

〔重点領域研究開発事業〕

高齢者および身体障がい者疑似体験モデルによる ユニバーサルデザイン実現に向けた製品評価システムの構築

森 亮太, 平田 一郎, 後藤 泰徳, 兼吉 高宏

1 はじめに

ユニバーサルデザイン開発において、様々な取り組み^{1)~4)}が行われているが、以下のような課題が挙げられる。

第一に、多様なユーザーのニーズや制約を考慮することが難しい。ユニバーサルデザインの目標は、あらゆる人々が製品やサービスを利用しやすくすることである。しかし、ユーザーの多様性や制約を考慮することは容易ではない。特に、高齢による身体機能の変化は個人差が大きく、年齢だけで予測することは難しいのが現状である。

第二に、評価プロセスにおける効率性と精度のバランスを考慮する必要がある。ユニバーサルデザインの評価では、効率性と精度のバランスが求められる。評価には一定数の被験者が必要であり、統計処理可能なデータを確保することが重要となる。しかし、被験者の組み込みや評価の効率化は困難を伴う。ユニバーサルデザインの評価には、多様な参加者を組み込む必要があるが、性差や体格差、年齢差などを考慮しながら評価を行うことが難しく、後期高齢者の実験参加は課題となる。

第三に、操作性評価において、主観評価が多用されやすいのは、主観と客観の相関をみて結果の妥当性および信頼性を判断するまでにかかるコストゆえである。主観評価の方が容易に行えるため、評価のバランスが偏ってしまうことがある。ユニバーサルデザインの評価では、主観的な評価と客観的な評価の両方が必要である。

本研究の目的は、上記の課題に対処するユニバーサルデザイン製品の評価システムの構築とする。

2 本システムの概要

本研究におけるユニバーサルデザインの評価システムは、高齢者および身体障がい者の疑似体験モデルと光学式モーションキャプチャ、そしてデジタルヒューマンを組み合わせで構成されている。以下に、システムの概要を示す。

高齢者および身体障がい者の疑似体験モデルとして、株式会社三和製作所製の装具⁵⁾を使用する。これにより、実際のユーザーが抱える制約やニーズをシミュレーションし、デザインの改善に役立てることが可能である。

光学式モーションキャプチャとして、Nobby Tech 社製の 3 次元動作解析装置 VENUS3D（カメラ 8 台、30fps）を用いて計測する。これにより、高齢者の運動能力や身体の動きに関する詳細なデータを収集し、デザインを評価する。

デジタルヒューマンによる性差や体格差を考慮するために、産業技術総合研究所による DhaibaWorks[®]を使用し、シミュレーションする。これにより、異なる体型や性差を持つユーザーのニーズを考慮したデザインを実現する。統計的に算出した人体寸法から生成された大小様々な 9 体のモデル（図 1）で、人体形状の多様性を網羅し、多様な体形状および男性・女性を考慮したデザイン評価を行う。

これらの要素を組み合わせることで、ユニバーサルデザイン評価システムを構築し、製品やサービスの開発段階で多様なユーザーのニーズと制約を考慮した評価が行えるようにした。このシステムを通じて、より包括的で効果的なユニバーサルデザインの実現を目指す。

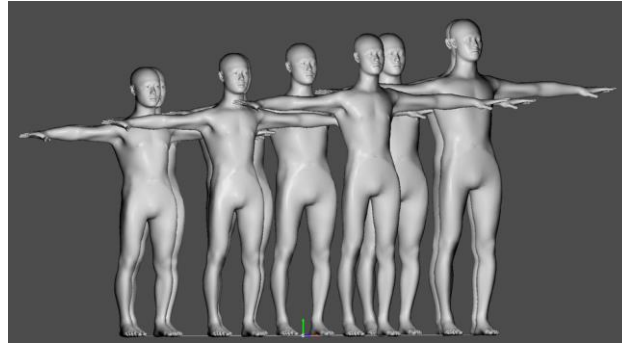


図1 デジタルヒューマン

3 本システムによる缶切りの操作性評価例

本システムを缶切りのデザインに適用し、一人の被験者（男性）を対象として、てこ式と回転式における缶切り動作を比較した。缶切り、装具および17点の計測用マーカ位置を図2に示す。その結果、てこ式および回転式の両方に改善点と優れている点が明らかにされた。以下にそれぞれの結果を示す。



図2 缶切り（てこ式、回転式）、高齢者体験装具とマーカ位置

てこ式の改善点として、疑似高齢者における缶切り作業時間の違いが明確化された（図3）。これにより、通常の缶切り操作が高齢者にとって困難であることが示唆された。改善が必要な箇所が明確になったことで、よりユーザーに適したデザインの実現が期待できる。

回転式の改善点として、疑似高齢者におけるセッティング作業時間と速度変化から、回転式の操作の困難さが明確になった。これにより、回転式の特定の部分に問題があることが分かり、改善の余地があることが示された。優れている点として、缶切り中の操作速度がゆっくりで安定していることから、回転式には操作の可能性と缶切り作業の時間短縮による効率性向上の可能性がある。この点は、ユーザーの使いやすさと作業効率の向上に繋がる。

共通の改善点として、関節角度の変化による関節への負担が危惧される点が、てこ式と回転式で共通して指摘された。この問題を解決することで、ユーザーの体への負担を軽減し、快適な操作性を提供することが重要である。

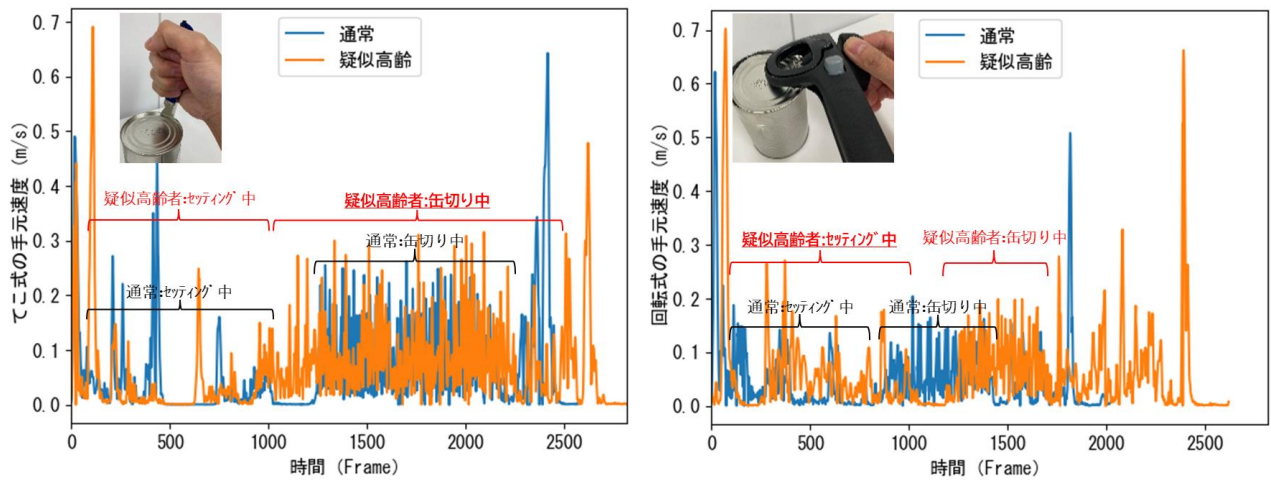


図3 手元速度のフレームごとの変化

缶切りのデザインにおける関節トルクのフレームごとの変化として、同一の男性被験者からデジタルヒューマンを作成後、高齢女性と若年女性としてシミュレーションし、9体あるうちの平均的な体型に対して缶切り動作の関節トルクを算出した。その結果、てこ式と回転式の両方において、高齢者は若年者と比べて、腰にかかる関節トルクが大きく、腕にかかる関節トルクよりも影響が大きいことが明らかになった(図4、5)。また、てこ式においては高齢者の関節トルクが大きく、回転式でも同様の傾向が見られた。高齢者の前傾姿勢に考慮し、より快適で効率的な操作ができるユニバーサルデザインの缶切りを実現することが望まれる。

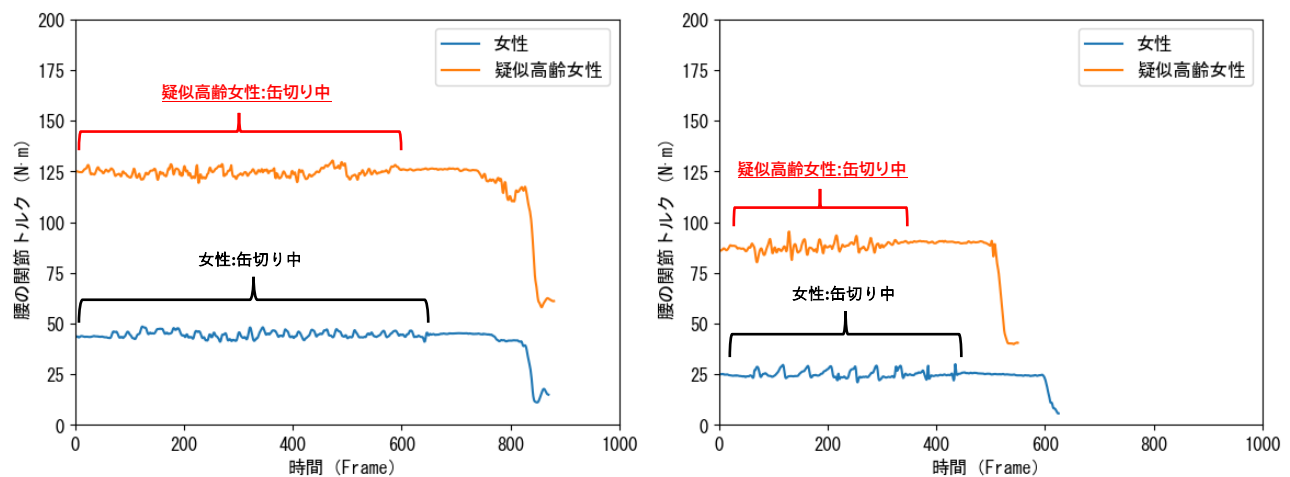


図4 腰の関節トルクのフレームごとの変化

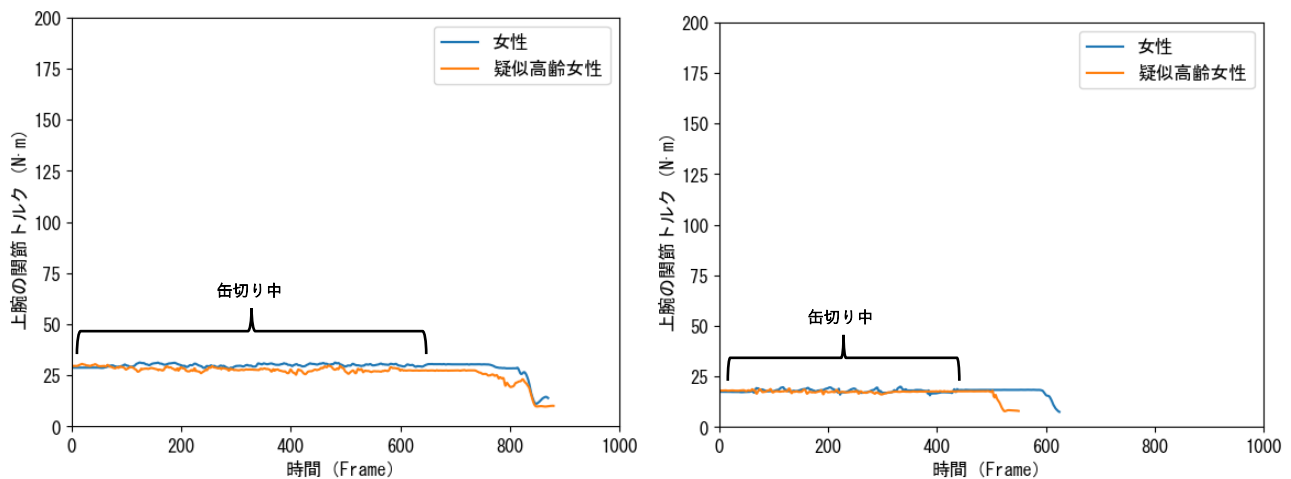


図 5 上腕の関節トルクのフレームごとの変化

4 結論

本研究において、ユニバーサルデザイン評価システムの有用性が示唆された。疑似体験装具、3次元動作解析装置およびデジタルヒューマンの活用により、客観的で効率的な評価が可能となった。これにより、製品やサービスのデザイン段階で多様なユーザーのニーズや制約を考慮した開発が可能となる。特に、年齢差、性差、体格差などによる違いを定量的に把握できる点は重要である。客観的な指標をもとに、人間中心の設計を効果的にサポートすることができる。これにより、ユニバーサルデザインの普及に寄与し、多様なユーザーが快適に製品やサービスを利用できる環境を実現することが期待される。

参考文献

- 1) <https://news.panasonic.com/jp/stories/550>
(人と技術をつなぐ：デジタルヒューマン技術 | 技術・研究開発 | 技術・研究開発 | 特集 | Panasonic Newsroom Japan：パナソニック ニュースルーム ジャパン)
- 2) https://www.kagoshima-it.go.jp/k-it/pdf/kenkyu_report/k_report_2009_01.pdf
(鹿児島県工業技術センター研究報告 第 23 号 高齢者のための自動車乗降補助具の開発)
- 3) https://www.kagoshima-it.go.jp/kit2021/pdf/kenkyu_happyo/happyo_2010_01.pdf
(平成 22 年度 研究成果発表会(霧島本庁舎開催) 高齢者の自動車乗降時における動作解析)
- 4) https://www.kagoshima-it.go.jp/kit2021/pdf/kenkyu_report/k_report_2012_01.pdf
(鹿児島県工業技術センター研究報告 第 26 号 自動車乗降補助用具の開発研究)
- 5) <https://www.sanwa303.co.jp/product/914/>
(高齢者疑似体験教材 | 製品情報 | 株式会社三和製作所)
- 6) <https://www.dhaibaworks.com/>
(DhaibaWorks 公式サイト)

(問合せ先 森 亮太)