

大容量冷蔵庫「真空チルド」シリーズの開発

—エコに「スリープ野菜」をたし算—

山脇 信太郎
Yamawaki Shintaro

船山 敦子
Funayama Atsuko

南雲 博文
Nagumo Hirobumi

大平 昭義
Ohira Akiyoshi

冷蔵庫は家庭での消費電力量が最も多く、省エネルギーに対するニーズが高い。また、健康志向の高まりから野菜が注目されており、冷蔵庫の機能として野菜の鮮度保持に対する要望も高い。

2014年度発売の新「真空チルド」シリーズでは、2009年度に開発した独自技術である「フロストリサイクル冷却」

を進化させ、省エネルギー性能を向上した。

さらに、鮮度劣化を抑えて新鮮に保存する野菜室の新機能「スリープ野菜」を開発した。また、オンリーワン機能である「真空チルド」を進化させて、食品の酸化を抑え、栄養素の減少を抑制することで、顧客の鮮度保持のニーズに込えている。

1. はじめに

資源エネルギー庁のデータによると、家庭で最も消費電力量が大きい機器（約14%^{※1)}）として「電気冷蔵庫」が挙げられている。冷蔵庫の省エネルギー化は、顧客からの注目度が高く、ますます重要となっており、日立は年々独自の省エネルギー技術を開発している。

その技術が高く評価され、2013年度発売製品において平成25年度（2013年度）・省エネ大賞（製品・ビジネスモデル部門）審査委員会特別賞^{※2)}を受賞した。さらに、2014年度製品では大容量冷蔵庫（図1参照）で開発した技術を中容量冷蔵庫にも搭載することで、省エネルギー化を

推進し、業界をリードしている。

また、少人数世帯の増加や高齢化による需要構造の変化が進行しており、この変化への対応を検討するため、世帯人数・年代別に購入時の重視ポイントを調査したが、結果的に世帯人数・年代にかかわらず「大容量」、「省エネルギー」に加え「野菜の鮮度保持」といった冷蔵庫の基本性能を重視する顧客が多いということが分かった。

特に「大容量」のニーズに関しては、世帯人数が少なくなれば収納量が減るため、ニーズも減少するという仮説を立てたが、従来と変わらず大容量を望む声が多かった。

また、シニアはもとより、子育て世代でも健康志向による野菜の鮮度保持の重視度が高い（図2参照）。

重視度の高い「野菜の鮮度保持」ニーズに込えて、「真空チルド」に搭載している、眠らせるように食品を保存する独自の「スリープ保存」技術を、新たに野菜室にも採用した。

また、オンリーワン機能で高い評価を得ている「真空チルド」は、後述の抗酸化成分と辛み成分を活用し、「スリープ保存」技術との相乗効果で、さらに食品の保存性能の向上を実現している。

これらの高い食品保存技術により、顧客のニーズに込える製品開発を進めるとともに、鮮度劣化を抑えて食品廃棄



図1 | 2014年度大容量冷蔵庫「真空チルド」R-X6700E

定格内容積670 Lの大容量でありながら、年間消費電力量（JIS C 9801-2006年）を200 kWh／年に抑えた。

※1) 資源エネルギー庁平成21年度（2009年度）民生部門エネルギー消費実態調査「家庭における機器別エネルギー消費量の内訳について」による。

※2) 受賞機種：冷蔵庫「真空チルドFS」シリーズ R-G6700Dなど計11機種。

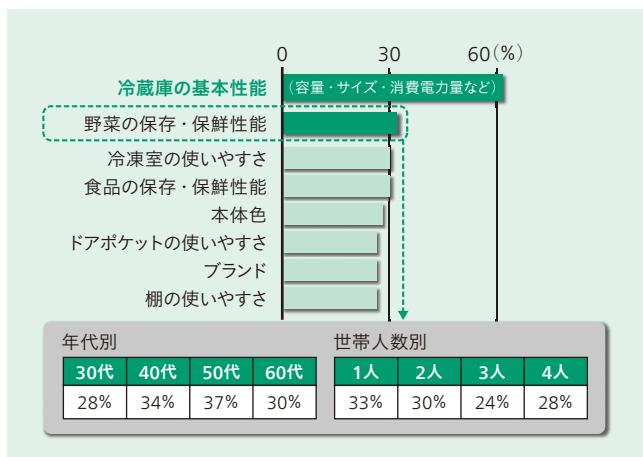


図2 購入時の重視ポイント(複数回答)(2013年12月日立調べ：n=418：401 L以上の冷蔵庫使用者)

年代、世帯人数にかかわらず、野菜の保存・保鮮性能が重視されている。

を減らすことにも取り組んでいく。

2. 省エネルギー技術

顧客のニーズが高い大容量化と省エネルギー性能の向上は、製品開発上重要な技術課題である。

図3は、日立が各年に発売した最も定格内容積が大きい冷蔵庫の年間消費電力量の推移である。2014年度製品の年間消費電力量(200 kWh/年)は、2005年度製品(690 kWh/年)に比べて約71%低減しているが、定格内容積は535 Lから670 Lに増加している。冷蔵庫の省エネルギー性能の向上は、真空断熱材による冷蔵庫本体の熱侵入低減と、圧縮機の高効率化による入力低減などによって実現してきた。さらに、2009年度からはこれらの取り組みに加えて、システム全体最適化の考え方を取り入れた省エネルギー技術を製品に適用している。

システム全体最適化技術の一例としては、圧縮機停止中に、冷却器に付着した霜を冷蔵室と野菜室の冷却に生か

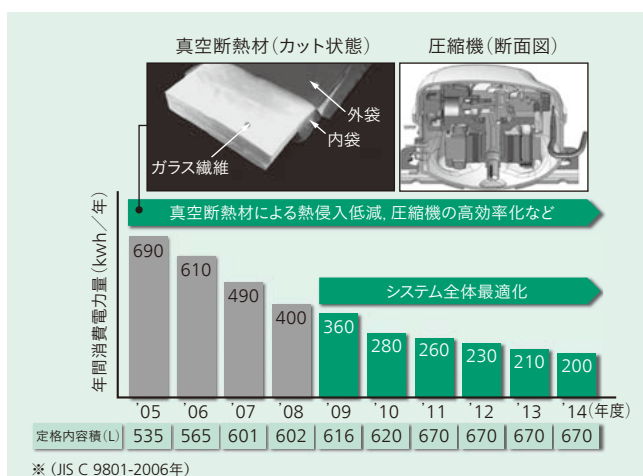


図3 日立冷蔵庫における年間消費電力量の推移と省エネルギー技術

独自の省エネルギー技術で大容量かつ省エネルギー化を実現している。

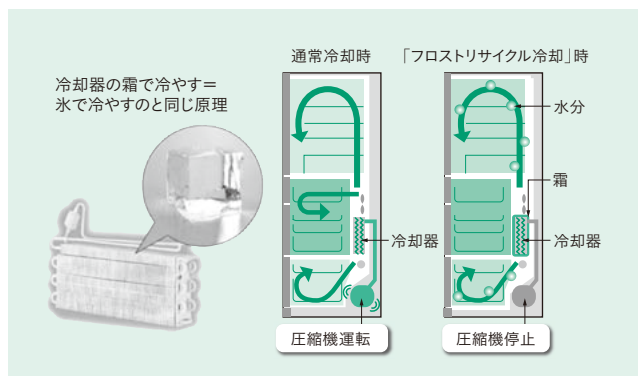


図4 「フロストリサイクル冷却」

冷却器に付着する霜(フロスト)を利用して冷蔵室・野菜室を冷却し、省エネルギー化を図っている。

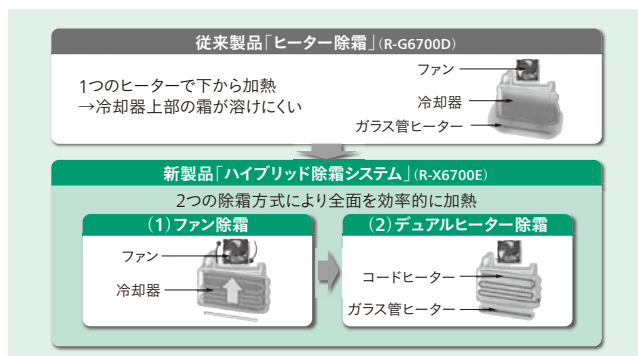


図5 「ハイブリッド除霜システム」

「ファン除霜」と「デュアルヒーター除霜」の2つの方式で効率的に除霜を行う。

す、独自の「フロストリサイクル冷却」が挙げられる。従来、冷却器の霜は冷却効率を低下させるため、定期的にヒーターで加熱して溶かして捨てるだけであったが、2009年度製品より採用している「フロストリサイクル冷却」では、霜の冷却効果に着目して庫内の冷却に活用することで省エネルギー化を図っている¹⁾(図4参照)。

2014年度発売製品では、「フロストリサイクル冷却」を応用した新しい除霜方式「ハイブリッド除霜システム」を開発した。

「ハイブリッド除霜システム」における除霜運転では、まずファンを運転して、冷却器に付着した霜で冷蔵室を冷却しながら霜の温度を上昇させる(ファン除霜)。続いて、ガラス管ヒーターと、新たに冷却器に直接設けたコードヒーターの2つのヒーターによって冷却器を加熱する(デュアルヒーター除霜)。これらにより、除霜時に無駄なく冷却器を温度上昇させることができ、消費電力量を低減することができた(図5参照)。

3. 野菜・チルドルームの高鮮度保存技術の開発

シニアはもとより、子育て世代にも健康志向から重視度が高い「野菜の鮮度保持」のニーズに応えて、2014年度には野菜を眠らせるように保存する、独自の「スリープ保存」技術を野菜室に採用した。さらに、独自の「真空チルド」

も鮮度保持技術の向上を図った。

3.1 「スリープ保存」技術

業務用の野菜保存技術として、果物や野菜などの青果物を気密性の高い冷蔵室に入れ、室内の炭酸ガス濃度が気よりも高く、酸素濃度は低くなるようにガス組成を調節して長期間貯蔵する方法であるCA (Controlled Atmosphere) 保存技術²⁾がある。この技術を参考にし、独自機能である「真空チルド」では、LED (Light Emitting Diode) 光源と光触媒によって、食品から出るエチレングスやニオイ成分を水分子と炭酸ガスに分解する「スリープ保存」機能を、2012年度より採用している。

さらに、2014年度には野菜室の下段ケース奥側に、密閉性を高め「スリープ保存」機能を採用した「スリープ野菜スペース」を搭載した。

3.2 「スリープ野菜スペース」の構造

「スリープ野菜スペース」は以下の3つの技術によって実現した。

(1) 炭酸ガスの生成

光触媒を野菜室の下段ケース左側面に、LED光源を冷蔵庫本体の光触媒と向かい合う位置に設置することにより、野菜から出るエチレングスやニオイ成分が光触媒に接触し、光が当たることで分解され炭酸ガスを生成する。さらに、野菜の呼吸による炭酸ガスが加わり、野菜の周囲の炭酸ガス濃度を上げることで野菜の呼吸を抑制する(図6参照)。

(2) 結露の抑制と高い湿度環境

高い炭酸ガス濃度を維持するために密閉性を高くしていることから、スペース内の水分が保持されて、湿度の高い環境となる。しかし、密閉性を高めると、野菜から出る水分が結露して壁面に付着してしまふ。そこで、その結露を下段ケース背面の外側で冷気によって気化させる「うるお

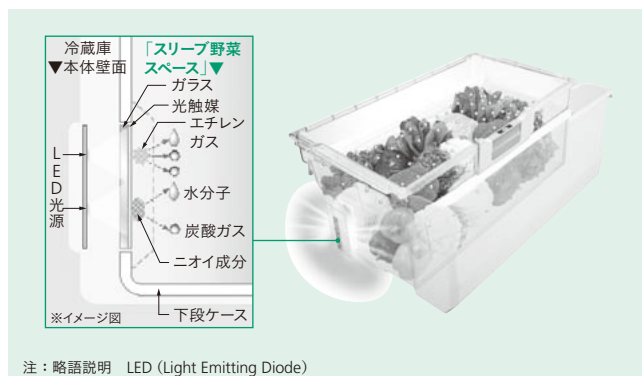


図6 「スリープ野菜スペース」における炭酸ガス生成原理

LED光源と光触媒により、エチレングスやニオイ成分を分解し、炭酸ガスを生成する。

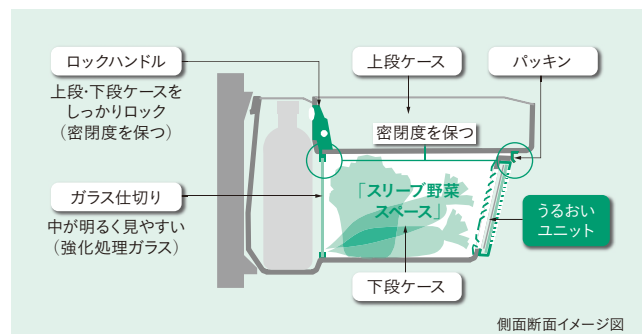


図7 野菜室の構造

「ロックハンドル」、「ガラス仕切り」で密閉性を高め、「うるおいユニット」で結露を抑えながら、湿度の高い環境を実現した。

いユニット」を採用し、結露を抑えながら、湿度の高い環境を実現した(図7参照)。

(3) 高い密閉性

上段ケースの手前に「ロックハンドル」を設けロックすることで、上段ケースと下段ケース間の空間である「スリープ野菜スペース」内の密閉性を高め、スペース内からの炭酸ガスや水分の漏洩(ろうえい)を抑制する(図7参照)。

3.3 「スリープ野菜」の保存効果

従来の野菜室と「スリープ野菜スペース」に同じ量・種類の野菜を7日間保存し、重量変化から算出した水分残存率を比較すると、チンゲンサイでは約13%、小松菜では約4%の差が生じ、乾燥が抑制されることがわかる。このように、「スリープ野菜」は野菜のハリとみずみずしさを保つ。このことは野菜の外観にも表れている(図8参照)。同様に保存後の栄養成分含有量を比較すると、チンゲンサイのビタミンCは約17%、ブロッコリーのビタミンCは約21%、サヤエンドウのビタミンB₁では約3%減少を抑制し、野菜の栄養素を守ることがわかる(図9参照)。

3.4 「真空チルド」の保存性能向上

オンリーワン機能で高い評価を得ている「真空チルド」

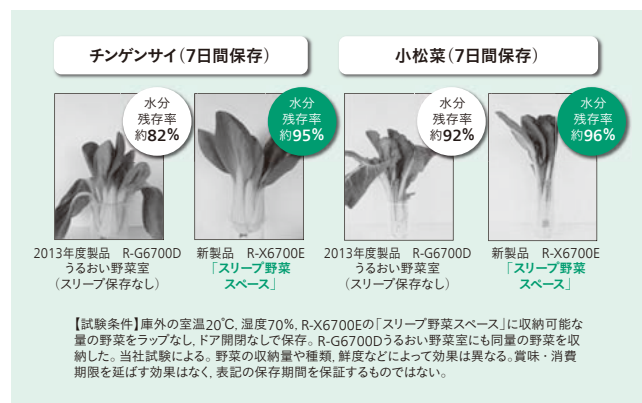


図8 「スリープ野菜スペース」の効果(外観と水分残存率の比較)

「スリープ野菜」で乾燥を抑制し、野菜のハリとみずみずしさを保つ。

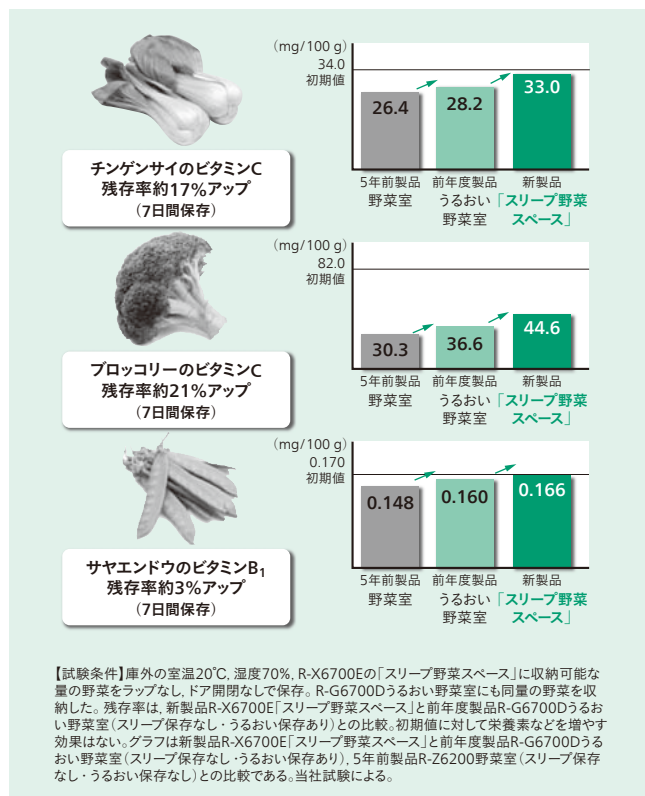


図9 「スリープ野菜スペース」の効果（栄養素の比較）

水分残存率だけでなく、ビタミンCなどの栄養素も守る。

は、食品の酸化を抑える「真空保存」、「スリープ保存」技術に加え、抗酸化成分と辛み成分を活用した「抗酸化フレッシュカセット」の相乗効果で、さらに食品の保存性能の向上を実現した。「抗酸化フレッシュカセット」は、「真空チルド」ルーム内が真空になる際に、カセット内からバターなどに添加されている抗酸化成分（ビタミンE）や、わさびなどに含まれる辛み成分（アリルイソチオシアネート）を放出する（図10参照）。放出は以下に行われる。「真空チルド」ルーム内の真空吸引時に抗酸化・辛み成分を包むアルミ外包の外側の気圧が低くなり外包が膨らむ。その後、ルーム内が真空に安定したときに外包が縮み、

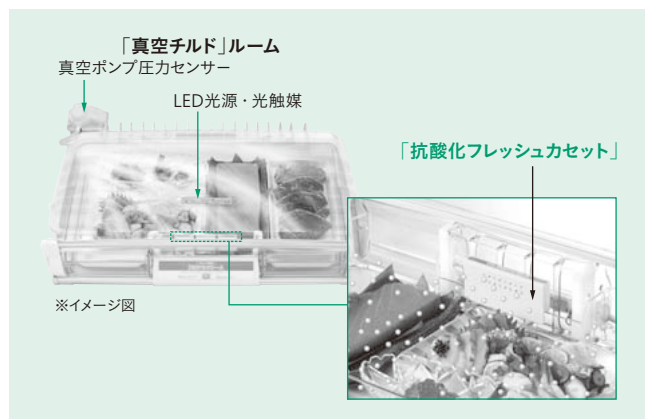


図10 「抗酸化フレッシュカセット」

抗酸化成分と辛み成分を活用した「抗酸化フレッシュカセット」で保存性能を向上した。

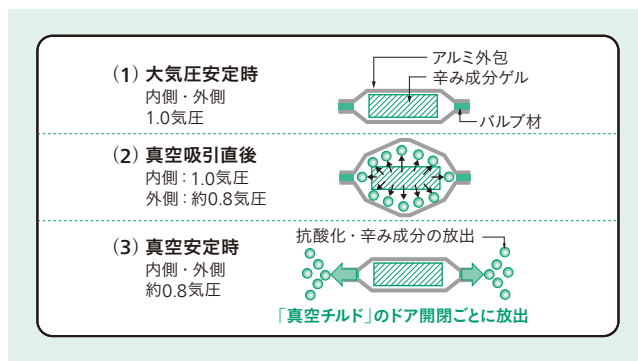


図11 抗酸化・辛み成分の放出原理

「真空チルド」の真空吸引を利用して、抗酸化・辛み成分を放出する。

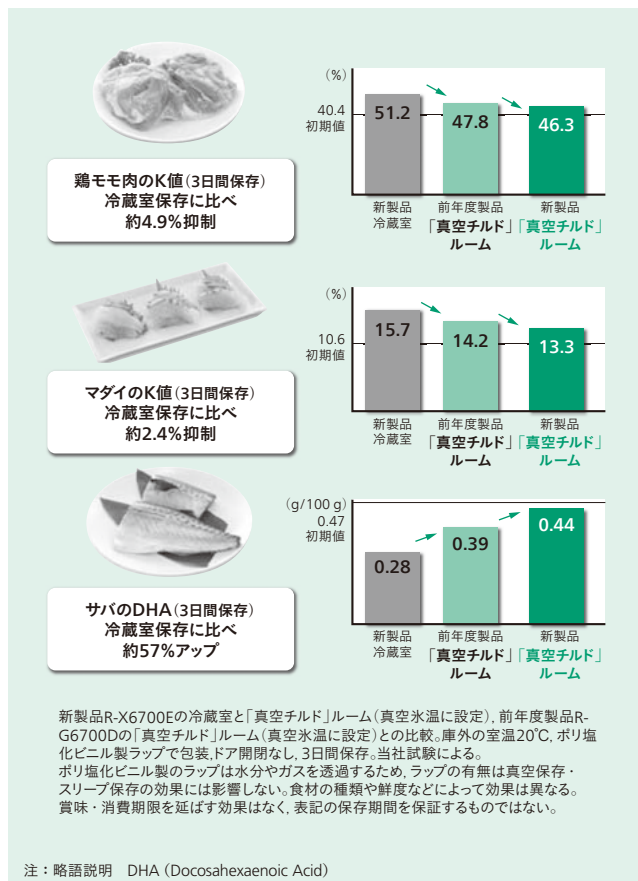


図12 「真空チルド」と冷蔵庫の保存性能比較

「真空チルド」で保存することで、食品の栄養素の劣化を抑える。

パルプ材を通して抗酸化・辛み成分がルーム内に放出される（図11参照）。

これにより、抗酸化成分が食品の栄養素の代わりに酸化されて食品の酸化を抑え、辛み成分が酵素の働きを抑えることでタンパク質の劣化を抑制する。

冷蔵庫での保存に比べ、生鮮度を示すK値^{※3)}を鶏モモ肉で約4.9%抑制し、またサバに含まれる栄養素であるDHA (Docosahexaenoic Acid) では、約57%アップさせている（図12参照）。

※3) 生鮮度を表す指標で、アデノシン三リン酸関連化合物の総量に対するアデノシン三リン酸の最終分解物であるイノシンとヒポキサンチンの割合(%)で表され、低いほど鮮度が良い。

4. 使い勝手向上技術

冷蔵庫の大容量化に伴う食品収納量の増加を受けて、日立は、多くの食品が収納された状態でも容易にドアを開閉できる、使い勝手向上技術の開発に取り組んでいる。

冷凍室や野菜室に採用している引き出しドアは、引き始めにより大きな操作力を要する。この負担を減らすことを目的に、独自の「電動引き出し」を開発し、2006年度製品から採用している。

「電動引き出し」では、ドア前面に設置したボタンを軽く押すことで、冷蔵庫本体側に設置した電動引き出しユニットが作動し、ドアが押し出される。また、食品収納量によらず一定の速度でドアが開くようにして、顧客の使い心地にも配慮している（図13参照）。

また、大容量化に伴い、冷蔵室ドアのポケットへの収納量も増加している。そこで電動オープン機構を左右冷蔵室ドアに搭載した「電動冷蔵室ドア」を開発し、2013年度製品に採用した。

電動オープン機構は、ドアのガラス面に設置した電動冷蔵室ドア操作部へ指先で軽く触れると、冷蔵庫天井に設置した電動冷蔵室ドアユニットが作動し、ドアを押し出す構

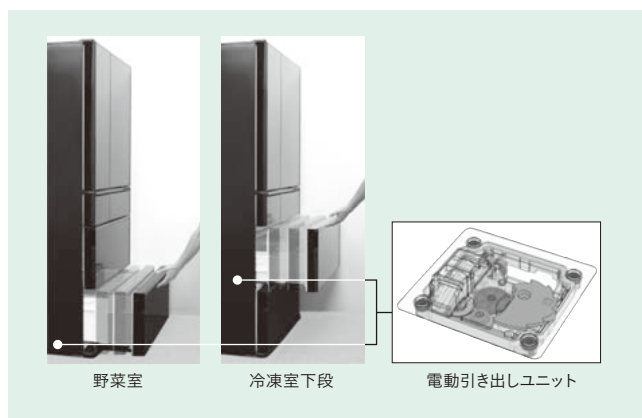


図13 「電動引き出し」と電動引き出しユニット

大容量化による引き出しドアの開閉の負担軽減を、電動オープン機構で実現した。

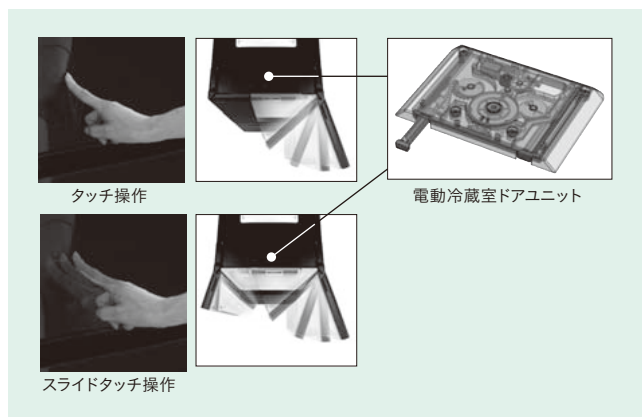


図14 「電動冷蔵室ドア」と電動冷蔵室ドアユニット

冷蔵室ドアにも電動オープン機構を採用し、ドアガラス面をタッチするだけで簡単に開けることができる。

造となっている。また、操作部に触れた指をスライドさせることで、左右両方のドアを1回の操作で開けることができる。大きな食材を入れる場合や、両方のドアポケットを確認したい場合などのニーズに対応している（図14参照）。

さらに、安全への配慮として、手入れの際や、意図せず無意識に触れてしまった際などにドアが開くことを防ぐために、手のひらや肘などで広い範囲に触れた場合にはドアが開かず、指先で狭い範囲に触れた場合にのみ開くようにした。さらに、引き出しドアに手が挟まれないような配慮も行っている。

このように、楽に心地よくドアを開けるだけでなく、安全に使用できるようさまざまな配慮を行っている。

5. おわりに

ここでは、冷蔵庫の省エネルギー技術とともに、「スリープ野菜」、「真空チルド」の保存技術、大容量冷蔵庫の使い勝手を向上する「電動引き出し」、「電動冷蔵室ドア」機能について述べてきた。

今後、独自の技術を継続的に開発することでより顧客の満足を得られる製品をめざし、また、業界をリードする製品を開発していく。

参考文献

- 1) 河井，外：霜を利用した冷蔵庫用冷却システムの開発，第44回空調・冷凍連合講演会，63，(2010)
- 2) 海老原，外：食品保蔵・加工学 食べ物と健康，講談社サイエンティフィック（2008）

執筆者紹介



山脇 信太郎

日立アプライアンス株式会社 家電事業部 栃木家電本部
冷蔵庫設計部 所属
現在，冷蔵庫の設計開発に従事



船山 敦子

日立アプライアンス株式会社 空調事業部 栃木空調本部
開発センタ 所属
現在，冷蔵庫の新機能開発に従事
日本食品科学工学会会員，園芸学会会員，農業食料工学会会員
ジュニア野菜ソムリエ，臭気判定士



南雲 博文

日立アプライアンス株式会社 商品計画本部
キッチン商品企画部 所属
現在，冷蔵庫の商品企画に従事



大平 昭義

日立製作所 日立研究所 機械研究センタ 生活家電研究部 所属
現在，冷蔵庫の省エネルギー技術の研究開発に従事
工学博士
日本冷凍空調学会会員，日本機械学会会員