

早稲田大学審査学位論文
博士（人間科学）
概要書

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

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。