

冷凍自動販売機「FROZEN STATION」

“Frozen Station” Frozen Food Vending Machine

福田 勝彦 FUKUDA, Katsuhiko

岩子 努 IWAKO, Tsutomu

中西 寿一 NAKANISHI, Toshikazu

近年の生活様式の変化により中食市場が急成長しており、中でも冷凍食品は冷凍技術の進展による味の向上と、食品ロス問題への解決手段としての期待からニーズが高まりつつある。今回さまざまなロケーションにおいて、店舗の商品を非対面かつ 24 時間販売可能な冷凍自動販売機「FROZEN STATION」を開発した。大型商品の収容数で業界最多となる 70 個を実現しつつ、さまざまな形態の冷凍食品に対応した収納構造と搬送技術により、落下姿勢を制御することで商品の姿勢を安定化させた。また、搬送シュータ形状の最適化により搬送抵抗を低減し、安定した商品搬送を可能にした。

The market for home meal replacements has been growing rapidly due to changes in lifestyles, and in particular, frozen foods are increasingly in demand for their improved flavor provided by freezing technology advancement and as promising means of solving the problem of food loss. Fuji Electric has developed the “Frozen Station” frozen food vending machine, which can sell products in stores at various locations 24 hours a day without face-to-face interaction. While achieving the industry’s largest storage capacity capable of stocking 70 large-sized products, the storage structure and conveyance technology for various forms of frozen products stabilize the posture of the products by controlling the posture during dropping. In addition, by optimizing the shape of the conveyance chute, the conveyance resistance is reduced, enabling stable conveyance of goods.

① まえがき

新型コロナウイルス感染症の影響により生活様式が変化し、中食の需要が増加している。中でも、国内の家庭用冷凍食品の工場出荷額は 2021 年に過去最高を更新し、冷凍食品市場の年平均成長率は 2030 年まで 8.37% と予想されている。その背景には、冷凍技術の向上によるおいしさと、SDGs（持続可能な開発目標：Sustainable Development Goals）にもつながる食品ロス問題解決の手段として冷凍食品が消費者から注目されていることが挙げられる。この状況に対し、外食産業を担ってきた飲食店では、コロナ禍による店舗内での飲食の敬遠や営業時間短縮による売上減少への対策として、今まで店舗内で提供していた商品を冷凍食品の形にして販売するニーズが高まってきた。富士電機では、このような消費者の嗜好（しこう）の変化に応じて、店先などのさまざまなロケーションにおいて、冷凍食品を非対面かつ 24 時間販売可能な自動販売機を開発した。本稿では、この冷凍自動販売機「FROZEN STATION」について述べる。

② 飲食店向け冷凍自動販売機における課題

今回開発した冷凍自動販売機は、飲食店がこれまで店舗内で提供していた商品（料理）の新たな販売チャネルとして、冷凍した商品を販売する用途を想定している。販売する冷凍食品は飲食店が自ら用意するものになるので、その形状、大きさ、重さは多種多様になる。また、商品の容器には図 1 に示すフードパック容器を用いる場合が多いと想定される。したがって、今回の冷凍自動販売機は多様な形態の商品を扱うことができる収納構造や搬送機構を持つ必要がある。さらに、一度になるべく多くの商品を収納でき

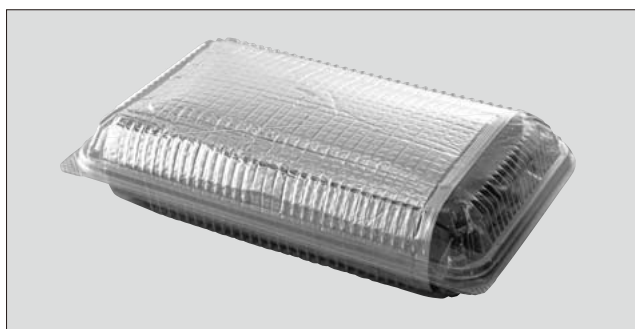


図 1 フードパック容器

るようにすることが、この冷凍自動販売機においても重要である。売切れによる販売機会の損失を減らすことや、商品を補充する頻度を下げることにつながるためである。

また、この冷凍自動販売機の運用は、導入した飲食店が自ら行くと想定される。自動販売機の取扱いに不慣れな人でもスムーズに運用できるようにすることも重要な課題といえる。

③ 冷凍自動販売機「FROZEN STATION」の特徴

3.1 概要

FROZEN STATION の外観を図 2 に、仕様を表 1 に示す。製品の外形寸法は、自社製品であるアイスクリーム自動販売機をベースにした標準的なサイズであり、庫内容積を確保しつつ一般的なロケーションに設置可能である。

3.2 多様な商品に対応した収納構造

収納構造の検討に際し、まず、フードパックや市販されている冷凍食品を調査し、販売対象商品サイズを幅 150～230 mm、奥行き 100～155 mm、高さ 41～51 mm



図2 「FROZEN STATION」

表1 「FROZEN STATION」の仕様

項目	仕様
型名	FFS107WFXU1
外形寸法	W1,161×D836×H1,830 (mm)
販売種類	7セレクション 10選択ボタン
収容可能な商品質量	500 g以下
製品質量	330 kg
照明	LED
設置環境	屋内および屋外設置可能
商品保管温度	-23 ~ -19℃
消費電力量	2,500 kWh/y

表2 販売対象商品の仕様

項目	仕様
1コラム最大収容数	10個
幅	150 ~ 230 mm
奥行	100 ~ 155 mm
高さ	41 ~ 51 mm
最大対角	250 mm以下
質量	1ラック合計 4,000 g以下 かつ 1個500 g以下

とした。販売対象商品の仕様を表2に示す。

パスタ、ラーメンなどの大型の商品の販売も想定し、種類数、収容数を十分に確保するために効率的な収納となることを重視したラック構造とした。図3に縦シングルスパイラル方式のラック構造を示す。大型の冷凍食品を効率的に収容可能な方式として、アイスクリーム自動販売機で実績のあるラック構造をベースに、直径110 mmの大径スパイラルをラック奥側に配置することで、ラックの左右方向ではスパイラルの固定部品などを持たないスリムな構造とし、ラック内への収容個数は10個を確保した。

図4にラック配置を示す。ラックを幅方向にスリムにしたことで、大型商品を対象としつつも横方向に4コラムを配置し、計7コラムの構成とすることができた。これにより冷凍のパスタや惣菜など想定される大型商品の収容

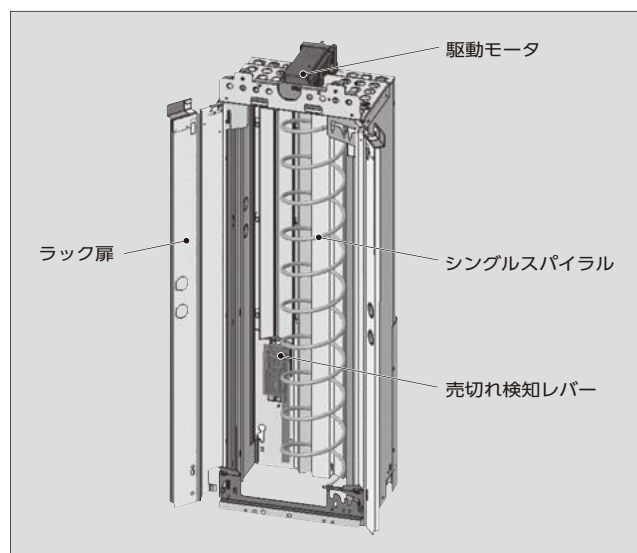


図3 縦シングルスパイラル方式のラック構造

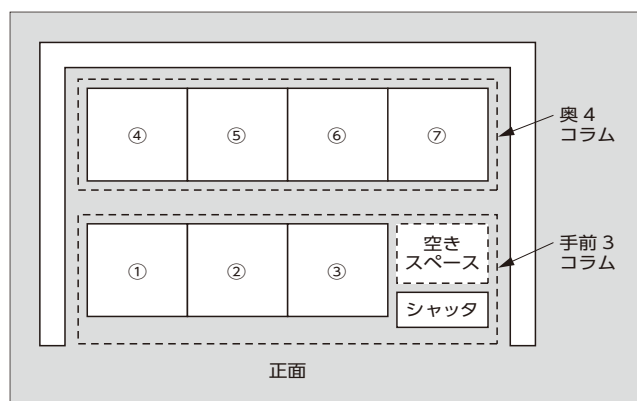


図4 ラック配置（上から見た図）

数として、業界最多となる70個を実現した。

多様な容器寸法・形態に対して、ラック内での商品の脱落を防止し、商品サイズに関わらず安定した搬送を実現するために、ラック幅を調整する可動式の仕切り板（アジャスタ）を設けた。仕切り板による調整例を図5に示す。さまざまな大きさの商品をラック内で安定に保持するため、商品幅に応じてラックの内幅を6段階に調整できる。仕切り板を付け直すなどの煩わしい操作が不要なスライド動作で容易に調整できるアジャスタ構造を採用した。また、商品奥行きへの対応は、軽量のアタッチメントを扉側に着脱する方式とし、2段階の調整が可能な構造とした。これらの機構により寸法が異なる容器も安定して収納できる。

商品の高さについては、標準設定のスパイラルにおいて仕様に定めた寸法範囲の商品を収納できるが、この範囲外の高さの商品を扱うことができるように、商品の高さに応じた間隔のスパイラルをオプションで用意している。

これらにより、さまざまなサイズの商品を収納できる機構を実現した。

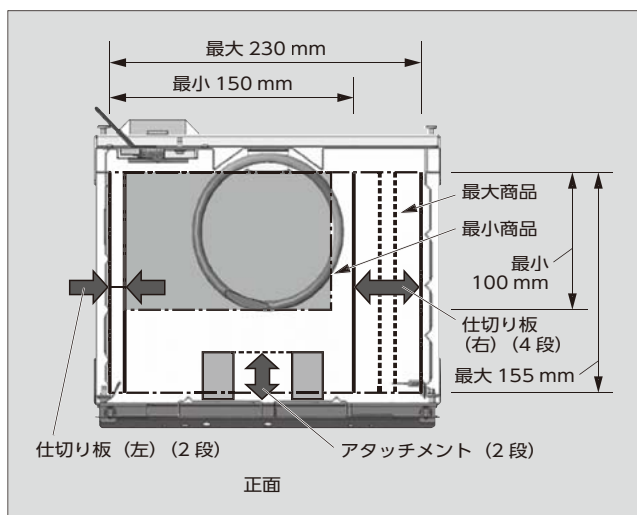


図5 仕切り板による調整例

3.3 商品を確実に搬出する機構

(1) スパイラルラック機構

先に述べたように、商品を収納するラック構造として、商品補充作業が容易な縦スパイラル方式を採用している。縦スパイラル方式は、搬送部であるスパイラルが回転し、下方向に商品を押し出すものであり、シングルスパイラル方式〔図6(a)〕とツインスパイラル方式〔図6(b)〕がある。ツインスパイラル方式は図6(b)のように左右のスパイラルに商品の両端を挿入し商品を水平に保持するため、販売時の商品の落下姿勢を制御しやすいが、スパイラルを2本搭載するために、ラック幅が商品より大きくなる。シングルスパイラル方式では商品をスパイラルに沿って斜めに装填するため、ラック幅を小さくすることができ、自動販売機の庫内平面に対し収容効率を高めることができるため、今回はシングルスパイラル方式を採用した。

この方式では、商品が長方形の場合には、商品を搬出する時に長手方向に直立して落下し、直立状態のまま商品が詰まってしまう恐れがあった。その防止策として、ラックの下に姿勢制御ガイドを2層に設け、商品の長手方向へ

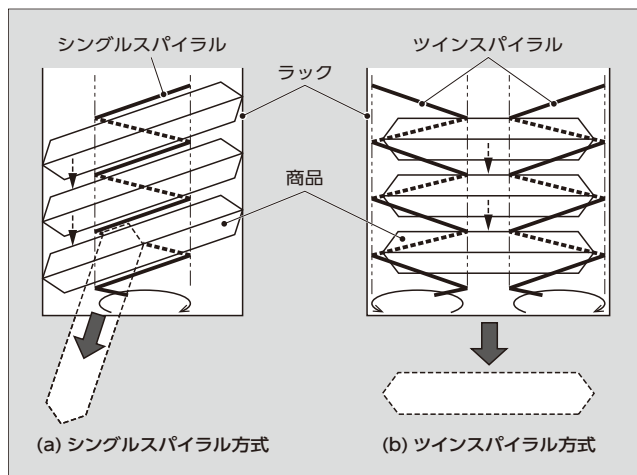


図6 ラックと商品搬出挙動（正面から見た図）

の落下を抑制する一次ガイドと短手方向に落下する姿勢を整える二次ガイドを設け、商品の落下姿勢を制御する機能を持たせた。図7に商品の搬出における姿勢制御を示す。このようにして商品が搬送シュータに着地した時の姿勢を制御し、大型商品に対して収容効率の高いシングルスパイラル方式を用いて商品の詰まりが起きない信頼性の高い搬出機構を実現した。

(2) 搬送シュータ

図8に搬送シュータを示す。ラック機構から落下した商品は搬送シュータに受け止められる。搬送シュータは左右前後の各ラックから搬出された商品を中央部に引き寄せ、前方への傾斜により取出し口に搬送する機能を持っている。構造としては、低温用樹脂で一体成型し、低摩擦でシームレスな三次元曲面の構造で構成することで引っ掛かりなどによる商品詰まりを防いでいる。しかし、商品の大型化に伴い搬送シュータの通路を拡大すると、曲率の緩い中央部エリアが広くなるため商品が滑り落ちずに滞留してしまうことが懸念された。搬送シュータの表面に凹凸を設けて商品との接触面積を減らすと、摩擦力が減り、緩やかな斜面でも商品を滑らせることができる。商品が停滞せずに滑ることができる商品の重量と接触面積の関係を実験的に求めて、凹凸形状の設計に反映した。

この凹凸形状は配置する方向にも配慮する必要がある。商品の搬送方向に段差ができるように凹凸を配置する

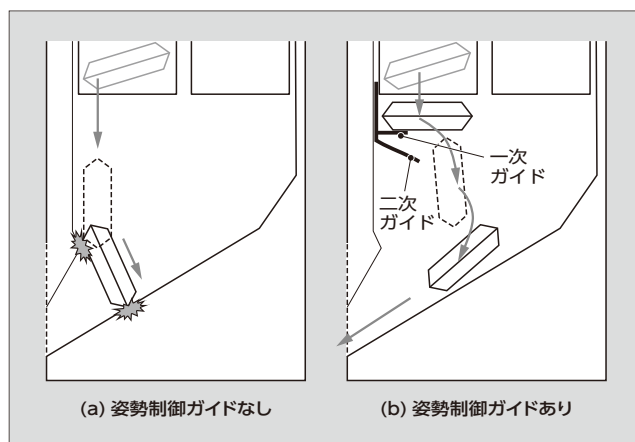


図7 商品の搬出における姿勢制御

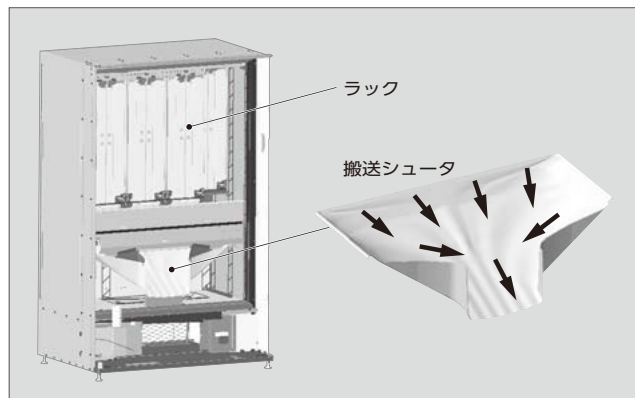


図8 搬送シュータ

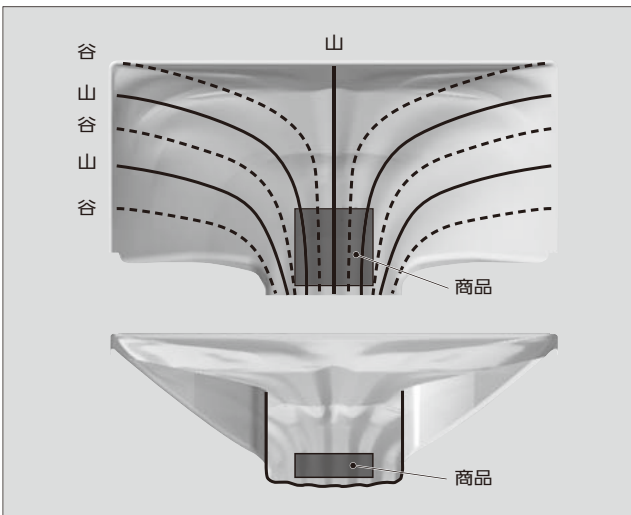


図9 搬送シュータ凹凸の配置



図10 ラック搬出後の商品落下挙動

と、商品が引っ掛かる要因となる恐れがある。そこで、搬送シュータのベース面に対して商品が流れる軌跡を調査し、商品が滑り下りる動きを妨げないように軌跡に沿って凹凸を配置し、求めた接触面積比率を緩やかな曲面で構成するように凹凸のピッチを決定した。図9に設計した搬送シュータ凹凸の配置を示す。これにより、軽量の袋商品でも摺動可能な搬送シュータ形状を実現した。搬送シュータの接触面積は、従来比で1/10に低減しており、結露などの滑りを妨げる要因がある悪条件下でも安定した商品搬送を可能にしている。

図10にラック搬出後の商品落下挙動を示す。

3.4 自動販売機運用支援サービス

今回開発した冷凍自動販売機には、運用を支援するサービスを提供する仕組みとして、自動販売機の状態を外部に通知する通信ユニットを搭載している⁽³⁾。この仕組みを使うと、商品ごとの売上げを現場に足を運ぶことなく遠隔で確認できるので、自動販売機への商品補充を1回の訪問で済ませることができる。

また、自動販売機に不慣れな方が運用した場合には、装填の仕方や設定ミスによる販売トラブルやつり銭切れなどが懸念されるが、このようなトラブルが起きると即時にメール通知する機能を備えているので、速やかな対策につなげることができ、販売機会の損失を最小限に抑えることができる。

4 あとがき

冷凍自動販売機「FROZEN STATION」について述べた。本開発により新たな商品形態である冷凍食品の自動販売機を上市し、これによりこれまで店舗で提供していた商品を無人で販売する新たな手段を提供できた。今後は、さらなる容器の多様化に対応できる機材の開発を行い、冷凍食品の自動販売機の市場拡大に貢献できるよう努めていく所存である。

参考文献

- (1) 一般社団法人 日本惣菜協会. “2021年度版 惣菜白書”. <https://www.nsouzai-kyoukai.or.jp/wp-content/uploads/hpb-media/hakusho2021-digest-3.pdf>. (参照 2022-09-02).
- (2) 一般社団法人 日本冷凍食品協会. “品目別国内生産量推移”. <https://www.reishokukyo.or.jp/statistic/quantity-item/>. (参照 2022-09-02).
- (3) 片山修吾ほか. オペレーション業務の効率化に貢献するIoT・AIを活用した自動販売機運用サービス. 富士電機技報. 2021, vol.94, no.3, p.151-156.



福田 勝彦

自動販売機の販売機構の開発に従事。現在、富士電機株式会社食品流通事業本部三重工場開発部担当課長。



岩子 努

自動販売機の販売機構の開発に従事。現在、富士電機株式会社食品流通事業本部三重工場開発部主任。



中西 寿一

自動販売機の販売機構の開発に従事。現在、富士電機株式会社食品流通事業本部三重工場開発部。



＊本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。