

節電アシスト機能搭載冷蔵庫 “RXシリーズ”の節電・省エネルギー技術

大和康成* 小林 孝**
前田 剛*
衛藤 浩*

Power and Energy Saving Technology of "RX Series" Refrigerator

Yasunari Yamato, Go Maeda, Hiroshi Eto, Takashi Kobayashi

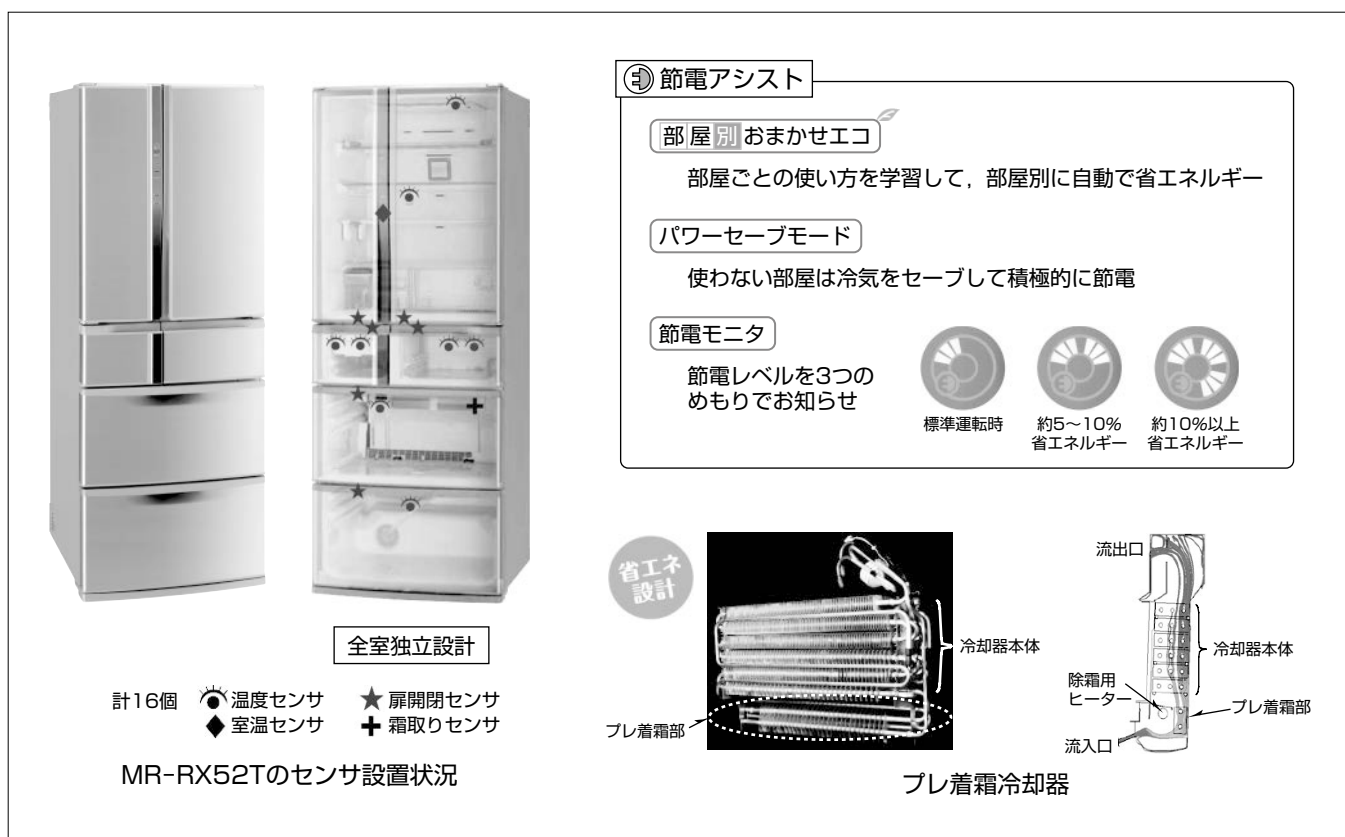
要 旨

近年、節電志向の高まりのなか、冷蔵庫にはいっそうの節電が求められている。しかしながら、冷蔵庫は安全な食生活に欠かせない機器であり、節電したいときに少しでも電源を切るといわけにはいかない。そこで、三菱冷蔵庫“RXシリーズ”では、使い方に合わせて、ユーザーが積極的に節電できる“節電アシスト”機能を搭載した。

RXシリーズでは、各部屋に冷気を送り込むための吹き出し口、吹き込む冷気の量を調整するためのダンパ、温度を検知する温度センサ、扉の開閉を検知するためのセンサを個別に設置した“全室独立設計”とすることで、三菱電機独自の“節電アシスト機能”を実現している。“部屋別おまかせエコ”は、深夜など扉開閉が少ない時間をセンサで記

憶学習し、冷やしすぎによるムダを自動的にカットし節電する。“パワーセーブモード”は、冬場などで水を使わないときや、食品収納量が少ないときなどに、製氷室・瞬冷凍室の冷却機能を停止し、電力消費を抑制する。“節電モニタ”は節電状況を見える化してユーザーに知らせ、節電への参加志向の向上をアシストする。

また、ユーザーの積極的な節電を手助けする“節電アシスト”機能の搭載に加え、省エネルギー技術も進化させた。“プレ着霜冷却器”の搭載によって、冷却器本体への着霜を抑制し、従来品に対して、同一の着霜量での冷却器の風路閉塞を遅延し、冷却能力維持を30%延長することができた。



“RXシリーズ”の節電・省エネルギー技術

16個のセンサで全ての部屋を見張り、各部屋を個別の温度コントロールを行う(図左)。使い方を学習して自動で節電運転を行う“部屋別おまかせエコ”、使わない部屋の冷却を停止する“パワーセーブモード”、節電状況を見える化する“節電モニタ”によって積極的な節電をアシストする(図右上)。“プレ着霜冷却器”では、プレ着霜部に優先的に着霜させることで、冷却器本体への着霜を抑制する(図右下)。

1. ま え が き

冷蔵庫の国内の市場規模は、年間約400万台で推移している。家庭の総電力消費量に占める冷蔵庫の割合は約16%と、エアコンの約25%に次いで高く、近年の節電志向の高まりのなか、冷蔵庫でもいっそうの節電が求められている。しかしながら、冷蔵庫は安全な食生活に欠かせない機器であり、節電したいときに少しでも電源を切るというわけにはいかず、常時運転する必要がある。扉の開け閉めを極力控えたり、食品を詰め込まないようにするなど、ユーザーの使い方の工夫によっても節電は可能であるが、使い方の制限には限界があり、それほど大きな節電効果は望めないのが実状であった。

そこで当社冷蔵庫RXシリーズでは、ユーザーが使い方に合わせて、積極的に節電できる“節電アシスト”機能を搭載した。“節電アシスト”機能は3つの機能で構成している。1つ目は“部屋別おまかせエコ”で、深夜など扉開閉が少ない時間をセンサで記憶学習し、冷やしすぎによるムダを自動的にカットし節電できる。2つ目は“パワーセーブモード”で、冬場などで水を使わないときに製氷室の冷却機能を停止したり、食品収納量が少なくなるときの瞬冷凍室の温度調整機能を停止したりするなど冷却や保温動作をセーブして電力消費を抑制できる。3つ目は“節電モニタ”で、節電状況を見える化してユーザーに知らせ、節電への参加志向の向上をアシストする。

また、“節電アシスト”機能に加え、冷蔵庫の冷却性能におけるキーデバイスである冷却器に、“プレ着霜冷却器”を搭載し、省エネルギー技術も進化させた。

2. 節電アシスト機能

2.1 全室独立設計～基本構成～

近年の内食回帰の流れや、食品の多様性の進行等から、冷蔵庫には、様々な温度帯で保存ができることが求められている。RXシリーズは、そんなニーズにこたえ、冷蔵室(約3℃)、製氷室(自動製氷)、瞬冷凍室(-7~-18℃、切り換え式)、冷凍室(約-18℃)、野菜室(約5℃)の5つの温度帯の部屋で構成している。隣接部屋を温度的に遮断する目的のほか、冷凍食品や氷へのにおい移りを抑制するため、全ての部屋を断熱仕切り材で仕切り、個々に独立した構成としている。これらの部屋には、庫内に冷気を送り込むための個別の吹き出し口、吹き込む冷気の量を調整するためのダンパ、温度を検知するための温度センサ、扉の開閉を検知するためのセンサを設



図1. センサの設置状況

置している(図1)。合計16個のセンサで、全ての部屋をきちんと見張り、状況に応じて冷気の送風量を調整することで、全ての部屋をしっかりと温度コントロールしている。“節電アシスト機能”は、当社ならではの全室独立設計に裏打ちされた機能であり、快適に、かしこく、暮らしに合わせて使える機能となっている。

2.2 部屋別おまかせエコ～自動省エネルギー運転～

様々な温度に調整される個々の部屋は、時間帯によって使用頻度(≒扉の開け閉めの回数)が異なる。例えば朝晩の食事前の時間帯は冷蔵室が多く使われ、買い物帰りの夕方は冷凍室の扉が多く使われる。家族構成によっても頻度は異なる。冷蔵庫の使い方はまさに千差万別といってよい。

一方、庫内に収納された食品は一旦所定の温度まで冷やされた後は、周辺の空気の温度が多少上昇しても、食品温度への影響は小さく支障がない。頻繁な扉の開け閉めや、新たに温度の高い食品を収納する等がなければ、対象の部屋の冷却を弱めることが可能である。つまり、扉の開閉が少ないなど使用頻度が低い時間帯には食品保存に影響がないレベルで冷却を弱めれば、無理なく安全に省エネルギー運転することが可能となる。

全室独立設計のRXシリーズは、全ての部屋の扉に開閉センサを設けている。このため、どの部屋がどれだけ使われたか、部屋別に集計することが可能である。また、個々の部屋に温度センサと、冷却調整用ダンパを設けているから、部屋ごとに冷却を弱めることも、通常の冷却運転を行うことも可能である。“部屋別おまかせエコ”はこれらの要素を統合して実現する機能である。部屋別の使用状況のデータを基に、部屋ごとの温度センサと冷却調整用ダンパを用い、使用頻度の低い部屋だけの冷却を弱めることで、自動的に、安全な省エネルギー運転を行うことができる。

例えば、冷蔵室の使用頻度が高く、冷凍室の使用頻度が低いような時間帯では、冷蔵室はしっかりと冷却し、冷凍室だけ冷却を弱めにするなど、部屋別に最適な冷却運転が実現できる。どの程度冷却を弱められるか(設定温度をシフトアップできるか)は、もともとの保存温度や、食品の収納状況等、部屋ごとに異なる。部屋ごとに運転状況に合わせて最適値を選択することで(表1)、“部屋別おまかせエコ”によって約10%の節電を可能としている。

表1. 部屋別シフトアップ量

部屋	シフトアップ量	
		備考
冷凍室	0.0~2.1~2.7K	負荷量を判定して調整
冷蔵室	0.0~0.9~1.5K	負荷量を判定して調整
瞬冷凍室	0.0~2.1K	冷凍設定時のみ
製氷室	0.0~1.8K	貯氷量、停止設定等で調整
野菜室	0.0~0.3~1.0K	負荷量を判定して調整

2.3 パワーセーブモード～積極的な節電～

節電のテクニックとして、使わない電化製品のコンセントを抜くという手法が広く使われている。冷蔵庫は他の家電製品とは異なり一度電源を入れると、使用している間は電源を切ることができないため、節電意欲があっても、このテクニックは使えない。冬場など水を使わないときに製氷室の冷却が不要な場合や、食品の保存量が少なく、ある部屋が空っぽな場合に、それらの部屋の冷却を停止するだけでもかなりの節電効果が期待できるが、当社製も含めて従来の冷蔵庫では、特定の部屋だけ冷却を停止することはできず、他の部屋を冷却するために、電源は常に入れておかなければならないものであった。

そこで当社は業界で初めて^(注1)、収納量が少ない部屋だけの冷却動作を止めることができる“パワーセーブモード”を搭載した。節電をしたいとき、又は節電できるときに、ユーザーが、ユーザーの意思で積極的に節電設定を選択することができるものである。“パワーセーブモード”は製氷室と瞬冷凍室に搭載し、個別に設定、解除を選択することができる。他の部屋の冷却はしっかりと行いながら、“パワーセーブモード”に設定した部屋だけ、あたかも電源を切ったような状態にして、ムダな冷却・保温動作を行わず、電力消費を抑制できる。

全室独立設計を採用しているRXシリーズは、製氷室、瞬冷凍室にも、冷気を送り込むための個別の吹き出し口と、吹き込む冷気量を調整するためのダンパを設けているから、“パワーセーブモード”に設定した部屋の冷却調整用ダンパを閉じることで、容易に冷却を止めることができる。このとき、製氷室と瞬冷凍室の冷却を止めても、他の部屋の冷却システムは有効のままのため、通常とかわりなく食品保存が可能である。

“パワーセーブモード”を設定可能な部屋は、いずれも冷凍温度帯(0℃未満)の部屋である。“パワーセーブモード”中は、積極的な温度コントロールをしないため、“パワーセーブモード”設定時には、通常貯蔵が可能な冷凍食品、水などは保存しないようにアナウンスしている。ただ場合によっては、食品を取り出すのを忘れて、誤って新たに食品を入れたりすることが想定されることから、安全を考慮し、温度上昇の上限を設け、一時的に冷却運転を再開することとしている(図2)。また、冷凍食品の保存には適さないが、保存性に温度影響の少ない乾物類、調味料、穀類、菓子類等の保存が可能であり、収納庫のような新たな使い方も可能である。

このように“パワーセーブモード”では、食品を安全に保存しながら、最大約16%の節電が可能である。

(注1) 2011年10月17日現在、当社調べ

2.4 節電モニター～節電の見える化～

“部屋別おまかせエコ”“パワーセーブモード”等のアシス

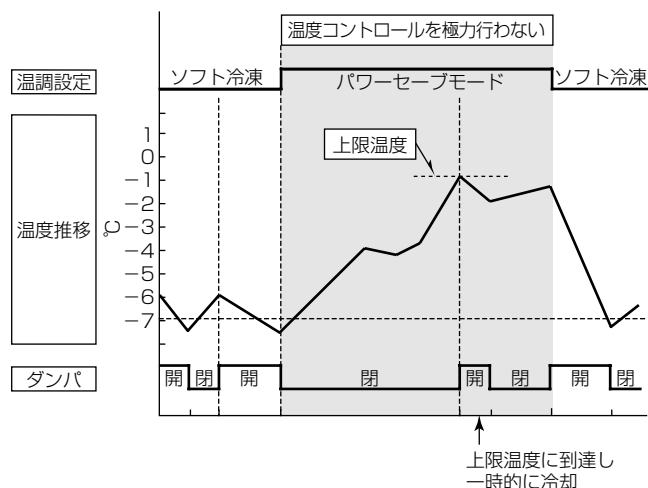


図2. 瞬冷凍室をパワーセーブモードにしたときの動作



図3. 節電モニター

ト機能を用いたり、使い方を工夫したりするなどで、どの程度節電できているのか、ユーザーは簡単には実感することができない。RXシリーズでは、その節電度合いを見える化してユーザーに知らせる“節電モニター”機能も搭載した。扉の開閉頻度や設定温度、“部屋別おまかせエコ”“パワーセーブモード”の設定状況等、冷蔵庫の使い方を総合的に判断して、標準運転に対する節電度合いを判定する。判定結果は3つのパターンの点灯/消灯で表示操作パネルに表示してユーザーに知らせる(図3)。節電度合いを見える化することで、ユーザーの節電への参加意識を高め、楽しみながら行う積極的な節電をアシストする。

3. 省エネルギー技術

ユーザーの積極的な節電を手助けする“節電アシスト”機能の搭載に加え、省エネルギー技術も進化させた。一例として、キーデバイスである冷却器の性能を改善した“プレ着霜冷却器”について述べる。

3.1 冷却器の着霜と除霜運転

冷蔵庫は、冷却器で生成した冷気をファンによって各部屋に送風して冷却している。庫内へ送風された空気は各部屋を通過後、冷却器に戻って冷やされ、再び庫内に送風・循環される。扉の開け閉めによって流入した高温な外気や、食品から発生する水分は、冷却器のフィン表面に霜となって付着するため、徐々にフィン間を閉塞してしまい、空気の流れを妨げることとなる。風量低下による冷却能力の低

下を防ぐため、冷蔵庫は自動で定期的に除霜運転を行う。除霜中は、霜をヒーターで溶かすため、余分な電力を消費し、また、ヒーターの熱によって庫内の温度を上昇させてしまう。そこで、冷却器の着霜抑制、及び除霜運転の効率化が、冷蔵庫の省エネルギー化で、非常に重要な要素となっている。

当社は従来、除霜運転の効率化のため、冷却器の下方に設置したラジアントヒーターに加えて、冷却器のフィン間に設置したアルミパイプヒーターを組み合わせ、冷却器を外側・内側の両側から効率的に加熱する“ハイブリッドデフロストヒーター”（図4）を搭載しているが、更なる除霜効率改善のため、冷却器への着霜自体を抑制する“プレ着霜冷却器”の開発を行った。

3.2 プレ着霜冷却器

RXシリーズは、様々な温度帯の部屋を備えており、各部屋を冷却した空気は、全てが冷却器を通過して再循環する。実機計測から、冷却器に付着する霜の大部分は冷蔵室や野菜室を循環した高温高湿の空気であることが分かっている。“プレ着霜冷却器”は、この高湿空気の流路を把握し、冷却器本体に触れる前に効果的な部位で除湿を行う冷却機構である。その結果、本体冷却器への着霜量を効果的に低減でき、風路閉塞による性能低下までの時間を延長できる。図5が冷却器本体の風上側にプレ着霜部を設置した“プレ着霜冷却器”である。プレ着霜部には冷却器と同形状のフィンチューブタイプを用いている。図6は、比較的湿度の高い冷蔵室からの戻り空気の経路を示す気流解析結果である。冷蔵室からの戻り空気は、循環経路に従って気流方向が上向きに曲がる際の遠心力で背面側（図6中の右壁側）に集中することが分かる。この部分に設けたプレ着霜部を通過した空気は除湿状態で冷却器本体に流入するため、冷却器本体への霜の付着が軽減される。その結果、冷却器の風路閉塞が遅延され、従来品に対して同一の着霜量での冷却能力維持時間を30%延長することができた。“プレ着霜冷却器”と“ハイブリッドデフロストヒーター”によって、従来は高外気運転で24時間に1回必要であった除霜運転が48時間に1回に低減し、除霜時間も従来の約半分に短縮でき、冷蔵庫の消費電力量を大幅に低減できた。

4. む す び

当社冷蔵庫RXシリーズの“節電アシスト機能”と省エネルギー技術について述べた。今後、更に節電志向が高まってくると考えられる中、省エネルギー性能の向上はもちろんのこと、ユーザーの節電活動をアシストする機能を更に向上させた製品開発に臨み、市場の節電ニーズに応じていく。

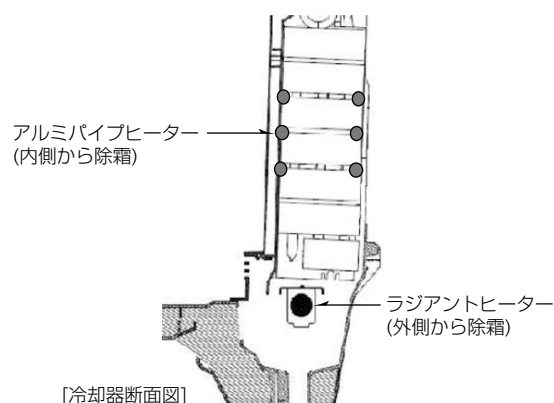


図4. ハイブリッドデフロストヒーター

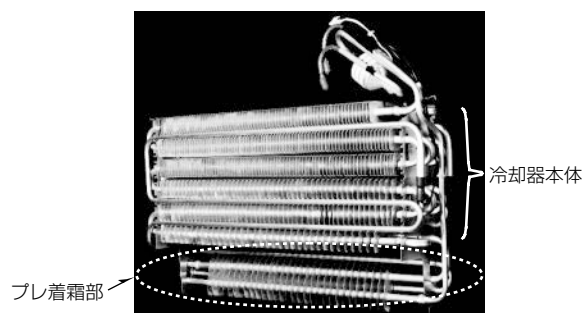


図5. プレ着霜冷却器

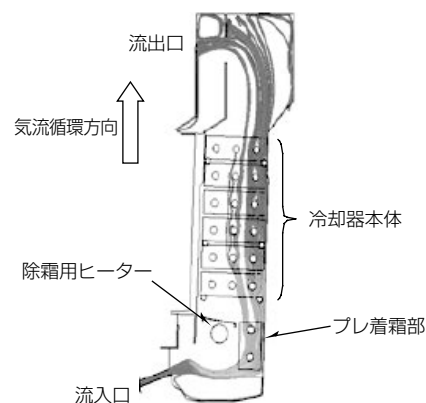


図6. 冷蔵室戻り空気の気流解析結果

参 考 文 献

- (1) 資源エネルギー庁電力・ガス事業部編：平成16年度電力需給の概要，中和印刷(株)（2005）
- (2) 柴田舞子，ほか：家庭用冷蔵庫の新機能，(社)日本冷凍空調学会，冷凍，87，No.1014，258～263（2012）