

身体的インタフェースとしての道具

上杉 繁[†]

三輪 敬之[‡]

早稲田大学 先端科学・健康医療融合研究機構 生命医療工学研究所[†]

早稲田大学 理工学術院[‡]

1. はじめに

ビデオゲームで遊ぶ時は、一般的にジョイスティックやキーボードなどのコントローラーを直接自身の手で操作し、映像内に登場するキャラクタの操縦を行うであろう。このときコントローラーはキャラクタを操縦するために身体行為を伝える「道具」であり、またキャラクタもゲームの世界に参加するための表現としての「道具」であるといえよう。こうした道具と身体の関係において、大きく2つの関係を考えることができる。

1 つめは、例えばハンマーを持つことで素手では打ち付けることができない釘を打ち付けることや、ピンセットを使用することで素手ではつまむことが困難な小さなものを扱うことなどの、自身の身体の動きを増幅したり、適応化させたりする身体行為の機能の支援である。ビデオゲームにおいて、コントローラーを直接操作することで自身の行為を計算機に伝えるはたらきはこれに相当するだろう。

2 つめは、例えば外科医がメスを利用している時にはメスが自身の手の一部分になっていることや、盲人が杖を利用して歩いている時には、杖の先にまで身体が拡張していると言われてるように^[1]、道具へ自身の身体が拡張したり、道具と身体とが一体になるような身体内部における道具との関係である。意識しないでもコントローラーを身体の一部であるかのように自由に操作することが可能であったり、ゲーム内で操作しているキャラクタの動きに合わせて、思いがけずに自身の身体も動いてしまったりする経験がこれに関係するだろう。

前者の、身体行為の支援という視点からはこれまで数多くの道具が考案され、道具のデザインや利用しやすさという点から、例えばエルゴノミクスデザインという手法や、ユーザビリティといった評価方法なども検討されてきた。一方、後者の身体内部における道具との関係性については、それと比較して発展途上の領域である。

本稿では後者の関係に着目し、脳科学や認知科学の分野におけるいくつかの研究事例を紹介するとともに、身体が道具へと拡張したり、道具と一体化したりするインタフェースという立場から、身体的インタフェースとしての「道具」という著者らの研究指針について紹介する。

2. 身体と道具の関係

道具への身体の拡張感や一体感に関し、使用者が自身の身体で直接操作する道具と身体との関係について、そして自身の身体を反映している表現としての道具と身体の関係について、いくつかの研究事例を以下に紹介する。

まずは身体と、直接操作する道具に関する研究であるが、入来らは、熊手を利用して餌を引き寄せることを訓練した猿の脳の活動部位を計測している。このとき彼らは、体性感覚情報と、視覚情報の両者の入力情報を統合する箇所を計測し、この活動領域が熊手を操作した後では、熊手の形状に沿って拡大することを明らかにした^[2]。さらに、道具の使用中止後や、単に道具に触れているだけの場合にはこのような変化が起きないことも示した。

また人間において、道具の使用における身体の拡張現象に関する研究として、右脳の損傷によって生じる交叉感覚種消去（cross-modal extinction）という症状に着目した実験が報告されている^[3]。この症状は、例えば右側の手の近傍に光などの視覚刺激を提示し、同時に左手に触覚刺激を提示したときには、左手側の刺激を無視してしまう現象である。この被験者が右手で熊手状の道具を使用し、その先端に光刺激を与えると、左手の触覚刺激を無視し、道具を使用しない状況で同様の刺激を与えた場合は、触覚刺激に反応することを示した。

あるいは健康者を対象にした研究では、両手に熊手状の道具を持ち、両方の先端に光刺激を与え、片側の道具の握り手には触覚刺激を与える。そして、この道具をまっすぐ持ったときと、交差させて持ったときにおいて、光刺激と触覚刺激との反応の差を計測する。このとき、道具を操作している側の手において、触刺激の反応に有意に変化することを実験的に明らかにした^[4]。

以上に示したように、使用している道具に対して、身体への刺激に対する同様の反応が脳活動や実験において観察されたことは、道具への身体の拡張や一体化の現象を実験的に明らかにしている。

次に、自身の身体と表現としての道具に関するいくつかの研究を紹介する。まずは、先に述べた入来らは、テーブル上に置いたサル自身の手や腕をボードによって隠し、目のモニタに映し出したビデオ映像の自身の手の大きさを変化させるなどの実験を行った。このとき、実際の手や道具を使って餌を引き寄せることに対応して、映像中の手や道具に沿って脳内の活動部位が変化することを報告している^[2]。

また人間においては、Rubber Hand Illusion と呼ばれる実験が報告されている^[5]。テーブルの上に被験者は両手

Tool as an Embodied Interface

† Shigeru WESUGI, ‡ Yoshiyuki MIWA

† Consolidated Research Institute for Advanced Science and Medical Care, Waseda University

‡ Faculty of Science and Engineering, Waseda University

を置き、片手を見えないように衝立で隠す。そして、隠された片手と同じ側のゴム製の手を自身の前に置き、見えない片手とゴム製の手を同時に筆で触る。このとき、そのゴム製の手が自身の手のように感じる錯覚が生じる。この実験の様々な追試が行われ、例えばより長いゴム製の手に対しても同じような錯覚が生じることや^[6]、異なる形状の木製の棒では錯覚が生じにくいこと^[7]、ゴム製の手を向きの実際の手とずらすと錯覚が生じにくいこと^[7]などを報告している。さらには、ゴム製の手ではなく、映像の手を利用した実験もいくつか試みられており、同様の錯覚の創出を報告している^[8]。

その他には、身体のカンニング映像ではなく、身体のカンニングに対して光刺激を与え、その対応する手には触覚刺激を与えたとき、影への光刺激によって手の触覚刺激の判別に影響が出ることも報告している^[9]。

以上に示すように、身体外部の視覚的表現と身体との関係に対して、映像や模型の身体を自身の身体への感覚と同様に処理したり、錯覚的に感じたりすることが明らかにになっている。

3. 身体的インタフェースとしての道具

道具への身体のカンニング感や身体と道具の一体感という問題に対して、脳科学や認知科学の分野からは興味深い知見が報告されているものの、インタフェース工学の分野ではあまり取り組まれていない。その理由の一つとして、こうした技術の展開先が未だ漠然としている問題があげられよう。このような状況において著者らは、身体への道具のはたらきと関連付けて、遠隔コミュニケーション支援という立場で研究を進めてきた。例えば、互いが操作可能なディスクをその動きと視覚的な表現で共有するシステムにおいては、自身の身体が映像空間にまで拡張するかなのような現象を実験から確認し、離れた相手の存在感やつながり感が強まることを明らかにした^[10]。また、自身が操作する棒の影を連続的に相手の映像空間にまで伸長するインタフェースシステムを開発し^[11]、身体感覚のカンニングについての評価なども現在行っている^[12]。

道具の使用において、自身の身体がその道具や、あるいは身体外部の表現に拡張するかなのような、日常的にはあまり意識しにくい感覚に気づき、道具やその周囲の環境と自身の身体との関係を強め合うようなはたらきが、身体的インタフェースとしての道具の特長であろう。すなわち、道具への身体のカンニング感や一体感においては、「道具の利用によって身体のカンニング感を活性化するのはたらき」がその根幹にあると著者らは考えている。その具体的な場面の一つとして、認知運動療法などのリハビリテーションがあげられる。例えば、脳機能障害によって麻痺が生じた患者のリハビリテーションでは、身体行為の機能を支援するのはたらきとしての道具を扱えるようになることも考慮されているが、まずは自身の身体のカンニングを取り戻す気づきを与えるための道具としてのはたらきが重要視されている^[13]。

こうした視点に基づいた身体的インタフェースとしての道具というテーマの先に、「人を育てる道具」のデザインという問題をつなげていきたい。「人を育てる道具」とは、「少し先の未来の状態へ自身を導くこと、気

づかせるはたらきをする道具」であると著者らは意味づけている。道具による身体感覚のカンニングなどの、身体のカンニングを活性化するのはたらきは、その基盤として位置付けられるものだろうと検討している。

4. おわりに

道具のはたらきとして、人間の行為を支援するための機能面が一般的に重要視されているが、道具の使用時における身体のカンニング感や一体感も大きな問題である。本稿では、こうした問題に対する脳科学や認知科学のいくつかの知見を紹介し、さらには著者らの研究成果を踏まえ、身体のカンニング感を活性化するという立場から、道具のはたらきについて述べた。未解決の問題を数多く抱えているものの、今後はリハビリテーション支援などを範疇に含めた、「人を育てる道具」というテーマに向けてさらに研究を進めていきたい。

参考文献

- [1] 市川：「身」の構造—身体論を超えて；講談社学術文庫 (1993)。
- [2] 入来：〈神経心理学コレクション〉Homo faber 道具を使うサル；医学書院 (2004)。
- [3] Farne,A., Ladavas,E.: Dynamic size-change of hand peripersonal space following tool use; *Neuroreport*, 11 (8), pp.1645-1649 (2000)。
- [4] Maravita,A., Iriki,A.: Tools for the body (schema); *Trends in Cognitive Sciences*, Vol.8, Iss.2, pp.79-86 (2004)。
- [5] Botvinick, M., Cohen, J.: Rubber hands ‘feel’ touch that eyes see; *Nature*, 391, 756 (1998)。
- [6] Armel,K.C., Ramachandran,V.S.: Projecting sensations to external objects: Evidence from skin conductance response; *Proc. of the Royal Society of London, Biological*, 270, pp.1499-1506 (2003)。
- [7] Tsakiris, M., Haggard, P. : The rubber hand illusion revisited: visuotactile integration and self-attribution; *Journal of Experimental Psychology, Human Perception and Performance*, 31, pp.80-91 (2005)。
- [8] IJsselstein, W.A., Kort, Y.A.W. de, Haans, A.: Is this my hand I see before me? The rubber hand illusion in reality, virtual reality, and mixed reality; *Proc. of Int. Workshop on Presence*, pp.41-47 (2006)。
- [9] Pavani,F., Castiello,U.: Binding personal and extrapersonal space through body shadows; *Journal of Nature Neuroscience*, Vol.7, No.1, pp.14-16 (2004)。
- [10] 上杉, 三輪：身体のカンニング表現と実体ツールとのインタラクションによる共存在的コミュニケーションシステム；ヒューマンインタフェース学会誌・論文誌, Vol.6, No.3, pp.295-305 (2004)。
- [11] Wesugi,S., Kubo,T., Miwa,Y.: Tool-type interface system supporting for an expansion of body image toward a remote place - Development of virtual shadow interface system -; *Proc. of SICE Annual Conference 2004*, pp.912-917 (2004)。
- [12] 渡辺, 片山, 上杉, 三輪:仮想道具による身体像拡張の評価手法に関する研究; *信学技報*, Vol.105, No.74, pp.47-50 (2005)。
- [13] 塚本, 山田, 石原：認知運動療法へ・私の臨床ノート (1) 道具と治療；協同医書出版社 (2004)。