

事業持続性向上を目的とした 生体データ活用ソリューション

Human Sensing Solution for Supporting Business Sustainability

神谷雅志*
Masashi Kamiya
堀 淳二*
Junji Hori
安達佳明*
Yoshiaki Adachi

山田旭洋*
Akihiro Yamada
垣尾政之†
Masayuki Kakio

*先端技術総合研究所
†同研究所(博士(工学))

要 旨

近年, “人的資本経営”を重視する企業が増加しており, デジタル技術を活用した生産性の向上に加えて, 作業者の働きがい, 働きやすさなどのウェルビーイング指標の向上が, 事業持続性を左右する一因になると考えられている。

三菱電機は, 生体データ計測, 生体データ分析及び時空間データ基盤によって作業者のウェルビーイング指標を客観的に把握し, 環境制御やインタラクションを通じてウェルビーイング指標を向上させるソリューションの実現を目指している。

1. ま え が き

第四次産業革命と呼ばれるAI, IoT(Internet of Things), ビッグデータなどのデジタル技術の急速な進展が, 労働環境を大きく変革している。労働人口減少もあいまって, 各企業は自らが抱える人材を“消費される資源”ではなく“企業価値向上の重要資産”として捉える“人的資本経営”重視の傾向を強めている。経済産業省が公表した“人材版伊藤レポート”⁽¹⁾では, スキル, ダイバーシティ, エンゲージメント指標などの導入による人的資本の価値創造が, 企業価値創造の中核に位置すると述べられており, デジタル技術を活用した生産性の向上に加えて, 働きがい, 働きやすさなどが, 事業持続性を左右する一因になると提言している。また, 国際的な枠組みでも, 労働環境でのウェルビーイング推進のための世界共通のガイドラインであるISO 25554⁽²⁾が2024年に発行されて, 作業者個人や集団に関するウェルビーイング指標の定義, 評価, 効果的な運用などに関する枠組みが策定された。

当社がリーダー会社として推進した産業競争力懇談会のプロジェクト“「人」が主役となる新たなものづくり”の提言を実現するため, 2019年に国立研究開発法人 産業技術総合研究所(産総研)内に“「人」が主役となるものづくり革新推進コンソーシアム”⁽³⁾が設立された。さらに, 2022年にはQoW(Quality of Work)の高い快適な労働環境による生産性向上や高度な快適性を届ける統合ソリューションの実現を目指す“三菱電機-産総研 Human-Centricシステムデザイン連携研究室”が設立された。当社はこれらの産官連携活動を通じて, ISO 25554に準拠した作業者個人や集団でのウェルビーイング指標の客観的な把握と向上に資する技術を実現し, 多様な産業現場への適用を目指している。

当社技術によって実現を目指すソリューションの概念を図1に示す。まず, 生体データ計測技術, 生体データ分析技術によって, 生体データや行動分析情報から成る作業者データを生成する。次に, 時空間データ基盤技術によって, 作業者データ, 機器データ, 環境データ, さらに現場に合わせて分析したウェルビーイング指標など, 現場のあらゆる時空間データをバーチャル空間で管理及び可視化する。最後に, 環境制御技術やインタラクション技術によって, 生産性とウェルビーイング指標を向上させて, 事業持続性を向上させる。

本稿ではこのような事業持続性向上を実現する生体データ活用ソリューションについて, 関連する取組みを述べる。

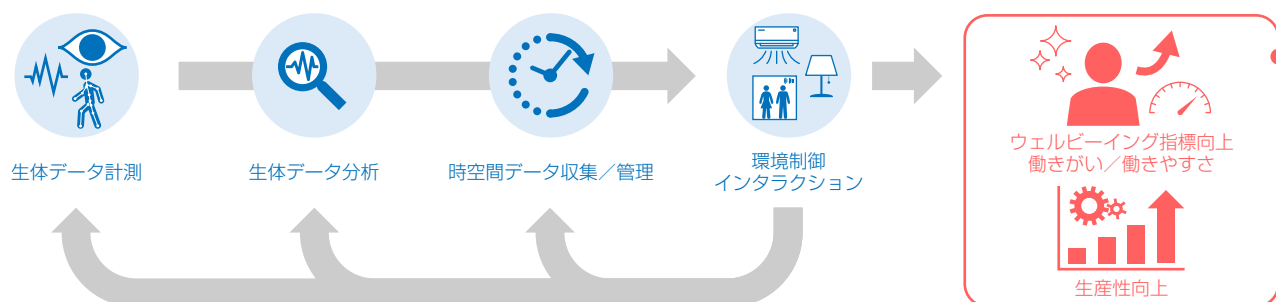


図1-生体データ活用ソリューションの概念

2. ウェルビーイング指標の客観的把握に資する技術

この章では、生体データ計測、生体データ分析、時空間データ基盤によってウェルビーイング指標を客観的に把握するための技術について、当社の取組みを述べる。

2.1 映像による生体データ計測技術

カメラを用いた計測は、他のデバイスを用いる場合と比較して汎用性、他システムの流用可能性、導入コストの低さなど様々な利点がある。また生体データ計測に適用する場合、利用者への負荷が小さい非接触計測が実現できることも大きな利点である。当社は、映像を用いた生体データ計測技術やそれを基盤とした見守り技術を複数確立している⁽⁴⁾。図2(a)は、近赤外カメラで撮影した顔映像の微小輝度変化から脈拍数を計測する技術で、作業者の生理心理状態をロバストに推定して作業環境を改善するなどの活用が期待できる。図2(b)は、エッジ処理とクラウド処理を連携した状態検知技術で、プライバシーを確保しつつ、転倒など危険な状態を検知してクラウド経由で通知するシステムを実現できる。作業者に対して、緊急時に支援を受けることができる安心感を与えるなど、働きやすい作業環境の構築に貢献可能である。

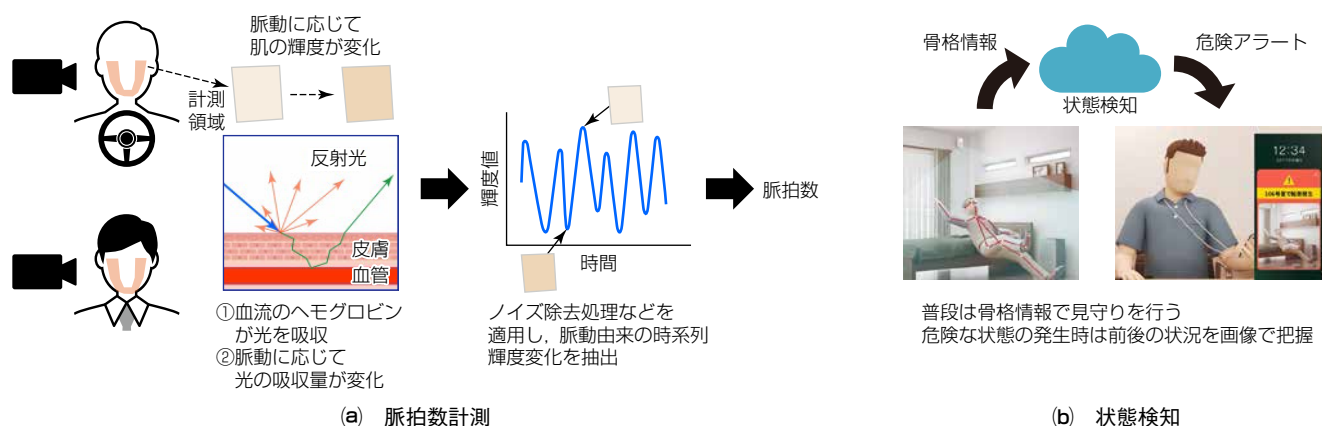
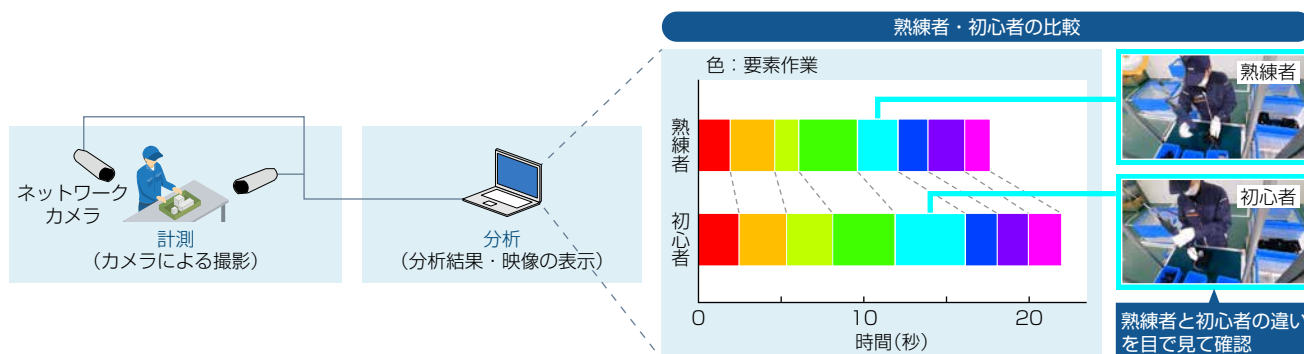


図2-映像による生体データ計測技術

2.2 行動分析AI技術

生産現場の作業者を支援する上で、リアルタイムでの自動作業分析や作業内容可視化は大きな効果を持つ。しかしながら、従来技術では正解ラベルデータの作成や対象作業のモデル作成といった人手による事前準備が必要であり、現場導入や運用に課題があった。

この課題に対して、当社は、教師データの作成が不要で、生産現場の人の作業分析を数分で実現する“行動分析AI”技術を開発した(図3)⁽⁵⁾。この技術は、一人一人の作業を撮影した動画から、改善すべきポイントを短時間で見える化できる。当社が進める複数の実証試験を通じて、正解率約9割の作業分析が自動で可能であるとともに、分析にかかる時間を



最大99%削減可能であることを確認できた。高性能な計算機が不要で、現場導入が容易という特徴も備える。この技術を用いることで、新人作業者が熟練作業者との比較を通じて改善点を把握したり、管理者が作業の停滞や遅れを把握して適切な支援につなげたりすることが可能になる。

2.3 時空間データ基盤技術

現実世界を構成するモノやその状態をデジタルデータとして収集し、それらを高度に連携、表現したデジタルツインの活用が注目されている。デジタルツインの実現には、人、物品、設備などのあらゆるデータを収集し、それらの関係性を把握する必要があるが、各データは異なるシステムで収集されており、データ同士の関係性を把握できない問題があった。

この問題に対して、当社は、現実世界を構成するモノやその状態を位置と時間を持つ時空間データとして収集し、現場を精緻に再現したデジタル空間上に紐(ひも)付けて管理する時空間データ基盤“GeoCLOVER”の基礎技術を開発した(図4)。この技術を用いることで、作業者と設備の関わり、作業者同士の関わりなど、これまでは見逃されていた、現場で発生している些細(ささい)な変化を把握可能になり、作業内容や作業環境の改善に活用できる。



図4-時空間データ基盤技術

3. ウェルビーイング指標の向上に資する知見

この章では、環境制御やインタラクションでウェルビーイング指標を向上するための知見について、当社の取組みを述べる。

3.1 環境制御が人に与える影響

当社では、奥行き感のある自然な青空を再現する青空模擬照明“青空照明misola”を2020年に製品化した。また、青空模擬照明を利用し、照明環境制御が睡眠に与える影響を慶應義塾大学と共同で評価した⁽⁶⁾。1日のうち午前9～11時に実施するパソコン作業時の照明条件をパラメーターとし、睡眠への影響を終夜睡眠ポリグラフ装置で評価した。その結果、睡眠効率は通常照明下、青空模擬照明下、自然光下の順に向上し、中途覚醒割合は同じ順に減少することが分かった(図5(a))。

関西学院大学と共同で実施した研究では、オフィス環境での主観的快適性の評価構造を調べた⁽⁷⁾。その結果、快適感の判断が温熱要素だけでなく体調や心理状態といった内的要素にも影響を受けること、さらにその影響度の違いによって3タイプに分類できることを科学的に解明した(図5(b))。これらの知見は、ウェルビーイングを実現する作業環境構築に寄与する貴重な情報であり、例えば、タイプ判別によって個人のウェルビーイングに資するソリューションの実現を検討している。

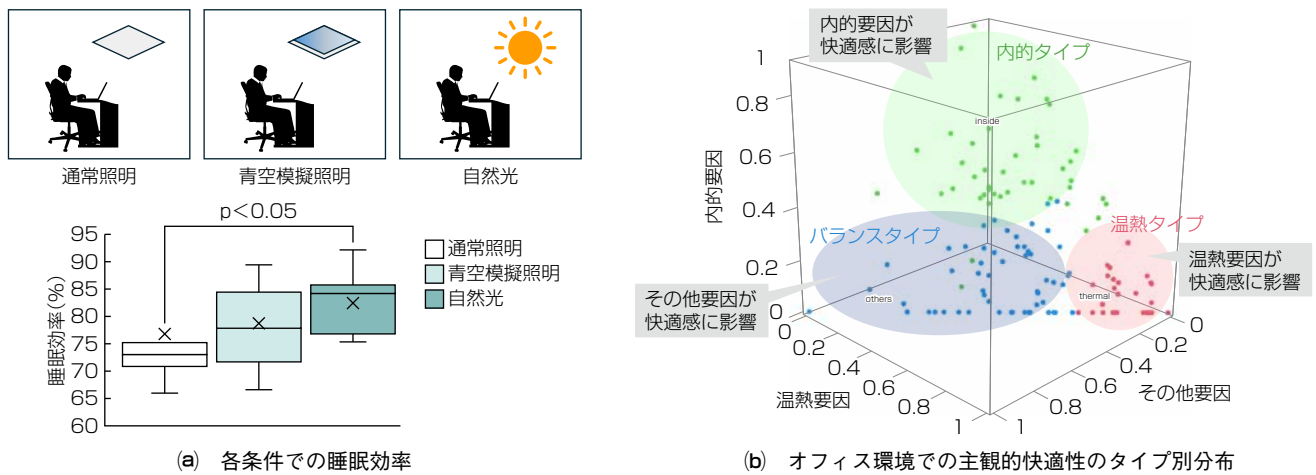


図5-環境制御が人に与える影響

3.2 ヒューマンファシリティーインタラクション

近年、オフィスビルをはじめとした多様な産業現場で、清掃や警備、搬送など様々なサービスロボットの導入が進んでいる。サービスロボットへの期待、役割が大きくなり、特定フロアだけにとどまらず、エレベーターを利用してビル全体でサービスを行うサービスロボットの実用化も進んでいる。

当社では、(株)国際電気通信基礎技術研究所とともに、人とロボットがエレベーターに同乗する際に、人がロボットに対して抱く不安やストレスを軽減するためのヒューマンファシリティーインタラクションの研究を行った⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾。その結果、エレベーターへのロボット乗降時にエレベーターが動作情報を人に音声で案内することで、ロボットに対する利用者の好感度が上がって、安心感を提供できることが分かった(図6)。この知見は、作業者とロボットが協働作業する現場がごく一般的になると考えられる将来において、周囲のファシリティーの介在によって作業者の働きやすさを向上させるソリューション実現につながる。

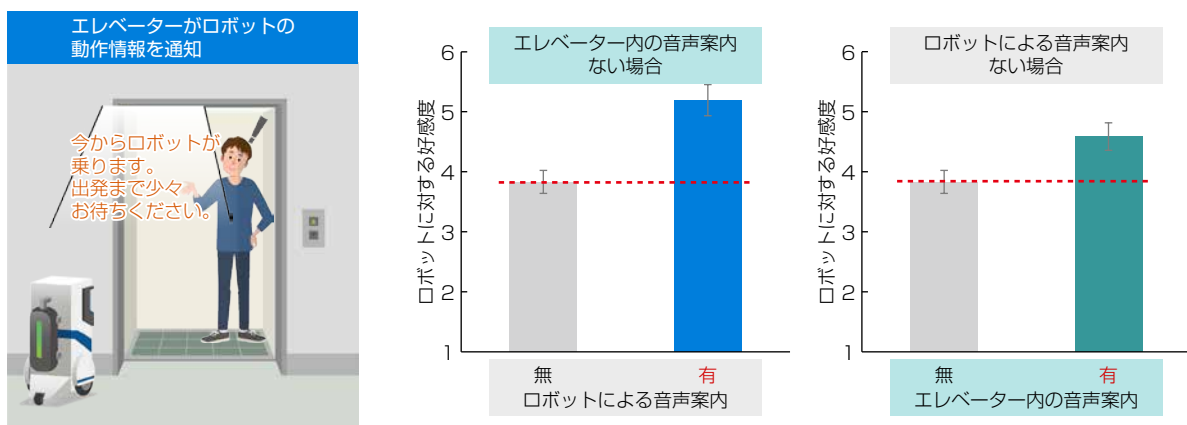


図6-ヒューマンファシリティーインタラクション

4. む す び

産業現場向けの生体データ活用ソリューションに関連する取組みとして、生体データ計測、行動分析AI、GeoCLOVER、環境制御が人に与える影響、ヒューマンファシリティーインタラクションについて述べた。

今後も、現場の多様な課題を解決して事業持続性向上への貢献を目指す。

参考文献

- (1) 経済産業省：持続的な企業価値の向上と人的資本に関する研究会 報告書 ～人材版伊藤レポート～ (2020)
https://warp.ndl.go.jp/web/20220201154934/www.meti.go.jp/shingikai/economy/kigyo_kachi_kojo/pdf/20200930_1.pdf
- (2) 国際標準化機構：Ageing societies - Guidelines for promoting wellbeing in communities, ISO 25554 (2024)
- (3) 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 HCMIコンソーシアム事務局：「人」が主役となるものづくり革新推進コンソーシアム
<https://www.hcmi.cons.aist.go.jp/index.html>
- (4) 高橋龍平：カメラを用いた非接触生体センシングによるドライバーの体調異常検知技術，三菱電機技報，**98**，No.5，5-01～5-04 (2024)
- (5) 八田俊之，ほか：生産現場の効率化に貢献する作業分析システム，三菱電機技報，**95**，No.4，264～267 (2021)
- (6) 桑田宗晴，ほか：自然を模擬するライティング技術，三菱電機技報，**95**，No.4，252～255 (2021)
- (7) 栗原幸大，ほか：オフィスおよび在宅勤務におけるヒトの主観的快適性の評価構造とタイプ分類，室内環境，**27**，No.3，201～216 (2024)
- (8) Shiomi, M., et al. : Designing standing position and voice cues for a robot riding in a social elevator, Advanced Robotics, **39**, 19-20, 1247～1259 (2025)
- (9) Adachi, M., et al. : Human-facility interaction improving people's understanding of service robots and elevators - system design and evaluation, Frontiers in robotics and AI, **12** (2025)
<https://www.frontiersin.org/journals/robotics-and-ai/articles/10.3389/frobt.2025.1681187/full>
- (10) Shiomi, M., et al. : How long is too long? Examining waiting times and stress in human-elevator interaction, PeerJ, **13** (2025)
<https://peerj.com/articles/19913/>

~~~~~