

College Analysis における ラフ集合分析プログラム

—スマートフォン選好についてのアンケート調査結果—

石丸 敬二・福井 正康[†]

概要

教育分野での利用を目的に社会システム分析に用いられる様々な手法を統合化したプログラム College Analysis Ver.4.0^{*} に、ラフ集合分析の機能を追加した。ラフ集合分析とは、どのような属性の組合せが良い選好結果を与えるかを求める分析手法である。

この論文では、ラフ集合分析プログラムの利用法を紹介するとともに、最近注目を浴びているスマートフォン（多機能携帯電話）の選好について、学生アンケートをもとにした分析結果を提示している。

キーワード

College Analysis, 社会システム分析, ラフ集合分析

1. はじめに

ラフ集合は 1982 年に Zdzisław Pawlak によって提案され、その後、データの属性解析やデータベースからの情報検索などさまざまな分野に応用されている。我々はラフ集合の商品開発分野への応用に興味を持ち、我々が開発

[†] 福山平成大学経営学部経営学科

^{*} © 福井正康, <http://www.heisei-u.ac.jp/ba/fukui/analysis.html>

を続けている社会システム分析プログラム College Analysis の中で分析プログラムを開発した。この論文は作成したプログラムの利用法を紹介し、それを使ってスマートフォン（多機能携帯電話）の選好について、学生アンケートをもとに応用の可能性を調査したものである。

データは、いくつかのサンプルについてその特徴を並べ、そのサンプルの印象の良し悪しを幾人かの被験者から聴取したものである。これらを元にどのような特徴の組合せが良い印象を与えるかということ調べてみたい。通常の統計解析では、このような試みは数量化Ⅱ類で与えられるが、数量化Ⅱ類では、どの特徴が効果的かという点は分かるが、特徴の組合せによる効果は判定できない。ラフ集合分析はこの特徴の組合せの効果をルールとして与え、その重要性を議論することができる点が優れている。しかし、多くの人から意見を聞く場合、ルールが作られすぎて、焦点が絞れない場合も想定される。これは実際に調査をしてみなければ分からない部分である。

2. ラフ集合分析プログラム

ラフ集合分析は、どのような属性の組合せが良い選好結果を与えるかを求める分析手法である¹⁾。ここではプログラムの利用法を表 2.1 の例を用いて説明する。

表 2.1 スナック菓子の選好

サンプル	原料	味	形	口当たり	選好
s1	小麦	塩	丸	堅め	それほど
s2	じゃが	しょうゆ	丸	堅め	好き
s3	もろこし	塩	丸	ソフト	それほど
s4	小麦	しょうゆ	四角	ソフト	好き
s5	じゃが	塩	四角	堅め	それほど
s6	じゃが	しょうゆ	丸	ソフト	好き
s7	もろこし	塩	丸	ソフト	好き

表 2.1 はスナック菓子のサンプル（要素）s1 から s7 について、試食した好みの結果を与えたデータである。サンプルはいくつかの属性で分けられている。「原料」から「口当たり」までを条件属性と呼び、「選好」を決定属性と呼ぶ。この条件属性と決定属性で与えられる表を決定表という。以後、単純に属性といえば条件属性を表すこととする。まず、このデータをメニュー [ファイル→開く] でプログラムに読み込んでおく。

メニュー [分析→意思決定支援他→ラフ集合分析] を選択すると、図 2.1 に示される分析メニューが表示される。

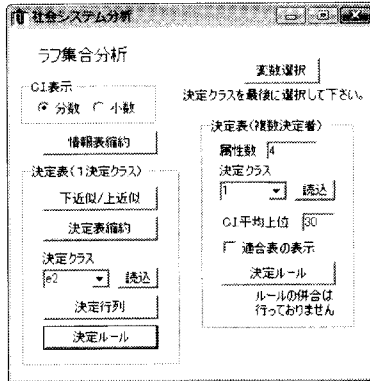


図 2.1 分析メニュー

最初に、[変数選択] ボタンで、変数「原料」から「口当たり」までを選択し、[情報表縮約] ボタンをクリックすると図 2.2 の同値類の集合と縮約結果が表示される。

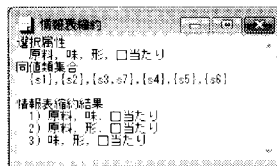


図 2.2 情報表縮約結果

同値類とは属性によって識別できないサンプルをいう。今すべての属性で識別できるかどうかを見ているが、同じ識別を与えるのにすべての属性が必要ない場合もある。そのような属性の最小数のものを縮約という。この場合縮約は3種類である。この同値類の識別に関する縮約を情報表の縮約ともいう。

次に「変数選択」ボタンで、すべての変数を選択する。最後の変数は決定属性となる。「下近似 / 上近似」ボタンをクリックすると図 2.3 のような結果を得る。

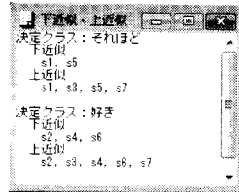


図 2.3 下近似 / 上近似結果

決定クラスとは回答者が答えた選好結果で、この場合、「それほど」と「好き」の2種類である。決定クラス「それほど」の下近似とは、属性値の組合せにより、必ず選好結果が「それほど」となるサンプルである。これに対して上近似とは、下近似に、同じ属性値の組合せで選好結果が分かれるサンプルを加えたものをいう。上近似は、指定された選好結果になる可能性を持ったサンプルである。下近似は、指定された選好結果を与えるような属性の組(これをルールという)を見つける際に重要である。下近似と上近似には属性による選好結果の識別のすべての情報が含まれている。

今我々はすべての属性を用いて、下近似と上近似を求めたが、少ない数の属性で同じ結果を与えることが可能な場合がある。その中で最小の属性の集合を決定表の縮約という。決定表の縮約を求めるには分析メニューで「決定表縮約」ボタンをクリックする。結果を図 2.4 に示す。

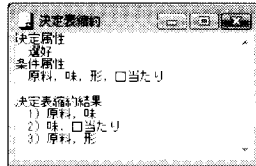


図 2.4 決定表縮約結果

この場合、3種類の縮約結果が得られる。

[決定表縮約] ボタンをクリックすると、上の決定表の縮約結果に加えて、縮約を求める計算過程で出力される識別行列も図 2.5 のように表示される。

	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7
s1		*					
s2	原料 味		*				
s3		原料 味 □当たり		*			
s4	味 形 □当たり	*		原料 味 形	*		
s5				原料 味 □当たり		*	
s6	原料 味 □当たり	*		原料 味	*	味 形 □当たり	*
s7	原料 □当たり	*		nul	*	原料 味 □当たり	*

図 2.5 識別行列

この行列の成分、例えば 2 行 1 列の「原料|味」は、サンプル s2 と s1 とで異なる属性は、原料と味であることを示している。言い換えれば、原料が味のどちらか（または両方）の属性で、s2 と s1 が識別できることを表している。記号「*」は 2 つのサンプルが同じ決定属性値を持っていることを表し、「nul」は属性すべてが同じものを表す。決定表の縮約は、これらの和集合（成分の中の記号「|」は OR 演算子を表す）がすべて成り立つ（AND 演算される）ものとして求められる。

次に、ラフ集合分析の 1 つの目的である、良い選好結果を得るためのルール作りについて考える。分析メニュー左側の [読込] ボタンをクリックして、決定クラスを選択する（この場合は「好き」を選んでいる）。その後、[決定行列] ボタンをクリックするとルールを抽出する計算過程で出力される決定行列が

図 2.6 のように表示される。

	s1	s3	s5
s2	じゃが しょうゆ	じゃが しょうゆ 監め	しょうゆ 監め
s4	しょうゆ 四角 ソフト	小麦 しょうゆ ソフト	しょうゆ ソフト
s6	じゃが しょうゆ ソフト	じゃが しょうゆ	しょうゆ ソフト

図 2.6 決定クラス「好き」の決定行列

この行列の行は選好が「好き」の下近似で、列は選好が「それほど」のサンプルである。行列の成分について、例えば、s2 と s1 の成分「じゃが|しょうゆ」は、s1 と異なる s2 の属性値を表している。s2 を選好が「それほど」のサンプルと識別するためには、1 行目の条件がすべて成り立たなければならない (AND 演算)。同様に 2 行目、3 行目の条件がすべて成り立つ (AND 演算) 必要もあり、これらすべての行のどれかが成り立つ (OR 演算) ことが、選好「好き」を与える条件となる。これを計算して、選好「好き」を与える決定ルールの条件部が求められる。詳細は参考文献 1) に詳しい。

決定クラスを選択して、[決定ルール] ボタンをクリックすると、図 2.6 の決定行列を用いて計算された決定ルールが図 2.7 のように表示される。

	G1	s2	s4	s6	s7
しょうゆ	3/4	*	*	*	*
じゃが 監め	2/4	*	*	*	*
小麦&四角	1/4	*	*	*	*
四角&ソフト	1/4	*	*	*	*
小麦&ソフト	1/4	*	*	*	*
じゃが&ソフト	1/4	*	*	*	*

図 2.7 決定クラス「好き」の決定ルールと信頼性

左端が最終的な決定ルールである。C.I. (Covering Index) は、選好が「好き」と回答されたサンプルの中で、どれだけのサンプルにそのルールが適用されるかを表す、ルールの信頼性を与える量である。

これまで述べてきたことは、選好回答者が 1 人の場合である。表 2.2 に選好回答者が 3 人の場合の決定表の例を示す。

表 2.2 スナック菓子の選好（複数回答者）

サンプル	原料	味	形	口当たり	選好 1	選好 2	選好 3
s1	小麦	塩	丸	堅め	それほど	それほど	それほど
s2	じゃが	しょうゆ	丸	堅め	好き	好き	好き
s3	もろこし	塩	丸	ソフト	それほど	それほど	好き
s4	小麦	しょうゆ	四角	ソフト	好き	好き	好き
s5	じゃが	塩	四角	堅め	それほど	好き	それほど
s6	じゃが	しょうゆ	丸	ソフト	好き	好き	好き
s7	もろこし	塩	丸	ソフト	好き	好き	好き

複数回答者の場合は、各人のルールを集め、そのルールを信頼性の高い順に並べてみる。まず、[変数選択] ボタンで、すべての変数を選択する。分析メニュー右側の決定表グループボックスの条件属性数を入力し、[読込] ボタンで決定クラスを読み込んでから決定クラスを選択し、[決定ルール] ボタンをクリックすると図 2.8 のような決定ルールが示される。表示されるルール数を変更する場合は「C.I. 平均上位」テキストボックスにルール数を記入する（デフォルトは 30）。

	C1選好1	C1選好2	C1選好3	C1全体
▶ しょうゆ	3/4	3/5	3/5	9/14
じゃが&丸	2/4	0/5	2/5	4/14
ソフト	0/4	0/5	4/5	4/14
じゃが	0/4	3/5	0/5	3/14
小麦&四角	1/4	0/5	1/5	2/14
小麦&ソフト	1/4	1/5	0/5	2/14
四角	0/4	2/5	0/5	2/14
もろこし	0/4	0/5	2/5	2/14
四角&ソフト	1/4	0/5	0/5	1/14
じゃが&ソフト	1/4	0/5	0/5	1/14

図 2.8 決定クラス「好き」の決定ルール（複数回答者）

これらのルールがどの要素の識別に利用されるかを見たい場合には、[適合表の表示] チェックボックスをチェックして、[決定ルール] ボタンをクリックすると、図 2.9 のような決定ルール画面が表示される。

	CI選好1	CI選好2	CI選好3	CI全待	s2	s4	s6	s7	s3	s5	s1
適合率					1	1	1	1	0.333	0.333	0
しよゆ	3/4	3/5	3/5	9/14	*	*	*				
じゃが焼丸	2/4	0/5	2/5	4/14	*		*				
ソフト	0/4	0/5	4/5	4/14		*	*	*	*		
じゃが	0/4	3/5	0/5	3/14	*		*			*	
小美&四角	1/4	0/5	1/5	2/14		*					
小美&ソフト	1/4	1/5	0/5	2/14		*					
四角	0/4	2/5	0/5	2/14		*				*	
もちし	0/4	0/5	2/5	2/14				*	*		
四角&ソフト	1/4	0/5	0/5	1/14		*					
じゃが&ソフト	1/4	0/5	0/5	1/14			*				

図 2.9 決定クラス「好き」の決定ルール（複数回答者・適合表付き）

一番上の「適合率」は、各サンプルに対して、選好回答者数 3 人のうち何人が「好き」と回答したかの割合を表している。この表はルールを完全に確定するためのものではなく、あくまで意思決定を支援するものと捉えている。

3. アンケート調査

今回、ラフ集合分析を行うにあたって、現在急激に人気が高まっているスマートフォン（多機能携帯電話）を分析対象として取り上げ、本学部学生を対象にしたアンケート調査を実施した。

3.1 アンケートの実施にあたって

選定機種としては、無作為に以下のキャリア 3 社、メーカー 9 社、10 機種を調査対象とした。

表 3.1 選定機種

キャリア	メーカー	機種
NTT DoCoMo	NEC, SHARP, Sony Ericsson, Panasonic, FUJITSU, LG, Research In Motion	N-06C, SH-12C, SO-03C, P-07C, F-12C, L-04C, BlackBerry Bold 9780
au	CASIO, SHARP	IS11CA, IS11SH
SoftBank	Apple	iPhone4

(順不同)

表 3.1 の選定機種に対する条件属性を、当初以下の 16 要素としていたが、内容に差異がない要素や、スマートフォン実機の性能に直接関わりのない要素等を削った結果、7つの要素に絞り込んで分析にかけることにした。

表 3.2 当初の条件属性

条件属性	採用可否	不採用の理由
メーカー	×	実機の性能に関係ないため
機種	×	選定対象そのものであるため
ブランド	×	実機の性能に関係ないため
ディスプレイサイズ	○	
解像度	○	
カメラ画素数	○	
OS	×	非公開の機種があったため
重量	○	
連続待受時間（静止時）	○	
特長	×	択一式の選択肢にならないため
ワンセグ機能	○	
無線 LAN 機能	×	全機種搭載機能のため
GPS 機能	×	全機種搭載機能のため
防水加工	○	
デザイン	×	択一式の選択肢にならないため
本体価格	×	機能比較に主眼を置いたため

なお、上記のうち5つの要素については、元が細かい数値データであるため、分類しやすくするために、以下の表のように二者択一に変換した。残り2要素もあわせて表 3.3 にまとめておく。

表 3.3 要素の分類

要素	分類 1	分類 2
ディスプレイサイズ	画面大：4.0 インチ以上	画面小：4.0 インチ未満
解像度	高解像：縦 800 ドット級	低解像：縦 500 ドット級
カメラ画素数	高画素：800 万画素級	低画素：500 万画素級
重量	重量軽：130g 未満	重量並：130g 以上
連続待受時間（静止時）	待受長：400 時間以上	待受短：400 時間未満
ワンセグ機能	ワンセグ有	ワンセグ無
防水加工	防水有	防水無

参考までに、要素を絞り込む前の元のデータを表 3.4 に記しておく。

表 3.4 初期段階の条件属性値一覧

No.	メーカー	機種名	ディスプレイサイズ	画解像度	カメラ画素数	OS	重量	連続待受時間 (50% 静止時)	ワンセグ機能	防水加工	価格帯	所属
1	NEC	ME450	ME450 (F)	4.2 x 3	540 x 854	500 万画素	Android 2.3	112g	ワンセグ機能	防水有	1000000 ~ 1100000	カテゴリー 1
2	SHARP	SH12U	AGUTS PHONE	4.2 x 3	540 x 854	800 万画素	Android 2.3	130g	ワンセグ機能	防水有	1000000 ~ 1100000	カテゴリー 1
3	SHARP	SH12U	AGUTS PHONE	4.2 x 3	540 x 854	800 万画素	Android 2.3	130g	ワンセグ機能	防水有	1000000 ~ 1100000	カテゴリー 1
4	Panasonic	EH100	—	4.3 x 3	480 x 854	512 万画素	Android 2.3	139g	ワンセグ機能	防水有	1000000 ~ 1100000	カテゴリー 1
5	富士通	F14131	—	4.2 x 3	480 x 854	512 万画素	Android 2.3	147g	ワンセグ機能	防水有	1000000 ~ 1100000	カテゴリー 1
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	SHARP	SH12U	AGUTS PHONE	4.2 x 3	540 x 854	800 万画素	Android 2.3	130g	ワンセグ機能	防水有	1000000 ~ 1100000	カテゴリー 1
9	SHARP	SH12U	AGUTS PHONE	4.2 x 3	540 x 854	800 万画素	Android 2.3	130g	ワンセグ機能	防水有	1000000 ~ 1100000	カテゴリー 1
10	SHARP	SH12U	AGUTS PHONE	4.2 x 3	540 x 854	800 万画素	Android 2.3	130g	ワンセグ機能	防水有	1000000 ~ 1100000	カテゴリー 1
11	SHARP	SH12U	AGUTS PHONE	4.2 x 3	540 x 854	800 万画素	Android 2.3	130g	ワンセグ機能	防水有	1000000 ~ 1100000	カテゴリー 1

3.2 アンケート分析結果

まず、分析に入る前に、アンケート集計を行った結果、21 名の選好者中、選好番号 8 については、回答がすべて「それほど」であったため除外することにしたことを断っておく。

さて、20 名の選好を分析にかけた結果、決定クラス「買いたい」についての決定ルールは図 3.1 の通りとなった。なお、全体の C.I. 値が区切りのよい

ところ (7/73 と 6/73 の間) で、ルール数は 20 とした。

決定ルール	属性1	属性2	属性3	属性4	属性5	属性6	属性7	属性8	属性9	属性10	属性11	属性12	属性13	属性14	属性15	属性16	属性17	属性18	属性19	属性20
1	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度
2	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度
3	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度
4	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度
5	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度
6	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度
7	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度
8	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度
9	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度
10	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度
11	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度
12	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度
13	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度
14	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度
15	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度
16	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度
17	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度
18	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度
19	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度
20	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度	高画素	高解像度

図 3.1 決定クラス「買いたい」の決定ルール (回答者 20 名)

この結果を見ると、「買いたい」という決定クラス 73 個中 14 個と、最も大きな C.I. 値の条件属性の組合せは、「高解像」かつ「ワンセグ無」かつ「防水無」であることがわかる。この結果だけを評価するとすれば、これまで世界の潮流を意識せず、ガラパゴス的な進化を遂げてきた日本のケータイ文化の特長のひとつでもあるワンセグ機能と防水加工には、本学学生はあまり興味を示さず、解像度の高さを特に重視している、ということになる。

また、2 位 (C.I. 値=11/73) から同率 3 位 (C.I. 値=10/73) を見ても、「ワンセグ機能は欲しいが、画面は小さくて構わない」「画面に高い解像度は欲しいが、カメラ画素数は少なくても構わない」「カメラ画素数やワンセグ機能は求めないが、画面解像度の高さは望む」「画面解像度の高さの他に軽量であることを求める」といった、すべての機能面での高さを求めているわけではない、といった傾向が見えてくる。

では、決定クラス「それほど (買いたくはない)」についての決定ルールはどうなったか。図 3.2 がその分析結果である。なお、全体の C.I. 値が区切りのよいところ (8/127 と 6/127 の間) で、ルール数は 18 とした。

Figure 3.2 shows a screenshot of a software interface displaying decision rules for a 'so-so' class. The interface includes a title bar, a menu bar, and a main table area. The table has 127 rows, each representing a rule. The columns are labeled with attribute names and their corresponding values. The rules are sorted by a C.I. value, with the highest value (28) at the top and the lowest (1) at the bottom. The rules describe various smartphone models and their characteristics, such as screen size, resolution, pixel count, weight, waiting time, one-seg, and waterproofing.

図 3.2 決定クラス「それほど」の決定ルール (回答者 20 名)

この結果を見ると、「それほど」という決定クラス 127 個中 36 個と、最も大きな C.I. 値の条件属性は、「低解像」であることがわかる。つまり、画面の解像度が低いスマートフォンは購入対象にはならない、ということである。ただ、2 位 (C.I. 値=28/127) や 3 位 (C.I. 値=21/127) を見ると、「防水機能はなくてよい」「画面は大きくなってよい」ということになり、今の学生はそれほど贅沢志向ではない、堅実派であるかのように見える (勿論、調査した 20 名の学生が安易に全国学生の平均像とは言えない)。

参考までに、今回の選好結果一覧を表 3.5 に記しておく。

表 3.5 スマートフォン選好結果一覧

対象	ディスプレイ	解像度高低	画素数	重量	待受時間	ワンセグ	防水
SP01	画面大	高解像	低画素	重量軽	待受短	ワンセグ有	防水有
SP02	画面大	高解像	高画素	重量並	待受長	ワンセグ有	防水無
SP03	画面小	高解像	高画素	重量軽	待受長	ワンセグ無	防水無
SP04	画面大	高解像	低画素	重量並	待受長	ワンセグ有	防水有
SP05	画面小	高解像	高画素	重量軽	待受長	ワンセグ無	防水有
SP06	画面小	低解像	低画素	重量並	待受短	ワンセグ無	防水無
SP07	画面小	低解像	低画素	重量軽	待受長	ワンセグ無	防水無
SP08	画面小	高解像	高画素	重量並	待受短	ワンセグ無	防水有
SP09	画面小	高解像	高画素	重量並	待受短	ワンセグ有	防水無
SP10	画面小	高解像	低画素	重量並	待受短	ワンセグ無	防水無

対象	選好1	選好2	選好3	選好4	選好5	選好6	選好7	選好9	選好10	選好11
SP01	買いたい	それほど	それほど	買いたい	買いたい	それほど	買いたい	買いたい	それほど	それほど
SP02	それほど	買いたい	それほど	それほど	買いたい	買いたい	それほど	それほど	それほど	それほど
SP03	買いたい	買いたい	買いたい	買いたい	買いたい	買いたい	買いたい	買いたい	買いたい	それほど
SP04	買いたい	それほど	それほど	それほど	買いたい	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど
SP05	それほど	それほど	買いたい	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど
SP06	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど
SP07	それほど	それほど	買いたい	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど
SP08	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど
SP09	買いたい	買いたい	それほど	それほど	それほど	それほど	買いたい	買いたい	それほど	買いたい
SP10	買いたい	買いたい	それほど	買いたい	買いたい	買いたい	買いたい	買いたい	買いたい	買いたい

対象	選好12	選好13	選好14	選好15	選好16	選好17	選好18	選好19	選好20	選好21
SP01	それほど	それほど	それほど	それほど	買いたい	買いたい	それほど	それほど	それほど	それほど
SP02	それほど	それほど	買いたい	それほど	それほど	買いたい	買いたい	それほど	それほど	それほど
SP03	買いたい	買いたい	買いたい	買いたい	買いたい	買いたい	買いたい	それほど	それほど	それほど
SP04	買いたい	買いたい	それほど	それほど	買いたい	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど
SP05	買いたい	買いたい	それほど	買いたい	それほど	買いたい	買いたい	それほど	買いたい	それほど
SP06	それほど	買いたい	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど
SP07	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど	それほど	買いたい
SP08	それほど	それほど	それほど	買いたい	それほど	買いたい	買いたい	買いたい	買いたい	それほど
SP09	買いたい	買いたい	それほど	買いたい	買いたい	買いたい	買いたい	買いたい	それほど	それほど
SP10	買いたい	買いたい	買いたい	買いたい	買いたい	それほど	買いたい	それほど	買いたい	買いたい

調査対象には様々な選好を持つ人がいるが、似た特性を持つ人を集めて分析を実行することは、結果を際立たせることに役に立つと思われる。そのため今回の調査結果から、機種別の選好結果を用いてクラスター分析を行った。その結果を図 3.3 に示す。

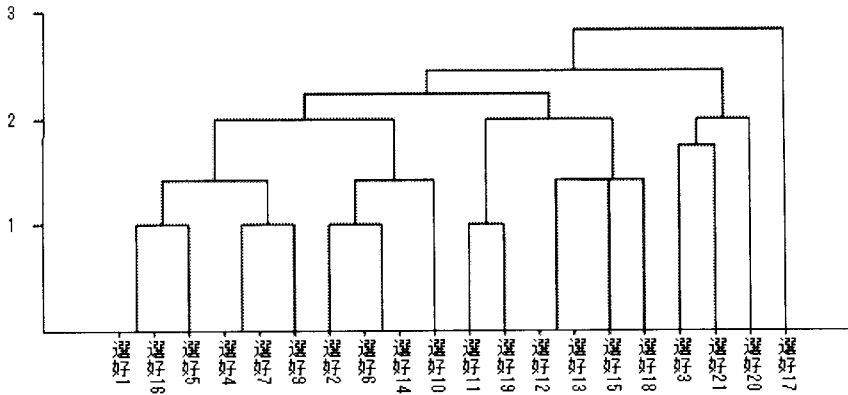


図 3.3 スマートフォン選好のクラスター分析

この中で、例えば代表的に左から 10 人（群 1：選好 1～選好 10）とその次の 6 人（群 2：選好 11～選好 18）に対して試みにラフ集合分析を実行してみる。表 3.6a と表 3.6b にルール of C.I. 値の高い例を示す。

表 3.6a 群 1 で作った「買いたい」のルール

	C.I.全体
高解像&ワンセグ無&防水無	14/36
高解像&低画素	9/36
画面小&高解像&防水無	9/36
高画素&ワンセグ無&防水無	7/36
画面小&高解像&低画素	7/36
高解像&低画素&ワンセグ無	7/36

表 3.6b 群 2 で作った「買いたい」のルール

	C.I.全体
高解像&待受短&防水無	8/23
高画素&重量軽	8/23
高解像&重量軽&待受長	8/23
画面小&ワンセグ有	6/23
重量並&待受短&ワンセグ有	6/23
画面小&高解像&重量軽	6/23
画面小&高解像&待受長	6/23
画面小&高解像&防水無	6/23
高解像&重量軽&ワンセグ無	6/23
高解像&待受長&ワンセグ無	6/23

これを見ると、2つの群で特徴がかなり分離されていることが分かる。これによって対象とする人の特徴を考えてラフ集合分析を実施することは意味がある。

次にラフ集合分析の結果を通常の統計解析で利用される数量化理論の結果と比較してみよう。選好結果が分類データの場合には、数量化Ⅱ類を適用するのが妥当であるが、ここでは対象者が複数であることから、「買いたい」を 1、

「それほど」を0として、各スマートフォンについて表3.7のように対象者の平均値を考えることにする。

表 3.7 機種別対象者平均

機種	SP01	SP02	SP03	SP04	SP05	SP06	SP07	SP08	SP09	SP10
選好平均	0.35	0.25	0.8	0.25	0.35	0	0.1	0.15	0.55	0.85

ここでは、この結果を予測するように、数量化 I 類を用いる。結果の詳細は避けるが、寄与率は0.986となり、各変数（要素）のカテゴリウエイトは表3.8のようになった。

表 3.8 変数のカテゴリウエイト

	カテゴリウエイト
ディスプレイ:画面大	-0.7346
ディスプレイ:画面小	-0.4308
解像度高低:低解像	0
解像度高低:高解像	0.9244
画素数:低画素	0
画素数:高画素	-0.3269
重量:重量並	0
重量:重量軽	0.1603
待受時間:待受短	0
待受時間:待受長	0.0321
ワンセグ:ワンセグ有	0
ワンセグ:ワンセグ無	0.0013
防水:防水有	0
防水:防水無	0.3833
定数項	0

この結果を見ると、傾向はよく表わしているが、例えば「高解像&ワンセグ無&防水無」のルールなどは全く見えてこない。このように通常の数量化では見えない部分が見えてくるところが、ラフ集合分析の優れたところである。

4. 次回に向けて

今回、まだ比較的新しい分析手法であるラフ集合分析に手探りで近づいてみた結果、次回に活かすべきアンケート実施時の注意点に気がついた。

①機種別の選好を求めるアンケートと機能の必要性を求めるアンケートを同時に実施すること

今回我々は、各機種別に機能を提示して、選好を求めるアンケートを実施しただけだが、次回は同時に各機能の必要性を求めるアンケートも実施したい。後者のアンケートによって、選好の値と各機能の必要性の関係がより明瞭になり、ラフ集合分析の精度の検証にもなる。

②選好に関係するような情報をできるだけ取り入れておくこと

今回の調査では、選好に関係すると思われるデザイン面での評価の取り扱いが不十分であった。カタログを見ることによって、必ずデザイン面での好みを選好に入るはずである。そのためデザインの項目を要素の中に入れるべきであろうが、どのような形で入れるべきか十分検討する必要がある。今後「薄さ」「色」「光沢の有無」「本体枠に占める画面の割合」「ボタンの位置」等といった項目など、要素を追加して検討してみたい。

また、今回の分析をスマートフォン実機の性能に注目して行ったため、興味深い条件属性である「本体価格」を分析要素の対象から外したのも実に残念である。値段の幅で「比較的高い」「標準的」「比較的安い」のような選択式にして、機能面と価格面のバランスを見ることも次回への課題である。他にも、アンケートに協力してもらった学生数名から「重量や画面サイズの他に、本体のサイズについても調査項目に入れて欲しかった」という声が挙がった点も看過できない。店頭販売員に口頭調査したところ、実際によく売れている商品（例：Galaxy S II）を調査対象に入れていなかった点も事前リサー

チ不足であったし、「反応速度」が数値としてカタログから読み取れなかったため、属性に入れることができなかったのも残念であった。

ラフ集合分析をこのような調査に導入することには問題があるのかも知れない。例えば、画素数などは絶対的に多い方が良いに決まっているからである。その点デザインなどは、絶対的に良いものはなく、良し悪しは人の好みによる。これについては、例えば、ワンセグや防水もあった方が良いに決まっているのに、なぜ無い方がルールとして現れたか。これは前に述べた価格との関係が大きいと思われる。どのようなデータについてラフ集合分析を適用すべきかが今後の課題であろう。

参考文献

- 1) 森典彦, 田中秀夫, 井上勝雄編, 『ラフ集合と感性』, 海文堂出版, 2004.

Rough set analysis program in College Analysis

—The questionnaire result about the preference
of smart phones—

Keiji ISHIMARU[†], Masayasu FUKUI[‡]

[†]Department of Economics, Faculty of Economics,
Fukuyama University

[‡]Department of Business Administration,
Faculty of Business Administration, Fukuyama Heisei University

Abstract

For use in the field of education, we added function of rough set analysis to integrated program for the analysis of social systems “College Analysis Ver.4.0”. Rough set analysis is analytical skills which ask for whether a preference result with a sufficient combination of what kind of attribute is given.

In this paper, we have presented the analysis result based on a student questionnaire about the preference of the smart phone (multifunctional mobile phone) which has been capturing the spotlight recently while introducing the directions of a rough set analysis program.

Keywords

College Analysis, social system analysis, rough set analysis