

ファジィ 評価の最近の展開

ファジィ 評定と メンバーシップ関数同定法

吉川 歩*

1. まえがき

ファジィ 評定: 評価問題は, 扱われる対象, 用いられる手法のどちらの意味でも, ファジィ理論の応用の中で最も多様性に富んだ分野の1つである. この中で, 例えば「ある人の背の高さの印象の程度」のような1次元属性の程度や量の評定は基本的な評価問題の1つと言える. 既にこれらの問題は, 主として精神物理学 (*psychophysics*) の分野で, 心理量の測定法である評定尺度法 (*rating scale method*) やその処理法 (定量化法) である心理尺度構成法 (*psychological scaling*) として扱われている. しかしこれらの手法は, 例えば評定カテゴリーの表す程度の境界の不明瞭さ (ベイグネス *vagueness*) のような, 確率論に従わない本質的なあいまいさも統計・確率論を用いて処理するという問題も持っている. このようなあいまいさはファジィ理論を用いることで適切に扱える.

本稿では, ファジィ理論を導入することで従来の評定尺度法や心理尺度構成法を改良した手法を総称してファジィ評定と呼ぶ. 言い換えれば, ある対象が何らかの属性や概念に属している程度をファジィ理論を用いて定量化する手法と言える (グラフ尺度図を用いた区間値評定法を指すのではないことに注意されたい).

ファジィ 評定とメンバーシップ関数同定法: ま

Fuzzy Rating and Membership Function Identification Methods
Ayumi YOSHIKAWA
京都工芸繊維大学工芸学部電子情報工学科
Dept. of Electronics and Information Science, Faculty of Design
and Engineering, Kyoto Institute of Technology

たファジィ評定を上述のように考えると, 心理量と所属度の中に若干の違いはあるものの (山下 1994), 「若い」のような, いわゆるファジィ概念のメンバーシップ関数 (以下 MF) の同定法もファジィ評定の1手法に含めることができる. ところで, MFの形状は主観を反映して一意に決定されないため, その形状を恣意的に決定しても問題がないと考える研究者も多い. しかし, 山下 (1994) が指摘しているように, ファジィ評定では MFの同定が主観量の測定そのものであるため, 上述のような解釈は適切ではない. MFが適切な同定法を用いて同定されていなければ意味を成さない. したがって, 特にファジィ評定では, 同定された MFと同様あるいはそれ以上に, その同定法が重要な意味を持つ.

本解説のねらいと扱う範囲: ファジィ評定や MF同定法の先駆的研究については, 中村 (1992, 1994), 山下 (1992), 小田 (1993, 1995a) が有用な解説を行っている. そこで, それらの詳細な解説はそれらの文献に譲り, 本稿では比較的最近に行われた手法の改良や新たに提案・実用化された方法に焦点を絞って解説を行う.

2. ファジィ 評定の各手法

取り上げる手法: 2. では, 表 1 に示した 4 種類のファジィ評定の手法を取り上げる. ファジィ評定においてファジィ理論を用いることが有効と考えられる対象は, 評定カテゴリーや心理量のベイグネスの表現, あいまいな概念に対する適合度など, 多岐にわたる. そのためファジィ理論の利用

表1 取り上げる4種のファジィ評定法

名称	回答量	尺度構成法 / 心理量の推定法	主な特徴
ファジィ系列範疇法	7段階評定尺度図による反復評定	評定の時系列からカテゴリーの台集合の範囲を推定	刺激の特質を利用した手法 関係枠の変動を推定可能
区間データの順序構造分析法	多数被験者による区間評定	区間データから平均評定値と順序係数を求めて順序構造グラフを作成	通常の尺度図を流用可能, 項目間の関係の分析に適
ファジィ多項目並列評定法	刺激の各カテゴリーへの該当度	該当度に基づいたファジィ集合 / 測度演算や合成演算から心理量を推定	矛盾度あるいは関心度の大小も測定可能
多重尺度図法 (ファジィ範疇法)	刺激の評定, カテゴリーのMF	カテゴリーのMFの同定が尺度構成に相当	カテゴリーの意味の不明瞭さ, 個人差を表現可能

の仕方も手法により異なっている。そこで個々の手法の解説に先立ち、各手法がファジィ理論を利用しているポイントを簡単に示しておく。

ファジィ系列範疇法は、7段階評定尺度図から得られたデータに対する心理尺度構成法である。この方法では、カテゴリーのベグネスの表現とカテゴリーの選択のモデルにファジィ理論が用いられている。区間評定データの順序構造分析法は、区間評定データから項目間の順序構造を分析する方法である。この方法では、区間として回答された評定データの確信度を表現するためにファジィ集合が利用される。ファジィ多項目並列評定法は、複数の尺度図から得られた評定結果を統合して、心理量を推定する手法である。この方法では、各尺度図により測定されたあいまいな概念に該当する程度を統合して心理量を推定する際にファジィ理論が用いられる。ファジィ範疇法および多重尺度図法は、カテゴリー評定尺度図から得られたデータに対する心理尺度構成法である。この手法では、カテゴリーと心理量のベグネスの表現、カテゴリーの選択のモデル、そして複数の尺度図から得られた心理尺度値の合成法にファジィ理論が利用されている。

2.1 ファジィ系列範疇法

手法の概略：ファジィ系列範疇法(*method of fuzzy successive categories*)は、加藤ら(1995b)により考案された手法で、時系列データとして与えられる騒音のレベルから受ける騒々しさの印象の程

度を定量化するために用いられる。この手法は測定対象である刺激の特徴を利用した手法である。加藤ら(1995a)は物理的騒音レベルと騒々しさの主観評価との関係に関する研究から、騒音レベルと騒々しさの印象のMFが考慮している騒音レベルの区間内で線型とみなせること、また騒々しさのカテゴリーが等間隔とみなせることを明らかにしている。これらの知見をもとに、騒々しさのカテゴリーは、騒々しさのMF: $\mu_T(L)$ を正規分割された等間隔対称三角形型の言語真理値のMF: $\tau_i(s)$ で真理値限定して得られるというモデルを提案している(図1)(加藤ら1995b)。つまりカテゴリー

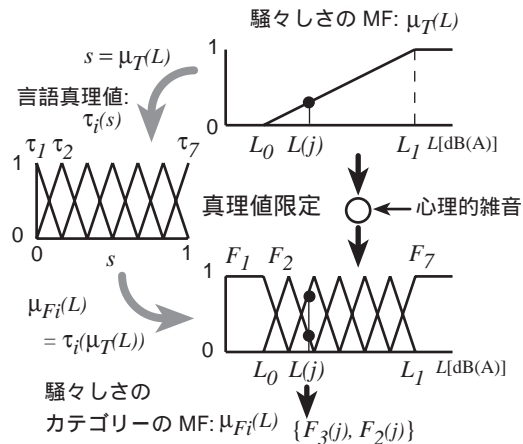


図1 ファジィ系列範疇法における騒音レベルと騒々しさのカテゴリーの関係(加藤ら1995b)。このモデルでは、騒々しさのカテゴリーのMFは騒音レベルを全体集合とする騒々しさのMFを正規分割された等間隔対称型三角形で表現された言語真理値で真理値限定することで与えられるとする。

のMF: $\mu_{F_i}(L)$ は、言語真理値の全体集合を数値真理値 $[0, 1]$ から考慮している騒音レベルの全体集合 $[L_0, L_1]$ に写像することで与えられる。

心理尺度構成の手順: 上述のモデルで、言語真理値のMF: $\tau_i(s)$ の形状および騒々しさのMF: $\mu_T(L)$ が線型であることは既知である。他方、未知パラメータは時系列騒音レベル $L(j)$ の全体集合の下限值 L_0 および上限値 L_1 である。したがって、この手法ではこれらのパラメータを同定することが尺度構成に当たる。加藤ら(1997)は騒音レベル $L(j)$ とそれに対する評定値 $F(j)$ からパラメータを推定する方法として (1) 式を最大化する L_0, L_1 を選択する方法を提案し、有効性を検証している。

$$L_F = \max_{(L_0, L_1)} \sum_j \log[\tau_i(\mu_T(L(j)|L_0, L_1))] |_{i=F(j)} \quad (1)$$

この式は、考慮している時間内で刺激騒音 $L(j)$ のカテゴリー $F_i(j)$ への所属度 $\mu_{F_i}(L(j))$ の全ての積がもっとも大きくなるように区間 $[L_0, L_1]$ を決定することを意味する。

特徴・応用など: 数時刻前のデータから騒音レベルの全体集合を推定するという特徴を利用すれば、騒々しさの印象の評価における文脈効果(context effect)を推定することも可能である(加藤ら1997)。さらに加藤ら(1997)はファジィ推論を併用して騒音レベルから被験者個々の評定値の予測も試みている。

この手法は、騒音レベルとその評定の特徴に立脚した手法であるが、刺激の物理量とそれに対応する心理量が線型関係で近似でき、評価カテゴリーが等間隔とみなせて、かつ反復測定が可能であるという条件を満たせば、他の対象にも利用可能である。

2.2 区間評定データの順序構造分析法

手法の概略: 区間評定データの順序構造分析法(Structural ordering analysis for interval rating data)は松居・竹谷(1994)により提案された手法で、多数の評定者に対して複数の項目からなるアンケートを実施し、区間値として回答されたデータから各項目の平均評定値と項目間の順序関係を求め、

項目間の順序構造を明らかにする。この手法は一定点として評定された評定尺度データの構造分析法である意味構造分析法(SS分析法: Semantic Structure Analysis, 竹谷1987)を区間評定データを処理できるように拡張したものである。この拡張は、区間評定も認められた場合、区間評定として回答する被験者が多いという結果に基づいている。

順序構造の定量化の手順: 順序構造を定量化する手順は、1)項目間の評定値の差を定量化、2)その値から評定値の順序性の逆転の度合を計算、3)それを順序性係数に換算、4)係数から順序性の有無を評価、という流れになる。

ある評定者 O_i の2項目 I_j, I_k に対する区間評定値 m_j^i, m_k^i が図2のようであったとする。これらに対し面積1となる確信度関数 $f_j^i(m_j^i), f_k^i(m_k^i)$ を密度関数として付随させ、(2)式により与えられる分布を評定値の差の分布の密度関数 $h_{jk}^i(u_{jk}^i)$ と定義する。図中では描画の簡略化のため一様分布を用いているが、実際の計算では対称三角形分布が用いられる。

$$h_{jk}^i(u_{jk}^i) = \int_{-\infty}^{+\infty} f_j^i(u_{jk}^i + v) \cdot f_k^i(v) dv \quad (2)$$

図2からもわかるように、密度関数の $u_{jk}^i = 0$ の位置は区間評定値 m_j^i, m_k^i の大小関係の逆転の度合を

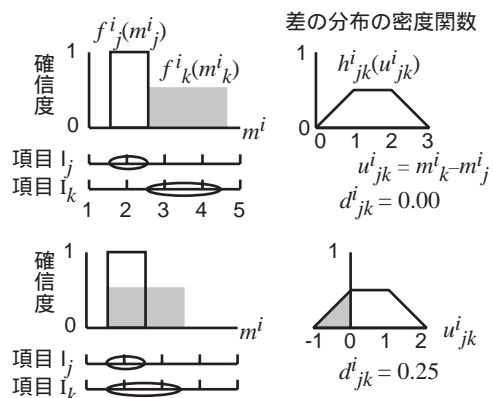


図2 区間評定データの順序構造分析法における逆順序評定率の算出法(松居・竹谷1994)。実際の解析では確信度分布として対称三角形分布が使用されるが、描画を簡略化するため一様分布により示した。

反映して変化する。そこで(3)式のように $u_{jk}^i=0$ 以下の面積の全評定者Nに関する平均値を逆順序評定率 d_{jk} と定義する。

$$d_{jk} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \int_0^1 h_{jk}^i(u_{jk}^i) du_{jk}^i \quad (3)$$

この逆順序評定率 d_{jk} を1から引いた値は順序性係数 γ_{jk} と呼ばれる。2項目 I_j, I_k 間に(4),(5)式の関係が成り立つとき、それぞれ順序関連 $I_j \succ I_k$, 等価関連 $I_j \sim I_k$ が成り立つとし、これらを総称して2項目間に関連性があるという。

$$\text{順序関連: } \gamma_{jk} \geq \mu \quad \text{かつ} \quad \gamma_{kj} < \mu \quad (4)$$

$$\text{等価関連: } \gamma_{jk} \geq \mu \quad \text{かつ} \quad \gamma_{kj} \geq \mu \quad (5)$$

各項目ごとに区間中央値を全評定者Nについて平均した値は平均評定値と呼ばれる。この値を縦軸として各項目をプロットする。この図で順序関連, 等価関連となる項目間をそれぞれ単方向, 双方向の有向線分で結ぶことで構造グラフが得られる。さらに横軸方向に因子分析による項目の分類の情報を用いて2次元的に表示すれば, 項目間の関係の把握が容易になる(竹谷 1987)。なお関連性の閾値として用いる μ の値は, 得られる構造グラフの見やすさから, 0.95が適当であるとされている(松居・竹谷 1994)。

特徴・応用など: この手法は, 従来と同じ評定尺度図をそのまま流用できる。その一方で, 区間評定を認めることで, 評定者の評定に対するあいまい性を反映させることができる。また順序関連あるいは等価関連の成立する項目間では, 評定者集団内での評定値の大小関係が極めて類似していることを意味している(松居・竹谷 1994)。したがって, 特定の項目と関連性のある項目に注目することで, その項目の理由や裏づけになる解釈を行うことも可能である。

2.3 ファジィ多項目並列評定法 (FCR 法)

手法の概略: ファジィ多項目並列評定法 (FCR 法: fuzzy-set concurrent rating method) は小田 (1995b)により提案された手法で, 「良い - 悪い」のような対立する概念を両極に置いた尺度図では

なく, 「良い」と「悪い」に関する独立した2つの尺度図を用いて同時に評定させ, その統合値として心理量を推定する手法である。つまりカテゴリーを1つ選択させて程度を表現させるのではなく, 各カテゴリーへの該当度を回答させ, その該当度に基づき心理量を推定する。評定項目の内容および数の決定は実験者に委ねられているが, 通常対立する2項目か, それにその中間を加えた3項目が用いられることが多い。

統合値の推定法: 図3は対立する2項目の回答例である。各尺度図上の評定 α, β は, それぞれ対象がその項目に該当する割合(あるいは確信度/適合度)を表している。この α, β から対象の心理量の推定値である統合値を算出することが心理尺度値の推定に相当する。

統合値の推定法として, 小田はファジィ集合演算による方法, 古典的技法による方法を提案している(小田 1995b, 1996a,b)。ファジィ集合演算による方法は, ファジィ制御でよく利用されるファジィ推論による制御量の決定法を用いている。つまり α, β を前件部における適合度とみなし, この

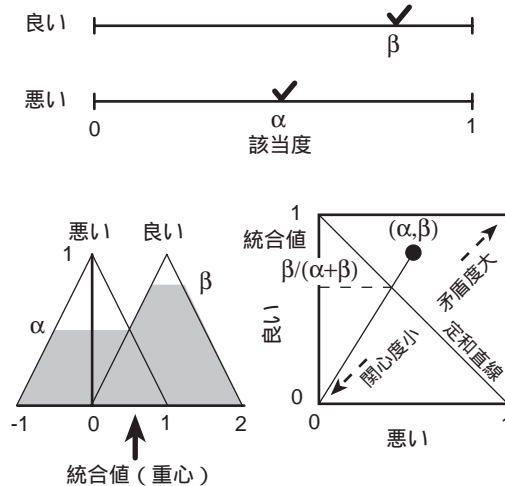


図3 ファジィ多項目並列評定法 (FCR 法) で使用される尺度図と統合値の算出法 (小田 1995b, 1996a,b)。上図のような相反する属性に関する尺度図を用いて対象の程度を回答させる。左下図はファジィ集合演算を用いた, また右下図は古典的統合法を用いた統合値の算出法の一例である。

適合度に応じて後件部に相当する各項目に対応する対称三角型ファジィ数を変形し,合成した後に非ファジィ化し,統合値を得る.図3はmin-max-重心法の例である.2項目のmin-max-重心法および代数積-加算-重心法の統合値はそれぞれ(6),(7)式のように表される.

$$T(\beta, \alpha) = \begin{cases} \frac{\beta(\beta-3)}{2(\alpha^2-2\alpha-\beta)} & \beta < 0.5, \\ & \alpha \geq \beta \\ 0.5 & \alpha = \beta = 0 \\ \frac{\alpha^2 - \alpha - 2\beta^2 + 4\beta}{2\alpha - 2\beta^2 + 4\beta} & \alpha < 0.5, \\ & \alpha < \beta \end{cases} \quad (6)$$

$$T(\beta, \alpha) = \begin{cases} \frac{\beta}{\alpha + \beta} & \text{otherwise} \\ 0.5 & \alpha = \beta = 0 \end{cases} \quad (7)$$

他方,古典的技法による手法では,ファジィ理論を用いず評定値 α, β から統合値を推定する.幾何学的には $(0,1)$ と $(1,0)$ を結ぶ $\alpha + \beta = 1$ の定和直線と (α, β) を通る直線との交点の β 座標値が統合値となる.小田(1996a,b)は $(0,0)$ と (α, β) を結ぶ直線との交点の β 座標値を単純スコア法 (α, β) から定和直線に下ろした垂線との交点の β 座標値を逆転項目平均法 $(1,1)$ と (α, β) を結ぶ直線との交点の β 座標を逆スコア法による統合値と定義している.図3は単純スコア法の例である.また単純スコア法の統合値は,先の(7)式の代数積-加算-重心法と一致することが知られている.他の2法の統合値は順に(8),(9)式で表される.

$$T(\beta, \alpha) = \frac{1 - \alpha + \beta}{2} \quad (8)$$

$$T(\beta, \alpha) = \begin{cases} \frac{1 - \alpha}{1 - \alpha + 1 - \beta} & \text{otherwise} \\ 0.5 & \alpha = \beta = 1 \end{cases} \quad (9)$$

$$T(\beta, \alpha) = \begin{cases} \frac{\log\left(\frac{1-\beta}{\alpha}\right)}{\log\left(\frac{(1-\alpha)(1-\beta)}{\alpha\beta}\right)} & \alpha + \beta \neq 1 \\ \beta & \alpha + \beta = 1 \end{cases} \quad (10)$$

また高萩(1996)は評定値 α, β の和が1でない点に着目し, λ ファジィ測度を用いて統合値を求める方法を提案している.この手法は $\alpha + \beta \neq 1$ である α, β を $a + b = 1$ を満たす a, b に変換し,この b の値を統合値として使用する.この場合の統合値は(10)式で与えられる.

特徴・応用など:FCR法の特徴は,統合値による心理量の推定に加え,評価の矛盾度を求められる点にある.図3のように, $\alpha + \beta > 1$ が矛盾領域, $\alpha + \beta < 1$ が無関心領域を表しているとみなせる.補正付最小比の矛盾度(林・小田 1996),差の絶対値の否定の矛盾度(小田ら 1996),定和からのずれの矛盾度(小田 1996b), λ ファジィ測度から導かれる相互作用の度合(高萩 1996)が提案されている.それぞれ順に(11)-(14)式のようになる.

$$0.5 \times (\alpha + \beta) \times \min(\beta/\alpha, \alpha/\beta) \quad (11)$$

$$1 - |\beta - \alpha| \quad (12)$$

$$\alpha + \beta - 1 \quad (13)$$

$$1 / \left(1 + \sqrt{(1-\alpha)(1-\beta)/\alpha\beta}\right) \quad (14)$$

矛盾度を利用することで設問そのものの適切さも検討できるという特徴もあり,心理学関連の研究(林・小田 1994,1996),語学学習(木村・小田 1997)や鍵盤学習(小川・堀 1997)の調査などに広く利用されている.

2.4 多重尺度図法(ファジィ範疇法)

手法の概略:ファジィ範疇法(method of fuzzy categories)は吉川(1993)により提案された手法である.言語ヘッジ(verbal hedge)をカテゴリーとする評定尺度図を用いる点では従来の系列範疇法と差異はないが,カテゴリーの定量化である尺度構成に対象の評定結果を用いず,評定と独立して

言語ヘッジのMFを同定し、それをカテゴリーの心理尺度値とする点で大きく異なる。この方法は、対象の程度を表現するカテゴリーを選択するという評価判断過程をファジィ理論を用いて解釈したモデルから導かれている(吉川・西村 1991)。このモデルでは、対象の程度とカテゴリーの言語ヘッジにはベグネスが本質的に存在し、カテゴリーの選択は両者の一致の程度に基づいて行われるとされる。この一致の程度は拡張原理に基づく type-2 真理値限定により得られるとし、それを利用して評価結果から対象の程度を推定する方法を導出している(吉川・西村 1993)。しかし心理尺度構成法として利用する分には、「対象の心理量は評価として選択されたカテゴリーの言語ヘッジのMFとして与えられる」という理解で十分であ

る。

他方、多重尺度図法(MUSCAT: multiple-scale technique)は上述のファジィ範疇法から得られる心理尺度値の推定精度の改善を目的として吉川(1994)により提案された手法である。ファジィ範疇法では離散的なカテゴリー評価尺度図が使用されているため、連続的な測定が可能なファジィグラフ評価尺度図法(fuzzy graphic rating scale method)などに比べて、推定精度が劣ることは否めない。そのためカテゴリーの構成が異なる複数の尺度図から得られた心理尺度値を合成することにより推定精度の改善を図っている。

心理尺度構成の手順:ファジィ範疇法による心理尺度構成は、1)カテゴリーに使用されている言語ヘッジのMFの同定、2)カテゴリー評価尺度図を用いた対象の評価、3)評価を言語ヘッジのMFで置換えて心理量を推定、という手順になる(図4)。この時、言語ヘッジのMFの同定と対象の評価は独立であるため、順序はどちらが先であっても問題はない。なお、もとのモデルが真理値限定を用いていたということもあり、吉川・西村(1993)では言語ヘッジのMFを「非常に真」のような言語真理値の形状を通して同定するとされていた。しかしその後の研究で言語ヘッジの形状は被修飾語の影響を受けないことが報告されているので(Yoshikawa 1997)、「非常に高い」のように適宜の属性を全体集合として同定すればよい。

多重尺度図法での心理尺度値の合成方法には数種の方法が提案されている(吉川・西村 1994)。吉川は、ファジィグラフ評価尺度図法から得られた値との比較研究から、2つの尺度図から得られた心理尺度値のMFの論理和集合を凸化する合成法が精度の改善という点で優れていることを明らかにしている(Yoshikawa, Nishimura 1994)。また離散性に伴う精度の低下を緩和する方法として、2つのカテゴリーの間の評価を認め、そのカテゴリーのMFを *Between* 集合(吉川 1992)として表現する方法も提案されている(吉川・西村 1994)。

特徴・応用など:ファジィ範疇法では、従来法では分離されていなかった、対象の評価とカテゴ

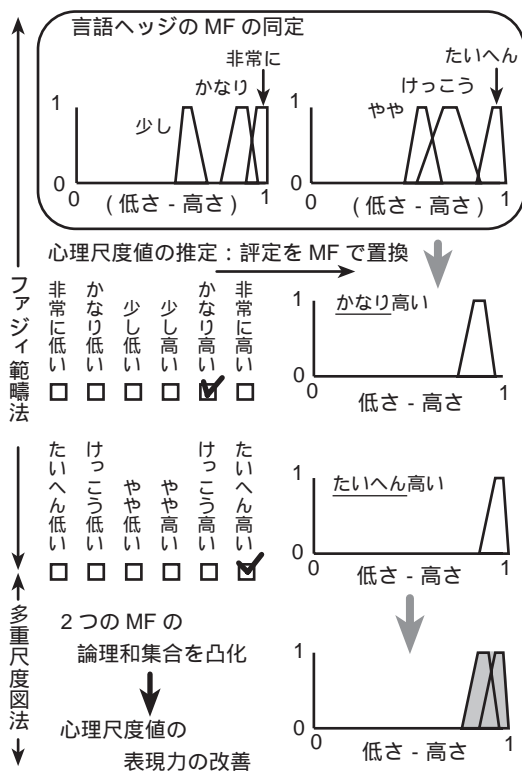


図4 ファジィ範疇法と多重尺度図法による心理尺度値の推定(吉川・西村 1993, 1994)。ファジィ範疇法は、評価を対応する言語ヘッジのMFで置き換えることにより心理尺度値を推定する。多重尺度図法は、異なる尺度図から得られた心理尺度値のMFを合成する。

リーの尺度構成は完全に分離されている。言語ヘッジの MF の同定が尺度構成に当たるために、そのベグネスさ、個人差を適切に扱うことが可能である。予め MF を同定しておけば実時間で対象の心理尺度値を推定することも可能である。またカテゴリー間に大小関係が成立するという系列範疇(*successive categories*)の仮定も必要ないため、例えば五十音順に配置されたチェックリストから該当するカテゴリーを回答するような形式も取ることができる。さらには反復評定が不要で、個人ごとに心理尺度構成ができるため、例えば、個人評価が重要で反復測定が困難な HI の評価にも適している(吉川・西村 1995a)。

3. メンバーシップ関数同定法

3.1 メンバーシップ関数同定法の大別

MF 同定法の分類: MF 同定法は、2. で取り上げたファジィ 評定法と同様、あいまいさを含む程度や量を定量的に扱う手法であり、ファジィ 評価において重要な役割を担っている。特に主観的な判断や評価の程度を MF として表現する場合、被験者による MF の直接同定は不可欠である。このよ

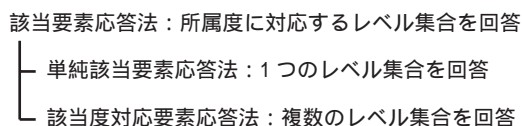
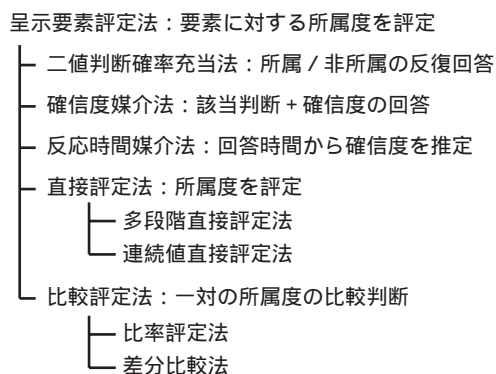


図 5 主観的反応によるメンバーシップ関数の推定法のタイプ(中村 1994)。中村(1994)をもとに加筆。

うな点からも、手法の提案・改良に関する多くの研究が既になされている。図5は回答様式に着目した MF 同定法の分類である(中村 1994)。MF が要素と所属度の対として記述されることから、MF 同定法は、要素を示してそれに対する所属度を回答させる方法: 呈示要素評定法と、逆に所属度を示してそれに対応する区間を回答あるいは要素を列挙させる方法: 該当要素応答法に2分される。特に前者については、所属度を容易にかつ適切に回答させるために種々の手法が提案されている。

なお、これらの回答方法そのものに関する研究とは別に、被験者の評定や回答から所望の数学的な性質を満足するような MF を推定する研究も精力的に行われている(藪本ら 1992, 玉木ら 1993, 渡辺 1993, 加藤ら 1995a)。

3.2 境界漸近推定法 (BASE 法)

手法の位置づけ: MF 同定法の研究は、回答法の提案・改良から推定法に重点が移行しているようである。しかし手法の回答しやすさという点では、既存の手法には改善の余地が残されている。このような観点から吉川(1995c)は、回答しやすさの改善を目的として境界漸近推定法(*BASE法: boundary asymptotic estimation method*)を提案している。この手法は、前掲の図5では該当する分類がなく、多段階直接評定法と該当度対応要素応答法の折衷法として位置づけられる。両手法ともよく利用されるが、多段階直接評定法には、回答要素数の増加、また所属度の多段階評定が容易でないという欠点がある。他方、該当度対応要素応答法には、レベル集合の区間端点の回答の際に MF の概形の把握を課すという欠点がある。

手法の概略: *BASE法*は該当度対応要素応答法で回答者が直接回答していた区間の端点を多段階直接評定法による所属度の回答から間接的に推定する。またこの所属度の回答を{所属, どちらとも言えない, 非所属}の3値に限定し回答を容易にしている。さらに既回答の所属度から回答が必要な要素をシステムで決定し、不要な回答を省い

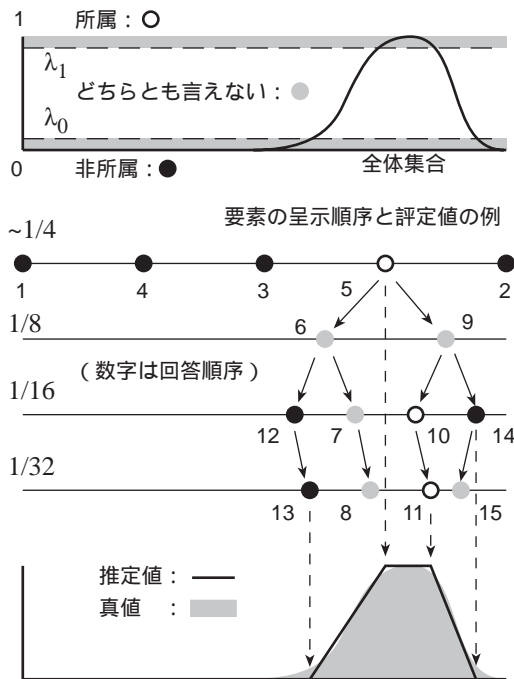


図6 BASE法によるMF同定の原理(吉川ら1995c)

ている。図6はBASE法における要素呈示順序と所属度の回答の例である。同定の手順は、「所属」と回答された要素が見つかるまでは既回答の要素の midpoint を再帰的に回答させる(図中の1~5)。「所属」と回答された要素が見つければ、一端が「所属」で、かつ両端で所属度が異なる区間の midpoint の回答を区間幅の最小値に達するまで繰り返す(5~8)。これを「所属」と「非所属」について行う。そして「所属」と回答された要素の上限(11)と下限(5)を1レベル集合の両端点、左側の「非所属」の上限(13)を台集合下限、右側の下限(14)を台集合上限として、台形型MFを推定する。

吉川(1995d)は、BASE法と該当度対応要素応答法のファジィグラフ評定尺度図法(Hesketh et al. 1988)との比較実験から、BASE法が回答しやすさと反復測定におけるMF形状の安定性で優れていることを確認している。

4. おわりに

本稿では比較的最近に行われたファジィ評定法

やMF同定法に関する研究を中心に紹介した。紙幅の都合もあり本文中では取り上げられなかったが、ファジィ評定法や評定尺度図を回答のためのヒューマン・インタフェースと考え、手法間での回答しやすさを実験的に評価した研究(Terashita et al. 1995)や回答しやすさを考慮した評定尺度図のカテゴリの選択・配置に関する研究(吉川・西村1996)などは、応用領域の拡大を考える上で重要な意味を持つと思われる。

最後に、本稿をまとめるにあたり文献の提供や内容の確認をしていただきました。島根大学 加藤 裕一 先生、電気通信大学 松居 辰則 先生、長岡技術科学大学 中村 和男 先生、愛知工業大学 小田 哲久 先生、専修大学 高萩 栄一郎 先生、山形大学 山下 利之 先生に心から感謝いたします。

参考文献

林,小田 1994: ファジィ理論を応用した曖昧図形認知に関する研究 - ファジィ多項目並列評定法による検討 -, 日本心理学会第58回大会発表論文集, 664
 林,小田 1996: ファジィ理論による性格特性5因子モデル(FFM)の検討, 心理学研究, 66, 6, 401-408
 Hesketh et al. 1988: An application of a computerized fuzzy graphic rating scale to the psychological measurement of individual differences, Int. J. of Man-Machine Studies, 29, 21-35
 加藤,山口,老松 1995a: 騒音に対する心的印象のメンバーシップ関数計測システムの開発, 日本ファジィ学会誌, 7, 6, 1247-1259
 加藤,山口,老松 1995b: ファジィ論理に基づく騒音刺激入力に対する新たな心理応答モデルの提案と実験的検討, 日本音響学会誌, 51, 9, 663-671
 加藤,山口,老松 1997: 騒音に対する心理的応答予測問題へのファジィ系列範囲法の適用, 日本音響学会誌, 53, 5, 663-671
 木村,小田 1997: 外国語学習ストラテジーの質問紙調査における調査技法の検討: 評定尺度法とFCR法の比較, 教育工学関連学協会連合第5回全国大会論文集, 543-544
 松居,竹谷 1994: 区間評定データの順序構造分析, 電子情報通信学会論文誌 A, J77-A, 12, 1758-1767
 中村 1992: メンバーシップ関数の測定諸手法の関連について, 第2回ノンエンジニアリングファジィワークショップ講演論文集, 66-67
 中村 1994: ファジィ理論と行動科学, 日本ファジィ学会編 講座ファジィ 14巻 ファジィ理論と人文・社会科学 (第5章), 194-198, 日刊工業新聞社
 小田 1993: 人間行動モデルとしてのファジィ理論 - 適用の可能性と課題 -, 日本経営システム学会誌, 10, 1, 57-67
 小田 1995a: 市場多様化のための消費者心理分析, マネジメント・ネットワーク編 顧客創造のためのマーケット分析法 (第4章), 103-115, 日刊工業新聞社
 小田 1995b: ファジィ多項目並列評定法の特徴について,

ファジィ評定とメンバーシップ関数同定法

- 日本経営システム学会誌, 12, 1, 23-32
- 小田 1996a: FCR法(ファジィ多項目並列評定法)の原理とその応用, 3学会共催研究発表会(JSQC第53回中部支部第14回)研究発表要旨集, 81-84
- 小田 1996b: FCR法の矛盾度公式に関する考察, 第17回日本経営システム学会全国研究発表大会講演論文集, 71-74
- 小田, 木村, 宮本 1996: FCR法(ファジィ多項目並列評定法)の矛盾度について - Ambiguity Toleranceの測定データの解析 -, 日本教育工学会第12回全国大会講演論文集, 291-292
- 小川, 堀 1997: 保育者養成系短期大学における鍵盤学習の取り組み方の一考察 - その2 -, 岡崎女子短期大学研究紀要, 30, 181-198
- 高萩 1996: ファジィ測度によるFCR法(ファジィ多項目並列評定法), 第1回曖昧な気持ちに挑むワークショップ講演論文集, 41-44
- 竹谷 1987: 評定尺度データの意味構造分析法, 行動計量学会誌, 14, 2, 10-17
- 玉木, 金川, 太田 1993: ファジィ観測データに基づくメンバーシップ関数の同定, 日本ファジィ学会誌, 5, 2, 308-317
- Terashita, Ohsuga, Shimono, Toda 1995: Towards an effective subjective measurement method based on fuzzy set theory, Symbiosis of Human and Artifact, 279-284, Elsevier Science
- 渡辺 1993: 統計的方法によるメンバーシップ関数の推定, 日本ファジィ学会誌, 5, 4, 816-825
- 藪本, 宮本, 村上 1992: スプライン関数による確率密度推定法を用いたメンバーシップ関数の同定, 第8回ファジィシステムシンポジウム講演論文集, 261-264
- 山下 1992: ファジィ - 心理学への展開 -, 61-75, 垣内出版
- 山下 1994: ファジィ理論と心理学, 日本ファジィ学会編 講座ファジィ14巻 ファジィ理論と人文・社会科学(第3章), 93-104, 日刊工業新聞社
- 吉川, 西村 1991: 評定判断過程の新モデルとその実験的検証, 日本ファジィ学会誌, 3, 2, 366-371
- 吉川 1992: Between集合の数学的性質, 日本ファジィ学会誌, 4, 1, 150-159
- 吉川, 西村 1993: ファジィ範疇法による心理尺度構成とその実験的検証, 日本ファジィ学会誌, 5, 4, 719-731
- 吉川, 西村 1994: 多重尺度図法とBetween集合によるファジィ範疇法の改良, 電子情報通信学会論文誌 D-II, J77-D-II, 1, 154-161
- Yoshikawa & Nishimura 1994: Comparison among methods for compounding psychological scale values in the multiple-scale technique, IEICE Trans. Fund., E-77-A, 7, 1202-1205
- 吉川, 西村 1995a: HI評価への適性と得られる主観量に基づいた3種の主観量測定法の比較, ヒューマン・インタフェース研究論文集, 4, 1, 5-14
- 吉川, 西村 1995b: カテゴリー尺度図の測定しやすさ感とカテゴリー配置の関係, 第11回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム講演論文集, 303-306
- 吉川, 藤本, 西村 1995c: 計算機の援用によるメンバーシップ関数同定法の改良, 第4回インテリジェントシステムシンポジウム講演論文集, 7-12
- 吉川, 藤本, 西村 1995d: 2種のメンバーシップ関数同定法の客観的・主観的比較 - ファジィグラフ評定尺度図法と境界漸近推定法について -, 第11回ファジィシステムシンポジウム講演論文集, 405-408
- 吉川, 西村 1996: ファジィ集合を用いたカテゴリー評定尺度図設計システム, 第12回ファジィシステムシンポジウム講演論文集, 737-740
- Yoshikawa 1997: Independence of functions of verbal hedges from Modificands, Biomedical Fuzzy & Human Sciences, 3, 1, 77-82

(1998年3月4日 受付)

[問い合わせ先]

〒606-0962 京都市左京区松ヶ崎
 京都工芸繊維大学工芸学部電子情報工学科
 吉川 歩
 TEL: 075-724-7496
 FAX: 075-724-7400
 E-mail: ayumi@sip.dj.kit.ac.jp
<http://www-sip1.dj.kit.ac.jp/>

— 著 者 紹 介 —



吉川 歩 (よしかわ あゆみ)

京都工芸繊維大学 工芸学部 電子情報工学科

平成4年3月京都工芸繊維大学大学院 博士後期課程単位取得退学・博士(学術, 京都工芸繊維大学)。同年4月京都工芸繊維大学電子情報工学科助手。情報処理において主観性を適切に扱う重要性から, 主観情報処理を提唱。その一環として, ファジィ理論を用いた心理尺度構成法, メンバーシップ関数同定法, 主観判断を反映した類似性指標, 言語ヘッジに関する研究などを行っている。