

研究代表者 所属・職：健康科学部・教授

氏 名：串田 淳一

研究課題名：AI を搭載した一坪 CLT リハビリシェルターの開発

研究の概要

申請者らはこれまで、脳卒中やその他の神経損傷によって運動麻痺を負った患者を対象に、在宅でのリハビリテーションをサポートする装置の開発に取り組んできた。この装置は愛知県の産業振興課次世代産業室支援金の助成を受け開発しており、上肢および下肢のリハビリテーションを支援し、特に下肢には足首の3次元的な動きをサポートする特別な機構を組み込んでいる。

本研究ではこの装置をさらに発展させ、「一坪リハビリ一坪耐震」をコンセプトに、日常的なリハビリテーションと災害時の耐震シェルターとして利用可能な、新しい製品を開発することを目的とする。加えて、AI 画像処理技術とセンシング技術を組み合わせたアプリケーションを開発し、リハビリテーション支援をより効果的に行うための手法を探索する。このアプリケーションでは、人体の姿勢を推定する AI（機械学習モデル）を用い、リハビリテーションを受ける際の姿勢や動作を計測することで利用者の状態把握や経過管理を行う。

達成状況・成果内容

本研究では、AI 技術を用いた在宅リハビリテーション支援と災害時にも利用可能な耐震空間を融合させた「一坪 CLT リハビリシェルター」の構築を目的とし、以下の計画を予定していた。

- (1) 在宅リハビリ装置の設計とフレーム試作
- (2) AI 姿勢推定モデルを活用した動作解析アプリケーションの開発
- (3) 物理マーカーベース手法との比較評価による AI 精度の検証
- (4) 関節可動域の自己測定機能の開発
- (5) 耐震構造を持つ一坪 CLT シェルターの設計・試作・耐震試験

(1) では家庭内の限られたスペースでも設置可能なコンパクトで堅牢なアルミフレーム構造について、(株)松尾製作所との共同開発を行い、既製部品を活用しつつ必要な部品の製作を通じて試作機を完成させた。また、AI 解析や3次元動作解析装置の設置に対応する構造も設計し、上下肢のサポート機構と一体化させた構成の検証を実施した。CLT シェルターとの組み合わせも視野に入れ、設置についての検討も行った。

(2) ではリハビリ動作の正確な姿勢推定を行うため、試作したフレームに複数のウェブカメラを設置し、MediaPipe 等の AI 姿勢推定モデルを用いた撮影実験を実施した。カメラは前面・側面・上方など複数方向から配置し、いくつかのリハビリ動作を撮影した。撮影した映像に対して姿勢推定を行い、キーポイントの検出精度や動作の捉えやすさを検証した。その結果、リハビリ対象者の全身ができるだけ画角に収まるような設置が重要であること、および MotionAGFormer や Hourglass Tokenizer などの Transformer を用いた 3D 姿勢推定モデルが、より高い検出精度を示すことが明らかとなった。また、(3)では AI による姿勢推定精度を検証するため、従来の物理マーカーベース手法と比較を試みた。しかし、3D 計測においてはアルミフレーム構造がマーカー検出に干渉し、関節位置を正確に取得することが困難であることが判明した。この結果から、本研究においては画像ベースの AI 姿勢推定モデルを用いた関節位置推定の方が適していることが確認された。

(5)では、銘建工業より納品された CLT パネルを用い、なかむら建設が組立・施工を担当し、一坪 CLT シェルターの設計および構築を行った。2025 年 3 月 31 日には、日本福祉大学半田キャンパス教育研究棟 2 階において、CLT シェルターの組立と設置を完了した。また、CLT シェルターの耐震シミュレーションを実施し、シェルターの耐震強度を確認した。

なお、(4) 関節可動域の自己測定機能の開発については、現在も継続的な検討課題である。今後は、今回設置した CLT シェルター内において、AI 姿勢推定技術を活用した関節角度の自動推定アルゴリズムの実装を行い、実際のリハビリ動作における測定精度の検証、CLT シェルターの実台実験により耐震シミュレーション結果との整合性の確認を進めていく予定である。