

# 製品設計とブランド戦略のための 構造方程式モデリング

~ 3 Step Researchによる調査の徹底活用 ~

女子栄養大学 食情報科学研究室  
芳賀麻誉美  
haga@eiyo.ac.jp

1

## 1) 3-Step Researchについての解説

- 3段階の調査を計画的に行う、製品開発・ブランド育成のための調査運用体系。

## 2) 「2<sup>nd</sup> Step:市販品調査」「3<sup>rd</sup> Step:試作品・改良品調査」で使用する構造方程式モデリングについて解説 「因子の分散分析」と「多母集団の同時分析」

## 3) 3-Step ResearchでのSEM利用のコツと注意点

SEMの初～中級者向きに

3

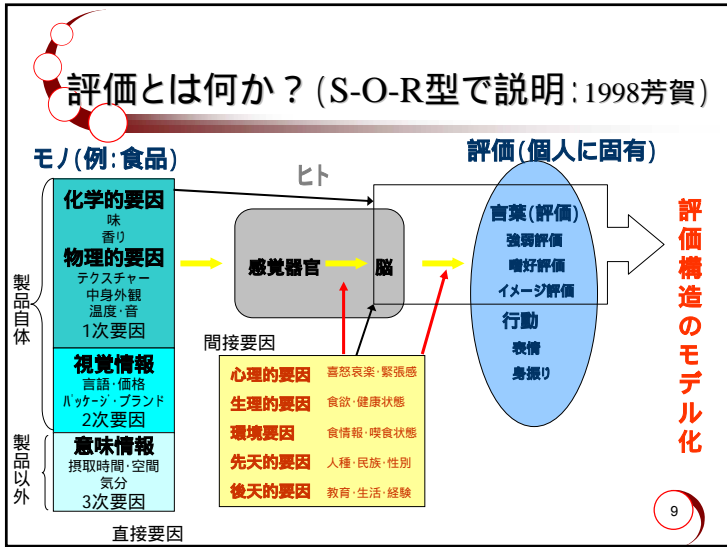
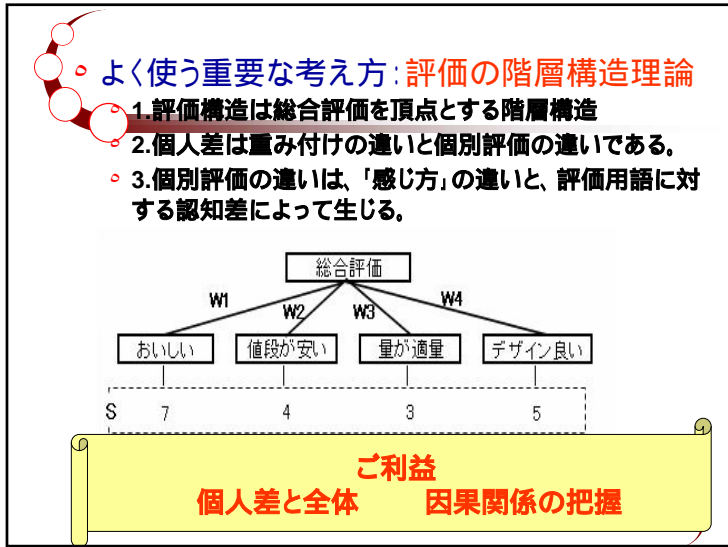
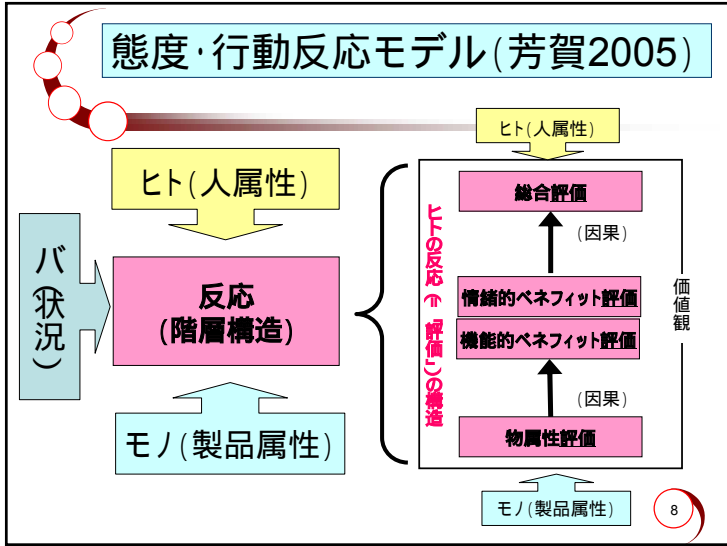
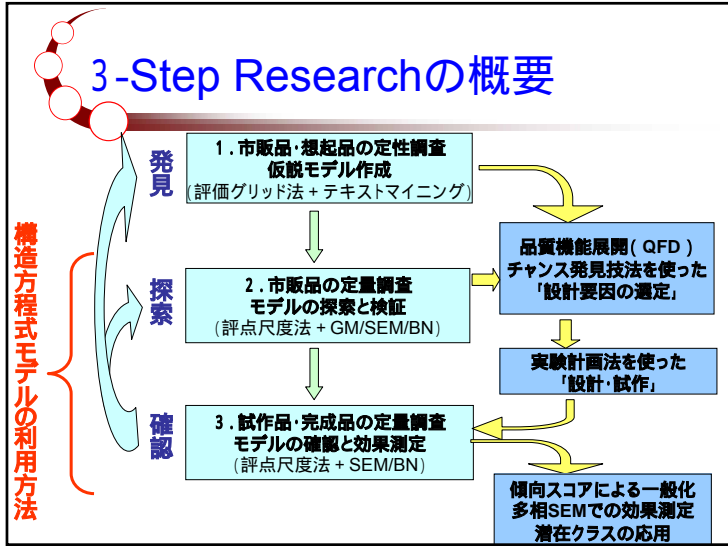
## はじめに

- 本日の講演主旨
  - **アカデミック・セッションでの講演**
    - 統計学でも、メーカーからユーザーまで幅広い
    - 統計学という**数学** 事例による**統計学** 統計学による**事例・実学**
  - **本当に最先端の「学術研究」が知りたいのか？**
    - 学会発表、研究論文、etc...
    - ビジネスマン・初心者の方が多数参加
  - **「分析のツボ」についてユーザーの立場で紹介。**

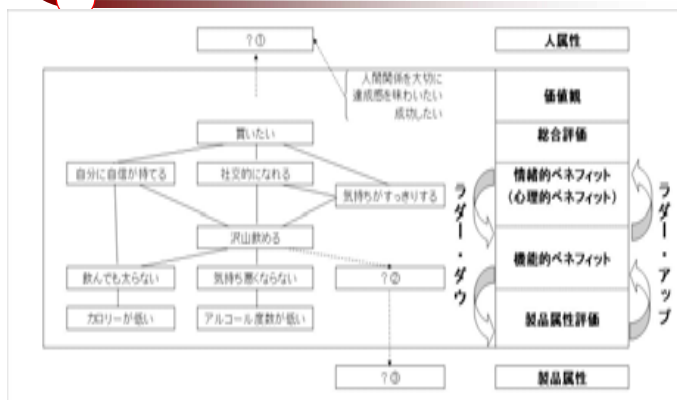
2

## 3-Step Researchとは何か

4



## ビール評価構造(一部)



## 構造方程式モデルの利用

### 1. 実験的調査とデータスタイル

(~製品やブランド評価は、実験的調査が多い~)

- (1) 条件と水準の理解
- (2) データの対応とスタイルの判定
- (3) 分析方法の選定

### 2. 構造方程式モデリングでの分析方法

- (1) 因子の分散分析
- (2) 多母集団の同時分析
- (3) 因子の分散分析と多母集団分析の組み合わせ
- (4) 繰返測定同時記述 (= 因子の分散分析)
- (5) 繰返測定同時記述との組み合わせ

12

## 2ndStep 3rdStepでの 構造方程式モデルの利用

11

## 実験的調査とデータスタイル

### (1) 条件と水準を理解する

- 差を比較する時の「条件」であり、統計用語では、「要因」と言うことが多い。
  - 製品やブランドであることが多い。
  - その他、パッケージを見せたときと見せないときや、年代差、性別などの対象者属性なども取り上げることも。
- 具体的な条件の中身を「水準」と呼ぶ。
  - <製品>製品1、製品2、製品3が水準で水準数は3。
  - <年代>20代、30代が水準で水準数は2
  - <性別>男性、女性が水準で水準数は2

**要因数と水準数が分かっていないと、分析法が選べない!**

## 実験的調査とデータスタイル (2) データの対応とタイプを判定する

- 被験者間計画なのか、被験者内計画なのか。
  - (上級者は被験者内と被験者間の混合計画へ)

### < 被験者間計画 >

水準1 (製品1)	水準2 (製品2)	水準3 (製品3)
Q1-Q10	Q1-Q10	Q1-Q10
Aさん	Dさん	Gさん
Bさん	Eさん	Hさん
Cさん	Fさん	Iさん

### < 被験者内計画 >

水準1 (製品1)	水準2 (製品2)	水準3 (製品3)
Q1-Q10	Q1-Q10	Q1-Q10
Aさん	Aさん	Aさん
Bさん	Bさん	Bさん
Cさん	Cさん	Cさん

14

- 被験者間・被験者内混合計画

被験者内計画		製品A			製品B		
	条件	Q1	...	Q10	Q1	...	Q10
P1	ブラインド						
P2	ブラインド						
P3	ブラインド						
P4	.						
P5	.						
P6	オープン						
P7	オープン						
P8	オープン						
P9	.						
P10	.						

16

## データの見方

被験者間計画				
	条件	Q1	...	Q10
P1	製品A			
P2	製品A			
P3	製品A			
P4	.			
P5	.			
P6	製品B			
P7	製品B			
P8	製品B			
P9	.			
P10	.			

1人を1ケース(行)としてデータを作成  
条件がケース(行)に割り付けられるか、  
それとも、変数(列)に割り付けられるか。

被験者内計画						
	製品A			製品B		
	Q1	...	Q10	Q1	...	Q10
P1						
P2						
P3						
P4						
P5						
P6						
P7						
P8						
P9						
P10						

15

## 従来法では・・・

- 「人」×「物」×「調査項目」という3相データを人で平均して、「物」×「調査項目」として、マップを作成することが多かった。
- 構造方程式モデリングは、製品やブランド評価などの「3相データ」の分析を可能とした！！

17

## 実験的調査とデータスタイル (3) 分析方法の選定

< 被験者間比較の場合 >

- (A) 因子の分散分析
- (B) 多母集団の同時分析

< 被験者内比較 (繰返測定) の場合 >

- (B) 多母集団の同時分析
  - ( 統計的には不正確だが実務上は十分)
- (C) 繰返測定の同時記述 (因子の分散分析)

18

## 1-1従来法

市販のスキー板16種について、使うと、どんな気分になるか(どんな風になれそうか)情緒的ベネフィットを聞いた。

人を合計して、  
2相データにし  
分析していた

ブランド名	プロ っ ぱい	か っ こ い い	か わ い い	一 般 的	ミ ー ハ ー	初 心 者	ダ サ い
ロシニョール	33	15	11	71	94	7	4
ヤマハ	10	6	18	75	46	29	5
オオザカ	67	5	1	32	4	12	25
カザマ	25	5	2	33	4	18	40
アトミック	52	32	5	32	32	3	11
ニシザワ	23	7	1	8	1	3	32
クナイスル	32	13	0	37	2	6	23
K2	48	26	3	20	32	2	10
フィッシャー	27	14	2	20	7	3	9
ブリザード	41	25	4	24	8	2	12
ミズノ	5	3	0	48	6	27	74
オーリン	19	17	13	22	37	8	17
スワロー	5	1	2	18	1	43	69
ゲスレー	47	19	1	17	2	2	14
エラン	36	8	2	7	11	0	10
フォルクル	32	7	0	1	4	0	11

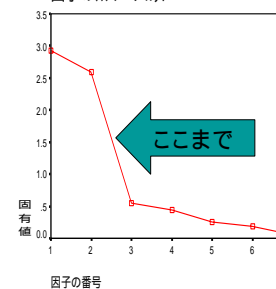
20

## (A) 因子の分散分析

19

## 1-1.結果

因子のスク-プロット



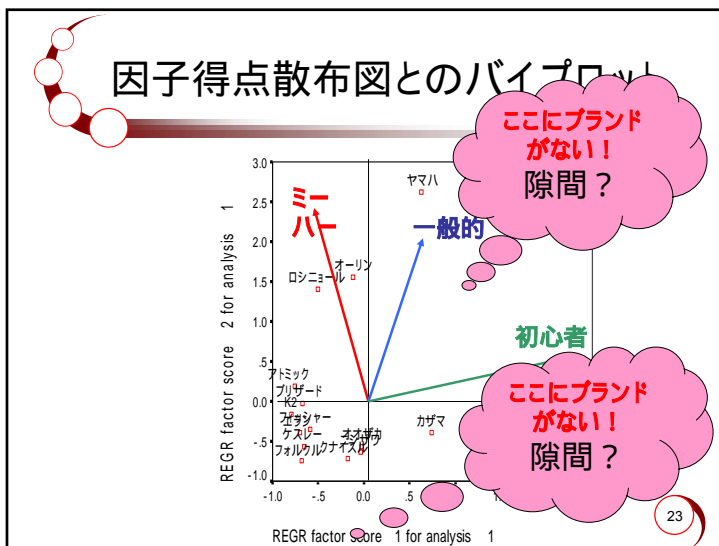
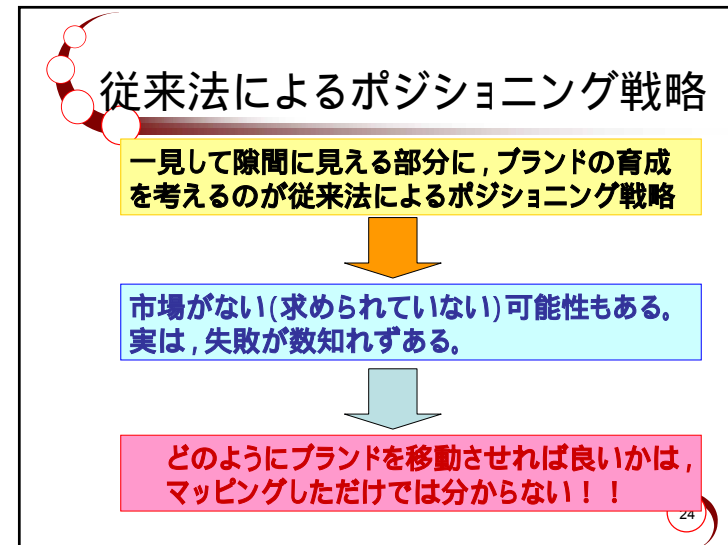
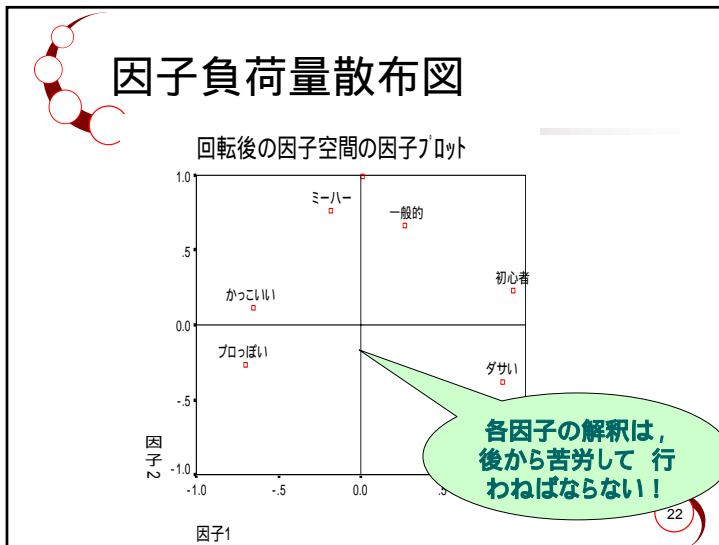
探索的因子分析

ケース数 = ブランド  
数 = 16  
変数の数 = 7  
因子分析: 最尤法・  
プロマックス回転  
因子数2で指定

■ 累積寄与率 (2因子)

■ 70.0%

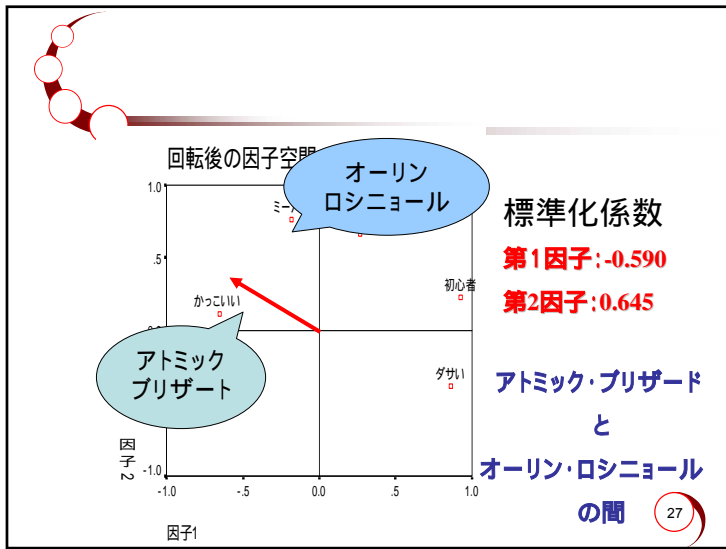
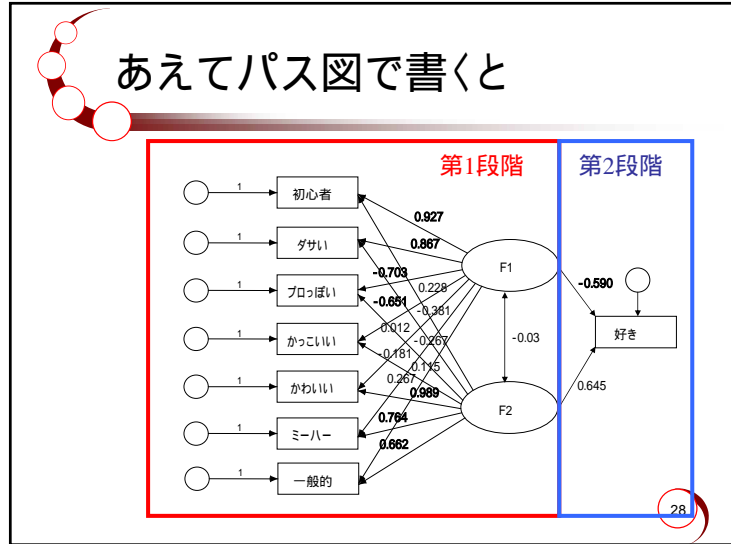
21



- ## 苦肉の策の従来法
- Prefmap(ベクトルモデル) = 選好回帰 = 因子(主成分)回帰
  - 多段階の分析
    - (探索的) 因子分析を行う。
    - ケース(ブランド)の因子得点を算出する。
    - 因子得点を説明変数, 選好(買いたさ・欲しさ・好み)を目的変数にし, 重回帰分析を行う。
- 25

ブランド名	プロッぽい	かっこいい	かわいい	一般的	ミ-ハ-	初心者	ダサい	第1因子	第2因子	好き
ロシニョール	33	15	11	71	94	7	4	-0.505	1.411	38
ヤマハ	10	6	18	75	46	29	5	0.629	2.620	24
オオザカ	67	5	1	32	4	12	25	-0.023	-0.569	18
カザマ	25	5	2	33	4	18	40	0.742	-0.396	12
アトミック	52	32	5	32	32	3	11	-0.759	0.190	24
ニシザウ	23	7	1	8	1	3	32	-0.038	-0.634	12
クナイスル	32	13	0	37	2	6	23	-0.179	-0.722	12
K2	48	26	3	20	32	2	10	-0.797	-0.163	24
フィッシャー	27	14	2	20	7	3	9	-0.590	-0.355	18
ブリザード	41	25	4	24	8	2	12	-0.674	-0.032	20
ミズノ	5	3	0	48	6	27	74	1.933	-0.783	1
オーリン	19	17	13	22	37	8	17	-0.119	1.555	22
スワロー	5	1	2	18	1	43	69	2.417	-0.410	0
ケスレー	47	19	1	17	2	2	14	-0.654	-0.572	12
エラン	36	8	2	7	11	0	10	-0.704	-0.391	13
フォルクル	32	7	0	1	4	0	11	-0.679	-0.749	10

第1段階: 因子分析  
第2段階: 重回帰分析 (26)



- ### 問題点
- 探索的因子分析法(従来法)だと
    - 因子の解釈が難しい
      - すべての因子に負荷する
    - 解析法の指定が面倒(推定法, 回転法, 軸の数)
  - 多段階の解析だと
    - 統計的な問題点: 誤差の蓄積 = 不正確
    - 応用上の問題点: めんどく
- (29)

## 1-2.SEMによる解析

### 検証型因子分析

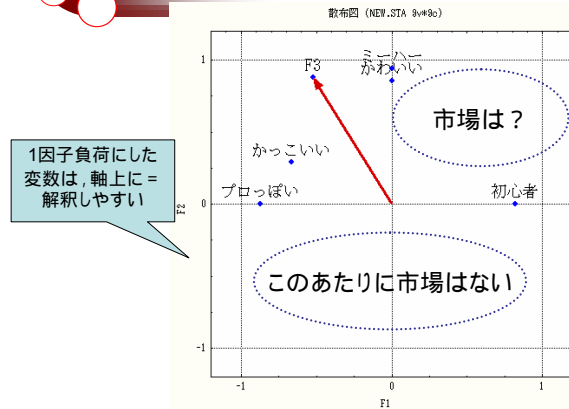
- 利点1: 因子の解釈が簡単
  - 自分で因子を設定する。(負荷する変数を指定)
  - 過去の知見を生かせる
  - 実務的な因子を作成できる。

### 因子間の(重)回帰分析としてのSEM

- 利点2: 一度で解析できる
  - 統計的にスマート(誤差の蓄積がない=正確)でめんどくさくない。
- 利点3: 希薄化修正できる。(目的変数を因子にすることで測定誤差を分離できる)
- 利点4: 複数の因子を目的変数にできる。
- 利点5: データの適合度でモデルを改良可能

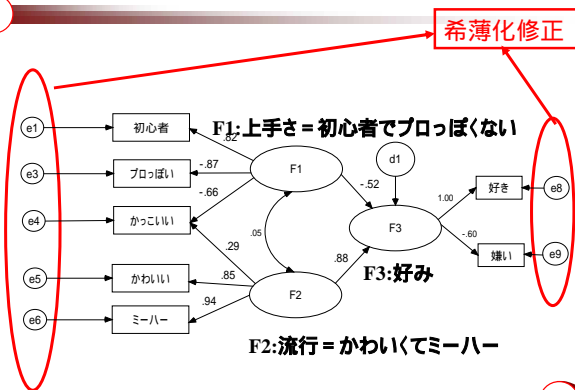
30

## 因子負荷量散布図



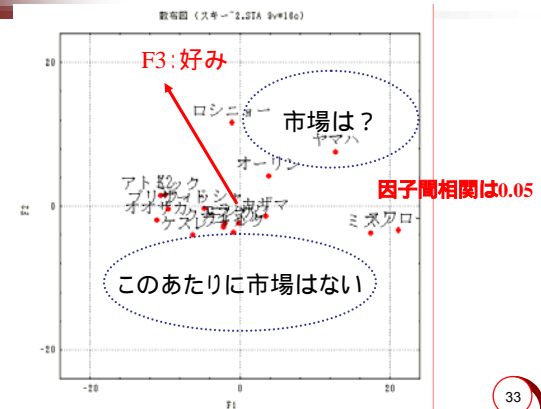
32

## SEMによる解析結果



31

## 因子得点散布図



33



## SEMによるポジショニング戦略

市場の求める方向性を把握できた。



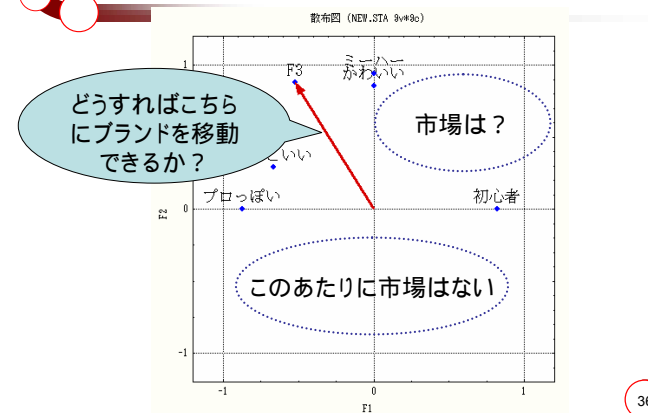
一度の解析で、精度良くポジショニング戦略が立てられた。



しかし！ どうすればブランド(製品)を移動できるかはわからない！！困った！

34

## 因子負荷量散布図



36

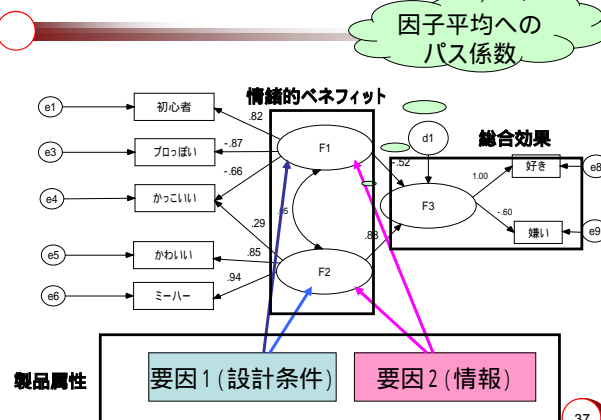
## SEMによる分析のメリット

### ○ ブランド・ポジショニングと設計のために

- どのように設計を変えれば、ポジションを変える事が出来るか？を、総合効果(上層)と情緒的ベネフィット(下層)をもつ構造を考えたモデルで解くことができる。
- 実験的調査を行い、因子の分散分析モデル(もしくは多母集団モデル)で、因子平均に効果を与える要因を定量的に把握すればよい。

35

## SEMの因子の分散分析を使えば・・・



37

## 被験者間割付例(1) 因子の分散分析

- 4要因各2水準の実験的調査を行う。
  - 「製品」: エッセル・ハーゲンダッツ
  - 「ブランド名」: エッセル・ハーゲンダッツ
  - 「価格」: 100円/200ml・250円/120ml
  - 「厳選した素材で作った」: 有り・無し



38

## 解析方法

パネル	1品目評価データ			2品目評価データ			2品目の提示順位情報				
	V1	V2	V13	V1	V2	V13	製品	価格	言葉1		
1群	1	5	3	6	5	4	6	-1	-1	...	-1
	2	4	2	7	5	3	5	-1	-1	...	-1
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2群	36	5	5	3	6	4	5	-1	-1	...	-1
	37	3	2	3	5	5	4	-1	-1	...	1
	38	4	3	4	6	5	3	-1	-1	...	1
3群	72	3	4	3	6	7	6	-1	-1	...	1
	73	2	1	6	4	1	4	-1	1	...	-1
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
8群	253	3	3	5	1	2	5	1	1	...	1
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	288	3	7	6	1	2	4	1	1	...	1

- データ
  - 実験水準は「-1」「1」:量
  - 欠損値はEMアルゴリズムで補完後解析
  - 今回は2回目のデータのみ使用
- 解析方法
  - 平均・共分散構造分析
  - 解析ソフト: Amos Ver4.0
  - 評価モデル

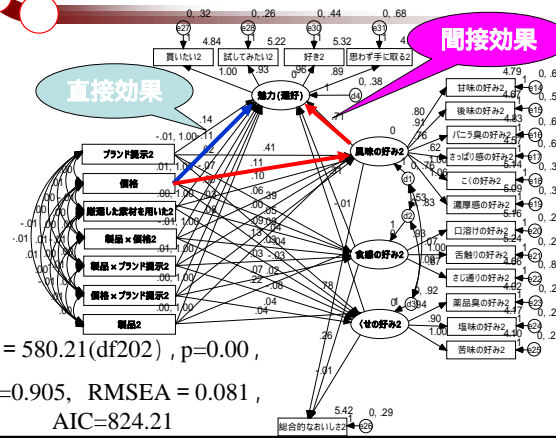
## データ形式

### 割付型コンジョイント分析

- パネルに条件を無作為割付
  - 同一の製品を使ったものがあり、繰り返し測定ができない。
- パネルの負荷が低い(繰返しコンジョイントに対し優位)

要因	サンパ	サンプル	価格/容量	X	ブランド	k	水才	厳選した素材を用いた
No.1	317	エッセル	100円/200ml	1	エッセル	1	1	-
No.2	623	エッセル	100円/200ml	1	ハーゲン	2	2	厳選した素材で作った
No.3	539	エッセル	250円/120ml	2	エッセル	1	2	厳選した素材で作った
No.4	241	エッセル	250円/120ml	2	ハーゲン	2	1	-
No.5	058	ハーゲン	100円/200ml	2	エッセル	2	1	厳選した素材で作った
No.6	465	ハーゲン	100円/200ml	2	ハーゲン	1	2	-
No.7	970	ハーゲン	250円/120ml	1	エッセル	2	2	-
No.8	782	ハーゲン	250円/120ml	1	ハーゲン	1	1	厳選した素材で作った

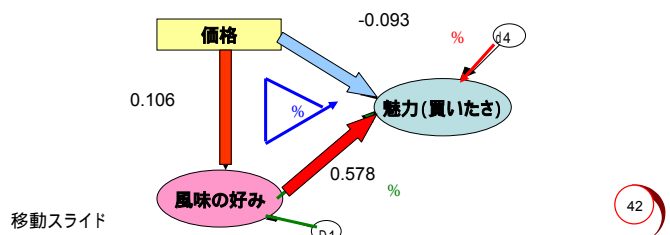
## 考えるべきモデル



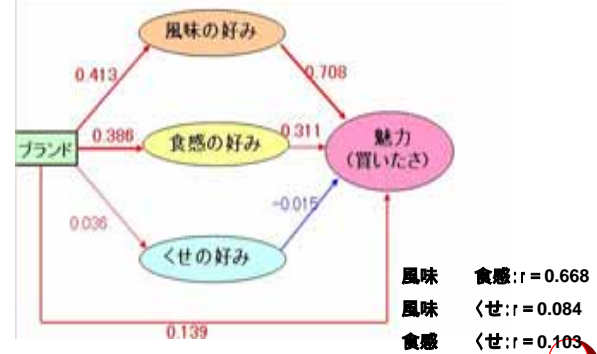
41

## SEM使用の利点

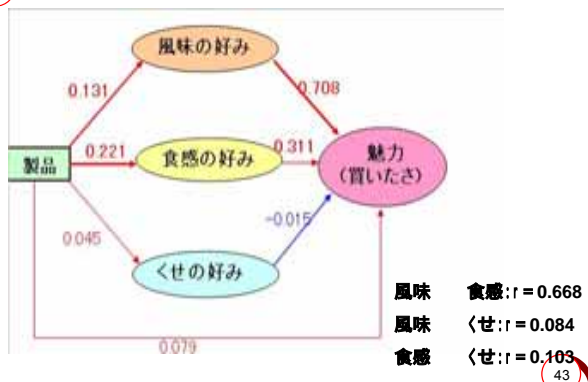
- 目的変数が2つ以上でもOK
- 総合効果 = 直接効果 + 間接効果:
- 目的変数を潜在変数すれば安定化
- 効果を%で示せる



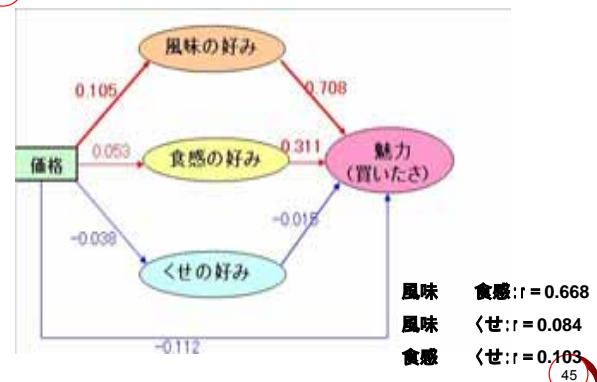
## ブランド: 間接効果が大きい. 相加効果



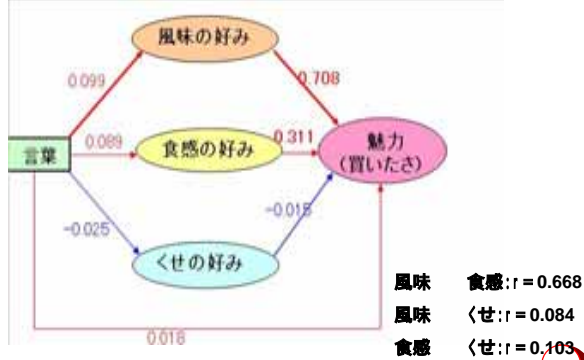
## 製品: 直接効果は小さく, 間接効果は大きい. 相加効果



## 価格: 打ち消しあって効果なし. 相殺効果

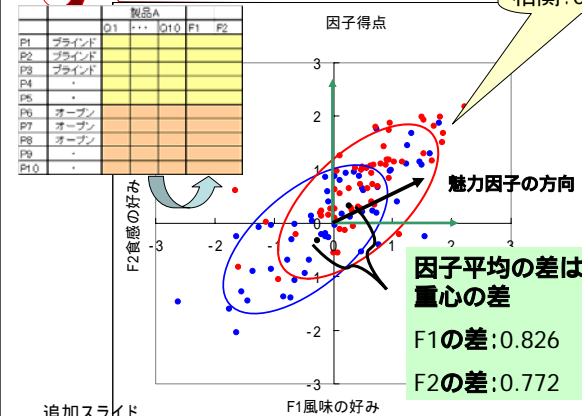


言葉「厳選した素材を使用した」：  
いずれも効果は小さいが相加効果あり

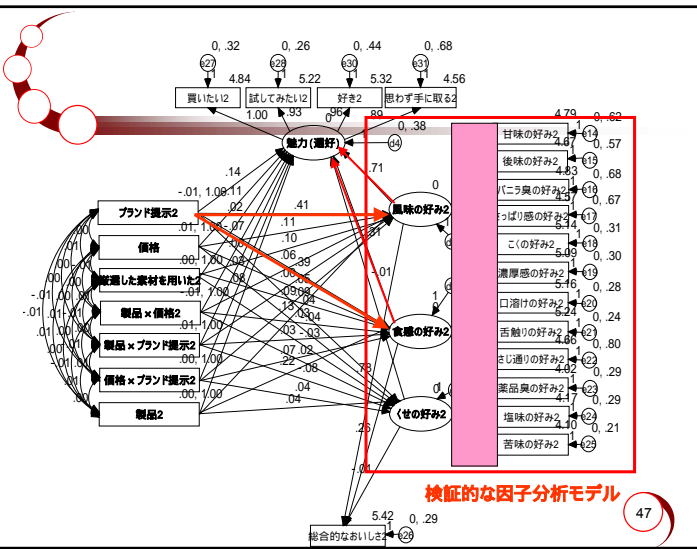


例えば、ブランド力の効果は...

(因子の誤差の)  
相関: 0.668



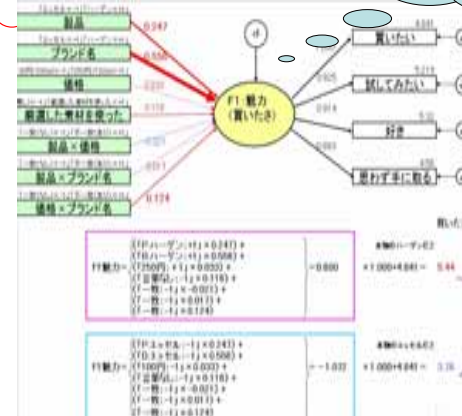
追加スライド

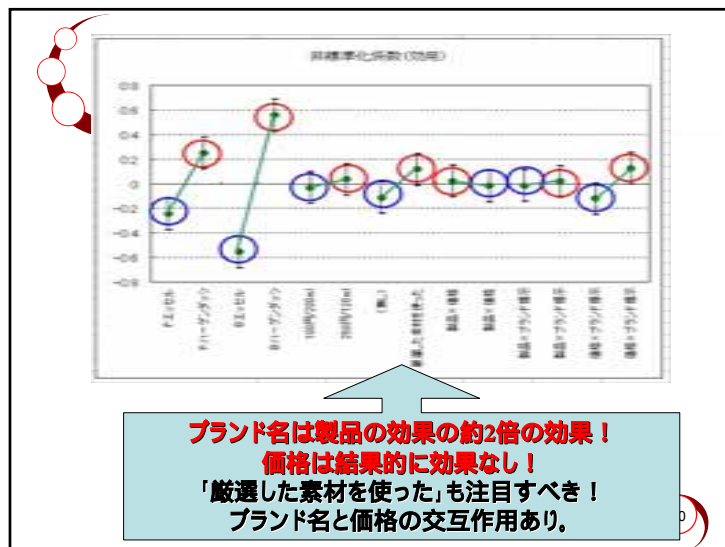


あくまで総合効果として

メカニズムを  
理解した後に

1.11点は  
ブランド名差  
0.49点は  
製品差





- ### まとめ
- 1) 製品差と ブランド名差と 価格差, 言葉付加の直接比較を行い、実学的な成果を得た。
  - 2) 「品質機能評価」と「買いたさ」への効果の同時記述を安定的に行うことが出来た。
    - SEMの利用
  - 3) 市場競合品の相対的な商品力(製品力+ブランド力+価格)を把握できた。
    - Keller(1998)顧客ベース・ブランド・エクイティに基づく、「相対的差異」としてのブランド価値、製品力

- ### 結果
- 「エッセル」と「ハーゲンダッツ」の場合、製品差よりも、ブランド名差の方が、品質評価(おいしさ)への影響が大きかった。
  - 価格の効果は、総合的にほぼ0であった。
    - 間接効果と直接効果が打ち消しあった
  - 言葉の効果は、今回は見出せなかった。
    - ただし、有意水準5%での話。今後の検討事項

### (B) 多母集団の同時分析

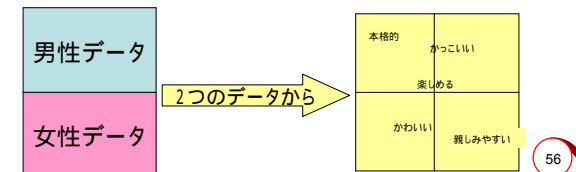
## 多母集団の同時分析

多母集団(男女,年齢別,統制群・実験群)

- データの形式は3元データ
- 多群を比較したい(被験者間割付)。

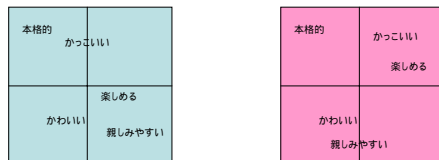
男性	問1	問3_8	問3_10	問4	女性	問1	問3_8	問3_10	問4
P1	4	2	5	2	P121	2	7	6	5
P2	5	3	6	3	P122	3	2	7	4
P3	4	3	5	5	P123	2	7	6	3
P4	6	4	7	7	P124	2	6	7	4
P5	3	5	3	2	P125	2	5	7	3
.					.				
.					.				
P120	6	3	3	5	P240	1	5	6	3

- 従来法2: プーリング法(一般的)
  - いわゆる縦積み。ケース数を増やして同時分析する。
  - 前提は, 因子負荷量に差がない(測定不変)
  - 差があった場合には, 読み間違える。
  - 詳細な比較ができない。



## 従来法の問題点

- 従来法1: 各群個別比較法
  - 男性は男性, 女性は女性で解析し(探索的因子分析を行い)比較する。(場合によっては同一のマップを作成して重ね合わせる)
  - 因子負荷量が違う 集約した因子空間が違うので実際には比較できない。(相違が無いことが前提)



## 従来法3: プロクラステス法

- 男性, 女性で個別に分析する。
- どちらかを基準として固定し, 他方の座標軸を回転して極力似た軸方向に変換し, **ほぼ類似の次元構造を作る。**
- どちらを基準にしたかで解釈は変わってしまう。
- 解析が非常に面倒でマニアック。
- ソフトが限定されていて, 気軽に使えない。



従来法4: 基準年法 = 代入法

- 1つの群のデータだけを使って分析。
- 出てきた結果のパラメータを固定して(因子負荷量を固定し)他の群のデータを代入して因子得点を求める。
- 完全に一致した因子空間
- 基本的思想は、「測定不変」の仮定
- 基準をどこに取るかで、結果が変わる可能性

本格的	かっこいい	カワサキ	カワサキ(女)
かわいさ	楽しめる	スズキ	ホンダ(女)
かわいさ	親しみやすい	ヤマハ	スズキ(女)
			ヤマハ(女)

### 3-Step Researchでの利用のコツと注意点

60

### SEMで多母集団の同時分析

- 多群で因子空間が同じか(測定不変が成り立つか)を検討できる。
- 同値制約で推定可能
- 一度で解析できスマート。
- どの部分に差があるかを詳細に検討できる。
- ソフトが充実し簡単。
- パス図が標準出力。

59

### 態度・行動反応モデル

61

## 分析のツボ1

- 鉄則1
  - 製品評価・ブランド調査では、**調査項目の階層性を考慮する。**
  - 知識を十分に活用して、事前に判別を行うこと！
- 鉄則2
  - 分析を利用する立場によって、「見たい部分」が異なることを理解し、場合によっては**部分モデルを示すこと。**
  - 研究所(設計)は「機能的ベネフィット」より下層。
  - 本社(マーケティング)は、「情緒的ベネフィット」より上層。
- 鉄則3
  - **各部分を連結した全体の構造も作成すること。**

62

## よくある失敗例

- 5段階評価で採取した項目を対象に探索的因子分析を行った後、検証的因子分析を実施
- 結果
  - 第一因子「親近感」
    - 好き、親しみやすい、フレンドリー、やわらかい風味、
  - 第二因子「独創性」
    - 特徴的である、変わっている、クセがある、薬用風味
  - 第三因子「安心感」

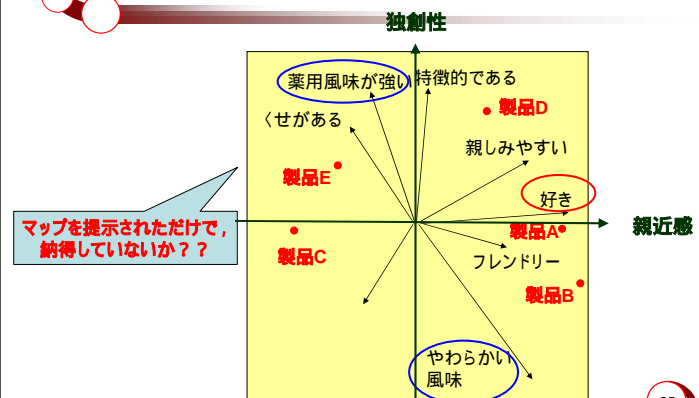
64

## 鉄則4

- **パス図のほかに、階層ごとのマップを併記すること。**
- 探索的因子分析はマップが標準出力、パス図は自分で描画しなければならない。
- AMOS等で行う検証的因子分析はパス図画標準出力、マップは自分で描画しなければならない。
- AMOSでは、因子得点ウェイトを出力させ、各ケースの偏差データに掛け合わせて合計し、因子得点を算出する。

63

## 因子負荷マップ



65



## 問題点は？

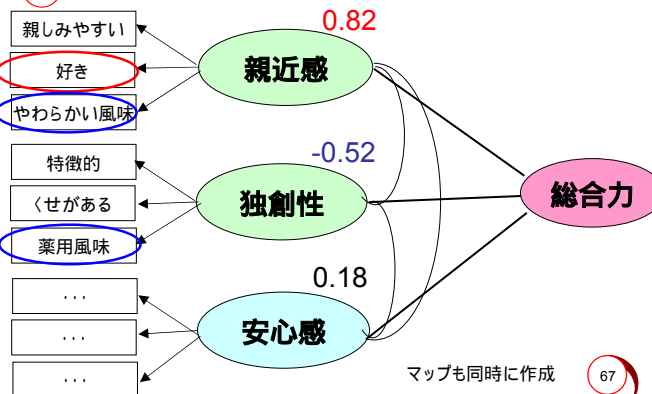
- 階層性が無視されている。
    - 製品属性評価とベネフィット，総合評価が混在
    - 別階層で因子間関係が強いと同一因子となりやすい。
  - マップだけで満足しており，階層構造をパス図で表すことを放棄している。
- ↓
- では，パス図さえ書き，構造方程式モデルで解きさえすればいいのか？

66

- **重要なのは，「測定変数(調査項目)」が適切に選択・利用されているか**ということ。
  - 「高度な分析」に騙されるな。
- **分析方法の違いは，データが同じであれば，結論を誤るほどの差異を生じさせることは稀(経験則)。**
  - 多母集団を使う，因子の分散分析を使う，といったこと，SEMか普通の分散分析か，ということよりも何よりも，「測定変数(調査項目)」が適切に選択・利用されているの方が，大事

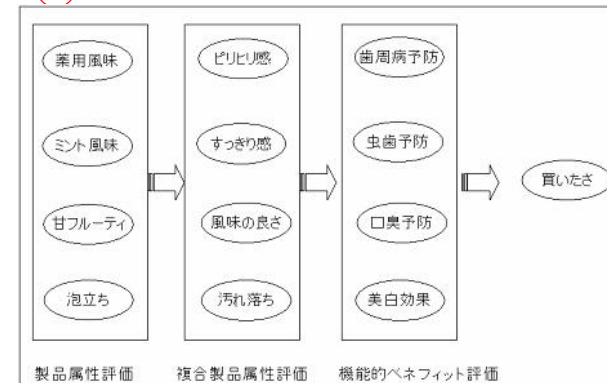
68

## 製品Aと製品Bを多母集団で分析



67

## 評価の階層構造の例：洗口剤



69

## 分析のツボ2

- 鉄則5
  - 最終的には「ヒト」「モノ」「バ」の変数を分析モデルに取り込む。
    - 評価のモデルは、「測定道具」に過ぎない。設計では「モノ」、マーケティングでは「ヒト」の客観データとの連結を行うことが大事
- 鉄則6
  - 一度の分析で、全体構造を明らかにしようせず、部分モデルから始めていくこと。
- 鉄則7
  - 「統計的正確さ」と「意思決定上の粒度」を天秤に掛け、分析手法を選択せよ。
    - 時に「確信犯」として誤った分析法を選択しても良い

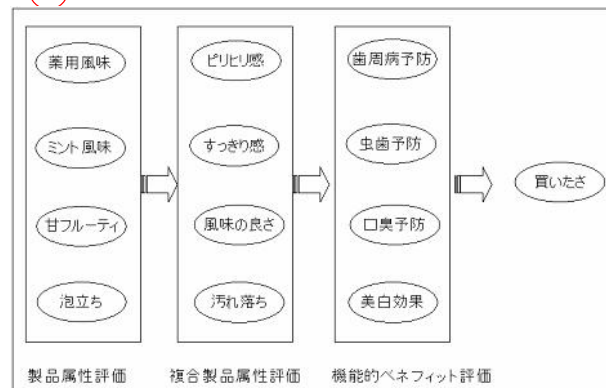
70

## その他

- 3 - Step Research と分析方法について、もう少し、よく知りたい方は…
- 本日のスライドは、芳賀のHPに掲載
  - <http://www.mayomi.org/>
- 11月29日(火)技術情報協会にてセミナー有
  - 「3 - Step Researchによる新製品開発とブランド戦略」  
～評価グリッド法から構造方程式モデリング、ベイジアンネットワークまで
  - 03 - 5436 - 7744 (担当:竹本)

72

## 評価の階層構造の例: 洗口剤



1