



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
食品ロス削減に向けた実証事業

新技術の導入促進調査等事業報告書

2024年3月31日

公益財団法人 流通経済研究所

目次

- 1 はじめに
- 2 調査方法
- 3 調査結果
 - 3-1 食品ロス削減の新技術に関する最先端の研究動向調査
 - 3-2 市場化段階（開発段階を含む）の食品ロスを削減するための新技術調査
 - 3-3 食品ロス削減の新技術の導入事例調査
- 4 まとめ
- 5 参考資料

1 はじめに

はじめに

■ 食品ロス削減の社会的位置づけ

- 食品ロスの削減は世界的な課題であり、食品関連事業者の積極的な対応が期待されている。
- 食品関連事業者においても「食品ロス削減」は経営成果や脱炭素化に直結するだけでなく、昨今では貧困問題解決への貢献や、食品の有効活用推進により物価高対策とも関わることから、その重要性が高まっている。

■ 食品ロス削減に資する新技術の導入促進について

- 食品関連事業者における食品ロス削減の取り組みが効果的に行われるためには、食品ロス削減に資する新技術の導入促進が不可欠である。
- これまで、食品ロス削減に資する新技術は、その技術を持つ事業者が個別に営業活動を行ったり、スーパーマーケットトレードショーやリテールテック等に代表される展示会などで技術の普及を図ってきた。しかし、食品ロス削減に特化した新技術に関する情報が整理・発信される機会は限られており、そのため、食品関連事業者が新技術の情報を十分に把握しているとはいえない状況がある。

■ 本調査の位置づけ

- この調査は、食品ロス削減に貢献する新技術にフォーカスし、文献調査やヒアリング調査を通じて、最先端の研究の進捗状況や市場化段階にある新技術を有する事業者情報、技術の内容、導入事例などの情報を国内外で集中的に収集する。これにより、食品関連事業者が新技術に関する情報を適切に把握し、食品ロス削減の取り組みが効果的に行われるようになることに貢献することを目指すものである。

事業の目的および概要

事業の目的

- 食品産業における食品ロスを削減するため、新技術の導入促進に向けた調査等を行った。

事業の概要

- ア 調査
 - 食品ロス削減に資する新技術の食品産業への導入促進に向け、新技術を用いた機械・装置、ソフトウェア等の具体例、技術レベル（市場化段階、開発段階か等）等の情報、導入事例の収集・整理等の調査を行った。
- イ 報告書の作成
 - アの取組による成果を取りまとめ、報告書を作成し、公表した。



本報告書の概要

この調査は、食品ロス削減に貢献する新技術にフォーカスし、文献調査やヒアリング調査を通じて、最先端の研究の進捗状況や市場化段階にある新技術を有する事業者情報、技術の内容、導入事例などの情報を国内外で集中的に収集した。

最先端の研究動向調査の結果、気象データなどを活用した需要予測システムの開発、機械学習と確率モデリング技術により高度な自律的処理を可能とするAIを用いた購買履歴データを活用した購買確率予測と品ぞろえ最適化、販促への活用等の13の最新の研究動向とそれらの研究をとりまく課題を把握した。

市場化段階（開発段階を含む）の食品ロスを削減するための新技術調査の結果、国内外の180の新技術事業者リストをとりまとめ、食品ロス削減技術の展望とビジネスモデルの可能性を整理した。

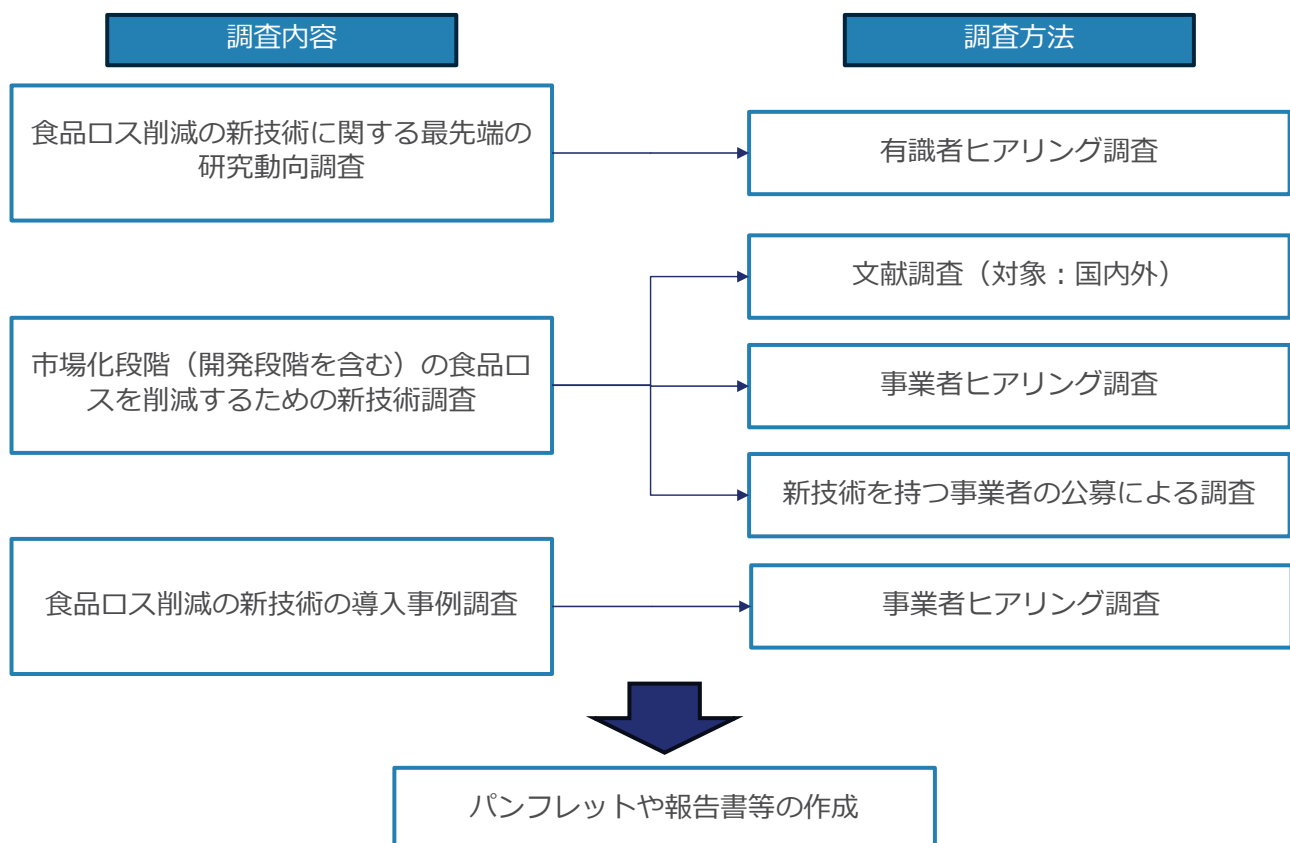
食品ロス削減の新技術の導入事例調査においてはヒアリングを通じて9つの導入事例を整理し、導入事例における共通点をとりまとめた。

まとめでは、本調査の独自性を整理したうえで、新技術の導入と展開に関する取り組みとその課題、新技術の普及を促進するための推奨事項や政策提言、今後の調査課題について言及した。

2 調査方法

(1)調査概要

■ 本事業は以下の枠組みで実施した。



(2)調査対象基本領域の設定

- 本調査では、食品ロス削減に貢献する新技術に関する調査の対象は、予備調査の結果をふまえ、下表にあげた9つの技術分野（（1）需要予測、（2）シェアリング、（3）食品生産製造スマート化、（4）賞味期限延長、（5）物流面からのアプローチ、（6）ダイナミックプライシング、（7）アップサイクル、（8）画像認識、（9）食品廃棄量管理）とし、以下の各業種の課題解決に資することを志向した。ただし、各調査ごとに実施上の制約により、対象領域がわずかに異なる場合がある。
- 食品製造業では、製造過程と販売後に問題があり、アップサイクルや賞味期限延長技術がロス削減に重要となる。
 - 卸売業では、返品や物流過程に問題があり、需要予測向上技術により、過剰な在庫削減につながり、ロスが減少する。
 - 小売業と外食業では、売れ残りや食べ残し対策が重要であり、需要予測やダイナミックプライシング等の需要と供給のマッチングが重要である。

調査対象基本領域（技術マトリクス）

業種	食品製造業	食品卸売業	食品小売業	外食産業
課題	製造過程・販売後	返品・物流過程	売れ残り	売れ残り・食べ残し
予備調査 で把握した 技術群	賞味期限延長	需要予測		
	アップサイクル	物流面からのアプローチ	シェアリング	
	食品生産製造スマート 化		食品廃棄物管理	
			ダイナミックプライシング	
	画像認識			

(3)調査の実施方法

①食品ロス削減の新技術に関する最先端の研究動向調査

- 調査の目的
- 有識者ヒアリングを通じて食品ロス削減の新技術に関する最先端の研究動向を把握した。
- 調査対象領域
- 今回設定した食品ロス削減に資する新技術の9領域のうちの（食品廃棄量管理を除く）8領域に、「消費者行動変容」を加えた9領域とした
 - （1）需要予測、（2）シェアリング、（3）食品生産製造スマート化、（4）賞味期限延長、（5）物流面からのアプローチ、（6）ダイナミックプライシング、（7）アップサイクル、（8）画像認識、（9）消費者行動変容

食品ロス削減の新技術に関する最先端の研究動向調査の対象領域

業種	食品製造業	食品卸売業	食品小売業	外食産業
課題	製造過程・販売後	返品・物流過程	売れ残り	売れ残り・食べ残し
予備調査 で把握した 技術群	賞味期限延長	需要予測		
	アップサイクル	物流面からのアプローチ	シェアリング	
	食品生産製造スマート 化		消費者行動変容 (食品廃棄物管理から入れ替え)	
			ダイナミックプライシング	
	画像認識			

- ヒアリング項目
- どのような研究を行っているのか
 - 研究はどのような成果を上げているのか
 - 技術や成果は今後さらにどのように発展する可能性があるのか
 - どのような点が改善されればもっと大きな成果が期待できるか

実施方法：面談もしくはWebミーティングによるヒアリング（時間は1時間程度）

実施時期：2023年12月～2024年1月

②市場化段階(開発段階を含む)の食品ロスを削減するための新技術調査

— 文献調査・ヒアリング等を通じて、新技術を用いた食品ロス削減に資する機械・装置、ソフトウェア等の具体例、技術レベル（市場化段階、開発段階等）等の情報、導入事例の収集・整理等の調査を行った。

一 今回設定した食品ロス削減に資する新技術の9領域である。

- （１）需要予測、（２）シェアリング、（３）食品生産製造スマート化、（４）賞味期限延長、（５）物流面からのアプローチ、（６）ダイナミックプライシング、（７）アップサイクル、（８）画像認識、（９）食品廃棄物管理

業種	食品製造業	食品卸売業	食品小売業	外食産業
課題	製造過程・販売後	返品・物流過程	売れ残り	売れ残り・食べ残し
予備調査 で把握した 技術群	賞味期限延長	需要予測		
	アップサイクル	物流面からのアプローチ	シェアリング	
	食品生産製造スマート 化		食品廃棄物管理	
			ダイナミックプライシング	
	画像認識			

一 技術概要・特徴、利点・導入メリット、対象業種、導入効果・実績

- 文献調査（対象：国内外）
- 事業者ヒアリング調査
- 新技術を持つ事業者の公募による調査

②市場化段階(開発段階を含む)の食品ロスを削減するための新技術調査—文献調査について

文献調査は、以下の情報収集項目を把握するように行った。

[illegible]

②市場化段階(開発段階を含む)の食品ロスを削減するための新技術調査－事業者ヒアリング調査について

事業者ヒアリング調査の実施要領

[illegible]

②市場化段階(開発段階を含む)の食品ロスを削減するための新技術調査—新技術を持つ事業者の公募について

新技術を持つ事業者の公募は、以下の団体の協力を得て、下記の要領により行った。

- ・ 一般社団法人日本ベンチャーキャピタル協会
- ・ 一般社団法人 日本プライベート・エクイティ協会
- ・ 日本商工会議所
- ・ 全国商工会連合会

	2022 年 11 月
食料水産省 食品ロス削減等課題解決事業 「食品廃棄における食品ロス削減技術支援」 募集のお知らせ	公益財団法人流通経済研究所
1 目的	
環境への影響、資源の有効的な利用、食糧不足の緩和、そして経済的成長の刺激といった観点から、食品ロス削減はますます不可欠な取り組みとなっています。こうした状況を踏まえて、食品廃棄への食品ロス削減に関する新技術や新技術に資する、食品ロス削減に資する新技術、及び新技術を用いた機械・装置、ソフトウェア、サービス等を募集します。	
2 募集内容	
食品ロス削減に資する新技術、及び新技術を用いた機械・装置、ソフトウェア、サービス等を募集します。開発中のものについても対象とします。	
食品ロス削減に向けては、以下に列挙するテーマが考えられますが、これらに限らず、幅広い募集します。	
①テーマ例	
・ 廃棄期限短縮	
・ 需要予測・発注精度向上	
・ デンプサイゼ	
・ 物流対策	
・ シェアリング	
・ 食品廃棄物内回収	
・ 急速冷凍技術の活用	
・ 食品製造スマート化	
・ 食品廃棄物管理	
・ デイナミックプライシング	
・ 減産認識	
3 応募資格	
・ 企業	
・ 法人格を有する団体	
・ 個人事業主	
4 応募方法	
初回の応募フォームに記載の上、下記の応募先・お問い合わせ先のメールアドレス・Eメールにてご連絡ください。また、技術に関する資料も併せてご送付ください。	

5. 特約

食品経営情報は食品関連事業者に提供提供し、新技術の導入に際心を持つ食品関連事業者がいた場合、マッチング（打ち合せの設定等）等を行います。

また、食品経営情報をもとに「食品産業における食品ロスを削減新技術事例集」(PDF)等を作成し、食品関連事業者へ無料提供するとともに、弊所のホームページ(<http://www.fda.go.jp>)にて取り上げさせていただきます。

6. 募集締切

2014年1月15日(月)

7. 公表までのスケジュール

→2014年1月15日(月)

2月 募集、必要に応じてヒアリングの実施

3月下旬 募集結果情報の公表案の作成

募集結果情報の公表

8. 公表に際した手続き等について

① 応募された資料は、技術の配製及び公表以外に無断で転用することはありません。

② 募集結果情報の公表の作成に当たって、応募された資料に著作権の内容が判明した場合や、食品産業への新技術導入促進の観点から、これらに掲載しない場合もありますのでご了承ください。なお、募集結果情報の公表案の作成に当たって、応募技術に関するヒアリングや追加資料の提出を依頼する場合もあります。

③ 応募資料及び応募技術に関する追加資料の作成等の費用は、応募者の負担となります。

9. 個人情報保護について

お取りつきの個人情報、本募集、および成果物である事例集等の作成およびその他のヒアリング、マッチングに関するご連絡等によって利用し、厳重に管理いたします。

10. 問い合わせ・お問い合わせ先

応募にあたってのご質問等は、以下の事務局宛までご連絡ください。

事務局 ●●●

電話：03-6213-4032

担当：寺田・石川

以上

項目	記入欄
開発主体	
技術名称	
技術の分類	賞味期限延長・需要予測・発注精度向上・アップサイクル・物流対策・シェアリング・食品廃棄物再利用・急速冷凍技術の活用・食品製造スマート化・食品廃棄物管理・ダイナミックプライシング・画像認識・その他 ()
概要・特徴	
利点 (導入メリット)	
技術レベル	市場化段階・実証段階・開発段階
対象業種	食品製造業・食品卸売業・食品小売業・外食産業・その他 ()
導入事例	
導入効果・実績	
上記のURL	
技術の詳細の掲載先	
上記のURL	
組織名	
役職	
23名前	
e-mail	
電話番号	

(3)調査の実施方法
③食品ロス削減の新技术の導入事例調査

- 調査の目的
- 食品関連事業者が、新技术をどういった領域にどのように導入し、どのような成果を上げているかを把握するため、新技术を用いた食品ロス削減に資する機械・装置、ソフトウェア等を有する事業者を通じて、導入事例情報の把握・整理等の調査を行った。
- 調査対象領域
- 今回設定した食品ロス削減に資する新技术の9領域のうちの（食品廃棄量管理を除く）8領域である。
 - (1) 需要予測、(2) シェアリング、(3) 食品生産製造スマート化、(4) 賞味期限延長、(5) 物流面からのアプローチ、(6) ダイナミックプライシング、(7) アップサイクル、(8) 画像認識

食品ロス削減の新技术の導入事例調査の対象領域

業種	食品製造業	食品卸売業	食品小売業	外食産業
課題	製造過程・販売後	返品・物流過程	売れ残り	売れ残り・食べ残し
予備調査 で把握した 技術群	賞味期限延長	需要予測		
	アップサイクル	物流面からのアプローチ	シェアリング	
	食品生産製造スマート 化	ダイナミックプライシング		
	画像認識			

- 調査項目
- 導入先会社概要、導入技術概要、導入経緯、導入効果・工夫
- 調査方法
- ヒアリング調査

(3)調査の実施方法
③食品ロス削減の新技术の導入事例調査ーヒアリング調査について

ヒアリング調査は、以下の情報収集項目を把握するように行った。

(技術領域)

● ●技術の導入による●●(需要予測精度の向上、賞味期限延長...などの食品ロス削減の効果)

導入先会社概要

・所在地：●●県●●市
・会社名：株式会社●●
・業種：
・従業員数：●●名

導入技術概要

・技術名称：●●
・技術詳細：●●により●●を●●する技術。

技術を導入した様子がわかるような写真や、導入効果がわかるグラフや図表等の画像（1～4枚）

画像の説明

導入経緯

○株式会社●●では、●●という課題があった。
○そこで、●●を目的に●年に●●技術を導入した。...
○導入の決め手は、●●という点である。
○導入にあたって、まず●●をし、次に●●をした。...
○導入の過程で●●だった点がよかったと感じる。（取り付けの簡易さ、サポート体制が充実、短期間で導入可能など）
・導入経緯、導入の決め手となった要因、導入の手順、及び手順において良かったこと等についてご記入ください。

導入効果・工夫

○●●により、●●という食品ロス削減効果を実現。（●%、●kgなどできるだけ具体的に）
○導入効果を高めるための工夫として、●●という取り組みを行った。
○今後は、●●にも活用していきたい。
・導入の効果、導入効果を高めるために工夫したこと、今後の予定などについてご記入ください。

(3)調査の実施方法

③食品ロス削減の新技术の導入事例調査ーヒアリング調査について

■ ヒアリング調査は、以下の要領で回答を依頼した。

各項目1～5の表題は変更しないようお願い致します。
※各項目の位置や縦の幅は文章量に応じて適宜変更いただいて構いません。

1. 導入先会社概要

■ 貴社の「新技术」を導入された企業／団体様の概要をご記入ください。

2. 導入技術概要

■ この度「新技术」として貴社にご確認・ご修正頂きました技術に関する正式名称や概要等をご記入ください。

3. 技術を導入した様子がわかるような写真や導入効果がわかるグラフ（1～4枚）

■ 技術それ自体の写真に加え、導入後の定量的な成果などが確認できるグラフ等ございましたらご提示いただけますと幸いです。

4. 導入経緯

■ 導入を検討する段階から実際に導入するまでの一連の経緯について次ページをご参照頂きながらご記入ください。

5. 導入効果・工夫

■ 実際に導入してからの実績（定量的なデータなどあれば、ぜひご記載ください）、導入効果を高めるために工夫した点、また相乗効果として期待できる点などあれば、こちらも次ページをご参照頂きながらご記入ください。

(4)調査実施スケジュール

■ 調査実施スケジュールは以下の通りである。

調査実施スケジュール

大項目	中項目	2023年		2024年		
		11月	12月	1月	2月	3月
予備調査						
食品ロス削減の新技术に関する最先端の研究動向調査	有識者ヒアリング調査					
市場化段階（開発段階を含む）の食品ロスを削減するための新技术調査	文献調査（対象：国内外）					
	新技术を持つ事業者の公募による調査					
	事業者ヒアリング調査					
食品ロス削減の新技术の導入事例調査	事業者ヒアリング調査					
パンフレット等の作成・告知						
報告書のとりまとめ						

3 調査結果

3-1 食品ロス削減の新技术に関する最先端の研究動向調査

(1)食品ロス削減の新技术に関する最先端の研究動向調査(ヒアリング)を実施した有識者

以下の有識者のヒアリングを通じて、各テーマ・領域における最先端の研究動向を把握した。

テーマ	有識者名	所属	専門領域
(1) 需要予測	中野俊夫氏	日本気象協会 プロジェクトマネージャー	気象予測モデル、需要予測モデル
	本村 陽一氏	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター 首席研究員	人工知能
(2) シェアリング	松井康弘氏	岡山大学 大学院環境生命科学研究科 准教授	食品ロス削減、3Rやエシカル消費にかかわる消費者の行動変容
(3) 食品生産製造スマート化、 (8) 画像認識	有吉浩平氏	YEデジタル デジタルプロダクト本部 AI開発部	AIを用いた生産工程効率化
(4) 賞味期限延長	福岡淳氏	北海道大学 触媒科学研究所 教授	触媒・化学プロセス
	渡辺学氏	東京海洋大学 学術研究院 食品生産科学部門 食品冷凍学研究室 教授	食品冷凍
	福岡英一郎氏	大阪大学 大学院工学研究科生物工学専攻 教授	メタボロミクス
	田中史彦氏 田中良奈氏	九州大学 大学院農学研究院 環境農学部門 生産環境科学講座 教授 九州大学 大学院農学研究院 環境農学部門 生産環境科学講座 助教	ポストハーベスト
(5) 物流面からのアプローチ	増井忠幸氏	東京都市大学 名誉教授	経営工学（物流サプライチェーン、環境ロジスティクス、環境にやさしい物流）
(6) ダイナミックプライシング	前田康成氏	北見工業大学 情報デザイン・コミュニケーション工学コース 教授	人工知能、知識情報処理、最適化理論
(7) アップサイクル	川野茉莉子氏	株式会社 東レ経営研究所 産業経済調査部 シニアアナリスト	アップサイクル、フードテック、サーキュラーエコノミー
	古川英光氏	山形大学大学院 理工学研究科 機械システム工学専攻 教授	ゲルメカニクス、ゲルロボティクス、ゲルフォトリクス
(9) 消費者行動変容	小林富雄氏	日本女子大学 家政学部 家政経済学科 教授	フードシステム、フードマーケティング、消費行動、寄付行動などの消費者心理

(2)調査結果

①需要予測に関する最新の技術的動向

需要予測に関する調査では、気象データなどを活用した需要予測システムの開発に関する取り組み等が進んでいることを把握した。

ヒアリングした有識者名	中野俊夫氏
所属	一般財団法人日本気象協会 プロジェクトマネージャー
専門領域	気象予測モデル、需要予測モデル
どのような研究を行っているのか	・ 製配販のデータ連携や行動予測の研究。特に、JANコードがついておらず、商品の入れ替わりが激しい生鮮食品の自動発注。 ・ また、製販のデータ連携によるサプライチェーン最適化の実証実験を行っており、小売からはレシートデータ、メーカーからは物流スケジュール、生産品目、配送店舗などのデータをもらい、一つのシステムに統合して発注量を求めることで、緊急発注の減少など、需要予測精度向上によるリードタイム延長の効果が見え始めている。
研究はどのような成果を上げているのか	・ 相模屋食料株式会社、株式会社 Mizkan Holdings 気象予測に基づいた食品ロス削減、CO2削減に成功した実績がある。 ・ ソフトバンク株式会社と共同して人流データを用いた需要予測、来店予測を行う、小売り・飲食業界向けAI需要予測サービス「サキミル」を提供。
技術や成果は今後さらにどのように発展する可能性があるのか	・ AI技術の適用範囲や導入事例の拡大。 ・ 異業種間連携によってサプライチェーンとマーケティングを融合させ、食品ロスを削減するシステム、ソリューション。
どういう点が改善されればもっと大きな成果が期待できるか	実績のない新技术の成果を示すこと

(2)調査結果

①需要予測に関する最新の技術的動向

- 需要予測に関する調査では、機械学習と確率モデリング技術により高度な自律的処理を可能とするAIを用いた購買履歴データを活用した購買確率予測と品ぞろえ最適化、販促への活用に関する取り組み等も進んでいることを把握した。

ヒアリングした有識者名	本村 陽一氏
所属	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター首席研究員
専門領域	人工知能
どのような研究を行っているのか	機械学習と確率モデリング技術を活用し、より知的で高度な情報処理やタスクの実行を自律的に実行可能とする人工知能の開発。社会全体のDX推進（様々な産業の生産性と付加価値の向上への貢献）
研究はどのような成果を上げているのか	・ NEDO 人工知能技術適用によるスマート社会の実現事業 AIによる青果流通フードチェーンの全体最適化 ・ 株式会社Goalsとの実証実験 飲食店の来客数動向が通常とは異なる特殊な日付における来客数予測精度の向上に向けた実証実験を実施し、GW・お盆・年末年始において来客数予測の精度が全店舗平均12%改善。
技術や成果は今後さらにどのように発展する可能性があるのか	横断的なデータプラットフォームの整備、食品の購買データから個人の栄養状態を推定し、病気を予防するための提案に生かすことで医療費を下げる仕組み、地域貢献性を含んだ取り組み
どういう点が改善されればもっと大きな成果が期待できるか	データの収集（生産段階や流通段階、店舗などのマスターが整備され、データが統合されたプラットフォームが整備されていない）

(2)調査結果

②シェアリングに関する最新の技術的動向

- シェアリングに関する調査では、シェアリングアプリを用いた食品売り場ライブ中継による食品ロス削減キャンペーン等の取り組み等が進んでいることを把握した。

ヒアリングした有識者名	松井康弘氏
所属	岡山大学 大学院環境生命科学研究科 准教授
専門領域	食品ロス削減、3Rやエシカル消費にかかわる消費者の行動変容
どのような研究を行っているのか	・ 「のこり福キャンペーン」 2023年10月に、アプリでリアルタイムで売り場情報を配信し、売れ残りそうな商品の販促を行うシェアリングサービス。 ・ AIを活用した品揃え最適化と、ナッジ効果を利用したエシカル行動の促進を合わせた小売店舗の食品ロス削減。 ・ パルシステムと共同の取り組み ベイジアンネットワークを使った確率モデリング技術やアソシエーション分析を用いた同時購入分析によるエシカル消費の促進
研究はどのような成果を上げているのか	「のこり福キャンペーン」 （株）岡山高島屋（2022年のみ）、（株）天満屋岡山本店（2023年のみ）、岡山大学生協、おかやまコープ、（株）天満屋ストア、（株）フレスタホールディングス、両備ホールディングス（株）（2022年のみ）であり、デパート2社、生協2団体、スーパーマーケット3社の計7事業者。
技術や成果は今後さらにどのように発展する可能性があるのか	見込生産を受注生産に近づけるような食品ロス削減の方法。小売事業者のリードタイムを考慮した発注・商取引の条件緩和など、小売主導でマルチステークホルダー方式のロス削減を図るような座組。
どういう点が改善されればもっと大きな成果が期待できるか	既存システムの性能不足、新たなシステム開発費用の不足、小売業のデータ更新間隔が長すぎる、食品製造事業者とのコネクションがないこと、大学の研究費の不足

(2)調査結果

③食品生産製造スマート化、および⑧画像認識に関する最新の技術的動向

- 食品生産製造スマート化、および画像認識に関する調査ではAI画像認識技術を活用した食品製造工程での品質検査最適化に関する取り組み等が進んでいることを把握した。

ヒアリングした有識者名	有吉浩平氏
所属	株式会社YEデジタル デジタルプロダクト本部 AI開発部
専門領域	AIを用いた画像判定による効率化
どのような研究を行っているのか	・ MMEyeというAIを用いた画像判定による不良品検知、規格外品の発生防止精度向上などで食品の製造ロス削減。この技術を用いた像判定検査では、不良品の流出防止、検査品質の高精度化、定量的な検査基準で検査結果のばらつき抑制、検査作業の単純労働を自動化することができる。 ・ 画像系は食品以外にも生かせないか、と考えて広げる方向にあり、直近ではAIアテンダントという新サービスをリリースした。
研究はどのような成果を上げているのか	食品業界ではロッテ、マツザワなどをはじめ、物流、鉄鋼、リサイクルなど多岐にわたる。検査判定をルールベースで行っているが、基準が担当者の主観に依存する傾向があり、検査精度の差が大きい場合や、ルールの管理が煩雑であるといった悩みを持つ企業からのニーズがある。
技術や成果は今後さらにどのように発展する可能性があるのか	・ アルゴリズムを増やしたり、ChatGPTを活用したりすることにより、導入分野の拡大が期待できる。 ・ 画像系AI、ChatGPTなどAIのコンテンツ
どういう点が改善されればもっと大きな成果が期待できるか	スムーズな製品導入（顧客側のルール管理、検査制度・基準のばらつきを調整するために多大な時間を要する）

(2)調査結果

④賞味期限延長に関する最新の技術的動向

- 賞味期限延長に関する調査では、白金シリカ触媒を用いた農産物の鮮度保技術に関する取り組み等が進んでいることを把握した。

ヒアリングした有識者名	福岡淳氏
所属	北海道大学 触媒科学研究所 教授
専門領域	触媒・化学プロセス
どのような研究を行っているのか	・ 白金シリカ触媒を用いた野菜、果物の鮮度保持、保存によるフードロス削減。最近、より高性能な新しい触媒の開発に成功。今後は農家からの野菜の出荷時期延長、未熟果バナナの出荷時期コントロール、物流過程での包装材、架台等への適用などに挑戦していく予定。 ・ また、適用品種の拡大にも取り組んでおり、高校生アイデアコンテストを開催し、新しいアイデアを募集するなどの活動もしている。
研究はどのような成果を上げているのか	・ 日立グローバルライフソリューションズ株式会社 鮮度保持試験（大葉、オレンジ、サラダ菜、モロヘイヤ、アスパラガス）に成功し、2015年から日立製の冷蔵庫に採用された。日本と台湾で累計160万台以上の冷蔵庫で使用されている。さらに、貯蔵庫への適用を拡大し、2018年に北海道大学の果樹園のリンゴを使ったシードルの製造過程での貯蔵に活用された。 ・ 株式会社セコマ 2019年からセイコーマートの野菜貯蔵庫に採用され、歩留まりが平均5%以上改善し、1年間で導入コストを回収することができた。 ・ 2020年にフードロス削減コンソーシアムを設立し、そこで会員企業に触媒の使用機会提供、成果報告の場となっている。
技術や成果は今後さらにどのように発展する可能性があるのか	・ 白金シリカ触媒の物流過程の梱包材、架台での活用。 ・ 白金シリカ以外の野菜・果物以外の生鮮食品（肉、魚など）の鮮度保持技術の研究。
どういう点が改善されればもっと大きな成果が期待できるか	技術の知名度向上

(2)調査結果

④賞味期限延長に関する最新の技術的動向

- 賞味期限延長に関する調査では、過冷却冷凍による食品の鮮度保持とおいしさを保つ解凍方法の研究に関する取り組み等も進んでいることを把握した。

ヒアリングした有識者名	渡辺学氏
所属	東京海洋大学 学術研究院 食品生産科学部門 食品冷凍学研究室 教授
専門領域	食品冷凍
どのような研究を行っているのか	・ 過冷却凍結 急激な温度変化を避けながら－8℃（氷点下）程度まで未凍結状態で温度を低下させ（過冷却状態）その状態から凍結させることで、食品の中で発生するの氷の粒を細かく均一にすることで、おいしさを保つ。食品の種類によってごとにおいしくなる冷凍スピードや温度変化を探っている。 ・ 解凍技術 解凍にかかる時間をかけ過ぎず、温度を上げることでおいしく解凍するための技術。食品の種類ごとにおいしくなる最適な解凍スピードや温度変化速度が異なるため、それぞれの最適解を探っている。 ・ 輸送時のエネルギー削減 現在空輸での輸入が主流であるノルウェーサーモンを現地で適切に冷凍し、船舶輸送が可能になれば、環境負荷を約6割減らせるというデータがある。
研究はどのような成果を上げているのか	—
技術や成果は今後さらにどのように発展する可能性があるのか	空輸での輸入が主流であるノルウェーサーモンの現地冷凍・船舶輸送への転換による環境負荷削減、コールドチェーン上で発生する食品ロス削減。
どういう点が改善されればもっと大きな成果が期待できるか	技術的な困難、機械の開発メーカーが見つからないこと、食品メーカーが投資しないこと、消費者に冷凍品の価値が十分に認められていないこと、水産業界内での技術共有が少ないこと

(2)調査結果

④賞味期限延長に関する最新の技術的動向

- 賞味期限延長に関する調査では、フードメタボロミクスを活用した果物等の非破壊鮮度測定技術等に関する取り組み等も進んでいることを把握した。

ヒアリングした有識者名	福崎英一郎氏
所属	大阪大学 大学院工学研究科生物工学専攻 教授
専門領域	メタボロミクス
どのような研究を行っているのか	・ バナナの非破壊鮮度測定 バナナの輸入後の流過程における品質管理にもフードメタボロミクスが活用されており、バナナ本体を破壊することなく、バナナが出す揮発性成分を網羅的に解析することで、バナナの状態を評価する。この技術により需要動向に合わせて流過程のバナナの鮮度をマネジメントすることで、食品ロスを防ぐことができる。 ・ 大阪大学先導的学際研究機構産業バイオイニシアティブ研究部門では、食品ヒストリーデータがインプットされたデータ改竄不能のナノコンピュータによる流通認証、安全面や栄養価では問題ないが、傷んで味や食感が悪くなった食品を3Dバイオプリンティングを用いてのアップサイクルなどの分野も手掛けている。
研究はどのような成果を上げているのか	・ 食品関連企業や海外の現地企業との共同研究 総合商社や金融機関との情報交換の中でのマッチングが多い。銀行などは取引先企業の情報を多く持ち、その情報を生かしてESG投資先の選定・創造・サポートを行いたいと考えているが、技術評価能力は十分有していないため、我々にサポートを要請することが増えている。
技術や成果は今後さらにどのように発展する可能性があるのか	・ ブロックチェーン技術による流通商品品質情報共有化システム。 ・ SDGsの教育を受けた世代の就職、食品ロスの内部告発などのレピュテーションリスクの高まり、ESG投資への関心の高まりなどの背景から、食品ロス削減への追い風となる気運が高まっている。
どういう点が改善されればもっと大きな成果が期待できるか	食品の流通にかかわる民間企業がサプライチェーン情報を共有しないこと、利益を優先する企業にとってはコストをかけて食品ロス削減に取り組むメリットが少ないこと

(2)調査結果

④賞味期限延長に関する最新の技術的動向

- 賞味期限延長に関する調査では、未利用食品を材料とした農産品の鮮度保持効果のある可食コーティングの開発等に関する取り組み等も進んでいることを把握した。

ヒアリングした有識者名	田中史彦氏 田中良奈氏
所属	九州大学 大学院農学研究院 環境農学部門 生産環境科学講座 教授 九州大学 大学院農学研究院 環境農学部門 生産環境科学講座 助教
専門領域	ポストハーベスト
どのような研究を行っているのか	・農産物向けの可食コーティング ・輸向向け出荷前農産物の日持ち選別 ・データを活用した輸送中の農産物の品質を予測するシミュレーターの開発
研究はどのような成果を上げているのか	・熊本県で花卉を対象にした実証試験
技術や成果は今後さらにどのように発展する可能性があるのか	・コーティング剤メーカーや食品メーカーのコンサルティング的な案件 ・カット野菜の風味付きコーティング ・農産品ごとの最適なコーティングをAIを用いて自動的に発見できるようなデータベースの構築 ・未利用食品を材料としたコーティング剤の開発 ・農産物以外の肉や魚といった食品への応用 ・3Dフードプリンター、培養肉。 ・数値解析を用いた流通段階でのロス低減の技術。（トラックのハザードマップのようなものの作成）
どういう点が改善されればもっと大きな成果が期待できるか	－

(2)調査結果

⑤物流面からのアプローチに関する最新の技術的動向

- 物流面からのアプローチでは、農作物流通のデータを活用した需要予測、品質推定、自動受発注を行うAI技術開発とデータプラットフォームの構築等に関する取り組み等が進んでいることを把握した。

ヒアリングした有識者名	増井忠幸氏
所属	東京都市大学 名誉教授
専門領域	経営工学（物流サプライチェーン、環境ロジスティクス、環境にやさしい物流）
どのような研究を行っているのか	鮮度保持用の包装材、冷凍・冷蔵技術、食品残渣のエネルギー化技術、及び製配販でのデータ連携技術（RFID、需給マッチング）等の動向
研究はどのような成果を上げているのか	・サイゼリヤ 生産者の段階で青果の端材を除去して輸送する。端材は耕作地で直ちに肥料化され、店舗への物流効率もよくなり、店舗での廃棄の削減と処理コストの削減に繋がる。従来は、店舗で廃棄する部分まで輸送するため物流効率が低く、端材は店舗から可燃ごみ（事業性廃棄物）として出され、焼却処分されていた。 ・スターバックス 専門業者が店舗のコーヒーカスを回収していたが、廃棄物処理法の制約があり、食品材料を配送するトラックで回収できない問題があった。そこで、豆カスを飼料や肥料として活用するために、輸送中の腐敗を防ぎ、廃棄物を材料と見做すよう行政と交渉して特例措置を得て、材料配送時に回収することに成功した。この飼料はポリフェノールを含み、乳牛の乳房炎を減らし、乳出荷量を増やした。また、発酵処理によって長期保存が可能で、農家からも好評を得ている。
技術や成果は今後さらにどのように発展する可能性があるのか	・分別が難しくリサイクル率の低い川下（家庭・小売・外食など）の廃棄物のメタン化技術 ・食品廃棄物の情報を見る化したプラットフォーム構築 ・休耕田を活用したバイオマス発電用トウモロコシ栽培 ・物流・サプライチェーンの環境負荷削減（モーダルシフトなど）
どういう点が改善されればもっと大きな成果が期待できるか	食品ロス削減への投資縮小、短期的投資

(2)調査結果

⑥ダイナミックプライシングに関する最新の技術的動向

- ダイナミックプライシングに関する調査では、動的計画法を用いた消費期限を考慮したダイナミックプライシングのアルゴリズム開発に関する取り組み等が進んでいることを把握した。

有識者名	前田康成氏
所属	北見工業大学 情報デザイン・コミュニケーション工学コース 教授
専門領域	人工知能、知識情報処理、最適化理論
どのような研究を行っているのか	・人工知能、知識情報処理、最適化理論など研究の一環として、動的計画法を用いた最適な価格設定や食品ロスを最小化するようなレシピの推薦などの研究を行っている。 ・特に、動的計画法は、多段階の意思決定問題を扱うときに、組み合わせをすべて計算していると計算量が膨大になってしまうような問題について、対象となる問題を複数の部分問題に分割し、部分的な最適解を利用して計算することで、より簡単に問題を解く方法である。
研究はどのような成果を上げているのか	動的計画法は音声認識、自然言語処理（形態素解析）、通信（畳み込み符号）の復号、遺伝子解析などの分野でも応用されている。
技術や成果は今後さらにどのように発展する可能性があるのか	・より現実に近い問題設定のもとでの検討のためには、対象商品数の拡大、仕入コスト制約の導入、消費期限までの残日数が異なる在庫量を考慮した需要確率モデル、実データの利用、需要確率未知の場合の検討が考えられる。 ・動的計画法は小規模な領域で限界を確認することに使える。動的計画法のアルゴリズムを分析して、経験則を見出し、それをもとに現実の事象・行動を近似させることは有効かもしれない。
どういう点が改善されればもっと大きな成果が期待できるか	ー

(2)調査結果

⑦アップサイクルに関する最新の技術的動向

- アップサイクルに関する調査では、廃棄食材を加工材料として発酵、蒸留などの技術を用いたアップサイクルに関する取り組み等が進んでいることを把握した。

有識者名	川野茉莉子氏
所属	株式会社 東レ経営研究所 産業経済調査部 シニアアナリスト
専門領域	アップサイクル、フードテック、サーキュラーエコノミー
どのような研究を行っているのか	サーキュラーエコノミーの観点で、食の分野でフードテックなどを組み合わせてどのように資源を循環させていくかを検討するために関連するレポートを2022年4月に発表。
研究はどのような成果を上げているのか	・アサヒグループ 廃棄コーヒー豆をクラフトビールにアップサイクルする取り組み。 ・ファーマンステーション 未利用バイオマスを原料に、独自の発酵アップサイクル技術によりエタノールや発酵原料を製造し、さまざまな日用品メーカーと共同でアルコール製品など日用品や化粧品などを開発 ・ICS-net「シェアシマ」 食品ロスの情報プラットフォームを提供、マッチングするサービス。アップサイクルをメーカーに委託してOEM的にアップサイクル食品を作るというマッチングの取り組みも行っており、また、長野でものを作ることで地域で食品を循環させている。
技術や成果は今後さらにどのように発展する可能性があるのか	・アップサイクル ・3Dフードプリンター ・昆虫食 ・細胞農業（培養肉）
どういう点が改善されればもっと大きな成果が期待できるか	・アップサイクル商品のマーケット創造、素材別の廃棄物のデータがそろっていないこと ・アップサイクル商品の認定制度がないこと

(2)調査結果

⑦アップサイクルに関する最新の技術的動向

- アップサイクルに関する調査では、食ゲルを用いた3D・4Dプリンティング、メタバース空間を利用した食の領域の拡大に関する取り組み等も進んでいることを把握した。

有識者名	古川英光氏
所属	山形大学大学院 理工学研究科 機械システム工学専攻 教授
専門領域	ゲルメカニクス、ゲルロボティクス、ゲルフォトリクス
どのような研究を行っているのか	・ゲルを用いた3D・4Dプリンティングやその産業利用のための基盤づくり（NEDO先導研究プログラム） ・低温凍結粉碎含水ゲル粉末による食品の革新的長期保存技術の開発（ムーンショット型研究開発制度） ・メタバース空間を利用した食の領域の拡大（SIP第三期）
研究はどのような成果を上げているのか	・「お見合い事業」 コンソーシアム内で関係企業の横のつながりを作り出し、お互いに紹介などをしながら、組んだ企業で事業化の案が出れば事業化する。 ・「古生物レストラン」 魚のすり身など様々な材料をもとに古代の生き物を食材として再現したり、古生物の化石データどおりの形のお菓子を作る。
技術や成果は今後さらにどのように発展する可能性があるのか	・冷凍粉碎技術を用いた食品の有効活用 ・メタバース空間を利用した食の領域の拡大、食のニューメディアの登場 ・3Dフードプリンターを活用したレストラン（未利用食材の活用、食品の長期保存、低エネルギー化、安定供給の実現）
どういう点が改善されればもっと大きな成果が期待できるか	社会実装にあたっての人材不足、予算の制約、既存市場への導入方法。日本の市場の自由度低く、イノベーションが起きづらい環境であること、日本社会全体が失敗や多様性、創造性への許容度が極めて低いこと

(2)調査結果

⑧消費者行動に関する最新の技術的動向

- 消費者行動に関する調査では、画像解析やAIを用いた消費者行動の分析、棚割りの工夫による売れ残りの削減や、ナッジ理論を活用した消費者へのアプローチでの食品ロス削減に関する取り組み等も進んでいることを把握した。

有識者名	小林富雄氏
所属	日本女子大学 家政学部 家政経済学科 教授
専門領域	フードシステム、フードマーケティング、消費行動、寄付行動などの消費者心理
どのような研究を行っているのか	農業経済から派生してフードシステム、最近ではフードマーケティング、人類学や文化論のアプローチで研究を行っている。研究の初期段階では在庫管理の理論を研究する中で食品ロスに注目し、実証的な研究を行うようになった。近年では消費行動、寄付行動など消費者心理に注目した研究を行っており、社会心理学など他分野の方とも協働で行うことも多い。
研究はどのような成果を上げているのか	・板橋区社会福祉協議会「街かどフードパントリー」 無人・非対面式のフードパントリーで、受益者である主に貧困層と呼ばれる人たちの心理的負担を軽減することができる利点がある。 ・Amazon Goやスシローなどの需要予測、在庫管理のDX 画像解析やAIを用いた消費者行動の分析、棚割りの工夫による売れ残りの削減。 ・スウェーデンの実証実験では、まとめ売りや商品POPの表示方法などナッジを活用することにより、店舗での消費者の行動変容、食品ロス削減の効果検証が行われた。 ・トヨタ生協主催のフードドライブや総合商社の社内コンペで食品ロス削減を事業化するといった食品業界以外の業種と食品関連企業の協業での優れた取り組みが出てきている。
技術や成果は今後さらにどのように発展する可能性があるのか	・計量、計測分野の画像系技術 ・SNSなどのコミュニケーションツールを活用したマッチングアプリケーション ・食品関連業者以外の、商社などの利益率の高い業種と、食品の知識を持った食品関連企業での異業種協業の食品ロス削減の取り組み
どういう点が改善されればもっと大きな成果が期待できるか	投資回収が難しいこと、宣伝広告のメリットが薄いこと、消費者の「1円でも安いものを買おう」マインド、食品ロス削減に取り組んでいる企業を評価する軸がないこと

(3)調査結果のまとめ

①今回の調査で把握した食品ロス削減に関する最新の研究の方向性の整理

- 今回調査対象とした9分野において、先進的な研究を行う有識者に対する今回のヒアリング結果からは、最新の研究の方向性として以下の内容があることが明らかになった。
- これらの研究の成果は、大きく2つの領域（需要と供給の最適なマッチング、鮮度保持・管理の向上）に分類できることが明らかになった。

領域	今回の調査で把握された食品ロス削減に関する最新の研究の方向性
(1) 需要予測	気象データなどを活用した需要予測システムの開発 機械学習と確率モデリング技術により高度な自律的処理を可能とするAIを用いた購買履歴データを活用した購買確率予測と品ぞろえ最適化、販促への活用 等
(2) シェアリング	シェアリングアプリを用いた食品売り場ライブ中継による食品ロス削減キャンペーン等
(3) 食品生産製造スマート化、 (8) 画像認識	AI画像認識技術を活用した食品製造工程での品質検査最適化 等
(4) 賞味期限延長	白金シリカ触媒を用いた農産物の鮮度保持技術 過冷却冷凍による食品の鮮度保持とおいしさを保つ解凍方法の研究 フードメタボロミクスを活用した果物等の非破壊鮮度測定技術 未利用食品を材料とした農産品の鮮度保持効果のある可食コーティングの開発 等
(5) 物流面からのアプローチ	農作物流通のデータを活用した需要予測、品質推定、自動受発注を行うAI技術開発とデータプラットフォームの構築 等
(6) ダイナミックプライシング	動的計画法を用いた消費期限を考慮したダイナミックプライシングのアルゴリズム開発等
(7) アップサイクル	廃棄食材を加工材料として発酵、蒸留などの技術を用いたアップサイクル 食ゲルを用いた3D・4Dプリンティング、メタバース空間を利用した食の領域の拡大等
(9) 消費者行動変容	画像解析やAIを用いた消費者行動の分析・棚割りの工夫による売れ残りの削減、ナッジ理論を活用した消費者へのアプローチでの食品ロス削減に関する取り組み等

需要と供給の最適なマッチング

鮮度保持・管理の向上

(3)調査結果のまとめ

②最新の食品ロス削減の新技术研究における障壁と課題

今回の調査によって、食品ロス削減に関する9つの領域で、需要と供給の最適なマッチングと鮮度保持・管理の向上を実現するための最先端の研究が行われ、一部では事業者や行政機関と連携して成果につながっていることが明らかになった。一方で、事業者や行政機関との関係における課題も示された。こうした課題を整理する。

- 事業者とのネットワークが十分ではない
 - 新技术を開発する事業者等が、食品関連事業者や他の関連業界との十分なネットワークを有しておらず、技術の導入や実装に必要なリソースやサポートを得ることができず、技術開発のさらなる深化や広がりが困難になっている場合がある。
- 食品ロス削減はコストと捉えられ、企業が積極的に投資をしない
 - 食品ロス削減は利益を増やす活動であるにも関わらず、コスト削減の側面のみが注目され、その削減に向けた取り組みが「投資」と見なされない。そのため、他の重要なビジネス目標やプロジェクトに対する投資が優先され、食品ロス削減に対する投資が後回しにされやすい。
- 販売・購買・物流等の各種データプラットフォームの未整備
 - データが標準化され、横断的に「見える」状態ではなく（特に農産物における商品マスターの未整備、競合企業間の情報秘匿志向など）、データを収集してDXを行うための具体策が打てる状態にない
- 規制・制度が制約となる場合
 - 規制・予算制限等により、経験曲線効果によるコスト低減前の高価な技術の実証ができない場合がある。
 - 例えば、保険診療で入院する患者に提供される食事代は公定価格で、原則1日あたり1,920円（現在は1食あたり640円で計算）と設定されている。ここで3Dフードプリンターの社会実証を行おうとすると採算が合わず、材料やレシピ、システムなどの横の連携を確立するための初期段階において、疲弊してしまう。
- 消費者の理解不足
 - 例えば、賞味期限延長に資する新しい包装資材を開発しても、新しい包装資材に不慣れという理由だけで、消費者が新技术の機能や利点を理解しようとせず、その場合、その技術が提供する潜在的な利益やメリットを見逃される可能性がある。結果として、需給がマッチングせず、食品ロス削減の機会が失われることになる。
- スタートアップ等における情報発信の難しさ
 - 食品ロス削減に資する新技术は、市場においてまだ一般的に認知されていない上、スタートアップ企業などでは資金やリソースの不足のため、認知度を高めるためのマーケティング戦略やプロモーション活動を展開することが困難である。
 - 例えば、技術に関する認定制度があれば、製品やサービスの品質や信頼性が確認され、新技术であっても消費者は認定された製品やサービスを安心して購入や利用しやすくなる。

3-2 市場化段階（開発段階を含む）の食品ロスを削減するための新技術調査

(1) 需要予測に関する調査結果

需要予測に関する調査結果は以下のとおりである。

項目	内容
今回の調査で把握した事業者数	27（海外事例10含む）
当領域における技術の分類やカテゴリ分け	「適正な販売数量や値引率の予測」「自動発注」「来店者数予測」
導入企業例	株式会社東急ストア 株式会社バローホールディングス 株式会社ヤオコー等
現在利用が広がりつつある新技術	- 各社内で保有する販売実績／販促データ等の過去実績に、気象情報等の外部データを取り組み、来店者数の予測等を行うことで、最適な生産・販売量・発注量の算出、欠品防止や在庫の最適化、ひいては食品ロスの削減に資する技術が生み出されている - 特にAIを導入した最適な発注量の算出に付随した自動発注システムの開発が本領域における進展技術として開発・研究、実装化が盛んな傾向にある。 - 人間が行っていた予測や発注作業の工数削減、属人化の解消が望めるため、人材不足問題の解消にも大いに資する。
食品ロス削減技術の展望とビジネスモデルの可能性	- 生鮮食品等の賞味期限の短い商品の需要予測への活用が目立っており、食品小売業を主とした導入事業者の利益率の向上に資するところが大きく、本新技術の導入はより一般的なものとなっていくことが期待される。 - 今後は特定の消費期限の長短を問わない、幅広いカテゴリーを対象とした需要予測システムの確立が期待される。

(2)シェアリングに関する調査結果

■ シェアリングに関する調査結果は以下のとおりである。

項目	内容
今回の調査で把握した事業者数	22（海外事例7含む）
当領域における技術の分類やカテゴリ分け	「デジタルプラットフォームを通じた売り手と買い手のマッチング」
導入企業例	ネスレ日本株式会社 JR東海グループ 等
現在利用が広がりつつある新技術	・ ロスを削減し、売上を向上させたい売り手と美味しい食料品を安価で手に入れたい消費者をマッチングさせる仕組みの構築・活用が基本であり、電子アプリや通販サイトなどのデジタルプラットフォームを通じた食品ロス削減の取り組みが盛んに行われている。 ・ 特に本来であればまだ美味しく安全に食べられるにも関わらず廃棄対象となってしまう食品を（比較的）安価で流通させる仕組みの構築を通じて、消費者へと融通され、消費されるものが多く目立つ。
食品ロス削減技術の展望とビジネスモデルの可能性	・ 本技術は消費者にとって、他の8つの新技術の中でも相対的身近であり、その分接点を持ちやすいということが指摘できる。昨今の全世界的なSDGsの潮流も相まって、消費者が本技術に関連したサービスを活用することで消費者意識の向上・啓発に貢献することが大いに期待できる。 ・ また、消費者にとって身近で接点を持ちやすい分、本新技術が活用されたサービスを利用することで日常の場面で、消費者自らが社会貢献をしているという意識を抱くことができるため、消費者からの自発的かつ積極的な貢献が望めるという相乗効果も見受けられる。 ・ また、販売側は廃棄コストを削減し、収益を上げることができるという利点がある。一方、消費者にとっても比較的安価で商品を購入できるという実利的な利点も有しており、相互に利潤をもたらすビジネスモデルの構築が可能である。 ・ 以上を踏まえ、本新技術領域は多くの利点とポテンシャルを秘めており、事業者の注目度も高い領域であると言える。したがって、本新技術領域を活用した各種サービスを展開している事業者が多いと考えられる。

(3)食品生産製造スマート化に関する調査結果

■ 食品生産製造スマート化に関する調査結果は以下のとおりである。

項目	内容
今回の調査で把握した事業者数	13（海外事例4含む）
当領域における技術の分類やカテゴリ分け	「電子タグRFIDの活用」「作業ロボットの活用」「自動管理システムの活用」
導入企業例	ロイヤルホスト株式会社 株式会社イトーヨーカ堂 等
現在利用が広がりつつある新技術	・ ロボットや電子タグ（RFID）などの先進的な技術の活用を通じて、主に食品の製造工程や在庫管理の自動化が推進されている。 ・ こうした自動化を通じて主眼に置かれているのは「生産の効率化」である。無駄な食料品の廃棄量の抑制などを通じて、食品の生産活動が効率的かつ効果的に推進され、食品ロスも最小限に抑えられることが期待されている。
食品ロス削減技術の展望とビジネスモデルの可能性	・ 電子タグ（RFID）の付与・活用を行うことでサプライチェーン情報の可視化が実現される点に利点が大きく、またその活用によりトレーサビリティの管理、ダイナミックプライシングを効果的に行うことができるなど、複数の新技術を活用することで高い相乗効果が得られる点に期待が寄せられる。 ・ 作業ロボットや自動管理システムの活用においては、人間の労力を削減することを通じてコストの削減や効率性の向上など、多岐にわたる実利的な利点があるため、各種企業にとっての導入メリットが感じ取られやすく、今後、導入の検討・推進がより進んでいくことが期待できる。 ・ 幅広く食品に関わる業種で、より効果的な食品ロスの削減が推進されることに期待がなされている。

(4)賞味期限延長に関する調査結果

賞味期限延長に関する調査結果は以下のとおりである。

項目	内容
今回の調査で把握した事業者数	43（海外事例17含む）
当領域における技術の分類やカテゴリ分け	「機械や製品を利用した物理的アプローチ」「化学物質を利用した化学的アプローチ」
導入企業例	株式会社ダイエー 株式会社セコマ 株式会社一六 等
現在利用が広がりつつある新技術	- 本領域では、特殊冷凍技術や特殊フィルム（真空パック等）などを用いる物理的な面からのアプローチと、酸化防止剤などの化学物質を効果的に用いる化学的な面からのアプローチの2つが主たる技術として挙げられる。 - いずれも食品本来の美味しさや新鮮さを損なうことなく、食品の鮮度保持力を向上させ、期間を延長させることが主眼に置かれ、食品ロスの削減に貢献することが可能である。 - 本領域での研究・実践の取り組み事例は国内外問わず非常に豊富であり、多様な事業者がそれぞれの技術力／アプローチで食品ロス削減に取り組んでいる。
食品ロス削減技術の展望とビジネスモデルの可能性	- 総じて、食品の質を落とさずに賞味期限を延長させ、食べられる期間を長くすることで、食品ロスの削減に資するところが多い。 - 現状では、鮮度劣化の早い生鮮食品（特に農畜産物）や元来、賞味期限の短い半生菓子などでの活用が行われている。 - 取り組んでいる事業者数も非常に多いことから、今後も本新技術が食品のカテゴリーを問わずに広く浸透・普及していくことが期待できる。

(5)物流面からのアプローチに関する調査結果

物流面からのアプローチに関する調査結果は以下のとおりである。

項目	内容
今回の調査で把握した事業者数	8（海外事例2含む）
当領域における技術の分類やカテゴリ分け	「物流資材の革新」「情報システムサービスの活用」
導入企業例	株式会社トップワン 等
現在利用が広がりつつある新技術	- 既存のコンテナや木箱、冷蔵庫等に新しい技術（性能）を取り入れることで、革新的な物流資材が開発され、それを用いた流通過程での食品の鮮度保持向上が実現されている。また、効果的な情報の活用を行うことで、配車・配送ルートなどの輸配送リソースの最適化を促し、無駄を排した効率的な物流を促す仕組みの実現もなされており、これらが現在の取り組みの中でも最たるものである。 - 本技術は他の技術領域との相乗効果が見込みやすい。実際に冷凍技術やデータ連携といった技術を取り入れながら、物流過程における食品ロスの削減に大きな貢献がなされている。
食品ロス削減技術の展望とビジネスモデルの可能性	「物流の2024年問題」が叫ばれ、社会的な課題として取り沙汰される中、食品ロスの削減という目的以外にも、特に輸配送リソースの最適化が、物流関連事業の従業員の作業工数削減へと繋がる。そのため、各物流関連事業者、ひいてはサプライチェーン全体のコスト削減といった多くの正の相乗・波及効果が見込まれる。 - したがって、第一目的が食品ロスの削減ではなく、物流の2024年問題の解決・対応を主眼とする物流事業者の取り組みから食品ロスの削減も付随効果としてもたらされることが期待できる。

(6)ダイナミックプライシングに関する調査結果

ダイナミックプライシングに関する調査結果は以下のとおりである。

項目	内容
今回の調査で把握した事業者数	10（海外事例2含む）
当領域における技術の分類やカテゴリ分け	「データに基づく適切な値引き」
導入企業例	株式会社イオンリテール 株式会社ロッキー 等
現在利用が広がりつつある新技術	- AIが消費期限や在庫数量、客数予測を考慮し、リアルタイムな適切な売値設定・値引きを行う。これにより消費者の需要喚起を促し、商品（食品）の廃棄量を削減、食品ロスの削減へに貢献する取り組みが行われている。 - 特に、その技術特性から食品小売業での導入・活用が進展している。
食品ロス削減技術の展望とビジネスモデルの可能性	AIを活用し、時事に応じた最適な価格設定に基づく、適切な値引きタイミングの算出・反映、また在庫管理システムと連動した電子棚札と組み合わせることで、食品ロスの削減のみならず、賞味期限の確認やプライスチェック、値引き作業の人の手による工数削減やミスの削減にも貢献するという相乗効果も見込める点に今後の普及にあたっての期待感が抱ける。

(7)アップサイクルに関する調査結果

アップサイクルに関する調査結果は以下のとおりである。

項目	内容
今回の調査で把握した事業者数	38（海外事例11含む）
当領域における技術の分類やカテゴリ分け	「廃棄対象食品の高付加価値食品商品化」「廃棄対象食品の高付加価値非食品商品化」
導入企業例	株式会社吉野家ホールディングス 全日空商事株式会社 等
現在利用が広がりつつある新技術	- 未利用食品や規格外食品、食品残渣などの、従来、廃棄されていた食材や食料などを活用し、更なる付加価値が付与された新しい商品が生み出され続けている。 - 中には、従来であれば食品として消費する対象でなかったものも食品としてアップサイクルし、市場で販売されるという新たな取り組みも行われている。 - 本領域は国内外において取り組む事業者数も多く、各事業者それぞれのノウハウや独自の技術力を基盤として、今後の食品ロス削減に資する領域である。 - 昨今のアップサイクルの一例として、野菜の皮や芯からシリアルバー、コーヒー豆のカスからビールやスナック菓子、お米から紙が生み出されるなど、廃棄対象となっていた食料品から、食品・非食品を問わず多様なアップサイクル商品が登場している。
食品ロス削減技術の展望とビジネスモデルの可能性	- アップサイクル商品の創出は言うまでもなく食品ロス削減に貢献する一方、新たな経済価値の創出の実現と貢献もなし得る。持続可能な社会の実現に真剣に取り組む企業が多い中、こうしたアップサイクルの取り組みは様々な業界で注目を集めている。 - このようにアップサイクルされた商品は、その価値が消費者に訴求しやすく、アップサイクル商品の購入を通じて、消費者自身が持続可能な社会の実現に貢献しているという意識を抱きやすいため、消費者への受容と並行して、今後のアップサイクル商品の販売拡大および消費者の購入・消費も進展していくであろうという期待感が抱ける。

23

(8)食品廃棄量管理に関する調査結果

■ 食品廃棄量管理に関する調査結果は以下のとおりである。

項目	内容
今回の調査で把握した事業者数	9（海外事例 5 含む）
当領域における技術の分類やカテゴリ分け	「IoTシステム等各種技術を活用した廃棄量の可視化」
導入企業例	株式会社主婦の店 等
現在利用が広がりつつある新技術	- AIや画像認識を活用したIoTシステムやデジタルスケール機能の付いたゴミ箱などを用いて、食品の廃棄量を計量、可視化することで最適な管理を行っている。 - 主に外食産業（飲食店や食堂、ホテル）や学校など広い領域で活用され、可視化された廃棄物のデータから分析を行うことで、効果的な食品ロスの削減を行うことができる。
食品ロス削減技術の展望とビジネスモデルの可能性	- 食品廃棄量管理技術を導入・活用することで、仕入れや仕込み量の予測に大きく利するところがある。 - この点は、事業利益の最大効率化（粗利率の改善や工数の削減）をなし得るという点において、食品ロス削減以外の目的を抱く事業者にとっても利点（相乗効果）も見込める。したがって、今後更なる技術開発や導入事例が増加していくであろうことが期待される。 - また、廃棄量の可視化という点から、利用者の食品ロス（およびその削減）への意識向上を促すことができるという期待感も持てる。一人ひとりの消費者意識の変容を通じて、より大きく、社会的に食品ロス削減への取り組みの意識が向上していくことが食品ロス削減という課題の解決において、根源的に重要でもあるため大きな社会的意義を有しているとも期待ができる。

(9)画像認識に関する調査結果

■ 画像認識に関する調査結果は以下のとおりである。

項目	内容
今回の調査で把握した事業者数	6（海外事例 2 含む）
当領域における技術の分類やカテゴリ分け	「画像認識による食品の選別・検査」
導入企業例	株式会社ロッテ 株式会社ニチレイ 等
現在利用が広がりつつある新技術	- 本領域では、画像分類、物体検知、領域検知、深層学習を駆使し、食品製造や生産過程において人間の手作業の代替となるAI技術が進化・進展を遂げている。 - 現在では、食品生産過程において鶏肉の血合いの除去や小骨の検出・除去、ミカンの病気判別（出荷できるか否かの目での判断）といった人間が介在する必要があった人力の工程の自動化が行われている。 - 本領域へのAIの導入は自動化に伴う判断基準の均一化を行うことができるため、人間が介在することで生じる無駄な食品廃棄が生じず、この点においても食品ロスの削減が推進されている。
食品ロス削減技術の展望とビジネスモデルの可能性	- 人間の目に頼らず、製品の良し悪しの判別などの作業工程が自動化されることで、作業スピード、基準の均一化による正確性の向上、属人化の解消が見込める。また、省人化も付随的に達成できる。 - 本技術の導入が商品クオリティの向上や、人件費等のコスト削減もなし得るため、各事業者の利潤向上にも直結する。したがって、今後、多くの食品関連事業者（特に生産工程に携わる事業者）の導入検討、推進がより進んでいくものと期待ができる。

3-3 食品ロス削減の新技术の導入事例調査

(1) 導入事例調査を実施した9事例

■ 以下の事業者のヒアリングを通じて、新技术をどういった領域にどのように導入し、どういった成果を上げているかを把握した。

領域	新技术提供事業者	新技术利用事業者	業種	事例概要
需要予測	シノプス株式会社	株式会社ロッキーマ	食品小売業	総菜の需要予測・AI値引きソリューション導入による食品ロス削減
シェアリング	株式会社G-Place	おのえ株式会社	食品卸売業	自治体運用型フードシェアリングサービス「タベスケ」導入による食品ロス削減
食品生産製造スマート化	ヤマハ発動機株式会社	タムムラデリカ株式会社	食品製造業	産業用ロボットによる人員削減・生産性の大幅向上
賞味期限延長	国立大学法人北海道大学	株式会社セコマ	食品小売業	触媒技術の導入による青果物の鮮度保持
物流面からのアプローチ	富士通株式会社	—	フードデリバリー企業	AIエンジンを活用したドライバーと荷物の最適配車マッチングにより、キャパ（配送件数）アップを実現！ その結果チャンスロス無くし、食品ロス削減にも寄与。
ダイナミックプライシング	—	イオンリテール株式会社	食品小売業	AIカク技術の導入による食品ロス削減

25

(1)導入事例調査を実施した9事例

領域	新技術提供事業者	新技術利用事業者	業種	事例概要
アップサイクル	株式会社ファームステーション	株式会社ニチレイフーズ他多数	食品製造業等	食品製造副産物等の未利用バイオマスからバイオ素材へ アップサイクルする発酵アップサイクル技術
アップサイクル	株式会社ロスゼロ	農業法人シーサイドファーム波路上	生産者	規格外や未利用の食材・原材料を活用するアップサイクル商品開発。企画力、提携先選び、多様な販路開拓、メディアに強み。
画像認識	株式会社ニチレイフーズ	株式会社ニチレイフーズ	食品製造業	AI技術の導入による鶏肉原料選別の自動化と食品ロスの削減

(2)調査結果－導入事例調査を実施した9事例

需要予測

シノプス株式会社
総菜の需要予測・AI値引きソリューション導入による食品ロス削減

導入先会社概要

- ・所在地：熊本県上益城郡
- ・会社名：株式会社ロッキー
- ・業種：小売業
- ・従業員数：907名（2020年時点）

導入技術概要

- ・技術名称：sinops-CLOUD 惣菜
sinops-CLOUD AI値引
- ・技術詳細：需要予測による、総菜の適正発注・適正値引



「sinops-CLOUD AI値引」*1 が算出した総菜の適正値引率を「FLEQV FX3-LX」*2 にてラベルを発行する様子

導入経緯

ロッキーでは以前より、シノプスが開発・提供する需要予測型自動発注サービス「sinops」を全25店舗で導入している。日配食品*3・惣菜・パン・冷凍食品・グロスリー・衣料品・OTC医薬品*4といったさまざまなカテゴリで稼働している。惣菜コーナーでよく実施される駅弁フェアなど催事向けの商品や季節品・特売品は、データが不十分のためシステムによる自動発注が実施できない場合があった。そのような商品に関しては、売り場担当者が経験や勘を頼りに発注数を決定するものの、最適な発注数を導き出すのは難しく、閉店まで売り切れない商品は値引き対応をしているが、最適な値引き率・タイミングを見極めることも至難の業であった。そこで、惣菜カテゴリ全般における値引き・廃棄ロス率改善や収益向上、作業の平準化・省力化といった従業員の負担軽減などを目的に、適切なタイミングで適切な値引き率をAIで算出するシノプスの「sinops-CLOUD AI値引」と、AI値引と連携したサトー製ラベルプリンター「FLEQV FX3-LX」を活用した「AI値引きソリューション」の導入を検討いただいた。

導入効果・工夫

2023年1月にロッキーの2店舗にて実施した実証実験では、値引き・廃棄ロス率は2.3%、粗利率は1.4%改善した*5。さらに、廃棄商品数や廃棄額にも改善が見られ、食品ロス削減効果も実感いただいた。売り場担当者の方からは「担当者によってバラつきがあった値引き率やタイミングをシステムによって適正化でき、お客様にとっても納得感の高い価格にて提供できるようになった」といった声があった。このような効果を評価いただき、AI値引ソリューションの採用が決定し、各店舗への導入を順次進めている。

*1 「sinops」「sinops-CLOUD」は株式会社シノプスの商標登録。
*2 「FLEQV（フレキューブ）」はサトーホールディングス株式会社の商標登録。
*3 日配食品：毎日店舗に配達される賞味期限の短い食品の総称。デイリーとも呼ばれる。牛乳、乳製品、豆腐、生麺や生菓子など
*4 OTC医薬品：「Over The Counter：オーバー・ザ・カウンター」の略で、カウンター越しに販売される医薬品。
*5 導入前実証実験を実施した2店舗の平均値。

(2)調査結果－導入事例調査を実施した9事例

シェアリング²⁶

株式会社G-Place

自治体運用型フードシェアリングサービス「タベスケ」導入による食品ロス削減

導入先会社概要

- ・所在地：兵庫県姫路市
- ・会社名：おのえ株式会社
- ・業種：食品卸売業
- ・従業員数：10～20名

導入技術概要

- ・技術名称：「タベスケ」
- ・技術詳細：余った、売切りたいなどの食品ロスになりうる食品を、店がお得な価格でユーザーへ提供し、ユーザーがシステム上で購入予約できる。



(左図) タベスケ出品一覧 (右図) タベスケ実績

導入経緯

■姫路市への導入（姫路市取組名称：Utteco Katteco）
姫路市では、具体的な食品ロス削減施策を模索しており、弊社が当該施策を具現化する形でパッケージシステムとして「タベスケ」を開発した。自治体が導入することで、ユーザー・協力店は無料で本サービスを利用できる。

■おのえ株式会社様での利用 ※協力店インタビューより抜粋
市内で話題になっており、ネットで検索して見つけた。食品ロスを発生させない事が最も重要だと考えているが、食品関連の事業をおこなう以上、避けられない課題である。これら課題に対してもともと意識をもっていたため、試す気持ちで始めた。

導入効果・工夫

■タベスケ全体の実績

- ・導入自治体数
- ・協力店数
- ・削減量
- ・ユーザー数
- ・取引成立数
- ・店全体の売上

■おのえ株式会社様の所感 ※協力店インタビューより抜粋
従来は、既存顧客へロスになりうる食品をサービス品として提供していたが、それでも余ってしまう食品を提供できる、食品ロスを削減するための流通ルートとして利用することができている。
よりサービス全体が活性化されてほしい。

(2)調査結果－導入事例調査を実施した9事例

食品生産製造 スマート化

ヤマハ発動機株式会社

産業用ロボットによる人員削減・生産性の大幅向上

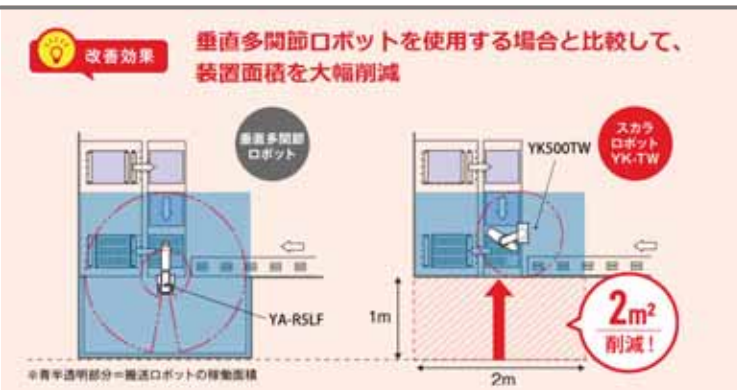
導入先会社概要

- ・所在地：群馬県佐波郡玉村町上福島611-1
- ・会社名：タマムラデリカ株式会社
- ・業種：食品製造業
- ・従業員数：720名（令和2年2月時点）

導入技術概要

- ・技術名称：全方位型スカラ*ロボット「YK-TW」
- ・技術詳細：高精度・高速作業を実現する産業用ロボットにより、生産工程の一部を自動化し工場生産性を大きく向上させる技術。

*水平多関節型



従来、人による手作業や垂直多関節ロボットを使っていた工程を、天吊りタイプの全方位型スカラロボットに変更。
高速化・高精度化・ダウンサイジングを実現。

導入経緯

○導入先エンドユーザー様から案件を請け負った装置SIer（システムインテグレータ）から「コンパクトな設備が欲しい」という要求あり

課題：従来、設計が比較的簡単な垂直多関節ロボットを導入するパターンが多いが、垂直多関節ロボットは動作範囲をカバーする安全柵が必要であり、大きなスペースが必要となる。

○ヤマハのご提案内容

- ・YK-TWは全高が低く軽量なので、装置内に設置できる
- ・装置内に収まるから、安全柵を別に設ける必要なし。

全高：392mm の圧倒的コンパクト感
本体質量：27kg

お客様要求を満たせたのはヤマハロボットだけであった。



導入効果・工夫

○全方位スカラロボットの導入により、装置面積を2㎡削減。

○YK-TW専用の取付架台を用意しているので、強度計算などの煩わしさが無く、工数の削減も可能。

YK-TW専用
取付架台 →



○今後も「総合小型ロボットシステムサプライヤー」として様々な業種のお客様の課題解決となるロボットの開発・生産・販売をしていく。

(2)調査結果－導入事例調査を実施した9事例

賞味期限延長

国立大学法人北海道大学 触媒技術の導入による青果物の鮮度保持

導入先会社概要

- ・所在地：北海道札幌市
- ・会社名：株式会社セコマ
- ・業種：食品小売業
- ・従業員数：438名

導入技術概要

- ・技術名称：プラチナ触媒
- ・技術詳細：白金ナノ粒子と多孔質シリカを組み合わせた触媒により、青果物から放出される微量のエチレンを酸化除去して、熟成を抑制する技術。

	触媒なし	触媒あり	歩留まり
キュウリ			3～14%向上
白菜			4%向上
キャベツ			5～28%向上
小松菜			10%向上

※触媒の効果は野菜自体の状態や保管期間、保管環境（温度等）によって変化します

プラチナ触媒（左）と歩留まり改善の例（右）
（試験場所：株式会社北香・セコマグループ）

導入経緯

○同社グループの漬物工場では、年間を通じて青果物の加工を行っている。北海道内での野菜生産の端境期にあたる冬春は、一括仕入れした原料野菜を長期貯蔵しながら加工する必要があり、鮮度劣化による歩留りの高まりを避けられない課題があった。
○そこで、在庫日数の長い冬春の歩留まりを向上させ、原料ロスの削減、仕入れ量抑制を目的に2021年にプラチナ触媒を導入した。
○導入の決め手は、既存倉庫の大規模な改修が不要であり、またランニングコストなく半永久的に使えるという点である。
○導入にあたって、まずは倉庫内の野菜貯蔵量やエチレン濃度から、必要な触媒量を求めた。次に、設置場所を空調の吹き出し口と定め、効果検証をしながら複数倉庫に段階的に設置した。
○導入の過程で、結束バンドでケースを留める程度と施工の手間もなく、触媒調達後は短期間で運用開始できた点が良かった。

導入効果・工夫

○プラチナ触媒の導入により、平均して5%程度歩留まりが向上した。当該の漬物工場では年間2,000tほどの青果物取扱いがあるため、100t程度のロス削減に繋がったと評価する。
○導入効果を高めるための工夫として、空気循環の経路中への配置、触媒への水滴付着の予防のため、空調の吹き出し口に設置を行った。
○今後は、同社グループ他工場の青果物や、店頭販売する花きの鮮度保持にも活用していきたい。

(2)調査結果－導入事例調査を実施した9事例

物流面からのアプローチ

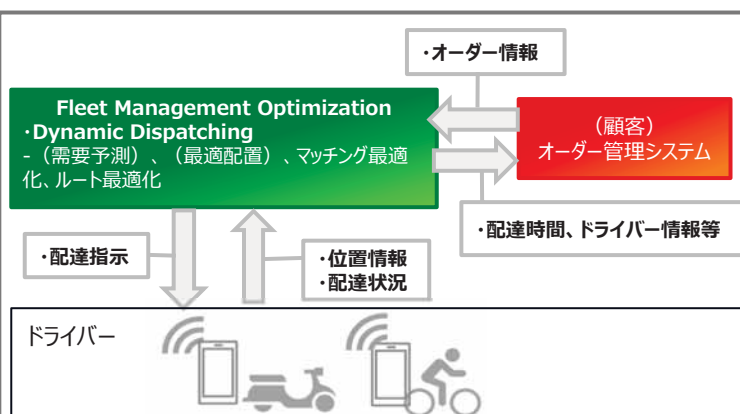
富士通株式会社 AIエンジンを活用したドライバーと荷物の最適配車マッチングにより、 キャパ(配送件数)アップを実現！ その結果チャンスロス無くし、食品ロス削減にも寄与。

導入先会社概要

- ・所在地：国内
- ・業種：フードデリバリー企業

導入技術概要

- ・技術名称：Dynamic Dispatching
- ・技術詳細：AIエンジンにより配車マッチングや配送ルートを最適化する技術



導入経緯

○オーダーとドライバーを1：1のディスパッチ（配車）しかできず、柔軟性に欠けた配車マッチングシステムが課題だった。
○アナログな配車計画とドライバーの輸送効率の低さが課題だった。
○導入の決め手はn：nの配車がリアルタイムに出来るという点だった。

導入効果・工夫

○顧客のオーダーシステムと連携を行い、注文時にすぐにAIが判断して配車、ルート作成を行うことができた。
○n：nの配車が出来るようになり柔軟性のある配車が可能になった。
○ドライバー1人／時間あたりの受注率が15%向上。
○目標配達時間内の配達完了率が20%向上。
○アナログな配車計画立案を脱却しDX化できた。

チャンスロスを無くし、食品ロス削減にも寄与

(2)調査結果－導入事例調査を実施した9事例

ダイナミック プライシング

イオンリテール株式会社 AIカカク技術の導入による食品ロス削減

導入先会社概要

- ・所在地：千葉県千葉市美浜区中瀬 1 - 4
- ・会社名：イオンリテール株式会社
- ・業種：食品小売業
- ・従業員数：72,859人（2023年 2 月末現在）

導入技術概要

- ・技術名称：AIカカク
- ・技術詳細：AIにより販売実績や天候・客数などの環境条件を分析し、割引時に適切な価格を提示する技術。



AIが学習したデータに基づき売場の従業員が、各商品がいくつ売場に残っているかを入力する。客数予測と1000人来店した場合の購入数を示すPI値を使って適切な割引率を算出する

導入経緯

- イオンリテール株式会社では、食品ロス削減という課題があった。
- そこで、食品ロス削減を目的に2020年にデリカGを中心にAIカカク技術を導入した。
※2023年 8 月現在約360店舗へ導入済。
- 導入の決め手は、AIカカクを主に総菜部門のロス削減に使っている。総菜は利益率が高い一方で、食品の中でも廃棄や値引きによるロスの割合が高い部門である。
- 導入メリットとして、データに裏付けされた価格で販売することで、食品ロス削減の取り組みにもつながるほか、値下げや売り切り業務に関わる教育時間も軽減できる。

導入効果・工夫

- 惣菜部門では値引きや廃棄ロスで発生する損失額が、以前に比べ1割近く減少。
食品廃棄は約半分に抑えられ、また一部商品の割引率が、平均で2割強も改善した。

(2)調査結果－導入事例調査を実施した9事例

アップ サイクル

株式会社ファームステーション 食品製造副産物等の未利用バイオマスからバイオ素材へアップサイクルする発酵アップサイクル技術

導入先会社概要

製造副産物等で未利用バイオマスを排出する食品・飲料メーカー等多数
例) 株式会社ニチレイフーズ、カンロ株式会社、象印マホービン株式会社、全日空商事株式会社、アサヒクオリティイノベーション株式会社等・・・
参考URL) <https://fermenstation.co.jp/collabo/>

導入技術概要

- ・技術名称：発酵アップサイクル技術
- ・技術詳細：食品製造副産物等の未利用バイオマスからバイオ素材へアップサイクルする発酵アップサイクル技術。



各社製造副産物由来のバイオエタノールを活用した商品

導入経緯

- 本技術を導入した企業では、食品・飲料製造工程で必ず出てしまう規格外や副産物（搾りかす等）が大量に出ており、その処理として、現状は産廃処理（焼却等）や飼料活用に留まり、その環境負荷低減やより価値ある活用（事業化）への課題が存在した。
- そこで、ファームステーションの発酵アップサイクル技術を導入し、製造副産物等を由来としたバイオ素材を開発し、それを活用した商品化・事業化を行った。
- 導入の決め手は、既存活用方法では実現できていなかった有価な素材化・商品化が可能であること、ビジネスとしての展開ポテンシャルがあるという点である。
- 導入にあたっては、①技術適用の可能性検証、②アップサイクルする素材決定・開発、③当該素材を活用した商品企画、④実製造・商品化、の順で推進を行った。
- 製造副産物等のバイオマスへの技術の汎用性や、共創型でプロジェクト実施が可能な協力体制が導入をスムーズに進めたと考えられる。

導入効果・工夫

- 導入先企業では、製造副産物の廃棄減に加え、商品化による収益の創出の両面を実現できており、継続的なアップサイクル・商品製造につながっている事例が増えている。
- 今後はバイオものづくり領域における脱石油原料としてのバイオ素材開発へアップサイクル技術の展開中。

(2)調査結果－導入事例調査を実施した9事例

アップ サイクル

株式会社ロスゼロ

規格外や未利用の食材・原材料を活用するアップサイクル商品開発。
企画力、提携先選び、多様な販路開拓、メディアに強み。

導入先会社概要

- ・所在地：宮城県気仙沼市
- ・会社名：農業法人シーサイドファーム波路上（当時）
- ・業種：食料生産者
- ・従業員数：20名

導入技術概要

- ・アップサイクルブランド名称「Re:You（りゆう）」共同開発
- ・技術詳細：「ロスゼロ」ブランドを最大限活かし、商品開発から販路開拓までを一気通貫で行う。



不揃いないちごの形をポジティブに活かしたメッセージ性のある商品に

導入経緯

- 震災復興を目指すシーサイドファーム波路上では、年間数トンの規格外のいちごが余剰になっており、冷凍したものの開発経験や販路がなかった。
- ロスゼロからのアップサイクル商品開発の提案を受け、規格外の作物を正規品と同じ価格で買い取り、一気通貫で商品開発・販路開拓をして商品化を決意。
- 提携先選びでは、ロスゼロと商品開発実績がある食品加工事業者、震災復興支援NPO、株式会社JTБ、気仙沼出身デザイナーなどと協力。「Re:You気仙沼みなといちご」が完成。2022年1月より販売開始。
- 各セクターの架け橋となり、産官学共同でそれぞれの強みを活かし、商品開発の全体コストを下げつつ、ソーシャルインパクトを拡大。

導入効果・工夫

- 行き先のない規格外のいちごを正規品と同じ価格で出荷することができ、売り上げにも貢献することができた。
- 「ロスゼロに」するコンセプトが明確に伝わり、ブランディングできた。
- 累計で約510キロの規格外いちごが活かされ、約2トンのCO2排出を削減。
- 全国の百貨店イベント・常設店、ロスゼロECサイトで販売する他、ふるさと納税返礼品にも採択され、販路を拡大。
- テレビ、ラジオ、雑誌など、メディア露出で認知度を拡大。
- 受賞歴：アップサイクル食品コンテスト「JR東日本賞」、「新しい東北」復興・創生の星顕彰 他 多数
- 米・NYにて商品展示を行い、海外にも東北の魅力を発信するべく、今後の海外展開を見据えている。

(2)調査結果－導入事例調査を実施した9事例

画像認識

株式会社ニチレイフーズ

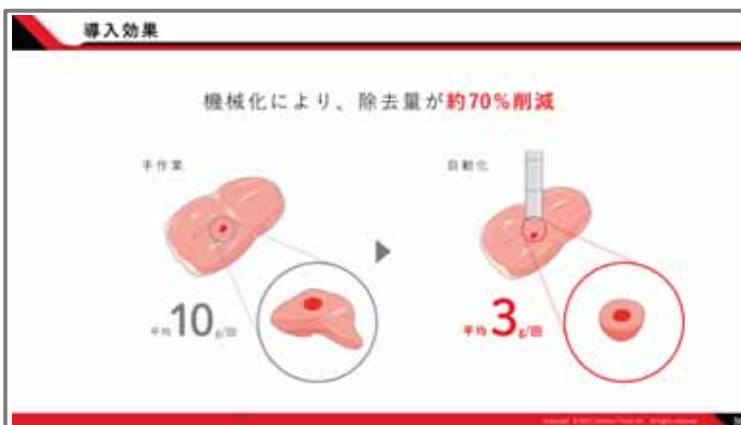
AI技術の導入による鶏肉原料選別の自動化と食品ロスの削減

導入先会社概要

- ・所在地：東京都中央区
- ・会社名：株式会社ニチレイフーズ
- ・業種：食品製造業
- ・従業員数：11,341人（2023年3月期グループ連結）

導入技術概要

- ・技術名称：鶏肉選別AI
- ・技術詳細：AIによる画像認識と夾雑物除去の機構を組み合わせてのことにより鶏肉原料選別を自動化し、さらにピンポイント除去により食品ロス削減する技術。



鶏肉選別AIによる導入効果

導入経緯

- 株式会社ニチレイフーズでは、から揚げなどに使用する鶏肉原料の血合いなどの夾雑物除去を、人による目視と手作業で行っていたが、作業者の負担増という課題があった。
- そこで2019年に鶏肉選別AI技術を導入した。
- 導入にあたって、まずベルトコンベヤーに流れてくる鶏肉を、目視ではなくカメラで撮影する手法に変更した。次に鶏肉原料の画像を学習させたAIを活用した。カメラで撮影した画像と座標情報をもとに、AIで血合いの有無や位置を検出する仕組みを採用した。最後に、AIで同定した血合いを独自開発した機器でピンポイントに除去するようにした。

導入効果・工夫

- AIを活用し、夾雑物をピンポイントで除去することにより、約70%の食品ロス削減効果を実現。また、検査の精度・スピード向上にも寄与した。
- 導入効果を高めるための工夫として、鶏肉原料をそのままAIに学習させるのではなく、カメラに偏光フィルターを取り付け、鶏肉のてかりを抑えて撮影したり、誤検知の原因となる影を減らしたりする工夫を行っている。
- 今後は、同技術を、春巻の外観検査などにも水平展開していきたい。

30 (3)調査結果のまとめ

ここで新技術の導入事例調査の結果から、導入事例における共通点を3点から整理する。

導入の決め手となつた要因

- (正式導入以前の) 実証実験で食品ロス率の改善に効果的な結果が見いだせたため
- 既存の設備・システムの改修等を要さず、導入プロセスが比較的容易であったこと
- 設備のコンパクトさやコストの観点(ランニングコストがかからない/費用感の合致)
- 商談から導入後までの対応が一気通貫で可能であったという点
- 即時性=リアルタイムでの対応が可能という点(スピーディーな対応が可能)
- 食品ロス削減以外の相乗効果たる効用(例:利益率の改善、省人化)が見込める点
- ビジネスとしての展開ポテンシャルがあるという点

円滑な導入のために工夫した点

- 事前の実証実験を行い、効果を検証してから正式な導入プロセスを進めるようにしたこと
- 導入技術(装置)の配置場所などを工夫し、技術の効用が最大限となるようにしたこと
- 画像認識においてカメラに偏光フィルターを取り付け、誤認知を解消させる工夫をした

実現されている成果

- 着実な食品ロス率の減少
 - － 廃棄量の減少/改善、食品の歩留率の向上
- 収益の増大(粗利率の改善)
 - － 本来ロスとなっていた食品を売ることによる利益向上(損失額の減少)
 - － 属人的な作業が排除されることによる業務効率化、コスト削減、利益向上
- お客様満足度の向上
 - － 属人性が解消され、システムを通じた正確かつリアルタイムな作業が消費者の満足度を高めた
- 新技術の導入を機とした社内全体の「DX化」推進機運の高まり
 - － 当初は自社の数店舗や局所的な部分での導入のみであったが、実際の運用を通じて新技術の効果の高さを実感し、全店舗や適用範囲を広げようとする事業者が多く見受けられる
 - － 社内の一部のみでの新技術導入が社内に波及し、社内全体の「DX化」推進の機運が高まった

4 まとめ

(1)本調査の独自性

食品ロス削減に貢献する新技術にフォーカスし、文献調査やヒアリング調査を行った本調査の独自性として、以下の点をあげることができる。

- 食品ロス削減の新技術に関する最先端の研究動向調査について
 - － 先進的な研究を行う有識者に対するヒアリングを行い、現在、食品ロス削減に資する新技術の最先端の研究領域では、AIや画像認識、触媒やメタボロミクス、3Dプリンティングやメタバース空間などの技術を活用した研究が行われていることを明らかにして、それらが需要と供給の最適なマッチングと鮮度保持・管理の向上への寄与を目指していることを示した。
- 市場化段階（開発段階を含む）の食品ロスを削減するための新技術調査について
 - － 需要予測、シェアリング、食品生産製造スマート化、賞味期限延長、物流、ダイナミックプライシング、アップサイクル、画像認識、食品廃棄物管理の9領域において、国内116事例、海外60事例、計176事例にのぼる新技術を用いた食品ロス削減に資する機械・装置、ソフトウェア等の具体例を把握し、その技術概要・特徴、利点・導入メリット、対象業種、導入効果・実績を明らかにした。その結果、導入されやすい技術には、「導入プロセスが明瞭で、導入後の稼働も比較的容易」、「「食品ロス削減」以外の効用が生み出せる技術（例：利益率の向上、コストの削減等の社内課題の解決）」といった点があることを示した。
- 食品ロス削減の新技術の導入事例調査について
 - － 新技術をもつ事業者を通じて情報を把握し、導入事例を9事例整理した。導入事例においては、着実な食品ロス率の減少に加えて、収益の増大（粗利率の改善）、お客様満足度の向上、および新技術の導入を機とした社内環境の改善等の成果が認識されていること等を明らかにした。

(2)調査全体を通じた示唆①

新技術の導入と展開に関する取り組みとその課題

新技術の導入と展開に関する取り組みとその課題は以下のように整理できる。

- 食品関連業界における新技術の導入と展開：持続可能性への取り組みと技術革新の進展
 - － 新技術を開発している事業者の多くは、既存の分野だけでなく新たな分野への技術展開（水平展開）や導入促進に積極的に取り組んでいる。また、新技術の導入事例が増え、開発事業者はさらに新たな製品開発に意欲的に取り組む傾向がある。
 - － 技術を導入する食品関連事業者側も意欲ある事業者はSDGsの推進や持続可能な社会の構築に積極的に取り組んでおり、食品ロス削減に貢献する新技術の導入に関する課題意識が高い。
 - － 技術開発者や導入事業者が、新技術の導入や展開に積極的であることから、食品関連業界における技術革新が進んでいると言える。
- 食品ロス削減における新技術のマッチング促進と情報収集・発信の継続の重要性
 - － 一方で、多くの食品ロス削減に資する新技術が開発されているが、他方、それらが十分に知られていない現実も存在していることが本調査を通じてあらためて確認された。そのため、適切な食品関連事業者と新技術開発者のマッチングが不足しており、効果的な技術の導入が妨げられている可能性がある。
 - － そのため、新技術の開発者と導入を検討している事業者との間でマッチングを促進するために、適切な仕組みの構築が検討されるべきである。
 - － それと並行して、現時点では、我々が行った調査に基づいて収集した『食品ロス削減に貢献する新技術リスト』を活用し、新技術の社会的な普及を促進することが重要である。
 - － 加えて、導入を検討している事業者が、自社が取り組みたい領域を明確にし、その分野での最新の事例に常に関心を持つことができるよう、本調査による情報収集の継続が有効である。新技術の導入事例を1つでも多く増やし、関連事業者にその効果や実態等に関する周知が広がることで、未導入事業者の導入への大きな誘因となり、社会的にも非常に望ましい機運が醸成されることが期待できる。
- 新技術開発者へのフィードバック：食品関連事業者に採用されやすい技術の特徴の共有
 - － 本調査の結果を食品関連事業者に提供するのみならず、新技術を開発している事業者にもフィードバックすることが望まれる。例えば、今回の調査結果からは、導入されやすい技術には次の特徴があることがわかった。こうした食品関連事業者に採用されやすくするための情報を開発事業者に広めることで、食品ロス削減における新技術のマッチングの一層の促進が期待できる。
 - ・ 導入プロセスが明瞭で、導入後の稼働も比較的容易な技術
 - ・ 「食品ロス削減」以外の効用が生み出せる技術（例：利益率の向上、コストの削減等の社内課題の解決）

(3)調査全体を通じた示唆②

新技術の普及を促進するための推奨事項や政策提言

新技術の普及を促進するための推奨事項や政策提言として、以下の点が考えられる。

■ マッチングと実証プロジェクトの推進

- 食品ロス削減に資する新技術の導入促進においては、技術提供者と食品関連事業者のマッチングや実証実験の実施が不可欠である。業界団体や政府はマッチングのためのプラットフォーム整備を図るとともに、実証実験に関連する企業、研究機関、地方自治体、NGOなどの関係者とのパートナーシップを構築して、連携を強化し、新技術の導入効果や可能性を示すための実証プロジェクトやパイロットプログラムの推進を支援する。

■ オープンイノベーションの推進

- 産業界や学术界、政府機関などが協力して、食品ロス削減に資する新技術の開発や実装を推進するために、オープンイノベーションのプラットフォームを構築・拡充し、様々なステークホルダーがアイデアやリソースを共有し、共同で問題解決に取り組む。

■ データ共有の促進

- 需要予測の高度化や余剰食品のシェアリングにおける効率的なマッチングを実現するためにはデータ共有の促進が必要である。現在も取り組まれているが、引き続き、業界団体や政府が主導して、情報のオープン化や共有プラットフォームの整備を行い、データ共有の効果的な実施を支援する。

■ 技術普及の支援

- 事業者が、自社が取り組みたい領域を明確にして、その分野で新しい事例にアンテナを高くして情報収集していくことができるように、政府や業界団体は、新技術の導入検討に必要な専門知識やリソースの提供を行い、事業者が新技術を取り入れやすい環境を整備する。また、事業者間のパートナーシップを強化し、異なる企業や業界が連携して新技術を実装する等、効果的に取り組みが進むような環境を整備する。

■ 教育と人材育成

- 新技術を活用するためには、専門知識やスキルを持った人材が必要である。政府や業界団体が、教育プログラムや研修制度を提供し、需要予測に関連する専門職の育成を支援することが重要である。

■ 消費者普及啓発と情報提供

- 余剰食品のシェアリングや、賞味期限延長のための改良された包装技術の利用を促すためには、消費者に対する啓発活動を行うことが重要である。政府や関連団体が普及支援策やキャンペーンプログラムなどを提供し、普及を促進することが有効である。

(4)今後の調査課題

本調査から得られた今後の重要な研究課題として、以下の点が挙げられる。

■ 需給マッチング・データプラットフォーム構築に関する調査研究

- 需要予測などのデータ活用において、データ収集の効率化と精度向上が重要である。センサーやIoTデバイスを活用し、食品の流通経路や在庫状況、消費者の行動などをリアルタイムで収集し、精度の高いデータを得るための技術の開発が求められる。

■ ブロックチェーン技術による流通商品品質情報共有化システムに関する調査研究

- ブロックチェーン技術を使用して流通商品品質情報を共有することにより、品質の低下や劣化を早期に検知し、それに対処することが可能となり、品質に問題がない製品が廃棄されることを防ぐことが容易になる。ブロックチェーン技術を使用して流通商品品質情報を共有する場合、データの正確性と信頼性を確保することが重要であり、適切な認証や検証手段など、改ざんや不正アクセスを防止するための技術に関する理解が求められる。

■ 数値解析を用いた流通段階でのロス低減技術に関する調査研究

- 数値解析を用いた流通段階でのロス低減の技術は、食品が流通する過程で発生する潜在的な損失やリスクを特定し、最小化するための手法を指す。具体的には、トラックや他の輸送手段が商品を輸送する際に、どの部分やどの条件が最もロスを引き起こしやすいかを分析することなどが含まれる。これにより、例えば商品の品質が悪化する可能性が高いルートや条件を特定し、改善策を検討することができる。

■ 画像系技術に関する調査研究

- 画像処理技術を使用して在庫の量や状態をリアルタイムでモニタリングすることで、需要と供給をより正確に予測し、在庫の最適化や需給調整を行うことができる。また、画像処理技術を組み合わせた自動化システムを導入することで、食品の分類、検査、仕分けなどの作業を効率化し、人的ミスや作業時間の削減を実現し、生産ラインの効率化や、食品ロス削減につながる。

■ 冷凍技術・コールドチェーンに関する調査研究

- 空輸での輸入が主流である生鮮食品は輸送中の温室効果ガス排出量が多く環境負荷が高い。品質保持性の高い冷凍技術の導入拡大により、現地冷凍・船舶輸送への転換による環境負荷削減を目指すことが重要。また、冷凍技術の向上によって、コールドチェーン上で発生する食品ロス削減がさらに可能となる。

■ 触媒による鮮度保持技術に関する調査研究

- 現在、白金シリカ等の保存性向上触媒は倉庫内での利用が主であるが、物流過程で梱包材や架台でも活用されるようになれば、さらに食品の保存性向上が期待できる。白金シリカ等は現在野菜・果物に利用されているが、それ以外の生鮮食品（肉、魚など）の鮮度保持に向けて多様な触媒技術の研究が期待される。

5 参考資料

5-1 有識者ヒアリング議事録

■ヒアリングシート

日時	2023年12月8日
ヒアリングした有識者名	一般財団法人日本気象協会 中野俊夫氏
訪問者	公益財団法人流通経済研究所 寺田奈津美、田嶋元一、石川友博

No	設問文	
1	貴職の専門分野と研究内容の概要を簡単にご紹介いただけますでしょうか。	大学、大学院での専門は気象学であり、キャリアの初めの10年は将来を予測するモデルである気象予測モデルの高度化に取り組んだ。その後、気象予測の未来を予測する技術を経済予測モデルにも応用できるのではないかと考え、40歳ごろまでは需要予測モデルの研究に取り組んだ。現在は製配販のデータ連携や行動予測の研究を行っている。株式会社Mizkan Holdings、相模屋食料株式会社などの案件で気象予測に基づいた食品ロス削減、CO2削減に成功した実績がある。ソフトバンク株式会社と共同して人流データを用いた需要予測、来店予測を行う、小売り・飲食業界向けAI需要予測サービス「サキミル」を提供している。
2	貴職の専門領域にかかわる食品ロス削減技術の最新動向について教えていただけますでしょうか。	需要予測技術の動向については、気候変動を背景に気象データがより重要視されるようになってきている。中長期の気象予測精度の向上により、より長期タームの予測が必要である製造業からのニーズが増加している。AI技術も日進月歩で進化しており、適用範囲の拡大、導入事例の増加がみられる。Googleが物理学的な運動法則を用いない気象予測に取り組み始めているというニュースも出ている。気象協会としての取り組みとしては、生鮮食品の自動発注をマックスバリュ東海株式会社にて取り組んでいる。生鮮食品にはJANコードがついておらず、商品の入れ替わりも激しいため、自動発注化の難易度が高い。また、中野氏自身も製販のデータ連携によるサプライチェーン最適化の実証実験を行っており、小売からはレシートデータ、メーカーからは物流スケジュール、生産品目、配送店舗などのデータをもらい、一つのシステムに統合して発注量を求めることで、緊急発注の減少など、需要予測精度向上によるリードタイム延長の効果が見え始めている。
3	最新の食品ロス削減技術の事業者への普及・促進にあたって、課題や障壁となるものはありますか。	事業発足当初は気象データをビジネスに活用すること一般的ではなく、気象データを活用したサービスの成果を示すことに苦労した。
4	最新の食品ロス削減技術の普及・促進をする際に影響があると考えられる政治的動き、法律・法改正、行政規制等にはどのようなものがありますか。	発電所などを建設する際は環境アセスメント調査が義務付けられておりその中で気象関連の調査も実施されており、エネルギー分野で気象データの活用が進んだ。同様に商慣習の見直し（納品期限やリードタイムなど）のためには需要予測精度の向上が重要であり、そのために政府が需要予測システムの導入拡大を後押しするようなアプローチがあってもよい。
5	最新の食品ロス削減技術を導入・活用した事業者の事例について教えていただけますでしょうか。	相模屋食料株式会社、株式会社Mizkan Holdings
6	今後注目される研究・開発領域や技術にはどのようなものが挙げられますか。	異業種間連携によってサプライチェーンとマーケティングを融合させ、食品ロスを削減するようなシステムのソリューションを実現できないかと考えている。例えば、販促アプリを使ってロスになりそうな商品をリコメンドし配達するなど。
7	貴職の専門分野の内外にかかわらず、食品ロス削減の新技术に関する有識者（大学、企業、専門機関等の研究者等）や事業者をご存じでしたらご紹介いただけますでしょうか。	・東京都市大学 増井 忠幸先生、大谷 紀子先生 ・大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立情報学研究所 市瀬龍太郎先生 ・国立研究開発法人産業総合研究所 本村 陽一先生 ・早稲田大学 後藤 正幸先生
8	その他、貴職の専門分野の最新動向（研究が盛んな分野、事業化、企業との共同研究の動きなど）や、その他の食品ロス削減に活用できる可能性のある技術についてなど、なにかご意見がございましたらお聞かせいただけますでしょうか。	ー
9	その他	予測モデルの精度向上には、どれだけ多くの説明変数を集められるかよりも、どのような説明変数を用いるか、どのモデルを用いるかといったことが重要で、AI技術を活用しながら、それをどのように効果的に行うかが課題である。

■ヒアリングシート		
	日時	2023年12月18日
	ヒアリングした有識者名	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター首席研究員 本村陽一氏
	訪問者	公益財団法人流通経済研究所 寺田奈津美、田嶋元一、石川友博
No	設問文	回答メモ欄
1	貴職の専門分野と研究内容の概要を簡単にご紹介いただけますでしょうか。	研究テーマは、人工知能研究（データ知識融合型人工知能、社会現象の確率的モデル化と最適制御）、サービス工学における大規模データからのモデリング、人間行動モデリングのための確率・統計的手法の研究、ベイジアンネットワークによる不確実性モデリングなど。 機械学習と確率モデリング技術を活用して、データの背後にある構造や関係などの知識を発見し、より知的で高度な情報処理やタスクの実行を自律的に実行可能とする人工知能の開発に取り組んでおり、そこに人が持つ知識を融合することによって、社会のDXを実現・推進（様々な産業の生産性と付加価値の向上への貢献）することを目指している。
2	貴職の専門領域にかかわる食品ロス削減技術の最新動向について教えていただけますでしょうか。	上記の技術を活用していく取り組みが進んでいる。 購買履歴データを活用することで、買い物において顧客層ごとの「商品を買いたいと思う」確率と「その日の来店する確率」という確率を掛け合わせることで、顧客×商品毎の購買確率を予測し、品揃の最適化や販売促進を行うことにより、食品ロス削減に資することが可能である。 2018年～2023年までNEDO「人工知能技術適用によるスマート社会の実現事業」では、農作物流通のデータを活用して、需要予測、品質推定、自動受発注を行うAI技術開発とデータプラットフォームを構築するスマートフードチェーンプロジェクトが実施され、需要に基づくマッチング最適化や、物流の最適化により食品ロス削減に資することを検証。
3	貴職の専門分野にかかわる食品ロス削減技術の事業者への普及・促進にあたって、課題や障壁となるものはありますか。	データの収集が課題である。データが横断的に見える化された状態ではなく（特に農産物などにおける商品マスターの未整備、競合企業間の情報の秘匿志向など）、データを収集してDXを行うための具体策が打てる状態にない。生産段階や流通段階、店舗などのマスターが整備され、データが統合されたプラットフォームが整備されれば、DXは一気に進むだろう。 食品の場合、食品の購買データから個人の栄養状態を推定し、病気を予防するための提案に生かすことで医療費を下げるといった出口でも大きな価値が出しやすく、多様な活用方法でプラットフォーム化を進める策は有効だろう。また、そこに地域貢献性を持たせ協同領域とすることで、企業が積極的に貢献できるような立て付けも有効だ。
4	貴職の専門分野にかかわる食品ロス削減技術の普及・促進をする際に影響があると考えられる業界、行政の動きにはどのようなものがありますか。	地域や社会価値、持続可能性のため、という切り口があると企業も投資や情報提供をしやすいので、プラットフォーム整備には都道府県等の自治体に頑張ってもらいたい。
5	貴職の専門分野にかかわる食品ロス削減技術を導入・活用した事業者の事例について教えていただけますでしょうか。	2に掲載
6	貴職の専門分野及びそれ以外で、今後注目される食品ロス削減に関する研究・開発領域や技術にはどのようなものが挙げられますか。	デジタル技術はまだまだ発展できるが、事業者にどのようなニーズがあるかがわかっているのと、そうでないのでは、発展の速度に大きな違いが出る。たとえば食品ロスでは外食分野の意見などあまり聞こえてこない。このような場合、その問題に関わる様々なステークホルダーが一同に会するマルチステークホルダープロセス（問題を俯瞰するための対話的問題解決アプローチ）が有効である。多様なステークホルダーが連携し、そこでの対話・議論で出てきたことを、デジタルを活用しながら、公平な利益配分を含めて、どのように最適化ができるかを考えることで、その問題をデジタルで解決できる速度はとて速くなる。
7	貴職の専門分野の内外にかかわらず、食品ロス削減の新技術に関する有識者（大学、企業、専門機関等の研究者等）や事業者をご存じでしたらご紹介いただけますでしょうか。	（上述のNEDOプロジェクトで連携していた）一般財団法人 日本気象協会、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構、株式会社Goals
8	その他、貴職の専門分野の最新動向（研究が盛んな分野、事業化、企業との共同研究の動きなど）や、その他の食品ロス削減に活用できる可能性のある技術についてなど、なにかご意見がございましたらお聞かせいただけますでしょうか。	—
9	その他	—

■ ヒアリングシート

日時	2023年12月19日
ヒアリングした有識者名	岡山大学 大学院環境生命科学研究科 准教授 松井康弘氏
訪問者	公益財団法人流通経済研究所 寺田奈津美、田嶋元一、石川友博

No	設問文	
1	貴職の専門分野と研究内容の概要を簡単にご紹介いただけますでしょうか。	食品ロス削減が専門分野で、ごみの分別行動モデルの研究を皮切りに、3Rの分野における行動変容研究を、リサイクル、リユース、リデュースという順にさかのぼるようにフィールドを広げて行ってきた。従来は、主にリサイクル分野、行政・市民を対象としていたが、近年は3Rの中でより優先順位の高いリデュース、リユースに力点が移っており、事業者と連携することが増えてきている。具体的テーマとして、エシカル消費のペインジアンモデルを用いた分析・アソシエーション分析など、小売データの分析を通じたリデュース分野の研究が挙げられる。
2	貴職の専門領域にかかわる食品ロス削減技術の最新動向について教えていただけますでしょうか。	・2023年10月に、アプリでリアルタイムで売り場情報を配信し、売れ残りそうな商品の販促を行うシェアリングサービス「のこり福キャンペーン」の第2弾を実施。当該売場の画像を配信することで割引食品の購入を喚起することにより食品ロス削減を図った。 ・上記キャンペーン実施に当たり、農林水産省の「食品ロス削減に資する小売店頭用啓発資材」のうち、割引食品購入・てまえどりに関連する2種類の図案を用いて床に貼付するPOPを作成、また大学生が創作した学生川柳と併せてアイキャッチとして使用し、来店客の食品ロス削減に関する認知向上・商品を手に取る際の意識付けを図った。 ・AIを活用した品揃え最適化と、ナッジ効果を利用したエシカル行動の促進を合わせた小売店舗の食品ロス削減化を試みている。チェコ、ポーランドにおける実証実験を含めた国際研究の研究費を申請中である。 ・パルシステムと共同でペイジアンネットワークを使った確率モデリング技術やアソシエーション分析を用いた同時購入分析により、エシカル消費の促進方策について研究している。エシカル消費に関連する商品・サービス（ボディーソープ・リユース容器を用いた商品、新電力等）等の売上データを分析し、同時購入してくれそうな顧客属性を洗い出すことで、販促に活用しようとしている。
3	貴職の専門分野にかかわる食品ロス削減技術の事業者への普及・促進にあたって、課題や障壁となるものはありますか。	・「のこり福キャンペーン」において該当商品の情報を商品ラベルからAI OCRを用いて自動抽出・配信しようとしたが、既存のシステムでは認識精度が不十分で使えなかった。在庫、売上のデータを組みこんでリアルタイム性の高いシステムとしようとしたが、小売側のデータ更新間隔が長すぎて即時性が求められる割引情報の配信に適さず、システムの改修にも多額の費用・相応の開発期間を要するため利用できなかった。 ・食品業界の商慣習が原因で発生する食品ロス削減に取り組みたいと思っているが、製造業者とのつながりがなく、生産現場まで踏み込んだ研究ができていない。 ・大手小売業ではシステムに求めるセキュリティの信頼性水準が高く、大学の研究費でその費用を賄うことは難しい。
4	貴職の専門分野にかかわる食品ロス削減技術の普及・促進をする際に影響があると考えられる業界、行政の動きにはどのようなものがありますか。	・食品ロス削減には、原料供給・製造・流通・小売・廃棄物処理に至る食品関連の全業種をまたいで、個々の事業者の利害を超えた連携が必要であり、全体を俯瞰したシステム構築・運営が必要と考える。行政は利害関係のない中立の立場であり、そのコーディネーターの役割を担うのが理想であり、そうすべきと考える（大学も同様の役割を果たしうる）。 ・フランスでは食品小売業における食品ロスの廃棄禁止、野菜・果物に対するプラスチック容器包装の使用禁止等を義務付ける法制度が整備されている。こうした法制度は循環経済の推進を強力に後押しするものであり、参考になる。
5	貴職の専門分野にかかわる食品ロス削減技術を導入・活用した事業者の事例について教えていただけますでしょうか。	・本学の連携先は、（株）岡山高島屋（2022年のみ）、（株）天満屋岡山本店（2023年のみ）、岡山大学生協同組合、おかやまコープ、（株）天満屋ストア、（株）フレスタホールディングス、両備ホールディングス（株）（2022年のみ）であり、デパート2社、生協2団体、スーパーマーケット3社の計7事業者。
6	貴職の専門分野及びそれ以外で、今後注目される食品ロス削減に関する研究・開発領域や技術にはどのようなものが挙げられますか。	・需要100vs供給110の状態を継続するなら、その需給差10の食品ロスが発生する状況は本質的に変わらない。マッチングの取り組みではリユースは推進できるものの需要の中身を置き換えるだけになる。食品ロス削減を本質的に推進するためにはリデュースが必須であり、見込生産を受注生産に近づける視点が必要と考える。 ・製造事業者は、急な増産・欠品に対するペナルティ・日付をさかのぼった納品ができない等、小売事業者本位の要求に忠実に応えることが求められ、これが製造事業者の防衛策としての余剰生産→過剰在庫→食品ロス増につながる。こうした買い手が主、売り手が従の構造の中で、個別の製造事業者の独断で食品ロス削減に取り組むことは困難な面がある。小売事業者のリードタイムを考慮した発注・商取引の条件緩和など、小売主導でマルチステークホルダー方式でロス削減を俯瞰的に捉えて、それぞれが役割を果たしながらロス削減を図るような座組が重要。

No	設問文	
7	貴職の専門分野の内外にかかわらず、食品ロス削減の新技术に関する有識者（大学、企業、専門機関等の研究者等）や事業者をご存じでしたらご紹介いただけますでしょうか。	・京都府立大学 山川肇 教授 ・神戸大学名誉教授 石川雅紀教授 ・本学の取り組みと関係のない岡山県内の先進事例として、（株）ハローズによるハローズモデル、（一社）北長瀬エリアマネジメントのコミュニティフリッジ（公共冷蔵庫）が挙げられる。
8	その他、貴職の専門分野の最新動向（研究が盛んな分野、事業化、企業との共同研究の動きなど）や、その他の食品ロス削減に活用できる可能性のある技術についてなど、なにかご意見がございましたらお聞かせいただけますでしょうか。	-
9	その他	-

■ヒアリングシート

日時	2023年12月8日
ヒアリングした有識者名	株式会社YEデジタル開発部 有吉浩平氏、広報部 山田美穂氏
訪問者	公益財団法人流通経済研究所 寺田奈津美、田嶋元一、石川友博

No	設問文	回答メモ欄
1	貴職の専門分野と研究内容の概要を簡単にご紹介いただけますでしょうか。	AIを用いた生産工程効率化サービスの研究開発に従事してきた。サービスとしてはMMEyeという画像判定による不良品検知、規格外品の防止などで製造口スを削減するものを提供している。画像判定検査の目的は不良品の流出防止、検査品質の高精度化、定量的な検査基準で検査結果のばらつき抑制、検査作業の単純労働を自動化することなどが挙げられる。AIを使った画像検査は食品などの成果物が不定形で個体差があり、判定基準の決定が難しいものに適している。 そのほかには機械の故障予知で製造口スを削減するMMPredict、熟練者ノウハウの継承をサポートするMMGuideなどがある。
2	貴職の専門領域にかかわる食品ロス削減技術の最新動向について教えていただけますでしょうか。	アルゴリズムを増やしたり、ChatGPTを活用したりすることにより、導入分野の拡大を目指している。
3	最新の食品ロス削減技術の事業者への普及・促進にあたって、課題や障壁となるものはありますか。	AIを導入するメリットはあるのに、お客様（従業員）の検査等のレベル感が揃っていないにことへの対応の難しさがある。例えば、ある製品の完成度について、AさんはOKと言うのに、Bさんは十分でないと判定するなど基準が異なる場合に、AIをどちらに合わせるかが決まらず、お客様側の調整に時間がかかる場合がある。また、品質管理部は厳しい基準で不良品の出荷を防止したいが、製造部は基準が厳しすぎて不良率が高くなることは避けたい、といった部署間の折り合いをつけなければならない場合に苦勞する。そのような場合は、お客様にどちらかに決めてもらうよう伝えるしかない。 また、お菓子や冷凍食品などの不定形な製品では、それまで各々の感覚で判断する運用が上手くいっていたところを、AIの導入によりルールを明確化しなくてはなくなり、担当者側の基準の変更の必要が生じる場合がある。
4	最新の食品ロス削減技術の普及・促進をする際に影響があると考えられる政治的動き、法律・法改正、行政規制等にはどのようなものがありますか。	デメリットになるものはないが、HACCPに沿った衛生管理の制度化により画像判定を導入せざるを得なくなった食品関連事業者からの引き合いが多くあった。今のところ、法規制等でYEデジタルが困っていることはない。
5	最新の食品ロス削減技術を導入・活用した事業者の事例について教えていただけますでしょうか。	導入事例は公開事例では、株式会社ロッテ、株式会社マツザワなど。社名非公開の事例には食品、物流、鉄鋼、リサイクルなど多岐にわたる業界の企業がある。検査判定をルールベースで行っているが、基準が担当者の主観に依存する傾向があり、検査精度の差が大きい場合や、ルールの管理が煩雑であるといった悩みを持つ企業からのニーズがある。
6	今後注目される研究・開発領域や技術にはどのようなものが挙げられますか。	画像系AI、ChatGPTなどAIのコンテンツはまだまだ下火ではなく、あらゆる分野にアンテナを張っている。画像系は食品以外にも生かせないか、と考えて広げる方向にあり、直近ではAIアテンダントという新サービスをリリースした。
7	貴職の専門分野の内外にかかわらず、食品ロス削減の新技术に関する有識者（大学、企業、専門機関等の研究者等）や事業者をご存じでしたらご紹介いただけますでしょうか。	AIカオスマップから食品産業への導入事例を探してみることも有効。
8	その他、貴職の専門分野の最新動向（研究が盛んな分野、事業化、企業との共同研究の動きなど）や、その他の食品ロス削減に活用できる可能性のある技術についてなど、なにかご意見がございましたらお聞かせいただけますでしょうか。	—

■ヒアリングシート

日時	2023年12月8日
ヒアリングした有識者名	北海道大学 触媒科学研究所 教授 福岡淳氏、フードロス削減コンソーシアム事務局 満園氏、鳥羽氏
訪問者	公益財団法人流通経済研究所 寺田奈津美、田嶋元一、石川友博

No	設問文	回答メモ欄
1	貴職の専門分野と研究内容の概要を簡単にご紹介いただけますでしょうか。	白金シリカ触媒を用いた野菜、果物の鮮度保持、保存によるフードロス削減に取り組んでいる。青果物から出るエチレンが自身あるいは他の青果物の熟成を促進する。白金シリカ触媒はそのエチレンを酸化除去することでエチレンが青果物に吸着させないようにして熟成を遅らせ、食品ロスを削減する。白金シリカ触媒の特徴は、効果が永続的で、繰り返し長期的に使えること、置くだけでよいという点でハンドリングが容易であることなどが挙げられる。また、保管温度を上げて鮮度保持できることから、電気代の削減にもなる。
2	貴職の専門領域にかかわる食品ロス削減技術の最新動向について教えてください。	最近、より高性能な新しい触媒ができた。今後は農家からの野菜の出荷時期延長、未熟果バナナの出荷時期コントロール、物流過程での包装材、架台等への適用などに挑戦していく予定である。また、適用品種の拡大にも取り組んでおり、高校生アイデアコンテストを開催し、新しいアイデアを募集するなどの活動もしている。
3	最新の食品ロス削減技術の事業者への普及・促進にあたって、課題や障壁となるものはありますか。	技術を「知ってもらおう」「使ってもらおう」ということが重要である。コンソーシアムで年1〜2回フォーラムを開催し、技術の周知を図っている。また、コンソーシアムメンバー企業とのつながりを利用しやすいことはメリットであり、コンソーシアムの会員費を低額に設定することで、技術を利用してもらいやすくしている。新しいことをやりたいと考えている事業者には採用してもらいやすい。
4	最新の食品ロス削減技術の普及・促進をする際に影響があると考えられる政治的動き、法律・法改正、行政規制等にはどのようなものがありますか。	
5	最新の食品ロス削減技術を導入・活用した事業者の事例について教えてください。	導入事例としては、日立グローバルライフソリューションズ株式会社との鮮度保持試験（大葉、オレンジ、サラダ菜、モロヘイヤ、アスパラガス）に成功し、2015年から日立製の冷蔵庫に採用された。日本と台湾で累計160万台以上の冷蔵庫で使用されている。さらに、貯蔵庫への適用を拡大し、2018年に北海道大学の果樹園のリンゴを使ったシードルの製造過程での貯蔵に活用された。2019年からセイコーマート（株式会社セコマ）の野菜貯蔵庫に採用され、歩留まりが平均5%以上改善し、1年間で導入コストを回収することができた。（触媒の効果は4年間持続した。触媒を4年でいれかえたのは触媒自体の機能低下ではなく、空調等から受ける風による汚れの付着が原因である） 2020年にフードロス削減コンソーシアムを設立し、そこで会員企業に触媒の使用機会提供、成果報告の場となっている。
6	今後注目される研究・開発領域や技術にはどのようなものが挙げられますか。	物流過程の梱包材、架台での活用。白金シリカ以外の野菜・果物以外の生鮮食品（肉、魚など）の鮮度保持技術の研究。
7	貴職の専門分野の内外にかかわらず、食品ロス削減の新技术に関する有識者（大学、企業、専門機関等の研究者等）や事業者をご存じでしたらご紹介いただけますでしょうか。	・大阪大学「革新的低フードロス共創拠点」福崎英一郎氏
8	その他、貴職の専門分野の最新動向（研究が盛んな分野、事業化、企業との共同研究の動きなど）や、その他の食品ロス削減に活用できる可能性のある技術についてなど、なにかご意見がございましたらお聞かせいただけますでしょうか。	
9	その他	競合となる事業者、技術は多数存在するが、性能面で圧倒的優位であることを確認している。 セイコーマート（株式会社セコマ）との協業では会長へのつながり、週1回の情報共有会議などが研究・取り組みの加速につながっている。

■ヒアリングシート

日時	2023年12月14日
ヒアリングした有識者名	東京海洋大学 学術研究院 食品生産科学部門 食品冷凍学研究室 教授 渡辺学氏
訪問者	公益財団法人流通経済研究所 寺田奈津美、田嶋元一、石川友博

No	設問文	回答メモ欄
1	貴職の専門分野と研究内容の概要を簡単にご紹介いただけますでしょうか。	食品冷凍全般。冷凍技術を発展させることで、環境負荷を軽減しながらおいしく食べられる食品を増やすことにより、食品ロス削減を目指している。冷凍前処理、冷凍、保存、解凍の各過程でのイノベーションにより、冷凍した食品の質を向上する方法を研究している。
2	貴職の専門領域にかかわる食品ロス削減技術の最新動向について教えていただけますでしょうか。	①過冷却凍結：急激な温度変化を避けながら-8℃（氷点下）程度まで未凍結状態で温度を低下させ（過冷却状態）その状態から凍結させることで、食品の中で発生するの氷の粒を細かく均一にすることで、おいしさを保つ。食品の種類によってごとにおいしくなる冷凍スピードや温度変化を探っている。 ②解凍技術：解凍にかかる時間をかけ過ぎず、温度を上げることでおいしく解凍するための技術。食品の種類ごとにおいしくなる最適な解凍スピードや温度変化速度が異なるため、それぞれの最適解を探っている。 ③輸送時のエネルギー削減：現在空輸での輸入が主流であるノルウェーサーモンを現地で適切に冷凍し、船舶輸送が可能になれば、環境負荷を約6割減らせるというデータがある。
3	貴職の専門分野にかかわる食品ロス削減技術の事業者への普及・促進にあたって、課題や障壁となるものはありますか。	・過冷却については、毎回確実に過冷却を成功させることが技術面で難しいことが課題である。 ・技術の実装にあたり、冷凍機を開発してくれるメーカーが見つからないと実用化できない点、実装上の課題である。 ・現在、冷凍された食品はおいしくないというイメージが強く、メーカーが冷凍技術に投資しない。冷凍された食品のおいしさが認められれば、もっと冷凍技術の導入・活用は進むはずである。 ・「シェルフライフが伸びれば、食品ロスは減る」という明確な実証結果がない。それがわかればシェルフライフを延ばせる冷凍技術が食品ロス削減技術としてより価値が認められると思う。 ・水産は中小零細事業者が多く、業界内での技術共有が少ない。良い技術も小規模な共同研究に利用されるのみで、業界のデファクトとなるような技術が生まれにくい状況である。
4	貴職の専門分野にかかわる食品ロス削減技術の普及・促進をする際に影響があると考えられる業界、行政の動きにはどのようなものがありますか。	例えば、サンマの漁獲量自主規制により、漁協の暗黙のルールとして大きな船は使えないといった状況がある。こうした状況がかわり漁船の大型化が進めば、冷凍機を搭載したより大きな漁船を使用することができれば、船上冷凍が可能となり、より品質の良い冷凍食品を作れる可能性がある。
5	貴職の専門分野にかかわる食品ロス削減技術を導入・活用した事業者の事例について教えていただけますでしょうか。	－
6	貴職の専門分野及びそれ以外で、今後注目される食品ロス削減に関する研究・開発領域や技術にはどのようなものが挙げられますか。	・食品の機能としての「おいしさ」を重視する研究である。現在は機能性食品など「体に良い」ことばかりが注目されがちだが、おいしくないと買ってもらえないため、もっとおいしさに注目した研究があってもよいと考える。 ・コールドチェーン上で発生する食品ロス削減に資する技術にも注目している。コールドチェーン上にはロスがたくさんあるはずだが、分野が広すぎて現在ほとんど研究がされていない分野であり、今後の技術発展に期待が大きい。
7	貴職の専門分野の内外にかかわらず、食品ロス削減の新技術に関する有識者（大学、企業、専門機関等の研究者等）や事業者をご存じでしたらご紹介いただけますでしょうか。	九州大学 田中文彦先生
8	その他、貴職の専門分野の最新動向（研究が盛んな分野、事業化、企業との共同研究の動きなど）や、その他の食品ロス削減に活用できる可能性のある技術についてなど、なにかご意見がございましたらお聞かせいただけますでしょうか。	－
9	その他	・冷凍そのものの問題として、「冷凍したものはおいしくない」という消費者の思い込みがあり、生で売れる期間は生で売ろうとする余り、冷凍品に関しては売れ残ったあとで冷凍を開始するために、品質が悪く、冷凍品の味は悪いという思い込みを上書きする悪循環となっている。そもそも冷凍品はおいしいというように認識が変われば、早い段階から「良い品質にするために冷凍する」ように変わり、冷凍品の価値向上につながると思う。

■ ヒアリングシート

日時	2023年12月19日
ヒアリングした有識者名	大阪大学 大学院工学研究科生物工学専攻 教授 福崎 英一郎氏
訪問者	公益財団法人流通経済研究所 寺田奈津美、田嶋元一、石川友博

No	設問文	回答メモ欄
1	貴職の専門分野と研究内容の概要を簡単にご紹介いただけますでしょうか。	メタボロミクス（生体内で様々な化学反応が実行された結果であるメタボローム（代謝物・化合物）を解析・応用する科学技術）が専門である。食品分野（フードメタボロミクス）では、食品のメタボローム情報を説明変数として、特に食品の二次機能（おいしさ）の定量的解析などに応用されている。
2	貴職の専門領域にかかわる食品ロス削減技術の最新動向について教えていただけますでしょうか。	共同研究している食品企業では、食品の官能試験に替わる手法として導入され、食品の特徴を包括的に分析し、効率的かつ高精度で客観的な品質評価を実現することで、官能試験による属人的な除去を削減し、効果的な品質評価の確立に貢献している。 特にVOCを標的とするフードメタボロミクスは、食品本体を破壊することなく、その食品の新鮮さを測るツールとしても活用されている。たとえば、バナナの輸入後の流通過程における品質管理にもフードメタボロミクスが活用されており、バナナ本体を破壊することなく、バナナが出す揮発性成分を網羅的に解析することで、バナナの状態を評価する。この技術により需要動向に合わせて流通過程のバナナの鮮度をマネジメントすることで、食品ロスを防ぐことができる。 自身が代表を務める大阪大学先導的学際研究機構産業バイオイニシアティブ研究部門では、食品ヒストリーデータがインプットされたデータ改竄不能のナノコンピュータによる流通認証、安全面や栄養価では問題ないが、傷んで味や食感が悪くなった食品を3Dバイオプリンティングを用いてのアップサイクルなどの分野も手掛けている。
3	貴職の専門分野にかかわる食品ロス削減技術の事業者への普及・促進にあたって、課題や障壁となるものはありますか。	フードロス削減という課題は誰もが重要性を理解しているが、利益を優先する場合、優先順位は必ずしも高くはならない厄介な問題である。すなわち、コストをかけてフードロス削減をするよりも、適法であれば廃棄するという企業も少なく無かった。ただ、最近、追い風が吹き始めたという状態だ。SDGs等の教育を受けた世代が上場企業に入ってくるようになってきており、食品ロスを含め社会通念に反するようなことを公然と利益のためにやっているというSNSで匿名で拡散されたり、内部告発されるなどのレピュテーションリスクが非常に高くなっている。加えてESG投資への関心の高まりもあり、企業の食品ロス削減への課題感が高まっており、引き合いが増えていると感じている。
4	貴職の専門分野にかかわる食品ロス削減技術の普及・促進をする際に影響があると考えられる業界、行政の動きにはどのようなものがありますか。	日本の食料安全保障施策は、①国内農業生産の拡大、②安定的な輸入先の確保、③備蓄の有効利用3つを柱としている。国内自給率の向上を課題視しているが、複雑な政治的な観点から減反政策を続けながらの農業生産量増加という無理のある政策を行っているように見える。また、我々の研究が対象とするポストハーベスト領域への政策が弱いように思われる。食料安全保障問題は極めて複雑であり、農林水産省が監督する農林水産物生産（プレハーベスト）だけではなく、加工、保管、流通などのポストハーベストの検討も重要である。当該部分を経済産業省、国土交通省、消費者庁などが携わって問題解決に取り組むべきではないか？との所感を持った。
5	貴職の専門分野にかかわる食品ロス削減技術を導入・活用した事業者の事例について教えていただけますでしょうか。	・総合商社や金融機関との情報交換の中で、食品関連企業や海外の現地企業との共同研究の種が見つかることが多い。銀行は取引先企業の情報を多く持ち、その情報を生かしてESG投資先の選定・創造・サポートを行いたいと考えているが、技術評価能力は十分有していないため、我々にサポートを要請することが増えている。
6	貴職の専門分野及びそれ以外で、今後注目される食品ロス削減に関する研究・開発領域や技術にはどのようなものがありますか。	・北海道大学のプラチナ触媒を用いた青果物の鮮度保持技術。 ・ブロックチェーン技術による流通商品品質情報共有化システム。例えば、追熟が進み過ぎてスーパーには出せないが、まだ食べられるバナナの情報を不特定多数が共有することで、家庭も含めロスを削減することができるのではないかと考えている。しかし、現状ではサプライチェーン情報はまだまだ競争領域と捉えられており、実現は難しい状況である。民間企業が視点を広げて、社会全体をよりよくするという観点にたち、こうした情報の共有を協調領域とみなしていくような機運の醸成が必要である。
7	貴職の専門分野の内外にかかわらず、食品ロス削減の新技术に関する有識者（大学、企業、専門機関等の研究者等）や事業者をご存じでしたらご紹介いただけますでしょうか。	早稲田大学 竹山春子教授
8	その他、貴職の専門分野の最新動向（研究が盛んな分野、事業化、企業との共同研究の動きなど）や、その他の食品ロス削減に活用できる可能性のある技術についてなど、なにかご意見がございましたらお聞かせいただけますでしょうか。	—
9	その他	—

■ヒアリングシート

日時	2023年12月21日
ヒアリングした有識者名	九州大学 大学院農学研究院 環境農学部 生産環境科学講座 教授 田中史彦氏、助教 田中良奈氏
訪問者	公益財団法人流通経済研究所 寺田奈津美、田嶋元一、石川友博

No	設問文	回答メモ欄
1	貴職の専門分野と研究内容の概要を簡単にご紹介いただけますでしょうか。	農産物が収穫され、食品になり、食卓に上るまでの乾燥、調製、低温流通、貯蔵、加工、殺菌等のポストハーベスト技術について、農産物の食品の品質保持、安全・安心、食品ロス削減等の問題について、環境負荷を低減しながら解決するために、環境にやさしい物理的手法を用いて、可食コーティング素材の開発や出荷前農産物の日持ち選別についての研究を行っている。
2	貴職の専門領域にかかわる食品ロス削減技術の最新動向について教えていただけますでしょうか。	・フランスなどヨーロッパで脱プラスチックの流れが広がっているおり、輸出農産物の包装材にプラスチックが使えなくなる規制がかかる可能性があるため、プラスチックに代わる包装材として可食コーティング剤の開発に取り組んでいる。カエル皮膚由来油脂やアロエベラ、バジルオイル等の自然由来の素材を使用したコーティングを行うことで、農産物の抗菌、質量損失抑制、変色抑制などの鮮度保持効果を得ることができ、ヨーロッパ等への輸出での食品ロス削減になる。 ・香港やシンガポールは輸出に10～14日以上かかるため、棚持ちの良い農産品を選別して輸出することが食品ロスの低減につながる。その選別のためにデータ駆動で輸送中の農産物の品質を予測するシミュレーターの開発に注目している。
3	貴職の専門分野にかかわる食品ロス削減技術の事業者への普及・促進にあたって、課題や障壁となるものはありますか。	－
4	貴職の専門分野にかかわる食品ロス削減技術の普及・促進をする際に影響があると考えられる業界、行政の動きにはどのようなものがありますか。	・輸出する際にコーティング剤が添加剤と認識されてしまう可能性がある。国内でも生鮮品ではなく加工食品扱いにされてしまう可能性がある。厚生労働省や農林水産省が生鮮品と認められるとよいが。
5	貴職の専門分野にかかわる食品ロス削減技術を導入・活用した事業者の事例について教えていただけますでしょうか。	・現状は導入事例はなく、熊本県で花卉を対象にした試験を行った実績がある。 ・食品関連の展示会（FOOMA）に出展したとき、多くの業者から引き合いや問い合わせがあった。コーティング材を開発している企業から実験でどうしてもアルコール臭がしてしまうという相談や、食品メーカーからてんぷらの衣がべちゃべちゃにならないためにはどのようなコーティングがいいかというような相談を受けている。 ・カット野菜に使えないかという話もある。バジルオイルを用いたコーティングを行うことで、バジルの風味のついたカット野菜という新しい付加価値のついた製品も想定できる。
6	貴職の専門分野及びそれ以外で、今後注目される食品ロス削減に関する研究・開発領域や技術にはどのようなものが挙げられますか。	・3Dフードプリンター、培養肉。 ・数値解析を用いた流通段階でのロス低減の技術。例えば、低温障害、エチレン障害などの農産物の特徴に合わせた積み込み方の分析や、輸送路面の振動をデータ化し、輸送品の品質劣化を予測する、トラックのハザードマップのようなものの作成を考えている。
7	貴職の専門分野の内外にかかわらず、食品ロス削減の新技术に関する有識者（大学、企業、専門機関等の研究者等）や事業者をご存じでしたらご紹介いただけますでしょうか。	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 中村 宣貴先生 千葉大学 椎名武夫先生 福岡県農林業総合試験場 塚崎守啓様
8	その他、貴職の専門分野の最新動向（研究が盛んな分野、事業化、企業との共同研究の動きなど）や、その他の食品ロス削減に活用できる可能性のある技術についてなど、なにかご意見がございましたらお聞かせいただけますでしょうか。	－

No	設問文	回答メモ欄
9	その他	・それぞれの農産品の特徴によって適したコーティング剤や塗布方法が異なるため、最適なコーティングをAIを用いて自動的に発見できるようなデータベースの構築も視野に入れている。 ・コーティングによって、本来の鮮度保持だけでなく、風味付けをすることができる、素材として本来廃棄されてしまう食品を使ってフードロス削減という新たなプロモーションの仕方をすることができる。 ・需要拡大時の量産耐性について、そもそも廃棄される食品や未利用食品を原料として有効活用しようと始めたものであるため、原材料の確保は問題なく、食品ロス削減にも貢献できる。例えば、カエル由来成分はカエルを食べる文化のあるタイで廃棄されているカエルの皮を利用することを想定している。 ・技術的には農産物以外にも肉や魚にも使用可能と思われるが、手が回っていない状態。 ・研究全体のビジョンとして2030年にロバスト性の高い強靱な流通システムを構築するという目標からバックキャストして設計してきた。品質に合わせた貯蔵方法、ものの最適な集め方、データ駆動をテーマにしてきて、現在はエコフレンドリーな流通を目指している。食糧不足を背景に、中国などの海外に買い負けないような輸出体制を作る必要があり、日本が安定的に食品を流通させることができるような流通システムの構築を目標に、官民学連携で研究に取り組んでいる。

■ヒアリングシート

日時	2023年12月18日
ヒアリングした有識者名	東京都市大学名誉教授 増井忠幸氏
訪問者	公益財団法人流通経済研究所 寺田奈津美、田嶋元一、石川友博

No	設問文	回答メモ欄
1	貴職の専門分野と研究内容の概要を簡単にご紹介いただけますでしょうか。	生産在庫管理、物流サプライチェーン上での情報連携・効率化、環境ロジスティクス（環境にやさしい物流）。食品ロスについては、サプライチェーン全体からアプローチするような取り組みを行ってきた。
2	貴職の専門領域にかかわる食品ロス削減技術の最新動向について教えていただけますでしょうか。	個々の技術革新では、鮮度保持用の包装材、冷凍・冷蔵技術、食品残渣のエネルギー化技術、製配販でのデータ連携技術（RFID、需給マッチング）などが注目すべき技術といえ
3	貴職の専門分野にかかわる食品ロス削減技術の事業者への普及・促進にあたって、課題や障壁となるものはありますか。	大きな問題は、食品ロス問題のビッグピクチャーが示されていないことに加え、エネルギー問題と関連した形で示されていないために、上記のような技術のどれに投資の重点を置くべきか、企業に十分な判断材料がないため、投資が縮小したり、短期的になってしまっている点である。長期的視点を重視すべきである。
4	貴職の専門分野にかかわる食品ロス削減技術の普及・促進をする際に影響があると考えられる業界、行政の動きにはどのようなものがありますか。	国と地方行政の統一性の欠如（条例などが市町村や区によって異なるなど）や、縦割の弊害が色濃く、技術の活用に関わる国としての方向性を打ち出せていない。その結果、補助金の活用方法にも重複や課題が生じているのではないかと。
5	貴職の専門分野にかかわる食品ロス削減技術を導入・活用した事業者の事例について教えていただけますでしょうか。	サプライチェーンの観点でみると、生産者と消費者との直接連携の例として、株式会社サイゼリヤの取り組みがある。生産者の段階で青果の端材を除去して輸送する。端材は耕作地で直ちに肥料化され、店舗への物流効率もよくなり、店舗での廃棄の削減と処理コストの削減に繋がる。従来は、店舗で廃棄する部分まで輸送するため物流効率が低く、端材は店舗から可燃ごみ（事業性廃棄物）として出され、焼却処分されていた。 廃棄物の有効利用として、スターバックス コーヒー ジャパン株式会社の「コーヒー豆カスの飼料化・肥料化」の例がある。店舗で大量に出るコーヒーカスを毎日、専門の業者が回収していた。これを、店舗に食品材料を配送するトラックで回収できれば良いが「廃棄物処理法」の制約がある。豆カスを、乳牛の飼料や肥料の原材料として活用することを考え、輸送中の腐敗を防止する方法やを考え、廃棄物を材料と見做すよう行政と交渉し特例措置を得て、材料配送時に回収することを実現した。この飼料はポリフェノールを多く含み、乳牛の乳房炎が大幅に減り、乳出荷量も増加した。乳酸菌を用いた発酵処理によって長期保存を可能にし、肥料として農家からも好評を得ている。物流と食品廃棄物処理技術が協働したよい例である。
6	貴職の専門分野及びそれ以外で、今後注目される食品ロス削減に関する研究・開発領域や技術にはどのようなものが挙げられますか。	食糧とエネルギーには密接な関係がある。分別が難しくリサイクル率の低い川下（家庭・小売・外食など）の廃棄物の受け皿として、メタン化技術の進展に期待している。飼料や肥料として活用できない食品廃棄物を、熱エネルギー以外のエネルギー生産につなげたい。
7	貴職の専門分野の内外にかかわらず、食品ロス削減の新技术に関する有識者（大学、企業、専門機関等の研究者等）や事業者をご存じでしたらご紹介いただけますでしょうか。	「ISO23412（2020）“小口保冷配送サービス”」を挙げたい。物流過程での食品ロス削減に世界的に貢献できる（特に発展途上国における物流過程での廃棄削減）。
8	その他、貴職の専門分野の最新動向（研究が盛んな分野、事業化、企業との共同研究の動きなど）や、その他の食品ロス削減に活用できる可能性のある技術についてなど、なにかご意見がございましたらお聞かせいただけますでしょうか。	食品ロスに関する啓発と教育の普及に力を入れることが必要。最近の「配送料無料」表示でさえ、通販業者の意見を重視して中途半端なモノになった。食品ロスの約半分を家庭から出していることから、買い方、保存技術の活用、廃棄の仕方など、消費者が変わらなければ食品ロスは削減できない。 正しく企業を見る目を持つようにしていくことも重要。
9	その他	・食品の素材、内容、賞味期限や、廃棄物がどのタイミングで、何が、どのくらい排出されているかなどの情報を見える化したプラットフォーム構築が必要であり、各省庁の垣根を超えた組織を作ることが望ましい。 ・エネルギー自給率の観点からは、例えば休耕田を活用してバイオマス発電用のトウモロコシなどを育てことも有効と考える。 ・農家で未出荷野菜が統計上食品ロスに含まれていないことも問題である。 ・食品ロスを出す場所も考える必要がある。サプライチェーンの中では、小売や家庭など川下になるほどロス（それまでに費やした材料や労力、エネルギーのロス+分別が困難になりリサイクルできないことによるロス）が大きくなる。 ・物流・サプライチェーンの観点でいえば、漁業の内陸化（養殖の増加）、気候変動による産地の変化などを考慮し、環境負荷削減のためのモーダルシフトの要請など、物流の構造を常に見直し、アジャストしていくという思考が重要となっている。

■ ヒアリングシート

日時	2023年12月7日
ヒアリングした有識者名	北見工業大学 情報デザイン・コミュニケーション工学コース 教授 前田康成氏
訪問者	公益財団法人流通経済研究所 寺田奈津美、田嶋元一、石川友博

No	設問文	回答メモ欄
1	貴職の専門分野と研究内容の概要を簡単にご紹介いただけますでしょうか。	専門は人工知能、知識情報処理、最適化理論。その一環として、動的計画法を用いた最適な価格設定や食品ロスを最小化するようなレシピの推薦などの研究を行っている。動的計画法は、多段階の意思決定問題を扱うときに、組み合わせをすべて計算していると計算量が膨大になってしまうような問題について、対象となる問題を複数の部分問題に分割し、部分的な最適解を利用して計算することで、より簡単に問題を解く方法。音声認識、自然言語処理（形態素解析）、通信（畳み込み符号）の復号、遺伝子解析などの分野でも応用されている。
2	貴職の専門領域にかかわる食品ロス削減技術の最新動向について教えてくださいいただけますでしょうか。	動的計画法を用いて家庭での食材の追加購入コストを抑えつつ、食品ロスを最小化するようなメニュー選択の方法やヘルスケアを考慮したレシピ推薦、消費期限までの残り日数に応じたダイナミックプライシングの方法などの研究を進めている。
3	最新の食品ロス削減技術の事業者への普及・促進にあたって、課題や障壁となるものはありますか。	個人として研究をしている状態で、学会等のコミュニティに参加しておらず、企業とのつながりが無い。また、動的計画法自体が人間の美生活のような現実の入り組んだ事象を扱うのに適していない側面もある。
4	最新の食品ロス削減技術の普及・促進をする際に影響があると思われる政治的動き、法律・法改正、行政規制等にはどのようなものがありますか。	ー
5	最新の食品ロス削減技術を導入・活用した事業者の事例について教えてくださいいただけますでしょうか。	ー
6	今後注目される研究・開発領域や技術にはどのようなものが挙げられますか。	ー
7	貴職の専門分野の内外にかかわらず、食品ロス削減の新技术に関する有識者（大学、企業、専門機関等の研究者等）や事業者をご存じでしたらご紹介いただけますでしょうか。	ー
8	その他、貴職の専門分野の最新動向（研究が盛んな分野、事業化、企業との共同研究の動きなど）や、その他の食品ロス削減に活用できる可能性のある技術についてなど、なにかご意見がございましたらお聞かせいただけますでしょうか。	動的計画法は小規模な領域で限界を確認することに使える。動的計画法のアルゴリズムを分析して、経験則を見出し、それをもとに現実の事象・行動を近似させることは有効かもしれない。

■ ヒアリングシート

日時	2023年12月25日
ヒアリングした有識者名	株式会社 東レ経営研究所 産業経済調査部 シニアアナリスト 川野茉莉子氏
訪問者	公益財団法人流通経済研究所 寺田奈津美、田嶋元一、石川友博

No	設問文	回答メモ欄
1	貴職の専門分野と研究内容の概要を簡単にご紹介いただけますでしょうか。	食品関係だけでなく、サーキュラーエコノミー（プラスチック、繊維などを中心とする資源循環全般）、フードテック、サステナビリティなど幅広い分野を専門領域としている。農業分野を起点に、培養肉に関心を持ち、そこからフードテックなどの調査へ領域が広がっていった。食品ロスに関しては、サーキュラーエコノミーの観点で、食の分野でフードテックなどを組み合わせてどのように資源を循環させていくかを検討するために関連するレポートを2022年4月に発表した。 (https://www.tbr.co.jp/report/pdf/report_20220418_01.pdf)
2	貴職の専門領域にかかわる食品ロス削減技術の最新動向について教えていただけますでしょうか。	・食品の製造・加工段階で一人一人に合わせて食品を作っていく「食のパーソナライズ化」は必要なものを必要な人に届けていけば、結果的にロスの削減になるのではないかと考えている。その一例に3Dフードプリンターがある。3Dフードプリンターによって、必要な時に必要なものを必要な場所で作るオンデマンド生産が可能になる。 ・そのほかにも、需要予測AI、生産量をコントロールできる植物工場、食べる部分だけを作ることができる細胞性食品（培養肉）、廃棄物の削減として精密発酵、昆虫食など、生産から廃棄までのそれぞれの過程で食品ロス削減につながる技術が登場している。 ・特に、アップサイクルの分野が注目されている。11月に岡山大学主催のシンポジウムで、アップサイクルをテーマに講演した際に発酵を取り上げた。未利用資源の活用という位置づけではあったが、発酵を一つのテクノロジーとして産学連携で新しい価値を出していこうという動きに今後の可能性を感じている。 (https://www.fujiwara-jp.com/uploads/page/unit/files/00de70f214f0a1c3975b880265325818.pdf https://www.fujiwara-jp.com/uploads/page/unit/files/1f894f82ea421669c7acee3e380a4627.pdf)
3	最新の食品ロス削減技術の事業者への普及・促進にあたって、課題や障壁となるものはありますか。	・アップサイクルに関して、いかに付加価値をつけるかといったマーケット創造が課題である。その好事例として、株式会社ファームステーションはロスになる食品や規格外農産物など未利用原料を日用品や化粧品・化学品の原料にすることで付加価値を出している。未利用バイオマス为原料に、独自の発酵アップサイクル技術によりエタノールや発酵原料を製造し、さまざまな日用品メーカーと共同でアルコール製品など日用品や化粧品などを開発している。発酵という独自の技術を用いてアップサイクルをすることで付加価値を創出するだけでなく、発酵時に出る残渣や液体成分も捨てることなくカスケード利用することで、循環モデルを実践しているという点で優れている。また、食品メーカーや飲料メーカーとパートナーシップを構築して循環を作っている点も評価されている。 ・アップサイクルに関して、企業が新しく取り組みを始める際に、例えばコーヒーかすやビールかすといった素材別の廃棄物のデータがそろっていないことが多い。それ故に事業者は食品廃棄物がどこでどれくらい発生しているかという規模感がつかめないう中、ビジネスに持っていく最初のステップが踏みにくい状態になっている。アメリカにはアップサイクルフード協会「アップサイクル認証」を提供しており、日本にもそのような認証制度が入ってくると普及を促進する大きな要因になるのではないかと考えている。 ・（情報の不足を補うものとして、）余剰食品がどれだけどこで発生し、それをどういうふうに使っていくかというような情報を見える化して共有していくプラットフォームも重要である。例えば、長野県のICS-net 株式会社の「シェアシマ」という食品ロスをつなぐサービスがある。アップサイクルをメーカーに委託してOEM的にアップサイクル食品を作るというマッチングの取り組みも行っており、また、長野でものを作ることににより地域で食品を循環させている好事例といえる。
4	最新の食品ロス削減技術の普及・促進をする際に影響があると考えられる政治的動き、法律・法改正、行政規制等にはどのようなものがありますか。	－
5	最新の食品ロス削減技術を導入・活用した事業者の事例について教えていただけますでしょうか。	・アサヒグループホールディングス株式会社の廃棄コーヒー豆をクラフトビールにアップサイクルする取り組み。 ・三和酒類株式会社の麦焼酎「いいちこ」の醸造過程でつくられる発酵大麦エキスを乳酸発酵し、ギャバを高含有（90%以上）する同社独自の天然食品素材「大麦乳酸発酵液ギャバ」にアップサイクルする取り組み。 ・エシカル・スピリッツ株式会社の廃棄されるはずの食品をクラフトジンにアップサイクルする取り組み。

No	設問文	回答メモ欄
6	今後注目される研究・開発領域や技術にはどのようなものが挙げられますか。	・昆虫食に注目している。食品としては抵抗がある人も多いため、循環型飼育というところで食べられないものを廃棄・焼却するのではなく、牛を育てる飼料にするような循環の仕方は考えられるのではないかなと思う。しかし、もし今後昆虫食が普及するのであれば、もちろんそれを人が食べて、栄養を摂取するのが最も効率的ではある。事例として、日本企業である株式会社ムスカは、昆虫（イエバエ）を活用し、家畜排泄物や食品残渣等の有機廃棄物を、一週間で、同時に有機肥料と昆虫タンパク飼料に再資源化する技術を開発している。
7	貴職の専門分野の内外にかかわらず、食品ロス削減の新技术に関する有識者（大学、企業、専門機関等の研究者等）や事業者をご存じでしたらご紹介いただけますでしょうか。	株式会社ファーマンステーション 株式会社 フジワラテクノアート ICS-net 株式会社
8	その他、貴職の専門分野の最新動向（研究が盛んな分野、事業化、企業との共同研究の動きなど）や、その他の食品ロス削減に活用できる可能性のある技術についてなど、なにかご意見がございましたらお聞かせいただけますでしょうか。	ー
9	その他	・アップサイクルが注目されてきている背景には、繊維業界でファストファッションの売れ残りが欧州などを中心にかなり叩かれて、例えば革のものを小物にするような事例から取り組みが増えていった。エシカル消費やサステナビリティが浸透している欧州を中心に消費者の目が厳しいが、それでも買う、というマーケットがあり、かつブランディングに成功した繊維・アパレル分野から広まり、食品にも波及してきているのではないかと考えられる。いらないものに価値を見出そうという試みが食品にどこまで適用できるのかは、市場や消費者意識の部分が大きいのではないかと考えている。 ・細胞農業（培養肉）は、タンパク質危機という課題解決に向けた代替タンパク質開発の観点で議論されることが多いが、通常の肉牛より生産期間も短く、需要に合わせた生産、衛生面で食品寿命の延長、必要な部位のみの生産が可能であるといったメリットがあり、都市に肉を育てる工場があれば、輸送距離も短く済むため、食品ロスの削減につながると考えられている。米国やシンガポールでは既に商用化されており、日本においても技術的には研究開発が進んでいるが、日本では商用化に向けた法整備やルール形成の議論が開始した段階であり、加えて消費者受容の課題もあり、実用化には至っていない。

■ヒアリングシート

日時	2023年12月26日
ヒアリングした有識者名	山形大学大学院 理工学研究科 機械システム工学専攻 教授 古川英光氏
訪問者	公益財団法人流通経済研究所 寺田奈津美、田嶋元一、石川友博

No	設問文	回答メモ欄
1	貴職の専門分野と研究内容の概要を簡単にご紹介いただけますでしょうか。	・ゲルと機械工学を結び付けた研究であるゲルメカニクス、ゲルを光分析で研究するゲルフォトリクス、ソフトロボティクスを含めたロボット分野に展開したゲルロボティクスなど、ゲルに関する様々な領域を研究領域としている。これらを駆使しながら、工業・工学分野でのイノベーション、産業創出を目指して「やわらかものづくり」を行っている。
2	貴職の専門領域にかかわる食品ロス削減技術の最新動向について教えてください。	・NEDO先導研究プログラムではゲルを用いた3D、4Dプリンティングやその産業利用のための基盤づくりに3年間取り組んでおり、今後大型の国家プロジェクトにつなげたいと考えている。 ・農林水産省「ムーンショット型研究開発制度」では「低温凍結粉砕含水ゲル粉末による食品の革新的長期保存技術の開発」というプロジェクトで、特に、未利用食材から液化天然ガスの冷熱を利用して粉末をサステナブルに作り出し、それを安定供給できるようにしようという取り組みを行っている。そこにゲルの分析や加工技術、自動化するときにはロボティクスや3Dフードプリンターなどを使う。 ・SIP第三期「バーチャルエコノミー拡大に向けた基盤技術・ルールの整備」で採択された事業では、メタバース空間を利用した食の領域の拡大を目指している。例えば、メタバース介護食を作るとき、触感解析AIを用いて触感をデジタル化し、それに類似させた食品を3Dフードプリンターで作り出す。その技術を利用すると、ヴィーガンやハラール、アレルギー対応の食事や病院食など、多様なニーズに合わせて、カロリーや栄養をコントロールした食事の提供が可能になる。さらに、そこにアミューズメントなどの様々なコンテンツが参入してくることで、今までにない食のニューメディアが生まれるのではないかと考えており、日本はその分野でプレゼンスを高めることで新たな活路を見出せたらと思っている。
3	最新の食品ロス削減技術の事業者への普及・促進にあたって、課題や障壁となるものはありますか。	・3Dプリンターは登場した当初、デジタル金属製造であれば、オンデマンドで必要な分しか作らないため在庫が不要、金型も必要なく、自動化、省人化による生産の効率化など様々なメリットが予想されていた。しかし、社会実装にあたっては人材不足、予算の制約、また、既存市場への導入方法の面でかなり障壁がある。食についても同様で、3Dフードプリンターの社会実装でも材料やレシピ、（プリンタを使いこなす）システムなど横の連携を作っていく必要があるが、その最初の流れを作るまでに疲弊してしまう。 ・そのような背景から、2018年にコンソーシアムを立ち上げ、横のつながりを作り出そうとしているところ。コンソーシアムの中でやりたいと議論していたことが今回3つのプロジェクトとして採択につながった。 ・研究者として課題感をもっているのは、「私たちの社会には自由な市場がない」ということだ。自由がないところにイノベーションは起こりづらい。そのため、革新的な技術が社会実装されにくい状況にある。それが日本の研究開発における課題である。例えば、病院食は1日1920円と決められており、新しい企業が実質参入できない状態である。また、手術練習用のモデルを作る費用として2万円分の支援がつくが、2万円ではモデルは作れない。そのような点で、日本はガバナンスが効きすぎており、市場が硬直化している。副業を認めない企業がいまだに存在することや、会社や社会で余計なことをするとすぐに出る杭は打たれるので、イノベーションは起きにくい。食品ロスの問題に関しても、テクノロジーに由来しないものが多い数多く存在するが、日本の場合はすぐに規制的なアプローチで問題解決を図ろうとする。例えば、コンビニのフランチャイズ契約や農業の生産調整然りである。こうしたことを繰り返してきたので、ゲームチェンジをさせるのはとても難しいが、多数の失敗を許容するような、創造性や多様性のある、より自由な社会に変えていく必要がある。
4	最新の食品ロス削減技術の普及・促進をする際に影響があると考えられる政治的動き、法律・法改正、行政規制等にはどのようなものがありますか。	—

No	設問文	回答メモ欄
5	最新の食品ロス削減技術を導入・活用した事業者の事例について教えていただけますでしょうか。	・コンソーシアム内で関係企業の横のつながりを作り出し、お互いに紹介などをしながら、組んだ企業で事業化の案が出れば事業にしような「お見合い事業」という取り組みを6年間行っている。実際に商品化されている事例はたくさん出ており、今後はより大きなプロジェクトとして様々な企業が同じ方向を向いて一緒に進んでいけるような協創の形を作っていきたいと考えている。 ・お見合い事業はゲル分野での事業化であり、食品関連としては2023年12月に「古生物レストラン」という8社がコラボするイベントを行った。（https://soft3d-c.jp/ar/）今後は万博での3Dフードプリンターを活用したレストランの出展を目指している。この取り組みの大きな目標は、未利用食材をうまく活用しながら、長期保存ができて、エネルギーコストも低く、食べ物の安定供給ができるような状態を作ることである。
6	今後注目される研究・開発領域や技術にはどのようなものが挙げられますか。	・新しく取り組もうとしているものとして、冷凍粉碎技術がある。冷凍粉碎技術を用いて、食品をおいしいまま長期保存をし、残さず使い切ることで食品ロスを削減することを目指している。先進事例として、サントリーホールディングス株式会社の氷結は、原料のレモンを丸ごと液体窒素で冷凍させながら粉碎加工を行うことで、材料を無駄にすることなく、美味しいチューハイを作っている。
7	貴職の専門分野の内外にかかわらず、食品ロス削減の新技術に関する有識者（大学、企業、専門機関等の研究者等）や事業者をご存じでしたらご紹介いただけますでしょうか。	宮城大学 石川伸一先生
8	その他、貴職の専門分野の最新動向（研究が盛んな分野、事業化、企業との共同研究の動きなど）や、その他の食品ロス削減に活用できる可能性のある技術についてなど、なにかご意見がございましたらお聞かせいただけますでしょうか。	・トヨタ自動車株式会社のカーボンニュートラルを目指したトマト・イチゴ工場（https://toyotatimes.jp/series/beyondmobility/010.html） ・株式会社テムザックのロボット技術を活用した“WORKROID米”（https://tmsuk.co.jp/topics/4608/）
9	その他	・大切なことは面白いと思うことを大事にすること、面白いと思ったことを周りの人に面白いと思ってもらおうとすることが大切である。若者を中心にそのような風土や価値観は根付きつつある。大人はそれをどんどん手伝えていくべきだ。

■ヒアリングシート

日時	2023年12月8日
ヒアリングした有識者名	日本女子大学 家政学部 家政経済学科 教授 小林富雄氏
訪問者	公益財団法人流通経済研究所 寺田奈津美、石川友博

No	設問文	回答メモ欄
1	貴職の専門分野と研究内容の概要を簡単にご紹介いただけますでしょうか。	農業経済から派生してフードシステム、最近ではフードマーケティング、人類学や文化論のアプローチで研究を行っている。研究の初期段階では在庫管理の理論を研究する中で食品ロスに注目し、実証的な研究を行うようになった。近年では消費行動、寄付行動など消費者心理に注目した研究を行っており、社会心理学など他分野の方とも協働で行うことも多い。
2	貴職の専門領域にかかわる食品ロス削減技術の最新動向について教えていただけますでしょうか。	・現状、食品ロス削減だけのために技術開発がなされるという状況ではない。何か技術があって、その応用先として食品ロス削減に適用される傾向にある。 ・消費行動にアプローチする最新技術として、（画像解析やAIを用いて消費者の行動を分析し、）棚割を工夫することによって売れ残りを減らす、売れないものを仕入れないようにするなどの動きがみられるようになってきた。例えば、Amazon Goやスシローの取り組みがあげられる。スウェーデンでは食品ロス専用コーナーを設けて消費者への効果検証をする実証実験も行われた。 ・寄付行動の面では、在庫管理のデジタル化の小さな動きがたくさん出てきており、板橋区社会福祉協議会の取り組みで「街かどフードパントリー」という無人・非対面式の寄付の仕組みが興味深かった。寄付の対象者は主に貧困層と呼ばれる人たちで、対面の寄付での恥ずかしさや、そもそも自己肯定感が低いことにより「社会的に私は落ちこぼれなんだ」という烙印を押されることを想起させるといった受益者の心理的負担を軽減することができる利点がある。今後の取り組み拡大にはより低コストでできるようにすることが必要。
3	最新の食品ロス削減技術の事業者への普及・促進にあたって、課題や障壁となるものはありますか。	・CMやシステムといった寄付の食品以外での支援も必要ではないか。食ロスの分野では投資回収が難しく、現状は取り組みが受け身な印象がある。宣伝広告のメリットが出てくれば、技術のベンダーがやってみようとなる可能性がある。また、一般市民が「1円でも安いものを買おう」マインドを見直し、食品ロス削減に取り組んでいる企業を評価するような社会全体の新しい軸ができることも重要。根本的な問題解決を図るためには長期的に食品ロス問題に取り組んでいける環境づくりが必要である。
4	最新の食品ロス削減技術の普及・促進をする際に影響があると考えられる政治的動き、法律・法改正、行政規制等にはどのようなものがありますか。	－
5	最新の食品ロス削減技術を導入・活用した事業者の事例について教えていただけますでしょうか。	・半導体メーカーや、トヨタ自動車株式会社、総合商社といった異業種の参入でうまくいっている例がある。愛知県豊田市ではトヨタ生活協同組合主催のフードドライブが盛り上がった。また、総合商社の社内コンペで食品ロス削減を事業化しようという取り組みもあった。食品関連業者よりも、そういった利益率の高い業種が多くの資金を投入することができる面もあり、そこに食品の知識を持った食品関連企業がうまくかかわっていけるような形ができるとよい。
6	今後注目される研究・開発領域や技術にはどのようなものが挙げられますか。	・計量、計測分野の画像系技術に期待している。現状、自治体での食品ロスの計測は人力で行っており、正確な計測ができておらず、時間もかかる。そこで、画像診断等の技術を利用することで、正確な計量と原因分析が可能となり、食品ロス対策が飛躍的に改善するのではないかと考えている。特に外食や小売といった雑多な廃棄物が出る場面では活躍が期待される。ISOでは計測方法の世界標準策定に関する議論が始まっており、認証にマストになってくるのは間違いないため、ぜひその分野で日本はリードしていけないかと思っている。 ・計量から商品開発につなげた例もある。吉野家では、食べ残しの計量を行い、ほとんどがご飯だったことから、ごはんの少ないメニューを発売し、食品ロス削減に成功した。 ・SNSなどのコミュニケーションツールの特性を利用したマッチングアプリケーションがもっと広がればいいと思う。
7	貴職の専門分野の内外にかかわらず、食品ロス削減の新技术に関する有識者（大学、企業、専門機関等の研究者等）や事業者をご存じでしたらご紹介いただけますでしょうか。	帝京大学 渡辺 浩平先生
8	その他、貴職の専門分野の最新動向（研究が盛んな分野、事業化、企業との共同研究の動きなど）や、その他の食品ロス削減に活用できる可能性のある技術についてなど、なにかご意見がございましたらお聞かせいただけますでしょうか。	－
9	その他	例えば、韓国の農心では年間数億円規模の予算をつけてフードバンクへの支援を行っている。それに比べると日系企業はまだ本気で取り組めていない面があるように思う。