

# 感性を計数評価するラフ集合の代数的一表現法及び駅待合室評価事例

市村 洋 長山達也 吉村 晋 吉野 純一

The Japanese industrial products have swept over the world with three values; high quality, high efficiency and appropriate price. Yet these three values can no longer meet the demands of the world today. To deal with this situation, an element is needed. The new element has to appeal to the *KANSEI* of the person. That is the *KANSEI* of the person to which the new element has to appeal. Following the appeal, there has to be an appropriate evaluation method to measure *KANSEI*.

This paper reports on Rough Set method as one element of *KANSEI* evaluation. With Rough Set, the new method was devised. This method helps to understand mathematical structure only in basic mathematics. This paper also shows, as an example, the condition required to analyze the design matters of train station waiting rooms.

## 1. はじめに

グローバル化社会にあって、従来の日本のものづくりの「高性能・高信頼性・適正価格」なる特徴は、BRICs 諸国にいずれ追い越されるのではないかと危惧される。この問題の対処法として数年前より、日本感性工学会は日本学術会議へ「現代社会における感性工学の役割」<sup>1)</sup>と題しての提言、そして経済産業省は「感性価値創造イニシアティブ」<sup>2)</sup>としての指針を打ち出してきている。すなわち、高品質・高性能・適正価格に+ $\alpha$ された消費者の感性(脚注\*参照)にマッチした工業製品である。

筆者らはこのような趨勢の中、日本伝統文化(芸術・芸能)を嗜みたい者に対して、ICT活用による「かな文ペン習字」や「狂言」を事例として、その一人稽古法<sup>4), 5), 6), 7), 8)</sup>をその道の専門家を招き文理融合型研究として行っている。

伝統文化は感性情報そのものであり、対象をICT化することは、その道の専門家の暗黙知を如何に形式知化するかということにつける。その結果、このICT化されたものの評価が問題となる。この評価法は、てっとり早くアンケートによる評価に求めることが多い。それをもう少し客観的に評価する方法がないか考え、その評価法の一つとして、Rough Setによる評価<sup>9), 10)</sup>が最近話題となってきた。

本論文では、Rough Setによる評価手法をより分かり易くするための初等的代数的表現法を考案したので報告する。併せて、その評価の一例として駅待合室の評価も報告する。

## 2. ラフ集合教科書の記述解釈の不明瞭点と解釈法の一提案

人間の感性に関する評価法として Rough Set が現在脚光を浴びている。しかし、情報・通信、電子各工学分野を専門とする筆者らが、それを学ぶのに適切な教科書が非常に少なく、またその数学的な適切な記述の教科書も少ない。

そこで、数少ない教科書として“ラフ集合と感性”<sup>9)</sup>を選び、ゼミ形式で学んできた。ゼミ構成員は、情報工学系または電子工学系の教員及び学生であり、数学の専門家はいない。

ゼミ構成員の数学的既知識としては、論理回路の真理値表及び加法標準系(乗法標準系)、集合演算、ベクトル空間、写像等である。このような基礎知識を背景として、選定した教科書の記述を如何に理解するか。この点において、集合算と論理演算の混乱、条件属性がすべて同じであるのに決定属性が異なる場合の空集合( $\phi$ )、識別行列・決定行列の純数学的行列との乖離等、統一的な理解に難点があることが分かってきた。

本論文は、上記難点を整理し、代数、集合、論理回路の真理値表等の数学知識のみで、演繹的に数学的に解釈する一試みである。

選定した教科書<sup>9)</sup>の1.1から1.8の記述において、Rough Setの初心者にとっては、論理的数学的解釈上、次の点が不明瞭である。

(1) 記号論理演算( $\wedge$ ,  $\vee$ )と集合算( $\cap$ ,  $\cup$ )の混合表現

\*感性に関する研究は基本的には「心地良さ、美しさ、面白さ、楽しさ」等のポジティブな情動を必須の属性とする心の働きに関連する内容を扱うことになる。この気心の働き(反応)を“感性”と呼んでいる<sup>3)</sup>。感性は英語では sensitivity, sense, sensibility, feeling, aesthetics, emotion, intuition などといった様々な意味を含むということから、日本感性工学会では、感性を *KANSEI* としている。

- (2) 空集合 ( $\phi$ ) の導入の妥当性
- (3) 識別行列表現の問題
- (4) 決定行列表現の問題
- (5) 被験者の問題

これら問題点をそれぞれ次のように解釈及び定義をし直した。

・ **条件属性集合  $C \Leftrightarrow$  ベクトル空間  $C$**

属性数  $n \Leftrightarrow$  ベクトルの独立次元数  $n$

$$C_i = \{c_{i1} \vee c_{i2} \vee \dots \vee c_{in}\}$$

$$\Leftrightarrow C_i = c_{i1}e_1 + c_{i2}e_2 + \dots + c_{in}e_n \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

ただし、太字斜体  $C_i$  はベクトル空間、 $e_i$  は各単位ベクトル、そして  $+$  はベクトル空間における加法を表す。各条件属性値  $c_{ik}$  は、 $c_{ik} \in \{\text{例えば2ドア、4ドア等}\}$  であり、 $n$ 次元ベクトル空間の  $k$ 次座標のスカラ量（四則演算可能な体）とみなす。

・ **各条件属性集合  $C_i, i=1, 2, \dots, m$  の共通因子抽出の演算**

$$C_1 \cap C_2 \cap \dots \cap C_m \Leftrightarrow C_1 \cap C_2 \cap \dots \cap C_m$$

これらより、ベクトル空間  $C_i$  と  $C_j$  の共通因子は

$$C_i = c_{i1}e_1 + c_{i2}e_2 + \dots + c_{in}e_n$$

$$C_j = c_{j1}e_1 + c_{j2}e_2 + \dots + c_{jn}e_n$$

において

$$C_i \cap C_j = (c_{i1} \cdot c_{j1})e_1 + (c_{i2} \cdot c_{j2})e_2 + \dots + (c_{in} \cdot c_{jn})e_n \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

と定義することにより抽出される。

ここで

$$\left. \begin{aligned} c_{ik} = c_{jk} &\rightarrow c_{ik} \cdot c_{jk} = T \text{ (Truth 真)} \\ c_{ik} \neq c_{jk} &\rightarrow c_{ik} \cdot c_{jk} = F \text{ (False 偽)} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots \textcircled{3}$$

なる論理積的演算とする。

このことが、問題点 (1) を解消する統一的解釈法である。

・ **条件属性及び決定属性集合の関係  $\Leftrightarrow$  定義域から値域への写像**

被験者関数  $human$  は、条件属性集合（定義域）から決定属性集合（値域）への写像とみなせる（図1）。

$$human: C_i \text{ (定義域)} \rightarrow D \text{ (値域), } D \text{ determinant Set}$$

関数  $human(C_i) = D$  は、数学的には被験者が条件属性のベクトル空間  $C_i$  (sample  $S_i$ ) をみて、決定属性集合に対応させる写像と解釈できる。

ここで、被験者が同じ sample  $C_i$  をみて、異なる決定属性に対応させるすなわち  $1$  : 多の対応は、写像ではない（論理的矛盾）。すなわち

$$\left. \begin{aligned} C_i &= c_{i1}e_1 + c_{i2}e_2 + \dots + c_{in}e_n \\ human(C_i) &= d_1, human(C_i) = d_2 \\ d_1 \neq d_2 &\in \text{決定属性集合(D)} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots \textcircled{4}$$

このことが空集合 ( $\phi$ ) の問題 (2) である。

この解決策として、

$$\left. \begin{aligned} human(C_i = c_{i1}e_1 + c_{i2}e_2 + \dots + c_{in}e_n) &= d_1 \\ human(C_j = c_{j1}e_1 + c_{j2}e_2 + \dots + c_{jn}e_n) &= d_2 \\ c_{ik} = c_{jk}, k=1, 2, \dots, n, d_1 \neq d_2 &\rightarrow \bar{\phi} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots \textcircled{5}$$

$$C_1, C_2, \dots, C_m \subseteq \bar{\phi}$$

すなわち Empty Set ( $\phi$ ) ではなく、その否定の **Universal Set<sup>(10)</sup>** を提案する。

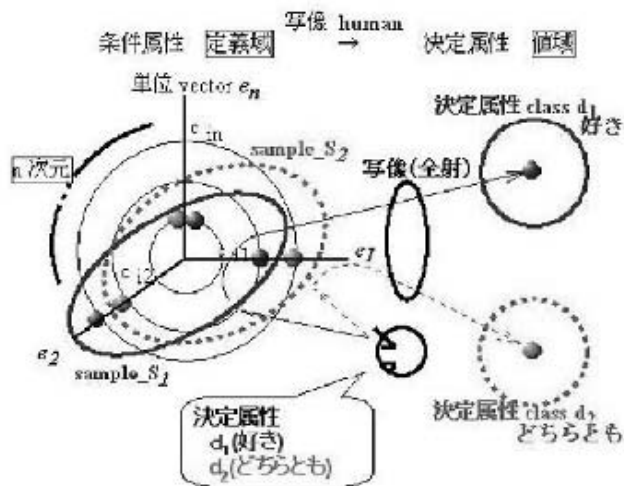


図1. human (条件属性) = 決定属性との関係

・ **識別行列  $\Leftrightarrow$  識別真理値表**

縮約を求めるのに識別行列を作成するとしているが、数学本来の行列ではない。筆者らは行列ではなく識別真理値表を提案する。以下、事例を基に、その提案識別真理値表を説明する。

$$sample S_i, S_j \text{ (ベクトル } C_i, C_j), i, j \in \{1, 2, \dots, m\}$$

において、表1より識別真理値表は、次のように作成する。

(A) sample  $S_i$  と  $S_j$  に対応するベクトル空間  $C_i$  と  $C_j$  の共通因子を抽出する意味で、共通部分抽出のための積集合演算  $S_i \cap S_j$  の全組合せを洗い出す。

(B) 条件属性の各独立次元のスカラ演算  $c_{ik} \cdot c_{jk}$  は、論理積的演算③式

$$c_{ik} \cdot c_{jk} = T \text{ (} c_{ik} = c_{jk} \text{ のとき)}$$

$$c_{ik} \cdot c_{jk} = F \text{ (} c_{ik} \neq c_{jk} \text{ のとき)}$$

により、条件属性は各独立ベクトルのスカラ量

表 1. 条件属性と決定属性例

sample	条件属性集合				決定属性集合D d <sub>1</sub> , d <sub>2</sub> ∈ D
	Color	Form	Door	Image	
S <sub>1</sub>	Co 1	Fo 1	Do 2	Ipa	d <sub>1</sub>
S <sub>2</sub>	Co 1	Fo 2	Do 2	Isp	d <sub>2</sub>
S <sub>3</sub>	Co 2	Fo 2	Do 4	Ifr	d <sub>2</sub>
S <sub>4</sub>	Co 2	Fo 1	Do 4	Ipa	d <sub>1</sub>
S <sub>5</sub>	Co 2	Fo 2	Do 4	Ipa	d <sub>2</sub>
S <sub>6</sub>	Co 1	Fo 2	Do 2	Isp	d <sub>1</sub>

として演算され、差異の有無を洗い出せる。

(C) 決定属性の差異 Dif も同様に論理的演算

$$\left. \begin{array}{l} \text{human}(S_i)=d_r, \text{human}(S_j)=d_s \\ d_r, d_s \in \{d_1, d_2, \dots\} \\ d_r \cdot d_s = T \quad (d_r=d_s \text{ のとき}) \\ d_r \cdot d_s = F \quad (d_r \neq d_s \text{ のとき}) \end{array} \right\} \dots\dots\dots \textcircled{6}$$

により洗い出す。

表 2. 識別真理値表

sample 間の 共通因子抽出	条件属性の Vector				決定属性の 差異 Dif human(S <sub>i</sub> )∩human(S <sub>j</sub> )
	Color	Form	Door	Image	
S <sub>12</sub> =S <sub>1</sub> ∩ S <sub>2</sub>	T	F	T	F	F
S <sub>13</sub> =S <sub>1</sub> ∩ S <sub>3</sub>	F	F	F	F	F
S <sub>14</sub> =S <sub>1</sub> ∩ S <sub>4</sub>	F	T	F	T	T
S <sub>15</sub> =S <sub>1</sub> ∩ S <sub>5</sub>	F	F	F	T	F
S <sub>16</sub> =S <sub>1</sub> ∩ S <sub>6</sub>	T	F	T	F	T
S <sub>23</sub> =S <sub>2</sub> ∩ S <sub>3</sub>	F	T	F	F	T
S <sub>24</sub> =S <sub>2</sub> ∩ S <sub>4</sub>	F	F	F	F	F
S <sub>25</sub> =S <sub>2</sub> ∩ S <sub>5</sub>	F	T	F	F	T
S <sub>26</sub> =S <sub>2</sub> ∩ S <sub>6</sub>	T	T	T	T	F
S <sub>34</sub> =S <sub>3</sub> ∩ S <sub>4</sub>	T	F	T	F	F
S <sub>35</sub> =S <sub>3</sub> ∩ S <sub>5</sub>	T	T	T	F	T
S <sub>36</sub> =S <sub>3</sub> ∩ S <sub>6</sub>	F	T	F	F	F
S <sub>45</sub> =S <sub>4</sub> ∩ S <sub>5</sub>	T	F	T	T	F
S <sub>46</sub> =S <sub>4</sub> ∩ S <sub>6</sub>	F	F	F	F	T
S <sub>56</sub> =S <sub>5</sub> ∩ S <sub>6</sub>	F	T	F	F	F

(D) 決定属性の異なる差異 Dif=F (False) の S<sub>i</sub> ∩ S<sub>j</sub> の組合せ分だけの積集合演算すなわち論理設計における乗法標準形に相当する演算である。表 2 の事例では、次のようになる。

$$\begin{aligned} \text{Dif} &= S_{12} \cap S_{13} \cap S_{15} \cap S_{24} \cap S_{26} \cap S_{34} \\ &\quad \cap S_{36} \cap S_{45} \cap S_{56} \\ &= (\text{TeCo} + \text{FeFo} + \text{TeDo} + \text{FeIm}) \cap (\text{FeCo} + \text{FeFo} + \text{FeDo} + \text{FeIm}) \\ &\quad \cap (\text{FeCo} + \text{FeFo} + \text{FeDo} + \text{TeIm}) \cap (\text{FeCo} + \text{FeFo} + \text{FeDo} + \text{FeIm}) \\ &\quad \cap (\text{TeCo} + \text{TeFo} + \text{TeDo} + \text{TeIm}) \cap (\text{TeCo} + \text{FeFo} + \text{TeDo} + \text{FeIm}) \\ &\quad \cap (\text{FeCo} + \text{TeFo} + \text{FeDo} + \text{FeIm}) \cap (\text{TeCo} + \text{FeFo} + \text{TeDo} + \text{TeIm}) \\ &\quad \cap (\text{FeCo} + \text{TeFo} + \text{FeDo} + \text{FeIm}) \dots\dots\dots \textcircled{7} \end{aligned}$$

(E) ⑤式で示す写像不成立 (定義域の C<sub>i</sub> = C<sub>j</sub> であるのに写像された値域の元 human(C<sub>i</sub>) ≠ human(C<sub>j</sub>)) より、

$$\begin{aligned} S_{26} &= S_2 \cap S_6 = \bar{\phi} = \text{Universal} \\ \text{そして、} T &= 0, F = 1 \text{ とみなせば} \textcircled{7} \text{式は} \\ \text{Dif} &= (\text{FeFo} + \text{FeIm}) \cap (\text{FeCo} + \text{FeFo} + \text{FeDo} + \text{FeIm}) \\ &\quad \cap (\text{FeCo} + \text{FeFo} + \text{FeDo}) \cap (\text{FeCo} + \text{FeFo} + \text{FeDo} + \text{FeIm}) \\ &\quad \cap \text{Universal} \cap (\text{FeFo} + \text{FeIm}) \\ &\quad \cap (\text{FeCo} + \text{FeDo} + \text{FeIm}) \cap (\text{FeFo}) \\ &\quad \cap (\text{FeCo} + \text{FeDo} + \text{FeIm}) \dots\dots\dots \textcircled{8} \end{aligned}$$

(F) 包含関係及び吸収律

$$\begin{aligned} S_{ij} \subseteq S_{kl} \rightarrow S_{ij} \cap S_{kl} &= S_{ij} \dots\dots\dots \textcircled{9} \\ \text{により} \textcircled{8} \text{式は} \\ \text{Dif} &= (\text{FeFo} + \text{FeIm}) \cap (\text{FeCo} + \text{FeFo} + \text{FeDo} + \text{FeIm}) \\ &\quad \cap (\text{FeCo} + \text{FeFo} + \text{FeDo}) \cap (\text{FeCo} + \text{FeFo} + \text{FeDo} + \text{FeIm}) \\ &\quad \cap \text{Universal} \cap (\text{FeFo} + \text{FeIm}) \\ &\quad \cap (\text{FeCo} + \text{FeDo} + \text{FeIm}) \cap (\text{FeFo}) \\ &\quad \cap (\text{FeCo} + \text{FeDo} + \text{FeIm}) \\ &= (\text{FeCo} + \text{FeDo} + \text{FeIm}) \cap (\text{FeFo}) \\ &= (\text{Co} \cup \text{Do} \cup \text{Im}) \cap \text{Fo} \end{aligned}$$

(G) 分配律

$$\begin{aligned} X \cap (Y \cup Z) &= (X \cap Y) \cup (X \cap Z) \dots\dots\dots \textcircled{10} \\ \text{より、表1. 条件属性と決定属性例に基づく、決定属性値} d_1 \text{ の縮約である。その加法標準形的表現は次の通りである。} \\ \text{Dif}(d_1) &= \text{Co} \cap \text{Fo} \cup \text{Do} \cap \text{Fo} \cup \text{Im} \cap \text{Fo} \dots\dots\dots \textcircled{11} \\ &= \{\text{Color, Form}\}, \{\text{Door, Form}\}, \{\text{Image, Form}\} \end{aligned}$$

以上が、(3) 識別行列表現に替わり、真理値表の導入により、集合算及び論理設計の乗法標準形から導かれる縮約抽出法である (縮約の核は Form である)。例えば、包含関係 S<sub>34</sub> ⊆ S<sub>12</sub> の場合は図 2 の通りとなる。

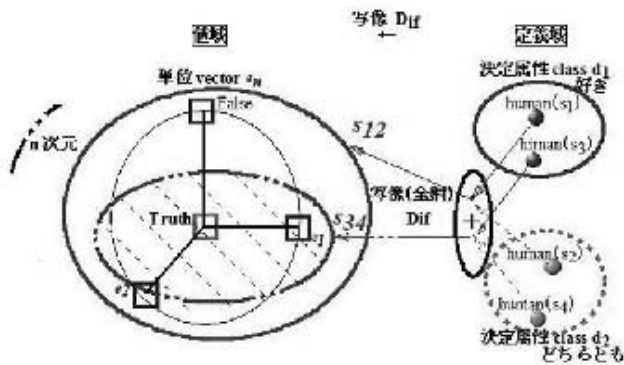


図2. 包含関係による縮約抽出法

・縮約に基づく基本集合

これは Venn 図的理解で問題なし。

・極小決定規則を求めるための決定行列⇔決定真理値表

sample  $S_2$ ,  $S_6$  は、条件属性が全て同じ ( $S_2=S_6$ ) であるのに  $human(S_2) \neq human(S_6)$  となり写像ではない。矛盾であり、 $S_2 \cap S_6 = Universal$  であり、 $S_6$  は取り除く (これが下近似の意味するところと解釈)。矛盾 sample を真理値表 (表2) から取り除き、決定属性  $d_i$  に関する sample を選んで真理値表を作り直す。これが決定真理値表である。 $d_i=d_1$  (sample  $S_1, S_4$ ) に選んだ場合の決定真理値表を表3に示す。

表3. 決定真理値表

sample 間の 共通因子抽出	条件属性の Vector				決定属性の 差異 Dif human( $S_j$ )+human( $S_j$ )
	Color	Form	Door	Image	
$S_{12}=S_1 \cap S_2$	T	F	T	F	F
$S_{13}=S_1 \cap S_3$	F	F	F	F	F
$S_{15}=S_1 \cap S_5$	F	F	F	T	F
$S_{42}=S_4 \cap S_2$	F	F	F	F	F
$S_{43}=S_4 \cap S_3$	T	F	T	F	F
$S_{45}=S_4 \cap S_5$	T	F	T	T	F

ただし、 $S_{ij}=S_{ji}$

この真理値表から識別真理値表と同様に、 $Dif(S_1)$ ,  $Dif(S_4)$  に関する乗法標準形を求めることができる。

$$Dif(S_1) = \{Form\}, \{Color, Image\}, \{Door, Image\}$$

$$Dif(S_4) = \{Form\}$$

となり、これが各 sample 毎の縮約の決定規則である。

### 3. 駅舎・待合室評価事例

Rough Set による評価事例として、同一私鉄路線の各駅を対象に、利用者に好まれる待合室のデザイン要件は何かを研究した<sup>11)</sup>。

この研究において、

- (1) 条件属性を如何に選出するか
- (2) 決定属性を決めるため評価実験 (被験者へのアンケート)

の実例を以下に紹介する。

(1) 条件属性の選定

物理現象ならば何と何が互いに独立、または従属関係にあるかどうかは、ベクトルの各元が直行しているかどうか (内積が零か非零かどうか) で容易に決まる。人間の感性において、各条件属性が互いに独立かどうかは、アンケート調査を基にして決めざるを得ない。このことから、

・駅舎待合室の条件属性を決める評価基準

として、

被験者をサレジオ高専・専攻科生10名(年齢21・22才)

とし、アンケート調査により決定した。その結果

・待合室を取り巻く環境 (駅舎) 要素

明るさ、建材の質感、雰囲気 ∈ {ホームの広さ、  
 明るさ、駅舎の構造、周囲の景色、建材の  
 質感、屋根の高さ、デザイン、雰囲気}

・待合室そのもの

広さ、ベンチの配置、ベンチの座り心地、明るさ、  
 雰囲気、外観 ∈ {広さ、明るさ、床の質感、  
 ベンチの種類、ベンチの配列、外観、天  
 井、壁画、ベンチの座り心地、周囲の景  
 色、雰囲気、ベンチの配置、狭さ、階段  
 ・エレベータからの距離}

が選ばれた (下線部分)。

この評価基準に基づき、駅の待合室のデザイン要件の条件属性

$$C_i = c_{i1}e_1 + c_{i2}e_2 + \dots + c_{in}e_n \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

は、表4及び図4の通りとなる。

(2) 条件属性に基づく駅舎待合室のデザイン性要件の評価法

図1の如く、駅舎待合室のベクトル

$$C_i = c_{i1}e_1 + c_{i2}e_2 + \dots + c_{in}e_n \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

を被験者に見せ、

$$human: C_i \text{ (定義域)} \rightarrow D \text{ (値域)}$$

$$\text{関数 } human(C_i) = D$$

$$Determinant \text{ Set} = \{好き、どちらでもない\}$$

により、決定真理値表 (表3に相当) が決定される。

本研究事例では、この被験者は、駅舎待合室の条件属性を決める評価基準の被験者—サレジオ高専・専攻科生10名（年齢21-22才）—とは異なり、別のサレジオ高専・デザイン工学科4年14名（18-19才）としている。

この評価実験の概要は次の通りである。

- ・評価対象：実地調査を行った路線の駅舎・待合室を選択。

- ・評価方法：実験者は、液晶プロジェクタで各駅舎・待合室の条件属性を表示し、モニタ上には駅舎の改札～待合室間を撮影した動画像を資料として表示。被験者にそれを見せて「好き」、「どちらでもない」を2択で一で回答を得る。

図3にその実験の概要を示す。

表4. 駅舎待合室の条件属性

単位 vector_ $e_i$	属性 $c_{ij}$	評価基準
$e_1$ =駅舎の高架	有、無	明るさ、雰囲気
$e_2$ =駅舎のグランドデザイン	上、地平、地下	明るさ、雰囲気、建材の質感
$e_3$ =駅舎のプラットホーム形状	島式、相対式	明るさ、雰囲気
$e_4$ =待合室	特殊、全面ガラス、一列、変形一列、L字、コの大字、コの小字	広さ、ベンチの配置、明るさ、雰囲気
$e_5$ =駅待合室のタイル色	白、茶	明るさ、雰囲気
$e_6$ =駅待合室の外装	ダル、金属質	雰囲気、外観
$e_7$ =駅待合室の座席	スツール、ベンチ	座りやすそう、雰囲気

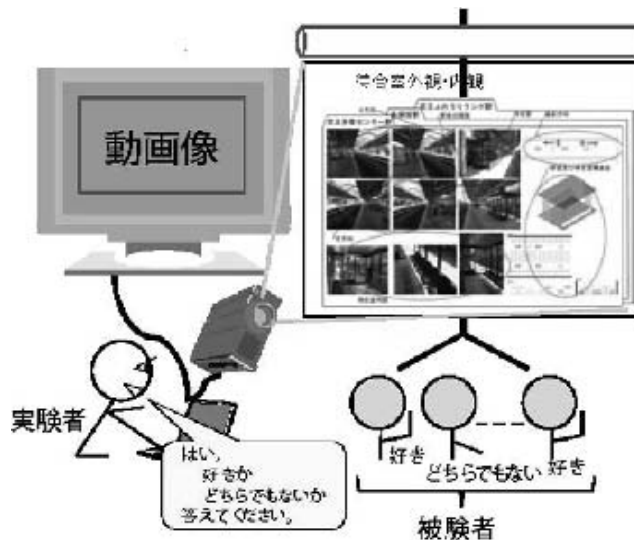


図3. 実験概要図

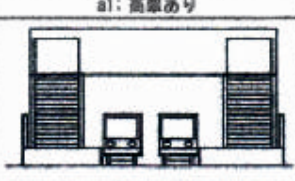
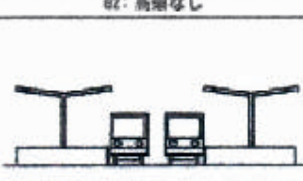
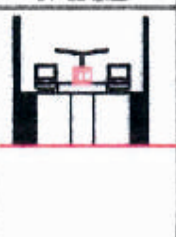
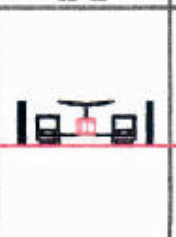


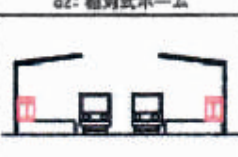


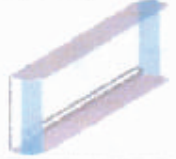


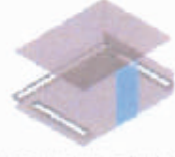
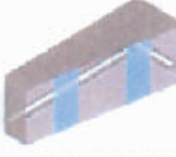






環境に関する条件属性	a: 高架	a1: 高架あり 	a2: 高架なし 			
	b: グランドライン	b1: 0L 以上 	b2: 0L 	b3: 0L 以下 		
	c: ホーム	c1: 島式ホーム 	c2: 相対式ホーム 			
待合室に関する条件属性	d: 待合室	d1: 一列 	d2: 変形一列 	e3: 特殊 	d4: 全面ガラス 	
		d5: コの字 (大) 	d6: コの字 (小) 	d7: L字 		
		e1: 白 	e2: 茶 			
	待合室の内装に関する条件属性	f: 外装	f1: ダル 	f2: 金属質 		
		g: 座席	g1: スツール 	g2: ベンチ 		

図4. 駅舎待合室評価の条件属性例

## 5. まとめ

2章で検討し、提案してきた Rough Set によるデータ解析手順をまとめると、以下のようになる。

- (1) 識別真理値表導出
- (2) 乗法標準形により共通因子抽出の記述、吸収律による縮約因子導出及び簡略後の加法標準形導出
- (3) 縮約に基づく基本集合（集合族）の導出
- (4) 縮約と決定属性に基づく決定真理値表の導出
- (5) 極小決定規則の完成
- (6) Covering Index、近似精度、近似の質、分割の近似の質の算出

この評価設計手順により、論理設計及び集合の基礎知識のみで統一的に理解出来ると考えている。

そして、この数学的考察に基づき、私鉄駅舎待合室のデザイン要件は何か、それを抽出するための条件属性及びそれを評価（決定属性を決めるアンケート環境）の事例を示すことができた。

この実験の Rough Set による解析の結果、駅舎待合室の「好き」なる条件属性の抽出された共通因子は、  
待合室：「コ」の字型（大）、金属質色のタイル  
駅舎：高架なし

となり、駅舎待合室のデザイン要件は、

明るく、広い待合室

であることが結論づけられた。

詳細は参考文献10)を参照されたい。

## 6. 補足

感性に関する評価として、例えば「商品企画における原因（形態属性）と結果（イメージ）との関係」を得る試みがなされる。その分析に使われる手法には

- (1) 線形回帰モデル
- (2) ニュラルネットモデル
- (3) 遺伝的アルゴリズムモデル
- (4) ラフ集合モデル

がある。これら各種分析手法の特徴<sup>9)</sup>は次の通りである。

- (1) 線形回帰モデルは、因果関係が線形で近似できる場合に有効であるが、設計やデザインの問題では、因果関係が複雑なため線形で近似できない場合がある。
- (2) ニュラルネットモデルは、因果関係が複雑な問題に対して用いられるが、複数の属性が絡み合っている結果に寄与するために、線形式における回帰係数

のような個々の寄与という概念が抽出できない。そのため、感性を設計や商品企画に持ち込む場合に、如何なる属性を如何に定量的に扱うかが決定できない。

- (3) 遺伝的アルゴリズムモデルは、最適解は求まっても1つ若しくは少数であり、設計解空間の全体像が把握し難い。
- (4) ラフ集合モデルは、多数の条件属性のうちから幾つかの少数の決定属性を同時に抽出できその寄与度を計量化することができる。このことにより、工業製品や商品企画においてデザイナー（設計者）は、抽出された決定属性に適合するイメージを満たすようにデザイン（設計）でき、工業製品・商品企画を効率よく行うことができる。

## 謝辞

本研究は科研費交付金「19300289」の補助を受けている。関係者各位に深く感謝する。また、事例適応において、情報及び資料提供にご協力戴いた京王電鉄(株)計画管理部に感謝する。

## 参考文献

- 1) 日本学術会議 人間と工学研究連絡委員会感性工学専門委員会：“現代社会における感性工学の役割”、<http://www.scj.go.jp/info/kokyo-19-t 1033-5.pdf>.
- 2) (財)経済産業調査会編：“感性 感性価値創造イニシアティブ 第四の価値軸の提案”、感性 ☆21報告書 (2007.06).
- 3) 椎塚久雄、原田 昭：“感性とは何か—感性の由来とそのフレームワーク—”、電子情報通信学会誌、Vol.92, No.11, pp.912-914 (2009.11).
- 4) Hiroshi Ichimura, Masato Suzuki, Michio Murai, Satoshi Yazawa, Toshiaki Kuroiwa, Sei Yamashita, Masahiro Kuroda, Kouji Yoshida, Tadanori Mizuno, Sanshirou Sakai: "Design of Next Generation Distance-learning System for Penmanship and Calligraphy", IJCIS (International Journal of Computer & Information Science), Vol.2, No.4, pp.162-171(2001.12).
- 5) 桂川泰祥、鈴木琢也、吉川大輝、鈴木雅人、山下静雨、水野忠則、酒井三四郎、市村 洋：“ペン習字の実時間遠隔指導添削システムの設計及び評価”、教育システム情報学会誌、Vol.23.No.1, pp.03-13 (2006.01).
- 6) 市村 洋（研究代表者）：科研費研究成果報告書 “ペン字・書道の稽古師範を事例としたインターネット活用遠隔技能習得に関する研究”、日本学術振興会科研費研究報告書、基盤研究（B）（1）、課題

番号13480051、86頁 (2004.03)。

- 7) Kenta KOUYA, Naoto HARA, Toshiaki KUROIWA, Seiu YAMASHITA, Akiko ONO, Isao J.OHSUGI, Junichi YOSHINO, Hiroshi ICHIMURA:”A Study on Self Practice Navigation System for the Kanastings”,12th International Conference KES 2008,Zagreb, Croatia, LNAI 5177(Springer),pp.417-424(2008.09).
- 8) Kan AYAI, L.A. Marques, Nobuhito NOJIMA, Junichi YOSHINO, Isao J. OHSUGI, Masato SUZUKI,and Hiroshi ICHIMURA: ”A study on applying IT to lessons of *Komai* short dance, a part of *Kyogen* Traditional Japanese Drama”, KEI (Kansei Engineering International),Vol.8, No.2, pp.199-204(2009.06).
- 9) 森 典彦・田中英夫・井上勝雄編：“ラフ集合と感性”、海文堂 (2006)。
- 10) Z.Pawlak: Rough Set, International Journal of Computer and Information Science, Vol.11, No.5, pp.341-356 (1982).
- 11) 長山達也：“ラフ集合を用いた駅待合室を事例としたデザイン要件に関する考察”、サレジオ高専・専攻科 (生産システム工学専攻) 特別研究論文、39頁 (2009.03)。