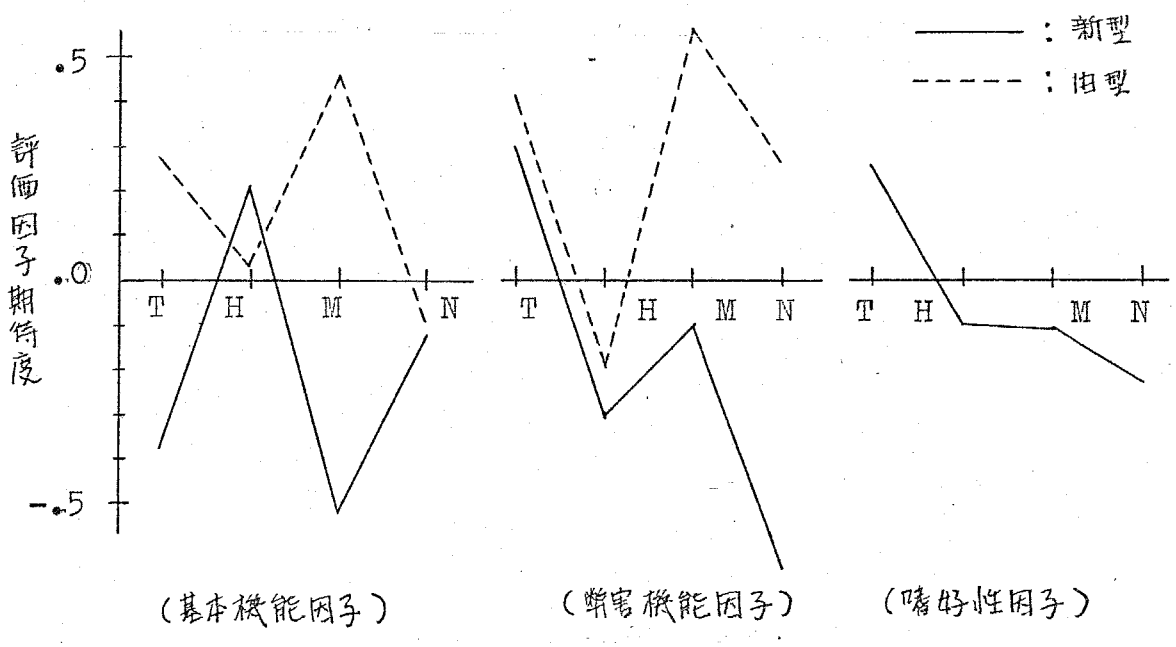
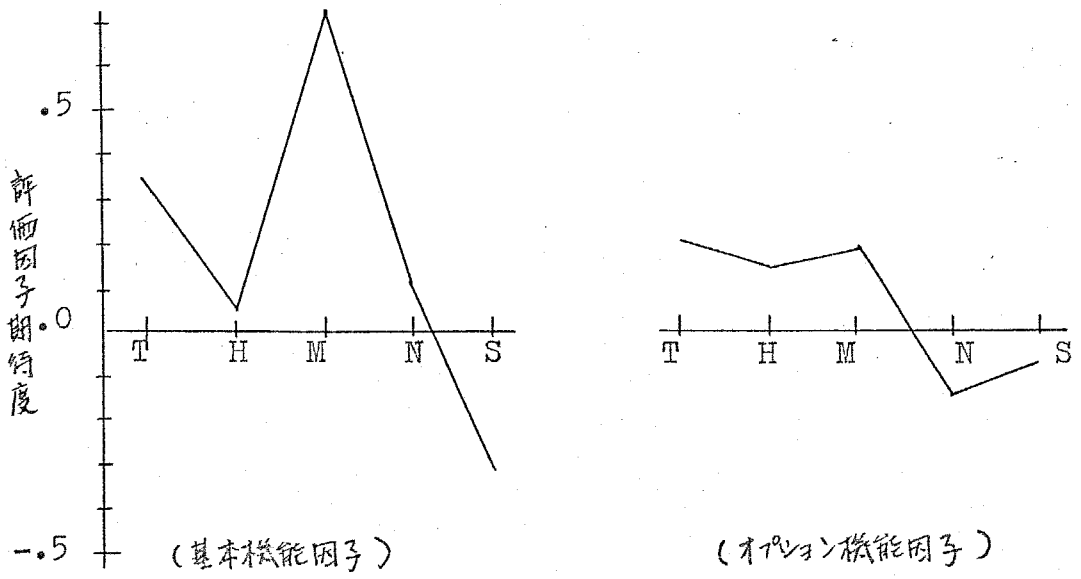


図4.2. 冷蔵庫の評価因子期待度のブランド，購入年による差、



（基本機能因子）　　（オプション機能因子）

図4.3．テレビの評価因子期待度のブランドによる差

(5) 嗜好性因子

図4.2に示されるようにT社が高く、N社が低い。家電専門メーカーであるN社の商品づくりの巧みさに定評があることと符号する傾向と考えられる。

b、カラーテレビ

(1) 基本機能因子

図4.3に示されるように他社とブラウン管受像方式の異なるS社の期待度が小さくなっている。

(2) オプション機能因子

N社，S社が他社に比べて期待度が小さい（図4.3）。N社およびS社は家電専門メーカーであり、N社は他社に先がけて、リモコン操作可能な機種を発売している。また旧型は新型に比べて期待度は高くなっている。

C、洗濯機

4.6.1で考察したように企業間に設計方式の差はなく、分散分析の結果でも同様である。ここでは全自動と二槽式の使用している種類について検討すると、

設置性因子、保守性因子ともに、全自動の方が期待度が小さい傾向がある。これは、設置性因子については、全自動の方が占有するスペースが小さいこと、保守性については、全自動が洗濯からすすぎ、脱水まで自動的に行ない、洗濯終了時の手間がいらないことから、説明できる。

以上の検討において、評価因子期待度の属性(要因)の有意差は、企業間または経年的な設計変更等によってほぼ説明でき、逆に企業の品質方針の違いのあるところは、的確に評価因子期待度に反映していることを示すことができた。このように評価因子は、消費者の期待を敏感にあらわす指標であることを論証できたことにより、従来ともすればあまり明確でなかった企業の品質方針の指標として、活用し得るものであると考える。

4.7 結語

本章では、特定製品の市場品質の評価構造を実証的に求めるために、冷蔵庫、カラーテレビ、洗濯機の3製品について、製品を構成する品質項目に対する品質向上の期待度をアンケート調査によって測定し、3章で用意した分析法に従って解析を行なった。その結果、

(1) 各製品に個別に求めた評価因子の内容を統合することによって、基本機能因子、操作性因子、保守性因子、設置性因子、安全・保全性因子、嗜好性因子、オプション機能因子、弊害機能因子の8つの評価因子が得られた。

(2) 得られた評価因子は、内容的には製品の種類、時間によって、比較的安定したものであり、異なるのは評価因子に対する市場の期待のウェイトであることが示唆された。

(3) 各評価因子に対する消費者個人の期待度に関して、その消費者が使用し

ているブランド、購入年などの製品属性による期待度の有意差と、その製品属性から推定した設計方式の違いなどによる企業の品質方針の差を対応させ、両者が一致を示すところから、評価因子が市場の期待を縮約するための指標として、企業にとって評価因子またはそのウエイトにもとづいて品質を方針づけることの有効性を示すことができた。

また、推定された評価構造および評価因子の内容の妥当性については、評価因子に対する期待度と、消費者属性、製品属性との関係、さらに(3)で示したように企業の品質方針との関係などの外部データとの対応を考察することによって、傍証的にではあるが示すことができたと考える。また、これらの品質項目と評価因子さらに消費者属性との数量化された関係は、2章における図2.6の市場品質展開マトリックス、および図2.7における消費者属性とのマトリックスの要素を、具体的に与えたものに相当する。

注

(1) 本章の内容の一部は、秋庭雅夫、関川隆夫、牧野晃己："市場の要求品質と企業の品質方針の合致に関する研究" として、日本経営工学会昭和53年度春季研究発表において、研究発表したものである。

(2) 調査は、東京農業大学食物科、聖心女子大学の女子学生112人を対象に行なったものであり、このときの冷蔵庫の品質項目数は61項目で、調査結果をふまえて57項目とした。

(3) 第7因子までで寄与率は96%となっているが、これは回転後の結果であり、主因子法による共通因子空間の決定の際には、第8因子を含めてはじめて寄与率は95%を越えた。

(4) このことについては、6章で考察する。

(5) 現在では3製品ともに1000世帯あたりの所有数量は、1000以上であるが、総理府統計局の調査[11]によると、昭和34年では洗濯機326、冷蔵庫70であり、カラーテレビの発売開始は、昭和35年である。

(6) 数量化理論I類を適用の結果得られるカテゴリーに与えられた数値 c_{lm} を用いて、重回帰分析における方法と同様に計算したものである。

(7) 構造模型は、y_{ik} のサフィクスをつけなおして、$y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\beta\gamma)_{jk} + (\gamma\alpha)_{ki} + \varepsilon_{ijkl}$, α_i：ブランドの効果，β_j：購入年（新型，旧型），γ_k：性別（洗濯機の場合には種類），とあらわせる。ただしここでの有意性は、y_{ik} の正規性の仮定のうえに成り立つものであり、表4、6の結果は、各要因が y_{ik} に与える影響の相対的な大きさをあらわすものと考えることができる。

(8) これらの設計方式の違いは昭和52年現在であり、最近では、冷蔵庫の場合、放熱盤の改善や薄型などの設置性、ビール入れの専用取出口などの経済性、操作性に関する改善が行なわれ、カラーテレビの場合には、調査時点では存在しなかった音声多重テレビなど、基本機能、オプション機能の充実がすすんでいる。また洗濯機では、乾燥機と一体化した製品、すすぎと脱水が同時にできるなど、オプション機能、作業性に関する改善がすすんでいる。このような最近の動向は、表4-4のウエイトがいずれも高い評価因子に関するものである。

参考文献

[1] 総理府統計局編：昭和49年全国消費実態報告，第9巻，耐久消費財編，(1976)

[2] 日本消費者協会：月刊「消費者」，No.106 ～ No.215，(1968) ～ (1977)

[3] 牧野晃己："品質解析に関する研究 — 市場要求品質と企業の品質方針との合致に関する研究"，東京工業大学昭和52年度博士論文

5章　耐久消費財全体に拡張した評価構造

5.1　序

これまで本論文では、個々の製品品質を対象として、そのモデルを構成するとともに、実際に消費者の品質向上の期待度を測定することによって、評価因子を推定してきた。そして前章でとりあげた冷蔵庫、テレビ、洗濯機の事例では、個々の製品の評価因子は、3製品に共通した評価因子に統合が可能であった。しかし、これらの3製品はその使用目的、製品ライフサイクルなど耐久消費財全体からみれば、互いに類似しているものである。したがって、耐久消費財全体にこれらの考え方を拡張して考えれば、製品によって評価構造は多少とも異なるものと思われる。

そこで本章では、個々の製品の評価因子を普遍化した耐久消費財全体としての評価因子を推定することを目的とする。そしてこれらの評価因子を個々の製品の評価因子と区別するために普遍化評価因子と呼ぶことにする。このことは耐久消費財の製品品質に対する品質向上期待の評価構造を求めることになるが特定製品の場合と異なり、必然的に製品による違いがその構造の中に入ってくるため、評価構造をあらわすモデル自体も拡張する必要がある。そのため、製品による期待の違いをあらわす製品因子を仮説的に導入し、これと普遍化評価因子からなる耐久消費財全体の評価構造モデルを設定する。

しかし、これらを実際に推定しようとする場合、困難な問題が2つある。1つは、特定製品に比べて多くなる被験者1人当りの調査の量の問題であり、もう1つは、これらを解析する手法の問題である。前者については、特定製品における品質項目を拡張した評価項目を設定することで、後者については、評価項目－製品－被験者からなる3相データから因子を抽出する方法を開発することによって解決する。

このような製品因子および普遍化評価因子を実際に明らかにすることができれば、特定製品に対する評価因子のサーベイや、製品による期待のパターンの特徴から、品質方針を設定するうえで、それぞれ有効な展望を与えることができると考える。

5.2 モデルの設定

5.2.1 マーケティング分野における製品分類

本章の目的の1つに、製品の評価因子による違いからの製品分類ということがある。2章で述べたように製品特性と消費者の要求との関連に関する研究は、従来、マーケティングの分野に委ねられてきた。特に、製品特性の違いによって、価格、流通経路、販売促進、製品計画などのマーケティング戦略が異なってくるところから、製品特性による製品分類の研究が多くなされてきた[1]。この中には、顧客の対象の違いによる産業財、消費財の分類、消費者と製品の物的な明確さからの、耐久財、非耐久財、サービスの分類などがある。さらに具体的な分類として、Copeland の消費財を、その購買慣習から、最寄品、買回り品、専門品の分類、およびそれらの再定義の研究[2],[3]がある。しかしながら、これらの研究における製品特性の要因は、購買頻度や購入努力の程

度などがほとんどであり、製品の物的特性を通して消費者の満足が得られる使用特性、すなわち製品品質に直接的に関連するものは、ほんの一部でしかない。

製品特性の中に製品品質を含むものとして、Miracle〔4〕は、9つの製品特性を定義し、それによって5つのグループに製品を分類しているが、この中で製品品質に対応すると考えられるものは、(製品)技術の変化の割合、技術の複雑さの2つである。また、製品特性の要因を消費者の評価要因として、80余種の製品について、そのウェイトを求めるという吉田〔5〕の注目すべき研究があるが、その中で製品品質に関連するものとして取り上げられているのは、取り扱い、材質の2つである。

このようなことから、製品特性を物的特性に展開できる製品品質に、焦点をしぼるという点で、ここで考察することはマーケティングの分野における研究と異なる。その意味で製品品質に関する消費者の期待する項目の収集、分析からはじめる必要があり、製品特性または評価要因を、先験的に与えるのではなく、その評価構造そのものが、本研究では分析対象の一部となっている。

5.2.2 製品-評価モデル

耐久消費財全体の製品品質を考える場合、まずそれを構成する項目を設定する必要がある。これは4章における品質項目に対応するものである。しかし、本章では対象とする製品が1つではなく、非常に多くなるために、特定製品と同じ水準の意味内容をあらわす項目では、同一の被験者に対してすべての製品、項目について測定することは、その量的、時間的、さらにそれに起因する調査の信頼性などの観点から不可能である。そこで、品質項目を適当にグルーピングしたものを評価項目と呼び、前章までの品質項目と区別する。なお評価項目の設定方法やその内容については、5.3.1で詳述する。

評価項目が設定され、耐久消費財の品質向上期待の評価構造、および、そこに含まれる製品による期待の違いを求めようとする場合、そこに関係する要素は、消費者、製品、評価項目の3者である。これらの関係を示すモデルを設定するために、次のような仮説を導入し、それによってモデル化を進める。

個々の製品の個々の評価項目に対して、消費者はそれぞれ独立に判断しているのではなく、それよりも少数の次元で表現できる、製品の特徴を表わす製品因子、および評価項目に潜在する普遍化評価因子（以下、前章での評価因子と混乱しない場合には普遍化という言葉を略して用いる）があり、これらにもとづいて、消費者は品質向上の期待の程度を判断しているものと考える。さらにこれらの製品因子および評価因子は、各製品または各評価項目に共通的で、異なるのはそのウエイト，すなわち因子との関連の程度である。一方、製品因子および評価因子に対する消費者の判断または観点は、個人によって異なるであろう。

以上のことから、消費者 k の製品 i，評価項目 j に対する期待度を y_{ijk} とした時、y_{ijk} は次のように定式化される。

$$y_{ijk} = \sum_{l}^{p'} \sum_{m}^{q'} \beta_{il} \gamma_{jm} f_{klm} \qquad (5.1)$$

$i=1, \cdots, p$; $j=1, \cdots, q$; $k=1, \cdots, n$

$l=1, \cdots, p'$; $m=1, \cdots, q'$

β_{il} ; 製品因子 l に対する製品 i のウエイト。

γ_{jm} : 評価因子 m に対する評価項目 j のウエイト。

f_{klm} : 製品因子 l，評価因子 m の組み合わせに対する消費者 k の期待の程度。

ここに、p, q, n は、それぞれ、製品数、評価項目数、消費者数であり、

p', q'は製品因子および評価因子の数をあらわす。

このように、ある消費者kの製品i, 評価項目jに対する期待度y_{ijk}を、製品因子ℓと評価因子mに対する期待の程度$f_{k\ell m}$に、その製品, 評価項目が持つ製品因子および評価因子の強さによってウェイトづけた$\beta_{i\ell}\gamma_{jm}f_{k\ell m}$の線型結合として表現することは、上述の仮説と矛盾しないばかりでなく、最も簡潔な形式と考えられる。しかしながら、$f_{k\ell m}$が、製品因子と評価因子の組み合わせに対する消費者の期待の程度という考え方は、実質的な意味としては理解が困難と考えられる。そこで$f_{k\ell m}$を、消費者kの製品因子ℓに対する期待の程度$f_{k\ell}$と、評価因子gに対する期待の程度f_{km}に分解して、

$$f_{k\ell m} = f_{k\ell} f_{km} \qquad (5.2)$$

とした方が、$f_{k\ell m}$の意味が明瞭となるであろう。したがって、本章のモデルとしては、式(5.1)に式(5.2)を加えたものを考えて、以下の解析を進める。

5.3 消費者の品質向上の期待度の測定

5.3.1 製品と評価項目の選定

5.2.2で示したモデルを実験的に確かめるため、まず対象とする製品および評価項目を設定する必要がある。製品については、耐久消費財が、吉田〔5〕によれば、評価要因の中で他の製品群に比べて製品品質に関連する機能的側面の効用が、他の側面に比べて大きく、モデルを検証するのに適している。そして、具体的には、総理府統計局の消費実態報告〔6〕にある、家具、衣類、楽器等を除く、普及率が50%以上の製品を原則として選定することにした。これに最近著しく増加の傾向にある自動車(乗用車), クーラーを加えて;

1、扇風機，2、石油ストーブ，3、電気こたつ，4、電気毛布，5、電気（ガス）釜，6、ガス瞬間湯沸器，7、（オーブン）トースター，8、洗濯機，9、掃除機，10、ミシン，11、アイロン，12、ドライヤー，13、カラーTV，14、ステレオ，15、テープレコーダー，16、トランジスタラジオ，17、カメラ，18、腕時計，19、冷蔵庫，20、自動車，21、クーラー，の以上21製品を対象とした。

製品品質を構成する評価項目は、その表現の仕方の違いを除いても、製品により異なる。したがって、個々の製品について、3章の3.2で示した方法と同様に、消費者が期待する項目を収集する必要がある。しかし全ての製品について、これらを調査することは困難であるため、この中より洗濯機、カラーテレビ、ステレオ、トランジスタラジオ、カメラ、冷蔵庫、自動車（乗用車）の各製品について、3.2で示した方法に従って、品質向上を期待する項目を収集した。それらを分類、整理し、さらにグルーピングすることによって、以下に示すようなこれらの製品について共通的な項目を得た。

(1) 基本的機能の程度の向上。
(2) 基本的機能の速度の向上。
(3) 調節操作のし易さ。
(4) 出入操作のし易さ。
(5) 作業のし易さ。
(6) 設置、収納のし易さ。
(7) 掃除、保守のし易さ。
(8) 維持、点検のし易さ。
(9) 安全さ。
(10) 耐久性。

(11). 経済性。

(12). 色、スタイルの良さ。

(13). 居住に与える影響。

(14). 付随的に発生する弊害。

(15). 付加的機能への期待。

(16). 目的変更などの弾力性。

そして、個々の製品について、これらの項目に対応する具体的表現を、その製品の評価項目とした。さらに具体的に品質向上を期待する項目を収集しなかった製品については、(1)から(16)までに示す項目から、逆に推定する方式によって、それぞれの評価項目を設定した。各製品によって設定された評価項目を表5.1に示す。この表にもあるように、製品によっては、対応する評価項目が存在しないものもあり、項目数の最低は、扇風機、トランジスタラジオの12項目であり、最高は自動車の16項目すべてである。なお、これらの評価項目は、4章の特定製品の品質項目をグルーピングすることによって、得られたものであり、特定製品の場合の評価因子と品質項目の中間的性質をもつ。

5.3.2 調査の実施の方法

5.3.1で選定した製品およびその評価項目について、消費者が感じる期待の程度を測定するために、アンケート調査を実施した。この期待の程度は、特定製品の場合と同様に個々の評価項目について、その品質向上の期待度を、現状で十分から、大変期待するまでの5段階で問う方法によった。21の製品および評価項目の順序は、順序効果をなくすために、被験者である消費者ごとにランダムに配列した。調査対象者の数は、1人当りの質問項目数が通常のアンケート調査に比べて多いため、調査の量および信頼性を考えて、消費者属性と1

表5.1 21製品の評価項目の内容一覧

評価項目 ＼ 製品（項目数）	1. 扇風機 (12)	2. 石油ストーブ (15)	3. 電気こたつ (13)	4. 電気毛布 (14)	5. 電気(ガス)釜 (14)	6. ガス瞬間湯沸器 (15)	7. トースター (14)	8. 洗たく機 (15)	9. 掃除機 (15)	10. ミシン (15)	11. アイロン (15)	12ドライヤー (14)	13. カラーTV (14)	14. ステレオ (14)	15. テープレコーダー (13)	16. トランジスターラジオ (12)	17. カメラ (14)	18. 腕時計 (13)	19. 冷蔵庫 (14)	20. 自動車 (16)	21. クーラー (14)
1. 基本機能の程度	風量の調節範囲が広い。	燃焼量の調節範囲が広い。	温度の調節範囲が広く、一定の温度に保つことができる。	左に同じ	おいしいごはんがたける。	温度調節の範囲が広く、望む温度のお湯が出る	パンが好みの具合にムラなくやける。	洗たく物をいためずに汚れがよくおちる。	たたみ、じゅうたん、床などの区別なく、吸引力にすぐれている。	生地、目的に応じたぬい方ができる。	きれいにプレスできる。	ムラなくきれいに、髪をかわかせる。	画像が鮮明、自然色であり、音質がよい。	自然音、臨場感にすぐれた音質が出せる。	自然音に近い音質で、録音、再生ができる。	音質がよく、持ち運びに便利。	写りがよい。	時間が正確でくるわない。	温度調節の範囲が広く、所定の温度に保つことができ、きれいな氷ができる。	安定した乗心地である。	温度調節の範囲が広く、所定の温度に保つことができる。
2. 基本機能の速さ	—	速く所定の温度に暖めることができる。	左に同じ	左に同じ	速くたける。	すぐに所定の温度のお湯が継続して出る。	はやくやける。	洗たく時間が短かい。	—	作業時間が短かく、仕上がりがはやい。	仕上がりがはやい。	仕上がりがはやい。	スイッチONと同時に画像、音声が出る。	—	—	—	—	—	冷却速度が速くすぐに氷ができる。	加速がよく、スピードが出る。	冷却速度がはやい。
3. 調節操作のし易さ	風量、首振りの切換などのスイッチ操作が容易	点火、消火操作やシンの長さの調節が容易。	温度調節などのスイッチ操作が容易。	温度調節などのスイッチ操作が容易。	炊飯、保温などのスイッチ操作が容易。	点火、水量、温度調節などのスイッチ操作が容易。	焼き具合調節などのスイッチ操作が容易。	タイマーなどの操作パネルの操作が容易。	電源スイッチ、切換レバーなどの操作が容易。	ダイヤル合わせなどのスイッチ操作が容易。	電源、温度切換などのスイッチ操作が容易。	電源や温・冷風の切換操作が容易。	チャンネルやカラー調節などの操作が容易。	チューナーの選局や、プレーヤーの回転数の切換などの操作が容易。	録音、再生などのスイッチ操作が容易。	選局やFM、AMなどの切換の操作が容易。	距離、露出などのセットする操作が容易。	針、曜日をセットするなどのボタン操作が容易	温度調節などのスイッチ操作が容易。	始動操作が容易	温度調節や切換スイッチなどの操作が容易。
4. 出入操作のし易さ	—	灯油の交換が、しやすい	—	—	内釜のとりはずしがしやすい。	—	パンのセットがしやすい。	洗たく物の槽への出入がしやすい。	ホースの取付、取りはずしがしやすい。	糸通しがしやすい。	スチームを出すための水の出入がしやすい。	—	—	レコードのセットやかけかえがしやすい。	テープ交換がしやすい。	—	フイルムの交換がしやすい。	—	内に入れる物、氷の出入がしやすい。	ドアの開閉、車内の構造から、乗り込みやすい	—
5. 作業のし易さ	—	—	—	—	—	皿洗いなどの動作が楽にできる。	—	—	本体の追従性がよく、作業しやすい。	運針がスムーズで操作しやすい。	アイロンのすべりがよく、作業しやすい。	髪をセットする作業がしやすい	—	—	—	—	カメラがよくなじんで写しやすい。	—	—	ハンドル、クラッチ切換の操作が容易で、運転しやすい。	—
6. 設置・収納のし易さ	設置場所をえらばず、収納が容易。	設置場所をえらばず、収納が容易。	分解、組立が容易で、収納に場所をとらない。	収納が容易。	設置場所を選ばず、収納が容易	設置場所を選ばず場所をとらない。	設置場所を選ばず、収納が容易	設置場所を選ばず、場所をとらない。	収納が容易。	設置場所を選ばず、収納が容易	設置場所を選ばず収納が容易。	収納、保管がしやすい。	設置場所を選ばず場所をとらない。	設置場所を選ばず、場所をとらない。	設置場所を選ばず、場所をとらない。	収納、保管がしやすい。	収納、保管がしやすい。	腕に時間をはめやすい。	設置場所を選ばず、場所をとらない。	駐車に場所をとらない。	設置場所を選ばず場所をとらない。
7. 掃除・保守のし易さ	汚れや、キズがつきにくく、掃除がしやすい。	左に同じ	汚れや、キズがつきにくく、掃除がしやすい。	カバーが汚れにくい。	汚れや、キズがつきにくく、掃除がしやすい。	汚れや、キズが付きにくく、掃除がしやすい。	汚れや、キズがつきにくく、掃除がしやすい。	汚れや、キズがつきにくく、掃除がしやすい。	汚れや、キズがつきにくく掃除がしやすい。	汚れや、キズがつきにくく、掃除がしやすい。	汚れや、キズがつきにくく、掃除がしやすい。	汚れや、キズがつきにくく、掃除がしやすい。	汚れや、キズがつきにくく、掃除がしやすい。	汚れや、キズがつきにくく、掃除がしやすい。	汚れや、キズがつきにくく、掃除がしやすい。	汚れや、キズがつきにくく、掃除がしやすい。	汚れや、キズがつきにくく、掃除がしやすい。	汚れや、キズがつきにくく、掃除がしやすい。	汚れや、キズがつきにくく、掃除がしやすい。	汚れや、キズがつきにくく、洗車、掃除がしやすい。	汚れや、キズがつきにくく、掃除がしやすい。
8. 維持・点検のし易さ	—	シンの交換や、目づまりのそうじがしやすい。	—	カバーの取りつけ、取りはずしがしやすい。	—	バーナーの目づまりがしにくい	—	アースの取つけがしやすい。	フィルターの目づまりがしない	—	—	—	アンテナの取付や配線が容易。	アンテナの取付付や配線が容易	—	電池の交換がしやすい。	—	電池、液晶、バンドの交換がしやすい。	—	オイル、フィルター、プラグ交換などしやすい	フィルターのそうじ、交換がしやすい。
9. 安全さ	回転羽に指をはさまれたりしない。	振動に対して、倒れたり、火事を起こさない。	過熱して、毛布をこがしたりしない。	取り扱いによって、感電したりしない。	感電したり、過熱しない。	ガスもれや、やけどをしない。	感電したり、やけどをしない。	感電したり、回転槽に手をまきつけられたりしない。	角が丸味をおびたり、本体が倒れたりしない。	針で指をきずつけたりしない。	やけどをしたり角でけがをしない。	やけどをしない	角が丸味をおびている感覚の心配がない。	角が丸味をおびている。感電の心配がない。	角が丸味をおびている。感電の心配がない。	感電の心配がない。	角が丸味をおびている。	角や、バンドの留め金で、けがしない。	角が丸味をおびている。感電しない。後ろに熱がこもらない。	衝撃、吸収構造など安全への配慮がある。	角が丸味をおびている。
10. 耐久性	長時間使用しても機能が劣化しない。故障が少ない。	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ
11. 経済性	消費電力が少なくてすむ。	熱効率がよく、灯油消費量が少なくて済む。	消費電力が少なくて済む。	左に同じ	消費電力またはガス消費量が少なくて済む。	ガス消費量が少なくて済む。	消費電力が少なくて済む。	電力、水の使用量が少なくて済む。	消費電力が少なくて済む。	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	水銀電池の取替が少なくて済む	水銀電池や液晶の取替が少なくて済む。	消費電力が少なくて済む。	ガソリン、オイルの使用量など少なくて済む。	消費電力が少なくて済む。
12. 色・スタイルの良さ	色、スタイルがよい。	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ
13. 居住に与える影響	モーター音が静か。	灯油の臭いがしない。	（台の高さが適当で）腰などがいたくならない	肌ざわりがよい	ふきこぼれなどで周囲を汚さない。	音が静か。	パンくずなどで周囲をよごさない。	モーター音が静か。	モーター音が静か。	モーター音が静か。	作業範囲が狭まくて済む。	モーター音が静か	室の中で、違和感を与えない。	室の中で違和感を与えない。	巻き戻しの時間が短く、音が静か。	—	軽くて持ち運びやすい。	手になじみ、違和感を与えない	モーター音が静か。	車内のエンジン音や振動が伝わらず静かである	モーター音が静か。
14. 付随的に発生する弊害	長時間あたっても体に害をおよぼさない。	室の空気が悪くならない。	局部的に熱くならない。	一晩使っても、体に害を与えない。	取手が、あつくなったりしない。	室の空気がよごれない。	取っ手などが熱くならない。	アクとり、脱水が容易で、糸くずが残らない。	ゴミの取り出しが容易。	糸カスやホコリが、目づまりをおこさない。	生地をいためない。	髪をいためず、（妨害電波を発生しない）	妨害電波による画像のみだれや雑音がはいらない。	雑音がはいらない。	雑音がはいらない。テープが途中でまきつかない。	雑音がはいらない。	フラッシュをたいた時目をいためない。	針の進む音がしない。	霜がつきにくく霜取りが容易。	有害な排気ガスを出さず、騒音が少ない。	室外機の音が静か。冷えすぎない
15. 付加的機能への期待	タイム・スイッチや、首振り角度の調節など、付加的なはたらきをもつ機能もそなえている。	セーフ・ガード加熱器など付加的なはたらきをもつ機能もそなえている。	台や脚の伸び縮みなど付加的なはたらきをもつ機能もそなえている。	タイムスイッチなど付加的なはたらきをもつ機能もそなえている。	密閉型の保温など。付加的なはたらきをもつ機能もそなえている。	ガスもれ警報装置など付加的なはたらきをもつ機能もそなえている。	妖饭など付加的なはたらきをもつ機能もそなえている。	乾燥機など付加的なはたらきをもつ機能もそなえている。	振動によるはたきの役目をするなどして付加的なはたらきをもつ機能もそなえている。	刺しゅうぬいができるなど付加的なはたらきをもつ機能もそなえている。	スチームが出るなど付加的なはたらきをもつ機能もそなえている。	カールができるなど付加的なはたらきをもつ機能もそなえている。	音声がステレオなど付加的なはたらきをもつ機能もそなえている。	オートリジェクト装置など付加をもつ機能もそなえている。	オートリバースなど付加的なはたらきをもつ機能もそなえている	音声ステレオなど付加的なはたらきをもつ機能もそなえている	ストロボ内蔵など付加的なはたらきをもつ機能もそなえている	ストップ・ウォッチ、アラームなど付加的なはたらきをもつ機能もそなえている。	冷凍庫と冷蔵庫の切換など付加的なはたわきをもつ機能もそなえている。	カーステレオ、クーラーなど付加的なはたらきをもつ機能もそなえている。	首を振るなど、付加的なはたらきをもつ機能もそなえている。
16. 目的変更	ドライヤー、換気扇など他の目的にも使える。	洗たく物の乾燥など他の目的にも使える。	洗たく物の乾燥飯台など他の目的にも使える。	足温器、物の保温など他の目的にも使える。	蒸し物をつくるお湯をわかすなど他の目的にも使える。	シャワーにも使えるなど他の目的にも使える。	焼き物ができるなど他の目的にも使える。	いも洗いなど他の目的にも使える。	ふん射を利用するなどして他の目的にも使える	編み物ができるなど他の目的にも使える。	図柄をプリントするなど他の目的にも使える。	火おこし器や暖ぼう用など他の目的にも使える	ラジオ、拡声機など他の目的にも使える。	装飾品として他の目的にも使える。	カラオケができる他の目的にも使える。	無線受信ができるなど他の目的にも使える。	望遠鏡になるなど他の目的にも使える。	計算ができるなど他の目的にも使える。	クーラーになるなど他の目的にも使える。	中で生活できるなど他の目的にも使える。	乾燥機、換気扇など他の目的にも使える。

ては性別を中心に、男女各25名の総計50名とした。

以上のように測定したデータをもとに、現状に十分に0から、大変期待するに4まで、5段階にそれぞれ数値を与えた。(注2) さらに数値を与えた生データにもとづき、さらに評価項目ごとに基準化したものを消費者の期待度 y_{ijk} とした。なお、製品によっては、該当する評価項目がない場合もあり、その際には品質向上の期待度を0として対処した。

5.4 3相データの因子分析法のモデル、解法の提案

5.4.1 3相データの因子分析モデル

5.3で測定された観測データ、製品 i, 評価項目 j に対する消費者 k の期待度 y_{ijk} は、図5.1に示されるような3相データ(付録A3参照)である。しかし、式(5.1)であらわされるモデルは、Tucker[7]による3相因子分析モデルとも異なり、因子分析の立場からは従来にない新しいモデルである。そこで本節では、式(5.1)のモデルにもとづく β_{il}, γ_{jm}, f_{klm} の解法、および、Tuckerの3相因子分析モデルにおいても最小二乗解となる因子解を求める方法について、提案する[8]。

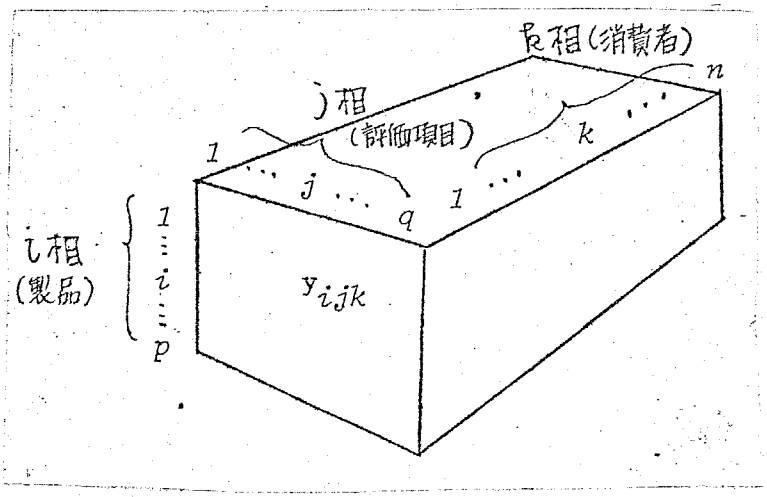


図5.1 3相データの形式

以下の考察を行なう便宜のために、式(5.1)をマトリックス表示することを考える。まず y_{ijk} をマトリックスで表現するための配

表5.2　　${}_i\mathbb{Y}_{(jk)}$の配列方法の定義

	1	···	j	···	q
	1 ··· k ··· n	···	1 ··· k ··· n	···	1 ··· k ··· n
1	$y_{111}\cdots\ y_{11k}\cdots\ y_{11n}$		$y_{1j1}\cdots\ y_{1jk}\cdots\ y_{1jn}$		$y_{1q1}\cdots\ y_{1qk}\cdots\ y_{1qn}$
⋮	⋮ ⋮ ⋮		⋮ ⋮ ⋮		⋮ ⋮ ⋮
i	$y_{i11}\cdots\ y_{i1k}\cdots\ y_{i1n}$	···	$y_{ij1}\cdots\ y_{ijk}\cdots\ y_{ijn}$	···	$y_{iq1}\cdots\ y_{iqk}\cdots\ y_{iqn}$
⋮	⋮ ⋮ ⋮		⋮ ⋮ ⋮		⋮ ⋮ ⋮
p	$y_{p11}\cdots\ y_{p1k}\cdots\ y_{p1n}$		$y_{pj1}\cdots\ y_{pjk}\cdots\ y_{pjn}$		$y_{pq1}\cdots\ y_{pqk}\cdots\ y_{pqn}$

列方法として、${}_i\mathbb{Y}_{(jk)}$を次のように定義する。ここにp, q, nは対応する相の変量またはサンプルの数である。i, j, kをそれぞれの相を示すための記号としても用いることにして、表5.2に示すように、i相を行に、j, k相の組み合わせを列に対応させて、y_{ijk}を配列したものである。さらに、$\mathbb{B}$, $\mathbb{C}$, $\mathbb{F}$をそれぞれ製品、評価項目、消費者をあらわす変量またはサンプルを行に、対応する因子を列に配置したβ_{il}, γ_{jm}, f_{klm}を要素とする行列と定義すると、式(5.1)は、次式のようにあらわされる。

$$ {}_k\mathbb{Y}_{(ij)}' = (\mathbb{B} \otimes \mathbb{C})\mathbb{F}' \qquad (5.3) $$

ここに⊗は、直積(クロネッカー積)をあらわす。$\mathbb{B}$, $\mathbb{C}$, $\mathbb{F}$は、それぞれ$p \times p'$, $q \times q'$, $n \times p'q'$の行列であり、p, q, n, p', q'の定義は、式(5.1)における定義と等しい。

5.4.2 直積演算に関する準備

本論に入る前に、次節以下で用いる直積演算に関する定理a)～d)を簡単な証明とともにまとめておく。ここで$\mathbb{I}_p$はp×pの単位行列、$\mathcal{B}$および$\mathcal{F}$は、

それぞれ β_i γ_i を要素とする $p\times 1$, $q\times 1$ のベクトルである。なお a) b) は Bellman [9], または Tucker [7] によるのでその証明は省略した。

$$a)\quad (\mathbb{B}\otimes\mathbb{C})' = \mathbb{B}'\otimes\mathbb{C}' \qquad (5.4)$$

$$b)\quad (\mathbb{B}\otimes\mathbb{C})(\mathbb{S}\otimes\mathbb{T}) = \mathbb{B}\mathbb{S}\otimes\mathbb{C}\mathbb{T} \qquad (5.5)$$

$$c)\quad \mathcal{B}'(\mathbb{I}_p\otimes\mathcal{G}') = \mathcal{G}'(\mathcal{B}'\otimes\mathbb{I}_q) = \mathcal{B}'\otimes\mathcal{G}' \qquad (5.6)$$

$$\text{または}\quad (\mathbb{I}_p\otimes\mathcal{G})\mathcal{B} = (\mathcal{B}\otimes\mathbb{I}_q)\mathcal{G} = \mathcal{B}\otimes\mathcal{G} \qquad (5.6)'$$

(証明) $(\mathbb{I}_p\otimes\mathcal{G}')$ は $\mathbb{I}_p$ の対角要素 1 の代わりに $\mathcal{G}'$ を置き換えた $p\times pq$ の行列となるので、$\mathcal{B}'(\mathbb{I}_p\otimes\mathcal{G}) = [\beta_1\mathcal{G}', \cdots, \beta_p\mathcal{G}']$ となる。一方 $(\mathcal{B}'\otimes\mathbb{I}_q) = [\beta_1\mathbb{I}_q, \cdots, \beta_p\mathbb{I}_q]$ であり、これに左から $\mathcal{G}'$ を乗じると、β_i はスカラーであるので、$\mathcal{G}'(\mathcal{B}'\otimes\mathbb{I}_q) = [\beta_1\mathcal{G}', \cdots, \beta_p\mathcal{G}']$ となり $\mathcal{B}'(\mathbb{I}_p\otimes\mathcal{G})$ に等しくなる。さらにこれらは直積の定義から、$\mathcal{B}'\otimes\mathcal{G}'$ に等しい。また式 (5.6) を転置して a) の結果を用いると式 (5.6)' を得る。

(証明終)

$$d)\quad \frac{\partial(\mathcal{B}'\otimes\mathcal{G}')\mathbb{S}(\mathcal{B}\otimes\mathcal{G})}{\partial\mathcal{B}} = 2(\mathbb{I}_p\otimes\mathcal{G}')\mathbb{S}(\mathbb{I}_p\otimes\mathcal{G})\mathcal{B} \qquad (5.8)$$

$$\frac{\partial(\mathcal{B}'\otimes\mathcal{G}')\mathbb{S}(\mathcal{B}\otimes\mathcal{G})}{\partial\mathcal{G}} = 2(\mathcal{B}'\otimes\mathbb{I}_q)\mathbb{S}(\mathcal{B}\otimes\mathbb{I}_q)\mathcal{G} \qquad (5.8)'$$

(証明) c) より

$$(\mathcal{B}'\otimes\mathcal{G}')\mathbb{S}(\mathcal{B}\otimes\mathcal{G}) = \mathcal{B}'(\mathbb{I}_p\otimes\mathcal{G}')\mathbb{S}(\mathbb{I}_p\otimes\mathcal{G})\mathcal{B}$$

となり、$\mathbb{A} = (\mathbb{I}_p\otimes\mathcal{G}')\mathbb{S}(\mathbb{I}_p\otimes\mathcal{G})$ とおくと、$\mathbb{A}$ は $\mathcal{B}$ の要素を含まない

め、$\partial(\beta'A\beta)/\partial\beta$は、二次形式の微分となり、$\partial(\beta'A\beta)/\partial\beta = 2A\beta$ すなわち式(5.8)が成り立つ。さらに式(5.8)'についても、c)を用いて、$(\beta'\otimes\gamma')S(\beta\otimes\gamma) = \gamma'(\beta'\otimes I_p)S(\beta\otimes I_q)\gamma$ と変形すれば、式(5.8)と同様に証明できる。(証明終)

5.4.3 2相変量の主成分解

式(5.3)におけるβ, γを求めるために、3相の中の変量をあらわすiおよびj相を組合わせて、iはp次元空間上のサンプル点と考えると、pq個の2相変量Y_{ij}を定義でき(注3)、これらを要素とする変量ベクトルyを次のような配列で与える。$(i=1,\cdots,p,\quad j=1,\cdots,q)$

$$y' = [Y_{11},\cdots,Y_{1q},Y_{21},\cdots Y_{2q},\cdots,Y_{p1},\cdots Y_{pq}] \qquad (5.9)$$

ここで、$S = E(yy')$と定義すると、Sは、$E(y)=0$の場合には相関(または分散共分散)行列となり、$E(y)\neq 0$の場合には積和行列となる。後者の場合には後の記述で、$V(\xi)$の代わりに$E(\xi^2)$を考慮すれば、全く同じ議論ができるので、以下前者の仮定のもとに説明を進める。

yを主成分に変換するために、係数ベクトル$\beta' = [\beta_1,\cdots,\beta_p]$および$\gamma' = [\gamma_1,\cdots,\gamma_q]$を導入し、

$$\xi = \sum_{ij}\beta_i\gamma_j Y_{ij}$$
$$\text{または}\quad \xi = (\beta'\otimes\gamma')y \qquad (5.10)$$

$\beta'\beta = 1$, $\gamma'\gamma = 1$の制約のもとに、ξの分散を最大にするβ, γを求めることを考える。すなわち

$$V(\xi) = V[(\beta' \otimes \gamma')y] = (\beta' \otimes \gamma') S (\beta \otimes \gamma) \qquad (5.11)$$

であるので、ラグランジュの未定乗数法を用いて、

$$2\phi = (\beta' \otimes \gamma') S (\beta \otimes \gamma) - \lambda(\beta'\beta - 1) - \mu(\gamma'\gamma - 1) \rightarrow \max \qquad (5.12)$$

と定式化される。

式(5.12)をβおよびγについて、それぞれ偏微分して0とおくと、式(5.8), (5.8)'の結果から次式を得る。

$$\frac{\partial \phi}{\partial \beta} = (I_p \otimes \gamma') S (I_p \otimes \gamma)\beta - \lambda\beta = 0 \qquad (5.13)$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial \gamma} = (\beta' \otimes I_q) S (\beta \otimes I_q)\gamma - \mu\gamma = 0 \qquad (5.14)$$

式(5.13)の左からβ'を乗じて、式(5.7)を用いると、

$$(\beta' \otimes \gamma') S (\beta \otimes \gamma) - \lambda\beta'\beta = 0 \qquad (5.15)$$

となり、$\beta'\beta = 1$であることから、次式を得る。

$$(\beta' \otimes \gamma') S (\beta \otimes \gamma) = \lambda \qquad (5.16)$$

式(5.14)についても同様に、左からγ'を乗じて、式(5.7)'および$\gamma'\gamma = 1$を用いると、次式が得られる。

$$(\beta' \otimes \gamma') S (\beta \otimes \gamma) = \mu \qquad (5.17)$$

式(5.16)と式(5.17)から$\lambda = \mu$であり、さらに式(5.11)から、λおよ

びんは$V(\xi)$に等しい。したがってξの分散を最大にするような2相変量の主成分への変換ベクトルβ, γは、式(5.13)と式(5.14)において、$\mu=\lambda$とした2式の連立方程式、すなわち、

$$|(I_p \otimes \gamma')S(I_p \otimes \gamma) - \lambda I_p| = 0 \qquad (5.18)$$

$$|(\beta' \otimes I_q)S(\beta \otimes I_q) - \lambda I_q| = 0 \qquad (5.19)$$

の2つの特性方程式を満足する最大固有根λに対応する固有ベクトルである。このように、式(5.18),(5.19)の解として求められるβ, γは、式(5.3)におけるB, Cの第1列に相当する。

次にここで求めたξ, β, γをξ_1, β_1, γ_1とする。β_1を固定して、ξ_1と無相関で次に分散が大きい第二成分$\xi_{12}=(\beta_1 \otimes \gamma_2)Y$を考える。このような係数ベクトル$\gamma_2$を求めるために、式(5.12)と同様にラグランジュの未定乗数法により定式化する。この時、$\gamma_2'\gamma_2=1$という制約の他に、$Cov(\xi_{12}\xi_1)=(\beta_1' \otimes \gamma_2')S(\beta_1 \otimes \gamma_1)=0$という制約が加わる。すなわち

$$2\phi_{12}=(\beta_1' \otimes \gamma_2')S(\beta_1 \otimes \gamma_2) - \mu_2(\gamma_2'\gamma_2 - 1)$$

$$-2\nu_{12}(\beta_1' \otimes \gamma_2')S(\beta_1 \otimes \gamma_1) \to \max \qquad (5.20)$$

と定式化される。ここに第1項はξ_{12}の分散をあらわす。

式(5.7)', (5.8)'を利用して、ϕ_{12}をγ_2について偏微分し、それを0とおくと次式を得る。

$$\frac{\partial \phi_{12}}{\partial \gamma_2} = (\beta_1' \otimes I_q)S(\beta_1 \otimes I_q)\gamma_2 - \mu_2\gamma_2$$

$$-v_{12}(\beta_1' \otimes I_q) S (\beta_1 \otimes \alpha_1) = 0 \qquad (5.21)$$

式(5.21)の左からα_1'を乗じ、式(5.6)'を用いると、

$$(\beta_1' \otimes \alpha_1') S (\beta_1 \otimes \alpha_2) - \mu_2 \alpha_1' \alpha_2$$

$$- v_{12} (\beta_1' \otimes \alpha_1') S (\beta_1 \otimes \alpha_1) = 0 \qquad (5.22)$$

となり、第1項は$Cov(\xi_1 \xi_{12})$すなわち0，第3項は主成分解の分散λに等しい。一方、式(5.14)において、$\beta = \beta_1$, $\alpha = \alpha_1$ として、左からα_2'を乗じると、

$$(\beta_1' \otimes \alpha_2') S (\beta_1 \otimes \alpha_1) - \mu \alpha_2' \alpha_1 = 0 \qquad (5.23)$$

であり、第1項は$Cov(\xi_1 \xi_{12})$であるので，$\alpha_2' \alpha_1 = \alpha_1' \alpha_2 = 0$ である。したがって式(5.22)は、$-v_{12}\lambda = 0$ となり、$\lambda \neq 0$から$v_{12} = 0$を得る。以上の結果から、式(5.21)は、

$$(\beta_1' \otimes I_q) S (\beta_1 \otimes I_q) \alpha_2 - \mu_2 \alpha_2 = 0 \qquad (5.24)$$

となり、α_2はこれを満足する解である。

式(5.24)は、式(5.14)と全く同じ形であり、式(5.24)に左からα_2'を乗じると、$V(\xi_{12}) = \mu_2$となることから，α_2は式(5.19)の第2固有根に対応する固有ベクトルであることがわかる。さらに、β_1を固定して、互いに無相関となる第3成分以下の変換を考えた時の係数ベクトル$\alpha_3, \alpha_4, \cdots$も、同様にして式(5.19)の第3固有根以下に対応する固有ベクトルとなることが証明できる。

次にa_1を固定して、互いに無相関でその分散を最大にするような成分$\xi_{e1} = (B_e' \otimes a_1)y$を与える係数ベクトル$B_e$も、式(5.18)の第2固有根以下の固有値に対応する固有ベクトルであり、$V(\xi_{e1})$がその固有値に等しい。

以上のように、式(5.18),(5.19)で得られる固有ベクトルを固有値の大きさの順に並べた$B=[B_1,\cdots,B_{p'}]$, $C=[a_1,\cdots,a_{g'}]$ $(p'\leq p, g'\leq g)$は、ともに直交行列であり、一方の最大根に対応する固有ベクトルと、他方の固有ベクトルの直積が、互いに直交する，すなわちこれを用いたyの変換が互いに無相関という性質をもつ。

5.4.4 B, Cを求める解法の手順

以上の考察より、式(5.1)または式(5.3)におけるB_{il}, a_{jm}またB, Cを求める手順をまとめると次のようになる。

(1) $S = (\frac{n}{\sum_{k=1}} y_{ij}^2 / n)$の計算

(2) a_1の初期値を$[1/\sqrt{g}, 1/\sqrt{g}, \cdots, 1/\sqrt{g}]$とする。

(3) $(I_p \otimes a_1')S(I_p \otimes a_1)$の計算

(4) (3)の固有値と固有ベクトルを計算し、最大固有根λ_1に対応する固有ベクトルをB_1とする。

(5) (4)のB_1を用いて$(B_1' \otimes I_g)S(B_1 \otimes I_g)$を計算。

(6) (5)の固有値と固有ベクトルを計算し、最大固有根μ_1に対応する固有ベクトルをa_1とする。

(7) λ_1, μ_1が所定の精度に収束するまで、(3)～(6)の手順をくり返す。

(8) 収束後に(4)から得られる固有ベクトルを固有値の大きさ順に列ベクトルとして並べたものをB，同様に(6)から得られる固有ベクト

ルを並べたものを$\mathbb{C}$とする。

以上の手順において、(2)の初期値の与え方、変量の数によっても異なるが、i, j相ともに20変量程度の時でも、3回程度のくり返しで、小数点以下3桁の精度の収束解が得られる。この解法の数値例は、付録A3において考察するが、そこでは、このような本節で提案した$\mathbb{B}$, $\mathbb{C}$の新解法を、Tuckerの方法と区別するために TRFAC と呼んでいる。

5.4.5 因子得点行列$\mathbb{F}$の解法

これまでに得られた$\mathbb{B}$, $\mathbb{C}$は、i, j相の因子行列と考えることができ、式(5.3)における$\mathbb{F}$の要素f_{klm}は、5.4.3におけるi相の第l成分, j相の第m成分に対応する2相変量の主成分ξ_{lm}の実現値とみなすことができる。

したがって、$\mathbb{F}$の推定値は、$\mathbb{B}$, $\mathbb{C}$を前述の方法によって求めるとすれば、通常2相の因子分析法における因子得点を推定する場合と同じ方法で求めることができる。ここでは、誤差の平方和を最小にする基準で、$\mathbb{F}$を求める方法を示すと、式(5.3)から、次のようにあらわされる。

$$\mathbb{F}' = [(\mathbb{B}\otimes\mathbb{C})'(\mathbb{B}\otimes\mathbb{C})]^{-1}(\mathbb{B}\otimes\mathbb{C})'_k\mathbb{Y}_{(ij)} \qquad (5.25)$$

式(5.8)および、$\mathbb{B}$, $\mathbb{C}$は直交行列であることから、次式のように簡略化される。

$$\mathbb{F}' = (\mathbb{B}'\mathbb{B}\otimes\mathbb{C}'\mathbb{C})^{-1}(\mathbb{B}'\otimes\mathbb{C}')_k\mathbb{Y}'_{(ij)}$$
$$= (\mathbb{I}_{p'}\otimes\mathbb{I}_{q'})^{-1}(\mathbb{B}'\otimes\mathbb{C}')_k\mathbb{Y}'_{(ij)}$$

さらに単位行列の直積は、やはり単位行列であるので、

$$\mathbb{F} = (\mathbb{B}' \otimes \mathbb{C}')_k \mathbb{Y}'_{(ij)} \quad \text{または} \quad \mathbb{F} = {}_k\mathbb{Y}_{(ij)}(\mathbb{B} \otimes \mathbb{C}) \qquad (5.26)$$

を得る。

以上によって、式(5.3)における$\mathbb{B}$, $\mathbb{C}$, $\mathbb{F}$を求める解法を示すことができたわけであるが、本節で示した3相データの因子分析モデルおよび解法は、一般論としても成り立ち、その評価についての考察は付録A3, A4に与える。

5.5 製品因子と普遍化評価因子の抽出と両因子の関係

5.5.1 製品因子の抽出

表5.3 製品因子の因子行列*(バリマックス回転後)と因子の解釈

製品 ＼ 製品因子	B1 環境改善型	B2 趣味関連型	B3 家政型
1 扇風機	0.2404	0.2283	0.1602
2 石油ストーブ	0.2667	0.0948	0.0991
3 電気こたつ	0.3266	0.1019	0.1803
4 電気毛布	0.3459	0.1358	0.0917
5 電気(ガス)釜	0.2076	0.1212	0.2885
6 ガス瞬間湯沸器	0.3267	0.0726	0.1020
7 トースター	0.2641	0.1019	0.2740
8 洗濯機	0.2666	0.1528	0.1782
9 掃除機	0.0527	0.2131	0.1964
10 ミシン	0.0696	0.1137	0.4194
11 アイロン	0.1437	0.0599	0.3657
12 ドライヤー	0.1922	0.0105	0.3330
13 カラーTV	0.2648	0.3221	0.0503
14 ステレオ	0.1028	0.4058	0.0801
15 テープレコーダー	0.0983	0.3297	0.2489
16 トランジスタラジオ	0.1561	0.3867	0.0750
17 カメラ	-0.0082	0.2541	0.3111
18 腕時計	0.1098	0.3133	0.0448
19 冷蔵庫	0.2237	0.0985	0.2639
20 自動車	0.1454	0.1891	0.1220
21 クーラー	0.3013	0.2126	0.0656
寄与率(%)	36.57	28.58	26.67
累積寄与率(%)	36.57	65.15	91.32

* 因子負荷量は基準化してある。

式(5.3)における$\mathbb{B}$, $\mathbb{C}$は、製品因子と製品、普遍化評価因子と評価項目の関連の強さをあらわすウエイトをその要素とする因子行列であり、5.4節で提案した方法によってそれぞれ求めることができる。そしてこの因子との関連の大きさにしたがって、製品因子、普遍化評価因子の内容の推定、解釈が可能となる。はじめに製品因子については、寄与率が90%を越えた3因子までを因子としての取り込みを行ない、さらに単純構造を得るためにそれをバリマックス回転を行なった。その結果得られたウエイト、すなわち因子行列が表5.3であり、3因子での寄与率は、約91%となっている。

この結果から、21の製品のそれぞれの因子との関連の強さを、そのウエイトの大きさによって示したのが図5.2である。因子1(B1)と関連の強い製品は、電気毛布、電気コタツ、ガス瞬間湯沸器、クーラー、石油ストーブ等であり、一方カメラはほとんど関連がない。これより、B1に関しては、環境の改善、季節的、生理的快適さ、居住性の向上等のイメージがあげられることから、環境改善型製品因子と定義できると考える。同様に、因子2(B2)と関連の強い製品は、ステレオ、トランジスタラジオ、テープレコーダー、カラーTV、腕時計、カメラ等であり、ドライヤー、アイロン等とは関連が弱い。これより、B2に関しては、趣味的、マニア的、嗜好性が強い等のイメージがあげられ、趣味関連型製品因子と定義できる。最後に、因子3(B3)と関連の強い製品は、ミシン、アイロン、ドライヤー、カメラ等であり、腕時計、カラーTV等とは関連が弱い。これより、B3に関しても、家政に用いる、使用頻度が低い、非設置製品、収納を伴う等のイメージがあげられ、これらを代表するものとして、家政型製品因子と定義できる。

一方、特定の製品について考えると、多くの製品は、どれか1つの製品因子と強い関連を持ち、他の製品因子を含まない場合が多いが、カメラは趣味関連

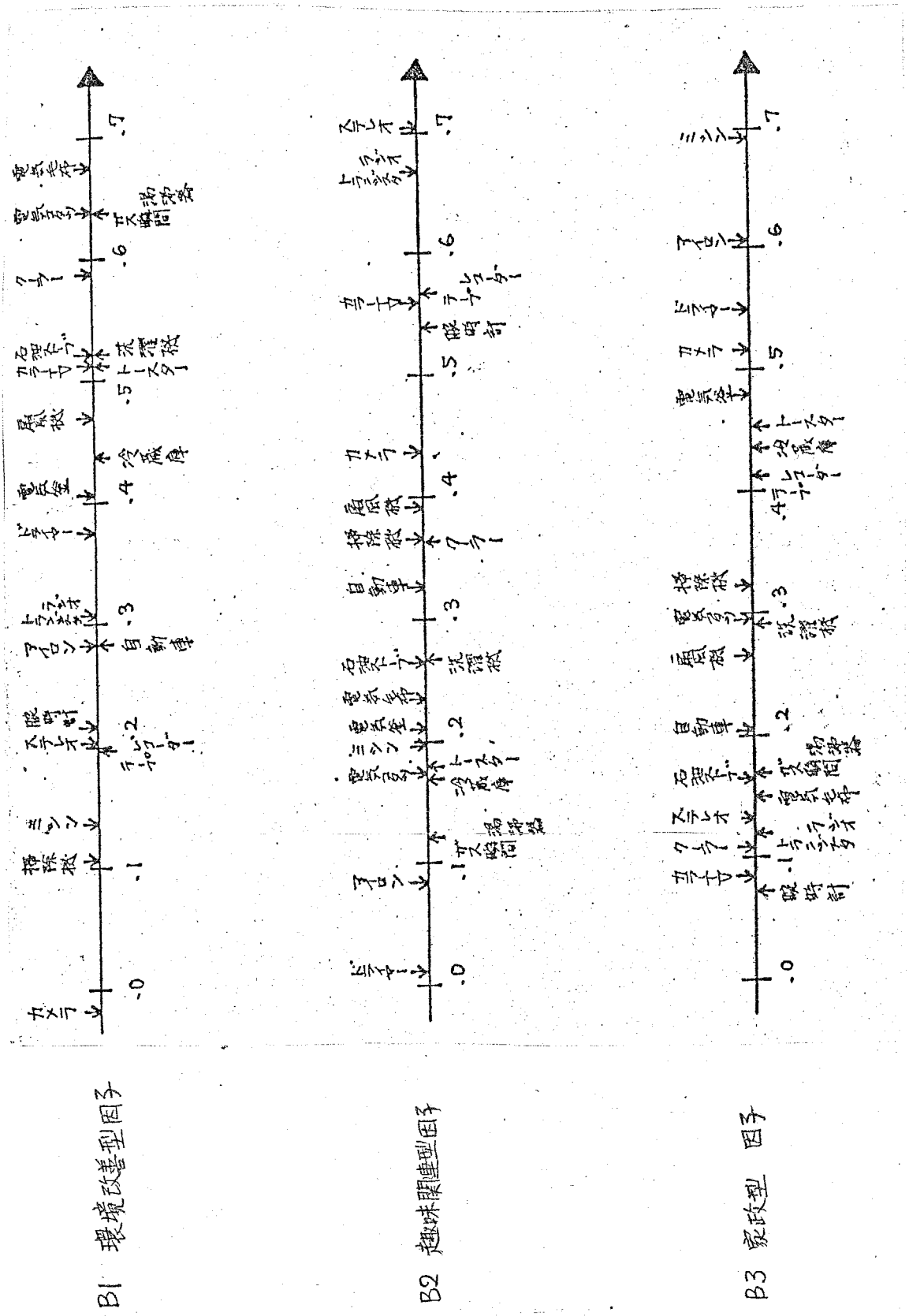


図5.2 製品因子と製品の関連の強さ（製品因子負荷量）

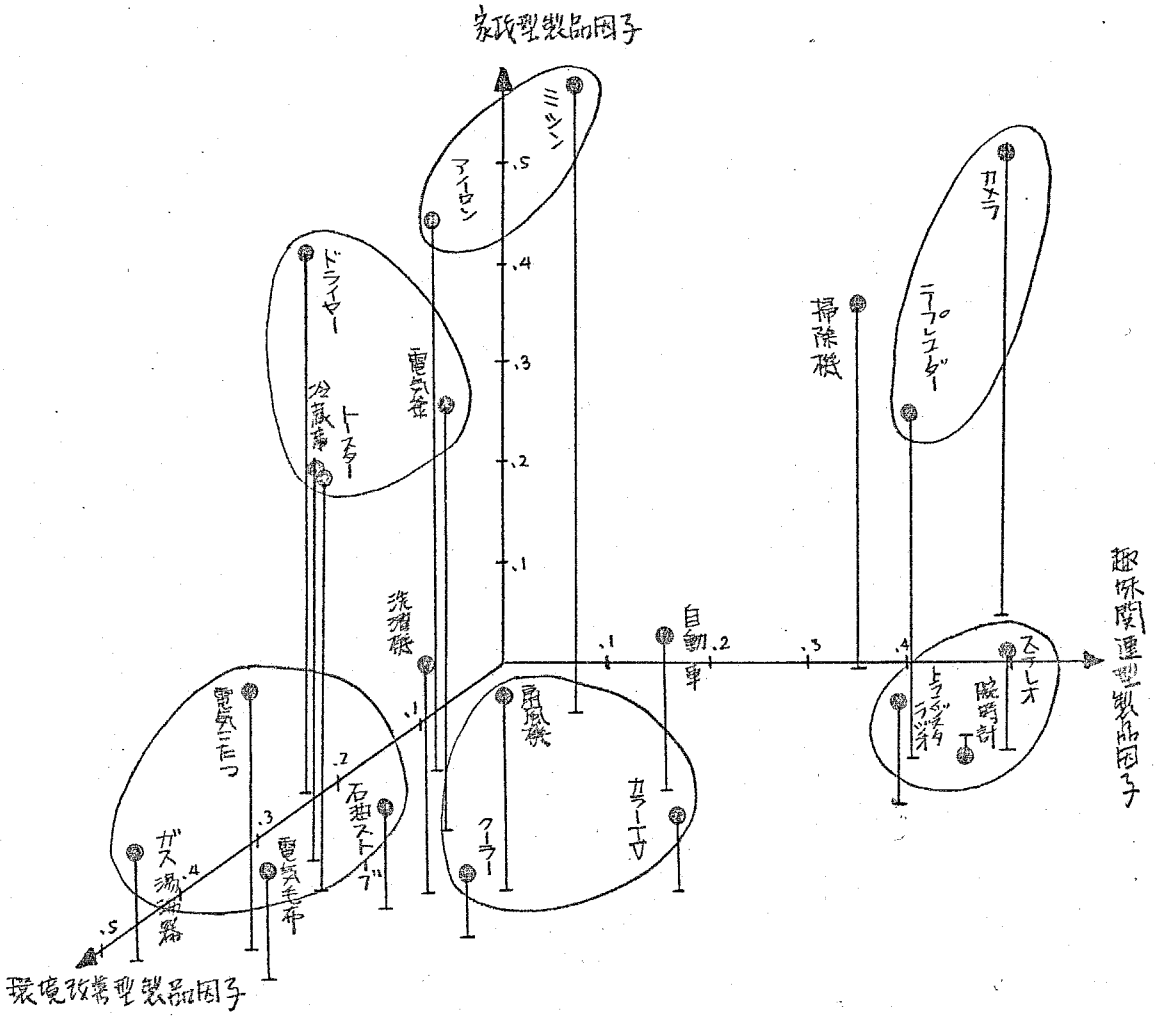


図5.3 製品空間における21製品の布置と6つのクラスター

型と家政型の双方と同程度の強い関連を持つ。これはカメラが高級カメラとポケットカメラなど使用目的が異なる2つの品種を含んでいるためと考えられる。また冷蔵庫、電気釜は、環境改善型と家政型の中間的な性質を持っている。自動車は、解析前の予測に反して、3つの因子のどれとも、特徴的な関連がみられない。これは、自動車(乗用車)の製品因子に対する共通性を計算すると、21製品中自動車が最低であり、これら3つの製品因子では、自動車(乗用車)の場合は説明できないことを意味するが、乗用車といっても、ステータス・シンボル的な志向の強い高級乗用車から、実用本位の大衆乗用車まで多様であり、

これらを分離しなかったための影響と考える。(注4)

図5.2を用いて、3次元の製品因子からなる製品空間として図示すると、それぞれの製品の布置は、図5.3のようになる。この図から推察されるように、21の耐久消費財は、いくつかのクラスターが形成されることがわかる。それぞれの製品品質に対する消費者の期待という観点から分類すると、次の6つのグループに分類される。

1 環境改善型：電気毛布、電気コタツ、ガス瞬間湯沸器、石油ストーブ。
2 趣味関連型；ステレオ、トランジスタラジオ、腕時計。
3 家政型：ミシン、アイロン
4 環境改善－趣味関連型：クーラー，カラーTV，扇風機。
5 環境改善－家政型：電気釜、冷蔵庫、ドライヤー、トースター。
6 趣味関連－家政型：カメラ，テープレコーダー。
7 その他：自動車、掃除機，洗濯機。

5.5.2 普遍化評価因子の抽出

評価因子についても、製品因子と同様に、寄与率が90%を越えるまでの5因子の取り込みを行ない，それらをバリマックス回転した結果が、表5.4である。製品因子の場合と比べて、評価因子の場合は16項目に対して5因子となったのは、ここで解析しようとする評価因子が耐久消費財に共通的、普遍的な因子であり、取り上げた評価項目が、5.3.1で述べたように、既にまとめあげられていることに起因する。

表5.4から、得られた個々の因子について、その解釈をするために、関連の強い評価項目をあげると、

表5.4 評価因子の因子行列*(バリマックス回転後)と因子の解釈

評価因子 / 評価項目	C1 性能	C2 時間	C3 拡大	C4 環境	C5 保全
1 基本的機能の程度	0.4423	0.1732	0.0644	0.1115	0.1929
2 基本的機能の速さ	0.3200	0.1018	0.1090	0.0384	0.1261
3 調節操作のし易さ	0.4339	0.0862	-0.0181	0.4375	0.1014
4 出入操作のし易さ	0.2430	0.1342	0.0662	0.1769	0.0779
5 作業のし易さ	0.1655	0.0998	0.0488	0.1228	0.0468
6 設置,収納へし易さ	0.1829	0.1467	0.0208	0.4757	0.2216
7 掃除,保守のし易さ	0.1643	0.2123	0.2819	0.1333	0.5794
8 維持,点検のし易さ	0.1500	0.2020	0.0913	0.1382	0.2078
9 安全さ	0.2186	0.2347	0.1450	0.2984	0.5344
10 耐久性	0.2884	0.5137	0.1767	0.2422	0.2086
11 経済性	0.1821	0.5601	0.1868	0.1512	0.2030
12 色,スタイルの良さ	0.0989	0.1167	0.2935	0.4747	0.0782
13 居住に与える影響	0.2395	0.1940	0.0445	0.2381	0.1171
14 付随的に発生する弊害	0.2774	0.3196	0.1145	0.1315	0.2533
15 付加的機能への期待	0.2276	0.1291	0.5152	0.0415	0.1772
16 目的変更	-0.0147	0.1176	0.6591	0.1166	0.1197
寄与率(%)	27.45	20.87	20.61	15.70	14.57
累積寄与率(%)	27.45	48.06	68.67	84.37	98.94

* 因子負荷量は基準化してある.

・因子1(C1) - 基本的機能の程度と速度、調節操作のし易さ。

・因子2(C2) - 経済性,耐久性,付加的に発生する弊害。

・因子3(C3) - 目的変更、付加的機能への期待。

・因子4(C4) - 設置.収納のし易さ,色,スタイルの良さ、調節操作のし易さ。

・因子5(C5) - 掃除.保守のし易さ,安全さ。

となる。この結果より、C1は基本的機能の性能,C2は時間的な劣化や維持.C3はオプション等による機能拡大、C4は生活環境との調和,C5は製品の使用に伴う安全、保守を、それぞれ表わす因子と考えられる。すなわち、C1,C2,C3は、基本的な機能に対する.それぞれ、性能向上、時間的な品質の向上、範囲の拡大に関する市場の期待の因子であり.

表5.5 製品因子と普遍化評価因子の相関

普遍化評価因子 ＼ 製品因子		B1 環境改善型	B2 趣味関連型	B3 家政型
C1	性能	0.352	0.236	0.327
C2	時間	0.358	0.247	0.376
C3	拡大	0.059	0.082	0.038
C4	環境	0.086	0.084	0.019
C5	保全	0.537	0.188	0.443

表5.6 製品因子と普遍化評価因子の相対的な対応関係

普遍化評価因子 ＼ 製品因子		B1 環境改善型	B2 趣味関連型	B3 家政型
C1	性能	大	小	中
C2	時間	大	小	大
C3	拡大	中	大	小
C4	環境	大	大	小
C5	保全	大	小	大

C1：性能因子，C2：時間因子，C3：拡大因子

と定義される。一方、C4およびC5は、基本的な機能とは直接関係しないような外部環境的な因子であり、

C4：環境因子，C5：保全因子

と定義される。

5.5.3 製品因子と普遍化評価因子の関連

これまでに求めた製品因子および普遍化評価因子のウエイト、すなわち負

荷量は、それぞれ製品、評価項目に固有なものであるが、それらに対する消費者の期待f_{kl}は、製品因子と評価因子でそれぞれ独立にされるものでなく、互いに関係をもつと考えられる。ここでは式(5.2)に示すように製品因子(得点)f_{kl}、評価因子(得点)f_{km}を、別々に求め[注4]、これによってf_{klm}が構成されると考える。そして、求められたf_{kl}とf_{km}の相関について調べると、表5.5のようになる。

表5.5より、3つの製品因子よりなる製品の共通因子空間と強い相関をもつのは、性能、時間、保全の3つの因子であり、拡大、環境因子は弱い。これは回答の抽出した因子数の差にも起因すると考えられるが、製品因子空間は、性能、時間、保全の評価因子と主に関係づけられることを意味する。一方、評価因子を固定して、各製品因子との相関の差をみると、その相対的な大きさによって、製品因子の特徴づけができる。この関係を表にまとめたのが、表5.6であり、環境改善型は、保全、性能、環境因子が相対的に相関が高く、趣味関連型は拡大、環境因子、家政型は時間、保全因子が、それぞれ相対的に相関が高い。

以上のことから、例えば、電気毛布、電気コタツ等、環境改善型に属する製品群では、保守のし易さ、基本的機能の性能アップ等に関する市場の期待が、他の製品群に比べて強く、市場追従型の品質方針をたてる場合には、これらに関する特性の品質向上を計ればよいことになる。同様にして、表5.6に示されているような製品因子と評価因子との相対的な関連をもとに、5.5.1で分類した製品群と評価因子とのマトリックスを構成することができ、これによって、製品による市場の期待の特徴を表現することができる。

5.5.4 因子の消費者属性による規定力

表5.7 消費者属性が評価因子に与える影響（数量化Ⅰ類による解析結果） {左側：カテゴリーに与えられた数値 / 右側：偏相関係数

属性	カテゴリー ＼ 評価因子	B1 性能	B2 時間	B3 拡大	B4 環境	B5 保全
性別	男	0.104	-0.119	-0.258	0.065	-0.175
	女	-0.104 0.254	0.119 0.267	0.258 0.324	-0.065 0.183	0.175 0.408
年令	低	-0.005	0.009	-0.042	-0.011	0.009
	高	0.018 0.020	-0.030 0.036	0.148 0.074	0.039 0.059	-0.031 0.037
職業	学生	0.003	-0.028	0.060	-0.020	0.009
	主婦	-0.078 0.070	-0.007 0.087	-0.117 0.064	-0.031 0.101	-0.195 0.172
	社会人	0.032	0.062	-0.065	0.057	0.079
世帯人数	小	0.106	0.110	-0.119	0.030	-0.035
	大	-0.106 0.274	-0.110 0.246	0.119 0.159	-0.030 0.084	0.035 0.097
重相関係数		0.4068**	0.3632*	0.3753*	0.2465	0.4298**

* 5%有意　　** 1%有意

表5.8 消費者属性が製品因子に与える影響（数量化Ⅰ類による解析結果） {左側：カテゴリーに与えられた数値 / 右側：偏相関係数

属性	カテゴリー ＼ 評価因子	C1 環境改善型	C2 趣味関連型	C3 家族型
性別	男	-0.036	0.041	0.002
	女	0.036 0.274	-0.041 0.197	-0.002 0.007
年令	低	-0.014	-0.004	0.034
	高	0.051 0.163	0.124 0.023	-0.120 0.183
職業	学生	0.012	0.001	-0.031
	主婦	-0.107 0.240	-0.007 0.009	0.140 0.153
	社会人	0.028	0.001	-0.005
世帯人数	小	0.024	0.019	-0.059
	大	-0.024 0.204	-0.019 0.099	0.059 0.291
重相関係数		0.3502*	0.2463	0.3333*

* 5%有意

（カテゴリーに与えられた数値が大きいほど、対応する因子に対する期待が高い。）

企業にとって、個々の消費者の期待は不確定要素の多いものであっても、明確な属性によって、期待のパターンの分類ができれば、それによって細分化された市場ごとに製品品質を操作的な戦略として用いることができる。そこで、消費者の属性が、f_{val}, f_{fam}に与える影響を本調査の限りにおいて調べるために、数量化理論I類による解析した結果を、表5.7・表5.8に示す。

これより、重相関係数は、評価因子については、環境因子を除いて、製品因子については趣味関連型を除いて、統計的に有意であり、これらの消費者属性によって、それぞれの因子に対する期待のパターンを規定することに意味があることを示している。ただし、本章における調査は男女の属性を中心に計画したものであり、その結果、性別の規定力が他の属性に比べて高い傾向となっている。

5.6 結語

本章では、4章で求めた特定製品に対する評価因子を耐久消費財まで、普遍化するために、4章におけるモデルを拡張して製品による期待のパターンの違いをあらわす製品因子の概念を導入した。そしてこの拡張したモデルのもとに21の耐久消費財の品質向上期待のデータから、製品因子、および普遍化した評価因子を実際に推定することができた。その結果、

(1) 製品因子として、環境改善型、趣味関連型、家政型の3つの因子、そして普遍化評価因子としては、性能因子、時間因子、拡大因子、環境因子、保全因子の5つがそれぞれ得られた。

(2) さらに、これらの製品因子と普遍化評価因子との数量的関係および製品因子による製品のグルーピングを与えることによって、例えば環境改善型に属する製品群では、基本的機能に関する性能の向上ということに企業の品質を方

針づけることが、市場追従型の品質方針を設定する場合には有利であることなど、既存製品の設計変更や新製品開発の指針として活用できることを示した。

(3) 一方、これらの製品因子、普遍化評価因子を求める立場からは、製品－評価項目－消費者からなる3相データの因子分析法として、そのモデル、および解法を新らたに開発した。ここで提案したモデル、および解法は、2組の変量と1組のサンプルからなる3相データの因子分析法として、一般論としても成り立ち、特にその解法は、Tucker の3相因子分析における最小二乗解を与えるものとなっている。

なお、本章で仮定および得られた評価構造の妥当性は、それぞれの因子数に対する寄与率の大きさ、また消費者属性による因子に関する期待度をあらわす因子得点の有意性などによって、4章と同様に傍証的にではあるが説明できたと考える。また具体的に1つの企業で、本章で考察したことを適用するには、例えば乗用車というものを1つの製品として考えるのではなく、品種の違いを本章で扱った製品に置き換えた調査分析が必要であろう。このような考え方は、目的は異なるが、6章において具体的に示される。ここでは、その一般的フレームワーク、および方法論を示したものである。

注

(1) 本章の内容の一部は、秋庭雅夫、圓川隆夫："耐久消費財の機能評価因子と製品の特徴づけに関する研究"として、日本経営工学会昭和54年度春季研究発表会にて、発表したものであり、日本経営工学会誌, Vol. 30, No. 2, pp. 207-213, (1980) に掲載。

(2) 4章と同様に、ここでも測定した特定製品の特定の評価項目に対する期待度は、間隔尺度として尺度構成している。

(3) ここで定義した2相変量 Y_{ij} は、通常の因子分析法または主成分分析における観測データまたはそれを基準化したデータ y_{ij} (i: サンプル, j: 変量) から主成分あるいは主因子解を求めるための変量 Y_j の拡張概念である。この場合、y_{ij} は Y_j の実現値とみなすことになる。

(4) 乗用車に対するイメージの観点から、乗用車を分類する方法およびそれを構成する製品因子については6章で具体的に示す。

(5) 式(5.26)から最小二乗法で求めた f_{klm} を、式(5.2)のように f_{kl} と f_{km} に一意に分解する方法はない。そこで、f_{kl} は製品因子負荷量に対する消費者および評価項目の因子得点 $f_{(km)l}$ を、評価項目の影響を取り除くために、m についての平均をとった $\bar{f}_{(k\cdot)l}$ を f_{kl} の推定値とすることによって求めた。同様に f_{km} も、評価因子負荷量に対する消費者および製品の因子得点 $f_{(kl)m}$ を、製品による影響を取り除くために、l について平均をとった $\bar{f}_{(k\cdot)m}$ を f_{km} の推定値とすることによって求めた。

参考文献

[1] Kotler, P. : MARKETING MANAGEMENT, analysis, plannig and control, PRENTICE-HALL INC. Englewood Cliffs N.J., (1967)

[2] Holton, R.H. : " The Distiction Between Convenience Goods, Shopping Goods and Specialty Goods," Journal of Marketing, Vol.23, pp.53-56, (1958)

[3] Bucklin, L.P. : " Retail Strategy and the Clasification of Consumer Goods," Journal of Marketing, Vol.27, pp.50-55, (1963)

[4] Miracle, G.E. : " Product Characteristics and Marketing Strategy," Journal of Marketing, Vol.29, pp.18-24, (1965)

[5] 吉田正昭 : 消費者行動の分析モデル, 丸善, 3章商品評価, pp. 66-96, (1969)

[6] 総理府統計局編, : 昭和49年全国消費実態報告, 第9巻, 耐久消費財, (1976)

[7] Tucker, L.R. : " Some Mathematical Notes on Three Mode Factor Analysis," Psychometrika, Vol.31; pp.279-311, (1964)

[8] 圓川隆夫 : " 多相データの因子分析法に関する研究 ", 日本経営工学会誌, Vol.31, No.1, pp 101-106, (1980)

[9] Bellman, R. : Introduction to Matrix Analysis, p.228
McGraw-hill, (1960)

6章 価格要因の評価構造への導入

6.1 序

企業が供給する製品品質に対して、消費者は効用または便益を受けるとともに、その代償として価格（取得コスト）などのさまざまな経済的支出を負担しなければならない。これまで本論文では、この価格の消費者に与える影響についてはふれずにきた。これは、対象を消費者の使用上の満足である市場品質の評価構造に限定してきたこと、さらにマーケティング戦略の中の1つとしての価格政策は、製品品質の戦略とは直接的には結びつかないとの考えによる。しかし消費者の製品に対する価値の立場から考えるとき、製品から感じる効用とそれに対する経済的支出である価格とのバランスの上で、その製品に対する価値が決まってくるものと考えることができる。

このように製品を獲得するために、消費者が負担すべきコスト、すなわち価格の側面を導入することは、これまで考えてきた市場品質の概念の枠から、購買動機、選好モデルなどの消費者行動の分野まで視点を拡げる必要がある。2.3節で考察したように、製品品質と価格を含んだ消費者の選好に対する決定ルールを示すモデルとして、期待価値モデルがある。これらのモデルにおいて、目的変数である消費者の選好に対して、価格は他のいくつかの製品属性と等価な1つの要因としてとりあげられ、それらの各要因の効果の和として期待価値が求められる。すなわち、価格を他の製品品質をあらわす製品属性と独立な変数

とみなしている。しかし、価格を消費者の効用に対する代償的なコストという立場で考えたとき、価格に対する消費者の判断は、製品品質の具体的内容から受ける効用に依存しているのであり、価格と製品品質は独立ではあり得ない。

一方、消費者の効用は、それを製品品質に対する向上期待として捉えたとき、いくつかの評価因子にもとづいていることをこれまで示してきた。これに対して、効用に対する製品の価格についても、評価因子または評価因子に対応する製品品質を構成する物的特性と同一水準に分解し、製品のもつ多次元的な効用と、消費者の支払うべき価格とを対比させて考えることができれば、特定製品に対して消費者が感じる価値のより再現性の高いモデルとなるばかりでなく、企業の立場からは、具体的な物的特性の品質水準の改善などの品質目標を与えるものとして有効であろう。

以上のような観点をもとに、本章では、まず特定製品に対する消費者の効用を、前章までと同様に評価因子に分解し、評価因子または評価因子に対応する物的特性をウエイトづける。さらに、製品の価格についても、特定製品群の中の現存する各製品種類または品種の標準価格と、それらの各製品種類のもつ物的特性の品質水準を対応させることによって、解析的に物的特性の品質水準に価格を配分、分解する。そして、これらの分解された効用と価格にもとづき、各物的特性における品質目標の設定方法について提案する。(注1)

6.2 モデルの設定と品質目標の設定方法

6.2.1 消費者の効用の物的特性への分解

前章までは、市場品質の評価構造をあらわす評価因子を求めるに際して、品質項目に対する向上期待度をその出発点としていた。ここでは、そのような品

質項目から期待度を測定するのではなく、製品そのものに対する効用(注2)を直接的に測定する。製品品質の異なるいくつかの製品種類について、これらの効用を測定することによって、評価因子に対応する物的特性に分解することを考える。その意味で、前章までの期待度という用語に対して期待効用という言葉を用いる。したがって、対象とする製品種類の範囲が問題となるが、これについては、5章で考察したように、製品因子空間における同一のクラスターに存在する製品群を考える。この製品群の求め方については、6.3で具体的に示すが、5章における耐久消費財全体の中の製品種類ではなく、むしろ特定製品における品種に相当する製品種類である。すなわち、ここでいう製品とは、使用目的をほぼ同一とする特定製品における品質の水準、またはブランドを異にする製品種類または品種を意味する。

このような期待効用は、品質項目に対する期待度と同様に、消費者個人によって異なる。そこで、本章においても個々の製品に対する期待効用を考えるのではなく、その縮約された情報である評価因子または対応する物的特性に対する期待効用として把握することによって、消費者の層別あるいは市場の細分化を計ることを考える。そして、このように層別した消費者グループごとに、物的特性への期待効用の分解をおこなう。以上のことを、定式化すると次のようになる。

評価因子によって層別された消費者のグループg($g=1,\cdots,G$)の製品pに対する期待効用をU_g^pとすると、U_g^pはその製品の物的特性m($m=1,\cdots,M$)の品質水準L_m^pの関数である$v_m^g(L_m^p)$に分解できる。逆にU_g^pは$v_m^g(L_m^p)$によって決まってくるものであり、ここでは一次近似的な意味で、次式が成り立つものとする。

$$U_g^p = \sum_{m=1}^{M} u_m^g(L_m^p) \qquad (6.1)$$

ここでL_m^pは製品pが指定されれば決定される変数である。またu_m^gは物的特性mおよび消費者のグループgに固有な関数であり、L_m^pに対する感度によって物的特性mの重要度（ウェイト）が決まってくる。

6.2.2 製品価格の物的特性への分解.

市場品質に対する消費者の負担すべきコストの概念として、ライフ・サイクル・コスト[2]または使用者品質コスト[3]の概念がある。ライフ・サイクルコストは、米軍部との契約から産業界に普及したものであるが、それを構成する要素として、販売価格（取得コスト）、製品ライフ中の保全費、運転費、在庫管理費、教育訓練費、休止損失などである。これらは、主に産業財に関する費用項目であるが、これを耐久消費財に適用した場合、金額として製品による比較が可能なものは、価格および、運転ならびに保全費のみと考えられる。さらに、価格を除いた保全費、維持費などの大小は、製品品質そのものに変換して考えることができる。すなわち維持費がかからないことは、それだけ経済性に関する製品品質の品質水準が優れているということができる。このようなコストとしての明確さ、および代替性により、ここでは効用に対する消費者の負担すべきコストとして価格のみについて考える。

一方、価格を企業の立場から考えると、価格は、(1) コスト・プラス法, (2) 競争会社との比較、(3) ユーザーとの関係、などで決まってくるものであり、企業経営における戦略的要素を含むものである。特に競争の激しい耐久消費財においては、コスト・プラス法によって価格設定がなされることはまれであると考えられる。しかしながら、特定製品群における品種間の相対的な価格の差は、

物的特性の品質水準の差によって、ある程度の説明が可能であると考えられる。例えば、本章の後述のような乗用車の同一車種におけるグレードの違いによる価格の差などの場合である。このように、製品の価格が物的特性の品質水準の関数であると仮定できれば、製品の価格の差と対応する品質水準の差から、製品の価格を物的特性の品質水準に分解することが可能となる。以上のような考えを、効用と同様に定式化すると次のようになる。

ある製品pの価格C^pは、その製品の物的特性m（$m=1,\cdots,M$）の品質水準L_m^pの関数となっている$C_m(L_m^p)$に分解できる。逆にC^pは個々の物的特性に対する$C_m(L_m^p)$によって構成され、次式であらわせる。

$$C^p=\sum_{m=1}^{M} C_m(L_m^p) \qquad (6.2)$$

式(6.2)は上述のような仮定の上に成り立つものであり、6.3節でこのような関係が成立していることを例証することも、本章の目的の1つである。(注4)

式(6.2)は消費者とは無関係に成り立つものであるが、一方製品の原価について知ることのできない消費者の立場からは、製品の価格は製品の品質水準をあらわす1つの指標であり[47]、製品の効用に対する代償的な取得コストである。そして消費者は製品の効用をいくつかの評価因子にもとづいて評価していることを考えると、個々の評価因子の期待効用に対する代償として$C_m(L_m^p)$を支出すると考えることができる。その意味でも評価因子に製品の物的特性を対応させる必要がある。

6.2.3. 品質目標の設定方法

6.2.1および6.2.2で考察した物的特性の品質水準に分解された期待効用、および価格の関係を、1つの物的特性、および1つの消費者グループについ

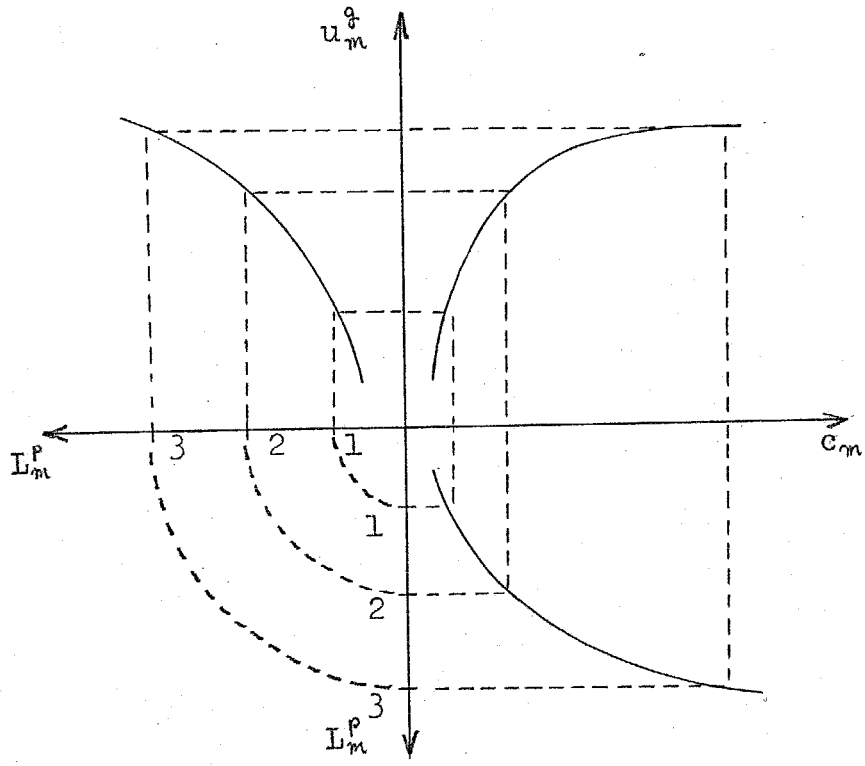


図6.1 物的特性mにおける品質水準と期待効用および価格との関係，価格と期待効用との関係。

て描くと図6.1のようになる。この図において、右下は物的特性mの品質水準とそれに対する消費者グループgの期待効用の関係であり、左上は物的特性mの品質水準と分解された価格との関係をあらわすものである。この両者を対応させることによって、左上の曲線のようなC_mとu_m^gの関係をあらわす曲線が得られ、ここではこの曲線にもとづいて、以下に示すような目標の設定を考える。

(1) U_g^Pを測定して$u_m^g(L_m^P)$が求まれば、ΔL_m^Pに対してΔu_m^gが最も大きくなるような物的特性mについて品質改善をすれば、gのグループに属する消費者層の便益は最も大きくなる。すなわち製品価格を考慮しない場合には、ΔL_m^Pに対するΔu_m^gの大きい順に品質改善をしていけばよい。

(2) しかし5.2.2で述べたように、品質改善によって消費者の便益が向上

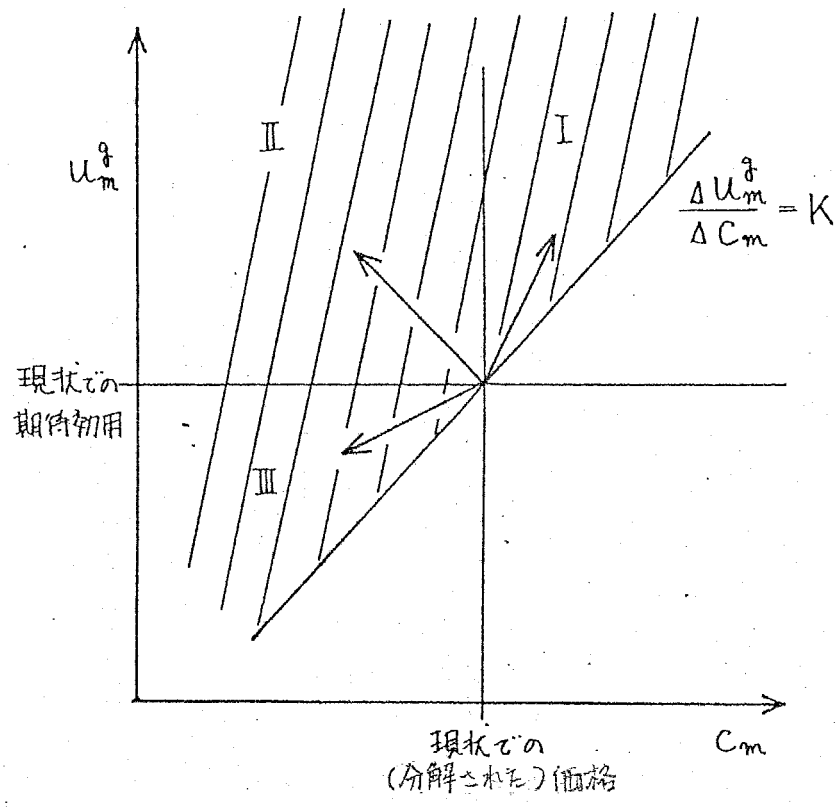


図 6.2 物的特性 m の改善方法

したとしても、その代償としての製品価格が増大したのでは、消費者の選好は得られないし、実際の購買行動に結びつかないであろう。この意味では消費者の選好関数を定義する必要があるが、このことについては本章における考察の範囲を越えるので言及しないが、$\Delta u_m^g / \Delta C_m$ が最大となるような品質水準が選定され、$\Delta u_m^g / \Delta C_m$ がある定数(K)よりも小さいならば、そのような物的特性を持つ製品は選好されないとするのが合理的であると考えられ、これを本章における前提条件とする。

(3) (2)の立場で各物的特性の品質水準を選定する場合、図6.2に示すように、ある製品の現状での品質水準から3つの領域への品質水準の変更が想定できる。

(I)品質改善による品質水準の向上を計ることによって、消費者の期待効用を大きくする場合。このとき、期待効用だけでなく消費者の選好または価値も増大する。この場合の追加的な価格は$\Delta U_m^g/K$以下におさえなければ、消費者の選好は得られない。

(II)品質水準を下げることによって消費者の期待効用が大きくなる場合。これは複数の評価因子が1つの物的特性に対応している場合であり、例えばエンジン性能に対する走行性と経済性などにみられる。

(III)この消費者グループにおいては、その物的特性の品質水準を下げることによって、消費者の選好、価値が得られる領域で、期待効用の低下を価格の減少で補う場合である。すなわち、その物的特性の品質水準が過剰品質になっている場合である。

6.3 乗用車による例証

6.3.1 乗用車のイメージ構成による分類(予備実験)

6.2節で述べてきたことを例証するために乗用車をその調査対象とすることにした。しかし乗用車といっても、グレード、車種など多様であり、5章で考察したように、乗用車を1つの製品と考えると、耐久消費財2製品の3つの製品因子において、特徴的な傾向はみられなかった。これは同一の消費者であっても、乗用車の中に含まれる製品種類によって、期待効用そのものが異なるためと考えられる。そこで調査対象を区分する必要があり、乗用車という概念を5章における耐久消費財全体に対応させて、乗用車を構成する製品因子に相当するものを抽出、そしてこれにもとづいて乗用車を分類することを考える。

そこで、消費者がどのようなイメージにもとづいて、乗用車というものを把

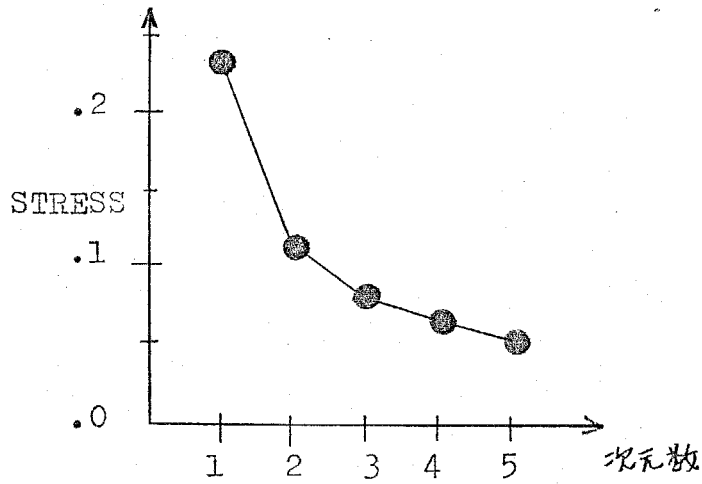


図6.3 乗用車の類似性データの次元数とストレスの関係(M-D-SCAL)

えているかを知るために、国産メーカーより市販されている28車種をとりあげて、これらの類似性を問う調査を予備的に行った(調査票については、付録B8参照)。この結果を3章で示したKruskalのM-D-SCALを適用して解析を行うと、図6.3に示すような次元数とともにあてはまりの良さをあらわすストレスの値を得た。これより2次元で十分であるとの観点から、2次元における乗用車の布置を描くと、図6.4のようになる。このときのストレスの値は、0.122であり"fair"なあてはまり[5]であるといえる。

これらの軸の意味を解釈すると、メーカー間の差、特にトヨタと日産の差をみると、この差に起因する差はあまりなく、これらの2軸は、それぞれ「高級さ」,「スポーティ」をあらわす軸と考えられる。なお、この結果はGreen, P.E.等[6]が、アメリカにおける11車種について同様な解析を行なった結果、「スポーティさ」,「デラックスな型」といった基本座標軸が2つ抽出されたという結果と符号する。

これらの乗用車に対するイメージの差を排除するため、乗用車を高級、中級、大衆の3つのカテゴリーに分け、高級についてはマークIIとローレル、中級についてはコロナとブルーバード、大衆についてはカローラとサニーを選定し、

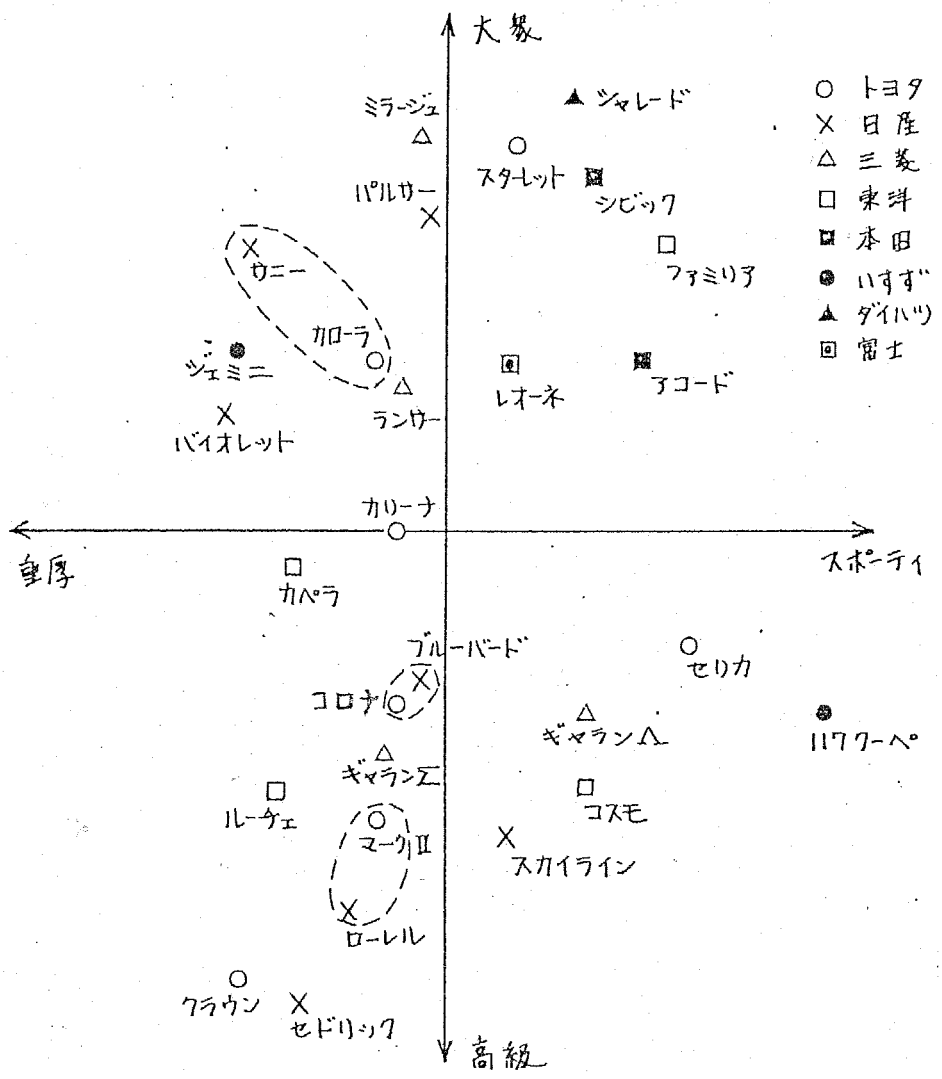


図6.4 国産28車種の類似性判断からM-D-SCALによって求めた乗用車の布置.

それぞれカテゴリーごとに別々の調査対象として以下解析することにした。これらの選定された車種は図6.4において極めて近傍に布置するだけでなく、企業の立場からは対抗車種として考えられているものである。さらに選定した同一車種について、昭和53年10月現在に市販されているすべてのグレード(モデル)をとりあげて、それらを調査対象車とした。例えば高級乗用車については

マークⅡ12製品，ローレル16製品の28製品、同様に中級乗用車22製品、大衆乗用車31製品である（具体的にとりあげた製品については付録B9の調査票を参照のこと）。

6.3.2 消費者の期待効用と層別因子の抽出

(a) 実施方法

上述の調査対象車に対して消費者の期待効用を測定するために、昭和53年11月から12月にかけて、アンケート調査を面接による質問紙法によって実施した。アンケート用紙（付録B9）は、回答者の属性として(1)性別、(2)年令、(3)職業、(4)世帯人員、および回答者が現在使用中の乗用車について(5)会社名、(6)形状、(7)年式、(8)使用目的、(9)主な使用場所、(10)購入方法、(11)運転タイプ、(12)使用頻度を、質問した後、高級、中級、大衆乗用車別に個々の製品について、「最も好ましい」から「最も好ましくない」までを10段階とする評定尺度法によって、回答者の期待効用を測定するという形式をとった。ただし期待効用を回答するにあたって、価格を考慮しない旨指示した。なお回答者の総計は208である[7]。

(b) 評価因子の抽出

(a)の調査とは別に、あらかじめ収集した乗用車に対する品質向上期待の品質項目（分類、整理後82項目となった）から、乗用車に対する評価因子を抽出した。これより、(1)走行性因子、(2)居住性因子、(3)安全性因子、(4)安定性因子、(5)操作性因子、(6)嗜好性因子、(7)経済性因子、(8)保守性因子、(9)選択性因子の9つの評価因子が得られた。

(c) 評価因子と物的特性との対応

(a)で得られたデータを、高級、中級、大衆乗用車別に主成分分析(注4)により解析

して、その結果を各製品が持つ物的特性の観点から解釈したところ、表6.1に示されるような5つの特性(成分)にもとづいて、消費者は各製品の持つ効用について評価していることがわかった。これらの結果は高級、中級、大衆乗用車にほぼ共通していえ、第5成分までの累積寄与率はそれぞれ73.3, 75.8, 72.0%であった。ただしこれらの特性のうち車種については、トヨタと日産の製品の差であり、他の4特性では表現できない両者の物的特性(デザインなどを含めて)の差を意味すると考えられ、このウエイトが最も高いのは高級乗用車であった。

これらの結果を(b)で得た評価因子との関係で把えると、9つの評価因子に対して実際に市販されている乗用車では、例えば走行性の優れたものは燃費などの経済性が劣るなど、物的特性の立場からは互いに相関をもってくることがわかる。そしてこれらの5つの特性をあらためて本論文でいう物的特性と定義し、これらの品質水準を表6.1で示すような2~3段階に分け、高級、中級、大衆乗用車別に各製品について5つの物的特性の品質水準を定めた。なおここでいう品質水準とは、消費者の期待効用に対してとりあげた実験因子(5つの物的特性)の水準を、意味する。しかしここで指定された水準は、品種、等級の違いなども含まれ、厳密には一般的に用いられる品質水準という言葉と一致しない。そこで本論文ではこれらを含めた同一カテゴリーに属する製品の物的特性の違いを、新らためて品質水準と定義し、以下その意味で用いることにする。

(d). 消費者の層別

式(6.1)におけるg, すなわち消費者グループを求めるために、消費者の期待効用に対する消費者の属性による規定力を調べる。この規定力が、大きいほど層別に有効な属性ということができる。そこで、(c)で得られた5特性に対する回答者の Z値を外的基準、(a)で示した12の回答者の属性を説明変数とする数量

表6.1　評価因子と物的特性の対応とその品質水準の設定

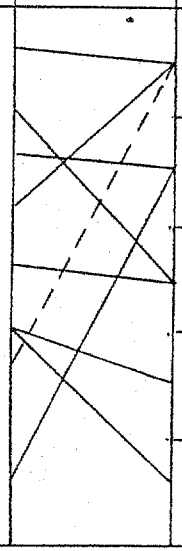
評価因子	両者の関係	物的特性(m)	考慮した項目	品質水準 (L_m^P) 1	2	3
1. 走行性 2. 居住性 3. 安全性 4. 安定性 5. 操作性 6. 嗜好性 7. 経済性 8. 保守性 9. 選択性		1. 走行性能	エンジン，サスペンション，ブレーキ，タイヤ，ミッション，デフ，スポイラーなど	エンジンは非力で余裕はないが維持費小．	若干の余裕をもたせたもの．	安定性も高いが維持費大．
		2. 装備性能	各種警告灯，ブザー，OKモニター，バンパー，衝撃吸収ステアリング，コンソール，モールなど	余分な装備を排除．	安全に関する装備を付加．	多くのアクセサリーをもった豪華装備．
		3. 操縦性能	シート，リヤウインドウ，ワイパー，トランクオープナー，ステアリング，ドアロック方式，ランバサポートなど	運転に必要な基本的な操作系．	操作系に楽な装置を付加．	内装もよく，操作も楽．
		4. 形状	4ドアセダン，2ドアハードトップ，4ドアハードトップ，リフトバック，クーペ	4ドアセダン	2ドアハードトップ	4ドアハードトップ（高級） クーペ，リフトバック
		5. 車種	他の4特性で表現できないトヨタと日産の物的特性の差．	トヨタ	日産	—

表6.2　主成分分析より得られた5特性に対する回答者のZ値を外的基準とする各属性の規定力の順位（偏相関係数3位まで）

カテゴリー ＼ 物的特性 ／ 順位		走行性能	装備性能	操縦性能	車種	形状
高級乗用車	1	職業	年式	使用場所	年式	年式
	2	使用頻度	形状	使用目的	使用場所	使用場所
	3	年令	使用頻度	使用頻度	世帯人員	使用頻度
中級乗用車	1	職業	使用頻度	使用場所	職業	使用場所
	2	年令	形状	形状	年令	年令
	3	使用頻度	職業	使用頻度	使用頻度	使用頻度
大衆乗用車	1	年令	年令	年令	使用場所	使用目的
	2	職業	使用目的	形状	使用目的	使用場所
	3	使用目的	使用頻度	使用目的	使用頻度	形状

化理論I類の解析を行った。ここで、主成分に対する回答者のZ値は、4章における評価因子期待度に相当するものであり、物的特性と定義された主成分に対する回答者の期待効用をあらわす。その結果、各乗用車のカテゴリー、および各物的特性について、12の回答者の属性のうち規定力が大きい、すなわち偏相関係数の大きい上位3属性を示すと、表6.2のようになる。

これより、回答者の母集団を異にするにもかかわらず、高級乗用車と中級乗用車の場合、各物的特性に対する期待効用と属性との関係には類似の傾向がみられる。高級乗用車においては、5特性を通して大きな規定力をもつ属性は、使用している車の年式（例えば装備性能における偏相関係数は0.50），および使用頻度（例えば走行性能における偏相関係数は0.65）であり、年式（旧，新）、使用頻度（大，小）を組み合わせた4つの層に分けて、以下の解析を進めることにした。同様に、中級乗用車では職業（非勤務、勤務）、使用頻度（大、中、小）を組み合わせた6つの層に、大衆乗用車では年令（20代，30代以

上）、使用目的（レジャー・買物，通勤・通学，業務）を組み合わせた5つの層に分けることにした。これらの各層は、6.2.1における消費者グループgに対応する。

6.3.3 物的特性による消費者グループの期待効用

まず(d)によって層別された消費者グループごとに、それに属する回答者の期待効用の平均をU_g^Pとした。そして、式(6.1)にもとづき5つの物的特性に対応する期待効用を求めるために、(C)で設定した品質水準を説明変数とした数量化理論I類を再び用いてv_m^g (L_m^P)を推定した。表6.3はその結果であり、各物的特性ごとの品質水準による期待効用のレンジ、および括弧内の数値は物的特性と外的基準であるU_g^Pとの偏相関係数をあらわしたものであり、これらの値が大きいほど、品質水準による期待効用の差が大きいことを示す。さらに表6.3の右欄は、重相関係数の値であり、0.834～0.995までの値を示し、物的特性によって消費者グループの期待効用がほぼ規定、予測できること、すなわち式(6.1)のような分析に意味があることをあらわす。

しかし、品質水準と期待効用との関係v_m^gの傾向は、消費者グループによって異なり、例えば、高級乗用車における消費者グループA_1, A_2についてv_m^gを描くと、図6.5のようになる。これより、新しい年式を使用している消費者グループでは、古い年式の消費者グループに比べて、走行性能は重視しているが、装備性能は重視していないことがわかる。同様に、図には示さなかったが、使用頻度の高い消費者グループは、走行性能を重視し、2ドアHTを好まない、ということがこれらの図を描くことにより推察される。なお、図6.5における個々の曲線は、図6.1における右下の曲線に対応するものである。

表6.3の結果から物的特性のウエイト(重視度)について概観すると、層によ

表6.3 各消費者層における物的特性の品質水準による期待効用の視定力

表中に示されている数値，左側：レンジ（$\max_{m} u^{g}_{m} - \min_{m} u^{g}_{m}$），括弧内：偏相関係数

	消費者層	走行性能	装備性能	操縦性能	形状	車種	重相関係数
高級	A1：年式旧・使用頻度大	0.669(.85)	0.325(.55)	1.039(.89)	0.193(.38)	0.183(.50)	.976
	A2：年式新・使用頻度大	1.239(.97)	0.501(.83)	0.502(.79)	0.230(.65)	0.131(.54)	.994
	A3：年式旧・使用頻度小	1.170(.91)	0.643(.77)	0.575(.53)	0.279(.64)	0.523(.83)	.983
	A4：年式新・使用頻度小	1.240(.95)	0.550(.76)	0.584(.65)	0.149(.35)	0.308(.73)	.988
中級	B1：非勤務・使用頻度大	1.275(.98)	0.938(.93)	0.735(.94)	0.030(.19)	0.176(.71)	.995
	B2：勤務・使用頻度大	0.848(.94)	0.628(.81)	0.861(.92)	0.045(.20)	0.040(.16)	.986
	B3：非勤務・使用頻度中	1.125(.95)	0.494(.73)	0.948(.95)	0.026(.13)	0.000(.00)	.991
	B4：勤務・使用頻度中	0.560(.80)	0.429(.54)	0.942(.85)	0.030(.09)	0.007(.02)	.952
	B5：非勤務・使用頻度小	0.993(.95)	0.604(.81)	1.006(.97)	0.193(.72)	0.020(.10)	.993
	B6：勤務・使用頻度小	1.308(.91)	0.307(.56)	1.037(.99)	0.498(.75)	0.458(.67)	.965
大衆	C1：20代・レジャー買物	1.140(.91)	0.684(.84)	0.390(.73)	0.146(.41)	0.012(.03)	.974
	C2：30代以上・レジャー買物	1.537(.86)	0.556(.56)	0.129(.21)	0.220(.32)	0.691(.73)	.937
	C3：20代・通勤・通学	1.390(.81)	0.362(.47)	0.615(.65)	0.084(.16)	0.147(.22)	.947
	C4：30代以上・通勤	0.320(.27)	0.455(.25)	0.370(.19)	1.694(.82)	0.638(.54)	.834
	C5：30代以上・業務	0.684(.67)	0.815(.70)	0.531(.56)	0.325(.52)	0.533(.66)	.926

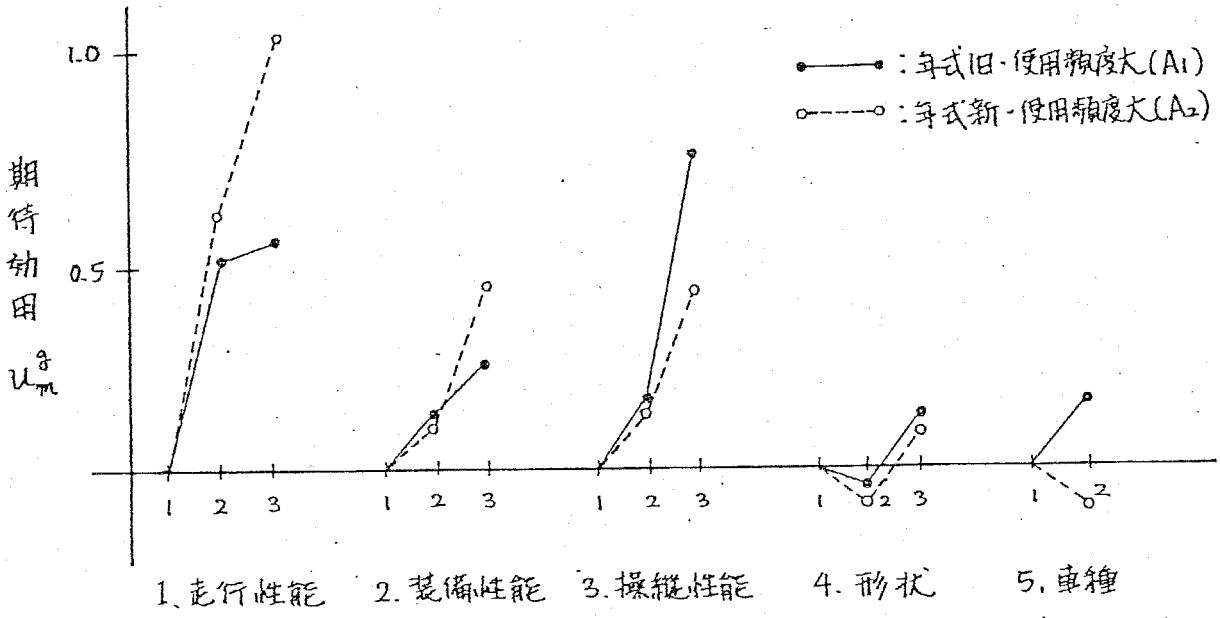


図6.5 高級乗用車A1層，A2層の物的特性の品質水準に分解された期待効用 $u_m^g(L_m^p)$

って多少の変動があるが、

高級乗用車では、

走行性能＞操縦性能＞装備性能＞車種＞形状

中級乗用車では、

走行性能＞操縦性能＞装備性能＞形状＞車種

大衆乗用車では、

走行性能＞装備性能＞操縦性能＞車種≒形状

といった一般的傾向がみられる。

6.3.4 分解された価格とその意味の考察

次に価格についても、各乗用車のカテゴリーに属する製品の価格とその製品の物的特性の品質水準から、期待効用と同様に物的特性に分解することを考える。表6.4は、式(6.2)に定数項を加えて、製品pの標準価格 C^p と物的特性

表6.4 物的特性に分解された製品価格

物的特性・品質水準		高級	中級	大衆
走行性能	1	0.	0.	0.
	2	12.14	5.63	5.06
	3	30.04	9.70	18.60
装備性能	1	0.	0.	0.
	2	0.12	7.23	3.29
	3	9.96	33.00	10.75
操縦性能	1	0.	0.	0.
	2	9.98	5.58	4.99
	3	50.32	16.25	5.18
形状	1. セダン	0.	0.	0.
	2. 2HT	5.64	3.52	1.34
	3 4HT・クーペ LB	11.11	-	5.93
車種	1. トヨタ	0.	0.	0.
	2. 日産	-4.61	1.59	0.60
定数		105.83	95.01	79.17
寄与率		98.4%	99.9%	89.1%

(単位:万円)

れの品質水準 L_m^p を調査し、最小二乗法によって $C_m(L_m^p)$ を求めた結果である。例えば、高級乗用車において、現状で市販されている乗用車の走行性能の品質水準1から2への変化に対して、12.14万円高くなっていることを示す。各物的特性について、表6.4の数値を縦軸に、品質水準を横軸にとり、図示したものが、図6.1における左上の曲線に相当する。

このような調査分析から、ある製品の各物的特性の品質水準を指定すれば、高級乗用車では98.4%、中級乗用車では99.9%、大衆乗用車では89.1%、

それぞれの製品の価格が説明できる。例えば、マークII 2000LGハードトップの標準価格は142.8万円であるが、その品質水準は、(2,3,2,2,1)と表示できることから、この方式で予測すれば143.6万円となり、ほぼ等しい価格となる。このような寄与率の高さから、6.3節で示したような方法で乗用車を分類すれば、そのカテゴリーに属する各製品の価格の差は、ほぼ対応する物的特性の品質水準の差で説明できることが推察され、6.2.2で示した仮説の妥当性を示すものである。

さらに表6.4における各物的特性の品質水準による価格差の大きさを比較すると、メーカー間の違いをあらわす車種による差は、他の物的特性に比べて非常に小さく、これらの結果をまとめると、次のようになる。

高級乗用車では、

操縦性能＞走行性能＞形状＞装備性能＞車種

中級乗用車では、

装備性能＞操縦性能＞走行性能＞形状＞車種

大衆乗用車では、

走行性能＞装備性能＞操縦性能≒形状＞車種

これらの傾向を、6.3.3における期待効用の物的特性に対するウエイトの一般的傾向と比較すると、走行性能に対する期待効用が大きいにもかかわらず、中級乗用車においてはその品質水準による価格の差は、装備性能、操縦性能に比べて小さいなど、若干の差異がみられる。

6.4 応用例と妥当性の検討

6.4.1 目標設定への応用例

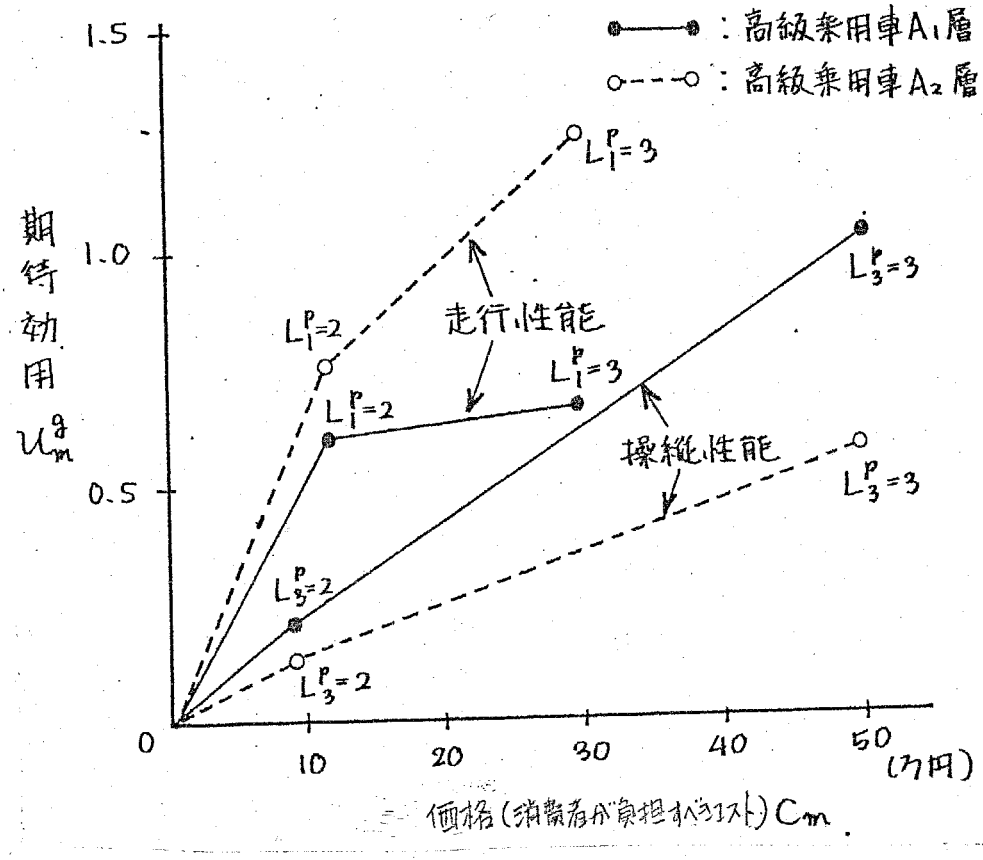


図6.6 高級乗用車A1層, A2層における u_m^g と C_m の対応.

6.3節での調査および解析結果を用いて、6.2.3で示したことにもとづいて、品質目標を設定する方法を示すと、(1)の立場からは、6.3.3で示したウエイトにしたがって品質目標を設定すればよい。一方、(2), (3)の立場からは、C_m を横軸、u_m^g を縦軸にとり、$\Delta u_m^g / \Delta C_m$ の大きさによって消費者の嗜好を考えればよい。図6.6は図6.5で示した高級乗用車のA1層、A2層における走行性能と操縦性能について例示したものである。例えば、現在走行性能の品質水準が2である製品を品質水準3まで引き上げることは、1から2ほどではないがA2層にとっては魅力的であり、A1層にとっては余分なコスト負担でしかないであろう。したがって、A2層にとっては(I)の領域への品質改善に意味があるが、A1層にとってはそれよりも現状の品質水準での原価引き下げの方が経営戦略の上で有利であろう。

次に物的特性間の関係について考察すると、図6.6に示されるように、走行性能に比べて操縦性能は$\Delta \dot{\psi}_m^g / \Delta C_m$が小さい。このことから上述の消費者層における議論がそのまま物的特性間についてもいえる。

なお参考までに図6.2における$\Delta \dot{\psi}_m^g / \Delta C_m$の定数Kを求めるために、価格を考慮した場合の選好の度合を一部の回答者について追加データ(注5)として測定したところ、個人によってその値は異なるが、$K \fallingdotseq 0.05$であった。例えば、$K = 0.02$とした場合、上述の走行性能に対する目標設定の説明において、現状の品質水準が2であるとき、A_2層では図6.2における(I)の領域、A_2層では(III)の領域に属することになる。

なお、これまでの説明では、6.3における調査の制約のうえから、すべて現存する製品の品質水準の範囲での議論となっている。その意味では、今までにない品質改善の消費者に与える効果は評価できないことになるが、現状の水準での各物的特性の期待効用の曲線が、傾向として逓増的か逓減的かによって、大体の予測でき、図6.2に集約される本章で提案した品質目標の設定方法は、活用できるものと考える。

6.4.2 調査、解析結果の妥当性

本章の目的は、品質施策の目標の設定方法を示すことにあるが、6.4.1で用いた数値例の妥当性について、最後に検討しておく。表6.5における左欄は、$\Delta \dot{\psi}_m^g / \Delta C_m$を最大にするような品質水準、すなわち、最も選好される品質水準を各物的特性について求めたものである。当然のことながら、消費者グループによってその水準は異なるが、表に示す数値は、それらのグループで得られる水準を単純に平均したものである。一方、表の右欄は、日本自動車販売協会連調べによる調査時点(昭和53年10月、11月)における販売台数の最も多い製品

表6.5 選好される物的特性の品質水準の予測値と実績(昭和53年10,11月)の対応

乗用車のカテゴリー	予測値					販売台数第1位の製品の品質水準					
	走行性能	装備性能	操縦性能	形状	車種	走行性能	装備性能	操縦性能	形状	車種	
高級	2.75	3.00	1.75	1.25	1.25	3	3	3	1	1	*
中級	2.50	1.67	2.33	1.00	1.25	2	2	2	1	1	**
大衆	2.20	2.00	1.60	1.20	1.20	1	2	2	1	1	***

* マークⅡ4ドア2000 GRANDE, ** コロナ4ドア1800 GL, *** カローラ4ドア1300カスタムHi DX

についての物的特性の品質水準であり、具体的には高級乗用車ではマークⅡ4ドア2000 GRANDE, 中級乗用車ではコロナ4ドア1800GL, 大衆乗用車ではカローラ4ドア1300カスタムHi DXである。この両者の結果から明らかなように、大衆乗用車における走行性能の品質水準をのぞいて、良い一致をみせている。

6.5 結語

本章では、評価因子に対応する具体的特性値としてあらわされる品質特性の集合に相当する物的特性の概念を用いて、消費者の選好または価値の側面から、次に示すようなことについて考察を行った。

(1) 前章までの品質項目、あるいは評価項目に対する期待度とは異なり、消費者の製品に対する期待効用から、消費者のグルーピングを行うとともに、その消費者グループごとに、評価因子に対応する物的特性の品質水準に期待効用を分解する方法を示した。

(2) 製品の価格についても、製品群の中の各製品の価格とその製品のもつ物的特性の品質水準との対応から、価格を品質水準に分解するモデル、および方

法を提示した。またこれらのことを乗用車の場合に適用した結果、非常に高い寄与率を示したことは、適切に分類された製品群を形成すると、その中における製品の価格の差は品質水準によって説明できる、ということの1つの実証を与えるものである。

(3) 物的特性の品質水準に分解された期待効用と価格は、多次元的な効用に対する多次元的な価格として、両者のトレード・オフの観点から、前節までの品質方針に比べて、より具体的な意味をもつ品質目標の設定方法を示した。

このような本章で提案した方法、および概念は、2章における図2.8の評価因子のウエイトをさらに具体化したものに相当する。すなわち評価因子のウエイトを、物的特性の品質水準と期待効用との関係をあらわす曲線の表現で与えたものである。この曲線を求めるには、本章で示した解析方法が参考になるが、このような厳密な調査、分析は必ずしも必要ではなく、対象とする製品が位置する品質水準において、曲線が逓増的、逓減的かの予測または判断が出来れば、本章で示した品質目標の設定方法が適用できるものと考える。さらに、各物的特性の品質目標設定の際に、企業内部での原価情報をつき合わすことができれば、より具体的な目標設定が可能となるであろう。

注.

(1) 本章の内容の一部は、秋庭雅夫，岡川隆夫，安達俊行，"消費者効用の事前評価による品質・原価目標設定の一方法，" 日本経営工学会誌，Vol. 31，No.4，(1981年9月掲載予定)，によるものである。

(2) 効用概念は、経済学の上では18世紀後半から出はじめた。19世紀後半におけるジェヴォンズなど功利主義者の効用の連続性を仮定した連続的限界効用曲線の理論[8]，選好関係の順序づけたものによって選択を集合論的に説明するヒックス[9]，さらに効用の不確実性と公理的な方法を導入したノイマンとモルゲンシュテルン[10]を経て、現代の公理的接近法にそっている。しかし，本論文においては、効用を消費者の特定製品に対する"好ましさ"，"満足度"をあらわす言葉として用いているだけであり，背後にある厳密な公理系から出発し，到達した概念ではない。

(3) このように価格を、品質水準の関数とする考え方は、需要関数や価格理論の立場における品質調整済み価格（hedonic price：例えば[11]）のモデルにもみられる。その意味では本章における乗用車の事例での結果は、特定企業に価格プレミアムがほとんど存在しないことの1つの実証となっている。しかし，それらのモデルにおいて，製品品質をあらわす属性は，期待効用モデルと同様に、予め与えられる。

(4) 主成分分析とあるが、実際には共通性の推定を除いて、因子分析と同様な考えで，規準バリマックス回転している。

(5) 特定の個人において，本章における調査と同じ形式によって、価格を考慮した場合の各製品の効用（または価値，選好）を測定し，それらを数量化理論

I類で各物的特性の品質水準に分解した。その値が負となる品質水準から、本章における解析の結果得られる対応する品質水準の $\Delta \mu_m^g / \Delta C_m$ の値を、各物的特性について求めたものをKの値とした。したがって、個人、物的特性によってその値はばらつくが、大体0.から0.1の範囲内の値となった。

参考文献

[1] Shapiro, B.P. : " Industrial Pricing to Meet Custumer Need," Harvard Business Review, Vol.57, November-December, pp.119-127, (1978)

[2] Juran, J.M. : Quality Control Handbook, 3rd Ed., McGrow Hill, (1974)

[3] Gryna, F.M. : " User Quality Cost," Quality Progress, Vol.10, November, pp.8-21, (1972)

[4] Gigch, J.P. : " Quality - Producer and Consumer Views," Quality Progress, Vol.10, April, pp.30-33, (1977)

[5] Kruskal, J.B. : " Nonmetric Multidimensional Scaling," Psychometrika, Vol.29, pp.115-129, (1964)

[6] Green, D.E. and Carmere, F.J. : Multidimensional Scaling and Related Techniques in Marketing Analysis, Ally and Bacon, Boston, (1970)

[7] 安達俊行 : 製品差別化の要因に対する消費者効用とコストとのトレードオフに関する研究, 昭和53年度東京工業大学修士論文, (1979)

[8] Walsh, V.C. : Introduction to Contemporary Microeconomics, 桐谷 維訳 : 現代ミクロ経済学入門, マグロウヒル好学社, (1977)

[9] Hicks, J.R. : Value and Capital, 安井琢磨, 熊谷尚夫訳 ; 価値と資本, 岩波現代双書, (1951)

[10] Neumann, J.V. and Morgenstern, O. : Theory of Games and Economic Behavior, 銀林 浩, 橋本和美, 宮本敏雄監訳; ゲームの理論と経済行動 I, 東京図書, (1972)

[11] Michaels, R. : " Hedonic Prices and Structure of the Digital Computer Industry," Journal of Industrial Economics, Vol.27, No.3, pp.263-275, (1979)

7章 市場品質展開マトリックスによる品質方針の設定方法

7.1 序

これまでの本論文で得られた結果から、本章では2.4節で示した品質の展開における市場の期待を機能展開に結びつける市場品質展開マトリックスの具体的表現方法について考察する。その場合、品質項目と評価因子の関連は、因子負荷量として、品質項目の程度は、各品質項目の平均期待度として、それぞれ数量化された形で与えられる。さらに4章において、評価因子は市場の期待の評価の観点をあらわすものとして、企業の品質方針の結果を反映しているところから、品質方針を設定するための指標として有効であることを示してきた。

この評価因子にもとづいて品質方針を設定する立場からは、そのウエイトが問題となる。このウエイトについては、各評価因子に対する市場の期待の強さをあらわすものとして与える必要があり、本章ではまず評価因子に与えるウエイトの設定方法について考察する。しかし、ここでの方法は、収集された品質項目から消費者の期待度を測定することにもとづいているため、企業のかかえる各製品についてそれぞれこのような方法を適用することは、実務的とはいえない。そこで、企業内において、品質項目の程度および評価因子との関連を評価する立場から、簡便法というべき方法を示し、これにもとづく評価因子のウエイトと、上述の方法によるウエイトを比較し、考察する。

さらに、本章では、市場の期待の多様性への対応として、評価因子と消費者

属性との関連をあらわすマトリックスを組むことによって、品質方針を設定する方法、多くの製品種類をかかえる場合の製品因子を導入しての品質方針の設定方法など、いくつかの応用上の問題について、例示する。また6章における物的特性の品質水準と期待効用の関係をあらわす曲線は、ここでの評価因子ウエイトに相当するものであり、このような観点からより具体的な品質目標、およびそれに関連した原価目標の設定方法について示唆する。

7.2 評価因子のウエイトと品質方針

7.2.1 評価因子のウエイトの意味と算出方法

4章で求めた特定製品の評価因子は、市場の評価の観点をあらわす因子として、予め市場全体の各品質項目に対する期待の強さをあらわす生データの平均値を除いて得られたものである。通常、評価因子のウエイトといった場合には、因子分析を適用したとき得られた因子のウエイトとして固有値、または寄与率が考えられるが、これらは、期待度としての生データからのバラツキに対する寄与である。したがって期待の強さとは直接関係をもたず、評価の観点としてのウェイトの意味をもつ。表7.1は、4章における3製品の期待度の平均値が大

表7.1 3製品における期待度の大きい品質項目（4章の調査結果による）

順位	冷蔵庫	カラーテレビ	洗濯機
1	庫内の臭いが残らない (2.615)	寿命が長い。 (2.561)	洗濯物がからまない。(2.751)
2	消費電力が少ない。 (2.506)	消費電力が少ない。 (2.414)	モーター音が小さい。 (2.439)
3	殺菌機能がある。 (2.477)	外部アンテナが不要である。(2.168)	洗濯物がいたまない。(2.425)
4	庫内が乾燥しない。 (2.226)	画像の色が自然。 (2.049)	消費電力が小さい。 (2.376)
5	モーター音が小さい。 (2.180)	色物調整が容易である。(2.045)	汚れがよく落ちる。(2.353)

き い品質項目を示したものである。例えば冷蔵庫の場合についていえば、「庫内の臭いが残らない」が一番大きい期待度をもつ品質項目と考えられるが、表4.1に示した冷蔵庫における9つの評価因子と大きな関連を示す上位4項目の中には、この項目はあらわれてこない。一方、企業の立場から考えると、この期待度の大きい品質項目について製品品質の改善を計るということが、市場の要求に合致という点から合理性をもつことは明らかである。

以上のような観点から、評価因子のウエイトとして、期待度の強さを含んだウエイトを考える必要があり、そこで次式であらわされるような $\bar{x}_{\cdot j}$ で重みづけをした評価因子ウエイト w_t $(t=1, \cdots, T)$ を定義する。

$$w_t = \sum_{j=1}^{n} a_{jt}\, \bar{x}_{\cdot j} \qquad (7.1)$$

ここに a_{jt} は、品質項目 j の評価因子 t に対する因子負荷量であり、$\bar{x}_{\cdot j}$ は、品質項目 j の期待度の平均である。なお、評価因子 t の固有値 λ_t としてのウエイトは、a_{jt} を用いて $\lambda_t = \sum_{j=1}^{n} a_{jt}^2$ としてあらわされる。

この w_t は、各品質項目の因子負荷量を期待度で重みづけしたものであるが、その意味を理解するために、w_t の t についての二乗和を考えると、

$$\begin{aligned}\sum_{t=1}^{T} w_t^2 &= \sum_{t=1}^{T} \left(\sum_{j=1}^{n} a_{jt}\, \bar{x}_{\cdot j} \right)^2 \\ &= \sum_{t=1}^{T} \sum_{j=1}^{n} \sum_{j'=1}^{n} a_{jt}\, a_{j't}\, \bar{x}_{\cdot j}\, \bar{x}_{\cdot j'} \\ &= \sum_{j=1}^{n} \sum_{j'=1}^{n} \left(\sum_{t=1}^{T} a_{jt}\, a_{j't} \right) \bar{x}_{\cdot j}\, \bar{x}_{\cdot j'} \qquad (7.2)\end{aligned}$$

となり、$\sum_{t=1}^{T} a_{jt}\, a_{j't}$ は、品質項目 j と品質項目 j' の相関係数 $r_{jj'}$ にほぼ等しく、したがって式(7.2)は次式のようにあらわせる。

$$\sum_{i=1}^{I} w_i' = \sum_{j=1}^{n} \sum_{j'=1}^{n} r_{jj'} \bar{x}_{\cdot j} \bar{x}_{\cdot j'} \qquad (7.3)$$

式(7.3)の右辺は、相関行列を R, $\bar{x}_{\cdot j}$ $(j=1, \cdots, n)$ を要素とする期待度ベクトルを $\bar{x}$ で定義すると、$\bar{x}_{\cdot j}$ の2次形式 $\bar{x}'R\bar{x}$ となり、相関行列がその重みをあらわしている。(注1) すなわち、各品質項目が完全に独立ならば、$\sum_{i=1}^{I} w_i'$ は、各品質項目の期待度の二乗和そのものとなる。そして、各品質項目が内的関連をもつならば、互いに直交する因子空間に変換(射影)された期待度の二乗和となっていることを意味し、各評価因子における w_i' は、期待度ベクトル $\bar{x}$ の評価因子 i への射影である。したがって、式(7.1)で定義した評価因子ウエイトは、期待度を、互いに独立な評価の観点に分解したものと考えることができる。

7.2.2 評価因子ウエイトの算出と固有値との相違(応用例)

上述のような評価因子ウエイトの算出法を、冷蔵庫の評価因子に適用すると、表7.2のようになる。なおここでの評価因子ウエイトは、式(7.1)で求めたものを品質項目数 n で除したものになっている。また期待度という言葉は、企業の立場からは品質改善などの目標を与えるものとしての重要さをあらわすとの観点から、ここでは重要度となっている。以下品質項目の程度をあらわす言葉としてこの重要度を用いることにする。さらに、表7.2の上欄には、因子分析によって求められる際の各評価因子の固有値が示してあり、この固有値の大きさは、評価の観点としてのウエイトをあらわす。この固有値としての大きさと、重要度によって重みづけられた評価因子ウエイトを比べると、両者における各評価因子の順位からわかるように、大きな差異はみられないが、オプション機能因子、嗜好性因子は、固有値における順位に比べて、評価因子ウエイトに換

表7.2　重要度を考慮する場合としない場合との評価因子のウエイトの相違

品質項目	重要度(平均値)	基本機能因子	オプション機能因子	安全・保護性因子	環境機能因子	操作性因子	保守性因子	設置性因子	嗜好性因子
1 庫内に臭いが残らない	2.62	.028	.058	-.274	.332	.208	.384	.114	.109
2 セン抜きがついている	0.81	.024	.717	.006	.110	.039	.074	.031	.065
3 庫内の物の出入れが容易	1.84	.251	.082	.274	.303	.372	.417	.140	.135
4 電源が入っているかどうか確認できる	1.39	.233	.185	.173	.197	.065	.270	.129	.106
5 ドアの左開きもある	1.23	.086	.320	.102	.088	.038	.176	.427	.150
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
47 庫内が明るく見やすい	1.41	.323	.207	.286	.255	.368	.123	-.089	.289
48 床をいためない	1.49	.133	.144	.209	.247	.084	.075	.476	.188
49 ビール入れが使いやすい	1.42	.074	.144	.071	.145	.578	.195	.139	.126
50 きれいな氷ができる	1.86	.124	.043	.203	.388	.208	.294	.168	.178
51 霜取りの時も氷が溶けない	2.14	.208	.082	.075	.555	.041	.201	.171	-.047
52 故障が少ない	1.75	.212	.110	.669	.179	.181	.108	.081	.031
53 場所をとらない	1.71	.199	.134	.247	-.071	.219	.161	.430	.195
固有値		2.50	3.17	4.72	3.77	2.62	3.21	2.43	2.65
%		10.0	12.6	18.8	15.0	10.5	12.8	9.7	10.6
順位		(7)	(4)	(1)	(2)	(6)	(3)	(8)	(5)
重要度にもとづく重みづけ(評価因子ウエイト)		.282	.252	.417	.339	.278	.389	.274	.210
%		11.6	10.3	17.1	13.9	11.4	15.9	11.2	8.6
順位		(4)	(7)	(1)	(3)	(5)	(2)	(6)	(8)

算すると、その順位は、それぞれ7番目、8番目と下位に位置する。これらは、オプション機能因子、嗜好性因子は、評価の観点としては大きなウエイトを示すが、期待そのものは平均的にはあまり高くなく、個人差が大きいことをあらわすものと考える。これに対して、基本機能因子はその逆のことがいえる。

このような傾向は、カラーテレビ、洗濯機についても同様にいえ、4章における表4.4の括弧の値は、評価因子ウエイトであり、固有値の大きさとしての寄与率(注2)の順位に比べて、冷蔵庫の場合ほどではないが嗜好性因子、オプション機能因子は下がる傾向がある。

7.3　市場品質展開マトリックスの具体的表現方法

7.3.1 市場品質展開マトリックスの数量的表現例

前節のように評価因子ウエイトを定義および計算することにより、2章の図2.6または図2.8における市場品質を構成する品質項目の内容およびその程度、評価因子の内容およびウエイト、さらにその両者の関連はすべて数量化された表現で与えられる。表7.3は、冷蔵庫の場合について示したものである。これらは、図2.8に示される以下の機能展開に連結するためのマトリックス表現であり、2章で市場品質展開マトリックスと定義したものである。

これにもとづいて市場追従型の品質方針を設定しようとする場合には、評価因子ウエイトの大きい評価因子に着目すればよい。そして、この評価因子との関連が大きく、しかも期待度の大きい品質項目について、改善の目標を設定して、以下の機能展開、部品展開、工程への展開に結びつけていくことになる。例えば表7.3における冷蔵庫の場合には、評価因子ウエイトの一番大きい安全、保全性因子を企業の品質向上の方針とすると、この評価因子と関連、期待度双方が大きい、「故障しない」、「モーター音が小さい」、「うしろに熱がこもらない」などの品質項目が品質向上の目標として与えられる。

7.3.2 簡便法とその精度の検討

7.3.1で与えた市場品質の数量的表現は、すべて4章における品質項目に対する期待度の測定、解析にもとづいている。しかし、企業のかかえるすべての製品種類について、常にこのような方法をとることは、調査の信頼性の問題も含めて必ずしも効率的ではなく、少なくとも実務的とはいえない。4章で示したように、評価因子そのものは、製品群あるいは時間的に比較的安定していて、異なるのはそのウエイトであると考えられる。さらに、著しく使用目的、機能

表7.3　各評価因子の重要度を考慮したウエイト（市場品質展開マトリックス）

品質項目	重要度	基本機能因子	オプション機能因子	安全保全因子	障害機能因子	操作性因子	保守性因子	設置性因子	嗜好性因子
1 庫内に臭いが残らない	2.62	.028	.058	-.274	.332	.208	.384	.114	.109
2 セン抜きがついている	0.81	.024	.717	.006	.110	.039	.074	.031	.065
3 庫内の物の出入れが容易	1.84	.251	.082	.274	.303	.372	.417	.140	.135
4 電源が入っているかどうか確認できる	1.39	.233	.185	.173	.197	.065	.270	.129	.106
5 ドアの左開きもある	1.23	.086	.320	.102	.088	.038	.176	.427	.150
6 冷凍庫の容量が大きい	1.99	.347	.063	.142	.309	.238	.448	-.006	.151
7 冷却速度が速い	2.05	.436	.085	.208	.298	.162	.428	.027	.147
8 水を専用に冷やす所がある	1.37	.094	.294	.092	.200	.130	.206	.133	-.001
9 カギがかかる	0.51	-.039	.484	.098	.066	.019	-.086	.115	.221
10 庫内の温度がわかる	2.18	.537	.215	.140	-.001	.062	.091	.280	.022
11 角が丸味を帯びている	0.99	.081	.329	.197	-.009	-.007	.194	.275	.285
12 冷え方にムラがない	2.04	.304	.040	.406	.333	.111	.338	.137	.094
13 モーター音が小さい	2.18	-.016	-.037	.511	.009	-.046	.212	.205	.220
14 外壁が汚れにくい	2.00	.007	.131	.217	.189	.087	.566	.283	.220
15 霜取りが容易	1.98	.089	.094	.192	.842	.101	.141	.064	.144
16 霜がつきにくい	2.08	.108	.094	.237	.847	.108	.105	.039	.086
17 キズがつきにくい	1.61	.115	.135	.299	.139	.087	.503	.313	.340
18 手を用いないでドアの開閉ができる	1.05	.075	.662	.109	.024	.049	.126	.125	.163
19 色が良い	0.94	.020	.172	.171	.060	.026	.145	.169	.541
20 ドアの開閉がスムーズ	1.13	.123	.249	.330	.161	.303	.175	.120	.525
21 タマゴケースが使いやすい	1.10	.049	.344	.231	.183	.470	.019	.075	.152
22 温度調節の範囲が広い	1.64	.450	.073	.184	.229	.112	.111	.184	.293
23 重いものが入れられる	1.27	.100	.181	.093	.155	.095	.211	.360	.097
24 庫内の掃除がしやすい	2.06	.049	.041	.338	.225	.268	.488	.105	.156
25 うしろに熱がこもらない	2.18	.096	.178	.485	.127	-.025	.324	.230	.046
26 操作スイッチが使いやすい	1.30	.213	.152	.400	.262	.177	.106	.205	.417
27 移動しやすい	1.53	.108	.079	.161	.056	.238	.051	.671	.056
28 テーブルにコンセントがついている	0.90	-.050	.182	.240	.035	.079	.037	-.013	.158
29 取手がつかみやすい	0.84	.095	.278	.384	.117	.247	-.003	.141	.477
30 冷蔵庫と床の間の通気性がよい	1.81	.099	.313	.357	.223	.173	.251	.138	.004
31 デザインが良い	1.25	.112	.184	.094	.100	.204	.248	.125	.561
32 庫内の仕切りが使いやすい	2.03	.157	-.012	.183	.142	.509	.514	.081	.085
33 冷蔵庫の脚の調節ができる	1.18	.133	.410	.011	.088	.039	.259	.425	.288
34 氷ができた表示がある	1.56	.359	.374	-.036	.153	.093	.064	.064	-.023
35 感電しない	1.33	.154	.075	.634	.233	.134	-.022	.023	.300
36 消費電力が少ない	2.51	.243	.096	.548	-.020	.045	.276	.066	.031
37 コードがいたみにくい	1.33	.230	.020	.557	.203	.102	.056	.091	.290
38 庫内が乾燥しない	2.23	.282	.114	.317	.198	.140	.373	.078	.017
39 ドアを開けないで、中が見える	0.99	.201	.651	.117	-.012	.163	.006	.106	.077
40 振動が小さい	1.67	-.020	.142	.615	.066	.176	.179	.119	.137
41 まわりの温度に庫内の温度が影響されない	2.17	.227	.021	.400	.267	.193	.134	.288	-.025
42 冷凍庫から氷が取りやすい	1.84	.153	.033	-.004	.555	.288	.196	.025	.157
43 殺菌機能がある	2.48	.361	.232	.248	.127	.237	.192	.141	-.131
44 冷蔵庫の上のテーブルが利用しやすい	1.08	.066	.141	.318	.170	.353	-.008	.081	.308
45 冷凍庫の温度調節ができる	1.90	.603	-.000	.218	.252	.090	.043	.080	.149
46 ドアポケットの小物入れが使いやすい	1.62	.151	-.003	.108	.115	.590	.156	.271	.109
47 庫内が明るく見やすい	1.41	.323	.207	.286	.255	.368	.123	-.089	.289
48 床をいためない	1.49	.133	.144	.209	.247	.084	.075	.476	.188
49 ビール入れが使いやすい	1.42	.074	.144	.071	.145	.578	.195	.139	.126
50 きれいな氷ができる	1.86	.124	.043	.203	.388	.208	.294	.168	.178
51 霜取りの時も氷が溶けない	2.14	.208	.082	.075	.555	.041	.201	.171	-.047
52 故障が少ない	1.75	.212	.110	.669	.179	.181	.108	.081	.031
53 場所をとらない	1.71	.199	.134	.247	-.071	.219	.161	.430	.195
$\sum_{j=1}^{7} a_{jk} x_j / J$（評価因子ウエイト）		.282	.252	.417	.339	.278	.389	.274	.210
(%)		11.6	10.3	17.1	13.9	11.4	15.9	11.2	8.6
順位		(4)	(7)	(1)	(3)	(5)	(2)	(6)	(8)

表7.4. 品質項目の重要度と品質項目評価因子の関連の強度による評点.

重要度＼関連	A（大）	B（中）	C（小）
A（大）	5	4	3
B（中）	4	3	2
C（小）	3	2	1

が異なる製品については5章における製品因子によって、製品の分類を考えればよい。このように考えると、評価因子は既知として、品質項目の重要度、品質項目と評価因子の関連は企業側で評価、予測できれば、同様に機能展開に連結させるための市場品質展開マトリックスの表現が可能となる。

このような問題に対して、秋庭[1]は、特定製品（冷凍冷蔵庫）を構成する品質向上の市場の期待項目と、企業側の品質向上に対する方針項目とのマトリックスを組むことによって、企業の各方針項目に対して市場側がどのような割合で、期待しているのかを知る方法を示している。その中で市場側の期待項目の程度として、収集された期待項目の頻度を、A：大，B：中，C：小の3段階に分け、さらに期待項目と方針項目の関連の強さをあらわす程度として、A：対応が強い，B：対応が中ぐらい，C：対応が弱いの3段階に区分し、この2つの見方を複合した評点が5段階になるような評点方式を設けている。秋庭[1]によるこの評点方式およびその拡張した方式が、品質機能展開の諸表にも（例えば、品質機能と代用特性との関係をあらわす品質表など）、重点指向を実現するものとして広く用いられている[2]。

そこで、7.3.1で示した方法に代わる簡便法として、このような評点方式および段階区分方法を導入すると、まず品質項目の重要度と評価因子との関連を

表7.5　簡便法による各評価因子ウエイト（市場品質展開マトリックス）

品質項目	重要度	基本機能因子	オプション機能因子	安全保全性因子	附帯機能因子	操作性因子	信頼性因子	設置性因子	嗜好性因子
1 庫内に臭いが残らない	A			C^3	C^3	C^3	B^4		
2 セン抜きがついている	C		A^3						
3 庫内の物の出入れが容易	B	C^2		C^2	C^2	B^3	B^3		
4 電源が入っているかどうか確認できる	C	C^1					C^1		
5 ドアの左開きもある	C		C^1					B^2	
6 冷凍室の容量が大きい	B	C^2			C^2	C^2	B^3		
7 冷却速度が速い	A	B^4		C^3	C^3		B^4		
8 水を専用に冷やす所がある	C		C^1		C^1		C^1		
9 カギがかかる	C		B^2						C^1
10 庫内の温度がわかる	A	A^5	C^3					C^3	
11 角が丸味を帯びている	C		C^1					C^1	C^1
12 冷え方にムラがない	A	C^3		B^4	C^3		C^3		
13 モーター音が小さい	A			A^5				C^3	C^3
14 外観が汚れにくい	A			C^3			A^5	C^3	C^3
15 霜取りが容易	B				A^4				
16 霜がつきにくい	A			C^3	A^5				
17 キズがつきにくい	B			C^2			A^4	C^2	C^2
18 手を用いないでドアの開閉ができる	C		A^3						
19 色が良い	C								A^3
20 ドアの開閉がスムーズ	C		C^1	C^1		C^1			A^3
21 タマゴケースが使いやすい	C		C^1	C^1		B^2			
22 温度調節の範囲が広い	B	B^3			C^2				C^2
23 重いものが入れられる	C						C^1	B^2	
24 庫内の掃除がしやすい	A			C^3	C^3	C^3	B^4		
25 うしろに熱がこもらない	A			B^4			C^3	C^3	
26 操作スイッチが使いやすい	C	C^1		B^2	C^1			C^1	B^2
27 移動しやすい	B					C^2		A^4	
28 テーブルにコンセントがついている	C			C^1					
29 取手がつかみやすい	C		C^1	B^2		C^1			B^2
30 冷蔵庫と床の間の通気性がよい	B		C^2	B^3	C^2		C^2		
31 デザインが良い	C					C^1	C^1		A^3
32 庫内の仕切りが使いやすい	A					A^5	A^5		
33 冷蔵庫の扉の調節ができる	C		B^2				C^1	B^2	C^1
34 氷ができた表示がある	B	B^3	B^3		B^3				
35 感電しない	C			A^3	C^1				C^1
36 消費電力が少ない	A	C^3		A^5			C^3		
37 コードがいたみにくい	C	C^1		A^3	C^1				C^1
38 庫内が乾燥しない	A	C^3		C^3			B^4		
39 ドアを開けないで、中が見える	C	C^1	A^3						
40 振動が小さい	B			A^4					
41 まわりの温度に庫内の温度が影響されない	A	C^3		C^3	C^3			C^3	
42 冷凍室から氷が取りやすい	B				A^4	C^2			
43 脱臭機能がある	A	B^4	C^3	C^3		C^3			
44 冷蔵庫の上のテーブルが利用しやすい	C			C^1		B^2			C^1
45 冷凍室の温度調節ができる	B	A^4		C^2	C^2				
46 ドアポケットの小物入れが使いやすい	B					A^4		C^2	
47 庫内が明るく見やすい	C	C^1	C^1	C^1	C^1	B^2			C^1
48 床をいためない	C			C^1	C^1			B^2	
49 ビール入れが使いやすい	C					A^3			
50 きれいな氷ができる	B			C^2	B^3	C^2	C^2		
51 霜取りの時も氷が溶けない	A	C^3			A^5		C^3		
52 故障が少ない	B	C^2		A^4					
53 場所をとらない	B			C^2		C^2		B^3	
評価因子ウエイト		49	31	80	55	43	57	36	30
%		12.9	8.1	21.0	14.4	11.3	15.0	9.4	7.9
順位		(4)	(7)	(1)	(3)	(5)	(2)	(6)	(8)

3段階（A，B，C）に分け、これらの組み合わせとして表7.4のような評点方式を与え、これらを各評価因子について集計したものが評価因子ウエイトとする。表7.5は、表7.3の冷蔵庫の場合における市場品質のマトリックス表現（市場品質展開マトリックス）を、上述のような簡便法によって表現、計算しなおしたものである。ただし、重要度は、A：2.0以上，B：1.5～2.0，C：1.5以下、関連をあらわす因子負荷量は、A：0.50以上，B：0.35～0.50，C：0.20～0.35としてそれぞれ3段階に区分したものである。表7.3と表7.5を比べれば明らかなように、簡便法によって与えられた評価因子ウエイトの分布は、若干ウエイトの差が強調される傾向はあるがほぼ表7.3と同じであり、順位は全く一致する。このことより、実質的な応用の立場からは簡便法による方法で十分であり、むしろ関連の程度の表現の簡潔性から、すなわち表7.3における0付近の値はほとんど無意味であると考えられ、簡便法の方が優れている面もある。

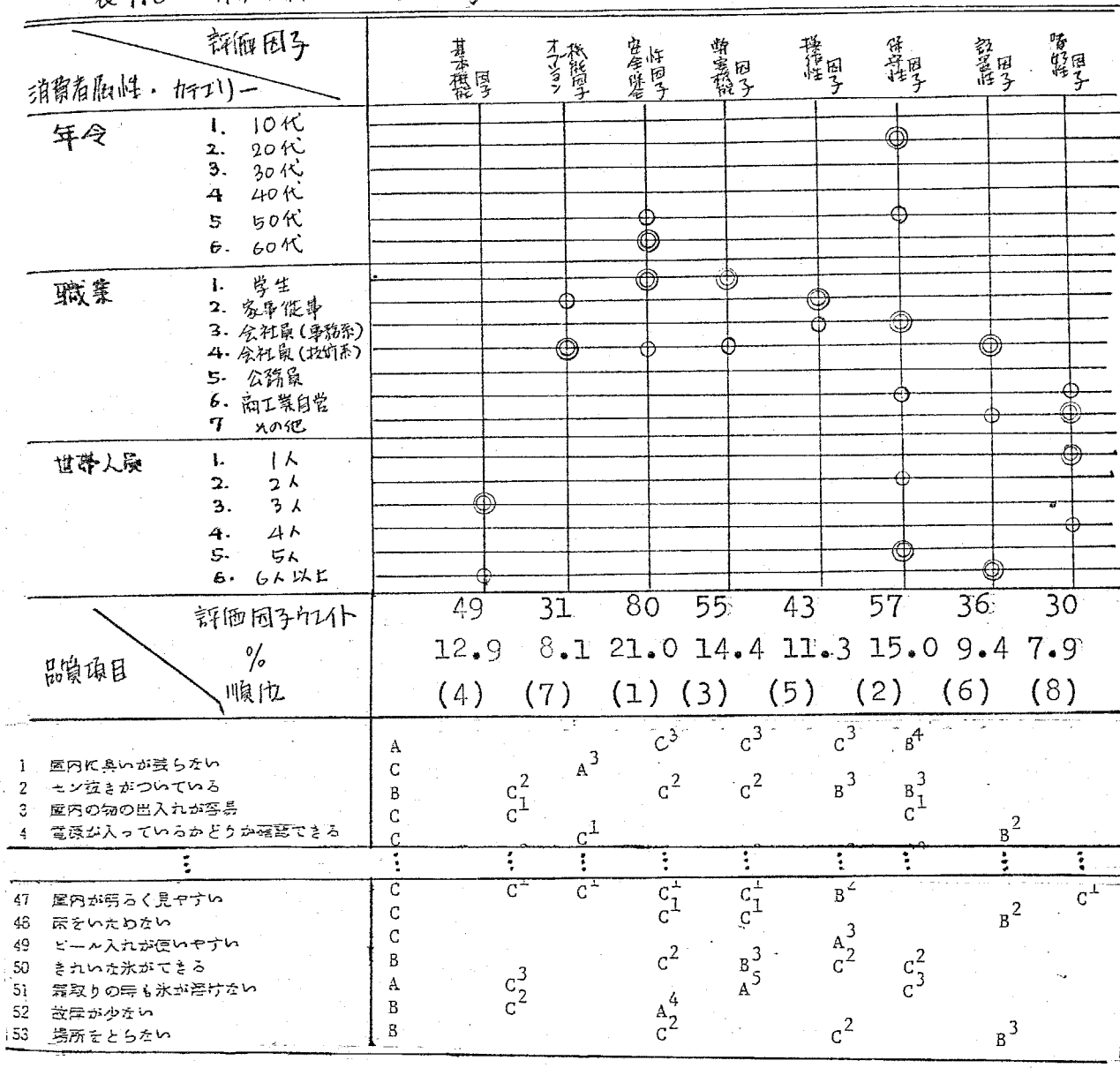
7.4 各種の変形的応用

7.4.1 消費者属性の追加

表7.3または表7.5で示されるような基本的な市場品質展開マトリックスに加えて、本節では、いくつかの追加的な問題について考察する。

7.2節またはその簡便法で与えられる評価因子ウエイトは、市場全体としての平均的な期待の強さをあらわす。これに対して、消費者の期待は個人によって異なることは、前章までに述べたとおりである。これに対する対応策として、2.4節で示したように、評価因子に対する反応を消費者属性によって規定する立場から、図2.7にあらわされる評価因子と消費者属性とのマトリックスを考

表7.6　消費者属性と評価因子とのマトリックスを追加した市場品質展開マトリックス



それはよい。表7.6は冷蔵庫の場合の例であり、表7.5に付録B5による各評価因子と消費者属性との関係を付け加えたものである。この図において、◎, ○は、各評価因子に対する期待が、対応するカテゴリーにおいて強いことを示す。(注3) 例えば、主婦を主たる対象として品質方針を設定する場合には、操作性因子、オプション機能因子などが、他の評価因子に比べて、有効であることを示

している。

このような方法は、品質方針というよりも、市場細分化政策に関連した製品計画、または品種政策により有用であり、その場合、企業としてのより高い次元、あるいは長期的な経営方針のもとにおける目標の展開が必要である。また対象とする製品の消費者層が明確であるなら、その消費者層における期待する品質項目、およびその程度が、表7.5の中に入っていなければならなく、そのときにはその消費者層の中での使用条件などのより細かい属性による規定が必要である。

したがって、対象とする消費者層が明確であり、その層が期待する品質項目が網羅されているならば、ここで示したような消費者属性と評価因子との対応を示すマトリックスは、必ずしも必要としないと考えられる。

7.4.2 製品系列への拡張

これまで考えてきた市場品質展開マトリックスによる品質方針の設定方法は、特定製品についてであり、多くの製品種類、製品系列をかかえる企業にとっては、個々の製品の品質よりも、製品系列の中における製品の位置づけや、他社製品との関係での差別化が問題となる場合がある。そのときには、製品系列全体としての市場の期待、およびその中における個々の製品に対する期待の特徴を把握する必要がある。5章での評価構造の解析は、耐久消費財全体に対するものであるが、これを1つの製品系列に、個々の製品を製品種類または品種に置き換えて考えれば、上述の目的にあった期待の把握が可能である。

表7.7はこのような場合を想定して、製品因子によりグルーピングされた製品群と評価因子との対応を示したものであり、5章における製品因子と評価因子の関係にもとづいて作成したものである。ここに、各評価因子に対する期待

表7.7　製品群と（着目化）評価因子のマトリックス表現

製品因子	製品区分（製品群）	性能因子	時間因子	拡大因子	環境因子	保全因子
環境改善型	電気毛布，電気コタツ，ガス瞬間湯沸器，石油ストーブ．	A	A	B	A	A
趣味関連型	ステレオ，トランジスタラジオ，腕時計．	C	C	A	A	C
家政型	ミシン，アイロン．	B	A	C	A	A
環境改善－趣味関連型	クーラー，カラーテレビ，扇風機．	B	B	A	A	B
環境改善－家政型	電気釜，冷蔵庫，ドライヤー，トースター．	A	A	C	B	A
趣味関連－家政型	カメラ，テープレコーダー．	C	A	C	B	A

は、A：大，B：中、C：小の3段階で示され、製品群による市場の期待の特徴をあらわしている。

このような表を以下の機能展開に結びつけて考えるためには、個々の製品について前節のような方法を用いる必要があるが、ここでの方法は、製品系列の中に位置する製品の大局的な見地にもとづく品質方針の設定を与えるものである。さらに、このような製品系列に共通する評価因子と製品のマトリックス表現は、製品ライフサイクルの中に占める位置、他社製品との競争関係、および自社の技術力などを対比させることによって、新製品開発、廃棄などより広い意味での製品計画に役立つものと考える。

7.4.3　評価因子ウエイトとコストの対比

7.2節で与えた評価因子ウエイトは、各品質項目の現状の品質に対する相対的な期待から構成されたものであり、評価因子ウエイトも評価因子に対応する

物的特性の品質水準からの相対的な期待をあらわす。その意味では、評価因子ウエイトは6章で求めた物的特性の品質水準に対する期待効用における現状の品質水準での傾きに相当するものである。したがって、もし各評価因子から関連する品質項目、部品（代用特性）、工程に展開して、そこで改善に必要なコストを見積もることが出来れば、この両者の関係から、品質方針を設定することが可能になる。このようにして見積もられた各評価因子の改善に要するコストをC_tとすると、w_t/C_tの値が最も大きい評価因子について品質の改善を方針づければよい。逆にw_t/C_tの値を設定することによって、評価因子ごとに関する品質の改善に対する全体としての原価の目標が与えられ、それらを設計、工程に展開、配分すれば、それぞれ品質特性、管理特性に関する具体的な原価目標を与えることができる。

7.5 結語

本章では、2章で示した方法概念と、4章以降で行なった市場品質の評価構造の解析とを結びつけて、

(1) 市場品質展開マトリックスにおける品質方針設定の際に指標となる評価因子ウエイトの算出方法について考察し、具体的に市場品質展開マトリックスを用いた市場の期待の展開の方法、品質方針の設定方法を示した。さらに企業側から市場の期待を評価、予測する立場からは、その簡便法ともいえるべき方法も併わせて示した。

(2) また市場品質展開マトリックスを拡張した使用法として、イ）特定消費者層をねらいとした場合、ロ）製品系列の中における特定製品の方針づけ、ハ）原価目標との関連、についてそれぞれ考察するとともに、その活用の仕方を示

した。

これらの提案した方法は、市場の期待の体系的網羅性とその重点指向という2つの考えにもとづいている。この中において、品質項目と評価因子より形成されるマトリックスおよびそこに与えられるウエイトが、最も本質的な部分に位置する。このような市場品質展開マトリックスの表現において、7.2節で与えた数量的表現は必ずしも必要でなく、7.3節で示したように企業内で評価、予測する立場から、評価因子の内容は製品によって比較的安定したものであり、本論文で示した評価因子を用いれば、簡便的に作成することもできる。そして、これと品質方針とを関連させることによって、2章で述べた以下の機能展開との有機的なつながりのうえに、市場の期待が具体的製品として実現、反映されるものと考える。

注

(1) $\sum_{t=1}^{T} w_t^2$ は、$x'Rx$ の形であらわされる2次形式を、$y = Ax$ ($y' = (y_1, \cdots, y_T)$) というT×nの行列Aを用いて変換し、$y'y$ という縮約された形にしたものに等しい。このとき $T \leq n$ であり、Aは、Rを用いた因子分析における因子負荷行列となっている。行列論の立場からは、Rは p.s.d. であるので上述のようなAは常に存在する（例えばRao [3]）。

(2) この場合の寄与率は、共通性の推定値に対する割合である。一方表7.2における割合（%）は、8つの評価因子の総計のウエイトに対する割合となっている。

(3) 付録B5の評価因子期待度と消費者属性（年令，職業，世帯人員）との関連の強さをあらわす偏相関係数が、0.15 以上の属性について、そのカテゴリーに与えられた数値が一番大きいカテゴリーを◎で、二番目に大きいカテゴリーを○で示した。

参考文献

[1] 狄庭雅夫： インダストリアル・エンジニアリング， pp. 93-106，日科技連，(1978)

[2] 神澤法男： "企画・設計段階での品質展開における重点指向"：水野滋，赤尾洋二編： 品質機能展開－全社的品質管理へのアプローチ，pp. 65-83，日科技連，(1978)

[3] Rao, C.R. : Linear Statistical Inference and Its Application, pp.31-32, John, Wiley & Son, Inc., (1965)

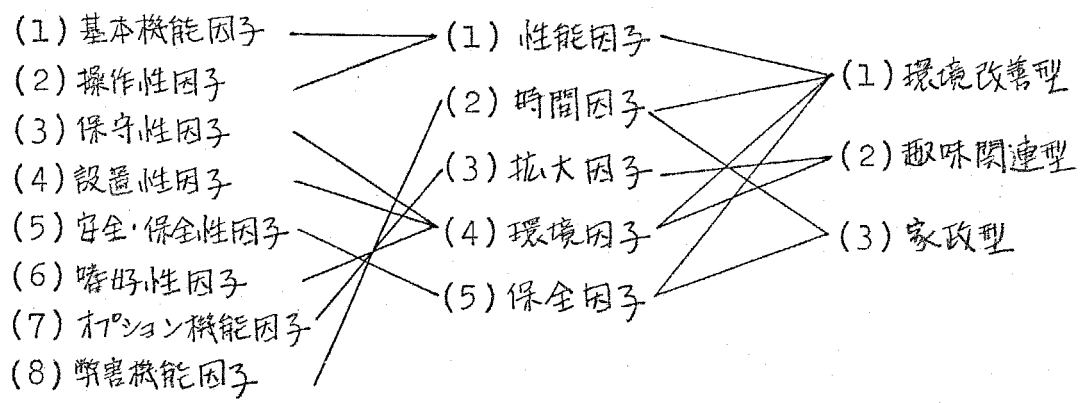
8章　考察と展望

8.1　全体的考察

本論文の各章で論じてきたことの考察は、各章の結語にまとめられているので、本章では、本論文において中心的役割を果した評価因子について、(a) 市場品質の評価構造をあらわす立場からの評価因子の実証的解析、(b) 評価因子にもとづく品質方針の設定方法、(c) 評価因子を数量化するための方法論、のそれぞれの立場から、全体的な考察、総括を行なうことにする。

(a) まず評価構造の立場からは、特定製品に別々に設定した品質項目から、(1) 基本機能因子、(2) 操作性因子、(3) 保守性因子、(4) 設置性因子、(5) 安全・保全性因子、(6) 嗜好性因子、(7) オプション機能因子、(8) 弊害機能因子の8つの市場の期待を構成する評価因子を得た。一方、これらを耐久消費財に拡張するために、製品に共通する評価項目を設定することによって、(1) 性能因子、(2) 時間因子、(3) 拡大因子、(4) 環境因子、(5) 保全因子の5つの普遍化された評価因子と、製品による各評価因子への期待のウエイトの特徴をあらわす (1) 環境改善型、(2) 趣味関連型、(3) 家政型の3つの製品因子が得られた。この両者は、それぞれ因子を求める出発点を異にするため直接的な関係は得られないが、前者の評価因子と後者の評価項目との対応から推察すると両者の関係は、表8.1のように示される。これによれば、評価因子を求める際の対象製品であった冷蔵庫、カラーテレビ、洗濯機の3製品は、普遍化評価

表8.1 評価因子と普遍化評価因子および製品因子との関係，



因子でいえば環境因子に関係する因子が多く、これらの期待が大きいことが3製品に共通する特徴である。ただし、表8.1における普遍化評価因子と製品因子の関係は、絶対的なウエイトの大きさを示すのではなく、3つの製品因子ごとの相対的な関連の大きさ、または製品による特徴をあらわす。したがって、例えば冷蔵庫は、21の耐久消費財の中で、環境改善一家政型に属し、これより評価因子の立場でいえば、弊害機能因子への期待が他の製品に比べて特徴的であることを意味する。この結果は、表4.4における3製品間のウエイトの差と符号するものである。このように特定製品の評価因子と普遍化評価因子または製品因子と対応させることができ、特定製品について得られた評価因子の内容そのものは、製品群あるいは時間的にも比較的安定していて、異なるのは評価因子に対する期待の強さ、すなわちウエイトである。そして、本論文の4章での考察から、そのウエイトは製品のライフサイクルにおける位置、または企業側の設計変更などの品質方針の結果に依存するものと考えられる。したがって、本論文で調査の対象としなかった製品についても、評価因子の内容は拡張

が可能であり、その際には上述の8つの評価因子が参考になるものと考える。

(b) 品質方針を設定するための応用の立場については、品質項目と評価因子とのマトリックスを形成することによって、以下の機能展開の諸表(マトリックス)との連結を可能にした市場品質展開マトリックスを提案した。これらは評価因子に対する市場の期待が、企業の過去に供給した製品品質の結果を反映しているとの考察にもとづくものである。そして、具体的に品質方針設定の応用例として、(1) 市場品質展開マトリックスにおける品質項目に対する期待の程度を、評価因子との関連から変換した評価因子ウエイトによる品質方針の設定方法とその簡便法、(2) 市場品質展開マトリックスに消費者属性とのマトリックスを加えることによって、特定の消費者層をねらいとした品質方針の設定方法、(3) 企業のかかえる一連の製品系列における大局的な方針の設定方法、(4) 評価因子に対応する製品品質の水準による消費者の効用との関係から、より具体的な品質目標、さらに原価情報を対比させた原価目標の設定方法、についてそれぞれ示した。これらの品質方針の設定方法は、すべて以下の設計、工程への品質の展開を前提としているが、(2) および (3) は、それぞれ市場細分化政策や、品種政策などの製品差別化戦略などとの関連のもとに、(1) の市場品質展開マトリックスの適用に際しての対象とする製品の定義を規定するのに役立つ。以上本論文で提案した部分に、具体的な品質特性、管理特性への展開の方法は従来から提案、実施されている機能展開の諸方法を採用することによって、市場の期待と企業の品質方針のもとに体系づけられた品質の管理、改善の活動が、実現できるものと考える。

(C) 評価因子の解析、すなわち市場品質の数量化という過程で、本論文では、(1) 因子分析におけるデータの中心化の因子構造に与える影響、(2) 因子の有意性の検定方法、(3) 3相データの因子分析法の新しいモデルと解法など、い

くつかの新しい提案、およびその証明を与えてきた。これらは、本論文における解析上の必要から開発したものであるが、そのまま一般論としても成り立つ。多変量のデータ解析に共通していえることであるが、特に因子分析を適用する際には、目的に適合した解析法を用意する必要があり、その意味では、本論文で得られた結論、方法、モデルは、データの内的関連を扱う解析に際して、代替的な方法の選択の基準を与えるとともに、適用上の枠を広げるものとして役立つものと考える。

8.2 今後の課題と展望

本論文における中心課題は、品質の展開ということであり、その品質も物的特性を通して消費者が満足する使用特性とした限定した意味で用いてきた。そこには社会次元で評価される、例えば大型製品における廃棄性の問題、公害といった側面は含まれていない。このような側面を導入すると、製品品質に対する個人の期待としてだけでなく、その個人の位置する社会としての評価構造を設定する必要がある。個人と社会の効用を同一レベルでモデル化することは、非常に困難であり、今後の一つの課題として残される問題である。しかし、企業の立場からこれらを含めた品質を展開する場合、手続的には、市場品質展開マトリックスにこれに相当する品質項目および評価因子を追加し、品質項目の重要度および評価因子との関連は企業側で評価を行えばよく、その評価方法さえ確立されれば可能である。ただしこのとき評価方法そのものが企業の方針となっている。

一方、本論文で問題とした品質方針、品質の改善には、それに対する原価が常に関係してくる。この原価の問題については、7章において、評価因子に対する期待のウエイトと、その評価因子に関係してくる設計、工程における品質

特性、管理特性の水準の上昇にともなう費用を積み上げた原価との比較で、品質目標あるいは逆に原価目標を与える方法など、本論文においては部分的にしかふれなかった。しかし、企業にとって原価問題は、原価低減ということが直接的に利益に結びつくところから、品質に劣らず重要な課題である。したがって、品質の展開と同様に、例えば品質の場合における品質項目に対する市場の期待度を原価低減の重要度に置き換えるなど、原価を中心とした展開を可能にするツールを開発する必要があり、今後の一番大きな課題と考える。

謝辞

終わりに臨んで、本研究を遂行するにあたり懇篤なる御指導を賜わった東京工業大学経営工学科秋庭雅夫教授に、心より拝謝いたします。また、日頃からの御指導を賜わっている東京工業大学経営工学科の諸先生方に謝意を表します。さらに、本研究の一部に直接的な援助をいただいた秋庭研究室卒業生の牧野晃己君、安達俊行君にお礼を申し上げます。

付録A　目次

付録A.1　積和行列を用いた因子分析の基本的性質
A1.1　因子分析における原点問題
A1.2　積和行列による因子分析の近似解と性質
A1.2.1　データ行列の因子分解
A1.2.2　固有値の因子分解に与える影響
A1.3　分散共分散行列による方法との関係
A1.3.1　Aから$\dot{A}$への変換
A1.3.2　Aと$\dot{A}$の関係
A1.4　数値例と考察
A1.4.1　数値例
A1.4.2　λ_1/λ_2の大きさに対する考察
A1.4.3　積和行列による方法の適応上の利点と問題点
参考文献

付録A.2　因子分析における有意性の検定方法
A2.1　因子分析法と二元配置分散分析モデル
A2.2　生データ偏差平方和の因子への分解
A.2.2.1　生データの列中心化
A.2.2.2　x_{ij}の偏差平方和の分解
A2.3　各因子の固有値による有意性の検定
A.2.3.1　誤差項の導入
A.2.3.2　自由度の計算方法と分散分析表
A.2.3.3　有意性の検定の意味
参考文献

付録A.3　3相因子分析の解法とモデルの評価

A3.1　3相因子分析法

A3.2　モデルと解法の比較

A3.2.1　モデルの比較

A3.2.2　解法の比較

A3.3　数値例による解法、モデルの評価

A3.3.1　B, Cの解と固有値の比較

A3.3.2　モデルの評価

A3.4　TRFAC およびモデルIIの適用上の考察

参考文献

付録A.4　3相データ仮説構造の再現性の検討

A4.1　従来法による接近方法

A4.2　因子構造の仮定と変量の定義

A4.2.1　2相構造の場合

A4.2.2　3相構造の場合

A4.3　推定値の比較と考察

A4.3.1　3方法による再現精度の比較

A4.3.2　結果の考察

参考文献

付録A1. 積和行列を用いた因子分析の基本的性質

A1.1 因子分析における原点問題

因子分析においては、通常データ行列から導かれる相関行列（または分散共分散行列）をその出発点とする場合が多い。因子分析の結果得られる因子解は、各変量の尺度と原点の選び方によって異なり、因子分析に相関行列が用いられるのは、データ行列および積和行列以上の情報が相関行列に含まれていることが前提となることを意味しているが、このことは常に正しいとは限らない。すなわち合理的な原点を持つ比率尺度でデータが測定されている場合には、積和行列を用いる方法は、(1)得られた因子とデータとの対応が明確である、(2)比率尺度の場合には変量の大きさ（例えば平均）自体にも意味があるときもありその情報も維持できる〔1〕、などという利点を持つ場合もある。

このような観点のもとに、ここでは積和行列を用いる方法についてまずその特徴を明らかにするとともに、特に原点の選び方の問題を考察する立場から、分散共分散行列を用いる方法との得られる因子解の関係を明らかにすることを目的とする。この両者の関係に関する従来の研究は、対象（変量）に対する個人（サンプル）の見解の立場等の心理学上の仮説に立脚したもの〔2〕,〔3〕,〔4〕,〔5〕と、データ行列のテニクの立場からの研究〔6〕に大別される。このような従来の研究と異なり、本論文では積和行列の第1因子の固有値の大きさに着目し、これに基づき積和行列を用いる方法の基本的性質について論じるもの

であり、特に変量の数に比べてサンプル数が大きいときの両者の関係の議論に役立つものと考える。

A1.2 積和行列による因子分析の近似解と性質

A1.2.1 データ行列の因子分解

N人の回答者（サンプル）に対して、n個の質問項目（変量）からなるアンケートを実施したとする。そして個々の回答者の個々の質問項目に対する観測値をx_{ij}（$i=1,\cdots,N$; $j=1,\cdots,n$）とする。ここでは尺度構成の問題にはふれないで、x_{ij}をより低次のランクへの近似の表現法を考える。そのためまずx_{ij}を要素とするN×nのデータ行列Xのランクをmとすると、直交行列U, Wを用いて次のように因子分解される（ただしN > n ≧ m）。

$$X = U\Lambda W' \qquad (A1.1)$$

U：u_{ik}を要素とするN×mの直交行列. $U'U = NI_m$.

W：w_{jk}を要素とするn×mの直交行列. $W'W = I_m$.

Λ：非負の$\sqrt{\lambda_k}$を対角要素とする対角行列。

ここにI_mはm×mの単位行列,（$k=1,\cdots,m$）であり、式(A1.1)はU, Wの列ベクトルの符号を除いて一意に決まり、$X/\sqrt{N}$ を Eckart-Young 分解したものと同等である。なおXのランクが未知のとき、Xの固有値の大きい方からm因子について因子分解した場合には(A1.1)の等号は、最小二乗近似の意味となる。

式(A1.1)のU, Wを，Xの列および行について積和した積和行列との関係を考えるために、まず列について積和した$S_n = \frac{1}{N}X'X$ に式(A1.1)を代入する。

$$S_n = \frac{1}{N} X'X = \frac{1}{N} W\Lambda' U' U \Lambda W' = W\Lambda^2 W' \qquad (A1.2)$$

ここに λ_k ($k=1, \cdots, m$: Λ^2 の対角要素) は S_n の固有値で、W の列は対応する固有ベクトルである。このとき $A = W\Lambda$ とすると A は積和行列を用いた因子分析の因子負荷行列である。また行について積和した $S_N = \frac{1}{N} XX'$ は

$$NS_N = XX' = U\Lambda W' W\Lambda' U' = U\Lambda^2 U' \qquad (A1.3)$$

となり、S_N の固有値も λ_k ($k=1, \cdots, m$) で、$U\sqrt{N}$ の列は対応する固有ベクトルである。また U は式 (A1.1) から S_n を用いた因子分析の因子得点行列となっている。

一方、X の要素 x_{ij} の列の平均を $\bar{x}_{\cdot j}$ とし、x_{ij} の代わりに $(x_{ij} - \bar{x}_{\cdot j})$ を要素する行列を $\dot{X}$ と定義して、式 (A1.1) と同様に $\dot{X}$ を因子分解し、対応する U, W, Λ を $\dot{U}, \dot{W}, \dot{\Lambda}$, と表わすと、$\dot{W}\dot{\Lambda}$ ($= \dot{A}$), $\dot{U}$ は分散共分散行列を用いたときの因子負荷行列と因子得点行列である。X と $\dot{X}$ の関係は、$\mathbb{1}$ を N 個の 1 を要素する列ベクトルと定義すると次式で与えられる。

$$\dot{X} = X - \frac{1}{N} \mathbb{1}\mathbb{1}' X \qquad (A1.4)$$

因子分解後の W と $\dot{W}$ または A と $\dot{A}$ の関係は、過去にいくつかの考察がなされていて、例えば Corballis [6] は、X と $\dot{X}$ のランクの立場から、$\mathbb{1}$ が X の列ベクトルに線形従属の場合、すなわち $m = N < n$ のときには、W は $\dot{W}$ にくらべて付加的な因子が得られ、それ以外の時には、W と $\dot{W}$ は一致することを示している。しかし因子分析や主成分分析を適用しようとする場合、事前に X のランクがわかっていることはまれで、また測定されるデータに誤差が伴うため、内的関係を求めたい変量の数 n に対してサンプル数 N が多くとられる。すなわち、$n < N$ であることが普通であり、その場合でも W と $\dot{W}$ は一致するとは限らない。

A1.2.2 固有値の因子分解に与える影響

本節では、S_nの第1因子の固有値が他の因子の固有値に比べて大きいとき、W（またはA）の第1列が定数jを要素とする平均列ベクトル定に比例することを示す。証明は(1) $\lambda_1 \gg \lambda_k$ ($k=2,\cdots,n$)のときの第1列の近似解、(2) Uの残りの列和が0となる、(3) Aの第1列は定のスカラー倍となる、の3段階から構成される。

(1) $\lambda_1 \gg \lambda_k$ ($k=2,3,\cdots,n$)のときにu_{j1}の近似解を求めるために、S_Nの列和のベクトル$\$' = (s_1, \cdots, s_n)$を定義すると、$\$ = S_N \mathbb{1}$であり、式(A1.3)から$\$$とu_{jk}の関係は次式で与えられる。

$$\$ = \frac{1}{N} U \Lambda^2 U' \mathbb{1} = \frac{1}{N} \begin{bmatrix} \sum_{k=1}^{m} \lambda_k u_{1k} \sum_{j=1}^{n} u_{jk} \\ \sum_{k=1}^{m} \lambda_k u_{2k} \sum_{j=1}^{n} u_{jk} \\ \vdots \\ \sum_{k=1}^{m} \lambda_k u_{Nk} \sum_{j=1}^{n} u_{jk} \end{bmatrix} \qquad (A1.5)$$

$u_{\cdot k} = \sum_{j=1}^{m} u_{jk}$を定義し、$\lambda_1 \gg \lambda_k$の関係を利用すると、

$$s_j = \frac{\lambda_1}{N}\left[u_{j1}u_{\cdot 1} + \sum_{k=1}^{m}\left(\frac{\lambda_k}{\lambda_1}\right) u_{jk} u_{\cdot k}\right] \fallingdotseq \frac{\lambda_1}{N} u_{j1} u_{\cdot 1} \qquad (A1.6)$$

となり、$\lambda_1, u_{\cdot 1}$はjに無関係であることから、u_{j1}はs_jに近似的に比例する。$u_k = (u_{1k}, \cdots u_{Nk})$とすると$u_k' u_k = N$であることから、次の近似式を得る。

$$u_{j1} = \sqrt{N}\, s_j \Big/ \sqrt{\sum_{j=1}^{n} s_j^2} \qquad (A1.7)$$

このとき、$S_N u_1 = \lambda_1 u_1$であることから、$\mathbb{1}' S_N u_1 = \lambda_1 \mathbb{1}' u_1$ すなわ

ち $\sum_{j=1}^{n} s_j^2 = \lambda_1 \sum_{j=1}^{n} s_j$ が成り立ち、λ_1 は次式で与えられる。

$$\lambda_1 = \sum_{j=1}^{n} s_j^2 \Big/ \sum_{j=1}^{n} s_j \qquad (A1.8)$$

(2) (1)で得た u_1 を用いて、S_N^* を次式で定義する。

$$S_N^* = S_N - \lambda_1 u_1 u_1'/N \qquad (A1.9)$$

式(A1.9)に右から u_k $(k \neq 1)$ を乗じると、U が直交行列であることから、$S_N^* u_k = S_N u_k$ となり、次式が成り立つ。

$$S_N^* u_k = \lambda_k u_k \quad (k \neq 1) \qquad (A1.10)$$

また式(A1.9)に $\mathbb{1}'$ を乗じ式(A1.7)，式(A1.8)を代入すると、

$$\mathbb{1}' S_N^* = \mathbb{1}' S_N - \lambda_1 \mathbb{1}' u_1 u_1'/N = 0' - \sqrt{\textstyle\sum_{j=1}^{n} s_j^2}/\sqrt{N}\, u_1' \qquad (A1.11)$$

となり、$\mathbb{1}' S_N^* = 0'$ を得る。この結果と式(A1.10)から、

$$\mathbb{1}' S_N^* u_k = \lambda_k \mathbb{1}' u_k = 0 \quad (k \neq 1) \qquad (A1.12)$$

が成り立ち、$\mathbb{1}' u_k$ すなわち u_k $(k \neq 1)$ の列和は0となる。

(3) $U = (u_1 | U^*)$，$U^* = (u_2, \cdots, u_m)$ とし、Aも第1列とその他の部分 A^*，すなわち $A = (a_1 | A^*)$ と分割すると、式(A1.1)は次のように表わせる。

$$X = [u_1 | U^*][a_1 | A^*]' = u_1 a_1' + U^* A^{*\prime} \qquad (A1.13)$$

したがって変量の平均列ベクトル $\bar{x}$ は、次式で与えられる。

$$\bar{x}' = \frac{1}{N}\mathbb{1}'X = \frac{1}{N}\mathbb{1}'u_1 a_1' + \frac{1}{N}\mathbb{1}'U^*A^{*\prime} \qquad (A1.14)$$

(2)の結果から、右辺の第2項は0となり、また $\mathbb{1}'u_1$ はスカラーであることから、次式を得る。

$$a_1 = \frac{N}{(\mathbb{1}'u_1)}\bar{x} \qquad (A1.15)$$

以上(1)，(2)，(3)によって、a_1 の各要素は、変量の平均値に比例したものになることが証明できた。

次に式(A1.15)の定数について考察すると、式(A1.7)から

$$N/(\mathbb{1}'u_1) = \sqrt{N\sum_{j=1}^{n} s_j^2 / \left(\sum_{j=1}^{n} s_j\right)^2} \qquad (A1.16)$$

となり、一般に $\left(\sum_{j=1}^{n} s_j\right)^2/N \leqq \sum_{j=1}^{n} s_j^2$ であるので、$N/(\mathbb{1}'u_1) \geqq 1$ であり、$s_1 = s_2 = \cdots = s_N$ のとき、すなわち $u_{11} = u_{21} = \cdots = u_{N1}$ のとき等号が成り立つ。したがって第1因子の因子得点が大体等しいならば、$a_1 = \bar{x}$ となる。

このとき $a_1 = \bar{x}' = \frac{1}{N}\mathbb{1}'X$，$u_1 = \mathbb{1}$ を式(A1.13)に代入すると、

$$X = \frac{1}{N}\mathbb{1}\mathbb{1}'X + U^*A^{*\prime} \qquad (A1.17)$$

となり、これと式(A1.4)を比較すると、U^*. A^* は $\dot{X}$ を因子分解したもの、すなわち A^* は分散共分散行列 $\frac{1}{N}\dot{X}'\dot{X}$ の因子負荷行列であり、積和行列による方法の第1因子の因子得点が等しいならば、第2因子以下は分散共分散行列による方法の因子解に一致する。

A1.3 分散共分散行列による方法との関係

A1.3.1 AからȦへの変換

AとȦとの関係を考察するために、まずAからȦへの変換を考える。Uの列和の平均$\bar{u}_k$を要素とする列ベクトルを$\bar{u}$とすると、$\bar{u}' = 1/N\, \mathbb{1}'U$である。式(A1.4)にX = UA'を代入し、$\bar{u}' = 1/N\, \mathbb{1}'U$となる関係を利用すると、次式のようになる。

$$\dot{X} = UA' - 1/N\, \mathbb{1}\mathbb{1}'UA' = (U - \mathbb{1}\bar{u}')A' \qquad (A1.18)$$

これより分散共分散行列をN倍したものは次式であらわせ、

$$\dot{X}'\dot{X} = A(U - \mathbb{1}\bar{u}')'(U - \mathbb{1}\bar{u}')A' \qquad (A1.19)$$

さらに$\bar{u}' = 1/N\, \mathbb{1}'U$, $\bar{u} = 1/N\, U'\mathbb{1}$, $U'U = NI_m$ を用いて、

$$(U - \mathbb{1}\bar{u}')'(U - \mathbb{1}\bar{u}') = NI_m - N\bar{u}\bar{u}' \qquad (A1.20)$$

が成り立つことから、式(A1.18)は次式のようになる。

$$\dot{X}'\dot{X} = NA(I_m - \bar{u}\bar{u}')A' \qquad (A1.21)$$

さらにXの固有値$\sqrt{\lambda_k}$ ($k=1, \cdots, m$)を対角要素とするΛを用いて、$P = \Lambda(I_m - \bar{u}\bar{u}')\Lambda$を定義すると、Pは対称行列であるので適当な直交行列Sを用いて$P = S\dot{\Lambda}^2S'$と因子分解され、これより式(A1.21)との関係から次式が成り立つ。

$$\frac{1}{N}\dot{X}'\dot{X} = A\Lambda^{-1}P\Lambda^{-1}A' = (A\Lambda^{-1})S\dot{\Lambda}^2S'(A\Lambda^{-1})' \qquad (A1.22)$$

式(A1.22)において、$A\Lambda^{-1}$, Sは直交行列であるので、Pと$\frac{1}{N}\dot{X}'\dot{X}$すなわち分散共分散行列の固有値は一致し、$\dot{\Lambda}^2$はそれぞれの固有値を対角要素とする対角行列である。

次にmxmの正方行列Tを次式で定義すると、

$$T = \Lambda^{-1} S \dot{\Lambda} \qquad (A1.23)$$

TはP, Λから一意に決まり、式(A1.22)から次式を得る。

$$\frac{1}{N}\dot{X}'\dot{X} = ATT'A' = (AT)(AT)' \qquad (A1.24)$$

式(A1.24)においてA, Tともに一意に決まり、一方、分散共分散行列による因子負荷行列$\dot{A}$も、$\frac{1}{N}\dot{X}'X$を因子分解することによって一意に求まるので、Aと$\dot{A}$には次の関係が成り立つ。

$$\dot{A} = AT \qquad (A1.25)$$

したがって式(A1.23)で与えられる変換行列Tを用いて、積和行列による因子負荷行列は、分散共分散行列による因子負荷行列$\dot{A}$に変換することができる。

A1.3.2 AとÄの関係

A1.2での結果にもとづき、A1.3.1で求めたAから$\dot{A}$への変換行列Tについて考察すると、

$$I_m - \bar{u}\bar{u}' = \begin{bmatrix} 1-\bar{u}_{\cdot 1}^2, & -\bar{u}_{\cdot 1}\bar{u}_{\cdot 2}, & \cdots, & -\bar{u}_{\cdot 1}\bar{u}_{\cdot m} \\ \vdots & & \ddots & \\ -\bar{u}_{\cdot 1}\bar{u}_{\cdot m}, & \cdots & & 1-\bar{u}_{\cdot m}^2 \end{bmatrix} \qquad (A1.26)$$

であり、式(A1.7)と式(A1.12)の $\bar{u}_i \cdot \bar{u}_k = 0 (k \neq 1)$ を利用して、$P = \Lambda (I_m - \bar{u}_1 \bar{u}_1') \Lambda$ を求めると、

$$P = \begin{bmatrix} \lambda_1 \left\{ 1 - \left(\sum_{j=1}^{n} s_j\right)^2 / N \sum_{j=1}^{n} s_j^2 \right\}, & 0' \\ 0 & \begin{matrix} \lambda_2 & & \\ & \ddots & \\ & & \lambda_m \end{matrix} \end{bmatrix} \qquad (A1.27)$$

を得る。したがって $P = S \dot{A}^2 S'$ において、$S = I_m$ であり式(A1.27)そのものが $\dot{A}^2$ となり、Tは次式で与えられる。

$$T = \begin{bmatrix} \sqrt{1 - \left(\sum_{j=1}^{n} s_j\right)^2 / N \sum_{j=1}^{n} s_j^2}, & 0' \\ 0 & , \quad I_{m-1} \end{bmatrix} \qquad (A1.28)$$

これより、第1因子の固有値が他の因子に比べて大きいとき、$\dot{A}$ は近似的に式(A1.28)で与えられるTを用いてAから変換することができる。Tの2行2列以下は単位行列であることから、$\dot{A}$ とAの2列以下，すなわち第2因子以下の負荷量は近似的に一致し、対応する固有値も式(A1.27)と $\dot{A}^2 = P$ の関係により一致する。第1因子については、Tの1行1列の要素、$\left\{ 1 - \left(\sum_{j=1}^{n} s_j\right)^2 / \left(N \sum_{j=1}^{n} s_j^2\right) \right\}$ は非負であり、s_j または u_{j1} がすべて等しい時0となる。このとき、$\dot{A} = A^*$ となり、Aの第1因子は退化し、$\dot{A}$ はAの第2因子以下と一致する。また $\left\{ 1 - \left(\sum_{j=1}^{n} s_j\right)^2 / \left(N \sum_{j=1}^{n} s_j^2\right) \right\} \neq 0$ のときには、$\dot{\Lambda}^2$ の対角要素を λ_1 と定義すると、

$$\dot{\lambda}_1 = \lambda_1\left\{1-\left(\sum_{j=1}^{n} s_j\right)^2 \Big/ \left(N\sum_{j=1}^{n} s_j^2\right)\right\},\quad \dot{\lambda}_k = \lambda_k \qquad (A1.29)$$
$$(k=2,\cdots,m)$$

が、式(A1.27)から成り立ち、$\dot{A}$の第1列は近似的にAの第1列の$\sqrt{1-\left(\sum_{j=1}^{n} s_j\right)^2/\left(N\sum_{j=1}^{n} s_j^2\right)}$倍のものとなる。

これよりA1.2.2での結果に加えて、$\lambda_1 \gg \lambda_2$の場合、u_{ij}が等しくないときには、A^*は$\dot{A}$と等しくはならないが、$\dot{A}$の付加的な因子を除いたものと近似的に一致することがわかる。

A1.4 数値例と考察

A1.4.1 数値例

本節ではA1.2, A1.3で得られた結果の数値例を、表A1.1に示されるようなデータ行列を用いて示す。これらのデータは4章におけるテレビの品質項目(変量)に対する消費者(サンプル)の品質向上期待度を測定した調査資料の一部であり、$n=10$, $N=20$となっている。これよりS_nの因子分解によってAを計算した結果が表A1.2であり、この場合5因子までの累積寄与率は98.6%となり、$m=5$として以下の数値例を示す。

表A1.3は、Aに対する因子得点行列であり、X, Aから$U=XA(\Lambda^2)^{-1}$によって求めたものである。これは式(A1.3)からS_N(表A1.4)の因子分解によっても求めることができる。この例では、$\lambda_1=75.12$, $\lambda_2=1.205$で、$\lambda_1/\lambda_2=62.3$となり、第1因子の固有値が他の因子に比べてかなり大きく、その結果式(A1.7)から求めたu_{j1}の近似値(表A1.3の右欄)は、Uの第1列の数値に小数点以下第2位まで一致している。またUの列和の平均$\bar{u}_{\cdot k}$は

表A1.1 数値例に用いるデータ行列 X' ($n=10, N=20$)

変量＼サンプル	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	2	2	3	1	3	4	2	2	3	2	2	1	2	3	3	2	3	2	2	2
2	3	3	4	4	3	2	3	3	3	4	2	3	3	3	4	2	3	3	4	4
3	2	2	4	3	4	4	4	3	3	2	1	3	3	3	3	2	2	4	4	2
4	4	4	3	3	3	4	4	2	1	2	2	2	3	3	4	2	3	3	4	4
5	1	2	3	2	3	4	2	2	3	2	1	1	2	3	4	0	2	2	3	1
6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	3	1	0
7	2	1	2	3	3	2	4	3	3	4	1	3	2	2	3	0	3	3	2	2
8	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	2	4	4	4	4
9	2	2	2	4	2	2	4	3	3	2	1	2	4	3	4	2	2	4	4	2
10	2	3	3	4	3	2	4	2	3	3	1	2	3	3	3	0	3	3	4	2

表A1.2 積和行列による因子負荷行列 A

A	F1	F2	F3	F4	F5	$\bar{x}$	$N/(1'a_1)\bar{x}$
1	2.292	-0.487	0.319	-0.137	0.335	2.30	2.339
2	3.170	0.049	-0.324	0.082	0.051	3.15	3.204
3	2.971	0.067	0.374	-0.047	-0.021	2.90	2.949
4	3.036	-0.538	-0.205	0.207	-0.351	3.00	3.051
5	2.418	-0.119	0.527	-0.398	-0.120	2.30	2.339
6	0.428	0.112	0.441	0.649	0.294	0.45	0.457
7	2.471	0.531	-0.192	-0.238	0.375	2.40	2.441
8	3.786	-0.224	-0.403	0.120	0.251	3.80	3.865
9	2.773	0.429	0.170	0.293	-0.336	2.70	2.746
10	2.759	0.356	-0.045	-0.155	-0.211	2.65	2.695
固有値	75.118	1.205	1.091	0.830	0.701	72.63*	75.12**

* $\bar{x}'\bar{x}$, ** $(N/1'a_1)^2\bar{x}'\bar{x}$

$\bar{u}_{\cdot k}$ ($k \neq 1$) が $\bar{u}_{\cdot 1}$ よりも1桁下のオーダーであり、式(A1.12)の近似的な成立を示唆している。したがって、Aの第1列 a_1 と変量の平均 $\bar{x}$ を比較すると、表A1.2のF1と $\bar{x}$ の列のようになり、両者の相関係数は $r=0.998$ であり、a_1 は $\bar{x}$ と良い一致をみせていることがわかる。しかし $\bar{x}$ の各要素の自乗和は、72.63であり、入より少し小さい。式(A1.16)で与えられる定数, $N/(1'a_1)$

表A1.3　積和行列による因子得点行列 U

U	F1	F2	F3	F4	F5	$\sqrt{N}\,S_j/\sqrt{\Sigma S_j}$
1	0.875	-1.023	-1.495	0.704	-0.117	0.878
2	0.911	-1.265	-0.875	0.326	-1.126	0.913
3	1.088	-0.732	0.303	-0.868	0.230	1.088
4	1.099	1.570	-1.014	0.229	-1.250	1.097
5	1.079	-0.331	0.424	-1.253	0.691	1.078
6	1.070	-2.057	1.526	-1.270	0.193	1.070
7	1.200	1.172	-0.445	-0.128	-0.842	1.198
8	0.936	0.625	-0.309	-0.260	0.737	0.936
9	0.950	1.149	1.387	-0.704	1.307	0.949
10	0.971	0.988	-1.323	-0.933	1.552	0.971
11	0.606	-1.317	-1.099	0.285	1.088	0.610
12	0.836	0.772	-1.241	0.028	0.910	0.838
13	1.017	0.389	-0.209	0.441	-1.080	1.017
14	0.992	-0.285	0.781	-0.701	-0.650	0.991
15	1.227	-0.179	0.391	-0.621	-0.835	1.226
16	0.491	-0.968	0.678	2.807	0.635	0.496
17	0.979	-0.141	0.061	0.902	1.764	0.980
18	1.139	1.089	1.653	1.964	0.514	1.138
19	1.246	0.236	0.978	0.368	-1.760	1.244
20	0.950	-1.080	-1.305	0.326	-0.215	0.952
Σu_{ik}	19.662	-1.388	-1.131	1.642	1.746	
$\bar{u}_{.k}$	.9831	-.0694	-.0566	.0821	.0873	

$= 20/19.662 = 1.017$ を乗じたものが、表A1.2 の右欄であり、この自乗和は、75.12 となり λ_1 とほぼ一致する。なおこの値は式(A1.8)にもとづいた計算値と一致する。

次に $\hat{A}$ を A から求める例を示すために、表A1.3 の下欄の $\bar{u}_{.k}$ と表A1.2 の λ_k の数値から P を計算すると、

$$P = \begin{bmatrix} 2.5165 & 0.6490 & 0.5036 & -0.6372 & -0.6224 \\ 0.6490 & 1.1992 & -0.0045 & 0.0057 & 0.0056 \\ 0.5036 & -0.0045 & 1.0875 & 0.0044 & 0.0043 \\ -0.6372 & 0.0057 & 0.0044 & 0.8244 & 0.0055 \\ 0.6624 & 0.0056 & 0.0043 & -0.0055 & 0.6957 \end{bmatrix} \qquad (A1.30)$$

表A1.4　サンプル間の積和行列　S_N

S_N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	3.10	3.15	3.55	3.60	3.50	3.50	3.95	3.05	2.90	3.20	2.15	2.80	3.35	3.20	4.00	1.70	3.25	3.60	4.00	3.30
2	3.15	3.35	3.75	3.75	3.65	3.70	4.05	3.10	3.05	3.25	2.20	2.80	3.50	3.40	4.20	1.70	3.35	3.75	4.30	3.40
3	3.55	3.75	4.60	4.40	4.50	4.50	4.80	3.80	3.90	3.95	2.50	3.40	4.10	4.10	5.00	2.00	3.95	4.55	5.10	3.90
4	3.60	3.75	4.40	4.80	4.35	4.10	5.10	3.90	3.90	4.10	2.40	3.55	4.30	4.05	5.05	1.90	3.95	4.70	5.20	3.90
5	3.50	3.65	4.50	4.35	4.50	4.50	4.85	3.80	3.90	3.95	2.45	3.40	4.05	4.05	4.95	1.90	3.95	4.55	5.00	3.80
6	3.50	3.70	4.50	4.10	4.50	4.80	4.70	3.70	3.80	3.70	2.50	3.20	4.00	4.10	5.00	2.00	3.90	4.50	5.00	3.80
7	3.95	4.05	4.80	5.10	4.85	4.70	5.65	4.25	4.25	4.40	2.60	3.85	4.65	4.45	5.50	2.10	4.35	5.15	5.60	4.20
8	3.05	3.10	3.80	3.90	3.80	3.70	4.25	3.40	3.40	3.50	2.15	3.05	3.60	3.45	4.30	1.70	3.40	4.00	4.30	3.30
9	2.90	3.05	3.90	3.90	3.90	3.80	4.25	3.40	3.70	3.55	2.05	2.95	3.60	3.60	4.40	1.70	3.55	4.20	4.45	3.20
10	3.20	3.25	3.95	4.10	3.95	3.70	4.40	3.50	3.55	3.85	2.25	3.20	3.65	3.55	4.45	1.60	3.65	4.05	4.40	3.50
11	2.15	2.20	2.50	2.40	2.45	2.50	2.60	2.15	2.05	2.25	1.65	1.95	2.30	2.20	2.75	1.20	2.30	2.45	2.70	2.30
12	2.80	2.80	3.40	3.55	3.40	3.20	3.85	3.05	2.95	3.20	1.95	2.85	3.20	3.00	3.75	1.50	3.05	3.55	3.80	3.00
13	3.35	3.50	4.10	4.30	4.05	4.00	4.65	3.60	3.60	3.65	2.30	3.20	4.00	3.80	4.70	1.90	3.65	4.35	4.80	3.60
14	3.20	3.40	4.10	4.05	4.05	4.10	4.45	3.45	3.60	3.55	2.20	3.00	3.80	3.80	4.65	1.80	3.60	4.20	4.70	3.50
15	4.00	4.20	5.00	5.05	4.95	5.00	5.50	4.30	4.40	4.45	2.75	3.75	4.70	4.65	5.80	2.20	4.45	5.20	5.80	4.40
16	1.70	1.70	2.00	1.90	1.90	2.00	2.10	1.70	1.70	1.60	1.20	1.50	1.90	1.80	2.20	1.40	1.90	2.30	2.30	1.80
17	3.25	3.35	3.95	3.95	3.95	3.90	4.35	3.40	3.55	3.65	2.30	3.05	3.65	3.60	4.45	1.90	3.85	4.30	4.50	3.50
18	3.60	3.75	4.55	4.70	4.55	4.50	5.15	4.00	4.20	4.05	2.45	3.55	4.35	4.20	5.20	2.30	4.30	5.30	5.45	3.90
19	4.00	4.30	5.10	5.20	5.00	5.00	5.60	4.30	4.45	4.40	2.70	3.80	4.80	4.70	5.80	2.30	4.50	5.45	6.05	4.40
20	3.30	3.40	3.90	3.90	3.80	3.80	4.20	3.30	3.20	3.50	2.30	3.00	3.60	3.50	4.40	1.80	3.50	3.90	4.40	3.60
S_j	64.85	67.40	80.35	81.00	79.60	79.00	88.45	69.15	70.05	71.75	45.05	61.85	75.10	73.20	90.55	36.60	72.40	84.05	91.85	70.30
u_{j1}	0.878	0.913	1.088	1.097	1.078	1.070	1.198	0.936	0.949	0.971	0.610	0.838	1.017	0.991	1.226	0.496	0.980	1.138	1.244	0.952

$\Sigma S_j = 1452.55$, $\Sigma S_j^2 = 109079.5$, $\sqrt{\Sigma S_j^2} = 330.27$

表A1.5 分散共分散行列による因子負荷行列 $\dot{A}$

$\dot{A}$	F1	F2	F3	F4	F5
1	0.158	-0.562	0.065	-0.319	0.088
2	0.388	0.233	-0.194	0.059	0.132
3	0.682	-0.188	0.241	-0.051	-0.292
4	0.388	-0.354	-0.421	0.500	0.186
5	0.862	-0.502	0.054	-0.188	0.032
6	-0.071	-0.036	0.736	0.191	0.392
7	0.630	0.507	-0.002	-0.425	0.161
8	0.236	0.078	-0.282	-0.027	0.142
9	0.695	0.238	0.312	0.388	-0.231
10	0.858	0.228	-0.093	0.056	0.101
固有値	3.209	1.151	1.008	0.765	0.409

表A1.6 ATから求めた因子負荷行列 $\dot{A}_1$

$\dot{A}_1$	F1	F2	F3	F4	F5
1	0.209	-0.569	0.046	-0.310	0.165
2	0.417	0.221	-0.199	0.064	0.324
3	0.733	-0.201	0.217	-0.035	-0.001
4	0.290	-0.336	-0.393	0.481	0.105
5	0.853	-0.498	0.058	-0.196	-0.135
6	-0.145	-0.028	0.768	0.164	0.211
7	0.559	0.516	0.023	-0.443	0.084
8	0.263	0.078	-0.285	-0.024	0.294
9	0.782	0.220	0.285	0.409	-0.052
10	0.817	0.233	-0.081	0.047	-0.088
固有値	3.176	1.151	1.005	0.746	0.228
r_1	0.982	0.999_5	0.998	0.998	0.523

となり、さらにPを因子分解することによって、

$$S\dot{A} = \begin{bmatrix} 1.5640 & -0.0710 & -0.1233 & 0.0607 & 0.2164 \\ 0.5103 & 0.8609 & 0.4090 & -0.0918 & -0.1483 \\ 0.3743 & -0.6113 & 0.7398 & -0.0916 & -0.1303 \\ -0.4206 & 0.1436 & 0.4574 & 0.6012 & 0.2364 \\ -0.3900 & 0.1000 & 0.2574 & -0.6173 & 0.2938 \end{bmatrix} \quad (A1.31)$$

表 A1.7 Tの近似値から求めた因子負荷行列 $\dot{A}_2$

$\dot{A}_2$	F1	F2	F3	F4	F5
1	0.416	-0.487	0.319	-0.137	0.335
2	0.575	0.049	-0.324	0.082	0.051
3	0.539	0.067	0.374	-0.047	-0.021
4	0.551	-0.538	-0.205	0.207	-0.351
5	0.439	-0.119	0.527	-0.398	-0.120
6	0.078	0.112	0.441	0.649	0.294
7	0.448	0.531	-0.192	-0.238	0.375
8	0.687	-0.224	-0.403	0.120	0.251
9	0.503	0.429	0.170	0.293	-0.336
10	0.500	0.356	-0.045	-0.155	-0.211
固有値	2.471	1.205	1.091	0.830	0.701
r_2	0.401	0.820	0.743	0.696	0.445

を得る。なおPの固有値は、3.176, 1.151, 1.005, 0.764, 0.228 である。式(A1.31)と入れから T は次式で与えられる。

$$T = \begin{bmatrix} 0.1805 & -0.0082 & -0.0142 & 0.0070 & 0.0250 \\ 0.4645 & 0.7840 & 0.3725 & -0.0836 & -0.1351 \\ 0.3579 & -0.5850 & 0.7079 & -0.0920 & -0.1247 \\ -0.4621 & 0.1576 & 0.5021 & 0.6600 & 0.2595 \\ -0.4659 & 0.1195 & 0.3075 & -0.7375 & 0.3510 \end{bmatrix} \quad (A1.32)$$

表A1.2のAをこの T を用いて変換、すなわち $\dot{A} = AT$ を計算したのが、表A1.6の $\dot{A}$, であり、分散共分散行列から求めた $\dot{A}$ (表A1.5)とほぼ一致する。表A1.6の下欄は両者の相関係数 r_j であり、固有値入れとともに第5因子を除いて、対応した値となっている。両者が完全に一致しないのは S_n の因子分解で m=5 として、第6因子以下の寄与の小さい部分を省略したためである。

式(A1.32)の代わりに式(A1.28)で与えられる T の近似値を用いると、$\left\{1-\left(\frac{n}{j=1}S_j\right)^2/\left(N\frac{n}{j=1}S_j^2\right)\right\} = 0.0329$ で、この場合0とはならないので、$\dot{A}$

の第1列は退化せず、

$$T = \begin{bmatrix} \sqrt{0.0329} & , & 0' \\ 0 & , & I_{m-1} \end{bmatrix} \qquad (A1.33)$$

で与えられ、Aの第1因子に対応する固有値は、式(A1.27)から $\dot{\lambda}_1 = 2.471$ であり、その他の因子の固有値は、$\dot{\lambda}_k = \lambda_k \ (k \neq 1)$ となる。表A1.7は、式(A1.33)のTを用いて得た$\dot{A}$の近似値$\dot{A}_2$であり、表A1.7の下欄にある$\dot{A}$の各因子との相関係数に示されるように、$\dot{A}_1$に比べて精度は悪いが、各負荷量の符号は大体一致している。なお$\dot{A}_2$の第2列以下はAの第2列以下に等しくなっている。

A1.4.2 λ_1/λ_2の大きさに対する考察

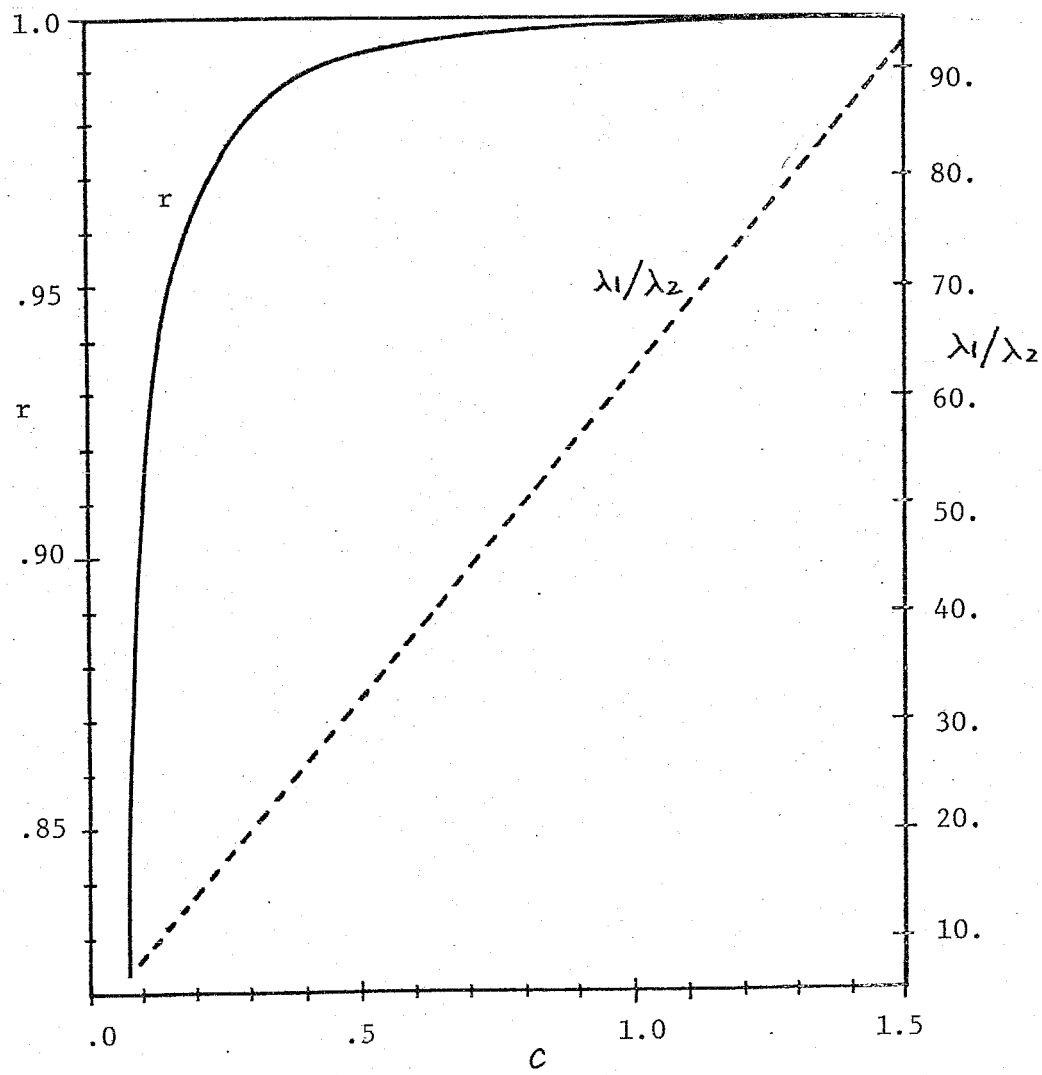
積和行列による因子分析の場合、第1因子の負荷量が近似的に変量の平均値になることから、その固有値は変量の平均値の自乗和で近似される。したがって、変量の平均値の大きさが第1因子の固有値の大きさの要因になる。一般に因子分析では、各因子の固有値または寄与率が、第1因子から下位の因子にかけて、指数関数的に減少する場合が多く、特に積和行列を用いた時には、上述の変量の平均値の大きさの影響もあって、この傾向はより顕著なものとなり、A1.2の前提条件であった第1因子の固有値が他の因子の固有値に比べて大きい、すなわち$\lambda_1/\lambda_2 \gg 1$という仮定は、かなり一般的に成立するものと考えられる。

第1因子の負荷量と変量の大きさの関係を考察するために、次のような行列Yを定義する。

$$Y = (y_{jj'}) \quad (j, j' = 1, \cdots n) \tag{A1.34}$$

$$y_{jj'} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_{ij} - \bar{x}_{\cdot j})(x_{ij'} - \bar{x}_{\cdot j'}) + c\,\bar{x}_{\cdot j}\bar{x}_{\cdot j'}$$

Yは、C=0の時分散共分散行列、C=1の時積和行列となる。図A1.1は、表A1.1のデータをもとに、C=0～1.5に対するYから求めた因子負荷行列のλ_1/λ_2と、第1因子の負荷量と変数の平均値との相関係数rの関係を示したも



図A1.1　λ_1/λ_2と、第1因子の負荷量と変量の平均値の相関係数との関係

のである。$C=0.4$ の時に、$\lambda_1/\lambda_2 \fallingdotseq 26$ で、$r \geqq 0.99$ となる。一般的結論ではあり得ないが、図1の λ_1/λ_2 に対する r の曲線の形から、積和行列による方法の第1因子の変数の平均値への収束は、かなり速いものであることが推察される。

A1.4.3　積和行列による方法の適用上の利点と問題点

これまでの考察から、分散共分散行列による方法で、積和行列による方法で得られる情報を維持するためには、式(A1.4)の関係から、$\dot{A}$ に $\bar{x}$ をそれに対応して $\dot{U}$ に $\mathbb{1}=(1,1,\cdots 1)'$ をつけ加えれば、それが A, U の第1因子に相当する。$u_{i1}=1$ $(i=1,\cdots,N)$ のとき以外は、$\dot{A}$ は積和行列による方法の第2因子以下 A^* の他に、u_{i1} のサンプルによる差に起因する付加的な因子があらわれてくる。

データの性質上，サンプルの平均得点 $\bar{x}_i$ は、(1) それ自体に意味があり、サンプル間の差（個人差）の分析に用いられる場合と、(2) 測定上のバイアスとして分析ではなるべく取り除きたい場合がある。積和行列による方法では、(1) の場合には明確な情報として U に表われるし、(2) の場合にはそのようなバイアスが第2因子以下に混入しないように分離させることができる。

このように積和行列による方法は、分散共分散行列による方法に比べていくつかの利点を持つが、これらのことは各変量が同一の尺度で構成されている場合においていえることであり、分析の目的はむろんのこと、分析するデータの性質と積和行列による方法の基本的性質を認識した上での適用が特に必要なことであろう。

参考文献

[1] Tucker, L.R. and Messick, S. : " An Individuals Difference Models for Multidimensinal Scaling ", Psychometrika, Vol.28, pp.333-367, (1963)

[2] Ross, J. : " Mean Perfomance and the Factor Analysis of Learning Data ", Psychometrika, Vol.29, pp.67-73, (1964)

[3] Gollob, H.F. : " Confounding Sources of Variation in Factor-Analytic Techniques ", Psychological Bulletin, Vol. 70, pp.330-344, (1968)

[4] Gollob, H.F. : " Rejoinder to Tucker's "Comments on Confounding Sources of Variation in Factor-Analytic Techniques" ", Psychological Bulletin, Vol.70, pp.355-360, (1968)

[5] Tucker, L.R. : " Comments on " Confounding Sources of Variation in Factor-Analytic Techniques" ", Psychological Bulletin, Vol.70, pp.345-354, (1968)

[6] Corballis, M.C. : " Comparison of Rank of Cross-Product and Covariance Solution in Component Analysis ", Psychometrika, Vol.36, pp.243-249, (1971)

付録A2. 因子分析における有意性の検定方法

A2.1 因子分析法と二配置分散分析モデル

因子分析の目的は、1つは生データのもつ情報の縮約であり、もう1つは仮説的因子の抽出、または推定ということにある。これらはいずれにしても、生データあるいは適当に変換されたデータのバラツキを、潜在、仮説的因子によって説明しようとするものである。一方、分散分析は、生データのバラツキを予め指定された要因またはその水準に分解し、誤差に比べての有意性を問題とする。この両者は、当然のことながら、目的、モデルともに異なるが、因子分析の生データの形式は二元配置の分散分析におけるデータと同じであり、バラツキの分解という共通点をもつ。ここでは、これらの共通点に着目し、因子分析モデルを分散分析モデルに対峙させることによって、次のような因子分析についての検討を行なう。

(1) 得られた因子の誤差(独自性)に対する有意性の検討。

(2) 生データの変換(中心化)の意味とその影響の検討。

(1)については、従来の因子分析において明確でなかった取り込む因子に対する1つの基準を与えるものとしての意味があり、(2)については、因子分析において通常用いられるデータの中心化ということの意味を明確化、付録A1における積和行列と分散共分散行列の関係のもう1つの側面からの検討、という2つの目的をもつ。なお、ここでの議論は、Gollob[1]のFANOVAモデルの

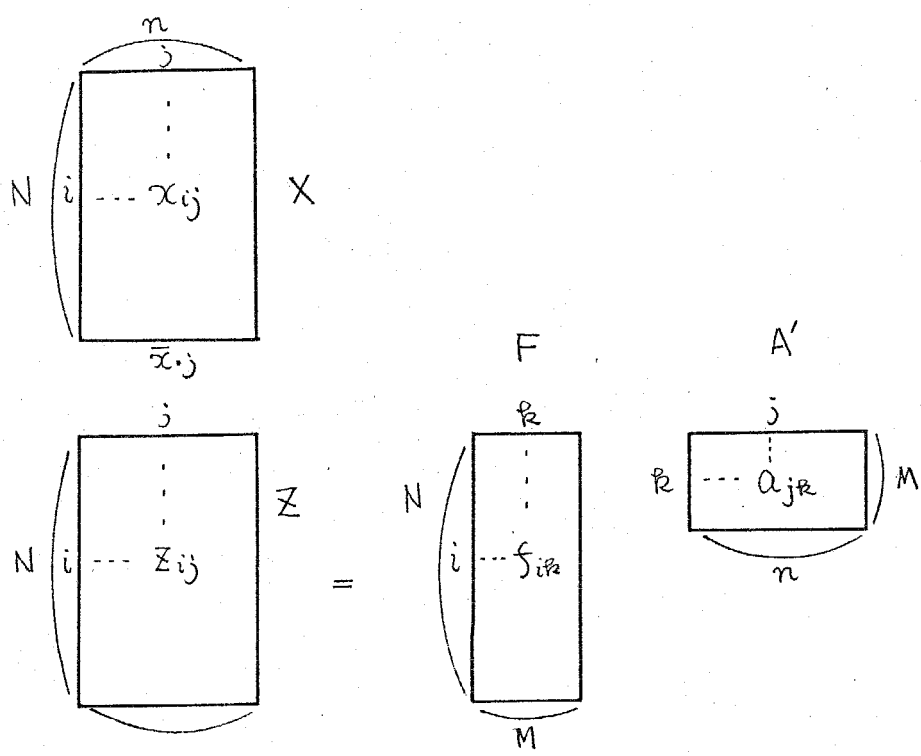
両側（列，行）中心化データに関する議論を，列中心化データ（分散共分散行列を用いた因子分析の場合）に拡張したものである。

A2.2 生データ偏差平方和の因子への分解

A2.2.1 生データの列中心化

通常，因子分析においては，生データ x_{ij}（$i=1,\cdots,N$; $j=1,\cdots,n$; i はサンプル，j は変量をあらわす）を列について中心化した z_{ij} について因子分解がおこなわれる。すなわち，z_{ij} は式(A2.1)に示されるように，x_{ij} の各変量の平均値 $\bar{x}_{\cdot j}$ を，x_{ij} から引いたものである。

$$z_{ij} = x_{ij} - \bar{x}_{\cdot j} \qquad \text{ただし} \quad \bar{x}_{\cdot j} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} \qquad (A2.1)$$



図A2.1 生データの列中心化と因子分解

そして図A2.1に示されるように、$Z = FA'$ の関係から、因子得点行列、因子負荷行列が定義される。ここに、$F'F = NI_M$, $A'A = \Lambda_M^2$ であり、MはZのランクを意味する。これを、付録A1と同様にEckart-Young分解の形であらわすと、$A^{*\prime} = \Lambda_M^{-1} A'$ の関係から、次式のようになる。

$$Z = F \Lambda_M A^{*\prime} \qquad \text{ただし} \quad A^{*\prime} = \Lambda_M^{-1} A' \qquad (A2.2)$$

式(A2.2)の両辺に右から $A^* \Lambda_M^{-1}$ を乗じると、$A^{*\prime} A^* = I_M$ であるので、

$$Z A^* \Lambda_M^{-1} = F \Lambda_M (A^{*\prime} A^*) \Lambda_M^{-1} = F \qquad (A2.3)$$

を得る。これに $I' = (1, \cdots, 1)$ を左から乗じると、

$$I' Z A^* \Lambda_M^{-1} = I' F$$

となる。ここで $I'Z$ は、$(1 \times n)$ のベクトルであり、その要素で表現すると、j番目の要素は、$\sum_{i=1}^{N} z_{ij}$ であり、式(A2.1)から次式が成り立つ。

$$\sum_{i=1}^{N} z_{ij} = \sum_{i=1}^{N} (x_{ij} - \bar{x}_j) = \sum_{i=1}^{N} x_{ij} - N\bar{x}_j = 0 \qquad (A2.4)$$

このことから、列中心化した場合には、因子得点行列の列和は0である。これを $F'F = I_M$, $A^{*\prime}A^* = I_M$ の制約とともに、それらの要素であらわすと、次式のようにあらわされる。

$$\sum_{i=1}^{N} f_{ik}^2 = 1, \quad \sum_{i=1}^{N} f_{ik} = 0, \quad \sum_{j=1}^{n} \alpha_{jk}^2 = 1,$$
$$\sum_{i=1}^{N} f_{ik} f_{ik'} = 0, \quad \sum_{j=1}^{n} \alpha_{jk} \alpha_{jk'} = 0 \quad (k \neq k') \qquad (A2.5)$$

ただし、α_{jk} は、c_{jk} に対応する A^* の要素である $(k = 1, \cdots, M)$。

A2.2.2 x_{ij}の偏差平方和の分解

まず式(A2.2)をそれぞれ対応する要素で表示すると、

$$z_{ij} = \sum_{k=1}^{M} \lambda_k f_{ik} d_{jk} \qquad (A2.6)$$

となり、これと式(A2.1)との関係から、x_{ij}は次式であらわせる。

$$x_{ij} = \bar{x}_{\cdot j} + \sum_{k=1}^{M} \lambda_k f_{ik} d_{jk} \qquad (A2.7)$$

x_{ij}の総平均を$\bar{x}_{\cdot\cdot}$で定義し、$\bar{x}_{\cdot\cdot}$を式(A2.7)の両辺から差し引くと、

$$x_{ij} - \bar{x}_{\cdot\cdot} = \bar{x}_{\cdot j} - \bar{x}_{\cdot\cdot} + \sum_{k=1}^{M} \lambda_k f_{ik} d_{jk} \qquad (A2.8)$$

式(A2.8)が得られ、これをi,jについて平方和をとると、x_{ij}の偏差平方和となり、次式であらわせる。

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{n}(x_{ij}-\bar{x}_{\cdot\cdot})^2 = {} & \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{n}(\bar{x}_{\cdot j}-\bar{x}_{\cdot\cdot})^2 - \sum_{k=1}^{M}\lambda_k^2 \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{n} f_{ik}^2 d_{jk}^2 \\ & + 2\sum_{k=1}^{M}\lambda_k \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{n}(\bar{x}_{\cdot j}-\bar{x}_{\cdot\cdot}) f_{ik} d_{jk} \\ & + 2\sum_{k\neq k'}\lambda_k \lambda_{k'} \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{n} f_{ik} f_{ik'} d_{jk} d_{jk'} \end{aligned} \qquad (A2.9)$$

式(A2.9)の右辺の第2項は、$\sum_{i=1}^{N}(\sum_{j=1}^{n} d_{jk}^2) f_{ik}^2$および式(A2.5)を用いると1となる。また第3項は、$\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{n}(\bar{x}_{\cdot j}-\bar{x}_{\cdot\cdot}) f_{ik} d_{jk} = (\sum_{i=1}^{N} f_{ik})(\sum_{j=1}^{n}(\bar{x}_{\cdot j}-\bar{x}_{\cdot\cdot}) d_{jk})$と変形でき、式(A2.5)より$\sum_{i=1}^{N} f_{ik}=0$であるところから、0となる。同様に第4項も、$\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{n} f_{ik} f_{ik'} d_{jk} d_{jk'} = \sum_{i=1}^{N} f_{ik} f_{ik'} \sum_{j=1}^{n} d_{jk} d_{jk'}$と変形され、$k \neq k'$であるところから0となる。以上のことより、式(A2.9)は次式のように簡略化された形であらわされる。

$$\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{n}(x_{ij}-\bar{x}_{\cdot\cdot})^2 = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{n}(\bar{x}_{\cdot j}-\bar{x}_{\cdot\cdot})^2 + \sum_{k=1}^{M}\lambda_k^2 \qquad (A2.10)$$

一方，式(A2.8)の左辺を二元配置の分散分析の構造式 $x_{ij}=\mu+\beta_i+\gamma_j+\varepsilon_{ij}$ にしたがい，それぞれ β_i の効果，γ_j の効果および交互作用または誤差項に分解すると，よく知られているように次式であらわせる。

$$x_{ij}-\bar{\bar{x}}_{..} = (\bar{x}_{i.}-\bar{\bar{x}}_{..})+(\bar{x}_{.j}-\bar{\bar{x}}_{..})+(x_{ij}-\bar{x}_{i.}-\bar{x}_{.j}+\bar{\bar{x}}_{..}) \qquad (A2.11)$$

これらの平方和をとると，右辺の異なる項の積和は0となり，次式を得る。

$$\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{n}(x_{ij}-\bar{\bar{x}}_{..})^2=\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{n}(\bar{x}_{i.}-\bar{\bar{x}}_{..})^2+\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{n}(\bar{x}_{.j}-\bar{\bar{x}}_{..})^2+\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{n}(x_{ij}-\bar{x}_{i.}-\bar{x}_{.j}+\bar{\bar{x}}_{..})^2 \qquad (A2.12)$$

式(A2.10)と式(A2.12)を比較することによって，

$$\sum_{k=1}^{M}\lambda_k^2=\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{m}(\bar{x}_{i.}-\bar{\bar{x}}_{..})^2+\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{n}(x_{ij}-\bar{x}_{i.}-\bar{x}_{.j}+\bar{\bar{x}}_{..})^2$$

または，

$$=\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{m}(x_{ij}-\bar{x}_{.j})^2 \qquad (A2.13)$$

が得られ，列を中心化した因子分析は，行（サンプル）の効果および交互作用または誤差項によるバラツキを，因子に分解していることがわかる。したがって分散共分散行列を用いた因子分析では，行による値のバラツキ自体に，因子としての意味内容を含むものでなければならない。以上のことより，列を中心化するか，行を中心化するかによって，得られる結果は全く異なることを意味し，場合によっては行，列ともに中心化する必要があることが推察される。

A2.3 各因子の固有値による有意性の検定

A2.3.1 誤差項の導入

前節での因子分解は，Xのランクに等しくなるまでの分解を考えたが，通常

の因子分析では、(1)予め抽出する因子数を指定する、(2)累積寄与率が所定(例えば95%)のところで打ち切る、(3)固有値の減少曲線をみて急激に減少または以後がほとんど一定となるところで打ち切る、(4)相関行列を用いた場合には固有値が1以下になったところで打ち切るなど[2]、フルランクになるまでは抽出されないのが普通である。このような場合、式(A2.2)、(A2.6)などにおける等号は、最小二乗近似の意味となり、左辺と右辺の残差は、特殊性または独自性といわれる。この特殊性または独自性の部分を、誤差項と考えると、誤差に起因する平方和は次のように求められる。

いま、取り込む因子数を固有値の大きい順にm個とする。式(A2.13)の左辺を、mまでの固有値と、(m+1)からMまでに分離すると、

$$\sum_{k=1}^{M} \lambda_k^2 = \sum_{k=1}^{m} \lambda_k^2 + \sum_{k=m+1}^{M} \lambda_k^2$$

となる。これと式(A2.13)の右辺とを等置することによって、誤差項e_{ij}の平方和$\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{m} e_{ij}^2$は、次式のように表現することができる。

$$\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{m} e_{ij}^2 = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{m}(x_{ij}-\bar{x}_{\cdot j})^2 - \sum_{k=1}^{m}\lambda_k^2 \qquad (A2.14)$$

または、

$$= \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{m}(x_{ij}-\bar{x}_{\cdot\cdot})^2 - \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{m}(\bar{x}_{\cdot j}-\bar{x}_{\cdot\cdot})^2 - \sum_{k=1}^{m}\lambda_k^2$$

すなわち、誤差平方和は、総平方和より列間平方和およびm因子までの固有値の平方和を引いたものである。ただし、式(A2.12)の右項に示される二元配置の分散分析における誤差平方和のような、明示的表現はできない。

A2.3.2 自由度の計算方法と分散分析表

これまでの議論によって、x_{ij}の偏差平方和S_Tは、列間平方和S_c(Cは

Column の頭文字をあらわす），各因子による寄与（平方和）S_{F_k} $(k=1,\cdots,m)$ および誤差平方和 S_E に分解することができた。すなわち，

$$
\begin{aligned}
S_T &= \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{n}(x_{ij}-\bar{\bar{x}}_{..})^2 \\
S_C &= \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{n}(\bar{x}_{.j}-\bar{\bar{x}}_{..})^2 \\
S_{F_k} &= \lambda_k^2 \qquad (k=1,\cdots,m) \\
S_E &= S_T - S_C - \sum_{k=1}^{m} S_{F_k}
\end{aligned}
\tag{A2.15}
$$

とそれぞれ定義される。

これより分散分析表を作成するためには，各平方和における自由度を求める必要がある。S_T および S_C については，通常の分散分析と同様に，それぞれ $(nN-1)$ および $(n-1)$ である。問題は S_{F_k} の自由度であるが，次のように考えることによって求めることができる。

式(A2.7)において i,j について総和をとるとわかるように，第 k 因子の効果は，$\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{n}\lambda_k \xi_{ik}\alpha_{jk}$ であらわせ，これらは N 個の ξ_{ik}，n 個の α_{jk}，および1個の λ_k によって構成されている。それに対する制約は，式(A2.5)における $\sum_{i=1}^{N}\xi_{ik}^2=1$，$\sum_{i=1}^{N}\xi_{ik}=0$，$\sum_{j=1}^{n}\alpha_{jk}^2=1$ の3個と，第1因子から第 $(k-1)$ 因子までの $\xi_{ik'}$ および $\alpha_{jk'}$ $(k'=1,\cdots,k-1)$ との直交の条件 $2(k-1)$ 個である。このことより S_{F_k} の自由度 ϕ_k は，次式で与えられる。

$$
\begin{aligned}
\phi_k &= (N+n+1)-3-2(k-1) \\
&= N+n-2k \qquad (k=1,\cdots,m)
\end{aligned}
\tag{A2.16}
$$

したがって，S_{F_1} から S_{F_m} までの自由度の総和 $\sum_{k=1}^{m}\phi_k$ は，

$$
\sum_{k=1}^{m}\phi_k = m(N+n)-m(m+1) \tag{A2.17}
$$

表A2.1 列中心化した因子分析における分散分析表。

要因	偏差平方和	自由度	不偏分散
列間	$\sum_{i}^{N}\sum_{j}^{n}(\bar{x}_{\cdot j}-\bar{\bar{x}}_{\cdot\cdot})^2$	$n-1$	$\sum_{i}^{N}\sum_{j}^{n}(\bar{x}_{\cdot j}-\bar{\bar{x}}_{\cdot\cdot})^2/(n-1)$
第1因子	λ_1^2	$N+n-2$	$\lambda_1^2/(N+n-2)$
第2因子	λ_2^2	$N+n-4$	$\lambda_2^2/(N+n-4)$
⋮	⋮	⋮	
第k因子	λ_k^2	$N+n-2k$	$\lambda_k^2/(N+n-2k)$
⋮	⋮	⋮	
第m因子	λ_m^2	$N+n-2m$	$\lambda_m^2/(N+n-2m)$
誤差	$\sum_{i}^{N}\sum_{j}^{n}(x_{ij}-\bar{\bar{x}}_{\cdot\cdot})^2-\sum_{i}^{N}\sum_{j}^{n}(\bar{x}_{\cdot j}-\bar{\bar{x}}_{\cdot\cdot})^2-\sum_{k}^{m}\lambda_k^2$	$(n-m)(N-m-1)$	$\left[\sum_{i}^{N}\sum_{j}^{n}(x_{ij}-\bar{\bar{x}}_{\cdot\cdot})^2-\sum_{i}^{N}\sum_{j}^{n}(\bar{x}_{\cdot j}-\bar{\bar{x}}_{\cdot\cdot})^2-\sum_{k}^{m}\lambda_k^2\right]/(N-m)(n-m-1)$
Total	$\sum_{i}^{N}\sum_{j}^{n}(x_{ij}-\bar{\bar{x}}_{\cdot\cdot})^2$	$Nn-1$	

となり、これより誤差の自由度ϕ_Eは次式のようになる。

$$\begin{aligned}\phi_E &= \phi_T-\phi_c-\sum_{k=1}^{m}\phi_k \\ &= Nn-1-(n-1)-m(N+n)-m(m+1) \\ &= (n-m)(N-m-1)\end{aligned} \qquad (A2.18)$$

ただしϕ_Tおよびϕ_cは、それぞれS_TおよびS_cの自由度である。

以上より分散分析表を構成する用意が出来たわけであり、その結果は表A2.1のようになる。この分散分析表を用いて、各因子の有意性を検定する場合、それぞれの因子における不偏分散を誤差の不偏分散で除したF_0の値と、自由度$(N+n-2k)$, $(n-m)(N-m-1)$のF分布のパーセント点の値を比較すればよい。この場合、第k因子が有意であるならば、第1から$(k-1)$因子までは必

ず有意となる（ただし誤差の自由度φEが3以上のとき）。

A2.3.3. 有意性の検定の意味

上述の因子分析における分散分析は、通常の分散分析と若干意味を異にする。1つは、表A2.1において不偏分散の期待値の表示がないことである。これは、通常の分散分析においては、最初に構造式の提示とともに、要因効果から定義される分散の定義がある。因子分析における分散分析においても、このような定義をすればよいわけであるが、一般に非常に複雑であり、本論文ではそれを避けて論じてきた。したがってここにおけるF₀値にもとづく検定は、要因効果の有意性の検定というよりも、誤差の不偏分散に対する等分散性の検定としての意味をもつ。

もう1つは、水準数および自由度の大きさの問題である。一般に因子分析を用いる場合、特にサンプルの数は非常に大きくほとんど無制限である。したがってNが大きくなれば、因子および誤差の自由度は（特に誤差）、比例して大きくなるわけであり、$F(N+m-1, (n-m)(N-m-1); \alpha)$の値は、近似的に1となる。このようになれば、固有値の大きい方からとった因子のF₀値は、必ず1以上になることから、その有意性は自明である。したがってここで示した因子分析は、Nが比較的小さいときに有効であり、Nが大きい場合には、このような検定をしなくても、A2.3.1で示した方法に従って、固有値の大きい順に因子を取り込めばよいことが推察される。

参考文献

[1] Gollob, H. F. : " Confounding of Source of Variation in Factor-Analytic Techniques ", Psychological Bulletin, Vol.70, No.5, pp.330-344, (1968)

[2] Harman, H. H. : Modern Factor Analysis - third edition, Chicago Press, (1976)

付録 A3　3相因子分析の解法とモデルの評価

A3.1　3相因子分析法

現在、因子分析等多くの多変量を扱う解析手法が各分野で応用されている。これらの解析手法を分析対象となるデータの形式の上からまとめると、手法や適用分野によって呼称は異なるが、変量、変数、属性、刺激、項目、時点、主体などといった各範疇（以下相と定義する）のいずれか2つを組み合わせた2元表、すなわち2相データがほとんどである。ここでこれらの呼称をまとめて、その内的関連を分析の目的とする相を変量、分析の精度、信頼性を高める相をサンプルと定義すると、例えば、因子分析、主成分分析等は、変量－サンプル、多次元尺度構成法の多くは、変量－変量の2相データが分析対象となる。これに対して、2相の変量に、さらにサンプルを加えて3相データになる場合には、従来の分析手法では直接的には処理できない。例えば、「多くの製品（第1相）に対する品質項目（第2相）の評価に関する使用者（第3相）の調査をして、製品間、品質項目間双方の内的関連を分析したい」という場合である。

本論の5.4で提案した3相データの因子分析モデルおよびその解法は、5章で考察した耐久消費財の解析のみならず、一般的な3相データの場合に応用できる。一方、Tucker[1],[2]の3相因子分析モデルも、サンプルも含めた3相の因子行列を1つの式で表現しようとする巧妙な方法で、上述の問題に役立つと考えられる。しかしTuckerの解法は、Tucker自身も指摘しているように、

各相の因子解は、1相だけを変量と考え、残りの相をサンプルと考えたときの主因子解に等しく、2相また3相を同時に考慮した場合には、最小二乗解とはならない。

これに対して、5.4で与えた解法は、2相が変量で1相がサンプルの場合に最小二乗解となる因子解を与えることができ、Tuckerの方法と区別するために本論文で提案した解法をTRFACと呼ぶことにする。さらに3相因子分析モデルについても、両者を区別するために、Tuckerのモデルをモデル I, 5章で用いたモデルをモデル II と呼んで、ここでは、これらの解法およびモデルについて、数値例を用いて評価する。

A3.2 モデルと解法の比較

A3.2.1 モデルの比較

Tuckerの3相因子分析モデルは、i, j, k 相に対応する因子行列 $\mathbb{B}, \mathbb{C}, \mathbb{D}$ とそれらを結びつける核行列と呼ばれる $\mathbb{G}$ を用いて、次式のように表現される。

$$ {}_{k}\mathbb{Y}'_{(ij)} = (\mathbb{B} \otimes \mathbb{C})\,\mathbb{G}\,\mathbb{D} + \mathbb{E}_{(1)} \qquad (A3.1) $$

ここに、$\mathbb{B}, \mathbb{C}$ は、5章と同様に $p \times p'$, $q \times q'$ の直交行列であり、$\mathbb{D}$ は、$n \times n'$ の直交行列で、n は k 相の変量あるいはサンプルの数、n' は因子数をあらわす。また式(A3.1)は、観測データである ${}_{k}\mathbb{Y}_{(ij)}$ と $(\mathbb{B} \otimes \mathbb{C})\,\mathbb{G}\,\mathbb{D}$ の偏差をあらわす $pq \times n$ の誤差行列 $\mathbb{E}_{(1)}$ が導入されている。式(A3.1)で定義されるような3相因子分析モデルをモデル I と呼ぶことにする。

一方5章で提案した式(5.3)に、観測データとの偏差をあらわす誤差行列 $\mathbb{E}_{(2)}$ を加えたものを、モデル II と呼ぶことにすると、次式のようにあらわされる。

$$ {}_k\mathbb{Y}'_{(ij)} = (\mathbb{B}\otimes\mathbb{C})\mathbb{F} + \mathbb{E}_{(2)} \qquad (A3.2) $$

ここに、$\mathbb{B}, \mathbb{C}, \mathbb{F}$ は、5章の定義とすべて等しく、$\mathbb{E}_{(2)}$ は $\mathbb{E}_{(1)}$ と同様に、$pq \times n$ の行列である。

A3.2.2 解法の比較

式(A3.1)のようなモデルIに対して、各相の因子行列を求めるためのTuckerの方法は、i 相の因子行列 $\mathbb{B}$ については、i 相が行に対応するように ${}_i\mathbb{Y}_{(jk)}$ と配列し、相関(または積和)行列 ${}_i\mathbb{Y}_{(jk)}\mathbb{Y}'_{(jk)}$ を因子分解することによって得られる。同様に $\mathbb{C}, \mathbb{D}$ についても、${}_j\mathbb{Y}_{(ik)}\,{}_j\mathbb{Y}'_{(ik)}$ および ${}_k\mathbb{Y}_{(ij)}\,{}_k\mathbb{Y}'_{(ij)}$ を因子分解することによって、別々に得られる。このことは、例えば $\mathbb{B}$ について考えると、y_{ijk} を p 次元空間の点、すなわち変量 Y_i $(i=1,\cdots,p)$ の実現値とみなし、$\xi=\sum_{i=1}^{p}\beta_i Y_i$ という変換において、ξ の分散を最大にするような係数ベクトル $\mathbb{B}'=(\beta_1,\cdots,\beta_p)$ を求めることと同等である。このようにして得られる $\mathbb{B}$ は、$\mathbb{B}$ の第1列に対応し、第2列以下は ξ と無相関な変換を考えれば、同様に構成できる。すなわちTuckerの方法は、各相別々に主成分への変換を考え、その係数ベクトルを因子解とすることに等しい。

上述のようなTuckerの方法で、モデルIIの解を求めるには、$\mathbb{B}, \mathbb{C}$ については、モデルIと同様に求められ、$\mathbb{F}$ については、5.4.5で示した最小二乗法を用いることによって求めることができる。

一方、本論文で示した解法(以下TRFACと呼ぶ)を、モデルIに適用するには、$\mathbb{B}, \mathbb{C}$ についてはTRFACをそのまま用いればよく、$\mathbb{D}$ はTuckerの方法と同様に、${}_k\mathbb{Y}_{(ij)}\,{}_k\mathbb{Y}'_{(ij)}$ を因子分解することによって求めればよい。またモデルIIについては、5.4に示したとおりである。

表A3.1 生データ x_{kij}

k \ i, j	i=1, j=1	i=1, j=2	i=2, j=1	i=2, j=2
1	3	2	0	1
2	0	2	3	-1
3	-1	1	-3	-1
4	1	-3	-1	-1
5	-3	-2	1	2

表A3.2 $x_{kij}x_{kij'}$

i	j \ j'	1	2	1	2
1	1	20	8	-1	-3
	2	8	22	4	-2
2	1	-1	4	20	3
	2	-3	-2	3	8

表A3.3 TRFACとTuckerの方法による解

	TRFAC				Tuckerの方法	
くり返し	1		2			
a_1'	(0.0,1.0)		(0.660,0.750)			
B	0.990	0.138	0.997	0.082	0.980	0.201
	-0.138	0.990	-0.082	0.997	-0.201	0.980
λ	22.280	7.720	29.150	16.121	27.856	19.246
B_1'	(0.990,-0.138)		(0.997,-0.082)			
C	0.660	0.750	0.660	0.752	0.841	0.541
	0.750	-0.660	0.752	-0.600	0.541	-0.841
λ	29.108	13.446	29.150	13.246	27.856	14.772

A3. 数値例による解法、モデルの評価

A3.3.1 B.Cの解と固有値の比較

表A3.1に示される生データにもとづき、まずTRFACによってB, Cを求める数値例を示す。Sの計算結果が表A3.2であり、5.4.4に対する手順をくり返してB, Cを求める過程が表A3.3に示されている。ここで、手順(2)により

a_1' の初期値を $(1/\sqrt{2}, 1/\sqrt{2})$ とすべきであるが、それよりも収束の遅い $(0, 1)$ を初期値とした場合の例がここでは示されている。そしてこの場合でも、2回のくり返しで収束し、$B_1' = (0.997, -0.082)$, $a_1' = (0.660, 0.752)$ が得られる。その他、初期値を $(1, 0)$, $(1/\sqrt{2}, -1/\sqrt{2})$ 等としても最高3回のくり返しで収束する。さらにこの時の2相主成分の分散 $V[(B_1' \otimes a_1')y]$ すなわち、本文の式(5.18), (5.19)の最大固有値は、29.150である。

一方、A3.2.1で示したTuckerの方法によって、$\mathbb{B}$, $\mathbb{C}$ をもとめると、表A3.3の右欄のように、$B_1' = (0.980, -0.201)$, $a_1' = (0.841, 0.541)$ となり、TRFACによる結果と若干異なる。この値を用いて、$V[(B_1' \otimes a_1')y]$ すなわち $(B_1' \otimes a_1')S(B_1 \otimes a_1)$ を計算すると、27.856となり、当然のことながら、TRFACによる値よりも小さくなっている。

A3.3.2 モデルの評価

A3.3.1の数値例を用いて、モデルおよび因子解をもとめる方式の違いによる、データに対する適合度の差異を明らかにする。これは、同一の因子数に対する寄与率の大きさ、または誤差の平方和 $\mathrm{trace}\, E'E$ の大きさで評価される。ただし、A3.2.1の数値例では、i, j 相互に変量の数が2であるので、i, j 相の因子数はそれぞれ1とする。

モデルI：まず $Y_{(ij)} Y_{(ij)}'$ を計算して、ij 相の因子行列をもとめると、$\mathrm{rank}\, Y_{(ij)} Y_{(ij)}' = \mathrm{rank}\, \mathbb{D} = 4$ であり、次のようになる。

$$\mathbb{D} = \begin{bmatrix} 0.590 & 0.138 & 0.248 & -0.610 \\ 0.407 & -0.562 & -0.089 & 0.558 \\ -0.063 & 0.514 & -0.724 & 0.089 \\ -0.312 & 0.401 & 0.634 & 0.375 \\ -0.612 & -0.491 & -0.068 & -0.411 \end{bmatrix}$$

表A3.4 モデル，方式別の誤差の平方和

方式＼モデル	モデルⅠ		モデルⅡ	
	$\mathbb{G}$	trace $\mathbb{E}_{(1)}'\mathbb{E}_{(1)}$	$\mathbb{F}$	trace $\mathbb{E}_{(2)}'\mathbb{E}_{(2)}$
Tucker	1.784 -0.433 0.178 -2.294	61.722	3.423 0.662 0.322 -0.488 -3.919	42.151
TRFAC	2.840 -0.891 -0.463 -1.947	53.234	3.412 1.400 0.316 -1.476 -3.656	40.853

この$\mathbb{D}$およびA3.2.1におけるTuckerの方法，TRFACによる$\mathcal{B}_1$，$\mathcal{A}_1$の値を利用して、$\mathbb{G}$を求めると表A3.4のようになる。さらに$\mathcal{B}_1$，$\mathcal{A}_1$，$\mathbb{D}$，$\mathbb{G}$から、式(A3.1)における$\mathbb{E}_{(1)}$を求めて、trace $\mathbb{E}_{(1)}'\mathbb{E}_{(1)}$を計算すると、Tuckerの方法では、61.722，TRFACでは、53.234となり、ここで提案したTRFACの方が小さくなる。

モデルⅡ：式(A3.2)により、Tuckerの方法、TRFACについて$\mathbb{F}$を求めると、表A3.4右欄のようになり、式(A3.2)の$\mathbb{E}_{(2)}$からtrace $\mathbb{E}_{(2)}'\mathbb{E}_{(2)}$を計算すると、Tuckerの方法では、42.151，TRFACでは、40.853となる。以上の結果から、モデルⅠの場合と同様に、誤差の平方和は、TRFACの方が小さくなる。さらにモデルⅠに比べてモデルⅡが、両方式共に誤差が小さく、より適合度がよいことを示している。

A3.4　TRFACおよびモデルIIの適用上の考察

ここでは、3相データの因子分析法に関して、同一の因子数に対してより寄与が大きくなる解法(TRFAC)およびモデル(モデルII)を新しく提案した。このTRFACによる解 B_1, a_1 は、2相が変量で1相がサンプルの時最小二乗解となる。ただし第2因子以下においては、B_1 または a_1 を含めてそれぞれが直交する、すなわち B, C が直交行列という条件のもとで、最小二乗解となる。また3相が変量の場合でも、Tuckerの方法よりも誤差の平方和が小さくなることが、数値例より推察される。一方、モデルIIの適用条件は、Tuckerの一般的モデル(モデルI)に比べて、1相がサンプルと考えられる場合に限定される。しかし、通常の因子分析法の相の組み合わせは、変量とサンプルであることがほとんどであり、これにもう1つ変量の相を加えたものと考えれば、この適用条件はあまり問題にならないであろう。

なお、ここでの考察は、因子に仮説的意味内容をもたせるべく因子分析法の本来の立場よりも、より少ない因子数で生データの情報を縮約するというもう一つの因子分析法の立場に着眼して、議論を進めてきた。その意味では主成分分析に近い立場にあるといえるが、因子の仮説的意味内容の検討については、付録A4で若干の考察を行なう。

参考文献

[1] Tucker, L.R. : " Some Mathematical Note on Three-Mode Factor Analysis," Psychometrika, Vol.31, pp.279-311, (1966)

[2] Tucker, L.R. : " Relations Between MDS and Three-Mode Factor Analysis," Psychometrika, Vol.37, pp.3-26, (1972)

付録A4. 3相データ仮説構造の再現性の検討

A4.1 従来法による接近方法

3相データに対する最小二乗解を与える因子解は、A3また文献[1]のTRFACによって与えられる。これはTuckerの方法[2]による解の精緻化であるとともに、モデル自体も新しいものになっている。これに対して、Horst[3]は、3相データ（Horstは重範ちゅう集合と呼んでいる）を、普通の因子分析法で解析できるように、2次元配列にデータを配置して分析する方法を提案している。

この方法は、従来より便宜的によく用いられる方法であり、例えば3つの相I，J，Kがあるとする。これらのデータは、次のような3つの異なる二次元のデータに並べ換えることができる。

（K），（I，J）

（I），（K，J）

（J），（K，I）

ここに、左側に位置する相を行に配置し、右側に位置する相の組合わせを列に配置することを意味する。これらは互いに独立な方法であり、他の並べ方は、行と列の転置あるいは置換を無視すれば、上記の並べ方のくり返しとなる。

Horstの方法とTRFACなどのA3で示した方法との相違は、例えば、(K)，(I，J)の並べ方を例にとると、I相のi番目，J相のj番目，K相のk番目のデータをx_{ijk}と表示した場合（$i=1,\cdots,p$；$j=1,\cdots,q$；$k=1,\cdots,n$），

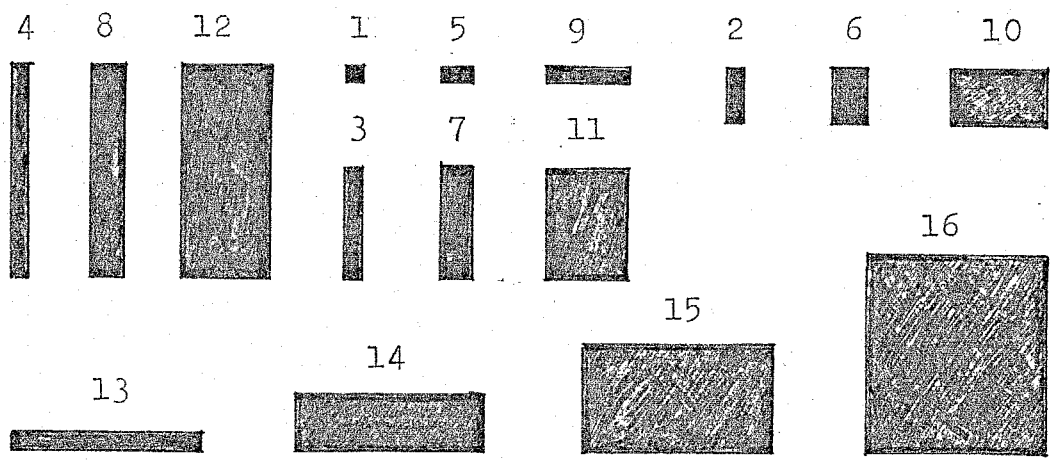
Horstの方法ではiとjの区別を無視することになる。すなわち ij → ℓとして（ℓ=1,…,PQ）、$z_{i\ell}$について因子分析する。このようなHorstの方法では、TRFACやTuckerの方法に比べて、I相とJ相のもつ因子構造を分離できない。

本章では、その因子構造がわかっているモデルについて、人為的な変量を構成し、それに正規誤差を加えたものを観測データとして与える。このデータに対して、上述の3つの方法を適用し、結果の検討をする。また、このように構造が既知なデータにTRFACを適用することは、3相データ因子分析モデルがもつ物理的な意味の解釈にも役立つと考えられる。

A4.2 因子構造の仮定と変量の定義

A4.2.1 2相構造の場合

最初に2相データとなるような構造を与える。図A4.1で示されるような長方形の横と縦の長さを2つの因子と考え、これに対して4個の変量を次のよう



図A4.1 f_{1k}を横軸にf_{2k}を縦軸にとった16個の長方形のプロフィール。

に定義する。

$$\begin{cases} y_{1k} = 10 f_{1k} + \varepsilon_{1k} \\ y_{2k} = f_{1k} + f_{2k} + \varepsilon_{2k} \\ y_{3k} = -f_{1k} + f_{2k} + \varepsilon_{3k} \\ y_{4k} = 10 f_{3k} + \varepsilon_{4k} \end{cases} \quad (k=1,\cdots,16) \qquad (A4.1)$$

ここに f_{1k} は図A4.1における長方形 k の横の長さ、f_{2k} は縦の長さをそれぞれあらわし、ε_{1k} は $N(0,1^2)$ に従う乱数である。この4つの変量に対する16個の観測データが、表A4.1における $i=1$ に相当する 4×16 個の数値である。この場合のデータは、Horstの表示の仕方でいえば、(J), (K) またはそれを転置した (K), (J) の2相データであり、通常の因子分析によって、式(A4.1)の係数 $a_1'=(10,1,-1,0)$, $a_2'=(0,1,1,10)$ は因子負荷量として、f_{1k}, f_{2k} は対応する因子得点としてそれぞれ推定される。

A4.2.2 3相構造の場合

上述の横、縦の2つの因子に加えて、成長（または拡大）の因子を考える。図A4.1の16の長方形が時間 ($i=1,2,3$) とともに増大すると仮定する。時間 i における長方形 k の横、縦の長さが、それぞれ $\beta_i f_{1k}$, $\beta_i f_{2k}$ になるものとする。このとき式(A4.1)は、次のように拡張される。

$$\begin{cases} y_{i1k} = 10\beta_i f_{1k} + \varepsilon_{i1k} \\ y_{i2k} = \beta_i f_{1k} + \beta_i f_{2k} + \varepsilon_{i2k} \\ y_{i3k} = -\beta_i f_{1k} + \beta_i f_{2k} + \varepsilon_{i3k} \\ y_{i4k} = 10\beta_i f_{2k} + \varepsilon_{i4k} \end{cases} \quad (i=1,\cdots,3 : k=1,\cdots,16) \qquad (A4.2)$$

表A4.1 観測データ (i:I相, j:J相, k:K相)

i	j \ k	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	9.67	11.58	11.11	10.31	19.30	20.05	19.73	18.65
	2	1.49	6.05	6.16	11.96	2.87	4.49	9.03	11.88
	3	-.55	2.22	5.49	10.42	.51	-.35	3.50	9.45
	4	8.99	30.13	59.86	110.84	9.31	29.25	60.02	112.14
2	1	21.74	21.33	20.62	21.67	39.44	42.15	39.90	42.15
	2	4.54	7.59	12.46	23.31	5.86	11.20	15.79	24.50
	3	.28	3.16	12.62	21.39	-1.70	1.20	10.21	16.95
	4	19.84	58.70	119.51	218.12	20.01	59.19	120.16	218.89
3	1	29.51	29.01	30.52	29.87	61.24	59.64	59.88	61.12
	2	5.94	10.88	22.97	35.95	9.38	14.88	22.34	38.78
	3	.59	5.65	16.72	31.09	-4.33	2.66	12.84	25.23
	4	30.79	88.25	179.84	329.21	29.14	90.83	180.65	329.18

(上表より続く)

i	j \ k	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	49.89	50.50	50.62	49.18	98.70	99.40	99.05	102.05
	2	6.09	7.25	12.12	16.00	11.23	15.88	15.78	19.89
	3	-3.99	-2.96	1.21	6.33	-8.87	-6.66	-4.76	-.11
	4	9.18	29.66	59.86	108.55	12.10	31.30	58.96	109.60
2	1	98.31	99.51	100.27	98.87	199.18	199.86	198.60	200.00
	2	12.76	15.54	20.97	33.32	20.11	25.70	33.06	42.42
	3	-8.96	-4.01	1.79	10.66	-19.45	-14.07	-9.96	.80
	4	19.11	60.40	119.62	220.17	20.62	60.34	121.41	218.07
3	1	148.48	150.34	151.32	147.83	299.91	300.82	301.08	299.52
	2	18.50	25.01	33.57	49.67	34.23	39.38	48.37	61.88
	3	-12.08	-5.07	2.43	17.86	-26.25	-19.35	-10.24	3.92
	4	29.22	91.24	179.62	329.30	30.26	88.32	179.84	330.20

ただし $\beta_1=1$, $\beta_2=2$, $\beta_3=3$ とする。式(A4.2)にもとづいてデータが観測されると、その観測データは表A4.1に示されるような3相データとなる。

これより、$\beta'=(\beta_1,\beta_2,\beta_3)$, (γ_1,γ_2), ζ_{ik}, ζ_{jk} を推定することを考えると、3相因子分析モデル(TRFAC, Tuckerの方法)では一度に求めることができるが(ただしTuckerの方法では直接的には求めることはできず、A3におけるモデルIIに準用した場合)、Horstによる方法では、いずれかを制特にする必要がある。この場合、A4.1で示した(K),(I,J)および(J),(K,I)が代替案となる。前者の場合、ζ_{ik}, ζ_{jk} は推定可能であるが、β と γ_i,

α_2 は分離できない。これに対して後者は、α_1, α_2 は推定可能であるが、f_{1R}, f_{2R} に β が次給してしまう。どちらを選定するかは、分析者の意図による問題であると考えられる。しかし後者による場合、式(A4.2)において、$\beta_i f_{1R}$, および $\beta_i f_{2R}$ を因子得点と考えるわけであり、この分析におけるサンプル数は、3×16=48個となる。これは、同一の長方形における異なる時間の観測値を異なるサンプルと考えるわけであり、不合理に思える。一方、前者の場合には、16個のサンプルに対して3×4=12個の変量となり、同一変量であっても時間が異なれば、別の変量とみなすことを意味し、後者の場合よりも不合理性は小さいであろう。このような観点から、ここでは(K),(エ,丁)の並べ方、すなわち工相と丁相の組み合わせを変量とする考え方によって、他二者との比較を考察する。

A4.3 推定値の比較と考察

A4.3.1 3方法による再現精度の比較

A4.2で与えた3相構造から観測されたデータ(表A4.1)にもとづき、各方法によってそのパラメータを推定した。表A4.2は、β および α_1, α_2 の推定値を示したものであり、Horstの方法ではこれらを推定できず、$(\beta' \otimes \alpha_1')$, および $(\beta' \otimes \alpha_2')$ の両者の組合わせで推定される。この表から明らかなように、TRFACは β, α_1, α_2 ともに、少なくとも小数点以下2桁の精度で推定されている。一方、Tuckerの方法は、β についてはTRFACとほぼ同等の精度となっているが、α_1, α_2 の推定精度はかなり劣ることが推察される。推定精度の絶対値そのものは、式(A4.2)の誤差の与え方で変わるものであるが、相対的に、A3の数値例で考察したようなデータに対する適合度だけでなく、因子

表 A4.2　β と α_1, α_2 の各方式の推定値（ただ $\hat{\beta}'\hat{\beta}=1$, $\hat{\alpha}_1'\hat{\alpha}_1=1$, $\hat{\alpha}_2'\hat{\alpha}_2=1$）

	$\mathbb{B}'$			$\mathbb{C}'$							
	$\hat{\beta}_1'$			$\hat{\alpha}_1'$				$\hat{\alpha}_2'$			
真値	.267	.535	.802	.990	.099	-.099	.0	.0	.099	.099	.990
TRFAC	.268	.533	.802	.990	.100	-.101	-.008	.008	.099	.098	.990
Tucker	.268	.534	.802	.828	.031	-.138	-.542	.542	.137	.030	.829
Horst											

表 A4.3　$\beta\otimes\alpha_1'$, $\beta\otimes\alpha_2'$ の各方式による推定値

	$\mathbb{B}'\otimes\mathbb{C}'$　　上側：$\hat{\beta}_1'\otimes\hat{\alpha}_1'$，下側：$\hat{\beta}_1'\otimes\hat{\alpha}_2'$												真値との相関
真値	.265	.026	-.026	.0	.529	.053	-.053	.0	.794	.079	-.079	.0	
	.0	.026	.026	.265	.0	.053	.053	.529	.0	.079	.079	.794	
TRFAC	.266	.027	-.027	.002	.528	.053	-.054	.004	.794	.080	-.081	.006	.99996
	.002	.027	.026	.266	.004	.053	.052	.528	.006	.079	.079	.795	.99997
Tucker の方法	.222	.008	-.037	-.145	.442	.016	-.074	-.289	.665	.025	-.111	-.435	.90222
	.145	.037	.008	.222	.289	.073	.016	.442	.435	.110	.024	.665	.75969
Horst の方法	.264	.028	-.028	.001	.533	.053	-.059	-.002	.796	.080	-.077	-.008	.99993
	.003	.025	.026	.266	.004	.053	.053	.528	.006	.079	.079	.795	.99996

表A4.4 f_{1k}, f_{2k} の各方式による推定値とモデルへの適合度．$f_1'=(f_{11},\cdots,f_{1,16})$, $f_2'=(f_{21},\cdots,f_{2,16})$

	真値		TRFAC		Tuckerの方法		Horst	
	f_1	f_2	$\hat{f}_1$	$\hat{f}_2$	DG ( )内は. D		$\hat{f}_1$	$\hat{f}_2$
1	37.8	37.8	37.9	38.4	11.1(.01)	52.8(.05)	37.9	38.4
2	37.8	113.4	37.3	111.5	-28.9(-.08)	113.9(.09)	37.3	111.5
3	37.8	226.7	36.8	226.9	-91.8(-.21)	210.8(.17)	36.8	226.9
4	37.8	415.7	35.2	414.7	-194.7(-.43)	367.9(.29)	35.2	414.7
5	75.6	37.8	75.9	37.5	43.5(.07)	72.6(.06)	75.9	37.5
6	75.6	113.4	75.7	113.9	2.1(-.02)	136.8(.11)	75.7	113.9
k 7	75.6	226.7	73.3	228.0	-61.3(-.16)	231.4(.19)	73.3	228.0
8	75.6	415 .7	72.4	415.3	-163.7(-.38)	388.5(.31)	72.4	415.3
9	188.9	37.8	186.7	37.9	136.5(.22)	132.9(.12)	186.7	38.0
10	188.9	113.4	188.2	116.0	95.5(.13)	199.4(.18)	188.2	116.0
11	188.9	226.7	188.6	227.6	35.4(.01)	293.4(.25)	188.6	227.6
12	188.9	415.7	183.5	416.4	-70.9(-.22)	449.5(.37)	183.5	416.4
13	377.9	37.8	376.7	41.8	294.3(.49)	238.9(.23)	376.7	41.8
14	377.9	113.4	377.4	115.7	254.8(.41)	301.4(.27)	377.4	115.7
15	377.9	226.4	376.1	230.1	191.9(.27)	396.9(.35)	376.1	230.1
16	377.9	415.7	374.8	417.5	89.4(.05)	553.9(.48)	374.7	417.5
trace $E'E$			167.820		183.978		167.368	

の推定についてもこのような構造のもとでは、TRFACの方がTuckerの方法に比べて優れている。なおここで示すβ, α1, α2の値は、すべてβ'β=1, α1'α1=1, α2'α2=1となるように基準化されている。

表A4.3および表A4.4は、(β'⊗α1'), (β'⊗α2')とそれに対応するSSR, SSEの各方式における推定値である。これによると、TRFACとHorstの方法は、ほぼ同一の精度となっている。観測データとの適合度の立場では、表A4.4のtrace E'Eの欄にあるように若干であるが、Horstの方法が優れている。これは、Horstの方法が2相モデルに対する最小二乗解となっているのに対して、TRFACはそれよりも制約の多い3相モデルの最小二乗解となっているからである。すなわち、(β'⊗α1'), (β'⊗α2')の24の要素に対して、Horstの方法では、誤差を最小にするようにすべての値を動かすことができるが、TRFACではβ, α1, α2の各要素の計である11しか動かすことができない。

A4.3.2 結果の考察

以上本章においては、TRFACがTuckerの方法に比べて、観測データの縮約という立場だけでなく、因子構造の推定、仮説的構造の再現性という観点からも優れている例を示した。一方、2相データとして分析するHorstの方法との比較においても、その優位性は変わらない。Horstの方法において、βおよびα1, α2を推定する必要がある場合、(I, J)相の因子解して求められたものを再度因子分解すればよい。しかしその時の解は、Tuckerによる解と一致する。このことは、Horstの方法はTuckerの方法の途中の結果であるということであり、Tuckerの方法はβおよびα1, α2を推定するために、逆に観測データに対する適合性を悪くしていることになる。

参考文献

[1] 園川 隆夫：“多相データの因子分析法に関する研究”，日本経営工学会誌，Vol.31，No.1，pp.101-106，(1980)

[2] Tucker, L.R. : " Some Mathematical Note on Three-Mode Factor analysis ", Psychometrika, Vol.31, No.3, pp.279-311, (1966)

[3] Horst, P. : Factor Analysis of Data Matrices, : 柏木，芝，池田，柳井共訳：コンピュータによる因子分析法，科学技術出版，(1978)

付録B

付録B1　品質項目一覧

付録B2.1　調査票の様式（冷蔵庫）　その1，その2

B2.2　調査票の様式（テレビ）　その1，その2

B2.3　調査票の様式（洗濯機）　その1，その2

付録B3.1　冷蔵庫の各品質項目の平均値と標準偏差

B3.2　テレビの各品質項目の平均値と標準偏差

B3.3　洗濯機の各品質項目の平均値と標準偏差

付録B4.1　テレビの因子負荷行列

B4.2　洗濯機の因子負荷行列

付録B5　評価因子に対する期待度の消費者属性・製品属性による規定力（冷蔵庫）

付録B6　21製品の評価項目の期待度に関する調査票（一部）その1，その2

付録B7　21製品の各評価項目に対する平均期待度，その1，その2

付録B8　国産乗用車28製品の類似性測定のための調査票．

付録B9　乗用車の期待効用測定のための調査表，その1～その4

付録B1, 対象製品の品質項目一覧.

冷蔵庫	テレビ	洗濯機
1 庫内に臭いが残らない	1 ボデーの色がよい	1 タイムスイッチがついている
2 セン抜きがついている	2 発熱しない	2 水を温める装置がついている
3 庫内の物の出入れが容易	3 場所をとらない	3 洗濯物の出入がしやすい
4 電源が入っているかどうか確認できる	4 音量、チャンネル操作が容易である	4 故障が少ない
5 ドアの左開きもある	5 設置場所を選ばない	5 ダイヤルが操作しやすい
6 冷凍庫の容量が大きい	6 時計がついている	6 アースとコードが一体化されている
7 冷却速度が速い	7 外部アンテナが不要である	7 軽量である
8 水を専用に冷やす所がある	8 画像が鮮明である	8 場所をとらない
9 カギがかかる	9 振動に強い	9 脚の調節ができる
10 庫内の温度がわかる	10 ホコリがつきにくい	10 洗濯物を入れすぎると自動的に停止
11 角が丸味を帯びている	11 持ち運びが容易である	11 そうじしやすい
12 冷え方にムラがない	12 画面の向きを容易に変えられる	12 排水ホースの取付位置が選べる
13 モーター音が小さい	13 電池でも使用可能である	13 洗濯物がからみにくい
14 外壁が汚れにくい	14 節電スイッチが付いている	14 振動しない
15 霜取りが容易	15 デザインがよい	15 外装が変色しにくい
16 霜がつきにくい	16 感電しない	16 洗濯終了を知らせる装置がある
17 キズがつきにくい	17 寿命が長い	17 水の汚れによる水の入替が自動
18 手を用いないでドアの開閉ができる	18 音質が良い	18 排水時間が短い
19 色が良い	19 音声がステレオである	19 移動がしやすい
20 ドアの開閉がスムーズ	20 画像の色が自然な感じである	20 さびにくい
21 タマゴケースが使いやすい	21 角が丸味をおびている	21 洗濯物がいたまない
22 温度調節の範囲が広い	22 画像と音声がスイッチを入れるとすぐに出る	22 消費電力が少ない
23 重いものが入れられる	23 掃除しやすい	23 モーター音が小さい
24 庫内の掃除がしやすい	24 雑音が入らない	24 感電しない
25 うしろに熱がこもらない	25 アンテナ線の取り付けが容易である	25 乾燥ができる
26 操作スイッチが使いやすい	26 色彩調整が容易である	26 水槽内がキズつきにくい
27 移動しやすい	27 倒れにくい	27 脱水が容易
28 テーブルにコンセントがついている	28 UHFも受信する	28 アワ消えがうまくいく
29 取手がつかみやすい	29 リモコン操作が可能である	29 水の使用量が少ない
30 冷蔵庫と床の間の通風性がよい	30 音質を自由に変えられる	30 排水ホースの長さを調節できる
31 デザインが良い	31 タイムスイッチが付いている	31 排水口がつまらない
32 庫内の仕切りが使いやすい	32 イヤホーン付である	32 糸ゴミとりやすい
33 冷蔵庫の脚の調節ができる	33 修理に時間がかからない	33 コードの調節ができる
34 氷ができた表示がある	34 消費電力が少ない	34 水量によって洗剤が自動的に出る
35 感電しない	35 画面が大きい	35 水流の速度の選択ができる
36 消費電力が少ない	36 傷がつきにくい	36 修理しやすい
37 コードがいたみにくい		37 脱水後、脱水槽がすぐ停止する
38 庫内が乾燥しない		38 外装の色がきれい
39 ドアを開けないで、中が見える		39 デザインがよい
40 振動が小さい		40 角が丸味を帯びている
41 まわりの温度に庫内の温度が影響されない		41 汚れがよくおちる
42 冷凍庫から氷が取りやすい		
43 殺菌機能がある		
44 冷蔵庫の上のテーブルが利用しやすい		
45 冷凍庫の温度調節ができる		
46 ドアポケットの小物入れが使いやすい		
47 庫内が明るく見やすい		
48 床をいためない		
49 ビール入れが使いやすい		
50 きれいな氷ができる		
51 霜取りの時も氷が溶けない		
52 故障が少ない		
53 場所をとらない		

付録 B2.1 調査票の様式（冷蔵庫） その1

品質システムに関するアンケート調査用紙

No.
※

本調査は、使用者の要求する品質とメーカー側のポリシーを合致させるための品質システムの研究の中で、使用者の耐久消費財に対する品質の重要度および向上期待度の測定を目的としています。調査結果については、個人の名前や所属などは一切公表いたしませんので、よろしくご協力をお願いします。

なお、ご回答にあたりましては該当項目の番号に○印または所要事項を具体的にご記入ください。

東京工業大学工学部経営工学科　秋庭研究室

調査票様式2

冷蔵庫に関する調査

回答期日	昭和　年　月　日
氏名	
勤務先（職業）	

※ 氏名、勤務先については、お差しつかえなければご記入ください。

Ⅰ. 冷蔵庫の使用について

1. 性別、年齢、職業及び世帯人員

（1－1：性別） 1. 男　2. 女

（1－2：年齢） 1. 10代　2. 20代　3. 30代　4. 40代　5. 50代　6. 60以上

（1－3：職業） 1. 学生　2. 家事従事　3. 会社員（事務系）　4. 会社員（技術系）
5. 公務員　6. 商工業自営　7. その他（　　）

（1－4：世帯人員） 1. 1人（本人のみ）　2. 2人　3. 3人　4. 4人　5. 5人　6. 6人以上

2. あなたが現在主に使用している冷蔵庫について

（2－1：大きさ） 1. 小型（1人用）　2. 中型　3. 大型

（2－2：購入した年） 1. 今年　2. 1年前　3. 2年前　4. 3年前　5. 4年前
6. 5年以上前

（2－3：会社名） 1. 東芝　2. ナショナル　3. 日立　4. 三菱　5. ビクター
6. NEC　7. シャープ　8. ソニー　9. ゼネラル　10. サンヨー
11. コロンビア　12. 富士　13. その他（　　）

（2－4：その冷蔵庫の持つ付随的な装置または機能）
1. 冷凍冷蔵庫　2. 冷水器付　3. アイスボックス　4. 両開きドア

3. あなたは、冷蔵庫の使用目的の中で何に一番の重要性を感じますか。
1. 氷を作る　2. 食品の保存　3. ビール、ジュース、果物等を冷やす

その2

Ⅱ. 冷蔵庫の持つ品質について

1. あなたは、それぞれ下記の項目が冷蔵庫の品質にとって、どの程度重要であると感じますか。特定の種類に限定せず冷蔵庫一般についてお答え下さい。

	重要でない 0	1	2	3	大変重要である 4
(例) 霜取りが容易である		(1)			
1 モーター音が小さい					
2 タマゴケースが使いやすい					
3 庫内の温度がわかる					
4 殺菌機能がある					
5 ドアポケットの小物入れが使いやすい					
6 カギがかかる					
7 冷凍庫の温度調節ができる					
8 振動が小さい					
9 水を専用に冷やす所がある					
10 冷え方にムラがない					
11 感電しない					
12 冷凍庫の容量が大きい					
13 庫内が明るく見やすい					
14 ドアの開閉がスムーズ					
15 移動しやすい					
16 床をいためない					
17 冷蔵庫の脚の調節ができる					
18 庫内の物の出入れが容易					
19 消費電力が少ない					
20 庫内が乾燥しない					
21 ドアの左開きもある					
22 取手がつかみやすい					
23 セン抜きがついている					
24 うしろに熱がこもらない					
25 コードがいたみにくい					
26 手を用いないでドアの開閉ができる					
27 角が丸味を帯びている					
28 場所をとらない					
29 操作スイッチが使いやすい					
30 電源が入っているかどうか確認できる					
31 温度調節の範囲が広い					
32 冷蔵庫の上のテーブルが利用しやすい					
33 ビール入れが使いやすい					
34 庫内の仕切りが使いやすい					
35 テーブルにコンセントがついている					
36 きれいな氷ができる					
37 霜がつきにくい					
38 霜取りが容易					
39 庫内に臭いが残らない					
40 霜取りの時も、氷が溶けない					
41 冷蔵庫と床の間の通風性がよい					
42 庫内の掃除がしやすい					
43 キズがつきにくい					
44 デザインが良い					
45 外壁が汚れにくい					
46 冷凍庫から氷が取りやすい					
47 冷却速度が速い					
48 氷ができた表示がある					
49 重い物が入れられる					
50 色が良い					
51 まわりの温度に庫内の温度が影響されない					
52 故障が少ない					
53 ドアを開けないで、中が見える					

2. あなたは、現在使用している冷蔵庫に満足しているでしょうか。さらに品質の向上を期待する度合をお答えください。

	現状で十分 0	1	2	3	大変期待する 4
(例) 霜取りが容易である				(3)	
1 モーター音が小さい					
2 タマゴケースが使いやすい					
3 庫内の温度がわかる					
4 殺菌機能がある					
5 ドアポケットの小物入れが使いやすい					
6 カギがかかる					
7 冷凍庫の温度調節ができる					
8 振動が小さい					
9 水を専用に冷やす所がある					
10 冷え方にムラがない					
11 感電しない					
12 冷凍庫の容量が大きい					
13 庫内が明るく見やすい					
14 ドアの開閉がスムーズ					
15 移動しやすい					
16 床をいためない					
17 冷蔵庫の脚の調節ができる					
18 庫内の物の出入れが容易					
19 消費電力が少ない					
20 庫内が乾燥しない					
21 ドアの左開きもある					
22 取手がつかみやすい					
23 セン抜きがついている					
24 うしろに熱がこもらない					
25 コードがいたみにくい					
26 手を用いないでドアの開閉ができる					
27 角が丸味を帯びている					
28 場所をとらない					
29 操作スイッチが使いやすい					
30 電源が入っているかどうか確認できる					
31 温度調節の範囲が広い					
32 冷蔵庫の上のテーブルが利用しやすい					
33 ビール入れが使いやすい					
34 庫内の仕切りが使いやすい					
35 テーブルにコンセントがついている					
36 きれいな氷ができる					
37 霜がつきにくい					
38 霜取りが容易					
39 庫内に臭いが残らない					
40 霜取りの時も、氷が溶けない					
41 冷蔵庫と床の間の通風性がよい					
42 庫内の掃除がしやすい					
43 キズがつきにくい					
44 デザインが良い					
45 外壁が汚れにくい					
46 冷凍庫から氷が取りやすい					
47 冷却速度が速い					
48 氷ができた表示がある					
49 重い物が入れられる					
50 色が良い					
51 まわりの温度に庫内の温度が影響されない					
52 故障が少ない					
53 ドアを開けないで、中が見える					

この他に思いつかれた項目がありましたら、下欄にご記入ください。

〔　　〕

ご協力ありがとうございました。

付録B2.2　調査票の様式（テレビ）　その1

品質システムに関するアンケート調査用紙

No.	
※	

本調査は、使用者の要求する品質とメーカー側のポリシーを合致させるための品質システムの研究の中で、使用者の耐久消費材に対する品質の重要度および向上期待度の測定を目的としています。調査結果については、個人の名前や所属などは一切公表いたしませんので、よろしくご協力をお願いします。

なお、ご回答にあたりましては該当項目の番号に○印または所要事項を具体的にご記入ください。

東京工業大学工学部経営工学科　秋庭研究室

調査票様式1

テレビに関する調査

回答期日	昭和　年　月　日
氏名	
勤務先（職業）	

※ 氏名、勤務先については、お差しつかえなければご記入ください。

I. テレビの使用について

1. 性別、年齢、職業及び世帯人員

（1－1：性　別）　1. 男　2. 女

（1－2：年　令）　1. 10代　2. 20代　3. 30代　4. 40代　5. 50代　6. 60以上

（1－3：職　業）　1. 学生　2. 家事従事　3. 会社員（事務系）　4. 会社員（技術系）　5. 公務員　6. 商工業自営　7. その他（　　）

（1－4：世帯人員）　1. 1人（本人のみ）　2. 2人　3. 3人　4. 4人　5. 5人　6. 6人以上

2. あなたが主に見ているテレビについて

（2－1：種　類）　1. カラーテレビ　2. 白黒テレビ

（2－2：大きさ）　1. 12インチ以下　2. 14インチ　3. 16インチ　4. 18インチ　5. 20インチ以上

（2－3：使い方）　1. 自分専用　2. 家族共用　3. その他

（2－4：購入した年）　1. 今年　2. 1年前　3. 2年前　4. 3年前　5. 4年前　6. 5年以上前

（2－5：会社名）　1. 東芝　2. ナショナル　3. 日立　4. 三菱　5. ビクター　6. NEC　7. シャープ　8. ソニー　9. ゼネラル　10. サンヨー　11. コロンビア　12. 富士　13. その他（　　）

（2－6：テレビの持つ付随的な装置または機能）

1. タイムスイッチ　2. 時計　3. イヤホーン　4. 節電スイッチ　5. リモコン　6. UHF　7. 電池でも使用できる　8. 音質調節

3. あなたが平均して1日にテレビを見る時間

1. 1時間未満　2. 1時間程度　3. 2時間程度　4. 3時間程度　5. 4時間程度　6. 5時間以上

4. あなたが主に見る番組（○印は2つ以下）

1. ドラマ　2. ニュース　3. ドキュメンタリー　4. スポーツ番組　5. 音楽番組　6. 教養番組　7. ショー番組　8. その他（　　）

その2

Ⅱ. テレビの持つ品質について

1. あなたは、それぞれ下記の項目がテレビの品質にとって、どの程度重要であると感じますか。特定の種類に限定せずテレビ一般についてお答え下さい。

	重要でない 0	1	2	3	大変重要である 4
(例) 受信感度がよい				(3)	
1 時計が付いている					
2 ホコリがつきにくい					
3 イヤホーン付である					
4 振動に強い					
5 UHFも受信する					
6 節電スイッチが付いている					
7 寿命が長い					
8 角が丸味をおびている					
9 倒れにくい					
10 雑音が入らない					
11 音質がよい					
12 リモコン操作が可能である					
13 音量、チャンネル操作が容易である					
14 色彩調整が容易である					
15 発熱しない					
16 画面が大きい					
17 画面の向きを容易に変えられる					
18 タイムスイッチが付いている					
19 外部アンテナが不要である					
20 アンテナ線の取り付けが容易である					
21 画像の色が自然な感じである					
22 音声がステレオである					
23 感電しない					
24 電池でも使用可能である					
25 画像が鮮明である					
26 持ち運びが容易である					
27 場所をとらない					
28 デザインがよい					
29 消費電力が少ない					
30 画像と音声がスイッチオンと同時に出る					
31 修理に時間がかからない					
32 傷がつきにくい					
33 掃除しやすい					
34 設置場所を選ばない					
35 音質を自由に変えられる					
36 ボデーの色がよい					

2. あなたは、現在使用しているテレビに満足しているでしょうか。さらに品質の向上を期待する度合をお答えください。

	現状で十分 0	1	2	3	大変期待する 4
(例) 受信感度がよい		(1)			
1 時計が付いている					
2 ホコリがつきにくい					
3 イヤホーン付である					
4 振動に強い					
5 UHFも受信する					
6 節電スイッチが付いている					
7 寿命が長い					
8 角が丸味をおびている					
9 倒れにくい					
10 雑音が入らない					
11 音質がよい					
12 リモコン操作が可能である					
13 音量、チャンネル操作が容易である					
14 色彩調整が容易である					
15 発熱しない					
16 画面が大きい					
17 画面の向きを容易に変えられる					
18 タイムスイッチが付いている					
19 外部アンテナが不要である					
20 アンテナ線の取り付けが容易である					
21 画像の色が自然な感じである					
22 音声がステレオである					
23 感電しない					
24 電池でも使用可能である					
25 画像が鮮明である					
26 持ち運びが容易である					
27 場所をとらない					
28 デザインがよい					
29 消費電力が少ない					
30 画像と音声がスイッチを入れるとすぐに出る					
31 修理に時間がかからない					
32 傷がつきにくい					
33 掃除しやすい					
34 設置場所を選ばない					
35 音質を自由に変えられる					
36 ボデーの色がよい					

この他に思いつかれた項目がありましたら、下欄へご記入ください。

（　　）

ご協力ありがとうございました。

付録B2.3 調査票の様式(洗濯機) その1

品質システムに関するアンケート調査用紙

No.
※

本調査は、使用者の要求する品質とメーカー側のポリシーを合致させるための品質システムの研究の中で、使用者の耐久消費材に対する品質の重要度および向上期待度の測定を目的としています。調査結果については、個人の名前や所属などは一切公表いたしませんので、よろしくご協力をお願いします。

なお、ご回答にあたりましては該当項目の番号に○印または所要事項を具体的にご記入ください。

東京工業大学工学部経営工学科 秋庭研究室

調査票様式3

洗濯機に関する調査

回答期日	昭和 年 月 日
氏名	
勤務先(職業)	

※ 氏名、勤務先については、お差しつかえなければご記入ください。

I. 洗濯機の使用について

1. 性別、年齢、職業及び世帯人員

(1－1：性別) 1. 男 2. 女

(1－2：年齢) 1. 10代 2. 20代 3. 30代 4. 40代 5. 50代 6. 60以上

(1－3：職業) 1. 学生 2. 家事従事 3. 会社員(事務系) 4. 会社員(技術系)
5. 公務員 6. 商工業自営 7. その他( )

(1－4：世帯人員) 1. 1人(本人のみ) 2. 2人 3. 3人 4. 4人 5. 5人 6. 6人以上

2. あなたが主に使用している洗濯機について

(2－1：種類) 1. 全自動 2. 脱水槽付 3. 脱水槽なし 4. コインランドリー

(2－2：購入した年) (2－1で4を解答した人以外)
1. 今年 2. 1年前 3. 2年前 4. 3年前 5. 4年前 6. 5年以上前

(2－3：会社名) 1. 東芝 2. ナショナル 3. 日立 4. 三菱 5. ビクター
6. NEC 7. シャープ 8. ソニー 9. ゼネラル 10. サンヨー
11. コロンビア 12. 富士 13. その他( )

3. 洗濯をする回数について

1. 毎日 2. 2日に1回程度 3. 3日に1回程度 4. 1週間に2回程度
5. 1週間に1回程度 6. 1週間に1回未満

その2

Ⅱ. 洗濯機の品質について

1. あなたは、それぞれ下記の項目が洗濯機の品質にとって、どの程度重要であると感じますか。特定の種類に限定せず洗濯機一般についてお答え下さい。

	重要でない 0	1	2	3	大変重要である 4
(例) 排水時間が短い					(1)
1 タイムスイッチがついている					
2 水を温める装置がついている					
3 洗濯物の出入がしやすい					
4 故障が少ない					
5 ダイヤルが操作しやすい					
6 アースとコードが一体化されている					
7 軽量である					
8 場所をとらない					
9 脚の調節ができる					
10 洗濯物を入れすぎると自動的に停止					
11 そうじしやすい					
12 排水ホースの取付位置が選べる					
13 洗濯物がからみにくい					
14 振動しない					
15 外装が変色しにくい					
16 洗濯終了を知らせる装置がある					
17 水の汚れによる水の入替が自動					
18 排水時間が短い					
19 移動がしやすい					
20 さびにくい					

	重要でない 0	1	2	3	大変重要である 4
21 洗濯物がいたまない					
22 消費電力が少ない					
23 モーター音が小さい					
24 感電しない					
25 乾燥ができる					
26 水槽内がキズつきにくい					
27 脱水が容易					
28 アワ消えがうまくいく					
29 水の使用量が少ない					
30 排水ホースの長さを調節できる					
31 排水口がつまらない					
32 糸ゴミとりやすい					
33 コードの調節ができる					
34 水量によって洗剤が自動的に出る					
35 水流の速度の選択ができる					
36 修理しやすい					
37 脱水後、脱水槽がすぐ停止する					
38 外装の色がきれい					
39 デザインがよい					
40 角が丸味を帯びている					
41 汚れがよくおちる					

2. あなたは、現在使用している洗濯機に満足しているでしょうか。さらに品質の向上を期待する度合をお答えください。

	現状で十分 0	1	2	3	大変期待する 4
(例) 排水時間が短い			(2)		
1 タイムスイッチがついている					
2 水を温める装置がついている					
3 洗濯物の出入がしやすい					
4 故障が少ない					
5 ダイヤルが操作しやすい					
6 アースとコードが一体化されている					
7 軽量である					
8 場所をとらない					
9 脚の調節ができる					
10 洗濯物を入れすぎると自動的に停止					
11 そうじしやすい					
12 排水ホースの取付位置が選べる					
13 洗濯物がからみにくい					
14 振動しない					
15 外装が変色しにくい					
16 洗濯終了を知らせる装置がある					
17 水の汚れによる水の入替が自動					
18 排水時間が短い					
19 移動がしやすい					
20 さびにくい					

	現状で十分 0	1	2	3	大変期待する 4
21 洗濯物がいたまない					
22 消費電力が少ない					
23 モーター音が小さい					
24 感電しない					
25 乾燥ができる					
26 水槽内がキズつきにくい					
27 脱水が容易					
28 アワ消えがうまくいく					
29 水の使用量が少ない					
30 排水ホースの長さを調節できる					
31 排水口がつまらない					
32 糸ゴミとりやすい					
33 コードの調節ができる					
34 水量によって洗剤が自動的に出る					
35 水流の速度の選択ができる					
36 修理しやすい					
37 脱水後、脱水槽がすぐ停止する					
38 外装の色がきれい					
39 デザインがよい					
40 角が丸味を帯びている					
41 汚れがよくおちる					

この他に思いつかれた項目がありましたら、下欄へご記入ください。

〔　　〕

ご協力ありがとうございました。

付録B3.1 各品質項目の期待度の平均値と標準偏差（冷蔵庫）

品質項目番号	平均値	標準偏差
1	2.615063	1.348462
2	0.807531	1.215565
3	1.836820	1.357817
4	1.389121	1.373404
5	1.234309	1.376550
6	1.991631	1.505893
7	2.050209	1.419230
8	1.372384	1.374998
9	0.506276	0.971865
10	2.175732	1.409204
11	0.987448	1.252548
12	2.037657	1.354770
13	2.179915	1.462594
14	1.995815	1.397840
15	1.979079	1.567044
16	2.079497	1.604765
17	1.606694	1.361499
18	1.954393	1.310231
19	0.937238	1.153598
20	1.125523	1.241261
21	1.104602	1.189889
22	1.644351	1.336282
23	1.271966	1.191536
24	2.062761	1.429204
25	2.179915	1.421980
26	1.321255	1.281196
27	1.531381	1.346799
28	0.903766	1.238818
29	0.841004	1.157037
30	1.807531	1.308399
31	1.251045	1.187342
32	2.029288	1.333186
33	1.175732	1.271871
34	1.560669	1.438953
35	1.330543	1.545526
36	2.506276	1.392960
37	1.330543	1.311180
38	2.225941	1.286882
39	0.987448	1.320837
40	1.665272	1.433639
41	2.175732	1.447288
42	1.841003	1.463587
43	2.476987	1.404750
44	1.975314	1.179753
45	1.899581	1.477290
46	1.623430	1.300321
47	1.405857	1.331360
48	1.489539	1.337774
49	1.418409	1.303615
50	1.861924	1.391010
51	2.142259	1.548604
52	1.748954	1.559070
53	1.711297	1.439258

付録B3.2 各品質項目の期待度の平均値と標準偏差（カラーテレビ）

品質項目番号	平均値	標準偏差
1	1.028688	1.124975
2	1.573770	1.428160
3	1.725409	1.432358
4	1.262295	1.329386
5	1.700819	1.335456
6	0.631148	1.049596
7	2.168033	1.568270
8	2.020492	1.480609
9	1.495901	1.368552
10	2.020492	1.313389
11	1.627048	1.383541
12	1.540983	1.349849
13	1.176229	1.392930
14	1.856557	1.588869
15	1.192622	1.204410
16	1.258196	1.553333
17	2.561475	1.523152
18	1.959016	1.450820
19	1.827868	1.460926
20	2.049180	1.459016
21	0.971311	1.188743
22	1.213115	1.403913
23	2.004098	1.353496
24	1.745901	1.448920
25	2.000000	1.457034
26	2.045081	1.440777
27	1.000000	1.327514
28	1.430327	1.530851
29	1.430327	1.416841
30	1.618852	1.360378
31	1.172131	1.383110
32	0.569672	1.086081
33	2.016393	1.414120
34	2.413934	1.418833
35	1.192622	1.286670
36	1.442622	1.293421

付録B3.3 各品質項目の期待度の平均値と標準偏差(洗濯機)

品質項目番号	平均値	標準偏差
1	0.914027	1.317076
2	1.728506	1.556930
3	1.357466	1.369943
4	1.638008	1.564656
5	1.180995	1.379816
6	2.099547	1.479589
7	1.547511	1.376518
8	1.728506	1.457871
9	1.095022	1.309562
10	2.221719	1.483142
11	1.723982	1.338877
12	1.493212	1.490908
13	2.751131	1.299690
14	2.285068	1.396571
15	1.619909	1.352177
16	1.375566	1.580176
17	1.932126	1.513113
18	2.158371	1.390753
19	1.542986	1.284861
20	2.018099	1.524948
21	2.425339	1.385148
22	2.375566	1.391356
23	2.438913	1.392328
24	1.561086	1.600941
25	2.135746	1.571707
26	1.443439	1.362961
27	1.714931	1.472280
28	2.239819	1.276820
29	2.294117	1.338404
30	1.837104	1.464722
31	1.461538	1.428417
32	2.099497	1.375596
33	1.651584	1.501389
34	1.411764	1.576882
35	1.638008	1.409471
36	2.108597	1.438629
37	1.832579	1.474989
38	1.045248	1.179668
39	1.208144	1.185175
40	1.076922	1.272210
41	2.352941	1.402117

付録B4.1

カラーテレビの因子負荷行列

品質項目 \ 因子	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8
1	0.2359	0.0024	0.1788	-0.1825	0.2930	-0.1882	0.6081	0.1058
2	0.4173	0.2157	0.0805	-0.4129	0.3106	-0.2944	-0.0502	0.1392
3	0.1949	0.2328	0.0915	-0.2774	0.0897	-0.6259	0.2354	-0.0626
4	0.4815	-0.1116	0.3116	-0.1541	0.2508	-0.2640	0.1025	0.1978
5	0.2742	0.1851	0.1853	-0.2895	0.1957	-0.5796	0.1450	0.0151
6	-0.0136	0.2391	0.3178	-0.0514	0.1979	0.1069	0.1731	0.3153
7	0.1838	0.6931	0.0721	-0.1076	-0.0087	-0.1718	0.0153	0.1732
8	0.6975	0.0949	0.0036	-0.1684	0.0467	-0.0947	0.1091	-0.0180
9	0.3954	0.1449	-0.0149	-0.4255	0.3746	-0.1715	0.1618	0.0464
10	0.1583	0.0165	0.2630	-0.5963	0.0472	-0.2109	0.0543	0.1187
11	-0.0311	0.4092	0.3582	-0.1921	0.1419	-0.4141	0.0725	0.2367
12	0.0559	0.3238	0.4412	-0.0827	0.2265	-0.2846	-0.0349	-0.0128
13	0.0232	0.3005	0.4789	-0.2629	0.2371	-0.0784	0.0547	-0.0677
14	0.0727	0.3363	0.1692	-0.4678	0.2512	0.0038	0.1397	-0.1389
15	0.2946	0.1966	0.2643	-0.0575	0.1998	-0.1619	0.6353	-0.0137
16	0.4523	0.1464	0.0674	-0.2911	0.4021	-0.2629	0.1776	-0.0013
17	0.4582	0.2329	-0.0595	-0.1743	0.1758	-0.1164	0.0017	0.0611
18	0.6844	0.0872	0.0521	-0.0423	0.2319	-0.0771	0.1709	0.0593
19	0.4053	0.0642	0.5007	-0.0184	0.0112	-0.1374	0.1596	0.1326
20	0.7349	0.1926	0.1903	-0.0898	0.0844	-0.0639	0.1683	-0.0083
21	0.2402	0.2220	0.1624	-0.1933	0.4468	-0.0820	0.2031	0.2201
22	0.4234	0.0806	0.3280	-0.0238	0.1254	-0.3368	0.0408	-0.0003
23	0.2368	0.1937	0.2317	-0.6214	0.0581	-0.2395	0.0769	-0.0680
24	0.5734	0.0973	0.0154	-0.1868	0.2871	-0.1362	0.1578	-0.1735
25	0.2346	0.6764	0.1881	-0.0098	0.1667	-0.1003	0.0743	-0.0089
26	0.6162	0.1119	0.1362	-0.0734	0.2288	-0.0461	-0.0085	0.0552
27	0.3957	0.1717	0.0224	-0.1211	0.6331	-0.1479	0.0468	-0.0388
28	0.3678	0.1938	0.2146	-0.1395	0.2977	-0.0115	0.0581	0.0177
29	0.1431	0.0947	0.6663	-0.1135	-0.0294	-0.1341	0.0408	0.0008
30	0.4147	0.0485	0.2903	-0.0719	0.1425	-0.2759	0.0939	0.2049
31	-0.0049	0.0481	0.6484	-0.2241	0.1632	-0.0330	0.2562	-0.0562
32	0.2503	0.0421	0.1362	-0.0823	0.5888	-0.1137	0.1991	0.0337
33	0.3301	0.3103	0.2559	-0.0961	0.1936	-0.3434	-0.0171	-0.0092
34	0.3596	0.4639	0.0998	-0.3325	0.1003	-0.1536	0.0363	-0.0657
35	0.3583	-0.0014	0.3239	0.0050	0.4826	0.0371	0.2265	0.0489
36	0.3421	0.1984	0.3250	-0.2550	0.3674	-0.3116	0.1223	-0.2989
COM	5.0475	2.3328	2.8404	2.1942	2.6133	1.9689	1.3407	0.5698

付録4.2 洗濯機の因子負荷行列

品質項目 ＼ 因子	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8	F 9
1	0.1993	0.3122	-0.1974	-0.0782	-0.5381	-0.1364	-0.1287	-0.1581	-0.1396
2	-0.0155	0.6964	-0.1493	-0.1609	-0.1131	0.0050	0.1469	-0.0478	-0.0028
3	0.0979	0.0791	-0.1767	-0.1535	-0.5691	-0.2898	-0.0590	-0.1004	-0.3144
4	0.0717	0.0270	-0.1034	-0.1362	-0.4227	-0.2262	0.0287	-0.0037	-0.5792
5	0.1100	0.1390	-0.1979	-0.3112	-0.5262	-0.1302	-0.2033	-0.1250	-0.3155
6	-0.0089	0.1496	-0.4316	-0.1012	-0.0321	-0.3783	0.0830	-0.0054	-0.3329
7	0.0157	0.2315	-0.5992	-0.0693	-0.2261	-0.2250	0.1048	-0.1727	-0.3845
8	0.1980	0.2599	-0.5648	-0.1068	-0.2426	-0.2200	-0.0201	-0.1072	-0.2927
9	0.0246	0.2433	-0.5247	-0.1783	-0.1597	-0.0935	-0.0700	-0.0016	-0.1429
10	0.0948	0.6231	-0.1315	-0.0369	0.0085	-0.2691	-0.0611	-0.0768	-0.1332
11	0.0356	0.1628	-0.2123	-0.1785	-0.2691	-0.4898	-0.1248	-0.1033	-0.2994
12	0.0716	0.1047	-0.4079	-0.1634	-0.2915	-0.0815	-0.4594	-0.1158	-0.2278
13	0.1578	0.0854	-0.1297	-0.0791	-0.0024	-0.4786	-0.0148	-0.2288	-0.2471
14	0.1132	0.1334	-0.1581	-0.2381	-0.1144	-0.2454	-0.0911	-0.6899	-0.2979
15	0.2678	0.1811	-0.1936	-0.4793	-0.1628	-0.1258	-0.0666	-0.2495	-0.2647
16	0.2416	0.3814	-0.1124	-0.3135	-0.1988	-0.1581	-0.1935	-0.0281	-0.1553
17	0.0939	0.6857	-0.0438	-0.1403	-0.1270	-0.1386	-0.1258	-0.0702	-0.0778
18	0.2234	0.1486	-0.0782	-0.0344	-0.1585	-0.5335	-0.3219	-0.1483	-0.1103
19	-0.0063	0.2946	-0.4281	-0.1109	-0.2223	-0.1436	-0.0954	-0.2712	-0.2627
20	0.4938	0.0096	-0.2658	-0.2748	-0.1146	-0.1129	-0.0605	-0.2024	-0.4688
21	0.4484	0.0224	-0.1233	-0.0479	-0.1127	-0.2845	-0.0195	-0.2349	-0.4458
22	0.1693	0.1616	-0.2992	0.0489	-0.0599	-0.1613	-0.1895	-0.2532	-0.4588
23	0.1174	0.1079	-0.0898	-0.1747	-0.2207	-0.2284	-0.0716	-0.6741	-0.3195
24	0.0716	0.0328	-0.2245	-0.0884	-0.1413	-0.1245	-0.1879	-0.1437	-0.7196
25	0.0568	0.5921	-0.2117	-0.0004	0.0107	-0.1028	-0.0912	-0.0492	-0.1196
26	0.1334	0.1761	-0.3249	-0.1604	-0.2668	-0.2526	-0.2178	-0.1159	-0.5342
27	0.0434	0.1364	-0.1054	-0.1731	-0.1479	-0.3815	-0.3445	-0.1728	-0.3953
28	0.0720	0.2123	-0.1991	-0.1223	-0.1280	-0.5655	-0.1483	-0.0670	-0.1487
29	0.3212	0.2212	-0.2910	-0.0249	-0.0751	-0.4202	-0.2078	-0.0840	-0.2246
30	0.2196	0.0843	-0.5928	-0.1624	-0.0381	-0.1791	-0.2484	-0.0587	-0.1058
31	0.2918	0.2551	-0.2659	-0.1315	-0.3339	-0.1395	-0.2868	0.0195	-0.3831
32	0.0413	0.2353	-0.1927	-0.1656	-0.2212	-0.4564	0.0964	-0.1617	-0.0264
33	0.1393	0.2956	-0.6635	-0.1780	-0.0163	-0.1239	-0.1336	0.0091	-0.1744
34	0.0247	0.6771	-0.2572	-0.0834	-0.1288	-0.0418	-0.1341	-0.0792	-0.0133
35	0.4777	0.2275	-0.1884	-0.1569	-0.2107	-0.1770	-0.0987	-0.0730	-0.1296
36	0.1063	0.1595	-0.1945	-0.1622	-0.0851	-0.1138	-0.1128	-0.1137	-0.6288
37	0.1099	0.1350	-0.1391	-0.1366	-0.0779	-0.2647	-0.5313	-0.0736	-0.2342
38	0.0464	0.2184	-0.2099	-0.7047	-0.1466	-0.0967	-0.1681	-0.1136	-0.1755
39	0.0812	0.1854	-0.1789	-0.7230	-0.0734	-0.1532	-0.0165	-0.1303	-0.0593
40	-0.0446	0.2805	-0.3848	-0.3300	-0.1883	-0.1294	-0.0948	-0.0871	-0.2429
41	0.3757	0.0248	-0.0288	-0.1533	-0.0700	-0.2860	-0.2592	-0.3142	-0.3803
COM	1.4425	3.4451	3.4967	2.2423	2.8592	2.8437	1.4864	1.7432	3.9695

付録B5　評価因子に対する期待度の消費者属性・製品属性による規定力（冷蔵庫）

（左上段：レンジ　右：カテゴリーに与えられた数値　左下段：偏相関係数）

属性＼因子		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
1.性別	1 男	.0613 -.6060	.1694 .7009	.1613 .3495	.1037 .9116	.0302 -.5187	.0026 -.6181	.0910 -.1903	.0557 .1542	.0128 -.0031
	2 女	.0807 -.6673	.0991 .5315	.0738 .1882	.0891 1.015	-.0124 -.4885	-.0566 -.6207	.0384 -.0993	.0288 .0985	.0068 -.0159
2.年令	1 10代	.3113 .0	.5006 .0	1.181 .0	.4818 .0	.3798 .0	.4405 .0	.4457 .0	.2479 .0	.2818 .0
	2 20代	.3113	-.5006	.3095	.1826	-.1549	.4075	-.2988	.0013	-.1016
	3 30代	.0550	-.4486	.4218	.4818	-.2037	.0429	-.4457	.0027	-.0305
	4 40代	.1688	-.2340	.3192	.2154	-.1133	-.0330	-.4442	-.2089	-.0897
	5 50代	.2379	-.2738	.5323	.1689	-.2373	.1789	-.1626	.0390	-.2818
	6 60代	.1207 .0875	.1438 -.4378	.2185 1.181	.1490 .1956	.0682 -.3798	.2237 .0688	.1436 -.2203	.1369 -.0082	.0993 -.2324
3.職業	1 学生	.4183 .0	.4396 .0	.8213 .0	.5761 .0	.4123 .0	.5705 .0	.8197 .0	.6933 .0	.8684 .0
	2 専門職	.2687	.4396	-.4779	-.2566	.3311	-.0527	-.2703	-.3598	.2046
	3 会社員(中)	.1186	.0257	-.5209	-.4851	.3230	.2768	-.0810	-.1711	.2161
	4 会社員(技)	.2062	.6027	-.1335	-.1038	.1165	-.2937	.2825	.2406	-.1194
	5 公務員	.1343	.0981	-.3527	-.2952	.1619	.0502	-.1793	-.4249	.0144
	6 商工自営	-.0604	.1602	-.3608	-.5761	-.0812	.1003	-.5372	-.4527	.3635
	7 その他	.1415 -.1496	.2244 .3289	.2302 -.8213	.1795 -.2877	.1712 .0744	.1717 -.1192	.1869 .0891	.2189 -.3768	.2177 .7490
4.世帯人数	1 1人	.4932 .0	.4018 .0	.3602 .0	.3280 .0	.3741 .0	.6640 .0	1.196 .0	.4457 .0	.6945 .0
	2 2人	.0380	-.1306	.2879	-.1080	.3741	.6447	.6260	.1129	-.4260
	3 3人	.2942	-.4018	.2590	.2200	.2728	.5075	.9149	.1899	-.3924
	4 4人	.0787	-.0569	.2042	.1733	.3147	.6353	.9033	.1938	-.3547
	5 5人	-.1890	-.1760	.1691	.1568	.2864	.6640	.6166	.1408	-.6435
	6 6人以上	.1731 .1422	.1564 -.0067	.0946 .3602	.1506 -.0855	.1227 .2731	.2296 .5379	.3298 1.196	.1586 -.2519	.2120 -.6945
5.ネック	1 小	.2424 .0	.2791 .0	.6437 .0	1.038 .0	.2187 .0	.6366 .0	.0730 .0	.2684 .0	.4964 .0
	2 中	-.1018	-.2791	-.6437	-.9777	.0636	-.2140	-.0730	.1142	.4964
	3 大	.0880 -.2424	.0856 -.1680	.1876 -.6237	.2816 -1.038	.1009 -.1551	.2054 -.6366	.0169 -.0421	.1406 -.1542	.1671 .2825
6.購入年	1 今年	.5154 .0	.6457 .0	.4846 .0	.6426 .0	.6077 .0	.5251 .0	.1976 .0	.2944 .0	.3195 .0
	2 1年前	.5154	.1865	.3489	.0035	-.0630	.1350	-.1487	.2933	-.0787
	3 2年前	.1029	.3749	.3359	-.3064	.2239	.3503	-.1214	.1685	-.0724
	4 3年前	.2032	-.2708	.4846	.1475	-.3838	.3576	-.1976	.1874	-.1312
	5 4年前	.2018	.1898	.2865	-.1747	-.1175	.1702	-.1736	.2944	-.3195
	6 5年以上前	.1579 .3173	.2035 .1917	.1410 .4265	.2533 .3362	.1694 -.0857	.2241 .5251	.0509 -.1270	.1473 .0113	.1080 -.2213
7.ブランド	1 T社	.2803 .0	.3054 .0	.4006 .0	.4006 .0	.7510 .0	.4238 .0	.2995 .0	.2528 .0	.7522 .0
	2 H社	.2319	-.1303	-.3000	-.5603	.2780	-.1728	.0003	-.0704	.3126
	3 M社	.1923	-.1831	-.3033	.1907	.4094	-.3825	.2651	-.1933	-.3555
	4 N社	.2359	-.2111	-.4006	-.3457	.3789	-.1297	.0794	.0595	.3976
	5 その他	.1488 -.0330	.1231 -.3054	.1774 -.2732	.2781 -.2724	.2107 .4506	.1723 -.4238	.1002 -.0344	.1142 -.1876	.2483 -.1024
重相関係数		.3173	.3674	.3907	.4732	.3393	.4715	.3811	.3063	.3736
評価因子		基本機能因子	オプション機能因子	安全・保全性因子	簡素機能因子	操作性因子	保守性因子	設置性因子	（弾力性）	嗜好性因子

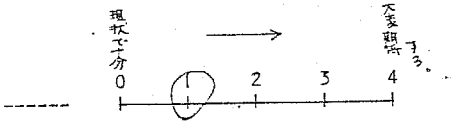
付録B6. 21製品の評価項目の期待度に関する調査票(一部) その1

耐久消費材の品質についてのアンケート

本調査は、使用者の要求する品質とメーカー側の品質ポリシーを合致させるための品質展開システムの中で、使用者の耐久消費材に対する品質の向上期待度の測定を目的としています。

つきましては、現在使用している21品目のそれぞれについて(たとえ、所有していなくても、使用体験、推測などからでも結構です。)、品質の向上をさらに期待する度合を、次の5段階(0:現状で十分, 1:やや期待する, 2:期待する, 3:かなり期待する, 4:大変期待する)で、お答えください。

(例) 冷蔵庫の「冷却速度がはやい」という項目に対して、「やや期待する」と考えられる場合には、次のように、ご記入ください。



なお、調査結果につきましては、個人の名前や所属などは一切公表いたしませんので、よろしくお協力お願いいたします。

東京工業大学工学部経営工学科 秋庭研究室
Tel. 03 (726) 1111 内線2252

○ あなた自身のことについてご質問いたします。該当する番号を○印でお答えください。

(性別) 1. 男 2. 女

(年令) 1. 20未満, 2. 20~39, 3. 40~59, 4. 60以上.

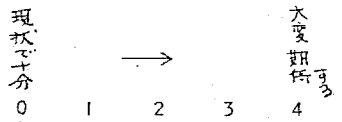
(職業) 1. 学生, 2. 家事従事, 3. 会社員(事務系), 4. 会社員(技術系)
5. 公務員, 6. 商工業自営, 7. その他 ( )

(現在住んでいる世帯人数)
1. 1人(本人のみ), 2. 2人, 3. 3人, 4. 4人, 5. 5人
6. 6人以上

その2

扇風機

あなたが，現在使用している扇風機について，さらに品質の向上を期待する度合をお答えください。



（項目）

1. モーター音が静かである。 ------
2. 風量の調節範囲が広い。 ------
3. 回転羽に指をはさまれたりしない。 ------
4. 風量，首振り切換などのスイッチ操作が容易。 ------
5. 設置場所をえらばず，収納も容易。 ------
6. 長時間使用しても体に害を与えない。 ------
7. 消費電力が少なくて済む。 ------
8. 色，スタイルがよい。 ------
9. 長期間使用しても機能が劣化しない。 ------
10. 汚れ，キズがつきにくく，掃除がしやすい。 ------
11. 首振り角度の調節など付加的なはたらきをもつ機能をそなえている。 ------
12. ドライヤー，換気扇など他の目的にも使える。 ------

付録 B7　21製品の各評価項目に対する平均期待度（その1）

（評価項目）	扇風機	石油ストーブ	電気こたつ	電気毛布	電気釜	ガス湯沸器	トースター	洗濯機	掃除機	ミシン
1	1.6818	2.2273	1.7727	1.4318	2.4773	1.9545	2.0682	2.6818	2.7727	2.1591
2	—	2.2045	1.8636	2.2045	1.8409	2.5909	1.8864	2.0227	—	1.5000
3	1.2500	1.7727	1.1591	1.2727	1.1364	1.7954	1.5909	1.2045	1.2045	1.5682
4	—	2.4318	—	—	1.4091	—	0.9091	1.7273	1.6591	2.2500
5	—	—	—	—	—	1.3636	—	—	2.3409	2.0000
6	2.4545	2.1136	2.0909	1.5000	1.1136	2.1591	1.5227	2.0227	2.2727	2.0000
7	1.7727	2.7727	1.8636	1.9773	1.7954	2.3409	2.6818	2.7954	2.7045	2.0227
8	2.4545	2.2045	1.5227	2.1136	1.8636	1.9773	2.2500	1.7045	1.5000	1.8182
9	2.2045	2.6818	1.7727	2.3864	1.6364	2.4773	2.1136	2.1591	0.9091	1.6591
10	2.1364	2.1364	1.5909	2.2273	2.1818	2.5227	2.1818	2.6818	2.5682	2.3182
11	2.2727	2.8182	2.3182	2.1591	2.2954	2.7500	2.1364	2.6818	1.9773	1.6136
12	1.3409	1.4091	1.0000	1.0909	1.0455	1.0682	1.0909	0.9091	0.8636	1.0000
13	2.4773	2.9773	2.1364	2.2500	1.4545	2.4773	2.2273	2.6364	2.7045	2.0682
14	1.5454	2.2273	2.0682	1.9545	1.8636	2.6136	1.3409	1.9773	1.3636	1.8864
15	0.9545	1.1136	1.3864	1.5454	1.8182	1.7954	1.5000	0.7727	1.3182	1.4318
16	—	2.4545	—	1.6364	—	1.7954	—	1.7727	2.2500	—
平均	1.8788	2.2363	1.7343	1.8393	1.7094	2.1121	1.8214	1.9833	1.8939	1.8197

付録 B7　21製品の各評価項目に対する平均期待度　(その2)

(評価項目)	アイロン	ドライヤー	カラーテレビ	ステレオ	テープレコーダー	トランジスタラジオ	カメラ	腕時計	冷蔵庫	自動車	クーラー
1	2.0682	1.9318	2.5909	2.5909	2.8636	2.4091	2.2954	2.4091	2.3636	2.2500	2.0454
2	1.9773	1.8636	1.6818	—	—	—	—	—	2.5909	1.8864	2.1591
3	1.1136	1.0227	1.9773	1.6591	1.4091	1.3864	2.1591	1.6591	1.3636	1.9545	1.1136
4	1.7727	—	—	1.9545	1.6818	—	1.9545	—	1.8409	1.9091	—
5	2.1364	2.1136	—	0.0000	—	—	1.5909	—	—	2.1591	—
6	1.3636	1.2727	1.9773	2.4545	1.3409	1.1818	1.1364	0.8864	2.5000	1.7727	2.6364
7	1.4545	2.5000	1.1364	1.2955	2.4318	—	1.8409	1.3182	1.7500	2.4318	2.5682
8	1.3182	1.2273	1.6818	2.0454	2.2273	1.5227	1.5000	2.0682	2.2954	2.2954	1.6136
9	2.1591	2.0000	1.0909	1.0000	0.8636	0.8182	0.5909	1.1364	2.3409	2.7045	0.9318
10	2.0227	2.2954	2.6136	2.3864	2.6818	2.2500	2.2954	2.7045	2.6136	2.5000	2.3864
11	2.2500	1.8182	2.6364	1.9318	1.6136	1.7727	1.7045	1.8864	2.5682	2.7954	2.6591
12	0.8182	0.9318	1.0227	1.8182	1.0455	1.4318	1.0227	1.6591	1.0455	1.7727	1.1364
13	1.9773	2.5454	2.5909	2.5909	2.1364	2.7954	1.6364	0.4091	2.3864	2.6591	2.3636
14	1.3864	1.5909	2.2045	1.9091	2.1364	2.0454	2.1591	1.6591	1.4545	2.2954	1.7273
15	1.0000	0.8636	1.6136	1.3182	1.2273	1.5227	1.2273	1.2500	0.9318	1.5000	1.1364
16	—	—	1.9318	2.1818	—	1.0909	—	1.7727	—	2.1364	2.1818
平均	1.6545	1.7126	1.9108	1.9383	1.8199	1.6856	1.6510	1.6014	2.0032	2.1889	1.9042

付録8.

国産乗用車28製品の類似性測定のための調査票

右にます28の乗用車について、あなたが（機能，スタイル，使用目的を考えて）類似していると思う程度をお答えください。

イメージで結構です。

3：非常に似ている
2：似ている
1：やや似ている
0：似ていない

車種 ＼ 車種	1. クラウン	2. マークII・チェーサー	3. セリカ	4. コロナ	5. カリーナ	6. カローラ・スプリンター	7. スターレット	8. セドリック・グロリア	9. ローレル	10. スカイライン	11. ブルーバード	12. バイオレット・オースター	13. サニー	14. バルサー	15. ギャランΣ	16. ギャランΛ	17. テンポー・セレステ	18. ミラージュ	19. ルーチェ	20. コスモ・コスモL	21. ヲベラ	22. フォミリア	23. アコード	24. シビック	25. 117クーペ	26. フローリアン・ジェミニ	27. レオーネ	28. シャルマン・シャレード
1. クラウン																												
2. マークII・チェーサー																												
3. セリカ																												
4. コロナ																												
5. カリーナ																												
6. カローラ・スプリンター																												
7. スターレット																												
8. セドリック・グロリア																												
9. ローレル																												
10. スカイライン																												
11. ブルーバード																												
12. バイオレット・オースター																												
13. サニー																												
14. バルサー																												
15. ギャランΣ																												
16. ギャランΛ																												
17. テンポー・セレステ																												
18. ミラージュ																												
19. ルーチェ																												
20. コスモ・コスモL																												
21. ヲベラ																												
22. フォミリア																												
23. アコード																												
24. シビック																												
25. 117クーペ																												
26. フローリアン・ジェミニ																												
27. レオーネ																												
28. シャルマン・シャレード																												

付録B9. 乗用車の期待効用測定のための調査票 その1

品質システムに関するアンケート調査用紙

氏名
※

本調査は、使用者の要求する品質を実際の製品に具現させるための品質システムの研究の中で、使用者の乗用自動車に対する品質の重要度の測定を目的としています。調査結果については、個人の名前や所属などは一切公表いたしませんので、よろしくご協力をお願いします。
なお、ご回答にあたりましては、該当項目に○印または所要事項を具体的にご記入下さい。

東京工業大学工学部経営工学科　秋庭研究室

乗用自動車に関する調査

I 乗用自動車の使用について

1. 性別、年齢、職業及び世帯人員

（1－1：性別） 1. 男性　2. 女性
（1－2：年齢） 1. 10代　2. 20代　3. 30代　4. 40代　5. 50以上
（1－3：職業） 1. 学生　2. 家事従事　3. 会社員（事務系）　4. 会社員（技術系）　5. 公務員
6. 商工業自営　7. その他（　　）
（1－4：世帯人員） 1. 1人（本人のみ）　2. 2人　3. 3人　4. 4人　5. 5人以上

2. あなたが使用している乗用自動車について

（2－1：車名） 詳しく名称を書いて下さい。
ex コロナ ハードトップ 1800SL
なお、2台以上お持ちの方は、お持ちの車すべての名称を書いて下さい。
（　　）（　　）
（　　）

〔以下の項目については、2台以上お持ちの方は、主に使用する車についてだけご記入下さい。〕

（2－2：会社名） 1. トヨタ　2. 日産　3. 三菱　4. 東洋工業　5. 本田　6. いすず
7. 富士重工　8. ダイハツ　9. 鈴木　10. その他（　　）
（2－3：形状） 1. 4ドアセダン　2. 2ドアセダン　3. 2ドアハードトップ　4. 4ドアハードトップ
5. クーペ　6. リフトバック　7. ワゴン　8. その他（　　）
（2－4：年式） 1. 47年以前　2. 48年式　3. 49年式　4. 50年式　5. 51年式　6. 52年式
7. 53年式
（2－5：使用目的） 1. レジャー用　2. 通勤用　3. 業務用　4. 通学用　5. 買物用
6. その他（　　）
（2－6：主な使用場所） 1. 市街地　2. 郊外（舗装）　3. 高速道路　4. 未舗装路
5. その他（　　）
（2－7：購入方法） 1. 新車で購入した　2. 中古車で購入した
（2－8：車のもつ付随的な装置） 1. エアコン　2. ステレオ　3. パワーステアリング　4. パワーウインド
5. リモコンミラー　6. ラジアルタイヤ　7. アルミホイール
（2－9：運転タイプ） 1. 3速マニュアル　2. 4速マニュアル　3. 5速マニュアル
4. オートマチック　5. オーバードライブ付オートマチック

3. あなたが車を運転なさることは1週間のうち何日位ありますか。
1. ほとんど毎日運転している　2. 1週間に4～5回位　3. 1週間に2～3回位
4. 1週間に1回位　5. 1カ月に2～3回位　6. ほとんど運転していない

4. あなたはご自分の車は以下のどれに該当すると思いますか
1. ファミリーカー　2. スポーティーカー　3. ハイオーナーカー　4. スペシャルティーカー
5. その他（　　）

Ⅱ　乗用自動車の購入について

あなたは、乗用自動車を購入しようとする時、下記の項目をどの程度重視されますか？　下記の項目について合計が１００点になるように配点して下さい。

項　　目	点　　数
外観（デザインやセダン・ハードトップ等の形状） 走行性能（加速性能・コーナリング性能など） 保全性（燃費や点検・整備費など） 居住性（乗り心地・静粛性など） 操作性（運転に関する操作の容易さ） 嗜好性（アクセサリー類の多彩さ） 安全性（警告灯・衝撃吸収バンパーなど） ブランド（メーカー）	
合　　計	１００点

Ⅲ　乗用自動車の評価について

あなたは、以下の車を購入しようとした場合、エンジンや内装等がすべてを考えた上で、どのように総合的な評価をしますか、〝最も好ましい〟が10点になるように、その車の〝好ましい〟と思われる程度によって、10点満点で評価して下さい。ただし、乗用自動車は、そのグレードによって、３種（高級乗用車・中級乗用車・大衆小型車）に（下表）分類してあります。あなたが、現在使用している車の相当するグレード又は次に購入したいと思っている車の所属するグレードについて、１つにだけお答え下さい。もし、以下の３つのグレードに所属しない車をお好みの方は、お好みに一番近いグレードについてお答え下さい。なお、各グレードにおいては、代表的な車種をそれぞれ２車種づつ（下表の２重線）数機種（ ex. 2000LG、1800GL ）に渡って取り上げてありますので、その評価をお願いします。

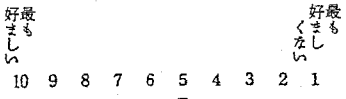
グレード／メーカー	高級乗用車	中級乗用車	大衆乗用車
トヨタ	クラウン マークⅡ・チェーサー セリカＸＸ	コロナ カリーナ セリカ（ＸＸ以外）	カローラ・スプリンター コルサ・ターセル スターレット
日産	セドリック・グロリア ローレル・スカイラインＧＴ ブルーバードＧ６	スカイラインＴＩ・シルビア ブルーバード(1600,1800) バイオレット・オースター・スタンザ	サニー パルサー （チェリー）
三菱	デボネア	ギャランΣ ギャランΛ	ランサー・セレステ ミラージュ
東洋工業	ルーチェ コスモ・コスモＬ	カペラ	グランドファミリア 旧型サバンナ ファミリア
本田		アコード	シビック
いすず	１１７クーペ	フローリアン・ジェミニ	
富士重工			レオーネ
ダイハツ			シャルマン・シャレード

グレードによる分類

その3

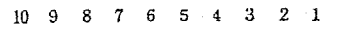
1. 高級乗用車についての評価

〔トヨタ・マークⅡ〕



(例)	ハードトップ	2000	L	
1	4ドアセダン	2600	GRANDE	
2	ハードトップ	2600	GRANDE	
3	4ドアセダン	2000	LG−Touring	
4	ハードトップ	2000	LG−Touring	
5	4ドアセダン	2000	LG	
6	ハードトップ	2000	LG	
7	4ドアセダン	2000	GSL	
8	ハードトップ	2000	GSL	
9	4ドアセダン	1800	GL	
10	ハードトップ	1800	GL	
11	4ドアセダン	1800	DX	
12	ハードトップ	1800	DX	

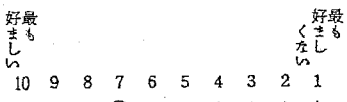
〔日産・ローレル〕



1	4ドアセダン	2800	SGL
2	2ドアハードトップ	2800	SGL
3	4ドアハードトップ	2800	SGL
4	4ドアセダン	2000	SGL−E
5	2ドアハードトップ	2000	SGL−E
6	4ドアハードトップ	2000	SGL−E
7	4ドアセダン	2000	GL6−E
8	2ドアハードトップ	2000	GL6−E
9	4ドアハードトップ	2000	GL6−E
10	4ドアセダン	2000	CUSTOM6
11	2ドアハードトップ	2000	CUSTOM6
12	4ドアハードトップ	2000	CUSTOM6
13	4ドアセダン	1800	GL
14	2ドアハードトップ	1800	GL
15	4ドアセダン	1800	CUSTOM
16	2ドアハードトップ	1800	CUSTOM

2. 中級乗用車についての評価

〔トヨタ・コロナ〕



(例)	ハードトップ	2000	GL	
1	4ドアセダン	2000	GT	
2	ハードトップ	2000	GT	
3	4ドアセダン	2000	SL	
4	ハードトップ	2000	SL	
5	4ドアセダン	1800	GL−EXTRA	
6	ハードトップ	1800	GL−EXTRA	
7	4ドアセダン	1800	DX	
8	ハードトップ	1800	DX	
9	4ドアセダン	1600	GL	
10	ハードトップ	1600	GL	
11	4ドアセダン	1600	DX	
12	ハードトップ	1600	DX	

X04

〔日産・ブルーバード〕

				10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	4ドアセダン	1800	SSS-E・S										
2	ハードトップ	1800	SSS-E・S										
3	4ドアセダン	1800	SSS										
4	ハードトップ	1800	SSS										
5	4ドアセダン	1800	GL-E										
6	ハードトップ	1800	GL-E										
7	4ドアセダン	1800	DX										
8	4ドアセダン	1600	GL-L										
9	ハードトップ	1600	GL-L										
10	4ドアセダン	1600	DX										

3. 大衆小型車についての評価

〔トヨタ・カローラ〕

				最も好ましい 10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 最も好ましくない
(例)	クーペ	1300	SR							⊕			
1	4ドアセダン	1600	GSL										
2	ハードトップ	1600	GSL										
3	クーペ・リフトバック	1600	GSL										
4	4ドアセダン	1600	ハイデラックス										
5	ハードトップ	1600	ハイデラックス										
6	クーペ・リフトバック	1600	ハイデラックス										
7	4ドアセダン	1400	SL										
8	ハードトップ	1400	SL										
9	クーペ・リフトバック	1400	SL										
10	4ドアセダン	1300	ハイデラックス										
11	ハードトップ	1300	ハイデラックス										
12	クーペ・リフトバック	1300	ハイデラックス										
13	4ドアセダン	1300	デラックス										
14	ハードトップ	1300	デラックス										
15	クーペ・リフトバック	1300	デラックス										
16	クーペ	1600	レビン GT (LB 1600 GT)										
17	クーペ	1600	SR										

〔日産・サニー〕

				10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	4ドアセダン	1400	SGX-E										
2	クーペ	1400	SGX-E										
3	4ドアセダン	1400	GX-E										
4	クーペ	1400	GX-E										
5	4ドアセダン	1400	GX										
6	クーペ	1400	GX										
7	4ドアセダン	1400	SGL										
8	クーペ	1400	SGL										
9	4ドアセダン	1400	DX										
10	クーペ	1400	DX										
11	4ドアセダン	1200	GL										
12	クーペ	1200	GL										
13	4ドアセダン	1200	DX										
14	クーペ	1200	DX										

ご協力ありがとうございました