

主観情報処理について

吉川 歩 (岡山大学 教育学部 情報基礎学講座)

700-8530 岡山市津島中三丁目1番1号

ayumi@sip.ed.okayama-u.ac.jp, <http://sip.ed.okayama-u.ac.jp/>

これらの詞は、すでに私のものではない。

何故ならばその一語一語は、読まれた途端にその持つ意味がすでに読み手の解釈する、解釈できる、解釈したいetc.....意味へととって変わられるのだから。

「語」は、コミュニケーションの手段でありつつ、それ自体が人類の共通項でもなければ審判でもない。したがって、これらの詞はすでに私のものではない。

という言い方もできる。ところが同じ理由によって次のような言い方もできてしまう。

したがって、これらの詞は、ついに私一人のものでしかない.....と。

はたまた、次のような言い方も。

したがって、これらの詞は、私のものでさえもない.....。

(中島みゆき全歌集序文(朝日新聞社)「詞を書かせるもの」より引用)

1. はじめに

背景:近年,製品設計や情報処理における人の感性の重要性が認識され,感性工学や感性情報処理が注目を集めている。これらの分野で扱われる感性や言葉の情報処理を考えると,主観性は避けて通ることのできない問題の1つと言える。また産業構造も少品種大量生産から多品種少量生産へと転換しつつある。つまり扱う対象の単位が集団から個へシフトしつつある。したがって,集団でのコンセンサスとともに個性が重視されるようになってきている。このような個の重視という観点からも主観性は重要な鍵となる。

本稿のねらい:本稿では,まず人間のあるいは人間を含む情報処理システムを扱う際に,主観性を適切に扱うことの重要性について述べる。そのために主観性の扱いの変遷および人間の情報処理の特徴を概説した後,主観情報処理の枠組みについて言及する。さらに関連諸領域との関係についても触れる。

また第2のねらいは,この学問分野の応用の方向性の一端を示すことにある。本稿の後半では,言葉による程度の伝達を例として,主観情報処理の研究対象,研究の方向性,実用可能性などを例示する。

2. 情報処理と主観性の関わり

主観性の位置づけの変遷:まず最初に自然科学系の学問分野での主観性の扱われ方の変遷から見ていきたい。大別すると図1のように,排除,考慮,中心の3段階になる。そして現在はちょうど考慮から中心への転換期に差し掛かっていると言える。以下,各段

階ごとに見ていきたい。

主観性の排除:工学などの自然科学の分野では情報の客観性が重視されてきた。主観性を含む情報は普遍性の欠如した(客観)情報と捉えられていたため,これらの分野では扱う対象から除外されてきたと言える。しかし人が関連する対象を扱う必要性が高まるにつれ,主観性を過度に排除することが,理論から導かれる知見と現実の状況との不適合を招いたり,あるいはそれらの知見の適用範囲を狭めてしまうという問題を生み出してきた。

主観性の考慮:これに対しファジィ理論[1]は,主観性を排除するのではなく,それらも考慮可能な理論体系を与えている。確かにファジィ理論は,意味や程度に含まれる曖昧さを定量的に表現する方法のように主観性を扱うための有効な道具は提供している。しかしその道具を使って主観性をどのように取り扱い,そして得られた知見がどのように活用できるのかななどの,いわば使い方の知識の提供は十分とは言い難い。

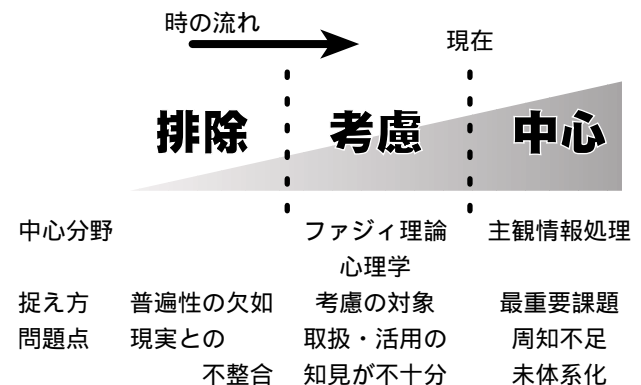


図1 主観性の位置づけの変遷

もちろん心理学でも主観性は扱われてきた。しかしその興味は一般化された人間行動の特性を客観的に記述することに向けられている。そのため主観性はむしろ一般的な記述やモデルに対する外乱という位置づけであり、分別すべき対象として明確にする必要があったので扱われてきたとも言える。

情報処理で主観性を扱う必要：主観性は人が関係するいろいろな場面で現われる。特に人が行う情報処理は主観性が強く現われる対象の一つである。人の情報処理に関する特質は、人を含んだシステムを適切に扱うために考慮する事項として重要な意味を持つだけでなく、人間の優れた情報処理手法をシステムの処理能力の改善に利用するために考慮する事項としても重要である。そのためにも、人の情報処理における主観性を中心的問題として捉えて適切に扱うことは意義がある。

3. 主観情報処理の枠組み

人の情報処理：人の情報処理は、何かを伝える、あるいは伝えられた内容を解釈するという、コミュニケーションがその根源と考えられる。個人用の覚え書きのように情報の受け手と送り手が同一の場合もあるが、多くの場合両者は異なっている。冒頭の引用のように、たとえ同一の語であっても、送り手は送り手の意味で、そして受け手は受け手の意味で解釈が行われる。この特徴が主観性を生み出す根源の1つとなっていることは明白である。さらに通信・交通手段の発達に伴う社会での活動の増加が、大量で時には不完全な情報を適切に処理する能力を人に要求するとともに、主観性も増大させている。このような劣悪な環境下でも人は意識せずに曖昧性を含んだ情報、非数値情報、あるいは不完全な情報を的確に処理している。

情報処理における曖昧性：人の情報処理と主観の関連および重要性を明らかにするために、主観性とも関連の深い曖昧性について触れておく。人の柔軟性に富んだ優れた情報処理機能を情報処理システムの改善に利用するためには、人の情報処理の特質を理解する必要がある。その目的から中村[2-4]は情報処理の曖昧性に関する特質の分類を行い、大局性、融通性（柔軟性）、そして非論理性（文献では主観性であるが、混乱を避けるため筆者命名）の3種に大別している（図2）。

大局性は、大量の情報を合成して曖昧化することで圧縮し、情報を適切にかつ効率的に処理する特質である。この特質はさらに、似ている特徴を持つもの

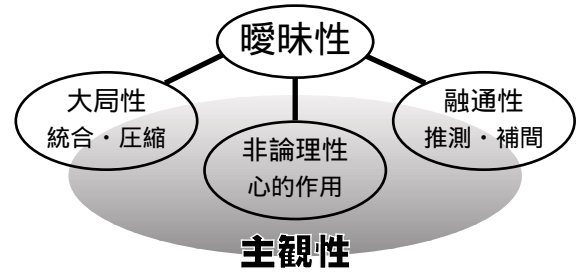


図2 情報処理における主観性と曖昧性の関係

をグループ化する概念性、意味をぼかすことでグループ化する近似性、そして意味の主要部分を把握して表現する骨子性に細分される。

また融通性は、必要な情報が欠損している場合や不明確な場合に適切に補って情報を処理する特質である。この特質はさらに、場面に応じて意味解釈に許容幅を持たせる弾力性、経験を重ねて外界とのギャップに順応する可塑性、そして働きかけを通して未知対象への対応方法を体得する対話性に細分される。

そして非論理性は、情報処理が個人の情動や動機、直観、感性、信念などの心的作用との関わりの中で行われるという特質とされている。この特質はさらに、個人内の意味づけや信念により処理される確信性、また情動、直感推理、連想や飛躍などの非論理的な処理が行われる直感性、そして感情により処理結果が変動する情動性に細分される。

この非論理性に最も主観性がよく表れるのは確かである。しかし、例えば、入力情報を統合して新しい情報を作り出す場合（大局性）にも、あるいは入力情報が不足した状態で推測する場合（融通性）にも、情報の統合方法や推測方法に個人差が認められる。これより主観性は曖昧性と同様、人の情報処理のいろいろな特質に関連していると言える（図2）。したがって曖昧さという機軸と同様に、主観性を機軸として人の情報処理を扱うことは重要な意味を持つ。

情報処理における主観性：本稿では、情報処理における主観性を同一対象に対する判断や評価に見られる個人差として捉える。つまり情動や感性などの心的作用のみに限定せずに、処理結果に見られる個人差すべてを対象とする。さらに情報そのものの差異だけでなく、上で述べたような情報を扱う方法の個人差も主観性として扱う。もちろん主観性は個人に存在する特質である。その一方でその存在の認識には他者との比較が必要であるため、集団の中でのみ見いだされる特質である。

主観情報：主観情報とは「判断の基準や概念の定

義，あるいは処理の方法のよりどころを個人において情報」と定義する。つまり主観性を含む情報，あるいは主観的に処理された情報と捉える。また実社会で伝達されているすべての情報が人により作り出されたものであるということから考えると，次章で触れるように，広い意味ではすべての情報を主観情報の範疇に含めることもできる。

主観情報処理：主観情報処理とは，人の行う情報処理に内在する主観性を解析し，その得られた知見を種々の領域に応用する分野と定義することができる。先の主観情報の捉え方に従えば，主観情報処理は情報に含まれる主観性の解析・利用と主観的な情報処理方法の解析・利用に大別することができる。例えば，前者には「かなり」のような程度副詞の表す程度をその意味の個人差や不明瞭さを考慮して定量化することや，アンケート結果を個人差を考慮して解析することなどが含まれる。また後者は人が印象のような自分の内部に存在する程度を言葉で表現するときに，どのような方法で言葉を選択しているのかを解析することなどが該当する。また前者の場合，測定された個人の主観性の記述自体も重要であるが，それらを測定するための標準的な手法の開発はさらに重要である。

4. 他の領域・分野との関係

主観情報と客観情報：従来から扱われてきた主観性を含まない情報を，本稿では明確化のために客観情報と呼ぶことにする。客観は主観に対立する概念であるため[5]，主観情報と客観情報も対立する概念と考えられがちである。しかし，客観情報は主観性による情報の誤伝達を回避するために，判断や処理の基準から主観性を取り除いた主観情報と捉えるべきで，対立概念という解釈は適切でない。つまり図3に示すように，各個人の主観情報の共通部分集合が客観情報に相当する。高さの表現を例とすると，「非常に高い」のような程度副詞を用いた表現が主観情報に相当し，程度副詞の表す程度の個人差の影響を受けることになる。それを回避するために導入された

のが単位であり，客観情報に相当する。

また一般に客観情報 = マクロ，主観情報 = ミクロと考えられることが多い。これは集団の中で1つの情報が共有される範囲という基準による評価である。個人を基準として考えれば，図3からも明らかのように，逆に主観情報 = 客観情報という関係が成り立つ。

主観情報と感性情報：感性情報の定義は統一化されていないのが現状ではあるが[6]，本稿では感情や情緒に基づいて処理された情報および感性を含む情報と定義する。これに従えば，図3に示すように感性情報は主観情報の部分集合に相当する。例えば，美しさの程度は感性情報でも主観情報でもあるが，高さの印象の程度は主観情報とは言えるが感性情報とは言い難い。ただし近年採用されることの多い，感性を「感覚から心理までの人間の情報処理プロセス」と見る立場を取れば[7]，感性情報は主観情報により近いものとなる。この場合両者の差異は個人差への重視度の違いになる。つまり人間の感性という情報のソースに重点を置くか，個人差という処理された情報に重点を置くかという違いになる。

ところで個人間で共有される主観情報が客観情報であったのと同様，感性情報についても共有部分が存在する。例えば「作家 氏の感性がよく表れた作品」などのように，感性情報であっても集団でコンセンサス(この場合，作風)が形成されているものが該当する。

また主観情報処理を提唱している理由の1つに，感性情報の扱いにくさがある。感性情報は非常に魅力のある対象であるが，深い情報処理機構が関与しているため扱いが困難であることが多い。そのため，比較的扱いの簡単な主観情報を対象として研究を実施し，そこで得られた知見を感性情報に適用して妥当性や有効性を確認する方が得策と考える。

主観情報処理と感性工学：感性工学はある人がもっている感性を具体的なデザイン要素に翻訳し，実現する工学的手法である[8]。例えば自動車の設計を例にとると，どのように色や形を決めれば，美しいあるいはカッコいいといった印象を与える車が設計できるのかを支援する手法である。そのためには人の感性を定量化する必要がある。感性工学では，SD

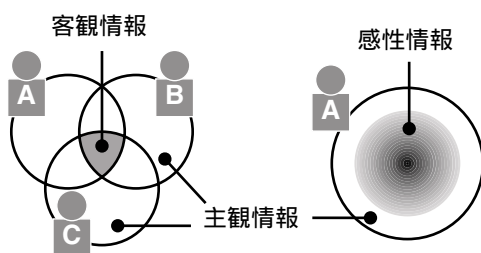


図3 主観情報と客観情報，感性情報の関係

表1 各分野の扱う世界

分野	扱う対象
人工知能	名詞・動詞 客観(論理)的信息
感性工学	形容詞 心的情報
主観情報処理	副詞 個人(差)情報

法に見られるように、感性を測定するとき形容詞を用いることが多い。そのため形容詞の世界を扱うと言われる[6]。これに対して主観情報処理は、次章で述べるように主観的な程度の測定に程度副詞を用いる。その意味では副詞の世界を扱うとも言える(表1)。また感性には個人差があるために感性工学でも個々人の評価の重要性が認識され始めている[9]。主観情報処理は個人を基本として捉えているため、主観情報処理の研究から得られた知見を感性工学の分野に適用することが可能と考える。

主観情報処理とヒューマンインタフェース：ヒューマンインタフェース(以下HI)は「人間とそれを取り巻く環境との間の相互関係をいかにしたらより良いものにできるか」を目標とする学問分野である[10]。つまり人間を取り巻く環境をその物理的な特質から評価するのではなく、人間の行動や人間に与える影響を通して評価する。例えば自動車を例にとると、最高速度や加速性能といった物理的な性能に基づいて評価するのではなく、運転しやすさや快適性などに基づいて評価することに相当する。このHIの評価の大きな特徴は測定器が人間そのものであることである。そのため官能検査と言われる主観評価が重要な意味を持つ。

さらにHIの評価では個人差の扱いが重要である。これまでその重要性はあまり認識されていないが、例えば使いやすさの評価において、たとえ1000人中999人までが使いやすいと評価したとしても、使いにくいと評価した当人にはそのHIは悪いHIであることは揺るぎない。このような点からも、個人差の適切な扱いが重要であり、主観情報処理はそのための手法を提供することが可能と考える。

5. 主観情報処理の研究対象とその応用例

前章まで主観情報処理の枠組などの理論的な面を中心に述べてきた。本章では実際問題への応用の方向性を事例とともに示していく。

5.1 程度副詞を用いた程度の伝達のモデル

モデルの構造：本稿では主観情報処理の適用対象の一例として、程度副詞を用いた程度の表現を取り上げる。この例を取り上げた理由は、主観性が明確に現れ、比較的応用に結びつきやすいためである。

大局的には、これは多次元の連続量の入力(外界からの刺激)を1次元の離散値(程度副詞のラベル)に

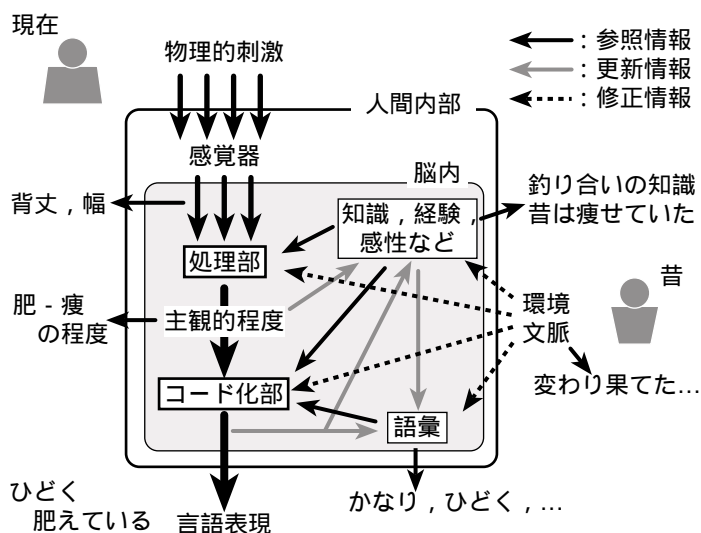


図4 程度副詞による程度表現のモデル

変換する過程と捉えることができる。図4に示すように、この過程は2つに大別できる。1つは多次元の入力を統合して、伝えようとしている程度に変換する過程である。もう1つは、得られた程度を表現するのに適切な程度副詞を選択する過程である。前者を処理部、後者をコード化部と呼ぶこととする。すなわち前者は多次元の連続量を1次元の連続量に統合し、後者は連続量を離散値に変換する。

これらの過程で処理を行う際には、上述の入力情報以外に、次の2種の情報が関連する。1つは知識、経験、感性、語彙などの人の内部に蓄積された情報である。これらは処理の際に、その基準や規範として参照されるため参照情報と名付ける。もう1つは環境や文脈など人の外部から影響を及ぼす情報である。これらは処理の際に2つの過程や参照情報に一時的な影響を及ぼすので修正情報と呼ぶこととする。さらに各過程の出力は、必要があれば参照情報源にフィードバックされて内容を更新する。この情報を更新情報と名づける。上述のモデルで物理的刺激とラベルとしての言語表現は曖昧さを含まない。それに対して過程内部で用いられる処理部の出力である、主観的程度やコード化部で使用される程度副詞が表している程度はともに境界が不明瞭であるため、ファジィ集合として記述される。

ところで、図4の程度表現のモデルは必ずしも人間の生体的な機能をシミュレートしたモデルとはなっていない。しかしここでの目的は人間の精緻なモデルを構築することではなく、人間の情報処理過程を工学的な応用が容易な形で記述することにある。した

がって同様の結果が得られれば内部構造や細部が現実と乖離することも容認する。

具体例によるモデルの説明：体型の表現を例として、上記のモデルの各部について説明する。この場合、入力情報は背の高さと体の幅になる。処理部は、背の高さと体の幅から、両者の釣り合いを知識や経験をもとに「肥 - 瘦」の程度に変換する。この処理の際に、例えば、昔痩せていた知人に10年ぶりに会ってみると別人のように肥えていて驚いたという場面を考えると、感情、知識の参照情報と文脈の修正情報が、肥えているという程度をより大きくするように作用する。

一方コード化部は、処理部でファジィ集合として表された「肥 - 瘦」の程度を程度副詞のファジィ集合と比較して、その程度を表現するのに適切な程度副詞を決定する。別人のように肥えていたという先の例の場合、その程度を表せるだけでなく、感情や文脈が作用して意外感や驚きのニュアンスを表せる程度副詞が選択されることになる[11]。

主観性の存在：上述のモデルにおける主観性は、処理方法に主観性が見られるものと情報の程度や構造に主観性が見られるものの2つに大別できる。前者に該当するのは、処理部とコード化部である。処理部では多次元入力の取捨選択方法や各入力の重みづけあるいは統合方法に個人差が存在する。またコード化部では、その入力と程度副詞の間の適合度の算出方法、程度副詞の選択へのニュアンスの反映させ方などに個人差が見られる。一方、後者の情報の程度、構造に関するものは、参照情報、修正情報、更新情報および処理部の出力の主観的な程度、そして最終出力の言語表現に見られる。この例からもわかるように、主観性はほとんどの箇所で見られる。

5.2 モデルの応用

モデルの簡略化：前述のように外的な刺激を程度副詞に変換する過程を考えただけでも、多種の要素が複雑に関係していることがわかる。これらの要素を最初からすべて考慮することは不可能に近い。そこで次のようなモデルの簡略化を行った上で取り扱う。まず環境や文脈などの修正情報は、考慮している期間を限定し、その間で扱う対象が変化しなければ、一定と見なすことができる。また考慮している期間中には参照情報の更新は行われないと仮定する。これらの扱いにより更新情報と修正情報の影響を除くことができる。この簡略化されたモデルを用いて、次のような3種の応用が考えられる。

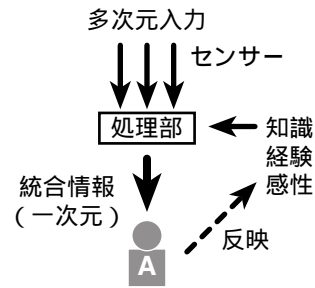


図5 知的情報統合システム

知的情報統合システム：多次元入力を1次元入力に統合するという処理部の機能を利用すれば、図5に示すような知的情報統合システムを実現できる。情報を統合する際に利用する知識、経験、感性などの参照情報と統合方法に特定ユーザの主観性を反映させることにより、多次元の情報をそのユーザに適した情報に集約して伝達することができる。これはシステムのHIの改善に利用することも可能性である。実用化の価値の高い応用の1つであるが、実現までの障壁の高い対象でもある。

言語近似システムへの応用：ここで扱う言語近似は、ファジィ集合として与えられた程度を程度副詞を用いて表現するものである。この言語近似は、例えば、ファジィ数として表現されているシステムの出力を程度副詞に翻訳してユーザの理解を助けることや、あるいは程度副詞を用いた程度の伝達の際に程度副詞のラベルを単に正確に伝えるのではなく個人間で最も意味が似ているものに翻訳し誤伝達を回避するなど、いろいろな用途への応用が期待できる。また実際に応用も試みられている[12]。

従来の言語近似の手法には、近似に用いる言葉の主観性や、言葉を選択するために不可欠なファジィ集合から求められる類似性指標と人の主観的な類似度の判断との関係の考慮が十分でないという問題がある。図6のようなコード化部のモデルを考えると、先の問題はそれぞれ、語彙の主観性とコード化部の

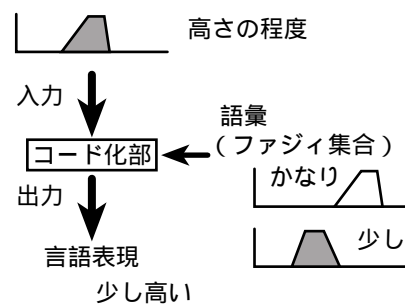


図6 言語近似システム

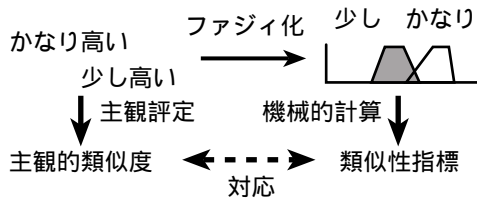


図7 主観的類似度と類似性指標の関係

類似度の評価方法の扱いに帰着できる。後者の主観的な類似度の判断とファジィ集合から計算される類似性指標との対応関係は、Zwickら[13]やYoshikawa[14,15]が扱っている。Yoshikawaは「かなり高い」のような程度表現を刺激として、被験者にそれらのメンバーシップ関数(MF)の同定と各表現間の類似度を評定させる実験を行っている。そして得られたMFより30種のファジィ集合間の類似性を表す指標を算出し、直接被験者に評定された類似度と比較している(図7)。指標値と評定値の相関分析の結果より要素軸方向のファジィ集合間の距離を表す指標(例えば、MFの重心位置の距離)が、よく利用されてきたファジィ集合間の重なり方を表す t -norm 演算から得られる指標(例えば、論理積集合の高さ)よりも、主観的な類似度をよく反映していることなどを明らかにしている。

他方、前者の語彙の主観性は、程度副詞のMFの同定に帰着できる。種々の同定法が提案されているが[16-19]、標準と言える手法は見いだされていない。MF同定法は主観性の定量化法としても重要な意味を持つため、その標準的な方法の開発は急務である。

心理尺度構成への応用：この応用は先の言語近似と逆方向にコード化部のモデルを利用する(図8)。心理尺度構成法は、「非常に高い」のような程度副詞を目盛とする物差を用いて測定された主観的な程度(アンケートデータ)を定量化する方法である。その代表的な方法として系列範疇法がよく知られている[20]。しかしこの方法には程度副詞

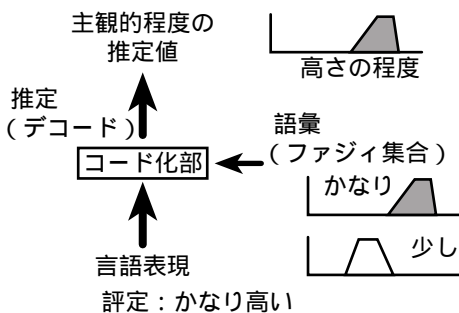


図8 心理尺度構成(ファジィ範疇法)

の個人差など主観性が適切に扱えないなどの問題がある[21]。詳細は文献に譲るが、そのため吉川ら[22]は、コード化部のモデルとして、程度副詞の選択は真理値限定規則を用いて計算される程度副詞が主観的な程度を表現している度合(一致度)に従うというモデルを提案している。評定結果の程度副詞と主観的な程度が完全に一致するとは限らないが、完全に一致したという仮定を置くと、主観的な程度の推定値は予め個人ごとに別途同定しておいた程度副詞のMFにより与えることができる。つまり目盛に用いている程度副詞のMFを回答者個人ごとに同定させておいて、対象の主観的な程度の推定値は評定結果として選ばれた程度副詞のMFとして与えればよい。ファジィ範疇法[23]と呼ばれるこの推定法は、従来の系列範疇法では扱えなかった程度副詞の意味の個人差を適切に考慮した主観的な程度の推定が行える。それに加えて反復測定が不要であるという特徴も併せ持つ。

さらに目盛である程度副詞の表す程度を対象を測定の前に予め得ることができるという特徴も有する。吉川はこの特徴を用いて、程度副詞の表す程度の個人差や答えやすさを考慮してアンケートの回答者ごとに適した目盛の選択と配置を行う評定尺度図設計支援システムを提案している[24]。提案システムは、回答者により同定された程度副詞のMFを元にシステムがその回答者に適していると思われる尺度図の候補を複数作成して示し、その中から回答者が使用したい尺度図を決めるという構成になっている(図9)。このシステムが実現されれば画一的な目盛を用いて目盛に回答者が合わせていたという本末転倒した従

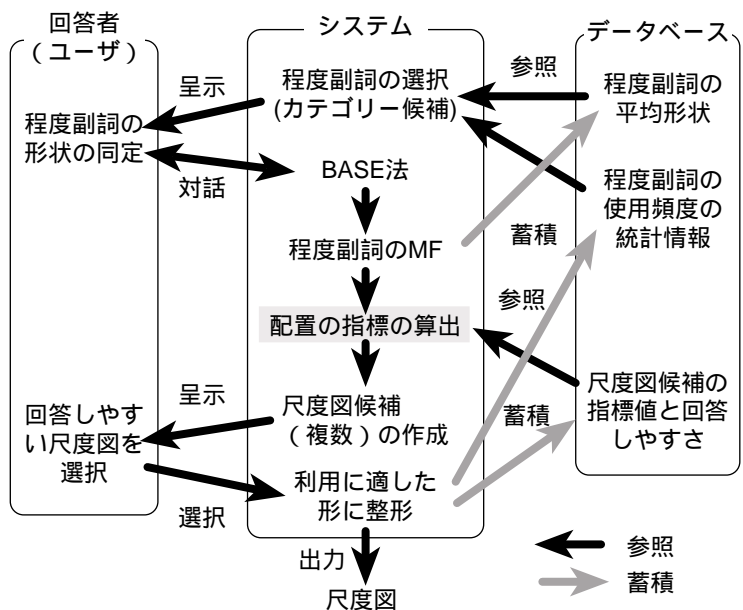


図9: カテゴリー評定尺度図設計支援システム

来の状況を，目盛を個人に合わせるという適正な方向に改善することができる．

6. むすび

本稿では主観情報処理の基礎となる人間の情報処理およびその特質，また主観情報処理の枠組みや他の領域との関連について述べた．さらに，主観情報処理の応用の一つの方向性として程度副詞による程度表現に関する研究の動向について解説した．ここで触れた以外にも工学分野において主観性を取り扱った研究は徐々に増えつつある．特に日本ファジィ学会評価問題研究会主催の「曖昧な気持ちに挑むワークショップ」[25,26]や同学会主催の「ファジィシステムシンポジウム」[27]ではよく見られる．特に前者のワークショップでは，主観情報処理を冠したセッションも設けられている．拙稿を読まれて興味をお持ちいただいた方はぜひご参加いただきたい．また本稿が，従来は脇に追いやられていた主観性を中心的な問題として扱うことが重要であると理解してくださる方々を増やすことに少しでも役立てば幸いである．そして最後に講演の機会をお与えいただいた諸先生方に心より謝意を表したい．

参考文献

- [1] Zadeh: Fuzzy Sets, Information and Control, 8, 338-356 (1965)
- [2] 中村：人間の情報処理のあいまいさの理解に向けて，第6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，6-7 (1996)
- [3] 国際ファジィ工学研究所編：ファジィ思考による知的情報処理，コンピュータ・エージ社 (1995)
- [4] 中村：あいまいコミュニケーションと認知心理，第4回日本ファジィ学会北信越支部ミニシンポジウム講演論文集，28-33 (1995)
- [5] 例えば，新村出編：広辞苑第二版，岩波書店(1977)
- [6] 辻編：感性の科学，サイエンス社 (1997)
- [7] 講習会「感性工学をこう考える」テキスト，日本ファジィ学会 (1997)
- [8] 長町：感性工学，海文堂 (1989)
- [9] 篠原他編著：感性工学への招待，森北出版 (1996)
- [10] 計測自動制御学会編：ニューロ・ファジィ・AIハンドブック，6編ヒューマンインタフェースの基礎，オーム社 (1994)
- [11] 吉川，西村：程度表現語の程度表現以外の機能の実験的検討，第13回ファジィシステムシンポジウム講演論文集，301-302 (1997)
- [12] Sugeno & Yasukawa: A Fuzzy-Logic-Based Approach to Qualitative Modeling; IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 1, 1, 7-31 (1993)
- [13] Zwick et al.: Measures of similarity among fuzzy concepts: A comparative analysis, International Journal of Approximate Reasoning, 1, 221-242 (1987)
- [14] Yoshikawa & Nishimura: Relationship between subjective degree of similarity and some similarity indices of fuzzy sets, Proceedings of IIZUKA'96, 818-821 (1996)
- [15] Yoshikawa: Mutuality Measures Corresponding to Subjective Judgment of Similarity and Matching, Proceedings of FUZZ-IEEE,99, I-33 - I-37 (1999)
- [16] 中村：第5章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，194-198，日刊工業新聞社 (1994)
- [17] 山下：ファジィ - 心理学への展開 - ，垣内出版 (1992)
- [18] 吉川：ファジィ評定とメンバーシップ関数同定法，日本ファジィ学会誌，10, 2, 184-192 (1998)
- [19] Yoshikawa: Improvement of Membership Function Identification Method in Usability and Precision, Advances in Soft Computing -Engineering Design and Manufacturing, eds. Roy, 248-259, Springer Verlag (1998)
- [20] ギルホード，秋重監訳：精神測定法，培風館 (1959)
- [21] 吉川，西村：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 (1995)
- [22] 吉川，西村：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 (1991)
- [23] 吉川，西村：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 (1993)
- [24] 吉川：ファジィ理論を用いた評定尺度図設計支援システム，日本ファジィ学会誌，10, 6, 1154-1163 (1998)
- [25] <http://sip.ed.okayama-u.ac.jp/soft/hm99.html> (気持ちのワークショップのホームページ．2000年以降はhm2000.html，hm2001.htmlのように更新される予定)
- [26] <http://www.fz.dis.titech.ac.jp/~murofusi/Eval/> (日本ファジィ学会評価問題研究会のホームページ)
- [27] <http://soft.amcac.ac.jp/> (日本ファジィ学会のホームページ)