

汎用型食品・物品自動販売機「FNX118NR」

The General Food and Goods Vending Machine "FNX118NR"

市原 史基 ICHIHARA Shimoto

堀口 剛史 HORIGUCHI Tsuyoshi

富樫 大 TOGASHI Hajime

食品・物品自動販売機市場向けに汎用型食品・物品自動販売機「FNX118NR」を開発した。省エネルギー（省エネ）を進めるとともに、販売商品の汎用性の拡大を行った。省エネ達成のため、品質工学と流体シミュレーション（FLUENT）を組み合わせて庫内の冷却性能の最適化を行い、従来機に対し、消費電力量を30%削減した。また、構造シミュレーション（I-deas）により搬出ギアボックスの体積を半減し、商品収納棚を多段にした。さらに、棚段の設定を可能にしたことで汎用性の拡大を実現した。

We have developed the general-purpose type food and goods vending machine "FNX118NR" for the market of food and goods vending machines. In addition to advancing the energy efficiency of the machine, we have also expanded its product versatility. In order to achieve energy efficiency, we have combined quality engineering and flow simulation (FLUENT) to optimize the internal cooling capability of the vending machine, and thereby reducing 30% of consumption compared to conventional vending machines. Also, through structure simulation (I-deas), we have halved the size of the discharge gearbox and thus increase the number of product storage racks. Moreover, by enabling rack configuration setting, we can expand the versatility of the vending machine.

1 まえがき

国内には、約30万台の食品・物品自動販売機が普及しており、商品を直接視認して購入できるグラスフロント型が主流である。近年、オフィスや駅構内における無人化店舗や、広告効果を狙った販売ツールとしての自動販売機の活用など、その需要は高まる傾向にある。

食品・物品自動販売機には、パン、おにぎり、菓子などの食品をはじめ、日用雑貨など形状の異なる幅広い商品群を対象としており、高い搬出信頼性が求められている。また、ランニングコストの低減はもとより、地球規模の環境意識の高まりを受けてCO₂削減や省エネルギー（省エネ）対応の要望が強くなっている。さらに、東日本大震災に

よって、電力消費の低減や災害救援機能の充実など社会のインフラとしてのさらなる対応が急務となり、現在もレベルアップへの取り組みを続けている。

こうした市場要求に応えるための汎用型食品・物品自動販売機として、省エネ、販売商品の高い汎用性を特徴とした「FNX118NR」を開発した。

2 「FNX118NR」の開発の狙いと結果

2.1 開発の狙い

図1にFNX118NRの外観を、表1に基本仕様を示す。汎用型食品・物品自動販売機を開発するに当たって大きな課題は二つあった。一つは、省エネの実現であり、もう一つは、汎用機として販売対象を広げるため多岐にわたる商



図1 汎用型食品・物品自動販売機「FNX118NR」

表1 「FNX118NR」の基本仕様

項目	仕様
棚段数	6段
セレクション数	18セレクション
収容数	180個
庫内冷却性能	弱冷仕様（18℃）
設置環境	屋内
販売機構	減速エレベータ搬送
商品選択	テンキー式選択ボタン
冷媒	R134a
寸法	W856×D837×H1,830 (mm)
質量	260kg
最大消費電力	201/201W (50/60Hz)
断熱ガラス	ペアガラス扉（ヒータレス）
照明	LED

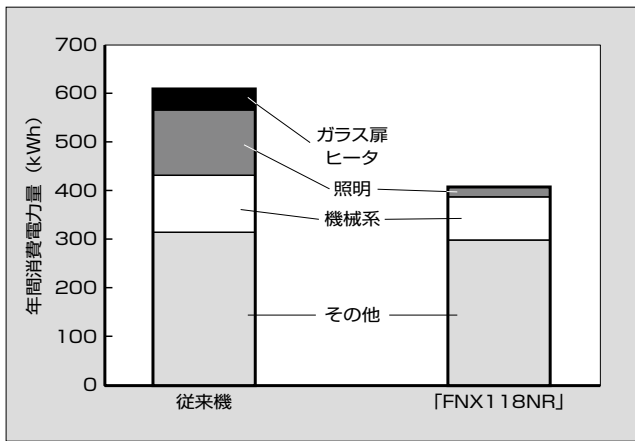


図2 年間消費電力量

品群に対応できるようにすることである。具体的目標を次に示す。

(1) 省エネルギー

- 年間消費電力量の低減：従来機比 30% 減
グラスフロント型の食品・物品自動販売機で“省エネ性能 1 位”を目指す。

(2) 汎用性の拡大

- 商品収納棚の多段化：4～6 段の可変化
標準は 6 段仕様とし、大型商品の販売需要には 4、5 段仕様を適用し、小型商品の販売需要には 6 段仕様を適用して販売品種増、という細かな市場ニーズへの対応を可能にする。
- 商品搬送のソフトハンドリング化
やさしい商品搬送により、破損しやすい商品を販売可能にする。

2.2 結果

消費電力量を従来機比で 34% 削減して目標を達成すると同時に、庫内管理温度の高精度化を実現し、冷熱管理での汎用性拡大を達成することができた (図 2)。

また、商品収納棚の棚位置と段数を調整可能な構造にするとともに、商品をやさしく搬送可能な機構を実現したことにより、販売可能な商品群を増やすことができた。

③ 「FNX118NR」の特徴

3.1 全体構成

FNX118NR の内部構造を図 3 に示す。冷却庫内は、商品収納棚のエリアを囲む本体断熱層と、扉側の断熱ガラスおよび扉断熱層とで断熱される。商品を収納棚のらせん状に巻いたスパイラル部材によって収めていて、販売時にはスパイラルを回転させて搬出し、縦方向の搬送エレベータで自動販売機の下部にある商品取出口に送る構造である。

3.2 省エネルギー

年間消費電力量を 30% 削減するという大きな省エネ目標を達成するために、従来機の消費電力量を分析した。待

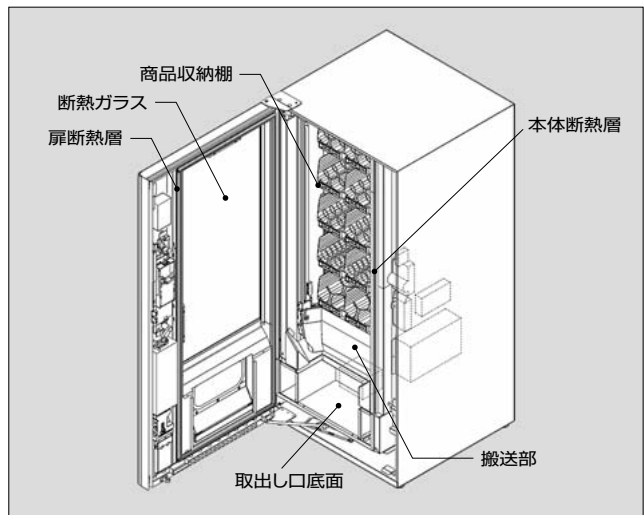


図3 内部構造

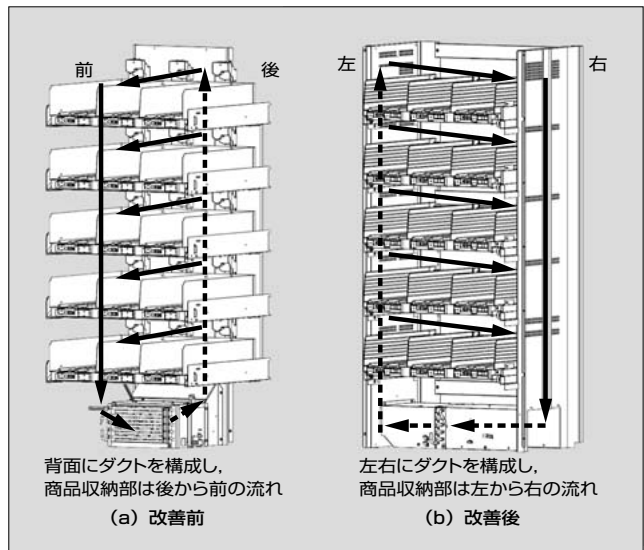


図4 庫内ダクト構造と風回り

機時の消費電力を除くと、冷却系（圧縮機、防露ヒータ、庫内ファン）と照明（蛍光灯）が大きな割合を占めることが分かり、次に示す二つの改善策にターゲットを絞った。

(a) ダクト構造の最適化による冷却システムの改善

(b) LED 照明の採用による熱影響の改善

(1) シミュレーションによるダクト構造の最適化

従来機と FNX シリーズのダクト構造と風回りを、図 4 に示す。従来機は冷気が背面ダクトから吹き出し、商品搬送部の通路を通り、蒸発器へ戻る風回り方式であった。この方式では、ガラスにじかに冷気が当たることが原因でガラス面が冷えてしまうため、防露ヒータが必要となっていた。本機はグラスフロント型であるため、ガラスの結露により商品の視認性の悪化を防ぐ防露ヒータは、有効な手段ではある。その反面、商品温度への悪影響や消費電力量の増加といったデメリットもある。

また、従来の風回り方式では、商品収納棚の最上段の商品および 2 段目以降の次に販売する商品にのみ冷気が直接当たる構造となっており、それ以外の商品には冷気が直

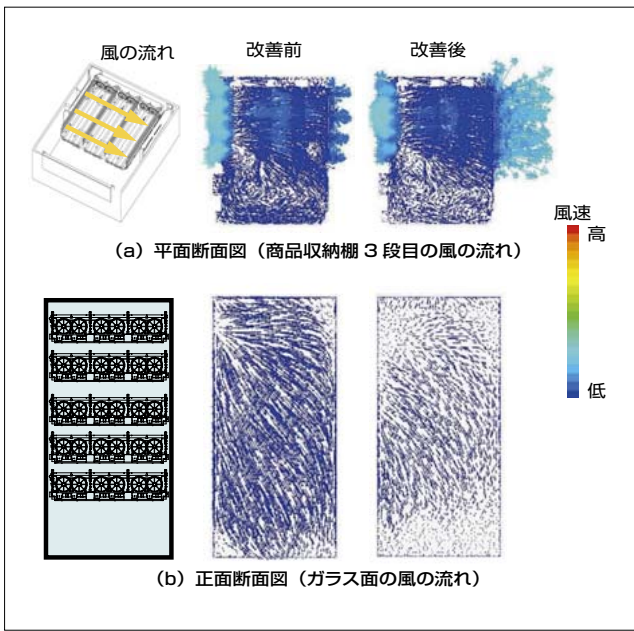


図5 可視化シミュレーションの例

接当たらない構造であった。そのため、庫内の設定温度18℃に対して商品温度の均一化が困難であった。さらに、戻り側にダクトはなく、成り行きで冷気を蒸発器に戻す構造としていたため、風回りにロスも発生しており、容量の大きいプロペラファンが2対必要であった。

風回りの改善を図ることにより、ファンの小型化や冷却ユニットの運転率の抑制による省エネを図るとともに、設定温度の管理範囲を厳密にできると判断した。

具体的には、次の3点を重点課題と考え、庫内ダクト構造の最適化による冷却システムの改善を行った。

- (a) ガラス面に当たる風量・風速の抑制による、扉ガラスの防露ヒータの削除
- (b) 高精度な庫内温度管理
- (c) 風回りロスの改善による、庫内ファンの小型化

可視化シミュレーション（熱流体解析：FLUENT）と品質工学（タグチメソッド）を組み合わせ、ダクト構造の最適化設計を行った。ダクトの通風口の形状や大きさ、厚みや仕切板の有無などの風回りに影響する因子に対して、パラメータの割付けを行い、18パターンの可視化シミュレーションを実施した。図5に、シミュレーションの結果の例を示す。矢印の大きさと色は風速を、矢印の本数は風量を示す。そして、シミュレーションの結果から品質工学の手法に基づき感度を求め、影響度の高い因子から最適条件を導き出し、ダクト構造を決定した。

FNX118NRでは、全商品に冷気を均一にかつ効率良く当てつつ、ガラス面に当たる風量・風速を最小限に抑えるために左側面から吹き出した冷気を、右側面から吸い込み、ダクトを通じて蒸発器へ戻す構造とした（図4）。これにより、いっそう高精度な庫内温度管理を実現し、ガ

〈注1〉 FLUENT：米国その他の国々における ANSYS, Inc. もしくはその子会社の登録商標または商標

ス扉の防露ヒータを不要にした。また、通風抵抗が小さく、圧損の少ないダクト構造により、風回りロスの改善と庫内ファンの小型化を実現した。結果として防露ヒータを削除でき、冷却ユニットの運転率を抑えることができたため、消費電力量を低減することができた。

(2) LED照明の採用

従来機のように発熱量の大きい蛍光灯を庫内照明に使用すると、庫内温度が上がる。これを冷やすために、冷却ユニットの運転率が上昇し消費電力量が大きくなる。そこで、発熱量の小さいLED照明を採用して庫内の温度上昇を抑え、冷却ユニットの消費電力量を低減した。さらに、1ユニット当たり1.2WのLEDユニットを庫内上部と左側面にそれぞれレイアウトしたことで、少ない消費電力量でクリアな視認性を実現した。

3.3 汎用性の拡大

より大きいサイズの商品を販売できるようにするため、段数の可変化を行った。また、商品への影響を軽減するため、搬送のソフトハンドリング化を行った。これらにより、商品の汎用性の拡大を図った。

(1) 商品収納棚の多段化達成のための小型化技術開発

従来機の商品収納棚は、上下の棚間位置で制約を受けるため、高さ位置が限定され5段固定であった。これに対して、4～6段の段数を可変の構造とすることで、セクション増加へ対応するとともにより大きいサイズでの商品を販売可能にした。

棚段設定の自由度を向上させるには省スペース化を図り、上下の棚段同士が制約を受けなくする必要があった。そこで、ギアボックスの小型化（対従来機体積比50%減）の

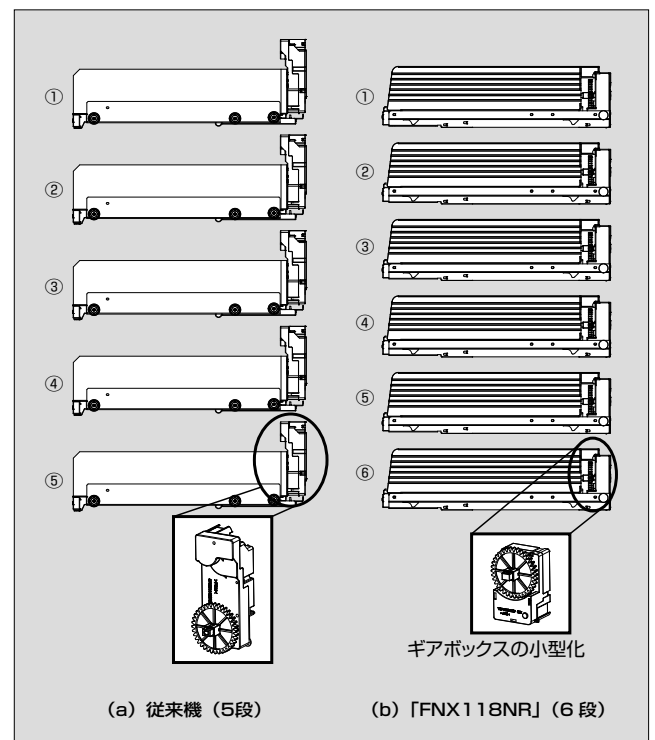


図6 商品収納棚の側面図

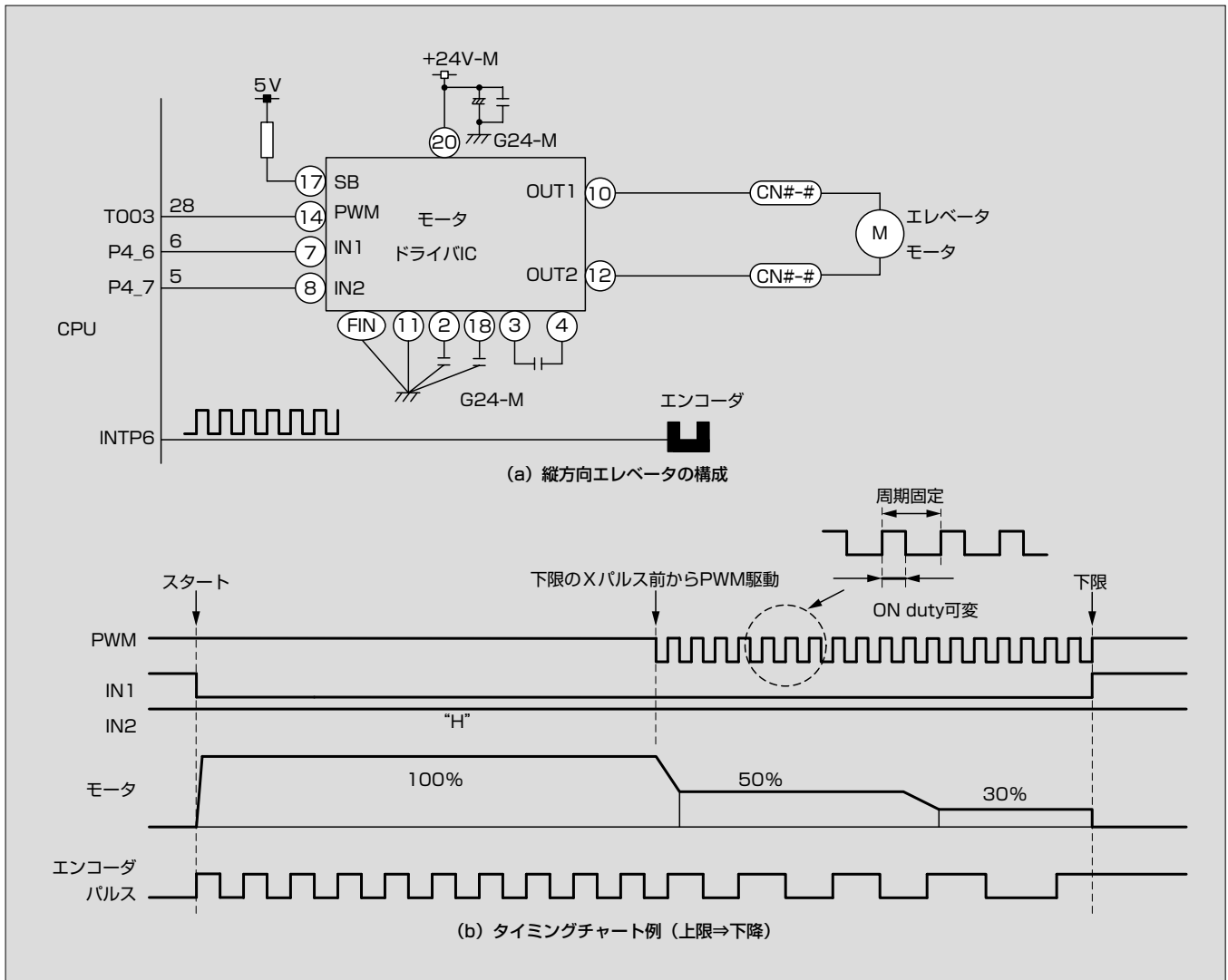


図7 縦方向エレベータの構成とタイミングチャート例

開発を行った(図6)。同時に棚を設定するときの作業性を改善するため商品収納棚の軽量化にも取り組み、主要な部材に樹脂を採用し、構造を簡素にすることにより1段当たりの質量4.8kg(対従来機比50%減)を達成した。このような小型化や軽量化において、3D-CADの簡易構造解析ツールとI-deas^(注2)による構造解析を併用して最適形状を決定した。

(2) 商品搬送のソフトハンドリング

従来機は、商品を縦方向エレベーターで搬送した後に出し口へ受け渡す際に、搬送動作中の勢いそのまま落下させる構造を採っていたため、商品への影響(損傷)が課題となっていた。

そこで、商品を受け取って搬送する中で段階的に減速し、搬送台を低速で傾斜させて出し口へ導く方式を考案した。通常このような場合、ステップモータをパルス駆動させる制御を用いるが、制御が複雑になってしまう。本機では、縦軸駆動部に直流モータを採用し、エンコーダのパ

〈注2〉 I-deas: ドイツ Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. の商標または登録商標

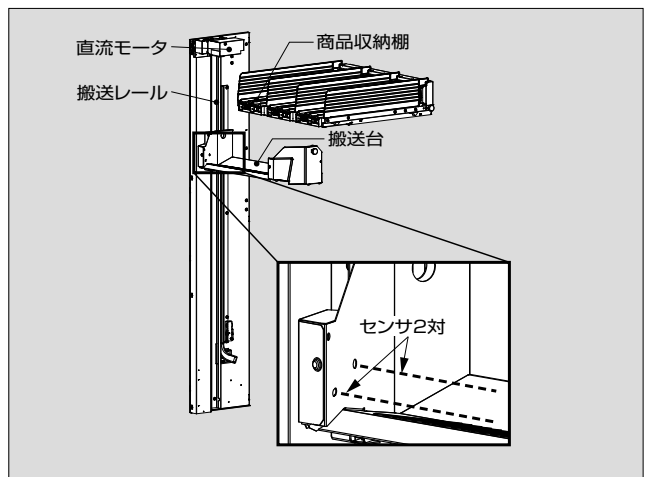


図8 搬送部の構造

ルス信号を利用して動作軌跡の高さ位置を管理し、PWM(Pulse Width Modulation)によりモータの加減速制御を行うことにより、シンプルな制御を実現した(図7)。

また、従来は販売口まで自由落下する商品を18対のフォトセンサで販売を検知していたが、傾斜する搬送台を

滑る商品を接地面近傍の2対のフォトセンサで検知する構造にした。商品はフォトセンサの検知エリアを低速で通過するので、通過時間が従来よりも長くなり、フォトセンサの削減と検知精度の向上を両立することができた（図8）。

4 あとがき

食品だけを考えても、現在、市場に流通している商品は、形状、保存温度が多岐にわたっている。“さらなる汎用性の拡大”“冷熱機能向上と省エネルギーの両立”を実現することは、食品・物品自動販売機市場の拡大につながる。今後も市場ニーズを見極めながら、ユーザ要求に沿った食品・物品自動販売機の製品化に取り組んでいく所存である。



市原 史基

自動販売機の開発業務に従事。現在、富士電機リテイルシステムズ株式会社生産・開発本部技術・開発室基盤技術部主任。



堀口 剛史

自動販売機の開発業務に従事。現在、富士電機リテイルシステムズ株式会社生産・開発本部技術・開発室基盤技術部。



富樫 大

自動販売機の開発設計に従事。現在、富士電機リテイルシステムズ株式会社生産・開発本部三重工場設計部主任。





*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。