

自動販売機の新制御システム

槇田 幸雄(まきた ゆきお)

綱木 一良(つなぎ いちろう)

杉野 一彦(すぎの かずひこ)

① まえがき

自動販売機は、中身商品の収容効率向上とデザインの自由度向上が継続的な課題であり、そのため、特に自動販売機の扉部に内蔵する制御用電装品のダウンサイジング化が強く望まれている。

一方、最近の顧客要望の多様化に伴い、自動販売機の機能は電子制御を駆使して高度化を実現するものが多くなっており、電子制御の担う役割はますます重要になっている。

以上の背景から今回、これらのニーズに柔軟に対応すべく従来にない新しい缶自動販売機の制御システムを開発したので、以下にその概要を紹介する。

② システムの特長

今回開発したシステムの特長について説明する。

2.1 電装品の小形化

自動販売機の主に扉部に搭載する制御ボックス、キーボード、スイッチボックスなどの電装品を大幅に小形化し、扉部の商品や広告の展示面積を大きくすることを可能とした。この結果、自動販売機の新しいデザインへの対応を容易にできた。

2.2 省線化

各電装品間を接続するワイヤーハーネスの本数を大幅に削減し、商品・広告展示面積の拡大によるデザイン自由度の向上を図るとともに、配線回路数削減による信頼性の向上を図った。

2.3 高機能化への対応

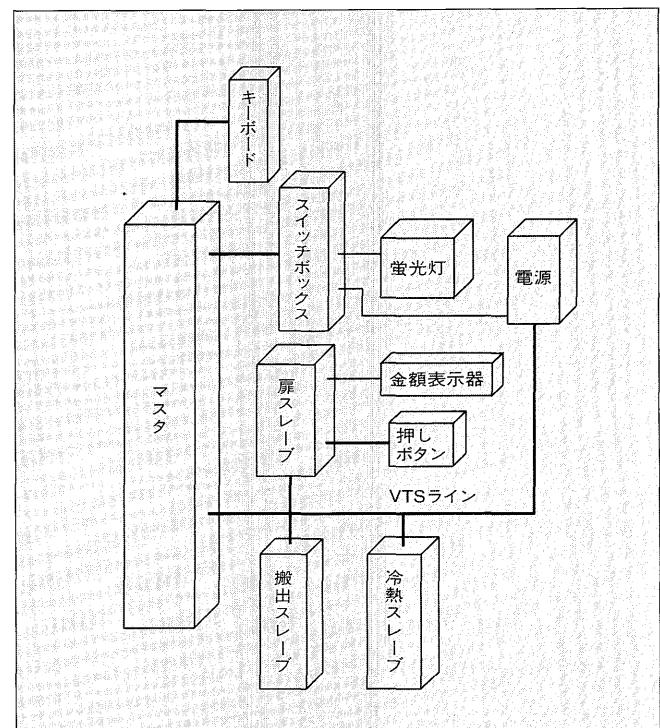
自動販売機の基本的な機能に加えて、消費電力を低減する省エネルギー機能、自動販売機 POS 対応、カード対応などの機能向上を図り、さらに今後数年間の機能向上に十分耐え得るレベルのメモリ容量と拡張性を考慮した制御システムを実現した。

③ システムの構成

図 1 に従来のシステム構成を示す。

マスターと呼ばれる一つの主制御部と、スレーブと呼ばれる複数の從制御部とから構成される分散制御システムを基本構成としている。富士電機ではこの分散制御システムを VTS (Vivid Transaction System) と呼んでいる。マスターと各スレーブ間は VTS 通信ラインと呼ばれるシリアル通信ラインで接続され、そのラインを通じてマスターと各スレーブ間の指令・各種データのやり取りを行っている。スレーブには押しボタン、金額表示器などを制御する扉スレーブ、商品搬出機構を制御する搬出スレーブ、商品の冷却・加熱装置を制御する冷熱スレーブがある。また、キーボードは商品価格などの自動販売機に必要なデータの設定および売上データなどの表示を行うものである。スイッチ

図 1 従来のシステム構成



槇田 幸雄



自動販売機の制御システムの開発設計に従事。現在、三重工場電子制御部課長。

綱木 一良



自動販売機の制御システムの開発設計に従事。現在、三重工場電子制御部課長補佐。

杉野 一彦



自動販売機の制御システムの開発設計に従事。現在、三重工場電子制御部主任。

ボックスは冷温切換、蛍光灯、省エネルギー切換のスイッチを内蔵し、おのとの設定状態の切換を行う。

図2に今回開発したシステムの構成を示す。

システム構成上、従来と比較して以下の3点につき大幅な変更を行っている。

(1) マスタと扉スレーブの一体化

マスタの持つ機能に扉スレーブの機能を一体化し、さらにボックスの外形寸法を従来のマスタと同等に抑えている。これは、マスタが押しボタン、金額表示器などを制御するためにISS(Intelligent Serial Switch)ラインと呼ぶ新たなシリアル通信ラインを設け、このバスラインに押しボタンおよび金額表示器を接続し、指令および各種データのやり取りを行うことにより実現した。なお、ISSラインについては後で詳細を説明する。

(2) 搬出スレーブと冷熱スレーブの一体化

商品搬出機構および商品冷却・加熱装置とともに自動販売機本体に搭載されている。そのため、この搭載場所も考慮して制御機能を統合し、新たに本体スレーブとした。

(3) キーボードとスイッチボックスの一体化

従来は同じデータ設定機能を持ちながら分離独立していたキーボードとスイッチボックスを一体化し、大幅な小形化を図るとともに操作部を集中させることにより、操作性の向上を図った。さらにキーボードとマスタ間をISSラインで接続することにより、スイッチ数の増加にもかかわらず配線数の増加を最小限に抑えることを実現している。

以上の内容により、表1に示すようなボックス数の削減

とボックスの小形化を実現した。

4 主要構成技術

新制御システム実現のための主要構成技術について以下に紹介する。いずれも今回初めて採用した技術である。

4.1 省線化技術

今回開発したシステムでは、扉部を中心にISS通信ラインを多用し、大幅な省線化を図った。

4.1.1 ISS化

ISSとは、各押しボタンに商品選択ボタン・販売可能ランプ・売切ランプの制御が可能なカスタムICを内蔵し、各押しボタンとマスタ(主制御部)を5本のバスラインで接続し、シリアル通信にて制御するシステムである。図3に従来の制御方式を、図4に今回の制御方式を示す。

従来、各押しボタンの商品選択ボタン・販売可能ランプ・売切ランプと制御部とをそれぞれ配線で接続していたため、押しボタンの数の増加に比例して配線の本数が増え、太い配線となっていた。しかし、ISSでは押しボタンの数に関係なく5本の配線だけで制御可能ため大幅な省線化を実現することができた。

またISSは、今後の多機能化に対応するためシステムの拡張性を考慮し、押しボタン部の制御だけでなく他のスイッチ、ランプ、アクチュエータを制御するためのユニットも接続可能な仕様としている。今回開発したシステムにおいても、自動販売機の制御に必要なデータを入力するためのキーボードや投入された金額を表示する金額表示器などもこのバスラインに接続し制御を行っている。今回開発

図2 新制御システム構成

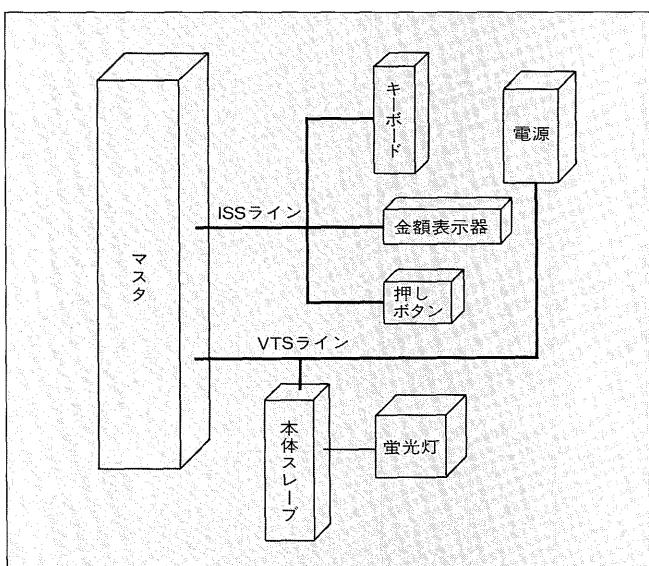


表1 ボックス小形化の成果

方策	ボックス数		体積比
	従来	今回	
マスタと扉スレーブの一体化	2	1	-62%
搬出スレーブと冷熱スレーブの一体化	2	1	-48%
キーボードとスイッチボックスの一体化	4	1	-73%

図3 押しボタン部の構成（従来の制御方式）

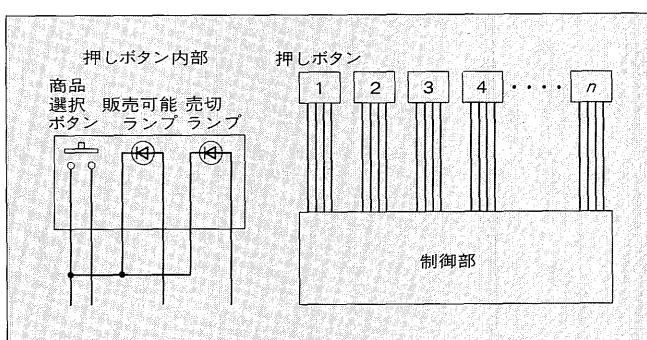
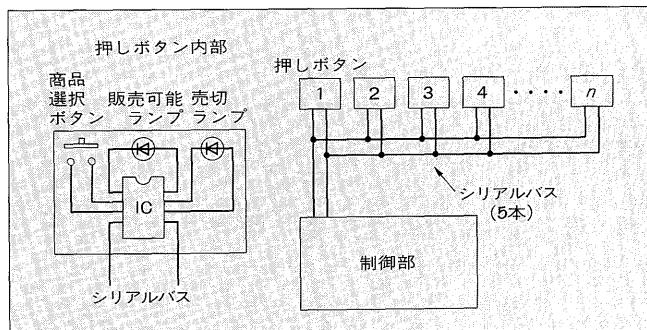


図4 押しボタン部の構成（ISSによる制御方式）



したISS部の構成を図5に示す。また、この考え方は機能向上に対し配線を追加することなく実現でき、非常に拡張性に優れたものとなっている。

図5 ISS部システム構成

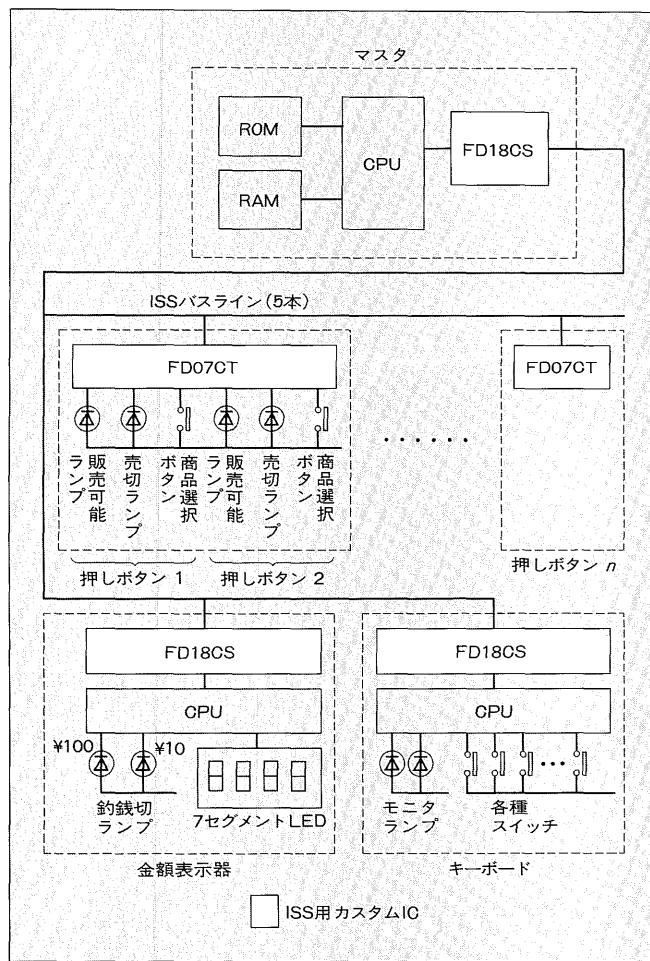


表2 ISS基本伝送仕様

項目	仕様
ネットワーク	バス形式
通信方式	半二重非同期通信
伝送速度	17kビット/秒
バス制御方式	マルチマスタ方式
アクセス制御	CSMA/CD
同報通信機能	あり（一斉／グループ）
伝送距離	30m以下

表3 ISS用カスタムICの概略仕様

項目	FD18CS	FD07CT
用途	通信制御用 (マイコンとペアで使用)	押しボタン部専用
入力	なし	押しボタンスイッチ 専用（2本）
出力	なし	LED表示専用（4本）
パッケージ	16ピンSOP	16ピンSOP

4.1.2 ISSの伝送仕様

ISSは、主にスイッチ、ランプなどのオンオフ制御用に開発したもので、表2にISSの伝送仕様を示す。この仕様は応答性を考慮し、伝送速度は17kビット/秒、バス制御方式はマルチマスタ方式、アクセス制御にCSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)を採用している。またこのシステムは主に押しボタン部の制御に使用しているため、販売可能ランプが一斉に点灯することを考慮し、同報通信機能も有している。伝送距離は自動販売機内を前提にしているため、一般的なリード線を使用することとし30m程度とした。

4.1.3 カスタムICの開発

このISS化を実現するにあたり2種類のカスタムICを開発した。そのカスタムICの概略仕様を表3に示す。一つは、通信制御用でマイクロコンピュータ（マイコン）とペアで使用し、主に主制御部やマイコンが必要な制御ユニットで使用するカスタムICである。もう一つは、押しボタン部専用で通信制御のほか、商品選択ボタン・販売可能ランプ・売切ランプの制御をするための入出力機能を有したカスタムICである。

4.2 高密度実装技術

今回の開発では各電気部品の機能を一体化したうえで同時にボックスおよびプリント配線板の小形化を達成するために、従来にない電子部品を採用し、新たな実装技術を取り入れている。

4.2.1 超小形電子部品の採用

従来使用していた表面実装部品と呼ばれる小形電子部品よりもさらに1ランク小形である超小形表面実装部品を全面的に採用している。図6に代表的な部品の従来品と今回の採用品の比較を示す。

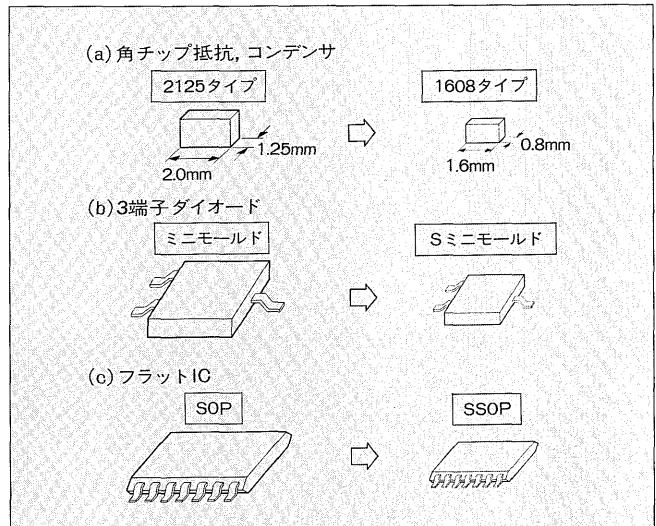
(1) 角チップ抵抗、コンデンサ

2125タイプから1608タイプに変更した。

(2) 3端子ダイオード

ミニモールド部品からSミニモールド部品に変更した。

図6 超小形電子部品



(3) フラット IC

SOP (Small Outline Package) 部品 (ピンピッチ 0.8 mm) から SSOP (Shrink Small Outline Package) 部品 (ピンピッチ 0.65 mm) へ変更した。さらに従来は表面実装部品でなかったセラミック振動子、コイル、発光ダイオード (LED) についても表面実装化し、部品占有面積の大幅な削減を実現している。

4.2.2 ASIC の採用

今回の開発では機能の一体化により一つのボックスにおける部品点数が増加し、その占有面積も増加している。そこで部品点数の削減を目的として数個の部品を一体化し、専用 IC 化する手段を探った。特に扉スレーブとの一体化により大幅に部品点数の増加したマスタにおいて CPU 周辺の IC を ASIC (Application Specific Integrated Circuit : 特定用途向け集積回路) 化した。その結果、9 個の IC を 1 個の ASIC に置き換えることで占有面積の大幅な削減を実現した。

4.2.3 部品実装密度の向上

部品の小形化による占有面積の削減に加えて部品の実装密度を向上させることでボックス内プリント配線板の面積を縮小させ、小形化を実現している。

(1) 超小形部品用パッド形状の採用

表面実装部品をプリント配線板とはんだ付けする部分を“パッド”と呼ぶ。図 7 にパッドを示す。このパッドの形状が部品の実装・はんだ付けに大きく影響する。今回採用した角チップ抵抗、コンデンサのパッド形状を従来より小さくし、部品端子部と適合した形状とすることで部品間距離を極小化し部品実装密度の向上を図った。

(2) パターンの細線化

部品間距離を縮めるほかに、プリント配線板上のパターンの占める面積を縮小するため細線化を図った。細線化に伴う許容電流の低下を考慮し、微少電流しか通電しないデータバス、アドレスバスなどの CPU、メモリ間信号パ

図 7 表面実装部品とパッド

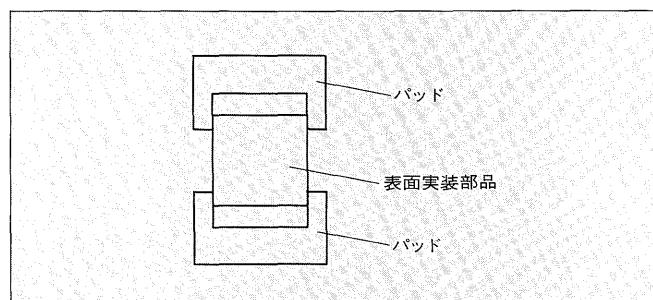


表 4 マスタ比較表

項目	従来	今回
CPU ビット数	8 ビット	16 ビット
クロック周波数	11 MHz	25 MHz
EPROM 容量	64 k バイト	512 k バイト
SRAM 容量	8 k バイト	32 k バイト

ターに対し主に実施した。具体的には IC ピン間に 2 本通すことができるパターン幅からピン間 3 本が可能なパターン幅とした。

4.3 16 ビットマイコン化

今回の開発では省線化、小形化以外に自動販売機としての機能向上のためにマスタにおいて CPU および EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory), SRAM (Static Random Access Memory) などメモリのグレードアップを図っている。その内容を表 4 に示す。この結果、マスタの処理能力が飛躍的に向上し、従来の機能では処理速度・処理可能なデータ量の限界から実現不可能であった扉スレーブ機能の一体化が実現可能となった。さらに、VTS ライン、ISS ライン二つの通信ラインの制御も可能とした。また、記憶可能なデータ容量が拡大されたことすでに業界一との評価を得ている省エネルギー機能においても商品の販売状況・各室の冷却・加熱状態などの条件を取り入れ、きめの細かい省エネルギー制御を実現した。今後の機能向上への対応もメモリ余裕度が拡大されたことで十分可能となった。一方、ソフトウェア開発においては開発言語に従来の機械語に近いアセンブラー言語から、より人間の言語に近い C 言語を採用することで生産性を大幅に向上させ、差別化のためにますます多様化が進む機能アップ要求への対応も迅速にかつ短納期で実施可能とした。こうした一連の機能向上は自動販売機の付加価値向上へも大きく寄与している。

5 自動販売機 POS 化への対応

自動販売機による中身商品販売ビジネスは、その運営管理をいかに効率よくできるかが収益向上の重要な課題であり、この問題を解決するために開発されたのが「自動販売機 POS システム」である。この自動販売機 POS システムは精算業務、ルート管理業務の効率化、販売商品の市場動向調査、サービス業務の改善、などを目的として開発されたシステムである。そのため、今後、各自動販売機が容易にこれらのシステムに対応できることが重要なポイントになってくる。

5.1 自動販売機 POS システムの種類

自動販売機 POS システムには図 8 に示すように、オフ

図 8 自動販売機 POS の種類

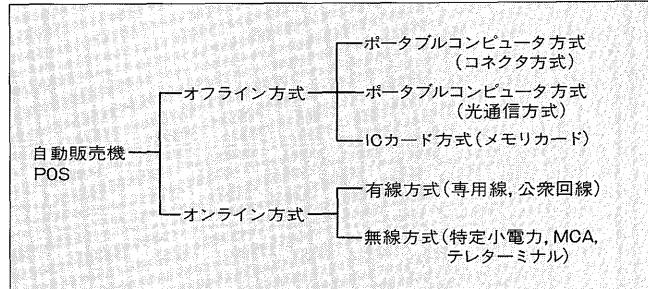


図9 各種オフライン方式

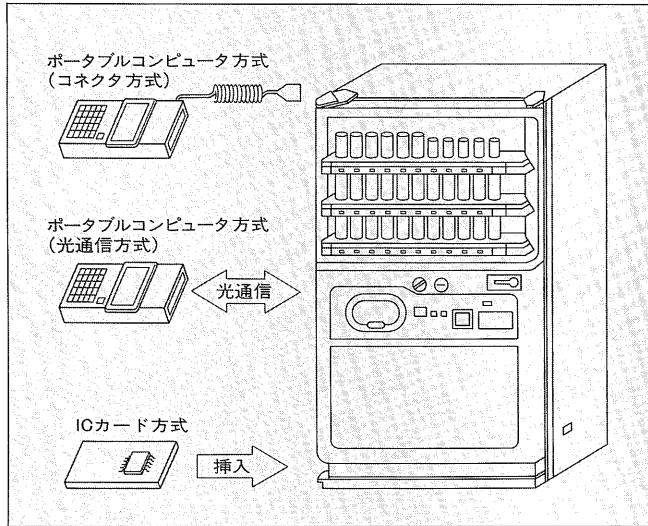
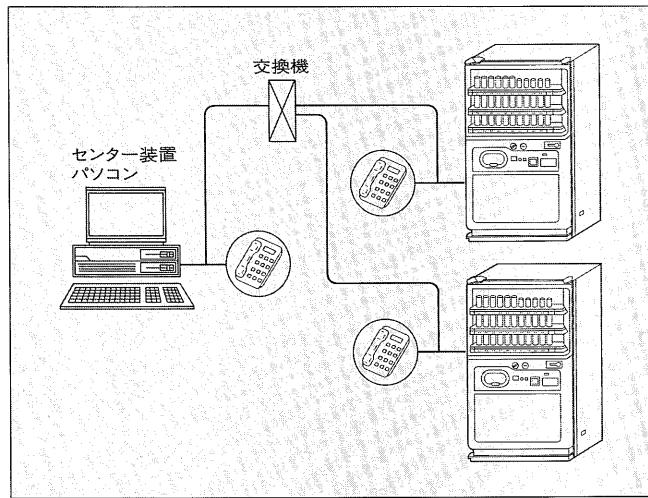


図10 オンライン方式（有線方式）



ライン方式とオンライン方式があり、オフライン方式には、ポータブルコンピュータを利用する方式と IC カード（メモリカード）を利用する方式がある。また、オンライン方式には公衆回線などを利用する有線方式、MCA (Multi-channel Access) 無線やテレターミナル無線、特定小電力無線などを利用する無線方式があり、システムの利用目的、各自動販売機の設置先の多様化などにより数多くのシステムが開発されている。

それぞれのシステム構成を図9、図10、図11に示す。

5.2 各システムへの対応

今回開発したシステムでは、これらの多種多様な自動販売機 POS システムに対応するため、システムごとに異なる通信制御およびデータ加工を行うユニットを一つのスレーブとし開発を行った。

マスタは、スレーブに対してあらかじめ決められた各動作情報、設定情報を送信し、スレーブは各種自動販売機情報の作成および通信制御を行う。このようにマスタとスレーブの通信仕様を統一することにより、システムごとに

図11 オンライン方式（無線方式）

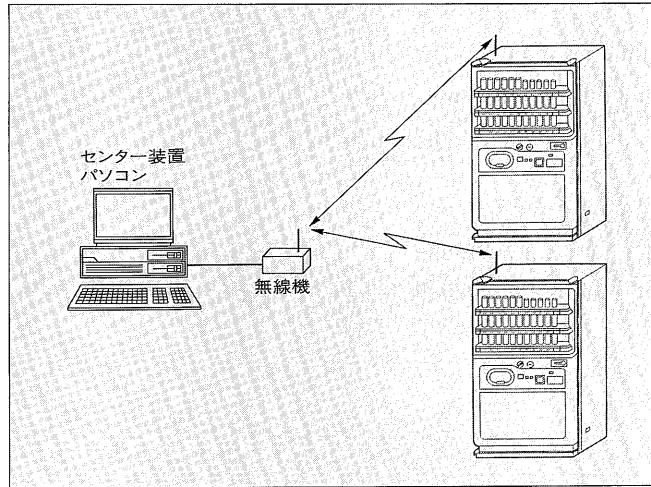
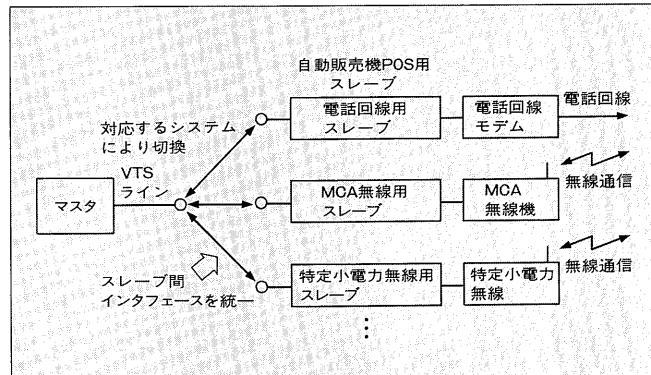


図12 各種自動販売機 POS への対応方法



準備されたスレーブを搭載することで各種システムへの対応を行う。図12にこの考え方を示す。このような構成にすることにより、今後新たなシステムへの対応が必要になっても、マスタに関係なく新規自動販売機 POS 用スレーブを開発するだけで対応が可能となる。

また、自動販売機 POS システムの普及促進を図るため、現在、日本自動販売機工業会の標準仕様が決まりつつあり、本システムにおいても同様の対応を図る予定である。

6 あとがき

本自動販売機の新制御システムを紹介した。このシステムは、現在量産している新形自動販売機に搭載し、好評を得ている。システム化、インテリジェント化の傾向はさらに強まるものと予想される。今後も市場ニーズを取り込み、経済性を重視した制御開発に取り組んでいく所存である。

最後に本システムの開発に際し、ご援助、ご協力を賜った顧客ならびに関係各位に対し深謝の意を表す次第である。

参考文献

- (1) 横田幸雄・杉野一彦：自動販売機情報収集システム（オンラインACS），富士時報，Vol.64，No.5，p.336-340（1991）



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