

冷蔵庫のコンセプトとキー技術

Concepts and Key Technologies for Refrigerators

阪本 則秋

■ SAKAMOTO Noriaki

山本 正和

■ YAMAMOTO Masakazu

藤井 加奈子

■ FUJII Kanako

冷蔵庫は現在、世界で毎年およそ7,000万台が製造・販売され、人々の生活になくてはならないものになっている。しかし、一方では地球環境への影響も大きく、その対応が急務となっており、国の主導の下、使用時の消費電力量の規制など、業界を挙げて環境保全に取り組んでいる。

このようななかで東芝(現 東芝家電製造(株))は、1930年(昭和5年)に国産冷蔵庫の1号機を開発して以来、それぞれの時代のニーズにマッチした製品を世界中に4,000万台以上送り出してきた。その76年間の歴史のなかで培われたコンセプトとキー技術は、最新の冷蔵庫に集大成されている。

Approximately 70 million refrigerators are manufactured and sold in the world every year. Although they play an indispensable role in people's lives, they also have a significant impact on the global environment. Environmentally conscious measures such as energy saving are therefore being adopted at the initiative of the central government, to meet the urgent need for environmental preservation.

Responding to the demands of the times, Toshiba has supplied more than 40 million refrigerators to the world since 1930, when we started manufacturing Japan's first refrigerators. This paper introduces our conventional refrigerators and the latest models, while providing a comprehensive overview of our concepts and key technologies cultivated over the past 76 years.

1 まえがき

わが国における冷蔵庫の歴史は、奈良時代ころから近畿地方を中心に造られた氷室(ひむろ)にその起源を発する。氷室は山かげの岩くつや縦穴に草屋根や扉を設け、底にかやを敷き、その上に雪や氷を蓄えて食物を保存できるようにしたもので、まさに天然の冷蔵庫と言える。その後、明治時代になって氷で冷やす氷冷蔵庫が輸入され、現在のような電気冷蔵庫(以下、冷蔵庫という)は明治末期に米国で市販され、大正時代には日本に輸入されている⁽¹⁾。

冷蔵庫の国産1号機は、1930年(昭和5年)に、東芝の前身である芝浦製作所で誕生した。その後、当社は現在までの76年間にわたり、累計4,000万台を超える冷蔵庫を市場に送り出し、人々の食生活を支えてきた。

ここでは、冷蔵庫の開発・販売のコンセプトとキー技術の観点から、当社の冷蔵庫の歩みと最新の冷蔵庫の特長について説明し、更に、冷蔵庫を取り巻く課題と今後の取組みについて述べる。

2 前半期(1930年～1985年)の歩み

2.1 草創期から三種の神器の時代

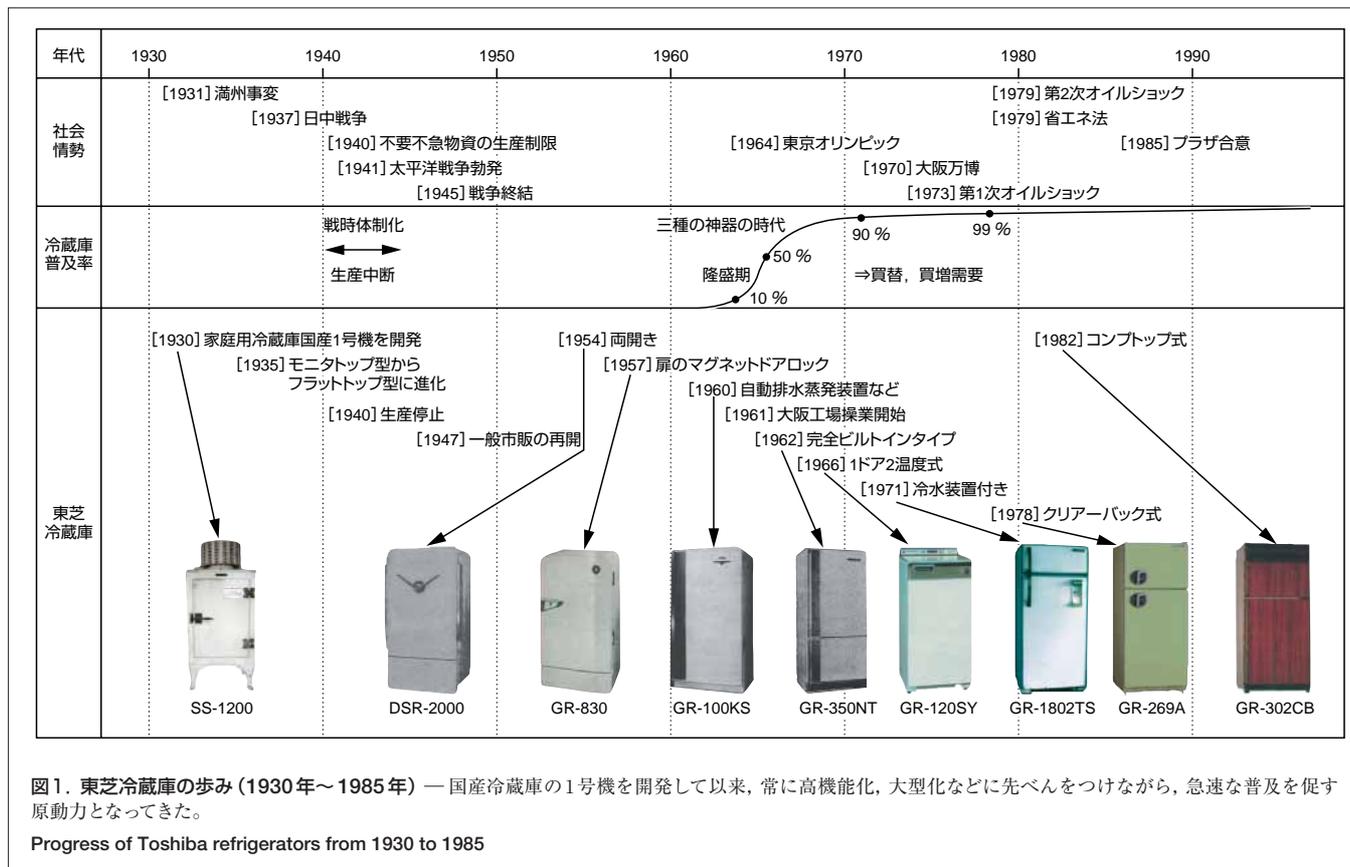
当社冷蔵庫の前半期の歩みとして、社会情勢や冷蔵庫の普及率とともに、当時の代表的なモデルを図1に示した。

当社は、1930年に、他社に先駆けて冷蔵庫の国産1号機を開発し、3年後に市販した。その冷蔵庫は内容積が125L、質量157kgで、コンプレッサと放熱器がキャビネットの上部に露出しており、モニタップ型と呼ばれた。価格は720円で、当時は家一軒が買えるほど高価なものであった。その2年後には、コンプレッサと放熱器をキャビネットの下部に配置した、現在の冷蔵庫の原型となるフラットトップ型を商品化し、市場で好評を博した。その後、戦時中は不要不急物資の生産制限により冷蔵庫の生産が中止されていたが、戦後の1947年、進駐軍の要請により生産を再開した。当時、コンプレッサの冷媒を亜硫酸ガスからメチレンクロライドへ、更にフロンへと切り替え、安全性と品質を飛躍的に向上させることができた。

1954年には、国内初の両開き式のDSR-2000を発売した。この冷蔵庫では、図1にあるように、扉中央のV字型ハンドルの回転方向で左右どちらにも開閉できるようにした。また、1957年には、国内初の扉のマグネットロック機構と扉が閉じたことを表示するパイロットランプを採用したGR-830を発売し、使い勝手の面で改良を進めた。

更に、1960年には、他社に先駆けて除霜水の自動排水蒸発装置や自動除霜後復帰装置などを装備したGR-100KSを発売し、スマートな外観が評判となった。

このころから冷蔵庫は、白黒テレビ及び洗濯機と並んで三種の神器と呼ばれ、家電機器の花形として発展すること



になった。

2.2 隆盛期における洗練化の時代

冷蔵庫が急速に普及するなか、1961年に当社の大阪工場が創業を開始した。その翌年には、国内初の完全ビルトインタイプの2ドアファンクル式 GR-350NT などを開発し、小型から大型まで14機種をそろえて高まる需要に応えた。その後、1966年には、他社に先駆けて冷凍室と冷蔵室にそれぞれ冷却器を設けた1ドア2温度式 GR-120SY を開発し、冷凍冷蔵庫と命名して、冷凍食品の長期保存とホームフリージング時代への先鞭をつけた。

1969年には、断熱材をグラスウールから断熱性能が約2倍の発泡ウレタンに切り替え、内容積を一挙に40～50L拡大して家庭用冷蔵庫の大型化へいち早く対応した。

続いて1971年には、国内初の電動式冷水装置を開発し GR-1802TS に搭載した。この商品は市場で爆発的にヒットし、業界にブームを巻き起こした。更に翌年には、国内で初めてサイドバイサイド型の GR-2903SS に自動製氷機を搭載し、水に続き氷でも注目を浴びた。

ところが、1973年の第1次オイルショックにより、業界を挙げて冷蔵庫の省エネに取り組むことになった。そこで当社は、1978年に他社に先駆けて、これまで冷蔵庫の背部に露出していた放熱器をキャビネットに内蔵した“クリアーバック式”の GR-269A を発売し、業界に新風を巻き起こした。この

冷蔵庫は消費電力、設置スペースともに約15%削減し、背面がすっきりした今日の冷蔵庫の先駆けとなった。

一方では、1982年に国内初のコンプトップ式、ビルトインタイプの冷蔵庫 GR-302CB を開発し、システムキッチンとのコーディネートに応えた。

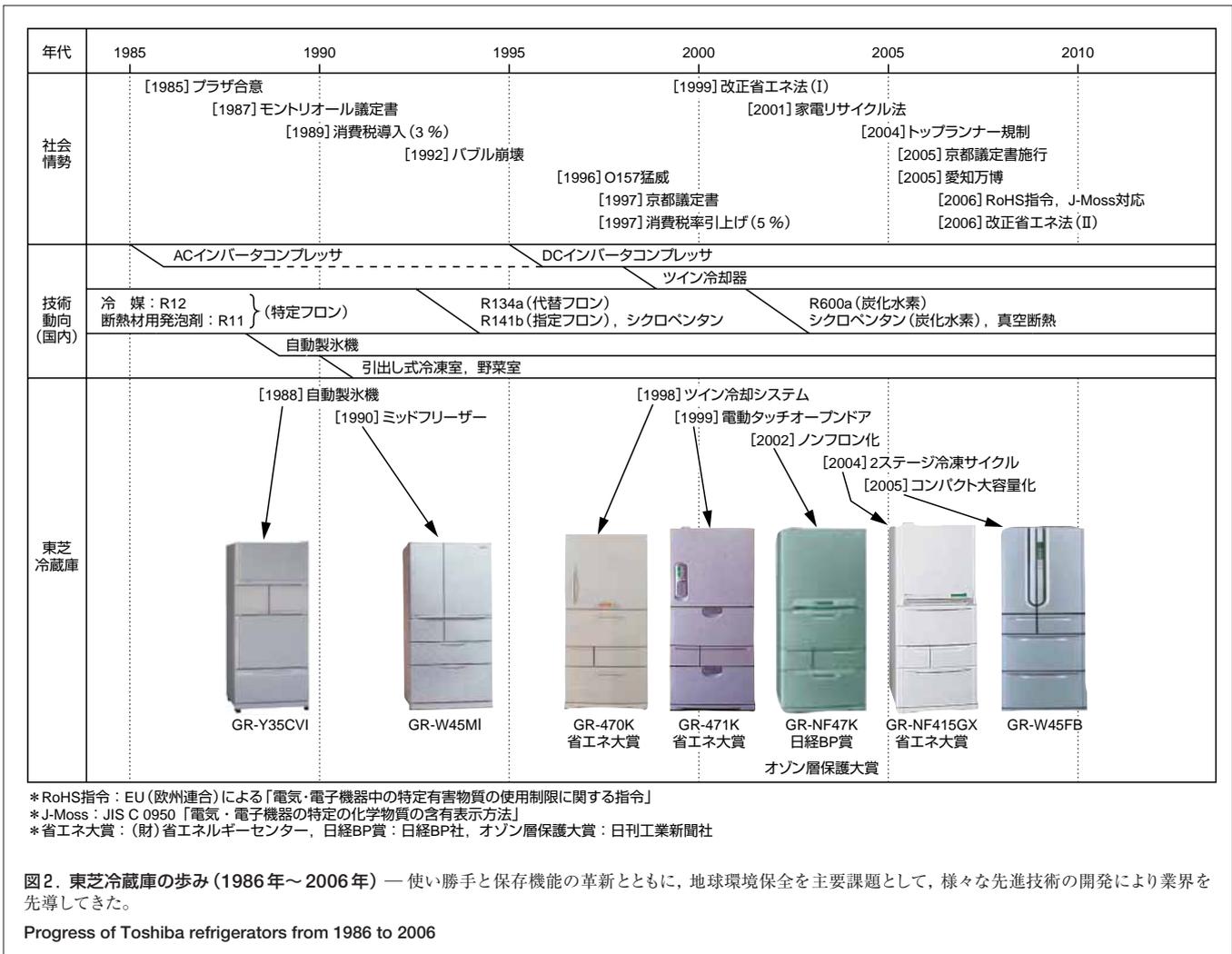
3 後半期(1986年～2006年)の歩み

当社冷蔵庫の後半期における社会情勢や技術動向、及び代表的なモデルを図2に示した。この20年間は使い勝手と保存機能の革新だけでなく、脱フロン化や省エネなど、様々な地球環境保全に業界を挙げて精力的に取り組んできた。

3.1 使い勝手(快適性)の革新

この間の使い勝手の向上に関する変遷を見ると、当社は1988年に、自動製氷機をコンパクトにして国内で初めて主力冷蔵庫 (GR-Y35CVI) に搭載し“かつてに氷™”の宣伝文句で大反響を呼んだ。その後、自動製氷機は、国内の主力冷蔵庫の標準機能となっていった。

1990年には、もっとも使用頻度の高い冷蔵室を上部に移動し、ベルトラインより上は棚収納、ベルトラインより下の冷凍室と野菜室はすべて引出し収納とした GR-W45MI を業界に先駆けて発売し、日本の冷蔵庫の形態を大きく変革した。以降、この冷蔵庫具ともいえるタイプが、日本の大型冷蔵庫の



基本形態となった。

また、1999年には、扉開閉がもっとも多く、大型化が進んだ冷蔵室の扉に、国内で初めて電動タッチオープン機構を搭載し、好評を博した。

3.2 保存機能の革新

食品の保存は冷蔵庫の基本機能であり、当社は、単なる食品保存ではなく鮮度を徹底して追求してきた。鮮度を保つ3要素は低温、恒温、高湿であるが、これを具現化するものとして、まず1998年に、「ツイン冷却システム」を採用したGR-470K「鮮蔵庫™」を商品化した。従来は一つの冷却器で冷蔵と冷凍の二つの温度帯を冷やしていたが、この冷却システムでは冷蔵室と冷凍室にそれぞれ専用の冷却器を設け、効率よく交互に冷却することで、低温、恒温、高湿ラップなしでの保存を可能にして保存性能を約2倍向上させ、新鮮さはもちろんビタミンなどの栄養も長もちさせることができるようになった。

続いて2000年には、このラップなし保存機能を強化するため、「プラズマ脱臭」を搭載し冷気の質の向上を図ったGR-

472Kを商品化した。プラズマ脱臭により、食品へのにおい移りを防ぎ、食品や料理をおいしく保存できるようになった。更に2001年には、光触媒を採用してエチレンガスも分解できる「光プラズマ脱臭」、2005年にはニンニク臭や酢酸臭も分解できる「ナノ光プラズマ™脱臭」など、保存性能だけでなく、おいしさの面からも改良を重ねている。

3.3 環境調和の時代

この20年は地球環境保全が急務となり、現在も業界を挙げて取り組んでいる。まず、それまで冷蔵庫の高性能化に寄与してきた特定フロン (冷媒, 断熱材用発泡剤) が、1987年にモントリオール議定書が採択されて規制がスタートしたことを受け、当社は1993年から図2に示す指定フロンR141b (発泡剤) と代替フロンR134a (冷媒) に順次切り替えていった。

しかし、それらのフロンも、1992年の第4回モントリオール議定書締約国会議と1997年の京都議定書 (気候変動に関する京都会議) で全廃が決まった。そこで当社は、2002年に国内の先陣を切ってノンフロン冷蔵庫GR-NF47Kを商品化し、現在に至っている。

一方、省エネに関しては、1970年代の2度のオイルショックや前述の京都議定書などを受けて、これまでに2度の省エネ規制が行われてきたが、2006年の秋からは、2010年をターゲットに第3次の規制が始まろうとしている。この間、当社は冷凍サイクル技術、断熱技術、及び制御技術の革新に努めてきた。特に、1998年のツイン冷却冷蔵庫と、世界初となる2004年の“2ステージ冷凍サイクル”冷蔵庫は、独自の冷却効率の改善により大幅な省エネを実現し、その年の省エネ大賞を受賞している。

4 最新冷蔵庫の特長

2005年11月に、これまでの当社の技術を結集した“置けちゃうビッグ™”GR-W45FBを発売した。この冷蔵庫の外観及び縦断面を図3に示す。

GR-W45FBでは、快適性の提供と健康的な食生活への貢献を目指した。以下、主な特長を述べる。

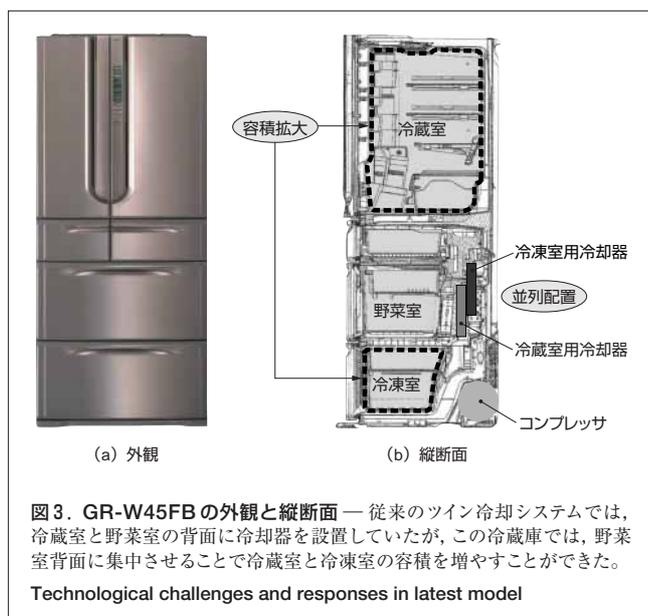


図3. GR-W45FBの外観と縦断面 — 従来のツイン冷却システムでは、冷蔵室と野菜室の背面に冷却器を設置していたが、この冷蔵庫では、野菜室背面に集中させることで冷蔵室と冷凍室の容積を増やすことができた。
Technological challenges and responses in latest model

4.1 高容積化とツイン冷却の両立

当社は従来から、冷凍専用と冷蔵専用の二つの冷却器を搭載するツイン冷却システムを採用し、鮮度保持性やエネルギー効率に優れた冷蔵庫を提供してきた。この冷蔵庫には、これらの二つの冷却器を高集積化して野菜室背面に並列配置し、加えて放熱部もスリム化した“コンパクトモジュールシステム”を搭載している。更に、ダクト配置の最適化や電子制御装置の小型化などで、ツイン冷却のメリットを維持しながら、前年度機種に対し定格内容積を38L増加した⁽²⁾。

4.2 扉・引出し開閉時のユーザー負担軽減

使いやすさの面では、もっとも開閉回数の多い冷蔵室両扉

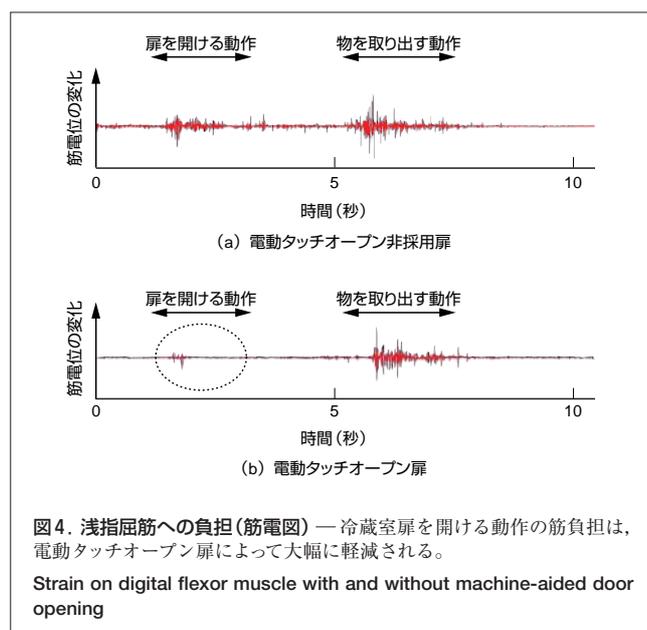


図4. 浅指屈筋への負担(筋電図) — 冷蔵室扉を開ける動作の筋負担は、電動タッチオープン扉によって大幅に軽減される。
Strain on digital flexor muscle with and without machine-aided door opening

に電動タッチオープン機構を搭載するなど楽な開閉を追求した。電動タッチオープン機構により、調理中や手がふさがっているときでもワンタッチで簡単に扉が開けられる。

この機構は、ユーザーへの身体負担も大幅に軽減した。図4は、冷蔵室扉を開けて物を取り出す際の、指を動かす筋肉(浅指屈筋)への負担を筋電計で測定した結果である。電動タッチオープン扉の場合、少ない筋負担で開けられることがわかる。

更に、冷蔵室扉と本体の距離が約75 mmになると自動的に扉が閉まるオートクローズ機構で、半扉を防いでいる。

また、野菜室と冷凍室の引出し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、食品収納容器の奥まで引き出せるようにして、食品の出し入れ性を向上させている。

4.3 “クールプリファイヤー™”機能による鮮度保持

前年度機種から採用したナノ光プラズマ™により脱臭・除菌された冷気で、食品を包み込むように冷却する機能を搭載した。高湿度できれいな冷気で冷やすことにより、総菜などをラップなしで保存しても、乾燥やにおい移りを防ぎ、おいしさを保つことができる。

またナノ光プラズマ™脱臭・除菌機能は“12年間メンテナンスフリー”でも好評を博している。これは、高電圧放電により紫外線とオゾンを生じさせ、それぞれに光触媒とオゾン分解触媒を組み合わせ臭気成分を酸化分解するもので、活性炭など吸着タイプの脱臭剤に比べ非常に長期間、脱臭性能を維持できる。

4.4 アミノ酸増量野菜室

ツイン冷却器による安定した低温とナノ光プラズマ™によるエチレン除去で、野菜のおいしさを向上させる機能を搭載した。鮮度が劣化しやすいアスパラガスも、4日間の保存で

アミノ酸が約10%、糖度が約20%増加することを確認した。

このほかこの冷蔵庫には、LED（発光ダイオード）による製氷皿除菌、冷凍食品の着霜を抑える“霜ガード冷凍TM”などの機能を搭載し、好評を得ている。

5 今後の課題と取組みについて

冷蔵庫を取り巻くこれからの課題と取組みテーマ例について表1に整理した。今後、冷蔵庫は基本機能や付帯機能の革新に加えて、表1に示す課題に積極的に取り組む必要があると考えている。特に、1～3は、国内だけでなく地球規模の切迫した課題であり、新たな創意工夫で解決したい。

表1. 今後の課題と取組みテーマ例

Challenges and approaches to their solution

課題	取組みテーマ例
1 地球温暖化対応 (CO ₂ 削減)	<ul style="list-style-type: none"> ・機器の省エネ (2006年新省エネ法対応) ・機器の使用法支援、啓もう
2 資源・エネルギー問題 (資源の枯渇と高騰) (有害物質規制)	<ul style="list-style-type: none"> ・3R (リデュース, リユース, リサイクル) ・機器の省エネ ・高容積効率設計 ・エネルギーの有効活用 (深夜電力など) ・RoHS, J-Moss 対応
3 食料問題 (自給率約40%)	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄食材の削減 (食の省エネ) ・保存機能の更なる向上 ・食の安全, 安心 (トレーサビリティなど)
4 超高齢化社会 (65歳以上21%以上)	<ul style="list-style-type: none"> ・ユニバーサルデザイン ・健康支援 (健康メニューコンサルタントなど) ・安否確認 (扉の開閉状況の検知など)

6 あとがき

当社冷蔵庫の76年間の歴史を振り返り、それぞれの時代において、当社が他社に先駆けて数々の革新的な冷蔵庫を生み出し、人々の生活の向上と社会の発展に果たしてきた役割の大きさを再確認した。

これからも当社は地球内企業として、その社会的責任において、真に豊かで持続可能な循環型社会の実現を目指し、世界に貢献できる冷蔵庫の開発に積極的に取り組んでいきたい。

文献

- (1) 日本冷凍空調学会. 日本冷凍史. 東京, 1998, 450p.
- (2) 合野一彰, ほか. 高容積冷蔵庫 GR-W45FB. 東芝レビュー. **61**, 2, 2006, p.64-67.
- (3) 長友繁美. 冷凍空調の高効率化のあゆみ. 冷凍. **80**, 933, 2005, p.3-9.



阪本 則秋 SAKAMOTO Noriaki

東芝家電製造(株) 家電機器開発部主幹。
冷蔵庫を中心に新商品開発全般に従事。
日本機械学会, 日本冷凍空調学会会員。
Toshiba HA Products Co.,Ltd.



山本 正和 YAMAMOTO Masakazu

東芝家電製造(株) 技術管理部 技術管理担当。
冷蔵庫の環境配慮設計に従事。
Toshiba HA Products Co.,Ltd.



藤井 加奈子 FUJII Kanako

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