

〔重点領域研究〕

業務プロセス改善におけるデジタルヒューマン技術の活用

平田一郎, 福井 航, 森 亮太, 南斉亮佑, 後藤泰徳, 安東隆志

1 目的

製造業の作業現場では、作業効率化によるコスト削減や納期遵守が求められてきた。作業者は標準時間での作業達成を求められるが、それが原因で腰痛、腱鞘炎などの慢性疾病になり身体負担がかかってしまう。また雇用者側においても、労働衛生の観点から「作業者の身体負担を軽減すること」が重要となってきているが、身体負担を分析する方法が少ないことから改善提案はあまり行われていない。さらに、ベテラン作業者の高齢化による技能伝承が課題となっており、ベテランの作業姿勢や技能をデータ化して若手作業者に伝承する方法が求められている。人間の身体負担を定量化し、効率と身体負担の双方を考慮した最適な作業動作を設定することができれば、雇用者と作業者共に納得できる作業計画を実現できる。

以上の背景により、本研究では「人の動作」や「技能」をデジタルヒューマン技術によりデータ化することにより「作業負担の軽減」と「作業の効率化」を両立させた業務プロセスの改善を行う方法について検討した。今回の研究では、作業中の動作をモーションキャプチャにより計測してデジタルヒューマン（筋骨格シミュレーションモデル）に反映させ、作業姿勢や作業中の身体負担について分析した。最終的には、デジタルヒューマン技術により分析した結果をもとに、「最適な作業スペースやレイアウトの提案」を行いながら、レイアウトの変更前と変更後の作業効率を画像解析に分析して作業効率についても分析可能なシステム構築を目指している（図1）。



図1 研究の概要（業務改善プロセス）

2 実験方法

2.1 概要

モーションキャプチャで計測した人の作業動作について、動力学シミュレーション可能なデジタルヒューマンにより作業負荷を分析した。今回の実験では、セル作業における部品箱からのピッキング作業を題材にした作業動作計測を行った。具体的な計測動作として、右手に工具を持った状態で、左手で部品箱からピッキングを行うものとした。デジタルヒューマン解析から代謝エネルギーを算出し、フォースプレートにより重心動揺を計測して比較した。動作計測はIMU型モーションキャプチャシステム（MVN Awinda, XSENS）を使用し、計測した動作データをもとに筋骨格シミュレーション（Anybody、株式会社テラバイト）を用いて代謝エネルギーを算出した（図2）。

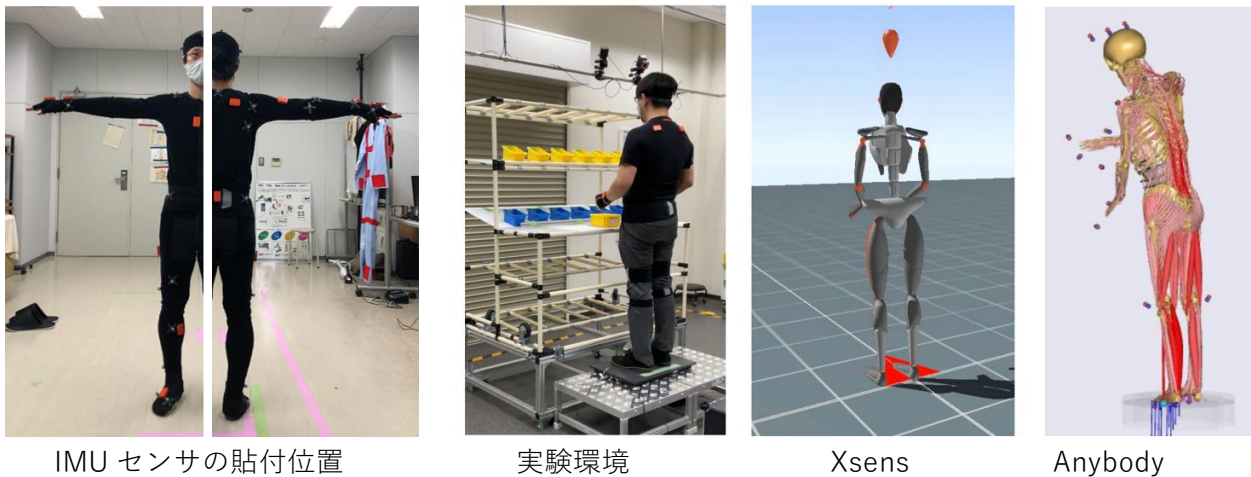


図2 実験概要

2.2 作業環境

作業台の高さを3種類（Low685cm、Mid885mm、Hi1185mm）設定し、部品箱はセルの前方に1列6個で2段設定した（図3）。作業速度の基準としてメトロノームを使い毎分80回、毎分100回の2パターンのリズムで動作を行った。身長181cm、体重95Kgの実験協力者の作業動作を計測した。

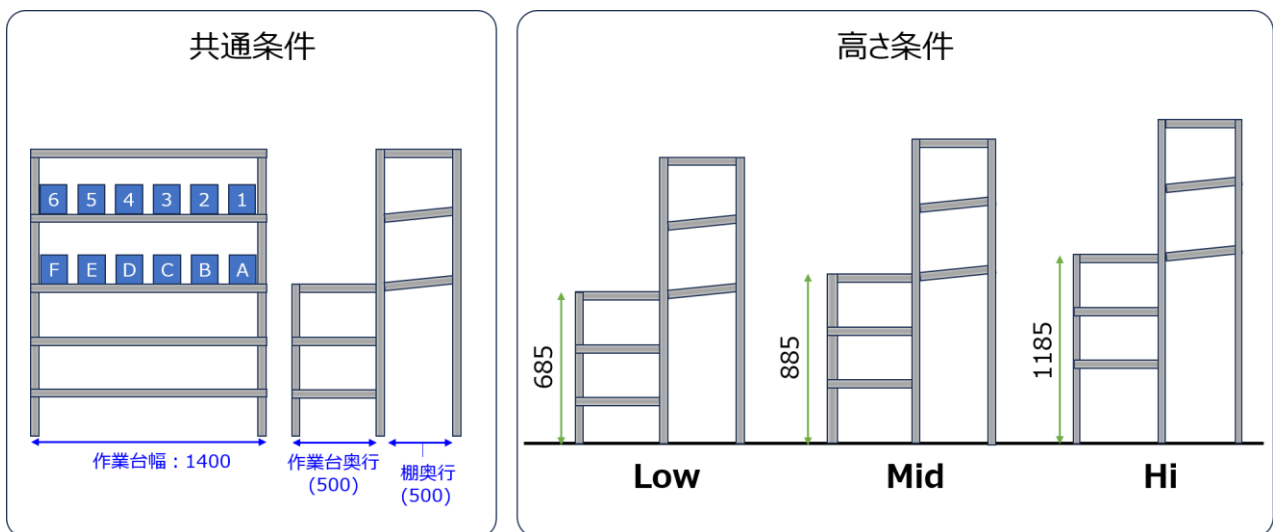


図3 作業環境

3 結果と考察

代謝エネルギーの比較結果について図4に示す。左図が毎分80回で作業台の高さを変えた場合の比較、右図が毎分100回で作業台の高さを変えた比較結果である。また、各代謝エネルギーを上半身と下半身に分けて比較しており、青（左側）が上半身、オレンジ（右側）が下半身を示している。毎分80回の作業速度においては、Midの作業高さの時に最も消費カロリーが低く、Hiの時の消費カロリーが最も高いことがわかった。毎分100回の作業速度では、Lowの高さの時に最も消費カロリーが低いことがわかった。以上により、身体不可は作業台の高さだけでなく、作業速度にも影響を受けることが考えられる。上半身と下半身の観点では、どちらの作業速度においても上半身のほうが下半身よりも大きい傾向にあることがわかった。しかしHiの作業高さでは、両者の速度で下半身の方のエネルギー消費が大きいことが明らかになった。Hiの高さにおいては、下半身を伸ばして作業する必要があったため、このような結果となったことが考えられる。

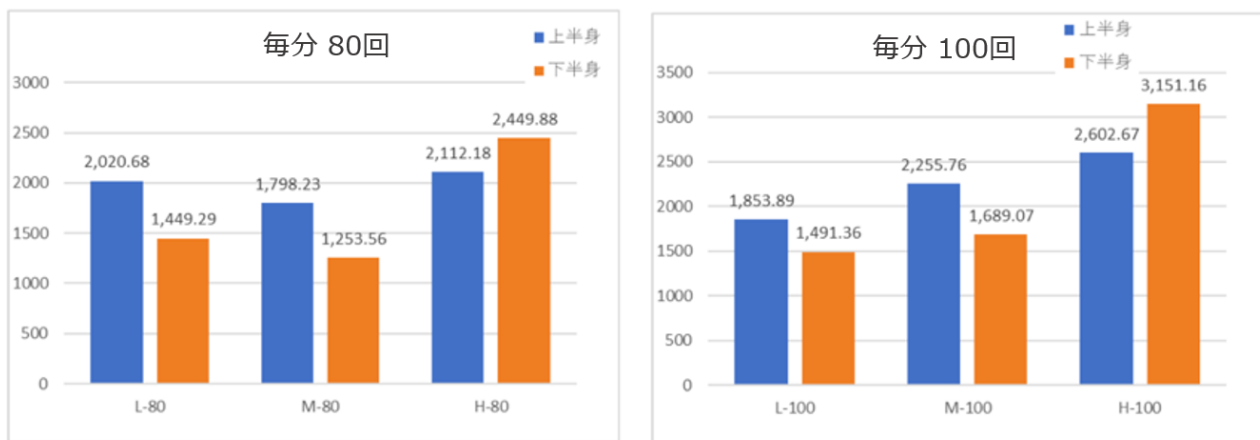


図4 代謝エネルギーの比較

4 結論

本研究では、「人の動作」や「技能」をデジタルヒューマン技術によりデータ化することにより「作業負荷の軽減」と「作業の効率化」を両立した業務プロセスの改善を行うための実験として、作業台の高さと作業速度を変えた場合の違いについて、代謝エネルギーと重心動揺から比較した。今後はデータを増やしてAI活用や最適化計算による最適動作提案方法を検討し、本手法の実用化を目指す¹⁾。

謝 辞

本研究の実験は、川崎重工業株式会社技術開発本部システム技術開発センターで実施致しました。実験にご協力いただいた川崎重工株式会社技術開発本部システム技術開発センターシステム基盤技術開発部特別主席の志子田繁一様に感謝いたします。

参考文献

- 1) 志子田繁一, 福井航, 森亮太, 平田一郎, 南齊亮佑, 安東隆志, デジタルヒューマンを活用した最適作業動作の提案, 日本人間工学会第65回大会, 1D1-5, 2024

(問合せ先 平田一郎)