

OS-16

暗黙知のモデル化と演算可能性

Methodology for Modeling and Operating “Tacit Knowledge”

佐々木 淳
Atsushi Sasaki

AOI TYO Holdings 株式会社
AOI TYO Holdings Inc.
atsushi.sasaki@aosityo.com

阿部 明典
Akinori Abe

千葉大学文学部
Faculty of Letters, Chiba University
abe@chiba-u.jp

Keywords: training data, modeling hypothesis formation, tacit knowing, metadata, abduction, emergence.

1. はじめに

本年度より始まった本 OS は、数値記号化が困難であり形式知としてのモデル化が立ち遅れている暗黙知関連の分野に対し、そこにいかなるモデルを仮説できるかという問題意識に立脚し、該当する研究に対して議論の場を開くために設けたものである。

人工知能、特に AI というワードが社会に浸透し尽くした現在、いかに諸処理の計算効率・精度を上げられるか、そしてその応用領域をいかに拡張できるか、といった問題意識に基づくタイプの研究は本学会にも多くある。一方で、データとして扱う対象や領域についての可能性、あるいはどのようなデータ処理のバリエーション・可能性があるのか、という（ある意味文理融合的な）問題意識に基づくタイプの研究は比較的少数である。しかるに本 OS においては、人工知能と人間が共存する社会へ向けて、主に人間の認識や観念に関わる暗黙知がどこまで掘り下げられ、それが昨今のコンピュータによる学習機能と結合されることで産業や社会、そして個人に対してどのような価値をもたらされるのか、という方向の研究を募ることとした。ここに想定している価値は「効率性や利便性」というより、むしろ「生活の質的向上 (QOL) や人間体験の向上」に関わるものであり、こうした知の実装による我が国の産業競争力向上も目標としている。

Michael Polanyi は、問題を妥当に認識し、解決への肉薄を感知する自らの感覚に依拠して追求し、到達する発見に対して定かでない暗示（含意）を予期すること、それ自体を暗黙知と捉えている [Polanyi 04, pp. 50-51] が、本 OS では一般的な意味理解へ広げ、定義や明示化の困難な領域（主に人間の身体的・認識的体験に関する領域）における知、と捉えることにしている。

しかるに暗黙知をモデル化する・演算化するとい

は、本質的に語義矛盾をはらむ表現と受け取られるであろう。だが一般に暗黙知とみなされる領域にもある程度までは形式知にできる（ないし当事者達の中ではすでに「できて」おり、ある程度まで自動でオペレートできる）部分はないのか、という問いが存在することもまた事実で、そうした領域へ切り込んでいく、という含意のもと本 OS タイトルを命名した。

昨今のエンジニアリング全盛の只中において、「どのような」暗黙知に対して「いかなる」分類軸・分類基準によってモデルをなすのか、そのモデルが社会にどのような価値をなすのか、という本 OS の中心的な問題意識は、（特に過去の記号論やエキスパートシステムにおけるような）論争的側面を彷彿とさせる部分もあり、正直どの程度の論文が集まるか不安であった。結果としては多角的にさまざまな分野からの研究論文が集うこととなり、充実したセッションとなったと感じている（分類軸・分類基準の着想とそこに至るプロセスこそが、こうした研究における暗黙知であることを補足しておく）。

本大会は今後の暗黙知領域へのアプローチの重要性が提起されるなど、本 OS にとって意義深い大会であった。基調講演においては、本来字義的にも説明困難、モデル化困難とされる暗黙知（専門家でも言語化困難な知識）が、深層学習の登場によって学習可能となる未来や「人間価値観や物語をアブダクションし、人間社会をデザインできる知能」への研究期待が「想像力」、「物語」というキーワードとともに示された。

企画セッション「次世代 AI 研究開発 (2) さらなる進化に向けて」においては、対象としての「世界モデル」を把握するための知覚・認知モデルを巡る討論が行われた。感覚運動情報からボトムアップに内的表象系ができるのか、何らかの記号体系が前提として脳内に存在するのか、という長年の議論に対して前向きなモデル提案がなされ（著者の区分けではあるが）「前提的なコンパイル情報」と並んで「体験的なエディット情報」の世界認

識における重要性、さらに（予測とは異なる）アブダクションとしての「予知」の重要性も示された。

このような議論が立ち上がる時代状況において本 OS を始動したことについては、これから始まる 2020 年代に、人工知能と人の体験知（「体験的なエディット情報」）との結線がますます重要になるであろうタイミングに合致できた、と捉えている。人の体験知は当然ながら暗黙知領域と深く重なる部分であり「（周辺の文脈情報を含め）一体どこまでがモデル化可能・不可能なのかという見極め」は今後さらに重要な研究テーマとなるだろう。これはすなわち、ときには神秘化されて「暗黙知」と呼称されている各分野・領域の知も「実のところ巧くモデル化すれば相当程度において有益なデータ化が可能ではないか」という根本的な問題意識が、今後はよりクローズアップされるだろう、ということでもある。

2. OS の趣旨解題

本 OS 冒頭の趣旨説明においては「暗黙知をはらむ領域に関する、評価・記述・把握のモデルを提案する諸研究」について「現象の数値計算のみに留まらない暗黙知の演算体系」へ向け、いかなる定義モデルを仮説し得るか、というテーマに対し Polanyi を引用しつつ解題がなされた。

① Polanyi による「すべての思考には、その思考の焦点たる対象（コンテンツ）の中に私達が従属的に感知する、諸要素（従属的諸要素）が含まれている」、「思考は（中略）その従属的諸要素の中に内在化していく」、「思考は志向的構造をもつ」[Polanyi 04, pp. 11-12] などの指摘はモデルを追求する研究にあたっての重要な示唆であること、② 身体知としての暗黙知、認識における暗黙知双方について、暗黙知は必ずしも「特殊な（天才的な）能力領域ということの意味しない」ということ、③ 研究者にとって多くの従属的諸要素の存在に気付くくらい通曉している領域であれば、モデル化（定義・解析モデル）のための仮説（「手すり」、「目当て」、「型」など）を、上の従属的諸要素との交わりを鍵として導出でき得るだろうこと、などが示された。これは仮説化・モデル化へ至る中で研究者自身が不可避的に自身の暗黙知を駆使することになる、ということであり、「新しい価値を明示的に選択することはできず、新しい価値を創造したり採用したりという行為そのものを介してその新しい価値に従属する」[Polanyi 04, p. 13] という研究の在り方にも帰結していく。仮説モデルはトップダウン定義と、具体データによるボトムアップ検証の交互性、すなわち学習を通して定義を調整しつつ、そのモデルを通じて創発・アブダクションへも開かれるタイプのモデルであり、具体データにより編集され続け得るモデルであろう、ということである。

最後に本 OS の意義として、Polanyi による「厳密に

明示的な機能を並べ立てて知の本質と正当性を説明することは不可能」[Polanyi 04, p. 12] というフレーズを引用しつつ、（要素還元的な）「客観データ視」されるものとしての諸計測データに、暗黙知（＝人間の身体的・認知的体験知）が組み合わされることにおいてこそ、利便・効率性を超えた「楽しさ・豊潤さ・深み」などの精神的価値提供が視野に入り、そのためにエンジニアリングと人文知の混交・融合がより希求される旨を述べた。

3. 研究発表概要

3.1 人間の価値観・経験知に関する研究

本 OS における研究発表は大きく分けて、人間の価値観・経験知に関する研究、コンテンツやコンテンツ受容に関する研究、その他の 3 系統のものが集まった。

招待講演の谷田泰郎氏（ことのは研究所）は本年卒業を果たした近未来セッション「世界価値観と国際マーケティング」のオーガナイザーでもある。氏の関心は専ら人間社会における価値観とその類型把握に向かっており、従来よりマーケティング現場にも応用可能な価値観モデル Societas を開発してきた [谷田 13, 谷田 17] が、近年はさらに新たな価値観モデルを試行しており、その思考的バックグラウンドが解題された [馬場 20]。その整理によれば、従来の価値観研究（BIG5, Shwartz, Cloninger らの理論）を俯瞰的に捉えたと、まず遺伝子情報による生存戦略・保存戦略を基軸とし、そこに環境情報を付加することで性格・気質や Meme 的価値観（AIO, VALS など）へと帰結させるモデルとなっている。これに対して谷田氏は（人間社会の高度化に伴い）現在ではむしろ環境情報を基軸にしたうえで、性格・気質や Meme 的価値観が反映される先として「（社会における）諸気分」を先行的に浮上させて類別し、そのうえで俯瞰的に座標化することが有効ではないか、として現在進行中の気分＝観念のマップ化プロジェクトを紹介した。ここでは先に引用した Polanyi の従属的諸要素として「気分（あるいは気分を惹起する観念）」が該当すると考えられ、気分＝観念の全体マップには「そのような気分を惹起する対象要素としてのモノ・コト」をマッピングしていくことが可能となっている点が興味深い。これは人間社会の「観念の図」を座標データとして示し、あらゆるモノコトをその座標データ上に数値化できる仮説モデルである。今後のさらなるモノ・コトのデータ充実に期待したい。

甲斐 賢氏（日立製作所）は、企業におけるプロジェクトマネージャの「スキル評価システム」のモデルについて報告を行った [甲斐 20]。スキルは 5 単元（発想力・思考力、判断力、プレゼンテーション力、コミュニケーション力、リーダーシップ力）に分節され、各単元に用意された諸項目によって数値評価がなされる。このうち特に「リーダーシップ力」を評価するための項目設定が

困難を極めたという報告をもとに、代表的なリーダーの「クセ」、「型」などへの見当付けからモデル化が可能かという議論がなされた。人がなぜに（あるいはどのような場面で）他者を「信頼し追従」するのかという暗黙的な知に関わるため、単純な数値化を目した要素還元的項目だけではモデルが作りがたい。多様なケーススタディを通じリーダーを諸タイプへ「型分け」するなどの仮説化を行い、その型を構成する諸要素を解析するなどの工夫が必要になる。一方で組織メンバのモチベーションをいかに繋留し活動を持続させ得るか、という面では諸企業や組織の課題に極めて密接した研究対象であり、汎用可能なモデルへの発展へ大きく期待したい。

中村 潤氏（中央大学）の研究は、職人のモノづくりに潜む暗黙知把握モデルの報告で、認識・身体双方にまたがる領域を対象にした[中村 20]。具体的には陶芸職人における「職人の視点運動」の計測から「暗黙的な工程単位」を解明するものである。陶芸における作業領域は「イメージづくり」から「成形」、「素焼き」、「絵付け」などを経て「本焼き」に至る9の工程に仕分けられるが、今回はこの中の「成形」工程において、どのような暗黙的工程が存在するか、に焦点を当てている。同工程に潜む職人の視点運動をモデル化するため、まず一般的な視点運動をタイプ分けし、次に実際の視点測定実験によってこの工程の職人視点に **Saccade** → **Fixation** という視点運動の単位 (**scan path**) が存在し、この **scan path** の持続時間がそのまま成形工程の処理単位と対応していることを論証した。伝統工芸にひも付く身体知は多岐にわたり、特に視覚は触覚と並び大きい位置を占めている。今回の方法を利用し、より多くの暗黙的工程の解明へ道が開かれていくことを期待したい。単純計測だけでは把握し得ない工芸の身体・認識にまたがる暗黙知について、身体の計測と作業工程が関係付けられつつモデル化が進むことは、モノの制作・技の継承双方において多大な価値をもつであろう。

3・2 コンテンツやコンテンツ鑑賞に関する研究

人工知能研究においては、コンテンツへの接触量やPV、アクセスという数値データから出発している研究が多くある反面、「コンテンツ側の特徴・コンテキスト」について情報化を行い、さらに何らかのスコア化・モデル化までを企図した研究成果は少ない。本OSにはこうした「コンテンツ側の特徴やコンテキスト」をいかに情報化するか、についての研究が集まった。

佐々木(AOI TYO Holdings)は、CMによるストーリーテリングを「クリエイティブ諸要素」、「体験」、「読後感」に分類した解析モデル「Creative Genome Project」を主導する。今回は特に（大きくは16種に分類される）代表的な「体験」を再現可能にする典型文（字コンテ）の作成について報告した[佐々木 20]。16種の体験軸により分類された各CM作品群においてその「深層構造」

（ストーリー展開ないしイメージ展開の骨子的構造）の共通性に着目・抽出し、この深層構造に従って代表的「体験」ごとの典型文章を制作、さらにその典型文章へさまざまな業態・商品をランダム代入しても体験や読後感が一定となることを示した。特定体験の再現可能性については、その体験に共起的な「クリエイティブ諸要素」を抽出・集約する方法（要素還元的解析+復元的再現）もあるが、報告のように「深層構造による典型文」のような「型」を仮設する方法論も存在し、試行しやすく実践上有効であるとした。Polanyiに依拠すれば「包括的存在」と「諸要素」[Polanyi 04, pp. 62-69]の間をつなぐ存在がこの「型」といえるのではないかと考えられる。

阿部（千葉大学）は、美術の鑑賞に際し「タイトル」の及ぼす影響を通じて鑑賞者がいかなるアブダクションに至るか、という研究報告を行った[阿部 20]。美術作品というコンテンツと鑑賞者のアブダクションの間のような暗黙的行程が潜むのか、をモデル化する試みといえる。美術鑑賞者にいわゆる精通者と素人が存在することを区別したのち、「絵画そのもの = F 」,「 $+a$ としてタイトルが示す抽象的記号性・および作品の背後にある歴史・作家関連のコンテキスト = h 」によって「最終的に着地する印象 = O 」という形で美術鑑賞における情報を区分しモデル化した。 h や O についての類型を仮定することにより、精通者・素人それぞれにおける「典型的な鑑賞スタイル」というモデル、類型化へと道が開かれると思われる。 h の一部情報を故意に隠すケース（タイトル名「無題」など）もあるが、こうした際における鑑賞への影響、また今後あり得る「アブダクションをさらに助長する、新しい形式としての h 」の可能性、さらにはこうした絵画鑑賞モデルをさまざまなコンテンツへ応用する方法、など多様な展開が期待される。

内海 彰氏（電気通信大学）は、人間会話における「皮肉」についての認知モデルを提起した[内海 20]。内海の「アイロニーの暗黙的提示理論」によれば、皮肉とはその発話状況が「話し手の期待」、「期待と現実の不一致」、「（不一致に対する話し手の）否定的態度」という3事象を含むことで成立する。同理論を用い、発話された状況（ C ）で発話自体（ u ）が与えられたときに皮肉と解釈される事後確率 $P(Hsar|u, C)$ をベイズ推定する認知モデルが示され、同時に今後の精緻化の必要性も報告された。さらには「話し手の期待」の部分を類型化することによるモデル化の方向性などもあり得ると考えられる。

小方 孝氏（岩手県立大学）は物語生成研究の一環として歌舞伎の研究を行っており、今回は歌舞伎の「ない交ぜ」の考察・モデル化について報告がなされた[小方 20]。「ない交ぜ」はさまざまな作品におけるモチーフを異文脈の別作品内で混交させる切断修辭の方法論であり、生成において驚き・新奇性を生む有力な方法と考えられる。論文では、サンプルに『助六』、『鳴神』、『勧進帳』を用い、おのおののストーリーを半自動スクリプト

生成プログラムによって単文集へ変換したのち、人力による変換を経ることで『助六』『勸進帳』のストーリーが基盤としての『鳴神』のストーリーへ変換されることを示した。またプロットの物語理論における「行程」(直連結・挿入的代替・分岐連結・収束連結ほか)の理論を物語生成に適用し、上記三つのストーリーを構造化したうえで「相互結合」し新たなストーリーを生成するという、試作システムによる成果が報告された。今回の相互結合は「ない交ぜ」生成の基礎段階であり、より戦略的でない交ぜの方法を実現するため「世界綱目」「作者式法戯財録」などにおける知見の取込みや、驚きやギャップの技法の取込みを物語生成システムに対し行う、という今後の射程が示された。「ない交ぜ」生成におけるモデル化は、当然ながら歌舞伎以外の広範な表現技術へ応用可能であり、今後のさらなる展開が待たれる。

3.3 その他の研究

青柳 燎氏(玉川大学)は保育活動の現場から、幼児の集団学習における参加度と姿勢の関係についての研究報告を行った[青柳 20]。自己組織化マップ(SOM)によって姿勢の分類に基づくマップ化を行い、AIアルゴリズム OpenPose により画像から骨格点を抽出して確率分布を検証、参加度の推定を目指しており、今後課題としては確率分布の距離についての定義評価であるとした。姿勢についての確率分布に対し、例えばコンテンツ側の評価(集団学習内容の分類評価)や体験評価(参加した幼児のコンテンツ体験類型)を関係付けるなどのモデル仮説によって「参加動機」を解明する、といった研究方向にも期待したい。

4. ま と め

本大会ではすべての発表が Zoom によるオンライン上でなされた。本 OS では発表時間内のみならず喧々諤々としたリアルな事後議論の環境が必要と考えていたため、オンラインのみでのコミュニケーションには不完全燃焼が残ったが、今後数年オンライン開催となる可能性もある中で、研究会を含め方法論を検討中である。

本 OS の研究領域は多様でありつつも、「対象(コンテンツ)そのもの」ではなく「対象(コンテンツ)を通じての体験知」に向き合い、類型化する研究が確実に集まったことはありがたい成果であった。デカルト以来の主客分離は現在の記号演算の隆盛を促したが、人間の体験知は主客融合的であるため、これら研究成果は今後の別の(記号)演算隆盛への呼び水として非常に大きな価値を生むことを確信している。そのためにも今後は、対象領域以上に「モデル化への方法論(分類軸・分類基準の着想)」という部分に焦点を絞り込んでいきたいと考える。方法論の交換によって、領域を超えたモデル化も視野に入ると考えているためである。また暗黙知という

領域は広いためエリアを絞る案も当初あったのだが、まずは広範にモデル化研究を募った結果、認識に関わる研究が大半であったため、今後多少領域を特化することも検討したい。

今回は少数であったが、本 OS タイトルからも、暗黙知の仮説モデルに関して実際に機械学習などを組み合わせた研究報告が集まることが理想である。こうした試行はむしろビジネスの現場で多くなされていると想定できるため、ビジネス文脈、そしてエンジニアによる研究との積極的な融合も図っていく予定である。

◇ 参 考 文 献 ◇

- [阿部 20] 阿部明典：アブダクションによるアートの鑑賞・価値観のモデル化の構想, 2020 年度人工知能学会全国大会(第 34 回) 論文集(2020)
- [青柳 20] 青柳 燎, 宮田真宏, 山田徹志, 中村友昭, 大森隆司：保育活動中の姿勢分布に基づく集団活動への参加率の推定, 2020 年度人工知能学会全国大会(第 34 回) 論文集(2020)
- [馬場 13] 馬場彩子, Bertin Mathieu, 谷田泰郎：社会知としての消費者価値観構造モデルと類型「Societas」の構築, 2013 年度人工知能学会全国大会(第 27 回) 論文集, 1E5-2 (2013)
- [甲斐 20] 甲斐賢, 内田吉宣, 阿部佳子, 石一智, 下田 潔, 新野 毅：プロジェクトマネージャとしてのコンピテンシ評価への機械学習の応用, 2020 年度人工知能学会全国大会(第 34 回) 論文集(2020)
- [中村 20] 中村 潤, 永吉実武：陶芸の成形プロセスと視線計測の関係-壺を題材として, 2020 年度人工知能学会全国大会(第 34 回) 論文集(2020)
- [小方 20] 小方 孝, 福田和維, 小野淳平, 伊藤拓哉：歌舞伎の物語における無い交ぜの方法の検討とその一方法, 2020 年度人工知能学会全国大会(第 34 回) 論文集(2020)
- [Polanyi 04] Polanyi, M.: *The Tacit Dimension*, Garden City, N.Y., Doubleday (1966) (高橋勇夫 訳：暗黙知の次元, ちくま学芸文庫(2004))
- [佐々木 20] 佐々木淳：TVCM の体験類型の再現可能性について, 2020 年度人工知能学会全国大会(第 34 回) 論文集(2020)
- [谷田 17] 谷田泰郎：価値観マーケティング, 2017 年度人工知能学会全国大会(第 31 回) 論文集, 2E1-NFC-04a-1 (2017)
- [谷田 20] 谷田泰郎：アナロジーの価値規準の提案, 2020 年度人工知能学会全国大会(第 34 回) 論文集(2020)
- [内海 20] 内海彰：暗黙的提示理論に基づく皮肉理解の認知モデリングへのベイズアプローチ, 2020 年度人工知能学会全国大会(第 34 回) 論文集(2020)

 著者紹介



佐々木 淳 (正会員)

AOI TYO Holdings 株式会社サイエンティスト・エグゼクティブプロデューサー。1991年東京外国語大学卒業(語学文学専攻・ラテンアメリカ文学)。(株)葵プロモーション(現AOI Pro.)に入社、CM制作部にて延べ100本強のCM制作に携わる。1999年、インタラクティブ制作部門立上げに伴い異動。プロデューサーヘッドとして国内外の各種広告賞受賞。

2010年以降事業開発に携わり、UXプロデュース部エグゼクティブプロデューサー、UX戦略部長、事業開発部長を経て2017年より研究メインの活動へシフト。過去15年のCM群解析の末、表現-受容のストーリーテリングは「観念を表現する記号のシステム」であると捉え、そのモデル化へ研究を展開中。コンテンツ体験を推論的に拡張可能な演算システムを目指している。全脳アーキテクチャ若手の会・社会人メンバー。



阿部 明典 (正会員)

千葉大学文学部行動科学コース教授。1986年東京大学工学部電子工学科卒業。1991年同大学院工学系研究科電子工学専攻博士課程修了。工学博士。同年、NTT入社。NTTコミュニケーション科学基礎研究所、NTT MSC(マレーシア)、国際電気通信基礎技術研究所知識科学研究所、東京女子医科大学国際統合医科学インスティテュート(IREIIMS)など

を経て、現在、千葉大学文学部行動科学コース教授、ダウンゴ人工知能研究所客員研究員。推論、特に、アブダクション、類推、データマイニング、チャンス発見などの研究を行っている。さらに、感性を扱うことばの研究として、ことば工学の研究を行っている。最近は、さらに、味、アート、curationをさまざまな面から議論を行っている。