

## 家電分野での環境調和型製品

Environmentally-Conscious Home Appliances

鳥田 文夫  
F. Torita

大平 芳史  
Y. Ohira

古浜 功吉  
K. Furuhashi

小嶋 隆夫  
T. Kojima

家電製品は環境調和と商品性とを両立させた技術開発により、より良い製品を作り出していくことが求められている。ここでは、環境への負荷を低減するための省エネルギー化、省資源化、リサイクル化など環境調和型製品へ向けた当社の取組みを述べる。

環境への負荷を大別すると製造段階、使用段階、廃棄段階があるが、家電製品は使用段階での環境負荷が圧倒的に多い。この使用段階の取組みとして、省エネルギー化ではエアコンや冷蔵庫の電気代を約 1/2 に、省資源化では全自動洗濯機の使用水量を約 1/2 に、また製造段階から廃棄段階までをとらえたテレビの技術開発の取組みなど環境負荷への低減効果が始まっている。また、フロン対応技術としてオゾン破壊係数がゼロの代替冷媒へ取り組むなど環境調和型製品の推進を図り、地球環境の改善に貢献していく。

Minimizing environmental impact is also currently an important theme in the field of home appliances. This trend is manifested in endeavors to create environmentally-conscious products, with an emphasis on recycling and the reduction of energy and resource consumption.

Environmental impact can be roughly divided into the production, use, and disposal stages. In the home appliances field, it is during use that environmental effects are most marked. In response, energy-saving measures have virtually halved air conditioner and refrigerator electric power consumption, and resource-saving measures have decreased the water consumption of fully automatic washing machines to approximately half. Technological developments in the field of television sets have also begun to show effects from the manufacturing through disposal stages.

## 環境調和型製品

Environmentally-Conscious Products

### 1 まえがき

家電製品における環境への負荷をみると使用段階が圧倒的であり、もっとも注力していく必要がある。また一般家庭の中で消費するエネルギーは、製品の大型化や複数台の所有などにより増加傾向となっている。製品の大型化で廃棄段階での負荷低減も課題で、有限な資源を有効に活用していくことが重要である。

当社家電製品においても、環境への取組みの成果が出始めており、この中からエアコン、洗濯機、冷蔵庫、テレビなどの環境調和型製品の例を取り上げ紹介する。

### 2 エアコン

エアコンは夏だけの使用から年間を通じた使用に、また 1 所帯で複数台所有する製品となり家庭用電力の約 20% を占めている。エアコンを環境負荷から見た場合ほとんどが使用段階で、省エネルギー化が最大の課題となっている。



(a)室内ユニット



(b)室外ユニット

図1. 新省エネルギー型エアコンGDシリーズ 1996 冷凍年度モデルで、1993 年度モデルに比べ電気代を約 1/2 に省エネルギー化した。  
Energy-saving type air conditioner

ここでは、省エネルギー型エアコン(図1)への取組みを紹介する。

エアコンは、冷凍理論を応用して低温側から高温側へ熱を移動させ、電力消費エネルギーに対し 3~4 倍の熱を引き

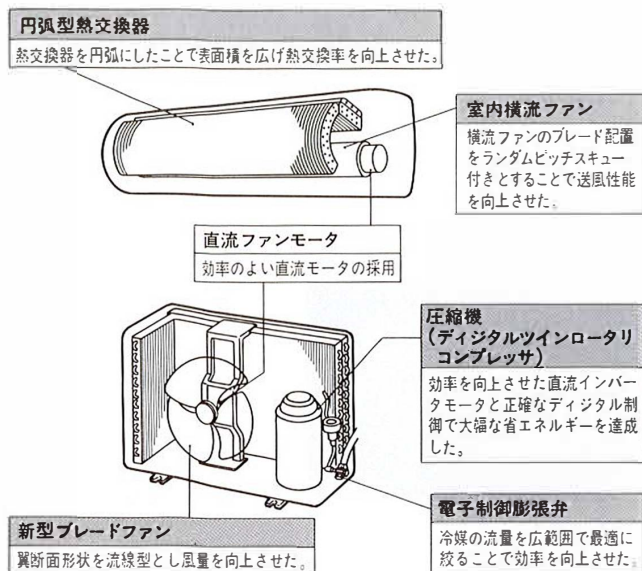


図2. 省エネルギー化の新技術 代表的な省エネルギー化の新技術を示す。これらの技術によって冷房定格時のCOP 4.39, 暖房定格時のCOP 4.65を達成した。

Technologies for energy saving

出すことができ、このエネルギー消費効率 (COP) の向上が省エネルギーにつながる。

図2に示すように、省エネルギー化の新技術には次のようなものが挙げられる。

- (1) 圧縮機に直流ブラシレスモータと渦電流損の少ない永久磁石埋込ロータ構造の採用
- (2) 直流モータを正確に制御するデジタル制御
- (3) すべてのモータを効率のよい直流にする
- (4) 新型ブレードファンによる室外機の送風性能の向上
- (5) 円弧型熱交換器による室内機の熱交換性能の向上
- (6) 冷媒流量を最適に調整する新電子制御膨張弁
- (7) ランダムピッチスキュー付きブレード横流ファンによる室内機の送風性能の向上

これらの新技術により、1996冷凍年度製品の冷房能力2.5 kWクラスで、冷房定格時のCOP 4.39, 暖房定格時のCOP 4.65を達成した。1993冷凍年度の製品と比較すると年間の電気代が52,600円から27,900円になるなど、大幅な省エネルギーを達成した。

### 3 洗濯機

洗濯機の需要は二槽式洗濯機から使い勝手のよい全自動洗濯機へと変化し、洗濯物も「汚れたから洗う」から「着たから洗う」に変化してきた。洗濯物が増加すれば当然使う水も洗剤も増え、地球環境にとって大なる影響を及ぼすことになる。

ここでは、節水型全自動洗濯機 (図3) を紹介する。



図3. 節水型全自動洗濯機 時間半分、水半分を実現した全自動洗濯機 AW-60X7。

Energy-saving type washing machine

#### 3.1 節水への取組み

近年、異常湯水などにより水の使用量の限界がクローズアップされている。洗濯機においても、節水や風呂水のリサイクルなどを図っていく必要があり、次のような技術開発により使用水量を170Lから97Lへ、また風呂水を43L再利用することで、水道水としては54Lで洗濯できるようになった。

- (1) 洗濯・脱水槽に穴なしの新構造を取り入れ、むだ水をなくす (図4)。
- (2) シャワーによる節水すすぎ方式を採用
- (3) 洗い行程の水の風呂水給水によるリサイクル
- (4) 質量センサの精度向上により水位調整を細かくし、洗濯量に合わせた水位設定をする。

洗い行程における水を少なくすることで洗剤の使用量も52gから33gと少なくできた。

また、商品性の向上として時間短縮も同時に実現できた。

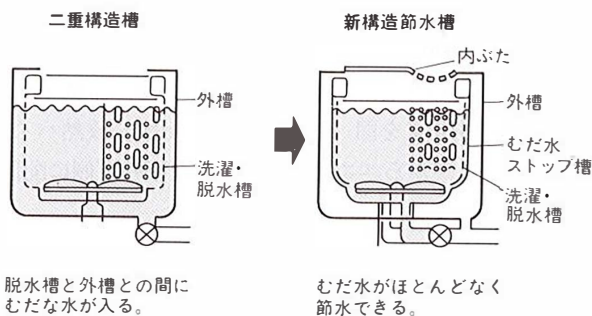


図4. 新構造節水槽 洗濯・脱水槽に穴なしの新構造を取り入れ、むだ水をなくした。

Comparison of new and previous types

#### 3.2 包装材への取組み

従来は包装材に発泡スチロールを使用しているが、これを段ボール化することでリサイクルしやすい製品作りを進めている。



## 4 冷蔵庫

冷蔵庫は一年中使用され家庭用電力量の約 20 %を消費する製品である。近年さらに大型化が進み、消費電力量もいっそう増加してきた。また、大型冷蔵庫は 90 kg 近い重量があり、廃棄物としても分解性を向上させる必要がある。ここでは、1996 年度省エネルギー型冷蔵庫 (図 5) を紹介する。

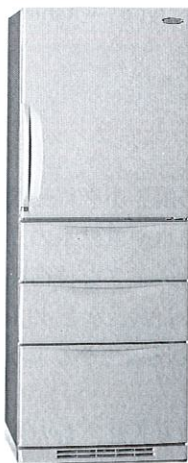


図 5. 省エネルギー型冷蔵庫 1996 年度商品で、1994 年度商品に比べ消費電力量を約 40 % 節減した。

Energy-saving type refrigerator

### 4.1 省エネルギー

省エネルギーへの取組み技術として次のものがある。

- (1) 新放熱システムによる冷凍サイクルの効率向上
- (2) 新断熱材による熱リーク量の低減
- (3) 周囲温度に対応したヒータ電力制御
- (4) 庫内冷気流路の改善

これらの技術により、400 L クラスの冷蔵庫で、1994 年度商品の消費電力量 73 kWh/月 に比べ 1996 年度商品では 44 kWh/月 と、約 40 % の省エネルギーを達成した。

### 4.2 分解性向上

製品アセスメントに対する取組みとして、冷蔵庫における分解分離性向上を図った例を図 6 に示す。放熱パイプを側面埋込タイプからユニット化して冷蔵庫の下側に配置し、分解性を向上させた。

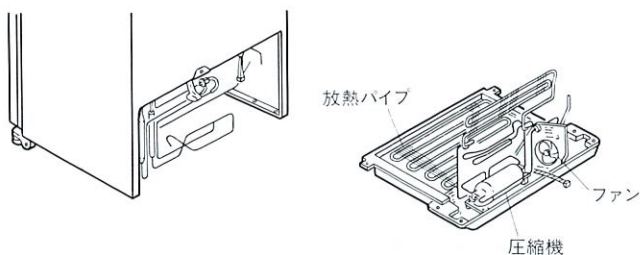


図 6. 分解性を向上させた冷蔵庫  
分解しやすくした。

Easier-to-dismantle refrigerator

放熱システムをユニット化し、

## 5 テレビ

家庭用テレビ (図 7) は、開発設計段階から省エネルギー・省資源・環境保護を推進するために積極的に取り組んでいる。



図 7. 省エネルギー型テレビ  
負荷電力削減、電源効率改善などにより、1995 年度商品は前年比約 17 % の年間消費電力量の低減を達成した。

Energy-saving type TV set

### 5.1 省エネルギー

テレビは普及率が高く、1 所帯で複数台の所有も多いため、家電製品の電力消費に占める割合が約 10 % と高い。そのため、エネルギー消費を可能な限り抑える努力が求められる。このような背景から、1994 年 4 月 18 日付官報においてテレビが“省エネ特定機器”に指定され、年間消費電力量を 1999 年 3 月 31 日までに基準値以下にすることが義務づけられている。一方、衛星放送受信機能などの多機能化や大画面化で、必要電力は増加傾向にある。そこで努めて省電力回路設計を行い、機能・性能の向上にかかわらず消費する電力を低く抑えていく必要がある。

最近のテレビの省エネルギー設計の例では、次のような施策がある。

- (1) 主電源回路にフル共振型電源を新規に開発して採用したことによる電源効率改善
- (2) スーパーブライトロン管<sub>TM</sub>の開発・採用による電源利用効率の向上 (明るさの向上)
- (3) 新規マイコンの開発による待機電力削減
- (4) 映像処理回路の IC 化などによる負荷電力削減
- (5) 負荷電源電圧システムの標準化による電源効率改善
- (6) 副電源回路 (低電圧用) のスイッチング電源化による電源効率改善

これらの施策により、代表機種において 1995 年セットは前年比約 17 % の年間消費電力量の低減を達成している。

### 5.2 省資源および再資源化

テレビの使用期間だけでなく製造から廃棄までの全期間で、地球環境への影響を考慮した早急な対応が望まれている。製品開発段階から製品アセスメントを実施し、省資源化および使用后製品の再資源化処理を容易にする次のような施策を盛り込み、多分野での対応を行っている。

#### 5.2.1 省資源の例

- (1) ガスアシスト成形 (中空成形) やコンピュータ解析技

術を用いてキャビネットの薄肉・軽量化を実現し、使用材料を削減(代表機種で約20%)した。

- (2) セットの小型・軽量化, 使用材料見直しなどにより包装材を減量した。

### 5.2.2 再資源容易化の例

- (1) キャビネット材料を統合化(ポリスチレン化)した。
- (2) シヤシのスナップインなどによるねじの削減, 全面カバー小物部品の材料統合による解体不要化などで解体時間を削減した。
- (3) 発泡スチロール代替として, 段ボールパッキングやパルプモールドの採用促進を図った。
- (4) プラスチック部品への材料名表示を徹底した。

### 5.2.3 環境保全の例

- (1) キャビネット塗装に水系塗料を採用することで, 有機溶剤を削減し大気汚染への負荷を低減した。
- (2) 燃焼時に有害性ガスが発生するとされるハロゲン系化合物の代替化を推進した(ノンハロゲン材料を用いたキャビネット, 基板の採用促進)。

図8にテレビの環境調和事例を示す。今後もさらに地球環境に調和した製品作りを推進していく。

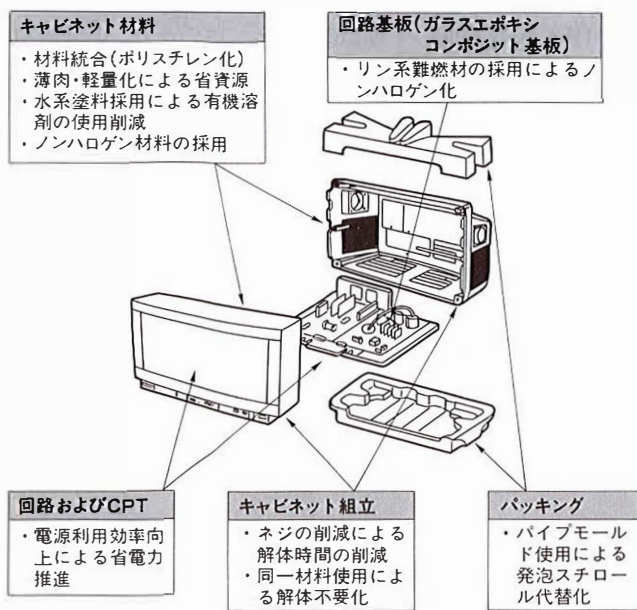


図8. テレビにおける環境調和事例 テレビの各部分で環境に配慮した設計を行っている。

Examples of environmentally conscious measures for TV sets

## 6 あとがき

家電製品の環境への取組みを始めたのは近年であるが, 助省エネルギーセンター主催の省エネバングード21で, エアコンは通商産業大臣賞をはじめ3年連続受賞し, また全

自動洗濯機は通商産業大臣賞を受賞するなどの活動を展開している。また, 資源の枯渇など目の前のことであり環境調和型製品への取組みを積極的に実施し, より良い地球環境の実現に向けた技術開発を推進していく。(鳥田/大平)

## フロン対応技術

### HCFC Technologies

### 1 まえがき

オゾン層の保護も重要な環境課題である。塩素元素を含むフロンは, オゾン層破壊原因の一つであり, 家電分野においても, 冷蔵庫やエアコンの冷媒としてこれらフロン類が用いられてきた。そこで, 当社はオゾン層保護のため, オゾン破壊係数(ODP)がゼロの代替冷媒への切換えを強力に進めている。

### 2 モントリオール議定書とフロン規制

オゾン層保護の推進のため, 塩素を含むフロンの削減・全廃を国際的に取り決めた。これが, モントリオール議定書である。塩素を含むフロンは, 水素元素の有無により, CFC(クロロフルオロカーボン)とHCFC(ハイドロクロロフルオロカーボン)の2種類に大別される。ODPが高いCFC(特定フロン)は, 1995年末に先進国での全廃が完了した。一方, ODPが低い(CFCの約20分の1)HCFCについては, 1996年に総量規制が始まり, 2020年には原則全廃されることになっている。図9は, モントリオール議定書(1995年12月改訂)による, HCFCの削減スケジュールである。

現在, HCFCはエアコンや一部の冷蔵庫の冷媒として使用されているが, これらの冷媒も近い将来 ODP=0の代替

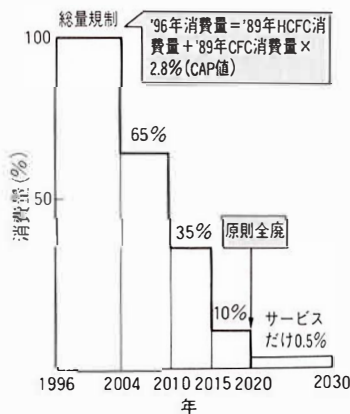


図9. HCFCの削減・全廃スケジュール 1995年12月モントリオール議定書締結国会議で改訂されたスケジュール(対象は先進国)。

Regulations on reduction of HCFCs



冷媒に切り換える必要がある。そこで、当社では代替冷媒の選定や対応機器の開発を強力に推進している。

### 3 代替冷媒の選定

エアコンや冷蔵庫用の冷媒として、CFCやHCFCの代替冷媒を選択するにあたっては、オゾン層を破壊しない(ODP=0)ことに加え、次の点も考慮する必要がある。

- (1) 従来の冷媒と同等以上の性能と効率が得られる。
- (2) 可燃性、毒性でない。
- (3) 熱的・化学的に安定である。
- (4) 総合温暖化因子 (TEWI) が低い。
- (5) 機器の仕様変更が最小限である。

以上の点を総合的に評価した結果、現時点ではハイドロフルオロカーボン (HFC) がもっとも有力な代替冷媒と考えられている。

HFCは、分子構造中に塩素元素をいっさい含んでおらず、オゾン層破壊の原因とならない(ODP=0)冷媒である。また、適切なHFCを選択することにより、(1)~(5)の条件をほぼ満たせることが明らかになりつつある。

### 4 特定フロン規制対応冷蔵庫

オゾン層破壊が問題となる以前には、冷蔵庫の冷媒としてR12とR502が、断熱材の発泡剤としてR11が使用されていた。これらは、いずれも特定フロン(CFC)であり、代替冷媒への迅速な切換えが急務であった。当社では、R134a、R22、R141bへの切換えを積極的に進め、1993年に特定フロン規制対応冷蔵庫の販売を開始した。図10は、当社の規制対応冷蔵庫の出荷台数比率の推移であり、短期間に切換えが進行していることがわかる。

R134aはHFCであり、オゾン層破壊の原因とはならない。一方、HFCは従来の潤滑油(鉱油)との相溶性がなく、潤滑油を鉱油からエステル油に切り換える必要があった。エステル油は吸湿性が高く、加水分解しやすいので、長期信頼性に対する慎重な検討が必要である。そこで、次のよう

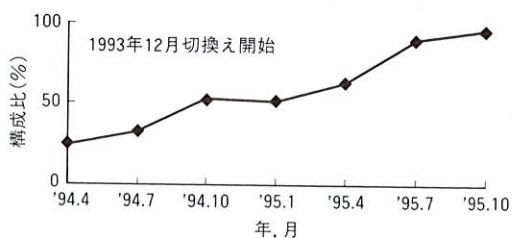


図10. 特定フロン規制対応冷蔵庫出荷台数 特定フロン全廃に対応するため、1994~1995年に特定フロン規制対応冷蔵庫への切換えを実施した後の出荷台数の推移。

Shipment volume of CFC-free refrigerators

な対策を実施した。

- (1) 加工・組立過程での水分管理を徹底する。
- (2) 冷媒配管中に発生する汚濁物の発生原因を究明し、材料を再選定する。

以上の対策を実施するとともに、耐久試験を十分に行い、長期信頼性を確認した。この結果、現在に至るまで、信頼性上の大きな問題は発生していない。

このように、特定フロン規制に対しては、迅速かつ十分な対応をとることができた。現在は、R22(一部冷蔵庫の冷媒)やR141b(発泡剤)といったHCFCの削減・全廃に対応するため、ODP=0の代替冷媒への切換えに向けた技術開発に注力している。また、使用済みの廃冷蔵庫にも着目し、CFC冷媒の回収を推進するとともに、R11を含有する断熱材の革新的な処理技術の研究・開発を進めている。

### 5 エアコンのHCFC全廃対応

現在のエアコンには、HCFC冷媒であるR22が使用されている。当社では、このR22をODP=0のHFC冷媒に切り換える努力を続けている。

#### 5.1 エアコン用HFC冷媒とその特性

エアコンの使用条件に適合する特性を実現するには、複数のHFC冷媒を混合する必要がある。このため、開発当初は多くの混合冷媒が提唱された。しかし、3年間に及ぶ評価・検討を経て、現時点ではR407C、R410A、R410Bの三つが有力候補と考えられている。これら3候補の比較を表1に示す。

R407Cは、3種類のHFC(R32、R125、R134a)の混合冷媒であり、R22に近い特性をもつ。これが、この冷媒の最大の特長であり、部品の耐圧設計や圧縮機の基本仕様の変更が最小限にできる。

一方、この冷媒は強い非共沸性をもっている。非共沸性は、沸点が大きく異なる冷媒を混合した場合に現れる性質である。非共沸混合冷媒をエアコンに使用すると、熱交換

表1. エアコン用HFC候補冷媒の比較

Comparison of promising HFC refrigerants for air conditioners

冷媒	R407C	R410A/B
項目		
組成 (重量比)	R32/125/134a (23/25/52%)	R32/125 (A:50/50% B:45/55%)
可燃性*1	実質不燃	実質不燃
圧力*2	ほぼ同等	高い(約1.5倍)
共沸性	非共沸	擬似共沸
圧縮機*2 (排除容積)	変更不要	要変更 (約70%に縮小)
比R22効率*3	97~98%	100~102%

\* 1 : 米国安全審査機関 (UL) の認定

\* 2 : 同一条件でのR22あるいはR22用機器との比較

\* 3 : 試作機エアコンでの実験結果

器の性能が低下したり、着霜時間が長くなり、機器効率の低下を招く。当社では、熱交換器の改良など、効率改善のために種々の対応策を講じてきた。この結果、試作機レベルでは、R22に近い効率を実現できるようになった。

R410AとR410Bは、いずれも2種のHFC(R32, R125)の混合冷媒であり、圧力などの物性がR22と異なる。しかし、R410A/Bは擬似共沸であり、圧力損失が小さく、熱伝達率が高いというエアコンに適した性質をもっている。

現行のR22用エアコンにR410Aを使用すると、コンプレッサや熱交換器の不適合により、効率は10%以上低下する。しかし、これらの機器をR410A対応に改良することにより、R22を上回る効率を実現することができる。この最適化の過程を図11に示す。

この結果は、R410A/Bがエアコン性能向上に高いポテンシャルをもつことを示している。同時に、R410A/Bをその高いポテンシャルを生かしつつ、エアコン冷媒として実用化する場合には、コンプレッサ、熱交換器といった主要部品の仕様変更が必要であることも明らかである。

表1に示すように、R410A/Bはエアコンでの使用圧力がR22の約1.5倍と高い。このため、エアコンのすべての部品の耐圧設計を見直す必要がある。また、長期信頼性に対しても大きな影響を与える。このことから、R410A/B対応のエアコンを商品化するには、R407Cよりも長期の開発期間を要することになる。

### 5.2 HFC対応エアコンの商品化への課題

現在、当社では上述の3冷媒を候補として、技術開発と信頼性確認に全力を傾けている。しかし、HFC対応エアコンを商品化するためには、多くの課題が残っている。その主なものとして、次の課題が挙げられる。

- (1) 各候補冷媒の将来性を見極め、冷媒を絞り込む。
- (2) R22同等以上の性能・効率を実現する量産仕様を確立し、必要な改良部品を量産化する。
- (3) 適切な材料選択や十分な耐久試験により、長期信頼性を確立する。

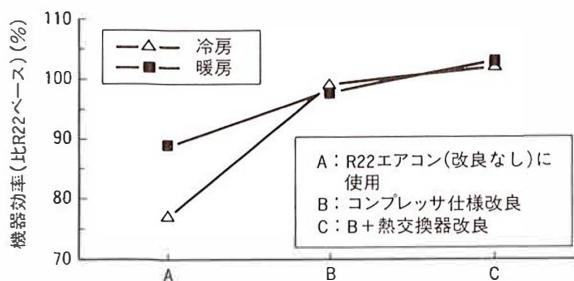


図11. R410Aに対するエアコンの最適化 R410Aをエアコンに使用するには、コンプレッサと熱交換器の改良により、R22を上回る機器効率を得られる。

Optimization of air conditioner for R410A

(4) 生産設備、サービス体制などの、新冷媒に対するインフラを整備する。

このように、商品化へ至るまでの道のりは決して平坦ではない。しかし、環境調和型で、かつユーザメリットのある(普及力のある)HFC対応エアコンを早期に商品化することが当社の責務であると考え、これまで以上の努力を続けていく。

## 6 あとがき

当社は、地球環境の保護を最重要課題ととらえ、オゾン層破壊要因となるフロン(CFC, HCFC)の全廃に向けても、最大限の努力をしている。冷蔵庫用冷媒R12に代表されるCFCについては、1995年末に全廃を完了した。一方、HCFC削減・全廃に対しては、HFCを代替候補冷媒として対応機器の開発を進めている。解決すべき課題は多く残ってはいるが、早期商品化に全力投入し、2000年までには、HCFCを使用しないエアコンや冷蔵庫を市場に送り出したい。

(古浜/小嶋)

## 文献

- (1) 時田博之, 他: 新除湿方式を採用した省エネルギー型エアコン GDシリーズ, 東芝レビュー, 51, 2, pp.67-70 (1996)
- (2) 三輪義之: 時間半分, 水半分を実現した全自動洗濯機 AW-60X7, 東芝レビュー, 50, 4, pp.331-334 (1995)
- (3) 斎藤寿寛, 他: 製品アセスメントへの取り組み, 東芝レビュー, 49, 5, pp.340-342 (1994)
- (4) 落合政司, 他: 家庭用テレビの電源偏向回路技術, 東芝レビュー, 50, 10, pp.747-750 (1995)
- (5) 小津政雄, 他: 冷凍・空調機器の今後のフロン対応技術, 東芝レビュー, 50, 2, pp.143-146 (1995)



鳥田 文夫 Fumio Torita

住空間システム事業本部技術企画担当課長。  
ランドリー開発設計を経て技術企画に従事。  
Airconditioners & Appliances Group



大平 芳史 Yoshifumi Ohira

深谷工場映像技術第一部設計第三グループ回路設計主査。  
カラーテレビの開発設計に従事。テレビジョン学会会員。  
Fukaya Works



古浜 功吉 Kokichi Furuhashi, Ph.D.

住空間システム技術研究所開発第一担当主査, 工博。  
空調・冷凍機器のサイクル・熱交換器の研究開発に従事。  
日本冷凍協会会員。  
Airconditioners & Appliances Engineering Lab.



小嶋 隆夫 Takao Kojima

住空間システム技術研究所開発第一担当主査。  
空調・冷凍機器のサイクル・熱交換器の研究開発に従事。  
日本冷凍協会, 日本熱物性学会会員。  
Airconditioners & Appliances Engineering Lab.