

R2地域協働研究（ステージII）

R02-II-01 「中小縫製企業のIoTやAIなど新技術活用による経営基盤強化と女性の雇用拡大ー県内縫製業企業での実証とプロトタイプ開発、そして全国普及版システムの開発」

課題提案者 一般社団法人北いわてアパレル産業振興会、岩手県県北広域振興局

研究代表者 ソフトウェア情報学部 植竹俊文

研究チーム員 近藤信一（総合政策学部）・今淵貴志（研究・地域連携本部）

<要旨>

H31地域協働研究（H31-I-17）の企業におけるIT等のデジタル技術の活用、下請型中小企業でのIT活用、下請型企業でのIoTの導入・利活用のビジネスモデルの成果を受けて、本研究はスマート・ファクトリーのモデル構築し、岩手県県北地域の中小縫製業企業を対象にAI・IoT活用モデルを提案した。さらに、中小縫製企業の高付加価値化と下請構造からの脱却により経営基盤の強化を目指すとともに、雇用（特に女性）の創出と所得向上の実現を目指し、ひいては、地域における産業基盤の強化を図る。

1 研究の概要（背景・目的等）

本研究では、研究対象地域を岩手県県北地域、研究対象を中小縫製業とする。岩手県県北地域（二戸・久慈地域）は、産業振興が遅れ一人当たりの所得が少なく、人口減少と過疎化の進行が速い。同地域には縫製産業が集積しているが、下請け構造であるためにその利益率は低く、受託量も不安定である。縫製工程はデジタル化が難しいといわれており、高い縫製技術を持つ作業員（特に女性）に頼る産業構造となっている。高度な技術を有する人材の不足は深刻な問題となっており、さらに、作業員が高齢化していることから、高い縫製技術の維持が困難になりつつある。また、女性従業員が家庭を持っていることから、遅刻・早退・欠勤が多く、現場シフトの頻繁な変更と、それにより日々の生産量が安定しないという問題もある。

従来の国内縫製産業は「安い製品を大量生産するマスマグダクション」（少品種大量生産）のモノづくりであった。しかし、近年、大手アパレルメーカーはオーダーメイドに力を入れてきており、「売れるものだけを生産する少量多品種のマスカスタマイゼーション」（変種大量生産）のモノづくりへのシフトが始まっている。顧客の多様な要望に応えようとすると中小縫製業企業では生産効率の低下につながる。この顧客満足度の向上と作業効率の向上、さらに従業員の柔軟な勤務体制の構築（働き方改革の実現）という利益相反する要求条件をIoTやAIなどの新技術を利用して解決することが本研究の目的である。

2 研究の内容（方法・経過等）

本研究では、顧客（大手アパレルメーカー）満足度の向上と生産効率の向上、さらに従業員の柔軟な勤務体制の構築（働き方改革の実現）という利益相反する要求条件をIoTやAIなどの新技術を利用して解決を目指す。その結果、少ないコストで高い付加価値を付けることで、一人当たりの所得向上の実現を目指す。

2019年度に実施した地域協働研究ステージIでは、北い

わてアパレル産業振興会の会員企業への実態調査として、事前アンケート調査（2019年7～8月実施）を実施し、回答から3つのグループに分けてインタビュー調査（2019年8月実施）を実施した。実態調査の結果、岩手県北地域の中小縫製業企業は、量産型の企業もあるが非量産型の企業が多いことから、生産管理の現場でIoTとAIを利活用することが効果的だと考えた。生産管理部門と労務管理部門のIoTによるデータ化とAIの活用による最適化で、作業員が突発的に入れ替わっても迅速に対応でき、かつ生産性が維持できると考えて概念化し、モデルを構築した。

本研究では上記地域協働研究ステージIで導出されたモデルに基づき、生産効率の向上とともに個々の従業員の都合に柔軟に対応可能な生産システムのモデル構築とプロトタイプの開発を行う。（ステージIIの1年目）

ステージIIの2年目は、ステージIIの1年目の研究成果を、地域内で北いわてアパレル産業振興会の会員企業に展開し、システムの汎用化を目指す。その上で、繊維産業の産業集積がある他地域の中小縫製業企業での社会実装化を目指す。そのために2つの個別取り組みとして、①作業員のスキルレベル計測と向上、②勤務表作成におけるチーム編成自動生成を取り上げる。

高度な熟練技術を有する熟練作業員に依存しながら、労働集約で低賃金構造にあり、かつ慢性的な人手不足状態にある縫製産業において、IoTやAI等の新技術を活用したスマートものづくりを構築し、付加価値の向上と生産性の向上に取り組む。中小縫製業企業が抱える人手不足と熟練作業員のもつ技術継承に対して、熟練技術の短期習得システム開発により熟練作業員の人手不足問題に取り組む。さらに、生産管理と労務管理をデータ化し、構築したデータベースをAIで最適化することにより、生産性の維持向上とともに、柔軟な勤務体系の構築を目指す。（今後の展望）

本研究開発の全体フローを図1に示す。

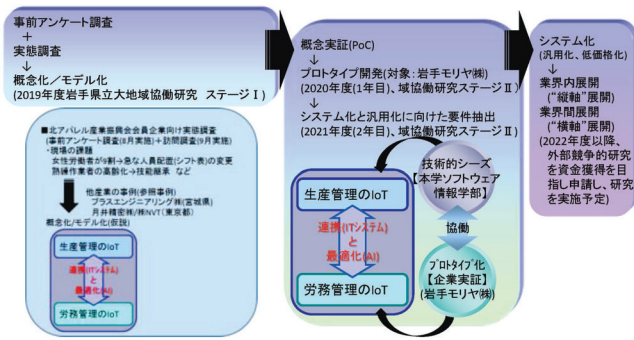


図1 本研究開発の全体フロー

3 これまで得られた研究の成果

3.1 作業者のスキルレベル計測と向上

実証実験グループの岩手モリヤ(株)において、作業員よりミシンのペダルの踏み込む速度と腕の動きをジャイロセンサーより取得した(図2)。身体の動きより、スキルの高い人ほど、時間をかけて長い縫い代を用意し、一気に縫い上げる。また、ミシンのペダルの踏み方の計測より、上級者ほどペダルを速く・強く踏む傾向があることが分かった(図3(1)(2))。また、初級、中級、上級者の単位時間当たりのアクセルペダルを踏むピーク回数よりスキルレベルの分類を行う指針を得た(図4)。

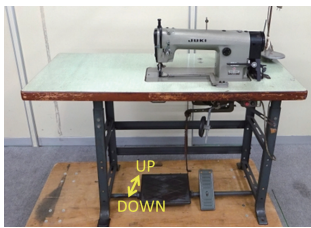


図2 センサー設置箇所

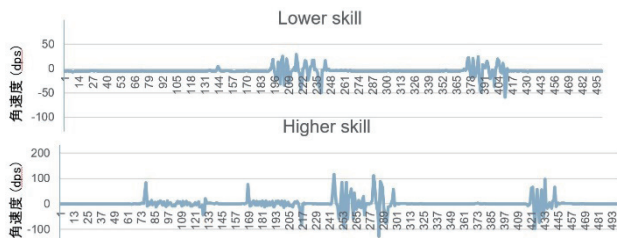


図3(1) スキルの違い

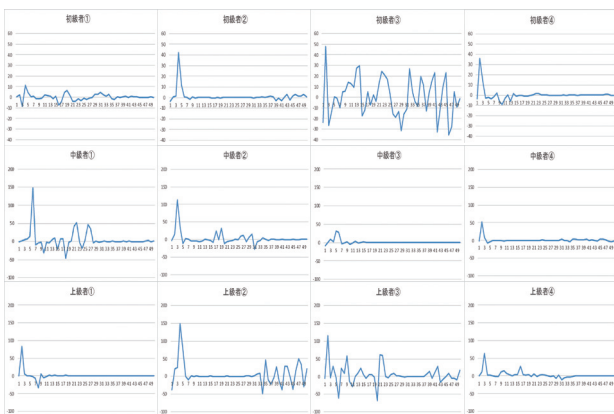


図3(2) スキルの違い

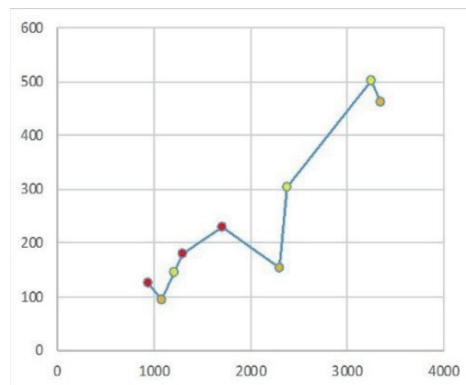


図4 作業者の分類方法の一案(色で分類)

3.2 チーム編成自動生成

スキルレベルを考慮に入れた、チーム編成の自動生成のシステム全体図(図5)を作成した。この中で従業員情報の中に、前章で測定した作業員のスキルレベルが含まれている。数理モデルにより定式化(式(1)-(8))では、スキルレベルを考慮してチーム編成と勤務表が作成され、目的関数として作業員間の負荷バランスを均一にすることができる。さらにチーム自動生成と勤務表作成のアルゴリズム(図6)を作成した。

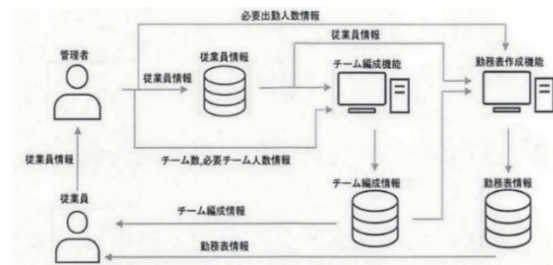


図5 システム全体図

$$\text{Minimize } Z = \sum_{s=1}^S |\sum_{i=1}^I g_{is} - W_s| \quad (1)$$

subject to

$$\sum_{i=1}^I g_{is} \geq W_s \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^I b_i g_{is} \geq K_s \quad (3)$$

$$\sum_{s=1}^S g_{is} = 1 \quad (4)$$

$$\text{Minimize } Z = \text{Max}_t(\sum_{n=1}^N x_{ins}) - \text{Min}_t(\sum_{n=1}^N x_{ins}) \quad (5)$$

subject to

$$\sum_{i=1}^I x_{ins} \geq d_n \quad (6)$$

$$\sum_{n=1}^N x_{ins} \leq v_n \quad (7)$$

$$\sum_{n=1}^N c_{in} - x_{ins} \neq -1 \quad (8)$$

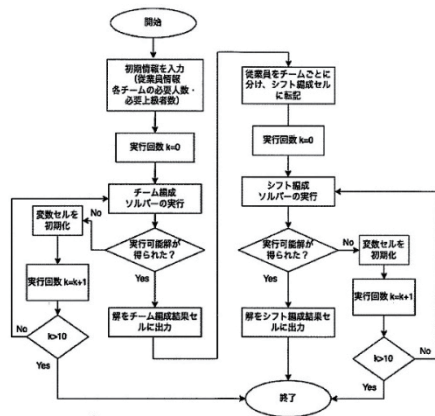


図6 チーム自動生成・勤務表作成アルゴリズム

また、このアルゴリズムを組み込んだプロトタイプシステムで性能と提案アルゴリズムの限界について明らかにした(図7)。チーム数では6程度までで最適解を取得できることが明らかになったが、それ以上では、実用的な時間では解を求めることはできなかった。

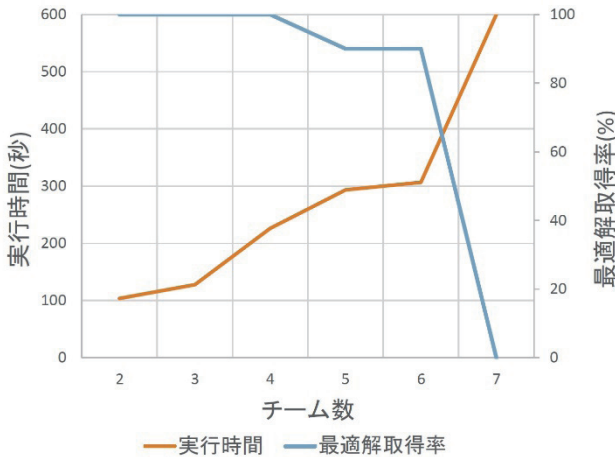


図7 モデルの評価

3.3 研究成果の発信

本研究の研究及び社会的な意義、取り組み内容について公的機関等が主催するセミナー等で積極的な発信を行った。

- ・岩手県議会産業振興・雇用対策調査特別委員会での講演
「ものづくり中小企業におけるIoT利活用の経営戦略について」
(日時:2020年4月15日 10時00分~12時00分、
場所:岩手県議会第4委員会室)
- ・東京都中小企業診断士協会デジタル経営研究会での講演
「中小企業のAI・IoT導入事例と活用効果~岩手県北地域の中小縫製業企業における利活用からの一考察~」
(日時:2020年6月27日13時00分~17時00分、
場所:江東区森下文化センター第2研修室)
- ・経営情報学会中小企業のIT経営研究部会「第10回中小企業のIT経営研究会(浜名湖フォーラム)」での報告
「中小企業のAI・IoT導入事例と活用効果~岩手県北地域の中小縫製業企業における利活用からの一考察~」
(日時:2020年8月30日、場所:オンライン配信(ZOOM))

- ・盛岡市ものづくり推進課「AI・IoT技術交流イベント」での講演

「経営戦略の視点からの中小企業のIoT利活用」

(日時:2021年3月11日 14時00分~16時30分、

場所:マリオス188会議室)

- ・岩手県立大学「北いわて産業・社会革新ゾーンプロジェクトシンポジウム」での講演

「AI・IoT等を活用した今後の県北地域の

縫製業企業の方向性についての調査研究」

(日時:2021年3月23日 14時30分~17時00分、

場所:オンライン配信(ZOOM))

- ・国際戦略経営研究会地方部会での報告

「中小企業のAI・IoT導入事例と活用効果~岩手県北

地域の中小縫製業企業における利活用からの一考察~」

(日時:2021年7月3日(土) 15時00分~90分程度、

場所:福井県立大学 ※ズームで遠隔開催)

- ・品川区自動化・ロボット化導入推進事業「ものづくり現場の意識変革セミナー~中小企業が行うべきIT戦略・ブランドデザイン~」での基調講演

「経営戦略的視点からみた中小企業における

デジタル新技術の活用」

(日時:2021年7月21日 14:30~17:00、

オンライン開催)

- ・ニューメディア開発協会地域情報部会での講演

「中小企業のAI・IoT導入事例と活用効果~岩手県

北地域の中小縫製業企業における利活用からの一考察」

(日時:2021年10月1日 14時00分~15時00分、

場所:オンライン)

- ・「MULTI MONO MORIOKA」、JASA共催セミナー

「盛岡エリアのDXとIoTの未来を考える『IoT導入セミナー』での講演

「岩手県内企業の事例をもとに考えるIoT導入による

経営改革のキーポイント」

(日時:2022年2月9日(水) 13時30分~17時00分、

開催方法:オンライン開催)

- ・日本コスト工学会主催第22回コストエンジニアリングセミナーでの講演

「IoT導入による経営改革のキーポイント~

岩手県内企業の事例をもとに考える~」

(日時:2022年4月21日 14時00分~15時30分、

開催方法:オンライン開催)

4 今後の具体的な展開

4.1 地域への効果

本研究成果を、地域内で北いわてアパレル産業振興会の会員企業に展開し、システムの汎用化を目指す。その上で、繊維産業の産業集積がある他地域の中小縫製業企業での社会実装化を目指す。中小縫製業企業の抱える課題はどの地域でも同じであり、本研究は岩手県東北地域の協働実施者の現場を中心に研究開発を進めるが、その研究成果は岩手県における

中小縫製業企業の経営基盤強化と女性の就業拡大に貢献できる。さらに、日本全国の縫製業の発展に寄与することもできると考える。そして地域中小企業の活性化により、地域経済産業の活性化に貢献する。

地域への効果指標としては、(a) 中小縫製業企業の経営基盤強化と、従業員、特に女性従業員の雇用拡大と所得向上、そして企業内における女性の地位向上を、さらに (b) 地域経済産業の活性化、を設定する。(a) に対する目標値としては、従業員一人当たりの売上高の向上と所得の向上などを、(b) に対する目標値としては、①生産性の向上による収益の拡大、②地域人口の増加と地域内経済成長率の向上など、を設定する。

また、縫製業に従事する中小企業はアパレルメーカーの下請企業であり、これは岩手県内の主要産業である自動車産業と電子デバイス製造装置産業に従事する中小企業と同様のビジネスモデルである。したがって、自動車産業や電子デバイス製造装置産業に従事する下請企業の現場においても人手不足は深刻であり、かつ女性の現場作業者が増加しており、中小縫製企業と同様の課題を抱えていることから、下請構造を持つ他の産業への実装化も視野に入れる（業種横断的展開）。地域横断的な展開と業種横断的な展開により地域中小企業の活性化につなげ、ひいては地域の雇用の維持拡大と地域経済産業の活性化につなげていく。

4.2 人材育成への効果

本協働研究によって、深刻な、かつ慢性的な人手不足状態にある中小縫製業企業において、本研究でのモデルを基に開発したプロトタイプにより技能習熟度の短期化などで人材育成に寄与することが期待できる。また、新技術を導入・利活用する中小縫製業企業の経営者のマネジメントリテラシーと現場技能者のテクノロジーリテラシーの向上に寄与することが期待できる。

謝辞

本研究において作業者のスキルデータの収集の際、ご協力いただいた岩手モリヤ様(株)様に感謝申し上げます。