

国立国会図書館 調査及び立法考査局

Research and Legislative Reference Bureau
National Diet Library

論題 Title	標題紙、はしがき、要約、目次、奥付
他言語論題 Title in other language	Preface / Summary / Contents
著者 / 所属 Author(s)	石川 伸一 (ISHIKAWA Shin-ichi) / 宮城大学食産業学群教授、太田 和彦 (OTA Kazuhiko) / 南山大学総合政策学部准教授
書名 Title of Book	フードテックー「食」を変える先端技術の課題と可能性ー 科学技術に関する調査プロジェクト報告書
シリーズ Series	調査資料 2024-6 (Research Materials 2024-6)
編集 Editor	国立国会図書館 調査及び立法考査局
発行 Publisher	国立国会図書館
刊行日 Issue Date	2025-3-28
ページ Pages	—
ISBN	978-4-87582-939-3
本文の言語 Language	日本語 (Japanese)
摘要 Abstract	—

* この記事は、調査及び立法考査局内において、国政審議に係る有用性、記述の中立性、客観性及び正確性、論旨の明晰（めいせき）性等の観点からの審査を経たものです。

* 本文中の意見にわたる部分は、筆者の個人的見解です。

科学技術に関する調査プロジェクト2024報告書

フードテック

「食」を変える先端技術の課題と可能性

2025年3月

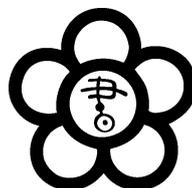


国立国会図書館
調査及び立法考査局

科学技術に関する調査プロジェクト 2024 報告書

フードテック

—「食」を変える先端技術の課題と可能性—



2025 年 3 月

国立国会図書館
調査及び立法考査局

* 本報告書『フードテック―「食」を変える先端技術の課題と可能性―』は、国立国会図書館調査及び立法考査局による科学技術に関する調査プロジェクトの一環として、外部に委託し実施した調査研究の成果報告書です。掲載されている記事等は全て外部調査機関及び外部有識者によるものであり、国立国会図書館の見解を示すものではありません。

* 本報告書の記事を全文又は長文にわたり抜粋して転載する場合には、事前に当局調査企画課 (bureau@ndl.go.jp) に御連絡ください。

はしがき

世界的な人口増加による食料需給のひっ迫、特に畜産物や魚介類の需要が高まることによるいわゆるタンパク質危機が課題視されている。それに加えて、農業・外食産業での人手不足、気候変動による食料生産への影響といった、食にまつわる様々な課題が年々深刻化している。

このような課題への対策として、「フードテック」と総称される食に関する先端技術への期待が高まっている。フードテックの対象範囲は、食の生産から消費まで非常に幅広い。現在、多くの企業や研究機関が、フードテックに関する研究開発や事業化に取り組んでおり、環境問題への関心やフードテック分野への投資熱の高まりもあいまって、注目を集めている。

本報告書は全体で7章構成であり、フードテックの現況、分野別の最新技術動向、社会実装へ向けたアプローチ、将来展望の順に論を進める。第1章では、本報告書で取り上げるフードテックの定義とフードテック勃興の背景を踏まえた上で、フードテックに関わる政策の現状と関連団体、フードテックを支えるコア技術、さらにフードテックがもたらす未来予測を概観する。第2～4章では、フードテックの各論として、フードチェーンにおける「生産」、「加工・流通」、「販売・消費」の3分野に関わる最新技術を紹介する。第2章の「生産」分野の「フードテック」では、新規タンパク質源としての植物性代替肉や培養肉（細胞性食品）、菌糸体食品（マイコプロテイン）等を取り上げ、開発の歴史や現状、課題と可能性について整理する。第3章の「加工・流通」分野の「フードテック」では、その代表的な技術として、フードロボットとスマートフードチェーンを取り上げ解説する。第4章の「販売・消費」分野の「フードテック」では、レストランテック、スマートキッチン、3Dフードプリンターに関して、現状や課題、可能性等を概括する。第5章及び第6章では、フードテックにまつわる様々な社会的課題や社会実装に向けた各種アプローチを議論する。第7章ではここまでの考察を踏まえ、フードテックが社会でより良く生きるための筆者の見解をまとめる。これらに加えて、第2章から第4章までの各章では、株式会社 UnlocX の調査に基づき、フードテック関連企業全13社を紹介する。

以上の報告を通して、現在進行形でフードテックが進展する社会において、技術的な課題や可能性、社会実装をめぐる論点を整理し、フードテックの発展がもたらす社会と未来の在り様について考えていきたい。

宮城大学食産業学群 教授 石川伸一
南山大学総合政策学部 准教授 太田和彦

要 約

フードテックは、生産から加工、流通、販売、消費等へとつながるフードチェーン分野の新しい技術及びその技術を活用したビジネスモデルのことである。フードテック勃興の背景は、タンパク質危機といった社会面、気候変動のリスクといった環境面、ベンチャーキャピタル投資といった金融面、健康意識の高まりといった消費面等、多岐にわたる。フードテックの基盤技術は大きく二つあり、一つは仮想空間と物理空間を高度に融合させたサイバーフィジカルシステム、もう一つは食料生産に関わるゲノム編集といったバイオテクノロジーである。

「生産」分野のフードテックとして、動物性食品に取って代わる代替タンパク質食品の開発がある。その代表として、植物性代替肉や培養肉（細胞性食品）があり、ほかにも菌糸体食品（マイコプロテイン）、藻類食品、昆虫由来のタンパク質を使った新規食品が作られている。また、ゲノム編集や精密発酵といった新しい技術による食品も開発されている。これらの食品ごとにその法制度や消費者心理等も異なるため、それらの特徴を考慮しながら課題や可能性等を考えることが重要である。

「加工・流通」分野のフードテックとして、フードロボットやスマートフードチェーン等の技術がある。フードロボットは、生産、加工・調理、配膳等の各分野で、作業の効率を高めることや人手不足の解消等に役立つことが期待されている。スマートフードチェーンは、データ連携によってフードチェーン全体を最適化することで、食品の流通情報を消費者へ提供し、その付加価値を向上すること等が期待されている。

「販売・消費」分野のフードテックとして、レストランテック、スマートキッチン、3Dフードプリンター等がある。レストランテックは、飲食・外食産業のデジタル化に関わるテクノロジーを指し、飲食店におけるサービスの改善や運営上のサポートを行うものである。スマートキッチンは、一般家庭のキッチンにある家電がIoTとつながることで、冷蔵庫内の食材データやそれらを使った献立を管理し、毎日の家事負担の軽減と時短・効率化につなげるものである。また、3Dフードプリンターは、個人個人に合った食である「個別化食」を作る上で重要なツールになると考えられている。

フードテックは、より持続可能なフードシステムへの転換（サステナビリティ・トランジション）を支える革新的技術として注目されている。社会の変化を三つの層で捉えるマルチレベル・パースペクティブの観点から整理すると、フードテックは「レジーム」（既存の産業）や「ランドスケープ」（社会全体の大きな変化）と相互作用しつつ、「ニッチ」（革新的技術）として成長している。これを踏まえ、フードテックの社会課題として、①法制度・規制、②ELSI（Ethical, Legal and Social Issues. 倫理的・法的・社会的課題）、③経済・投資、④技術への信頼・不信について分析した。

また、フードテックの社会実装に向けて、①食文化、②消費者心理、③科学コミュニケーション、④人材育成という四つの視点から分析を行い、リスクコミュニケーションの充実と、人材育成の強化のための学びの場の多様化の重要性などを確認した。最後に、フードテックにおいて「多様なニーズを満たす革新的技術の普及拡大」と「困難に直面する人々への支援」を両立させることの必要性や、利用者の声を反映する包摂的な仕組みづくりの重要性を示した。

Summary

Food tech refers to new technologies and business models that utilize these technologies in the food chain, from production to processing, distribution, sales, and consumption. The background to the emergence of food tech is diverse, including social aspects such as the protein crisis, environmental aspects such as climate change risks, financial aspects such as venture capital investment, and consumption aspects such as growing health awareness. There are two main fundamental technologies for food tech: cyber-physical systems that highly integrate virtual and physical spaces, and biotechnologies such as genome editing for food production.

Food tech in the area of production includes the development of alternative protein foods to replace animal-based foods. Plant-based meat alternatives and cultivated meat (cell-based foods) are representative of this, while other novel foods are being produced using mycelial foods (mycoproteins), algae foods, and insect-derived proteins. Foods based on new technologies such as genome editing and precision fermentation are also being developed. As each of these foods has their own legal system and consumer psychology, it is important to compare their characteristics and consider their issues and social acceptability.

Food tech in the processing and distribution field is known for technologies such as food robots and smart food chains. Food robots are expected to help improve work efficiency and reduce labor shortages in the fields of production, processing, cooking, and catering. Smart food chains are expected to optimize the entire food chain by linking data, providing consumers with information on the distribution of food products and increasing their added value.

Food tech in the sales and consumption sector comprises restaurant tech, smart kitchens and 3D food printers. Restaurant tech refers to the digitization of the food and beverage industry, improving service and providing operational support in restaurants. Smart kitchens connect household appliances in the kitchen to the IoT to manage data on ingredients in the fridge and menus using them, reducing the burden of daily household chores and making them shorter and more efficient. 3D food printers are also considered to be an important tool in the creation of personalized meals, i.e. food that suits each individual.

Food tech is attracting attention as an innovative technology that supports the transition to a more sustainable food system (sustainability transition). Organized from a multi-level perspective that sees social change in three layers, food tech is growing as a 'niche' (innovative technology) while interacting with 'regimes' (existing industries) and 'landscapes' (major changes in society as a whole). Based on this, the social issues of food tech are analyzed in terms of (i) legislation and regulation, (ii) ELSI (ethical, legal, and social issues), (iii) economics and investment, and (iv) trust and distrust of the technology.

Analysis was also conducted from the four perspectives of (i) food culture, (ii) consumer psychology, (iii) scientific communication, and (iv) human resource development for social implementation, confirming the need for a system to share expert knowledge throughout society and to strengthen human resource development. Finally, the need to balance the 'diffusion and expansion of innovative technologies that meet diverse needs' and 'support for people facing difficulties' in food tech, as well as the importance of policy support and the creation of an inclusive mechanism that reflects the voices of users, were identified.

フードテック

— 「食」 を変える先端技術の課題と可能性 —

目 次

はしがき

要約

第1章	フードテック総論	石川 伸一	1
I	フードテックとは何か		
II	フードテック勃興の背景		
III	フードテックに関わる政策と関連団体		
IV	フードテックのコア技術		
V	フードテックがもたらす未来予想		
第2章	「生産」分野のフードテック	石川 伸一	31
I	植物性代替肉		
II	培養肉（細胞性食品）		
III	菌糸体食品（マイコプロテイン）		
IV	藻類食品		
V	昆虫食		
VI	ゲノム編集食品		
VII	精密発酵		
第3章	「加工・流通」分野のフードテック	石川 伸一	69
I	フードロボット		
II	スマートフードチェーン		
第4章	「販売・消費」分野のフードテック	石川 伸一	81
I	レストランテック		
II	スマートキッチン		
III	3Dフードプリンター		
第5章	フードテックの社会的課題	太田 和彦	99
I	各国の法制度・法規制・政策動向から見た課題		
II	倫理的・法的・社会的課題（ELSI）から見た課題		
III	経済・投資から見た課題		
IV	技術への信頼・不信から見た課題		
第6章	フードテックの社会実装に向けて	太田 和彦	129
I	食文化からのアプローチ		
II	食の心理からのアプローチ		
III	科学コミュニケーションからのアプローチ		
IV	人材育成からのアプローチ		
第7章	総括	石川 伸一・太田 和彦	147

Food Tech: Exploring the Challenges and Potential of Innovative Food Solutions

Contents

Preface

Summary

Chapter 1 General introduction to food tech ISHIKAWA Shin-ichi 1

- I What is food tech?
- II Background to the rise of food tech
- III Policies and related organizations involved in food tech
- IV Core technologies of food tech
- V Future predictions of food tech

Chapter 2 Food tech in the production sector ISHIKAWA Shin-ichi 31

- I Plant-based meat alternatives
- II Cultivated meat (cell-based food)
- III Mycelial food (mycoprotein)
- IV Algae food
- V Edible insects
- VI Genome-edited food
- VII Precision fermentation

Chapter 3 Food tech in the processing and distribution sector ... ISHIKAWA Shin-ichi 69

- I Food robots
- II Smart food chains

Chapter 4 Food tech in the sales and consumption sector ISHIKAWA Shin-ichi 81

- I Restaurant tech
- II Smart kitchens
- III 3D food printers

Chapter 5 Social issues of food tech OTA Kazuhiko 99

- I Issues from the perspective of legal systems, regulations and policy trends in various countries
- II Issues from the perspective of ethical, legal and social issues (ELSI)
- III Issues from the perspective of economics and investment
- IV Issues from the perspective of trust and distrust in technology

Chapter 6 Towards social implementation of food tech OTA Kazuhiko 129

- I Approach from food culture
- II Approach from the psychology of food
- III Approach from science communication
- IV Approach from human resource development

Chapter 7 Summary ISHIKAWA Shin-ichi and OTA Kazuhiko 147

調査資料 2024-6
科学技術に関する調査プロジェクト 2024 報告書
フードテック—「食」を変える先端技術の課題と可能性—

令和7年3月28日発行
ISBN 978-4-87582-939-3

編集 国立国会図書館調査及び立法考査局
発行 国立国会図書館

〒100-8924 東京都千代田区永田町1丁目10番1号
電話 03 (3581) 2331
E-mail bureau@ndl.go.jp

Science and Technology Research Project 2024

Food Tech

Exploring the Challenges and Potential of Innovative Food Solutions

QRコードから、国立国会図書館
調査及び立法考査局が刊行した、
科学技術に関する調査プロジェクト
の報告書にアクセスできます。



Research and Legislative Reference Bureau
National Diet Library
Tokyo 100-8924, Japan E-mail : bureau@ndl.go.jp

リサイクル適性 (A)

この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。