

食のデジタル革命 —テクノロジーが変える私たちの食の未来—



三井物産戦略研究所
技術・イノベーション情報部コンシューマーイノベーション室
澤野 健史

Summary

- 食品産業において人手不足と消費者ニーズの多様化を背景に、IoT、ロボット、AIなどのデジタル技術を活用した新たなソリューションが登場し始めている。
- 食品工場ではフレキシブルな作業が可能なAI搭載型食品盛付ロボットが、フードサービスではファストフード店や中華料理店等で活躍する自動調理ロボット、さらに一般消費者向けとしてビルトイン型自動調理ロボットや調理スキルのデータ化など革新的な事例が続々と登場している。
- デジタル活用のさらなる推進のため、本領域への投資拡大と安価で柔軟なソリューション、新しい顧客体験の創造、最終顧客のニーズにマッチングしたデジタル技術の活用戦略が重要だと考える。

1. はじめに

外部環境の変化に伴い、食のバリューチェーン全体でデジタル技術の活用が検討され始めている（図表1）。本レポートでは食品開発・製造および消費にフォーカスし、デジタル活用の最新事例を解説する（AIを活用した食品開発は、戦略研技術フォーサイトレポート - 2024年に注目すべき技術で解説）。

図表1 食のバリューチェーン全体で活用が進むデジタル技術

	原料調達	食品開発・製造	流通・物流	小売	消費
IoT	・衛星リモートセンシング ・農場データ管理/分析 ・遠隔農場管理	・味覚・嗅覚データによる 食品処方開発 ・製造モニタリング ・エネルギー利用の最適化 ・デジタルツインによる シミュレーション	・コールドチェーン管理 ・商品追跡（RFID） ・輸送環境モニタリング ・配送車両管理	・セルフレジ決済 ・スマートシェルフ ・電子プライスタグ ・顧客分析 ・EC/モバイルオーダー ・IoTデータマーケティング ・無人店舗	・セルフレジ/QR （注文～決済の自動化） ・スマート調理家電 ・デジタル味覚 ・ロボットキッチン
AI	・生育・収量予測 ・肥料・農薬の精密散布 ・収穫タイミングの判定 ・病害虫・土壌診断	・トレンド検知・予測による メニュー、フレーバー提案 ・製造プロセスの最適化 ・異物検出/品質検査	・需要予測/在庫最適化 ・配送ルートの最適化 ・倉庫ロボットの最適化	・需要予測/在庫最適化 ・ダイナミックプライシング ・商品提案のパーソナライズ	・メニュー開発/提案 ・レストラン提案 ・需要予測 ・個別化栄養 ・レシピ提案
ロボット	・自律走行トラクター ・除草/播種ロボット ・農業用ドローン ・収穫ロボット ・農業用アシストスーツ	・3Dフードプリンター ・下処理/調理ロボット ・盛付ロボット ・包装ロボット	・自律走行トラック ・倉庫搬送ロボット ・配送ドローン ・仕分けロボット	・サービスロボット ・在庫管理ロボット	・調理ロボット ・配膳ロボット ・配達ロボット/ドローン ・コミュニケーションロボット ・家庭用キッチンロボット

出所：三井物産戦略研究所作成

2. 食品産業におけるデジタル活用とその背景

2-1. 深刻化する食品産業の人手不足

世界の高齢化率¹は先進国を中心に今後急速に上昇し、2060年には18.7%に達することが予測されている²。日本は特に状況が深刻で、2023年10月時点ですでに29.1%に達している。総人口は今後減少に転じる見込み³であり、生産年齢人口がさらに減少すると予測されている。また社会全体に占める製造業に従事する労働者の割合は、近年減少傾向が続いている。非製造業との間で賃金格差が広がっており、十分な人材確保ができない状況が今後も続くと思込まれる⁴。特に食品製造業は他と比較して労働生産性が低く、いまだに労働集約型の生産現場が数多く残されている。一部の大手企業を除いて省人化・自動化の対応は遅れており⁵、人手不足のまん延が労働環境悪化や企業経営に大きな影響を及ぼし始めている⁶。

2-2. 多様化する消費者ニーズ

他方、消費者の食に対する価値観は大きく多様化している。デロイトトーマツの2022年度食生活に関する消費行動調査⁷によると、とにかく価格を重視する群やフードロス削減や環境に配慮した商品を好む群、最新で話題性のある商品を好む群など、合計7つの消費者クラスターの存在が示されている（図表2）。このように食に対する価値観が多様化する中、企業は限られたリソースで広範囲な対応が求められており、デジタル活用が喫緊の課題となっている。

図表2 食生活に関する消費行動調査で分類された消費者クラスター

食生活における消費者クラスター	概要
丁寧な暮らし好きグリーンコンシューマー	シンプルで環境を意識したナチュラルな生活を好む。食生活はオーガニック志向が強く、健康についても強く意識している。
質実質素系節約家	暮らしにおいて上質さや独自性などの特別なこだわりはない。食生活はお得さ・時短を重視する堅実な暮らしを実践する傾向。
自分時間マイスター	生活・物の選択では、定番商品を好み、価格はあまり気にしないが、独自のこだわりも持つ。食生活は、刺激物・ジャンクフード・お酒などを好み、自分の時間を楽しむ傾向。
無党派雑食系	食に関しては、重視する点が「無い」と回答し、最もこだわりがなく、関心が薄い層。
生活習慣固定派手抜き族	生活に関しては、ブランドや独自性追求などのこだわりはなく、コストパフォーマンスを重視する傾向。食生活もお得さ・時短を優先。
トレンドキャッチャー	常に最新情報のアンテナを張り、新しく、話題性のあるものをチェック。美容・ダイエットの話題に感度が高い傾向。
一点豪華主義グルメ族	生活では、ブランドや実績をしっかりチェック。価格や質などの商品価値を吟味した上でこだわり逸品をセレクトする傾向。

出所：2022年度 食生活に関する消費行動調査 | デロイト トーマツ グループ から三井物産戦略研究所作成

<https://www2.deloitte.com/jp/ja/pages/consumer-business/articles/cp/dietary-consumption-behavior-survey-2022.html>

2025年1月31日最終閲覧

¹ 総人口に占める65歳以上の割合

² 令和6年版高齢社会白書 第1章 高齢化の状況 2 高齢化の国際的動向 | 内閣府

³ 令和6年版高齢社会白書 第1章 高齢化の状況 1 高齢化の現状と将来像 | 内閣府

⁴ 2024年版ものづくり白書 第2章 就業動向と人材確保・育成 | 経済産業省

⁵ 農林水産省における食品産業の生産性向上に向けた取組 2-4 食品産業における労働生産性の現状

⁶ 食品工場の人手不足に関する意識調査（2023年調査） | 富士電機株式会社

⁷ 2022年度 食生活に関する消費行動調査 | デロイト トーマツ グループ | Deloitte

3. 食品産業におけるデジタル活用の最新動向

3-1. 食品工場におけるデジタル活用の最新事例

近年、食品工場の自動化を推進する企業が台頭し始めている（図表5）。（米）Chef RoboticsはAI搭載型食品盛付ロボット（図表3）を展開している。従来のロボットは単一製品の大量生産に最適化され、各食品の物性やサイズに応じたフレキシブルな調節が困難であった。同社のロボットは食品生産現場におけるOJT⁸を通じて学習し、ほぼ全ての食品に適応可能になるとのことで、少量多品種を取り扱う食品製造企業への導入が期待されている。すでに複数企業で実証実験が実施され、生産性の改善効果が示されている⁹。また（日）コネクテッドロボティクスは惣菜盛付ロボット「Delibot」（図表4）を展開している。惣菜の生産現場は、柔らかくこびりつきやすいといった惣菜特有の物性や設置スペース確保など課題が多く、自動化が進んでいない。同社のロボットは各食品に合わせたロボット制御で和惣菜から中華惣菜まで幅広い食品に対応可能なことに加え、一人分のスペースに設置可能となっている。2024年3月にパートナー企業と共同開発した惣菜盛付の全工程自動化システムは、マックスバリュ東海の惣菜生産ラインで導入され、従来の1ラインあたり7名からわずか2名へと大幅な省人化に成功している¹⁰。

図表3 （米）Chef RoboticsのAI搭載型食品盛付ロボット



出所：AgFunder News | <https://agfundernews.com/chef-robotics-ceo-a-lot-of-robotic-companies-have-made-grandiose-promises-but-they-havent-really-shipped-any-robots-were-much-more-practical>
2024年12月25日最終閲覧

図表4 （日）コネクテッドロボティクスの惣菜盛付ロボットDelibot



出所：Connected Robotics | <https://connected-robotics.com/products/delibot/> 2024年12月25日最終閲覧

⁸ On the job training- 日常の業務に就きながら行われる教育訓練（厚生労働省令和3年度「能力開発基本調査」）

⁹ [Chef Robotics emerges from stealth after demos at Amy's Kitchen](#)

¹⁰ [世界初！惣菜盛付全工程のロボット化統合システムの開発・実装に成功しました | コネクテッドロボティクス株式会社](#)

図表5 食品工場の自動化ソリューションを開発する企業事例

企業名	詳細
(米) Chef Robotics	食品産業向けにAI搭載ロボットを開発・提供するスタートアップ企業。同社の食品盛付ロボットは独自のAIプラットフォーム「ChefOS」を活用し、多種多様な食品・容器に対応可能となっている。北米を中心にAmy's Kitchen、Sunbasket、Chef Bombayなど大手食品メーカーに導入が進んでいる。
(日) Connected Robotics	日本の食品産業向けロボットを開発・提供するスタートアップ企業。世界初の惣菜盛付ロボット「Delibot」を開発、近年注目を集めている。食産業をロボティクスで革新することをビジョンに掲げ、これまでにソフトクリームロボットやグリルロボット、フライドポテトロボット、そばロボットなど多くのプロトタイプを開発している。
(日) RT Corporation	AIとロボティクスに特化したテクノロジー企業。同社の人型協働ロボット「Foodly」はディープラーニングを活用したAI Vision Systemにより、ばら積みされた食材を一つ一つ認識してピッキングし、弁当箱・トレイに盛り付けするまでの作業を1台で完結することができる。
(日) FANUC	産業用ロボットと工作機械用制御装置で世界トップシェアを誇る日本企業。食品グレードの協働ロボットや高速ピッキングロボットを提供。防水・防じん仕様のロボットアームで食品加工工程の自動化に貢献。
(日) Kailas Robotics	革新的なロボティクスを開発するスタートアップ企業。同社のロボットアーム「MobiRobo」はCES 2025 Innovation Awardを受賞。重量わずか2.5kg、消費電力50W以下の省エネ設計で、食品工場における多品種対応が期待される。
(日) 川崎重工業	陸・海・空・宇宙まで幅広い分野で先進技術を駆使した製品を開発・製造する総合重工業メーカー。軽量・小型・可動式の協働双腕ロボット「duAro」を展開。主に食品の梱包作業工程などで使用されている他、日本ではシャトレゼのスイーツ生産工程に導入されている。
(デนม-ク) Universal Robots	協働ロボットシェアでグローバルNo.1の企業。小型、軽量の卓上型ロボット「UR3e」は、スペースに制約のある作業現場での導入が進んでいる。ヨーロッパを中心に食品の梱包作業工程で使用されている他、日本ではシャトレゼのスイーツ生産工程に導入されている。
(独) KUKA	産業用ロボットやインテリジェントな自動化ソリューションの開発・製造で知られる世界有数のオートメーション企業。食品業界向けには、衛生仕様ロボットや協働ロボットを展開。原材料の供給から加工、包装など幅広い工程に対応。
(独) J. Schmalz GmbH	真空技術を活用した製造業向け自動化ソリューションを開発するテクノロジー企業。食品産業向けに展開する「フィンガーグリッパーmGrip」は、焼き菓子や果物、卵などのデリケートな食品を優しくピッキングすることが可能。

出所：三井物産戦略研究所作成

3-2. フードサービスにおけるデジタル活用の最新事例

フードサービスにおける調理やサービスの自動化を推進する企業が注目を集めている（図表8）。（米）Cali Groupは、グループ会社であるMiso Roboticsの最先端のAIとロボットを搭載したグリル・フライ自動調理システム「Flippy」を駆使した全自動バーガーショップを運営している（図表6）。顧客はセルフオーダーで簡単に注文、顔認証で決済ができ、高品質の和牛をブレンドしたプレミアムバーガーを10ドル程度で購入できる。同社は自動化で得た利益を顧客に還元することで、固定客の獲得を目指している^{11,12}。また（日）TechMagicは、ドラム型調理鍋の回転速度や方向、加熱温度などを自動制御して炒め調理を行い、洗浄まで自動で完結する調理ロボット「I-Robo2」を展開している（図表7）。すでに大阪王将の複数店舗に導入が完了し、運営コストの削減はもちろん、17名しか存在しない大阪王将内の調理検定1級の技術を完全再現できている¹³。その他、日本ケンタッキー・フライド・チキンと共同開発中のフライドポテト調理ロボット¹⁴やパスタ調理ロボット¹⁵など、顧客ニーズに寄り添ったフレキシブルなロボット開発でフードサービスの自動化を推進している。

¹¹ World's First Fully Autonomous, AI-Powered Restaurant Opening in Southern California | Miso

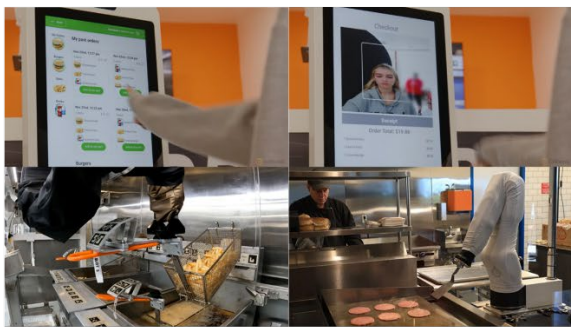
¹² CaliExpress by Flippy to Debut Fully Robotic Restaurant |

¹³ 炒め調理ロボットの最新版「I-Robo2」、大阪王将鷺沼駅前通り店に初導入 | TechMagic株式会社

¹⁴ 第53回国際ホテル・レストランショーにI-Robo2とF-Robo出展 | ニュース | TechMagic株式会社

¹⁵ 1食あたり最速45秒で調理！世界初のパスタ自動調理ロボット、「P-Robo」が実店舗で稼働開始 | TechMagic株式会社 | PR TIMES

図表6 (米) Cali Groupが展開する全自動バーガーショップ



出所： YouTube | https://youtu.be/_drajkDoFUs?si=7r4XGoYk7wy9SZ34,
Instagram | <https://www.instagram.com/p/B76z2mNgv7m/>
2025年2月13日最終閲覧

図表7 大阪王将に導入が進む(日) TechMagicの炒め調理ロボット



出所： TechMagic | https://techmagic.co.jp/release_0926/,
https://techmagic.co.jp/release_241031/ 2024年12月25日最終閲覧

図表8 フードサービスにおけるデジタル化を推進する企業事例

企業名	詳細
(日) TechMagic	顧客ニーズに寄り添った調理ロボット・業務ロボットを開発・展開するスタートアップ企業。炒め調理ロボットI-RobotはCES 2024 Innovation Awardを受賞、大阪王将への導入が進んでいる。その他、日本ケンタッキー・フライド・チキンと共同開発中のフライドポテト調理ロボットやパスタ調理ロボットなどさまざまなメニューの調理ロボットの開発を進めている。
(日) あきんどスシロー	回転寿司チェーン大手「スシロー」を運営する同社は、革新的なデジタル回転寿司店舗「デジロー」を2023年9月から順次展開。顧客は各テーブルに設置された大型タッチディスプレイ上を流れるデジタル寿司をタップすることで簡単に注文できる他、「すしナビ」機能やミニゲームなどエンターテインメントも楽しめる。
(米) Cali Group	主にレストランや小売業界向けのテクノロジーにフォーカスしたポートフォリオを有する投資会社。(米) Miso Roboticsの最先端のAI・ロボットを搭載したグリル・フライ自動調理システムと(米) PopIDの生体認証接客プラットフォームを導入した全自動バーガーショップ「CaliExpress by Flippy」をオープン。技術革新を通じたレストランや小売業界の変革を目指している。
(米) Chipotle Mexican Grill	米国を中心に、カナダ、イギリス、ドイツ、フランスなどグローバルに展開しているメキシカン専門ファストフードチェーン。(米) Miso Roboticsと提携し、トルティーヤチップスを自動で製造するロボット「Chippy」を開発。また(米) Serve Robotics傘下のVebuが開発するアボカド自動処理ロボット「Autocado」をテスト導入するなど、調理の自動化を積極的に進めている。
(米) Kernel	米・ニューヨークでプラントベースドフード専門レストランを展開。Chipotle Mexican Grillの創業者Steve Eells氏が新たに設立した同社は、調理ロボットによる自動化でオペレーションコストを削減、時給25ドル、手厚い福利厚生、自社株式の提供など業界平均を上回る雇用待遇を実現している。
(米) Picnic works	ピザのトッピングを自動化するピザ組み立てロボットを開発するスタートアップ企業。月額定額制で利用できるピザ組み立てロボットを開発、モジュール式のシステムで1時間あたり最大100枚のピザを製造できる。米・シアトルに展開するピザチェーンMOTO PizzaのT-Mobile Park店で導入され、オペレーションの効率化と収益性向上に貢献している。
(米) SweetGreen	米国全土に展開するファストカジュアルのサラダ専門チェーン。MIT卒業生が創業した調理ロボットスタートアップ(米) Spyceを買収し、Spyce社の技術を導入した全自動化店舗「Infinite Kitchen」をオープン。食材の種類が多く、作業が煩雑なサラダの調理工程の自動化を推進している。
(米) Artly	米国・カナダを中心にロボットバリスタを導入したカフェを展開する企業。同社のロボットバリスタは熟練のバリスタのコーヒーの淹れ方を学習しており、エスプレッソの抽出やミルクのスチミング、ラテアートの描画など高品質なコーヒーメニューを提供可能。Teslaの製造工場やMUJI(無印良品)の店舗、その他商業施設への導入が進んでいる。
(スウェーデン) Remy Robotics	AIやロボティクス、料理工学を駆使して食品サービス業界の変革を目指すスタートアップ企業。省スペース(約18.5㎡)で複数の料理を調理可能な自律型ロボットキッチンを開発。米・マイアミで全自動レストラン「Better Days Robotic Kitchens」を計3店舗運営。高品質で健康的な地中海料理を手頃な価格で提供している。
(独) GoodBytz	ロボットキッチンを開発・提供するスタートアップ企業。1日に最大3,000食を調理可能で幅広いメニュー(ドイツ料理、アジア料理、イタリアンなど)に対応可能なロボットキッチン「Robotic Kitchen Assistant」を開発。チュービンゲン大学病院に導入され、スタッフに24時間温かい食事を提供している。
(オランダ) Eatch	自動調理システムを開発するスタートアップ企業。1日最大5,000食を調理可能で、材料投入から調理、提供、洗浄まで全プロセスを自動化できるロボットキッチンを開発。病院やオフィス、スーパーマーケットなどオランダ国内での導入を進めている。
(中) Botinkit	AIとロボティクス技術を活用して調理の自動化ソリューションを提供する新興企業。同社が開発したインテリジェント調理ロボット「OMNI」は、IH加熱(最大350℃)による高精度の火力制御と13種類の調味料の自動投入機能を備え、中華・和食・洋食・エスニックなど合計1900以上のレシピに対応。Emirates Groupの機内食やLGの社員食堂など20か国に導入が進んでいる。
(中) PUDU Robotics	配膳・配送・清掃ロボットを展開する大手サービスロボット企業。飲食店、医療機関、ホテルなど人手不足解消とサービス向上を目指しており、日本ではガスト、バーミヤン、サイゼリヤなどファミリーレストランチェーンを中心に導入が進んでいる。

出所： 三井物産戦略研究所作成

3-3. キッチンにおけるデジタル活用の最新事例

我々が調理を行うキッチンのデジタル化に取り組む企業も登場し始めている。（米）Chefee Roboticsは、世界初の家庭用ビルトイン型調理ロボットを開発している。同社のロボットシェフはキッチン設備に統合され、スープや炒め料理、揚げ物など5,000以上のレシピを自動調理可能である。また専用アプリを用いて食材の注文から調理まで全て自動で完結するとのことで、忙しい現代人を調理から解放する可能性を秘めている（図表9）。また（日）ソニーグループは音楽や映像の録音・録画のように、IoTセンサーでプロのシェフの調理を数値化してデータ化する技術「録食」¹⁶を開発中だ。プロの料理を経験の浅いシェフや一般家庭でも手軽に再現できる未来を目指しており、すでに10年以上修業が必要といわれる麻婆豆腐の完全再現ができたとしている（図表10）。この技術を応用すれば、「母親が作ってくれた肉じゃがの味」など、時を超えて思い出の味を忠実に再現することも可能になる。

図表9 （米）Chefee Roboticsのビルトイン型調理ロボット 図表10 （日）ソニーグループの調理の記録・変換・再現技術「録食」



出所：MEAWW | <https://meaww.com/shark-tank-season-15-internet-slams-chefee-founder-for-50-k-home-robotic-chef-not-practical-for-most-kitchens> 2024年12月24日最終閲覧



出所：YouTube | <https://www.youtube.com/watch?v=B7BXUt2RjdU> 2024年12月25日最終閲覧

4. 今後の見通し

食品産業のデジタル化は高額な投資コストと低い投資収益率が大きな障壁となり停滞している。この課題を克服するためには政府主導の支援策と民間ファンドからの積極的な資金提供が不可欠であると見込む。併せて既存のインフラに適応可能かつ安価で柔軟なソリューションの開発が必要であろう。

2024年7月に日系食品大手5社¹⁷はTechMagic社と未来型食品工場コンソーシアムの立ち上げを発表した。食品メーカーの共通課題に対するソリューション開発を協力して進めることで、標準化された安価なソリューションの早期実用化が期待されている¹⁸。

またフードサービスの自動化については過去失敗した事例もある¹⁹。運営コスト削減のみに注力し、新し

¹⁶ 日本バイオインダストリー協会 | “未来へのバイオ技術”勉強会, SDGsと未来食シリーズ7「食メディアデザインと感覚研究」食の未来創造～Cooking Digitization 録食 ROKU-SHOKU～

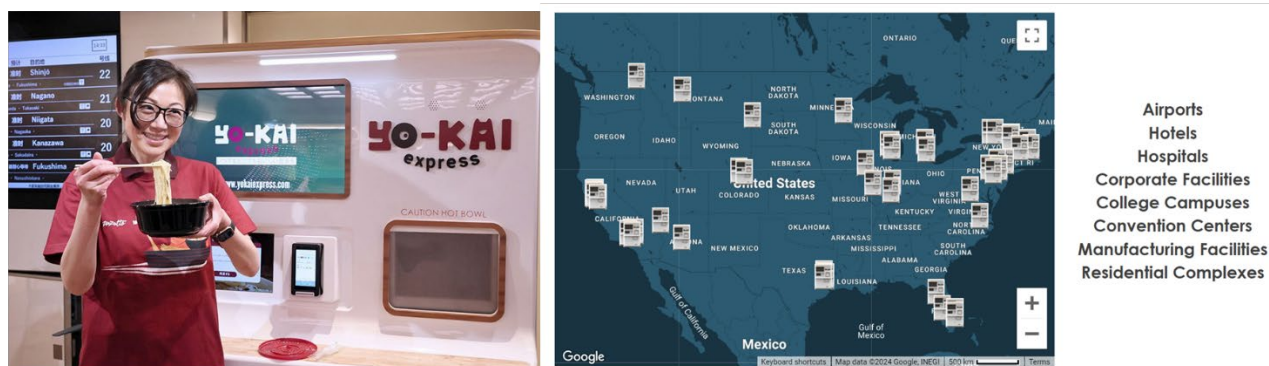
¹⁷ カゴメ株式会社、キューピー株式会社、株式会社永谷園、株式会社ニチレイフーズ、株式会社日清製粉グループ本社

¹⁸ 工場の人手不足、ロボットで解決--食品大手らが「未来型食品工場コンソーシアム」 | CNET Japan

¹⁹ The end of the journey for Pazzi Robotics 🤖 + 🍳 | LinkedIn

い顧客体験の追求が不十分であったことが原因とみられる。自動化で得た利益をいかに顧客のニーズに合わせて還元していくかが問われている。例えば、（米）Yo-Kai Expressはラーメン調理ロボットを内蔵したフード自販機で、出来立てかつ本格的なラーメンをわずか90秒で提供している。全米各地の空港やホテル、大学、オフィスビル、病院に設置が進み、時間がない中でも手軽においしい食事を求める顧客に人気を博している（図表11）²⁰。デジタル化の普及には、どのようなデジタル技術を開発するかより、使いやすさや価格といった最終顧客のニーズにマッチさせる活用戦略が鍵を握っている。食品産業全体でデジタル活用が進み、私たちの食がより豊かで、効率的で、持続可能な形に進化している未来を期待したい。

図表11 （米）Yo-Kai Expressのラーメン自動調理ロボットと米国内の設置エリア



出所：Forbes Japan | <https://forbesjapan.com/articles/detail/46887>, Yo-Kai Express | <https://www.yokaiexpress.com/ja/location> 2024年12月25日最終閲覧

当レポートに掲載されているあらゆる内容は無断転載・複製を禁じます。当レポートは信頼できると思われる情報ソースから入手した情報・データに基づき作成していますが、当社はその正確性、完全性、信頼性等を保証するものではありません。当レポートは執筆者の見解に基づき作成されたものであり、当社および三井物産グループの統一的な見解を示すものではありません。また、当レポートのご利用により、直接的あるいは間接的な不利益・損害が発生したとしても、当社および三井物産グループは一切責任を負いません。レポートに掲載された内容は予告なしに変更することがあります。

²⁰ [Autonomous Restaurant | Yo-Kai Express](#)