

奥行き 50cm 冷凍冷蔵庫“うす型鮮蔵”GR - 421FSK

GR-421FSK "USUGATA SENZO" 50 cm-Depth Refrigerator

南里 聡
NANRI Satoshi

上野山 儀彦
UENOYAMA Yoshihiko

佐伯 友康
SAEKI Tomoyasu

家庭用冷蔵庫の出荷台数における内容積 400 L (リットル)以上の大型冷蔵庫の割合は、全体の 1/4 以上を占め、需要の中心となっている。また、近年の新築住宅における対面式キッチンが増加に伴い、冷蔵庫の奥行サイズへ高い関心を持ち、“キッチン”のレイアウトをすっきりさせたいという消費者も増えてきている。

今回、400 L 以上の大型冷蔵庫でありながら食器棚と並べて置いても“でっばらない”，奥行サイズ約 50 cm の“ピットリモジュール”を持つ冷蔵庫 GR - 421FSK を、“うす型鮮蔵”のペットネームで当社の 125 周年記念商品として開発した。

Large-capacity refrigerator models of 400 liters or more hold a ratio exceeding 25% of total refrigerator shipments, making these models the main market of overall demand. In addition, greater attention is being paid to the depth of refrigerators accompanying the increasing construction of facing type kitchen systems in new residences in recent years and the growing number of consumers desiring efficient kitchen room layout.

In response to these trends, we have developed the "USUGATA SENZO" ("thin depth and fresh refrigeration") refrigerator, model GR-421FSK. This is a large refrigerator of the 400 liter or more class but with a module having a depth of about 50 cm, so that it does not protrude when installed parallel with cupboards.

The GR-421FSK is one of Toshiba's 125th anniversary commemoration products.

1 まえがき

大型冷蔵庫の置き場所は食器棚の隣がもっとも多く、食器棚と並べて置くと冷蔵庫が“でっばる”場合が多い。また、近年の新築住宅において増加している対面式キッチンの背面に冷蔵庫を置く場合には、通路を広く確保したいという要望も高まっている。

このような状況のなかで、“日本の暮らしサイズとの融合”をテーマとして次のようなコンセプトで奥行 50 cm “うす型鮮蔵”GR - 421FSK 冷凍冷蔵庫を 2000 年 2 月に発売した。その主なポイントは次のとおりである。

- (1) 食器棚などと並べて置いてもインテリア性を損なわない、スタイリッシュな薄型タイプ
- (2) サイドバイサイド形態を採用し、“冷凍 / 冷蔵温度ゾーン”を左右に分離
- (3) 新冷却方式の“ファイン & ツイン冷却”をはじめ、“凍らせないで鮮蔵しましょ”のメリットを搭載⁽¹⁾
- (4) 従来の薄型冷蔵庫の不満点をリファイン(改善)以下に、その仕様及び技術的特長について述べる。

2 GR - 421FSK 冷蔵庫の特長

GR - 421FSK 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 - 421FSK 冷蔵庫 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 6 ドア冷蔵庫である。
GR-421FSK refrigerator

- (1) 食器棚と並べられる奥行 50 cm 従来の 400L 以上の大型冷蔵庫の奥行寸法に比べて約 20 cm 薄く、食器棚などと並べても“でっばらず”，また、対面式キッチンの背面に置いても広い通路を確保でき、スタイリッシュなダイニング・キッチンのレイアウトを可能にした。
- (2) 左が“冷凍”，右が“冷蔵”のサイドバイサイド 冷蔵庫の左側を“冷凍温度ゾーン”，右側を“冷蔵温度ゾ

ーン”に分けた6ドアとした。また、頻繁に使う冷蔵室、野菜室、アイスルームを腰から上に配置し、薄型化により食品の見やすさ、取り出しやすさを向上させた。

(3) “ファイン&ツイン冷却システム”と“ユーカリエア-抗菌システム”を採用¹⁾ 冷蔵及び冷凍それぞれに専用冷却器を搭載することで、冷蔵室では精度の高い温度制御(1 ±0.4)と高湿(75%)保存を実現した。また、天然のユーカリから抽出した抗菌成分が庫内を循環して細菌の繁殖を抑える機能とあいまって、ツイン冷却採用前の従来の薄型冷蔵庫に比べて食品の鮮度維持能力を約3倍にさせることができた。

(4) 大型液晶パネルの採用 図2に示すように、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、視認性を向上させた。更に、“操作パネル”には“キッチンタイマー”の搭載や点字表記及び新アラーム音を採用し、使い勝手を向上させた。



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”を冷蔵庫扉の前面に設けた。

Control panel

(5) 電動タッチオープンドアを採用 冷蔵室扉には図3に示すように“電動タッチ オープンドア”を、野菜室とボトル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。

(6) 十分な収納力の確保 従来の薄型冷蔵庫の不満点であった冷蔵室のドアポケットの収納力を向上させ、牛乳1Lパックも収納可能とした。

(7) 自動製氷機“洗える給水経路”の採用 自動製氷機の給水経路を取外し可能にすることにより、清掃性を向上させた。

(8) カラーセレクションシステムの採用 グレーとブルーのキャビネット色をベースに、顧客が扉の色を選択で

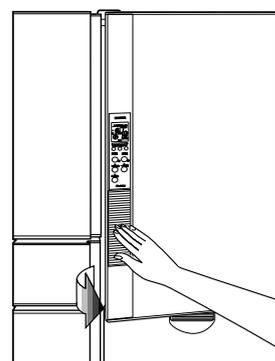


図3.“電動タッチオープンドア” 使用頻度の多い冷蔵室扉には、電動アシストの“タッチオープンドア”を採用した。

Touch-open door

きるシステムにすることによりインテリア性を高め、よりスタイリッシュな商品とした。

3 薄型化に伴う冷凍サイクル技術

3.1 機械室放熱技術

薄型冷蔵庫の従来の冷凍サイクル放熱方式は、ウレタン内に埋設した放熱パイプを主体として構成されていた。今回、リサイクル性を考慮して、機械室底面にワイヤコンデンサ(以下、底面ワイコンと略記)を主体とした放熱パイプを集結させ、ユニット化を図った。また、放熱量を増加し庫内の冷却能力を高めるため、今回、薄型冷蔵庫の幅広サイズを生かして、スパイラルコンデンサを機械室内に新規に追加した。この二つのコンデンサを効率良く放熱させるため、機械室の空気の流れに、3D(三次元)-CADデータを使用した流体解析(SCRUYU/Tetra)を応用した。今回検討した機械室の平面図と解析した風速ベクトルの結果を図4、図5に示す。

解析前に対して解析後の構成では、放熱量が1.5倍に増加するとともに、送風機吸込み付近の乱流(うず)をなくし、騒音を従来に対し1.5 dB低減することができた。図4に示す機械室送風経路の改善点を以下に述べる。

- (1) 空気取入れ部を一部閉じることにより、底面ワイコンの偏った放熱を改善した。
- (2) 底面ワイコンからスパイラルコンデンサに流入する開口部に風向ガイドを設置することにより、スパイラルコンデンサに風量を十分供給して熱交換させ、スムーズに送風機に流れる経路が構成できた。

3.2 冷蔵室送風技術

従来の冷蔵室の冷却器と送風機との関係は、図6(左)に示すように冷却器の上を送風機を配置する構成となっていた。しかし、今回の薄型冷蔵庫は、冷蔵室ドアポケットのボトル収納部を大きくしてボトル収納力を増加させた。このことにより、「ボトル室の内容積を減少させてでも、野菜室の

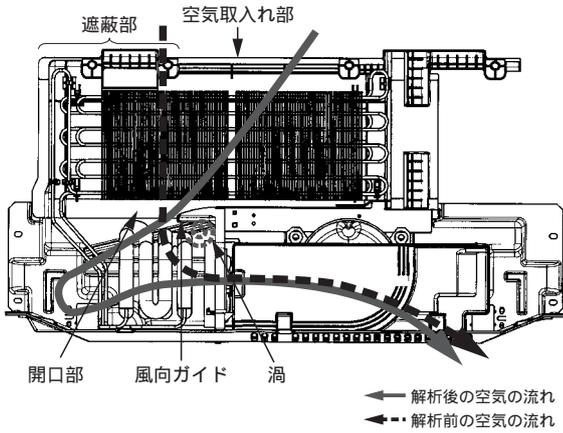


図4. 冷蔵庫機械室の平面図 底面ワイコンとスパイラルコンデンサを通過する風量を大きくして放熱量を増加させることができるように、遮蔽(しゃへい)部、風向ガイドの形状を決定した。
Plane figure of condensing unit chamber

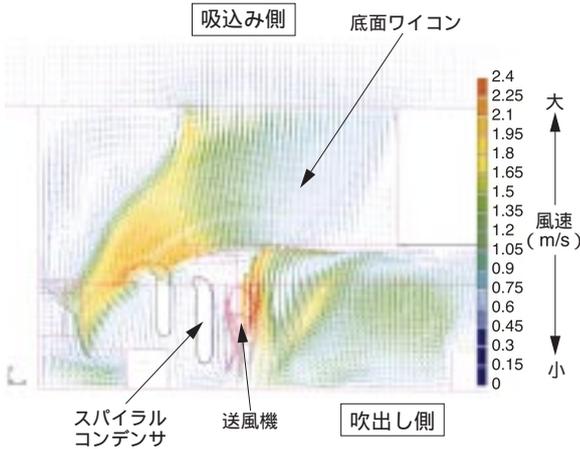


図5. 流体解析 3D-CADデータを使用して流体解析(SCRUYU / Tetra)した機械室の空気の流れを示す。空気がスムーズに流れ、流れの乱れ(渦)などが発生していない。
Fluid analysis

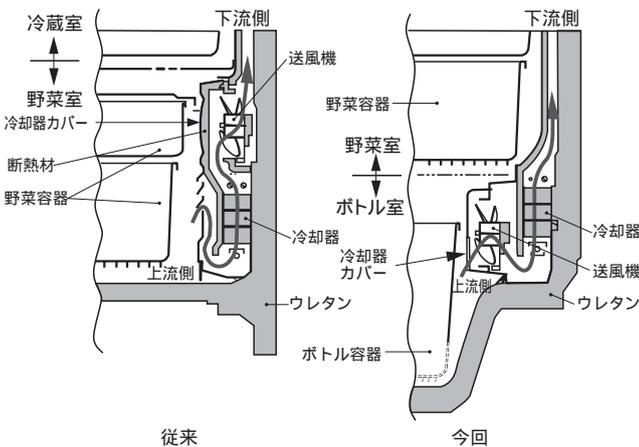


図6. 冷蔵・野菜・ボトル室の断面 背面部の中央断面を示す。冷却器と送風機をボトル室背面でコンパクトに構成した。
Cross section of refrigeration, vegetable, and bottle compartments of conventional and new models

容量を大きくしたい」という商品仕様が可能となり、冷却器と送風機とをボトル室背面にコンパクトに配置することとした。

この仕様を満足するため図6の(右)に示すように、送風機を冷却器の前面側に配置し、従来は下流側にあった送風機の吹出し位置を、冷却器を通る前の上流側に変更した。

その結果、送風機周辺は庫内と同一温度となるため、従来必要であった低温冷気による結露を防止するための断熱材を廃止し、約2Lの無効内容積を減少させた。また、送風機の効率に大きく影響する吸込み側の流れがスムーズになったことから圧力損失が改善され、2dBの送風機騒音低減ができた。

4 消費電力量の低減(省エネルギー技術)

従来薄型冷蔵庫の冷却システムは、一つの冷却器で冷凍室、冷蔵室を同時に冷却していた。そのために冷凍室温度をセンサで検知し、その信号に基づきコンプレッサと庫内冷気循環ファンをON・OFF運転させて冷凍室の温度を制御するとともに、冷蔵室温度はダンパの開閉により制御していた。

これに対し、今回の薄型冷蔵庫は図7に示すツイン冷却システムと、3章で述べた薄型化に伴う冷凍サイクル技術の採用などにより、よりいっそうの省エネルギー(以下、省エネと略記)技術の向上を図った。

これにより、従来機種(GR - 40SI)比約60%の消費電力量低減(1,210 490 kW・h/年に低減、測定法: JISC9801)を実現した。

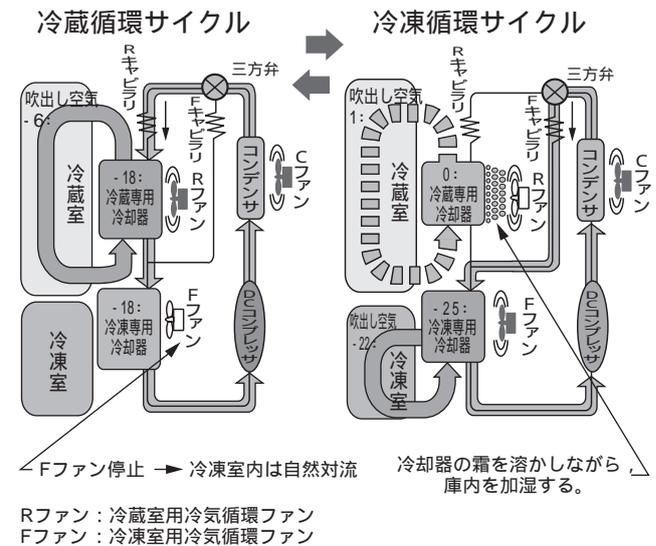


図7. ツイン冷却システムによる高効率運転 三方弁の切換えにより冷蔵・冷凍専用冷却器に交互に冷媒を流し、R・Fファンを連動させて時分割運転を行う。
High-efficiency operation by twin-cooling system

以下に、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。

4.1 ツイン冷却による高効率運転

インバータ能力可変システムにより、コンプレッサとファンの周波数をインバータ制御して冷蔵庫の負荷量の変化に対応した。更に、図7に示すツイン冷却システムにより、各貯蔵室の温度が最適温度になるよう、冷気の冷蔵循環サイクルと冷凍循環サイクルをタイムシェアリング制御^(注1)で交互に運転し、ロスのない高効率運転を実現した。これにより約390 kW・h/年の消費電力量を低減した。

4.2 コンプレッサの運転効率向上

冷蔵循環サイクル(全定格内容積中の67%を占める冷蔵室、野菜室、ボトル室の冷却を対象)運転中の冷却器の蒸発温度を、従来の-30℃に対し-18℃へと高く設定したことによりコンプレッサ効率(COP)の高い点で運転することができた。更に、コンプレッサのモータコア材料のシリコン量の増加、及び銅線の直径を0.65 mm → 0.7 mmに太くすることで損失低減することができた。このことにより、COPを従来の120% → 200%へ向上させ、消費電力量を約90 kW・h/年低減した。

4.3 ヒータ除霜の効率向上

従来の除霜方式では、着霜の有無や着霜量にかかわらず、決まった時間になると除霜ヒータに通電していた。今回の除霜方式では、冷凍循環サイクル運転時に、三方弁により冷蔵専用冷却器の冷媒を止め、冷却を停止するようにした。

このとき、冷蔵室用冷気循環ファンは低速運転させ、冷蔵室専用冷却器に付着した霜を冷蔵室内空気の熱により融解(オフサイクル除霜)する。これにより、冷蔵専用冷却器の除霜は通常は不要となり、冷凍専用冷却器だけが従来の1/2程度の頻度で除霜が行われるようになった。

更に、冷却器の着霜状況をコンプレッサの周波数(回転数)変化による検知方式にすることにより、除霜周期が延長でき、ツイン冷却システム採用前のモデルに対し約4倍となり消費電力量を約70 kW・h/年低減した。

4.4 冷凍専用冷却器の効率向上

今回のサイドバイサイド形態は、冷凍室の幅が狭くなるため冷凍室冷却器を縦長化する必要がある。それに伴い冷気流路抵抗の増加により冷却性能が低下し、消費電力量が増加する。これを改善するため、冷凍室専用冷却器に図8に示すような高効率冷却器(冷却器パイプ内面溝付品)を採用し、冷媒側の熱交換効率を向上させたことにより消費電力量を約30 kW・h/年低減した。

4.5 冷凍サイクルの放熱向上

3.1節で述べた機械室放熱技術によって放熱量を向上させ

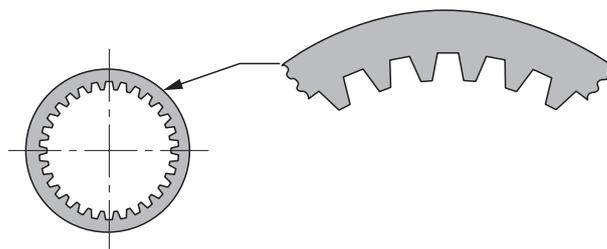


図8．高効率冷却器の断面 冷却器内面の冷媒側の熱交換量を向上させるため、内面に溝を設けた。

Cross section of high-efficiency evaporator

たことにより、消費電力量を約40kW・h/年低減した。

5 あとがき

今回開発した冷蔵庫は、食器棚と並べても「でっばらない」など、「日本の暮らしサイズとの融合」をコンセプトに商品化し、薄型化によって庫内の食品の出し入れや確認のしやすさなど、様々なメリットを生み出すことができた。

また、機械室の放熱設計の最適化、及び冷蔵室冷気の新送風技術の採用により、薄型化に伴う技術課題を解決した。更に、省エネについても従来の薄型冷蔵庫に対して、ツイン冷却システムの採用やコンプレッサの効率改善などにより大幅な消費電力量の低減を達成した。

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」はもちろんのこと、「食生活パターンの変化を反映した“使い勝手”のいっそうの向上を図るとともに、「リサイクル性を更に進めた環境調和型製品の積極的な追求などをポリシーとして開発を進めていく所存である。

文 献

- (1) 岡本武久,ほか. ツイン冷却冷蔵庫“凍らせないで鮮蔵しましょ”GR-471K. 東芝レビュー. 54, 12, 1999, p.58 - 61.



南里 聡 NANRI Satoshi

家電機器社 冷蔵庫技術部主務。
冷蔵庫の開発・設計に従事。
Refrigerator Engineering Dept.



上野山 儀彦 UENOYAMA Yoshihiko

家電機器社 冷蔵庫技術部主務。
冷蔵庫の開発・設計に従事。
Refrigerator Engineering Dept.



佐伯 友康 SAEKI Tomoyasu

家電機器社 冷蔵庫技術部。
冷蔵庫の開発・設計に従事。
Refrigerator Engineering Dept.

(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。