

“保湿鮮蔵庫 リーチイン”TM GR-X56FTの省エネ技術

GR-X56FT Energy-Saving “Reach-In” Refrigerator

真下 拓也 三嶋 浩二 野口 明裕
 ■ MASHIMO Takuya ■ MISHIMA Koji ■ NOGUCHI Akihiro

家庭用電化製品では、二酸化炭素 (CO₂) の排出を削減するために、電気のむだを抑える省エネばかりでなく、更に、冷蔵庫の場合、食材の“もったいない”を減らす“食のエコ”も重要な課題になっている。

東芝ホームアプライアンス(株)は、この食のエコと低消費電力化を実現するため保湿鮮蔵庫リーチインTMGR-X56FTを開発した。冷蔵室の中に野菜室を配置し、庫内を見渡しやすくして使い忘れを抑制するとともに、当社独自の“ツイン冷却”とシミュレーションで最適化された冷気ダクトによって保湿性能を向上させた。また、野菜室と冷凍室間の断熱仕切りとヒータの削減、及び冷凍サイクルの効率改善などで、消費電力を従来機種に比べて約24%低減した。

In home appliance products, especially in refrigerator it is not only required to reduce power consumption but also to reduce food wastage in accordance with the spirit of *mottainai* (the philosophy of utilizing things fully and avoiding waste).

Toshiba Home Appliances Corporation has developed the GR-X56FT refrigerator to meet the above requirements. This model is equipped with a new style “visible at a glance vegetable compartment” to improve the visibility and accessibility of its contents, in order to reduce food wastage. The GR-X56FT refrigerator has two other feature; (1) a high humidity of about 85%, achieved by adopting a dual twin-cooling system and ducting designed by computational fluid dynamics; (2) improvement of energy saving, achieved by reduction of insulating partitions separating the vegetable compartment and freezer, reduction of heaters, and higher cooling efficiency. These features promote good eating habits and reduce power consumption by 24%.

1 まえがき

冷蔵庫に対する環境性能のニーズとしては、消費電力量低減などの省エネが重要視されてきた。しかし近年、食品の使い忘れによる廃棄を減らすという“食のエコ”も叫ばれるようになってきた。

東芝ホームアプライアンス(株)は、この食のエコと低消費電力化を実現するため、保湿鮮蔵庫リーチインTMGR-X56FTを開発した。ここでは、その概要や特長と、それを実現した技術について述べる。

2 GR-X56FTの概要と特長

GR-X56FTと“ひとめで野菜室”を図1に示す。また、主な特長は次のとおりである。

- (1) オープンショーケースのように見やすく、出し入れが容易な“ひとめで野菜室”
- (2) デュアルツイン冷却で冷蔵と冷凍ゾーンを個別に効率的に冷却し、更に、断熱仕切りとヒータの削減、及び冷凍サイクルの効率改善などによって、消費電力量を従来より約24%低減
- (3) “うるおい冷氣”でラップなしでも食品を新鮮に保存できる、湿度が約85%の冷蔵室



図1. GR-X56FTと“ひとめで野菜室” — 野菜室を冷蔵室の中に配置し、ショーケースのような見やすさを実現している。
 Hitome de yasaishitsu (“visible at a glance vegetable compartement”)

- (4) オゾンの力で庫内の冷気を強力に脱臭と除菌し、更に、エチレンガスも分解して野菜の鮮度を保持

- (5) 従来比で約1.6倍大きい冷蔵室と約1.4倍大きい冷凍室で余裕の収納力
- (6) 冷蔵室の左右扉と下段の冷凍室に採用したワンタッチで開けられる電動タッチオープンドア

3 食のエコ技術

GR-X56FTでは、これまでの製品とは異なる新しい形態“リーチンスタイル”を採用している。これは、従来冷蔵室とは別に設けられていた野菜室を冷蔵室の中に配置することによって、ショーケースのような見やすさを実現し、使い勝手や食のエコを向上したものである。

食品の見やすさの検証のため、東芝のデザインセンターにおいて次のような実験を行った。

被験者が冷蔵庫に収納された食品を探し、所定の料理の材料をそろえる作業を与えられたときの、従来製品GR-W50FSとリーチンスタイル製品GR-X56FTのアイカメラによる視線移動の軌跡を図2に示す。

従来製品では視線の軌跡が大きく、食材を探すためにあちこち視線を動かしているが、リーチンスタイル製品は視線の軌跡が小さく、あまり視線を動かさずことなく目的の食材を探し出せていることがわかる。

焼きそばとサラダの材料を実験者が指示し、21名の被験者がそれを探して取り出す平均時間を求めた(図3)。リーチンスタイル製品での所要時間は、従来製品と比べて約14%短くなっている。

また、従来の野菜室は冷蔵室に比べて扉の開閉頻度が低いいため、中の食品を確認する回数も少なくなり、奥や下に収納された食品を使い忘れて廃棄することが多かった。

一方、リーチンスタイル製品では、野菜室を扉の開閉頻度

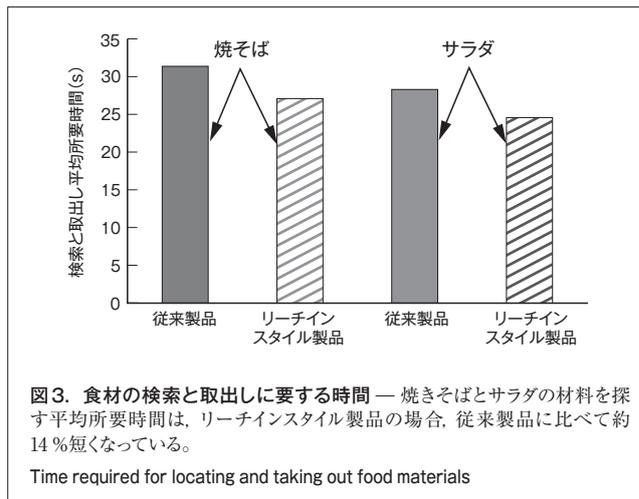


図3. 食材の検索と取出しに要する時間 — 焼きそばとサラダの材料を探す平均所要時間は、リーチンスタイル製品の場合、従来製品に比べて約14%短くなっている。

の高い冷蔵室の中にフルオープンで配置したので、野菜室の中の食品を確認する機会が多くなる。その結果、食品の使い忘れを抑えることが可能になり、食のエコを向上させることができる。

4 保湿性能の向上技術

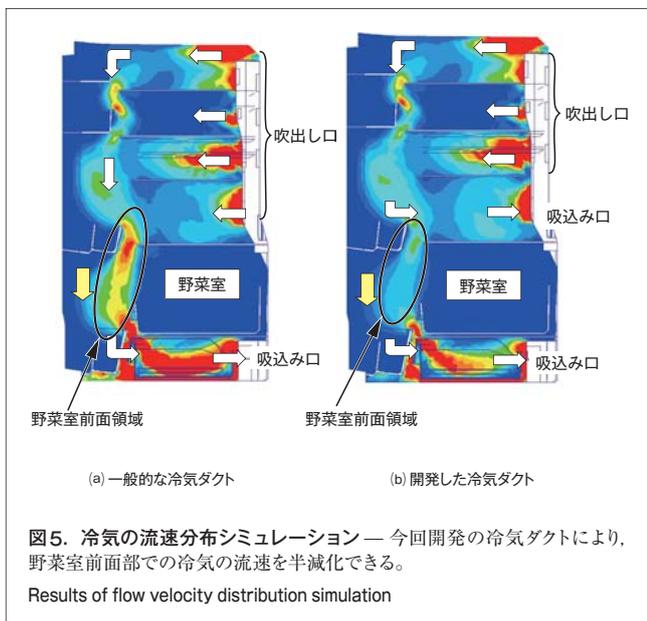
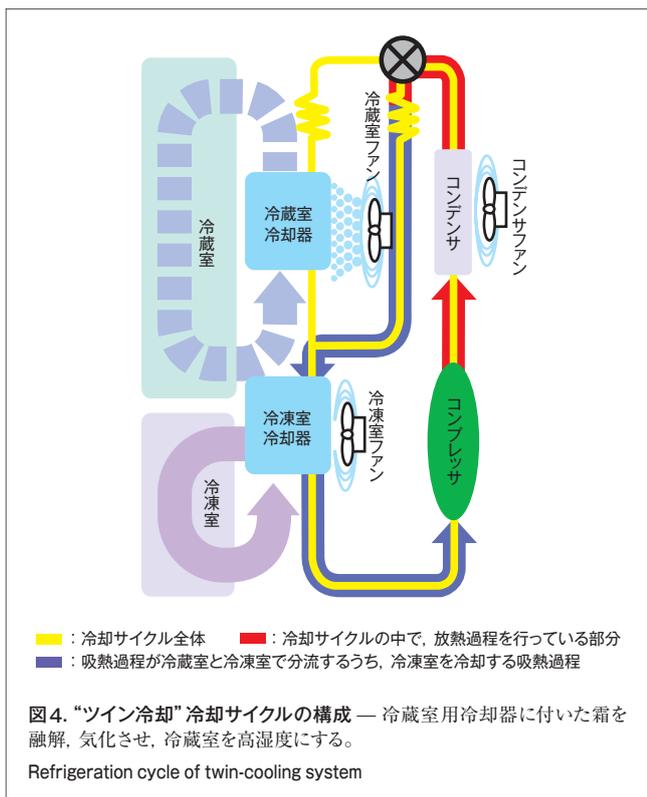
一般的な冷蔵庫に採用されている一つの冷却器で冷却する“シングル冷却”は、冷蔵室や野菜室も、冷凍室と同一の-20℃程度の冷気を用いて冷却する。このため、温度変動が大きくなるだけでなく、冬場で大気が乾燥しやすいと同様に湿度低下も起こり、冷蔵食品や野菜の鮮度に悪影響を及ぼす。

一方、図4のように、冷蔵室と冷凍室にそれぞれ専用の冷却器を搭載する当社独自の冷却方式である“ツイン冷却”は、次に示す二つの特長で鮮度を保持できる。

- (1) 冷蔵室は、冷蔵室専用の冷却器を用いて-10℃程度の冷気で冷却することにより、冷蔵室の温度変動を小さくする。
- (2) 冷蔵室は冷却終了後も送風ファンを運転し、庫内の空気を循環させる。これにより、冷蔵室専用の冷却器に付いた霜を融解、気化させ、冷蔵室を高湿度にする。

また、この開発のコンセプトである、野菜を見渡しやすい取出ししやすいリーチンスタイルを実現するためには、野菜室を冷蔵室の中に配置するにもかかわらず、ふたを用いず開放された状態で野菜室を高湿度に維持し、野菜の鮮度を保持する必要がある。

この技術的課題を解決するには、野菜室に直接冷気を流さないことはもとより、開放された前面領域で冷気の流速を抑えることで、野菜室内の水分蒸発を抑制して鮮度を保持する必要がある。そこで、GR-X56FTでは、図5に示すような庫内の冷気の流れをシミュレーションすることによって、それらを実現する冷気ダクトの最適設計を行った。

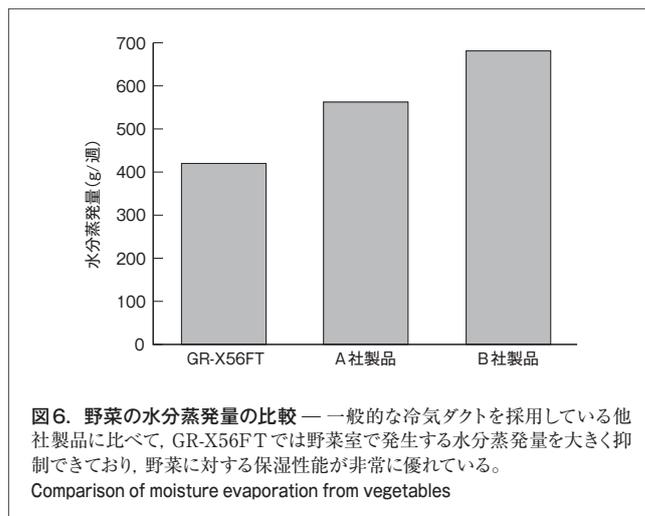


一般的な冷氣ダクトは、図5(a)に示すように、上段から冷気を吹き出して最下段で冷気を吸い込む構成である。この構成の場合、野菜室内部に冷気を直接流さないことは可能であるが、開放された前面領域では吹出し口付近に匹敵する流速が生じる。

そこで、GR-X56FTでは図5(b)に示すように、野菜室の上段棚にも冷氣吸込み口を追加して冷気を分流させる冷氣ダクトを開発し、開放された前面領域での流速を約50%低減させる

ことができた。

このように、当社独自の“ツイン冷却”とシミュレーションで最適化された冷氣ダクトによって、冷蔵庫の中の野菜室に標準収納量5kgの野菜を入れたとき、ふたを用いず開放された状態でも野菜室内を85%の高湿度な状態にできる。その効果として、図6に示すように、一般的な冷氣ダクトを採用している他社製品に比べて、GR-X56FTでは野菜室で発生する水分蒸発量を大きく抑制できており、野菜に対する保湿性能が非常に優れている。



5 断熱仕切り及びヒータの削減と冷凍サイクル効率の改善

GR-X56FTは、冷蔵室の中に野菜室を配置したことで、野菜室と冷凍室を区分していた断熱仕切りと野菜室に設けていたヒータをなくし、冷凍サイクル効率も改善できた。その結果、図7に示すように、当社従来製品GR-W50FSに対して、容積拡大による負荷増大(7%)を加味しても、24%の消費電力量の低減を実現した。

5.1 断熱仕切り及びヒータの削減

冷蔵室の中に野菜室を配置して、図8に示すように野菜室上下の断熱仕切りをなくし、熱漏えいの多い扉のガasket部分を少なくし消費電力量を低減した。

また、従来の野菜室は上段に製氷室、下段に冷凍室、背面に冷却器といった冷凍温度帯の間に配置されていた。この冷気によって野菜室が冷やされすぎて低温になることを防止するため、野菜室背面と底面にヒータを設置し、通電して野菜室の温度補償を行っていた。これに対し、今回、野菜室が冷凍室の温度影響を受けにくい構造にしたため、ヒータをなくすことができた。

これらの改善で、17%の消費電力量の低減を実現した。

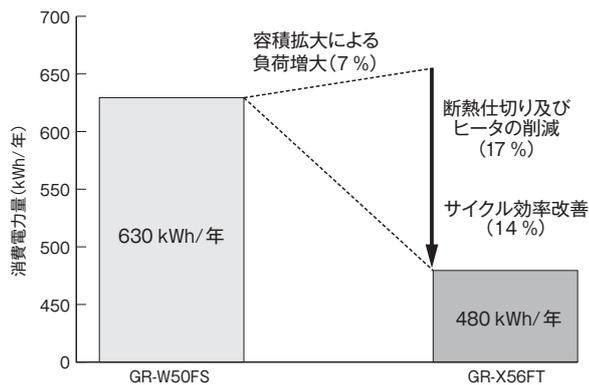


図7. 消費電力量改善の分析 — GR-X56FTは当社従来製品GR-W50FSの消費電力量と比較して、容積拡大による負荷増大を加味しても、消費電力量を24%低減できた。

Analysis of electric power consumption improvement

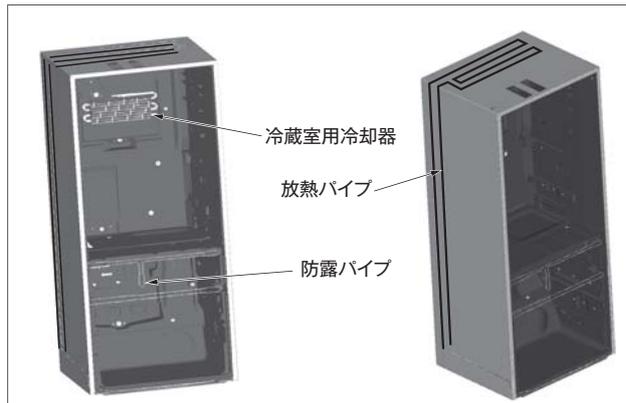


図9. 防露用パイプと冷蔵室用冷却器などの配置 — 天井部への放熱パイプの追加、及び防露用と冷蔵室用冷却器のパイプの細径化により、コンプレッサの効率改善などと合わせて消費電力量を14%低減できた。

Arrangement of dewproof piping and cooler

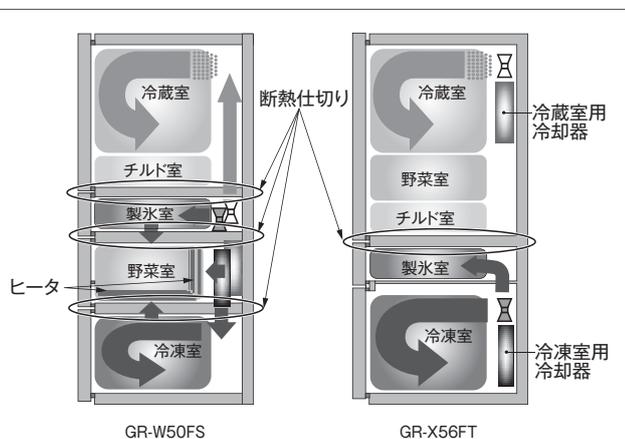


図8. GR-X56FTとGR-W50FSのレイアウト — 野菜室を冷蔵室の中に配置することで、断熱仕切りの数を削減し、野菜室の温度補償を行っていたヒータを削除できた。

Comparison of compartment layouts in new and conventional refrigerators

これは、扉が大きくなることで冷気が漏れやすくなる悪影響(1%)を大きく上回る効果である。

5.2 冷凍サイクル効率の改善

また、次のような冷凍サイクルの効率改善策を実施した。

- (1) 天井部への放熱パイプの追加 (図9)
- (2) 防露用パイプの細径化 (直径φ4mm→φ3.3mm) 及び冷蔵室用冷却器のパイプの細径化 (φ6mm→φ5mm) による管内熱伝達率の改善 (図9)
- (3) コンプレッサの効率改善及び低速回転化

これらによって冷凍サイクル全体の効率が改善され、消費電力量を14%低減できた。

6 あとがき

東芝ホームアプライアンス(株)は、CO₂削減をはじめとした環境性能と便利さを兼ね備えた家庭用電化製品のコンセプト“ECOスタイル™”の下で、製品開発を推進している。

GR-X56FTは、500L以上の大容量タイプで冷蔵室の中に野菜室を配置することにより、食品が見やすく取り出しやすいリーチンスタイルを採用し、食のエコと使い勝手の向上を実現した新形態の冷蔵庫である。

また、上は冷蔵ゾーン、下は冷凍ゾーンと完全に分離した形態にすることで、当社独自のツイン冷却のメリットを最大限に活用し、消費電力量を低減して大幅な省エネを実現することができた。

今後は、今回の開発で得られた省エネに適した形態を生かして、付加価値の高いECOスタイル™製品の開発に取り組んでいく。



真下 拓也 MASHIMO Takuya

東芝ホームアプライアンス(株) 冷蔵庫事業部 冷蔵庫技術部主務。冷蔵庫の性能設計及び開発業務に従事。
Toshiba Home Appliances Corp.



三嶋 浩二 MISHIMA Koji

東芝ホームアプライアンス(株) 冷蔵庫事業部 冷蔵庫技術部主務。冷蔵庫の電気電子設計及び開発業務に従事。
Toshiba Home Appliances Corp.



野口 明裕 NOGUCHI Akihiro

東芝ホームアプライアンス(株) 家電機器開発部 要素技術担当主務。冷凍サイクルの開発業務に従事。日本冷凍空調学会会員。
Toshiba Home Appliances Corp.