This article is a technical report without peer review, and its polished and/or extended version may be published elsewhere.

第 23 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集（2018 年 9 月）

身体イメージに基づいた装着型機器の使用による行動・心理への影響に関する検討

竹腰美夏 [1)]，南澤孝太 [1)]

1) 慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科（〒 223-8526 横浜市港北区日吉 4-1-1,｛takekoshi, kouta｝@kmd.keio.ac.jp）

概要: 我々が日々，外界の情報を適切に知覚し行動するために，身体イメージは欠かせない認識である．本研究は，特殊な身体イメージを持つ前腕欠損のユーザに着目し，身体イメージに基づいて制作した義手の効果を検討して，ユーザの行動・心理的影響を定性的に考察した．直感性や機能性の向上による限定的なタスク達成の効率化と，認知負荷の軽減による行動・心理変容が副次的な効果として確認された．

キーワード: 身体イメージ，身体拡張，義手，行動変容，身体編集

.

1. はじめに

身体イメージとは，人間が自己の身体に対して抱くイメージのことであり，幼児期の頃から生活していくことで自然に構築される．我々が日々，適切に外界の情報を知覚し行動するために，身体イメージは欠かせない認識である．

生まれながらに四肢欠損を持ち生活している人は，当然ながら四肢がない状態の身体イメージを持っている（図 2）．それゆえ,「欠けている」という感覚はないと言われている．一方で，一般的な義肢は健常者の骨格，四肢の長さを基準に設計されている．身体イメージに対してミスマッチした形状の機器を身につけ，身体に違和感を訴える当事者が報告されている [1]．このような現象を踏まえて，補綴あるいは拡張部位は，どのように設計すべきだろうか．多様な身体イメージに対して，自在に個人の身体を編集することは可能なのだろうか．

本研究では，特殊な身体イメージが構築されている先天性前腕欠損を持つユーザに対して，身体イメージに基づき設計した義手 Image Hand（図 1）を使用してもらい，ユーザの行動・心理的影響を考察する．身体イメージを考慮してウェアラブル機器や拡張部位を設計するにあたり，期待されうる効果と展望を述べる．

図 1: 制作した義手 Image Hand

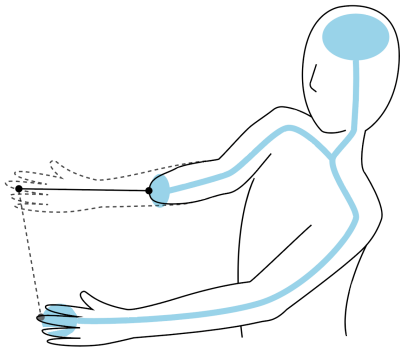

図 2: 義肢と身体イメージの不一致

2. 関連研究

2.1 義手の目的

一般的な義手は，欠損部に対して人間の手の見た目や機能を再現することによって，運動機能あるいは心理の負担を補償することが目的とされている．

「装飾義手」は，人間の手に近い形状，肌の色をしている．手の外観の再現に重点をおいている.「能動義手」は，ユーザの筋肉を能動的に動かすことによって，物体を把持することが可能である．ワイヤ牽引運動によってフック状のハンドを開閉するもののことを示し，汎用的な用途で使われる.「電動義手」は，筋運動をセンシングし電動でロボットハンドを制御するものであり，中でも筋電センサを使うものは「筋電義手」とも呼ばれる.「作業用義手」は特定のタスクをすることに特化した形状をした，アドホックな機能のものである．例えば，スポーツにおいて，投球するためのラケットのような義手も市場に存在する [2].

本研究は，食器皿を保持するための作業用義手 Image Hand 用いて，運動機能や心理の影響について検討する．

Minatsu TAKEKOSHI, and Kouta MINAMIZAWA

© 2018 日本バーチャルリアリティ学会

2.2 技能習得と身体イメージ

人間身体の骨格構造を再現し，身体の補綴あるいは拡張部位として応用する際に，拡張部位の構造が複雑すぎると，制御における認知的負担が大きくなってしまう．

ユーザの脚の動きとウェアラブルロボットアームの動きを対応させ操作するシステム MetaLimbs[3] の研究では，第３第４の腕としての拡張部位と生得的な身体を統合的に操作可能かどうかの検証を行った．結果，短時間の使用でもコップの把持やコップ内の物体移動など限定的で単純なタスク達成が可能であることを確認した．汎用的なタスクに対応するためには，長期的な使用によって身体感覚が適応することへの可能性が示唆されている．

認知的負担の大きい拡張部位を自在に操作するためには，訓練が有用である．例えば，能動義手や筋電義手は，日常使用するために 2〜3ヶ月もの訓練が必要とされている [4]．拡張部をあたかも身体の一部かのように感覚しながら制御するためには，長期的に使い続けて操作に慣れること，あるいは自分の身体イメージに合った拡張部を使用することが必要である．本研究では，限定的なタスクに特化した作業用義手を，身体イメージに合わせて設計する手法をとる．

3. 作業用義手 Image Hand

先天性左前腕欠損を持つ 30 代男性の行動観察と内観インタビューをもとに身体イメージを確認し，作業用義手 Image Hand を男性が使用している時の様子，主観調査を元に行動・心理への影響について検討する．

3.1 先天性上腕欠損者の身体イメージ

男性の左腕は肘から約 100mm 程の長さであり，五指は存在しない．成人前までは義手を日常で使わず生活しており，現在は主に外出時に電動義手を装着している．図 3 は，男性が一眼レフカメラで写真撮影をしている様子である．男性のカメラを支持する「手」の位置は，義手の先ではなく義手の根本に位置していることが確認できる．つまり，男性の身体イメージ上での「手」の位置座標は，腕の先端に位置していることが推測される．

男性は義手の使い心地や使用方法についてのインタビューに関して，次のような内容を述べていた．

- 義手を装着すると，腕が長すぎる感覚がある．例えるならば，マジックハンドを手に見立てて使用しているような感覚．
- 義手を装着し続けていると次第に操作に慣れていくが，ふとした時に自分の「手」を直感的に使っていることがある．
- 特に物体を保持するときに，腕部が長い義手を使うと「あそび」が起きてしまい操作しにくい．
- 義手を使った方がやりやすい作業とそうでない作業があるので，適宜義手をつけたり外したりしている．

男性は，身体イメージ上に存在する「手」の位置と義手の手の位置の不一致に対して違和感を覚えている．しかし，

図 3: 左手でカメラを構える様子

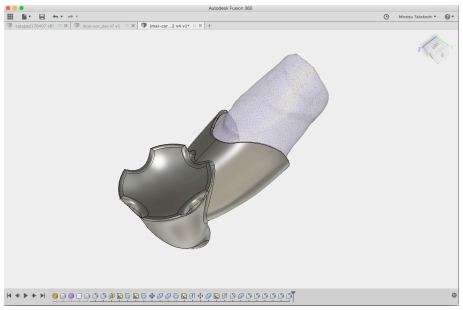

図 4: 腕の 3D スキャンデータを元に CAD で設計した Image Hand

限定的なタスク達成においては義手を効果的な道具のように使うとのことだった．

3.2 提案と実践

筆者は，以前にインタビューイの男性（以降，ユーザと記述する）と参加型デザインプロジェクトを実践し [5],「短い義手」をテーマとして作業用義手 Image Hand を 3D プリンタで制作した（図 1, 図 4）．Image Hand は，ユーザの身体イメージ上の「手」の位置を基準点に，義手の機能が構成され，食器皿を保持するための円盤状のトレイが設計されている．

前項のインタビューにもある通り，旧来の義手で皿を把持しようと「あそび」が起きてしまうため，長時間の使用が困難であった．一方で，身体イメージ上の「手」の位置には，物理的に「手のひら」が存在しないために，食事の際に食器を保持することが困難であった．ゆえに，テーブル席のない立食パーティなどにおいては，食事を我慢して会話に参加する，あるいは会話を我慢して会場の隅のテーブルで食事をするなど，トレードオフな解決策しかないとのことだった．この課題に対して，Image Hand が制作された．

ユーザは，2017 年 3 月に渋谷で実施された立食パーティ [6] において，実際に Image Hand を使用した．それを踏まえ本稿では，男性が使用している様子，男性の感想と，身体イメージとの関係を考察する．

3.3 観察結果と感想

ユーザは，Image Hand を使うことによって，3 つの作業タスク，皿の保持，および料理の取り分け作業，フォークを使用した食事を円滑にできたことを確認した（図 5）．また，テーブルの場所に依存せず自由に会場内を移動している様

© 2018 日本バーチャルリアリティ学会

子が見られ，来場者同士とのコミュニケーションを活発にとっている様子を確認した．男性は下記内容の感想を述べていた．

図 5: 皿の保持，料理の取り分け，フォークを刺すタスク

- 「手」の位置に違和感がなかった．
- 手袋をはめているようなダイレクト感があった．
- フォークで上から刺して力を掛けても皿が安定していた．
- あまり意識を向けなくても皿を持てるため，食事や会話に集中して楽しめた．

他のパーティ参加者らは Image Hand を使うユーザに対して,「便利そう」という感想や,「これ何ですか」と質問する様子が多く見られた．それに対して，男性は自分の身体イメージ上の「手」について説明をしている様子が観察された．

4. 考察

Image Hand による皿の保持などの作業タスクは，身体イメージ上の「手」の位置に近い部位を使うことによる「直感性」や，限定的なタスクに特化した形状による「機能性」の向上によって円滑に達成されたと考察できる．さらに，タスク達成することによって，移動，会話など，副次的な行動変容が引き起こされた．また，ユーザの「あまり意識を向けなくても皿を持てる」「楽しめた」という感想は，作業における認知的負荷が軽減することによって，料理をよく味わう，人の話をよく聞き取るなど，知覚的な要素や心理に影響することも示唆される．

一方，Image Hand という実物体の存在は，身体イメージ上の「手」を基準点に設計しながらも,「限定的なタスクにのみに機能する」ものであった．男性が義手の使用方法のインタビューにおいて,「義手を使った方がやりやすい作業とそうでない作業があるので，適宜義手をつけたり外したりしている」と述べているように，旧来の義手のみならず Image Hand でさえも，ユーザにとっての「手」としての拡張部ではなく,「手作業」を分担をするための「道具」のような存在であると考察した．

他方，Image Hand は他者からは見えないはずの自己の身体イメージを実体化し，他人に表現・共有することを可能にした．今後，身体イメージと他者，社会との関係についても検討して行きたい．

5. むすび

本稿は，身体イメージを参考にして設計した機器を実世界で装着することによって，人間の行動や心理にどのような影響を及ぼすかを検証するために，実物体「義手」に着眼し，先天性前腕欠損者の身体イメージを確認して，作業用義手 Image Hand の使用中の観察，主観調査を行った．結果，身体イメージに基づいて設計した Image Hand を使うことにより，ユーザの行動・心理への影響が見られた．

身体イメージを考慮してウェアラブル機器や拡張部位を設計した際には，直感性や機能性など限定的タスク達成を効率化する「技能拡張」と，認知負荷を軽減することによって副次的に他のコンテキストが増強される「知覚拡張」の要素が効果に関連することを確認した．これらの要素を制御することによって自在な身体編集への可能性が期待される．

本稿では影響を確認するための第一歩として質的研究に取り組んだが，これらの要素を参考に，今後は定量的な検証を進めて行きたい．

謝辞 特定非営利活動法人 Mission ARM Japan の当事者の協力によって実施された．また，本研究の一部は JSPS 科研費 15H01701 ”metabody”プロジェクトの支援を受けて実施された．

参考文献

[1] C.D.Murray, and J.Fox: Body image and prosthesis satisfaction in the lower limb amputee, Disability and Rehabilitation, Volume 24, 2002 - Issue 17.

[2] TRS Inc, http://www.trsprosthetics.com, Accessed:2018.7

[3] 佐々木智也，ムハマドヤメンサライジ，チャリスフェルナンド，南澤孝太，北崎充晃，稲見昌彦 : 部位代替による複数の腕を用いた身体変容の研究, 第 22 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集，2017.9.

[4] 国立障害者リハビリテーションセンター研究所義肢装具技術研究部 : 初めての義手, http://www.rehab.go.jp, Accessed:2018.7

[5] 竹腰美夏，馬場哲晃 : 義肢装具製作におけるデジタル技術の活用と参加型デザインプロジェクトの実践, 情報処理学会第 5 回 SIGAAC 研究会, 2017.12.

[6] HAPTIC DESIGN AWAED 2016, http://hapticdesign.org/event/awardceremony, Accessed:2018.7.

© 2018 日本バーチャルリアリティ学会