

# アグリフードヘルス分野の特許情報から見た動向分析と将来の展望

—デジタルフード時代がやってくる—

Trends and Future Prospects from Patent Information analysis in the Agri-Food Health Sector

- The Era of Digital Food is Coming -

東京工業大学（2024年10月1日から東京科学大学）副学長（産学官連携担当）、  
学長特別補佐、オープンイノベーション機構 教授



## 大嶋 洋一

平成3年から令和元年まで特許庁にて主に半導体関係の審査、審判業務に従事。東北大学国際集積エレクトロニクス研究開発センター教授、NEDO IoT 推進部への出向を経て、令和元年7月より東京工業大学オープンイノベーション機構統括クリエイティブマネージャ、教授。令和4年5月に学長特別補佐。令和5年2月より東京工業大学 副学長（産学官連携担当）に就任。

✉ oshima@sangaku.titech.ac.jp TEL 045-924-5173

## 1 「アグリ（農業）」・「フード（食品産業）」・「ヘルス（健康産業）」の着想

「アグリフードヘルス」というのは私の造語である。この造語に至った想いから本稿を始めたい。

まず、「アグリ」への興味は、自分自身が専門とする「半導体」に導かれたものであった。近時、半導体は経済安全保障関連分野の代表として注目されている。この発端はどこにあるかというと、米国のバイデン政権が2022年10月12日に発表した National Security Strategy（国家安全保障戦略）にある。NSSは、アメリカ合衆国の大統領が定期的に策定する文書で、国家の安全保障に関する全体的な方針や目標を明示し、政府全体の戦略的指針となる。そこには、半導体産業の強化とサプライチェーンの安定化、食料に関するサプライチェーンの強化等、いくつかの重要な政策が打ち出されていた。そして、翌月の11月10日には National Security Memorandum 16（国家安全保障メモランダム）（NSM-16）が発表され、「アグリとフード」が重要な戦略分野の一つとして位置づけられた。具体的には、「アグリとフード」の持続可能性と食料安全保障の強化が強調されている。それまで「アグリとフード」に関してほとんど関心がなかったが、米国が国家安全保障の観点で「アグリとフード」を「半導体」と同様なレベルで意識していることに気づき、「アグリとフード」について目を向けるようになったのである。ここで読者に伝えたいポイントは「半導体」と「アグリとフード」はまったく違う産業ではあるが、実は共通項もあるという点である。第1に半導体も「産業のコメ」と呼ばれるほど社

会生活に身近なものとなってきており、どちらも社会生活において不可欠なものであるという点である。第2にどちらもサプライチェーンというものが存在しており、この維持・確保が国家安全保障上重要な要素であるという点である。そして第3に、どちらも特許情報による分析が可能であるという点である。これは知財専門家として産業を比較検討できる視点として常に意識しておきたい点である。

今回、私の着想を業務として実行している企業があることを紹介しておきたい。株式会社マクニカ<sup>(1)</sup>という会社である。半導体商社として活動を続け、業界トップの地位を築いている同社が、近時、フード・アグリテック事業に取り組んでいる。「半導体」と「アグリ・フード」の両者を見ている先駆者がいることに大変共感を覚えている。

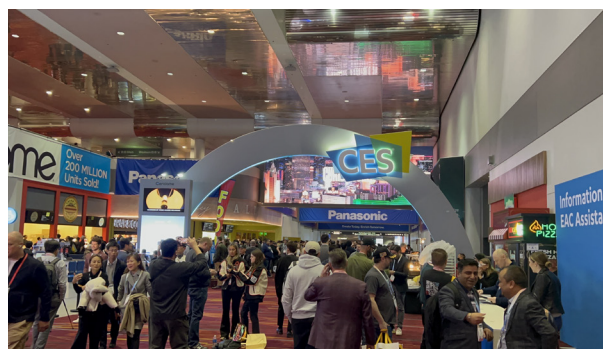


図1 CES2024の会場風景（Uniloc社<sup>(2)</sup>による提供）

次に、「食品」に関して興味を頂いた理由は、CES 2024である。CESはかつて Consumer Electronics Show というラスベガスで開催される世界最大規模の民生用の電化製品の展示会であった。近

年は Consumer Electronics の範疇を超えた分野を対象にしていることから、単に「CES」というイベント名になっている。この CES 2024 でフードテック産業が大きく展示されているという報告を聞いて驚いた。CES がフード産業を取り上げるということは、フード分野が最先端の市場創出分野、すなわちイノベーション分野として位置づけられたことを意味する。

CES 2024 にはフード関連企業が数多く出展している。たとえば、消費者の味覚や嗅覚に基づいて、食品、飲料、香水の推薦を行う AI 技術を展示した Aromyx、食品を凍結させずに保存期間を延ばす技術を展示し、電気と磁場を使用して、食品の食感や風味、栄養価を保ちながら微生物の制御を行える技術を紹介した EverCase、AI を使用して食べ物のカロリーや栄養素を分析し、食品廃棄を減らすためのアプリ Nuvi Scanner を展示した Nuvila 等、これらのスタートアップ企業は斬新なテクノロジーをベースにした展示を行っていた。さらに、大企業である Amazon は、Amazon Fresh や Amazon Go などの消費者がより効率的に食料品を購入し管理する方法に関連する技術、Google は、Google Cloud を利用した農業データ分析ツールやスマートアシスタントによるレシピ提案機能に関する技術、Microsoft は、Microsoft Azure を利用した精密農業や食料供給チェーンの管理に関するソリューション技術、Samsung は、AI を搭載した「Bespoke AI Oven」で、内部カメラと AI を使用して料理が焦げそうになると通知を送る機能等を備えたスマートキッチン家電を中心に展示がなされていた。まさに、フードテックが花盛りというのが CES2024 の状況であった。本原稿を執筆している私自身、本年 10 月 1 日に「東京科学大、略称 Science Tokyo」となる本学が CES 2025 に出展するならフード関連技術をアピールするという想いに至っている。

さらに、「健康（ヘルス）」産業については、東京科学大を設立する際のパートナーとなる東京医科歯科大学の存在が大きい。従来、本学においても体に良い菌とか、手術用のロボット、リハビリ用の機器とか様々な研究開発がなされてきたが、人体に影響に対する効果については人を相手にした評価ができる専門家を他機関に依存するという状況にあった。統合後は、医学・歯学・看護学といった専門家を学内に抱えることになり、人に対する影

響を評価できる専門家のパートナーを学内で探すことができ、「ヘルス」分野も積極的に取り組んでいける人的体制が整う。

これedyouやく「農業（アグリ）・食品（フード）・健康（ヘルス）」という今回の役者が出そろったことになるが、次に、なぜこの 3 つの領域を一体化して議論するのか、という点について説明していきたい。

近時、農業、食品関係として問題になっている食料危機や食品ロスという社会問題を考えたときに、「農業」の問題、あるいは「食品」産業の問題という一つの産業内では解を見いだせない。つまり、近視眼的な視点で社会をみたのではローカルな最適化に陥ってしまい、本来必要な全体最適の解が導けない。このために少なくとも「農業（アグリ）・食品（フード）・健康（ヘルス）」という分野を一体化して捉えながら課題解決手段を模索しようというのが 3 つの領域を一体化した理由である。

最近、危機感を感じるのは日本人の社会課題の抽出力である。ある国際会議の一場面での話題を紹介しよう。課題は「食料危機」である。日本人の研究者はこの課題に対して、「いかに自国の食料自給率を高めるか」、ということ論じた。他方、海外の研究者は、「世界各地で起きる天災の影響による飢饉等の問題に対し、サプライチェーンの複層化によって食料保有のアンバランスをいかに解消するか」を論じた。両者を聞いて、社会課題の認識の差に愕然とした。グローバルな視点で課題解決できる人材育成が急務であることを実感した一場面である。



図2 東工大が主催したアグリフードヘルスイノベーションフォーラム

これまで単体の産業では産業の枠を超える課題が認識しにくかった反省を踏まえて、各分野の関係者が連携することで新しい課題の抽出やその解決手段を創造できるのではないかと。そういう思いからこの 3 分野の関



係者が連携して考える機会を作ってみた。それが2024年2月に本学で開催した「アグリフードヘルスイノベーションフォーラム」である。

このイベントでは、「アグリ（農業）」、「フード（食品産業）」、「ヘルス（健康）」の各専門家がそれぞれの視点で講演を行い、相互に連携することの必要性や重要性を認識しあう貴重なイベントとなった。

こうして私的な造語で始まった「アグリフードヘルス」という文言は賛同者を集め始め、実体を伴って活動を開始したのである。

## 2 アグリフードヘルス分野における特許情報分析

アグリフードヘルス分野の動向を調査する目的で同分野について以下のような手法で特許分析を行った。

1. データベースは、Japio-GPG/FXを用いた。検索ワードについては、トレンドを把握すればよいので、「農業」、「食品」、「健康」等のシンプルなキーワードを用いた。
2. 他の産業との比較から「半導体」、「バイオ」、「AI」等のキーワードのデータと比較検討した。
3. 年平均成長率（Compound Annual Growth Rate：CAGR）は、CAGR(2000-2023)長期、CAGR(2014-2023)中期、CAGR(2019-2023)短期の3種類を取得した。
4. 公開特許件数については公開年を基準とした。

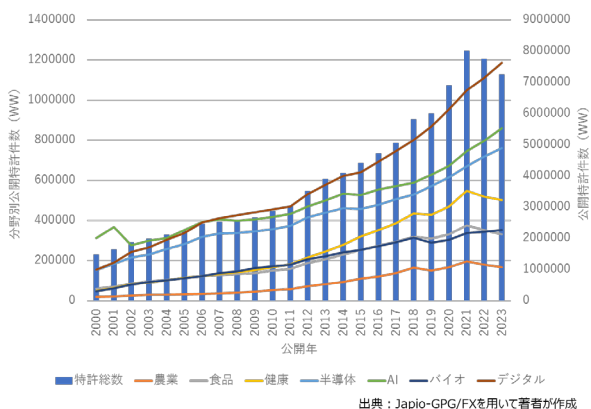


図3 アグリフードヘルス特許出願動向

図3のグラフから以下のことが読み取れる。

1. 「農業」「食品」「健康」という各分野の特許出願開件数は基本的に右肩上がりの増加傾向で、特許出願件数の総数の傾向と同様である。

2. 「農業」「食品」「健康」という各分野の特許出願件数は、「半導体」「AI」等と比較すると相対的な数は少なく、「バイオ」とは同レベルである。

3. 2022、2023年という直近の特許出願は減少傾向にある。これは、特許出願時に引き直すと2020、2021年辺りであり、おそらくコロナ禍の影響を受けたものと推定される。

次に、分野別の特許出願動向のCAGRを比較してみる（図4）。ここでは「総数」（CAGR）をリファレンスとする。「総数」（CAGR）は直近の値が小さくなっている。これは、直近の特許出願件数がコロナ禍の影響で減少していることの影響を受けているものと考えられる。

以上を前提に図4から以下のことがわかる。

1. 長期の「健康」（CAGR）は10%を超える値となっており、他の分野よりも抜きんでており、長期的にみて「健康」分野の特許出願の成長率は高いことを示している。
2. 「農業」「食品」「健康」のいずれもが短期の成長率が低い。1%台という低成長となっている。コロナ禍で人が自宅に籠る傾向にあったことが「農業」「食品」「健康」に関する研究開発を停滞させたことを示唆している。さらに、融合領域のCAGRの変化に着目してみる。
3. 「農業」「食品」「健康」のいずれの融合分野もCAGR長期が10%前後の高さとなっている。これは、他分野のCAGR長期と比較しても相対的に高い数値であり、「農業」「食品」「健康」の領域では、長期的な融合が進展していることを示す。

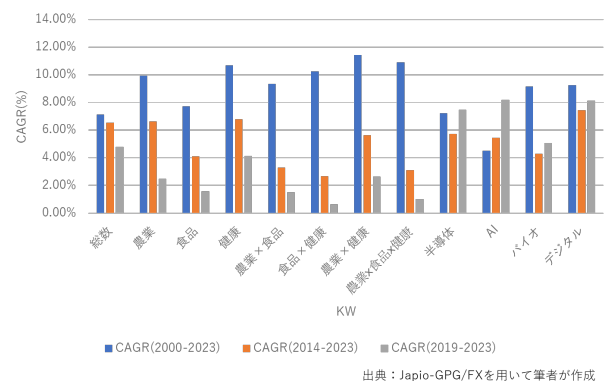


図4 産業分野別CAGRの推移について

つまり、「農業」「食品」「健康」は長期的には融合領域が進展していることを示す。では、これらの融合領域を牽引しているのはどのようなテクノロジーであろうか。



現在、様々な分野で融合領域の成長がみられるが、その主要な理由の一つはデジタル技術である。つまり、異なる技術分野が融合するためには、技術分野間で共通した情報のやり取りが不可欠となる。当該情報がデジタル化されたことで、分野間の共有化が可能となり、融合分野での研究開発が加速したと考えられる<sup>(3)(4)</sup>。

そこで、「農業」「食品」「健康」のデジタル化の普及度を図5に比較検討してみた。

この図から「農業」「健康」のCAGRはどれも高い値を示している。これに対して、「食品」についてはデジタル化の浸透が弱い傾向がみられる。つまり、食品産業は「農業」「健康」産業に比較してデジタル化が進んでいない、ということがうかがわれる。今後、「食品」におけるデジタル技術の革新、「デジタルフード」が重要な領域となることが予想される。

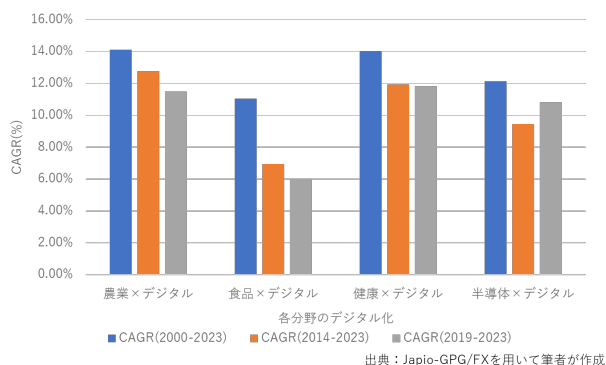


図5 「農業」「食品」「健康」とデジタルの相関性

### 3 デジタルフード

「デジタルフード」は、食に関するさまざまなプロセスやサービスがデジタル技術を用いて行われる領域を指す広義の概念である。この領域には、図6に示すような領域が含まれている。特許情報を加え以下の各領域についてその動向を紹介していく。

デジタルフード：食に関するさまざまなプロセスやサービスがデジタル技術を用いて行われる領域を指す広義の概念

デジタルフード領域において注目される分野

<b>フードプリンター：</b> 3Dプリンティング技術を利用して食材を層ごとに積み上げて複雑な形状やテクスチャの食品を作り出す装置。例：BeeHex, Byflow <b>フードデリバリー：</b> オンラインプラットフォームを利用して、レストランや食品店からの注文と配達を行います。例：Uber Eats, DoorDash, Just Eat, Takeaway.com N.V. <b>スマートキッチン：</b> インターネット接続機器やIoTを使用して、料理のプロセスを自動化し、効率化する。例：Whirlpool Corporation, Samsung Electronics <b>デジタルレシピとウェルネスアプリ：</b> レシピの検索、保存、共有、さらには料理の手順をガイドするアプリケーション。例：Yummly, Tasty <b>フードトラックと栄養管理：</b> 食量の記録や栄養素の摂取量を追跡するアプリやデバイス。例：MyFitnessPal, Noon <b>食品のサプライチェーンとブロックチェーン管理：</b> ブロックチェーン技術を活用して、食品の供給チェーンの透明性と効率を向上させる。例：IBM Food Trust <b>パーソナライズドニュートリション：</b> ユーザーの健康データや遺伝情報に基づいて、個別化された食事プランや栄養アドバイスを提供する。例：Nutrigenomix, DayTwo
--

デジタルフード領域は、スタートアップ系が登場している領域であり、新市場創設に向けたイノベーション活動が盛況な領域

図6 「デジタルフード」における注目分野

### 1. フードプリンター

フードプリントとは、3D プリンティング技術を利用して食材を層ごとに積み重ねて食品を作成する装置である。フードプリンターは、個々の好みや栄養ニーズに合わせた食品のカスタマイズが可能である。これにより、特定のビタミンやミネラルを含む食品やアレルギーに対応した食品を作成することができる。また、フードプリンターは、従来の調理方法では難しい複雑な形状やデザインの食品を作成できる。これにより、レストランやイベントでの食品のプレゼンテーションが向上する。さらに、フードプリンターは高精度で一貫した品質の食品を生産することができ、食材の無駄を減らし、製造プロセスの効率を向上させる。その他、嚥下や咀嚼に障がいを持つ人々のための食品提供や昆虫や藻類などの新しい食材を利用して持続可能な食品を作成することができるといった特徴を有する。

この領域は、スタートアップ企業が活躍している。例えば米国の BeeHex は、NASA からスピノフしたスタートアップ企業である。BeeHex は、特にピザの3D プリンティングに特化しており、精確な材料配置とカスタマイズ可能なピザの製造を行う技術を開発している。彼らのプリンターは、生地、ソース、チーズ、トッピングを一度に印刷することができる。

US11026433B2  
【発明の名称】3D-printer system with object detection sensors  
(対象物検出センサと3Dプリンタシステム)  
【出願人】：BeeHex, LLC  
【発明の概要】  
本発明の実施形態の目的は、とりわけ、食用の物品を含むこれらに限定されない又は限定された、ピザ生地、ソース、任意の形状、サイズ及び厚さの印刷を可能にするためにシステム(例えば、印刷できる3Dプリンタシステム、とりわけ、ピザ)を提供することにある。ピザの特注要件を備える様々な層を自動的に作成する3D印刷技術を使用することである。

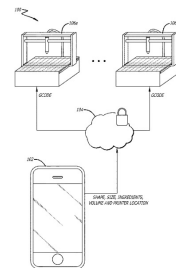


図7 フードプリンター関連の特許例(1)

また、byFlow は、オランダに拠点を置く 3D プリンターのメーカーである。同社は、食品の 3D プリント技術を活用した新しい料理の創造を目指しており、その技術は世界中のシェフや食品業界の専門家に注目されている。byFlow の 3D プリンターは、多様な食材を使用することができ、チョコレートやペースト状の食品、さらにはピューレやペーストなど、さまざまな食材をプリントできる。

EP3576551B1

【発明の名称】PRINT HEAD FOR PRINTING A FOOD PRODUCT LAYER-BY-LAYER AND A SYSTEM COMPRISING A PRINT HEAD (食品(LAYER-BY-LAYER)と印刷ヘッドとを備えるシステムを印刷するための印刷ヘッド)

【出願人】: ByFlow B.V.

【発明の概要】

本発明は食品搬送用の食品(layer-by-layer)と搬送を印刷するためのノズルを備えた記録ヘッドに関するものである。チョコレート及びそれを調製するためのリザーバの間の距離に関して、追加の温度制御手段なしに、貯蔵中に作製したフロアブルチョコレートは、流動性が低くならないように改良された印刷ヘッドを提供することにある。

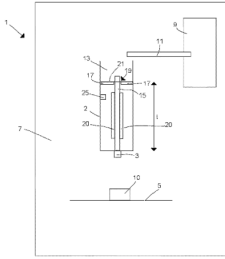


図8 フードプリンター関連の特許例(2)

日本では、食品に関する高い技術力を誇る国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構(以下「農研機構」という。)の研究開発に期待したい。たとえば、フードプリンターに関するカートリッジについて特許を取得をするなど、フードテックにおける基礎的な研究開発を行っている。こうした国の研究機関の研究開発成果を活用して日本からディープテック型の「デジタルフード」を牽引するスタートアップが生まれることを期待したい。また、この分野は精緻な製造機械を提供する製造装置メーカーの参入の可能性やプリンター技術の応用といった参入の仕方も可能な領域であり、今後、日本の企業の活躍を期待したい。

JP7136512B2

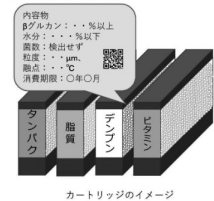
【発明の名称】新規食材と加工復元法 (A new food material and the processing restoring method)

【出願人】: 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構

【発明の概要】

3Dフードプリンタにセットされて使用される飲食品構成要素のカートリッジを製造する方法に関するものである。飲食品構成要素の原料、および/またはその粉粒体もしくはペーストを規格化加工する工程、該規格化加工された飲食品構成要素の原料、および/またはその粉粒体もしくはペーストを提供する工程、ならびに、該原料および/または粉粒体もしくはペーストから、所望の規格に適合したものを選択等のプロセスを含む。

農産物、特に多水分系の農産物や残渣は腐敗しやすい。しかし、乾燥・粉末化により滅菌化と長期常温保存が可能になる



カートリッジのイメージ

図9 フードプリンター関連の特許例(3)

## 2. フードデリバリー

フードデリバリーはUber Eatsが日本では著名である。Uber Eatsは、Uber Technologies, Inc.が提供するオンラインフードデリバリーサービスである。Uber Eatsは、Uberのライドシェアリングサービスとは別の事業部門であるが、同じ企業によって運営されている。時系列でいえば、ライドシェアリングサービスのUberが、Uber Eatsというサービスを提供することでフード産業に新規参入を果たした、ということが出来る。フード産業以外の企業がフード産業に参入してきて大成功を収めているこの例は、なぜ他産業からフード産業への参

入に成功したのかを検討する先事例の好例として位置づけられる。

まずUberとUber Eatsは、共通のテクノロジーとインフラストラクチャを活用している。例えば、両サービスは同じGPS追跡システムやアルゴリズムを使用し、配車やデリバリーの最適化を図っている。このビジネスインフラにおけるデジタルプラットフォームこそがUberのフード産業への進出を可能にした技術的バックグラウンドである。また、ユーザーは、Uberのアカウントを使用してUber Eatsにもアクセスすることができる。これにより、ユーザーは一つのアカウントでライドシェアリングとフードデリバリーの両方のサービスを利用することができる。こちらは、アプリケーションレベルでのデジタルプラットフォームの活用である。Uberの例を見るように、他の産業において利用しているデジタル技術が、フード産業にも適用できないか、という視点は、今後、新規参入を図る企業にとって極めて重要な視点となる。

また、新規参入にもかかわらず、自社の特許ポートフォリオの拡充は迅速である。フードデリバリーの市場面では、米国では、DoorDashがリードしており、2024年3月時点で約67%のシェアを持っている。しかし、特許保有数という意味では、Uberの圧倒的な勝利である。また、フードデリバリーとしては目立たない企業、例えば地図情報を活用した業務をしているMapbox等も特許出願数は多い。フードデリバリーの世界は、非常に競争が激しい領域になることが予想され、そのための特許ポートフォリオの構築に各社とも余念がない。

表1 フードデリバリー関連特許取得ランキング(2005-2024:ww)

Ranking	Company	The number of patent publications
1	Uber Technologies, Inc.	943
2	Google Inc.	681
3	Samsung Electronics Co., Ltd.	225
4	IBM	204
5	Mapbox, Inc.	199
6	Apple Inc.	168
7	BEIJING DIDI INFINITY TECHNOLOGY & DEV CO LTD	158
8	DoorDash, Inc.	153
9	Pratt Retail Specialties, LLC	130
10	Amazon Technologies, Inc	114

出典: Japio-GPG/FXを用いて著者が作成

### 3. スマートキッチン

スマートキッチンの分野において、家電メーカーの企業の活躍が際立っている。現行のスマートキッチンとは、主に冷蔵庫、オープン、電子レンジなどの家電製品の進化形態を指しており、これらの家電製品がスマートアシスタントデバイスを通じて音声操作可能となっていることがその背景にある。この技術により、調理中のハンズフリー操作が実現され、利便性が大幅に向上している。

さらに、Wi-Fi や Bluetooth 接続が可能なスマート家電の普及が進んでおり、スマートフォンからリモート操作が可能であるだけでなく、他のスマートデバイスと同期することができるようになっている。これにより、家電の状態やメンテナンスのニーズをリアルタイムで監視することが可能となっている。最新のオープンやインダクションコンロは、調理の進行状況を自動で感知し、適切な温度に調整する機能を備えている。この機能により、手動での温度設定の手間が省け、より正確な調理が可能となる。また、これらの家電は、レシピの手順をガイドし、材料を加えるタイミングを通知する機能も持ち、調理の初心者でも簡単に料理を行うことができる。特に、最新のスマート冷蔵庫は、食材の鮮度や賞味期限を監視し、在庫レベルを管理する機能を有している。この機能により、食材の無駄を減らすことが可能となり、これらのデータはアプリと同期され、買い物リストの作成やレシピの提案に活用されている。

現状では個々の家電のデジタル化が進んでいる一方で、デバイス間の連携はまだ不十分である。例えば、冷蔵庫の中身が把握できたとしても、その情報がオンラインマーケットでの買い物に直接反映されるわけではなく、依然としてその仲介は人の介在が必要である。今後、多様なデバイスがネットワークでつながり、相互にどのようなやり取りが可能となるか、次世代のスマートキッチンへの期待が高まる。

### 4. デジタルレシピとクッキングアプリ

スマートキッチンにおいてユーザフレンドリーなサービスを提供するために登場したのがデジタルレシピとクッキングアプリである。その代表例が Yummly である。同社は 2009 年に設立され、2017 年に家電大手の Whirlpool Corporation に買収された。この買収により、Yummly は Whirlpool のスマートキッチン家

電と統合され、さらに広範な市場と技術的リソースを活用できるようになった。Yummly のプラットフォームとしての主要な特徴は以下のとおりである。

1. レシピ発見：Yummly は、さまざまな料理のレシピを発見することができるプラットフォームである。複数のソースからレシピを集約し、整理された形で提供する。
2. パーソナライゼーション：このプラットフォームは、ユーザーの好み、食事制限、過去の行動に基づいてパーソナライズされたレシピの推奨を提供する。ユーザーはお気に入りのレシピを保存し、パーソナライズされたコレクションを作成することができる。
3. スマートショッピングリスト：Yummly はスマートショッピングリスト機能を提供し、ユーザーがレシピの材料を簡単に追加し、買い物リストを作成するのを助ける。このリストは、効率的な買い物のために通路ごとに整理することができる。
4. 食事計画：Yummly には、ユーザーが食事を事前に計画することを可能にする食事計画ツールが含まれている。この機能は、週ごとの食事準備を助け、バランスの取れた食事を確保するのに役立つ。
5. 料理指導：このプラットフォームは、ビデオチュートリアルやヒントを含む段階的な料理指示を提供し、ユーザーがレシピに従い、料理のスキルを向上させるのを容易にする。
6. 材料認識：Yummly には、写真から材料を認識する機能がある。ユーザーは材料の写真を撮り、Yummly はその材料を含むレシピを提案する。

Yummly の特許例を図 10 に示す。この領域は、日本でもレシピのプラットフォームである Cookpad のようなアプリが存在する。このアプリの付加価値をいかに高めるのか、ハードウェアとの連携等についても一歩踏み込むことで「デジタルフード」の領域で新たなビジネスチャンスが開ける余地があるように思う。

US9483547B1  
 【発明の目的】 Clustering and display of recipes  
 【和訳】 レシピのクラスタリングおよび表示  
 【出願人】 Yummly, Inc.  
 【発明の概要】  
 スコアに関連付けられたレシピを受取る工程と、食物知識グラフを使用してレシピの各々から複数の特徴を抽出する工程と、各レシピの複数の特徴と食物知識グラフに基づいて複数のレシピのペア間の距離を決定する工程と、レシピのペア間の距離に基づいてレシピをクラスタリングする工程と、クラスタ化されたレシピの関連度を有する候補クラスタを識別し、各クラスタがクラスタ内のレシピのスコアに基づいたクラスタスコアを有する工程と、種々の複数のハイスコアクラスタを選択する第一の目的関数に基づき候補クラスタから表示するクラスタを選択する工程を含むレシピをクラスタリングするコンピュータによる実施方法

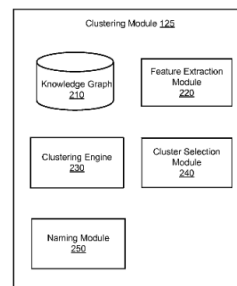


図 10 デジタルレシピとクッキングアプリ関連の特許例



## 5. フードトラッキングとフードトレーサビリティ

フードトラッキングやフードトレーサビリティは、食品の生産から消費までの全過程を追跡・記録するシステムや方法をいう。近時、食の安全性や品質に関する管理の必要性が高まってきていることから、その重要性を増している。フードトラッキングやフードトレーサビリティには、2つの特徴がある。

まず技術面においてはアグリフードヘルスの領域にまたがる領域をIoT やブロックチェーン、AI 等のデジタル技術を活用する点である。デジタル技術の飛躍的な進歩によって、日進月歩の進化を見せている領域である。

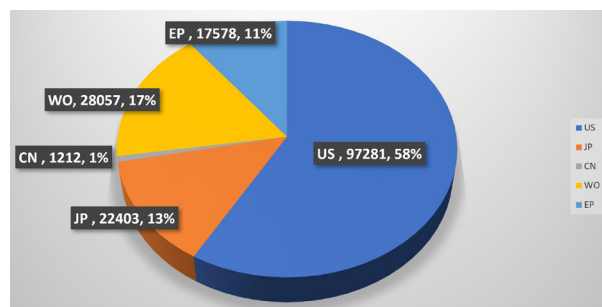
そしてもう一つはレギュレーションの課題である。この課題はデジタル技術と真逆で地域ごとに状況が異なるため、地域ごとの対応が求められる。

日本では、食品の安全性を確保するための基本的な法律として食品衛生法が規定されている。食品のトレーサビリティを確保するために、食品事業者は仕入れ先や出荷先の記録を保持しなければならない。また、特定の農産物について、生産履歴を記録し、トレーサビリティを確保するためのガイドラインが設けられている。

米国では、食品安全強化法 (Food Safety Modernization Act : FSMA) が規定されている。食品の安全性を確保するために、食品事業者はサプライチェーン全体でトレーサビリティを確保するためのシステムを導入する必要がある。特に輸入食品に対する規制が強化されている。

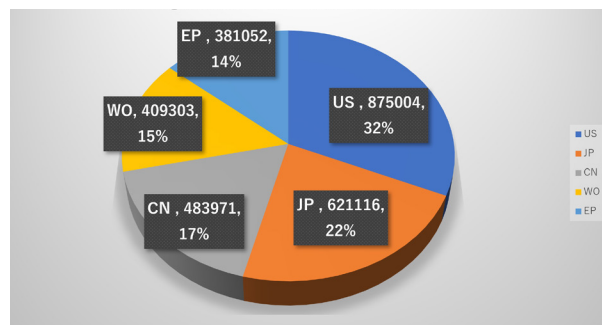
欧州では、一般食品法 (General Food Law Regulation) が定められている。食品のトレーサビリティを確保するための基本的な規制である。食品事業者は、食品の仕入れ先および出荷先の情報を記録し、問題が発生した場合に迅速に対応できるようにすることが求められる。このほか消費者に対して食品の情報を提供するための規則で、食品情報提供規則 (FIC Regulation) も規定されておりトレーサビリティの確保も含まれている。

デジタル技術が国境を越えられても、ルールは国内の規定に縛られるという課題を「デジタルフード」の時代では打ち破りたいものである。



出典：Japio-GPG/FXを用いて筆者が作成

図 11 フードトラッキング・フードトレーサビリティ分野の地域別公開特許公報



出典：Japio-GPG/FXを用いて筆者が作成

図 12 アグリフードヘルス分野の公地域別公開特許公報

地域という観点で中国に関して、興味深い特徴をみることができる。図 11 と図 12 を比較するとわかるように、アグリフードヘルス分野では、中国の特許出願数は日米に迫る数字であるが、フードトラッキングやフードトレーサビリティの分野では、中国の特許出願は顕著に少ない。この現象は多様な解釈がとり得るが、一般に、ビジネス的な観点では特許情報が少ないということは、「ブルーオーシャン」であることを意味する。莫大な中国市場において、デジタルフード、特に、フードトラッキングやフードトレーサビリティに領域を中心に市場を取りに行く戦略は、特許情報の分析上は一考の余地がある戦略である。

## 6. 食品ロジスティクスとサプライチェーン管理

食品ロジスティクスに関しては、一般商品のロジスティクスの雄である Amazon の食品業界に進出を始めている Amazon fresh と呼ばれる食料品専門のネットスーパーがその役を担っている。食品ロジスティクスは、一般のロジスティクスと比較して以下のような技術要素が必要になる。

1. 温度管理システム・コールドチェーン管理：食品を保存するために冷蔵・冷凍輸送車両や保管施設が必要と

なる。温度センサーや監視システムでリアルタイムに温度を監視し、適切な温度を維持する。また温度データの記録と追跡ができる、温度データロギングシステムが求められる

2. 衛生管理：倉庫や輸送車両の定期的な清掃と消毒を行うための標準作業手順（SOP）や衛生管理基準に基づいた運用が必要となる。食品と非食品の分離保管も配慮しなければならない。さらにアレルギー管理や異物混入防止のための分離輸送も重要となる。
3. 賞味期限・消費期限管理：先入れ先出し（FIFO）システムを採用する必要がある。入庫した順に出庫する仕組みで、古い商品が先に出荷されるようにする。また、賞味期限や消費期限の情報を追跡し、期限が迫った商品を優先的に出荷する自動化された在庫管理システムが必要となる
4. トレーサビリティ：全流通経路の追跡が求められる。商品がどこで生産され、どのように流通してきたかを追跡できるシステムを商品にバーコードや無線周波数を利用して物体や人を識別および追跡する技術であるRFID タグを付け、流通経路を追跡する。さらに、問題が発生した場合に、特定ロットの製品を迅速にリコールできるシステムも求められる。
5. 品質管理：食品の受け取り時や出荷前に品質検査を行い、基準を満たしているか確認し、適切な包装や保管方法で食品の品質を維持する技術が必須となる。
6. 法規制遵守：各国や地域の食品安全法規を遵守するためのシステムが必須となる。また、定期的な内部監査および外部監査に対応する監査体制も求められる。

この食品ロジスティクスに特化した企業としてイギリスの Ocado がある。同社は、オンライン食料品販売に特化した企業であり、先進的な自動化技術と効率的なデリバリーサービスによって差別化を図っている。また、その技術力を他の小売業者にも提供している。近時日本においてもイオンが Ocado の技術を導入している。

図 13 に Amazon と Ocado の特許出願同を示す。公開特許件数の数で見ると、Amazon が圧倒している。ただし近時の動向をみると、Ocado の公開特許件数が増加傾向にあるのに対して Amazon は減少傾向にあるなど Ocado の成長ぶりが伺える。Ocado は、日本のイオン以外にも Kroger（アメリカ）、Morrisons（イギリス）、Groupe Casino（フランス）、Coles（オーストラ

リア）、Sobeys（カナダ）等の他社にロジスティクス技術を導入してもらうというビジネス戦略で自社の食品ロジスティクスの普及を図っている。自社のロジスティクスを差別化要因としてクローズとする Amazon とは異なる戦略をとっており、今後の両者の動向が興味深い。

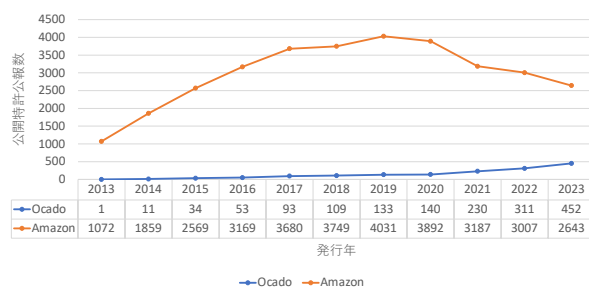


図 13 Amazon vs Ocado 特許出願動向

## 7. パーソナライズドニュートリション

デジタルフードは、個々の栄養ニーズに合わせたパーソナライズされた食事計画や栄養管理を実現するために重要な役割を果たしている。以下に、デジタルフードがどのようにパーソナライズドニュートリションに貢献するかを具体的に説明する。

### 1. データ収集と分析

デジタルフード技術は、個々の食習慣、栄養摂取、健康状態に関するデータを詳細に収集・分析することができる。これにより、個々の栄養ニーズに基づいたパーソナライズされた食事プランを設計するための基盤が提供される。

### 2. リアルタイムモニタリング

スマートキッチンデバイスやウェアラブルデバイスを使用することで、食事の摂取状況や身体の反応をリアルタイムで監視することができる。これにより、食事内容や栄養バランスの調整が迅速かつ的確に行われる。

### 3. カスタマイズされた提案

デジタルフードプラットフォームは、ユーザーの健康データや好みに基づいてカスタマイズされた食事レシピや食材リストを提案する。これにより、個々の栄養目標や健康状態に最適な食事プランが提供される。

### 4. 食品トレーサビリティと品質管理

デジタルフード技術は、食品の生産から消費までのトレーサビリティを確保し、高品質な食材の選定を支援する。これにより、パーソナライズドニュートリシ





ンにおいて信頼性の高い栄養源が提供される。

#### 5. エンゲージメントと教育

デジタルプラットフォームは、ユーザーに対して栄養に関する教育コンテンツやフィードバックを提供し、健康的な食習慣を促進する。これにより、ユーザーは自身の健康管理に積極的に取り組むことができる。

#### 6. 持続可能な食習慣の促進

デジタルフード技術は、持続可能な食材の選択や廃棄物の削減を支援する。これにより、パーソナライズドニュートリションにおいて環境に優しい食習慣が推進される。

デジタルフードは、パーソナライズドニュートリションの実現に不可欠な要素となっており、データ収集・分析、リアルタイムモニタリング、カスタマイズされた提案、食品トレーサビリティ、教育とエンゲージメント、持続可能な食習慣の促進といった多岐にわたる方法で貢献している。

## 4 デジタルフードに向けたアカデミアの貢献

最後に、デジタルフードに向けたアカデミアの役割について言及したい。まず、アカデミアは研究開発と人材育成機関として、新しい研究成果の創出やデジタルフード人材の育成を通じて、デジタルフードの持続的な発展に貢献する役割を担うことが求められる。これは当然の役割であるが、それに加えて、アカデミアは中立性と専門性を活かし、多面的な要素を備えた「共創の場」を提供する役割も重要である。アカデミアとして以下の特徴を持つ従来の制約を克服した「共創の場」の創設に貢献していきたい。

(1) 「専門家」と「非専門家」とがダイナミックに交流する「共創の場」(専門性の制約の克服)

専門性の壁を越えたイノベーション環境を整備するため、専門家と非専門家が共同で参加するワークショップや、課題解決をテーマにしたアイデアソンやハッカソンを開催する。また、オープンなディスカッションやネットワーキングイベントを通じて、物理的な制約を超えてどこからでも参加できるオンラインコミュニティを運営し、ダイナミックな変化を許容する「共創の場」を提供する。

(2) 個人、地方、国の個性を尊重し、国際的に開かれたオープンな「共創の場」(地理的、文化的、人種的な

制約の克服)

多様性を維持発展させるため、性別、年齢、文化、バックグラウンドに関わらず、すべての参加者が平等に扱われるポリシーを明文化する。身体的な障壁や言語の障壁を取り除き、誰でも参加できる環境を整える。また、各地域の特性やニーズに応じた取り組みを支援し、地元の農家や中小企業、自治体と連携し、地域社会と密接に協力する。都市と地方、グローバルなネットワークを活用して地域固有の課題や社会全体の課題の解決に貢献する。(3) 伝統を維持し、革新を取り入れる「共創の場」(時間的な制約の克服)

各地域の伝統的な食品製造方法やレシピを記録し、保護する取り組みを行うとともに、IoT、AI、ブロックチェーンなどの最新技術を取り入れ、伝統的な製造プロセスを効率化し、品質を向上させる。地域の生態系を保護し、伝統的な農業や漁業の実践を支援するために、最新のデジタルテクノロジーを活用するなど、伝統と革新のバランスを取れた活動が実践できる「共創の場」を提供する。

こうした様々な制約を克服した「共創の場」をアカデミアが提供することで、デジタルフードによるイノベーションをサポートし、持続可能な発展を実現するための活動にチャレンジしたいと考えている。

## 5 まとめ

デジタルフード時代の変革は、全ての産業界にとって大きな挑戦であると同時に、日本の産業競争力を向上させる無限の可能性を秘めている。各々の知識、経験、創造力が、この新しい時代を切り開く原動力となる。特許制度も活用し、デジタルフード時代(図14参照)にふさわしいオープンなイノベーション活動を通じて、日本がアグリフードヘルス産業を牽引することを期待したい。



図14 生成AIが描くデジタルフード

存のビジネスモデルを再構築する可能性について述べている。クラウス・シュワブは、1971年に世界経済フォーラム（World Economic Forum, WEF）を設立した。この会議は、今日のダボス会議である。

## 参考文献

- (1) 株式会社マクニカは、1972年に設立された日本を拠点とする技術商社であり、電子部品や半導体の販売、技術サポート、ソリューション提供などを行っている。また、同社は、横浜市にフード・アグリテック・インキュベーション・ベースを開設し、フードテックおよびアグリテック分野にも積極的に取り組んでいる。
- (2) UnLocX社は、2023年に設立された食品テクノロジーに関する洞察の構築と発信に注力している企業であり、フードイノベーションエコシステムの創造を目指している。設立者である田中宏隆氏は、食品テクノロジーの分野で豊富な経験を持つリーダーであり、パナソニック、マッキンゼー &カンパニー、シグマックス等の企業での勤務経験を持ち、フードテック業界におけるキーパーソンである。
- (3) ニコラス・ネグロポンテの「ビーイング・デジタル・ビットの時代」において、デジタル化が社会に与える影響について詳細に描かれている。ニコラス・ネグロポンテは、マサチューセッツ工科大学メディアラボの創設者・名誉会長として知られる。
- (4) クラウス・シュワブは「The Fourth Industrial Revolution（第四次産業革命）」において、デジタル技術がもたらす第四次産業革命について論じている。特に、デジタル化が新しい市場を創出し、既