

# 地球温暖化防止と快適な生活を両立させる 家電製品の実現

ecostyle™ Products Aiming at Global Warming Prevention and Comfortable Life

山田 哲朗

■ YAMADA Tetsuro

東芝は地球温暖化防止への取組みとして、家庭内の二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 排出量削減あるいは省エネに貢献する家電製品を、“eCOスタイル™家電”として提供している。そのコンセプトは、“自分らしく快適に暮らしながらいつの間にかエコな毎日になっている。そんな新しいエコライフを応援する”ことである。当社は、このコンセプトに添いながら、地球規模の温暖化対策によりいっそう対応したeCOスタイル™家電の実現に向けて取り組んでいる。

Toshiba introduced ecostyle™ as a new marketing concept covering our home appliances in October 2007. Based on this key concept, we have been providing customers with choices for new ecological lifestyles without lowering comfort levels and without the need for too much effort. We are continuing to make technical innovations for the development of ecostyle™ products with higher performance, in order to further contribute to the prevention of global warming.

## 地球温暖化防止への取組み

IPCC (気候変動に関する政府間パネル) による第4次評価報告書によれば、約200年前の産業革命以降、CO<sub>2</sub>濃度が280 ppmから379 ppmへ急増し、地球の平均気温が顕著に上昇している (図1)。

これは、温室効果ガスであるCO<sub>2</sub>の増加により、地球からの放熱が少なくなってきたためと言われている。

例えば、世界の平均気温上昇が2degを超えると熱波、洪水、干ばつによる病気の発生率や死亡率の増加、低緯度地域における穀物生産性の低下、広範囲に及ぶさんごの死滅、などの悪影響が予測される。

一方、2050年を想定して、世界の平均気温上昇を2deg以下に抑えるには、CO<sub>2</sub>排出量を現状より半減し、CO<sub>2</sub>濃度を450 ppmまでに抑制することが必要であると言われている。

先ごろ発行されたIEA (International Energy Agency: 国際エネルギー機関) のEnergy Technology Perspectives 2008に示された、世界のエネルギー起源のCO<sub>2</sub>排出量予測によると、エネルギーの供給側と消費側双方での革新的

な技術開発と社会での実践が必要であるとしている。

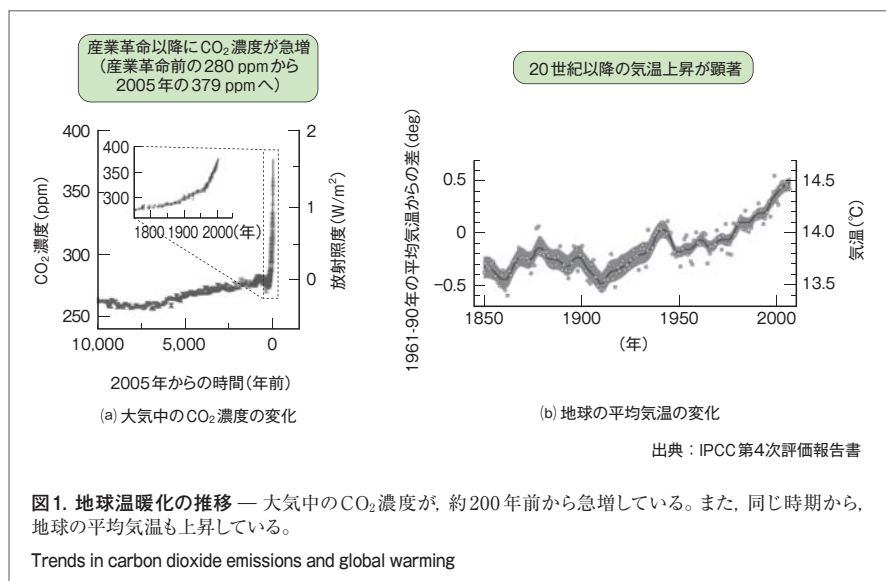
例えば、エネルギー供給側の原子力発電技術やCO<sub>2</sub>回収・貯留技術など産業及び社会全体での施策に加え、家庭やオフィスなどで身近な省エネを推進する必要がある。

## 東芝の技術開発の歴史

東芝は、家事労働の省力化や快適な

生活支援を目指して、様々な家電製品を登場させ、改良を進めてきた。製品開発の歴史を見ると、少子高齢化対応、共働きの生活支援、及び前述の地球規模での温暖化対策など時代の要求を反映させてきたことがわかる。

また、要素技術の歴史を見ると、白物家電、照明それぞれの技術分野で、基幹部品・材料の高性能化と環境及び制御を柱とした基本技術の開発を進めてきた (図2)。



以下、環境技術の一つである省エネ技術の開発動向を示す。

■ヒートポンプ技術

快適な温度・湿度の生活環境を生み出すエアコン、食品を冷蔵又は冷凍保存して長持ちさせ食生活を充実させる冷凍冷蔵庫、及び最新の洗濯・乾燥機能を備えるドラム式洗濯乾燥機などでは、“ヒートポンプ”が採用されている。これは、熱をポンプでくみ上げるように移動させ、冷却又は加熱を行うものである(囲み記事参照)。以下に示すように、このヒートポンプ技術を構成する各要素に改良を加え、省エネ性能を向上させ

てきた。

コンプレッサ及び制御技術では、AC(交流)誘導モータをDC(直流)三相インバータモータに替えて高効率化するとともに、必要な能力に合わせてモータ回転数を変化させることで、低能力から高能力までの広い使用条件で効率を改善してきた。また、2000年には高速演算素子のDSP(Digital Signal Processor)を採用したベクトル制御インバータを開発し、こまやかで高効率なコンプレッサ制御を実現した。

一方、冷媒技術については、1999年以降、エアコン用冷媒に従来より冷凍能力の大きいR410Aを採用して省エネを

実現した。更に、2002年1月からは冷蔵庫用の冷媒を、地球温暖化係数が従来のフロン(R134a)の1/400と小さい、ノンフロンのイソブタンに変更するなどの改善を進めてきた。

■照明技術

一般照明用の光源は、従来の白熱電球、蛍光灯、HIDランプ(High Intensity Discharge Lamp:高輝度放電ランプ)、及び最近提案されてきたLED(Light Emitting Diode:発光ダイオード)に大別でき、それぞれ照明として必要な約380~780nmの可視光域とそれ以外の波長の発光割合が異なる。

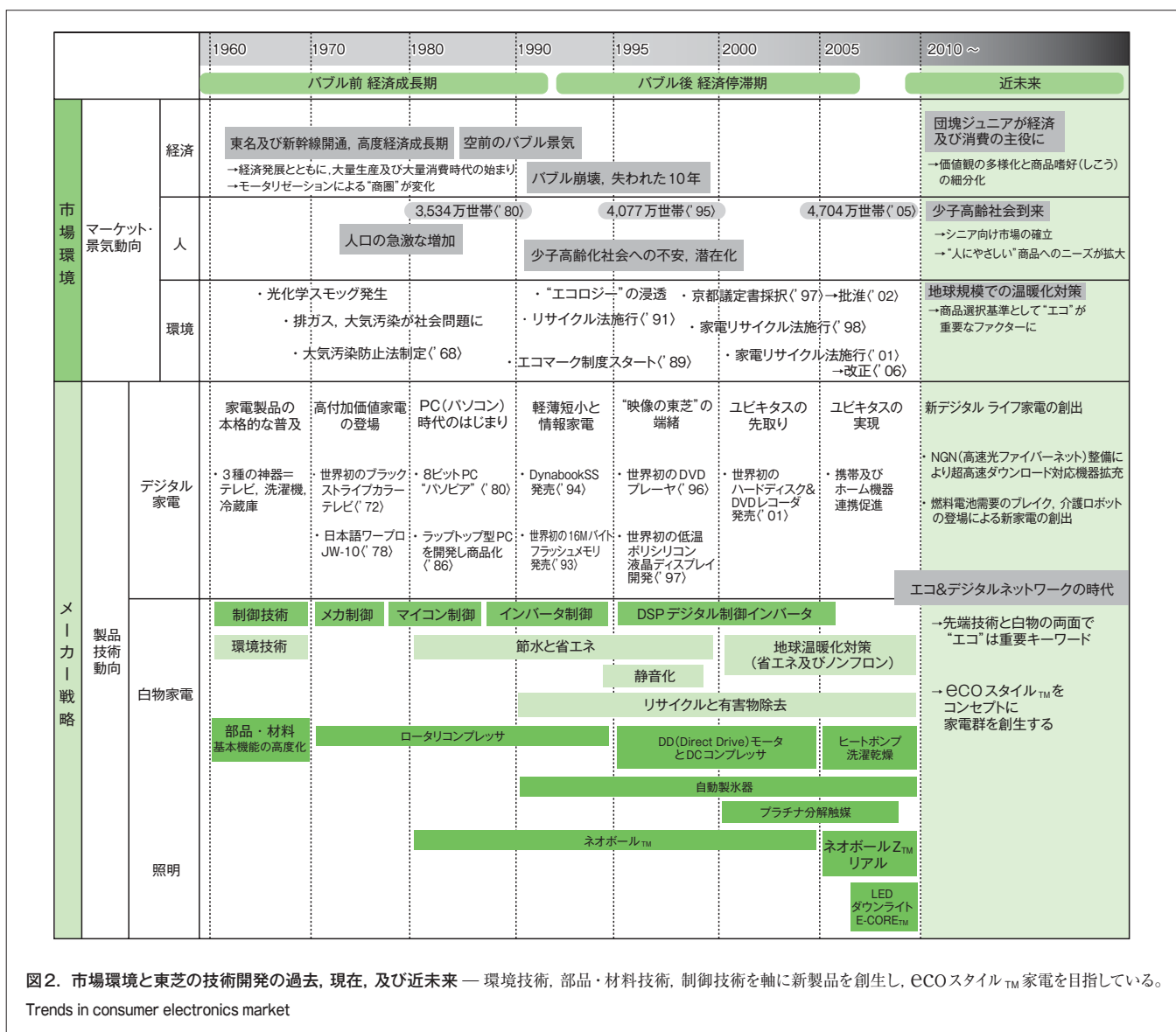


図2. 市場環境と東芝の技術開発の過去、現在、及び近未来 — 環境技術、部品・材料技術、制御技術を軸に新製品を創出し、ECOスタイル™家電を目指している。  
Trends in consumer electronics market

希ガス中でタングステンを加熱する白熱電球では、可視光の効率は12～17 lm/W程度である。

一方、蛍光灯は管内放電で水銀蒸気を励起させることで発光し、効率は50～110 lm/Wとなる。また、管長が長いほど効率が良い傾向にある。

電球形蛍光灯のネオボール™は電球形のバルブの中に蛍光管を組み込んだもので、1980年の発売以来改良を続け、1984年にインバータ回路を内蔵し、2005年に電球形状に合わせたネオボール Z™リアルを発売した。

HIDランプは、様々な金属類に発光させて大光量の白色光を放射させるもので、効率は50～130 lm/Wである。

LEDは半導体中の電子が再結合したときに出る光を用いたもので、可視光以外の放射がほとんどなく、長寿命である。

2008年現在の効率は70～100 lm/W程度だが、160～200 lm/W程度まで高効率化できると予測されている。青色発光のLEDと青色の補色である黄色の蛍光体を組み合わせて白色を出す方式が主流で、現時点ではもっとも効率が高い方式である。

以上の各光源の用途に応じた性能向上と、より高効率で自然な色合いの光源が普及するよう技術開発を進めてきた。

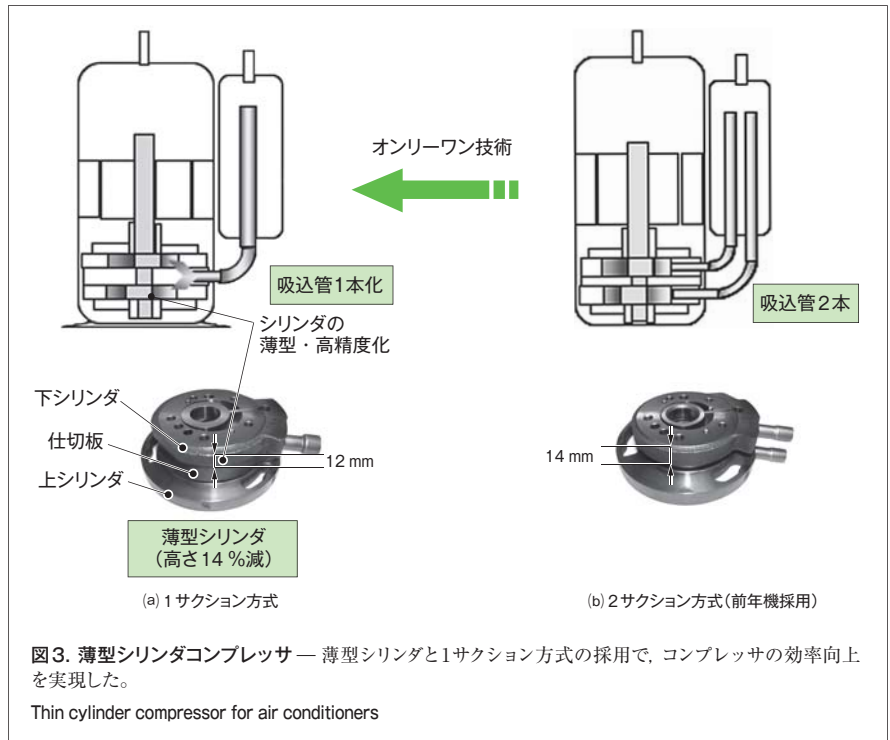
## 快適な生活へ向けての ECOスタイル™家電技術

家庭で使う電力の用途別内訳は、資源エネルギー庁の2003年度電力需給概要によると、多い順にエアコン25.2%、冷蔵庫16.1%、照明器具16.1%となっており、これら三つの製品で全体の約60%を占めている。

当社は、これらを含めた家電製品全般について、“自分らしく快適に暮らしながら、いつの間にかエコな毎日になってい

(注1) 成績係数COP (Coefficient of Performance)は、消費電力1 kWh当たりの冷却あるいは加熱能力を示す。エアコンでは、冷暖平均COPを記載した。

(注2) 通年エネルギー消費効率APF (Annual Performance Factor)は、1年間で必要な冷暖房能力と標準条件の空調運転時の電力量 (期間消費電力量)との割合。



る。そんな新しいエコライフを応援する”ECOスタイル™家電を提案している。

以下、当社ならではの技術革新への取り組みを、2008年度の主要製品を事例として述べる。

### ■エアコン技術

近年のリビングルームの大型化、開放空間化に対応して、従来の冷房能力2.8 kWタイプから4.0 kWタイプへと家庭用エアコンの主流が変化してきており、快適な生活と省エネを両立させるため、より高能力機種種の省エネ性向上が技術開発の中核になってきている。省エネ法の改正により、家庭用エアコンの評価指標は従来の冷暖1ポイントの成績係数(COP<sup>(注1)</sup>)から、実使用に配慮した通年エネルギー消費効率(APF<sup>(注2)</sup>)に変更され、2010年が達成年度となった。

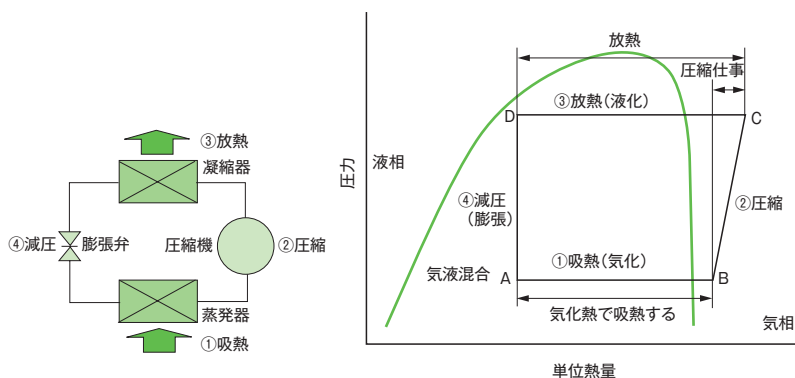
そのための省エネ技術として、2007年度の省エネ大賞を受賞したRAS-402BDR/RAS-402BADRをベースとする1サク

ション(吸込)方式の高効率コンプレッサについて述べる(図3)。

APF向上への寄与度を評価すると、冷房及び暖房とも、定格あるいは最小能力より中間能力での効果が大きいことが判明した。その改善には、コンプレッサによる冷媒ガス圧縮仕事の高効率化が最重要である。従来からコンプレッサモータの効率改善には、希土類磁石の採用や集中巻線による損失の低減、モータの正弦波駆動による運転効率の向上などを推進してきた。いっそうの性能向上のために、暖房の中間能力において重要な要素であるしゅう動損失と漏れ損失に注目し、“薄型シリンダ”及びそれに伴う技術課題を“1サクッション仕切板分岐吸込方式”で解決した。

ロータリコンプレッサにおける冷媒ガスの圧縮メカニズムは、円筒形状のシリンダ内を偏心ローラが回転することで、シリンダ内の体積を減少させ圧縮する。その行程において、シリンダ及びローラとしゅう動しながらシリンダ内部の圧縮室を高圧側と低圧側に仕切る役割をしているのがペーンである。そこでペーンの高さを低減すれば、しゅう動面積が

## ヒートポンプ



図(a) ヒートポンプの構成要素

図(b) 冷凍サイクル

冷凍サイクルを使って、熱を低温から高温へ移動させる技術をヒートポンプと言う。

図(a)は構成要素を示し、図(b)はモリエル線図で冷凍サイクルを示した。

モリエル線図は縦軸が絶対圧力、横軸が単位熱量で、熱移動媒体である冷媒の液体、気体の相変化を記入した中に、冷媒の状態変化を示している。

A → B: ①気化熱で吸熱(Q1)

B → C: ②ガス圧縮し加圧(W)

C → D: ③液化工程で放熱(Q2)

D → A: ④膨張工程で減圧

このような状態変化を繰り返し、圧縮仕事Wのエネルギーで連続してQ1を吸収しQ2を放熱する形で熱を移動させる。

成績係数(COP) = 放熱熱量Q2 / 圧縮仕事Wが2～6程度で、少ないエネルギーでより多くの熱を放熱するので省エネになる。

減少し、圧縮工程で、ローラ、シリンダとベーン間のしゅう動損失を低減できる。

しかし、シリンダを薄型にすると、従来のツインロータリの場合の吸込管径を縮小させなければならず、吸込抵抗が増大して高能力を犠牲にせざるをえない。そこで、吸込管を2本から1本にすることで吸込管の抵抗の増加を抑制した。また、インバータ部分の損失改善のため、高効率パワーモジュールであるスーパージャクションFET(電界効果トランジスタ)と、“スイッチング速度が遅いため短絡電流発生”を抑制する制御を採用した。この技術も、特に中間能力範囲で大きな効果が見込める。

以上のような新しい省エネ技術の開発で、10年前の機種(RAS-406BDR)に対し、期間消費電力量を1,955 kWhから1,293 kWhへと34%低減させ、APFを4.1から6.2へと約1.5倍に向上させた。

また、快適さとともに省エネを実現す

る機能として、送風のスポットモードとゾーン運転を搭載した。

スポットモードでは冷房時で最大30%、暖房時で最大15%の省エネを実現する。これは記憶した場所だけに送風する運転モードで、リビングルームのダイニングコーナーにひとりいるときは“スポットちかく”で快適に、また、部屋の奥のリビングコーナーも“スポットとおく”で快適になる。

一方、ゾーン運転は、リビングルームなどの広い部屋でもむだなく冷房・暖房運転をして電力を節減する。

もちろんエアコン内部にあるエアフィルタ、熱交換器、送風路まで全自動で掃除する機能を搭載し、手間を掛けずに省エネ性能を維持できるよう設計している。掃除機能がない場合に比べて、電力を20%も節減できる。

### ■ 冷蔵庫技術

リーチイン保湿鮮蔵庫GR-X56FT及びGR-X53FTでは、“電気のエコ”技術と

して3℃の冷蔵ゾーンと-18℃の冷凍ゾーンを二つのゾーンに集約し、断熱効率の良いレイアウトにした。これにより断熱仕切りを集中化し、結露防止ヒータを削減した。更に、新開発のインバータコンプレッサで、低速運転時の回転数を低減し、電力を10%節減した。低回転まで使うので停止時間がなくなり、むだな起動電力を低減できたためである。また、冷媒と空気の熱交換を行う冷却器の冷媒配管の径をφ6.35 mmからφ5 mmに細径化することで、冷媒の流速を速くして、吸熱が効率よく行われるようにした。

以上の省エネ技術により、2010年の省エネ基準をGR-X56FTでは125%、GR-X53FTでは126%達成した。

例えば、しゅんの食材をたっぷり新鮮に保存して、豊かな食生活を提案する、すなわち食材を捨てることが少ない“食のエコ”の実現技術について以下に述べる。

近年、冷蔵食品、冷凍食品ともに消費量が増加している。当社が調べたところ、飲料は3.45倍、調味料は3.2倍、冷凍食品も1.3倍に増加している。

一方、1週間の平均買い物回数は4.9回から3.8回に減少し、まとめ買いの傾向が強くなっている。これに対応するためGR-X56FT及びGR-X53FTは、136Lと大容量で3段の冷凍室を備えている。これは、長期保存に適した1段目、フリージングや使いかけ保存用の一気冷凍を行う2段目、及び大きめの冷凍食品や肉、魚を丸ごと冷凍できる深さの3段目の収納ケースを内蔵した冷凍室であり、使いやすさと大きな収納量を兼ね備えている。

また、高湿度を実現するうるおい冷却を可能にしたデュアルツイン冷却システムを搭載している。冷蔵室内にある冷却器には冷却時に庫内の水分が結露する。これをファンモータの風で昇華させて水分を含んだうるおい冷気を循環させる。これにより冷蔵室内の湿度約85%を実現した(図4)。

この保湿冷気で野菜の鮮度が長持ちし、使い忘れによる食材の廃棄を低減できる。当社の調査によると、一般家庭では約3万円/年の食材が破棄されているが、食材の長持ちにより約12,000円も低減できるという結果を得た。

## 照明技術

高効率LEDダウンライトE-CORE™40は、京都議定書の目標達成計画で要求された「白熱電球に対するエネルギー消費量1/5、価格差3.8倍」の目標を照明業界で初めて達成した。一般白熱電球販売の大半を電球形蛍光灯やLEDに置き換えることで、2010年には現在に比べて年間約50万tものCO<sub>2</sub>排出量を削減できると推定される。

また、光束維持率70%を寿命として比較した場合、白熱電球が1,000時間、蛍光灯が12,000時間程度であるのに対し、LEDは40,000時間という長寿命も特長である。

2007年に発売した白熱電球の40Wクラス相当から、60Wクラス、100Wクラス相当へと順次、大光量製品のラインアップを進め、照明としての利用範囲を広げている。


## より快適なeCOスタイル™ 家電の実現に向けて

当社は、地球規模の温暖化対策に対応して、家庭でのエコプロダクツによる貢献を更に進めていく。

特に、快適な生活をしながら、家庭のCO<sub>2</sub>排出量がいつの間にか削減されている、eCOスタイル™家電を実現するための三つの要素を今後も更に進めていく。


(1) 基盤要素技術の改良 ヒートポンプについては、より環境負荷の少ない自然冷媒の研究、コンプレッサそのものの効率化、断熱材の改良、及びDCモータなど、ヒートポンプそのものの高効率化のほか、駆動する回路のハードウェア、ソフトウェア部分での高効率化が

快適性能“デュアルツイン冷却”




高湿度でいつもの“うるおい”を可能にした  
デュアルツイン冷却

デュアルツイン冷却  
エコモイスターエンジン



食材の乾燥を防いで、しっとり鮮度キープ

冷蔵室内の湿度  
約85%



まるで野菜がうるおいバックしているよう

---

庫内温度が安定していて、食材にもやさしい  
温度変化わずか±0.4℃

図4. デュアルツイン冷却 — 冷蔵室と冷凍室を独立冷却器で交互に冷却する。冷蔵室を冷却しないときに冷蔵ファンを回転することで、着霜を昇華させ、冷蔵室の湿度を約85%にする。  
Dual twin-cooling system for refrigerators

欠かせない課題であり、いっそうの効率化を求められる部分であると考えている。

また、新たな要素技術を生むアプローチとして、東芝グループが自動車用あるいは産業用に開発してきた技術を家電製品へ応用展開していく。

(2) センサの応用 例えば人感センサや生体センサの活用で、必要な場所と時間に、自動でむだなく快適に電力を使う製品とする。

これらセンサの最適な精度及び感度による活用展開により、実質的な省エネができる製品群を市場に提供していきたい。

(3) IT (情報技術) の応用 ITは、快適さを追求できる有効な手段である。また今後は、ITに関連した社会インフラも急速な変化が想定される。家庭内へのITネットワークの普及と充実に合わせて、個々の家電製品からシステムへと変化することが予測される。家庭内の白物家電、AV、パソコンなどをITで統合した家庭内生活システム

として、今までにない快適な生活を創造しながら大きな省エネが実現できるシステムを開発し、最適な時期に市場に投入し拡大していくことを目指す。

また、省エネを実現するためには、消費者の理解と納得を得ながら、高性能なeCOスタイル™家電への買替えを促していくことが重要であると考えている。

当社は、2008年4月に、年間約4,000万個の一般白熱電球の製造を2010年をめどに中止することを発表した。今後は、電球形蛍光灯やLEDなどの省エネ製品に置き換える事業活動を更に推進する。



山田 哲朗  
YAMADA Tetsuro

東芝コンシューマエレクトロニクス・ホールディングス(株) 技術品質統括部 技術企画担当 専任。冷蔵庫の開発に従事。

Toshiba Consumer Electronics Holdings Corp.