

選択型コンジョイント分析

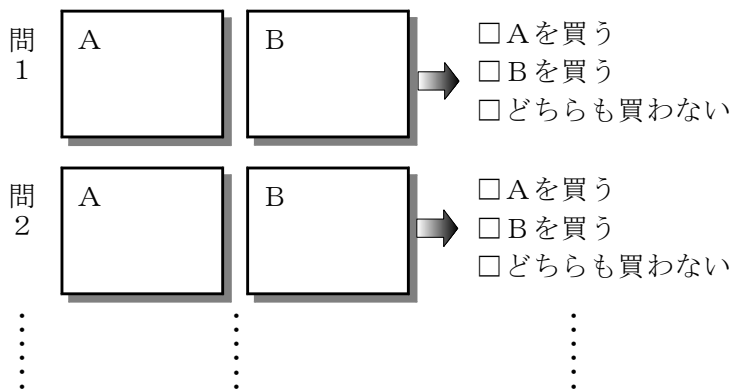
選択型コンジョイント分析とは

従来型の「コンジョイント分析」では、回答者に「プロフィール（仮想商品）」の選好順に番号を付けてもらう方法を採用しています。

しかし、プロフィールの数は「直交表」を使って少なくしたとしても、設定した属性や水準の数によっては、9通りとか18通りとかになってしまうことも多く、プロフィール数が多くなると、選好順位が低くなるほど回答が困難になり、被験者の負担となってしまいます。

一方「選択型コンジョイント分析」は、いくつかのプロフィール（仮想商品）が提示され、そこから良いと思うものを1つ選ぶ方法を採用しています。

選ぶという消費者の購入シーンで最もナチュラルな方法が採られており、実際の購入シーンに近く、特に価格調査には大変な威力を発揮します。



買いたい方を選んでいけほしいのね。



【直交表】

直交表とは、実験計画法として代表的な直交表実験計画法で用いられる表のことで、コスト・スケジュールの制約によって、全てのケースで実験（計算）できないときなどに用いられます。

要因とその水準が均等に現れる実験条件を決めるために、1つの列の各水準の中に、他の列の各水準が全て同回数ずつ現れるように作られています。（VI-23ページ参照）

選択型コンジョイント分析の流れ

選択型コンジョイント分析の流れは、以下のようになります。

1) 調査項目の選定

効果測定したい「属性」と「水準」を選定し、評価すべき組合せ（プロファイル）を設定するのは従来型のコンジョイント分析と同じです。

2) 直交表による評価すべき属性・水準の割付

これも従来型のコンジョイント分析と同じです。選択型コンジョイント分析は、いくら「いくつかのプロファイルから良いと思うものを1つ選ぶ」方式だとしても、プロファイル数が多くなれば「いくつかのプロファイル」の組合せパターン数が非常に多くなってしまいますので、プロファイル数は少ないにこしたことはありません。

従来型のコンジョイント分析では、プロファイルが決定したら、そのカードを作りましたが、選択型コンジョイント分析では、設定したプロファイルの中から、無作為にいくつかのプロファイルを選んで、「そのうち、どれが良いか」を回答者に質問します。

質問に当たっては、従来のようにカードを作って、どちらかのカードを選んでもらっても良いですし、カードは作らず、質問票を作成して回答してもらっても良いでしょう。

また、質問には、抽出したプロファイルのどちらも良くない場合に、「どちらも選ばない」という回答ができるよう、選択肢を1つ加えます。

3) 対象者による評価

従来型のコンジョイント分析では、設定したプロファイルのカードを回答者に提示し、好きな順番に並べ替えて順位付けしてもらったり、点数を付けてもらったりして、各プロファイルの総合順位付けを行いました。選択型コンジョイント分析では、回答者に用意した質問に回答してもらい、いくつかのプロファイルの中から一番良いものを選んでもらいます。

質問の数が多き場合には、1人の回答者に全部の質問に答えてもらおうと、回答者の負担が大きくなってしまい、無回答やいい加減な回答が増えることとなりますので、これを避けるために、回答者1人当たり質問回数を減らす必要があります。

そのためには、質問をいくつかに分割して、調査票によって提示する質問の内容を変化させて、1人当たり質問回数を減らす方法もあります。

4) 結果分析

選択型コンジョイント分析には、「条件付きロジット・モデル」という分析手法が利用されるケースが多く、一般的には市販の統計解析用パッケージソフトを使う方法が主流ですが、ここでは、Microsoft Excelを使って分析してみたいと思います。

【条件付きロジット・モデル】

個人が複数の選択肢の中から1つの選択肢を選ぶ確率を表す統計モデルです。

例えば、消費者が米を買いにスーパーに行ったとき、店頭に並ぶ3種類の米のうち、どの米を買うかという行動を分析、表現するために利用されます。

いずれの選択肢が選ばれるかは、各選択肢から得られる効用（満足度）の大きさに規定されると想定されます。

この効用には人によるばらつきがあり、効用の確定的な部分である「確定効用」と、効用の確率部分である「確率項」で表されます。

「確定効用」は、性別や年齢などの個人の属性によっては変化せず、選択肢の特徴（属性）によってのみ変化し、選択肢の特徴（属性）それぞれを「説明変数」としたときに、それぞれの説明変数の和で表されます。

選択型コンジョイント分析では、各選択肢の確定効用を導き出すための各説明変数（属性）の係数を推定するのですが、各説明変数の係数の推定値を得ることが目的ではなく、係数推定値を使って様々な情報を引き出すことが目的となることが多いようです。

例えば、限界支払意思額（属性の価格評価）と選択確率を予測したり、複数の商品を設定して、それらの選択確率が等しくなる（効用が無差別になる）価格水準を求めたり、個人特性による各種評価額や予測値の違いを比較したりすることができます。

選択型コンジョイント分析の実例

例題

では、実際に選択型コンジョイント分析をしてみましょう。

今回は、牛乳の表示や価格が消費者の評価にどのように影響するかについて分析してみましょう。

1) 調査項目の選定

まずは、属性と水準を決めます。

今回は、属性は「HACCPラベルの有無」、「エコラベルの有無」、「賞味期限の長さ」、「1ℓあたり価格」の4つとし、それぞれの水準は次のとおりとしました。

属性	水準			
HACCPラベル	なし	あり		
エコラベル	なし	あり		
賞味期限	6日間	7日間		
1ℓあたり価格	145円	150円	155円	160円

2) 直交表による評価すべき属性・水準の割付

① プロファイルの作成

今回の場合、2水準の属性が3つ、4水準の属性が1つですので、その組合せのパターンは $2 \times 2 \times 2 \times 4 = 32$ 通りになってしまいますが、 $L_8(2^4)$ 混合系直交表を利用すれば、下のような8通りの組合せだけで4つの属性全ての検証が行えます。

No	HACCPラベル	エコラベル	賞味期限	1ℓあたり価格
1	なし	なし	6日間	145円
2	あり	あり	7日間	145円
3	なし	あり	7日間	150円
4	あり	なし	6日間	150円
5	なし	あり	6日間	155円
6	あり	なし	7日間	155円
7	なし	なし	7日間	160円
8	あり	あり	6日間	160円

②質問の作成

今回は、この8つのプロファイルから、無作為に2つのプロファイルを抽出して、どちらか良い方を選んでもらう方法で調査したいと思います。

まず、上記の8つのプロファイルを第1選択肢（牛乳1）の候補集合とし、同じく、8つのプロファイルを第2選択肢（牛乳2）の候補集合とし、両候補集合から1つずつランダムにプロファイルを選んでいき、選ばれた2つのプロファイルを1組として、合計8組の質問票を作ります。

なお、質問票には、3つ目の選択肢として「どちらも買わない」を追加しています。

問1 どちらの牛乳を買いたいですか？

牛乳1

HACCPラベル	: あり
エコラベル	: なし
賞味期限	: 7日間
1ℓあたり価格	: 155円

牛乳2

HACCPラベル	: なし
エコラベル	: あり
賞味期限	: 7日間
1ℓあたり価格	: 150円

回答 1. 牛乳1 2. 牛乳2 3. どちらも買わない

問2 どちらの牛乳を買いたいですか？

牛乳1

HACCPラベル	: あり
エコラベル	: なし
賞味期限	: 6日間
1ℓあたり価格	: 150円

牛乳2

HACCPラベル	: あり
エコラベル	: あり
賞味期限	: 6日間
1ℓあたり価格	: 160円

回答 1. 牛乳1 2. 牛乳2 3. どちらも買わない

問3 どちらの牛乳を買いたいですか？

牛乳1

HACCPラベル	: なし
エコラベル	: なし
賞味期限	: 7日間
1ℓあたり価格	: 160円

牛乳2

HACCPラベル	: なし
エコラベル	: なし
賞味期限	: 6日間
1ℓあたり価格	: 145円

回答 1. 牛乳1 2. 牛乳2 3. どちらも買わない

問4 どちらの牛乳を買いたいですか？

牛乳1

HACCPラベル	: なし
エコラベル	: あり
賞味期限	: 7日間
1ℓあたり価格	: 150円

牛乳2

HACCPラベル	: なし
エコラベル	: なし
賞味期限	: 7日間
1ℓあたり価格	: 160円

回答 1. 牛乳1 2. 牛乳2 3. どちらも買わない

問5 どちらの牛乳を買いたいですか？

牛乳1

HACCPラベル	: なし
エコラベル	: なし
賞味期限	: 6日間
1ℓあたり価格	: 145円

牛乳2

HACCPラベル	: なし
エコラベル	: あり
賞味期限	: 6日間
1ℓあたり価格	: 155円

回答 1. 牛乳1 2. 牛乳2 3. どちらも買わない

問6 どちらの牛乳を買いたいですか？

牛乳1

HACCPラベル	: あり
エコラベル	: あり
賞味期限	: 6日間
1ℓあたり価格	: 160円

牛乳2

HACCPラベル	: あり
エコラベル	: なし
賞味期限	: 6日間
1ℓあたり価格	: 150円

回答 1. 牛乳1 2. 牛乳2 3. どちらも買わない

問7 どちらの牛乳を買いたいですか？

牛乳1

HACCPラベル	: なし
エコラベル	: あり
賞味期限	: 6日間
1ℓあたり価格	: 155円

牛乳2

HACCPラベル	: あり
エコラベル	: あり
賞味期限	: 7日間
1ℓあたり価格	: 145円

回答 1. 牛乳1 2. 牛乳2 3. どちらも買わない

問8 どちらの牛乳を買いたいですか？

牛乳1

HACCPラベル	: あり
エコラベル	: あり
賞味期限	: 7日間
1ℓあたり価格	: 145円

牛乳2

HACCPラベル	: あり
エコラベル	: なし
賞味期限	: 7日間
1ℓあたり価格	: 155円

回答 1. 牛乳1 2. 牛乳2 3. どちらも買わない

3) 対象者による評価

質問1～8について、10名の消費者に回答してもらいました。
1人の回答者に8問は多すぎると思う場合は、4問ずつ2グループに分けて、それぞれを別の消費者10名ずつに回答してもらっても良いでしょう。
その回答結果は下のようになりました。

	A	B	C	D	E	G	H	I	J		
1	回答結果										
2	回答者	問1	問2	問3	問4	問5	問6	問7	問8		
3	1	2	1	2	1	1	2	2	1		
4	2	1	2	3	3	3	1	2	1		
5	3	2	2	3	1	2	1	1	1		
6	4	2	3	1	1	3	3	2	1		
7	5	1	2	3	3	3	1	2	1		
8	6	2	2	3	1	2	1	1	1		
9	7	1	2	3	3	3	1	2	1		
10	8	2	2	3	1	2	1	1	1		
11	9	2	3	1	1	3	3	2	1		
12	10	2	2	3	1	2	1	1	1		

4) 結果分析

では、この結果を使って分析してみましょう。

①分析用データの作成

分析に先立ち、Excelで分析用データを作成します。

まず、A列に回答者番号を、B列に質問番号を入力します。次に、「牛乳1」の各属性の水準をC～F列に入力します。

ただし、各水準の内容を文字で入力しても、計算に使えないので、「HACCPラベル」、「エコラベル」は、「なし」の場合は0、「あり」の場合は1、「賞味期限」は、「6日間」の場合は0、「7日間」の場合は1のダミー変数を入力し、「1ℓ当たり価格」は、それぞれの金額を数値データとして入力します。

次に、「牛乳2」の各属性の水準も同様にG～J列に入力します。

次に、K列に「どちらも買わない」選択肢のみに設定されている「選択肢固有定数項」として1を入力しておきます。

最後に、L列にそれぞれの回答者の質問毎の回答結果を入力します。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	分析用データ											
2	回答者	質問	牛乳1				牛乳2				定数	回答結果
3			HACCP	エコ	賞味	価格	HACCP	エコ	賞味	価格		
4	1	1	1	0	1	155	0	1	1	150	1	2
5	1	2	1	0	0	150	1	1	0	160	1	1
6	1	3	0	0	1	160	0	0	0	145	1	2
7	1	4	0	1	1	150	0	0	1	160	1	1
8	1	5	0	0	0	145	0	1	0	155	1	1
9	1	6	1	1	0	160	1	0	0	150	1	2

10	1	7	0	1	0	155	1	1	1	145	1	2
11	1	8	1	1	1	145	1	0	1	155	1	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
76	10	1	0	0	0	145	0	1	0	155	1	2
77	10	2	1	1	0	160	1	0	0	150	1	2
78	10	3	0	1	0	155	1	1	1	145	1	3
79	10	4	1	1	1	145	1	0	1	155	1	1
80	10	5	0	0	0	145	0	1	0	155	1	2
81	10	6	1	1	0	160	1	0	0	150	1	1
82	10	7	0	1	0	155	1	1	1	145	1	1
83	10	8	1	1	1	145	1	0	1	155	1	1

次に、各回答で「牛乳1」が選ばれた場合はM列に1、「牛乳2」が選ばれた場合はN列に1、「どちらも買わない」が選ばれた場合はO列に1のダミー変数を入力し、選ばれなかった選択肢の列には0を入力します。

Excelでは、「IF」関数を使って、L列の回答結果のデータを判定して1か0が入力されるようにすると簡単です。

【IF関数】

説明：指定された条件が真のとき真の場合を返し、偽のとき偽の場合を返します。

書式：IF(論理式, 真の場合, 偽の場合)

- 真又は偽のどちらかに評価できる値又は式を指定。
- 論理式が真の場合に返す値を指定。
- 論理式が偽の場合に返す値を指定。

	A	B	L	M	N	O	P	Q	R	S	
1	分析用データ										
2	回答者	質問	回答結果	選ばれた選択肢							
3				牛乳1	牛乳2	非購入					
4	1	1	2	0	1	0					
5	1	2	1	1	0	0					
6	1	3	=IF(L4=1, 1, 0)	1	0	=IF(L4=3, 1, 0)					
7	1	4	1	1	0	0					
8	1	5	1	=IF(L4=2, 1, 0)	0	0					
9	1	6	2	0	1	0					
10	1	7	2	0	1	0					
11	1	8	1	1	0	0					
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮					
76	10	1	2	0	1	0					
77	10	2	2	0	1	0					
78	10	3	3	0	0	1					
79	10	4	1	1	0	0					
80	10	5	2	0	1	0					
81	10	6	1	1	0	0					
82	10	7	1	1	0	0					
83	10	8	1	1	0	0					

②確定効用の計算

P～R列に「牛乳1」、「牛乳2」、「どちらも買わない」のそれぞれの「確定効用」の欄を作成します。

S列に「対数尤度（個別）」欄を作成し、84行目に「対数尤度（合計）」欄を作成します。

さらに、U～Y列に「HACCPラベル」、「エコラベル」、「賞味期限」、「1ℓあたり価格」、そして「選択肢固有定数項」を確定効用の説明変数とした場合の各変数の係数を入力する欄を作成し、それぞれに初期値として0を入力しておきます。

それでは、各選択肢の確定効用の値を計算します。

確定効用とは、その選択肢を選んだ場合に、回答者が受ける効用のことです。

確定効用の値は、各選択肢で提示された属性（説明変数）の値と対応する係数の積の合計で計算されます。

つまり、「牛乳1」、「牛乳2」、「どちらも買わない」の確定効用は、

$$\begin{aligned} \text{「牛乳1」の確定効用} &= \text{「HACCPラベル」属性} \times \text{「HACCPラベル」属性の係数} \\ &+ \text{「エコラベル」属性} \times \text{「エコラベル」属性の係数} \\ &+ \text{「賞味期限」属性} \times \text{「賞味期限」属性の係数} \\ &+ \text{「1ℓあたり価格」属性} \times \text{「1ℓあたり価格」属性の係数} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{「牛乳2」の確定効用} &= \text{「HACCPラベル」属性} \times \text{「HACCPラベル」属性の係数} \\ &+ \text{「エコラベル」属性} \times \text{「エコラベル」属性の係数} \\ &+ \text{「賞味期限」属性} \times \text{「賞味期限」属性の係数} \\ &+ \text{「1ℓあたり価格」属性} \times \text{「1ℓあたり価格」属性の係数} \end{aligned}$$

$$\text{「どちらも買わない」の確定効用} = \text{「定数項」} \times \text{「定数項」の係数}$$

となります。

「牛乳1」の各属性の値はC～F列の値を、「牛乳2」の各属性の値はG～J列の値を使用し、各属性の係数の値はU～X列の4行目の値を使用します。

「どちらも買わない」の定数項はK列の値を、定数項の係数はY列の4行目の値を使用します。

なお、各係数の初期値として0を入力してありますので、現時点では「牛乳1」、「牛乳2」、「どちらも買わない」の確定効用値ともに0になります。

	S	T	U	V	W	X	Y
1							
2	対数尤度 (個別)		説明変数の係数				
3			HACCP	エコ	賞味	価格	定数
4			0	0	0	0	0
5							

	A	B	C	D	E	F	P	Q	R	S	T
1	分析用データ										
2	回答者	質問	牛乳1				確定効用			対数尤度 (個別)	
3			HACCP	エコ	賞味	価格	牛乳1	牛乳2	非購入		

4	1	1	1	0	1	155	0	0	0
5	1	2	1	0	0	150	0	0	0
6	1	3	=C4*\$U\$4+D4*\$V\$4+E4*\$W\$4+F4*\$X\$4				0	=K4*\$Y\$4	
7	1	4	0	1	1	150	0	0	0
8	1	5	0	0	0	=G4*\$U\$4+H4*\$V\$4+I4*\$W\$4+J4*\$X\$4			
9	1	6	1	1	0	160	0	0	0
10	1	7	0	1	0	155	0	0	0
11	1	8	1	1	1	145	0	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
76	10	1	0	0	0	145	0	0	0
77	10	2	1	1	0	160	0	0	0
78	10	3	0	1	0	155	0	0	0
79	10	4	1	1	1	145	0	0	0
80	10	5	0	0	0	145	0	0	0
81	10	6	1	1	0	160	0	0	0
82	10	7	0	1	0	155	0	0	0
83	10	8	1	1	1	145	0	0	0
84							対数尤度(合計)		

③対数尤度の計算

次に、「対数尤度」を計算します。

【尤度(ゆうど)】

統計学用語で、ある前提条件に従って結果が出現する場合に、逆に観察結果からみて前提条件が「何々であった」と推測する「もっともらしさ」を表す数値です。

今回の分析では、各選択肢がその効用(満足度)によって選ばれ、効用が各属性(説明変数)の係数によって変化するという前提条件に対して、実際に回答者が選んだ選択肢の結果から、その尤度を計算し、尤度(前提条件の「もっともらしさ」)が最大になる属性(説明変数)の係数を求めれば、各選択肢の確定効用を決定する各属性(説明変数)の係数の推定値を求めることができます。

尤度を最大にするのは、尤度の自然対数を最大にするのと同じであることから、「対数尤度」の最大値を探る計算法がいろいろな分野でよく利用されています。

対数尤度は、「選ばれた選択肢の確定効用を指数変換した値」を「それぞれの選択肢の確定効用を指数変換した値の合計」で割った値を、対数変換することで計算できます。

$$\text{対数尤度} = \text{対数変換} \left(\frac{\text{指数変換(選ばれた選択肢の確定効用)}}{\text{指数変換(各選択肢の確定効用)の合計}} \right)$$

なお、計算式では、各行毎に選ばれた選択肢が異なるのを共通の式で対応できるよう、「選ばれた選択肢の確定効用を指数変換した値」を求めるために、M~O列の「選ばれた選択肢」の値にP~R列の「各選択肢の確定効用」を指数変換した値を掛けて足します。

M~O列で、選ばれていない選択肢の値は0になっていますので、これにその選択肢の確定効用を指数変換した値を掛けても0になり、選ばれた選択肢の確定効用を指数変

換した値だけが残ります。

また、この計算式の中で、指数変換には「EXP関数」を、対数変換には「LN関数」を使用します。

【EXP関数】

説明：eを底とする数値のべき乗を返します。

定数eは自然対数の底で、e=2.71828182845904 となります。

書式：EXP(数値)

↳ eを底とするべき乗の指数。

【LN関数】

説明：数値の自然対数を返します。自然対数とは、定数eを底とする対数のことです。

書式：LN(数値)

↳ 自然対数を求める正の実数。

各回答者の各質問毎に個別の対数尤度を計算し、最後に合計の対数尤度を計算します。

	A	B	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	分析用データ									
2	回答者	質問	選ばれた選択肢			確定効用			対数尤度	
3			牛乳1	牛乳2	非購入	牛乳1	牛乳2	非購入	(個別)	
4	1	1	0	1	0	0	0	0	-1.09861	
5	1	2	1	0	0	0	0	0	-1.09861	
6	1		=LN((M4*EXP(P4)+N4*EXP(Q4)+O4*EXP(R4))/(EXP(P4)+EXP(Q4)+EXP(R4)))							
7	1	4	1	0	0	0	0	0	-1.09861	
8	1	5	1	0	0	0	0	0	-1.09861	
9	1	6	0	1	0	0	0	0	-1.09861	
10	1	7	0	1	0	0	0	0	-1.09861	
11	1	8	1	0	0	0	0	0	-1.09861	
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	
76	10	1	0	1	0	0	0	0	-1.09861	
77	10	2	0	1	0	0	0	0	-1.09861	
78	10	3	0	0	1	0	0	0	-1.09861	
79	10	4	1	0	0	0	0	0	-1.09861	
80	10	5	0	2	0	0	0	0	-1.09861	
81	10	6	1	0	0	0	0	0	-1.09861	
82	10	7	1	0	0	0	0	0	-1.09861	
83	10	8	1	0	0	0	0	0	-1.09861	
84									対数尤度(合計)	-87.889

④対数尤度が最大になる各説明変数の係数の計算

最後に、対数尤度が最大になる属性（説明変数）の係数を求めて、各選択肢の確定効用を決定する各属性（説明変数）の係数の推定値を出します。

ここで使用するのが、Excelのアドインである「ソルバー」です。

「ソルバー」を使えば、簡単な設定だけで、対数尤度が最大になる時の各属性（説明変数）の係数の値を計算できます。

【ソルバー】

Microsoft Excelのアドインで、複数の変数を含む数式において、目標とする値を得るための、最適な変数の値を求めることができる機能です。

ソルバーでは、複数の変数の値を変化させながら変数の相互関係を判断し、最適な値を算出することができ、ある変数に特定の制約条件をつけたり、あるいは特定の変数が最大値・最小値を得るために他の変数の値を変化させたりすることもできます。

ソルバーを用いれば、連立方程式の解や、複数の項目が連動する事業計画の試算といった複雑な演算ができます。

Excelに「ソルバー」アドインが組み込まれていれば、「データ」メニューの中に「ソルバー」というメニューがあるので、「ソルバー」アドインを実行します。

「ソルバー」を実行すると、「パラメータ設定」画面が表示されます。この「パラメータ設定」画面では、今回の目的が、対数尤度が最大になる時の各属性（説明変数）の係数の値を求めたい訳ですから、まず、「目的セル(E)」には、対数尤度（合計）を計算したセルを指定します。

次に、「目標値:」の項目は、対数尤度を最大にしたい訳ですから、「最大値(M)」の前のラジオボタン（○印）をクリックして選択します。

そして、「変化させるセル(B)」に、各属性（説明変数）の係数のセルを指定します。

目的セル(E) : 対数尤度（合計）を計算したセルを指定
 目的値 : 「最大値(M)」を選択
 変化させるセル(B) : 各属性（説明変数）の係数のセルを指定

あとは、「実行(S)」ボタンをクリックすれば、「目的セル(E)」に指定した対数尤度（合計）を計算したセルの値が最大値に変わり、「変化させるセル(B)」に指定した各属性（説明変数）の係数のセルの値が対数尤度（合計）が最大値になる時の係数の値に変わります。

その後、「解を記入する」か「元の値に戻す」かを設定する画面が表示されますので、「解を記入する」を選べば、計算結果が元の表に反映されます。

	S	T	U	V	W	X	Y		
1									
2	対数尤度		説明変数の係数						
3	(個別)		HACCP	エコ	賞味	価格	定数		
4			0	0	0	0	0		
5									
81	10	6	0	0	1	0	0	0	-1.09861
82	10	7	0	1	0	0	0	0	-1.09861
83	10	8	1	0	0	0	0	0	-1.09861
84								対数尤度(合計)	-87.889



	S	T	U	V	W	X	Y
1							
2	対数尤度 (個別)		説明変数の係数				
3			HACCP	エコ	賞味	価格	定数
4			0.9399	2.2603	0.5720	-0.023	-1.884
5							

VI 選択型コンジョイント分析

	A	B	C	D	E	F	P	Q	R	S	T
1	分析用データ										
2	回答者	質問	牛乳1				確定効用			対数尤度 (個別)	
3			HACCP	エコ	賞味	価格	牛乳1	牛乳2	非購入		
4	1	1	1	0	1	155	-2.058	-0.622	-1.884	-0.41944	
5	1	2	1	0	0	150	-2.515	-0.485	-1.884	-2.35071	
6	1	3	0	0	1	160	-3.113	-3.340	-1.884	-1.87798	
7	1	4	0	1	1	150	-0.622	-3.113	-1.884	-0.31188	
8	1	5	0	0	0	145	-3.340	-1.309	-1.884	-2.55725	
9	1	6	1	1	0	160	-0.485	-2.515	-1.884	-2.35071	
10	1	7	0	1	0	155	-1.309	0.433	-1.884	-0.24194	
11	1	8	1	1	1	145	0.433	-2.058	-1.884	-0.16673	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
76	10	1	0	0	0	145	-2.058	-0.622	-1.884	-0.41944	
77	10	2	1	1	0	160	-2.515	-0.485	-1.884	-0.32069	
78	10	3	0	1	0	155	-3.113	-3.340	-1.884	-0.42262	
79	10	4	1	1	1	145	-0.622	-3.113	-1.884	-0.31188	
80	10	5	0	0	0	145	-3.340	-1.309	-1.884	-0.52723	
81	10	6	1	1	0	160	-0.485	-2.515	-1.884	-0.32069	
82	10	7	0	1	0	155	-1.309	0.433	-1.884	-1.98415	
83	10	8	1	1	1	145	0.433	-2.058	-1.884	-0.16673	
84							対数尤度(合計)			-60.8473	

⑤分析結果

今回の例では、「HACCPラベル」の係数推定値は0.9399、「エコラベル」は2.2603、「賞味期限」は0.5720、「10当たり価格」は-0.023で、「どちらも買わない」選択肢にのみ設定された選択肢固有定数項の係数推定値は-1.884であることがわかりました。

「10当たり価格」の係数推定値はマイナスであることから、価格が上がると消費者は購入しない傾向が強くなることがわかります。

逆に、「HACCPラベル」、「エコラベル」、「賞味期限」の係数推定値はプラスであることから、「HACCPラベル」、「エコラベル」は「なし」よりも「あり」の方が、「賞味期限」は「6日間」よりも「7日間」の方が、消費者が購入する傾向が強くなることがわかります。

分析結果の活用

前述したように、選択型コンジョイント分析の目的は、この係数推定値を求めることではなく、係数推定値を使って様々な情報を引き出すことです。

例として、「限界支払意思額」と「選択確率の予測」について紹介します。

1) 限界支払意思額

「限界支払意思額」とは、属性の価格評価であり、価格以外の属性の限界支払意思額は、その属性が1単位変化したときの評価額を表し、価格以外の属性が、回答者からみてどの程度の経済価値を持つのかを貨幣単位で表したものです。

限界支払意思額は、次の式で計算できます。

$$\text{限界支払意思額} = -1 \times \text{属性の係数推定値} \div \text{価格属性の係数推定値}$$

従って、

$$\begin{aligned} \text{「HACCPラベル」の限界支払意思額} &= -1 \times 0.9399 \div (-0.023) = 40.8\text{円} \\ \text{「エコラベル」の限界支払意思額} &= -1 \times 2.2603 \div (-0.023) = 98.1\text{円} \\ \text{「賞味期限」の限界支払意思額} &= -1 \times 0.5720 \div (-0.023) = 24.8\text{円} \end{aligned}$$

となり、「HACCPラベル」を「なし」から「あり」に変えると、消費者にとっては40.8円分の経済価値が上がり、「エコラベル」を「なし」から「あり」に変えると、98.1円分の経済価値が上がり、「賞味期限」を「6日間」から「7日間」に変えると、24.8円分の経済価値が上がるということになります。

2) 選択確率の予測

分析結果を用いることで特定の選択肢の選択確率を求めることができ、選択確率が予測できれば、さらに需要量を予測することもできます。

例えば、

HACCPラベル : あり
 エコラベル : あり
 賞味期限 : 7日間

の牛乳の選択確率（購入されると予想される確率）を予測してみよう。

①確定効用の計算

分析結果からこの牛乳の選択確率（購入確率）を計算するには、まず、この牛乳を購入することから得られる確定効用を計算します。

その計算式は、

$$\begin{aligned} \text{確定効用} = & \text{「HACCPラベル」属性の係数} \times \text{「HACCPラベル」属性} \\ & + \text{「エコラベル」属性の係数} \times \text{「エコラベル」属性} \\ & + \text{「賞味期限」属性の係数} \times \text{「賞味期限」属性} \\ & + \text{「1ℓあたり価格」属性の係数} \times \text{「1ℓあたり価格」属性} \\ & + \text{「選択肢固有定数項} \end{aligned}$$

となり、今回の評価対象の牛乳には「HACCPラベル」あり、「エコラベル」あり、「賞味期限」7日間ですので、それぞれの属性には「1」が入り、選択肢固有定数項（-1.884）に加えて、それら3つの係数推定値（0.9399, 2.2603, 0.5720）が加算される形になります。

価格を変数 x で表すと、

$$\text{確定効用} = 0.9399 + 2.2603 + 0.5720 - 0.023x - 1.884$$

となります。

まず、Excelで、空いている適当な場所に、「価格 x」の欄を作り、そこに100円～200円まで10円刻みで入力します。

その右隣りに、「確定効用」の欄を作り、左隣の価格を上記の式に代入して、この牛乳を購入することから得られる確定効用を計算します。

	T	U	V	W	X	Y	Z	
1								
2		説明変数の係数						
3		HACCP	エコ	賞味	価格	定数		
4		0.9399	2.2603	0.5720	-0.023	-1.884		
5								
6		価格 x	確定効用					
7		100	-0.415					
8		110	-0.645					
9		=\$U\$4+\$V\$4+\$W\$4+\$X\$4*U7+\$Y\$4						
10		130	-1.106					
11		140	-1.336					

12	150	-1.567				
13	160	-1.797				
14	170	-2.027				
15	180	-2.258				
16	190	-2.488				
17	200	-2.718				

②選択確率（購入確率）の予測

この確定効用を用いて、この牛乳の購入確率を計算するには、次の計算式を使います。

$$\begin{aligned}
 \text{購入確率} &= \frac{\text{購入の確定効用の指数変換値}}{\text{購入の確定効用の指数変換値} + \text{非購入の確定効用値の指数変換値}} \\
 &= \frac{\exp(\text{購入の確定効用})}{\exp(\text{購入の確定効用}) + \exp(0)}
 \end{aligned}$$

分子は、「この牛乳を購入することから得られる確定効用」を指数変換したもの、分母は「この牛乳を購入することから得られる確定効用」を指数変換したものと「購入しないことから得られる確定効用」を指数変換したもの（ $\exp(0) = 1$ ）の和です。

この式を適当な x の範囲で計算することで、この牛乳の購入確率を予測できます。

ここでは、牛乳 1ℓ 当たり価格が 100円から 200円の範囲で 10円刻みでこの牛乳の購入確率と、さらに地域全体でのこの牛乳の需要量を予測（作図）してみましょう。

Excelで、「確定効用」の右隣りに、「購入確率」の欄を作り、計算した確定効用を上記の式に代入して、この牛乳の購入確率を計算します。

	T	U	V	W	X	Y	Z	
1								
2		説明変数の係数						
3		HACCP	エコ	賞味	価格	定数		
4		0.9399	2.2603	0.5720	-0.023	-1.884		
5								
6		価格 x	確定効用	購入確率				
7		100	-0.415	0.3977				
8		110	-0.645	0.3140				
9		120	=EXP(V7) / (EXP(V7) + EXP(0))					
10		130	-1.106	0.2486				
11		140	-1.336	0.2081				
12		150	-1.567	0.1727				
13		160	-1.797	0.1422				
14		170	-2.027	0.1164				
15		180	-2.258	0.0947				
16		190	-2.488	0.0767				
17		200	-2.718	0.0619				

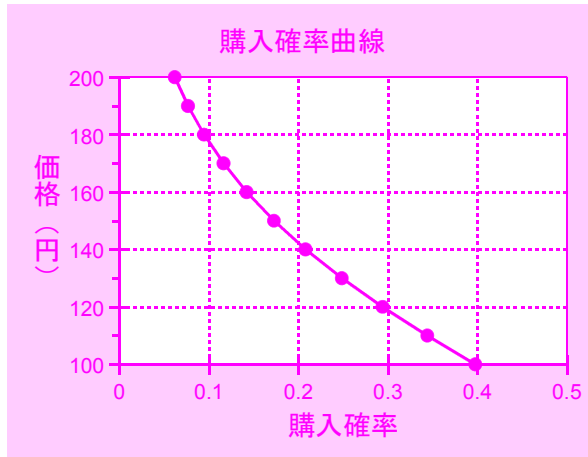
あとは、「価格 x」と「購入確率」を使って、散布図を描くことによって、この牛乳

の購入確率曲線が描けます。

通常、確率を図示する際には、横軸に変化させる要因（今回であれば価格を表す変数 x），縦軸が確率（今回であれば購入確率）となります。

しかし、この後、この牛乳の需要量も予測することから、ここでは縦軸を価格，横軸を確率として描きます。

経済学では縦軸を価格，横軸を需要量として需要曲線（関数）を描くことが一般的なためです。



③需要量の予測

最後に、この牛乳の需要曲線を描いてみましょう。ここでは仮に、本事例のデータが仙台市から無作為に抽出されたものとしてみましょう。

総務省の「家計調査」による仙台市の二人以上世帯における牛乳の年間購入量（平成18～20年の平均）は93.13ℓで、平成17年度の国勢調査による仙台市の二人以上世帯数は267,270世帯です。

この牛乳の購入確率を購入世帯率と読み替えて、仙台市全体のこの牛乳の需要量を以下のように定式化できます。

$$\begin{aligned} \text{需要量} &= \text{仙台市の二人以上世帯数} \times \text{購入確率} \times \text{牛乳の年間購入量} \\ &= 267,270 \text{世帯} \times \text{購入確率} \times 93.13\ell \end{aligned}$$

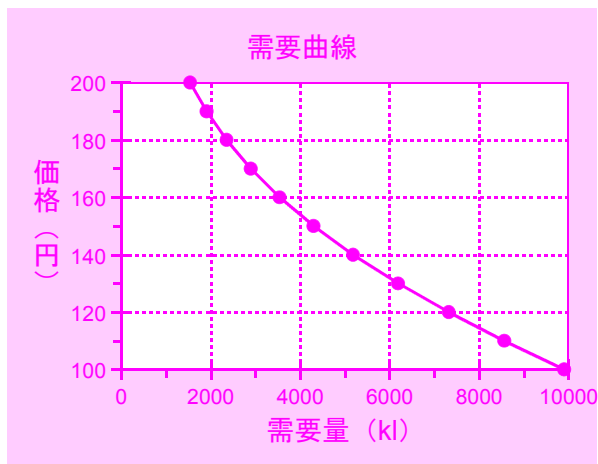
この牛乳を購入すると予想される世帯数は、仙台市全体の世帯数にこの牛乳の購入世帯率を乗じることで得られ、予想されたこの牛乳の購入世帯数に年間購入量を乗じることで、仙台市全体でのこの牛乳の需要量が予測できるという考え方です。

Excelで、「購入確率」の右隣りに、「需要量」の欄を作り、計算した購入確率を上記の式に代入して、この牛乳の需要量を計算します。

	T	U	V	W	X	Y	Z	
1								
2		説明変数の係数						
3		HACCP	エコ	賞味	価格	定数		
4		0.9399	2.2603	0.5720	-0.023	-1.884		
5								
6		価格 x	確定効用	購入確率	需要量			

7	100	-0.415	0.3977	9,899
8	110	-0.645	0.3440	8,563
9	120	-0.876	0.2941	$=267270 * W7 * 93.13 / 1000$
10	130	-1.106	0.2486	6,188
11	140	-1.336	0.2081	5,180
12	150	-1.567	0.1727	4,299
13	160	-1.797	0.1422	3,540
14	170	-2.027	0.1164	2,897
15	180	-2.258	0.0947	2,357
16	190	-2.488	0.0767	1,909
17	200	-2.718	0.0619	1,541

あとは、「価格 x」と「需要量」を使って、散布図を描くことによって、この牛乳の需要曲線が描けます。



「HACCPラベル」、「エコラベル」、「賞味期限」の各水準を変えて同様の計算を繰り返せば、色々なプロファイルの牛乳の需要量予測を行うことができます。

〈引用文献〉

- ・岩本博幸(2004)『HACCPラベルおよびエコラベル表示牛乳に対する価値評価』北海道農業経済研究 第11巻第2号
- ・下山禎他(2002)『選択型コンジョイント分析の農産物マーケティングへの適方法』農業経営通信214: 22-25

〈事例〉 ホワイトアスパラガスの分析

過去にホワイトアスパラガスについての選択型コンジョイント分析を行った事例をご紹介します。

県内の飲食店で腕をふるう料理人の方々に、産地、規格、価格を変えた2種類のホワイトアスパラガスと比較してどちらを買いたいか選んでもらいました。

問 これから、「産地」、「規格」、「価格」を変えた2種類のホワイトアスパラガスA・Bを9通り例示しますので、それぞれの組み合わせごとに、あなたなら、A・Bのどちらを買いたいですか？ 回答欄の中から、該当するものを1つ選んで番号に○を付けてください（全部で9問あります。）

《回答欄》

①	<p style="text-align: center;">A</p> 産地：宮城県産 規格：2L 価格：100円	<p style="text-align: center;">B</p> 産地：他県産 規格：L 価格：200円	⇒	1 Aを買いたい 2 Bを買いたい 3 どちらも買わない
②	<p style="text-align: center;">A</p> 産地：宮城県産 規格：L 価格：150円	<p style="text-align: center;">B</p> 産地：他県産 規格：M 価格：100円	⇒	1 Aを買いたい 2 Bを買いたい 3 どちらも買わない
	⋮			⋮

この結果、限界支払意思額から、「輸入品」より「国内産」に、「国内産」より「宮城県産」にそれぞれ62円、「M」より「L」に、「L」より「2L」にそれぞれ61円多く支払う意志を持つと推定されるという結果となりました。

《推定結果》	産地 (輸入品→県外産→宮城県産)	規格 (M→L→2L)
限界支払意思額 (円)	+ 6 2	+ 6 1

