土谷・西郷「圏論による意識の理解」へのコメント

布山 美慕

Tsuchiya and Saigo (2019) proposed the way of understanding consciousness based on category theory. In this commentary, I discussed four points about their article: 1. Validity of their treatment of the definition and model of consciousness, 2. Verifiability and novelty of their proposal using Yoneda lemma, 3. Lack of extensive review of consciousness studies, and 4. Readers' images and the unity of image.

Keywords: consciousness (意識), category theory (圏論), reading (読書)

はじめに

私はここ数年、土谷・西郷(2019)「圏論による意識の理解」(以下、土谷・西郷論文と呼ぶ)の著者の一人である西郷甲矢人氏と共に圏論を用いた比喻理解のモデル構築を進めてきた(Fuyama & Saigo, 2018). 今年から高橋達二氏および池田駿介氏と共に、実装による検証も始めており(池田・高橋・布山・西郷, 2019), 圏論を用いた認知の研究の魅力と難しさを痛感している. また、私はこれまで読者の熱中や忘我状態の研究を進めてきたこともあり、“意識”の認知科学や神経科学における研究にも興味がある. そのため、土谷・西郷論文はとても興味深く読ませていただいた. 土谷・西郷論文およびコメントリー論文の一群を一つの端緒として、意識研究や圏論を用いた認知の議論がいつそう活発になり、その理論と実証研究が進展することを望み、本コメントを寄せたい.

1. 意識の定義の取り扱い, および意識の圏を用いたモデル化の妥当性

意識を圏論の概念を利用してモデル化する場合でも、そのモデルは意識のモデルであって、意識に関する仮説が必要となるはずである. 土谷・西郷論文2.1の最後の段落に「圏論は「対象」と「射」さえ

定義できれば応用可能」とあるように、意識の(なんらかの側面の)圏を考えると、対象や射をうまく定義することが重要であると考えられ、まさにそれが意識のモデルであろう. 意識研究における意識の定義の困難性から論文が始まっているが、意識のモデルが圏論に先立って必要な点において、意識の定義の困難性が圏論を用いることでどの程度緩和できるのかより詳しい議論が必要と考える.

この点、加えて、米田の補題が意識の定義や特徴づけに利用できるのも、意識の圏が妥当に定義されたときのみであろう. つまり、米田の補題によって意識の研究の困難さが緩和されるには、そもそも意識の圏が適切に(少なくとも意識のある側面が適切に)定義され、圏として表現される必要があるのではないかと考える.

たとえば、「2.1 意識の圏を提案する」において、意識レベルの圏では圏における対象を「意識レベル」、射を「意識レベルの高低」、意識の中身の圏では対象を「感覚」、射を「似ていると感じられる」と(一例としてではあるが)定義している. このようなモデル化の妥当性はどのように担保・検証されるのだろうか?

実際、「似ていると感じられる」を射とした場合、真に合成可能性が担保されているかは疑問である. たとえば、夕焼け空を想像すれば、夕日の沈んだ場所の赤から天頂の深い青まで、グラデーションで色が変化する. このとき、土谷・西郷論文6.3におい

てBとAの間に射があるとされたように、空の十分小さななどの部分を取ってきてもその端点同士の間「似ていると感じられる」射が引けるのではないだろうか。すると、地平から天頂までの空の各部分間の射を全て合成することで、明らかに異なる（ように私は感じられると思う）赤と青が「似ている」とされうるのだろうか？土谷・西郷論文前述の事例では「ところが、円柱の存在により、このグラデーションが「影の効果」であるように感じられ、結果としてBとAは同じ色、すなわち「似ている」となるだろう（もちろんチェッカーボードであることなどもこの事態に拍車をかける）」とあるため、グラデーションの場合、似ているとの判断には何か条件が必要なのにも思われる。もしそうならば、その適切な射を定める制約条件が、実際には意識のモデルの重要な要素なのではないだろうか？

私も圏論の豊かな概念が意識のモデル化に有用となる可能性は全く否定しない。おそらく本論文の趣旨は、圏論という意識研究に相性のより良い言葉・道具立てが意識研究を具体的に進める可能性がある、という提案だと思われる。この点、本稿3節にも関連するが、意識研究のより具体的な個別の課題を提示し、それらの課題に対する圏論概念の有効性を示されると、より説得的だと感じた。今後、現状の意識研究における具体的な課題に対し有用で検証可能なモデルが提案されることを期待する。

2. 米田の補題を用いることによる予測の検証可能性・新規性

土谷・西郷論文の7節第1段落「「ある意識と他の意識の比較を積み重ねることで「意識とは何か」が徐々にわかってくる」という直感的には正しそうな科学的態度に、数学的な正当性を与えるのが圏論であり、中でも米田の補題なのである。」という点、直感的な態度を数学的に定式化し、それによって具体的で検証可能な予測を提示し、科学的な検証の俎上に乗せるという点において、その研究方針に強く同意する。

一方で、本論文において、米田の補題を応用（適用？）することによる予測（本稿では予言）内容の新規性が十分理解できなかった。実際に錯視に関しては、既存の研究の説明と予言内容は異なるのか、異なるとすればどのように異なるのか、既存研究の認知的説明と比較したより詳しい議論が必要と考え

る。また6節の最後の段落で言及されている「一瞬の意識」等に具体的に適用できるとすれば、それらの予言を部分的にでも提示し、また今後その検証方法も提案されると、予言の検証可能性が担保され、圏論を用いた意識研究が進むと期待する。

3. 意識研究における土谷・西郷論文の位置づけの必要性

2節・3節で述べたように、土谷・西郷論文の提案の意義をよりよく理解するために、「1. 意識は定義できるのか？」の節でもう少し詳しく意識研究をレビューし、土谷・西郷論文の提案を位置づけてほしい。たとえば、「しかし、大きな意味では、意識という言葉は、大きくわけて2つの意味で用いられ、実践的な研究の対象にすでになっている。（1節第5段落）」とあるので、具体的にそれぞれの研究を引用し、その後に（土谷・西郷論文で例として）定義される意識のレベルや意識の中身の圏との対応を示してほしい。米田の補題から導かれる予想についても、前述の通りである。認知科学の読者に意識研究に詳しい人が少ないと予想されることもあり、意識研究を紹介するという意味でも、この種のレビューは有用だと思われる。

4. “一つ”のイメージ：読者のイメージを例に

私自身は“クオリア”の定義がわからないし、曖昧に感覚的にしか感じられないが、意識の中身であればいわゆる“イメージ”と呼ばれるもの、特に知覚的イメージと類似なのかもしれない（ただ“イメージ”も未定義語なので、以下の議論は結局クオリアと呼び変えても変わらないかもしれない。以下では、とりあえず意識の上で個別に取り出して操作可能な表象と対応づくものの程度の意味で使っている。表象もわからないが...）。本節では、1節で述べた意識の中身の圏について、物語読者の抱くイメージと関連づけて再考し、特にイメージが“一つ”のイメージとなるために満たすべき制約について考えてみたい。

読書時のイメージについて、イーザーは「空所」が許される（むしろ読むために積極的な機能を持ちうる）という主張をした(Iser, 1976)。これは、たとえば作中に「道で高齢の男性と会った。」という文章があるときに、記載されていない高齢の男性の見た目の詳細については想像しても良いし、しなく

でも良い、という主張である。私自身、読んでいるときに作中に出てくる事物の視覚的イメージを詳細には持たないように感じる。上の例で言えば、「高齢の男性」は「高齢の男性」のままで、むしろ作中における位置づけについては思考するが、視覚的な髪の色などの情報を自分で埋める必要をほとんど感じない。実際、無限に詳細なイメージは構築できないと思われるし、読書時に写真ほど詳細な視覚的イメージを抱く人もまれではないだろう。このように、人は内的イメージを抱くとき、ある程度曖昧な部分を残すイメージでも抱きうると考えられる。

一方で、あるイメージは、主観的には時空間的なまとまりを持つように感じられ、時空間的な境界とそのイメージの特徴を切り離して想像できない。たとえば竜を思い浮かべるとき、その竜の空間的な境界と竜の持つ特徴（鱗があって腕があって蛇に似ていて...）は切り離せない（布山・日高（2018）にて仮想におけるこれらの特徴についてオブジェクト性として議論した）。

これらのイメージにおける制約と自由度は、もし各イメージを対象とするイメージの圏を考えるならば、その対象が満たすべき特徴となる。特に、ここで議論しているのは、イメージが“一つ”のイメージとなるために満たすべき特徴と解釈できる。もし種々のイメージからなる物語世界（また現実世界）の構造を考えるのであれば、イメージが“一つ”のイメージとなる制約は、世界の構造の基礎的特徴の一つとなるであろう。もしこの特徴がイメージの圏における射をうまく定義することで表現されないのであれば、この特徴は圏によるモデル化では扱えないことになる。

翻って、こういった特徴は土谷・西郷論文の意識の中身の圏で扱えるのだろうか？土谷・西郷論文では「意識の中身」を「感覚」としており、「夕日の赤」「クレヨンの赤」「ワインの赤」などが例に上がっている。「夕日の」が赤の明度彩度等のパラメータを指しているのか、「夕日」という経験を指しているのか明らかではないが、いずれにしても、こういった「赤さ」のクラスの感覚を読書時のイメージとして持つことはありうるだろう。しかし、グラデーションの例も示唆するように、どのように「赤さ」の境界を決めればよいのか、対象の決め方（あるいは射の決め方）について、土谷・西郷のモデルは何かを述べえない（それはむしろ所与とされるように思わ

れる）。

したがって、もしこういったイメージの“一つ性”（境界）について扱うのならば、対象とは何か、射とは何かについて、圏以前の議論が重要となるように思われる。もし、そうではなく、圏論を用い、その圏や圏同士の関係性の特徴によって、むしろ対象とすべきイメージの境界や適した射の特徴づけがなされることがあるのであれば、個人的には非常に興味深い。しかし、現状の土谷・西郷論文のモデルではこのような特徴づけには至っていないように思われるし、私の圏論の知識ではこういったことが可能なのか不明である。

何が“一つ”のものなのかについて、対象の定め方ではなく（対象と射については定義を与え）、どの対象を“一つ”のまとまりとみなせるのかという問題として定式化し、圏論的発想を用いて理論的に考察する研究が日高（2018）などによって試みられている（と私は解釈している）。日高（2018）では時系列でのオブジェクト認知を例として、対象のまとまり（＝1つのもの）が持つべき具体的特徴をトップダウン（たとえばコップはこの形をしている）にも、ボトムアップ（学習データの選択など）にも与えず、なんらかの関係性が保たれて時間的に変化する対象の集合を複数対象の一つのまとまりと見なす。このとき、対象の間の関係性については具体的に与えないが、なんらかの保たれるべき関係性（日高（2018）では準同型、関手の一種とみなせる）があることを条件として、一つのものを見出す。モデルに用いる圏をきちんと定義しながら、圏論的な発想を利用して、あるものの境界を探る試みとして、（まだ先かもしれないが）個人的には内的なイメージの特徴づけにつながる期待を抱く。

最後に繰り返しとなるが、新しい意識研究のアプローチを提案し、議論を巻き起こしてくれた土谷・西郷論文に感謝し、本稿を閉じたい。

文 献

- 布山 美慕・日高 昇平 (2018). 読者の熱中に伴う仮想の変化：仮想の特徴づけとして. 『認知科学』, **25** (2), 188–199.
- Fuyama, M. & Saigo, H. (2018). Meanings, Metaphors, and Morphisms: Theory of Indeterminate Natural Transformation (TINT). *arXiv*, arXiv:1801.10542.
- 日高 昇平 (2018). 記号接地問題における地とは何

か：視覚的物体の同一性の分析. 『2018年度日本認知科学会第35回大会』, 306–310.

池田 駿輔・高橋 達二・布山 美慕・西郷 甲矢人 (2019). 不定自然変換理論による比喩理解モデリングの計算論的実装に向けて. 『2019年度日本認知科学会第36回大会論文集』, 227–236.

Iser, W. (1976). *Der Akt des Lesens: Theorie Ästhetischer Wirkung*. Wilhelm Fink Verlag. (轡田収訳 (1982). 『行為としての読書—美的作用の理論』. 岩波書店.).

布山 美慕 (正会員)

平成18年京都大学理学部卒業.
平成20年京都大学大学院理学研究科物理学修士課程修了. 同年アクセンチュア株式会社にて戦略コンサルタント, 同年から平成23年までナルックス株式会社にて研究開発職. 平成23年大阪大学大学院文学研究科に入学し読書の研究を始め, 平成25年同修了. 平成28年慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科後期博士課程単位取得退学, 平成29年同大学博士(学術)取得. 平成28~29年度玉川大学にて嘱託研究員, 平成30年度北陸先端科学技術大学院大学研究員を経て, 平成31年度早稲田大学にて講師. 物語の理解, 忘我, 自己変容の関係性の解明を目指して, 内観報告, 読解処理, 身体状態など相補的な指標間の関係性に注目して研究を行う.