

KSK-GR4-7

令和4年度  
食品工場支援事業  
報告書

令和5年3月

一般財団法人 機械振興協会 技術研究所



## 令和4年度 食品工場支援事業 報告書

木村 利明<sup>※1</sup>, 坂本 将也<sup>※1</sup>, 櫛田 隆<sup>※2</sup>,  
後藤 ナツ<sup>※2</sup>, 森川 千秋<sup>※2</sup>

Report on a research project for supporting of the small and medium sized food factories in FY2022

Toshiaki KIMURA, Masaya SAKAMOTO,  
Takashi KUSHIDA, Natsu GOTO, Chiaki MORIKAWA

### 1. はじめに

中小食品工場は、不十分な自動化工程や自動化が進まない工程間作業が散在しており、生産ロスなども原因となって、労働生産性が伸び悩み、結果的に人員確保にも影響するような課題を抱えていることが少なくない。

一方、中小食品工場に設備を提供する中小食品機械メーカーも、単一工程に資する装置は提供しても、食品工場の経営、工場全体の自動化や生産性向上に資する商品やサービスの提供が不十分であることも見うけられる。

そこで、一般財団法人 機械振興協会 技術研究所は、中小食品工場の課題を解決し、中小食品工場の経営改善に資するとともに、中小食品工場の課題解決に必要な投資を、食品機械メーカーや食品機械業界未参入の製造業の新規事業として開拓するための「食品工場支援事業<sup>1)</sup>」を実施している。

本事業では、中小食品工場の製品開発、製造及び製販一体化に資する各専門家が、大学、学会、団体、公設試、技術士事務所、食品機械メーカー及び食品機械業界未参入の製造業などから参加したチームを編成して、伴走型で中小食品工場の支援を行う「異業種連携チーム方式」を考案し、その検証実験のため「食品工場支援技術研究委員会」を設立した。現在、本委員会では、中小食品工場2社と共に「異業種連携チーム方式」の検証実験を進めている。

本報では、本事業の活動として調査した「中小食品工場の課題」、中小食品工場の多様な課題を解決するために考案した「異業種連携チーム方式」及び「異業種連携チーム方式の検証実験」について報告する。

### 2. 中小食品工場の課題

本事業を進めるにあたり、中小食品工場の視察及びヒアリングを行い、中小食品工場の課題を調査した。調査した結果は、次の通りである。

- 食品工場の設備を提供する食品機械メーカーは中小企業であることが多く、主に食品工場の生産ラインの

個々の工程を担う個別装置を単体で販売することが少なくない

- その結果、食品機械メーカーから個別装置を導入した食品工場は、生産ライン全体の構築や改善を同工場自身で行うことが多い。しかし、中小食品工場は、大手と異なって生産技術者が不足しがちであり、生産ライン全体の構築や改善を進める上で、多くの未解決課題を抱えている
- 中小食品工場の未解決の課題としては、個々の工程の自動化不足、仕掛品の運搬手段の自動化不足などがあり、多くの場合、これらを人手作業に委ねている。しかし、人手は非正規職員であることが多く、賃金が安価、慢性的に人手不足などが課題である工場も見うけられる。また、工場によっては、仕掛品の過剰在庫、工程待ちなどの課題が生じている
- 中小食品工場の課題は、工場毎に異なっているため、個々の状況に合わせた解決策が求められる

これらの課題を、もなか工場を例に、イラスト化したのが図1である。本図1では、もなかを製造する工程として、餡ねり、もなかの皮焼き、餡を定量ずつ排出してもなかの組立てを行う工程の3つの工程がある。中小食品工場は、それぞれの工程を担う装置を食品機械メーカーから導入するが、導入する装置が同一メーカーではないことも多い。

また、例えば餡ねり機は、攪拌や火力調整などが自動化されていても材料の投入などは、人手で行う必要があるなど、各工程の自動化が不十分であることがある。また、餡ねり機と、もなかの皮焼き機とのタクトタイムが異なると、餡または、もなかの皮のどちらかが過剰な仕掛品在庫になるなどの課題が生じる。さらに、餡ねり機で出来上がった餡と、もなかの皮焼き機からのもなかの皮を、充填機に運ぶ作業は人手で行うことが多く、工程間作業も自動化が不十分である。

※1 技術研究所, ※2 技術研究所 技術開発センター

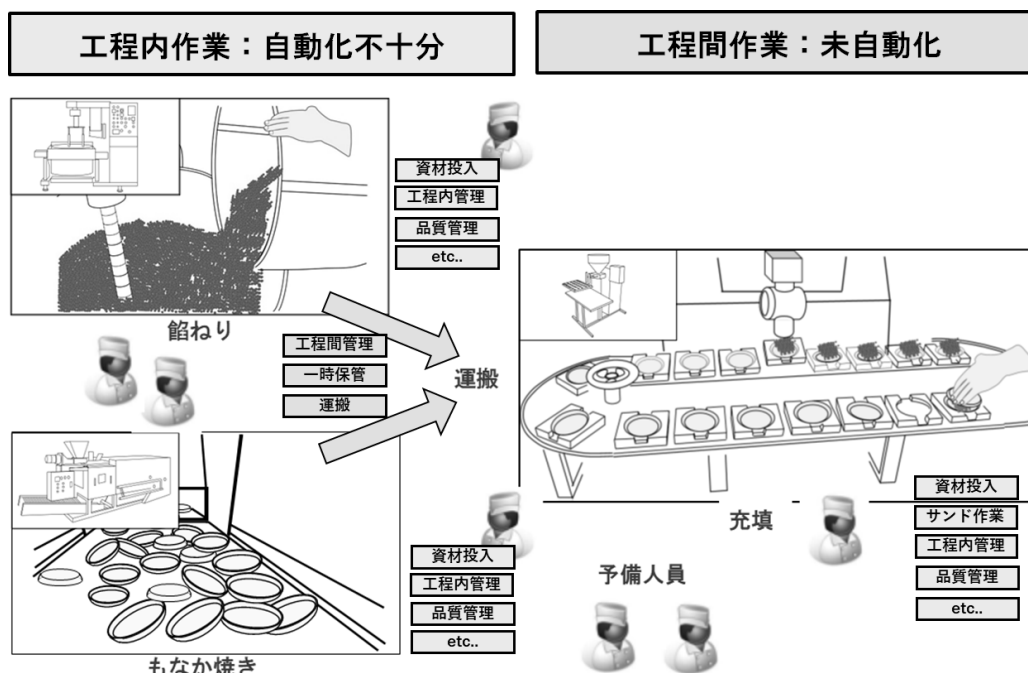


図1 中小食品工場の製造現場の課題例

この例のように、中小食品工場では、工程内作業の自動化が不十分であり、さらに工程間作業の自動化不足であることも見受けられる。また、全体統合や継続的な改善活動も不十分であるなど、「製造」に関する課題に関して問題意識が高いことがわかった。

しかし、中小食品工場の経営視点に立つと、工場内の「製造」のみならず、例えば見込み生産を行っている場合の販売計画と製造計画立案、製造計画にあわせた資材在庫引き当てや不足する資材の手配、さらに実受注量と販売計画に差異が生じた際の対応など、「製販一体化」に関わる課題も山積している。さらに、新製品開発やブランディングなどの「製品開発」に関わる課題も考慮する必要がある。

これらのように、中小食品工場の経営に資するためには、「製品開発」、「製造」及び「製販一体化」の3つの視点を持った支援が必要である。

### 3. 異業種連携チーム方式

中小食品工場にとって、少なくとも「製造」において、図1に示すような工程内作業の自動化不足や工程間作業の自動化不足が生じている原因をつぎのように考える。

まず、中小食品工場側の要因として、食品工場内に、大手食品工場で見受けられるような専任の生産技術者が不在であることが挙げられる。これにより、自律的な工場内の自動化や改善活動が進みにくいということが推測される。

つぎに、中小食品工場に食品機械を提供する食品機械メーカー側の要因として、食品機械メーカーは、自社が持つ個別工程の装置販売を主にしがちであることが考えられる。例えば、図2のように、餡ねり機を販売する食品機械メーカーの営業は、中小食品工場では、餡ねり機という自社保有の個別製品を中心とした営業に偏りがちであり、それを受けとめる食

品工場側も餡ねり機に関する話に止まり、工場全体の生産性向上などの議論にはなりにくい。これにより、工場全体や工程間の作業の自動化も進みにくいということが推測される。

このように、中小食品工場側の要因と中小食品機械メーカー側の要因とが、図1に示すような中小食品工場の「製造」の課題を生んでいると考えられる。

そこで、これらの課題を解決するため、本事業では、図3に示す「異業種連携チーム方式」を提案した。本方式では、図3左に示すような食品機械メーカーなどが、自社が保有する「製品」を元とした販売から、図3右に示すように顧客である中小食品工場の経営に資する本質的なお困り事である「コト」を元とする手順であるソリューション指向のプロセス<sup>2)</sup>に改めることを、基本コンセプトとしている。

図3右に示す具体的なプロセスは、本方式の適用対象を、中小食品工場に限定せず、汎用的にも利用可能であることから、はじめに「(1)対象業界と対象領域の選定・調査」の段階がある。この段階で、本件では中小食品工場分野を対象領域として選定し、「第2章 中小食品工場の課題」で示した課題調査を行った。

つぎに、「(2)顧客とのパートナー形成」では、具体的な支援対象である中小食品工場に対して、「製品開発」、「製造」及び「製販一体化」の3つの視点で、課題の発見、改善提案が可能な専門家を集める。さらに、「製品開発」、「製造」及び「製販一体化」の個別の視点に陥らず、中小食品工場の経営の視点で、解決すべき課題の優先順を判断したり、メンバー間の調整を行ったりするコーディネーターを加えたメンバーでチームを編成する。このチームを「異業種連携チーム」と呼ぶことにする。

「(3)顧客の企業活動分析・ヒアリング」では、「異業種連携チーム」内で議論を重ね、支援対象の中小食品工場の企業

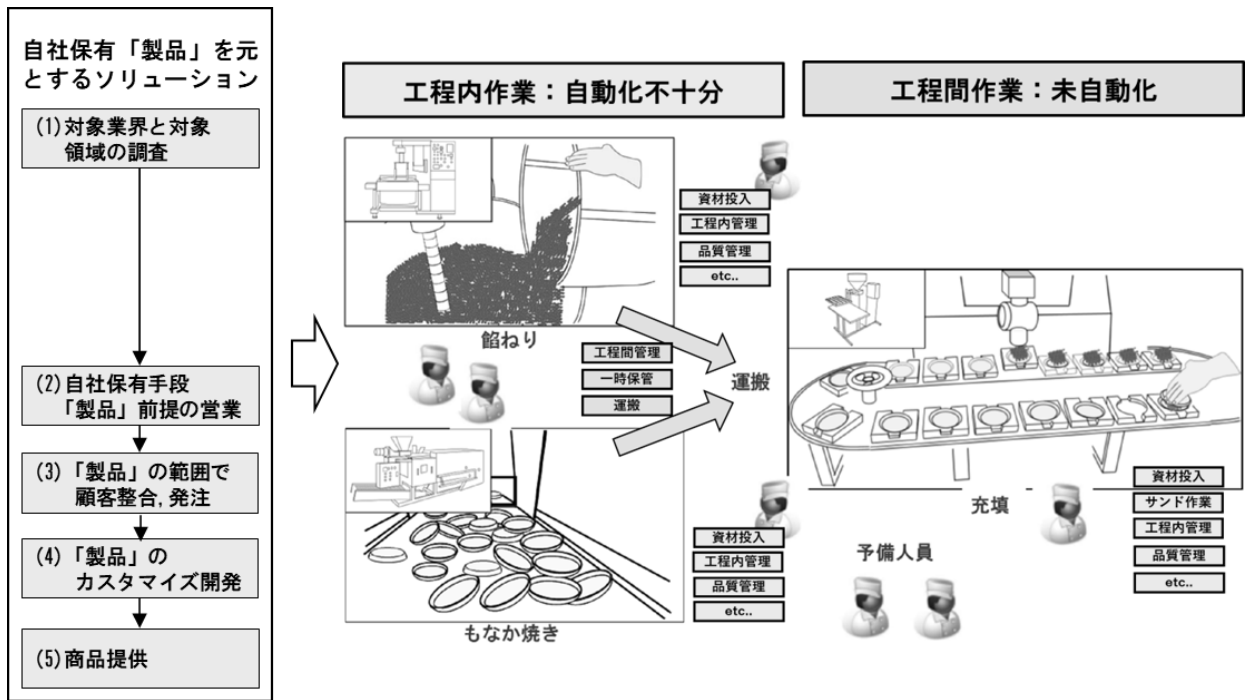


図2 自社保有の製品を元にした営業活動

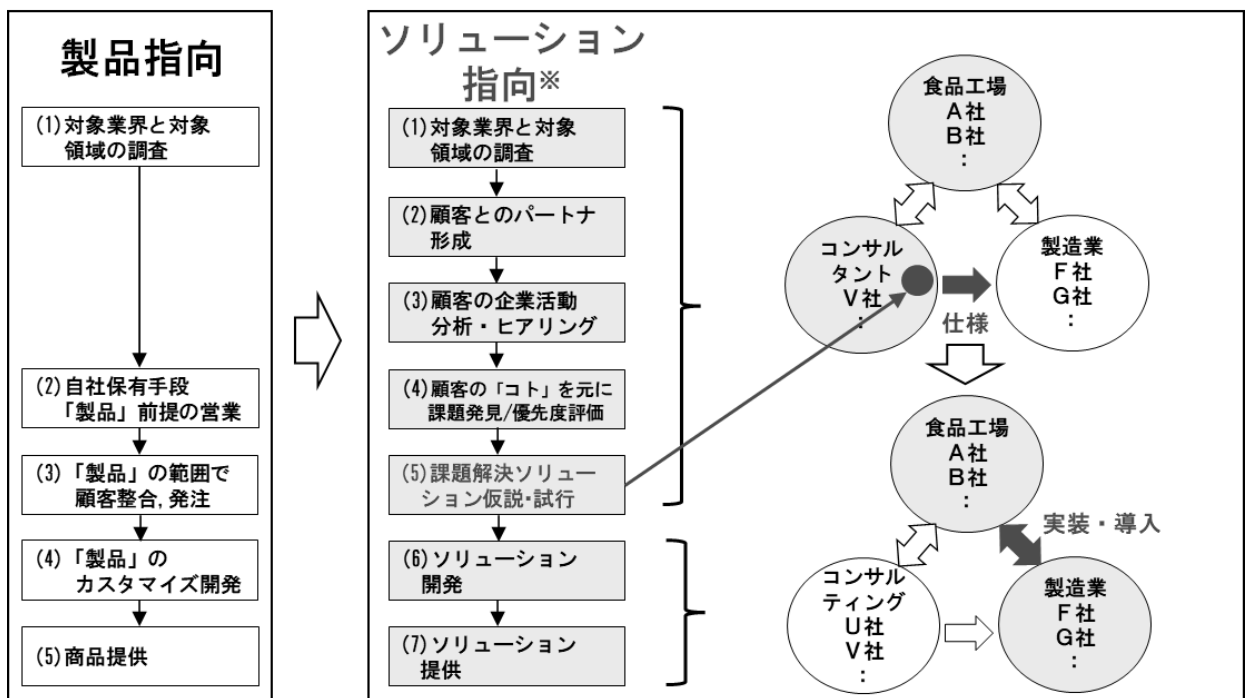


図3 異業種連携チーム方式

全体活動を、「製品開発」、「製造」及び「製販一体化」の視点で可視化する。なお、この際に、企業活動全体を分析するための参照モデルである「EAR(Enterprise Activities Reference)-Model<sup>3)</sup>」及び「IEC62264-Part1:2013:エンタープライズ制御システムの統合 - Part 1:モデルと用語<sup>4)</sup>」などの参照モデルの活用が有効である。また、「製造」及び「製販一体化」などにおけるプロセスの可視化のためには、SIPOC(Supplier Input Process Output Customer) や

VSM(Value-Stream Mapping)などの手法を活用することが有効である。

「(4)顧客の「コスト」を元に課題発見/優先度評価」では、「(3)顧客の企業活動分析・ヒアリング」で得られた企業全体活動の中から、「製品開発」、「製造」及び「製販一体化」などの各視点における課題を把握する。さらに、把握された課題に対して、解決優先度などを議論する。

「(5)課題解決ソリューション仮説・試行」では、「(4)顧客

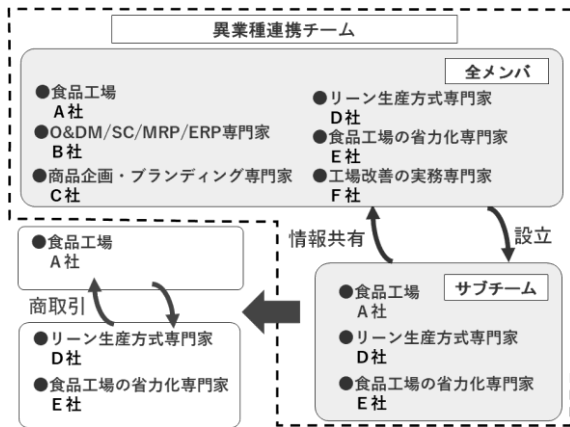


図4 異業種連携チーム チーム内での課題解決

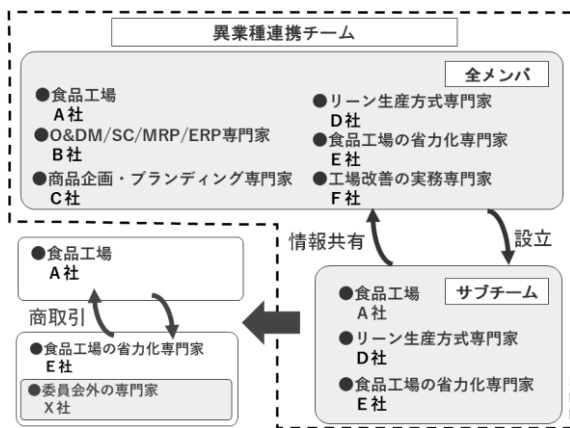


図5 異業種連携チーム チーム外とも連携した課題解決

の「コト」を元に課題発見/優先度評価」で挙げた解決優先度の高い課題に対し、図4に示す通り、「異業種連携チーム」内で解決対象課題の分野に精通したメンバーがサブチームを形成し、課題解決策の仮説を検討及び検討した仮説の試行及び評価を行う。この際、図5に示す通り、「異業種連携チーム」外で、課題解決のために有益な企業などがあれば、積極的に連携をはかる。

「(6)ソリューション開発」及び「(7)ソリューション提供」では、「異業種連携チーム」内及び外部連携した企業において、図4及び図5に示す通り、「(6)課題解決ソリューション仮説・試行」で検証されたソリューションの実装が可能なメンバーが、対象の中小食品工場に、商行為として実装したソリューションを提供する。

これにより、従来の中小食品工場と中小食品機械メーカーとの2社の関係だけでは困難であった課題の解決に資すると共に、中小機械メーカー及び食品機械業界未参入の製造業の新規事業開拓に貢献する。

さらに、対象の中小食品工場が参加のもと、一度「(3)顧客の企業活動分析・ヒアリング」の作業により、中小食品工場の企業活動全体や「製造」及び「製販一体化」のプロセスの可視化と、「(4)顧客の「コト」を元に課題発見/優先度評価」の課題発見以降の手順を行うことで、中小食品工場自身が、自律的かつ継続的に工場改善を行うようなきっかけ作りとな

る。また、「異業種連携チーム」内のメンバー間でも異なる専門分野の技術者同士の連携により、相互のスキルアップにつながるなどの人材教育としての利点もある。

#### 4. 異業種連携チーム方式の検証実験

##### 4.1 異業種連携チーム編成

提案する「異業種連携チーム方式」の有用性を検証するため、令和4年度に当研究所所管の「食品工場支援技術研究委員会」（食品工場：2、大学：2、技術士事務所：1、公設試：1、製造業：2から構成）を設立し、さらに「食品工場支援技術研究委員会」委員から、同委員会委員である食品工場に対して「異業種連携チーム」を編成し、「異業種連携チーム方式」の検証実験を行っている。

まず、本委員会の設立における委員の選定では、当研究所が地域、業界などの枠を超えて、これまで実施してきた当研究所の事業活動における共同研究企業、機械振興会館及び当研究所の入居団体、学会、日本技術士会、ORiN協議会などの標準化活動などにより構築した人脈を積極活用してきた。そして、食品工場において適切な製品を開発し、その販売方法とその製造方法を組み合わせ、最適な業務フローの実現（「良い製品」、「良い製販一体化」及び「良い製造」）に応え得る方に、委員として参加いただいている。この「良い製品」、「良い製販一体化」及び「良い製造」の視点における各委員の役割は次の通りである。

##### ● 「良い製品」のための支援

商品企画や商品ブランディング専門家（以下、「商品ブランディング専門家」という）

##### ● 「良い製販一体化」のための支援

受注・納品計画(O&DM: Order and Delivery Management)から、大日程・中日程計画を立案し、その結果から資材所要量を割り出し、資材在庫を引き当て、不足する資材を発注・納品管理を行うなどのMRP(Material Resource Planning)とSCM(Supply Chain Management)、小日程計画に基づく人員及び設備割当などのERP(Enterprise Resource Planning)、生産スケジューリング(Manufacturing Scheduling)及び生産実行管理システム(Manufacturing Execution System)などを一貫して担当する専門家（以下、「O&DM/SC/MRP/ERP 専門家」という）

##### ● 「良い製造」のための支援

生産ラインの現状を見える化し、ボトルネック工程の発見及び7つのムダ（加工のムダ、在庫のムダ、不良手直しのムダ、手持ちのムダ、作り過ぎのムダ、動作のムダ及び運搬のムダ）の削減に関するコンサルティングを行っている専門家（以下、「リーン生産方式専門家」という）、工場現場の工程改善の実務経験と知見を有している専門家（以下、「工場改善の実務専門家」という）及び食品工場の工程改善に特化した経験、要素技術及び商材を有する専門家（以下、「食品工場の省力化専門家」という）

##### ● 「コーディネーター」

「異業種連携チーム」を編成して、中小食品工場に対して

支援活動を実施する際、「異業種連携チーム」による活動を俯瞰的及び細分的に把握し、「異業種連携チーム」内の専門家領域を超えた課題が発生した場合は、積極的な外部連携も行うなどのプロジェクト管理を行う専門家（以下、「コーディネーター」という）

つぎに、「異業種連携チーム方式」による中小食品工場の支援の可能性を検証するため、これらの委員から、同委員会委員である中小食品工場2社に対し、「異業種連携チーム」として、それぞれ「異業種連携チーム1」、「異業種連携チーム2」を編成した。

## 4.2 検証実験の進め方

「異業種連携チーム方式」の検証実験では、「異業種連携チーム1」及び「異業種連携チーム2」による実験を同時に進めた。ただし、「異業種連携チーム1」では、食品工場が「良い製販一体化」及び「良い製造」の2点に関する問題意識が高く、「異業種連携チーム2」では、「良い製造」に関する問題意識が高かった。

そこで、「異業種連携チーム1」では、「良い製販一体化」及び「良い製造」の2つの課題に着目し、「異業種連携チーム2」では、「良い製造」の課題に着目した支援活動の検証実験を進めることとした。まず、「異業種連携チーム1」の2つの課題のうち、「良い製販一体化」について議論を進めた結果、本分野の支援の専門家である「O&DM/SC/MRP/ERP 専門家」が課題解決を進めることとした。なお、この内容は製造業のDX（デジタルトランスフォーメーション）を進める上で、探索的に進める必要がある。そのため、具体的な「O&DM/SC/MRP/ERP 専門家」として大学教員を充てた。これにより、本課題解決のプロセスが、教育の一環として学生の実習となり、人材育成としても有益となった。次に、「良い製造」のための支援に対しては、「異業種連携チーム1」及び「異業種連携チーム2」ともに、強い関心があり、各チームが支援活動の検証実験を進めることとした。具体的に、「良い製造」を支援する方法として、(1)生産ラインの現況を見える化し、ボトルネック工程の発見及び7つのムダ（加工のムダ、在庫のムダ、手直しのムダ、手待ちのムダ、作り過ぎのムダ、動作のムダ及び運搬のムダ）を明らかにする作業（以下、「工程の見える化」という）と、(2)明らかになったボトルネック工程や7つのムダの改善（以下、「工程改善作業」という）とを連携させて持続的に活動できるようにすることが重要である。しかし、「異業種連携チーム1」及び「異業種連携チーム2」ともに、「工程の見える化」では、まずは対象の工場や生産ラインの現況を客観的に示す作業が必要であり、「工程改善作業」では、「工程の見える化」と連携した活動を行う前に、不良を起こし易い工程や人手に頼り自動化が喫緊の課題である工程があったため、それらの個別改善を優先する必要があった。そこで、当面は、「異業種連携チーム1」及び「異業種連携チーム2」ともに、「工程の見える化」と「工程改善作業」とを、個別に進めることとした。

以下、令和4年度に実施した「異業種連携チーム1」及び

「異業種連携チーム2」の支援活動の進捗について、「良い製造」のための「工程の見える化」と「工程改善作業」の検証実験の状況は次の通りである。

## 4.3 検証実験の状況

### 4.3.1 異業種連携チーム1

「異業種連携チーム1」の支援対象は、ソース、ドレッシング、めんつゆ、調理たれ、レトルトパウチ調味料などの一般食品の製造販売を行う食品工場である。

「工程の見える化」については、工場の生産ラインの現況を見える化のため、「リーン生産方式専門家」と、「コーディネーター」としての当研究所が、同工場のレトルトパウチ調味料の生産ラインについて、生産ライン内の各工程の入力と出力を表形式で整理する手法であるSIPOCを用いて、工程を分析する作業を進めた。また、工程間の関係や流れを記述する手法であるVSMを用いて、工程の流れの記述を進めた。さらに、同生産ラインの全体のリードタイムや各工程を必要に応じて準備、加工、移動などの作業に細分化して、各タクトタイムの記述を行うタイムラインの作成を進めた。これらの作業は、将来的に同生産ラインのレイアウト変更などがあつた場合でも、食品工場自身で対応できるように、支援者が一方的に行うのではなく、食品工場担当者と共同で作業を進めた。

「工程改善作業」については、予め食品工場側が潜在的に感じていた4件の工程改善の課題があつた。これら4件の課題に関わる工程は、いずれも明らかに自動化が不足しており、早急な工程改善が必要であるが、うち3件は「食品工場の省力化専門家」が対応可能であることがわかつたため、同専門家が対応を進めることとした。残り1件の課題が、レトルトパウチ調味料の生産ラインの不良撲滅と自動化であり、本課題の解決を「工場改善の実務専門家」、「食品工場の省力化専門家」及び「コーディネーター」を主としたメンバーが取り組んだ。

具体的には、同社のレトルトパウチ調味料の製造ラインでは、レトルトパウチへの調味料充填工程は専用機により自動化されているが、その後工程としての計量、金属検査、冷却、除湿などの工程を汎用コンベアでつなぎ、最後工程で人手による梱包作業を行っている。レトルトパウチ調味料の生産において改善が急がれるのは、レトルトパウチに空くピンホールの発生による不良の撲滅である。ピンホールの発生による不良は、冷却工程において、冷却水槽内で、レトルトパウチ調味料を冷水水流により攪拌冷却しているが、この際にレトルトパウチ調味料同士の干渉によりピンホールが発生していると推測される。そこで、冷却工程におけるレトルトパウチ調味料同士の干渉を避けるため、レトルトパウチ調味料をチェーンコンベアで挟み込んで固定した上で冷却水槽を通すことを検討している。そのために調味料充填工程の専用機から、冷却水槽までレトルトパウチ調味料が移動する間で、レトルトパウチ調味料の裏表、回転方向を整列させる必要がある。これらを行うためには、裏表・回転方向を整列させる汎用コ

ンベアなどを導入することが考えられるが、工場スペースや既存ラインの配置などの制約により、これらの装置を導入することは困難である。そこで、汎用コンベアに頼ることなく、様々な方法を検討するとともに検証実験を進めた。

#### 4.3.2 異業種連携チーム2

「異業種連携チーム2」の支援対象は、かりんとうの製菓会社である。「工程の見える化」については、かりんとうの生産ラインのうち、特色のあるかりんとうの生産ラインを対象とした。「工程の見える化」は、「リーン生産方式専門家」と「コーディネーター」としての当研究所が、同製菓会社担当者と共に、特色のあるかりんとうの生産ラインを対象に、SIPOC、VSMによる生産ラインの現況の見える化作業を進めた。

「工程改善作業」については、予め同製菓会社側が潜在的に感じていた7件の課題があった。しかし、これら7件の課題のうち、特に3件は明らかに自動化が進んでおらず、人手で行っている工程である。さらにそのうちの1件は、現在人手で行っている特色のあるかりんとうの蜜掛け工程及び同工場後に行く、かりんとう同士のほぐし工程にある。特に、蜜掛け工程は、コストを体得していないとできない作業であり、現在同工場の中で作業が熟練者に限定され、自動化が求められる。そこで、蜜掛け工程の自動化の課題に注力し、「工場改善の実務専門家」、「食品工場の省力化専門家」及び「コーディネーター」を主とするメンバーが取り組んだ。

具体的には、現状の蜜掛け作業は、人手で行っているものの、蜜掛けしたかりんとうとしては良品であるため、蜜掛け工程を自動化した場合の温度による影響や、適切な条件を明らかにすることとした。具体的には、地方独立行政法人 東京都立産業技術研究センター 食品技術センターの粘度計を借用し、特色のある蜜の温度と粘度の関係などの物性を測定し、さらに、放射温度計などを活用して、現状の各工程における蜜温度、素揚げかりんとう、蜜掛けを終えたかりんとう及びレボリングパンなどの温度を明らかにした。さらに、現状の人手による蜜掛け作業の一部を自動化するため、先に調査した温度条件を保持しつつ、ある食品機械メーカーに協力を得て、同メーカー製の装置を借用し、特色のある蜜掛け実験を行った。その結果、これまで人手で行っていた蜜掛け作業の一部を自動化できることが明らかとなった。ただし、かりんとうの仕上がりとしては、従来工程とは異なる仕上がりになった。今後は、仮に本実験で使用した装置を用いる場合、より良いかりんとうを製造するための温度条件などについて明らかにしていく必要がある。

#### 4.4 今後の計画

まず、「異業種連携チーム1」及び「異業種連携チーム2」の検証実験は、現状途上段階であるため、令和5年度中には中間成果を出せるように、検証実験を進める。これにより、「異業種連携チーム1」及び「異業種連携チーム2」の支援対象の中小食品工場の課題解決に資すると共に、各中小食品工

場の自律的、かつ継続的な改善活動の促進を促す。また、「異業種連携チーム1」及び「異業種連携チーム2」に参加したメンバー間で、異なる専門分野を持つ技術者同士の連携による相互のスキルアップについても確認する。

つぎに、令和5年6月6日(火)～9日(金)に、東京ビッグサイトで開催されるFOOMA JAPAN 2023に「異業種連携チーム方式」に関して出展し、それをもとに、新たな支援対象の食品工場を決めて、「異業種連携チーム3」の設置を検討し、「異業種連携チーム方式」の改良と普及活動を進める。

#### 5. おわりに

当研究所が実施する「食品工場支援事業」の活動成果として「中小食品工場の課題」、中小食品工場の多様な課題を解決するために考案した「異業種連携チーム方式」及び「異業種連携チーム方式の検証実験」について報告した。

「中小食品工場の課題」では、中小食品工場では、工程内作業の自動化及び工程間作業の自動化不足であることが見受けられた。さらに、中小食品工場の経営の視点に立つと、「製造」に関する課題のみならず、「製品開発」及び「製販一体化」に関する課題が散在していることがわかった。

そこで、本「中小食品工場の課題」を解決するため、「製品開発」、「製造」及び「製販一体化」の各分野の専門家による「異業種連携チーム方式」を考案した。

さらに、提案した「異業種連携チーム方式」の検証実験を進めており、その状況を報告した。今後は、本検証実験を更に進め、「異業種連携チーム方式」の改良及び成果の普及活動を進める予定である。

本報が、中小食品工場の経営改善に資するとともに、食品機械メーカー及び食品機械業界未参入の製造業の新規事業開拓に貢献し、食品機械業界及び機械産業発展の一助となれば幸いである。

#### 参考文献

- 1) 一般財団法人機械振興協会:令和5年度事業計画書及び予算書 Website: <http://www.jspmi.or.jp/>
- 2) 高橋儀光:“第4回ソリューション指向の新事業開発のプロセス”,日本能率協会コンサルティング, [https://www.jmac.co.jp/column/opinion/016/takahashi\\_004.html](https://www.jmac.co.jp/column/opinion/016/takahashi_004.html), (2019)
- 3) 木村利明:“生産技術の異分野適用のための企業活動参照モデル—農業分野への適用事例—”,開発技術学会誌 Volume 24, 2018, pp.1-18(2018)
- 4) IEC 62264-1:2013 Enterprise-control system integration - Part 1: Models and terminology