

高容積冷蔵庫 GR-W45FS

GR-W45FS High-Efficiency and High-Capacity Refrigerator

内田 佳秀

■ UCHIDA Yoshihide

佐久間 勉

■ SAKUMA Tsutomu

古賀 功一

■ KOGA Koichi

東芝(現 東芝家電製造(株))は、1930年(昭和5年)に国産第1号の冷蔵庫を開発・商品化して以来、使い勝手の向上や省エネ及び環境に配慮した設計など、新技術の開発に積極的に取り組み、2005年に国産冷蔵庫誕生“75周年”の記念モデルとして、“置きちゃうビッグ™” GR-W45FBを商品化した。

今回、商品化した“ツイン^{冷却}でかでか冷蔵庫”、“置きちゃうビッグ™” GR-W45FSは、その進化モデルである。

主な特長として、①ツイン冷却器の高効率化と冷気の流路や断熱構造の見直しによる冷却性能の向上及び高容積化の実現、②ナノ光プラズマ™ + O₃(オゾン)で冷気を脱臭、除菌、及びエチレン分解する冷気清浄機能“クールプリファイヤー™ + O₃”の採用、更には、③庫内に出っ張らない“フラット発光ダイオード(LED)照明”や“電動タッチオープン&オートクローズドア”など、使い勝手向上のための付加機能を搭載している。

Toshiba developed and began sales of Japan's first electric refrigerator in 1930. Since then, we have introduced a succession of new refrigerator technologies that have improved food storage performance as well as usability, energy consumption, and environmental friendliness. In 2005, we launched the GR-W45FB model refrigerator on the market as a commemorative product marking the 75th anniversary of Toshiba refrigerators.

We have now developed the new GR-W45FS refrigerator as a further evolution of the previous model. Its main features are (1) improvements in the cooling performance and capacity realized by high-efficiency twin-cooling technology as well as a newly designed cool air flow passage and heat insulation structure; (2) a cool air purifying function that employs "nano hikari plasma" to deodorize and sterilize the cool air and to decompose ethylene gas; and (3) advanced usability with flat LED lighting that does not protrude into the storage compartments, and an electrically operated touch-type opening and closing door.

1 まえがき

冷蔵庫は、毎日使うものとして食品保存性能、使い勝手、及び省エネなど基本機能へのニーズが高く、近年では、環境に対する配慮も求められている。

東芝は、このようなニーズに対して、1998年～2001年には食品鮮度を長持ちさせる“ツイン冷却システム”及び野菜から発生するエチレンガスを除去し、野菜の老化を抑制する“光プラズマ脱臭・抗菌”、2000年には軽く触れるだけで扉が開く“電動タッチオープンドア”、更に、2002年には環境負荷の低い“ノンフロン冷媒”冷蔵庫、などの技術を開発・商品化してきた。

また最近では、生活環境の変化や食生活の多様化によって冷蔵庫の大容量化が求められているが、その設置スペースが限られているため、大容量化と本体のコンパクト化という相反する要求を満たさなければならない。2005年に開発した製品は、これに応えたものであった。

今回開発した製品は、2005年モデルの機能及び性能を更に進化させている。

2 GR-W45FSの特長

GR-W45FSの外観を図1に示す。主な特長は次のとおりである。



図1. GR-W45FS — 収納性、鮮度、及び使い勝手を向上した“ツイン^{冷却}でかでか冷蔵庫”を採用している。

GR-W45FS high-efficiency and high-capacity refrigerator

- (1) 冷却性能の向上と高容積化 熱損失を最小限に抑えながら、断熱材の厚み（以下、断熱厚さと略記）を削減する高効率断熱設計と、前年度に開発したツイン冷却システムのいっそうの改善によって、冷却性能を劣化させないで実収納容積を拡大した。
- (2) “クールプリファイヤー_{TM} + O₃（オゾン）” 前年度機種で採用したクールプリファイヤー_{TM}を構成する“ナノ光プラズマ_{TM} + O₃ユニット”内のオゾン濃度を約10%上昇させ、冷蔵庫庫内の冷気を全自動でキレイにする“冷氣おそうじ機能”を更に強化した。
- (3) フラット発光ダイオード（LED）照明 白色LEDを冷蔵室天井部の庫内灯に採用し、シェード面と天井一般面とを同一面にすることができた。その結果、従来は庫内灯の直下には置けなかった高さの食品が置けるようになった。
- (4) ユニバーサルデザイン設計 鍋や皿を両手で持っても簡単にドアが開けられる、電動タッチオープンを冷蔵室両側のドアに採用し、また、タッチボタンの位置を約70mm下げ、自然な位置でボタンを押せるようにした。更に、ドアと本体の距離が約75mmになると自動的にドアが閉まるオートクローズ機構を採用し、半ドアを防いでいる。

野菜室と冷凍室の扉にはシステムキッチンで使われているシステムレールを採用し、食品がたくさん入って重いときでも、軽く滑らかに引き出せる構造としている。

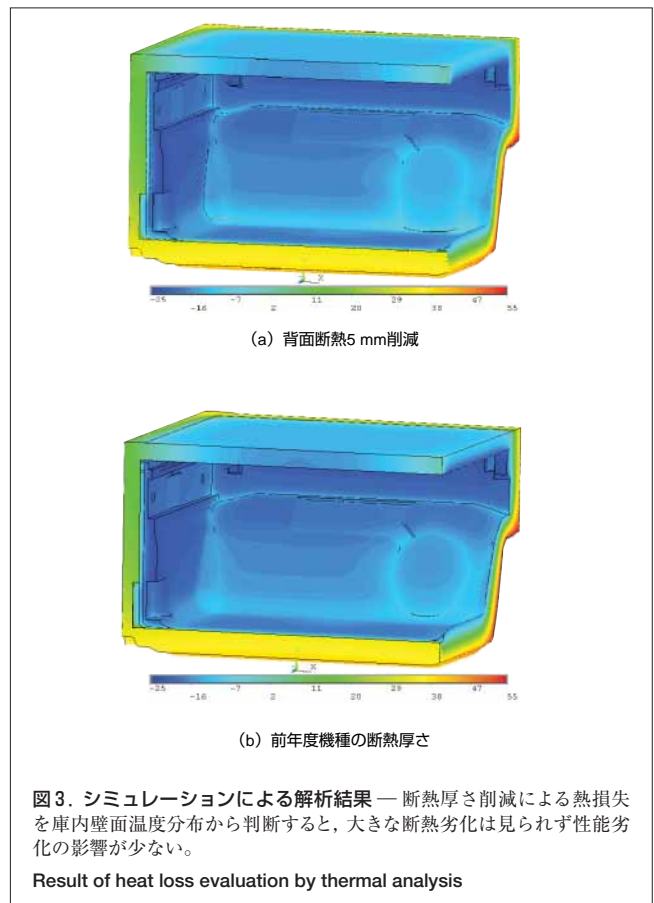
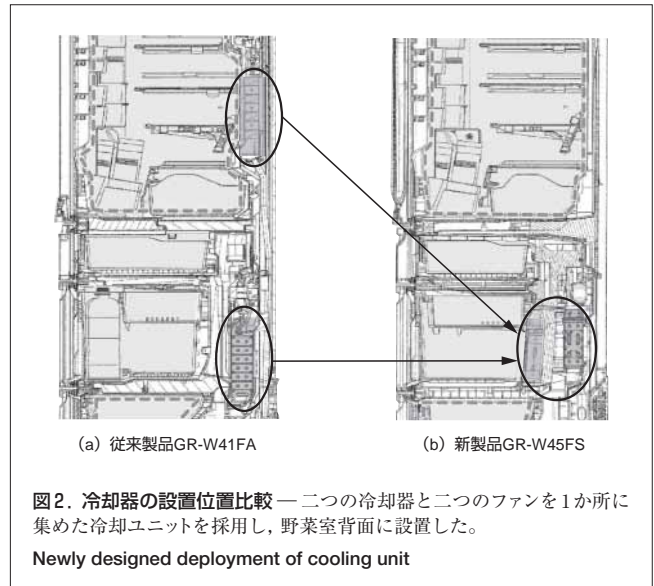
扉を開けずに操作できる液晶パネルは、前年度の緑地に黒から黒地に白の表示に変更し、視認性を向させた。

3 冷却性能の向上と高容積化

鮮度の劣化やエネルギーロスの少ないツイン冷却方式を図2に示す。前年度に商品化したGR-W45FBの冷却ユニット設計は、野菜室の背面に二つの冷却器と二つのファンを並列に配置し1か所に集めているので、冷蔵室に冷却器を設置する必要がなくなり、冷蔵室の容量は、2年前に商品化したGR-W41FAに対し23L増加した。今回の開発は、この冷却方式を踏襲しながら主に冷凍室の高容積化を狙ったもので、その実現に向けた技術について以下に述べる。

- (1) 冷凍室容器の拡大 冷凍室容器の拡大は断熱厚さの削減を伴うが、ヒートリーケッジ^(注1)の影響を最小限に抑えるため、量産機種の3次元CADデータを活用したシミュレーションを用いて伝熱解析を行った。解析結果の一例として、断熱厚さ削減前後による冷凍室内の壁面温度分布を図3に示す。図3(a)は冷凍室背面の断熱

(注1) 庫内から外部に流れる熱漏えい量。



厚さを5mm削減した温度分布で、図3(b)の前年度機種GR-W45FBと比較し、差が見られないことがわかる。また、冷凍室扉側の断熱厚さを10mm削減し、容器内の戻り冷気を、従来の扉面に沿った流れ方式から左右側面に設けた通気口を通す流れとした。

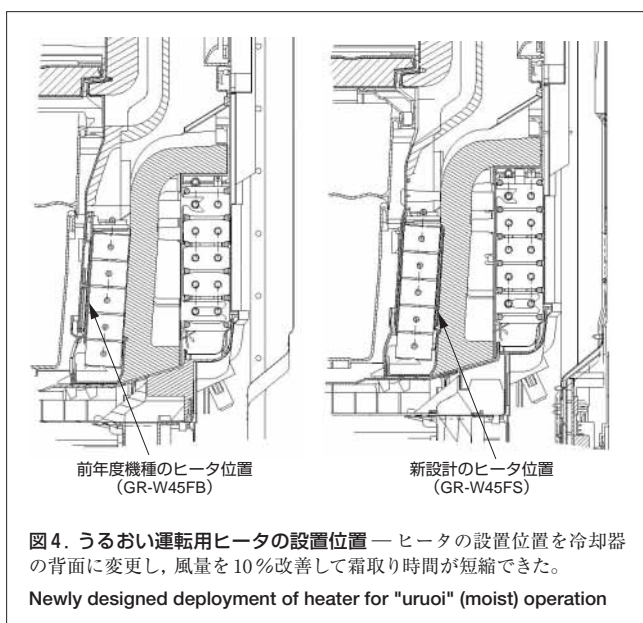
各部の断熱厚さの削減量について解析した結果、こ

の形状が冷気流路を確保しながら冷凍室容器を効果的に拡大でき、ヒートリーケッジの影響をもっとも低く抑えられることがわかった。これらの結果に基づいて容器形状を決め、GR-W45FBに対し冷凍室の実収納容積を約4L拡大できた。

冷蔵室は、扉の断熱厚さを薄くすることと庫内照明のフラット化により内容積を拡大し、ペットボトルを2列収納できるようにして使い勝手を更に改善した。断熱厚さを削減する高容積化は性能劣化を伴うこととなるが、冷却性能向上によって従来と同等の冷却性能を確保した。

(2) 冷却システムの改善内容 冷却性能向上を図るため、冷凍室は冷却器の密ピッチ化を、冷蔵室はダクト形状見直しによる冷気風量の改善を行った。更に、冷凍サイクルの改善と冷却ファン回転数の見直し、及び交互冷却におけるサイクルロスの低減を行った。この結果、従来と同等の冷却性能を維持し、安定した運転制御が可能になった。

(3) “うるおい運転”用ヒータの設置位置の変更 従来から冷蔵室の鮮度の維持を目的として、冷凍室を冷却中に冷蔵室の冷却器を介して冷気を循環させるうるおい運転を行っている。しかし、従来機種では、冷却器の前面に取り付けているヒータが戻り冷気の流路を妨げていた。そこで、**図4**に示すように、冷蔵室の冷気流路確保のためヒータの取付け位置を冷却器の背面に変更し、冷却器カバーと野菜室ケースとの間に空間を設けた。これによって、冷気の流路とダクト内の流路が拡大でき、冷蔵室風量を従来より約10%改善できた。そのため冷却器の霜取り時間が短縮し、効率の良いうるおい運転が可能になった。



4 クールプリファイヤー™ + O₃

今回、従来のナノ光プラズマ™ユニットのオゾンによる脱臭及び除菌効果を高めるため、安全性や脱臭寿命などの観点から、ナノ光プラズマ™の最適設計を実施した。

(1) ナノ光プラズマ™ + O₃ユニットの基本構成と原理 ナノ光プラズマ™ + O₃ユニットは**図5**に示すように、光触媒を電極で挟み込み、8.8 kVの高電圧印加によって発生する紫外線により光触媒を活性化させ、エチレンガスを分解している。また、放電の際に同時に発生するオゾン効果、及びナノ触媒とオゾンの吸着分解効果により、更に冷気を清浄化している。このナノ触媒は、約990 m³の表面積(600畳相当)を持つため、冷蔵庫内の様々な臭気物質を吸着及び分解することができる。なお、ナノ光プラズマ™ユニットは、nano tech 2006 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議に当社グループのナノテク技術の一つとして出展し、“ナノテク大賞2006”を受賞している。



(2) オゾン効果 今回、クールプリファイヤー™ + O₃では、放電運転率を前年度機種より10%上昇させることでユニット内のオゾン濃度を上昇させ、オゾンによる脱臭及び除菌効果を強化している。そのため、放電運転率を上昇させても安定して放電するように、従来の格子形状の放電電極構造から、**図6**に示す針状の突起を追加した電極構造に変更した。このクールプリファイヤー™ + O₃は、**図7**に示すように、前年度機種に比べ脱臭性能が向上している。

その一方で、オゾン濃度を上昇させても、余剰オゾンがユニット外に放出しないよう、ナノ触媒で吸着及び分解する安全設計をしている。**図8**に示すように、ナノ触

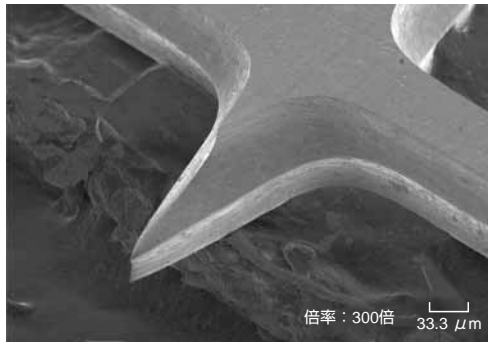


図6. 針状形状の放電電極構造 — 針状突起により安定して放電できる。
Needle-shaped discharging electrode

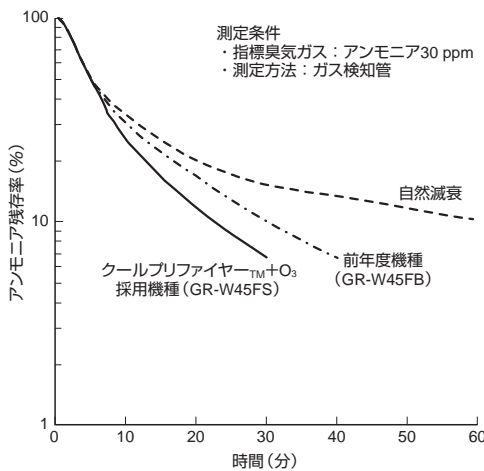


図7. 脱臭性能 — 前年度機種に比べ、脱臭性能が向上している。
Improved deodorization performance

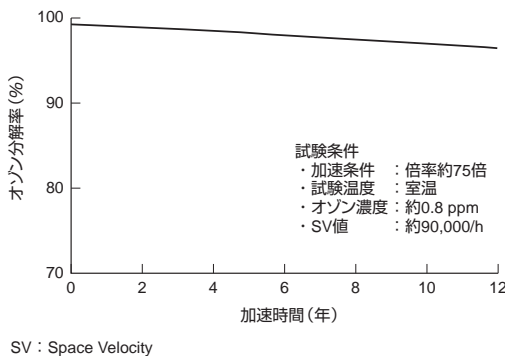


図8. ナノ触媒のオゾン耐久性 — 12年間相当のオゾンを通してても、90%以上のオゾン分解性能を維持し続ける。
Decomposition resistance of "nano catalyst" against ozone gas

媒は、冷蔵庫の平均使用期間である12年間相当のオゾンを通しててもオゾン分解性能を維持し、ユニット外

にオゾンを放出しないよう設計した。また、ユニットで発生させたオゾンは、ナノ触媒に吸着させた臭気物質を分解することから、常にナノ触媒表面をクリーンに保つことができる。そのため、ナノ光プラズマ™ + O₃ユニットは、やしがら活性炭などの吸着作用を利用した市販の脱臭剤とは異なり、メンテナンスフリーで脱臭効果を持続することができる。

5 フラットLED照明

今回の開発機種には、冷蔵庫扉を開けたときに点灯する庫内灯にLEDを採用し、使い勝手の向上と、いっそうの高容積化を図っている。

- (1) 庫内灯ユニットの小型化 電球型である従来のキセノンランプに替え、表面実装型LEDを庫内灯に採用することで、発光部の小型化が可能となった。また、点灯時の発熱温度がキセノンランプより低いため、シェードとの空間距離を小さくできた。

前年度機種では庫内天井のシェードの段差(出っ張り)が周囲面に対して20 mmあったが、これらによって、GR-W45FSではゼロにすることができた。

その結果、従来は庫内灯の直下に置けなかった高さの食品が置けるようになった。例えば、冷蔵庫最上段の棚位置を上位置にセットした場合、前年度機種では350 mlの飲料缶を庫内灯の直下に立てたまま置くことができなかったが、GR-W45FSでは可能となり、収納レイアウトの自由度が増した。また、棚を下位置にセットした場合には、500 mlの飲料缶が棚のどの位置にでも立てたまま置けるようになった。

前年度機種とGR-W45FSの庫内灯断面構造の比較を図9に示す。

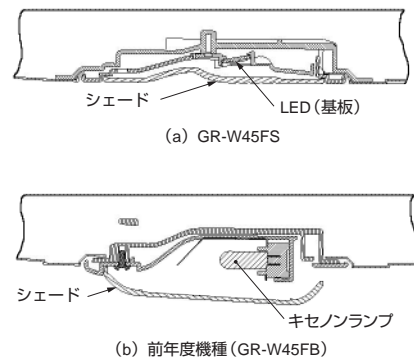


図9. 庫内灯の断面比較 — GR-W45FSのシェードが周囲と同一面になっている。

Cross-sectional views showing improved design of compartment lamp structure

(2) 庫内灯照度 庫内灯LEDには照射角120°の高輝度白色LEDを採用しているが、従来のキセノンランプに比べると光の広がり小さい。そのため、庫内灯の直下に食品が置かれた場合、周りが暗くなってしまうという課題があった。

その解決策として、3個のLEDを製品の幅方向に約60mmの間隔で基板に実装した。更に、基板を製品の庫内奥側に約10°傾けることによって、奥行き方向にも光の広がりを持たせることができた。

前年度のキセノンランプと今回のLEDについて、最上段棚における照度比較を図10に示す。どちらの場合も、庫内灯直下の棚中央での照度をもっとも高いが、幅方向

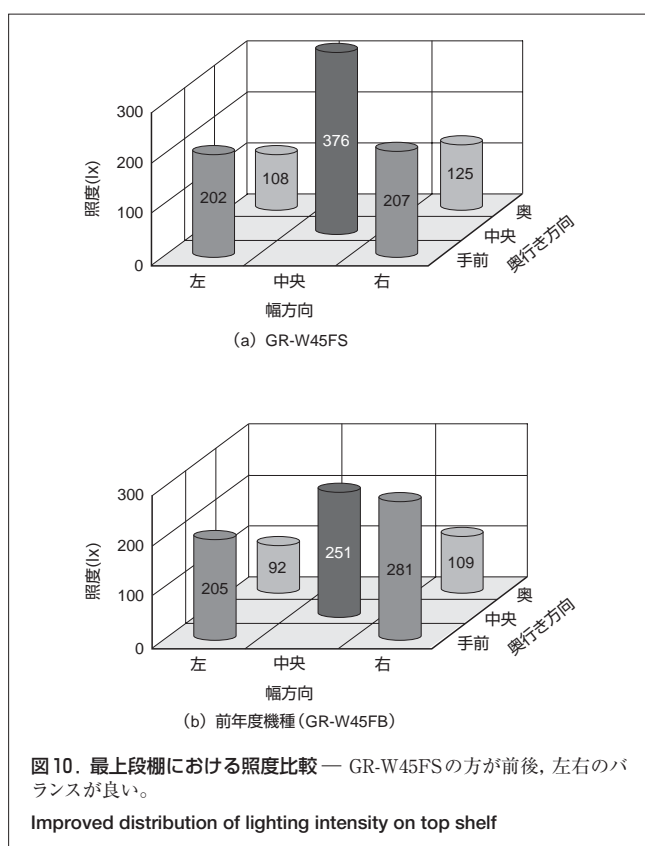
と奥行き方向での照度のバランスは、GR-W45FSのLEDが優れていることがわかる。

6 あとがき

この製品は、従来の設置スペースで容量の大きな冷蔵庫を、とのユーザーニーズに応えたものであり、加えて、より使い勝手が良く高品位の冷蔵庫を目指して開発したものである。

一方、最近の原油高による省エネ意識の高まりによって、高容積化や使い勝手の向上だけでなく、省電力化への要求が今後も増えていくことが予想される。

これら一見相反する要求を両立させ、更に食品保存という冷蔵庫本来の機能も高めていくために、今回の開発で得られた技術を活用し、新製品の開発を進めていきたい。



内田 佳秀 UCHIDA Yoshihide

東芝家電製造(株) 冷蔵庫技術部 冷蔵庫技術担当主務。
冷蔵庫の構造設計・開発に従事。
Toshiba HA Products Co., Ltd.



佐久間 勉 SAKUMA Tsutomu

東芝家電製造(株) 大阪工場 冷蔵庫技術部主務。
冷蔵庫の開発・設計に従事。
Toshiba HA Products Co., Ltd.



古賀 功一 KOGA Koichi

東芝家電製造(株) 家電機器開発部 企画担当。
冷蔵庫の先行開発に従事。
Toshiba HA Products Co., Ltd.