

早稲田大学審査学位論文
博士（人間科学）

感性の共通理解に向けた知識記述基盤の構築
—色彩科学と学習科学における意識内容のオントロジー記述—

Development of the Foundation of Describing Knowledge toward
Common Understanding of Human Sensibility:
Ontological Descriptions of the Contents of Consciousness
Concerned in Color Sciences and Learning Sciences

2014年1月

早稲田大学 大学院人間科学研究科
村松 慶一
MURAMATSU, Keiichi

研究指導教員：松居 辰則 教授

論文概要

情報技術が発達した現代において、我々はコミュニケーションを支えるコンピュータとのより良い関係を築くことが問われている。人間とコンピュータの共生を念頭におけば、人間の感性を“理解”したコンピュータの振る舞いを実現することが課題の一つである。そのためには、人間の感性それ自体が未解明である現状にあっては、analysis-by-synthesisの考え方に基づいて「作ることを通して本質を理解する」ことが有効なアプローチであると考えられる。そこで、本研究ではアプローチのもとで「感性情報処理の対象領域のドメインモデル」と「感性として人間が備えている概念」とを適切に対応づけた知識記述に取り組み、その知識記述の概念的基盤としてオントロジーの構築を行った。本論文の第二部で感性を捉える枠組みの提案、第三部で心理実験による感性の観察、第四部で感性の表現に関するオントロジーの構築、第五部で感性の表出過程に関するオントロジーの構築について、それぞれの対象領域を設定して解決を図った。

第二部では、美学および心理学を対象領域とし、美的感性を表す現象として美的体験を題材とした。美的体験は個人の心的過程において美的な世界が成立するものと解釈され、その美的な世界は主観と客観の関係のうちに理解されるとされている。美的体験に関する理論を踏まえ、感性を捉える枠組みの提案とそれに基づいた知識記述を行うことを論点とした。まず第四章では、美的体験が意識の過程であることに着目し、意識の内容すべてを要素とする content space という概念空間の中で美的体験が包括的に捉えられることを論じた。次に第五章では、美的体験の機能が何のためにあるのかについて明らかにすべく、美的体験の過程を (a) 認知の対象、(b) 認知の内容という二つの視点から考察した。具体的には、化石人類や石器などから推測される認知能力を論じた文献を参照し、人類とその他の霊長類、さらに現生人類(ホモ・サピエンス)と旧人類の認知能力の比較を行った結果、道具の製作と使用において積極的に意識を感情に向けることが美的感性の起源と結論づけた。第六章では、芸術を鑑賞する際の美的体験がどのように達成されるかについての記述を行った。具体的には、鑑賞者の意識の流れをフローチャートに整理した上で、意識の内容をタスクフローとして記述した。その結果、鑑賞者の感情体験の仕方によって優美と崇高という二つの美の種類の違いがタスクフローによって適切に表現された。

第三部では色彩科学を対象領域とし、色彩に対する感情的反応である色彩感情を題材とした。第七章では感情状態として捉えられる色彩感情を測定し、第八章では印象評価の際に認知的努力を必要としない潜在的態度としての色彩感情の測定を行った。どちらも content space の要素として捉えられる物理的的刺激と感情との対応関係を検討したものである。まず、第七章での実験ではドイツで行われた既往研究と同じ刺激と評定尺度を

用いて印象評価実験(参加者は日本の大学生・大学院生18名)を行った。それらのデータを対象に、構造方程式モデリングによって感情の次元と色彩属性の関係をモデル化し比較した。その結果、両国とも総じて色彩に対する感情状態の次元は明度と彩度の影響を強く受けているが、細部で両者の構造には明確な差異がみられた。ただし、その差異がどのような文化的要因に起因するかはさらなる検討が必要である。次に、第八章の実験では感情誤帰属手続きを用いて色彩配色に対する反応を大学生および大学院生28名を対象に測定した。その結果、顕在的態度として測定される反応とは異なり「彩度のコントラストが高いこと」に対して高いポジティブ反応が見られた。

第四部も同様に色彩感情を題材とし、対象領域のドメインモデルに規約を与えるためのオントロジーを構築した。第三部までに得られた結果から、意識の内容を表現すること、対象物が物理的性質と同時に心理的性質をもつこと、感情の状態と評価的次元の評価軸を記述対象から除外すること、評定尺度による測定結果を記述対象にすることをオントロジーの構築方針とした。第九章では、意識の内容である色彩感情を表現するために上位オントロジーであるYAMATO(Yet Another More Advanced Top-level Ontology)を拡張し心理的属性と主観評価値の概念を定義した。これにより評定する行為と共に評定尺度を定義することができ、意識上の性質の概念が表現として表出されることが記述された。これらのオントロジー記述の適用可能性について検討した結果、色彩感情に関する学術論文(27件)で用いられている心理量に関する形容語対の評定尺度(174個)が、本研究で定義した16概念のみで約74.4%が説明可能であることが確認された。このことは本オントロジーが十分な適用可能性を有していることを示している。さらに、第十章では測色値、主観評価値などのデータ記述と、それらの関係を説明する統計的なモデル表現のオントロジー記述を行った。心理物理量である測色値のデータ記述は先の心理的属性の概念に基づいている。さらに、統計モデルにおける変数間の関係を定義することによって、変数となる心理量と心理物理量の関係が明示的に記述された。これらは色彩感情の測定結果を表現するための知識記述基盤として位置付けられる。

第五部では学習科学を対象領域に設定し、学習者の心的状態を題材にしたオントロジーの構築を行った。第十一章では、四択問題を回答中の学習者の心的状態(回答に対する確信と選択に対する迷い)と行動(コンピュータ画面上の視線情報)を取得する実験(参加者は大学生5名)を行い、ノイズの少なかった3名分58試行のデータから心的状態と行動の関係を命題化した。第十二章では学習者の心的状態と行動の関係を表すためのオントロジー構築を行った。このオントロジーは第四部のオントロジー記述に基づいており、それが別の対象領域に適用可能であるかを検討することによってオントロジー記述の妥当性を評価する意図がある。ここでは、多肢選択問題を回答するというイベントを定義し、その中で学習者の行動と意識の内容を位置づけた。さらに、学習者の意識の内容を明確

にするために、学習に関連する感情理論で用いられる概念を導入した。その結果、第四部で示したオントロジー記述が別の対象表域にも適用可能であることが確認された。本研究で構築したオントロジーは、意識上の性質の概念を中心にして、データと理論の両者の関係を明示することに貢献し、それによって学習者の心的状態の理解に基づいた学習支援システムを開発する際の知識記述基盤として有用であると考えられる。

本研究の成果は、analysis-by-synthesis という人工知能研究の考え方に基づいて人間の感性を構成し理解するための知識記述基盤としてのオントロジー開発である。構築されたオントロジーは、データ記述やモデル表現を含む実験結果ならびに理論の知識を研究者間で共有する際の基盤となると共に、それらを援用した感性情報処理技術を開発する際にドメインモデルの規約を与える概念を提供する。その結果として、計算機に実装された形式的な知識(色彩感情の統計モデルや学習者の心的状態モデルなど)がオントロジーによって人間の解釈と内容的に対応づけられることで、コンピュータは人間と同等の感性の“理解”が可能になると考えられる。今後の課題としては、構築したオントロジーに基づいて、人間とコンピュータが感情を共有することを目指したインタラクションシステムを開発することで、実践的な場面におけるオントロジーの評価を行うことが挙げられる。

目次

第Ⅰ部 序論	1
第1章 研究の背景	3
1.1 メディアと情報技術の発展	3
1.2 メディアに対する人間の認知的姿勢	4
1.3 コンピュータによる知識処理	5
1.4 問題意識	9
第2章 研究の目的と対象	11
2.1 内容指向アプローチによる感性の理解	11
2.2 対象領域の設定と分析	12
2.3 概念的基盤としてのオントロジー構築	15
2.4 人工感性の構成に向けて	16
第3章 本論文の論点と構成	18
第Ⅱ部 感性を捉える枠組み	21
第4章 美的感性を捉える枠組みの提案	23
4.1 美学における美的感性の捉え方	24
4.2 科学における感性の捉え方	26
4.3 枠組みについての見解	30
4.4 心のダイナミクスとしての感性の理解	33
4.5 感性理解に向けた科学的アプローチの考察	40
4.6 小括	42
第5章 進化的アプローチによる感性の理解	43
5.1 進化的アプローチ	43
5.2 感性における認知	47

5.3	認知の対象と内容の進化	50
5.4	美的感性の獲得と発達 の考察	58
5.5	小括	64
第 6 章	美的体験の達成過程の分類と記述	66
6.1	美的体験に関する理論と方法	67
6.2	美的体験における心的過程の記述方法	69
6.3	美的体験の記述	70
6.4	美の体系化に向けた感性表出の考察	74
6.5	小括	76
第 III 部	心理実験による感性の観察	77
第 7 章	色彩感情の構造を捉える次元	79
7.1	感情状態に着目した色彩感情	80
7.2	色彩刺激に対する感情状態の評定	80
7.3	構造方程式モデリング	85
7.4	感情の次元と色彩属性のモデルの考察	91
7.5	小括	92
第 8 章	色彩刺激に対する潜在的態度の測定	94
8.1	美的体験の情報処理モデルと分析視点	95
8.2	感情誤帰属手続きによる測定	98
8.3	各刺激に対する反応率の分析	101
8.4	知覚的流暢性に起因する潜在的態度の考察	103
8.5	印象オントロジー構築の課題と展望	105
8.6	小括	107
第 IV 部	感性の表現に関するオントロジー構築	109
第 9 章	色彩感情に関する心理的属性のオントロジー記述	111
9.1	心の科学的アプローチ	112
9.2	対象領域の分析と設定	113
9.3	オントロジーの拡張	116

9.4	オントロジー記述の評価と考察	125
9.5	小括	130
第 10 章	色彩感情に関するデータ記述とモデル表現のオントロジー	134
10.1	課題の設定と解決方法	134
10.2	測色に関する概念	136
10.3	色彩研究におけるモデルの体系化	139
10.4	色彩研究における統計モデルの記述	142
10.5	色彩感情の理解に向けたオントロジーの評価と考察	145
10.6	小括	147
第 V 部	感性の表出過程に関するオントロジー構築	149
第 11 章	学習者の視線と心的状態の実験的検討	151
11.1	多肢選択問題回答中の学習者の視線取得	152
11.2	取得した視線情報と回答パターン	153
11.3	視線特徴の抽出	155
11.4	学習者理解に向けた視線特徴の考察	160
11.5	小括	161
第 12 章	学習者の心的状態に関するオントロジー記述	162
12.1	知的メンタリングシステム	163
12.2	学習者の状態を記述するためのオントロジー	164
12.3	心的状態を表す概念の関係記述	169
12.4	感情評価における属性の役割の考察	173
12.5	小括	174
第 VI 部	結論	175
第 13 章	総括	177
13.1	本研究の論点	177
13.2	オントロジー構築に向けた感性の理解	179
13.3	オントロジー構築の成果	183

第 14 章 課題と展望	187
14.1 人間とコンピュータのより深いインタラクション	187
14.2 オントロジーを用いた認識と概念の対応付け	188
14.3 深いインタラクションに向けたオントロジーの利用	189
14.4 人間の感性理解に向けたオントロジー記述の課題	192
謝辞	194
参考文献	195
付録	209
研究業績	211

目次

3.1	本論文の構成	19
4.1	感情・認知・行動における生理学的情報処理の垂直関係(文献[165]をもとに作成)	29
4.2	content space の概念図	34
4.3	意識の内容としての感情を中心としたダイナミクス	37
5.1	美的感性の進化	62
6.1	作品鑑賞における意識の流れ	71
6.2	作品を鑑賞する行動の知識表現例	72
6.3	均整方式と不均整方式の知識表現例	73
6.4	優美方式と崇高方式の知識表現	74
7.1	Self-Assessment Manikin 尺度	81
7.2	色相カテゴリごとの平均評定値	83
7.3	トーンカテゴリごとの平均評定値	84
7.4	本研究データに対する修正モデル2	87
7.5	先行研究データに対する修正モデル3	87
7.6	一次式と二次式による Dominance の回帰分析	88
8.1	感情誤帰属手続きの概念図	96
8.2	刺激呈示の順序と時間	100
8.3	配色における感情効果の組み合わせ	101
9.1	法造におけるノードとスロットの凡例	117
9.2	YAMATO における概念の階層構造	118
9.3	意識している状態(上)と意識着目行為(下)	120
9.4	意識上の属性値(上)と意識上の属性(下)	122
9.5	知覚的な大小関係の比較コンテキスト	132

9.6	評定尺度と評定尺度上の点	133
9.7	評定する行為	133
10.1	原刺激による試験光の等色実験イベント	137
10.2	基準刺激との等色(上)とスペクトル刺激との等色(下)	138
10.3	変数, 統計モデル, 色空間モデルのクラス	140
10.4	因子分析, 重回帰分析のインスタンス	144
11.1	問題提示の画面	152
11.2	回答カテゴリにおける確信度の割合	154
11.3	問題文・選択肢の走査	155
11.4	問題文・選択肢の再走査	155
11.5	初期走査が認められない例	156
11.6	初期走査中の選択肢比較	157
11.7	初期走査直後の回答	158
11.8	再走査中の問題文・選択肢比較	159
11.9	全択・勘回答における回答時間の差	160
12.1	知的メンタリングシステムの概念図	163
12.2	認知的属性とその属性値	166
12.3	多肢選択回答イベントの構造	167
12.4	感情を評価する行為と下位概念	172
14.1	オントロジーに基づくインタラクションのイメージ	188

表目次

5.1	情動の適応的価値 [28] をもとに作成	46
5.2	認知の対象と内容	48
5.3	能力の獲得と契機	54
7.1	色彩刺激の CIELCh 座標	82
7.2	本研究と先行研究のデータに対する適合度指標	86
7.3	h_{190} のデータに対するモデルの適合度指標	90
8.1	使用した色の H V/C と RGB	98
8.2	使用した色の組み合わせ	99
8.3	プライム刺激の反応率	103
8.4	調和プライム条件の基準	104
9.1	定義した複合知覚量の下位概念	124
11.1	先読み・読み返りが見られた試行数	157
11.2	再走査開始時の視線位置	158
11.3	再走査中の平均推移回数	159
13.1	本研究の課題と成果	178

第I部

序論

第1章 研究の背景

1.1 メディアと情報技術の発展

現代社会において ICT(Information and Communication Technology) の発展が目覚ましい。パーソナルコンピュータとブロードバンドネットワークの普及もさることながら、日本では特に Web ブラウザを搭載した携帯電話、さらにはスマートフォンと呼ばれる小型コンピュータが幅広い世代に浸透している。これらの情報インフラおよび端末デバイスは、インターネットを介した情報へのアクセスを一般的なものにしながらメディアの在り方を変えている。例えば、マスコミュニケーションにおける情報の伝達手段としては、新聞や雑誌といった紙媒体、テレビやラジオの放送媒体から、インターネットを介するいわゆる Web 媒体へと進化している。

Web 媒体は電磁媒体の一種であり、デジタル化された文字、画像、音声、動画などの多様な型の情報を組み合わせて一元的に処理することができるという点でマルチメディアの特徴を有している。また、紙媒体では伝達する内容(コンテンツ)と提示手段(メディア)が一体であったが、電磁媒体ではそれらは完全に独立し提示手段はコンピュータのユーザインタフェースに依存するようになっている。例えば、従来のキーボード入力に加えて音声入力を利用される音声検索のように、マルチモーダル・インタフェースが身近になっている。このように、コンピュータを核としたコミュニケーションのマルチメディア化と共にマルチモーダル化によって我々は豊かな生活を享受することができている。

しかし、その一方でコンピュータの性能が大幅に向上した上に、さらにコミュニケーションがマルチメディア化、マルチモーダル化したことによって、我々はメディアと共に溢れる情報とどのように付き合っていくかということが問われている。なぜならば、それらはコミュニケーションのチャンネルを増やすと共に、伝達される情報量の増加を引き起こすことになるからである。すなわち、情報を受け取る人間の性質を十分に考慮し、それに見合った形で発展していくことが望ましい。例えば、大量の情報を要約し利用者にとって関連の深い知識を提供することなどが考えられる。その他に、同じ出来事を伝える場合に文字だけでなく音声や動画が付加されることによって臨場感が増すなど、利用者の感情が適切に伝わることなども考えられる。このように現代においてより豊かな

生活を考える上では、人間の知識構造や感情の理解に加えてメディアに対して人間がどのように接するのかということを理解する必要がある。すなわち、人間が知性的かつ感性的に振る舞うために自身が持っている知識を明らかにするということである。その上で、情報処理としてコンピュータがそれらの知識を扱うことによって、人間とより良い関係を指向した発展が実現されると考えられる。

1.2 メディアに対する人間の認知的姿勢

コンピュータそのものやメディアに対して、人間は対人的な反応をするというメディアの等式理論 (Media Equation) が知られている。これはリーブスとナス [121] によって様々なインタラクション実験を通して確認されており、そのような反応の原因としてメディアに対応するには人間の脳が古い (old brain) ことが挙げられている。目の前にあるものがたとえメディアであっても、人間が自動的に特定の反応を示してしまうことは生得的な認知的姿勢であると考えられる。

例えば、発達心理学の研究分野の CG アニメーションを題材とした実験から、自発的に動きそれが目標指向的であるという基準で、乳幼児が心を持つモノと物理的なモノとを区別することが明らかになっている [119]。物理的なモノは他から力が加えられた時にだけ動くのに対して、心を持つモノは自ら動きを開始し停止する。また、心を持つモノは、何かの「目標」に向かって一貫した軌道をとるというように目標指向的な動きをする。これらの二つの基準がそろった時に、乳児は自動的にそれが心を持つモノであると解釈するのである。このように、人間はたとえ CG アニメであっても目の前に特定の基準を満たしたモノがあれば、それを自動的に解釈してしまうのである。

HAI (Human-Agent Interaction) 研究において、コンピュータあるいはメディアを含むエージェントに対して人間がどのような関係を持つかということについて、次の二つの認知姿勢が指摘されている。すなわち、メディアの等式理論と呼ばれる、無自覚に人間と向かい合っている事物をエージェントとしてみなす認知姿勢と、人間以外の事物の擬人化を通して対象となる事物をエージェントとしてみなす認知姿勢である [147]。その議論の中では、人間は見立てる能力を有しており、対象となる事物に対して既知の概念を適用することで、対象の属性やその取り巻く環境との関係を推測する手がかりを得ることが取り上げられている。こうした人間の認知姿勢を理解すると共に、それらを利用するようにエージェントを設計することで人間との関係をより良いものにすることができると考えられる。

1.3 コンピュータによる知識処理

1.3.1 人工知能研究の歩み

ICT およびメディアの発展からみれば、現在はもちろん将来の我々の生活においてコンピュータは不可欠なパートナーであることは疑いない。人間のような知的な振る舞いをコンピュータによって実現することは、これまでの人工知能の領域において研究されてきた。西田 [95] は人工知能研究の歩みについて次のようにまとめている。1970年代には明示的に表現された知識を活用して、いろいろな専門分野で高い専門性を要するタスクを解くことのできる知識ベースの開発が進められた。1980年代には知識ベースはエキスパートシステムとも呼ばれるようになり、初の人工知能ビジネスが立ち上げられると共に、機械学習の研究が本格化した。1990年代になるとエキスパートシステムの成功は限定的であることがわかり、研究の焦点は機械学習研究とそこから分岐したデータマイニングに移った。さらにインターネットの急速な広がりとも相まって、知識処理の研究は大量のデータを活用して困難な問題を解決することが出来るようになってきた。

このような流れの中で、現在の知識処理研究としては大量データに対するマイニングのように形式的な処理に重きが置かれている一方で、その内容を扱う研究方法論が脚光を浴びている。また、コンピュータの情報処理という点では、従来の知識情報処理に対して感性情報処理と呼ばれる人間の感性や感情レベルでの協調を図る技術が脚光を浴びている。本節では知識そのものを研究対象とする内容指向研究と、人間の主観的な側面に焦点を当てた感性情報処理研究の取り組みについて概観した上で、コンピュータが感性や感情に関する知識を扱うためのアプローチについて述べる。

1.3.2 内容指向研究

人工知能研究は論理 (知識表現) と推論を代表とする形式指向と、知識ベースやオントロジーに代表される内容指向という相対する二つの研究に大別することができる [78]。知識ベース・エキスパートシステムでは、専門家の専門知識を知識表現に変換し知識ベースを構築・維持することに非常に大きなコストがかかっていた。このことがエキスパートシステムの成功が限定的であったと評される理由のひとつである。内容指向の研究が抱える問題点としては次のようにまとめられる [79]。すなわち、1) 個別の状況に依存したアドホックな議論になりがちであること。従って、2) 形式理論の様に積み重ねが効くような方法論がないこと。3) しっかりした基盤研究、あるいは技術がないことである。これらに対して、専門家の経験的知識を直接考察の対象とするのではなく、知識を構成す

る基本概念に立ち戻って考察することで「知識を積み上げる」理論の確立を目指す内容指向研究の必要性が指摘されている [80].

この内容指向の研究を支える基盤として、これまでにオントロジーによる知識概念の体系化が行われ成果をあげてきた。人工知能の視点からオントロジーは「概念化の明示的記述 [22]」と定義され、さらに知識ベースの視点から「人工システムを構築する際のビルディングブロックとして用いられる基本概念/語彙の体系（理論） [77]」とされる。すなわち、オントロジーとは人間と計算機の両者から理解可能な知識記述のための共通基盤であり、「対象世界をどのように捉えたか（概念化したか）を明示し、一貫性を持って知識（インスタンスモデル）を記述するための共通概念や規約を提供するもの [54]」である。

オントロジーは記述される知識によって大きく二つに区別される。一つは対象領域の知識を記述するドメインオントロジーであり、もう一つはプロセスに関する知識を記述するタスクオントロジーである [82]。ドメインオントロジーの構築例としては、医療分野での臨床医学オントロジー、教育分野での教授理論オントロジーなどが挙げられ、タスクオントロジーの構築例としては石油精製プラントの復旧運転問題 [36] が挙げられる。これらの例において、オントロジーは対象世界の概念化を明示することで、現実の問題をモデル化する際の規約を与えている。また、ICT 技術でのマルチメディア処理に対しては、オントロジーによって「多種多様なメディア、すなわちテキスト、音声、図、静止画像、動画等によって表現されている知識を、各種メディア間で変換、要約、統合等を行う基盤技術 [81]」を実現することが期待されている。

1.3.3 感性情報処理

人間の心に訴えかける物の性質のようなものは論理的表現にはなりにくく、従来の知識情報処理の研究では長らく扱われてこなかった。このような情報を感性情報と名づけ、感性を情報処理として捉える研究分野が感性情報処理である。これは心理学と情報学の学際的領域であり、心理学においてなされてきた感性的な性質を測定する手法を用いることで感性を情報化しようというものである。情報工学の流れをみると、三つの段階を経てきた [25]。第一は物理法則を基本原理に光、音、力などを扱う信号処理、第二は規則、論理を基本原理として言語、シンボル、図形、数式などを扱う知識情報処理、第三に人間の主観、快—不快などを基本原理として感情、情緒を扱う感性情報処理が位置づけられる。

感性情報処理研究の関連領域について、井口 [32] は次のようにまとめている。感性情

報処理は心理学，人工知能，認知科学と特に関連が深い．一般的に人工知能の研究領域は，「機械の知能」をシステムとして実現することを目的とする狭義の人工知能と，「人間の知能」を理解することを目的とする認知科学を合わせたものである．狭義の人工知能は人間の知能を解明する以上に知的機械を作ることが優先され，科学というよりも工学の色が強い研究領域である．感性情報処理は「機械の感性(人工感性)」の実現を目的とした領域で，狭義の人工知能と同様に工学的分野に位置づけられる．狭義の人工知能に対する認知科学と同様に，感性情報処理と対になるのは「感性の解明」を目的とした科学分野に位置づけられる心理学である．

井口による位置付けでは，知識を研究対象とする狭義の人工知能と認知科学を合わせて広義の人工知能と呼び，感性情報処理とは異なった研究領域としている．しかし，感性情報処理を情報学と心理学が隣接する領域として捉えれば，感性情報処理も広義の人工知能として捉えることができる．一般的には認知科学が心理学を含む複合領域であることも加味すれば，広義の人工知能研究の中であって，人間の知識を研究対象とするものを狭義の人工知能・知識情報処理，人間の感性を研究対象とするものを感性情報処理として捉えて差し支えないと考えられる．

情報学，心理学に限らず様々な分野の専門家を対象に感性の定義について調査した研究 [23] によると，感性は (1) 主観的で説明不可能なはたらき，(2) 先天的な性質に加えて知識や経験による認知的表現，(3) 直感と知的活動の相互作用，(4) 美や快などの特徴について直感的に反応し評価する能力，(5) イメージを創造する心のはたらき，という五つにまとめられる．また，感性情報処理の分野では情報系の研究者と心理系の研究者の間で，感性をどのように捉えるかについてその傾向が異なる．「感性」，「感性情報」，「感性情報処理」という三つの用語についての捉え方の調査 [72] によると，情報系研究者は美的感情や評価過程を，心理系研究者は認知活動一般を概念の基本としているため，それぞれの概念にのみ由来する捉え方は同意を得られていない．

このように，一般に感性は感情や情緒に関連し外界の刺激に対して何かを感じ取る直感的な心の働きとして説明されるが，明確な定義が確立されていない．その後，この分野での包括的かつ実用的な工学的モデルが提案されている [42, 43]．それによると感性は次の四つの階層に分類される．すなわち，(1) 物理化学的レベルの感性，(2) 生理的レベルの感性，(3) 心理的レベルの感性，(4) 認知的レベルの感性である．このモデルにおいて感性が想定されているそれぞれのレベルは，人間の内部に想定される情報処理過程と対応している．このような見方をするならば，人間の内部で行われている感性情報処理に関する知識を積み重ねることで，人間の感性を適切に情報化しコンピュータで処理をすることが出来るようになると考えられる．

1.3.4 ドメインモデルとオントロジー

感性情報処理の研究で実現しようとしている機械の感性すなわち人工感性とは、例えばプロダクトデザインのような人間の感性が発揮される場面において、問題解決あるいはその支援を行う情報処理システムである。この人工感性システムが何らかの問題解決あるいは支援を行う際には、その内部に明示的ないし暗黙的に対象領域の事物をモデル化したドメインモデルを持っていると考えられる。一つの例として、先述の物理化学的レベル、生理的レベル、心理的レベル、認知的レベルに分けられた感性のモデルが挙げられる。このモデルは人間の内部で想定されている情報処理過程に対応しており、情報処理システムが人間の感性をどのように捉えて情報化しようとしているのかということを表している。このようなドメインモデルを明確にするために、ソフトウェア工学の研究分野においてドメイン分析・モデリング (Domain Analysis and Modeling) という方法論の構築が行われている [27]。ドメインの分析は、システムが扱うドメインの知識を整理し、それらを再利用することに貢献する。その上で、汎用のモデルを対象ドメインに特殊化することによって対象ドメインに特化したドメインモデルを得ることができる。

ドメイン分析・モデリングというアプローチはシステム開発における知識の再利用を体系化しようとする取り組みの一つであるが、その根底にはシステムを構成するための知識そのものが何であるのかという問題が残っている。すなわち、何らかの方法で得られたドメインモデルが、現実世界の何を表しているかということである。個々の対象領域において分析・モデリングのプロセスが適用されれば、それぞれのプロセスで独立したドメインモデルが得られる。そのため、それぞれのドメインモデルがどのように汎用のモデルを特殊化して得られているかということを一貫して理解することは困難である。ドメインモデルすなわち対象領域における知識を規定する概念のレベルから共有することを考えなければならない。

知識の概念的基盤であるオントロジーは、このようなドメインモデルの規約を与える役割を担うことができる。その一例として、工学分野のドメインモデルに対する工学ドメインオントロジーの構築 [49] が挙げられる。このドメインオントロジーは物理的世界のドメインモデルを規定する空間的な構造と時間的な振る舞いの概念を記述している。例えば、電気回路を構成する部品体系と電氣的接続というような接続関係が空間的な構造であり、それらの部品の物理量がどのように変化するかというような物理法則や機能体系が時間的な振る舞いである。このような概念的基盤を構築することによって、設計や故障診断といった工学的な行為を対象とした問題解決あるいはその支援に関するドメインモデルを統一的に記述し管理することができるようになると考えられる。

1.4 問題意識

1.4.1 コンピュータと人間の共生

人類史をひも解けば、人間はそれぞれが生きる環境に手を加えながら、その中で豊かさを模索してきたといえる。情報社会におけるメディアの発達を鑑みると、コンピュータの存在は単なる道具としてだけでなく、我々を取り巻く環境として不可欠であると考えられる。我々のより豊かな生活のためには人間とコンピュータが良い関係を築くことが必要であると考えられる。すなわち、人間とコンピュータがどのように共生することができるかという問いである。ここで、「人間とコンピュータの共生」は人間とコンピュータのそれぞれの長所を活かし、それぞれの短所を補いながら豊かに生きることと考える。メディアに対する人間の認知姿勢に見るように、コンピュータに対して我々は特定の接し方をする。したがって、人間とコンピュータが良い関係を築くためには、人間に合わせる形で技術を発展させていくことが望ましいと考えられる。

人工知能研究における現在の取り組みの中では、具体的に (1) 知識情報処理において知識そのものの内容を重視することと、(2) 感性情報処理として人間の感情や情緒を扱うことが今後の技術発展の方向性として挙げられる。前者は、コンピュータが扱う人間の知識を積み上げることを目指しており、人間とコンピュータで共通の概念基盤が構築される。例えば、先に挙げたオントロジーによってメディアの変換・要約・統合に関する基盤技術が実現されれば、コンピュータが人間の知識を“理解”した上でコミュニケーションを行うことができると考えられる。後者は、従来の知識情報処理では扱われなかった人間の直感的な心の働きを情報化しコンピュータで扱うことを目指している。それによってコミュニケーションの中でコンピュータが人間の感性を“理解”することが出来るようになると考えられる。これらのコンピュータによる“理解”によって、人間とコンピュータがより良い関係を築くことが、社会の中で人間とコンピュータが共生するための第一歩であると考えられる。

1.4.2 コンピュータによる人間の理解

ここでコンピュータによる“理解”とは、二つの意味が考えられる。ひとつは、コンピュータを目の前にした人間が(部分的にしる)あたかも“理解”されているように感じるという見かけの意味である。もうひとつは、人間が他の人間を理解するのとまったく同じようにコンピュータが人間を“理解”するという意味である。これら二つの意味はそれぞれ弱い AI、強い AI の立場が目指す AI 像と対応する。本章で述べたようなコンピュー

タと人間の共生を目指す上では、コンピュータは必ずしも人間と同等である必要はなく、それぞれの短所を補うという意味ではむしろ積極的にひとつめ“理解”を目指せばよい。たとえ強いAIの立場にないとしても、先に述べたようにこれからの技術は人間が持つ性質に合わせた形で発展するためには人その性質がいかなるものであるか解明されなければならない。しかしながら、認知科学あるいは心理学の科学分野で得られている知見はいまだ人間を解明するには不十分である。したがって、弱いAIの立場でのコンピュータによる人間の知識や感性の“理解”をどのように実現するかということが問題である。

コンピュータによって知識や感性といった人間の心を実現しようとするという点で、知識情報処理と感性情報処理は目的が同じ工学分野である。また、それぞれが隣接する認知科学と心理学(認知科学の一部)は人間の心を解明しようとする科学分野ある。工学と科学の分野を包含する広義の人工知能の研究において、知性と感性を含む人間の知能を解明するための考え方として、「作ることを通して本質を理解する」という、いわゆる *analysis-by-synthesis* がある。知覚において *bottom-up* と *top-down* の二つのプロセスから知覚を説明する Neisser[92] による *cyclic model* に由来し、視覚や聴覚のモデル化の際に逐次近似によってそのモデルのパラメータを決定する手法として知られている。この考え方は知識情報処理と感性情報処理の両者に適用可能であり、知性と感性を含む人間の心を解明し実現するために有用である。

特に、感性と呼ばれる心の働きの捉え方については、情報学と心理学の二つの領域においてさえ合意が得られづらく、得られた知見が体系的に位置づけられていない状況である。感性情報処理における人工感性の実現と心理学における人間の感性の解明は相互的に推し進める必要があり、二つの領域の知識を一貫して捉えた上で、*analysis-by-synthesis* の考え方に立脚した研究アプローチの確立が望まれる。

第2章 研究の目的と対象

2.1 内容指向アプローチによる感性の理解

コンピュータが人間を“理解”するためには人間の感性そのものの解明が不可欠であり、コンピュータ上に人工の感性を作ることによって人間の感性を解明するという研究アプローチの確立が有用である。人工知能研究における analysis-by-synthesis という考え方を適用するならば、まず主に心理学をはじめとする感性情報処理に関連する科学分野において、すでに得られている知見に基づいて仮説的な人工感性を構成することになる。その上で人工感性を実際の人間の感性と照らし合わせることで、人間の感性の本質的な性質についての知見を得ることができると考えられる。

人工感性と人間の感性を比較するためには、その土台として感性情報処理に関わる工学分野と科学分野で一貫した知識の記述が必要である。すなわち、人工感性のモジュールやパラメータと、それを構成する基となる知見が統一的に記述されていることによって、人間の感性の働きをどれほどまで人工感性が再現できているかということが明確になるのである。したがって、人工感性の構成および人間の感性の理解に向けて、それらが扱う知識を統一的に体系化するという内容指向のアプローチを提案することが研究目的として設定される。本研究では、既存の知見を記述する概念基盤であるオントロジーの構築を目指す。

人工感性を構成するために用いられる知見は、工学分野と科学分野のそれぞれにおいて明示的あるいは暗黙的に想定されているドメインモデルとして捉えることができる。感性情報処理におけるドメインモデルは、先述の工学ドメインオントロジー [49] と同様な物理的世界に加えて、人間の心の内部として捉えられる心的世界を扱うものである。本研究では、このドメインモデルに規約を与えるオントロジーの構築を行い、人工感性の構成を通して人間の感性を理解するという analysis-by-synthesis のアプローチにおけるオントロジーの有用性について検討する。したがって、(1) 対象領域の分析、(2) 概念的基盤としてのオントロジー構築という過程を経る。次節からは、それぞれの過程における個別の課題について述べる。

2.2 対象領域の設定と分析

感性情報処理に関連する工学的分野および科学的分野におけるドメインモデルを統一的に記述するためには、情報学と心理学を中心とした領域横断的な知識利用のための概念的な基盤の構築が求められる。その際の問題としては、それらの研究分野における感性に対する捉え方が異なることが挙げられる。この差異は根本的に心の捉え方に由来していると考えられるため、人間の心をどのように捉えるかということについて研究者の間で共通理解が得られるような視点を設定する必要がある。

対象領域の分析を通して心的世界を扱うための妥当な捉え方を見出すにあたり、情報学と心理学の領域で研究されている具体的な研究対象をすべて網羅することは困難である。そこで、本研究では知識として記述される対象を限定して知識(ドメインモデル)とその規約となる概念(オントロジー)を考察する。本研究の問題意識は、コンピュータによって人間を理解するための方法を議論することあるが、必ずしも情報学と心理学におけるすべての研究対象についての知識と概念を明らかにすることを目的としていない。具体的な研究対象を限定することによって、内容指向のアプローチが人間の理解に有用であることを示すことを目指すものである。本研究では、人間の感性という心の働きを広く捉えるために美的感性を対象領域として取り上げ、さらに美的感性が働く対象を色に絞った色彩感情に関する研究領域に焦点を絞る。

美的感性という概念は美学の他に心理学においても研究対象として多く取り上げられており、広い視野で人間の心の働きを捉えることが出来ると感ぜられる。また、視覚に関する研究は他の感覚に比べて数が多く、特に色の知覚および認知については視神経と脳部位と対応したモデル(CIELAB, CIECAMなど)を通じた理解が進んでいる。さらに、色がどのように見えるかという知覚・認知に加えて、色に対してどのような印象を抱くかという感性・感情についても非常に多くの研究成果が報告されている。色彩感情を題材とした実験の結果は統計モデルなどによって表されると共に、そのモデルに基づいた人工知能システムへの応用が行われているため本研究の題材として適していると考えられる。

2.2.1 美学における美的感性

情報学と心理学のどちらからも合意可能な感性の捉え方を示すために、本研究ではまず美的感性を題材として取り上げる。ここで美的感性とは、先の実田 [23] による感性の定義についての調査で挙げられていた「美や快などの特徴について直感的に反応し評価する能力」を指すこととする。美的感性を取り上げる理由は、“直感的な評価”という点で、

評価という概念に基づいて感性を捉えようとする情報系の研究者に受け入れやすい題材であると考えられるからである。また、“評価する能力”という点で認知活動一般の概念に基づいた捉え方をする心理系の研究者にも受け入れやすいと考えられる。

美的感性という心の働きを表す具体例として、われわれは日常生活において風景画を鑑賞するようなシーンを挙げるができる。その場合には単に色彩や構図をながめているのではなく、鑑賞者はそこに溶け込むような美的体験をする。“美”という言葉は広義のもので、そこに優美、悲壮、崇高、滑稽などの美的範疇を含む。美学ではこれを“美的”と表し、語源としては感情体験的であることを意味すると共に、意識において美的なものが生み出される直接的な心的過程を美的体験という概念で表している [167]。美的感性については工学あるいは科学よりもメタなレベルでの議論が主に美学においてなされているため、感性を題材とする情報学や心理学といった広い領域において、研究者の間で共通理解を得られるような概念基盤の視点を設定できることが期待される。

美的体験によって美的なものが意識の中に生じるという現象を説明することは、ドメインモデルを用いて人間の心的世界を表現することに他ならない。人間の意識に何が存在しているのかということから考察することによって、情報学や心理学の領域に広く受け入れられるドメインモデルを明らかにすることが出来ると考えられる。すなわち、何を構成要素としてその振る舞いを捉えるかについて論考することが一つ目の課題である。

それらによって構成される人間の心をひとつのシステムとして捉えれば、美的感性という心の働きがなんらかの機能を果たしていると考えられることができる。つまり、意識の中に美的なものが生じる美的体験という現象が何のために機能しており、それがなぜあるのかということを知ることができるのである。ここで、美的感性の機能を明らかにするということが二つ目の課題として設定される。心の成り立ちを考えれば人間の心は動物の心の延長上に位置し、人類進化の過程で形作られたと考えるのが妥当である。したがって、美的感性の機能が何のためにあるのかということを考えるならば、その進化的な起源を明らかにすることになる。

美的感性という機能の進化的な位置づけを明らかにした上で、改めて美学において美的体験と呼ばれる心的過程の中でどのように美的なものが生じるかということを知らなければならない。なぜならば、現代において我々が芸術作品などを鑑賞する際の状況は進化の過程で美的感性が獲得された状況と比べて多様化しており、それぞれの状況において生じる美的なものが分化していると考えられるからである。芸術に対して見出される美的なものを区別する概念として美的範疇が挙げられ、鑑賞の状況と過程に着目して美的体験が分類されている。どのような状況および過程で美的体験が成立するのかということを知り換えれば、どのように美的感性の機能が達成されるかということである。し

たがって、機能が達成される方式という概念から美的体験を区別するということが出来ると考えられ、これが三つ目の課題として設定される。

2.2.2 色彩科学における色彩感情

次に、鑑賞の対象を色彩に限定した美的体験として、色彩感情を題材として取り上げる。これは「色彩刺激に対する感情的な反応」を指しており、色彩科学における大きな関心のひとつである。色彩感情には色彩の見た目に関する印象と共に、快・不快のような感情的な評価が含まれる。そのため、評価対象を色彩に限定した場合の美的感性として捉えることが可能である。また、感性情報処理の研究において色彩感情を扱う研究が少なからずあり、本研究での題材として適していると考えられる。

色彩感情は評定尺度やアンケート項目を用いた主観評価によって捉えられ、色彩の三属性と呼ばれる明度、彩度、色相との関係性が議論されている。例えば、配色による感情効果は構成要素である単色のそれを合成したものとして捉えられ [111]、配色の感情効果は用いた単色の明度差、彩度差、色相差などによって特徴づけられることが分かっている [37, 38]。また、単色に対する評定の因子分析の結果から CIELAB 色空間座標である L^* , a^* , b^* や、メトリック知覚量である C^* , h を用いた予測式が提案されており [105]、このような測色量から色彩感情の予測を可能にする知見に基づいたデザイン支援システムが開発されている [107]。

人工感性を構成する際に立脚すべき色彩科学の知見は、主観評価や測色のデータとして記述され、それらの関係が統計的なモデルとして表現されている。また、データの記述とモデルの表現を利用してコンピュータによる色彩感情の理解と支援が行われている。したがって、人工感性として色彩感情を構成するためには、ドメインモデルであるデータ記述とモデル表現の概念を体系化することによって、規約となる概念基盤が構築されなければならない。しかし、色彩感情の構造を捉える次元については未解明な点が多くあり、概念の体系化に向けた知見(インスタンス)の収集と整理を行う必要がある。

色彩感情の研究は「快適-快適でない」「良い-悪い」といった評価的次元と「あたたかい-冷たい」「明るい-暗い」「やわらかい-かたい」といった記述的次元の二つに大別される [19]。単色の記述的次元に関して、7つの国と地域で行った評定の因子分析の結果から CIELCh 色空間の L^* , C^* , h と良く対応する3因子が抽出された [20]。しかし、色彩感情の評価的次元については文化差や個人差が大きいと記述的次元との関係が明らかになっていない。また、先の評価的次元と記述的次元とは別の捉え方として、感情状態に関する次元に焦点をあてた研究がある [161, 140]。色彩感情のひとつとして感情状態の

次元を取り上げる研究は多くなく、感情状態の次元と色彩属性の関係は十分に明らかになっていない。したがって、色彩科学におけるドメインモデルを整理するためには、色彩感情の記述的次元と評価的次元、さらには感情状態の次元を区別し、それぞれのデータ記述とモデル表現を明確にすることが四つ目の課題として設定される。

色彩感情の研究で多く用いられる評定尺度によって測定される主観的評価は、回答者が意識することができるという点で顕在的態度と呼ばれている。その一方で、自分では意識することができない態度は潜在的態度と呼ばれており、色彩感情を測定する際の対象とはされてこなかった。しかし、評価対象の物理的特徴に対するある種のポジティブな感情は、意識的な過程を経ることなく評価されることが指摘されており [120]、色彩感情の形成にはそのような潜在的態度が影響していることが考えられる。

このような反応は意識することが出来ないという点で自動的であり、生理的な反応の延長として考えることができる。既往研究では、色彩感情の主観的評価に加えて評価の際の生理指標や行動指標を同時に取得・分析することで、色彩の三属性に対する心理的反応と生理的反応の関連性が議論されている。例えば、単色・配色の印象と心拍と脳波 [100, 44]、色彩の温冷感と眼球運動 [126] などが挙げられる。主観的評価と生理指標や行動指標などの客観指標との関連ははまだ未解明であり、色彩感情を捉える上で意識することのできる部分と意識することのできない部分を明確に区別することが必要である。そこで、色彩に対するポジティブ感情のような意識することのできない印象がどのような物理的特徴によって生起するかということを議論することが五つ目の課題として設定される。

2.3 概念的基盤としてのオントロジー構築

感性・感情に関するオントロジーの研究動向として、システム開発における共通語彙の提供を目的とした触覚、感情が生起する過程に関する概念モデルの構築 [90, 62] が挙げられる。しかし、そのオントロジーは基本的にコンピュータ上で形式的に表現される個々の概念の網羅的な分類であり、特定の文脈において人間が感じている内容の記述を可能にするような概念モデルの構築には至っていない。感性や感情以外のオントロジーについては、主に人間の認識に先立って存在する事物の概念を扱っており、感性や感情の心理的な反応のような人間が認識した結果は扱われてこなかった。先の関連研究 [90, 62] も感覚や感情が生起する生理的な反応の概念モデルを扱うのみである。したがって、人間の心の内容を表す心理的な反応の構造をオントロジーとして表現するという新たな試みが必要である。

本研究では、主観評価の評定値や測色値などのデータ記述と、それらの関係を説明するために用いられる統計的なモデル表現が知識(インスタンスモデル)であり、その知識が前提としている心の捉え方に関する概念がオントロジーに当たる。このオントロジーを構築することによって、本来は直接的に観察することができない心的世界がどのようにドメインモデルとして表されているかという規約を明示化することができる。

色彩科学において、評定値や測色値のデータは決められた手続きで測定すなわち数量化され、統計モデルの中でそれらが変数として扱われる。したがって、オントロジーを構築する際の課題は大きく二つ挙げられる。すなわち、色彩感情に関わるものの性質がどのようにデータとして記述されているかということと、統計的なモデルにおいてどのデータがどのような変数および変数間関係として表現されているかということが本研究における六つ目と七つ目の課題である。

評定値のデータ記述に関しては、美的体験の中で生じる心の内容がどのように表出され、数値として扱われるかということが論点となる。評定値が心理量と呼ばれるのに対して測色値は心理物理量と呼ばれ、それは等エネルギースペクトルに対して三原色で等色(color matching)して得られた等色関数と、物理量である放射量によって定義される。したがって、測色値のデータ記述に関しては、心理量と物理量の両者によって定義される測色値の成り立ちが論点である。モデル表現に関しては、先の第二節二項において四つ目の課題として挙げた評価的次元、記述的次元、感情状態の次元を表す統計モデルを取り上げ、それらの変数とその関係が適切に記述されるか否かということが論点になる。さらに、本研究のデータ記述とモデル表現に関するオントロジー記述の妥当性を示すことを目的として、色彩科学とは別の学習科学の対象領域への適用例を紹介する。この例では、本研究のオントロジー記述の枠組みを用いて学習者の心的状態と視線の関係を明示することで、人間の主観評価とそれに関連する行動指標が対象領域の枠を超えて適切に記述可能であるか否かが論点となる。この研究領域においては、学習者の何気ない行為と心的状態との関係を実験によって明らかにした上で、学習者の心的状態を記述するための概念を定義することが課題である。

2.4 人工感性の構成に向けて

affective computing や感性情報処理において、色彩感情に関する知識を扱う際には、計算機によって人間と同様の解釈を行うことができると考えられる。それによって、オントロジーに基づいて設計されたインタラクションシステムでは人間と深い部分、すなわち内容レベルでのインタラクションが実現されることが期待される。人間が感じている

内容を明示するためには、身体の生理的あるいは行動的な反応ではなく、心理的な反応に関する概念を用いる必要がある。本研究で構築するオントロジーを概念基盤としてインタラクションを設計することにより、感性・感情を共有する深いレベルのインタラクションの実現が期待される。

オントロジーに基づくインタラクションの設計は、対象領域の知識に基づいた仮説的な人工感性の構成として捉えることができる。なぜならば、オントロジーを用いて感性や感情に伴った評価の概念基盤が構築されることによって、人間とインタラクションを行うコンピュータへ感性・感情を演出することが可能になるからである。より正確に言えば、コンピュータに実装したい感性・感情を概念のレベルで構成することで、それらのインスタンスモデルである形式的な知識表現を適切に導くということである。

本研究の成果は、コンピュータに対する人間の共感や同調の反応を確認することを目的とした、人間とコンピュータのインタラクションを観察する実験を行う際の概念基盤となる。このようなインタラクション実験において共感や同調の反応が引き起こされることをもって、オントロジーに基づいて感性・感情をコンピュータに演出することがインタラクションを設計することすなわち人工感性を構成する方法として妥当であると考えることができる。具体的には、色彩感情を表現するような動作をエージェントに表出させることによって、エージェントと人間のインタラクションを観察する。このインタラクションにおいて共感や同調の反応が確認されたならば、感性・感情をコンピュータに演出することに成功していることを示すと共に、心理的な反応の概念基盤の妥当性も同時に示されると考えられる。

インタラクション実験で共感や同調の反応が確認されれば、オントロジーを介してコンピュータと人間がきわめて近い内容の概念を共有していることが示される。このことは、従来の形式レベルよりも深い内容レベルの知識処理によって、人間とコンピュータが深いレベルでのインタラクションを実現できることを意味し、人工感性を構成するための内容指向の方法論を提案するという意義がある。このように、心理的な反応の概念基盤に基づいてコンピュータに人工感性を構成することは、人工知能研究における *analysis-by-synthesis* の新しい方法のひとつに位置づけられる。

第3章 本論文の論点と構成

本論文は図 3.1 に示す通り六部で構成される。第一部の序論に続いて、第二部では感性を捉える枠組みについて議論を行う。心の構造に対する基本的な考え方を述べた上で、第三部では感性の測定についての実験的な検討を行う。さらにそれらを受けて、第四部では感性の表現に関するオントロジー構築として色彩感情に関する心理的属性、データ記述、モデル表現のオントロジー構築について述べる。第五部では感性が動作や行為を通して表出される過程を記述するためのオントロジー構築について述べる。最後に、第六部の結論ではオントロジー構築の過程と成果を総括すると共に、各対象領域における貢献と課題について述べる。

第二部の第四章から第六章では、意識の中で美的なものが生じる美的感性を分析の対象として取り上げる。第四章で人間の心的世界がどのような構成要素と振る舞いによって捉えるかについて論じた上で、第五章では美的感性の機能が人類進化においてどのように獲得されたかということについて述べ、さらに第六章では芸術を鑑賞する際の美的体験がどのように達成されるかについての記述を試みる。

第三部では色彩科学を対象領域とし、色彩に対する感情反応である色彩感情を題材とする。第七章では色彩感情の構造を捉える次元について実験を通して検証し、第八章では印象評価の際に認知的努力を必要としない潜在的態度としての色彩感情の測定について述べる。第四部も同様に色彩感情を題材とする。第九章では、色彩感情を表現するための概念として心理的属性と共に主観評価の評定値の概念を定義する。その上で、第十章では測色値、評定値などのデータ記述と、それらの関係を説明するために用いられる統計的なモデル表現のオントロジー記述を行う。また、そのオントロジーに基づいて色彩感情の次元に関する知識の記述例を示す。

第五部では対象領域を学習科学に設定し、学習者の心的状態を題材にしたオントロジーの構築について述べる。第十一章では、四択問題を回答中の学習者の心的状態と行動を実験によって取得し、それらの関係について述べる。第十二章では学習者の心的状態と行動の関係を表すためのオントロジー構築を行う。ここで構築されたオントロジーは第四部のオントロジーに基づいており、別の対象領域に適用可能か検討することを通してオントロジーの妥当性を検討する意図がある。

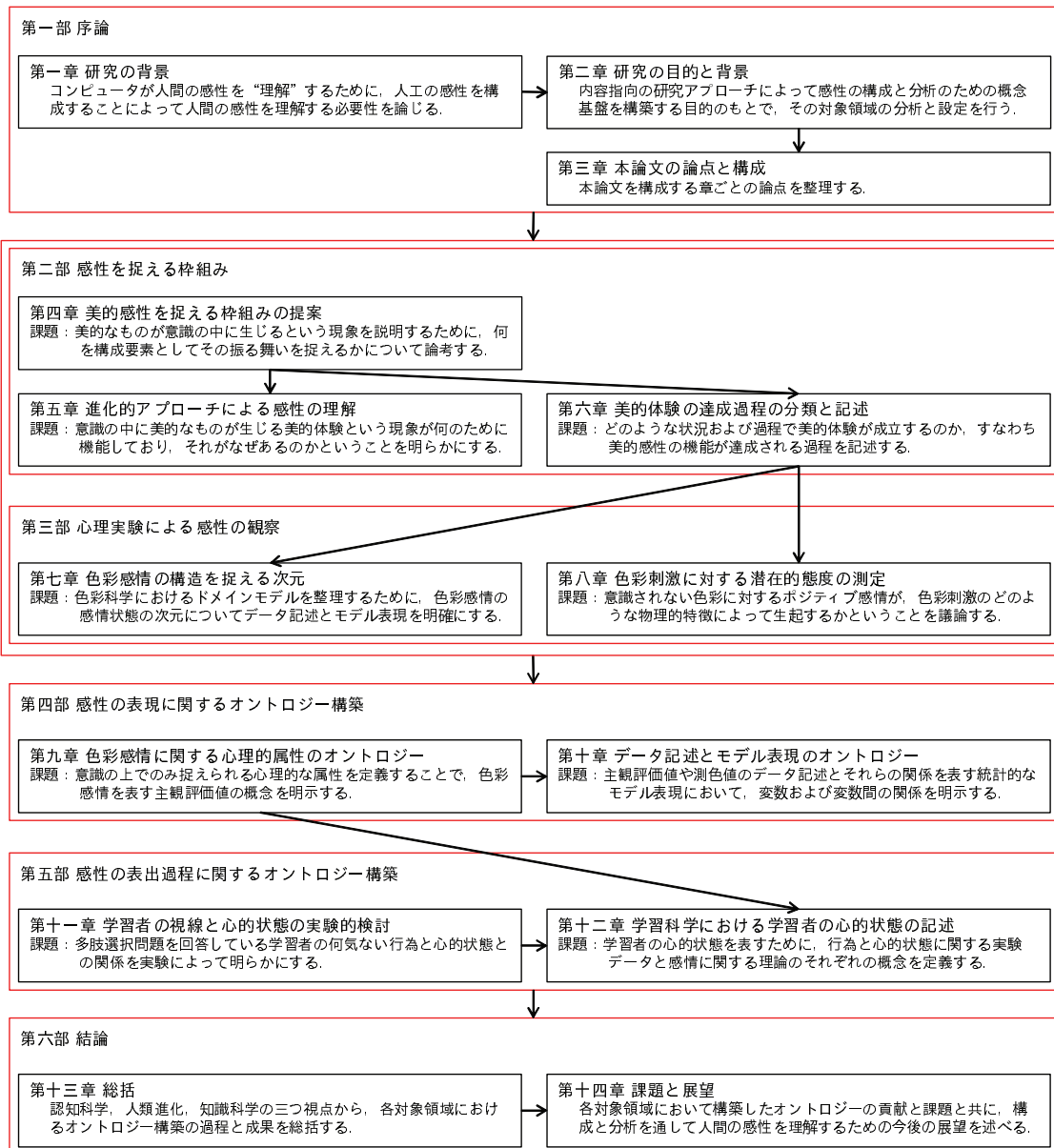


図 3.1: 本論文の構成

第II部

感性を捉える枠組み

第4章 美的感性を捉える枠組みの提案

本研究で取り上げる感性は、特に美に関するものである。感性の研究において美は重要なテーマのひとつであるが、美についての理解はまだ深まっていない。PsycINFO におけるキーワードの検索では 1995 年から 2005 年の間に「sensitivity」が単独で 240 回用いられたのに次いで「aesthetic sensitivity」というフレーズは 34 回登場しておりその関心の高さが伺える。美に関する研究の多くは、美しさに関連する形容詞あるいは形容詞対を評点化し分析することで美しいという印象を評価する。さらに、抽出された印象について、その形成に関与する感性情報として形態的・感覚的な要因を明らかにすることが試みられている。このような美に対するアプローチは、美学における経験科学的方法、いわゆるフェヒナーの提唱した「下からの美学」の延長上に位置するものと考えられる。これまで美学は美的真実を求めて、芸術という美的客観への経験的・科学的な把握から、美意識や芸術体験という美的主観の体験的・哲学的な反省に進み、ついには存在問題にまで発展している [167]。心理学的美学の台頭以降も美とは何かという問いは、哲学的美学において思弁的に探究されており、その成果を参照することは科学者にとっても有意義であろう。

人間の美的感性を理解するためには、まず美がどういったもので、どのようにして在るかということを知る必要がある。その上で、感性工学においてどのようなアプローチを取りうるかを検討しなければならない。本研究では (1) 美学における感性および美についての捉え方と、(2) 感性工学や感性情報処理の分野における感性の捉え方について概観する。そして (3) 感性および美的感性の捉え方についての問題点を指摘し、(4) 感性を科学的な対象として定義するために、Togawa[152] の提案した “content space” という概念空間を導入することでその解決の糸口を模索すると共に、心の構造を理解するための展望について述べる。

4.1 美学における美的感性の捉え方

4.1.1 美的体験

芸術や美術に対して美を感じることは、作品の中に初めから存在している美を受動的に受け取るというよりも、むしろ能動的に美を見出すことと考えられる。一般的な“美”という言葉は広義のもので、その中に優美、悲壮、崇高、滑稽などの美的範疇を含んでいる。美学ではこれを“美的”と表し、語源的には感情体験的であることを意味する[167]。また、山本[168]によると一般に感性という言葉の意味や用法は次の三つに概括される。第一は理論的な見地における意味付けである。感性は対象から触発される仕方で表象を得る感受性であり、それを素材に悟性が能動的に概念を構成する。第二は日常の生、行為の世界における実践的な意味付けである。本能やさまざまな欲求・性向・激情といった要求が感性とされ、「七十にして心の欲するところに従い、矩を踰えず」という人間の状況は感性と理性の調和とみられるとしている。第三は美や芸術との関わりにおける美的意味付けである。感性は単なる受容能力を超え、それ自体能動的な直観的認識ないしは視形式として美的対象を構成し、生産的感情ないし衝動として芸術創造を導く。さらに山本はそれらの諸能力が相俟って心の統一的機能ないし作用を果たすことが予想されることから、感性が心の全体での或る力学を担うと指摘している。

山本[167]によると、意識において美的なものが生み出される直接的な過程を総括した概念が美的体験であり、この心的過程の特徴として次の六点をあげている。(1) 美的な世界は独自の纏まりを持ち、主観と客観の統一融合の境地として完結性を持っていること。(2) 美的な世界はつねに絶対な孤独の世界であり、いわゆる小宇宙としての孤立性を持っていること。(3) 私という人間を自覚し発見する場である、その世界は主観の態度の静観性において成り立ち、(4) 自我の働きとしての極度の創造性によって構成される。(5) 美的体験はあくまで主観の人格的な感情体験として深い情趣性において成り立ち、かつ(6) 主観がこの体験にすべてを傾け、そして新たな自我の脈動やめざめを感じうることから満足感を伴うものである。

4.1.2 表象性の原理

これに対して、井島[33]はその美的体験が表象性という原理によって成り立つことを説明している。この表象性とは人間と対象の関連の仕方で、例えば「見るもの」と「見られるもの」の相互媒介的な関係である。「見るもの」なしに「見られるもの」はあり得ず、逆に「見られるもの」なしに「見るもの」もあり得ないことから相互媒介的とされ

る。したがって、美は人間の主観的な観念や対象の客観的な属性といった即自的なものではなく、人間と対象の関連である表象性の内に作り出されるものとして理解されねばならない。そして美的体験で、人間は本来的なる自由な生を自覚する。「表象性の立場を越えることの許されない美的体験の世界である故に、この根底に予想される普遍も、精神的なるものというより、むしろ生命的なるものであり、しかもこれを外界的な美の創造という姿で自覚するのである。人間は刻々にこれやあれやと特殊的に現実を生きていくが、そのこと自体が彼の普遍的な生を生きる姿であるように、さまざまな対象にさまざまな美を見出して行くことも、結局は、彼自身の根源的な生そのものという普遍を表象的に自覚して行く姿なのである。[33]」

このような美的体験において美的範疇は生がどのような仕方で自覚されるかという方式から区別される [33]。例えば、全く肯定的もしくは直接的に、生の自覚が促進される場合には、それは優美と呼ばれる。また、崇高は見る人の能力を圧倒するような外形の量や内面的な力の深さと大きさをまえにして、生の否定を感じながらも自己の奥に潜む精神的な力によって対抗し克服して、より深められた次元における一種の生の自覚に到達する場合である。

美的体験について、とりわけ「見ること」において説明したが、表象性の原理は「聞くこと」、「語ること」、「踊ること」にも同様に適用されうる。「耳を傾けて音を聴くことも、言葉をもって事象を語ることも、空間を截って身体を動かすことも、それぞれなりに、対象との自由なるかかわりあいであり、種類の異なった表象性の態度であることができる。もしその直接的な関連の中に、自己の生の自覚に到達することができれば、それらの対象は、それぞれなりに美であることができ、さらにそれらの表象性に徹することによって、音楽や文芸や舞踏を作り出すことができる [33]」のである。表象性の種類は様々なものが考えられ、それぞれの表象性の原理において根源的な生を自覚することによって美的なものが成立することになる。さらに、井島は芸術の鑑賞のみならず制作においても表象性の原理が適用されるとしている。先の「語ること」、「踊ること」はそのまま文芸や舞踏という芸術であるし、「絵を描くということは、単なる視覚的对象の模写ではない。それを見ることの中に最も純粹に自己の自由なる生を自覚し得る如き色と形を作ることである。[33]」したがって、芸術制作が描写作用になぞらえられるとしても、その描写作用は表象性の原理によって成立するということができるのである。

4.1.3 感性の構造と振る舞い

以上、われわれが美を感じることにについて、美学ではどのように捉えられるかをみてきた。先述のように、美学において美的という言葉で一般的な美を表わすが、本研究における美に対する捉え方もこの用法に準じることとしてこれからの議論を進めたい。山本による美的体験の特徴を顧みると、個人の心的過程においてそれぞれ美的な世界が成立するものと解釈され、さらに井島によればその美的な世界は表象性の原理として主観と客観の関係として理解されるのである。

また、この美的体験の内容としては、美的な世界において自分自身の根源的な生を見出す感情体験であると理解できる。このような美的体験のためには感性が重要な働きをしていると考えられる。本研究では美的体験のために働く感性を美的感性と捉えている。山本が指摘したように感性と理性と悟性と呼ばれる心の働きはそれぞれに対して相互に働きかけており、それによってわれわれの繊細な心が成り立っていると考えられる。それを実現させる構造と振る舞いこそが本研究で明らかにしようとするものである。

このように美学における美的体験についての理論は良く体系化されているが、感性の構造と振る舞いについての客観的な概念の共有には至っていない。したがって、これらの理論を踏まえて感性を捉える枠組みの構築が必要である。

4.2 科学における感性の捉え方

4.2.1 感性情報処理

感性情報処理研究の目的について松山は次のように述べている。「論理的に明確で安定した形で表出できる、事実に関する情報を司る知性とは異なり、感性の背後には常に「情」が控えており、感情や情動という心の深層構造を抜きにして感性を語ることができず、簡単に手が出せる問題ではない。そこで、人間の持つ感性を直接研究対象とするのではなく、人間の持つ感性に対して刺激や影響を与える情報を感性情報と考え、感性情報の特性を明らかにするとともに、情報科学的観点から感性情報の記述法および処理手法を考えることを感性情報処理の目的とする。[72]」

このような感性情報処理の分野では情報系の研究者と心理系の研究者の間で、感性をどのように捉えるかという傾向が異なる。「感性」、「感性情報」、「感性情報処理」という三つの用語の捉え方を調査した研究[72]によると、情報系研究者は美的感情や評価過程を、心理系研究者は認知活動一般を概念の基本としているため、それぞれの概念にのみ由来する捉え方は同意を得られていない。その後、この分野での包括的かつ実用的な工学的

モデルが提案されている [41]。それによると感性は次の四つの階層に分類される。すなわち、(1) 物理化学的レベルの感性、(2) 生理的レベルの感性、(3) 心理的レベルの感性、(4) 認知的レベルの感性、である。これらは人間の内部に想定される情報処理過程と対応しており、それぞれのレベルに感性の存在を認めるものとして理解できる。

武田 [146] は日本語における感性の用法から、四つの定義を導きだした。それは第一に「感覚器官の感受性」、第二に「外界の刺激に応じて知覚が生じる能力」、第三に「知覚情報を直感的に判断・評価する能力」、第四に「表象を直感的に判断・評価する能力」である。武田はこの定義について、感性の工学的モデル [42, 43] とよく相関することからその有効性を評価しているが、一方で第一および第二の定義では感覚・知覚との違いを説明しきれないことを指摘している。その上で武田は感性工学にふさわしいのは第四の定義であるとするとともに、社会学的アプローチにおいて扱われる感性とは、第三と第四の定義「知覚情報あるいは表象を直感的に判断・評価する能力」についての社会性を帯びた「心理的感性」であるとしている。「心理的感性」に対する概念は「生理的感性」であり、用いられる判断基準がそれぞれ心理的と生理的ということから分けられている。ただし、これらの区別は便宜的であり、実際には互いに重なり合って作用するとしている。

情報系や心理系に限らず、様々な分野の専門家を対象に感性の定義について調査した研究 [23] によると感性は主に次の五つにまとめられる。(1) 主観的で説明不可能なはたらき、(2) 先天的な性質に加えて知識や経験による認知的表現、(3) 直感と知的活動の相互作用、(4) 美や快など、特徴に直感的に反応し評価する能力、(5) イメージを創造する心のはたらきである。情報系、心理系の特徴であった評価や認知に基づく定義の他に、主観的であるということや、直感、イメージというキーワードが見られる。直感とは推理や経験によらず感覚的に物事の本質を捉えることを意味し、認知心理学における洞察という概念と似ているが、それらについて分かっていることは少ない。また、イメージについても古くから研究がなされているが、その理解に至っていない。これらの理解が難しい理由は、それが複雑で難解な事象であるからというよりも、対象の主観的で不確実な性質によって取り扱いが困難である点が考えられる。

4.2.2 感性工学および認知科学

感性情報処理の分野では感性は主に感覚・知覚を基にした判断・評価であった。一方、官能評価の分野において増山 [69] は感性とは感覚を基礎にして気分や感情と勘が加わったものであると考えており、この意味の感性の測定や検査には、感覚の検査である型の官能検査よりも、好みの検査である型の官能検査が適切であろうと述べている。その統

計的手法として、多変量解析は今日の感性工学で一般的であり、このような感性と感情の関連はこの分野で理解されているといえる。また、徃住 [155] は感性が何によって駆動されるかという観点から「知覚駆動的感性」、「知覚類同駆動的感性」、「認知駆動的感性」の三つに分類した。第一の「知覚駆動的感性」は感覚・知覚によって駆動される印象・情緒である。第二の「知覚類同駆動的感性」は心的イメージによって駆動される印象・情緒である。第三の「認知駆動的感性」は言語・思考によって駆動される感情・評価・価値観である。第一と第二の違いは刺激が物理的に存在するか否かということである。第一と第二の感性によって生じる印象・情緒を複雑に組み合わせたものとは異なる、芸術に関連する認知過程における感性が第三である。徃住は物に対して、鑑賞や評価し、感動あるいは軽蔑し、世界の深淵あるいは暗部に触れ、発想や提案し、といった体験をすることは、印象という概念だけでは捉えることができないと指摘している。さらに芸術作品によって喚起される心理過程が、作品についての知的な理解だけでなく、感情が関与する過程が重要な役割を果たしていることを指摘している。

4.2.3 感情の研究

前項でみてきたように、感性工学や認知科学の立場では、感性と感情の関連についての理解がみられる。また、先述の通り感性情報の定義には感情が含まれていないが、人間の内的な情報処理という観点からは感情の関与が考えられる。ここでは、感情そのものの理解に関する先行研究についてみる。

まず、堀 [28] によれば脳科学の分野では感覚入力に対する情動的評価の神経過程が想定されている。情動的評価の神経過程は二系統考えられ、(1) 皮質下組織から扁桃体への入力は、粗雑で単純な情報に基づき素早い処理をすることが考えられている。それに遅れて、(2) 皮質連合野および海馬からは高次の情報入力がなされ、高度で複雑な認知情報に依存した評価が行われると考えられる。

例えば、道端で細長い紐状のものを見た場合に、蛇を見たかのようにすくむことがあるが、それは前者の素早い情動的評価によるものである。その後、それがただの紐であることがわかり安堵するのは後者の認知的な情動的評価によるものである。したがって、評価することは情動という機構として、人間の内的な情報処理の一部を担っていることができるだろう。

山鳥 [166] による感情 (feeling) の定義は「経験される全心理過程から、有形性表象を引いたもの」であり、これを土台に有形性表象が析出されるとしている。有形性表象とは、ある程度まで分節化あるいは心象化されて意識されるものとしている。具体的には、

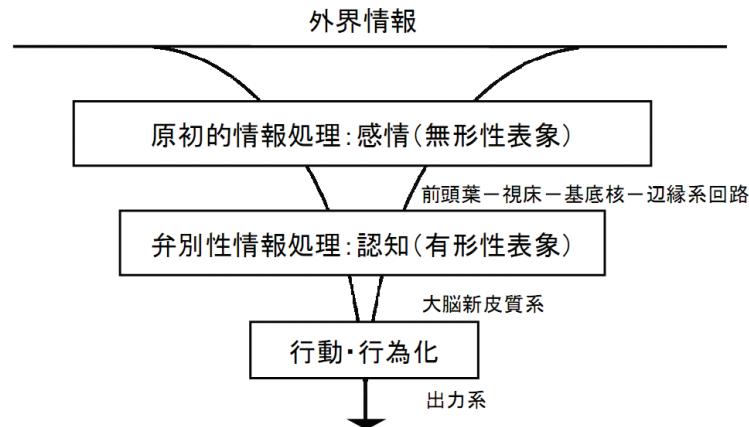


図 4.1: 感情・認知・行動における生理学的情報処理の垂直関係 (文献 [165] をもとに作成)

思考, 概念, 言語性表象, 視覚性表象, 聴覚性表象, 体性感覚性表象, 運動感覚性表象, 嗅覚性表象, 味覚性表象などが作り上げる知覚表象複合を挙げている [165]. さらに山鳥 [165] はこの感情を土台にして情動 (emotion) を「感情と, 感情にともなう身体的運動変化, 自律神経変化, 心理変化のすべてを包含する過程」とし, 気分 (mood) については情動の範疇にあり, 長期にわたる基底的感情を表わすとしながらも, 実践的には情動と区別することが難しいことを指摘している. また山鳥 [166] は, 情動は感情がそのまま表出されるが, その場合には心的内容がはっきりと意識されないこと, そして必ずしも意識されるとは限らないが, 自分の感情を経験するためには情動として表出された行動があるまとまりとしてフィードバックされなければならないことを説明している. これは感情・情動・気分が生理的現象であるという理解であり, それが意識されることで心的内容すなわち心理的現象としても捉えられるのである. さらに心理的現象の説明として, 山鳥は有形性の表象を操作することを認知過程として捉え, 感情が認知活動の土壌となっていることを指摘している (図 4.1).

Beedie ら [7] は情動と気分の区別について, 「情動と気分の違いはあるか」さらに「情動と気分の違いは何と思うか」という質問に対する回答を内容分析することで, 明確さ, 持続, 強度, 適時性, 安定性, 原因の自覚, 意図性, 経験, 自律性, 生理, 原因, 帰結, 制御, 露呈, 機能, 均衡の十六の上位概念による区別を行った. 明瞭さとして説明された回答に「気分はより根底的な何かであり, おそらく捉えどころがなく説明できないものである」というものがあった. これについて山鳥の定義から解釈すると, 気分がフィードバックによって意識されにくいことによると考えられる.

4.2.4 評価や印象としての感性

本節では感性に対する科学的な取り組みについて概観した。それぞれのアプローチにおいて感性を何の問題として捉えるかということが異なっていることが確認された。感性は感性情報処理においては判断や評価と捉えられ、感性工学や認知科学では印象という言葉で表されているといえる。特に印象については感情との関連が強く、その理解のためには感情自体の研究成果を取り込む必要があると考えられる。山鳥の研究によると、感情は認知活動の基礎となっているような生理的現象である。先述の堀が指摘した情動的評価の神経過程は、素早い情動的評価や認知に依存した情動評価に先立つ脳の生理的事象として解釈できるため、その意味で山鳥による感情の理解は妥当であると考えられる。そこで、本研究では感情について山鳥の定義に準拠することとしたい。

感性に対する諸アプローチは科学としての客観的な方法論をとっており今後の成果が期待されるが、現状では感性の主観的な特徴に積極的に取り組み、かつそれを表現する方法論として成功しているとはいえない。感性の定義が定まらず、感性に対して共通の理解が得られていないことは、その背景に感性の理論体系がないことが原因として考えられる。

4.3 枠組みについての見解

4.3.1 意識過程としての感性

先に美学を概観することで得られた知見は、感情体験的である美的体験を主体と客体の関連における意識過程の事象として理解しなければならないということであった。美学における思弁的な説明に対して、我々はこれを科学的に検証しなければならない。この節では、科学のアプローチにおいて感性を意識過程に捉えていることを確認する。

感性情報処理・感性工学においてさまざまな感性の定義の下で感性理解のアプローチが試みられてきた。先述の往住や武田が指摘したように、感性という問題が感覚や知覚以上のものであることが認識されている。往住による指摘は、鑑賞や評価などの認知体験として表されるような感性が、知覚や心的イメージによって生じる印象・情緒だけでは捉えられないというものであった。鑑賞や評価といった認知体験を「積極的な世界への関わり」として捉えるならば、受動的に生起される印象や情緒のみで理解できないのは当然である。武田は感性の定義を捉えなおし問題を社会学の分野まで拡張したが、これも往住の定義と同様の構造が認められる。武田は生理的感性の例として極端に絞ったコルセットが不快と感じられることを挙げているが、コルセットが身体に与えるものは

圧力であり、それは感覚器官によって感受され圧迫感や痛みとして知覚される。したがって、生理的感性は感覚・知覚に駆動される印象と理解される。一方、心理的感性の例にはコルセットの流行においてそれが快と感じられたことを挙げており、これは認知に駆動される感情・評価・価値観であると理解される。

このような感性の捉え方を顧みると、感性は感覚や知覚の問題というよりも心的過程の問題であることが注目される。すなわち、判断基準が生理的基準や心理的基準であったとしても、感性による判断・評価は心的過程においてその働きが観察されるのである。極端な例だが、「心頭滅却すれば火もまた涼し」ということが実際にあったならば、そのような判断・評価それ自体を知覚情報あるいは表象に求めるわけにはいかない。感覚器が感覚神経に入力を伝達し、それが脳において処理され「熱い」という知覚を生じせしめようとするのは明らかである。この例のように構える態度によって熱さを過小評価できるということは、その心的過程にその理由を求めるほかない。したがって、問題は心の中に知覚がどう生じたか、さらにはその知覚をどう判断・評価したかであるといえる。日常生活においても、何かに夢中で暑さを忘れてしまい、気づいたら汗だくであったということはある。この場合には、心の中に「暑い」という知覚表象はないか、あったとしても捉えがたいほどに瀰漫していると考えられる。換言すれば、「暑い」ということを意識していなかったということであり、そういった意味では、この心的過程は意識過程と呼んでよからう。

4.3.2 感性と感情の関わり

感性を人間の心的過程あるいは意識過程として捉えることは、美学においても同様であった。前出の山本の解説にあったように、美的なものが意識に現れることを美的体験という概念で捉えている。心の統一的機能ないし作用として感性が働くことで、芸術の鑑賞と制作が行われるのである。さらに、美的体験が感情体験であり、美的体験において、見る人の能力を圧倒するような力の深さと大きさを前にして、生の否定を感じながらも精神的な力によって対抗し克服し、より深められた次元における一種の生の自覚に到達する場合は崇高であった。

さらに、先の山鳥 [166, 165] による感情についての議論からその美的体験を解釈すれば、見るものを圧倒する対象を前に、そのような形象未分の感情を土台にしてそれに打ち勝つような情動・気分が析出されると考えられる。このような美的感情について井島は「対象の触発によって惹起される主観的表面的な情緒というより、むしろ触発に際して自己の内部から発展して来る「自我の分化」ともいうべく、オーデブレイトの言葉を

借りていうならば、「あらゆる対象性から解放された人格性の感情」にほかならない [33]」としている。このように、美学の知見に対して山鳥の感情の理解は良く当てはまると考えられる。

一方、科学のアプローチが感性として捉える判断・評価についても、感情が関与していることを積極的に認めなければならない。しかし、感性の工学的モデル [42, 43] ではあくまで知覚過程に着目しており、感情は想定されていない。これは先述の松山 [72] の指摘にあるように、感情とは離して感性情報を定義したことによるといえるだろう。一方、徃住 [154] は認知科学者として感情を認知活動の一部として考えており、認知によって誘発される感情について言及している。また、武田は感情を感性の定義の中に含めてないが、先述の情動的評価についての知見からすれば、感情の関与が考えられる。それは武田の生理的感性と心理的感性のそれぞれにおいて快・不快という感情に言及していることから理解できる。

感情に関するこれらの見解は、いわばボトムアップまたはトップダウン的に感情が生起し、それを評価として捉えている。先述の脳科学における情動的評価についての知見からも、感情と評価は渾然一体であるように見られるが、前出の山鳥がいうように感情を認知の基盤として別の次元におく理解もありえる。何れにしても、感性の枠組みは感情や気分を含めた人間の意識過程として理解され、感性と感情の関連を明らかにする必要があるだろう。

このような感性と感情を理解するためには、ある態度のみを切り取るような方法論ではなく、内部構造に感情を含んだ美的体験を積極的に記述することと考える必要がある。美的体験と同義である美意識について、木幡 [51] は美学全体の流れとして経験科学的方法すなわち心理学的研究に傾き過ぎたことが、美意識研究を阻む要因であったと指摘している。特に、複雑な内部構造をもった美意識を単純化して、美意識の一特徴に過ぎない美的静観という唯一の態度で代表させるという理論的操作では、美意識の包括的な姿を見失うことになるとしている。したがって、複雑な意識過程を研究する方法論とそのための枠組みを設定しなければならないと考えられる。

4.3.3 包括的な枠組みの必要性

これまでに感性は感情が関連する複雑な意識過程を問題にしなければならないことをみてきた。このような美的感性を理解するためには、人間の感情をも含めた意識過程のダイナミクスという視点から、美的体験の作用を包括的に捉えることが必要である。これにより、美学の知見が感性を客観的に検証する方法に欠けていたこと、一方の科学の

取り組みが理論的体系に欠けていたことを相互に補うことができると考えられる。

しかしながら、その意識過程が生まれること自体については、現在の科学では何も説明は得られていない。美的体験を生じさせる能力を美的感性とした場合、このことは人間の精神がどのようにして在るのかという根本的な問題である。

近年の脳科学の知見はニューロンの活動によって我々の精神活動が成立していることを支持しているが、その仕組みの全容解明にまでは至っていない。本研究の目的は、感性がどのようなものであるかという理解であるから、そこに深入りすることは得策ではないだろう。感性工学・感性情報処理を含む科学全般の諸分野は精神活動のモデルを想定することによって、個々の事象の説明を試みている。したがって、我々が感性という問題を扱う場合には、より多くの研究者に受け入れられるような、妥当で本質的な心のモデルを設定することが必要である。つまり、感性研究にとって、どのようにして人間の心を科学的な対象として捉えるかという包括的な枠組みの設定が課題となる。

4.4 心のダイナミクスとしての感性の理解

4.4.1 意識の内容としての心の定義

心をどのように捉えるかということは、先述の美学とは別にして、哲学においてしばしば心身問題と関連して議論される。最近では、心身問題は心脳問題とも呼ばれ、前節の最後で述べたような心と脳の間関係が議論されている。感性工学においても生理学や脳科学的な立場から感性の解明を試みる研究があることから、この問題は避けて通れない。その議論の中心は心と脳の間にはどのような関係があるのかということである。例えば、心と脳が全く同じものであるとか、あるいは心と脳が全く別のもので、さらに心が脳に対して支配的であるとか、逆に脳が心に対して支配的であるというような主張がなされている。このような心に対する立場が研究者によって異なることが、冒頭で述べた感性についてのコンセンサスが得られない原因であると考えられる。研究の切り口や視点が異なるということは、事象の多面的な説明として有意義であるのに対して、心をどのように捉えるかという根本的な問題における意見の相違は致命的である。そのような捉え方の違いという溝をそのままにしては、感性の共通の理解には至らないだろう。

この問題について、Togawa[152]は科学の立場から心を理解する為に、意識の内容すべてを要素とする“content space”(CS)という概念空間を提案した。この定義による心とは、脳の活動に支えられて生じている意識の内容すべてであり、意識とは単純に気づきの状態である。この意識の内容は、言語表現を介してアクセス可能である。図4.2はcontent

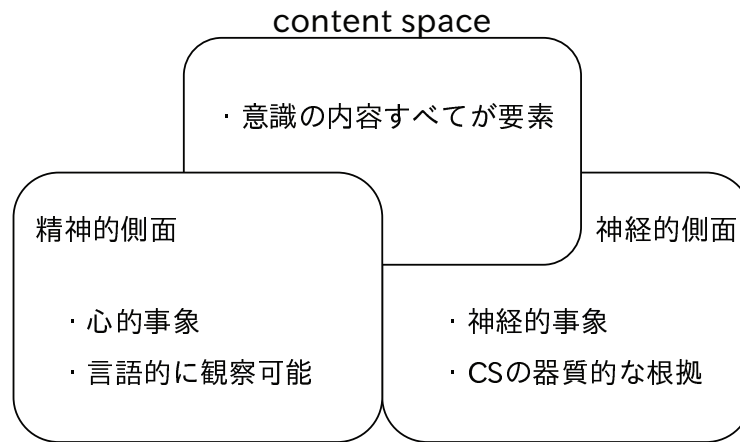


図 4.2: content space の概念図

space の精神的側面と神経側面を表わしたものである。content space は意識の内容を要素とするため、その性質には意識の性質が充当する。精神的側面と神経側面とは意識についての表裏一体な性質である。つまり、精神的側面とは意識が心的事象を参照する内容を持つということであり、神経側面とは神経的事象によって意識が生成されることである。心身問題ではこれらの乖離が議論の焦点であったが、その意味で content space はそれらを橋渡しする概念として理解することができる。

したがって、脳における生理的反応や神経的活動は、意識することが出来ないことから心の内容に含まれず、content space の神経側面として理解される。Togawa は content space の要点として次の十一点を挙げている。(1) content space には神経側面と精神的側面があり、心的事象は精神的側面に含まれる。(2) content space の精神的側面は神経側面から観察不可能である。また、その逆に神経側面は精神的側面から観察不可能である。(3) ある時点の意識内容は神経器官によって決定されるので、意識内容が意識に上る過程は意識的でない。(4) 意識内容は神経器官を介して作用する傾向にあり、この意味でそれぞれの意識内容は能動的である。(5) content space には物理学的な因果律が適用されない。(6) 心的事象は言語的にアクセス可能である。(7) 内観によって、限定的ではあるが content space の精神的側面を観察することができる。(8) content space の精神的側面は個人の内的世界として捉えられる。(9) 他人のすべての意識内容を構成する共通の content space を考えることができる。(10) 主観の起源は神経装置に埋め込まれた特定のユニットではなく、文化的背景によって設定された特定の意識内容である。(11) コネクショニストモデルは、この議論における神経器官の振る舞いが理解可能であることを裏

付ける。

以上のような content space という概念を定義することの最大の利点は、前出の Togawa によると、content space の神経側面と精神的側面として心身問題による縛りを回避出来ることと、言語的アクセスにより心の世界の探求を容易にすることの二点である。これらにより美的体験という意識過程を科学的対象として、美的感性の科学的研究が可能となる。換言すれば、自分と対象の関連の内に美が見出されるというように思弁的に説明されていた美の存在が、科学的な領域において記述することが出来るようになるのである。

4.4.2 content space における美的体験

先述の通り、意識を生成する神経や生理といった content space の器質的な根拠が神経側面として理解される。一方、心的事象を参照する意識の内容は content space の精神的側面として理解され、言語を介して表現される。この節では美的体験を content space の精神的側面に位置づけることで、それが科学的な領域において記述され得ることについて述べる。

このようにアクセス可能な意識の内容を要素とした content space を心として定義した場合には、物理的現象は感覚・知覚の結果、いわば精神的現象として content space の精神的側面に認められることになる。感覚器に入力される刺激が脳において処理され意識の内容として content space に現れる過程、すなわち物理的現象が精神的現象として生起するプロセスは content space の神経側面として区別されなければならない。したがって、美的体験が意識内容として捉えられる限りにおいて、表象性の原理において形成された美の意識もまた、content space の精神的側面の要素として捉えられるのである。このようにして意識の内容に帰せられる美の意識は、それを形成させる態度という点において認識の内容とは峻別され、そこから美の意識に独自の内容が見出される。この点、井島は「網膜上に対象の映像が映ることは、当然、感覚的な知覚作用の結果として、一つの視覚表象が成立したことを意味するが、ただそれだけでは、いわば一つの生理的現象が現出したというに過ぎず、必ずしも、自発的積極的な精神活動が営まれたことにはならない。これを共同の地盤として、そこから認識的態度と美的態度との二系の態度が展開するのである。前者は、視覚表象を再び客観的な対象の方向に向かって還元せしめながら、それとの関係において統一的に把握して、対象の表象として意識し、やがて「これは白い花である」という認識を完結しようとする態度、それに対して後者は、視覚表象を対象に向かって超えながら関係せしめるよりも、むしろ視覚表象自体の内に沈潜して、

そこに充実している主観との関連に基づいて「この白い花は美しい」という美的意識を形成せしめようとする態度である。[33]』としている。認識的態度は意識の内容として、知覚の対象が「何であるか」ということを要求するが、美的態度は美意識の内容を対象と主観との関連に要求する。この意識の内容は「特定の対象との関連として成立する現実的な生であり、ただその日常的な在り方そのものではなく、むしろ日常的生の深底から、その日常性を貫いて生き抜く本来的な生である。だから、その対象の前に生きているということそのことの自覚といってもよい。[33]』したがって、認識と美的意識はそれを形成せしめる態度とともに、その対象と内容という点においても峻別されるのである。

Togawa[152]は「客体としての自己の認知」と「主体としての自己認知」について神経器官としての本質的な差異がないことから、主体と客体の関係は content space の精神的側面における相対的なものであると説明している。美的体験の内実は人間の本来的な自由な生が自覚されることであり、意識の内容としてはアクセス可能であるから content space の一部である。「けだし人間は自己の目をみることができず、常に目の外にある色と形を見るほかなかつたし、自己の生を客体的に、いいかえると外に与えられたものとして意識することができず、これを専ら内に求めて主体的に自覚するほかなかつた [33]」のであるから、美的体験は主体-客体関係として論じられるのである。したがって、「見るもの（主体）」と「見られるもの（客体）」の相互媒介的な関係の内に自己の生の自覚を見出すという、表象性の原理は content space の心的側面において表現されることが考えられる。

4.4.3 感情を含めた心のダイナミクス

第一節三項で述べたようにわれわれが解明しようとするものは感性が担う心の力学であり、それについては第三節二項で指摘したように感性と感情の関連を含めて理解するのが妥当である。この節では山鳥による感情の理解をもとにして感性が心のダイナミクスと捉えられることを説明する。

表象性の原理において成り立つ、美的体験の感情が対象性から解放されたものであることは前節において言及した。第四節で述べたように、このような感情は情動を通して経験されるため content space の要素であり、言語によってアクセス可能な精神的側面として理解できる。一方で感情は神経生理的活動によって生じることから神経的側面としても理解することができる。さらに、感情が土台となって認知活動が行われるという指摘にもあったが、表象の操作という広義の認知一般に関しても神経生理的活動によって支えられていることから、それらはすべて content space の神経的側面として理解する

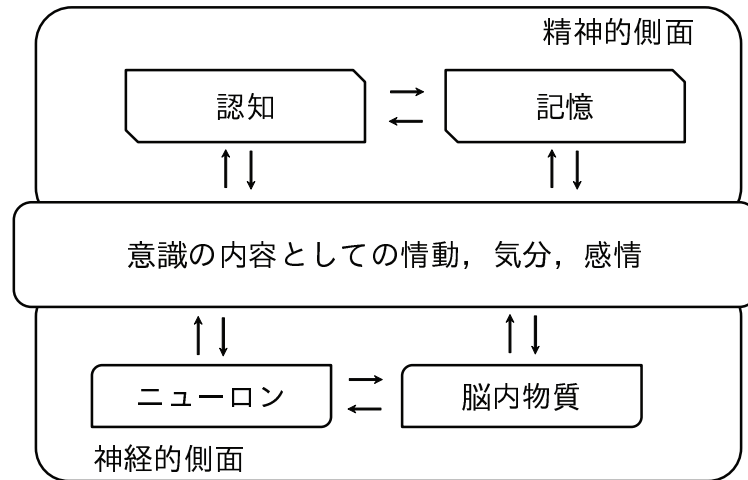


図 4.3: 意識の内容としての感情を中心としたダイナミクス

ことができる。こうした表象の操作という認知活動は意識の上で行われるため、意識が向けられていない場合には、その内容が心の中にはないことになる。この意味で、第三節で知覚表象について述べたように、何かに夢中で暑さを忘れてしまい、気づいたら汗だくであったという場合の「暑い」という知覚表象は心にはないか、あったとしても無形性の感情として瀰漫していると考えられるのである。コルセットの流行の例においても同じように、コルセットを過度に絞ってファッションとして悦に入っている最中には、「痛い」という知覚表象が心にはないものと説明できる。このように感情を中心とした意識過程に働く、一種の心のダイナミクスとして感性を捉えることができる。このような理解において、瀰漫した感情から析出された有形性表象は、認知過程によって操作される。認知的操作によって分節化した表象というのは、例えば、情動を介して自分の感情を体験することなどがそれにあたる。自分の感情を体験することで心の内容が変化するが、それは同時に神経生理的な状態の変化でもあるため、それによって基底にある感情も変化し、情動を介して再び体験される。このような認知による感情が、往住のいう認知駆動的な感情であると考えられる。図 4.3 は感情を中心とした心のダイナミクスを表現したものである。そのダイナミクスを感性として理解することができると考えられる。感情から析出された認知や記憶が content space の精神的側面であり、感情の器質的な根拠となるニューロンや脳内物質が content space の神経的側面に該当する。

4.4.4 content space における美的体験の妥当性

美的体験として崇高を感じる場合には、「見る人の能力を圧倒するような外形的量や内面的な力の深さと大きさ」という表象が析出され、「生の否定」というような感情を経験しながらも、その感情によって析出された何らかの表象によってそれを克服し、より深められた「一種の生の自覚」という感情に到達するということができる。このように美的体験を心のダイナミクスとして説明した場合には、美的体験によって到達する「根源的な生の自覚」というものは、一種の感情であるといえる。本研究における感情は認知の土壌という意味で、根源的なものであると考えているが、先の Beedie らによる研究における「気分はより根底的な何かであり、おそらく捉えどころがなく説明できないものである」という回答は的を射たものであるといえるだろう。なぜならば、感情は未分化の表象であり、それだけでは経験することができず、必ず情動や気分によるフィードバックが必要だからである。すなわち、この解釈によると「根源的な生の自覚」と「根底的な何か」とが対応すると考えられる。また、先の井島が美的感情を自己の内部から発展して来る「自我の分化」として表わしたことも、心のダイナミクスとしての美的体験の理解との対応を見せる。これらのことから、感性を心のダイナミクスとして理解することの妥当性は少なからずあり、感性の共通な理解のためには content space を基盤とした理解が有用であるといえる。

美的体験における崇高を説明したさいに、「何かしらの表象によって」生の自覚に到達するとしたが、実際にどのような表象によってそのような生の自覚に到達するかには、個体差がみられるに違いない。そのような差異について美学は芸術の歴史性と超歴史性として説明している。先の content space の要点に挙げたように、主観が特定の文化的背景によって設定された意識の内容であることから、芸術制作ならびに鑑賞における意識の内容についても文化的な背景がみられる。先述のように美や芸術について普遍性が認められるとしても、その意識が一個人のものであることから、文化的な背景を反映することが考えられる。

井島 [33] によると前者の普遍性は超歴史性として、後者は歴史性として説明されている。芸術作品の超歴史性というものは、表象性の原理において鑑賞と制作が根源的な生を見出すことに依拠しているために生じるものである。芸術作品が時空を越えて多くの人々を感動させることは超歴史性として説明される。一方、芸術作品の歴史性というものは芸術制作の根源である自覚される生そのものの、その在り方についての避けられない性格として理解される。芸術家が制作をする際には民族・文化などの歴史的なものは作家の芸術観を通してのみ作品に込められる。芸術家も歴史の中に生きる一人の人間

であり、歴史的なものの影響を受けないということはないということである。むしろ芸術家が一人の間人であるかぎり、その作品も歴史的な影響をうけることになる。この歴史性は根源的な生を表現する芸術家が歴史の中に生きることによって生ずるものである。芸術家による制作と鑑賞は同一の原理によって成り立つものであるから、制作についてのみならず、鑑賞ということにおいても超歴史性と歴史性は認められることになる。

このようにして、心のダイナミクスを前提にして美的体験のみならず美的対象について、すなわち芸術作品の作風の問題までの説明がされた。芸術作品の様式について、前出の山本 [168] は感性諸機能を自律的な美的法則性に基づく作用構造として統一的に捉えることで説明を試みている。その自律的な作用構造は、(1) 自然中心的一人間中心的、(2) 感動的一直観的、(3) 形象的一理念的、という少なくとも三つのダイナミックな構成契機によると解され、芸術様式の問題はこれらを軸とした座標系として検討されうるとしている。この三つの作用構造を心のダイナミクスにおいて対応付けると、第一は content space の文化的背景である世界観であり、第二は感情体験が情動によるか気分によるかというもので、第三は根源的な生の自覚に到達させるような有形表象が、対象の形象であるか内容であるかということである。

4.4.5 content space の導入による成果

本研究の美的感性をめぐる議論において、美学の美的体験に関する理論は抽象的であり、科学のような実証性に乏しかった。一方、感性についての科学的研究では諸領域を通じた共通の理解が得られておらず、また感性の主観的な性質を積極的に記述する方法を持ち合わせていなかった。その主たる原因は心をどのように捉えるかという枠組みの欠如にあり、それは感性研究が今後発展するために是が非でも埋めるべき溝であった。

そこで本研究では Togawa による content space の概念を導入することで、感性を心のダイナミクスとして位置づけた。content space を心として定義することの利点は、心の範囲を意識できることに限定することで、心と体の境界線がどこであるかというような議論を避けるとともに、心が言語によって観察可能であることを保証したことであった。これにより、美学と科学の知見が相互に利用可能であると考えられる。その上で本研究が示したことは、主体と客体の相互媒介的な関係に見出される美的なものを科学的に記述し検討し得るという可能性である。これにより感性の研究が進展すれば、心の構造そのものについての理解の助けになると考えられる。すなわち、このような感性の研究が科学的な心の理解への突破口となり得ると考えられるのである。

4.5 感性理解に向けた科学的アプローチの考察

前節では特に美的感性に関する美学の知見との整合性を説明する形で、本研究における心の構造に対する解釈の妥当性を検討した。そして、感情を中心とした心のダイナミクスとして感性を捉えることで、そのような作用性を備えた心の構造について、感性情報処理のように感情を避けることなく、さらに心理学的研究のように単純化しすぎることなく包括的な理解ができると考えられる。そのような心の構造についての考察は、既存の認知科学的なアプローチや社会科学的なアプローチが考えられるが、ここでは最後に、感性の適応的な意味を理解するために必要な進化的なアプローチを取り上げ、「感性工学における応用」としての纏めに繋げたい。

4.5.1 進化的アプローチ

進化的なアプローチにおいては、生物のある形質についてそれが進化の過程においてどのように獲得されたかということをも明らかにすることで、いわば形質が存在する意味を問うことが可能である。他のアプローチでは心の機序について説明するのに対して、その根源的な意味を説明することができる点でこのアプローチは有意義である。

美的体験の中心になる概念は感情であり、山鳥 [165] も言及していることであるが、情動反応は他の動物にも観察される。すなわち、感情は動物の延長上に位置するものと考えられ、それを中心に働く心のダイナミクスとしての感性についても同様に他の動物にも存在する可能性がある。ただ、言語を介する以外に content space を観察する手段がないことから、他者の content space にアクセスできるのは人間の場合に限られる。しかし、感性が感情を中心に展開するという理解のもとでは、他の動物と比較することや進化の過程考慮することを許容しうるのである。前出の堀 [28] によると、正の強化刺激に対してはそれを獲得しようとし、負の強化刺激に対してはそれを回避しようとする行動の動機づけを生じさせ、それによる行動を介した形で個体の生存確率を高めるというように、感情の表出である情動は個体維持に役立つという適応的な意味があるとしている。このように、感情および情動反応というものは進化的に獲得され、あらかじめ個体に備わった生体の機能として理解することができるのである。

高等動物のように、刺激と動機づけの対応が学習により変化する場合には、認知的な表象操作が必要となり、その意味で認知によって駆動される感情が考えられる。実際にハトやサルが学習の際に表象を操作していることが実験によって説明されている [160]。これらの動物実験は正答のボタンを押すと餌が出てくるなどの形でデザインされている

ため、表象操作と感情の関連を指摘することができる。したがって、感情を中心とした心のダイナミクスは、他の動物においても考えるのである。

しかしながら、人間の美的感性においては美的なものへの追及が積極的であるのに対して、動物にはそれがみられないことから両者には決定的な隔たりがあり、それには人間のみが文化的背景を持つことが関わっていると考えられる。われわれに美的感性が備わっているのは生物的な進化と文化的な発達の相互に関わった結果であると理解することができ、すなわち、文化を獲得したことが遺伝的性質にも影響を与えた現象として理解される遺伝子と文化の共進化によって、美的感性を育みやすい遺伝的性質が進化したのではないかと考えられる。現段階においてはこのような仮説に対して明確な答えが得られていないため、更なる感性の研究が必要である。

このような進化的アプローチは感性すなわち心のダイナミクスがなぜあるのかという問いに答えることができる。これによって得られる感性の理解は、現代社会の様々な文脈における感性に関する問題に対して、感性の意味というより根源的な理解を提供するという点で感性工学にとっても有効であると考えられる。

4.5.2 感性工学における応用

本研究では美的感性を心の問題として捉えた上で、意識内容を心として定義する content space において美的感性の位置づけを試みた。それによると、美的感性は心ないし content space のダイナミクスとして理解され、その内容は精神的側面を介してのみ観察可能である。このような枠組みにおいて、先に述べたように、認知科学的なアプローチが可能であるほかに、適応的な意味という点で進化的なアプローチが考えられる。また content space の文化的背景については、社会科学的なアプローチによっても感性の探究が可能であると考えられる。文化的背景を含めた意識過程を考察することは、ここで想定している content space の要素としてどのようなものが他人と異なるのか、あるいはどのようなものが他人と共有できるかということを明らかにするものである。そういった意味では、人間の心の構造がどのようなものかという本質的な問題の探究について有効であると考えられる。

しかし、感性の本質的な枠組みが感情を中心とした意識過程であるということは、意識の内容に神経的な側面からアクセスできないという点で、行動主義的あるいは生理学・脳科学的なアプローチにとっては暗雲立ち込める状況となると考えられる。他方、そのようなアプローチを応用する工学においては、本質的であることはさることながら、実証的であることよりも実用的であることが重視される傾向があり、このような立場にあっ

ては、生体指標を用いた感性の推定というものも許容される。このことは、例えば友人の表情から友人の心を推し量ることと同じである。つまり、本当にそのような心であったかどうかは本人にはかわからないとしても、日常生活に困らないほど十分であるか、むしろ豊かな生活を送れるほどに実用的である。また、脳の神経活動から感性を捉えることもそれと同様で、感性の本質を捉えることにはならないが、十分実用的な程度に推し量ることは可能であろう。この意味においては、デザイン決定支援についてラフ集合やファジィ集合を用いることは、より効率的に推定を行うための技術として有効であり、意識内容をもとにした適切な評価を行うことで本質に沿った有意義なシステム開発が可能になると考えられる。

4.6 小括

本研究で検討してきたように、美的感性を理解するためにはまず意識の内容として心を定義することが必要である。その上に感情を中心とした心のダイナミクスとして感性を理解することができる。こうした取り組みによって、感性に関する研究は共通の土台を得ることができ、生理学や脳科学の分野については条件つきではあるが、それは多くの学問領域における感性の科学的研究を推進することになる。また、生理学や脳科学の分野についても、意識の内容については踏み込めないまでも、感情のダイナミクスを神経的側面から研究を進めることは可能であり、感性の科学的研究の発展に大きく寄与することになる。したがって、これらの感性の研究を通して、心の構造そのものについての理解が深まることが期待される。

第5章 進化的アプローチによる感性の理解

前章で見てきたように、感情を中心とした心のダイナミクスとして感性を捉えるということは、心の作用を明らかにするということであり、その意味でそのような作用性を備えた心の構造を理解することと同義である。前節では特に美的感性に関する美学の知見との整合性を説明する形で、本研究における心の構造に対する解釈の妥当性を検討した。心の構造についての考察は、他にも認知科学的なアプローチや社会科学的なアプローチが考えられるが、ここでは進化的なアプローチについて言及したい。進化的なアプローチにおいては、生物のある形質についてそれが進化の過程においてどのように獲得されたかということ明らかにすることで、いわば「形質が存在する意味」を問うことが可能である。他のアプローチでは心の機序について説明するのに対して、その根源的な意味を説明することができる点でこのアプローチは有意義である。この章では美的感性について進化的な視点から理解することを試みる。

5.1 進化的アプローチ

5.1.1 進化的アプローチの射程

美的体験の中心になる概念は感情であり、前出の山鳥 [165] も言及していることであるが、情動反応は他の動物にも観察される。すなわち、感情は動物の延長上に位置するものと考えられ、それを中心に働く心のダイナミクスとしての感性についても同様に他の動物にも存在する可能性がある。ただし、言語を介する以外に意識内容の張る空間を観察する手段がないことから、他者の意識内容の張る空間にアクセスできるのは人間の場合に限られる。しかし、感性が感情を中心に展開するという理解のもとでは、他の動物と比較することや進化の過程考慮することを許容しうるのである。堀 [28] によると、正の強化刺激に対してはそれを獲得しようとし、負の強化刺激に対してはそれを回避しようとする行動の動機づけを生じさせ、それによる行動を介した形で個体の適応度を高めるといように、感情の表出である情動は個体維持に役立つという適応的な意味があるとしている。このように、感情および情動反応というものは進化的に獲得され、あらかじめ個体に備わった生体の機能として理解することができるのである。

高等動物のように、刺激と動機づけの対応が学習によって変化する場合には、認知的な表象操作が必要となり、その意味で認知によって駆動される感情ということが考えられる。実際にハトやサルが学習の際に表象を操作していることが実験によって説明されている [160]。これらの動物実験は正答のボタンを押すと餌が出てくるなどといった形でデザインされているため、表象操作と感情の関連を指摘することができる。したがって、感情を中心とした心のダイナミクスは、他の動物においても考えうる。しかしながら、人間の美的感性においては美的なものへの追及が積極的であるのに対して、動物にはそれがみられないことから両者には決定的な隔りがあると考えられる。それには人間が文化的背景を持つことが関わっていると考えられるが、現段階においては明確な答えが得られていないため、更なる感性の研究が必要である。

5.1.2 美的感性は進化の産物か

感性が進化の産物であるか過程で獲得された形質であるかということは根本的な問題である。この問いには簡単に答えられそうもない。進化心理学というアプローチでは、身体的な形質と同様に心も進化の産物であると考え、適応的な意味を説明しようとしている。目に見える形質に関して自分が親や兄弟と似ていることは一般的によく理解されている。科学的な説明ということであれば、形質と遺伝子という概念によってこのことがよく説明される。しかし、一般的に知能や感性といったものが遺伝によって説明されるというのは難しい。ひとつに知能という概念が複合的な事象であり、ひとつの遺伝子によって規定されないと考えられることが挙げられる。これは感性についても同様なことがいえる。先の章で述べたような感性のコンポーネント的分解によると、感性は推論、学習、言語、評価、動機づけによって構成されるものと考えられる。往住は感性をこれらのコンポーネントの複合的な事象として捉えたが、このような考え方からすれば感性の遺伝についてはより詳細な検討が必要であることがわかる。

前章では意識内容の張る空間という概念のうちに美的感性を捉えることを提案したが、そこで中心となる概念は感情であった。この感情と他のコンポーネントとの複合的な作用として感性を捉えるならば、それらのコンポーネントについて遺伝的な性質があるかということを確認することで、感性にも遺伝的な性質を認めることができると考えられる。本研究ではコンポーネントの複合的な作用について、特に自分と他者の理解に関する認知的な能力に焦点を当てながら感性の遺伝的な性質について言及する。そのような認知能力を取り上げるのは、芸術鑑賞をする場合に必要能力であるということが予想されることと、それが他の動物と人間を明確に分ける認知的な性質であると考えられるた

めである。次項では、まず感性の中心的な存在である感情や情動についても進化的な検討を行う。

5.1.3 情動の進化的検討

先に述べたように、情動反応は他の動物においても観察されるものであることから、それは多くの動物においても備わった機能であることが予想される。霊長類については情動表出のための表情筋が発達しており、情動と結びついた非言語的なコミュニケーション手段として利用されていることからその適応的価値が大きいことがわかる。霊長類以外の動物も含めて考えた場合には、コミュニケーション手段の他に、行動の動機づけや感覚の評価といった側面からも情動の適応的価値が捉えられている（表 5.1）。前出の堀によれば、刺激に応じて情動は行動の動機づけを発生させ、その情動状態は行動を介して個体の生存確率を高めるように働く。また、その動機づけによって新しい行動を学習することを可能にすることが考えられる。また、情動の進化をシミュレーションした研究によれば、先述の説明における刺激が行動の動機づけとなる、つまり感覚を評価する遺伝アルゴリズムと、それを受けての行動の学習に関する遺伝アルゴリズムの二つの系が入れ子状態になっているという仮説を立てている。その研究では獲物が残した匂いを追っていくことで生存する、スニファーズと名づけられたコンピュータ動物を用いて検証した結果、世代を重ねるにつれて、自分の一生の間に出会うどのような匂いをも追跡することを素早く学習するような感覚の評価系が進化し、集団のすべてに素早く広まることが確認された [39]。

情動の適応的価値として注目すべきなのは、表の (d) のように自律神経系や内分泌系に自動的に働きかけることで、行動を起こすための準備をさせるということである。つまり、生物学的な視点からすると情動は自動的に起こる生理的な機能として捉えることが適当であると考えられる。情動の進化についてのシミュレーションでは、情動を入れ子になった二つの遺伝アルゴリズムによって表現していたが、このことは (a), (b) の説明に当てはまるものである。実際の生物におけるアルゴリズムがそのような形になっているとは言い切れないが、感覚を評価し、行動を起こさせるということが情動において最も基本的な働きであるということがいえるだろう。これらの説明をまとめると、情動は生理的事象として自動的に起こるものであり、その基本的な働きは感覚を評価し行動を起こさせる、または行動の準備をさせるということである。

このように、情動は特定のルールによって引き起こされる反応であるが、基本情動理論においては進化の過程で獲得され生得的に備わっている「基本情動」の他に、人間の

表 5.1: 情動の適応的価値 [28] をもとに作成

適応的価値	特徴
(a) 行動の動機づけ	正の強化刺激であればそれを獲得しようと働き、負の強化刺激ならばそれを回避しようと働くというように、情動状態は行動の動機づけを発生させる。
(b) 強化刺激	個体にとって快い感じを引き起こす刺激は正の強化刺激であり、不快感を引き起こす刺激は負の強化刺激である。情動状態は行動を介して個体の生存確率を高める。
(c) 行動の学習	ある刺激によって動機づけられた行動が妨害された場合、それに代替する行動手段を学習する可能性がある。情動状態は柔軟性のある行動を可能にする。
(d) 身体の準備	自律および内分泌反応を誘発することにより、情動状態は行動遂行のための身体の準備をする。
(e) 通信の手段	威嚇行動、怒りの表出、姿勢をとることで相手に警告を与え、不必要な闘争を避けることができる。情動状態は個体間の通信手段としての役割を果たす。

情動については特定文化の中で後天的に習得される「文化に特異な情動」、生得的基盤を持ちながらも複雑な認知処理を伴う「高次認知的情動」が考えられている [18]。近年は人間の認知機能研究において感情と認知機能を切り離すことが出来ないという考えが浸透しつつあり、また感性研究においても感性を感情と認知機能の複合的事象と考えることはこれまでにみえてきた。生物進化において感情機能は生理学的事象として、個体に適応的な行動をとらせる為に進化したものであると考えられる。そのため、単に生理学的事象にとどまらず、文化の中で後天的に習得される「文化に特異な情動」や、高次な認知処理を伴うような「高次認知的情動」に関しては、人類に特有なものであるという可能性が考えられるのである。しかし、前章で論じた意識内容の張る空間という概念によって感性を捉えるならば、感情は生理的事象の域を出るものではなく、「文化に特異な情動」や「高次認知的情動」というものは生理的な事象と文化的な事象が認知能力によって結びついたものとして考えられるのである。すなわち、情動は進化的に獲得された生理的な事象であり、その部分では人間と他の動物に基本的な差異がないと考えられ、そして生理的な事象と文化的な事象の結びつきによって人間の情動が特徴づけられると考えられる。意識内容の張る空間において考察したように、感性が感情を中心とした心の

ダイナミクスであるならば、生理的な事象と文化的な事象が認知能力によって結びつくことが感性という心の働きの重要な性質であると考えられる。次節ではこのような結びつきを成す認知能力について言及する。

5.2 感性における認知

5.2.1 認知の問題としての感性

人間の感情が認知能力によって文化的な事象と結びついているとすれば、新たな認知機能の獲得によって感性はそれまでのものと差別化されることになる。したがって、この認知能力の差異によって感性を特徴づけることができるとすれば、人間の感性は動物のその延長上に位置しており、感性の人間らしさは認知機能の特徴を反映しているといえる。そういった観点から、人類に特有な感性を考えるには、感情機能や認知機能について他の動物と人間との差異を考察することが必要である。感情機能について類人猿と我々では感情機能の基本情動などに大きな違いはなく、最も異なる点は認知機能であると考えられる。人間と他の霊長類というような生物種のレベルにおいて、感性を構成していると考えられる下位的な要素を比較することによって他の動物と人間の認知的な能力の差異が明らかにすることができる。人間と霊長類を比べたときに、それぞれの感覚器はほとんど変わりが無いのにも関わらず、この世界を理解する仕方が異なるように思われることは認知機能の違いによるものであるとよい。このことから、人間の感性において何をどのように評価するかという問題は、何をどのように理解するかという認知の問題に置き換えて議論することができるといえ、感性を支える認知機能を進化の過程において考察することで、感性の進化的な理解が可能である。

感性を認知の問題として捉え、「何をどのように理解するか」ということは、(a) 認知の対象、(b) 認知の内容、という二つの視点から説明される(表 5.2)。例えば、りんごが木から落ちる様子を観察することで万有引力を理解するといった場合には、自然対象が認知の対象であり、物理的法則が認知の内容であるといえる。ニュートンのりんごの木にまつわる逸話の真偽はさておき、彼の理解が発見たる所以はりんごと地球という二つの物体の関係に着目したことによる。つまり、地面に注意を向けることによって地球をひとつの物体として捉えたことで発見につながったといえる。このことから、認知の対象という視点には対象に注意を向けるという気づきが関係していると考えられ、このことは我々が世界を認知する際の最も基本的な原理と言えるだろう。この気づきというものは、特に意識と区別しないものとして考えてよい。したがって、(a) 認知の対象、(b) 認

表 5.2: 認知の対象と内容

視点	区分	例
(a) 意識の対象	物体	丸太, 虫
	自分自身	私
	他者	母親
(b) 意識の内容	物体の関係	丸太の下に虫がいること
	意図的关系	一方が他方に対して邪魔している, 助けていること
	因果関係	穴が空いていれば物が落ちること

知の内容という認知の問題は同時に意識内容の張る空間の概念における問題でもあるといえる。

5.2.2 他の動物と人間の認知的差異

ここからは認知の対象および認知の内容という視点から、人間に特有な認知的要素の考察していく。トマセロは多くの実験などの証拠から、霊長類と哺乳類、霊長類と人間における認知的能力の違いをまとめている。それによると、霊長類は他の哺乳類と異なり、社会的対象について第三者の同士の間で成り立つ親族や支配関係といったような関係的カテゴリーを理解することが出来る。また、物理的な対象についても、数百回から数千回の試行を行うことで関係カテゴリーの理解を示すようになるということが確認されている。また、人間以外の霊長類が複雑な物理的・社会的事象を理解すること、多様な概念や認知的表示を使用すること、有生の物体と無生の物体を明確に区別すること、環境との相互作用において多くの複雑で洞察をもった問題解決ストラテジーをとることがわかっている。しかし、人間と異なり、有生の存在が外部世界に対して持つ意図的关系や、無生の物体や事象同士の間で成り立つ因果的关系を理解することができない。例えば、チンパンジーの母親が丸太を転がして、その下にいる昆虫を食べた様子を子供が見て学習したとすると、チンパンジーの子供は母親の意図を理解したわけではなく、母親が生み出した状態の変化のみに焦点をあて、丸太の下に昆虫がいるという二つの物体の関係について学習するだけである [156]。つまり、哺乳類と霊長類の違いは関係的カテゴリーの理解であり、霊長類と人間との違いは世界における意図性と因果性の理解である。意図性と因果性は意図的关系と因果的关系というように言い替えることが出来るので、意図性や因果性の理解を獲得したということ、新たな種類の関係の理解として考えると、関係的カテゴリーの理解が発展したものと考えることができる。霊長類には捉えること

が出来ないことを人間は認知の内容として捉えることができるようになったといえ、それが可能になるためにはおそらく認知の対象についても何か新しいことが出来るようになったものと考えられる。プレマックによると、生後十から十一ヶ月程度の乳幼児に二つの円が叩く、なでる、邪魔する、助ける、という作用しあう様子を描いたCGアニメを見せた場合、それらの円の行為には目的があると見なし、(1) その動作の強さに基づく評価基準と、(2) 助けているか邪魔しているかということに基づく評価基準を持ち、二つの円の間での相互作用を評価することがわかっている [119]。生後十から十一ヶ月という早い段階から対象について意図的關係や因果的關係を評価しているということは、人間に特有である意図性と因果性の理解という認知的能力は遺伝的性質がとても強いと考えられる。

5.2.3 人間に特有な認知的要素

前項でみてきたように、トマセロは人間の発達という観点から、注意を共有することによって文化的継承が可能になったことを主張している。トマセロの説によると、人間の子供には生後九ヶ月頃から共同注意が発現し、他者の注意をチェックすること、注意に追従すること、注意を向けさせることを経て、生後十三ヶ月頃から模倣学習が見られるようになる。子供は自分が意図を持った主体として経験するようになり、他者を「自分に似ている」と捉えることで自動的に他者についても同様の理解をする。そして思考や信念を持った存在として自己を認めるようになり、他者についても思考や信念を認めることで、他者から学習するだけでなく、他者を通して学習出来るようになる。これにより次のことが可能になる。(a) 社会的生成のプロセスを通じて多くの個体が共同で歴史の蓄積をもった文化的所産や実践を創出すること、(b) 文化学習と内在化のプロセスを通じて、同種の者が共同で創り出した所産のさまざまな側面を発達中の個体が学習し自分のものとするのである。ただし、他者を「自分に似ている」とみる捉え方 (“like me” stance) が共同注意の発現とどのようにつながっているかは明らかになっていない。また、その捉え方は人間に固有の生物学的な適応の結果として考えられているが、その捉え方が個体発生において、どのような経験がどのくらい必要で、いつ頃に現れるかということについても不明である [156]。このような理解が正しいとするならば、「共同注意の発現」から「他者についての意図性や因果性を理解」までの一連の発達の中に、認知の対象と内容についての進化的に獲得されたものがあると考えられる。トマセロの説を前述の (a) 認知の対象、(b) 認知の内容という観点から整理すると、自分自身を対象に意図性や主体性という内容を理解する必要があり、次に他者を対象に自分と同様の意図性や主体性という内容を理解する必要があるということになる。すなわち、自分に対する

理解を他者に対しても同様な形式で拡張することである。そのために必要なことは、自分を認知の対象とすることと、自分と似ていると捉えることの二点である。次節では自分を認知の対象とすることについて論じる。

5.3 認知の対象と内容の進化

5.3.1 自分を認知の対象にすること

ドナルドも同じように現代人を類人猿と比較することで、人間に特有な認知的要素についての見解を見出している。それによると、人間に特有でありなおかつ類人猿には欠けている最も基礎的な認知的要素は、リハーサル・ループとメタ認知的回想能力である。ほとんどの動物においては、可能な行動の範囲はほとんど遺伝的に固定されており、それは生態学ニッチに適応している。このことは高等哺乳類においても見られ、行動に柔軟性がないために各個体は生得的な運動レパートリーから外れた行動をとることが出来ず、運動の選択肢は狭い。しかし、人間においてはその行動様式には柔軟性がある。行動を学び、その幅を広げ、精緻化するためには反復練習、結果の観察と記憶、行動様式の変更といった一連の認知的操作をする必要がある。この一連の認知的操作をリハーサル・ループと呼び、これは行為者がその注意を外界から切り離して自分自身の行動へ向けるというメタ認知的回想と組み合わせて行われる。これらは一連の動作を意図的に観察し評価する能力であるといえる [17]。

この見解は言語獲得の前適応として全身を表象装置として使用可能になった際に、模倣的な運動の適応があったことを主張している。自分について観察し評価する能力によって実現するこの模倣的な運動の適応はホモエレクトスの出現と同じ時期であるとしている。その理由として、ホモ・エレクトスになる頃に大脳皮質辺縁系、海馬、小脳を中心に脳の拡大が加速したことを示す解剖学的な背景と、ホモエレクトスが残した石器などの考古学的背景が挙げられる [15, 16]。

脳の拡大については脳と認知的能力の対応関係が定かでないため、明確な証拠にはなりえないと考えられる。しかし、石器に関してはそれより古い地層から出てくるものよりも明らかに製法が高度化しているため、この見解が支持される可能性は高い。ホモ・エレクトスより前の時代に、ホモ・ハビリスが残したとされるものはオールドワン石器群と呼び、ホモ・エレクトスが残したとされるものはアシュურიアン石器群と呼ばれている。この二つの間には段階的な発達差が見られる。オールドワン石器群におけるハンドアックスは元となる石核の両面から二、三枚の剥片を剥離させただけのものであるが、アシュ

リアン石器群のハンドアックスは石核の両面を多方向から剥離させることで尖頭型や卵形型に仕上げたものである。アシュリアン石器群のハンドアックスを作る際には、最終的に目標としている形を目指して少しずつ整形するため、計画性と運動の柔軟性が必要である。このような理由から、ホモ・エレクトスの段階において運動系の発達と同時に一連の動作を意図的に観察し評価する必要がある、自分自身を認知の対象とすることができていた可能性が高いと考えられる。

ホモ・エレクトスにおいて獲得されたと考えられるリハーサル・ループとメタ認知的回想能力は、単に生理的な現象とは考えられず意識的な精神作業というものがこの時点で獲得されたと考えられる。これにより運動を精緻化することで行動レパトリーを学習することができるようになったと考えられる。新たな運動を学習するという事は、生得的な行動レパトリーに縛られなくなるということであり、遺伝的な束縛から脱することを意味する。

現生人類であるホモ・サピエンスは行動を学習すると共に、文化的な継承を通してそれを他個体に伝播する。文化の役割はこのような遺伝によらない継承メカニズムという意味で人類進化において大きな出来事であった [151]。石器を作成することについていえば、ホモ・ハビリスの時代から遺伝によらない継承が存在していたと考えることができるが、現生人類の文化的継承とは異なる点があったと考えられる。ホモ・ハビリスやホモ・エレクトスが作成したと考えられるオールドワン石器やアシュリアン石器はそれぞれおよそ百万年という長い期間に渡り形態が大きく変わることがなかった。したがって、現生人類とは異なる方略によって文化的な継承が行なわれていたことが考えられる。チンパンジーにおいても学習できることは先述のトマセロの引用のとおりであるが、エミュレーション学習のような学習では効率が悪く、文化的な発達には至らないと考えられるのである。次項では、自分と似ていると捉えるということが文化的な発達のために重要であることを論じる。

5.3.2 自分と似たものとして捉えること

人間の個体発生において、他者を自分と似ていると捉えることで意図性や因果性を理解するという一連の発達によって、文化的な継承が可能になると考えられることはすでにトマセロを引用して説明した。さて、ある種の同一視として捉えられる共同注意と、他者を「自分に似ている」とみる捉え方の二つを同じ性質の事柄としてひとまとめにして、他者と自分を同一視する認知的要素というように捉えることにする。その上で、仮にホモ・エレクトスのような初期人類が自身の意図性を理解する能力を持っていたとすると、

現代人の認知的特徴との差異は「他者を自分と似ている存在として同一視する」ということだけであると言える。

自分と似ている存在として、対象を同一視する能力が伺えるような考古学的資料は、およそ三万年前の南ドイツのホーレンスタイン・シュターデル遺跡から出土した「ライオン人間」と呼ばれる象牙製の彫刻である。この彫刻は高さ約30センチの直立姿勢をした男性像で、特徴はライオンの頭部を持っていることである。ミズン [76] はこの彫刻について擬人化の思考を反映したもの、もしくはトーテミズムの思考を反映したものであり、それは認知的流動性の獲得によることを説明している。認知的流動性とはそれまで独立して働いていたと考えられる社会的知能、博物学的知能や技術的知能を組み合わせるための統合である。社会的知能、博物学的知能、技術的知能はそれぞれ直観的な心理学、生物学、物理学として説明されている。社会的知能は他者とやりとりをするために用いられる。博物学的知能は自然界の理解についての知識である。技術的知能は道具を作成し操作するために用いられる。

擬人化の思考は現代の狩猟採集民においても多く見られると同時に、我々自身もその日常生活の中でペットを擬人化し、あたかも感情や意図があるように扱うことが多い。また、トーテミズムの思考は動物に人間の特徴を付与するのではなく、人間の個人あるいは集団を自然界に埋め込むものである。そのような存在を想像するためには、それまで独立的に進化してきたと考えられる社会的知能と博物学的知能の間に認知的流動性が必要である。擬人化の思考やトーテミズムの思考における、他者を自分と似ている存在として同一視することを認知的流動性として考えることができる。

また、先述の文化的な発達についても社会的知能と技術的知能における認知的流動性によって可能になると考えられる。ホモ・エレクトスが獲得したと考えられる運動の学習は生得的な運動レパートリーを脱するという意味で大きな進歩であったが、文化的な発達という意味では未熟であった。文化的な発達のためには、他者の行動様式ないし人工物を積極的に模倣し試行錯誤によってそれが多様化するということが必要である。ホモ・ハビリスやホモ・エレクトスにおいて長い期間に渡って石器の形態が変わらなかったということは、そのような試行錯誤による多様化が見られなかったことを意味する。積極的に他者を模倣するためには、他者が行なっていることを理解する必要があり、社会的知能と技術的知能の間で認知的な流動性が必要であると考えられる。ミズンによると認知的流動性は現生人類に特徴的な能力であり、文化的な発達が現生人類になってはじめて顕著になったことに符合する。

このように認知的流動性は文化的な発達にとって重要な性質であると考えられるが、先に挙げた例は具体的に「他者を自分と似ている存在として同一視する」ということによっ

ても説明される。つまり、同一視することで対象を自分と同じような特徴をもった個体としてみなすことや、さらに一歩進んで、自分と同じような存在に自分を埋め込むことで対象からの視点を得ることが可能になる。それは他者を自分に置き換えて理解するということであり、その意味で他者を自分と似ている存在として同一視するということは、他者と自分に関連する知識についての認知的な流動性であると理解することができるのである。

5.3.3 自分の延長として捉えること

前項では他者を自分と似ている存在として同一視することと認知的流動性の関連について述べた。前出のミズン [76] が主張するように認知的流動性はホモ・サピエンスに特徴的な性質であり、それによって擬人化やトーテミズムの思考が可能になると考えられる。この認知的流動性は他者の理解ということについても大きな力を発揮する。すなわち、同じものを見て同じことを感じていると考えるというような、他者にも自分と同じ心があることへの理解に発展すると考えられる。これまで述べてきたのは、ホモ・サピエンスにおいて認知的流動性を獲得し、社会的知能すなわち他者についての知識と技術的知能すなわち自分についての知識を重ね合わせることが可能になったということである。自分についての知識がなぜ技術的知能であるかということについては、運動の精緻化のためにはリハーサル・ループとメタ認知的回想の能力が必要であったと考えられ、その内実が自分の体性感覚について回想するということである。したがって、技術的知識が自分についての知識であるといえるのである。

しかし、美的体験すなわち自分の感情を自分で感じるということであれば、必ずしもそのような他者の理解は必要でない。それは美的体験ということが対象と自分との関係の中で根源的な生の自覚をすることであったことから理解できる。ただし、他者の理解が必要でないとしても、少なくとも自分ということへの理解は必要であると考えられる。したがって、他者の存在を認めた上で他者が自分と同じであることを理解するのではなく、自分が他者と同じであるということさえ理解することができれば、自分の視点から事物を感じるができると考えられるのである。すなわち、この場合に他者という概念は必要でなく、自分と他者を混同することも厭わないのである。これは自分以外のすべてのものに対して自分の延長として捉えることといえるだろう。物に対して自分の延長のような捉え方ができれば、例えば道具を自分の一部として扱うようなことが可能になると考えられる（表 5.3）。

このような捉え方は、前出のトマセロが説明する個体の発達という観点からすれば、他

者という存在の理解の前にあたると考えられる。系統発生を個体発生になぞらえることに正当性がないことを承知であえていうならば、この捉え方はホモ・エレクトスとホモ・サピエンスの間の段階で獲得された可能性がある。ホモ・エレクトスにおいて自分の感覚を理解することができるようになり、ホモ・サピエンスでは他者という概念を認めることで他者を自分と似ている存在として理解することができるようになったと考えられる。したがって、ホモ・エレクトスとホモ・サピエンスの間で、すなわちホモ・ハイデルベルゲンシスの頃に自分の延長として事物を捉えることができるようになったのではないかと考えられるのである。

ホモ・ハイデルベルゲンシスが誕生した頃に作成されていた後期アシュリアン石器としては、左右対称で細やかな仕上げのハンドアックスや、洗練された剥片石器が発見されている [50]。石材から剥片をはがした後に残る石核を利用するという意味でハンドアックスは石核石器と呼ばれ、その反対に剥片石器ははがした剥片を利用するものである。また、およそ四十万年前のものとして推定される南ドイツのシェーニンゲンの遺跡から投げ槍のような木器が発見された [150]。これらの考古学的資料からはホモ・ハイデルベルゲンシスに非常にうまく道具を扱う能力があったことが示唆され、自分の延長として捉える仕方は、他者を自分と同一視する捉え方の前適応となっている可能性がある。しかし、これらの考古学的資料が明確ではないため、ホモ・ハイデルベルゲンシスがそのような捉え方をしていたかどうかについてははっきりしたことがいえない。ただ、ハンドアックスの形状は機能美を有しているといっても過言ではなく、そこには高い機能性を美として感じる美的感性の存在が示唆される。そのため、美的感性を持つことにおいては、物を自分の延長として捉えることができれば、それで十分であるということは考えられる。

表 5.3: 能力の獲得と契機

能力	契機	主な人類
自分を認知の対象にする	運動を精緻化し、行動レパトリーを学習するための意図的な観察と評価	ホモ・エレクトス
自分の延長として捉える	技術的知能の発達による道具の製作と使用に際する自分の拡大的理解	ホモ・ハイデルベルゲンシス
自分と似たものとして捉える	社会的知能と技術的知能の統合による他者の理解	ホモ・サピエンス

5.3.4 外的対象と内的対象の二重性

前項では美的感性のためには、他者の理解が必ずしも必要ではなく、自分の延長として事物を理解することのみが必要であること、さらに自分についての理解は必要であることを述べた。この項では議論の場を美学に引き戻し、美的感性を持つということが認知の対象として二重性があることを論じるとともに、美的感性が自己意識の問題としても捉えられることを指摘する。

自分を埋め込み、それを通して何かを感じ取るという同一化は、我々が事物に対しても日常的に行うことである。一般に対象に自分自身の精神を投射してそれを直接に理解することは、芸術鑑賞における感情移入の概念として説明される。リップスによると、認識ということには (a) 物について、(b) 自分について、(c) 他者についての三つの領域があり、(c) 他者については感情移入がその源泉であると考えられる [61]。

他人の心を観察するということは不可能であり、実際に目に見える事柄から心の内容を推測するしかない。しかし、投射ないし同一化という方法を用いることによって、感情面においては共感というような働きとして相手の心を感じることが可能であるし、芸術作品や物に対しては感情移入することによって作者の感情や物の性質などを感じることができる。したがって、我々の美的体験には「他者を自分と似ている存在として同一視する」という人間に特有な能力と深い関係があると考えられる。また、認知的流動性とはそれぞれの知能を重ね合わせることであり、他者を自分と似たものとして重ね合わせることは、その概念の一部として捉えることができる。このように考えれば、美的感性はホモ・サピエンスにおいて獲得されたものとして考えられる。

ところが、前項で述べたように美的感性にとって本質的なことは他者の理解ではなく、自分の理解である。自分の理解という意味においては、先の「他者を自分と似ている存在として同一視する」ということは「自分と似たものとして捉えること」や「自分の延長として捉えること」として還元されるといえる。すなわち、他者を自分と似たものとして重ね合わせて対象を理解することは、自分に置き換えて他者を理解するという意味であり、自分で自分を理解することになる。したがって、外的な対象の理解をするために自分自身という内的な理解と重ね合わせるという二重性が生じると考えられるのである。

ここで注意しなければならないのは、認識と美的意識の区別である。認識とはそれが何であるかということの理解であるのに対して、美的意識ということはそれが生の自覚としてどのように感じられるかということである。このことは、第四章での井島の引用において説明したように、認識と美的意識はそれを形成せしめる態度とともに、その対象と内容という点においても峻別されるということである。認識を形成することは外的

対象が何であるかという理解であるため二重性は生じない。一方、美的意識を形成することは外的対象と共に内的対象すなわち自分について理解するため二重性が生じ、このときの意識の内容は外的対象と内的対象すなわち根源的な生の自覚である。したがって、美的感性には自分についての理解ないし自己意識というものが重要な要素であると考えられるのである。

5.3.5 感性と自己意識

これまで認知の問題として考えてきたが、前項で美的感性の重要な要素が自己意識であることが考えられた。この項では、美的感性における自己意識について進化的な視点から考察する。美的感性が意識の問題であること、そしてそれを意識内容の張る空間という枠組みで捉えることを第四章で述べた。特に知覚表象が意識されなければ、それは無いものと同じであり、美的感性は単に感覚や知覚の事象ではなく心的過程そのものの問題であるということ指摘した。つまり、自分の感覚や知覚あるいは感情を意識することが美的感性において核となる過程である。自分の感覚や感情を意識するということは、内的対象への意識であり、この意味で感性と自己意識が関連しているといえるのである。

さて、感覚と感情についての差異ということを考えたい。感情の定義を振り返ると、感情は「経験される全心理過程から、有形性表象を引いたもの [166]」で、つまり分節化あるいは心象化されていない、すなわち未分化な認知的土壌である。また、この感情を経験するということは、感情によって表出された情動というフィードバックを通してのみ行われる。したがって、感情は直接に意識されるものではなく、情動による体性感覚の変化を通して意識されるという意味で、感情を意識することと体性感覚を意識することは原理的に区別されないと考えられる。ルイスも山鳥と同様に、情動を経験するためには注意を向けることが必要であり、たとえある情動状態にあったとしても注意が向けられなければ経験されないことを説明している [60]。

神原らの研究では自己の感情の気づきや身体感覚の気づきの低下の改善という観点から心身症患者の症例を取り上げている。そこでは、自己の感情の気づきの低下についてはアレキシサイミア、身体感覚の気づきの低下についてはアレキシソミアという概念を引用している。アレキシサイミア (Alexithymia; 失感情症) とは、感情の気づきや表現が困難で、内面への気づきに乏しい状態である。また、アレキシソミア (Alexisomia; 失体感症) とは、身体感覚の気づきが低下した状態でアレキシサイミアと併発していることが多いとしている [40]。神原らはこれらに該当する症例において、感情を抑えて理性的に対処する習慣や思考優位で身体への気づきに乏しい傾向が、症状の持続に参与して

いたとことを考察している。このアレキシサイミアとアレキシソミアが併発する症例からも、感情と体性感覚への意識が原理的に同じであることがうかがえる。また、先述のように感情を体験するためにはフィードバックが必要であったが、体性感覚についての認知というのはこのフィードバックに当たると考えられる点で妥当性を有している。

このことを認めるならば、ホモ・エレクトスが体性感覚についての認知を獲得したことを美的体験の起源として考えることができる。つまり、体性感覚についての認知を獲得したことが、自分の感情の認知ということと同義であるとするならば、美的体験のために必要な能力はホモ・エレクトスの頃に獲得されていたと考えられるのである。しかし、内容として美的体験が感情体験であるということを重視するのであれば、体性感覚を意識することをもって美的感性の起源ということは早計であろう。第四章での山本の引用にあるように、美的体験は個人の美的世界において感情体験から自我の脈動やめざめを感じることである。そのような自分のありありとした感情についての認知こそが美的感性にとって重要であり、感情と体性感覚の認知が原理的に区別されないとしても、回想内容という点についてさらに考察が必要である。

5.3.6 自己の進化

Rosenbaum ら [123] によると、外傷性脳損傷によって、自分が過去の体験をありありと思い出しているという自己参照的意識 (autonoetic consciousness) を失った患者においても、他者の心の理解が可能であるということから、他者の理解と自己参照的な意識が独立であると考えられる。このことから、ホモ・サピエンスにおいて獲得されたと考えられる、他者の理解ということと美的体験のための能力は別々に獲得されたことが示唆される。この考えからすると、先のホモ・エレクトスが獲得した体性感覚についての理解とホモ・サピエンスが獲得した他者の理解との間に、美的感性の獲得が位置づけられることが考えられる。

自己という概念について、Neisser は生態学的自己 (ecological self)、対人的自己 (interpersonal self)、時間的拡大自己 (extended self)、私的自己 (private self)、概念的自己 (conceptual self) という五つを主張している。生態的自己とは、物理的環境の知覚にもとづく自己であり、環境と身体との相互的な関係に気づくことができる。対人的自己は、他個体との社会的交渉にもとづく自己であり、コミュニケーションのような客観的に存在する情報をもとに特定される。時間的拡大自己は過去の自分を思い出したり、未来の自分を想像したりするような自己である。私的自己は、自分の経験が他者と共有することが出来ないということに気づいたときに現れ、夢の内容のようにその環境に依存しないものも含

まれる。概念的自己とは、自分が特定の人物として区別されることについての概念である。これはコミュニケーションによって社会的に確立されるという点で他の4つの自己と異なるといえる [93]。

Leary と Buttermore[57] はこれら Neisser による五つの自己に対する認知的能力を仮定し、それぞれ処理される情報によって区別することで、五つの自己の起源を考察している。それによると、概念的自己の機能は抽象やシンボルについての情報処理であり、これはホモ・サピエンスにおいて初めて獲得されたとしている。また、私的自己の機能は感情、思考、意図といった私的で主観的な反応についての情報処理であると考えられ、人類進化において段階的に獲得されたと考えられている。Donald は、ホモ・エレクトスにおいて模倣的な技術を獲得したことを論じていた。この説について Leary と Buttermore は、これが正しいとすると模倣的な技術には私的自己が必要であったことが考えられるとしている。私的自己という能力によって主観的な経験を省みること、自己認識の源として内的状態を用いること、将来の事象についての反応を予測することを可能にすると考えられる。約言すれば、私的自己は私的自己意識を担うものであるとしている。また、自分に関連する思考にはシンボルや言語の能力が必要であると考えられているが、それは必ずしもシンボルや言語を獲得する前の人々が自省的でなかったということではないとしている。

すなわち、Leary と Buttermore の考えでは、概念的自己を含めた自己意識はシンボルや言語によって少なくとも六万年前までに獲得されたとしながらも、生態学的自己、対人的自己、時間的拡大自己、私的自己といった自分に関する情報は、言語がなくてもそれぞれの程度なりに処理されていたと考えられ、シンボルや言語を手に入れることによってホモ・サピエンスと同等の能力となったと考えられるのである。彼らの説に従えば、美的体験は主観的な経験という意味で私的自己の情報処理として考えられるという点で、ホモ・サピエンスより前のホモ・ハイデルベルゲンシスにおいて獲得されたと考えることはできるだろう。

5.4 美的感性の獲得と発達の考察

5.4.1 遺伝子と文化の相互作用

ウィルソンは人間の身体だけでなく、行動や心についても遺伝的な制約を受け、遺伝子=文化共進化の一部として、文化は個人の一生を通して心に再構築されると説明している [164]。つまり、人間の行動や心は個体発生的側面と系統発生的側面の両方において

遺伝子と文化が影響しているということであり、感性を理解するにあたってこの二つの側面において、感性機能がどのように獲得されたかということを考える必要がある。

遺伝的要因のみによって説明可能であるとした場合、人間の感性の多様性はすべて遺伝子によって決定されていると考えなければならない。しかし、ウィルソンは人間の発達をどのように捉えるかということについて、ウォディントンによる発達の傾斜地形という比喩を用いて説明している。つまり、地形を遺伝的要因、雨や風などの環境を文化的要因として、遺伝的形質が発現されるかどうかという問題は高地からボールが転がり海岸線のどの地点に辿り着くかということに似ているというのである [163]。

前出のウィルソンによると、「文化は共同体の精神によってつくられ、個々の精神は、遺伝的に構築された人間の脳の所産である。したがって、遺伝子と文化は不可分に結びついている。 [164]」この遺伝子と文化の結びつきは、神経回路と認知発達という後生則 (epigenetic rules) として説明されるとしている。「ある者が受け継ぐ後生則は、その後生則を持っていない者や、もっていてもその誘意性が弱いものよりも、周囲の環境や文化において生存や繁殖に有利に働く。そのようにして数多くの世代を経るうちに、より成功した後生則がそれを規定する遺伝子とともに、集団全体に広まってきた。その結果、人類は、脳の解剖学的構造や生理と同様に、行動においても自然選択によって遺伝的に進化した。 [164]」

トマセロの説明にあったように、個々の発達過程で文化的所産を学習することが可能なのは、現生人類に特有な認知能力によるものと考えられた。この文化学習というものは、上述の後生則が集団全体に広まる過程の重要な一部分を成している。生産、消費、再生産に関わる技術は、文化を構成する要素のひとつであり、これらの技術や社会形態とその運営といった知識は人々の環境認識の体系に支えられて成立しているため、技術や社会的行動を身につけることは同時に認識の体系を身につけることを意味している [142]。現生人類にとって文化的な継承を行うことは、生きていくために不可欠な資源であるといえる。戸川は個体の認識機能や運動機能を高度化させる補助装置という意味で、文化を大脳皮質になぞらえて「外付けの脳」と表現している [153]。その観点からすれば、文化が有する知識体系はいわば外部記憶装置として、個々の文化的産物は補助装置として捉えることができる。

5.4.2 美的感性の遺伝的獲得についての仮説

これまで、美的体験には自分についての認知が必要であり、それがホモ・ハイデルベルゲンシスの時代には獲得されていたと考えられることを述べてきた。また、言語の獲

得によって主観的自己覚知や客観的自己覚知という自己の概念とともに、感情移入に定式が成立するようになったと考えられる。前項では人間の行動や心が遺伝子と文化の相互作用によって獲得されるという考え方について述べた。おそらく、美的感性についてもこのような遺伝子と文化の相互作用の一環で獲得されたことが考えられる。ホモ・ハイデルベルゲンシスの時代には、投げ槍のような道具を用いて大型動物の狩猟が行われていた可能性を指摘したが、ここでは機能性の高い道具を製作しそれをうまく使用する必要に迫られるなかで、道具や行為への意識と感情の間に結びつきが生じたことが美的感性の獲得として位置づけられるとする仮説を提案する。

例えば、道具を使いこなして狩猟を行うことには大きなコストがかかると考えられる。道具を自分の腕の一部のように使いこなすということは、おそらくホモ・エレクトスの時代にある程度行うことができたと考えられ、それはホモ・ハイデルベルゲンシスの時代にはより高度化していたことが考えられる。道具を製作するというには熟練した技術が必要であり、投げ槍のようなものを作成するために別の石器などを用いなければならず、さらなる運動の精緻化が必要であると考えられるからである。このような道具製作と使用は運動の精緻化が必要であるということは、その技術を習得するために時間がかかることを意味する。また、技術を習得したとしても、実際に投げ槍を製作するにはある程度の時間を要したに違いない。したがって、これらの行動には大きなコストが考えられるのである。

狩猟の準備にかけたコストに見合うような成果を狩猟であげることができれば良いが、おいそれとはいかないことも多かったのではないかと考えられる。仮に失敗した場合にはそれによって空腹感を味わうことになるが、それでもめげずに再び狩猟の準備をしなければならない。また、次の狩猟で成功するためによりうまく道具を使えるように練習しなければならないだろう。こうした困難にもめげずに運動の精緻化を行うためには、それに見合うほど強い動機づけが必要であったと考えられる。先に論じた自分の延長として捉えるということは、自分を認知の対象にすることを基礎としており、これにより体性感覚や感情といった生理的事象に注意を向ける必要がある。こうした認知の形式は、外的な対象の理解のために内的な自分の理解を重ねるという意味で、美的体験の形式と符合する。内的な自分の理解ということは自己についての理解として言い換えられ、美的体験については特に Neisser によって説明された私的自己の性質であると考えられる。この私的自己が現代人と遜色ないものになるのはシンボルや言語によるところが大きいと考えられるが、それらを獲得する前であってもある程度には私的自己があったと考えてよい。感情についての主観的な体験ということは体性感覚のフィードバックを通して行われるという意味で、原理的には感情と体性感覚は同じであると考えられる。そのため、

道具の製作や道具の使用に伴って感情を体験することが考えられる。道具を用いた狩猟では必ずしも成功しないが、成功した場合の報酬が大きいためその感情は強く印象に残ると考えられる。狩猟行動は自分の一部のようにして道具を用いるという意味で意識的な回想を伴う。このときに道具を操るために行っていた意識的に回想することが感情と強く結びついたのではないかと考えられる。

狩猟の成功によって生じる感情は、次も同じように狩猟とその準備を行うように働きかけるだろう。ここで感情を意識的に回想することが可能になれば、ただ自然に生じた感情を感じる場合に比べて、よりいっそう強い動機づけが期待できると考えられる。こうして感情が意識と結びつくことを積極的に促したと考えられる。もし狩猟に失敗してしまった場合にも、感情が意識と結びつくことによって空腹感と食物への欲求がより強く狩猟行動へと導くと考えられる。すなわち、感情が意識と結びつき意識的な回想の内容となることに適応的価値があると考えられるのである。

ここで、感情と意識を結びつける機構を美的感性と考えれば、道具の機能美や道具を使う行為の美を感じることの説明も可能である。狩猟に用いる道具の機能性が高いことは狩猟の成功に大きく寄与すると考えられるため、製作した道具の“良さ”を機能美として意識できることが適応的であったと考えられる。さらに道具の製作に限らず、道具の使用においても同様のことが言える。すなわち、狩猟における道具の使用という行為の“良さ”をある種の美として意識できることもまた適応的であったと考えられる。このように感情を意識の内容にすること自体に適応的な価値を仮定すれば、その機構である美的感性が進化したと考えることができる。美的感性が進化した後には、狩猟とは別の人工物や運動そのものの中においても意識的に感情が見出されるようになったと考えられ、それが芸術と呼ばれることになったのではないかと考えられる(図5.1)。芸術はわれわれに主観的な感情体験を提供する文化的な産物である。前項では文化的産物を補助装置として捉えられることを述べたが、その意味では芸術作品はまさにわれわれに感情体験を提供する補助装置であるといえるだろう。原始美術の洞窟壁画などはよく呪術としての意味が説明されるが、その本質は感情を意識的に回想することであり、おそらくそれによって狩猟のために自分を鼓舞するような意味が考えられる。次項では美的感性の働きが見受けられる人工物を例にとり、その解釈について論じる。

5.4.3 文化的な発達

前項でみてきたように、意識と感情の関連すなわち美的感性という観点から原始美術を説明することができる。美的感性を獲得したのはホモ・サピエンスの出現以前のことで

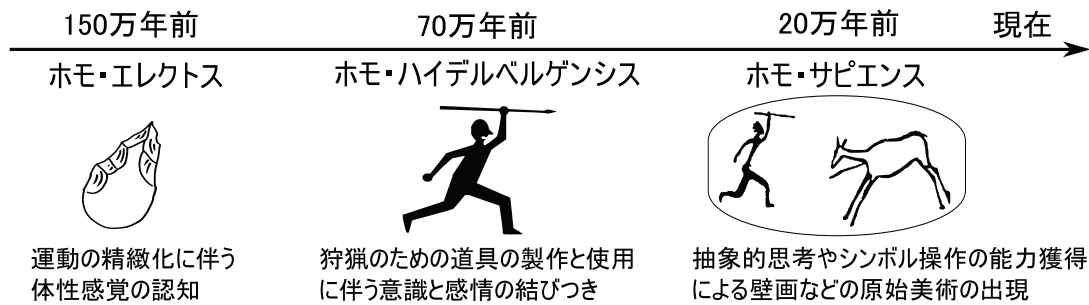


図 5.1: 美的感性の進化

あると考えれば、現代までの芸術一般というものはホモ・サピエンスが残した原始美術の延長上にあるといえる。本研究では美的感性に焦点を絞って論じてきたため、ホモ・サピエンスの出現によって得られた現代人に特徴的な能力については詳述しなかった。現代人的な能力というものには、抽象的思考を行う能力、優れた計画能力、行動上・経済活動上・技術上の発明能力、シンボルを操作する能力が挙げられる [73]。美的感性にとっては、抽象的思考やシンボル操作など言語と関わりの深い能力が特に大きな影響を及ぼしたと考えられる。これらの能力を手に入れることによって原始美術は現代の芸術一般へと発達していったに違いない。その意味で芸術の変化は文化的な発達であるといえるだろう。この項では文化的な発達とともに美的感性も変容したことを論じる。

木村は洞窟美術、岩陰美術、動産美術という先史美術について、それが単なる模倣衝動や遊戯衝動から生まれたのではなく、人々の生活に密着した野獣に働きかけるための呪術的な意味を有するとしている [46]。この原始美術を生み出した意識について、鬼丸は空間に対する意識として狩猟民的空間意識と農耕民的空間意識を指摘している [102]。農耕民の空間意識がひとつの中心をもち、それを軸とした構築的空間になるのに対して、狩猟民のもつ空間意識は非構築的である。狩猟民の生活はそのほとんどを野生の動物に依存しており、本来的に移動する獲物を追う生活形態である。一方で、農耕民の生活はひとつの場所に定住することが原則であることから、狩猟民とは異なる生活感情や世界観をもつ。このことによって、原始美術初期の動物壁画における線的な一方向的進行だけの構図であるのに対して、農耕が始まった頃の建築壁画には中心があり、それを囲むように諸形体が場面をなしていることを説明している。

このように文化的な発達によって美術も発達すると考えられるのであるが、有史以降の美術についてはとりわけ文字を用いる文化が関わっていると考えられる。オングは、ことばの声としての性格と、ことばのそうした性格を中心に形成されている文化を声の文化（オラリティー）、文字をつかいこなせる能力と、そうした能力を中心に形成されてい

る文化を文字の文化（リテラシー）として分類している。その上で、声の文化の性質について、音声というものは力を使わなければ、音としてひびくことができず、すべての音声とりわけ口頭での発話は、生体の内部から発するという意味で「力動的 dynamic」であるとしている [101]。それと対照的に、「読み書きが身にしみついた人間とは、たんに生まれながらの力ではなく、書くという技術によって直接ないし間接的に構造化された力からその思考過程が生じるような人間のことである。文字に慣れた精神 *literate mind* は書くことがなかったなら、いまのように考えなかっただろうし、考えることも出来なかっただろう。実際にもものを書いているときばかりでなく、話すためにふつうに考えをまとめているときでさえも、いまのように考えず、また、考えることもできなかったろう。どんな発明にもまして、書くことは、人間の意識をつくりかえてしまった [101]」と述べている。

このように書くことは意識を変容させると考えられるが、厳密には書くことのみによって思考が変化することを示すのは難しい。なぜならば、書くということは教育によって身につけるものであるのだが、逆に教育を受けるということは書くことのみを身につけることではないからである。つまり、教育を受けるということによって、同時に教材を通して様々なものの見方に触れるということが考えられ、そのことも美的感性に大きな影響を与えると考えられるのである。コールとスクリプナー [10] は声の文化に生きる人々と文字の文化に生きるわれわれを知覚という点で比較した研究を概観し、「絵とか図とか（三次元的な光景、事物を二次元的に表示したもの）に対する私たちの反応の様式は（中略）私たちがそれまでそれらの刺激材料をどのように処理してきたかという過去の歴史に何らかの点で依存しているのである」と述べている。また、中央リベリアのクペレ族の稲作農夫に写真を提示した場合に、彼らがその写真に何が写っているか混乱してしまう理由として、遠近法という慣習的技法に触れたことがないためであるとしている。西洋美術において遠近法を用いて距離を表すようになったのはレオナルド・ダヴィンチからであることが例に挙げられている。

このような慣習的技法は芸術的効果を高めることが目的であり、われわれの美に対する意識は文化的な発達とともにあるといえよう。「技術は人工的である。しかし、ここにも逆説があるのだが、人工的であることは、人間にとって自然なのである。技術も、適切なしかたで内面化されるならば、人間の生活の価値を低めはせず、反対に、それを高める。（中略）実際にはヴァイオリン奏者やオルガン奏者は、機械装置がなかったら表現されえないような強烈に人間的な何かを、その装置を使うことによって表現できるのである。（中略）このように、道具をみずからの一部とし、技術的なわざを学習することによって、人間が非人間的になるということはずまない。〔むしろ〕技術の使用によって、人

間のこころは豊かになり、人間の精神は広がり、その内的な生は密度を濃くすることができる [101] のである。美的感性はもとをただせば、技術の発達において感情と意識が結びついたことがその起源と考えられたわけであるから、技術的ないし文化的な発達によって人間の美的感性も発達するといえるのである。

この項の最後に美的感性の障害について言及しておきたい。先述のように、アレキシサイミアやアレキシソミアは理性的な思考を極度に続けることで引き起こされると考えられている。この理性的な考え方というものは論理的な思考であるといつてよい。オングが指摘したように現代人は文化的な発達によって思考過程が変化したことで、アレキシサイミアやアレキシソミアのような症状が出てきてしまったと考えることができる。つまり、文字の使用をはじめとする文化的ないし技術的な発達によって、理性的な思考が助長され人間が本来的に持ちうる感情についての思考との均衡が崩れてしまったのではないかと考えられるのである。このような考え方を進化心理学では楽園追放仮説と表現しており、われわれのゲノムが現在の環境に適應できないために精神的な障害が生じているとするものである [9]。アレキシサイミアやアレキシソミアは性格傾向であって精神障害ではないが、このような考え方が適用できるのではないかと考えられる。

5.5 小括

美的感性を理解するためには進化的なアプローチから考察した。このアプローチは意識内容の張る空間においてどのような要素が他の動物や祖先と異なるのか、あるいは共有できるかということをも明らかにするものである。その意味では、人間の心の構造がどのようなものであるのかという本質的な問題の探究について有効であると考えられ、(1) 人間が世界を理解する仕方と (2) 感情が意識されることの二つの点について論じた。

感覚と感情は当初漠然とした気分のようなものとして意識されるが、ひとたび明確に意識されればそれぞれが感覚と感情として意識の内容となり、それらの対応関係を論じることができる。次に感覚・感情と記憶について、それぞれが美的体験の契機となることが考えられるが、それは意識の選択性的な問題でありその場の状況や重みづけで変化すると考えられる。また、美的感性の役割は良いものと悪いものを見分けるという意味で、ひとつの問題解決として捉えることが可能である。芸術という補助装置によって促された感情体験であっても、本来的には生存のために必要な行動を動機づける役割があったと考えられるからである。そして、これらの要素と要素間の関係を意識内容の張る空間において記述するためにはオントロジーの方法論が有効であると考えられるのである。

これらの議論をまとめると、美的感性は次のように理解することができる。美的感性

の起源は人類進化の過程において意識と感情が結びついたことに求められる。遺伝的な獲得としては、ホモ・ハイデルベルゲンシスにおいて狩猟を目的とした道具の製作と使用に際して、積極的に感情を意識することが生存を有利にしたと考えられる。文化的な発達としては、道具の製作と使用ということが芸術へ変容し、感情体験を促す補助装置となったと考えられる。そして、この美的感性は content space という意識内容の張る空間に表現することができる。この概念空間において美的感性の主な要素は感覚、感情と記憶であり、オントロジーの方法論によって記述可能であると考えられる。

最後に、美的感性に対する進化的アプローチに残された課題を述べる。本研究では意識と感情の結びつきということに論点を絞り、美的感性の遺伝的な起源と文化的な発達を論じたが、美的体験における感情そのものに焦点をあてれば、美に特化した根底的な快感情や快気分の存在が明らかになる可能性がある。感情はいくつかの基本感情を組み合わせによって説明され、美的なものに対する感情もそれらの複合であると考えられる。美的感性が良いものと悪いものを見分ける役割を担うとすれば、その機能は生物個体が生存することにとって根本的なものであるといえ、そのような役割を感情のような原始的なシステムが担うことに妥当性がある。したがって、美と感情の対応を進化的な視点から辿ることによって、単に基本感情の複合としては説明のつかないような美に特化した感情を見出される可能性があるのである。

第6章 美的体験の達成過程の分類と記述

芸術や美術には人間の感性が大きく関与していると考えられる。人間がある対象について感性を発揮し、その結果を表出させるという一連の過程を“感性表出”という言葉で表現するならば、芸術作品に美を見出すことは、まさに感性表出である。ここで、芸術作品に対しては制作者と鑑賞者の二通りの立場を指摘することができる。制作者の立場においては、表現したい印象を作品に込めることが感性表出であるといえる。一方、鑑賞者の立場においては、作品に対して抱く印象や評価を感性表出として考えることができる。ある芸術作品が一般的に高い評価を得ることがあったならば、制作者の感性表出もしくは鑑賞者の感性表出に共通性を認めるができる。しかしながら、作品に対して抱く印象や評価には個人差が見られるという点で、感性表出の個性という側面を無視することができない。感性の共通性と個性をどのように捉えるかということは感性研究の課題のひとつである。感性が表出される事例についての知識を整理することで、この課題に対して解決の糸口が見出される可能性がある。

感性の研究において美的感性への関心は高いが、その科学的な理解に乏しい。美学における一つの理解として、美的体験とは人間と対象物の相互媒介的な関連において、人間が本来的なる自由な生を自覚することであるとされている [33]。第四章では、content space という概念 [152] を人間の心と見なした上で、美的体験がそこにおいて記述され得ることを論じた。content space は意識の内容すべてを要素とする概念空間であり、意識の内容が基底となる空間という意味で「意識内容の張る空間」と表現することができる。ここでのより正確な意識の定義は「意図性によって特徴付けられた、すべての主観的な気づきと、行動によって証拠づけられた、状況の形式知、精神的状態ないし活動 [5]」として説明されている。本研究では、美的感性の理解のために、美的体験における意識内容の構造を考察する。特に芸術作品の鑑賞を通して鑑賞者が自己の生を自覚する方式についての内容指向の知識記述を試みる。すなわち、美的体験における意識の流れと共に意識の内容を整理する。まず、意識の流れをフローチャートとして表現した上で、意識の内容についての知識記述を試みる。内容指向の方法論としてオントロジー工学におけるタスクフローを参考にする。さらに、感性表出についての知識体系として“感性表出オントロジー”に求められる要件とその構築方法について検討する。

6.1 美的体験に関する理論と方法

6.1.1 感情と体性感覚

美的体験において中心的な要素である感情について、本研究では次の山鳥による感情と情動の定義を採用する。山鳥 [165, 166] によれば、感情 (feeling) は「経験される全心理過程から、有形性表象を引いたもの」であり、情動 (emotion) は「感情と、感情にともなう身体的運動変化、自律神経変化、心理変化のすべてを包含する過程」と定義される。有形性表象とは、ある程度まで分節化あるいは心象化されて意識されるものであり、思考、概念、言語性表象、視覚性表象、聴覚性表象、体性感覚性表象、運動感覚性表象、嗅覚性表象、味覚性表象などが作り上げる知覚表象複合が例として挙げられている。

また山鳥 [165] は、情動は感情がそのまま表出されるが、その場合には心的内容がはっきりと意識されないこと、そして必ずしも意識されるとは限らないが、自分の感情を経験するためには情動として表出された行動があるまとまりとしてフィードバックされなければならないことを説明している。すなわち、感情は分節化あるいは心象化されていない未分化なものとして理解され、この感情を経験するということは、感情によって表出された情動反応というフィードバックを通してのみ行われる。したがって、感情は直接に意識されるものではなく、情動による体性感覚の変化を通して意識されるという意味において、感情を意識することと体性感覚を意識することは原理的に区別されないと考えられる。

このように感情の体験は生理的現象である情動反応に基づいて理解されるのである。人間が生得的に持っているという意味での基本的な情動として幸福、悲しみ、怒り、恐れ、驚き、嫌悪が挙げられる。進化的な視点からすれば、これらの情動は他の動物の延長上に位置すると考えることができ、実際にこれらに対応する情動反応を観察することができる。したがって、情動は動物において遺伝的に獲得された生理的現象である。ただ人間の情動について特筆すべきことは、意識を向けられることによって感情を体験することができるということである。

6.1.2 生の自覚と生命感情

美的体験を意識内容の内に記述することができることは第四章で議論した。本章では、人間が対象を鑑賞する際の具体的な心的過程を取り上げる。前出の井島は書作品を鑑賞するということについて、次のように述べている。「書家が一定の意味と字劃を有する文字を選び、自己の生命的なリズムの流れに筆を託し、それにふさわしい速さと圧力を整

えながら、その書作品をつくったように、鑑賞者は、自分の目でその線の流れを追いながら、その線の中に表現される生命のリズムの中に参入していく自分を感じる時、始めて書の鑑賞が成り立つといえるだろう。[34] このように鑑賞における美的体験は、表現された生命的なものに入り込んでいく自分を感じることで、自己の自由な生の自覚をすることになるのである。この「生命的なもの」とは、対象に向かって生きているという「体感的なもの」として理解できる。感情は体性感覚へ意識を向けることで体験されることから、この生の自覚もある種の感情体験として捉えられる。これについて井島 [34] は、鑑賞者が自分の状態を自覚することを感情と呼ぶことができるとした上で、それは感覚感情というよりも、自己の生命に源を発するいわば生命感情であり、このような「芸術鑑賞がもたらすよろこび」は「生きることのよろこび」に通じるとしている。

また、井島 [33] は美的体験において生がどのような仕方で自覚されるかという方式から美の類型が区別されると考えられており、次のような例を挙げている。全く肯定的もしくは直接的に、生の自覚が促進される場合には、それは優美と呼ばれる。したがって、鑑賞という行動においてこの方式を記述することによって、美的体験に対するよりよい理解が得られると考えられるのである。

6.1.3 内容指向の知識記述

体系的な知識の記述方法のひとつとしてオントロジーの方法論がある。オントロジーとは「対象とする世界の情報处理的モデルを構築する人が、その世界をどのように「眺めたか」、いい換えるとその世界には「何が存在している」と見なしてモデルを構築したかを(共有を指向して)明示的にしたものであり、その結果得られた基本概念や概念間の関係を土台にしてモデルを記述することができるようなもの [84]」である。オントロジーは記述される知識によって大きく二つに区別される。一つは対象領域の知識を記述するドメインオントロジーであり、もう一つはプロセスに関する知識を記述するタスクオントロジーである。タスクオントロジーのひとつの構築例として、石油精製プラントの復旧運転問題 [36] が挙げられる。この研究では、プラントの復旧運転という実際の操作についての知識を抽出している。また、笹島ら [130, 131, 132] による消費者行動モデルの記述の研究では、タスク概念と方式概念を定義することで、消費者行動において達成されるゴールとその達成方式を記述している。達成方式については來村ら [48] による機能概念と機能達成方式概念に基づいており、ある機能がその部分機能の系列によって達成されることを機能達成方法と呼び、その機能達成方法がマクロ機能を達成する根拠となるような原理や理論を機能達成方式として区別している。

6.2 美的体験における心的過程の記述方法

先述のように美的体験を心的過程として捉えるならば、時間的な前後関係を持った一連の心的事象を想定することができる。この考え方に立脚すれば、美的体験において次の二つの視点を見出すことができる。一つは、意識の内容という視点である。心的事象には先に述べた感覚や感情の体験が含まれ、ひとたび感覚や感情が明確に意識されれば、それぞれが意識の内容として認められる。そして、この意識の内容は先述の意識内容の張る空間の要素として布置することができる。もう一つは、意識の流れという視点である。ある時点での意識内容の張る空間を構成している感覚と感情について、感情がどのような感覚によって引き起こされたかというような対応関係を考えることができ、これを意識の流れとして表わすことができる。

また、意識の流れという視点においては感覚や感情と記憶が関連付けられていることも指摘できる。例えば、Marcel Proust による『失われた時を求めて』で主人公が紅茶に浸したマドレーヌを口にすることを契機として鮮烈な感覚と感情を体験するとともに幼い頃の記憶を回想するという一節のように、感覚入力に対応する感情が契機となって記憶の想起につながるということが考えられる。その逆に、記憶の想起が契機となって、感情を体験することも考えられる。これらの感覚および感情と記憶の関連は、感覚・感情と記憶のどちらが先か意識の対象となるかという問題であるということができ、その意味で意識の流れに焦点を当てるのが妥当であると言える。

本研究では、鑑賞者の意識の流れと共に意識の内容の整理を試みる。この意識の流れをフローチャートとして表現することができると考えられる。また、心的事象は美的体験における意識の内容としても理解することができ、意識内容の相互関係を表現するために先述のタスクオントロジーの方法論が適用可能であると考えられる。具体的には、笹島らによる消費者行動モデルの記述を参考にしながら、鑑賞者のタスクとその達成方式を記述する。美的体験という心的過程においては自己の生を自覚することは意識的な精神活動であるから、それを一つのタスクとしてみなすことによって、そのタスクをどのように達成するかという方式を記述することが可能である。美学の知見では、生の自覚がどのような仕方で行われる仕方によって美の類型が区別されるのであったから、本研究の記述によって鑑賞者が体験する美の類型を表現することが可能である。

次節では、一般的な鑑賞の意識の流れをフローチャートとして表現すると共に、鑑賞における意識の内容をタスクフローとして記述する。さらに、いくつかある美の類型の中で典型的な優美と崇高を取り上げ、生の自覚を達成する方式についての知識記述を説明する。

6.3 美的体験の記述

6.3.1 鑑賞のフローチャート

鑑賞における意識の流れについて、前出の井島は書作品の鑑賞を例にとり、次のように述べている。「書家が一定の意味と字劃を有する文字を選び、自己の生命的なリズムの流れに筆を託し、それにふさわしい速さと圧力を整えながら、その書作品をつくったように、鑑賞者は、自分の目でその線の流れを追いながら、その線の中に表現される生命のリズムの中に参入していく自分を感じるとき、始めて書の鑑賞が成り立つといえるだろう。[34]」このように鑑賞における美的体験は、表現された生命的なものに入り込んでいく自分を感じることで、自己の自由な生の自覚をするのである。この記述から鑑賞者の意識の流れを追うと、まず作品の表現に意識を向けた後に、自分に意識を移している。つまり、作品に意識を向けて表現の表象を得た後に、自分に意識を向けて体性感覚性表象を得るという流れであるといえる(図6.1)。図中の分岐条件は次に意識されるものが何であるかということである。芸術作品を意識した場合には作品の表象を得るという処理が行われ、自己に意識が向けられた場合には自己の表象を得る処理が行われる。先に述べたように感情の体験は情動反応のフィードバックによって成り立つため、自分に意識を向けて体性感覚性表象を得ることが感情の体験として理解できる。さらに、自己の生の自覚は対象の前に生きていることの自覚であったから、ここで得た自己の表象がまさに自己の生の自覚であると解釈できる。

さて、何を意識するかという点で大別される二つの処理は繰り返されると考えられる。作品の鑑賞という心的過程には時間的経過が含まれているため、ある部分に意識を向けたあとに続いて次の部分に意識を向けることになる。したがって、意識を作品や自分からそむけるまで鑑賞が続くと理解される。このことについては、フローチャートの「次の意識対象」という分岐によって表現される。音楽のように時間的に長い芸術作品においては、作品の表象を得るという処理が連続する場合や自己の表象を得るという処理が連続する場合も考えられる。次項では、これら二つの処理を鑑賞者のタスクとして捉えることによって意識の内容について記述する。

6.3.2 鑑賞のタスクフロー

対象を鑑賞するということは、意識を向ける対象という点で二つのステップに区別された。すなわち、作品の表現に意識を向けるというステップと、作品の前に生きている自分に意識を向けるというステップである。したがって、これに対応する鑑賞タスクは

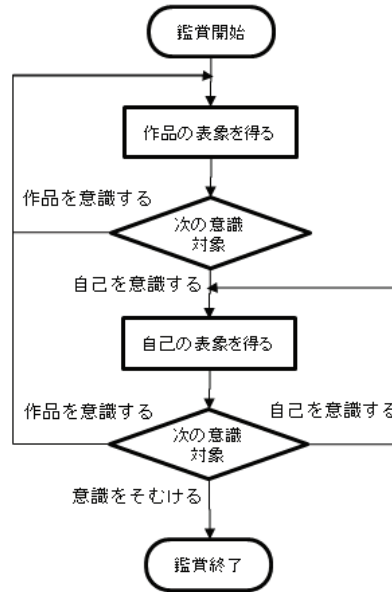


図 6.1: 作品鑑賞における意識の流れ

(1) 表象が分節されるタスク, (2) 感情が体験されるタスクという二つのタスクに分けられる。図 2 は一般的な鑑賞行動とそれを達成する方式を図示したものである。例えば、図中の「表象が分節される」というタスクは鑑賞方式の部分タスクであり、続いて「感情が体験される」部分タスクを達成することによって鑑賞方式が成立する。この系列が達成方法であり、それぞれ AND の関係にある。また、「表象分節方式」は「表象が分節される」タスクに対する達成方式であり、いずれかの達成方式によってそれぞれのタスクが達成される。すなわち、この系列ではそれぞれが OR の関係にあるということである。

まず、(1) は作品に表現されたものについての表象が分節されるというタスクであり、鑑賞者は作品の表現をたどり、表現の表象を得ることによって達成される。(1-a) は対象の表現に意識を向けるというタスクである。絵画であれば視覚的に、音楽ならば聴覚的に意識されるし、彫刻の場合には視覚と触覚の複数の感覚を通して意識される。(1-b) は表現されたものを意識的に分節することで、その表象を得るタスクである。表現を分節して均衡、調和、統一、拍子を見出すことは意識的な作業である。例えば、絵画の中に線対称な図形や色彩の調和を見つけることや、韻律詩を一息に読める長さに拍子付けすることがそれにあたる。逆に、絵画などで非対称な図形や色彩の不調和を見出すことも意識的な作業であり、均衡、調和や統一を均整方式とすれば不均衡、不調和や不統一は不均整方式として表現される。

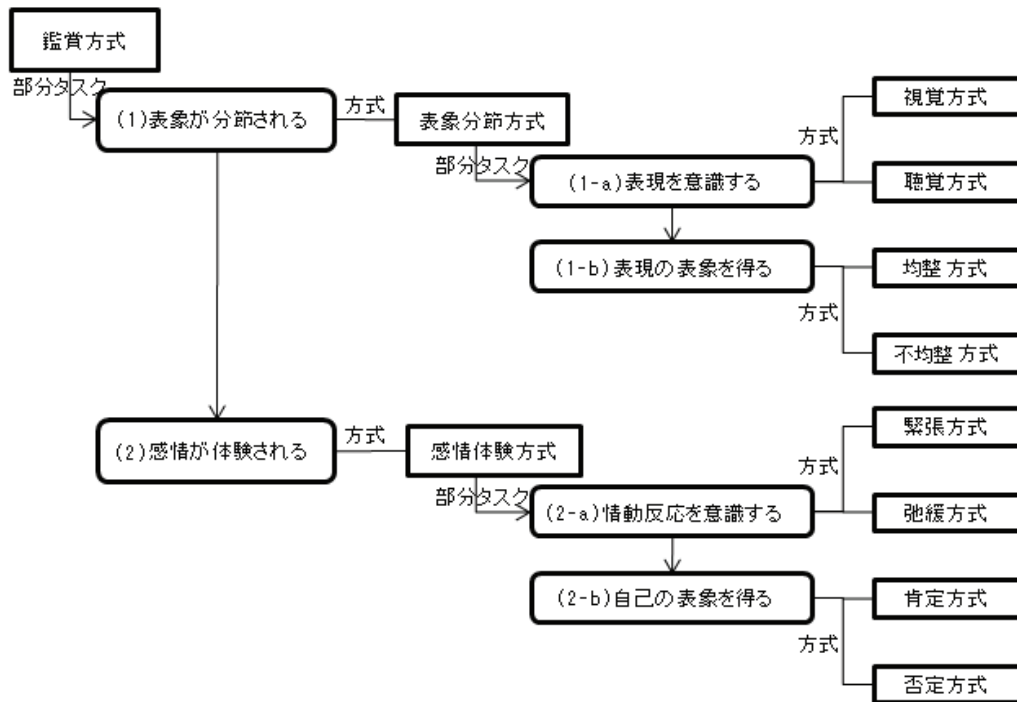


図 6.2: 作品を鑑賞する行動の知識表現例

次に(2)は感情を体験するタスクである。これを達成するためには、自らの情動反応に意識を向け、自己の生の表象を得ることが必要である。(2-a)は自己の情動反応に意識を向けるタスクとして捉えられる。感情を体験するためには情動のフィードバックに意識を向ける必要があり、主に体性感覚を通して意識される。得られた体性感覚性表象が緊張であるか弛緩であるかということによって方式が区別されることが考えられる。この弛緩と緊張は実際の自律神経系の状態とは対応しておらず、あくまで得られた表象の相対的な位置づけであると考えられる。(2-b)は感覚表象から自己の表象を得ることで感情を体験するタスクである。先の意識の流れをする際にも述べたが、自分に意識を向けて体性感覚性表象をもって感情の体験と理解することができる。また、自己の生の自覚が対象の前に生きていることの自覚であるという意味で、このタスクは美的体験における自己の生の自覚と同義であると解釈することができる。

以上、一般的な対象を鑑賞するという行動がそれぞれの部分タスクによって達成されることを述べた。先に述べた美の類型は鑑賞行動の達成方式によって区別できると考えられる。次項では優美と崇高という二つの美の類型が達成される方式を取り上げる。

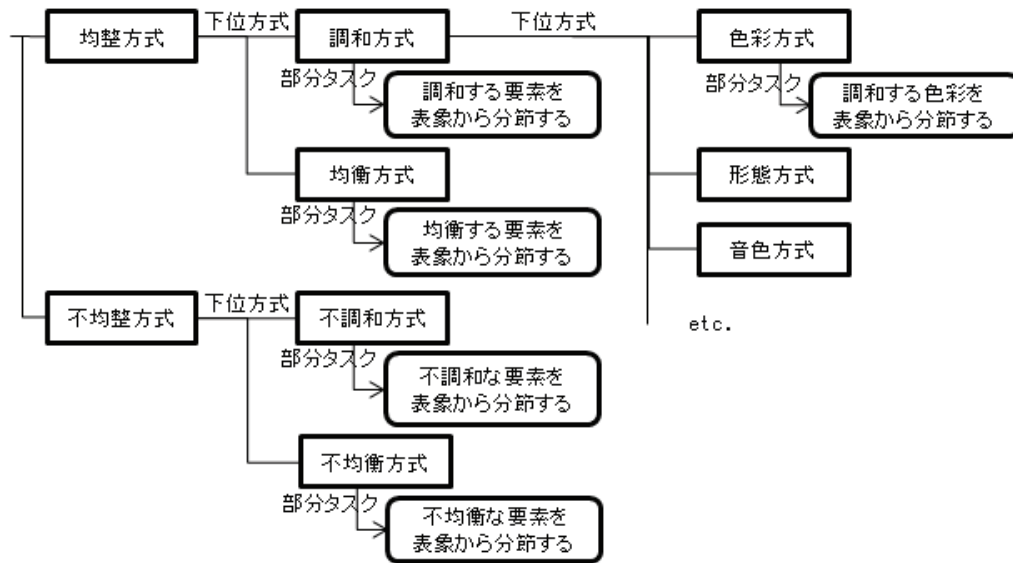


図 6.3: 均整方式と不均整方式の知識表現例

6.3.3 美の方式

美の類型は生の自覚の仕方によって区別されるが、それは先の二つのタスクにおける表現の表象と自己の表象のセットで記述される。優美とは美の類型の一つであり、一般的に美しいといった場合にはこれを指すことが多い。優美について視覚的な例を挙げるならば、咲きそろうた花や枝は優美である。均衡や調和といった外形的特徴を有するものを鑑賞した場合に優美が見出される。この表現の表象は先の鑑賞タスクにおける (1-b) に対する均整方式として記述される (図 6.3)。先述のように、美的体験における生の自覚の仕方という点については、優美は全く肯定的もしくは直接的に生の自覚が促進される場合である。ここでいう肯定的もしくは直接的ということは、葛藤や悩まされることがないということであり、生の自覚が促進されるということは、喜びのようなポジティブな感情が体験されると考えられる。この自己の表象については、先の鑑賞行動における (2-b) に対する肯定方式に対して優美方式が記述される (図 6.4)。

また、優美方式に関連して、華麗、壮麗、典雅、可憐といった美の類型も同様に記述することが可能である。先の井島によれば、華麗とは優美の基本的性格が外面的な大きさにおいて実現する場合であり、壮麗とは内面的な大きさにおいて実現する場合である。また、外面的な小ささにおいて実現すれば典雅であり、内面的な小ささにおいて実現すれば可憐である。それぞれ視覚的な例を挙げるならば、一面に広がる色とりどりの花畑

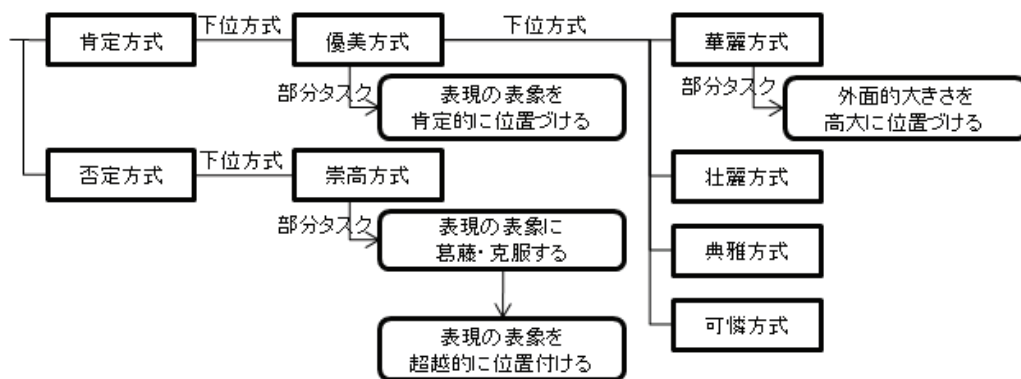


図 6.4: 優美方式と崇高方式の知識表現

は華麗であり、山頂から見下ろす雲海は壮麗であるし、凜と咲く桐の花は典雅で、草原に咲く一輪の花は可憐である。これらの美の類型は優美方式の特殊化として記述され、分節された表象と自分の関係において区別されるのである。

崇高も優美と同様に美の類型の一つであるが、優美とは対照的に作品表現の否定的な要素から発展し葛藤と克服を媒介とする。したがって、表現の表象については先の鑑賞タスクにおける(1-b)に対する不均整方式として記述され(図 6.3)、自己の表象については否定方式に対して崇高方式が記述される(図 6.4)。否定的な要素のみに基づいて表現の表象を位置づければ、恐れのようなネガティブな感情が体験されると考えられるが、崇高はそれを超えた次元の生の自覚であるため、葛藤および克服するという部分タスクが含まれることになる。

6.4 美の体系化に向けた感性表出の考察

6.4.1 感性表出の共通性と個性

本研究が提示した内容指向の知識記述では、表象を分節するタスクと感情を体験するタスクという、大きく二つのタスクに分けられた。表象を分節するタスクは、先述の表現された生命的なものに入り込んでいく自分を感じる過程である。一方、感情を体験するタスクは、体性感覚に意識を向けることによって生理的現象である感情を体験する過程である。これらは意識を向ける対象が異なるという点で分けられた。このことは、美的感性の理解に向けた科学的アプローチにとって重要な示唆をもたらす。すなわち、物理的刺激と体験される美との直接的な対応関係を考えることが原理的に難しく、(a)物理

的刺激と表現のイメージとの対応関係、(b) 表現のイメージと感情との対応関係というステップを踏む必要があるということである。

まず、物理的刺激と表現のイメージとの対応関係について、どのような方式で生命的なものを見出すかということには、個人の経験や文化的背景が関係すると考えられる。無文字文化と文字文化における知覚の様式を比較した場合に、三次元的な光景や二次元的な表示に対する反応の様式は、過去の歴史に何らかの点で依存していると考えられる [10]。芸術作品を鑑賞する場合に、制作者が作品に表現した生命的なものと同じ生命的なものを鑑賞者が見出すことができれば、制作者と鑑賞者は意識の内容を共有したとすることができる。また、二人の鑑賞者が同じ芸術作品を鑑賞して、同じ生命的なものを見出したとしたら、彼らも意識の内容を共有したとすることができる。例えば、遠近法という慣習的技法に触れたことのない人々には表現された距離が理解できず、意識の内容を共有することができない。逆にいえば、厳密には全く同じ内容を見出すことはないとしても、同じ文化的背景をもつ者であれば物理的刺激と表現のイメージとの対応関係を理解することができるだろう。

次に、表現のイメージと感情の対応関係については、感情を体験する前提となる情動反応は生理的な現象であるという点で、生得的な機能として説明することができる。例えば蛇に対する恐れ of イメージの生得性 [164] が指摘されるように、生理的に「自律および内分泌反応を誘発することにより、情動状態は行動遂行のための身体の準備をする [28]」という適応的価値があると考えられる。適応的価値を考察する進化的な視点は、対象の前に生きているという生命感情の体験を理解するためには有用であると考えられる。

6.4.2 感性表出オントロジー

この研究で記述することが出来た部分は美的体験に関する知識の内で粒度の大きい部分のみであるが、感性表出についてのさらなる知識記述として、感性表出オントロジーを構築する足掛かりとしては十分である。記述したタスクフローは、感性表出についての内容指向の知識記述の可能性を示したといえる。今後の展開としては、体系的な知識記述である感性表出オントロジーは、人間の感性表出の概念モデルであることが求められる。

現段階では、一般的に用いられる美的体験の概念はタスクフローによって表現することが可能であり、実際の鑑賞者の意識の流れはフローチャートによって表現することができる。タスクフローは概念の整理としての役割しかなく、それだけでは実際の意識の流れと対応させることが難しい。この問題について、フローチャートで表現される実際

の意識の流れは、タスクフローのインスタンスとして位置づけることで解決可能であると考えられる。

この考えに基づけば、内容指向の知識記述を充実させるためには、インスタンスから記述を始めるという方法が有効であると考えられる。具体的には、先に述べた(a)物理的刺激と表現のイメージとの対応関係、(b)表現のイメージと感情との対応関係という二つの過程のそれぞれに対応する意識の流れを実験的に検討する必要がある。例えば、芸術作品の鑑賞において鑑賞者が作品表現の色や形といった属性について表象を得るのかということを調べることは、鑑賞者の意識の流れをフローチャートとして記述する際の分岐条件を明らかにすることができると考えられるのである。

6.5 小括

我々が何かを鑑賞する際に、体験する感情についてはよく意識されるが、それがどのように体験されたかということは意識されることが少ない。鑑賞において美的体験がどのような過程で成立するかという理解が得られれば、美的感性の理解に近づくことができる。本研究では、鑑賞するという行動における美的体験について内容指向の知識記述を試みた。鑑賞者の意識の流れをフローチャートに整理した上で、意識の内容をタスクフローとして記述する試みである。特に、優美と崇高という二つの美の類型については、鑑賞者の生の自覚の仕方による区別を記述することが出来た。それによると、物理的刺激と表現イメージ、表現イメージと感情という二つの過程に分けて感性表出を捉えることで、感性表出の共通性と個性についての理解の助けになると考えられる。また、感性表出オントロジーは個人の意識の流れをインスタンスとして位置づけることで、さらなる詳細を記述できると考えられる。

本研究で記述したのは粒度の大きい部分のみであり、今後の研究でさらに精緻化して行く必要がある。その方法として、ボトムアップのアプローチが考えられる。すなわち、鑑賞する状況を再現する実験を行い、観察された鑑賞者の意識内容に基づいて鑑賞行動の知識記述を行うということである。具体的には、対象について鑑賞時の内観データを収集し、実際に意識内容を分析することが考えられる。先の考察で述べたように、物理的刺激とイメージ、イメージと感情の対応についてそれぞれ分けて実験を設定することが必要である。特に物理刺激とイメージとの対応関係を検証するために、Eye Mark Recorderなどの視線データを取得する装置と併用することにより、意識している作品の部分と内観データとの対応付けを行うことが考えられる。

第III部

心理実験による感性の観察

第7章 色彩感情の構造を捉える次元

色彩に対する感情的な反応は色彩感情と呼ばれる。色彩感情は Semantic Differential (SD) 尺度のような評定尺度を用いて測定され、因子分析によって複数の尺度に共通した因子が抽出される。評定尺度は色彩感情に対する関心という観点から大きく二つのカテゴリに分けて捉えられており、ひとつは「心地よい-心地よくない」や「良い-悪い」という嗜好に関する評価的次元、もうひとつは「明るい-暗い」「やわらかい-かたい」「あたたかい-冷たい」といった色彩の見た目 (appearance) に関する記述的次元である [19]。また、色彩感情を説明する共通因子は主に色彩嗜好とも呼ばれる評価 (evaluation) に加えて、色彩三属性である明度 (lightness)、彩度 (chroma)、色相 (hue) の四つであるとされる [108]。この色彩三属性は先述の記述的次元の評定尺度に対して抽出される因子である。

Sivik [138] によると「あたたかい-冷たい」のようにその色がどうであるかということとは人々の間で比較的一致する一方で、「好き-嫌い」のように感情的な評価的変数は非常に文脈に依存し普遍性が極めて低い。先述の研究 [108] において8カ国において収集された実験データでは、記述的次元の評定尺度に関してはそれぞれの国同士で高い相関が見られたが、「好き-嫌い」という評価的次元の評定尺度では相関が低かった。このことから、感情的な意味を有する次元は地域差あるいは文化差が大きいと考えられる。

先述のように色彩感情の研究において、主な関心は評価的次元と記述的次元であるが、それらとは別の感情状態に関する次元に焦点をあてた研究がある [161, 140]。色彩感情のひとつとして感情の次元を取り上げる研究は多くなく、感情の次元と色彩属性の関係は十分に明らかになっていない。さらに、感情の次元は評価的次元と同様に文化差が大きいと考えられるが、その影響についても十分な研究がなされていない。本研究では研究 [140] と同じ刺激と評定尺度を用いて感情の次元についての測定を行うことで感情の次元と色彩の属性の関係のモデルを構築する。先行研究の実験データから構築されたモデルと本研究のモデルとを比較することで、感情の次元と色彩属性の関係を明らかにすることが目的である。

7.1 感情状態に着目した色彩感情

感情の状態に対して三つの共通因子が見出されており、それぞれ Pleasure, Arousal, Dominance と名づけられている。それらを測定するために用いる評定尺度のひとつとして、47 個の項目から構成される PAD 尺度 [74] が挙げられる。Valdez と Mehrabian [161] は PAD 尺度を用いて、色彩感情と色彩三属性との関連性を分析した。Pleasure, Arousal, Dominance の次元と色彩属性との関係についての重回帰分析によると、Pleasure, Arousal, Dominance はすべて明度と彩度の二つの変数で説明され、色彩属性との関連が示されている。

これと同様に感情の三つの因子を仮定した色彩感情の研究として、Suk と Irtel による Self-Assessment Manikin (SAM) 尺度を用いた単色の評定実験が挙げられる [140]。SAM 尺度は Lang [56] によって提案された尺度である。この尺度は Valence, Arousal, Dominance という 3 系列のマネキン画像から構成されており、Valence, Arousal については先述の感情状態を表す Pleasure, Arousal と非常に高い相関がある [8]。SAM 尺度では一番左が最も低い評定値を表し、右へ行くにしたがって高い評定値を表すようにマネキン画像が並べられている。被験者は自分の感情を自分で評定し、そのマネキンから最も近いものを選ぶことで被験者の感情が評定される。SAM 尺度は SD 尺度とは異なり、非言語の形式であるため対象に関連した反応を直接的に評定することができ、文化的な要因に左右されにくいとされている。

Suk と Irtel による研究で用いられた単色の刺激は 5 つのトーンに分類されており、それぞれのトーンにおける彩度の水準と Valence, Arousal, Dominance の評定値との間に正の相関が見られた。さらに、明度の順にならべたトーンと Valence, Arousal, Dominance の評定値との間には逆 U 字の関係が見られた。この知見からも、感情の状態を表す Pleasure/Valence, Arousal, Dominance は明度と彩度の両者と密接な関係があると考えられるが、重回帰分析は行われておらずそれぞれの色彩属性がどの程度の影響を及ぼしているかは明らかになっていない。

7.2 色彩刺激に対する感情状態の評定

7.2.1 実験の材料と分析方法

本研究では (1) 色彩刺激に対して感情の状態を評定させた実験データから色彩属性と感情の次元の関係をモデル化し、(2) 先行研究の実験データに基づいたモデルと比較を行う。さらに (3) 本研究の実験データに対して構築したモデルにおいて色相の影響を検討

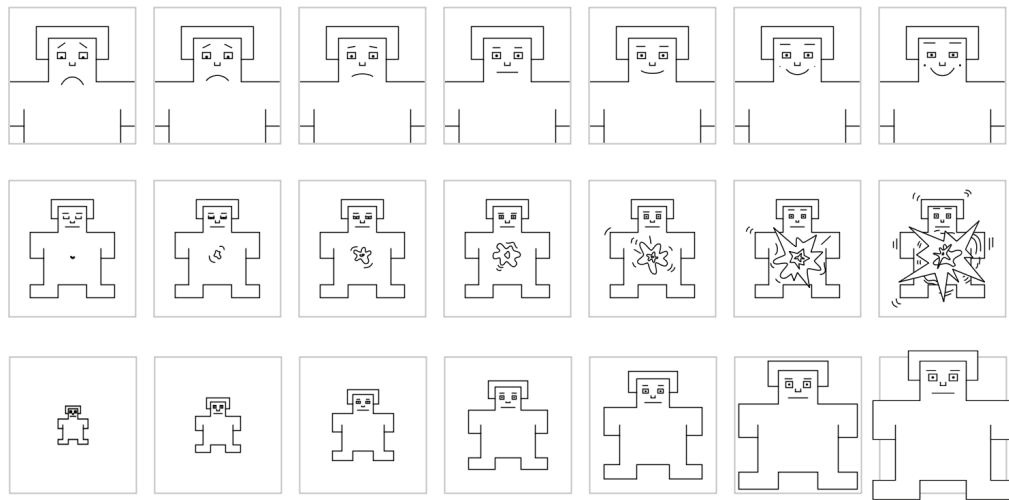


図 7.1: Self-Assessment Manikin 尺度

する。色相実験では研究 [140] と同じ色彩刺激と評定尺度を用いるが、色彩刺激はトーンに基づいて選択されているため、明度と彩度、彩度と色相において弱い相関がみられる。このような変数を用いて重回帰分析を行う際には多重共線性の問題が生じることが多いため、説明変数間の相関関係を認めた上で目的変数に及ぼす影響を推定する必要がある。このため、本研究では古典的な重回帰分析の代わりに構造方程式モデリングを用いる。また、重回帰分析では一般的に決定係数によって、ひとつの目的変数と複数の説明変数からなる部分の当てはまりを検討するが、構造方程式モデリングでは複数の目的変数と複数の説明変数を合わせた全体的なモデルの当てはまりを検討することができ、色彩属性と感情の次元との関係を比較するための方法として有効である。

7.2.2 実験の手続き

呈示した単色に対して 7 段階の SAM 尺度を用いて被験者に評定させる実験を行った。図 7.1 は上から順に Valence, Arousal, Dominance の系列である。文献 [140] で用いられた単色から red, yellow, green, blue, violet の 5 色相と dark, deep, vivid, brilliant, light の 5 トーンを組み合わせた 25 色を呈示刺激とした (表 7.1)。それらの CIELCh 座標を心理実験ソフトウェア (PXLab) で制御し、順序をランダム化して SAM 尺度とともに、あらかじめハードウェア・キャリブレーションを行ったナナオ製液晶モニタ (ColorEdge CG245W) 上に呈示した。

表 7.1: 色彩刺激の CIELCh 座標

hue	tone	L*	C*	h
red	dark	30	30	30
red	deep	30	45	30
red	vivid	40	60	30
red	brilliant	50	40	30
red	light	70	30	30
yellow	dark	60	40	80
yellow	deep	60	70	80
yellow	vivid	80	90	80
yellow	brilliant	80	60	80
yellow	light	80	40	80
green	dark	30	30	160
green	deep	40	45	160
green	vivid	50	60	160
green	brilliant	40	40	160
green	light	70	20	160
blue	dark	30	20	260
blue	deep	40	30	260
blue	vivid	40	45	260
blue	brilliant	60	35	260
blue	light	70	25	260
violet	dark	20	25	320
violet	deep	30	35	320
violet	vivid	40	40	320
violet	brilliant	50	30	320
violet	light	70	20	320

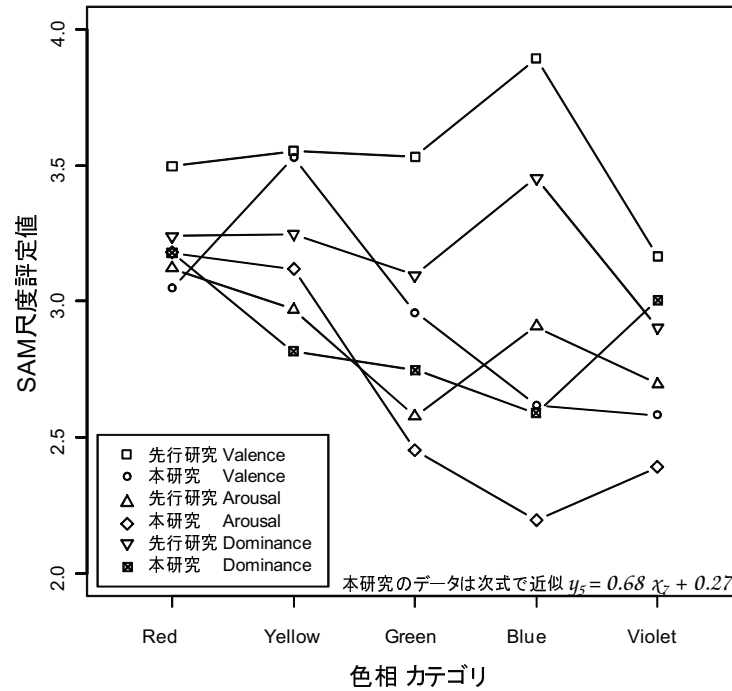


図 7.2: 色相カテゴリごとの平均評定値

刺激は画面の中央に円形に表示され、背景は中明度 ($L^* = 50$) のグレーである。画面下部に表示された SAM 尺度に対して、被験者は感情に最も良く当てはまるピクトグラムをマウスで選択し回答することが求められた。被験者は大学生および大学院生 18 名（男性：13 名，女性：5 名），平均年齢 21.9 (SD : 2.05) である。

7.2.3 実験の結果

取得した実験データを先行研究 [140] のデータを比較するために色相のカテゴリごと評定値の平均値をプロットした (図 7.2)。先行研究では 5 段階の SAM 尺度が用いられているのに対して、本研究では 7 段階の SAM 尺度を用いた。そのため、プロットに際して 7 段階尺度の評定値から 5 段階尺度の評定値への近似式 [11] を用いて変換している。

本研究と先行研究のそれぞれにおいて Valence, Arousal, Dominance の推移パターンが似ており、Blue において本研究の評定値が低くなる一方で、先行研究の評定値は高くなる傾向が見られた。色相カテゴリを色相角である CIELCh の h 座標で表現すると、Red, Yellow, Green, Blue, Violet の順に 30, 80, 160, 260, 320 である。したがって、本研究における実験の評定値では感情の次元と色相角の間には負の共変関係が推測される。た

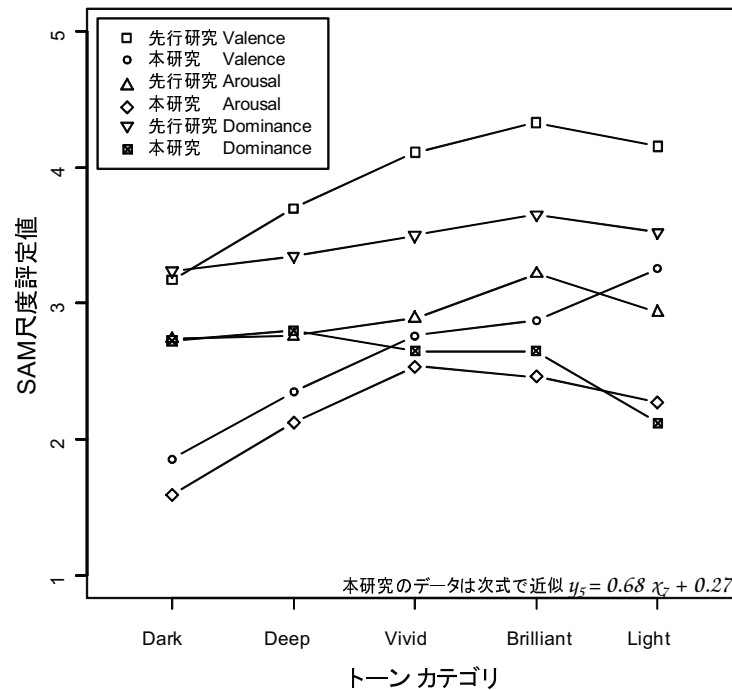


図 7.3: トーンカテゴリごとの平均評定値

だし、Dominance については Violet で高くなっており単純な負の共変関係ではない可能性がある。また、先行研究の評定値については、かなり弱い負の共変関係が推測されるが、特に Valence と Dominance は Blue で高くなる傾向が顕著であるため、単純な共変関係ではない可能性がある。

図 7.2 と同様に本研究のデータを 5 段階尺度に近似した上で、先行研究のデータとともにトーンのカテゴリごとの評定値の平均値をプロットした (図 7.3)。色相の場合と同様に、本研究と先行研究のそれぞれにおいて Valence, Arousal, Dominance の推移パターンが似ている。トーンは明度と彩度を組み合わせた概念で、Dark, Deep, Vivid, Brilliant, Light の順に明度を表す L^* が高くなり、両端から Vivid に向けて彩度を表す C^* が高くなる。先行研究の Valence, Arousal, Dominance の評定値は Dark から Light にかけて高くなるが、Light では少し低くなっているため、主に明度と正の共変関係にあると共に、彩度との正の共変関係も推測される。一方で、本研究の Valence の評定値は明度と正の共変関係、Arousal は彩度と正の共変関係、Dominance は明度と負の共変関係が推測される。このように、感情の次元である Valence, Arousal, Dominance は色彩三属性である明度、彩度、色相の影響を受けていることが考えられる。次節では、構造方程式モデリングを用いてそれぞれの評定値が受けている影響の程度を推定する。

7.3 構造方程式モデリング

7.3.1 パス係数の推定

統計解析ソフトウェアの R (Ver.2.13.0) および sem パッケージ (Ver.0.9-21) を用いて, Valence, Arousal, Dominance の平均評定点 ($N = 25$) を目的変数, 明度, 彩度, 色相の心理物理量である CIELCh の L^* , C^* , h 座標を説明変数として構造方程式モデリングによるパス係数の推定を行った. 本研究と先行研究のデータに対する初期モデルと修正モデルについて, 適合度指標を比較することで最も当てはまりの良いモデルを提案する. 適合度指標はデータがモデルにどれほど当てはまっているかということを示すものであり, χ^2 値が有意水準 5% で棄却されず, GFI, AGFI が 0.95 以上, RMSEA が 0.01 以下, CFI が 0.95 以上であることが望ましいとされる. これらを満たすモデルを比較する際には AIC や BIC が小さいことが基準となる.

本研究のデータに対する初期モデルでは, 前節での実験結果に基づいて Valence, Dominance は L^* , C^* , h からのパス, Arousal は C^* , h からのパスを設定した. ただし, 説明変数間における共変関係のパスは前提となっている. 次に, 目的変数間の相関を認める意味で, Valence と Arousal, Arousal と Dominance, Dominance と Valence にパスを設定し修正モデル 1 とした. さらに, 説明変数から目的変数へのパスのうち, z 値における p 値が 0.6474 であった色相から Dominance へのパスを削除し修正モデル 2 とした.

先行研究のデータに対する初期モデルでは, Valence, Arousal, Dominance のすべてに対して明度, 彩度, 色相からパスを設定した. 次に本研究データに対する修正モデル 1 と同様に, 目的変数間の相関を認める意味で Valence と Arousal, Arousal と Dominance, Dominance と Valence にパスを設定し修正モデル 1 とした. さらに本研究データに対する修正モデル 1 と同様に, 説明変数から目的変数へのパスのうち, z 値における p 値が 0.7774 であった色相から Dominance へのパスを削除し修正モデル 2 とした. また, 説明変数から目的変数へのパスのうち, z 値における p 値が 0.7275 であった色相から Arousal へのパスを削除し修正モデル 3 とした.

表 7.2 に本研究データと先行研究データに対するモデルの適合度指標を示す. これらから本研究データに対しては修正モデル 2, 先行研究データに対しては修正モデル 3 がもっとも当てはまりの良いモデルであると考えられる. 図 7.4, 7.5 に本研究データと先行研究データに対するモデルの標準化解を示す. 本研究データに対するモデルにおいて, それぞれの目的変数の決定係数 (R^2) は, Valence で 0.837, Arousal で 0.710, Dominance で 0.660 であった. 一方, 先行研究データに対するモデルにおいては, Valence で 0.372, Arousal で 0.524, Dominance で 0.218 であった.

表 7.2: 本研究と先行研究のデータに対する適合度指標

	χ^2 値	(Df, p 値)	GFI	AGFI	RMSEA	CFI	AIC	BIC
本研究 初期モデル	26.8	(4, 0.0000200)	0.763	-0.244	0.487	0.810	48.8	14.0
本研究 修正モデル 1	0.162	(1, 0.687)	0.998	0.953	0	1.00	28.2	-3.06
本研究 修正モデル 2	0.371	(2, 0.831)	0.995	0.947	0	1.00	26.4	-6.07
先行研究 初期モデル	40.6	(3, 0.00000000800)	0.7	-1.10	0.723	0.456	64.6	31.0
先行研究 修正モデル 1	0.0509	(1, 0.822)	0.999	0.985	0	1.00	28.1	-3.17
先行研究 修正モデル 2	0.00957	(1, 0.922)	1.00	1.00	0	1.00	28.0	-3.21
先行研究 修正モデル 3	0.131	(2, 0.937)	1.00	1.00	0	1.00	26.1	-6.31

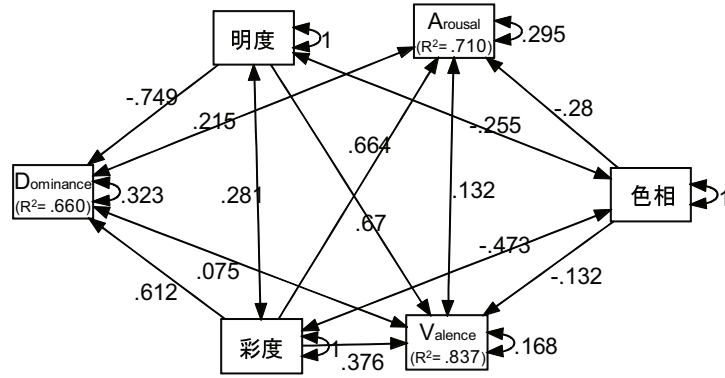


図 7.4: 本研究データに対する修正モデル 2

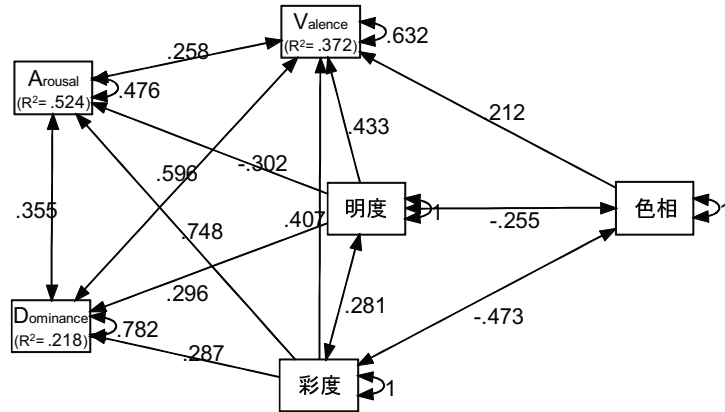


図 7.5: 先行研究データに対する修正モデル 3

この分析の目的は、それぞれの目的変数と説明変数における相関関係を認めた上での、説明変数による影響を明らかにすることである。それぞれの修正モデルにおける差異は、係数が極めて低く有意ではないパスがあるかないかということであり、それらが本質的な差を示しているとは考えられないことを付言する。

7.3.2 色相による影響の検討

先に述べたように本研究で取得した実験データに関して、色相は Valence, Arousal, Dominance と負の共変関係があると推測されたが、前節で説明したモデルにおいては色相から Dominance へのパスは引かれなかった。その原因として、色相角 320°である Violet において Dominance の評定値が高くなっており、色相角のある点で影響の方向性が変化し

ていることが考えられる。すなわち、色相と Dominance の関係は直線的ではなく、例えば、二次式で表わされるような非線形関数に当てはまる可能性がある。本項では、Dominance 評定値に対する色相の影響を検討する。具体的には、Dominance 評定値を目的変数、色相角である h を説明変数として一次式と二次式における当てはまりを比較し、色相角における影響の方向性を考慮したモデルを構築する。

図 7.6 はそれぞれの色相角におけるトーンごとの平均評定値に対して一次式と二次式で回帰した結果を示している。ここで x 軸は $h/360$ を表しており、0 から 1 までの値をとっている。残差平方和を用いて当てはまりの良さを比較したところ、一次式の 14.54 に対して二次式 12.96 であった。したがって、わずかであるが二次式の方が当てはまりは良いと考えられる。また、回帰した二次式の頂点の h は 192.625 であり、その点付近で Dominance に対する色相の影響の方向が変わると考えられる。

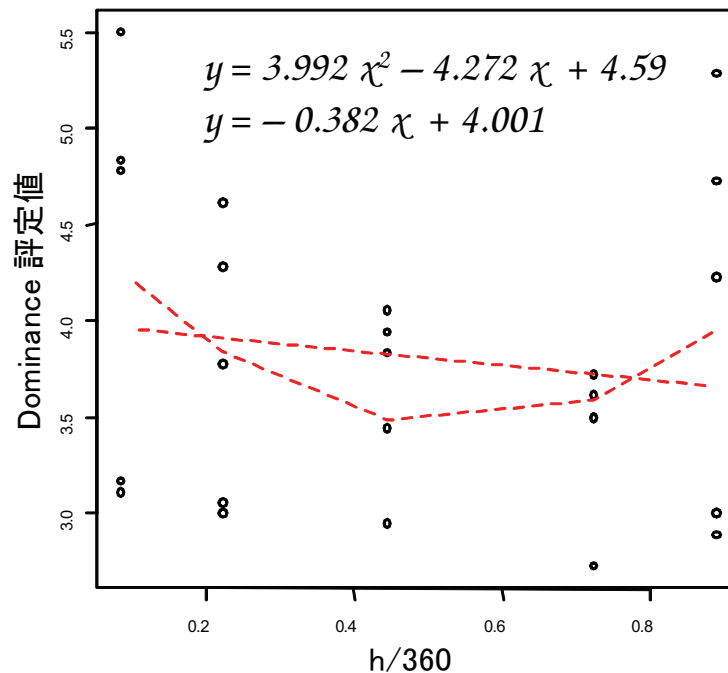


図 7.6: 一次式と二次式による Dominance の回帰分析

色相の影響についてこのような捉え方が有効であるか確かめるために、 h の代わりに $|h - 190|$ (以下、 h_{190}) を用いて、第三節一項と同じ方法でモデル化を行い、Valence, Arousal, Dominance の決定係数 (R^2) を比較した。 h と 190 の絶対値をとることの意味は、色相角が 190° より小さい場合と大きい場合で、 h から Dominance への影響が反対方向にすることである。本研究では構造方程式モデリングのために用いるデータの

N が刺激数である 25 と極めて少ないため、 190° を境に場合分けすることによって影響の方向を表現することは避けた。

図 7.4 で示したモデルを初期モデルとし、彩度から Dominance へのパスを追加したものを修正モデルとした。これらのモデルの適合度指標を表 7.3 に示す。修正モデルでは AGFI の値が若干低くなったがこれを採用した。これらのモデルにおいて、それぞれの目的変数の決定係数 (R^2) は、Valence で 0.819, Arousal で 0.765, Dominance で 0.731 となり、Arousal と Dominance については前項のモデルよりも説明率が向上した。

表 7.3: h_{190} のデータに対するモデルの適合度指標

	χ^2 値	(Df, p 値)	GFI	AGFI	RMSEA	CFI	AIC	BIC
h190 初期モデル	6.68	(2, 0.0355)	0.924	0.200	0.312	0.962	32.7	0.238
h190 修正モデル	1.27	(2, 0.531)	0.983	0.822	0	1.00	27.3	-5.17

7.4 感情の次元と色彩属性のモデルの考察

7.4.1 感情の次元に対する色彩属性の特徴

第三節一項では本研究データに対するモデルと先行研究データに対するモデルを構築した。どちらの修正モデルも適合度指標は高く、当てはまりの良いモデルであるといえる。これらのモデルに用いたデータでは色彩刺激と評定尺度が同一であるため、モデルの違いは被験者の特性を表していると考えられる。したがって、モデルのパス係数を比較するということで、それぞれのモデルの被験者における感情の次元に対して色彩属性が及ぼす影響とその方向が解釈される。ここでは、比較のために本研究のデータに対するモデルと先行研究のデータに対するモデルにおけるパス係数を比較する。

本研究データのモデルでは、Valence に対する明度、彩度、色相からのパス係数は 0.67, 0.376, -0.132 であるのに対して先行研究データのモデルでは 0.433, 0.407, 0.212 である。Valence は主に明度と彩度の影響を受けていると考えられ、本研究の被験者は先行研究の被験者に比べて明度の影響が大きいといえる。

Arousal については本研究データのモデルで明度からのパスがなく、彩度から 0.664, 色相から -0.28 であるのに対して、先行研究データのモデルでは色相からのパスはなく明度から -0.302, 彩度から 0.748 である。彩度からのパス係数が大きいことは共通しており、Arousal は主に彩度の影響を受けていると考えられる。

Dominance については、本研究データのモデルで明度から -0.749, 彩度から 0.612 であるのに対して、先行研究データのモデルで明度から 0.296, 彩度から 0.287 である。両者とも色相からのパスがない点で共通しており、Valence と同様に主に明度と彩度の影響を受けていると考えられるが、その影響の方向は全く異なる。本研究データのモデルにおいて Dominance と Valence は明度の影響が逆の方向であるのに対して、先行研究データのモデルでは同じ方向である。これらの比較から、(1) Valence は主に明度と彩度、Arousal は主に彩度の影響を受けているという共通性ととも、(2) 被験者の特性という観点では、Arousal に対する明度の影響の有無と、Dominance に対する明度の影響の方向が顕著な差異であることが見出された。

共通性については、Valdez と Mehrabian[161] による重回帰モデル（ただし、目的変数に PAD 尺度 [74]、説明変数にマンセル値を用いているため厳密な比較はできない）でも同様の傾向がある。さらに、一般的な感情の状態としての Pleasure (Valence) と Arousal の次元は神経生理学的な系との対応が指摘されており [124, 118]、それらは人間のプリミティブな部分で共有されていると考えられる。したがって、先述の「Valence が主に明度と彩度、Arousal が主に彩度の影響を受けている」という共通性は、感情の次元と色彩属

性におけるプリミティブな関係を表している可能性がある。

7.4.2 色彩属性が与える影響の方向の重要性

第四節二項では、本研究データに対するモデルにおける色相が感情の次元に与える影響の方向を検討した。Dominance 評定値を目的変数、色相角（便宜的に $h/360$ を用いた）を説明変数とした二次式の回帰分析から Dominance は色相角 190° 付近までは負の共変関係であり、それ以降は正の共変関係であると解釈できる。 h と 190 の差の絶対値である $h-190$ を h の代わりに用いたモデルではそれぞれの目的変数の決定係数 (R^2) が高くなっていることから、Dominance においては色相の影響の向きが重要であるといえる。 h と 190 の差の絶対値をとるという操作によって、色相データ自体の分散が小さくなるが、標準化解を考えると問題ではない。この操作で本質的なことは、色相のどの区間が感情の次元と線形の関係になるかということである。したがって、本研究の実験データに関しては 0 から 190 までの h において Dominance は色相と負の共変関係にあり、 190 から 360 までの h では正の共変関係にあるという解釈が妥当である。ただし、前項で述べたように先行研究データにおけるモデルと比較して Dominance に対する明度の影響の方向に顕著な差が見られることから、色彩属性が与える影響の方向は必ずしも一般的な関係として解釈できるわけではない。したがって、個々のモデルをデータにフィットさせる、あるいはデータをモデルにフィットさせるという意味においてではなく、複数のモデルを比較する際に前提となる概念として、「色彩属性が与える影響の方向」が特に重要であることを強調しておきたい。

7.5 小括

本研究では色彩に対する感情の次元を検討した先行研究 [140] と同じ刺激と評定尺度を用いた実験を行った。本研究データと先行研究データを対象に、構造方程式モデリングによって感情の次元と色彩属性の関係をモデル化した。その結果、それぞれのデータに対して適合度の高いモデルが構築され、それらのパス係数の比較から「Valence が主に明度と彩度、Arousal が主に彩度の影響を受けている」ことが見出された。また、本研究データに対するモデルにおいて、色相が Dominance に及ぼす影響の方向を考慮したモデルを構築した。その結果、Valence, Arousal, Dominance それぞれの決定係数 (R^2) が向上したことから、本研究データのモデルでは色相が与える影響の方向の考慮が重要であることが確認された。Valence と Arousal の次元には神経生理学的な系との対応が示唆さ

れており citePosner2005,Russell2003, その部分では感情の次元と色彩属性の一般的な関係が明らかになると考えられる。本研究で見出された Valence, Arousal と色彩属性の関係がプリミティブであるかを検討するために、生理指標を含めたモデル化が今後の検討課題である。

第8章 色彩刺激に対する潜在的態度の測定

製品の設計段階において人間の感性を反映させる試みが盛んであり、製品に対する印象を効率的に管理することへの重要性が高まっている。製品に対する印象がどのような物理的特徴に起因しているのかという知識が汎用性の高い記述によって管理されれば、ある製品開発の中で得た知見を別の製品開発に再利用することが容易になる。また、様々な評価対象への印象を一貫して管理することは、人間が印象を形成するメカニズムを理解するためにも役に立つと考えられる。

知識を体系化する方法の一つとしてオントロジーの構築が挙げられ、これを用いた感性評価に関する知識記述の試みがある。知識ベースの立場において、オントロジーは「人工システムを構築する際のビルディングブロックとして用いられる概念／語彙の体系とその理論 [82]」と定義され、知識の共有と再利用を容易にすることが期待される。例えば、建築分野ではデザインにおける主観的あるいは直観的な概念を共有・再利用することを目的として、建築物の構成要素を感性評価の要因として捉えた上でそれらの関係を記述したオントロジーが構築されている [125, 112]。これらの研究でオントロジーとして管理している知識は、ラフ集合を用いた分析 [86] によって得られた構成要素の組み合わせであり、印象に関する知識を管理する一つの方法としては有効である。しかし、オントロジーのリンク自体に分析の指標を記述しているため、他のドメインの評価対象と共有するという目的のためには十分な汎用性が確保されていない。したがって、より汎用的に評価対象への印象を記述する方法の開発が課題である。

その解決方策として、我々は感性評価の要因として構成要素の組み合わせを記述するのではなく、人間が意識をしているという状態の概念化に基づいて対象物とそれに対する知覚の内容を記述する方法を提案した。この提案において、SD法を用いて測定された色彩の調和を記述例として示した。この方法を用いた場合には、対象が意識された結果として印象を記述するため、SD法に限らず様々な方法で測定された知見を記述することが可能である。また、先述の建築分野におけるオントロジーのようにリンク自体に分析に用いる指標を記述しないため、既存の記述体系を損なうことがない。

この記述方法では、意識の概念化によって知覚の内容を定義しているため、評価対象の物理的特徴に起因する知覚の内容を記述することが可能である。しかしながら、物理

的特徴に対するある種のポジティブな感情は、意識的な過程を経ることなく評価されることが指摘されている [120]. 評価対象についてのポジティブな感情は日常生活において印象と呼ばれるものの一つであるといえる. それがどのような物理的特徴によって生起するかということは知識の利用と、印象の理解という両方の目的において不可欠である. したがって、この印象がどのような物理的特徴によって生起するかということを議論する必要がある. 本研究の目的は印象の源泉となる対象物の物理的特徴を感情誤帰属手続きによって抽出することである.

本章の第一節では知覚的流暢性、感情誤帰属手続き、配色の良さに関する先行研究を概観しながら分析視点を明確にする. 第二節では感情誤帰属手続きを用いた実験と分析の方法を述べる. この実験では Web デザインに対する印象評価を想定し、その構成要素としては同一色相の二色配色、文字色と背景色の配色を取り上げる. 第三節では実験の結果を述べ、第四節ではそれぞれの配色の反応率から彩度のコントラストによる感情的反応を指摘する. 第五節では意識の概念化による印象の記述方法の課題と展望を述べる.

8.1 美的体験の情報処理モデルと分析視点

8.1.1 流暢性と誤帰属

心理学における美的体験の情報処理モデル [58] では、心的過程を Perceptual Analyses, Implicit Memory Integration, Explicit Classification, Cognitive Mastering, Evaluation の五段階に分けている. 一段階目では複雑性、コントラスト、対称性などが処理される. 二段階目で処理されるのは親密性、プロトタイプ性などであり、これら二つの段階は意識的ではなく自動的に処理される. 続く二つの段階では、情報の処理に知識を用いるが、鑑賞者が専門的な知識を持っていない場合には感情に基づいて判断する傾向が指摘されている. 先に述べたポジティブな感情に関わる物理的特徴は、このモデルにおける一段階目および二段階目において処理されるのであり、評価に知識が関わる後の二つの処理とは区別される.

意識されない二つの過程は情報処理の流暢性に基づいて理解することができ、高い流暢性が主観的にポジティブと経験されることが説明される [120]. この流暢性は「刺激が持つ物理的な性質についての同定し易さ」という知覚的流暢性である. その例として呈示時間、対称性、コントラスト、明瞭性、プロトタイプ性、反復暴露などが挙げられる. 流暢性の高い刺激によって感情体験が引き起こされると、嗜好判断の効果は帰属過程の影響を受けることになる. この帰属過程において評価判断に先立った気分状態が、質問

に対する判断材料として誤帰属される [136] というように、流暢性による感情的反応は判断の基準として働き、気分や感情は対象の評価判断に用いられる [137]。誤帰属とは情報が別の源泉に誤って帰属されることであり、この性質を利用することで鑑賞者に意識されない形で対象の感情的反応を測定する方法について次項で説明する。

8.1.2 感情誤帰属手続き

社会心理学の分野において、回答者が意識することができることについて質問紙や内省報告によって測定される態度が顕在的態度と呼ばれるのに対して、自分では意識することができない態度は潜在的態度と呼ばれる。感情が誤帰属されることを利用した潜在的態度の測定方法として、感情誤帰属手続き (affect misattribution procedure) [113] が提案されている。この方法ではプライム刺激に続いてターゲット刺激を呈示し、ターゲット刺激に対する評価を回答させるが、その際にプライム刺激に対する評価がターゲット刺激の評価に誤帰属されることを利用している (図 8.1)。

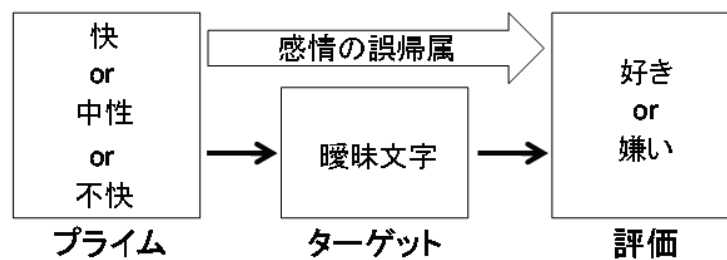


図 8.1: 感情誤帰属手続きの概念図

このプライム刺激には快、不快あるいは中性の感情的な評価が得られるものが設定され、ターゲット刺激には未知の曖昧文字のようなニュートラルな評価が得られるものが設定される。特筆すべき点は、プライム刺激がターゲット刺激の評価にバイアスをかけ得ることを被験者に説明した場合でも誤帰属がおこるという頑健性である。潜在的態度の測定方法として用いられる潜在連合テストに比べると試行数がかなり少なくすむこと、反応時間ではなくターゲット刺激に対する全試行におけるポジティブ反応の割合をポジティブ反応率としておりシンプルな測度が用いられること、態度対象が一つでも複数でも良いことなどが長所である [47]。この方法によれば、プライム条件を操作することによって、プライム刺激に対するポジティブ反応から逆にプライム刺激の知覚的流暢性を推定することができる。

8.1.3 配色の良さの印象評価

色彩研究においては、SD法などの印象評価手法によって配色の良さが顕在的態度として評価されている。同一色相の二色配色については(1)彩度を一定にして明度を変えた色、または(2)高明度低彩度の一点から低明度高彩度の一点に傾斜した一直線上の色であるとされる[94]。様々なトーンを組み合わせる印象評価を行った研究[37]によれば、二色がマンセル値で明度差1.1~3.0かつ彩度差2.1~8.0の範囲にある「高明度・低彩度」と「低明度・高彩度」の組み合わせが調和しやすく、「低明度・低彩度」と「高明度・高彩度」の組み合わせが全般的に調和しにくいという結果が得られている。文字色と背景色の配色について、読みやすさと配色の良さの要因を検討した研究[65]によれば、読みやすさには色相や彩度の影響がほとんどなく輝度差の大きさによって説明される。また、配色の良さも大部分は輝度差の大きさによって説明されるが、次のような効果が示唆される。(1)中間的な明るさ(マンセル5相当)より明るい色同士の組み合わせでは輝度差の効果が小さめに出ること、(2)高輝度と低輝度を除いた緑・青系統が含まれると評価が高めに出ること、(3)高輝度と他の色との組み合わせでは輝度差の効果が減ぜられること、(4)黒を含む場合に評価が高めに出ることである。

前項で挙げた配色の良さは顕在的態度として測定されているものであるが、その評価の一部には知覚的流暢性に起因する感情的反応が含まれている可能性を指摘することができる。顕在的態度の測定において「直感的に」回答するように求めたとしても、評価対象に関する回答者が事前に持っている知識の影響は免れられない。すなわち、先述の美的体験の情報処理モデル[58]に基づけば、自動的に処理される一段階目および二段階目よりも後の段階を経ていると考えられる。このことは、潜在的態度のための測定方法として感情誤帰属手続きを用いることで確認することができる。

感情誤帰属手続きにおいては、回答者はニュートラルなターゲット刺激についての評価を求められるのであり、なおかつプライム刺激は75msという短時間に呈示されるため、原理的に先述の美的体験の情報処理モデル[58]における一段階目および二段階目の影響のみを測定することができる。感情誤帰属手続きにおけるポジティブ反応率を比較することで、どのような刺激の物理的特徴が感情的反応に影響を与えるかということが明らかになる。例えば、快と不快の二つのプライム条件を設定するために二つの基準A、Bがある場合は次のように考えることができる。基準Aを用いた場合よりも基準Bを用いた場合の方が快のプライム条件のポジティブ反応率が高く、その快と不快のプライム条件のポジティブ反応率についてより明確な差が生じたならば、基準Bの方が感情的反応を表す基準としてふさわしい。したがって、感情的反応を比較することで、その基準

表 8.1: 使用した色の H V/C と RGB

H V/C	RGB	H V/C	RGB
5B 4/2	79/101/108	5B 7/2	157/179/185
5B 4/8	0/109/143	5B 7/8	61/190/219
5B 4/14	0/117/178	5B 7/14	0/200/255
N 1.5	0/0/0	N 9.5	255/255/255

が示す物理的特徴が感情的反応の源泉として見出すことができる。

8.2 感情誤帰属手続きによる測定

8.2.1 呈示刺激の選定

プライム刺激には明度と彩度が異なった 6 色 (表 8.1) を組み合わせた二色配色 15 組, 文字色と背景色 12 組 (6 色の背景に対して文字は黒と白の 2 色) を作成した。なお, 文字自体の読みやすさによるバイアスを避けるために「□□□□」という記号列をもって代用した。先行研究 [65] では「■」という記号を用いているが, 本研究では通常の文字と同じく線によって構成される「□」の記号を使用した。表 8.2 は二色配色 (No.1~15) および文字色と背景色 (No.16~27) の組み合わせを示している。6 色の色相はマンセル表色系における青 (5B) であり, 明度 (4, 7) および彩度 (2, 8, 14) を組み合わせた 5B 4/2, 5B 4/8, 5B 4/14, 5B 7/2, 5B 7/8, 5B 7/14 である。

実験はコンピュータのモニタ上で行うため, これらの色を sRGB 色空間に変換して表示した。変換に際して, Munsell Color Science Laboratory が Web 上で公開しているマンセル値と CIE xyY 値の対応データ¹を用い, 色順応予測には Bradford 法を用いた。その結果 6 色の RGB 値はそれぞれ 79/101/108, 0/109/143, 0/117/178, 157/179/185, 61/190/219, 0/200/255 であった。また, 文字色と背景色の組合せにおける黒と白はそれぞれマンセル表色系の N1.5 と N9.5 とし, RGB 値は 0/0/0, 255/255/255 を用いた。

プライム条件としては調和, 非調和の二条件を設定し, プライム条件ごとの刺激については調和 (No.3, 4, 7, 8, 9, 11, 12, 19, 20, 21, 22, 23, 24) と非調和 (No.1, 2, 5, 6, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 25, 26, 27) を先述の色彩研究に基づいて選定した。二色配色では彩度を一定にした配色 (No.3, 8, 12), 明度差 1.1~3.0 かつ彩度差 2.1

¹<http://www.cis.rit.edu/mcsl/online/munsell.php>

表 8.2: 使用した色の組み合わせ

No.	左右配色	No.	文字色と背景色
1	5B 4/2 - 5B 4/8	16	N1.5 - 5B 4/2
2	5B 4/2 - 5B 4/14	17	N1.5 - 5B 4/8
3	5B 4/2 - 5B 7/2	18	N1.5 - 5B 4/14
4	5B 4/2 - 5B 7/8	19	N1.5 - 5B 7/2
5	5B 4/2 - 5B 7/14	20	N1.5 - 5B 7/8
6	5B 4/8 - 5B 4/14	21	N1.5 - 5B 7/14
7	5B 4/8 - 5B 7/2	22	N9.5 - 5B 4/2
8	5B 4/8 - 5B 7/8	23	N9.5 - 5B 4/8
9	5B 4/8 - 5B 7/14	24	N9.5 - 5B 4/14
10	5B 4/14 - 5B 7/2	25	N9.5 - 5B 7/2
11	5B 4/14 - 5B 7/8	26	N9.5 - 5B 7/8
12	5B 4/14 - 5B 7/14	27	N9.5 - 5B 7/14
13	5B 7/2 - 5B 7/8		
14	5B 7/2 - 5B 7/14		
15	5B 7/8 - 5B 7/14		

～8.0を満たす配色 (No.4, 7, 9, 11) を調和とし、文字色と背景色では明度差の大きい配色 (No.19, 20, 21, 22, 23, 24) を調和とした。

ターゲット刺激については先行研究 [98] に倣いイ音節文字を用いた。大学生 23 名において予備調査を行い、呈示された 73 個のイ音節文字が「好き」か「嫌い」の強制二択での回答を得た。そのうち選択率が 50 % に近いものから 28 個を実験で使用した。

8.2.2 実験の手続き

実験は昼間に北窓の教室で行い、直射日光とモニター画面の反射を避けるためにカーテンをひいた。四台のコンピュータを使用した。液晶モニターは HP 製の LP1965 に統一し sRGB モードを用いた。被験者はコンピュータに向かいマウスを操作して「好き」あるいは「嫌い」のボタンをクリックすることで回答した。ボタンが表示される順序については、左右がそれぞれ「好き」「嫌い」の順と「嫌い」「好き」順を被験者の半数ずつに割り当てた。

「この実験ではまず色のついた画像が呈示され、次に図形が呈示されます。色つき画像は無視して、図形が視覚的に好ましいか好ましくないかを判断してください。できるだけ早く直感的に好きあるいは嫌いのボタンをクリックして回答してください。色つき画像を見たことが図形への判断を歪めてしまうことがあるので、影響されずに図形を判断してください。」と教示し実験を開始した。まず、プライム刺激が75ms呈示された後に125msのブランクを置いた。次に、ターゲット刺激が100ms呈示され、ランダムドットパターンによるマスクと共に回答に用いるボタンが表示された。マスクはマウスがクリックされるまで呈示され、クリック後に次の試行に移った(図8.2)。刺激は27組であるが、最初にダミーの試行を入れたため合計で28試行を行った。また、被験者は大学生28名である。

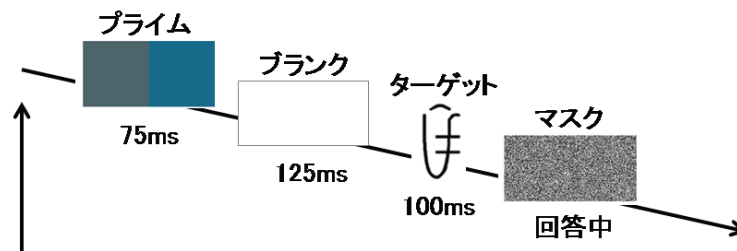


図 8.2: 刺激呈示の順序と時間

8.2.3 分析の方法

先行研究 [98] ではポジティブ反応率に対する差を検討する際に、被験者の好き、嫌いという反応をそれぞれ1点と0点としてプライム条件ごとの平均点を分析している。本来ならば、このような反応の観測度数はカテゴリデータであるが、ここではダミー変数を割り当てているため前出のポジティブ反応率は得点として扱われる。本研究ではプライム条件ごとの平均点の他に、プライム刺激ごとの反応率についても分析の対象とすることで、それぞれの配色の感情的反応についても検討する。さらに、その妥当性の評価を行うために、感情誤帰属手続きによって得られた感情的反応に基づいてプライム条件の刺激群を組み合わせ直した上で平均点の分析を行う。

8.3 各刺激に対する反応率の分析

8.3.1 プライム条件別のポジティブ反応率

プライム条件である調和と非調和のそれぞれのポジティブ反応率は 0.497, 0.431 であった。これらについて Welch の方法による t 検定を行ったところ有意傾向が認められた ($p < 0.1$)。そこで、すべてのプライム刺激について反応率を求めた (表 8.3)。特に感情的反応が顕著であった配色の組み合わせを縦軸に明度、横軸に彩度をとったマトリックス上に示した (図 8.3)。二色配色 (No.1~15) で反応率が高い刺激は No.2, 14 であり、低い刺激は No.1, 3, 5, 13 であった。文字色と背景色 (No.16~27) では、No.20, 22, 23 が高く、No.16, 17, 19, 25, 27 が低く、特に No.17 が顕著であった。

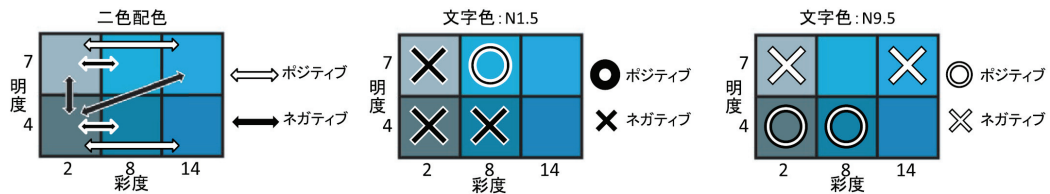


図 8.3: 配色における感情効果の組み合わせ

8.3.2 二色配色の傾向

二色配色については、表 8.3 で示した各刺激の反応率から次の四つの傾向がみられた。(1) 高明度・低彩度と低明度・高彩度の組み合わせのうちで、明度差 1.1~3.0 かつ彩度差 2.1~8.0 を満たす配色 (No.7, 11) の反応率は 0.54, 0.43 であり、明度差および彩度差が範囲外の配色 (No.10) の反応率は 0.46 であった。範囲内と範囲外とでは反応率に明確な傾向がみられなかった。また、(2) 低明度・低彩度と高明度・高彩度の組み合わせのうちで、明度差 1.1~3.0 かつ彩度差 2.1~8.0 を満たす配色 (No.4, 9) の反応率は 0.5, 0.54 であり、明度差および彩度差が範囲外の配色 (No.5) の反応率は 0.39 であった。低明度・低彩度と高明度・高彩度の配色において明度差と彩度差が大きい場合には反応率が低い傾向がみられた。

(3) 彩度を一定とした低明度と高明度 (No.3, 8, 12) の組み合わせの反応率は彩度が低い順に 0.39, 0.46, 0.46 であった。全体的に反応率が低くないが、特に低彩度同士の組み合わせでは反応率が低くなる傾向がみられた。また、(4) 明度を一定とした低彩度と中彩度 (No.1, 13) の反応率は 0.39, 0.39 であり、低彩度と高彩度 (No.2, 14) の反応率は 0.57,

0.61 であり、中彩度と高彩度 (No.6, 15) の反応率は 0.46, 0.5 であった。これらの組み合わせでは、低彩度と中彩度の反応率が低く、低彩度と高彩度の反応率が高い傾向がみられた。

8.3.3 文字色と背景色の傾向

文字色と背景色については、表 8.3 で示した各刺激の反応率から次の二つの傾向がみられた。(5) 彩度を一定として文字色との明度差が大きい組み合わせ (No.20, 21, 22, 23, 24) の反応率はそれぞれ 0.64, 0.54, 0.57, 0.5 で高い傾向にあった。ただし、黒の文字色と低彩度の背景色の組み合わせではその傾向がみられなかった。(6) 明度を一定として背景色の彩度の大きさに着目すると、文字色が黒の場合には彩度の高い背景色との組み合わせ (No.18, 20, 21) の反応率は 0.5, 0.64, 0.54 というように高く、特に中彩度の背景色との組み合わせ (No.20) で高い反応率を示した。文字色が白の場合には彩度の低い背景色との組み合わせ (No.25, 27) で反応率が 0.32, 0.39 と低くなる傾向があった。ただし明度差が小さい場合に、黒の文字色と中彩度の背景色との組み合わせ (No.17) で反応率が 0.18 と小さくなり、白の文字色と中彩度の背景色との組み合わせ (No.26) で反応率が 0.5 と高くなる傾向がみられた。

刺激の得点について明度と彩度を要因とする二元配置分散分析 (2×3) を行った。文字色が黒の場合は明度に有意差 ($p < 0.05$) が認められ、交互作用に有意差 ($p < 0.05$) が認められたため、Tukey の HSD 法を用いて多重比較を行ったところ、No.17 と No.20 において有意差 ($p < 0.01$) が認められ、No.17 と No.21 においては有意傾向 ($p < 0.1$) が認められた。文字色が白の場合には、明度に有意傾向 ($p < 0.1$) が認められた。

8.3.4 調和プライムの修正と比較

前項までの結果を受けて、調和のプライム条件として選定した際の基準を修正した。当初は彩度が一定である配色 (No.3, 8, 12) を調和のプライム条件に含んでいたが、それに代えて彩度を一定かつ低彩度と高彩度の配色 (No.2, 14) を用いた。(表 8.4)。修正した後の条件は調和が No.2, 4, 7, 9, 11, 14, 19, 20, 21, 22, 23, 24 と非調和が No.1, 3, 5, 6, 8, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 25, 26, 27 である。これらのポジティブ反応率はそれぞれ 0.527 と 0.449 であった。この条件ごとのポジティブ反応率について Welch の方法による t 検定を行ったところ有意差 ($p < 0.01$) が認められた。

表 8.3: プライム刺激の反応率

No.	好き	反応率	No.	好き	反応率
1	11	0.39	16	10	0.36
2	16	0.57	17	5	0.18
3	11	0.39	18	14	0.5
4	14	0.5	19	9	0.32
5	11	0.39	20	18	0.64
6	13	0.46	21	15	0.54
7	15	0.54	22	16	0.57
8	13	0.46	23	16	0.57
9	15	0.54	24	14	0.5
10	13	0.46	25	9	0.32
11	12	0.43	26	14	0.5
12	13	0.46	27	11	0.39
13	11	0.39			
14	17	0.61			
15	14	0.5			

8.4 知覚的流暢性に起因する潜在的態度の考察

8.4.1 プライム刺激に対する反応率

まず、各プライム刺激に対する反応率についての考察を述べる。この反応率は感情誤帰属手続きによって得られたものであるため、知覚的流暢性に起因する感情的反応として解釈することができる。

(1) 高明度・低彩度と低明度・高彩度の組み合わせのうち明度差 1.1~3.0 かつ彩度差 2.1~8.0 を満たすものと満たさないもの比較では反応率に大きな差がなく、先行研究 [37] が指摘した明度差と彩度差の範囲内における調和の傾向は認められなかった。(2) 高明度・高彩度と低明度・低彩度の組み合わせのうち明度差 1.1~3.0 かつ彩度差 2.1~8.0 を満たすものと満たさないものを比較すると反応率は範囲内の配色が明らかに高い。したがって、「低明度・低彩度」と「高明度・高彩度」の組み合わせが全般的に調和しにくいという知見 [37] と一致していない。しかし、同研究の結果において明度差と彩度差が範囲内

表 8.4: 調和プライム条件の基準

条件	二色配色	文字と背景
修正前	彩度が一定 明度差 1.1~3.0, 彩度差 2.1~8.0	明度差が大
修正後	明度が一定, 低彩度と高彩度 明度差 1.1~3.0, 彩度差 2.1~8.0	明度差が大

※下線部が修正した基準である。

にある「低明度・低彩度」と「高明度・高彩度」の組み合わせの中に調和したものがごく少数存在しているため、むしろ同じ結果として捉えることも可能である。したがって、より詳細な検討が必要であろう。

(3) 彩度を一定とした低明度と高明度の組み合わせにおいては、全体的に反応率が高く特に低彩度同士の組み合わせで反応率が低くなる傾向が認められたことは、「彩度を一定にして明度を変えた色」が調和するという傾向 [94] と一致しない。(4) 明度を一定とした低彩度と高彩度において高いポジティブ反応が認められた。この配色では明度差が 0, 彩度差が 12 となっており、先述の調和の傾向 [37] で得られた明度差 1.1~3.0 かつ彩度差 2.1~8.0 という調和領域の範囲外にあたる。同研究では明度差がきわめて小さくかつ彩度差がきわめて大きい配色についてはごく少数のサンプルしか扱っていないが、それらの中に調和した配色はない。したがって、本研究の結果はその調和の傾向と一致していないと考えられる。

(5) 彩度を一定として文字色との明度差が大きい組み合わせにおいて高い反応率が得られたことは、色彩研究の知見 [65] と符合するものである。しかし、(6) 明度を一定として背景色の彩度の大きさに着目した場合に、彩度によって反応率が異なったことについては、先の知見と符合しない。特に黒文字と中彩度背景を組み合わせた場合に、低明度と高明度で反応率に著しい差が生じることから、文字色と背景色の潜在的な配色の良さについて明度差の他に彩度差も関与している可能性がある。しかし、その組み合わせ一点のみが顕著な結果を示しているため、この点については今後さらに検証する必要がある。

8.4.2 調和プライム条件の基準

次に、配色の良さに対する色彩研究における知見と感情誤帰属手続きによる感情的反応との基準の違いについて述べる。このことについては第三節四項で述べたように、調

和プライム条件の修正前と比較して修正後の方が、ポジティブ反応率が高くなり、調和プライム条件と不調和プライム条件のポジティブ反応の差が大きくなることから理解することができる。

第四節一項の考察では(1)(3)(4)は先の色彩研究の知見と異なる結果が得られたことがわかった。また、(2)(6)についても先の知見と一致しないと考えられるが、検討が必要であった。色彩研究の知見と一致したものは(5)のみであった。第三節四項でのポジティブ反応率を検討は、色彩研究の知見と一致せず、なおかつ最も顕著な感情的反応が見出された(4)明度を一定とした低彩度と高彩度という基準を修正に用いている。

修正前と修正後のポジティブ反応率はそれぞれ0.497, 0.527であり、修正後のプライム条件に対する基準の方がポジティブな感情的反応を表すのにふさわしい。また、修正前の基準によって設定されたポジティブ反応率は調和プライム条件と不調和プライム条件の間で有意な差が認められなかった。しかし、基準の修正として「彩度が一定」の組み合わせに替えて「明度が一定で低彩度と高彩度」の組み合わせ(表8.4)を用いた修正後のポジティブ反応率では調和プライム条件と不調和プライム条件の間で有意な差が認められた。したがって、二色配色の良さについての感情的反応を表す基準としては、二色の「明度が一定かつ低彩度と高彩度」が有効であると考えられ、この基準がポジティブな感情的反応を表していると考えられる。

このように感情誤帰属手続きによって測定されたポジティブな感情的反応は、プライム刺激の流暢性に対する感情的反応の誤帰属に起因することは第一節二項で述べた通りである。また、高い流暢性は主観的にポジティブと経験されることから、この調和プライム条件の基準は対象の流暢性を反映していると考えられる。この基準を言い換えれば、「彩度のコントラストが高いこと」であり、すなわち高い知覚的流暢性とみなすことが出来る。したがって、本研究の目的である物理的特徴と印象の対応関係は、少なくとも彩度のコントラストにおいて確認することが出来たと言える。

8.5 印象オントロジー構築の課題と展望

印象に関するオントロジーを構築するにあたり、「特定の物理的特徴に対して特定の思考・感情・感覚が生じる」ことを知覚するというプロセスを記述し、そのプロセスを部分概念とするイベントを全体概念として「特定の対象物に対して特定の印象を抱くこと」を記述することが考えられる。例えば、人間か「意識している」という状態の概念化と、それに基づいた「知覚する」という行為の概念化によって「知覚」が意識の内容として記述することが考えられる。この場合には「意識している」という状態の概念化に際し

て(1)意識が対象に向けられていること、そして(2)意識が内容を参照していることが仮定されている。この2点についてさえ合意が得られれば、この枠組みは広く受け入れられ得る。こうしたイベントとプロセスによって、SD法や内省報告などの顕在的態度を記述することの背景には、次に挙げる問題を解決するという意義がある。

印象に関する知識記述に際した問題のひとつに、印象が人間の認識の結果である為に本人にしかその事を理解することが出来ないということが挙げられる。この問題はオントロジーの構築にあたっては、印象そのものがオントロジー構築者によって観察され得ないという点で深刻である。この問題の解決方策として、印象についての言語報告に着目することが挙げられる。つまり、人間は言葉を用いて言い表すことができるので、それによって印象の内容が確認できれば実際的な問題とはならないということである。言い換えれば、印象は質問紙、面接や内省報告などの顕在的態度の測定を一つの指針としてオントロジーを構築するということである。このようなアプローチでオントロジーを構築する際には、我々が提案した記述方法が有効であるといえる。

しかしながら、上述の問題が解決されたとしても、実際の言語報告からその印象が対象物のどの部分に起因するかということ特定することは難しい場合がある。本研究が題材として取り上げた色彩配色を例にとれば、色の属性である色相、明度、彩度のどれが印象に関与しているかということ正確に報告することは一般的な被験者にとって困難である。このような場合には、被験者の努力に頼らない方法で物理的特徴と印象の対応関係を理解する方法が必要であり、そのための指標として本研究で検討した知覚的流暢性がふさわしいと考えられる。

美的体験の情報処理モデル[58]に基づけば、顕在的態度は意識的な情報処理の過程を経た評価である一方で、知覚的流暢性に基づく潜在的態度はそのうちの一部分である意識されない過程における評価に相当すると考えられる。このことは、本研究が検討した色彩配色に対する顕在的態度と潜在的態度の基準に相違があったことから理解することが出来る。色彩配色に対する顕在的態度と潜在的態度を切り分けられるということは、印象の記述にとって新たな課題を示している。すなわち、潜在的態度を記述する方法の開発である。我々が提案した記述方法は顕在的態度の記述が可能であるが、潜在的態度を明示的に記述することについては未検討である。潜在的態度は意識されない過程における評価であるということから、意識の概念化の枠組みを超えた別の拡張が必要であろう。

8.6 小括

本研究では対象物の物理的特徴と印象の対応関係を検証することを目的として、感情誤帰属手続きを用いて色彩配色に対する感情的反応を測定した。その結果、顕在的態度として測定された色彩研究の知見とは異なる物理的特徴に対して感情的反応が認められ、特に「彩度のコントラストが高いこと」という知覚的流暢性がポジティブ感情の源泉となることを明らかにすることが出来た。このことは、日常的に感じるポジティブな感情の源泉を明らかにするという意味で、印象に関する知識の共有・利用だけでなく、人間の印象形成を理解するために有用である。また、そのための方法として感情誤帰属手続きが有効であるということも示され、感性工学や色彩研究などにおける印象の測定方法としての利用が期待される。

しかしながら、色彩配色に対する顕在的態度と潜在的態度が感情誤帰属手続きによって明確に切り分けられるということから、我々がすでに提案した印象の記述方法では、知覚的流暢性で説明される物理的特徴と印象の対応関係を明示的に記述することが出来ないことが明らかになった。したがって、潜在的態度を記述するための別の枠組みの開発が課題である。これは、印象に関する知識の記述の方向性を示したという意味では一つの成果である。

本研究では実験に用いた配色刺激を 5B の青色に限定していたため、本研究が得た結論が他の色相の配色に適用可能であるかどうかは今後の検討課題である。また、本研究では詳細に分析しなかった、「高明度・高彩度と低明度・低彩度」の配色と、「明度を一定とした背景色の彩度」の配色についても分析を進める必要がある。こうした分析と共に、印象に関する知識を記述する方法の開発を進めることで印象を効率的に管理することが出来ると考えられる。

第IV部

感性の表現に関するオントロジー構築

第9章 色彩感情に関する心理的属性のオントロジー記述

本章では内容指向のアプローチであるオントロジーの構築を通して、色彩感情の研究で用いられる主観的指標の概念を共有することを目指す。人工知能研究、特に知識表現・管理に関するアプローチとして、形式指向と内容指向 [78] が挙げられる。形式指向は記号論理を基礎として知識表現方法や推論方式の汎用性を求めるのに対して、内容指向では知識の内容そのものを研究対象とする。この内容指向の研究を支える基盤として、これまでにオントロジーによる知識概念の体系化が行われ成果をあげてきた。人工知能の視点からオントロジーは「概念化の明示的記述 [22]」と定義され、さらに知識ベースの視点から「人工システムを構築する際のビルディングブロックとして用いられる基本概念/語彙の体系（理論） [77]」とされる。すなわち、オントロジーとは人間と計算機の両者から理解可能な知識記述のための共通基盤であり、「対象世界をどのように捉えたか（概念化したか）を明示し、一貫性を持って知識（インスタンスモデル）を記述するための共通概念や規約を提供するもの [54]」である。

本研究の問題意識は心の理解を目指す研究領域において概念的な基盤の必要性であり、手続きによって定義された主観的指標という形式によって捉えられる色彩感情という内容に焦点がある。したがって、本研究の問題に対してもオントロジーによるアプローチが有効であると考えられる。評定尺度を用いた手続きによって数値化された色彩感情が知識（インスタンスモデル）であり、その知識が前提としている評定尺度の概念がオントロジーに当たる。このオントロジーを構築することによって、本来は直接的に観察することができない心の構造に関する表現の了解性の向上に貢献し、学際的な研究領域における解釈の差異を埋めることができると考えられる。さらに、affective computing や感性情報処理において色彩感情に関する知識を扱う際には、計算機によって人間と同様の解釈を行うことができると考えられる。

9.1 心の科学的アプローチ

9.1.1 色彩感情の解明

色彩刺激に対する感情的な反応は色彩感情と呼ばれ、色彩研究の大きな関心のひとつである。心理学の分野では、色彩感情は評定尺度やアンケート項目を用いた主観的評価によって捉えられ、色彩の三属性と呼ばれる明度、彩度、色相との関係性が議論されている。例えば、配色による感情効果は構成要素である単色のそれを合成したものとして捉えられ [111]、配色の感情効果は用いた単色の明度差、彩度差、色相差などによって特徴づけられることが分かっている [37, 38]。また、建築学では色彩の感情効果に対して関心が高く、身の回りの製品やインテリアで実際に使用されている色を対象とした感情効果の調査 [134, 135] が行われるなど、色彩感情という現象は非常に広い領域で取り上げられている。

さらに、色彩感情の主観的評価に加えて評価の際の生理指標や行動指標を同時に取得・分析することで、色彩の三属性に対する心理的反応と生理的反応の関連性が議論されている。例えば、単色・配色の印象と心拍と脳波 [100, 44]、色彩の温冷感と眼球運動 [126] などが挙げられる。もっぱら主観評価に基づいて分析されてきた視覚的な要因について、客観評価を加えることで総合的な理解を目指すものである。こうした客観評価の取り組みを基礎として、人工知能研究における Affective Computing [117] や感性情報処理 [157] が発展している。例えば、ニューラルネットワークによる色彩感情のモデル化では、主観評価の出力に対して色情報を入力とする [45] だけでなく、主観評価の際の眼球運動パターンの併用の有効性が指摘されている [97]。

このような複合的・学際的な研究アプローチは、人間の心を理解しようとする研究分野ごとの多角的な視点を反映している。特に生理指標や行動指標を用いる実験心理学では生理学、神経科学などと手法を共有しており、それらが重視されている最大の理由は、心を直接的に観察することが出来ないことである。例えば、心が脳の機能によって支えられているならば、脳の器質的変化に対応する心理的変化を議論できると考えられる。器質的変化は神経生理学の手法で客観的に測定されるため、心理的変化のメカニズムを間接的に説明することができると考えられている。先の研究例で挙げた生理指標や行動指標は脳の器質的変化を直接的ないし間接的に表していると考えられ、客観的に観察することが可能である。したがって、それらと色彩感情の関係を議論する場合も全く同型である。また、Affective Computing や感性情報処理の研究においても、客観的な指標に基づいて心理的変化を予測するという点、あるいはモデル化によって心の働きを理解しようとする点でも基本的に同じ視点である。

9.1.2 心に関する知見の共有

客観的な指標に対して、主観的な心理変化は心理測定法という手続きによって数量化された主観的指標を用いて捉えられる。すなわち、この方法は心を直接的に観察するのではなく、一定の手続きによって表わされた尺度をもって間接的に心を観察しているということである。その場合に、心理的な反応は評定尺度上の値として表出されているため、生理指標や行動指標が脳の器質的变化を表すように心理的指標が心理的变化を表すと考えることができる。色彩研究を含む、人間の心を対象とした研究ではこのような捉え方によって議論が行われている。

これらの研究において心に関する知見を記述し解釈を共有するためには、分析に用いる指標についての共通理解が必要である。しかしながら、複合的・学際的に取り組まれている色彩感情のような研究対象では、主観的指標が示す意味内容に基づいた解釈を共有することは容易ではないと考えられる。なぜならば、研究者あるいは研究領域によって基本としている概念が異なる場合には、解釈が共有されない可能性があるからである。例えば、感性情報処理の分野では感性を捉える際に情報系研究者は美的感情や評価過程を、心理系研究者は認知活動一般を概念の基本としていると考えられ [72]、それぞれの概念にのみ由来する解釈は同意されにくい。

このような概念レベルでの不一致は感性情報処理に特有なこととは考えられず、色彩感情を研究対象とする心理学、神経科学、情報科学などによる学際的な研究領域ではより深刻な問題となる可能性がある。研究者間で解釈の齟齬を起こさないためには、色彩感情に関する主観的指標の概念を共有した上でその知見を記述することが求められる。

9.2 対象領域の分析と設定

9.2.1 色彩感情の空間的把握

評定尺度を用いた心理測定として極めて多く用いられるのは Semantic Differential (SD) 法であり、前節で挙げたすべての研究例で採用されている。この方法は様々な概念に対する情緒的意味 (affective meaning) を測定するために Osgood [104] によって提案された。SD 法は言語概念にとどまらず感覚概念にまで適用され、官能検査では物のイメージを調べる際の有力な計量手段となっている [68]。その意味では色彩に対するイメージあるいは情緒的意味を色彩感情として捉えることが多い。測定には正反対の意味となる形容語対を両極とした複数の多段階尺度を用い、得られた評定値について因子分析を施すことで形容詞対に共通した因子を意味空間の次元として抽出する。また、それぞれの刺激に

対して抽出された因子の因子得点を算出することが多く、その場合には一種の尺度構成として位置づけられる。

因子分析は因子数、抽出法、回転法のみならず評価対象や評定尺度の構成によって結果が変わるという点で安定的な解析手法ではない [63]。すなわち、色彩という同一の評価対象の場合であっても、抽出される因子はどのような形容語対を用いるかということに依存するという点である。一方で、このことを逆手にとれば研究者の関心に見合った評定尺度を用いることによって、色彩感情の特定の側面に焦点をあてて意味空間を構成することができる。色彩感情の研究を概観すると、Osgood が多くの評価対象に共通してみられることを指摘した評価性、力量性、活動性という意味空間の次元の他に、好き/嫌いというような嗜好、明るい/暗いといった見た目、快/不快や覚醒/睡眠といった感情などが次元として設定されている。

9.2.2 嗜好や見た目の次元

SD法を用いた色彩感情に関する研究例として、大山ら [109, 110] は日本とアメリカの学生を被験者として単色の評価実験を行い、両群に共通して評価性、力量性、活動性の因子を抽出した。この力量性因子と活動性因子はそれぞれ明度と色相が関連していた。佐藤ら [133] は単色に対する評価実験から評価性、活動性、寒暖感の因子を抽出し、それらはそれぞれ明度、彩度、色相と明度の影響を強く受けていた。さらに、Gao ら [20] は香港、日本、タイ、台湾、イタリア、スペイン、スウェーデンという7つの国と地域で、単色に対する色彩感情の文化比較を行った。その中で使用された評定尺度は「明るい-暗い」「やわらかい-かたい」「あたたかい-冷たい」などの色彩の見た目を表す12の形容詞対である。因子分析の結果から3因子が抽出され、それぞれ明度、彩度、色相に対応する因子と解釈された。これらの研究例から色彩感情の次元は明度、彩度、色相という色彩の三属性との関連が非常に強いことがわかっている。

Ou ら [105] はイギリス人と中国人の被験者において「動的な-静的な」「重い-軽い」「あたたかい-冷たい」など10個の評定尺度を用いた単色の評定結果を因子分析し、活動性 (colour activity)、重さ (colour weight)、温度 (colour heat) という三つの因子を抽出したが、特に「緊張した-リラックスした」と「好き-嫌い」の評定尺度には文化差が見られた。また、Ou ら [108] はイギリス、台湾、フランス、ドイツ、スペイン、スウェーデン、アルゼンチン、イランという8つの国と地域において二色配色に対する色彩感情の文化比較を行っている。そこで用いられた評定尺度は「好き-嫌い」「重い-軽い」「能動的-受動的」「あたたかい-冷たい」の4つの形容詞対である。ここで「重い-軽い」「能動的-受動的」

「あたたかい-冷たい」という評定尺度は順に明度，彩度，色相という色彩の見た目に対して反応することを想定して用いられている．この研究では「好き-嫌い」の評定尺度ではそれぞれの国同士で中程度の相関であった一方で，それ以外の評定尺度に関しては高い相関が見られ，好き嫌いという色彩感情は文化差が比較的大きいことがわかっている．

Sivik[138] は「あたたかい-冷たい」のようにその色がどうであるかということは人々の間で比較的一致する一方で，「好き-嫌い」のように感情の評価に関わるものは非常に文脈に依存しており普遍性が低いことを指摘している．もっとも，色彩研究における実験室的な環境においてはそれらを無視できないことが併せて指摘されており，「好き-嫌い」という嗜好も大きな関心ごとの一つに位置づけられる．これを受けて Gao と Xin[19] は色彩感情に対する研究の関心を 2 つの次元で表現している．ひとつは「心地よい-心地よくない」「良い-悪い」といった色彩嗜好を扱う評価的次元であり，もうひとつは「あたたかい-冷たい」「明るい-暗い」「重い-軽い」といった色彩の見た目 (appearance) を扱う記述的次元である．

9.2.3 感情や気分の次元

前項で述べたように，色彩感情の研究における主な関心は評価的次元と記述的次元であるが，本研究の第七章で取り上げたように感情状態に関する次元に焦点をあてた研究がある [161, 140]．色彩感情のひとつとして感情状態の次元を取り上げる研究は多くなく，評価的次元や記述的次元のように多くの国と地域における比較は行われていない．

感情の状態に対して見出されている共通因子は Pleasure, Arousal, Dominance である．この測定には PAD 尺度 [74] や SAM 尺度 [56] が用いられている．Valdez と Mehrabian[161] によると，PAD 尺度を用いて測定された Pleasure, Arousal, Dominance はすべて明度と彩度の二つの変数で説明され，色彩属性との関連が示されている．その一方で，Suk と Irtel[140] によると，SAM 尺度を用いて測定された Valence, Arousal, Dominance は彩度と間に正の相関がみられ，明度との間には逆 U 字の関係が見られた．また，本研究の第七章で構造方程式モデリングによって作成された感情状態の次元と色彩三属性とのパス図によると，(1) Valence が主に明度と彩度，Arousal が主に彩度の影響を受けている点が共通している一方で，(2) Arousal に対する明度の影響の有無と，Dominance に対する明度の影響の方向に差異があった．これらのことから，色彩に対する感情状態の次元は主に明度と彩度の影響を強く受けられていると考えられるが，その文化差は明確でない．

まず次節で評定尺度を用いた色彩感情の測定について概観し，記述すべき対象の概念を設定する．その上で知識記述のための既存の枠組みとして上位オントロジーに基づき，

色彩感情の知識を共有するために評定尺度と心理的属性の概念を拡張する。さらに拡張したオントロジー記述の適用可能性について検討する。

9.3 オントロジーの拡張

9.3.1 対象とする色彩感情

前項では色彩感情の次元として、評価、記述、感情状態に焦点をあてた研究を概観した。評価的次元については比較的差異が大きく、感情状態の次元は研究例が少なく文化的な差異が明確でない。その一方で、記述的次元は文化的な差異が小さく、単色 [20] のみならず二色配色 [108] についても文化を超えて広く概念が共有されていることが確認されている。

色彩感情の研究において評定尺度を用いて測定される主観的指標の概念を研究者間で共有するという目的においては、究極的には研究領域で用いられているすべての色彩感情が網羅されることが望ましい。しかし、現状では評価的次元、感情状態の次元については共有されるべき知見の蓄積が不十分であると考えられる。また、色彩感情の文化的な差異を明確にするためには、まず文化的に共通した部分の記述を行う必要があることから、記述的次元を対象としたオントロジーの構築が優先されなければならない。そこで、本研究では記述的次元の色彩感情にオントロジー構築の対象を限定する。

9.3.2 既存の枠組み

ロール概念

オントロジー構築環境の一つである法造¹の特徴はロール概念の記述をサポートしていることである。法造においてノードは基本概念を表し、part-of (p/o) スロットと attribute-of (a/o) スロットによって定義される (図 9.1)。また、法造はロール概念を用いてコンテキストに依存した概念を記述し、その役割を担った基本概念をロールホルダーと呼ぶ。例えば、教師ロールは人間のインスタンスが担う役割であり、学校というコンテキストに依存していることが表現される。この役割を担うインスタンスのクラスについての制約がクラス制約である [53]。このように基本概念と合わせてロール概念を記述することで、コンテキストによる概念の違いを明確にすることができる。また、継承されたロールホル

¹<http://www.hozo.jp/>

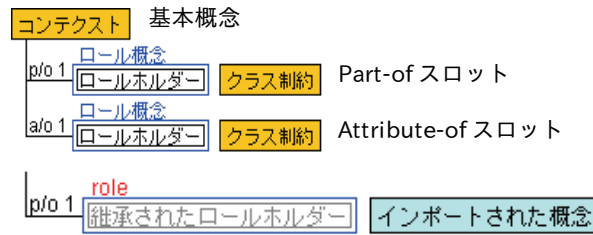


図 9.1: 法造におけるノードとスロットの凡例

ダーと他のオントロジーからインポートした概念を参照するクラス制約は図 9.1 下段のように表わされる。

ロール概念を用いた上位オントロジーとして、YAMATO (Yet Another More Advanced Top-level Ontology)² [85] が挙げられる。YAMATO で定義されている概念の中で、本研究が主に言及するものを図 9.2 に示す。YAMATO において実在物はその存在に必要なものによって、具体物、抽象物、準抽象物に分けられる。具体物は 3D 空間と時間が必要なものに対して抽象物はどちらも必要とせず、準抽象物は時間のみを必要とする。状態や行為は生起物 (occurrent) として捉えられ、連続物 (continuant) として捉えられるいわゆる「もの」とは区別される。

表現と性質に関する概念

YAMATO の特徴の一つとして、小説、詩、絵画、音楽、手続き、シンボルといった表現関連の定義が挙げられる [83]。表現関連の下位には表現と複合表現が定義されており、後者の部分概念の一つである component ロールを前者が担う。表現関連の部分概念である形態のクラス制約は表現形態、内容のクラス制約は命題である。命題の下位概念は、基となる内容が表現関連よりも先に存在しているか否かで表現-secondary と表現-primary とを区別して定義している。例えば、事実、データや思考が表現-secondary の下位に定義されており、それぞれ人間の認識によって表現の部分概念である内容となるため、認識の対象自体は内容の前に存在していると捉えられている。

YAMATO の最大の特徴として、性質に関する概念とその表現の概念についての定義が挙げられ、他の上位オントロジーにおける性質に関する概念の相互関係が定義されている。実在物の性質は属性が属性値をとることで記述される。質の下位概念には特性と属性が定義されており、前者は属性と属性値を含めた概念である。属性の下位には基本属

²http://www.ei.sanken.osaka-u.ac.jp/hozo/onto_library/upperOnto.htm

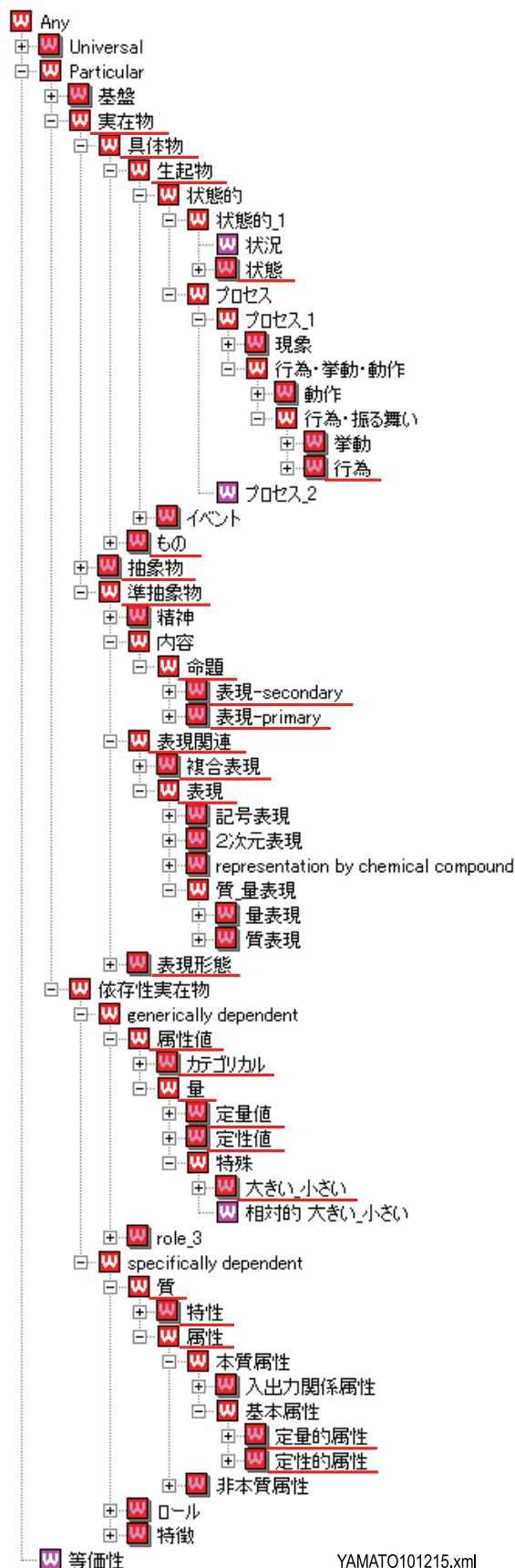


図 9.2: YAMATO における概念の階層構造

性，さらに下位に定量的属性と定性的属性が定義されている．また，属性値の下位にはカテゴリカルと量，さらに量の下位に定量値と定性値が定義されている．例えば，色の属性は定量的属性の下位概念であり，その属性値として周波数量をとることが定義される一方で，一般的な色名の概念はカテゴリカルの下位概念で定義され，その属性値は周波数の区間によって区別される．

さて，YAMATO における性質に関する表現の概念は測定という行為によって対象物の性質が表現に変換されたものと定義されている．測定の部分概念として表現が担う結果ロールがあり，その表現の部分概念である内容ロールのロールホルダーが性質測定値として定義される．測定誤差を含む実験データをインスタンスとして記述する場合には，性質すなわち真の値と，測定した性質を記述したデータが区別されると考えられるべきであり [67]，表現-secondary の下位概念であるデータが性質測定値を担うと考えることができる．

オントロジー記述の方針

性質の概念について，YAMATO で定義されている属性および属性値は非常に広い範囲のドメインに適用可能であるが，属性の存在自体と人間の知覚は独立して考えなければならない．例えば，「甘い食べ物の基本属性となりうるのは「(人間に甘いと感じさせる) X (という成分) の含有量」であり，その属性を人間が甘いと知覚することから，甘さ属性として「名付けられて」いる [148]」と考えれば，人間が感じる色の性質である明度，彩度，色相は YAMATO における物の属性と区別される必要がある．性質の概念において物の属性と知覚を区別するという事は，人間の認識に依らず存在する物の属性と人間の認識の上でのみ存在するとみなせる概念を区別するという事である．

そこで本研究では主観的指標の概念を定義するために，意識している状態を導入することで，人間が感じる性質の定義を試みる．さらに，測定の概念についても性質の概念に合わせて YAMATO における測定という行為とは別の概念を定義する必要がある．すなわち，人間が感じる性質が変換された結果として主観評価値を捉えるということである．そのために，評定尺度の概念を導入することによって，対象の性質を表現に変換する測定の概念を定義する．

9.3.3 主観に関する性質の概念

意識している状態と行為

Barušs によれば意識は「意図性に特徴づけられたすべての主観的な気づきと、状況、精神状態あるいは行為についての行動的に明らかな明示的知識 [5]」と定義される。この定義は主観的意識と行動的意識の二つを示している。すなわち、個人に生起する思考、感情、感覚という主観的な気づきが主観的意識であり、振舞いを通して明示される気づきが行動的意識である [6]。行動的意識は振舞いによって明らかな気づきの有無について言及しており、主観的意識を行動的な側面から捉えたものである。つまり、行動的意識は主観的意識の操作主義的概念 (operationalization) として、客観的研究で主観的意識を扱うために定義されている。

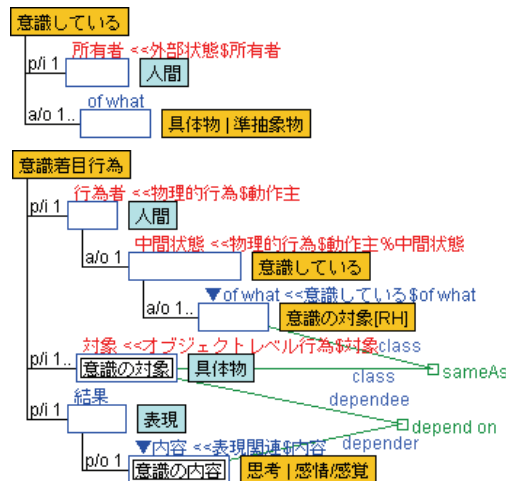


図 9.3: 意識している状態 (上) と意識着目行為 (下)

YAMATO のもとでは外部状態 (external state) と動作主状態行為 (actor state action) を用いて意識を概念化する。図 9.3 に「意識している」状態の構造を示す。上位概念である外部状態の所有者ロールについてクラス制約が人間に特殊化されている。何について意識しているかということは、具体物あるいは準抽象物が担う of what ロールによって表現され、ある行為の中で何かに意識しているという行動的意識を定義することが出来る。図 9.3 に示した「意識着目行為」の部分概念は行為者、対象、結果である。具体物が担う対象ロールのロールホルダーが「意識の対象」であり、行為者が意識している状態の of what ロールのクラス制約となる。あくまで客観的な立場をとれば、行為者の主観的意

識は表現されて初めて観察することができると考えられる。したがって、結果ロールを担う、表現の内容ロールのロールホルダーとして「意識の内容」を定義することができ、これは「意識の対象」を担う具体物の性質に由来しているため *depend on* の関係で結ばれる。

意識上の質と量

意識の対象と意識の内容という概念を定義することによって、人間が色に対して感じる明度、彩度や色相と、物の属性の区別が可能である。色の三属性というように明度、彩度、色相があたかも属性として一般的に捉えられるが、それらは物理的な性質ではなく人間が意識を通して認識した心理量である。すなわち、意識の対象が意識の上での属性および属性値を持っているため、心理量が意識の内容となると考えられる。意識の上でのみ捉えられる属性と属性値を図9.4のように「意識上の属性」と「意識上の属性値」として概念化する。これらはそれぞれ YAMATO における質と属性値の下位概念として定義され、何がその性質を持つのかを表わす *on what* ロールは意識の対象が担う。意識上の属性では *referring to* ロールのスロットを継承し、YAMATO における定量値と定性値の関係に相似する「量的知覚属性値」と「質的知覚属性値」を参照している。

さらに量的知覚属性値は「知覚量」と「複合知覚量」に分けられる。人間が感じている感覚・知覚を客観的かつ定量的な方法で測定することは不可能であり、それぞれの主観に基づいた定性的な表現でのみ捉えられることが多い。しかし、人間によってどのように意識されているかという観点からは、感覚量あるいは心理量と呼ばれている量的な概念が認められる。例えば、光に対して“明るさ”を感じるときに、輝度という測光量の増加に従って明るさ (*brightness*) の量が増加すると考える場合である。また、色の三属性の一つである明度 (*lightness*) も“明るさ”に関する心理量であり、同じ照明の下で白色と灰色を見た場合に、灰色に比べて白色の方が明るく感じるという明暗の概念である。また、等しい明度でも彩度が高い色の方が“明るく”感じるように、複数の知覚量が統合されたものとして捉えられる心理量が複合的知覚量である。

意識上の属性は「単極知覚属性」と「双極知覚属性」に分けられる。単極知覚属性は性質が「あること」ないし「ないこと」を起点として一方向に表わされる概念であるに対して、双極知覚属性は性質の「中程度」を起点にして二方向に表わされる概念である。単極知覚属性と双極知覚属性が参照する属性値の関係は、「知覚的 大きい_小さい」という比較コンテキストにおいて定義される (図 9.5)。この概念のスロットは、YAMATO における「特殊」の下位概念で定義されている「大きい_小さい」と同等であり、それぞれ

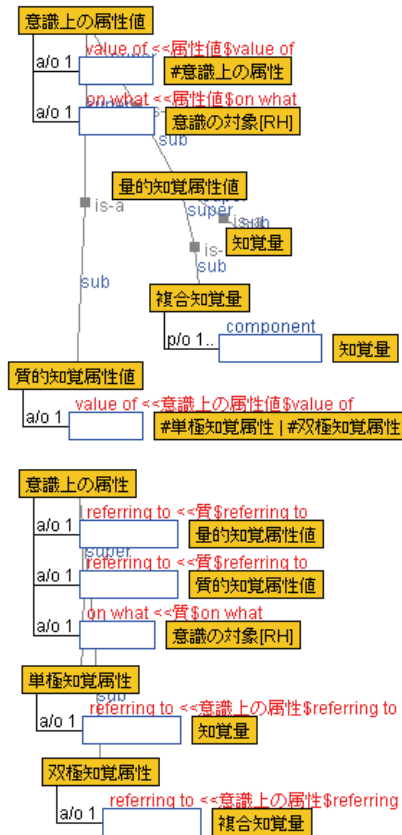


図 9.4: 意識上の属性値 (上) と意識上の属性 (下)

のクラス制約が意識上の属性値の下位概念を参照している。「知覚的 大きい」と「知覚的 小さい」の大小関係はそれぞれの value ロールのクラス制約である量的知覚属性値が閾値と比べて大きいか小さいかによって決まる。この時に、大きいロール、小さいロールのクラス制約に双極知覚属性が参照する属性値、value ロール、閾値ロールに単極知覚属性が参照する属性値をとることで、それらが表している方向が定義される。

色彩感情の属性値

色彩感情に関する知覚量と、その大小関係について説明する。視覚における感受性として「明度量」「彩度量」「色相量」を知覚量の下位概念に定義した。一般的に色相は赤、黄、緑、青、紫を円環状に配列したモデルで理解されるが、赤を感じる 780nm から紫を感じる 380nm までの可視波長において視覚としては 1nm の差を感じる事ができる [70] とされることから感受性の意味で捉えられる。

さて、知覚量の大小関係について「明るい」「暗い」と表現されるような色彩感情を例にとると、量的知覚属性値の複合知覚量の下位概念として「明るい-暗い量」、質的知覚属性値の下位概念として「明るい-暗い値」、さらに知覚的大きい_小さいの下位概念に「明るい_暗い値_2」が定義できる。この「明るい」「暗い」という属性値は、明るい_暗い_2において明るい-暗い値が「大きい」「小さい」というロールを担った概念として定義される(図9.5)。このコンテキストにおいて、明るい-暗い量の component スロットのクラス制約である明度量と彩度量がそれぞれ閾値よりも大きいことによって「明るい」、閾値よりも小さいということによって「暗い」が定義される。「明るい_暗い値_2」は比較コンテキストであり、それ自体は属性値ではないのに対して、「明るい-暗い値」および「明るい-暗い量」は通常の属性値である。明るい-暗いのように対になる形容語によって命名されている理由は、本研究が対象領域とする色彩研究において形容詞対をもって心理的な性質を言い表すことに倣ったためである。

本研究では明るい-暗い量を含めて16の複合知覚量を定義すると共に、それぞれの知覚的大きい_小さいコンテキストにおいて明度量、彩度量、色相量の極性を定義した。その際に、単色に対する主観評価と色彩の三属性の関係について因子分析や回帰分析を行った文献[19, 20, 30, 109, 66, 75, 89, 133, 145]を参考にした。これらの文献は単色を刺激とし日本人を被験者としているものに限定している。表9.1はそれぞれの複合知覚量において component ロールのクラス制約に定義した知覚量と極性を示している。例えば、明るい-暗い量は明度量と彩度量が+であり、明度または彩度が高いことが「明るい」ことを意味する。また、強い-弱い量は明度量が-であり、明度が低いことが「強い」ことを意味する。

9.3.4 評価尺度を用いた主観評価

評価尺度を用いて主観的性質の評価を行う場合には、主観評価の結果は評価尺度として表出されることが考えることができる。ここでは「評価尺度」および「評価尺度上の点」(図9.6)の概念化について説明する。評価尺度上の点は数が担う目盛ロールを部分として持つ表現であり、表現形態ロールは単語または絵文字によって担われる。評価尺度は複数の評価尺度上の点を部分として持つ複合表現であり、評価尺度上の点が担う「端点」ロールホルダーのサブスロットによって、知覚的大きい_小さいコンテキストにおける質的知覚属性値が極ロールを担うことが定義される。例えばSD尺度は反対の意味になる形容詞を両極としているように、質的知覚属性値の大小関係に関する表現として評価尺度を概念化することができる。したがって、評価尺度の下位概念に「単極尺度」と「両極尺度」

表 9.1: 定義した複合知覚量の下位概念

	明度量	彩度量	色相量
明るい-暗い量	+	+	
やわらかい-かたい量	+		
あたたかい-冷たい量			+
濁った-澄んだ量	-	-	
濃い-淡い量	-		
重い-軽い量	-		
鮮やかな-くすんだ量	+		
強い-弱い量	-		
静的な-動的な量		-	-
派手な-地味な量		+	
目立つ-目立たない量		+	
陽気な-陰気な量	+	+	
大人っぽい-子供っぽい量	-	-	
落ち着いた-落ち着かない量		-	
男性的な-女性的な量	+	+	
浅い-深い量	+	+	

ただし, +/- の記号は常に左側の形容詞への極性を表わす.

が定義され, それぞれが表現している質的知覚属性値が明示される。「単極尺度」と「両極尺度」の極性は, それぞれ先述の「単極知覚属性」と「双極知覚属性」のそれに対応している. 単極は一つの端点の目盛が0となっており, 一方向の極性が表わされている.

ここで, 意識着目行為の下位概念として「評定する」という行為(図9.7)を考える. 評定尺度を用いて対象物に対する主観的性質の評価を行うことは, 行為者の意識の上で捉えられた対象の性質を表現に変換することである. 意識着目行為から継承した結果ロールのクラス制約は評定尺度上の点であり, その内容が「主観評価値」である. ある評定尺度において評定尺度上の点のうち一つが選ばれると考えるのであり, そこに設定されている目盛が主観評価値に定義される value ロールの数値となることが示される. YAMATO では質を表現に変換する行為である「測定」において「性質測定値」が定義されており, 測定に用いられる単位と関連付けられている. 一方で, 主観評価値の数値は評定尺度上の点に設定された目盛と同じクラスになるというように, 質的知覚属性値の表現である評定尺度と関連付けられている.

9.4 オントロジー記述の評価と考察

9.4.1 評価の観点

本研究では、色彩感情を対象とした学際的な研究領域において、研究の成果を共有するための概念的な基盤としてオントロジーの構築を行った。当該の研究領域では、色彩感情は評定尺度を用いて数値化を行った主観評価値によって捉えられ、その上で客観的に観察することのできる測色値、生理指標や行動指標などと同列の測定値として扱われる。そのため、客観的な測定値と主観評価値が本質的にどのように異なり、それが何を測定したものであるかが明示的に記述されることによって、色彩感情に関する研究成果が共有されると考えられる。

構築したオントロジーでは、人間の意識の上でのみ捉えられる属性および属性値の概念と共に、評定尺度を用いた主観評価値の概念を定義した。主観的評価値は、意識の上でのみ捉えられる属性値が、「評価する」という行為によって評定尺度を通して変換され客観的に数値として表現されたものである。YAMATOにおいて「測定値」が定義される「測定」の概念と、本研究で定義した「評価する」という概念を比較した場合には、変換される元である属性値の違いが、それぞれの概念の客観性と主観性という性質を表している。したがって、研究領域において共有されるべき色彩感情の意味内容は、数値として表現する手続きよりもむしろ意識上の属性および属性値の概念であるといえる。第二節で概観した研究領域において、人間の感性に対する捉え方が異なる心理系と情報系の研究者であっても、感性がどのような心の働きであるかという議論以前に数値化の手続き自体は共通だからである。

色彩感情の意味内容を明示するために意識上の属性および属性値の概念を定義するということは、すなわち人間の心の働きを議論するための知見の前提となっている、対象世界の捉え方をオントロジーによって明示するということである。その意味では、当該の対象領域における知識モデルに規約を与えるメタモデルとしての役割をオントロジーが担っているといえる。したがって、本研究で構築したオントロジー記述の評価としては、主観評価値として表される色彩感情の属性および属性値の概念が適切に表現され、さらに知識モデルが十分に網羅されるかという二点が考えられる。本節では前者をオントロジー記述の形式および内容の妥当性、後者を同じくオントロジー記述の信頼性として議論する。

領域横断的な概念の分析を行った研究例として、住田ら [141] による本質的性質の考察に基づいたサービス概念の定義が挙げられる。本質的性質とは、ある概念のインスタンスすべてに共通し、その概念と他の概念とを区別する性質を指している。この研究で

は提案されたサービス概念の定義を評価する際に、それぞれの研究領域における定義との比較を行うと共に、例題を用いて網羅的にその定義が適用できることを検討している。本研究も彼らの研究と同様に学際的な研究領域を対象世界としているものの、問題としている概念の位置づけが異なっている。彼らが問題にしているのは複数の研究領域において同じラベルで呼称される類似した概念であり、それらを包括する定義を目指している。それに対して、本研究で問題にしているのは、それぞれの研究領域において捉え方の異なる感性の概念そのものではなく、感性を測定する際に参照する主観的な属性の概念である。すなわち、本研究で定義した概念は住田らが扱っている概念に比べて抽象度が高く、問題の範囲が限定的である。そのため、その評価に際して比較する対象は物理的な属性の概念となり、それらとの区別が適切であるかという妥当性が論点となる。また、定義した概念の適用を考える場合にも、複数の例題が包括的に説明されるかどうかではなく、限定された範囲内で相当数のインスタンスが適切に記述されることが論点となる。具体的には、定義した属性の概念が色彩感情の研究領域で用いられている概念をどれほど網羅できているかということである。ただし、構築したオントロジーに記述される性質概念の数は、色彩感情と物理的な属性の関係を明らかにする研究の進捗に依存している。そのため、色彩感情の研究を通して明らかになっている知識のみに範囲を限定した上で、現時点でのインスタンスの網羅性を検討することになる。

9.4.2 妥当性

本研究で定義した性質に関する概念は、YAMATO で定義されているような物の性質ではなく、人間がどのように感じているかという認知的・主観的な意味での性質である。本研究では人間が意識しているという状態の概念を導入することで、通常 of 性質概念と「意識の上」というコンテキストでのみ意味を持つ性質概念を区別している。すなわち、主観的性質の概念記述が前提としていることは、人間がある対象について意識を向けるということのみである。オントロジーの利用に際してはその点についての合意が得られれば良く、それは心の理解を目指す研究者にとって受け入れ難い前提とは考えられない。また、意識の上での性質に関する概念は、通常 of 性質概念と同様に属性と属性値と共に、定量的な属性値の大小と定性的な属性値の大小を対応付ける概念によって構成されている。例えば「明るい」「暗い」という定性的な属性値が、「明度量」と「彩度量」を部分とする「明るい-暗い量」という定量的な属性値の大小で定義される。これによって、「明るい」「暗い」のような色の見た目を表す性質概念と、「明るい-暗い」という形容詞対による評定尺度との対応関係を明確にすることができると考えられる。

形容詞によって表される属性概念を体系的に分析した先行研究 [99] において、心理的屬性を物理的屬性と同様に尺度で計った差として捉えている。すなわち、“嬉しい悲しい”という心理的屬性を考える場合には、“嬉しさ-悲しさ”という心理的尺度によって測定された差が“嬉しい悲しい”という属性をもたらすとみなすということである。意識上の性質概念が物理的な性質と同型の記述によって表現した本研究のオントロジー記述は、先行研究の考え方と整合しており、形容詞で表される評定尺度の概念を明示し共有する上では妥当であろう。

9.4.3 信頼性

オントロジー記述の信頼性を考えるにあたり、対象領域のインスタンスを適切に記述できるかどうかを検討する。すなわち、本研究が対象とした記述的次元の色彩感情について、日本色彩学会誌に掲載されている論文から評定尺度を抽出することでオントロジーの網羅性を検討する。

評定尺度を用いて色彩感情の測定を行った研究は 27 件であった。そのうち単色を扱ったものは 8 件、2 色以上の配色を扱ったものは 17 件、単色と配色の両方を扱ったものは 2 件であった。それらの中で報告されている印象評価実験のうち、色の呈示刺激として円や四角形などの単純な図形を着色した色票を用いたものはのべ 16 件、線画や写真、CG などの画像を用いたものは 9 件、実物や模型を扱ったものはのべ 3 件あり、さらに被験者の視野を着色されたパネルで覆ったものが 1 件であった。これらの 27 件の研究のうち、ひとつの形容語を単極の評定尺度としたものは 2 件、形容語対を双極の評定尺度としたものは 23 件、単極と双極の両方を用いたものが 2 件であった。単極および双極の評定尺度がそれぞれひとつの属性を表していると考えれば、27 件の研究からのべ 355 個、99 種の評定尺度が抽出された。

99 種の評定尺度のうち、感情状態の次元を表していると考えられる評定尺度は 30 種であった。ここでは語義の観点から主体に帰属する属性を感情状態の次元、客体に帰属する属性を評価的次元および記述的次元とみなした。さらに、評価的次元と記述的次元を表すと考えられる評定尺度はそれぞれ 17 種、52 種であった。評価的次元は価値の意味を含むか否かによって記述的次元と区別されると考えられる。しかし、その評定尺度が印象評価において価値の意味を含んで用いられているかどうかは、かならずしも形容語の語義からは同定することができない。そこで、ここでは 27 件の研究の中で因子分析の結果から評価因子への因子負荷量が高いものを評価的次元に属する評定尺度とみなした。最終的に、記述的次元の色彩感情を表すと考えられる評定尺度はのべ 205 個であった。

本研究では明るい-暗いを含めて記述的次元の色彩感情である16概念を定義した。当然ながらすべての色彩感情の研究で用いられている評価尺度を網羅しているわけではなく、色彩の見た目を表現する評価尺度のうち典型的なものにとどまっている。日本色彩学会誌から抽出した記述的次元の色彩感情を表すのべ205個の評価尺度のうち、本研究で定義した16概念のインスタンスとしてみなせるものはのべ130個であり、約63.4%を網羅しているといえる。ただし、同じ研究グループによってのみ用いられている評価尺度が存在し、52種の評価尺度の利用頻度には偏りがみられた。特定の研究グループでのみ用いられるのではなく研究分野でよく用いられるものに焦点をあて、27件中3件以上の研究で用いられた評価尺度を抽出すると24種、のべ174個であった。すなわち、本研究で定義した16概念のインスタンスが利用頻度の高い評価尺度の約74.7%を占めている。その点を加味すると、本研究で定義した16概念で大部分の典型的なインスタンスを網羅していると解釈することができる。例えば「あたたかい-つめたい」「派手な-地味な」「かたいたい-やわらかい」「重い-軽い」といった評価尺度は半数以上の研究で用いられており、定義した概念でカバーできている。その一方で、「個性的な-平凡な」「複雑な-単純な」という評価尺度は6件用いられており、利用頻度がそれほど低くないにも関わらず定義した概念ではカバーすることができていない。特に1件でしか利用されていない評価尺度の例としては「かっこいい」「高級感のある」「ロマンチック」などが挙げられる。これらを用いた研究[127]はデザイン用語と色彩感情の構造を検討することを目的としており、その結果として利用頻度の低い評価尺度が見られた。このように、特定の分野あるいは文脈でのみ用いられる形容語を評価尺度とするような場合には、オントロジーによって概念をカバーしにくいといえる。

9.4.4 有用性

本研究の問題意識は学際的な研究領域における心に関する概念を共有する必要性であった。本研究で構築したオントロジーは、(1)人間の心の構造を理解しようとする研究者が実験結果やモデルなどの知識と概念を共有するための基盤としての役割が期待され、さらに(2)実験結果やモデルを用いた感性情報処理技術の開発を支援するための知識と概念を提供することが可能になると考えられる。すなわち、客観的指標と主観的指標による心の体系的な理解への可能性である。例えば、測色値と色彩感情、生理指標と色彩感情、行動指標と色彩感情のそれぞれの関連性を理解する目的の研究や、測色値、生理指標、行動指標から色彩感情を推定することを目的とした工学的な研究において、本研究のオントロジーは共通の概念的基盤となりえる。より正確に言えば、本研究のオントロジーは

上位オントロジーの YAMATO に基づいているため、客観的指標に関しては YAMATO で定義された概念、主観的指標に関しては本研究で拡張した概念が利用可能である。これらのオントロジーを用いることで、刺激の測色値、行動指標、生理指標、心理的指標の概念を適切に記述することができると考えられる。先述の (1) は主に研究者の同士、(2) では主に開発者同士での概念共有を想定している。ただし、(2) のシステム開発者にとって色彩研究の知識利用が容易になるという意味で開発者と研究者の概念共有が前提である。したがって、構築したオントロジーを用いることで、基礎から応用という広い範囲で一貫した概念基盤を提供することが可能になると考えられる。

このような広い利用範囲において、実際に概念共有が十分に行われていない最も大きな理由として、本稿 1.1 で述べたように心の構造を直接的に観察することができないことが挙げられる。そして、諸研究領域では色彩感情を表現するために数値化するという方法が用いられているが、その数値が指している心理的な量が明示的でないということが問題であると考えられる。本研究では意識される主観的性質と、それが表出された結果である表現との関係に着目することで、心に対する捉え方を客観的に明示することを試みた。人間が何かを意識していることは評定尺度を用いて評定する行為によって明示され、その結果として主観的性質は心理測定法という手続きによって数量化されるという、心に対する科学的アプローチの概念化である。これによって、心の理解を目指す研究領域における知見で共通に見出された概念が、それぞれの実験で各個人が主観的に心を観察した結果に対する共通の概念であるとするれば、構築されたオントロジーは個々人の心の内包として捉えることもできる。その意味では、本研究で構築したオントロジーは記述的次元の色彩感情という対象世界の限定はあるものの、色彩感情の研究において共有される心の概念として有用であると考えられる。

9.4.5 課題

評価的次元、記述的次元、感情状態の次元から捉えられる色彩感情のうち、文化的な差異の少なく共通理解の得られやすい部分に焦点を当てて、意識上の性質と評定尺度の概念化を行った。その結果として定義されたのは、色彩三属性である明度、彩度、色相との関係が得られている 16 の記述的次元の色彩感情のみである。日本色彩学会誌に掲載されている色彩感情研究の集計によれば、それらに記述されているインスタンスの大部分は本オントロジー記述によって概念の共有が可能であり、心の構造に関する概念を共有するための第一歩としては十分な成果であると考えられる。しかし、共通理解の得られやすい概念を基礎とした上で、むしろ共通理解の得られにくい部分の共有が研究者

間での共有が望まれている。例えば、先述のようなデザイン用語のように、多くの色彩感情研究で利用頻度の低い評定尺度に表される記述的次元の色彩感情が挙げられる。また、文化的な差異を含むと考えられる「好き-嫌い」「美しい-醜い」などの評価的次元や、Valence, Arousal, Dominance の感情状態の次元の色彩感情も同様である。

オントロジーとして記述される概念の構造は既知でなければならぬため、より多くの色彩感情とそれを構成する性質概念との関係構造についての研究成果を必要とする。記述的次元の色彩感情について網羅性を高めるためには、さまざまな評定尺度を用いた色彩の印象評価実験が重ねられる必要がある。また、評価的次元や感情状態の次元については、より多くの研究が重ねられると共にそれらの次元の本質的な差異が明らかになる必要がある。本研究では、客体に帰属する性質を評価的次元および記述的次元とみなし、主体に帰属する性質を感情状態の次元とみなした。さらに、価値の意味が含まれるか否かということから評価的次元と記述的次元の区別を行った。しかし、様々な感覚に用いられる形容語には共通して「快-不快」と「強-弱」の意味を含んでいることが明らかになっており [55]、評価的次元と記述的次元の本質的な区別は困難である。また、感情状態の次元には「快-不快」という下位の次元が含まれていると考えられており、他の次元との関係を明確にするのは依然と問題が多い。このように色彩感情の複数の次元を表しうる形容語に基づいて、その内容を明示するアプローチをとるならば、複数の意味を内包した形容詞の知識表現 [159]などを参考にしながらオントロジーを記述する必要がある。

以上のような色彩感情そのものの概念化に加えて、色彩感情研究における知識の表現方法についても概念化の必要があると考えられる。色彩感情研究の多くは、因子分析や重回帰分析などの統計モデルを用いて表現される。それらの統計モデルは変数同士の関係が数学的な記号によって、人間が感じる色の性質や色空間に表現される色の性質との関係が明示されている。統計的手法を用いる色彩感情の表現方法も含めて研究者間で色彩感情の概念を共有するためには、統計モデルとそれを構成する主観評価値と色彩の三属性や色空間座標についての概念化を行うことも課題として残っている。

9.5 小括

本研究は心の構造を理解するために必要な概念を提供することを目指し、上位オントロジーである YAMATO に基づきながら認知的・主観的な意味での性質の概念、主観に基づく測定概念、モデルに関する表現概念についての拡張を行った。具体的には、意識している状態を定義した上で、意識の上でのみ捉えられる性質の概念を定義した。また、評定する行為と共に評定尺度を定義することで、主観的性質の概念が表現として表出さ

れることが記述された。記述的次元の色彩感情についての網羅性を高めると共に、他の次元との本質的な差異を明らかにすること、さらには統計的モデルに関する概念を明示することが今後の課題である。これらの取り組みが、心の構造を理解するための科学的さらには工学的なアプローチの一助となることが期待される。

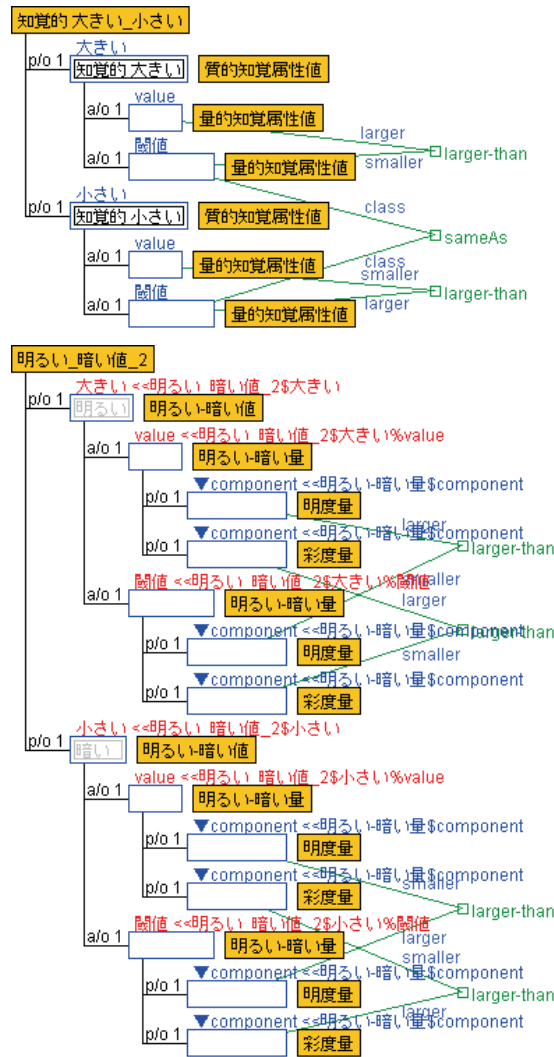


図 9.5: 知覚的な大小関係の比較コンテキスト

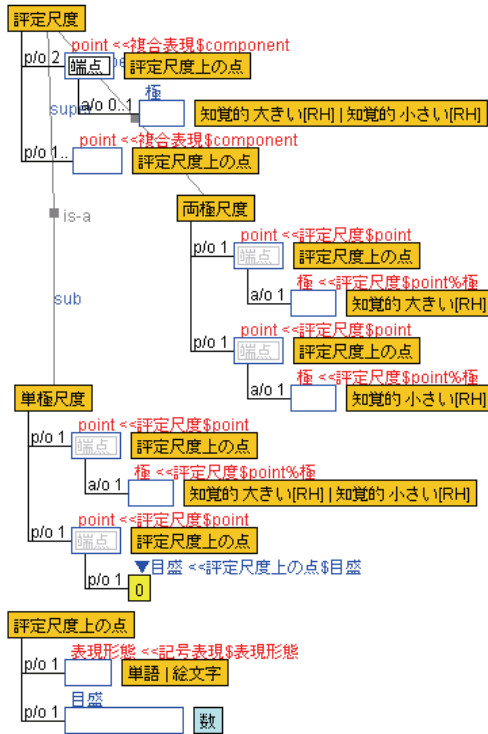


図 9.6: 評定尺度と評定尺度上の点

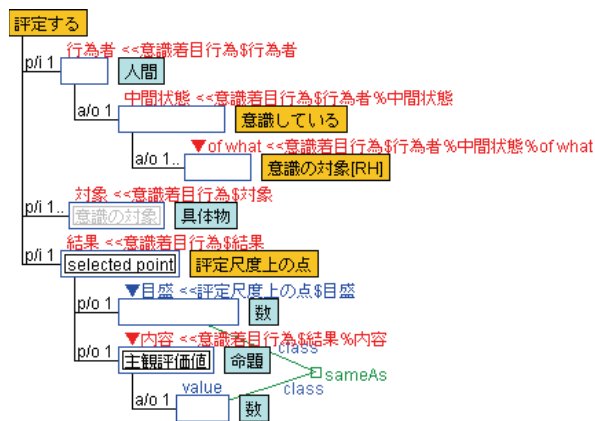


図 9.7: 評定する行為

第10章 色彩感情に関するデータ記述とモデル表現のオントロジー

本章では心の構造に関するデータ記述とモデル表現の概念共有のためのオントロジーを構築し、それに基づいた知識記述の妥当性を検証する。心の構造の具体例として色彩感情を取り上げ、解釈の齟齬なく知識を共有し利用する為の概念的な基盤の提供を目指す。本研究が記述を目指す知識は、統計モデルによって表現される色彩感情と色彩の三属性や色空間座標との関係である。上位オントロジーおよび前章で構築した心理的属性の概念を参照しながら、色空間モデル、統計モデルの概念を明確にする。そして、構築したオントロジーに基づくことで色彩研究における知識が共有可能であるかどうかについて、既存の研究で得られている知識をインスタンスとして記述することで評価する。

10.1 課題の設定と解決方法

本節では、特に性質と表現の概念を中心に既存の上位オントロジーで定義されている概念の構造を概観する。その際に、オントロジー構築の理論的な枠組みを含めた構築環境を説明した上で、その枠組みで構築された上位オントロジーを取り上げる。そして、心の構造に関する概念を記述するために拡張すべき点を明らかにすると共に、オントロジー構築の方針について述べる。

10.1.1 既存の枠組み

10.1.2 拡張の必要な概念

前章で取り上げた YAMATO における表現の概念、性質の概念および測定の概念を用いて、統計モデルと色彩の三属性や色空間座標がどのように定義されるかについて述べる。

まず、色彩感情の知識が表現される統計モデルは変数同士の関係が数学的な記号によって明示されていると考えられ、YAMATO で定義されている表現の概念によって定義することができる。その際に、統計モデルにおける変数も同様に数学的な記号によって表わされるが、人間が感じる色の性質や色空間に表現される色の性質との関係が明示される

必要がある。また、色彩研究で用いられる色空間の座標についても物の属性とは区別する必要がある。色を定量的に表示した体系を表色系呼び、その代表としてマンセル表色系や CIE 表色系などがある。マンセル表色系は色の知覚に基づいており、知覚的な色の性質である明度、彩度、色相の尺度を座標とする色空間である。CIE 表色系は国際照明委員会 (CIE) によって定められ、その具体的な系には CIERGB, CIEXYZ, CIELAB, CIELCh などがある。CIERGB は色光の混合量に基づいて色空間および座標が定義されている。これを基本として線形変換した CIEXYZ, さらに非線形変換した CIELAB が定義されている。CIELAB への非線形変換は座標を知覚的に等間隔で布置するためであり、色の知覚的な性質である明度、彩度、色相と対応するものが CIELCh である。

色光の混合量には心理物理量である測色量を用い、それは等エネルギースペクトルに対して三原色で等色 (color matching) して得られた等色関数と、物理量である放射量によって定義される。そのため、CIERGB 色空間に関しては YAMATO における量の概念の範囲で定義することが可能であると考えられる。しかし、それぞれの変換を行った他の色空間については、あくまで表色のためのモデルであると考えられるため、統計モデルと同様に表現の下位概念として定義されると考えられる。本研究では色の物理的な性質と知覚的な性質との関係に焦点を当てるため、元より明度、彩度、色相を尺度化し配置したマンセル表色系については議論の対象外とする。

10.1.3 オントロジー構築の方針

色の性質を表現に変換する測色の概念を定義し、色の性質を表す色空間モデルと共に統計モデルを表現の下位概念として定義する。性質の概念において物の属性と知覚を区別するという事は、人間の認識に依らず存在する物の属性と人間の認識の上でのみ存在するとみなせる概念を区別するという事である。前章では、意識している状態を導入することで、人間が感じる性質の定義を行った。これに基づいて、評定尺度や等色実験を定義することで測定概念を明確にする。表現の概念については、モデルと変数を定義することで変換された性質同士の関係を明確にする。最後に、構築したオントロジーに基づいて、因子分析や重回帰分析を用いた色彩研究の知識をインスタンスとして記述すると共に妥当性の評価を行う。

10.2 測色に関する概念

測光量や測色量は単位を考えることができる量であるが、純粋な物理量ではなく人間が感じる心理量と一対一に対応するという意味で心理物理量と呼ばれる。言い換えれば、感覚の感度に相当する心理量によって重みづけされた物理量である。例えば、国際単位系でカンデラ (cd) という単位が定義されている光度は分光放射強度に比視感度をかけたものとして表わされ、比視感度は最も明るく感じる波長 (明所で 555nm) を基準にした明るさ感度の比である。測色に用いられる三刺激値は試験光の色と等しい色に見えるようにする (等色する) のに必要な赤、緑、青の単色光の混合量を表しており、それぞれは波長ごとの放射量に分光感度をかけたものである。この分光感度を等色係数あるいはスペクトル三刺激値と呼び、等色実験に基づいて操作的に定義されている。

まず、等色係数は等色実験をイベントとして概念化することでオントロジーに定義される。図 10.1 に示した「等色実験」は YAMATO におけるイベントに関する概念のひとつである「extrinsic accomplishment」の下位概念に定義され、試験光が RGB の原刺激で等色された時の物理量と心理量の関係を表している。等色実験において、上方のスクリーンには試験光、下方のスクリーンには原刺激が重ねて照らされており、被験者はその隣接した二つのスクリーンの色が等しくなるように原刺激の量を調節することが求められる。等色実験の部分プロセスは意識着目行為の下位概念である「知覚する」であり、ここに行為者の意識の対象と意識上の属性および属性値が表される。図 10.1 下部の行為者の意識している状態において、二つの意識の対象において明度量、彩度量、色相量という三つの属性値が等しい。この時の意識の対象は二つのスクリーンであり、これらを照らす試験光および三つの原刺激が等色実験の関与者として participate in (p/i) 関係によって定義されると共に、それぞれの物理量が定義される。

実際に測色計によって測定される三刺激値は、国際照明委員会 (CIE) によって定められた等色係数あるいはスペクトル三刺激値を用いて計算される。図 10.2 は等色実験の下位概念としてスペクトル刺激との等色実験と基礎刺激との等色実験における物理量の関係を示している。三刺激値を導出するためのスペクトル三刺激値は単色光に対して三つの原刺激で等色した三刺激値であり、「スペクトル刺激との等色」における結果ロールのロールホルダーとして定義される。それらは原刺激の「明度係数」に対する放射輝度の比であり、クラス制約である「普通の比」は YAMATO における定量値の下位階層に位置付けられている。明度係数は基準となる等エネルギー白色に対して原刺激で等色した際の放射量として定義され、「基礎刺激との等色」における原刺激の属性値である。

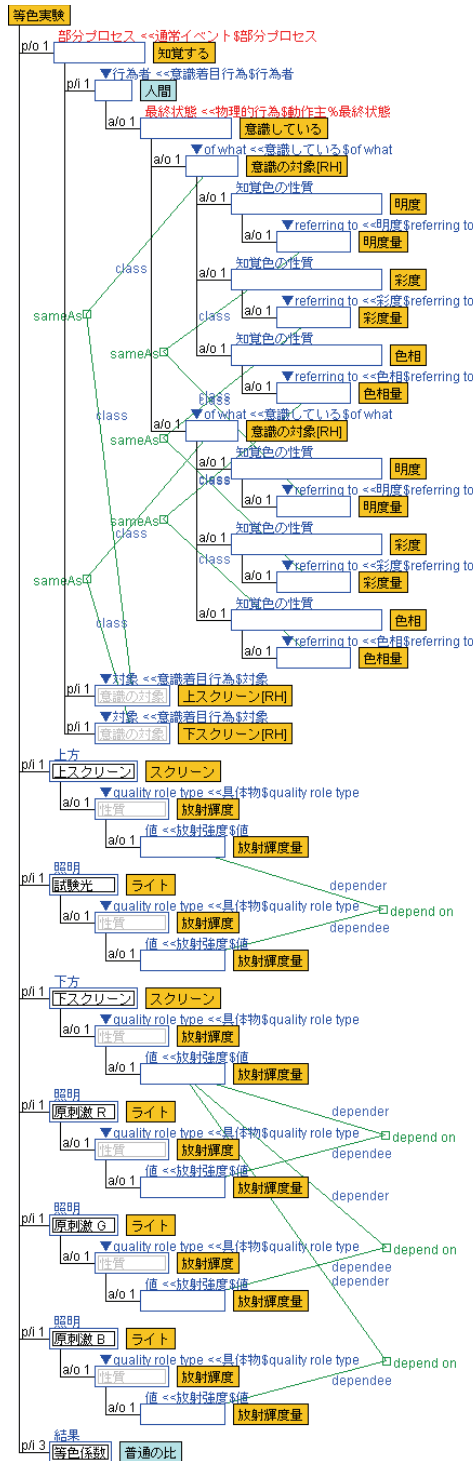


図 10.1: 原刺激による試験光の等色実験イベント

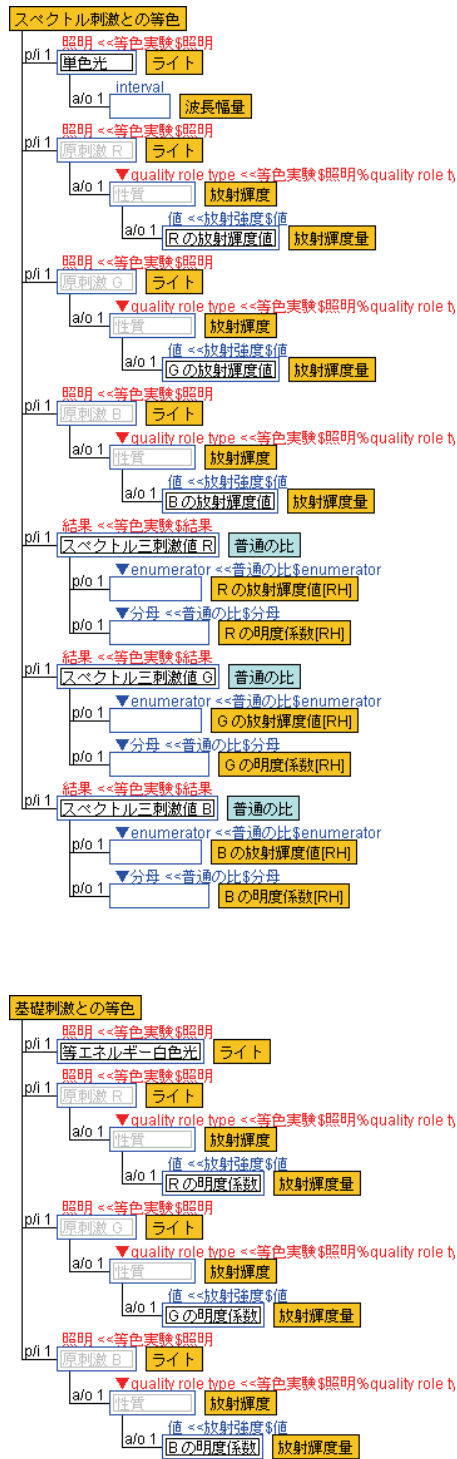


図 10.2: 基準刺激との等色 (上) とスペクトル刺激との等色 (下)

10.3 色彩研究におけるモデルの体系化

本節では色空間モデルと統計モデルについて定義することで、心理量や心理物理量の関係がどのように研究の知見として表現されているかについて明示する。直接的に観察することが出来ない心の理解において、心理量を変数とするモデルは心の表現に相当する。

10.3.1 表現としての変数とモデル

前節では心理量と物理量の区別と共に、心理物理量の明示化を行った。色彩研究において、これらの定量的な関係はモデルとして表現される。本節では、主観評価の実験データに基づいて色彩の三属性と色彩感情の関係を表すのに用いられる統計モデルと、CIE表色系と呼ばれる測色量に基づいた色空間モデルについて取り上げる。

図 10.3 に変数、統計モデル、色空間モデルとその下位概念を示す。これらはすべて YAMATO における複合表現の下位階層に位置付けられ、component として複数の表現を持つ。「変数」はデータを内容として持ち、数が担う代表値のロールホルダーとして算術平均値、分散値、標準偏差値が定義される。「観測変数」は測定値を表す変数であり、内容ロールのクラス制約は性質測定値と主観評価値である。これらは測定という行為によって変換された命題としての量であるので、mesurement of ロール (図 10.3 a) によって元の属性値が明示される。これに対して、「非観測変数」は測定値以外が component ロールを担う変数であり、解釈の上で属性値を参照しない。

10.3.2 統計モデル

図 10.3 (2) に示した「統計モデル」の下位概念は「変数の関係」と「モデル式」に分けられる。変数の関係は二つの変数ロールを担う変数が相互に対称である「共変関係」と、説明変数から目的変数を予測あるいは説明するという方向性を持った「目的-説明関係」の二つに大別される。モデル式は目的-説明関係をクラス制約とした複数の component を持ち、下位概念に「線形回帰モデル」「因子分析モデル」「主成分分析モデル」が定義される。線形回帰モデルと因子分析モデルは一つの目的変数に対して複数の説明変数を持ち、主成分分析モデルは複数の目的変数に対して一つの説明変数を持つ。因子分析モデルにおける説明変数を担った潜在変数が共通因子であり、複数の共通因子によって観測変数の担う目的変数が説明される。

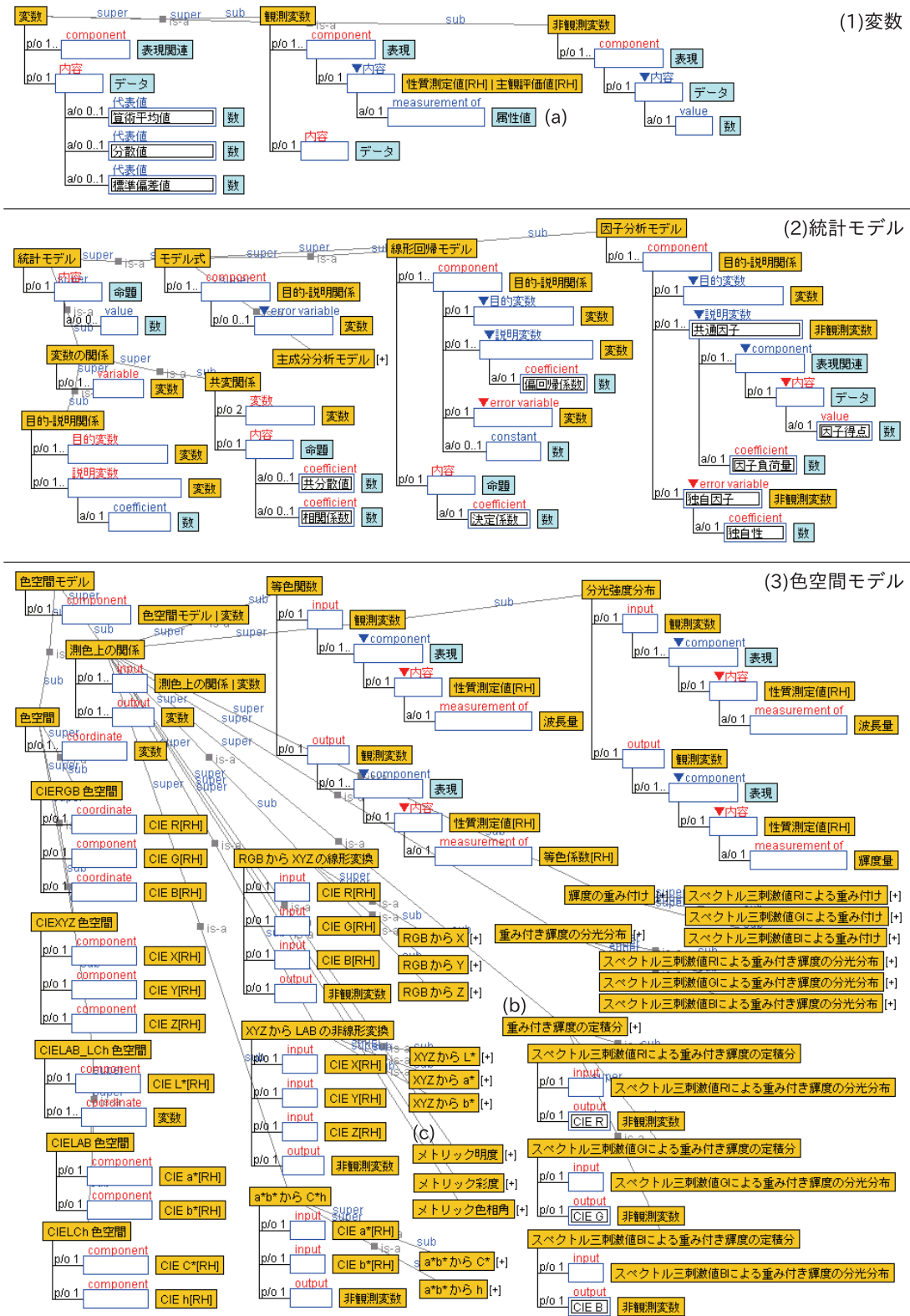


図 10.3: 変数, 統計モデル, 色空間モデルのクラス

10.3.3 色空間モデル

図 10.3 (3) に示した「色空間モデル」は「色空間」と「測色上の関係」に分けられる。component ロールのクラス制約は変数および色空間モデルである。色空間として CIERGB, CIEXYZ, CIELAB, CIELCh が定義されており、component ロールを継承した coordinate ロールは測色上の関係の下位で定義されたロールホルダーがクラス制約となっている。測色上の関係は数学的な変換式の表現である。その input ロールと output ロールも同様に component ロールを継承しており、構成要素がそれぞれ input あるいは output の役割を担うことを定義している。

色空間の下位概念であるそれぞれは CIERGB 色空間を基本として数学的な変換によって得られるため、ここではまず CIERGB 色空間の座標すなわち三刺激値がもともとどのような概念に由来しているかについて説明する。 $I(\lambda)$ を分光強度分布、 $\bar{r}(\lambda)$, $\bar{g}(\lambda)$, $\bar{b}(\lambda)$ をそれぞれ等色関数とすると RGB 三刺激値は式 10.1 で表わされる。ただし、実際の計算において λ は可視波長域である 380nm から 780nm となるため定積分となる。等色関数は波長に対する等色係数 (図 10.2 におけるスペクトル三刺激値) を表し、分光強度分布は波長に対する輝度を表しているため、式 10.1 では波長に対する等色関数で重みづけされた輝度の定積分によって三刺激値 CIE R, G, B が定義される (図 10.3 b)。

$$\begin{aligned} R &= \int_0^{\infty} I(\lambda) \bar{r}(\lambda) d\lambda \\ G &= \int_0^{\infty} I(\lambda) \bar{g}(\lambda) d\lambda \\ B &= \int_0^{\infty} I(\lambda) \bar{b}(\lambda) d\lambda \end{aligned} \quad (10.1)$$

さて、CIEXYZ 色空間は CIERGB 色空間を線形変換したものであり基本的な性質は変わらないが、CIELAB 色空間は非線形変換を行うことで、その座標で表わされる色同士の距離が人間の感じる知覚的な距離に対応するように調整されている。特に、心理量である明度、彩度、色相と対応するのは L^* , C^* , h の座標であり、それぞれメトリック明度、メトリック彩度、メトリック色相角 (図 10.3 c) と呼ばれる。これらの座標が心理量と対応することは測色上の関係の下位概念で、色空間座標をクラス制約とする input ロールと、知覚量を参照する観測変数をクラス制約とする output ロールによって定義している。

10.4 色彩研究における統計モデルの記述

本節では統計モデルに基づいて実際の色彩研究の知見をインスタンスとして記述すると共に、構築したオントロジーに基づいた概念的な区別について説明する．ここでは文献 [89] の因子分析を取り上げ、そのデータに対する重回帰分析も合わせてインスタンスを示す．

10.4.1 実験の結果と解釈

先述の研究では、単色に対する色彩感情を評定させる実験を行った．用いた評定尺度は 7 段階であり左側の形容詞から右側に向かって 1 から 7 の数値が割り振られている．形容詞対は文献 [20] で用いられた「明るい-暗い」「やわらかい-かたい」「あたたかい-冷たい」「濁った-澄んだ」「濃い-薄い」「ぼんやりした-はっきりした」「重い-軽い」「鮮やかな-くすんだ」「強い-弱い」「静的な-動的な」「派手な-地味な」「目立つ-目立たない」である．文献 [140] で用いられた単色から red, green, blue の 3 色相と dark, deep, vivid, brilliant, light の 5 トーンを組み合わせた 15 色を呈示刺激とし、それらの CIELCh 座標を心理実験ソフトウェア (PXLab) で制御し、ハードウェアキャリブレーションを行ったナナオ製液晶モニタ (ColorEdge CG245W) 上に呈示した．被験者は大学生および大学院生 6 名であった．

単色刺激に対する評定値に対して因子分析 (主因子法, バリマックス回転) を行ったところ、3 因子解が得られ累積寄与率は 91.2% であった．抽出されたそれぞれの因子について因子得点を算出し、用いた刺激の CIELCh 色空間座標である L^* , C^* , h との相関分析を行った．ピアソンの相関係数を求めると共に無相関検定を行ったところ、因子 1 と C^* で -0.571 ($p < 0.05$), 因子 2 と L^* で 0.882 ($p < 0.001$), 因子 3 と h で 0.902 ($p < 0.001$) であった．このことから、因子 1 は彩度 (chroma), 因子 2 は明度 (lightness), 因子 3 は色相 (hue) に対応する因子であると解釈された．評定尺度を参照した Gao ら [20] は香港, 日本, タイ, 台湾, イタリア, スペイン, スウェーデンという 7 つの国と地域で単色に対する色彩感情の評定を行い、因子分析と相関分析から明度, 彩度, 色相に対応する因子を抽出している．したがって、文献 [89] の実験結果は Gao らの結果を再現していると考えられる．

次に、「明るい-暗い」の評定値を目的変数、CIELCh 色空間座標を説明変数としてステップワイズ法による重回帰分析を行ったところ $LD = 9.922 - 0.089L^* - 0.052C^*$ の回帰式が得られ決定係数は 0.861 であった．ただし、式中の LD は「明るい-暗い」の評定値を表わす．この結果から単色に対する「明るい-暗い」の評定値は CIELCh 色空間の L^* と

C^* 座標を用いて予測できることが示された。また、「明るい-暗い」の評定値と明度を表す L^* 座標および彩度を表す C^* 座標との関係については次のように解釈される。この実験において「明るい-暗い」の評定値が小さいほど「明るい」ことを表しているため、明度または彩度が大きいほど「明るい」と評定されることを示している。

10.4.2 統計モデルのインスタンス

図 10.4 は前項で述べた因子分析と重回帰分析の結果を、本研究で構築したオントロジーに基づいて記述した例である。図中の因子分析では、目的-説明関係をインスタンス化した評定と因子の関係が評定尺度ごとに因子分析モデルの component として記述される。そこで目的変数となっている「明るい-暗い 変数」は図中の評定の変数で記述されており、すべての刺激に対する評定値が component として記述される。さらに、そのそれぞれが各被験者による評定値が component として記述され、内容の measurement of によってどの属性値に対する測定値であるかが明示されている。また、説明変数となっている因子についても同様に変数として記述され、coefficient によって因子負荷量が明示されると共にそれぞれの刺激に対する因子得点が component として記述される。

次に、図中の相関では共変関係のインスタンスとして因子と色空間座標の相関係数が記述されている。変数のうちの一つである「因子 1」「因子 2」「因子 3」は因子分析モデルで示されているインスタンスと同じであり、もう一つの「 L^* の変数」「 C^* の変数」「 h の変数」は図中の CIELCh の変数で示しているように、各刺激に対応する色空間座標が component として記述されている。

最後に、図中の重回帰分析では因子分析とは別の評定と因子の関係のインスタンスが component として記述されている。この関係における説明変数は「明るい-暗い 変数」であり先の因子分析と同じインスタンスである。また、目的変数となっている「 L^* の変数」「 C^* の変数」「 h の変数」は図中の相関で記述されているインスタンスと同じである。

10.4.3 オントロジーに基づくインスタンスの解釈

実験の分析結果については統計モデルのインスタンスとして適切に記述されることを前項で示したが、その解釈についてはオントロジーを参照することによって説明される。まず、先の因子分析と相関分析の結果に対する解釈は「因子 1 は彩度 (chroma), 因子 2 は明度 (lightness), 因子 3 は色相 (hue) に対応する因子である」ということであった。統計モデルを用いて記述されたのは因子分析によって三つの因子が抽出されたことと、そ

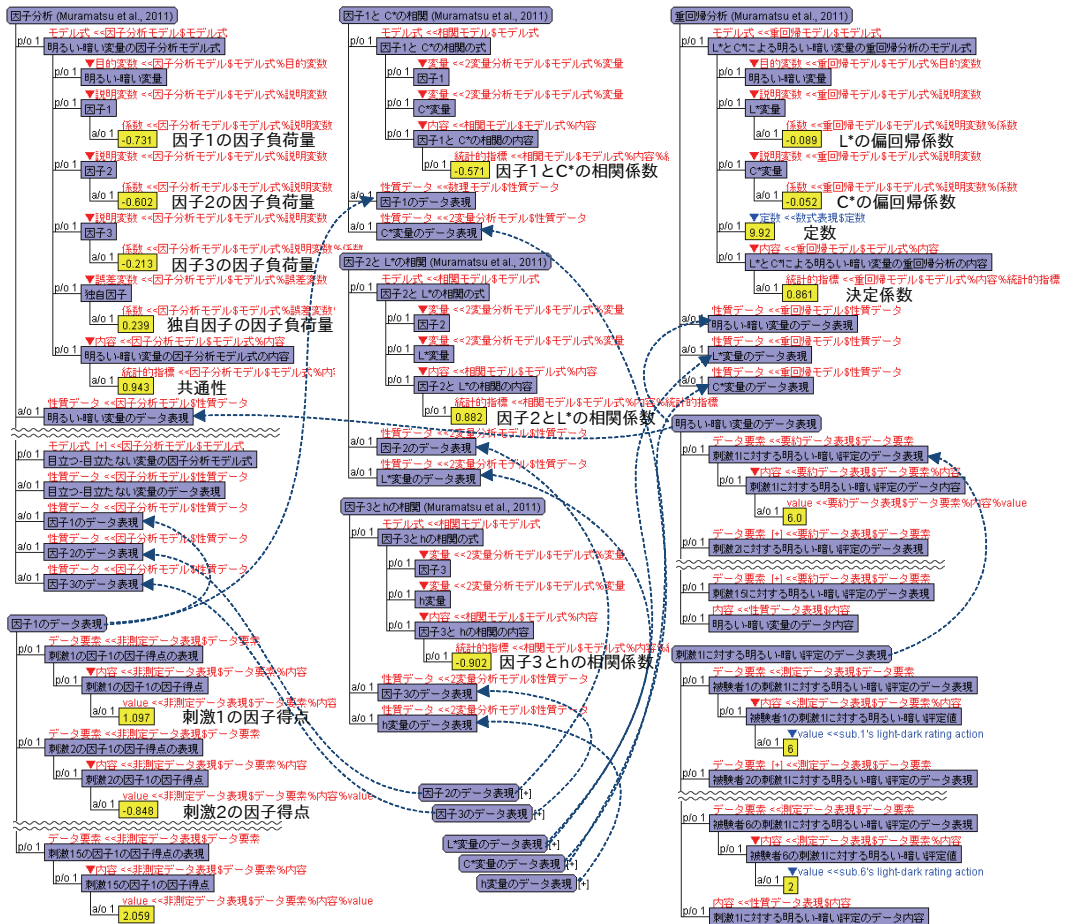


図 10.4: 因子分析, 重回帰分析のインスタンス

それぞれの因子得点が C^* , L^* , h と相関関係にあるということであり、人間の心理量である彩度、明度、色相との関係は明示されていない。色空間の座標である C^* , L^* , h がメトリック量として彩度、明度、色相という心理量と対応すること (図 10.3 c) は、色空間の概念レベルで設計されているため、実験の分析結果という知識のレベルでは明示されないのである。したがって、分析結果の解釈を行う際には、オントロジーに記述されているメトリック量という概念で「色空間の座標と心理量の変数が対応する」ことが共有されれば、抽出された因子が心理量に対応することが研究者間で共通の解釈となる。

重回帰分析の結果に対する解釈は「明度、彩度は共に大きいほど明るい」と評定されるということであったが、これも因子分析と同様にオントロジーにおける概念の明示が不可欠である。重回帰分析の目的変数となっている「明るい-暗い変数」と複合知覚量である「明るい_暗い量」が関連していることはインスタンスにおいて明示されているが、その量の大小関係については「知覚的大きい_小さい」の下位概念である「明るい_暗い値₂」という概念 (図 9.5) を参照することで明確になる。ここでは、明るい_暗い量が大きいことを「明るい」と呼び、明度量と彩度量が大きいことによって明るい_暗い量が大きくなるという関係が概念レベルで明示されているため、重回帰分析の説明変数である L^* , C^* と「明るい」「暗い」という属性値の関係が解釈として共有される。

研究者間で共通の解釈を得られることと同様に、オントロジーを用いれば人間と同じような解釈が計算機による知識処理において可能であると考えられる。その場合に、「色空間の座標と心理量の変数が対応する」ことは色空間に関する概念が共有されたといえ、「明度、彩度は共に大きいほど明るい」と評定される」ことはいわゆる心の構造に関する概念が共有されたといえる。知識処理において、統計モデルのインスタンスのみを付き合い合わせただけでは人間のような解釈には至らず、インスタンスが参照するオントロジーにおいて概念レベルの関係が明示されていることで、はじめて人間が行うような色彩感情の解釈が可能となることを意味している。

10.5 色彩感情の理解に向けたオントロジーの評価と考察

前節ではこれまでに行われた研究をとりあげ、その実験結果をインスタンスモデルとして記述すると共に、適切に実験結果の解釈が行えることを示した。前節のインスタンスモデルは色彩感情に関する研究で記述される分析結果であり、その明示的な知識を適切に解釈するためにはオントロジーとして記述された概念が不可欠であることを述べた。本研究で構築したオントロジーは性質に関する概念、測定に関する概念、表現に関する概念という三つの概念群から構成されている。この構成は YAMATO において「性質」を

「表現」に変換することが「測定」として捉えられることに基づいている。このように統計モデルなどの表現の概念と性質の概念を関係付けることによって、オントロジーが知識(インスタンスモデル)に対する解釈の概念的な基盤となる。

本研究で構築したオントロジーにより、実験結果やモデルを用いた感性情報処理技術の開発を支援するための知識と概念を提供すると共に、その基盤の上に開発されたシステムは人間と深いレベルすなわち内容レベルでのインタラクションが可能になると考えられる。すなわち、コンピュータと人間が、感情のようなより深い部分で概念を共有するということである。単色に対する Warm-cool, Heavy-light, Active-passive, Hard-soft の評定 [105] や、二色配色に対する Harmonious-disharmonious という評定 [106] についての CIELAB および CIELCh の座標を用いた予測式、さらに美しさ評定 [59] については L^* , C^* , h の平均, 差を用いた予測式が提案されている。これらの知見は測色量から色彩感情を予測し、コンピュータと人間のインタラクションを円滑にするために有用である。例えば、Ou ら [107] によって数理的モデルに基づきユーザの色彩感情を反映させるデザイン支援システムの開発が進められている。このような支援システムにおいて、大きな課題は人間と深い部分でインタラクション、すなわち内容レベルでのインタラクションを行うことである。言い換えれば、人間とコンピュータのインタラクションにおける内容指向アプローチである。本研究で構築したオントロジーを用いることで、数理的モデルに対する人間が行う解釈と同等の解釈をコンピュータが行えるようになると考えられる。

本研究で取り上げた事例は因子分析モデルのみであるが、構築したオントロジーでは相関関係として単相関と重相関、目的-説明関係として因子分析モデル、主成分分析モデル、線形回帰モデルが定義されている。これらの統計モデルは変数と係数からなる項の線形結合によって表現されており、既存の色彩感情に関する研究の多くがインスタンスモデルとして記述することが可能である。色彩感情に関する研究はいまだ発展途上であり、インスタンスモデルが数多く蓄積されることによって、それぞれの色彩感情が一般的に持つべき構造が同定され、オントロジーとして記述することが可能であると考えられる。

しかしながら、色彩感情に関する研究では、色彩に対する人間の非線形な感度を表現するために指数関数、対数関数や三角関数を用いてモデル化する研究例がある。線形結合で表わされる統計モデルにおいては、影響力を示す係数の大きさのみを比較することでそれぞれの評定値を同定することが可能であるが、非線形なモデルにおいてはそれらの関数による影響力を評価しなければならない。そのようなインスタンスモデルから共通な構造を見出し、色彩感情をオントロジーとして記述するためには定性的な振舞いを捉える必要がある。つまり、現状のインスタンスモデルでは係数を定量的に記述してい

るが、これを一般化してオントロジーとする際には係数を定性値化するというのである。このことは発展研究の課題であり、今後はより多くの統計モデルをカバーする予定である。

色彩の属性から対応する色彩感情を検索することは、現段階の定量値によって影響力が表現されるインスタンスモデルの記述から可能であるが、その逆の方向の検索は難しい。しかし、係数あるいは変数の影響力が定性的に記述されたならば、与えられた色彩感情に最適な色彩の属性を検索することが可能である。つまり、一つの色彩感情といくつかの変数との関係が定性的な演算子によって記述された場合には、解の探索は定性推論における状態内の制約充足問題となるからである。したがって、色彩感情に最適な色彩の属性を検索することによって、配色支援ツールとして利用することができると考えられる。定量的な記述である色彩感情の知識を定性値化して知識記述することは単に情報を落とすというわけではなく、逆にオントロジーによる理論的な制約を付加することで効率的な解の探索を可能にするのである。

10.6 小括

本研究は心の構造を理解するために必要な概念を提供することを目指し、上位オントロジーである YAMATO に基づきながら認知的・主観的な意味での性質の概念、主観に基づく測定概念、モデルに関する表現概念についての拡張を行った。具体的には、意識している状態を定義した上で、意識の上でのみ捉えられる性質の概念を定義した。また、評定する行為と共に評定尺度を定義することで、主観的性質の概念が表現として表出されることが記述された。さらに、測色量に基づく色の記述である色空間モデルを定義し、色彩感情に関する知識表現である統計モデルを定義した。この統計モデルは、本来は直接観察できない心に対する表現であると考えられる。

次に、構築したオントロジーの評価を行うために、実際の知識の具体例として色彩感情に関する数理的モデルを取り上げてインスタンス例を示した。その結果、統計モデルとして表わされる色彩感情の知識は適切にインスタンスとして記述されていると考えられ、さらにその解釈にはオントロジーに定義されている概念を参照する必要があることが示された。このことは、オントロジーによって研究者の間の概念の共有が可能であると共に、数理的モデルに対する人間が行う解釈と同等の解釈をコンピュータが行えるようになることを示している。

このオントロジーを用いた概念の共有は客観的指標と主観的指標による心の体系的な理解の可能性が考えられる。さらに、概念的な基盤の上に開発されたインタラクション

システムにおいては、コンピュータと人間が、感情のようなより深い内容の部分で概念を共有できるようになると考えられる。今後の課題としては、構築したオントロジーに基づいたインタラクションシステムを開発することで、実践的な場面におけるオントロジーの評価を行うことが挙げられる。また、現段階ではオントロジーの対象世界は単色に対する感情概念と統計モデルによる知識表現に限定されている。したがって、多色配色の色彩感情やその他の知識表現についてオントロジーを拡充することも課題である。

第Ⅴ部

感性の表出過程に関するオントロジー 構築

第11章 学習者の視線と心的状態の実験的 検討

近年、WBTやオンデマンド講義などのe-Learningシステムにおける学習を対象に、学習者の様々なデータを取得し、それらを探索・検討する手法の開発と、それら手法を適用して学習者とその状況の理解に多面的にアプローチする「Educational Data Mining (EDM)」の研究が盛んになってきている [4, 122]。こうした研究は、テスト課題における学習者の回答だけでなく、システムの操作ログ、顔画像、視線やその他の生理指標などの多岐に渡るデータを用いて、学習対象に関する知識や理解以外の側面から学習者の理解を試みている。これらが対象とする学習者の側面には、自信や興味、困惑などといった情動状態 [2, 88] や、適切な学習活動を行わずにシステムから答えを引き出そうとする不適切な行動 [3]、行き詰まりや迷い等の異常状態 [26, 29, 91, 143, 158] などが挙げられる。

EDMにおいて注目されているデータのひとつに、学習者の視線情報がある。視線情報は人の高次認知処理を観察する上で有用であり [103]、洞察問題における心的プロセスやWebの探索行動、絵画鑑賞における興味の推定などの多様な課題で利用されており [144, 149, 162]、学習者の行動分析や心的状態の推定にも応用されている [26, 88, 128, 143]。これらの研究では基本的に、視線情報の定量的なモデルに基づいて特徴的なパターンや異常値を検出することで、学習者の行動や状態を理解し何かしらの支援的介入を行っている。そのような定量的なモデルに加え、視線情報の背後にある行動を記述し、心的状態との関連付けを与えた定性的なモデルを構築することができれば、視線情報に基づく学習者理解や支援的介入をより精緻化することが可能になると考えられる。また、情報処理技術の向上に伴って改善されてはいるものの、安定した視線データの採集が困難であること、分析手法が確立しておらず、得られた視線データの分析には時間と手間を要することなどの視線測定における難点が指摘されている [103]。したがって、学習者理解や支援的介入に視線情報を利用するためには、あらかじめ視線パターンを収集し、その傾向を把握する必要がある。

本章では、学習者の行動と心的状態を記述する定性的モデルを構築することを目指し、学習者の視線情報を実験的に取得して確信との関係を質的に分析し記述する。学習課題には、e-Learningシステムにおいて広く採用されている多肢選択問題を使用する。多肢

長野県で1964年に誕生したりん
ごの品種は？

1. 陸奥
2. シナノレッド
3. つがる姫
4. **アルプス乙女**

図 11.1: 問題提示の画面

選択問題の解決における視線情報の推移を規範的に考えると、まず問題文を読解した後
に選択肢を一通り悉皆走査し、確信がある場合は答えの選択肢に推移する、確信がない
場合は選択肢間の比較が行われる、といったようなプロセスが観察されることが予想さ
れる。このような行動を抽出し、その記述を試みる。

11.1 多肢選択問題回答中の学習者の視線取得

本実験では、参加者に多肢選択問題への回答を行わせ、その際の視線情報を取得した。
そして、視線情報に基づいて問題回答における行動を記述した。

11.1.1 材料と課題

本実験で使用した問題は、一般常識や雑学に関する四択問題 30 題であった。多肢選択
問題の解決における問題文読解と解探索の行動のみを観察するために、数値計算などの
心的処理を必要とせず、知識の想起のみを要求する問題として作成した。

各問題は、著者らが作成したプログラムにより、図 11.1 に示すように PC のスクリー
ン全画面に提示された。このプログラムは、最初に「次の問題に進む」というボタンを、
問題文が提示される位置に表示する。参加者がこのボタンをクリックすると、図 11.1 の
ように問題が提示される。マウスポインタが入った選択肢は赤字で表示され、この時に
マウスをクリックすることで、その選択肢が回答として選択される。参加者が回答を行
うと、続いてその問題についてのアンケート画面が表示された。このアンケートでは、1)
答えだと思った選択肢を正しく選んだか否か、2) 答えにどの程度の確信を持っているか、
3) 各選択肢がどの程度答えである／答えではないと思っているかについての回答が求め
られた。アンケート項目の 2 では、「選択肢なしでも答えが分かった」「選択肢を見て答え

が分かった」「答えは分からないが、選択肢から推測した」「答えが全く分からない」の4つからの回答を求めた。3では4つの選択肢それぞれについて、「絶対に答えである／答えではない」「多分答えである／答えではない」「答えであるか否かの判断ができない」の評価を求めた。

11.1.2 手続きと分析方法

本実験には、一般大学生5名が参加した。参加者はPCモニタ（画面解像度1280×1024）が設置された机に座り、マウスを使って四択問題にできるだけ素早く正確に回答するように教示が与えられた。参加者はまず練習課題として、上記のプログラムを使用して1題の問題とアンケートに回答した。その後、本課題として30題に回答した。本課題では、ナックイメーজテクノロジー社製のEMR-AT VOXERを用いて、参加者の視線を記録した。

参加者のデータは、アンケート回答を用いてカテゴリ分けされた。カテゴリは、アンケート項目3において「答えではない」と評価された選択肢の数により、「択一回答（答えではないと評価された選択肢が3つ）」、「二択回答（2つ）」、「三択回答（1つ）」、「全択回答（なし）」の4つに分類された。このカテゴリに基づき、問題回答時の視線の特徴から、回答行動の記述を行う。

11.2 取得した視線情報と回答パターン

EMR-AT VOXERは被験者の視線をPCモニタ上のx, y座標（ピクセル）として取得する。サンプリングレートは60フレーム毎秒である。問題文は96-256ピクセル、選択肢1は352-440ピクセル、選択肢2は496-584ピクセル、選択肢3は640-728ピクセル、選択肢4は784-872ピクセルの範囲に配置されており、視線のy座標から被験者がどの問題あるいは選択肢を見ていたかが得られる。本研究ではy座標の時系列から、被験者の視線が問題文および各選択肢をどのように推移したかという視線パターンを抽出した。実験において5名全員の視線情報を取得したが、そのうち2名分に関しては測定機器の不調によりデータの信頼性に欠くと判断された。したがって、本研究で分析対象としたのは3名分の視線情報である。また、得られた視線情報は被験者の瞬きによるノイズや、測定機器が被験者の眼球を見失うことによるエラーが含まれている。視線情報に対して施されることが多い、スムージング処理およびパルスカット法によるエラー処理を施し

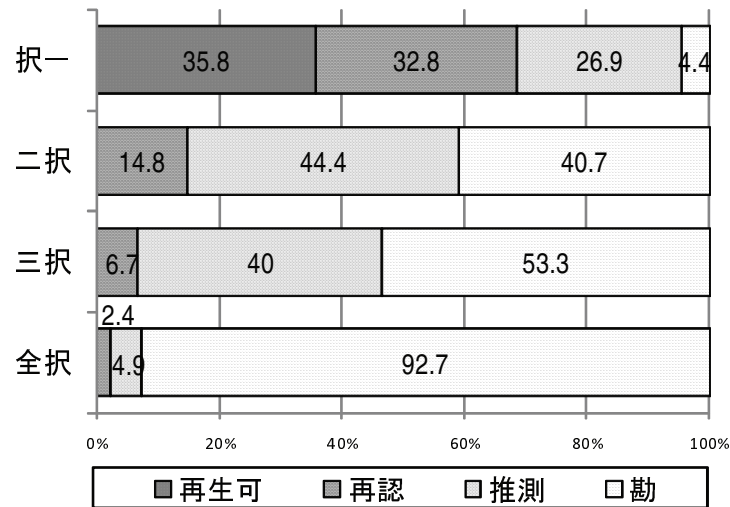


図 11.2: 回答カテゴリにおける確信度の割合

たが、それによって補正されない長時間のエラーを含む試行についても分析の対象外とした。そのため、分析対象としたのはのべ 58 試行の視線情報である。

アンケート項目 2 から得られた確信度についての回答は「再生可（知っていた，選択肢なしでも回答できた）」、「再認（選択肢を見て答えが分かった・思い出した）」、「推測（答えは知らない，おおよそ推測できた）」、「勘（答えは知らない）」の 4 つであり，全回答にそれぞれが占める割合は 16.0%，18.7%，25.3%，40.0%であった。また，アンケート項目 3 に基づく択一回答，二択回答，三択回答，全択回答の割合はそれぞれ 44.7%，18.0%，10.0%，27.3%であった。

回答カテゴリごとの確信度の割合を図 11.2 に示す。択一回答において再生可は 35.8%，再認は 32.8%，推測は 26.9%，勘は 4.4%であった。二択回答において再生可は 0%，再認は 14.8%，推測は 44.4%，勘は 40.7%であった。三択回答において再生可は 0%，再認は 6.7%，推測は 40%，勘は 53.3%であった。全択回答において再生可は 0%，再認は 2.4%，推測は 4.9%，勘は 92.7%であった。これらのうち，択一・再生可は高確信回答，択一・再認はやや低確信回答，択一・推測は低確信および消去法回答，全択・勘は完全な当て推量であると解釈される。また，二択と三択において推測と勘による回答が占める割合はそれぞれ 85.1%，93.3%であり，これらは低確信の回答であると考えられる。

エラーを除いた 58 試行における回答パターンの内訳は択一・再生可が 14 試行，択一・再認が 11 試行，択一・推測が 6 試行，二択・推測が 6 試行，二択・勘が 4 試行，全択・勘が 16 試行である。ただし，択一・推測と二択・推測においてはそれぞれ 5 試行が同一の

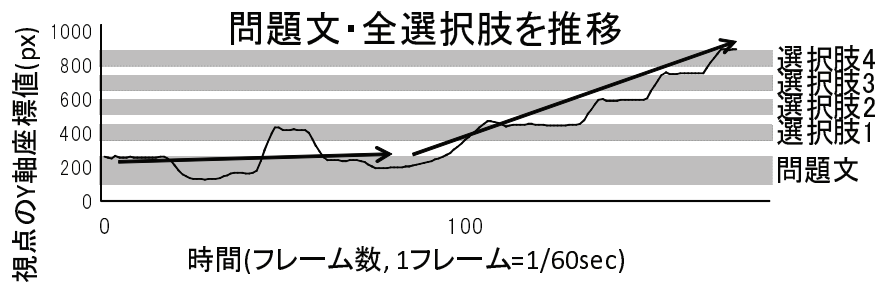


図 11.3: 問題文・選択肢の走査

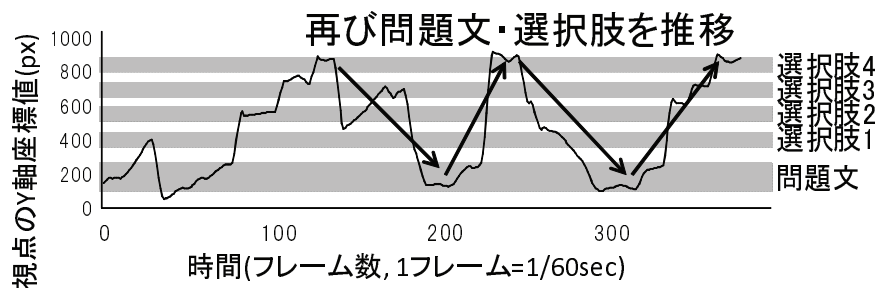


図 11.4: 問題文・選択肢の再走査

被験者によるものであるため、それらについては個人差の影響が強い可能性がある。以下では、それぞれの回答パターンに見られた視線の特徴と共にその解釈を述べる。

11.3 視線特徴の抽出

11.3.1 問題文・選択肢の初期走査および再走査

大多数の試行において、試行が開始されると共に視線は問題文の領域から選択肢に向かって推移しており（図 11.3）、その後選択肢や問題文に推移しながら試行が終了している（図 11.4）。全 58 試行のうち前者は 57 試行において、さらに後者は 50 試行において認められた。したがって、問題回答時の視線パターンは大きく二つのフェーズを含むと考えられる。すなわち、問題文・選択肢を走査する初期走査のフェーズと、再び問題文・選択肢を走査する再走査のフェーズである。

初期走査が認められない唯一の例外は択一・再認の回答パターンにおいて見られ、問

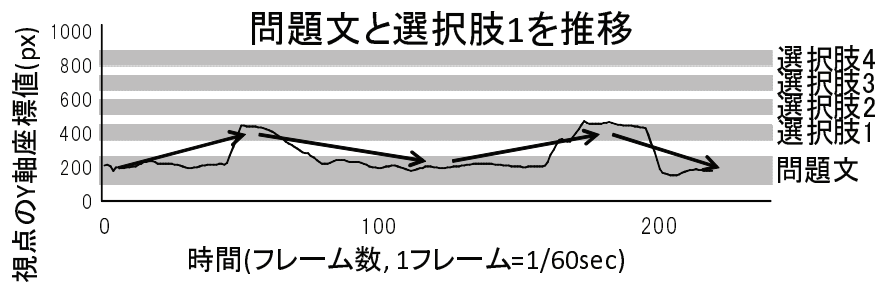


図 11.5: 初期走査が認められない例

題文から選択肢 1 に 2 度推移した後にその選択肢が回答されている (図 11.5)。回答パターンが択一・再認であることから、選択肢 1 に視線が推移した時点で回答すべき選択肢が決定され、他の選択肢に視線が推移しなかったものと考えられる。また、初期走査が中断し再走査が認められなかった 7 試行は択一・再生可で 2 試行、択一・再認で 1 試行、二択・推測で 1 試行、全択・勘で 2 試行であった。これらはすべての選択肢を走査し終える前に回答されており、その理由は先述の初期走査が認められない例と同様に、初期走査の最中に回答すべき選択肢が決定されたためと考えられる。しかしながら、選択肢が決定されるまでに必ずしも一度のみ各選択肢に視線が推移していたわけではなかった。問題文および選択肢を走査する際の特徴については次項で述べる。

11.3.2 初期走査における視線特徴

図 11.3 で示した初期走査において、各選択肢を一通り走査する前の段階で、問題文から選択肢 1 へ視線が推移していることがわかる。また、図 11.4 では問題文から選択肢 1 へ推移した後にもう一度問題文へ推移し、次に選択肢 2 へ推移していることがわかる。さらに、図 11.6 では選択肢 2 の後に選択肢 1 に推移し、その後に選択肢 3 へ推移していることがわかる。これら 3 つのパターンはそれぞれ選択肢の先読み、問題文の振り返り、選択肢の振り返りであると考えられる。それぞれの回答パターンにおける選択肢の先読み、問題文の振り返り、選択肢の振り返りが見られた試行数を表 11.1 に示す。全択・勘における選択肢の先読みが比較的多かったが、択一・再生可と択一・再認では違いが認められなかった。特筆すべき点は、問題文に最も近い選択肢 1 以外については選択肢の先読みが見られなかったことである。

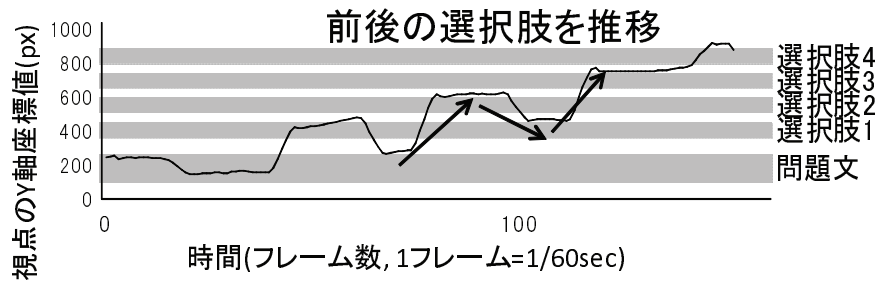


図 11.6: 初期走査中の選択肢比較

表 11.1: 先読み・読み返しが見られた試行数

(カッコ内は母数)	選択肢の 先読み	問題文の 読み返し	選択肢の 読み返し
択一・再生可 (14)	3	4	3
択一・再認 (12)	3	5	3
択一・推測 (6)	1	3	1
二択・推測 (6)	2	1	2
二択・勘 (4)	0	0	0
全択・勘 (16)	6	3	2

11.3.3 再走査における視線特徴

初期走査において、ほぼ全ての試行で視線は問題文とすべての選択肢を推移し、その間に先読みや読み返しと考えられる視線特徴が認められた。初期走査が中断された試行では、初期走査中に回答すべき選択肢が決定されたと考えられた。ここで改めて、初期走査後の問題文および選択肢における複数の推移を再走査として定義すると、再走査が認められない試行は2種類に区別ができる。一つは図 11.4 のように、全選択肢の走査後にそのまま回答され再走査が行われなかった試行である。この視線パターンは択一・再生可で5試行、択一・再認で1試行、全択・勘で3試行で認められた。もう一つは図 11.7 のように全選択肢の走査直後に回答された選択肢に視線が推移し再走査が行われなかった試行である。この視線パターンは択一・再生可で3試行、択一・再認で2試行、択一・推測で1試行、二択・推測で1試行、二択・勘で1試行で認められた。これらの試行においては、初期走査で全選択肢を見た時点で回答すべき選択肢が決定されたと考えられる。

再走査が行われた試行について、再走査の開始時点における視線位置の内訳を表 11.2

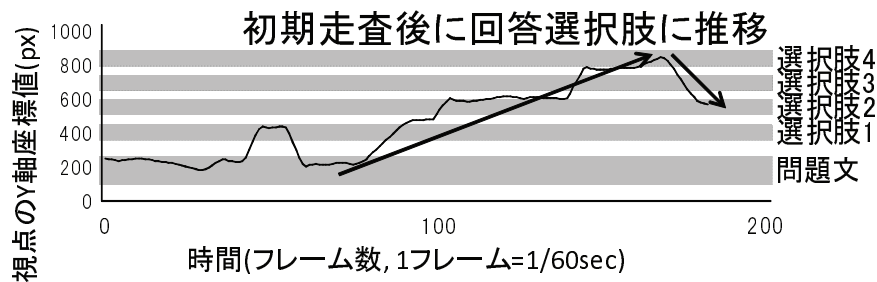


図 11.7: 初期走査直後の回答

に示す。全択・勘で該当する試行数が多く、そのほとんどが問題文や最終的に回答した選択肢以外の選択肢であった。当て推量では初期走査が終了した段階で回答すべき選択肢が絞り込めていないことを示しており、再走査において選択肢間を見比べる為に視線が推移していることが予想される。また、試行数が少ないためはっきりとした傾向ではないが、択一・再生可に比べて択一・再認の方が問題文から再走査が始まりやすいことが考えられる。これは、再認された選択肢と問題文を見比べる行動に起因することが予想される。そこで、再走査中に視線が推移した対象と回数の平均を表 11.3 に示す。

表 11.2: 再走査開始時の視線位置

(カッコ内は母数)	問題文	回答選択肢	他選択肢
択一・再生可 (7)	0	2	5
択一・再認 (9)	2	1	6
択一・推測 (5)	0	2	3
二択・推測 (5)	0	3	2
二択・勘 (3)	1	0	2
全択・勘 (13)	0	2	11

比較的高い確信の回答である択一・再生可と択一・再認においては、問題文、回答選択肢、他選択肢ともに大きな違いは見られなかった。それに対して、これら高確信の回答と当て推量の回答である全択・勘を比較すると、すべての対象について平均推移回数に違いが見られた。全択・勘において推移回数が多い理由として、再走査中に問題文や選択肢を比較する行動をとっており、図 11.8 はその様子を表していると考えられる。この試行においては、初期走査中に選択肢の先読み、問題文の読み直し、選択肢の読み直しが生じており、再走査における問題文・選択肢の視線推移との関連が考えられる。し

表 11.3: 再走査中の平均推移回数

(カッコ内は母数)	問題文	回答選択肢	他選択肢
択一・再生可 (7)	1	1.6	3.3
択一・再認 (9)	1.1	1.6	2.5
択一・推測 (5)	1	2.6	3.8
二択・推測 (5)	0.4	1	1.6
二択・勘 (3)	1	4	7.6
全択・勘 (13)	1.6	2.7	5.3

かしながら、全試行を通してみた場合には必ずしも初期走査中の視線推移と再走査中の視線推移が共起しているわけではなかった。

逆に、初期走査の視線パターンが同じであったとしても、再走査中の視線推移パターンは異なる。図 11.9 は全択・勘の回答に分類される試行から初期走査のパターンが似通っているものについて、時間軸を合わせて並べたものである。これら三つとも被験者と問題が異なるが、初期走査において選択肢の先読みをした後に選択肢を悉皆走査し、問題文に近い選択肢から再走査を開始している。図の上段の試行では再走査中に問題文の振り返りが5回見られ、中段の試行では3回、下段の試行では0回である。同じ回答パターンにおいて、初期走査の視線パターンと再走査の開始位置が同じであったとしても、再走査中に問題文を振り返るパターンの回数は異なる。再走査中の振り返り回数は単純に回答時間と相関すると考えるのが妥当であろう。

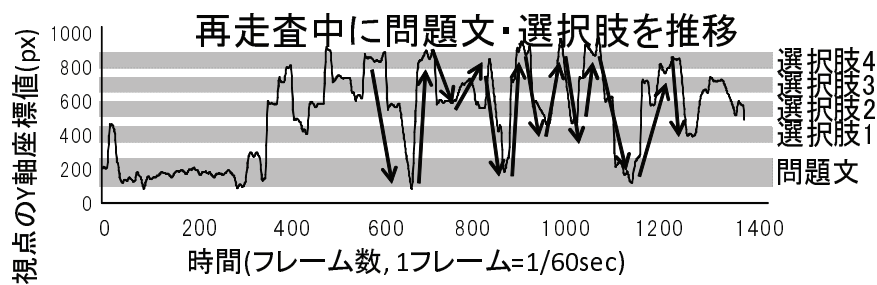


図 11.8: 再走査中の問題文・選択肢比較

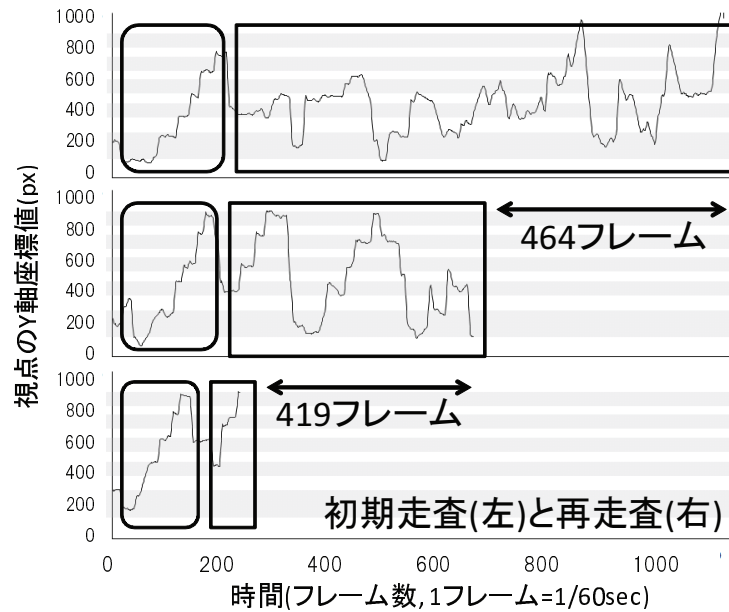


図 11.9: 全択・勘回答における回答時間の差

11.4 学習者理解に向けた視線特徴の考察

前節では、アンケート回答に基づく回答パターンと学習者の視線特徴との関連について、実験から得られた事例の解釈を行った。四択問題への回答における学習者の視線パターンは、初期走査と再走査という二つのフェーズから構成されていると考えられる。初期走査において、問題文の読解と選択肢の探索がほぼ全ての被験者に認められ、さらに選択肢の先読み、問題文の振り返り読み、選択肢の振り返り読みと解釈できる行動が認められた。高確信の回答と当て推量の回答を比較すると、問題文の振り返り読みの回数について当て推量の回答の方が多い傾向が認められた。また、再走査における視線の開始位置についても、当て推量の回答では問題文より選択肢の方が多く見られた。したがって、学習者が当て推量の回答を行う場合には、初期走査において問題文に注意が向けられ、再走査においては選択肢に注意が向けられると考えられる。しかしながら、回答パターンおよび初期走査の視線パターンが同じであったとしても、再走査における視線パターンが異なることが明らかになった。このパターンの相違を解釈するならば、学習者が迷いの状態にあり、なおかつその度合いが異なるということになる。回答パターンが同じであるということは学習者の心理状態が同じであるという想定である。また、初期走査の視線パターンが同じであるということは問題文と選択肢に対する学習者の注意が同じであるという想定を意味する。つまり、再走査に臨む学習者の前提条件が行動の側面か

ら等しいとしても、学習者の心理状態を解釈することが難しいことが再確認された。

Baker ら [3] は、答えが提示されるまでシステムにヒントを要求し続ける、正解と評価されるまで可能な答えを順に入力するといったような、学習した知識を適用するのではなくシステムの特性を探ることで課題を進めようとする行動を「gaming」と定義し、その自動検出を実装している。ただし、このような行動はシステムを使用して高い学習効果を示した学習者にも見られるため、学習効果が得られないような gaming を区別して検出することを試みている。Baker らの事例に見られるように、表出される行動が同じであっても、その背後にある学習者の認知プロセスは異なる可能性がある。システムから答えを引き出す行動は、十分に理解している学習者が確認のために実施することも考えられる。つまり、学習者の行動データから学習者の状態を推測するためには、まず表出される行動を抽出した上で、さらにその行動をより詳細に検討するという手順を踏むことが妥当であろう。

本研究の実験で扱った四択問題は、知識の想起のみを要求するものに限定した。そのため、先に述べた学習者の迷いの状態は知識の欠如に起因すると考えてよい。本研究で収集した視線データから、選択肢を探索する学習者の視線は自身の注意に沿って問題文と選択肢を推移すると考えられる。したがって、特に再走査中の視線パターンについての詳細な分析を行うことで、少なくとも知識の欠如が原因で生じる迷いの状態に関する理解につながる可能性がある。特に、本研究の実験では収集しなかった、迷いの度合いと再走査時の視線パターンの関連については検討が必要である。

11.5 小括

本研究は学習者の行動と心理状態を記述するために、解決に知識のみを要求する四択問題に回答する学習者の視線データを収集し、視線特徴を抽出すると共に解釈を試みた。まず、初期走査において問題文と選択肢を先読みおよび読み返す行動が見出され、再走査においては問題文と選択肢の視線推移と当て推量のような低確信の回答との関連が認められた。今後は収集する視線データの精度向上を測ると共に、再走査における学習者の迷い状態に関する更なる詳細な分析を行う必要がある。

第12章 学習者の心的状態に関するオントロジー記述

近年、e-Learning システムを利用した際に得られるシステムログや学習者の顔画像、視線、その他の生理指標などのデータから、学習者が課題に取り組む状況を把握する試みが進められている。このようなデータの取得・分析によって、知的チュータリングシステム (Intelligent Tutoring System; ITS) 研究において従来から行われてきた、学習対象に関する知識や学習者の理解状態の把握とは別の観点から学習者の状況を把握することが可能となる。前章では多肢選択問題を回答中の学習者の視線情報と、回答の確信および選択肢の迷いとの関係を実験的に抽出した。学習者の知識・理解状態に加えて心的状態を考慮した支援を行う知的メンタリングシステム (Intelligent Mentoring System; IMS) の開発を行うために、学習者の心的状態を含んだ学習者モデルの規約としてオントロジーの構築が必要である。

本章では、まず行動データに対応付けられる心理状態についての知識記述に焦点を絞り、記述する知識の一例として多肢選択問題を回答する学習者の視線データと心理状態を取り上げ、その知識を記述するためのオントロジー構築を試みる。構築されたオントロジーは行動データから学習者の知識・理解状態や心理状態を理解するために必要な概念的基盤を提供する知識記述のフレームワークとなることが期待される。さらに、様々な学習者の心的状態を把握し支援を行うためには、既存の研究によって得られた知見を学習者モデルに取り入れる必要がある。例えば、難/易、退屈/興味、困惑/理解、疲労/集中という次元によって学習者の心的状態を表す [96] というように他の研究で用いられている概念と、我々が構築したオントロジーにおける確信や迷いなどの概念の関係を明確にすることが課題である。心理学の分野において扱われている、学業に関する状況で学習者が経験する感情 (Academic Emotions) とそれらを規定する Control-Value Theory の概念を導入することによって課題の解決を図る。

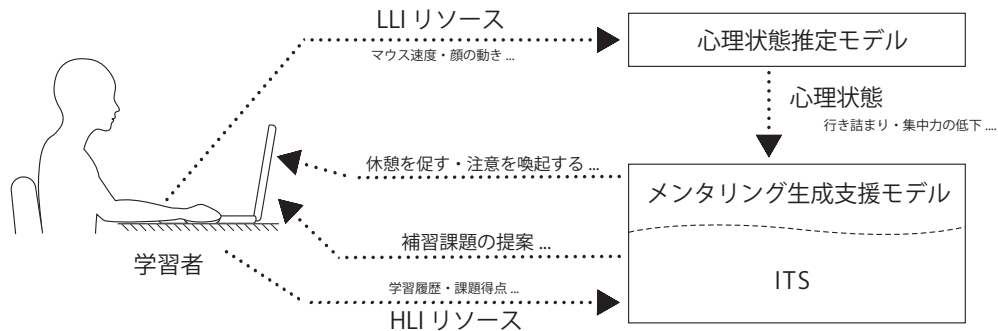


図 12.1: 知的メンタリングシステムの概念図

12.1 知的メンタリングシステム

視線と心理状態に関する知見は、学習者の知識・理解状態および心理状態の両面から統括的な支援的介入を行う知的システムの開発に有用である。このような学習支援機能を備えたシステムは、知的メンタリングシステム (IMS: Intelligent Mentoring System) と呼ばれている [71]。ここで提唱されている IMS の特徴のひとつは、学習者モデルの診断機能において学習者の心理状態を考慮する点である。この心理状態は刻々と変化するものであるため、常にモニタリングし即時的に診断とフィードバックができるようにする必要があるのである。

IMS では既存の ITS(Intelligent Tutoring System) 研究による知識・理解状態の診断技術や支援方法(教授戦略)の決定モデル等に加え、心理状態のリアルタイムな推定結果やそれに基づく支援方法の決定モデルとあわせて統括的な学習者支援を行う(図 12.1)。ユーザとシステムのインタラクションは認知活動のレベルで区別することができる。すなわち、ユーザの明確な意識を伴った高次のインタラクションと、必ずしも明確な意識を伴わない提示のインタラクションである。前者において、生成された文字列や、その作業に要した時間などの比較的荒いサンプリング粒度で取得された行動の履歴を High-Level Interaction(HLI) リソースと定義する。一方、後者においてはマウスの移動速度の変化や、キーボードの打鍵時間間隔、姿勢の変化などの細かい粒度でサンプリングされる行動の特徴を Low-Level Interaction(LLI) リソースと定義する。LLI リソースに着目することで、IMS では特に明確な意識を伴わない行動から学習者の心理状態を推定することを目指している。

e ラーニング環境において学習者が多肢選択問題に回答する場合に、選択肢を選ぶマウスのクリック操作の履歴は HLI リソースとして捉えられ、その一方で問題文や選択肢

を注視する行動の記録は LLI リソースとして捉えられる。IMS における心理状態の推定機構では、マウスの加速度やキーボードの打鍵時間間隔、姿勢の変化などの他の LLI リソースと注視行動を表す視線情報を併用することで、より精緻な学習者の心理状態の推定が期待される。一方で、それらの多種の行動データによる知見を統合的に扱う必要性が生じる。さらに、支援方法の決定機構では、支援的介入による学習者の心理状態の変化を扱う。したがって、行動データおよび支援的介入に対応付けられる学習者の知識・理解状態および心理状態に関する知識を一貫して記述し管理することが求められる。

12.2 学習者の状態を記述するためのオントロジー

12.2.1 既存オントロジーの参照

前節で取り上げた視線特徴と心理状態の分類を知識と捉え、それを記述するための概念を整備することを目的としてオントロジー構築を行った。オントロジー構築環境として法造¹を用い、上位オントロジーとして、YAMATO (Yet Another More Advanced Top-level Ontology)²を参照した。

また、学習者の心理状態を反映した主観評価値を定義するにあたり、YAMATO を拡張する形で我々が構築してきたオントロジーから、行為者の「意識している」状態と「意識上の属性」および「意識上の属性値」の概念を用いた。「意識している」状態の上位概念は「外部状態」であり、その所有者ロールのクラス制約が人間に特殊化されている。何について意識しているかということは、具体物あるいは準抽象物が担う of what ロールによって表現される。さらに、ここでは of what スロットのサブスロットとして「quality on awareness」を定義しており、クラス制約として意識上の属性をとることで、行為者が対象のどのような性質を意識しているかを示している。

12.2.2 意識上の属性と属性値

意識上の属性と意識上の属性値は人間が意識を通して認識した心理量を通常の物理量と区別するものである。この意識の上でのみ捉えられる属性と属性値はそれぞれ YAMATO における質と属性値の下位概念として定義される。意識上の属性では referring to ロールのスロットを継承し、YAMATO における定量値と定性値の關係に相似する「量的知覚属性値」と「質的知覚属性値」を参照している。

¹<http://www.hozo.jp/>

²http://www.ei.sanken.osaka-u.ac.jp/hozo/onto_library/upperOnto.htm

例えば、人間が色について感じる、明度、彩度、色相という色の三属性は対象の性質を知覚した結果であると考えることができる。一方で、色彩に対して感じる快-不快などの感情も対象の知覚によって生じるが、対象そのものの属性を表しているというよりも、それによって生じた心理状態を指していると考えられる。つまり、前者の色の三属性は客体の属性を反映して客体に帰属する（ように感じる）属性であるのに対して、後者の感情は主体の属性を反映して客体に帰属する（ように感じる）属性として捉えられる。両者とも意識の上では客体に帰属しているように感じられるという点で、意識上の属性および属性値の下位概念として定義されるが、客体ではなく主体の属性を反映していると考えられることからそれらは区別される必要がある。

学習者の主観評価による確信や迷いという属性を考えた場合に、それらの属性の意味を明確にしておく必要がある。確信や迷いを「個人的な心情をもっていること」として捉えれば、それを意味する属性は客体とは独立して主体に帰属すると考えるのが妥当である。その一方で、心情の内容に踏み込んで意味を捉えるならば、意識している対象物を指して「確かである」とか「不確かである」というように主体が意識している客体に帰属すると考えることもできる。前者では物理的な世界に存在する客体には帰属しないと考えているのに対して、後者では主体の意識上に存在している客体に帰属すると考えているのである。すなわち、前者の意味が指しているのは YAMATO で定義されている物理的な属性であるのに対して、後者の意味が指しているのは本研究で定義した意識上の属性である。ここでは学習者の心的状態を意識の内容として捉えるため、後者の意味を採用する。すなわち、色彩に対して感じる感情と同様に、確信や迷いは対象の属性そのものではなく学習者自身の状態を反映しており、客体に帰属する（ように感じる）主体の属性を表すと考えるのである。そこで、このような主体の心理状態を表わす属性として「認知的属性」と共に「量的認知属性」と「質的認知属性」を定義した（図 12.2）。確信や迷いはこれらの下位概念に位置付けられる。

12.2.3 多肢選択問題の回答イベント

注視行動の記述

まず、学習者が学習を行うことを一つのイベントとして捉え「テスト回答イベント」の定義を行った。これは YAMATO の「イベント」の下位階層に位置付けられ、「extrinsic accomplishment」の下位概念である。「通常イベント」から継承した「部分プロセス」スロットのクラス制約は「解く」という行為である。さらに「生起物」から継承した「関与者」スロットを特殊化し、「エージェント」をクラス制約とする「学習者」と「表現物」



図 12.2: 認知的属性とその属性値

をクラス制約とする「学習教材」を定義した。次に、e-Learning システムなどを用いて多肢選択問題を学習するイベントとして、テスト回答イベントの下位概念に「多肢選択回答イベント」定義した (図 12.3)。

部分プロセススロットには「注視する」という動作が担う三つの「部分行為」スロットが定義され、それぞれ「選択肢の先読み動作」「問題文の読み動作」「選択肢の読み動作」というロールホルダーとなる。注視するという動作には「位置」という属性が担う「注視点」スロットが定義されており、先の三つの部分行為スロットにおいてはそれぞれ「選択肢」「問題文」「選択肢」がクラス制約となる。問題文と選択肢は学習教材スロットの部分である媒体スロットに対して定義される。位置という属性が「問題文領域」ロールを担ったものが問題文ロールホルダー、「選択肢領域」ロールを担ったものが選択肢ロールホルダーである。さらに、選択肢領域スロットは位置が担う「選択」スロットと「未選択」スロットを部分概念として持ち、それぞれのスロットのロールホルダーが「選択された選択肢」と「非選択の選択肢」である。

また、部分プロセススロットでは部分行為の他に「時間」スロットが特殊化されており、時間スロットは「時区間」が担う「初期走査」と「再走査」スロットを部分概念としている。初期走査スロットと、「選択肢の先読み動作」「問題文の読み動作」「選択肢の読み動作」に定義される時間スロットは「during」関係による意味制約が記述される。このようにして、多肢選択問題を回答する学習者の注視行動が定義される。

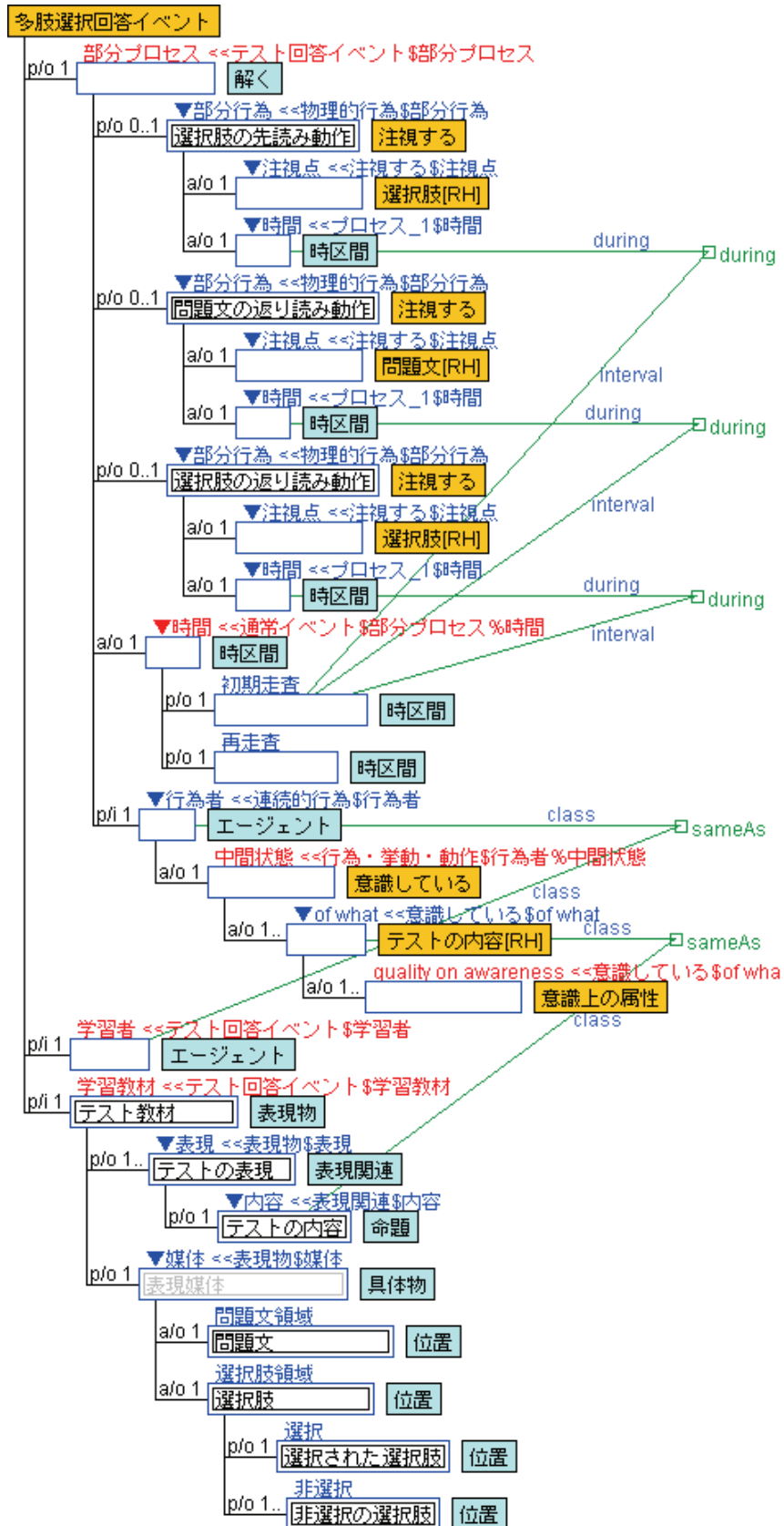


図 12.3: 多肢選択回答イベントの構造

主観評価の記述

先の部分プロセススロットにおいて「エージェント」が担う「行為者」スロットが定義されており、解くという行為および注視する動作の主体を表す。この行為者の「意識している」という状態が「中間状態」ルールを担い、その「of what」スロットのクラス制約によって意識の内容となる「テストの内容」が表される。学習者の心理状態はこの of what ルールに対する「quality on awareness」スロットのクラス制約が「意識上の属性」をとることによって記述される。本研究では、意識上の属性の下位概念として「認知的属性」、さらにその下位概念に「確信」と「迷い」を定義した。これにより、多肢選択回答イベントにおける学習者の注視行動と心理状態の関係を明示することができると考えられる。

12.2.4 記述フレームワークに向けた課題

前節では学習者が多肢選択問題に回答することを一つのイベントとして捉え、その中で学習者の行為および動作と主観評価の概念を位置づけた。前章の実験結果によって見出された、初期走査における三つの注視行動が観察されることは、図 12.3 において解く行為が担う部分プロセスのサブスロットのカーディナリティが「1」となることで表現される。また、その際の学習者の主観的評価はエージェントが担う行為者のサブスロット以下で、テストの内容に対して「確信」や「迷い」の意識上の属性によって表現される。本稿では学習者の「意識している」という状態のオントロジー記述を達成したが、学習者の心理状態そのものの記述には至っていない。IMS の内部で扱われる概念を統一的に管理する記述フレームワークのためには、学習者が持っている知識構造や心の構造についても扱う必要があると考えられる。すなわち、心理状態および知識・理解状態そのものと主観評価の関係をどのように記述するかということが課題として残っている。

上の第二節二項で述べたように、教材などに対する学習者の確信や迷いという主観評価を表す意識上の属性は、主体の属性を反映して客体に帰属する（ように感じる）属性であると考えられる。心理状態と関連すると考えられる主体の属性としては、客観主義的な心理学の観点から生理指標である心拍数（時間あたりの回数）、体温（温度）などが挙げられる。これらの属性がとる属性値、あるいは特性 (property) がある一定の水準にあることをもって、主体の心理状態として捉えることが出来る。しかし、心理学のアプローチは生理指標によって心理状態を近似しようとするものであり、本来的には生理指標によって心理状態が定義されるわけではない。そのため、主体の状態から出発して「主体

の状態を反映して客体に帰属する（ように感じる）属性」として確信や迷いという意識上の属性を捉える方が合理的であろう。

例えば、eラーニング学習者の感情状態を難/易，退屈/興味，困惑/理解，疲労/集中という分類軸をトップダウン的に定義した研究 [96]などを参考に，主体の状態すなわち心理状態および知識・理解状態の概念を定義することが考えられる。学習者が持っていると仮定される知識構造や心の構造については，既往研究による知見を収集することによって必要十分な概念を網羅する必要がある，その上で学習者の状態と行為・動作および主観評価との関連を明示することが今後の課題である。

12.3 心的状態を表す概念の関係記述

12.3.1 IMS 開発におけるオントロジー記述の課題

前項では，回答の確信や選択肢の迷いといった学習者の心的状態を反映した属性および属性値を記述した。具体的には，行為者の「意識している」状態において定義される「意識上の属性」が「意識上の属性値」をとることによって記述される。これに倣えば，先に挙げた難/易，退屈/興味，困惑/理解，疲労/集中といった学習者の心的状態を表すために用いる次元の概念も，すでに定義した確信や迷いと同様に意識上の属性および属性値によって記述される。

これらの属性・属性値は主体である学習者が意識した対象それぞれに帰属する。例えば，回答の確信と選択肢の迷いは学習者が問題を解いている状況に帰属し，難/易，退屈/興味，困惑/理解，疲労/集中は学習者が参加している授業などに帰属すると考えられる。これらはすべて学習者が置かれている状況に対して学習者が認識した結果であり，このような認識は行為者の意識に沿って「意識着目行為」として記述することができる。ここで，意識している状態の上で記述される属性および属性値はあくまで行為者が置かれている状況に帰属しており，学習者が抱えている感情などの心的状態そのものは意識の内容として表されている。すなわち，従来のオントロジー記述が達成したことは学習者の心的状態に関わる属性・属性値を網羅的に記述するのみであり，学習者の心的状態そのものとそれを構成する属性・属性値の関係を明示するという課題が残っている。そこで，本節では心理学の分野において扱われている，学業に関する状況で学習者が経験する感情 (Academic Emotions) とそれらを規定する Control-Value Theory の概念を導入することによって課題の解決を図る。

12.3.2 Academic Emotions の概念

心理学の分野において、学習 (academic learning)、授業 (classroom instruction) や学業達成 (achievement) に直接的に結びつく感情が Academic Emotions と呼ばれている [114]. 特に、学業達成に直接的に結びつく感情は Achievement Emotions と呼ばれ、それを測定するための Achievement Emotions Questionnaire(AEQ) と呼ばれる質問紙が作成されている [116]. この質問紙は enjoyment, boredom, anger, hope, anxiety, hopelessness, pride, relief, shame という九つの感情についての尺度から構成されている. 九つの感情のうち enjoyment, boredom, anger は activity emotions と呼ばれ, hope, anxiety, hopelessness は prospective outcome emotion, さらに pride, relief, shame は retrospective outcome emotion と呼ばれている. これら三つのカテゴリはフォーカスされる対象 (object focus) によって区別され, それぞれ順に進行中の活動自体, 予想される活動の成果, 過去の活動の成果を対象としている. また, 九つの感情はそれぞれ, 対象となる活動あるいはその成果に対する主観的な重要性 (value) と主導性 (control) によって特徴づけられる. 主観的な重要性とは行為や成果に対して認識した感情価 (valence) であり, 主観的な主導性とは行為や成果を通して認識した主体の因果的影響を指している [115]. 例えば, enjoyment の感情はある活動に主導性があり重要であると経験された場合に引き起こされると捉えられる. この重要性と主導性は, それぞれ感情のモデルとしてよく知られるラッセルによる感情の円環モデルにおける感情価 (valence) と活性化 (activation) として解釈されている [116].

このように, 学業に関連して引き起こされる感情は対象 (object focus), 重要性 (value), 主導性 (control) によって定義され, 異なった状況で生起する感情を区別することができる. 例えば, 授業に参加することに対する enjoyment と試験問題を解くことに対する enjoyment はそれぞれの状況における対象, 重要性, 主導性によって表される.

12.3.3 感情の評価に関するオントロジー記述

心理学で扱われている Academic Emotion および Achievement Emotion の概念に基づけば, 生起する感情はそれぞれの状況において対象とその重要性および主導性によって特徴づけられる. AEQ の尺度を構成する九つの感情を学習者の心的状態を代表していると考えれば, それぞれの状況において学習者が認識した属性・属性値は, 感情が生起する際の重要性および主導性としての役割を担っていると考えられる. これにより, ある状況における学習者の心的状態と共に, それを構成する属性・属性値同士の間関係を明示することが出来ると考えられる.

感情の生起における重要性と主導性は、感情の評価理論 (Appraisal Theory) に基づいた評価次元して捉えられている。すなわち、感情が生起する評価において、学習者が意識している対象に重要性と主導性が帰属し、それらは対象が認識された結果である意識上の属性によって担われると考えることができる。このことをオントロジーの記述として表すと図 12.4 のようになる。

評価するという行為において、評価の対象である *object focus* は意識の対象が担うロールホルダーとして表され、重要性と主導性は意識上の属性が担うロールホルダーとして表されている。評価するという行為の下位概念として *activity focused* と *outcome focused* が定義されており、評価の結果として生起した感情がそれぞれ *activity emotion* と *outcome emotion* と呼ばれることが内容スロットロールホルダーとして表されている。さらに、*outcome focused* の下位には *outcome/prospective focused* および *outcome/retrospective focused* が定義され、それぞれ *prospective outcome emotion* と *retrospective outcome emotion* が内容スロットのロールホルダーとして表現される。

activity focused という行為は活動を対象とする一方で、*outcome focused* は成果を対象とする行為である。一見すると、前者の対象は生起物 (*occurrent*) が担い、後者の対象はもの (*continuant*) が担うと考えられる。しかし、学習の成果はものとしてではなく生起物として現れると考える方が妥当である。なぜならば、学習者が将来の学習活動の成果に対して不安を抱くような場合には、例えば「試験で悪い点数を取る」ということが対象となっていると考えられるからである。したがって、これらの評価するという行為における対象は生起物が担うと考えられる。

activity focused, *outcome/prospective focused*, *outcome/retrospective focused* はそれぞれ進行中の活動、未来の活動、過去の活動を対象とするため、これらの行為は行為自体の時区間と対象となる生起物の時区間との間の意味制約によって区別される。*activity focused* において行為自体が開始される時刻は、評価の対象となる生起物の時区間の内側にあると考えられる。このことは、*activity focused* における時間スロットの開始点と対象スロットの時間との間の *during* によって表される。*outcome/prospective focused* では行為自体の時区間の終了時間よりも対象となる生起物の時区間の開始時間が時間的に後であることが *before* リンクによって表される。その逆に、*outcome/retrospective focused* では行為自体の時区間の開始時間が対象となる生起物の時区間の終了時間よりも時間的に前であることが *before* リンクによって表される。

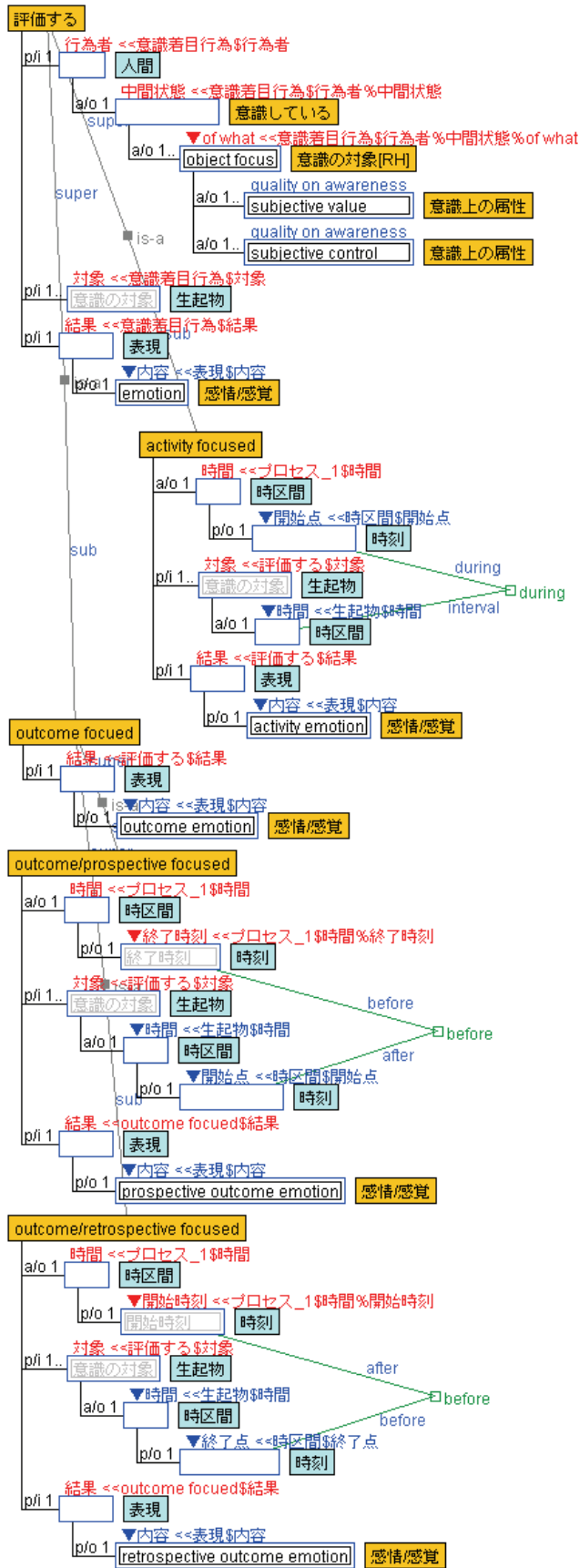


図 12.4: 感情を評価する行為と下位概念

12.4 感情評価における属性の役割の考察

評価するという行為の下位概念を用いて objective focus, subjective value, subjective control を位置づけることによって, Control-value Theory に基づいた学習者の感情を明確に記述することができる。これらのコンテキストにおいて, objective focus というロールホルダーは生起物である過去, 現在, 未来における学習活動がプレイし, subjective value および subjective control のロールホルダーは学習者の意識上の属性がプレイする。本稿の冒頭で挙げた先行研究 [96] では, e ラーニング課題を回答中の学習者の心的状態について顔画像の特徴量と生理指標を用いて推定しており, 心的状態は退屈/興味, 難/易, 困惑/理解, 疲労/集中という軸で評価されている。これを例にとり, 本研究のオントロジー記述の適用について説明を行う。ただし, この研究ではそれぞれの評価軸が重要性あるいは主導性の意味で用いられることについては明示されていないため, ここでは一般的な解釈に基づいて重要性 (value) および主導性 (control) への位置付けを行うこととする。

Control-value Theory [115] において, objective focus を activity とした場合に, enjoyment, anger がとる value の属性値はそれぞれ positive, negative であり, boredom は属性値をとらないとされている。また, 36 項目からなる学業における退屈さに関する尺度を用いて行われた, 学習課題に対する退屈の概念構造の調査 [1] では, Control-value Theory の考えに基づいて positive affect, negative affect と共に boredom に関する因子が抽出されている。その研究において, 尺度の一部である興味 (interesting/entertaining) と集中 (easy to concentrate) の項目は positive affect, negative affect への因子負荷が高いため, positive/negative という属性値をとる value の属性の意味で解釈できる。その一方で, 退屈 (bored) と疲労 (tired of activity) の項目は boredom への因子負荷が高く, subjective value の意味合いは薄いと考えられる。ここで, 先行研究で用いられているように退屈/興味, 疲労/集中という評価軸を考えた場合には, それぞれ退屈, 疲労から興味, 集中の方向へ subjective value の属性値が大きくなるように次元を考えることが出来る。したがって, これらの評価軸は subjective value の属性として位置付けられる。次に, 難/易, 困惑/理解の評価軸に関しては, それぞれ主観的な難易度および理解度と読み替えることが出来る。客観的な視点からは, 教材の難易度と学習者の理解度は根源的に別の概念であるが, 主観的な視点からは両者は間接的な依存関係にあると考えられる。すなわち, 教材に対する主観的な難易度はある時点での学習者の理解度を基準に評価され, ある時点での学習者自身の主観的な理解度は取り組んでいる教材の難易度を基準に評価されると考えられる。これらを学習活動への取り組みやすさに関する主観的な評価として捉えれば, 教材に帰属する取り組みやすさを主観的な難易度, 学習者に帰属する取り組みやすさを主観的な理解度と考

えることができる。したがって、先行研究で用いられている難/易，困惑/理解という評価軸は subjective control の属性として位置付けられる。

以上のように，e ラーニング課題を回答するイベントが objective focus として位置付けられる先行研究の事例において，退屈/興味，疲労/集中を subjective value とし，難/易，困惑/理解を subjective control とすることが妥当であると考えられ，オントロジーに定義した概念を用いてそれらを明示的に記述することができる。さらに，退屈/興味，疲労/集中，難/易，困惑/理解の属性値が顔画像の特徴量と生理指標によって推定された場合には，enjoyment, boredom, anger のうちどれが学習者の activity emotion に該当するかについて，オントロジーを通して明示することができる。

12.5 小括

本研究では多肢選択問題を回答する学習者の注視行動と心理状態に関するオントロジーと共に，Control-value Theory に基づいて学習者が自身の感情を評価するという行為のオントロジー記述を試みた。多肢選択回答イベントの部分プロセスを構成する動作の概念を用いて注視行動を記述すると共に，行為者の意識している状態においてテスト教材に対する確信と迷いを記述した。このような学習イベントを定義することによって，実験などを通して得られた学習者の行動と心理状態の関係をインスタンスとして記述・管理を行うことができると考えられる。また，感情が生起する際に評価される重要性 (value) と主導性 (control) としての役割という観点から，従来では明確に記述されていなかった意識上の属性および属性値の関係を明示することが出来た。心的状態の推定を行っている他の研究について，本稿のオントロジーの適用例を増やすと共にオントロジー記述の妥当性を検討することが今後の課題である。

第VI部

結論

第13章 総括

13.1 本研究の論点

情報技術の発展によりコミュニケーションのマルチメディア化，マルチモーダル化が進んだ現代において，我々はコミュニケーションを支えるコンピュータとのより良い関係を築くことが問われている．今後，人間とコンピュータの共生ということを念頭におけば，人間の感性を“理解”したコンピュータの振る舞いを実現することが不可欠であると考えられる．すなわち，人間とコミュニケーションを行うコンピュータは，人間の感性に関する知識を適切に扱うことが求められる．言い換えれば，感性情報処理の対象領域をモデル化した結果であるドメインモデルと，人間が感性として備えている概念とが適切に対応づけされなければならない．人間の感性それ自体が未解明である現状においては，「作ることを通して本質を理解する」という *analysis-by-synthesis* の考え方に基づいて，人工感性を構成しながら理解するためのアプローチを進めるのが有効であると考えられる．このような問題意識の下で，本研究では人間の感性に関わる概念的基盤としてオントロジーの構築を行った．

本論文では，(1) 感性を捉える枠組みの提案，(2) 心理実験による感性の観察，(3) 感性の表現に関するオントロジー構築，(4) 感性の表出過程に関するオントロジー構築，という四つの大きな論点についてそれぞれの対象領域を設定して解決を図った．これらの論点と成果は表 13.1 に示す通りである．

表 13.1: 本研究の課題と成果

論点	対象領域	題材	課題	成果
感性を捉える枠組みの提案	美学・心理学	美的感性	<ul style="list-style-type: none"> 美的感性を捉えるための心の定義の検討 美的体験という現象の本来的な機能の検討 美的体験が達成される過程の明示 	<ul style="list-style-type: none"> 意識の内容を基底とする空間を心と定義することで美的感性を客観的に記述することが可能 狩猟を目的とした道具の製作と使用に際する動機づけの機能が考えられる 優美や崇高などの美的範疇が体験される過程がタスクフローとして記述された
心理実験による感性の観察	色彩科学	色彩感情	<ul style="list-style-type: none"> 色彩感情における感情状態の次元の構造の解明 色彩刺激に対する潜在的態度の検討 	<ul style="list-style-type: none"> 色彩属性と感情状態との定量的モデルが得られた 色彩刺激の知覚的性質に起因するポジティブ感情が測定された
感性の表現に関するオントロジー構築	色彩科学	色彩感情	<ul style="list-style-type: none"> 色彩感情の知見を記述するための概念整備 	<ul style="list-style-type: none"> 意識上の属性および属性値の定義によって主観評価値の概念を明示した
感性の表出過程に関するオントロジー構築	学習科学	学習者の心的状態	<ul style="list-style-type: none"> 学習者の心的状態を記述するための概念整備 	<ul style="list-style-type: none"> 主観評価値や測色値のデータ記述と色空間モデルや統計モデルのモデル表現を概念化した 視線データと心的状態の関係を実験結果から抽出した 学習者の行為と心的状態をイベントの中に位置づけると共に理論に基づいた Academic Emotions の概念を整理した

13.2 オントロジー構築に向けた感性の理解

13.2.1 感性の理解のための三つのアプローチ

第二部で行った議論において、美学を対象領域とし題材として美的感性を取り上げた。美的感性は「美や快などの特徴について直感的に反応し評価する能力」と捉えることができるため、「評価」という概念に基づいて感性を捉えようとする情報系の研究者に受け入れやすいだけでなく、「能力」という点で認知活動一般の概念に基づいた捉え方をする心理系の研究者にも受け入れやすいと考えられるためである。感性工学・感性情報処理を含む科学全般の諸分野は精神活動のモデルを想定することによって、個々の事象の説明を試みている。

そこで、第四章ではそれらの説明を包含する、妥当で本質的な心のモデルを設定することを試みた。具体的には、意識内容を心として定義する content space という概念空間において美的感性の位置づけを行った。その結果、美的感性は心の内容を構成要素とする CS のダイナミクスとして理解され、その内容は精神的側面を介してのみ観察可能であると考えられる。この枠組みにおいて、心の振る舞いの機序の理解については (1) 認知科学的なアプローチが可能である他に、その機能の適応的な意味については (2) 進化的なアプローチが考えられる。また、心の振る舞いの機序についての知識を共有するためには、その概念を整理して機能が達成される過程や構成要素の関係を記述するという (3) 知識科学的なアプローチも考えられる。

ここで取り上げた (1) 認知科学的なアプローチについては、対象領域と題材を美的感性ではなく色彩感情に絞り、後にまとめる第三部の第七章および第八章において実験的な検討を行った。次に (2) 進化的なアプローチについては、第五章で意識の中に美的なものが生じる美的体験という現象が何のために機能しているのかということ議論した。最後に (3) 知識科学的なアプローチについては、第一部の第六章、第四部および第五部において概念の定義と知識の記述を行った。第一部では美的感性、第四部では色彩感情、第五部では学習者の心的状態を題材としており、本研究で設定した感性を捉える枠組みは、ある程度の広さの対象領域において有用であると考えられる。次項からは進化的アプローチ、知識科学的アプローチ、認知科学的アプローチの順に成果を整理し、オントロジー構築という内容指向の人工知能研究アプローチにつなげる。

13.2.2 進化的アプローチによる感性の理解

第五章での進化的アプローチによる感性の適応的な意味の検討では、感性を認知の問題として捉え、「何をどのように理解するか」ということを (a) 認知の対象、(b) 認知の内容、という二つの視点から考察した。これらは気づきとして注意を向ける対象とその結果であるため、(a) 認知の対象、(b) 認知の内容という認知の問題は同時に意識内容の張る空間の概念における問題とみなすことができる。

霊長類とそれ以外の哺乳類との認知の違いは関係的カテゴリーの理解にあり、人間とそれ以外の霊長類との違いは世界における意図性と因果性の理解である。意図性と因果性は意図的關係と因果的關係というように言い替えることができる。そのため、意図性や因果性の理解を獲得したということ、新たな種類の関係の理解として考えると、関係的カテゴリーの理解が発展したものと考えられることができる。このようなカテゴリーの理解のためには、まず自分自身を対象に意図性や主体性という内容を理解する必要があるとあり、次に他者を対象に自分と同様の意図性や主体性という内容を理解する必要があると考えられる。これを認知の対象と内容という観点から整理すれば、自分を認知の対象とすること、自分と似ていると捉えることになる。

これらの進化的な起源を考えると、美的感性は次のように理解することができる。美的感性は狩猟を目的とした道具の製作と使用に際して感情を積極的に意識することに伴って進化したと考えられる。具体的には、ホモ・ハイデルベルゲンシスにおいて狩猟を目的とした道具の製作と使用に際して、積極的に感情を意識することが生存を有利にしたと考えられ、感情を意識と結びつける機構として美的感性の進化を位置づけることができる。そして、その後の文化的な発達の中で道具の製作と使用ということが芸術へ変容し、感情体験を促す補助装置となったと考えられる。

13.2.3 知識科学的アプローチによる感性の理解

第六章では、鑑賞するという行動における美的体験について内容指向の知識記述を試みた。具体的には、鑑賞者の意識の流れをフローチャートに整理した上で、意識の内容をタスクフローとして記述した。その成果として、優美と崇高という二つの美の類型について鑑賞者の生の自覚の仕方による区別を記述することが出来た。それによると、表象が分節される過程と感情が体験される過程という二つに分けられた。表象が分節される過程では、作品の表現に意識を向けることによって均衡や調和などの表象を作品の表現から得る。一方、感情が体験される過程では、情動反応に意識を向けることによって生理的現象である感情を体験する。

これらの二つの過程の区別は、第五章で議論した認知の対象という観点から説明される。すなわち、前者の場合は認知の対象は鑑賞者の目の前にある対象物が担い、後者の場合では鑑賞者自身が認知の対象となると考えられる。さらに、認知の内容という観点から前者は物理的刺激を基にした表現イメージ、後者は表現イメージを基にした感情を心の内容とすると捉えることができる。この認知の内容とは、すなわち第四章で議論したCSの構成要素である。したがって、これらの構成要素間の関係を記述することが出来れば、心の構造に対する共通理解に近づくことができるであろう。その意味では、本研究での美的体験の過程の記述は、心の理解に向けた知識記述の第一歩として位置づけられる。特に、美的体験の過程を区別したことにより、感性の科学的な理解にとって重要な示唆をもたらしたと考えられる。すなわち、物理的刺激と体験される美との直接的な対応関係を考えることが原理的に難しく、少なくとも (a) 物理的刺激と表現のイメージとの対応関係、(b) 表現のイメージと感情との対応関係という二種類の関係についてそれぞれ明らかにしなければならないということである。

第五章の議論に基づけば、これらの関係を考える上で遺伝的 (genetic) な性質と後生的 (epigenetic) な性質の二つを区別することが、知識を共有する上で重要であると考えられる。物理刺激から表現イメージを得るということは、一見すると遺伝的に決定された感覚器官にもっぱら依存していると考えられる。しかしながら、無文字文化と文字文化における知覚の様式を比較した場合に、三次元的な光景や二次元的な表示に対する反応に違いが見られる [101] ように、個人の経験や文化的背景に依存している部分が認められる。したがって、それらの要因を明確に区別しながら心の構成要素間の関係を知識として記述することが、感性についての共通理解に至るための建設的な方法論であると考えられる。感性に関する知識を記述するための概念基盤であるオントロジーの構築については後の節で詳述する。

13.2.4 認知科学的アプローチによる感性の理解

知識科学的アプローチで議論したように、感性に関する知識を記述するためには (a) 物理的刺激と表現のイメージとの対応関係、(b) 表現のイメージと感情との対応関係を明らかにする必要がある。これらは認知科学的なアプローチをとることによって実験的に明らかにすることができる。そこで、本研究では対象領域を色彩科学に設定した上で、色彩刺激、表現イメージ、感情と関係を検討する心理実験を行った。題材である色彩感情は、色彩に対する感情的な反応であるが、感性工学や感性情報処理の分野で印象と呼ばれるものを含んでおり、美的体験において体験される感情よりも広い意味で用いられて

いる。印象と感情の区別は原理的なものではなく、もっぱら測定方法に依存している。色彩感情の測定には Semantic Differential (SD) 尺度のような評定尺度が多く用いられており、この評定尺度が示す意味内容によって測定しているものが印象であるか感情であるかを解釈することになる。

色彩感情の測定に用いられる評定尺度は、色彩感情に対する関心という観点から大きく二つのカテゴリに分けて捉えられている。ひとつは「心地よい-心地よくない」や「良い-悪い」という嗜好に関する評価的次元、もうひとつは「明るい-暗い」「やわらかい-かたい」「あたたかい-冷たい」といった色彩の見た目 (appearance) に関する記述的次元である [19]。前者は主に表現イメージを基にした感情の意味を含んでいると考えられるのに対して、後者は物理刺激を基にした表現イメージのみを指示していると考えられる。SD 尺度がきわめて多く用いられる一方で、感情そのものの次元に焦点をあてた Self-Assessment Manikin (SAM) 尺度を用いた研究もある。SAM 尺度は評定値を示すマネキン画像が並べられたものであり、非言語の形式であるため対象に関連した反応を直接的に評定することができるという点で、SD 尺度を用いるよりも文化的な要因に左右されにくいとされている。

また、こうした評定尺度を用いて測定されるものは、回答者が意識することができるということから顕在的態度と呼ばれる。それに対して、自分では意識することができない態度は潜在的態度と呼ばれており、潜在的連合テスト (Implicit Association Test; IAT) や感状誤帰属手続き (Affect Misattribution Procedure; AMP) を用いて測定される。心理学における美的体験の情報処理モデル [58] では、意識的ではなく自動的に処理される過程と意識的な評価を行う過程が想定されている。この意識されない過程での情報処理は、「刺激が持つ物理的な性質についての同定し易さ」という知覚的流暢性に基づいて理解することができ、高い流暢性が主観的にポジティブと経験されることが考えられる。AMP では意識出来ないほどの非常に短い時間だけ刺激を呈示するため、意識されない情報処理過程の結果が反応として得られると考えられる。

これらの SAM 尺度を用いた測定や AMP による測定は、物理的的刺激と感情との対応関係を検討しており、先の議論で述べた (a) 物理的的刺激と表現のイメージ、(b) 表現のイメージと感情という二つの対応関係とは別の視点である。しかしながら、この測定方法が文化的な要因の影響を受けづらく、物理刺激と感情との対応関係を明確にできるならば、それらは感性に関する知識を記述する上での重要な概念を成すと考えられる。そこで、本研究では色彩感情の測定を目的として SAM 尺度 (第七章) および AMP (第八章) を用いた心理実験をそれぞれ行った。

まず、第七章での SAM 尺度を用いた実験では、先行研究 [140] と同じ刺激と評定尺度

を用い、本研究データと先行研究データを対象に、構造方程式モデリングによって感情の次元と色彩属性の関係をモデル化した。その結果、(1)Valence が主に明度と彩度、Arousal が主に彩度の影響を受けている点が共通している一方で、(2)Arousal に対する明度の影響の有無と、Dominance に対する明度の影響の方向に差異があった。これらのことから、色彩に対する感情状態の次元は主に明度と彩度の影響を強く受けられていると考えられるが、その文化差は明確でないものの、少なからず文化や経験などの影響を受けていることが示唆された。そのため、物理刺激と感情のみを構成要素として心の構造を記述することは難しいと考えられる。

次に、第八章での AMP を用いて色彩配色に対する感情的反応を測定した結果、顕在的態度として測定された色彩研究の知見とは異なる物理的特徴に対して感情的反応が認められた。特に「彩度のコントラストが高いこと」という知覚的流暢性がポジティブ感情の源泉となることを明らかにすることが出来た。この実験では配色刺激を 5B の青色に限定していたため、得られた結果が他の色相の配色に適用可能であるかどうかは検討課題として残っている。知覚的流暢性の情報処理過程は意識されないため、それ自体は表現イメージのように心の内容として認めることはできない。知覚的流暢性を物理的刺激となる物が有していると捉えるならば、ポジティブ感情の生起を促す物の属性の存在が示唆される。

13.3 オントロジー構築の成果

13.3.1 色彩科学を対象領域としたオントロジー

第四章から第八章までの議論を踏まえ、第九章では色彩感情に関する心の構造を理解するために必要な概念を提供するオントロジーを構築した。具体的には、上位オントロジーである YAMATO に基づきながら認識的・主観的な意味での性質の概念、主観に基づく測定の概念についての拡張を行った。第四章で議論した意識の内容を心としてみなすという考え方を反映し、意識している状態を定義した上で、意識の上でのみ捉えられる性質の概念を定義した。また、評定する行為と共に評定尺度を定義することで、主観的性質の概念が表現として表出されることが記述された。評定する行為の構造は第五章および第六章で述べた認知の対象と内容という二つの観点を反映しており、意識している状態の対象物の性質が評定尺度で表現される内容となることが明示されている。評定尺度を用いて表現される、意識上の性質の概念を定義するにあたり、既往研究で使用頻度が高く、その成果が共有されていると考えられる 16 の評定尺度を基にしている。日本色

彩学会誌に掲載されている 27 件の論文から抽出した評定尺度はのべ 99 種類であったが、そのうち記述的次元を表すと考えられるものは 52 種類、のべ 205 個であった。さらに抽出されたインスタンスの利用頻度を考慮すれば、よく用いられるインスタンスはのべ 174 個であり、定義した 16 概念によって約 74.7% がカバーされている。したがって、本研究で構築したオントロジーによって、典型的なインスタンスの大部分をカバーできていると言える。このカバー率は認知科学的なアプローチによる色彩感情の諸研究によって得られている知見に依存している。したがって、諸研究によってより多くの評定尺度と色彩刺激との関係が明らかになることで、オントロジーの概念が拡充されカバー率も向上する。このオントロジーでは記述的次元の評定尺度として表現される性質の概念のみを定義し、第九章の議論で得られたポジティブ感情を促す物の属性については対象外としている。この点については今後の検討課題である。

第十章では、色彩感情の研究で良く用いられる色空間座標や統計モデルなどのモデル表現、さらにそれらの変数を担うデータ記述のための概念を提供するためのオントロジーを構築した。色に対する測定によって得られる測色値は純粋な物理量ではなく人間が感じる心理量と一対一で対応するという意味で心理物理量と呼ばれる。いうなれば、感覚の感度に相当する心理量によって重みづけされた物理量であり、従来のオントロジーでは扱うことが出来なかった。第九章で意識の上でのみ捉えられる属性、すなわち心理的な属性を定義したことにより、心理物理量である測色値の表現を可能にしている。色彩感情の諸研究では、色彩感情と測色値との量的関係を重回帰分析や因子分析などの統計モデルとして表現している。さらに、本研究のオントロジーでは統計モデルの変数間の関係を定義することによって、変数となる心理量と心理物理量の間を明示的に記述することを可能にした。色彩感情のそれぞれの研究において得られたデータは、重回帰分析や因子分析などの概念的には同一の統計モデルに当てはめられた上で比較される。そのため、本研究ではひとつの実験で得られたデータを例にとり、重回帰分析と因子分析のインスタンスを示した。その結果、インスタンスは適切に表現されていることが確認されたため、本研究で定義した線形回帰モデル、因子分析モデル、主成分分析モデルについては、すべての研究結果を表現することが可能である。このオントロジーを用いることによって、統計データを扱う知識処理システムにおいて、個々のインスタンスがどの概念に由来するのかということを明示することができるようになると考えられる。すなわち、インスタンスが参照するオントロジーにおいて概念の関係が明示されることによって、色彩感情の統計モデルに対して人間が行う解釈と同等の解釈をコンピュータが行えるようになることを意味している。

13.3.2 学習科学を対象領域としたオントロジー

第十二章では第九章で定義した意識の上でのみ捉えられる性質の概念を援用し、学習者の心的状態を記述するためのオントロジー構築を行った。学習科学においては学習者の行動データからその心的状態を推定しようとする学習支援システムの研究が盛んである。そのようなシステムの開発において、学習者の心的状態とそれに関わる行動データを知識として明示的に扱う必要がある。本研究のオントロジーは学習支援システムに学習者の心的状態を解釈させ、人間が行うのと同様な支援を行わせるための概念基盤として位置付けられる。オントロジーを構築する際に基礎となる知見は第十一章で述べた実験によって得られたものであり、客観的に観察された行動とその時の学習者の意識の内容を結びつけて理解するものである。多肢選択問題を回答している際に、その学習過程に対して学習者が主観的に感じている意識の内容を記述することが目的である。

本研究では、多肢選択問題を回答するというイベントを定義し、その中で学習者の行動と意識の内容を位置づけた。さらに、意識の内容を明確に区別するために、学習に関連する感情である Academic Emotions の概念を導入した。学習者の行動を記述するイベントの定義には実験から得られた知見を説明するという意味があり、Academic Emotions の概念の導入にはそれを支える理論を説明するという意味がある。本研究では視線、評定尺度、Control-value Theory という限られた例を示したのみであるため、対象領域の全体に一般化することはできないが、構築したオントロジーは意識上の性質の概念を中心にして、データと理論の両者の関係を明示できる可能性を示している。したがって、学習者の心的状態の理解に基づいた学習支援システムを開発する上での概念基盤となると考えられる。

第九章および第十章で述べた色彩科学におけるオントロジーで定義した意識上の性質という概念の定義について、色彩科学だけでなく学習科学を対象領域とした場合であっても十分な妥当性と有効性を示したと考えられる。さらに、人間の感性の記述という観点からも、これらの二つの対象領域で構築されたオントロジーの適用範囲は重要な意味を持っている。第六章での美的体験の達成過程の記述では、CS の構成要素によって鑑賞者の認知の内容を明示することを述べた。本研究で構築したオントロジーで扱った意識上の性質の概念はまさに CS の構成要素となり、色彩科学のオントロジーでは客体に対する主体の感情的反応をいわば静的な心の構造として捉えることが出来た。それに対して、この学習科学のオントロジーでは学習活動の過程を客体として、主体の心的状態をいわば動的な心の構造として捉えている。第四章で議論したように、感性を動的な心の働きとして捉えるならば、学習科学のオントロジーで表現したイベントという概念の中に主

体の意識の流れを詳述することで感性を客観的に記述し理解することが出来ると考えられる。

第14章 課題と展望

14.1 人間とコンピュータのより深いインタラクション

オントロジーによる概念の共有に基づいた、知識利用の例として色彩感情の研究で得られた知識である統計モデルの数式と、そこで使われている変数が表す属性値を管理することが考えられる。例えば、コンピュータディスプレイ上に呈示される色彩刺激という実験条件についてだけでも、既存研究では複数の色彩感情予測式が提案されている。それらのモデル式と変数を適切に記述し管理することができれば、先に挙げた色彩感情を反映させるデザイン支援システムや、色彩感情の内容に基づいた画像の検索 [139] などのように色彩感情の研究で得られた統計モデルを利用した応用システムを開発する際に、開発者が知識を共有する基盤として有用であると考えられる。

さらに、対象物の色彩を話題とした人間とコンピュータのコミュニケーションにおいては、色彩感情に関するオントロジーによって人間とコンピュータで概念を共有することができると考えられる。色彩の三属性と評定値の関係を説明するために用いられる統計モデルが知識(インスタンス)であり、その知識が前提としている心の捉え方に関する概念がオントロジーに当たる。本研究で構築したオントロジーを用いることで、*affective computing* や感性情報処理の分野で開発されているシステムで色彩感情に関する知識を共有することが可能になると考えられる。色彩感情オントロジーは人間とコンピュータの両者から理解可能な形で概念を記述することで、実際に処理される知識(インスタンス)と内容としての色彩感情とを結びつける役割を果たす。これは人間とコンピュータのインタラクションを人間と人間のそれに近づけることの可能性を意味している。人間と人間のインタラクションでは、相手の色彩感情を自分のそれをモデルとして共感することで理解していると考えられる。人間とコンピュータのインタラクションにおいては、計算機に実装された形式的な知識(例えば、統計モデルなど)がオントロジーによって人間の解釈と内容的に対応付けられることで、コンピュータが人間の共感と同等の理解を示す状態(図 14.1)を作り出すことが可能になると考えられる。

人間とロボットとのインタラクション (Human-Robot Interaction; HRI) に関する研究分野では、ロボットとの会話に人間を引き込むためのコミュニケーション戦略 [35] が提案

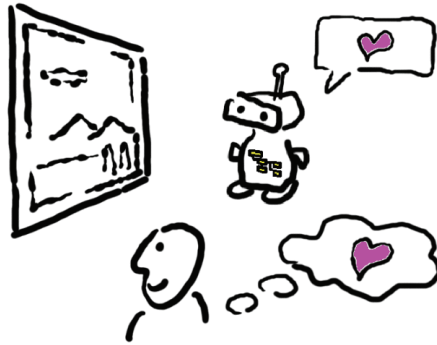


図 14.1: オントロジーに基づくインタラクションのイメージ

されている。これはロボットと人間が同じ感覚を共有していることを人間に推測させるために、ロボットに感情的発話 (affective utterance) を行わせるというものである。例えば、ある対象物について、その色が何色であるかではなく、その色がきれいであるといった内容の発話を行う。この戦略にそってロボットが発話を行うためには、話題となっている対象物やその状態に関する知識だけでなく、人間が対象物をどのように感じるかという知識が必要であると考えられる。本研究で構築したオントロジーでは、心理物理量である測色値から計算される色空間座標、心理量である色彩感情をインスタンスとして記述することが出来るため、コンピュータが人間の色彩感情を“理解”するための概念的基盤として有用であると考えられる。

14.2 オントロジーを用いた認識と概念の対応付け

このような人間と深いレベルでのインタラクションを行うコンピュータの実現にあたり、HRIの研究分野では記号接地問題 [24] の一部として、センサーからのデータと記号的な概念との対応付けの問題 (Anchoring Problem) が取り上げられている [12]。すなわち、ロボットが認識した対象物と、その知識表現との対応付けである。

ロボットの振る舞いを決定する情報処理システムは、センサーからのデータを用いて対象物を認識するレイヤー、その対象物についての知識表現を用いて推論を行うレイヤーに分けて考えることができる。センサーデータから認識を行うレイヤーでは、例えば機械学習などのアルゴリズムを用いて画像特徴量から物体およびその性質の認識を行うといったことが該当する。一方で、推論を行うレイヤーでは例えばオントロジーに基づいた知識表現を用いて、認識した物体の解釈を行うといったことが該当する。これらのレイヤー間における対応付けの問題を解決する方法のひとつとして、認識した対象物の性質

と同時に概念を記述したレイヤーを間に設けることが提案されている [14]。例えば、ロボットが画像からマグカップを認識する場合には、画像特徴量から色や形などの対象物の性質が推定される。そして、推定された性質がオントロジーに基づく色や形を表す知識表現と一緒に記述され、時刻に基づく識別子によって管理される。すなわち、このレイヤーでは認識された性質とオントロジーで記述された概念のインスタンスとを対応付けて、ロボットが認識した結果の体系的な管理を行っている。いわば、ロボットの“意識の内容”の管理として捉えることができる。

この方法によってロボットのセンサーデータと Cyc オントロジーの知識表現とを対応付けた研究例 [13] では、ユーザとロボットとの対話において対象物が何であり、その位置や色の話題が適切にやりとりされている。例えば、ピンク色の花がキッチンに置かれているといった認識の結果の知識に加えて、その花というものが生物であるといった常識知識をユーザとロボットが共有することを実現している。

先述のコミュニケーション戦略としてロボットに感覚的発話を行わせるならば、Cycなどで体系化されている常識知識の概念に加えて、対象物が人間にどのように感じられるかという概念をロボットの認識と対応付けることが考えられる。本研究で構築したオントロジーは人間が対象物に対して感じる心理的属性の概念を定義したため、ロボットの認識と心理的属性を対応付けることを通して、人間とコンピュータの深いインタラクションの実現に貢献すると考えられる。次節では、本研究のオントロジーを用いることによって実現される可能性のある応用例について説明する。

14.3 深いインタラクションに向けたオントロジーの利用

前節ではロボットの情報処理を例にその認識と概念との対応付けについて述べたが、これは少し広く感性情報処理のシステムに当てはめて捉えることができる。すなわち、センサーデータから認識を行うレイヤーは対象物のデータをモデルに変換する部分、知識表現を用いて推論を行うレイヤーはいわゆる知識処理の部分に相当する。本論文の第四部および第五部でそれぞれ対象領域とした色彩科学と学習科学においては、それぞれデザイン支援システムと学習支援システムを取り上げて、それらのシステムで利用が想定される知識が構築したオントロジーのインスタンスとして位置づけられることを述べた。本節では、それぞれのシステムにおいてデータと知識表現が対応付けられることによる、深いレベルでの人間とコンピュータのインタラクションへの貢献と共に、現時点でのオントロジー記述の課題を述べる。

14.3.1 デザイン支援システムでの貢献と課題

第十章において構築したオントロジーの評価を行う際には、定義した概念を用いて測色値から色彩感情の予測する際の数理的モデルが説明されることを述べた。さらに、それによって数理的モデルをもちいたデザイン支援システムが、人間と同様な色彩感情の解釈を行えるようになることを述べた。ここでは、人間と同様な解釈とは何を意味するのかということをも明らかにし、本研究のオントロジー記述の貢献と課題について述べる。

まず、デザイン支援システムはユーザが抱く色彩感情のイメージ合った配色を推薦することを目的としている。数理的モデルに基づいた支援システムの場合に、用いる予測式の目的変数が色彩感情を表すデータ、説明変数が測色値に由来するデータであるため、特定の色彩感情を導く測色値のデータを解析的に解くことが難しい。そのため、ほとんどの支援システムでは、評価関数に数理的モデルを用いた遺伝的アルゴリズムによって適した色の組み合わせを求めている。したがって、これらのデザイン支援システムでは、まず対象となる配色を測色値、予測式、色彩感情などから構成されるモデルとして捉え、そのモデルに基づいて遺伝的アルゴリズムの操作を加えていると考えられる。すなわち、配色のデータを測色値、予測式、色彩感情からなるモデルとして表す部分と遺伝的アルゴリズムの操作を行う部分は、それぞれ前節のロボットにおける認識を行う部分と推論を行う部分に相当すると捉えることができる。このように捉えれば、デザイン支援システムでモデル化される測色値、予測式、色彩感情は、本研究のオントロジー記述に基づいてインスタンスとして位置づけられることは、前節で述べたデータと知識表現の対応付けが出来ることを意味している。

従来のオントロジーでは心理的属性の概念がなく色彩感情や測色値が適切に記述できなかったのに対して、本研究のオントロジー記述を用いることでそれらのデータを知識表現に対応付けることを可能にした。その意味では、本研究のオントロジー記述は高い新規性と有用性があると考えられる。また、知識表現を用いた推論においても、オントロジーで定義した概念構造は有用であると考えられる。例えば、デザイン支援システムのユーザが求める色彩感情のイメージが、相反するものであった場合には、オントロジーに定義されている概念構造から、どのような色が求められているかを考えることができる。ここで、ユーザが(1)明るく、(2)落ち着いたイメージの色を求めた場合を考える。「明るい-暗い量」は明度量と彩度量によって構成され、二つの量が大きいほど明るいことが定義されている。一方で「落ち着いた-落ち着いた量」は彩度量のみによって構成され、それが小さいほど落ち着くことが定義されている。したがって、これらの色彩感情は彩度について正反対の色を指していることになる。この場合には、オントロジーの概念構造

を比較することによって、ユーザの求めている色の明度が少なくとも高いということ推論することができると考えられる。ただし、ここで定義している概念構造はあくまで単体の色彩感情と構成する知覚量との関係を明らかにした研究に基づいているため、複数の色彩感情の相互の関係を明示するものではない。

本研究のオントロジー記述はデータと知識表現の対応付けへの貢献は高いが、知識表現を用いた推論への貢献については可能性があるのみと言わざるを得ない。知識表現を用いた推論にオントロジーで定義した概念構造を利用することは今後の課題である。また、現段階ではオントロジーの対象世界は単色に対する感情概念と統計モデルによる知識表現に限定されている。したがって、多色配色の色彩感情についてオントロジーを拡充することも課題の一つである。色彩感情同士、さらに多色配色と色彩感情の関係については色彩科学において研究が進められている最中であるが、今後の研究でそれらの関係をオントロジーとして記述することができれば、先の例のようにユーザが求める色を概念的な関係から推論することが可能になると考えられる。これは遺伝的アルゴリズムとは逆方向から配色を求めるという点で、デザイン支援システムが人間と深いレベルでインタラクションを行うことに大きく貢献すると考えられる。

14.3.2 学習支援システムでの貢献と課題

第五部で述べた知的メンタリングシステムの機能は大きく二つに分けられる。すなわち、一つは学習者の心的状態の診断であり、もう一つはその診断結果に基づくフィードバックである。第十二章における構築したオントロジー記述の評価の際に取り上げた先行研究 [96] は、e-learning 課題に取り組む学習者の心的状態を、顔画像と生理指標のテンプレートから推定するというものであり、知的メンタリングシステムの前者の機能の一部分を担うものである。

この先行研究を題材にしたオントロジー記述の評価にあたって、退屈/興味、疲労/集中という評価軸を *subjective value* の属性、さらに難/易、困惑/理解という評価軸は *subjective control* の属性として解釈できることを前提とした。その上で、それらの属性値が顔画像の特徴量と生理指標によって推定された場合に、*enjoyment*, *boredom*, *anger* などの学習者の感情がオントロジーに定義した概念を用いて記述されることを述べた。このことは、学習者の心的状態を推定する際に用いるデータと、その結果に基づいて診断する際に用いる知識表現との対応付けのためのインスタンスがオントロジーによって提供されることを意味している。データと知識表現との対応付けを行った上で推論を行うことによって、知的メンタリングシステムが学習者の心的状態を診断できると考えられる。その意

味では、知的メンタリングシステムが人間と深いレベルのインタラクションを行うという全体像からすれば、本研究のオントロジー記述による貢献はごく一部分に対してのみであると言わざるを得ない。しかしながら、既存のオントロジーでは人間の心理的属性を扱ったものがなく、それゆえ知的メンタリングシステムが扱うデータと知識表現の対応付けに必要なオントロジー記述を、本研究が初めて提供している点で新規性と有用性を有するといえる。

さて、データと対応づけられた知識表現を用いて推論を行うために必要なオントロジー記述の課題について述べる。本研究で述べた知的メンタリングシステムにおいて、推論を行うレイヤーとは学習者の心的状態を診断することである。その具体例としては、Control-value Theory に基づいて任意の時点での学習者の Academic Emotions を解釈するということが挙げられる。本研究では感情を「評価する」という行為を通して、Control-value Theory に用いられる概念の定義を行った。「評価する」行為の下位概念では Activity Emotions や Outcome Emotions の区別は明示されているが、それらが成立する条件としての value と control の組み合わせについては記述されておらず、どの心理的属性が value および control の役割を担うのかといったことも記述されていない。この心理的属性と役割の関係は、学習者が置かれている状況や、感情を評価する際の対象である object focus に依存していると考えられる。例えば、多肢選択問題を回答している状況に限定するならば、多肢選択問題回答イベントをさらに細分化し、それを構成する各スロットのクラス制約やスロット間の意味制約を定義することによって明示できる可能性が考えられる。どのような制約によって記述可能であるかについては今後の検討課題である。今後の研究でそれらの制約を定義することができれば、センサーデータから個々の制約の有無を認識した結果から、その時点の学習者の感情がオントロジー上のどの概念に当てはまるかを推論することができると考えられる。

14.4 人間の感性理解に向けたオントロジー記述の課題

ここまで、デザイン支援システムと学習支援システムが人間とより深いインタラクションを行うことに対する、本研究のオントロジー記述の貢献と課題について詳述した。最後に、analysis-by-synthesis の考えに立脚した、感覚や感情などを含む人間の感性の理解に向けた課題を述べる。

本研究では、色彩感情が評定尺度を用いて表出され、さらに色彩の属性との関係が数式によって表現されることに着目してオントロジー記述を行ったが、色彩感情それ自体のメカニズムを理解するためには、視覚心理物理学などの分野で議論されている人間の知

覚や認知に関する知見が不可欠である。それらの基礎的な研究の議論を追いながら、知覚や認知のメカニズムのレベルでオントロジー記述を行うことも課題の一つである。その際に、本稿で定義した意識上の属性・属性値は YAMATO において定義されている物の属性・属性値と同等の抽象度で概念化を行っているため、特定の研究分野には依存せずにご利用することが可能であると考えられる。すなわち、本稿で提案した意識上の属性・属性値に関するオントロジー記述は色彩に対する感情的反応および同様の心理測定法が用いられる研究分野において汎用性を持つため、領域横断的に心の構造に関する概念を共有するための、一つの指針として利用価値があると考えられる。

具体的には、本研究取り上げた測定方法とは別の方法による心の構造に関する議論にも目を向けるということが可能である。例えば工業製品や建築物などの色彩配色のように、具体物の色彩を対象にした調査では面接や記述式の評価法によって心理的な反応の構造が議論されている。面接式の評価法としては評価グリッド法(旧称：レパトリリー・グリッド発展手法)[129] など、記述式の評価法としてはキャプション評価法 [52] などが挙げられる。これらによって得られた結果はしばしばカードに記載することで整理・管理され、カードピックアップ・モデル [64] などによって構造がモデル化されている。これまで構築してきたオントロジーの語彙概念を用いて、このモデルの構成要素を表現すると共に、それらの意味制約を明示的に記述することによって、より多くの色彩感情の知見を記述可能にすることが今後の課題として挙げられる。

また、他のオントロジーとの整合性を取り適用範囲を広げるための語彙の拡充も課題である。これまでに主観的データを取り扱ったオントロジーとして程度表現のオントロジー (DEX)¹が開発されている [31, 87]。このオントロジーは程度表現の間で程度値の概念を共有することが目的であり、評価対象の属性値との関係までは明確に記述することが出来ない。また、本研究で一部を扱った感情の概念については、Human Emotions Ontology (HEO)²が開発されており [21]、心理学における感情の概念を幅広く網羅しているが、メタデータが付与される対象の属性との関係までは定義されていない。そこで、本研究のオントロジー及び YAMATO を参照オントロジーとして利用し、それらのオントロジーとを結びつける語彙を定義することによって適切にマッピングすることが可能である。それによって、より広い対象領域において概念レベルでデータが共有されることが期待される。こうした適用範囲の拡大を図った上で、構築したオントロジーに基づいたインタラクションシステムを開発することで、実践的な場面でコンピュータと人間のより深いレベルでのインタラクションが実現されることを期待する。

¹<http://s-web.sfc.keio.ac.jp/intap-public/2008/03/dex>

²<http://www.semedia.dibet.univpm.it/heo>

謝辞

この研究を進めるにあたり、日頃よりご指導を賜りました早稲田大学人間科学学術院 松居辰則 教授に心より感謝申し上げます。修士課程から博士後期課程にわたり、研究活動だけでなくあらゆる面において温かく熱心なご指導を賜りました。ここに、重ねて感謝し厚く御礼申し上げます。また、学士課程の指導教員である早稲田大学人間科学学術院 戸川達男 元教授には修士課程以降も引き続き厳格なご指導を賜りました。この場を借りて深く感謝申し上げます。

本研究は筆者の修士課程および博士後期課程における研究成果をまとめたものであり、これまで色彩科学、学習科学、知識科学の諸先生方には議論の機会を幾度も頂戴し数多くのご助言とご指導を賜りました。とりわけ、色彩感情の研究成果をまとめるにあたっては、早稲田大学人間科学学術院 齋藤美穂 教授、京都大学工学研究科 石田泰一郎 准教授、帝京平成大学薬学部 枝川義邦 教授から適切なご指導ご助言を賜りました。さらに、オントロジーの構築に際しては、北陸先端科学技術大学院大学 溝口理一郎 教授、大阪大学産業科学研究所 來村徳信 准教授、古崎晃司 准教授、笹嶋宗彦 特任研究員、広島大学大学院工学研究科 林雄介 准教授をはじめとする多くの先生方に、学会や研究会で貴重なご助言を賜りました。あらためて感謝申し上げます。

修士課程の筆者が研究室へ配属されるのと時を同じくして研究室の助手に着任された、帝京大学ラーニングテクノロジー開発室 小島一晃 助教には研究に限らず日常的な相談にも乗っていただきました。また、研究室の同僚として切磋琢磨し、時には徹夜で議論に応じてくれた山内千尋氏、堀口祐樹氏、田和辻可昌氏をはじめとする研究室の皆様にもあわせて感謝いたします。

本研究の一部は、科学研究費補助金 特別研究員奨励費(10J05624)、若手研究(B)(25730170)、挑戦的萌芽研究(21650047)、基盤研究(B)(22300294)、基盤研究(B)(23300083)、早稲田大学特定課題研究助成費(2012A-908、2013A-6403)の助成を受けました。記して感謝いたします。

最後に、本研究の遂行と論文の執筆を陰ながら温かく見守ってくれた妻さちかに感謝します。

参考文献

- [1] Acee, T. W., Kim, H., Kim, H. J., Kim, J., Hsiang-Ning, R. C., Kim, M. and The Boredom Research Group: Academic Boredom In Under- and Over-challenging Situations, *Contemporary Educational Psychology*, Vol. 35, No. 1, pp. 17–27 (2010)
- [2] Arroyo, I., Cooper, D. G., Bursleson, W., Woolf, B. P., Muldner, K. and Christopherson, R.: Emotion Sensors Go To School, In *Proceedings of the 14th International Conference on Artificial Intelligence in Education*, pp. 17–24 (2009)
- [3] Baker, R. S. J. D., Corbett, A. T., Roll, I. and Koedinger, K. R.: Developing a Generalizable Detector of When Students Game the System, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, Vol. 18, No. 3, pp. 287–314 (2008)
- [4] Baker, R. S. J. D. and Yacef, K.: The State of Educational Data Mining in 2009: A Review and Future Visions, *Journal of Educational Data Mining*, Vol. 1, No. 1, pp. 3–17 (2009)
- [5] Barušs, I.: Metanalysis of definitions of consciousness, *Imagination, Cognition and Personality*, Vol. 6, No. 4, pp. 321–329 (1987)
- [6] Barušs, I.: Overview of consciousness research, *Informatica: An International Journal of Computing and Informatics*, Vol. 24, No. 2, pp. 269–273 (2000)
- [7] Beedie C.J. and Terry P.C. and Lane A. M.: Distinctions between emotion and mood, *Cognition and Emotion*, Vol. 19, No. 6, pp. 847–878 (2005)
- [8] Bradley, M.M. and Lang, P. J.: Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential, *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, Vol. 25, No. 1, pp. 49–59 (1994)
- [9] Cartwright J.H.: 進化心理学入門（鈴木光太郎，河野和明訳），新曜社（2005）
- [10] Cole M. and Scribner S.: 文化と思考—認知心理学的考察（若井邦夫訳），サイエンス社（1982）

- [11] Colman, A. M., Norris, C. E. and Preston, C. C.: Comparing rating scales of different lengths: Equivalence of scores from 5-point and 7-point scales, *Psychological Reports*, Vol. 80, pp. 355–362 (1997)
- [12] Coradeschi, S. and Saffiotti, A.: An introduction to the anchoring problem, *Robotics and Autonomous Systems*, Vol. 43, pp. 85–96 (2003)
- [13] Daoutis, M., Coradeschi, S. and Loutfi, A.: Grounding commonsense knowledge in intelligent systems, *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, Vol. 1, No. 4, pp. 311–321 (2009)
- [14] Daoutis, M., Coradeschi, S. and Loutfi, A.: Knowledge representation for anchoring symbolic concepts to perceptual data, In *Bridges between the methodological and practical work of the robotics and cognitive systems communities — from sensors to concepts*, Intelligent systems reference library, Springer (2012)
- [15] Donald, M.: *Origins of the Modern Mind*, Harvard University Press (1991)
- [16] Donald, M.: *Precis of Origins of the modern mind Three stages in the evolution of culture and cognition*, *Behavioral and Brain Sciences*, Vol. 16, pp. 737–791 (1993)
- [17] Donald, M.: 進化の優位性と模倣的言語起源, *科学*, Vol. 74, No. 7, pp. 878–881 (2004)
- [18] Evans D.: 感情 (遠藤利彦訳), 岩波書店 (2005)
- [19] Gao, X.-P. and Xin, J. H.: Investigation of human's emotional responses on colors, *Color Research and Application*, Vol. 31, No. 5, pp. 411–417 (2006)
- [20] Gao, X.-P., Xin, J. H., Sato, T., Hansuebsai, A., Scalzo, M., Kajiwara, K., Guan, S.-S., Valdeperas, J., Lis, M. J. and Billger, M.: Analysis of cross-cultural color emotion, *Color Research and Application*, Vol. 32, No. 3, pp. 223–229 (2007)
- [21] Grassi, M.: Developing HEO Human Emotion Ontology, In *Proceedings of BioID Multi-Comm 2009*, LNCS, vol. 5707, pp. 244–251 (2009)
- [22] Gruber, T. R.: A translation approach to portable ontology specifications, *Knowledge Acquisition*, Vol. 5, No. 2, pp. 199–220 (1993)
- [23] 原田昭: 感性の定義, 感性評価 2 (岡崎章編), 感性評価構造モデル構築特別プロジェクト研究組織, pp.41–47 (1999)

- [24] Harnad, S.: The symbol grounding problem, *Physica D: Nonlinear Phenomena*, Vol. 42, No. 1-3, pp. 335–346 (1990)
- [25] 橋本周司: 感性情報処理の諸相, 映像情報メディア学会誌, Vol. 52, No. 1, pp. 41–45 (1998)
- [26] 東中竜一郎, 大野健彦: 視線に基づく文書理解度測定法とその応用, 情報処理学会研究報告, Vol. 2003-HI-102, pp. 31–38 (2003)
- [27] 廣田豊彦, 伊藤潔, 熊谷敏, 吉田裕之: ドメイン分析とドメインモデリングの概説, 情報処理, Vol. 40, No. 12, pp.1173–1179 (1999)
- [28] 堀哲朗: 脳と情動, 共立出版 (1991)
- [29] 堀口祐樹, 小島一晃, 松居辰則: MRA を用いた学習者の Low-Level Interaction 特徴からの行き詰まりの推定手法, 第 58 回人工知能学会先進的学習科学と工学研究会, SIG-ALST-A903, pp. 1-6 (2010)
- [30] 堀田裕弘, 神田明典, 村井忠邦, 中嶋芳雄: 単色刺激における色彩感性値の推定と解析, 映像情報メディア学会誌, Vol. 52, No. 4, pp. 542–553 (1998)
- [31] 細見格: 程度表現オントロジの提案 (1) コンセプトと設計, 第 15 回セマンティックウェブとオントロジー研究会, SIG-SWO-A603-02 (2007)
- [32] 井口征士: 感性情報処理が目指すもの, 情報処理, Vol. 35, No. 9, pp. 792–798 (1994)
- [33] 井島勉: 美学, 創文社 (1958)
- [34] 井島勉: 芸術の世界—その鑑賞と理解, 創文社 (1964)
- [35] 今井倫太, 鳴海真里子: 人間の五感を利用したロボットとのコミュニケーションへの没入の実現, 計測自動制御学会論文集, Vol. 42, No. 4, pp. 342–350 (2006)
- [36] 石川誠一, 久保成毅, 古崎晃司, 來村徳信, 溝口理一郎: タスク・ドメインロールに基づくオントロジー構築ガイドシステムの設計と開発, 人工知能学会論文誌, Vol. 17, No. 5, pp. 585–597 (2002)
- [37] 伊藤久美子: 同一色相内の二色配色の感情効果, 日本色彩学会誌, Vol. 28, No. 1, pp. 3–15 (2004)

- [38] 伊藤久美子, 大山正: 異色相間の二色配色の感情効果, 日本色彩学会誌, Vol. 29, No. 4, pp. 291–302 (2005)
- [39] Johnston V.S.: 人はなぜ感じるのか? (長谷川真理子訳), 日経 BP 社 (2001)
- [40] 神原憲治, 伴郁美, 福永幹彦, 中井吉英: 身体感覚の気づきへのプロセスとバイオフィードバック, バイオフィードバック研究, Vol. 35, No. 1, pp. 19–25 (2008)
- [41] 加藤俊一, 酒井勝正: 感性エージェントとヒューマンメディアデータベースの研究開発—感性工房, システム/制御/情報, Vol. 42, No. 5, pp. 253–259 (1998)
- [42] 加藤俊一: 感性によるアプローチ, 岩波講座マルチメディア情報学 8 情報の構造化と検索 (西尾章治郎ほか編), 岩波書店 (2008)
- [43] 加藤俊一: 視覚感性の工学的なモデル化とその情報提供サービスへの応用日本画像学会誌, Vol. 47, No. 3, pp. 183–188 (2008)
- [44] 加藤雪枝: 2色配色に対する心理的及び生理的反応, 日本色彩学会誌, Vol. 29, No. 3, pp. 210–219 (2005)
- [45] 木村一郎, 武井努, 黒江康明: ニューラルネットワークによる色感性の実現, 計測自動制御学会論文集, Vol. 32, No. 2, pp. 224–230 (1996)
- [46] 木村重信: 美術の始源, 新潮社 (1971)
- [47] 北村英哉: 感情研究の最新理論—社会的認知の観点から, 感情心理学研究, Vol. 16, No. 2, pp. 156–166 (2008)
- [48] 來村徳信, 笠井俊信, 吉川真理子, 高橋賢, 古崎晃司, 溝口理一郎: オントロジーに基づく機能的知識の体系的記述とその機能構造設計支援における利用, 人工知能学会論文誌, Vol. 17, No. 1, pp. 73–84 (2002)
- [49] 來村徳信: 工学ドメインオントロジー, 人工知能学会論文誌, Vol. 19, No. 2, pp. 179–186 (2004)
- [50] Klein R.G. and Edgar B.: 5 万年前に人類に何が起きたか?—意識のビッグバン (鈴木淑美訳), 新書館 (2004)
- [51] 木幡順三: 美意識論 付 作品の解釈, 東京大学出版会 (1986)

- [52] 古賀誉章, 高明彦, 宗方淳, 小島隆矢, 平手小太郎, 安岡正人: キャプション評価法による市民参加型景観調査—都市景観の認知と評価の構造に関する研究 その1, 日本建築学会計画系論文集, No. 517, pp. 79–84 (1999)
- [53] Kozaki, K., Kitamura, Y., Ikeda, M. and Mizoguchi, R.: Development of an environment for building ontologies which is based on a fundamental consideration of “Relationship” and “Role”, In *Proceedings of the Sixth Pacific Knowledge Acquisition Workshop*, pp. 205–221 (2000)
- [54] 古崎晃司: ドメインオントロジーの構築と利用, 情報知識学会誌, Vol. 19, No. 4, pp.296–305 (2009)
- [55] 楠見孝: 共感覚に基づく形容表現の理解過程について—感覚形容語の通様相的修飾—, 心理学研究, Vol. 58, No. 6, pp. 373–380 (1988)
- [56] Lang, P. J.: Behavioral treatment and bio-behavioral assessment: computer applications, In Sidowski, J. B., Johnson, J.H., and Williams, T.A. (Ed.) *Technology in Mental Health Care Delivery Systems* Ablex Publishing, Norwood (1980)
- [57] Leary M. R. and Buttermore N. R.: The Evolution of the Human Self: Tracing the Natural History of Self-Awareness, *Journal for the Theory of Social Behavior*, Vol. 33, No. 4, pp. 365–404 (2003)
- [58] Leder, H., Belke, B., Oeberst, A. and Augustin, D.: A Model of Aesthetic Appreciation and Aesthetic Judgments, *British Journal of Psychology*, Vol. 95, No. 4, pp. 489–508 (2004)
- [59] 李侖珍, 小林光夫, 側垣博明: 2色配色の“美しさ”とメトリック知覚量の関係, 日本色彩学会誌, Vol. 34, No. 2, pp. 131–142 (2010)
- [60] Lewis, M.: 恥の心理学 傷つく自己 (高橋恵子, 上淵寿, 遠藤利彦, 坂上裕子訳), ミネルヴァ書房 (1997)
- [61] Lipps, T.: 心理学原論 (大脇義一訳), 岩波書店 (1932)
- [62] Lpez, J. M., Gil, R., Garca, R., Cearreta, I. and Garay, N.: Towards an Ontology for Describing Emotions, In M.D. Lytras et al. (Eds.) *Emerging Technologies and Information Systems for the Knowledge Society*, LNCS 5288, pp. 96–104, Springer (2008)

- [63] 槇究: 印象評価解析における因子分析の使用法, 「印象の工学」とはなにか (大澤光編著), 丸善プラネット (2000)
- [64] 槇究, 乾正雄, 中村芳樹: 街路景観の評価構造モデル—カードピックアップ・モデルの提案, 日本建築学会環境系論文集, No. 568, pp. 95–102 (2003)
- [65] 槇究, 田中奈苗, 留目真由香: 読みやすさと配色の良さの両立—文字色と背景色の組み合わせの評価, 日本色彩学会誌, Vol. 29, No. 1, pp. 2–13 (2005)
- [66] 槇究, 渡部裕子, 飯島祥二: 単色の印象評価—背景色と個人差に着目して—, 日本色彩学会誌, Vol. 31, No. 1, pp. 2–13 (2007)
- [67] Masuya, H., Gkoutos, G. V., Tanaka, N., Waki, K., Okuda, Y., Kushida, T., Kobayashi, N., Doi, K., Kozaki, K., Hoehndorf, R., Wakana, S., Toyoda, T. and Mizoguchi R.: An Advanced Strategy for Integration of Biological Measurement Data In *Proceedings of 2nd International Conference on Biomedical Ontology*, pp. 79–86 (2011)
- [68] 増山英太郎, 小林茂雄: センソリー・エバリュエーション—官能検査へのいざない—, 垣内出版 (1989)
- [69] 増山英太郎: 感性と計量化, 品質, Vol. 21, No. 2, pp. 79–88 (1991)
- [70] 松田豊: 色彩のデザイン, 朝倉書店 (1995)
- [71] 松居辰則, 小島一晃, 村松慶一: 知的メンタリングシステム構築に向けた学習者の行動情報と心的状態の関係に関する実験的検討, 第 64 回先進的学習科学と工学研究会, SIG-ALST-B103-01, pp. 1–6 (2012)
- [72] 松山隆司: 感性情報処理のパラダイム, 感性の科学 感性情報処理へのアプローチ (辻三郎編), サイエンス社 (1997)
- [73] McBrearty, S. and Brooks, A.: The Revolution That Wasn't—a New Interpretation of the Origin of Modern Human Behavior, *Journal of Human Evolution*, Vol. 39, No. 5, pp. 453–563 (2000)
- [74] Mehrabian, A.: Measures of individual differences in temperament, *Educational and Psychological Measurement*, Vol. 38, No. 4, pp. 1105–1117 (1978)
- [75] 湊幸衛, 小北篤: 単色色彩感情の数式化, 照明学会雑誌, Vol. 61, No. 9, pp. 560–563 (1977)

- [76] Mithen, S.: 心の先史時代 (松浦俊輔, 牧野美佐緒訳), 青土社 (1998)
- [77] Mizoguchi, R., Vanwelkenhuysen, J. and Ikeda, M.: Task ontology for reuse of problem solving knowledge, In *Proceedings of Knowledge Building & Knowledge Sharing 1995*, pp. 46–59, (1995)
- [78] 溝口理一郎: 形式と内容—内容指向人工知能研究の勧め—, 人工知能学会誌, Vol. 11, No. 1, pp. 50–59 (1996)
- [79] 溝口理一郎, 池田満: オントロジー工学序説—内容指向研究の基盤技術と理論の確立を目指して, 人工知能学会誌, Vo. 12, No. 4, pp. 559–569 (1997)
- [80] 溝口理一郎: オントロジー研究の基礎と応用, 人工知能学会誌, Vo. 14, No. 6, pp. 977–988 (1999)
- [81] 溝口理一郎: オントロジーと知識処理, *Bit*, Vo. 32, No. 2, pp. 21–27 (2000)
- [82] Mizoguchi, R.: Tutorial on Ontological Engineering Part 1: Introduction to Ontological Engineering, *New Generation Computing*, Vol. 21, No. 4, pp. 365–384 (2003)
- [83] Mizoguchi, R.: Tutorial on ontological engineering - Part 3: Advanced Course of Ontological Engineering, *New Generation Computing*, Vol. 22, No. 2, pp. 193–220 (2004)
- [84] 溝口理一郎: 知の科学 オントロジー工学 (人工知能学会編), オーム社 (2005)
- [85] Mizoguchi, R.: YAMATO: Yet Another More Advanced Top-level Ontology, In *Proceedings of the Sixth Australasian Ontology Workshop*, pp. 1–16 (2010)
- [86] 森典彦, 田中英夫, 井上勝雄: ラフ集合と感性-データからの知識獲得と推論, 海文堂出版 (2004)
- [87] 森田幸伯: 程度表現オントロジーの提案 (2) 情報家電での適用例, 第 15 回セマンティックウェブとオントロジー研究会, SIG-SWO-A603-03 (2007)
- [88] Muldner, K., Christopherson, R., Atkinson, R. and Bursleson W.: Investigating the Utility of Eye-Tracking Information on Affect and Reasoning for User Modeling, In *Proceedings of the 17th International Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*, pp. 138-149 (2009)

- [89] Muramatsu, K., Togawa, T., Kojima, K. and Matsui, T.: Ontological Approach to a Structure of Color Emotion: Description of Relationships among Rating Scales, In *Proceedings of Midterm Meeting of the International Colour Association (AIC 2011)*, pp. 597–600 (2011)
- [90] Myrgiotti, E. V., Chouvardas, V. G. and Miliou, A. N.: Ontological representation of tactile information for software development, *Applied Ontology*, Vol. 4, No. 2, pp. 139–167 (2009)
- [91] 中村和晃, 角所考, 村上正行, 美濃導彦: e-learning における学習者の顔動作観測に基づく主観的難易度の推定, *電子情報通信学会論文誌*, Vol. J93-D, No. 5, pp. 568–578 (2010)
- [92] Neisser, U.: *Cognition and Reality*, W.H. Freeman and Company (1976)
- [93] Neisser U.: Five Kinds of Self-knowledge, *Philosophical Psychology*, Vol. 1, No. 1, pp. 35–59 (1988)
- [94] 西田虎一: 色彩心理学, 造形社 (1981)
- [95] 西田豊明: 人工知能研究半世紀の歩みと今後の課題, *情報管理*, Vol. 55, No. 7, pp. 461–471 (2012)
- [96] Nosu, K. and Kurokawa, T.: A Multi-Modal Emotion-Diagnosis System to Support e-Learning, In *Proceedings of the First International Conference on Innovative Computing, Information and Control*, Vol. 2, pp. 274–278 (2006)
- [97] Ogawa, K., Muramatsu K. and Matsui T.: Construction of Simulation for Kansei Evaluation of Colors by Using Linked Multiple Neural Networks In *Proceedings of Midterm Meeting of the International Colour Association (AIC 2011)*, pp. 613–616 (2011)
- [98] 及川晴, 及川昌典, 青林唯: 感情誤帰属手続きによる潜在目標の測定—潜在および顕在目標による日常行動の予測, *教育心理学研究*, Vol. 57, No. 2, pp. 192–200 (2009)
- [99] 岡田直之: 自然言語および図形理解のための属性概念の分類—形容詞における要素的概念—, *情報処理学会論文誌*, Vol. 26, No. 1, pp. 25–31 (1985)
- [100] 大森正子, 橋本令子, 加藤雪枝: 色彩刺激に対する心理評価と生理反応評価, *日本色彩学会誌*, Vol. 26, No. 2, pp. 50–63 (2002)
- [101] Ong, W. J.: 声の文化と文字の文化 (林正寛, 糟谷啓介, 桜井直文訳), 藤原書店 (1991)
- [102] 鬼丸吉弘: 原初の造形思考, 勁草書房 (1985)

- [103] 大野健彦: 視線から何が分かるか—視線測定に基づく認知処理の解明, *認知科学*, Vol. 9, No. 4, pp. 565–579 (2002)
- [104] Osgood, C. E., Suci, G.J. and Tannenbaum, P.: *The measurement of meaning*, University of Illinois Press (1957)
- [105] Ou, L.-C., Luo, M. R., Woodcock, A. and Wright, A.: A study of colour emotion and colour preference. Part I: Colour emotions for single colours, *Color Research and Application*, Vol. 29, No. 3, pp. 232–240 (2004)
- [106] Ou, L.-C. and Luo, M. R.: A colour harmony model for two-colour combinations, *Color Research and Application* Vol. 31, No. 3, pp. 191–204 (2006)
- [107] Ou, L.-C., Luo, M. R. and Cui, G.: A Colour Design Tool Based on Empirical Studies, In *Undisciplined! Design Research Society Conference 2008*, pp. 16–19 (2009)
- [108] Ou, L.-C., Luo, M. R., Sun, P.-L., Hu, N.-C., Chen, H.-S., Guan, S.-S., Woodcock, A., Caivano, J. L., Huertas, R., Tremeau, A., Billger, M., Izadan, H. and Richter, K.: A cross-cultural comparison of colour emotion for two-colour combinations, *Color Research and Application*, Vol. 37, No. 1, pp. 23–43 (2012)
- [109] Oyama, T., Tanaka, Y. and Chiba, Y.: Affective dimensions of color: A cross-cultural study, *Japanese Psychological Research*, Vol. 4, No. 2, pp. 78–91 (1962)
- [110] 大山正, 田中靖政, 芳賀純: 日米学生における色彩感情と色彩象徴, *心理学研究*, Vol. 34, No. 3, pp. 109–121 (1963)
- [111] 大山正: 色彩調和か配色効果か: 心理学の立場から, *日本色彩学会誌*, Vol. 25, No. 4, pp. 283–287 (2001)
- [112] 朴鎮衛, 赤堀彰彦, 宗本順三, 松下大輔: VR を用いた感性評価に基づくファサード形態要素の組合せ推論の研究—産寧坂伝統的建造物群保存地区の町並みを対象として, *日本建築学会計画系論文集*, Vol. 74, No. 636, pp. 363–370 (2009)
- [113] Payne, B.K., Cheng, S.M., Govorun, O. and Stewart, B.D.: An Inkblot for Attitudes: Affect Misattribution as Implicit Measurement, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 89, No. 3, pp. 277–293 (2005)

- [114] Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W. and Perry, R. P.: Academic Emotions in Students' Self-Regulated Learning and Achievement: A Program of Qualitative and Quantitative Research, *Educational Psychologist*, Vol. 37, No. 2, pp. 91–105 (2002)
- [115] Pekrun, R.: The Control-Value Theory of Achievement Emotions: Assumptions, Corollaries, and Implications for Educational Research and Practice, *Educational Psychology Review*, Vol. 18, No. 4, pp. 315–341 (2006)
- [116] Pekrun, R., Goetz, Frenzel, A. C., Barchfeld, P. and Perry, R. P.: Measuring Emotions in Students' Learning and Performance: The Achievement Emotions Questionnaire (AEQ) *Contemporary Educational Psychology*, Vol. 36, No. 1, pp. 36–48 (2011)
- [117] Picard, R. W.: *Affective Computing*, The MIT Press (1997)
- [118] Posner, J., Russell, J. A. and Peterson, B. S.: The circumplex model of affect: An integrative approach to affective neuroscience, cognitive development, and psychopathology, *Development and Psychopathology*, Vol. 17, No. 3, pp.715–734 (2005)
- [119] Premack, D. and Premack, A., 心の発生と進化—チンパンジー、赤ちゃん、ヒト (長谷川寿一, 鈴木光太郎訳), 新曜社 (2005)
- [120] Reber, R., Schwarz, N. and Winkielman, P.: Processing Fluency and Aesthetic Pleasure: Is Beauty in the Perceiver's Processing Experience?, *Personality and Social Psychology Review*, Vol. 8, No. 4, pp. 364–382 (2004)
- [121] リーブス, B., ナス, C.: 人はなぜコンピューターを人間として扱うか—「メディアの等式」の心理学 (細馬宏通訳), 翔泳社 (2001)
- [122] Romero, C. and Ventura, S.: Educational Data Mining: A Survey from 1995 to 2005, *Expert Systems with Applications*, Vol. 33, pp. 135–146 (2007)
- [123] Rosenbaum R.S., Stuss D.T., Levine B. and Tulving E.: Theory of Mind Is Independent of Episodic Memory, *Science*, Vol. 318, No. 5854, p.1257 (2007)
- [124] Russell, J. A.: Core affect and the psychological construction of emotion, *Psychological Review*, Vol. 110, No. 1, pp.145–172 (2003)
- [125] 齋藤篤史, 宗本順三, 松下大輔: オントロジーを用いた伝統的ファサードの概念の表現方法の研究—産寧坂伝統的建造物群保存地区を事例として, 総合論文誌, No. 4, pp. 101–105 (2006)

- [126] 坂本英彦, 松原斎樹, 藏澄美仁, 合掌顕, 土川忠浩: 眼球運動測定装置を用いた hue-heat 説の検討—室温・色彩からなる複合環境が人の注視行動に与える影響 その 1—, 日本建築学会計画系論文集, No. 615, pp. 9–14 (2007)
- [127] 坂田哲夫, 堤陽子, 鶴鉄雄, 芳西崇, 木本晴夫: デザイン用語を用いた配色の印象, 日本色彩学会誌, Vol. 27, No. 3, pp.176–187 (2003)
- [128] Salvucci, D. D.: An Integrated Model of Eye Movements and Visual Encoding, *Journal of Cognitive Systems Research*, Vol. 1, No. 4, pp. 201–220 (2001)
- [129] 讚井純一郎, 乾正雄: 認知心理学に基づく住環境評価に関する研究 (1) —レポーター・グリッド発展手法による住環境評価構造の抽出, 日本建築学会計画系論文報告集, No. 367, pp. 15–22 (1986)
- [130] 笹島宗彦, 來村徳信, 長沼武史, 倉掛正治, 溝口理一郎: タスクオントロジを用いたサービス利用のためのモバイル環境下消費者行動知識の記述, 2005 年度人工知能学会全国大会予稿集, 2D2-01 (2005)
- [131] 笹島宗彦, 來村徳信, 藤井邦浩, 倉掛正治, 溝口理一郎: モバイルサービス利用者の行動モデル記述のためのタスクオントロジ構築の試み—テーマパークを例題として—, 2006 年度人工知能学会全国大会予稿集, 3B4-1 (2006)
- [132] 笹島宗彦, 來村徳信, 長沼武史, 倉掛正治, 溝口理一郎: モバイルサービスのタスク指向型メニュー搭載を目指して—ユーザ行動モデル記述方式とその利用についての一考察—, 知能と情報, Vol. 20, No. 2, pp. 171–189 (2008)
- [133] 佐藤昌子, 皆川基, 吉川研一: 形状と色彩の感情効果に関する研究 (第 2 報): その 1. 単色の感情効果とその色の幾何学文様に配色した場合の感情に及ぼす色面積の影響, 日本色彩学会誌, Vol. 20, No. 2, pp. 41–55 (1996)
- [134] 佐藤仁人: 生活空間に関連するプロダクトの色彩イメージに関する研究, 日本建築学会環境系論文集, No. 597, pp. 19–26 (2005)
- [135] 佐藤仁人: 住宅インテリアの色彩イメージに関する研究: 年齢層に着目したインテリア要素, 外壁および単色色票の色彩イメージの比較, 日本建築学会環境系論文集, Vol. 73, No. 628, pp. 707–713 (2008)

- [136] Schwarz, N. and Clore, G.L.: Mood, Misattribution and Judgments of Well Being: Informative and Directive Functions of Affective States, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 45, No. 3, pp. 513–523 (1983)
- [137] Schwarz, N. and Clore, G. L.: Feelings and Phenomenal Experiences, In E. T. Higgins & A. Kruglanski (eds.) *Social Psychology Handbook of Basic Principles Second Edition*, pp.385–407, Guilford (2007)
- [138] Sivik, L.: Color systems for cognitive research, In Hardin, C. L., and Maffi L. (Ed.) *Color categories in thought and language*, pp.163-193, Cambridge University Press (1997)
- [139] Solli, M. and Lenz, R.: Color emotions for multi-colored images, *Color Research and Application*, Vol. 36, No. 3, pp. 210–221 (2011)
- [140] Suk, H.-J. and Irtel, H.: Emotional response to color across media, *Color Research and Application*, Vol. 35, No. 1, pp. 64–77 (2010)
- [141] 住田光平, 來村徳信, 笹嶋宗彦, 高藤淳, 溝口理一郎: オントロロジー工学に基づくサービスの本質的性考察, 人工知能学会論文誌, Vol. 27, No. 3, pp. 176–192 (2012)
- [142] 鈴木継美, 大塚柳太郎, 柏崎浩: 人類生態学, 東京大学出版会 (1990)
- [143] 高木啓伸: 視線の移動パターンに基づくユーザの迷いの検出 -効果的な作業支援を目指して-, 情報処理学会論文誌, Vol. 41, No. 5, pp. 1317–1327 (2000)
- [144] 高久雅生, 寺井仁, 江草由佳, 齋藤ひとみ, 三輪眞木子, 神門典子: Web 情報探索における視線データの予備的分析, 情報知識学会誌, Vol. 18, No. 2, pp. 181–188 (2008)
- [145] 高津麻井, 加藤雪枝: カラーイメージの空間構成における日韓女子学生間の比較研究, 日本色彩学会誌, Vol. 25, No. 2, pp. 71–80 (2001)
- [146] 武田竜弥: 感性の社会的アプローチ, 感性工学研究論文集, Vol. 6, No. 2, pp. 67–72 (2006)
- [147] 竹内勇剛: HAI におけるメディアイクエーション, 人工知能学会誌, Vo. 24, No. 6, pp. 824–832 (2009)
- [148] 垂見晋也, 古崎晃司, 來村徳信, 溝口理一郎: 性質データの相互運用のための性質・属性・特性に関する考察—ナノテク材料分野の性質記述を例として—, 人工知能学会論文誌, Vol. 25, No. 5, pp. 579–592 (2010)

- [149] 寺井仁, 三輪和久, 古賀一男: 仮説空間とデータ空間の探索から見た洞察問題解決過程, *認知科学*, Vol. 12, No. 2, pp. 74–88 (2005)
- [150] Thieme, H.: Lower Palaeolithic hunting spears from Germany, *Nature*, Vol. 385, pp. 807–810 (1997)
- [151] 戸川達男: 動物の生き方 人間の生き方 人間科学へのアプローチ, コロナ社 (2004)
- [152] Togawa T.: An Approach to Scientific Understanding of Mind by Defining a Set of All Possible Contents of Consciousness, *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, Vol. 26, No. 1, pp. 5–20 (2006)
- [153] 戸川達男: 動物の心 人間の心 科学はまだ心をとらえていない, コロナ社 (2008)
- [154] 往住彰文: 感情の計算モデル, 岩波講座認知科学 6 情動 (伊藤正男ほか編), 岩波書店 (1994)
- [155] 往住彰文: 認知科学と感性工学—知識計算から感性計算への拡張—, *日本機械学会誌*, Vol. 102, No. 965, pp. 203–205 (1999)
- [156] Tomasello, M.: 心とことばの起源を探る (大堀壽夫, 中澤恒子, 西村義樹, 本多啓訳), 勁草書房 (2006)
- [157] 辻 三郎: 感性の科学—感性情報処理へのアプローチ—, サイエンス社 (1997)
- [158] 植野真臣: eラーニングにおける所要時間データの異常値オンライン検出, *電子情報通信学会論文誌*, Vol. J90-D, No. 1, pp. 40–51 (2007)
- [159] 内海彰, 堀浩一, 大須賀節雄: 自然言語処理のための形容詞の意味表現, *人工知能学会誌*, Vol. 8, No. 2, pp. 192–200 (1993)
- [160] Vauclair, J.: 動物のころを探る かれらはどのように<考える>か (鈴木光太郎, 小林哲生訳), 新曜社 (1999)
- [161] Valdez, P. and Mehrabian A.: Effects of Color on Emotions, *Journal of Experimental Psychology General*, Vol. 123, No. 4, pp. 394–409 (1994)
- [162] 脇山孝貴, 吉高淳夫, 平嶋宗: 注目の検出に基づいた興味モデルの作成と絵画推薦, *情報処理学会論文誌*, Vol. 48, No. 3, pp. 1048–1057 (2007)
- [163] Wilson, E. O.: 人間の本性について (岸由二訳), 筑摩書房 (1997)

- [164] Wilson, E. O.: 知の挑戦 科学的知性と文化的知性の統合 (山下篤子訳), 角川書店 (2002)
- [165] 山鳥重: 情動の神経心理学, 岩波講座認知科学 6 情動 (伊藤正男ほか編), 岩波書店 (1994)
- [166] 山鳥重: 感情 認知活動の土壌 (感情の神経心理学), 神経心理学, Vol. 18, No. 1, pp. 41–48 (2002)
- [167] 山本正男: 改訂増補 美の思索—一般美学, 美術出版社 (1973)
- [168] 山本正男: 感性の論理 様式の根源にふれて: 美学, Vol. 30, No. 1, pp. 1–15 (1979)

付録 用語説明

analysis-by-synthesis

人間の知覚を bottom-up と top-down の二つのプロセスから説明する [92] による cyclic model に由来し，人工知能研究における「作ること (synthesis) を通して本質を理解する (analysis)」考え方を指す。また，視覚や聴覚の情報処理をモデル化する際に逐次近似によってそのモデルのパラメータを決定する手法の名称として知られている。本研究では前者の意味で用いている。

美的体験

美学において，優美，悲壮，崇高，滑稽などを総括した概念を“美的”と表し，その美的なものを意識において生産する，直接的な心的過程を総括した概念を美的体験と呼ぶ [167]。

content space

「意図性によって特徴付けられた、すべての主観的な気づきと、行動によって証拠づけられた、状況の形式知、精神的状態ないし活動 [152]」と定義される概念空間である。この定義によって捉えられる心とは，脳の活動に支えられて生じている意識の内容すべてである。この意識の内容は言語表現を介してアクセス可能であるため心の内容としてみなされる一方で，脳における生理的反応や神経的活動は意識することが出来ないことから心の内容に含まれず，content space の神経的側面として理解される。心をこのように捉えることの最大の利点は，content space の神経的側面と精神的側面として心身問題による縛りを回避出来ることと，言語的アクセスにより心の世界の探求を容易にすることの二点である。

ドメインモデル

システムを構成する要素とその関係を表した概念モデル。來村 [49] は「対象世界に存在するものとそれらの挙動の記述」に加えて，「対象とする情報にどのような内容が含まれているかを表すような弱い意味」でもドメインモデルを捉えている。

感情誤帰属手続き ある対象物に対する感情を評価する際に、別のものを評価対象として取り違えて認識することを誤帰属 (misattribution) と呼ぶ [47]。これを利用し、先行して呈示された刺激の感情価を、後続のニュートラルな刺激に誤帰属された感情反応から特定する方法を感情誤帰属手続き (affect misattribution procedure)[113] と呼ぶ。回答者が意識することができることについて質問紙や内省報告によって測定される態度を顕在的態度と呼び、自分では意識することができない態度を潜在的態度と呼ぶ。潜在的態度の測定方法として感情誤帰属手続きの他に IAT(implicit association test) が知られている。

オントロジー オントロジーとは、人間と計算機の両者から理解可能な知識記述のための共通基盤であり、「対象世界をどのように捉えたか（概念化したか）を明示し、一貫性を持って知識（インスタンスモデル）を記述するための共通概念や規約を提供するもの [54]」である。問題解決(タスク)に関する知識記述のためのタスクオントロジーと、対象(ドメイン)に関する知識記述のためのドメインオントロジーに分けて捉えられる。また、哲学的な考察の深さを重視したものをヘビーウェイト (heavy weight) オントロジー、利用しやすさを重視したものをライトウェイト (light weight) オントロジーと呼ぶことがある。

タスクフロー フローチャートを用いて問題解決(タスク)の手順を記述したものである。人間の行動におけるタスクについては、人工物の機能を記述する方式 [48] に基づいて、達成したいこととその方式を交互に記述する知識表現が提案されている [130]。本研究のタスクフローでは、タスクを構成する部分タスクとそれを達成する方式を記述している。

YAMATO → Yet Another More Advanced Top-level Ontology

Yet Another More Advanced Top-level Ontology

和製の上位オントロジーである。他の主要な上位オントロジーでそれぞれ定義されている性質に関する概念の相互関係が、属性と量という概念によって明確に定義されている。また、表現に関する諸概念やプロセスとイベントの区別などが特徴である。

研究業績

- 学術雑誌 (査読有り)

- 1) Keiichi MURAMATSU, Tatsuo TOGAWA, Kazuaki KOJIMA, Tatsunori MATSUI: Structural Equation Modeling for Relationships between Color Attributes and Dimensions of Emotional State, *International Journal of Affective Engineering*, Vol. 12, No. 2, pp. 251–257 (2013)
- 2) Yuka NOJO, Keiichi MURAMATSU, Kazuaki KOJIMA, Tatsunori MATSUI: The Effects of Motif Composition on Impressions of Paintings — In the Case of Katsushika Hokusai’s “Thirty-Six Views of Mount Fuji”-, *International Journal of Affective Engineering*, Vol. 12, No. 2, pp. 127–133 (2013)
- 3) 三宅明日香, 山内千尋, 村松慶一, 小島一晃, 松居辰則: 行動情報の時系列解析による演奏者間コミュニケーションモデルの構築, 日本感性工学会論文誌, Vol. 12, No. 3, pp. 415–423 (2013)
- 4) 小島一晃, 村松慶一, 松居辰則: 多肢選択問題の回答における視線の選択肢走査の実験的記述, 教育システム情報学会誌 (採録決定)
- 5) 山内千尋, 黒川裕加里, 村松慶一, 堀口祐樹, 小島一晃, 松居辰則: 書道の運筆に着目した感情表出手法の検討, 日本感性工学会論文誌, Vol. 11, No. 3, pp. 491–494 (2012)
- 6) 村松慶一, 戸川達男, 小島一晃, 松居辰則: 印象に関する知識記述のための感情誤帰属手続きを用いた特性の抽出, 日本感性工学会論文誌, Vol. 10, No. 2, pp. 231–238 (2011)
- 7) 村松慶一, 松居辰則: コンテントスペースの概念に基づく美的感性と心の構造の理解, 日本感性工学会論文誌, Vol. 8, No. 3, pp. 819–828 (2009)

- 国際会議 (査読有り)

- 1) Keiichi MURAMATSU, Kazuaki KOJIMA, Tatsunori MATSUI: Ontological Organization of Academic Emotions toward Knowledge Description and Management

- about Learners Mental States, In *Proceedings of the 21st International Conference on Computers in Education (ICCE2013)*, pp. 145–150 (2013)
- 2) Yoshimasa TAWATSUJI, Keiichi MURAMATSU, Kazuaki KOJIMA, Tatsunori MATSUI: Explanation for Human Sensitive Response to a Humanlike Agent Focusing on Amygdalar Function, In *The 1st International Conference on Human-Agent Interaction*, II-p20 (2013)
 - 3) Keiichi MURAMATSU, Kazuaki KOJIMA, Tatsunori MATSUI: Ontological Descriptions for Eye Movement Data and Mental States in Taking Computer-based Multiple-Choice Tests, In *Proceedings of the 20th International Conference on Computers in Education (ICCE2012)*, pp. 33–40 (2012)
 - 4) Kazuaki KOJIMA, Keiichi MURAMATSU, Tatsunori MATSUI: Experimental Study toward Estimation of a Learner Mental State from Processes of Solving Multiple Choice Problems Based on Eye Movements, In *Proceedings of the 20th International Conference on Computers in Education (ICCE2012)*, pp. 81–85 (2012)
 - 5) Tatsunori MATSUI, Yoko TANEMURA, Keiichi MURAMATSU, Kazuaki KOJIMA, Miho SAITO: Supporting System for Color Coordination of Bridal Space Using Genetic Algorithm, In *Proceedings of Interim Meeting of the International Colour Association (AIC2012)*, pp. 246–249 (2012)
 - 6) Keiichi MURAMATSU, Tatsuo TOGAWA, Kazuaki KOJIMA, Tatsunori MATSUI: Structural Equation Modeling for Relationships Between color Attributes and Dimensions of Emotional State, In *Proceedings of the International conference on kansei engineering and emotion research (KEER2012)*, pp. 291–296 (2012)
 - 7) Yuka NOJO, Keiichi MURAMATSU, Kazuaki KOJIMA, Tatsunori MATSUI: The Effects of Motif Composition on Impressions of Paintings: In the case of Katsushika Hokusai's "Thirty-six views of Mount Fuji", In *Proceedings of the International Conference on Kansei Engineering and Emotion Research (KEER2012)*, pp. 139–144 (2012)
 - 8) Keiichi MURAMATSU, Tatsuo TOGAWA, Kazuaki KOJIMA, Tatsunori MATSUI: Ontological Approach to a Structure of Color Emotion: Description of Relationships among Rating Scales, In *Proceedings of the Midterm Meeting of the International Colour Association (AIC2011)*, pp. 597–600 (2011)

- 9) Koji OGAWA, Keiichi MURAMATSU, Tatsunori MATSUI: Construction of Simulation for Kansei Evaluation of Colors by Using Linked Multiple Neural Networks, In *Proceedings of the Midterm Meeting of the International Colour Association (AIC2011)*, pp. 613–616 (2011)
 - 10) Keiichi MURAMATSU, Tatsuo TOGAWA, Kazuaki KOJIMA and Tatsunori MATSUI: Proposal of A Framework to Share Knowledge About Consumer 's Impressions, In *Proceedings of the 3rd International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART2011)*, pp. 388–393 (2011)
 - 11) Keiichi MURAMATSU, Tatsuo TOGAWA, Kazuaki KOJIMA and Tatsunori MATSUI: Content-oriented Approach to Knowledge Description of Aesthetic Experience, *Proceedings of the Kansei Engineering and Emotion Research International Conference (KEER2010)*, pp. 856–865 (2010)
- 国内学会・研究会 (査読無し)
 - 1) 村松慶一, 松居辰則: Academic Emotions の概念に基づいた学習者の心的状態に関するオントロジー記述の試み, 第 15 回日本感性工学会大会, E-63 (2013)
 - 2) 青木三枝, 村松慶一, 小島一晃, 松居辰則: 画像イメージ伝達時におけるオノマトペ (擬音・擬態語) の伝達と伝達度に関する考察, 第 15 回日本感性工学会大会, D-65 (2013)
 - 3) 高松美也子, 村松慶一, 小島一晃, 松居辰則: 音声に付加される伝達支援情報としての「間 (ま)」, 第 15 回日本感性工学会大会, D-64 (2013)
 - 4) 高島佑典, 村松慶一, 小島一晃, 松居辰則: 演技経験の差に着目した朗読上達のための支援に関する考察, 第 15 回日本感性工学会大会, D-61 (2013)
 - 5) 田和辻可昌, 村松慶一, 小島一晃, 松居辰則: 扁桃体と海馬の機能に着目した人型エージェントにおける不気味さ誘発のモデル化, 第 15 回日本感性工学会大会, D-32 (2013)
 - 6) 田和辻可昌, 村松慶一, 小島一晃, 松居辰則: 感情の二重経路と海馬に着目した不気味の谷発生メカニズムのモデル化の試み, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 113, No. 185, HCS2013-40, pp. 39–44 (2013)
 - 7) 村松慶一, 小島一晃, 松居辰則: Control-value theory に基づく学習者の心的状態の構造化, 第 68 回先進的学習科学と工学研究会, SIG-ALST-B301-04, pp. 19–22 (2013)

- 8) 小島一晃, 村松慶一, 松居辰則: 汎用デバイスからのリソースを用いた多肢選択問題解答時の確信の推定手法の検討, 第 27 回日本人工知能学会全国大会, 4J1-OS-23-6 (2013)
- 9) 村松慶一, 小島一晃, 松居辰則: 学習者の心的状態に関する知識記述と管理に向けた Academic Emotion の概念整理, 第 27 回日本人工知能学会全国大会, 4J1-OS-23-1 (2013)
- 10) 田原紫, 村松慶一, 松居辰則, 齋藤美穂: カラーカードとディスプレイにおける色彩感情に関する因子構造の比較, 日本色彩学会誌, Vol. 37, No. 3, pp. 304–305 (2013)
- 11) 伊沢浩志, 村松慶一, 小島一晃, 松居辰則: スポーツ紙一面における新聞記事の見出し文字配色が記事内容の理解に及ぼす影響に関する定量的分析, 日本色彩学会誌, Vol. 37, No. 3, pp. 302–303 (2013)
- 12) 松居辰則, 小島一晃, 村松慶一: 知的メンタリングシステム構築に向けた学習者の行動情報と心的状態の関係に関する実験的検討, 第 64 回先進的学習科学と工学研究会, SIG-ALST-B103-01, pp. 1–6 (2012)
- 13) 村松慶一, 戸川達男, 松居辰則: 色彩感情に基づく画像検索に向けたオントロジー構築, 日本色彩学会誌, Vol. 36, Supplement, pp. 152–153 (2012)
- 14) 小川浩二, 村松慶一, 戸川達男, 松居辰則: 感性次元モデルに基づく多次元連結ニューラルネットワークによる感性評価, 日本色彩学会誌, Vol. 36, Supplement, pp. 78–79 (2012)
- 15) 松居辰則, 種村陽子, 村松慶一, 小島一晃, 齋藤美穂: 遺伝的アルゴリズムを用いた披露宴会場における配色パターンの最適空間の構築, 日本色彩学会誌, Vol. 36, Supplement, pp. 52–53 (2012)
- 16) 村松慶一, 小島一晃, 松居辰則: 多肢選択問題に対する学習者の視線と心的状態に関するオントロジー記述の試み, 第 27 回セマンティックウェブとオントロジー研究会, SIG-SWO-A1201-04 (2012)
- 17) 村松慶一, 小島一晃, 松居辰則: 多肢選択問題に対する回答行動と心理状態に関するオントロジー記述の試み, 第 26 回人工知能学会全国大会, 1F2-OS-11-5 (2012)
- 18) 小島一晃, 村松慶一, 松居辰則: 視線を用いた多肢選択問題の回答プロセスと確信度の分析手法の実験的考察, 第 26 回人工知能学会全国大会, 1F2-OS-11-4 (2012)
- 19) 村松慶一, 小島一晃, 松居辰則: 知的メンタリングシステム実現のためのオントロジーに基づく学習者の心的状態に関する知識管理, 第 37 回教育システム情報学会

全国大会, TE-4 (2012)

- 20) 小島一晃, 村松慶一, 松居辰則: 知的メンタリングシステム実現のための低次インタラクショナルリソースに基づく学習者状況理解, 第37回教育システム情報学会全国大会, TE-5 (2012)
- 21) 村松慶一, 小島一晃, 松居辰則: ユーザの共感によるキャラクター・エージェントに対する印象の構造比較, 第14回日本感性工学会大会, E2-3, (2012)
- 22) 小川浩二, 村松慶一, 松居辰則: ニューラルネットワークを用いた色彩に対する感性次元の構築, 電子情報通信学会技術報告, Vol. 111, No. 241, NC2011-60, pp. 89-94 (2012)
- 23) 村松慶一, 戸川達男, 小島一晃, 松居辰則: 感性的なインタラクションに向けた色彩と感情状態の記述, 第25回セマンティックウェブとオントロジー研究会, SIG-SWO-A1102-07 (2011)
- 24) 村松慶一, 戸川達男, 小島一晃, 松居辰則: 深い Human-Computer Interaction のための色彩感情オントロジーの構築, 第9回視覚情報基礎研究会, pp. 7-10 (2011)
- 25) 村松慶一, 戸川達男, 小島一晃, 松居辰則: 色彩感情研究における主観的データのオントロジーに基づく記述, 第10回情報科学技術フォーラム講演論文集, 第2分冊, pp. 405-412 (2011)
- 26) 能條由佳, 村松慶一, 小島一晃, 松居辰則: 絵画のモチーフの位置が印象に与える影響について葛飾北斎「富嶽三十六景」を題材として, 第13回日本感性工学会大会, G32 (2011)
- 27) 村松慶一, 戸川達男, 小島一晃, 松居辰則: 色彩属性と感情状態の次元に関する構造方程式モデル, 第13回日本感性工学会大会, G33 (2011)
- 28) 山内千尋, 三科絵理, 堀口祐樹, 村松慶一, 小島一晃, 松居辰則: クラシックバレエの身体動作における呼吸位相測定, 第13回日本感性工学会大会, F59 (2011)
- 29) 村松慶一, 戸川達男, 小島一晃, 松居辰則: 評定尺度の関係に着目した色彩感情の構造, 第24回セマンティックウェブとオントロジー研究会, SIG-SWO-A1101-05 (2011)
- 30) 村松慶一, 戸川達男, 小島一晃, 松居辰則: 色刺激に対する印象と感情における関係構造の考察, 第25回人工知能学会全国大会, 3G1-3 (2011)
- 31) 小川浩二, 村松慶一, 松居辰則: 多層連結ニューラルネットワークを用いた色彩感性評価, 日本色彩学会誌, Vol. 35, Supplement, pp. 70-71 (2011)

- 32) 村松慶一, 戸川達男, 小島一晃, 松居辰則: 色彩感情における記述的尺度と評価的尺度の関係構造に関する実験的検証, 日本色彩学会誌, Vol. 35, Supplement, pp. 32–33 (2011)
- 33) 村松慶一, 小島一晃, 松居辰則: 視線に基づく多肢選択問題の回答行動と確信の実験的検討, 第 61 回先進的学習科学と工学研究会, SIG-ALST-B003-03, pp. 13–18 (2011)
- 34) 村松慶一, 戸川達男, 小島一晃, 松居辰則: 印象に関する知識記述のための感情誤帰属手続きを用いた特性の抽出, 第 12 回日本感性工学会大会, 2A1-4 (2010)
- 35) 村松慶一, 戸川達男, 小島一晃, 松居辰則: 情報処理の観点に基づいた印象に関する知識表現, 第 59 回先進的学習科学と工学研究会, SIG-ALST-B001, pp. 13–18 (2010)
- 36) 村松慶一, 戸川達男, 小島一晃, 松居辰則: 行為者の気づきに基づいた印象に関する知識表現, 第 22 回セマンティックウェブとオントロジー研究会, SIG-SWO-A1001-05 (2010)
- 37) 村松慶一, 戸川達男, 小島一晃, 松居辰則: 内容指向アプローチによる印象に関する知識記述の試み, 第 24 回人工知能学会全国大会, 1B4-2 (2010)
- 38) 小川浩二, 村松慶一, 松居辰則: ニューラルネットワークを用いた色彩の印象評価シミュレーション構築, 日本色彩学会誌, Vol. 34, Supplement, pp. 46–47 (2010)
- 39) 黒木暁, 村松慶一, 小島一晃, 松居辰則: 逐次分析に着目した脳型意思決定システムの構築, 電子情報通信学会技術報告, Vol. 109, No. 461, NC2009-165, pp. 455–460 (2010)
- 40) 南淑也, 村松慶一, 松居辰則: MAS を用いたニッチ構築を行う個体による嗜好伝播戦略の最適化, 第 11 回日本感性工学会大会, 1F2-6 (2009)
- 41) 村松慶一, 戸川達男, 松居辰則: 美的体験に関する内容指向の知識記述の試み, 第 11 回日本感性工学会大会, 2G1-6 (2009)
- 42) 村松慶一, 松居辰則: 心の構造における美的感性についての考察, 第 10 回日本感性工学会大会, 11I-03 (2008)