F シリーズ缶・ボトル飲料自動販売機

八井　弘二（はちい　こうじ）　斉藤　嘉一（さいとう　よしかず）　前川　智律（まえかわ　とものり）

1　まえがき

缶・ボトル飲料自動販売機は，2003 年 12 月時点で，日本全国の屋内や屋外に約 219 万台が設置されている。缶・ボトル飲料自動販売機は，ペット（PET：Polyethylene Terephthalate）容器や缶や瓶に入った清涼飲料，コーヒー，お茶などを，冷やしたり温めたりして販売しており，多くの利用者に利便性を提供している。一方，運用面では飲料メーカーや，オペレーターと呼ばれる運用事業者あるいは自動販売機設置先の店舗の担当者により，販売商品の補充や変更，現金の回収やつり銭の補充が行われている。

このたび富士電機は新しいシリーズとして，利用者が利用しやすく，運用する人が操作しやすく，地球に優しい「F シリーズ缶・ボトル飲料自動販売機」を開発したので，その概要を紹介する。

2　缶・ボトル飲料自動販売機の課題

2.1　多様な新商品の販売

容器を軽量化した商品や小容量の商品など，新しい容器を使った商品が次々に発売されているが，それらをより多く，缶・ボトル飲料自動販売機（以下，缶自動販売機と略す）で売れるようにすることが求められている。

2.2　利用者に優しい自動販売機

缶自動販売機は，子供から老人まで幅広く利用されているので，利用者が使いやすいように，表示が分かりやすいこと，現金を入れやすいこと，商品を取り出しやすいこと，衛生的であることなどが求められている。さらに近年は，音声によるガイド機能などの充実や電子マネー対応なども強く求められている。

2.3　運用費の削減

缶自動販売機の運用事業者は，缶自動販売機を購入して運用し，廃棄するまでの経費の削減を求めている。特に運用において，商品の補充や，商品を変更するときの商品収納・搬出機構（ラック）の設定変更，商品づまりの解消，扉の部品や冷却ユニットのメンテナンスなどに多くの経費が発生している。この運用費の削減が課題となっている。

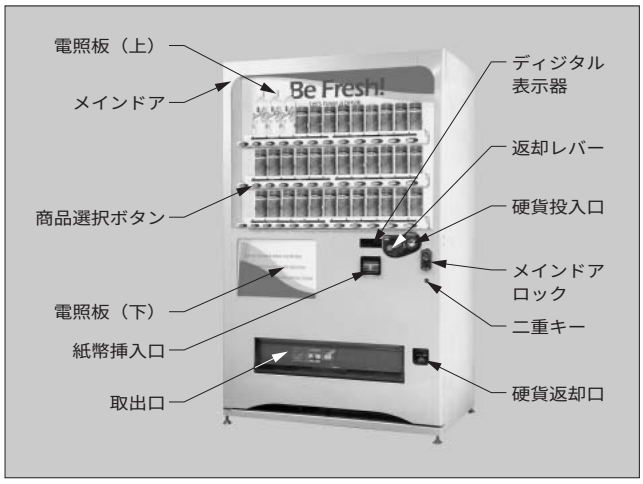
2.4　地球に優しい自動販売機

自動販売機が消費する電力は地球温暖化を促進し，鉛などの物質の使用は廃棄後の環境汚染を増大させる。設置台数が多い缶自動販売機に対する社会的要請として，省エネルギーはもちろん，脱フロン化や鉛フリー化など環境に配慮した物質を使用することが求められている。

3　F シリーズ缶自動販売機の構造と特徴

図 1 に F シリーズ缶自動販売機の外観イメージを示す。缶自動販売機の構造は，①商品を展示し，消費者が対面し現金を投入し，商品やつり銭を受け取るための扉部，②商品を収納し搬出するラック部，③商品を冷却したり加温したりする本体部，④商品の販売や商品の温度を制御する電装部の 4 ブロックに分類できる。**図 2** に缶自動販売機の扉を開けた内部の名称を示す。

図 1　F シリーズ缶自動販売機の外観



八井　弘二

缶自動販売機の開発に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社製造統括本部三重工場開発第一部グループマネージャー。

斉藤　嘉一

缶自動販売機の開発に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社製造統括本部三重工場開発第一部アシスタントマネージャー。

前川　智律

自動販売機の開発設計に従事。現在，富士電機リテイルシステムズ株式会社製造統括本部三重工場制御開発部アシスタントマネージャー。

3.1　利用者に優しい機構

3.1.1　紙幣の挿入口

紙幣挿入口の表面には，風雨やほこりの侵入を防止するための透明なシャッタがある。このシャッタの開き角度を拡大して，利用者が紙幣を挿入するときに，より紙幣を入れやすい構造とした。また，紙幣の挿入操作では，従来は紙幣識別装置の挿入口に紙幣を上下左右に動かして合わせて挿入する必要があった。これを解消するために，紙幣挿入口の下方に若干傾斜のある平面部を設け，紙幣をこの平面部に載せて奥に押すことで簡単に紙幣が紙幣識別装置に取り込まれるようにした。**図３**に缶自動販売機の紙幣挿入口の従来構造と新構造の比較を示す。

3.1.2　商品選択ボタン

利用者に優しい機能として，表示部が大きく視認性を向上させた商品選択ボタンを開発した。**図４**に商品選択ボタンを示す。表示部を大幅に大きくしたことにより，販売待機時のイルミネーション表示についても従来に比べ集客力のある表示効果が得られた。

さらに「押す」部分を大型化して操作しやすくするとともに，商品が加温途中または冷却途中であることを示す「準備中」ランプ表示を搭載し，「売切れ」状態との識別を可能とすることで利用者サービスの向上を図った。

図２　内部の名称

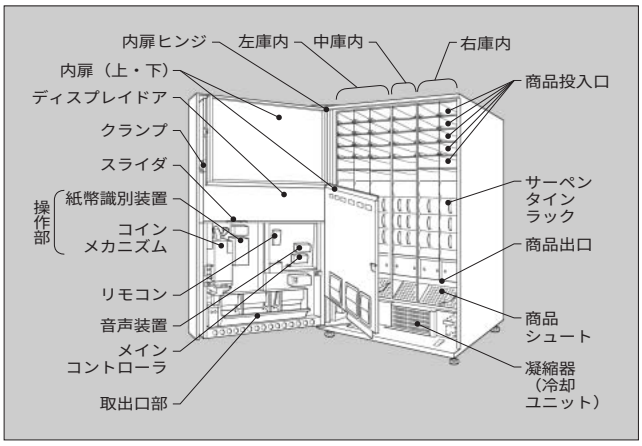
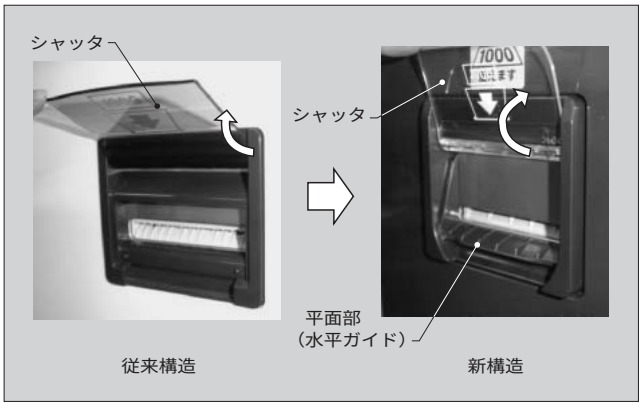


図３　紙幣の挿入口



3.1.3　音声装置

商品の売切れ状態や，投入金額が足りないこと，つり銭の取り忘れの防止などを音声で案内して利用者を優しく援助する機能や，「いらっしゃいませ」「ありがとうございました」といった音声でより人間的に利用者と応対する機能を実現する音声装置を開発した。

3.1.4　商品を取り出しやすい取出口

利用者が商品を受け取る商品取出口は商品が見やすく，取り出しやすく，衛生的でなければならない。屋外に設置されることが比較的多い缶自動販売機の商品取出口は，風雨や雪やほこりを防止するための透明な取出口扉を外側に開くように構成している。**図５**に缶自動販売機の商品取出口の従来構造と新構造の比較を示す。この取出口扉の断面を工夫して開き角度を大幅に拡大することで商品取出し時に大きなスペースを確保することができ，利用者の腕や袖が取出口扉に引っ掛かることがなくなった。

また，商品の引抜き防止のために設けてあった取出口底面の突起や仕切板を，防盗フラッパや断面の工夫により削除した。これにより，商品がより取り出しやすくなるとともに，掃除がしやすいため衛生的に保つことが可能な取出口となった。

3.2　運用費の削減

3.2.1　商品の収容・搬出機構(ラック)

従来から缶自動販売機に搭載しているサーペンタイン式のラックは，商品をラックの上部からまとめて転がして投入できることで，使いやすいといわれてきた。しかし，ラックの基本通路は太い商品（φ66 mm の 350 mL 缶など）を販売できるようなサイズとしているため，細くて小さい

図４　商品選択ボタン

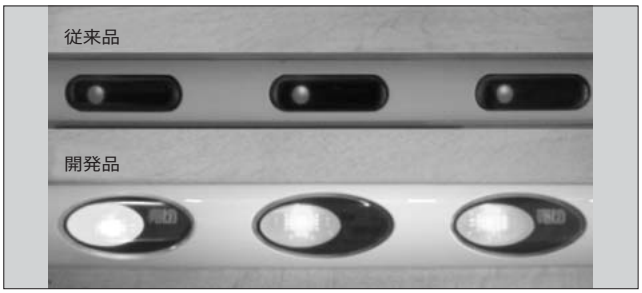
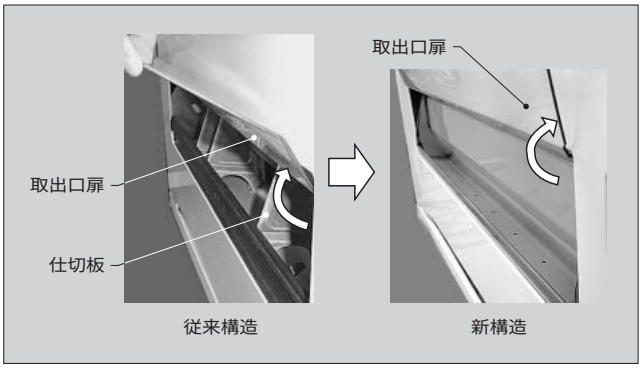


図５　商品の取出口



商品（φ53 mm の 200 mL 缶など）を販売すると，商品通路で縦になり，つまるというトラブルが発生し販売不能になることがあった。これらのトラブルを解消するために，少なくない作業費が発生している。

今後も引き続き小型ペット容器や飲み口にふたができるリシール缶入り飲料など，形状や表面性状が多様な新商品の投入が予想される。これらの商品をトラブルなく販売できることが求められる。

今回開発したラックの姿勢制御機構は，細くて小さい商品に対しても十分な制御効果が得られるように，基本通路の入口と基本通路内に設けたダンパの形状やモーメントの最適化を行った。実機構の試作の前に，三次元データを利用したワーキングモデルを活用し，ダンパの形状やモーメントを変動させ商品の落下シミュレーションを行った。その後，実機構による販売実験のビデオ解析で信頼性を確認し，最適形状と最適モーメントを決めた。

ラック入口に設けたガイド構造のモデルを**図6**に示す。**図7**は，ガイド構造付近で商品が落下を始めてからの落下速度の変化と商品の姿勢の変化を示すシミュレーション結果の一例である。商品投入時の姿勢のばらつきに対して，落下速度や落下角度の時間変化が許容範囲に入っているかどうかをチェックできる。

図6　ラックのガイド構造

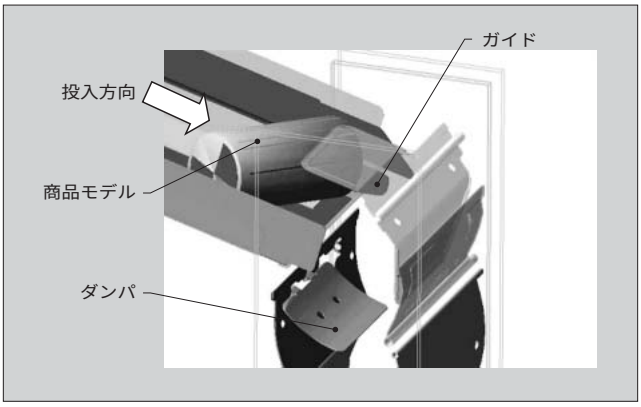
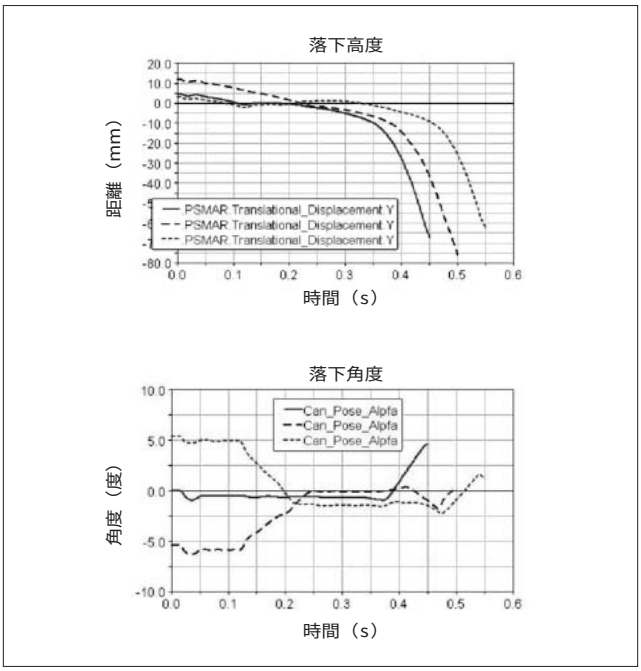


図7　商品の位置・姿勢シミュレーションの例



3.2.2　防盗性に優れた内ヒンジ構造

従来の缶自動販売機の扉のヒンジは表面に露出していたため，扉のこじ開けの標的とされていた。そこで**図8**のように，ヒンジを扉の内側に隠して破壊する対象をなくすとともに，強化板金カバーで覆うことでより強固な構造とした。この内ヒンジは水平なプレートを基本部材として特に高さ方向の寸法を 2 cm 程度と小さく構成したので，限られたスペースである扉の内側に配置することが可能になり，ラックへの商品充てん時もじゃまにならないものとなった。

3.2.3　分解しやすい冷却ユニット構造

冷却ユニットは，冷媒を循環させて冷やすための蒸発器をラックのある庫内に配置し，凝縮器や圧縮機などは庫内下の機械室に配置し比較的柔軟性のある銅パイプで冷媒配管を連結して構成している。メンテナンスやオーバーホール時には，ラックから搬出された商品を取出口へ導くための商品シュート，庫内の露を機械室へ排出する樋（とい），気密を保つためのガスケットなど多くの部品を分解する必要があり，作業に時間を要していた。

Fシリーズ缶自動販売機では各部品を引っ掛けやはめ込みで固定できる構造とし，**図9**に示すように，分解に要する固定用のねじ本数を 75 %削減した。これで，冷却ユ

図8　ヒンジ構造

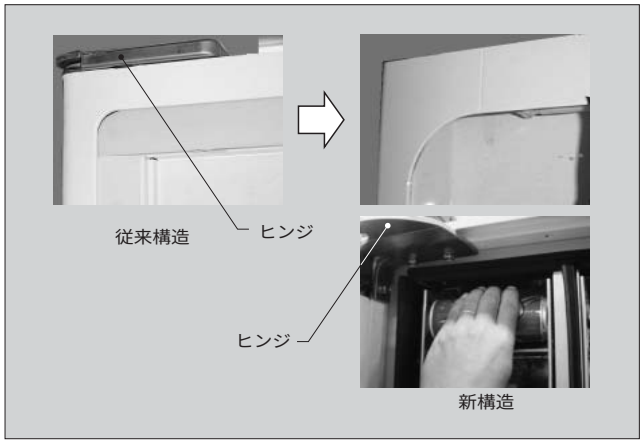
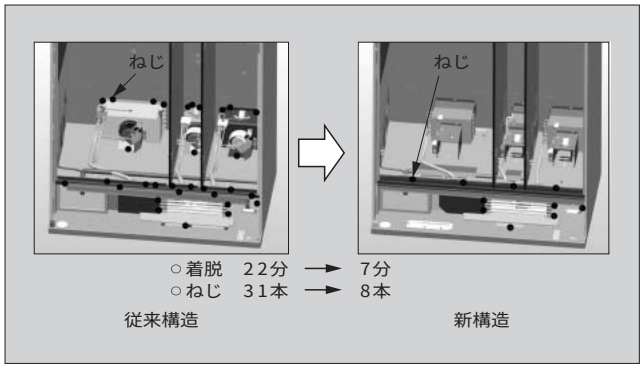


図9　冷却ユニット構造



ニット全部品を外し再度組み付ける作業が10分以内でできるようになった。

3.3　新制御システムの開発

3.3.1　高機能・高性能メインコントローラの開発

近年の情報化の進展に伴い，自動販売機においても，情報技術や最新通信技術を使った機能が要望されている。このような追加機能の増加に伴い，自動販売機制御システムへの高性能化要求も高まってきている。

(1)　ASIC（特定用途向け集積回路）の開発

高性能化に伴い，性能を実現するASICに内蔵すべき回路数が増え，端子数も増加する。端子数が多くなると従来から採用しているQFP（Quad Flat Package）部品では端子数が不足し複数個のチップが必要となるため，占有面積が従来より大きくなってしまうという問題がある。

今回新たに採用したBGA（Ball Grid Array）パッケージのASICは，端子をチップの下に配置しているため，多くの端子数を実装でき端子数増加分に対応できる。これにより高性能を実現する機能をワンチップに集積することができ，従来と同等の外形寸法に収めると同時にコストアップを最小限に抑えることができた。

(2)　プログラムメモリ圧縮解凍技術の採用

高性能化の要求は，ソフトウェア規模の増大につながりプログラムを格納するメモリサイズも増加の傾向となっている。

今回開発した新型メインコントローラでは，プログラムをあらかじめ圧縮することでサイズを小さくする工夫をした。具体的には，圧縮したプログラムを自動販売機内の不揮発性メモリ（フラッシュメモリ）に格納し，自動販売機起動時に安価な大容量メモリ（SDRAMメモリ）に解凍展開して動作を行う方式を採用した。圧縮解凍メカニズムの概念図を**図10**に示す。

従来のメインコントローラでは処理性能が低かったためプログラムの解凍時間がかかりこの方式は実現できなかったが，今回の開発でメインコントローラの処理性能を上げたため現状並みの起動時間でプログラムの解凍が可能となった。

その結果，プログラム格納メモリ容量を大幅に圧縮することができ，メモリ内の空き容量を増やし，将来に向けた機能追加への対応を可能とした。

3.3.2　電装品の鉛フリー化

環境対応の一環として，プリント基板組立に使用するはんだを全面的に鉛フリー化した。この鉛フリーはんだは，富士電機で開発したもので，一般的な三元素鉛フリーはんだにニッケル（Ni）とゲルマニウム（Ge）を微量添加した五元素系鉛フリーはんだである。熱疲労強度に優れ初期クラック（引け巣）が少なく，実用寿命が長いという優れた特性を持つ。**図11**に初期クラック発生率の比較を示す。

富士電機の製造工程をはんだ材料特性に合わせ込みを行うことで，はんだボールやボイドなどの発生も少なくすることができ，製造品質と信頼性を従来のはんだや三元素鉛フリーはんだと比較して大幅に上げることができた。

図10　圧縮解凍メカニズムの概念図

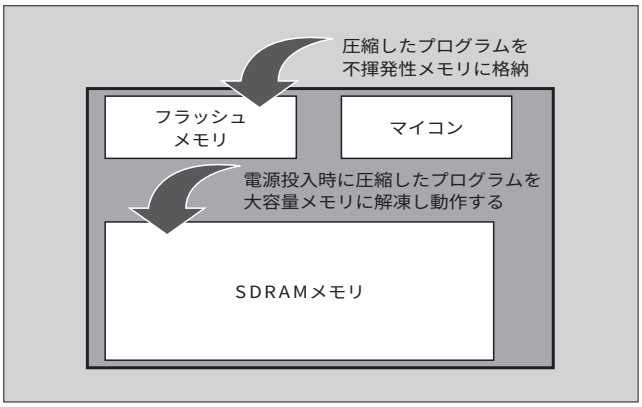
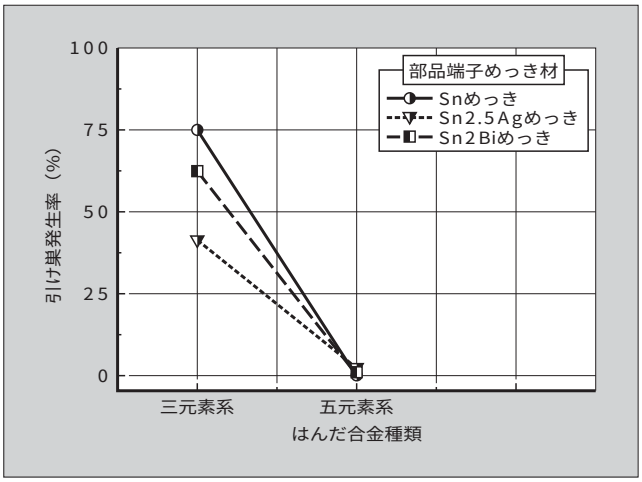


図11　初期クラック発生率比較



4　あとがき

2004年に一般消費者を対象としたアンケートを幾つか行った中で，「商品が取り出しにくい」「お金が入れにくい」などの不満の声が上がっていた。これらについては，今回のFシリーズ缶自動販売機で大きく改善されたと考えている。

その反面「飲物と一緒に違う商品を買いたい」といった，「小商店」としての要望も多く聞かれた。そのような消費者の声に応えるべく，自動販売機の利便性をさらに追求し，地球環境に配慮するとともに，利用者が商品を購入しやすく，運用する人が操作しやすい缶自動販売機を開発していく所存である。

参考文献

(1)　管野敏行ほか．環境調和型材料の開発．富士時報．vol.77, no.2, 2004, p.107-111.

(2)　渡邉裕彦ほか．Ni-Geを添加したSuAgCu系鉛フリーはんだの特徴．MJS-238-2004, 2004, p.47-55.

(3)　日高昇ほか．Sn-Ag-Cu系鉛フリーはんだのクリープ特性に対する微量添加元素の効果．Mate2005. p.171-176.

e-Front runners

＊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。