

デザイン思考を用いたパワーアシストスーツの利用価値高進に向けて

Towards accelerating the utility value of power assisted suits by design thinking

岩井 聖明*¹, 杉原 太郎*¹, 山路 直樹*², 佐々木大輔*³, 五福明夫*¹

Takaaki Iwai Taro Sugihara Naoki Yamaji Daisuke Sasaki Akio Gofuku

*¹ 岡山大学大学院自然科学研究科 *² 芦森工業株式会社 *³ 香川大学工学部
Okayama University Ashimori Industry Co.,Ltd Kagawa university

Power assisting suits aiming at mitigating load on loins are being put into practical use and are expected to driving force to robot business. Although they showed their potential in several field trials, some reports indicated that the suits recognized insufficient machinery for daily use. In order to enhance the utility value of the power assisting suit, it is necessary to pursue harmonized relationship between the power assisting suits and the user's context. This study explores the situation by using design thinking, a method to solve problems from a human-centered design in a practical approach, as the first phase for developing a new power assisting suit. Inspections for textile products at a factory was the target of this study. Observation at the factory and interviews to six workers were employed to grasp actual procedures of the inspections. Brainstorming and KJ method the analytical method to identify the factors that accelerate the utility value of the power assisting suit. The methods also were the way to clarify the barrier to deploy the suits in such factory.

1. はじめに

パワーアシストスーツとは、機械により動作や業務上の作業の補助力を得るための人体装着型ロボットである。国内では、労働者の作業による身体への負担を軽減する作業支援用パワーアシストスーツの開発が盛んに行われている。作業の負担を軽減することで、労働者の健康維持および高齢労働者や女性労働者の職域拡大を促進し、労働力不足を解消することが期待されている。

いくつかのパワーアシストスーツは実用化・販売されており、本格的な導入が始まっている。しかし、職場での使用は試験的導入・運用にとどまっている。使用にあたって、使用条件やコストなど様々な問題点が指摘されている。それに伴い、企業や大学は現場での実証実験を繰り返し、パワーアシストスーツの問題点を解消しようと試みている。本研究もこの流れに乗るものであるが、利用価値を高める点に力点を置く。そこで、パワーアシストスーツの改善点について探索的に調査し、新しい視点を提供することを目的とする。その実現のために、多角的な観点から問題解決やイノベーションを図る、デザイン思考を用いる。現場で発生している問題を特定し、パワーアシストスーツを用いた解決策を考案する。つまり、社会課題解決型の研究プロセスとなり、パワーアシストスーツの利用方法に、新機軸を打ち出すことが本研究の狙いである。

本研究では、その第一歩として、パワーアシストスーツの導入前に事前調査を行い、現場の問題を明らかにすることが最初の目的となる。そのため、現場の過度な作業負担といった問題に限らず、幅広く情報を集め、分析を行い、解決すべき問題の発見を試みる。

2. 関連研究

労働環境の改善を考える上で、職業性腰痛が問題となっている。重量物の挙上や運搬、前かがみや中腰といった無理な姿

勢での作業、急激な動きを伴う作業、長時間の静的姿勢での作業、予期しない動作などが腰痛発生要因の一つとなる。

この中でも、重量物の挙上や運搬、前かがみや中腰姿勢での作業に着目した、腰への負担を軽減するパワーアシストスーツが開発されている。株式会社イノフィスから販売されているマッスルスーツ[佐藤 12]、電動モーターで作動するサイバーデザイン株式会社の HAL 介護支援用(腰タイプ)、同じく電動モーターで作動するアクティブリンク株式会社の AWN-03 などが企業向けに販売されている。これらのパワーアシストスーツは、実証実験を行っており、実際に各作業現場で使用され、負担軽減の有効性の評価が行われている。広範囲での社会実装が望まれている分野である。

近年、作業支援用パワーアシストスーツの試験的な導入・運用が行われた[国土交通省 15] [経済産業省 16]。導入結果においては、総じて腰への負担軽減の効果があつたと述べられており、それに伴い、一部では生産性の向上も確認された。しかし、作業中の設備や製品への接触やそれに対する不安、アシスト対象の動作が限定的であることが指摘されている。使用感については、パワーアシストスーツ本体が重く、女性や高齢の作業者にとっては不評である。また、導入に関して、経営者や現場マネージャの安全意識の向上や従来の作業方法の変更など、現場の意識改革が必要であると指摘されている。

このように、作業支援用パワーアシストスーツは作業負担軽減の有効性を実証されているのにも関わらず、普及が進んでいない。

3. 調査方法

3.1 デザイン思考

本研究は、デザイン思考[Kelly 02] のダブルダイヤモンドモデルにおける問題発見プロセスの発散収束を行うフェーズと位置づける。パワーアシストスーツの先行研究では、機能的改善を目的にした研究が主流である。したがって、デザイン思考による人間を中心としたアプローチが、パワーアシストスーツの開発に新しい知見を提供できると考える。

連絡先: 岩井聖明, 岡山大学大学院自然科学研究科
〒700-8530 岡山市北区津島中3丁目1番1号
iwai.t.mif@s.okayama-u.ac.jp

3.2 調査対象現場および調査方法

研究開始にあたり、岡山大学工学部機械システム系学科システム工学コースにおいて倫理審査を受け、その結果認められた。

調査対象の現場として、製品検査場を選定した。この検査場では、出荷する物品に対して抜き取り検査が実施される。その際に物品の抜き取り作業が、検査を担う専門部署の作業員によって行われる。物品は、床に並べられたパレットの上に、パレットごとに本数の目安を設定して積み重ねて置かれている。その上に積まれた物品を下し、選定された物品を抜き取り、下した物品を元の位置に積み直す、という一連の作業が抜き取り作業と呼ばれる。抜き取り作業では、物品の積み上げ、積み下ろしが繰り返される。そのため、作業員の腰部は、前屈と直立の状態を何度も往復することになる。

今回は、観察法の一つであるエスノグラフィを参考に、短期的な参与観察を行った。本来、エスノグラフィは長期的に行われるべきだが、本研究は調査対象工場と研究実施者の都合に合わせて短期的調査となった。短期間でも豊富なデータを収集するため、面接法と入念な事前調査によって多角的に情報収集を行い、それらと観察のデータを合わせて現象を記述した。

最初に、調査対象の施設内の検査対象物品置き場、検査室における作業の様子を観察した。観察したのは実際の抜き取り検査ではなく、実物および実環境を使った模擬動作であった。フィールド調査は2名で実施し、観察内容をメモとして記録した後、フィールドノートに起こした。

続いて、面接を実施した。今回の調査では半構造化面接法を用いた。面接開始前にインフォームド・コンセントを実施し、その際に録音の許可も得た。対象は、検査を行う部署の作業員6人(全7名中)とした。インタビュー開始後、参加者の年齢や経歴、作業の役割について質問をした。その後、参加者が担当する仕事の流れについての説明を求めた。その中で仕事がうまくいったとき、反対にうまくいかなかったときについて質問を行い、その原因について深く掘り下げた。インタビューは全て録音し、トランスクリプションを作成した。

3.3 分析方法

本研究ではKJ法を用いて分析を行った。最初に、インタビューと観察、現場技術者との打ち合わせ、研究メンバーとの議論で得られた情報をシートに書き込んだ後、切り離し、約335枚のカードを作成した。3名でグループ編成を行い、最終的に、18個のグループを編成した。その後、空間配置や記号を用いて各グループの関係性を図解した。

4. 調査結果および考察

本章では、まず観察と面接の結果を個別に概説し、KJ法で導かれた要因関連図について包括的分析結果として述べ、最後に考察する。

4.1 観察結果

抜き取りの際に使用されるリフト台車が1台あり、その上に抜き取った物品を載せる。この際に、腰のひねり動作が見られた。調査当時、パレットの列と列の間は約0.8m、積み上げられた物品の高さは約1.3mであった。検査対象となる物品の総量、品種に合わせて、これらの配置や寸法は変化する。最も出荷されるタイプの物品の製品寸法は約40cm、重量は約6kgであり、崩れないよう形状保持されている。

抜き取り対象物品が物品の山の下端にあった場合は、前傾姿勢での持ち上げ、もしくは、腰に負担をかけないように、しっかりと

と膝を曲げて持ち上げる。上段の物品は腰より高い位置での持ち上げ作業になり、腕の力だけで持ち上げる。下した物品を隣の山に載せる場合があり、山の高さが2m近くまで達することがあった。その場合、一番上に近い物品を扱うときは、上体がそる姿勢になる。

移動中は物品のきれいに整えられている状態を崩さないように扱う。出荷直前の物品の整えられた様子を、現場では、物品の荷姿と呼んでおり、検査前後でもこの姿を美しく保つことが求められている。これには2つ理由がある。1つは、荷姿が悪いと物品のかさが増し、保管する場合に余分なスペースが必要になるためである。もう1つは、取引先などが物品の見た目、つまり荷姿で物品の良し悪しを判断することがあるためである。物品の上面や下面が不揃いである場合、荷姿が悪いと認識される。

4.2 面接結果

面接対象の作業員6人は、全員男性であり、年齢は20～50代である。作業員は自らの部署の経緯と業務内容について、以下のように認識していた。検査を含め多様な業務を行っていた部署から、約5年前に検査を担う専門の部署として品質保証部が独立した。彼らは自らの所属を品証部と名乗った。製造した物品は、自社の製品検査に合格した後、検定員立ち合いの下での受検となる。

作業全体の印象について、作業空間の確保、人員の確保、作業時間の短縮ができればうまいと感じるという意見が得られた。達成感については、検査中に物品の不具合を発見したことに対して感じられるという意見が得られた。身体的負担がかかる作業に関しては、物品を上げ下ろしする作業に対して負担感が示された。その他には、時間に追われて無理をすることや、スペースがないことで無理な体勢を取ってしまうことについての発言があった。

4.3 包括的分析結果

KJ法によりデータを分析し図解化の結果を図1に示す。図中の青、赤、黄色の順番に、大グループ、中グループ、小グループのグループ編成となる。白色は最後までグループに入らなかった単独のカードである。

小グループを作るにあたって、面接法で得られた情報を分析の重心に据えてグループ編成を行った。主観的ではあるが、実際に作業員が感じていることであり、現場の問題構造を整理するにあたって、最も信頼をおけるデータであると考えた。

この関係図のグループが有する最大の特徴を述べる。図の中央部の大グループ[品証部の使命]は、[不具合の出方とその対応]、[荷姿を崩さない]の2つの小グループと、{一検必勝}の1つの中グループから成り立っている。品証部は、物品の最終検査を担う部署であり、物品の不良品流出を防ぐ最後の砦となる。そのため、不良品を正しく判別することが求められることに加え、不具合の出方を把握し、その対応をする必要がある。検査が終わった物品は、そのまま出荷するので、物品の荷姿や箱のきれいさにも配慮し、丁寧に作業を行う。以上のことから、検査の遂行と不良品の流出防止を心掛けて毎回検査に挑む{一検必勝}と、それに関連した2つのグループを合わせ、[品証部の使命]とした。さらに、品証部としての使命の[一検必勝]を果たせるがゆえに、[物品の不具合を発見すると誇りに感じる]が生じると考え、両者を因果関係でつないだ。

4.4 考察

調査結果から考えられる物品検査現場の問題点を以下に記す。

- ・十分な作業空間が確保できない
- ・時間に追われて無理をしてしまう
- ・狭い空間内で様々な動作・姿勢をとる

今回の調査現場では、作業中における姿勢や動作の種類が広く、限定的な姿勢・動作に対するアシストでは、その恩恵を十分に得られない可能性がある。従来のパワーアシストスーツは、作業中の一部の動作や姿勢にしか焦点が当たっておらず、作業負担軽減という課題に対して限定的な解決方法となっている。したがって、仕事全体の流れの中で、作業の前後関係を合わせた利用状況を理解し、パワーアシストスーツの制約条件を考慮する必要がある。

作業員の仕事における達成感や義務感が大きな発見となる。[不具合を見つけると誇りを持つ]は、大きく達成感を感じることができる事象であると考えられる。これは、物品の不具合の発見が[品証部の使命]を果たすことに直結することと、普段の仕事で[達成感が得にくい]ことから裏付けできるだろう。したがって、作業員による検査作業の正確性のさらなる向上を支援することが要求されると考えられる。

物品の外観検査時に調べる不具合は、触手・目視判断が必要な項目となる。しかし、現在の技術による検査の精度は、人間の目や手の感覚に劣っているため、検査の直接的な支援は難しい。また、検査自体を代替してしまえば、自分の力で不具合を見つけたと感ずることができなくなる可能性もある。したがって、検査自体は作業員に任せ、間接的な支援をすることが望ましい。例えば、外観検査中は、前傾姿勢で移動しながら物品を見ていく。そのため、作業員の姿勢を固定したまま移動ができるパワーアシストスーツが考えられる。もしくは、アシスト力の解除(パージ)を装着者の任意のタイミングで行えるようにし、検査時の動作を邪魔しないようなことが求められるだろう。

5. おわりに

本研究では、腰の負担を軽減する作業支援用パワーアシストスーツの利用価値高進に向けた第1段階として、デザイン志向におけるダブルダイヤモンドモデルの問題発見フェーズに取り組んだ。製品検査場を対象として作業方法・手順、作業環境の観察を実施するとともに、作業員6人への面接を行った。その後、収集したデータ群を元に、KJ法を用いて分析を行い、調査現場の全体像を要因関連図により描写した。その結果、以下のことが判明した。

- ・狭い作業空間が身体的な作業負担と作業効率に悪影響を与えている
- ・時間に追われることがあり、作業中に無理をしてしまう
- ・物品の荷姿をきれいに揃えることが重要視されている
- ・物品の不具合の発見が作業員の達成感につながる

この要因を現行のパワーアシストスーツに照らして考察したところ、従来の作業支援用パワーアシストスーツは狭い範囲でのアシスト方法にとどまっていることを発見した。このスコープで開発を続ける限り、作業員が複雑な動きをする本調査現場では、パワーアシストスーツの効果を最大限発揮できない可能性がある。そのため、作業員のアシスト対象作業の前後を含めた利用文脈を理解し、その流れを阻害しないことが必要となる。

今後は、この要因およびパワーアシストスーツが抱える課題をより深く分析するとともに、パワーアシストスーツの利用価値高進に向けて要件を定義していく必要がある。

謝辞

調査に協力していただいた皆様に感謝申し上げます。また、調査機会を提供して下さった協力企業に感謝申し上げます。

参考文献

- [佐藤 12] 佐藤 裕, 何 佳欧, 小林 寛征, 村松 慶紀, 橋本 卓弥, 小林 宏: 腰補助用マッスルスーツの開発と定量的評価, 日本機械学会論文集(C編)78巻792号2012-8.
- [国土交通省 15] 国土交通省物流審議官部門: 物流分野での先進的技術の導入・活用を巡る動きについて, 2015.
- [経済産業省 16] 経済産業省一般社団法人日本ロボット工業会: ロボット導入実証事業～先進的なロボットの活用方法を紹介します～事例紹介ハンドブック2016, 2016.
- [Kelly 02] Tom Kelly, Jonathan Littman: The Art of Innovation, 早川書房, 2002.

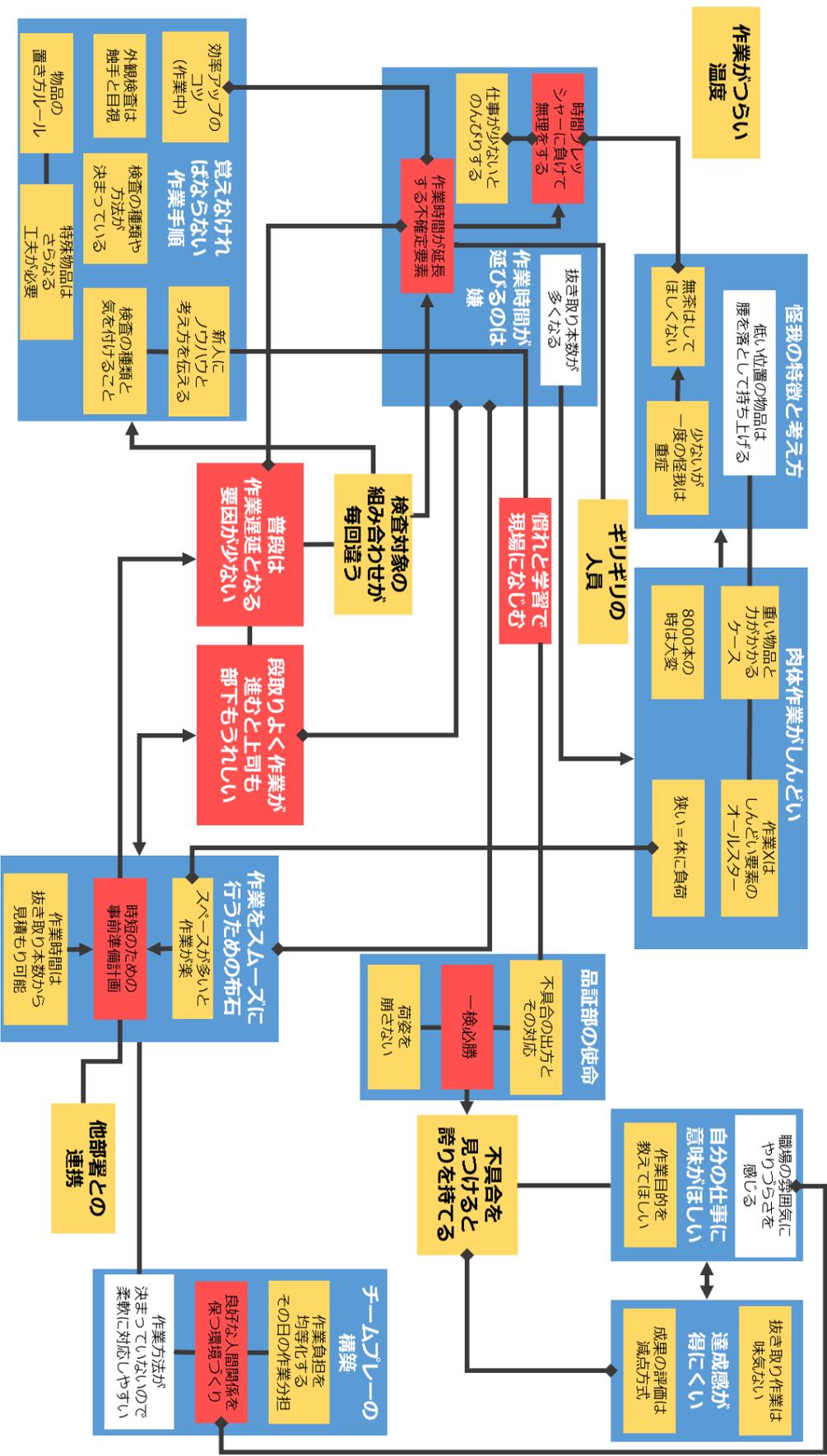


図 1 KI法による分析結果