

ツイン冷却冷蔵庫 “凍らせないで鮮蔵しましょ” GR-471K

“Kohrasenaide Senzohshimasho” Refrigerator, Model GR-471K

岡本 武久
OKAMOTO Takehisa

上野 俊司
UENO Shunji

楠 敦
KUSUNOKI Atsushi

生活必需品である冷蔵庫は、内容積400L(リットル)以上の比率が全体の20%を超えるなどの大型化が進むにつれて、消費電力量の低減を強く求められている。更に、消費者の“食”に対する意識変化に伴い、“冷やす冷蔵庫”から“使いやすい冷蔵庫”へ、そして“素材の持ち味や鮮度をそのままの状態で保つ冷蔵庫”へと変わってきた。

今回、食品鮮度を保つ4要素の“低温”“恒温”“高湿”“抗菌性”を実現するため、“ファイン&ツイン冷却システム”を採用した省エネルギータイプ冷蔵庫GR-471Kを“凍らせないで鮮蔵しましょ”的ペットネームで商品化した。

As one of the necessities of life, refrigerators are maintaining stable sales with a strong requirement in the market for reduced electric power consumption together with increased capacity. Refrigerators of 400 liters or more now account for in excess of 20% of overall demand. Moreover, in line with the change in consciousness of consumers with respect to food, the product characteristics have also expanded from simply cooling food to ease of use and maintaining the freshness of the food as well.

We have developed the model GR-471K refrigerator, named “Kohrasenaide Senzohshimasho” (literally, “Let's freshly refrigerate without freezing”), in order to realize the four elements for maintaining food freshness: low temperature, constant temperature, high humidity, and antibacterial environment. The GR-471K is an energy-saving type, equipped with a fine-control and twin-cooling system.

1 まえがき

消費者の“食”に対する意識が、ただ食べることからおいしく食べることへ、更に安全で栄養のあるものをおいしく食べることへと変化し、冷蔵庫に対してもより理想的な“食品の鮮度保存”が求められている。

これに対応して1998年11月に、従来の冷却システムを大幅に改革したツイン冷却システムと、インバータのタイムシェアリング制御^(注1)を採用した、おいしさを“みはりパン屋”で見張る“みはりばん庫”冷蔵庫を発売した⁽¹⁾。

なお、この冷蔵庫は、“平成10年度省エネ大賞”的省エネルギーセンター会長賞を受賞している。

今回はこの技術をベースに改善を加えて、更なる省エネルギー(以下、省エネと略記)を図る一方、“ファイン制御”と“エアーアンモニウム”によって温度・湿度をより良い条件になるとともに、庫内の細菌類の繁殖を抑制して鮮度保存機能を向上させた。

この冷蔵庫GR-471Kを“凍らせないで鮮蔵しましょ”的ペットネームで、99年10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。

2 GR-471K 冷蔵庫の特長

GR-471K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。

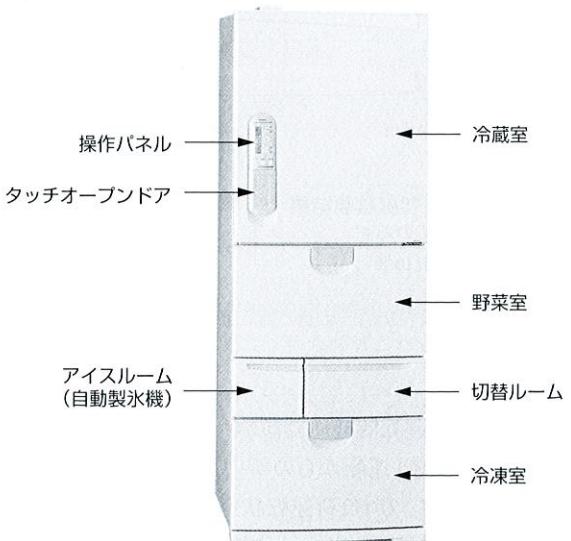


図1. GR-471K ツイン冷却システムをタイムシェアリング運転する方式の省エネタイプ5ドア冷蔵庫である。
GR-471K refrigerator

(1) 小形コンプレッサと冷却ファンをインバータ制御し、エネルギー効率の良いツイン冷却方式を採用することにより、昨年度比31%の消費電力量の低減を実現した。

(2) 冷凍専用と冷蔵専用の独立した二つの冷却器をタイムシェアリング制御で交互に運転し、それぞれの温度帯に適した冷却運転により冷蔵室内を低温・恒温・高湿にするとともに、温度を精度よく制御する“ファイン制御”と食品保存の第4の要素である“抗菌”により食品保存機能を昨年比約1.5倍に向上させた。

(3) 図2に示すように視認性の向上のため、庫内の設定温度や運転状況が外から見える“操作パネル”を、冷蔵室の“タッチオープンドア”的電動アシストハンドルと一緒にした。

更に、“操作パネル”には“キッチンタイマー”を搭載し、点字表記及び新アラーム音を採用して使い勝手を向上させた。



図2. 操作パネル
冷蔵室扉の前面に搭載した。
Control panel

(4) 大型扉や引出し扉を開く力を軽くするために、図3に示すように開閉頻度が多い大型の冷蔵室扉には電動アシストの“タッチオープンドア”を、野菜室と冷凍室の引出し式の扉には“てこ”を応用した“お手軽ハンドル”を採用して、使用者の負担を軽減した。

(5) 切替ルームの機能向上のため、昨年は、ワインの飲みごろの温度である約8°Cから、野菜保存用の約5°C、冷蔵(約2°C)、チルド(約0°C)、パーシャル(約-3°C)及び約-18°Cの冷凍までの6段階切替えであったが、今回は、昨今の食生活に対応した新たな温度帯である-7°Cのソフト冷凍を加え7段階切替えとし、より多様化する生活シーンに対応できるようにした。

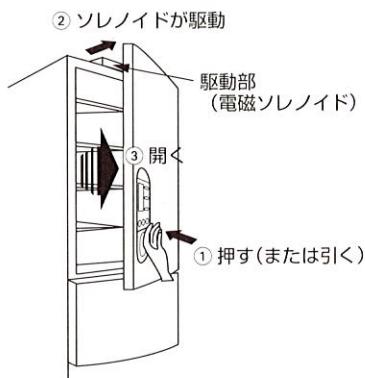


図3. タッチオープンドア”
使用頻度の多い冷蔵室扉は、電動アシストの“タッチオープンドア”を採用した。
“Touch-open” door

3 消費電力量の低減（省エネ技術）

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、図4に示すように冷凍専用と冷蔵専用のそれぞれ独立した冷却器を持ち、これらの冷却器を制御弁(三方弁)により切り換える、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。

今回はこの技術をベースに改善を加えて、更なる省エネ技術の向上を図り、昨年度比31%(550→380 kW·h/年)の消費電力量低減(切替ルーム設定：冷蔵、測定法：JIS C 9801)を実現した。

ここでは消費電力量の低減に効果の大きかった五つの省エネ技術について述べる。

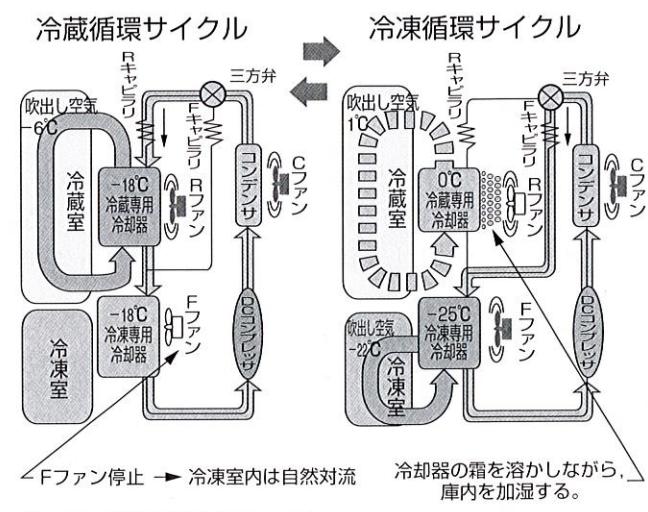


図4. 高効率運転
三方弁の切換えにより冷蔵・冷凍専用冷却器に交互に冷媒を流し、R・Fファンを運動させて時分割運転を行う。
High-efficiency operation

3.1 冷凍室仕切の露付防止パイプラ化

冷凍室仕切に露付防止用ヒータを使用する場合、露付を防止するためには約4Wの入力が必要であったが、図5に示すようにヒータに替えて冷凍サイクルの放熱を利用した防露パイプを採用することにより無電力化を実現し、35kW·h/年相当の消費電力量を低減した。

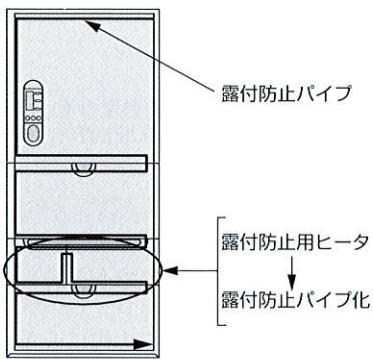


図5. 露付防止パイプラ化 ヒータに替えて、冷凍サイクルの放熱を利用した露付防止パイプの採用により無電力化した。

Adoption of dewproof pipe

3.2 コンプレッサの周波数制御の最適化

コンプレッサの運転周波数は、庫内温度に基づき30~76Hzに回転制御しているが、庫内温度の変化に対する応答性を高めて、過冷却運転をなくした効率の良い運転を行うことにより、約40kW·h/年の消費電力量を低減した。

3.3 ヒータ除霜の効率アップ

昨年度モデルの除霜方式は、着霜の有無や着霜量にかかわらずコンプレッサの運転時間を積算して、一定の時間(約20時間)になると除霜ヒータに通電して冷却器の霜取りを行うタイマー方式を採用していたが、今回、冷却器の着霜状況をコンプレッサの周波数(回転数)変化によって検知する方式に改善した。

この改善により、昨年度モデルに対し除霜周期が約2倍、ツイン冷却システム採用前のモデルに対しては約4倍となり、昨年度モデルに対して消費電力量を約35kW·h/年低減した。

3.4 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、銅線の直径を0.65mm→0.7mmに太くすることで銅損を低くし、最小周波数である30Hzで運転時のコンプレッサの効率(COP)を190→197%に向上させ、消費電力量を約30kW·h/年低減した。

3.5 インバータロス及び電気部品損失の低減

スイッチング電源用IC、及びDCファン用ドライバICをトランジスタ型からFET型に変更することにより損失を低

減した。更にコンデンサ冷却ファン(Cファン)を3枚羽根から5枚羽根に増して送風効率を向上させたことなどにより、消費電力量を約30kW·h/年低減した。

4 食品鮮度保存機能向上

昨年度モデルで採用したツイン冷却システムとインバータのタイムシェアリング制御技術をベースにして、温度をより精度よく制御する“ファイン制御”を新たに採用し、表1に示すような理想の食品保存環境の実現を目指して、食品保存環境の向上を図った。

更に、新しくユーカリ精油を利用しての“エアー抗菌”を加えて、冷蔵循環サイクル内の冷気を抗菌雰囲気にして清潔に保つことができるようとした。

表1. 理想の食品保存環境に対する達成状況

Achievement of ideal food preservation environment

理想の食品保存環境	昨年モデルのツイン冷却方式	ファイン制御によるツイン冷却方式
凍結しない低温度(0°C)	2°C	1°C
温度変化がない(±0°C)	±0.5°C	±0.4°C
高湿度(90%以上)	約70%	約75%

4.1 ファイン制御&ツイン冷却方式

表1に示すように、昨年度モデルのツイン冷却方式では、冷蔵・冷凍それぞれの温度帯に専用の冷却器を設け、タイムシェアリング制御で交互に冷却することで、冷蔵室の温度を2°C、温度変動幅を±0.5°C、湿度が70%の鮮度保存環境を実現した。

今回は、更に鮮度保存性能を向上させ、理想の食品保存環境に近づけるため、より低温化を図った。そのため、新たにファイン制御を採用し、「従来の技術では、庫内温度を低くすると制御のバラツキにより食品が凍結する懸念がある」問題を解決して、更なる冷蔵室内温度の低温化を実現させた。

ファイン制御は、冷蔵室内の目標温度1°Cに対し、この温度から外れないように冷蔵室内温度を制御する方式で、目標温度と実際の温度とのズレを常に補正しながら、冷蔵室内温度を目標温度に近づけるために精度よく温度制御する技術である。図6に示すように製造ライン中において、各冷蔵庫における特性(温度制御に影響を及ぼす要因のばらつきデータ)の補正值を計算して、その冷蔵庫の制御用ROMに書き込むことにより精度向上を実現した。

4.2 エアー抗菌

従来は、部品表面の抗菌のためにプラスチック材料に抗菌剤を練り込んでいたが、今回は更に、図7に示すように

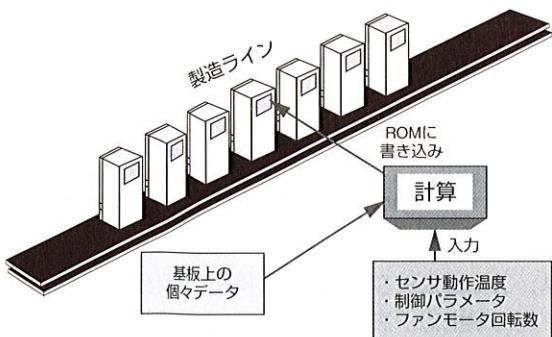


図6.“ファイン制御”的流れ 製品の特性値を制御ROMに書き込む。

Process flow of fine-control system

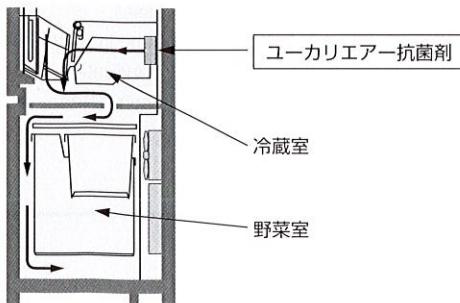


図7.“エアーアンチバク” ユーカリ抗菌剤を冷気通路に設置して、細菌類の繁殖を抑制する。

Air antibacterial system

冷蔵循環サイクル内の冷気全体に抗菌効果を持たせる“エアーアンチバク”を採用した。

“エアーアンチバク”に用いる抗菌剤は、天然のユーカリから抽出した抗菌成分(主成分：シネオール)だけを使用した抗菌剤である。これを冷蔵循環サイクル内の冷気流路に設置することで、冷蔵室、野菜室の細菌類の繁殖を抑制する効果がある。

ちなみに、冷蔵庫内は、一般細菌とともに食中毒菌(黄色ブドウ球菌、大腸菌など)も存在することがあり、これら細菌に対してもユーカリ抗菌剤は抗菌効果を発揮する。

このユーカリ成分は天然物であり安全性が高いため、食品添加物や医薬品にも多く利用されている。

4.3 食品鮮度保存効果

ファイン制御の採用で、食品鮮度保存に重要な温湿度条件である3要素(低温化、高湿度化、恒温化)を更に向上させることにより、ビタミンやたんぱく質などの栄養成分の劣化及び食品の水分蒸発量(乾燥度合)が、昨年度モデルに

対して約2/3と少なくなった。

また、先の3要素に、冷蔵室、野菜室の細菌類の繁殖を抑制する新機能の“エアーアンチバク”を加えた“4要素”的相互作用により、昨年度モデルに対し、約1.5倍の食品鮮度保存機能向上を実現させた。

5 あとがき

昨年度、省エネ大賞の省エネルギーセンター会長賞を受賞したGR-470Kモデルのツイン冷却システムは、DFS(De Facto Standard: 実質的な業界標準)になりつつある。

99年度モデルは、その技術をベースに“ファイン制御”を導入して、更に進化したファイン&ツイン冷却システムを完成させ、“エアーアンチバク”的採用とともに食品の鮮度を保持する機能を向上させた。また、冷蔵室温度の低温化と相反するテーマである省エネについても、ヒータ通電の廃止・低減や、コンプレッサの低回転時の効率などを検討して、大幅な消費電力量の低減を達成した。

更に、広義のバリアフリーを意識し、操作パネルの点字表記や“タッチオープンドア”などにより、使い勝手を向上させた。

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”的一層の向上を図るとともに、解体性・リサイクル性を更に進めた環境調和型製品の開発、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究などをボリュームとして開発を進めていく。

文 献

- (1) 天明 稔, 他, ツイン冷却“みはりばん庫”冷蔵庫GR-470K, 東芝レビュー, 54, 2, 1999, p.65-69.



岡本 武久 OKAMOTO Takehisa

家電機器社 大阪工場 冷蔵庫技術部主務。
冷蔵庫の開発・設計に従事。
Osaka Operations



上野 俊司 UENO Shunji

家電機器社 大阪工場 冷蔵庫技術部主務。
冷蔵庫の開発に従事。電気学会会員。
Osaka Operations



楠 敦 KUSUNOKI Atsushi

家電機器社 大阪工場 冷蔵庫技術部。
冷蔵庫の開発に従事。
Osaka Operations