

多様化した食品提供における食品防御上の課題に関する検討
～ロボット配膳システムの食品防御上の脆弱性～

研究分担者 加藤 礼識 （茨城キリスト教大学 生活科学部 食物健康科学科 講師）
研究協力者 多川 優也 （別府大学 食物栄養科学研究科 食物栄養科学専攻）
研究協力者 永野 衣祝 （別府大学 食物栄養科学部 発酵食品学科）
研究協力者 阪口 凱治 （追手門学院大学 地域創造学部）
研究協力者 田崎ひなた （茨城キリスト教大学 生活科学部 食物健康科学科）
研究協力者 長田 瑞花 （奈良県立医科大学 医学研究科 公衆衛生学講座）

研究要旨

コロナ禍の 3 密対策や、飲食店のマンパワー不足といった要因から、ロボット配膳システムは急速に普及した。しかし、食品防御という視点で見ると、ロボット配膳システムに対する食品安全の議論は、普及のペースに追いついていない状況で、外部からの意図的な攻撃や、客による不適切な食品の取り扱いに対して、脆弱性があると言える。本研究では、ロボット配膳システムを輸入販売している、販売代理店に対して聞き取り調査を行い、ロボット配膳システムの食品防御上の脆弱点を探求し、意図的な攻撃や食品の不適切な取り扱いの防止につながるような、対策について提案するものである。本研究をスタートとして、ロボット配膳システムにおける食品防御の在り方の方向性についての検討のきっかけとして、ロボット配膳システムに向けたガイドラインの作成につなげるものである。

A.研究目的

2019 年 11 月から始まった新型コロナウイルス感染症の世界的な流行は、人々の暮らしに多大なる影響を及ぼした。2020 年 5 月には、感染症の流行予防を目的とした、「新しい行動様式」を政府の新型コロナウイルス感染症対策専門家会議が提言し、生活行動の転換が求められた。この感染症予防対策を踏まえた生活行動では「3 密」対策と言われる、密閉・密集・密接の 3 つの「密」を避けることが重要とされ、飲食店

においてもこの 3 つの密に対する対策が行われるようになった。飲食店における 3 密対策と、もともとのマンパワー不足が相まって、飲食店での省人化・ロボット化は急速に進み、現在では多くの飲食店でロボット配膳システムが導入されている。

ロボットによる飲食物の配膳は、人による監視の目の届かない食品が、喫食フロアの中を移動するものであり、食品防御対策としては大きな脆弱点になると言える。食品防御研究班では、これまでに大規模食品

製造工場向け、中小規模食品工場向け、運搬・保管施設向け、調理・提供施設向け、フードデリバリーサービス向け、様々な業態やサービスの規模に向けて食品防御ガイドラインを作成してきたが、そのガイドラインの中でも、食品を監視できることが食品に対する攻撃の抑止につながる事を説明してきた。ロボット配膳システムは、この食品を守るための監視の目という食品防御対策が抜け落ちている。実際に令和7年3月にはロボット配膳に関する迷惑行為についてネットニュース等で報道されている。

感染症流行予防とマンパワー不足の解消を目的に、多くの飲食店でロボット配膳システムが採用された結果、食品防御に関連した対策を検討する前に急速に普及した現状がある。

本研究は、ロボット配膳システムの食品防御上の脆弱性を抽出するために、ロボット配膳システムの国内の大手販売代理店に対して聞き取り調査を行い、現状で考えられる食品防御上の対策について検討したものである。

B.研究方法

ロボット配膳システムの大手販売代理店である T 社および U 社に対して聞き取り調査を実施し、ロボット配膳システムにおける食品防御対策の現状や、導入飲食店における客からの悪戯対策、店舗から寄せられる様々な報告などを聞き取った。そして、現状における食品防御上の脆弱性を確認し、考えられる現実的な対策について検討を行った。なお、聞き取りの日時については、次に示す日程で行った。

① 聞き取り対象 T 社

日時：2024 年 5 月 14 日

相手：本社営業統括 1 部

非接触ロボット担当 A 氏

② 聞き取り対象 U 社

日時：2025 年 2 月 12 日

相手：水戸支店 営業担当 B 氏

◆倫理的配慮

本研究は個人が特定可能な情報の収集は実施せず、システムの販売代理店からの聞き取り調査をまとめたものである。また、取り扱う情報はマスコミやインターネット等により、すでにメディアを通じて公表された社会情報より収集を行っているため、基本的には倫理面の配慮を必要としない。

C.研究結果

(1) ロボット配膳とは

ロボット配膳とは、調理施設（厨房）内で作られた飲食物を、喫食フロアに運び出し客に提供するまでの「食品の移動」を、飲食店従業員に代わり、ロボットが代替して行うことであり、このロボットを配膳ロボットと呼んでいる。広義では飲食物を違う階層に運ぶ配膳リフトや回転寿司店の配膳レーンもロボット配膳に該当するが、本研究におけるロボット配膳では、ロボットが単独で飲食物を厨房から喫食テーブルまで運ぶことを指すこととする。

現状のようなロボット配膳の始まりは 2012 年頃と言われており、中国においては新奇性効果を狙った話題作りから始まったとされている。その後 2016 年より中国国内での大規模な生産が始まり、同年にはロボット配膳システム最大手の PuDu 社が

創業した。日本においては2018年にミッドタウン日比谷のカフェで試験導入（SHARP製）され、耳目を集めたのち、新型コロナウイルス感染症パンデミックによって、感染症流行予防の3密対策として注目されるようになった。2020年焼肉チェーン店である「安楽亭」が感染症対策を目的にロボット配膳を導入し、翌2021年に「すかいらーくグループ」で大規模に導入された。著名な飲食チェーンにて配膳ロボットが採用されたことをきっかけにして、国内では一気にロボット配膳システムが導入されることになった。

【ロボット配膳システム】

2012年ころより中国国内で普及し始める（新奇性興味の時期）
 2016年ころより中国国内での大規模生産が開始
 2016年 最大手 Pudu 社 創業
 2018年 ミッドタウン日比谷のカフェで試験導入（SHARP）
 2019年 新型コロナ流行の3密対策として注目される。
 2020年 「安楽亭」で配膳ロボット導入
 2021年 「すかいらーく」グループでの配膳ロボット導入

現在、日本には複数の配膳ロボット販売代理店があるが、中国のPudu、KEENON Robotics、アメリカのBear Roboticsの3社の製品でほとんどのシェアを占めている。

(2) ネコ型配膳ロボット

令和7年3月現在、日本国内で最も導入されているロボット配膳システムは、中国・深圳のPudu社が開発したネコ型の配膳ロボット「BellaBot」である。今回聞き取り調査を行った、国内の販売代理店であるT社・U社ともにPudu社の「BellaBot」を主力商品として取り扱っている。



写真：T社 ホームページより「ベラロボット」

開発にあたっては、日本の著名なキャラクター「ドラえもん」および「ハローキティ」の影響を受け、フロアスタッフに代わるコミュニケーションツールとしての役割を持たせるために、親しみやすいネコ型にしたと開発者がインタビューで答えている。

3. 優れたコミュニケーション能力

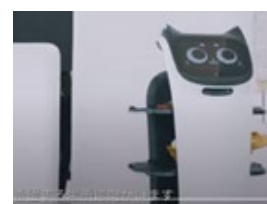
熊手もさびしい、おしゃべりなキャラクターによる接客と食後のコミュニケーションは、お客様に寄り添い、笑顔で迎えるサービスを実現します。これまでにない接客ロボットとしての価値性を提供します。お客様の笑顔が私たちの喜びです。

AI音声

BellaBotは最先端のAI音声認識システムを採用しており、お客様の声に応じたコミュニケーションをより円滑に行います。



客がロボットに触れると、言葉を発するなどの機能を搭載させ、そもそも客が自由に触れることを前提とした設計となっている。



写真：T社 ホームページより「ベラロボット」

(3) 聞き取り調査結果 T社

本社・営業統括1部 非接触ロボットサービス担当のS氏に対して、令和6年5月14日、電話にて聞き取りを行った。輸入代理店の本社に対する聞き取りであり、ロボット配膳の全体的な方針についての聞き取りを中心にした。

① 御社で取り扱いを行っているロボット配膳システムでは、食品防御対策をとっているか？

Answer: 食品防御に対する対策はとれていない。現状では、フロアスタッフに代わり、商品を運ぶことを

代替するシステムとして導入されており、まだ「意図的な攻撃から安全に食品を運ぶ」という段階には行っていない。ロボットが配膳する食品の「安全性」については導入した店舗が責任を負うことになるため、ロボット配膳の食品防御対策は、店舗側がすべきことだと考えている。

② 子供による配膳ロボットに対するいたずらなど、店舗からの報告にどの様に対応するか？

Answer：大前提として現状のロボット配膳は、食品防御とは考え方が全く違う。ネコ型のロボットにしているのは、フロアスタッフの代替となるコミュニケーションツールになることを目指しており、子供や来店客が直接配膳ロボットに触ることが前提となって作っている。触ってもらうことが前提のロボットが食品を運ぶため、食品防御のリスクは上がるのかもしれない。ただ、その管理も店舗の責任の範囲で有り、ロボット配膳システムを販売している側が何らかの対応をするということではないと考えている。

③ 店舗でのロボットに対する過激な接触の実数把握はしているか？

Answer：実数の把握はできておらず、把握することも難しい。まず店舗から情報が上がってこない。ロボットへのいたずらや過激な接触については、店舗と来店客との間の問題であり、販売店がかかわることの無い問題だからである。破損等の修理依頼があっても、それがなぜ修理に

至ったのかなど把握することは難しい。仮に来店客のいたずらや、過激な接触によって、故障等が発生していたとしても、現時点では“過激な接触が起こらない対策をとってほしいと”店舗側からの依頼は来ていない。

④ 今後、ロボット配膳システムにおいて食品防御対策を実施する予定はあるか？

Answer：店舗からの相談があれば、配膳ロボットに「監視カメラ」をつける、「カバー」を受けるという対策は可能である。ただ、理解してほしいのは、日本の飲食店で稼働している食品配膳ロボットのすべては海外メーカーが開発したものを日本の販売代理店が提供しているのであり、日本国内の意見は取り入れられにくい状況にある。ロボット配膳システムで、食品防御対策が進むとすれば、ロボット配膳システムを生産している国で、なんらかの問題が発生して、食品防御対策が必要だという意識が出てきた時ではないだろうか。

(4) 聞き取り調査結果 U社

水戸支店・営業課 ロボティクス担当
●氏に対して、2月10日に対面での聞き取り調査を実施した。実際の導入店舗と接点のある地方の営業店であるため、ロボット配膳導入店舗からの依頼等を中心に聞き取っている。

① 配膳ロボット導入店舗から、食品防御対策に関する相談はあるか？

Answer：実際にロボット配膳を導入している飲食店の多くが、慢性的なマンパワー不足を解消するためにロボット配膳を導入しており、食品を運んでくれるツールとして使用している。食品防御対策まで手が回らないのが実情だと思う。一つの店舗から、いたずらや汚染から守るために、ロボットの食品トレイ部分にカバーをつけてほしいとの依頼があり、カーテン状のカバーを付けたことはあったが、利便性が悪いとのことで、結局は外した経験がある。

② 配膳ロボットに監視カメラをつけてほしいなどの依頼はあったか？

Answer：飲食店内に複数の監視カメラがある店舗が多く、ロボット自体に監視カメラをつけてほしいというような依頼はない。録画データをワイヤレスで飛ばす方法やSDカード等で記憶する方法など、いくつか方法はあると思うが、後付けするとロボットの雰囲気が変わる可能性がある。

③ ロボット配膳が運ぶ食品に何らかのトラブルがあった場合には、どのような対策をとるか？

Answer：基本的には、飲食店内でロボットが食品を運ぶ中でのトラブルは、飲食店で対応することであり、販売店がどうこうする問題ではない。配膳ロボットは、人が食品を運ぶことを機械化して代替しているものであり、食品を監視することを代替しているわけではないため、フロアスタッフの業務すべてを代替す

ることを求められても困る。食品をカートに乗せて運ぶ際の、カートが自動で動いているものと考えてほしい。

④ ロボットを客に触らせないなどの対策をとることは可能か？

Answer：ロボット配膳システムを導入した店舗のほとんどは、マンパワー不足の解消のほかに、物珍しいという言葉で「客寄せパンダ」的に導入している。配膳ロボットのタッチパネルを触ってコミュニケーションをとるという行為をなくし、食品防御のためにロボットに触らせないという対策は不可能だと考えている。食品防御対策をとるためには、タッチパネル以外に触れることができないようなことを考える必要があるが、そこは販売代理店ができる範疇を超えている。

(5) 聞き取りから抽出される問題点

海外からロボットを輸入する輸入代理店の本社の営業担当とエンドユーザーである飲食店に近い地方支店の営業担当の2名の話聞くことができた。立場の違いから、ロボット配膳における食品防御に関する視点が大きく異なったが、2名への聞き取り調査によって、いくつかの問題点を抽出することができた。

① 触れることを前提としたロボットでの食品防御対策の困難性

ロボット配膳システムにおける、食品防御上の一番の問題点は、守るべき食品の近くを、不特定多数が触れることを前提としているところである。食

品を運んでいる最中でも、タッチパネルなどに触れることで、搭載されたAIとコミュニケーションをとることが可能であり、この機能が飲食店の集客につながっている要因にもなっている。

これまでの食品防御対策ガイドラインでは、不特定多数が触れられるような環境から食品を遠ざけることで、食品を守ろうという対策が取られてきた。そのため、食品の近くを不特定多数が触れることを前提としていること自体が、食品防御上の脆弱性と言える。食品の直ぐ近くを不特定多数が触れるという前提自体が、ロボット配膳システムの食品防御対策を困難にしている。

② 飲食店内で発生したトラブルに対して、販売代理店が関与できない点

飲食店でのロボット配膳システムのトラブルに関して、そのトラブル情報が飲食店で留まってしまい、販売代理店に情報が上がってこないことから、情報の集約が出来ずに総合的な対策につながらないという問題が発生している。飲食店の事例を販売代理店は情報共有して、どのようなトラブルがどのくらいの頻度で発生するのかを分析することで、トラブルの抑止につながるはずだが、エンドユーザーである飲食店から、販売代理店を通して製造企業にトラブル情報がボトムアップ式に流れる体制が必要である。ただ、機械トラブル等の製造企業に問題のある情報ではなく、飲食店で起こった人的な問題に関して、販売代理店まで情報共有する妥当性については疑問が残る。

飲食店内で発生したトラブルに対し

て、販売代理店が関与できないことが、食品防御対策を困難にしている可能性がある。

③ 省人化と人件費抑制のために導入したロボット配膳に、コストアップにつながる食品防御対策を付加できない現実

飲食店では慢性的なマンパワー不足が発生しており、マンパワーを確保するために人件費が高騰したことで、人から機械への移行につながっていった。ロボット配膳システムが急速に普及した背景には、初期投資は必要ではあるが、長い目で見た場合に、人件費が抑えられるというメリットが存在する。つまり、人材確保が困難になった飲食店で、機械化することで、マンパワー不足を解消して、なおかつ人件費も抑制するためにロボット配膳を導入していると言える。省人化・人件費抑制のためにロボット配膳を導入したはずなのに、食品防御対策として、ロボットを見守る人材を配置するという点では元も子もない。ロボットに監視カメラをつけるなどの対策も、カメラのみならず、ワイヤレス通信装置や記憶媒体などのコストが発生することになり、コスト削減の効果を相殺してしまう可能性がある。そのため、ロボット配膳を導入している飲食店ではコストアップにつながるような食品防御対策には躊躇してしまっている可能性がある。

④ 海外企業が開発した製品であるがゆえの仕様変更の難しさ

国内で導入されているロボット配膳システムのほぼ全てが、海外企業が開

発し、海外で生産されたものである。そのため、日本国内で発生したトラブルに対して、そのトラブル解消のための仕様の修正や変更につながらない可能性が大きい。海外のメーカーに対して、国内の飲食店の意見を取り組みながら、仕様変更などによって食品の安全性を保っていけるような関係性の構築が必要である。

D.考察

ロボット配膳システムにおいて、食品を不適切な取り扱いから、いかに守っていくべきだろうか。調査結果からいくつかの提案をすることができるだろう。

① 人の目の重要性

国内の飲食店ではマンパワー不足や人件費高騰の問題を解決するために、急速にロボット配膳システムが普及していった。ロボット配膳システムの普及により、飲食店の喫食フロアでは省人化が起こり、「給仕係の目」が少なくなった。この給仕係の目は、店内のサービスが十分に行き渡っているかを確認するだけではなく、客による不適切な行動を抑止するという役割を果たしてきた。ロボット配膳システムの導入という省人化によって、喫食フロアでのサービスは簡略化され、不適切な行動に対する監視の目がなくなってしまっている。

しかし、ロボット配膳システムの導入とサービスの簡略化は、必ずしもセットのものではない。ロボット配膳システムの導入により、配膳業務を行わずに、喫食フロアのサービスを専従とするスタッフを配置することで、食品を守るための

「人の目」を生かすことができる。

② 人の目に代わる観察

基本的には「人の目」による観察が重要であることには変わらないが、人の目に代わる観察装置もロボット配膳における食品防御対策につながると考えられる。例えば、配膳ロボットに監視カメラを搭載することや、AIによる異常の感知システムの搭載などである。これら、人の目に代わる観察装置の導入も不適切な行為から食品を守るための一定の対策にはなると考えられる。しかし、このような人の目に代わる監視システムを導入している回転寿司店等でも、トラブルは発生していることを認識しておく必要がある。

③ 触れる部分と触れない部分のゾーニング

現状のロボット配膳システムの一番の問題点は、運ばれる食品の直ぐ近くを不特定多数が触れることである。積み下ろしの利便性の確保のため、食品を配置する部分にカバーが取り付けられていることが少なく、食品が無防備な状況で喫食フロア内を行き来している状態である。通常触れる部分から食品を遠ざけるという対策が一番効果的ではあるが、配膳ロボットの大きさから考えてみると困難である。やはり、カバーをする、蓋をするといった方法で、食品を運ぶ部分と触れることのできる部分とを明確に区別する必要がある。

聞き取り調査では、利便性が悪いためにカーテン状のカバーを外した経験があるとの回答が得られていたが、多少

の利便性を失っても、食品の安全を守る対策が必要であろう。回転ずしチェーン店では、レーンを流れる食品のほとんどにカバーがつけられている。流れている寿司を取ってすぐに食べるということが出来なくなっており、利便性は失っているが、食品を守るための手段として、少なからず受け入れられている。

④ **トラブル情報の収集と食品を守るシステムの開発**

聞き取り調査の中で、気になったのが、店舗で発生したトラブル等が、販売代理店の耳に入っていないことであった。ロボット配膳システムでのトラブルを、各企業・各店舗で個別に処理しており、販売代理店や製造元に情報の集約がなされていないことが、食品防御対策が進まない一つの要因であると考えられた。どのようなシチュエーションにおいて、どのような不適切な行為があったのを集積していき、ロボット配膳システムを導入するすべての店舗で、類似したトラブルを防ぐための対策をとる必要がある。

トラブル情報の集積量が多ければ多いほど、トラブルシューティングマニュアルのような、個々の場面での効果的な対応の提案につながる。そのため、各企業や各店舗での処理ではなく、もっと大きな範囲での情報共有をする必要がある。

⑤ **海外企業に日本の食品防御の取り組みを知ってもらう**

日本に導入されているロボット配膳システムのほとんどが海外メーカーに

よるものであり、日本国内での意見が製品の仕様に反映されにくい状況にはあるが、トラブル情報の集約がなされ、システムとしての改善が必要であることを証明できれば、海外メーカーであっても、国内の食品防御対策に沿った仕様変更を行うと考えられる。そのためにも、ロボット配膳システムに対する食品防御対策ガイドライン等の作成が必要である。

E. 結論

ロボット配膳システムは、コロナ禍の3密対策や、飲食店のマンパワー不足といった要因が相まって、急速に普及した。そのため、ロボット配膳においては、食品防御に関する対策が追いついていないのが現状である。今後、このような新奇性のあるサービスは、次から次へと誕生して、新しいサービスとして定着していくはずである。

新しいサービスには、食品防御上の脆弱点があることを認識して、不適切な食品の取り扱いが起らないような対策をとっていく必要がある。

令和7年3月3日にウェブニュースサイトである「J-CAST」にロボット配膳システムに対する喫食客による迷惑行為についての記事が配信された。飲食提供の方法が多様化し、新しいシステムが次から次へと登場する中で、食品を守る食品防御についても、登場する新しいシステムに合わせて、ガイドラインのアップデートや問題発生の根本原因となる要因についての検討をしていく必要がある。

F.健康危機情報

なし

G.研究発表

1.論文発表

なし

2.学会発表

長田瑞花、吉田小春、多川優也、神奈川芳行、今村知明、加藤礼識.「客の不適切な食品の取り扱いの責任を飲食店が負わなければならないのは何故か」. 第 83 回日本公衆衛生学会. 2024 年 10 月. 札幌.

平子ほほみ、長田瑞花、吉田小春、神奈川芳行、今村知明、加藤礼識.「飲食店におけるロボット配膳システムの普及と食品防御上の脆弱性」. 第 83 回日本公衆衛生学会. 2024 年 10 月. 札幌.

吉田小春、長田瑞花、多川優也、平子ほほみ、神奈川芳行、今村知明、加藤礼識.

『「バイトテロ」・「客テロ」を防ぐための食品防御対策』. 第 83 回日本公衆衛生学会. 2024 年 10 月. 札幌.

H.知的財産権の出願・登録状況

1.特許所得

なし

2.実用新案登録

なし

3.その他

なし