



平成21年度 共同研究年報

高齢者がいきいきと働ける職場づくりのために



独立行政法人
高齢・障害者雇用支援機構

食品加工業における70歳雇用の実現に向けた Man-Machine協働ラインの構築と高齢者の パフォーマンス活性化と健康維持管理に関する 調査研究

株式会社北海道千日

所在地	北海道小樽市銭函3丁目524番地12号
設立	昭和57年6月
資本金	7,950万円
従業員	46名
事業内容	魚肉練り製品・惣菜・冷凍食品の製造販売、 寿司具材全般の販売

研 究 期 間 平成21年 6 月 1 日～平成22年 3 月10日

研究責任者	百武 嘉哉	株式会社北海道千日	取締役	統括部長
	三上 行生	北海道工業大学	教授	
	飯田 憲一	北海道立工業試験場製品技術部	科長	
	畑沢 賢一	北海道立工業試験場技術支援センター	科長	
	山崎 哲也	株式会社北海道千日	生産部	主任
	小松 真澄	株式会社北海道千日	生産部	商品開発
	二瓶 正	株式会社北海道千日	生産部	係長
	新井 愛連	株式会社北海道千日	生産部	
	菅谷 光芳	株式会社北海道千日	総務部	部長
	櫻井 早苗	株式会社北海道千日	総務部	

I. 研究の背景、目的	334
1. 事業の概要	334
2. 高齢者雇用状況	334
3. 研究の背景、課題	334
4. 研究のテーマ・目的	334
II. 研究成果の概要	336
III. 研究の内容と結果	337
1. “太巻き芯加工”工程の70歳雇用の実現に向けた Man-Machine協働ラインの構築に関する研究	337
(1) 現状調査・分析	337
(2) 問題点と改善の指針	339
(3) 改善案の策定	341
イ. 支援機器案の策定と試作	341
ロ. 開発支援機器の調整	342
ハ. 導入前支援機器開発工場でのシミュレーションの実施	343
ニ. シミュレーション実施後の作業参加のKAIZEN検討会	344
ホ. 開発支援機器の導入	344
2. 多様化するスペックに対して“安全に、ミス無く、負担無く”作業できる 高齢者のパフォーマンス活性化対策と健康維持管理支援システムづくりに関する研究	347
(1) 現状調査・分析	347
(2) 問題点と改善の指針	349
(3) 改善案の策定	349
イ. 高齢者のパフォーマンス活性化対策	349
ロ. 新ラインに対応した教育訓練カリキュラム (わかりやすい操作マニュアル、衛生管理とメンテナンスマニュアル)の作成	351
ハ. 作業員や高齢者受け入れに配慮した健康維持管理のための支援システムづくり	351
3. 研究1、2を通しての効果測定結果	353
(1) Man-Machine協働ライン作業員の機能検査結果	354
(2) Man-Machine協働ラインと改善前ラインとの比較	354
イ. 機能検査結果から捉えた改善効果	354
ロ. 作業姿勢負担評価指数から捉えた改善効果	356
ハ. 作業員への聞き取り調査から捉えた改善効果	356
ニ. 作業効率から捉えた改善効果	357
IV. まとめ	358
1. 研究の総括	358
2. 今後の課題と高齢者の雇用確保	358

I 研究の背景、目的

1. 事業の概要

(株)北海道千日は、(株)千日総本社(大阪)を親会社として、北海道に1982年に設立されパート30名を含む総勢46名の企業であり、厚焼、おぼろ等の魚肉練り製品、玉子加工、錦糸等、冷凍食品惣菜製品、寿司具材全般の製造と販売を行っている。

2. 高齢者雇用状況

当社の製造現場は女子29名、男子7名で構成され、中高齢者の年齢構成は55歳～60歳まで9名(25.0%)、また60歳～65歳まで2名(5.0%)が就労し、雇用保険加入率は100%である。当社は現在、千日グループ共通の制度として60歳を定年年齢とし、その後、パートを含む希望者全員に63歳までの再雇用制度(※)を採用している。それ以降の就労については、70歳現役社会の進展や、少子化による若年者の雇用確保の困難性もあり、“年齢に関わらず熟練作業員には、経験を活かして勤務してほしい”ことから、年齢制限は設けず、個人と相談の上、適宜就労をお願いしている。

(※研究期間終了後、再雇用制度の上限年齢については65歳まで引き上げを行った。)

3. 研究の背景、課題

上述のように当社では63歳までの再雇用制度、それ以降は本人の就労希望を重視しているものの、実際には65歳以上の継続就労希望者はほとんどいないのが実情である。その理由としては、作業内容が高齢作業員には“きつい”作業であるといわれることが挙げられる。本研究対象とする当社の進展部門である“太巻き芯加工”すなわち、太巻き寿司の具材作りの作業内容は、作業員10名でサイクルタイム3秒のコンベアによる流れ作業を行っている。流れ作業を行う前には、製品ごとに段取りを行う。具体的には、投入具材の、錦糸シート、かんぴょう、玉子焼き、ゲル状のしいたけ、マヨネーズ等の入った15

～20kgのバット(在庫・運搬に使う箱)をライン前に運搬・配列し、すべての具材がそろった後に、選択・投入・巻き込み・重量計測・梱包までの作業を流れ作業で行う。通常、錦糸シート投入から完成まで全て人間の手指で行う。この作業は誰か1人でも遅れると、その人がネックとなり目標数(目標数は日々違うが現時点では6000本)が達成不可能となる。規制作業での同期化は、加齢により、運動・調節機能(体力、運動機能、手・指の巧緻性)、生理機能(呼吸・循環器系機能等)といった生得的能力が衰える高齢者には“極めてきつい作業”となり、このことが、65歳以上の就労を困難としている。

また、近年、顧客(注文先)のPB(プライベート)商品数が増え、商品スペックは百数十点以上にもなっている。このような商品スペックの多様化に対応する日々の変種生産も、生得的能力の中での感覚機能、特に、視覚、短期記憶・空間認知力等の衰える高齢者には、就労を困難とする要因となり、相乗的に更なる負担増をもたらすものとなっている。

このような中、来年度から現在中国でも行っている“太巻き芯加工”を、我が国の“顧客満足度”や“地産地消”の観点から、北海道千日に集約する計画も進んできた。

そこで、当社としては、今後の生産量の増大と高齢化する作業員に対して“きつい作業”といわれる作業を少なくし、高齢者が健康でかつそのパフォーマンスを高めながら継続就労が可能な職場づくりの研究が必要と考えた。

4. 研究のテーマ・目的

本研究では、こうした内外の要因、すなわち、作業負担の軽減化、多様化する製品群、国内生産の量産化体制等に対応するため、下記の2つの研究テーマを掲げ実施することとした。

(1)“太巻き芯加工”工程の70歳雇用の実現に向けたMan-Machine協働ラインの構築

具体的には、現在の手作業依存から、人的(Man)作業要素と機械化(Machine)可能な要素を分類し、人の作業を装置がアシストし負担軽減を可能とするMan-Machineの協働ラインの構築を目的とした研究

(2) 多様化するスペックに対して“安全に、ミス無く、負担無く”作業できる高齢者のパフォーマンス活性化対策と健康維持管理支援システムづくり

具体的には、多様化する日々のスペック組み合わせの中で、視覚、短期記憶・空間認知力等の低下に不安を抱くことなく“安全に、ミス無く、負担無く”スムーズに作業遂行が出来るような“見える化”支援対策と高齢者の健康を維持するための健康維持管理の支援システムづくりを目的とした研究。

Ⅱ 研究成果の概要

当社の研究テーマ「食品加工業における70歳雇用の実現に向けたMan-Machine協働ラインの構築と高齢者のパフォーマンス活性化と健康維持管理に関する調査研究」のもとで実施された2つの研究テーマの成果は以下のものである。

1. “太巻き芯加工”工程の70歳雇用の実現に向けたMan-Machine協働ラインの構築研究

“錦糸シート作成”工程、“太巻き芯加工”工程の流れ作業の中で、人的(Man)作業要素と機械化(Machine)可能な要素を分類し作業負担の軽減を実現する作業を対象とした支援機器を開発し、タクト方式下で作業員から高い評価を得るMan-Machine協働ラインの構築を実現した。開発した支援機器は以下のものである。

- ・ 錦糸（玉子）シート巻き取り機
- ・ 錦糸シートカット供給機
- ・ 玉子カット&移載機
- ・ ゲル状（マヨネーズ、しいたけ等）具材塗布機

2. 多様化するスペックに対して“安全に、ミス無く、負担無く”作業できる高齢者のパフォーマンス活性化対策と健康維持管理支援システムづくり

(1) “高齢者のパフォーマンス活性化対策”

多様化する日々のスペック組み合わせの中で、視覚、短期記憶・空間認知力等の低下に不安を抱くことなくスムーズに作業遂行ができるように、“見える化”を中心とした対策を行った。具体的には、Man-Machine協働ライン下での支援機器には「操作方法・トラブル処理方法」はモニター画面と「警告音・ランプ表示」で情報が得られるような“見える化”対策、さらに、「本日の製品確認、具材投入順・必要数、手順確認、出来高表示、翌日製品確認、時計設定、登録（具材・週間・製品）項目」の情報が即座に得られる“生産

管理盤”導入による“見える化”対策、加工中に製品の重量判定を基準値からの誤差で表示し、計量担当作業員が上流の具材投入作業員に投入量の加減の指示を可能とする“デジタル計量計ライン”導入による“見える化”対策を行った。

(2) “作業員の健康維持管理の支援システムづくり”

個人の健康診断結果を経年的に観察できる健康管理のソフトの作成と配布及び1時間の昼食休憩時間を利用して簡単に読める健康管理に関する食事管理や運動管理等を主体とした32冊の小冊子を準備した。具体的には、“健康管理ソフト”は、Excelで作成し、健康診断評価項目として「身体計測、視機能、聴力、尿検査、血液検査、肺機能、総蛋白・蛋白分画、肝臓機能、膵臓、血中脂質、糖尿病、腎機能、血清免疫肝炎、腫瘍スクリーニング」の“各評価項目の解説”と健康診断評価としての適正值や範囲が示されている。作業員はワークシート上に作成された“入力表”の中に自己の診断結果をインプットすると経年的に値が表記され入力値が許容範囲をはみ出す場合は、“赤”で表示される。ここでは、“健康管理ソフト”と“小冊子”を組み合わせる健康維持管理を可能とする“支援システムづくり”を行った。

本研究で構築した“Man-Machine協働ライン”は、効果測定において作業負担の軽減と高齢者のパフォーマンス向上に寄与する大きな効果をもたらすことが明らかとなった。また、健康維持管理を可能とする“支援システムづくり”により、当社の健康への関心は高まり、今後の高齢者雇用継続への効果をもたらすものとする。

Ⅲ 研究の内容と結果

本研究では当社が課題と考えている1.“太巻き芯加工”工程の70歳雇用の実現に向けたMan-Machine協働ラインの構築、2.多様化するスペックに対して“安全に、ミス無く、負担無く”作業できる高齢者のパフォーマンス活性化対策と健康維持管理についてのテーマを設定した。これらテーマの目的を有効でかつ効果的に実現するため、本研究では外部研究者が提唱するエルゴマアプローチ手法を用いることとした。エルゴマ手法では、全員参加型で改善を行うことを基本とし、現状分析を“生産性等のIE的”、“労働負担等の人間工学的”、“作業者のモラルやモチベーション等の産業心理学的”観点から調査し、職務再設計への問題点を“人間が仕事に与える影響”と“仕事が人間に与える影響”から洗い出し、改善案を考案し、実施するものである。

1.“太巻き芯加工”工程の70歳雇用の実現に向けたMan-Machine協働ラインの構築に関する研究



写真1 “錦糸（玉子）シート作成作業”



写真2 “太巻き芯加工”ライン

(1) 現状調査・分析

“太巻き芯加工”工程にかかわる、手作業主体の“錦糸シート作成作業”から“太巻き芯加工”での製品完成に至るコンベア作業までを本研究のMan-Machine協働ライン構築の対象として考えることとした。写真1に“錦糸（玉子）シート作成作業”と写真2に“太巻き芯加工”ラインを示す。

調査は、エルゴマに従い①IE的調査として、“錦糸シート作成作業”から“太巻き芯加工”及び“元木玉子（厚焼き玉子）カット作業”の作業内容、使用材料の把握、姿勢分析（負担分析に使用）、時間分析、作業指示内容や指示方法に関わるVTR撮影を行った。②人間工学的調査では、作業負担調査対象者を“錦糸シート作成”の専属作業員から1名と“太巻き芯加工”作業員から3名、合計4名を抽出し、表1で示す項目と測定時点で運動・調節機能、生理的機能、精神・感覚的機能の負担調査を行った。

表1 機能検査の内容

調査機能	測定項目	測定時点			
		作業前	昼食前	昼食後	作業後
運動・調節機能	①握力	○	○	○	○
	③タッピング	○	○	○	○
	⑩下腿周長	○	○	○	○

	⑥運動強度（ライフコーダーE X）	装着 →			
	⑦歩行数（ライフコーダーE X）	装着 →			
生理的機能	⑤心拍	装着 →			
	④血圧	○	○	○	○
精神・感覚機能	②フリッカー(CFF)	○	○	○	○
	⑧自覚症状しらべ	○	○	○	○
	⑨身体疲労部位調査	○	○	○	○

③産業心理学的調査では、作業者の“属性”、“個人の健康”、“管理状況”、“職務意識”、“職務満足度”、“作業負担”、“時間短縮”等にかかわる計127項目からなるアンケート調査を実施した。

次に分析結果の概要を述べる。

・①I E的調査については、写真3に研究対象ラインで作られる“太巻き芯”の完成品を示す。“太巻き芯”の総重量は規格で許容範囲が決められており、ラインの“計量作業”は具材の過不足に応じて具材の追加・削減の調整作業が行われていた。また、芯の中に入

れる具材用の玉子は、写真4で示すように別職場で“玉子カット作業”が行われていた。この作業は、ほぼ毎日行われ、3名で10バット作成（1バット25本で250本加工）し、このための加工時間は40分、かつ厚焼き玉子は1階で製造され、カット作業は2階、“太巻き芯加工”工程は、1階なので、運搬作業として1階から2階へ、そしてまた1階への往復運搬が発生していた。また、“錦糸シート作成作業”は専属で1名で多くの作業を行っている動的作業であった。



写真3 完成後の“太巻き芯”



写真4 厚焼き玉子のカット作業（2階で実施）

・②人間工学的調査における機能検査結果では、「運動・調節機能」の“握力”検査では、“巻芯投入作業”以外の、“錦糸シート作成作業”、“シート投入作業”、“しぼり作業”で、午後に腕の筋力が低下する様相が示された。特に、“しぼり作業”の低下は大きかった。”タッピング”検査では、“錦糸シート投入作業”、すなわち、1枚1枚シートをつまみあげ、コン

ベア上に置いていく作業の手指機能が低下していく様相を呈した。“下腿周長”検査では、太巻き芯加工ラインで静止作業の要因が強い“錦糸シート投入作業”で、下腿部の負担が大きい様相を示した。“歩行数”では、稼働分析で、1名で多くの作業を行っている“錦糸シート作成”作業者が、他の作業に比較して著しく多かった。

・「生理的機能」の“心拍数”検査では、静的作業のライン作業者に比較して、歩行数の多かった動的作業である“錦糸シート作成”作業者が高かった。“血圧”検査では、“錦糸シート作成”作業者の血圧値は、高値では160～170台、低値も90～100台を示した。この作業は動的作業ではあるが、作業とは関連性が少なく、常時、血圧値の高い作業者がいる事が明らかとなり作業員の健康管理の重要性を示唆する結果となった。

・「精神・感覚機能」の“CFF”検査では、1枚1枚シートを投入する単純繰り返しの“錦糸シート投入作業”を、午前中に担当した作業者の低下が他の作業に比較して大きいことが示された。

・“作業姿勢負担評価システム”では、3種の“錦糸シート作成と選別”は、いずれも“改善の要あり”の100.0ポイント以上を示した。一方、“太巻き芯工程”ライン作業者は、静的立位姿勢のため作業姿勢評価指数は100.0ポイント以下であった。

・運動強度では、作業姿勢負担評価と同様、“錦糸シート作成”作業者の作業強度が強く、

若干ではあるが“巻き芯投入”作業にも“強度5”が示された。

・③産業心理学的調査では作業者の職務満足度について、満足度が高い職場であることが明らかとなった。また対象作業では、83%が作業に“単調感”を抱いていることを示した。また、一番必要とされている能力では、50%が“手早さ”をあげ、次いで“体力、手先の器用さ”があげられた。これらは、いずれも加齢と深くかかわってくるものであった。作業者の個人の健康では、「通院や薬の服用」や「通院について」は、57%が“している”と回答し、持病も43%が“ある”と回答し、仕事での体調不良の有無は57%が“ある”と回答し、具体的症状は、肩や首のこりが多く、腰痛、筋肉痛、どうき、頭痛や頭重、立ちくらみ、両手指の痛み、であった。

(2) 問題点と改善の指針

これら現状調査結果をもとに、“錦糸シート作成”作業から“太巻き芯加工”の作業の中で、作業負担に関わる機能への影響を要約したものを表2に示す。

表2 “錦糸シート作成作業”から“太巻き芯加工”ラインにおける作業負担の要約

対象作業	具 材 の 性 質	必 須 作 業 の 有 無	作業遂行の中での作業負担に関わる機能への影響
1. 錦糸シート作成	シート	○	運動・調節機能(運動強度、歩行) 生理的機能(血圧) 作業姿勢負担評価指数が高い
2. 錦糸シート投入	シート	○	運動・調節機能(下腿周長) 精神・感覚機能(CFF)
3. 巻き芯投入	固形	○	運動・調節機能(運動強度)
4. 高野豆腐投入	固形	△	
5. カニ玉投入	固形	△	
6. しいたけ(べっこうしぼり)投入	ゲル材	○	運動・調節機能(握力、タッピング)

7. マヨネーズ投入	ゲル材	○	運動・調節機能(握力、タッピング)
8. そぼろ投入	粉材	△	
9. かんぴょう投入	軟材	○	
10. 厚焼き玉子カット作業	固形	○	材料カット作業(余分に人が取られ、かつ、1階から2階また1階への往復運搬が発生する無駄の多い作業)

次に、これらの結果に基づいて、研究会では、70歳雇用の実現に向けて負担の少ないMan-Machine協働ライン構築のための改善

の対象作業を抽出するとともに改善の指針と方向性を検討した。表3に抽出した“対象作業と改善の方向性”を示す。

表3 Man-Machine 協働ライン構築のための対象作業と改善の方向性

現状調査結果からのKAIZEN 対象作業	具材の性質	必須作業	改善指針と方向性
1. 錦糸シート作成作業	シート	○	・1枚1枚のシートピックアップとバットへの投入・整列作業の排除 ・シート巻き取り方式の支援機器の工夫(錦糸シート巻き取り機の開発)
2. 錦糸シート投入作業	シート	○	・1枚1枚のシート投入作業の排除 ・巻き取った錦糸シートをカットしながらラインに供給する支援機器の工夫(錦糸シートカット供給機の開発)
3. カットたまご投入	固形	○	・具材作りのためのカット“厚焼き玉子カット作業”の排除 ・合わせて、玉子具材の投入作業の排除 ・厚焼き玉子をカットし玉子具材をコンベア上に投入する支援機器の工夫(玉子カット&移載機の開発)
4. ベっこうしぼり(ゲル状にした“しいたけ”)塗布作業	ゲル材	○	・両手でしぼりかつ不良作業姿勢になるベっこうしぼり(ゲル状しいたけ投入)作業の排除 ・ベっこうしぼり塗布用支援機器の工夫(ベっこう塗布機の開発)
5. マヨネーズ塗布作業	ゲル材	○	・両手でしぼりかつ不良作業姿勢になるマヨネーズ投入作業の排除 ・マヨネーズ塗布用支援機器の工夫(マヨネーズ塗布機の開発)

(3) 改善案の策定

イ. 支援機器案の策定と試作

① 錦糸シート巻き取り機の開発

“錦糸シート作成”にあたり、これまで1枚1枚作成していた作業を、巻き取り方式にするアイデアが出された。錦糸シートの品質管理基準として、これまでは単位面積の重量を測定していたが、シート錦糸幅(22cm)で、玉子の厚さではなくカット長さの総重量で、面積管理することもできるので、巻き取り機導入でも、特に問題ないことが確認された。



写真5 試作中の“錦糸シート巻き取り機”

写真5に試作中の“錦糸シート巻き取り機”を示す。

② 錦糸シートカット供給機の開発

前工程での、「錦糸シート巻き取り機」を利用して、コンベア上で“錦糸シート”をカットしながら供給するアイデアが出された。その場合、錦糸シートの作成から投入まで保管方法、時間、運搬方法、段取り方法の仕組みについても検討しなければならないことが確認された。写真6に試作中の“錦糸シートカット供給機”を示す。



写真6 試作中の“錦糸シートカット供給機”

③ 玉子カット&移載機の開発

巻き芯投入の玉子具材はこれまで、1階で製造されたものを写真7で示す運搬用具で2階に運び、3名でカットして、再び、1階の

冷蔵庫に運んでおり、運搬時間、距離、運搬人等ロスの多い作業であった。玉子カット&移載機はそれらロスを排除することを考えた。



写真7 厚焼き玉子のカット風景と運搬作業

アイデアとしては、

1) 材料投入の時に、材料の厚さの差異にも対応できる仕組み

2) カット後の端材処理の仕組み

3) 安全カバーの取り付け&危険回避ストップの仕組み

- 4) 刃物洗浄に係わる安全強化への仕組み
 - 5) 操作&洗浄マニュアル（わかりやすい操作&衛生管理マニュアル）を作成
- 等に関する意見が出され、取り組みを行うこ

とが確認された。

写真8－1、写真8－2.に試作中の“玉子カット&移載機”を示す。

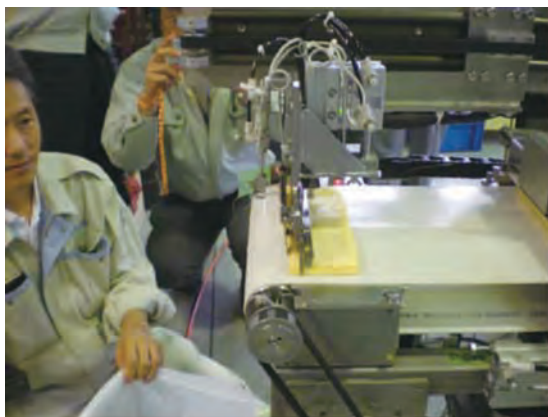


写真8－1 厚焼き玉子を横半分にスライスしている状況

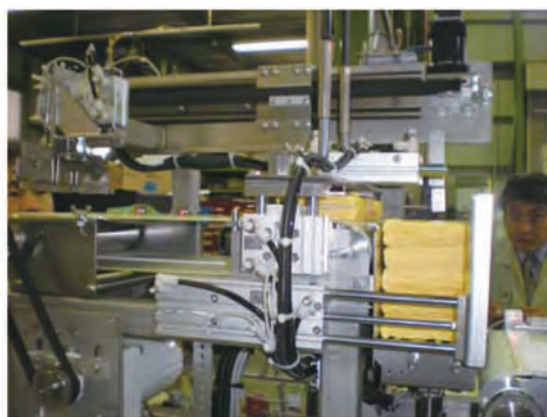


写真8－2 スライスされた玉子をさらに角具材にカットし具材をつまみあげる状況

④ゲル状具材塗布支援機器の開発

ゲル状具材（マヨネーズ、しいたけ）塗布は、現状では手で搾る作業であり、メカニズムとして、ローラーでの絞り方式、事前に投入量に対応した型の中にいれての押し出し方式等いくつかのアイデアが出されたが、最終

的には、空圧絞り出し方式で行くことが決定された。

その場合、具材投入タンクの強度や容量や作業終了後の洗浄法等について検討していくことが確認された。写真9－1、写真9－2に試作中の“マヨネーズ塗布機”を示す。



写真9－1 空圧絞りだし方式でのマヨネーズ塗布方式



写真9－2 空圧絞りだし方式でのマヨネーズ塗布状況

ロ. 開発支援機器の調整

本研究でのMan-Machine協働ラインに導入される支援機器は既存の機械にはない開発型の支援機器である。それゆえ導入前には多

くのトライ and エラーを伴う調整作業を行うこととなった。以下、写真10－1～写真10－6でその概要を示す。



写真 10-1 錦糸シートがボロボロになる



写真 10-2 錦糸シートが皺になる



写真 10-3 錦糸シートのサイズが小さい



写真 10-4 玉子がうまくカットできない



写真 10-5 玉子を正確につかめない



写真 10-6 玉子カットとゲル材塗布の不正確

ハ. 導入前支援機器開発工場でのシミュレーションの実施

本研究での Man-Machine 協働ラインをより効果的にするため、工場にライン導入する前に支援機器製造工場にて作業によるシミュレーションを行った。開発支援機器を導入する場合これまでとの一番の違いはワン

サイクル 3 秒の流れ作業方式から、タクト方式への移行である。シミュレーションの実施後、作業からの意見を求めより良い Man-Machine 協働ラインの構築を目指すこととした。シミュレーション状況を写真 11-1、写真 11-2 で示す。



写真 11-1 シミュレーション準備状況



写真 11-2 タクト方式下での初めての作業

二. シミュレーション実施後の作業参加の KAIZEN 検討会

シミュレーション後に Man-Machine 協働ラインに対する作業者との KAIZEN 検討会を実施した。

検討会は“7つの改善要望”と“4つの良い点”が挙げられた。なお、コンベアの流れ

作業から 3 秒間隔のタクト作業になったが、作業者は特に“問題はない”とのことであった。

ホ. 開発支援機器の導入

本研究 1 のテーマで開発した対象作業における支援機器の導入前・導入後の作業状況を写真 12-1 ～ 15-3 で示す。

① 錦糸シートの作成作業への「錦糸シート巻き取り機」の開発導入



写真 12-1 導入前の錦糸シート作成作業



写真 12-2 導入後の錦糸シート作成作業

・「錦糸シート巻き取り機」の動作仕様
本装置は、錦糸シート焼成機の下流に設置され、2枚に分割して生産された錦糸シートを、リール2本に巻き取るものである。超音波センサを使用して、上流機とリール間のシートのたるみを測定して、たるみ量に応じてモーター

速度を可変し、一定のテンションで巻き取ってロールを作成する。
シート端をファイバセンサで検出して、シリンダによって上下するローラーをリールに当てることで、巻取り時のシートの蛇行を抑えるようになっている。

② 錦糸シート投入作成作業への「錦糸シートカット供給機」の開発導入



写真 13-1 導入前の錦糸シート投入作業



写真 13-2 導入後の錦糸シート供給作業

・「錦糸シートカット供給機」の動作仕様
本装置は、錦糸シート巻き取り機によってロール状に巻き取られた錦糸シートを、コンベア上に一定の長さにカットして300mmピッチで供給する。
巻き取られたシートをコンベア上に載せて、測長してローラーカッターでカットする。
メインコンベアに連動して、カットしたシートを定ピッチで供給できる。

③厚焼き玉子カット作業と玉子具材投入作業への「玉子カット&移載機」の開発導入



写真 14-1 導入前の玉子カット作業



写真 14-2 カット具材
（厚焼き玉子から作成）

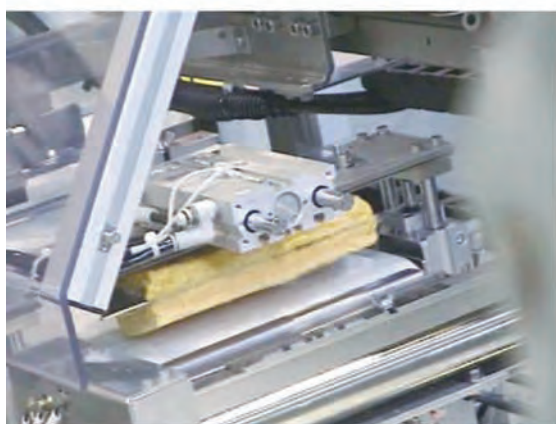


写真 14-3 厚焼き玉子のカット作業



写真 14-4 厚焼き玉子の移載作業

・「玉子カット&移載機」の動作仕様
本装置は、厚焼き玉子を2又は3枚にスライスして、さらに指定した本数にカットし、コンベア上の錦糸シートまたは専用トレイに投入するものである。投入コンベアの栈にあわせて厚焼き玉子を4段重ねでセットし装置を

起動すると、自動でエレベータ部に引き込み、1個ずつカット部に投入する。カット部でスライス加工した玉子をコンベアで搬送し、さらに縦切り加工を行って、1本ずつ投入部に投入する。

④マヨネーズ、ゲル状椎茸（べっこう）塗布作業への「ゲル状具材塗布支援機器」の開発導入



写真 15-1 導入前のマヨネーズ塗布作業



写真 15-2 導入前のべっこうしぼり作業



写真 15-3 導入後のゲル状椎茸（べっこう）塗布作業

・「ゲル状具材塗布支援機器」の動作仕様

本装置は、ゲル状の具材（マヨネーズ、ベッコウ等）を、前工程から供給カットされたコンベア上の錦糸シートまたは専用トレイに流れ方向に一定の長さで、塗布するものである。

専用タンクにセットされた具材を、エアシリンダで加圧して、ホースを通して塗布部に供給する。

塗布バルブは、エアシリンダ駆動によるピンチバルブ式で、塗布位置と塗布量は、サーボモータの2軸移動とバルブの開閉時間で制御する。

2. 多様化するスペックに対して“安全に、ミス無く、負担無く”作業できる高齢者のパフォーマンス活性化対策と健康維持管理支援システムづくりに関する研究

近年、顧客（納入先）のPB（プライベート）商品数が増え、当社の商品スペックは百数十点以上にもなっている。このようなスペックの多様化に対応する日々の変種生産に対して、視覚、短期記憶・空間認知力、また、体力等が低下する高齢者に、精神的不安を与えることなく“安全に、ミス無く、負担無く”、健康で作業できるよう、次の1) 高齢者のパフォーマンス活性化対策、2) 健康維持管理支援システムづくり、に関する研究を行った。

(1) 現状調査・分析

日々の生產品目は毎朝、写真16-1、写真16-2で示すような指示シートにより伝

達される。作業者は工場内の壁掲示や机に置かれた指示シートを見たり、また職場の主任からの口頭によりスペックを把握していた。作業者は個々人で必要に応じて情報を得ていたが不確実性が残り、時として完成した後のスペックミスが発生する事実があった。

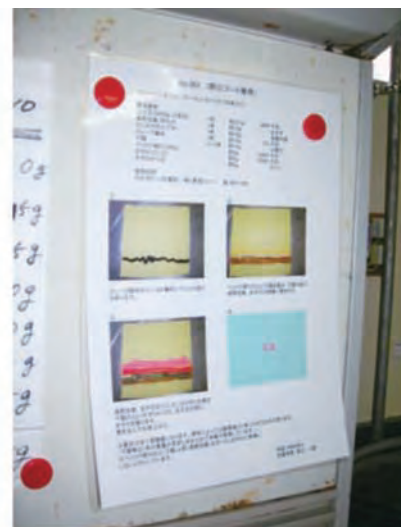


写真 16-1 投入手順や投入量の伝達の状況

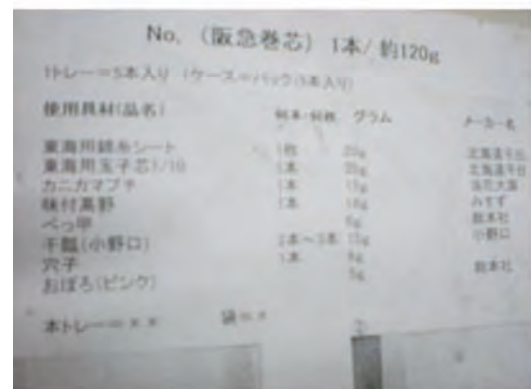


写真 16-2 製品ごとのスペック内容

次に、作業者への“衛生管理”に関わる作業者への指示は、写真17に示すように洗浄方法等が、掲示物で行われていた。“機械メンテナンス”は、主にコンベアに関連するトラブルで、作業中に“ベルトが徐々にずれて

いく”ことやベルトコンベアからの“機械音”が発生する事が生じていた。これらに対しては一旦ラインを止め専属の係員（男性）が来て、その都度調整が行われていた。

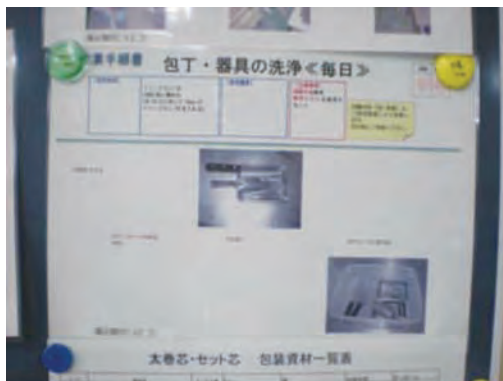


写真 17 衛生管理に関わる洗浄方法のための掲示

高齢者雇用に不可欠の“健康維持管理”に関しては、“Man-Machine 協働ラインの構築”の際に行った調査の結果、作業者の中には血圧が特に高い人がいること、また、“薬の服用をしている”作業者が57.1%おり、持病のある人もいることが明らかとなった。当

社は、1時間の昼食休憩があるが、憩いの場となる食堂には写真18で示すように、“5 S”や“企業のスローガン”や“品質維持”に関するパンフレットは置かれているものの、日常の健康維持管理にかかわる資料は一切なかった。



写真 18 食堂内の掲示物

本研究では、作業者へ作業中のパフォーマンスを高めるための作業者への聞き取り調査を行った。その結果、作業者からは、ライン作業遂行の中で「各工程の画像（それぞれ入れる規定グラム数）を表示して、どのくらい入れるとそのグラムになるのかの見本画像を示してほしい。」「当日生産予定数に対して、出来高表示と残り本数を表示してほしい。」「ビデオカメラでレーンに入っている人員を撮影してほしい（配置が正しいかの確認をし

たい。レーンに入ると離れた位置が見えないので。）」

「捲き終えた製品の総グラム数を一本単位で表示して欲しい。規格に合わない製品は自動的に省くシステムがあると助かります。現在、レーンの最後で計算し具材を調整しながら作業しているため。」「確認したい内容をモニター等で表示しレーンに入っている人員がそれぞれ操作できるようにしてほしい。」「その日のレーン速度と錦糸シートの載せる間隔

で、1時間当たり何本できるのか、また、そのスペースで仕事をする予定数に到達する時刻（清掃、休憩時間も含む）が分かるようにしてほしい。」

「Man-Machine 協働ラインでの作業終了後の機械の洗浄方法をわかりやすいものにして欲しい。」「Man-Machine 協働ラインは私でも機械の操作はできますか？また、危険でしょうか？」「Man-Machine 協働ラインの

機械の脱着、移動は簡単ですか」等が、意見として出された。

(2) 問題点と改善の指針

研究会では、これら調査結果から、多様化するスペックに対応し“安全に、ミス無く、負担無く”、健康で作業者パフォーマンスを高めるため、表4で示すような問題点と改善指針を考えた。

表 4 高齢者のパフォーマンス活性化及び高齢者の健康維持管理に関わる問題点と改善指針

1) 高齢者のパフォーマンス活性化対策	
問 題 点	改 善 の 指 針
・多様化する日々のスペックに対して作業者は個人で必要に応じて情報を得ていたが掲示物や口頭では十分伝わりきれず、時として完成した後でのスペックミスが発生する。 ・作業予定や作業の進捗状況がつかめない。	日々のスペックに対応する、作業者への教示方法の工夫と作業予定や進捗管理方法の工夫
・完成品は規定重量で判定されるので具材の過不足手直しをなくしてもらいたい。	Man-Machine 協働ラインの中で過不足手直しを排除する工夫。
・Man-Machine 協働ライン下での衛生管理と機械メンテナンス方法が確立されていない。	新ラインに対応した、わかりやすい操作マニュアル、衛生管理とメンテナンスマニュアルの作成
2) 健康維持管理支援システムづくり	
作業者の中には薬の服用や病院に通っている人、高血圧者もいる。今後高齢者受け入れ可能職場への健康管理支援体制の欠如。	作業者や高齢者受け入れに配慮した健康維持管理のための支援システムづくり

(3) 改善案の策定

イ. 高齢者のパフォーマンス活性化対策

改善指針にしたがい、日々のスペックに対応し作業者への教示方法の工夫と作業予定や進捗管理方法の工夫として、研究会では“見える化”を中心とした対策を行った。具体的には

①モニター画面利用による“見える化”対策
Man-Machine 協働ライン下での支援機器には「操作方法・トラブル処理方法」は写真19-1～19-2で示すようなモニター画面から、また「警告音・ランプ表示」で情報が得られるようにした。



写真 19-1 計量器での指示モニター



写真 19-2 マヨネーズ塗布機の指示モニター

② “生産管理盤” による “見える化” 対策
「本日の製品確認、具材投入順・必要数、
手順確認、出来高表示、翌日製品確認、時計

設定、登録（具材・週間・製品）項目」の情
報が即座に得られる写真20-1～20-6で
示す “生産管理盤” を開発した。

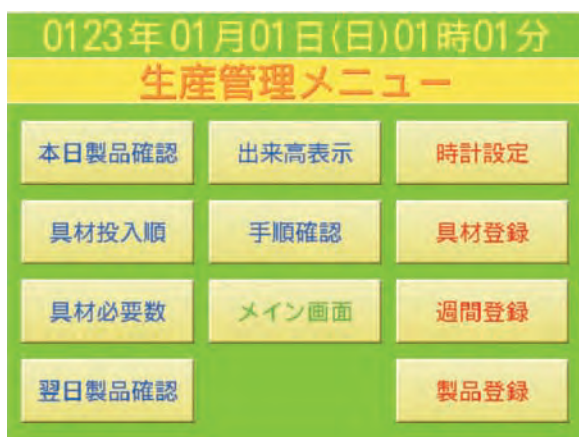


写真 20-1 生産管理盤のメニュー画面



写真 20-2 現場での各種メニューの入力装置



写真 20-3 本日の生産予定画面



写真 20-4 作業進捗画面



写真 20-5 週間登録画面



写真 20-6 操作画面

③ “デジタル計量計ライン” による“見える化” 対策

加工中に製品の重量判定を基準値からの差異とランプで表示し、計量担当作業者が簡単



写真 21-1 アナログ計で計って過不足分を写真確認しグラム数を調整していた。

に上流の具材投入作業者に投入量の過不足の修正指示を出せ、作業中の調整作業を削減する“デジタル計量計ライン”の開発を行った。(写真21-1、写真21-2)



写真 21-2 過不足とグラム量がランプ表示で即座にわかる。(高齢者でも簡単に利用可能となった)

ロ. 新ラインに対応した教育訓練カリキュラム（わかりやすい操作マニュアル、衛生管理とメンテナンスマニュアル）の作成

Man-Machine 協働ラインに対応した、わかりやすい操作マニュアル、衛生管理とメンテナンスマニュアルを作成した。洗浄方法は実際に支援機器開発担当者に機器の取り外しから洗浄まで実践してもらい修得を図った。

ハ. 作業員や高齢者受け入れに配慮した健康維持管理のための支援システムづくり

① 食事管理や運動管理等を主体とした健康管理に関する小冊子の準備

作業員の中には薬の服用や病院に通ってい

る人、高血圧者もいた。今後当社が高齢者受け入れ可能職場へ変貌するためには、現状での健康管理支援体制の欠如が明らかとなった。そこで、対策として、個人の健康診断結果を経年的に観察できる健康管理用のモニターソフトの作成と配布及び1時間の昼食休憩時間を利用して簡単に読める健康管理に関する食事管理や運動管理等を主体とした32冊の小冊子を準備することとした。写真22に準備した小冊子の一部を示す。



写真 22 自己の健康管理のために準備した小冊子

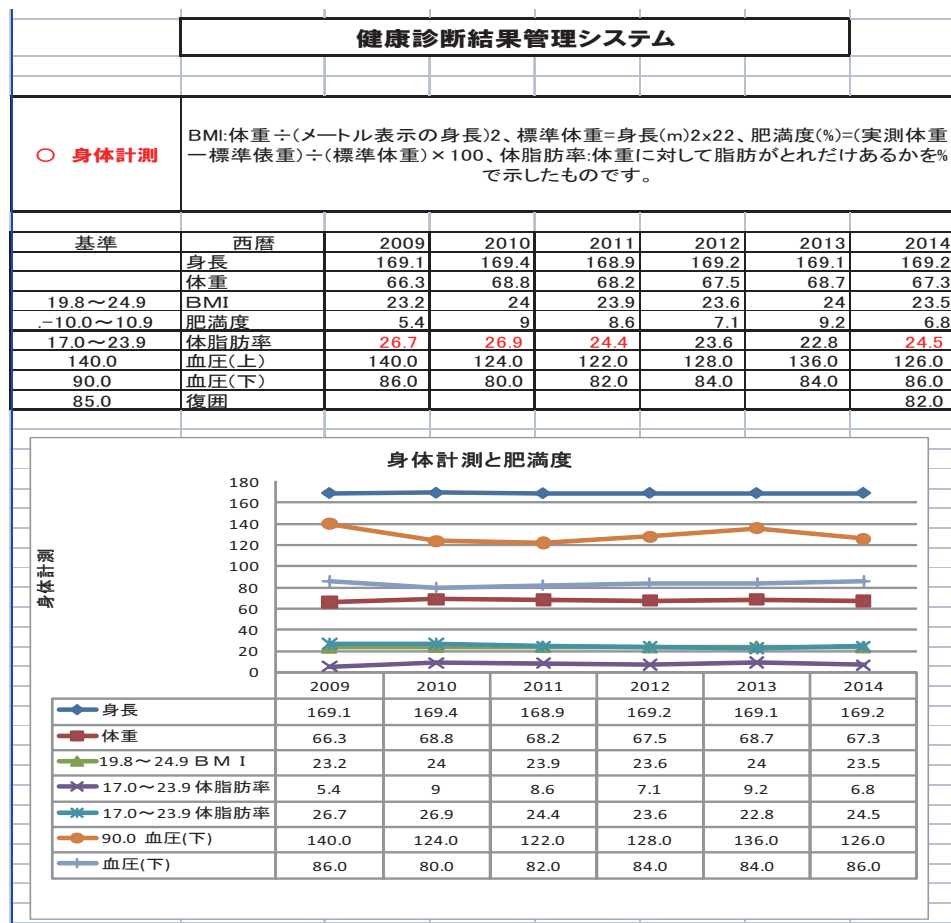
②健康管理用モニターソフトの作成

自己の健康管理をよりよくフィードバックし継続雇用に向けてスパイラルアップできるように、健康診断結果をわかりやすく理解するための健康管理のソフトの作成を行った。

“健康管理ソフト”は、Excel で作成し、健康診断評価項目として「身体計測、視機能、聴力、尿検査、血液検査、肺機能、総蛋白・蛋白分画、肝臓機能、膵臓、血中脂質、糖尿病、腎機能、血清免疫肝炎、腫瘍スクリーニング」の“各評価項目の解説”と健康診断評価としての“適正值や範囲”が示されている。表5に示す画面で、作業者はワークシート上に作

成された“入力表”の中に自己の診断結果をインプットすると経年的に値が表記され入力値が許容範囲をはみ出す場合は、“赤”で表示される。

表 5 経年的健康管理ソフトの画面例



以上のような“健康管理ソフト”と“小冊子”を組み合わせ、健康維持管理を可能とする“支援システムづくり”を行った。

3. 研究1、2を通しての効果測定結果

Man-Machine 協働ライン導入後完成後、

作業員への“機能検査・作業姿勢負担評価”と作業員からの“聞き取り”及び“作業効率”からとらえた効果測定を行った。写真23-1に導入前の作業状況と写真23-2に Man-Machine 協働ラインの作業状況を示す。



写真 23-1 改善前の作業状況写真



写真 23-2 Man-Machine 協働ラインの作業状況

(1) Man-Machine 協働ライン作業者の機能検査結果

機能検査は改善前に実施した内容と同一のものとした。なお、測定は当社の生産予定からMan-Machine協働ラインが稼働する午前中とした。

(2) Man-Machine 協働ラインと改善前ラインとの比較

イ. 機能検査結果から捉えた改善効果

Man-Machine協働ラインの稼働は午前中

に行われたため、改善前ラインの同じく午前中稼働の測定結果を用いて、各々の作業前と作業後の検査機能の変化率の比較で導入効果を把握することとした。

なお変化率は“(作業前の値－作業後の値)／作業前の値”で求めた。例えば図1で示す作業者STの“タッピング”は、改善前に比較してMan-Machine協働ラインでは、機能亢進が大きいことが示された。

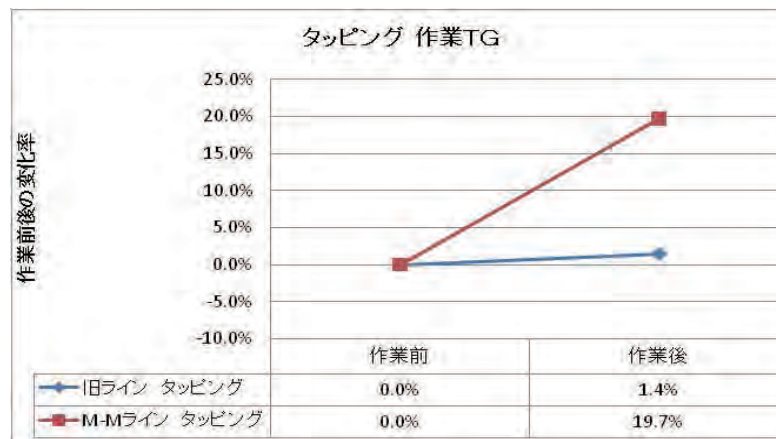


図1 「運動調節機能」タッピングの改善前と改善後の変化率の比較

このように、作業者ごとに比較した結果を表6に示す。なお、作業遂行中の心拍数の比較も行った。

表6 機能検査から評価した“改善前ライン”と“Man-Machine ライン”との比較一覧表

- : 作業負担が軽減される現象
- ▲ : 作業負担が強まる現象
- － : 変化なしの現象

機能検査項目	作業者	旧ラインを使用した場合の作業後の機能変動			M-Mラインを使用した場合の作業後の機能変動		
		○	▲	－	○	▲	－
握力	作業者AB		減少(▲)		増加(○)		
	作業者TG		減少(▲)		増加(○)		
	作業者ST			変化なし	増加(○)		
タッピング	作業者AB		減少(▲)			減少(▲)	
	作業者TG		減少(▲)		増加(○)		
	作業者ST		減少(▲)		増加(○)		

	作業者AB		増加(▲)			増加(▲)	
下腿周長	作業者TG	減少(○)				増加(▲)	
	作業者ST		増加(▲)			増加(▲)	
運動・調節機能		1	7	1	5	4	0
	作業者AB	減少(○)			減少(○)		
心拍数	作業者TG	減少(○)			減少(○)		
	作業者ST		増加(▲)			増加(▲)	
作業中の 心拍数	作業者AB				減少(○)		
	作業者TG				減少(○)		
	作業者ST				減少(○)		
	作業者AB	減少(○)			減少(○)		
血圧(高値)	作業者TG	減少(○)					変化なし
	作業者ST	減少(○)			減少(○)		
	作業者AB			変化なし	減少(○)		
血圧(低値)	作業者TG		増加(▲)			増加(▲)	
	作業者ST		増加(▲)			増加(▲)	
生理的機能		5	3	1	8	3	1
	作業者AB		減少(▲)			減少(▲)	
C F F	作業者TG			変化なし			変化なし
	作業者ST	増加(○)			増加(○)		
精神・感覚機能		1	1	1	1	1	1
評価結果		7	11	3	14	8	2

表6をさらに要約したものを表7に示す。

表7 機能検査結果からの改善効果

評価	旧ライン			M-Mライン		
	○負担が 軽減される現象	▲負担が 強まる現象	ー：変化 なしの現象	○負担が 軽減される現象	▲負担が 強まる現象	ー：変化 なしの現象
運動・調整機能	1	7	1	5	4	0
生理的機能	5	3	1	8	3	1
精神・感覚機能	1	1	1	1	1	1
合計	7	11	3	14	8	2

その結果、本研究で導入した、Man-Machine 協働ラインは、旧ラインとの作業前・後の比較において、「運動・調節機能」及び「生理機能」への負担を大きく軽減する効果を有することが明らかとなった。

ロ. 作業姿勢負担評価指数から捉えた改善効果

改善前の“太巻き芯加工”ラインとMan-Machine 協働ラインの作業者の作業姿勢負担評価指数は、具材が同じものは作業姿勢負担評価指数には変化がない。そこで、本調査で作業姿勢分析で最も負担の高かった“錦糸

シート作成”作業者の改善前と改善後の比較検討を行った。改善前の111.5ポイントに比較して改善後は93.9ポイントを示し、“望ましい”とされる100.0ポイント以下まで下がる負担軽減効果が認められた。

ハ. 作業者への聞き取り調査から捉えた改善効果

機能検査対象作業者を対象として改善前ラインとMan-Machine 協働ラインの効果を聞き取り調査で行った。評価内容を表8で示す。

表8 聞き取り調査による作業者評価

対象作業	1. まあまあ楽になった。	2. 楽になった。	3. 大変楽になった。	理 由
錦糸シート作成作業		○		・これまで完成後の錦糸シートを入れていたバット(箱)の熱消毒作業が排除された。
		○		・錦糸シートの1枚1枚の取り置きが排除された。
錦糸シート投入作業			○	排除(監視作業と材料投入準備作業に移行)
玉子具材投入作業			○	排除(監視作業と材料投入準備作業に移行)
ゲル材塗布作業			○	排除(材料投入作業に移行)
デジタル計量機ライン			○	過不足がランプで示されグラム表示されるので、上流ラインへの投入加減指示が可能となり計量ラインでの調整作業が減少した。
生産管理盤の導入			○	“安全に、ミス無く、負担無く”作業ができ、かつ、日々の進捗状況がわかるので、作業の“励み”になる。
洗浄作業		○		カバー等を外す手間はかかるが、改善前ラインより水洗いが楽になった。
ライン全体準備作業	—	—	—	手間はかかるが、問題はなし
支援機器操作盤		○		見やすくわかりやすく、パートでも可能となった。
評価合計		4	5	

聞き取り調査では、1. まあ楽になった、2. 楽になった、3. 大変楽になった の全10項目の評価の中で、効果があるものとして「楽になった」が4項目、「大変楽になった」

が5項目であった。

二. 作業効率から捉えた改善効果

表9にその他の評価項目として作業効率から捉えた改善評価を示す。

表9 作業効率から捉えた評価項目

	作業効率内容
作業効率 (太巻き芯ライン)	錦糸シート投入作業、玉子投入作業が排除(−2名)、材料投入の「みずすまし」作業に移行(+1名)。ゲル塗布作業は排除(−1名)。 合計8名から6名でラインは作業可能となるので、これまで、ラインを止めて行っていた具材準備がラインを止めずに行うことが可能となった。
玉子具材加工作業	厚焼き玉子の具材作り作業は、別職場で本研究の対象作業とは別の作業者が本来の作業とは別に3名で行っていた。玉子カット&移載機によりこの作業が排除されるので、3名は本来の作業に戻れることとなる。 また、1階で厚焼き玉子を製造し、2階へ運搬しカット後また1階へ運搬する作業は男性従業員が担当していたが、運搬作業はなくなり、具材作りと運搬で他の作業者の作業時間が日々40分程度短縮可能となった。

以上のように、研究1、2を通しての効果測定結果では、

“機能検査結果から捉えた改善効果”、“作業姿勢負担評価指数から捉えた改善効果”、“作業への聞き取り調査から捉えた改善効果”、“作業効率から捉えた改善効果”ともに本研究結果が高齢者の継続雇用に役立つ作業負担の軽減と生産性の向上に大きな効果をもたらすことを明らかとした。

また、今後、当社が高齢者を活用していくためには、このような負担軽減対策を図っていくとともに、作業自身も自己の健康管理について注意を払わなければならないものとする。本研究では、個人の健康診断結果を経年的に観察できる健康管理用のモニターソフトの作成と配布及び1時間の昼食休憩時間を利用して簡単に読める健康管理に関する食事管理や運動管理等を主体とした小冊子を準備し、健康維持へのスパイラルアップを目指す支援システムを構築した。健康への関心の

高まりは高齢者雇用継続への効果をもたらすものと考えられる。

IV まとめ

1. 研究の総括

本研究では、高齢者の継続雇用を困難にしている作業負担の軽減、多様化する製品群、国内生産の量産化へ向けて高齢者が対応可能とするため、下記の2つの研究テーマを掲げ実施した。

(1) “太巻き芯”加工工程の70歳雇用の実現に向けた Man-Machine 協働ラインの構築

(2) 多様化するスペックに対して“安全に、ミス無く、負担無く”作業できる高齢者のパフォーマンス活性化対策と健康維持管理支援システムづくり

第1の研究テーマの「“太巻き芯加工”工程の70歳雇用の実現に向けた Man-Machine 協働ラインの構築」では、“錦糸シート作成”工程、“太巻き芯加工”工程の流れ作業の中で、人的 (Man) 作業要素と機械化 (Machine) 可能な要素を分類し作業負担の軽減を実現する作業を対象とした支援機器、すなわち、①錦糸（玉子）シート巻き取り機、②錦糸シートカット供給機、③玉子カット&移載機、④ゲル状（マヨネーズ、しいたけ等）具材塗布機を開発し、タクト方式下で作業員から高い評価を得る Man-Machine 協働ラインの構築を実現した。

第2の研究テーマの「多様化するスペックに対して“安全に、ミス無く、負担無く”作業できる高齢者のパフォーマンス活性化対策と健康維持管理支援システムづくり」では、“高齢者のパフォーマンス活性化対策”として、Man-Machine 協働ライン下での支援機器に「操作方法・トラブル処理方法」はモニター画面と「警告音・ランプ表示」で情報が得られるような“見える化”対策、合わせて「本日の製品確認、具材投入順・必要数、手順確認、出来高表示、翌日製品確認、時計設定、登録（具材・週間・製品）項目」の情報が即座に得られる“生産管理盤”の導入及び加工中に製品の重量判定を基準値からの差で表示し、計量担当作業員が上流の具材投入作業員に投入量の加減の指示を可能とする“デ

ジタル計量計ライン”導入により、さらなる Man-Machine 協働ラインの充実を図った。

また、“作業員の健康維持管理の支援システムづくり”として、個人の健康診断結果を経年的に観察できる健康管理のソフトの作成と配布及び1時間の昼食休憩時間を利用して簡単に読める健康管理に関する食事管理や運動管理等を主体とした32冊の小冊子を準備し、“健康管理ソフト”と“小冊子”を組み合わせ健康維持管理を可能とする“支援システムづくり”を行った。

本研究で構築した“Man-Machine 協働ライン”は、効果測定において作業負担の軽減と高齢者のパフォーマンス向上に寄与する大きな効果をもたらすことが明らかとなった。また、健康維持管理のための支援システムづくりにより、当社の健康への関心は高まり、今後の高齢者継続雇用への効果をもたらすものとする。

2. 今後の課題と高齢者の雇用確保

本研究で開発した“Man-Machine 協働ライン”下で開発した支援機器は、多くの作業員の意見を取り入れたオリジナルなものとなっている。改善に当たっては作業員を巻き込むことにより改善意識も高まり、機器導入もスムーズにいき、評価もよくなることが実感できた。少子高齢化が進む中、今後も従業員と一体となった改善活動の推進と従業員の健康管理に配慮しながら、70歳雇用の実現に向けた継続雇用体制の強化を図っていきたいと考えている。

以上