

ツイン冷却冷蔵庫“プラズマ鮮蔵”GR - 472K

"PLASMA SENZOU" Model GR-472K Refrigerator

石川 義親
ISHIKAWA Yoshichika

岡田 大信
OKADA Daishin

今久保 賢治
IMAKUBO Kenji

景気の低迷が続くなかでも、生活必需品である冷蔵庫は買換えに支えられて堅調に需要が推移している。また、大型化が進んで400 L(リットル)以上の比率が全体の30%に迫る勢いであり、よりいっそうの消費電力量の低減、及び食品の大量貯蔵に対する鮮度保存機能の要求が高まっている。

今回、従来の鮮度保存機能(低温、恒温、高湿、抗菌)に加え、“プラズマ強力脱臭・抗菌装置”の搭載により、脱臭・抗菌機能を更に強化した省エネルギータイプ冷蔵庫GR-472Kを、“プラズマ鮮蔵”のペットネームで商品化した。

Despite the recent sluggishness of the economy, refrigerators are maintaining stable sales with their strong market demand as one of the necessities of life. Refrigerators of 400 liters or more now account for in excess of 30% of overall demand, with a strong requirement in the market for reduced electric power consumption together with increased capacity, as well as for freshness preservation functions corresponding to the storage of large quantities of food.

We have developed the "PLASMA SENZOU" model GR-472K refrigerator featuring enhanced deodorizing and antibacterial functions (low temperature, constant temperature, high humidity, and antibacterial environment.) The GR-472K is an energy-saving type, equipped with a powerful plasma deodorizing and antibacterial system.

1 まえがき

近年、料理や食事に対する消費者のこだわりがますます高まり、冷蔵庫で食品を保存する際に、素材の持ち味や鮮度を長期間安全に保つ機能が求められている。

当社は、このようなニーズに対応し、1998年11月からツイン冷却システムとタイムシェアリング制御^(注1)の採用により、鮮度保持力を向上させた冷蔵庫“みはりばん庫”を発売した。また、99年10月にファイン制御^(注2)とエアークリアにより、鮮度保存機能を更に向上させた冷蔵庫“凍らせないで鮮蔵しましょ”を発売した⁽¹⁾。

なお、この冷蔵庫は(財)省エネルギーセンターによる“省エネ大賞”の会長賞を、98年度、99年度と2年連続で受賞している。

今回、これまでの技術に加え、更に省エネルギー(以下、省エネと略記)を図るとともに、食品鮮度保存の5番目の要素として食品のにおいに注目し、新開発の“プラズマ強力脱臭・抗菌装置”を搭載した。これにより、脱臭と抗菌の性能を強化し、鮮度保存機能を向上させた。

この冷蔵庫(GR-472K)を“プラズマ鮮蔵”のペットネームで、2000年9月に発売した。

以下に、その仕様及び技術的特長について述べる。

(注1) この冷蔵庫は、コンプレッサを運転中、冷凍循環サイクルと冷蔵循環サイクルの2モードで交互に運転している。この2モードで交互に運転する時間の割合を制御する方法。

(注2) 各冷蔵庫の特性に応じた、きめ細かな温度制御。

2 GR-472K 冷蔵庫の特長

GR-472Kの外観を図1に示す。この冷蔵庫の主な特長は次のとおりである。

(1) ツイン冷却システムの主要部品である冷却器の効率

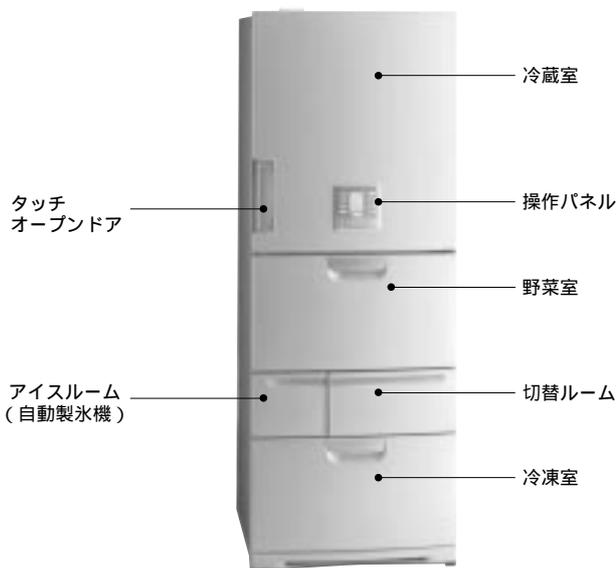


図1. GR-472K 冷蔵庫 ツイン冷却システムによる省エネタイプに“プラズマ強力脱臭・抗菌装置”を搭載した5ドア冷蔵庫である。
Model GR-472K refrigerator

向上,コンプレッサの低速回転運転による効率化,新三方弁によるコンプレッサ停止時の冷媒移動抑止,キャビネット断熱構造の改良を実施した。これにより,消費電力量は370 kWh/年(測定法: JIS C9801)を実現し,2004年度省エネ基準値である434 kWh/年を大幅にクリアした。

- (2) “プラズマ強力脱臭・抗菌装置”の搭載により,オゾンの強力な酸化作用を利用して,冷蔵室と野菜室を循環する冷気中のおい成分と浮遊菌をキャッチし,脱臭及び抗菌することで,鮮度保存機能の向上を図った。これにより,従来の脱臭剤に比べて約10倍の性能で冷気の中のおい成分を分解して食品間のおい移りを防ぐとともに,浮遊菌を短時間で分解して細菌の繁殖を抑制できるようにした。
- (3) 食品を熱いまま投入して急冷することにより,おいさをキープするとともに,冷却調理時間の短縮と雑菌の繁殖を抑制する新温度制御による“冷却調理”機能を開発し,切替ルームへ搭載した。
- (4) 視認性及び使い勝手向上のため,庫内の設定温度や運転状況が外から見える“操作パネル”に大型液晶を採用し,冷蔵室の前面中央部に搭載した(図2)。



図2. 操作パネル 冷蔵庫内の設定温度や運転状況を外から見ることができる,大型液晶による“操作パネル”を冷蔵室前面中央部に設けた。

Control panel

- (5) 電子制御基板の分離,機械室背面空間の削減などにより,幅と高さを変えずに奥行き寸法を699 mmから669 mmに低減し,フラットな扉と合せて省スペースを実現した。
- (6) タッチオープンドアを継続採用するとともに,冷蔵室内の棚位置,及びドアポケットの位置を自在に変更できる仕様とした(図3)。

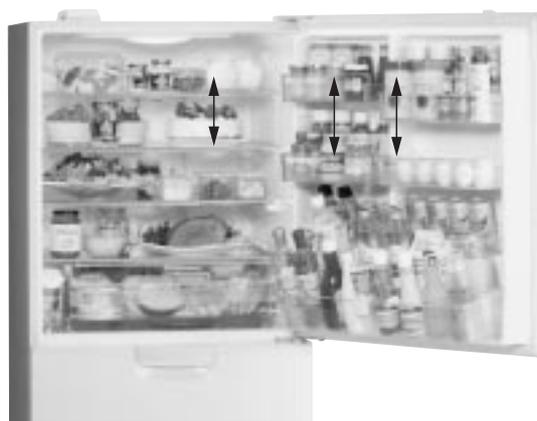


図3.“自在棚”及び“自在ポケット” 冷蔵室の上から2段目までの棚,及び扉ポケットの位置を変更できる機構を採用した。

Freely movable shelves and pockets

3 消費電力量の低減(省エネ技術)

一昨年度モデルで冷凍サイクルを大幅に改革したツイン冷却システムは,冷凍専用と冷蔵専用のそれぞれ独立した冷却器を持っている(図4)。これらの冷却器を制御弁(三方弁)により切り換え,タイムシェアリング制御で冷凍循環サイクルと冷蔵循環サイクルをそれぞれ最高効率で交互に運転するシステムである。

今回,この技術にいつもの省エネ技術を加え,昨年度比2.6%(380→370 kWh/年)の消費電力量低減を実現した(測定法: JIS C9801)。

ここでは,消費電力量の低減に効果の大きい五つの省エ

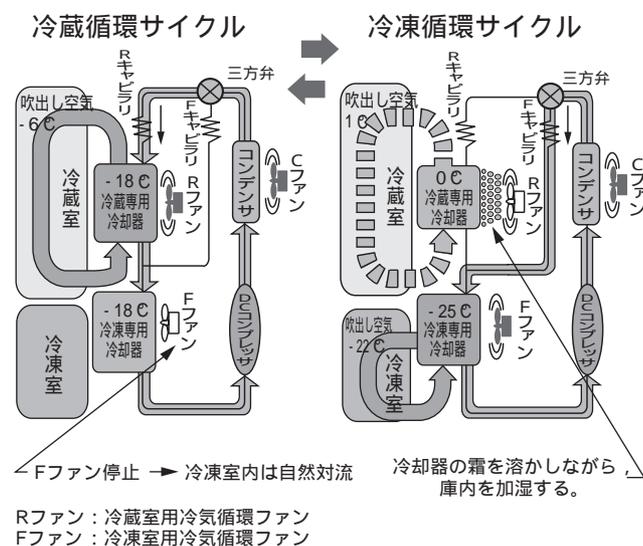


図4. 高効率運転 三方弁の切換えにより冷蔵・冷凍専用冷却器に交互に冷媒を流し,R・Fファンを連動させて時分割運転を行う。

Highly efficient operation

ネ技術について述べる。

3.1 冷凍サイクルの効率向上及びロス低減

冷却器パイプ内面にらせん溝をつけることによる、低流量での内面熱伝達率の向上と、フィンの枚数増加及び幅拡大化による、表面熱交換量の向上を図った。

また、三方弁を冷蔵専用冷却器側流路と冷凍専用冷却器側流路を同時に閉じられるよう改良して、コンプレッサ停止時に高温の冷媒が冷却器に流れ込むことを防止し、冷却性能のロスを低減した。

3.2 インバータコンプレッサ周波数制御の最適化

運転周波数制御をリファインして、インバータコンプレッサ周波数制御(PID(比例,積分,微分)制御)の最適化を図り、庫内温度に対するコンプレッサ運転周波数の応答性を高めた。これにより、最低周波数(25 Hz)で運転される時間を多くして、効率の良い運転を可能にした。

3.3 フランジ仕切部の熱漏えい量低減

冷凍室、野菜室、切替ルームのフランジ仕切部からの熱漏えい量を低減するシール構造を採用した。

3.4 直流(DC)インバータコンプレッサの効率向上

コンプレッサのモータコア材料のシリコン量を増加して鉄損を低くするとともに、ピストン長さを長くすることで圧縮効率を高め、最低周波数でのコンプレッサの効率(COP)を昨年度機種種の197%から207%に向上させた。

3.5 インバータロスの低減

スイッチング電源IC及びDCファン用ドライバICを、トランジスタ型から電界効果トランジスタ(FET)型に変更することにより、ベース電流を低減してインバータロスを改善した。

4 “プラズマ強力脱臭・抗菌装置”による鮮度保存向上

今回、新たに開発した“プラズマ強力脱臭・抗菌装置”の搭載により、従来の脱臭剤に比べて約10倍の性能で冷気中の臭気成分を分解するようにした。これにより、扉を開けたときのにおいや、漬物のにおいが牛乳に移るなどといった食品間のおい移りを防ぐことができるようになった。

4.1 “プラズマ強力脱臭・抗菌装置”の基本構成と原理

市販されている冷蔵庫用脱臭剤は、ヤシ殻活性炭などの吸着作用を利用した吸着法が大半を占めているが、これは半年から1年程度使用すると吸着剤が飽和吸着するため、取替えが必要であるといった問題を抱えている。また、当社の従来の冷蔵庫にはメンテナンスフリーな熱分解型触媒の脱臭方式が採用されていたが、更に高い脱臭効果が望まれていた。“プラズマ強力脱臭・抗菌装置”は、図5に示すような構造である。プラズマ発生器のセラミック電極に交流の高電圧(約4.5 kV)を印加することでプラズマ(電離)空間を作り、そこで発生するオゾンと臭気を含んだ冷気とを混合した状態で、コルゲート(波板状)ハニカム形状のオゾン分解

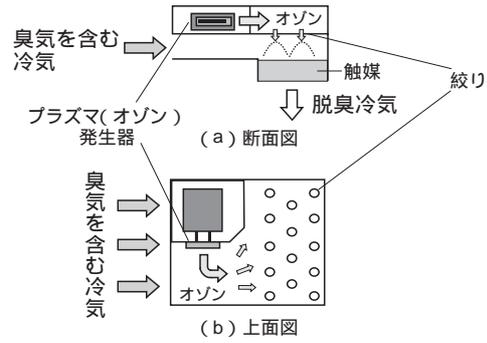
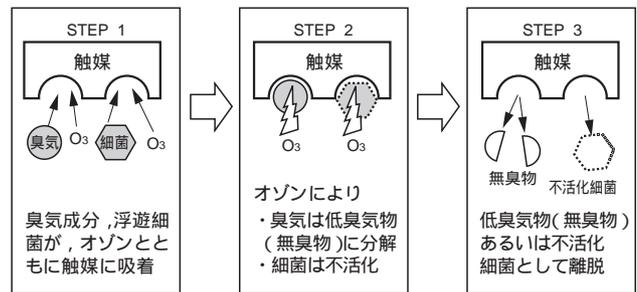


図5 .プラズマ強力脱臭・抗菌装置の構造 プラズマ(オゾン)発生器で発生したオゾンは拡散移動して絞りを通して流出し、冷気と混合されてオゾン分解触媒へ導かれる。特長はプラズマ(オゾン)発生器の電極が冷気に直接触れないことである。

Structure of plasma deodorizing and antibacterial system

触媒に導く。

臭気成分及び浮遊細菌とオゾンとの反応は、オゾンの強力な酸化分解作用により連続的に行われる(図6)。オゾンと臭気成分が同時に存在しても、空気中では低濃度のため臭気成分の分解反応は遅いが、触媒表面に両者が吸着することによってその表面で高濃度な状態になり、臭気成分の分解反応が速やかに進むようになる。浮遊する細菌に対する抗菌作用についても同様である。



臭気成分の低臭気物化の例：
 CH_3SH (メチルメルカプタン) $\text{CH}_3\text{-SO}_3\text{H}$ (スルホン酸メチル)

図6 .脱臭,抗菌のメカニズム 触媒に触れて臭気成分の分解,細菌の不活化が連続的に行われる。

Mechanism of deodorizing and antibacterial action

4.2 脱臭・抗菌効果

冷蔵庫の実使用状態での臭気官能試験における脱臭効果の差は、指標臭気ガスの認知しきい値濃度以下への脱臭速度の差と相関のあることが確認されている。そこで、指標臭気ガスの濃度減衰特性により脱臭性能を測定し、当社の従来の脱臭方式と比較した(図7)。

アンモニアの臭気認知しきい値濃度は1 ppm程度とされ

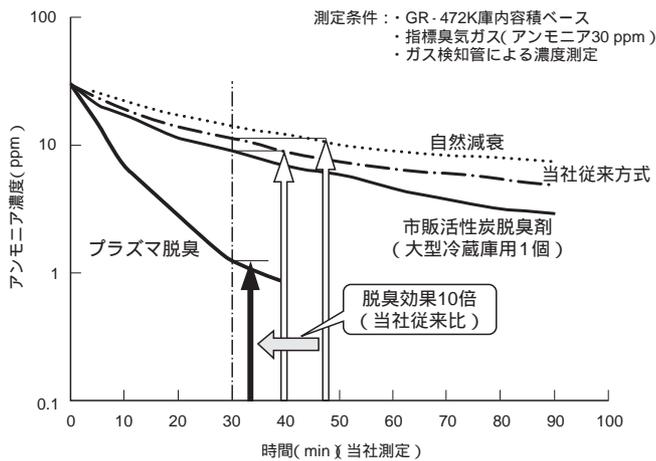


図7. 脱臭性能 しきい値濃度以下に引き下げる時間が短いほど脱臭に優れる。
Deodorizing capability

ており、脱臭開始後40分間以内にしきい値レベル以下の濃度まで引き下げることができる。プラズマ脱臭装置は従来の脱臭方式に対して約10倍の脱臭効果を持ち、市販脱臭剤に対してもほぼ前記と同等の性能差を持つことがわかる。また、抗菌についても、循環する冷気中の浮遊菌を短時間で不活化するため、細菌の増殖を抑制する効果がある。

4.3 搭載した“プラズマ強力脱臭・抗菌装置”の特長

今回搭載した“プラズマ強力脱臭・抗菌装置”は、前項に記すとおり強力な性能を持つとともに、市販脱臭剤のように吸着剤の交換という手間がなくメンテナンスフリーである。

また、冷蔵庫への搭載にあたって次の工夫を実施している。

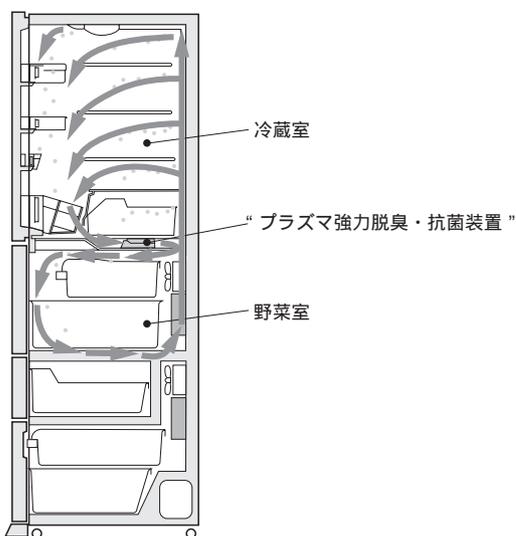


図8.“プラズマ強力脱臭・抗菌装置” “プラズマ強力脱臭・抗菌装置”は、冷蔵室と野菜室の間の冷気帰還経路に設置されている。
Plasma deodorizing and antibacterial system

- (1) 循環冷気の冷却器への帰還経路に設置したことにより、食品から発せられた臭気が効率よく脱臭される。
- (2) 低圧損の構造としたことにより、専用のファンが不要でコンパクト化されたため、冷蔵室と野菜室の間のデッドスペースに設置可能となり、食品収納スペースをむだにしない設置形態とすることができた(図8)。

5 あとがき

2年連続の省エネ大賞、及び2000年4月に冷蔵庫としては初めての日本冷凍空調学会の技術賞を受賞したツイン冷却システムは⁽²⁾、DFS(De Facto Standard:実質的な業界標準)になりつつある。

2000年度モデルは、これまでの鮮度保存技術をベースに“プラズマ強力脱臭・抗菌装置”を導入して、抗菌機能の強化を図るとともに鮮度保存の第5の要素である脱臭機能を新たに付加し、食品の鮮度を保持する機能を向上させた。また、省エネについても熱漏えい量の低減や高効率冷却器の採用などにより消費電力量の低減を達成した。

更に、消費者の食に対する要求に対応し、熱い食品を冷却する“冷却調理”機能を搭載した。使い勝手についても操作パネルや棚、ドアポケットの改善を図り、消費者にとってより快適な冷蔵庫の実現を目指した。

今後も、冷蔵庫の本質機能である“省エネ”、“食品鮮度保持機能”のレベルアップを図るとともに、ユーザーニーズをベースとした付加メリットの積極的な追求を行う。

また、大きな社会的ニーズである環境保護に対応するため、解体性及びリサイクル性などを更に進めた環境調和型製品の開発に取り組んでいく。

文献

- (1) 岡本武久,ほか.ツイン冷却冷蔵庫“凍らせなくて鮮のまま”GR・471K.東芝レビュー.54,12,1999,p.58-61.
- (2) 小杉高生,ほか.日本冷凍空調学会技術賞 ツイン冷却インバータ冷蔵庫.冷凍.75,872,2000,p.18-19.



石川 義親 ISHIKAWA Yoshichika
家電機器社 冷蔵庫部 冷蔵庫技術部主務。
冷蔵庫の開発・設計に従事。
Refrigerator Div.



岡田 大信 OKADA Daishin
家電機器社 家電機器開発センター 冷蔵庫開発センター主務。冷蔵庫の開発・設計に従事。電気化学学会会員。
Home Appliances R&D Center.



今久保 賢治 IMAKUBO Kenji
家電機器社 冷蔵庫部 冷蔵庫技術部。
冷蔵庫の開発・設計に従事。
Refrigerator Div.