

# 野菜室が真ん中形態の新型冷蔵庫 “MXシリーズ”

伊藤 敬\* 中居 創\*\*  
岡部 誠\*  
前田 剛\*

New - type Refrigerator "MX Series" with Vegetable Room in Middle

Takashi Ito, Makoto Okabe, Go Maeda, So Nakai

## 要 旨

三菱電機は、限られたスペースにも大容量冷蔵庫が置ける“置けるスマート大容量”を始め、“困りごと”を解決できる冷蔵庫を提案し、顧客の好評を得ている。一方、買い替えユーザーが外形寸法や容量に次いで重視する各部屋の配置(レイアウト)については、約6割が“野菜室が真ん中形態”を希望する中、当社を含めて市場でのラインアップ数が非常に少ない状況にある。

そこで、当社はユーザーニーズに応えるため、野菜室が真ん中形態の冷蔵庫開発を行った。野菜室が真ん中形態は冷凍室が真ん中形態と比較すると、冷凍室の周囲が高温環境に、野菜室の周囲が低温環境になることから、同等の省エネルギー性を得るには断熱材を追加する必要がある、内容積で不利と言える。そこで、この開発では冷蔵庫の外周

や扉をウレタンと高効率な真空断熱材を組み合わせた薄型断熱構造“SMART CUBE(スマートキューブ)”の技術を活用するとともに、各部屋間への真空断熱材の適性配置によって冷凍室が真ん中形態同等の断熱性能を確立した。また、周辺風路の改善やフィンピッチの見直しによって2/3サイズに小型化した冷却器を採用する等、内容積も冷凍室が真ん中形態と同等にした。その結果、野菜室が真ん中形態でありながら、大容量かつ省エネルギー性が高い新型冷蔵庫“MXシリーズ”を実現した。さらに、整理性と一覧性に優れた新野菜ケースやケース内の保湿性を高めた新構造、逆手で開けやすく、清掃の簡単な新ハンドル形状など、使い勝手やデザインでも更なる価値向上を図った。

## 新型冷蔵庫“MR-MX50/57D”

新型冷蔵庫MR-MX50/57Dは、当社独自技術である薄型断熱構造“SMART CUBE”を活用することで、野菜室が真ん中形態でありながら大容量かつ高い省エネルギー性を実現している。

### 1. ま え が き

当社では、“家事をラクに楽しくする冷蔵庫”をコンセプトに、“困りごと”を解決できる冷蔵庫を提案し、顧客の好評を得ている。限られたスペースにも大容量冷蔵庫が置ける“置けるスマート大容量”を始め、食材をおいしく冷凍し、切る・はがす・すくう等、解凍いらずの時短クッキングが可能な“切れちゃう瞬冷凍”，肉や魚を生のまま、おいしく便利に保存できる“氷点下ストッカーD”，野菜をみずみずしく新鮮に保ち、栄養素も増やすことができる“朝どれ野菜室”を搭載し、生鮮食品から冷凍品までをおいしく便利に保存できる冷蔵庫になっている。

ここで、購入時の重視ポイントを図1に示す。外形寸法や容量に次いで、各部屋のレイアウトが重視されていることが分かる。また、冷蔵庫買い替え希望者のレイアウトに関するニーズ調査結果(図2)では、野菜室が真ん中形態の需要が高く、約6割に上る結果となった。加えて、調査した半数以上が現在、野菜室が真ん中の冷蔵庫を使用しており、買い替え希望の冷蔵庫は、現在使用している同じ形態を希望している方が多いことが分かる。しかし、直近の販売構成比を見てみると、野菜室が真ん中形態の購入者は16%にとどまっております、野菜室が真ん中形態を購入したくても、購入できない状況となっている。

図3は、市場でのレイアウト別のラインアップ数の推移を示したものである。買い替え時期を迎える10年以上前では野菜室が真ん中形態のラインアップが勝っていたが、顧客の省エネルギー志向に応え、冷却効率の向上を目的に、冷蔵庫背面の中央に位置する冷却器周辺に冷凍温度帯となる部屋を集約した冷凍室が真ん中形態が2009年から現在に至るまでラインアップの多くを占めている。これによって、野菜室が真ん中形態の冷蔵庫を買いたくても買えない状態となっている。そこで、当社はユーザーニーズに応えるために、購入希望者が多いのに市場のラインアップが少ない“野菜室が真ん中形態”の開発を行うことにした。

### 2. 開 発 方 針

当社の冷凍室が真ん中形態の冷蔵庫“WXシリーズ”では、当社独自技術の“SMART CUBE”を活用している。“SMART CUBE”は、冷蔵庫の外周や扉にウレタンと高効率な真空断熱材を組み合わせて配置した、最適断熱構造のことである。これによって、高い断熱性を保ちながら断熱材の厚さを薄くできるため、同一設置幅でのSMART CUBE搭載前の機種と比較し、約50Lの容量増加を実現した(図4)。

図5は冷蔵庫側面の温度帯イメージを示す。野菜室が真ん中形態は冷凍室が真ん中形態と比較し、温度の高い野菜室が冷凍温度帯に囲まれているのに加え、温度の低い冷凍

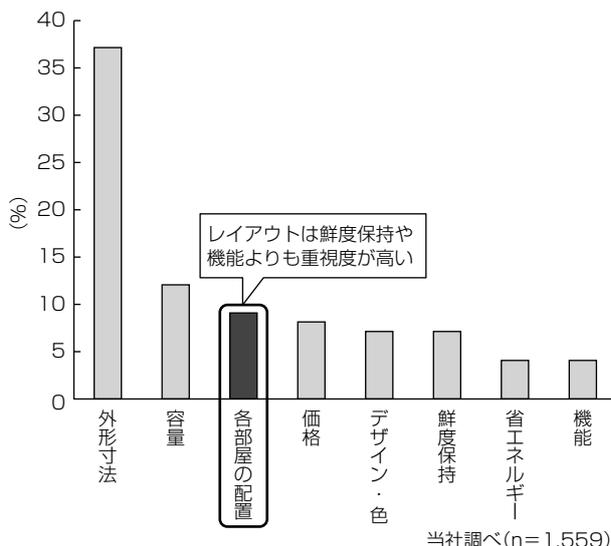
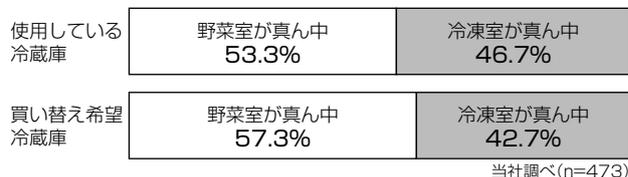


図1. 購入時の重視ポイント



(a) 買い替えサイクルである10～13年前の冷蔵庫ユーザーへの調査



(b) 販売構成比

図2. 買い替え希望者のニーズ調査結果

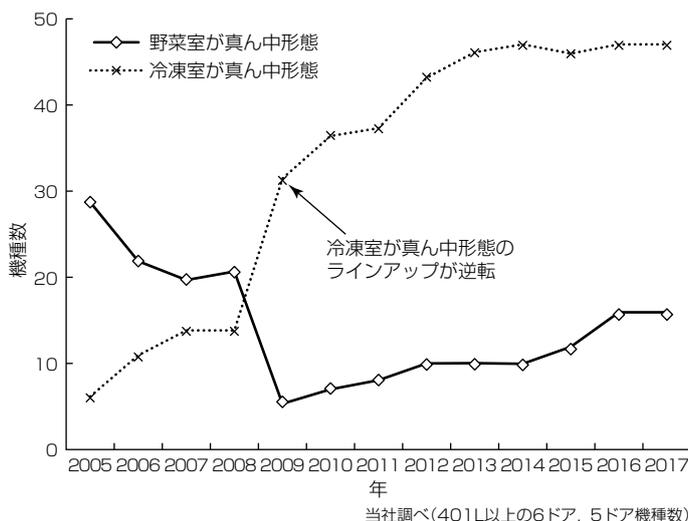
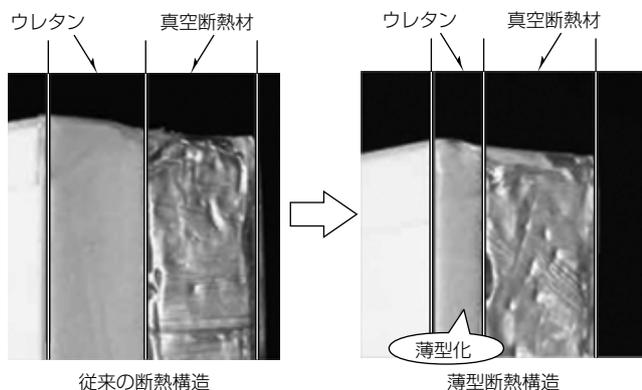


図3. レイアウト別のラインアップの推移

室が高温の機械室から熱影響を受けるため、冷凍室が真ん中形態と同等の省エネルギー性を得るには断熱材を追加する必要があります、内容積で不利と言える。そこで、この開発では“SMART CUBE”を活用し、野菜室が真ん中形態への適用設計を行う中で断熱構造の最適化を図った。野菜室

が真ん中形態の目標スペックは、設置幅650mmに対して、消費電力は市場でトップクラスとなる240kWh/y、内容積は当社のSMART CUBE搭載前の機種と比較して約30L大きくなる500L以上と、十分に優位性が示せる仕様にした。



(a) ウレタンの薄型化



(b) 真空断熱材の効率配置

図4. SMART CUBE

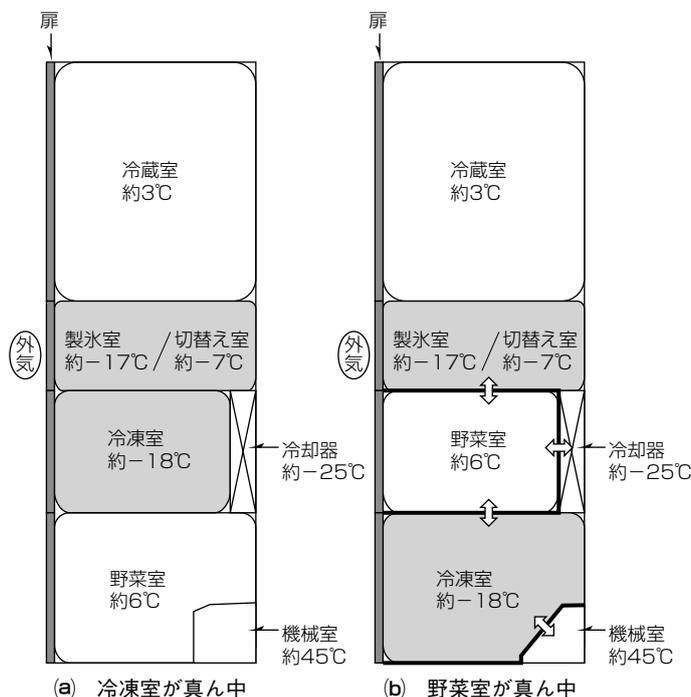


図5. 冷蔵庫側面の温度帯イメージ

### 3. 断熱構造の確立

#### 3.1 断熱性能の目標設定

表1に熱解析によって検証したレイアウトによる熱侵入量の差異を示す。冷凍室が真ん中形態では、冷凍室の背面に低温である冷却器が設置されていることに加え、外気との接触面が狭いため、冷凍室への熱侵入量は6.8Wとなる。それに対して、冷凍室と野菜室の位置を入れ替える場合は背面に位置する高温な機械室と、高温な床面からの影響を受けること等から冷凍室への熱侵入量が16.5Wに上昇する。冷凍室以外の部屋への熱侵入量も加味すると、冷蔵庫全体がレイアウト変更によって悪化する熱侵入量は5.0Wとなる。

そこで、この開発では断熱性能を冷凍室が真ん中形態と同等にすることを目標とし、熱侵入量の改善目標値を5.0Wにした。

#### 3.2 冷凍室周りの断熱強化

まず、冷蔵庫全体の熱侵入量を低減するため、両側面真空断熱材と床面真空断熱材の厚肉化を実施。内容積が500L以上を維持する範囲での厚肉化によって熱侵入量を2.2W改善した。

次に、特に熱侵入量の高い冷凍室側面の断熱性劣化に着目した。図6に冷蔵庫側面の真空断熱材の配置を示す。冷凍室が真ん中形態(MR-WX52C)では冷凍室に対する真

表1. レイアウトによる熱侵入量の差異

	熱侵入量(W)	
	冷凍室が真ん中(MR-WX52C)	野菜室が真ん中想定
冷蔵室	14.3	14.3
製氷室	2.2	2.2
切替え室	2.6	2.6
冷凍室	6.8	16.5
側面	(2.8)	(4.7)
床	-	(4.3)
機械室	-	(2.8)
その他	(4.0)	(4.7)
野菜室	9.6	4.9
合計	35.5	40.5

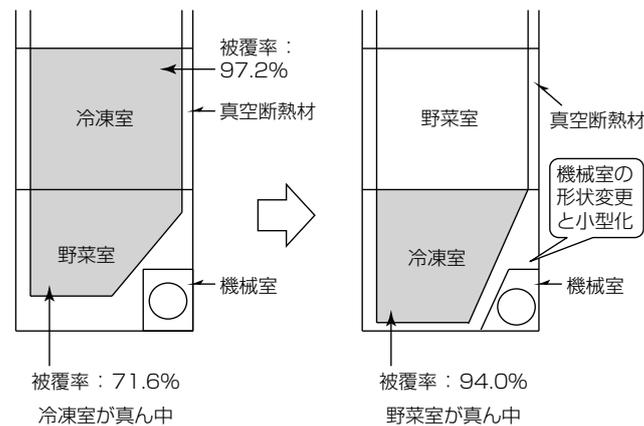


図6. 冷蔵庫側面の真空断熱材の配置図

空断熱材の被覆率は97.2%となるが、真空断熱材の配置を同一のまま、レイアウトを変更した場合は、真空断熱材の被覆率が71.6%まで減少してしまう。ここで、被覆率とは食品収納部屋のある一面の面積に対して、真空断熱材によって覆われている面積の割合を示す。外気からの影響を強く受ける冷凍室の被覆率を最大にするために機械室の形状変更と小型化を実施した。機械室の形状変更に伴い内部部品の形状変更を実施し、機械室上部に設置される蒸発皿では小型化に伴いドレン水の貯水量が減少する課題があったが、蒸発の熱源となる圧縮機との距離を縮める等の最適化によって、小型化後も蒸発性能で同等を確保した。冷凍室の真空断熱材の被覆率向上によって、熱侵入量を1.0W改善した。

3.3 各部屋間の真空断熱材適正配置

続いて、冷凍室及び野菜室への熱侵入量の増加に着目した。図7に野菜室が真ん中形態での真空断熱材の配置位置を示す。

冷凍室が真ん中形態では各部屋間の断熱材にウレタンが使用されているが、断熱性を向上させるには大幅に断熱材の厚みを増加させる必要があり、内容積をロスしてしまう。そこで、冷蔵温度帯である野菜室の温度維持を目的に3枚の真空断熱材(図7①~③)を追加するとともに、機械室からの熱侵入を抑制するため冷凍背面に真空断熱材(図7④)を追加した。これによって、内容積ロスを最小限としながら冷凍室への熱侵入量を0.8W改善できた。

“SMART CUBE”を基に、冷凍室周りの断熱強化、各部屋間の新規真空断熱材の適性配置によって、合計4.6Wの改善を実施。さらに、庫内風路を流体解析によって適正

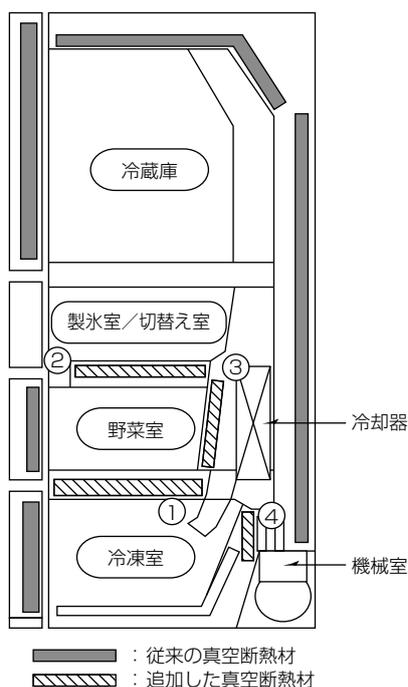


図7. 各部屋間の真空断熱材の配置位置

化し、冷凍室が真ん中形態以上の風量を確保することで、省エネルギー性能を冷凍室が真ん中形態と同等にした。

4. 冷却器小型化による野菜室の内容積改善

先に述べたとおり野菜室が真ん中形態では、“SMART CUBE”の活用によって、内容積ロスを最小限としたが、野菜室と冷却器の間に真空断熱材を追加(3.3節)したことで、冷凍室が真ん中形態と比較し、野菜室の内容積が約2L減少する。

そこで、野菜室の背面に位置する冷却器の小型化による収納内容積の改善を検討した。図8に従来冷却器のイメージ、図9に小型化冷却器の検討初期イメージを示す。冷却

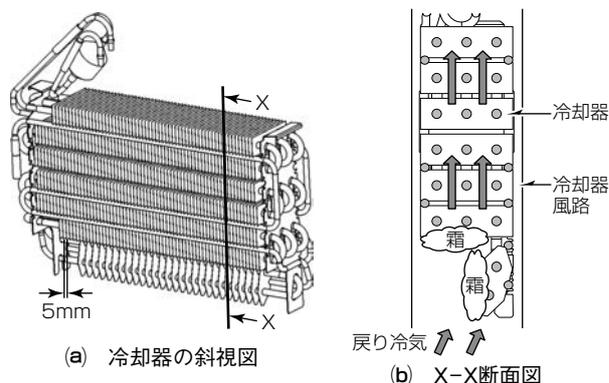


図8. 従来冷却器のイメージ

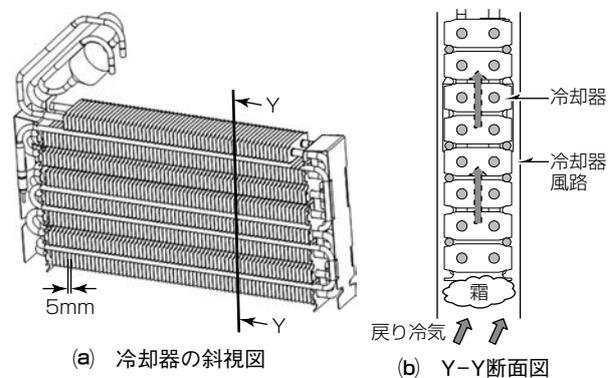


図9. 小型化冷却器の検討初期イメージ

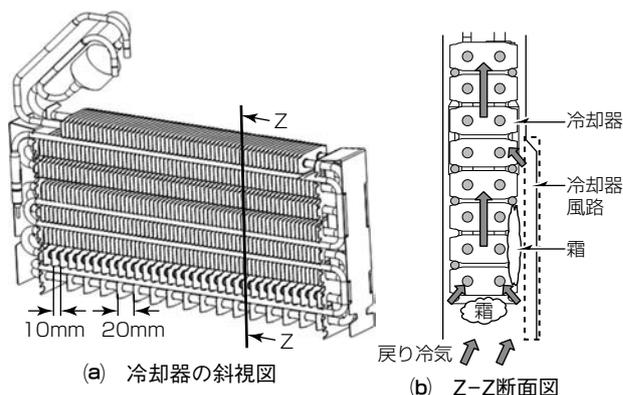


図10. 小型化冷却器の最終仕様イメージ

表2. 冷凍室が真ん中形態と野菜室が真ん中形態の仕様比較

		冷凍室が真ん中形態 MR-WX52C	野菜室が真ん中形態 MR-MX50D
設置幅(mm)		650	650
消費電力(kWh/y)		240	240
内容積(L)	全体	517	503
	冷凍室	89	89
	野菜室	98	98

器を小型化する場合、着霜可能領域が減少するため、過度な着霜によって冷却器が閉塞することで冷却能力が不足するおそれがある。そこで、冷蔵庫内の全体風路解析を実施し、各部屋から冷却器室へ流入する戻り冷気の流れ・流量を再現することで小型仕様の検討を行った。解析を基に改善を検討した小型化冷却器の最終仕様イメージを図10に示す。冷却器背面の空間を拡大することで着霜領域を移動させ、かつ冷却器のフィンピッチを拡大することで霜による冷却器の閉塞を防止した。これによって、冷却性能は従来機種同等のままでサイズを約2/3に小型化し、野菜室の内容積を2L改善できた。

表2に当社冷蔵庫の冷凍室が真ん中形態と野菜室が真ん中形態の仕様比較を示す。断熱構造の確立及び冷却器の小型化によって、消費電力量は目標の240kWh/yを達成するとともに、内容積でも500L以上を達成した。また、ユーザーが重視する部屋の内容積差によって機種選択を迷わないように、冷凍室と野菜室の内容積は冷凍室が真ん中形態と同等にした。これによって、省エネルギーかつ大容量の野菜室が真ん中形態を実現した。

## 5. 使い勝手とデザイン提案

### 5.1 新野菜ケース

野菜室が真ん中形態であるMXシリーズでは野菜室を重視するユーザーに向けて使い勝手やデザインの新しい提案を実施し、更なる価値向上を図った。まず、整理性と一覽性に優れた新野菜ケース(図11)を搭載した。野菜室の上段ケースの深さを変えると同時に、下段ケースの手前(ペットボトル収納部)側に設置可能なたて野菜ケースを追加し、野菜を大ききで分けることで効率良い収納を可能にした。これによって、家事に追われて冷蔵庫の中まで気が回らなくても、適度なエリア分けがされたケースで野菜を自然に整理でき、使い忘れて痛んだ食材を捨てる機会を抑制できる。

### 5.2 野菜室の保存性

野菜室の機能については2017年に搭載以来好評の“クリーン朝どれ野菜室”を継続採用した。この機能は野菜室後方に設置した野菜LED(Light Emitting Diode)の光によって食品の光合成を促すことで、本来保存中に減ってしまうビタミンCを増量させるとともに、野菜室底面に“ハイブリッドナノコーティング”を施した抗菌の“クリーント

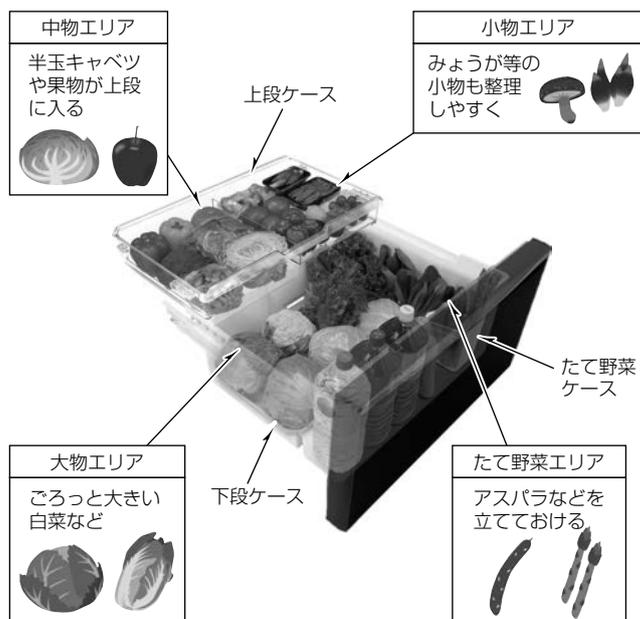


図11. 新野菜ケース

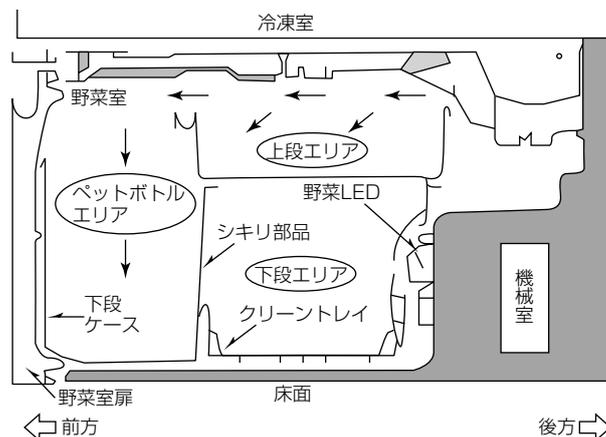


図12. 従来機種WXシリーズの野菜室概略断面図

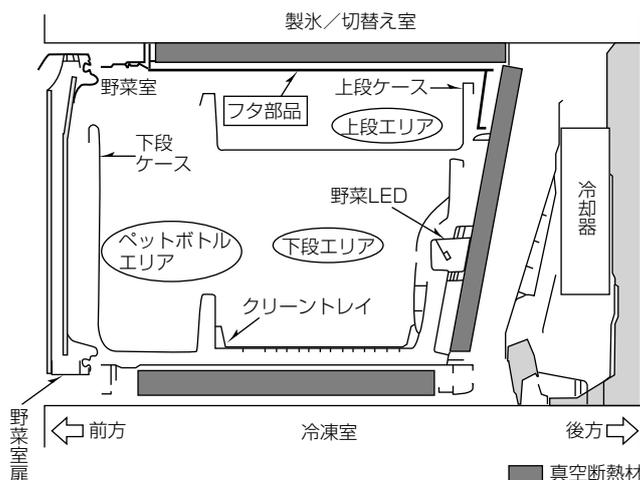


図13. 新機種MXシリーズの野菜室概略断面図

レイ”を採用することで、汚れが付きにくく、トレイを簡単に取り出して清掃もしやすい、当社独自の機能である。さらに、従来機種では食品の乾燥を抑制するため、野菜室



図14. 野菜室ハンドル

の下段ケース内にシキリ部品(図12)による略密閉構造を設けることで収納食品の保湿性を保っている。

MXシリーズでは更なる保存性向上のため、野菜室上方にフタ部品を設けることで、上段・下段ケース内を共に略密閉構造にした(図13)。これによって、野菜室後方から吹き込まれる乾燥した冷気が食品に当たることを野菜室全体で抑制した。さらに、野菜室周辺に真空断熱材を設置することで、野菜室の断熱性能を向上させ、野菜室に吹き込まれる冷気の量を抑制した。

野菜室全体の略密閉構造化と断熱性向上の両仕様による保湿効果の検証のため、野菜室にホウレンソウを投入し、7日後の水分損失率によって性能を評価する試験を行った。その結果、新仕様のMR-MX57Dの野菜室では下段エリアでは水分保持率が95%以上であるとともに、これまで密閉されず保湿が難しかった上段エリアとペットボトルエリアでも水分保持率が83%以上と野菜室全体で高保湿保存を実現した。

### 5.3 野菜室のハンドル形状

野菜室の開閉操作性にもこだわった。野菜室(冷凍室と共通)のハンドル(図14)は従来機種から好評である力の入れやすい逆手形状を踏襲しながら、楽な力で開閉できる中央部へ手を自然に導くために、中央の広い面に光が当たって太く見えるように工夫した。これによって、収納量が多く、重くなりやすい野菜室もより無理なく開閉することが可能になった。

### 5.4 外観デザイン

冷蔵庫表面のガラス面材には、WXシリーズで好評であったブラウン色を基に、上側へ向かって明るく変化するグラデーションを施したグラデーションブラウン(図15)を新たに追加した。これによって、暗いブラウンの高級感と、明るいブラウンの華やかさを併せ持った、今までにない冷蔵庫の外観を実現した。



(a) 従来機種 WXシリーズ (ブラウン) (b) 新機種 MXシリーズ (グラデーションブラウン)

図15. 新色グラデーションブラウン



図16. 製氷室・切替え室ハンドル

また、製氷室・切替え室のハンドル(図16)は、清掃性に配慮してカドのないなだらかな造形に改良するとともに、細いアクセントラインでガラス面材の美しさを際立たせ、使い勝手と意匠性を共に向上させた。

## 6. むすび

当社独自技術の薄型断熱構造“SMART CUBE”を活用することで、買い替えニーズの高い野菜室が真ん中形態でありながら大容量かつ省エネルギーの新型冷蔵庫MXシリーズを開発し、2018年3月に発売した。これによって、コンパクト大容量機種で、野菜室が真ん中形態のMXシリーズと冷凍室が真ん中形態のWXシリーズのダブルメイン展開を実施することで、市場ニーズに幅広く応える製品ラインアップを実現した。