

# MITSUBISHI

## 三菱電機技報 Vol.76 No.11

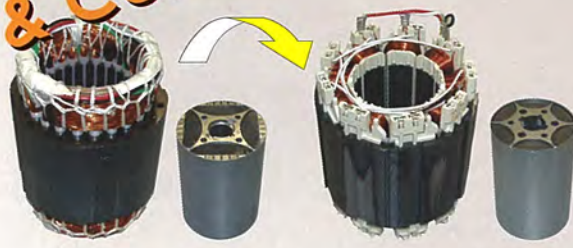
特集「人と暮らしを支える技術」

# 2002/11

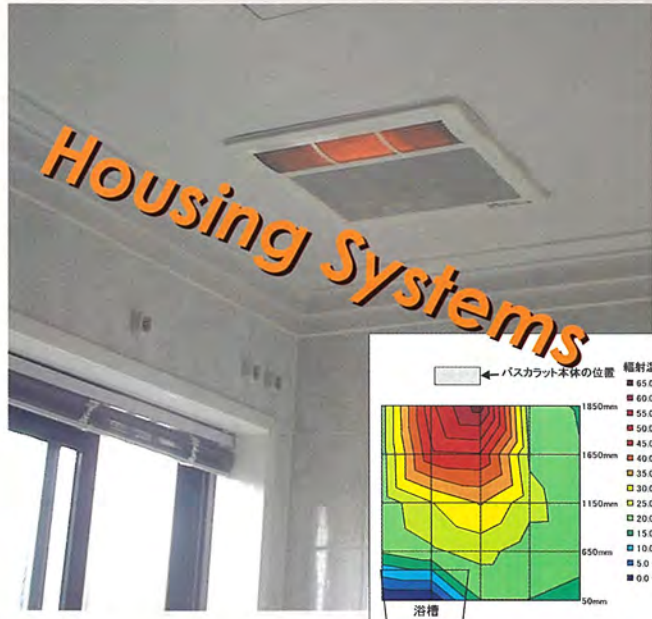
人と暮らしの夢づくり  
*Advance to the Next*



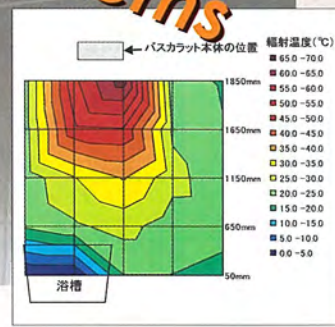
### Air conditioning & Compressor



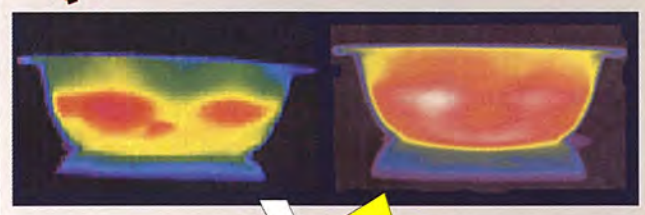
### Visual Information



### Housing Systems



### Home Appliance



## 目次

### 特集「人と暮らしを支える技術」

人と暮らしの夢づくり“Advance to the Next” 小倉宏彦	1
ネット家電技術の動向 馬場文明・木目健治朗	2
ルームエアコンの差別化技術 鈴木 聡・川野将俊・森下国博・村上泰隆	7
ITと空調管理システム 増井弘毅・荒木義臣・田村和也・井上雅裕・砂澤健司	11
ビル用マルチエアコンのリニューアル対応技術 森本 修・河西智彦・高下博文	15
パッケージエアコン用室外機の低騒音化 廣中康雄・中川祥道・加藤康明	19
空調機用インバータの高効率化・高性能化技術 川久保 守・矢部正明	23
省エンジニアリング設計のホームコントローラ 中田成憲・久代紀之・鈴木繁樹	27
バス乾燥・暖房・換気システムの衣類乾燥検知及び暖房運転切換えの自動化 清水拓也・福田光男・矢部大輔	31
調理家電機器における本質機能の高度化 長田正史・長峯長次・菱山弘司・金井孝博・星野裕嗣	35
ウレタン発泡三次元流動解析技術 三谷徹男	39
AVネットワークテレビと周辺機器 赤津慎二・小坂英明・松原雅美・三浦 紳・草葉 裕	43
監視用映像デジタル記録装置“DXM1core”シリーズ 熊野 真・加藤直樹・勢木真一	47
双方向マルチ大画面制御技術 河原敏成・山川隆司・佐々木啓祐	51
高輝度モニタ用CRT 長瀬章裕・平野孝之・近藤利一・村上文昭・中西功二	55
カラーマネジメント技術の現状と将来 香川周一・杉浦博明	59

### 特許と新案

「複合型冷媒回路設備」「非共沸混合冷媒を用いた冷凍空調装置」	63
「電気温水器」	64

### スポットライト

プラズマテレビ“PLASMA DIA(ダイヤ)”PD-42MW2	(表3)
----------------------------------	------

### 表紙

#### 人と暮らしを支える技術

今月号は、家電から住宅、業務用機器に至る幅広い分野に亘って事業を展開する三菱電機リビング・デジタルメディア事業本部の特集である。

リビング・デジタルメディア事業本部では、“人と暮らしの夢づくりAdvance to the Next”をスローガンとして、幅広い製品群を、空調、住宅設備、家事家電、映像情報の四つの事業ドメインで運営している。

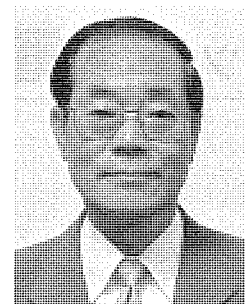
表紙は、この四つの事業ドメイン名を配し、それぞれ本特集で紹介する製品の使用イメージや技術イメージを写真等で構成してリビング・デジタルメディア事業本部を表現した。



## 人と暮らしの夢づくり“Advance to the Next”

取締役  
リビング・デジタルメディア事業本部長

小倉宏彦



三菱電機技報“人と暮らしを支える技術”特集号の発刊に当たり、一言ご挨拶申し上げます。

私どものリビング・デジタルメディア事業本部は、家庭用の電化製品、AV機器、住宅設備から業務用エアコンや監視用大型ディスプレイに至る非常に幅広い分野に亘った製品を扱っているため、次の4事業ドメインで事業展開しております。すなわち、ルームエアコンや業務用のパッケージエアコンに代表される空調事業、電気温水器、太陽光発電設備やIHクッキングヒーターに代表される住宅設備事業、冷蔵庫、掃除機や洗濯機に代表される家事家電事業、テレビ、DVDや大型DLP表示装置に代表される映像情報事業です。

これらの4事業ドメインに共通することは、“快適な住生活環境、オフィス・店舗等を含めた快適生活環境”の提供であり、“生活に欠かせない利便性の高い家事空間”及び“くつろぎ・楽しみの映像空間”の提供です。言い換えれば、人との直接的なインタフェースを持つこと、また暮らしに密着していることです。

そこでスローガンとして、「人と暮らしの夢づくり“Advance to the Next”」を設定しています。これを技術開発的側面からとらえれば、常にマーケットや顧客に目を向け、市場に精通した開発力・技術力で実現するソリューションビジネスの展開を意味しています。これはまさしく、

三菱電機グループのコーポレートステートメントである“Changes for the Better”の“常に良いものを目指し、変革していく。”という目標を実現する道であると確信しております。

今回は、事業本部特集ということで、4事業ドメイン全てに亘って論文をピックアップいたしました。具体的内容は、家庭用・業務用の新製品に搭載された独自技術のご紹介を軸に、それらを支える基盤的な技術や、最近の新聞紙上ににぎわせている“ネット家電”やホームネットワークについての最新の取り組みもご紹介いたします。

最後に、論文掲載に当たりましては、資料や写真掲載へのお客様の温かいご理解や、開発本部からの投稿など、多大なご協力をいただきまして発刊にこぎ着けられましたことを厚く御礼申し上げます。

この特集の発刊を機に、リビング・デジタルメディア事業本部の取り組みの姿勢をご紹介させていただきました。私どもは、「人と暮らしの夢づくり“Advance to the Next”」のスローガンの下、先進の技術“Next Technology”で新しい価値“Next Value”を創造し、お客様に更なる満足“Next Satisfaction”をご提供できるよう、前進、挑戦を続けてまいります。

皆様のなご一層のご助言、ご指導を賜りますようお願い申し上げます。

# ネット家電技術の動向



馬場文明\*



木目健治朗\*\*

## 要旨

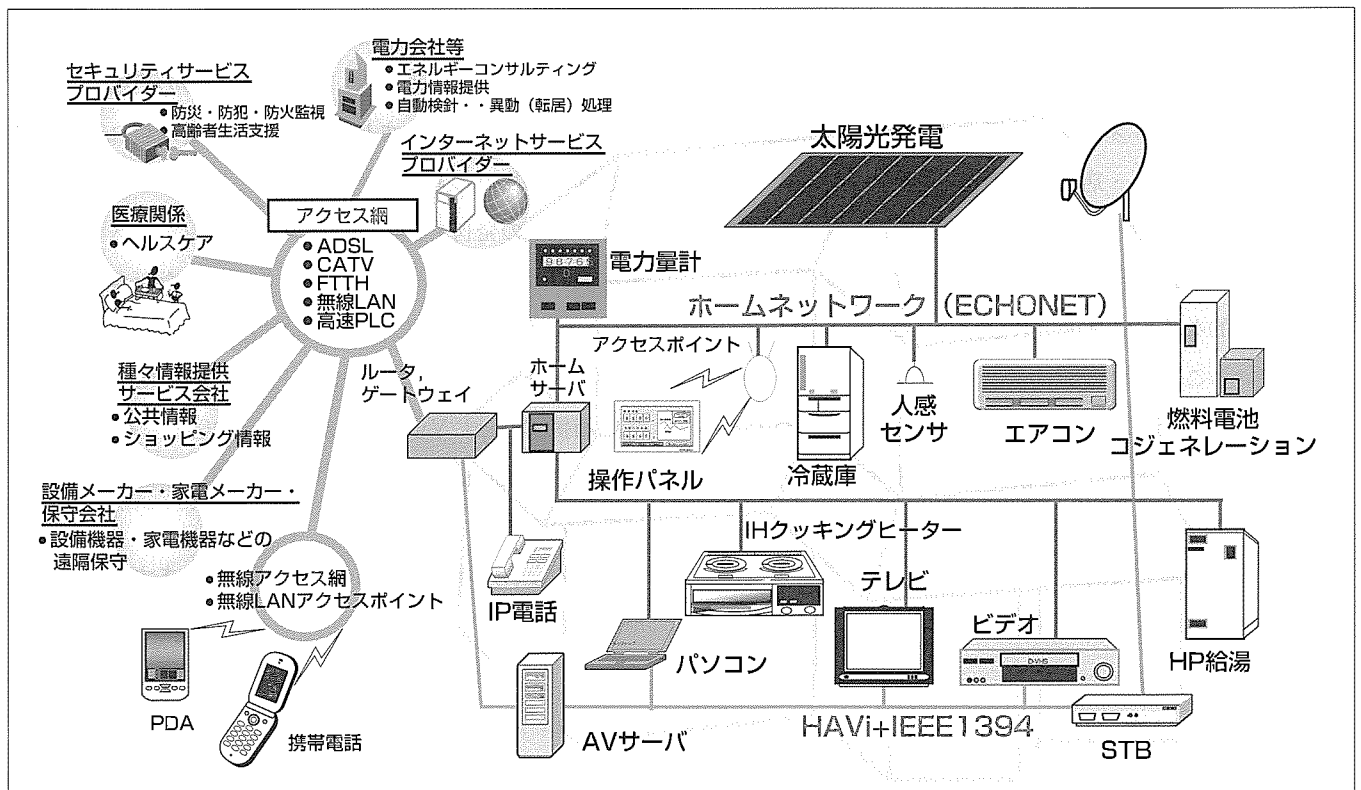
携帯電話、パソコン、ブロードバンド(ADSL, FTTH)など、家庭内におけるIT機器及びネットワークの普及が急速に進んでいる。TVやエアコンなど家電製品のIT化が進み、家庭内でネットワークを形成するとともに、外部のネットワークに常時接続される世界が実現されつつある。ネットワーク接続に対応したネット家電が普及すると、家電機器間の連携や外部との情報通信により、家電製品の機能や性能を最大限に発揮できることが可能となり、生活環境、利便性が大きく向上するとともに、省エネルギー化にも大きな効果を示す。

ネット家電は、TV, VTR, DVDなどのAV系, 冷蔵庫や洗濯機などの機器系, 太陽光発電システムや電気温水器などの設備系に分類される。AV系では、デジタル情報のダウンロードやストレージにより、多様で高品位な映像音響に囲まれた世界が誕生する。機器系のネット家電では、ホームサーバ経由で、外出先から機器の状態を把握し制御

することが可能となる。設備系では、設備間の連携により、省エネルギー運転や最大電力量の制御による省コスト化が実現できる。

ネット家電を用いたホームネットワークの実現には、ユーザーが使いこなし、満足できる機能とサービス、省配線・低コストのネットワーク、機器が外部から簡単に制御できる高信頼性インタフェースの実装と標準化、デジタルコンテンツの流通を促進するためのコンテンツ権利保護制度整備が必要となる。

三菱電機は、“いつでも、どこでも、だれでも”が家電製品を便利に使えるユビキタス社会を実現するため、AV、設備・機器、コンピュータの全分野に対応した家電機器、ネットワーク関連機器の開発を進めるとともに、住宅を用いた実証試験を行い、ユーザーメリットの本質的な追求を推進している。



## ネット家電とホームネットワーク

ホームネットワークは、外部ネットワークとのインタフェースとなるルータ、ネットワーク間を相互接続するゲートウェイ、情報の処理や記憶を行いネット家電を制御するホームサーバ、機器を接続するネットワーク伝送路で構成される。AV系機器では、映像や音楽などの大量のデジタルデータを扱うため、HAVi (Home AV interoperability) システムで高機能化された高速のIEEE 1394インタフェースが適用される。機器を制御するデータを扱うエアコン、冷蔵庫や発電設備、給湯設備などの機器・設備系システムでは、配線工事が容易で信頼性が高く、各種伝送メディアが使用可能なECHONETネットが適用される。

## 1. ま え が き

携帯電話、パソコン、TVなどのIT機器の急速な進展やデジタル化により、従来スタンドアロンで使用されていた家電機器が家庭内でネットワークを形成し、外部のネットワークに常時接続される世界が実現されつつある。携帯電話、PDA、ノートパソコンなどのモバイル機器の普及に伴い、家庭内にある家電製品を外部から制御したいという要望が大きい<sup>(1)</sup>。ネットワークに接続される家電機器(ネット家電)が普及すると、家電機器間の連携や外部との情報通信により、家電機器の性能を最大限に発揮できるとともに、機能を大きく拡張できる。

ネット家電は、消費者に快適な生活空間、生活環境を提供するとともに、機器を最適状態に制御することにより、省電力、省エネルギー化を実現する。ここでは、ネット家電技術の概要について述べる。

## 2. 家電製品を取り巻く環境

図1<sup>(1)</sup>、図2<sup>(1)</sup>は携帯電話と情報機器の普及率推移を示すが、この数年間で急激な伸びを示している。これらの普及の背景には、デジタル技術と高速大容量通信技術の進展がある。携帯電話の普及に加え、ブロードバンドと呼ばれるADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line)、CATV(Cable Television)、無線LAN、光ファイバ通信の急速な普及は、ユビキタス社会の実現を現実としつつある。

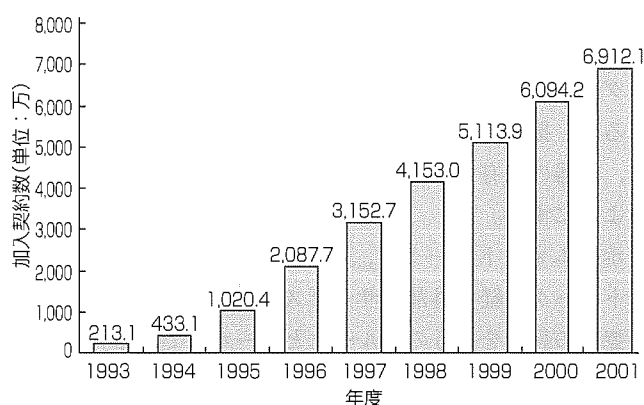


図1. 携帯電話の加入契約数

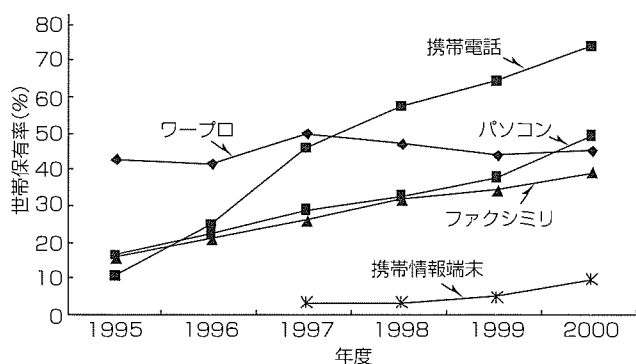


図2. 情報通信機器の世帯保有数

主要な家電製品の普及率と百世帯当たりの普及台数を表1<sup>(2)</sup>に示すが、白物家電と呼ばれる冷蔵庫やエアコンの普及率は飽和し、1世帯で複数台を保有する家庭が増加する傾向にあり、買い増し需要と買い換え需要が中心となっている。AV機器は、CD、DVD、デジタルTVなどデジタルAV機器の普及が急速に進んでいる。今後、AV分野で注目される地上テレビのデジタル放送については、関東・近畿・中京の3大広域圏で2003年末までに放送開始が予定されている。また、ラジオのデジタル化も同年秋ごろから東京・大阪地区で実用化試験放送が予定されている。ネット家電技術の開発では、これらの社会環境と整合した開発が重要である。

ネット家電が普及すると、次に示すような各種のサービスが可能となる。

### (1) エンターテインメント

DVDの普及やTV放送のデジタル化などにより、映像情報のデジタル化が急速に進んでいる。DVDプレーヤーやHDD・AVレコーダ、デジタル放送番組だけでなく、インターネットから得られる動画データ(ストリーミング)などのコンテンツを時間、場所を選ばず自由に楽しめる環境が実現できる。

### (2) 省エネルギー

世界で使用される家電製品は膨大な数量であり、地球環境に与える影響が大きい。国内では、家電リサイクル法、改正省エネルギー法が施行され、家電製品では快適性や利便性に加え環境負荷低減技術開発が非常に重要となっている。家電製品のネットワーク化は、各種センサ情報や機器の稼働状態に基づいて機器の運転状態の最適化や電力負荷の平準化を可能とし、省エネルギー化に大きな効果を示す。

### (3) セキュリティ

ネット家電では、カメラや人感・温湿度センサなどがネットワークに組み込まれているため、家の中の情報が常に外部から容易に確認できる。高齢者の安全、防災、防犯など家まるごとのセキュリティが確保できる。

表1. 主要家電製品の普及率と100世帯当たりの保有台数

品目	普及率(%)	
	2002年3月末	100世帯当たり保有台数
電気冷蔵庫	98.4	124.8
電気洗濯機	99.3	110.2
電子レンジ	95.7	101.6
電気掃除機	98.2	141.9
ルームエアコン	87.2	229.9
カラーテレビ	99.3	235.0
VTR	79.6	126.3
CDプレーヤー	60.5	85.7
DVDプレーヤー	19.3	21.9
携帯電話	78.6	157.4
パソコン	57.2	78.4
デジタルカメラ	22.7	24.7

(4) 快適性サービス

現在の家電製品のほとんどは、スタンドアロンで稼働しているために、機器間の制御は人間が行っている。天候、気温、日射などの環境や在室人数、台所や風呂の使用状態等に応じて換気、冷暖房、乾燥機、照明などを統合的に制御することにより、周囲の状態に対応した快適な生活空間が提供できる。

(5) 情報サービス

家庭内での学習、自治体からの情報、困ったときのサポート情報等がいつでも入手可能であり、パソコンのみでなくTV等でも情報の表示が可能となる。特に今後増加すると考えられる動画を駆使した情報提供はAV系ネット家電の得意とするところであり、だれでも使える端末を用いて、繰り返しの学習や実習、トラブル時の対応などが理解しやすくなり、本当に役立つ情報を家で得ることが可能となる。

(6) メンテナンス、故障診断

ネット家電をメーカーやサービスセンターのホストコンピュータと接続することにより、機器の状態を高度に診断することが可能となる。フィルタなどのメンテナンスのタイミング、機器の動作不良に対する故障予防、診断等がいつでも可能となり、機器の性能を最高の状態に維持することができる。

3. ネット家電技術の動向

ネット家電が普及するためには、図3に示す技術開発が不可欠となる。ネットワークシステムは、家電製品間を機種やメーカーを越えて相互接続するために、統一された仕様下での運用が重要となる。ネット家電における情報は、①AV機器を中心とした映像や音声などのデジタルコンテンツデータ、②冷蔵庫、エアコンなどの家電機器、太陽光発電や給湯器などの設備機器を制御するコマンドデータに大別できる。

3.1 ネットワーク

ホームネットワーク<sup>(3)</sup>は、家庭内における統合化された情報インフラストラクチャであり、ネット家電に不可欠な共通情報伝送路である。ホームネットワークは、デジタルAV機器の相互接続に使用されるAV系ネットワーク、設

備機器や家電機器の相互接続に使用される設備・機器系ネットワーク、複数台のパソコンやプリンターを共有するために使用されるコンピュータ系ネットワークで構成される。

ホームネットワークは、既築の住宅に敷設する際に、配線工事が不要か又は極めて簡単である必要がある。設備・機器系ネットワークとしては、ECHONET仕様がある。電灯線、電波(無線)、赤外線、メタリック専用線等があり、到達距離、工事性、信頼性、法規制、コストの得失を考えて、用途、条件に合わせて組み合わせて使用する。

電灯線ネットワーク(PLC)は、家庭内の電灯線を伝送路として利用するため、配線工事が不要で既築の住宅にネットワークを実現することができる。デジタル信号処理と半導体技術の進歩により、耐ノイズ性が高く、高速通信が可能な変調方式が実現されている。無線ネットワークは、配線工事が不要であり、移動が可能である特長を持っている。特定小電力無線、Bluetooth、無線LANが実用されており、今後、高速化・低コスト化が進むと期待される。赤外線は、テレビやエアコンなどのリモートコントローラとして多用されている。赤外線は、室外に漏洩(ろうえい)しないため干渉の問題が発生しない、高速化が可能である、法規制が少ない等の特長がある。メタリック専用線は、品質の安定した伝送媒体であり、各ホームネットワーク媒体として使用される。部屋間をまたがる場合には、配線敷設工事が必要になる。

ホームネットでは、専門的知識を保有していないユーザーが機器の増設や切り離しを簡単に行える自動設定機能(プラグアンドプレイ)を備えていることが必要になる。プラグアンドプレイは、機器が新たにネットワークに接続されると、接続されたことを自動認識し、識別コードを付与し、機器の保有する機能を登録し、他の機器から使用できるようにする。

ホームネットワークは、CATV、電話網などの広域ネットワークを経て外部のサービス拠点と接続される。家庭の窓口の役割を担うのがルータとサーバ<sup>(4)</sup>である。これらは、情報セキュリティ機能、外部ネットワークの情報を家庭内の情報機器に透過的に伝えるルーティング機能、各種サービス提供者が家庭内機器へ接続するゲートウェイ機能のほかに、様々な外部サービスを家庭内各機器へ橋渡しする情報共通化機能を備えている。

ADSL、CATV、光ファイバなどのブロードバンドを用いたインターネット常時接続が急速に普及し、2004年には、1,700万世帯まで普及する見込みである(図4<sup>(5)</sup>)。常時接続により、ネットワークを高度利用することが可能となった。例えば、設備機器の定常的な遠隔保守・運用管理を低コストで実施することが可能となる。機器の運転状態をモニターすることにより、ユーザーに省エネルギーなどの情報をリアルタイムで提供することができる。

ネット家電機器		コンテンツ、サービス	
<ul style="list-style-type: none"> <li>●低コスト化</li> <li>●プラグアンドプレイ</li> <li>●ベンダー互換性</li> <li>●IPv6対応</li> <li>●リモートコントロール/スタンドアロン両立制御</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●著作権保護</li> <li>●ユーザーベネフィット</li> <li>●ユーザーアシスト</li> <li>●ユーザーサポート</li> </ul>		
セキュリティ			
●ユーザー認証、アクセス制御、暗号化			
ネットワーク			
AV系 設備・機器系 コンピュータ系	ルータ サーバ	<ul style="list-style-type: none"> <li>●低コスト、省配線</li> <li>●信頼性</li> <li>●高速伝送</li> </ul>	

図3. ネット家電の技術課題

インターネットに使用されているプロトコル(IP：通信規約)も大きな変革の時代を迎えている。現在はIPv4(version 4)が使用されているが、今後は、IPv6(version 6)へ移行することが予定されている。従来の32ビットアドレスが128ビットに拡張されることで、約 $3.4 \times 10^{38}$ のアドレス付与が可能となり、すべての家電機器に世界固有のグローバルアドレスを設定することが可能となり、家電機器を固有番号で制御することが可能となる。

### 3.2 AV機器

放送のデジタル化によるコンテンツのデジタル化は、コンテンツのメディア横断を可能とし、伝送速度10Mbpsを超えるブロードバンドの普及により、放送と同等品質のAV情報通信が実現可能になりつつある。家庭におけるAVコンテンツの入り口は、従来の放送やDVD、CDなどの蓄積メディアにブロードバンドも加わることになる。各部屋にテレビのある普及状況で膨大なAV情報を蓄積・処理するためには、高性能なサーバを設けてAV系ネットワークに配信することが合理的である。AVサーバの設置により、放送時間に左右されずに、いつでも、好きな時、どこでもコンテンツが視聴できる。

AVサーバの構成を図5に示す。放送とインターネットという二つのコンテンツの入り口を持ち、入ってきたコンテンツを選択し、必要に応じて記録再生し、AV系ネットワークに出力する。蓄積装置は、一時蓄積として入出力が高速なHDDが有力であり、アナログチューナータイプの

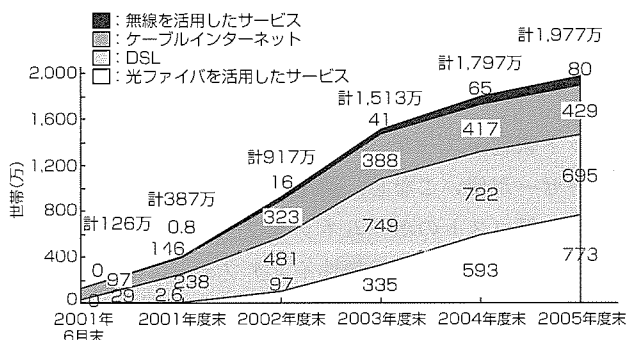


図4. 高速・超高速インターネットの需要予測

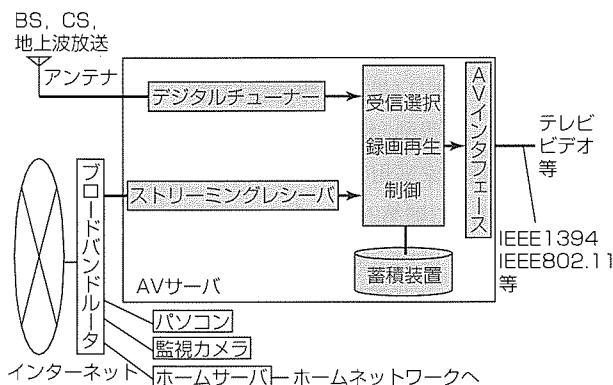


図5. AVサーバの構成

HDD録画機が既に普及し始めている。入り口や放送時間を意識しないでコンテンツを選べるようなユーザーインタフェースも提供される。

当社は、2001年に米国において、図6に示すAV系ホームネットワークHAViを搭載したプロジェクションTV、D-VHS(Digital Video Home System)を世界に先駆けて発売した。HAViの大きな特長として、将来の機器にも対応できるプラグアンドプレイ機能の柔軟性が挙げられる。テレビを最初に購入し後から周辺機器を増設する場合でも、HAViは柔軟に対応できる。

### 3.3 家電設備

空調換気設備、給湯設備、照明設備、厨房設備、太陽光発電等の分散電源設備などの家電設備では、住宅全体の省エネルギー制御の実現、高齢化社会に対応したユニバーサルデザイン、安全性の確保などの高度なシステム機能が要求される。

当社では、一般家庭を対象にセンサや省エネルギー制御機能を備えた機器を設置し自動的に制御すると同時にエネルギーの使用状況等に関する情報を提供する省エネルギーシステムを開発し、大規模な実証試験を開始している。図7に示すように、宅内の設備機器とセンサは電灯線搬送によるネットワークによって接続されており、各家庭は常時接続のインターネットによってセンターシステムと接続されている。

宅内に設置した省エネルギーモニタでは、タッチパネルで設備機器を操作し、その状態を確認することができる。また、センターシステムで省エネルギー診断した結果を基に、定期的に電気使用量や換算排出CO<sub>2</sub>量を各家庭に表示し、省エネルギーガイドや自動制御運転ガイドを表示し、省エネルギー行動を促すことができる。

ネット対応エアコンは、人感センサと外気温によって最適運転(設定温度・風量の変更、運転停止)を行う。エアコンの省エネルギー運転プログラムはセンターシステムから

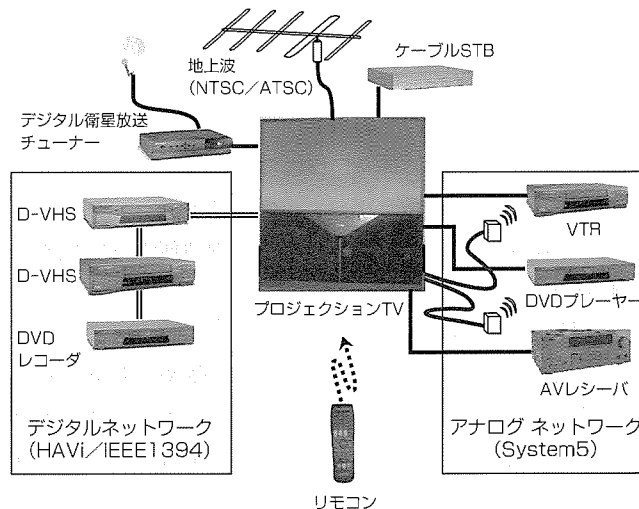


図6. HAVi機器例

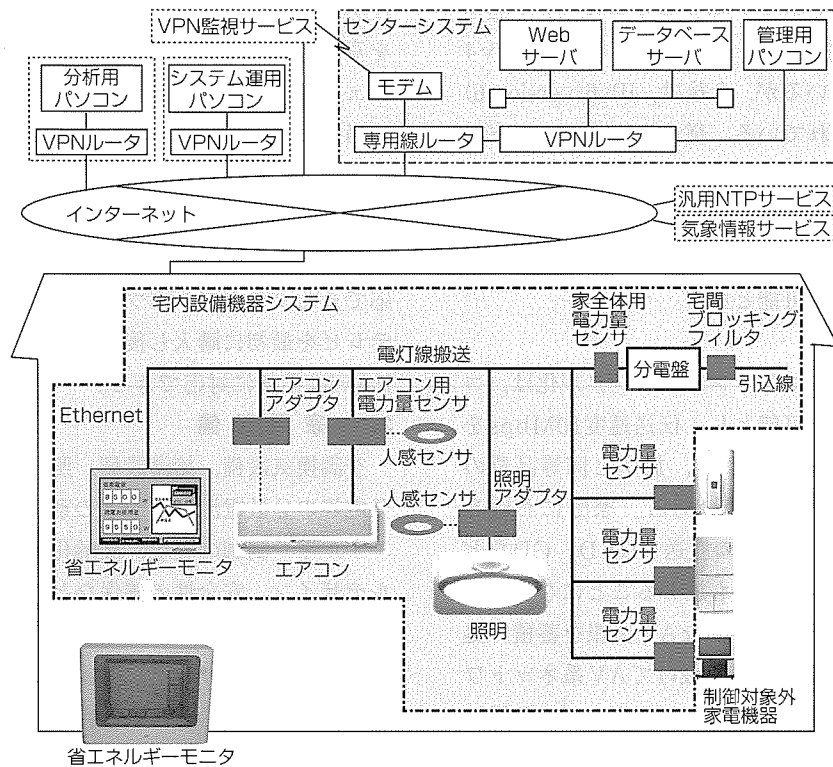


図7. ネット家電実証試験システム

最適なものをダウンロードすることができ、各家庭に最も合致した運用プログラムを配信し最適な運用をすることが可能となる。運用プログラムの一例としては、外気温が低い場合に冷房運転していると、温度を上限温度に設定し、風量を弱にして省エネルギーモニターに換気を促すメッセージを出力表示し、しばらく運転を続けた後、自動的に停止するなどの機能がある。

### 3.4 家電機器

冷蔵庫、オーブンレンジ、洗濯機などの家電機器では、利便性、情報相互接続による新しい価値、個性の実現が要求される。小売店からの買い物情報を提供し、在庫を管理し、賞味期限が近づいたことを知らせる冷蔵庫、ニーズに合わせてレシピなどをインターネットからダウンロードし失敗のない料理を実現するオーブンレンジ、暑い日は外部の携帯電話から運転制御できるエアコンなど、ユーザーに無限の自由度と利便性を提供し、夢を現実にすることが可能となる。このためには、操作性に優れたマンマシンインタフェースの開発、分かりやすいアプリケーションソフトウェアの開発など、ユーザーの自由度や利便性を実現する技術開発が重要となる。

### 3.5 関連機器

複数台のパソコンでブロードバンド回線やプリンターなどのリソースを共有しネット家電機器をリモートコントロールするなど、ネットワーク相互接続も不可欠となる。携帯電話は、常時携帯のホームネットワークターミナル、コ

ントローラとしての期待が大きい。例えば、搭載されている音声認識や音声合成機能は、ネット家電と組み合わせることにより、キートップの操作を行わずに、どんな人にも簡単にネット家電機器を制御する利便性を提供する。テレビドアホン、自動施錠システム、人感センサーなどの関連機器もネット家電の普及には不可欠である。

## 4. むすび

ネット家電がユーザーに受け入れられ普及するためには、①ユーザーが使いこなし、満足できる機能とサービス、②省配線・低コストのホームネットワーク、③機器が外部から簡単に制御できる高信頼性インタフェースの実装と標準化、④デジタルコンテンツの流通を促進するためのコンテンツ権利保護制度整備が必要となる。これらの要求を満足する機器、サービスの実現を各分野で進めている。

### 参考文献

- (1) 総務省：平成14年度情報通信白書
- (2) 内閣府：消費動向調査（2002-3）
- (3) 井上雅裕：家庭用情報システム，電気工学ハンドブック第6版，43編第2章，1928～1930，電気学会（2001）
- (4) 中田成憲，ほか：省エンジニアリング設計のホームコントローラ，三菱電機技報，76，No.11，707～710（2002）
- (5) 総務省：全国ブロードバンド構想（2001-10）



# ルームエアコンの差別化技術

鈴木 聡\* 村上泰隆\*  
川野将俊\*  
森下国博\*

## 要 旨

近年のルームエアコン業界では、地球環境保護への取り組み強化が求められる中、2004年度までにトップランナー方式による省エネルギー法基準値のクリアが義務付けられ、省エネルギー化が急速に進められてきた。今後も、省エネルギー競争激化が予想される。

一方、市場要求は、このような背景の中、省エネルギーは当たり前となり、代わって、冷え過ぎない・暖め過ぎないなどの快適性、集塵(しゅうじん)・脱臭などの空気清浄機能やエアコン内部の汚れを防止する清潔機能などの高付加価値機能が重視されてきている。

本稿では、ルームエアコン差別化技術として、業界に先駆けて霧ヶ峰シリーズに搭載している省エネルギー技術、除湿制御技術、空気清浄技術を中心に紹介する。

### (1) 省エネルギー

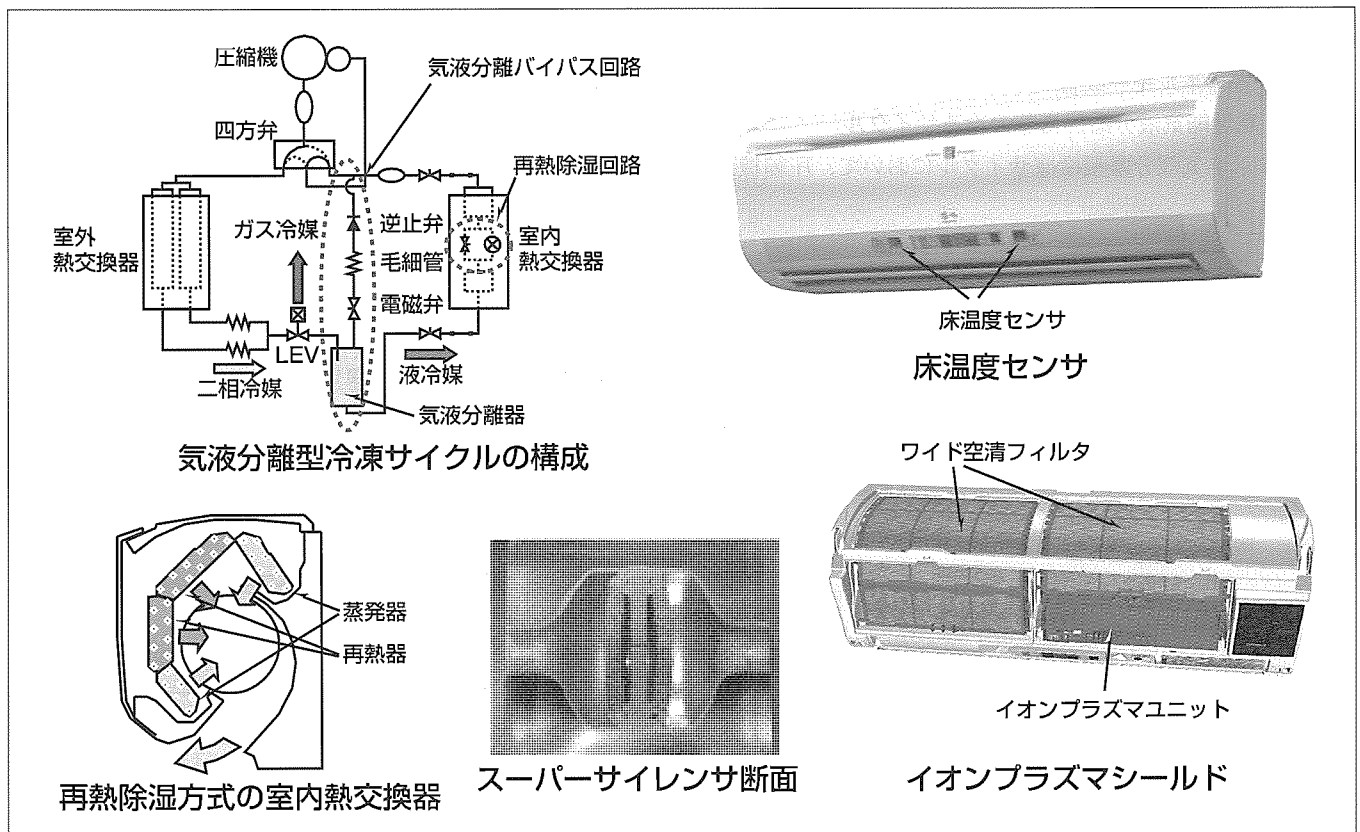
冷媒回路の圧力損失を大幅に低減した“気液分離冷媒回路”，床温度センサによって省エネルギー運転を行う“体感コントロール運転”

### (2) 除湿

室温を下げることなく除湿する方式として最近の製品に採用されている再熱除湿の問題点である冷媒流動音と、除湿制御範囲の狭さを独自の静音化技術によって改善した“スーパーサイレンサ”と“インバーター再熱除湿”

### (3) 空気清浄機能

吸い込み口の全面カバーとプラズマ脱臭の組合せにより、吸い込む空気をきれいにするだけでなくエアコン内部も汚さない“イオンプラズマシールド”



## ルームエアコン差別化技術

図は、2002年秋に発売した霧ヶ峰Zシリーズに搭載している技術の一部である。

## 1. ま え が き

従来のルームエアコンにおいてはユーザーニーズの高い“省エネルギー”を基軸として差別化競争やラインアップの構築が行われてきたが、2004年から施行されるトップランナー方式による省エネルギー法を機に、より省エネルギーに対する競争が激化することが予測される。

一方、省エネルギーについては、各社のレベルが均衡してきていることから、“ポスト省エネルギー”と位置付けられる“健康”の視点に立った差別化技術が重要視され始めている。

本稿では、これらの差別化技術を業界に先駆けて導入し市場から高い評価を得ている霧ヶ峰に搭載された最新の省エネルギー技術、除湿制御技術、及び空気清浄技術を中心に紹介する。

## 2. 省エネルギー性

### 2.1 ルームエアコンの省エネルギー化の動向

図1に、ここ数年間の冷暖平均エネルギー消費効率(Coefficiency of Performance : COP)の推移を示す。圧縮機・送風機・熱交換器などの高性能化や、冷媒圧力損失の低減などの冷凍サイクル効率改善が進められている。

### 2.2 省エネルギー技術

2002シーズン年度に発売した霧ヶ峰WXシリーズに搭載している省エネルギー改善アイテムの一部を紹介する。

#### 2.2.1 高性能気液分離器搭載の冷凍サイクル

図2に示す気液分離型冷凍サイクルにおいて、圧縮機か

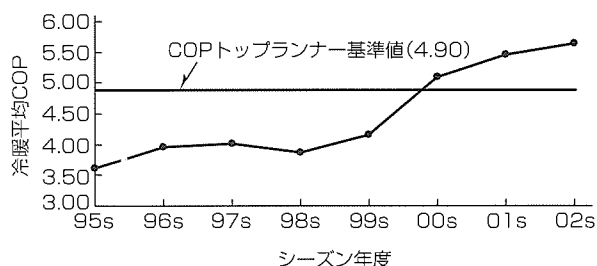


図1. 冷暖平均COPの推移(2.8kWクラス)

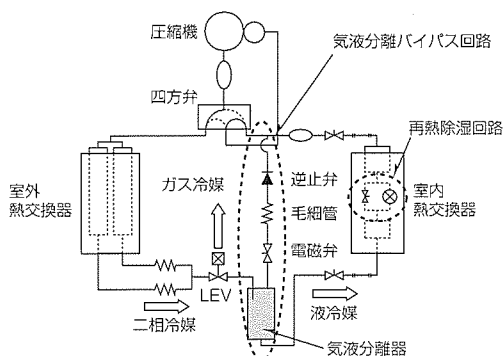


図2. 気液分離型冷凍サイクルの構成

ら吐出され四方弁を通った高圧の冷媒は、凝縮器(冷房運転では室外熱交換器)で凝縮し、室外減圧装置(電子制御式膨張弁:LEV)で減圧されて二相冷媒となっている。実際の冷凍サイクルでは、冷媒が流れる冷媒配管に流動抵抗が存在するため、特に低圧となる蒸発器側で圧力損失が生じる。また特に、冷房再熱除湿運転が可能なエアコンにおいては、室内ユニットに除湿弁を設けた再熱除湿回路を組み込んでおり、冷媒配管の構成が複雑になっているため、冷房運転時の室内ユニットの圧力損失が大きく、効率低下を引き起こすという問題点がある。そこで、今回、気液分離冷媒回路の導入により、LEVで減圧された後の二相冷媒を気液分離器によってガス冷媒と液冷媒に分離し、蒸発器にとっては不要なガス冷媒を、蒸発器を介さずに、電磁弁、絞り装置、逆止弁で構成されるバイパス回路によって直接圧縮機吸入側に戻し、液冷媒のみを蒸発器に流すことによって圧力損失を2.8kWクラスで約30%の圧力低減が図られ、冷房COPで約2%の改善を図っている。

#### 2.2.2 体感コントロール運転による省エネルギー

エアコン暖房における不満点として、“足元が寒い”“暖まりが悪い”といった点が多く挙げられている。従来のエアコン暖房でこのような不満を解決するためには、設定温度を高めにするなどの非省エネルギー運転を行わなければならない。このような問題を解決するために、床温度を測るセンサを搭載した(図3)。

図4は、床温度センサなしの従来暖房と床温度センサを

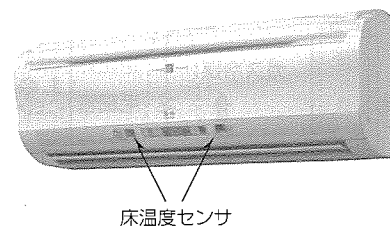


図3. 床温度センサ

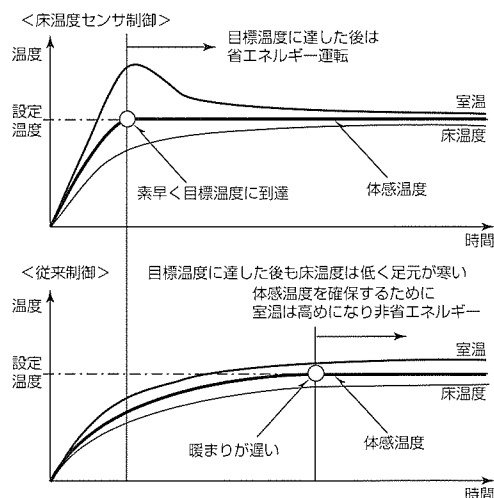


図4. 床温度センサ制御と従来制御による温度推移

使用した暖房での温度推移を比較したものである。

暖房運転の立ち上がり時は、床温度センサが床面の冷えを検知し、素早く足元から暖める。これによって体感温度(人が感じる温度)が目標値に達するまでの時間は従来の約1/4となり、“足元の寒さ”“暖まりの遅さ”を改善することができる。さらに、床面が暖まった後は、体感温度を一定に保ちながら省エネルギー運転を行う。これにより、同一運転時間における積算消費電力も10%以上の省エネルギー性が確認された。これは、同一快適性で考えた場合、約20%の省エネルギー性が得られたことになる。

### 3. 除湿性能向上技術“インバータ再熱除湿”

#### 3.1 ルームエアコンの除湿方式の動向

高温多湿の日本の気候には、冷房だけでなく、梅雨時などに活躍できる“除湿”が期待されている。特に梅雨時には、外気温度は余り高くないため、健康面からも、余り室温を下げることなくしっかり除湿ができる機能が求められている。

#### 3.2 霧ヶ峰の静音再熱除湿技術“スーパーサイレンサ”

図5に、従来エアコンの室内機の断面図を示す。従来のエアコンの除湿方式(エレクトロニクスドライ方式)は、図に示されるように、熱交換器の全体を蒸発器(=除湿部分)として用いるため、除湿性能を高めると一緒に室温も冷やし過ぎてしまう欠点があった。

図6は、この課題を解決するために最近の製品に採用されている“再熱除湿”と呼ばれる方式のエアコンの断面図である。図に示すように、熱交換器の半分は除湿するために蒸発器として用いているが、残りの半分は、従来室外に排熱していた熱を取り込んでいるため、蒸発器を冷やして除湿性能を高めても冷やしすぎることがない優れた方式である。

しかし一方で、図7に示すように、室内機に減圧装置と呼ばれる高速で冷媒が流動する機構を配置することから、冷媒の圧力変動に起因する“ぼこぼこ”という騒音が発生してしまうといった課題があった。その上、圧縮機運転周波数を上げていくと、室内減圧装置での冷媒圧力

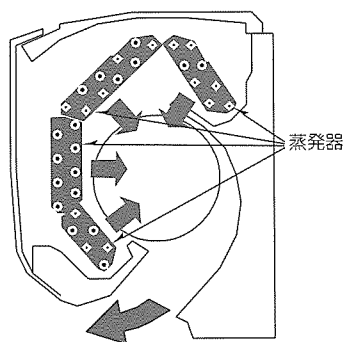


図5. エレクトロニクスドライ方式の室内熱交換器

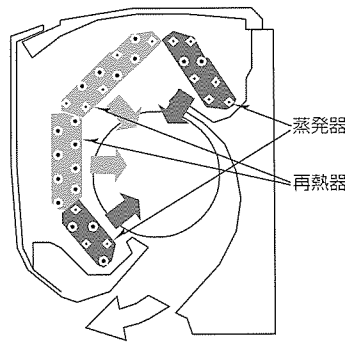


図6. 再熱除湿方式の室内熱交換器

損失が更に大きくなり、より大きな冷媒流動音が発生するため、圧縮機周波数の運転範囲が狭くなり、温度・湿度コントロールが難しく、またルームエアコンでは低騒音化を要求されるため再熱除湿運転を採用しにくいという問題があった。

そこで、冷媒流動音の発生を抑制するために、室内減圧装置に図8のように発泡金属を設けたスーパーサイレンサを開発し、室内減圧装置に流れ込む冷媒の流動状態をスラグ流と呼ばれる不安定な流れから均質流に変化させることで冷媒圧力変動を抑制し、冷媒流動音を低減することができた。

#### 3.3 霧ヶ峰の温度湿度自在冷房サイクル制御技術“インバータ再熱除湿”

図9に、再熱除湿時のモリエル線図を示す。

インバータ再熱除湿運転では、③→④凝縮器、⑤→⑥蒸発器の顕熱能力と⑤→⑥蒸発器の潜熱能力を、室外風量とインバータ圧縮機の周波数の二つのアクチュエータを同時にコントロールすることによって、部屋の温度・湿度をコントロールしていく制御方式を導入している。その結果、圧縮機運転周波数の可変領域が広がり、従来のエレクトロニクスドライ方式の湿度よりも30~40%湿度を下げることができ、かつ静かな除湿運転が実現できた。

### 4. 本格空気清浄機能“イオンプラズマシールド”

#### 4.1 ルームエアコンの空気清浄・清潔機能の動向

近年の清潔志向の高まりから、エアコンにおいても、空

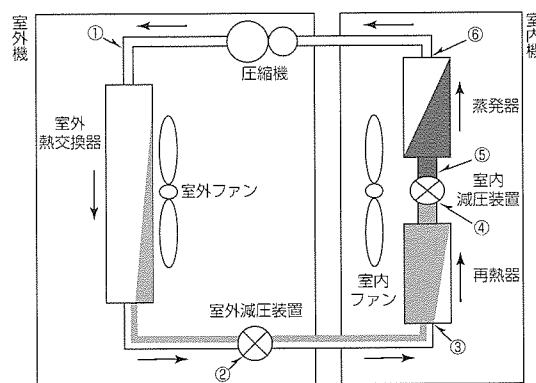


図7. 再熱除湿方式の冷凍サイクル構成

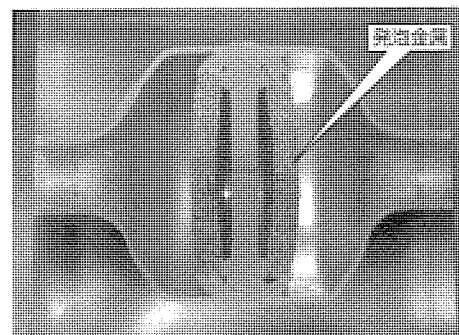


図8. スーパーサイレンサの断面

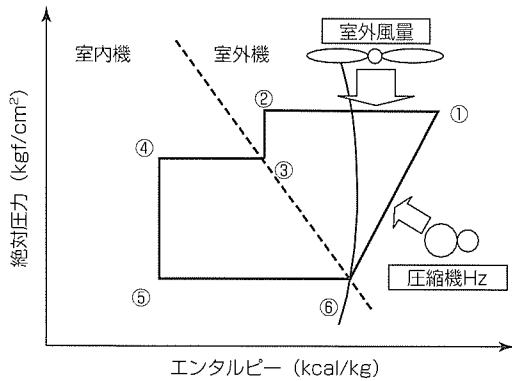


図9. 再熱除湿方式のモリエル線図

気清浄機能・お掃除機構といった清潔に関する機能が重要視されてきている。当社のエアコンにおいても、このような市場ニーズにこたえるため、高性能集塵である“HEPAフィルタ”，脱臭性能に優れた“カテキンフィルタ”，集塵効率を高めるため“アレルゲンセンサ”，エアコン内部のかび発生を抑制する“内部乾燥運転”，エアコン内部清掃を実現した“お掃除簡単ボディ”など、これまで独自の空清・清潔機能を搭載してきた。

今回は、特に2003シーズン年度の霧ヶ峰Zシリーズに搭載している“イオンプラズマシールド”について詳細に説明する。

#### 4.2 イオンプラズマシールド

吸い込み口の全面カバーと集塵性能向上によって空気清浄とエアコン内部への汚れ付着を防止する“ワイド空清フィルタ”と、優れた脱臭性能を持つプラズマ脱臭にリフレッシュ効果で話題のマイナスイオンを融合した当社独自開発の“イオンプラズマユニット”の組合せからなる。吸い込む空気をきれいにするだけでなくエアコン内部を汚さないため吹き出す風をいつも清潔に保つとともに、内部の汚れによる省エネルギー性の悪化も抑える、従来にない空気清浄性能を発揮できる。

##### 4.2.1 ワイド空清フィルタ

これまでの空気清浄フィルタは吸い込み口の一部しかカバーしていないため、空気清浄フィルタがない部分の熱交換器やラインフローファン、風路などには汚れが付着してしまう。このようなエアコン内部への汚れ付着を防止するには、空気清浄フィルタを大型化し、吸い込み口の全面をカバーすることにより、空気中の汚れをしっかりと除去しなければならない。しかしながら、これまでは、空気清浄フィルタで吸い込み口を広く覆うことは、フィルタの高圧損化やフィルタへのほこり堆積(たいせき)による更なる圧損増加(風量低下)などにより、能力低下や電気代の悪化を招くため非常に困難であった。

今回、当社独自の新規フィルタ開発により、吸い込み口を全面カバーしエアコン内部の汚れを防止するとともに、能力低下及び消費電力増加抑制の両立を実現した。

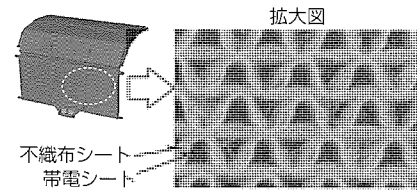


図10. ワイド空清フィルタ構造

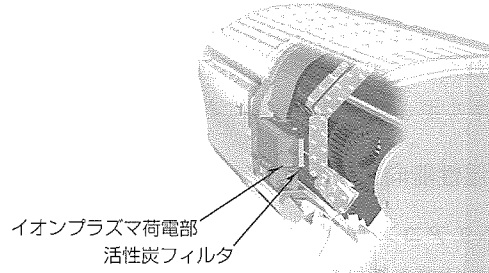


図11. イオンプラズマユニット

能力低下と消費電力増加に大きく作用するフィルタ圧損を軽減するために、ハニカム構造を採用した。しかしながら、単なるハニカム構造では開口部分が増えるため集塵性能が悪化する。そこで、集塵力を高めるために性質の異なる2種類のシート、すなわち①ミクロン繊維で構成され通常のシートと比べて数倍の表面積を持つ不織布シート(毛羽立ち部分)と、②強力な帯電能力を持つ帯電シート(フィルム部分)を重ね合わせた(図10)。

##### 4.2.2 イオンプラズマユニット

イオンプラズマユニットは、活性炭フィルタとイオンプラズマ荷電部とで構成されている(図11)。

###### (1) 脱臭メカニズム

- STEP 1: 活性炭フィルタが空気中のにおいや有害ガスを強力に吸着・脱臭
- STEP 2: イオンプラズマ荷電部からプラズマが発生し、プラズマ中の反応性物質(ラジカル)が活性炭フィルタに吸着しているにおいや有害ガスを無臭成分へ分解
- STEP 3: これによって活性炭フィルタの脱臭能力が再生するので長期にわたって脱臭効果が持続

###### (2) イオンバランス効果

イオンプラズマ荷電部にマイナス電圧を印加することにより、電極部からマイナスイオンが発生する。吸い込んだ室内のプラスイオンをエアコン内部でマイナスイオンによって中和し、部屋のイオンバランスを整える。

## 5. む す び

以上、ルームエアコン差別化技術として、霧ヶ峰シリーズに搭載している省エネルギー技術、除湿、暖房、空気清浄機能の最先端技術について紹介した。

今後も、更なる性能の向上、使用満足度の向上を目指して製品開発を進めていく所存である。

# ITと空調管理システム

増井弘毅\* 井上雅裕\*\*  
 荒木義臣\* 砂澤健司\*\*\*  
 田村和也\*

## 要旨

1984年に開発されたビル用マルチエアコン“City Multi”は、それまで主流であった水方式空調システムに対し、中小規模ビル域において取って替わり、大中規模ビルは水方式空調と棲(す)み分けが進んだ。水方式空調市場への拡大とバブル経済が重なり急速な伸びを示したが、市場浸透完了とバブル崩壊の現在においては、市場規模の増加は望めず、従来とは違ったリニューアルビジネスへ変化しつつある。一方、ビル用マルチエアコンの市場規模が拡大しつつある海外においては、国ごとに事情が異なるため、多様な市場要求が発生してきた。

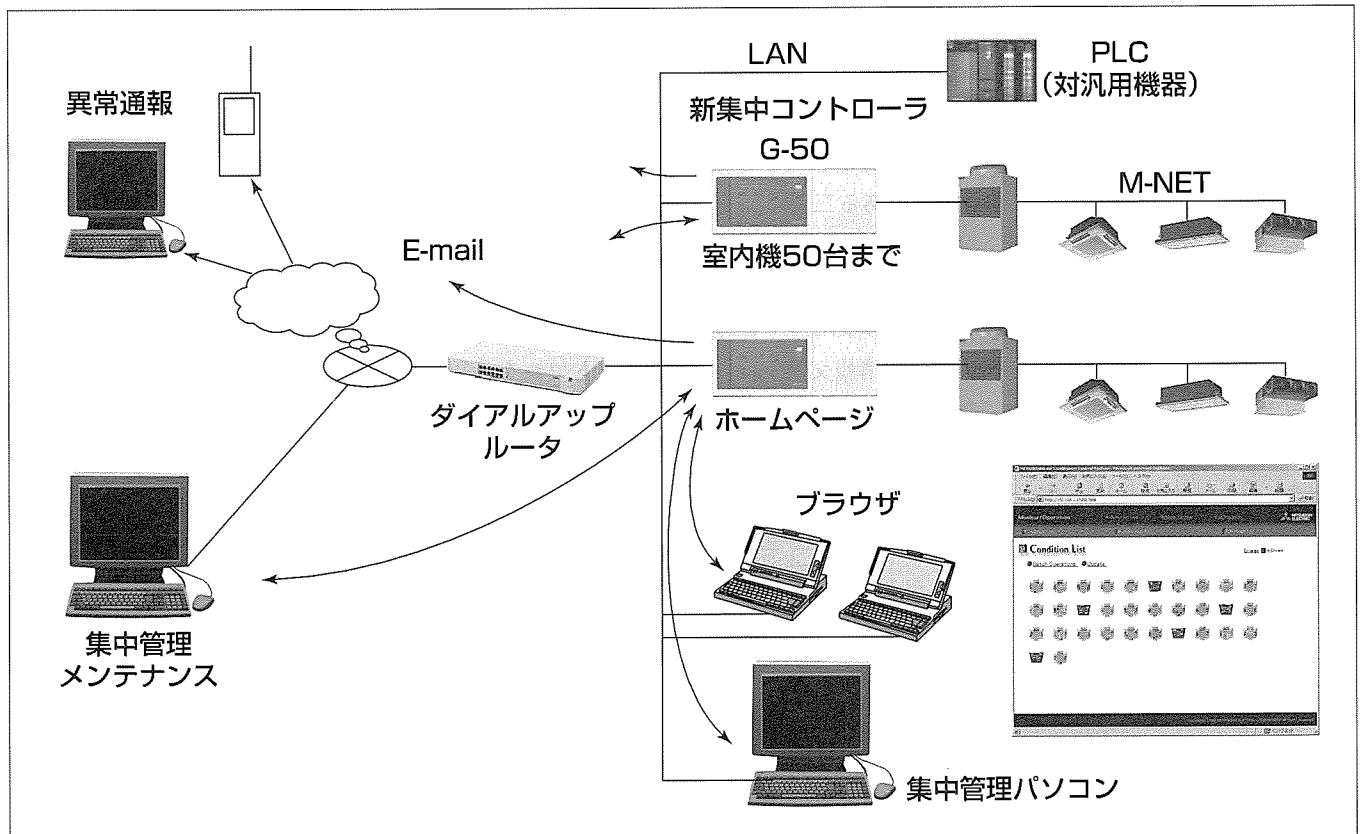
空調機ユニット本体と両輪をなす空調管理システムにおいて、国内外の変化に対応できるシステムを提案する。

一般に空調管理システムは、大規模・高機能・高価格又は小規模・低機能・低価格のいずれかである。

ビル用マルチエアコンの主市場は、中小規模でありながらプロ用途のため高機能の空調管理システムが要求されている。また、遠隔監視・遠隔保守を行おうとすると、専用インフラが必要で、高コストとなっていた。

パソコン、インターネット技術を利用することで、高機能・リーズナブル価格での空調管理システム及び遠隔監視システムの実現が可能となった。

小規模から大規模ビルまで広くお客様に快適空間の創造を提案できる次世代型の空調管理システムを紹介する。



## 超分散型空調管理システム G-50

G-50シリーズは、エアコン用集中コントローラにWebサーバ機能を搭載したものである。パソコンと組み合わせることによって低価格・高機能の集中管理及び遠隔監視システムが実現でき、ビルディングブロック方式でシステムアップが可能のため、小規模から大規模まで対応できる次世代型空調管理システムである。

1. ま え が き

ビル用マルチエアコンの特長は、①個別制御、②省エネルギー、③省工事、④高信頼性、⑤メンテナンスの容易性、⑥豊富な機種ラインアップ、⑦簡単設計などが挙げられ、日本においては、オフィスビルのみならず、多くの用途の建物に採用されている。

室外機と室内機の高低差制約、多数の室外機設置場所の確保、配管・配線工事費の増大などの点から大型ビルにおいては従来の水方式空調が採用されている場合が多い。

中小規模ビルにおいては上記メリットが認知されており、水方式空調とはビルの規模で棲み分けが進んでいる。

海外においてはまだ全域において水方式空調が主流であり、この棲み分けが完了するまでビル用マルチエアコンの伸張は続くものと思われる。

空調管理システムに関して、水方式空調との棲み分けが完了し、リニューアルビジネスへ移行しつつある日本では従来にない要求が発生してきた。ビル用マルチエアコンが拡充しつつある海外においては、国ごとに事情が異なることから、従来の空調管理システムだけでは対応しきれなくなってきた。

2. 従来の空調管理システムの問題点

図1に従来の空調管理システムを示す。ビル用マルチエアコンは、1台の室外機と複数の室内機とリモコンとからなる。室内機合計最大50台の複数のビル用マルチエアコンを、集中コントローラとゲートウェイ(G/W)が管理する。これらの通信には、当社独自プロトコルである三菱冷凍空調総合ネットワークシステム“M-NET”を用いている。G/Wはその情報をシリアルインタフェース(IFU)に送る。

IFUは最大20台のG/Wすなわち1,000台の室内機を管理し、RS-232Cを介して集中管理パソコンと情報交換する。パソコンは時としてハンゲアップする可能性があり、すべ

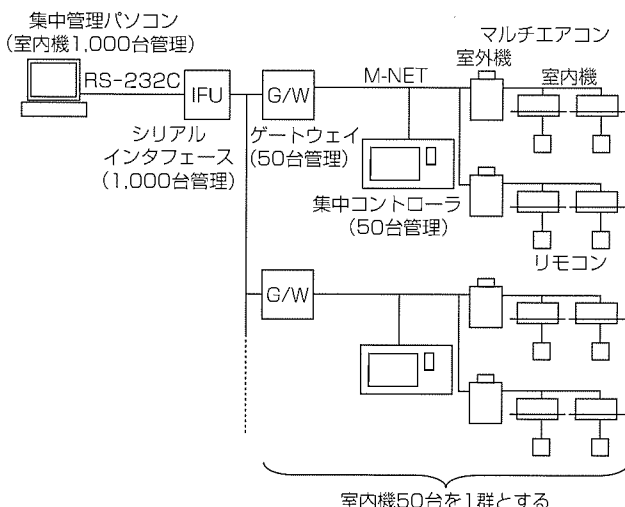


図1. 従来の空調管理システム

ての制御はIFUが行うことで信頼性を確保している。

従来の空調管理システムの問題点を列記すると、

- (1) 高機能システムを得るには、集中管理パソコン、IFU、G/Wが必要となり高価格である。
- (2) 新たな機種・機能を追加するには、集中管理パソコン、IFU、G/Wのプログラム変更が必要となる。
- (3) 1,000台すべての情報を組み込み型のIFUが管理するので、機能・性能アップには限界がある。
- (4) IFUと集中管理パソコンを接続するRS-232Cは通信速度が遅く、高性能化が困難である。
- (5) 遠隔監視は別システム併設となり高価格である。
- (6) 制御器の種類が多く、管理・維持の負担が大きい。

3. 新空調管理システムの概要

3.1 設計思想

- (1) 小規模システムに対しても、リーズナブル価格で高機能な空調管理と遠隔監視ができること。
- (2) ビルディングブロック方式のシステムで、小規模から大規模ビルまで対応できること。
- (3) パソコンとインターネット技術を利用する。システムの信頼性は十分確保すること。

3.2 パソコンとの役割分担

新集中コントローラG-50は、ユーザー操作とユニット制御機能に限定し、ユーザーにやさしく、ユニットに高い信頼性を実現している。一方、集中管理パソコンは、ビル管理に必要な高度な表示・操作性と大量情報の高速処理・記憶を行い、パソコンのコストパフォーマンスを生かすベストミックス設計としている。

3.3 Webサーバ

Webブラウザで監視データを表示できるようにパソコンとG-50間の通信はHTTP(Hyper Text Transfer Protocol)プロトコルを使用しており、Webブラウザ上でホームページアドレス(URL)を指定してG-50からHTML(Hyper Text Markup Language)ファイルを取得し、ホームページを表示する。HTMLファイル内にはJavaアプレットのクラスファイルがリンクされており、G-50から取得したJavaアプレットがWebブラウザ上で起動して、XML(eXtensible Markup Language)コマンドでG-50とデータ通信を行い、パソコン画面にデータ内容を表示する仕組みとなる。パソコンとG-50間で行う通信フローを図2に示す。ブラウザではなく集中管理パソコンなどの専用アプリケーションを用いる場合は、HTTPプロトコルでXMLコマンドを送信することにより、データの取得が可能である。

3.4 ブラウザ画面例

図3は一括表示ブラウザ画面と室内機の各種状態を示すアイコン例である。絵による表現を多用することで、理解しやすく、多言語への対応も容易にしている。

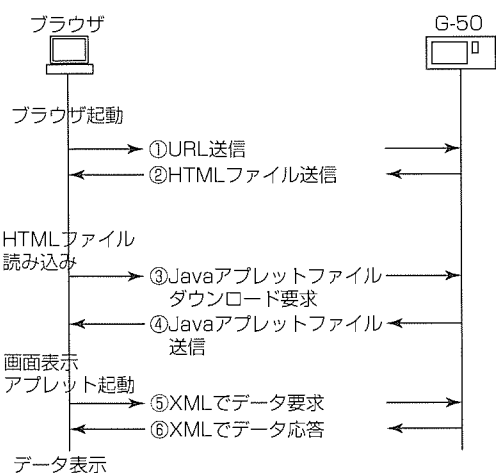


図 2. ブラウザとG-50の通信フロー

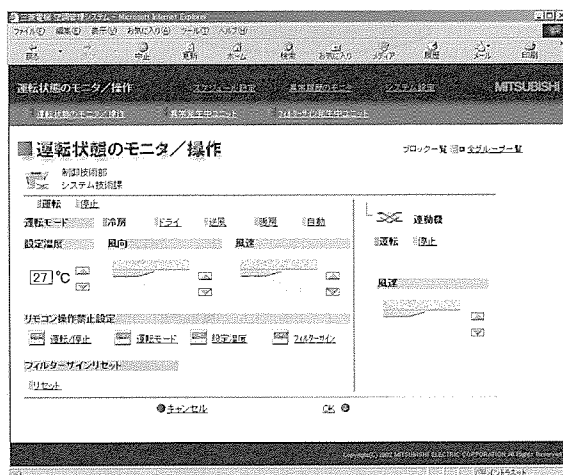


図 4. リモコン操作ブラウザ画面



図 3. 一括表示ブラウザ画面とアイコン例

一括表示画面は、異常の有無確認、退出時の一括停止及び切り忘れ防止などに使うことができる。どのアイコンがどのグループを示すか判別するために、カーソルをあるアイコンへ当てた時、グループ名を表示するようにした。全グループ名を同時に表示すると画面が満杯状態となり判別困難となるための工夫である。

図 4 は個別リモコン操作ブラウザ画面である。G-50を既設LANに接続した場合、各自机上のパソコンをリモコン代わりに使うことができる。大部屋でリモコンがどこにあるのか分からない、リモコンはあるがどの空調機と連携しているのか分からないなどの不便を解消する。

### 3.5 遠隔監視・保守

LAN及びダイヤルアップルータ経由で、公衆回線を利用してブラウザ又は集中管理パソコンで遠隔から監視・操作が可能となっている。また、ビル用マルチエアコンに異常が発生した場合は、e-mailを用いてパソコンや携帯電話へ異常通報することができる。

図 5 に携帯電話に表示された異常通報例を示す。異常が発生した物件名、G-50の管理番号、発生日時、異常ユニットのアドレスと異常コード及び異常の発生か復旧かの区

物件名：三菱ビル(000001)  
 発生日時：2002/06/07 20:23:47  
 異常発生元：041  
 異常コード：6607  
 状態：発生

図 5. 携帯電話(又はパソコン)への異常通報表示

別が表示される。

このシステムでは、認証・アクセス管理を行いセキュリティ確保には万全を期している。

### 3.6 集中管理パソコンの機能

個々のG-50で作成したホームページを表示するブラウザのほかに、専用のソフトウェアを搭載し、複数のG-50の情報を集計・処理できる集中管理パソコンがある。専用ソフトウェアには多くの管理・監視メニューを用意している。二つの例を紹介する。

#### 3.6.1 省エネルギー制御

当社独自プロトコルであるM-NETによってG-50はビル用マルチエアコンの運転状態を詳細に把握でき、かつ繊細に制御指令を出すことができるので、快適性を損なうことなく、きめ細かい制御で無駄な運転をなくすことができる。制御自体はG-50が行い、管理のパソコンとは役割分担している。

図 6 に実際の省エネルギー制御事例を示す。

#### 3.6.2 年間スケジュール

G-50本体は週間スケジュールと年間スケジュールを記憶し制御することが可能である。週間スケジュールはG-50本体で設定・表示が可能であるが、年間スケジュールはブラウザ又は集中管理パソコンによって設定・表示される。ユーザーが常時設定することのない年間スケジュールの操作は限られた表示・操作手段を持つG-50上では行わないことで煩雑さを回避している。

図 7 はパソコンの年間スケジュール画面である。

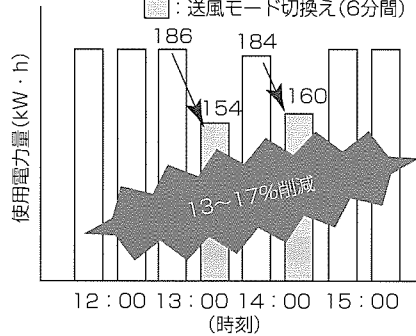
省エネルギー制御効果

【結果】13~17%の省エネルギー効果を実証。

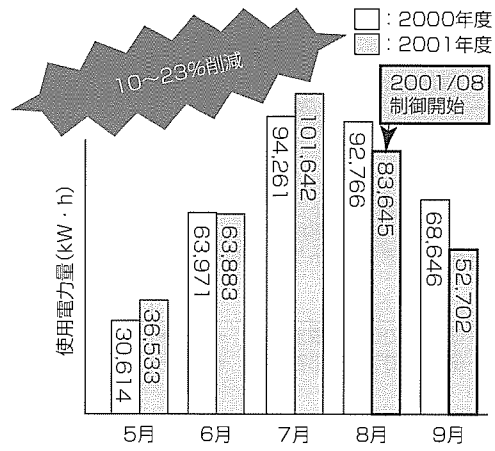
省エネルギー制御効果検証

◆2階設計フロア南側使用電力量(2001年7月)

□: 省エネルギー制御なし  
■: 送風モード切換え(6分間)



① 時間帯別省エネルギー効果(使用電力量記録日報より)



② 建物全体使用電力量実績

図6. 省エネルギー制御事例

3.7 PLC(シーケンサ)との連携

世界市場を網羅している当社PLCと連携することで、汎用機器の制御を容易に実現することができる。

豊富なラインアップは柔軟性に富んでいる。

世界中のエンジニアリングサービス網により、各国で小回りのきく独自の展開も可能で、顧客に最適のシステムを提案することができる。もちろん世界標準ソフトウェアメニューを充実させることでリーズナブルな価格での提供も可能となり、世界総合電機メーカーとしての当社の力を最大限発揮できる。

3.8 従来の空調管理システムとの比較

- (1) パソコンを追加するだけで高機能の空調管理システムがリーズナブルな価格で構築できる。
- (2) 新機能を追加する場合は、G-50と集中管理パソコンのソフトウェア変更で済む。
- (3) 管理台数を増やす場合は、より高性能のパソコンを使用すればよい。
- (4) 高速通信のEthernetは性能の制約にならない。
- (5) 遠隔監視, e-mail異常通報が市販のインフラで容易に実現できる。
- (6) PLCで汎用機器に柔軟に対応できる。

4. む す び

新集中コントローラはG-50と命名した。

GはGlobalを意味し、世界標準でソフトウェアメニューを充実する。豊富なメニューによって個別開発することなく顧客の要求にこたえられるので、高機能をリーズナブルな価格で提供できる。ソフトウェアの標準化は信頼性の確保に寄与する。OSとマイコンの短寿命化によって定期的

年間スケジュール機能

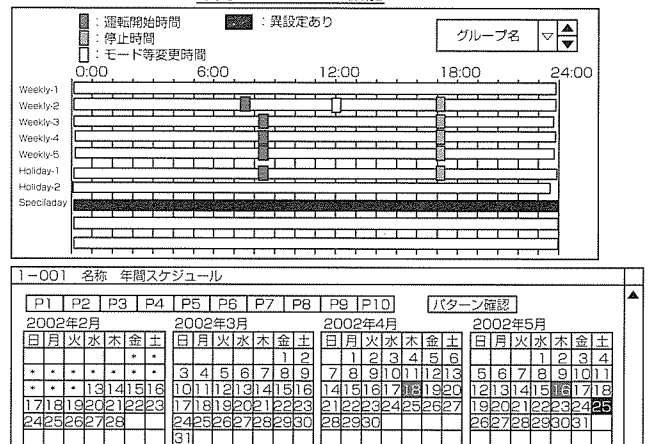


図7. 年間スケジュールのパソコン画面

に全ソフトウェアの作り直しが必要となっているが、維持開発負荷軽減にも寄与する。個別の対応が困難な小中規模を中心とするビル用マルチエアコンにおいて標準化は重要である。

G-50の50は最大の室内機管理台数であり、自律分散型システムを意味する。50台に限定することでシステム全体の規模は個々のG-50の性能に影響しない。高速処理、大記憶容量を必要とする全体の情報処理はパソコンが統括する。

このシステムは、高信頼性動的処理のG-50と高性能静的処理のパソコンによるベストミックスにより、小規模から大規模ビルまで幅広く顧客に快適空間の創造を提案することが可能となった。

今後も、客先ニーズの多様化に向けて柔軟な対応を目指し、発展し続けるシステムでありたいと考えている。

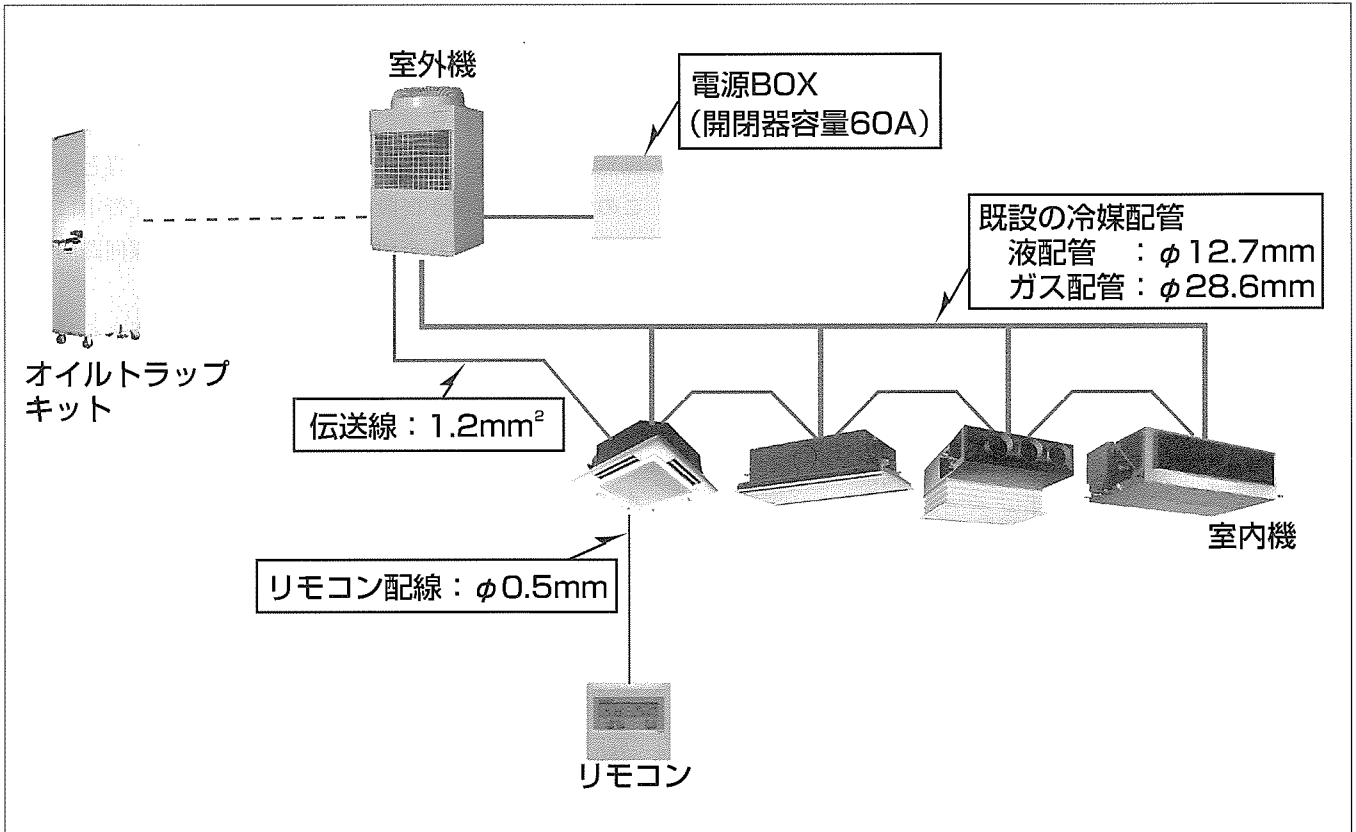


# ビル用マルチエアコンのリニューアル対応技術

## 要 旨

ビル用マルチエアコンでは地球環境問題から冷媒の切換えを完了したが、従来冷媒R22で使用していた既設の冷媒配管を新冷媒R407Cで使用する場合にはそのまま使用することができず、既設配管中に残留するR22用の冷凍機油（鉱油）を除去する必要がある。このため、昨年10月に試運転時に既設配管中の鉱油を回収（除去）し、鉱油回収（除去）後は、そのまま通常運転を行えるシステム（従来のリプレースマルチ）を開発し、市場へ導入した。ここでは、さらに従来機で採用していたバルブユニットを廃止し室内機に冷媒を流しながら既設配管中の鉱油を回収（除去）するシステムを開発したので、その概要について紹介する。

新型リプレースマルチは、従来の室内機をバイパスするように設置していたバルブユニットを不要とし、室外機の内部には、鉱油回収（除去）運転中に既設配管中に残留する鉱油の流動性を促進させる鉱油流動促進剤を内蔵する。室内機に冷媒を流しながら鉱油回収（除去）を行う場合には、室内機への鉱油の滞留と電子式リニア膨張弁での流路抵抗による冷媒流量の低下が課題である。そこで、既設配管中の鉱油の流動を促進し回収（除去）を容易とする鉱油流動促進剤を気液二相冷媒とともに流すようにした。これにより、鉱油回収（除去）後の既設配管中と室内機のトータルの鉱油滞留量を従来機と同等とすることが可能となった。



## 新型リプレースマルチ“Y・BIGYシリーズ”

図は、リプレースマルチYシリーズのシステム構成を示す。従来冷媒R22機種で使用されていた既設の冷媒配管を流用して新冷媒R407C用の室内機と室外機を入れ替えた後、オイルトラップキットを取り付け、既設配管中に残留するR22用の冷凍機油（鉱油）を回収（除去）し、その後はオイルトラップキットを取り外すだけで通常の空調運転ができるシステムであり、空調機の更新における工期短縮・工事費削減に貢献している。

## 1. ま え が き

ビル用マルチエアコンでは、地球環境保護の観点から、冷媒を従来の冷媒HCFC (R22) から新冷媒HFC (R407C) への全面切換えを完了した。ここで、R22で使用していた既設の冷媒配管をR407Cで使用するには既設配管中の鉱油を回収(除去)する必要があるため、昨年10月に既設配管中の鉱油を回収(除去)し、鉱油回収(除去)後はそのまま通常運転を行えるシステム(従来のリプレースマルチ)を開発し、市場へ導入した。

一方、ここ数年の景気低迷により、既存のビルのリニューアルにおいて、空調機器を更新する際の費用削減と工期短縮のため、天井裏等に埋設された既設の冷媒配管を流用し空調機のみを入れ替える更新が増加傾向にあり、更なる費用削減・工期短縮が求められている。

そこで、天井裏の限られたスペースへの設置を考慮し、従来機で採用していたバルブユニットを廃止し室内機に冷媒を流しながら既設配管中の鉱油を回収(除去)するシステムを開発したので、その概要について紹介する。

## 2. 製品概要

図1に新型リプレースマルチのシステム構成を示す。新型リプレースマルチは、R407C対応の室外機(オイルトラップキット接続口付き)とR407Cの標準の室内機を配置し、各々を冷媒配管で接続して構成するものである。また、従来機では室内機をバイパスするようにバルブユニットを設置していたが、新型リプレースマルチでは不要である。室

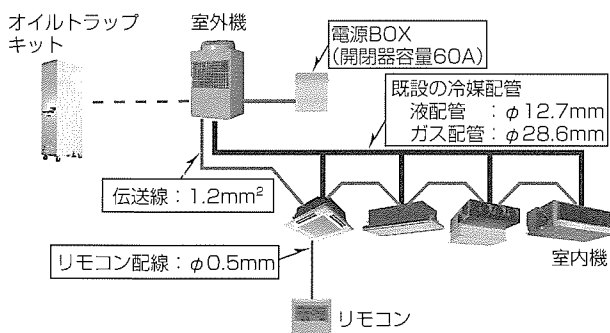


図1. 新型リプレースマルチのシステム概要

外機の内部には、鉱油回収(除去)運転中に既設配管中に残留する鉱油の流動性を促進させる鉱油流動促進剤を内蔵する。新型リプレースマルチの仕様及び空調運転時の性能を表1に示す。

新型リプレースマルチでは、試運転中の鉱油回収(除去)機能を備えたこと以外はR407Cの標準機と同構造であり、したがって、冷房・暖房の性能はR407Cの標準機と同じである。また、鉱油を回収(除去)する際には、オイルトラップキットを取り付け、既設配管中の鉱油を回収(除去)した後、オイルトラップキットを取り外し、試運転を完了する。これは、従来機と同様である。さらに、新型リプレースマルチでは、13HPから22HPの大容量機種への展開を図った。

## 3. リプレースマルチの鉱油回収(除去)原理

### 3.1 冷媒回路構成

図2に、従来のリプレースマルチと新型リプレースマルチの新冷媒(R407C)による試運転でのフラッシング運転の冷媒回路を示す。リプレースマルチのフラッシング運転では、室外機と延長配管の間にオイルトラップキットと室内機への冷媒を一部バイパスするバルブユニットを設置する。ここで、室外機に搭載した圧縮機を駆動し、冷房モードでシステム内に充填(じゅうてん)した新冷媒(R407C)を流動させフラッシング運転を行う。フラッシング運転では、圧縮機を吐出した高温・高圧のガス冷媒は、油分離器で圧縮機から持ち出されたR407C用の合成油を分離した後、室外熱交換器で適度に放熱し、ほぼ飽和ガスの状態となり、冷媒熱交換器でさらに放熱し、気液二相状態の冷媒とする。この気液二相冷媒が既設配管中を流れ、既設配管中に残留する鉱油等の不純物を回収(除去)しながら冷媒回路内を循環する。

ここで、従来機では、室内機をバイパスするようにバルブユニット内の電磁弁を配置し、鉱油回収(除去)中の室内機への鉱油の進入を防止していた。また、鉱油回収(除去)中、電磁弁を介して冷媒を流していたので、室内機の電子式リニア膨張弁と比較すると、電磁弁は流路抵抗が小さく、鉱油回収(除去)に必要な冷媒流量を比較的容易に確保することができた。

表1. 新型リプレースマルチの製品仕様

容量 (馬力)	5	6	8	10	13	16	18	20	22	
冷房能力	kW	14.0	16.0	22.4	28.0	35.5	45.0	56.0	63.0	
暖房能力	kW	16.0	18.0	25.0	31.5	40.0	50.0	56.0	67.0	
消費電力	冷房	kW	5.69	6.28	8.64	10.92	13.88	17.51	21.85	25.0
	暖房	kW	5.67	6.26	8.12	10.50	13.0	16.6	17.78	20.5
室外機 外形寸法	高さ	mm	1,715							
	幅	mm	990			1,290		1,990		
	奥行き	mm	840							
室外機騒音	dB	55	56	56	57	60	61	62	61	62

一方、新型機では、室内機に冷媒を流しながら鉱油回収(除去)を行うので、室内機への鉱油の滞留と、電子式リニア膨張弁を介して冷媒を流すため、電子式リニア膨張弁での流路抵抗による冷媒流量の低下が避けられない。そこで、既設配管中の鉱油の流動を促進し回収(除去)を容易にするために、鉱油流動促進剤を気液二相冷媒とともに流すようにした。鉱油流動促進剤は、冷媒とは非相溶であり、既設配管中の鉱油と混合することで既設配管中の鉱油の粘度を低下させ、鉱油の流動性を確保するものである。鉱油流動促進剤と混合し流動性を増した鉱油は、気液二相冷媒とともに、再びオイルトラップキットに戻る。オイルトラップ

キットに戻った鉱油と鉱油流動促進剤を含む気液二相冷媒は、冷媒熱交換器で室外機から供給された高圧のガス冷媒から吸熱し、蒸発・気化する。この結果、ガス冷媒中の鉱油及び鉱油流動促進剤の混合油をオイルトラップで遠心分離等によって分離し、ガス冷媒のみを室外機に戻す。この動作を最長2時間保つことにより、鉱油流動促進剤と既設配管内に残留していた鉱油を既設配管から除去し、オイルトラップキットで分離・回収する。

### 3.2 鉱油回収(除去)原理

既設配管内での鉱油回収(除去)原理について説明する。図3は、配管中を気液二相冷媒で鉱油回収(除去)する場合

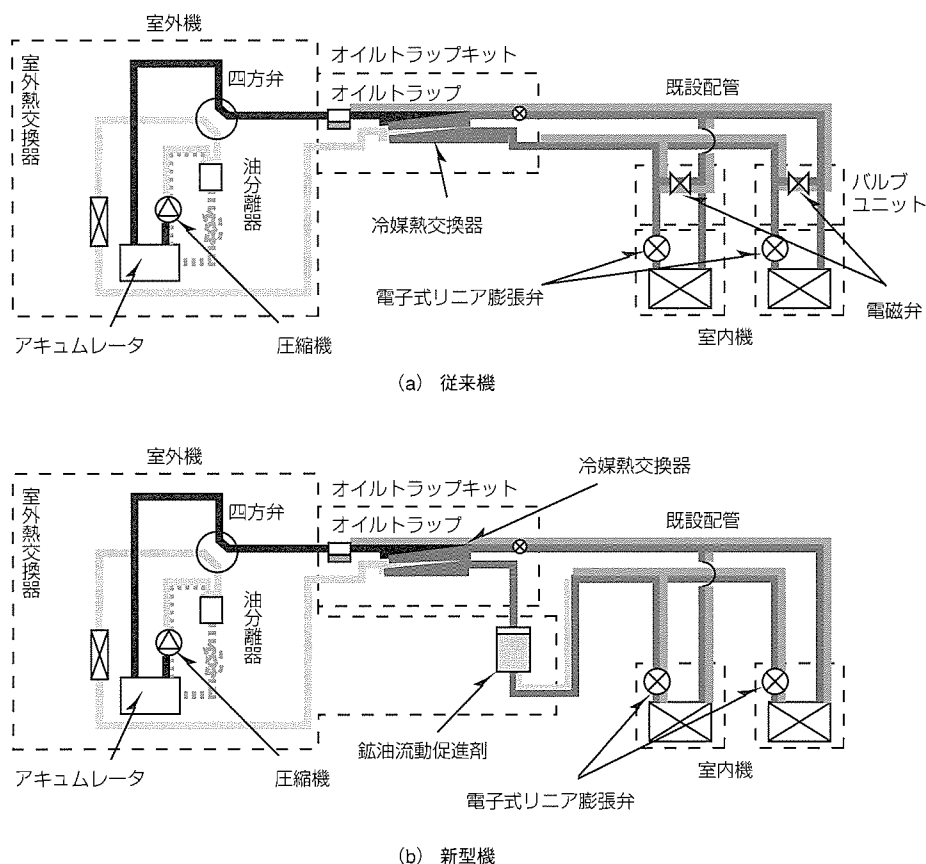


図2. リプレースマルチのフラッシング運転時の冷媒回路

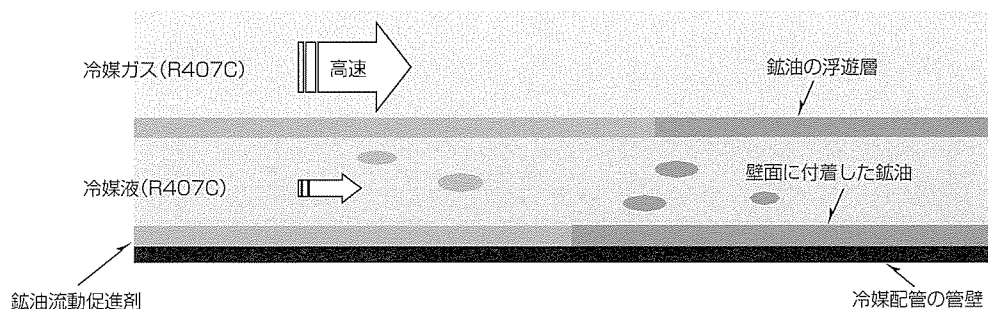


図3. 鉱油回収(除去)原理

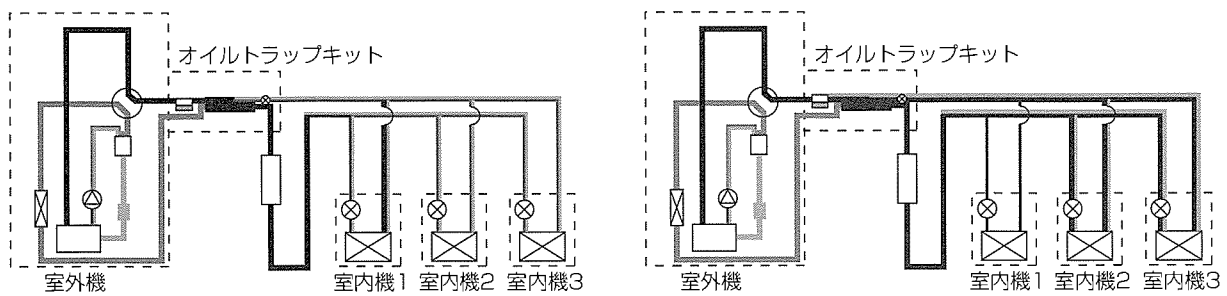


図4. ビル用マルチの既設配管鉱油回収(除去)方法

の配管内の状態を示した模式図である。既設配管及び室内機の伝熱管内では、冷媒は気液二相状態となり、配管の管壁を液冷媒、配管の中央部分をガス冷媒が流れる。ここで、鉱油及び鉱油流動促進剤は新冷媒(R407C)と非相溶であり、気液二相冷媒の界面を浮遊したり、配管内壁面を膜状に流れたりする。さらに、鉱油流動促進剤は既設配管中に残留する鉱油よりも粘度が低いため、既設配管の上流から流すと、鉱油流動促進剤の方が既設配管中の鉱油よりも配管中の移動速度が速く、鉱油流動促進剤は既設配管中の鉱油と混合するようになる。鉱油流動促進剤と混合した鉱油は、粘度が低下し、壁面を流れる液冷媒と鉱油との間に働くせん断力によって壁面を流れる速度を増加させるとともに、壁面から分離した混合油は浮力によって冷媒液中を浮遊し、冷媒の気液界面付近に到達する。ここで、配管中央部分を流れるガス冷媒は、液冷媒と比較して高速に流れるため、冷媒の気液界面付近を流れる混合油は更に加速して流れるようになり、混合油の輸送が高速に行われる。この結果、鉱油流動促進剤と鉱油は、共に既設配管から除去される。

### 3.3 ビル用マルチエアコンの鉱油回収(除去)方法

ビル用マルチエアコンでは、複数の室内機に冷媒を分配するための枝配管の配管径や長さが一様でないので、配管全体を一度に鉱油回収(除去)した場合には、枝配管への冷媒の分配にアンバランスを生じ、鉱油回収(除去)に必要な冷媒流量が得られない配管が出る。また、枝配管を1本ずつ鉱油回収(除去)していくやり方では鉱油回収(除去)時間がかかり過ぎる。これに対して従来機では、システムの接

続状態から室内機の組合せを選定し、バルブユニット中の電磁弁を開閉することで、各組合せごとに鉱油を回収(除去)し、各枝配管において鉱油の回収(除去)に必要な冷媒流量を確保し、かつ、効率的に鉱油回収(除去)できるようにした。

新型機においても、同様に室内機の接続状態から枝配管の鉱油を回収(除去)するために必要な冷媒流量が得られる室内機の組合せを選定し、バルブユニットの電磁弁の代わりに室内機中の電子式リニア膨張弁の開度を変更することで、冷媒流量を制御する。図4にビル用マルチエアコンの既設配管の鉱油回収(除去)における冷媒の流れを示す。図では、例えば鉱油回収パターンを2パターン設定し、鉱油回収パターン①では室内機1の系統を、鉱油回収パターン②では室内機2及び室内機3の系統を鉱油回収(除去)する。また、電子式リニア膨張弁は、鉱油回収開始時には全開とし、鉱油流動促進剤を既設配管の全体に流動させ、ある時間経過後、系統ごとに鉱油回収(除去)を実施していく。このように鉱油を回収(除去)することにより、室内機の接続台数に応じた鉱油回収時間を設定可能にした。

## 4. むすび

今回、開発した新型リプレースマルチでは、バルブユニットを廃止したことにより、空調機更新時の工期短縮・工事費削減に貢献できる有用な機種となると期待している。今後は、更なる省エネルギー性・省工事性を追及していく予定である。

# パッケージエアコン用室外機の低騒音化

廣中康雄\*  
中川祥道\*\*  
加藤康明\*\*\*

## 要 旨

環境問題が大きく取り上げられる中、改正省エネルギー法で、パッケージエアコンの2007年に達成すべきエネルギー消費効率が規定された。これに伴い、パッケージエアコン室外機の構成要素である圧縮機、熱交換器、制御器、送風機等それぞれの高性能化が必要である。送風機は、風量増大に伴う騒音増加が懸念される。そこで、スケール1/3モデルの試験機を使い、ベルマウス形状、ガード形状、ファン直前のケーシング形状の見直しを行った。

### (1) ベルマウス形状

ベルマウスは吹き出し部の形状を変更した。吹き出し部を直線から曲率を持たせた形状にすることで、1~1.5dBの騒音を低減した。

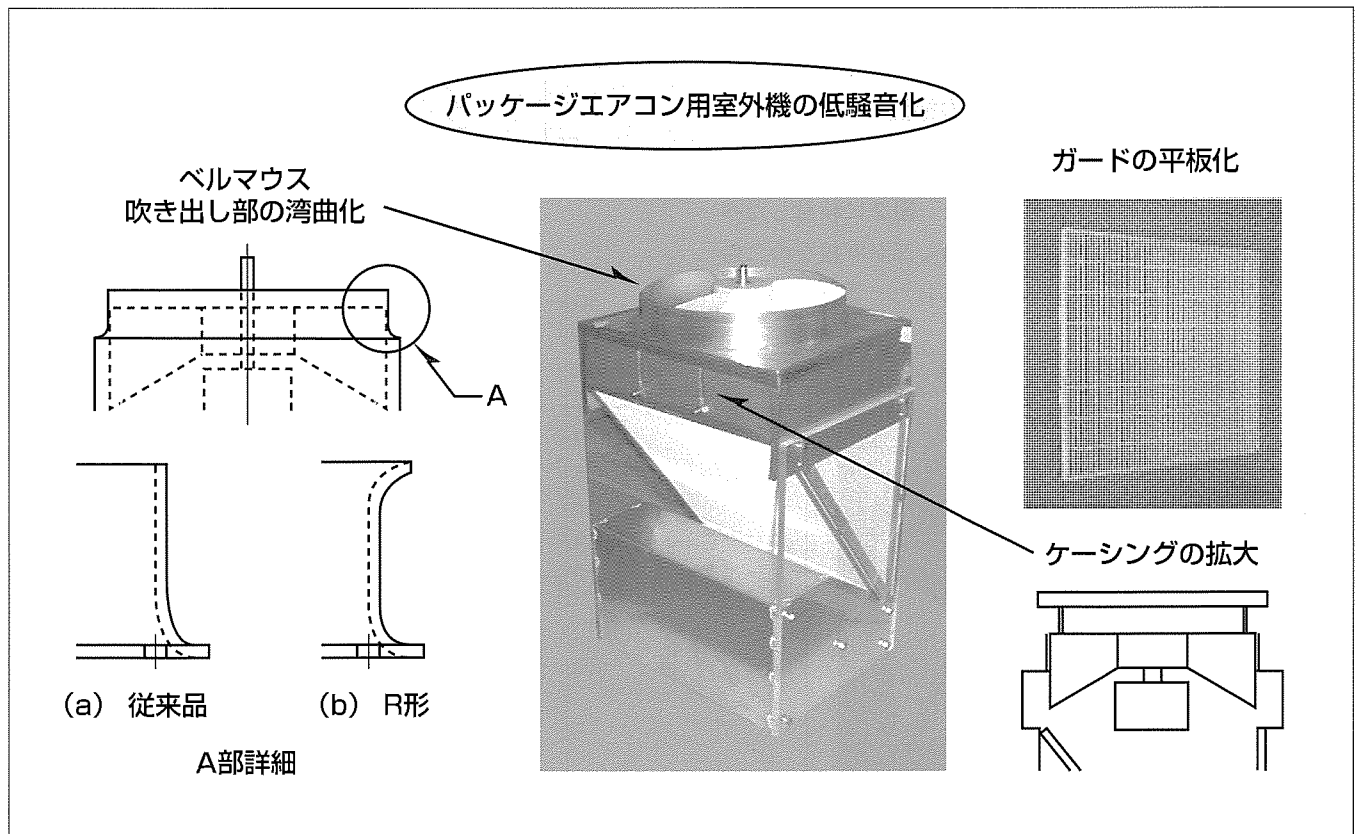
### (2) ガード形状

平板ガードは放射する騒音に指向性があることから、ガードの向きを変えて騒音レベルを下げる検討をした。計算による予測と試験機での実測を行い、1.5dBの騒音低減を確認した。

### (3) ケーシング形状

ファン直前のケーシングを拡大し、ファンの吸い込み風路を確保することで、風量の増大と騒音低減の両方に効果が得られた。その結果、同風量で約2.5dB騒音を低減した。

モデル試験機で得られた騒音低減技術を量産に展開し、送風機としての風量増大と製品全体としての省電力化に取り組み、更なる高性能化を目指す。



## パッケージエアコンの低騒音化技術

パッケージエアコン室外機のスケール1/3モデルの試験機と、送風音を低減するために検討した低騒音技術を示す。送風音の低減は、送風機としての風路全体の見直しをすることで得られる。

### 1. ま え が き

環境問題が大きく取り上げられる中、パッケージエアコンも、改正省エネルギー法により、2007年に達成すべきエネルギー消費効率(Coefficiency of Performance : COP)が規定された。これに伴い、パッケージエアコン室外機の構成要素である圧縮機、熱交換器、制御器、送風機等それぞれの高性能化が必要である。この中で、送風機は、風量増大に伴う騒音増加が懸念される。そこで、室外機の風路全体の見直しを行い、送風音低減のアイテムを抽出した。

### 2. モデル形状

図1に、検討に使用したパッケージエアコン室外機のスケール1/3モデルの試験機を示す。室外機の上部に軸流ファンがあり、ファンの外周には吸い込み流れを整流するベルマウスがある。また、実機では、ファンの上部に巻き込み防止用のガードがある。軸流ファンが駆動すると前後の吸込口から空気が流入しレ形設置の熱交換器を通過して上部から吹き出す構造となっている。パラメータ試験を行うには実機の寸法が大きいため、スケール1/3モデルの試験機で実測評価をした。試験機では、熱交換器の代替品として、空気を透過する多孔質体の平板を使用した。この試験機を用いてベルマウス形状、ガード形状、ファン直前のケーシング形状について検討した。

### 3. ベルマウス形状の検討

ファン外周にあるベルマウスについて、吹き出し部の形状による騒音、ファン特性を検討した。図2に検討したベルマウス形状を示す。従来品は吹き出し部が直線なのに対し、改良品では吹き出し部をR形状にした。図3に1/3モ

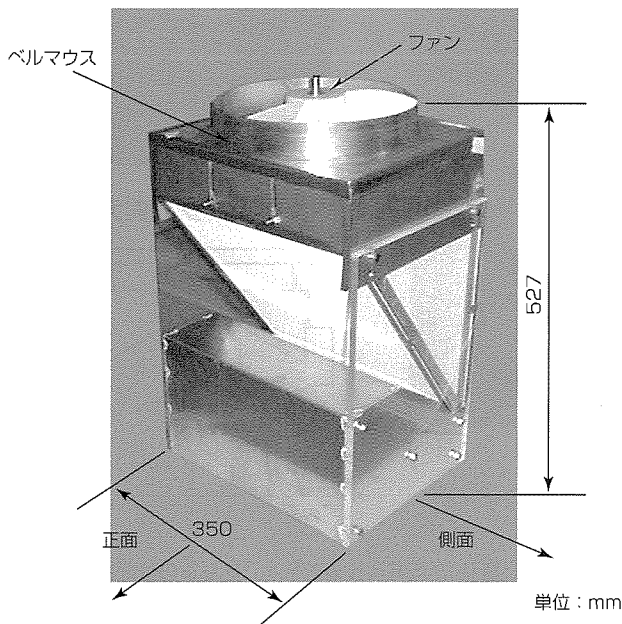


図1. 1/3モデル試験機

デル試験機組み込み時の騒音レベルの違いを示す。横軸が風量、縦軸が騒音レベルである。吹き出し部をR形にすると、全風量域で1~1.5dB騒音が低減した。図4に

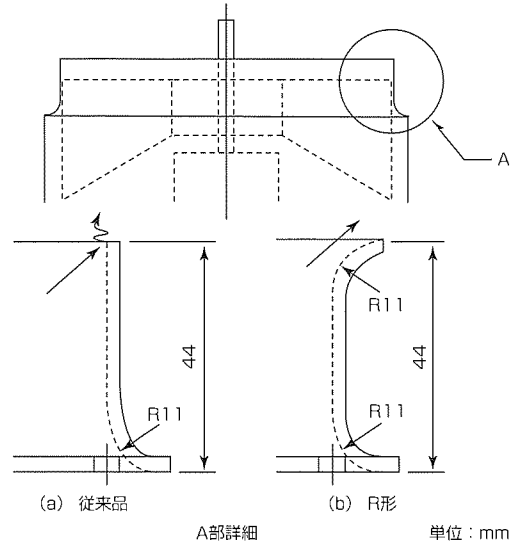


図2. ベルマウス形状

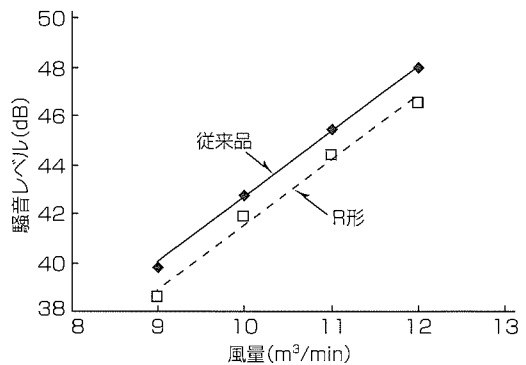


図3. ベルマウス形状の影響

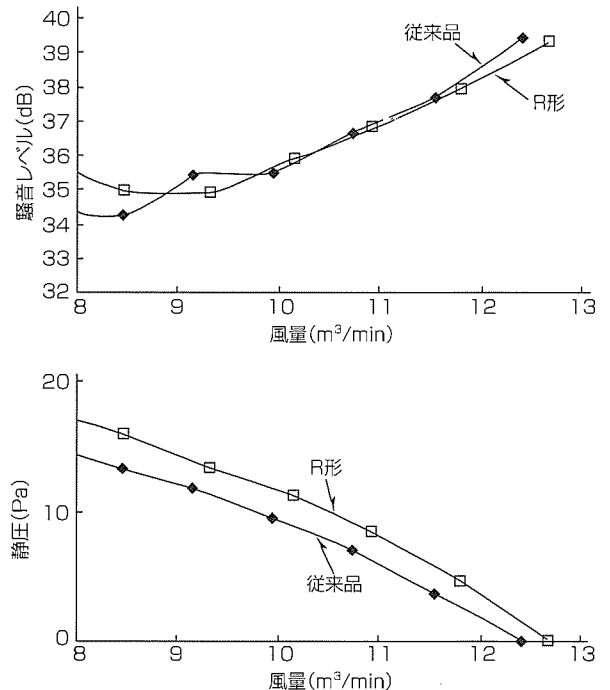


図4. ファン単体性能(1,000 r/min)

1,000r/minでのファン単体の静圧と騒音の特性を示す。横軸が風量、縦軸が静圧及び騒音レベルを示す。10m<sup>3</sup>/min以上の大風量域では、騒音に余り差がないが、静圧上昇はR形が2～3Pa大きい。これは、図2に示すように、軸流ファンの遠心力で吹き出し流れが半径方向に広がり、従来の直線よりもR形状の吹き出し部を持つファンの方が静圧が上昇しやすいためである。そのため、モデル試験では、同風量時の騒音が低減した。

#### 4. ガード形状の検討

ファンの上部にあるガードは強度が必要であるため、樹脂製では平板を並べるのが一般的である。平板から放射される音は指向性を持ち、平板の法線方向の騒音が大きくなる<sup>(1)</sup>。一方、パッケージエアコン室外機での送風音は、吸い込み口があるユニット前後に大きく音が放射される。そこで、ガード音は側板による遮音効果が期待できる側面側に放射させ、室外機全体での騒音レベルを下げることを検討した。図5は使用した平板ガード、図6は平板ガードから音波が発生する状態を示したモデル図である。風が下から流れることで、各平板の後縁部に双極子音源が発生し、法線方向に音が放射される。まずは計算で平板ガードの指向性の影響を検討した。図7に計算モデルを示す。平板の各位置での音源強さを一定とし、平板上の風が当たる位置に音源が分布すると仮定した。ガードの中心での平板の法線方向をI方向、接線方向をJ方向とした。I方向を基準として角度 $\alpha$ の位置で、中心から水平0.465m、垂直0.23mの位置に騒音観測点を設置した。各音源からの指向性と距

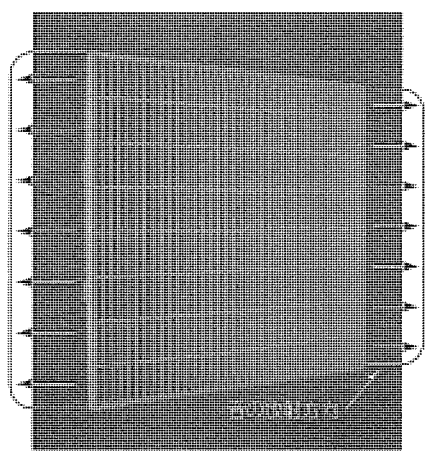


図5. 平板ガード

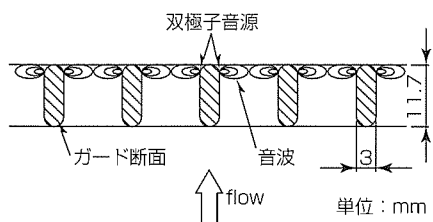


図6. 平板ガード音の指向性

離減衰を考慮した騒音レベルを音源が分布するガード全面にわたって面積積分し、観測点での騒音レベルを求めた。図8に、角度 $\alpha$ に対するガード騒音の予測値を示す。横軸が角度 $\alpha$ で、縦軸が $\alpha = 0^\circ$ の騒音レベルを基準とした相対値である。ガードからの放射音は $\alpha$ が大きくなるにつれて減少し、 $\alpha = 90^\circ$ で-6.3dBと最小になると推定された。

試験機でファン騒音込みでのガード音を実測した。図9に風量12m<sup>3</sup>/min時の騒音レベルを示す。ファン騒音込みの場合、I方向の騒音49.5dBに対しJ方向は48dBであり1.5dBの差となった。図10に12m<sup>3</sup>/min時の騒音スペクトルを示す。図中の黒がI方向、白がJ方向である。50Hz以下

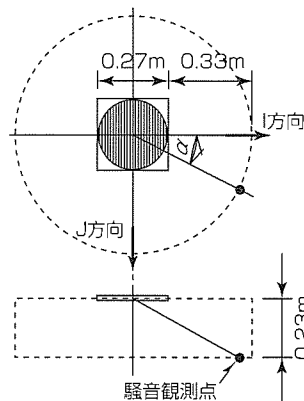


図7. 計算モデル

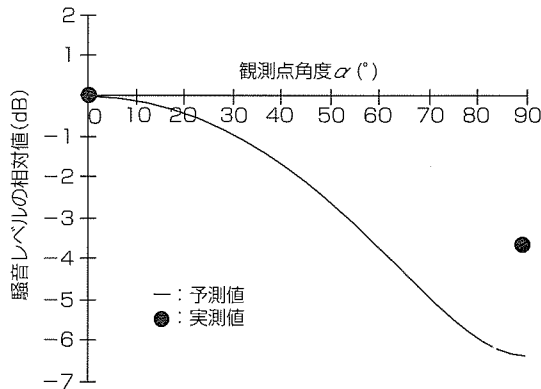


図8. ガード単体での指向性の予測値と実測値

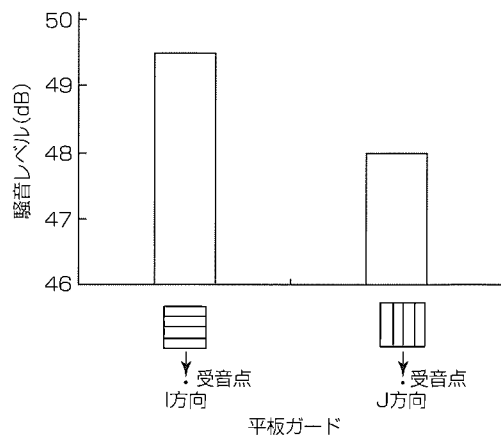


図9. 指向性による騒音の差

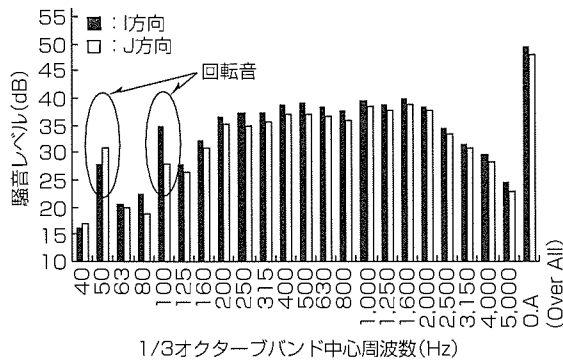


図10. 騒音スペクトル(12m³/min)

はI方向の方がわずかに低い、それ以外の周波数ではJ方向の方が低くなった。ガード圧損を考慮した実測値からガード音を求めた。図8に  $\alpha = 90^\circ$  でのガード騒音の実測値を併せて示す。ガード音のみでの指向性の影響は3.8dBとなり、予測値より2.5dB差が小さい。これから、指向性を持たないガード音や、ガードによる圧損以外のファン音悪化があることが分かった。

5. ケーシング形状の検討

ファン直前のケーシングを拡大し、吸い込み風路を確保することで圧損低減を検討した。図11にケーシングの拡大位置を示す。ファンに最も接近するケーシングを、ファンの回転軸を中心として円形に拡大した。図12にケーシングの拡大幅  $a$  を変えたときの風量を示す。横軸が回転数、縦軸が風量である。従来品に対して10mm拡大してもほぼ同風量であったが、20mm拡大すると4~5%風量が増加した。図13に拡大幅を変えたときの騒音を示す。横軸が回転数、縦軸が騒音である。騒音は、拡大幅が10mmと20mmではほぼ同レベルで、従来品に対しては1~1.5dB低くなった。これは、ファンの翼が壁面近くを通過する際に翼面やケーシング壁面で発生していた圧力変動がケーシングの拡大によって低減し、音が低減したと考えられる。図14に800 r/min時の従来品とケーシングを20mm拡大したときの騒音スペクトルの比較を示す。黒が従来品、白が20mm拡大品である。周波数のほぼ全域で20mm拡大の方が低減している。特に騒音レベルが大きい1,000Hz付近の低減量大きい。ファン直前のケーシングを拡大することは、風量を増大することと騒音を低減することの両方に効果が得られ、同風量で約2.5dB騒音が低減することが分かった。

6. む す び

パッケージエアコンの低騒音化についての基礎検討を紹介した。このようにモデル試験機で得られた技術を量産品に展開し、送風機としての風量増大、製品全体としての省電力化に取り組み、更なる高性能化を目指す所存である。

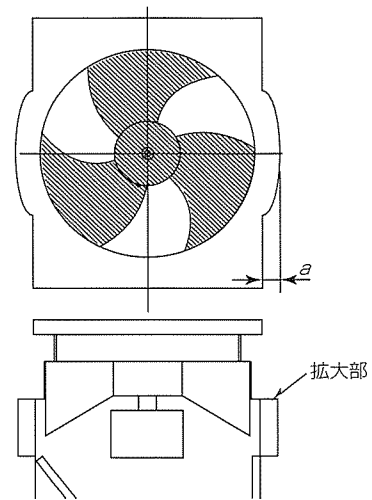


図11. ケーシングの拡大位置

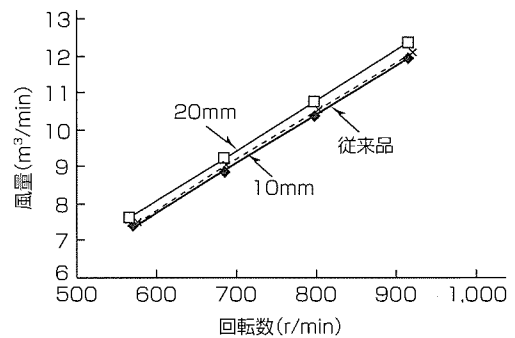


図12. 拡大幅変更時の風量

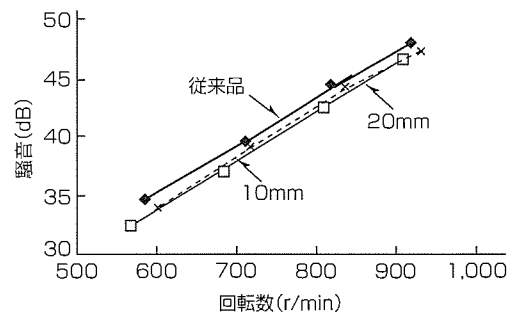


図13. 拡大幅変更時の騒音

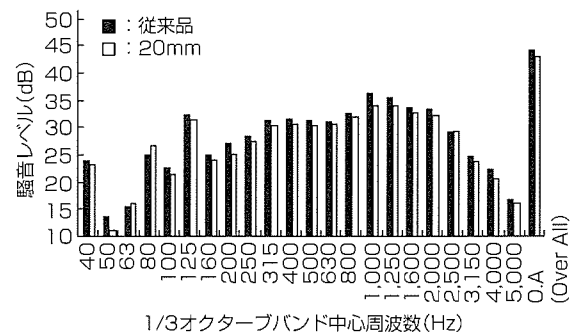


図14. 騒音スペクトル(800 r/min)

参考文献

(1) 伊藤 毅：音響工学，電気書院，81~90



# 空調機用インバータの 高効率化・高性能化技術

川久保 守\*  
矢部正明\*

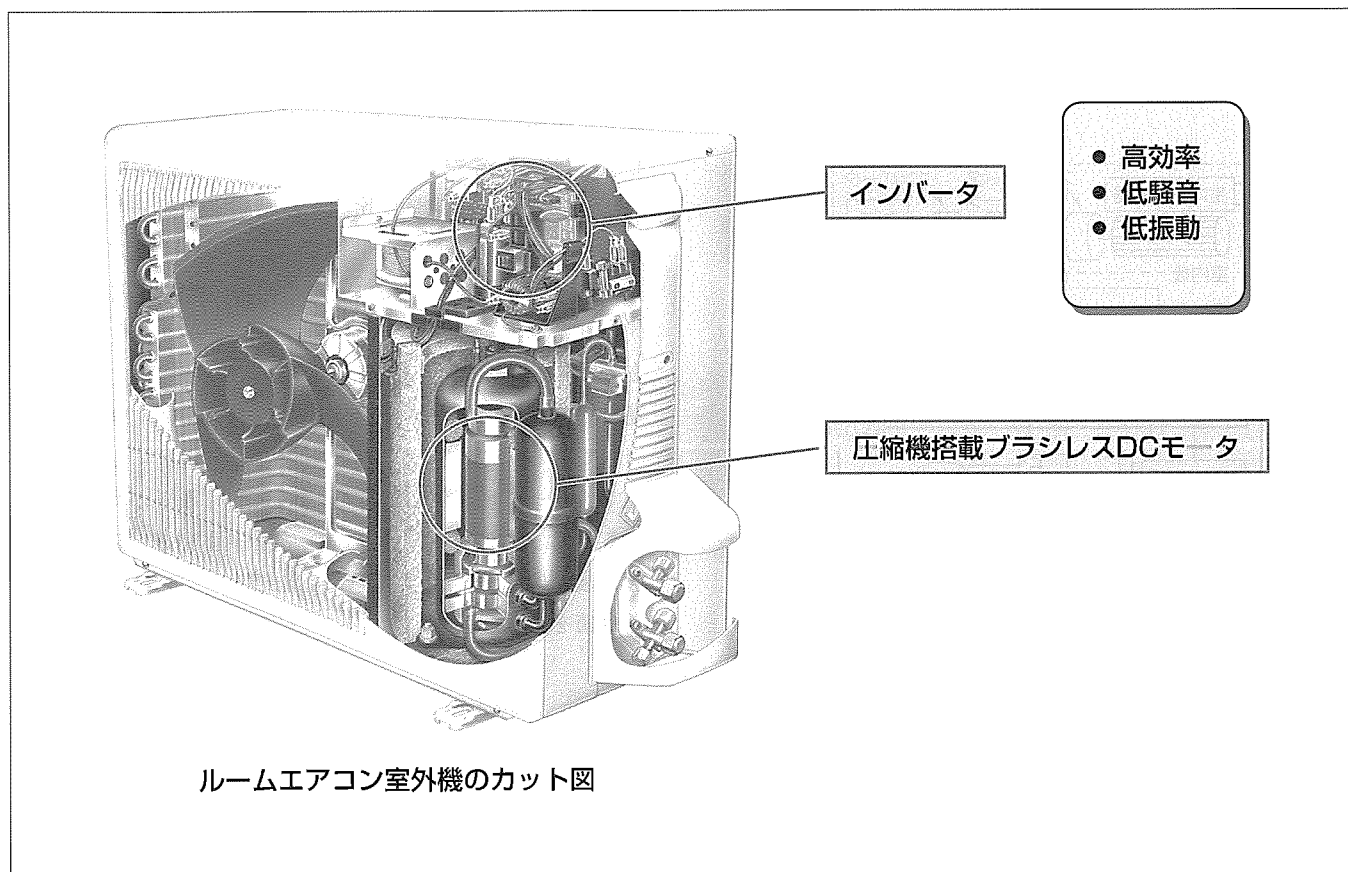
## 要 旨

地球温暖化防止など環境保全を目的に、電気機器及び設備などの電力消費を低減するための省エネルギー関連法が施行され、各方面でその対策が行われている。電気機器の中でも、空調機は、一般家庭の消費電力に占める割合は24%と大きい。近年、空調機は消費電力を低減するために基幹部品の効率改善を図ってきたが、更なる効率改善には電力消費の大きい圧縮機搭載モータとこれを駆動するインバータの損失低減が必要不可欠である。また、効率改善のほか、空調機の運転時における快適性向上の観点から低振動化及び低騒音化を図る必要があり、構造面と併せてインバータ制御面からも対策を行ってきた。

空調機の中でも性能改善が著しいルームエアコンは、圧縮機に高効率なブラシレスDCモータを搭載し、正弦波駆

動方式を用いたインバータによって高効率化を実現した。この正弦波駆動方式は、独自の過変調PWM(Pulse-Width Modulation)方式を適用し、効率改善に大きく寄与している。また、インバータは、圧縮機特有の脈動負荷に起因する振動を制御で抑制し、低振動化を実現した。また、パッケージエアコンでは、インバータキャリア周波数に起因するキャリア音をインバータ制御で抑制し、低騒音化を実現した。

本稿では、空調機を対象に特にエネルギー消費の大きい圧縮機用モータとこれを駆動するインバータの効率改善技術と、低振動化及び低騒音化を図るためのインバータ応用技術について述べる。



## 圧縮機搭載ブラシレスDCモータとインバータ

上図は、三菱電機のルームエアコン室外機のカット図で、圧縮機に搭載するブラシレスDCモータと、このブラシレスDCモータを駆動するインバータを示す。インバータ制御技術により、モータとインバータを組み合わせた総合効率の改善、圧縮機運転時における振動及び騒音抑制を図っている。ルームエアコンを始め空調機の省エネルギー化・高性能化に貢献している。

1. ま え が き

近年、空調機搭載モータは、誘導電動機から高効率なブラシレスDCモータへの移行が進み、これを駆動するインバータの制御方法改善と合わせて空調機の消費電力低減を図ってきた。特に消費電力の大きい圧縮機搭載モータとこれを駆動するインバータにおいては、モータの巻線方法や構造の変更、インバータの正弦波駆動方式適用などによって高効率化を図り、空調機の消費電力を更に低減した。また、空調機には低振動及び低騒音の要求も強く、インバータの制御で圧縮機の振動及び騒音低減を実現した。

本稿では、圧縮機用モータとこれを駆動するインバータの効率改善技術と、低振動化及び低騒音化を図るためのインバータ応用技術について述べる。

2. 空調機における可変速駆動システムの構成

空調機の一例として、ルームエアコンの一般的な構成を図1に示す。近年では、消費電力低減等を目的に、インバータ搭載機種が主流となっており、室内機及び室外機に搭載する送風用ファンモータや室外機に搭載する圧縮機用モータはインバータで駆動している。なかでも圧縮機モータとこれを駆動するインバータは、扱う電力が大きく消費電力も大きいため、この部分をターゲットに性能改善を図っている。

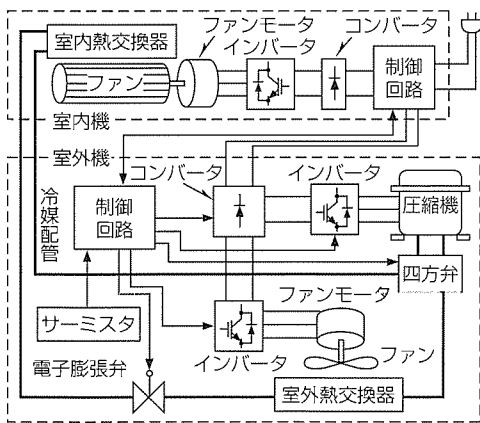


図1. ルームエアコンの構成

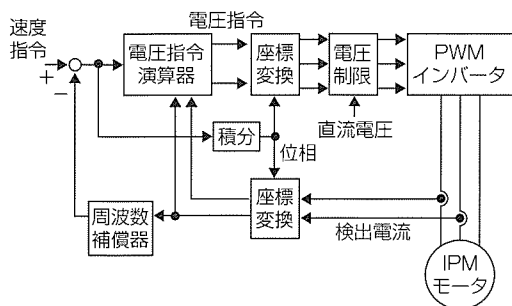


図2. センサレス正弦波駆動の制御ブロック構成

3. 高効率化技術

ここでは、空調機用圧縮機モータと、これを駆動するインバータにおける高効率化のための各種方策について述べる。

3.1 インバータの高効率化

ルームエアコン用圧縮機のほとんどが、誘導電動機に比べて高効率なブラシレスDCモータを搭載している。このブラシレスDCモータは、ロータ位置に応じて通電タイミングを決定する必要からロータ位置を把握する必要がある。しかし、このモータは、高温・高圧・冷媒ガス雰囲気といった特殊環境下での動作となり、ロータ磁極位置センサの配置が困難であるため位置センサレス駆動方式が不可欠となる。駆動方式として、従来は制御の簡易性から電気角度180°区間のうち120°区間を通電する120°通電方式が採用され、駆動中のモータ巻線に誘起される電圧からロータ位置を把握し通電タイミングを決定する方法が採られてきた。しかし、120°通電方式では、モータ電流に多くの高調波成分を含むため、モータ鉄損やトルクリプルが大きく課題となっていた。この課題を解決する有効な手段として、電流波形を正弦波状に制御する正弦波駆動方式が挙げられる。最近では、マイコンの低価格・高性能化によって、従来産業用途に用いられていたベクトル制御による正弦波駆動方式が空調機にも搭載されてきている。

ルームエアコンに搭載したブラシレスDCモータのセンサレス正弦波駆動の制御ブロック構成を図2に示す。この駆動方式は、モータ電流を永久磁石のトルクに比例するトルク電流成分と、磁束量に比例する励磁電流成分とに分離して扱うベクトル制御で実現している。この駆動方式は、演算負荷軽減を図るためにロータの磁極位置推定器を設けず、代わりに周波数補償器を設けることでモータの負荷トルク変動時における速度安定化を実現している。また、この駆動方式の特徴として、正弦波駆動に過変調PWM方式を適用している。これにより、電圧利用率を向上することが可能で、モータ電流の低減につながり、効率改善が可能となる。

ここで、過変調PWM方式の説明を図3に、線間電圧波形を図4に示す。過変調PWM方式は、インバータの電圧指令値を直流電圧 $V_{dc}$ によって決定される最大電圧より

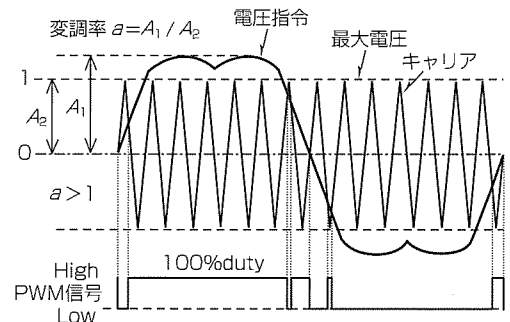


図3. 過変調PWM

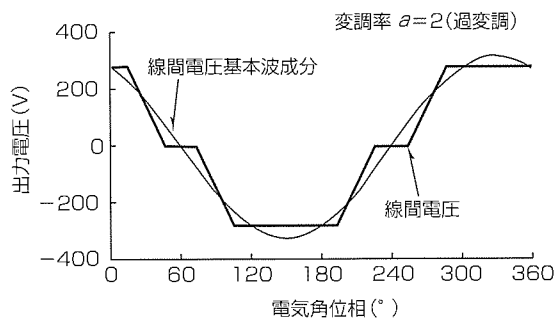


図4. 過変調PWM時の線間電圧波形

も高く設定しPWM信号を部分的に100%デューティとすることで、実効出力電圧の上昇によるモータの銅損及び鉄損低減、インバータ回路のスイッチング素子の導通損及びスイッチング損の低減を図り、モータ及び回路全体の効率改善を図る方式である。インバータ駆動波形は、一般的に変調率が1以下で生成されるが、変調率1以上の過変調、つまりPWMを部分的に100%デューティにすることで実効出力電圧を上昇させることができる。変調率  $a=2$  における出力電圧は、最大変調率  $a=1$  の制御に比べて最大約10%の増加が可能となった。

### 3.2 モータの高効率化

空調機用圧縮機モータは、商用電源又はインバータ駆動にかかわらず誘導電動機が多く使用されてきたが、機器の省エネルギー化に伴い高効率なブラシレスDCモータに急速に移行している。近年、更なる効率改善に向けて、モータ損失の大半を占める銅損と鉄損の低減を図っている。ブラシレスDCモータのステータとロータの外観を図5に示す。モータの銅損は、モータ電流によって巻線抵抗に発生する熱損失である。巻線抵抗の低減は、巻線の周長削減と線径アップが必要であり、巻線方法を分布巻から集中巻化する方法や、占積率向上を図るために狭いスロット内へのコイル挿入を可能とする分割コア方式の採用といった製造方法の改善によって実現した。また、モータ電流の低減は鎖交磁束の増加が必要となり、ここでは、磁力アップのための永久磁石厚アップによって実現した。

モータの鉄損は、磁束の変化によって電磁鋼板内に発生する損失である。鉄損の低減は、磁界解析による固定子形状の最適化、4極から6極への多極化による磁束密度の低減及び均一化、電磁鋼板の持つ特性の十分な引き出しによって実現した。また、前述の過変調PWMなどによる高デューティ制御など、制御面からも改善した。

### 3.3 効率特性比較

図6に、モータ出力に対するモータ効率、モータとインバータを組み合わせた総合効率の比較を示す。図中の効率曲線は、4極分布巻モータを120°通電方式で運転した場合と、6極集中巻モータを正弦波駆動方式で運転した場合について示している。また、モータ出力は、圧縮機の負荷ポ

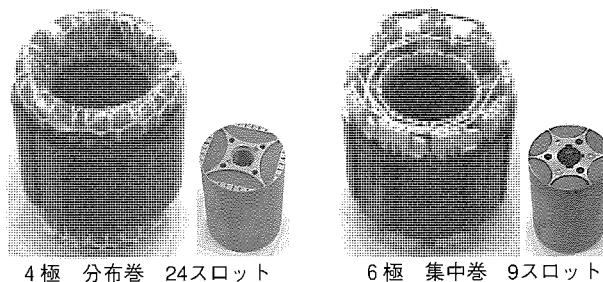


図5. ステータとロータの外観

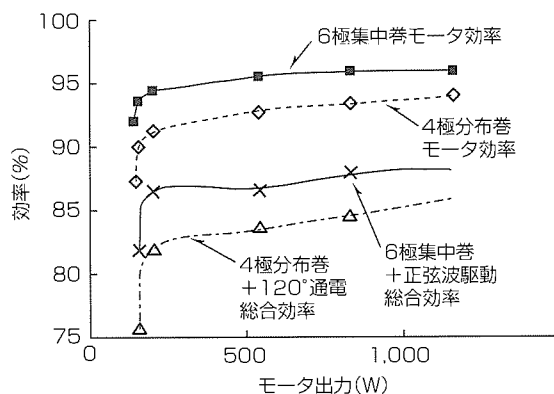


図6. 効率比較

イントに設定し、モータ出力の小さい方から、冷房軽負荷、暖房軽負荷、冷房定格、暖房定格、暖房低外気条件となる。ここで、各条件において回転数と負荷トルクは同時に変化している。インバータの制御方式、モータの仕様及び構造変更等により、各運転条件下における効率測定試験では、モータは2%から最大5%、インバータは1%から最大5%、モータとインバータを組み合わせた総合効率は3%から最大6%の改善効果が得られた。

## 4. 応用展開

空調機には、高効率のほか、低振動及び低騒音の要求も非常に強い。これにこたえるため、インバータによるモータ制御技術で各種方策を採っている。

### 4.1 低振動化技術

当社のルームエアコン用圧縮機は、ロータリ方式を採用し、特に空調容量の小さい機種にはシングルロータリ圧縮機を搭載している。近年、空調能力の低い領域での運転要求から、モータの低速回転化が必要となってきている。しかし、低速回転領域では、構造上、モータ1回転中の圧縮・吐出・吸入に起因する大きなトルク脈動が発生し、シングルロータリ圧縮機特有の大きな振動が発生する。

シングルロータリ圧縮機の回転トルク変動を図7に示す。この振動は、モータの低速域で特に顕著となり、冷媒配管や室外機を設置する床面への伝達による騒音につながる。このため、特別な防振構造を採ることなく安価に圧縮機の振動を抑制する方法が求められていた。

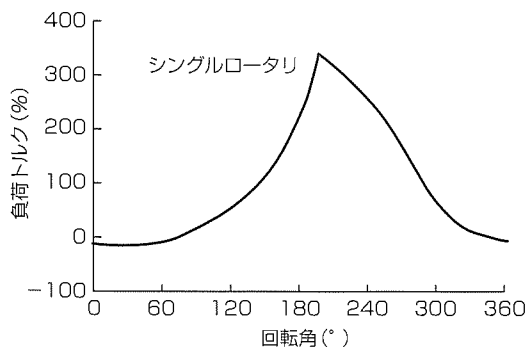


図7. 圧縮機の回転トルク変動

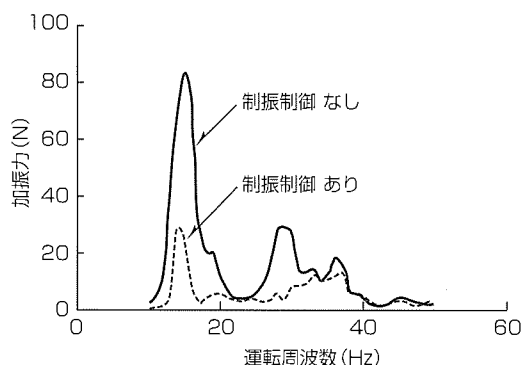


図8. 振動抑制効果

この解決策として、圧縮機の負荷トルク脈動に応じてインバータ出力電圧を変化させモータ出力トルクを可変させる方法により、インバータによる制振制御を実現した。

制振制御による振動抑制効果を図8に示す。図は運転周波数に対する室外ユニット床面部の振動を示しており、運転領域では、約30Hzの運転周波数において大きな振動抑制効果が得られ、高速域の約50Hz以上では振動も少なく制振制御が不要である。インバータによる制振制御で、ロータリ圧縮機の運転下限周波数を約45Hzから約20Hzとすることが可能となり、運転領域拡大を実現した。

#### 4.2 低騒音化技術

モータをインバータで駆動すると、インバータのキャリア周波数に起因するキャリア音がモータから発生する。これは、普段聞き慣れない不快な金属音である。このキャリア音を低減する方法として一般的にキャリア周波数を高周波数化して人間の可聴範囲外に設定する方法が採られるが、インバータを構成するトランジスタは周波数に比例して損失が増加する欠点を持っており、効率改善が著しい空調機への適用は困難な状況にある。

ここで、効率を悪化させることなくキャリア音を低減する方法が求められていた。この解決策として、インバータから出力されるパルス電圧の発生タイミングをキャリア周期内で逐次変化させて音スペクトラムを分散させ、キャリア音をホワイトノイズ化させるソフトPWM方式によって実現している。ソフトPWMの原理を図9に示す。

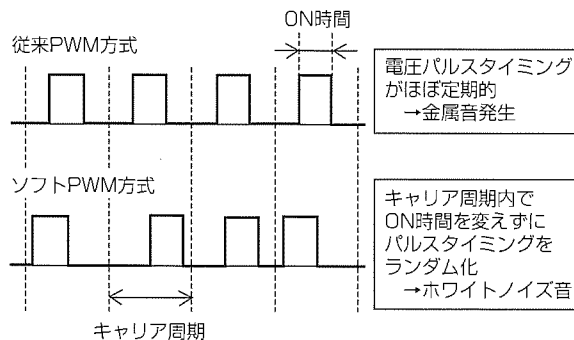


図9. ソフトPWMの原理

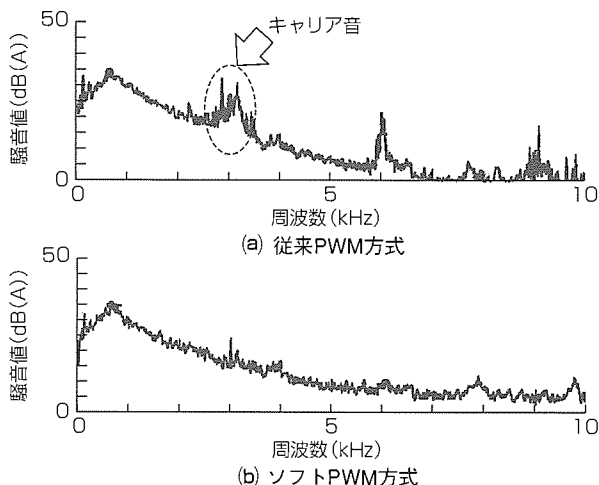


図10. 騒音低減効果

図10は従来のPWM及びソフトPWM方式によるインバータで圧縮機用モータを駆動したときのパッケージエアコン室外機から発生する騒音測定の結果を示しており、ソフトPWM方式でキャリア音を大きく低減し耳障りな金属音の低減が実現できた。

#### 5. む す び

近年の住環境機器における省エネルギー化の要求は強く、特に効率など性能改善の著しいルームエアコンを例にモータとインバータにおける省エネルギー技術と、ルームエアコン及びパッケージエアコンを例にインバータ応用技術について述べた。省エネルギー化の要求は依然強く、今後も更なる高効率化と高性能化を実現するための技術開発を継続する所存である。

#### 参考文献

- (1) 矢部正明, ほか: 過変調PWMを併用したIPMモータのセンサレス駆動, 電気学会回転機研究会資料, RM-01-160, 7~12 (2001)
- (2) 馬場和彦, ほか: ブラシレスDCモータの高性能化検討, 電気学会回転機研究会資料, RM-00-141 (2000)

# 省エンジニアリング設計の ホームコントローラ

中田成憲\*  
久代紀之\*  
鈴木繁樹\*

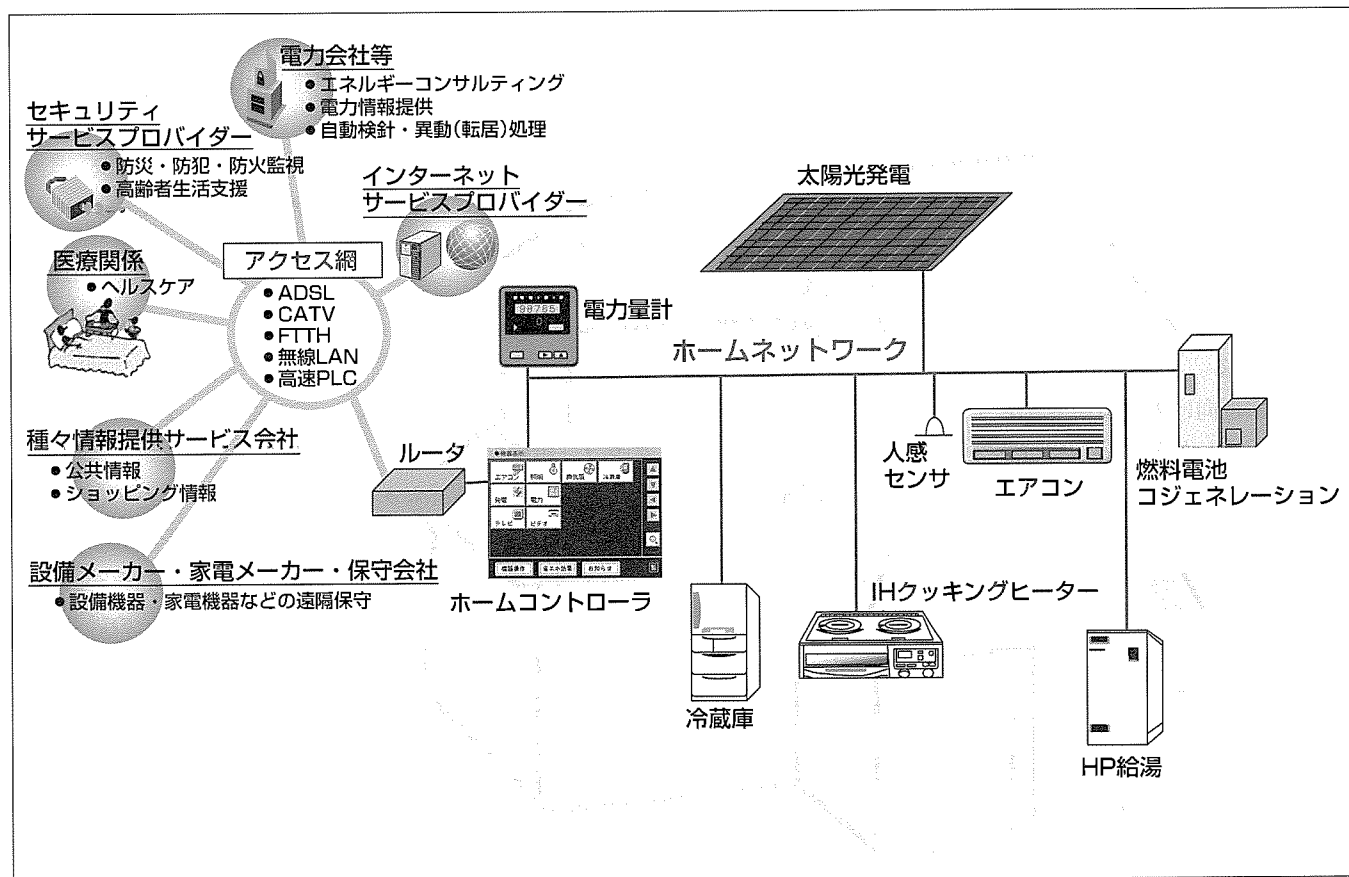
## 要 旨

ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line)を中心に常時接続インターネットが急速に普及している。2004年には常時接続が2,000万契約を突破する見込みである<sup>(1)</sup>。

これら常時接続インターネットとホームネットワークを利用した省エネルギーやセキュリティを中心とするホームシステムの開発が活発化してきている。2002年には100軒規模の実証実験等を実施している。

三菱電機は、これらのシステム構成に必要な要素技術として、ホームサーバ、ホーム操作器、ホームネットワーク、インターネット常時接続利用技術等の開発を行ってきた。

本稿では、最近のホームネットワークの動向、Webサーバ機能とブラウザ機能、及び操作画面の設置時調整を不要とする画面自動生成機能を実現したホームコントローラについて述べる。



## ホームコントローラの位置付け

ホームネットワークに宅内のエアコンや冷蔵庫等の家電機器及びホームコントローラを接続することにより、家電機器の一括操作や故障診断が可能となる。また、常時接続インターネットの普及により、家電機器の遠隔操作・監視が可能となり、宅外からの省エネルギー運転や故障診断サービスを受けられるようになる。この中心となるホームコントローラは、宅外サービスに対して家電機器情報を提供する機能及び宅外サービスソフトウェアを実行する機能を持つが、家庭での設置を容易にするため接続や設定は省エンジニアリングでなければならない。

## 1. ま え が き

常時接続インターネットとホームネットワークとを連携活用した省エネルギーやセキュリティを中心とするホームシステムの構成に必要な要素技術として、ホームサーバ、ホーム操作器、ホームネットワーク、インターネット常時接続利用技術等がある。

本稿では、2.1節でホームネットワークの概要としてその接続形態から要求される特性や動向を、2.2節でホームコントローラにおける設置の簡易性、機能拡張の容易性、ソフトウェアの低コスト実装との三つの開発課題とその解決策とを記載する。設置の簡易性については操作画面の設置時調整を不要とする画面自動生成機能を、機能拡張性実現についてはインターネット経由のダウンロードを可能とするWebサーバ機能とJavaの組み込みハードウェアへの実装を、低コスト実現のためには表示/操作部分を省メモリで実現するハイブリッド構成とHTML(Hyper Text Markup Language)ブラウザ機能とを開発した。

## 2. ホームコントローラの背景と開発内容

### 2.1 ホームネットワークの接続形態

ホームネットワークは製品群ごとの伝送速度や設置性等の要求の違いから、下記のように三つのネットワークで構成されることが一般的である(図1)<sup>(2)</sup>。

#### (1) パソコン向けの情報系ネットワーク

パソコンやWebコンテンツのリッチ化等により、最近の伝送速度は100Mbpsが一般的になりつつある。プロトコルとしては、電子メールやWeb表示などインターネット接続と親和性の高いTCP/IPの利用が一般的である。物理層は、安価なEthernetや、配線不要な無線が広く利用されている。

#### (2) AV家電向けの映像系ネットワーク

映像や音声など大容量のデジタル情報を扱うため、10Mbps以上の高い伝送速度が要求される。この高速伝送

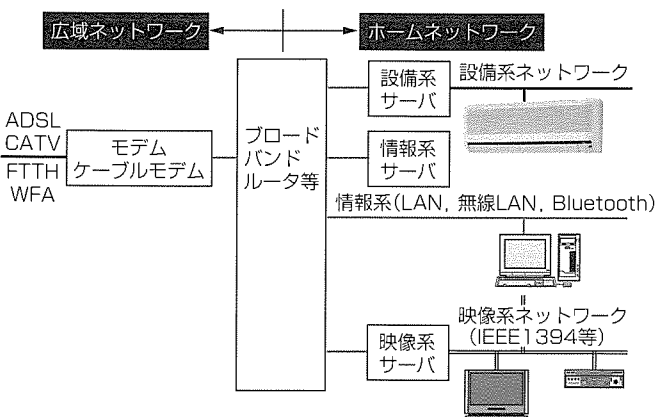


図1. ホームネットワークの接続構成例

の要求と、AV機器が比較的近接して配置される傾向にあることにより、メタリックケーブルや光ファイバケーブルが適している。代表的なものとしてUSB(Universal Serial Bus)、IEEE1394<sup>(注1)</sup>等がある。

#### (3) 白物家電向けの設備系ネットワーク

白物家電は家中に分散して設置されるため、配線工事が容易又は不要、かつ設定が簡易ということが不可欠である。このため、伝送媒体は無線や電灯線が主体になり、伝送速度は低速で10kbps程度である。メーカーを問わず接続可能にするため、家電メーカー各社が伝送媒体と設備機器プロファイル定義を標準化する必要がある、日本ではECHONET<sup>(注2)</sup>規格が制定された。

AV機器の多機能化とパソコンの普及との相互作用で、AV家電はパソコンの周辺機器として接続されるようになってきた。一方、設備系ネットワークは、配線工事を容易にしたり各家電機器を低コストで製造したりするために、ネットワークの構築自体が現存課題となっている。また、24時間の常時監視や省エネルギー運転等のための制御装置が必要になる。そこで、エアコン・冷蔵庫等の白物家電を設備系ネットワークに接続・管理するのを容易にし、各機器の常時監視や省エネルギー運転等を実現するためのホームコントローラを開発した。このコントローラには各機器をリモコン操作するための操作画面を搭載し、エアコンと照明とを自動省エネルギー運転制御するアプリケーションを搭載した。

### 2.2 ホームコントローラ実現のための課題と解決

ホームコントローラ及びそのための設備系ホームネットワークを実現するための下記の課題について、解決策を記載する。

- (1) 設置の簡易性
- (2) 機能拡張の容易性
- (3) 組込機器向けのソフトウェア低コスト実装

#### 2.2.1 設置の簡易性

既築家庭にホームネットワークを実現するために家中の配線を行うのは現実的でない。また、家電を購入したら特別な工事や調整なしですぐに利用可能となる必要がある。

そこで、ホームネットワークシステムの第一の課題は、配線工事が不要であることと、設置時に工事・調整なしで利用可能になることである。解決の手段としては、電灯線を通信路として利用する電力線重畳搬送通信を利用するか、無線通信することになる。いずれも家庭環境で利用する場合には様々なノイズが障害になり、通信信頼性や伝送速度の確保が難しい。今回のシステムでは、電灯線に重畳して制御信号を送受信する方式を採用した。

(注1) IEEE1394は高速シリアルバス規格である。

(注2) ECHONETはホームネットワーク規格で、国内76社で制定されている。(http://www.echonet.gr.jp)

調整・工事なしを実現するために、設置時に自動的に各家電機器を認識して操作画面に表示し、ユーザーが操作できるようにするプラグ&プレイ機構を新規に開発した。

プラグ&プレイは下記のステップで行う(図2)。

STEP 1

ホームコントローラは、ネットワーク上の各機器からの通信を監視し、新たに接続された機器が発する通報信号を検知し、新機器を認識する。

STEP 2

ホームコントローラ内には、機器の設定可能項目や通報値などの特性を記した機器プロフィール情報と、機器のエントリーや設定値を保存する機器データベースがあらかじめ管理されている。上記通信路からの取得情報を機器プロフィールに照らして新機器の機種を判定し、ホームコントローラの機器データベースに新たなエントリーを登録する。

STEP 3

機器データベースの新エントリーに対して、それをユーザーに提示するための表示アイコンの種類や表示の位置、さらには操作時に反転するのか詳細画面に切り換わるのかといった応答方法や詳細画面の内容を自動決定する。ホームコントローラにはこれらの情報を定義した画面自動生成ルールが管理されており、認識された機器に応じて画面自動生成ルールが選択されることになる。

2.2.2 機能拡張の容易性

機器自身の機能の発展や機器間の連携動作の高度化により、ホームコントローラ上のソフトウェアを変更する必要が出てくる。また、防犯監視、在宅ヘルスケア、家電メーカーや保守会社による機器メンテナンス、電力会社による自動検針やエネルギーコンサルタント等の社会サービスと連携した動作が必要になる。

このため、目的別にソフトウェアを追加したり変更したりする機能と、そのソフトウェアが独立して機能することが要求される。これらの要求に適した手段として、

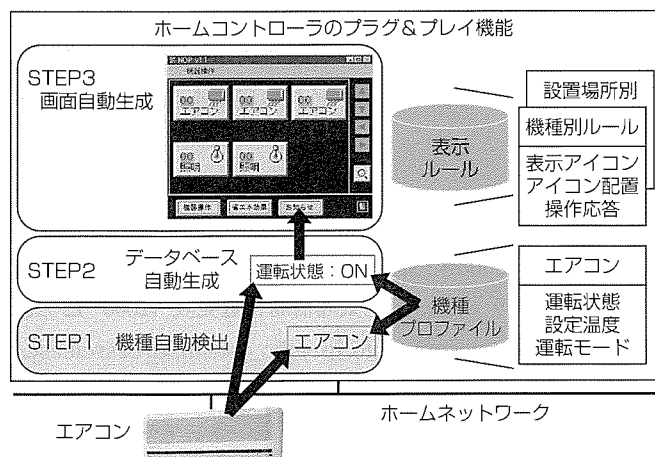


図2. プラグ&プレイの実現手順

Java実行環境をホームコントローラに搭載した。

Javaは、オブジェクト指向実装を可能にするインタプリタ型言語であって、ネットワークとの親和性が高く、ソフトウェアを部分的に更新でき、プラットフォームを広く選択できるというメリットがある。そこで、このホームコントローラでは、機器データ管理等の基本的なソフトウェアをJava上に構築した。

また、上記防犯等の社会サービス機能を提供するためには、アプリケーションの更新や停止、他のアプリケーションの検出や連携のための共通の仕組みが必要になる。このため、ホームコントローラの基本情報を提供するためにWebサーバ機能を搭載し、また、個々のソフトウェアを更新したり他のアプリケーションと連携するためのインタフェースとしてオープンな仕様であるOSG(Open Service Gateway)仕様を搭載した。

OSG仕様のアプリケーションは機器データベースを利用する構成になっており、図3では、“スケジュール運転”アプリケーションに加えて、“省エネ運転”アプリケーションが登録される様子を示している。この省エネ運転アプリケーションは、ユーザーとエネルギーコンサルタント会社との契約によって登録され、ホームネットワークに接続されている機器を取得し、エアコンを始めとする機器の構成を得る。次いで、その家庭での電力契約に照らして最適な省エネルギー運転用の副アプリケーションを登録し、省エネルギー運転を開始するという手順で登録される。

2.2.3 組込機器向けのソフトウェア低コスト実装

設備系のホームコントローラは、広く導入するために、低コストで実現せねばならない。このため、パソコンに比べて10~100分の1程度の性能の機器で、Java実行環境、インターネット対応のための小規模TCP/IP実装や通信セキュリティ対策等の、パソコンと同程度の機能を実現する必要がある。さらに、GUI(Graphical User Interface)による操作方式を実現するために画像等データを大量に処理する表示操作ソフトウェアの小型化や高速化が必要とされる。

Java実行環境は、ソフトウェアを部分的に更新したりプラットフォームを幅広く選択できたりする優れた面を持

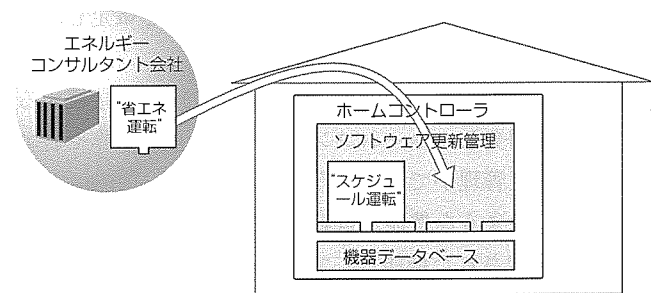


図3. ソフトウェア更新による機能拡張例

っているが、その反面、実行速度が遅く10～50分の1程度であり、使用メモリが多く2～10倍必要という欠点がある。このため、設備系ホームコントローラのような低コスト組込機器では、Java搭載効果を考慮して利用する必要がある。

そこで、各種運用サービスを自由にソフトウェアで実現するためインタプリタ型のJava実装で提供し、画像等のデータを大量にしかも高速に処理する表示・操作部分をC言語等のコンパイラ型のNativeコード実装で提供するというハイブリッドソフトウェア構成とした(図4)。

ホームコントローラは、電子機器操作の得手不得手や老若男女の区別なく、基本機能を直感的に操作できるようにせねばならない。このため、表示・操作部分は、高いユーザー操作性を追求する観点から、家電機器操作やスケジュール設定等の機能設計と画面設計とを繰り返し、さらに被験者による評価試験の結果をフィードバックして開発する。こういったスパイラル型開発の手順とソフトウェア再利用実装技術とを体系化し、オブジェクト指向実装による再利用ソフトウェア機構(GUI-OS)を開発した。

表示・操作部分はまた、各種サービスそれぞれのお知らせや機能メニュー設定等の柔軟な画面操作を提供せねばならない。そのため、任意の表示コンテンツを表現するためにWebブラウザ機能を搭載した。これにより、上記サービスを提供するセンターがお知らせや契約確認情報を表示したり、前節のOSG仕様アプリケーションが個別に機能メニュー設定をWeb方式で提供したりできるようになっている。

なお、インタプリタ型のJava実行環境とコンパイラ型のNativeコードによる表示操作部分とを持つハイブリッドソフトウェア構成にするため、Javaアプリケーションと非Javaアプリケーションとで密にデータを共有する必要が生じる。そこで、共有データを管理する仮想ファイルシステムを用意し、Javaからも非Javaからもファイル読み書きの要領できめ細かくアクセスができるように設計した。

### 2.2.4 家電機器側のネットワーク化

現状ではホームネットワークが普及していないが、システム化するためには、必要となきいつでもネットワーク化できるようにしておかねばならない。このため、家電機器の外部制御用シリアルインタフェース仕様を策定し、当社エアコンにこの端子を搭載開始した。

さらに、この端子経由でホームネットワークに接続するアダプタを開発し、ホームコントローラからの操作や省エネルギー温度管理ができるようにした。

一方、このような機能が搭載されていない既存機器については、限定された機能としてON-OFF状態や使用電力程度をホームネットワークで情報提供したり操作したりするためのアダプタを別途開発し、照明や冷蔵庫などを管理

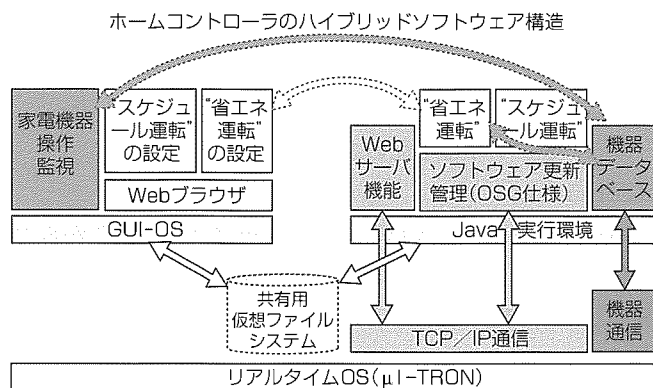


図4. ホームコントローラのソフトウェア構成

できるようにした。

### 3. む す び

本稿で紹介した機器監視・操作の基本部分は、本誌別稿で紹介する“ビル空調管理システム集中コントローラG-50”として実用化されている。また、画面操作機能を付加したホームコントローラを用いて家電機器を実際の家庭でホームネットワークに接続するような実証実験を行っている。

冒頭で紹介したように、情報系ネットワークの浸透により、ホームネットワークシステム実現の手段は従来に比べ格段に整ってきている。ホームネットワークのためのインシヤルコストやランニングコストが低くなり、家電機器を接続する設備系ネットワークを整備しやすくなった。このため、低コストでユーザーの利益を実現できるところまできている。

また、設備系ネットワークでは、各メーカーの家電機器に共通のインタフェースが必要になるが、ECHONETに代表される業界規格が制定されている。

そこで、ホームネットワークにおける設置の簡易性や機能拡張性やソフトウェアの低コスト実装などを解決するホームコントローラを開発し、実用化されていることを述べた。また、当社家電機器の段階的ネットワーク構築のため、各家電を接続するアダプタを開発した。

今後は、実証実験を経て、各家電のホームネットワーク接続を推進し、各種社会サービスの展開をねらう所存である。

### 参 考 文 献

- (1) 総務省：2005年へ向けた e-Japan超高速ネットワークイニシアティブ, 旧電気通信局報道発表(2000-12-25) [http://www.soumu.go.jp/joho\\_tsusin/pressrelease/japanese/denki/001225j602.html](http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/pressrelease/japanese/denki/001225j602.html) (2000)
- (2) 井上雅裕：家庭用情報システム, 電気工学ハンドブック第6版(正田英介編), 43編第2章, 電気学会(2001)



# バス乾燥・暖房・換気システムの 衣類乾燥検知及び暖房運転切換えの自動化

清水拓也\*  
福田光男\*  
矢部大輔\*

## 要 旨

ここ数年、浴室の換気に加え入浴時に浴室内を暖房し、高齢者のヒートショック等を予防したり、浴室を乾燥室として利用して衣類等の乾燥を行うバス乾燥・暖房・換気システム(以下“バス乾”という。)は、高齢者人口の増加や生活スタイルの多様化などを背景に急速に普及してきている。

三菱電機のバス乾における基本的な考え方の一つとして、操作の“分かりやすさ”の改善が挙げられる。

これまででもシンプルなコントロールスイッチを採用してきたが、今回は一歩進んだ形で“ユニバーサルデザイン”の考え方を導入し、自動化技術の開発によって1キーで操作可能なバス乾の開発を行った。

### (1) 衣類乾燥検知の自動化

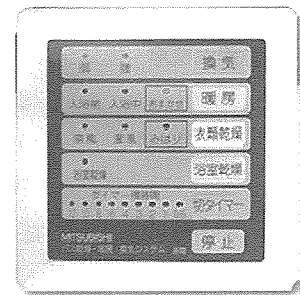
これまで、ユーザーが季節や衣類の量に合わせて経験的に衣類乾燥時間をタイマーで設定していたが、浴室内の温湿度変化をとらえるセンサを搭載し、衣類の乾燥状況を間接的に検知するアルゴリズムを開発し、衣類が乾燥した時点で自動的に運転を停止する機能を実現した。

### (2) 暖房運転切換えの自動化

入浴前の温風暖房と入浴中の輻射(ふくしゃ)暖房の切換え、さらに、入浴後の停止までを人感センサの搭載と独自のアルゴリズムで自動化し、入浴暖房機能の利便化を図った。



バス乾燥・暖房・換気システム設置例



コントロールスイッチ

## バス乾燥・暖房・換気システムをより分かりやすく、快適に

バス乾燥・暖房・換気システムに寄せられるお客様の声を基に、今回、当社独自の方式による衣類乾燥検知技術と人感センサによる人感暖房制御技術を開発し、他社に先駆けて製品化した。

## 1. ま え が き

バス乾の市場規模は、ここ数年ヒートショック対策など高齢化に対応した住宅の普及や生活スタイルの多様化などの傾向を背景に、年々拡大している。

そうした中、複数の機能を備えるバス乾においては、機能・性能改善はもちろん、だれでも直感的に操作できる分かりやすさも重要な要素であり、当社としても改善を行ってきた。

本稿では、そうした分かりやすい操作から更に一歩進んでユニバーサルデザインを意識した自動化機能として、衣類乾燥運転を衣類が乾いた時点で停止したり、暖房運転を浴室内の人の有無で適切に切り換える機能を持ち、1キーでの操作を実現したバス乾の開発について述べる。

## 2. 基本機能と要素技術

当社バス乾の機能を図1に示す。当社バス乾は、循環用ファンとヒーター、換気扇の組合せにより、換気機能はもちろん、浴室の暖房を行う暖房機能、浴室を乾燥室として利用する衣類乾燥機能、浴室の湿気を素早く除去する浴室



図1. バス乾燥・暖房・換気システムの機能

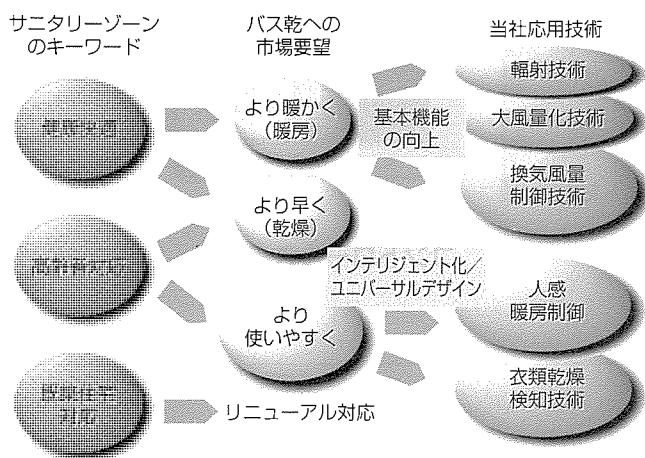


図2. バス乾燥・暖房・換気システムの要素技術

乾燥機能、ヒーターを使わず送風みの涼風(乾燥)機能を備えている。

図2に、バス乾における要素技術を示す。今回の開発では、新たに操作系の簡素化から一歩踏み込んで、子供から高齢者までが“より使いやすい”ことをコンセプトとし、ユニバーサルデザインにつながる要素技術の開発を行った。

## 3. 衣類乾燥検知の自動化技術

### 3.1 バス乾による衣類乾燥

バス乾による衣類乾燥の基本的な仕組みは、

- (1) 図3のように浴室内の空気を循環用のファンが吸い込んでヒーターによって加熱し、温風を浴室内に送風する。
  - (2) その温風又は室温上昇によって衣類から水分を蒸発させる。
  - (3) 蒸発した水分を含む浴室内の湿った空気を、換気用のファンで屋外へ排出する。
- という三つの働きからなる。

開発品における循環ファン、換気ファン、ヒーターの運転状態を表1に示す。今回の開発品は温風用として1.2kWのシーズヒーターを搭載している。

衣類乾燥運転については、季節や天候、衣類の量や浴室の構造等によって運転時間が異なってくるため、これまで、その都度ユーザーが適切な時間を経験的に予測し、タイマを設定していた。このため、衣類がまだ湿った状態で停止したり、衣類が乾燥しても運転しているなどの状態も起こり得た。

### 3.2 衣類乾燥検知アルゴリズム

今回、上記のようなタイマ設定の煩雑さを廃し、衣類が乾いたら自動的にそれを検知し運転停止する仕組みを検討

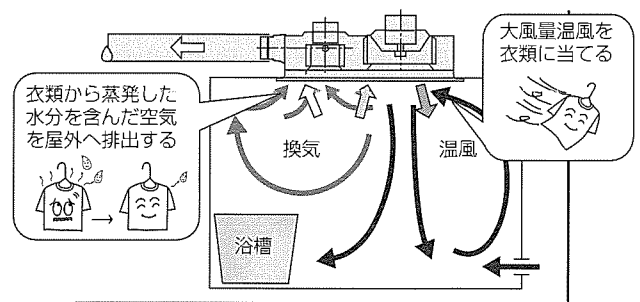


図3. バス乾燥・暖房・換気システムの基本構成

表1. 開発品の運転モード

運転モード	循環ファン	換気ファン	ヒーター	
衣類乾燥	温風	強運転	強→弱運転	1.2kW 温風用
	涼風	強運転	強運転	—
暖房	入浴前	強運転	停止	1.2kW 温風用
	入浴中	弱運転	停止	900W 輻射暖房用
浴室乾燥	強運転	強運転	1.2kW 温風用	
換気	停止	強/弱	—	

した。

衣類質量や衣類の水分量を測定する直接的な乾燥検知方法は幾つか考案されているが、本体外部に質量センサや水分量センサ等の設置が必要となり、実使用ではかえって手間がかかる問題があった。

製品として構成する場合、衣類の乾燥状態を判断する有効なアルゴリズムが必要なものの、雰囲気の変化をとらえ演算によって乾燥状態を判断する間接的な乾燥検知方法を採るのが好都合である。

そこで、衣類乾燥における浴室内の温湿度変化に着目し、衣類の質量変化との相関を調べ、その基本的な性質を検証した。衣類乾燥時の浴室内相対湿度の変化と衣類質量変化の推移を表す模式グラフを図4に示す。

製品では、この結果を基に、さらに衣類乾燥時における浴室内の温湿度変化(衣類が未乾燥のときと乾燥しているときの相違など)の特徴を盛り込み、その把握手段を工夫することで、衣類乾燥検知を正確に行えるようなアルゴリズムとした。Tシャツやジーンズなどの乾燥試験や、低温時(5℃)における乾燥試験を行い、アルゴリズムの検証・修正を行った。

これにより、タイマを操作しなくても“衣類乾燥”ボタンを押し、“自動運転(みはり)”モードに設定するだけで、衣類の量や材質等にかかわらず、衣類が乾いたところに運転を自動停止できる機能を実現した。

### 3.3 (温)湿度センサの開発

今回の衣類乾燥検知アルゴリズムを具現化するために、浴室内の雰囲気を検知するための温度センサ(サーミスタ)及び湿度センサの搭載は不可欠であった。

しかしながら、家電機器等に用いられるごく一般的な湿

度センサの使用可能湿度範囲は相対湿度95%以下であり、浴室環境のような結露が頻繁に起こり得る環境において十分な耐力を持つ安価な湿度センサがなかった。

製品化に当たっては、湿度センサメーカーと協力して外部からの水滴が直接センサの感湿膜に付着しにくい湿度センサを開発し、一方、湿度センサが結露雰囲気にとらえられないようセンサユニット形状や保護構造を工夫することで、温湿度センサを機器に組み込むことができた(図5)。

## 4. 暖房切換えの自動化技術

### 4.1 バス乾の暖房モード

今回開発した機種には、“入浴前暖房”と“入浴中暖房”の二つの暖房モードを備えている。

“入浴前暖房”は、1.2kWの温風用ヒーターを用い大風量の循環風で浴室内に温風を行き渡らせて浴室全体を暖めるモードである。また、“入浴中暖房”は、入浴時水に濡れた体に風を当てると肌寒さを感じることから、循環風の風量を抑え、輻射暖房用ヒーターによる洗い場方向への遠赤外線輻射暖房を行うモードである。

これまででは、“入浴前暖房”と“入浴中暖房”の切換えはユーザーが入浴時に切り換える必要があり、切り換え忘れて入室すると、“入浴前暖房”の強い循環風を浴びてユーザーに不快な肌寒さ感を与えることもあった。

### 4.2 バス乾の暖房切換えの自動化

上記の二つの暖房モードを浴室内の人の存在に応じて切り換え、また退室後は自動的に停止し、次の入浴まで待機する機能を設け、ユーザーの快適性及び利便性の向上を図った。

この機能の実現に当たって、浴室内への人の入退室をどのように把握するかが課題であった。今回は、システム全体を低コストに構成する必要性から、一般的な焦電形人感センサを用いる方式を検討した。

焦電形人感センサの特性として赤外線を検知する仕組みであることから、一般的に浴室のような温熱環境での使用については、赤外線発生源(外乱)が多く、湯はり(自動湯はり)や照明の点滅、自らの温風等の外乱による誤動作のおそれがあり、また、湯船に浸かっている場合は、お湯と人体との温度差が小さく、人の存在を把握できないなどの課題があった。

そうした課題を解決するため、主に洗い場側に人がいる

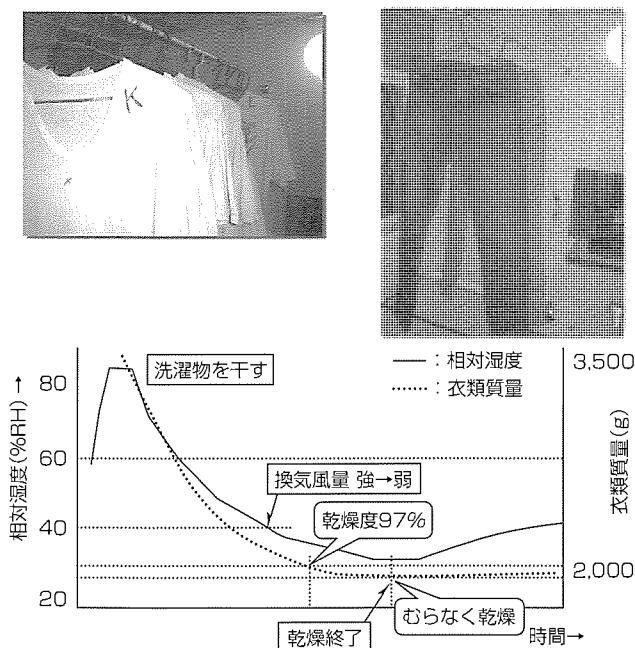


図4. 衣類乾燥時の浴室内湿度変化(模式図)

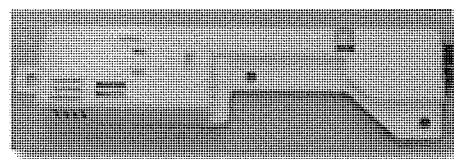


図5. 温湿度センサユニット

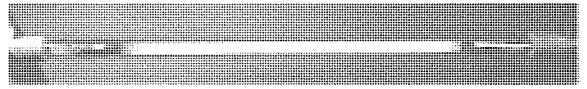
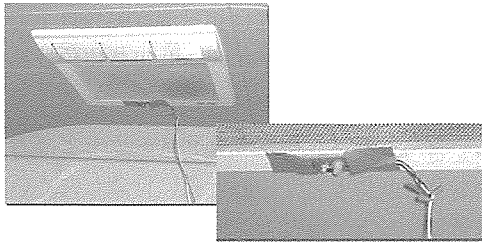


図8. カーボンランプヒーター

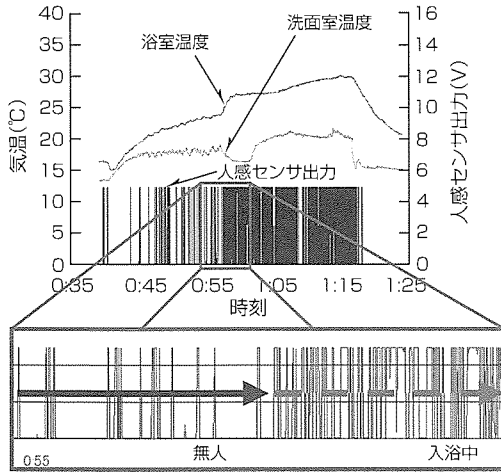


図6. 人感センサ出力と人の有無

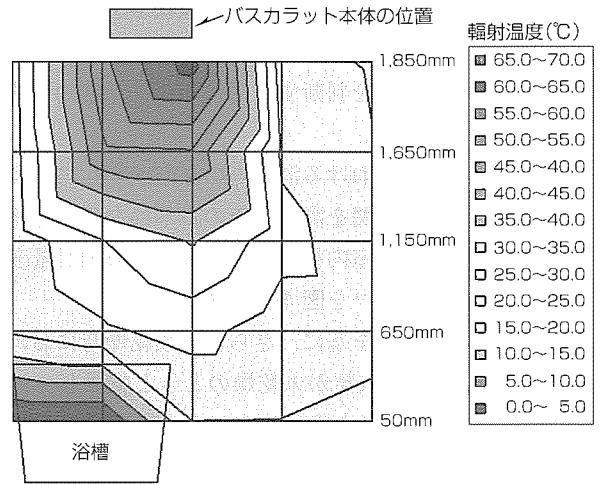


図9. 入浴中暖房時の浴室輻射温度分布

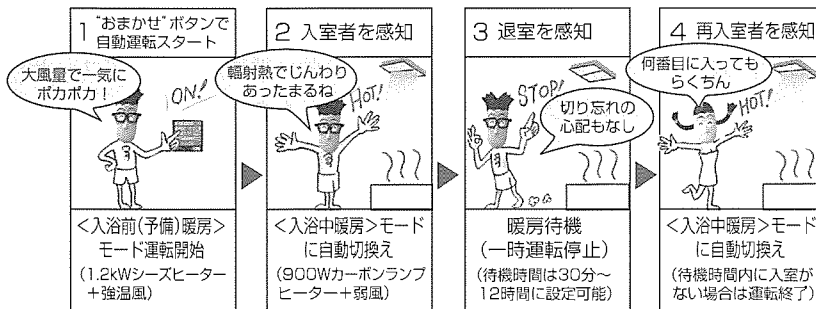


図7. 暖房自動切換え動作の模式図

場合の暖房に重点を置き、焦電形人感センサを用いた場合の外乱の影響などを調べた。また、浴室内の人の有無と人感センサの出力信号との相関を評価し(図6)、独自のアルゴリズムを開発することで、外乱によって勝手に暖房が切り換わることなく、かつ、人が入室した際に速やかに温風を弱め、暖房を切り換える機能を実現した。

今回の製品には、焦電形人感センサを用いる方式を採用し搭載した。人感センサ部は防湿性を確保した上で製品の化粧パネル内部に組み込み、従来のタイプと同じ外観となっている。

製品の動作イメージは図7のとおりである。

- (1) “暖房”ボタンで“自動運転(おまかせ)”モードに設定すると、“入浴前暖房”モードがスタートし、人感センサがアクティブとなる。
- (2) 浴室に人が入室した場合、“入浴前暖房”モード→“入浴中暖房”モードに切換えを行う。

(3) 浴室に一定時間以上人の反応が検知されない場合、“入浴中暖房”モードを一時停止し、待機状態となる。

(4) タイマ設定時間内に再入室した場合(2人目以降の入浴)は“入浴中暖房”モードに切り換える。タイマ時間経過後は停止(運転終了)する。

### 4.3 入浴中の輻射暖房

今回初めて輻射暖房用のヒーターとして、“カーボンランプヒーター”(図8)を採用した。このヒーターは、平板上で指向性が強く、遠赤外波長のうち2~4μmの波長帯域に放射強度のピークを持っており(図9)、従来から採用しているクォーツヒーターに比べ約30%輻射効率が向上している。

## 5. むすび

以上、バス乾燥・暖房・換気システムの衣類乾燥検知及び暖房運転切換えの自動化に関する開発について述べた。

順調に需要が伸びているバス乾において、今後はこのようなユーザーが複雑な操作や初期設定などを極力なくともすむような機能面での改善や一層の練成をすすめつつ、一方で、市場の声にこたえた乾燥性能や暖房性能、換気性能の向上など基本機能を押さえた製品群の開発を進めていく所存である。

# 調理家電機器における 本質機能の高度化

長田正史\* 金井孝博\*\*  
長峯長次\* 星野裕嗣\*\*  
菱山弘司\*\*

## 要旨

家電製品は、環境、快適、健康、省エネルギー、省時間というキーワードを踏まえ、暮らしの向上を提案し、これらを満足させる商品を提案することで、社会システムの変革をもたらしながら市場創造につなげてきた。調理家電機器のジャー炊飯器、オープンレンジ(電子レンジ)は、キッチンの中でも特に普及率が高い機器であり、日本の家庭では欠かすことのできない機器となっている。ジャー炊飯器は、美味(おい)しさにこだわるユーザーが増え、IHタイプの構成比が5割を超えた。オープンレンジは、加熱むらをなくし温め温度を最適化する赤外線センサ搭載タイプが一般的になりつつある。これらの共通項は、美味しさへのこだわり、豊かでヘルシーな食生活へのこだわりであり、本物志向、本質機能重視の商品開発が必要である。

本稿では、本質機能の充実を目的に、ジャー炊飯器に適

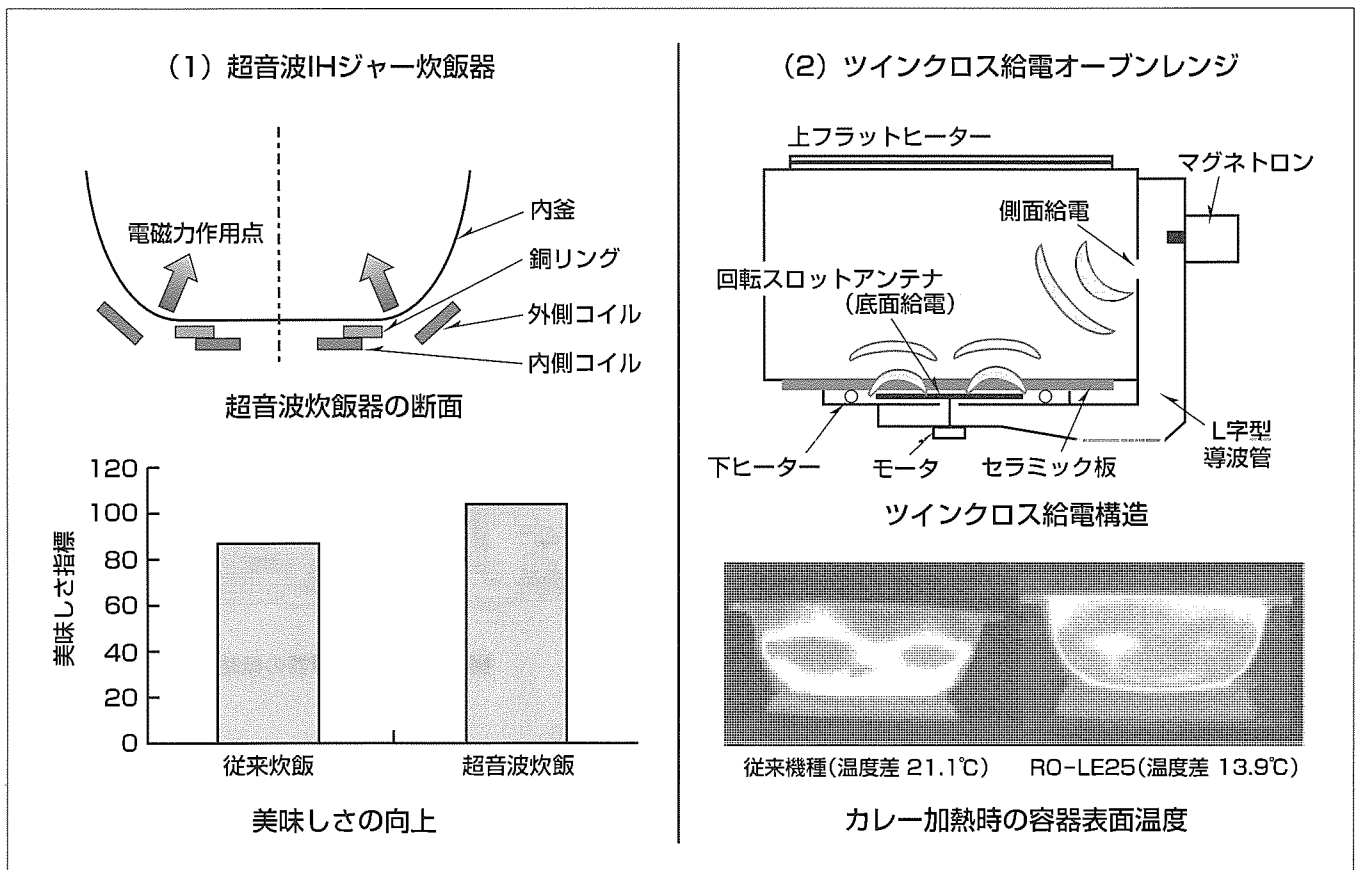
用した超音波解析技術、オープンレンジに適用したマイクロ波電磁界解析技術、及びセンサ応用技術について述べながら本質機能の高度化内容について紹介した。

### (1) 超音波IHジャー炊飯器

特別な振動素子を用いることなく内釜(うちがま)に縦振動の共鳴を起こさせて水中に超音波を発生させる全く新しい超音波振動発生方式を開発し、御飯の美味しさを向上させた。

### (2) ツインクロス給電オープンレンジ

一つのマグネトロンで側面と底面から食品を上下から包み込み加熱するツインクロス給電方式の開発と、位置の異なる二つの赤外線センサによる立体的な検知エリア構成により、より均一な加熱性能を実現した。



## ジャー炊飯器・オープンレンジの構造と効果

ジャー炊飯器は、内側の誘導コイルと内釜との空間に非磁性体の銅リングを挿入することにより、内釜に効果的な縦振動を発生させ、水中に超音波振動を発生させ、米に微振動を与え御飯を美味しく炊き上げる。

オープンレンジは、三次元電界解析により、側面と底面から分配給電可能なL字型導波管設計と非対称スロットアンテナの形状設計を行い、均一加熱が難しいと言われていたカレー等の半液状食品の加熱むらを大幅に低減した。

1. ま え が き

家電製品は、環境、快適、健康、省エネルギー、省時間というキーワードを踏まえ、暮らしの向上を提案し、これらを満足させる商品を提案することで、社会システムの変革をもたらしながら市場創造につなげてきた。ここで紹介する“調理家電”においても、従来は道具として人手の補助的役割であった機器が現在では調理システムの一環として欠かせない機器となり、さらに、コンピュータや各種センサの発展により、熟練した調理人の経験や勘に頼ってきた調理技術を科学的なシステム技術へと変えつつある。また、ジャー炊飯器、オープンレンジ(電子レンジ)は、キッチンの中でも特に普及率が高い機器であり、日本の家庭では欠かすことのできない機器となっている。ジャー炊飯器は、美味しさにこだわるユーザーが増え、IHタイプの構成比が5割を超えた。オープンレンジは、加熱むらをなくし温め温度を最適化する赤外線センサ搭載タイプが一般的になりつつある。これらの共通項は、美味しさへのこだわり、豊かでヘルシーな食生活へのこだわりであり、本物志向、本質機能重視のユーザーニーズをくみ取った商品開発が必要であることが伺われる。

本稿では、本質機能の充実を目的に、ジャー炊飯器に適用した超音波解析技術、オープンレンジに適用したマイクロ波電磁界解析技術、及びセンサ応用技術について述べながら本質機能の高度化内容について紹介する。

2. 超音波 IH ジャー炊飯器

日本人の大多数は、柔らかくて弾力性があり、かつ粘りのある御飯を美味しいと感じる。このような御飯は、吸水過程で米の内部まで吸水を促進させることによって柔らかくし、米外層の澱粉(でんぷん)を適度に剥(は)がして溶かしながら粘りを出すように炊飯することで得られることが知られている。煮物用鍋(なべ)に超音波振動を応用して味を浸透しやすくする考えは以前からあったが、炊飯器への適用を考えると、内釜への振動子装着や駆動回路による高コスト化と、内釜の清掃がしづらくなる等の使い勝手が悪くなり、現実的ではなかった。そこで、特別な振動子を用いず、内釜に作用する電磁力を加振力として、内釜の縦振動の共鳴現象を利用して超音波を発生させる新方式を炊飯器用に開発した。

2.1 振動子レスの新しい超音波振動方式

図1に開発した超音波IH炊飯器の概略構造を示す。炊飯器の内釜の低部に内側・外側のリング状励磁コイルを同心円状に配設して、インバータ回路から20数kHzの高周波電流を供給する。この電流によって発生する磁界で内釜自身に誘導電流を励起し発熱させる方式がIHジャー炊飯器の加熱方式である。

主な基本要件は次の三点である。

- (1) 内側の誘導コイルと内釜との空間に非磁性体の銅リングを挿入し、銅リングの電磁遮蔽(しゃへい)効果を利用して内釜の縦振動の共鳴を発生しやすくした。
- (2) 励磁コイルの駆動周波数は、その高次調波が内釜の縦振動の共鳴周波数に一致するようにチューニングした。
- (3) 内釜の共鳴周波数は、ユーザーの不快な音にならないように、人間が聞こえない20kHz以上の超音波領域に設定した。

この超音波IH炊飯ジャーは、このような工夫により、内釜に効果的に超音波領域の縦振動を発生させ、この縦振動を水中の超音波振動に変換して米に微振動を与え、御飯を美味しく炊き上げるようにしたものである。

2.2 電磁力の特性解析

銅リングの効果を調べるために、銅リング有無での内釜に作用する電磁界解析を行い、電磁力のスペクトル分析、及び波形のフーリエ解析を行った。コイル電流は数十kHzのインバータ駆動周波数の実測周波数を用い、内釜は軸対称の有限要素モデルを用いた。この結果から得られた銅リングの効果に示す。

- (1) 内釜に作用する電磁力は反発力が支配的である。
- (2) 銅リングのシールド効果によって内側コイルでの電磁力は弱まり、外側コイル側の力が支配的となる。
- (3) 内釜に作用する1サイクルの電磁力波形は、銅リングによって相対的に低下し、波形が変形する(図2)。
- (4) 銅リングによって電磁力のひずみが大きくなり、高次の2次、3次成分の電磁力が大きくなり、内釜縦振動を励起させる加振力が大きくなる(図3)。

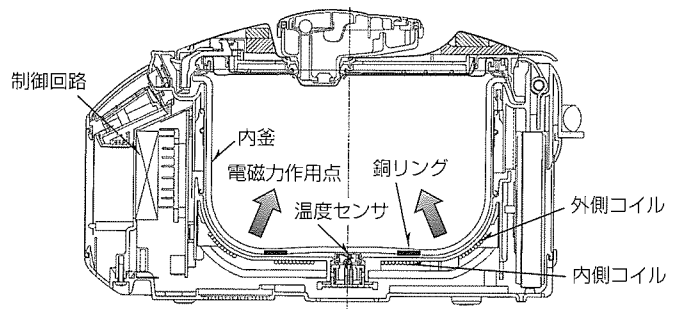


図1. 超音波炊飯器の概略構造

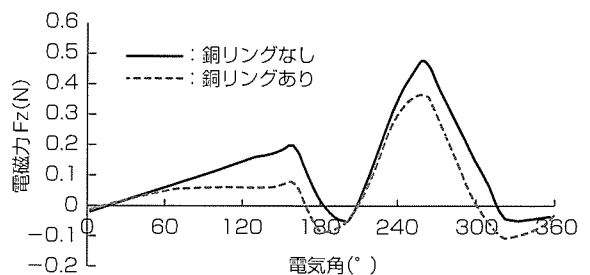


図2. 電磁力特性

このように銅リングの挿入によって電磁力は外側コイルに集中し、超音波を発生させる2次・3次の高次加振力成分を大きくする効果があり、外側コイル位置で内釜共鳴モードの腹と一致させることによって超音波が発生しやすくなると考えられる。

### 2.3 美味しさの向上と定量評価

御飯の美味しさを定量評価する方法として一般に嗜好(しこう)的要素をも考慮した完璧(かんぺき)な方法を求められるが、この解は現在も得られていない。これは、試料米が品種、産地、保存劣化等多数の変動因子を持つことに加えて、判定するパネラーの体調や熟練度が影響し、感覚的要素が入る“美味しさ”を再現性よく表現できないためである。ここでは、御飯の美味しさは、化学的味よりも物理的味の影響度が強いこと、さらに、多くの日本人が柔らかくて粘りのある御飯を美味しいと感じることから、以下のように噛(か)みごたえに関する“美味しさ”を指標化し測定した。御飯を潰(つぶ)した時の抵抗力を硬さ、潰した状態から引き離した時の抵抗力を粘りとしてレオロメータで測定し、従来機種を用いて新米を炊飯した場合のこれら特性値の(粘り)/(硬さ)から導かれる値を基準の100とした。

この超音波炊飯器によって、やや吸水しにくくなった古米を試料として炊飯した場合、美味しさ指標は、図4に示すように、87から105に改善されることが分かった。これは、超音波によって吸水しやすい状態となっていることと、米の表面澱粉の剥離(はくり)によって御飯の外層の“おネバ層”が増加したことによるものと考えられる。また、社外実施アンケートでは、24人中18人が超音波炊飯を美味しいと評価しており、美味しさ向上を裏付ける結果となった。

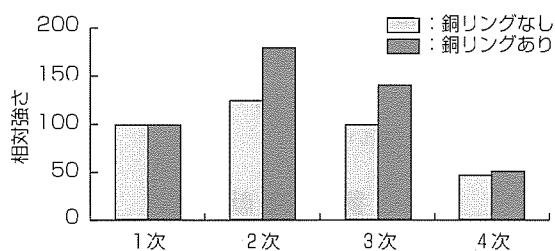


図3. 高次の電磁力

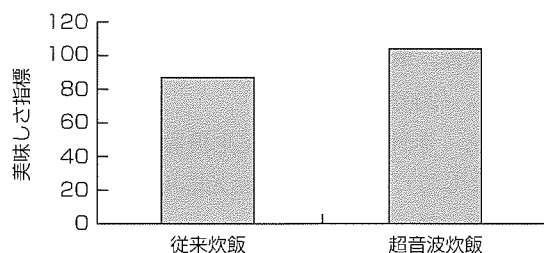


図4. 超音波炊飯による美味しさの向上

### 3. ツインクロス給電オープンレンジ

オープンレンジ、特に電子レンジの“チン”するだけの温め機能は、日本の食生活に大きな変革をもたらした。一方、本格的な料理を家庭でも楽しみたいとのニーズにより、オープン機能の充実化も求められている。開発したオープンレンジは、掃除のしやすさや庫内有効面積アップのニーズから、“ターンテーブル方式”に替わる“フラットキャビン方式”を採用した。ターンテーブルに替わる加熱むら解消方法として、マイクロ波を底面と側面二か所から給電する“ツインクロス給電”方式を開発した。これに加えて、二つの赤外線センサによって食品の温度を検出し、高精度の仕上がり温度検知を実現した。また、これにより、解凍時や煮込み料理時の仕上がり品質を向上させた。

#### 3.1 ツインクロス給電

##### 3.1.1 三次元シミュレーションによる構造設計

図5にツインクロス給電構造の概略を示す。マグネトロンから供給されるマイクロ波を、L字型導波管を介して、側面と底面の二方向から同時に給電する。特に底面(セラミック板)下方からの給電は、回転スロットアンテナによって電波を均一に放射させ、側面からの給電と合わせて食品を上下から包み込むように加熱する構成とした。

庫内の電界分布を均一化させるために三次元電界解析を用いた。図6は、庫内電界分布シミュレーション例を示し、回転スロットアンテナの角度を0°(初期位置)及び45°のときの静的電界分布例を示すものであり、アンテナの回転状態によって庫内の電界分布が変化することを表している。さらに、シミュレーション結果に対して実際の負荷整合試験、加熱むら試験を繰り返しながら以下の最適化を行った。

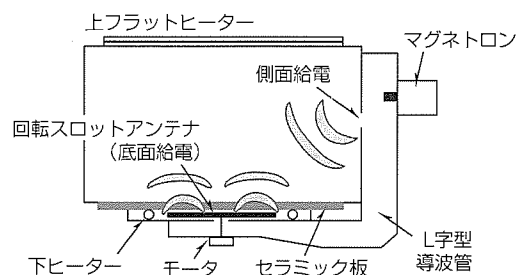


図5. ツインクロス給電構造

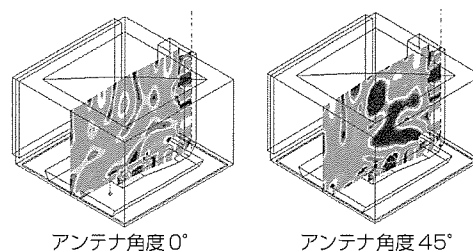


図6. 電界分布シミュレーション例

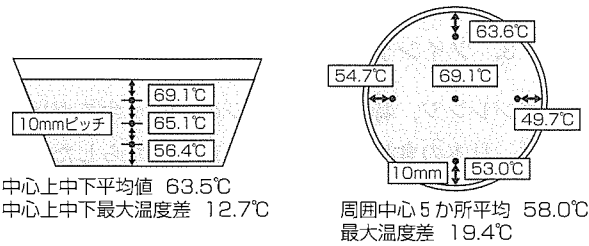


図7. カレー加熱時の内部温度分布

- (1) 一つのマグネトロンで側面と底面から分配給電可能なL字型導波管のキャビティ設計
- (2) アンテナの回転角度に応じて庫内の電界分布を変化させる非対称スロットアンテナの形状設計

### 3.1.2 加熱むら評価結果

加熱むら試験は、従来の平面加熱むら(シューマイ)と縦加熱むら(ミルク)に加えて、カレー、肉じゃがなどの均一加熱が難しいと言われている半液状食品についても評価した。図7はカレー840gを1,000Wで4分加熱したときの熱電対計測による温度分布例、図8は放射温度計による容器表面温度を示した(比較機種は従来ターンテーブル方式)。カレーの内部温度分布では、先行フラットキャビンに比較して、上下差が22.8°C→12.7°C、平面差が30.3°C→19.4°Cと35%以上低減する結果が得られ、食感上温度差を感じさせない20°C以下の加熱分布を実現した。

### 3.2 ツインクロス赤外線センサ

#### 3.2.1 システム構成

オープンレンジにおける一般的なセンサとして温度/蒸気/質量センサ等があり、近年は、赤外線センサによる非接触での食品表面温度計測が主流になってきた。特にフラットキャビン方式はターンテーブル方式で用いた質量センサが搭載できないために、赤外線センサ検知の高精度化・高信頼性が重要となる。

図9に赤外線の集光エリアのイメージを示した。検出精度の向上を図るために、高さ(上下)と左右位置の異なる二つの赤外線センサによって立体的な検知エリアを構成した。右上センサはマグカップや半液状食品などの比較的高さのある食品をスポット的にねらい、左下センサは平皿等に盛られた比較的高くて浅い食器に盛られた食品を広範囲にねらって集光しながら、二つのセンサの相互情報によって精度の高い仕上がり温度を検出した後に加熱を停止させることが可能となった。

#### 3.2.2 検出アルゴリズムと制御対象

精度の高い温度検出の実現手段として、各々のセンサ出力に対して周囲温度補正/移動平均/終了予測/無負荷検知等の各種処理を行い食品の温度を決定する。これによって検出精度±3°Cを得ることができた。さらに、以下のような制御目的に応じた判定処理を行いマグネトロン及びヒーターの細かい制御を可能とした。

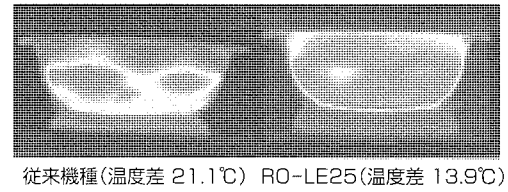


図8. カレー加熱時の容器表面温度

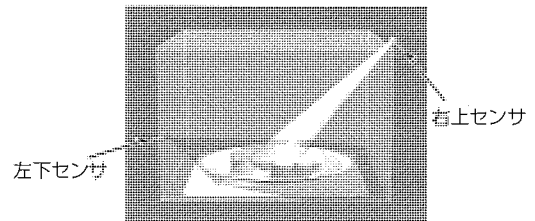


図9. ツインクロス集光エリアのイメージ

- (1) 新解凍制御方式として、最大氷結晶生成温度帯-5°Cから0°Cを検出し、この温度域でヒーターをONして素早く通過させることにより、細胞壁を壊さず美味しい仕上がりがり解凍を実現する。
- (2)じっくり煮込むシェフの味を習った“直火煮込み”料理時に、レンジ/オープン加熱における最適加熱温度で制御する。
- (3) セラミックプレートの高温検知、無負荷運転時の空焼きを検知して加熱源をOFFするとともに使用者に報知し安全性を図る。

## 4. む す び

超音波IHジャー炊飯器は2001年9月にNJ-DV, DE型を発売し市場で高い評価をいただいている。また、ツインクロス給電オープンレンジRO-LE25, LD25型を2002年8月に新規に市場導入した。両機種共に美味しさにこだわった本質機能の高度化を実現したものである。今後も、新しい技術によって調理家電・家事家電の高度化を推進しながら、快適、健康、省エネルギー等のユーザーニーズにマッチした製品を提供していく。

### 参考文献

- (1) 古石喜郎, ほか: 超音波IHジャー炊飯器の縦振動解析, 日本機械学会講演論文集No.024-1, 関西支部第77期定時総会講演会(2002-3)
- (2) 古石喜郎, ほか: 超音波IHジャー炊飯器の電磁力と縦振動特性, 第14回電磁力関連のダイナミックスシンポジウム(2002-5)
- (3) 長田正史: 赤外線センサの民生機器応用(電子レンジを主体として), 日本電気学会光応用・視覚研究会 赤外線応用一般(2001-10)
- (4) 鷺野翔一, ほか: 住宅機器・生活環境の制御, 産業制御シリーズ⑥, コロナ社(2001-3)



# ウレタン発泡三次元流動解析技術

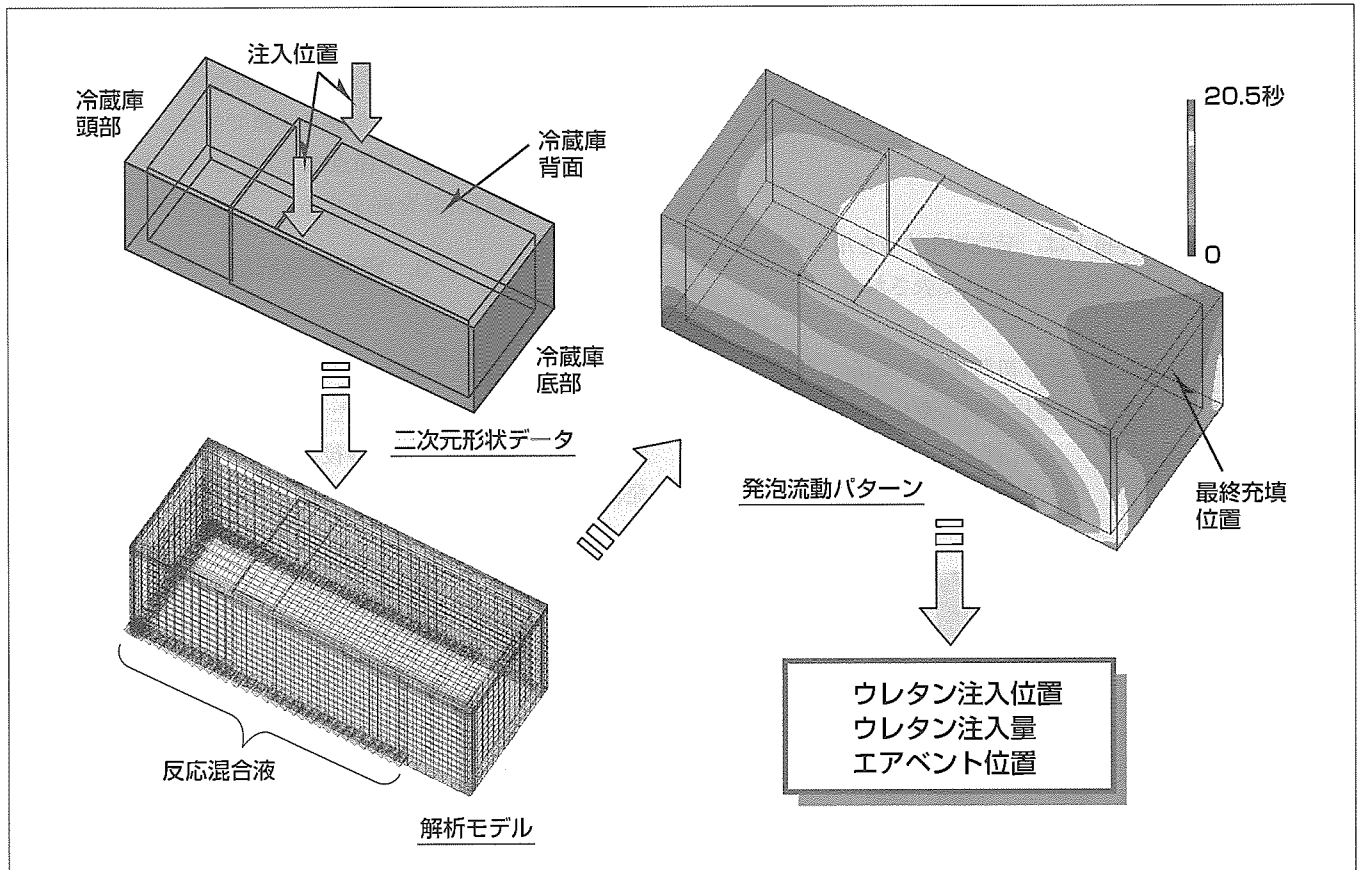
三谷徹男\*

## 要旨

冷蔵庫の高効率化・省エネルギー化には断熱材の品質が大きく影響する。断熱材には硬質ポリウレタンフォームが用いられ、冷蔵庫の内箱と外箱の間の空隙(くうげき)に注入されたウレタン反応混合液が発泡膨張し流動して空隙を満たすことによって形成される。最近の冷蔵庫は大型化や容積効率向上のため断熱層の形状が複雑になり、経験的に発泡条件を決めることが困難になってきている。

しかし、短時間で高性能な断熱体を得るためには、発泡流動挙動を迅速に把握することが重要である。このため、完全に三次元のウレタン発泡流動解析技術を開発した。反応混合液自体の発泡膨張を考慮した解析により、高精度な流動パターン予測を実現した。

解析法には複雑な形状に対応できる有限要素法を用いた。三次元CADで作成した形状データに基づいて有限要素モデルを作成し、材料データとして発泡膨張率及びゲル化時間を入力することによって発泡流動パターンを数値計算する。パネル形状の型で実験した発泡流動パターンと解析結果は良好な一致を示した。さらに、実際の冷蔵庫に適用し、ウレタンフォームの最終充填(じゅうてん)位置を求めた。反応混合液の初期広がりを変えて解析することにより、冷蔵庫底部側を最終充填位置とする条件を見いだした。この解析を用いることによって、反応混合液の注入位置や注入量等の発泡条件を最適に設定し、エアレント位置を予測することができる。



## 冷蔵庫のウレタン発泡三次元流動解析

開発した三次元流動解析ソフトウェアを冷蔵庫のウレタン断熱材発泡に適用した。三次元CADで作成した形状データを基に、有限要素モデルを作成する。初期条件としてウレタン反応混合液の形状を与え、材料データとして発泡膨張率及びゲル化時間を入力することによって発泡流動パターンを数値計算する。これにより、ウレタン反応混合液の注入位置、注入量及びエアレント位置を求めることができ、優れた断熱体形成に寄与する。

1. ま え が き

硬質ポリウレタンフォームは、冷蔵庫の断熱材として広く用いられている。この断熱層は、冷蔵庫の内箱と外箱の間の空隙に注入されたウレタン反応混合液が発泡膨張することによって形成される。パネル形状型を用いた発泡過程を図1に示した。注入された反応混合液が、発泡によって流動し、型内を満たして硬化する。高性能な断熱体を形成して冷蔵庫の品質を向上させるためには、発泡流動挙動を把握することが重要である。これまでは、反応混合液の注入量や注入位置等の発泡条件を決めるには、試作によるトライ&エラーしかなかった。しかし、最近の冷蔵庫は大型化や容積効率向上のため断熱層の形状が複雑になり、経験的に発泡条件を決めることが困難になってきている。

断熱体形成時の発泡流動過程は、プラスチックの射出成形過程と似ている。しかし、射出成形での流動は熔融樹脂を外部から金型に流し込むことによって生じるが、発泡過程では内部の反応混合液自体が発泡膨張することによって生じる。このため、発泡流動解析には、発泡体の大きな見掛けの密度変化を考慮しなければならない。これまで、断熱層は比較的狭いと考え、薄板近似の解析法を開発してきたが<sup>(1)(2)</sup>、複雑な断熱層形状に対応した高精度解析には十分でない。このため、完全に三次元の発泡流動解析技術を開発し、高精度な流動パターン予測を実現した。

2. 発泡流動モデル

2.1 発泡体の密度変化

発泡体の見掛けの体積  $V$  は、発泡膨張率  $a$  を用いて時間  $t$  に比例して膨張すると考えれば次式で表される。

$$V = V_0(1+at) \dots\dots\dots(1)$$

ここで、 $V_0$  は反応混合液の初期体積である。注入された反応混合液の質量は発泡過程の間に変化しないため、密度  $\rho$  は、簡単に、

$$\rho = \frac{\rho_0}{1+at} \dots\dots\dots(2)$$

と表すことができる。ここで、 $\rho_0$  は初期密度である。

2.2 三次元発泡流動の支配方程式

発泡体は高粘度であり、流動は比較的遅いと考え、準定常ストークス流れを仮定する。

$$\eta \nabla^2 \mathbf{u} = \nabla p \dots\dots\dots(3)$$

ここで、 $\mathbf{u}$  は流速ベクトル、 $p$  は圧力、 $\eta$  は粘度である。連続の式は、式(2)で密度に時間変化を組み込み、

$$\nabla \cdot \mathbf{u} = \frac{a}{1+at} \dots\dots\dots(4)$$

となる。この式により、発泡体自体が時間とともに膨張することが表される<sup>(3)</sup>。

2.3 数値計算法

数値計算にはコントロールボリュームに基づく有限要素法を用いた<sup>(4)</sup>。解析領域を6面体要素で分割し、節点を共有する要素の中心、面の中心及び辺の中点を結んだ多面体をコントロールボリュームと定義した。各コントロールボリュームに対して式(3)、式(4)を積分し、圧力及び流速の連立方程式を得た<sup>(5)</sup>。

流動先端の進行は、各コントロールボリューム(節点)に与えた流体占有率  $f$  を用いて計算した。 $f=1$  であれば発泡体で完全に満たされ、 $0 < f < 1$  であれば流動先端上にあり、 $f=0$  は空であるとする。初期条件として注入された未発泡の反応混合液の形状を  $f$  値で与え、時間刻み  $\Delta t$  ごとに  $f$  値を更新し、全節点が  $f > 0$  となるか、ゲル化時間  $t_{gel}$  を過ぎれば計算を終了する。

3. 発泡流動解析

3.1 解析パラメータ

解析に用いる反応混合液の  $a$  及び  $t_{gel}$  はパネル型を用いて見積もった。図2に示したように、注入した反応混合液  $500\text{cm}^3$  は発泡開始から26秒後に33倍の  $16,500\text{cm}^3$  に達し、発泡流動はほぼ停止した。膨張速度は発泡開始時が最も早く、ゲル化時間に近づくにつれて低下するため、 $t$  の関数で表し、

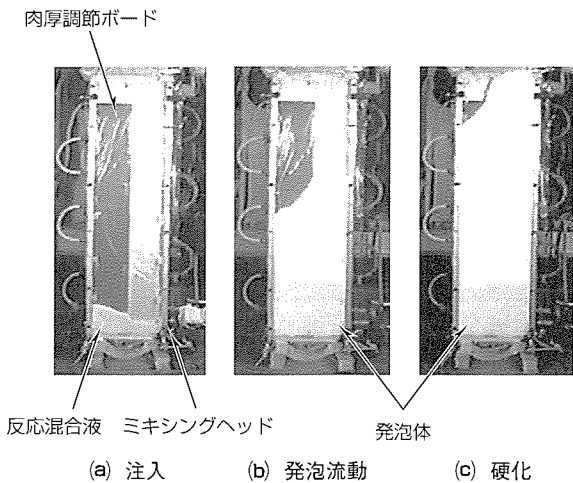


図1. ウレタン発泡過程

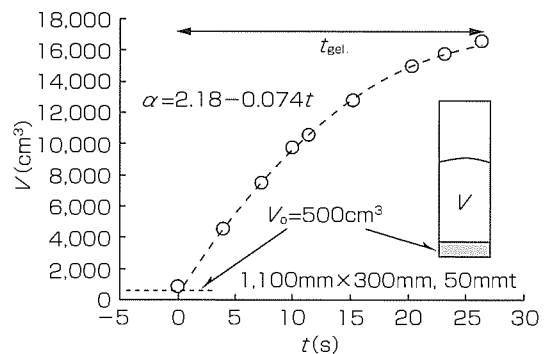


図2. 発泡体体積の時間変化

$$a = 2.18 - 0.074t \dots\dots\dots(5)$$

と求めた。 $t_{gel}$ は発泡流動がほぼ停止した26秒とした。なお、流動パターンをみの解析では圧力の絶対値は不要であり、 $\eta$ は任意の値でよい。このため、レイノルズ数 $\ll 1$ を満足して、安定に計算ができる $\eta = 100\text{Pa}\cdot\text{s}$ とした。

### 3.2 パネル発泡実験

解析の妥当性を評価するために、発泡実験から求めた流動パターンと解析結果を比較した。実験では、図3に示したように、前面が透明アクリル板のパネル型に高圧発泡機を用いて反応混合液を注入し、上方に発泡流動する様子をVTRカメラで撮影した。パネル型には、左右及び上下の板厚が異なる型並びに横置きにした型の3種(Case 1~3)を用いた。

解析領域は6面体要素で分割し、VTR画像から求めた発泡前の反応混合液形状に従って $f$ 値を入力した(図4)。

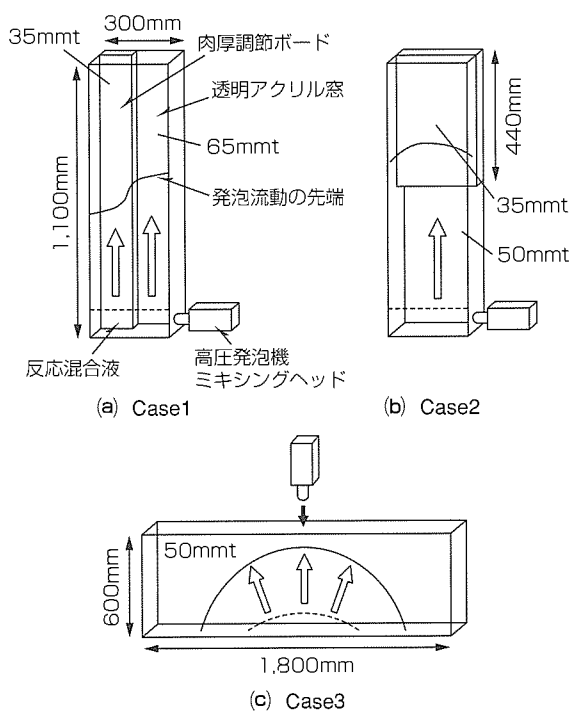


図3. 実験に用いたパネル型

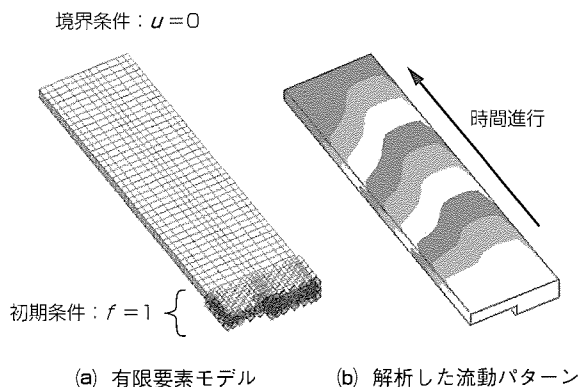


図4. 解析モデル及び流動パターン

流動パターンは、各時間ステップにおける $f=0.5$ となる曲面で表した。

左右で板厚が異なるパネル型(Case 1)での実験と解析の流動パターンを比較して図5に示した。右側の板厚(65mm)が左側(35mm)に比較して大きいので、右側の流れが先行する。実験と解析の流動パターンの一致は良好である。射出成形用の流動解析でも似たパターンは得られるが、特に初期のパターンのずれが大きくなる<sup>(2)</sup>。

図6に、上下で板厚が異なる場合(Case 2)の流動パターンを示した。実験の流動パターンは、両端の影響を受けて、上に凸の曲線となる。また、上部の薄板部では、流動パターンの曲率が大きくなる傾向にある。従来の薄板近似の解析では両端の影響を無視するため、流動パターンは水平な直線になってしまう。この解析は三次元であるため、端の効果も十分に表現でき、実験の流動パターンと良く一致している。

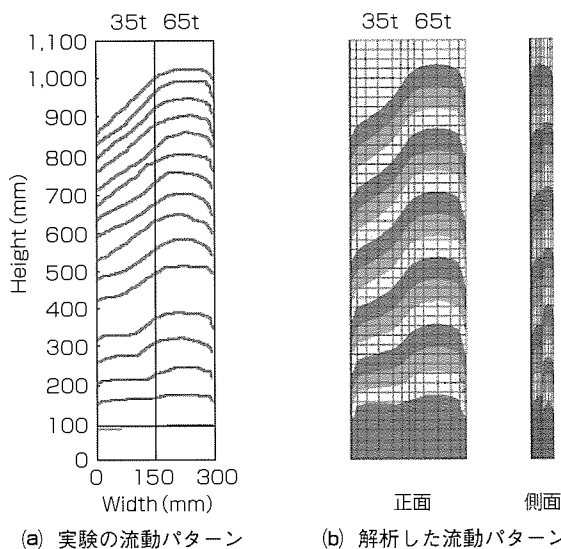


図5. 左右で肉厚が異なるパネル型の流動パターン

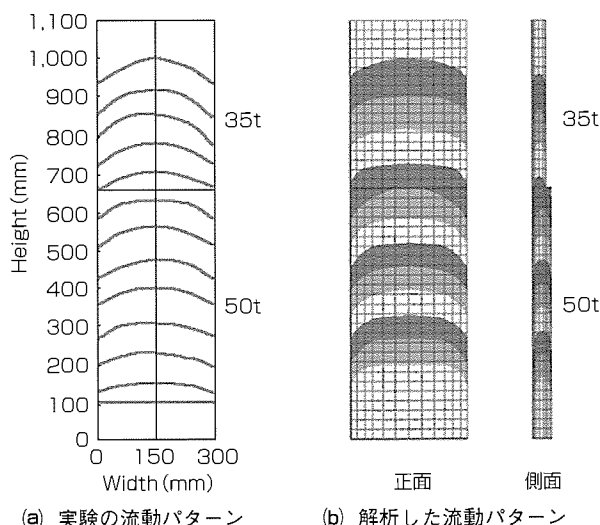


図6. 上下で肉厚が異なるパネル型の流動パターン

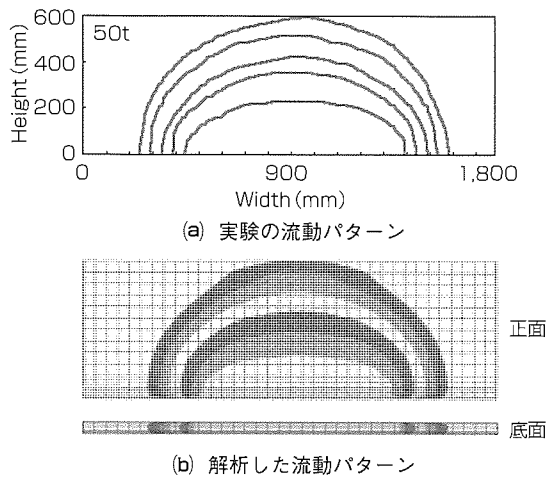


図7. 横置きパネル型の流動パターン

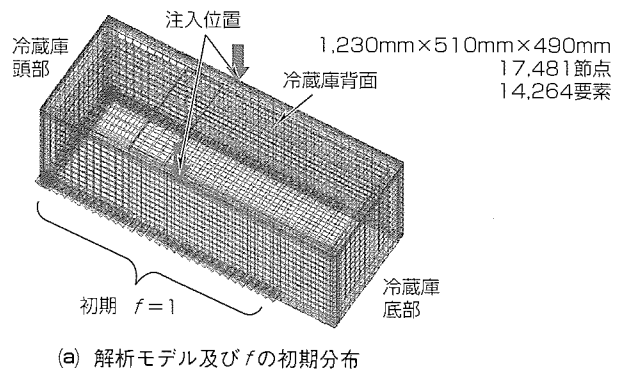
パネル型を横置きにし、上部から反応混合液を注ぎ込み、二次元的に発泡流動させた場合 (Case 3) の流動パターンを図7に示した。この実験では、未発泡の反応混合液は底部全体に広がる前に発泡を開始した。この場合も、解析した流動パターンは実験と良い一致を示している。端の効果による底部付近の流れの遅れも十分にとらえられている。

### 3.3 冷蔵庫への適用

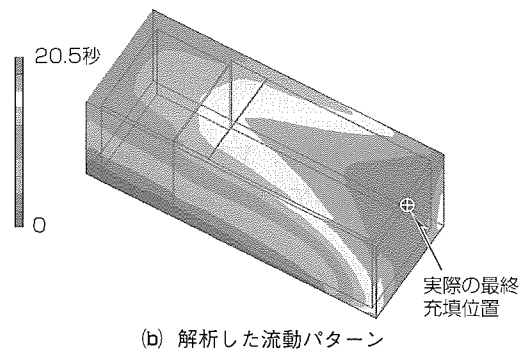
この解析法を用いることによって、高精度で発泡流動パターンを予測し、発泡条件の最適化を図ることができる。これは、 $f$ の初期分布を変えて計算することにより、理想的な流動パターンにできるだけ近くなる発泡条件を見付けることによる。解析モデルは三次元CADで作成した形状を用いて6面体要素で分割して作成し、反応混合液の注入位置及び注入量に対する $f$ の初期分布は、簡単な実験結果のデータベースから推定した(図8の(a))。このようにして実際の冷蔵庫に対して最適化した流動パターンを図の(b)に示した。最終充填位置を冷蔵庫下部にするために、断熱層の肉厚分布も考慮して $f$ の初期分布に偏りを付けた。また、この位置にエアベントを設ければよいことが、実際の発泡前に決定することが可能である。実機での最終充填位置を同時に図の(b)に示したが、解析した流動パターンと一致した。

## 4. む す び

有限要素法を用いて、発泡体自体が膨張することを考慮した三次元ウレタン発泡流動解析技術を開発した。この解



(a) 解析モデル及び $f$ の初期分布



(b) 解析した流動パターン

図8. 冷蔵庫の解析モデルと流動パターン

析では、発泡膨張率を導入し、発泡体密度が時間とともに小さくなることを計算し、発泡流動パターンを求める。ウレタンの反応性や発泡剤の性質は簡単に求められる発泡膨張率及びゲル化時間で評価していることになるが、精度良い流動パターン予測を行うことができた。この解析を用いることによって、反応混合液の注入位置や注入量等の発泡条件を最適に設定し、エアベント位置を予測することができる。

## 参 考 文 献

- (1) Mitani, T., et al. : Mitsubishi Electric ADVANCE, **52**, 21 (1990)
- (2) 三谷徹男, ほか : 成形加工, **14**, (1), 57 (2002)
- (3) 三谷徹男, ほか : 成形加工 '01, 151 (2002)
- (4) Patankar, S. V., et al. : Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, Hemisphere (1980)
- (5) Rice, J. G., et al. : Computer Meth. Appl. Mech. Eng., **58**, 135 (1986)

# AVネットワークテレビと周辺機器

赤津慎二\* 三浦 紳\*\*\*  
 小坂英明\* 草葉 裕+  
 松原雅美\*\*

## 要 旨

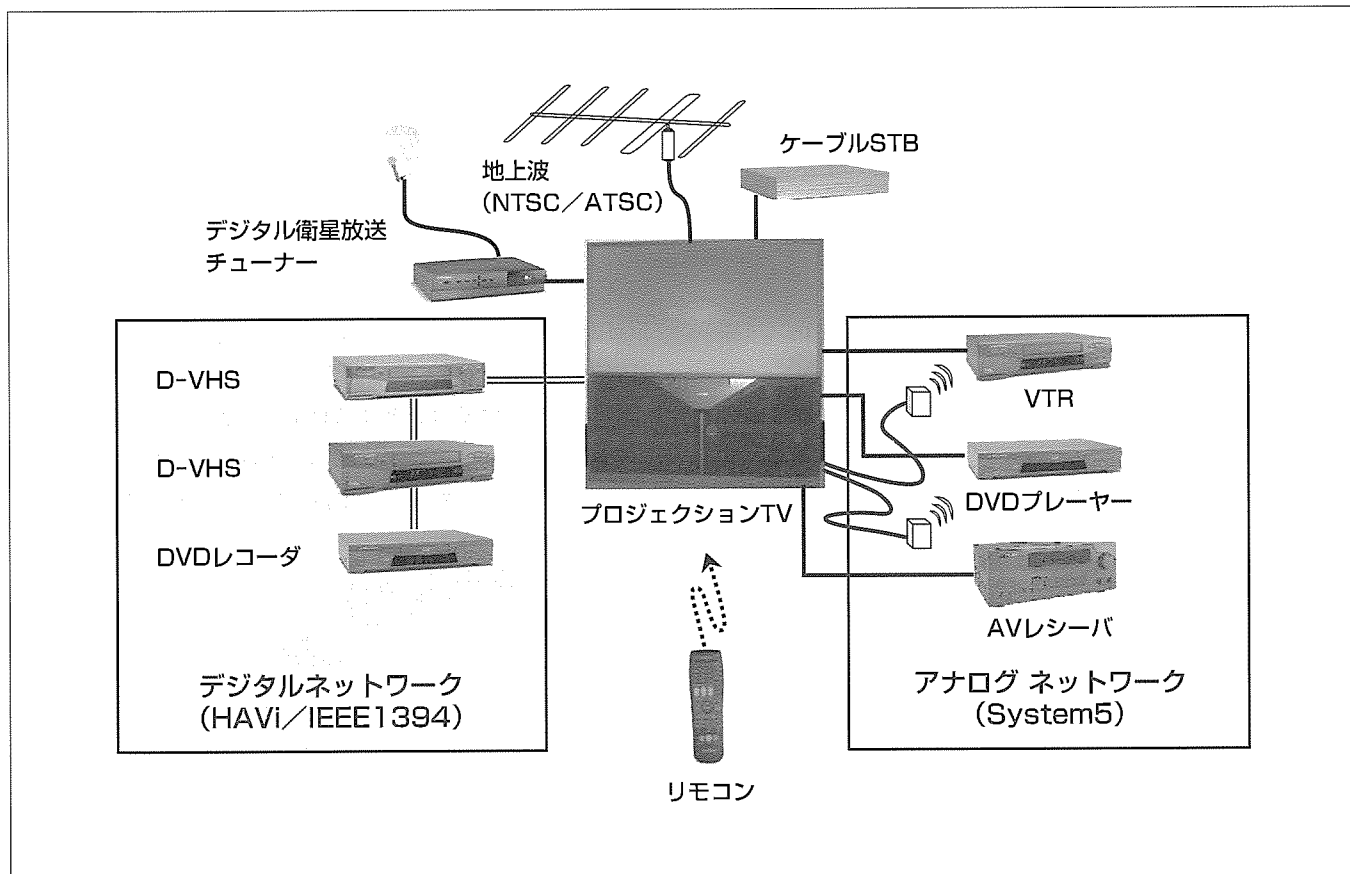
米国では、地上波デジタル放送が全米家庭の86%で受信可能(2002年5月)となり、衛星及びケーブル放送もデジタル放送への対応を加速させている。これに対して、三菱電機の北米AV事業では、プロジェクションテレビ(以下“PTV”という。)のHigh Definition Television(高品位テレビ、以下“HDTV”という。)化を推進し、大画面・高画質でHDTV映像に最適なテレビをお客様に提供してきた。さらに、当社はホームシアターコンセプトを重視し、その核となるPTVからVCRやDVD等の様々なアナログ機器を制御する独自のホームシアター仕様を発展させてきた。

今回、家庭内デジタルAV機器のネットワーク規格である“HAVi”(Home Audio/Video interoperability)をデジタル機器の制御仕様として採用し、1リモコンでアナログとデジタルを統合的に制御するAVネットワークアーキテ

クチャを開発した。2001年から、対応するPTVとD-VHS VCR(以下“D-VHS”という。)を市場投入し、お客様に“大画面・高画質”と“使いやすさ”を両立したホームシアターを楽しんでいただくことが可能になった。

本稿では、当社AVネットワークの基本コンセプト、PTVとD-VHSの実現仕様、ネットワーク機器連携の概要及び今後の展開を述べる。

今後、デジタル放送の拡大によってPTVへの需要が拡大するとともに、ネットワーク家電の普及によってAVシステムはますます多様化していくと想定される。当社は、“大画面・高画質”と“使いやすさ”の追求を進め、お客様がより高品質なAVコンテンツを更に快適にお楽しみいただけるよう、技術開発に取り組んでいく。



## HAVi, System 5 によるAVネットワーク

HAViコントローラとなるPTVを中心としてHAVi/IEEE1394によるデジタル周辺機器と従来の接続によるアナログ周辺機器によって構成されるAVネットワーク接続例を示す。アナログ周辺機器は、リモコン信号を発生するIRプラスタを介してPTVでコントロールすることにより、PTVのリモコン一つですべての機器の操作が可能となっている。

\*Mitsubishi Digital Electronics America, Inc. \*\*Mitsubishi Electric Research Laboratories, Inc.  
 \*\*\*三菱電機(株)情報技術総合研究所 +同社 先端技術総合研究所

1. ま え が き

米国では、1998年から主要都市で地上波デジタル放送が開始され、衛星・ケーブル放送もデジタル放送への取り組みを加速させている。これに対して、当社は、PTVのHDTV化を推進し、大画面・高画質でHDTV映像に最適なテレビをお客様に提供してきた。さらに、当社は、ホームシアターコンセプトを重視し、その核となるPTVでVCRやDVD等の様々なアナログ機器を制御する独自のホームシアター仕様System 5を発展させてきた。

今回、家庭内デジタルAV機器のネットワーク規格であるHAViをデジタル機器の制御仕様として採用し、1リモコンでアナログとデジタルを統合的に制御するAVネットワークアーキテクチャを開発した。2001年から、対応するPTVとD-VHSを市場投入し、お客様に“大画面・高画質”と“使いやすさ”を両立したホームシアターを楽しんでいただくことが可能になった。

本稿では、当社AVネットワークの基本コンセプト、PTVとD-VHSの実現仕様、ネットワーク機器連携の概要及び今後の展開について述べる。

2. 三菱AVネットワークの基本コンセプト

当社AVネットワークの基本コンセプトは、“大画面・高画質”と“ホームシアターの使いやすさ”の追求である。

2.1 大画面・高画質の追求

PTVは、大画面でも高画質とするため、光学系を主として下記の特長を持っている。

- (1) 当社従来比300%の速度変調による高解像感の実現
- (2) 広帯域ビデオアンプ採用による解像度アップ
- (3) 周辺まではずみが少ない独自設計の高解像度レンズ採用

これにより、73インチの大画面でも解像度が高く鮮明な画質を実現している。

2.2 ホームシアターの使いやすさの追求

PTVをホームシアターの中核として、従来型アナログ機器とデジタル機器とを統一的な使い勝手で操作可能としている。特長を以下に記す。

- (1) シンプルで直感的なユーザーインターフェース
  - PTVが周辺機器のコマンド情報を内蔵しており、ユーザーが機器の属性(メーカー名、機種等)を意識せずに、1リモコンですべてを操作可能
  - 画面上のアイコンからAVソースを直感的に選択可能
  - ホームシアターの設定が、画面上のガイドで可能
- (2) 簡単なネットワーク化と将来機器への対応
  - IEEE1394によってデジタル機器をケーブル1本で接続し、HDTV映像をデジタル再生・録画可能
  - HAVi搭載(業界初)により、Javaアプリケーションのダウンロードによる将来機器へ対応が可能

3. PTVのハードウェア

図1にブロック図を示す。入出力仕様は、従来のHDTV-Ready PTVの仕様にDTV受信などのデジタル信号入出力が追加されたものとなっている。このため、HDTV-Ready PTV機の回路構成を最大限利用しデジタル信号処理部(以下“DM部”という。)を付加した回路構成とした。図において、破線の上部はアナログ信号処理部、破線の下部はDTV受信部とMPEGデコード部、IEEE1394のネットワークなどを持つDM部である。構成上問題となるのは各映像フォーマットに重畳するメニューなどのオンスクリーンディスプレイ(以下“OSD”という。)の処理であるが、アナログ信号とデジタル信号に対しDM部で生成されるOSDをアナログ信号にも重畳させることにより、ユーザー仕様の統一感と回路構成の単純化を実現した。制御についてはDM部のホストマイコンによって全体をコントロールし、HDTV-Ready PTVでは通常メインマイコンとなるTVマイコンをサブマイコンとする構成とした。DM部の核となるデコーダには2チップ構成のTeralogic社製LSIを採用し、DM部のコンパクト化を図った。ATSCには1080i

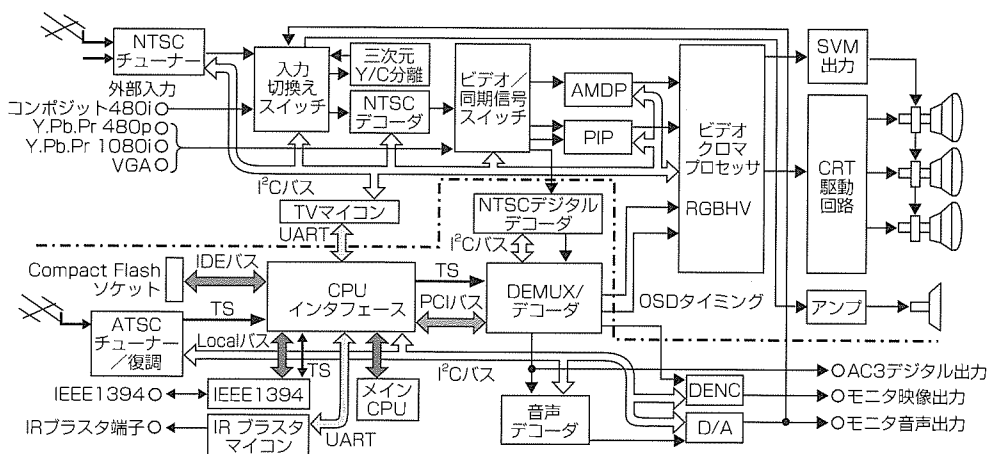


図1. AVネットワーク対応PTVの回路ブロック図

や480i, 480pなど各種の映像信号フォーマットがあるが、デコーダチップの画素変換機能によってすべて1080iに変換しビデオクロマプロセッサに送っている。

#### 4. PTVのソフトウェア

PTVのソフトウェア構成を図2に、主要諸元を表1に記す。TVのアプリケーションの下にHAViミドルウェアを配置し、さらに、AV/C, IEC61883などIEEE1394基本プロトコル群を実装している。特長を以下に記す。

##### (1) プラグアンドプレイ

新しい周辺機器が接続されると自動認識を実行し、ユーザーによる設定なしに操作が可能である。

##### (2) 複数HDTVコンテンツの同時利用

複数のHDTV映像を同時に利用可能で、D-VHSに録画しながら、ハードディスクから別のHDTV番組を再生するといった使い方が簡単に実現できる。

##### (3) コンテンツ不正コピー防止機能

IEEE1394バス上にはMPEG方式のデジタルコンテンツが流れるため、不正コピーを防止するため5C-DTSCP方式に準拠した強固な暗号化処理を実現した。

##### (4) 将来機器への対応

コントローラとしてHAVi FAV(Full Audio Video Device)モジュールを実装している。PTVとしてサポートが不可欠なVCR, ディスク, チューナー及びアンプの制御機能を内蔵するとともに、HAVi対応機器に対しては、Javaを利用したアプリケーションダウンロードで対応可能としている。

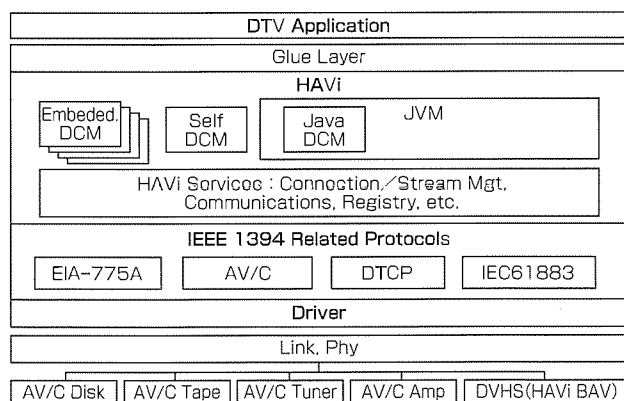


図2. PTVのネットワークソフトウェアブロック図

表1. ネットワークインタフェースの主要諸元

ホームネットワーク M/W	HAVi v1.0FAV
デジタルケーブルSTB接続	EIA-775A
AV/Cプロトコル	VCR, Disk, Tuner, Amp, Panel
Isynchronous転送	IEC61883part1, 4
不正コピー防止	5C-DTSCP方式
バス速度	400Mbps
コネクタ	4ピン×3ポート

#### 5. HAVi搭載D-VHS

AVネットワークTVの周辺機器として、HAViの被制御機器として必要なBAV(Basic Audio Video Device)モジュールを搭載したD-VHSの開発を行った。

図3に、信号処理系における本D-VHSの基本構成を示す。

記録・再生処理はデジタル・アナログ共通であり、アナログ信号は従来のVHS VCR信号系から、デジタル信号はIEEE1394からやり取りされる。BAVモジュールは、図のIEEE1394処理部に含まれるConfiguration用ROMに搭載される。

図4に、このD-VHSのソフトウェア構成を示す。VCRとしての基本機能は“Analog System Controller”と呼ぶシステムコントローラによって制御される。デジタルVCR機能は、“Digital System Controller”と“1394Controller”によって構成される。

#### 6. PTVとD-VHSのネットワーク連携

PTVとD-VHSは、HAVi仕様のプロトコルに則り、連携してホームシアターを実現する。特長を以下に述べる。

##### (1) アプリケーションダウンロード

BAVモジュールは、Configuration ROMのSDD(Self Describing Device)データエリアに格納され、コントローラであるFAVにダウンロードされ動作する。この手順を図5により説明する。

##### ① FAVのDCM(Device Control Module)Managerが、

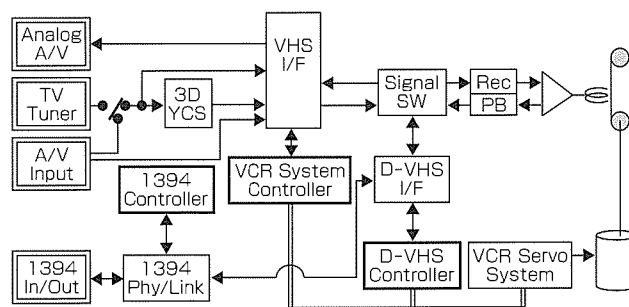


図3. D-VHSのシステム構成

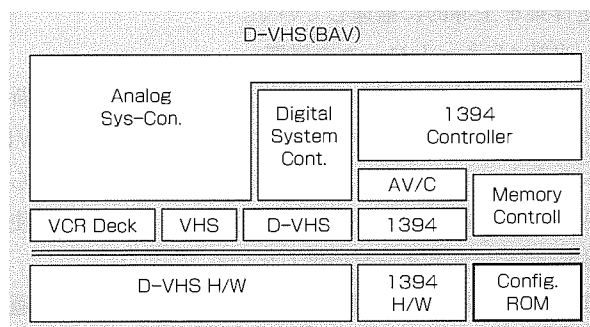


図4. D-VHSのソフトウェア構成

Messaging Systemと1394CMMを経由して、SDDデータのDCM Code Unitをダウンロードする。

② ダウンロードされたDCM及びFCM (Functional Component Module)は、FAV上で機器制御を行う。

③ DDI(Data Driven Interaction)エレメントは、FAVで展開され、グラフィカルユーザーインタフェースによるBAV機器の制御が可能となる。

(2) ユーザーインタフェース最適化

このPTVでは、“テンプレート”機能を搭載することにより、HAViデバイスと非HAViデバイス(アナログ機器を含む)で同じ操作感を得ることができる。図6に示すように、あらかじめ機器制御のひな形を開発してデータベース化し、これにより周辺機器の制御を一元的に管理・調整し、機器の種類によらない統一した使用感(使い勝手, 見た目)を与えることができる。テンプレート処理モジュールは、各機器の制御処理部によって構成され、前述のデータベースを基に、ユーザー操作によって得られた操作情報を変更・調整して各々の入出力制御部からコマンドを発行する。

以上のように、PTVは、HAViコントローラ機能に加えて、当社独自の統合的なユーザーインタフェースを実現している。

7. 今後の展開

(1) HAViの展開

HAViコンソーシアムの活動は、1.1版発行にて仕様策定が一段落し、市場で各社の機器をネットワークしていく段階に入った。現時点で市場の製品は当社のPTV及びD-VHSであるが、各社で実用化が既に進められており、近々に複数のHAVi製品が登場すると期待されている。今後、当社は、機器の接続互換性を確認し、HAVi技術を市場に定着させる努力を継続する。同時に、機能追加の仕様策定作業を主導的に推進していく。

(2) 当社AVネットワークの展開

パソコンや情報家電のAV機能が飛躍的に発展し、新しいカテゴリーのAV機器が登場しつつある。当社のPTVは、コマンドセンターとしての役割を一貫して保ち、それらの新AV機器も従来機器と同様にサポートしてお客様に使いやすいホームシアターを提供していく。

また、長距離化(1394.b)とともに、無線LAN技術の適用を検討し、本来IEEE1394に限定されないHAVi規格との親和性を図る予定である。

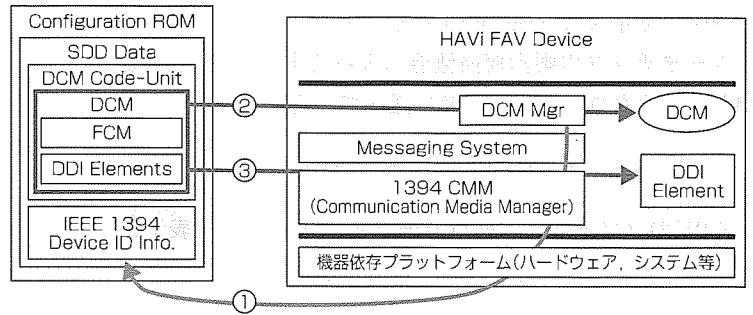


図5. BAVモジュール構成とダウンロードメカニズム

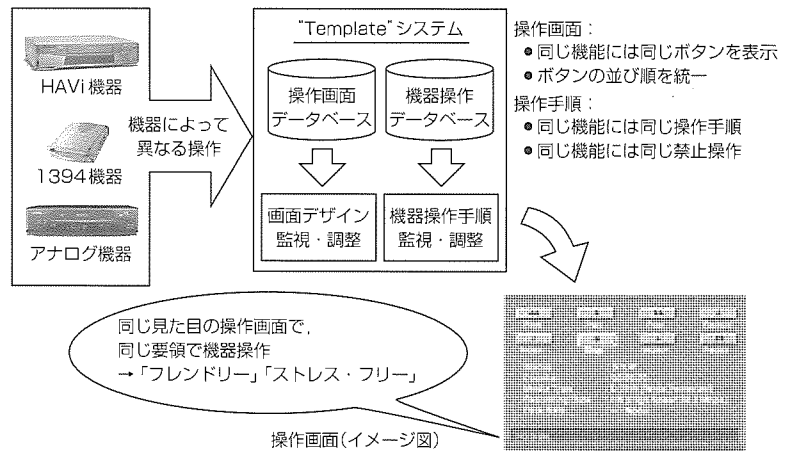


図6. テンプレートシステムの概要

将来的には、AV系、設備系やパソコン系など異種のネットワークが家庭全体のネットワークに発展することが想定されている。この統合ホームネットワークにおいても、TVがお客様のユーザーインタフェースであると確信し、使いやすい操作性の実現に向けて検討を進めている。

8. むすび

今後、デジタル放送の普及によってPTVの需要が拡大するとともに、ネットワーク家電の普及によってAVシステムはますます多様化していくと想定される。当社は、“大画面・高画質”と“使いやすさ”の追求を進め、お客様がより高品質なAVコンテンツを更に快適にお楽しみいただけるよう、技術開発に取り組んでいく。

参考文献

(1) Akatsu, S., et al.: Implementation of a DTV with 1394 using HAVi, 1394TA 1394 Developers Conference 2002 (2002)  
 (2) 村上篤道, ほか: デジタル放送の現状と課題, 三菱電機技報, 72, No.8, 641~647 (1998)  
 (3) 加藤嘉明, ほか: デジタル放送と家庭内ネットワークの融合 - DAVIC -, 三菱電機技報, 72, No.8, 655~661 (1998)



# 監視用映像デジタル記録装置 “DXM1 core”シリーズ

熊野 真\*  
加藤直樹\*  
勢木真一\*

## 要 旨

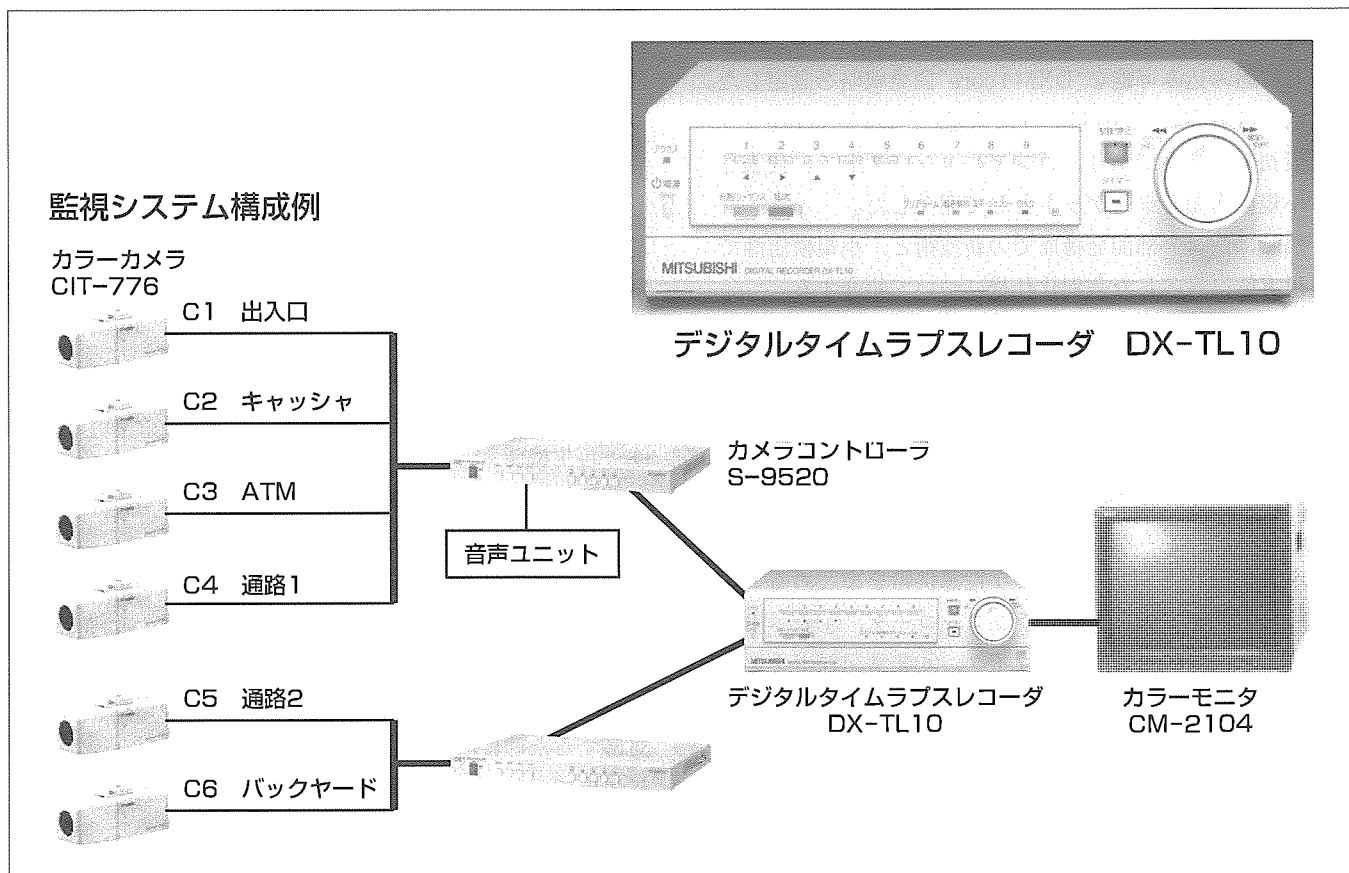
近年、コンビニエンスストアや金融機関など私たちの身近な生活の場にも、監視用設備の導入が急速に進んでいる。なかでも、監視映像にデジタル圧縮処理を施しHard Disk Drive(HDD)に長時間記録を行うDigital Time Lapse Recorder(D-TLR)は、その防犯設備上のメリットから需要が伸びている。

ビデオテープを用いる従来の長時間VTRタイプに比べて、①日常のテープ交換が不要であり、また記録メディアの劣化がほとんどないため保守コストが削減可能、②マルチプレクサ機能の本体内搭載により、システム設定や記録再生等の集中操作が可能、③デジタル化によって各種拡張機能を本体に搭載可能等の種々のメリットから、D-TLRは監視システムの中心機材として注目されている状況である。

従来D-TLRは高価格であったことが最大の課題であったが、デジタルデバイスの低価格化と周辺機器機能との一体化により、システム全体としてコストダウンが図れたことも普及加速化の要因となっている。

一方で、D-TLRへの各種機能の取り込みや記録メディアの選択等の市場要求仕様は用途先ごとに異なるため、多くの専用機開発が必要となり開発投資効率の悪化が懸念される。そこで、共通性の高い機能についてコア化開発を図る一方で、要求の異なる仕様については柔軟性を持たせる“DXM1core”開発戦略を設定した。

本稿では、このDXM1coreの構成について、コンビニエンスストアを始めとする小規模店舗をターゲットとして開発を行った“DX-TL10”を例に紹介を行う。



## デジタルタイムラプスレコーダ“DX-TL10”と監視システム構成例

1983年からVHS-VTRをベースとした監視映像長時間記録装置を製品化し、1997年には映像をデジタル圧縮してHDDに記録を行う“DXシリーズ”を業界に先駆けて発売した。2001年には第三世代のDXM1coreシリーズを開発し、記録中再生機能や大容量HDD対応と複数カメラ入力機能を搭載したDX-TL10を発売した。さらに、業種運用形態別にラインアップを行い、市場シェアを伸ばしている。

## 1. ま え が き

監視用映像記録装置は、タイムラプスレコーダと呼ばれ、主に金融機関や小規模店舗等で使用される監視カメラ映像を記録する装置で、複数カメラ、マルチプレクサ、モニタと組み合わせて運用されている。従来の記録装置はビデオテープに間欠記録方式を用いて長時間記録を行うVTRタイプが主流であったが、最近では、映像をデジタル圧縮しHDDに長時間記録を行うデジタルタイムラプスレコーダ(D-TLR)が急速に普及しつつある。

従来のVTRタイプに比べD-TLRでは、テープ交換やビデオヘッドの定期的クリーニング等日常のメンテナンス作業が軽減できる点と、システムの集中操作が可能といったデジタル化による多彩な機能を統合できるメリットがある。また、D-TLRは高価格が課題であったが、記録メディアやデジタル映像処理ICの低価格化、マルチプレクサ等の周辺機器機能の取り込み等により、システム全体として低価格化が可能となってきたことが導入加速に貢献している。

一方で、要求される付加機能が顧客・業種によって異なるため、監視システムごとに専用D-TLR機の開発が必要となり開発投資効率の悪化が懸念された。そこで、共通性の高い機能についてはコア化設計を図り、入力カメラ数や記録時間等のシステムごとに異なる機能については拡張機能として組み込み可能な“DXM1 core”開発戦略を設定した。

“DX-TL10”は、2001年12月に発売したDXM1 coreシリーズ最初のモデルであり、コンビニエンスストアに代表される小規模店舗をターゲットとして開発した。

本稿では、コア部開発構成での新技術と、小規模店舗での運用実態に対応した差別化仕様について紹介する。

## 2. 機器構成と設計仕様

小規模店舗での監視の実態と設計仕様について、図1、図2及び表1を用いて説明を行う。

### 2.1 機器構成と運用の実態

店舗監視システムの構成機器としては、①各所に配置された6～9台のカメラ、②カメラ電源供給をまとめるコントローラ、③デジタルタイムラプスレコーダ、④表示用モニタ、⑤キャッシュャ周り集音マイク、⑥非常記録ボタンなどのアラーム入力機器で構成される。

D-TLRに要求される概略機能を次に示す。

#### (1) マルチプレクサ機能

店内に設置されたカメラ映像はD-TLRに入力される。監視モニタ上で複数のカメラ映像を分割表示する機能や順次切換え表示を行うマルチプレクサ機能により、バックヤードなどから店内の様子を知ることが可能となる。

#### (2) 記録機能

店舗運用では、週単位で経理管理を行う運用が多いため、

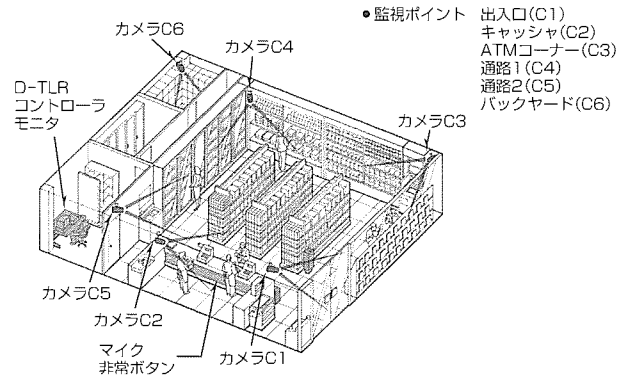


図1. 小規模店舗における運用事例

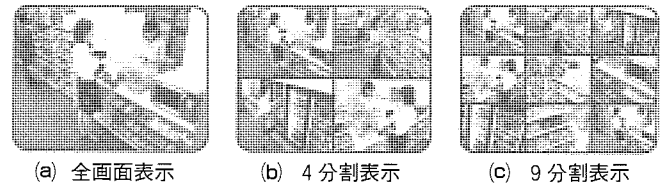


図2. 監視画面例

1～4週間分の指定カメラ映像の保存が必要となる。その後は順次上書き記録を実施し、エンドレスな記録運用ができなければならない。映像記録間隔は各カメラとも毎秒1こま以上で、水平解像度450本以上の高画質記録(データ容量として1こま約28Kバイト)が必要となる。この場合のHDD総容量は概略下記のとおりとなる。

$$28(\text{Kバイト}) \times 9(\text{ch}) \times 1(\text{s}) \times 3,600(\text{s/h}) \\ \times 24(\text{h}) \times 7(\text{day}) = 152(\text{Gバイト})$$

さらに、動きのある映像のみ記録する機能(動き検知機能)やカメラごとに記録画質や記録間隔を個別設定する機能を持つことで、運用形態に合わせてHDDの容量消費を効率化することが可能となる。

また、監視映像記録装置であるためには、記録動作の安定性や障害発生時の自己復旧機能も重要な機能の一つとなる。

#### (3) 再生機能

陳列棚や現金保管場所に不審な点があったときには、その時間帯の映像を検索し映像を確認する。その際には、例えば機械操作に不慣れな店員でも簡単に扱えるような操作性が要求される。また、24時間開店店舗では、記録を継続しながらも再生が可能な同時記録再生機能が必要となる。

犯罪現場など重要な映像は、証拠としての保存や提出に対応するために取り出し可能なデバイスにコピーが行え、提出先でパソコンなどの機材を用いて映像が表示できることが要求される。さらに、取り出した映像情報は、記録日時や画像データの改ざん検出機能が必要となる。

### 2.2 機器仕様

DX-TL10では、こうした各要求機能を備えた製品とするための機器仕様について検討を実施した。

表1に機器仕様を示す。

表 1. DX-TL10の主な仕様

映像信号方式	NTSC信号方式
映像記録方式	Wavelet圧縮・伸長方式 684×240画素フィールド記録
入力チャンネル数	9ch BNC 各ループ出力付き
モニタ出力	コンポジット前面・背面 計2系統 S端子 背面 1系統
水平解像度	450本以上(スーパー, ハイ)
音声記録方式	1ch 8ビット 12.8kHz サンプリング PCMデジタル記録方式
音声入力	RCAピン, Mic入力 各1系統
音声出力	RCAピン, 前面 背面 各1系統
記録媒体	HDD 160Gバイト(80×2台)
補助記録媒体I/F	メモ리카ードスロット FSM1フォーマット(File System準拠)
外部接続端子	RS-232C端子, ワンタッチ接点端子
記録モード	記録間隔: 最大秒30こま 12段階選択 記録画質: 圧縮率5段階選択 音声記録: 有無選択可能
記録時間	最長モード: 55.296時間 実用モード: 9ch各秒1こまで1週間以上
マルチプレキサ機能	1画面/4・9分割/1・4分割切換え表示 アラーム単画表示機能, 拡大表示機能
記録機能	連続記録・アラーム記録・プリアラーム記録 カメラごとに記録モード独立設定機能
動き検知機能	検出エリア, 感度, 検出サイズ指定機能 カメラごとに独立設定, テストモード付き
再生・検索機能	記録中同時再生機能 再生速度可変機能, ジョグシャトル機能 時間検索など6種類の検索機能搭載
タイマ運用	独立8プログラム×3セット, 休日指定機能
OSD表示機能	メニュー, ガイダンス和文漢字表示 年月日時分秒曜日表示, 警告表示
その他の機能	記録中停電自動復帰機能, エラーログ 改ざん検出機能, パスワードロック機能 パソコン再生ソフトウェア(オプション)
外形寸法 質量	(幅)300×(高さ)88×(奥行き)350(mm) (縦置き可能) 5.6kg
電源, 定格	AC100V±10%, 0.5A

### 3. 新機能の開発ポイント

図3は、この製品の内部ブロック図である。以下、この図を用いて新機能の開発ポイントを説明する。

#### 3.1 基本機能のコア化とシステム構成

共通性の高い機能部分については基本ハードウェアと同じ制御ソフトウェアとを合わせてコア化を図り、要望の異なる拡張機能については適宜仕様変更が可能のように配慮した。この構成により、基本(core)部分の信頼性を確保しつつ、機種展開開発の短期化を図ることが可能となる。

コア化対象部と拡張部の機能分類について表2に示す。

##### (1) コア部構成

図3において、点線内はコア構成とした部分である。CPUにはクロック50MHzの32ビットRISCマイコンを使用し、周辺回路の主要部はFPGA(Field Programmable Gate Array)で構成した。このFPGAをマイコンからコンフィグレーションすることでハードウェア構成の変更についても高い柔軟性を得ることが可能となる。また、OSはμ-ITRONを採用し、リアルタイム処理・マルチタスク処理

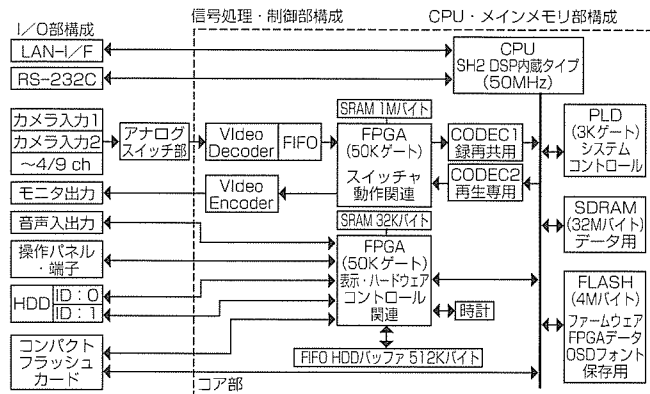


図 3. ハードウェアブロック図

表 2. 主なコア化機能と拡張機能

	項目	仕様
共通コア仕様	記録再生レート	記録30こま/秒, 同時に30こま/秒の再生動作可能
	圧縮方式	Wavelet方式 (カメラごとに画質・間隔設定可)
	入力チャンネル数	最大32チャンネル
拡張仕様	内蔵HDD	最大2台(276Gバイト)
	信号方式	NTSC, PAL
	OSDフォントセット	1セットにつき最大512文字
	入出力端子・ボタン数	最大256個 (FPGA容量によって制約)
	外部制御用シリアルインタフェース	最大3系統 (RS-232C, RS-485, LAN等)

化を図った。

今回採用した映像の圧縮伸長IC(CODEC1, 2)は、特に高圧縮したときの画質がJPEGに比べて優れているWavelet変換方式を採用した。圧縮映像データを通すデータバス幅は32ビットと広くし、バス占有時間を短縮化することにより、30こま/秒の記録動作を実行しながら30こま/秒の同時再生動作を実現することが可能となった。

##### (2) 拡張部構成

マルチ入力される非同期のカメラ映像は、アナログスイッチ部で連続した映像列に変換してコア内のスイッチャ用FPGAに入力する構成とした。このFPGAの前段には、記録用、画面表示用、動き検知用としての独立した3系統のスイッチを配置し、30回/秒の切換え性能を持たせた。

また、入力カメラ数の変更に対応するため、アナログスイッチ部は、コア部から外し、必要数をコア外に配置する構成とした。

##### (3) 操作パネル, I/O端子部構成

操作パネルに配置されるキー入力や入出力接点端子は従来キーマトリックス方式が一般的であったが、カメラ台数の変更等によってボタン数が増えるとなるとコア部の信号ピン構成の変更が必要となり設計上難があった。そこで、入出力部に汎用のパラレル-シリアル変換ICで構成した回路を設け、コア部FPGAへのピン配置を3本に固定して操作系の変更に対する柔軟性を持たせた。

(4) フリーフロント

画面に文字を表示する方法として一般的にフォントジェネレータICが使用されるが、フォントデータがマスクROMで決められるため追加変更が困難となる。こうしたD-TLR設定に必要となる表示文字への制約は、操作性改善のための仕様追加や変更にとって大きな妨げとなる。今回のコア構成では、CPUのフラッシュメモリからフォントデータをSRAMに記憶するフリーフロント構成としたため、漢字追加や欧州文字の追加・変更などにも容易に対応が可能となった。

(5) 意匠構成

前面のカメラ切換えボタン数の変更に対応するため、ボタン周りは、金型上“入れ子構造”とし、入力チャンネル数変更時の金型改造を最小限にした。また、内部にはHDDを2台まで搭載可能なスペースを確保した。

(6) 仕様変更への柔軟性

32Mビットのフラッシュメモリ上にマイコンプログラム本体とFPGAのコンフィグレーションデータ、さらに文字フォントデータなどをシステムデータとして一括配置する構成とした。このシステムデータは、メモリカードへの書き出し・読み出しを可能とし、メモリカードスロットを介し外部からデータを書き換えられる仕様とした。こうして、コア部動作仕様の多くがソフトウェア的に切り換えられる柔軟性の高いシステムを実現した。

3.2 インテリジェント記録機能

(1) 動き検知記録

DX-TL10では、動き検知のために記録系や表示系とは独立した映像の入力回路を設けており、各カメラ映像をスキャンすることで、全カメラに対して動き検知機能を実現している。さらにこの装置では、カメラごとに検知範囲や感度などの設定自由度を付加している。

さらに、動き検知時の動作設定としては、カメラごとに、

- 通常非記録設定のカメラはアラーム記録の開始
- 通常記録設定のカメラは記録コマ数や記録画質を上げてのアラーム記録を開始

等様々な使用状況に配慮をした。

(2) カメラごとの記録画質・速度設定

DX-TL10では、マルチプレクサとWavelet圧縮を有機的に制御することで、カメラごとに独立して記録画質と記録コマ数の設定が行えるようにした。

この動作について図4を用いて説明する。アナログスイッチ部からシーケンシャルに送出された映像データ列に対して、記録コマ数の少ない(カメラ4)入力映像データは、スイッチャFPGAがHDDへのデータ転送を適宜間引く制御を実施する構成をとった。さらに、カメラごとに設定された画質設定内容に応じてWavelet圧縮率制御を実施することで、コンビニエンスストアでの実施例では、

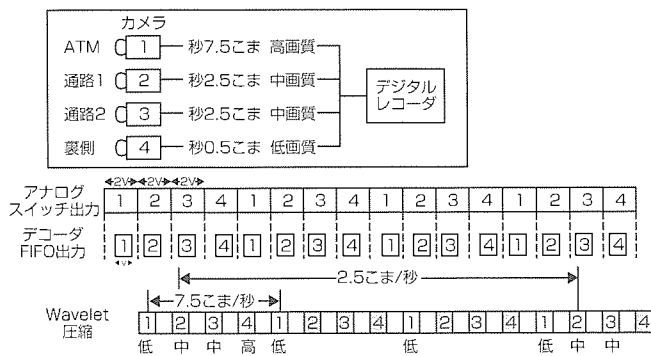


図4. カメラごとの記録間隔設定

- 重要なキャッシャ周りは高画質で記録コマ数を多く
- 駐車場等では少ないコマ数で記録する

など、カメラ設置環境に応じて効率的なHDD記録運用が実現でき、より長時間の記録運用が可能となった。

3.3 自動障害復旧機能

不安定な電源環境下での使用にも耐えるため、記録データの種類と管理方法で工夫をしている。

映像データは32MバイトのSDRAMに一時記憶させているが、メニューの設定情報やシステム情報などの重要なデータは、バッテリー(二次電池)でバックアップされたSRAM上に記憶し、短期停電があった場合でも自動復帰できるようにしている。また、数箇月以上にわたる停電や他の障害発生によってSRAMデータが壊れた場合においても、システム復帰が可能なようにFLASHメモリ上にも同データのバックアップをとり、二重化することであらゆるタイミングでの停電及び電源障害に対応している。

また、記録中に停電した場合、停電直前に状態を保持し、停電復帰時にシステム起動後“記録”を自動再開する自動復旧機能を実現した。

4. む す び

今回は特に小規模店舗にターゲットを絞ったDX-TL10の開発を中心に述べたが、DXM1core系列機種は、16ch入力モデルの上位機“DX-TL2000”や海外展開モデル等、5機種の開発製品化を半年の短期間で実現できた。

セキュリティ管理に関するニーズは多様で、業種形態によって様々な機能要望が挙げられている。その中でも、特にD-TLRを中心とした画像保存装置への期待は大きく、高画質・長時間化はもとより、運用形態に特化した表示・保存ができる装置が求められている。設置場所についても、ビル内やエレベータから、列車やバスといった公共交通機関といった社会インフラシステムに広がりを見せている。

今後は、急速に普及するネットワーク通信インフラや様々なデジタルデバイスとの親和性を更に深め、デジタル化された映像システムの特長を生かし、より広い分野での映像記録ニーズに対応するため開発を進めていく予定である。

# 双方向マルチ大画面制御技術

河原敏成\*  
 山川隆司\*  
 佐々木啓祐\*

## 要 旨

通信分野におけるネットワーク監視、警察分野における通信指令システムといった監視用途で広く採用されている三菱電機開発の双方向マルチ大画面システムの概要を紹介する。

双方向マルチ大画面システムは、超高解像度マルチ大画面上に複数の監視情報ウィンドウ画面を任意に配置し、複数のオペレータが連携しながら協調して監視業務を行う操作環境を提供できる。

また、監視業務に必要な複数の顧客側業務ネットワークと接続し、一元的に監視ができるシステムを構築することにより、監視ルームの効率的利用と省スペース化を実現することができる。

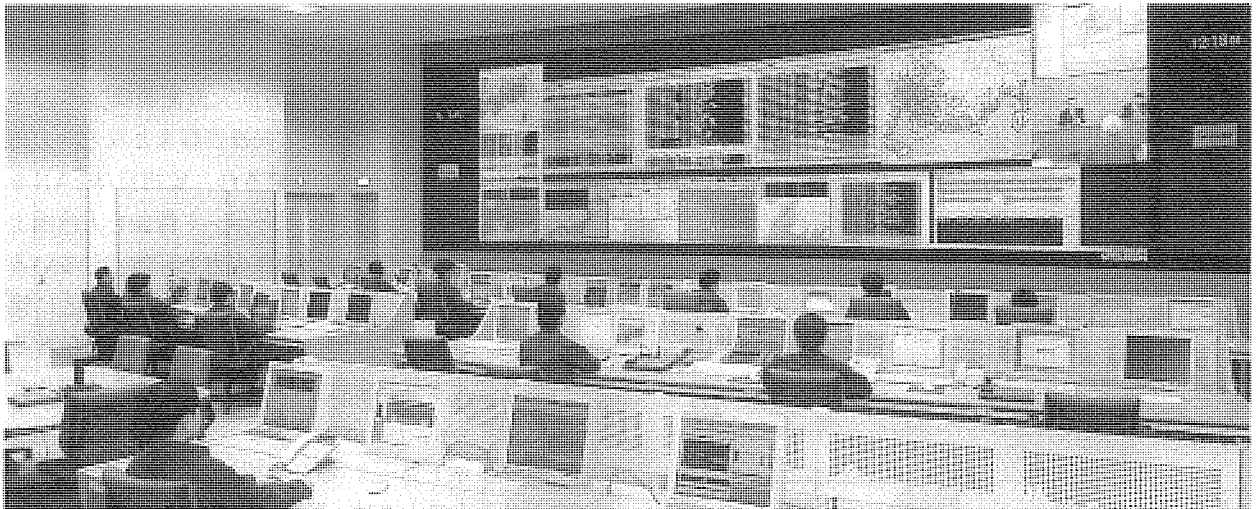
上記の特長を実現するため、双方向マルチ大画面システ

ムでは、双方向ウィンドウ表示機能、映像ウィンドウ表示機能、地図情報ウィンドウ表示機能、ウィンドウ転送機能、リモートマルチカーソル機能、テロップ機能といった様々な機能を搭載している。

このシステムを採用することにより、マルチ大画面を使用した監視業務において、大画面を単に“見る大画面”から、大画面を活用して統合監視ができる“操作する大画面”へと業務形態を大きく革新させることが可能である。

今後、その他の分野の監視用途においても広く採用されるよう双方向マルチ大画面システムの機能拡張を行い、顧客満足度の高いシステム製品開発に取り組んでいく。

(注1) DLP方式とは、DMD素子を用いたプロジェクションシステムの方式で、DLP™、DMD™は、米国Texas Instruments, Inc. の登録商標である。



## エヌ・ティ・ティ ドコモ東海納め SXGA70V型 24面(3段8列)マルチビジョン

2002年5月運用開始のエヌ・ティ・ティ ドコモ東海納めのDLP™方式<sup>(注1)</sup>マルチプロジェクタを用いた双方向マルチ大画面システムの運用シーンを示す。単画面解像度がSXGA(1,280×1,024)、全体の画面解像度が10,240ドット×3,072ドットの巨大なスクリーン上に複数の監視画面を並べ、統合監視ができる協調作業環境を実現している。

1. ま え が き

通信分野におけるネットワーク監視、警察分野における通信指令システム等で採用されている大画面を使用した監視業務では、従来、監視端末の映像を大画面上に固定画面として複数表示し、監視員がそれを見ながら個別業務端末を操作する運用形態が一般的であった。この形態を大幅に革新するシステムが、DLP方式マルチプロジェクタを使用した双方向マルチ大画面システムである。すなわち、大画面を単に“見る大画面”から大画面を使用して統合監視ができる“操作する大画面”へと業務形態を大きく変化させる画期的なシステムと言える。

ここでは、当社が既にシステム化し監視市場に広く採用されている双方向マルチ大画面システムのシステム構成及び機能の説明と、監視分野における事例について紹介する。

2. システムの概要

2.1 システム構成

双方向マルチ大画面システムは、図1のシステム構成に示すとおり、幾つかのブロックで構成されている。各ブロックは、双方向マルチ大画面システムにおいて、それぞれ以下の機能、役割を果たしている。

(1) DLP方式マルチプロジェクタ表示装置

双方向マルチ大画面システムは、大画面表示装置としてDMD™ (Digital Micro-mirror Device) 素子<sup>(注1)</sup>を用いたDLP™ (Digital Light Processing) 方式<sup>(注1)</sup>のプロジェクタを採用している。この表示装置は、光源からの光を微小なミラー素子で反射することによってスクリーン上に映像を映し出す装置で、監視業務に必要な幾つもの特長を備えている。一つには、DMD素子が、長時間同一の画面を表示しても、画面上の焼き付きが起きない素子であること、また、24時間監視業務において不可欠な機能であるランプの

自動交換機能を備えていることが挙げられる。双方向マルチ大画面システムでは、その表示装置を一つの大きな超高精細ディスプレイ画面として位置付け、同時に複数の情報を大画面上に展開し、大画面を通じて監視業務の集約、情報の共有化を行うプラットフォームとして使用されている。

(2) マルチビジョンプロセッサ

マルチビジョンを構成する場合に不可欠な装置がマルチビジョンプロセッサである。入力された映像をマルチビジョンの面数に合わせて拡大表示や単画面表示などを行う画像処理装置である。双方向マルチ大画面システムにおけるマルチビジョンプロセッサは、単純に拡大映像表示するだけでなく、入力された映像をマルチ大画面表示装置の中にウィンドウとして表示するための機能を標準搭載している。

(3) 双方向大画面制御装置

双方向大画面制御装置は、このシステムにおいて大画面上に超高精細なWindows NT<sup>(注2)</sup>のデスクトップ環境を作り出すための装置で、その画面上に映像ウィンドウ、双方向ウィンドウ、地図情報ウィンドウなど様々な監視画像を表示する制御の中枢部である。双方向大画面制御装置は、複数の操作端末からのマウスとキーボードのイベント情報を受け取り、大画面上に複数の操作員が共存しながら協調作業を行うリモートマルチカーソル操作環境を提供している。

(4) ビデオシステム部

ビデオシステム部は、双方向マルチ大画面システムにおいて、監視に必要なすべての映像を切り換えて表示するためのシステムで、主に映像入力機器とマトリックススイッチャで構成されている。

(5) 双方向操作端末

この装置は、上記(3)の双方向大画面制御装置のマンマシン部として機能する。双方向操作端末と双方向大画面制御装置とはLANによって接続され、監視員はLANを経由して自操作端末のマウスとキーボード機能を大画面上に移動させ、大画面上での各種操作入力を可能としている。このシステムにおいて、双方向操作端末はLAN上に複数台設置され、システム制御、監視端末操作など、監視業務を支援する様々な操作を行うことができるマルチ操作端末として機能する。

(6) 監視ネットワーク(顧客側監視設備)

このネットワークは、監視業務を取り扱う監視ネットワークである。双方向マルチ大画面システム内の大画面LANと接続することで監視ネットワーク情報を大画面上に取り込み、その監視ネットワークに接続される監視端末の操作をそのまま大画面上で行うことができることになる。

(7) 地図データベース部

地図データベース部は、大画面上の超高精細なWindows NTのデスクトップ全面に地図情報を表示し、さら

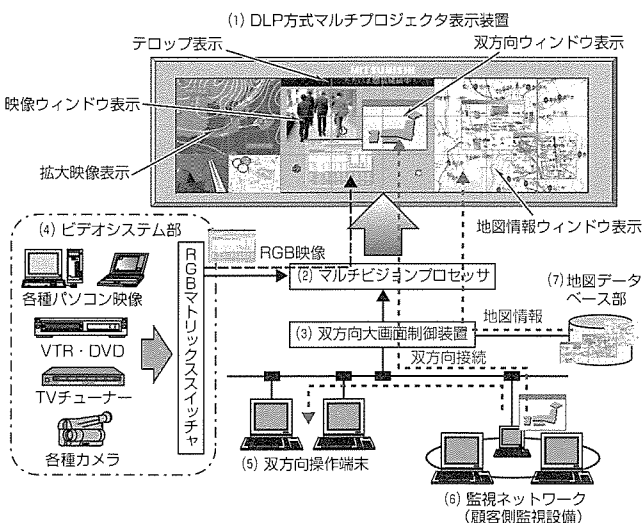


図1. 双方向マルチ大画面システム構成

(注2) “Windows NT”は、米国Microsoft社の登録商標である。

に地図情報ウィンドウとして様々な縮尺の地図を重畳表示するためのベクトル地図データを蓄積している装置である。

## 2.2 双方向マルチ大画面システムの特長

双方向マルチ大画面システムは、従来の監視業務の運用形態を革新する次の特長を備えている。

### (1) 超高精細大画面の実現

双方向マルチ大画面システムは、従来の大画面表示のような監視端末の画像を大きく表示する機能だけでなく、超高解像度大画面を一つのパソコンの表示装置と考え、複数の監視情報をその解像度を落とすことなく大画面上に任意に展開する、いわゆるマルチウィンドウ対応の超高精細大画面となる。

### (2) 協調監視運用の実現

複数の操作員が大画面上で監視端末の画面を共有し、自由にアクセスできる協調監視端末としての運用形態を実現している。さらに、大画面で共有するだけでなく、監視端末の画面を手元の双方向操作端末やネットワークで接続された他地点の操作端末に転送できる機能を活用することで、遠隔地の操作員からの支援を受けることも可能としている。

### (3) 複数ネットワークの統合・一元監視・省スペース化

このシステムでは、双方向大画面制御装置を介在させることで、監視業務に不可欠な複数のネットワークを統合し、一元的に監視ができるシステムが構築できる。大画面及び操作端末間で監視端末画面を共有したり、複数のネットワーク情報のある操作端末上に一元的に表示させることができる。操作端末上にすべての業務画面を集約することにより、夜間の監視業務における監視員の省力化、効率的運営の支援を可能としている。また、使用頻度の少ない端末を集約してバックヤードに設置することにより、監視ルームの効率的利用と省スペース化も実現でき、将来のシステム拡張においても、有効なスペースの確保が可能となる。

## 2.3 システムの機能概要

双方向マルチ大画面システムは、2.2節の特長を実現するのに必要な様々な機能を持っている。その中の代表的な機能について次に説明する。

### (1) 双方向ウィンドウ表示機能(第一世代双方向)

双方向ウィンドウ表示機能は、ネットワーク接続された監視端末の画像をマルチ大画面上に表示し、大画面上で操作をすることができる機能である。操作員は、マルチ大画面上に複数の監視端末の画像を並べて、一元的に監視情報の管理ができる。接続するネットワークがUNIX系システムの場合は、対象となる監視端末のXクライアント画面の表示先としてXサーバ搭載の双方向大画面制御装置を設定することでこの機能を実現している。複数の監視端末に対し同様の設定をすることで、そのクライアントとしての双方向大画面制御装置は、大画面上に複数の監視端末の画像をその解像度に合わせた高精細な画像として表示すること

が可能となる。これら監視端末の画像は大画面上でマウス操作やキーボード入力ができ、操作員は大画面上で複数の監視端末を操作することができる。

### (2) 映像ウィンドウ表示機能

監視端末の画像を映像信号として大画面上に取り込み、ウィンドウ形式でマルチ大画面の目地を意識することなく任意の位置に任意の大きさで表示する機能である。この機能を実現しているのはマルチビジョンプロセッサのオーバーレイの機能で、ベースの画面上にクロマキー方式でウィンドウを生成し、その中に監視端末の画像をオーバーレイする方式で実現している。上記(1)の双方向ウィンドウ機能で大画面上に表示される双方向ウィンドウと映像ウィンドウとは、パソコン上のウィンドウと同じ操作(拡大、縮小、移動)が可能である。

### (3) 地図情報ウィンドウ表示機能

地図データベースに蓄積されたデータを用い大画面上にウィンドウ形式で地図情報を表示する機能である。この機能は、地図データベース部に格納されたベクトル地図データを用い、双方向大画面制御装置によってウィンドウを生成することで実現している。また、外部LANから得られる自動車などの動態位置情報をリアルタイムに反映したシンボル表示、渋滞情報、交通規制情報等も地図上に重畳表示する拡張機能も搭載できる。

### (4) ウィンドウ転送機能(第二世代双方向)

ネットワークに接続された監視端末の情報を、大画面上だけでなく、双方向操作端末でも自由に選択して操作を行うことができる機能である。図2にその機能イメージを示す。UNIX系の各種監視端末のXクライアント画面はウィンドウサーバに集約されており、ビューワを搭載した双方向大画面制御装置と双方向操作端末に対しウィンドウ配信する方式でこの機能を実現している。この方式を採用したことにより、複数の監視端末を管理するウィンドウサーバが、監視端末を集約する形でウィンドウの配信を行うこと

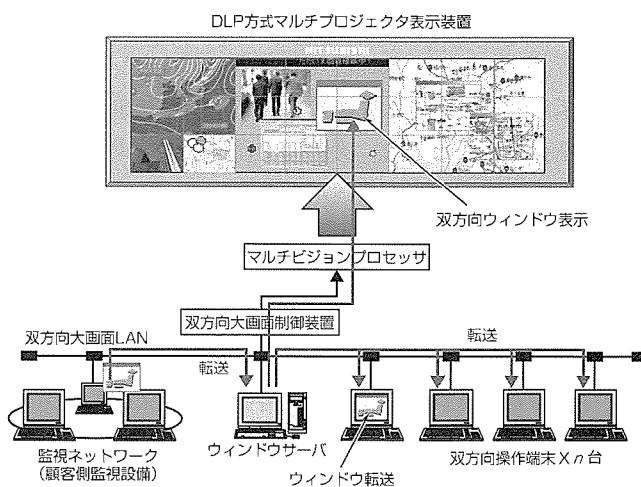


図2. ウィンドウ転送機能(第二世代双方向)

ができる。この機能により、大画面LANに接続されている操作端末であれば、監視ルーム以外の他の地点でも監視端末画像を共有し、外部から障害の確認や監視業務の支援を行うことができる。

## (5) リモートマルチカーソル機能

この機能は、操作員が手元の操作端末のマウスとキーボードを使い、大画面に表示されている各種ウィンドウをあたかも自分のデスクトップ上のものと同じ感覚で操作することが可能な機能である。この機能は、大画面をあたかも自分のパソコンのように自由に操作できる基本機能である。

## (6) テロップ機能

様々な情報を監視員が迅速に情報交換し共有化を行うための機能として、テロップ表示機能がある。新しい情報を受け取った監視員が操作端末から周知したい情報を入力し、大画面上にテロップ形式で表示することにより、迅速な情報伝達が行えるようになる。また、スケジュール機能を利用し、あらかじめ決められた時刻に連絡事項を設定しておくことにより、その時間に自動的に音声とともにテロップ情報が表示され、確実に業務内容を周知徹底することもできる。

## 3. 監視分野における具体的な事例

双方向マルチ大画面システムの各種機能が実際の監視分野においてどのように活用されているかについて、移動体通信網を監視する通信分野と、通信指令システムに代表される警察分野を例に紹介する。

### 3.1 通信分野

携帯電話などの移動体通信基地局や交換機、伝送路を監視するオペレーションセンターは、基地局の故障やネットワークの障害等を瞬時にアラームとして表示するシステムにより、操作員が制御卓から遠隔でシステムの切替え、故障の解析、復旧の作業を迅速に行う監視ルームである。

この分野におけるマルチ大画面システムは、監視アラームを表示する画面を常時表示し、監視端末の画面も大画面上にウィンドウ表示又は操作端末内で集約することで一元監視を行えるシステム構成となっている。ウィンドウ転送機能を活用することで、監視端末の効率的な運用と、操作員が席を移動することなく大画面又は自操作端末で複数のシステムを監視制御できる運用を実現している。

### 3.2 警察分野

警察分野の通信指令システムは、110番通報を受理し、パトカーや警官の現場急行への指示や被疑者逮捕への緊急配備の発令などを集中監視し、現場に対し迅速で適切な指示を与える指令センターである。通信指令システムにおける双方向大画面システムは、地図情報システムを融合し双方向マルチ大画面システムが造り出す超高精細大画面全体に精細な地図情報を表示し、全面地図及び地図情報ウイン

ドウ上にパトカー等の車両動態情報、交通管制センターから受信する渋滞等の交通情報、緊急配備の発令点・配備エリアの情報、交番の開設情報、及び警察官の張り込み情報等を重畳表示している。また、緊急配備発令時には、通信指令支援システムからの情報に連動し、自動的に関連情報を表示したり、アラームをブリンク表示したり、タイムリーに必要な情報表示を行うことで迅速かつ確実に業務支援を行うことで、通信指令システムの新しい利用形態を実現している。

警察分野では、通信指令システムのほか、災害対策・警衛・警護の際に統括指揮を迅速かつ確に行う目的で整備導入する“総合指揮システム”，特殊事件において現場配備計画・実施を行う目的で整備導入する“刑事対策システム”，主要道路の交通管制業務を総括する“交通管制センター”などがあり、これらのシステムにも業務形態の革新及び業務効率化のためこのシステム適用が可能である。

## 4. 今後の技術展開

今後の技術展開としては、次の2点に注目し、技術開発を進めていく予定である。

第一に、複数のネットワークを双方向マルチ大画面システムと結ぶことによって懸念されるネットワーク間のセキュリティ保持を確実に行う技術である。複数の監視ネットワークを一つのネットワークとして大画面が共有することからセキュリティ上物理的に接続できないネットワークはこのシステムに取り込むことができなくなるため、これを解決するための技術開発を推進する。

第二に、警察分野等における地図情報表示の操作性改善である。大画面化・高解像度化に伴い、画面全体に展開される地図情報が手元操作で自由にスクロールしまた必要な情報を瞬時に表示するためには、双方向大画面制御装置本体の描画処理速度を大幅に高速化していく必要がある。また、地図機能の高度利用への要求の高まりにこたえるため、3D地図への対応など地図情報処理の機能・性能アップ開発を推進する。

## 5. むすび

以上、双方向マルチ大画面システムの概要及び機能について説明したが、通信分野、警察分野だけでなく、従来グラフィックパネルと言われている表示装置を多く使用している分野での監視用途においてもこのシステムの採用が期待される。

今後、それらの事業分野においても応用できる双方向マルチ大画面システムに発展させ、監視分野におけるDLP表示装置と双方向マルチ大画面制御装置を基本プラットフォームとする顧客満足度の高いシステム製品の普及・拡大に努めていく所存である。



# 高輝度モニタ用CRT

長瀬章裕\* 村上文昭\*\*  
 平野孝之\*\* 中西功二\*\*\*  
 近藤利一\*\*

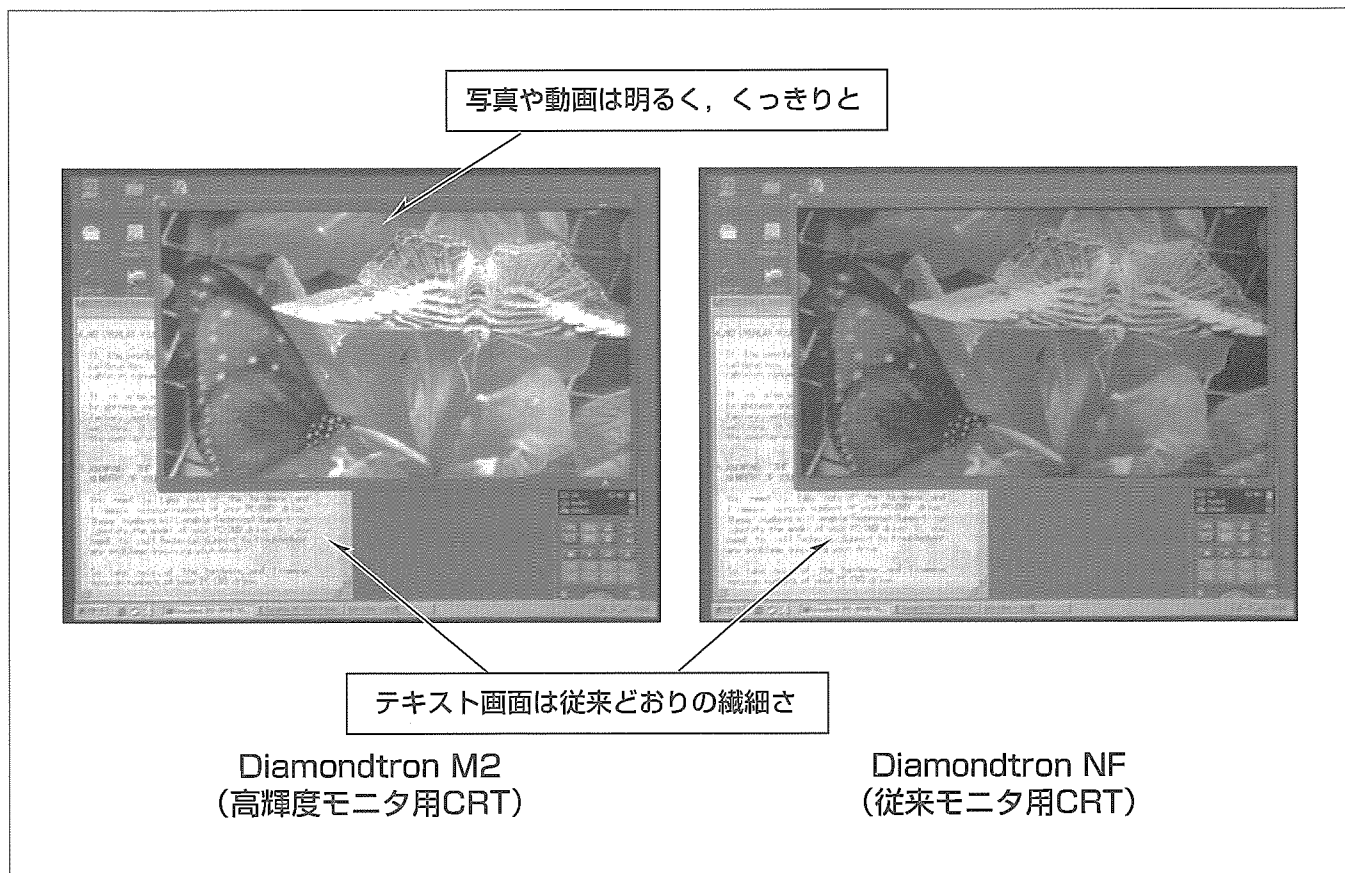
## 要旨

動画が主体であり高輝度化が優先されるTV用CRT (Cathode Ray Tube)とは異なり、主にワープロやCAD等を目的として使われてきたパソコンモニタ用CRTは、高精細化に重きが置かれて開発されてきた。しかし、近年、ブロードバンド化やDVD等の大規模容量メディアの普及に伴い、パソコンモニタで写真や動画を表示する機会が増えてきている。

従来のパソコンモニタ用CRTで表示できるピーク輝度はTV用のそれと比較すると半分程度しかなく、写真や動画を映した場合の輝度不足(コントラスト不足)はいなめない。しかし、モニタ用の駆動回路は高周波対応させる必要

があるため、回路側で工夫し高輝度モニタを作るのはコストの面での負担が大きい。そのため、低価格で高輝度・高精細を達成するCRT開発の要望が高まっていた。

三菱電機では、他社に先駆けて、2001年に17型と19型のパソコンモニタ用高輝度CRT“Diamondtron M2シリーズ”を順次製品化し好評を得ている。そして今年度、17型の更なる高輝度モデルを開発して量産化し、また、フォーカス性能的に最も厳しい22型についても高輝度化を行い、量産を開始した。今回、これら高輝度パソコンモニタ用CRTに使われた技術に関して述べる。



## 高輝度モニタ用のCRTの効果

ダイヤモンドトロンM2管は、同じドライブ電圧でも現行比約2倍の高い電子放出の得られる新開発電子銃を搭載することにより、高輝度表示を実現し、また、高解像度の必要な文字表示では最適輝度で現行ダイヤモンドトロンNF管と同等の高解像度表示を可能としている。

### 1. ま え が き

従来のモニタでは、メールやワープロといったテキストを扱う場合がほとんどで、視距離も50cm程度であり、通常80~150cd/m<sup>2</sup>の輝度で使用されている。そのため、パソコンモニタ用CRT(以下“モニタ用CRT”という。)の開発では、高輝度化よりむしろ高精細化に力が注がれてきた。しかし近年、デジタルメディアの発達により、パソコン上で写真などの画像を表示する機会も多くなってきた。

画像を美しく表示するのに要求される輝度は画面サイズや視距離によって異なるが、例えば17型の場合は300cd/m<sup>2</sup>以上が必要と考えられており<sup>(1)</sup>、従来のモニタ用CRTでは明らかに能力不足であった。

この新しい市場のニーズに対応するために、

- (1) ドライブ振幅を増やすことなく、画像表示に十分な輝度を確保する。
  - (2) テキスト画面表示を行う輝度では従来のフォーカス特性同等以上とする。
- という目標を掲げ、今回、高輝度パソコンモニタ用CRT(以下“M2管”という。)を開発した。

### 2. ドライブ特性

CRTのピーク輝度を上げる方法としては①蛍光体の発光効率を高める、②カソード電流を増やす、③アノード電圧を高くする等の方法が考えられるが、今回は、ドライブ特性を改善し、カソード電流を増やす方法で高輝度化を行った。

カソードが加熱されることによって発生した熱電子は、カソードに対向するG1電極、G2電極に印可された電圧(通常G1電極は接地、G2電極は700V程度)と、カソードに印加される電圧で形成する電界によって制御される。カソードから電子が出射しない状態でのカソードの電位V<sub>c</sub>(これをカットオフ電圧と呼ぶ)は従来のモニタ用CRTでは115V程度であり、これにビデオ信号を付加することでカソード電流量を調節する。

電子銃の三極部を図1に示す。

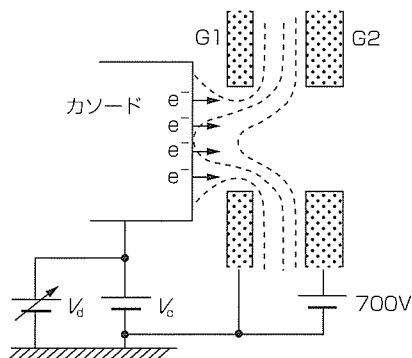


図1. 電子銃の三極部模式図

モニタ用CRTの場合は高周波駆動させる必要があるため、汎用的なドライブ回路においては、使用されているトランジスタの耐圧特性の関係から、ビデオ信号の電圧振幅(ドライブ電圧振幅)は50V程度が限界となる。

### 3. カットオフ電圧とドライブ特性

カソード電流量と輝度はほぼ比例関係にある。従来のモニタ用CRTでは要求されるピーク輝度が高々150cd/m<sup>2</sup>であることから、1カソード当たり最大で500μA程度のカソード電流を出せば十分であった。しかし今回、例えば17型で300cd/m<sup>2</sup>を達成しようとする、少なくとも1カソード当たり820μAの電流を取り出す必要がある。

一般的な電子銃において、カソード電流I<sub>c</sub>は、経験的に次の式で表されることが知られている。

$$I_c = K \frac{V_d^{\gamma}}{V_c^a}$$

ここで、V<sub>d</sub>: ドライブ電圧

V<sub>c</sub>: カットオフ電圧

K: 比例定数

$$\gamma - a = 1.5$$

これから、カットオフ電圧を低くすることで一定のドライブ電圧に対してカソード電流をより多く取ることが可能になることが分かる。

カットオフ電圧はG1電極、G2電極の形状、またカソードを含めたこれらの位置関係によって決まるが、今回、G1電極の板厚を従来の80μmから65μmと薄くすることで、その他の寸法を大きく変更することなく、V<sub>c</sub>を115Vから65V程度にまで低くした。これにより、約2倍(当社従来比)のドライブ特性を得ることが可能となった(図2)。

### 4. カットオフ電圧とビームエミッタンス

ビームの質を表す指標としてエミッタンスがある。CRTのスクリーン面で観測されるビームスポットは電子銃の主レンズで集束されたエミッタンスの写像であり、エミッタンスを小さくすることは高精細化の一手段である。

一方、今回ドライブ特性を向上させるためにカットオフ

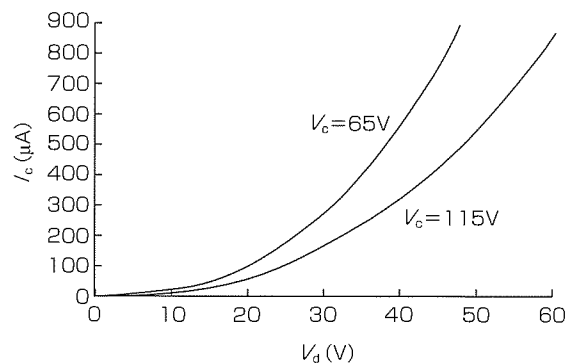


図2. ドライブ特性

電圧を下げることにしたが、これはエミッタンスの劣化につながる。例えばカットオフ電圧を115Vから65Vにすると、図3に示すように、2割から4割程度劣化する。

モニタ用という性質上、通常の輝度領域では従来同等以上のフォーカス性能を確保するのは不可欠であり、エミッタンス劣化分をいかにカバーしフォーカス性能を確保するかが、高輝度化に対する最大の課題である。

### 5. フォーカス性能向上

フォーカス性能を改善するためには、先に述べたとおりエミッタンスを改善するか、電子銃のレンズを修正し倍率・収差を改善する必要がある。今回、これらを組み合わせることでフォーカス改善を行った。

#### 5.1 エミッタンス改善

エミッタンスを改善させる方法として、G1電極の孔径を小さくする方法がある。このときカソードの電流密度が上がり寿命特性が劣化するため対策が必要となるが、当社が開発したW蒸着酸化カソードを用いることでこの問題を解決した。

G1電極孔径を設計する上での制約条件であるカソードの最大電流密度は、CRT用電子銃に一般的に使われている酸化カソードでは0.5A/cm<sup>2</sup>程度で、当社が1986年から実用化している酸化スカンジウム分散型カソードをもってしても2A/cm<sup>2</sup>が限界である。一方、他社では高電流密度対応として含浸型カソードも近年使われつつあるが、コストがかかりすぎる。これらに対し、当社が開発したW蒸着酸化カソードは従来の酸化カソード比10%程度のコストアップで1.5倍の3A/cm<sup>2</sup>の電流密度まで対応可能となり(表1)、今回、G1電極の孔径をφ0.35mm相当まで小さくした。これにより、例えば当社が従来17型に使用していたφ0.4mmの場合に対して、エミッタンスは約3割の改善が可能となる。

#### 5.2 レンズ倍率改善

フォーカス性能を向上させる手法として、主レンズのための前段集束レンズ系を多段化し、レンズ系の総合倍率を下げるとともに収差を低減させる方法がある。当社でも、

比較的大型の19型や22型ではこのタイプの電子銃を採用している。

一方、17型は従来バイポテンシャルの単純な電子銃を採用しており、新たに多段集束レンズ系を採用すればフォーカス性能は改善可能である。しかし今回、コスト面から多段集束レンズ系の採用は見送り、代わりにカソードから主レンズ間の電子銃長を伸ばすことで倍率を低減させた。図4は、電子銃長を伸ばした場合のレンズ倍率特性を当社が従来使用してきた多段集束レンズ系を採用した場合と比較した結果、及び電子銃長を伸ばしたときのフォーカス電圧の変化である。

この結果から、レンズ倍率の点では電子銃長を約2mm伸ばせば多段式前段レンズと同等の効果を得られることになる。一方、物点位置を後退させ倍率を下げることは、フォーカス電圧上昇につながる。従来のモニタ用回路に使用されているフライバックトランスとの互換を考えた場合、フォーカス電位はアノード電圧の27%以下に抑える必要があり、今回は従来比3mm電子銃を伸ばすこととした。

#### 5.3 収差改善

電子銃の主レンズからスクリーン面までの距離が長くフォーカス性能的に最も厳しい22型CRT対応として、新たに2段主レンズ方式の電子銃を開発した(図5)。

高周波偏向で使用されるモニタ用CRTの場合、電子銃が挿入されるCRTネック部の外形は、偏向感度の関係から通常φ29mmである。この限られたスペースの中で電子銃の主レンズを最大限大きくするため、当社では、初めて2段主レンズ電子銃を採用した。2段主レンズの中間電極

表1. CRT用カソードの比較

	含浸型カソード (Mタイプ)	酸化カソード (従来型)	W蒸着酸化カソード
電流密度	5~10A/cm <sup>2</sup>	0.5A/cm <sup>2</sup>	3.0A/cm <sup>2</sup>
仕事関数	1.9eV	1.1eV	1.1eV
動作温度	1,050℃	800℃	800℃
寿命	10,000時間以上	10,000時間以上	10,000時間以上
比較コスト	5~10	1	1.1

出典：信学技報<sup>(2)</sup>

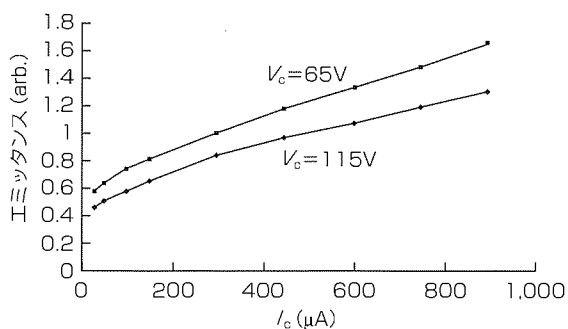


図3. エミッタンス特性

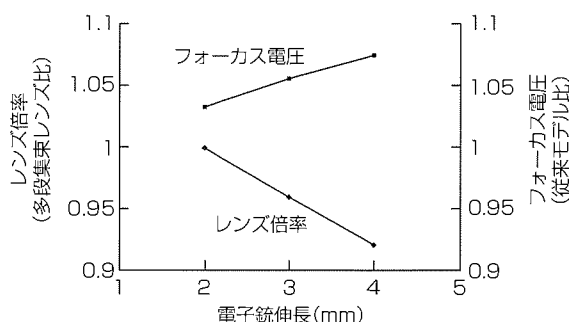


図4. 電子銃長さと言率、フォーカス電圧

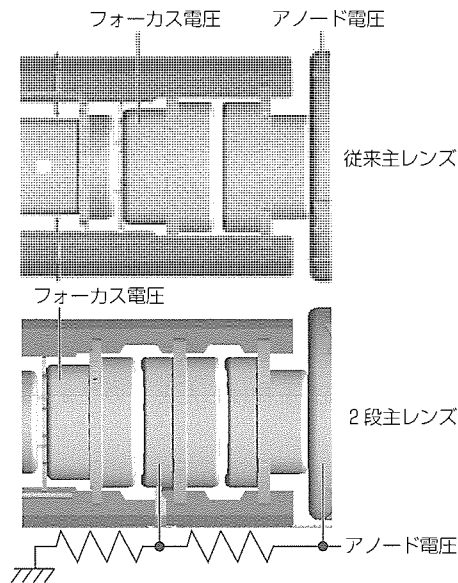


図5. 電子銃の主レンズ部模式図

の電位はアノード電極から内蔵抵抗で分圧供給するため任意の電位を設定できるが、今回、中間電極の電位をアノード電位の43%となるように主レンズを新規設計したことで、当社従来主レンズに対して、収差係数では水平方向で約4割、垂直方向に至っては約7割の改善を達成した。

#### 5.4 結 果

図6に、22型M2管と従来22型CRTの画面中央でのビームスポット径比較を示す。測定はミノルタ社製CRT FOCUS METER CB-250を使用し、輝度は $120\text{cd}/\text{m}^2$ に設定して測定した。人間が視認できる限界であるピーク輝度比5%の線幅では縦線は従来比同等、横線に関しては従来比5%の改善とフォーカス改善の効果を確認した。

これら技術により、17型、19型、22型の各高輝度モニター用CRTは、50Vのドライブ電圧で美しく画像を表示するのに十分な高輝度表示が可能になることに加え、モニターに求められるテキスト画面の高精細表示の点でも従来比同等以上の性能を確保しているという、高性能で使いやすい製品になった。

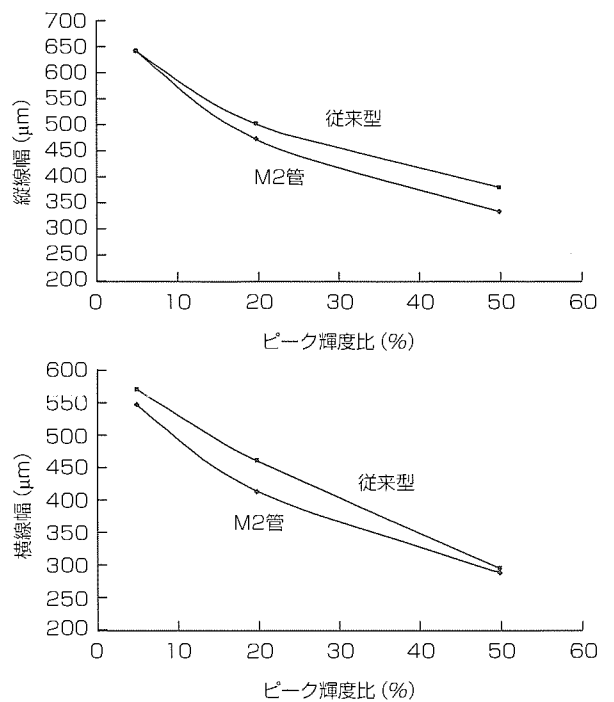


図6. 22型画面中央スポット径比較

## 6. む す び

今回、17型、19型、22型の高輝度パソコンモニターを他社に先駆けて量産し好評を得ることができた。

一方、情報機器の普及とともにパソコンモニターで画像を表示する機会は今後も増え続けることが予想され、高輝度パソコンモニター用CRTのニーズはますます高まると考える。

### 参 考 文 献

- (1) 中村芳知, ほか: 高輝度マルチメディアブラウン管 (17型Diamondtron M2管)の開発, 月刊ディスプレイ, No.7, 23~28 (2001)
- (2) 寺元浩行, ほか: タングステン蒸着酸化カソード, 信学技報, EID99-42, 25~30 (1999)

# カラーマネジメント技術の現状と将来

香川周一\*  
杉浦博明\*\*

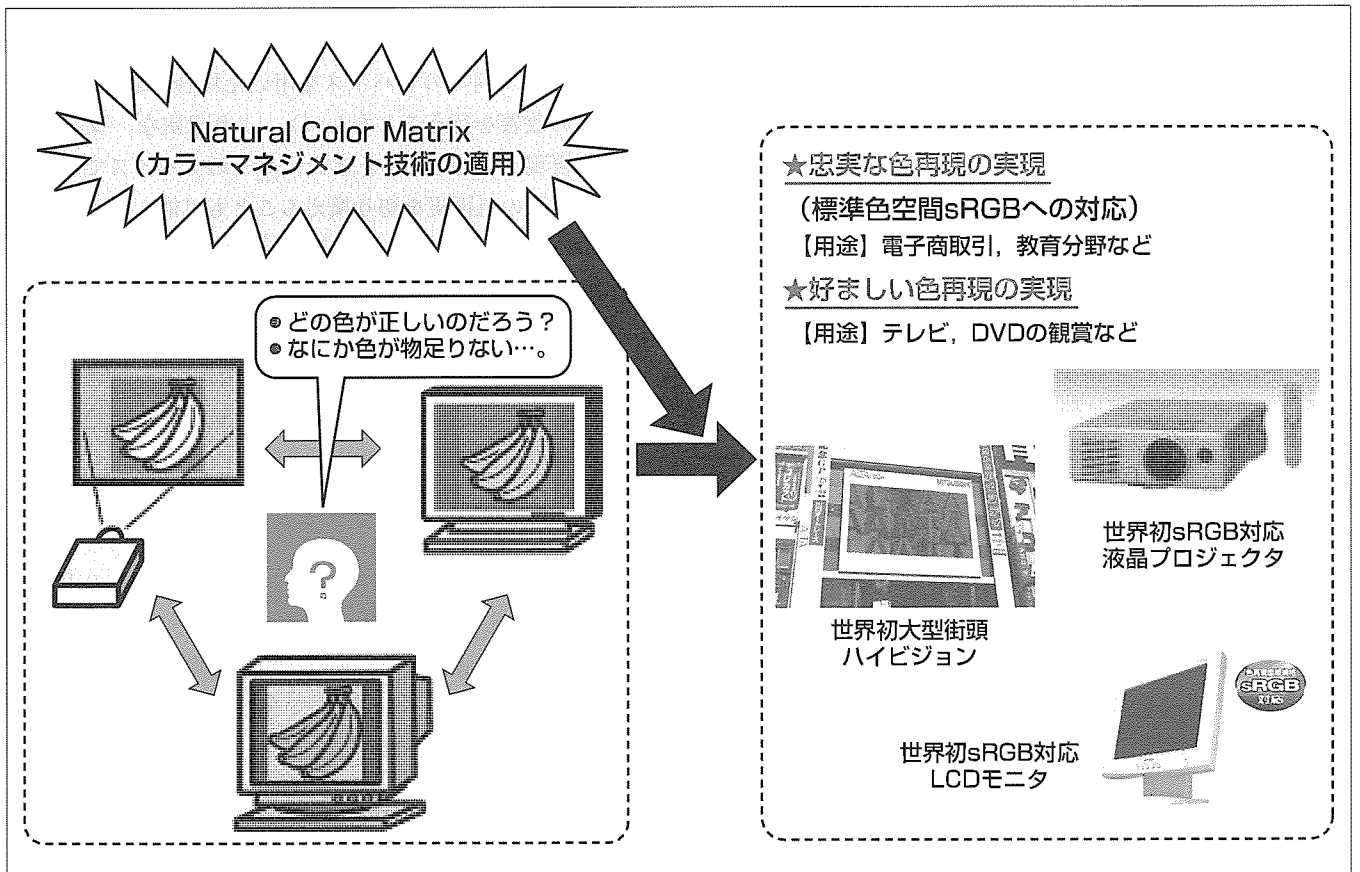
## 要旨

近年、様々なカラーディスプレイが実用化されているが、これらのディスプレイにおける色再現は、現状では必ずしも十分でない場合が多く、色再現の向上が望まれる。

三菱電機では、各種ディスプレイにおける色再現の不具合に対し、カラーマネジメント技術に基づいた画像処理技術により、その改善に取り組んでいる。特に独自の色変換技術であるナチュラルカラーマトリックス(Natural Color Matrix: NCM)を開発し、ハードウェア化して搭載することにより、カラーディスプレイにおける色再現の改善を行っている。この結果、標準色空間sRGBへの対応を、液晶プロジェクタ、LCD(Liquid Crystal Display)モニタに関して世界で初めて実現した。国際標準であるsRGBへの対

応は、電子商取引や教育分野などの忠実な色再現が求められる用途において非常に有用である。また、NCMは、記憶色の再現に対しても効力を発揮する方式であり、家庭におけるテレビや映画の観賞などの好ましい色再現が望まれる用途においても非常に有用である。NCMは、上述の液晶プロジェクタ、液晶ディスプレイのほか、LED(Light Emitting Diode)タイプの大型ディスプレイや携帯電話等にも搭載され、その色再現の向上に活用されている。

さらに将来、sRGBよりも広い範囲の色を扱うことが可能な拡張色空間が国際標準として規定されることが予想される。今後、拡張色空間に対応した色変換技術などの表示技術開発を行う予定である。



## カラーマネジメント技術によるカラーディスプレイの色再現の改善

カラーディスプレイにおける色再現はそれぞれに固有の色再現を示すため、ユーザーの混乱を招くことがあった。また、それぞれの色再現は必ずしも十分でなく、物足りなく感じられることもあった。カラーマネジメント技術に基づいた画像処理技術(色変換技術)であるナチュラルカラーマトリックスをディスプレイに搭載することで、電子商取引などに求められる忠実な色再現や、テレビやDVDの観賞などに求められる好ましい色再現をともに実現することが可能となる。

## 1. ま え が き

近年、直視型CRT(Cathode Ray Tube)ディスプレイ以外にも、様々なカラーディスプレイが実用化されている。直視型のディスプレイとしては、LCD、LED、PDP(Plasma Display Panel)等があり、投射型としては、LCD、DLP™(Digital Light Processing™)<sup>(注1)</sup>等がある。これら各種のカラーディスプレイにおいて、色再現は非常に重要である。しかし、これらのディスプレイにおける色再現は、現状では必ずしも十分でないとともに、各装置はその原理や用いられる素子の特性によってそれぞれに固有な色再現を示す場合が多く、結果としてユーザーの混乱を招くこととなる。例えば、CRTディスプレイモニタを用いて作成したプレゼンテーションのコンテンツを液晶プロジェクタで表示した場合に、予期しない色再現によってユーザーが混乱してしまうことなどが考えられる。

当社では、各種ディスプレイにおける色再現の不具合に対し、カラーマネジメント技術に基づいた画像処理技術によってその改善に取り組んでいる。特に独自の色変換技術(画像処理技術)であるNCMを開発し、ハードウェア化して搭載することにより、LCDモニタや液晶プロジェクタなどにおける色再現の改善を行っている。

本稿では、ディスプレイにおけるカラーマネジメントの重要性や手法、NCMの概要について紹介する。

## 2. ディスプレイにおいて求められる色再現

近年では、インターネットの普及などにより、遠隔地で同一の画像を見るような状況も非常に多くなっている。特に、電子商取引においては、ディスプレイに表示されるカラー画像がカタログとしての役割を果たすことになり、その色(色情報)を含む正確な情報を顧客に伝えることが要求される。その“色”が商品価値や特長において大きな割合を占めるような場合においては、ディスプレイ装置ごとの色再現の相違は商取引を行う上での大きな障害となりかねない。例えば、多数の色を扱う衣料品の販売において、オレンジ色の商品を注文したつもりが、実際には黄色の商品であったということが起きる可能性もある。このように、電子商取引においては、コンテンツ作成者の意図する色が視覚的に忠実に再現されること、すなわち視覚的に忠実な色再現(以下“忠実な色再現”という。)が非常に重要となる。忠実な色再現は、教育分野などにおいてもまた重要となる。

一方、家庭におけるテレビや映画の観賞においては、表示される画像と被写体とを直接比較できない場合がほとんどである。この場合は、観賞者が好ましいと感じられる色再現、すなわち好ましい色再現が望まれることとなる。好

ましい色再現の実現においては、記憶色の再現が重要となる。記憶色とは、“レモンは黄色い”など、具体的な事物と関連付けられて人間に記憶されている色である。記憶色は実物の色と必ずしも一致せず、全般的にはよりイメージが強調された色、実際の色よりも鮮やかな色となる。したがって、好ましい色再現は、忠実な色再現とは必ずしも一致せず、より鮮やかな色再現となる。

以上のように、ディスプレイにおける色再現においては、電子商取引や教育分野などの用途では忠実な色再現が望まれ、家庭におけるテレビや映画の鑑賞などの用途では好ましい色再現が望まれる。

## 3. ディスプレイにおける色再現改善手法

ディスプレイにおける色再現改善の手法としては、デバイスを改善することと、カラーマネジメント技術に基づいた画像処理を行うことによって見た目の色再現を向上させることが挙げられる。可能であればデバイスの改善を行うのが基本ではあるが、デバイスの改善は大幅なコストアップにつながる場合が多い。また、ディスプレイデバイスにおいては、表示の明るさと色再現はトレードオフの関係にあるのが一般的である。この場合、色再現の向上が明るさの低下につながるものとなる。

一方、カラーマネジメント技術に基づいて画像処理を行う場合には、同一のデバイスを用いた場合においても(デバイスの改善を行うことなしに)、より忠実な、又は好ましい色再現が可能となる。また、単一のデバイスで用途によって複数の色再現を切り換えることも可能となる。電子商取引においては忠実な色再現、家庭におけるテレビや映画の観賞においては好ましい色再現と用途に応じた切換えが可能となる。

これらのことから、ディスプレイにおける色再現を改善する手法として、カラーマネジメント技術に基づいた画像処理を行うことは非常に有用である。

## 4. カラーマネジメント技術

オープンシステムにおけるカラーマネジメントの手法としては、大別して二つの手法が考えられる。一つはプロファイルによる手法であり、もう一つは標準色空間による手法である。

### (1) プロファイルによる手法

色彩画像信号に加え、各々の機器の色彩特性を色変換部に引き渡す手法である。その例としては、ICC(International Color Consortium)プロファイル、VESA(Video Electronics Standards Association)、EDID(Extended Display Identification Data)のファイルなどが挙げられる。

### (2) 標準色空間による手法

伝送する色彩画像信号が準拠すべき色空間を一意に決め

(注1) DLP™, Digital Light Processing™は、米国テキサスインスツルメンツ社の商標である。

るものである。その例としては、ITU(International Telecommunication Union)-R BTの放送規格、IEC(International Electrotechnical Commission)のsRGBなどが挙げられる。

それぞれの手法には、表1に示すようなメリット、デメリットがある。表から分かるように、プロファイルによる手法は、印刷業界などのプロ用との位置付けである。一方、標準色空間による手法は、色彩に関して専門知識の少ないコンシューマー用との位置付けで、インターネットを介して各種ウェブサイトから得られるカラー画像を取り扱うために適した手法である。

### 5. 標準色空間sRGB

インターネットに代表されるマルチメディア用の標準色空間が必要との要請にこたえる形で、1999年10月にsRGBが国際標準IEC61966-2-1として制定された。DSC(Digital Still Camera)などから得られるカラー画像、又はウェブサイトのコンテンツ等は、上記国際標準に規定された次の三つの条件下で画像を観測されることを想定して生成される。その結果、カラー画像の送り側と受け側が同じ色再現を共有できるわけである。

条件1：リファレンスディスプレイの特性

条件2：リファレンス視環境

条件3：リファレンス観測者

実際のディスプレイの設計においては、条件1において規定されたリファレンスディスプレイの特性(表2)が目標仕様となる。

ここで、表1にもあるように、実際のディスプレイの特性が表2の特性が理想状態からずれている場合には、色が合わなくなってしまう。例えば、投射型プロジェクタについては、米国マイクロソフト社、セイコーエプソン、三菱電機などを中心に作成されたガイドラインがある。

### 6. ナチュラルカラーマトリックス

ディスプレイにおいて最もsRGBへの対応が早かったのが、CRTディスプレイモニターである。CRTディスプレイ

モニターにおいてsRGBへの対応が早かった理由は、次のとおりである。

表2に示すsRGBリファレンスディスプレイの特性は現在のCRTの特性をほぼ代表する特性であるため、白色点、輝度レベルなどを適当に設定することによって比較的容易にsRGB対応が可能となるので、特にハードウェアの追加などすることなくsRGB対応CRTディスプレイモニターを実現できる。

その後、NEC三菱電機ビジュアルシステムズ(以下“NMビジュアル”という。)などからsRGB対応LCDモニター、三菱電機などからsRGB対応プロジェクタが発売された。これらの製品のsRGB対応が遅れた理由は、それぞれのデバイスの色再現がCRTと大きく異なっていたため、何らかの工夫(良好な色再現を得るための画像処理技術である色変換技術)が必要であったためである。三菱電機、NMビジュアルにおいては、sRGB対応ディスプレイの開発にいち早く着手し、そのために有効な技術として独自の色変換方式ナチュラルカラーマトリックスを実用化した。

NCMは、新規に開発したマトリックス演算による方式であり、プリンター用の色変換方式として一般的な3D-LUT(3 Dimensional Look Up Table)と異なり大容量のメモリを必要としない。したがって、回路規模の点からハードウェア化が容易な方式であると言える。このことから、動画の表示が必要でありリアルタイム処理が要求されるディスプレイへの適用に適した方式である。

NCMは、無彩色データ、六つの色相領域データ、及び六つの色相間領域データを演算項としてマトリックス演算を行うように構成されており(図1)、六つの色相領域及び六つの色相間領域における色再現をそれぞれ独立に調整可能としているため、様々な色変換特性を柔軟に実現できる方式である。

これらの特長から、NCMを用いればsRGBへの対応(上述のガイドラインへの適合)は容易となる。三菱電機、NMビジュアルの製品においては、NCMを用いることにより、液晶プロジェクタ、液晶ディスプレイに関するsRGB対応を世界で初めて実現した。

表1. カラーマネジメント手法の比較

手 法	メリット	デメリット
プロファイルによる手法 (印刷業界・プロ用)	●プロファイルのサイズを大きくすることにより、精度の高い色再現を得ることが可能である。	●ネットワーク環境で用いるためには負荷が重くなる。 ●プロファイルを指定した状態からユーザー調整によってずれてしまった場合には、効果が期待できない。
標準色空間による手法 (コンシューマー用)	●伝送するデータのサイズを小さくすることができ、ネットワーク環境に適する。 ●各種画像入出力機器の設計目標が明らかになる。	●理想状態からずれている場合に色が合わなくなる。 →ガイドラインが必要

表2. リファレンスディスプレイの特性

項 目	特 性
輝度レベル	80cd/m <sup>2</sup> .
白色点	D65(x=0.3127, y=0.3290)
RGB色度点	ITU-R BT. 709-3
ガンマ特性	2.2

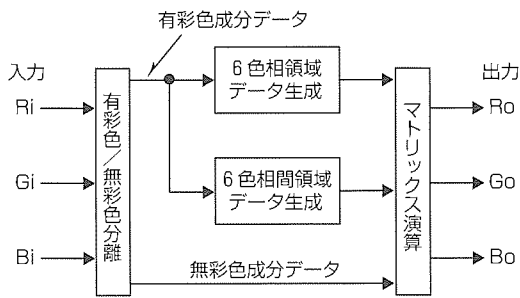


図1. ナチュラルカラーマトリックス

一方、NCMは好ましい色再現の実現に対しても効力を発揮する。NCMでは、色相の異なる複数の記憶色について、それぞれ独立に色再現の調整が可能となる。例えば、芝生の緑と肌色の色再現をそれぞれ独立に調整することができ、一方の色再現を改善することによって他方の色再現が劣化することはない。

以上のように、NCMは、忠実な色再現の実現にも、好ましい色再現の実現にも非常に適した色変換方式である。NCMは、上述の液晶プロジェクタ、液晶ディスプレイのほか、LEDタイプの大型ディスプレイや携帯電話等にも搭載され、その色再現の向上に活用されている。さらに、NCMを搭載したLSIも販売されている。

### 7. カラーマネジメント技術の将来

標準色空間としてsRGBが規定されることにより、各種カラー画像機器の色再現目標が明確になった。また、PC(Personal Computer)の接続を前提としないため、各種カラー画像機器の直接接続が可能となるなどのメリットがある。その反面、sRGBの色再現域はカラーCRTディスプレイモニタの特性に準じており、銀塩写真や印刷など、他のカラー画像機器において再現可能な色をすべて再現することができないという問題もある。この問題を解決するため、IECでは、sRGBの補遺として、それら他の機器の色再現域を含むことのできるbg-sRGB(big-gamut sRGB)や、sYCCなどが審議されている。

また、色空間は、“入力系によって定義されたもの”と“観察系によって定義されたもの”に分けることができる。sRGBは、リファレンスディスプレイに表示された画像がリファレンス視環境下で正しく見えるように定義されており、“観察系によって定義されたもの”と言える。一方、CG業界などにおいて、“入力系によって定義されたもの”

のニーズが高まっているため、IECにおいては、シーンに関連した色空間であるscRGB(relative scene RGB)の審議も進んでいる。これら拡張色空間bg-sRGB, sYCC, scRGBにおいては、sRGBとの整合を保つように考慮されている。

以上の動向を考慮すると、ディスプレイにおいては、これらの拡張色空間に対応した色変換技術などの表示技術が必要となる。

### 8. むすび

ディスプレイにおける色再現の重要性やカラーマネジメント技術を用いた色再現の改善手法の現状及び将来の動向について紹介した。また、三菱電機の取り組みとして、ディスプレイにおける色再現向上に有効な色変換方式であるNCMの概要について紹介した。

将来、sRGBよりも広い範囲の色を扱うことが可能な拡張色空間が国際標準として規定されることが予想される。今後、拡張色空間に対応した色変換技術などの表示技術開発を行う予定である。

### 参考文献

- (1) IEC 61966-2-1: Multimedia Systems and Equipment-Colour Measurement and Management-Part 2-1: Colour Management-Default RGB Colour Space-sRGB(1999)
- (2) <http://www.microsoft.com/hwdev/tech/color/ColorTest.asp>
- (3) Sugiura, H., et al.: Development of New Color Conversion System, Proceedings of SPIE, **4300**, 278~289 (2001)
- (4) 香川周一, ほか: 新色変換方式の開発, 月刊ディスプレイ, No.7, 65~70 (2000)
- (5) 香川周一, ほか: 液晶プロジェクタにおける色再現の改善, 映像情報インダストリアル, No.2, 54~58 (2001)
- (6) 杉浦博明: 別冊NEW MEDIA「プロジェクター総覧」, 74~77, ニューメディア (2001)
- (7) 杉浦博明: てれびさろん~知らないわけではないけれど~ 第61回 sRGBとは、なんですか?, 映像情報メディア学会誌, **56**, No.8, 39~40 (2002)





# 特許と新案

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは  
三菱電機株式会社 知的財産渉外部  
電話(03)3218-9192(ダイヤルイン)

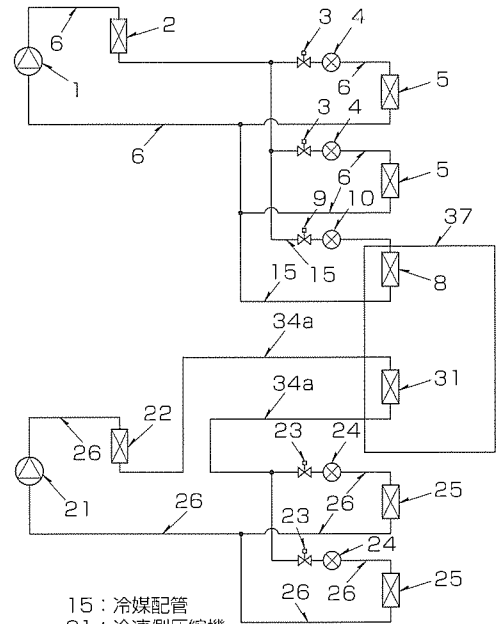
## 複合型冷媒回路設備 (特許 第3046169号, 特開平6-241591号)

発明者 榎本久孝, 矢尾田耕作, 池内正毅, 根来耕一, 大畑晃一, 中野忠明

この発明は、冷凍効率の高い冷媒回路の余剰の冷熱を冷凍効率の低い冷媒回路に移動させることにより、設備全体としての総合的な冷凍効率を向上し得る複合型冷媒回路設備の提供を目的としている。

この複合型冷媒回路設備によれば、冷凍効率の高い高冷却温度側である冷蔵側冷媒回路の冷蔵側蒸発器(5)で消費された後に余剰となった冷熱が、冷蔵側蓄熱用蒸発器(8)を介して蓄熱槽(37)の蓄熱剤に蓄冷される。そして、この冷熱は、蓄熱槽(37)の冷凍側過冷却用熱交換器(31)を介して冷凍効率の低い低冷却温度側である冷凍側冷媒回路に供給され、冷凍側冷媒回路の冷凍側蒸発器(25)で消費される。

具体例として、食品店舗のショーケースは冷蔵用(蒸発温度-5~-15℃)と冷凍用(蒸発温度-30~-40℃)の異なる複数の被冷却環境をそれぞれ冷却するが、上記の如く熱移動させることにより、システム全体の冷凍効率を上げることができた。



- |               |            |                 |
|---------------|------------|-----------------|
| 1: 冷蔵側圧縮機     | 15: 冷媒配管   | 31: 冷蔵側過冷却用熱交換器 |
| 2: 冷蔵側凝縮機     | 21: 冷凍側圧縮機 | 33: 冷媒配管        |
| 3: 冷蔵側電磁弁     | 22: 冷凍側凝縮器 | 34a: 冷媒配管       |
| 4: 冷蔵側膨張弁     | 23: 冷凍側電磁弁 | 37: 蓄熱槽         |
| 5: 冷蔵側蒸発器     | 24: 冷凍側膨張弁 |                 |
| 6: 冷媒配管       | 25: 冷凍側蒸発器 |                 |
| 8: 冷蔵側蓄熱用蒸発器  | 26: 冷媒配管   |                 |
| 9: 冷蔵側蓄熱用電磁弁  |            |                 |
| 10: 冷蔵側蓄熱用膨張弁 |            |                 |

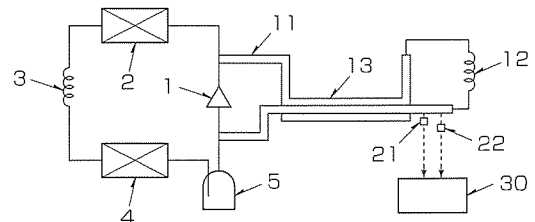
## 非共沸混合冷媒を用いた冷凍空調装置 (特許 第2948105号, 特開平8-75280号)

発明者 隅田嘉裕

この発明は、冷凍空調装置内を循環する非共沸混合冷媒の循環組成検知方法に関するものである。オゾン層保護の観点から、ビル空調用などの大型空調機の代替冷媒としては、3種類のHFC系冷媒を混合したR-407C(R-32/R-125/R-134a; 23/25/52wt%)が選定された。ところがこの冷媒は、沸点の異なる冷媒が混合された非共沸混合冷媒であるため、単一冷媒とは異なり、運転状態によってサイクル内を循環する組成が変化する。循環組成が変化すると、冷媒の飽和温度-圧力特性が変化し、サイクルの状態を最適に制御して高効率運転を行うためには、循環組成を検知することが必要となる。

この発明では、ある圧力における気液二相状態の混合冷媒の温度が組成と乾き度(気液の質量比率)とともに変化する特性を利用して、サイクル内の循環組成を温度と圧力情報から間接的に検知している。図に示すように、圧縮機(1)の吐出ガスの一部を毛細管(2)を介して圧縮機吸入側にバイパスし、毛細管前後で熱交換(13)させて、毛細管出口部に気

液二相冷媒を形成する。毛細管入り口部の高圧液冷媒温度と毛細管出口部の低圧気液二相冷媒の温度(21)と圧力(22)から毛細管出口部の冷媒乾き度を推定し、サイクル内を循環する冷媒組成を検知している。この発明により、冷凍空調装置の運転状態や冷媒漏洩などによって循環組成が変化しても常にサイクルを最適に制御することができ、安定した冷暖房能力と高信頼性を実現することができる。



- |                 |                    |
|-----------------|--------------------|
| 1: 圧縮機          | 12: 第2毛細管(第2減圧装置)  |
| 2: 凝縮器          | 13: 二重管熱交換器(冷却手段)  |
| 3: 第1減圧装置(減圧装置) | 21: 第1温度検出器        |
| 4: 蒸発器          | 22: 第1圧力検出器(圧力検出器) |
| 11: バイパス配管      | 30: 組成演算器          |



# 特許と新案\*\*\*

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは  
三菱電機株式会社 知的財産渉外部  
電話(03)3218-9192(ダイヤルイン)

## 電気温水器 (特許 第2939858号, 特開平8-145469号)

発明者 岡部正義, 友田伸一, 中山正勝, 近藤正司

この発明は、複数の電力制度に対応した沸き上げ制御を行うことのできる電気温水器に関するものである。

現在の電力制度には深夜電力のみが供給される深夜電力制度Aと恒常的に電力が供給される時間帯別電灯料金制度Bがあり、ユーザーは自分の生活パターンに合った電力制度を電力会社と契約して電気温水器を使用している。

この発明は、タンク(1)内の水の沸き上げを制御する制御装置(5)に供給電力を検知する供給電力検知手段(21)及び該供給電力検知手段の出力信号に基づいてその供給電力持続時間を計測するタイマ手段(22)を持ち、これら供給電力検知手段(21)及びタイマ手段(22)の出力信号に基づいて、制御装置(5)は、供給電力が深夜電力制度Aか又は時間帯別電灯料金制度Bのいずれであ

るか判断して自動的に制御を切り換え、該当する電力制度に対応した沸き上げ制御を行う。この発明によれば、ユーザーの都合によって電力制度が次々と変更された場合も、その電力制度に対応して買い替える必要がなくなり、経済的である。また、誤って該当しない電力制度に設定してしまうなどの誤操作も防ぐことができるので、安全性が高く、使い勝手がよい。

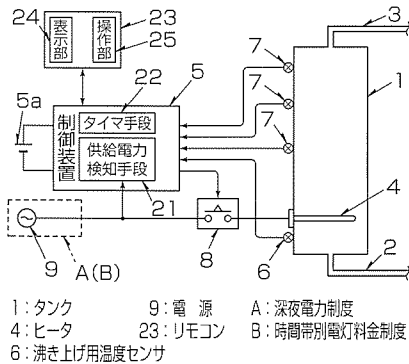


図1

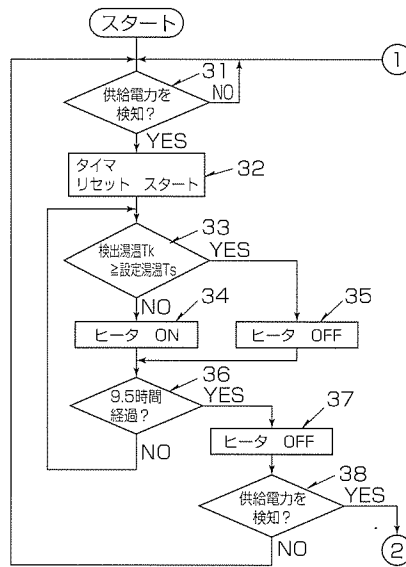


図2

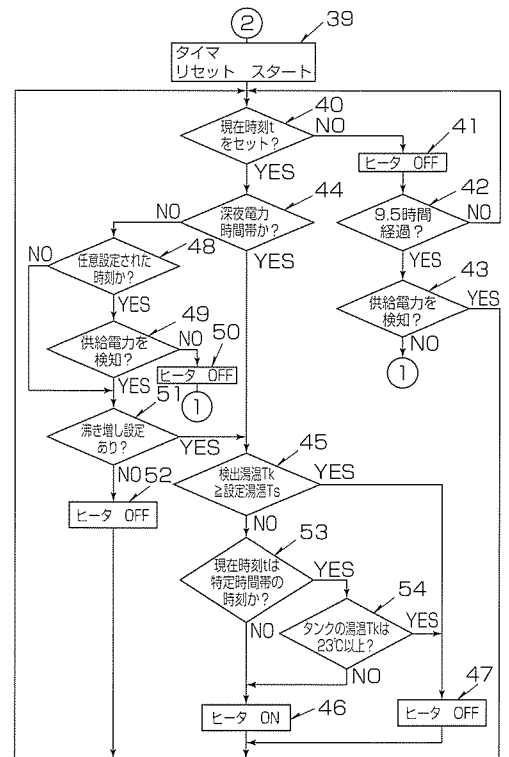


図3

### <本号記載の商標について>

本号に記載されている会社名、製品名はそれぞれの会社の商標又は登録商標である。

### <次号予定> 三菱電機技報 Vol.76 No.12 「光通信技術」特集

<p>三菱電機技報編集委員</p> <p>委員長 井手 清</p> <p>委員 高橋 大 畑谷正雄 堤 清英</p> <p>桑原幸志 村松 洋 松本 修</p> <p>浜 敬三 石野 禎将 中川博雅</p> <p>中島克人 部谷文伸</p> <p>黒畑幸雄 山木比呂志</p> <p>事務局 松本敬之</p> <p>本号取りまとめ委員 山木比呂志</p>	<p>三菱電機技報 76巻11号</p> <p>(無断転載・複製を禁ず)</p> <p>印刷所 株式会社 三菱電機ドキュメンテクス</p> <p>発行所 株式会社 オーム社</p> <p>発行所 三菱電機エンジニアリング株式会社 e-ソリューション&amp;サービス事業部</p> <p>〒105-0011 東京都港区芝公園二丁目4番1号</p> <p>秀和芝パークビルA館9階 電話 (03)3437局2692</p> <p>〒101-0054 東京都千代田区神田錦町三丁目1番地</p> <p>電話 (03)3233局0641</p> <p>定 価 1部735円(本体700円) 送料別</p>	<p>2002年11月22日 印刷</p> <p>2002年11月25日 発行</p>
<p>URL <a href="http://www.MitsubishiElectric.co.jp/giho/">http://www.MitsubishiElectric.co.jp/giho/</a></p>	<p>三菱電機技報に関するお問い合わせ先 cep.giho@ml.hq.melco.co.jp</p>	

放送のデジタル化の進展やDVD市場の急速な伸長により、デジタル映像の高画質化はもちろん、高音質化が図られ、複数の映像・音声フォーマットへの対応がAVに求められております。また、薄型テレビとして、プラズマテレビに寄せられる期待も一層高まってきております。

今回、ホームシアター需要をメインターゲットとし、高画質な映像再現などの基本性能を向上すると同時に、“手軽にホームシアターを楽しむ”をコンセプトとした42V形プラズマテレビ“PLASMA DIA(ダイヤ)”PD-42MW2を製品化しました。

## 特長

### 1. デジタル高画質

#### (1) 当社独自のダイヤモンドフィルタを搭載

パネル前面のフィルタに透過性に優れた“ダイヤモンドフィルタ”を搭載し、高輝度を維持しつつ色再現域を広げ鮮やかな画質を実現しました。

#### (2) プラズマテレビの弱点である黒階調再現を大幅に改善する

DLE(Dynamic Level Expander)回路を搭載

映画に多い暗がりのシーンでは、細部の描写がつぶれてしまい、ディテールがハッキリしないことがあります。そこで、DLE回路では、入力信号の平均輝度をデジタル処理によって測定し、低輝度時にコントラスト、ブライトネスを制御することにより、黒階調再現性を飛躍的にアップさせました。

#### (3) 当社独自技術 ナチュラルカラー マトリックスを採用

再現が難しいとされる人肌のグラデーション、R・G・B・Y・M・Cの6色調整により、自然な色合いと鮮やかな色調バランスで再現します。色調整はあらかじめプリセットして使い勝手を向上し、原色を鮮やかに補正するモード、肌色をより自然に補正するモードから選択することができます。

### 2. 臨場感あふれる高音質(5.1chデジタルサラウンドアンプ内蔵)

#### (1) 高出力64W(17W+17W+10W+10W+10W)低ひずみ5.1chサラウンドアンプを採用

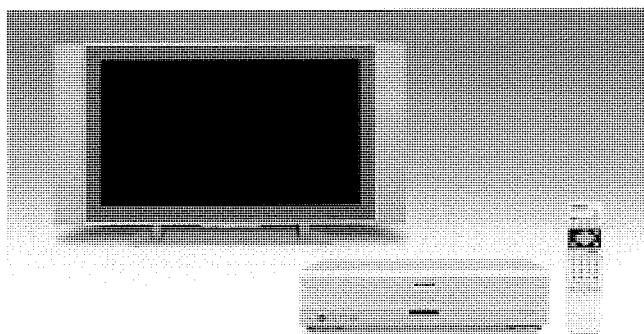


図1. プラズマテレビ“PLASMA DIA(ダイヤ)”PD-42MW2

手軽にホームシアターを楽しめることをコンセプトに、高音質5.1chサラウンドアンプを内蔵し、面倒なアンプ接続をすることなく簡単にホームシアターがお楽しみいただけます。総合出力も64Wと余裕を持ったハイパワーです。

#### (2) 各種5.1chサラウンドフォーマットに対応

ds(Digital Theater System)やDolby Digital 5.1chサラウンドに対応し、臨場感あふれるホームシアターを実現します。BSデジタル放送で採用されているAAC(Advanced Audio Coding)5.1chサラウンドにも対応しています。また、プラズマ本体の2スピーカーだけでバーチャルサラウンドが楽しめるTruSurround回路も搭載しています。

### 3. 使い勝手の向上と将来性ある豊富な端子群

#### (1) 入力ダイレクトAVメモリ搭載

映像や音声の設定は、ユーザー調整可能な四つの映像メモリと三つの音声メモリから選択できます。選択されたメモリデータは入力系統ごとに記憶され、入力切換えと同時に、最適画質、最適音質に自動調整されます。

#### (2) 豊富な入出力端子

D4端子映像入力3系統、光音声入力3系統、音声出力6系統、スピーカー出力5系統を用意し、将来のシステムアップにも対応できます。

テレビのDIA(ダイヤ)は、三菱電機㈱の登録商標です。dsは、米国デジタルシアターシステムズ社の登録商標です。Dolby Digital, AACは、ドルビーラボラトリーズライセンス登録商標です。TruSurroundは、SRS社の登録商標です。

表1. PD-42MW2の仕様

形式		PD-42MW2
商品名		プラズマカラーテレビ
PDPモジュール	プラズマパネル	42V形WVGA(対角105.7cm) 有効表示領域:(H)921×(V)518(mm)(16:9)
	表示画素数	853ドット×480ライン
	カラー配列	RGB縦ストライプ
	輝度, コントラスト比	400cd/m <sup>2</sup> (セット), 1,500:1(公称値)
表示色		1,677万色
スピーカー/音声出力		フルレンジ8cm×12cmスピーカー2個 音声出力64W(17W+17W+10W+10W+10W)
入力端子	光デジタル	3系統
	音声	RCAピンジャックL/R 6系統
	ビデオ入力	ビデオ入力:3系統(映像又はS映像) うち1系統はチューナー前面 D4端子入力:3系統
受信チャンネル		VHF:1~12, UHF:13~62, CATV:C13~C38, BSアナログ:5, 7, 9, 11
外形寸法 幅×高さ×奥行き	チューナー部	424mm×107mm×347mm(突起部を含む) 1,048mm×648mm×89mm(スタンドを含まず) 1,048mm×716mm×250mm(スタンドを含む)
	ディスプレイ部	1,250mm×716mm×250mm (スタンド・スピーカーを含む)
質量		42.6kg(ディスプレイ本体28.0kg チューナー部6.2kg スタンド5.8kg スピーカー2本2.6kg)
電源		AC100V 50/60Hz
消費電力	チューナー部	65W(待機時0.1W)
	ディスプレイ部	250W(待機時0.4W)