

バランス訓練における COP-COM 距離の 時系列推移の可視化による観察支援システムの開発

Development of an Observation Support System through Visualization of Time-Series Changes in COP-COM Distance during Balance Training

佐藤 侑樹 松田 浩一

Yuki Sato, Koichi Matsuda

岩手県立大学大学院

Graduate School of Iwate Prefectural University

Abstract: In this study, we developed a system to support physical therapists in observing patient movements during outpatient rehabilitation. The system focuses on balance training tasks involving reciprocal center-of-gravity shifts in multiple directions and visualizes the time-series transition of the distance between the Center of Pressure (COP) and the Center of Mass (COM). The system combines a COP-COM distance graph with a 3D skeletal representation, enabling therapists to better perceive and interpret the subject's condition. Through validation experiments simulating characteristics of right hemiplegia, as well as interviews with physical therapists, we confirmed that the system can visualize directional differences in center-of-gravity shifts that are difficult to capture through visual observation alone.

1. はじめに

通所リハビリテーションでは、バランス機能の維持や日常活動動作の改善を目的とした訓練が行われている。訓練時の説明は、理学療法士の観察による判断のもと、口頭により行われることが多い。そのため、利用者への効果の伝達が難しい場合がある。また、理学療法士の知識や経験の違いから、人により気づきの内容や質に違いが生じている。そこで、リハビリテーションの現場では、理学療法士の知識や経験を効果的に活かすため、客観的な情報の活用が推進されている。本研究では、バランス訓練を対象とし、経験的には知見としてあるものの、感覚的に捉えている重心移動の推移を可視化することによる効果的な観察支援を目指している。

大内ら[1]は、体幹の安定性の評価に関わる重心（足圧中心：Center of Pressure, 以下 COP）の移動に着目し、Nintendo バランス Wii ボード（以下、バランスボード）を用いて訓練中の重心移動をリアルタイムに可視化するバランス訓練システムを開発した。同システムでは、重心移動時の移動範囲と移動

速度を可視化する機能を有している。実験の結果、理学療法士だけでなく利用者自身も自身の状態を視覚的に把握することが可能となり、説明の説得性の向上やモチベーションへの寄与が見られ、訓練の効率化の一助となることが示された。

先行研究では、COP を姿勢制御の指標として用いているが、立位姿勢の制御は、身体重心（Center of Mass: 以下 COM）を支持基底面内に維持するために、COP を適切に移動させることで達成されると考えられている[2]。したがって、姿勢の安定性を評価するうえでは、COP 単独ではなく、COP と COM の相対的な位置関係にも重要な情報が含まれている。

筆者らは、バランスボードと Microsoft Azure Kinect DK（以下 Kinect）を用いて得た三次元骨格より COM 算出を行い、COP と COM の軌跡の概形を比較した[3]。バランス訓練システムにおける、様々なリハビリテーション利用者の特徴（右麻痺や円背など）を再現した被験者を対象とした実験により、軌跡に明確な違いが生じており、取得したデータの妥当性が確認された。

軌跡の概形は訓練全体の戦略を大まかに捉える上で有効である。一方で、より詳細な姿勢制御のメカ

リズムを観察するためには、動作中の変化に目を向ける必要がある。したがって、姿勢の安定性を観察するうえでは、軌跡の形状だけでなく、動作の進行に伴う COP と COM の相対的な位置関係に着目することは重要であるといえる。

Nishimura ら[4]は、高齢者の歩行開始動作を対象に COP と COM の協調性 (COP-COM 距離) を分析し、バランス能力が低い高齢者ほど前後方向の COP-COM 距離が有意に減少することを報告した。この結果は、姿勢の安定性を保つために代償的に協調性を低下させていることを示唆している。また、Sung ら[5]は、慢性腰痛患者における片脚立位時の COP と COM の動揺距離を分析し、腰痛患者では代償的なバランス制御のメカニズムとして、左右方向への COP-COM 距離が有意に増大することを示した。

これらの研究では、疾患の有無やバランス能力の違いが、特定の方向における COP と COM の距離の変化として反映されることを示している。しかし、先行研究の多くは片脚立位といった静的な姿勢や、歩行開始時などの単一方向への動作を対象としている。バランス訓練システムでは、前後左右斜め、と複数方向への重心移動を連続して行っている。そのため、特定の動作方向や集計値による指標ではなく、複数方向へ連続して動作する過程における COP-COM 距離の時系列推移を捉えることが重要である。

そこで本研究では、複数方向の重心移動の往復を行うバランス訓練を対象とし、COP と COM の距離の時系列推移を可視化するシステムの開発を行う。

2. 開発システム

2.1. 開発システム概要

図 1 に本システムの画面を示す。入力デバイスとして、3D で骨格抽出する Kinect と重心位置を出力するバランスボードを用いた。Kinect から取得した 3 次元の骨格座標データから COM を算出し、バランスボードから COP を取得する。システムはこれらの

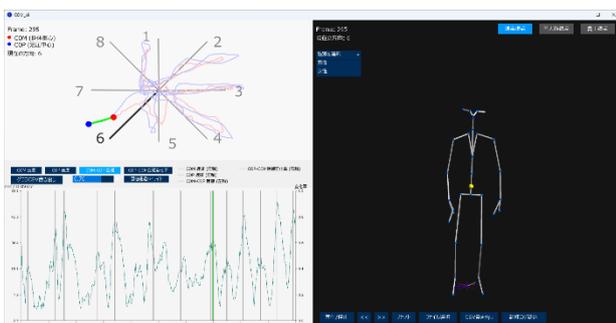


図 1. 提案システム

データを同期して読み込み、バランス訓練中の COP と COM の推移を可視化する。

システムのメイン画面は、(1) COP と COM の位置関係を平面上に示す「2D 重心軌跡」、(2) 距離等の時系列推移を示す「COP-COM 距離グラフ」、(3) 身体の動きを同期して表示する「3D 骨格」の 3 つのビューで構成される。

2.2. 2D 重心軌跡

取得した COP と COM の相対的な位置関係を直感的に把握するため、両者を同一の水平面上に統合して表示する (図 2)。骨格座標から質量比を用いて算出した 3D の COM 座標を水平面に投影し、バランスボードから得られた COP の座標と位置とスケールを合わせ「2D 重心軌跡」にプロットする。プロットされた最新の COP と COM の間には線を引き距離 (COP-COM 距離) の増減を分かりやすくしている。

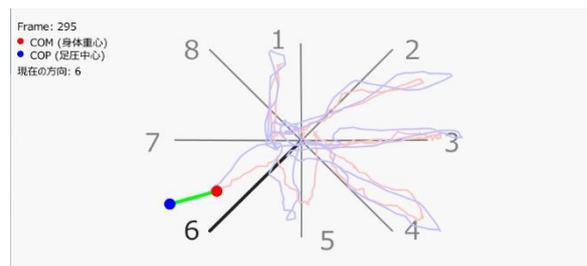


図 2. 軌跡表示

2.3. COP-COM 距離グラフ

平面上の COP-COM 距離を全フレーム算出し、時系列の折れ線グラフとして可視化する (図 3)。また、本グラフでは、COP-COM 距離の推移に加えて、COP-COM 距離の変化率と速度を重ねて表示することが可能である。また、COP-COM 距離が任意の閾値を超えた区間をグラフ上で自動的にハイライト表示する機能を有している。バランス訓練システムにおいて、COP-COM 距離が増大するタイミングは、その重心移動に対して大きな力が使われ、速い速度での重心移動が行われている瞬間であることが理学療法士とのヒアリングから分かっている。さらに、グラフ上に表示されるタイムバーを操作することで全体のフレームのシークが可能である。

2.4. 3D 骨格

Kinect から取得した関節座標データを用い、COP-

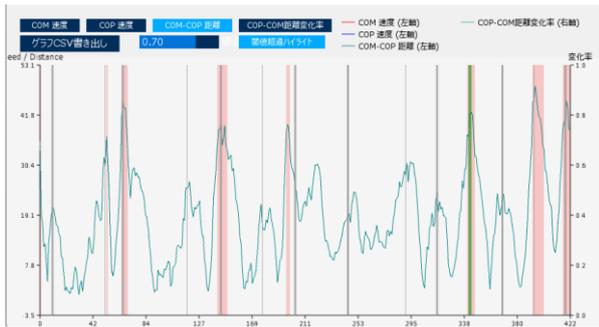


図 3. COP-COM 距離グラフ

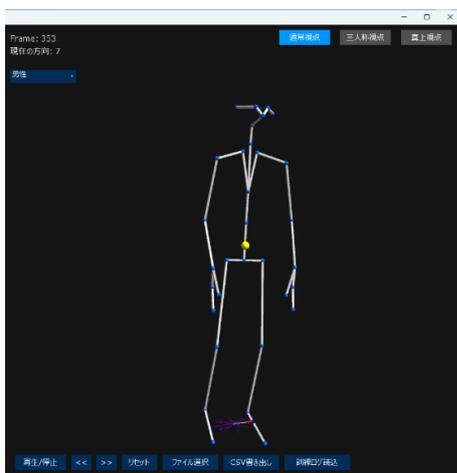


図 4. 3D 骨格表示

COM 距離グラフや 2D 軌跡のデータと同期した 3D 骨格モデルを表示する. COP-COM 距離グラフ上エリアのタイムバーや再生コントロールを操作することで, すべての表示エリアが連動し任意のタイミングにおける状態を確認することができる.

また, 3D 骨格エリアはマウス操作や視点切り替えボタン (正面, 第三者視点, 真上) により, 任意の角度から姿勢を観察することが可能である. これにより多角的な視点から詳細に利用者の姿勢を確認することができる.

3. システムの検証実験

3.1. データ取得環境

被験者 3 名 (理学療法士) に, 右麻痺の疾患を持つ利用者の特徴を模倣してもらい, バランス訓練システムによるデータ取得を行った. 動作計測のためのデバイスとして Kinect および, バランスボードを用いた. Kinect は被験者の正面約 2.3m, 床からの高さ約 0.5m の位置に設置し, 15fps で全身の骨格座標

を取得した. バランスボード (100Hz 程度) は被験者の足元に設置し, COP の軌跡データを取得した.

3.2. 右麻痺の姿勢特徴

図 5 に, 被験者 A が「右麻痺」の特徴を再現したときの姿勢を示す. 「右麻痺」の特徴を持つ利用者は, 麻痺をしていない側に体幹を傾け, その分腰を逆側につきだすことで, 姿勢制御を行う. バランス訓練時にもこの姿勢を維持するため, 麻痺をしている右側へ重心移動をする時は, 主に腰の動きだけを用いて重心移動を行う.

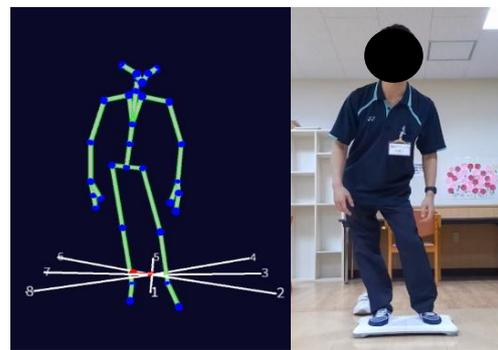


図 5. 右麻痺

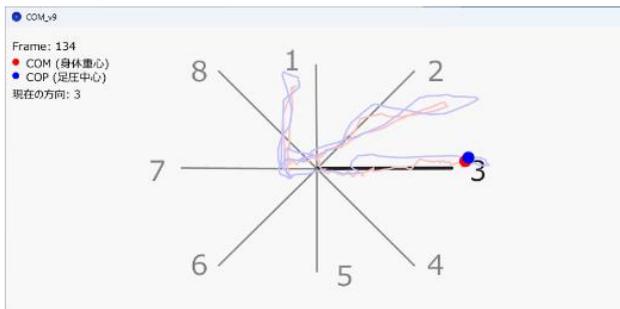
4. 結果

4.1. 2D 重心軌跡

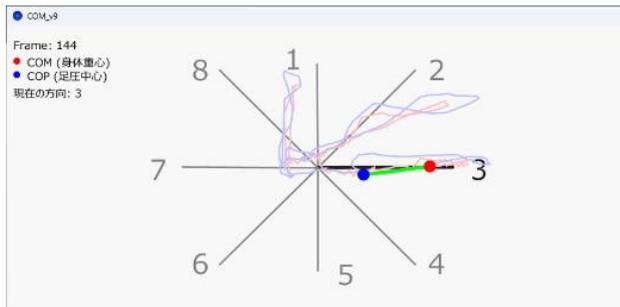
図 6 に, 被験者 A が右麻痺の特徴を模倣し, 右 (3 番) から原点へ重心移動をしたときの COP と COM の関係を示す. 図 6 より, 原点へ戻る際に COP が COM より動作方向に先行して動くことで COP-COM 距離が増大している様子が確認できる. これは, Winter ら[2]の目的位置となる原点を超えた COM の過剰な移動を COP の先行的な位置制御により制動している説明と一致する.

4.2. COP-COM 距離グラフ

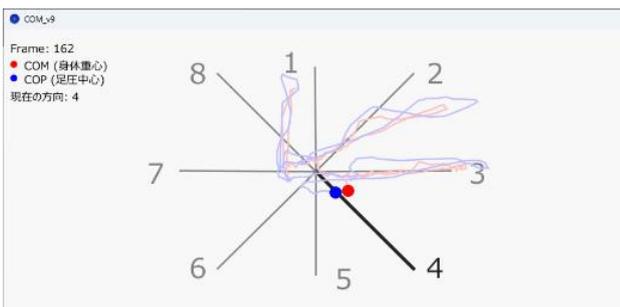
図 7 に, 図 6 の時刻に対応する COP-COM 距離グラフを示す. ここで, 縦の緑太線が現在時刻を表している. 図 7 より, 原点へ向かう重心移動において COP-COM 距離が増減している様子が確認できる. また, 閾値によるハイライト表示を使うことで, 容易に高い値を示す区間を確認できる.



(1) Frame 134



(2) Frame 144



(3) Frame 162

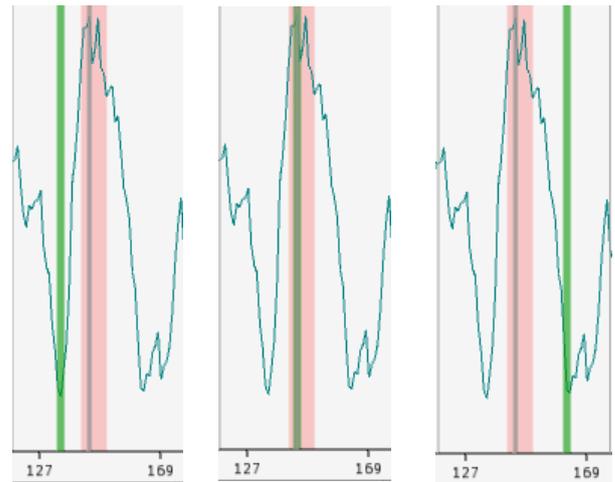
図 6. 右 (3 番) から原点へ戻る重心移動の軌跡

4.3. 3D 骨格

図 8 に、図 6 の時刻に対応する 3D 骨格を示す。図 6, 7 より、図 8(1)では、右方向 (3 番) において COP-COM 距離が少なく、安定した状態にあるが、右側に腰を突き出した姿勢となっていることが分かる。また、図 7(2), 図 7(3)のように推移する過程において、原点に戻ったときの直立した姿勢へ変化する様子が確認できる。これは、右麻痺の右側への重心移動の際の特徴である、臀部を動かすことによる重心移動の様子が表れている。

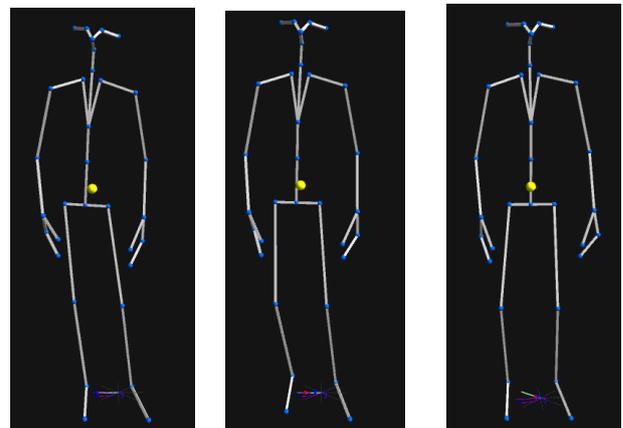
4.4. 考察

図 9 に、それぞれ右側方向 (麻痺側), 左側方向 (非麻痺側) へ重心移動を行った際の COP-COM 距離グラフとそのときの 3D 骨格の様子を示す。グラフ内



(1) Frame 134 (2) Frame 144 (3) Frame 162

図 7. 右 (3 番) から原点へ戻る重心移動のグラフ



(1) Frame 134 (2) Frame 144 (3) Frame 162

図 8. 右 (3 番) から原点へ戻る 3D 骨格

の青いプロットは中心から外側へ向かう「往路」のピークを、オレンジのプロットは外側から中心へ戻る「復路」のピークを示している。グラフを比較すると、移動する方向によって COP-COM 距離の増大するピークの振幅に明確な違いが確認された。この違いは、右麻痺の特徴的な姿勢に起因する左右の重心移動の仕方の違いによって生じたものだと考えられる。

体幹を傾斜させて重心移動をする左側方向は、上半身の質量を利用して重心を動かすことができるため、瞬間的に大きな推進力を生み出すことができ、原点から目標方向にいく往路のピーク値が、復路のピーク値より高くなったと考えられる。一方で、臀部を突き出すことで重心を移動する右側 (麻痺側) への動作では、瞬間的に大きな推進力を発揮するこ

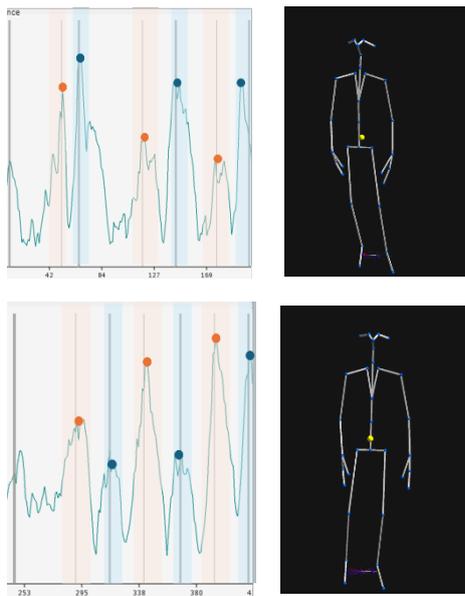


図9. 可視化結果 右側移動（上） 左側移動（下）

とが困難であるため、往路における重心移動の勢いが制限され、結果として往路のピーク値が復路のピーク値を下回ったのではないかと考えられる。

4.5. 理学療法士へのヒアリング

実験で取得したデータを用いて、本システムの可視化結果を提示して、臨床現場における観察支援システムとしての有用性と課題についてヒアリングを実施した。

その結果、COP-COM 距離の推移を可視化することで、訓練を通して見るだけでは確認できていなかった各方向の往路と復路の重心移動の違いを可視化できているとのコメントを得た。

また、COP-COM 距離グラフの見かたについて話題となった。本稿では距離の大きさに着目していたが、速度なども良し悪しに影響するのではないかと、多様な見かたができる可能性がある。一方で、速ければ良いとも限らず、どのように解釈（良し悪しの判断）すべきかが今後の課題とされた。また、バランス訓練システムにおける姿勢制御は非常に微細な動きを伴うため、現在の3D骨格モデルによる表示では詳細な変化が想像しづらい場合があり、カメラ映像を併せた方がより観察しやすい可能性があるとのコメントが得られた。

5. おわりに

本研究では、通所リハビリテーションにおける理学療法士の動作観察および利用者への効果的な説明

を支援するため、複数方向の重心移動の往復を行うバランス訓練を対象とした「COPとCOMの距離の時系列推移」を可視化するシステムを開発した。本システムでは、COP-COM 距離グラフと3D骨格表示を併用することにより、被験者の状態の気付きを支援することを目指した。

右麻痺の特徴を模倣した検証実験および理学療法士へのヒアリングの結果、視覚的に見るだけでは捉えきれなかった各方向への重心移動の違いを可視化できることが確認された。一方で、COP-COM 距離グラフの解釈について、極大値だけでなく、多様な情報を含んでいる可能性が話題となった。今後、データを積み重ね効果的な活用方法について議論する。

謝辞

研究を行うにあたり、盛岡医療生活協同組合川久保病院通所リハビリテーション理学療法士金子雅樹氏、佐々木拓哉氏、岩山翔太氏、竹田友紀氏には、研究における知見の提供、データ取得など、多くの協力をいただいたことに感謝の意を表す。なお、本研究の一部は、JSPS 科研費 23K02688 の助成による。

参考文献

- [1] 大内 拓雄, 松田 浩一: 重心移動の可視化システムの開発と訓練への活用, 情報処理学会第80回全国大会講演論文集, Vol. 2018, No. 1, pp. 465-466, (2018)
- [2] Winter D. A., Patla A. E., Prince F., Ishac M., and Giolo-Perczak K.: Stiffness Control of Balance in Quiet Standing, *J. Neurophysiol.*, Vol. 80, No. 3, pp. 1211-1221, (1998)
- [3] 佐藤 侑樹, 松田 浩一: バランス訓練時の COP と COM の概形比較による重心移動の分析法に関する一検討, 情報処理学会第87回全国大会講演論文集, Vol. 2025, No. 1, pp. 647-648, (2025)
- [4] Nishimura M., Kim H., Hasegawa T., and Uchiyama Y.: Center of Pressure-Center of Mass Coordination is involved in a Process of Acceleration Drive on Gait Initiation in Community Dwelling Elderly People: A Cross-Sectional Study, *International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, Vol. 12, No. 5, pp. 1-6, (2024)
- [5] Paul S. Sung, Phyllis Rowland, and Dongchul Lee: Implications for fall efficacy strategies on center of pressure and center of gravity sway distances in adults with chronic low back pain, *European Spine Journal*, Vol. 33, No. 12, pp. 4581-4590, (2024)

一人称研究を用いた自己評価の開発

A Development of Self-Assessment Using Studies on/with First-Person's Perspective

須谷弥生

Yayoi Sutani

大阪成蹊大学

Osaka Seikei University

Abstract: In formative assessment research, the importance of self-assessment, in which learners become the agents of their own assessment, has been emphasized. However, it is not easy for children to grasp their own learning status and make judgments based on it. This study therefore aims to develop a method of self-assessment using studies on/with first-person's perspective, one of the methodological approaches to bodily knowing. Through this study, it became clear that reflection grounded in bodily perceptions and sensations deepens learners' self-understanding and enables them to relate learning content to their lives. In particular, nonverbal expression through colors and shapes facilitated the reflection process, and sustained practice over time was found to enhance the accuracy of self-assessment.

はじめに

学習過程を評価する形成的評価研究においては、学習者自身が評価の主体となる自己評価の重要性が指摘されている (Earl, 2013)。しかしながら、子どもが自らの学習状況を把握し、それに基づいて自己評価を行うことは容易ではない。その背景には、ポラニー (Polanyi, M.) が指摘する、「知の暗黙の次元」が関与していると考えられる。

知の暗黙の次元は知の身体性であり、身体知③として説明される (樋口ほか, 2017)。知の一人称研究は、身体知研究の方法の一つであるため、これは自己評価が抱える課題を乗り越える可能性を有している (須谷, 2022)。そこで本研究では、一人称研究を用いた自己評価をする方法を開発することを目的とする。

一人称研究を用いた自己評価

本研究では、発表者自身が被験者となり、2021年12月から1年間、初学のフランス語を独学で学習した。学習開始前には、からだメタ認知による知覚や体感を色鉛筆で描き、言語化したうえで学習を開始し、内容のまとまりごとに同様の振り返りを行った。色と形を用いたのは、語彙が限られていても体感を表現しやすいと考えたためである。単語・文法・会話・読解・作文に取り組み、歌も教材として用いた。1年間の学習の結果、フランス語検定4級相当 (学

習時間100時間および約950の語彙獲得) に到達した。

ノート分析の結果、次の三点が明らかになった。第一に、繰り返しの振り返りによって学習課題が可視化され、つまずきの把握と克服が容易になり、重点的に練習すべき箇所が明確になった。第二に、色と形による表現が振り返りの負担を軽減し、この方法を継続することで非言語的表現を用いなくても円滑に自己評価が行えるようになった。第三に、知覚や体感を描き出すことで感情が可視化され、自分の状態に気づき、学習内容を自分の生 (life) と結びつけて捉える契機となった。

考察—研究の成果と課題

知覚や体感を起点とした振り返りは、学習者の自己理解を深め、学習内容を自分自身の生 (life) と結びつけて捉える契機となることを明らかにした。特に、色と形による非言語的表現は振り返りを容易にし、一定期間の継続を通して自己評価の精度を高める効果が確認された。一方で、振り返り時に着目すべき観点、体感を言語化するための表現方法、日常的気づきの取り込み、指標 (ルーブリック) の扱いなどの課題も明らかになった。

謝辞

本研究はJSPS 科研費JP21K20250の助成による。

主要参考文献

- [1] Earl, L. *Assessment as Learning: Using Classroom Assessment to Maximize Student Learning*, second edition, Corwin; California, (2013)
- [2] 樋口聡 (編著), 教育における身体知研究序説, 創文企画, (2017)
- [3] Polanyi, M. *The Tacit Dimension*, The University of Chicago Press: Chicago and London, (1966)
- [4] 須谷弥生, 身体知の視点から形成的評価としての学習評価を問い直す, 感性哲学, Vol.12, pp.6-20, (2022)
- [5] 諏訪正樹, 一人称研究の実践と理論—「ひとが生きるリアリティ」に迫るために, 近代科学社, (2022)

わたしが形創られるとき

— “まとう” 知の記録によるアートベース・リサーチ —

Becoming Myself

-Arts-Based Research through Tracing the Sensation of “Matou”-

古屋千紘¹ 松原正樹²

Chihiro Furuya¹, Masaki Matsubara²

¹筑波大学 情報学群 知識情報・図書館学類

¹College of Knowledge and Library Sciences, School of Informatics, University of Tsukuba

²筑波大学 図書館情報メディア系

²Institute of Library, Information and Media Science, University of Tsukuba

Abstract: This study explores the embodied sensation of “Matou” — the practice that supports the self — through its recorded traces. As these records transformed from text into art, an art-based research approach was adopted, allowing for reflection on the practice itself. The study presents the internal processes and transformations observed within the self.

1 はじまり

1.1 まとうがわたしを外に連れ出す

筆者（以下、私）は大学1年生の頃から、毎朝鏡の前で2時間前後かけて服を選ぶようになった。この行為は単なるファッションへのこだわりではなく、自分の気持ちを支え、人と関わり、外に出るための切実な儀式であった。制服という決まった枠組みから解放された時、私は「身体にじっくりくるものでないと外に出る勇気が湧かない」という強い不安に直面した。この衣服が心身にもたらす「わたし自身を支えてくれる感覚」を、「まとう（纏う）」と呼ぶことにした。

1.2 “まとう”の定義

本研究における「まとう」とは、「全身に広がって感じられ、その身が形創られていく感覚」である。当初は物理的な着衣（衣服を纏う）に限定されていたが、探究プロセスを経て、人・場・空間など、自己の外部にあるあらゆるモノゴトとの接触において生じる体感へと拡張された。これは、鷺田清一[1]が述べる「第二の皮膚」としての衣服や、ルモワヌ＝ルッチオーニの「像としての身体こそが第一の衣服である」という提言と共鳴する。外部のものが自己の内部に取り込まれ、わたし自身が新しく創り直されるような、自己イメージ形成のプロセスを指す。

2 “まとう”を探る

「まとう」についての関連研究と先行研究を提示する。その上で本研究の問い、目的、意義について述べる。

2.1 仮面によって閉ざされたもの

関連研究を検討する中で、「まとう（纏う）」としばしば比較される概念として「装い」に関する研究[2]を参照した。装いは、他者や社会との関係の中で自己を調整し、安心感や信頼感を生み出すコミュニ



図 1.1 纏う日記の記録

ケーション媒体として機能するものであり、人が複数の役割やアイデンティティを生きる現代社会において不可欠な営みである。一方で、身体を覆う装いは意識的・無意識的に役割を演じ分けることを可能にする反面、別の可能なコミュニケーションや自己の在り方を閉ざしてしまう側面も持つと指摘されている。

西尾[3]が、「装い」を他者と自分とのあいだを調整する外向きの行為と捉えるのに対し、私の「まとい」は自己の内側を深く探っていく内向きの行為であると認識している。社会的期待に応じて仮面のように自己像を付け替えてきた経験の中で、自分の所在が分からなくなる感覚を抱え、他者に求められた自己でなければ存在できない状態にあった。そのような状況の中で、仮面のない「わたし」で外に出たいという欲求が生まれ、最初的手段となったのが服（ファッション）であった。本来は「装い」として理解されやすい服を、身体感覚や内的な動きと結びつける「まとう」営みとして用いることで、装いの側面によって曖昧になっていた自己の輪郭を取り戻そうとしたのである。

西尾[3]が「装い」によって閉ざされたコミュニケーションを再び装いによって回復しようとするのに対し、本探究は服の「まとい」的側面に焦点を当て、外部との調整ではなく内面への接近を通して自己を見出そうとする点に特徴がある。つまり本研究は、ファッションを社会的記号としてではなく、自身の存在を探るための身体的・感覚的实践として捉え直す試みである。

2.2 拡張された“纏う”

本研究の実践にも登場する「纏う日記」を対象に、一人称研究¹のアプローチから「纏う」感覚を検討した論文[5]を先行研究として位置づける。そこでは「纏う」は単なる外見の調整ではなく、服を手段として身体を媒介に自己を調整し、己を探る営みとして捉えられている。著者は、毎朝自分に服を合わせていく実践の中で生じる感覚や身体の動きを記述し、それをもとに省察を行っている。この方法は客観的データを中心とする従来研究とは異なり、「わたし」という主体の経験を起点に、数値化できない生きられた感覚を探究しようとする点に特徴がある。

¹ あるひとが現場で出逢ったモノゴトを、その個別具体的な事象を捨て置かず、一人称視点で観察・記述し、そのデータを基に知の姿についての新しい仮説を立てようとする研究[4].

考察の過程で、「纏う」の対象は服そのものに限定されないことが見出される。服装の変化によって他者との距離感や受け止められ方、自身の振る舞い方が変わり、関係そのものを纏う経験が生じる。また、同じ服であっても、身体の状態や時間、場所によって自己のあり方や心の変化し、場を纏う感覚が立ち上がる。こうして「纏う」は、身体と外界との接触面を通して存在を編みなおす行為へと拡張されていく。

論文では、纏うことで生じる微細な心理的変容が丁寧に描かれ、「どう見られるか」ではなく「今日のわたしはどう在るか」という自己イメージが身体を通して発見されていく過程が示される。日々の実践の中で自己が更新されていく感覚が捉えられ、着ること・身を置くことという日常的行為の中に潜む自己との対話に光が当てられている。服を纏うことは自己の存在を再構成する契機となり得るという点に本研究の意義があり、「纏う」は衣服に限らず、人や空間との接触においても感じ得る行為である可能性が示唆されている。

2.3 研究の問い

本研究では、関連研究・先行研究を踏まえ以下の問いを立て実践を行う。

RQ1. “まとう”とはいかなる感覚（営み）であるのか？—“まとう”こと、“まとう”知の記録（表現）においてどのような内的プロセスが生じているのか？

RQ2. “まとう”は自身にどのような影響を与えているのか？—まとうの探究（記録・創作・活動）が自身の日々に加え、他者との関わり・コミュニケーションに影響を与えているのか？

RQ3. “まとう”の共有は可能であるか？—“まとう”“感覚の共有・伝達のため、まとう感覚の創作は可能か、可能だとすればどのような方法があるのか？

本研究において想定される意義としては以下の3点をあげる。

1. 私自身の内的プロセスの探究を通じた自己認識・イメージの確立
2. “まとう”の知の記録（表現）プロセスの提示
3. “まとう”に類する感覚における共有可能性の示唆

ただし、RQ3と意義の3つ目は、実際に実践の渦中でこれらの変容に伴って生まれたものであるため、本研究の当初から想定・設定されていたものではない。

3 研究手法と実践（記録）

3.1 アートベース・リサーチ

本研究では、「まとう」の記録が文字記述から、鏡に描く行為、ドローイング、刺繍、偶像制作といった多様な表現へと変遷していった経緯から、アートベース・リサーチ（ABR）を最も適した研究手法として採用した。ABRは、研究者自身が芸術活動に参加し、その過程で生じる経験や制作物をデータとして扱いながら、研究課題への理解を深めていく方法[6][7]であり、再現可能な客観データではなく、芸術がもつ経験の「質」を可視化し共有する力に依拠する研究パラダイムとして位置づけられている。ここでは、言語化しきれない感覚や質を捉える「鑑識眼」と、それをメタファーや表現によって再構成する批評的営みが研究方法そのものとなる点に特徴がある。さらに、人間を変数として扱う客観主義的研究に対して、身体を伴う関与の中で生じる間主観的理解を重視する「接面の人間学」[8]の視点とも通じる。制作や身体実践においては、出来事を逐語的・時系列的に記述するだけでは制作者の感覚や思考を十分に伝えられない場合があり、フィクション的再構成や記録の再編集といった表現的操作が有効になることが指摘されている。小松[9]も述べているようにABRはまさにこのような再構成を研究の中心に据える方法論である。

本研究における「まとう」探究は、衣服や素材を身体に重ねる行為にとどまらず、線を引くことや、全身に広がる感覚、身体と内面の往還といった体験を含んでいる。これらは実践と同時に生成されるものであり、創作行為から切り離された客観的データとして回収することはできない。そのため、創作物、ドローイング、テキストなど複数の記録表現を通して「まとう」営みを提示できるABRが適していると考えた。

3.2 実践のプロセス

本研究の実践では、「まとう」感覚をめぐって、経験・記録（創作や記述）・振り返り・仮説生成のプロセスを反復的かつ循環的に行う。中心となるのは、「まとう」体感そのものの記録であり、その方法は特定の形式に限定されない。記述、ドローイング、刺繍、ワークショップ、プラクティス、造形など多

様な表現手段を用い、その時点で自身が最も鮮明に体感を捉えられる方法が選択される。したがって、実践や記録の方法は固定されたものではなく、研究の進行とともに変化し得る柔軟なものとして位置づけられている。以下に実践内容を示す。

• 纏う日記（2024.6.5-11.25）

服という手段からもたらされる“纏う”体感について、文字記述とコーディネートの写真で記録した。

• 鏡日記（2024.12.9-2025.1.17）

感じた“まとい”を鏡上で描くというものだ。それは、アクリル絵の具を使って感じたうごきや質感をアートという形で記録し、さらに必要な時には一緒に文字記述も行った。

• 全身鏡日記（2025.3.2 - 3.3）

「まとう」体感をより濃く再体験するために制作された等身大の鏡による記録。鏡という媒体に体感を記すことで、後日、鏡の前に立つ自身の身体にその記録が重なり、当時の体感が再び立ち現れるかを検証する「“まとう”を“まとう”」試み。

• 個展「あの子が“纏った”記録展」（2025.3.31 - 4.4）

今までの記録たちを展示した。内省的な自身の記録がはじめて他者のまなざしに触れたことで、「個の感覚」が他者と共有・共鳴し得る可能性を知った。

• 体感ドローイング刺繍（2025.4.28 - 5.14）

「感覚を刻んだ服をまとう」ことは可能か？という問いから始まりまった。自身の体感を刺繍として服に直接縫い込む際、「縫い針の先がわたし自身である」かのように身体同期する感覚を記録した。

• 体感ボディドローイング（2025.7.1 - 継続中）

生じた感覚を、実際にその身体部位や場所に直接描く実践。皮膚上に描くことで、内的なうごきがより強く感じられ、感覚が補強・再生された。

• 纏土偶（2025.7.22-7.31）

それまでのまとった体感を記憶・蓄積している自分の身体を記録しておくため、自身を重ねた土偶を制作した。

• 「他者の手を想像で舐めてみる」プラクティス（2025.8.20）

他者と共同で行ったオープン・プラクティスの一環として実施。実際には触れずに想像で他者の手を舐めた「形跡」をドローイングすることで、自身の身体にどのような反応やうごきが生じるかを観察した。

• オープン・プラクティス「非自明な地平」および公開編集（2025.8.18 - 8.29）

展示空間全体を使い、日々異なる角度から実践記録に「補助線」を引いていく公開編集作業。自身の探究をメタ的な視点で捉え直し、再構成するプロセスそのものを実践。



- **胎内ドローイング** (2025.8.27)
他者の一人称的行為詩²から受けた感覚，私とその人に立ち上がった感覚をドローイングする実践。
- **空間ドローイング/プラクティスの接地面** (2025.8.29)
他の実践者やその場の空気の動きから感じた体感を「立ち上がったきたその場所」の空間に直接描くパフォーマンスの実践。
- **タトゥーシール** (2025.9-継続中)
自身の体感ドローイングをタトゥーシール化し，皮膚に貼る実践。直接描く場合と比べ，うごきの広が

りや質感の強度がどう変化するのか観察した。

- **透過日記** (2025.10.24)
透明な板を空間にかざし，その向こう側に見える景色や場のうごきを透かして描く記。空間ドローイングをより手軽かつ視覚的に記録する手法として開発され，ワークショップも実施。
- **茶室壁面ドローイング** (2025.11.3)
特定の間（茶室）の空気感，そこでの自身のうごきを壁面に記録する試み。記録が自身の意図を超えて描いた線そのものがわたしである体験をした。

3.3 感覚をなぞる，やがてわたしになる

これまでの実践では様々なカタチで線の表現が見られた。この線において，ティム・インゴルドの軌跡と糸の理論に類似したものがあつた。感覚をなぞ

² 一人称的に「行為そのもの」を詩として捉える表現・思想のこと。詩＝行われる出来事・振る舞い・実践と考える立場をとる。

るように線を描き、やがてそれがわたしになっていく。詳しくは5章に後述する。

4 記録の変容から生まれた知

4.1 言葉から芸術表現へ

本研究の記録が言葉から芸術表現へと変容した。毎朝の着衣による体感を写真と言葉で綴る「纏う日記」から始まり、言葉にできない繊細な感覚の「わからなさ」に直面し記述が停滞したスランプを、鏡に直接アクリル絵の具で描く「鏡日記」という手法によって乗り越えた。初期の言葉による記録は、事実や解釈、経験を客観的・主観的な言語に落とし込もうとする試みであったが、色という支えを失い言葉の限界を感じた[4.]ことで、自身の身体を映し出す鏡という媒体を通じ、直感的な色や線で体感を重ねる抽象的な表現へと移行した。この変遷に伴い、鏡上の文字記述は次第に減少し、ドローイングによる記録が主となった。ここから、自身の感じたことを外在化し記録する手法として、言葉ではない芸術表現を用いたからこそその利点も見られた。

4.2 記録としての創作

「まとう」の記録を他者に見てもらおう場面では、しばしばそれらが「作品」と呼ばれることがある。しかし私自身は、それらをあくまで記録として捉えており、作品としての形式やメッセージ性、他者から評価される可能性を意識して制作しているわけではない。私はアーティストを志しているわけでもなく、技術力もない中で、自身や記録が否定されたり品定めされたりすることへの恐れから、「作品」と呼ぶことに抵抗を感じる。評価されるくらいなら評価の可能性そのものを消したいという思いがある一方で、他者からのポジティブな反応や笑顔に触れたときには素直に嬉しさも感じており、そのささやかな受容が自身の探究にとってちょうどよい距離感であると認識している。

理想とする記録のあり方としては、幼い頃に無心で描いたクレヨンの落書きのように、意図や評価を超えて残された痕跡でありながら、それを見る人の内側にあたたかさを喚起するようなものが挙げられる。重要なのは視覚的な出来栄ではなく、その奥にある経験や物語（ナラティブ）が自然と浮かび上がる記録であるという点である。

また私にとって論文そのものも実践の一部であり記録であると位置づけている。日々の実践の渦中では「その時のわたし」に没入し、極めて主観的な状

態にあるため、そこから少し距離を取り、広い視野（ワイドアングルビジョン³）で振り返る時間として論文執筆が必要となる。つまり論文は客観的に結果をまとめる行為というだけでなく、まだ見えていないものを探し続ける過程の中で、自身の実践を俯瞰し記録するもう一つの探究行為としての意味も含んでいるのである。

4.3 わからなさを受容すること

2025年7月、私はこれまでの体感を蓄積した自己の象徴として、等身大の「纏土偶」を制作した。しかし、乾燥の過程で土偶には無数のヒビ割れが生じた。技術を持たない自分にとって、このヒビを修復しようとする試みは苦痛であり、自身のコンプレックスや「わからなさ」を突きつけられるような苦悩のプロセスとなった。

この苦悩を乗り越えたのは、ヒビを無理に埋めるのではなく、あえてレースやパールビーズ、刺繍糸といった素材で「纏う」という転換であった。見せなくなかったヒビをポップに強調して見せることで、わたしは自己の不完全さや制御不能な「わからなさ」を受容し、手放す感覚を得た。このポップにみせる表現は、生々しいリアリティを保ちながら、他者との接続を可能にする「やわらかい」回路として機能した。

5 線とわたし

5.1 あらわれた線

鏡日記以降、記録の中に「線」が現れるようになった。私にとって線を描くことは、自身の「なかみ」を確認する行為であり、以下の多様なアクションとして展開された。これまで、わたしは“まとう”を数々の線であらわしてきた。それは、意図したものではなく、私にとって自然発生した記録表現しやすいカタチであったのだろうと思う。鏡日記の実践から出現したこの表現は実践の媒体や手法の変化はあれど、2025年12月現在も続いている表現だ。線を描く、線を重ねる、線を縫う、線を直す、線を繕う、線を着ける、線を立ち上げる、線をつくる、線になる。自身の内の感覚のうごき、質感、速さなど、線によって記録することが自身にとって最も心地良く、偽りがなかった。それがいつの間にか、線がわたしで

³ 物事を一点に絞らず、広い視野・複数の関係性・周辺まで含めて捉える見方／思考の姿勢のこと。

あるような感覚を覚えるようになった。線を描くあいだにおいて、私は、わたしのなかみはここにいる／在るのだと心から思える。物質的に身体がここにある、というだけでなく、普段はなんだかわからない”わたし”というものも感じられる。これが「線になる」感覚である。

—線を描く。外的なものとして、線を捉え描いている。あくまで、”まとう”感覚を描いているのであり、それはわたしではない。そこに、質感やうごき、速さは感じられ、メタ的な視点によるものである。



図 5.1 描く：体感ドローイングスケッチ

—線を重ねる。その奥や、下にあるものが透けて見えるようである。全身鏡日記ではその奥にいる自分の姿を重ねる、そこに映る己に線を重ねる。これは、外的に感じられるもので、重なる実感としてではなく、あくまで視覚的に重なって見えるという意味である。「描く」と同様に、質感やうごき、速さは感じられる。

—線を縫う。体感ドローイング刺繍の実践による服のデザインを行った際、縫い針の先がわたしであるかのように、わたしの身体もうごいている感覚があった。縫い込まれていく、動いていく、針・糸と共に動く。そこと己の身体が同期しているようであった。しかし、質感は感じられず、あくまでうごき、速さ、リズムの共鳴が起こっているという感覚。

—線を直す、直せない。描いた線が、そのままの状態を保っていられず、崩壊した。この際に、私は線を直そうと試みた。纏土偶の制作によって、“まとう”を蓄積・体感した自身の身体ごと記録しておきたいと考え、自身と重ねた等身大の土偶を製作した。その際、土偶に描いた体感ドローイングの線は時間の経過と共にヒビ割れ、崩壊していった。線から亀裂が生まれ、身体がひとつではいられない。その状態

を元に戻すため、線を直そうとした。開いてしまった隙間に粘土を注ぎ込んで埋めていく。同時に私の身体自身も、苦しいような、詰まるような感覚があった。窮屈なような、埋めても埋めても直らない。何度やっても線は元描いた綺麗な状態には戻らなかった。この頃には、線を描いた土偶の身体はわたしになっていた。苦しい、辛い、心が痛い。涙が出てきて止まらなかった。土偶自体は泣いていないのだけれども、土偶の身体とわたしの身体は同じように感じられて、直らないことが悲しくて、寒くて、私の目からは涙が落ちた。あなた（土偶）の目から涙がこぼれていないこともまた悲しく、寂しく感じられた。

—線を繕う。涙が出切ったからなのか、少し経った時間が解決してくれたからなのか、ヒビを元に戻そうとすることをやめ、捨てられなかったキャミソールからちぎれてしまったレース、デニムから取れたパールビーズ、着けなくなってしまったピアス、使いかけの刺繍糸を持ってきた。パールビーズをヒビに重ねる。縫い目のように刺繍糸をつける。ポップにヒビ（見せたくなかった線）を魅せることで、私はこの体験を乗り越えた。苦しさから解放された。自身のわからなさを手放す。

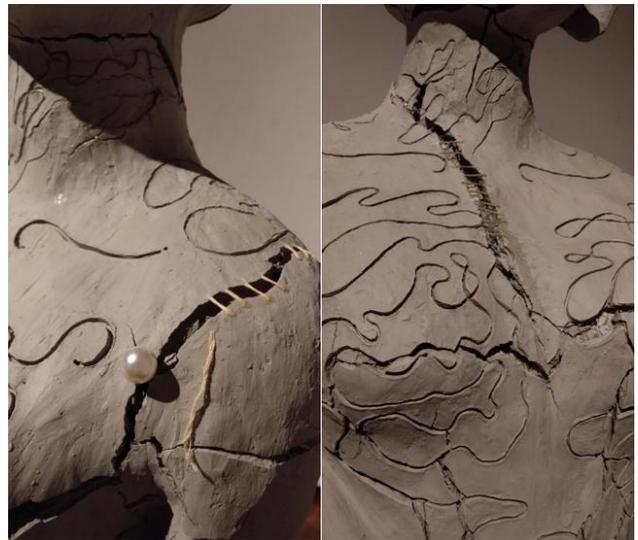


図 5.1 繕う：纏土偶ヒビを繕う

—線を着ける。自身の体感ドローイングを実際に皮膚上へ描くこと、或いはそれをタトゥーシールとして皮膚に貼ることによって線を着ける。これは、同じ着けるでもうごきや身体的な感じ方が異なる。皮膚へ直接描く方が内的うごきは強く感じられ、感覚の補強感が増す。タトゥーシールもうごきや速さと共にあるが、薄く、広がってゆく範囲が狭いように

感じられた、質感は微かにある。この違いは「刻まれている感覚」の強さによるものだと感じる。

—**線を立ち上げる**。空間ドローイングのはじまりにおける記録はまさにこれにあたる。この縮小版にあたる透過日記は、手軽に記録できる分身体感覚への連動が薄い。ここでの線がその場に立ち上がってくる、この立ち上がりはメタ的などころからはじまる。例えば、6m先の茶色の葉が重なり合う土の中から生えてくるようなうごきを両腕に感じた時、それを一旦私が身体ごとやってみる。それが空間ドローイングのはじまりの立ちあがりだ。透過日記ではそれよりメタ的に視覚として描く。

—**線をつくる**。そのうごきと対話するような、共同作業をするような感覚である。実際には触れることなどできていないのに、触れあいながらその中で線がつくられてゆく。これまでの実践では、やわらかな場面でしか遭遇されていない。例を挙げると、胎内ドローイングがこれにあたる。まるで、母の胎内にいるその人と同じ場所にいるような。母でもないのに蹴ったらそれに反応するような。でも一体となっているのはすこし異なる感覚。



図 5.1 つくる：胎内ドローイングの様子

—**線になった**。いつの間にか私は線で、線がわたし。描いている時だけはそうであって、すべてが連動している。こころも、うごきも、質感も。わたしが感じられる。消して、ポジティブばかりではない。質感に応じて寂しさ、苦しさ、といったネガティブなものもしっかりとを感じるが、それが心地良い。全身でこうだと感じられる、実感できる。終わった後のそれらは痕跡でしかなく、わたしとは全く乖離している。それがわたしであったことも信じがたい。

実践の過程において、線は当初の外的な対象から次第に内的なものへと変化し、やがてそれ自体を「わたし」と感じるようになった。線の中にいるときには生きている実感が強く得られ、線として在る己と線そのもののあいだに区別はなくなる。線はわたしであり、わたしは線であるという感覚が生じるが、それはもともと別々に存在していたものが一

体化するというよりも、そもそも分離して存在していなかったのではないかと思われるような感覚である。

わたしが線であると感じるとき、むしろ世界との境界は明確になり、自身の輪郭がはっきりと立ち上がる。しかしその状態は常に幸福感やポジティブな感情に満ちているわけではなく、ふと止まったり沈んだりする瞬間も含みながら、「ただ在る」という感覚として続いている。その中で、自分の身体としての存在と、「わたし」という存在そのものを、より濃く深く認識できるようになったと感じた。

5.2 軌跡と糸

自身の「線」について、文化人類学者ティム・インゴルドの理論[10]を援用し再考した。

- **軌跡(痕跡)としての線**：面の上に残された「出来上がったもの」。過去の行為の残影であり、保存・確認のための道具である。初期の記録や、土偶のヒビを「直そう」としていた段階がこれにあたる。
- **糸(生きたうごき)としての線**：現在進行形で伸びてゆく「生きたプロセス」。描く行為そのものが「まとう」ことと一体化した現在の実践である。

加えて、これらはドナルド・ショーンの反省的実践の枠組み[11]からも考えられる。軌跡が「行為の事後的な省察(Reflection-on-action)」、糸が「行為中の省察(Reflection-in-action)」となり、渦中のわたしとメタ認知する時の私とを往還しながら反省的に実践を行っているようであった。

記録が「過去の保存(軌跡)」から「いま、ここでの自己の編みなおし(糸)」へと進化したことは、本研究における重要な知見の一つである。

6 わたしとあなた

6.1 裸の存在としての自己

他者のまなざしを意識した「装い」の回路を一度遮断し、「まとう」実践に没入することで、私は他者に依存しない「裸の存在」としての自己を認識できるようになる。鷺田清一が述べる「まるでわたしがわたしの背後にいるかのような感覚」[12]は、ドローイングを通じて自己の輪郭を丁寧になぞるプロセスと類似すると考える。

6.2 あなたと接続されゆくわたし

自己探求の実践は、他者へと接続された。他者の行為詩を受けて描く「胎内ドローイング」は、混じり合って一体化するのではなく、母体と胎児のように、独立しながらも同じ場所で響き合うような体験であった。これは、自己を自分自身で見出せるようになったからこそ、他者との関係に安心して入っていけるようになった。

7 結び

7.1 まとうとはいかなる営みか

本研究の問いに対する答えは以下の通りである。

RQ1. “まとう”の正体：曖昧な自己の感覚に「表現」という輪郭を与え、自己イメージを形成する存在論的実践である。

RQ2. 自身への影響：自己を確かなものとして認識（いま、ここに在る感）することで、他者の存在に囚われすぎず、日々の些細なしあわせやかなしみに気づけるようになった。

RQ3. 共有の可能性：完全な共有は未だ途上だが、ドローイングやワークショップを通じて他者と「共鳴」し、安心安全な場を創出する可能性が示された。

7.2 今後の展望

本研究は、筆者自身の個人的背景を起点として、正体は明確に言い表せないものの、確かに存在し自身を支えている営みを「まとう」という独自の身体感覚として定義し、その内的プロセスをアートベース・リサーチ（ABR）によって探究した。当初は服を手段として始まった実践は、一人称記述から鏡へのドローイング、さらに身体への直接的な描写へと展開し、その過程で多くの「線」が出現した。この線は過去の体感を保存する「軌跡（痕跡）」から、描く行為そのものが生きるプロセスと一体化した「糸（生きたうごき）」へと変容し、両者の往還が見られたと理解できる。線を描き、まとう瞬間には、他者のまなざしを介さずに「わたしのなかみはここに在る」という自己の輪郭を確かに認識できる感覚が生じる。また「纏土偶」の制作では、自身のコンプレックスの象徴でもある粘土のひび割れをあえて強調し繕うことで、「わからなさ」を手放す感覚が得られた。ここから自己は固定された像ではなく、絶えず変化し続けるプロセスとしての糸的な営みとして捉

え直された。

このように「まとう」営みは、曖昧な自己感覚に表現という輪郭を与え、自己イメージを形成することで、自らの手で安心できる場を創り出す存在論的実践であると考察した。本研究で示された身体感覚の記録と変容のプロセスは、現代社会において生きづらさを抱える人々が自己を支えるレジリエンスを獲得するための一つの方法となり得る可能性がある。さらに、「まとう」の定義そのものも固定されたものではなく、今後の実践を通して更新され続けてゆく。なお、本研究で論じた共有可能性については、今後ワークショップにおけるインタビューやアンケートなどの対外的調査を実施し、その妥当性を検証していくことが課題である。

謝辞

これまでわたしに関わってくれたすべてのもの、人々の存在と、それらと共に過ごした時間があってこそ探究できました。皆様に深く感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 鷺田清一, 人はなぜ服を着るのか, 筑摩書房, 2012
- [2] 西尾美也, 状況を内破するコミュニケーション行為としての装いに関する研究, 東京藝術大学大学院美術研究科博士後期課程学位論文, 2011
- [3] 西尾美也, 装いは内破する, 左右社, 2024
- [4] 諏訪正樹. 一人称研究の実践と理論: 「ひとが生きるリアリティ」に迫るために, 近代科学社, 2022
- [5] 古屋千紘, 遠藤友咲, 松原正樹, “纏う”ことで私の心はどう動くのか, 人工知能学会第44回身体知研究会, 2024.12
- [6] 伊藤留美, アートベース・リサーチの展開と可能性についての一考察, 南山大学短期大学部紀要, Vol.39, pp.203-213, 2018
- [7] S. McNiff. Art-based research. In J. G. Knowles and A. L. Cole, editors, Handbook of the arts in qualitative research, chapter 3, pp. 29–40. Sage, Los Angeles, CA, 2008.
- [8] 鯨岡峻, 関係発達論の構築, ミネルヴァ書房, 2016
- [9] 小松佳代子, アートベース・リサーチの可能性, 勁草書房, 2023
- [10] ティム・インゴルド, 訳: 工藤晋, ラインズ, 左右社, 2014
- [11] ドナルド・ショーン, 訳: 柳沢昌一, 三輪建二, 省察的实践とは何か: プロフェッショナルの行為と思考, 鳳書房, 2007
- [12] 鷺田清一, じぶん・この不思議な存在, 講談社, 1996

アメリカンフットボール試合観戦者の身体知形成プロセス — 「からだメタ認知」の視座に基づく観戦体験の質的構造化 — Embodied Knowledge Formation Process of American Football Spectators — Qualitative Structuring of Spectating Experiences Based on the Perspective of “Embodied Meta-cognition” —

菊地 康介¹ 松尾 博一² 松原 正樹³
Kosuke Kikuchi¹ Hirokazu Matsuo² Masaki Matsubara³

¹ 筑波大学 情報学群 知識情報・図書館学類

¹ College of Knowledge and Library Sciences, School of Informatics, University of Tsukuba

² 筑波大学 体育系

² Institute of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba

³ 筑波大学 図書館情報メディア系

³ Institute of Library, Information and Media Science, University of Tsukuba

Abstract: This study elucidates the formation process of “embodied knowledge” in American football spectators, redefining the spectating experience as a transition from passive “visual consumption” to an active “embodied transformation process.” Unlike previous studies focusing predominantly on psychological aspects, this research adopts an embodied perspective to address the challenges of sustainable fan engagement. We conducted a field study involving seven spectators at X League games. Using the Trajectory Equifinality Model (TEM), we identified four Obligatory Passage Points (OPPs): (1) Visual Perception, (2) Expression of Body Reaction triggered by “Social Guidance” (SG), (3) Backgrounding due to Mastery, and (4) Self-Awareness of Physical Reaction. Quantitative data from PANAS and IOS scales indicated a trend toward increased positive affect and psychological intimacy, providing complementary support for the qualitative model. The study suggests a mechanism where involuntary physical reactions, induced by the environment, precede knowledge understanding and are retrospectively interpreted through interview processes based on “Embodied Meta-cognition.” Finally, we propose that optimizing environmental “Social Guidance” and intentionally inducing metacognition through timely feedback are essential strategies for transforming passive viewers into enthusiastic fans.

1 はじめに

1.1 問題の所在と背景

欧米諸国においては、スポーツを有望な産業と捉え、プロスポーツリーグやスタジアム・アリーナの施設整備、健康や体力づくりのためのスポーツ関連市場など、様々な分野に対して投資を加速させており、スポーツビジネスは巨大な産業となっている [1].

我が国のプロスポーツは、世界の主要リーグと比較して、スポーツ事業収入および市場規模の両面において大きな差がある。とりわけ、国内の主要なプロスポーツで

ある野球やサッカーにおいては、世界のトップリーグと比べ、20年前にはその差が比較的小さかったものの、現在ではそれぞれ約3倍、約5倍といった格差が生じている [2].

また、第3期スポーツ基本計画がスポーツ基本法に基づき、文部科学大臣が定めるスポーツに関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るための重要な指針として制定された第3期スポーツ基本計画は、今後のスポーツの在り方を見据え、令和4年度から令和8年度までの5年間で、国等が取り組むべき施策や目標等を定めた計画となっている。その中の「(6) スポーツの成長産業化」に

においては、政策目標として「スポーツ市場を拡大し、その収益をスポーツ環境の改善に還元し、スポーツ参画人口の拡大につなげるという好循環を生み出すことにより、スポーツ市場規模 5.5 兆円を 2025 年までに 15 兆円に拡大することを目指す」と掲げられている [3].

2018 年 3 月に日本政策投資銀行が発行した「わが国スポーツ産業の経済規模推計～日本版スポーツサテライトアカウント～」において開発された推計手法の最新版により、2021 年のわが国スポーツ産業の経済規模を推計した結果、2021 年時点の国内スポーツ市場規模は約 13.7 兆円と試算されている [4].

これにより、日本のスポーツ産業の経済規模は、第 3 期スポーツ基本計画で掲げられたスポーツ市場規模の拡大という政策目標のもと、今後さらなる成長が見込まれる一方で、現状としては世界の主要スポーツリーグと比較して依然として大きな差が存在しており、日本のスポーツビジネスは国際的な競争力の面で課題を抱えていると言える。

1.2 日本のアメリカンフットボール界の現状

日本のアメリカンフットボール界の中でトップリーグに当たるものとして、一般社団法人日本社会人アメリカンフットボール協会（以下、X リーグ）が存在する。X リーグは毎年年初にアメリカンフットボール国内最高峰大会「ライスボウル」を開催しており、その観客動員数は、東京ドームで試合が開催され始めた 1992 年の 56,000 人と 2025 年の 17,694 人を比較すると、約 68 % 減少している [5].

このような状況の中、X リーグは 2026 年から新リーグ構想「X Premier（エックス・プレミア）」を発足させ、新たなフェーズへと移行する。本構想は、2022 年に制定されたパーパス「一流の社会人が世界トップレベルの舞台で戦い、子どもたちの憧れとなる存在であり続ける」の実現を目的としており、競技力の向上に加え、地域連携や観戦体験の向上、ビジネス基盤の強化など、多面的な価値創造を目指している [6]. Phase1（2026～2030 年）では、ライセンス制による X Premier 設立を中心に、11 チームが興行価値・競技水準・育成環境・地域連携の 4 要素を満たし、自立的な運営体制を構築することが求められている [6].

学術的には、井上ら（2023）によると、国際学術誌においてアメリカンフットボールを対象とした研究が盛んな一方で、国内学術誌のレビューにより、日本国内ではアメリカンフットボールに関する研究がほとんど実施されていないという現状が明らかになった [7]. さらに、マーケティングや消費者行動の観点から、国内の大学・

社会人アメリカンフットボールの観客動員数をいかに増やすかを探る研究は、米国以外の国における数少ない事例として、重要な知見をもたらす可能性があると言われている [7].

以上のことから、日本のアメリカンフットボール界では競技規模の縮小傾向がみられる一方で、X リーグは新リーグ構想を通じて市場の再拡大を目指す動きを強めている。しかし、こうした社会的・産業的变化を対象とした学術的研究は十分に蓄積されておらず、この転換期における日本のアメリカンフットボール界の現状を多面的に分析することは、今後の発展に向けた重要な示唆を与えると考えられる。

1.3 本研究の目的と意義

本研究の目的は、国内のアメリカンフットボール試合における観戦者の身体知形成プロセスを明らかにすることである。具体的には、従来の観戦者行動研究で扱われてきた心理的な側面だけでなく、身体的な側面に着目し、観戦者が観戦環境の中で、いかにして競技の文脈を理解し、没入していくのか、その「身体知（Embodied Knowledge）」の形成プロセスを可視化する。この目的に基づき、本研究では以下のリサーチ・クエスチョン（RQ）を設定する。

RQ: 国内のアメリカンフットボール試合観戦者は、どのようなプロセスを経て「身体知」を形成していくのか。

本研究の意義として、以下の 2 点が挙げられる。第一に、学術的意義として、心理的側面に偏重していた従来の観戦者行動研究に対し、身体的変容プロセスという新たな視座を提供することである。これにより、スポーツ観戦を単なる視覚的消費ではなく、身体性を伴う経験として再定義し、身体論的アプローチの有効性を実証する。第二に、社会的意義として、観戦によって生じる観戦者の身体的変容プロセスを可視化することで、ファン育成を目的とした観戦環境設計や会場演出などのファン育成戦略に対して、新たな視座を提示できる点にある。これにより、新リーグ構想「X Premier」への移行期にある日本のアメリカンフットボール界において、持続的なファンベース構築のためのフレームワークを示し、ひいては第 3 期スポーツ基本計画が目指す、我が国のスポーツ市場拡大の実現に貢献することを目指す。

2 理論的枠組み

2.1 身体知と「からだメタ認知」

本研究における「身体知」の概念は、Maurice Merleau-Ponty の現象学に由来する。Merleau-Ponty は、身体を環境に対して即座に応答する「身体図式」として捉え、意識的な思考を経ずに「いかに行動すべきかを知っている」という身体化された知識の重要性を指摘している [8].

また、Michael Polanyi の暗黙知論によれば、技能の獲得が進むにつれて、身体の個別動作への意識は「近接項」として背景化し、意識の焦点は達成されるべき「遠隔項」へと移行するとされる [9]. つまり、応援動作などを意識せずとも無意識に行えるようになり、試合展開そのものへ没入していく状態を指す。

さらに、諏訪 (2016) は、こうした身体的な実践を通じて得られる感覚を言語化し、対象の理解を深めるプロセスを「からだメタ認知 (Embodied Meta-cognition)」と呼んだ [10]. 諏訪は、身体知の形成には、動作が背景化し、環境に没入するプロセスと、その体験を事後的にメタ認知によって意味づけ直すプロセスの双方が関与しているとしている。

そこで本研究では、これらの概念を援用し、試合観戦における身体知を「応援動作等の手段が背景化することで、試合の状況や現場の雰囲気や身体感覚を通じて直感的に理解し、事後的な省察を通じて文脈の意味を見出すことのできる知識および技能」と定義する。

2.2 複線径路等至性モデル (TEM)

TEM (Trajectory Equifinality Model) は、サトウら (2006) によって提唱された、人間の経験や人生径路の多様性・複線性の時間的変容を捉えるための質的研究の枠組みである [11].

TEM 図で用いられる主要な概念は以下の通りである [12].

「等至点 (Equifinality Point: EFP)」とは、多様な径路がいったん収束する地点を示し、対象者自身にとって重要な意味を持つ地点である。

「必須通過点 (Obligatory Passage Point: OPP)」とは、等至点に至る過程で、必ず通過しなければならない地点を意味する。

「社会的ガイド (Social Guidance: SG)」とは、個人が望む方向へ支援する力の総称である。

「社会的方向付け (Social Direction: SD)」とは、個人が望んでいない方向へと仕向ける環境要因や文化的な力の総称である。

TEM を用いた先行研究として、小林ら (2017) の陸上競技選手のキャリア形成プロセスや、向 (2016) の野球選手のイップス克服過程、北村・木内 (2022) による女子バスケットボール選手のキャリア選択過程など、スポーツ領域における個人の変容を扱った事例が報告されている [13, 14, 15].

スポーツ観戦のような動的な身体的変容を伴う現象を記述する上で、個人の多様な経験径路を捉えつつ、それらに共通する全体的な変容プロセスを導き出せる TEM は、本研究に適した分析方法であると考えた。

3 調査方法

本研究は、日本のアメリカンフットボールにおけるトップリーグである X リーグ (X1 Super) の公式戦 2 試合を対象に行った。調査対象は、スポーツ観戦頻度の異なる 20 代から 60 代の男性観戦者 7 名である (表 1).

表 1 研究協力者のプロフィール

研究協力者	年代	性別	スポーツ観戦頻度 (年間)
A 氏	60 代	男	3~5 回
B 氏	50 代	男	6 回以上
C 氏	40 代	男	6 回以上
D 氏	50 代	男	6 回以上
E 氏	60 代	男	6 回以上
F 氏	20 代	男	6 回以上
G 氏	60 代	男	6 回以上

データ収集は、①試合会場における映像記録 (研究専用座席での行動観察)、②質問紙調査 (試合前・ハーフタイム・試合後の 3 時点における、日本語版 PANAS [16] による感情状態および IOS 尺度 [17] による心理的一体感の測定)、③試合後日のオンライン半構造化インタビュー、の 3 段階で実施した。

インタビューでは、からだメタ認知の構成要素 [18] に基づく質問を行い、得られた質的データは KJ 法 [19] に準じて構造化し、複線径路等至性モデル (TEM) を用いて身体知形成プロセスを可視化した。また、量的データは質的分析を補完する補助的資料として用いた。

4 結果

TEM 分析の結果、アメリカンフットボール観戦者の経験プロセスは、時間の経過とともに質的に変化する動的なものであり、以下の 4 つの必須通過点 (OPP) によって構造化されることが明らかになった (図 1)。

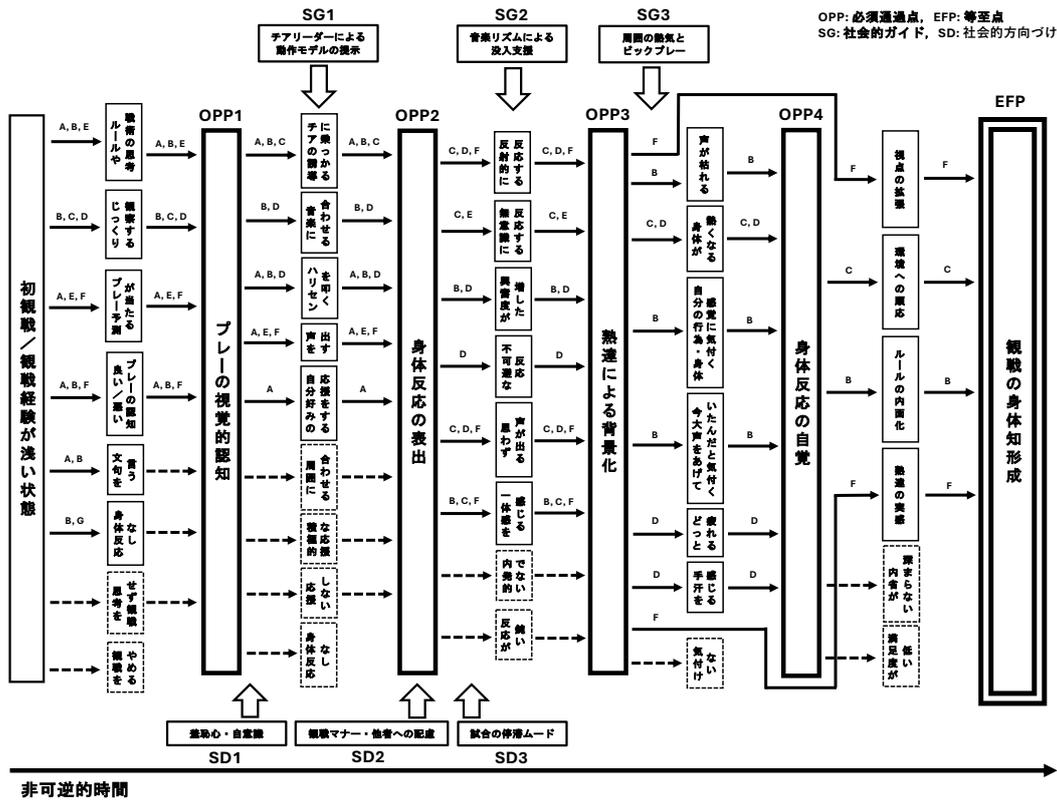


図1 アメリカンフットボール試合観戦者の身体知形成プロセス (TEM 図)

4.1 OPP1：プレーの視覚的認知

観戦の初期段階、特に第1クォーターにおいて、観戦者の身体に大きな動きはなく、視覚的に得られる情報の処理に集中している。この段階では、観戦者はあくまで客観的な観察者として振る舞っている。映像記録の分析において、この段階では観客がハリセンを叩くタイミングにばらつきが見られた。これは、身体反応が環境への即時的な反射として起きているのではなく、一度思考や評価を経てから生じていることを示唆している。B氏は「最初は割と冷静に見ている」、C氏は「楽しみにして来ている割には入りは冷静だった」と述べている。また、多くの熟達者はこの段階で「プレーの予測」や「戦術の分析」といった認知的活動を活発に行っていることがインタビューによって確認された。

4.2 OPP2：身体反応の表出

試合が進行し、ビックプレーや得点の機会が訪れると、身体が動き出し、能動的な関与が始まる。ここで不可欠なのが、観戦者の背中を押す外部からの介入要因である「社会的ガイド (Social Guidance: SG)」である。

4.2.1 SG1：チアリーダーによる動作モデルの提示

チアリーダーやスタジアムの演出は、観客に対して「どのような応援動作すればよいか」という具体的な動作モデルを提示する機能を持つ。B氏は「応援についてはチアのリードが大きい」と述べ、C氏も「リズムに乗りやすいチアの誘導は、見ている側も非常に楽しめる」と語っている。通常、公共の場で身体を動かすことには「羞恥心」や「他者への配慮」といった社会的方向付け (Social Direction: SD) による抑制がかかるが、SG1の介入により、心理的な障壁が緩和されることで、観戦者は意識的な身体模倣 (OPP2) へと移行する。

4.2.2 SG2：音響とリズムによる没入支援

スタジアムのBGMやリズムは、観客の身体を半ば強制的に同期させるSGとして機能する。C氏はインタビューで「応援の仕方が徐々に分かり、音楽が流れた瞬間にどう叩けばいいか理解できるようになった」と述べている。これは、頭で考えるよりも先に、身体が音に対して反応し始めている状態であり、次の段階への移行を促す重要なトリガーとなっている。一方で、すべての観戦者が即座にSGに同調し、身体反応を表出させたわけ

ではない。例えば A 氏は「みんなで同じ応援をするのが好きじゃない」「自分の好きなタイミングで応援したい」と語り、SG の介入に対してあえて同調せず、独自の観戦スタイルを維持する分岐経路も確認された。また、応援ツールに関しても「ハリセンを叩く」者と「叩かずに見守る」者といった行動の分岐が存在し、プロセスは単一なものではなく、個人の観戦価値観に基づく多様な経路（複線性）を含んでいることが示された。

4.3 OPP3：熟達による背景化

OPP2 での身体反応が反復されると、動作そのものは意識の前景から消える背景化が起こり、試合展開そのものへの没入感が前面に出てくる。これは Michael Polanyi が「暗黙知の次元」で述べた、道具（近接項）への意識が背景に退き、対象（遠隔項）への知覚が鋭敏になる現象と合致する。E 氏は「無意識に身体反応が生じる」と語り、D 氏は「身体能力の凄さを見た時に無条件に反応する」と述べた。また、C 氏も「身体がうおっと興奮する」と語っている。この段階において、観戦者は「応援しよう」という意識的な思考を介さず、スタジアムの熱気や試合の文脈と身体が直接的にシンクロする状態へと変容している。

4.4 OPP4：身体反応の自覚

試合の合間や終了後に、観戦者は OPP3 で無意識に行っていた自身の身体的変化を、事後的に認識する「ふと我に返る」瞬間を迎える。B 氏は「大声を上げた後に『今大声をあげていたんだ』とを感じる」や「試合後に声が枯れている」と述べている。また、D 氏は「このプレーで試合が決まる時は、手汗が出ている感じがする」と語った。これらは単なる生理的疲労の確認ではない。諏訪（2016）が提唱する「からだメタ認知」のプロセスと同様に、「自分は何でこれほど叫んだのか」「なぜ手に汗を握ったのか」という身体的事実を、事後的に「それほど重要な勝負所だったからだ」という試合の文脈と結びつけて解釈するプロセスである。この「身体反応の自覚」こそが、一過性の興奮を、ルール理解やチームへの愛着といった確かな「知識（身体知）」へと定着させるための決定的な転換点となる。

5 定量的データによる補完と検証

5.1 日本語版 PANAS による感情推移の検証

TEM による質的分析を補完するため、日本語版 PANAS を用いた感情測定を行った。その結果、ポジティブ感情 (PA) の平均値は、試合前 (Pre: 29.9)、ハー

ftime (Mid: 28.7)、試合後 (Post: 29.1) と、試合を通じて高い水準で維持される傾向が見られた。個別のポジティブ感情 (PA) の推移を図 2 に、ネガティブ感情 (NA) の推移を図 3 に示す。

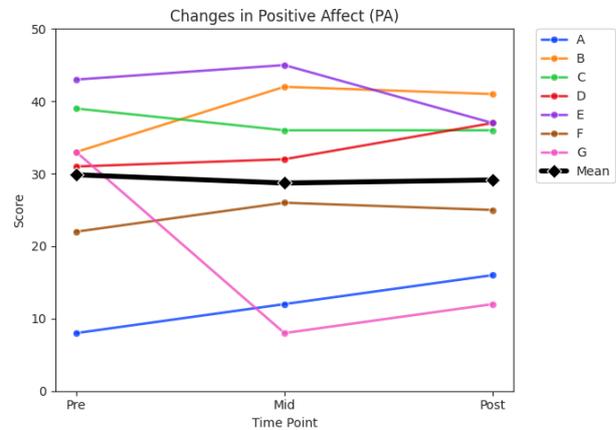


図 2 ポジティブ感情 (PA) の変化

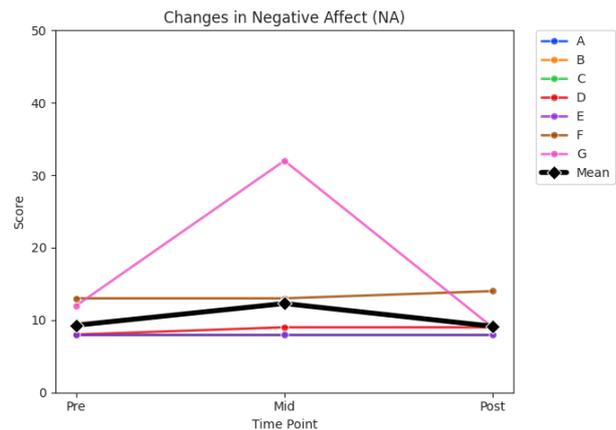


図 3 ネガティブ感情 (NA) の変化

サンプルサイズが少数 (N=7) であるため、フリードマン検定の結果、統計的に有意差は認められなかった ($\chi^2 = 0.96, p = 0.62$)。しかし、個別の推移を見ると、モデルの妥当性を支持する興味深い傾向が確認された。

特筆すべきは、ネガティブ感情 (NA) において一時的な上昇を示した G 氏の事例である。G 氏は Mid 時点で NA が、12 点から 32 点へと急上昇したが、これは応援チームが大差で負けている状況 (TEM 図における SD3: 試合の停滞ムード) の影響を強く受けたためである。この事実は、文脈と身体反応の不一致が没入を阻害するという本モデルの記述が、客観的な数値データとも整合していることを示唆している。

5.2 IOS 尺度による一体感の測定

チームとの心理的な距離を測る IOS 尺度においても、試合前の平均 3.57 から、試合後は 4.43 へと、スコアの重心が高まる傾向が確認された ($t(6) = 1.87, p = .11$, 有意差なし)。次に、試合前後における個別の IOS 変化を図 4 に、個別の IOS 分布を図 5 に示す。

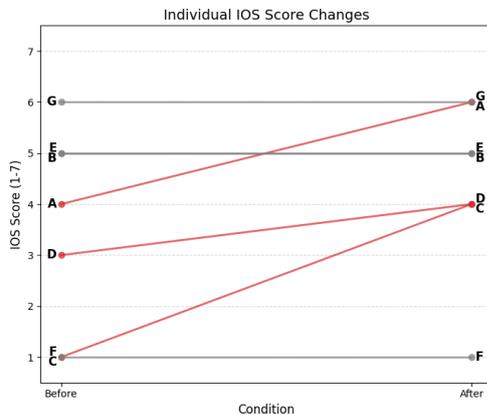


図 4 試合前後における個別の IOS 変化

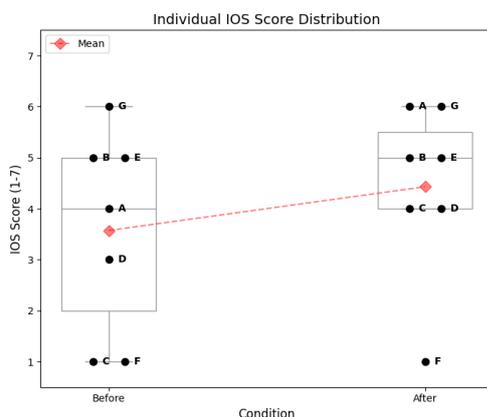


図 5 試合前後における個別の IOS 分布

特に顕著な変化を示したのが、C 氏である。C 氏は試合前のスコアが「1」であったが、試合後には「4」へと大きく上昇した。

C 氏はインタビューにおいて、「3 試合目の観戦で応援の仕方がわかり、音楽が流れた瞬間に反射的に身体が動いた」と語っており、本研究の中で最も強く「身体的な順応 (OPP3)」を示した人物である。この C 氏において心理的な一体感が急上昇したという事実は、身体的な環境への同調が、結果としてチームへの心理的ロイヤリティの形成を加速させるという仮説を裏付けるものである。

6 考察

6.1 「からだメタ認知」による身体知形成プロセス

本研究の TEM 分析によって明らかになったアメリカンフットボール観戦における身体知の獲得プロセスは、単なる知識の蓄積ではなく、環境への身体的同調が先行し、その体験を事後的に意味づけ直すプロセスとして理解できる。具体的には、以下の 3 段階を経ていることが示唆された。

1. 環境への同調 (OPP1~OPP2)

観戦の初期段階において、観戦者は「個別のプレーを評価・判断する」という認知的活動が先行しており、すぐに身体反応は生じない。インタビューにおいて、B 氏は「最初は割と冷静に見ている」、C 氏は「試合の入りは楽しみにしてきている割には冷静・冷めている」と語っている。さらに、「周りを意識してしまう (C 氏)」といった心理的障壁 (SD) も作用している。しかし、ここにチアリーダーや音楽といった「社会的ガイド (SG)」が介入することで、「チアのリードや音楽に合わせて応援するのに乗った (B 氏)」というように、SD が緩和され、身体が動かされる状態へと移行する。

2. 行為の背景化と没入 (OPP2~OPP3)

模倣的な身体動作が反復されると、Polanyi が指摘するように、応援動作そのものへの意識 (近接項) は背景化し、意識の焦点は試合展開 (遠隔項) へと移行する。このプロセスは、C 氏の「音楽が流れた瞬間に、ハリセンの叩き方が自分の中で理解でき、反射的に反応できた」という語りに端的に表れている。応援の仕方を頭で考える段階を抜け出し、E 氏が「無意識に身体反応が生じる」と語り、D 氏が「身体能力の衰えを見た時に無条件に反応する」と述べるように、観戦者は意識せずともスタジアムの熱気やプレーの強度に身体が即応する没入状態へと至る。

3. 事後的な省察と意味づけ (OPP4~EFP)

本研究において特筆すべきは、没入体験の後に訪れる「身体反応の自覚」である。観戦者は試合中に自発的に言語化を試みていたわけではなく、スタジアムの環境 (SG) によって無意識に引き出された身体同調 (OPP2, OPP3) を、後日のインタビューという「からだメタ認知的な言語化の場」を与えられたことで初めて事後的に自覚し、意味づけた (OPP4) と考えられる。この「観戦体験+事後的な言語化」

によるプロセスは、諏訪（2016）が提唱する「からだメタ認知」の枠組みによって説明可能である。例えば、B氏は「大声を上げた後に『今、大声をあげていたんだ』と感じる」と語り、D氏は「このプレーで試合が決まる時は、手汗が出ている感じがする」と述べている。彼らは、OPP3の没入状態において無意識に生じていた自身の身体的興奮を、OPP4で客観的な事実として自覚している。そして、その身体的変化を「なぜ自分はこれほど発汗・興奮したのか」と問い直し、「あの場面は試合を決定づける重要な勝負所だったからだ」という競技の文脈と事後的に結びつけて解釈しているのである。

すなわち、従来のスポーツ観戦普及において想定されがちな、ルールの知識があるから、適切な場面で正しく応援できるという順序だけでなく、本事例のように、環境（SG）に動かされて身体が先に反応してしまい、その身体的事実を事後的なインタビューを通じてメタ認知し意味づけすることで、結果としてルールや試合の文脈を深く学習するという、身体反応が知識理解を先行し牽引するメカニズムの存在を、本研究は一つの仮説として提示する。なお、本TEM図は観戦を通じたマクロな変容プロセスを単線的に描出しているが、実際の試合環境においては、このOPP1からOPP4のプロセスが反復的に繰り返されていると考えられる。重要なのは、OPP3（背景化）やOPP4（自覚）を経た観戦者が再びOPP1（プレーの視覚的認知）に戻った際、そこにはルールより深い理解や、より広範な視点といった知覚のアップデートが生じている点である。諏訪の理論における「知覚的再編成」[20]と同様に、環境との相互作用と事後的な意味づけを繰り返すらせん状の漸進のプロセスを経て、観戦者はより高度な身体知へと到達していくと推察される。

6.2 ファンエンゲージメントへの実践的示唆

以上の知見は、2026年の新リーグ「X Premier」発足に向けたファンエンゲージメント戦略に対し、具体的な示唆を与えるものである。従来の初心者向け施策は、ルールの解説を充実させるといった認知的アプローチに偏重していた、しかし、本研究が示した通り、初心者を超熱狂的な観戦者に変容させるためには、知識ではなく身体にある。したがって、ファン育成戦略においては、身体を動かさせるための環境デザイン（SG設計）が重要である。具体的には、以下の2点の施策が有効であると考えられる。

● 社会的方向付け（SD）を抑制するSGの最適化

初心者が離脱する要因には「羞恥心」や「他者への配慮」といったSD（抑制要因）がある。これを克服するためには、複雑な応援よりも、音楽のリズムに合わせるだけの単純な手拍子など、参加ハードルの低い動作モデル（SG）を提示し、OPP2への移行障壁を下げる必要がある。

● 身体反応のフィードバックによるメタ認知の誘発

OPP4（身体反応の自覚）を一過性の疲労感で終わらせないためには、演出によって意図的に気づきを与えることが有効である。アメリカンフットボールのプレー間を活用し、ビッグプレーの直後にビジョンで即座にリプレイや、観客の熱狂度合いを放映したり、MCが観客の熱狂を称賛したりするなど、観客に「自分たちは今これほど盛り上がっていたのか」という客観的事実をタイムリーに突きつけることが有効である。これにより、自身の身体反応と試合文脈の意味づけを支援し、身体知の定着（EFP）を促進できると考える。

7 結言

本研究は、複線径路等至性モデル（TEM）を用いた質的分析により、アメリカンフットボールの試合観戦が、単なる静的な「視覚的消費」ではなく、能動的な「身体的変容プロセス」であることを明らかにした。

導出されたモデルは、観戦者が「視覚的認知」から出発し、社会的ガイド（SG）の介入による「身体反応の表出」を経て、「熟達による背景化」へと至り、最終的な「身体反応の自覚」を通じて観戦の身体知を形成するという一連のプロセスを示した。また、IOS尺度を用いた定量的分析においても、身体的な順応が進んだ観戦者にチームへの心理的愛着の向上が見られる傾向が確認され、本モデルの妥当性が補完的に支持された。

本研究の学術的貢献は、「からだメタ認知」の枠組みを用いたインタビューとTEM分析を組み合わせることで、無意識の身体的同調から事後的な意味づけに至る観戦者のプロセスおよびその個人差を可視化した点にある。これにより、心理的側面に偏重していた従来の観戦者行動研究に対し、新たな視座を提供することができた。

今後の課題として、以下の3点が挙げられる。第一に、本研究の定量的データ（PANASおよびIOS尺度）は質的分析を主眼とした小規模なサンプルサイズ（N=7）で統計的な有意差を確認するに至らなかったため、今後は対象者を拡大した定量的調査によって仮説モデルの妥当

性を統計的に検証する必要がある。第二に、映像記録では捉えきれない内面的な意識変容を測定するため、生体指標等を用いた客観的データの補完が求められる。第三に、本研究は一試合の横断的調査に留まるため、身体知が長期的に定着していくプロセスを明らかにするための縦断的な追跡調査が必要である。

謝辞

調査に協力くださいました日本アイ・ビー・エム・スポーツ株式会社 (IBM BIG BLUE) 天谷亮仁様, 7名の実験参加者の皆様に感謝いたします。

参考文献

- [1] スポーツ庁. “スポーツビジネスの拡大について”. https://www.mext.go.jp/sports/b_menu/shingi/001_index/bunkabukai/shiryo/_icsFiles/afielddfile/2016/10/25/1378466_004_1.pdf, (参照 2025-12-08).
- [2] 文部科学省. 第2期スポーツ基本計画. 2017, 21p.
- [3] 文部科学省. 第3期スポーツ基本計画. 2022, 50p.
- [4] 日本政策投資銀行. わが国スポーツ産業の経済規模推計 日本版スポーツサテライトアカウント 2011～2021年推計. 2024, 12p.
- [5] 公益社団法人日本アメリカンフットボール協会. “過去の記録 日本選手権・ライスボウル 第37回～74回まで”. https://americanfootball.jp/championship_news/1000/, (参照 2025-12-08).
- [6] 一般社団法人日本社会人アメリカンフットボール協会. “2026年から始まる新リーグ「X Premier」とは?”. <https://xleague.jp/news/51568>, (参照 2025-12-08).
- [7] 井上雄平, 松尾博一, 笠原春香. アメリカンフットボールと社会科学. フットボールの科学. 2023, vol. 18, no. 1, p. 42-55.
- [8] Merleau-Ponty, M. 知覚の現象学 1. 竹内芳郎, 小木貞孝訳. みすず書房, 1967, 392p.
- [9] Polanyi, M. 暗黙知の次元. 佐藤敬三訳. 筑摩書房, 2003, 238p.
- [10] 諏訪正樹. “「こつ」と「スランプ」の研究”. 身体知の認知科学. 講談社, 2016.
- [11] サトウタツヤ. 発達の多様性を記述する新しい心理学方法論としての複線径路等至性モデル. 立命館人間科学研究. 2006, no. 12, p. 65-75.
- [12] 荒川歩, 安田裕子, サトウタツヤ. 複線径路・等至性モデルの TEM 図の描き方の一例. 立命館人間科学研究. 2012, no. 25, p. 95-107.
- [13] 小林柊次郎, 渡邊將司, 森丘保典, 岩瀧一生. 陸上競技日本代表選手の競技ヒストリー研究—男子短距離選手を対象にした複線径路・等至性モデル. 陸上競技研究紀要. 2017, vol. 13, p. 90-108.
- [14] 向晃佑. 複線径路・等至性モデル (TEM) による送球イップス経験者の心理プロセスの検討. 質的心理学研究. 2016, vol. 15, p. 159-170.
- [15] 北村麻衣, 木内敦詞. 高校卒業後に実業団入りした女子バスケットボール選手のキャリア選択過程—複線径路等至性アプローチによる検討. 体育学研究. 2022, vol. 67, p. 775-791.
- [16] 佐藤徳, 安田裕子. 日本語版 PANAS の作成. 性格心理学研究. 2001, vol. 9, p. 139-139.
- [17] Aron, A., Aron, E. N., Smollan, D. Inclusion of Other in the Self Scale and the structure of interpersonal closeness. Journal of Personality and Social Psychology. 1992, vol. 63, no. 4, p. 596-612.
- [18] 諏訪正樹. 一人称研究の実践と理論: 「ひとりが生きるリアリティ」に迫るために. 近代科学社, 2022.
- [19] 川喜田二郎. 発想法—創造性開発のために. 中央公論社, 1967.
- [20] 諏訪正樹, 身体知獲得のツールとしてのメタ認知的言語化, 人工知能学会誌, Vol. 20, No.5, 2005

環境に計算させる

Let the Environment Compute

中島秀之¹ 諏訪正樹²

Hideyuki Nakashima¹, Masaki Suwa²

¹札幌市立大学

¹Sapporo City University

²慶應義塾大学環境情報学部

² Faculty of Environment and Information Studies, Keio University

Abstract: There are many studies and formalization of intelligence that interact with its environment and utilize it. We give brief description of those and then we present our formalization partly based on baseball experience. The key is to let the environment do part of the computation necessary to perform tasks.

1. 現象編

最初に、環境と主体の関わりの例をいくつか挙げ、それらが、主体の動作を環境が作り上げていると見做せることを示す。

サイモンの蟻[Sim96]

現象の記述は複雑だが、その構成原理はいたって簡単だという例。蟻は地面の上を抵抗の少ない方に歩いているだけだが、描かれた軌跡は複雑になる。蟻自身ではなく、環境（地面）の凹凸が、その複雑さを作りだしている。

薄墨

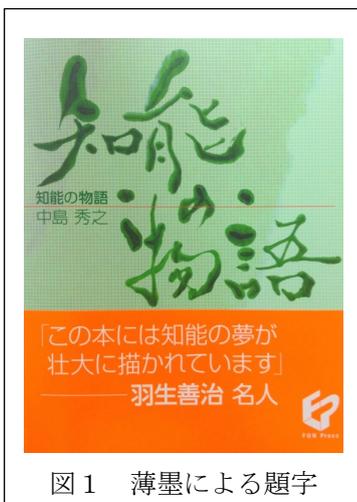


図1 薄墨による題字

み具合はある程度、書家が制御しているのだが完全

ではない。墨の滲みは紙と墨汁の共作と言って良いだろう。

私の『知能の物語』[中島 15]の表紙の題字（図1）は故中島荘牛氏の弟子である今野翠花さん（当時公立はこだて未来大学のスタッフ）に薄墨で書いてもらった。

備前焼

備前焼（たとえば図2）は環境（火のまわり方）を積極的に利用して模様付けをしている。日の周り方はある程度デザインできるが、最終的にどのような模様になるかは竈門任せである。この状況は薄墨の場合と同じで、状況設定は人間が行うが、具体的にどうなるかは環境任せである。

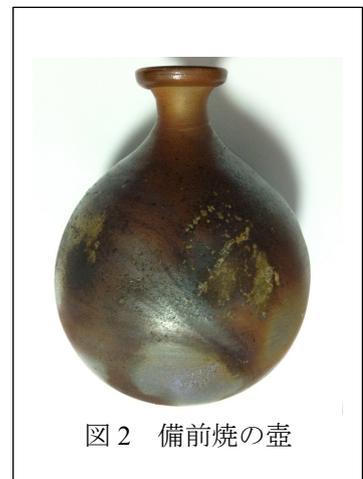


図2 備前焼の壺

盆栽

盆栽は小さな鉢植えで大きな樹木を表現している。図3はそういった素晴



図3 盆栽

らしい盆栽の例である。

ひょっとしたら盆栽は環境との相互作用を用いた芸術の頂点かもしれない。枝を切ったり、針金を使って曲げたりした後、樹木の成長に任せることになる。

薄墨や備前焼の場合の一方通行と異なり、作者は何度でも設定し直せるので、作者と環境との間のループ（相互作用）が形成される。

ゴルフ

ゴルフコースのデザイナーにとっては、盆栽同様に自然が「環境」となる。グリーンやフェアウェイの配置の他、樹木や導水管は設計できても、日照、芝や樹木の生育、地下の雨水の流れなどはコントロールできない（図4上）。

プレーヤーにとっては道具も「環境」となる。クラブへの入力はコントロールできるが、しなりやその戻り等はクラブに任せることになる（図4下）。ラフでボールを打った時に芝がボールとフェースの間に入りこみ、スピン量が不足するフライヤーもコントロール外だろう。



図4 ゴルフコースデザイナーの視点（上）とプレーヤーの視点（下）
坂田信弘＋竜崎遼児『IMPACT』より

テトリス上級者の戦略

テトリスは上から落ちてくるピースの角度と水平位置を変えることによって、下に積まれている山に隙間なく埋めるゲームである。ピースがハマる角度を自分で計算するより素早く回転させてみることによってハマる角度が見え、認知負荷が減る。図5はそのようにして角度と位置が決まり、あとは落とすだけとなった瞬間のスナップショットである。



図5 テトリスで落ちてくるピースを回転させ、その角度と位置が決まった状態

野球の打者にとっての身体知の学び

第二著者は野球選手であった（図6）。どんな投手を相手にしてもタイミングを合わせ、自身の身体能力を100%発揮できるようなバッティングの身体知を学ぶことは一筋縄ではいかない。



図6：第二著者のフォーム

投球動作は、重心移動のタイミング、身体の回転軸の在処、着地から腕が振られるまでの時間間隔など、全体を構成する各部位の動作はひとによって千差万別である。様々な変数が関与するため、投手との対戦が初めての場合、打者としてその都度、投球動作で特に着目すべき変数は何かを見つけ出し、それに即して自身の身体の使い方を調整するというマインドでは、バッティングは機能しない。

また、バッティングは、打席の土の性質・状態に大きな影響を受ける。粘性の高い土であれば、土とスパイクの摩擦を高める足裏の接地方法は、自由度が大きく簡単である。しかし、砂地のような地面の場合には、足裏の一部だけで無造作に接地しようものなら、足裏がずれて地面からの反力を活かした力強いスイングはできない。投手の身体動作と土の性質・状態は打者にとって重要な「環境」要因である。

私は、対戦相手の投手や地面の特質や状態という「環境」が毎回異なるという難しさに瀕しても、投球動作にタイミングを合わせ、地面反力を効率的に

得るような、自身にとって普遍的なフォーム（身体知）を学びとるべく、長年模索を続けてきた。そして約7年前によく、それまでには感じたことのない境地の身体知を獲得した。その境地について簡単に述べる。

基本的に、私の心身・打席の土・相手投手の投球動作がひとつのシステムとして渾然一体になるよう、私の心と身体の「構え」を制御して打席に立とうとする。「構え」を構成する代表的な項目を列挙する。

- 足裏で土の性質を感得した上で、足・丹田・上体を地面に埋め込むような意識をつくる
- 投手の身体部位の動きに着眼するのではなく、投球動作が全体として私に向かうエネルギーの高まりを感じとる
- その高まりに、私自身のバックスイングによるエネルギーの高まりを連動させる
- バックスイングからスイングに至る動作は、肩甲骨の浮きを右から左に入れ替える（私は右打者である）だけで完遂し、それ以外の身体部位へ余計な意識は捨てる
- そうすると、自然にタイミングは合い、力強いインパクトの実現に向けて充実味溢れる体感が湧き上がる
- その体感の湧き上がりをきっかけとして、左中間あるいは右中間にライナー性の強い打球を飛ばして、（2塁打ではなく）3塁ベースを陥れるという、野球選手としての私の特質・自己に合致する近未来像を予期する。

上記の列挙が基本であるが、毎回これだけに終始するわけではない。投手の特徴、私の体調、試合状況に応じて、これらの基本項目に、新たな変数への着眼や対処といった微調整を臨機応変に足すことになる。ただし、上記の項目が満足されていれば足すものごとはそれほど多くはない。

ポイントは、私の心身と環境が渾然一体となってひとつのシステムを成しているとき、そのシステムが行う計算の全容とその範囲¹は予め決まっているわけではなく、打席ごと、あるいは投球ごとに、環境や私の心身の如何なる変数が関与するかに応じて、柔軟に拡張したり縮小したりすることである。計算の一部は環境にさせ、心身が担う計算と環境が担う計算の境界も可変であることを示す事例である。

¹ ここで「範囲」とは、認識枠（フレーム）のことである。人間の場合は、ときには認識フレームを環境の状況に応じて認識枠（フレーム）を変容させるが、古典的な認知表象主義に基づく AI（「理論編」で登場する図8の

居心地の探究

第二著者（諏訪）は建築空間における居心地という認知の研究をしている。ひとは普段、「居心地とはなにか」を深く考えることはないが、心身は確実に居心地の良さ・悪さを捉えている。諏訪はこの研究を通じて、居心地という認知は「空間に佇むとき、環境状況に潜む多様なものごとに応じて、多様な楽しさ・癒し・価値を見出す心身のありよう」であるという考えを強めてきた。暗黙性の高い身体知である。

私が訪れたカフェの事例を紹介する。京王線の東府中という駅が最寄りの珈琲専門店、古民家をリノベートしてカフェ空間に設えたものである。

図7の正面が、通りの脇に位置する一間幅の入り口（引き戸）である。焦茶と白が基調の内装で、暖色系のスポットライトがところどころに配され、店内は暗めである。週末の晴れた午後で、カフェを取り囲む環境にはふんだんに降り注ぐ太陽光に輝いている。暗めの店内から明るい外空間を眺めて佇むのは心地が良い。それが最初の気づきだった。



図7：東府中のカフェ

私が陣取った席（写真を撮った席）の左側は、腰の高さから上に大きなガラスを嵌め込んだ引き戸を介して、少なからず往来のある車道があり、引き戸のすぐ横は歩道である。車や人の往来はかなり近距離

ではあるものの、ガラスが少々歪んでいるせいか、景色の見え方がクリアではないことが却って私のプライバシーを守ってくれている。

・という具合に、居心地研究でカフェに赴くと私は、取り巻く環境の状況のなかでふと着眼したこと、それに対する私の解釈・心境、さらにそこから湧き起こる妄想をつらつらと記述する。のべ23のカフェで書き溜めたこの種の記述（ひとつのカフェあたり1700～2300文字程度の記述）を分析し、複数のカフェで共通に登場した「空間に佇むとき、環境状況に潜む多様なものごとに応じて多様な楽しさ・癒し・価値を見出す私自身の心身のありよう」を抽出し、それを私自身の「居かた」と定義した。驚くべ

パラダイム）は、予め世界認識を内部モデルとして持つことを前提とするので、認識枠（フレーム）は固定である。それを「フレーム問題」と称する。

きことに55個の「居かた」が抽出でき、そのうちの約1/3は、この研究を行うまでほとんど自覚していなかった暗黙性の高い「心身のありよう」であった[諏訪22].

席に着いて多様な気づきを記述しているとき、ふと、「ごっとな、どっすん、・・・」という音が右の方からやってくることに気づいた。このカフェには、図7の写真の右手方向に、従業員の調理スペースを挟んで一段床が高くなった空間がある。その空間の外には緑豊かな中庭があり、中庭の向こうには単線の線路がある。「ごっとな、どっすん、・・・」は、単線であるが故に低速で走る電車の線路音である。

「そうか！ 東府中駅で京王本線から分かれる、東京競馬場へと伸びるあの支線が裏を走っているのか！」。私は、実は、大の競馬ファンであり、東京競馬場は若い頃からの馴染みの場所である。府中競馬正門前という支線駅があることは知っていたが、この支線に乗った経験はない。

そう気づいた瞬間、思いも寄らなかった心境が芽生えた。「この駅は初めて降りる駅で、慣れない、したがってすぐには馴染めない土地だけれど、ここは、あの広々とした自由な解放感溢れる大好きな競馬場（私の人生を彩ってきた場所）に一駅でつながっているのだ」。その思いに至った途端、不思議なことに、このカフェに対する親しみが増し居心地が急変する感覚を覚えた。

その後、別のカフェでも似たような体験に遭遇し、それらの事例は「馴染みがなくそわそわさせられる空間も、馴染みの場所につながっていると認識するだけで、急にのんびり、ほっこりする」という居かたの抽出につながった。

居心地の認知が立ち現れているとき、「計算」は私の心身だけが為すわけではない。環境にも計算させている。「ごっとな、どっすん、・・・」に私がふと気を留めたとき、私は環境の計算結果を読み取ったのだ。環境の計算はそれ以外にも多種多様存在するはずだが、私が読み取った（気を留めた）のはその一部である。そして私は、環境の計算を読みとったことに応じて私なりの再計算をして、「東府中はすぐには馴染めない土地だけれど、ここは、あの広々とした自由な解放感溢れる大好きな競馬場（私の人生を彩ってきた場所）に一駅でつながっているのだ」という思いに至ったわけである。私の心身と環境が渾然一体となったシステム全体で計算が為され、計算の全容が居心地の認知を決める。

2. 理論編

環境との相互作用を重視する知能観

環境との相互作用を重視する知能観には以下のようなものがある。以下の節で順に議論する。

- Uexküll:環世界
- Gibson:アフォーダンス
- Maturana & Varela: オートポイエシス（自己産出）
- Brooks : Subsumption Architecture
- 状況依存性
- 中島：環境に計算させる

Uexküll：環世界

Uexküll1982-1905の研究で、「環境は生物が作り出す」という主張[UK73]。実際の環境を生物が作り出すわけではなく、生物の毛センサーで感知できる世界がその生物にとっての環境となる。

Uexküllはダニの環世界を例に、この考え方を説明している。ダニは光、酪酸、温度、触覚の4つのセンサーだけを使って世界を認識し、その中で生存している。

1. 光センサーを使って、明るい方に移動すると、灌木の枝に登ることになる。
2. 酪酸を検知すれば、これは下を哺乳類が通っている印なので、落下する。
3. 温度センサーを使い、熱を感じれば哺乳類の上への落下に成功したことがわかる。冷たければ地面に落ちてしまったので1に戻る。
4. 3に成功していれば、触覚を使って、毛の少ない場所から血を吸う。

生物が自分の持つ感覚器で周囲の情報を能動的に得ている。その結果、全ての生物にとって同じものが感知できているわけではない。また、環境認識を間違えることも多い。たとえば、ムクドリはハチとハエを間違える；カラスは小枝と針金のハンガーを同一視する；などという例が観測されている。

人間とイヌとハエの環世界の違いを図示すると以下の図8のようになる。

最初の図は人間にとっての部屋。2番目は犬にとっての部屋だが、自分が登れる椅子やソファは見えているが、テーブルは見えない(背景となっている)。3番目はハエにとっての部屋。照明と水分のある皿とグラスだけが見えている。

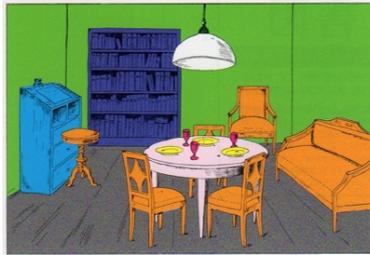


図29 人間にとっての部屋



図30 イヌにとっての部屋

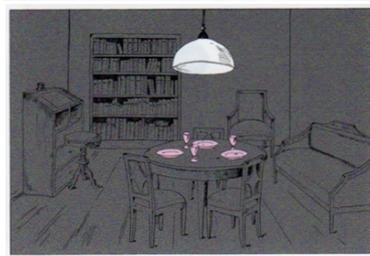
図31 ハエにとっての部屋
(図29-31 本文95頁参照)

図8 人間とイヌとハエの環世界の違い

主体の種類だけではなく、個体の状態によっても見えるものが異なる。

[UK73]では例としてヤドカリの環世界が示されている。ヤドカリがイソギンチャクに出会ったとき、ヤドカリの状態によってイソギンチャクが異なるものとして認識される例である。

図9はヤドカリとイソギンチャクの出会い(左側)と、ヤドカリの行動の違い(右側)を描いたものである。

上段は殻を持ったヤドカリがイソギンチャクと出会った場面。ヤドカリはイソギンチャクをカモフラージュと見做し、殻に装着する。

中段は殻を持たないヤドカリの場合。イソギンチャクを殻と見做し、潜り込む。

下段は殻を持ち、カモフラージュも十分に装着しているヤドカリ。イソギンチャクが食料に見えて、食べようとする。

これらの例は次に述べる Gibson のアフォーダンス

スの考え方には馴染まない。イソギンチャクがヤドカリの異なる動作をアフォードしなければならないから。

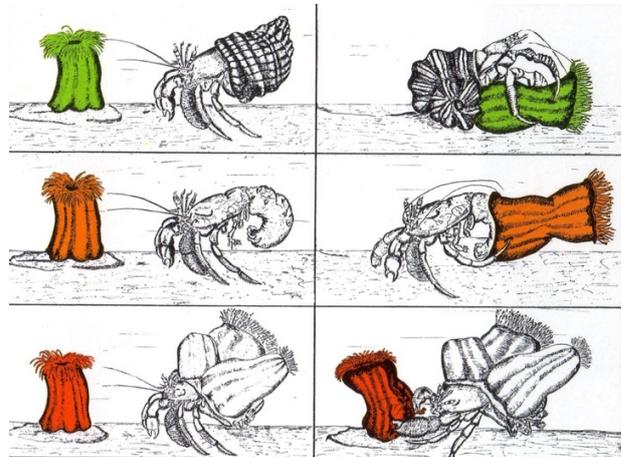


図9 ヤドカリとイソギンチャクの出会い。ヤドカリの状態によって行動が変わる。

Gibson: アフォーダンス

Gibson が『生態学的視覚システム』[Gib85]で提唱した考え方。環境が主体の行為をアフォード (afford. 提供) するという立場をとる。それ以前の考え方である、主体が環境を認識し、それが行為につながるという方向を否定し、主体と環境との相互作用で行為が決まるとした。²

面白いのはU Uexküll も Gibson も同じような例を使いながら、説明の方向が逆になっている点である。

Maturana & Varela: オートポイエーシス

自己 (auto) と産出 (poiesis) の造語。システムの動作が、そのシステムの次の状態を決めるというもの。Varela は「神経システムには入力も出力もない」と述べている[MV80]。彼らはハトの視神経を研究していて、神経システムというのは目の表面で切れていて、そこから外が外界で、それより内側が内部だという見方ではだめだと主張している。光の刺激から対象のものから全体をひとまとめにして、1つの系として捉える必要があるのも、その全体のシステムには外部からの入力や外部への出力がないという主張である。

² Afford という用語を使ったのが誤解の元だったと思う。A affords B は A から B へ的一方通行に読める。実はこの誤解をノーマンがデザインに応用し『誰のためのデザイン』[Nor90]でアフォーダンスをデザインせよと述べ

た。後年、ノーマンはこの間違いに気づき『複雑さと共に暮らす』(2011)において訂正している。

Brooks: 服属(Subsumption)アーキテクチャ

Rodney Brooks によって提案されたロボット用アーキテクチャ[Bro91]. 従来のモデルが水平型（直列情報処理）であったものを垂直型（並列情報処理）に変えた. その上で上位の処理が下位に介入(subsume)のでこの名がある. 包摂アーキテクチャと呼ばれることも多いが, 数学用語の包摂とは意味が違う（本人に確認済み）.

従来の水平モデルとはループを回る時定数が異なり, 環境モデルの参照がないため下位の層はかなり速いループを形成する. たとえば, 下位の層では周

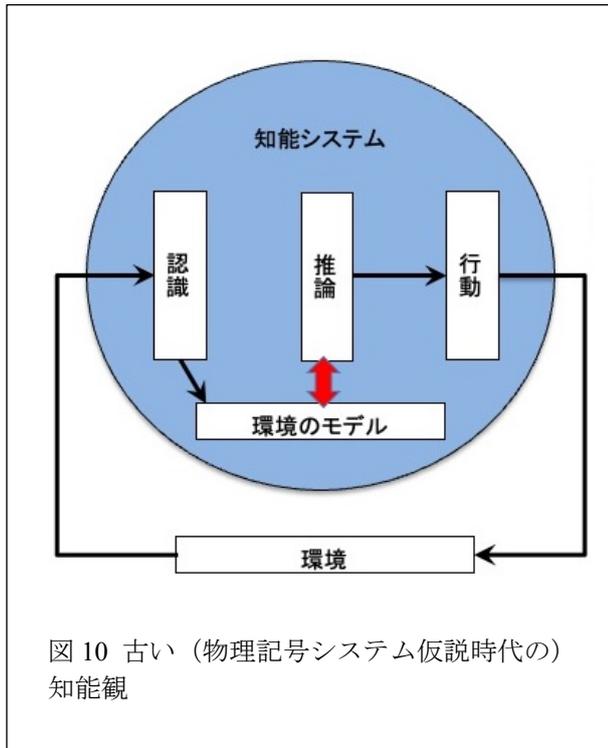


図 10 古い（物理記号システム仮説時代の）知能観

囲の物体との接触を避けるだけの機能で歩き続け, 上位の層がタスクを遂行する. ただし, このアーキテクチャでは「昆虫の知能」程度しか作れない気がする. 実際掃除機のルンバ程度しか実現できていない.

まずは古い方, 物理記号仮設時代のモデル (図 10) から見ていこう.

これは AI の初期に想定された知能モデルで, (順序は違うが) 読み書きそろばんモデルとも言える.

1. 外部環境を認識し, そのモデルを内部に構築する
2. 内部表現だけを用いて推論を行う
3. 推論結果に従って行動する

というモデルである. このモデルで明らかになった

のが「フレーム問題」[HM69][MHM90]である. 内部表現だけを用いて推論するのであるが, 初期に用いられた「積み木の世界」ですら, 完全に記述できないことが明らかになった. フレーム問題に関してはその後様々な解決が試みられたが, 現在でも未解決問題である. AI の能力が向上し, AI エージェントとして使われるようになって, 人間の価値観を共有することが必須となってくるが, そこでもフレーム問題(価値観の完全記述はできない)が問題となる.

Brooks がロボットのアーキテクチャとして提唱したのが図 11 の服属アーキテクチャである.

下位の行動ループは独立して速い時定数で回っており, これに対し上位のループから介入がある. 図 11 では「認識」と「推論」というように図 10 に合わ

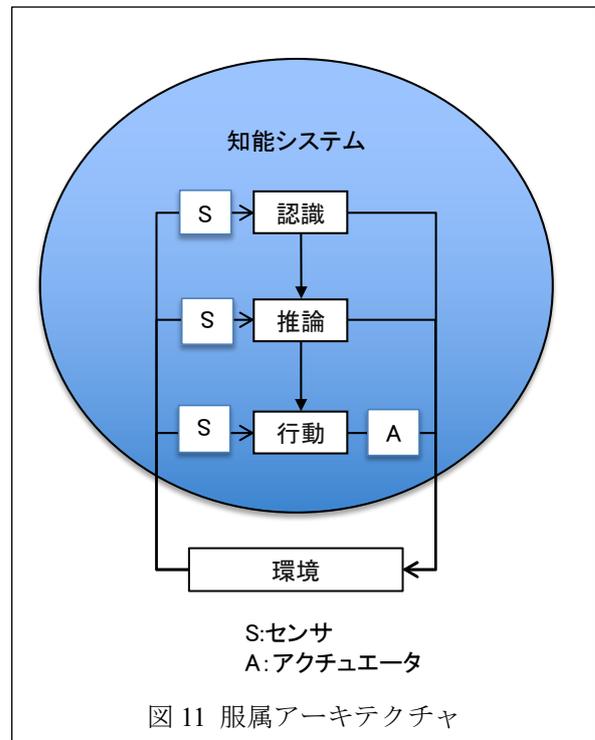


図 11 服属アーキテクチャ

せたモジュールが描かれているが, これらは任意に別のものに変えられるし, 層も2層とは限らない. ここで重要なのは認識や推論のループが環境を経て回っている点で, 図 10 の古典モデルの推論が内部に閉じていたのに対し, 環境を経由するので「環境に計算させる」ことが可能になっている.

iRobot³が提供している掃除機ルンバのアーキテクチャはこの服属アーキテクチャの最も単純なものである. 下位は単に動くだけの仕組みで, その上位に衝突回避が重ねられている. つまり, 室内を椅子や机といった障害物にぶつからずに徘徊することによって掃除ができるというアイデアである.

³ Brooks が創業した企業.

環境知能

AI システムの構築の際にも環境を活用することが考えられ、環境知能と呼んでいるが、英語では "Ambient intelligence" と呼ばれる [NAA10]。システムが環境に埋め込まれていて環境全体で人間の活動をサポートするという考え方である。

初期には「ユビキタスコンピューティング」(米, 日) [Wei91] の命名で知られるが、その後、場面によって様々な用語が使われるようになる。コンピュータが世界を知るための土台としては 1999 頃から Internet of Things (IoT) と呼ばれるが、これは現在の AI の前提ともなっている。欧州 (EU) では 2000 頃から "Ambient Intelligence" と呼ばれるようになる。

日本では我々が "Cyber Assist" なるプロジェクトを開始 (2000)、その後米国を中心に "Cyber Physical System" (2006) と呼ばれるようになる。

Situated Cognition (状況に埋め込まれた

認知)

Situated cognition の考え方は、図 10 の古い知能観のアンチテーゼとして、1980 年代後半からアメリカ西海岸を中心に湧き起こってきた。認知主体の心身は、環境の状況に埋め込まれて進展・変容するという思想である。

環境の状況は主体の想定・意図とは独立に進展・変容する。そうした環境に心身が「埋め込まれている」主体にとって、環境の進展・変容に必ずかのように想定外の変数群にふと目が留まるのはごく自然のことである。その着眼をきっかけに主体の心身には新たな認識・意図が芽生え、ひいては新たな行為を繰り出すことにつながる。どんな変数群に目が留まるのかについて、予め主体が知るところではない。しかしながら、環境の状況に埋め込まれさえすれば何かしらの変数群に目が留まる。これが situated cognition 思想のポイントである。

本論文の論調に即して situated cognition 思想のポイントを言い換えると、こうなる。

- 認知主体は環境と渾然一体となりひとつのシステムを成している。
- 計算は認知主体だけが為すのではなく、環境にも計算させている。
- 計算させてはいるが、環境がどのような計算をするのか、そしてどのような計算結果を返してくるかを認知主体は知らない。
- 「計算結果を返してくる」は比喻であり、より

精密に言うと、環境側が認知主体の意図・想定とは独立に計算した結果のなかで、主体が読み取りたいものを読み取っているのである。

- 環境の計算を読みとったことに応じて、認知主体もさらに計算する。主体の計算と環境の計算を読み取ることは相互促進の関係を成す。
- つまり、認知主体と環境の全体システムが行う計算の全容とその範囲は、基本的に想定外に拡大したり縮小したりする。

電車の「ごっとな、どっすん・」は環境の計算結果を私が読みとった事例である。たったひとつ、想定外の環境計算の結果を読みとっただけで、私の計算も想定外に進展し、「馴染みの場所につながっているというだけで、馴染みではない場所にもほっこり癒しを感じる」などという、私にとって想定外の「居かた」を自覚できるようになった。

計算が想定外に拡大したり縮小したりすることに関連する論として、“Situated cognition: On human knowledge and computer representations”の著者である W. J. Clancey [Cl97] の主張を引用する。

“In contrast to the *symbolic approach* (which I hereafter call the *descriptive approach*), the theory of situated cognition claims that when modelers equate human knowledge with a *set of descriptions*, such as a collection of facts and rules in an expert system, they are describing abstractly how the program should behave in particular situations, but they are not capturing the full flexibility of how perception, action, and memory are related in the brain.” ([Cl97], p.3)

Clancey が “symbolic approach” や “descriptive approach” と称しているのは、図 10 に示した古い知能観のことである。エキスパートシステムにおける事実やルールといった内的世界モデルは、特定の状況でどう振る舞うべきかを記述しているだけであり、その種の古い知能観では、ひとの心身が為す知覚・行為・記憶想起のダイナミックで柔軟な連動性を捉えきれないと論じている。

ひとが環境から知覚を読み取り、記憶を呼び起こし、行為を繰り出すことは、互いに促進しあう関係をなし、その結果として、思いも寄らない知覚・思考・行為が生み出されるというのが situated cognition 思想である。

その観点からすれば、situated cognition の重要な鍵のひとつは、認知主体が環境計算をどう読み取るかにある。認知主体が固定観念に囚われていると環境の計算結果を読みとれない、あるいは、いつも似たような、想定内の計算結果を読み取ってしまう。そ

れでは、環境に計算させる意義があまりない。認知主体が環境の計算結果として想定外のものを読み取るためには、特定変数群への志向性や常識の縛りを解いて、オープンマインドを以て環境のなかに心身を投じる必要がある。

では、どうすれば心身を常にその境地に保つことができるのか？ それは未だ学問が迫り切れていない未開拓領域である。野球選手としての私が、

- 足裏で打席の土を敏感に感じながら、足裏のみならず丹田・上体までも「地に埋め込む」という体性感覚を以て立ち方を模索し、
- 相手投手や自分自身の動作の連動を（「動き」という視覚レベルではなく）「エネルギー」という体性感覚のレベルで捉える

ことを志向していたことは、オープンマインドを以て心身を環境に投じるためだったのかもしれない。

野球の打撃における心身・環境一体システムのオートポイエシスの図解

野球のバッティングの身体知を模索してきた私が辿り着いた境地は、環境と心身が渾然一体となり、知覚・身体動作・思考が互いに他を促すという認知カップリングの状態にあるというものであった。環境は心身の外にあって常に環境と心身が相対する（内外の境界がある）という状態では決してない。

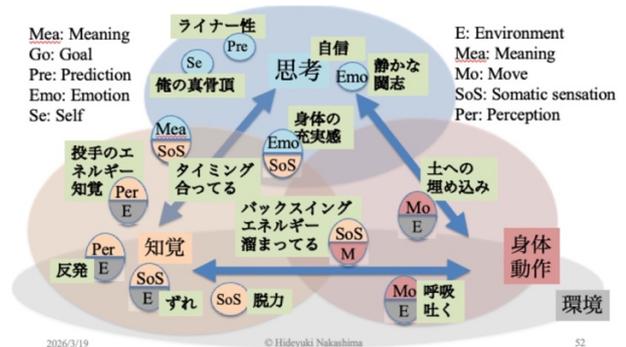


図 12：打撃の身体知のオートポイエシスの図解

図 12 をご覧いただきたい。

- 足裏が打席の土をしっかりと捉えられず、「ずれやすい」状態にあると感じ、
- そのままでは地面から反力をしっかりと得られないので
- 足裏だけでなく丹田や上体さえも、打席の土に埋め込むような立ち方を模索する

という一連の（しかし一瞬の）知覚・行為カップリングをつくりだそうとしているとき、私の心身は、地面と足裏の摩擦具合（ずれやすさ）、地面から身体

全体に伝わる反力、身体全体を地面に埋め込む行為という 3 つの要素に着眼している。本論文に即した言い方をすれば、その 3 つの要素が「計算」に登場している。図 12 に描いた通り、3 つの要素は各々、体性感覚(SoS)と環境(E), 知覚(Per)と環境(E), 身体動作(Mo)と環境(E)の界面を内包する。

- 身体全体を地面にうまく埋め込む動作が見つかる、「静かなバックスイングで、効率的に打つためのエネルギーが体内に溜まっている」という体性感覚を自覚し、
- 一方、対戦相手の投手の動作が私の身体に向かってくるエネルギーを知覚し
- 前者のエネルギーが後者のエネルギーに連動させることができると、「タイミングが合っている（体性感覚レベル）」と自覚することができ、
- 「自分の身体は、まさにこの直後に鋭いスイングで球を捉えることができそうである」という充実感を得る

「計算」にはこの 4 つの要素も登場する。各々の要素は、それぞれ、体性感覚(SoS)と身体動作(Mo)の界面、知覚(Per)と環境(E)の界面、2 つの異なる体性感覚(SoS と SoS)の界面、体性感覚(SoS)と思考・感情(Emo)の界面を内包する。

このように、心身・環境全体システムにおいて、なにかひとつの要素が「計算」に登場する度に、そのほとんどのケースで、思考・感情、知覚（体性感覚を含む）、動作、環境のあいだの界面がひとつ、システム内に湧き起こる。たとえば、「地面と足裏のずれやすさ」という計算要素は環境と体性感覚の界面を有する。このように、その要素が何であるかに応じて、何と何のあいだの界面なのかが決まる。

打者が地面にきちんと立ち、投球動作にタイミングが合うようなバックスイングを行い、いままさに球を捉えるインパクトを迎えつつあって、体性感覚的にも心的にも充実感を感じているとき、心身・環境全体システムの内側で、多種多様な界面があちこちで湧き起こり、互いに関連しあっている。

どんな界面がシステム内に生まれるかは、どんな要素が「計算」に登場するかに応じて状況依存的に決まる。言うまでもないが、界面は、もはや、古い知能観のように内外を分ける境界ではない。

これは、システムへの入力もはや存在せず、環境と主体が渾然一体となったシステムが内側から変

容するというオートポイエシスの概念の好事例なのではないかと考えている。

木村敏の Noema と Noesis

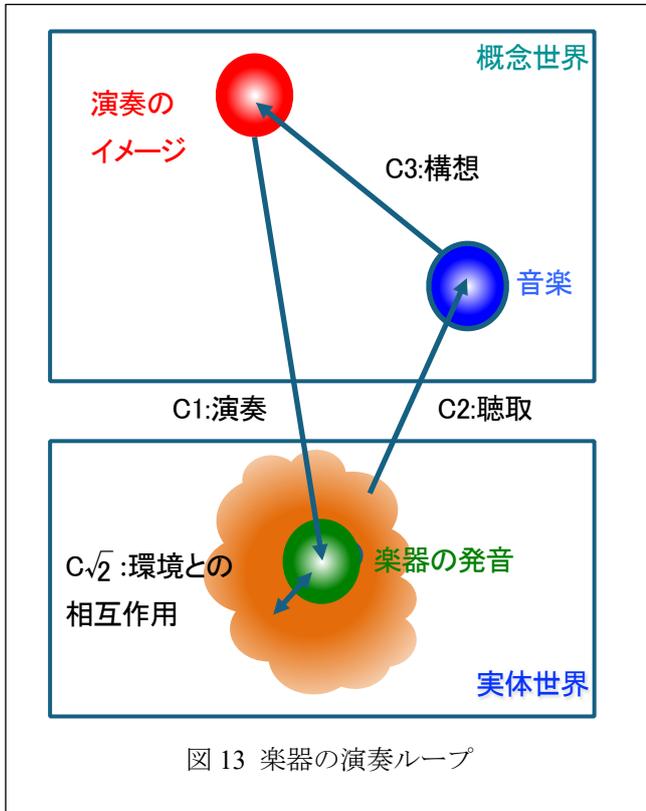


図 13 楽器の演奏ループ

図 13 は木村敏楽器の演奏のモデルである[木村 82]. 本筋から外れるので深掘りはしないが、Noema とは上半分の概念世界, Noesis は実体世界のようなものだと思って欲しい。

1. C1: 演奏行動である (ここでは1音だけとを考えてほしい)
2. C1√2: 楽器の発音, 反響, 聴衆の反応等
3. C2: 奏でた音楽の聴取 (これまでに出した音の連鎖の理解)
4. C3: 3を反映し, 次の演奏行為の構想

演奏家が出した音が環境 (楽器, 反響, 聴衆など) を通して演奏家に戻ってくる. この部分は演奏家も聴衆の一人である. そして聴いた音楽の次を紡いで行く.

藤井, 中島, 諏訪:FNS ダイアグラム

図 14 は木村の演奏のモデルにヒントを得た構成のFNS(Future Noema Synthesis)ダイアグラムである[中

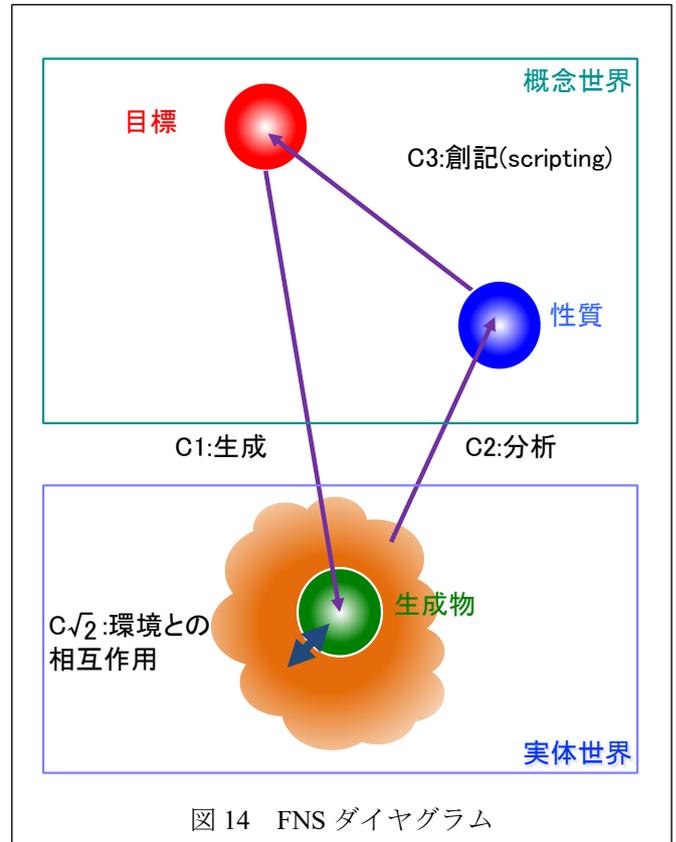


図 14 FNS ダイアグラム

島 08].

ループとして定式化した, 実際にはフラクタル & スパイラルになる. つまり, 矢印を展開するとさらに小さなFNSになる. たとえばC2は科学の仮説生成-検証ループになる: つまり構成は分析を包含している.

C3は分析結果を踏まえて, 目標を再考するフェーズである. 目標が変化していくので実際にはループではなくスパイラルとなる. 図 15 はデザインとサービスのスパイラルを表している. サービスを提供することにより, 新たな価値が発見され, 次の創造へと繋がる.

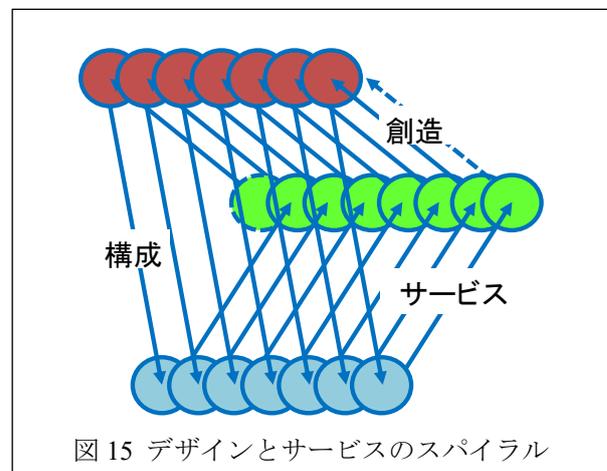


図 15 デザインとサービスのスパイラル

サービスに関してはもう一つ大事な、環境を通じた相互作用という観点がある。「価値共創」と言われる、プロバイダとユーザの相互作用による新たな価値の創造である。この場合、プロバイダとユーザが相互作用をしているのではなく、使用環境を通じた相互作用になる(図16)。

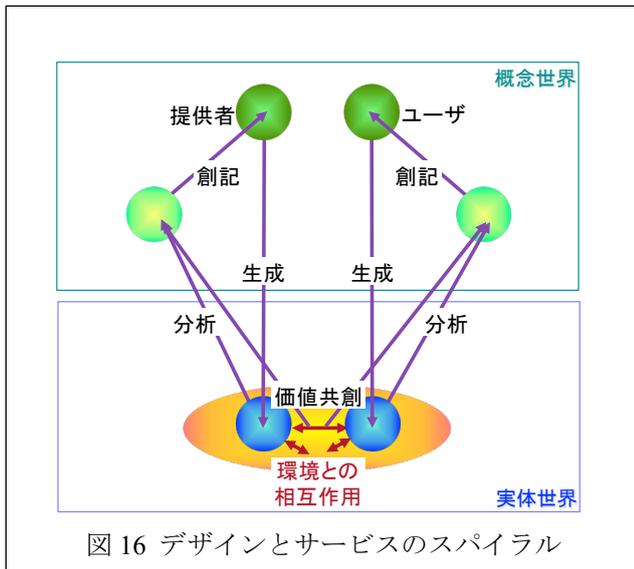


図16 デザインとサービスのスパイラル

参考文献

- [BP83] Jon Barwise and John Perry. *Situations and Attitudes*. MIT Press, 1983. 土屋, 鈴木, 白井, 片桐, 向井訳, 状況と態度, 産業図書(1992).
- [Bro91] Rodney A. Brooks. Intelligence without representation. *Artificial Intelligence*, Vol. 47, pp. 139–160, 1991. (柴田正良訳. 表象なしの知能, 現代思想, 18(3):85–105, 1990) .
- [Cl97] William J. Clancey. *Situated cognition: on human knowledge and computer representations*. Cambridge University Press, 1997.
- [Gib85] ギブソン J(古崎敬, 古崎愛子, 辻敬一郎, 村瀬旻訳) . 生態学的視覚論. サイエンス社, 1985.
- [MH69] John McCarthy and Pat J. Hayes, Some Philosophical Problems from the Standpoint of Artificial

Intelligence, In *Machine Intelligence 4* (eds. B. Meltzer and D. Michie), pp. 463-502, Edinburgh University Press, 1969

[MV80] Humberto R. Maturana and Francisco J. Varela. *Autopoiesis and Cognition: the realization of the living*. D Reidel Pub Co, 1980. (河本英夫訳, オートポイエシス, 国文社, 1991.)

[NAA10] Hideyuki Nakashima, Hamid Aghajan, and Juan Carlos Augusto, editors. *Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments*. Springer, 2010.

[Sim96] Herbert A. Simon. *The Sciences of the Artificial*. MIT Press, third edition, 1996. (稲葉元吉, 吉原英樹訳, システムの科学第3版, パーソナルメディア, 1999.)

[UK73] ユクスキュル JV, クリサート G (日高敏隆, 羽田節子訳). 生物から見た世界. 思索社 (岩波文庫版 2005 年) , 1973.

[Wei91] Mark Weiser, The Computing for the 21st century, *Scientific American*, 265(3):94-104, 1991.

[木村 82] 木村 敏, 時間と自己, 中公新書, 1982

[諏訪 22] 諏訪正樹, 一人称研究の実践と理論 「ひとが生きるリアリティ」に迫るために, 近代科学社, 2022.

[中島 08] 中島秀之, 諏訪正樹, 藤井晴行. 構成的情報学の方法論からみたイノベーション. 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 4, pp. 1508–1514, 2008.

[中島 15] 中島秀之. 知能の物語. 公立はこだて未来大学出版会, 2015.

[片桐 91] 片桐恭弘. 状況推論とその機構について. 日本認知科学会第8回大会発表論文集. 日本認知科学会, 1991.

[Nor 90] DA ノーマン (著) 野島久雄 (訳) 誰のためのデザイン?—認知科学者のデザイン原論 (新曜社認知科学選書). 1990.

[MHM90] マッカーシー J. and ヘイズ P. and 松原仁, 人工知能になぜ哲学が必要か, 哲学書房, 1990