

特集「研究会紹介」

身体知研究会 (SKL)

身体知の研究：イシュー、メソドロジー、ドメイン

SIG-SKL — Studies on Embodied Knowledge: Issues, Methodologies and Domains

大海 悠太 Yuta Ogai	東京工芸大学 Tokyo Polytechnic University. ogai@em.t-kougei.ac.jp, http://www.em.t-kougei.ac.jp/alife/
大武 美保子 Mihoko Otake	理化学研究所 RIKEN. mihoko.otake@riken.jp, http://www.otakelab.net/
児玉 謙太郎 Kentaro Kodama	神奈川大学 Kanagawa University. kkodama@jindai.jp, https://researchmap.jp/kodamakentaro/
清水 大地 Daichi Shimizu	東京大学 University of Tokyo. daichi@p.u-tokyo.ac.jp, https://researchmap.jp/dshimizu/
諏訪 正樹 Masaki Suwa	慶應義塾大学 Keio University. suwa@sfc.keio.ac.jp, http://metacog.jp
橋詰 謙 Ken Hashizume	大阪大学 Osaka University. hashizume@skill.hss.osaka-u.ac.jp
松浦 慶総 Yoshifusa Matsuura	横浜国立大学 Yokohama National University. matsuura-yoshifusa-cr@ynu.ac.jp, https://er-web.ynu.ac.jp/html/MATSUURA_Yoshifusa/ja.html
松田 浩一 Koichi Matsuda	岩手県立大学 Iwate Prefectural University. matsuda@iwate-pu.ac.jp

Keywords: skill science, embodied knowledge, first-person's viewpoint, education.

1. はじめに

身体知研究会 (SIG-SKL) (<http://www.jaist.ac.jp/ks/skl/index.html>, 主査:藤波 努, 主幹事:諏訪正樹) は, 身体技能を言語化する方法論の確立を目指し, 2005 年に活動を開始, 2008 年に人工知能学会の第 2 種研究会として発足し, 今年で 12 年目を迎える。その間, 28 回の研究会を開催したほか, **International Workshop on Skill Science** を 5 回, 人工知能学会全国大会での OS を度々企画するなど, 精力的に活動してきた。過去の研究会 (全 28 回) での発表を振り返ると, 計 134 件の発表が行われ, 身体知と関連して, 「言語・

コミュニケーション」に関わる発表が 47 件, 「郷土芸能・アート」に関わる発表が 41 件, 「スポーツ・身体運動」に関わる発表が 55 件, 「医療・介護・福祉」に関わる発表が 15 件, 「工学的応用」に関わる発表が 54 件, 「教育・伝承」に関わる発表が 27 件あった (複数のトピックにまたがる発表は重複してカウント)。その他, カオスや生命科学など哲学領域にまたがる発表, 議論も活発に行われてきた。

本稿ではこれらの各トピックについて概説する。2 章では身体知研究全般に関わるイシューとメソドロジー, 方法論 (諏訪) を, 3~7 章では身体知と各ドメインの関連について, 3 章はコミュニケーション (児玉), 4 章は郷土芸能 (松田), 5 章は芸術創作 (清水), 6 章はスポー

ツ(橋詰), 7章は医療・介護・福祉(大武)を, 8章では身体知研究と工学的技術, 応用, メソドロジー, 方法論(大海)を, 最後の9章では身体知自体の教育, 伝承というイシュー(松浦)を概説する*1.

2. 身体知研究の両輪

身体知研究の両輪は

●身体でどんな知が成り立っているか

●その知が身体においてどう発現した(学習した)のかを探究することである。これは過去14~15年の研究会活動の成果として得られたものである。

二つの中でより難しいのは, 後者であろう。前者は, 外部観測として身体の動きの計測をして探究可能な場合が多い。一方, 後者は, 内部観測的な方法によって, 本人が問題意識を抱き, 試行錯誤し, 環境や相手と関係を抱き, 行動をなし, 再び問題意識を刷新するというサイクルを縦断的に探究することが必須になる[諏訪16]。身体による実践, 本人のことば(意識), 社会的な物事など, 多様なモダリティーが絡み, 生活に伴う長い時間経過を探ることになる。だからこそ難しい。

知能研究者は誰しも知の発現に迫りたいと思うものであるならば, 後者のほうが, より根源的な問いであろう。先天的な知能を基盤にして, 生まれてこのかた外界とインタラクションを繰り返し, 後天的に知が醸成されていく様の探究にこそ, 知能研究の本質がある。

本研究会は, 「身体性」についても繰り返し議論してきた。身体性とは, 「物理的な身体があるからこそ, 知的活動(推論, 認識, 予測, 言語, 学習, 対話, 発見, 創造など)が発現する」という意味であり, 身体性の研究とは, 身体が存在が知の発現に寄与する仕組みを探ることである。身体性は後者の問いにおける中心的概念である。

それは, ロボティクス研究において顕著である。國吉康夫氏は, ロボットに物理的な身体をもたせることでどんな知が発現するかを問う多様な研究成果をあげている[國吉08]。アンドロイド研究で著名な石黒浩氏の一連の研究は, 見た目が人とそっくりのロボットが世に出ることで, どのような社会インタラクションやコミュニケーションが生まれるのかを問うている。

身体性概念に準拠するならば, 身体知は, スポーツや楽器演奏といった, 身体を陽に駆使するようなドメインだけには限らない。一見身体の関わりがわかりにくいド

メイン, 例えば, 日常生活における感性(音楽・アート鑑賞, 味わいの感得, 散歩に楽しみを見いだすことなど)も身体知である。普通の思考回路では思いつかない発想力(例えば, お笑い芸人のボケや大喜利の力)も身体知であろう[諏訪18]。

身体知研究は, いわゆる科学の方法論で扱いやすい物事だけを研究対象にしては事足りない。上記の二つの問いが両輪であることを理解したうえで, もし従来の科学的方法論が対象の本質を扱いきれないと思うならば, 方法論自体を刷新する勇気を研究者はもたねばなるまい。学問理論は, 常に現実に迫ろうと目論むものの, その全貌を捕捉できないことが多いのだから。

例えば, 一人称視点(「からだメタ認知」手法[諏訪16]はその典型)のデータに基づく一人称研究は, 従来科学では捕捉できない, 主体と外界の相互作用の身体知を解き明かす期待がもたれている[諏訪16]。

3. コミュニケーションと身体知

近年, コミュニケーションの研究分野でも身体性(embodiment)がキーワードとなり, ヒトどうしだけではなく, ヒトと機械(ロボットやエージェント)のコミュニケーションにおいても, 身体のもつ意味や役割が重要視されている[Wachsmuth 08]。例えば, ヒトは話すときに身振り手振りをし, 相手の話にうなずいたり相づちを打ったりもする。これらの身体行動は, ヒトの認知過程を反映し, 逆に思考や想起などの認知活動の基盤としても考えられている。また, 他者の行動や存在は, 社会的環境として我々の身体的な行為・行動を制約し, 可能にもする[Marsh 16]。さらに, 他者との身体的な協調・同期は, コミュニケーションを円滑にし, 関係性を構築するなどの社会的な機能があるとされている。

近年, 計測技術・解析手法の発展によって, 高精度でリアルタイムに複数人のコミュニケーション場面の身体データを同時に計測し, 複雑なデータの解析を行うことも可能になってきた(8章参照)。これら方法論の発展により, マルチモーダルで複雑なコミュニケーションという現象を, 定量的に解析・視覚化し, 数理的にモデル化できる可能性も示唆されてきた。しかし, これらの研究は, 主として客観的に三人称的視点で現象を捉えようとするアプローチといえよう。他方, 生身の身体をもつ個々の主観や一人称的視点から現象を捉えるアプローチも重要である。また, コミュニケーションにおける身体知に対しては, その実践家の視点からのアプローチも重要である。例えば, カウンセリングやリハビリテーションの臨床, スポーツや芸術の実践のフィールドにおいても, 身体を介したコミュニケーションを通して治療や表現という相互行為が展開される(6章・7章参照)。彼ら実践家の身体知, スキルにアプローチする際にも, 当事者の一人称的視点[諏訪15a], 対象との関わりをもちな

*1 本稿では紹介しきれない研究などについては, 身体知研究会のホームページを参照されたい。また, 本研究会では発起人の一人である古川康一氏の功績を表し, 2018年度より古川記念賞を設置した。本賞は音楽関連領域に関して重要な貢献が認められた研究発表を表彰するためのものである(身体知研究会のホームページ: <http://www.jaist.ac.jp/ks/skl/index.html>)。

が捉えていく二人称的視点 [佐伯 17], および客観的に視覚化・定量化する三人称的視点の融合が期待される。

本研究会でも、これまでさまざまなコミュニケーション場面にアプローチする発表が行われてきた。うなぎ運動と相づちの相互作用関係 [細馬 11], バラエティ番組の芸人のコミュニケーションスキル [坂井田 11], リハビリテーション場面での理学療法士のスキル [児玉 19] などである。2019年6月に開催された第28回身体知研究会では、「二人の身体知: 対人場面におけるダイナミクス」というテーマを企画し、剣道、音楽、教育などの対人場面のコミュニケーションについて、さまざまな発表と議論が行われた。今後、AIやロボット、VR・遠隔技術の浸透に伴い、さまざまなコミュニケーションの在り方が現れてくるだろう。そのような時代の流れの中で、今一度、生身の身体を介した〈いま・ここ〉でのコミュニケーションのあり様や、その意味や価値も問い直されるだろう。

4. 郷土芸能と身体知

郷土芸能は地域に根付いた固有の文化であり、技能伝承は、主に口伝により行われる。また、「良い」とされる動きが厳密でなく、同時に複数存在することも珍しくない。このような特性から、マニュアルがないことが多く、学習者の動きの良し悪しは、個々の指導者の主観により判断される。このとき、指導者は理解できていても、学習者に理解させることが難しいケースがある。

従来、動きの比較・分析においては、映像やモーションキャプチャが用いられてきた。例えば、吉村ミツらは、舞踊における被験者間の違いについて、関節の角度や位置の変化に着目し数値的な比較を行っている [吉村 08]。

一方、著者 (松田) は、指導者の指導「方法 (過程)」の可視化、という視点で捉えており、身体知研究会にて報告してきている [中塚 17, 高橋 18]。これは、指導者が、(1) どこに着目し、(2) 変化の量を捉え、(3) 判断したか、という過程において使った知見を、データに基づき明らかにするアプローチである。

(1)、(3) は指導者達から情報が得られることが多い。その一方で、感覚的捉えているため説明しにくい場合や、そもそも意識をしていない場合がある。前者の場合、話題を広くとり、工程すべて、抽象度を高いほうから低いほうへ、など、琴線に触れる概念を探り当てる聞き取りを複数のメンバに行う。後者の場合は、特に (2) の「量」による分析を併せて行うことで明らかになることがある。

分析においても重要な「量」が感覚量である場合は、一筋縄ではいかない。重要なことは、指導者が感じている「量」がデバイスから得られた情報と対応することである。さまざまなデバイスの特性を踏まえ、デバイスから得られたデータをどのように加工すればよいのか、ま

た、データの中のどこを見ていて、何を特徴量とすればよいのか、さらに、その可視化方法が適切かを模索する。

データの取得、フィードバック、検証、を継続することは、被験者だけでなく、指導者が過去のデータを見ながら振り返って考える機会にもなっている。フィードバックにより新たな気づきを得ている様子が見えるのは、非常に興味深く、著者もそれにより学ぶことも多い。

5. アートと身体知

本章では、芸術創作と身体との関係性・重要性について考え、その中で過去に報告された関連研究を紹介する。

芸術創作とはいかなる行為か? この問いに答えることは困難な一方、例えば、芸術と関連する事象や社会、世界に関する各個人特有のものへの捉え方の構築とその提示、とする考え方も見られる。ピカソやモネら著名な芸術家の作品はまさにこの特徴が結実したものとも考えられよう。

近年では、芸術創作に関して個人の高次認知のみに強く依拠した営みとする認識を捉え直す必要性が提案されつつある。例えば、数多くの芸術作品が私達の身体を経て初めて外在化され形をなす点は同意が多く得られるものの、見逃されることの多い観点である。加えて最近では、芸術家の抱くイメージが具現化を通して発展することが徐々に示唆されている。例えば、水墨画家の創作過程を検討した研究 [Yokochi 05] では、空書 (イメージに基づく身体動作) を通して、水墨画家がイメージを発展させる様子が示唆されている。同様の過程は本研究会のダンス創作の報告 [清水 18] でも示されており、芸術家の高次認知過程と身体運動とが相互作用することで、創作のイメージが活発に発展することが示唆されつつある。

また他者や社会・文化との関わり合いを経て創作が営まれることも近年理論的な示唆が行われつつある。着目すべき点は、社会的な関わりの多くが身体を経て外在化されたイメージを通して営まれる点であろう。このように、芸術創作とは身体や社会との深い関わりを経て、個人・集団によって蓄積・発展するものと考えられる。ここでは創作時の作者の表象に加え、生じる身体行為や他者との関係性も含めて包括的な検討を行う必要がある。例えば、本研究会の発表の一つでは、創作物に加えて身体行為の特徴なども含めて記録・可視化を行う創作支援システムの開発が行われている [永井 19]。身体が芸術創作において一つの基盤をなすことは確かであるが、いかなる役割・機能を担うのか、その領域差などについては今後の検討が必要であり、研究会を通して考える価値のある論点であろう。なお、9月16日の第29回研究会では「アートと身体」というテーマを設定し、上記の身体の重要性も含めた芸術に関する議論を行う予定である。

6. スポーツと身体知

我々はサッカー、野球、テニスなどを学習し、才能があれば観客を魅了するほどまでに熟達する。その過程は身体知の宝庫である。

運動学習では、まずは行為（ボールを蹴る・つかむ・打つ）の実行が目指される。テニスであればボールを相手コートへ打ち返すことだが、当初はラケットとボールが出合わないか、ボールがどこかに飛んで行ってしまふ（行為目的に至らない）。ここでの動作は稚拙で、どう動けばよいか、どの筋を使うかなどはよくわかっていない。やがてフォームの指導を受けたり試行錯誤を繰り返すことで、ボールと身体の関係性や身体の使い方（姿勢や四肢間の協調的な動作構造）を会得し、ボールは思う方向に飛び始める。コツが獲得され始める段階である。

しかしこの段階の動作はバリエーションに欠け、多様なボールにうまく対応することは難しく、ミスも多い。多様なボールを安定して打ち返すためには、ボールとの関係性に基づく多様な打ち方（あるいはコツ）を獲得し、ボール飛来時にはそうした動作イメージをしっかりと身につけることが必要となる。やがて多彩なコツに基づく多様なフォームを、ほとんど意識することなく駆使してボールを返球することが可能になる。

このように運動学習は動作を意識できないところから始め、意識的に動作やコツを得る過程を経て、その遂行がほぼ自動化される段階へと進む。そこでは動作の多様化や精緻化は重要だがゴールではなく、状況（相手の返球）変化に応じた行為の質（戦術的配球）の向上が目指される。

さらに熟達者レベルでは、環境の微妙な変化を感じ取り、動作を微妙に調整して成果を上げることが可能となる。テニスでいえばコートの特性（ハード、人工芝、土）であり、体操競技であれば床の反力であり、スキージャンパーなら風向きや風速である。このようにして熟達者は、安定した状況であれば非常に高度なパフォーマンスを、変動する状況では安定したパフォーマンスを発揮できるのであろう。こうした習熟プロセスを検証したり形式知化することが身体知研究に求められており、これまでスポーツ技術の習得過程やトップアスリートへのインタビューによる研究などが報告されている [橋詰 12, 橋詰 14, 児玉 16]。

7. 医療・介護・福祉と身体知

当該分野では、身体知に関する、一人称、二人称、三人称視点からの研究が求められる。身体をどのように知覚し、働きかけて、より望ましい状態に導くかが、当事者と専門職の共通の課題であるためと考えられる。それぞれの分野で、一人称研究、身体知といった言葉が用い

られてきたわけではないが、例えば、当事者研究という形で、患者自らの語りのアーカイブや共有、それに基づく治療や看護、介護のデザインや教育などが行われている [石原 13]。二人称視点として、ユマニチュードなど、身体を通じたコミュニケーションがケアに有効とされる理論と実践が、ケアの現場に普及しつつある [ジネスト 18]。三人称視点として、疾患や障害の定量的な評価を目指して、モーションキャプチャや加速度センサを用いた身体運動の計測、解析などが行われている（例えば、[日高 16]）。これには、発症リスクの推定、診断、リハビリの効果評価など、発症前から慢性期までの適用が検討されている。身体知研究会においては、第 18 回研究会において、「コミュニケーションを通じて一人称視点を探る」というテーマを企画し、特に看護学の研究者を招いて、認知症患者の機能のアセスメントに基づいてケアに生かす方法や、訪問看護師が在宅介護者の気持ちをくみ取る方法などについて、研究発表と議論が行われた。このほか、初期から直近に至る研究会において、医療・介護・福祉分野における身体知についての報告がある（例えば、[江藤 10]）。多くの分野との情報交換と議論を通じ、身体知研究が、幅広い分野の基礎理論となることが期待される。

8. 身体知と工学技術

身体知にアプローチするために、さまざまな身体運動の計測手法を用いた研究が本研究会で発表されている。例えば近年では、小型マイコンやセンサの発達に合わせてそれらを利用したもの [川原 18] や、深度センサや OpenPose などから得た人間の骨格情報をもとに運動を解析したもの [Nakai 18] がある。身体知研究は多様なボールの動きに対応したり、新しいダンスの獲得だったり、そのときの状況への適応の仕方について扱うものが多く、ただ既製品の測定装置をそのまま用いただけではなかなか身体知に迫り切れない。そのため、その構築したシステムの開発や実験方法についても議論に活発に扱われている。

特に、計測した結果を用いてフィードバックを返す環境を構築し、それに対する人間の挙動を観察することで、身体知の適応的な振舞いについて積極的に調べられると考えている。そのような研究として、人間の走行時の状態をセンサで取得し音でフィードバックさせたもの [吉岡 18] や、HMD を用いて VR 環境での人間の挙動を調べたもの（安田和弘氏招待講演、2018）が本研究会で紹介されている。

人体モデルを用いたシミュレーション研究 [今井 18] やヒューマノイドロボットを用いたコーチングの研究 [Okuda 17] など、身体をどう構築するというアプローチをとっている発表もある。運動や認知科学についての他の学会ではなく、人工知能学会の研究会として、身体

に対して環境を構築したり, 身体自体を構築するというアプローチによって身体知を考えることができるのが, 本研究会の特徴であろう。

最近ではロボット分野において, 例えば深層学習によって構成した身体モデルをさまざまなロボットに適用できるか, という問題などで身体性が取り扱われている。今後は本研究会としても, 例えばディープニューラルネットワークやソフトロボットのもつ身体知について考え, それをロボット研究に応用できると面白いのではないかと思う。また, 人間の運動研究と人工知能・ロボット研究の交流の場としても本研究会が貢献できればと考えている。

9. 身体知の教育・伝承

身体知研究会でこれまで発表された一般講演論文 134 件のうち, 身体知の教育・伝承に係った論文は 27 件であり, 全講演論文の 2 割の割合を占めている。この状況は, 身体知を獲得する過程や価値のある成果が要求されており, 身体知の教育・伝承の方法論および支援システムに対する社会的ニーズが高いといえる。したがって, 本研究会において「スキル獲得を促進する環境デザイン方法論の探求」を目的の一つとしている。実際に, 陶芸教室などでは, 特徴的な身体動作を伴う制作方法を教わる過程や熟達する過程が, 生徒にとって価値があり, 身体知教育としてビジネスが成立している。これまでの身体知研究会の講演論文では, (1) 伝統工芸や伝統芸能などの分野, (2) スポーツや音楽などの分野, (3) 工業製品分野が主な研究対象となっている。(1)については歴史的価値が含まれているため, 道具の使い方や手順, 「形」といわれる身体の使い方をそのまま伝承することが重要となる。(2)についてはパフォーマンスの向上を, (3)では製品の高機能化, 高品質化を実現するためのスキルを身につけることが重要としている。このように, 研究対象分野に応じて扱う身体スキルとスキルの価値の違いを考える必要がある。

また, これまでの暗黙知を多く含む身体知の教育・伝承方法の多くは, 学習者が模倣し, そのパフォーマンスを評価してフィードバックすることを基本としている。例えば, 著者(松浦)の研究対象である被覆アーク溶接技能では, 直接溶接棒や姿勢などを見ることのできないので, 溶接結果の良否から習熟度を推定しなければならない[松浦 12]。したがって, 熟達者と初級者のパフォーマンスや身体動作の比較をし, 熟達度に寄与するパラメータの導出や評価法に関する研究が多い[松浦 17]。また, 身体知を学習者に理解させるための新たな表現手法や, コーチングや学習支援などのコミュニケーション手法の研究も行われている[諏訪 15b]。しかし, 熟達者の個人差が大きく, モデル化による身体知抽出が困難な場合が多く, さらに取得した定量的情報がどのように熟

達度に寄与しているのか, 熟達のためにどのような感覚で身体をコントロールしなければならないか, といった感覚情報についてはまだ不十分である。したがって, 今後は認知科学的, 脳科学的アプローチも含めて, 熟達者をもつ身体スキルの感覚情報の外化と得られた情報を学習者が容易に理解, 習得できる手法の研究が期待される。

◇ 参 考 文 献 ◇

- [江藤 10] 江藤 香, 松居辰則, 椋田 實, 樺澤康夫: 初心者への気づきによるケアプラン策定過程におけるノウハウ情報表出の方法とその評価, *SIG-SKL*, Vol. 6, No. 01, pp. 1-8 (2010)
- [橋詰 12] 橋詰 謙: トップアスリートのスキルを探る, *信学誌*, Vol. 95, No. 5, pp. 437-441 (2012)
- [橋詰 14] 橋詰 謙: トップアスリートの身体知その 4, 三宅諒氏(フェンシング・ロンドン五輪・男子フルーレ団体銀メダリスト), *SIG-SKL*, Vol. 18, No. 02, pp. 5-8 (2014)
- [日高 16] 日高昇平, プアテッド・ワニバット, 藤波 努: 重心運動を指標としたパーキンソン病の潜在リスクの推定, *SIG-SKL*, Vol. 22, No. 05, pp. 26-29 (2016)
- [細馬 11] 細馬宏通, 富田彩加: うなずき運動とあいづちとの相互作用, *SIG-SKL*, Vol. 9, No. 02, pp. 13-18 (2011)
- [今井 18] 今井涼太, 原口 誠: 筋駆動人体モデルを用いた動作プランニング, *SIG-SKL*, Vol. 25, No. 11, pp. 59-64 (2018)
- [石原 13] 石原孝二: 当事者研究の研究, 医学書院 (2013)
- [ジネスト 18] イヴ・ジネスト, ロゼット・マレスコッティ, 本田美和子: 家族のためのユマニチュード: “その人らしさ”を取り戻す, 優しい認知症ケア, 誠文堂新光社 (2018)
- [川原 19] 川原暉弘, 龜山寛人, 小嶋啓介, 田中大貴, 坂口憲一, 藤本直明, 山本正彦, 大海悠太: LED と 9 軸センサを用いたノルディックウォーキングボール用情報提示システムの開発, *SIG-SKL*, Vol. 27, No. 05, pp. 21-23 (2019)
- [児玉 16] 児玉謙太郎, 菊池雄介, 山際英男: 全身協調バランス・スポーツ “スラックライン” の身体技能: 経験知に基づく仮説生成とその検証, *SIG-SKL*, Vol. 22, No. 01, pp. 1-5 (2016)
- [児玉 19] 児玉謙太郎, 牧野達作, 高田 勇, 八木崇行, 安田和弘: インタラクションに基づく理学療法士のスキル理解: 事例的検討, *SIG-SKL*, Vol. 27, No. 08, pp. 38-41 (2019)
- [國吉 08] 國吉康夫: 知的行動の発生原理, *人工知能学会誌*, Vol. 23, No. 2, pp. 283-293 (2008)
- [Marsh 16] Marsh, K. L. and Meagher, B. R.: Affordances and interpersonal coordination, *Interpersonal Coordination and Performance in Social Systems*, 245 (2016)
- [松浦 12] 松浦慶総, 高田 一: 溶接技能における熟達度評価法の開発, 第 26 回人工知能学会全国大会 (2012)
- [松浦 17] 松浦慶総: ものづくり産業における身体知, *人工知能*, Vol. 32, No. 2, pp. 229-234 (2017)
- [永井 19] 永井 孝, 香山瑞恵: 経験と描画過程における線種の違いを用いた美術入門者に対するドローイング学習支援機能の検討, *SIG-SKL*, Vol. 27, No. 10, pp. 49-52 (2019)
- [Nakai 18] Nakai, M., Tsunoda, Y., Hayashi, H. and Murakoshi, H.: Prediction of basketball free throw shooting by openpose, *5th Int. Workshop on Skill Science Associated with JSAI International Symposia on AI 2018 (IsAI-2018)*, pp. 1-10 (2018)
- [中塚 17] 中塚智哉, 松田浩一: 和太鼓のインパクト時の「脱力」技能の定量化, *SIG-SKL*, Vol. 23, No. 02, pp. 7-12 (2017)
- [Okuda 17] Okuda, T.: Language arts education method using programmable humanoid robots, *4th Int. Workshop on Skill Science Associated with JSAI International Symposia on AI 2017 (IsAI-2017)*, p. 30 (2017)
- [佐伯 17] 佐伯 胖 編著: 「子どもがケアする世界」をケアする——保育における「二人称的アプローチ」入門, ミネルヴァ書房 (2017)
- [坂井田 11] 坂井田瑠衣, 諏訪正樹, 野口奈摘: コミュニケーションの場を活性化させる身体知の探究—バラエティ番組におけるケンコバ氏のコミュニケーションスキル—, *SIG-SKL*, Vol. 11,

No. 02, pp. 7-12 (2011)

[清水 18] 清水大地, 岡田 猛: 上演芸術における新奇な身体表現の創作過程: 内的制約の変更に着目した検討, SIG-SKL, Vol. 25, No. 10, pp. 52-58 (2018)

[諏訪 15a] 諏訪正樹, 堀 浩一 編著, 伊藤毅志, 松原 仁, 阿部明典, 大武美保子, 松尾 豊, 藤井晴行, 中島秀之 共著: 一人称研究のすすめ—知能研究の新しい潮流—, 近代科学社 (2015)

[諏訪 15b] 諏訪正樹: からだメタ認知: ことばと身体の共創としての身体知学習のメソッド, 第 29 回人工知能学会全国大会 (2015)

[諏訪 16] 諏訪正樹: 「こつ」と「スランプ」の研究—身体知の認知科学, 講談社選書メチエシリーズ, 講談社 (2016)

[諏訪 18] 諏訪正樹: 身体が生み出すクリエイティブ, 筑摩書房 (2018)

[高橋 18] 高橋 唯, 松田浩一: 角速度を用いた和太鼓におけるタメ動作の表出に関する一検討, SIG-SKL, Vol. 25, No. 05, pp. 23-28 (2018)

[Wachsmuth 08] Wachsmuth, I., Lenzen, M. and Knoblich, G.: *Embodied Communication in Humans and Machines*, Oxford University Press (2008)

[Yokochi 05] Yokochi, S. and Okada, T.: Creative cognitive process of art making: A field study of a traditional Chinese ink painter, *Creativity Research Journal*, Vol. 17, No. 2-3, pp. 241-255 (2005)

[吉村 08] 吉村ミツ, 八村広三郎: 舞踊動作を表す構造変数と時空間変数の比較—日本舞踊を題材として—, 画像電子学会論文誌, Vol. 37, Vol. 4, pp. 396-404 (2008)

[吉岡 18] 吉岡杏奈, 藤波 努: 聴覚フィードバックを用いたランニング練習支援システム, SIG-SKL, Vol. 26, No. 01, pp. 1-4 (2018)

2019年7月19日 受理

著者紹介



大海 悠太 (正会員)

2009年東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻博士課程単位取得退学。2011年博士(学術, 東京大学)取得。2011年東京工芸大学工学部電子機械学科および大学院工学研究科電子情報工学専攻助教。2018年より同大学准教授。日本機械学会, International Society for Artificial Life などの各会員。



大武 美保子 (正会員)

理化学研究所革新知能統合研究センターチームリーダー。1998年東京大学工学部卒業。2003年同大学院工学系研究科博士課程修了, 博士(工学)。東京大学准教授, 千葉大学准教授を経て, 2017年より現職。2008年よりNPO法人ほのほの研究所代表理事・所長。会話による認知活動支援技術の研究に従事。主著は, 「介護に役立つ共想法」(中央法規出版, 2012)。



児玉 謙太郎 (正会員)

2014年総合研究大学院大学情報学専攻博士課程単位取得退学。神奈川大学経済学部特任助教。2015年博士(情報学)取得。2017年同大学特任准教授。身体運動科学・認知科学・生態心理学の分野でヒトの運動, 知覚, 認知, コミュニケーションに関する基礎研究, 理学療法士・作業療法士・臨床心理士らとの共同研究に従事。



清水 大地 (正会員)

2013年東京大学大学院教育学研究科博士課程中退, 2019年博士(教育学)取得。2013年より東京大学大学院教育学研究科特任研究員, 2014年より東京大学大学院教育学研究科特任助教として芸術に関連する研究・教育実践に従事。上演芸術における芸術家の創作プロセスや複数名間の協調・同期に着目した研究を主に行っている。



諏訪 正樹 (正会員)

慶應義塾大学環境情報学部教授。1984年東京大学工学部卒業, 1989年同大学院工学系研究科博士課程修了(工学博士)。(株)日立製作所基礎研究所, スタンフォード大学にて客員研究員, シドニー大学建築デザイン学科主任研究員を経て, 2000年より中央大学情報科学部助教授, 2004年同大学教授。2008年4月より現職。身体知, 感性, コミュニケーションの知の学びの過程を探究する。学びの手法「からだメタ認知」と研究方法論「一人称研究」を提唱。



橋詰 謙 (正会員)

大阪大学大学院医学系研究科准教授。1979年筑波大学体育専門学群卒業。1981年同大学院体育研究科修了。1993年博士(学術, 筑波大学)。1982年東京都老人総合研究所リハビリテーション医学部運動研究室助手, リハビリテーション医学部運動研究室助手。1993年同リハビリテーション・人間科学研究系運動機能部門研究員。1994年大阪大学健康体育部助教授。2007年より現職。スポーツ科学, スキルサイエンス(運動学習, 熟達化), ゲーム分析を研究。



松浦 慶総 (正会員)

1992年東京都立科学技術大学工学部管理工学科卒業。1994年同大学院工学研究科修士課程修了。1996年同研究科博士課程中退, 工学修士。1996年横浜国立大学大学院工学研究院システムの創生部門助手, 2008年同部門特別研究教員。日本機械学会, 日本設計学会, 日本産業技術教育学会, 日本教育工学会各会員。身体技能の立場から技能評価手法, 技能教育支援手法の研究をしている。



松田 浩一 (正会員)

2000年埼玉大学大学院理工学研究科博士後期課程修了(Ph.D)。同年, 岩手県立大学ソフトウェア情報学部助手, 2002年同大学講師を経て, 2018年同大学准教授。郷土芸能や職人の技能を対象としたセンシングによる分析・可視化, ヒューマンインタフェースに関する研究に従事。情報処理学会, 画像電子学会, 日本図学会各会員。