

農林水産省

令和5年度食品ロス削減総合対策事業のうち食品ロスを削減するための
新技術の導入促進調査等事業

食品ロス削減の新技術調査 報告書

Ver.3.0

令和6年4月26日

戦略農業振興支援ネットワーク合同会社

目次

1. はじめに.....	3
2. 食品ロスの実態と削減技術	4
2.1 背景	4
2.2 食品ロス削減の未来像	5
2.3 目的と食品ロス削減の新技术マップ	7
3. 食品ロス削減の新技术マップ.....	8
3.1 新技术の「ロス発生場所」による分類.....	8
3.2 新技术の「技術レベル」による分類.....	10
4. 調査手法.....	12
4.1 アンケート調査の手順・内容	12
5. 結果.....	14
5.1 新技术の動向.....	14
5.2 新技术の各論.....	15
5.2.1 製造業	16
2.過熱蒸煎機.....	20
3.味覚センサー	22
4.ガス置換包装.....	25
8.AIによる画像処理を用いた自動除骨技術	40
5.2.2 流通業	64
5.2.3 小売業	78
5.2.4 飲食宿泊業.....	94
5.3 新技术 MAP	111
6. 所感	114
7. 資料.....	117
7.1 表2 取材先一覧	117
8. 執筆者.....	119

1. はじめに

持続可能な社会を築くために、食品ロス削減の重要性がますます高まっている。日本の食料自給率が令和4年度において38%という数字は、食料安全保障が不安定化していることを浮き彫りにしている。特に、SDGsのゴール2で掲げられている「飢餓をゼロに」への取り組みは喫緊の課題であり、我が国が果たすべき重要な使命である。

農林水産省の発表によれば、令和3年度の食品ロス量は523万トンにも上り、これは国民一人当たり毎日116g、つまりおにぎり1個分の食品ロスに相当します。このような食品ロスが生じる中、厚生労働省の統計によれば、令和4年度の食品輸入重量は3192万トンにも及び、海外への依存度が高まっている。

食品ロス削減は単なる経済的な効果だけでなく、国際的な政治的なリスクや天候による変動に対する備えとしても重要である。もし食品ロスが削減されれば、海外から日本へ輸出する量を減らせ、その分飢餓を減らせるかもしれない。しかし、この課題を解決するには、食品産業に携わる組織が積極的に新技術を活用し、サプライチェーン全体で取り組む必要がある。

この報告書は、持続可能な社会を実現するための一助となるべく、食品ロス削減への取り組みに関する情報を提供するものである。これをきっかけとし、我が国の食料安全保障と持続可能な未来の実現に向けて力を貸していただきたい。

2. 食品ロスの実態と削減技術

2.1 背景

WWF と Tesco による 2021 年の報告書 (Driven to Waste: Global Food Loss on Farms) によると、世界では年間約 25 億トンの食品が廃棄され、これは生産される食品の約 40% に相当する。この食品ロスは、地球規模での食料不足や環境問題の原因となり、環境保全、資源管理、経済的損失の削減という多角的な観点から国際的に注目されている。日本では、政府が食品ロス削減を国家戦略の一環として位置づけ、複数の法令や政策を施行している。

2001 年に施行された「食品リサイクル法」は、食品産業におけるリサイクルの推進を目的としており、食品製造業者や小売業者に対し、廃棄される食品の量を減少させることとリサイクルの促進を義務づけている。2013 年の改正では、事業者に対しより詳細な報告とリサイクル率の目標設定が求められた。この法律の下、食品廃棄物の詳細なデータ収集が行われ、平成 26 年 (2014 年) から 3 年ごとに「食品産業リサイクル状況等調査」が実施されている。さらに、日本政府は SDGs に対応するため、2019 年に「食品ロス削減推進法」を制定した。この法律は、消費者への教育や啓発、事業者の取り組みを促進することを目的とし、食品ロス問題に対する国民の意識改革を目指している。これらの法令と政策の下で、食品ロスの削減に向けた様々な取り組みが進められている。

農林水産省及び環境省により公表された食品ロス量の推計最新の公式統計によると、令和 3 年度の日本の食品ロス量は 523 万トンに達した。これは、平成 24 年度以降の最小値である令和 2 年度の 522 万トンに近い数値である (図 1)。このうち、事業系からの食品ロスは 279 万トン、家庭系からの食品ロスは 244 万トンで、食品ロスの半分以上は事業系に由来する。事業系食品ロスの業種別内訳は、製造業が 125 万トン (45%)、外食産業 80 万トン (29%)、食品小売業が 62 万トン (22%)、食品卸売業が 13 万トン (5%) となっている。食品リサイクル法による 2030 年までの目標は、2000 年度比で事業系食品ロスを半減させることであり、達成に向けて時間的猶予はほとんど残されていない。

食品ロス量の推移（平成24～令和3年度）

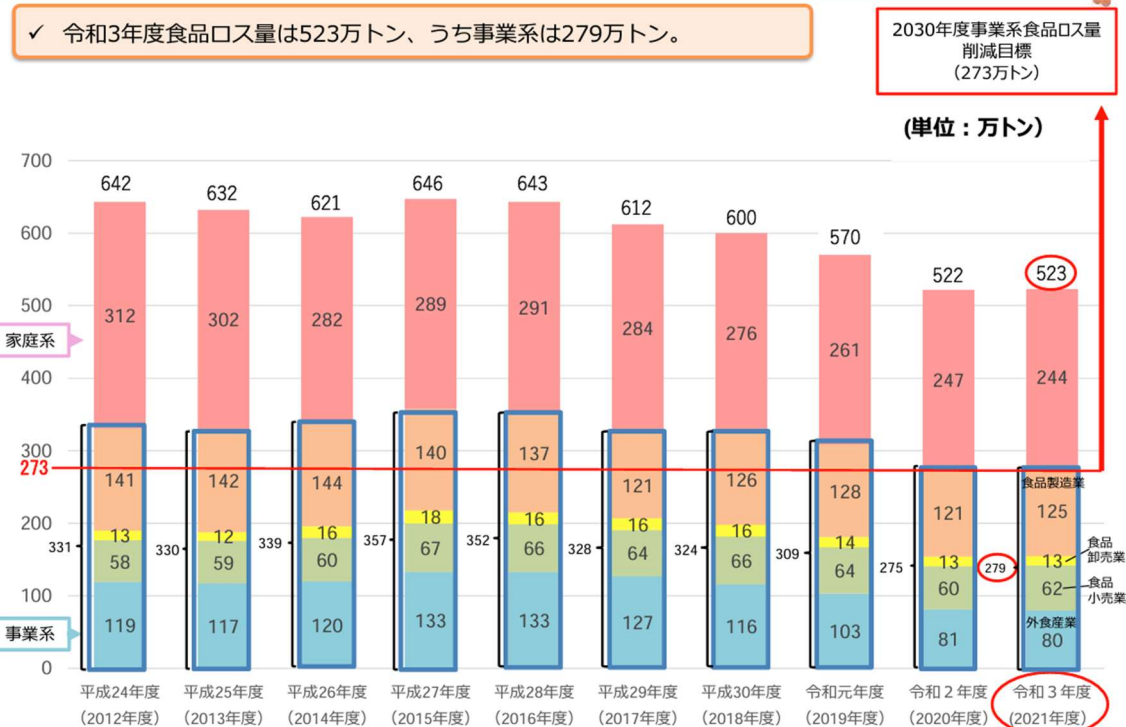


図1 平成24～令和3年度における日本の食品ロスの発生量の推移。農林水産省による報道発表資料「最新の食品ロス量は523万トン、事業系では279万トンに」中の添付資料より引用 (<https://www.maff.go.jp/j/press/shokuhin/recycle/230609.html>)。)

2.2 食品ロス削減の未来像

食品ロスを削減するための技術的進歩は、私たちの日常生活の中で顕著な変化をもたらしている。例えば、未来の家族が集まる食卓には、食品ロスを削減するための革新的な技術が組み込まれており、料理は自動化されたキッチンシステムによって、注文に基づいて正確な量だけ調理される。また、余分な食材の消費を避けるため、食品は必要な分だけ提供され、残り物は発生しない。この食卓では、ロボットがサービングを担当し、食事の準備から片付けまでを行う。また、インテリジェントな食品管理システムが食材の鮮度を監視し、消費期限が近づいている食品を優先的に使用するよう指示する。これにより、食品の無駄が大幅に減少する。

食品ロスの削減は、食卓だけでなく、供給チェーン全体での取り組みが必要である。図2に示すのは、食品の選別から包装、配送までを自動化することで、食品ロスを削減する未来の生産ラインの様子である。このシステムでは、食材は需要に応じて正確に加工され、過剰生産が抑制される。また、最適な条件での保存と迅速な配送が保証されることで、食品の鮮度が維持され、廃棄される食材の量が大幅に減少する。



図2 食品ロス削減が進んだ未来の図 AMU 経営研究所にて作成

2.3 目的と食品ロス削減の新技术マップ

本調査の目的は、'民間事業者向け'に、現時点で有効あるいは有望な技術を、'技術レベル別'に調査し、新技术を概観できる食品ロス削減の新技术マップを作成することである。民間事業者向けとしたのは、食品ロスの半分以上は事業系食品ロスが占めるため、事業のサプライチェーン上で様々な役割を担う民間事業者の行動の変化が、食品ロスの削減に影響を与えるからである。'技術レベル別'としたのは、これまでの作成された調査や報告の多くは、食品ロスの現状の把握や一般的な削減手法に焦点が当てられ作成されているからである。しかし、将来のイノベティブな削減には、実用段階にある技術から新技术・開発中の技術まで包括的に事例を紹介することが有益だと判断した。

【マップの使い方】

このマップは、食品ロス削減のための技術革新や開発動向を明らかにし、民間事業者の政策策定や事業戦略に役立つ資料を提供することを目指している。また、補助事業などの国の施策に生かしたり、中小企業診断士をはじめとする企業支援者が食品ロス削減に取り組む際の参考資料として利用できるだろう。

食品ロスの半分以上は事業系食品ロスが占めるため、民間事業者の行動は食品ロスの絶対量に絶大な影響を与える。サプライチェーンにおいて様々な立場にある事業者に行動を促すには、食品ロス削減に効果的な最新の技術を一望できる調査報告書が有用である。しかし、これまでの多くの調査や報告は、食品ロスの現状把握や一般的な削減手法に焦点を当てており、既に実用段階にある技術だけでなく新技术や開発中の技術を総合的に包括する事例はまだ十分ではない。そこで、本調査の目的は、現時点で有効あるいは有望な技術を技術レベル別に調査し、新技术を概観できる食品ロス削減の新技术マップを作成することである。この食品ロス削減の新技术マップは、食品ロス削減のための技術革新や開発動向を明らかにし、民間事業者の政策策定や事業戦略に役立つ資料を提供することを目指している。

新食品ロス削減マップの調査手法は以下の通りである。

【調査手法】

- (1) 有効または有望な食品ロス削減の取り組みを広範囲にリストアップするため、農林水産省の食品産業リンク集(2024年1月22日現在)に掲載されているすべての業界団体に対してヒアリング調査を実施。
- (2) 得られた情報を基に、関連企業への取材を行い、食品ロス削減に関連する個別の事例を詳細に調査。
- (3) 現在進行中の最新技術や取り組みに関するできるだけ解像度の高い情報を収集するため、上記の業界団体や個別の企業への現地ヒアリングを実施。
- (4) 新技术の可能性や実際の効果を明らかにし、食品ロス削減の具体的な戦略を提案。

【新食品ロス削減マップの特徴】

- ✓ 現時点で有効あるいは有望な技術を技術レベル別に調査
- ✓ 技術レベル別に調査し、全体を鳥瞰できる
- ✓ 見やすく実用的

3. 食品ロス削減の新技術マップ

ここでは、本報告書で作成する食品ロス削減に効果的な技術を一望できる「食品ロス削減の新技術マップ」の構成を説明する。この「食品ロス削減の新技術マップ」は、様々な状況に置かれる各事業者がそれぞれのニーズに合った手法を簡便に把握できるように、各技術を1) 食品ロス発生場所と2) 技術レベルの2つの観点から分類し、マトリックス図にまとめたものである。以下には1)と2)の各観点において、どのような区分で新技術が分類されるのかを詳細に説明する。また、新技術の各論(5章)では、「食品ロス削減の新技術マップ」を概観して興味を持った新技術の詳細な知見を得られるように、各技術の技術名、導入時期、背景、効果、導入や運用の留意点など、事業者には有益な情報についても報告する。

3.1 新技術の「ロス発生場所」による分類

ロス発生場所について、ロス発生原因に着目し4つに分類する。本報告書ではロス発生場所を1)製造、2)流通、3)小売、4)飲食宿泊の4つに区分する。ロス発生場所をこの4つに区分する理由は、これらのロス発生場所ではロスの発生原因や特性が大きく異なるためである。また、各事業者が食品ロスへの対策を講じる際には、ロス発生場所を特定することで、効果的な解決策の立案に繋がる。従って、このように区分することで、事業者は食品ロス削減に向けた具体的かつ効率的な戦略を策定することが可能となる。なお、食品ロス発生場所として、食品サプライチェーンの原点である原材料調達(つまり、原材料の生産が行われる場所)は本調査の実施要領の対象外であるため除外した(食品ロス削減総合対策事業のうち食品ロス削減等課題解決事業実施要領を参照)。

表1 食品ロス発生場所

場所	食品ロスが発生する原因
製造	製造プロセスの不備、品質管理の問題、機械の故障、人為的ミス
流通	輸送中の損傷、温度管理の失敗、配送の遅延、過剰在庫、賞味期限の管理不足など
小売	食品管理の問題、購入過剰、誤った保存方法、料理の際の無駄使いなど
飲食宿泊	調理過程で発生する食材の損失、客の食べ残し、過

	剰な食材の購入
原材料調達	気象条件や収穫技術の不備による収穫時の損失, 不適切な条件下での輸送

まず、1) 製造は、原材料が最終製品に変換される過程での食品ロスを指す。この段階のロスは、製造プロセスの不備、品質管理の問題、機械の故障、人為的ミスなどによって引き起こされる。例えば、製パン工程における生地の過剰な廃棄、飲料製造での充填過程での漏れ、食品の加工過程での切り落としや形状不良による廃棄などが挙げられる。製造・加工段階での効率化、プロセスの最適化、廃棄物の再利用方法の開発が、このフェーズでの食品ロス削減の鍵となる。また、製造設備の近代化やデータ分析を活用した生産管理により、ロスの発生を抑制することも可能である。

次に、2) 流通における食品ロスは、製品が製造業者から小売・飲食・宿泊業者に届くまでの過程で発生する。このフェーズでは、製品が物理的に移動し、多くの手を渡るため、様々な原因でロスが生じる。この段階での食品ロスの主な原因には、輸送中の損傷、温度管理の失敗、配送の遅延、過剰在庫、賞味期限の管理不足などがある。例えば、スーパーマーケットでの野菜や果物の廃棄、賞味期限が近い製品の販売不振、パンや惣菜の日々の売れ残りなどが挙げられる。このフェーズでの食品ロス削減には、最適な輸送ルートの選定、適切な温度管理、ジャストインタイム配送、データ駆動型の需給予測、製品の包装改良や保存技術の向上などが効果的な手段である。

次に、3) 小売における食品ロスは、スーパーマーケット、食料品店、その他の食品販売店で消費者に届ける前に失われる食品のことを指す。この段階での食品ロスは、多くの場合、賞味期限の管理不足、過剰発注、外見基準の厳格さによるものである。具体的には、小売店では商品の賞味期限や消費期限が近いために売れ残り、結果として廃棄されることがある。また、予測と実際の需要が一致しないことによる過剰発注も、食品ロスを引き起こす一因である。さらに、果物や野菜などの外見が完璧でない場合、消費者の購買を促すことが難しく、これも食品の廃棄につながる。これらの問題を解決するためには、まず在庫管理と需要予測の精度の向上、賞味期限が近い商品を特別価格で提供すること、外見に欠陥があるが品質に問題のない食品を、「規格外品」として割引価格で販売することなどが有効である。

最後に、4) 飲食宿泊における食品ロスは、レストラン、カフェ、バー、その他の飲食施設で準備、調理、提供された食品が最終的に消費されずに廃棄される事象を指す。これには、調理過程で発生する切り落としなどの食材の損失、客の食べ残し、過剰な食材の購入や調理による在庫の過剰が含まれる。具体的には、飲食店ではメニューの選択肢が多すぎることで、一部の料理が頻繁に調理される一方で、他の料理がほとんど注文されず、結果として廃棄されるケースがある。また、ポーションサイズが大きすぎるために、顧客が食べきれずに残す場合もある。これらの食品ロスを削減するために、飲食店はまず、メニューの見直しを行う必要がある。メニュー項目の数を減らし、より人気のある料理に焦点を当てることで、食材

の使用を最適化し、廃棄物を減らすことができる。また、顧客の好みや食べ残しの傾向を分析し、ポーションサイズを調整することも効果的です。小さなサイズのオプションを提供することで、顧客が必要以上の食物を注文することを防ぎ、食べ残しを減らすことも可能である。

3.2 新技術の「技術レベル」による分類

本報告書では技術レベルの完成度の違いに合わせて、技術レベルを 1. 研究, 2. 開発, 3. 実証, 4. 市場投入の 4 つに区分する。食品ロス対策を技術レベルで区分する理由は、異なる開発段階の技術が異なる対策に適しているためである。このように区分することで、技術の成熟度に応じた適切な対策や投資判断が可能となり、食品ロス削減の効果的な推進に繋がる。各技術レベルの特徴を理解することは、戦略的な資源配分や優先順位付けに不可欠である。

まず、1. 研究は技術やアイデアが実験室や小規模な試験環境での実証に移る段階である。この段階では、理論や初期の発見が具体的な技術やプロトタイプへと発展し、初期の実用化が試みられる。ここでの重点は、技術の機能性、安全性、実用性の評価と改善である。研究段階の技術は、実際の現場での応用に向けた改良を経て、次に開発段階、実証段階、市場投入へと進む。研究段階における成功は、技術の実用化に向けた重要なステップであり、長期的な技術の改良開発と資金投資が伴うことが一般的である。

次に、2. 開発は、食品ロス削減における新技術開発の初期段階である。この段階での技術は、まだ概念的または理論的な研究に留まっており、具体的な製品やプロセスの形を取っていないことが特徴である。例えば、食品の鮮度を長持ちさせる新しい包装材料の開発、廃棄物を有効活用するための新しい生物学的処理方法の研究などが含まれる。これらの技術は、実験室レベルでの概念検証や基礎研究が主な焦点であり、実際の製品化や市場導入には至っていないのが通常である。開発段階の技術は、将来的な可能性は高いものの、リスクも伴うため、さらなる研究と開発が必要である。この段階の技術開発には、通常、大学や研究機関、スタートアップ企業などが関与しており、革新的なアイデアやアプローチが試みられることが多い。また、食品ロス削減において大きなブレークスルーを生む可能性を秘めているが、実用化にはしばしば長期的な視点と持続的な研究開発の投資を必要とする。新しいアイデアや技術が実際に市場に適用されるまでには、多くのハードルが存在し、実証段階や市場化段階への移行には、技術的な成熟度の向上、コスト効率の改善、安全性や環境への影響の評価など、多くのステップを経る必要がある。

3. 実証は、技術開発のプロセスにおいて、実験室や小規模テストから実際の運用環境へ

と移行する段階である。この段階では、技術の実用性、効率性、コスト効果が評価される。例えば、食品保存技術の分野で開発された新しい冷蔵システムが、実際のスーパーマーケットでテストされるケースがある。また、廃棄物をエネルギーに変換する技術が、特定の食品加工施設での実証テストを行うことも考えられる。この段階での成功は、技術が市場に適応可能であり、広範囲にわたる実用化への道を開く重要なステップである。実証段階の技術は、パイロットプロジェクトや限定的な導入を通じて、その効果や実用性を確かめることが一般的であり、これにより技術の成熟度が高まる。

4. 市場投入は、技術が実証テストを経て商業化され、広く市場に導入される段階である。この段階の技術は、実用性、安全性、コスト効率などが十分に検証され、消費者や業界に受け入れられている。例としては、食品の鮮度を保つための高度な包装技術や、食品廃棄物を効率的にリサイクルするシステムが挙げられる。これらの技術は、既に市場で広く利用されており、その効果と実用性が確認されている。市場化段階の技術は、さらなる改良を経ながらも、一般的な使用に耐えうる品質と信頼性を備えている。また、市場投入された技術は、産業標準や規制の対象となることもあり、その影響は業界全体に及ぶ。

4. 調査手法

4.1 アンケート調査の手順・内容

食品産業に関連する業界団体の母集団からできるだけ偏りなく、網羅的に情報を得るため本調査では農林水産省の食品産業リンク集(2024年1月22日現在)に掲載されている全ての業界団体に加え、そのリンク集に掲載されていないいくつかの業界団体にも赴き、アンケート調査を実施した。調査を実施した団体は合計127団体である。

アンケート調査では直接業界団体に足を運び対面での調査を行った。対面でのアプローチが困難な場合は、後日アンケート内容を記載した往復はがきを各業界団体へ郵送し書面での調査を行った。往復はがきの往信面と返信面への記載事項はそれぞれ図3と図4の通りである。

業界団体の皆様

お世話になります。この度、農林水産省の令和5年度食品ロス削減総合対策事業における新技術の導入促進調査等事業を、戦略農業振興支援ネットワークにて実施するにあたり、業界団体の皆様のお知恵をお貸しいただきたく、ハガキをお送りいたしました。当事業の目的は、食品産業において現技術や将来期待できる技術について、技術レベル別で新技術を調査し、新技術マップを作成することです。なお、食品ロス削減のうち3RでいうReduceに着目しております。つきましては、以下のアンケートのご協力を頂けるでしょうか？

ご記入者： _____

- 業界内の食品ロス削減への意識について
意識は高い ある程度ある 意識は低い
- 団体において食品ロス削減の取組みがある
取組がある：内容)
取組はない
- Reduceに資する新技術の有無について
新技術あり 例：
特に情報なし
- 推薦する技術や企業

ご協力ありがとうございました。

業界団体の皆様

お世話になります。
この度、農林水産省の令和5年度食品ロス削減総合対策事業における新技術の導入促進調査等事業を、戦略農業振興支援ネットワークにて実施するにあたり、業界団体の皆様のお知恵をお貸しいただきたく、ハガキをお送りいたしました。
https://www.maff.go.jp/j/supply/hozyo/kanbo/result_231106_042-1.html

当事業の目的は、食品産業において現技術や将来期待できる技術について、技術レベル別（市場化、実証、研究開発）で新技術を調査し、新技術マップを作成することです。なお、食品ロス削減のうち3Rの"Reduce"に資する新技術に着目し情報収集を行っております。アンケートのご協力を頂けるでしょうか？

図4 アンケート用往復はがきの返信面の文章。

4.2 ヒアリング調査の手順・内容

業界団体へのアンケート調査の結果、各業界団体が推薦する食品ロス削減に関する技術や企業の一覧が得られた。しかし、このような技術は企業が多くの資金と時間を投資して得られたものであるため秘匿技術になる場合もあり、協力が得られない場合もあった。そこで、これらの企業の中で食品ロスの取り組みをホームページで公開し、アピールしている企業は調査に協力してくれる可能性が高いと判断し、そのような企業に対し詳細なヒアリング調査を行った。また、農林水産省が食品ロス削減等課題解決事業として調査しているフードバンクに関する技術、段ボールなど外装のキズなどに関するデジタル技術、ダイナミックプライシング技術など(詳細は食品ロス削減総合対策事業のうち食品ロス削減等課題解決事業実施要領を参照)は本調査対象から除外している。

令和3年度の事業系食品ロスの業種別内訳は、製造業が125万トン(45%)、外食産業80万トン(29%)、食品小売業が62万トン(22%)、食品卸売業が13万トン(5%)となっている。従って、新技術マップに記載する新技術を業種別に分類すると、できるだけ同様の比率になるように新技術を選定した。新技術マップに記載する新技術や、その技術を提供若しくは利用するサプライヤー等の一覧を表2に示した。

5. 結果

5.1 新技術の動向

食品ロス削減は、サプライチェーンの各段階での技術革新によって推進されており、各段階でユニークな技術が改良開発されている。以下に、製造業、流通業、小売業、飲食宿泊業における最新技術動向を概観する。

まず、製造業では、自動化とアップサイクル技術が食品ロス削減の重要な柱となっている。自動化技術の精緻化は、製造過程の一貫性を保ち、人的誤差による無駄を劇的に減少させている。たとえば、食肉加工においては、AI と高度なセンサー技術を組み合わせた脱骨機が、骨と肉の分離を自動で行い、可食部の最大化を図っている。これらの技術は、資源の有効活用だけでなく、人的資源の効率化にも寄与している。さらに、製造プロセスで生じる副産物の価値向上への取り組みも注目されている。アップサイクル技術は、廃棄されがちな材料を有価物へと変換し、持続可能な生産サイクルを促進する。特に注目すべきは、青果物の残留物を再利用するプロセスである。これまで衛生面の問題が再利用の大きな障壁であったものの、高温乾燥技術の導入により、これらの材料を安全に、かつ衛生的に食品として再利用する道が開かれた。この技術は、食品安全基準を満たしつつ、廃棄物の削減と資源の有効活用の双方を実現している。

また、流通業では、データ駆動型の在庫管理システムと先端のコールドチェーン技術の導入により、食品ロスの削減が進んでいる。リアルタイムデータの活用と高度な分析により、在庫管理が革新され、製品の滞留期間の短縮とリードタイムの効率化が実現されている。特に、人工知能（AI）の進化は、需要予測の精度を飛躍的に高めている。これにより、需要の変動に応じた発注量の動的調整が可能となり、過剰在庫による食品廃棄のリスクが著しく低減している。さらに、データ駆動型のアプローチは、供給チェーン全体での効率化に寄与し、食品の鮮度と品質の保持を最適化している。加えて、コールドチェーン技術の進化は、温度管理が厳格に要求される食品の品質維持に不可欠である。最新のコールドチェーン管理システムでは、温度センサー、GPS トラッキング、リアルタイムモニタリング技術を組み合わせ、輸送中および保管中の食品が常に最適な環境下にあることを保証する。これにより、食品の劣化を大幅に抑制し、廃棄率を低下させることが可能になっている。これらの先進的な技術と手法は、流通業界における食品ロス削減の効果を大きく高め、持続可能な供給チェーンの構築に貢献している。また、これらの取り組みは、消費者への高品質な食品供給を維持しつつ、環境への負荷を減少させるという二重の目標を達成している。

また、小売業においては、在庫管理の効率化と消費者の購買行動に応じた販売戦略が食品ロス削減の鍵を握る。冷凍技術の応用により、特に賞味期限が短い商品の保存性が向上し、廃棄率が低減されています。例えば、コンビニエンスストアでは、冷凍されたおにぎりを店頭に展開し、購入時に加熱することで、新鮮さを保ちつつ、賞味期限切れによる廃棄を大幅に減少させている。さらに、動的価格設定システムの採用は、賞味期限が近づいている商品を特定し、価格を調整することで、これらの商品の販売を促進し、廃棄を防止している。こ

のようなシステムは、リアルタイムのデータフィードバックを活用しており、小売業者が在庫をより効率的に管理し、食品ロスを減少させることを可能にしている。

最後に、飲食業においても、食品ロスの削減に向けたイノベーションが活発に展開されている。このセクターでは、顧客の具体的なニーズに合致したメニュー提供が重要となり、食材の無駄を削減することが極めて効果的である。最先端技術の一例として、3D フードプリンタの利用が挙げられる。この革新的な技術は、顧客の注文に基づき、必要な量の食材を正確に、かつ迅速に提供する能力を持っている。この方法により、過剰な食材の使用を避け、食べ残しの問題を大幅に減少させることができる。さらに、この技術は、カスタマイズされた食体験を提供することにより、顧客満足度を向上させる効果も期待できる。一方で、食品の鮮度や品質の監視には、人間の五感（視覚、嗅覚、触覚、味覚、聴覚）を模倣したセンサー技術が利用されている。これらのセンサーは、食材の状態をリアルタイムで監視し、鮮度が落ち始めた場合には即座に警告を発することが可能である。このようなシステムにより、飲食店は食材の質を維持し、提供する料理の品質を最高レベルに保つことができる。結果として、顧客には常に新鮮で美味しい食事が提供され、食材の廃棄が最小限に抑えられる。

5.2 新技術の各論

各技術の技術名、概要、対象となる業種、サプライヤー、効果、導入・運用の留意点、今後の展望など、事業者には有益な情報について報告する。

5.2.1 製造業

1.賞味期限の UV レーザー印字（UV レーザープリンタ）

概要

UV レーザープリンタは、食品製造ラインにおける包装フィルムへの賞味期限などの印字に利用するプリンタである。CO2 レーザーなどの赤外域レーザーと違い、紫外域を使用することで熱による印字物へのダメージがなく、レーザーによる包装フィルムへの印字が可能である（図 1-1）。また食品製造ラインに合わせた装置の小型化が行われており、製造ラインを大きく変更することなく導入することができる。

■インク方式との違い

包装フィルムへの印字で主に利用されているサーマルプリンタなどのインク方式と異なり、UV レーザープリンタは包装フィルムの中の印刷層を発色させる。そのため、油・粉などによる印字の前工程における付着物の影響や、アルコール・熱殺菌工程の影響、搬送時の摩擦による印字の消失が起こらない点が特徴である（図 1-2）。また、従来のプリンタと異なりインクリボンなどの消耗品がなく消耗品コストが発生しないことに加え、交換メンテナンスが不要でインクリボン切れなどによる製造ラインの停止も発生しない。食品製造においては、印字消え・欠けやプリンタ起因の製造ライン停止に伴う食品廃棄ロスが発生しているが、UV レーザープリンタにより解消することができる。

サプライヤー

株式会社キーエンス

ユーザー例

食品メーカー

当技術を活かせる業種

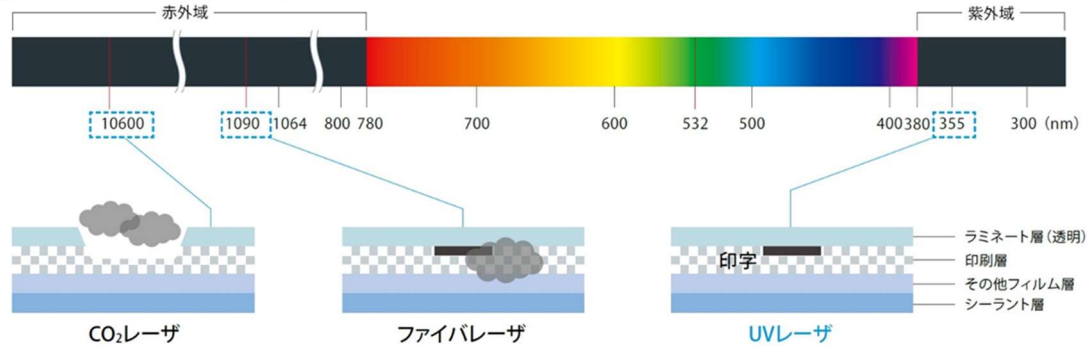
製造、流通

技術レベル

市場投入

イメージ図

(図1-1 UVレーザーと従来レーザーの違い)



(図1-2 従来のインク方式とUVレーザープリンタの違い)



(出所：株式会社キーエンス)

従来の問題点

- ・ CO₂ レーザー等の従来の方式は、包装フィルムに熱ダメージが生じるため印字ができなかった
- ・ 食品製造において、消費期限等の印字の消失に伴う食品廃棄ロスが発生していた
- ・ サーマルプリンタ等の従来のプリンタでは、メンテナンスやリボン切れによる生産ラインの停止が発生していた

技術の新規性

- ・ 紫外域の UV レーザーにより、包装フィルムへダメージの無いレーザー方式での印字を実現
- ・ 食品製造ラインに合わせた小型化を実現

期待される効果（AMUにて推定）

印字消えによる食品廃棄ロスや熱殺菌工程や搬送時の擦れに伴うため多くの製品で発生していると考えられ、UVレーザープリンタの導入による削減効果が期待される。生産ラインにおいて印字消えによる生産ロスが生産数量全体の1%とした場合、下記の削減効果が期待できる。

<算出式>

- (A) 1分間あたりの生産数量 40個
- (B) 1日あたりの生産時間 12時間
- (C) 1カ月あたりの稼働日数 25日
- (D) 生産数量全体に対する印字消えによる食品ロス 1%
- (E) 製品1個当たりの重量 100グラム

$$(A \times B \times C \times 12 \text{ カ月}) = 8,640,000 \text{ 個 (年間生産数量)} \times 1\% \text{ (廃棄ロス率)} \times 100\text{g} = 8.6 \text{ トン/年 (生産ラインあたり)}$$

SWOT分析

強み	機会
<ul style="list-style-type: none">・包装フィルムの内層に印字するため、水、油、擦りなどで印字が消えない・インク切れなどが生じないため、ダウンタイムがない・消耗品コストが発生しない	<ul style="list-style-type: none">・SDGsの社会的要請の高まり※UVレーザープリンタは消耗品（インクリボン）の生産・廃棄を削減できる
弱み	脅威
<ul style="list-style-type: none">・透明色のフィルムに印字ができない・成分表示などの大量印字には向かない・イニシャルコストが高い	<ul style="list-style-type: none">・従来のインク方式のプリンタに比べてイニシャルコストが高いことで、普及が進まない可能性がある

導入の留意点

- ・導入には製造ラインの調整を要する場合がある
- ・導入には包装機から受ける信号のIO仕様の確認が必要

運用の留意点

- ・印字ずれの防止として、印字する製品の振動を防ぐ必要がある

今後の展望

事業者が導入し、食品ロス低減の効果が期待できる場合、みどり税制等への適合など導入促進・支援制度の検討が期待される。

2. 過熱蒸煎機

概要

生産量の約 40%にのぼるとされている規格外農作物や、大根の葉のような未利用部位が多くの生産地で廃棄されている。

過熱蒸煎機を用いて、未利用部・規格外品・残渣などを 300°C~500°Cの過熱水蒸気で殺菌・乾燥を行うことで、食材の風味の劣化や酸化を抑え、栄養価を残しながら食材のパウダーを製造することができる。食材のパウダーを他の食品に使用することで、フードロスの削減・アップサイクルに繋げる。

サプライヤー

ASTRA FOOD PLAN 株式会社

ユーザー例

食品工場（野菜下処理工場、セントラルキッチンを持つチェーンの飲食店、飲料メーカー、豆腐工場、精米工場、製粉工場など） および農作物生産者

当技術を活かせる業種

製造

技術レベル

市場投入

イメージ図



出典：ASTRA FOOD PLAN 株式会社

従来の問題

規格外品、未利用部位などは生産地の土壌にすき込む、裏山に捨てるなどして処分されてきた。

技術の新規性

過熱蒸煎技術により、食材の風味の劣化と酸化を抑え、栄養価を残しながら殺菌・乾燥を行

うことができる。フリーズドライや熱風乾燥と比較すると乾燥時間が短く乾燥と同時に殺菌ができることが特徴。

期待される効果（AMUにて推定）

過熱蒸煎機を用いて製造された食材のパウダーを他の食材に使用することによってフードロス削減、アップサイクルに繋げることができる。規格外農作物などが原料として取引されることで、生産者の収益性が向上する。

SWOT 分析

強み	機会
<ul style="list-style-type: none"> ・食品の風味の劣化と酸化、栄養価の減少を抑えることができる。 ・乾燥時間が短く、連続して生産できるため、ランニングコストを抑えられる。 ・300℃～500℃での加熱殺菌ができる。 	食品ロス削減のニーズの高まり（SDGsに取り組む企業の増加）
弱み	脅威
<ul style="list-style-type: none"> ・過熱蒸煎の前に食材を小さくカットする必要があるため、食材の形を残せない。 ・食材のパウダーの使い道が十分に開拓できていない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・食品業界の保守的な風土

導入の留意点

- ・過熱蒸煎機の導入に加え、食材の下処理装置が必要。
- ・衛生的な食品製造施設内での製造が必要。
- ・パウダーの使用用途、販売先の検討が必要。
- ・生産者個人が装置を導入することはハードルが高い場合が多いため、たとえば地域JAなど別事業者が工場を運営する必要がある。

運用の留意点

- ・残渣処理ではなく食品加工となるため、食材の適切な下処理や洗浄が必要。

今後の展望

市場の拡大には、乾燥粉末化した食品の用途・仕向けについて検討すべき課題があるが、広く本技術を周知し、導入により食品ロス低減を達成した企業へのみどり税制適応などの支援が期待される。

3.味覚センサー

概要

世界初の味覚センサー技術。現在国内外 600 を超える食品メーカー、医薬品メーカー、公的研究所や大学で使用実績がある。味に係る多様なニーズ、例えばコンビニエンスストアやスーパーにおける地域ごとのプライベート商品開発、食品製造ラインでの品質管理、医薬品の味の改善（苦味の低減）、個人嗜好 マーケティング対応など様々な分野に活用されている。味覚センサーで、食品を先味で6項目、後味で3項目数値化することができ、他の食材をブレンドすることで、近い味を再現することができる。これまで利用されなかった食材を活用し、別の味を生み出すことができる。

サプライヤー

株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー

ユーザー例

三本珈琲株式会社

当技術を活かせる業種

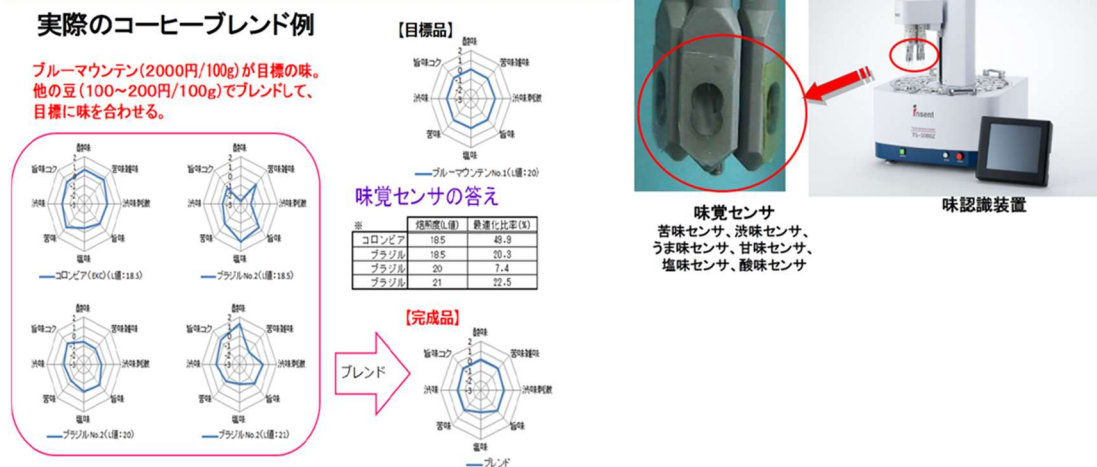
製造

技術レベル

市場投入

イメージ図

①従来廃棄していた余った食品原料を味覚センサーで最適設計して商品化



出典：株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー

従来の問題点

味覚センサーを使用するにあたり、検査する食品の前処理が必要で研究者以外の取り扱いが難しかった。うまみの測定範囲が狭く、うまみを測定するために別の測定をもう一度行う必要があった

技術の新規性

研究者しか扱うことができなかったセンサーを、実際に現場で使用するマーケティング部門、品質管理部門のスタッフでも扱えるよう操作性を改善。これにより汎用性が向上

期待される効果（AMUにて推定）

1. 地域・年齢の違いによる味覚の多様性に対応することが可能。地域・年齢に合わせたピンポイントの商品開発により、食品ロスを減らすことができる
2. 廃棄していた食材の味を数値化し、複数の食材を混ぜ合わせることで、美味しいと感じる味を作り出すことが可能。廃棄食材を減らすことができる
3. 廃棄していた食材から美味しいと感じる商品を製造することで食品廃棄が削減できる
4. 風味の劣化を数値で見える化することで、風味の劣化にこだわり賞味期限の長い商品を選ぶ消費者の行動を変え、食品廃棄を減らすことができる

SWOT 分析

強み	機会
長年の研究による食材の味覚に関するデータベース、味覚センサーによる地域・年齢による嗜好のデータを数字として共有可能	多様性が尊重される時代で、自分が美味しいものを食べたいというニーズの拡大
弱み	脅威
原料が農産物のため毎年価格・収量・味の変動が生じるため、データの見直しが常時必要	天気、湿度、日照時間等の変化による、人の味覚の変化

導入の留意点

・風味を感じる重要な部分である香りについては、人の感覚の方が優れており、香りについては人の官能評価が必要

運用の留意点

- ・辛みは味ではなく刺激なので、辛みの評価はできない
- ・複数の味が混在する場合、機械の数値と人間の感じる味に差異が生じる

今後の展望

食品ロス削減に向け「手前どり」等、新たな消費行動の啓蒙活動を加速するなかで、「味」を定量的に評価する技術は、消費者に「まだ食べられる」指標を提供することで食品ロス低減に有効と考えられ、積極的な情報発信等が期待される。

4.ガス置換包装

概要

本技術は、食品包装内の空気を食品添加物である食添ガスと置換することで、微生物の増殖や食品の酸化による劣化を防止することで消費期限を延長し、食品の廃棄ロスを減少する技術である。多くの食品はその食品の特性に合わせ、窒素、炭酸、酸素、アルゴン等のガスをブレンドした食添ガスを封入することで劣化を防止することが可能であり、食品の特性に合わせた温度帯で空気を封入した既存品より消費期限を長く設定できることが実証されている。本技術の利用にあたっては対象となる食品、封入するガス、包材それぞれの特性が大きく関係するため、最適な条件を検証する必要がある。コスト面では食添ガスの供給装置や配管、またシール能力を持った包装機等の機材が必要となるが、誤食等の危惧がある脱酸素剤等の封入と同等のランニングコストを実現することも可能である。

サプライヤー

太陽日酸株式会社、工業ガスメーカー

ユーザー例

チルド製品を製造する食品加工場全般（コンビニサプライヤー、スーパープロセスセンターなど）

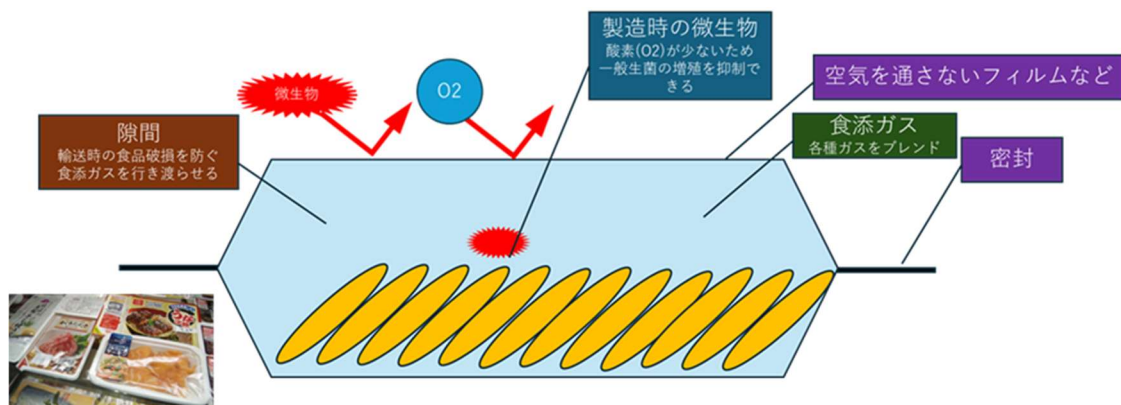
当技術を活かせる業種

製造、流通

技術レベル

市場投入

イメージ図



従来の問題点

1.主として空気中の酸素の影響により、製造時点で食品に付着している微生物（初発菌）が

増殖し、腐敗が進行する。また同様に酸化による食味の劣化も進行することで、微生物数、官能指標の両側面から消費期限を迎え、廃棄ロスが生じる。

- 2.生産地から販売地への輸送距離が長い場合は、販売可能期間が短くなり、遠方で販売することが困難となる。
- 3.長期保存を冷凍で行うには、コールドチェーンなどのコストが高くなり、また冷凍に不向きな食品には適用が難しい。
- 4.化学物質の食品添加物で保存性を高めると、消費者による安全性への懸念が高まる。

技術の新規性

- 1.最適な食添ガスを封入することで賞味期限を延ばし、販売可能期間を長くすることで販売機会が増え、結果として廃棄を減らすことができる。
- 2.既存品と同様の温度帯での物流販売でも効果を発揮するため、廃棄ロス削減のためのコスト負担が小さい。
- 3.製造から販売までの期間を長くできるため、輸送時間が長いところでも販売が可能になる。
- 4.販売量の変動が大きい商品では、生産平準化のための生産量調整範囲を広げられる。

期待される効果（AMUにて推定）

- 1.品質を維持できる期間が延ばせるため、廃棄ロスを削減することができる。
- 2.品質を維持できる期間が延ばせるため、輸送時間が長い遠方での販売ができる。
- 3.輸送でカバーできる範囲が拡大するため、生産を集約でき、規模の拡大により廃棄物を削減すると同時に生産の合理化に寄与できる。

SWOT 分析

強み	機会
<p>従来使われている、脱酸素剤と個包装あたりのコストが同等またはそれ以下とできる可能性がある。</p> <p>大気中に存在するガスを使うため食品添加物としては人体に取込まれることが無く、無毒無害</p> <p>封入する食添ガスは包装を空けた時点で空气中に放散されるため、廃棄物自体を発生させない</p> <p>化学合成物ではないため、添加物による食味の変化や健康不安を生じない</p>	<p>食品廃棄ロス削減や食品添加物削減の流れ 通販や宅配事業の拡大</p>

包装に空間があるため、真空包装のように包装による形崩れを生じさせない。	
弱み	脅威
<p>微生物の増殖を抑えることはできるが、死滅させることができないため、効果は食品の包装段階での衛生状態（初発菌）に大きく影響を受ける。</p> <p>小規模事業者では製造現場の衛生環境確保に大きな投資や負担が生ずる。</p> <p>ガスを逃がさない包装資材（フィルム）やガスが行き渡る包装形状が必要で隙間が必要。</p> <p>包装機器の改修などへの投資が必要。</p>	<p>製造工場の衛生環境や包装機への設備投資が高額なため、中小企業の導入のハードルが高い</p>

導入の留意点

利用するガスの組成により、食味に影響が生じる可能性があるため、導入時にあたってはガス組成の検討が必要になる。

運用の留意点

細菌類の増殖を抑えることはできるが、死滅させることはできないため、初発菌の管理が重要な課題となる。

今後の展望

他の技術との連携によるより一層のシナジーが求められるところ。設備費負担も大きく、価格の低減により一層の努力が必要。

フードチェーン全体の中で食品ロス低減の効果が示される場合、みどり税制等への適合などの支援を検討することが期待される。

5.電子レンジ対応スキンパック

概要

■包装工程において、製品に密着して包装することで食品の劣化を防止するフィルム（スキンパック）の電子レンジ対応底材への適応する技術である。

スキンパックとは、真空包装の一種で、トレーや板などの底材の上に製品を置き、特殊機械で150℃～180℃にすることでフィルムを柔らかくし、真空引きにより製品に密着させる包装方法である。本技術は、バリア層、耐ピンホール層等を備えた120 μ （0.12 mm）のフィルムに、当社独自の架橋技術（特許取得済）で、フィルムにゴムのような特性を加えることで、製品にピタッとシワなく密着させる高追従性のスキンパック包装を実現している。

製品にシワなくフィルムを密着させることで、肉から出る肉汁（ドリップ）が軽減される。当社独自の架橋技術（特許取得済）で、フィルムにゴムのような特性を加えることで、製品にピタッとシワなく密着させる高追従性のスキンパック包装を実現している。

製品にシワなくフィルムを密着させることで、肉から出る肉汁（ドリップ）が軽減される。ドリップ軽減とフィルムのバリア機能により、鮮度が長持ちして消費期限延長効果が得られ、肉が熟成（旨味成分が増加）される。近年、表層にポリエチレン（PE）を備えた従来の紙板底材から、ポリプロピレン（PP）トレイに対応するために、フィルムのシーラント層（製品に直接触れる層）に改良を加えた。これにより、真空状態のまま電子レンジに対応することができ、肉などの生鮮食品だけではなく、惣菜など幅広い展開が可能となった。

サプライヤー

住友ベークライト株式会社

当社スキンパックフィルムの適応設備メーカー：食品包装機器メーカー（ムルチバック・ジャパン株式会社、NASCO 株式会社、株式会社寺岡精工など）

ユーザー例

アウトパック機能を有する食肉メーカー

当技術を活かせる業種

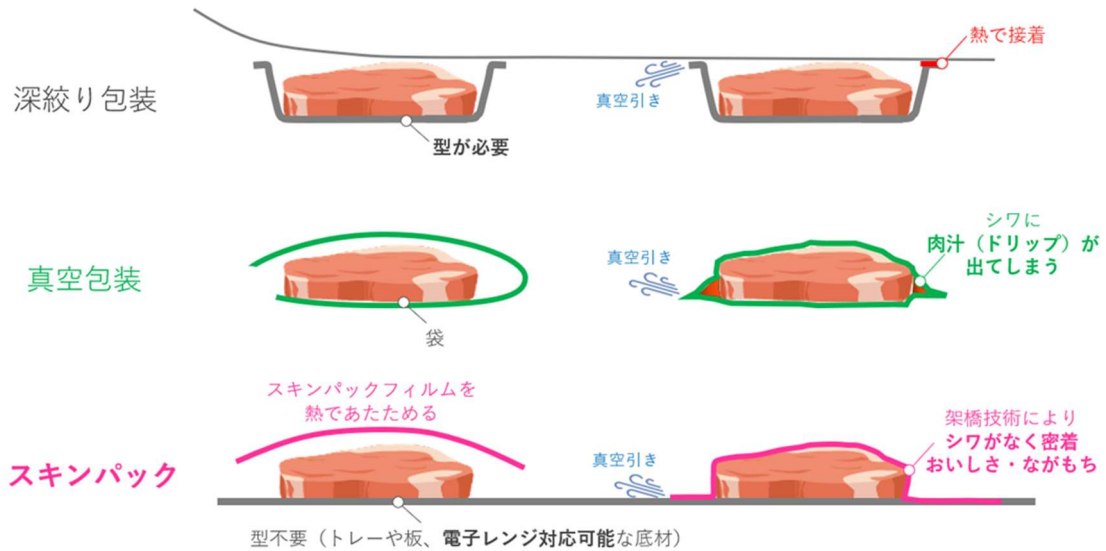
製造

技術レベル

市場投入

イメージ図

スキンパックと他の食品包装の違い



出典：住友ベークライト株式会社

従来の問題点

1. 通常の真空包装では、真空引きした際に、フィルムに余りじわが生じる。そのため、肉汁（ドリップ）が出てしまう。
2. 従来技術は耐熱性の低いPE系底材や、ポリスチレン(PS)トレイなどに対して好適に組み合わせることが出来る蓋材として採用されていた。しかし、電子レンジ対応可能なPPとは組み合わせられないシーラントであった。

技術の新規性

1. スキンパックの架橋技術は、電子線照射によってフィルムにエネルギーを与えることで、フィルムを構成する分子同士が手をつなぐように網目構造を形成し、フィルムにゴムのような伸縮性と強度を付与する。これにより、製品を包装するときにフィルムが内容物に密着（追従）し、余りじわのない包装が実現できる。
2. スキンパックフィルムのシーラント層に改良を加えることで、電子レンジ対応可能なPPトレイを底材としたスキンパック包装を実現した。これにより、真空状態のまま電子レンジに対応することが可能となった。なお、フィルム自体はボイルも可能であるため、ボイル可能な底材でスキンパック包装することで、ボイル処理も可能となる。

期待される効果（AMUにて推定）

1. 牛肉の保存期間が約2週間となるため、消費期限が伸び、期限切れによる食品ロスや、部分腐敗による廃棄ロスが削減できる
2. 真空保存のため、酸化が防げて鮮度を保てる。

SWOT 分析

強み	機会
<p>1. フィルムの追従性が高い。そのため、ドリップも抑制できることから鮮度が落ちず、長期保存を実現できる。</p> <p>2. 架橋技術は特許を取得しているため追従しにくい。</p> <p>3. 肉の場合は、肉の場合は消費期限を延長できるため、保管期間中にうまみ成分である遊離アミノ酸を増やした状態で提供することもできる。</p> <p>4. これまでの深絞り真空包装は、製品を設置するための型（ポケット）を作る必要があったが、スキンパック包装はその必要がない。</p>	<p>1. EC市場の拡大で、型崩れしにくい配送効率の高い包装のニーズが高まっている。</p> <p>2. 人手不足の解消のため、アウトパックやセントラルキッチンでの集中包装作業が進んでおり、効率的かつ鮮度保持に優れている包装へのニーズが高まっている。</p>
弱み	脅威
<p>1. スキンパック包装資材のコストが高い</p> <p>2. 空気に触れないため牛肉が酸化せず、牛肉本来の色である暗褐色をしている。ただし新鮮な牛肉＝暗褐色への理解が一般消費者に普及されておらず見た目誤解をされやすい。</p> <p>3. 水分を多く含む鶏肉、赤身の魚肉等は牛肉、豚肉ほどの消費期限延長効果が得られない。</p>	<p>1. 石油価格高騰により、フィルムのコストが上昇する。</p> <p>2. 海外では普及しているスキンパックへの日本の認知が高まることで、海外企業からの参入が増える。</p>

導入の留意点

スキnpack包装実現するために、製品に合った底材を選定するとともに、温度、真空設定、製品の置き方等、細かい調整が必要となる。

運用の留意点

長期保存しておくると巻締りが発生するため、スキnpackフィルムの消費期間は製造から約6ヵ月となる。

今後の展望

当該技術を導入し、食品ロスの低減に取り組む事業者に対しみどり税制適応などの支援が求められる。中小企業においては導入コストの一部助成も普及に効果があると予想される。また、導入効果についてはメーカーから事業者への周知も必要である。

6.ステンレスのブラスト表面加工

概要

ステンレスのブラスト表面加工（以下、本技術とする）は粉体・食品・包装材の付着抑制や金属の耐磨耗・耐久性・摺動性改善など、様々な機能を製造ライン設備に付与する表面改質技術である。

本技術はテフロン等の皮膜を有する一般的なコーティングとは異なり、製造ライン設備の基材表面にウェットブラストの複合処理で食品や包装資材の摺動性に有効な滑かな凹凸を形成することを特徴としている。（図1-1）

本技術はテフロン等の皮膜を有する一般的なコーティングとは異なり被膜剥離による食品への異物混入リスクがなく、食品衛生法・食品、添加物の規格基準（厚生省告示第370号）にも適合しているため、食品・製粉工場をはじめ、製菓・製パン・製麺工場など、様々な食品工場の製造ライン設備や構成部品などで多数の採用実績がある。（図1-2）
本技術を用いることによる食品ロス削減としては、以下の効果が期待できる。

■粉体の付着抑制

粉体と粉体接触部材表面の付着要因の1つとして「ファンデルワールス力」が作用することが知られている。（図1-3）

ファンデルワールス力は粉体とバルク表面の距離が近いほど大きく働くため、一般的なバフ・研磨・研削仕上げ表面では粉体が容易かつ強固に付着し、ラットホールやブリッジ、ふるい目詰まりの原因となっている。

本技術では製造ライン設備上の粉体接触部材表面に粉体の粒子径や粒度分布を考慮したナノオーダーの微細凹凸やマルチスケール構造を形成することにより、粉体と粉体接触部材表面の距離を広げて「ファンデルワールス力」を小さくし製造ライン設備への粉体の付着を抑制する。（図1-4）

■食品・包装資材の搬送性向上

食品の計量機・充填機・包装機などにおいて、食品や包装資材との接触部材表面は一般的に研削や研磨、バフ・電解研磨などで仕上げられているが、面接触による張り付きや凸部との衝突により搬送・排出工程では、計量不良やチョコ停などのトラブルがしばしば生じ、歩留まり発生や生産効率の低下を引き起こす。（図1-5）

本技術では製造ライン設備上における食品・包装材などの接触部材表面に張り付きの抑制と高い撥水性を実現できる滑かな微細凹凸やマルチスケール構造を形成させることで、摺動性および洗浄性を改善する。（図1-6）

サプライヤー

株式会社オカノブラスト

ユーザー例

食肉、野菜、冷凍食品、乾物、お菓子、魚干物、等 * 食品、粉体、梱包材

当技術を活かせる業種

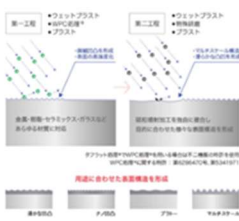
製造

技術レベル

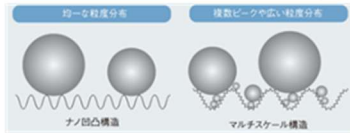
市場投入

イメージ図

(図1-1 プラスト表面加工処理による表面改質イメージ)



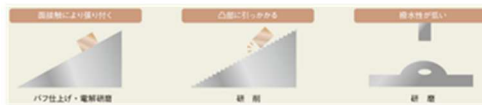
(図1-4 タフラット処理®による付着抑制イメージ)



(図1-2 工場導入イメージ)



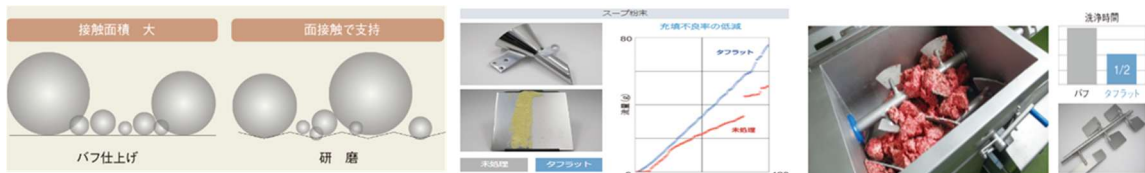
(図1-5 食品や包装材が付着しやすい表面構造イメージ)



(図1-6 微細凹凸による摺動・洗浄性向上イメージ)



(図1-3 ファンデルワールス力が働く表面構造イメージ) (図1-7充填・計測不良イメージ) (図1-8洗浄性改善イメージ)



出典：株式会社オカノブラスト

従来の問題点

- 1.滑りを良くするための皮膜を形成する表面コーティングをすると、そのコーティング層自体が剥離することによる、食品への異物混入リスクがある
- 2.バフ・電解研磨による表面加工では、取り扱う粉体によってはその加工表面に強固に付着・堆積することによる原料ロスや生産効率の低下が生じる

技術の新規性

物理的な加工である本技術は、食品製造において以下の点で新規性がある。

1.本技術は皮膜を有する一般的なコーティングとは異なり、ウェットブラストの複合処理による食品や包装資材の摺動性に有効な滑かな凹凸を基材表面に形成する表面改質技術である

そのためコーティング層の剥離による異物混入リスクがなく、食品衛生法・食品、添加物の規格基準（厚生省告示第 370 号）にも適合している、安心・安全な技術である

2.加工はあらゆる材質・形状に対応であり、食品製造ライン設備への利用可能性の広がり
が期待できる

3.用途に合わせた表面粗さを広範囲かつ高精度に制御することで、原材料に合わせた最適な加工が可能

期待される効果（AMU にて推定）

■食品ロスの削減（図 1-7）

- 1.食品の張り付き抑制による歩留率向上
- 2.摺動性改善による計量不良の低減
- 3.摺動性改善による製品傷の発生率の抑制

■生産性の向上（図 1-8）

- 1.目詰まりの抑制による生産設備の洗浄性・メンテナンス時間の大幅な短縮
- 2.玉突き抑制による搬送性向上
- 3.ライン上での製品転倒によるチョコ停の解消

SWOT 分析

強み		機会
1.耐熱性は加工素材の上限までOK テフロンは200～300度が上限	*	EU 域内では PFAS（人工的に作られた有機フッ素化合物）の排出量を最小限にする

<p>2.一般的なブラスト設備での加工が可能 *ただし、研磨剤の選定や射出速度のノウハウが必要</p> <p>3.食品衛生法に準拠した安全性を有している</p>	<p>ための規制案が検討されており、テフロン等の表面加工技術の代替技術のニーズが高まっている</p>
<p>弱み</p>	<p>脅威</p>
<p>1.粘性の高い液体への対応ができない</p> <p>2.表面加工のため、洗浄時に真鍮ブラシなど硬質なブラシの使用ができない。</p> <p>3.大規模のホッパーを対応しづらい</p> <p>4.生産設備を設置する現地での加工がしづらい</p> <p>5.衛生面の信頼性の認知度が低い</p>	<p>低環境負荷な表面改質・コーティング技術の進化 *粒子積層技術等</p>

導入の留意点

- ・原材料の特性に合わせた加工を行う必要がある

運用の留意点

- ・加工面のメンテナンスには、「研磨剤や研磨力が強い素材は使用しない」という従業員教育が必要

今後の展望

サニタリ仕様の製造ラインの内面のコーティング剤であり、事業者への安全面及び市区品ロス削減効果に関する理解の醸成が必要。

事業者が導入し、食品ロス低減の効果が期待できる場合、みどり税制等への適合など、導入促進・支援制度の検討が期待される。

7.料理からのドリップ防止技術

概要

料理に加えるだけでドリップを防ぎ、作り立てのおいしさを維持することができる技術である。当技術を用いた粉末状の製品を、料理に規定量を加えると、食材表面がコーティングされ料理完成から時間経過に伴うドリップの発生を抑えることができる。これにより料理の見た目や食感の維持、調味料及び栄養素の流出の抑制、塩味の流出防止による塩の使用量削減効果などがある。(図 1-1)

本製品は寒天や増粘多糖類などから構成される。保水力が高いため通常であれば料理に加える工程で「だま」になってしまうが、独自の粉体加工技術により「だま」にならず、炒め物のような加熱調理品やコールドスローのような非加熱調理品どちらでも混ぜるだけで簡単に効果を発揮する。(図 1-2)

本製品は、すでにコンビニエンスストアや一部地域の学校給食等で使用されるレベルまで普及している。特に給食現場からは、「塩味・うまみが流出しないため時間が経過しても薄味にならないため、食べ残しが減った」「料理に使う調味料が半分になった」と好意的な意見が届いている。

使用による食品ロス削減は、以下の効果が期待できる。

■見た目の変化による食品廃棄ロスの削減

料理の食材からのドリップを抑えることで、作り立ての見た目や食感を維持できる。調理後、時間経過しても美味しく食べられるので食品ロス削減の効果につながる。

■味の変化による調味料使用量の削減

ドリップの発生を抑えることで、塩味、うま味や各種栄養素の流出を抑えることができる。その結果、通常配合より調味料を減らしても料理全体に味が絡み、美味しさが持続し、給食などでは残食の低減効果も期待できる。

サプライヤー

伊那食品工業株式会社

ユーザー例

学校給食、コンビニエンスストア業界、介護業界

当技術を活かせる業種

製造

技術レベル

市場投入

イメージ図

(図1-1 製品（プチドリップ）添加前後のドリップ率比較）



(図1-2 非加熱料理のドリップ防止イメージ)



出典：伊那食品工業株式会社

従来の問題点

- 1.通常ドリップを抑える目的で片栗粉や小麦粉を使用する場合、加熱が必要で時間が経つと離水・白濁などの問題が生じる。
- 2.寒天や多糖類の粉末を料理の品質向上や食品ロスのために使用する場合、加熱が必要であったり、「だま」を作ったり、食味が悪いなどの課題がある。

技術の新規性

- 1.加熱せず混ぜるだけで効果を発揮する。
- 2.調理後、時間経過しても離水を抑え、透明度が保たれる。
- 3.顆粒加工技術により、「だま」の発生を防ぐことができる。

期待される効果（AMUにて推定）

ドリップ発生による①風味劣化、②栄養素の流出防止、の改善を通じ残食を減らすことが可能

■食品ロスの効果値（公立小学校の場合）

公立小学校給食で1/3の児童が1人10gの食べ残しを出したと仮定した場合、1年間で約18tの食品廃棄が発生。（児童数6,035千人（*1）×30%×10g×200日=約18tトン）

その18tのうち、ドリップによる風味や見た目の劣化が原因で廃棄される量を45%（*2）と仮定した場合、令和3年度事業系食品ロス量279万t（*3）の2.9%に相当する年間約8.1tの削減となる。

（*1参照：児童数・文部省・文部科学統計要覧

https://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/002/002b/1417059_00008.htm）

（*2参照：ドリップを気にする人の割合・消費者庁平成30年度消費者の意識に関する調査より、「結果報告書商品棚の手前に並ぶ賞味期限の近い商品の購入経験がある人の割合」46.2%を使用

https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_policy/information/food_loss/efforts/pdf/effort_190412_0003.pdf）

（*3参照：事業系食品ロス量・農林水産省・食品ロス量・令和3年度推計値

<https://www.maff.go.jp/j/press/shokuhin/recycle/230609.html>）

SWOT分析

強み	機会
1.冷たい液体でも溶ける機能性 2.多種多様な料理に使用できる汎用性 3. アレルゲンフリーのため、小麦粉の代替りの「とろみづけ」等に使用できる	1.フードロスへの関心の高まり 2.外食や中食産業の品質向上
弱み	脅威

原料が植物由来や発酵由来であるため化学 合成品より取扱いが繊細	冷凍食品市場の拡大
------------------------------------	-----------

導入の留意点

本製品は顆粒状のため、開封後は湿度管理が必要

運用の留意点

食材や調理方法に合わせた分量で添加すること

今後の展望

食品ロス削減に関する事業者の責任を明確化し、食品ロスに関する正しい理解と対策を企業が取り組めるよう、まずは公的機関、学校給食などでの使用に関しガイドラインを示す等の環境整備が必要。

8.AIによる画像処理を用いた自動除骨技術

概要

■食肉処理工程において、三次元画像とX線画像をAIで個別認識して、ロボットにより自動で除骨する技術

自動化が困難とされていた食肉処理を、AIとロボットにより自動化する技術である。人材不足から自動化のニーズは高まってきている。食鳥における脱骨作業の自動化はすでに普及段階にあり、食肉（豚）に関しても不定形で軟弱な対象物をロボットで扱うという新たな技術に挑戦している。自動化によって作業による技術のバラツキもなくなり、処理後の形状、歩留まりが安定する。まだ熟練作業者の技術には追い付かない面もあるが、技術が進展すれば他の部位や原料でも高品質、高歩留まりでの処理が可能となり、除骨工程における食品ロスが削減される。

■多様な食肉、処理形態に対応可能なハードウェア

処理する食肉などの原料や、ユーザーが求める処理形態・仕様に応じて動作プログラムを選定することができ、1つのハードウェア上で多品種の原料や処理方法に対応できる（図1-1）。※現在提供できるアプリケーションは豚の寛骨・尾骨除去で、そのほかの対象物はこれから開発を進めて行く段階である。

■AIによる自動計測で最適処理

三次元外形画像とX線画像からAIを用いて原料の特徴を個別に検出が可能である。検出した特徴をもとに、個々に合わせた最適な処理ができる（図1-2）。

サプライヤー

前川製作所

ユーザー例

食肉メーカー

当技術を活かせる業種

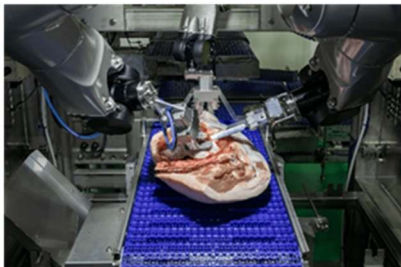
製造

技術レベル

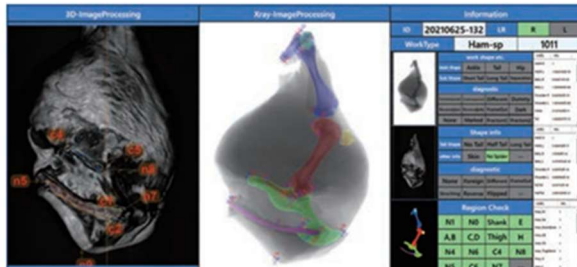
実証

イメージ図

(図1-1 ロボットを使った自動除骨工程)



(図1-2 AIによる画像処理イメージ)



出典：株式会社前川製作所

従来の問題点

- ・人材不足により自動化のニーズが高まっていた。
- ・食鳥処理においては各工程で自動化が進んでいるが、食肉処理（豚）においては、鳥に比べ肉や骨の形状が複雑で、表面からは見えない骨を人手同等の品質、歩留まりで取り出すことが困難であった
- ・自動化するにはどうしても大掛かりな装置になってしまい、国内の既存工場においてはスペースの問題から導入が困難であった

技術の新規性

- ・三次元外形画像と X 線画像から AI を用い原料の特徴を個別に検出することができる。
- ・処理が進み、原料の姿勢や形状が変化したタイミングで再度三次元外形計測を実施し、処理の精度を保つことができる
- ・検出した画像をもとに、ロボットによる最適な処理が可能で、食肉処理工程の自動化が可能である。

期待される効果（AMU にて推定）

■ 除骨作業が安定し食品ロス削減につながる

熟練作業者の高齢化や新しい作業者の確保、定着が年々難しくなり、業界全体で除骨技術が低下している傾向にある。技術の低下は歩留まりに直結し、商品として出荷できる収量が減少し、ひいては食品ロスが増えていくことが予測される。食肉処理の自動化により、食肉工場の除骨技術が一定になれば、処理後の形状品質にばらつきが抑えられ、食品ロスを抑えることになる。現在、人手の歩留まり品質の実現を目指して自動化による技術レベルのさらなる向上を図っているところである。まだ実証段階であるため、効果値を出すのは難しい。

SWOT 分析

強み	機会
<ul style="list-style-type: none">・ 作業者の除骨技術に左右されることなく、一定の処理が可能である・ すでに自動化されている後工程用の機械（豚もも肉用）と組み合わせることで、生産性が向上する	<ul style="list-style-type: none">・ AI 技術、ロボット工学の進展により、より多品種の原料や処理方法に対応が可能になる。
弱み	脅威
<ul style="list-style-type: none">・ 導入コストが高い・ 機械の寸法が大きいため、導入にはスペースが必要	<ul style="list-style-type: none">・ 鳥インフルエンザなど疫学的リスクにより、原料の不足や高騰が懸念される。

導入の留意点

- ・ 設置スペースの確保
- ・ 除骨の前処理である大分割工程での処理の精度が本技術の歩留まりに影響する。

運用の留意点

歩留まり率や稼働率を維持するために、除骨機の刃やその他の消耗品の入れ替えなど定期的なメンテナンスが必要となる。

今後の展望

食肉加工場の労働力確保の問題はコロナ禍で深刻化したが、本技術の強みを生かし多様な課題の解決に資すると考える。本技術の更なる向上には、研究開発に対しては公的研究資金などの支援と、公的研究機関等による研究マネジメントが有効と考える。

9.業界団体主導で開発したロボットシステム

概要

製造業の中で最も人手がかかっているのが食料品製造業であり、その中で最も機械化が遅れている一つが惣菜工場である。人材不足や賃金上昇などにより、惣菜工場の機械化、自動化のニーズは高く業界の共通課題となっていた。ただし、時間と共に変化する多様な惣菜を容器へ盛り付けて、蓋を閉めるなどの各工程をロボット化するには高度な技術が必要であり、一つの企業で開発するにはコストが高く実現が難しかった。

本技術のロボットシステムは、日本惣菜協会が主導のもと多数の企業が「OneTeam」となって集まり、惣菜工場向けの人工知能（AI）・量子コンピューター・ロボットシステムを共同開発することで、世界一のソリューションを中小企業でも導入しやすい低価格で提供することが可能となる。また、協会が主導することで、ロボットを導入しやすい環境整備や容器の開発、不定貫（量り売り）の推進などサプライチェーン全体で取り組むことができる。

惣菜工場のロボット化が進むことで、AIによる注文量予測や量子コンピューターによる機械と人の最適配置により、人的ミスが少なく、作りすぎない製造ラインが実現可能となり食品ロス削減に業界全体で貢献することができる。

サプライヤー

一般社団法人 日本惣菜協会

協力：ロボットメーカー、システムインテグレーター、スーパーマーケットや惣菜メーカー

ユーザー例

惣菜工場を持つスーパーマーケット、惣菜メーカー

当技術を活かせる業種

製造

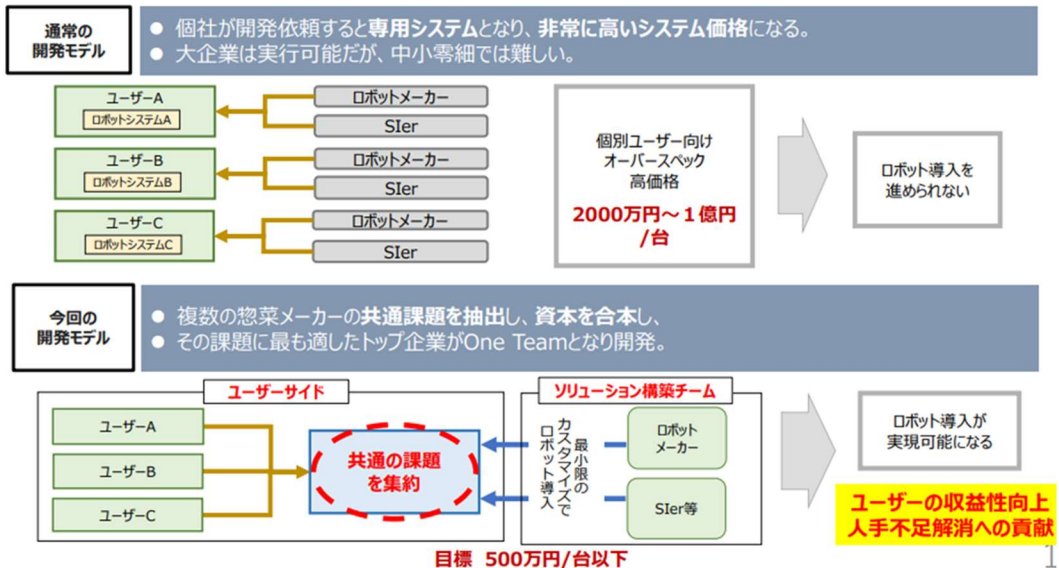
技術レベル

実証

イメージ図

経産省ロボフレ資料を参照

低価格化ーロボットフレンドリーの考え



出典：一般社団法人 日本惣菜協会

従来の問題点

- ・ 人材不足や賃金上昇などにより、惣菜工場の機械化、自動化のニーズは高いが、開発コストが高くロボット化が難しかった。
- ・ 惣菜盛付や蓋を閉めるなどの各工程をロボット化するには高度な技術が必要だった。

技術の新規性

- ・ 多数の企業が共同開発することで高度なロボットシステムを低価格で導入することができる。
- ・ 協会が主導することで、ロボットを導入しやすい環境整備や容器の開発、不定貫（量り売り）の推進などサプライチェーン全体で取り組むことができる。

期待される効果（AMUにて推定）

惣菜工場のロボット化が進むことで、AIによる注文量予測や量子コンピューターによる機械と人の最適配置により、人的ミスが少なく、作りすぎない製造ラインが実現可能となり食品ロス削減に業界全体で貢献することができる。

SWOT 分析

強み	機会
<ul style="list-style-type: none"> ・共同開発することで開発コストを低く抑えることができる ・ロボット化や AI による注文量予測、量子コンピューターによる機械と人の最適配置により、人件費を抑えることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・総菜の市場規模はコロナ禍以前から増加傾向にあり、近年は 10 兆円を超える。ただし、惣菜企業の大半は中小・零細企業であり、人材確保が難しくロボット導入のニーズが高まっている。 ・AI やロボットアームの技術革新により精度が向上し、対応できる作業が増えてきている。
弱み	脅威
<ul style="list-style-type: none"> ・初期投資コストが発生してしまう。 	<ul style="list-style-type: none"> ・安全、衛生には細心の注意を払っているが、万が一食中毒が発生した場合は発生した工場だけでなく、生産したラインやロボットへの信頼が低下する恐れがある。

導入の留意点

- ・ロボットが導入しやすい製造ライン整備などの環境づくりや、ロボットへの要求仕様を緩和する必要がある。

運用の留意点

- ・定期的なメンテナンスが必要である。
- ・各工程レベルで日々のオペレーションを担当する現場担当者の育成が必要である。

今後の展望

ロボットのサニタリ仕様の基準や、総菜の製造を行う企業がロボットシステムを導入した場合のみどり税制等への適合など、導入促進・支援制度の検討が期待される。

10.野菜品質評価指標

概要

野菜品質評価指標（以下、本機能とする）は、野菜の品質を定量化することで消費者／需要者ニーズと生産者シーズのマッチングを円滑に行う機能として開発運用されているものである。

本機能は消費者／需要者側では野菜に求めるニーズ（品質・安全性等）を評価するツールとして活用されており、生産者側では付加価値の高い野菜生産を目指す評価指標として広まりつつある。

本機能は消費者／需要者のニーズに基づき、安全認証(GAP)、残留農薬などの「安全(5指標)」、安定供給、土作り・栽培技術などの「栽培(6指標)」、糖度、硝酸イオンなどの「中身(4指標)」、鮮度、施設設備などの「流通(4指標)」からなる「野菜品質評価指標」(計19指標)で構築されており、主に BtoB での栽培、流通、販売、消費といった面で活用されている。(図 1-1)

具体的な活用事例は以下のとおりである。

- ・「栽培」・・・糖度、ビタミン C、抗酸化力、硝酸イオンの指標を元に品質を評価し、「野菜の最適な栽培が見える化」する
- ・「流通」・・・糖度、食べ頃、品質管理等に活用
- ・「販売」・・・産地や栽培方法に加え、野菜の機能性、栄養価の分析結果等の明確なエビデンスに基づき、消費者／需要者ニーズに合わせた販促活動を行うことで、競合他社との差別化につながる

食品ロス削減効果は、

- ①店頭販売において鮮度劣化の予防により、売れ残り廃棄の削減
- ②消費者／需要者のニーズを満たす野菜生産により、販売機会損失の回避が見込める。

サプライヤー

デリカフーズ(株) デリカフーズホールディングス(株)

ユーザー例

デリカフーズ

当技術を活かせる業種

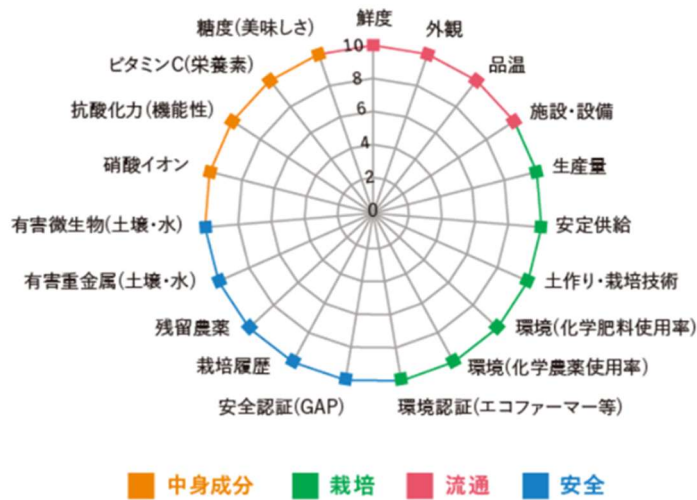
流通

技術レベル

市場投入

イメージ図

(図1-1 野菜品質評価指標)



出典：株式会社メディカル青果物研究所

従来の問題点

1. 地域や品種、また販売各社毎に、品質の表現・評価がバラバラで標準化されておらず、消費者／需要者側が商品の品質を客観的に判断しにくい。
2. 販売では入荷した順に店頭へ並べるのが慣例であったり、栽培では生育促進のために肥料の過剰施肥が行われたり等、最適な対応ができていない。

技術の新規性

- 1.生産者シーズを指標化することで、消費者／需要者側のニーズを満たす生産者とのマッチングができる。
- 2.評価指標に基づいた鮮度判定により、鮮度劣化の順番を考慮した商品の販売ができ、従来の先入れ先出しルールより廃棄ロス削減が期待できる。

期待される効果（AMUにて推定）

1. BtoC では、店頭販売時における鮮度劣化の予防(黄化予測等)により、売れ残り廃棄等の削減が期待できる
2. BtoB では、野菜の中身成分、安全認証(GAP)のアンマッチによる販売機会損失の回避が期待できる

SWOT 分析

強み	機会
生産者のシーズを数値化することで、消費者側の要求と、産地のマッチングができる。	外食産業ニーズの多様化 健康増進法の制定や、最終消費者の「食に対する安全安心」の関心の高まり。
弱み	脅威
評価指標のエビデンスが必要	エネルギー価格の高騰

導入の留意点

今後、センサー技術の進歩により、要素が追加される可能性があり。(例：香り)

運用の留意点

エビデンスを容易に取得できる工夫が必要。

今後の展望

商品に野菜品質評価指標に基づいた数値を明記する場合、食品表示法に準拠する必要がある。例えば、機能性表示食品としての対応も発生し、事業者での対応が厳しくなる。消費者庁への届出内容が限定されれば、認知が広がりやすい。

11. 「魚のアラ」「鶏のガラ」から可食部の抽出を可能にする骨肉分離技術

概要

骨肉分離機（以下、本設備とする）は、魚の捌きや鶏の精肉加工後に残るいわゆる「魚のアラ」「鶏のガラ」から可食部を抽出する加工設備である。（図 1-1）

本設備は今までは廃棄、もしくは作物の肥料や家畜の飼料としてリサイクルしていたその「魚のアラ」「鶏のガラ」に残る可食部分をミンチ状に抽出し、加工食品の原材料として利用することを可能にしている。（図 1-2）

本設備は大規模工場における一般的な骨肉分離機とは異なり、日本国内の比較的小規模な加工工場における作業性を考慮した設計を特徴としており、現在までに全国各地の食肉工場及び魚加工工場の製造ラインに多数の導入実績がある。

なお本設備を用いることによる食品ロス削減としては、以下の効果が期待できる。

■歩留まり率の向上

例えば魚を加工して取れる可食部の割合は一般的にその重量の 40～70%程度であり、加工後に残った「魚のアラ」と言われるものの多くは廃棄、もしくは作物の肥料や家畜の飼料として活用されている。（図 1-3）

（歩留まり数値参照：東京都中央卸売市場 令和 5 年度 水産物歩留調査

<https://www.shijou.metro.tokyo.lg.jp/shoku/budomari/>）

本設備ではこの「魚のアラ」「鶏のガラ」を、独自技術で更に可食部とそれ以外に分離させることを可能としており、例えば「魚のアラ」からは 50～60%の可食部を取り出すことが可能である。

■高い汎用性

大型の骨肉分離機では原材料を投入するためのベルトコンベヤー等の付随設備が必要になるが、本設備は原材料の投入は作業者が作業台から手で押し込むだけで済む設計になっているため、ライン製造コストを抑えることが可能となっている。また小型化された本体は人力で移動ができるよう設計されているため、必要な時に必要な作業場へ簡単に移動させることが可能となっており、工場全体の生産効率を高めることができる。（図 1-4）

本設備はカッター等の内部部品を交換し、稼働速度を変更することで原材料に合わせた最適な加工が可能になる。

サプライヤー

株式会社 TATS コーポレーション

ユーザー例

株式会社吉田水産（下関市・ふぐ加工）、トナミ食品加工株式会社（函館市・学校給食等）、等国内水産業 12 社、鶏肉 12 社

当技術を活かせる業種

製造

技術レベル

市場投入

イメージ図

(図1-1 骨肉分離機の本体)



(図1-2 魚を捌いた後のアラ)



(図1-4 加工作業イメージ)



(図1-3 加工工程の歩留まりイメージ)

【サワラ】

加工工程名称	ラウンド	セミドレス	ドレス	2枚卸し	3枚卸し	サク
歩留まり (%)	100	86	81	80	63	54
加工工程写真						
備考	丸のまま	前工程から 鰓・内臓 除去	前工程から 頭部除去	前工程を 2枚に卸し 尾部を除去	前工程から 中骨・腹骨 を除去	前工程から 皮・小骨を 除去

(図1-3参照：水産技術総合センター 令和3年度事業課題の成果要旨 <https://www.pref.miyagi.jp/documents/1146/42siken.pdf>)

出典：株式会社 TATS コーポレーション

従来の問題点

- 1.過去からあった海外製の骨肉分離機はサイズ等が大きく、日本国内の小規模工場が設備に合わせた運用を行う必要があった
- 2.魚のアラから可食部をとるための作業には人手がかかるため、コストの面で割に合わず食材としての活用が見送られていた

技術の新規性

物理的な加工を行う本設備は、食品製造において以下の点で新規性がある。

- 1.漁獲高の減少や、日本国内の小規模な水産加工工場の加工量、そして少人数でも稼働させることができる事を念頭に置いたダウンサイジングの思想を設計に取り入れている。
- 2.従来、主可食部をさばいた後に残る中骨や頭は、そこから可食部を抽出するためには人手と手間がかかるため、廃棄、もしくは作物の肥料や家畜の飼料としてリサイクルされることが多かった。しかし本設備は、さばいた後に残った中骨や頭を設備に投入することにより可食部を自動で抽出し、加工食品の原材料として加工するアップサイクルを可能にしている。

期待される効果（AMUにて推定）

■食品ロスの削減

- 1.可食部分を増やすことによる歩留率向上
- 2.他の食品加工（青果等）への流用

■生産性の向上

- 1.本設備を必要とするラインへ簡単に移動させることができるため、設備稼働率の向上が期待できる
- 2.少人数で稼働させることが可能

SWOT 分析

強み	機会
<ol style="list-style-type: none"> 1.小ロットでの生産が可能 2.内部部品の加工や組み合わせにより、添加物に頼らなくても食感（歯ごたえや舌ざわり等）をコントロールできる 3.異物混入（骨、鱗等）を少なくできる 	<ol style="list-style-type: none"> 1.食感（歯ごたえや舌ざわり等）を変えるための添加物不使用を求める気運 2.「小型」で移動可能な骨肉分離機は存在しない 3.世界的な水産資源の減少 * 少ない漁獲高で歩留まりを上げる必要がある
弱み	脅威
<ol style="list-style-type: none"> 1.硬い物、筋などは加工できない 2.定期的なメンテナンスが必要 3.抽出後の加工食材に最適な状態にするための調整に時間がかかる 4.本設備の活用方法の研究が進んでいない 	<ul style="list-style-type: none"> ・食品添加物（増量材や結着補助剤）の使用や、原料肉に加水して量を増やす「増量」を世間が容認する事

導入の留意点

- ・事前にサンプルによる加工テストが必要 * 投入する原材料の特性に合わせ、本製品の部品加工を行う必要がある

運用の留意点

- ・原材料の加工度合いに合わせた部品の加工が必要 * 「どういう最終製品を作りたいか？」を事前に明確にする必要がある
- ・投入する原材料の特性に合わせた運転制御を行う * 部品加工と合わせ、動力部の制御（モーター回転数等）を調整する

今後の展望

本技術によってアップサイクルされる食品については、利用方法、用途の拡大等の継続検討が必要である。

事業者が導入し、食品ロス低減の効果が期待できる場合、みどり税制等への適合などの支援が期待される。

12.微粉碎粒度計測技術

概要

微粒子の粒度分布や比表面積等を計測する技術である。

例えば豆腐製造の場合、豆乳製造に合わせた粉碎方法条件を設定することができる。その結果、一定量の大豆から取れる豆乳の量が多くなり、排出されるおからが少なくなるため、廃棄量が減少する。また、豆乳の質が上がり、離水率が下がるため、一定量の豆乳から製造される豆腐の量も多くなり歩留まりが改善する。

サプライヤー

株式会社マウンテック

ユーザー例

株式会社田内屋

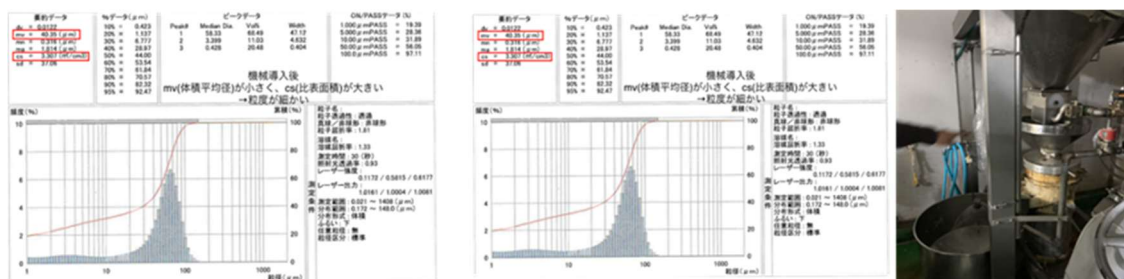
当技術を活かせる業種

製造

技術レベル

実証

イメージ図



出典：株式会社マウンテック

従来の問題点

粉碎加工を伴う製品において品質や歩留まりにムラがあり原因がわからなかった

技術の新規性

- 1.豆乳やおからの粒度分布や比表面積を計測する技術
- 2.粒度分布や比表面積の結果に基づき、粉碎方法を調整する技術

期待される効果（AMUにて推定）

風味が向上し一定量の大豆から取れる豆乳の増加、豆乳の離水率の低下により歩留まりが向上

豆腐だけでなく、原材料を粉碎し抽出する工程を有する食品に応用が可能

SWOT 分析

強み	機会
歩留まりが改善され、原料費が削減できる 最適な粉碎により品質が向上する	食品ロス削減の流れ（特に豆腐は現状ロスが多い） 原材料の不作（歩留まり向上が重視される）
弱み	脅威
機器の導入コストがかかる 搾りかす（豆腐の場合おから）の質が下がる	微粉碎に関する品質や歩留まり向上に関するデータが乏しい

導入の留意点

粉碎対象物の特性や目標粒度にあわせた粉碎機および計測器の選定

運用の留意点

調整するための技術習得が必要

粒度を安定化させるための温度や湿度などの環境設定

今後の展望

事業者による食品ロス低減効果が示される場合、みどり税制等への適合などの支援が期待される。

13.食品高圧処理機

概要

食品高圧処理は非加熱殺菌加工技術であり、食品に高い圧力をかけることで加熱せずに微生物を不活性化し保存期間の延長を行う。加熱を行わないため、食品の風味や栄養素を保持したまま加工が行える点が特徴である。賞味期限を延ばしつつ搾りたての風味を実現したジュースや、無塩漬の肉加工品、緑色を保持したまま保存期間を延長したサラダなどが実現されている。殺菌用途で利用する圧力は食品によるが、主に 600MPa（大気圧の約 6000 倍）であり専用の装置を用いる。

■食品高圧処理機の特徴

食品高圧処理機は、従来の工業用途の縦型高圧処理機と違い、設置場所を選ばず運用のしやすい横型構造である（図 1 - 2）。線巻式圧力容器を採用し重量を抑えている。また横型にすることで利便性を向上させており、処理品トレーに入れた食品を横から圧力容器（処理室）に移して処理を行う（図 1 - 3）。加圧は専用的高圧ポンプで水を容器内に押し込むことで実現する。加圧、高圧処理、減圧、処理済みトレーの排出といった 1 サイクルにかかる時間は処理品や処理圧力にもよるがおよそ 10 分以内である。

■その他の用途

食品高圧処理は殺菌以外の効果も注目されている。低圧での高圧処理による牡蠣の脱殻作業の省力化が実用化されており、現在もさまざまな企業が新しい用途への適用を模索している。

サプライヤー

株式会社神戸製鋼所

ユーザー例

食品メーカー

当技術を活かせる業種

製造

技術レベル

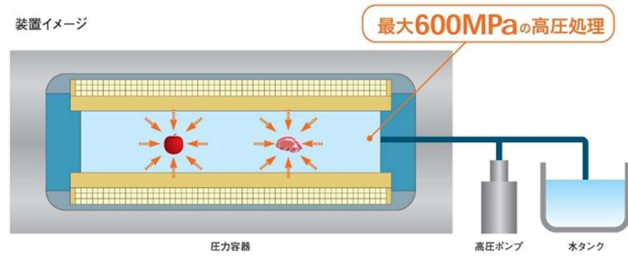
開発

イメージ図

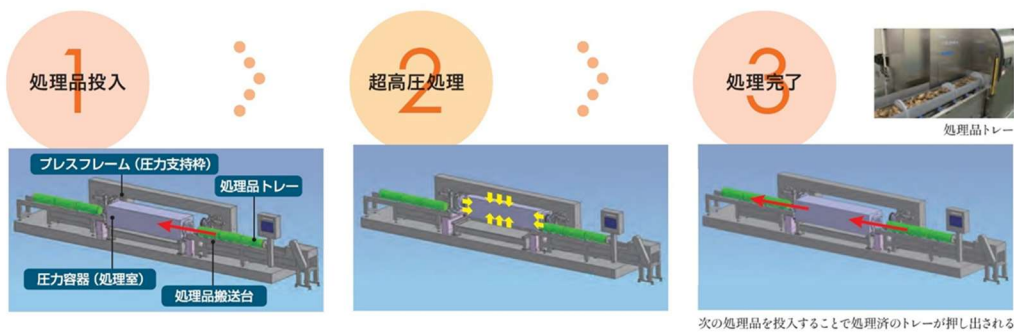
(図1-1 食品高圧処理の特徴)



(図1-2 食品高圧処理機)



(図1-3 処理工程)



出典：株式会社神戸製鋼所

従来の問題点

主に工業用途で利用されていた従来の高圧処理機は、縦型で設置場所を選び運用が煩雑であった

技術の新規性

- ・プレスフレーム構造による横型配置
- ・線巻式圧力容器を採用し軽量化を実現

期待される効果 (AMUにて推定)

装置の導入コストが高いことから従来の加熱処理を置き換えるのではなく、これまで加熱処理ができなかった食品に対する適用と食品廃棄ロス削減への効果が期待される。ただし、まだ実証段階であり効果値を出すのは難しい。

SWOT 分析

強み	機会
・加熱処理に比べ、均等に圧力をかけることができムラがない	・消費者の食品に対する品質・安全性の意識の高まり

<ul style="list-style-type: none"> ・風味、栄養素などを保ったまま保存期間を延長できる ・加熱処理のできない食材の保存期間の延長ができる（例えばキュウリなど） 	<ul style="list-style-type: none"> ・殺菌以外の用途への期待の高まり
弱み	脅威
<ul style="list-style-type: none"> ・芽胞菌など一部の圧力耐性のある菌に弱い ・ラインによる大量生産に向かない ・装置の導入コストが高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・装置導入コストが高額なため、中小企業による活用が進まない懸念がある

導入の留意点

- ・装置導入コストを考慮した商品計画や受託加工企業の活用
- ・設置スペースの確保

運用の留意点

消耗部品（ポンプなどのシール）について、利用回数を目安に装置のメンテナンスが必要である。

今後の展望

日本において食品高圧処理は、食品衛生法など規格基準が加熱処理ベースであったことや、高い装置導入コストにより普及が進んでいないのが現状である。普及拡大に向けては、高圧処理に適した規格基準の整備や導入に対する補助金適用などが望まれる。

14.高周波誘導加熱技術を利用した超高温過熱水蒸気システム

概要

高周波誘導加熱技術を活用した過熱水蒸気発生システムは、過熱水蒸気を短時間で最大700°Cまで昇温することができる。この高速昇温能力と過熱水蒸気自体が有する複合的な伝熱性質（対流伝熱・輻射伝熱・凝縮伝熱）により、極めて効率よく対象物に熱を加えることができ、結果として短時間の乾燥処理を実現する。また誘導加熱を応用した短時間の昇温機能によって、暖機運転時間の短縮によるエネルギー効率化が期待できる。

更に乾燥機能による食品残渣を含む様々な産業廃棄物の減量化・リサイクル化や、抗酸化機能・殺菌滅菌機能による食品の消費期限延長・フードロス対策が可能で、総じて国内外の企業におけるSDGs貢献のコア技術の一つとして期待できる。

サプライヤー

電気興業株式会社

ユーザー例

食品製造業

当技術を活かせる業種

製造

技術レベル

開発

イメージ図



出典：電気興業株式会社

従来の問題点

- ・従来の過熱水蒸気は化石燃料による加熱で最高 200～300℃程度であり、処理に時間がかかっていた。
- ・更に昇温までの暖機運転時間も長いため電気使用量の面で省エネ効果が期待できなかった。

技術の新規性

- ・高周波誘導加熱技術：この技術を活用することで、非常に高い熱量（通常の熱風過熱の約 10 倍）となり、最大 700℃まで昇温可能。
- ・過熱水蒸気の特徴：過熱水蒸気は非常に高い熱量で、極めて効率よく対象物に熱を加える（対流伝熱・輻射伝熱・凝縮伝熱）ことで、短時間に乾燥処理が可能。

期待される効果（AMU にて推定）

- ・抗酸化処理、殺菌・滅菌、乾燥処理が短時間で行える
- ・粉末状、粒状等の食材の乾燥が可能。特に粉にして製造するような食品にも適している。

SWOT 分析

強み	機会
短時間で高温発熱による乾燥ができるため生産効率が良い 目的に応じてカスタマイズが可能。粉末状、粒状の食材でも乾燥が可能。	短時間で昇温するため、省エネの観点から SDGs・ESG といった社会課題の解決が重要視されている SDGs による産業廃棄物の有用化・食料ロス削減の動き
弱み	脅威
電源が大型であり、スペースが必要（大型冷蔵庫程度のスペースが必要） 供給電源容量が 200～400V で、大型の電源装置が必要	電気代の高騰 SDGs が重要視されなくなるような風潮が生まれること

導入の留意点

目的にあった設備を作るため、導入までの試験等、時間や費用がかかる

運用の留意点

- ・定期的なメンテナンスが必要
- ・食材による生成物の品質のブレが生じるため、一定にする技術の向上や環境整備が必要

今後の展望

食品製造場への導入には製造能力の拡大と付帯設備の小型化や可動式への変更といった課題があり、実装のためのサポートが求められる。

15. ナノバブル

概要

ナノバブルは、ナノサイズの微細な泡を液体中に安定的に発生させ、その泡の中に様々な気体を封じ込める技術である。水と空気で作られており安全性が高いため、人々の健康に関わる医療、美容、食品の鮮度保持や発酵・醸造の分野で利用され、また環境負荷が低いことから鉄鋼や機械の特殊洗浄など、幅広い分野での活用が見込まれている。

食品ロスの観点では、食品の鮮度保持に寄与するため食品の賞味期限延長の可能性が考えられ、その分野での活用の開発を進めている。

サプライヤー

シンバイオシス株式会社

ユーザー例

酒造会社、飲食店

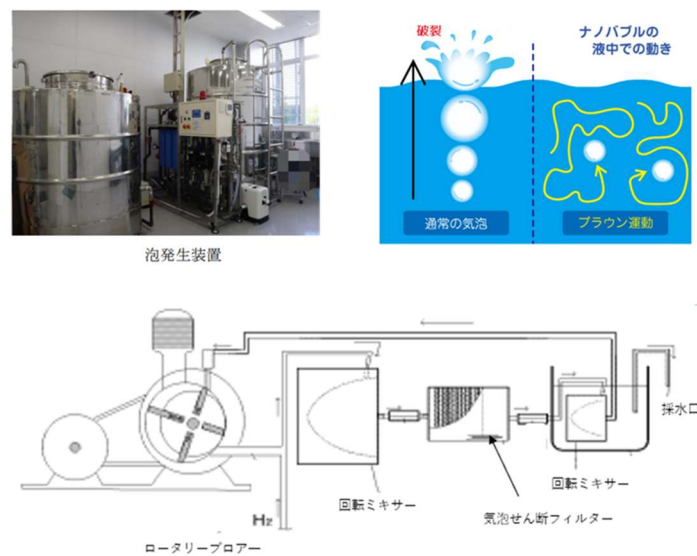
当技術を活かせる業種

製造

技術レベル

研究

イメージ図



出典：シンバイオシス株式会社

従来の問題点

数百nmのナノバブルは液体中に安定させることが難しく、短時間で消滅してしまうという課題があった。また、数 nm サイズのバブルを正確に測定できる装置が存在しないため、バブルの性能や効果を検証することが困難だった。さらに、バブルの発生には高圧や高温などの特殊な条件が必要で、環境に負荷をかけることも問題だった。

技術の新規性

回転せん断と気泡せん断フィルターで、液体中に微小なナノレベルの気泡を発生させることができるようになった。食品保存に関しては、① 制菌作用や② 抗酸化作用が期待できることから、食品の賞味期限延長の可能性を探っている。

期待される効果（AMUにて推定）

- ・食材の鮮度保持と制菌作用
- ・食品の酸化防止

例) 高濃度のナノバブルを混合した水を僅かに日本酒に添加することによって、日本酒の賞味期限の大幅な延長が期待できる。

SWOT 分析

強み	機会
食品保存に関して①制菌作用、② 抗酸化作用がある。	食品保存に関して輸出における賞味期限延長の要望がある。 飲食店で食品ロス（廃棄）を防ぐために食品（日本酒）の味の劣化を遅らせたいという要望がある
弱み	脅威
食品の賞味期限延長のために濃度や添加する最適な量が未だ確認できていない。	

導入の留意点

効果を確認するための試験を行う。日本酒の品質や賞味期限にどの程度影響を与えるか、投入方法を検討し官能試験等の検証が必要である。また食品に関わるころから消費者に対して、使用とその効果について適切に説明し透明性と信頼性の確保が重要。

運用の留意点

長期にわたる効果の検証が必要。

今後の展望

客観的かつ、利用者および消費者が実感できる効果を示すプロモーションツールを整備し、周知を図る必要がある。研究開発に対して公的研究資金などの支援と、公的研究機関等による研究マネジメントが有効と考える。

5.2.2 流通業

16.AI 需要予測と自動発注を軸とした在庫・流通最適化技術

概要

本技術は、サプライチェーンをサプライ（提供）視点ではなく、デマンド（需要）側から最適化する技術である。需要者（消費者）に最も近い小売店舗のさまざまなデータをもとに、AI による動的な需要予測と、連動した自動発注機能を軸とした技術である。需要予測をもとに欠品率、廃棄ロス率、流通の効率性（積載効率等）などを考慮した適切な発注を行うことで在庫・流通を最適化する。

■AI 需要予測と自動発注機能の特徴

需要予測は過去の販売実績や販売価格、天候などのデータを AI で分析することで行う。また、ユーザごとの商品ラインナップに合わせて欠品とロスが最低＝粗利が最大になる発注数を自動計算し、1つ売れたら1つ発注する従来の「セルワンバイワン形式」ではなく、需要予測に基づいた最適な発注を自動で行うことができる。予測算出の前提とする情報は固定値ではなく最新の店舗データを元に日々更新を行うため、常に現状に合わせた予測が提供される。他にも、スーパーの総菜などで利用されるサービス「AI 値引」（販売実績、販売価格、在庫数、客数予測、天候などのデータから最適な値引率と値引タイミングを提案するサービス）で、食品廃棄ロスの削減を図ることができる。

導入はクラウドサービスを使用し、1店舗や1機能から可能である。

サプライヤー

株式会社シノプス

ユーザー例

西友、イズミグループ、東急ストア、イオン九州、ユーコープ など

当技術を活かせる業種

流通、小売、飲食

技術レベル

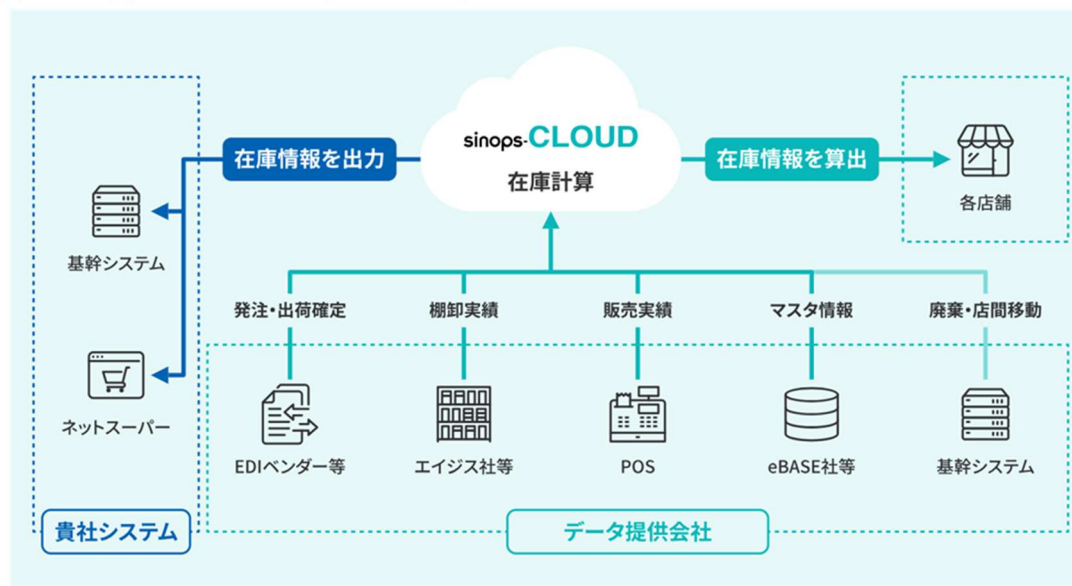
市場投入

イメージ図

(図1-1 需要予測・自動発注による食品ロス削減)



(図1-2 AI需要予測システムの導入イメージ)



出典：株式会社シノプス

従来の問題点

- ・発注担当者の勘や経験で発注しているため、食品小売業では年 60 万トン超を廃棄
- ・また、人の経験に基づく手動発注や、システムを入れていてもほとんどの企業は固定発注点で運用
- ・ユーザー企業の IT インフラが整っていないと導入が難しかった。

技術の新規性

- ・過去の販売などの実績などから需要を予測し、発注を行う「需要予測型」の自動発注の技術である。販売実績・販売価格・天候などのデータを分析し、需要予測・自動発注サービスを提供するために AI 技術を用いている。

・従来「発注点は固定」というのが業界の常識であったが、日毎、1時間毎に予測データを更新し動的な発注点予測を実現している。

・商品単位での予測だけでなく、取り扱う関連商品との競合（カニバリゼーション）も折り込んだ需要予測を実現する。

期待される効果（AMUにて推定）

廃棄・値引きロス を△19%程度削減

SWOT 分析

強み	機会
<ul style="list-style-type: none"> ・需要予測型自動発注：需要予測を在庫の最適化やロス削減をするために AI 技術を用いている ・日配食品や惣菜をはじめ、グロサリー、加工食品、酒、菓子など、多くの商品カテゴリーに対応可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・SDG's、食品の値上がりや人手不足によるニーズ増加、IT インフラ環境の発展 ・共働き定着、単身世帯の増加による、内食&中食需要の増加
弱み	脅威
<ul style="list-style-type: none"> ・導入の前提として、EDIが導入済みであることと、在庫計算の元データの精度が高いことが求められる点 ・使いこなすまで、または結果が出るまでに3か月～1年程度かかること ・人材の教育に時間がかかること 	<ul style="list-style-type: none"> ・特になし

導入の留意点

・需要予測に必要なデータを収集できる IT インフラの整備（POS や EDI 等を活用しているかどうか）が前提

・棚卸・販売・入荷(発注実績・納品実績)・商品情報などの十分なデータが蓄積されていること

運用の留意点

- ・長年の経験（曖昧な情報）にこだわらず需要予測を有効活用すること

今後の展望

・自社サービスだけでなく、様々な他業種・サービスと連携することで流通業全体の DX を発展させ、更に効率の良い配送、食品ロス削減を目指すためには異業種および企業間連携が図れるよう法的・経済的な枠組みを整備や情報共有等が必要である。フードチェーン全体の中で食品ロス低減の効果が示される場合、みどり税制等への適合などの支援を検討することが期待される。

17.食品ロス削減ブランディング

概要

■廃棄ロスされる食品を集約してエシカル消費を訴求するブランディング

パンは消費期限が短いことに加え多品種で構成されていることから、パン小売店は販売時に多くの食品廃棄ロスが発生している。また、2度の発酵工程など製造期間が日をまたぐこともあるが、作り始めてしまったら途中で減産することができず、食品ロスが多くなりやすい業界性質をもっている。

クリームや具が載っている菓子パンや惣菜パンなど多品種のパンを品質を、劣化させずに冷凍できる急速冷凍機を使用することによって、消費期限2日を賞味期限90日に延長することが可能となる。地域のパン小売店から作りすぎてしまったパンを集約して、この冷凍ロングライフ化により「エシカル消費（※1）」を訴求するブランディングを行い消費者に訴求することで食品ロスを削減することができる。また、消費期限が延長されることで、地域のパンを全国の小売店やECで販売することも可能となり商圏が広がる。さらには、冷凍パンのため家庭内の食品廃棄ロスも改善される。

このように、個々の小売店や企業では取り組むことが難しい共通課題を集約して、冷凍などの消費期限の延長やエシカル消費を訴求するようなブランディングを行うことで付加価値を高めることにより業界全体の食品ロスを削減していくことが可能となる。また、設備投資コストも抑えることが可能である。このブランディング手法は、他の食品小売業においても応用可能である。

※1「倫理的消費(エシカル消費)」とは、消費者それぞれが各自にとっての社会的課題の解決を考慮し、そうした課題に取り組む事業者を応援しながら消費活動を行うこと。（出所：消費者庁ホームページ）

サプライヤー

製造：地域のパン小売店

企画販売：株式会社ハットコネクト

ユーザー例

一般消費者

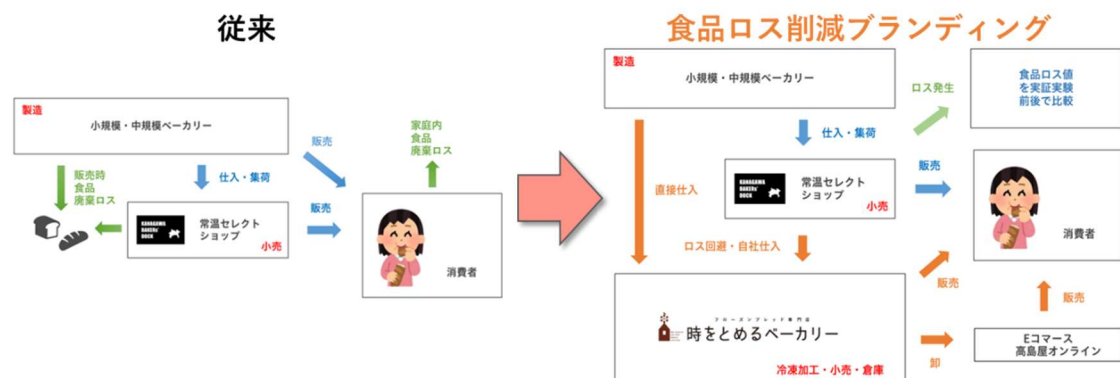
当技術を活かせる業種

流通

技術レベル

開発

イメージ図



出典：株式会社ハットコネクト

従来の問題点

- ・パンは消費期限が短く、販売時に多くの食品廃棄ロスが発生している。
- ・個々の小売店で食品廃棄ロス削減に取り組むには限界がある。

技術の新規性

個々の小売店や企業では取り組む事が難しい共通課題を集約して、冷凍などの消費期限の延長やエシカル消費を訴求するようなブランディングにより付加価値を高め食品ロスを削減することが可能になる。

期待される効果（AMUにて推定）

・実証実験では、冷凍による消費期限の延長とエシカル消費を訴求したブランディングを行った店舗での販売により、販売時の食品廃棄ロスが仕入金額ベースで12.5%が3.6%、重量ベースで11.6%が3.2%に削減された。また、このブランディング技術は、食品ロス課題を抱える他の食料品事業者や外食産業にも応用することが可能である。

出典：株式会社ハットコネクト資料より

SWOT 分析

強み	機会
<ul style="list-style-type: none">・パン小売店にとって少ない負担で値引きをすることなく食品廃棄ロスを減らすことができる。・冷凍による消費期限の延長により家庭での食品廃棄ロスを減らすことができ消費者にとってもメリットがある。	<ul style="list-style-type: none">・エシカル消費に対する消費者の意識の高まり
弱み	脅威
<ul style="list-style-type: none">・冷凍食品に対するマイナスイメージ	<ul style="list-style-type: none">・消費者の短期的なコスト追求型の意識

導入の留意点

- ・地域のパン小売店の開拓と仕入物流の確保が必要である。
- ・店舗を設ける場合には交通の便が良いなど工夫が必要である。

運用の留意点

- ・冷凍パンの食べ方や美味しさを消費者に訴求していく必要がある。
- ・需要予測による地域のパン小売店との情報共有が必要である。

今後の展望

客観的かつ、利用者および消費者が実感できる効果を示すプロモーションツールを整備し、周知を図る必要がある。事業者が導入し、食品ロス低減の効果が期待できる場合、みどり税制等への適合などの支援が期待される。

18. 青果物のコールドチェーンネットワーク

概要

コールドチェーンネットワーク（以下、本技術とする）は、全国規模で青果センターとそれを結ぶ冷凍冷蔵車による幹線輸送網を構築し、一貫して、青果物ごとに適温で運ぶことで鮮度（水分量）を保ち、青果の消費期限延長を可能にした技術である。

通常、青果物は生産地から消費者のもとへ届くまでに様々な流通経路を辿るが、本技術を活用し、収穫から保管・出荷までを一元管理することで、それらを青果物及び市場ごとの最適なタイミングで行うことを可能としている。

なお本技術を用いることによる食品ロス削減としては、以下の効果が期待できる。

■歩留まり率の向上

いままでの青果物の流通経路では、青果は卸売市場や仲買業者を經由して消費者へ届けられてきたが、サプライチェーンごとに青果の管理手法が異なることで時間や温度管理のロスが生じ、商品の品質や流通量に影響が出る場合があった。本技術では、全国 14 拠点の青果センターを中核に冷凍冷蔵車による幹線輸送でつなぐ物流網を展開することにより青果物の品質劣化を防ぎ、青果廃棄の削減に寄与している。

■需要と供給の最適化

本技術は専用システムで入荷・在庫管理・市場からの発注を一元管理することで、鮮度の高い商品を、必要な時に必要な量を広域に流通させることを可能としている。

本技術は市場の需要と生産者供給のギャップを吸収し流通の安定化に寄与することで、日本国内の食の安全保障を支援するものである。

サプライヤー

株式会社ファーマインド

ユーザー例

生産者、生産者団体、流通業者

当技術を活かせる業種

流通

技術レベル

市場投入

イメージ図



出典：株式会社ファーマインド

従来の問題点

- 1.流通途中の温度変化や湿度変化により、青果物の鮮度悪化につながり、食品廃棄が発生する
- 2.供給のタイミングが季節や気候の変化によって左右され、市場の需要とのバランスが崩れ、需要過多による価格高騰や、供給過多による青果廃棄が発生する

技術の新規性

- 1.コールドチェーンとして、適温により、末端まで温度変化を防止し、青果物を新鮮な状態のまま届けられる
- 2.専用システムを組み合わせ入荷・在庫管理・市場からの発注を一元管理することで、鮮度の高い商品を市場の要望に合わせ広域に流通させることを可能とした

期待される効果（AMUにて推定）

- 1.定温輸送で青果物の鮮度を保つことにより、消費期限を延ばすとともに、適切な数量を消費者に届けられる
- 2.適切な数量を消費者に届けられることによる、需給変動の吸収
- 3.中間流通コストの削減による生産者と消費者への利益還元

SWOT 分析

強み	機会
同一品質の青果物を全国一律に配送できる。	食料自給率(38%)を高める機運
弱み	脅威

<p>サプライチェーン全体でシステムを構築する必要がある</p> <p>*例) 出庫用保冷倉庫→保冷トラック→入庫用保冷倉庫</p>	<p>1.エネルギー価格の高騰</p> <p>2.物流の2024年問題により輸送能力が不足する可能性</p>
--	--

導入の留意点

青果センター、冷凍冷蔵車、専用システムなど一体で利用する必要がある。

*ピンポイントの導入では上手くいかない

運用の留意点

共同配送により稼働率を高める等、ネットワーク全体での効率向上を意識する必要がある。

今後の展望

農林水産省の令和4年度作況調査(野菜)・令和4年度作況調査(果樹)によると、青果物は、収穫量のうち約10%くらいが出荷できずに廃棄されている。(※)

産地側にもコールドチェーンネットワークのセンター(保冷貯蔵庫)を設置できれば、天候に左右されず、収穫・貯蔵・出荷ができる。また無選果や粗選果での集荷も可能となることで、今まで市場に乗らなかった青果物も、加工食品の対象となり、食品廃棄が抑制できる。

(※)農林水産省の令和4年度作況調査(野菜)・令和4年度作況調査(果樹)の収穫量、出荷量を参照

https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_yasai/index.html

https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kazyu/index.html

19.強電磁場凍結技術

～高い電磁場により食品・食材の鮮度や食感、風味の維持を可能にする高機能冷凍技術～

概要

本技術（プロトン凍結）は、食品・食材を急速凍結（*）する際に均等磁束と電磁波を加えて凍結（冷凍）する技術である。本技術を使用することで、従来の冷凍方法で課題となっていたドリップや離水による食材の品質低下を低減させ、鮮度や食感、風味を長期間維持することが可能になる。急速凍結とは、食品・食材の温度が最大氷結晶生成温度帯（0℃～-7℃くらい）をより早く通過させて凍結を行う冷凍方法。これまでの緩慢凍結に比べ冷凍時の氷結晶を小さくでき、解凍時のドリップ・離水による食材の品質低下を改善。

■具体的なポイントは以下3つ。

- ・ハイブリッド凍結技術：冷風に均等磁束および電磁波をあわせた急速凍結（冷凍）技術
- ・氷の粒を大きくしない：凍結時の氷核の生成にはたらきかけて氷核を多数生成し、小さな氷結晶を作る
- ・鮮度・食感・風味を維持：食品の細胞破壊を防ぎ、解凍時のドリップ・離水量を少なくします。食品の本来の品質を保つ

■原理

食品・食材に含まれる水分が氷になる時に、氷核の生成に効果を与えて核を多数生成し、大きな氷結晶の成長を防止。その結果、食品の細胞破壊を防ぎ、ドリップ・離水量を少なくする。（図1）

通常の冷凍の場合、最大氷結晶生成温度帯（0℃～-7℃くらい）を通過する時間が長いため、大きな氷結晶へと成長しやすく、細胞の破壊が進む。プロトン凍結では、電磁波と磁束の働きを利用して一度にたくさんの氷の核を生成することにより、大きな氷の結晶へと成長することを防止する。それにより細胞を壊さずに凍結させることを可能とした。

■効果

急速凍結に均等磁束と電磁波を加えることにより、急速凍結のみの場合に比べ食品・食材が凍る時の「氷の粒」をできるだけ小さくし、食品・食材の細胞破壊を低減させドリップや離水によるうま味成分の流出低減を実現した。また、食感の低下や風味飛びなどを防止し、食品・食材の本来の品質安定に効果が期待できる。（図2）

サプライヤー

株式会社新鮮ネットワーク

ユーザー例

食肉、野菜、冷凍食品、等

当技術を活かせる業種

小売、製造

技術レベル

市場投入

イメージ図

(図1 プロトン凍結の原理)



(出所：菱豊フリーズシステムズHP)

(図2 プロトン凍結の効果)



(出所：菱豊フリーズシステムズHP)

出典：株式会社新鮮ネットワーク

従来の問題点

従来の凍結方法（急速凍結のみ）の問題点は以下の通り。

1. 冷凍食品を冷凍・解凍した際に食材組織内の水分が流れ出てしまうことによる味・風味・食感の劣化の発生（急速凍結は緩慢凍結に比べると食品劣化は抑えられるが、完全ではない）
2. 上記記載の劣化を防ぐために食品添加物を利用する場合あり

技術の新規性

冷凍の際に均等磁束と電磁波を用いて分子を整列させ「氷の粒」が大きくなるようにすることで、解凍の際の水分流出を防止できる

期待される効果（AMUにて推定）

本技術を用いることによる期待される効果は以下の通り。

- ・ドリップや離水による食材の見た目・味・食感の劣化などの品質低下を低減することで消費期限の延長が可能になり、廃棄等による歩留率の改善が期待できる
- ・取れたての品質に近い状態で冷凍/解凍が可能なることから、収穫したものの貯蔵が可能となる。これにより、これまでで加工/販売まで時間を要し品質劣化で廃棄されていた食材の削減が可能となる。
- ・日持ちが短い商品も遠方への出荷が可能になることで、新たな市場開拓の可能性が高まる

SWOT 分析

強み	機会
<ul style="list-style-type: none"> ・従来の冷凍技術に比べ、食材劣化が少なく、出来たてに近い状態を維持することで美味しさを保つことができる ・産地から離れた場所での食材加工が可能（冷凍（産地）→運搬→解凍→加工（遠方）→販売のプロセス） ・解凍後の品質が良いことから、食品添加物の添加が不要 	<ul style="list-style-type: none"> ・食品ロス削減の機運上昇に伴う、冷凍食品の認知度向上 ・食品小売店のない過疎地におけるの食料品販売としての冷凍食品の存在感の拡大 ・高齢化、女性の社会進出による冷凍食品ニーズの高まり ・日持ちが短い食材の産地から離れた地域でのニーズの拡大（日持ちが短いため産地付近でしか食べることが出来なかった食材が、冷凍技術の進歩で冷凍できるようになり遠方への出荷が可能になる）
弱み	脅威
<ul style="list-style-type: none"> ・水分の多い食材（野菜果物など）を冷凍する場合、解凍後の味・食感・風味が落ちる。 ・細胞の弱い食材（ウニ、プリンなど）の解凍後の味・食感・風味が落ちる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・新たな冷凍技術の確立 ・冷凍食品の悪い情報の拡散（長期間保存されており新鮮でない、添加物も多い など）

導入の留意点

大型機は室外機の設置が必要。また重量も大きいことから、床の強度の補強が必要になる場合がある。

運用の留意点

庫内で作業する際、強い磁力により時計、携帯電話などが破損する危険がある。

今後の展望

食品の製造・流通におけるコールドチェーンに本技術が活用されることで、食品ロス低減に効果が期待される場合、導入費用の軽減に関する支援やみどり税制等への適応が期待される。

5.2.3 小売業

20.3D フードプリントとパーソナルデータ連動技術

概要

3D フードプリンタは、パーソナルデータをもとに「個々人に適した食材を、必要な時に、必要な量だけ」提供することで、食事の質と量が最適化され食品ロスを削減することができる。

■ 3D フードプリンタの仕組み

魚肉のすり身などの食材が入ったカートリッジを3D フードプリンタに設置して、CAD データで指定した断面に沿って食材を押し出すことで積み上げていく押出方式で食材を立体的に造形していく（図 1-1）。

■ 食材例

ある程度の粘性が必要で、食材例としては魚肉のすり身やこんにゃくペーストなどがあり、その他、現在様々な食材の開発が進んでいる（図 1-2）。食材を押し出すシリンジ部や造形するテーブルの加温が可能であり、飴やチョコレートは固形のまま設置すれば溶かしながら押し出すことが可能である。また、造形テーブルを加温させ温度を一定に保つことでチョコレートのテンパリングや、3D フードプリンタ自体を冷蔵庫に入れることで低温下にて造形が安定する食材にも対応することができる（図 1-3）。食材のカートリッジは複数設置することのできるため、色や食材を変化させ自由に組み合わせることも可能である。

■ 未来の食事（開発シーズ段階）

個々人の年齢や体重、その日の運動量や何を食べたか、不足する栄養素、味の好みや既往歴などのパーソナルデータを AI で分析することで、個々人に最適化された食材レシピを作ることができる。その食材レシピに従って、3D フードプリンタで嚙下レベルに合わせた固さの食材を生成することで、個々人に最適化（マスカスタマイゼーション）された食事を提供することが可能であり、最適量で提供されるため食べ残しがなくなり食品ロスを削減することができる。

サプライヤー

システム・コーディネート & 販売：ミツイワ株式会社

製造：武蔵エンジニアリング株式会社

ユーザー例

ファミリーレストラン、テーマパーク

当技術を活かせる業種

小売、飲食宿泊

技術レベル

開発

イメージ図

(図1-1 3Dフードプリンターの仕組み)



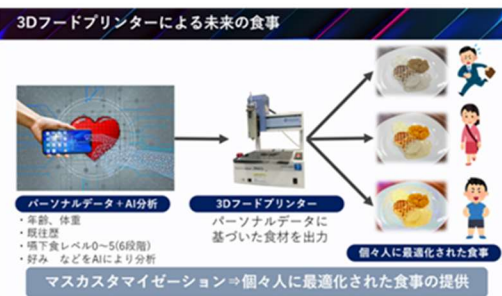
(図1-2 3Dフードプリンターの食材例)



(図1-3 3Dフードプリンターのオプション)



(図1-4 3Dフードプリンターによる未来の食事)



出典：ミツイワ株式会社

従来の問題点

・現在、個々人の年齢や体重、運動量、既往歴、アレルギーなどのパーソナルデータを考慮せず、個々人が望むだけ食事を摂取している。そのため、本来必要な栄養素が不足してしまったり、必要以上に食べ過ぎてしまったりすることがあり、過剰提供による食品ロスが発生している。

・飲食店では個々人に最適化された食事を提供するには限界があり、食べるできないものを提供してしまう可能性があり食品ロスが発生してしまう。

技術の新規性

個々人のパーソナルデータを統合し AI 分析することにより、個々人に最適化された食材レシピを調合生成することができる。また、3D フードプリンタは嚥下レベルに合わせた固さの調整も可能であり、「個々人に適した食材を、必要な時に、必要な量だけ」提供することができる。

- ・ 個々人のパーソナルデータの統合技術
- ・ AI 分析による個々人に最適化された食材レシピの生成
- ・ 3D フードプリンタを使った最適化された食事を標準化された飲食店でも提供が可能

期待される効果（AMU にて推定）

- ・ パーソナルデータが統合されることにより、個々人に最適化された質と量の食事の提供が可能となり食品ロスを削減することができる。
- ・ 持病、宗教、アレルギー、嚥下レベルなど個々人の事情に合わせた食事を標準化された飲食店でも提供することができる。

SWOT 分析

強み	機会
<p>・ パーソナルデータを統合して AI 分析することで、個々人に最適化された食事の提供する仕組みを構築することができる。</p>	<p>・ 平均寿命と健康寿命（日常生活に制限のない期間）は年々伸びているが、両者の差は広がっている。個人の体調や嗜好に合わせたオーダーメイド型の食事提供のニーズが高まる可能性が高い。出所：内閣府「選択する未来 - 人口推計から見えてくる未来像 -」 (https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/special/future/sentakus3_1_1.html)</p> <p>・ 健康に対する意識向上。 出所：明治安田生命「健康」に関するアンケート調査 (https://www.meijiyasuda.co.jp/profile/news/release/2023/pdf/20230906_01.pdf)</p>

弱み	脅威
<ul style="list-style-type: none"> ・ 個々人のパーソナルデータの入手に時間を要する。及び、最適化する AI 技術の開発が途上である。 ・ 3D フードプリンタ向けの多様な食材レシピが足りない。 ・ 3D フードプリンタの社会的認知度がまだ低い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 個人情報保護への関心の高まりや法律による個人情報の取り扱いが厳格化される可能性がある。

導入の留意点

- ・ 素材や温度など個別のカスタマイズが必要である。
- ・ AI が生成した食材レシピを調合する専門家の養成が必要である。
- ・ エンターテイメント要素を取り入れ、これまでのライン生産品と異なるという先進性を訴求する必要がある。
- ・ 短期的な利益ではなく、長期的な視点で導入を検討していく必要がある。

運用の留意点

- ・ ユーザーからパーソナルデータを提供してもらうハードルを下げ、利用しやすくする必要がある。
- ・ 情報セキュリティの信頼性、安全性を維持していく必要がある。

今後の展望

本技術は研究段階にあり、技術課題の解決に対しては、公的研究資金等による支援が有効と考える。

21.中食商品の冷凍食品化

概要

2024年の法改正に伴い、物流面での人手不足が深刻となる中、将来的な物流の効率化を目的に、常温で販売しているおにぎり6品を冷凍おにぎりとして発売する実験を実施。冷凍おにぎりの販売により、製造工場での生産効率化、物流面での配送効率化だけではなく、店舗での食品ロス削減効果も見込める。以前、近未来型の試験店舗で、冷凍弁当の販売を行ってきた。今回、弁当よりさらに即食ニーズが高く販売数が多いおにぎりで、冷凍による実験販売を実施した。(図1-1)

実験販売した冷凍おにぎりは、通常製造しているおにぎりをベンダー工場で製造後に即凍結し冷凍物流で店舗に納品したもので、電子レンジで温めて召し上がっていただくものである。(図1-2)

今回の実験販売は、リサーチ会社の調査において、全国で最もおにぎりを温めるかを聞かれる結果となった福島県と一般的な東京都の店舗で行い、常温おにぎりとの購入客層、購入シーンの差異、地域偏差などを検証した。

サプライヤー

株式会社ローソン

ユーザー例

株式会社ローソン

当技術を活かせる業種

小売、流通

技術レベル

実証

イメージ図

(図1-1)



(図1-2)



出典：株式会社ローソン

従来の問題点

店舗での消費期限切れによる食品ロスだけでなく、製造工場でも作り置きによる食品ロスが問題となっている。物流では時間外労働時間の上限が設定されることで、配送ドライバーの人手不足が予想され、配送回数の集約化が必要となっている。

技術の新規性

食品メーカーが製造する冷凍食品ではなく、ベンダーが製造しているおにぎりを冷凍化することで、ベンダーでの製造効率化、物流の配送効率化、店舗での食品ロス、機会ロス削減に寄与する。

SWOT 分析

強み	機会
工場での生産効率化・食品ロス削減、物流での配送効率化、店舗における食品ロス削減	常温商品とのメニュー補完による商品ラインナップの拡充、新たな顧客需要の創出
弱み	脅威
冷凍食品売り場での販売、喫食時のレンジアップ	電気代の高騰

導入の留意点

冷凍食品の即食化への消費行動の変容が必要。また、製造工場における凍結機器、冷凍保管庫への設備投資が必須。

運用の留意点

即食需要を喚起するには、店舗設置のセルフレンジ（1500W）でのレンジアップが必須であり商品による加熱ムラを無くす為、レンジアップ検証を重ね適正な温め目安を設定すること。

またレンジアップ直後は熱くて持てない可能性がある為、包材サイズの選定が重要である。（図1-2）

冷凍適性と、レンジ耐性（耐熱性）を確認。双方の条件に合致した具材の選定に留意が必要である。

今後の展望

冷凍おにぎりのレンジアップの抵抗をなくし、常温おにぎりより味や健康面での優位性を出ることが出来れば、冷凍おにぎりの市場が拡大し、廃棄ロス、機会ロス削減効果に繋がられる。

22.レーザー型 3D フードプリント

概要

3D フードプリンタは、介護施設や宇宙における簡便な調理装置や、個人の健康状態（デジタル情報）に基づいて調理する変換器としての役割を期待されており、ペースト食品をはじめ培養肉や代替肉といった食材での利用の検討が進められている。必要な場所で必要な時に必要な量だけ提供でき食べ残しの食品ロス削減の効果が期待できる。フードプリンタにはレーザー式とスクリー式があり、レーザー式は造形速度が、スクリー式に比べ2～10倍速く、柔らかいものだけでなく、より硬めの造形が可能である特徴がある。弾力性の面では、蒲鉾より弾力性のあるうどんやハムなどへ造形範囲がひろがる。

サプライヤー

レーザークック株式会社

ユーザー例

福祉施設、給食センターなどを想定

当技術を活かせる業種

小売、飲食宿泊

技術レベル

開発

イメージ図

スクリー式 レーザー式



3Dフードプリンティング研究開発ロードマップ

2010	2020	2030	2040	2050
3Dプリンターブーム	研究用業務用3Dフードプリンター	家庭用3Dフードプリンター	シェフロボット	スマート弁当
 山形大学 シンシ式 3DPP (2012年に開発)	 山形大学 スクリー式 3DPP (2015年に開発)	 山形大学 レーザー照射 パスタ式 3DPP (2020年に開発)	 OPENMEALS 食研アレボーション (2018年にCOCOAで発表)	 やむらひの共創コンソーシアム Smart Bento (2013年のシンポジウムなどで発表)

① 1層分の懸濁液を供給 ② レーザー照射 ③ ①②の繰り返し



容器 懸濁液 硬化した澱粉 レーザー式原理

出典：山形大学 古川英光教授

従来の問題点

従来型のスクリー式フードプリンタは構造が複雑で、製造コストが高い。

従来のフードプリントは機械を稼働させる前工程である材料準備にかかるリードタイムが長く、一つの成型品を作るためには十数分の時間がかかっている。

技術の新規性

レーザー光を照射することで液体中に固形体を形成し、短時間での成型が可能となっている。

ミクロン単位でのゲル状物質の加工が可能。

期待される効果（AMUにて推定）

短時間で3Dプリント成型ができる。

必要なものを必要な量だけ短時間で生成でき、食べ残しを削減できる。

高齢化社会に向け、廃棄素材の利用による見た目にも楽しい嚥下食が製造できる。

SWOT分析

強み	機会
短時間での成型 低廉な初期コスト	アレルギー体質の人への食材提供 健康意識の高まり。SDGsによる食料ロス削減の動き
弱み	脅威
液体中で成型をするため、単一の材料からの成型に限られる（将来的には多色インクノズルを備え、異種材料が可能になる） 原材料の衛生管理 高額な設備投資 一般消費者の粉状原材料への抵抗感 製造したい商品を廃棄されている商品で製造する場合の最適な混合比のデータ収集	研究者・設計者が予想以上規模に比べ少なく、技術開発が広がりづらい 冷凍品などの代替品に価格面で劣り市場が拡大しない

導入の留意点

3Dフードプリンタを導入する場合には、造形物の設計者と原材料の調合を行う人材が必要である。現時点では外部人材は少ないため、自拠点での養成が求められる。

運用の留意点

食材やフードプリンタの衛生面の管理が重要である。原材料は粉末状態より、水分を加えた状態の方が、劣化スピードが速くなる。そのため、造形に用いたインクは長期保管をせず原則使い切る、装置や器具は使用のたびに洗浄し衛生管理を徹底する。

仕上がりの品質は、成型スピードや材料の出力調整により大きく左右されるため、成型品や素材ごとの最適な設定値のデータを蓄積することが重要である。

今後の展望

フードテックは日本が強みを持つ分野の1つであり、本技術は世界に対してアドバンテージを有する領域である。将来の食品ロス削減に資する技術の研究開発に対しては公的研究資金などの支援と、公的研究機関等による研究マネジメントが有効と考える。

23. 嗅覚センシング技術

概要

本技術は嗅覚センサーを用いて、見た目ではわかりにくい食品の腐敗などを検知する技術である。代表的な嗅覚センサーのMSS（Membrane-type Surface stress Sensor）は、感応膜と呼ばれる部位がガスを吸収（脱着）して膨張（収縮）する際に生じる変位や応力を検知することで動作するナノメカニカルセンサである（図 1-1）。

従来型構造では不可能であった高感度化と小型化を両立した新たなセンサー素子があり、従来型と比べ約 100 倍の感度を実現する。有機・無機・生体材料など、ほとんどすべての材料が利用可能であり、測定対象や測定条件に応じて、柔軟に対応できる。

機械学習と組み合わせることで、ニオイに含まれる特定情報の高精度定量推定（例：西洋ナシのニオイから熟度（硬度）を推定）ができるため、見た目ではわかりにくい腐敗などを匂いだけで検知できる（図 1-2）

サプライヤー

I-PEX、物質材料研究機構

ユーザー例

小売店

当技術を活かせる業種

小売、飲食宿泊、流通

技術レベル

開発

イメージ図

図1-1

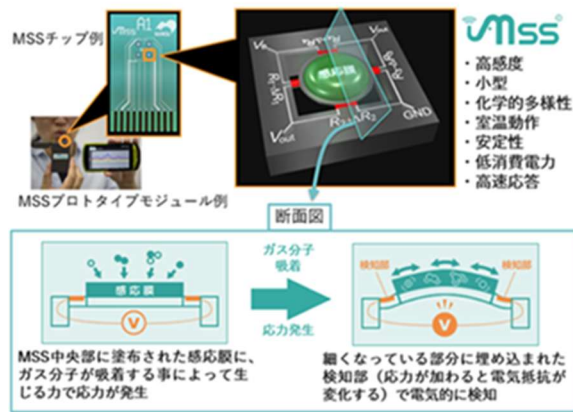
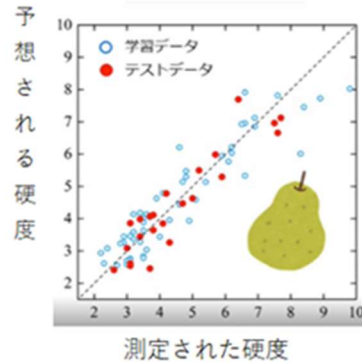


図1-2

ニオイによる西洋ナシの熟度の測定

※ニオイによって硬度（熟度指標）を定量推定



出典：弘前大学 張樹槐教授

従来の問題点

匂いを識別することは大変難しく、アルコール検知器やガス検知器特定の匂いを特定するような技術しかなかった。また液クロマトグラフィ（液クロ）やガスクロマトグラフィのように詳細に調べることができても機械が大型で高価であった。

技術の新規性

- ①高感度化と小型化: 従来型構造では実現できなかった高感度化と小型化を両立させている。1平方ミリメートル（1 mm²）以下の素子で、従来型と比べ約100倍の感度を実現している。
- ②多様な感応膜: ガスを吸着させる感応膜として、有機・無機・生体材料など、ほとんどすべての材料を利用可能である。測定対象や測定条件に応じて柔軟に対応できる。
- ③機械学習との組み合わせ: MSSは機械学習と組み合わせることで、特定情報の高精度定量推定や、センサチップだけでニオイを識別可能な「フリーハンド測定」を実現している

期待される効果（AMUにて推定）

- ①食品の新鮮さの評価: 食品の腐敗臭等を測定できる。これにより、食品の新鮮さや品質を評価できる。例えば、肉や魚の腐敗を検出し、消費期限を適切に判断することができる。

②保存状態のモニタリング：食品の保存状態をリアルタイムで監視できるため、適切な温度や湿度で保管されているかどうかを判断できる。これにより、食品の劣化を防ぎ、ロスを最小限に抑えることができる。

③消費者への情報提供：MSS 嗅覚センサを商品パッケージに組み込むことで、消費者に食品の品質や新鮮さについてリアルタイムで情報を提供できる。これにより、消費者が適切な判断を行い、食品ロスを減らすことができる

SWOT 分析

強み	機会
<ul style="list-style-type: none"> ・目ではわかりにくい腐敗を感知できる ・AI 技術をもちいれば更なる感度向上が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・小売・流通業界での人材不足（廃棄の判別等を行うには人材が必要）
弱み	脅威
<ul style="list-style-type: none"> ・水分の多い食品や湿度の高い測定環境で、匂いを識別しにくいことがある。 ・匂いを識別することは大変難しい。測定環境を安定する、技術の高精度化。 ・実用化するためには機械学習によるデータの蓄積が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・嗅覚の仕組みが複雑で、人や動物と同等の識別・判別技術を開発することは容易ではない

導入の留意点

- ・水分や水蒸気の多い食品の匂いの識別が難しいため、判別する農産物や食品の選別が必要
- ・判別するためには多くの機械学習を実施し、データ解析用の制度を高める必要がある

運用の留意点

- ・センサーの性能は温度、湿度、気圧などの環境要因に影響されるため、運用環境を適切に制御する必要がある

今後の展望

本技術は研究段階にあり、技術課題の解決に対しては、公的研究資金等による支援が有効と考える。

24. 「魚肉ねり製品製造技術」の3Dフードプリンタへの応用

概要

魚肉ねり製品製造技術では「ネクストシーフード うに風味」や「うなぎの蒲焼風」等、魚のすり身等を用いて水産物や水産加工品(以下、水産物等)を再現した商品を開発し、既に販売している。対象物の再現には味だけではなく、食感、香りも重要な要素。そのため、アミノ酸の成分分析の他、官能検査を繰り返すことで「美味しさ」を再現している。

そして現在、「未来の食卓」を想像し、3Dフードプリンタで水産物等を再現するための原材料(インク)開発に取り組んでいる。当該技術が確立すれば、水産物等を必要な時に必要な量だけ提供することが可能となる。その結果、食べ残しによる食品の廃棄ロス削減に寄与することが期待される。

サプライヤー

一正蒲鉾株式会社

ユーザー例

一般家庭、外食産業、介護施設

当技術を活かせる業種

小売、製造

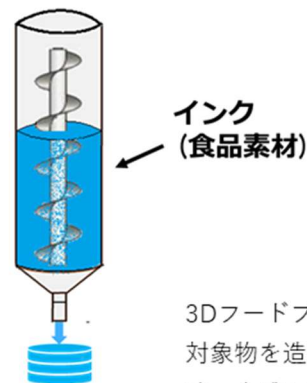
技術レベル

研究

イメージ図



具材全て、魚のすり身を原料に開発した「ネクストシーフード」を使用



3Dフードプリンターで対象物を造形。
味・食感も再現

出典：一正蒲鉾株式会社

従来の問題点

【水産物等の再現技術】

これまでに無いものを製造するため、調合技術や製造技術等を一から研究する必要がある。また「美味しい」と感じてもらうためには、味と食感、香りのバランスを最適化する必要がある。

【3D フードプリンタへの応用】

3D フードプリンタへ対応するためには、専用の原材料(インク)が必要。当該インクに関する技術が確立されていない。また、3D フードプリンタ自体の技術が確立していないことも課題。

技術の新規性

【水産物等の再現技術】

「味」の再現のキーとなるアミノ酸組成を分析。目的とする水産物等の味を再現するアミノ酸組成を導き出すことに成功。更に官能検査を行い、味と食感・香りとのバランスを確認し「美味しさ」を再現している。

【3D フードプリンタへの応用】

目的とする対象造形物とその食感・味を再現するインクの作成に成功(一部の水産物等)。

期待される効果 (AMU にて推定)

- ・ 生鮮食品よりも賞味期限が長く廃棄ロスが削減される。
- ・ 3D フードプリンタでは、必要な時に必要な量だけ使用することが可能。また、将来的には個々人にカスタマイズ(味・栄養・食感)されたものが提供可能になると期待される。その結果、食べ残しによる食品ロス削減にも繋がる。

SWOT 分析

強み	機会
・ 味、食感、香りの最適化による水産物等の「美味しさ」の再現性	・ 世界人口が増加しており、食糧問題に対応する必要性が増していること ・ ベジタリアン、ハラール等、食文化・嗜好が多様化していること
弱み	脅威

<p>・3D フードプリンタの機種(※)ごとに原材料(インク)の開発が必要な点</p> <p>※「スクリー式」、「レーザー式」、「粉末造形式」等</p>	<p>3D フードプリンタは、様々な機種がある。一方で、今後どの機種が主流になるかという点については現状分からない。</p>
--	--

導入の留意点

3D フードプリンタの機種と原材料(インク)をマッチさせる必要がある。

運用の留意点

原材料(インク)を適正な温度で保存する必要がある。

今後の展望

人口の増大により世界の食料需要は 2050 年に 2010 年対比 1.7 倍となることが予測されている。人口増でタンパク質が不足する危機への対応として、かまぼこの原料となる魚肉を培養肉により調達することを研究している。しかし、当社のように地方に位置するフードテック企業が、技術開発で協業先を探索する場合、情報が不足しており時間がかかる。また、地方では特産品に関連する研究・開発支援は手厚いが、それ以外の産品への支援は決して厚いとはいえない状況。新たな技術研究に向けた、行政によるフードテック企業への支援策があることが望ましい。

5.2.4 飲食宿泊業

25.こめ油の調合による植物油の保存安定性の改善

概要

米ぬかを原料とした「こめ油」を多様な食用油（菜種油、大豆油、亜麻仁油など）に混合することで、加熱時や常温下においても品質劣化を抑える技術である。従来、経験的に一部の製造業において実行されていた。今回、その品質劣化抑制の効果について、数値検証できたことにより、確かであることが示された。特に常温下においては、ごく少量のこめ油の調合でも油の酸化を大きく抑制することができ、食用油の保存安定性の改善に繋がり、食用油の廃棄削減に寄与する。

サプライヤー

築野食品工業株式会社

ユーザー例

飲食店、食品メーカー、製菓メーカー、ベーカリー、一般家庭

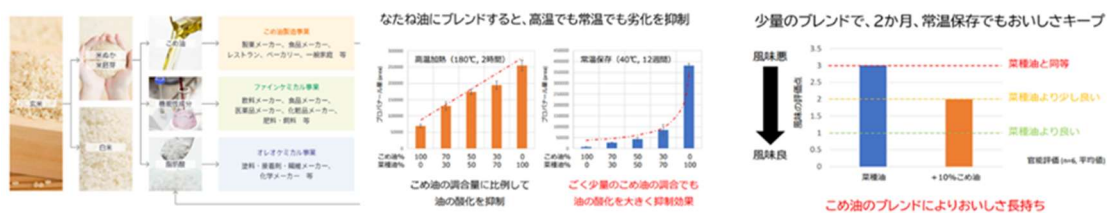
当技術を活かせる業種

飲食宿泊、小売

技術レベル

市場投入

イメージ図



出典：築野食品工業株式会社

従来の問題点

菜種油をはじめとする食用油は酸化しやすく、独特のクセが出やすい

技術の新規性

- ・こめ油自体が酸化しにくいだけでなく、比較的安価なキャノーラ油などの食用油に混ぜて使うことで、使用時間が長期化できる
- ・こめ油の混合による効果を数値で明らかにした

期待される効果（AMUにて推定）

- ・こめ油を少量でも混合させた食用油はその保存期間が長くなるため、食用油を多く消費する食品メーカーや飲食店の食用油の使用量を削減できる。
- ・こめ油を使用した食品の美味しさが長続きするため、食品メーカーの賞味／消費期限を延長できる

SWOT 分析

強み	機会
こめ油を混合することで顧客の食用油の消費量が削減されること 料理の風味がよくなること 米ぬかの有効活用であること	食材ロス削減の風潮があること 健康志向の高まり
弱み	脅威
米ぬかから1%しか製造できず、製造コストが高いこと	コメ離れや生産業者減少により、米ぬかの調達が難しくなること

導入の留意点

こめ油を混合して使用する場合、油の成分の変化をどのようにとらえるか留意が必要と考えられる。

運用の留意点

健康志向や風味の良さに脚光が当たりこめ油の需要が増えているため、原料となる米ぬかが国内だけでは十分に調達できない。

今後の展望

米ぬかの有効活用を拡大するためには、本技術の有効性を周知し原料調達の課題を解決する必要がある。積極的な情報発信に関する政府の支援や助言が求められる。

26. 食品廃棄物の自動識別によるロスの記録・分析

概要

食品廃棄量を計測するシステム。システムはモニター・カメラ・重量計で構成されている。AIが搭載されたカメラにより、ゴミ箱に廃棄された料理の種類を識別。廃棄された料理ごとに重量を記録していく。日次、月次、四半期等でレポートの出力も可能。これにより食品廃棄量を見える化できる。

ユーザーのヒルトン東京ベイでは、ビュッフェで、料理ごとに記録された廃棄物の量を元に分析し、今後どのくらい料理を作るべきか、仕入れをどのくらい行うべきか検討し、食品ロスを削減するように調整している。また、手付かずで残っていた料理については、オペレーションに問題がなかったか調査を行い改善情報として活用している。

サプライヤー

winnow solutions limited

ユーザー例

ヒルトン東京ベイ

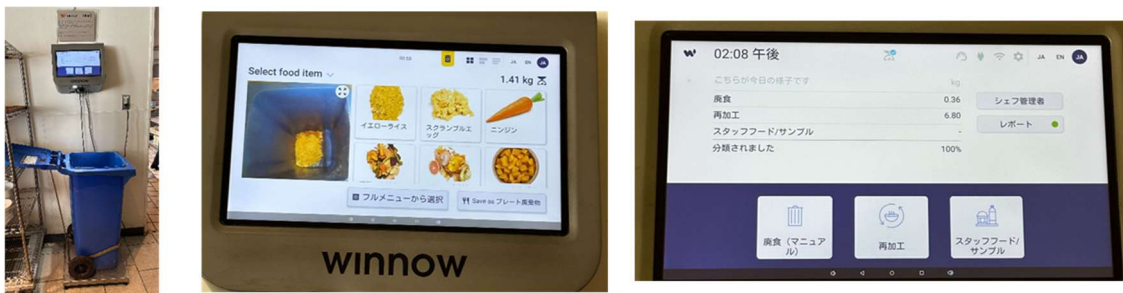
当技術を活かせる業種

飲食宿泊

技術レベル

市場投入

イメージ図



撮影場所：ヒルトン東京ベイ

従来の問題点

Winnow ユーザーの業務用厨房では、購入した食品の 5-20%が廃棄されている。
食品ロスが多いこと、購買コストが高いことが問題となっている。

技術の新規性

- ・ AI の搭載により、料理ごとの廃棄量を簡単に計測・記録・分析ができる。
- ・ 廃棄量をコストに換算して分析ができる。

期待される効果（AMU にて推定）

- ・ 廃棄量を記録・分析することで、調理量や仕入れ量を調整し、食品ロスおよびコスト削減につながる。
- ・ 廃棄量が可視化されることで、従業員の食品ロスへの意識や行動が変わる。
- ・ 従業員の意識が変わったことで、食品ロスを出さないよう従業員同士のコミュニケーションが増加する。

SWOT 分析

強み	機会
<ul style="list-style-type: none">・ 料理ごとの廃棄量を簡単に計測・記録ができる。・ 廃棄量をコストに換算し分析ができる。・ どのくらいの量を減らしたかだけでなく、Winnow 導入前などと割合で比較し、分析ができる。・ 食品ロス量の可視化により、従業員の意識が変わる。	<ul style="list-style-type: none">・ SDGs に取り組む企業が増えている。
弱み	脅威
<ul style="list-style-type: none">・ 料理を 1 つずつゴミ箱に投入する必要があるため、時間がかかる。・ 料理の登録や、分析の基準となる現状の廃棄量の登録に手間がかかる。・ コストを手動で入力する必要がある。	<ul style="list-style-type: none">・ 今後更に人手不足が深刻化し、登録作業や計量にかかる人件費コストが上昇する可能性がある。

<p>・導入のために、オペレーションを変更する必要があるため、従業員の教育と理解が必要である。</p>	
---	--

導入の留意点

- ・企業全体で SDGs に取り組み、食品ロス削減を目標とすることで導入が円滑に進む。
- ・オペレーションを変更する必要があるため、従業員の教育と理解が必要である。
- ・AI で分析した後に表示される料理候補を登録する必要がある。
- ・分析の基準となる現況の廃棄量を計測する必要がある。

運用の留意点

- ・原材料費などのコストを登録する必要がある。

今後の展望

食品ロス削減に関する事業者の責任を明確化し、食品ロスに関する正しい理解と対策を企業が取り組めるよう、ガイドラインを示す等の環境整備が必要。

27.ビュッフェにおける消費量予測

概要

ビジネスホテル等のビュッフェスタイルで食事を提供する際に、トレイの重さを計測することにより適切な追加調理量を予測する技術である。A6~A3用紙の大きさのマット状の計測器の上に専用トレイを載せることで、ビュッフェにおいてどのくらいの食材がトレイに載せられたかを測る。この量と客数より、リアルタイムでその日の食材需要予測を行うことを可能としている。本技術で食材需要予測を行うことで、必要量を超えた調理を防止することで、食べ残しによる廃棄ロス削減に繋がるものである。

●システムの流れ

- ①トレイにマット状の計測器を設置。
- ②そのトレイに顧客が食材を載せる。
- ③マット状の計測器より重量データがサーバーへ送信
- ④トレイに載せられた食品の量、ビュッフェ入場者数等を算出し、その日の食材需要の予測を実施。
- ⑤食材需要予測に基づき厨房で食材を調理

●マット状の計測器の特徴（下記図 参照）

- ・ 固体、液体など様々な物の重量を測ることが可能
- ・ 温度差のある環境でも動作可能
- ・ 防滴仕様であり、飲食を伴う環境での利用が可能

サプライヤー

株式会社グリーンズ

ユーザー例

チョイスブランド「コンフォートホテル」の一部店舗

当技術を活かせる業種

飲食宿泊

技術レベル

実証

イメージ図

(マット状の計測器の特徴)



従来の問題点

以前は RFID をトレイの裏側に張り付け、使用したトレイの枚数をカウントすることで需要予測をしていたが以下の問題があった。

- ・食材の重量は計測できないため、需要予測の精度が粗い
- ・トレイ洗浄の際に RFID がはがれる
- ・データ更新が 30 分に 1 回だったため、調理タイミングと合わない時がある

技術の新規性

- ・食材を提供して減少した分の重量の計測が可能
- ・1 回/5 分のデータ更新が行われるため、精度の高い追加調理量予測が可能
- ・トレイ自体の重量を計測する仕組みのため、RFID のように食洗器使用によるトラブルが発生しない

SWOT 分析

強み	機会
<ul style="list-style-type: none">・リアルタイムに近い頻度でデータの収集が可能・防滴仕様であり、食材がこぼれても壊れない・液体などさまざまな食材の重さを測ることが可能	<ul style="list-style-type: none">・近年は多様な場所にセンサーが設置されているため、食材近辺に計測機器を設置しても違和感を持たれない世の中になってきている
弱み	脅威

<ul style="list-style-type: none"> 異なる品目を同一のマットに乗せることができないため、品目ごとに計測用マットを用意する必要がある *1品目の単位重量を基に計測するため 	<ul style="list-style-type: none"> 新たな需要予測技術の確立（画像解析による残量表示等）
--	--

導入の留意点

- 食材コストを抑えるためには、食材の発注量予測まで含めたデータ分析・活用を行う必要がある

運用の留意点

- 火の近くなど、大きく温度差があるところでは利用できない

今後の展望

食品ロス削減に関する事業者の責任を明確化し、食品ロスに関する正しい理解と対策を企業が取り組めるよう、ガイドラインを示す等の環境整備が必要。

事業者が導入し、食品ロス低減の効果が期待できる場合、みどり税制等への適合などの支援が期待される。

28.食用油劣化抑制フィルター

概要

■ 食用油の利用において、フィルターを介し油の劣化を抑制する技術

軸受の潤滑油の劣化抑制技術を食用油の劣化を抑えるために応用して開発されたフィルターである。従来品の食用油の濾過器のフィルター（濾紙）をこの食用油劣化抑制フィルターに交換する形で使用することが可能である。濾紙に織り込んだ添加剤により酸化劣化物を中和することで食用油の劣化を抑制（図1）し、食用油の使用期間を従来比1.5倍に延長できる（図2）。また、食品衛生法に基づく溶出試験（厚生労働省370号試験）をクリアしており、食品安全面も問題なく使用することができる。食用油の使用期間が延びることで高騰する食用油のコストを低減でき、油交換による稼働停止回数を低減することが期待できる。

サプライヤー

日本精工株式会社

ユーザー例

食用油を繰り返して使用するため、濾過器を使用している揚げ物や菓子、冷凍食品などの食品食品製造業

当技術を活かせる業種

飲食宿泊、小売

技術レベル

実証

イメージ図

図1 食用油劣化抑制フィルターの仕組み

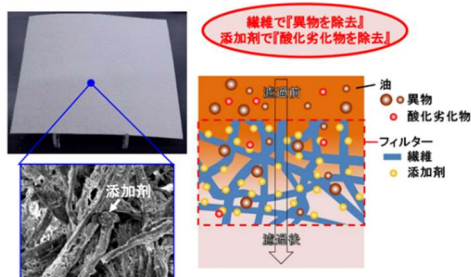
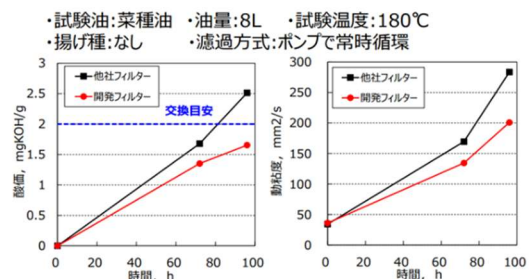


図2 食用油劣化抑制フィルターの性能



出典：日本精工株式会社

従来の問題点

- ・食用油の劣化が早いと多量の油が必要となる。
- ・食用油の価格が高騰し、コストが増えている。
- ・劣化した食用油を交換する手間や、廃棄コストが増えている。

技術の新規性

- ・酸化劣化物を中和することで、食用油の使用期間を 1.5 倍延長できる。
- ・動粘度上昇を約 20%抑制することができるため、油切れが良くなり製品に付着する油を少なくすることができる。
- ・フィルターとしての溶出試験もクリアしており、余計な添加剤や濾過助剤を入れることなく安全に繰り返し使うことができる。

期待される効果（AMU にて推定）

- ・食用油の使用量を 3 割低減でき、食用油の産業廃棄物の削減も可能。
- ・デンプンや水分量の多い揚げ種でも酸化劣化抑制が確認されており、広く応用することができる。

SWOT 分析

強み	機会
<ul style="list-style-type: none">・無毒無害で食用油の使用期間を 1.5 倍延ばせる・現在使用している濾過器のフィルターを交換するだけで導入が可能である。・油交換やフライヤーの掃除の手間を少なくすることができる。	<ul style="list-style-type: none">・食用油の価格の高騰・産業廃棄物削減の機運
弱み	脅威
<ul style="list-style-type: none">・他のフィルターよりもコストが高い。	<ul style="list-style-type: none">・リサイクル油の価格上昇やリユース油の用途拡大により油の使用期間を延長する必要性が低下する。・他のフィルターの性能が向上し、劣化防止を実現する可能性がある。

導入の留意点

・食用油の濾過器フィルターを交換して使用するため、濾過機を設置していることがまずは前提となる

運用の留意点

- ・水に浸すことや、水洗いをしないこと。
- ・定期的に交換すること。

今後の展望

廃食油の有効活用を拡大するためには、事業者への周知と理解醸成が要る。

事業者が導入し、食品ロス低減の効果が期待できる場合、みどり税制等への適合などの支援が期待される。

29.視覚変調による味覚操作に関する研究

概要

AR・VRを用いて見える食品と実際の食品が違う場合に発生する味覚変化に関する技術である。ARとは、拡張現実(Augmented Reality)の略でありリアルな現実の風景にさまざまな情報を付け加えて見せる技術、VRとは、仮想現実(Virtual Reality)の略でありVRゴーグル(Head Mounted Display)のデバイスを装着することで、バーチャルの世界に入り込んだかのような体験ができる技術である。

ユーザー例

医療 食育現場

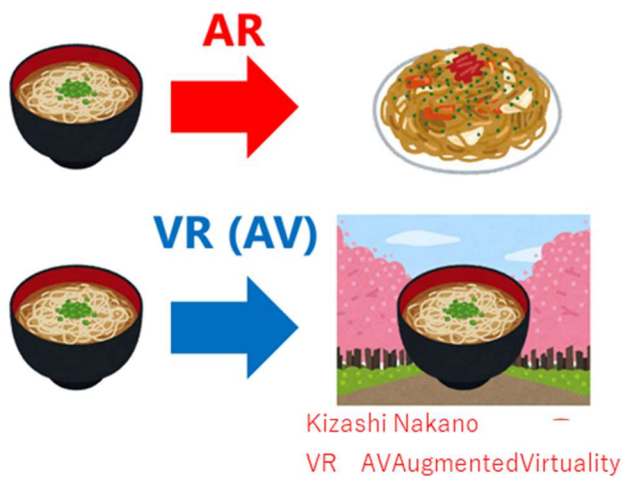
当技術を活かせる業種

飲食宿泊、製造

技術レベル

開発

イメージ図



食べ物の見え方をAR・VR技術により、違う食べ物に変えることで発生する味覚変化の研究

実際のもの

見えているもの

出典：東京大学 中野萌士特任助教より提供の資料を加工

従来の問題点

消費者にとって食品の見た目は食欲に影響を与えるため、形崩れや盛り付けの成否により食べ残しが生じている。

技術の新規性

料理の視覚情報を操作することにより、見た目での食欲だけでなく、味覚を操作することができる。

期待される効果（AMUにて推定）

VRにより食べ物の味・大きさを変化させる、食器の形状を変化させることで、満腹感・空腹感を感じさせることができる。VRにより空腹感の演出や味を変えることで食べ残しを減らすことができる

外食産業での食べ残し 116 万トン（消費者庁）のうち 1 割の削減ができれば 11 万トンの削減が可能

SWOT 分析

強み	機会
視覚効果で、味の認識や、食べ物の大きさの認識を変化させることが可能	4K、8KなどVRに使える高画質動画撮影が容易になっている
弱み	脅威
<ul style="list-style-type: none">・ビジュアル情報を受け取るVRゴーグルの開発遅延、ハイスペックのVRゴーグルが高価・視覚効果を得るためには、これまでの食事経験必要、食事経験がないものや食事経験が少ない子供には利用不可	<ul style="list-style-type: none">・VRに関する開発にかかる政府の法律改正により開発のスピードが遅くなること・現実の映像使用において、使用する映像のプライシーの問題がクローズアップされVR開発者が映像の編集ができにくくなっていること

導入の留意点

現実の動きと映像の動きに若干のギャップ（遅延）が生じるため、人によっては乗り物酔いのような症状がでる。

運用の留意点

VR機材を付けての食事となり、VR機材が食事で汚れないように配慮する必要がある

今後の展望

増加する医療費の抑制に向け、食物アレルギーや肥満によるダイエットなど健康維持のために食事制限を受ける人への保険適用や助成金など利用を促進する環境整備が期待される。

30.音と振動によるバーチャル食感デバイス

概要

■咀嚼する動作を検知し咀嚼音と振動を発生させることで食感を再現させ、接触嚥下障害の方も食事を楽しめる新しいコンセプトのデバイスである。

本デバイスは、摂食嚥下障害により食べられるものが限られる方に、今までの技術を活用して食の楽しみや喜びを提供するコンセプトから考案されたプロトタイプモデルである。装着者がものを噛む際に動作する頬の咬筋の電気信号を検知し、その動きに合わせて「サクサク」などの咀嚼音と振動を発生させることで、まるで食感があるかのようなバーチャル体感を装着者に与えることができる。（図1-1、1-2参照）。

現在は、ジャンクフードの代表例として「唐揚げ」の咀嚼音と振動を発生させるデバイスを開発提案している。今後、このデバイスを追加開発することで、さらなる食感の拡張・変換・共有が可能となる。摂食嚥下障害などの食が限定された場合の食べ残しの削減や、食のバリエーションが増えることで少ない食材で食事が提供できることによる在庫の削減が期待できる。また、食感パラメータによる食品開発、食感が人間の脳に及ぼす研究やダイエットへの活用、新しい食のエンターテインメント要素としても食の楽しみや喜びを広げる可能性を秘めている。今後、高齢化に伴い誰もが嚥下能力が低下していくことが予測されるため、摂食嚥下障害への対応は社会的な課題である。

サプライヤー

パナソニック株式会社 デザイン本部 FUTURE LIFE FACTORY

ユーザー例

摂食嚥下障害の方

当技術を活かせる業種

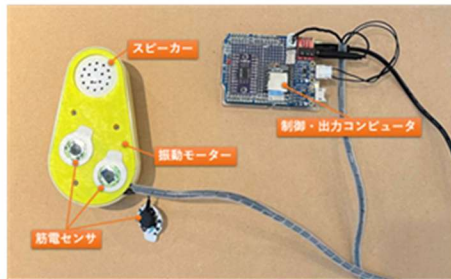
飲食宿泊、製造

技術レベル

開発

イメージ図

(図1-1 バーチャル食感デバイス構成)



(図1-2 利用イメージ)



出典：パナソニック株式会社

従来の問題点

摂食嚥下障害により食べられるものが限られると、食事の楽しみが減り、本人が食べたくても食べられずに食べ残しが発生してしまう。また、多様なニーズに対応するため過剰在庫による食品ロスが発生している。

技術の新規性

本デバイスは、筋肉の動きを直接検知するため、呼吸器を付けていても寝たまま装着が可能であり、カメラ等の他デバイスは不要である。

期待される効果（AMUにて推定）

食べられるものが限定されている摂食嚥下障害の方でも、本人が希望する食感を楽しむことができ食べ残しが減る。また、同じ食材でも多様な食感を再現できるため、在庫の低減につながり食品ロス削減となる。

SWOT分析

強み	機会
・直接装着するデバイスのため、呼吸器を付けていても寝たまま装着が可能である。	・高齢化により摂食嚥下障害患者数が増加しており、新技術に対して社会的ニーズが高まっている。 ・AI技術の進展により、食感の再現が容易になりつつある。
弱み	脅威
・あらゆる食感に対応するためには技術開発や咀嚼音の素材収集のハードルが高い。	・画像認識による食感拡張技術など他技術の進展により代替される可能性がある。

	<ul style="list-style-type: none">・咀嚼回数の減少やサプリメント食などの増加により、食感に対する興味関心が薄れてしまう懸念がある。
--	--

導入の留意点

- ・他の医療機器との併用使用への確認が必要となる。

運用の留意点

- ・装着者のバーチャル食感への慣れが必要となる。

今後の展望

フードテックは日本が強みを持つ分野の1つであり、食品ロス低減につながる技術の研究開発に対しては公的研究資金などの支援と、公的研究機関等による研究マネジメントが有効と考える。

5.3 新技術 MAP

調査した新技術について 1 枚の MAP に描いた。利用状況に応じて 2 パターン用意している。一つ目は、業種からはじまり技術レベルで絞り込むように検索するものである。二つ目は、技術レベルからはじまり業種で絞り込むように検索するものである。

調査結果を基に、食品ロス削減を目的とした新技術を系統立てて整理した二つの食品ロス削減の新技術マップを作成した。これらのマップは、利用者が異なるニーズや背景に応じて新技術を探索できるように、二つの異なるアプローチで構築されている。

一つ目のマップ(図 5)は、業種から技術レベルへと進む構造を持っており、特定の産業セクターに特化した問題解決を求める企業や研究者向けに設計されている。このマップを利用することで、ユーザーは自分の関心領域や直面している課題に直結する技術的進歩を体系的に理解し、評価可能になる。例えば、製造業における食品ロス削減技術に興味がある場合、図 5 ではこのセクターに関連する技術が青色の背景で表示されている。この青色の領域を参照すれば、初期の研究段階(研究 phase)から市場投入に至るまでのプロセス(市場投入 phase)までレベル別に探索することが可能である。これにより、利用者は自分たちの業種に特化した問題に対する技術的解決策を、基礎から応用までの範囲で効率的に見つけ出すことができる。

二つ目のマップ(図 6)は、技術レベルから業種へと進む構造を特徴としており、既存の技術や開発中の解決策を出発点として、それらが応用可能な多様な業種を探索したい研究者や技術者に最適化されている。このアプローチにより、ユーザーは自身の研究や開発した技術が、異なる市場や産業セクターにおいてどのように応用され得るかを包括的に理解できる。また、図 6 は特定の技術が異なる業種にどのように応用されるかが示されているため、産業間での技術移転や新しいビジネス機会の創出にも貢献する。企業や研究機関は、この図を利用して、自身の投資や研究開発活動の優先順位を決定し、より戦略的な意思決定を行うことが可能になる。

令和5年度農林水産省食品ロス削減課題解決事業のうち新技術の導入促進調査等事業
食品ロス削減 新技術マップ 2024

	研究Phase	開発Phase	実証Phase	市場投入Phase
製造	15. ナノバブル 食品製造用水にナノサイズの気泡を発生させることにより、殺菌や食品に高圧をかけることで、微生物を非活性化し保存期間を延長する技術	13. 食品高圧処理技術 食品に高圧をかけることで、微生物を非活性化し保存期間を延長する技術	8.AIによる画像処理を用いた自動除骨技術 食肉処理工程において、三次元画像とX線画像をAIを用いて個別認識して、ロボットにより自動で脱骨・除骨する技術	1. 賞味期限のUVレザー印字 インクリボンを使わず、包装フィルムの内部を発色させることで消えない印字をする技術
	14. 高周波誘導による過熱水蒸気システム 短時間で最大700度まで加熱水蒸気を昇温させ短時間で乾燥処理を行う技術	9. 業界団体主導で開発したロボットシステム 業界団体主導のもと専門家を集め人工知能(AI)・量子コンピューター・ロボットシステムを共同開発	10. 野菜品質評価指標 野菜の品質を定量化することで消費者/需要者ニーズと生産者シーズのマッチングを円滑に行える指標	2. 過熱蒸気機 未利用部・珪粉外品・残渣などを300℃～500℃の過熱水蒸気で、殺菌・乾燥を行いパウダー化する技術 3. 味覚センサー 世界初の味覚センサー技術。食品を先味で6項目、後味で3項目数値化することができる 4. ガス置換包装 食品包装内の空気を食添ガスと置換し、微生物の増殖や食品の酸化による劣化を防止する技術 5. 電子レンジ対応スキムパック シーラントとポリプロピレン底材の改良により、電子レンジの加熱に対応したスキムパック技術 6. ステンレスのプラスチック表面加工 粉体・食品・包装材料の付着抑制や金属の耐腐耗・耐久性・摺動性改善など、製造ライン設備に付与する表面改質技術 7. 料理からのトリップ防止技術 料理食材からのトリップを抑えることで、作り立ての具材目や食感を維持する技術
流通	17. 食品ロス削減ブランディング① 食品ロス削減を前面に出し、エシカル消費を訴求するブランディング	17. 食品ロス削減ブランディング② 食品ロス削減の取組みに賛同する取引企業を認証、デザイン化したロゴの共有などを通してブランディング	16. AI需要予測と自動発注の在庫・流通最適化技術 小売店のデータをもとにAIによる動的な需要予測と自動発注で在庫・流通を最適化する技術	
	24. 魚肉ねり製品技術の3Dフードプリンタへの応用 魚のすり身で水産物を再現する技術の応用。3Dフードプリンタの原材料廃棄に取り組みられている	20. 3Dフードプリントとパーソナルデータ運動技術 個人の健康状態や栄養摂取状況や好みをもとに、3Dフードプリンタによって、オンデマンドで食品を構築する技術	18. 青果物のコールドチェーンネットワーク 青果物ごとに適温で運ぶことで鮮度(水分量)を保ち、青果の消費期限延長を可能にしたコールドチェーンネットワーク	19. 強電磁場凍結技術 強い電磁場の中で冷凍させることにより、水分子の運動を制御し瞬間凍結させることで細胞の破壊を防ぐ技術
小売	23. 嗅覚センシング技術 嗅覚センサーを用いて、見た目ではわかりにくい食品の腐敗などを検知することができる技術	21. 中食商品の冷凍食品化 おにぎり等を凍結させて、賞味期限を長くしたうえで流通させ、消費者へは電子レンジで加熱して提供する手法	25. こめ油の調合による植物油の保存安定性の改善 米油を食用油に1割～2割混合することにより、酸化を抑え、食用油の寿命を延長させる技術	
	30. 音と振動によるバーチャル食感デバイス 食感を再現させるため、咀嚼する動作を検知しその動きに合わせてAR・VR技術により、見える食品と実際の食品が違う場合に発生する音と振動を発生させるデバイス	22. レーザー型3Dフードプリント 液槽にレーザーを照射することにより高速で3Dフードプリント造形物を生成する技術	26. 食品廃棄物の自動識別によるロスの記録・分析 AI搭載カメラにより食品廃棄物の種類を把握し、廃棄食品ごとの重量を測定する技術	
飲食		29. 視覚変調に関する研究 食感を再現させるため、咀嚼する動作を検知しその動きに合わせてAR・VR技術により、見える食品と実際の食品が違っている味覚変化に関する技術	27. ビュッフェにおける消費予測 重量センサーを用いた来客数とビュッフェ料理の適切な追加調理量を予測する技術	
			28. 食用油劣化抑制フィルター 食用油の利用において、フィルターを介した油の劣化速度を抑制する技術	

技術レベル	技術名	概要	適応が想定される業種
研究	30.音と振動によるバーチャル食感デバイス	食感を再現させるため、咀嚼する動作を検知しその動きに合わせて音と振動を発生させるデバイス	製造 飲食
	24.魚肉ねり製品技術の3Dフードプリンタへの応用	魚のすり身で水産物を再現する技術の応用。3Dフードプリンタの原材料開発に取り組まれている	製造 小売
	15.ナノバブル	食品製造用水にナノサイズの気泡を発生させることにより、殺菌や鮮度保持を図る技術	製造
開発	29.視覚変調による味覚操作に関する研究	AR・VR技術により、見える食品と実際の食品が違う場合に発生する味覚変化に関する技術	製造 飲食
	23.嗅覚センシング技術	嗅覚センサーを用いて、見た目ではわかりにくい食品の腐敗などを検知することができる技術	流通 小売 飲食
	22.レーザー型3Dフードプリント	液槽にレーザーを照射することにより高速で3Dフードプリント造形物を生成する技術	小売 飲食
	17.食品ロス削減ブランディング①	食品ロス削減を前面に出し、エシカル消費を訴求するブランディング	流通 小売 飲食
	14.高周波誘導による過熱水蒸気システム	短時間で最大700度まで加熱水蒸気を昇温させ短時間で乾燥処理を行う技術	製造
	13.食品高圧処理技術	食品に高圧をかけることで、微生物を非活性化し保存期間を延長する技術	製造
実証	28.食用油劣化抑制フィルター	食用油の利用において、フィルターを介し油の劣化速度を抑制する技術	小売 飲食
	27.ビュッフェにおける消費量予測	重量センサを用い来客数とビュッフェ料理の適切な追加調理量を予測する技術	飲食
	21.中食食品の冷凍食品化	おにぎり等を凍結させて、賞味期限を長くしたうえで流通させ、消費者へは電子レンジで加熱して提供する手法	流通 小売
	20.3Dフードプリントとパーソナルデータ連動技術	個人の健康状態や栄養摂取状況や好みをもとに、3Dフードプリンタによって、オンデマンドで食品を構築する技術	小売 飲食
	18.青果物のコールドチェーンネットワーク	青果物ごとに適温で運ぶことで鮮度（水分量）を保ち、青果の消費期限延長を可能にしたコールドチェーンネットワーク	流通 小売 飲食
	17.食品ロス削減ブランディング②	食品ロス削減の取組みに賛同する取引企業を認証、デザイン化したロゴの共有などを通しブランディング	流通 小売 飲食
	12.微粉砕粒度計測技術	大豆などを細かく砕いた微粉末の粒度分布や比表面積等を計測する技術	製造
	11.魚のアラ、鳥のガラの中の骨肉分離技術	「魚のアラ」「鶏のガラ」に残る可食部分を骨と分離してミンチ状に抽出する技術	製造
	10.野菜品質評価指標	野菜の品質を定量化することで消費者/需要者ニーズと生産者シーズのマッチングを円滑に行える指標	製造 小売
	9.業界団体主導で開発したロボットシステム	業界団体主導のもと専門家を集め人工知能（AI）・量子コンピュータ・ロボットシステムを共同開発	製造
	8.AIによる画像処理を用いた自動除骨技術	食肉処理工程において、三次元画像とX線画像をAIを用いて個別認識して、ロボットにより自動で脱骨・除骨する技術	製造
市場投入	26.食品廃棄物の自動識別によるロスの記録・分析	AI搭載カメラにより食品廃棄物の種類を把握し、廃棄食品ごとの重量を測定する技術	飲食
	25.こめ油の調合による植物油の保存安定性の改善	米油を食用油に1割～数割混合することにより、酸化を抑え、食用油の寿命を延長させる技術	小売 飲食
	19.強電磁場凍結技術	強い電磁場の中で冷凍させることにより、水分子の挙動を制御し瞬間凍結させることで細胞の破壊を防ぐ技術	小売
	16.AI需要予測と自動発注の在庫・流通最適化技術	小売店のデータをもとにAIによる動的な需要予測と自動発注で在庫・流通を最適化する技術	流通 小売 飲食
	7.料理からのドリップ防止技術	料理食材からのドリップを抑えることで、作り立ての見た目や食感を維持する技術	製造 小売 飲食
	6.ステンレスのプラスト表面加工	粉体・食品・包装材の付着抑制や金属の耐磨耗・耐久性・摺動性改善など、製造ライン設備に付与する表面改質技術	製造
	5.電子レンジ対応スキンバック	シーラントとポリプロピレン底材の改良により、電子レンジの加熱に対応したスキンバック技術	製造 流通
	4.ガス置換包装	食品包装内の空気を食添ガスと置換し、微生物の増殖や食品の酸化による劣化を防止する技術	製造 流通
	3.味覚センサー	世界初の味覚センサー技術。食品を先味で6項目、後味で3項目数値化することができる	製造
	2.過熱蒸煎機	未利用部・規格外品・残渣などを300℃～500℃の過熱水蒸気で、殺菌・乾燥を行いパウダー化する技術	製造
	1.賞味期限のUVレーザー印字	インクリボンを使わず、包装フィルムの内部を発色させることで消えない印字をする技術	製造 流通

6. 所感

食品ロス削減技術に関する包括的な調査を実施した結果、山形大学、弘前大学、東京大学を含む複数の研究機関が、食品ロス削減に資する画期的な新技術の開発に取り組んでいることが確認された。これらの技術は、必ずしも食品ロス削減を直接の目的として開発されたわけではないが、適切に応用されれば、食品ロス問題の解決に大きく貢献する可能性を秘めている。この事実は、新技術の発掘と適用の際に、人間の洞察力が極めて重要であることを示している。したがって、食品産業が直面する諸問題、特に少子高齢化に伴う労働力不足、労働集約的な作業環境、原材料コストの上昇等は、意図せざる解決策を提供する可能性を持った新技術によって緩和されるかもしれない。

様々な企業を訪問し、技術の概要や直面している課題、取り組み内容について詳細な情報を収集した結果、食品ロス削減を主目的としている企業は限られていることが明らかとなった。しかし、食品ロス削減に直接的に取り組んでいない企業であっても、その技術が食品ロス削減に間接的に寄与する可能性を秘めている場合が多々存在する。このような発見は、食品産業における新技術の活用範囲を拡大し、さらなる研究開発への道を開くことに繋がる。

本調査の結果、食品ロス削減に重要なキーワードとして、自動化技術、センシング技術、微細加工技術、冷凍技術、在庫管理、3Dフードプリンタ、食用油の調合技術、乾燥技術が挙げられる。

- 自動化は人手不足の解決策として実行されているケースが多い。例えば、豚肉や鶏肉の脱骨機である。人手不足が恒常化してくると、生産量を維持する事ができなくなる。維持するためには、自動化がはずせない。
- センシング技術は、品質を安定化させるための評価や商品開発の一環として実行されるケースが多い。たとえば、味覚センサーでは単に成分を検出させるのではなく、人間がどのように感じるかを数値化する。異常や消費者とのミスマッチを早期に検出することで、在庫廃棄などの食品ロス削減につながる技術である。人は、食物を摂取するとき、味覚以外からも情報を吸収している。舌触りや歯ごたえは触覚、サクサク感は触覚や聴覚、香りは嗅覚、見栄えは視覚といったように五感すべてで感じている。センシング技術の発達には製造工程での評価に利用すれば、品質の安定化に用いる事ができる。商品開発の評価に利用すれば、ヒット商品の確率が上がる。食品ロスの観点からすれば、品質が安定すれば規格をはずれた廃棄ロスが減り、ヒット商品が出ていれば売れ残りの廃棄ロスを減らすことに繋がる。
- 微細加工技術は、品質を高めるために実行されるケースが多い。例えば、豆腐作りでは最初大豆をすりつぶすが、粒の大きさと歩留まりが大きく変わる。粒度が安定すれば味も安定する。そして豆乳の量が少ない時は、副産物のおからが大量に発生してしまう。おからは食べられるが、消費に限界があるため、リサイクルに回される場合が多い。微

細加工の新技術があれば、品質が高まり、食品ロス削減に繋がる。

- 冷凍技術では、解凍を見据えた冷凍が進んでいる。例えば、強い電磁場を冷凍庫内に生じさせることで、製品の細胞壁が壊れず解凍時にドリップがでづらい技術がある。細胞壁が壊れずにいることで、冷凍前の風味を維持でき、味の劣化が起こりづらいため、廃棄ロスを減らす事ができる。ドリップが出づらい技術といえば、寒天粉末がある。栄養成分や製品の出汁が濃縮したドリップを製品にとどめておくことで歩留まりが高まり、美味しさを留めておくことができる。
- 在庫管理では、過剰在庫を持ってしまうと、賞味期限が切れて廃棄する恐れがある。一般的な対策として発注点をもとに在庫量を調整することである。そして、この管理方法の注意点は、市場環境の変化に応じ発注点を定期的に見直すことは周知の事であるが、情報システム技術を用いて 1 日単位で見直す動きがある。これは受発注のデジタル化が前提の技術であり、現在は中堅企業以上の利用にとどまるが、今後は中小企業もこの技術を取り入れれば、在庫投資や食品ロスの低減が可能になる。
- 3D フードプリンタは、一定の材料から欲しいものを欲しい分量だけ提供できる。現在、飲食店では食べ残しが食品ロスの最大の問題であるが、3D フードプリンタが解決してくれる可能性がある。センシング技術によりあらゆる食事のパラメータが数値化され、プリンタ用の原材料の開発がすすめば、自分好みの料理や、健康に配慮した料理のオーダーメイドが手軽にできるようになるだろう。
- 食用油の調合技術は興味深い。米油は酸化しづらく揚げ物に利用することで油の寿命を延ばせることは今まで知られていたが米油のコストが高く実施している企業は少ない。しかし、その他の油と混ぜて使っている企業は以前から存在していた。酸化の推移を数値で分析したところ、米油を 1 割程度まぜるだけで油の寿命を混ぜた比率以上に延長できることが明らかになったのだ。最大で 1.5 倍程度伸びる可能性がある。世の中の揚げ油を最大 33% 減らせる事ができるかもしれない。
- 乾燥技術では、食材の端材を集め高温で加熱することで、ふりかけ用の粉末や調理用粉末へとアップサイクルが可能になる。しかし、アップサイクルには使い道があってこそその技術であり、注意が必要である。製造現場では、食品の端材の有効活用を考え、乾燥しても既存の製品ラインナップでは使いきれない場合がある。その時は、乾燥した端材を用いた製品開発が必要である。さらに、その製品の販売先を確保しなければいけないが、製造現場主導で開発部や営業部の協力をとることは難しいようである。つまり食品製造業の企業内でも縦割り組織の壁があることであった。乾燥装置サプライヤー企業は、これを見越して製品開発サービスや販売先開拓サービスと抱き合わせで提案し成功を収めている。新技術を導入する企業は、装置だけでなく製品開発や販売先開拓などの機能を自社内で行うか外注するかの見極めが成功のカギである。

企業において食品ロス削減への意識が社内外で高まったとしても、具体的な取り組みを実行

に移す際には困難が伴う場合があることが明らかになった。この困難は、企業が食品ロス削減をスローガンとして掲げても、消費者が価格の高い製品を選択する傾向が低いことに起因している可能性がある。例えば、冷凍された有名店のパンの流通は一定の成功を収めたが、これを持続可能な取り組みへと発展させるためには、さらなる障壁を克服する必要があった。しかしながら、食品ロス削減の取り組みは徐々に社会に浸透してきており、農林水産省の「ろすのんマーク」やバナナなどの青果物に付される認定マークは、消費者に好意的に受け入れられ、サプライヤーのブランド価値の向上に貢献している。

持続可能な社会の構築への意識は、小学生からの教育により高まっており、これは民間企業に対して、食品ロス削減に関する新技術の積極的な導入と社会的責任の履行を促している。本調査を通じて作成された A3 サイズの新技術マップは、企業にとって非常に有用なツールであり、これを利用することで、コスト削減、品質向上、納期短縮を実現し、結果として市場競争力を強化することができる。

企業は、まず市場化されている技術の導入を検討し、次に、実証フェーズ、開発フェーズ、さらには研究フェーズの技術を試みるべきである。現実には、多くの企業や研究機関が、新技術の実用化に向けて業務提携先を探している。実証フィールドの確保が困難な場合でも、新技術を先行して試すことにより、他社に先駆けたアドバンテージを得ることが可能である。開発フェーズにある技術に関しては、共同で開発を進めるパートナーを求めているサプライヤーも多く、この段階での業務提携は、特許を含む知的財産権の確保を視野に入れるべきである。また、研究フェーズの技術については、大学などの研究機関との協力により、長期的な取り組みが展望できる。新技術の導入には、実績が少なく量産効果が未確立であるため、高いコストがかかる場合があるが、国や自治体の補助事業を活用することにより、これらの課題を克服し、産官学連携のもと、持続可能な社会への貢献が期待される。

7. 資料

7.1 表2 取材先一覧

NO.	取材候補先名称
1	キーエンス
2	ASTRA FOOD PLAN
3	株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー
4	大陽日酸
5	住友ベークライト
6	オカノブラスト
7	伊那食品工業
8	前川製作所
9	日本惣菜協会
10	デリカフーズ
11	メディカル青果物研究所
12	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産大学校
13	TATS コーポレーション
14	マウンテック
15	神戸製鋼所
16	電気興業
17	シンバイオシス
18	シノプス
19	ハットコネクト
20	ドール
21	ファーマインド
22	ホシザキ
23	菱豊フリーズシステムズ
24	ミツイワ
25	ローソン
26	山形大学（レーザークック）
27	弘前大学
28	一正蒲鉾
29	築野食品工業
30	ヒルトン
31	winnow solutions
32	グリーンズ

- 33 NSK
- 34 東京大学
- 35 パナソニック

8. 執筆者

J A M S T E C	萩原 雄貴
中小企業診断士	伊沢 豊
中小企業診断士	山崎紫穂子
中小企業診断士	木村 和広
中小企業診断士	水越 嘉隆
中小企業診断士	平林 文晴
中小企業診断士	森川 泰裕
中小企業診断士	新井 孝彦
中小企業診断士	村田 祐己
中小企業診断士	石原 学
中小企業診断士	小笠原陽子
中小企業診断士	平田 耕司
中小企業診断士	谷口 克己
中小企業診断士	渋谷 朋弘
中小企業診断士	田辺 勝則
中小企業診断士	土屋 崇行
中小企業診断士	長山 萌音
中小企業診断士	菊池美絵子
中小企業診断士	友井 唯介
中小企業診断士	古賀 孝彦

公益財団法人中部圏社会経済研究所 鈴木 剛

合同会社AMU経営研究所 統括研究員 谷川大致

農林水産省

令和5年度食品ロス削減総合対策事業のうち食品ロス削減等課題解決事業
食品産業における食品ロスを削減するための新技術の導入促進調査等事業
食品ロス削減の新技術調査 報告書

令和6年4月26日

戦略農業振興支援ネットワーク合同会社
合同会社AMU経営研究所