

缶自動販売機の新シリーズ

永田 和重(ながた かずしげ)

脇 憲太郎(わき けんたろう)

横山 仁司(よこやま ひとし)

1 まえがき

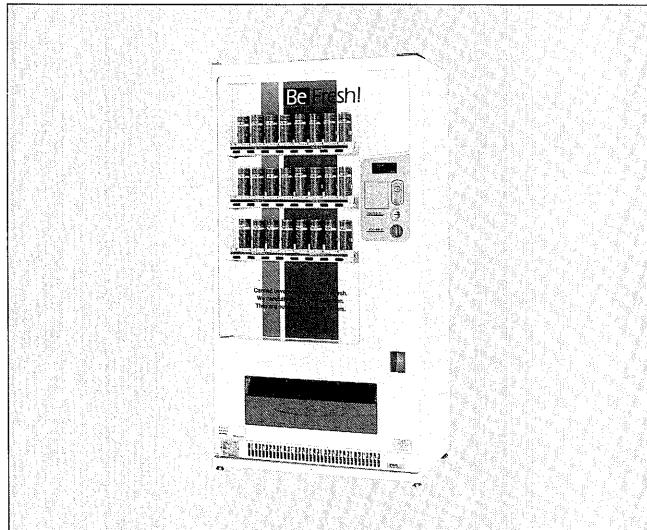
富士電機では、市場ニーズの変化に対応しながらサーべンタイン式缶自動販売機の新機種開発を行ってきた。

缶自動販売機は、全国に約200万台設置されており、設置先の飽和、道路へのみ出しの規制などにより設置場所の新規確保が難しく、置換え需要が主となっている。このような、最近の需要低迷のなかにあっても、飲料メーカーのより強力な販売ツールとなるよう開発に取り組んでいる。

自動販売機の維持費用は、冷却・加熱装置、展示部の照明装置などの電気代、維持・管理を行うための入件費および投資費用である。これらを削減すべくライフサイクルアセスメント(LCA)の観点に立ち、本体、扉、制御装置、冷却・加熱装置を一新した缶自動販売機「96年機」を開発した。以下、このシリーズについてその概要を紹介する。

図1に外観を示す。デザインの特徴は次のとおりである。
 (1) 商品展示部は広告機能に優れたワイドなフルフラット電照板
 (2) 商品取出口・硬貨返却口は枠なし構造
 (3) 操作部はスリム化そして一体感をもたらしたパネル構造

図1 缶自動販売機「96年機」の外観



これらの採用により、集客力のアップ、サービス性の向上を図っている。また、多くの顧客に対応するために下部パネル、見本缶部に各種のメニューを用意し、多彩な製品バラエティを可能にしている。

2 構 造

2.1 大収容量化

サーべンタイン式ベンドラックは、商品通路が上から下へ蛇行した形をしており、商品を上部の投入口から転がして投入することができ、商品充てん作業が容易である。

サーべンタイン式ベンドラックとしては、商品通路が1列の一重サーべンタインから、6列の六重サーべンタインまでこれまでに開発してきた。今回、より収益向上を求める市場ニーズに対応するため、新規開発を行った。

大収容量化、サービス性の向上などの改良・工夫および信頼性の向上を図ったHSQラックとHSメックについて概要を説明する。表1に従来の四重(Q)ラックと、今回

表1 四重(Q)ラックの比較

分類 項目	従来のQラック	HSQラック
外 形		
収容数	105本(細缶Φ53)	112本(細缶Φ53)



永田 和重

自動販売機の開発設計に従事。現在、三重工場第一設計部主査。



脇 憲太郎

自動販売機の開発設計に従事。現在、三重工場第一設計部。



横山 仁司

自動販売機の制御システムの開発設計に従事。現在、三重工場電子制御部。

開発した HSQ ラックの比較を示す。

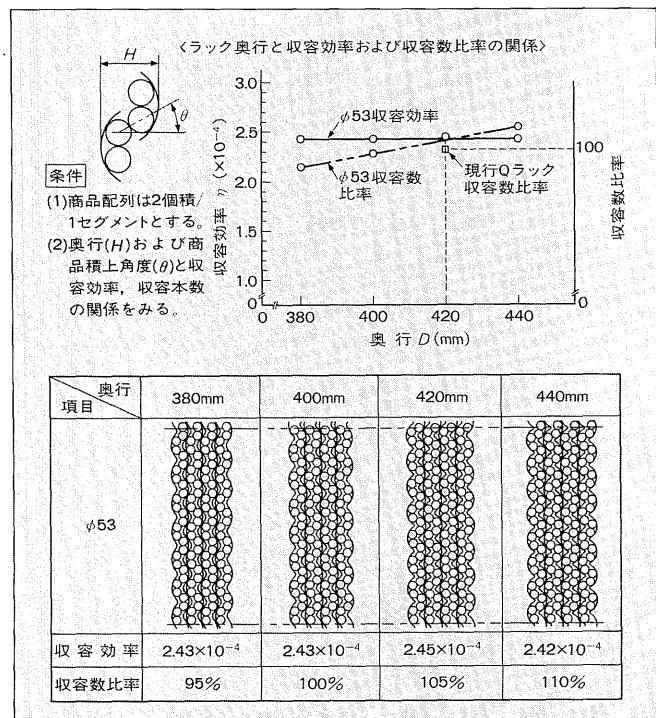
2.1.1 HSQ ラック

大収容量化を実現するためには、冷熱ユニット部のダウンサイジングが不可欠である。今回、冷却シミュレーションのソフトウェアの活用により、冷却性能を確保するための適正なコンデンサ、コンデンサファンの設計が可能となり、冷熱ユニット部のコンパクト化が実現した。これにより HSQ ラックでは、自動販売機の本体寸法は現行のままラックの占有体積を約 5% 増大させることができ、ロングラック化による収容数増を図ることができた。さらに、ラック内での商品の高収容効率化を狙い、通路内での商品規則配列の考案および検討を行い、理想的な商品収容配列を実現した。これらにより、ラック 1 列あたりの細缶収容数は 105 本から 112 本に増加し、24 セレクション機においては 630 本から 672 本（42 本増）になり、業界一の大収容量化を実現することができた。図 2 に収容効率の検討例を示す。

次にラック構成部品のコストダウンを実現するために、信頼性を維持しつつ部品の薄板化を図った。主要構成部品のセグメントにおいては、CAE (Computer-Aided Engineering) 構造解析により、新たに補強ビードの形状を見直し、従来と同等以上の剛性を確保したままで薄板化を実現した。これにより、体積を約 5% 増やしたにもかかわらず、ラック単体質量としては、1 列あたり約 15% の軽減を図ることができ、合理的設計の追求とともに、市場でのラックのサービス性向上にも寄与することができた。図 3 にセグメントの応力解析例を示す。

また、商品通路途中にスプリングダンパ方式の新形セグメントを設けることで、商品の落下速度を抑え瓶割れの低減と、商品の落下姿勢を制御することにより商品詰まりの低減を図り、信頼性を向上させることができた。

図 2 収容効率の検討



2.1.2 HS メック

ベンドメックに関してもノウハウを生かしつつ、コストダウンと品質信頼性の向上について見直しを行った。

ベンドメックは組立性の改良に重点を置き、構造の簡素化を進めることで、組み立てにくさを改善した。これにより、部品点数を 28 点から 23 点に削減することができ、信頼性向上とともに原価低減も可能とした。

また、ベンドメックの各構成部品（ホイール、フラップ、メック本体）について CAE 構造解析を行い、剛性をアップし、性能の向上を図ったうえで、メック奥行寸法で従来比 64% と薄形化を実現し、メック単体質量も従来比 84% と、24 セレクション機においては 2.4 kg の質量軽減を図ることができた。このメックの薄形化は、今後の開発において、さらに薄形機への対応も可能とするものである。図 4 に、メック構成部品の応力解析例を示す。

2.2 省エネルギー

「省エネルギー」については、地球環境問題上 LCA での総エネルギー消費の 93%⁽¹⁾を、5 年間の運転時に消費す

図 3 セグメントの応力解析例

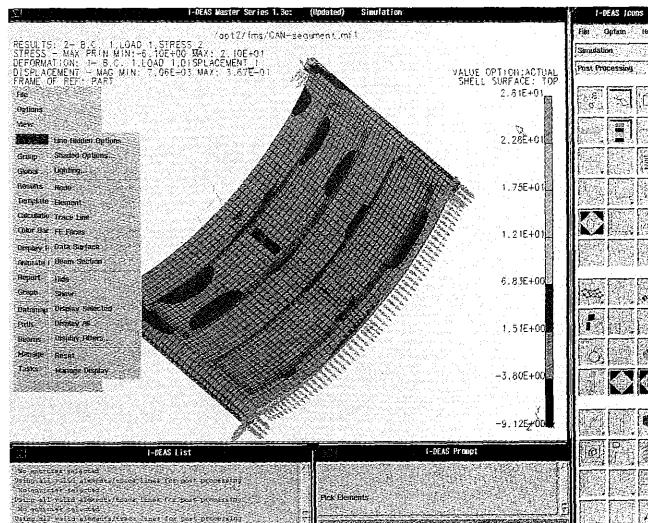
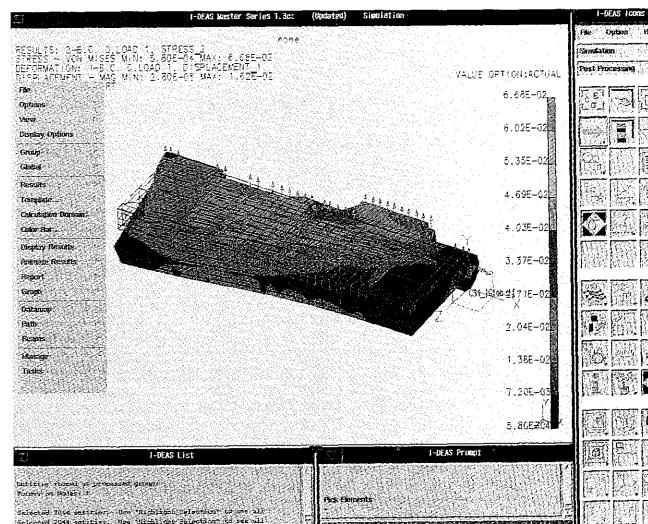


図 4 メック部分の応力解析例



ることから、特に重要視して取り組んだ。

開発計画にあたっては、図5のように自動販売機各部の消費電力量への影響割合を求めて、どの部分の改良を行うと効果的に省エネルギーを進められるかを、CAEを使つた断熱計算ソフトウェアで求め、事前評価した。その結果、表2のように主要な取り組むべき項目がまとめられた。

次に具体的にその内容を述べる。

2.2.1 断熱の強化

(1) 断熱材の変更

筐体(きょうたい)の断熱材を通じて侵入する熱量の比較検討を行い、従来のグラスウールからウレタンフォームへと変更した。

図5のように、断熱材の省エネルギーへの影響の割合が大きいことから、構造面で最初に取り組んだ。材質を、熱伝導率が0.044 W/m·Kのグラスウールから0.024 W/m·Kのウレタンフォームへの全面的な見直しを行った。これにより、年間10%の効果が出た。また、断熱材の厚みについても計算ソフトウェアで、ホット運転のほうが外気温の影響を受けやすいことの定量化を行い、右側板へ重点配分した。

(2) サーマルブレーキの強化

内箱の鉄板を伝わってホット/コールドの各室間を移動する熱量を遮断する必要があった。従来は、サーマルブレーキをシングルスリットにしていたが、千鳥格子のダブルスリットにして、熱の通過移動距離を5倍にした。その結果、

$$\text{熱通過量の式 } Q = K \cdot S / l \cdot \Delta T \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

図5 自動販売機各部の消費電力量への影響割合

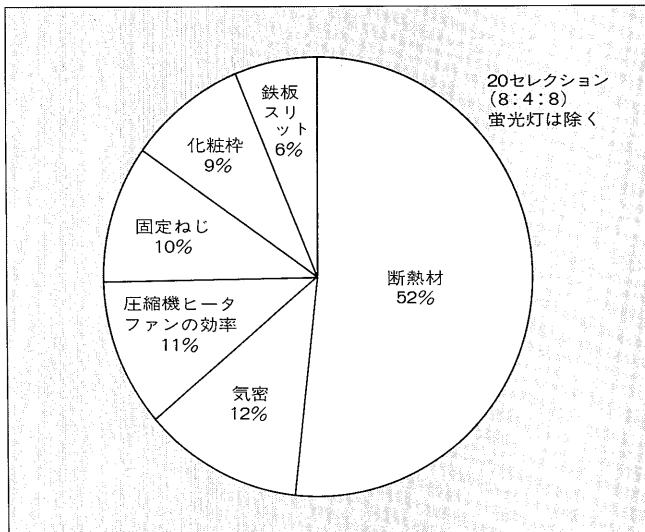


表2 省エネルギー計画

項目	内容
断熱の強化	高断熱材の採用。サーマルブレーキの強化。
冷却特性の改善	1圧縮機3エバボレータ式の開発。バルブ制御の開発。
ファン制御の開発	ファンコントロールの開発。間欠運転の開発。
学習機能の強化	販売状態、庫内温度、ホット設定などの外的条件を検知、学習し、商品温度を維持しながら省エネルギーを行う制御

K: 热通過率 (kcal/m·°C·h)

S: 断面積 (m²)

l: 距離 (m)

T: 温度差 (°C)

のlが効いてくるので、移動熱量を1/5にすることができた。

2.2.2 冷却特性の改善

冷却特性の改善のために、従来の2エバボレータ式から、各室へ冷媒を分配して効率を上げるように1圧縮機3エバボレータ式を開発した。新機能として、冷媒分配の高性能ディストリビュータ、新制御として差温制御、同期制御を開発して各室の均一した冷却特性を得ることができた。

2.2.3 ファン制御

自動販売機内の商品を効率よく冷却(加熱)するため、庫内を循環する冷却風の研究を行った。その結果、ファンの回転を制御し、①必要に応じた冷却領域のゾーン化、②壁面の熱伝達率の減少、を狙った。前者は、全体冷却に対して冷却領域をゾーン化することができ、後者は、壁面近傍の熱伝達率を強制対流の23 W/m²·Kから自然対流の6 W/m²·Kに下げることができた。また、付随的に冷却ではファンモータの発熱を抑えることができ、年間を通じて10%の省エネルギー効果を得た。

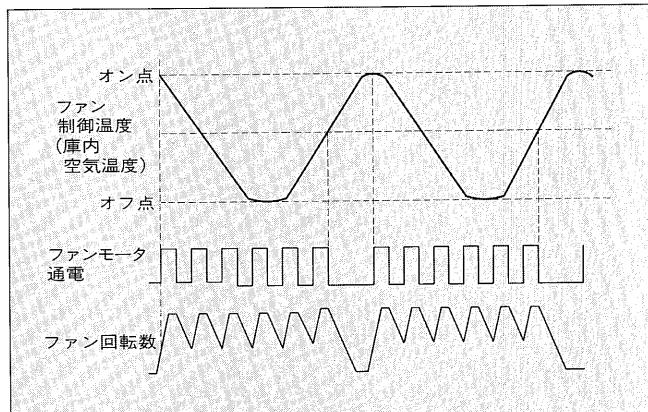
ファンの制御方法は、図6のファン制御のように庫内空気温度を検知し、オンオフ時間を分単位で制御した。また、さらにきめ細かい制御ができるように、秒単位のファンモータの間欠運転を採用した。図6の下部のファン回転数のような動きになる。リズム風であり、オンオフ時間の割合は、状況に応じて変えられるようにパターン化して最適の組合せになるようにした。ファンの回転数は、図6のように変化するが風量はその積分平均になる。特に品質保証上、ファンモータの寿命を考慮して、ファンが停止しないように最長のオフ時間を決めた。

2.2.4 学習機能の強化

従来の学習省エネルギーに対して、必要なときにより大きな省エネルギー効果を持たせるために、学習機能を強化した。

販売状態、庫内温度、ホット設定などの外的条件を検知、学習し、商品温度を維持しながら省エネルギーを行う制御

図6 ファン制御



である。学習条件としては次の制御が組み込まれている。

- (1) 販売本数が少ないほど強力な省エネルギーにする。
- (2) 庫内温度を検知し、商品温度への影響が少ないとときに強力な省エネルギーにする。
- (3) ホットまたはコールド設定の違いによる隣庫内からの影響が少ないとときほど強力な省エネルギーを行う。

これらの制御に、省エネルギー時だけ温度シフトを入れ、「通常」、「弱」、「強」の三つの学習省エネルギーモードとした。

以上の省エネルギー項目をまとめた96年機の仕様を表3に示す。

また、20セレクションの消費電力量の推移を、図7に示す。

94年機の通常運転から比較すると96年機の強省エネルギー運転では、約50%の省エネルギーとなり、大幅に消費電力量を削減できる自動販売機を完成した。

2.3 電力のピークシフト、ピークカット対応

電力需要がピークに達する夏季（7～9月）を対象に、10時から13時までの冷やし込み（ピークシフト）機能と、13時から16時までの冷却装置の運転を抑制する（ピークカット）機能を持ち、電力ピーク時の消費電力を従来の1/10以下にすることが可能な清涼飲料自動販売機を完成した。

図8は一日の消費電力の変化を示すもので、ピークカット運転に入った状態では消費電力が通常時の1割以下になっていることが分かる。

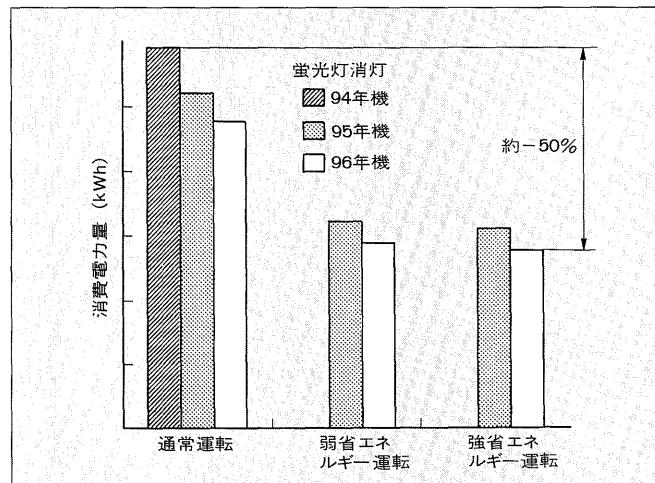
以下に開発のポイントを述べる。

表3 96年機の省エネルギー仕様

項目 運転モード	バルブ制御	ファンコントロール	ファン間欠	深夜圧縮機停止	深夜蛍光灯停止
通常運転				□	□
学習省エネルギー運転	○	○	○	□	□

□は選択可能

図7 消費電力量の推移（20セレクション）



2.3.1 商品温度制御

図9に従来制御とピークシフト・ピークカット制御時の飲料温度の違いを示す。

従来は庫内循環空気温度を検知し商品温度を4℃前後に保っている。この方式では、真夏の午後の時間帯に冷却装置を停止させると飲料温度が上がり過ぎ、ぬるくなってしまう。このため、本機では10時から3時間、商品温度が0～2℃になるまで冷やし込み、13時から16時までの間、冷却運転を抑制する制御を開発し搭載した。

また、商品を補充するために内扉を一定時間以上開けたり冷却装置停止中に商品温度が5℃を超えたときは、ピークシフト・ピークカット制御を中止する機能を持たせ、飲料温度を常に最適に保つようにしている。

2.3.2 飲料温度検知ラック

冷やし込み時、飲料温度は氷点近くに達する。このため従来の制御方式では凍結のおそれがあることから、飲料温度管理に±1℃という今までにない精度が必要になった。

また、冷却装置停止中の飲料温度の上昇をいかに検知するかといった課題もあった。

こうした課題を解決するため、飲料の温度を直接検知する方式を採用し、飲料搬出部に温度センサを組み込んだ高精度の飲料温度検知ベンドラックを開発した。

図10にベンドラック温度検知部の構造を示す。

温度検知部はベントメック対面の押え板の中央部に設けた。さまざまな容器の形状に追随し、検出精度を落とさない

図8 一日の消費電力量の変化

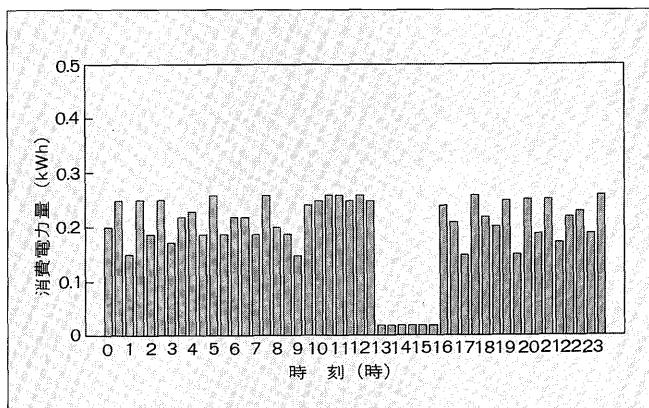
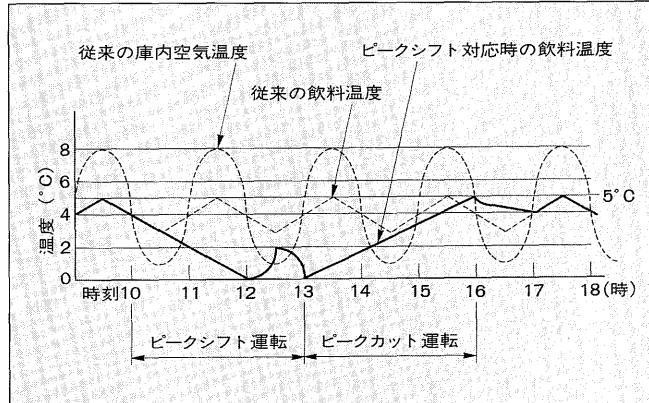


図9 従来機との飲料温度の比較



いよう可動式フラッパ方式とし、裏面に温度センサを取り付けた。

しかし、温度検知部は、飲料を販売する際に、

○ 980 m/s^2 を超える衝撃が加わる

○ハーネス部に屈曲荷重がかかる

など、厳しい条件下で使用されることが予想できた。

このような問題に対し、

○対衝撃性温度センサの採用

○ハーネス固定方法の改良

を実施し、さらに20万ベントを超える試験確認の結果、過酷な条件においても安定した検出精度が保てるることを確認した。

2.4 キーボード

キーボードとは自動販売機の販売制御に必要な、各種データの設定・確認や販売データの確認などを行うユニットである。操作性向上を目的として今回新しく開発したキーボードについて紹介する。

2.4.1 開発の狙い

キーボードの開発にあたり、次のことを狙いとした。

- (1) 従来、自動販売機各部に点在していたスイッチ類をキーボードに統合し、操作部を一極集中させ、操作性向上を図ること。
- (2) 片手ですばやく、簡単に操作できること。
- (3) 洗練されたデザインであること。
- (4) 各顧客の仕様に幅広く対応できる標準化されたハードウェア構成であること。
- (5) 経済的であること。

2.4.2 外観

図11にキーボードの外観を示す。

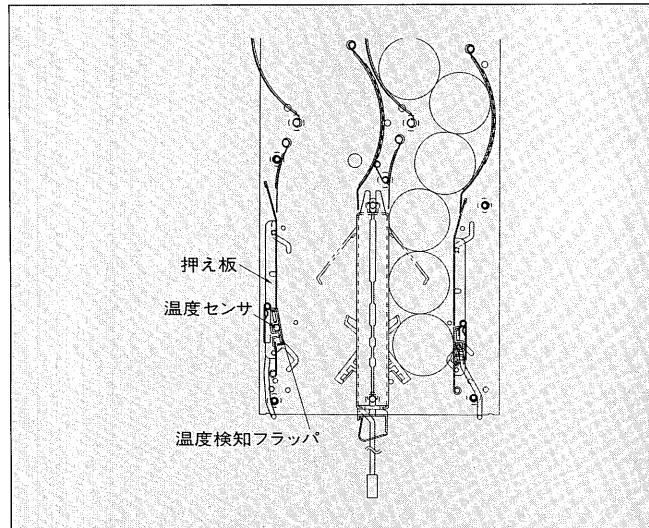
2.4.3 機能

キーボード各部の機能について説明する。

(1) 冷温切換スイッチ部

自動販売機の庫内の各部屋の冷却・加熱を切り換えるスイッチである。

図10 ベンドラック検知部の構造



自動販売機の種類は、二部屋のもの、三部屋のもの、冷却専用の部屋をもつものなどがあり、スイッチの要・不要により、バリエーションが発生する。

(2) 省エネルギー・スイッチ部、蛍光灯スイッチ部

自動販売機の省エネルギー・モードを切り換えるスイッチおよび蛍光灯の点灯・消灯を切り換えるスイッチである。それぞれに設定の状態を示す発光ダイオード(LED)を設けている。

(3) 専用キー部

自動販売機の操作頻度の高い設定項目をダイレクトに呼び出すキーである。図11の例では「テスト」、「売上集計」、「販売休止」、「価格設定」が専用キーになっている。顧客の要求仕様により、キーの種類が異なり、バリエーションが発生する。

(4) モードキー、基本キー部

比較的操作頻度の低い設定項目を呼び出す際は、モードキーを押して、モード番号を選択する方式を用いている。この部分には、その「モードキー」およびモード番号選択のための「アップキー」、「ダウンキー」、データ確定のための「書き込みキー」、操作終了のための「終了キー」、故障確認とデータクリアを兼用する「点検/クリアキー」がある。

2.4.4 操作性の向上

(1) 自動販売機の機能増加に伴い、キーボードによる設定項目は年々増加する傾向にある。

本キーボードでは、操作頻度の高い設定項目は、専用キーを押すだけで呼出しができ、操作頻度の低い設定項目は、モードキーを押し、アップキー、ダウンキーでモード番号を選択するようにした。

モード番号は機能ごとに大項目に分類し、そのなかに各項目を配置する二階層方式とし、将来の項目増加に対しても、操作手順、項目選択時間に変更がないようにした。

また、項目選択時間短縮のために、アップキーまたはダウンキーを押し続けるとモード番号が高速で進むようにした。

(2) 各キーのハードウェアは、プリント基板に実装されたタクトスイッチ、プラスチック成形のキーボードケース

図11 キーボードの外観

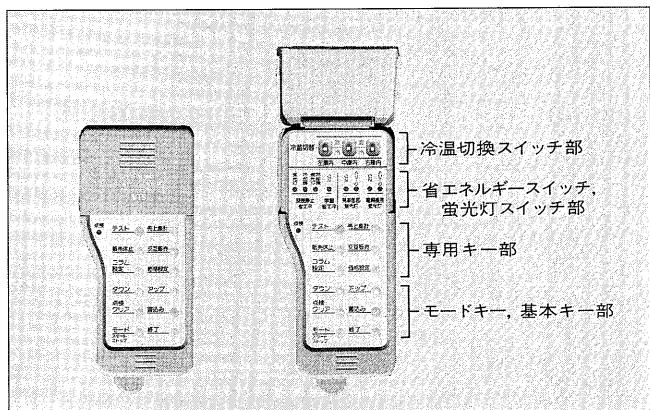


図12 可倒式取出口

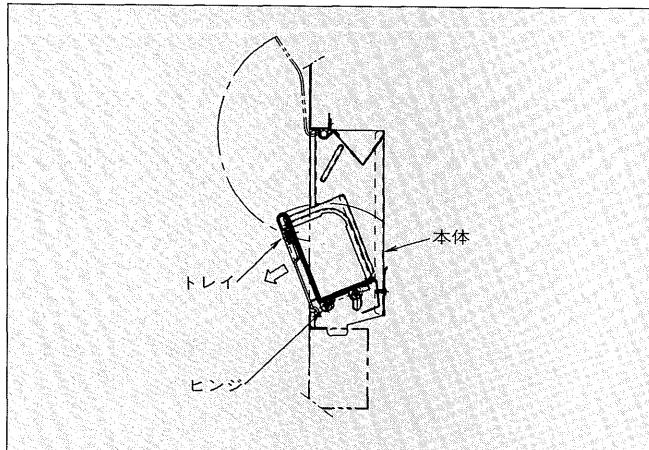


図13 釣銭回収機構

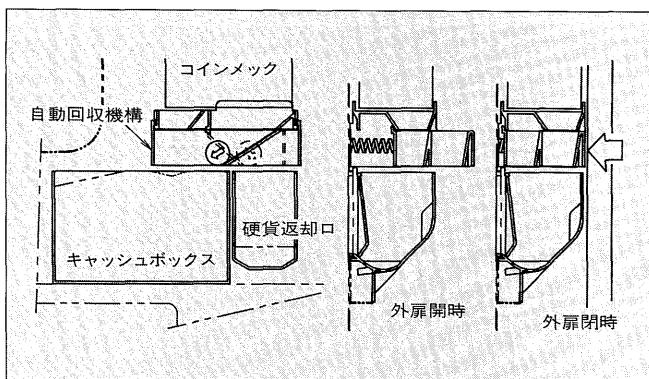
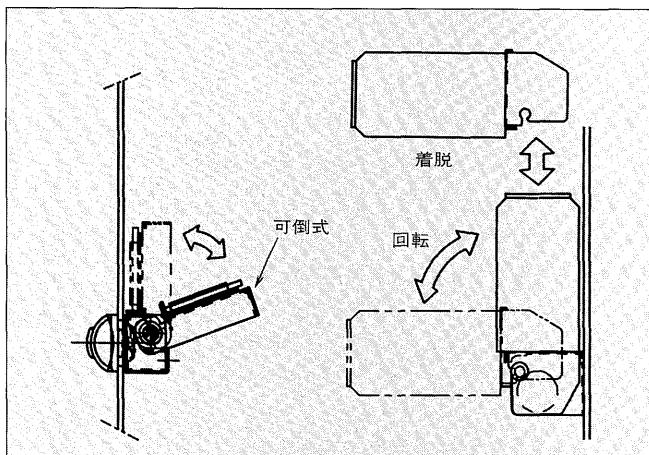


図14 サンプルステージ・表示部



およびエンボス加工と呼ばれるドーム状の加工を施した表面シートで構成されている。これにより、クリック感のある操作を実現した。

- (3) キーボードは伸縮自在なカールコードでシステムと接続されており、ケースの裏面には磁石が埋め込まれている。これにより、自動販売機の任意の場所に張り付けられるので、商品補充などの作業をしながら操作すること

も容易である。

2.5 使いやすさ

2.5.1 可倒式取出口

薄形機の浸透とともに取出口も狭くなってきており、取出性の向上を目的として開発した。構造を図12に示す。

取出口は、本体部とトレイ部により構成されており、下部に設けたヒンジ構造にて連結されている。商品出し時には、トレイ部を前へ倒すことにより太い缶をわしづかみのまま容易に取り出せるようにした。

2.5.2 釣銭回収機構

釣銭回収時の時間短縮、誤操作の防止、ルートサービスの向上を目的として開発した。構造を図13に示す。

釣銭は、回収時にキャッシュボックスの中へ回収する。そのとき硬貨の通路は返却口からキャッシュボックスへ切り換える、この操作を自動切換とした。

通常外扉が閉まった状態では返金は返却口へ戻り、外扉を開けるとコインメックからの硬貨はキャッシュボックスへ切り換わる。

2.5.3 回転着脱式サンプルステージ・可倒式価格表示

展示部の清掃性の向上および交換作業の簡略化を目的とする機構とした。構造を図14に示す。

サンプルステージは、背板の清掃時に回転し、容易に清掃できる。また、一定角度回転後に上部へ引き抜くことにより工具の必要もなく簡単に着脱可能とした。

価格表示部は、通常垂直の位置で固定されている。清掃時に表示部を手前に引くことにより固定部が外れて傾き、表示板を外すことなく容易に清掃でき、戻せば再固定される。

③ あとがき

以上、サーペンタイン式缶自動販売機の最新のシリーズについてその概要を紹介した。

本シリーズは、顧客の要望や意見を取り入れ具体化した明るいデザイン、使いやすさ、経済性により好評を博している。今後とも市場のニーズは変化し続けると思われるが、これらのニーズを先取りして具体化を図るとともに、さらに市場ニーズの掘起しを可能とする缶自動販売機の開発に取り組みたい。

終わりに、本シリーズの開発にあたり種々のご助言、ご援助をいただいた顧客ならびに関係各位に深く感謝の意を表す次第である。

参考文献

- (1) 岩本昌三・木村幸雄：自動販売機の環境対応、富士時報、Vol.68, No.3, p.179-182 (1995)



*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。