

自動販売機のグローバル対応商品搬出機構

Product Dispensing Mechanism for Vending Machines for Global Market

福田 勝彦 FUKUDA, Katsuhiko

岩子 努 IWAKO, Tsutomu

中島 規朗 NAKAJIMA, Norio

飲料自動販売機を海外市場に展開するに当たり、地域により不安定な電源事情や電源電圧の差異の影響を受けずに、電源電圧を安定化させる必要がある。富士電機は、電源事情の影響を受けずに法規制を満足させるために、商品搬出機構のDC低電圧化を行った。商品搬出機構に使用する駆動源をDCギヤモータにカム・リンク機構を組み合わせた構造にすることで、低電圧においても十分な駆動エネルギーを確保した。また、検知スイッチを組み合わせることによる故障検知機能や、商品形状に影響を受けない売切れ検知構造を実現し、販売時の購入トラブルを大幅に削減した。

The expansion and popularization of beverage vending machines in markets outside Japan has required stable power supply voltage that is not affected by different power supply voltages and unstable power conditions in some areas. To comply with the law and regulations without being affected by power conditions, Fuji Electric has adopted a low DC voltage power supply for the product-dispensing mechanism. It can supply sufficient drive energy at a low voltage by utilizing the configuration that combines a DC gear motor with a cam-linkage mechanism for the driving source used in the product-dispensing mechanism. Furthermore, we have greatly reduced the number of purchase issues that arise during product sales by developing sold-out detection structure compatible with various product shapes, as well as a malfunction detection function with detection switches.

① まえがき

飲料自動販売機の国内の普及台数は、約256万台と幅広く普及しているが、これに対して海外では普及の途上であり、海外市場への展開は今後の自動販売機分野の発展に大きく寄与する。

海外展開に当たって、地域により不安定な電源事情や電源電圧の差異があるため、高容量のトランスなどを用いた昇圧や降圧による電源電圧の安定化が必要となる。また、国際電気標準会議（IEC）が定めた規定に準拠する必要がある。国内においてもIEC規格に合わせるため、「電気用品安全法」省令第2項が2016年に改正される方針が示されている。そこで、電源事情の影響を受けずに法規制を満足するために、負荷装置のDC低電圧化に着手した。本稿では、他社に先駆けた商品搬出機構（ベンドメカ）のDC低電圧化によるグローバル対応について述べる。

② 開発の背景

自動販売機は、飲用に適した温度に保たれた商品を蓄え、購入者が選択した商品を搬出し販売する機能を持つ。自動販売機は、外箱、開閉自在な扉、商品の蓄積・搬出動作を行う販売装置、商品の加熱冷却を行う冷熱ユニットなどから構成されている（図1）。販売装置は、商品を各通路（コラム）に水平の姿勢で積み上げて補充するラックと、ラックの最下部に取り付けられ、販売信号を受けて電気的にベンドメカを駆動して商品を搬出する機構から構成されている（図2）。

図3に、ベンドメカの動作を示す。垂直方向に何本も商品が積み上げられ、平均して5kg程度の荷重を受けた状態で最下部の1本だけを確実に販売する。そのため、ベン

ドメカフラップやペダルなどの構成要素を、確実にかつ高速に動作させる駆動性能がベンドメカに要求される。従来、この駆動源として使用していたACソレノイドは、比較的長い動作ストロークであり、起動トルクと保持トルクおよび必要な動作速度を確保しやすい。しかしながら、ACソ

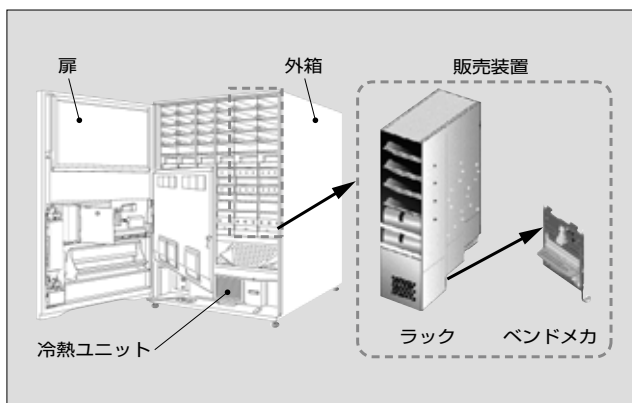


図1 自動販売機の製品構成

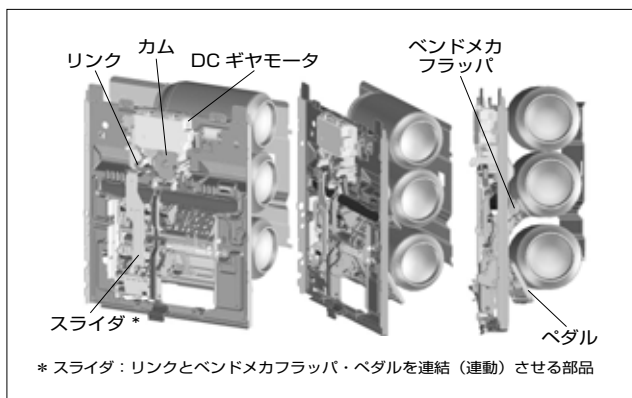


図2 ベンドメカ

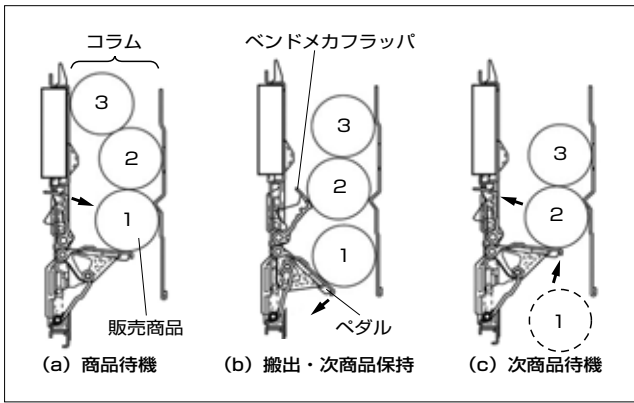


図3 ベンドメカの動作

レノイドを使う場合には、機構内に AC100V などの商用電源に対応した高電圧の配線を行うため、IEC 規格に準拠する絶縁構造が必要である。低電圧の直流に対応したベンドメカの駆動源が実現できると、高電圧に対応した絶縁構造が不要になるだけでなく、国や地域で電圧が異なる商用電源に合わせた駆動源を用意する必要がなくなる。

③ 開発の狙いと課題

3.1 DC 低電圧化における駆動エネルギーの確保

単純に AC100V のソレノイドと同程度の性能を DC ソレノイドで確保するためには、DC80V 程度の直流高電圧が必要となる。しかし、自動販売機の制御系を駆動するために搭載している低電圧の DC24V 電源を使って十分な駆動エネルギーを確保できれば、新たな電源を用意する必要がない。

3.2 商品形状の影響を受けない売切れ検知

従来、国内では各顧客が設定するガイドラインに沿って、さまざまな形状の商品が販売可能であるかを、実機テストにより確認していた。しかし、海外に展開する上で、全ての商品の実機テストを行うことは事実上不可能である。また、従来のベンドメカでは売切れを形状で検知する構造であるため、販売商品を限定する必要があった。海外展開を行う上で、不確定な商品形状においても売切れ検知性能を確保し、販売可能な商品の範囲を広げることが課題であった。

3.3 販売詰まり検知

自動販売機の販売装置部で商品が詰まり、搬出できなくなってしまうように、機構上のさまざまな対策を施してきた。しかし、実際に稼動している自動販売機ではさまざまな形状の商品を扱うため、商品が詰まってしまいうトラブルは時として生じることがあった。そこで、商品詰まりを起こさない機構を追求するだけでなく、仮に商品詰まりが発生しても購入者に迷惑を掛けないようにするため、販売装置部の詰まりを検知したら自動販売機の商品選択ボタンに売切れを表示し、購入時のトラブルを未然に防げる仕

組みの実現を新たな課題として加えた。

④ 特徴と技術

4.1 DC ギヤモータ方式

低電圧ながら高速での往復動作が可能な DC 低電圧駆動源として、DC ギヤモータにカム・リンク機構を組み合わせた新たな構造を開発した。図 4 に、新構造における駆動源の動作を示す。

従来の AC ソレノイドの出力が約 700W であるのに対し、DC モータは構造上配置できるスペースの制約から約 48W と 1/15 の出力である。まず、必要引上げ力を確保するため、高速回転の小型モータをギヤで減速するギヤモータを採用した。ウォームギヤを介して限られたスペース内で減速比を確保し、モータ出力に対して約 25 倍の出力トルクを得ることにより、必要な引上げ力を確保した。次に、動作速度を確保するため、カム・リンク機構を採用した。リンクの接触面角度を微小に設定して確実なストローク量を確保するとともに、微小なカム回転角度で必要なストロークを得ることで必要な動作速度を確保した。

本機構は、ベンドメカフラップ (図 3) が動作して最下部の商品が販売されると同時に積み上げられた商品が間違えて販売されないようにする。これを確実にするため、図 4 (b) の引上げ動作においてリンクの引上げ速度が速くなるような構造にしている。また、保持時に駆動力に頼らずに安定した保持力を確保するため、カムの外周面でリンクを保持する構造とした (図 4 (c))。この構造では保持時に

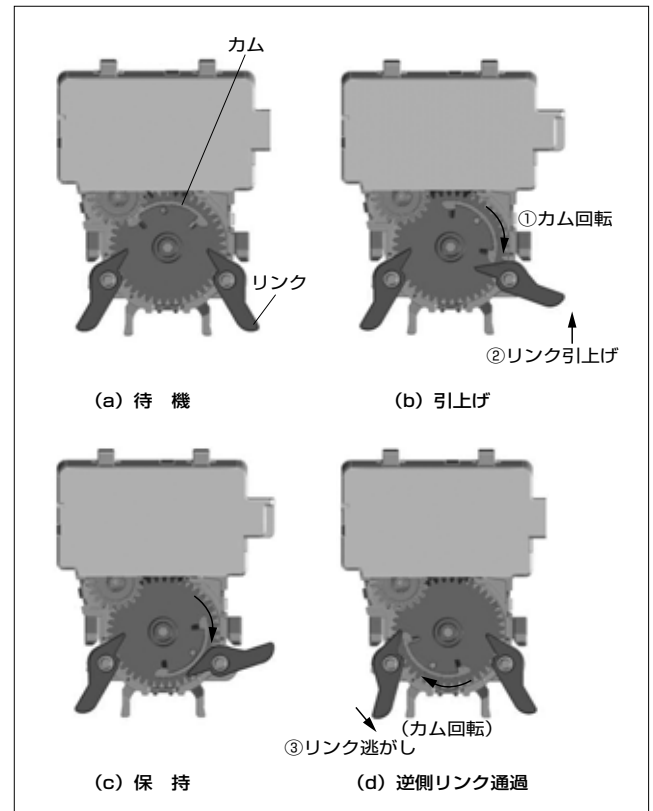


図4 駆動源の動作

電源供給が遮断されても保持状態を継続することができるため、電源回復後に販売を継続することができる。

これらの構造によって速度と保持力を確保したが、さらに、バンドメカは販売商品のさまざまな形状、材質、大きさに対応する必要がある。従来の AC ソレノイドでは、大径または四角形状の商品に対して動作速度が満足できずにバンドメカの引上げ動作の途中で停止しても、停止した位置でロックなどの異常が発生せず商品を保持できていた。一方、DC ギヤモータを使った機構では、モータロックを避ける機構が必要であった。

そこで、リンクを樹脂製とすることで、弾性による部品の変形を利用した機構とした。商品の形状によっては、リンク引上げ動作の途中で停止しそうになるが、弾性によりリンク回転軸がカムに対して離れるためカムが回転可能となり、通常は停止してしまうところを回避した。

4.2 2 in 1 駆動方式

自動販売機では、販売可能な商品の種類を多くするとともに、積載本数をより多くすることが望まれる。そのため、従来はバンドメカを抱き合わされるように設置し、限られた狭いスペースに駆動源を組み込み、1 個の駆動源で 1 個のコラムを駆動していた。同様の場所に DC ギヤモータを配置すると、十分なギヤ減速比やカム半径を得るための空間が確保できなかった。そこで、抱き合わされた構造を生かし、1 個のモータで 2 個のコラムを駆動することで空間を確保した (図 5)。

ギヤモータと後述する売切れ検知の駆動源を前後のコラムで共用したことで、片側に電気系駆動部品を集約したバンドメカが実現でき、メンテナンス性も向上した。

4.3 売切れ検知

図 6 に、売切れ検知部の構造を示す。ペダル部に加わる販売商品の荷重の有無を検知スイッチで検知する構造とした。なお、メンテナンス性を向上させるため、後コラムの売切れ検知用のスイッチを前コラム側に集約している。さらに、検知スイッチでペダルの動作を検出するので、商品の売切れだけでなく搬出状態の把握もできる。商品詰まりなどの異常を検知することにより、状況に応じた細かな対

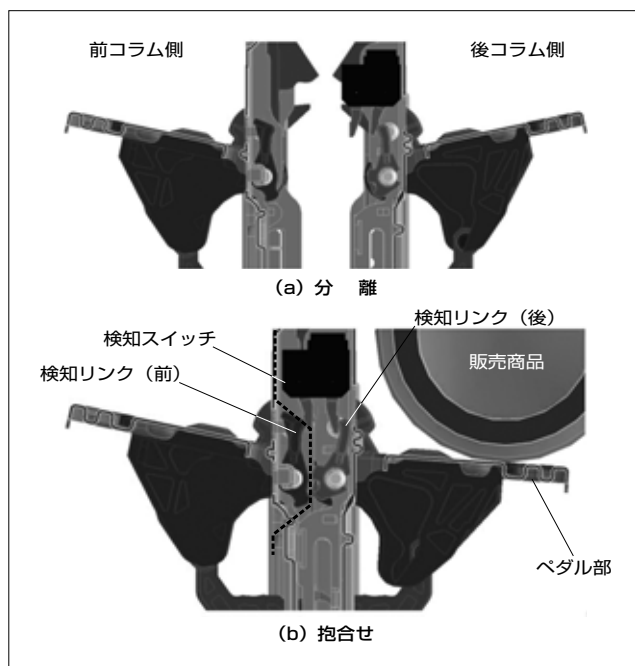


図 6 売切れ検知部の構造

応が可能である。

従来の売切れ検知機構では、販売商品の最後の 1 本を残した状態を売切れとしていた。本機構では、最後の 1 本の有無が検出できるので、販売商品が完売できるようになった。これにより、販売可能本数が平均 7% 増加し、販売の機会損失が低減した。また、従来の検知機構では形状検知を採用していたため、大きくへこんだ形状の商品を検出できないことがあった。今回の重量検知では、形状による制約がないので、商品形状の自由度が大幅に向上した。さらに、販売商品を直接検知するため、商品が待機位置にあることを正確に認識でき、商品有無の誤検知を防止できるようになった。

4.4 販売詰まり検知および返金機能

図 7 に、異常発生時処理の比較を示す。DC ギヤモータ方式と新たな売切れ検知構造によって販売のメカ動作完了を検知し、コラムの故障検出が可能になった。商品が詰まったときは、モータの回転が停止してギヤモータの原点スイッチが原点復帰を検知しないので異常を検出すること

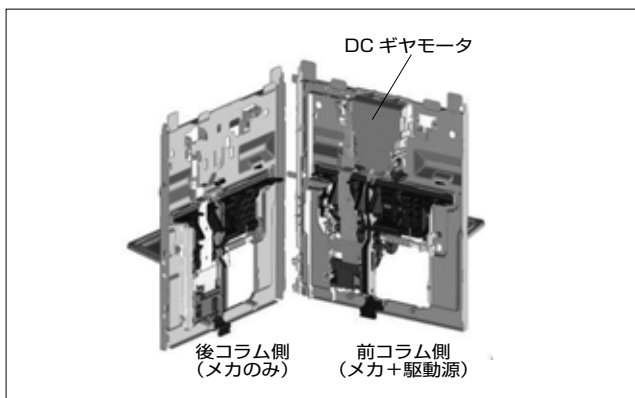


図 5 1 モータ 2 コラム駆動方式

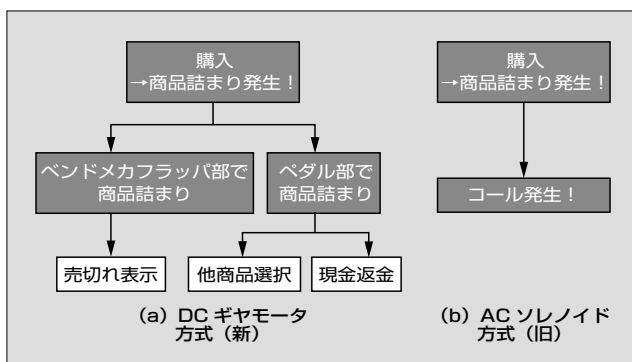


図 7 異常発生時処理の比較

ができる。

従来のバンドメカでは、商品詰まりを把握することができなかつた。そのため、商品を搬出できない場合やコラムが故障しているにもかかわらず、他の購入者が購入しようとすることでトラブルとなることがあった。本機構で開発した状態検知により、商品が詰まった際の返金や購入者に他商品を選択してもらうことができるようになった。また、故障したコラムを切り離すことによって搬出できない商品の選択を未然に防止することで、購入トラブルを大幅に低減できる。

5 成果

本機構の開発によって得られた性能を表1に示す。付帯効果として、消費電力量の低減により災害対応機で使用するバッテリーの体積・容量を従来に対して40%低減することが可能となった。

表1 ベンドメカの性能

項目	新機構	従来機構	比較
駆動電圧	DC24V	AC100V	低電圧駆動
異常検知	あり	なし	異常検知可能
故障時対応	返金・他商品選択	検知不可	購入者への空売り防止
故障コラム切り離し	可→販売停止	不可	購入トラブル防止
故障コラム確認	リモコン表示	実販売確認	サービス性向上
動作騒音 (dB)	70	73	-3dB
売切れ検知	ゼロ	残り1本	-7% 販売機会損失低減
商品検知範囲 (mm)	169	35	480% 容器形状自由度向上
消費電力量 (W・s/本)	17	175	-90%
消費電力 (W)	48	700	-93%

6 あとがき

自動販売機のグローバル対応商品搬出機構について述べた。本機構の開発により、駆動源のDC低電圧化のための技術構築ができた。この技術を基に、自動販売機内における駆動源のグローバル対応を行うため、技術展開を推進していく。今後もお客さまへの付加価値の提供に重点をおいた研究開発に努力していく所存である。

参考文献

- (1) 一般社団法人 日本自動販売機工業会. “自販機普及台数及び年間自販金額” 2014年(平成26年)版. <http://www.jvma.or.jp/information/fukyu2014.pdf>, (参照 2015-06-19).



福田 勝彦

缶自動販売機の販売機構の設計に従事。現在、富士電機株式会社食品流通事業本部三重工場設計第二部。



岩子 努

缶自動販売機の販売機構の設計に従事。現在、富士電機株式会社食品流通事業本部三重工場設計第二部。



中島 規朗

缶自動販売機の販売機構の設計に従事。現在、富士電機株式会社食品流通事業本部三重工場設計第二部。

Web版にのみ記載

本論文に掲載の“缶自動販売機用DC駆動搬出機構(DCバンドメカ)”が
2015年度「超」モノづくり部品大賞
(主催：モノづくり日本会議、日刊工業新聞社
後援：経済産業省、日本商工会議所)
において
電気・電子部品賞を受賞しました。
関連URL: <http://www.cho-monodzukuri.jp/award/index.html>



*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。