

新しい価値を創造する 富士電機の商品流通の現状と展望

Fuji Electric's Food Distribution Creating New Value: Current Status and Future Outlook

石橋 剛信 ISHIBASHI, Masanobu

① まえがき

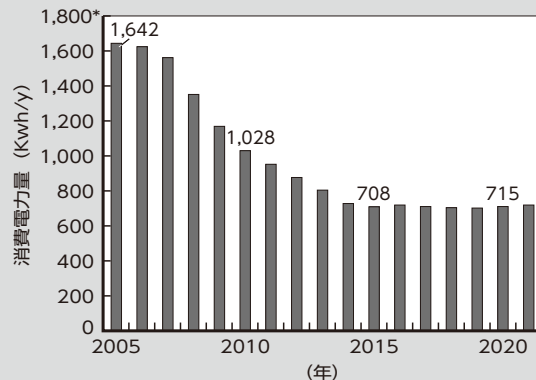
日本の自動販売機の歴史は、1904年に登場した切手と葉書の自動販売機から始まったといわれており、その約60年後の1962年に国外の飲料メーカーが日本に進出してきた。富士電機は1965年に牛乳ベンダの製造発売を開始し、1970年の大阪万博においてカップ式コーヒー自動販売機を設置した。これを機に自動販売機は飲料メーカーの売上拡大の一翼を担う製品として日本の高度経済成長と相まって成長してきた。小売店舗向けには、1973年にオープンショーケースを発売以降、売り場を構成する製品としてお客さまの売上拡大を支えてきた。

SDGs（持続可能な開発目標：Sustainable Development Goals）の達成やカーボンニュートラルの実現に向けた世界的な環境保護の流れ、さらには人口減少やコロナ禍などの社会環境の変化により、企業には環境保護や社会貢献が強く求められるようになっていく。

富士電機は、お客さまの売上拡大や環境保護に貢献するべく、市場変化に対応する技術の獲得に取り組んでいる。本稿では、これらの新技術や新製品など新しい価値を創造する富士電機の商品流通の現状と展望について述べる。

② 地球環境保護に対する貢献

政府が宣言した2050年のカーボンニュートラル実現の目標達成に向けて、富士電機の顧客もそれぞれの環境目標を掲げて再生可能エネルギーの利用拡大や省資源化に取り組んでいる。その中でも省エネルギー（省エネ）は、昨今の電力料金の高騰に伴うランニングコストの上昇を抑制する効果もあることから最大の



*数値は加重平均値
出典：一般社団法人 日本自動販売システム機械工業会

図1 飲料自動販売機1台当たりの年間消費電力量の推移

関心事となっている。

2.1 飲料自動販売機のヒートポンプ技術^(*)

飲料自動販売機1台当たりの年間消費電力量の推移を図1に示す。年々低下する傾向にあった消費電力量が2015年以降は停滞しており、さらなる省エネが求められていた。飲料自動販売機では、庫内の加熱と冷却を同時に行うためにヒートポンプを用いている。富士電機はこのヒートポンプの省エネに取り組んできた。

飲料自動販売機のヒートポンプの仕組みを図2に示す。屋内、屋外を問わずさまざまなロケーションに設置される飲料自動販売機は、外気温度をはじめ、商品収容数や売行き状況などさまざまな要因によりヒートポンプの負荷が変動する。また、季節に応じて庫内の一部を冷却から加熱に切り替える運転も行われる。これらの条件の下で最適な効率となるようにヒートポンプの運転方法を調整し、年間を通じて最大の省エネ効果が得られる制御技術を開発した。

(*) ヒートポンプ

ヒートポンプは、低い温度部から高い温度部に“熱”をくみ上げる。これにより低い温度部はより低く、高

い温度部はより高くなる。この原理は、冷蔵庫やエアコンでも使われている。室内機と室外機の間で冷媒により熱を移動させ、空気を冷やしたり暖めたりする。

ヒートポンプは圧縮機の仕事量以上の熱量を移動することができるので、効果的な省エネルギーの手段として注目を集めている。

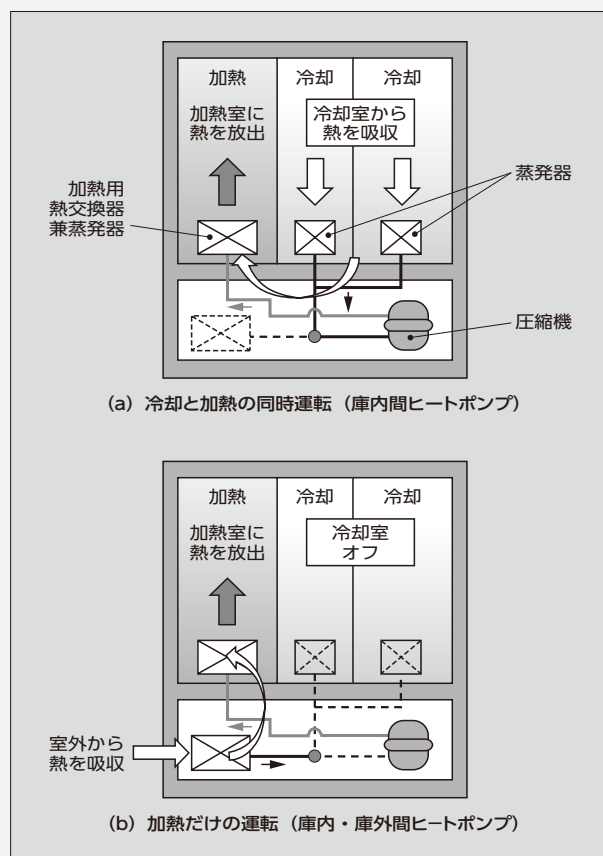


図2 飲料自動販売機のヒートポンプの仕組み

ヒートポンプは、加熱と冷却のバランスが取れた状態で運転しているときに最も効率が高くなる。外的要因により加熱側の負荷が高くなる場合には、ヒートポンプの熱交換器における冷媒の蒸発温度と凝縮温度を調整して、負荷に対する性能が加熱側と冷却側とで同等になるように制御する。

このヒートポンプ同期制御を最優先に適用して運転することにより、図2(b)の庫内・庫外間ヒートポンプを不要とし、省エネを可能にした（“飲料自動販売機のヒートポンプ適用技術”、128ページ参照）。

2.2 ショーケースの省エネルギー技術

スーパーマーケットやコンビニエンスストアの店舗内で使われる設備の中で、商品を適切な温度に保冷するショーケースは、商品陳列部分が開放されていることから外気の影響を受けやすい。このため、密閉された庫内を冷却する冷蔵庫などと比べて多くのエネルギーを消費する。したがって、ショーケースの省エネが重要な課題となる。

一般にショーケースは、冷凍機の設置場所の違いから、二つに大別される。一つは内蔵ショーケースと呼ばれ、ショーケース内部に冷凍機を搭載し、その冷凍機により陳列された商品を冷却する。もう一つは、別置ショーケースと呼ばれ、図3に示すように店舗外に

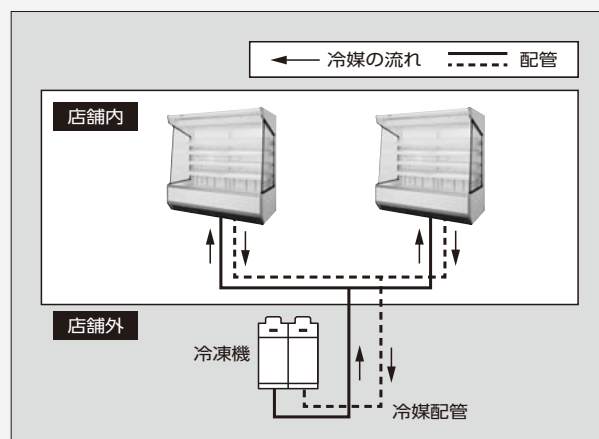


図3 別置ショーケース

冷凍機を設置し、店舗内の複数のショーケースと接続する。

別置ショーケースは現地で配管施工するため、配管の長さや屈曲具合が店舗ごとに異なり、配管内に封入する冷媒量がばらつきやすく、最適化するのが難しかった。そこで、現場で容易に使用でき、配管容量に応じて最適な冷媒封入量を算出するツールを作成し、展開した。施工時の冷媒封入量を最適化し、店舗全体の省エネ効果を高めることができた。

また、従来の機械式膨張弁では難しかった運転条件の最適化を実現できる電子膨張弁を用いた制御システムを開発した（“ショーケースの省エネルギー技術”、147ページ参照）。

2.3 店舗対応省エネルギーシステム

2.2節で述べたとおりショーケースは外気の影響を受けやすく、また、店舗内の機器は互いに影響を与え合う存在でもある。このため、機器ごとの効率化ではなく、店舗全体として省エネできる運転を行うことが重要である。さらに、来店者が感じる快適性を確保することも必要である。例えば、夏季に空調の設定温度を高めれば、省エネには有効であると一般的に認識されているが、来店者の快適性を損ない、売上げに影響する恐れもあるので、省エネと快適性を両立することは容易ではない。そこで、実際の店舗において省エネに影響する因子を抽出し、快適性との関係を分析した。快適性の定量化には予想平均温冷感申告（PMV：Predicted Mean Vote）と呼ばれる指標を用いて、省エネと快適性の両立を目指して、冷凍設備や空調だけでなく外気導入も利用することについて検討した（“店舗における省エネルギーの施策”、151ページ参照）。

③ 国内の市場変化への対応

少子高齢化と人口減少が続く基調の下で、小売業界

においても売上げの確保と省人化・省力化が課題である。これに加えてコロナ禍が市場環境を一変させ、既存のビジネスに大きな打撃を与えた一方で、非対面での販売など新たなニーズも生まれている。この大きな変化の中に好機を見出すことが求められている。

3.1 新しい自動販売機の付加価値サービス

富士電機は、これまで自動販売機を運用する事業者向けに運用効率の改善を支援する“自動販売機運用サービス”を提供してきた。昨今のSDGsへの貢献を求める機運の高まりを受け、運用事業者各社においても労働環境の改善や食品ロスの削減などの課題への取り組みを一層強めている。これらの課題を解決するとともに売上拡大も可能とする新たな機能を拡充したサービスを2020年から順次提供している。

これらのサービスを提供するための基盤として、自動販売機に通信端末ユニット(MCU: Multi Communication Unit)を搭載している(図4)。このMCUを利用する新たなサービスとして、販売価格の表示を自動的に更新する“ダイナミックプライシング”、自動販売機の設定などの操作をスマートフォンアプリで行う“スマホリモコン”、さらに、キャッシュレス決済を安価な導入コストで実現できる“新QRコード決済”^(注)を開発した。これまで作業が行っていた、自動販売機の設置場所を巡回しての商品補充や代金回収、商品の切替えに伴う価格表示の変更といった作業を軽減できる。また、賞味期限が近付いた商品を値引きして売り切ることが容易に実施できる(“自動販売機運用サービスの拡充”、123ページ参照)。

3.2 コンビニエンスストアにおけるネットワーク化

コンビニエンスストアのような店舗では、市場の変



図4 通信端末ユニット

〈注〉QRコード: 株式会社デンソーウェーブの商標または登録商標

化に対応した新商品や新機材の導入を続ける一方で省エネも求められている。さらに少子高齢化に伴う労働力不足への対応も大きな課題となっていて、省エネと同時にオペレーションの省人化・省力化も図る必要に迫られている。富士電機では、店舗機器をネットワーク化して店舗の運営を支援するシステムを提供している。

一例として、店舗コントローラを用いたシステムの構成を図5に示す。このシステムを通じてショーケース本体や冷凍機の稼働状態を監視・分析することにより、冷凍機の省エネ制御が可能になるだけでなく、機器の異常の兆候を検知して予知保全を実現することができる(“店舗向けネットワークサービス”、144ページ参照)。

3.3 「とろみ給茶機」

高齢化が進む国内では、介護が必要な要介護者が増加する一方で、介護サービスを担う労働力の不足が深刻化している。例えば、要介護者は食事を摂る際に誤嚥(ごえん)を起こしやすいため、提供する飲料にはとろみをつけて飲み込みやすくする対策が取られている。このとろみ飲料は要介護者の状態に合わせて用意する必要があるため、その調理には多大な労力を要していた。

そこで富士電機は、カップ式自動販売機で培った技術を応用し、とろみ飲料を調理するカップミキシング式自動給茶機「とろみ給茶機」を開発した(図6)。簡単な操作で利用者一人一人の状態に合わせたとろみ飲料を手間なく作ることができ、さらに最小限のメンテ

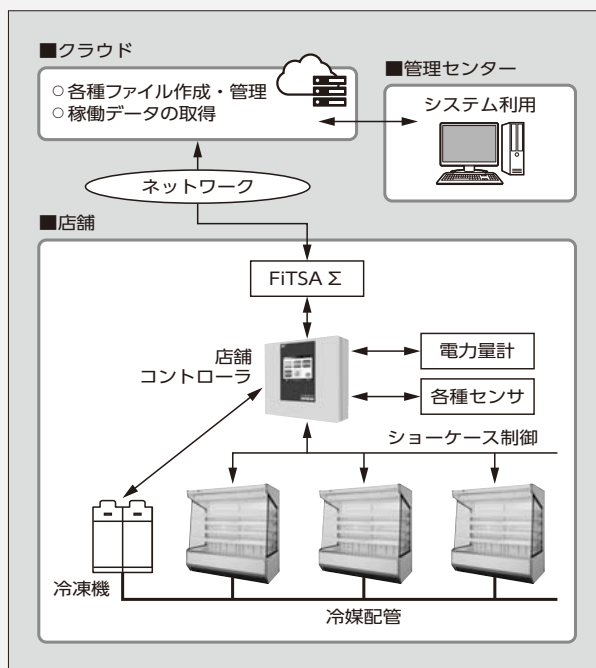


図5 店舗コントローラを用いたシステムの構成図



図6 「とろみ給茶機」

ナンスで運用できるように工夫されているので、とろみ飲料の提供に要していた介護者の負担を軽減できる（“カップミキシング式自動給茶機「とろみ給茶機」”、136 ページ参照）。

3.4 冷凍自動販売機

コロナ禍により生活様式が変化し、中食市場が急成長している。中でも冷凍食品は、冷凍技術の発達による品質の向上とともに、賞味期限が長いことから食品ロスを解決する手段として SDGs の面からも注目されている。

また、外食業界ではコロナ禍による外出制限や営業時間の短縮、非対面志向の広まりによって売上げが減少しており、これを挽回する新たな販売手段として自動販売機が有力視されている。

そこで富士電機は新しい冷凍自動販売機「FROZEN STATION」を開発した（図7）。多種多様な商品を販売できるスパイラルラックを搭載し、庫内スペースを有効活用して大型商品の収容および収容数の増加を



図7 冷凍自動販売機「FROZEN STATION」

実現した。また、シミュレーションにより搬出される商品の挙動を解析し、商品を確実に取り出すことができる搬出機構を開発した。さらに、自動販売機の操作や運用に不慣れな方でも安心して扱えるように、運用支援サービスも用意している。今まで自動販売機を運用したことのない顧客に向けた商材であり、自動販売機による冷凍食品市場の拡大につながることを期待している（“冷凍自動販売機「FROZEN STATION」”、132 ページ参照）。

④ さらなる成長に向けた挑戦

国内外に向けた、その他のソリューションについて述べる。社会課題の解決や顧客の利便性向上など新たな価値を生む研究開発に取り組んでいる。

4.1 グローバル汎用自動販売機

東南アジア（タイ、マレーシア、シンガポール、インドネシアなど）においては、既に1万台以上の食品自動販売機が設置されている。近年はコンビニエンスストアチェーンが自動販売機の運営に参入し、さらにさまざまな飲料や食品の販売需要が増加傾向にある。この地域で販売される缶・ペットボトルの形状は国内とは比較にならないほど種類が多く、国内向けの飲料自動販売機では取り扱うことができない。また、台湾では、病院での医薬品の払出しに自動販売機を利用することが検討されている。薬剤師の人為的ミスの防止と、医薬品の定温保管に有用と期待されたためである。

そこで富士電機は、さまざまな形状の商品を多数収納できて、柔らかい商品でも中身が形崩れを起こさずに販売できる商品搬送機構を搭載した自動販売機を開発した（図8）（“グローバル汎用自動販売機「FGG160DCY」”、140 ページ参照）。



図8 「FGG160DCY」

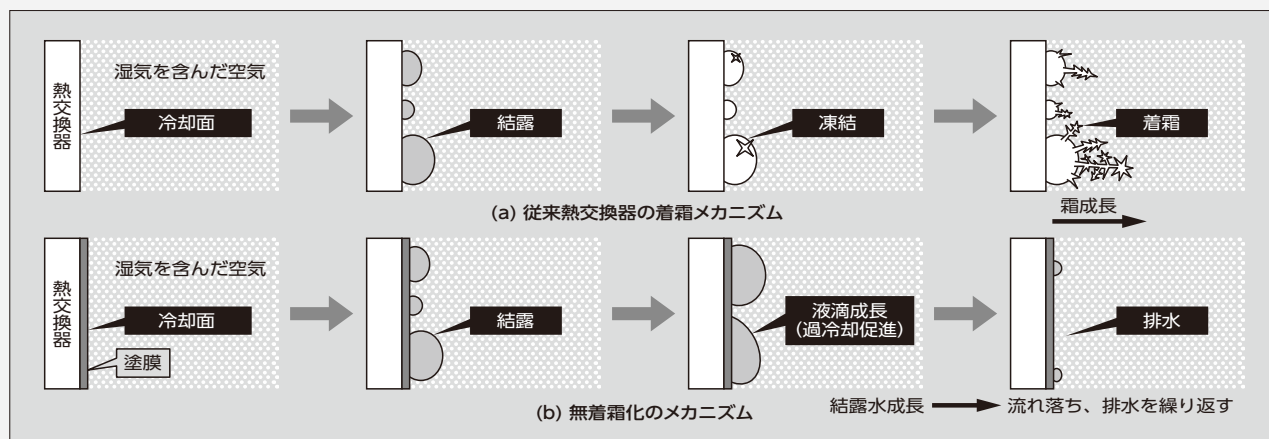


図9 無着霜化のメカニズム

4.2 エッジデバイス

普及が進むIoT（Internet of Things）システムは、便益のさらなる向上のためにリアルタイム性への要求が強まっていることから、従来のクラウド中心の構成から、エッジデバイス側での処理を高度化した構成へと変化しつつある。

そこで富士電機は、多様なニーズに応えるために、新たなIoTプラットフォームの要件を定義し、これを実現するためのソフトウェアアーキテクチャを追求したエッジコンピューティング用の端末、すなわちエッジデバイスの基盤技術を開発した。

多様なニーズに応える柔軟性とアプリケーション開発の期間短縮を可能にするため、OSS（Open Source Software）を活用したソフトウェアを採用した。ハードウェアはコネクティビティを強化した構成とし、有線と無線の両方を利用できる。将来のアップデートを容易にするため、機能モジュールの構成を工夫した。セキュリティソフトを標準搭載しており、安全に使用できる（“次世代エッジデバイス基盤開発とその適用”、159ページ参照）。

4.3 熱交換器の無着霜化技術

ショーケースや自動販売機だけでなく、冷蔵庫など対象物を冷却する機器には、熱交換器が使われている。熱交換器の内部を循環する冷媒の気化熱を利用して機器の庫内を冷却する。動作中に低温になる熱交換器の表面には空気中の水分が結露し、これが0℃以下に冷却されると凍結して霜に成長し、熱交換の効率を低

下させる。これまでは、霜を除去するには、熱交換器の表面をヒータで加熱する方法が採られており、これに必要なエネルギーを余分に消費しなければならなかった。

図9に無着霜化のメカニズムを示す。熱交換器表面に特定の材料を塗布することで過冷却促進（凍結の起点となる水核の作用を妨げること）ができ、結露した水分が凍結せずに成長して自重で流れ落ちるので、霜が発生しない。これまでは必要だった除霜に費やすエネルギーを不要とする技術の研究開発を進めて、ショーケースや自動販売機のさらなる省エネの実現を目指している（“機能性塗料による熱交換器の無着霜化技術”、155ページ参照）。

5 あとがき

新しい価値を創造する富士電機の食品流通の現状と展望について述べた。市場環境は今後も、より速いスピードで変化し、グローバルでの環境に配慮した経営が重視される。

食品流通のコア技術である冷熱、メカトロニクス、IoT技術をさらに向上させ、この市場変化に迅速に対応し、新しい価値を提供し続けていく所存である。



石橋 剛信

自動販売機、店舗流通機器の研究開発に従事。
富士電機株式会社食品流通事業本部三重工場
副工場長。



＊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。