

飲料自動販売機技術発展の系統化調査

History of the Development of Beverage Vending Machine Technology in Japan

樋口 義弘 Yoshihiro Higuchi

■ 要旨

2006年末において物品やサービスを販売する自動販売機は427万台普及しており、それらの機械が販売する自販金額は7兆円の域に達している。そして、そのうち半数を超える266万台は飲料自動販売機が占めている現状から本調査の対象を飲料自販機とした。

自動販売機の歴史を辿ると紀元前215年に遡り、古代エジプトのアレキサンドリアにある寺院で、硬貨を使い聖水を販売する装置が使われていたといい、これが自動販売機の発祥であると伝えられている。現存する最古の自動販売機は1615年英国の居酒屋や旅館で使われていたタバコの自動販売機とされ、以降英国では多くの発明家たちが書籍や切手などいろいろな商品について自動販売機化を試みてきたが、販売の手段として本格的に実用に供されたものではなかったという。実用化し発展に寄与した自動販売機として米国のチュウインガムの自動販売機を挙げることができ、日本では戦後の高度成長期に出現したジュースの自動販売機である。

自動販売機は消費者の目から見ると無人で働く機械であるが、自動販売機メーカー、中身メーカー、オペレータ、整備事業者、ロケーションオーナーなど多くの事業者が自動販売機の健全な運営に係わり、レギュラーサービス、フルサービスといったルートサービスシステムによって運営されている。しかしながら、自動販売機の発展を振り返ると、消費者の信頼を勝ち得たことが主要因で、特に飲料自動販売機の場合は「飲料が最適飲用状態で販売する」「安全の確保」への努力が重要なポイントであった。

飲料は何らかの容器が使われている。飲料自動販売機はこの容器を基準に2種類の自動販売機に分けて考える必要がある。そのひとつは古い歴史を持つカップ式飲料自販機であり、他のひとつは容器入り飲料自販機である。同じ飲料自販機と称しながら技術的にみると両者は全く異なった分野にある。すなわち、前者は消費者に「おいしさ」「安全」を提供せねば相手にされなくなり、後者は「おいしさ」は既に中身メーカーが全国均一に保証しており、この容器を効率よく収納し、おいしさを保つ最適温度で商品を販売することが課題なのである。

では課題に対してどのように取り組んでいるのか、カップ式飲料自動販売機の場合は原料の保管、冷水や湯の管理、氷・炭酸水の製造、ミキシング方法、レギュラーコーヒー抽出装置、リーフティ抽出装置、カップ搬出装置など「おいしさを創り上げる基本的コンポーネント」の開発・改良の歴史があり、容器入り飲料の場合は容器の収納効率の良い、セールスマンの作業性の良い、ムラのない温度管理ができる「ラック（収納棚）」と容器を傷つけず、すばやく確実な搬出ができる「販売装置」の開発・改良の歴史がある。

飲料自販機の金銭処理装置は広く標準化して効率の良いメンテナンスに貢献している。コインメカは機械式検銭から電子式検銭に進歩して、主要トラブルである硬貨通路におけるジャミングが激減し扱う金種数も増えた。

金種数を見ると、検銭は10円専用から始まり現在4金種選別、つり銭装置も4金種払出しが可能になり、進歩するエレクトロニクスの活用により投入金額表示、売上金額表示、故障診断など多くの便利機能が付加された。

自販機の制御技術は、当初スイッチ・リレーによるシーケンス制御であったが、トランジスタ時代から部分的ではあるが電子化に取り組み、IC化、さらにLSI化はコインメカの多機能化を実現し、現在のマイクロコンピュータ活用に結びついている。自販機業界は競ってこの進化に取り組んでみたものの、スイッチ・リレーなど接点による制御とトランジスタ・ICなど無接点制御の混合時代、プログラムによるマイクロコンピュータ制御の黎明期は、各社とも多くの品質問題を解決するために時間を費やしている。

自動販売機は産業機械であり、製品・技術の開発はニーズオリエンテッド（needs oriented）のウエイトが大きく、特有の技術ジャンルは金銭処理のみといえる。日本のコインメカ技術の流れをみると、クレードルなど基本的な機械式検銭技術や標準化思想などは技術提携による輸入技術からスタートし、電子式検銭においても基本特許を購入して国産化している。その間、各社技術者はこれを日本の社会、国土環境に整合させ改良を重ねていた。

ところが、エレクトロニクス時代を迎えてからは独自の技術により日本を自動販売機大国に発展させている。この歴史は、シーズオリエンテッド（seeds oriented）のウエイトを強化し、もっともっと多くの開発提案を続けていくなれば、頭打ちになっている業界に新しい光がさすことを示唆している。

■ Abstract

Approximately 4.27 million vending machines were operating in Japan at the end of 2006, with annual sales in excess of 7 trillion yen. We have focused our research on beverage vending machines, because these account for over half of all the installed machines (at 2.60 million) .

The first vending machine is thought to have been introduced at a temple in Alexandria in 215 BC. The machine dispensed holy water in return for a small coin. The oldest extant machines are cigarette-vending devices that were installed in English pubs and hostels as early as 1615. English inventors subsequently devised additional designs to sell books, postage stamps, and many other products as well, but the devices were not commercially practical. The first commercially viable vending machines were gum dispensers introduced in the United States. In Japan, the first viable machines were juice vending machines that appeared during the high-growth period following World War II.

While vending machines appear to work without human intervention, an entire support network is active behind the scenes. Machine makers, product manufacturers, operators, service personnel, and location owners are just some of the individuals involved in marketing and management efforts. Other individuals are responsible for route systems that carry out collection, replenishment, and service. When we look back at the history, we see that success rests on gaining the consumer's trust. In the case of beverage machines, the crucial requirements are to maintain merchandise in optimal drinking condition and to ensure safety.

Beverage machines fall into two major categories: the original type that pours the beverage into a cup, and the more recently developed type that delivers prepackaged drinks. The technologies for these two approaches are quite different. With cup-type machines, the machine operator is responsible for both preparing a good-tasting drink and maintaining the safety necessary to attract the consumer. With the prepackaged approach, however, the beverage maker controls the taste, while the machine operator focuses on how best to load containers into the machine and maintain them at optimal temperature.

As the technologies differ, so do the issues that machine designers and operators have to face. Cup-type machines are backed by a long history of development and improvement of basic taste-related components—storing of the ingredients, control of the temperature of the water used in the mix, manufacture of ice and carbonated water for the mix, mixing methods, coffee and tea extraction, cup transport, and so on. With container-type machines, efforts have gone into issues such as effective loading of containers, ease of sales work, design of reliable temperature-control racks, and the design of fast, reliable, container-friendly delivery systems.

Cash collection equipment for vending machines has been widely standardized, which in turn contributes to effective maintenance. Coin mechanisms have advanced from mechanical to electronic. Jamming problems have been greatly reduced, and the number of supported coins and bills has increased. Where early machines accepted 10-yen coins only, today's machines accept and dispense as change all four main denominations. Built-in electronics enable a wide range of convenient functions, such as display of the amount inserted, tracking and reporting of total sales, and diagnosis of machine errors.

Early coin mechanisms were driven by sequences of relays, but with the coming of the transistor age manufacturers began to incorporate various electronic components. The introduction of ICs and LSIs allowed for multiple functionality, and the subsequent introduction of microprocessors expanded functionality even further. Competition among machine makers spurred innovation, as machines advanced from full contact type (relays only) to hybrid types (with transistors and ICs) and finally to programmed control. The evolution took some time, however, as manufacturers faced numerous quality issues all along the way.

Because vending devices are industrial machines, development of products and technologies in this area has been strongly needs oriented, and has largely been limited to the concept of cash processing. Japanese makers entered the field through technical tie-ups through which they imported the technologies for coin cradles and other basic components and moved toward standardization. They purchased patents for basic electronic coin collection technologies, then implemented various improvements to adapt the technology to the needs of Japanese society and environment.

But now that we have fully entered the electronics age, Japan's innovative technologies have positioned the country as a major vending-machine producer. History suggests that increased emphasis on elemental research (a "seeds-oriented" approach) can spur a continuous stream of development proposals, making it possible to break through current barriers and find new ways forward.

■ Profile

樋口 義弘 *Yoshihiro Higuchi*

国立科学博物館産業技術史資料センター主任調査員

昭和36年3月 明治大学工学部電気工学科卒業
昭和36年4月 三洋電機株式会社
電子冷凍機器開発・設計
飲料自販機の開発・設計に従事
企画、営業、品質保証部門を経験
自販機事業部副事業部長
平成9年3月 同社退職
平成9年4月 日本自動販売機工業会 技術主管
平成18年4月 国立科学博物館資料情報センター
主任調査員

■ Contents

1.はじめに	71
2.自販機の概要	73
3.飲料自販機の構造と機能	81
4.系統化	113
5.考察	119
6.あとがき	121

1 | はじめに

街中のいたるところに見かける自動販売機（以下自販機）、そして、それら自販機や自動サービス機が売上げる自販金額は2000年には7兆円を超えている。⁽¹⁾ この金額は日本全国にチェーン展開しているコンビニエンスストア全体の売上金額に匹敵している。

これら自販機が販売する商品の種類は多く、街角や職域などでのどを潤す飲料自販機、交通機関を利用すれば切符自販機、荷物を預ければコインロッカーや両替機、食堂では券売機のごとく、現代日本人の生活のあらゆる場面に自販機が出現している。

日本自動販売機工業会(以下JVMA)の「自動販売機普及台数および自販金額」（2006年版）によると、2006年末の自動サービス機を含む自販機普及台数は552万台あり、その内訳は「自販機」427万台、「自動サービス機」124万台となっている。この「自販機」427万台は、人口約30人に1台の割合で普及していることを示す数値である。

いったい自販機とは何なのか、ここで自販機の定義と種類を整理してみると、定義として「通貨（硬貨・紙幣）またはそれに代わるカード等を差し入れると、目的の物品やサービスが得られる機械装置」^{(2) 注1}と示されている。一方、自販機の種類を調べてみると、総務省統計局が作成している日本標準商品分類の中分類58に「自動販売機及び自動サービス機」がある。その中に小分類として「自動販売機」「自動サービス機」「自動販売機および自動サービス機の硬貨・紙幣・カード装置および部分品」が示され、小分類の「自動販売機」は、さらに「物品等自動販売機」「サービス情報自動販売機」に分けられている。この分類を見ると、「自動販売機」が扱う商品は、飲料、食品、たばこなどの物品のみでなく、パソコンソフトなどのサービス情報も含んでおり、もう一方の小分類「自動サービス機」をみると、コインロッカー、コインランドリーなどサービスそのものを販売対象とした機器とともに販売行為のない機器である両替機が示されている。

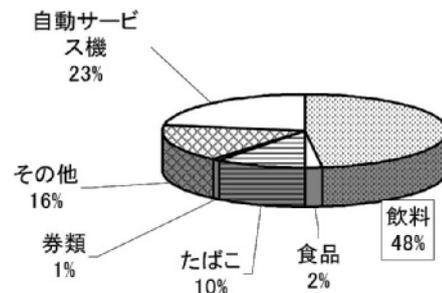
このように自販機は多種多様な商品やサービスを扱う販売機器であるが、図1.1自動販売機普及状況を見ると、普及台数は飲料自販機(48%)、たばこ自販機(10%)、その他自販機(16%)、自動サービス(23%)の4カテゴリーで約97%の構成比を占め、同様に自販金額では飲料自販機(40%)、たばこ自販機(28%)、券類自販機(25%)の3カテゴリーで92%以上を占めている。

したがって、今回の調査は普及率、自販金額とも高い構成比を持つ飲料自販機に焦点をあてることとする。

また、日本における飲料自販機産業化の起点を考えると、戦後高度成長期を迎えた昭和30年代にブームとなったストレートジュース自販機を以ってスタート時期と位置づけることができ、ここから、製品品種の拡大や数量的拡大により高度普及を果たし、生活に密着した産業と認識されるにいたった。本報告はこの発展に貢献した製品や技術をレビューし、関連する技術史資料の所在調査とともに技術の系統化を行うものとする。

2006年末 自動販売機普及状況

総普及台数 5,515,700



2006年 年間自販金額(億円)

総自販金額 6兆8,303億円

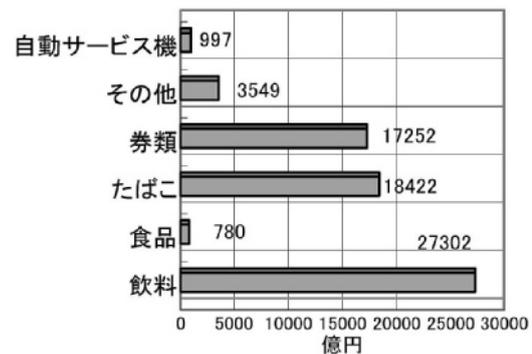


図1.1 自動販売機普及状況と自販金額
資料：日本自動販売機工業会

本稿の構成は、第2章を自販機の概要とし、その前半で、紀元前に発した聖水自販機をルーツとするその後の国内外における各種自販機の出現状況を説明する。後半は自販機に対するニーズの発生を理解するために、飲料自販機ライフサイクルに係わる飲料メーカー、オペレータ、整備事業者などの事業者を紹介し、流通革命といわれたルートサービスシステムなど運営方式を説明することとし、飲料自販機に関連する法規

を説明する。

第3章は飲料自販機を技術的に説明する。まず、飲料自販機の範疇にあっても、構成する技術要素、自販機活用事業者、運営方法などが全く異なる容器入り飲料、カップ式飲料の2種類の自販機があること、金銭処理・自販機制御、商品収納・販売装置、冷却・加温、調理・加工、展示・接客など自販機構成要素別に技術の流れを説明し、第4章では品質向上・メンテナンス性向上、犯罪との戦いなど、消費者に「安心」と「安全」を提供したソフト的な技術説明をおこなう。

第5章では金銭処理装置と自販機内調理加工にかかわる技術を系統的にまとめる

《引用資料》

(1) 自動販売機普及台数および自販金額」

(2000年版)：日本自動販売機工業会

(2) 自動販売機用語辞典：日本自動販売機工業会

P37

注1 ケータイ、Suica等による商品購入が可能になり、日本自動販売機工業会は用語辞典の改訂を検討している。

2 | 自動販売機の概要

2.1 自動販売機のルーツ

自動販売機（以下自販機と呼ぶ）の歴史は古代エジプトにさかのぼる。アレクサンドリアの科学者ヘロン（Heron）が著した「気体装置（Pneumatika）」には空気や水、蒸気などの性質を応用した数多くの機械の発明があるが、その中に、硬貨を入れると水（聖水）が出てくる装置について図解入りの記述があり、これが自販機のルーツと言われている。⁽¹⁾

この原本は失われているが1587年にラテン語で写本され、現在もローマにあるイタリア国立図書館に保存されている。この書物によると、紀元前215年ごろエジプトの寺院に"いけにえの水"を売るために使用された硬貨操作式装置の説明があり、上部の投入口に5ドラクマ貨を入れると、その硬貨の重みにより受け皿が沈み込み、出口をふさいでいたふたが槌子の作用によって開き、受け皿が元に戻るまでの時間、水が出てくると言う仕掛けであった。

その原理は槌子の応用であり、これは現在の水洗トイレの仕組みに見ることができる。この聖水販売機がヘロンの発明によるものか彼の師のテシビアス（Tesibius）の考案によるものかは分かっていない。⁽¹⁾



図2-1 聖水自販機
日本自動販売機工業会「30年の歩み」より

現存する最古の自販機は1615年にイギリスの居酒屋などに出回っていた小さな煙草自販機（長さ24cm、幅11cm、高さ10cm）とされている。⁽²⁾

1961年に出版された「A Concise History of Vending in the U.S.A. (G.R.Schreiber)」によると、

この煙草自販機は当時イギリスの居酒屋や宿屋のあちこちで見かけたという。箱上部にある硬貨投入口に半ペンスコインを入れると、その衝撃で留め金が外れて上部半分を覆っている蓋が開き、お客はそこから煙草を自由に取り出すことができる。しかし、使った後はお客または誰かが蓋を閉めて次の使用者が利用できるようにセットせねばならないが、多くの場合、宿の主人や使用人が蓋を閉めて次の顧客に出すという状態であった。このように自販機としては聖水自販機よりも幼稚で"使用者側の良心"に依存するところが多いため「正直箱」と名づけられていたと言う。⁽²⁾

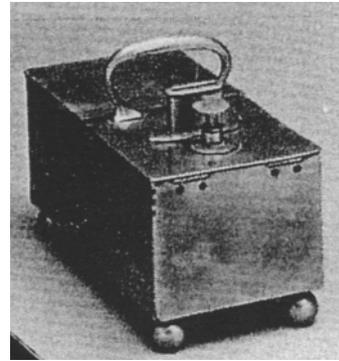


図2.2 正直箱
ヨーロッパの自動販売機産業史⁽²⁾

煙草以外の商品を守る機械としては、1822年にリチャード・カーライル（Richard Carlile）という自由思想家の本屋が警察や公安機関に抵抗するために考案した書籍の自販機がある。この装置は「書籍は時計仕掛けで売られており、お金を入れてダイヤルの上部に書かれている読みたい本にダイヤルを合わせると本が出てきます」と紹介されている。⁽³⁾

1857年にイギリスのセミアン・デンハム（Simeon Denham）が切手自販機を発明、特許を出願し取得した。

これは「特許をとった最初の自動販売機」として知られている。⁽⁴⁾ アメリカでは1884年にウィリアム・フリーユーン（William.H.Fruen）が「自動ひきだし装置」を考案し、同国最初の特許を出願している。⁽⁵⁾ 日本における最初の特許出願は1888年3月に東京の小野秀三が考案した「自動販売器」であるが、実用に供された形跡はない。⁽⁶⁾

このように、自販機の技術開発の流れはイギリスから始まったが、その流れはドイツ、フランス、スカンジナビア諸国などに波及し、自販機の原理に関心を持った発明家たちが、コイン操作の計量器、タバコ、ガ

ム、キャンディなど多くの自販機を設計した。いずれも実用化されたものは少なく、発明家たちは特許取得に躍起になっていた時代といわれている。⁽⁷⁾たとえば、デンハムの特許取得は1857年とされているが、同じ原理で動く切手自販機が郵便局に設置されたのは1907年になってからであった。⁽⁸⁾発明の特許を得ることと市場に売り出すことは別問題である。

その後、彼は複数の特許を取得しているが、申請書の中で「機械は故意に間違った使用をされなければ、順調に機能したが、紙片、オレンジの皮、その他の雑物が投入口に差し込まれると、壊れやすかった」と記述している。⁽⁹⁾

また、フレデリック・チャールス・リンド(Frederick C. Lynde)の特許には偽貨検出の磁石、寸法、厚み、重量、外周表面の模様、穴の有無で検知する装置などが紹介されている。⁽¹⁰⁾このように、コインメカの不具合が品物を供給できない第一の理由であることが明らかになるにつれ、偽貨検出器は自販機産業の専門分野となった。⁽¹¹⁾

1880年代になると、特許の波から実用化の波が進み始め、自販機実用化と発展に寄与した特筆すべき機械として、1888年アメリカのガム自販機を挙げることができる。

アメリカで自販機が実際に使われたのは1888年、Adams Gum社の創立者であるトーマス・アダムス(Thomas Adams)が自社製ガムを駅のホームで売る機械を開発し、使用したときである。⁽¹²⁾この方式は今日まで続き、チュウインガム自販機の市場を進展、拡大させた功績がある。

ドイツでは1895年にベルリンに登場した自動販売レストランが大変な評判になったといわれている。レストランは自販機が置かれているだけで、お客は自分で機械に硬貨を投入し食べ物を取り出して食事しており、「早くて、気楽で、チップなし」と現代でも通用している自販機コンセプトを掲げていたと言う。⁽¹³⁾

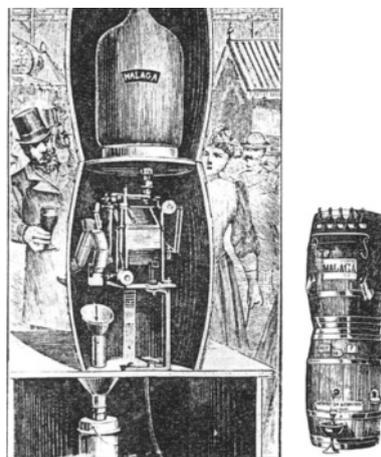


VIEW OF AUTOMATIC BAR IN PARIS 1891

図2.3 自動販売レストラン
自動販売機ガイドブック'76

また、1890年フランスのパリでは、馬車の乗客の足を暖めるために"木炭を炊くバーナー"の使用を禁止する法律が提出されたが、この代用品として道路のあちこちの売店にお湯の自販機が置かれた。これはコインを入れると沸騰したお湯が出てくるもので、馬車に乗るような富裕層ばかりでなく温湯を手に入れるすべがない貧しい人たちにも恩恵を与えるところとなり、自販機に対する関心は高まっていった。⁽¹⁴⁾

1891年には、樽型の自販機を多数並べたバーが出現し、これが社会的に広く設置された最初の飲料自販機であり、その後の発展に影響を与えたといわれている。この機械は「5セントの金貨をスロットに入れると、コインボックスの下のチューブを通してぶどう酒なら小グラスに一杯、ビールなら大きいグラスに一杯販売する仕組みの酒類自販機」と紹介されている。⁽¹⁵⁾



WINE VENDER USED IN FRANCE DURING 1891

図2.4 ワイン自販機
自動販売機ガイドブック'76

日本における最古の自販機は1876(明治9)年上野公園の「新聞縦覧所」に設置された自動体重測定器といわれているが、これは誰が作り、いつからいつまでおかれていたかなどは明確でない。⁽¹⁶⁾

一方、1888(明治21)年3月、小野秀三は「物品を販売する自動販売器」の特許を申請している。この特許明細書には「此発明ハ函内ニ機械ヲ装置シ銅貨ノ定量ニ依リ機械ヲ運転シ以テ物品販売ノ用ニ供シ其目的トスル所ハ機械ヲシテ銅貨ノ輕重大小ノ適當ナルトキハ機械ノ自動ニ依リ物品ヲ函外ニ送出セシメントスルニアリ」と記述され、同年12月に俵谷高七が申請した第964号自動販売機には「此発明ハ貨幣ヲ受取りテ煙草或ハ其他ノ物品ヲ自動販売スベキ機ニ係リ其目的トスル所ニアリ第一通貨ニ比シ寸法重量ヲ異ニスル偽貨ヲ差入ルルモ物品ヲ差出サザル第二物品尽キタル際ニ入レタル貨幣ヲ返戻スコト是ナリ」と記述されている。

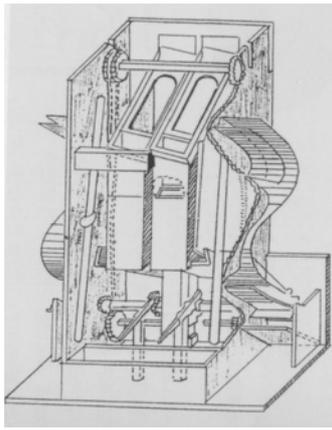


図2.5 俵谷の特許明細図
自販機30年の歩み

すなわち、小野の特許は「投入された貨幣が適当な重さと大きさであるなら物品を販売する機械」として自販機を定義つけ、俵谷のそれは「第1に正貨と寸法重量が異なる偽貨を投入した場合物品は販売せず」「第2に商品売切れ時に投入された貨幣は返却する」として売切れ検知と売切れ時投入硬貨の返却まで示している。いずれも現存する実物はなく実用化された様子もないが、俵谷の特許公報（第964号）に記載されている図や説明を見ると、偽貨の排除機能、商品売切れ時に硬貨を返却する機能まで備えており、その他の機構についても江戸時代に大きく発達したからくり人形の技術を応用した日本独自の技術と思われるものが見られる。

また、通信博物館には俵谷が1904（明治37）年に作った切手や葉書を販売する「自働郵便切手葉書売下機」が日本最古の自動販売機として展示されている。この機械の外箱は木製で高さ72cm、横幅24cm、奥行24cm、正面をみると、上部に売切れ表示窓と硬貨投入口、その下に商品取出口、その下に把手があり、下部に返却口とポストが備えられている。



図2.6 自働郵便切手売下機
通信博物館館所蔵

この機械の仕様は

- (1) 販売価格：切手3銭（1銭+2銭）葉書1銭5厘（1銭+5厘で葉書1枚、1銭+2銭で葉書2枚）、
- (2) 動作：手動（硬貨を投入し把手を引くことにより商品が取り出し項に送り出される。）
- (3) つり銭：つり銭はあらかじめ用意され、3銭投入し1枚販売して売切れた場合、1銭5厘のつり銭を払い出す。
- (4) 売切れ表示：商品がなくなると、売切れ表示をすると同時に硬貨投入口を塞ぐ。
- (5) 検銭仕組み：径の大きなものは投入口で阻止、径の小さいものや厚みの薄いものは硬貨が転動する軌道内で排除する。この仕組みは俵谷の特許第964号のそれと同じであるが、その後昭和30年代に活況を呈した10円ジュース自販機に採用されている検銭装置も同じ原理である。

日本最初の飲料自販機は1987（昭和62）年に岩手県二戸市の久慈酒造会長宅の物置で発見され、現在二戸市二戸歴史民俗資料館に保存されている酒自販機である。

この機械は高さ124cm、幅45cm、奥行45cmの大きさで筐体は木製、正面に《5銭白銅入口》《酒出口》《ゆすぎ水出口》が表示され、右側面に手書きで「東京下谷区上野町1丁目興醸舎販売元」と記されている。銅貨を入れるとゼンマイ仕掛けでタイマーが作動し、これにより酒タンクと蛇口を結ぶチューブを挟みつけ流れを止めていた金具が一定時間（35秒間）緩み、1合分のお酒が蛇口から出てくる仕組みとなっている。この時代は使い捨てのコップがなかったため、備え付けの器を利用したものと見られ、この器を洗うために「ゆすぎ水」が用意されていた。



図2.7 酒自動販売機
二戸市歴史民俗資料館所蔵

製造年代は明らかではないが、推定する材料として5銭白銅貨の鑄造時期、酒1合の価格が5銭である時期、

チューブなど使用している部品の状況が目安となる。⁽¹⁷⁾ 5銭白銅貨の鑄造時期は明治22年（1889年）から明治38年（1905年）までであることから、明治22年（1889年）以前の機械ではないことは明らかである。一方、販売価格からみると、大正元年ごろ上等酒が1升1円、並等酒が48銭との資料があり（出所不明）、恐らくこの時期であろうと推定できる。⁽¹⁸⁾ 同資料館館長菅原孝平氏は新しい分析結果により、日本最古の自動販売機であるばかりでなく、世界最古の酒類自動販売機の可能性が見出されることを期待している。

現在市場にある飲料自販機の90%以上は缶やボトル、紙容器などの容器に入った飲料の自販機であるが、飲料自販機のルーツとなる聖水自販機、フランスのワイン自販機、日本の酒自販機のいずれも計量して1杯ずつ販売する自販機であり、いずれも備え付けの金属製あるいは陶器製のカップを使用していた。

現在使用されている紙カップの歴史は20世紀初めアメリカが発祥地といわれ、1908年に紙カップを使った飲料自販機が開発されている。また、1946年にホット飲料用紙カップが開発されるとホットコーヒー自販機も誕生した。⁽¹⁸⁾

日本における飲料用紙カップの生産は1954（昭和29）年に進駐軍用にコールド飲料用として東岳興行が納品したのが始まりで、その後ビール、ジュース用などを出荷したとされている。

わが国で普及型自販機が登場したのは大正後期の菓子自販機であった。大正13年、新聞漫画で人気キャラクターの「のんきな父さん」が描かれたこの機械は1銭硬貨を入れるとチンチンと音を出しながら駄菓子が出てくる仕掛けで⁽¹⁹⁾、内部は図2.8の右図に見られるような商品収納構造となっており、紙容器飲料、アイスクリームなどで現在用いられているチェーンラック方式モデルと見ても良い。

これは約1000台製造され菓子店や茶店に設置されたと言われており、現物は姫路市の入江児童文化研究所が蒐集し所蔵していたが、その後兵庫県立歴史博物館に寄贈されている。⁽²⁰⁾

この機械の開発者である中山小一郎はこれを機に自販機製造の専門会社を設立し入場券自動販売機、遊戯兼菓子自販機、つり銭付キャラメル自販機、牛乳自販機など次々に新機種を開発し、後に自動販売機の改良研究、各種発明考案の業績に対し紫綬褒章、勲4等が授与されている。

同じ年、中山の「のんきな父さん」以外に実用化された菓子の自販機があった。人気漫画の「正ちゃんの冒険」からとった「正ちゃんトリス」が描かれた自販

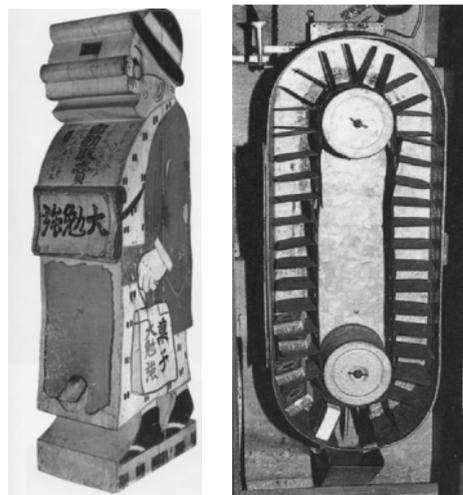


図2.8 大正時代の菓子自販機
兵庫県立歴史博物館所蔵

機で1銭を投入すると、自転車のベルの音がしてキャラメルが出てきた。大阪の遠藤嘉一が製作したもので少なくとも江崎グリコが5台購入している。江崎グリコは「正ちゃんトリス」を使ったのは初めてではなく、大正11年に「公德販売器」と名づけた販売機を稼働させている。この機械は硬貨を入れなくても商品を引き出せるため、1615年にイギリスで使われていた煙草自販機「正直箱」と同様に買う人の公德心に依存する機械であったという。⁽²¹⁾

戦前戦時の日本はイギリスと同様に生活より軍需が優先され自販機の開発は中断されたが、戦後、朝鮮戦争による特需景気とともに自販機開発が再開、昭和28年には10円青銅貨が発行されたことを機に、手動式の改良型入場券（硬券）自販機が東京駅でテストの末、山手線各駅に設置されている。この自販機は硬貨を入れてからレバーを押し下げると、日付が印刷された入場券（硬券）が出てくるもので、1種類の券が出てくるため単能機と呼ばれている。入場券販売機は一定額面で日付さえあれば良いという単純な機能であることから、開発が容易であるばかりでなく、自販機に慣れていない乗客にも受け入れ易い機械であったと考えられる。⁽²²⁾

10円貨による入場券販売機は、高度成長の波にも乗ってジュース、ガム、煙草等の自販機の開発を促し、徐々に自販機市場が形成され始めた。

1957（昭和32）年10月、星崎電機（現ホシザキ電機）が開発販売したカップ式ジュース自販機は日本で初めて冷却装置を搭載したもので、上部に噴水ディスプレイが取付けられ、カップは手抜き式で1杯10円のストレートジュースが定量出てくる機械であった。⁽²³⁾ この自販機は当時乱立していた中小ジュースメーカーの戦略

機器として大いに活用され、飲料自販機ブームのきっかけをつくった。

その後、機械メーカーの新規参入が相次いだ中、1961年（昭和36年）に同社が開発販売した「オアシス」と呼ぶ噴水型自販機は爆発的ブームを招いたが、この「オアシス」を中心とするカップ式自販機は前記入場券・乗車券販売機とともに消費者に自販機を慣れさせ、ラムネ・サイダー以外の飲料にも視点を向けさせた画期的な機械であった。現在の飲料自販機の高度普及の始点はこの「10円ジュース」時代であるとする考え方が一般的である。



図2.9 ジュース自販機「オアシス」
ホシザキ電機所蔵

画期的な自販機「オアシス」の開発についてホシザキ電機社史によると、同社社長がアメリカ視察中に当地ではウォータークーラ、ジュースクーラがヒット商品になっていることに気づき、小型ウォータークーラ開発に着手したのが発端という。そして、最初に製作したウォータークーラにジュースを入れて名古屋のロータリークラブで紹介したところ大変な評判になり、「10円を入れるとコップ1杯のジュースが出てくるような仕掛けはできないか、できれば1週間後の広小路祭りに出したい」と相談されたことがジュース自動販売機誕生のきっかけであったなどと諸々のエピソードとともに紹介されている。

2.2 自販機産業の構造

自販機はモノやサービスを無人で提供する機器と定義できるが、機器を事業の道具として活用する事業者のほかに、無人で正常な動作を保障するための活動を行う多くの裏方が存在する産業機器である。図2.10は飲料自販機に関連する主な事業者（業種）を示している。自販機は実線矢印が示すルートにより設置され、点線矢印のルートで廃棄処理されている。飲料メーカーは自社購入機を⑤整備事業者を利用して自ら運営す

るほか、購入機を④オペレータに貸与して運営させることがある。④專業オペレータは自ら自販機を購入し運営する事業者である。

自販機の開発課題は、利用者（消費者）に対する利便性向上などの機能開発は当然であるが、同時に、産業機器

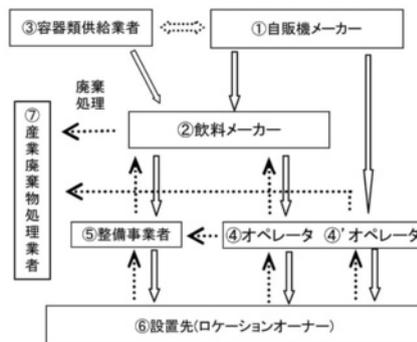


図2.10 主な自販機関連事業者

として各関連事業者の利益性向上も重要な課題である。

そして、それらの課題は時代の流れとともに変化している。たとえば、昭和40年代の消費者の声は「商品が出ない」「つり銭が出ない」など機械の信頼性に関する要求が多かったが、近年は単なる「便利な四角い箱」だけでなく、もっと親切的な「ユニバーサルデザイン」へ、あるいはエネルギー消費など環境問題への対応にシフトしている。

また、飲料メーカーは、従来、ロケーション争奪のために「差別化機能」に関する開発要求が主であったが、現在は「機械1台当りの売上げ向上に寄与する機能」が主となり、「差別化機能」は従の立場になっている。

オペレータは「おいしい飲み物の提供」「オペレーション効率向上のための高度情報化」に強い要求があったが、最近では、これに「缶飲料自販機に勝てる機能」が加わり、整備業者は「コール数（故障修理）の減少」から「標準化や易解体性など自らの作業性向上」を求め、さらに、2000年ごろからは拡大製造者責任制度に対応して直接自販機メーカーと接触のない廃棄処理業者からの要求も増加してきている。

しかしながら、前図に示す産業構造も最近の高度情報化による「ケータイ文化」を迎えて変化しつつある。

これは自販機が社会施設として、情報文化の端末として位置づけられるにつれ、いわゆるIT産業の参加が必要になってきたからである。

2.3 飲料自販機の運営形態

10円ジュースのブームも1963年の冷夏を境に急速に衰退の道をたどることになった。自動販売機20年史に

は衰退の理由として、価格政策、消費者の嗜好の変化をあげているが、自販機のトラブル（故障など）や飲料の品質問題で消費者が離れていった事情も見逃せない。

10円ジュース自販機や国鉄券売機の普及によって消費者が自販機に慣れてきたころ、日本コカコーラ¹⁰²は自販機を活用するルートセールシステムを武器に市場に参入した。同社は小売店に自販機を貸与し運営を任せる「レギュラーサービス」と、自販機を設置するロケーションの提供を受けて、商品充填から衛生管理、売上管理までのすべてを自らが行う「フルサービス」と呼ぶ組織的な活動を行い、毎年数万台規模で自販機を設置した。

コカコーラグループ¹⁰³が実施した自販機の積極的導入は1962年からであるが、飲料自販機需要の大部分を支えることになった。

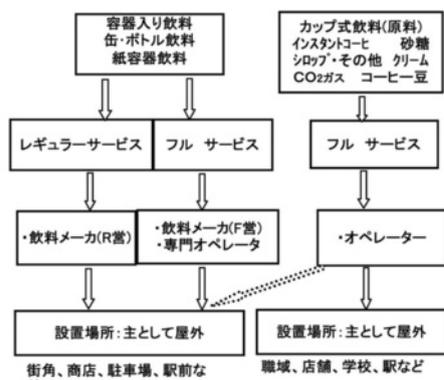


図2.11 レギュラーサービスとフルサービス

図2.11は容器入り飲料とカップ式飲料の販売方式を例示したものである。多くの飲料メーカーはレギュラーサービスとフルサービスの両方の自社(系)販売チャネルを持っているが、さらに、「缶オペ」と呼ぶ容器入り飲料専門オペレーターの出現により、この専門オペレーターへの委託販売も積極的に推進している。

1963(昭和38)年、わが国初めての専門オペレーターが誕生した。彼らは職域、店舗内、学校、駅など主として屋内に自販機を設置し、商品(原料)充填から一連の自販機管理までのすべてを行うフルサービスの形態のビジネスを展開したが、主力機種としてコーヒーのカップ式飲料自販機を用いた。この理由は、カップ式飲料は利幅が大きく、味や衛生管理など自らの努力が評価されることにある。

一方、噴水式自販機以降の自販機開発製造の状況を見ると、1961(昭和36)年に新三菱重工業(現三菱重工業)津上製作所(現ツガミ)の2社が米国の自販機メーカーと技術提携を結んだのを皮切りに、続々と技術提携を結び、導入した技術をもとに国産化に取り組んでいる。この取り組みは前述のコカコーラグループの

自販機戦略に焦点を合わせたもので、新三菱重工業の提携先は米国でコカコーラ市場にもっとも実績のあるベンド社(The vendco co.)であり、最初に製品化したボトル自販機2機種はいずれもコカコーラグループ向けであった。

このアメリカ産自販機技術は、ハード面としてスラントシェルフ(斜棚)やスタック(積上げ)方式の収納機構、あるいはコインメカニズムの標準システム、ソフト面としてメンテナンスシステムなど現在の自販機技術の基盤となっている技術を挙げることができるが、その後国内の大手、中堅メーカーの市場参入が活発になり、徐々に国産技術に移行していった。このように飲料メーカーの自販機戦略、海外技術の導入が牽引力となり、1967年から1973年までの7年間に飲料自販機は年平均48%という驚異的な伸び率を示している。

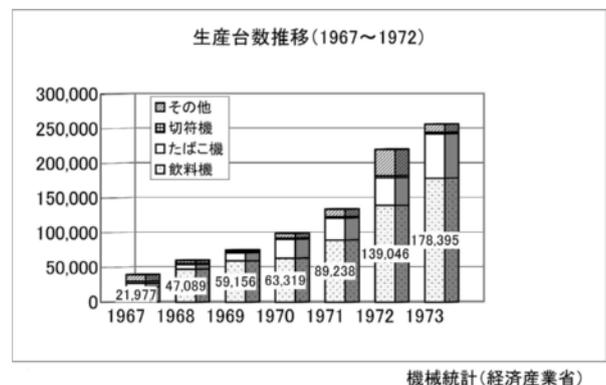


図2.12 導入期における出荷台数

2.4 自販機の使命

自販機が物珍しさの段階から実用化の段階に入り、現在の高度普及に至るまでに多くの技術革新の歴史があり、これら革新のニーズは自販機の特質と日本の社会や文化の変化に対応して発生しているといえる。自販機の特質は「対人機械」、「無人販売」であり、不特定多数の人と接するために、当初、目立つデザイン、易しい操作、堅牢、安全、簡便迅速な購買手続き、24時間稼働などの特性を向上させることにあった。しかし、時代の変遷とともに、自販機への期待も変化する。1953年10円青銅貨、1957年100円貨が発行され、1959年には100円、50円、10円が揃って改鑄されて「コインエイジ」を迎えた。これを機に、規制緩和や自販機に関する法整備など社会的に自販機への関心が高まり、存在価値が高まると、自販機産業として構造が整備され(2.2節)、技術革新のターゲットは単なる「対人機械」、「無人販売」の機能、性能にとどまらない範囲で拡大してきた。

消費者から見ると、自販機への期待は品質の良い商品やサービスをタイムリーに購入できることであるが、自販機を購入し運営する立場からみると、商品販売ツールである。この立場から期待されてきた使命をまとめてみると、

その1は、省力化支援の機械

その2は、均質、最適賞味条件の商品提供

その3は、広告塔としての役割

その4は、商品開発戦略の武器

その5は、消費者へ利便性の提供

を挙げることができる。しかしながら、近年は消費者の環境保護への関心の高まりを受けて内容が変化してきた。たとえば、利便性の提供はエネルギー消費の増大を招くことから24時間営業は再考を求められ、また、「その場消費」についても廃棄物の増大を齎し、広告塔機能や過度な照明は景観を損なう。商品の最適温度管理と省エネ管理は両立しない。このように従来追求してきた機能や役割は、環境への配慮から再考を迫られ、新たな対応が必要となってきた。

2.5 飲料自販機の安全性

飲料自販機の高度普及を築いた要因のひとつとして、消費者と機械との間の相互信頼の確立を挙げることができる。機械に安心して触れることができる、機械を信用して所持金を入れることができる、機械から購入する商品は新鮮で適温に管理されている、トラブルが生じてでも解決してくれる相手が居ると言ったことなどについて、消費者の信頼がなければ相手にしてはもらえないからである。

これら安心基準確立のガイドラインとして種々の法規制がある。

1961（昭和36）年、電気用品取締法が制定され、電熱装置、冷却装置などを有する飲料自販機は甲種電気用品に該当し、定められた技術基準に基づいて電気安全を確保することになっている。

また、食品安全に関しては1961（昭和36）年食品衛生法第7条（調理に関する基準）、第10条（器具および容器包装に関する基準）に基づく告示が出された。これにより、カップ式飲料自販機は、「食品が部品に直接接触する構造を有する」器具に該当することになり、ここに遵守すべき規程が設けられ、消費者に対して安全を示すことができるようになった。¹⁶⁵ この基準は

①構造・機能に関する規定

②調理に関する規定

③管理運営に関する規定

④設置場所に関する規定

⑤営業許可に関する規定

など多岐にわたっており、①では部品の材質、洗浄・殺菌ができる構造、食品保存部分の構造、販売するカップの取り扱い、②では販売のつど調理、調理に使用する温度、販売中止機能などが示され、特に⑤の規定により、容器入りでない清涼飲料やコーヒーを販売する自販機は喫茶店営業の許可が必要になっている。なお、カップ式飲料自販機の多くは水道直結して水を供給するため、食品衛生法以外に水道法の基準を遵守することが義務つけられている。

さらに、すべての自販機の設置は「道路法」「道路交通法」に基づく道路使用規制、ガソリンスタンドへの設置については「消防法」による許可、通貨、カードの扱いに関しては「刑法」「通貨および証券模造取締法」「貨幣損傷等取締法」の遵守がある。

《引用資料》

- (1) 自動販売機20年史 日本自動販売機工業会 P6
- (2) 〈ヨーロッパの自販機産業史〉自動販売機 自動販売ニュース社P6
- (3) 〈ヨーロッパの自販機産業史〉自動販売機 自動販売ニュース社P7
- (4) 〈ヨーロッパの自販機産業史〉自動販売機 自動販売ニュース社P7
- (5) 米国自動販売機産業史 自動販売ニュース社 P5
- (6) 鷺巣力 自動販売機の文化史 P23
- (7) 米国自動販売機産業史 自動販売ニュース社 P4
- (8) 〈ヨーロッパの自販機産業史〉自動販売機 自動販売ニュース社P7
- (9) 〈ヨーロッパの自販機産業史〉自動販売機 自動販売ニュース社P8
- (10) 〈ヨーロッパの自販機産業史〉自動販売機 自動販売ニュース社P9
- (11) 〈ヨーロッパの自販機産業史〉自動販売機 自動販売ニュース社P9
- (12) G.R.Schreiber A Concise History of Vending in the USA P13
- (13) 鷺巣力 自動販売機の文化史 P41
- (14) 米国自動販売機産業史 自動販売ニュース社 P6
- (15) 米国自動販売機産業史 自動販売ニュース社 P6
- (16) 鷺巣力 自動販売機の文化史 P72
- (17) 鷺巣力 自動販売機の文化史 P84～86
- (18) 東岳興行 HP
- (19) 自動販売機30年史 日本自動販売機工業会 P5
- (20) 自動販売機30年史 日本自動販売機工業会 P5

(21) 自動販売機30年史 日本自動販売機工業会 P5

(22) 自動販売機20年史 日本自動販売機工業会 P115

(23) ホシザキ50年の歩み ホシザキ電機 P92

注1 二戸市立二戸歴史民族資料館の資料には、清酒1升の値段は明治28年18銭、大正元年73銭、大正5年1円24銭、大正10年1円70銭（石鳥谷町 南部杜氏伝承館調べ）も紹介されているが、「値段のうづりかわり」（出典不明）の記載情報を記述した。

注2 米国のザコカコーラカンパニーの日本拠点として、1957年日本飲料工業株式会社が設立され、1958年日本コカコーラ株式会社と社名変更された。同社はコカコーラグループの中核として企画・研究開発、原液製造を担当し、製品製造、物流・販売は全国各地のボトラーが担当している。

注3 コカコーラはボトラーシステムと呼ぶ独自のビジネス展開をしているが、日本では1956年から1972年にかけて日本各地に17社設立された（ただし、2006年現在14社に統合されている）。これらボトラーを中心とした関連会社をコカコーラ・グループとよぶ。

注4 自販機に関する規制は、昭和30年代前半から急速に普及し始めたカップ式飲料自販機の食品衛生を担保するため、昭和36年6月食品衛生法第7条、第10条に基づく厚生省告示「食品添加物等の規格基準」に飲料水の製造基準並びに保存基準が規程されたのが最初である。

3 飲料自販機の構造と機能

3.1 飲料自販機の種類

飲料自販機は、最古の自販機と言われるヘロンの聖水販売機や日本最古の酒自販機に見られるカップ式飲料自販機と、ボトル、缶、紙パックなどを販売する容器入り飲料自販機の2タイプに大別できる。

表3.1は両者の主な相違点を示したものであるが、開発技術の要素をみると、前者は原料を調理・加工して飲料を製造する設備から容器に注ぎ込むまでの機能をもち（図3.1）、このことから「おいしさの提供」、「食品衛生の管理」に技術の視点がある。一方、後者は飲料メーカー等が容器に封入した飲料を効率よく収納し（図3.2）、その飲料ごとの最適温度で販売する機能が使命であることから「多様な容器への対応」「飲料を最適温度で提供する制御技術」が開発のポイントである。

表3.1 飲料自販機の種類と特徴

	カップ式飲料自販機	容器入り飲料自販機
構造	冷却槽・湯タンク・製氷機・水/原料タンク・CO2ガス・カップディスペンサー等を装備し、原料を調理/加工して飲料を作り1杯ずつ販売する。	容器(飲料)を品種ごとに収納して冷却/加熱し、1個ずつ販売する。
機械購入者	専業オペレータ 兼業オペレータ	飲料メーカー 酒造事業者
主な設置先	職域・店舗 学校・公共施設	街頭 店舗
規制等	食品衛生法準拠 営業許可	

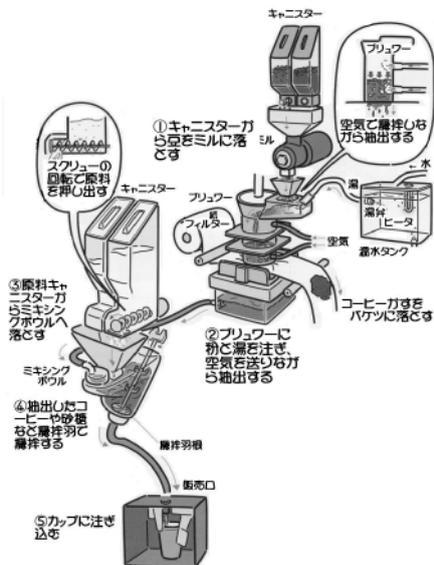


図3.1 カップ式飲料機の飲料製造例
(出典：解体新書 日刊工業新聞社)

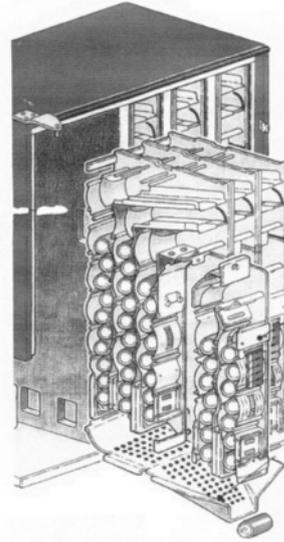


図3.2 収納装置の例
(出典：自販機技術総覧)

3.2 技術開発の流れ

3-2-1 カップ式自販機

昭和30年代前半に開発され大ブームを呼び、その後自販機の産業化に大きな役割を果たした「ストレートジュース自販機」はカップ式自販機であった。当時の機械はカップディスペンサー（カップを自動的に販売口にセットする装置）がないため、ジュースの購入手順は、最初に機械の側面または正面に取り付けてあるカップ収納筒から手でカップを引き抜き（「手抜き式」）、それを販売口の所定位置に置いてから10円を投入する方式であった。この「手抜き式」時代において、カップ入れ忘れ対策として販売口内部に光学式カップ検出装置を設けた改良型も出現したが、やがて海外製品や海外技術導入によりカップディスペンサーが出現し、食品衛生法による規制を機に「手抜き式」は消え去った。なお、開発された光学式カップ検出装置は、実用化間もないトランジスタを用いたスイッチング回路であり、業界で初めて電子回路を使用したものとして注目された。

カップ式飲料自販機は、構造的にコールド飲料系とホット系飲料に分けられ、さらに、コールド飲料系は販売時にシロップなど原料と冷却水を混合・調理して提供するポストミックス方式と予め飲料メーカーが製造した飲料を冷却保存しこれを一定量計量してカップに注ぎ込むプリミックス方式があり、両方式の特徴を表3.2に示す。

現在、衛生管理の難しさなどの問題からプリミックス方式は市場にほとんど存在していない。

表3.2 飲料自販機の種類と特徴

ポストミックス (原料で保存し販売つど飲料化)	シロップと稀釈水の混合比はおよそ1:4~5であり、重量・体積、飲料の運搬費は5~6分の1で済み、シロップは強酸・濃糖度であるため耐菌性に優れる。
プリミックス (飲料の状態で保存し販売する)	この方式の自販機は飲料製造用設備が不要であることから、構造が単純となるが、飲料は耐菌性が劣るため、日常の機内洗浄は高頻度で高温洗浄が必要。

コールド飲料自販機は主としてシロップを原料に使うが、そのシロップの保存システムによって自販機の構造が異なっている(表3.3)。補充式開放型タンクに保存しているシロップをポンプで吸い上げて冷水または炭酸水で希釈する方式(ポンプ式)は主としてオペレータ業界が採用している。また、飲料メーカーとしてシロップを製造しているコカコーラグループは、製造したシロップを密閉タンクに充填して運搬し、自販機内では密閉タンクの状態のままCO₂ガスで加圧して保存し、販売時はその圧力でシロップを押し出す方式(プレッシャー式)を導入した。その後、ポンプ式のタンクを使い捨て容器であるBIB(Bag in Box)に置き換えた方式が加わり、シロップの保存・送出方式は3方式となった。

ホット飲料自販機とインスタントコーヒーの関係は

切り離せない。日本では昭和35年にインスタントコーヒーが発売され、コーヒーの味は次第に一般家庭でも浸透し消費量は急増してきた。

そして、昭和37年、コーヒー自販機は新三菱重工が開発したHB-10によりスタートした。この自販機は米国ベント社との技術提携によって生まれ、インスタント飲料4種類(ブラック、砂糖入り、ミルク・砂糖入り、ココア)販売、300個のカップを収納するカップディスプレイ、50円・10円の2金種受入れ、つり銭払出し装置付きという機能を持っていた。このHB-10は昭和35年に誕生した専業オペレータ(後述)の主力機種に採用され、着実に市場に浸透していったが、専業オペレータがコーヒー自販機を主力とする理由は、容器入り飲料に比較して利益率が高いこと、コールド飲料のように中身飲料メーカーと競合することなく主体性をもって事業を進めることができることであった。⁽¹⁾

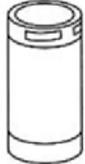
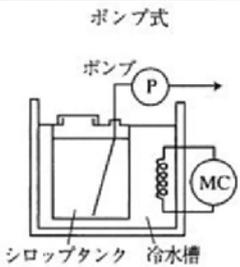
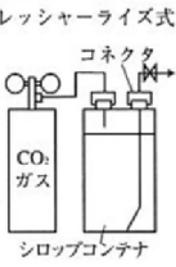
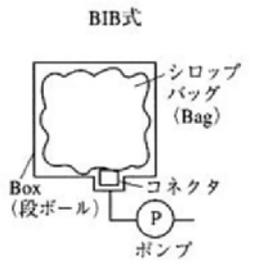
これによりオペレータは、夏場のコールド飲料に冬場のホット飲料が加わり年間を通したビジネスが可能となり、多くの専業オペレータ参入を促す役割を担った。

専業オペレータの活発な活動により、インドア中心のホットコーヒー自販機市場が形成され、ここには多くの自販機メーカー、飲料メーカーが参入している。

インドア市場の中でも、当初、自販機メーカーは大きな販売容量が必要な売上の大きい設置場所に向けたフロア型自販機を中心に開発を進めてきたが、昭和47年に入ってから卓上型の開発が活発になってきた。

この小型で安価な卓上型は、小規模の事業所などへの設置に適し、従来のフロア型市場に対して少人数を対象とした卓上型市場が加わり、ホットコーヒー市場はフロア型、卓上型という2極の形で活発に開発が進

表3.3 シロップ原料と自販機の構造 (出典:自販機技術総覧)

シロップタンク	補充式開放型タンク	コンテナ式密閉タンク	バックインボックス(BIB)
形態			
自販機構造	<p>ポンプ式</p>  <p>シロップタンク 冷水槽</p>	<p>プレッシャーライズ式</p>  <p>CO₂ガス シロップコンテナ</p>	<p>BIB式</p>  <p>シロップバッグ (Bag) Box (段ボール) コネクタ ポンプ</p>

められた。さらに、昭和40年代後半にレギュラーコーヒー自販機が登場し、インスタントコーヒー自販機と競合になったが、職域などの主力市場では価格よりも味が求められてレギュラーコーヒーが徐々に勢力を伸ばし、これも2極化していった。

また、カップ式飲料自販機の場合、飲料メーカーはコールド飲料自販機中心、専門オペレータはホット飲料自販機中心の市場展開を指向していた。

ところが、1974（昭和49）年にレギュラーコーヒーのホット&コールド機が登場しコーヒー自販機をフルシーズン化した。多フレーバーのカップ式自販機については、1976（昭和51）年、富士電機がホット&コールド機を開発し、⁽²⁾ 続いてシロップ飲料中心のコールド飲料機もホットコーヒー機能を搭載したことにより、飲料メーカー、専門オペレータともホット&コールド自販機を持つことになった。

ホット&コールド化に続いて、食品メーカーと自販機メーカーはフレーバー開発に力を注ぎ、リーフティー、スープ飲料などを加えた多フレーバー化をさらに進展させている。中でも、1981（昭和56）年にサンデンが開発したミル（挽豆）付自販機は⁽³⁾、徹底的に味を追求した自販機として注目され、カップ式自販機は高級化、多様化、大型化へと発展していった。

カップ式自販機は、原料の保存装置、飲用水を冷却する水槽、湯を沸かす湯タンク、炭酸水製造装置、製氷機などをもって飲料を製造し、販売のつどカップを販売口にセットして、一定量をカップに注ぎ込む機能が基本的機能であるが、ほかに重要な機能として日常、週間、月間など定期的に衛生管理を行っており、これらのために非常に複雑な制御を行っている。

それゆえ電子化の歴史は古い。まず、三洋電機は昭和48年に開発したコールド飲料機においてトランジスタを使用したシーケンス回路を採用しており、同機は続いてIC、LSI、さらにマイクロコンピュータを採用することによって多機能化を実現している。⁽⁴⁾

特にマイクロコンピュータ技術は、カップ検出、売切れ検出などのセンシング機能、原料ミックスのシーケンス制御、各種テスト機能、サンテーション機能、モニター表示機能など機内の機能制御に大活躍するのみでなく、新製品開発やルートセールス効率を目指した販売情報システム、メンテナンス情報システムなど情報化によるオペレーション効率向上に大きな役割を果たした。

3-2-2 容器入り飲料自販機

1杯10円のストレートジュースを販売するカップ式

飲料自販機は、全国に乱立していたラムネやサイダーを製造する中小ジュースメーカーの戦略機器として大いに活躍したが、この歴史は概ね5年間で終わり、代わって容器入りのコーラ飲料自販機が登場してきた。1957（昭和33）年に設立された日本飲料工業株式会社（翌年日本コカコーラ(株)と社名変更、以降日本コカコーラと呼ぶ）は、独自のフランチャイズシステムとルートセールスシステムを武器に積極的に自販機戦略を展開した。

その特徴の一つとして、米国市場と同様に各ボトラーが採用する自販機や機材はすべて日本コカコーラの「認定」を必要とするシステムがあった。⁽⁵⁾ このシステムに迅速に対応するためには、米国市場で実績のあるメーカーと技術提携を結び生産することが手取り早く、1961（昭和36）年新三菱重工は米国のベンド社（The Vendo co.）と技術提携を結び、当時の自販機先進国技術による供給体制を整えた。1962（昭和37）年にボトル自販機2機種（V-63、V-144）を製品化した。最初はロックダウン方式で生産し、その後徐々に部品の国産化を進めていった。しかしながら、購入するボトラー側から見ると米国での実績には敬意を表すものの、品質や機能が日本に適しているとは言えず、国産技術による日本国内に適合する製品開発への期待が大きくなり、やがて、自社技術による開発を進めていた国内電機メーカーが中心となる市場に変化していった。

この歴史の中で機械購入者による「認定」方式は、購入者が自販機の機能や仕様について標準を決め、標準に合致するか否かをチェックして認定するプロセスとなっている。この方式では機械メーカーが独自技術を発揮しても独占することには難点があるものの、機材・機能の標準化を促し、その結果運用技術やメンテナンス性を向上させる効用は認められる。そして、現在においても「飲料メーカー独自の仕様と認定」システムの枠組みの中で機材開発が進められる仕組みは続いている。

容器入り飲料自販機の発展は当然のことながら容器の変遷と密接な関係がある。

様々な技術開発を促した飲料容器の変遷を見ると、清涼飲料の容器はガラス瓶からスタートし、自販機はガラス瓶自販機であった。1965（昭和40）年ごろから缶への移行が始まり、昭和40年代後半にはほとんどのガラス瓶飲料自販機は缶飲料自販機に変貌している。

その後1982（昭和57）年、食品衛生法が改正され清涼飲料用にPETボトルの使用が認められたが、500mlなど小型飲料容器としての普及は、1996（平成8）年に全国清涼飲料工業会が自主規制を撤廃してからとな

る。清涼飲料用容器は瓶、缶、PETボトルのような容器材質変化の流れがあるが、それら各々の材質について種々の容量や形状が出現するため、容器入り飲料自販機の開発は、各種容器に対応する様々な収納・販売装置の開発が中心となっている。

一方、牛乳容器の歴史を見ると、1881(明治14)年頃は小型ブリキ缶(1合：180ml)に牛乳を詰め、得意先に配達して歩いたのが宅配の始まりといわれている。⁶⁾

ところが文明の進化とともに衛生管理の必要性が強くなり、1889(明治22)年東京に洗浄のしやすい「細口ガラス瓶」が現れ、その後1899(明治32)年に「牛乳専用ガラス瓶」が登場した。これにより従来のブリキ缶に代わって持ち運びが便利で衛生的なガラス瓶に変わっていった。

海外では、20世紀半ばにスウェーデン政府提唱によりテトラクラシックと呼ぶ紙製の四面体が開発され、また、米国ではピュアパックとよぶ同じく紙製で上部が屋根型をした直方体の容器が開発され、牛乳容器として広まっていった。

日本では協同乳業が1956(昭和31)年スウェーデンで開発されたテトラパック(テトラクラシック)を導入、1964(昭和39)年の東京オリンピックや学校給食に採用され、急速に広まったが、⁷⁾三角錐の特殊な形状であるため輸送コンテナや店頭陳列、保管に難があることから、徐々に直方体のピュアパックに代わって行った。

清涼飲料、牛乳などの容器の変遷に対応して、様々な収納装置が開発されたが、主な例を図3.3に示す。

この中で1968(昭和43)年に牛乳自販機に登場し、その後、缶自販機に広く採用されているサーペントイン(serpentine：曲がりくねった)タイプの収納方式(図3.3左端)は、商品補充作業の容易さや自販機庫内容積に対する収容量の多さなどから、現在でも缶飲料自販機の標準仕様として大多数の自販機に採用されている。

その後1972(昭和47)年、温めて飲める缶入りコーヒーが出現し、これに対応する自販機の開発が求められるなど容器入り飲料自販機市場は、ますます、活発になっていった。

飲料自販機市場は、冷たい清涼飲料や牛乳の自販機が中心で冬季に売上が激減するビジネスであったが、ホットコーヒーの自販化により年間を通したビジネスとなった。さらに、ホット&コールド自販機の登場により、新しいロケーションが生まれ、また、自販機ビジネスへの関心が高まった結果、飲料自販機は非常に高い普及状況に至ったといえる。

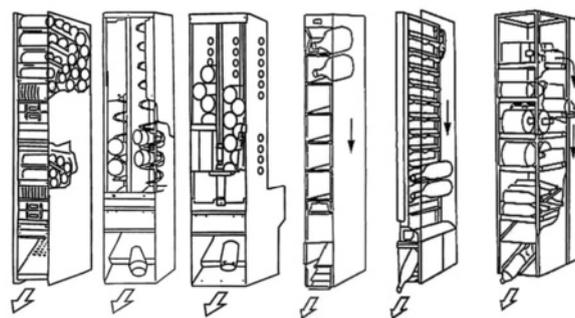


図3.3 収納装置の例
(出典：自販機技術総覧)

3.3 飲料自販機の構成と機能

図3.4は飲料自販機の構成と機能を示す。既に述べてきた通り、カップ式飲料自販機は飲料を製造する設備を持ち、これを容器(カップ)に満たして販売する機械であるが、容器入り飲料自販機の場合、容器(飲料を満たした)を販売する機械と言える。具体的に見ると、カップ式飲料自販機の「カップを販売口に落とす」段階までが容器入り飲料自販機の機能に相当するが、カップ式飲料自販機の特徴は、むしろ、次の飲料を作る行程が主たる機能と見ることができる。図3.4を用いて説明すると、各機構のうち両者共通部分は金銭処理機構のみで、当然商品原料保存・販売機構は全く異なる。カップ式飲料自販機では案内・接客機構においてカップ容量や砂糖の増減量選択の指示部を付加する必要があるほか、飲料製造のプロセス、安全衛生の管理の機構も加わるので、制御情報処理機構のサイズは数倍大きくなる。本項では両者について構成要素の概要を示し、それら要素の特徴、技術内容については3.4項以降に詳述することとする。

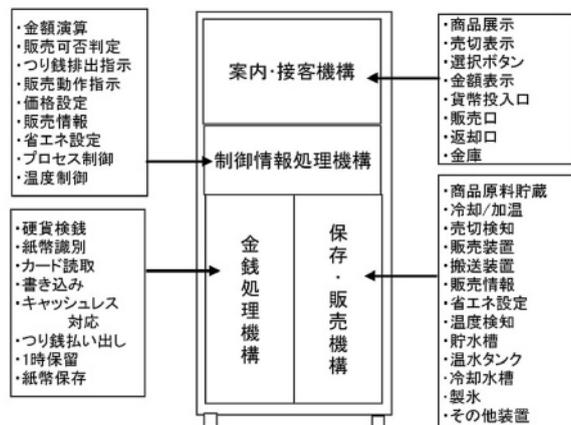


図3.4 飲料自動販売機の構造

3-3-1 容器入り飲料自販機の構造

代表的な缶・ボトル飲料自販機の構造を図3.5に示

すが、これらを機能別に整理すると以下の機構にまとめることができる。

a) 商品展示・接客機構

- ・販売商品の展示、価格表示、操作方法の案内
- ・売切れ、つり銭切れ、投入金額の表示
- ・商品選択ボタン、返却レバー
- ・硬貨投入口、紙幣挿入口、販売口、つり銭返却口

b) 金銭処理機構

- ・硬貨検銭、つり銭払い出し装置
- ・紙幣検札、紙幣スタッカー

c) 制御・情報処理機構

- ・受入れ金銭の計数、記録、つり銭払い出し
- ・商品情報の伝達、選択情報の受け取り
- ・販売装置の制御
- ・照明装置の制御
- ・各種情報の記憶、演算処理

図3.5 缶・ボトル自販機

d) 商品貯蔵・販売装置機構

- ・商品収納、売切れ検知
- ・販売装置
- ・庫内温度検知
- ・冷却ユニット
- ・加温ユニット
- ・送風機

e) 筐体

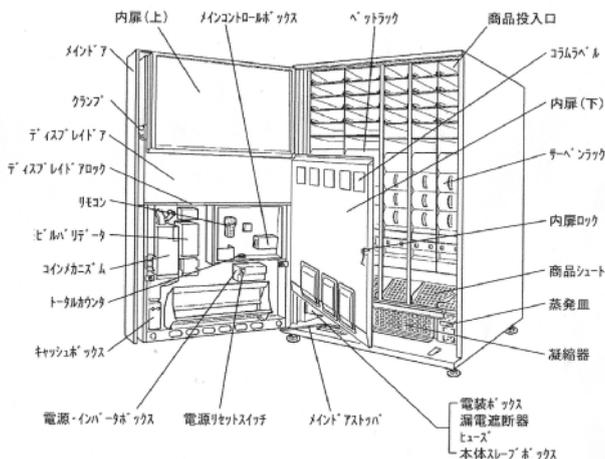


図3.5 缶・ボトル自販機の内部
(出典：自販機技術総覧)

3-3-2 カップ式飲料自販機の構造

図3.6は代表的なフロア型カップ式飲料自販機の内部構造を示しているが、容器入り飲料自販機と同様にまとめてみると以下のごとくなる。

a) 商品展示・接客部

- ・飲料種類(カップサイズと価格の選択を含む)表示
- ・売切れ、つり銭切れ、投入金額の表示

- ・商品選択ボタン、返却レバー

- ・硬貨投入口、紙幣挿入口、販売口、つり銭返却口

b) 金銭処理部

- ・容器入り飲料機と同じ

c) 制御・情報処理

- ・容器入り飲料と同じ機能
- ・カップディスペンサー制御
- ・冷凍ユニット制御(冷却水槽・製氷機の切り替え等)
- ・湯タンク温度制御(食衛法による管理等)
- ・飲料ミキシング等プロセス制御
- ・サニテーション管理

d) 商品・原材料収納装置

- ・原料キャニスター
- ・ウォーターリザーバー(貯水槽)
- ・CO₂ガス
- ・カップディスペンサー
- ・シロップ(密封コンテナ、各種容器)、BIB

e) 湯系統

- ・湯タンク
- ・湯バルブ
- ・湯配管
- ・リンスバルブ

f) 冷却水系統

- ・冷却水槽
- ・カーボネーター(炭酸水製造装置)
- ・フローレギュレーター
- ・シロップ回路
- ・製氷機

h) 調理・加工

- ・ホット系ミキシング装置(ミキシングボウル、カップムービング)
- ・コールド系ミキシング装置(ミキシングバルブ)
- ・コーヒープリユワー
- ・リーフティー抽出ユニット

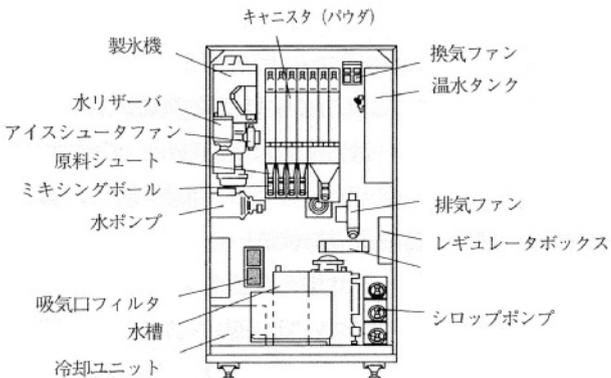


図3.6 カップ式自販機の内部
(出典：自販機技術総覧)

3.4 商品収納と販売装置

3-4-1 容器入り飲料自販機の収納と販売装置

図3.7は、1962（昭和37）年に日本市場に導入したコカコーラ社の自販機、小型半自動式販売機（V-63型）で新三菱重工製であった。扉を開いて収納庫を見ると、右から左へ傾斜した商品棚（以降ラックと呼ぶ）が7段あり、その棚に商品（コカコーラ等）を載せると傾斜により左端の販売口に転がる仕組みとなっている。



図3.7 V-63
東京コカコーラボトリング所蔵

消費者はコインを投入し、左側の販売口扉を開いて好みの商品を手で引き抜く方式であった。このラックは「傾斜した収納棚」であることからスラントシェルフ型と呼んでいる。V-63型は9本ずつ収納できるスラントシェルフラックを7段搭載しており、7種類の飲料を販売することが可能であるが、当時販売していたコカコーラ製品の種類から見ると不足はなかった。

同社は、V-63型とほぼ同時に全自動のV-144型も展開したが、この機種の収納方式は図3.8のごとく商品を下から積上げて収納し、最下部に設けられたモーター駆動販売装置によって、1本ずつ販売する仕組みであった。

スタック式ラックは、瓶、缶、紙容器など多様な容

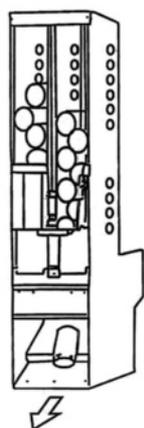


図3.8 スタック式

器に対応できる利点がある反面、自販機に搭載するときは、構造的にラックの奥行き方向が短いため、通常は奥側（裏側）にも同様なラックを備えており、この裏側ラックの商品積みこみ（以下ローディング）作業に手間がかかる難点がある。

また、半自動型自販機の分野では、スラントシェルフを用いたV-63型に対して、

ラックを水平にして瓶の首部分を吊る構造の機械（図3.9）が開発され、コカコーラの自販機として大量採用された。この機械は扉を開けると商品全体が見える



SVM-48 1965年

図3.9 水平型自販機
三洋電機所蔵

構造で、好みの商品を見ながら購入することができるショーケースに類似するものであり、収納数は少ないがコンパクト、単純さが受けたものと言われている。⁽⁸⁾

なお、この水平型ラックの原型は米国に存在し、米国製は投入したコイン（25¢）をキーにしてロックをはずし販売する手動式の販売装置であった。

全自動の分野では、V-144に続いて国内各社が種々の機種を開発しているが、収納方式の原型は欧米市場のそれに類似したものであり、販売装置はギアドモーターを使用していた。

このギアドモーター駆動販売装置はソレノイド式販売装置に比べて、静音で、搬出時の衝撃が少ない利点があるが、搬出に要する時間が長く、コストが高いとの欠点がある。

図3.10に示すSVM-172は、ソレノイド駆動販売装置を取り入れた機械であり、1秒以内に商品を販売することができる。この「瞬時販売」とも言える販売時間は、今日において缶・ボトル自販機の常識として消費者に受け入れられており、商品排出時間が長い機械は故障とみなされる場合がある。



図3.10 SVM-172
東京コカコーラボトリング所蔵

1990年代後半、「自販機は利用者にお辞儀をさせて商品を販売している」との風評に晒され、メーカーはこれに対応する自販機が開発し市場に出した。

この自販機は販売装置から落下した商品を機内のエンドレスベルトによってリフトアップし、お辞儀しないで済む位置（上部）の販売口に運ぶ構造であったが、このリフトアップに2〜3秒要し、当時の消費者に受け入れられなかった。ただし、10数年を経た今日、公共の場所を中心に「人に優しい自販機」として復活、日本自動販売機工業会の自主基準として「ユニバーサルデザイン」規格が誕生している。

牛乳自販機では、1963（昭和38）年にスタック式ラックによる180ml瓶自販機が開発されているが、1965（昭和40）年に三共電器（現サンデン）はサーペンタイン型ラックにソレノイド駆動販売装置を組み合わせた牛乳瓶自販機を発売した。このサーペンタイン型ラックは今日の缶・瓶自販機が標準的に使用している収納方式であり、サーペンタイン型ラックの先駆者は牛乳瓶自販機であった。⁽⁹⁾

缶・瓶・紙容器など容器入り飲料を収納・販売する仕組みは、「先入れ先出し」を原則として商品品種ごとにコラム（column：柱、縦列）と呼ぶ収納部に納め、商品の重力を利用して1個ずつ販売している。

スタック（stack：積重ね）式を例に説明すると（図3.11）、コラムの中では各商品の荷重は最下段の商品に加えられており、待機時の販売装置はこの荷重を支えねばならない。標準的にコラムには約30本入るから、すべての加重を受け止めると、10kg以上の加重が販売装置にかかることになるため、商品（容器）表面とコラム壁面との摩擦抵抗、力の分散によってこれを軽減している。当然のことながら、両壁面の間隔が狭くなると下向きの力が大きくなり（A）、軽減するために両壁面間隔が広がると隣接する商品と壁面との間でブリッジが生じて、商品が落下しなくなる（B）。

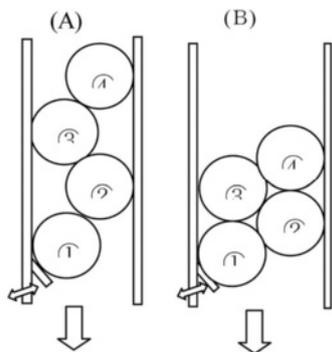


図3.11 商品とラック

販売装置の仕組みは後述するが、二つの可動突起機

構を持っており、販売時の動作は、まず、最下段直上の商品（次販商品）を支えるために上部可動突起を飛び出させて商品を静止させておき、次に、最下段商品（販売商品）を支えていた下部可動突起を引っ込めて最下段商品を落下させる。最後に両可動突起を復帰させて止めておいた次販商品を最下段位置まで落下させて待機状態に戻ることで1販売サイクルとなる。このように、販売装置は商品の荷重の受止め、開放を制御する装置であることから、荷重を左右するコラム形状開発についてメーカー各社は固有の技術をもっている。

たとえば、販売装置に影響を与える重力は、自販機についてはコラムの形状、構造、材質に左右され、商品については容器形状や重量、細かくは印刷部分の特性、結露状態、埃の付着具合まで関係してくる。同じように見える缶ではあるが、材質の違い、構造の違い（3P缶、2P缶など）、形状（括れや凹凸など）や板厚が影響する変形状況などが関係するので、これらに対する評価に大きな時間が割かれていた。

瓶自販機は昭和45〜47年をピークとして下降し、以降は缶自販機の時代に向かっていった。

缶自販機の収納方式は、当初、瓶と缶を併用できるタイプからスタートしたが、1971（昭和46）年に三洋電機がサーペンタイン型ラックを採用した機種が登場させ、以降種々の改良が加えられながら現在においてもサーペンタイン型ラックの時代が続いている。

図3.12はサーペンタイン収納を持つ自販機を側面からみたものである。左から右へ向けて（奥行き方向）サーペンタインコラムが4列重ねられていることから、4連のサーペンタイン型ラックと呼ばれるものであり、4種類の商品を収納することができる。



図3.12 サーペンタイン構造
（出典：自販機技術総覧）

当初登場したものは、通路をステンレス製のワイヤーで構成した傾斜のゆるい単連サーペンタインコラムであったが、翌年以降2連、3連と重ねられてゆき、現在では奥行き寸法の大きい自販機用に7連サーペンタ

インが実用に供されている。また、収納する商品は容量の小さいコーヒー缶から500ml入りPETボトルに対応するラックなど多彩なラインアップができており、7連ラックを横に6列並べて42種類の飲料を販売する自販機も稼動している。サーペンタインラックは庫内容積に対する収容量が多く、かつ、ローディング作業が非常に容易であるという特徴があり、これに代わる方式は現在においても開発されていない。

飲料業界が缶入り飲料時代に入って間もなく、温めて飲める缶入りコーヒーが出現し、温めた缶コーヒーを販売できる自販機の開発要求があった。1972（昭和47）年三共電器（現サンデン）が開発した自販機は、1台の機械について、夏場には庫内を冷却して冷たい清涼飲料を販売し、冬場には庫内を温めてホット缶コーヒーを販売する、すなわち、1台の機械がホット飲料自販機になったりコールド飲料自販機になったりする「ホット オア コールド」型自販機であった。

この開発は、その後「ホット アンド コールド（以下ホット&コールド）」自販機の出現を促し、今日の飲料自販機産業の発展にいたる大きな貢献をしている。

モーター、ソレノイド、スイッチなど機能部品はもちろん、絶縁物、潤滑油、樹脂部品等が、0℃付近の低温と60～70℃近辺の高温状態で使用する、まさに寿命加速試験におけるヒートサイクル試験を行うような過酷な使用条件を克服しており、誠に画期的な開発であった。

1974（昭和49）年、ホット飲料とコールド飲料を同時に販売できるH&C缶自販機が登場した。これは飲料自販機の庫内を2室に分割し、①2室とも温める②2室とも冷却する③1室を温め、他の1室は冷却する設定ができ、冬季は①、夏季は②、春秋は③の形にして運転し、年間を通して最適な使い方ができる仕組みとなっている。その後自販機が大型化する中で、2室から3室、4室と増え多彩なバリエーションが可能となっている。

図3.13は3室の5連サーペンタイン6列を使用した30種類販売の機械を例に各シーズンの使い方を示したものである。

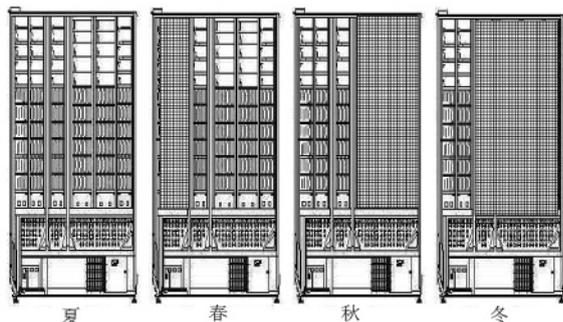


図3.13 庫室の切り替え例

のである。この例では、夏は全部コールド、春はホット2列10種類、コールド4列20種類、秋はホット、コールドとも3列15種類、冬はホット4列20種類、コールド2列10種類を販売する自販機に切り替えられることを示している。（図中で庫室を格子状に塗りつぶしたものはホット室を示す）

昭和50年代に入って容器入り飲料自販機は多様化の時代を迎えた。テイクアウト商品である大型容器（1リットル、2リットルなど）の自販化、ホット飲料によるオールシーズン化、飲料メーカーのブランド戦略による容器の多様化、激しい商品（飲料）開発競争による中身飲料の種類増加、PETボトル採用などにより、自販機開発も、収容する商品の種類数増加（多セクション化）、収容量の増加（大型化）、特殊形状容器収納といったことに対応しなければならず、次々と新しいラックや販売装置の開発が進んだ。

開発された主な収納・販売装置として、チェーンエレベータ方式（チェーンラックとも呼ぶ）、コンベア方式、紙容器販売用スタック方式、スパイラル方式などがある。

図3.14はチェーンエレベータ方式の収納方法と販売の仕組みを示している。商品はコラム壁面にそって上下に動く商品棚に1個ずつ収納し、販売時は上部のバンドモータによってチェーンに取り付けた商品棚を動かして下部のドラムへ移し、ゆっくりドラムを回転させて販売口に落とし込む仕組みとなっている。この方式の特徴は大きく重い商品を衝撃なく販売する場合に用いられている。

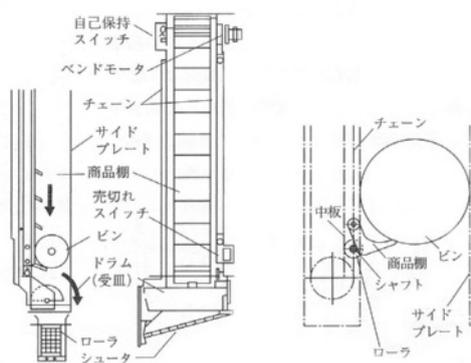


図3.14 チェーンラック
（出典：自販機技術総覧）

図3.15は主としてビールメーカーが開発した更に大きな商品、たとえば、2リットル瓶やビール樽を収納販売するもので、商品は手前から順次ローディングし奥側へ向かって並べる。販売時はコンベアモータによってエレベータ部分まで運び、エレベータに取り付けたバケットで搬出用コンベアまでおろし、コンベアを

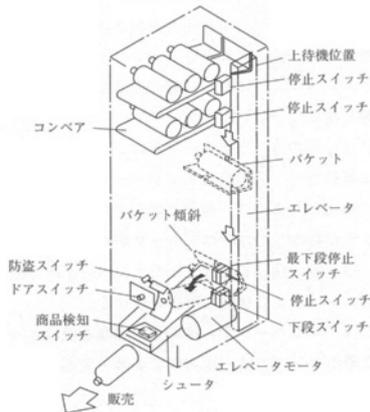


図3.15 コンベアラック
(出典：自販機技術総覧)

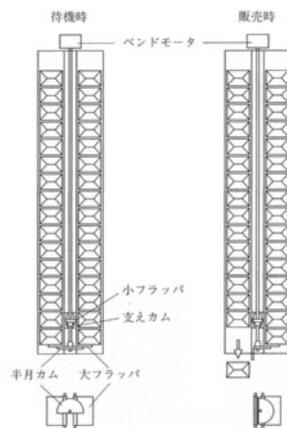


図3.16 スタックラック
(出典：自販機技術総覧)

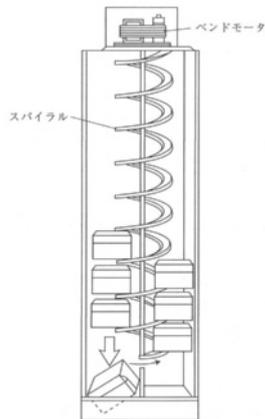


図3.17 スパイラルラック
(出典：自販機技術総覧)

動作させて商品を販売口に送る仕組みである。

図3.16はブリックパックなど紙容器を収納し販売するスタック式ラックである。紙容器収納スタック方式の特徴はモーターで駆動する販売装置にあり商品は左右交互に販売する。販売装置は半月形のフラッパーを回転させて商品を落とすタイプとスライド棚を利用して達磨落としのように落とすタイプが開発されている。

図3.17は凹凸があるなど変わった形の容器を販売す

るスパイラル (spiral：らせん状) ラックである。スパイラルとスパイラルの間に商品を収納し、バンドモーターの回転により順次商品を販売口に落とし込んで行く仕組みである。商品の収納効率に難点があるが、どのような形状でも販売することができる利点がある。

販売装置の動作

図3.18はサーペンタインラック用販売装置 (例) の動作を示す。待機状態ではペダル (pedal:踏み板) によって最下部の販売商品が支えられている。販売状態では、ソレノイドに通電されるとソレノイドブランジャーがコイル上部に引き上げられ、それに結合されているペダルが引っ込むため、支えられていた商品が落下するが、同時に上部のペダルが通路に飛び出し次販売商品を支える。通電が遮断するとソレノイドブランジャーがバネによって引戻され、次販売商品が待機位置に移動する。

ソレノイドへの通電時間は0.3~0.5秒程度であり、この時間内に商品は販売口に搬出されることになる。

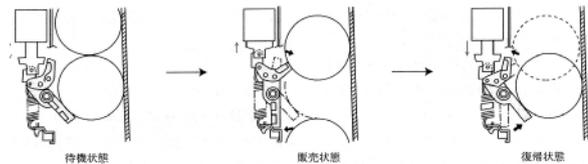


図3.18 販売装置
(出典：自販機技術総覧)

3-4-2 カップ式飲料自販機の原料収納と販売の仕組み

既に説明してきたようにカップ式飲料自販機は、機内で飲料の調理を行い容器に注ぎ込み、衛生管理を行うために、庫内には原材料貯蔵、湯系統回路、冷却水回路、抽出装置、ミキシング装置などの設備を持っている。

(1) コールド飲料

水入り炭酸飲料製造プロセスを図3.19に示す。水道水、炭酸ガス、シロップ、紙カップが商品 (コールド飲料) の原材料である。これら原材料の貯蔵状態について説明すると、水道水は貯水槽 (ウォーターリザーバー) に一次貯蔵の後、一部は①冷却水槽を經由して製氷機に給水し氷の形で貯氷室へ、もうひとつは②ポンプで加圧して炭酸水製造装置 (カーボネーター) 内に噴霧し炭酸水の形で貯蔵する。

炭酸ガスはボンベに貯蔵し、①シロップコンテナに送りコンテナ内を加圧する②カーボネーターに送り水に混入して炭酸水を造る。シロップはコンテナに密封された状態で庫内に設置するが、炭酸ガスにより加圧されている。紙カップはカップディスペンサー内に収納している。

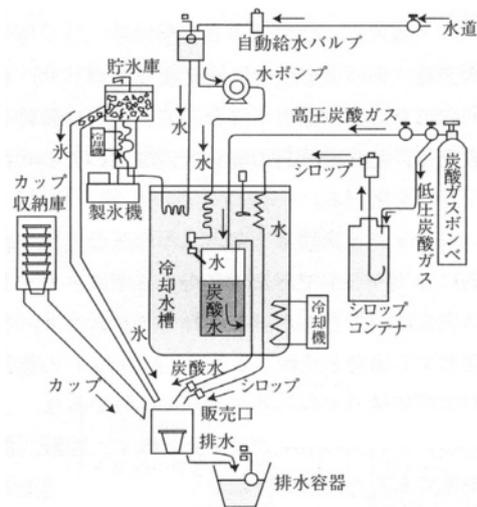


図3.19 炭酸飲料製造プロセス
(出典：自販機技術総覧)

飲料の販売プロセスは、まずカップをステージ（販売口）に落とし込み、次に貯水庫からカップに水を落とし、続いてシロップと炭酸水を注ぎ込み、水流によってカップ内を攪拌しながら飲料化を終了する仕組みとなっている。なお、カーボネータ全体、シロップ、稀釈水は熱交換器（冷却コイル）によって冷却槽内で冷却されてカップに注ぎ込まれる。以下、各要素について説明する。

①ウォーターリザーバー（Water reservoir）

シスターン（cistern）とも呼び、水道水を1次的に貯めおく水槽。水道直結型の自販機は逆流防止措置を講じるなど水道法による基準を満足させる構造になっている。図3.20はシスターンの蓋を開けた状態を示すが、水位を検知するフロートとフロートに直結したバルブによって給水を制御している。

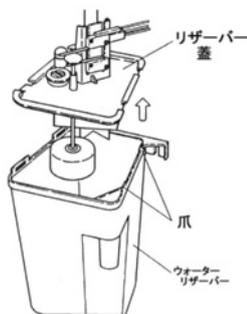


図3.20 シスターン
(出典：自販機技術総覧)

②冷却水槽（water bath）

シロップや炭酸水を冷却、保冷する水槽をいう。水槽には冷凍サイクルの蒸発器を埋め込み、その周囲に氷塊を作り、アジテータによって攪拌して冷却水を0℃近辺に保っている。

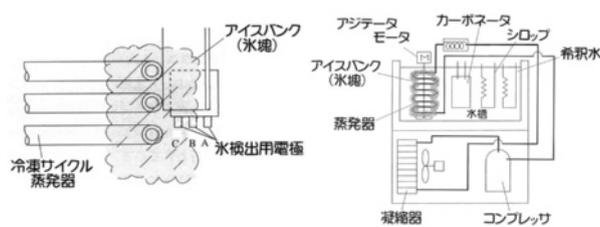


図3.21 氷塊の制御
(出典：自販機技術総覧)

図3.22 冷却水槽の構成
(出典：自販機技術総覧)

冷却槽内の水量が少ない場合はコールド飲料の販売能力が減少し、多すぎる場合は槽内にあるシロップや稀釈水回路をも凍結させてしまうことになるため、水量制御（ice bank control）を行っている。この制御は、多くの場合水と水の電気抵抗（導電率）の差を利用したスイッチング回路を用いている。図3.21は水槽内の電極の配置例を示している。

また、冷却水槽内には図3.22に示すごとく、カーボネータ、各種シロップ回路、稀釈水回路の水管が設置されており、冷却水は迅速な熱交換を行うためのアジテータによって攪拌されている。なお、太線で示した回路は冷凍サイクルの冷媒回路であり、冷媒が蒸発器内で液体から気体に変化するとき周辺から熱を奪って氷を作り、その氷の厚みを制御して0℃近辺の冷却水を作っている。

③カーボネータ（carbonator）

炭酸ガスと水を混合して炭酸水を作る圧力容器。ガスボンベから供給された高圧の炭酸ガス中に、水ポンプを通じて高圧の水を噴射すると、炭酸ガスは水に溶解込み、炭酸水となる。水位スイッチ、逆止弁、安全弁がついている。(図3.23参照)

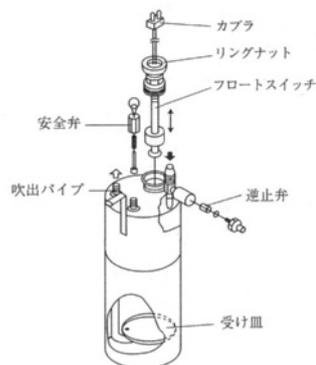


図3.23 カーボネータ
(出典：自販機技術総覧)

④カップディスベンサ（cup dispenser）

カップ収納部とカップを落下させる装置の総称。⁽¹⁰⁾ 自販機に用いるカップは5、6.5、7、9、12、16オンス（oz）の6種類あり、通常、このうちの1～3種類を供給する仕組みとしている。

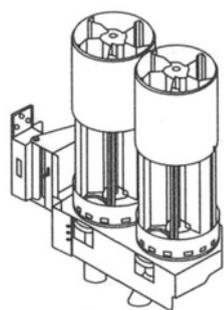


図3.24 カップディスペンサ 図3.25 カップドロップの動作
(出典：自販機技術総覧) (出典：自販機技術総覧)

図3.24は2種類のカップを供給する例で、上部の円筒内は5分割されており、その下部はカップを収納しているコラムとなっている。最下部はカップを1個ずつ切り離し落としこむ装置（カップドロップ）である。カップはコラム内でたてに積み重ねられカ

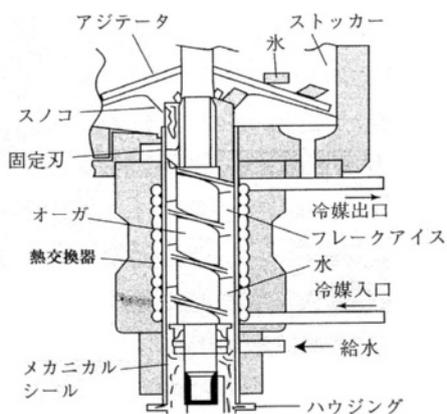
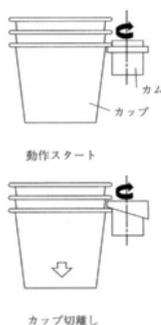


図3.26 アイスメカ
(出典：自販機技術総覧)

ップドロップに導かれており、待機状態では、最下部のカップはカール部分がドロプリングのカムに支えられており、販売動作ではカムが最下部カップとその直上カップの間に入り込み、最下部カップを切り離し落下させ待機状態に戻る。(図3.25参照)

カップドロップには売切れ検知センサーがあり、コラム内のカップがなくなると、次のコラムへの切り替え要求信号あるいは販売停止信号を発している。

⑤自販機用アイスメカ (Ice maker)

貯氷庫と製氷装置が一体化したもの。図3.26にアイスメカの製氷部分の構造を示す。

製氷装置は円筒状の金属管の外側に冷凍サイクルの蒸発器を巻きつけて金属管内面に着氷させ、それをオーガ (auger) と呼ぶスクリュウ刃を用いてかき取りながら、上部の固定刃部に押し上げ、柱状の水に圧縮成形する。柱状の水はアジテータによって、約10mmの大きさに折られ貯氷庫に貯蔵される。貯氷庫の水は、販売のつどシュートを滑りながらカッ

プに落とし込まれる。

製氷に使う飲料水はシスターンから給水するが、給水はシスターンと製氷機を直結し、シスターンの水位と金属管製氷部分の水位を同位にする方法が用いられている。

⑥流量制御

飲料の調理は、シロップ、炭酸水、稀釈水の混合 (ミキシング) によるが、原料の計量は時間当たりの流量とバルブ開閉時間の制御によって定量化している。このため、圧力が変動した場合であっても流量は一定に保つことが重要であり、フローレギュレータ、フローワッシャーなど一定流量を得る装置を用いている。

フローレギュレータ、フローワッシャーの説明は省略する。なお、シロップや炭酸水などの売切れ検知は多くの場合電極式を用いている。

(2) ホット飲料

ホット飲料のシステムは、インスタントコーヒーなど粉末飲料のミキシングによる飲料とレギュラーコーヒー、リーフティーなど抽出装置による飲料とに分けて後述する。また、粉末飲料のミキシングは「ミキシングボウル」と「カップ内ミキシング」の二つの方法があり、構造的に全く異なるものである。

①ミキシングボウル方式

飲料原料を収納するキャニスターの下部にミキシングボウル (攪拌装置) を持ち、ここで飲料の調理混合を行い、飲料配管を通してカップに注ぎ込む。図3.27の構成図で温水タンクから吐出する湯温は約95℃に制御しており、各ミキシングボウルに配管している。図に示すようにコーヒー、砂糖、クリームは一体型のボウル、他の飲料はそれぞれ独立している。

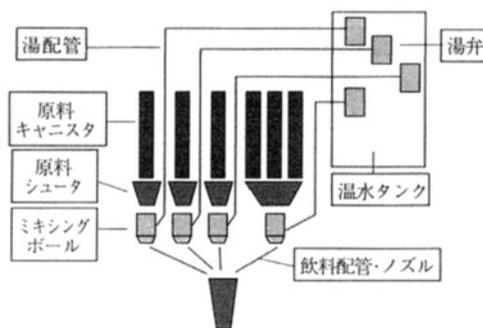


図3.27 ミキシングボウル方式の構成
(出典：自販機技術総覧)

②カップミキシング方式

カップ内に原料と湯を入れ、パドル (船のスクリュウのような形状) で攪拌して販売する。

この方式はカップを移動させ、原料と湯を直接受け取るためミキシングボウルや飲料配管・ノズルを持たないが、カップを移動させる搬送機構、カップ内を攪拌するパドル機構、搬送機構があるため自動扉機構を持っている。

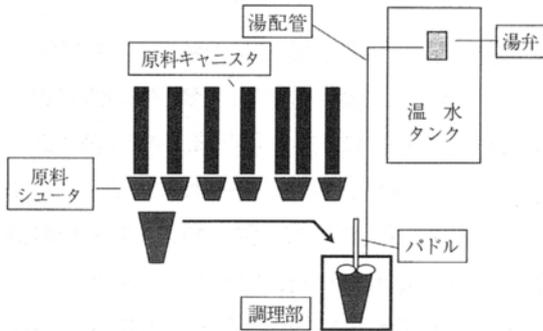


図3.28 カップ内ミキシング
(出典：自販機技術総覧)

③レギュラーコーヒー

卓上型など小型機にレギュラーコーヒー専用機はあるが、大多数はインスタントコーヒーとの併売である。

図3.29にレギュラーコーヒー抽出装置（例）の外観をしめし、図3.30にミキシングボウル方式のレギュラーコーヒーシステムの構成を示す。

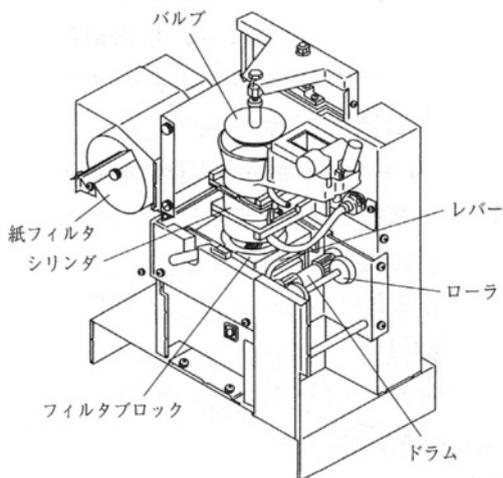


図3.29 レギュラーコーヒーの抽出装置（外観）
(出典：自販機技術総覧)

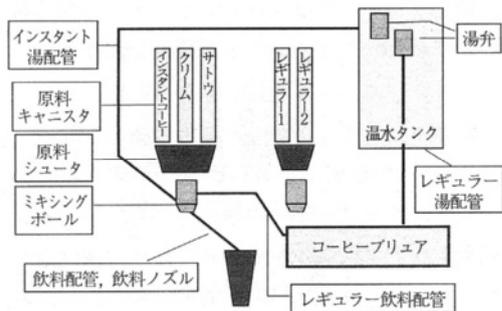


図3.30 レギュラーコーヒーの構成
(出典：自販機技術総覧)

図左側のインスタントコーヒーのシステムに、ひき豆を収納するキャニスターとコーヒープレアを加えミキシングボウル内で調理混合する仕組みである。

さらに、抽出原料の鮮度を向上させるため、コーヒー豆をひくコーヒーミルを加えたものがある。

④リーフティ抽出装置

リーフティのおいしさを決める重要な要素の一つに飲料の透明性がある。

特にストレートリーフティの場合、クリームを飲料回路に抽出したリーフティを通すと飲料に濁りが出る場合がある。自販機においてはこの透明性を保つため、抽出後二つのミキシングボウルに振り分ける振り分け装置をつけている。すなわち、ストレートや砂糖入りリーフティは専用のミキシングボウルを通じて注がれ、クリームを加える場合はインスタントコーヒーのミキシングボウルを経由して注がれる。

したがって、抽出した飲料は振り分け装置を経由してそれぞれのキャニスターに注がれる。図3.31参照。

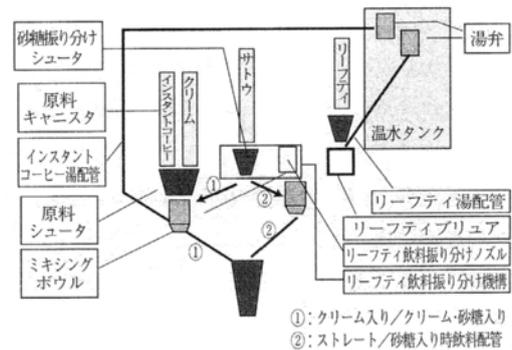


図3.31 リーフティシステムの構成
(出典：自販機技術総覧)

3.5 調理と加工

3-5-1 シロップ飲料

シロップ飲料の主な調理加工技術は、糖度管理と炭酸水中のガス溶解度管理である。

飲料中に溶け込んでいる糖分（可溶性固形分）の重量パーセントの単位をブリックス（brix）と呼び⁽¹¹⁾、溶液100g中に含まれる固形分（蔗糖）の重量で表している。

シロップ飲料は原液と炭酸水、冷却水を混合調理してできあがるが、飲料のブリックスは原液のブリックスと希釈率によって決まり、希釈率は原液に対する希釈水の容量比率で表し、飲料の品質（おいしさ）を決める重要な要素となっている。通常、この希釈率は販売する飲料ごとに設定して点検管理している。

- ②レギュラーコーヒー、リーフティのミキシング
 消費者の好みにより、抽出されたコーヒーや紅茶に砂糖やクリームを加えるが、ミキシングボウル方式の場合はボウルに砂糖やクリームと同時に飲料を投入して攪拌し、カップミキシング方式の場合は、先にカップ内に砂糖、クリームを投入しておき、その後抽出した飲料を投入してパドルで攪拌する。

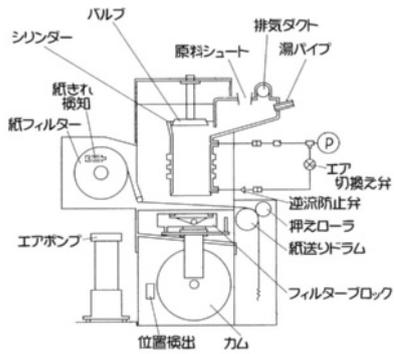


図3.36 レギュラーコーヒー抽出装置例
 (出典：自販機技術総覧)

③レギュラーコーヒーの抽出

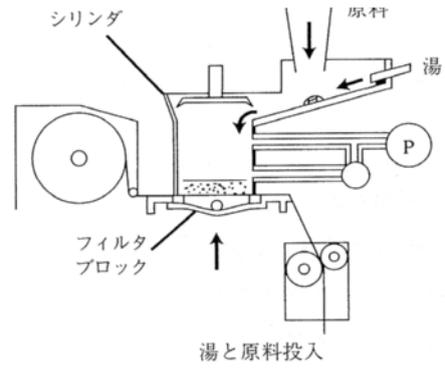
自販機は短時間で飲料を販売するために、エアで加圧して抽出している。図3.36は紙フィルターを使用した抽出装置を示す。

図3.37はコーヒー抽出の仕組みを説明している。

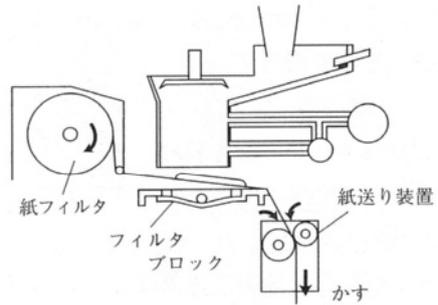
- 1) 先ず開放されていたフィルターブロックが上昇してシリンダーに密着し、湯タンクの湯が湯パイプを通じて流れ込み、同時に原料のひき豆がシュートに落ち込み、湯とともにシリンダーに入る。
- 2) 次にエアポンプの圧縮空気が下部ホースからシリンダーに入り、原料と湯を攪拌する。
- 3) 一定のむらし時間の後、今度は上部ホースからエアを送りこみ、シリンダー内を加圧することにより紙フィルターを通してコーヒーが抽出される。
- 4) 抽出後はフィルターブロックが下降し、紙送り装置が作動して一定長さの紙フィルターを送り、抽出後のカスをカスバケツに捨てる。

④リーフティ抽出

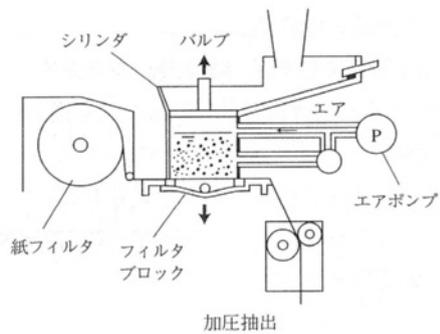
図3.38はリーフティの抽出方法を説明している。
 抽出は、まず、ミキシングボウルに原料と少量の湯を注ぎ込み自然対流で攪拌し、その後再度湯を注ぎこみ抽出する。抽出後リーフティのカスはスクレーパーの動作によってカスバケツにはき落としている。



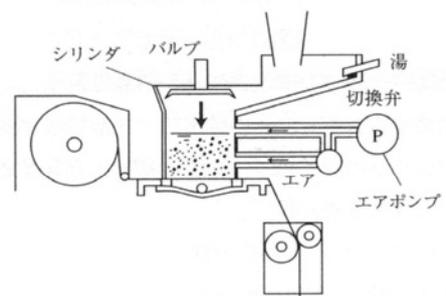
湯と原料投入



最終処理



加圧抽出



原料の攪拌

図3.37 コーヒーの抽出
 (出典：自販機技術総覧)

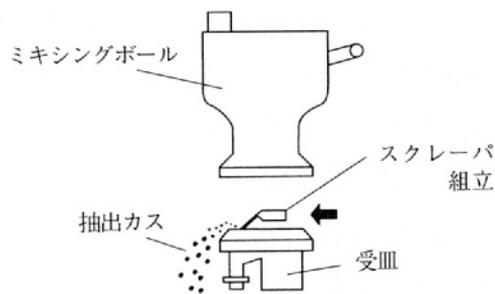
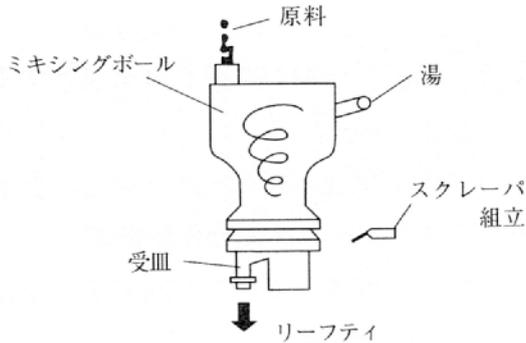
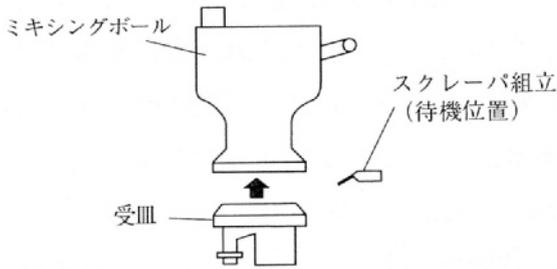


図3.38 リーフティの抽出
(出典：自販機技術総覧)

3.6 冷却と加温

飲料自販機を産業化に導いたといえるストレートジュース自販機は、たまたま名古屋のロータリークラブからの依頼で冷水機にジュースを入れて出したことがきっかけとなったとホシザキ電機社史に記されている。その後、小型のホット専用カップ式コーヒー自販機以外の飲料自販機はすべて冷却機能をもつことになり、自販機メーカーにとって冷却技術は必須技術となった。

なお、現在まで業界で取り扱ってきた冷却装置はほとんどが圧縮式の冷凍機を使用したもので、一部ホテル客室用に吸収式冷凍機を採用したものがある。さらに、最近では省エネルギーを推進するためにスターリングエンジン式冷却装置の実用化検討も行われている。

飲料自販機の加熱方法は、ジュール熱による加熱

(抵抗加熱)が一般的に使われてきた。缶・瓶・紙容器自販機の加熱は空気を媒体にして商品を温め、カップ入り飲料自販機はヒーターによってタンク内の飲料水を高温にしている。いずれも安全性(電気絶縁)、取付け容易性、長寿命の観点からシースヒーター(sheathed heater)が使用されている。

しかしながら、近年、省エネルギーへの関心が高まるにつれ、誘導加熱によって缶を温める方式、CO₂を冷媒にしたヒートポンプ方式による温水などがプロトタイプまで発表された。

3-6-1 容器入り飲料自販機の冷却と加温

図3.39は圧縮式の冷凍サイクルを示すもので、冷媒は冷凍サイクルの回路の中で蒸発、圧縮、凝縮、膨張の行程を繰り返し、蒸発器で液体から気体に変化するとき周囲から熱を奪い冷却する。

このサイクルは冷蔵庫も空調機器も同じ仕組みであるが、冷やす領域をみると、冷蔵庫がマイナス20℃程度までの領域、空調機器がプラス20℃近辺の領域であることに對し、容器入り飲料自販機の場合は0℃近辺、カップ式飲料機の場合はマイナス10℃近辺の領域という特徴があり、技術的ノウハウはそれぞれ別個の技術と言える。

冷凍機の要素技術としては冷媒種類の選択、熱交換器技術、制御技術があり、それぞれに改良の歴史がある。

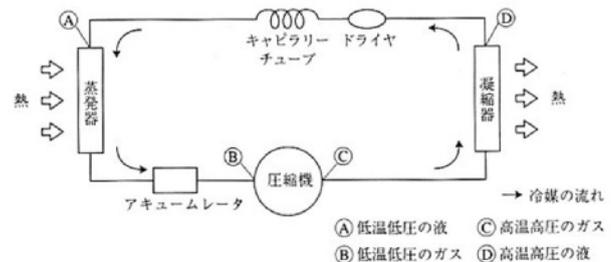


図3.39 冷凍サイクル

①冷媒の種類：当初冷媒としてフロン(R-12)^{注2}を使用していたが、1995年、業界はオゾン層破壊防止のためオゾン破壊係数(ODP)の小さいR-22へ切り替えた。更に2000年、ODPがゼロであるHFC(R-407C)へ切り替えたところ、地球温暖化防止の京都会議においてHFCは温暖化係数(GWP)が大きい物質に指定され、削減対象となった。現在、自然冷媒への切換え作業中であるが、この作業の中でヒートポンプ^{注3}の実用化検討も進められている。

②熱交換器技術：H&C(ホット&コールド)自販機は収納庫を複数に分割し、図3.14(前出)のように季節に応じて販売商品の種類や品数を変化させている。この方式を実現するために、従来、収納庫3室

の場合、2室に熱交換器を配置し、中央に1室は左室から冷風を取り入れる方式を採用していた（図3.40左図参照）。ところが、近年、省エネ推進が叫ばれ、全室に熱交換器を配置する方式が標準となり、冷風取り入れ制御のシャッターは姿を消している（図3.40右図参照）。

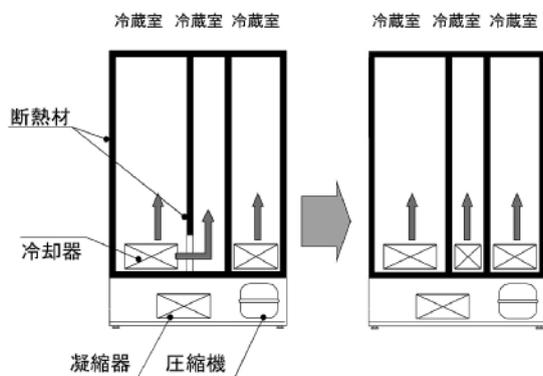


図3.40 熱交換方式の改良

また、1999年ごろから熱交換用のファンモーターは交流モーターから直流モーターに切り替えられ、モーター消費電力量を抑えると同時に風量制御を容易にして、自販機の省エネに大きな役割を果たした。

③冷凍機制御技術：従来、庫内温度制御はセンサー内のガスの膨張・収縮によるベローズ（bellows：蛇腹）伸縮を利用した機械式サーモスタットを使用していたが、近年、サーミスタなど温度—電気抵抗の特性を利用した電子式センサーを用い、マイクロコンピュータによる制御を実用している。通常1個の圧縮機を使って、必要とする各収納庫に熱交換器を配置している。

H&C（ホット&コールド）自販機が販売するホット飲料は凡そ55℃を目標に加温している。通常、収納庫ごとに配置してある冷却用熱交換器にシースヒーター（sheathed heater）ユニットを取り付け、熱交換用送風機（ファン）によって庫内、収納商品を加熱している。温度制御は、販売する時に適温になるように工夫が重ねられている。

3-6-2 カップ式飲料自販機の冷却と加温

カップ式飲料自販機における製氷機搭載機種は、製氷と冷却がそれぞれコンプレッサーと冷凍サイクルを有するタイプと、1基のコンプレッサーが製氷と冷却を行う冷凍サイクルのタイプがある。ところが、製氷と冷却を同時に運転したときの大きな問題として、電力会社が指定する始動電流の上限を超えてしまい、その対応策が講じられた。結局、この問題解決のために冷却水槽と製氷機は同時に運転しない方法がとられ、

省エネ策、コスト低減策もあわせて、コンプレッサー1基のタイプが主流となった。

冷却水槽の冷却運転はアイスバンクコントロールで制御するが、製氷機は貯水室内上部に設けてあるアイスレベルスイッチが貯水量を検知し、制御している。一方湯タンクは、ホット専用機としてデビューした当時は非常に簡単な構造であったが、近年のカップ式飲料自販機の湯タンクはエネルギーの効率的使用の改良が行われ、凡そ図3.41の構造になっている。

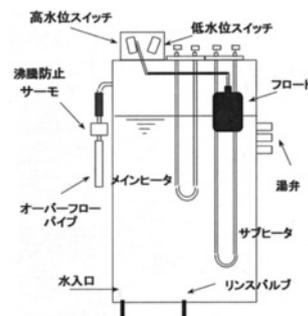


図3.41湯タンクの構造
（富士電機リテイルシステムズ提供）

タンク内は高温部分と予熱部分に仕切り、ヒーターは2本使用している。シスターンから供給される水は底面から入り、出湯は上部の湯弁から行う。

3-6-3 飲料自販機の省エネ活動

飲料自販機のうち缶・瓶自販機は、2001年省エネ法の特定機器^{註4}に指定され、同法の下で5年間に約37%の省エネを達成した。

ここで、過去10年間に省エネに影響を与えた技術の変遷を示しておく。

①容器入り飲料自販機の主な改善

- (1) 熱交換器：内面溝つきパイプによる方熱面積拡大
- (2) 放熱器の目つまり防止対策
- (3) 直流モーターの採用
- (4) 庫内風路の整流化
- (5) ホット室、コールド室間の仕切り部に真空断熱材使用
- (6) ローディング用内扉採用
- (7) 蛍光灯インバータ点灯、照度50%低減
- (8) 底板独立構造

②カップ式飲料自販機の主な改善

- (1) 湯タンクの小型化（容量）
- (2) 瞬間加熱方式採用（部分的）
- (3) 直流モーター採用
- (4) 蛍光灯インバータ化、調光
- (5) 人感センサーによる照明点灯（一部）
- (6) 学習省エネ（販売情報による省エネ）

3.7 金銭処理と制御

飲料自販機、たばこ自販機の市場では、硬貨処理装置（図3.42右）をコインメカニズム（あるいはコインメカ）と呼び、同様に紙幣処理装置（図3.42左）をビルバリデータ（あるいはビルバリ）と呼んでいる。

そして、コインメカは（1）検銭装置と（2）つり銭の貯蔵・払い出し装置をそれぞれユニット化して結合したものであり、同様にビルバリも（1）紙幣識別装置と（2）紙幣収納装置をユニット化している。これら金銭処理装置の大きな特徴は業界標準化が進んでいることであるが、これらのユニットは各メーカーの技術競争の場であり、メーカー単位の標準化が図られている。



図3.42 標準化したコインメカとビルバリ
（日本コンラックス提供）

標準化重視の歩みは、昭和30年代に海外メーカーとの技術提携を中心にボトル自販機時代がスタートした時に遡る。当時導入した海外技術製品の構成部品の中には製品シリーズが異なっても、自販機メーカーが異なっても、互換性をもつ部品やユニットが多く見られ、コインメカはその典型的なものであった。この互換性重視の精神は多くの技術変遷を経た今日においても継続しており、技術進歩のために互換条件に制限はできても、外形寸法、取付け位置、投入口、返却口、金庫との関係位置などの寸法は標準化している。

一般的に自販機は不特定多数の消費者が取り扱う機器であり、「機械そのものの不具合」と「人間社会との不整合」から約束している機能を発揮せず、しばしば消費者からクレームを受けることがある。その代表的なトラブルは「お金を投入しても商品を買うことができない」に集約できるが、この情報だけでメンテナンス側は、金銭機構の問題か、販売機構の問題か、制御系の問題か、あるいは全く別の問題なのかを短時間に判断し修復せねばならない。これを解決するために先人たちは「疑わしき部分のユニット交換」による早期修復に道を求めたものと思われる。

このような「ユニット交換」を容易にするための標準化は、どのような過程を経て進められたのかは不明であるが、考えられることは先発メーカーの仕様に合わせてほしいとの「ユーザーの要求」があり、この仕様がデファクトスタンダード化し、さらにメーカーの働きかけで他のユーザーにもこの標準が広まり、必要に応じて工業会標準に発展したものと推定できる。

コインメカやビルバリの標準化の範囲は、投入口、返却口、取り付け方法など物理的諸元のみでなく、販売制御との交信のための電気的なコネクターやインターフェイスに及んでいる。昭和30年代に使われていた単一価格コインメカは、投入金額が設定価格以上に到達したとき必要なつり銭を払い出し、同時に販売可能信号を送出してリセットする仕組みであり、これは米国メーカーが起源のデファクトスタンダードであった。その後マイクロコンピュータ分散制御時代に入り工業会標準ができていく。

（1）検銭の歩み

一般に検銭とは正貨と不良貨を識別することといえるが、その検銭の仕組み、構造、機能はこれを装着する機器ごとに特徴をもっている。例を挙げれば、いずれも不特定多数の人々が利用する機器であるが、交通機関の乗車券販売機の検銭装置と飲料自販機の検銭装置は同じ技術ではない。この両者について、自販機普及台数及び年間自販金額⁽¹³⁾から1台あたりの年間扱い金額を算出すると、前者は約72百万円/台、後者は約1百万円/台となる。つまり、乗車券販売機は飲料自販機の70倍の金額を扱っていることになる。この扱い金額が多い乗車券販売機は処理速度が速くなくてはならず、また、可動部分の磨耗量も多く耐用寿命が厳しく求められる傾向にある。一方、後者の飲料自販機は約270万台が市場稼働しているが、この稼働数は乗車券販売機約2万台の100倍以上の大きさであることから、できるだけコスト重視の経済性と顧客を逃さないメンテナンス性が要求の中心となる。

すなわち、従来、飲料自販機に多く用いられていたクレードル（cradleゆりかご）式選別は高速処理、耐磨耗性を重視する乗車券販売機に適した技術にならず、一方、投入された硬貨の重力による落下、転動の軌道の中で検銭する方法は高速処理に難があるが、経済的であり、飲料自販機、たばこ自販機に適した技術と言える。

余談になるが、業界では硬貨選別装置名を「アクセプター」「セレクター」「リジェクター」などと呼んでいる。一方、海外企業（技術導入先）には「コイン・

アクセプターズ・コーポレーション (Coin Acceptors co.)」および「ナショナル・リジェクターズ・インコーポレーテッド (National Rejecters inc.)」という名前の専門メーカーが存在している。

ここで、アクセプターは"良貨を受入れる"こと、リジェクターは"スラグ (slug) を排除する"こと、セレクターは"良貨とスラグを選別する"ということは理解できるが、それぞれについて特定の意味があると思われることができる。

良貨とスラグについて振り返ってみると、昭和30年代の自販機産業化の黎明期における流通貨幣は傷つき、変形硬貨が多く見られ、検銭装置はしばしばこれら硬貨を不良貨として返却する現象があったが、消費者の立場に立つと「それでも正貨」であった。

また、偽造・変造貨の方もこの時代では鉛や半田を簡単な鋳型で鋳造する、あるいは、手元の金属片をプレスで打ち抜く程度のものであり、これらは正貨の特性とは十分に異なっていた。

したがって、コインメカの調整は正貨の受入範囲をできるだけ広くし、手間をかけた精巧な偽貨・変造貨を受入れることもあるが、前記「それでも正貨」をある程度受入れる方向にあった。この思想がアクセプター (acceptor) なのであろう。

しかしながら、現代の流通貨幣の品質は大きく向上し形状、重量などのバラツキは極端に小さくなり、傷つき、変形硬貨はほとんど見られなくなった。反面、排除すべき偽貨・変造貨の製作技術も向上し精巧なものがでてきている。

そのため偽貨・変造貨の特性はほとんど正貨の特性やその分布に近いものになり、また、海外交流が活発になり類似外国硬貨が大量に入ってくる状況になってきた。表3.4は平成の初期に日本市場の自販機に入っていた類似外国コインの例である。

ここにあげたコインを材質、外径、厚さだけで検銭することはほとんど不可能であり、各メーカーは僅かな「差異」を見出し、正貨の受入れ率を犠牲にして類似品を排除する調整を行った経緯がある。

表3.4 500円類似外国コイン

	価値	材質	外径	厚さ
日本 500円	500円	白銅	26.5	1.80
ミャンマー 1キャット	約17円	白銅	26.5	1.76
イラン 50リアル	約3円	白銅	26.3	1.80
韓国 500ウォン	約63円	白銅	26.5	1.90

この時代の検銭装置はリジェクター (rejector) と呼べるものであろう。

韓国500ウォン貨を約8倍の価値を持つ500円として大量に使っていた手口は以下のようなものである。すなわち、500ウォン貨の外形・厚みは500円のそれとほとんど同じ寸法であり、材質も同じく白銅を使用していたが、重量はわずかに重い。このため簡単なドリル加工により軽量化して自販機の検銭をクリアしようとするものであった。

低コストで類似外国コインが入手できることから、これを使った変造が急増し、偽造はほとんど姿を消した。これらの状況から日本政府は2000 (平成12) 年に材質 (成分) の変更、潜像や世界で初めての斜めギザ採用など犯罪対策を講じて改鋳している。

昭和40年代ごろまでの偽造・変造貨は、前述のごとく大きさ、厚み、材質等の特性値が大量に均一的に得られる製法でなく、大きな被害にはならなかったが、反面、正貨に小さな穴を開け釣り糸などを通して販売信号を発するまで落とし込んだ後引き戻す「糸つり」などの被害が多く発生していた。このため、当時の機械式検銭装置には「糸つり」の糸を切断するカッターが取り付けられている。

1980年に実用化された電子式検銭は、1982年に発行される500円硬貨の受け入れを可能にした。そればかりでなく、硬貨の特性を非接触で測定しているため、硬貨通路におけるジャミング (jamming:硬貨詰まり) が少なくなるなど品質の向上を齎し、かつ、コインメカ生産工程やメンテナンス作業における受け入れ精度調整、市場における偽貨対応策が容易にできるなど、多くの利点があった。

(2) つり銭処理の歩み

つり銭の貯蔵・払出しを行うユニットをチェンジャーと呼び、通常は検銭装置とチェンジャーを組み合わせたユニットを「チェンジャータイプのコインメカニズム」あるいは、単にコインメカと呼んでいる。

昭和30年代の自販機は飲料 (ストレートジュース) の売価が10円であったことから、10円貨専用コインメカで充分その役割を果たしていた。このコインメカは検銭後、正貨がマイクロスイッチのアクチュエータを動作させて販売信号を発する単純な構造になっていた。

しかし、コカコーラに代表される容器入り飲料の時代になると売価は30円となり、30円を計数する仕組みが必要になってきた。当時、簡易な自販機として大量普及した水平式自販機のコインメカは10円貨専用で、50円まで計数できる性能を持っている。その仕組みは、



図3.43 最も簡単な計数方法例
東京コカコーラ社所蔵

検銭部から受入れた硬貨を通路に1枚、2枚と積上げ、3枚目の硬貨は積上げられた2枚目の硬貨に当ってスイッチを取り付けている別通路に飛び込んで販売信号を発生させ、同時に積上げた硬貨を金庫に回収するという仕組みである。(図3.43参照)

通常、コインメカは検銭装置とつり銭装置を持っているとしたが、上例のごとく10円貨専用の場合はつり銭装置を持つ必要がなく、このようなコインメカを「チャンネルタイプのコインメカニズム」と呼んでいる。

このタイプは物理的計数装置といえるが、米国コインコ (Coin Acceptors co.) と技術提携したエンバイヤ貿易 (現日本コンラックス社) は、1967 (昭和42) 年、50円と10円を検銭する2WAY検銭装置につり銭払出し機能を備えたチェンジャータイプのコインメカ (SE-9130) を登場させた。同機はステッパー方式と呼ぶカムとラチェット構造による高度な計数ユニットを組み込んでいた。そして、ステッパータイプの計数装置は種々の改善を重ねながら電子式計数装置が現れるまで標準として活躍していた。10円1WAYの場合は検銭装置と計数装置のみで数10円の売価まで使える性能として充分使用できたが、10円、50円のように2金種以上を受入れるときは、当然つり銭払出しが必要になり、この2WAYタイプ以降はつり銭払出し装置も備えた「チェンジャータイプのコインメカ」時代に入っていった。チェンジャータイプは、受入れた硬貨をつり銭用として使用できるように、上部に検銭装置を設置し、下部のつり銭収納筒 (つり銭チューブ) は検銭装置からの硬貨を受入れるために連結している。10円、50円、100円の3WAYタイプになると、つり銭は10円、50円の2金種を払い出すが、その後常識化したエスクロ (escrow) 機能付きの機種では100円貨も払出す構造に進化している。エスクロ機能とは「一時保留機能」とも呼ばれ、利用者の返金要求に応じる機能で、清涼飲料自販機では1973年から市場に出現している。

ボトル自販機時代前半は1台の機械が販売する商品

はすべて同一価格、すなわち、シングルプライス (単一販売価格) でよかったが、1968 (昭和43) 年日本コインコ (現日本コンラックス) は商品の多様化に呼応してデュアルプライス (2価格販売) タイプN-9130を開発、さらに1973 (昭和48) 年同社からマルチプライス (多価格販売) EK-101を出荷している。⁽¹⁴⁾

1980年代から自販機の制御システムはマイクロコンピュータを採用した電子制御の時代に入った。

それまでのリレー制御時代、コインメカの使命として金銭処理に関する機能はすべて責任を持つ思想、すなわち、投入された金額を計算しその情報を自販機制御部に送り、次に自販機側から顧客が選択した金額 (価格) 情報を受け取り、これと投入金額と比較して販売可否を判定し、販売可能であるとき「販売可能信号」を自販機側に返し、同時につり銭を清算して完結する仕組みであった。ところが、初期のエレクトロニクス制御時代に、「販売可判定」は従来通りコインメカが責任を持つか、自販機制御側が責任を持つかの論争が起こり、1984 (昭和59) 年、前者を支持するグループは比較的単純な制御システムであるたばこ自販機や小型飲料自販機を対象にした「自販機の制御機能を含むコインメカ」を開発し、実用化している。

しかし、マイクロコンピュータを駆使した自販機の高機能化が進展するとともに、この廉価版タイプは衰退し、コインメカは単に受入れ硬貨の金種情報を制御側に発信し、制御側からつり銭払出し信号を受けてつり銭装置を駆動する、つまり、自販機制御システムの端末とした位置づけへ移行していった。

一方、つり銭貯蔵や払出しに関する技術を見ると、当初のチェンジャーは、検銭装置から落ちてくる硬貨を2本のパイプに収納し、オーバーフローした分は自販機の金庫に落とし込む構造であった。このつり銭収納量では不足する場合、別途「つり銭補助機」をコインメカに取り付けて対応していたが、やがて、貯蔵用パイプを4本に増加する、あるいは、つり銭用金種を増やす、補充を容易にするためカセット式にて取り外し可能とする、返金要求に応えるための一時保留機構を設けるといった、つり銭機構改良の道を辿っていった。

なお、エスクロ (一時保留) 機能は、たとえば、100円投入に対して、等価の金額を返却する仕組みでスタートしたが、現在では、いたずら防止などの観点から「投入した現物」を返却する仕組みになっている。

3.7.1 コインメカの検銭とつり銭装置

検銭とは正貨を金種別に選別し偽貨・変造貨など不良貨を排除することであるが、その検銭の仕組みとし

ては硬貨が自重で転動落下していく過程で硬貨の特徴を検出するものと、硬貨をベルトなどにより搬送する過程で検出するものがある。

飲料やたばこ自販機に用いているコインメカの検銭部は前者であり、ATMや乗車券販売機の検銭装置の多くは後者である。

飲料自販機の硬貨検銭装置の発展を追跡してみると、日本では、最古の郵便・切手自販機から昭和30年代前半の黎明期までの自販機をみると図3.44に示すようなレール式（あるいはスリット式）と呼ばれる方式であった。

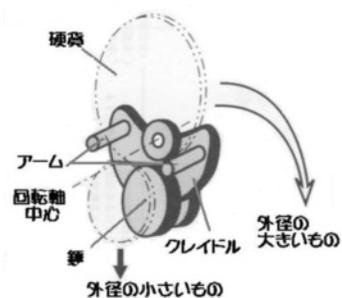


図3.45 クレードル式
(日本コンラックス提供)

昭和30年代後半に海外技術の導入が盛んになったころから図3.45に示すようなクレードルやキャリアアームを利用した方式が市場の中心を占めるようになり、さらに1970年台からのエレクトロニクス時代になるとメーカー各社は電子式検銭の実用化を推進させ、現在市場にある飲料自販機では機械式検銭は姿を消している。

機械式検銭は硬貨の大きさ、厚みなど物理的要素を直接測定し、電子式検銭は非接触で硬貨の特徴を把握する仕組みであるが、硬貨は市場で流通している間に磨耗や傷・変形が避けられない。したがって、機械式検銭時代は市場の磨耗や傷・変形コインによる硬貨つまり（ジャミング）がしばしば発生し、自販機のコールの大半は硬貨つまり（ジャミング）であった。

このことから、非接触検銭である電子式登場は自販機メーカーの悲願であった。

1953（昭和28）年、青銅10円硬貨が、1955（昭和30）年、ニッケル50円硬貨が発行された。飲料自販機の場合、「10円ジュース」時代の検銭は10円専用、その後30円のコーラ飲料の時代になっても、当初は10円硬貨1種類のみを受け入れる1WAYタイプで市場は満足していた。その後、国鉄の券売機に刺激され10円、50円

の2WAYのつり銭つき、さらに1967（昭和42）年100円硬貨が発行され、普及するにつれ、利便性や販売商品の多様化を可能にする3金種受入れの3WAYタイプに発展した。そして、1982（昭和57）年に500円硬貨の発行を機に4WAYのコインメカの実用化へ発展した。なお、改鋳の場合、切換えに伴う経過期間には新・旧の硬貨を受け入れるため、たとえば、2WAYコインメカであっても10円、新50円、旧50円の3種類の硬貨の検銭を行う必要があった。

(1) 検銭の仕組み

①機械式検銭

a) レール式

郵便・切手売下機など古い自販機に見られる検銭はスリット式またはレール式と呼び、正貨より大きな偽貨等（スラグ：slug）は硬貨投入口でブロックし、小さいものは内部の導路（レール）上を転動して検銭部を通過する。検銭部では規定寸法より小さいものや薄いものは左下に落下する仕組みとなっている。（図3.44参照）

レール方式は硬貨の外形、厚みの測定であり、検銭装置としては、そのほかにマグネットや反発係数による材質選別などを加えている。

b) クレードル式

海外技術から硬貨の外形と重さを選別する方法として、クレードル（cradle）やキャリアアーム（carrier arm）を用いた方式が導入され、コインメカ専門メーカー中心にこの方式を採用してきた。

クレードルは揺りかごを意味しており、図3.45により動作を説明すると、左上部から落ちてきた被選別物は正貨の外形より小さければ2本のアームの間をすり抜けて落下し、軽いものはアームに乗った状態で止まり、大きいもの、所定の大きさや重さのものはクレードルの回転軸を中心に揺動し右側に落とす仕組みであるが、このとき大きいものは右上部にある突起物によって止められてしまう。この位置で、あるいは、アームに乗った状態で止まったものは別に設けてある返却レバーで払い落とす。つまり、右側に落ちることができるものは正貨のみである。

c) 材質選別

永久磁石の磁界中を金属片が転動するとき、金属片に渦電流が発生し、金属片の転動に対する制動力が発生する。この制動力は金属片の導電率や厚みなどの特性によって異なり、転動速度によって変化することから、この現象を利用して材質や形状を見分けることができる。レール上を転動して来た硬貨は

渦電流制動力の影響を受けながらデフレクター (deflector) と呼ぶ壁面に衝突し反発して落下するが、落下した後の軌跡は材質・形状に特有なものであり、この落下位置によって選別できる。(図3.46)

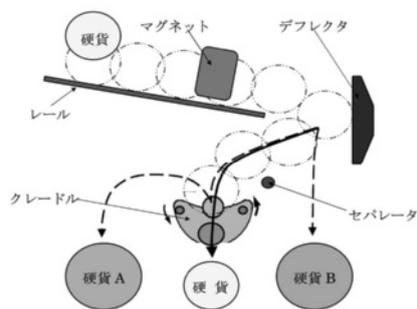


図3.46 材質選別
(日本コンラックス提供)

d) 厚さ選別

硬貨の厚さ選別は所定の厚さよりも厚いものを選別する方法で、薄いものの選別はクレードルやレール式による選別の中で行われている。

選別の仕組みは、硬貨が転動するレールの側壁にシックネスゲージを取り付け、所定値より厚いものはこのゲージによって止められ、所定値以下のものを通過させることによって選別している。

e) 複数金種の選別

たとえばスリット式検銭の場合、10円、50円の2種類検銭は、検銭部を2段階に配置している。投入された硬貨やスラグが、最初の検銭部を通過したものを「大きいほうの正貨 (10円)」とし受入れ、この検銭部のスリットから落下した硬貨 (50円) やスラグは2段階目の検銭部に入る。この検銭部を通過したものは「小さいほうの正貨 (50円)」として受入れ、この検銭部のスリットから落下したものをスラグとする仕組みである。この考え方は、クレードル式の場合も、厚み検出の場合にも適用している。

②電子式検銭

機械式検銭は硬貨の通路上に外径選別のためのスリットやクレードル、厚さ選別のためにシックネスゲージ、材質選別のために渦電流制動通路と反発係数をチェックするデフレクターを設けているが、2金種検銭になるとそれらについて2セットを必要とし、3金種検銭では3セットを必要とする (実際とは異なるが)。そのため通路が複雑になり、パス (通路面積) を大きくとらねばならない問題があった。

1982 (昭和57) 年500円硬貨が発行され、コインメカは3金種検銭に500円検銭を加えた4金種に対応することとなり、電子式検銭の時代を迎えた。

電子式検銭は通路に設けられた複数の高周波コイル

の間を硬貨が通過するとき発生する電気量の変化を検出し、材質、外径、厚さについて、それぞれ正貨のテンプレートと比較して判定する仕組みである。

電子式検銭と表現しているが、技術は単なるエレクトロニクス技術ではなく、硬貨を磁界内で一定速度をもって通過させるための通路構造に多くの工夫が必要であった。さらに、電子式検銭の特徴であるフレキシビリティを発揮させるために、センサー部の配置などについては、アップグレード機能や冗長性の配慮など多くの工夫が施されている。

したがって、仕組みは各メーカーに独自性があり、たとえば、センサー (高周波コイル) の数、形状や位置、発振周波数などについて各社各様といえる。

電子化の進展とともにいたずらや犯罪手口も多彩となった。昭和60年代に発生したいたずらの例では、硬貨投入口から洗剤など界面活性剤を流し込み、電子部品の破壊や制御プロセスの混乱 (俗に言うマイコンの迷走) を誘い、つり銭を騙し取るというものであった。この事件は子供でもできることから全国に広がり、つり銭の被害対策とともに検銭部破壊対策に大きな力が費やされた。

図3.47は電子検銭の仕組みを例示したものである。通常、通路上に種々の形状を持つコイルを複数個取り付け、先ず外形・厚みについて簡単な機械式選別を行った後、一定速度でコイル近傍を通過させ、周波数や位相の変化などを取り込み、基準値 (統計処理された正貨の値) と比較して判定し、ゲートを開閉する仕組みである。

電子式検銭の原理について自販機技術総覧の記述を引用して説明する。図3.48に示す励磁コイルと受信コ

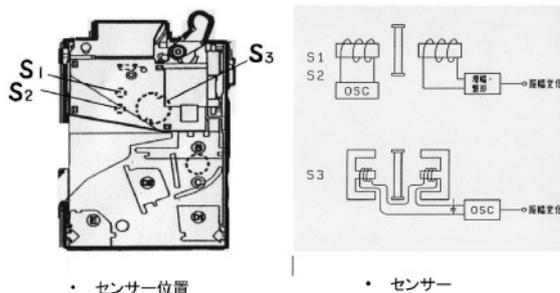


図3.47 電子検銭

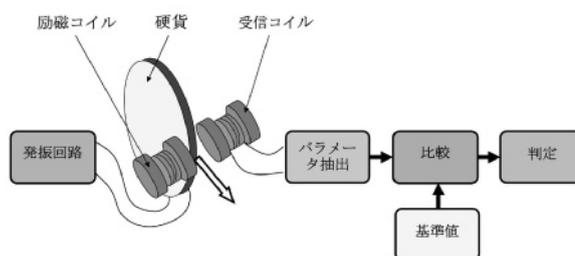


図3.48 電子検銭の原理

イルは、電磁結合するように硬貨通路を挟んで配置され、励磁コイルには発振回路が接続され、受信コイルには、パラメータ検出部、比較部、基準値部、判定部を接続している。励磁コイルは発振回路により所定の周波数の磁界を発生させており、受信コイルには電磁誘導により誘導起電力が発生する。

このとき、両コイル間に硬貨が到来すると、硬貨内に渦電流が発生し、この渦電流による磁界は、硬貨が存在していない時に発生している磁界を妨げる方向に作用することから、両コイルのインピーダンス、インダクタンスが変化し、磁束の変化とともに受信コイルに誘起する起電力は硬貨が持つ特性に応じて変化する。この起電力変化をみるために、硬貨の材質、形状（外径・厚さ）の各々の選別に最適な周波数が用いられている。また、変化を抽出するパラメータとしては、電圧の変化、周波数の変化、位相の変化を利用している。これらのパラメータにより抽出したデータは、比較部において、あらかじめ定めた基準値（正貨を測定し統計処理したもの）と比較し、正貨、偽貨の判定が行われる。

この技術開発は外国メーカーが大きく先行しており、その基本技術に関する特許権を回避するために後発メーカーの開発はかなりの時間を費やしている。外国メーカーの場合、たとえば、ヨーロッパでは各国それぞれが多くの金種を発行し、かつ、地続きであるため非常に多くの金種を正確に検銭する必要があった。このような事情により機械式の限界が早く到来したことが電子式の早期取り組みにつながったと見ることができる。

機械式検銭の場合、その技術内容は各メーカーともほとんど同じものであり、したがって、偽貨からの攻撃は各社同等であった。ところが、電子式の場合、センサーの位置、形状、数などハード的問題にしても、発信周波数、位相変化、データーの統計的処理方法などソフト的問題についても、各社の独自性、特徴があることから、あるメーカーのコインメカでは排除した偽貨や変造貨が他のメーカーでは受け入れられることがある。

結局、機械式検銭の場合、基本的特許はない状態で製品は発展してきたが技術的な発展はなかった。一方、電子式検銭の基本技術は外国メーカーが開発したものであるが、この技術を購入し、改善して発展させてきたのは日本の技術者であった。

技術の流れとしては、スリット式からクレードル・キャリアム式へ、更に電子式へ進化してきたと見ることができるが、飲料・たばこ自販機以外の分野では

クレードルのような動く部品はリセット時間を必要とするために、処理スピード的に使えない分野もある。電子式検銭の登場は、硬貨通路における[詰まり]を激減させ、機械式に要した組み立て調整を少なくし、テンプレート比較方式であることによる多金種化の容易さなどを可能とする功績があった。また、出荷後の偽貨対策においても電子回路のメモリー（P-ROM）交換により対応できることから、特殊技術者でなくとも市場で容易に対応できるなどの利点もある。

(2) つり銭払出し

①つり銭装置

10円、50円、100円の3金種時代に入り、本格的につり銭装置の普及が始まった。投入された金額を計数する仕組みとしてはソレノイドコイルとカム、歯車によるステッパー方式からスタートしたが、金種の組み合わせによっては正確なつり銭を返却することができない、売り切れやお金の不足に気づいた時でも投入金額は返金されないなどの弱点があった。

一方つり銭の払出し方法は、古くからつり銭チューブ内に積上げた硬貨を、モーターあるいはソレノイドの力によって下から「達磨落とし」に払い落とす仕組みが使われ、現在においても原理は変わらない。ただ、金種が多くなったことにより、複数のモーター、ソレノイドコイルを用いて「金種を選ぶ、選んだ金種を払い出す」動作となり、構造が複雑になっている。

図3.49は、最も新しいコインメカのつり銭装置の払い出し部分（例）の横断面をみたものである。

横に並んでいる4個の穴には硬貨が積上げられており、最左翼のパイプにある100円を払いだす仕組みを示している。100円貨は、100円貨チェンジソレノイドの動作によりチェンジレバーが動き、（チェンジスライドの動きを制御する）ペイアウトリンクの作動でチェンジスライドが動き、ペイアウトリンクによって運ばれた100円硬貨は下に落ちてペイアウトリンクと連動しているワイパーで払出される。

図3.50はつり銭装置全体の構造を示すもので、モーターとソレノイドとエンジニアリングプラスチックを活用した精密部品から成り立っている。

②硬貨の計数装置

当初、ステッパー方式によって受入れ硬貨の計数や払い出し枚数の制御が行われていたが、1968（昭和43）年、当時の先端技術であるICを使って論理計算をさせる電子式計数方式が開発された。その後、IC回路になり、さらに、カスタムLSIに進化して小型化多機能化を実現し、さらに、開発期間が短縮できるマイクロコ

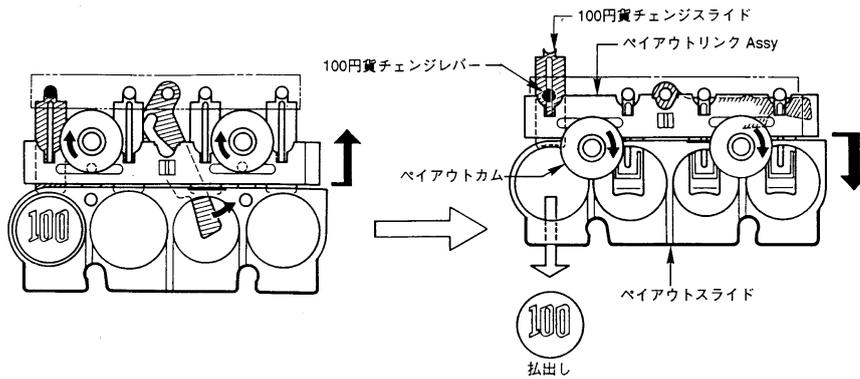


図3.49 コイン払出しの仕組み
(日本コンラックス提供)

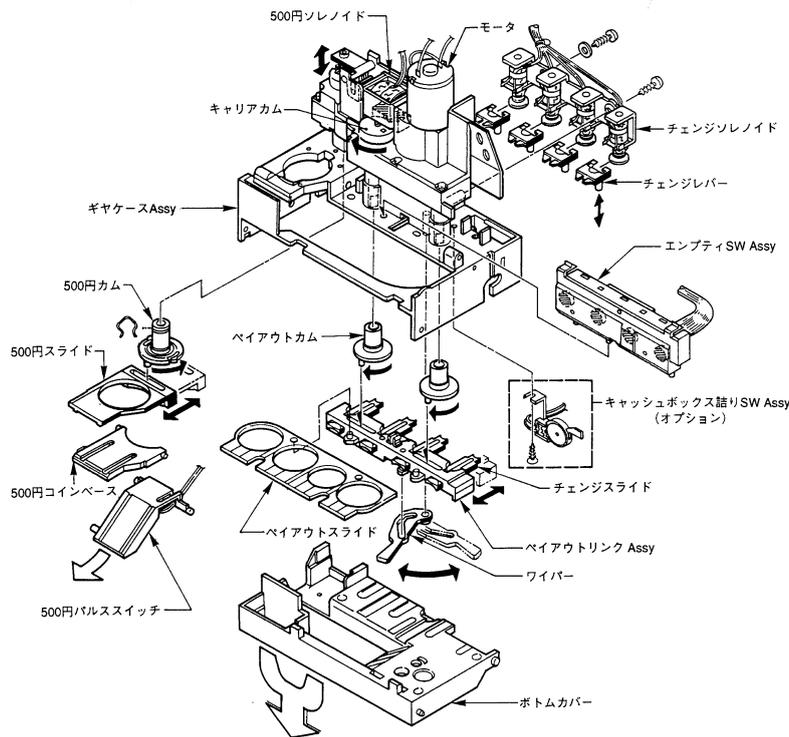


図3.50 500円装置の構造
(日本コンラックス提供)

ンピュータ応用へつながっていった。

初期の電子式はステッパー方式より論理性が高い反面、実用初期にはミスカウントなど誤動作が多く、その解決のために多大な授業料を支払うことになった。しかし、この経験は以降の電子技術応用に生かされ、結果的に多くの機能開発、業界発展に寄与している。

電子化への過渡期における失敗例を考察してみる。硬貨の計数は、形としては、機械式（ステッパー方式）から電子式に移行したように見えたが、技術の内容からみると依然として電気機械的で、電子技術に移行できていなかった時期があった。

ステッパーに使用しているスイッチ類の電気接点は、アンペア単位の電流を扱い、耐磨耗性や耐溶着性

に技術開発の視点があり、動作速度も機械的動きに依存している。これに対し、エレクトロニクスは、 μ アンペア単位のエネルギーによる動作であり、また、桁違いに速い動作を扱うものであった。

機械式検銭時代の計数は、検銭装置が受入れた正貨が転動通路に配置してあるマイクロスイッチのアクチュエータを動作させ、そのスイッチの開閉によってリレーやモーター、ソレノイドなどに通電し、ステッパーを動作させるものであった。その後、トランジスタ、ICなど初期電子化時代を迎えたとき、このステッパー方式をトランジスタの論理回路に置き換えたが、入力にはステッパー方式と同様にマイクロスイッチ接点の入力であったことから、ミスカウントの連発となった。リレー、モーター、ソレノイドなど電磁機器はマイク

ロスイッチなどの接点チャタリング（バウンシング）^{註5}の影響をほとんど受けないが、電子回路の場合、チャタリング（バウンシング）^{註5}の振動はすべて信号として受入れてカウントし、1回の接点ON-OFFとしてカウントできなかったのである。結局、近接スイッチの開発によって入力を無接点化し解決している。

電気機械技術が中心であった業界では、その後、メーカー、ユーザーが協調して本格的にエレクトロニクス技術を勉強して、家電など他業界の先に立つ電子化取り組みを行い、自販機の高機能化を導いた経緯がある。

エレクトロニクス活用による機能としては、たばこや飲料品種の多様化に対応した多価格設定（マルチプライス）機能、消費者の返金要求に応えるエスクロ機能（一時保留機能）、つり銭払い出し機構における空振りを監視する払い出し確認機能、投入金額や各種モニターのための金額表示機能、自己故障診断機能、売り上げ集計、金種別入金・出金などの記録、さらには、前述した単純な機能の低価格自販機開発を容易にする「制御機能組み込み型ユニット」などをあげることができる。

自販機の機能開発は「ニーズ」との調整の後スタートするが、コインメカについては、比較的自らの意思で新しい技術に取り組むことが可能である。そのため、コインメカ開発は積極的に電子化に取り組む、常に自販機の電子化の先導役を果たしてきたし、また、業界標準化への取り組みについても、メーカー間互換性まで可能にした功績がある。

このような積極的な動きは、「自動販売機は貨幣を受け入れ、商品を販売する機械」だけでなく、情報化社会へ向けて社会のネットワークの一員として活躍する道を開くことにつながっている。具体例を見ていくと、スタンドアロン時代の硬貨、紙幣システムの電子化からスタートして、プリペイドカードの受入れ、身分証明などIDカードネットワークシステムの端末化など様々な決済手段が可能になり、自販機へ情報メディア機能の付加、携帯電話との連携によるセキュリティシステムなど、様々な形でネットワーク社会へ密接につながっていることがうかがえる。

3.7.2 ビルバリデータ

紙幣の検銭においても硬貨と同様に装置を組み込む機器によって構造や性能が異なる。飲料・食品・タバコ自販機用の紙幣識別装置は、紙幣識別部分と受け入れた紙幣の収納部分から成り立ち、硬貨のチェンジャーのようにユニット化している。

硬貨の場合は自重によって通路を転動しながら、金

種別に正貨と不良貨に選別し、金庫や返却口などに落とし込まれていたが、紙幣は挿入口からベルトに挟まれて移動し、その移動中にセンサーによって識別が行われ、真札はスタッカーと呼ばれる紙幣収納装置に導き、真札以外はベルトを逆送させて返却する仕組みとなっている。図3.51は識別装置の基本構造である。

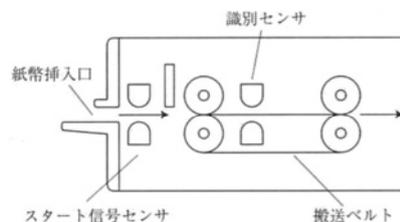


図3.51 ビルバリの基本構造
(出典：自販機技術総覧)

日本の自販機の場合、取り付け構造の関係から紙幣の挿入方向は長手方向となっているが、欧米では消費者が紙幣をトレイに乗せ、トレイを機内に押し込むタイプの紙幣装置があり、この場合は幅方向に挿入されている。この挿入方向は紙幣のスキャニング方向を決めるものであり重要な設計要素である。

飲料自販機用紙幣識別の動作は、紙幣挿入口から挿入した紙幣をセンサー（多くの場合光センサー）が検知すると、モーターが正転しベルトによって挿入紙幣の取り込みが始まる。取り込み後ベルト搬送中に通過する各種センサーによって特性を読み込み、各データが所定の範囲にある場合真札と判定して、動作を一時停止し販売信号を発する。この販売信号によって自販機が販売を開始すると、自販機制御部から紙幣取り込み指示が発せられ、再びベルトは動き出して紙幣をスタッカー（紙幣貯蔵室）にとりこむ。そこで、真札と判定できないとき、あるいは、消費者が返却レバーにより返却を求めた場合、ビルバリはモーターを逆転させ、紙幣を挿入口まで逆送り返却する仕組みである。

(1) 紙幣識別装置

識別方法は、メーカー各社が独自に紙幣の特徴を研究し、様々な方法を用いて紙幣の特徴を検出、判定している。基本的に紙幣の長さ・幅の寸法、インク材料、印刷模様のチェックであるが、検出するセンサーの位置、種類、個数は各社各様となっている。

コインメカに比べ高額を扱うことから、業界として一定レベルの品質を確保するために、「防犯のため最低施すべきレベル」を決め、この上に、独自の識別方法や犯罪対策を追加している。

以下、識別方法例について簡単に説明する。

①紙幣の長さ

紙幣の走路上に紙幣との摩擦によって回転する口

ーラを設け、そのローラにカウンター機能をつけておく。長さの測定は、紙幣の先端が入口のセンサーを通過した時のカウンター数値と後端がセンサーを離れたときのカウンター数値から算出する。(図3.52参照)

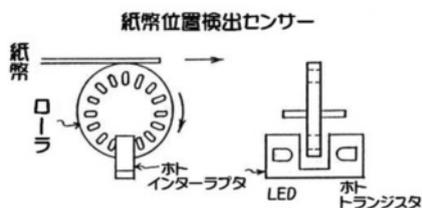


図3.52 紙幣位置の検出

②磁気特性

紙幣の印刷には、偽造防止、発色性、耐環境の観点から磁性インク（酸化鉄を含む）を用いており、磁気センサーを紙幣に接触させて紙幣の一定位置をスキャンすると、磁気印刷の分布状況やその強さが測定できる。検札に当っては、あらかじめ一定枚数の真札をスキャンしてそのデータを統計処理した基準データと、被識別物のデータと比較することにより真偽を判定している。磁気センサーとしては文字や模様など検出対象によって磁気ヘッドあるいは磁気抵抗素子を使い分けることがある。

③光学特性

当初は印刷の模様検出に利用してきたが、光学機器（複写機など）の進歩によって単なる模様検出では真偽判定が困難になってきたため、インク材料や色相の検出まで行っている。光学特性のチェックでは反射光のデータ、透過の光量のデータなどを統計処理して基準値を作り、比較する方法がある。

紙幣は硬貨に比べて高価であり防犯対策が重要であることから、その識別機器について、1982（昭和57）年に日本自動販売機工業会は「紙幣識別装置に関する自主的取り扱い要綱」を制定した。この要綱によると、「機械性能面で紙幣の電磁的特性より精密で、しかも複合的に検知できるものとし、紙幣のチェックポイントは、外形（寸法）・特有（磁氣的、光学的等）の要素を組み合わせる。識別装置が異常を感知したときは紙幣の受け入れを中止・返却する構造にする。またブラックボックスとして、保守・調整はメーカーの関係者以外には行うことができないなど安全に格別の配慮をすること」と慎重に扱うことを呼びかけている。

警察庁によれば、偽札の発見枚数は1998年には807枚であったが、2004年には30,000枚近くに急増している。このような背景の下に日本銀行は2004年末、最新の偽造防止技術を施した千円、5千円、1万

円の3金種を発行した。飲料自販機が受入れる千円紙幣には新たに「潜像パール模様」「すき入れパターン」「潜像模様」「深凹版印刷」「識別マーク」などが加えられ、識別への活用が求められている。紙幣識別装置に関わる犯罪として、「真札の切り貼り」と挿入した紙幣の「引き抜き」が多かった。これは一部マニアが自らの技術を駆使して、メーカー技術に挑戦するような形に見える。

前者の場合はセンサーの位置を見つけ、その部分だけを真札を使い他の部分は普通紙等を使うもので、各社センサー位置の違いを利用し、1枚の真札を仕様機種別に刻むものであった。後者は、たとえば、真札を長さ方向に切り込んで2分割し、これをテープが破れやすいような方法で貼り、さらに、分割した2片を引戻すための強いテープを2片に取り付けて自販機に挿入する。紙幣は真札であるから受入れ信号を発生販売可の状態になるが、このとき、貼り付けた引抜き用テープを強引に引き戻す手口で、引き抜き後は返却レバーによってつり銭を奪っていた。

当初挿入口には引き戻し防止用くいとして中央に1本立てていたが、このことを知り、真札を2分割して取り返された。この対策に杭を2本にすると、今度は紙幣を3分割されて同様に引戻された。この「引抜き」は犯行が失敗して残骸が残っていることで被害を認識することになるが、実に、自販機メーカーと犯罪手口考案者との知恵比べ状態であった。

(2) 紙幣貯蔵装置（スタッカー）

紙幣を収納する部分をスタッカーと呼ぶが、図3.53は紙幣識別装置とその下部にスタッカーを設けた例を示す。この図の例は千円と1万円または5千円の2金種を検札するビルバリであり、したがって、スタッカーは2金種を収納する構造となっている。

飲料自販機に取り付けている千円紙幣検札ビルバリの場合、スタッカーには100枚程度収納できる構造が主流である。しかしながら、近年工具を使って自販機を破壊し、内部のビルバリから紙幣を抜く取る犯罪が

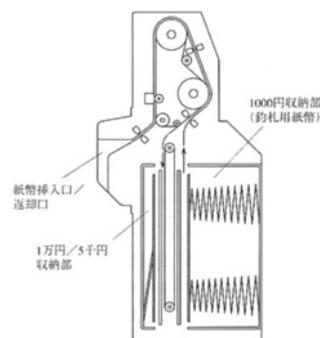


図3.53 スタッカー
(出典：自販機技術総覧)

増えており、これに対して、関係者は自販機の防犯策の一部として金庫内の硬貨、スタッカー内の紙幣を毎日集金するように、オペレータへ呼びかけており、これが浸透してきているため例外を除き100枚の収納量は不要となっている。

なお、飲料自販機の場合、商品単価が低額であるため千円紙幣専用で充分であるが、販売商品が「花」「ビデオテープ」などのように千円以上で販売されている場合、5千円、1万円紙幣を受け入れ、千円紙幣をつり銭として払いだす装置も要求され、1997（平成9）年に開発されている。このビルバリはリサイクル式紙幣識別装置と呼ばれ、受入れた千円紙幣をつり銭として使用するものである。

3-7-3 制御技術

現存する最も古い飲料自販機（二戸市にある酒自販機）をみると販売制御はゼンマイ仕掛けであった。ゼンマイによりコックが開き、備え付けの器にいっぱいのお酒が注ぎこまれる仕組みとなっている。

飲料自販機の産業化を迎えた昭和30年代以降は電気を動力とする機械となり、その制御も電氣的な制御になっている。10円ジュース自販機の場合、紙カップは取容筒から手で引き抜き、所定の販売口においてから、10円硬貨を投入するとその硬貨が販売装置を駆動するスイッチのアクチュエータを回転させ、ジュース一杯を販売して販売サイクルを終了させた。

この時代はこれでよかったが、容器入り飲料自販機のように2種類以上の商品の中から好みの商品を選択して購入する機械の時代になると、スイッチと電磁リレーによるインターロック回路を持った制御システムが必要になってきた。（図3.54参照）

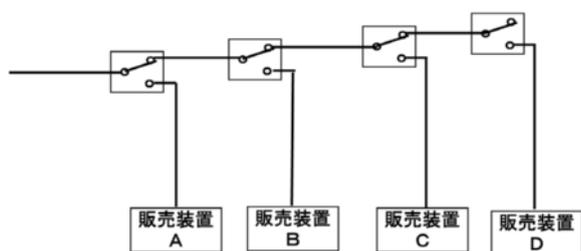


図3.54 電気式インターロック回路

それでも、初期の国産自販機について、「二つの押しボタンをあるタイミングで押すことによって30円で2本販売させることができる」などの風評が立ち、いたずらが頻発するようになってきた。回路図上では想定できないことであったが、結局、ソレノイドによる販売装置においてはリレー接点間のアークによる短絡で前記風評が現実であることが判明した。

その後、スイッチと電磁リレーによるシーケンス制御は、複数価格の商品の販売（マルチプライス）や販売情報の取得など、機能向上要求に応えられなくなり、電子化へ移行していった。

電子化は、1978（昭和53）年に業界初のマイクロコンピュータ制御（マイコン制御）による食券販売機を三洋電機が開発したことを機に、各種自販機はマイコン制御時代に入った。

飲料自販機におけるマイコン制御は、4ビットタイプでスタートしたが、すぐに8ビットタイプに進化し、これも間もなく16ビットへ移行している。制御方式としては当初図3.55に例示するように一つのマイコンが自販機の機能全体を制御する集中制御方式であった。この開発により、自販機の大型化、扱い商品の多品種化、多価格設定、あるいは販売情報の記憶、プリンター接続など自販機の運営に役立つ機能や販売情報を分析してマーケティングに活用するなどの効用をもたらした。

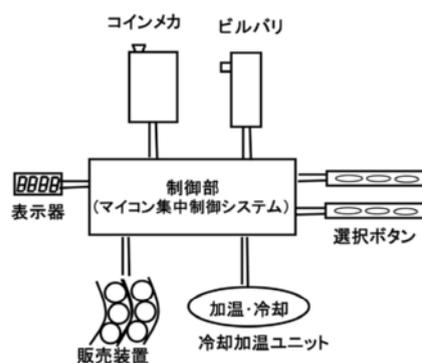


図3.55 集中制御方式

このように多機能を実現していくと、マイコンの入出力部品点数は300点以上となり、種々の問題が生じてきた。その一つは配線の問題であり、他の大きな問題は機種ごとに制御プログラムが必要となる開発エネルギーの増大問題、一部の仕様変更に対してソフトウェア、ハードウェアとも全体の変更となる問題などシステムの限界が見えてきた。

1983（昭和58）年たばこ自販機に複数マイコンを使用する分散制御方式が登場した。この方式は自販機の機能をブロックに分けて複数のマイコンに分散して制御するもので、集中制御で対応しきれなくなった部分の対応策として考えることができた。従来各社が自由に開発・設計してきた集中制御方式から、通信技術が加わりプロコルなど多くの標準化が必要な分散制御方式への移行は、業界内で多くの議論が重ねられ、結局大きなユーザーを交えた標準化作業の後、飲料自販機に適用され、以降国内業界の標準となっている。

図3.56に分散制御方式のブロック図を示す。分散制

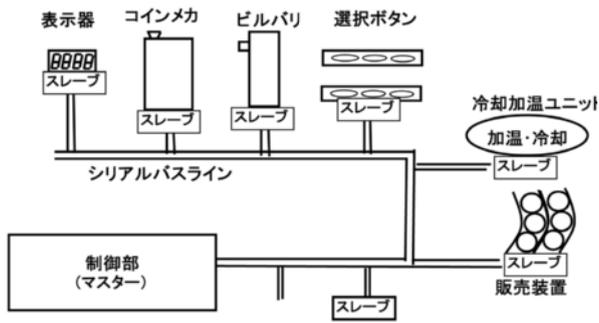


図3.56 分散制御方式概念図

御方式は機能をブロックに分けて制御する方式で、これら各機能を担当するマイコン（端末）をスレーブと呼んでいる。そして、これらスレーブをまとめるマイコン（主制御部）をマスターと呼び、マスターから各スレーブに呼びかけて制御する仕組みであることからマスター・スレーブ方式と呼んでいる。マスターとスレーブの間はシリアルバスで接続し、自販機用のプロトコルを用いたシリアル通信で交信している。

スレーブには、コインメカニズム、ビルバリデータ、商品収納・搬出機構、選択ボタン機構、冷却・加温機構などがあり、将来の発展に備えて追加オプションも配慮している。エレクトロニクス進化のお陰もあって、次々に自販機の機能強化が続き、マスターは常に高速・大容量化を求めることになってきた。使用するマイコンは8ビットタイプから16ビットタイプへ、さらに現在は32ビットタイプが主流となっている。また、プログラム容量をみると、当初2KB程度であったものが最近の32ビットタイプでは1.5MBに達している。⁽¹⁵⁾

半導体製造技術の飛躍的進歩により大容量化の問題は、少なくともハード的（素子など）には解決できているものの、ソフト開発面での負荷は非常に増大しメーカーは苦しんだ。しかし、これを解決するために、その後新しいアイデアが発生している。

その1は高級言語の採用である。自販機制御は処理速度を重視する部分があるため、従来からソフトウェア開発手法としてアセンブラ言語を用いていたが、

これを部分的に高級言語（C言語など）採用が検討され、次第に大部分が高級言語による開発に進展した。

その2は、副制御部の追加である。従来の分散制御方式は、マスターがスレーブに呼びかけて通信相手を決めるポーリング・セレクトイング方式であり、比較的低速なバス仕様である。そのため、たとえば、機能設定などに使用するリモコンや顧客が購入商品を指定する選択ボタンのように高速の応答が必要な部品の制御部をスレーブにすることが困難であった。

これらの問題を解決するために、従来のバスラインとは別に新たな高速バスラインを設けることが提案され、実用に入っている。採用した高速シリアルバスはCSMD/CD（Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection）で、マスタースレーブ方式では処理できない高速動作を実現したり、容易に機能アップする制御ブロックを追加したりすることができて、かつ、ハード的には電線量の大幅な低減を可能にするなどの利点を有するものである。選択ボタンを例にすると、従来、多数の商品選択ボタンを個別に配線し、大量の電線が束ねられていたが、商品ボタンごとにICチップを内蔵し、これを高速シリアルバスに接続することにより大幅な電線量削減を実現している。⁽¹⁶⁾

また、副制御部は自販機ハードウェア開発の効率化ばかりでなく、自販機ユーザー側でも独自に機能開発ができるJAVA[®]プラットフォームを実現している。

近年、自販機が大量に普及し、ロケーション数は飽和、売上も大きな向上が期待できなくなったこともあって、飲料メーカーなどユーザーは、自販機の効率的な運営に大きな関心を寄せるようになってきた。

従来、メーカー、ユーザーが協力して自販機販売情報収集システムの規格を制定し、POS、ルートセールスの効率改善などに寄与してきた。これらのシステムがある程度普及した段階になると、自販機ユーザーごとに経営環境、方針、施策などが異なることから個別のニーズが高まり、画一的な仕様では満足できなくなってきた。

このニーズに応えるために副制御部に、顧客ごとのアプリケーションソフトウェアをスピーディーに開発することを目指して、プログラム言語Javaを使い、その実行環境を整備することになったのである。

インターネットが高度に普及し、機器は多様なネットワーク社会の端末と化している。このソフトウェア開発のオープン化によって、さらに、自販機の役割が大きくなることが期待できる。

1999年、EU諸国の自販機関係者をまとめているEVA（European Vending Association）^{注7}から日本自動販売機工業会（JVMA）に、自販機制御システムに

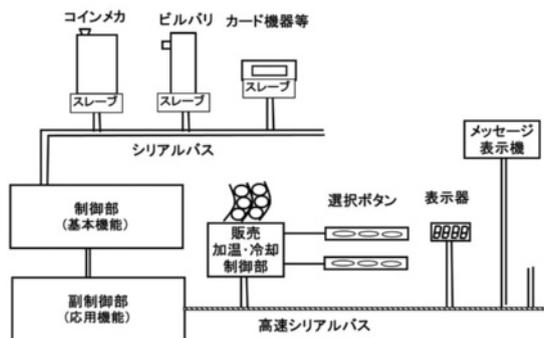


図3.57 副制御部と高速バスの追加

ついて、EVAが標準化しているシステムであるMDB/ICP (Multi Drop Bus/Internal Communications Protocol) の国際標準化について提案があった。

MDB/ICPは、シリアルバスをもち、マスター・スレーブ型のマイクロコンピュータによる自販機制御システムの規格である。EVAは1998年、通信仕様、手順などを「MDB/ICP VER.1」として制定しているが、その前身であるMDBは米国コカコーラが、特許を含む基本仕様を日本のメーカーから購入し、開発したものである。その後MDBは米国内に普及し、1990年代にNAMA (National Automatic Merchandising Association) の標準となった経緯がある。

この国際標準化問題について、1991年、JVMAがEVAに対して"次世代に充分活用できるシステム"を共同開発し、これを国際標準とすることを提案したが、その後、進展していない。

エレクトロニクス技術は止めどもなく進歩しており、開発年代が早いNAMAのMDBと、その後、これらを統合して制定したMDB/ICPとは"似て非なるもの"であると同様に、さらに早く開発した日本のシステムとMDB/ICPとの仕様の差異は大きい。日本の提案が進展しないのは、技術進歩の著しい分野における国際標準の制定の困難さを示している。

たとえば、1991年JVMAは分散制御方式を標準化した。このシステムは、多機能化への対応 (スレーブによる拡張)、経済的可能性 (開発費、材料費等)、メンテナンス容易性など将来性を見てハード、ソフトに亘る標準を定めたものであった。その後、2002年には前述の通り高速シリアルバスを加えたシステムを富士電機が実現した。つまり、約10年で標準は基本的な部分に手を入れざるを得なくなっている。

さらに、世界各地においては、それぞれ独自の社会環境、技術環境があり、一律に考えることができないこともある。

このような背景を勘案して、JVMAは次世代システムの共同開発を提案するにいたっている。

この経過は標準化の難しさを示しているが、市場の状況を見ると、更に難しい問題がある。すなわち、日本における自販機の寿命は缶・瓶自販機6~7年、カップ入り飲料自販機の場合は約11年 (いずれも欧米ではもう少し長い)、また、開発サイクルは約3年であるから、一度市場に出した技術や製品は、少なくとも10年間メンテナンス作業が行われており、この間に新しいものが出ると新旧両方に対応していかなばならない。この負荷は、当然、出荷・稼働台数、あるいは保有台数に比例して重くなることから、関係するメーカー、

オペレータは新しい技術等の導入には慎重にならざるを得ない状況にある。

3.8 消費者とのインターフェイス

自販機は無人で商品の販売行為を行う機器であるが、消費者にとって使いやすく、便利な機器でなくてはならない。消費者の行為と自販機がもっているインターフェイスの関連を図3.58に示す。

消費者の動作		インターフェイス
販売商品確認	⇔	商品展示
価格確認	⇔	価格表示
売切れ確認	⇔	選択ボタン
貨幣投入	⇔	貨幣投入口
投入金額確認	⇔	金額表示器
商品選択	⇔	選択ボタン
つり銭確認	⇔	金額表示器
商品受取り	⇔	販売口
釣銭受取り	⇔	返却口

図3.58 消費者の動作とインターフェイス

3.8.1 商品展示

商品展示は利用者に対する購買の動機付けと在庫状態の確認が主たる機能である。

商品展示といっても、昭和30年代の飲料自販機には図3.59の写真のごとく正面の電照板 (電照看板) に商品展示がなく飲料メーカーのロゴがあった。



図3.59 昭和30年代の自販機
日本自販機工業会

図に示す左右の機械は国産の機械であるが、当時の欧米の飲料自販機のデザインと同様に、選択ボタンに、あるいはその近傍にラベルで中身商品を見せているにすぎなかった。

その後1971 (昭和46) 年、サンデンが缶自販機に、実缶による「サンプル展示」を登場させた。日本の大衆食堂で、消費者はショウケースに展示されているダミー (dummy) を見て選ぶ光景を多々見かけるが、これが日本人社会の文化と言えるかもしれない。自販機の「サンプル展示」は、この年以降日本独特のデザインとして常識化し現在にいたっている。

このサンプル展示は、その後樹脂成型品の採用、ダ

ミー商品の下部に照明を配置してダミーを光らせるアンダーライト方式の採用など、消費者へのイメージ獲得戦略の道具として様々な工夫が施されてきている。電照板全体のデザイン変化を見ると、1978（昭和53）年に電照板を4分割し、選択ボタンを4分割した電照板それぞれの下部に配置する形のものが出現している。また、電照板を半円形に膨らませたもの、ルーレット機能を加え光をめまぐるしく動かすもの、内部に描かれたPOP機能を動かし変化させるものなど様々なデザインが登場している。

カップ式飲料自販機は、主として屋内に設置すること、ブラック、砂糖入り、クリーム入り、それらの増量・減量など変化が多いこと、利用する消費者も一定の職域に限られるなど比較的常連といえることなどにより、長らく、商品展示はなくラベルとボタンで対応してきた。しかし、近年缶や紙容器飲料との競合が目立つようになり、ダミー表示や液晶（LCD）を利用した表示など多彩になってきている。

3-8-2 硬貨投入口

硬貨投入口は長らく硬貨を1枚ずつ投入することを基本に位置（高さ）や形状を設定してきたが、近年、ユニバーサルデザインが重視されるにいたり、握って投入できる仕組みが登場している。

機械式検銭コインメカ時代は、硬貨の連続投入による「コインつまり」が多く1枚ずつの投入を基本としたが、電子式検銭の採用は、硬貨の連続投入を可能にし、投入部分の改良とあわせてユニバーサルデザイン実現に寄与している。

3-8-3 選択ボタン

昭和30年代の選択ボタンは、販売商品をラベルに印刷して表示する方式であり、形状的に大きなものであり、投入口近辺に並べるデザインであった。

「サンプル展示」時代になると、ダミー（サンプル）の直近に配置するように変化し、LED（Light Emitting Diode）の普及に伴い、これをボタン用照明として採用している。

3-8-4 表示器

1979（昭和54）年、コインメカにLSI（Large Scale Integration）を搭載し、投入金額を表示する表示器が登場した。これを機に自販機に表示器を取り付けるのはごく自然の状態となった。表示内容は当初コインメカの付属品の立場であったため、コインメカ内部の情報を出力していたが、その後マイクロコンピュータ時

代になり、自販機制御部が持つ販売情報などすべての情報が表示できるようになった。

3-8-5 商品取り出し口、返却口

容器入り飲料自販機の商品取り出し口は、犯罪防止、危険防止のため、発生のおど対応策が講じられてきた。犯罪は手を突っ込み抜き取る「引き抜き」から毒入り飲料の挿入まで多々あり、また、手を切る、はさむなど危険、騒音対策などにも対応してきた経過がある。

一方、カップ式飲料自販機の場合は、従来から防虫、鼠対策、衛生管理の容易化、溢し難く、悪戯し難い構造が改良の中心であったが、その後提案されたカップミキシング方式では「自動ドア」になるなど大きな変化も迎えている。

3-8-6 機能向上とユニバーサルデザイン

全国清涼飲料工業会が実施した「清涼飲料自販機に関する意識と実態」によると、「自販機が便利」と答えた人が99.6%あり、「すぐに見える」（80.8%）「いつでも見える」（67.4%）が大きなポイントであるが、「冷たい・温かい飲み物が買える」「商品を選びやすい」「並ばなくて良い」「口をきかなくて良い」などがあげられていた。一方、自販機に求められることの中に、「商品が取り出しにくい」「千円紙幣が入りにくい」などの不満も見られる。

日本の飲料自販機は、10円のストレートジュースから始まり、続いて、米国技術を基調にした瓶自販機時代へ移行し、その後は日本人、日本人社会にあわせた改良を行ってきた経過がある。この中には、販売時間の短縮やホットアンドコールド機能などのほかに、「ありがとう」の挨拶を入れる、音声で商品を選択できる、籤に当たったらもう1本など消費者との対話も真剣に試みてきた。1960年代にエンドレス・テープを用いて挨拶する自販機があったが、1980年にエレクトロニクスによる本格的な音声付自販機が市場に出現している。また、ほぼ同じごろ、音声認識による商品選択を可能とする自販機が発表されているが、この両者とも消費者の指示は得られず、消滅していった。

しかしながら、おまけつき機能はヒットし、1980年代に多くの自販機がこれを採用している。

近年、米国で住宅分野からユニバーサルデザインの言葉が使われ始め、日本でも様々な分野でユニバーサルデザインの思想が紹介されるようになった。

日本の自販機分野では1991年に障害をもつ学生の受入れに熱心な関西の大学からの要請に応じて、車椅子の高さで利用できるコイン投入口、大きな選択ボタン

を配置したユニットを並べた缶飲料自販機を提供したのが始まりとされている。^{注8} これは「手作りのな製品」であったが、本格的に専用設計した製品は1993年から生産されている。当初、バリアフリー機と呼称していたが、「イージーアクセス」「ハーティー」などの呼称が出現している。(図3.60)



図3.60 最初のバリアフリー機
(富士電機提供)

ユニバーサルデザインは障害者のためのバリアフリーからスタートしているが、「誰にでも使えるデザイン」を目指したものであり、人種、性別、年齢、障害などによる特別な配慮を施すことを意味していないとされている。その意味では定義を設けて種々の基準を制定することは困難であるが、日本自動販売機工業会では、各メーカーによって使い方が違うことになるとユニバーサルデザインにならなくなるため、以下の4項目に関する指針を制定した。

- 自販機ユニバーサルデザインガイドライン
—バリアフリー対応—
自販機ユニバーサルデザインガイドライン
—表記と図記号—
自販機ユニバーサルデザインガイドライン
—報知音/音声案内—
自販機ユニバーサルデザインガイドライン
—操作性—

この指針が求めている主な配慮、技術開発は、以下の通り。

- ①コイン投入口：一度にまとめて投入できる構造開発
- ②つり銭返却口：高い位置に配置
(そのためのリフトアップ構造の開発)
- ③選択ボタン：低い位置にも配置
- ④商品取り出し口：かがまず、片手で取り出せる
構造開発
- ⑤購入した商品を置くテーブル配置

このガイドラインは「バリアフリー対応」となっているが、前記アンケート調査に見られた「商品が取り出しにくい」「千円紙幣が入りにくい」などの改善につながるものと期待されている。



図3.61 投入口の例
富士電機リテイルシステムズ

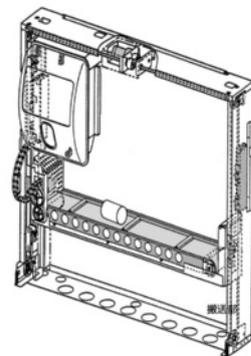


図3.62 商品リフトアップの例
富士電機リテイルシステムズ

3.9 自販機への犯罪

マスコミに「自販機は路上の金庫」と表現されたこともあるが、犯罪者と自販機開発者とは休まない戦いが続いている。自販機に対する犯罪行為は、偽貨、変造貨など頭脳比べ部分と、扉のこじ開けなど力比べ部分に大別することができる。

警察庁の調査によると、自販機に対する犯罪の発生件数は図3.63のごとくになっており、1996年から急増し3年後の1999年には約2倍の22.2万台に達している。この数値は統計上の普及台数からみると、自販機約20台に1台の割合で被害を受けていることになるが、実質的には路上の飲料・たばこ自販機の被害件数であるから、10台に1台の比率で犯罪の被害を受けていると考えられる。

これに対して、自販機工業会は1997年に自販機堅牢化基準を制定し実施した。そして、その後の被害状況を分析して2000年に堅牢化基準を改定しVer.2を実施、さらに、2003年にはVer.3を制定し実施している。図3.64は各年における堅牢化基準別の構成と犯罪発生状況をグラフ化したものであるが、犯罪件数は着実に減少しており、防衛手段を講じることが重要であることを示している。

3-9-1 自販機破壊と防衛策

自販機に対する攻撃(手口)は、年々凶悪化しており、2003年ごろから電気ドリルなど電動工具は常識化し、ガスバーナーの使用痕まで残されている。

図3.65は堅牢化した主な部位を示すが、逆に見ると、この部位は被害を受けた部位である。

これら堅牢化した部位に対する攻撃は少なくなっているが、破壊された後の修理費用が大きな金額となっ

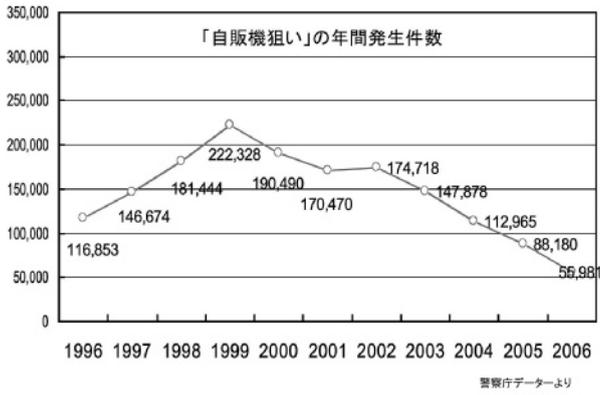
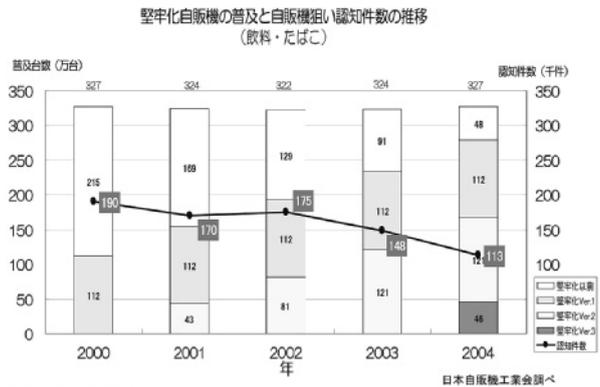


図3.63 自販機犯罪の発生状況



64 堅牢化と被害件数

図3.64 堅牢化と被害件数

てしまうことと、犯罪者に対する徹底的な抵抗を示すために、各地警察と協力した犯罪防止ネットワークシステムを構築している。これは自販機に振動センサーなど犯罪感知センサーを取り付け、PHSネットワークを通じて、警察に通報するシステムである。

2006年末現在、秋田、埼玉、東京、名古屋、大阪で実施しているが、この措置による場合も犯罪発生件数は確実に低下している。

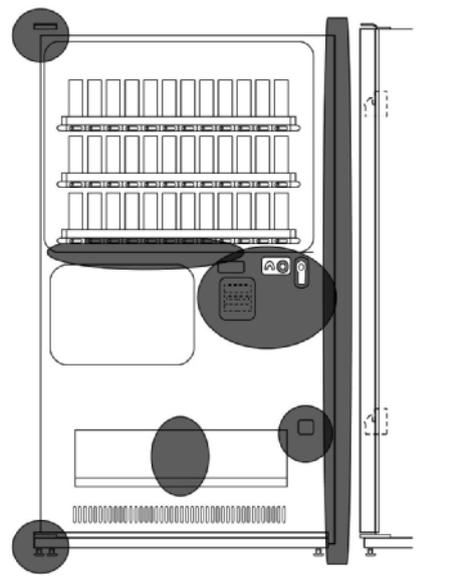


図3.65 堅牢化の部位

《引用資料》

- (1) 自動販売機20年史 日本自販機工業会 P103
- (2) 新電気 2006年9月 オーム社 P34
- (3) サンデン技術40年の歩み サンデン(株) P49
- (4) 三洋電機商品開発50年史 三洋電機(株) P60
- (5) 自動販売機20年史 P30
- (6) 牛乳容器今昔物語 日本酪農乳業協会 P1
- (7) 日本テトラパック40年史
- (8) 三洋電機50年史 三洋電機(株) P802
- (9) サンデン技術40年の歩み サンデン(株) P43
- (10) 自動販売機用語辞典 日本自販機工業会 P19
- (11) 自動販売機用語辞典 日本自販機工業会 P69
- (12) 自動販売機用語辞典 日本自販機工業会 P17
- (13) 自販機普及台数及び年間自販金額 2006年版
日本自販機工業会
- (14) 貿易の日本別冊 '99.5 日本コンラックス P145
- (15) 電気学会誌 125巻6号 P361
- (16) 電気学会誌 125巻6号 P362

注1 食品衛生法の規程により、コップ式自販機におけるレギュラーコーヒーやリーフティの抽出などに用いる熱湯の温度は85℃以上とし、85℃未満となった場合自動的に販売を中止する機能を備えていなければならない。また、抽出された飲料を63℃以上に保ち、かつ、その温度が保てなくなった場合には、自動的に販売が中止され、再度自動的に販売されない機能を有することになっている。

注2 大気中に放出されたCFC(R-12等)は紫外線によって分解し、塩素原子が発生する。この塩素原子がオゾンを破壊することから、1987年モントリオール条約によって製造販売が禁止された。オゾン層破壊係数の小さい代替フロン(HCFC)が登場したが、これについても規制が設けられ、更にオゾン層を破壊しない化学物質としてHFC使用を進めている中で、今度は地球温暖化問題がクローズアップし、HFCが規制対象物質に指定された経緯がある。

注3 ヒートポンプは、電力を熱エネルギーとして利用するのではなく、熱を汲み上げる(移動させる)動力源として使用するため、消費電力量の2倍近い熱を利用できると言われ、省エネルギー実現のため、エアコン、給湯器など多くの機器が開発に取組んでいる。

注4 工場、建築物、機械器具についての省エネルギー化を促進するために、1979年、エネルギー使用の合理化に関する法律(通称：省エネ法)が制定されたが、自動販売機は2001年に特定機器に指定された。基準年におけるトップランナー製品の消費電力量がさらに改善されることを予想して、これを目標値として改善に取組んだ結果、基準年の消費電力量を約37%低下させる成果を得た。

注5 接点チャタリングとは、接点が接触するときのバウンスやローリングにより、電氣的にON-OFFの繰り返しが発生することをいう。動作速度の速い電子回路では、これが信号となってしまいうため、種々の対策が考えられている。

注6 米国SunMicrosystems.Incの登録商標、Javaはソフトウェアの開発とメンテナンスの複雑さを低減することを目指して開発されたプログラム言語であり、Javaプラットフォームはプログラムの実行環境と開発環境をいう。

注7 EVAは1995年設立、EU圏内を中心に自販機メーカー、オペレータ、ボトラー、金銭処理機メーカーが参加する組織であり、主としてEU各機関に対するロビー活動、技術標準化活動を行っている。

注8 富士電機冷機(現富士電機リテイルシステムズ社)が報道機関等への対応をしたときに使用した資料による。消費者(関西学院大学)のニーズを受け取ったユーザー(近畿コココーラ)の要求に応じ、同社はほとんど手作りの状況で製作した。1993年から、本格的バリアフリー機として出荷されている。

4 | 系統化

4.1 自販機への犯罪

図4.1は飲料自販機の歩んできた状況を説明するものである。飲料自販機市場を便宜的に大きく4グループに分けて、どのような機能がいつごろ開発されてきたかを見ることにした。

また、上段には自販機メーカーとして業界への参入状況を示している。飲料自動販売機産業化の起点と考えられる10円ジュース自販機は、1959年から1964年ごろまでの約5年間に活躍した。

その後、容器入り飲料自販機はコカコーラ社販売戦略の武器として大量購入されたが、このスタート時に多くのメーカーが業界に参入した。また、昭和36年に食品衛生法が改正され、カップディスペンスを搭載した本格的カップ式自販機が登場しているが、ほぼ時を同じくして専業オペレータが誕生している。

この時期に市場に出た自販機は、容器入り飲料、カップ式飲料のいずれも技術提携などによる欧米技術を取り入れた製品であった。

1963年に登場したカップ式酒自販機は、上部にあるタンクに酒を貯蔵し、販売都度熱交換器を通して爛してカップに注ぐ仕組みで、数台または数10台並べた自動販売酒場が各地に誕生している。この機械は純国産技術による開発であったが、カップは備え付けのカップを使用するものであった。また、表4.1には記載していないが、1962年に西武グループが外国製の各種飲料自販機を並べたオートパーラーを開設、コカコーラ社の自販機戦略、専業オペレータの誕生とあわせて、この年を近代自販機時代の幕開けとしても良い。

容器入り飲料に関しては、昭和49年ごろから自販機売却と中身商品斡旋を主業とする「訪問販売ディーラー（訪販業者）」と呼ばれる流通業者が活発に活動し、自販機普及台数の増加に寄与している。訪販業者はブランド表示のない自販機を扱っていたことから、「白ベンダー業者（白ベン屋）」とも呼ばれ急激に業績を伸ばす一方、契約に関するトラブルがおおくなり、昭和55年ごろほとんど姿を消した。しかしながら、マルチ看板、多段式ダミーと称するデザイン開発、音声合成による「しゃべる自販機」、ルーレットによるおまけつき自販機、音声認識自販機など、次々と新しい機能を開発させた功績を残している。

専業オペレータのカップ式自販機は、インスタン

トコーヒーのホット専用機、コールド専用機、レギュラーコーヒーのホット専用機など専用機からスタートし、1970年の万国博覧会会場ではカップ式自販機のみ設置が認められたことで大きな市民権を得たが、さらに、小型卓上ホット専用機、紙カップ1個1個の中に原料を詰め込んであるカップインコーヒーを販売する自販機を展開して市場を拡大させた。

1974年にレギュラーコーヒーのホット&コールド機が、1976年に多フレーバーのホット&コールド機が開発されてオペレーター事業を年間通したビジネスに成長させた。

飲料メーカーの市場では、海外技術から脱したのは1971年のサーペントインコラム採用からと考えられる。このコラムの原型は米国にあるといわれているが、州によって規制が異なるため、いつでも、リターナブルのボトルに復帰できる体制を整えておく配慮から、サーペントインコラムが普及しなかったと主張する技術者の言もある。

1972（昭和47）年に開発された温かい缶入りコーヒーの自販機は日本独特のものである。続いて、1976（昭和51）年に出現したホット&コールド自販機は、自販機内の商品収納室を二つに分けて、冬季はホット商品、夏季はコールド商品、春秋はホットとコールドのいずれの商品も販売でき、年間を通じて活用できる自販機を実現させた。容器入り飲料自販機は、飲料容器に合わせて様々な自販機が登場したが、技術的に見ると、ホット&コールド自販機以外は独自の技術による開発と呼べるものではなく、ニーズを実現する改良技術であり、主として品質改善であった。

乳業メーカー市場では、当初、宅配用の牛乳瓶を販売する自販機、続いて職域用の紙容器（テトラパック）自販機、さらに容器が変わってピュアパック、ブリックパック自販機が開発されている。紙容器自販機は機能や構造が缶自販機に似ているが、乳製品自販機は食品衛生法により保存温度や販売中止の基準がある。最近、常温保存の紙容器入り牛乳が増加し、紙容器入り清涼飲料と合わせて販売する自販機が増えてきた。容器入り飲料自販機分野における技術開発では環境問題対応に関心がもたれ、冷媒、断熱材の発泡剤のノンフロン化、省エネルギー技術が中心になってきた。

4.2 金銭処理装置に係わる技術の系統化

消費者が店頭で商品を購入する場合、通常、購入したい商品を選び、商品価格に応じて金銭を支払い、商品を受け取る「後払い」プロセスとなっている。

一方、自販機の商取引では、先に金銭を支払い、続いて商品選択、商品の受け取りの順序となり、購入前に支払いを済ませる「先払い」となる。

電気を使わない時代の機械では、BC215年における「聖水自販機」、1904（明治37）年の「自働郵便切手葉書売下機」などに見られるように、投入された硬貨の重量や形状を利用して販売装置を働かせるため、当然、「先払い」システムの金銭処理であった。

現代でも、おみくじ自販機などにこの仕組みは使われている。

ここで金銭処理装置のうち、コインメカニズムの機能をまとめてみると、第1に、投入硬貨を正貨とスラグに選別すること（検銭）、第2に、投入金額に応じて機械を販売状態にする、あるいは、販売可能信号を創出すること（金銭制御）、第3に、つり銭を払い出すこと（つり銭払出し）に分けることができる。

飲料自販機は昭和30年代に産業化し、以降バブル期にいたるまでの間に大きく成長したが、この「先払いシステム」に対する消費者からの信頼、支持を勝ち得たことが飲料自販機の成長の立役者と言っても過言ではない。

図4.2は、コインメカニズムを検銭装置とチェンジャー（つり銭装置と計数・制御）に分けて成長の過程を示したものである。

まず、「検銭装置」の流れを見ると、大きくは機械系技術から電子系技術への変化があり、その変化を導く方向は10円専用から10円・50円の2金種検銭、更に、3金種、4金種と金種の多能化であった。

細部を見ていくと、機械式検銭の原理は古くから伝えられていたスリット式と外国技術を導入し国産化したクレードル式である。検銭の最初のゲートはコイン投入口における外径と厚みの規制であるが、19世紀の終わりに特許出願したエバリット（Percival Everitt）が紙とかオレンジの皮とか、他のガラクタが硬貨投入口に入れられると、自販機全体が販売停止してしまうと言っているように、この小さな部品にあっても種々の試行が重ねられている。外径と厚みについては、硬貨投入口とスリット式、クレードル式およびシックネスゲージによるチェックが行われ、材質チェックは、永久磁石によって通過する金属に渦電流を発生させ、

その制動力から転動軌跡を変化させる方式が採られている。飲料、たばこ自販機に使われていた機械式検銭の基本技術は上記で表現できるが、このほかに偽造、変造、いたずらに対する防御手段が講じられている。縁検出、穴検出、糸つりコインの糸を切るカッター装置などである。検銭装置はこれらの技術を基に2金種、3金種と横に展開していった。

この展開を促したものは1967（昭和42）年に50円、100円の白銅貨が発行されたことであり、技術的な進展が導いたものではなかった。そのため、1982（昭和57）年に発行された500円硬貨のための4金種メカを機に電子式に移行していった（当初は、機械式4金種も開発されている）。

コインメカニズムの分野では、投入金額計算やつり銭払出しの制御のために早くから電子化に取り組んでいたが、1970年代後半にエレクトロニクス技術はLSIからVLSI、ULSI時代に入り、検銭にも導入できる見通しがつき、各社は電子検銭に取り組み始めた。

当時、国内では3金種選別器（3WAYメカ）の品質改善が求められる中で、更に、500円硬貨を加えた4金種選別器（4WAYメカ）への対応も必要であった。このようにして機械式4金種選別器が生まれ、電子式検銭が登場するまでは市場に出荷されていた。

ところが海外では、既に英国に拠点を置くコインメカメーカーであるマース・エンジニアリング社（Mars Engineering International）が電子検銭の開発を進め基本的な特許を各国に出願していた。

同社は、その後米国にマース・エレクトロニクス社（Mars Electronics）を設立し、米国市場に電子検銭による市場展開を進めているが、日本メーカーは同社と技術提携、あるいは基本特許の購入によって開発を進めた。機械式検銭は基本的に外形、重さ、厚みを直接測定し、渦電流制動の原理を用いて材質を選別する方法であり、各社製品の選別方法、能力は概ね同じものであった。ところが、電子検銭は、長さ、重さなどの物理特性は測定せず、複数のコイルを通過するときの発振周波数や位相の変化を求めて、正貨のテンプレートと比較するという代用特性で判定する仕組みであるため、従来の機械系技術中心であった開発エネルギーは、アナログ技術、デジタル技術が中心となり、他に転動通路、ゲートを設計する機械技術やコンピュータによる統計処理技術など広範な技術が必要となってきた。

初期の電子検銭は、まだマイクロプロセッサを使える時代ではなく、展開性、柔軟性が乏しかったが、その後、マイクロプロセッサ採用により開発期間の短縮、

市場におけるグレードアップなどに貢献している。

次に、「チェンジャー（つり銭装置と計数・制御）」の発展状況を見ると、大きく分けて機構部分では樹脂化、計数制御部分では電子化の流れがある。

1970年代に耐熱温度100℃～150℃のエンジニアプラスチック（変性PPO：商品名ノリル）が登場し、その後、高性能エンブラ、超耐熱エンブラが出現し、自動車部品を主体に金属部品が樹脂化されている。

米国から到来し、その後わが国でデファクトスタンダード化した飲料自販機用コインメカニズムも同様な足取りを辿っており、筐体、機能部分は亜鉛ダイカスト製であったが、1973年ごろからエンジニアプラスチックに代っていった。

つり銭払出し装置の進化は、当初2本のつり銭チューブ（払出し用コインを貯蔵する筒）であったものがつり銭不足を解消する4本への増加、つり銭の補充や取出しを容易にするチューブのカセット化、異金種硬貨の払出し、1枚ずつ払いだしていたものを複数枚同時払出す機構、高速払出しなど多くの機能が実現している。これらの機能は、限られたスペース内に多数の小さな部品を組み合わせたものであり、耐熱性、耐摩耗性、耐衝撃性など特殊機能を発揮するエンジニアプラスチックによるものであった。

機能強化ばかりでなく、全体で約7kgの重量がやく2kgに軽量化し、複雑な部品が安価に製作できることによる組み立てやメンテナンス時の作業性改善、品質改善、長寿命化などプラスチックが果たした役割は高く評価できる。

一方、計数・制御では、カムとステッパーによる機械式計数には限界があることから、早くから積極的な電子化への取り組みが行われてきた。1960年代後期にトランジスタ式論理回路による金額計算、つり銭払出し制御の実用化があったが、品質問題を抱え大きな展開ができない状態で電子産業はIC時代に入った。さらに、IC回路の実用化直後にLSI時代に入るという電子技術の急速な進展があり、結局、カスタムLSIを使ったシリーズが1973年に開発されている。

このシリーズは投入金額表示、マルチプライス（複数の金額設定）、エスクロ（一次保留）など多くの便利機能を付加しているため、これを搭載したたばこ自販機自体の機能を大幅に向上させる役割を果たした。この画期的な金銭制御開発を導いたものは、カスタムLSI設計者（半導体製造）とコインメカ設計者（自販機製造）とのコラボレーション（collaboration）であろう。現在では当たり前となっているが、これが異業種の技術が互いの知識や技術を融合させて開発する先駆けとなった。

また、コインメカニズムの周辺機器として、コインメカニズムからの情報による投入金額、故障情報の表示器、つり銭不足に対応する補助つり銭装置が生まれている。

図4.1 (1) 飲料自販機発展の流れ

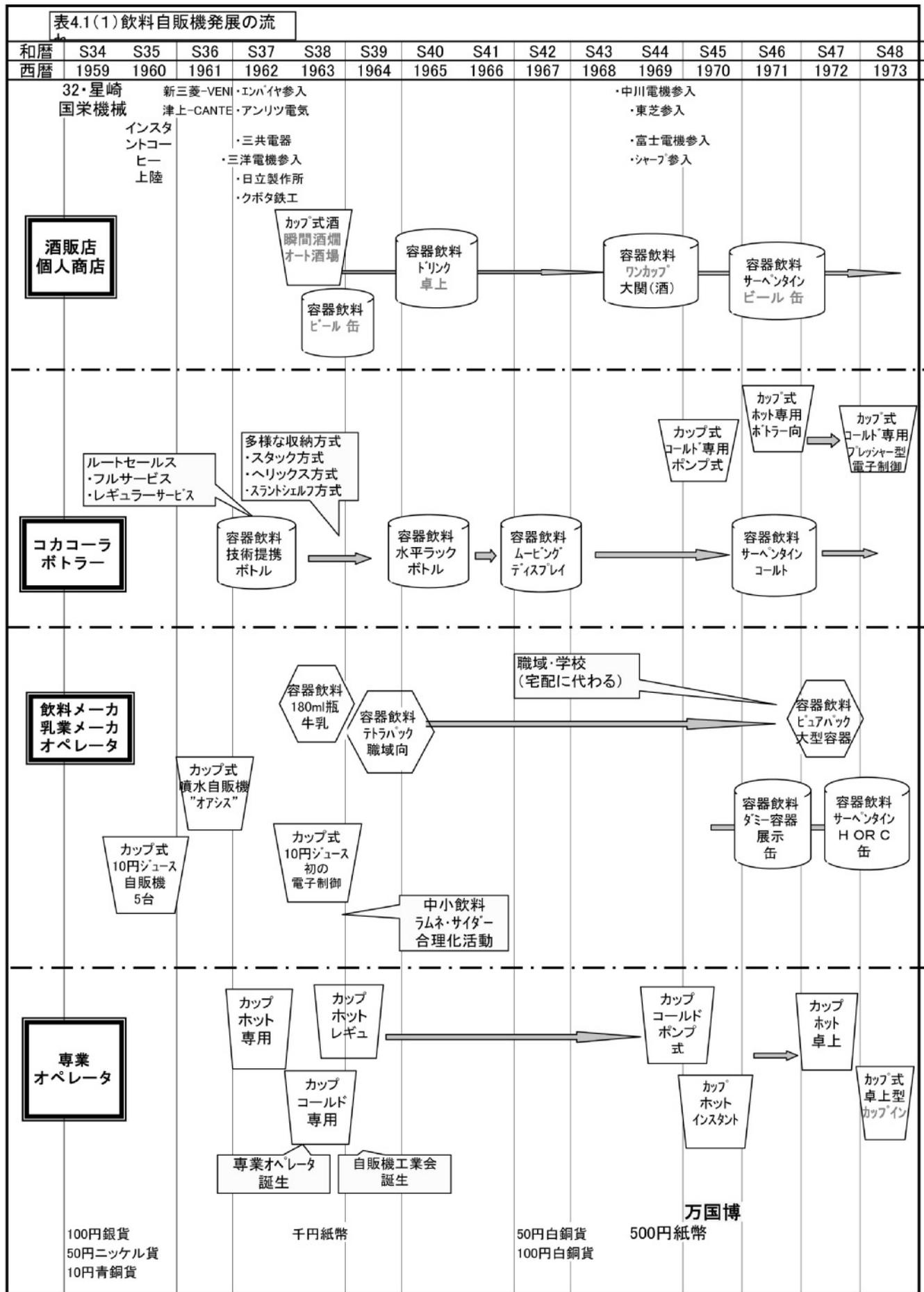


図4.1 (2) 飲料自販機発展の流れ

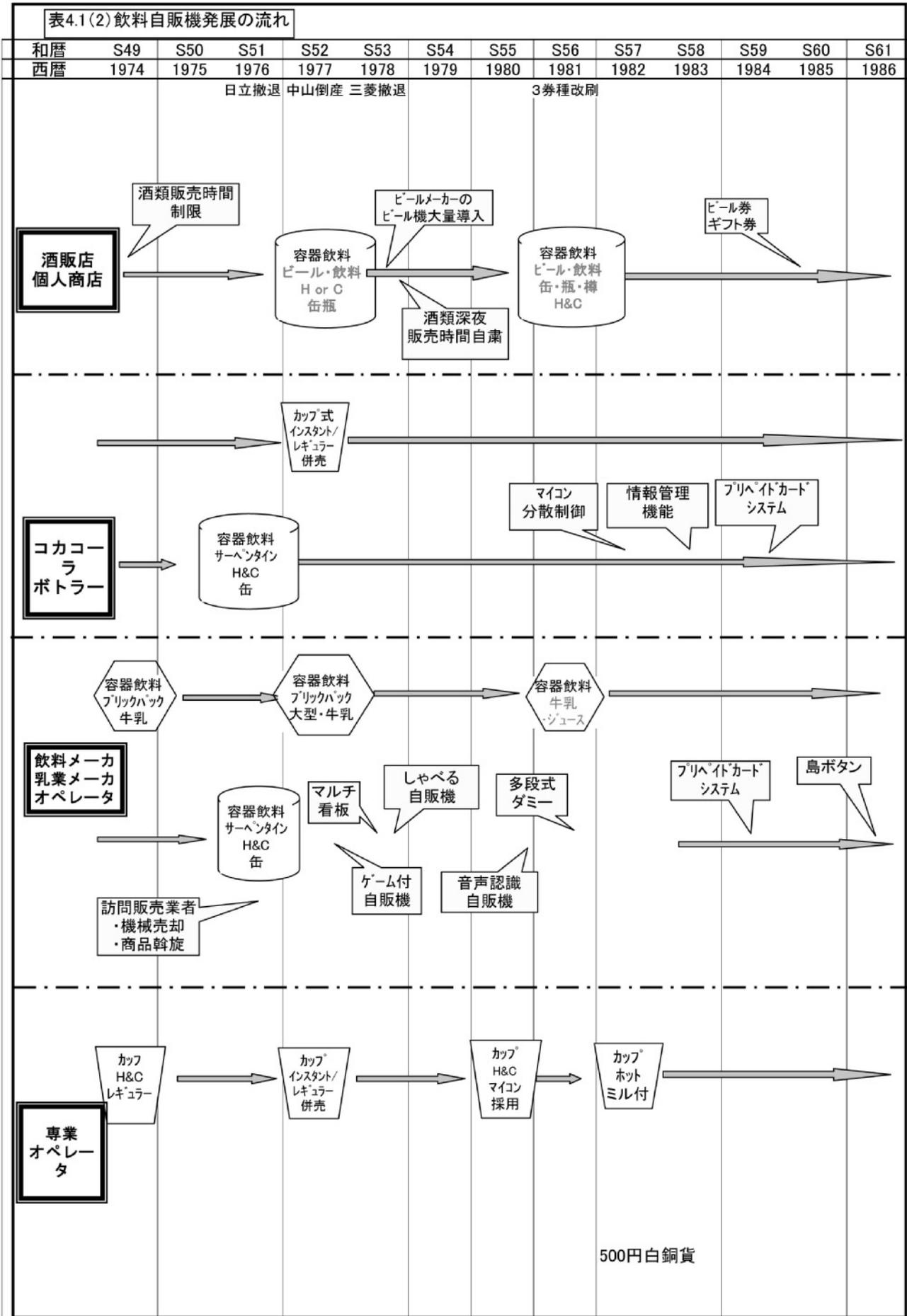
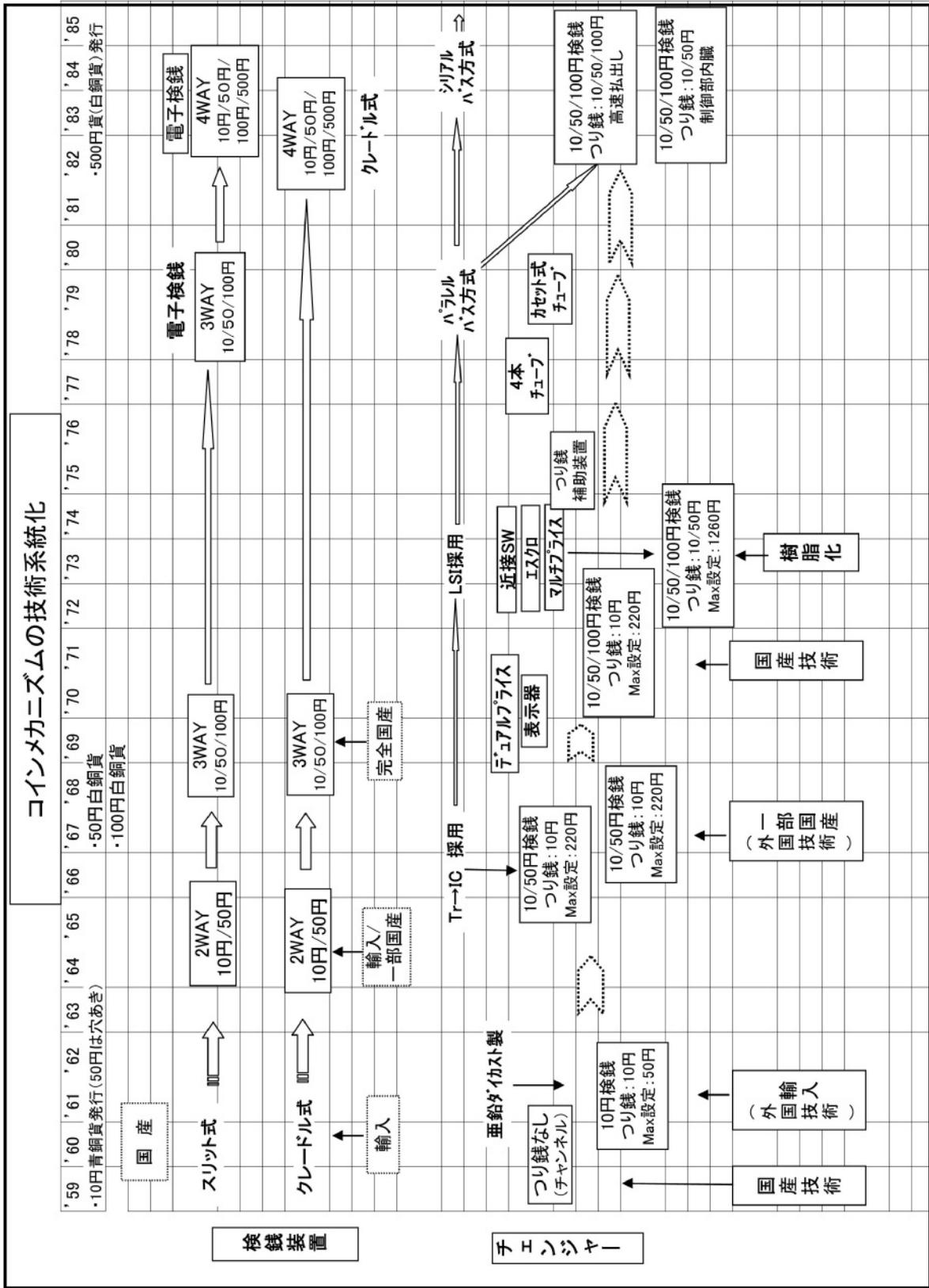


図4.2 コインメカニズムの技術



5 | 考察

飲料自販機について、1960年代に国内いたるところで見かけるようになった「ストレートジュース」自販機を産業化の起点として、高度普及の頂点となった1990年ごろまで約30年間の発展状況を概観してきたことをまとめてみる。

機械を用いて飲料を販売する思想は古くからあり、要素技術として金銭装置、計量装置が見られるが、これらの技術は明治時代に関心を集めた「からくり」から発生したものと思われる。ホシザキ電機社史に紹介されているように「ストレートジュース」自販機は電気冷水機を起点に金銭装置、計量装置が加わったもので、電気冷蔵庫が十分に普及していない時代に冷却装置技術を自販機に持ち込んだことは画期的であった。しかしながら、これらの技術が起点となって現在の高度普及を導いたとは思えない。これは当時の自販機先進国であった欧米技術に負うところが大きく、この技術を育ててきたコカコーラ社の日本市場におけるシステム展開を最初にあげるべきであろう。

日本の社会に自動販売機を馴染ませたのは国鉄の券売機である。10円青銅貨発行を機に開発された手動式単能機、続いて印刷方式単能機、さらに2種類以上の硬券を発行する多能機へと発展し、1968年には近距離区間はすべて多能機で発券する仕組みとなり、消費者を自動販売機社会へ導いていった。

飲料自販機の多くが屋外に設置されているおり、このことについては日本の治安状況が良かったことが指摘されているが、別の観点からみると、飲料メーカーがブランドイメージを高揚させる広告塔としての役割を期待し、一方では所得倍増景気により豊かさを増した消費者の「その場消費」を満足させる方策であったともいえる。その後、街頭の自販機は"路傍の金庫"などと言われ自販機犯罪が急増している中でも普及状況は維持されている。

多くの要素技術が海外先進国に起源がある中で、ホット&コールドの缶入り飲料自販機、実物展示（ダミー）自販機の誕生は画期的な国産の技術開発といえる。「サンデン技術40年の歩み」には、60℃の雰囲気という過酷な使用条件の試験を繰り返し、更に安全対策と

して3重のプロテクターを用意したことが記され、勇気ある挑戦であったことが伺える。現在230万台普及している容器入り飲料自販機は一部の例外を除いてホット&コールド機であり、これにより自販機は4季を通して営業でき、自販機への投資効率が向上した。

リレーによるシーケンス制御時代から部分的にエレクトロニクスを応用した機能開発が行われてきたが、マイクロコンピュータ時代を迎えた1983年、自販機の制御技術に通信技術を加えた分散制御方式を三洋電機が発表し、その後この方式が業界の標準となった。この分散制御方式は米国に技術供与され、後に欧米自販機制御の標準となるMDB（multi drop bus）方式が生まれている。

飲料自販機の普及台数の推移をみると、最近20年間約250万台でほぼ一定である。一方、出荷台数を見ると、1970年7万台弱であったが1989年には50万台を超える成長を遂げた。しかし、その後低迷し最近数年間は35万台前後となっている。

市場は飽和し出荷も最盛期の70%になるという事業環境の中で、今後どのような取り組みが求められているかを考え、以下提言する。

1. 自販機への評価は従来「便利な四角い箱」であったが、「何か解決してくれる箱」すなわち、消費生活になくしてはならない存在である必要がある。たとへば、自販機は社会のネットワークの中の端末と考えると、今後増加する高齢者（認知症を含む）介護の一端を担当できるのではないか。
2. 環境問題への積極的な取り組み。最近では、産業機械の位置づけからユーザーの注文に応じて開発し、そのライフサイクルの後半部分は積極的な関与はしなかった。今後は活用できる部品の再使用など資源廃棄量の低減にまで関与する設計開発が必要である。
3. エネルギー問題への積極的な取り組み。CVS、喫茶店など手売り市場と比較して、飲料1本（杯）当りのエネルギー使用量はどうなっているのだろうか。ライフサイクルを通した省エネルギーを実行し、情報を公開すべきである。

登録候補資料一覧表

No.	名 称	資料形態	所 在 地	製作年	コメント
1	酒自販機	現物	二戸市立二戸民族資料館	不明	日本最古の飲料自動販売機
2	噴水式飲料自動販売機	現物	ホシザキ電機株式会社	1962	飲料自動販売機の産業化の 原点となる自販機
3	ボトル自販機（半自動）	現物	東京コカコーラ ボトリング株式会社		三菱Vendo社製V-63 技術提携初期製品
4	ボトル自販機（半自動）	現物	三洋電機株式会社	1965	上記製品と同時期開発 SVM-48 国産技術製品
5	カップ式コーヒー自販機	現物	富士電機リテイル システムズ株式会社	1969	大阪万博を機に開発、 ロングセラーとなった
6	コインメカ	現物	株式会社日本コンラックス	1967	技術提携の初代製品を 一部国産化した製品
7	牛乳自販機	現物	富士電機リテイル システムズ株式会社	1969	純国産牛乳自販機

6 | あとがき

多種多様な自販機のうち、もっとも普及率の高い飲料自販機を対象に技術の発展状況を系統化することに取り組んだが、まず、自販機産業を理解するための資料が必要になり、続いて技術を説明するために自販機内の構造を紹介する必要があった。

また、技術史資料所在調査と当該技術調査を行ったが、社史の中に記述されている部分はあるが、多くの資料の現物は廃棄されており、当時を知る技術者はほとんどOBとなっていた。自販機の保存状況の特徴として、メーカーには無いが自販機を購入したユーザーが保存していたケースがある。蒐集家がインターネットのweb上に掲載しているものもあるが、東京コカコーラボトリング殿のように、自ら市場で使用していたものを引き上げて整備し保存されているケースもある。

今後機会をみて、地方のユーザーに対する調査を実施すべきではなからうか。

技術調査にあたって困ったことは、急激な発展に寄与した有力メーカーである新三菱重工、日立製作所、三洋電機が事業から撤退し、調査できなかったことである。

本報告を終わるに当たり、日本自動販売機工業会、二戸民族資料館、東京コカコーラボトリング（株）、富士電機リテイルシステムズ（株）、三洋電機（株）、サンデン（株）、日本コンラックス（株）の皆様にご多大なるご協力をいただいたこと、また、既に現役を退き私的な立場で助言をいただいた方々に厚く御礼を申し上げたい。

また、図や写真などを各社の資料から掲載し、出典として社名などを記して記載させていただいた。

国立科学博物館 技術の系統化調査報告 第7集

平成19(2007)年3月30日

- 編集 独立行政法人 国立科学博物館
産業技術史資料情報センター
(担当：コーディネイト・エディット 永田 宇征 田里 誠、エディット 久保田稔男)
- 発行 独立行政法人 国立科学博物館
〒110-8718 東京都台東区上野公園 7-20
TEL：03-3822-0111
- デザイン・印刷 株式会社ジェイ・スパーク

正誤表(第7集2編 飲料自動販売機技術発展の系統化調査)

年月日	箇所	誤	正
2007年3月30日	p75 左段下から4行	横幅24cm	横幅40cm
	p113 左段上から1行	4. 1 自販機への犯罪	4. 1 飲料自販機発展の流れ