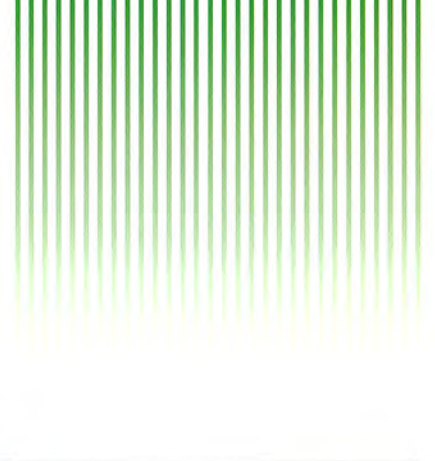
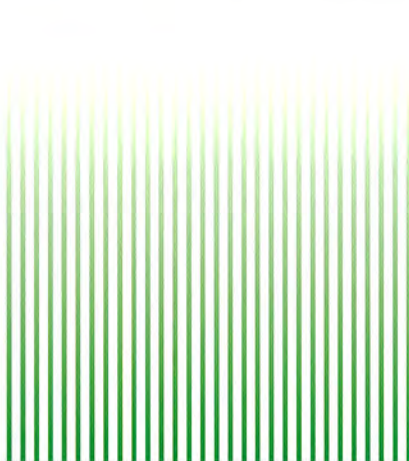


MITSUBISHI

三菱電機技報 Vol.79 No.9

2005 9

特集Ⅰ「設備ネットワークと診断技術」
特集Ⅱ「薄型DLP™プロジェクタ」



目次

特集Ⅰ「設備ネットワークと診断技術」

コンテンツサービスメカトロ製品の創出	1
佐藤知正	
設備ネットワークと診断技術	2
杉本達彦・馬場文明	
冷熱システムにおける現状と展望	7
服部真司・田村和也	
照明制御システムにおけるネットワーク・ 診断技術の現状と展望	10
岩坪幸喜・久代紀之	
エネルギー管理システムの現状と展望	13
金川仁士	
ビル管理・保守システムにおける現状と展望	16
辻 弘之・田島広泰・久代紀之	
省配線設備ネットワーク構想	19
中田成憲・樋熊利康・樋原直之	
遠隔診断のためのインフラ技術	23
鈴木繁樹・向井卓也	
冷熱機器異常診断技術	27
山下浩司	
特集Ⅱ「薄型DLP™プロジェクタ」	
薄型DLPプロジェクタ特集に寄せて	31
西田信夫	
リアプロジェクションディスプレイの動向と 薄型リアプロジェクタの展望	32
寺本浩平・中島義充	
業務用薄型DLPリアプロジェクタの光学システム	37
鹿間信介・鈴木浩志・遠藤貴雄・宮田彰久・寺本浩平	
薄型DLPマルチ画面の位置合わせ技術	43
芦崎能広・原田雅之	
薄型リアプロジェクタの高剛性構造設計	46
田中直也・松川公映・中津公秀・寺本浩平	
薄型DLPプロジェクタ“LVP-60XT20”の市場展開	49
鳴海 真・岩永敏弥	
薄型DLPマルチ用システムソリューション	52
田中 敦	
直接投写方式薄型DLP光学エンジン技術と 民生用PTVへの新デザイン展開	55
笹川智広・中村泰久	

The Network and Diagnostic Technologies for Facility Management Systems

Creation of Contents Service Mechatronics Products
Tomomasa Sato

Building Facility Management Network and Diagnosis Technology
Tatsuhiko Sugimoto, Fumiaki Baba

The Present Situation and View of Air-Conditioning System
Siji Hattori, Kazuya Tamura

Network and Diagnostic Technologies in Lighting Control System
Kouki Iwatsubo, Noriyuki Kushiro

Current Status and Future Prospect of Energy Management System
Hitoshi Kanagawa

Current Status and Future Prospect of Building Management and Maintenance System
Hiroyuki Tsuji, Hiroyasu Tabata, Noriyuki Kushiro

Building and Home Network with No-Communication Lines and No-Installation Engineering
Masanori Nakata, Toshiyasu Higuma, Naoyuki Hibara

Infrastructure Technologies for Remote Diagnosis
Shigeki Suzuki, Takuya Mukai

Abnormality Diagnosis Technology of Refrigeration Machine
Koji Yamashita

Ultra-Thin DLP™ Rear Projector

Foreword to Special Issue on Ultra-Thin Rear Projector
Nobuo Nishida

Trend of Rear Projection Display and Prospect of Ultra-Thin Rear Projector
Kohei Teramoto, Yoshimitsu Nakajima

Optical System of Ultra-Thin DLP Rear Projector for Business Use
Shinsuke Shikama, Hiroshi Suzuki, Takao Endo, Akihisa Miyata, Kohei Teramoto

Geometry Alignment for Ultra-Thin DLP Multi-Projector
Yoshihiro Ashizaki, Masayuki Harada

Rigid Structure Design of Cabinet for Ultra-Thin Rear Projector
Naoya Tanaka, Koei Matsukawa, Kimihide Nakatsu, Kouhei Teramoto

Market Development Situation of Ultra-Thin DLP Rear Projector “LVP-60XT20”
Makoto Narumi, Toshiya Iwanaga

System Solutions for Ultra-Thin DLP Multi-Projector
Atsushi Tanaka

Direct-Projection Type Ultra-Thin DLP Optical Engine and Evolution of New PTV Design
Tomohiro Sasagawa, Yasuhisa Nakamura

特許と新案

「検索装置及び検索方法」	
「微生物濃度または微生物活性の計測装置」	61
「エネルギービームによる加工穴の処理方法」	62

スポットライト

三菱エコキュート対応次世代台所リモコン“多機能リモコン”

表紙

設備ネットワークと診断技術

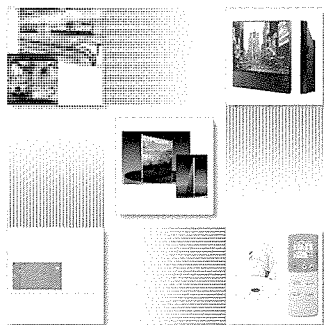
ビルや家庭に設置される種々の電気設備を常時最適に運用し、省エネルギーを実現するシステムとして設備機器システムが注目されている。本特集ではこの設備機器管理システム実現のコア技術である設備ネットワークと診断技術の現状と展望に関して述べる。

表紙写真は、右下が、人の在否や外光の状況により自動的に照明を最適制御するメルセーブ System IV、左下は、遠隔からインターネット経由で空調の運転状態の監視を可能とするWeb対応集中コントローラ(G-50)である。

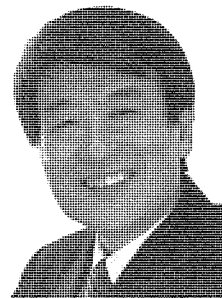
MDリアプロジェクタの薄型化の展開

DLP等のMD(Microdisplay Device)方式の登場は光学系とスクリーンの設計に大幅な自由度を与え、CRT方式では不可能な薄型リアプロジェクタが誕生した。この技術は、業務用ではマルチディスプレイとして製品化され、フレキシブルな大画面・高解像度・薄型を両立する唯一のディスプレイを実現した。さらに、フラットパネルディスプレイによる薄型化のトレンドに沿った薄型PTVへの展開の可能性を提供する。

※ DLP(Digital Light Processing)は、米国Texas Instruments社の商標である。



コンテンツサービスメカトロ製品の創出 Creation of Contents Service Mechatronics Products



佐藤知正
Tomomasa Sato

きめ細かな配慮の行き届いた製品がこれまで四半世紀日本の輸出入を支えてきた。自動車や家電などの民生品、産業機械などの高信頼性工業品が模範例である。これからもこの得意を伸ばすことで支え続けねばならないが可能だろうか？

これまでの日本製品のきめ細かさは、製品がどのように使われるのかを事前に十分に検討した設計と高品質製造技術によっていた。機械がどのように使われるのかを知り、様々な状況に対して対応できる機械を実現することがポイントである。しかしながら、機械の使い方をあらかじめ知り尽くすことはできない。これからの機械には、その使い方をセンシングし、機械の振る舞いを蓄積した大量のデータベースに基づいて対応を図る機能が求められる。センサやセンシング手法の高度化、ネットワーク技術の深化と展開、ディスクストレージの大容量化、コンピュータ処理速度向上などの情報通信技術の展開がその実現可能性を高めている。

大量のデータを扱う世界にデジタルコンテンツの世界がある。ゲームやアニメなどがその典型例である。デジタルコンテンツを、あるまとまりを持った情報の集合体と捕らえると、計算機が扱うコンテンツはアニメやゲーム(以下“従来コンテンツ”という。)のみではない。機械やプラントの設計、製作、運営やメンテナンス、解体などの一連情報も、一般の人の治療情報や体重変化情報などもデジタルコンテンツである。本稿では、このような新しいコンテンツを“機械や人の振る舞いコンテンツ”と総称する。

従来コンテンツにおいては、情報の集合体に対して、その作り手(クリエイター)と使い手(消費者)が存在し、少数の作り手がモチーフを組み合わせた筋書きを持ったコンテンツを製作し、それを多数の使い手が鑑賞していた。これに対し、機械や人の振る舞いコンテンツにおいては、そのコンテンツを作る仕組み(計測技術など)や使う仕組み(情報処理ツールなど)が重要な技術指向の世界を形成している。さらに、機械のみならず社会インフラを含む多様な人工物

を対象としているという意味で、アニメやゲームより、より広く深く社会に広がりを持っている。誤解をおそれずに表現するならば、従来コンテンツの世界を氷山の氷山の大気中に突出した一角に例えるなら、新しいコンテンツの世界は、その氷山の沈んでいる部分に相当する大きな分野を形成している。

新しいコンテンツを扱う技術は、コンテンツを作る技術とコンテンツを活用する技術に集約される。前者には、機械や人の振る舞いを長時間にわたって自然な状態でセンシングするセンサや計測技術、そのようにして得られた大量のデータを蓄積しておくデータベース技術が要る。また、コンテンツを活用する技術には、ゲームやアニメでいうクリエイターの反対の仕事をするソフトウェア、つまり計算機がひとまとまりのコンテンツの大量情報から、モチーフに相当する意味ある要素(イベント)を抽出し、その組合せとしての筋書き(イベントの結合関係)を把握するデータマイニング技術や、その結果をサービスに結び付ける応用ソフトウェア技術が求められる。

日本は、これまで得意としてきたきめ細かな製品ハードウェアを売るのではなく、使い方の知恵を蓄えユーザーに合わせて成長していくサービスを売るメカトロ製品(コンテンツサービスメカトロ製品)を売る国に脱皮すべきである。航空機エンジンを売るのではなく、製造したエンジンを航空機の運行を保証することで運行ノウハウとともに売る事業展開で成功している米国企業もあると聞く。逆に、人の振る舞いコンテンツの研究に関しては、ライフログ研究ということでアメリカの国防総省が研究支援を表明したが、プライバシーが問題としてこれを取り消した。機械や人の振る舞いコンテンツの事業化への取り組みには、新しいビジネスモデルの提示や倫理問題への解決も含め、明確なビジョンと絞り込んだ問題点への体系的な取り組みが不可欠である。本稿が機械と人の振る舞いコンテンツ産業を提示し、それへ向けての構造的な取り組みの一助となれば望外の幸せである。



杉本達彦*



馬場文明**

設備ネットワークと診断技術

Building Facility Management Network and Diagnosis Technology

Tatsuhiko Sugimoto, Fumiaki Baba

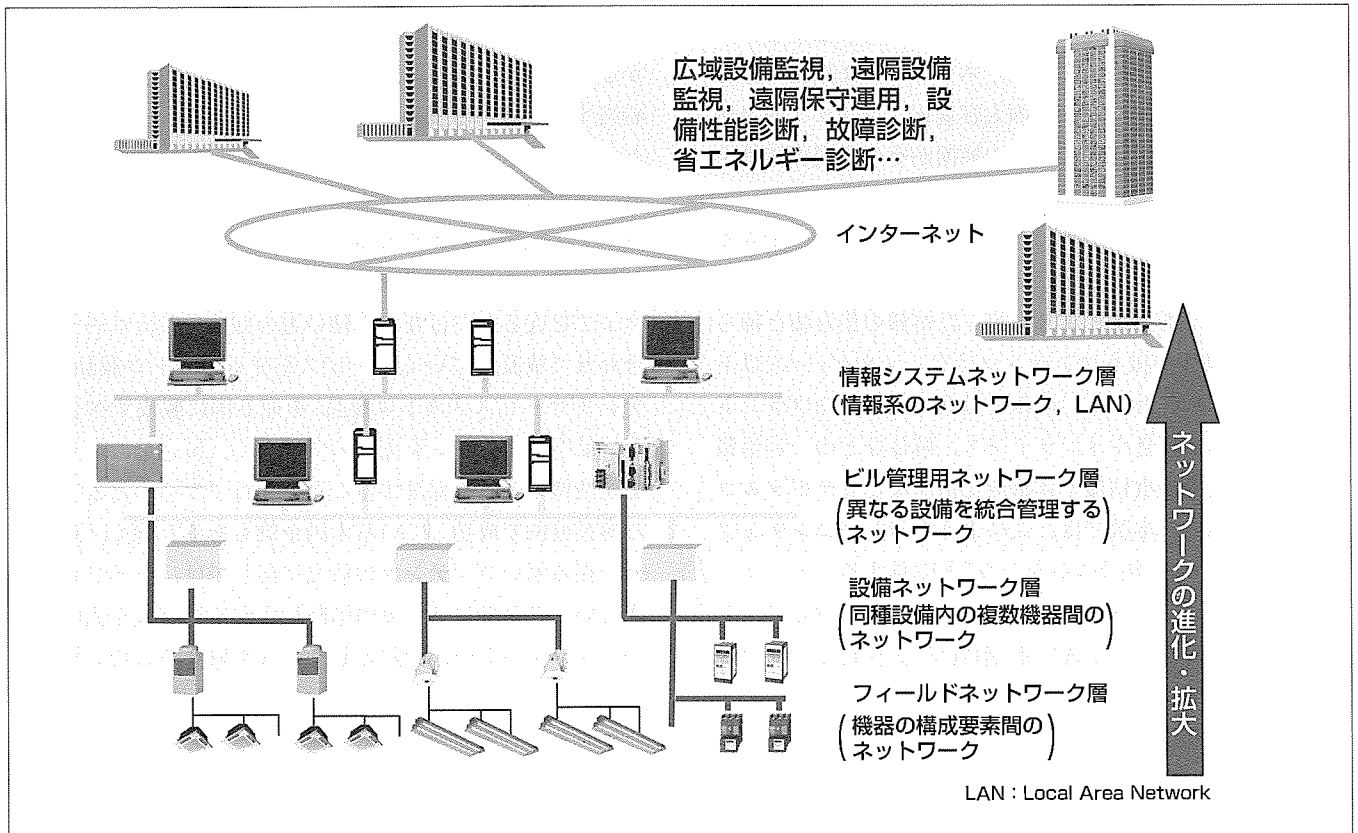
要旨

三菱電機は、ビルを市場とした種々の設備機器を事業として展開している。個々の要素となる機器をネットワークに接続することでシステム化し、設備システムとして付加価値を取り込んできた。このような設備システムとしての進化は、当社に限らず、また設備の種類に限らず、おおむね同じような傾向をたどっていると言える。一方、顧客となるビルでは、種々の設備を統合化し、一元管理することで、ビルの運用を効率化することが要求される。市場での各種設備の機能の分散化と管理の統合化は、各設備内でのネットワークと、各種の設備間を統合するネットワークの進化とともに徐々に進んできた。このように設備を対象としたネットワークが徐々に変化し浸透している間に、一方では、ビルは急速に情報化が進み、情報ネットワークは瞬く間に浸透した。

当社の推進する成長戦略は、個別事業の強化による成長性の確保を目指す“VI(ピクトリー)戦略”と、複数事業分野にまたがるソリューション事業の強化を目指す“AD(アドバンス)戦略”をコアとしている。ライフサイクルの長いビル内の設備機器と進化のスピードが格段に速い情報化インフラを融合し、新しい付加価値を創造しサービスを提供することにより設備機器の事業を強化していくこと、及び異なる設備を統合した形でビルを市場としたソリューション事業を強化することは当社の成長戦略上においても重要な課題である。

本稿では、こうした新たな環境への対応に向けて、ビル内設備のネットワーク構成の現状と展望を整理するとともに、これからのソリューション展開に向けた診断技術について述べる。

特集
I



設備ネットワークの構成と展開

ビル内の設備システムを構成するネットワークは、基本的に図のような4階層に区分して考えられる。これらは、下位のネットワークから機能を拡大しながら順に上位に進化してきた。また、上位のネットワークほどマルチベンダー対応の要求が強くなるため、オープンネットワーク化が進んできている。ビルの規模や用途によっては、これらの階層構造を縮退した、よりコンパクトな構成での対応もあり、ビルの情報化の進展とユビキタスネットワークの浸透及びこれらの情報インフラをベースとした各種コンテンツ展開により、この傾向は更に加速するものと思われる。

1. ま え が き

当社はビルを市場とした種々の設備機器を事業として展開しているが、そのネットワーク化の進展と形態は、対象となる設備の種類にかかわらずほぼ同じようなプロセスを経ている。ビル内に閉じていた設備ネットワークは、高度情報化の進展と情報ネットワークの浸透によりユビキタスネットワークと融合する。ライフサイクルの長いビル内の設備機器と進化のスピードが格段に速い情報化インフラを融合し、新しい付加価値を創造しサービスを提供することにより設備機器の事業を強化していくこと、及び異なる設備を統合した形でビルを市場としたソリューション事業を強化することは当社の成長戦略上においても重要な課題である。

本稿では、こうした新たな環境への対応に向けてビル内設備のネットワーク構成の現状と展望を整理するとともに、ネットワークを活用したソリューション展開に向けた診断技術について述べる。

2. ビル内設備ネットワーク構成の現状

2.1 設備ネットワークの進化

ビル内の設備は空調設備や照明設備、防災設備や受配電設備など各種の設備で構成され、これらの各種設備を一元管理する場合にビル設備管理システムが設置される。

設備機器にネットワークという概念が浸透していなかったころは、設備機器とビル設備管理システムの間で監視や制御を行うポイント信号を定義(DI, DO, AI, AO)し、ポイントに応じた信号線を使って監視・制御を実現していた。しかし、1980年代以降、各設備の機能はマイクロコンピュータの搭載により格段に進化し、その制御は個別分散化が進んだ。また、ネットワーク技術の進展により、設備を構成する要素機器の間の省配線・省工事化、複数の設備の統合による一元管理の実現と付加価値の取り込みなど、小規模の簡単なネットワークから次第に拡大し設備システムへと進化した。上位のビル設備管理システムとの接続は、相互に接続のために開発した装置(コントローラ、インタフェースなど)により行った(図1)。空調や照明などビル内に複数設置されるタイプの設備のこうした進化は、設備の種類にかかわらずおおむね同様の傾向をたどっている。

2.2 ビル内ネットワークの階層化分類

こうして進化してきたビル内の各種設備のネットワークは、ビルの規模や用途、又は使用される設備の種類や形態により差があるものの、現状では、おおむね以下の4階層のネットワークに分類できる。

最下位層であるフィールドネットワーク層は、特定の機能を実現するために分散的に配置される設備の構成要素(機器、操作器、センサなど)間のネットワークである。

第2階層である設備ネットワーク層は、フィールドネットワークで接続された設備機器を複数接続するためのものである。

第3階層は、空調、照明等の特定の機能を実現する設備ごとに構成されたサブシステムの間を接続し、ビル全体の各種設備を統合管理するためのビル管理用ネットワークである。

最上位の層は、ビル内の情報システムネットワークである。

2.3 設備ネットワーク層

通常、設備には操作スイッチや表示機能を持つものが多いが、設備機器内で簡単な信号伝送を実現できると、その延長としてビル内の複数の設備を操作したり表示したりする制御盤への要求につながる。ちょうどこのような時期(約15年ほど前)は住宅の分野でホームバスシステム(HBS)が活発に提案された時期であり、そのための規格化が進められたことはビルを対象とした設備ネットワークの進化にも大きく貢献した。当社は、この時期に、冷熱空調設備向けの“M-NET”や照明、受配電向けの“B/NET”として構築した。これらは、フィールドネットワークと設備ネットワークの二つの階層を兼ねた位置付けになる。

また、最近では、ネットワーク化された設備のリニューアル要求が顕在化し始めており、その観点で無配線化や既設配線の利用などの要求が大きくなっている。住宅用でも取り上げられているZigbee^(注1)やPLC(Power Line Communication)などは、ビル向けの設備でも候補として取り上げられている。

2.4 マルチベンダー化とオープンネット

上記のように、それぞれの設備事業者は、設備システムとしての付加価値を追及し、その実現手段として設備ネットワークを強化した。これらのネットワークはRS-485やHBSベースの手段などを使ったものが多いが、上位のプ

(注1) Zigbeeは、Koninklijke Philips Electronics社の登録商標である。

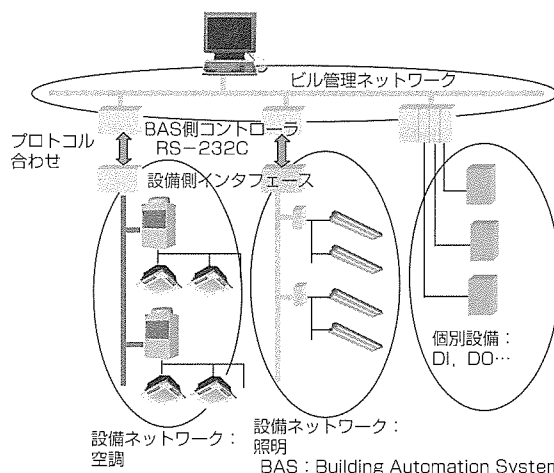


図1. 従来のビル設備管理システムの構成

ロトコルは固有であり、ベンダー固有のネットワークとして進化が進んだ。

一方、このような個々の設備ネットワークの進化に対して、市場では、異なる設備機器の接続や、異なるベンダーの設備機器を同一のネットワークで制御・監視することが要求された。そのためには、そのネットワークに接続するための約束事を公開し相互接続性を確保する必要がある。これがオープンネットワークの要求であり、米国での標準化活動から生まれたBACnet^(注2)やデファクトスタンダードとして拡大したLonTalk(LON)^(注3)に代表されるようなネットワークがある。

ベンダー独自のネットワークでは、そのネットワークに接続する機器についてベンダー内でネットワーク設計を済ませており、ベンダーの範囲で物理的な接続や比較的に簡単な設定でネットワークシステムが構築できる。しかし、オープンネットワークの場合には、準備されたオブジェクトやプロパティを相互接続できるように物件ごとに定義し接続設計することが必要になる。このような個々の物件に対してのネットワーク構築を行う役割は、システムインテグレータとかネットワークインテグレータが担当する。ビル管理用ネットワークの位置付けであるBACnetは、汎用性が高く機能が豊富であるが、その分、物件ごとに決めなければならない内容が多く、どちらかと言えば大規模なビルから導入が広がっている。一方のLONは、設備ネットワークとしての色彩が濃く、中小のビルが主体と言える。いずれにしてもオープンなネットワークの拡大は、マルチベンダー対応を前提としたシステムインテグレータ、ネットワークインテグレータの育成が条件と考える。

3. IT化の進展と今後の展望

3.1 ビル設備管理システムにおける機能分散化

各種の設備がその設備システムとして機器をネットワーク化し機能を拡大したことにより、ビル全体の設備管理システムは機能分散化の傾向が大きくなった。この傾向は、国内におけるBACnetでのI-cont(BACnetに接続して各設備を制御するコントローラ)にも現れている(図2)。機能が各設備システムに分散化すると、これら設備システムを統合する形のビル管理用ネットワークに対する要求も変わってくる。

3.2 情報系のネットワークと設備系のネットワークの融合

一方、ビル設備管理システムとしての機能が分散化していく中で、パソコンは飛躍的に進化し、LAN、インターネットは大きく普及し、ビルは急速に情報化した。さらに、通信の自由化によりブロードバンド化が進んでいる。こうした情報系のネットワークインフラの進化は、設備管理の

(注2) BACnetは、ASHRAE(American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)の商標である。

(注3) LonTalkは、Echelon社の商標である。

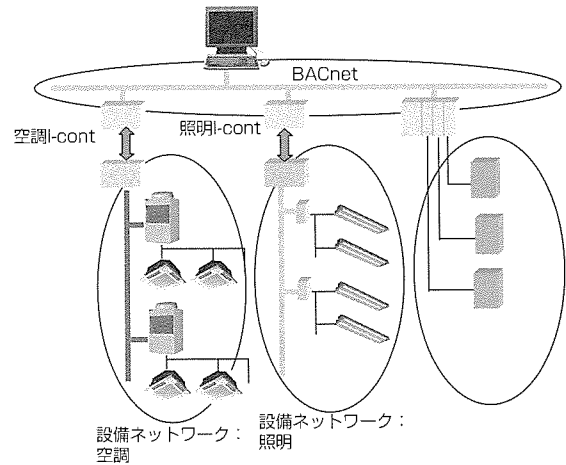


図2. BACnetでの構成

分野にも大きく影響している。操作、制御、監視を主体としたリアルタイム性への要求が強い設備系のネットワークとデータやファイルが主体で時間的制約の緩やかな情報系ネットワークのベストミックスにより、新たな可能性が生まれてきている。

例えば、機能の自立性の高い設備システムでは、ビル管理ネットワークとして、ビル内の情報系ネットワークを活用する試みを始めている。空調管理システムでのWeb対応集中コントローラ“G-50”や、Web対応の省エネルギーデータ収集サーバ“EcoServer”，デマンド監視サーバ“E-Energy”などである。これらはいずれもビル管理ネットワークに相当する部分にLAN(Ethernet^(注4))を使用し、設備側コントローラ内にWebサーバ機能を持っている。従来のビル設備管理システムで使う一般的な監視・操作の部分を市販パソコンのブラウザソフトで実現する仕組みである。またこれらは、設備側のデータを情報系のネットワークでやり取りする手段も持っており、市販のパソコン向けに処理ソフトを提供することで、より付加価値を向上させている。このように特定の目的を持った設備システムとして、情報系のインフラをうまく活用することにより設備管理システムを構築しようとする試みである。

さらに、同じような仕組みで構成された設備システムは親和性が高いことを利用して、異なる設備システムを相互に連携させ新たな付加価値を提供することも試みている。空調の集中コントローラG-50とデマンド監視サーバE-Energyは各々独立した設備システムとして展開しているが、両者にはLAN経由で連携可能な仕組みを持たせている。

デマンド監視サーバE-Energyでは電力の監視を行いつつデマンド予測を行い、ある設定された値になると警報を発する機能を持っている。この警報から電力のピークを抑える仕組みは、一般的にはあらかじめ決められた電源系統、又は機器の電源を遮断する方法であった。しかし、空調機

(注4) Ethernetは、富士ゼロックス㈱の登録商標である。

の制御を行うG-50と連携することにより、快適性を損わず電力のピークを落とすことが可能になった(図3)。

また、設備側から見て上位システムであるビル設備管理システムも小規模なものからWeb化の傾向が出てきており、当社でも“MELUNITY-U5Web”として製品化している。こちらも、形態的にはビル管理ネットワーク層の一部として情報系ネットワークを使うものである。集中管理システムG-50はこのMELUNITY-U5WebともLAN上で接続を行っており、相互に接続のための特別なゲートウェイを不要にした。U5Webによる各種計測値によりデマンド制御を実現したり、キーボックス、カードリーダーや指紋照合装置などと警備連動を実現している。図4にその構成を示す。

ビル内に情報系のネットワークが当たり前になった現在では、大掛かりなシステムを導入しにくい中小のビルなどを対象として、各設備の管理システムのWeb化や情報系のネットワーク活用は進展するものと思われる。

3.3 遠隔監視

ビル設備の群管理や遠隔監視は従来から存在しているが、そのほとんどは、通信料金への配慮から定期的に接続してデータを収集する形態であった。しかし、通信自由化に伴

う通信料金の低コスト化、ブロードバンド化は、監視・制御の空間的な制約を開放しつつあり、現在では、常時接続による監視も可能な環境にある。前述したG-50やE-Energy, U5WebなどのWebサーバは情報系のネットワーク(LAN)に接続する形態であり、公衆回線を経由しての遠隔地からの監視・操作も可能である。また、情報化を支えるインフラを活用することにより、携帯電話やパソコンなど監視・操作の手段は大幅に拡大している。住宅の分野では、早くからホームネットワークやネットワーク家電、ホームサーバなどインターネット経由でのホームサービスが期待されているが、ビルの分野でも業務用途としての展開が期待されている。

4. ネットワーク化された設備と診断技術

4.1 機能のブラックボックス化と診断への要求

設備機器がマイコンを使用し電子制御化されることにより機能はブラックボックス化され、さらに、その機能が高度・複雑化してきている。特にビル向けの空調設備のように分散された機器で構成されその冷媒配管距離や冷媒の充填(じゅうてん)量なども個々の設置ケースにより異なるような機器では、制約内でのいろいろなケースでの運転を確保するために自立調整制御を行っていることもあり、サービスの複雑さを一層増している(図5)。

業務用の空調機では、従来から自己診断機能という呼び方をしたサービス支援機能を搭載してきている。この機能は、運転継続に支障ある異常を自己検出するもので、異常項目を分類した異常コードをフィールドネットワークや設備ネットワークを介して表示器(室外機、リモコンや集中コントローラなど)に表示させるものである。今では情報系のネットワークに接続されることで、例えば、携帯電話にも異常コードの通報が可能になった。しかし、これらは運転継続できない状態に陥った結果を表示し通報するものであり、この結果から異常に至った原因を探すことは現地でサービスを行うサービスマンに委(ゆだ)ねられている。市場のストック数の増大に比べて熟練したサービスマンの

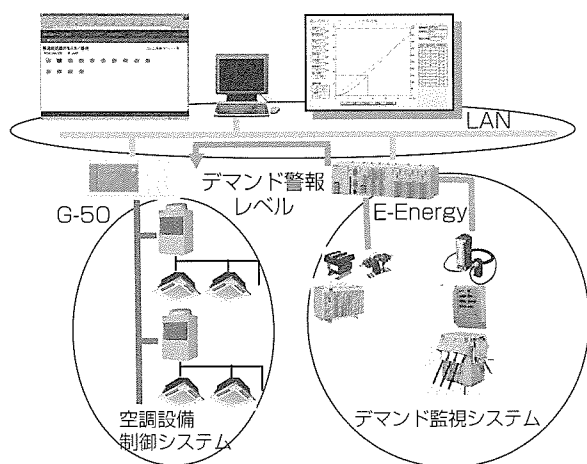


図3. G-50とE-Energyの連携

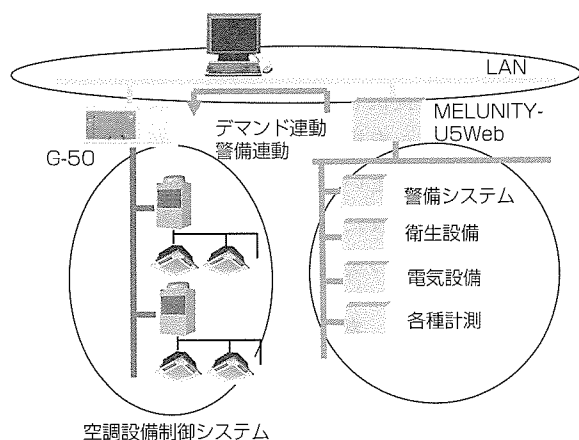


図4. MELUNITY-U5WebとG-50の連携

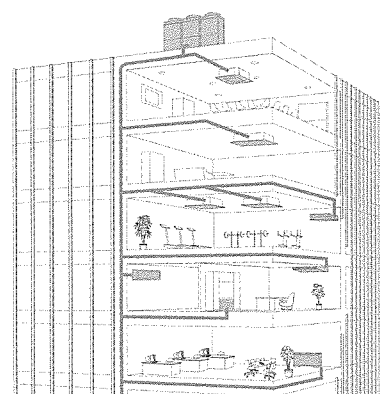


図5. ビル用空調設備設置イメージ

増加は限定的であり、サービスに対しての生産性向上は事業展開上の大きな課題である。また、グローバルな展開が要求される状況では、サービスマンの育成や確保に時間をかけられないという問題もある。そのため、主に保守・サービスの生産性向上を目的として空調設備の運転データを遠隔から収集するような仕組みも構築された。

4.2 現状の遠隔保守の例

設備ネットワークが定着した業務用空調設備では、1997年から専用の遠隔監視装置を使っての公衆回線を利用した遠隔保守の仕組みを使ったサービスを展開している。

このサービスは“く～るリモートメンテナンス”という名称で展開され(図6)、設備ネットワークを介して空調設備の各種センサ情報や空調機の運転情報を遠隔収集し、日報、月報などの報告書を作成したり、各機器単位に運転状態を診断するものである。また、24時間対応で変調発生を監視しており、変調発生時にはより詳細な情報を収集するとともに出動態勢をとるものである(図7)。

4.3 情報化時代の診断技術

このように、まず診断に必要な情報を収集することから始め簡単な診断を自動化し始めているが、これらの仕組みにおいて収集した運転データの分析を基に、変調発生時に原因を推定したり、さらに、変調を予測するなど、より高度な要求に対してはまだまだ人の技術やノウハウが必要になる。

このような高度な要求に対しても診断を自動的に行う仕組みを構築するという試みは、かなり古くから行われているが、誤診断への危惧(きぐ)もあり実用的な手法として確立するまでには至っていない。しかし、情報処理機器の高性能化と低価格化などを背景に、診断を支援する形でのサービス生産性向上へのアプローチも見え始めた。例えば、特定の顧客ビルにおける運転データを継続的に収集し蓄積する中で、そのトレンドの分析を試みたり、空調機器自体が運転診断を目的とした特別な運転パターンで運転し、そのパターンでの運転データを収集することにより診断を試みる方法などである。

ビル設備システムのネットワークの進化、ビルの情報化の進展、さらに、ユビキタス社会の到来は、各設備の稼働状況、運転データを場所を越えて、より詳細にデータを収集・蓄積・分析することが可能な環境を提供してくれる。豊富なデータを基にした分析技術とその精度を向上させるための運転制御など、従来とは異なったアプローチにより変調現象の原因推定や、変調予測に向けた診断技術の進化を期待している。

また、このような設備の運転状態を診断する技術は、“機能を維持する”ための診断(いわゆる故障の防止、故障からの早期復旧)だけでなく、今後は“性能を維持する”ための診断として、地球温暖化の抑止や、省エネルギーの推

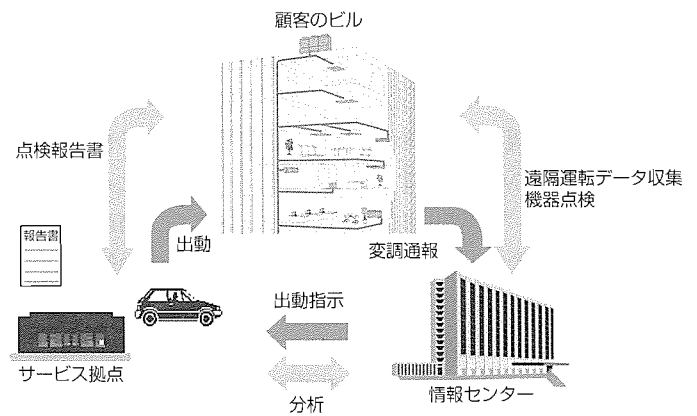


図6. く～るリモートメンテナンス

通常時の監視ポイント			8/1	8/31
室外機	◆高圧圧力 ◆圧縮機吐出温度 ◆飽和蒸発温度 ◆液面レベル ◆外気温度 ◆運転モード	◆設定温度		
		◆吸い込み温度		
		◆液配管温度		
		◆ガス配管温度		
		◆膨張弁開度		
室内機	◆設定温度 ◆吸い込み温度 ◆液配管温度 ◆ガス配管温度 ◆膨張弁開度 ◆運転状態	◆運転時間	410	615
		◆平均外気温度	28	28
		◆運転時間	300	340
		◆サーモON時間	115	150
		◆サーモON回数	15	24
01号機		◆平均吸い込み温度	24	24
		◆平均目標温度	24	24
		◆平均目標温度到達時間	7	5
		◆運転時間	245	485
		◆サーモON時間	230	480
02号機		◆運転時間	245	485
		◆サーモON時間	230	480

図7. 収集データと診断例

進という現在の大きな課題へのソリューションにも貢献できるものと考えている。

5. む す び

ビル内の各種設備の機能やその制御・監視の機能は年々進化を遂げているが、一度顧客に納められるとその顧客にとっては進化を継続することが難しい。地球温暖化防止に向けた種々の対応が試みられている中で、ビル内の設備を適切に運用しメンテナンスすることは重要な課題であるが、ビルを始めとする業務その他分野での省エネルギーは進んでいないのが実態である。このような問題が顕在化しつつある中、各種設備機器とともに進化してきたネットワークと情報インフラを活用して個々の設備に対して新たな付加価値やサービスを提供し、また、異なる設備を統合して新たなソリューションを提供していくことが当社の使命と考える。当社は、ビルという市場に限定しても種々の事業を持っており、それぞれにいろいろな可能性を持っている。その可能性を一つ一つ実現させていきたいと考える。

参考文献

- (1) 小宮紀之, ほか: オープンネットワークを活用したビル設備システムコントローラ, 三菱電機技報, 78, No.4, 303~306 (2004)

冷熱システムにおける現状と展望

服部真司*
田村和也*

The Present Situation and View of Air-Conditioning System

Sinji Hattori, Kazuya Tamura

要 旨

近年、e-Japan戦略の実行に伴い情報インフラの整備が進展し、DSL(Digital Subscriber Line)や光ファイバ網などに代表されるブロードバンドの環境が整備され、普及率が向上している。また、ビルや工場における企業内ネットワーク(イントラネット)通信環境も年々高速化・大容量化しており、イントラネット・エクストラネットとも高速通信が、安価に、手軽に利用できる社会環境となっている。

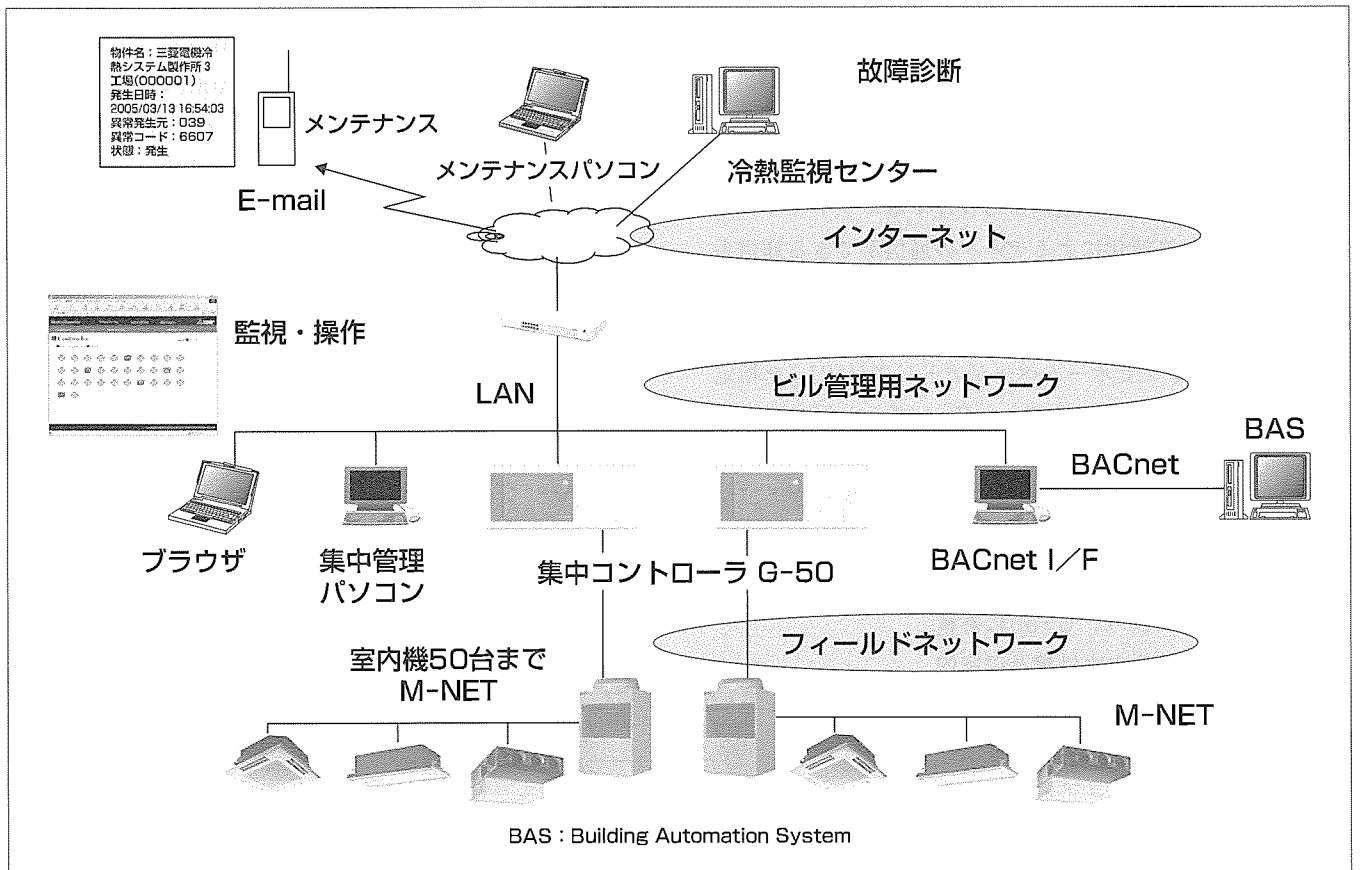
このような環境の中、冷熱システムも、従来の運転制御・運転状態監視といった貧弱な少量・低速通信から、リアルタイムの運転情報による故障予知、故障診断といった保守・保全系に耐え得る大容量・高速通信が必要となっている。また、低コスト化を目的として、ビル内の各設備を

オープンなネットワークでシステム構築する要求が高まっており、種々のサブシステム(空調・照明・受変電・衛生・セキュリティなど)との連携・連動可能なBACnet^(注1)などオープンネットワークの採用が盛んである。

三菱電機は、これらの要求を実現するために、従来より安価でシステム拡張性の高い集中コントローラ“G-50”を市場展開してきている。このたび、従来の機能を拡張し、より高性能・高拡張性を実現しており、概要を述べるとともに、保守・保全系、及びオープンネットワークの対応状況について述べる。

(注1) BACnetはASHRAEの登録商標であり、ISO16484-5のビルオートメーション用データ通信プロトコルである。

特集
I



集中コントローラG-50を用いたシステムイメージ

この図は、ビル用マルチエアコンの集中コントローラG-50を用いた空調管理システムの構成イメージ図である。G-50はWebサーバ機能を搭載しており、近年の大容量化・高速化されている情報インフラ環境とパソコンとを組み合わせることにより、集中管理及び遠隔監視システムが実現でき、保守・保全系の故障通報や診断まで対応可能な空調管理システムである。

1. ま え が き

日本のe-Japan戦略の実行に伴い情報インフラの整備が進展し、大容量・高速であるブロードバンド環境が整備され、普及率が向上している。また、企業内ネットワークも同様に年々高速化・大容量化しており、高速通信を安価に、手軽に利用できる状況となっている。

このような環境の中、冷熱システムも故障予知、診断などという高機能化方向に進んでおり、また、低価格化の要求に対しオープンネットワークの採用が盛んである。

これらの要求を実現するために、安価で拡張性の高い集中コントローラG-50を市場展開してきているが、更にG-50をより高機能・高拡張した機能と、保守・保全系、オープンネットワークの対応状況について述べる。

2. 空調管理システムの概要

2.1 冷熱システムのネットワーク

当社の冷熱システムは一般に3階層のネットワークで構成される。

最下位層は、ビル用マルチエアコン(空調機)間及びG-50との通信を行うフィールドネットワークである。このネットワークは、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、操作指令や監視等の通信を行っている。

第2階層は、設備ごとの構成されたサブシステムを統合管理するビル用管理ネットワークである。

最上位の層は、ビルを遠隔から管理するネットワークであり、大容量・高速化によるデータの通信ができる通信手段として、インターネット技術が使われている。

2.2 G-50サーバ

G-50はパソコンでホームページアドレス(URL)を指定することによりユーザーに優しいWebブラウザで監視データを表示できるようになっている。

集中管理、メンテナンスなどの専用アプリケーションを用いる場合は、HTTP(Hyper Text Transfer Protocol)プロトコルでXML(eXtensible Markup Language)コマンドを送信することにより、G-50に蓄積された空調機の情報や室外機及び室内機のセンサやアクチュエータの動作状態などの情報を取得することが可能である。図1に、XMLコマンドによるデータやり取りのイメージを示す。

このXMLコマンドは共通プロファイル的な位置付けであり、集中管理パソコン等の外部からG-50経由でデータの取り出しや空調機への操作指令も可能である。

3. システムの拡張機能の概要

3.1 遠隔監視・保守

3.1.1 異常通報

LAN(Local Area Network)・ダイヤルアップルータ経由で公衆回線への接続や既設LAN内のメールサーバを利用することにより、ビル用マルチエアコンに異常が発生した場合に、e-mailを用いてパソコン・携帯電話へ物件名、発生日付、異常ユニット、異常コード等の内容を異常通報することができる。この異常通報のe-mailを受けて、空調機の運転状態の確認や異常解除の操作を行うこともできる。

3.1.2 メンテナンス

異常通報により空調機の運転状態を確認するために、汎用パソコンでメンテナンスソフトウェアを使用して、LAN・ダイヤルアップルータ経由で発生元のG-50とネットワークを接続することができる。ネットワークを接続した状態でXMLプロトコルを使用して空調機に関する運転状態や異常履歴等のデータをモニタすることで、それらのデータにより遠隔から故障要因の診断を行うことができる。また、操作などの設定指令も可能である。

既設LANを使用している場合、セキュリティ上の問題で、外部からのアクセスを拒否され接続できない。このような場合でも、外部からG-50への接続手段として、既設LAN内のメールサーバを経由するe-mailでのデータやり取りは許可されるケースがある。このe-mailでの手段を使用することにより、XMLプロトコルのデータを送受信して、同等にメンテナンス可能である。図2にメールサー

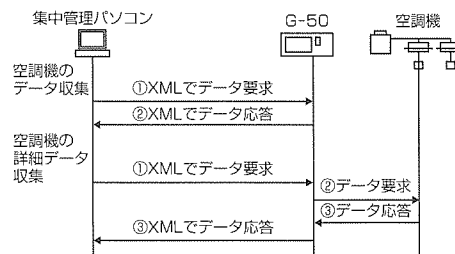


図1. XMLによるデータやり取りのイメージ

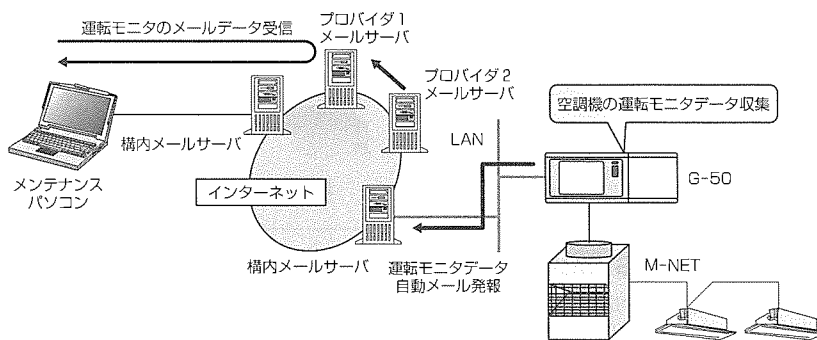


図2. メンテナンス時のシステムイメージ

バ経由による空調データ送受信によるシステムイメージを示す。

また、外部の遠隔からのみでなく、現地のLANに接続したり、当社独自のフィールドネットワーク(M-NET)にインタフェースを経由して接続することができる。

3.1.3 く～るリモートメンテナンス

当社の冷熱保守として、三菱電機ビルテクノサービス(株)による“く～るリモートメンテナンス”があり、24時間の異常監視や故障診断及び故障時のメンテナンスサービスを行っている。

従来は、保守サービスを提供するには、現地にゲートウェイ(G/W-D)とインタフェース(IFU-D)を設置して、公衆回線を経由して空調機の保守に必要なデータを蓄積し、必要に応じてその蓄積した情報を送信するような仕組みであった。この従来のシステムでは、保守サービス専用のシステム部材が必要で、センターへのネットワークへの接続機器以外にも必要としている。

今後予想される高機能な保守・保全のサービスを実現する手段として、設置済みのG-50を利用した外部とネットワークを接続することにより省部材、省コストで実現ができる。空調機の異常発報、各種のセンサ及び圧縮機の周波数などの運転データ、また、異常履歴などのデータを収集することで、故障診断、無駄運転診断などの更に多様で高機能・付加価値のあるサービスを提供できる環境となる。

3.1.4 集中管理パソコンによる群管理

モデムやダイヤルアップルータで公衆回線、又はWAN(Wide Area Network)を利用することにより、複数ビルのG-50を本社ビル等の一箇所から一括して操作・監視することができる。複数ビルの切換えや異常通報メール受信の機能を提供しており、空調設備管理の省人化、効率化した管理を図ることができる。

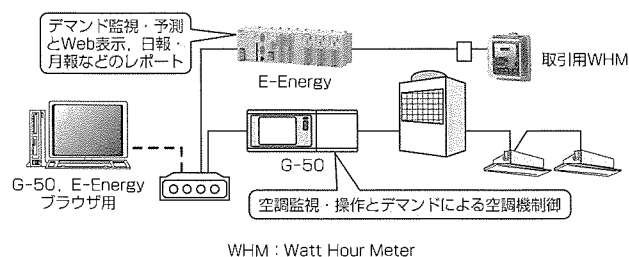
3.2 設備管理ネットワークの対応

ビル設備システムでは、より低コストな部材を自由に選択してシステムを構築でき、複数のメーカーの機器を組み合わせるマルチベンダー化システムへの要求が高くなっている。そのネットワークのオープン化技術の一つとして、BACnetがある。

このBACnetへの実現形態として、BACnetに接続されるゲートウェイ(Icont)を設けて、そのゲートウェイから上位ビル管理システムとをBACnetで接続する。一方、G-50とはXMLインタフェースで接続して、データのやり取りをして実現している。

3.3 PLC(シーケンサ)との連携

当社のPLCと連携することで、当社空調機以外の汎用機器や外調機の発停状態や異常監視も可能である。汎用機器や外調機に異常が発生しても空調機の異常と同じように



WHM : Watt Hour Meter

図3. E-Energyとの併用システム例

e-mailで異常通報することができるので、汎用機器等も含めて遠隔のセンターから故障監視するような運用も実現可能であり、省人化や効率化に対応している。

それらの運動条件はテーブル設定ツールにより自由に変更できるようにしているので、現地での細かな仕様変更にも柔軟に対応可能である。また、省配線・省工事のため、空調機の外部入出力を利用可能にしている。

3.4 省エネルギーデマンドサーバとの連携

近年、京都議定書に基づいて制定された省エネルギー法により、ますます省エネルギーデマンド制御の要求が高くなる傾向にある。当社の省エネルギーデマンドサーバ“E-Energy”と併用することにより、空調機側の電力量計測部材を削除するため、電力量計測をE-Energyに集約し、G-50から室内環境の維持に配慮したきめ細かいデマンド管理を実現して、コスト軽減と省力化を図ることができる。また、E-Energyで多彩な省エネルギー分析データも表示が可能である。

図3にE-Energyと併用したシステム例を示す。

3.5 今後の空調システムの動向

- (1) 大容量・高速化した社会インフラの活用
- (2) オンサイトの省部材と低機能化による低コスト化
- (3) 空調機の様々な情報を収集したサービス提供
- (4) 共通インタフェースによる他設備機器との連携

4. む す び

このようにG-50を軸として空調機の外部とのデータやり取りにXMLインタフェースで実現していることと、昨今の大容量・高速化が進んでいる社会インフラを利用することにより、外部とのインタフェース部材を軽減し、空調機の様々な情報をリアルタイムで入手できる。これらにより、オンサイトの管理機能がセンター集中への動きが進む動向にあり、今後、更なる高機能な保守・保全のサービスや拡張性を期待できる展望を持っている。

また、XMLインタフェースを使用することにより、現地と遠隔サイト間だけでなく、当社内の設備機器との連携を容易に実現が可能で、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と考えている。

照明制御システムにおけるネットワーク・ 診断技術の現状と展望

岩坪幸喜*
久代紀之**

Network and Diagnostic Technologies in Lighting Control System

Kouki Iwatsubo, Noriyuki Kushiro

要旨

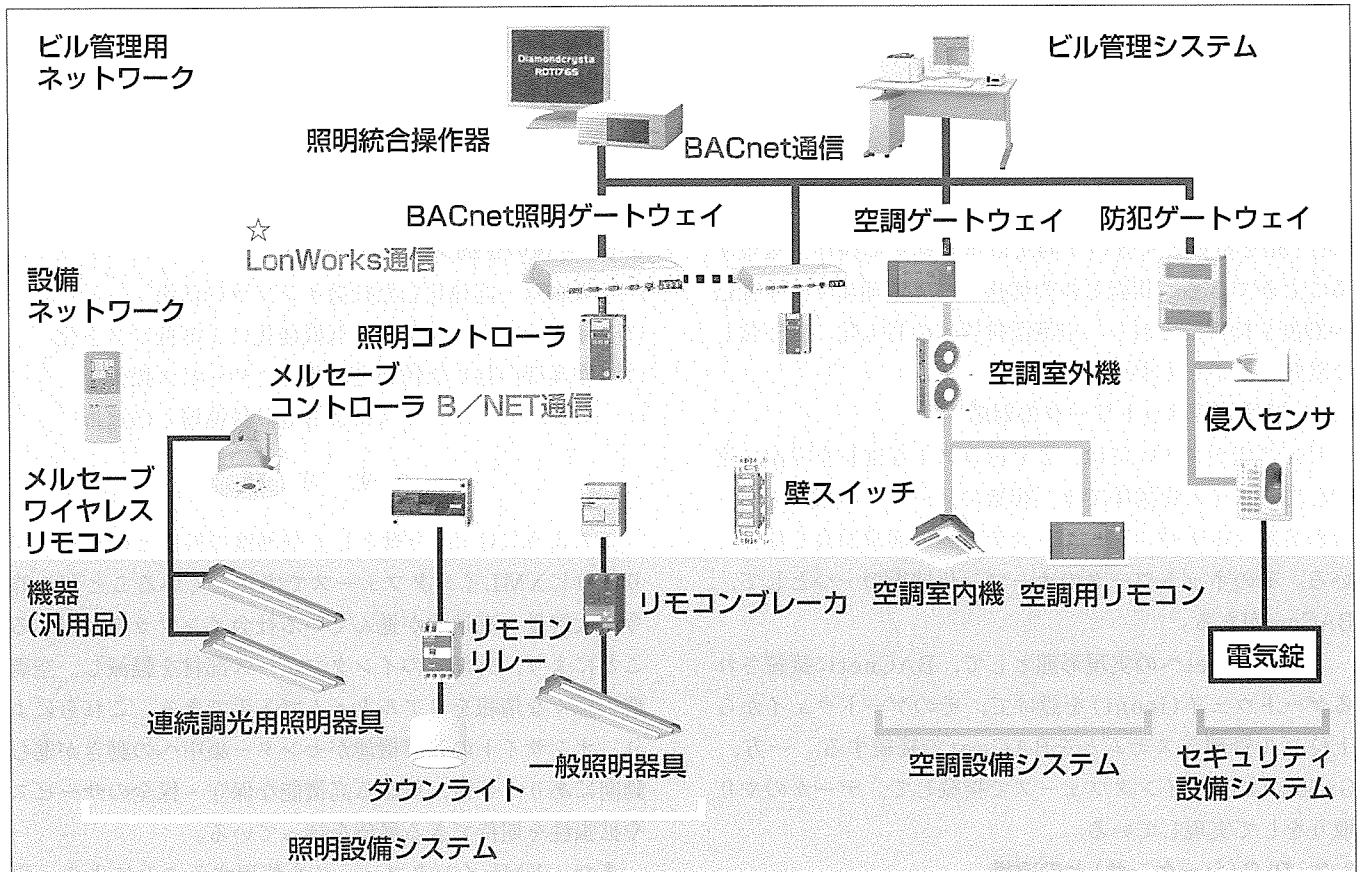
近年、ASHRAE(米国冷暖房空調工業会)が1995年6月に制定したビルオートメーションの共通プロトコルであるBACnet(A Data Communication and Control Networks)^(注1)が多数のビルに採用され、照明・空調・防災・防犯・受変電設備・昇降機設備からビルマネジメントシステムまで統合されるオープンシステム化が進んでいる。一方、米国のエシロン社が開発した通信ネットワーク技術であるLonWorks(Local Operating Network)^(注2)が米国EIA(Electronic Industries Alliance)規格として公開され国際的に数多くの機器が使用されている。三菱電機照明(株)においても、三菱電機の“B/NET”照明制御システムを小中規模照

明設備の集中監視型のシステムから大規模照明設備のフロア分散型のシステムにも幅広く対応できるシステムとして開発し、2003年から市場に投入している。また、LonWorksの通信インタフェースを搭載したことにより、B/NET照明制御システムにない各種センサ機器や自動調光制御機器の情報を取り込むことが可能となり、人感センサによる省エネルギー制御や照度、照明消費電力量等の照明環境及びエネルギー監視が可能なシステムを実現した。

(注1) BACnetはASHRAEの登録商標であり、ISO16484-5のビルオートメーション用データ通信プロトコルである。

(注2) LonWorksは、Echelon Corporationの登録商標である。

特集
I



分散型照明制御システムのネットワーク階層と応用例

ビル照明設備に用いられるネットワーク階層は、図のように3つに分類される。従来の設備ネットワークでは各社独自のフィールドバスを用いているがLonWorksによるマルチベンダー化が進んでいる。ビル管理用ネットワークでは、各社独自の設備を統合するBACnetによるオープンネットワーク化が進んでいる。さらに、インターネット技術を用いた広域監視への要求が高まっている。

1. ま え が き

現在のビル管理システムに要求されているものは省施工、省力化、拡張性であり、これらを実現する手段として以下の2つのオープンネットワーク化が進んでいる。まず、従来のフィールドバス自体を統合しマルチベンダー化を目的としたLonWorksがある。また、LonWorksはインターネット技術と親和性が高く、i.LON^(注3)シリーズを用いることにより簡単にインターネットからの制御・監視が行えるシステムである。次に、設備工事区分と同じく設備ごとにメーカー独自のフィールドバスを採用し、システム品質が各メーカーにより確保されたビル設備制御システムとビル管理システムを統合するBACnetがある。

2. BACnet対応システム

ビル管理用ネットワークでのBACnetの実現形態は、各社独自の既存システムをBACnetに接続する照明Icont方式が一般的である。この照明Icontでは、BACnetオブジェクトと自社設備との対応を物件ごとにカスタマイズするため、B/NET照明システムとLonWorksシステムの設備システムをオブジェクト定義し、相互接続設定し、その他の各種設定をXML(eXtensible Markup Language)データで実施可能としエンジニアリングコストの削減を実現した(図1)。また、照明Icont(図2)は組み込み機器によりハードウェアの小型化・低コスト化、高信頼性を実現している。

このシステムの特長は、従来の集中型の監視制御盤のシステムからフロア分散型のシステムまで対応でき、さらに、照明用統合操作器により監視・設定のサービスの充実を図っている。また、ゲートウェイ方式のため既存のB/NET(注3) i.LONは、Echelon Corporationの登録商標である。

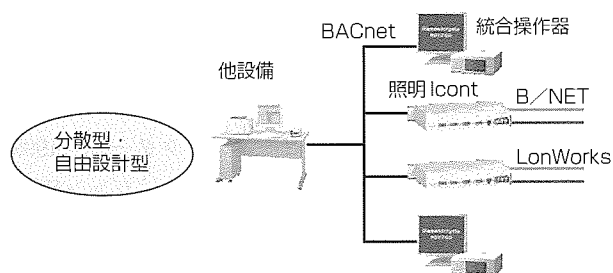


図1. 分散型照明制御システムの構成

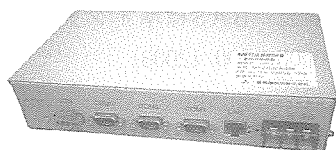


図2. 照明Icontの外観

照明制御システムのリニューアルにも容易に対応できる(表1)。

(1) 状態管理

フロア監視画面は、照明コントローラ単位を意識せずに自由に管理オブジェクトを配置可能とし、マルチウィンドウ化により監視・操作の向上を実現した。また、地図及びアイコンもユーザーで自由に登録・編集できる(図3)。

(2) 連動制御機能

BACnet化により従来ビル管理システムが介在して実施していた設備間連動が容易に実現できる。ただし、連動条件は物件ごとの容易なカスタマイズを可能にしている。

(3) スケジュール機能

従来のB/NET照明制御システムのスケジュール機能に加えて、BACnetに準拠したカレンダーやスケジュール登録や、ON/OFF制御のほか調光制御の登録も可能とした(表2)。

3. 設備管理ネットワークの技術

当社の照明Icontは、B/NET照明制御システムの情報、

表1. 照明Icont機能

	項目	仕様
統合操作器	照明Icont管理台数	40台
	制御ポイント	点滅 30,000ポイント
		調光 5,120ポイント
	連動条件	164条件(入力8, 出力32)
	調光トレンド表示	10分単位/1日
照明Icont	BACnetポイント数	点滅 1,000, 調光 128
	マネジメント情報	発停回数, 運転時間, 故障履歴
	スケジュール	スケジュール
時刻点数		12点 点滅・調光

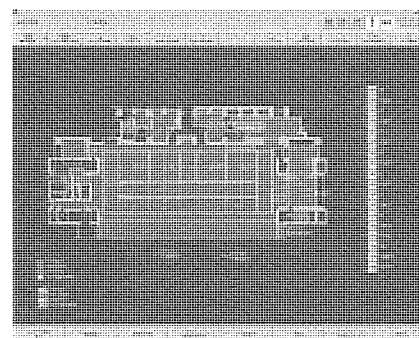


図3. 状態監視操作画面

表2. 統合操作器スケジュール機能

項目	仕様
カレンダー	16か月
スケジュール数	50種類
日種設定	休日, 特定日1~4
実行スケジュール	当日から6日後まで
1日スケジュール	時刻設定 12点 10分おき

LonWorks機器の情報、BACnetの情報をすべてオブジェクト管理し、Webサーバで相互接続設定し、その他の各種設定をWeb経由で設定可能とすることにより、物件ごとのカスタマイズを容易にしエンジニアリング費用を削減した(図4)。

3.1 B/NET照明制御システム

このシステムの特長はON/OFF制御のデータ量の少ない通信であるが、個別管理、グループ管理、パターン管理等1,500点の管理が可能ことや、地図のレイアウト(グループ、パターン変更)がパソコンによる設定器で容易に変更可能なシステムである。また、グルーピング・壁スイッチ割当て等の設定をRS-232C経由で照明コントローラに行っていたが、LAN経由で行うことにより統合操作器で集中的に複数の照明コントローラの設定を可能とした。

3.2 LonWorksシステム(“メルセーブNET”)

照明IcontのLonWorksインタフェースに使用しているニューロンチップは通常NV(Network Value)を62個までしか使用できないが、ファームウェアであるMIP^(注4)を導入することにより1,000個以上のNV管理を可能とした。また、LonWorks機器をコミッション及びバインディングを行うエンジニアリングの面では、汎用性を確保するために、LonMaker^(注4)を標準の設定器とした。照明Icontでは、LonWorks機器を管理するために、ニューロンID、ドメインテーブルをサービスピンメッセージで取得するオンライン方式と、あらかじめ入手したニューロンID、ドメインテーブルを登録するオフライン方式の2つを搭載し、設定作業の効率化を図っている。LonWorks対応のメルセーブNETを接続することにより、調光率、人感センサ情報、照度値等のきめ細かいデータを管理することで調光トレンド、電力トレンドが可能となった。さらに、バインディングとは別に、人感センサ情報、照度値等複数のセンサオブジェクトをグループ化し、OR、AND、平均化等の演算関数サポートをXMLデータで登録できるようにし汎用性と情報管理の充実を行った(図5)。

4. システム診断機能

照明Icontでは、複雑なコントローラや制御機器が少ないためシステム診断として発停履歴、故障履歴、運転時間管理を充実させ不具合発生時のシステム診断の情報とし、不具合対策の時間短縮を図った。

一方、エネルギー診断として、調光率や電力量のトレンドLOG機能を搭載し、エネルギー診断の情報をグラフ化及びCVS(Concurrent Version System)ファイルで提供している。現在、ビル管理システムでは、保守を目的としたインターネットによる遠隔監視の要求はないが、チェーン店等

(注4) MIP, LonMakerは、Echelon Corporationの登録商標である。

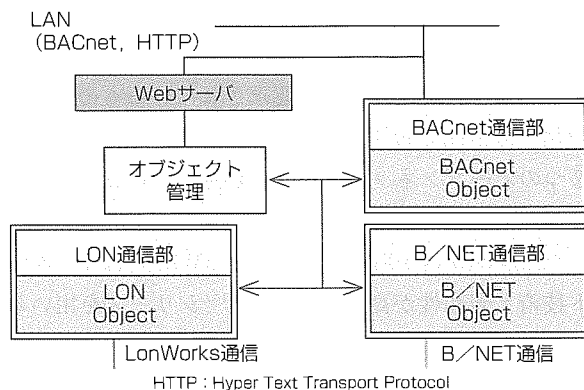


図4. 照明Icontの概略構造

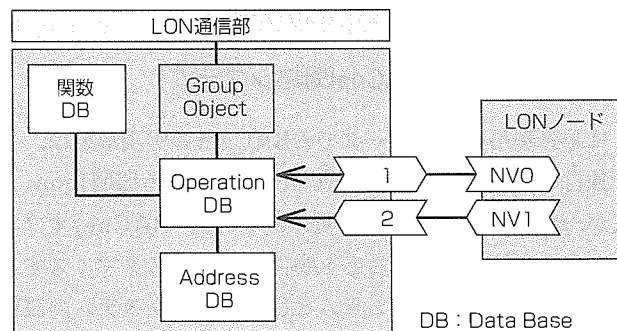


図5. LON処理部の概略構造

の店舗では、遠隔監視・保守を含めた遠隔監視及びWeb監視の要求がありセキュリティ対策が課題となっている。

5. むすび

現在、オフィスビルにおいてBACnetのIPV6(Internet Protocol Version 6)化の要求が増加している。また、分散制御の照明制御システムの工場や店舗への展開として、Web対応、空調・照明省エネルギー制御機能を搭載した照明コントローラの開発を予定している。

参考文献

- (1) 東芝セミコンダクター社：ニューロンチップ TMPN3150/3120, 東芝セミコンダクター社 (1999)
- (2) 電気設備学会：BACnetビルオートメーション用データ通信プロトコル, 電気設備学会 (2000)
- (3) 小宮紀之, ほか：オープンネットワークを活用したビル設備システムコントローラ, 三菱電機技報, 78, No.4, 303~306 (2004)
- (4) 電気設備学会：BAS標準インタフェース仕様書, IIEIE-P-0003:200 (2000)
- (5) エシロン社：LonMaker User's Guide, Release3.1 (2001)

エネルギー管理システムの現状と展望

金川仁士*

Current Status and Future Prospect of Energy Management System

Hitoshi Kanagawa

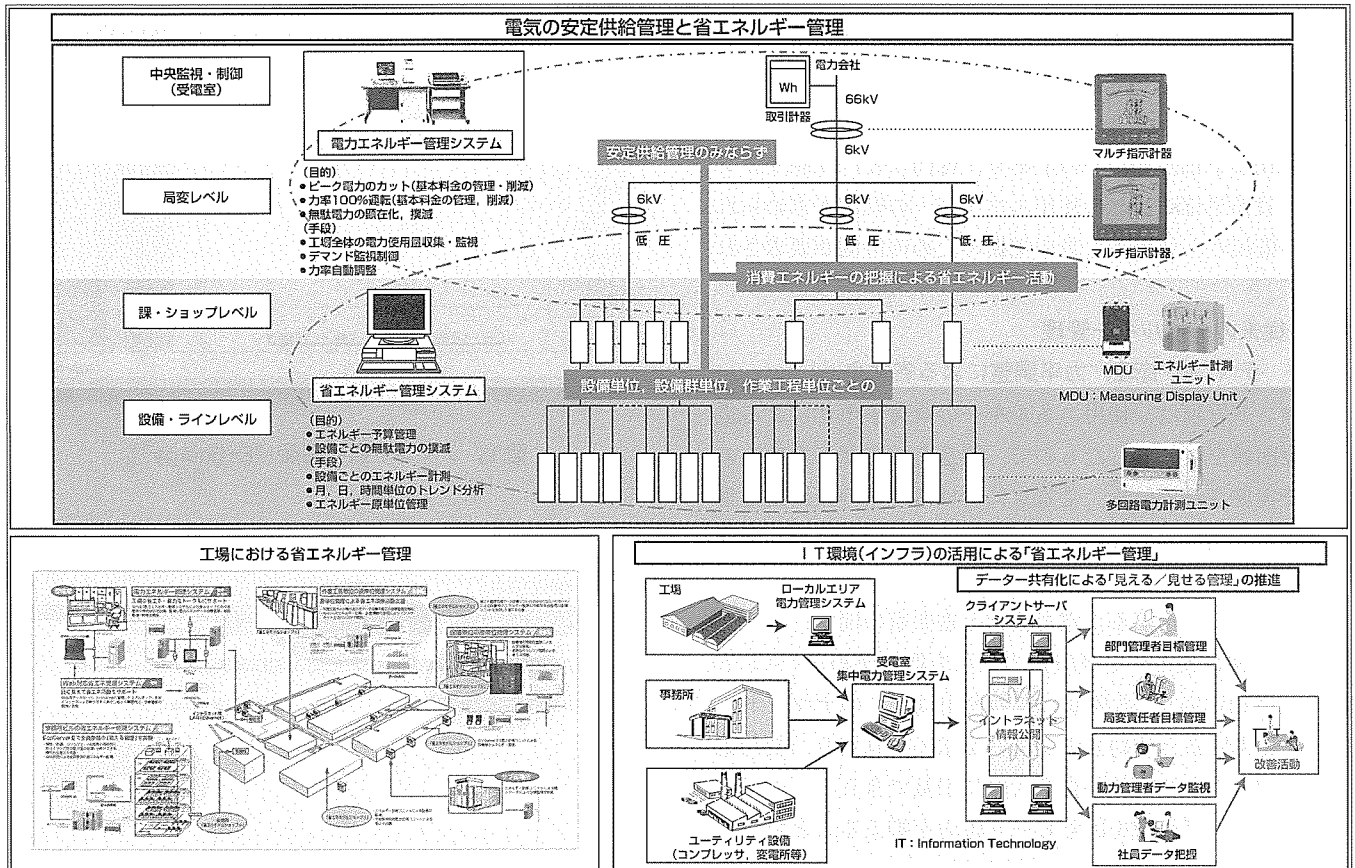
要旨

工場におけるエネルギー管理は、これまで受配電系の安定供給管理が中心であったが、省エネルギー法を背景とした省エネルギー活動活発化により、その管理ポイントが、低圧レベルの消費エネルギーの把握による省エネルギー活動に拡大している。

従来の受配電系を中心とした電気の安定供給管理、デマンド管理、力率改善に加えて、省エネルギー目標値管理を目的とした低圧の動力、電灯を中心とする消費エネルギーの把握、設備単位、設備群単位、作業工程単位の原単位を指標とした省エネルギー管理と管理対象が拡大している。それぞれの計測、監視対象は、計測、監視機器をネットワ

ーク化した通信を利用したシステムで構築され、特に、省エネルギー管理においては、情報インフラとして使用されていたイントラネットを活用して情報の共有化による全員参加の省エネルギー活動を啓蒙するシステム化が図られている。

三菱電機では、従来からの受配電系の安定供給管理のためのエネルギー管理システムと、省エネルギー活動を支援するための省エネルギー支援システムを提供しており、本稿では、これらのシステムについて述べる。なお、各々の特長を生かした総合的なエネルギー管理としてうまく融合させた製品開発を行っていく。



工場における電気の安定供給管理と省エネルギー管理システム

受電点を中心とした電気の安定供給管理から、近年、省エネルギー活動支援を目的とした部門別のエネルギー使用量の把握、生産ラインのエネルギー使用量の把握へと、計測管理ポイントが拡大してきており、電気の安定供給管理+省エネルギー計測管理システムがITインフラを使用したものに変化してきている。

*福山製作所

1. ま え が き

当社では、現在、電気の安定供給管理と、使用エネルギーの計測・管理によるロス“見える化・解(わかる)化”活動を行うための、ネットワーク・ITを使用した受配電監視、省エネルギーシステムをユーザーに提案し提供している。

本稿では、電気の安定供給管理と省エネルギー支援システムについて述べる。

2. 電気の安定供給管理と省エネルギー管理

工場におけるエネルギー管理は、電気の安定供給管理とデマンド管理、力率調整による省マナーが中心であった。主任技術者及び施設管理者は、受電した電力が、生産活動に支障をきたすことなく、安全に、安定的に供給されていることを中心に管理する。管理する上で、省人化するために、自動管理、監視、制御をフィールドネットワークを使用した通信機能によるエネルギー管理システムにより管理している。

電気の安定供給管理の対象は、その多くが、受電設備、サブ変電所、低圧トランスまでであり、低圧配電の細部を個々に自動計測、監視していない。

近年の、省エネルギー法を背景とした省エネルギー管理は、従来の電気の安定供給管理の対象としてきた受電設備、サブ変電所、低圧トランスから、さらに低圧の個々の動力、電灯負荷まで拡張したものであり、部門ごと、生産ラインごと、設備単位ごととの使用エネルギーの管理が求められ、異常の監視から使用電力量の把握のための計測が要求される。

2.1 従来のエネルギー管理

2.1.1 デマンド管理、力率調整による省マナー

デマンド管理は、使用エネルギーの負荷平準化による電気料金削減を目的としたもので、製造を始めとした多くの工場で実施されている。受電点における電気の使用量を常に監視し、契約電力を超過しそうになると警報を発したり、負荷を自動的に停止させることによって、デマンドのオーバーを未然に防止する。電力会社と需要家の間で、あらかじめ30分間に使用する電力量の上限を取り決め(デマンド契約、契約電力)、需要家の電力使用量がこのデマンド契約値を超過すると違約金の支払いを求められたり、契約電力を下げることで電気料金を大幅に削減できる。

使用電力の平準化を図りピーク電力を抑えることで契約電力を下げるができることから、デマンドを管理・監視することは、省マナーにつながり、大手製造業を始めとした需要家は、デマンド管理を行っている(図1)。

力率とは、電気の使用効率のことを言い、供給した電力に対し、有効に使用された割合を言う。大口需要家におい

て、この力率は電気代の基本料金に大きくかわり、力率を調整することは省マナーにつながることから、大口需要家において力率調整が実施され、力率の状態管理を行っている。

$$\begin{aligned} \text{電気料金} &= \text{基本料金} + \text{電力量料金} + \text{消費税(5\%)} \\ &= (\text{契約電力} \times \text{基本料金単価} \times (1 - \frac{\text{力率}(\%) - 85}{100})) \\ &\quad + (\text{使用電力量} \times \text{使用電力量料金単価}) \\ &\quad + \text{消費税(5\%)} \end{aligned}$$

2.1.2 安定供給管理(異常監視, 異常時制御)

電気の安定供給管理を目的とした計測監視は、電力品質の計測監視であり、電圧:電力の供給安定度, 電流:負荷の状況計測(設備容量管理), 継電器, 遮断器: 電路保護を計測し状態監視するものである。エネルギー管理システムは、異常をいち早く感知する、又は危険予知による未然防止をサポートし管理者に安心を提供するものとして位置付けられる(図2)。

2.2 IT環境インフラの活用による省エネルギー管理

従来のエネルギー管理に加え、省エネルギー法を背景とした使用エネルギーの削減活動として、サブ変電所以下の

現在時限デマンド: デマンド負荷曲線

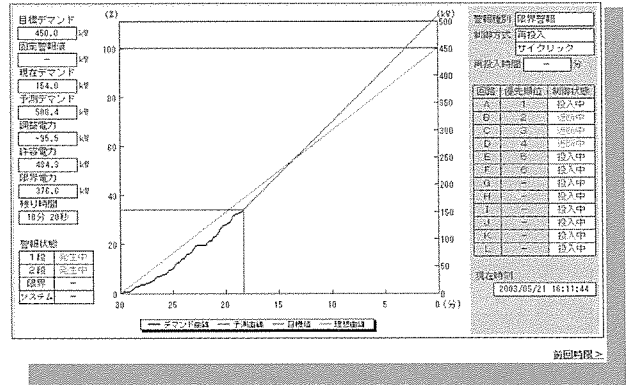


図1. デマンド監視画面(“E-Energy”)

アナログデータ表示 グループ

グループ名: [電力(400V)]

No.	回路名称	データ	下限	上限	単位	0%	50%	100%
1 No.1	MRU1-ch1 (系統1)	20.0	0.0	100.0	KW			
2 No.2	MRU1-ch2 (系統2)	500.0	---	---	KW			
3 No.3	MRU1-ch3 (系統3)	100.0	50.0	20.0	KW			
4 No.4	MRU1-ch3 (系統3)	200.0	---	---	KW			
5	計測器(系統3)	---	---	---	KW			
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

グループ名変更 | グループ選択 | 前グループ | 次グループ | 戻る

図2. 動力の電圧、電流計測・監視データ及び表示

建屋ごと、部門ごとのエネルギー使用量の把握を目的としたモニタリングシステムによる見える化・解る化が活発に行われている。実際にエネルギーを使用する社員個々の省エネルギー意識の向上による省エネルギー、エネルギー使用の実態把握による改善活動につなげるためのデータとして使用される。各主要なエネルギー使用場所の使用量計測には、フィールドネットワークを使用した通信が使われ、計測データの見える化・解る化には、ITを活用した社内のイントラネットを利用し、工場長、部門管理者、動力管理者のみならず、作業員、工程管理者、事務所員など工場に従事しているすべての社員が同じデータを共有し、全員参加の省エネルギー活動につなげるものである。

2.2.1 管理監視系(目標値管理, 部門別管理)

照明、空調を始めとした共用設備である動力・電灯機器は部門共通的に使用するエネルギー消費機器である。部門別の使用量を見える化することで、部門間の省エネルギー活動の競争意識を向上させ、空調機器の温度管理、就業時間外の消灯など、管理ロス削減による省エネルギーを実現できる。

また、設定した目標値との差異を可視化することで、危機感及び改善策の検討と省エネルギー活動を実推進する原動力となる(図3)。

2.2.2 改善系(原単位管理)

工場におけるエネルギー使用量の多くは生産活動に使用される。生産設備における省エネルギーは重要であり、使用エネルギーは生産状況により変動することから、省エネルギー管理は原単位管理により行うことでロスの可視化と改善効果の把握を行うことができる。

原単位管理データをグラフ化したものを図4に示す。図に示すように、生産系における原単位を分析すると、原単位管理ミス、原単位性能、原単位理論値の領域に分類される。

(1) 原単位管理ミスの削減

管理の徹底、改善により削減可能なロスであり、非生産時間における不要な動力、段取り変え、設備トラブルによる停止などが挙げられる。

(2) 原単位性能の改善

生産中の原単位であり、理想原単位(設備能力により計算されるロスのない理想原単位)との差を示す。次工程待ちの改善、搬送時間削減、設備レイアウト変更などによる

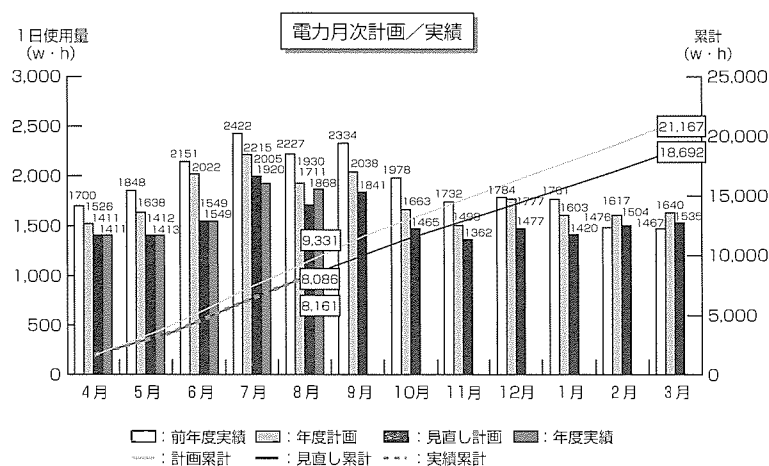


図3. 目標値管理データ(使用電力量の計測データ)

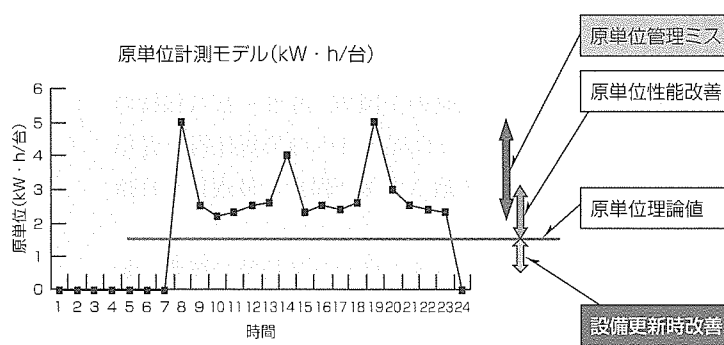


図4. 原単位データによる分析モデル

設備性能を100%に近づけるための改善の指標となる。

(3) 原単位理論値の改善

原単位理論値の改善は、改善活動による削減が不可能な領域であり、設備更新、設備改良などの大きな投資が必要となる。

省エネルギー活動による改善は、原単位管理ミスの削減→原単位性能の改善→原単位理論値の改善とステップアップさせていくが、まずは、小さな投資で実現可能な、原単位管理ミスを可視化することによる作業改善への取り組みが重要である。

3. むすび

現在、当社製品として、エネルギー管理システム、“EcoServer” “EcoManager”を中心とした省エネルギー管理システム、管理に必要な計測・監視機器を提供しているが、今後も引き続き、市場で要求される電気の安定供給管理、省エネルギー管理を提供する総合的なエネルギー管理システムを効果的に提供できる製品開発に取り組んでいく予定である。

辻 弘之*
田島広泰*
久代紀之**

ビル管理・保守システムにおける現状と展望

Current Status and Future Prospect of Building Management and Maintenance System

Hiroyuki Tsuji, Hiroyasu Tabata, Noriyuki Kushiro

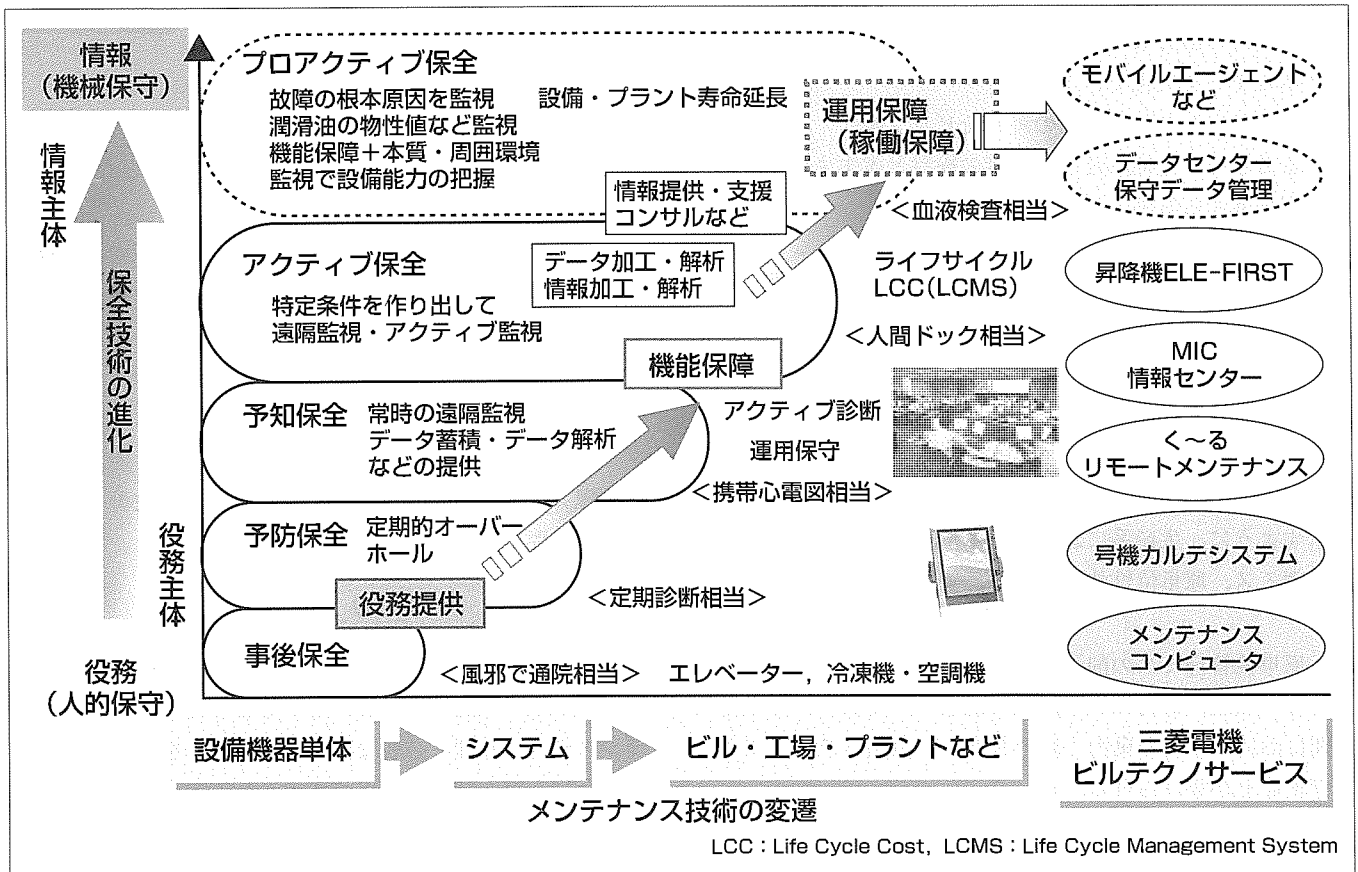
要旨

近年、地球環境の悪化、環境保全が叫ばれライフサイクルコストを重視した高度な保全技術の要求、省エネルギーの達成、リサイクル促進などの施策が実施されている。三菱電機ビルテクノサービス(株)は、保守サービス・メンテナンス技術を通じて社会貢献“より快適なビル環境づくりを通じ、豊かな人間社会の実現に貢献する”を企業理念に企業活動している。日本全国で約20万台の昇降機、30万台の冷熱空調機器の保守・保全の全国均一なサービス保持のため、6,000人以上のサービス技術者への最新技術を習得させる教育センターなどを通じて保守保全の最適化を目指している。

本稿では、中核技術であるメンテナンス技術の概要を始

め、保全技術の進歩と実現した技術と今後の展開に関して概要を述べる。

現状の保全技術は、事後保全(Breakdown Maintenance:BM)と予防保全の一手法である時間基準予防保全(Time Based preventive Maintenance:TBM)が主体であるが、TBMの故障発生論理基礎は“バスタブ論合致が前提”であり、磨耗故障の少ない情報通信機器類では疑問も多く、初期故障率の高い機械系でも課題がある。偶発的故障領域での安定稼働を保障するには、IT技術を駆使した新しい観点に立った保全技術が必要であり、サービス会社として旧来の“役務提供”型サービスと現状の“機能保障”型サービスを発展させた“運用保障”型サービスを提案する。



メンテナンス技術の変遷

近年のメンテナンス技術は、通信技術・IT技術の駆使により、特定条件を作り出して遠隔監視するアクティブ保全にその重点を移している。三菱電機ビルテクノサービス(株)のサービス技術もエレベーター・空調機器のメンテナンスツールから三菱電機ビルテクノサービス情報センター(MIC)を中核にした遠隔監視による保守保全技術を確認し、さらに、ELE-FIRSTなどでアクティブな保全方式を開発し、役務提供のサービスから機能保障への保全を向上させている。

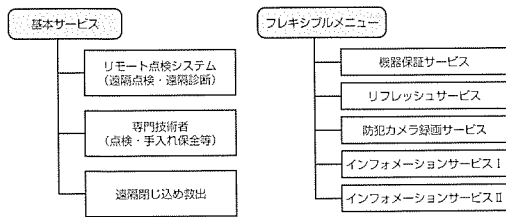


図4. ELE-FIRSTサービスメニュー

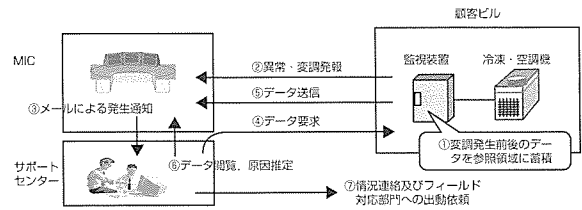


図5. サービス概略フロー

られた各機器の機能・性能や停電・火災時の管制運転動作について、従来フィールドエンジニアの精密点検を要していた内容を、高精度で診断する。

3.5 く～るリモートメンテナンス

“く～るリモートメンテナンス”とは、冷凍・空調設備の遠隔管理サービス商品である。現地の機器に異常や変調が発生した場合に、現地からMICへ発報し、技術サポートセンターの技術担当者によって現象と推定原因を解析し、フィールドエンジニアの現場対応作業を支援する(図5)。

3.6 ビル管理システム

当社では、ビル管理システム(BAS)の遠隔監視システムとして、BASリモートを提供している。ビル側のBASは公衆網経由でMIC内の定期点検支援サーバに接続される。また、支社(地域拠点)とも接続し、故障発生時には専門のスタッフが解析支援を行うことができる。さらに、定期点検支援サーバに蓄積したデータを基に帳票を作成する帳票作成支援マクロ(エクセルのマクロ)により、直接現場を担当する支店・営業所から顧客に対してビルの運営をサポートするための情報提供が可能となっている。

4. 遠隔メンテナンスとITの活用

4.1 現状と課題

メンテコンやMICを活用した遠隔監視・遠隔データ収集などは業界有数と自負するが、状態基準予防保全技術(CBM)確立には至っていない。“機能保障”を確保するための信頼性向上、顧客のコストダウン要求に対応するには、最適解析・認識技術の導入とIT技術を活用したCBMの確立が必要である(図6)。

4.2 問題解決

ネットワークを利用したモバイルエージェント技術が注目されている。モバイルエージェント技術は、ネットワーク上を自律的・協調的に動き回るソフトウェアであり、移動先の処理・結果に応じてエージェントの活動が動的に変化して各種情報を送り出したサーバに持ち帰るので、解析技術の深堀では得られない数多くの機器の比較データ、設置環境が類似の設備機器のデータなども参照できるので更

(注1) LonWorksは、Echelon社の登録商標である。

(注2) Javaは、サン・マイクロシステムズ社の登録商標である。

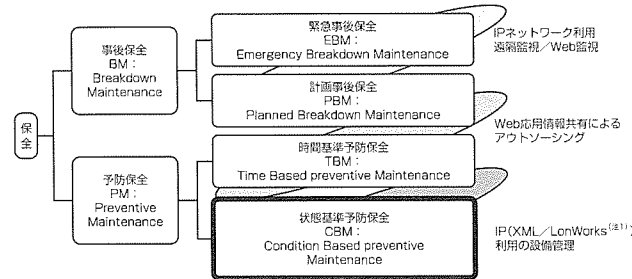


図6. サービス技術とIT技術

に信頼性の高い保全が可能になると思われる。三菱電機は、“DiaConcord”と称するJava^(注2)ベースの移動型エージェント技術を開発しており、今後の保全技術への展開を検討したい。

5. 今後の課題

保守・保全は、過去の教育と経験に基づく経験工学的な“役務提供”サービス技術からメンテコンなどのツールを活用したより安定した保全技術に移行し、さらに、機器設備の運転稼働状況を常時監視してデータをデータセンターに蓄積・分析を行い機器設備の機能自体を保証する“機能保障”サービスが実用化されている。今後の保全は、機能保障サービスを更に向上させた“運用保障”“稼働保障”サービス技術の確立を目指したい。

6. むすび

保全サービス技術は地味な技術ではあるが、保全によって設備機器が最適状態で稼働して、昇降機での安全な人の移動、空調・冷凍機器の安定・高効率運転による安定した生産をもたらす、社会や企業の根幹を支える技術である。“生産から保全”の時代が到来しており、地球環境保全を視野に入れた安全で安価な安心できる保全サービスを顧客に提供していく所存である。

参考文献

(1) 精密機械, 49, No.1, 78~83 (1983)

省配線設備ネットワーク構想

Building and Home Network with No-Communication Lines and No-Installation Engineering

Masanori Nakata, Toshiyasu Higuma, Naoyuki Hibara

要旨

空調や照明など設備機器のネットワークは、現在、ビルに広く適用され設備機器の高度な運用による省エネルギーなどに効果的に利用されている。更なる普及には、新築、既設によらず、ネットワーク接続による高性能な設備を低コストで導入可能にするための工事性向上や設置設定の容易化などに関する下記課題を解決する必要がある。

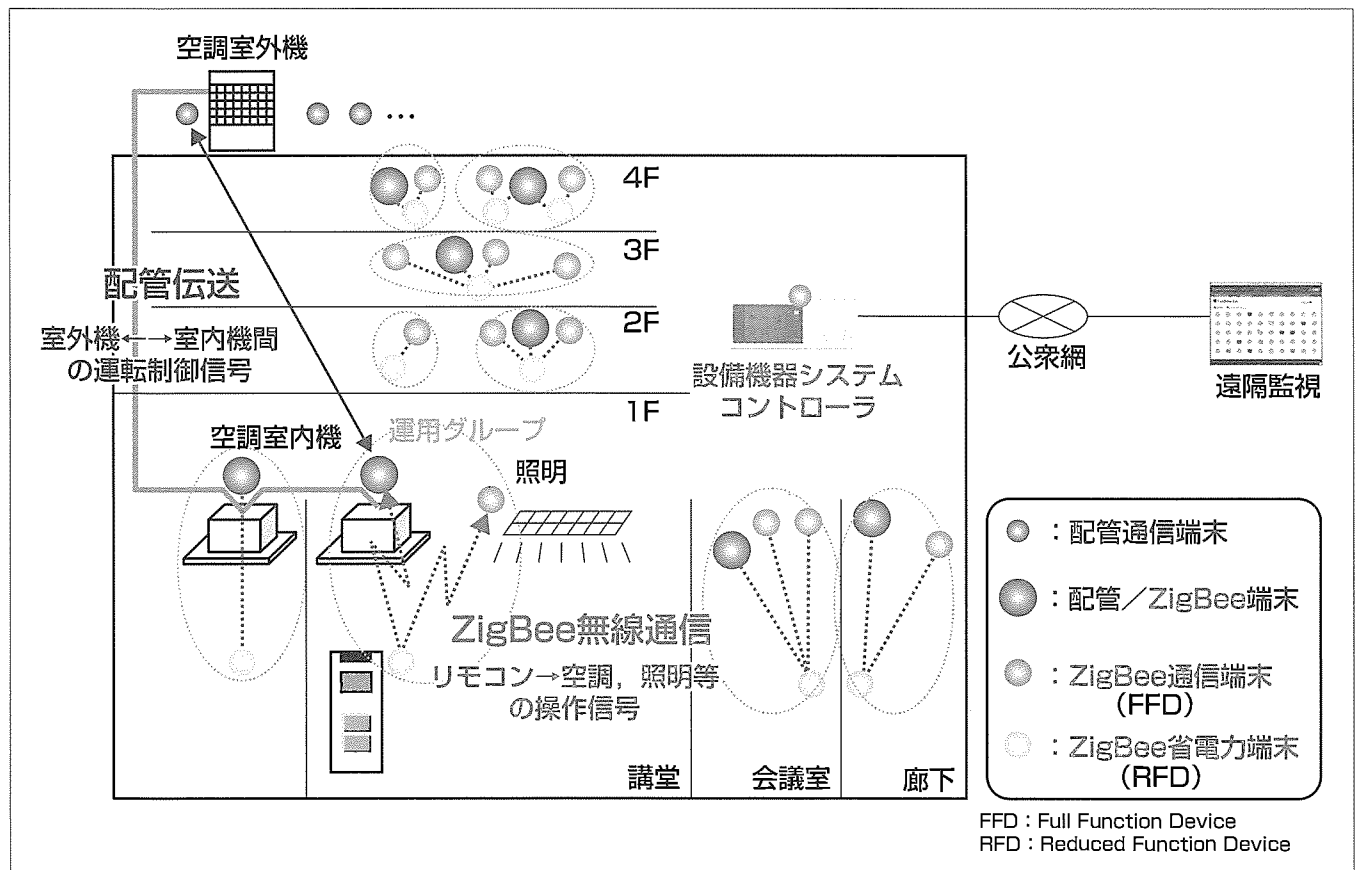
- (1) 配線工事の削減による低コスト化
- (2) グループ設定、スケジュール運転等の運用設定容易化

- (3) 初期設定の省力化による低コスト化
- (4) メーカー間、機器種別間の上位システム相互接続に対応するオープン化

筆者らは、これらのシステム構成に必要な要素技術として、無線通信、壁越え通信、位置検出等の技術開発を行ってきた。

本稿では、昨今求められる要求と課題、及び解決策としての省配線設備ネットワークについて述べる。

特集
1



省配線設備ネットワークのシステム構成例

無線通信と壁越え通信の協調による省配線を実現した。部屋内での通信には低コスト・低消費電力のZigBee無線ネットワークを構築した。無線通信は距離により著しく受信電波強度が減衰したり間仕切り壁等で遮断されたりするため、建物全体の通信には壁越え通信が不可欠である。そこで、空調の配管を利用する通信方式として配管伝送技術を開発し、付加工事なしで壁越え通信を実現した。

また、前述の無線の距離減衰特性を利用して空間距離や位置を推定し、それを利用した初期設定自動化機能やグループ設定支援機能を実現した。

*住環境研究開発センター

1. ま え が き

空調や照明といった設備機器のシステムは、一括監視／制御やメンテナンス、さらには遠隔監視の目的でネットワークを形成している。三菱電機の場合、M-NET(総合冷凍空調ネットワーク)、B/NET(分散制御ネットワーク)等がある。

このようなネットワークは1980年代前後に各社で開発され、ビル設備の早期ハイテク化を実現したが、更なる普及のためには、新築・既設によらず、ネットワーク接続による高機能的な設備を低コストで導入可能にするための工事性向上や設置設定の容易化などに関する下記課題を解決する必要がある。

- (1) 配線工事の削減による低コスト化
- (2) グループ設定、スケジュール運転等の運用設定容易化
- (3) 初期設定の省力化による低コスト化
- (4) メーカー間、機器種別間の上位システム相互接続に対応するオープン化

これら課題解決のため、省配線設備ネットワークシステムを開発した。

2. 開発コンセプト

省配線設備ネットワークは下記コンセプトで開発した。

- (1) 無線通信と壁越え通信の協調による省工事
配線工事の省力化及びユーザーの利便性のためには無線通信が好ましい。ただし、無線通信は一般に壁により遮断されるため、壁越え通信技術と組み合わせたハイブリッド技術を開発した(図1)。
- (2) 位置検出技術による初期設定、運用設定容易化
無線通信は距離により受信強度が著しく減衰するが、その減衰量を利用することにより無線端末間の距離を概算できる。この点に着目し、多数の端末間の距離を推定して合算することによる空間位置検出を行う。空間位置検出によ

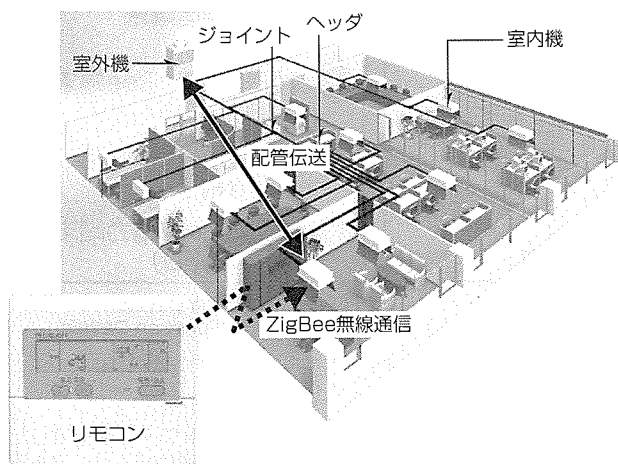


図1. 無線通信と壁越え通信の協調

り各設備機器の位置を地図表示できるので、機器番号の割当て、グループ設定、スケジュール設定を早く正確に行えるようになる。

- (3) 設備機器ネットワークに適切な性能選択

設備機器ネットワークでは、情報系ネットワークに比べ情報流量は少なく、低コストで安定したシステムであることが強く要求される。

一方で、照明等の機器操作への応答には迅速性が、また、機器のメンテナンスにおいて、ログデータなど比較的容量の大きなファイルを扱うことも求められる。そこで、運用を含めた低コストを前提に、低消費電力でファイル転送にも耐え得る伝送速度のネットワークを構築する。

3. ネットワーク実現方式

3.1 無線通信

前述のコンセプトを実現する低コストな手段を検討し、無線については代表的な無線通信の規格を示す表1のような比較の中から、必要な伝送帯域、低消費電力を兼ね備えるZigBee^(注1)通信方式(IEEE 802.15.4準拠)に注目し開発を進めた。

ZigBeeは標準化団体ZigBee Alliance⁽¹⁾により仕様が策定され、2004年12月に公開された。ビル、ホームへのアプリケーション適用を強く意識しており、相互接続性確保のため機器接続プロファイルと同組織で検討中である。物理層部分のIEEE 802.15.4は低コスト、低消費電力を意図して規格化されており、AV系の大容量通信でなく通常の機器監視・操作通信に適した低コスト仕様になっている(図2)。

前述のプロファイル策定に関して、欧米との機器文化の違いを吸収する活動を継続している。例えば、空調システムの場合、米国では集中熱源によるダクト空調が多いのに対し、日本では室外機と室内機とに分散した空調が多いことから、機器連携の単位が異なる。そこで、機器の定義と意味の定義とを分離し、ユーザーから見た概念を一様にする。

3.2 壁越え通信

壁越え通信として、昨今のビルに必ず存在する空調の冷媒配管に着目し配管伝送技術を開発した。無線通信と配管(注1) ZigBeeは、Koninklijke Philips Electronics社の登録商標である。

表1. 代表的な無線通信の規格

	IEEE 802.15.4 (ZigBee)	IEEE 802.11b	Bluetooth
電池駆動	1年		1週間
通信手順	単純		複雑
通信範囲	70m	100m	10m
通信速度	250kbps	11Mbps	1 Mbps

(注) 数値には幅があり、およその目安を記載

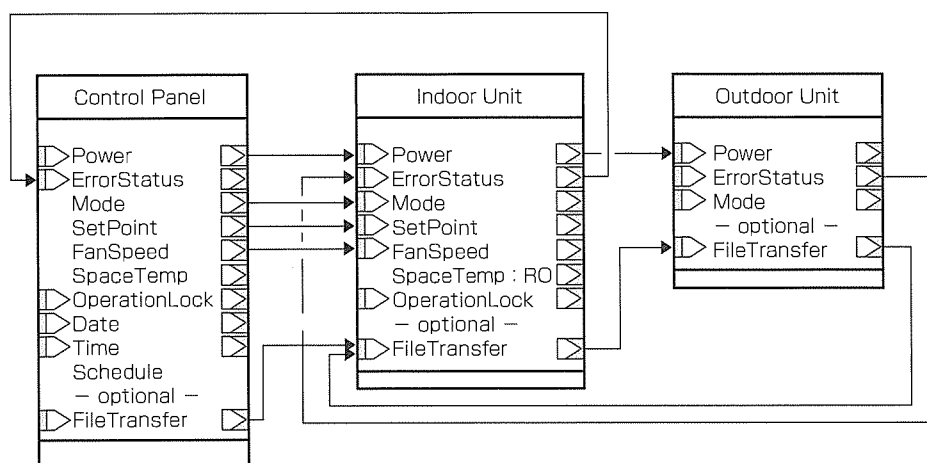


図 2. ZigBee 機器プロファイル仕様例

伝送とのハイブリッド技術により、配線工事を削減し低コスト化をねらう。

配管伝送は、空調の冷媒配管の導電性や絶縁性に着目し、配管を通信媒体として利用する通信方式である。空調冷媒配管は銅管であり、結露による垂水防止のためウレタンなど絶縁物質により断熱し、敷設される。室外機と室内機の間には冷媒の行き帰り用に配管が二本並行に敷設されているので、電気的には絶縁された2本の電線とみなすことができる。一般に、室外機は屋外に設置され、室内機は各部屋に設置される。この冷媒配管は屋内外や各部屋間を結ぶ通信線路として利用した(図3)。

次に、通信線路上の伝送方式としてマルチキャリア方式を開発した。設備用ネットワークでは信頼性が要求される。また、低コスト、将来の拡張に対応する通信帯域、低消費電力を実現する方式が望まれる。

マルチキャリア方式は、2MHz~10MHz帯に5本のキャリア周波数(図4の山状のトーン)を設定し、それぞれに独立してデータ送信する方式である。特定の周波数(同図①②)がノイズやインピーダンスの障害で利用不可になっても通信を確保する。

この特性により、キャリア1本当たり80kbpsの伝送速度のデータ送信を組み合わせ、最大キャリア5本で400kbpsの伝送性能を実現している。

3.3 デュアルスタック

省配線設備ネットワークでは屋内に無線通信、部屋間、屋内外に配管通信の2種の媒体を用いるハイブリッド型のネットワークを構成する(図5)。アプリケーションからは媒体にかかわらずシームレスな接続性を実現する。両媒体の接続点、例えば空調室内機に図6に示した構成の通信ソフトウェアを搭載することにより、シームレスな接続性を実現した。

3.4 位置自動検出

ZigBee通信はIEEE 802.15.4で規定される2.4GHzキャリア

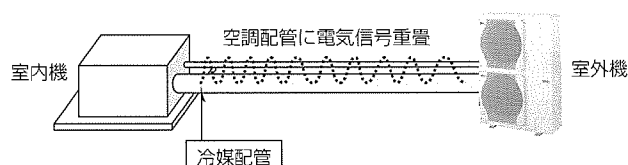


図 3. 冷媒配管及び配管通信の概念

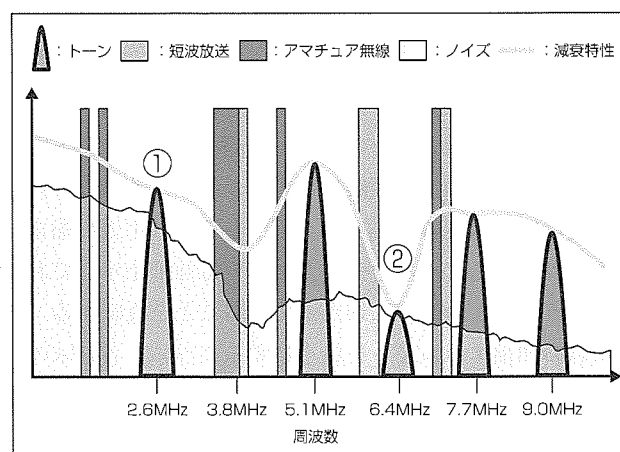


図 4. マルチキャリア通信の概念

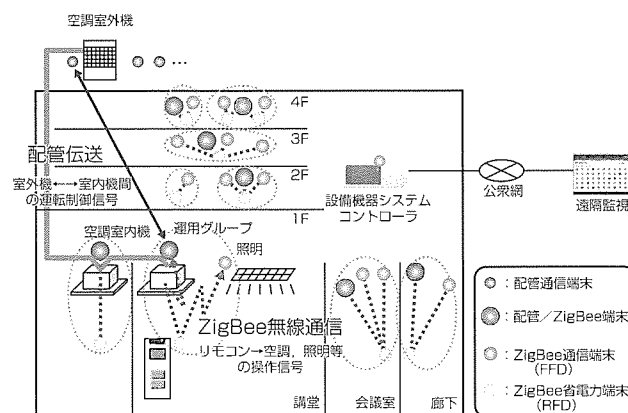


図 5. デュアルスタック通信のシステム構成例

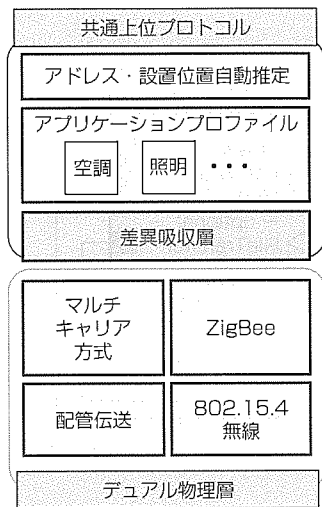


図6. デュアルスタック通信のソフトウェア構成

アの無線方式で、低消費電力の観点から近距離通信(実効10~20m)を前提とする。この受信電波の減衰量から換算することにより2~3mの精度で端末間距離を算出できる(図7)。

この算出距離を全端末について三角測量することにより端末の位置関係を類推する。ここで、前述の誤差のために単純に合算すると計算矛盾してしまうため、ばねモデルによる誤差相殺方式を実装した。

ばねモデル方式とは、無線端末間の距離を“ばね”になぞらえ、前述の距離矛盾をばねの伸び縮みで吸収する方式である。各端末間の換算距離には誤差があり、そのため各ばねは伸び縮みせざるを得ない。図7右下部は中央の端末が左下に押されるような力がかかっている様子を示しており、このような力が全端末にかかっていることを意味する。このばねの伸縮エネルギーを最小にするように、各端末の位置を微調整してばね伸縮を再計算するということを繰り返しシミュレーションする。この再計算の収束により端末位置を算出結果とした。

また、もう一つの誤差補正として、ビル設備機器の整列性に着目し、建築セル単位での格子点を仮想して端末位置を整列させる方式を併用した。

このようにして各端末の空間位置が得られるので、機器番号設定等の初期設定の省力化及び設定ミス防止を実現する。空間位置を反映した設定画面によりグループ設定、スケジュール設定のような運用設定においても、操作が容易になり、仮に設定ミスがあっても実際の機器と画面とを比べることにより、容易にミスを検出し修正できる。この機能は通常操作にも生かされ、居住者がパソコン等から機器の位置を連想しながら操作できる(図8)。

4. む す び

設備機器のネットワークについて、近年の課題を解決す

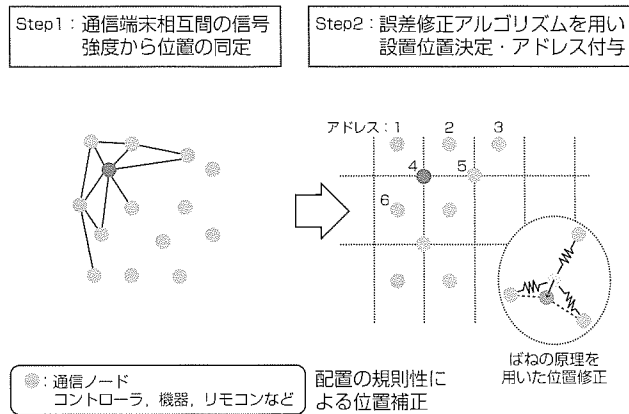


図7. 位置検出の原理

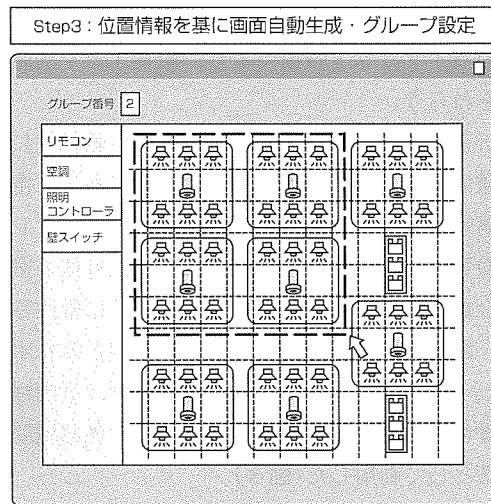


図8. 空間位置を反映した設定画面

る方式及び標準化活動について述べた。すなわち、無線通信と壁越え通信との適切な選択及び協調動作のためのデュアルスタック・ソフトウェア開発、及び空間位置検出に基づく初期設定自動化や、運用設定画面自動生成による設定・操作の容易化である。

設備機器の寿命(5~15年)と継続性の観点から、各社の既存ネットワークシステムが直ちに入れ替わることはないが、近年の利便性、コスト要求から省配線設備ネットワークへのシフトは確実と考えられるため、静かに浸透していくであろう。

参考文献

- (1) ZigBeeアライアンス：http://www.zigbee.org/
- (2) ECHONET：http://www.echonet.gr.jp/
- (3) 小宮紀之，ほか：オープンネットワークを活用したビル設備システムコントローラ，三菱電機技報，78，No.4，303~306 (2004)
- (4) 電気設備学会：BACnetTM ビルディングオートメーション用データ通信プロトコル (2000)

遠隔診断のためのインフラ技術

鈴木繁樹*
向井卓也*

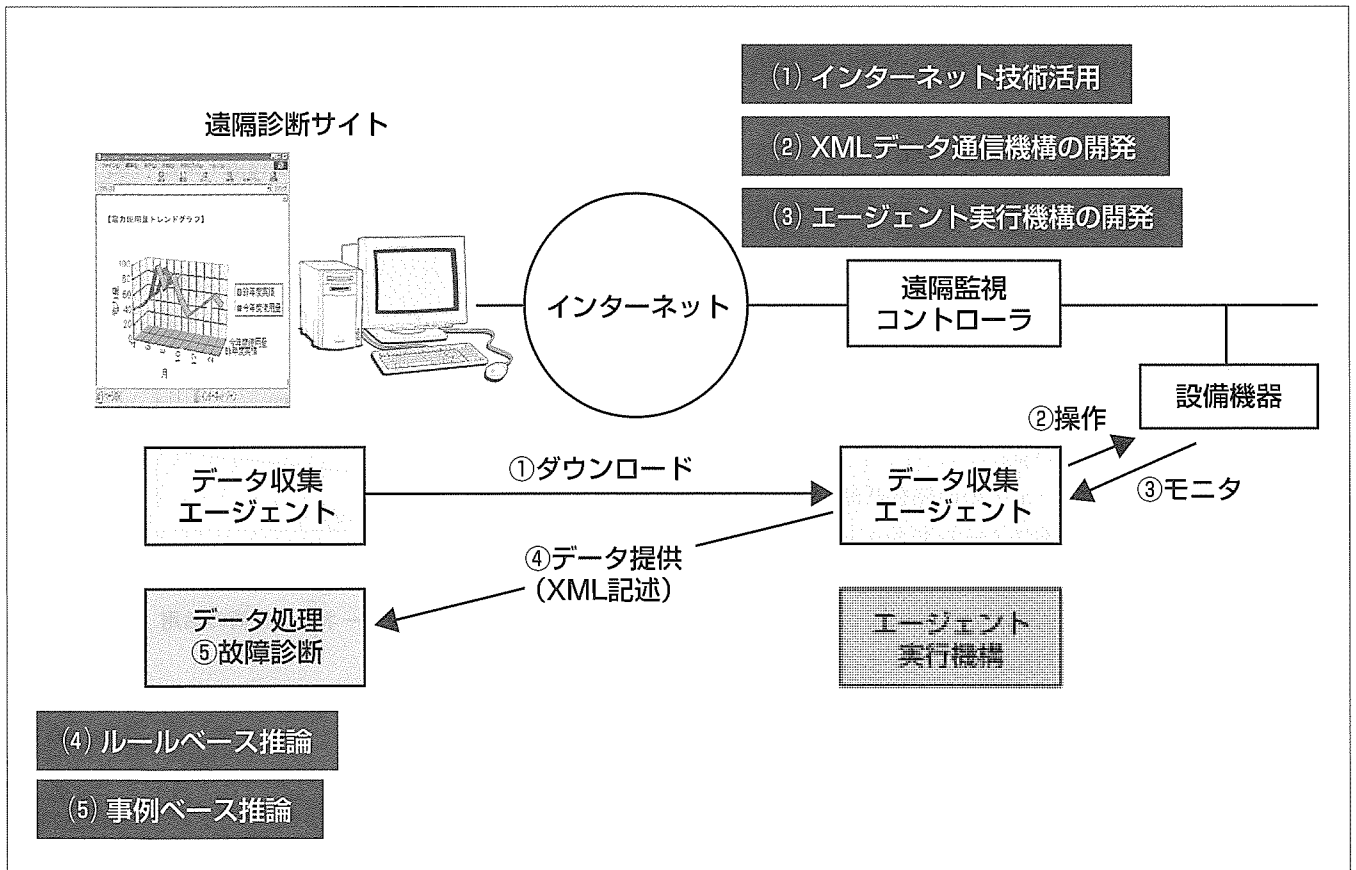
Infrastructure Technologies for Remote Diagnosis
Shigeki Suzuki, Takuya Mukai

要旨

環境への配慮や省エネルギー意識の高まりから、ビルや家庭に設置される設備機器の最適運転制御や、機器を診断し最適な状態に保つ機器メンテナンスが注目され始めている。また、ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line)、FTTH(Fiber To The Home)などの安価な常時接続インターネットの普及により、これらの機能を建物の外から遠隔で実現する設備遠隔監視システムの要求が高まっている。三菱電機では、最適機器メンテナンスを実現するための遠隔診断インフラ技術として、ビルや家庭に設置し運転モニタデータを収集・提供する遠隔監視コントローラのための基本技術と、収集した運転モニタデータを解析し設備機

器の故障診断を行う遠隔監視データ処理技術を開発した。遠隔監視コントローラ用基本技術開発では、データ通信費削減、遠隔診断サイト構築費用削減、リアルタイムデータ収集を可能とするための解決策として、インターネット技術活用、XML(eXtensible Markup Language)データ通信機構の開発、エージェント実行機構の開発について述べる。遠隔監視データ処理技術では、収集した運転モニタデータを解析することにより設備機器の故障部位を検出するルールベース/事例ベースの2方式の推論診断技術について述べる。

特集
I



設備機器の遠隔診断

遠隔監視コントローラにダウンロードされたデータ収集エージェントが、ローカルサイト(現地)に設置された設備機器の操作、モニタを実施する。データ収集エージェントは、収集した運転モニタデータをXML形式に加工し、インターネットを介して、遠隔診断サイトへ送信する。遠隔診断サイトでは、受信した運転モニタデータをルールベース推論/事例ベース推論で解析し、故障診断を行う。

1. ま え が き

環境への配慮や省エネルギー意識の高まりから、ビルや家庭に設置される設備機器の最適運転制御や機器を診断し最適な状態に保つ機器メンテナンスが注目され始めている。また、ADSL、FTTHなどの安価な常時接続インターネットの普及により、これらの機能を建物の外から遠隔で実現する設備遠隔監視システムの要求が高まっている。

当社では、最適機器メンテナンスを実現するための遠隔診断インフラ技術として、ビルや家庭に設置し運転モニターデータを収集・提供する遠隔監視コントローラのための基本技術と、収集した運転モニターデータを解析し設備機器の故障診断を行う遠隔監視データ処理技術を開発した。

遠隔監視コントローラ用基本技術開発では、データ通信費削減、遠隔診断サイト構築費用削減、リアルタイムデータ収集を可能とするための解決策として、インターネット技術活用、XMLデータ通信機構の開発、エージェント実行機構の開発について述べる。

遠隔監視データ処理技術では、収集した運転モニターデータを解析することにより設備機器の故障部位を検出するルールベース／事例ベースの2方式の推論診断技術について述べる。

2. 遠隔監視コントローラ用基本技術の開発

2.1 遠隔監視システムの課題

ISO14001などの法規導入や地球温暖化により、省エネルギー意識が向上し、設備機器の最適運転制御や最適機器メンテナンスによる省エネルギーを実現する遠隔監視システムへの要求が増加している。遠隔監視システムを構築する上で、下記のような課題を解決する必要がある(図1)。

- (1) データ通信費の削減
監視対象機器の高機能化に伴い、遠隔診断を行うために必要なデータ量が増大している。
- (2) 遠隔診断サイトソフトウェアの開発費低減
診断する設備の種類や設備フィールドネットワークの構成ごとにソフトウェアのカスタマイズが必要となり、遠隔診断サイトのソフトウェア開発費が増大している。また、マンマシンソフトウェアの開発費は、システム全体の中で

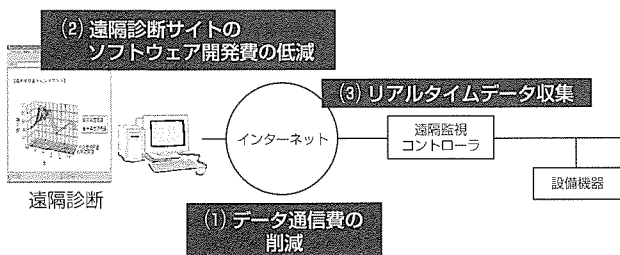


図1. 遠隔監視システム構築の課題

大きな割合を占めている。

(3) リアルタイム制御・データ収集の実現

遠隔診断にインターネットを利用する場合、一般にデータの到達時間及び時系列データの順序性に保証がない。また、故障発生のタイミングが分からないため、故障の予知を発見するために常時データ収集を行わなければならないが、そのような構成では通信負荷が高くなる。

2.2 課題解決策

(1) インターネット技術の活用

ローカルサイト(現地)と遠隔診断サイト間の通信にHTTP(Hyper Text Transfer Protocol)、SMTP(Simple Mail Transfer Protocol)等のインターネット技術を活用することにより、ネットワークに安価なブロードバンドを使用することを可能とした(図2)。設備機器の操作・監視にはHTTPプロトコルを、設備機器からの通知にはSMTPプロトコルを使用するようにした。

(2) XML記述によるデータ通信機構の開発

遠隔診断サイトと現地間のインタフェース記述言語にXMLを採用した。XMLの特長であるタグの拡張が容易であること、タグに対するデータの意味付けが可能であること、データ構造の表現が可能であることを生かし、診断する設備機器のオブジェクトモデルをXMLで記述した(図3)。

設備機器の種類を表すオブジェクト名をXMLのタグとし、オブジェクトのプロパティを前記タグの属性として表現した。また、設備フィールドネットワーク上の機器が階層構造の場合(例えば、図ではManager機器の配下に設備機器が配置されている)は、XMLの階層構造を利用した表

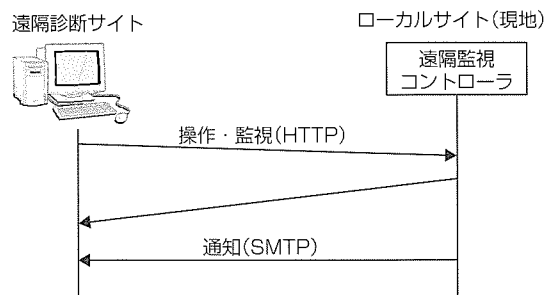


図2. インターネット技術の活用

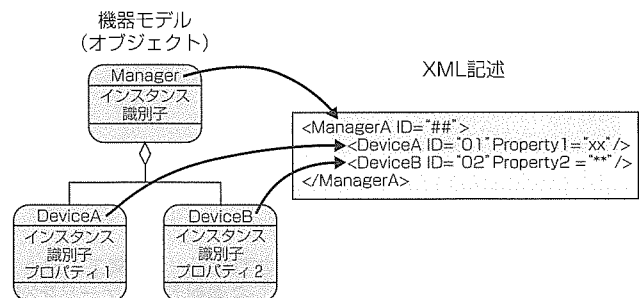


図3. 設備機器モデルのXML記述

現とした。このようにXMLによりオブジェクトモデルを記述することで、設備の種類やネットワーク構成に対して柔軟にデータ表現が可能となり、遠隔診断サイトのカスタマイズを軽減することができる。

また、遠隔診断サイトのマンマシンにXMLに対応したWebブラウザ等の表現能力の高いソフトウェアを採用することで、遠隔診断サイトのマンマシン開発コストを低減することを可能とした。図4は、XMLで記述した故障履歴データをブラウザで表示させた例である。同じXMLデータを使用しているが、スタイルシートの変更で、左が時刻によるソート表示、右が故障頻度分析表示の切換えを容易に実現できる。

(3) エージェント実行機構の開発

遠隔診断サイトのデータ処理ソフトウェアのうち、データ収集機能を送り込みローカルサイト(現地)の遠隔監視コントローラ上で実行可能とするエージェント実行機構を開発した(図5)。

エージェント実行機構では、ソフトウェアの追加・変更が可能なこと、及び追加した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、Java^(注1)実行環境を採用した。Javaは、オブジェクト指向実装を可能とするインタプリタ型ソフトウェア言語で、ソフトウェアの部分的な更新が可能であり、インターネット^(注1) Javaは、サン・マイクロシステムズ社の登録商標である。

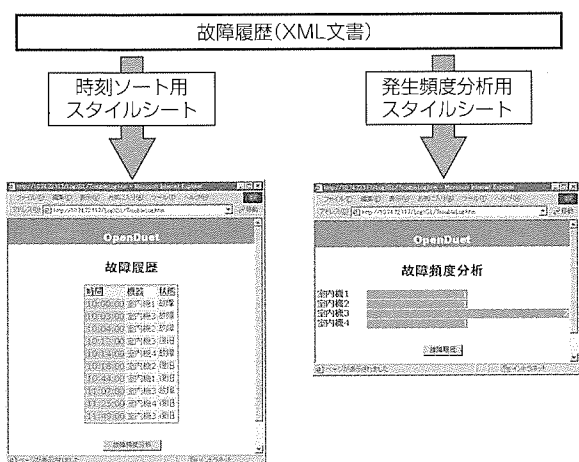


図4. ブラウザによるXML表示

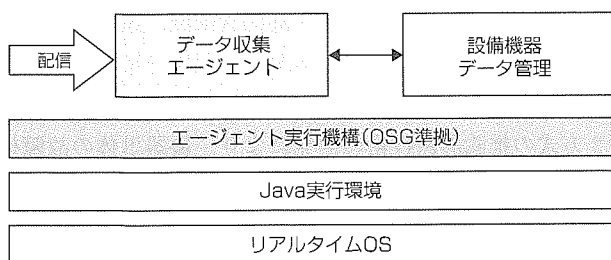


図5. ソフトウェア構成図

との親和性が高く、マルチスレッドで動作するといったメリットがある。これらの理由から、エージェント実行機構を、Java実行環境の上に構築した。

また、追加するソフトウェアの更新、起動/停止、他のソフトウェアとの連携のための仕組みが必要となる。これらの仕組みを実現するために、OSG(Open Service Gateway)仕様のアプリケーションサーバを採用した。設備機器データ管理ソフトウェアも1つのアプリケーションとして動作しており、追加ソフトウェアとの連携を可能としている。

エージェント実行機構の動作手順を図6及び次に示す。

- ① 遠隔診断サイトは、データ収集を行うソフトウェアをエージェントとして遠隔監視コントローラへ送り込む。
- ② エージェントは、遠隔監視コントローラ上で実行を開始する。
- ③ エージェントは、遠隔監視コントローラ上の設備機器データ管理部から運転モニタデータを収集・蓄積する。
- ④ あらかじめプログラムされたデータを収集したら、エージェントは、XML記述された蓄積データを遠隔診断サイトへ提供する。
- ⑤ 遠隔診断サイトでは、XML記述された蓄積データを解析し、故障診断を行う。

このように、送り込まれたエージェントは、遠隔監視コントローラの内部で能動的にデータを収集・蓄積するため、収集時間の遅延や到達順の不一致を発生させずに遠隔診断を可能とした。

3. 遠隔監視データ処理技術

3.1 システム構成

従来行われてきた個々の機器の異常検知だけでなく、系全体の異常を遠隔監視サイトへ通知する空調機の遠隔故障診断システムについて述べる(図7)。このシステムは、①運転モニタデータを収集し、②遠隔監視サイト側から系全体の故障診断をする。故障診断実現のため、運転モニタデータ解析により故障部位を検出する推論方式診断の仕組みを開発した。ここでの推論方式とは、ルールベース推論と事例ベース推論である。

3.2 空調機の故障診断方法の概要

図8に一般的な空調機の冷媒回路を示す。空調機は、ア

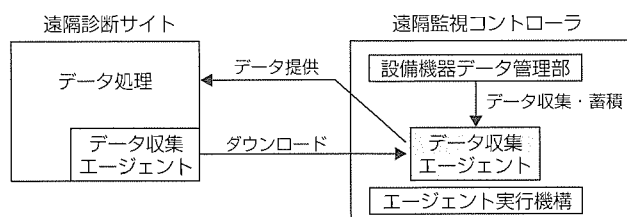


図6. エージェント実行機構

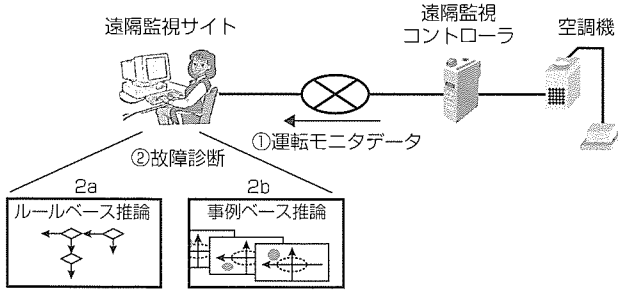


図7. 遠隔監視故障診断システム

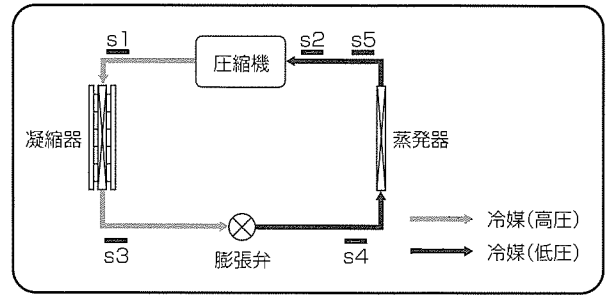


図8. 冷媒回路

クチュエータを操作し冷媒の状態を変化させている。このときアクチュエータ操作量は、センサで検知した冷媒の温度/圧力からフィードバック制御されている(表1)。つまり、空調機の動作と冷媒の温度/圧力は密接な関係にある。したがって、空調機の故障診断では、温度/圧力を検知して得られる冷媒状態から故障部位を推定する。例えば、圧力差異常検知から圧縮機故障を、過熱度異常検知から膨張弁故障を推定している。

3.3 開発課題

従来は、機器単体の適正制御から外れた異常を検知していた。そして、検知した異常を、LED(Light Emitting Diode)表示やコントローラでのエラーコード表示等で通報していた。

しかし、不冷や複数室内機間の制御不整合の原因特定には、機器単体だけでなく系全体からの判断が必要である。そのため、効率的な診断方法は発展途上にある。

そこで、遠隔から収集した運転モニタデータを解析し故障診断する2つの推論方式の仕組みを開発した。

3.4 ルールベース推論による故障診断

診断方式としては既存ノウハウによるエキスパートシステム構築が考えられる。すなわち、空調設計・メンテナンスのノウハウを抽出してルール化(図7の2a)することによりソフトウェア化する。

ここで、メンテナンスの基本的な手順は空調の設計値を基にマニュアル化されているが、現地では経験則や設置状況を加味した判断をしている点に注意が必要で、これら経験的な閾(しきい)値や特定条件の抽出が課題になる。そこで、ソフトウェア化を前提としたこれらノウハウ抽出作業(ルール化)継続が肝要である。

つまり、ソフトウェア化は、メンテナンス作業加速と遠隔からの恒常診断・早期異常発見を可能にするだけでなく、そのためのルール化過程で各センサの重要性や追加必要性の再評価を可能にする。

3.5 事例ベース推論による故障診断

前述のノウハウ抽出は、頻出現象に関して豊富な知識が得られるのに対し、稀現象に関しては閾値が不明だったり職人的な“カン”で判断していて抽出が難しかったりするケ

表1. アクチュエータとセンサの関係

アクチュエータ操作	操作目的	操作量決定に用いるセンサ
圧縮機周波数	圧力差の確保	高圧(s1), 低圧(s2)
凝縮器ファン速	冷媒の液化	凝縮器出口温度(s3)
膨張弁開度	過熱度の確保	蒸発器入口/出口温度(s4, s5)

ースが少ない。

そこで、運転モニタデータの統計的なカテゴリー化や故障との関連付け学習によるプロファイル化(図7の2b)を行い、閾値の裏付けや職人的カンの具体化を実現する。さらに、このプロファイルを過去データとのパターンマッチングにより診断に活用する事例ベース推論を開発した。すなわち、事例ベース推論は、故障診断、プロファイルの特性検討、診断ノウハウ発掘など広範囲に活用できる方式である。

前述ルールベース推論と事例ベース推論とを合わせ、頻出現象と稀現象、又は既知現象と突発現象の両面に対応する診断方式を実現した。

4. むすび

環境への配慮や省エネルギー意識の高まりから、設備機器を最適な状態に保つ機器メンテナンスが注目されている。最適機器メンテナンスを実現するための遠隔診断インフラ技術として、ビルや家庭に設置した設備機器の運転モニタデータを収集・提供する遠隔監視コントローラを実現するための基本技術と、収集した運転データを解析し設備機器の故障診断を行う遠隔監視データ処理技術について述べた。

遠隔監視コントローラ用基本技術開発は、インターネット技術活用、XMLデータ通信機構の開発、エージェント実行機構の開発により、データ通信費削減、遠隔診断サイト構築費用削減、リアルタイムデータ収集を可能とした。

遠隔監視データ処理技術は、ルールベース/事例ベースの2方式の推論診断技術の開発により、機器単体の故障検出ではなく、系全体の運転モニタデータから機器の故障部位検出を可能とした。

本稿で述べた技術は、ビル、店舗からホームユースまで、幅広く適用可能である。

冷熱機器異常診断技術

山下浩司*

Abnormality Diagnosis Technology of Refrigeration Machine

Koji Yamashita

要旨

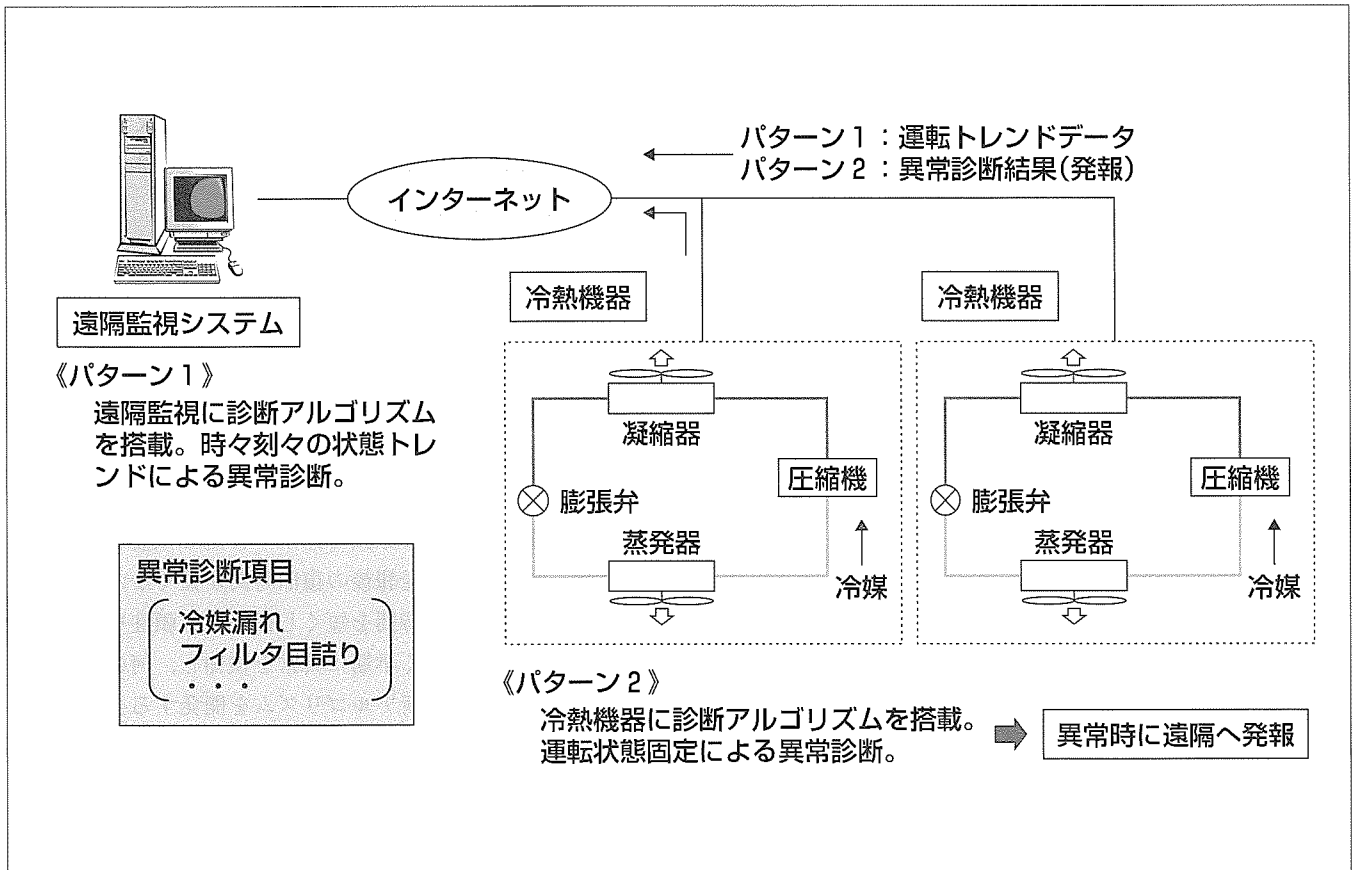
冷熱分野において異常診断に関する研究は古くから行われているが、冷媒が配管で接続された閉回路内を循環し各冷媒状態量が相関を持って動いているという特殊性と、現地で冷媒配管長や冷媒量の調整が行われ工場出荷前に現地での機器の運転状態を予測するのが困難であるという性質のため、実用に耐え得る汎用的な診断アルゴリズムが確立されるまでには至っていなかった。

近年、冷熱機器の異常診断技術は、市場不良を減らす損益改善技術としてのみでなく、システム機器としてのメリットアップ機能の一つとしても重要視されつつあり、早期異常検知・異常原因判別のための検知精度の良い診断アルゴリズムの開発が重要となっている。

冷熱機器の異常診断アルゴリズムは、遠隔監視システムに搭載される場合(パターン1)と冷熱機器に内蔵・搭載される場合(パターン2)とがある。前者では機器を現地に設置した後の正常な運転状態を学習・記憶しその後の冷熱機器の運転トレンドから異常診断を行う方法、後者では機器が勝手な制御動作に入らないように圧縮機などの各アクチュエータの運転状態を固定して異常診断をしやすくする方法が主に用いられる。この両者には一長一短があり、診断項目によってどちらのパターンを使用するかを決め、使い分けるのがよいと考える。

冷熱機器の異常診断技術は、今後更に重要性を増していくものと思われ、適用事例を増やしていく予定である。

特集
I



冷熱機器異常診断システム

冷熱機器は、冷媒が閉回路内を循環するという特殊性と機種及び使用形態の多様さのため従来早期異常診断が困難であったが、“状態トレンドによる診断方法”と“運転状態固定による診断方法”の2つの診断方法により、早期異常診断が可能である。前者は主に遠隔監視システムに搭載され、後者は冷熱機器に内蔵・搭載される。これらはお互いに利点と欠点があり、適用機種や異常診断項目によって使い分けるのが望ましい。

*住環境研究開発センター

1. ま え が き

近年、冷熱機器単品での販売価格が低迷しており、システムとしてのメリットアップ機能や他社差別化技術の開発が重要となっている。冷熱機器の異常診断技術は、市場不良による利益の流出を減らし損益を改善できる重要な技術であり、システム機器として他社差別化を図るための重要な技術の一つでもある。

冷熱分野において異常診断についての研究は古くから行われているが、実用に耐え得る方法が確立されるまでには至っていない。その原因として、まず冷凍サイクルの特殊性が挙げられる。冷凍サイクルは冷媒が配管で接続された閉回路内を循環しており、各冷媒状態量が相関を持って動いているため、どれか一つの状態量で正常か異常かを判断するのは非常に困難である。また、別の原因として、冷熱機器の機種及び使用形態(負荷、配管長など)の多様さも挙げられる。空調機においても、各種容量の機器があり、延長配管長や冷媒量も必要に応じて現地で調整されるが、冷凍機に至っては、負荷側機器・延長配管などは現地手配で、冷媒も現地で封入されるため、工場出荷前に現地での機器の運転状態を予測するのは非常に困難である。

本稿では、冷熱機器の異常診断についての考え方と具体例について述べる。

2. 冷熱機器の異常診断についての考え方

2.1 冷熱機器の冷凍サイクル挙動

冷熱機器の運転状態は、外気の温度・湿度や利用側機器の負荷状態(空調機では室内の温度・湿度、冷凍機では食品の冷却負荷など)によって異なる。冷熱機器は、一つの冷媒が冷媒配管で接続された閉回路内を循環し、圧縮・凝縮・膨張・蒸発を行うことで冷凍サイクルが構成され(図1)、負荷側の能力を適切に調整するため各アクチュエータの制御が行われている。そのため、冷凍サイクル内の

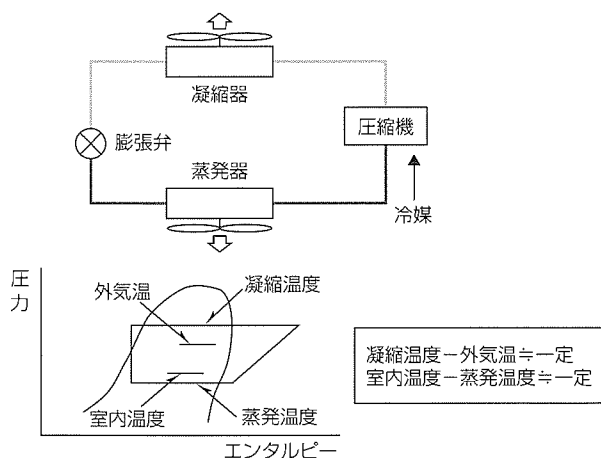


図1. 空調機冷房運転での冷凍サイクル

各冷媒状態量はお互いに相関を持って動いている。

例えば、空調機の冷房運転では、凝縮器内で高温高圧の凝縮冷媒から外気へ放熱がなされ、蒸発器内で室内空気から低温低圧の蒸発冷媒に吸熱されて冷凍サイクルが成り立っている。そのため、凝縮温度と外気温度、室内温度と蒸発温度とは一定の温度差を持って動いている。ここで、外気温が急激に高くなると、凝縮冷媒から外気への放熱量を確保するため、冷媒の凝縮温度が高くなる。すると、蒸発温度もそれに引っ張られて高くなる。蒸発温度が高くなると、室内の空気を十分に冷却するための冷却能力が確保できなくなるため、室温が上がってくる。すると、空調機は、圧縮機の周波数を大きくして冷凍サイクル内の冷媒循環量を増やし蒸発温度を下げ十分な冷却能力を確保しようという制御動作に入る。

このように、冷凍サイクルにかかわる何かしらの状態量が変化すると、冷凍サイクル内のすべての状態量が変化する。しかし、機器によって凝縮器と蒸発器の内容積が異なり、また、機器に内蔵されている制御アルゴリズムも異なるため、冷媒状態量の変化の仕方も異なったものとなる。

一方、冷熱機器に何らかの異常(冷媒漏れ、フィルタ目詰りなど)があった場合でも、冷媒状態量が変化する。したがって、冷凍サイクルの冷媒状態量が変化した場合に、周囲の環境条件が変化したのか、利用側機器での負荷状態が変化したのか、機器の制御動作のためか、それとも何らかの異常のためか、原因を特定するのは難しく、冷凍サイクルのどれか一つの状態量の値で冷凍サイクルが正常か異常かを判断するのは非常に困難である。

2.2 冷熱機器における異常診断の方法

このような冷凍サイクルの特殊性のため、従来冷熱機器では、極端に異常が大きくなり明らかに異常と分かる状態に陥った場合にのみ、異常との判定を行っていた。また、その場合でも、冷媒の圧力や温度の異常としてしか検知できておらず、自動で異常原因を判別させるまでには至っていなかった。したがって、機器の運転が極端に異常になってから人手により異常原因を探求・特定し機器を復旧させるため、機器の異常発報後の復旧時間が長かかっていた。

機器異常時の復旧時間を短くし機器の信頼性を向上させるためには、なるべく早期に異常を検知し、何の異常であるかを判別できる診断アルゴリズムを開発する必要がある。故障診断アルゴリズムは、遠隔監視システムに搭載される場合(パターン1)と冷熱機器に内蔵・搭載される場合(パターン2)とがあり(図2)、前者では状態トレンドによる診断方法、後者では運転状態固定による診断方法が主に用いられる。この両者には一長一短があり、診断項目によってどちらのパターンを使用するかを決め、使い分けるのがよいと考える。

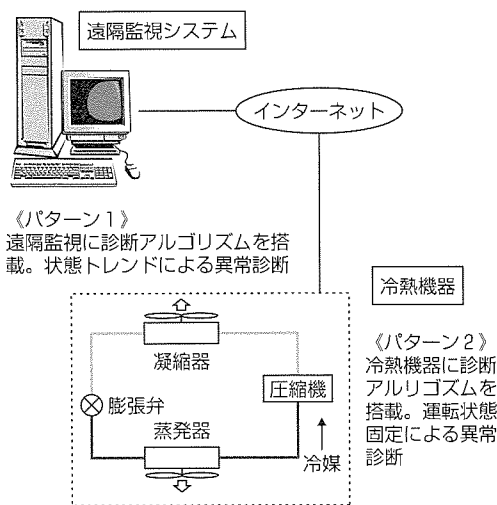


図2. 冷熱機器異常診断システム

2.2.1 状態トレンドによる診断方法

冷熱機器が現地に据え付けられ、正常に運転されている状態での冷媒状態量を学習・記憶し、その後の冷熱機器の時々刻々の冷媒状態量を記憶された正常状態と比較し正常・異常判定を行う方法である。主に遠隔監視システムに搭載される方法であり、機器が据え付けられた後の正常な運転状態を機器の制御動作も含めて記憶させる。この方法の利点及び欠点を以下に述べる。

(1) 利点

(a) 汎用的なアルゴリズム構築可能

機器設置後に正常状態を記憶させるため、冷熱機器の容量が異なっても、同一の診断アルゴリズムが適用できる。また、接続する機器が変わった場合でも再学習するだけで対応可能である。

(b) 複数の異常の判別が容易

学習した正常状態からの変化の様子で異常状態に近づいていることが分かるため、複数の異常に対する変化挙動を予測することで、各異常の判別が可能になる。

(2) 欠点

(a) 学習状態への依存性が高く誤学習の危険性が高い

正常状態を学習している時の状態(外気温、室内機の発停状態など)によって正常状態の範囲が決まってしまう。誤学習を行わずに、広い運転範囲での異常診断を行うためには学習方法に工夫が必要である。

(b) 閾(しきい)値設定の困難性

機器はいきなり異常になるわけではなく、徐々に異常度合いが大きくなっていく。異常判定精度を高くするためには閾値を大きくする必要があるが、早期異常検知のためには余り大きな閾値にするわけにはいかず、適切な異常判別閾値が必要となる。

2.2.2 運転状態固定による診断方法

冷熱機器が勝手な制御動作に入らないように圧縮機の周

波数を一定にするなど各アクチュエータの運転状態を固定して異常診断をしやすくする方法である。機器の運転状態を通常の動作とは異なった状態に強制的に制御する必要があるため、遠隔監視システムでは行うことができず、冷熱機器に内蔵・搭載される。ただし、この方法でも、精度の良い検知のためには現地での機器の運転状態を基にした何らかの初期学習は必要となる。この方法の利点及び欠点を以下に述べる。

(1) 利点

(a) 誤学習の危険性が低い

この方法での学習は、正常状態の基準値を決めるためのものであり、正常範囲そのものを学習するわけではない。したがって、学習に対する依存性が低く、誤学習の危険性も低い。

(b) 異常判定状態量の簡便さ

運転状態を固定するため、正常・異常を判定するための状態量として、簡便なパラメータを用いることができる。例えば、極端な場合、どれか一つの状態量によっても、ある程度の異常判定が可能である。

(2) 欠点

(a) 複数の異常の判別が困難

検知したい異常を想定し、その異常が判定しやすい状態になるようにアクチュエータの動作を固定する“異常診断モード”により異常を判定する。したがって、異常診断モード移行後に機器の運転状態を安定させる必要がある。複数の異常を判別するには時間がかかる可能性がある。

(b) 診断アルゴリズムの適用範囲の制約

この方法の場合、機器の動作が運転範囲によらず同様の傾向を示すことが大前提となっている。しかし、広い運転範囲を想定した場合、必ずしも同じ傾向になるとは限らず、診断アルゴリズムの適用範囲が狭くなってしまう可能性がある。

3. 事例

3.1 状態トレンドによる診断方法(冷媒漏れ検知)

冷熱機器では、配管内を流れる冷媒が熱を搬送しているため、冷媒漏れが起きると冷却能力が確保できなくなり深刻な被害をもたらす。そこで、冷媒漏れ検知は非常に重要となるが、冷凍機では現地に機器を設置した後に冷媒を封入するため、機器出荷前に正常冷媒量での運転状態を決めることができない。

そこで、冷凍機を現地に据え付けた後に、冷凍機の正常な運転状態を学習し、その後の運転トレンドから冷媒漏れを検知する。例えば、冷凍機の正常時の凝縮圧力と膨張弁前冷媒過冷却度は図3のように変化している。これら冷凍サイクル各部の正常時の運転データから平均値・標準偏差

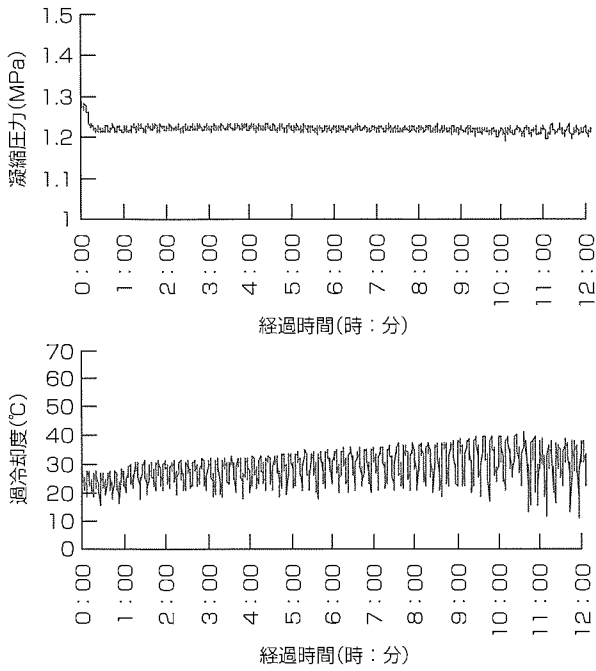


図3. 冷凍機の正常時の運転状態

などを求めて各データの正常範囲を学習・記憶させ、時々刻々の運転状態をモニタし正常範囲から逸脱したら異常とみなすようにする。なお、この際、冷媒漏れが起きたときの各状態量の変化を予想しておき、その状態に近づいたら冷媒漏れと判定するようにし、その他の異常と判別する。

3.2 運転状態固定による診断方法(フィルタ目詰り検知)

パッケージエアコンの室内機は図4に示すような構造をしており、送風機の吸い込み側に吸い込み空気温度センサとフィルタが設置されている。送風機の風量(回転数)は、印加電圧を変化させて可変としている。フィルタが汚れてくると風量が低下して空調機としての性能が損なわれるため、フィルタの目詰りを検知してフィルタ目詰りサインを点灯させ清掃を行うことが望まれるが、従来は、一定時間経過後にフィルタ目詰りサインを点灯させるようになっていた。

そこで、送風機の印加電圧を固定する“フィルタ目詰り検知モード”により送風機の回転数からフィルタ目詰り検知を行う。暖房運転か冷房運転かによって熱交換器の濡れ状態が異なり同一電圧でも送風機の回転数が異なるため、サーモオフ時の送風運転中にフィルタ目詰り検知を行うものとする。なお、直前の運転状態が暖房運転でも冷房運転でも、送風運転を一定時間行うとほぼ同じ回転数になる。

フィルタの目詰り度・送風機の回転数・吸い込み空気温度との間には図5に示すような関係があるため、送風機の

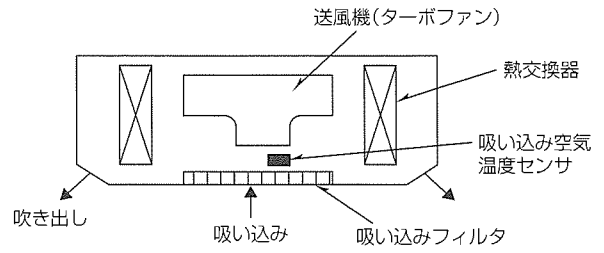


図4. パッケージエアコン室内機

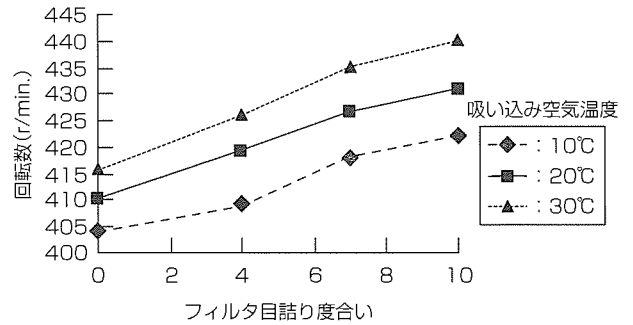


図5. フィルタ目詰り度合いと回転数

回転数だけではフィルタ目詰り度を算出することができず、吸い込み空気温度を考慮する必要がある。そこで、マハラノビスの距離⁽¹⁾を用い、吸い込み空気温度によって送風機回転数を基準化し、基準化回転数であるマハラノビスの距離の変化によってフィルタ目詰り度合いを検知する。ただし、機種の間隔差があるため、正常時(フィルタ目詰りなし時)の送風機の回転数は学習・記憶させる必要がある。

4. む す び

冷熱機器では、冷媒が閉回路内を循環するという特殊性と機種及び使用形態の多様さから工場出荷前に現地での機器の動作状態を予測するのは困難であるという性質のため、早期異常診断が困難であったが、それに対して適用可能な、状態トレンドによる診断方法(主に遠隔監視システムに搭載)及び運転状態固定による診断方法(冷熱機器に内蔵・搭載)について、基本的な考え方と事例について述べた。

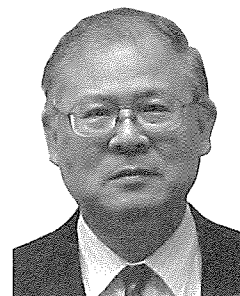
冷熱機器の異常診断技術は、システム機器としてのメリットアップ機能として、更に重要性を増していくものと思われ、今後適用事例を増やしていく予定である。

参 考 文 献

- (1) 田口玄一：MTシステムにおける技術開発，日本規格協会 (2002)

薄型DLPプロジェクタ特集に寄せて

Foreword to Special Issue on Ultra-Thin Rear Projector



西田信夫
Nobuo Nishida

薄型テレビは、かつて“夢の壁掛けテレビ”と呼ばれ、文字どおり夢であった。その薄型テレビとして、2000年ごろ、32インチのプラズマテレビや28インチの液晶テレビが市販され、よく売れていると聞いたとき、なぜ売れるのだろうかかと不思議に思ったものである。画質や価格の面では、まだブラウン管テレビの方に分があると思ったからである。しかし、1年ほど前、“今度テレビを買うときは、プラズマにしようか、液晶にしようか”と考えている自分に気が付いた。

その後、電気店に行ったときなど、プラズマテレビと液晶テレビを比較するようになった。画質は、液晶テレビの方が良いと思ったが、これはそうではなくて、液晶テレビは電気店のような明るい所でのコントラストは良いが、暗い所でのコントラストはプラズマテレビの方が優れており、液晶テレビは、見る角度によって色調が変わるとというのが関係者の意見であった。このように聞いて思ったことは、“それならば、小型液晶パネルやDMD(デジタルマイクロミラーデバイス)などのマイクロディスプレイデバイス(MD)を用いたリアプロジェクションテレビ(PTV)はどうだろうか?”ということであった。

家庭用PTVは、1978年ごろに小型CRT(陰極線管)を用いたものがアメリカで実用化された。それは、1本のカラーCRTを用いるもので、画面は暗かったが、それでも売れたとのことである。その後、輝度や解像度が改善されて、アメリカではずいぶん普及し、2004年でも360万台ぐらい売れている(この年には、MDを用いたPTVも延びてきている)。しかし、我が国では、家庭用としてはほとんど売れなかった。

CRTを用いたPTVが我が国で売れなかった理由として、よく日本の家の狭さが挙げられるが、日本人の画質に対するこだわりも挙げられるのではないだろうか。

このように思いながら、今年の4月に開催された国際フラットパネルディスプレイ(FPD)展に行った。FPD関係の展示会だったためか、PTVの展示は少なかったが、筆者のそばでPTVを見ていた若い二人づれが発した“これがリアプロ?きれいだなー”という声に筆者も思わず同調し、この画質なら間違いなく我が国でも受け入れられると確信したのであった。そしてさらに、5月に開催されたSID(情報ディスプレイ学会)の国際シンポジウムで、三菱電機がDMDを用いて62インチの画面サイズでありながら奥行きが26cmのPTVを開発したことを知って、少なからず驚いたのであった。プラズマテレビや液晶テレビの奥行きが10cm程度といっても、50インチ以上の据え置き型の場合、スタンドの奥行きは30cm以上である。したがって、奥行きが26cmなら、これはもう立派な薄型テレビである。

このように、MDを用いたPTVは、我が国でも普及する条件を十分に備えているが、各社とも、国内市場への投入に慎重過ぎた嫌いがある。半年ぐらい前からようやく国内展開を本格化したようで、広告も増えてきているが、まだ消費者がPTVを理解しているとは言い難い状況である。PTVの真の姿を消費者に理解してもらうためには、技術展での展示だけでなく、店頭展示などにももっと力を注ぐ必要がある。消費者が、店頭で、PTV、プラズマテレビ、液晶テレビをじっくり比較し、その中から自分の要求に合うものを選択できる環境を整えれば、我が国でもPTVは着実に普及していくと期待している。

リアプロジェクションディスプレイの動向と 薄型リアプロジェクタの展望



寺本浩平*



中島義充**

Trend of Rear Projection Display and Prospect of Ultra-Thin Rear Projector

Kohei Teramoto, Yoshimitsu Nakajima

要旨

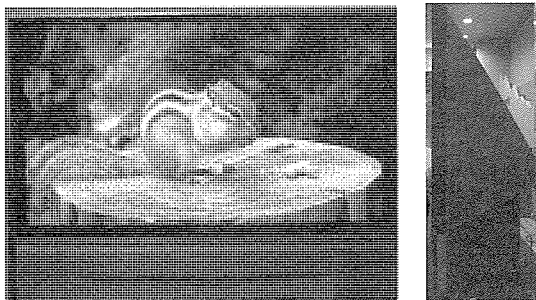
テレビのデジタル化・高画質化の進展で液晶やPDP (Plasma Display Panel)のようなフラットパネルディスプレイ (FPD)が急速に市場を形成する一方で、“第三の薄型テレビ”として、リアプロジェクションディスプレイ (以下、リアプロと言う。)が脚光を浴びている。リアプロは米国市場を中心に20年以上の長い歴史があるが、近年、CRT (Cathode Ray Tube)方式から液晶やDLP^(注1)等のMD-PTV (Microdisplay Device-Projection TV)の革新技術が加わり性能が飛躍的に向上したことが大きな要因である。この特集では、リアプロに対する認識が大きく変わるきっかけとなり、高画質化と、コンパクト化の先駆けとなった業務用薄型リアプロの開発を取り上げる。三菱電機は、民

生用PTVからフロントビジネス、そして産業用マルチディスプレイに至る世界でも有数の総合プロジェクションディスプレイメーカーである。特に民生用PTVは、黎明(れいめい)期から現在に至るまで業界トップグループとして常にリードを続けている。また、業務用マルチディスプレイでも、DLP方式を他社に先駆けて投入し、以来、常に高いマーケットシェアを維持している。この巻頭論文では、超薄型方式誕生の背景となるリアプロの歴史、技術動向、課題、将来動向について、また、リアプロジェクション方式の根本課題の一つを解決した薄型技術の位置付けとその展望について述べる。

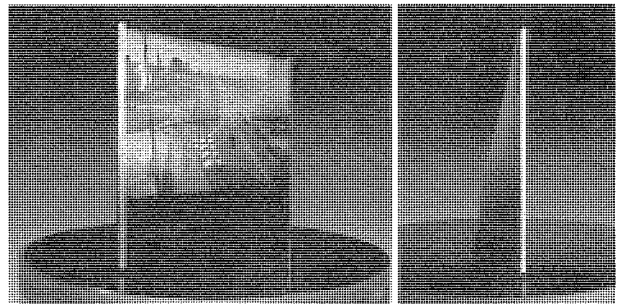
(注1) DLP(Digital Light Processing)は、米国Texas Instruments社の商標である。

特集
II

従来垂直投写MD-PTV



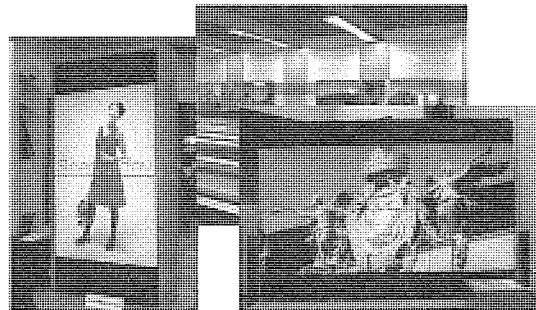
超広角直接投写薄型方式の展開



業務用薄型DLPリアプロLVP-60XT20



LVP-60XT20のマルチ展開



MD方式リアプロの薄型化での展開

MD方式リアプロの登場により、画質性能の飛躍的な向上とともに光学系とスクリーンの設計自由度が大幅に増大し、CRT時代には不可能な超広角光学技術の実現で薄型リアプロが誕生した。この技術は業務用ではマルチディスプレイに展開され、フレキシブルな大画面・高解像度・薄型を併立する唯一のディスプレイを提供している。さらに、フラットパネルディスプレイによる薄型化のトレンドに沿ったPTVへの展開を可能とする。

1. ま え が き

リアプロの伸張が目覚ましい。その中で当社は、最大の米国民生PTV市場で当初から常にトップグループとして市場をリードしてきた。一方、市場はCRT方式からDLPやLCD(Liquid Crystal Display)方式のMDを用いたライトバルブ方式に急速に移行し、FPDに匹敵する高輝度・高画質と大画面の両立を安価に実現し急速な広がりを見せている。

MD方式への移行は、民生用PTV以前に、業務用マルチディスプレイから始まった。いまやすべての業務用マルチディスプレイがCRT方式からMD方式に置き替わり、解像度を始め飛躍的な性能向上を果たした(図1)。当社は、業界でいち早くDLP方式マルチディスプレイを市場投入し、大きなマーケットシェアを獲得するに至った。さらに、MD方式の可能性を追求し、59インチの画面サイズでわずか26cmの薄型マルチディスプレイを業界に先駆けて市場投入し、MD方式リアプロジェクションの可能性に大きな一石を投じた。

この特集では、この薄型プロジェクション技術にフォーカスし、その詳細と可能性について述べる。その巻頭論文として、リアプロの概要と現状の動向、今後の展望、そして薄型方式への期待について述べる。

2. リアプロの概要

(1) リアプロ技術史

リアプロの歴史は古く、1950年ごろにPhilips, RCA等

が製品化したが、その後CRTの大型化が進み家庭用のTVは直視型に取って代われ、また、大型のプロジェクタは油膜上の凹凸像を投写するアイドホール(スイスGRETAG)やタラリヤ(アメリカGE)などに置き換えられて一度は姿を消した。

当社では、1970年代なかばに、投写用CRTを用いた家庭用PTVの開発を米国市場向けに始めた。凹面鏡内蔵投写管の反射式(シュミット式)から始まり、7インチ投写管と屈折式投写の開発、凹面のアルミ箔(はく)スクリーンの前面投写を経て背面スクリーンの開発による背面投写(リアプロジェクション)の実現などの基礎技術を確認した。その後、さらにエチレングリコールによる液冷式光学系の完成で大幅なコントラストの改善を達成し、1990年代後半ではほぼ完成の域に達した。20年以上にわたって主流であったCRT-PTV製品の光学系技術のほとんどはこの間に開発したものであり、米国市場形成の基盤となった。

MD方式は業務用が先行し、当社では業界に先駆け1995年からはDLPを使ったマルチディスプレイの開発に着手し、1998年からSVGA解像度の初号機、独自開発光学系によるXGA, SXGA, 続けてこの特集の主題である59インチ薄型DLPマルチディスプレイを製品化した。

民生用PTVは、1999年からDLPを使ったMD-PTVの開発に着手し、2000年末に65インチの製品を発売し、その後、2003年夏にはLCOS(反射型液晶)を使用して82インチの世界最大の画面サイズを製品化した(図2)。

(2) リアプロジェクション方式の特長

CRT, MDなどの表示デバイスにかかわらず、リアプロ

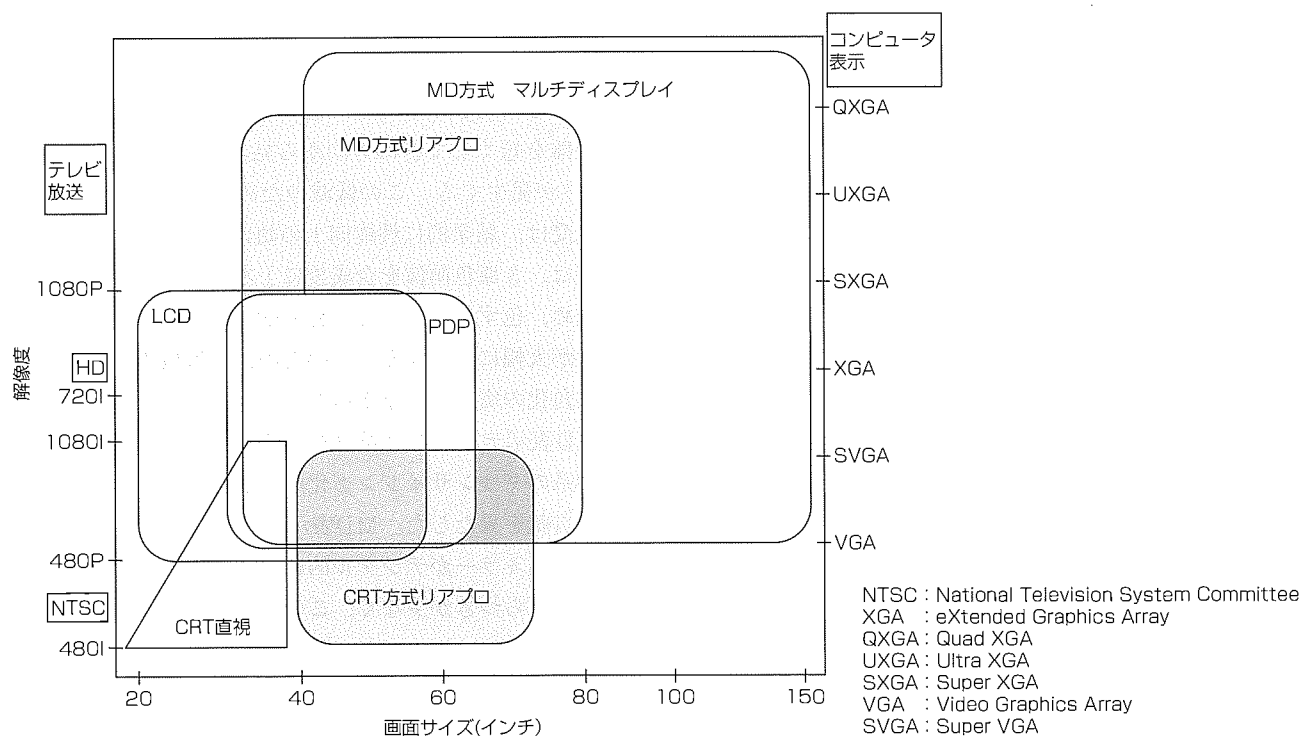


図1. ディスプレイの画面サイズ対解像度

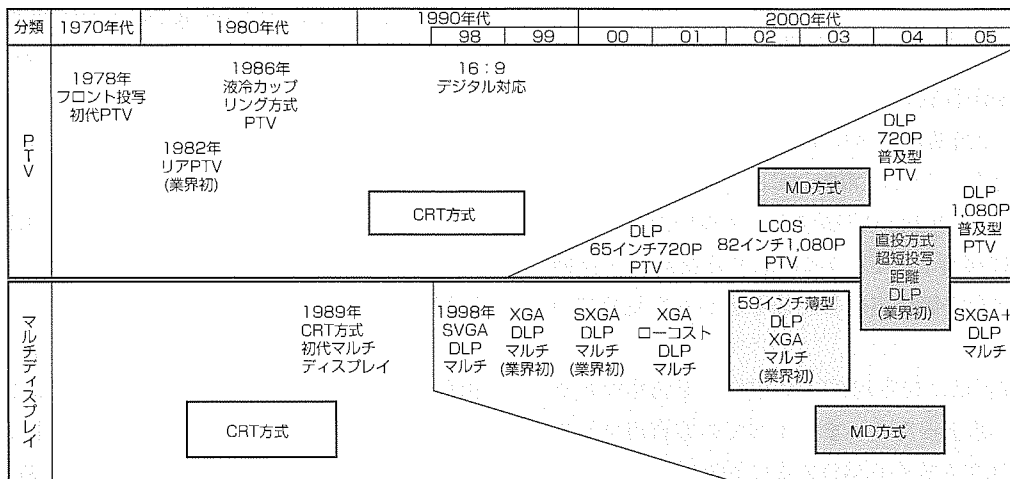


図2. 当社リアプロの歴史

ジェクションは、大画面が比較的低価格で実現でき、これから本格的な普及の始まるHDTV(High Definition TV)の臨場感や迫力などの満足感を視聴者に与えるのに最も適したディスプレイである。また、大画面にもかかわらず、CRT、ランプなどの光源はほぼ同じサイズや電力ですむために、テレビの消費電力としてはFPD-TVより低くなり、省エネルギーにも貢献できる(表1)。

画質においても、長年にわたる技術蓄積のお陰で、今やCRT-PTVは大画面にもかかわらず直視CRT-TVと遜色(そんしょく)はなく、また、新しいMD-PTVは、画素型表示と呼ばれる革新技术を加えて、一層高画質になっている。一方、黒レベルが十分暗いので同じコントラストの実現のために過度に輝度を上げる必要がないことや、スクリーンの拡散層を介して画像を見る条件での総合的な絵作りで、高画質でありながら大画面で映画などを長時間視聴しても眼に負担を与えない等、今後予想される消費者の多様な要求にこたえるのにも有利である。

また、直視型テレビでは、CRT方式、FPD方式の区別なくRGB(赤・緑・青の3原色光)3色が分離された状態で表示され、視力で平均化されて色再現を行うのに対して、リアプロジェクタでは3色合成した後に表示するのでスクリーンに近づいても不自然さを感じない。

3. MD方式リアプロの概要と動向

3.1 MD方式リアプロジェクション方式の原理と特長

CRT方式は、電子線が蛍光体に衝突して発光する自発光方式である。また、入力ビデオ信号の強弱をそのまま電子線、しいては発光量の強弱に置き換えるアナログ方式である。これに対してMD方式は、表示デバイスであるDLPやLCDそのものは発光せず、透過(又は反射)光量を制御するライトバルブ(水道のバルブのように光の通過量を制御)として作用し、光源であるランプ光に強弱を与えている。MD方式の出射光量はランプ光量と表示デバイスを含

表1. 大画面ディスプレイ比較(大型テレビでの比較)

表示デバイス	PTV		FPD	
	MD方式(DLP)	CRT方式	LCD	PDP
最大画面サイズ	◎ 82インチ以上	○ 73インチ	△ 55インチ	○ 65インチ
最大解像度	◎ 1,080P	△ 720P以下	◎ 1,080P	○ 720P
奥行き寸法(50インチ画面サイズ)	○ 45cm→26cm以下	△ 60cm	◎ 10cm	◎ 10cm
消費電力(50インチ画面サイズ)	◎ 250W	○ 350W	○ 350W	△ 480W

む光学系の透過効率で決定される。したがって、原理的にはランプの出力向上で高輝度化が実現できる。

一方で、MD表示デバイスは、PDPや液晶テレビと同様に画素構造のデジタル表示デバイスでもあり、解像度は表示デバイスの画素数で定義される。

従来のCRTリアプロジェクション方式では、RGB独立3管の出射光をそれぞれ独立のレンズを介してスクリーン上で像を一致させるため、色ずれが生じやすい。特に、投写距離を短くして斜め方向から見ると、色ずれ(カラーシフト)が発生する。この低減のためにスクリーン設計に制約を受け、結果的に性能向上の妨げとなっていた。MD方式では、3原色画像を合成後に1本のレンズから出射されるため、色ずれがほとんど発生せず、スクリーンの設計自由度が大幅に向上する。このため、薄型技術の根幹となる超広角化の実現につながった。

MD表示デバイスは対角が1インチ以下と小型であり、光学系のダウンサイジング化を実現し、省スペース化に大きな貢献を果たした。MD表示デバイスの中でもDLPは無機の金属ミラーがデジタル的にスイッチングする構造で画素間のばらつきが少なく、この結果、良好な画面均一性が得られやすい。

寿命についても10万時間と突出して長い。この特長を最大限に活用したのがDLPマルチディスプレイである。特に24時間使用の産業用監視制御分野では圧倒的な優位性を

確保し、ここで先行した当社が50%を超える国内マーケットシェアを得るに至った。

3.2 MD方式リアプロの構成要素

(1) 表示デバイス

MD方式リアプロは透過LCD、DLP、LCOSの3種の表示デバイスが採用されている。市場では安価な透過LCDが最も多く、それにDLPが続いている。近年、LCOSも高光効率と高解像度を特長に伸張を開始した。表示デバイスの詳細説明についてはほかに譲るが、それぞれデバイス仕様の画素数に加えて、光利用効率、コントラスト、動画応答性、画面均一性、耐光性、素子寿命、コスト等で特長があり、用途に応じて選択している。

(2) 光学系

各表示デバイスは、それぞれ専用の光学系を構成する。液晶とLCOSは、通常、表示デバイスを3枚用いて、RGB3原色に分光された光源光をそれぞれ独立のデバイスで光量制御し、その後、3色をクロスプリズムで合成して1本のレンズに導く。透過型液晶は2枚の偏光板の間に液晶デバイスを挿入し、偏光角制御して画素ごとに透過率を変化させている。LCOSでは、偏光板の代わりにPBS(偏光ビームスプリッタ)を用い、信号レベルで制御された偏光状態によって反射光と透過光の分離を行う。DLPでは、通常単板方式が採用され、カラーホイールで時分割された面順次3原色光となったランプ照明光と同期して、DLP上の画素に対応したマイクロミラーの反射方向を制御し階調制御を行う。時分割された3色光は視覚の中で平均化されて多色カラー化される。透過液晶とLCOSは、共に素子の出射主光線がデバイスの各エリアで平行をなすテレセントリック方式しか採用できないが、DLPでは、この平行条件を崩すノンテレセントリック方式の採用も可能である。これにより投写レンズの入射開口が小口径になり、その結果、コントラストの大幅な改善が可能となる。

(3) ランプ

光源であるランプには超高圧水銀ランプが多く使われている。画質にかかわる特性には最も重要な光学特性として発光スペクトル、輝度分布、配光分布の3つがあり、特に、赤成分が十分出ることが目安になる。また、照明系の光利用効率を向上させるために輝度分布が狭い範囲に絞られていることが必要で、そのためには、アークギャップ長を短くすればよい。ただ、もう一つの重要な特性である寿命については、光学特性及び輝度を上げる要素とトレードオフになることが多く、それらの両立が現在の課題でもある。

(4) スクリーン

MD方式により出射光が1本のレンズから放出され、スクリーンの設計自由度が大幅に向上することは既に述べた。スクリーンは、レンズから広がる出射光線を受け止めて平行光化するフレネルレンズと、広い範囲から視認できるよ

うに光線を最適に配光するレンチキュラーから構成される。MD方式での光学系の大幅な解像度特性向上に対応して、スクリーンの方もファインピッチ化が進み、解像度特性が大幅に向上した。

フレネルレンズには通常屈折方式が用いられるが、広角化が進むと周辺部分での透過効率の低下を招く。逆に、広画角で高光透過率が得られるのが全反射方式である。そのため、超広角の薄型方式ではこの方式を採用している。

3.3 業務用マルチディスプレイへの展開

MD方式は当初価格が高かったこともあり、市場へは業務用から導入を開始した。マルチディスプレイでは複数画面の境界面にわずかの色むら・輝度むら・画像ひずみがあると見る人はたちどころにその違いを認識してしまう。この結果、高い画面均一性や色の均一性を、しかも暗部から明部までの広いグレースケールで一致させる必要がある。DLP方式は階調表示をデジタル制御によるパルス幅制御で行っており、画素間のばらつきがほとんどなく、リニアリティーにも優れている。加えて、素子寿命が10万時間以上と長く信頼性が高い。また、固定映像パターンを長時間表示したときに跡が残る焼き付き現象も原理的に発生しない。当社は、一早くこのDLPの特長を生かす製品を市場投入した。また、マルチディスプレイ開発においては、画面均一性の向上に照明光学系の均一性の向上、画像ひずみが極少の投写レンズ、各画面間の色むらを補正するCSC(Color Space Control)色域補正回路、さらに産業用の厳しい信頼性要求にこたえるオートランプチェンジャ等の周辺技術が大きく貢献した。その結果、国内マルチ市場で50%以上のマーケットシェアを取るに至り、海外でも確実な市場拡大を果たしている。

3.4 薄型DLPマルチディスプレイの登場

薄型方式は、この業務用マルチの更なる市場拡大の目的で開発された。現状の各種ディスプレイを見渡しても、100インチ以上の大画面、高精細、薄型省スペースを同時に満足するディスプレイは存在しない(図3)。PDPは薄型で高精細だが、画面サイズは最大でも65インチである。一方、“オーロラビジョン”やLED(Light Emitting Diode)ディスプレイは、大画面と省スペースは満足するものの、高精細な表示は不可能である。片や町には大画面かつ高精細の大型看板があふれている。この代替市場の創出を最終目的として開発し、結果として59インチで26cm厚、上下は2段までだが、横方向には幾らでも拡張できるディスプレイが完成した。この中核技術が画角を136°と超広角でしかも0.1%の低画像ひずみを達成した非球面ミラーとレンズの組合せによる超薄型光学系である。斜め投写の特長を生かしてDLPをノンテレセントリック光学系で使用し、高いコントラスト性能も実現した。また同時に、広い画角で均一な映像が得られるハイブリッドスクリーンを開発した。

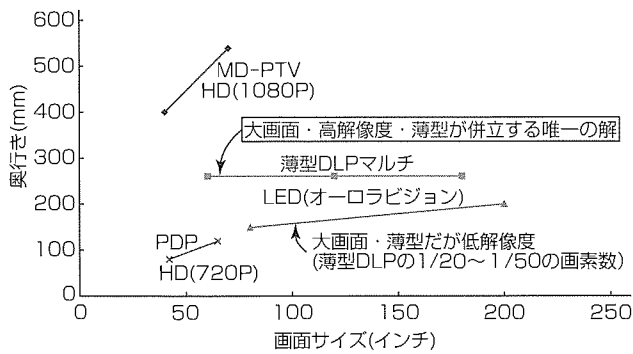


図3. 薄型DLPマルチの位置付け

3.5 MD-PTVの登場

業務用に遅れて民生市場にもMD方式が本格化する。2000年には業界初のDLP方式MD-PTVが製品化され、2002年から市場が拡大し、その後わずか2年で300万台の米国PTV市場の1/2の構成比まで到達してCRTと逆転するまでに至った。ここまで急速に市場が拡大した理由は、MD方式によるFPDに匹敵する画質の向上に加えて、光学系の小型化と広角化により、スクリーンの下側の袴(はかま)に相当する部分の縮小化を実現し、デザインにも助けられて、正面から見るとPDPや液晶テレビと見分けがつかないところまでのスタイリングの改善が大きい。しかも、価格はPDPの約1/2と安価である。つまり、FPDを買いに来た消費者が奥行き以外はデザインも画質も同等レベルの安価なMD-PTVを購入するパターンである。薄型化技術は更なる省スペース化を促し、MD-PTV市場を更に発展させる可能性を秘めている。

4. リアプロジェクションの動向

(1) フルHD化の浸透

まず、これからの映像は地上波デジタルの浸透、ブルーレイ等のHD DVD(Digital Versatile Disk)の普及に伴いHDTVコンテンツが急増する。このため、ディスプレイもフルHD化が進みMD方式もこの流れの中にある。少なくとも高級機は1,920×1,080の画素数に、米国から移行していくと予想される。各デバイスともローコストのフルHDデバイスが登場し、最終的には普及価格でのフルHDのMD-PTVが市場の中核をなすと予想される。

(2) 大画面リアプロ・テレビの普及

年々確実にディスプレイ市場は大画面化に向かっている。価格の下落により、リーズナブルな価格で大画面ディスプレイが入手できることが大きな要因だが、一方で、薄型化を含む省スペース化が更にその動きを加速している。

5. 薄型方式MDリアプロの展望

薄型技術は今後のリアプロ技術の進化に大きな影響を与えると予想される。リアプロジェクション方式は、明所でも大画面が安価に提供できる最も有効な手段である。直視CRTはもちろん、PDPや液晶テレビと比較しても、リアプロ以外は大画面化に伴い急激なコストアップを強いられる。これに対して、リアプロは、画面サイズが変わっても光学系は原則同一であり、相対的に大画面ほど割安となる。ただし、ここで問題なのが置き場所で、画面サイズに比例して奥行き寸法も増大するのが大きな障害となる。したがって、確実に拡大している大画面化へのニーズに伴い、薄型化への要求も高まっていくと予想される。一方で、MD-PTVの普及には、スクリーン下側の袴スペースの低減を図ったFPDライクなデザインの貢献も大きい。したがって、薄型化の普及にはこのデザイントレンドも組み入れた方向へ向かうと予想される。薄型化はコンパクトなデザインと低価格化とあいまって大画面テレビの一つの選択肢としてリアプロの定着に大きく貢献していくであろう。

一方、業務用分野でも、省スペース化は大きな需要の喚起につながる。大画面ディスプレイの設置スペースを自由に確保できる例は稀(まれ)で、大半は既設の限られたスペース条件でのシステム構築を要求される。特に公共施設等へのディスプレイ設置には、既存スペースへの影響を極力抑える必要がある。場所の取らない高精細・高画質の大画面システムは大きなビジネスチャンスを与えるであろう。集客力はあるがスペースの関係でディスプレイが置けないエリアを大きなビジネス創出の場に変える可能性を持っている。ただし、画面サイズが限定されるニーズにはPDPや直視LCDで十分であり、これらディスプレイとの住み分けと、大画面ならではの独自表現の本格的な普及と併せての訴求が必要である。さらに、大画面・高精細の効果を最大限に生かすには、ディスプレイ単体だけではなく、コンテンツをいかに効果的に見せるかを含めた見せ方の仕掛けやコンテンツ配信システムとのコンビネーションが不可欠である。これらを含めたシステムの進化は、看板等の既存印刷メディアを置き換えていくポテンシャルを秘めていると言えるだろう。

6. むすび

当社では業務用の薄型リアプロジェクションは既に2002年12月に製品化しており、この特集ではさらに画角を広げた(136°→160°)エンジン開発と、民生用PTVの薄型化の可能性についても論を進めている。また、これら他社に先駆けた技術は研究所と事業所が一体となって開発したDLP薄型Vプロジェクトの成果である。

業務用薄型DLPリアプロジェクタの光学システム

鹿間信介* 宮田彰久+
鈴木浩志** 寺本浩平**
遠藤貴雄***

Optical System of Ultra-Thin DLP Rear Projector for Business Use

Shinsuke Shikama, Hiroshi Suzuki, Takao Endo, Akihisa Miyata, Kohei Teramoto

要旨

DLP^(注1)方式の業務用リアプロジェクタ向けに、超広画角の屈折・反射光学系を業界で初めて開発し、独自の光路折り曲げ方式でキャビネット実装を行うことにより、画面サイズ59インチ(1,500mm)、薄さ260mmのディスプレイ“LVP-60XT20”を製品化した。

新開発光学システムは、フロント投写型と同様な斜め投写方式の光路と、スクリーンと平行に配置した平面ミラーにより業界一の薄型化を実現している。

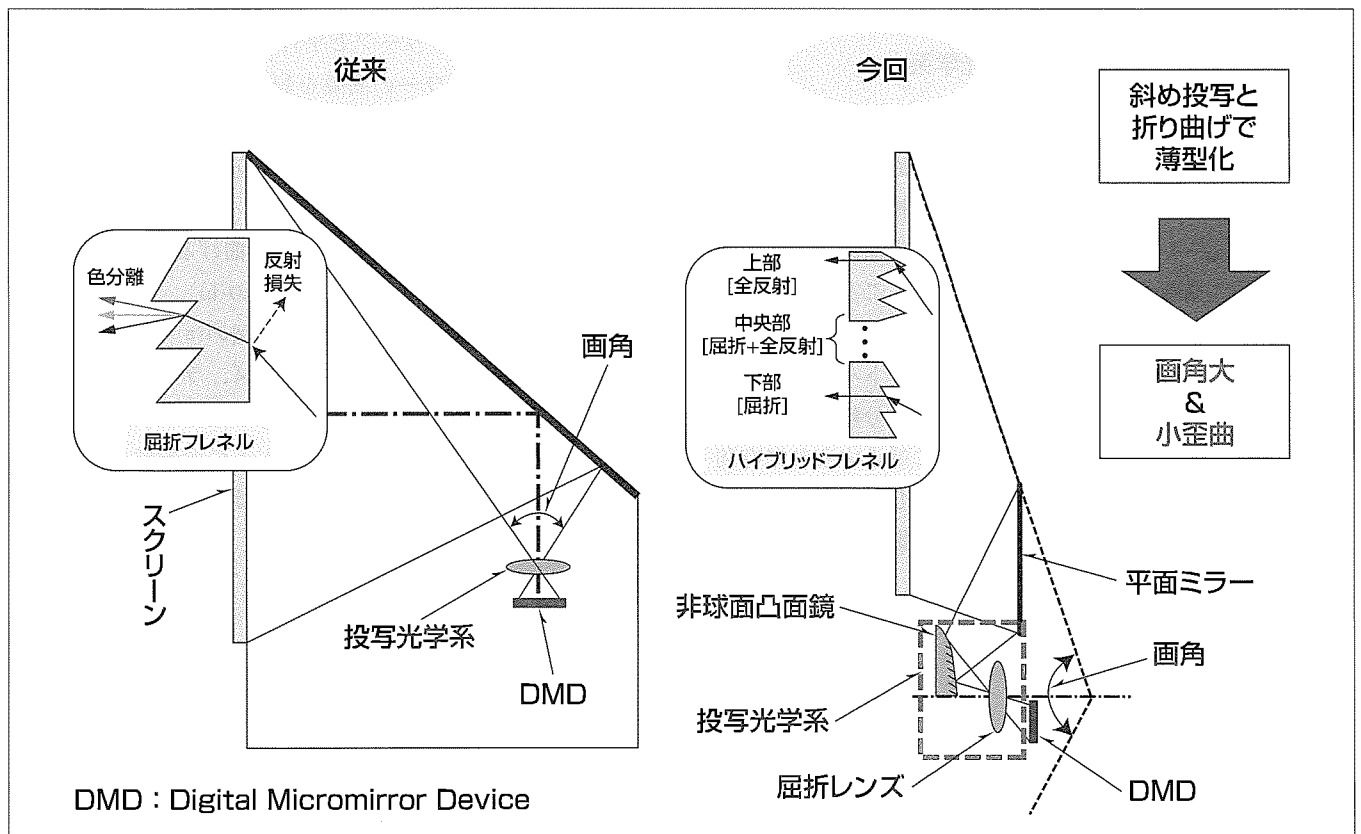
従来の投写光学系は屈折レンズだけで構成され、画角90°以下であった。しかし、これでは画角が小さく装置の薄型化に限界があった。今回、投写光学系として非球面凸面鏡と屈折レンズを共軸に配置した独自の方式を開発し実用化した。凸面鏡により画角拡大を行うとともに、屈折レ

ンズで凸面鏡で生じる諸収差の補正を行うことで、全画角136°の広画角を持ちながら、歪曲(わいきょく)収差/色収差が小さく、1画素レベルの高精細表示可能な投写光学系を実現した。

また、従来スクリーンとしては屈折歯を用いた屈折フレネルレンズが採用されていたが、画角が大きくなると表示画像の輝度、及び色が不均一化するという問題があった。上記投写光学系の画角拡大に対応して、全反射歯・屈折歯の組合せによるハイブリッドフレネルスクリーンを設計し開発することで輝度・色均一性に優れた表示を実現した。

(注1) DLP(Digital Light Processing)は、米国Texas Instruments社の商標である。

特集 II



薄型リアプロジェクタの光学技術

薄型リアプロジェクタ向けに開発した光学システムを概念的に示す。屈折・反射式の超広角投写光学系から投写光を斜めに出射させ、平面ミラーを用いて折り曲げ実装することで薄型化を可能とした。

この投写光学系は、非球面凸面鏡と屈折レンズにより構成している。さらに、屈折歯と全反射歯が混在したハイブリッドフレネルスクリーンを開発することで、表示領域内での良好な輝度、及び色均一性を実現している。

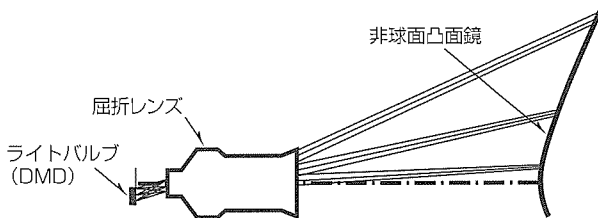
1. ま え が き

大画面を表示する手段として、リアプロジェクタの普及が著しい。リアプロジェクタは、表示性能向上のほかに、キャビネットの小型化が強く求められている。従来のリアプロジェクタ用投写光学系はほとんど屈折レンズで構成されていたが、投写レンズの画角拡大と光学エンジンを構成する部品レイアウトの工夫を組み合わせる薄型化、及び／又はロースタイル化を実現する試みが続けられてきた^{(1)~(3)}。しかし、屈折投写レンズの画角を拡大すると、諸収差の制御を行いつつ小型のレンズ寸法を維持することが極めて困難になる。また、ディスプレイが直視型のPDP(Plasma Display Panel)やLCD(Liquid Crystal Display)等によってフラットパネル化する流れの中で、フラットパネル状の外観を持つほどにリアプロジェクタを薄型化する手法については知られていなかった。この課題を解決するために、今回、屈折レンズと非球面凸面鏡を組み合わせた超広角投写光学系と、光学エンジンの新折り曲げレイアウト方式を考案し開発した。また、超広角投写光学系の出射光を受光して均一な高輝度画像を表示する新規のスクリーン構造を考案し開発した⁽⁴⁾。

本稿では、新光学的システムの概要と超薄型リアプロジェクタの表示特性について述べる。

2. 超広角投写光学系

図1に、屈折レンズと非球面凸面鏡から構成される投写光学系の基本配置を示す。136°という超広画角を得るために、強い負の屈折力を持つ凸面鏡で屈折レンズから出射する光束の発散角を拡大する。その際、凸面鏡によって大きな歪曲が生じるが、これを非球面とすることで0.1%程度に補正している。図のように非球面鏡を屈折レンズの出射側の離れた位置に配置しているので、ライトバルブ(DMD)上の異なる点から出射した光束が鏡面上で分離した位置に入射することになり、歪曲収差を精密に補正するのに有利である。屈折レンズは凸面鏡によって生じる歪曲以外の諸収差を補正する。凸面鏡による投写画角拡大は原理的に色



新光学系は屈折レンズと非球面凸面鏡より構成されている。屈折レンズと非球面鏡は一点鎖線で示す共通の光軸を持ち、ライトバルブは表示領域高さの半分以上、下方向にシフトしている。

図1. 超広角投写光学系の基本配置

収差を発生しないので、投写画像の画素ピッチに比べて十分に小さな倍率色収差を実現できた。

図2に、この投写光学系の位置付けを従来の光学系と対比して示す。従来の各種結像光学系(縦ストライプ領域)では、画角を大きくすると歪曲が大きくなる傾向にあり、画角が180°に近づく歪曲は100%に近くなる。これは、写真用魚眼レンズの例でよく知られている現象である。一方、比較的広画角と低歪曲を求められるプロジェクタ用投写光学系(横ストライプ領域; 屈折レンズ式)でも最大画角は90°を超えることはなかった。設計画角が90°に向けて増加すると、現実的な硝材と製造可能なレンズ寸法の制約を満たしつつ、歪曲と倍率色収差を十分に補正することが急速に困難になる。例えば、投写光の出射側に近いレンズが大口径化して製造が困難になる。また、可視光の広い波長帯域で高次の倍率色収差を補正するためには、非現実的な異常分散を持つ硝材を使用することが求められる。

この投写光学系(図の◎点)により、超広画角と低歪曲を同時に満足する新設計領域が開拓できたことが分かる。すなわち、歪曲収差を従来の屈折投写光学系と同等に保ちつつ、投写画角を50%増加させることに成功した。

図3に、超薄型・ロースタイルキャビネットに全光学系を実装するために開発した折り曲げレイアウトを示す。光学エンジンを超薄型キャビネットに納めるために、キャビネットの背面にスクリーンと平行に平面ミラーを設け、スクリーン~平面ミラーの間隔を短縮した(図の(a))。ライトバルブは表示領域高さの半分以上、下方向にシフトしており、非球面鏡の反射光は斜め上方向に向かう。さらに、折り曲げミラーを非球面鏡と屈折レンズの間に挿入することで、屈折レンズを水平面内で折り曲げる独自の“横折り曲げ配置方式”を設計し開発した(図の(b))。これにより、折り曲げミラーを挿入しない場合(図の(a))に平面ミラーより後方に突出していた、屈折レンズ、ライトバルブ、照明光学系、ランプを、スクリーン~平面ミラーの厚み内に収納可能とし、超薄型キャビネットへの全光学系実装を実現した。また、横折り曲げ配置方式は、キャビネット高さ

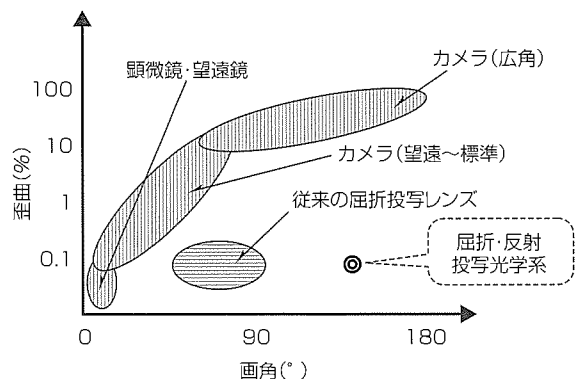


図2. 投写光学系の位置付け

を低くする上でも有用である。

3. 光学エンジン

図4に光学エンジンの構成を示す。単板DMDがミキシングロッド、リレーレンズ、及びフィールドレンズを介して照明される。回転カラーホイールは、角度分割されたダイクロックフィルタより構成され、3原色の色光を生成する。DMDは有効表示領域高さの半分以上、下方向にシフトして配置され、投写光学系から斜め上方向に投写光を出射する。超高圧水銀ランプで生成された光束は放物面鏡で集光され、コンデンサレンズによってミキシングロッドの入射端面に集光される。また、照明光学系と投写光学系との光学インタフェースを非テレセントリックとすることで、屈折レンズの入射径を小さく設計している。屈折レンズの入射瞳(ひとみ)はレンズ系の入射端近傍に配置されており、DMD直前のフィールドレンズはこの入射瞳に向けて照明光を収束する。この非テレセントリックな照明系/投写系の構成は、従来からフロントプロジェクタ用としてDMDを軸外配置する光学系で採用されていた。この設計は光学システムを簡素で小型にする効果があり、また、画像を投写レンズの光軸よりも上方向に投写することを可能としていた。しかし、リアプロジェクタ向けにDMDを軸外に配置して屈折レンズだけで投写系を構成しようとすると、大きなイメージサークルに対応して出射側レンズの直径が非現実的な大きさになってしまうという設計上の問題があった。また、焦点距離に比べて長いバックフォーカル

長の確保や、入射端に近い入射瞳の配置等の厳しい制約条件を満たしながら、歪曲収差、及び像面湾曲を補正することは大変難しい課題であった。非球面鏡を採用することで、投写光出射側の光学素子の寸法制約を大幅に緩和することが可能となり、非テレセントリックな光学インタフェースを持つリアプロジェクタ用光学エンジンが完成した。屈折レンズの入射側レンズ径を小さくしたことで、DMDで反射したOFF光がレンズに入射することがなくなり、ON/OFF比2,000:1以上の超高コントラスト表示が可能となった。この結果、特に民生用PTV(Projection TV)で低輝度部の微妙なグラデーションが重要となる映画などの黒レベルの微妙な再現性能を大幅に改善できる。

表1に光学エンジンの特性を示す。超広角投写の結果、対角60インチ(1,524mm)の表示に必要な投写距離が、非球面鏡から410mmと短くなった。また、照明光学系と投写

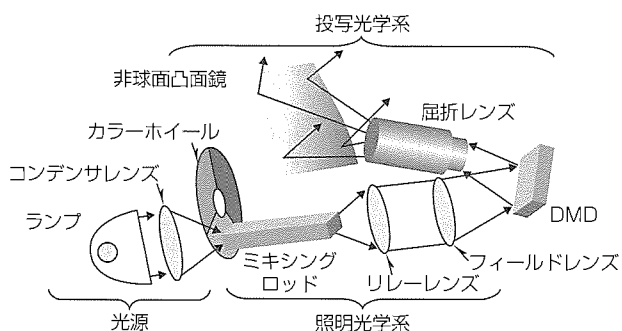
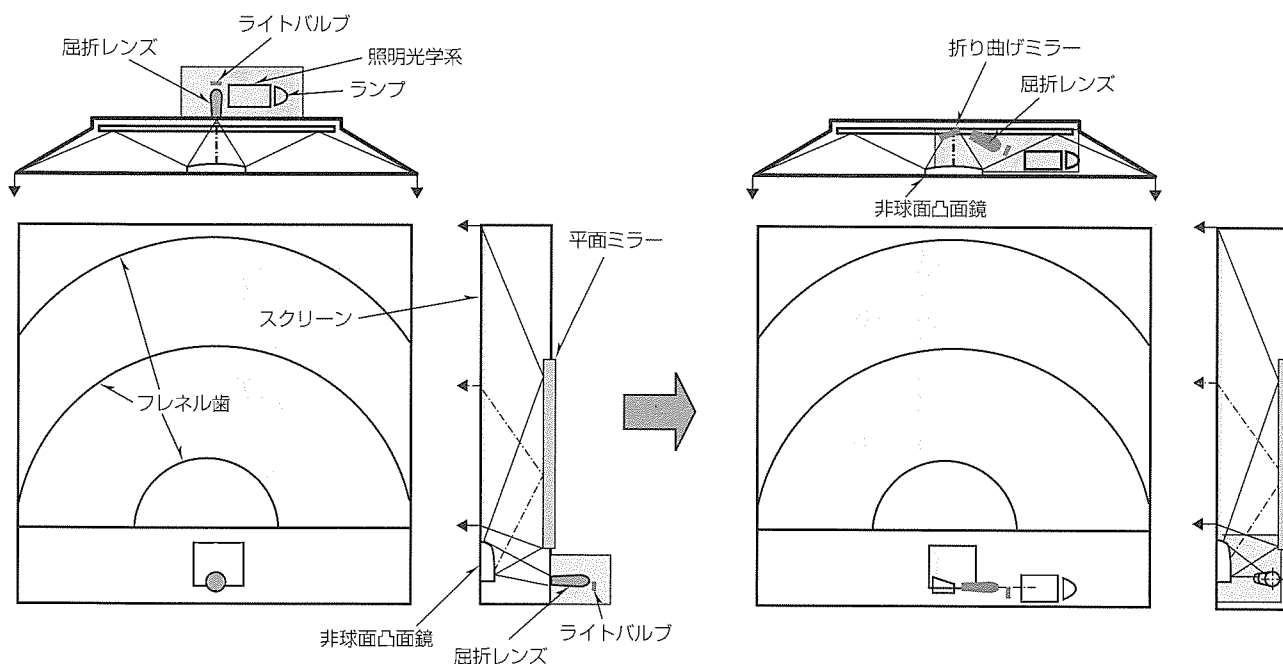


図4. 光学エンジンの概略構成



(a) 平面ミラーとスクリーンの平行配置 (b) 折り曲げミラーによる屈折レンズの横折り曲げ配置方式

スクリーン下端近傍に中心を持つ同心円状の半円群はフレネルレンズの歯の軌跡を示す。

図3. 薄型キャビネットへの実装方式

光学系の光束径を屈折レンズの小さな入射瞳上で整合させることで、500ANSIルーメンと高い光出力を得ている。

4. ハイブリッドフレネルスクリーン

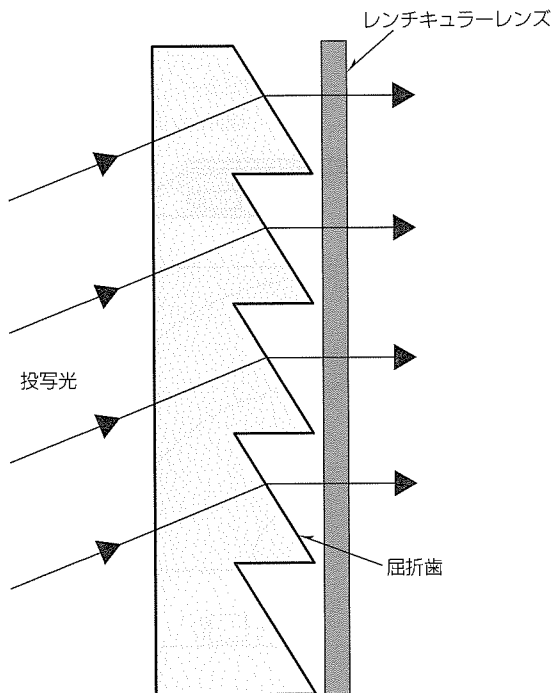
図5に、従来用いられていたスクリーンと、新たに開発したスクリーンを対比して示す。従来、出射面に屈折歯を配置した屈折フレネルレンズによって発散投写光束を平行投写光束に変換していた(図の(a))。しかし、入射角の増加に伴って透過率の低下と3原色光の角度分離増加が発生し、結果として投写画像の均一性が劣化する。例えば、従来の屈折フレネルレンズとして屈折率1.55の材料を想定して計算すると、最小入射角 22.4° での透過率は90.5%だが、最大入射角 68° での透過率は63.7%に低下する。従来の屈折フレネルレンズが超広角投写光学系(図1)に適用された場合、スクリーンの上半面は大きな入射角が原因となり非

常に暗くなってしまう。また、画像には見栄えの悪いカラーシフトが重畳する。

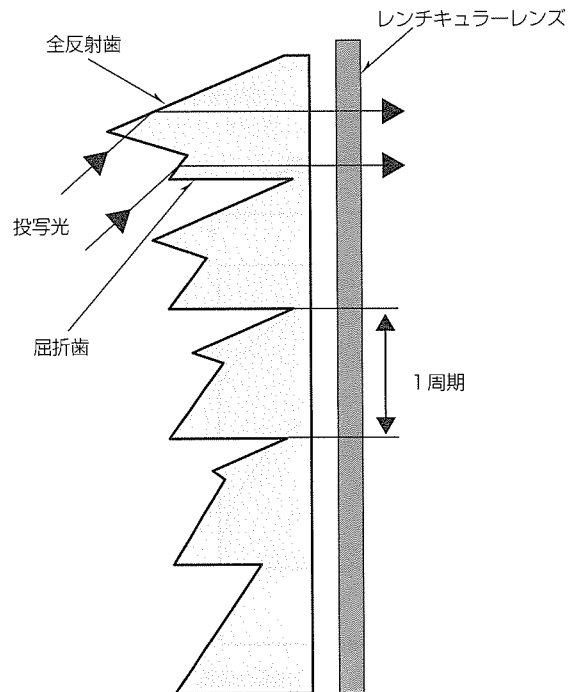
この問題を解決するために、“ハイブリッドフレネル”スクリーンを開発した。その断面形状を図の(b)に示す。入射角の大きいスクリーンの上半面は、フレネル反射損失が減少し、かつ3原色光の角度分離が原理的に生じない全反射(Total Internal Reflection: TIR)歯が形成されている。TIR斜面の反射率は100%なので、フレネルスクリーンの上半面は91%と均一な透過率が得られる。入射角が比較的小さいスクリーン下部は、屈折歯が形成されている。これらTIR歯と屈折歯の中間領域には屈折歯とTIR歯が1周期中に混在する構造となっている。これらの各種歯構造はフレネルスクリーンの入射面に形成されている。歯を構成する円の中心は、スクリーン高さの半分以上スクリーン中心から下方向にシフトしており、非球面鏡から斜め上方向へ出射する投写光をスクリーン法線方向に平行化する作用を持っている(図3)。ハイブリッドフレネルスクリーンは、画像面内で均一な透過率分布を実現し、また3原色光の角度分離を無視できる程度に抑制するのに有効である。ライトバルブとしてDMDを用いた光学エンジンとの組合せでスクリーン面内の平均輝度に対する輝度均一性を実測したところ約80%が得られた。この良好な輝度均一性と色均一性は、単画面のディスプレイはもちろん、複数の画面を配列したマルチプロジェクタ用途にも適用可能なレベルである。

表1. 光学エンジンの特性

投写光学系	屈折・反射方式
投写画角	136°
投写距離	非球面凸面鏡より410mm (画像対角1,524mm(60インチ)の場合)
入射瞳	非テレセントリック
照明光学系	ミキシングロッド+リレー光学系 非テレセントリック
光出力	500ANSIルーメン(120Wランプ)
コントラスト比	$>2,000:1$ (on/off)



(a) 屈折フレネルレンズによる従来のスクリーン



(b) ハイブリッドフレネルレンズ
(屈折歯/TIR歯混在)による新スクリーン

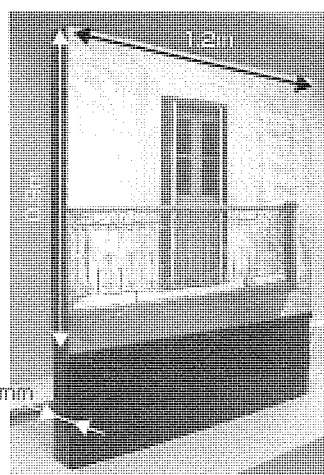
図5. スクリーンの断面構造

5. リアプロジェクトの特性

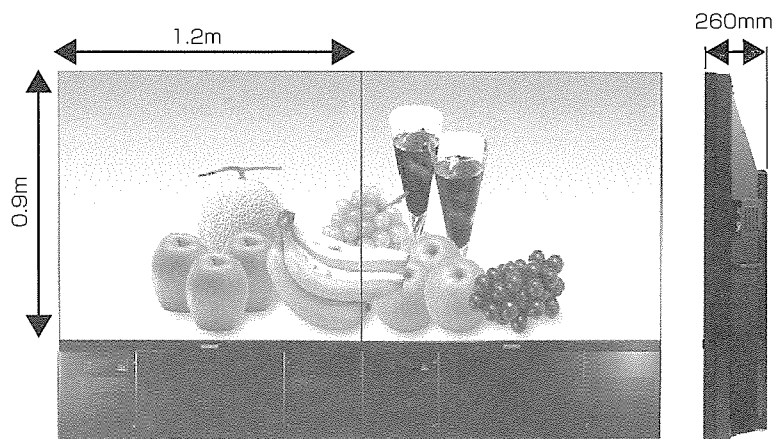
表2にリアプロジェクトの特性を示す。2章で詳述した超広角投写光学系と折り曲げ配置を組み合わせることで、有効画面対角59インチ(1,500mm)で奥行きが260mmと薄いリアルXGA(Extended Graphics Array)ディスプレイを実現できた。屈折投写光学系を用いた場合、奥行きは約600mmとなる。したがって、従来の屈折投写光学系に比べてディスプレイの厚さを43%にまで減少できたことになる。また、高効率の光学エンジンとハイブリッドフレネルスクリーンを組み合わせると、輝度400cd/m²と十分に明るい表示を実現している。

表2. 単画面リアプロジェクトの特性

スクリーン表示エリア	ハイブリッドフレネル&レンチキュラー 対角1,500mm(59V-in.), 1.2m×0.9m
ライトバルブ 画素数	DMD: 対角17.51mm, 傾斜角±12° 1,024×768(XGA)
ランプ	超高圧水銀, 120W
輝度 コントラスト比	400cd/m ² 2,000:1 (on/off)
キャビネット寸法 質量/電力	(W)1,217×(H)1,251×(D)260(mm) 88kg/210W



(a) 単画面ディスプレイ



【正面】

【側面】

(b) 横2面マルチディスプレイ

図6. 薄型リアプロジェクト(三菱電機“LVP-60XT20”)の外観と実表示画像

表3. 薄型リアプロジェクトと他のフラットパネルディスプレイの比較

項目	超薄型リアプロジェクト	PDP	LCD	比較優位点
画面サイズ	大	大	中	小額投資で、より大画面化が可能
薄さ	○	◎	◎	デジタル電子看板には十分な薄さ
細い継ぎ目	○	×	×	マルチディスプレイに適す
焼きつきなし	◎	△	○	公共インフォメーション表示用途に適す
省電力	○	△	○	PDPの1/3(同等表示面積比較)

◎:非常に良い, ○:良い, △:劣る, ×:非常に劣る

図6にリアプロジェクトの外観写真を示す。図の(a)は単画面ディスプレイとして使用した例であり、図の(b)は横方向に連結した2面マルチディスプレイとして使用した例である。複数画面を縦・横に連結すれば細目地(幅5mm)での大画面表示が可能であり、画像の連続性への影響が非常に小さなマルチディスプレイとしての応用が可能である。

6. 他のフラットパネルディスプレイとの比較

表3に本稿で紹介した超薄型リアプロジェクトと、既存のフラットパネルディスプレイ(FPD)との比較を示す⁽⁵⁾。このリアプロジェクトは単画面用途ではLCDよりも大きな表示画面が実現可能である。また、大画面化に向けて微細加工プロセス導入のための莫大(ばくだい)な投資が求められるPDPに比較して、このリアプロジェクトでは少ない投資金額で大画面サイズへの変更が可能である。奥行き260mmはPDPやLCDの奥行き(約100mm)ほどは小さいが、このリアプロジェクトはすべてのメンテナンスが前面から行えるように配慮されているので、既存の電飾広告板の設置孔に埋め込むことが可能である。したがって、このリアプロジェクトは、デジタル電子看板の用途に用いるには十分に薄いと考えられる。

また、キャビネットの上辺、及び左右辺のフレーム幅が小さく設計されているので、上下方向に2段(上下逆さ)、水平方向に無制限面数、細目地(5mm)で連結することが可能である。PDPをマルチディスプレイ用に複数枚組み合わせ合わせた場合、100mm以上の太い目地が生ずるので、画像の連続的な表示に対して大きな問題となる。さらに、ライトバルブとしてDMDを採用しているため、固定パターンを連続表示した場合の“焼きつき”の問題が生じない。焼きつき現象は、例えばPDPを空港や駅の運行表示板等の公共インフォメーション用途に用いた場合に問題となることが知られている。

このリアプロジェクタは同等の表示面積(1m²)を持つPDPの1/3未満の消費電力(210W)を実現しており、特にマルチディスプレイとして使用する場合の省エネルギー効果が顕著である。

7. む す び

屈折・反射式の新光学システムにより、従来提案されているどの方式よりも薄型・ロースタイルのキャビネット寸法を実現できた。このリアプロジェクタは、デジタル電子看板用途に適した“プロジェクションパネル”と呼ぶにふさわしい外観を持っている。これを実現したキー技術は、屈折レンズと非球面凸面鏡を組み合わせた超広角投写光学系と、これを実装する折り曲げレイアウト方式、及び屈折歯

とTIR歯よりなるハイブリッドフレネルスクリーンである。本稿で紹介した超薄型リアプロジェクタは、高精細・大画面のマルチディスプレイや単画面モニタとして多彩な分野に応用されている⁽⁶⁾。

参 考 文 献

- (1) Yokozawa, M., et al.: High Definition TV Rear Projector Using LCD Panels, IDRC'91 Digest, 4~7 (1991)
- (2) Shinozaki, J., et al.: A 50-in. Ultra-Slim Liquid-Crystal Rear Projector, SID'92 Digest, 273~276 (1992)
- (3) Shikama, S., et al.: A Compact LCD Rear Projector Using a New Bent-Lens Optical System, SID'93 Digest, 295~298 (1993)
- (4) Shikama, S., et al.: Optical System of Ultra-Thin Rear Projector Equipped with Refractive-Reflective Projection Optics, SID'02 Digest, 1250~1253 (2002)
- (5) 西田信夫編: 大画面ディスプレイ, 共立出版, 186 (2002)
- (6) 鳴海 真, ほか: 薄型DLPプロジェクタ“LVP-60XT20”の市場展開, 三菱電機技報, 79, No.9, 613~615 (2005)

薄型DLPマルチ画面の位置合わせ技術

芦崎能広*
原田雅之*

Geometry Alignment for Ultra-Thin DLP Multi-Projector

Yoshihiro Ashizaki, Masayuki Harada

要 旨

マルチ画面は、超高精細の大画面を得られるので、監視業務や放送局スタジオ、公共空間での情報表示などに広く用いられている。様々なディスプレイの中でも、リア投写型プロジェクタは、画面同士のつなぎ目を細くできる特長から一つの大画面として画像連続性を高くできるので、マルチ画面に適する。特に、薄型DLP^(注1)は、表示素子が焼き付きに強いなどの情報表示に向く特長を幾つか持ちながら奥行き26cmとコンパクトであるので、店頭や公共通路空間での大型電子ポスターとしても好評である。

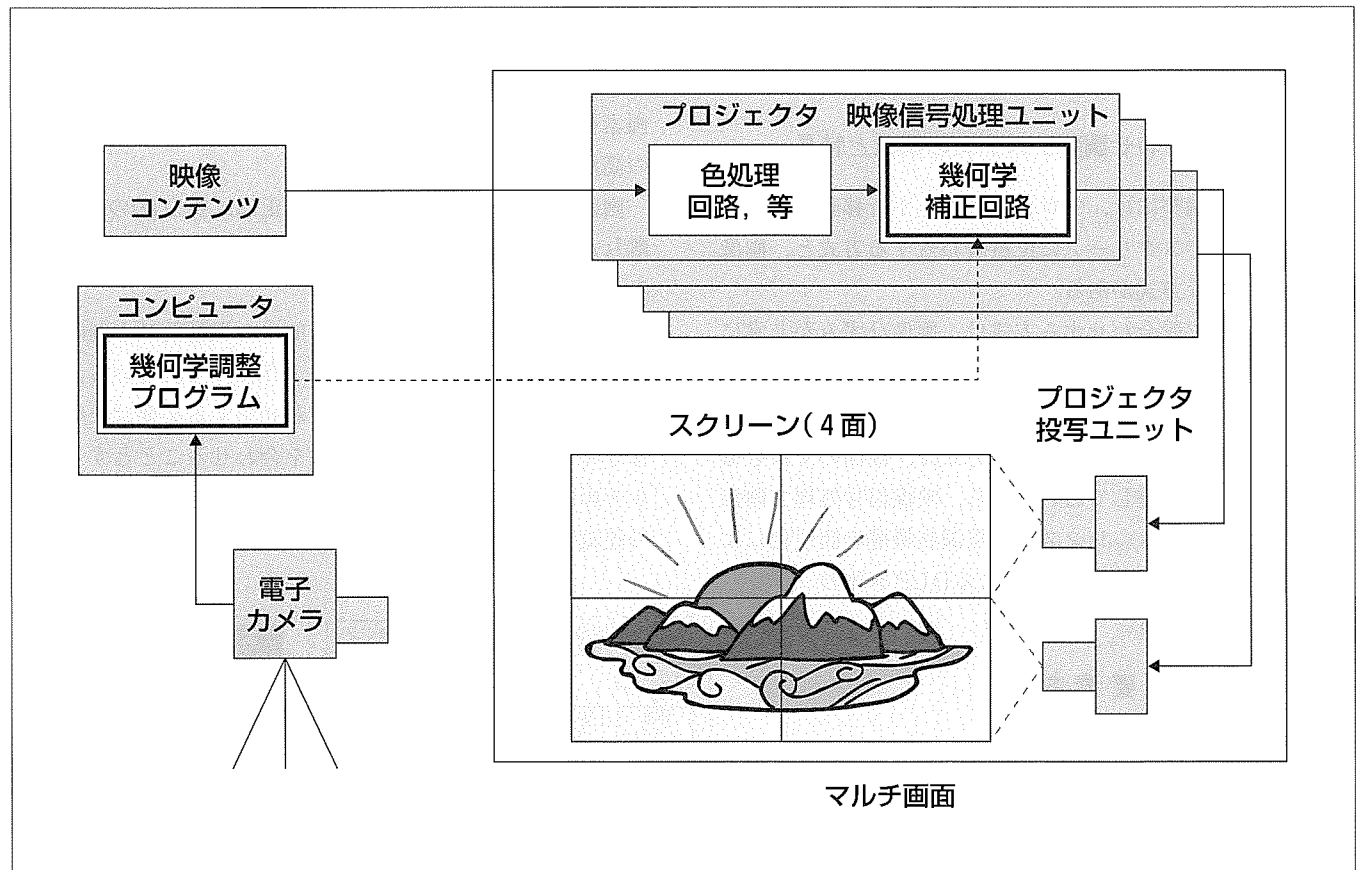
リア投写型プロジェクタの課題として、プロジェクタとスクリーン画面との位置関係やプロジェクタのレンズ自身の特性から、画面と投写映像とのずれが生じることがある。

さらに、マルチ画面を構成した場合に、それぞれの画面内のずれは画面同士のずれとなる。そのため、従来から、ずれをなくすための様々な技術が開発され、実用化されてきた。

三菱電機では、今般、薄型DLPの位置合わせ調整システムを開発した。画面の位置合わせを行うために画像を変形する幾何学補正回路を開発し、従来方式の3分の2のメモリ量にすることができた。さらに、マルチ画面において位置合わせを従来の半分以下の時間で行うことができる幾何学調整プログラムを開発した。これらにより、マルチ画面の設置と保守に要する時間を短縮できる。

(注1) DLP(Digital Light Processing)は、米国Texas Instruments社の商標である。

特集
II



位置合わせ調整システムの構成

マルチ画面のプロジェクタは、映像信号処理ユニットと投写ユニットとスクリーンからなり、映像コンテンツを表示する。薄型DLPに搭載した幾何学補正回路は、映像を変形して位置合わせして、違和感のない大きな画像を表示する。回路による変形を正確に行うため、また、迅速に調整するために、汎用の電子カメラを用いることができる幾何学調整プログラムを開発し、幾何学補正ユニットに幾何学係数を設定できる。

1. ま え が き

単体の画面を縦横に並べて一つの大きな画面を構成するマルチ画面は、超高精細の大画面を得られる特長がある。そのため、一覧性と詳細な表示が同時に求められる監視業務や、臨場感を求められる放送局スタジオ、多くの人が近くで見られることが求められる公共空間での情報表示などに広く用いられている。様々なディスプレイの中でも、リア投写型プロジェクタは、画面同士のつなぎ目を細くできる特長から一つの大画面として画像連続性を高くできるので、マルチ画面に適する。特に、薄型DLPは、表示素子自身が画像の焼き付きに強いので情報表示に向いていることと、奥行き26cmとコンパクトであるので、店頭や公共通路空間での大型電子ポスターに適する。

リア投写型プロジェクタの課題としては、プロジェクタとスクリーン画面との位置関係やプロジェクタのレンズ自身の特性から、画面と投写映像とのずれが生じることがある。さらに、マルチ画面を構成した場合に、それぞれの画面内のずれは画面同士のずれとなる。そのため、従来から、ずれをなくすための様々な技術が開発され、実用化されてきた。

当社では、今般、薄型DLPの位置合わせ調整システムを開発した。これにより、マルチ画面の設置工事と保守作業にかかる時間を短縮することができる。

2. 位置合わせ調整システムの構成と特長

位置合わせ調整には、プロジェクタを平行移動及び回転する機構のみでスクリーンに位置合わせする方式と、画像を変形して行う方式がある。

機構のみで位置合わせする方式は、画像ひずみが非常に少ない高精度のレンズを用いたプロジェクタで投写する。主として細かい文字を多用する監視業務に適する。

画像を変形して位置合わせする方式は、画面のずれを機構で粗く位置を調整しておいてから、映像信号処理で画像を変形して表示する。レンズや位置調整機構の簡便化による低価格化やレンズの広角化によるDLP本体の薄型化に有利である。

3. 要素技術

3.1 幾何学補正回路

図1に、薄型DLP本体に搭載した画像を変形する幾何学補正回路のブロック構成と、その回路によって画像を変形した結果を示す。

画像を変形するために、CRT(Cathode Ray Tube)であれば偏向を制御して画像を変形することができるが、画素が格子状に配列されて位置が固定しているフラットパネル型表示素子の場合に

は、入力画像をメモリしておいて、変形量に応じた位置からメモリされた画像を読み出して表示する。表示素子の画素ピッチと変形される画像の画素ピッチは異なるので、表示素子の画素では、変形される画像が蓄積された画像メモリで対応する位置の周囲の複数画素から補間して表示する。

ラスタスキャン方式の映像では、垂直方向の変形を行う際には水平方向の場合の水平画素数倍の遅延が必要である。例えば、垂直1ラインの水平画素数が1,024画素とすると、±11ラインつまり総合して22ラインの変形を行うと中心ラインとマージン1ラインを含めて総合24ラインの変形を行う。さらに、フィルタ回路の入力4ラインとメモリ書き込みと先行読み出し処理の2ラインを加えて、変形のためのメモリ量は6ライン分追加されて30ライン必要である。1ラインの画素の幅が約1.2mmとすると、±13.2mm変形できる。

今回の画像変形回路では、色処理回路の各3原色12ビット階調をそのまま信号処理せずに、ディザに代表される階調変換処理回路で8ビット階調に変換して、総計24ビットの画像データ幅とした。これにより、集積回路の半分以上の面積を占める画像メモリを3分の2の量にすることができた。これで、メモリの規模を720kビットにすることにより、画素の補間を行う画像メモリを集積回路内に納めた。画像メモリを集積回路内に収めたことによって、メモリを縦4ライン×横4画素の幅で読み出すことができたので、画素補間フィルタの入力数を増加して、画像を変形する際の画質向上が可能になった。

画素補間フィルタによる画質補正は、視力1.0の人が3m離れた距離から画面を見るのに適するように設定した。

3.2 マルチ画面の幾何学調整

リア投写プロジェクタは光学的にも機構的にも経時変化や環境変化で大きく変動しないように作られている。したがって、リアルタイムに位置合わせをする必要はないので、保守時などの使用時間外に位置を合わせることにする。マルチ画面の調整時には、テストパターンを表示して、画像の連続性を確かめながら位置調整を行う。

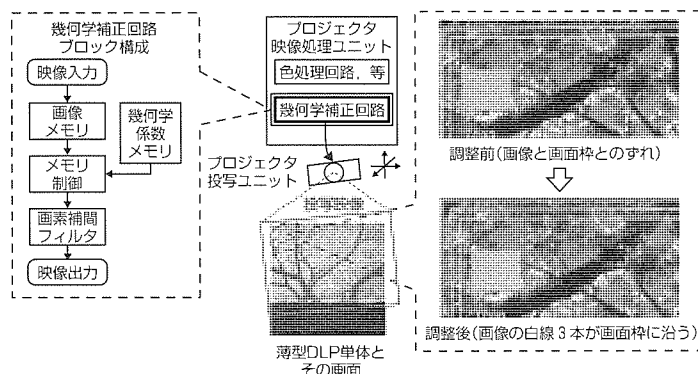


図1. 薄型DLP単体の幾何学補正回路ブロックの構成図と調整結果

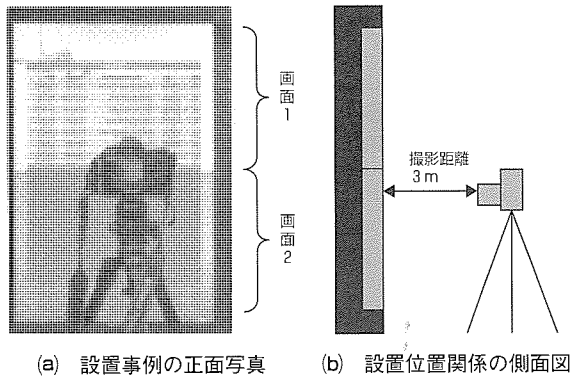


図2. マルチ画面と大雑把に置いたカメラの配置図

薄型DLPの画面には、約2mmの黒い枠がある。この黒い枠は、マルチ画面を構成したときに、突き合わせの隙間(すきま)を合わせて、約5mm、すなわち、4画素幅の黒いつなぎ目になる。この画素を考慮して、幾何学補正回路へ幾何学係数を設定して画像を変形し、画面同士の画像が連続するように位置調整する。

3.3 マルチ画面対応自動幾何学調整プログラム

幾何学補正プログラムは、幾何学補正回路における変形量を、測定用の汎用電子カメラを用いた撮影結果から求める。

従来のノンパラメトリック位置調整方式では、カメラをマルチ画面の真正面に正確に置かないと高精度に調整できなかった。今回は、各プロジェクトの座標とカメラの撮影位置との関係を算出して統合するパラメトリック位置調整方式を開発したので、カメラが正面になくてもよい。これにより、図2の配置図のように、カメラを大雑把に置くことができるので、カメラの設置時間を大幅に短縮できる。そのため、調整にかかるトータルの作業時間を節約できる。

実験の結果、図3に示した位置合わせ調整手順に従ってカメラの設置から位置調整を完了するまで要した時間は、6面で15分間であった。従来のノンパラメトリック位置調整方式の半分の時間である。

位置合わせした結果、図4の調整前の画面のように画面のつなぎ目で画像のつぶれや直線のずれが見られていたのが、図5のように、表の欄が画面同士の目地幅を考慮しながら等間隔になっており、また、直線が1直線にそろっている。

位置合わせ精度は平均±1画素以内であった。

4. むすび

以上、位置合わせ方式について開発した内容について述べた。迅速に調整できる技術を開発したので、保守時間の削減を期待できるのみならず、薄型DLPマルチ画面システムを展示会へ迅速に設置可能なことが期待できる。

さらに、光学的なひずみにも対応可能であるので、今後、

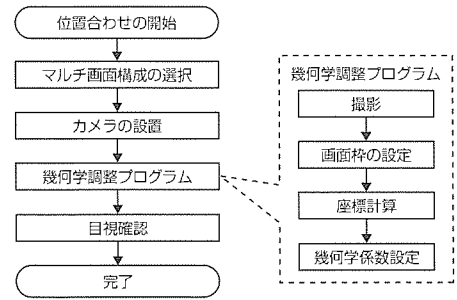


図3. 自動幾何学調整プログラムを用いた薄型DLPマルチ画面の位置合わせ手順

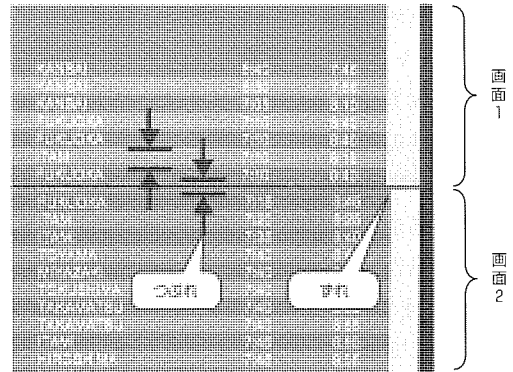


図4. マルチ画面の自動幾何学調整前

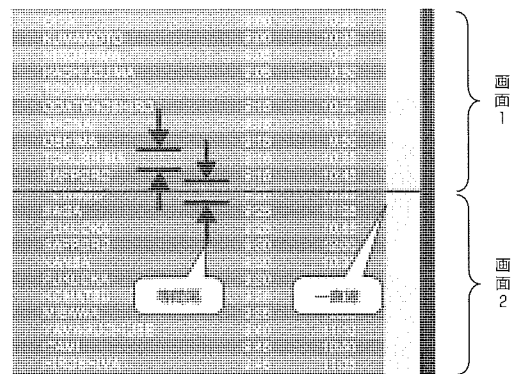


図5. マルチ画面の自動幾何学調整後

より低価格の光学系の採用を期待できる。

なお、今回開発したマルチ画面の位置合わせの調整方式は、座標を統合する方式なので、黒い枠のつなぎ目があるものに限らず、画面同士を若干重なり合わせてつなぎ目を見えなくするシームレスマルチ画面へも適用ができる。

参考文献

- (1) ラメッシュラスカル, ほか: マルチプロジェクト技術, 三菱電機技報, 76, No.8, 534~537 (2002)
- (2) 結城昭正, ほか: 映像表示デバイス技術, 三菱電機技報, 78, No.5, 315~320 (2004)

薄型リアプロジェクタの高剛性構造設計

田中直也* 寺本浩平***
松川公映*
中津公秀**

Rigid Structure Design of Cabinet for Ultra-Thin Rear Projector

Naoya Tanaka, Koei Matsukawa, Kimihide Nakatsu, Kouhei Teramoto

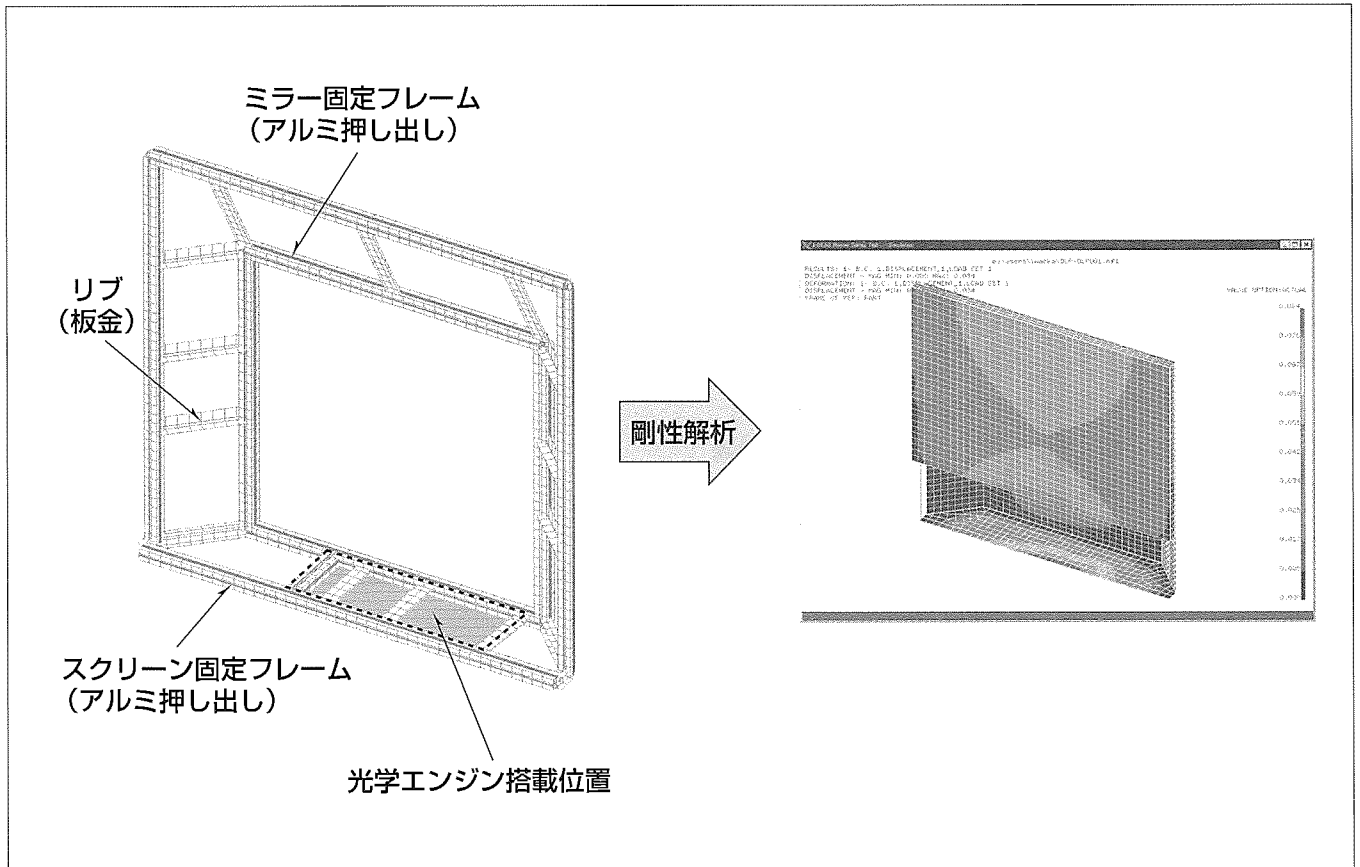
要旨

薄型リアプロジェクタ“LVP-60XT20”は、新開発の超広角ハイブリッド光学系により、59V型で奥行き260mmのパネル形状を実現した。この光学系は、従来のリアプロジェクタ(マルチキューブ)と比較し、スクリーンへの投影画像の入射角が大きくなるため、スクリーン上に画像のゆがみなく、投影するためには、光学エンジン、光学ミラー、スクリーンなどの光学系要素部品が配置されているキャビネットの剛性構造設計が非常に重要である。キャビネット剛性が不足の場合、これらの要素部品の相対変位が生じるため、投影画像のゆがみを生じ画質劣化となる。一方、LVP-60XT20では、マルチキューブの特長であるマルチ画面構成に加え、単体で床置き、壁掛け、天吊(つり)、及

びマルチ画面(縦は2段、横は無制限)が可能となるようにユーザーメリットを拡大させた。このような多様な配置パターンにおける設置の容易性や自由度を考慮した場合、キャビネットの軽量化が必要となる。

本稿では、LVP-60XT20のキャビネットの高剛性化と軽量化について検討した内容を述べる。キャビネットの高剛性化は、CAE(Computer Aided Engineering)による構造解析を駆使することにより、試作回数を減らすなど効率的な開発を行った。また、軽量化は、キャビネットのフレーム部材にアルミ押し出し材とリブに曲げ加工を施した板金部材の組合せにより実現した。これらの検討により、画像ゆがみのないキャビネット構造を開発した。

特集
II



薄型リアプロジェクタの高剛性構造設計技術

薄型リアプロジェクタLVP-60XT20のキャビネットに関し、中空のアルミ押し出し材と板金のリブの組合せにより、軽量化を図った。また、ゆがみのない画像を得るため、CAEによる構造解析を駆使し、高剛性化を実現した。これらの技術開発により、軽量で画像ゆがみのないキャビネット構造を開発した。

1. ま え が き

図1に薄型リアプロジェクタLVP-60XT20の外観を示す。また、表1にLVP-60XT20のキャビネットに関する主な仕様を示す。形状は59V型の有効画面サイズ((W)1,200mm(H)900mm)に対し、幅方向や上端方向にはほとんどキャビネット部の突出がなく、奥行きは260mmと省スペース化を実現した。また、コンパクトなキャビネット構造に反し、剛性は、スクリーン上の歪曲(わいきょく)収差はマルチキューブと同等の0.5%以下が得られる高剛性化を実現した。さらに、質量は設置自由度を増すため軽量化を実現した。上記のようなコンパクト、高剛性かつ軽量のキャビネット開発の課題について以下に述べる。

リアプロジェクタは、光学エンジンで生成した画像をスクリーンに投影する。このため、光学エンジンとスクリーンの相対位置関係にずれが生じると、スクリーン上の画像がゆがみ、画質劣化となる。画像のゆがみを抑制するためには、光学エンジンやスクリーンなどの光学部品はキャビネットに固定されているため、光学部品の土台となるキャビネットの剛性設計が重要となる。また、プロジェクタの薄型化を図る場合、光学系とスクリーン間の距離を短くする必要があるため、スクリーンへの投影画像の入射角(スクリーン面法線と光線間の角度)は大きくなる。入射角が大きくなるに従い、光学エンジンとスクリーン間の相対位

置の変位に対する画像のずれの感度は大きくなる。薄型リアプロジェクタLVP-60XT20は新開発の超広角ハイブリッド光学系により薄型化を実現しているため、投影画像の入射角は従来のリアプロジェクタ(マルチキューブ)より大きい。このため、光学エンジンやスクリーンなどの部品相対位置を高精度に維持するためには、キャビネットには高い剛性が要求される。

一方、LVP-60XT20では、マルチキューブのマルチ画面構成に加え、単体でも床置き、壁掛けを可能とし、ユーザーメリットを拡大した多様な設置を可能としている。したがって、壁掛けや天井からの天吊りを可能するために、キャビネットの軽量化も重視する必要がある。

本稿では、上記のようなLVP-60XT20のキャビネットに関し、高剛性化と軽量化をCAE技術を駆使し実現した内容について述べる。

2. キャビネットの構造

図2にLVP-60XT20のキャビネットの基本構造を示す。キャビネットは、スクリーンを固定するスクリーン固定フレームと板状の反射ミラーを保持するミラー固定フレーム、及び両フレーム間を連結するリブから構成される。

3. キャビネットの軽量化

軽量化は二つの方策により実現した。まず、図2に示したスクリーン固定フレーム及びミラー固定フレームに、図3に示す中空構造を持つアルミ押し出し材のフレームを採用した。このフレームでは、適切な溝形状を持たせることにより、軽量化とともに高剛性化を図った。また、リブは取り付け部に応じて最適な曲げ加工を施した板金材を使用した。

4. CAEによる剛性解析

上記のようなキャビネット構造の剛性解析として、設置

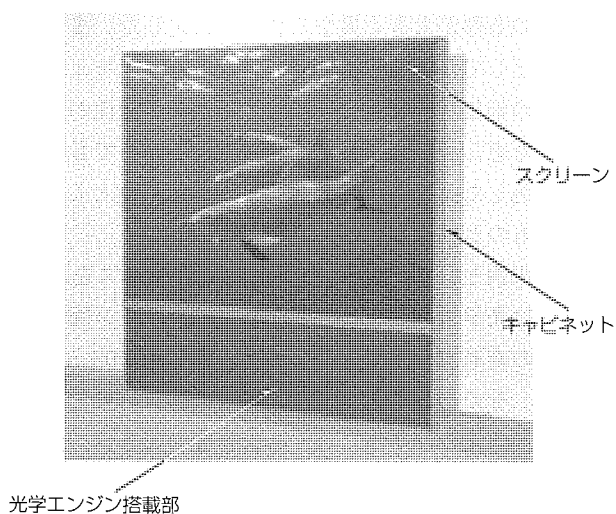


図1. LVP-60XT20の外観

表1. キャビネットの主な仕様

外形(mm)	(W)1,217(H)1,251(D)260
スクリーン像歪曲収差(%)	0.5
質量(kg) (製品質量)	53 (88)
設置形態	床置き、壁掛け、天吊り マルチ画面(縦2列 横無制限)

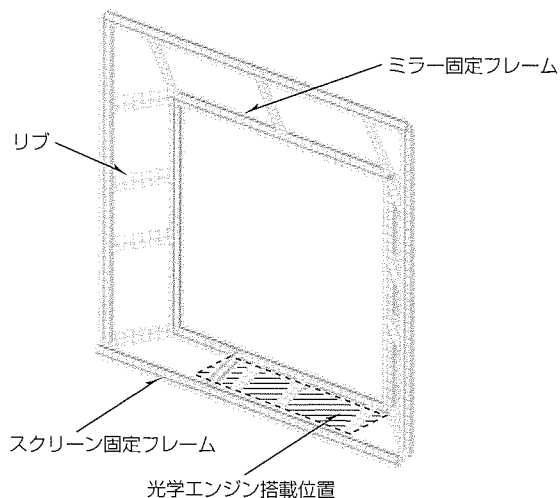


図2. キャビネットの基本構造

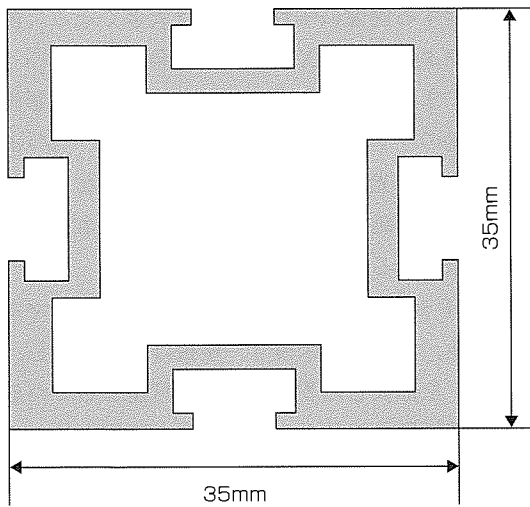
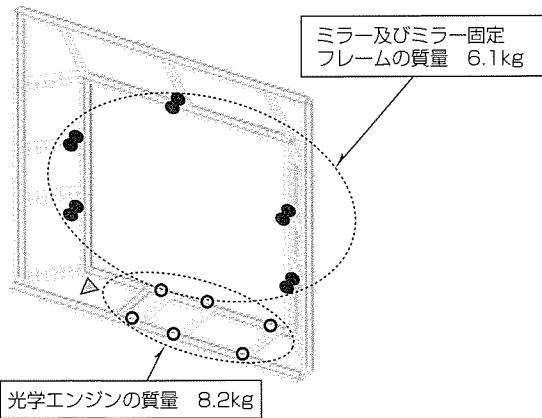
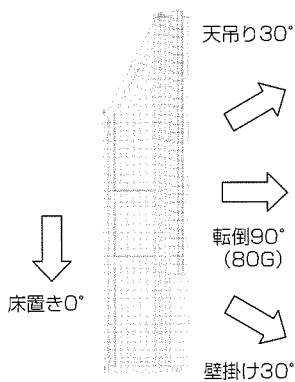


図3. フレーム断面形状



(a) 質量要素の配置



(b) 荷重条件

図4. 質量要素の配置と荷重条件

形態を考慮した変形解析を有限要素法により実施した。解析に使用したツールはIDEAS^(注1)である。

キャビネットに対する質量要素の配置と荷重条件を図4に示す。質量は、ミラー及びミラー固定フレームの6.1kgと光学エンジンの8.2kgである。荷重条件は、設置方法に

(注1) IDEASは、米国Electronic Data Systems社の登録商標である。

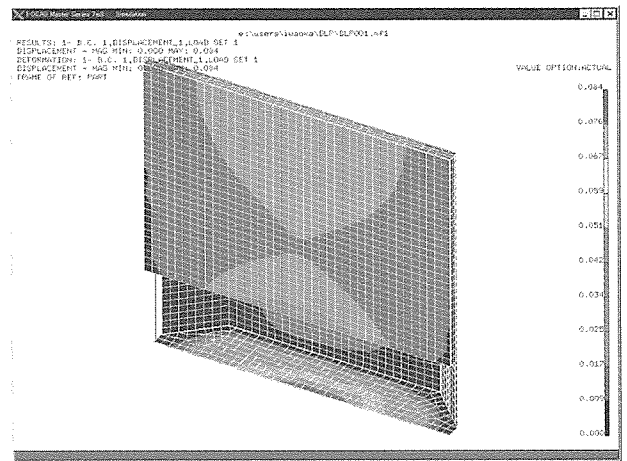


図5. 床置き0°の変形解析結果

表2. キャビネットの変形解析結果

設置条件	評価点	最大変位(mm)
床置き0°	スクリーン固定フレーム	0.084
	ミラー固定フレーム	0.024
壁掛け30°	スクリーン固定フレーム	0.076
	ミラー固定フレーム	0.023
天吊り30°	スクリーン固定フレーム	0.067
	ミラー固定フレーム	0.008
転倒90°	スクリーン固定フレーム	0.92
	ミラー固定フレーム	1.06

関し、床置き0°、壁掛け30°、天吊り30°の3通りで、重力方向の条件が大きく異なる状態を選定した。また、特殊ケースとして、薄型化に伴い、従来のマルチキューブより設置前の梱包(こんぼう)状態での転倒の可能性が高くなることを考慮し、梱包状態での転倒90°についても加えて解析を実施した。なお、転倒では、衝撃加速度として80Gが加わるものと仮定した。

解析結果例として、図5に床置き0°のケースを示す。床置きでは光学エンジンが固定されたスクリーン固定フレーム下部の変形が最も大きくなるが、変形量は0.1mm弱程度である。その他の設置ケースに関する解析結果を表2に示す。表は画像のひずみに対する影響度の大きい、光学エンジンが搭載されている部分とミラーが搭載されている部分について最大値を示している。表に示すレベルの変形は、製品仕様のスクリーン像の歪曲収差0.5%以下を満足する範囲であり、薄型形状でありながら所望の剛性を実現した。

5. むすび

以上のように、薄型リアプロジェクトLVP-60XT20に対し、高剛性化と軽量化を両立したキャビネットをCAE技術を駆使することにより開発することができた。

薄型DLPプロジェクタ“LVP-60XT20”の市場展開

鳴海 真*
岩永敏弥*

Market Development Situation of Ultra-Thin DLP Rear Projector “LVP-60XT20”

Makoto Narumi, Toshiya Iwanaga

要 旨

業務用表示装置の市場でのフラットパネルディスプレイ(FPD)は拡大の傾向があるが、三菱電機独自の光学系技術を駆使した薄型DLP^(注1)リアプロジェクタ“LVP-60XT20”は、そのFPDにない特長(①“焼き付き”のないDLPの安定した画質とリアプロジェクタ世界トップクラスの薄さ(奥行き26cm)の実現、②高コントラスト・高再現性による高画質、③マルチビジョン構成による単面59V型以上の大画面表示が可能、④16:9の横長画面でなく、パソコンの映像表示を前提としたアスペクト比4:3の実現、等により従来の大型表示装置では実現できなかった新

しい市場の開拓を目指し、2002年12月に国内で販売を開始した。

本稿では、その特長と発売に際して目指したターゲットの市場について述べる。また、2002年12月発売以降の国内での実際の納入状況を併せて紹介し、ユーザーの購入のポイント及びこの機種による新しいニーズ・需要の状況について述べる。

(注1) DLP(Digital Light Processing)は、米国Texas Instruments社の登録商標である。



東京急行電鉄(株) 東横線横浜駅発車案内

薄型DLPリアプロジェクタLVP-60XT20型の横3面で列車の発着案内、路線図(みなとみらい線を含む)、横浜駅の次駅等を示す。東横線横浜駅の中央北口、中央南口、北口の3か所に設置されている。

*京都製作所

1. ま え が き

プラズマや液晶パネル等FPDの需要は、ここ数年、民生用薄型テレビとして大幅な伸長を見せている(表1)。省スペースやパネルの大画面化・高画質化によりデジタルハイビジョン対応のモニタとしての需要拡大に加え、民生用テレビとしての規模拡大によるパネル自身の低価格化で需要が加速した。業務用表示装置市場でもFPD化の傾向は強く、2004年度の構成比は台数ベースで5割以上と推定され(当社調査)、今後も拡大基調にあり、民生用テレビ同様、業務用でもFPDの主流化が予測される。

ただし、民生用テレビは最終的にFPDに置き換えられると考えられるが、業務用のそれもFPDに集約され得るのであろうか? 答えは“否”である。

その理由は、まず画面サイズでは、パネル世代の進化によりサイズは拡大傾向にあるが、現状での主流はプラズマタイプで50~62V型、液晶で50V型前後が前提とされる。70V型以上のプラズマや60V型以上の液晶も発表されているが、導入初期の高価格では主力とは言いがたい。また、百人以上を対象とした大型表示では、100V型以上が前提とされる(フロントプロジェクタは設置場所の照明状態に影響されるため、ここでは屋内照明下で視聴できるFPDやリアプロジェクタを前提とする)。プラズマでもマルチ画面対応で84V型表示などが既に展開されているが、画面間の目地が大きく、また、画面間の色・輝度の段差が見受けられるため、現状では単面の集まりといった感が拭えない。

なによりも、プラズマの場合、同一の映像を映し続けるとその映像が焼き付いてしまうといった致命的な問題が残っており、液晶パネルでも同様な問題が懸念される。

当社59V薄型リアプロジェクタはこうしたFPDの限界を打ち破り、業務用の表示装置の新たな用途を提案した。

2. 薄型59Vリアプロジェクタの市場性

市場での訴求ポイントターゲットにつき、この章では、特にFPDと比較した訴求ポイント及び対象としたターゲットについて述べる。

(1) 焼き付きのないDLPリアプロジェクタで“奥行き26cmの薄さ”+前面メンテナンスによる“壁ピタ置き”実現

DLPの特長は、FPDで懸念される“焼き付き”がない点にある。ただし、リアプロジェクタの場合、投写距離確保のため奥行きが必要で、FPDとの差が露呈する(当社50V

型のマルチプロジェクタの奥行きは53.5cm以上)。

当社59V薄型プロジェクタは当社独自の技術により超広角ハイブリット光学系を開発し、業界トップクラスの奥行き26cmの薄さを可能にした。従来リアプロジェクタタイプのランプ交換は本体後部で行うため、背面に60cm以上のメンテナンススペースが必要であったが、今回のタイプは前面右下部のドアでランプ交換するフロントメンテナンス方式を採用し、壁に“ピッタリ”と設置できる。さらに、専用の金具により壁掛け・天吊(つり)も可能である(工事は別途)。

こうした特長はスペースに制限のある商業施設や会議室・ショールーム・受付・教室等での設置や、焼き付きがないことから一定のフォームのデータを表示しつづける交通の運行表示や金融での株価データなどに最適な表示装置であると言える。

(2) 高コントラストを始めとした高画質

DLPは従来からデジタルソースに最適なデバイスとの評価があったが、この機種では、新光学系により2,000:1の高コントラストを実現し、また、信号処理を12ビット化しフルデジタル4,096階調を実現し、映像表現性を飛躍的に向上させて(当社従来は10ビット)、コンテンツの高い再現性を可能にした。

こうした再現性は、商業施設やショールームでの広告・製品表示、様々の微細なデータを表示する教育用や企業会議室でのニーズにマッチする。

(3) マルチビジョン展開による大画面表示が可能

この機種の更なる特長はマルチビジョンでの大画面化が可能にある点にある。専用のマルチフレームを使用し、上下2段(上部は本体を逆さにした形となる)、横はコンテンツの許す限り無制限のマルチ画面を実現できる。マルチ使用時の目地は両側合わせても5mm以下であり、見た目の抵抗感は少ない。

ロビーや大規模商業施設、駅・病院の待合室や競馬など公営競技場等での省スペース大画面表示が可能で、また、横方向でのマルチは無制限のため、地下街や空港の通路に沿ったユニークな大画面の提案も可能となる。

(4) パソコンの画像を最適に表示するアスペクト比4:3

XGA(eXtended Graphics Array)の場合、アスペクト比は4:3であるが、FPDはホームシアターを前提としたパネルになるためアスペクト比はほとんどが16:9の横長サイズとなる。当社59V薄型DLPはXGAの4:3のアスペクト比を採用し、パソコン等のデジタルソースを画面一杯に表示することが可能である。

(5) DLPモニタの弱点

DLPモニタの弱点は何と言っても光源をランプで対応している点にある。この装置はフロントメンテナンス方式を採用しランプ交換が簡単に行えるが、ランプ切れの際の

表1. 国内カラーテレビでのフラットパネルタイプ構成比

2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度
10%	20%	37%	53%	67%

<当社調査>

表 2. 薄型リアプロジェクトアのターゲット別納入実績 (構成比)

企業・官公庁	40%
商業・文化施設	12%
交通ほか	11%
金融	7%
教育	10%
公営競技場	5%
その他	14%

*期間 2002/12~2005/3

コンテンツ表示の中断は避けられない。また、エンジン部分のカラーホイールや排気用のファンなどの部品交換も何年かに1度は交換が必要となる。ただし、DLPのデバイスDMDチップの平均対応期間は約10万時間と言われており、ランプ及びカラーホイール等の交換によりFPDよりも使用期間は長い。

業務用表示では長時間同一画面を表示することが多く、FPDでは焼き付きが生じた場合はパネル自体の交換となり、費用負担は新規購入に近くなると言われる。業務用表示では、DLPのランプ使用が必ずしもFPDに置き替わる理由にならない。

3. 納入事例

以上のスペックとターゲットを前提に2002年12月に国内で販売を開始した。ここでは、国内を例に当初のターゲット想定に対し実際の納入例を分析してみる(表2)。

(1) 単面で使用? マルチで表示?

発売当初は焼き付きのない点と当時では他にない59V型の画面サイズから単面での需要を期待したが、FPDの大画面化や価格の低下から、正直なところ単面での対抗は苦戦した(発売当初の標準価格ベースは約250万円を想定)。2005年3月末現在、面数で換算して単面:マルチの割合はほぼ1:1である。

(2) ターゲット別傾向

前章で述べたように、59V薄型リアプロジェクトアでのターゲットは、①企業用ロビー・会議室・ショールーム、②商業施設、③交通機関・病院、④金融機関の株価等の表示、⑤教育、⑥公営競技場等を想定して販売活動を展開した。

最も納入実績の多いジャンルは対象数も最も多い企業・官公庁である。このうち、ショールーム・受付・会議室等で使用されたものは全体の約20%、残り20%は企業・公共事業での監視システムのサブモニタとしてであった。

商業・文化施設ではマルチ画面としての使用がほとんどで、大型ショッピングセンター(縦2×横3の6面マルチ)やスポーツ専門大型店(同)・家電量販店(横2面)などでイベント・施設案内やCMの放映が主である。また、文化施設では、京都国際会館ロビー(縦2×横3の6面マルチ:図1)等での納入例がある。いずれも省スペース・FPDに

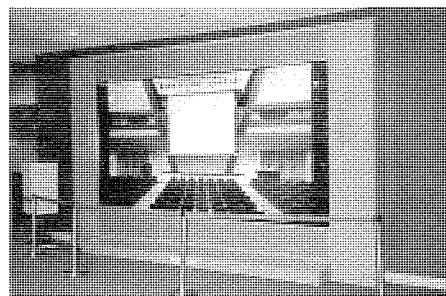


図 1. 京都国際会館



図 2. 青山学院大学相模原校舎

ない大画面として当社薄型DLPリアプロジェクトアが選択された。

交通機関はやはり利用客への運行情報表示がほとんどで、運行表示は定型化した画面の連続表示が主流のため、焼き付きのないDLPのメリットと省スペースが評価された。具体的には、東急横浜駅での改札通路での運行表示(横3面マルチ3か所:扉ページ図)や新幹線待合室(横2面マルチ)、空港リムジンバスのカウンターでの運行案内等に使用されている。教育関連については、青山学院大学相模原校舎で講義用ツールとして32セット(4面マルチ4セットなど:図2)が利用されているなど、大学を中心に広く使用されている。大学病院のテレビ会議用のモニタとしての使用例もあるが、最近では、大学内のロビー等での学生向け情報配信のモニタとして使用される例が増えてきている。

金融関係では、新生銀行(縦2×横3の6面マルチ)を始め各種機関で金融情報・株価情報の表示として使用されている。

4. むすび

以上、当社59V薄型DLPプロジェクトアの市場性及び納入事例を述べてきた。ボリューム的にはFPDの優位は変わらないが、当社薄型DLPでなければならない市場は確実にあり、その市場に対しての深堀を今後も検討していきたい。

薄型DLPマルチ用システムソリューション

田中 敦*

System Solutions for Ultra-Thin DLP Multi-Projector

Atsushi Tanaka

要 旨

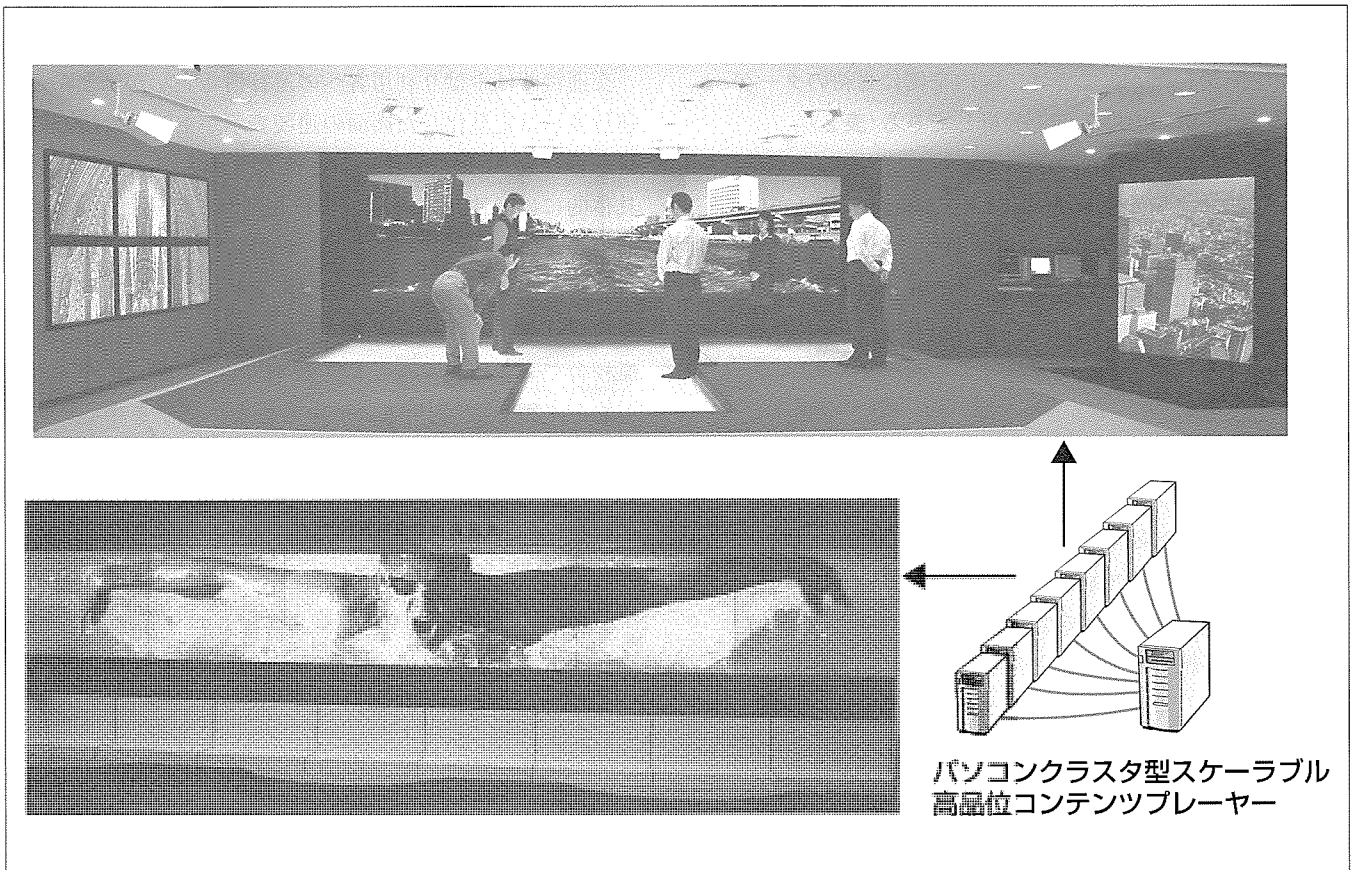
近年、家庭用テレビジョン、ビルや店舗内ディスプレイ、業務用監視システム、ビル壁面やスタジアム向け大型スクリーンなど、あらゆる分野のディスプレイの高解像度化・大画面化が進展している。特に、第3の大型TVと言われるリアプロジェクタは最近家庭用で注目を浴びているが、既に業務用途では、これらを縦横アレー状に並べるマルチ大画面構成とすることにより大きさや解像度を飛躍的に高めることで大量の情報を提示可能となるため、主に大規模監視システムなどに利用されてきた。一方、薄型DLP^(注1)リアプロジェクタは、奥行き26cmという薄さとフロントメンテナンスの特長により設置制約が大幅に減り、駅、空港、ビルのロビーなどオープンスペースへの設置が可能に

なった。情報表示板用マルチ大画面システムでは、複数人への膨大な情報量提示機能のほか、屋外ディスプレイと館内の複数ディスプレイ表示の連携や、宣伝広告表示で必要となる臨場感と表現力の高さを売りにした注目度の高い演出表示機能など、より複雑かつ高品質なコンテンツ表示能力が求められる。

今回、三菱電機では、単画面からマルチ大画面に対応可能で解像度フリーなスケラブル高品質コンテンツ表示システムを開発した。本稿では、その概要と今後の形態について述べる。

(注1) DLP(Digital Light Processing) は米国Texas Instruments社の登録商標である。

特集
II



表示例

上の写真は当社情報技術総合研究所内に設置した大型映像音響実験スペースである。DLP12面マルチ大画面(正面)、LED(Light Emitting Diode)型オーラビジョン(床面)、LCD(Liquid Crystal Display)6面マルチ(左壁面)、薄型DLP4面マルチ(右壁面)をスケラブル高品位コンテンツプレーヤーで表示した例である。正面のDLP12面マルチは、ハイビジョンの約4.5倍の解像度の映像を表示している。下の写真は薄型DLP6面マルチでの表示例である。

1. ま え が き

DLPリア型プロジェクタは、縦横アレー状に並べるマルチ大画面構成とすることで、大きさや解像度を飛躍的に高めることができるため、主に大規模監視システムなどに利用されてきた。マルチ大画面システムはその高解像度を生かして膨大な情報量を複数人に提示するシステムとして既に認知されているが、今後は、マルチ大画面システムのもう一つの特長である臨場感と表現力の高さを売りにしたオープンスペースに設置する情報表示板としての利用法が考えられる。そして、オープンスペース向け情報表示板では屋外と館内の複数画面表示の連携や、宣伝広告表示では注目度の高い演出表示機能など、より複雑かつ高画質なコンテンツ表示能力が求められる。

一方、コンテンツはハイビジョン放送の本格化による高解像度化やブロードバンド通信環境による流通が進展してはいるが、上記のような超高解像度マルチ大画面システムまで対応できるものは博覧会や専用シアター向け以外はほとんど制作されず流通もしていない。

そこで当社では、マルチ大画面にも対応可能な解像度フリーなスケーラブル高品質コンテンツ表示システムを開発した。本稿では、その概要と今後の形態について述べる。

2. マルチ大画面システムの動向と要求事項

業務用マルチ大画面／大型映像システムの動向は大きく次の3つと考える。

- (1) 表示装置の大画面化、高解像度化、任意形状化
 - ディスプレイ、大型映像システム(オーロラビジョン)など表示デバイスの大画面、高解像度化
 - マルチ大画面システムによる超高解像度化と任意アスペクト(縦横)比化
- (2) デジタルコンテンツの普及
 - デジカメや家庭用高画質ムービーの普及
 - ハイビジョンコンテンツの普及と二次利用促進
- (3) 表示形態の多様化
 - 映像垂れ流しからテロップなどメッセージ性を高めた表示形態
 - パソコンやTVとは一線を画す超高解像度表示や超大画面の臨場感を生かした表示形態と高品位表示

このうち(1)の表示装置の高解像度化や任意アスペクト比と、(3)の表示形態の多様化や高品位表示の両立は、システムに非常に大きなインパクトを与える。例えば、マルチ大画面システムの任意解像度に対応するには解像度スケーラビリティが求められ、また、この用途では最高の表示品質が求められ、特に宣伝広告用途に使う場合は、通常のパソコン画面のように動きがギクシャクする表示は許されないなど、TV放送レベルの表示品質の確保が求められる。

通常、TV放送で映像以外の文字情報の重畳やテロップ表示を行うにはキャラクタジェネレータという専用装置を用いてスムーズな動きを実現しているが、解像度はTV解像度に限られており、すなわち、NTSC(National Television System Committee)又はハイビジョン解像度用に設計されている。

一方、マルチ大画面システムではリアプロジェクタの台数に比例した解像度が実現でき、また、アスペクト(縦横)比も自由なため、解像度はTV解像度の数倍から数十倍になることも珍しくなく、これを制御するためのコンテンツ編集系、表示システムもこれに追従する必要がある。

そこで、当社では、放送レベルの表示品質とマルチ大画面にも対応可能な解像度フリーなスケーラブル表示制御を両立させた高品質コンテンツ表示システムを開発した。

3. スケーラブル高品質コンテンツ表示システム

3.1 基本機能

このシステムは、単面ディスプレイからオーロラビジョンやマルチ大画面システムまで超高解像度ディスプレイまで対応可能なエディタ、プレーヤー、スケジューラ、レンダリングサーバからなる(図1)。

これらはネットワークプロトコルを介して接続され、小規模から複数スクリーンを制御する大規模システムまで同一構成でシステム構築可能とした。以下に主な機能と特長を示す。

- (1) 静止画、動画、文字、テロップ、簡易図形などの複数のコンテンツを空間的・時間的にレイアウトする超高解像度スクリーン対応コンテンツ編集機能
- (2) 複数コンテンツを重ねて配置する階層的レイアウト、及び階層ごとの指定透明度での合成描画／表示機能
- (3) 編集したコンテンツを自動再生させるためのスケジュールエディタと自動再生機能
- (4) 複数かつ異種の表示デバイスを同期運転するマルチデバイス制御機能。例えば、LCD単面からオーロラビジョン、最大100面構成のマルチ大画面まで最大100個の表示デバイスを同一ソフトで対応する機能
- (5) 拡張性、他システムとの連携がとりやすいXML

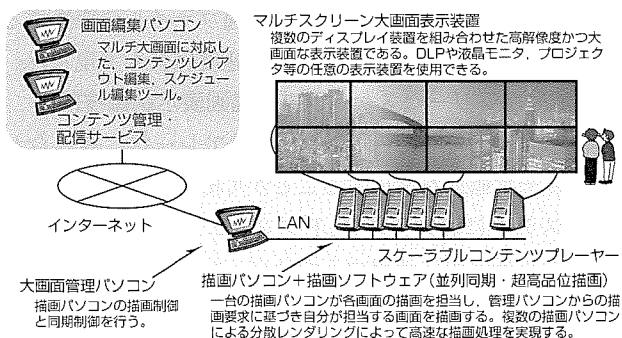


図1. システム構成

(eXtensible Markup Language)フォーマットを採用したコンテンツ表記

また、このシステムは、当社グループ会社で既にサービス開始しているインターネットコンテンツ配信システムと接続し、あらかじめ制作したコンテンツに加え、天気予報、ニュース、市況データなどのリアルタイム情報を組み合わせた表示も可能である。また、最大100個の複数異種表示デバイスを統合制御可能なため、小規模から大規模システムまで統一したシステムの構築を実現した。

3.2 高品位描画表示制御技術

業務用大画面や大型映像システムでは、非常に高い表示品質が求められる。例えば、画面切換えで一瞬たりともブラックアウトしたりテロップ表示の動きがぎくしゃくするなどは許されない。そのため従来は放送局用キャラクタージェネレータという専用機器を用いることが多かったが、解像度に制限があり、最近の超高解像度ディスプレイシステムに適用することはできない。

一方、パソコンが表示できる解像度はSXGA (Super eXtended Graphics Array) (1,280×1,024ピクセル)やUXGA (Ultra eXtended Graphics Array) (1,600×1,200)など放送機器よりも高いが、パソコンでは一般に画面のリアルタイム制御が難しく、放送品質のスムーズな演出表示が困難であった。

そこで当社では、パソコンを用い、表示コンテンツをすべて画面のスキヤンタイミングに同期させ、ビデオは秒30コマ、その他のコンテンツは秒60コマを保証して描画処理することができるリアルタイム制御を使用したレンダリングエンジンを開発し、動きがぎくしゃくしない非常にスムーズな複数テロップ表示機能や画面切換え効果(トランジション)などを実現した。この機能により、高解像度表示と放送レベルの高品位表示を両立させた。

また、超高解像度マルチ大画面では複数のコンテンツを同時に表示することが要求され、ビデオデータもその例外ではない。通常、動画ファイル再生にはCPU (Central Processing Unit)負荷を使うデコード処理が必要になるため、動作サイズや個数に制限が付くが、このレンダリングエンジンでは、複数動画ファイル同時再生の必要があるときは、レイアウト編集時に一本の動画ファイルに変換する機能により複数動画ファイルの再生速度保証も実現した。

3.3 解像度フリーなスケーラブル描画表示制御技術

リア型DLPプロジェクトは、縦横アレー状に組み合わせるマルチ大画面を構成することが可能である。マルチ大画面システムにおいて、DLPプロジェクトの持つ高精細表示能力を最大限に活用するために、単純にソース映像を分割拡大するのではなく、1面1面の持つ解像度を生かした超高解像度ディスプレイウォールを構成する必要がある。最近のパソコンは1台で複数の表示画面を制御可能なマル

チモニタ機能がサポートされているが、この欠点は、最大4面や8面など画面数に物理的な制約が付くことと、画面数を増やすとCPU及びバスがボトルネックとなり描画性能が劣化するという問題がある。一方、当社の薄型DLPは、縦は2面という制約が付くものの、横は無制限の画面数を結合することが可能である。また、キューブ型DLPプロジェクトは縦横任意数自由に組合せ可能であるため、表示制御ソフトウェアもこの超高解像度ディスプレイに対応することが不可欠機能となる。しかも、表示品質は前述したとおり放送レベルの高品位描画/表示が求められるため、パソコン制御にとっては非常にハードルの高い要求となっている。

当社では、上記要求を満足するため、今回新規に複数のパソコンを組み合わせたパソコンクラスタ構成で最大100面まで任意画面数構成を制御可能なスケーラブル高品位コンテンツプレーヤーを開発した。この実現には、前に述べたリアルタイムレンダリング技術に加え、パソコンクラスタによる複数パソコン分散同期レンダリング技術を開発した。

この技術はマルチ大画面の各画面に1台ずつのパソコンを配置するパソコンクラスタ構成をとり、各パソコンが並列に分散レンダリングを行うスケーラブル描画表示制御を行う。この方式では複数パソコンが並列描画するため、画面数が増えても描画性能や表示品質が劣化しない特長を持っている。また、この場合、全画面の描画を完全に同期させる必要があるが、このシステムでは、パソコンクラスタを管理する親パソコンが同期クロックを発信し、各描画パソコンがこのクロックに合わせてコンテンツ描画することで同期合わせを実現した。この機能の開発により、解像度スケーラビリティと、画面にまたがる高品質スムーズテロップや画面切換え効果など放送レベルの高品質描画/表示も可能とした。

4. む す び

薄型DLPを始めとするマルチ大画面対応システムソリューション技術について述べた。

このシステムは単画面構成では既に製品化を完了し好評を得ている。今後は、マルチ大画面対応スケーラブル高品質コンテンツ表示システムとしても市場投入し、顧客要求をフィードバックさせることで更に洗練されたシステムに進化させていく所存である。

参 考 文 献

- (1) 岩竹隆史, ほか: 公営競技場/スタジアム大型映像表示制御システム, 三菱電機技報, 78, No.5, 347~351 (2004)
- (2) 大久保秀之, ほか: 最新の映像技術を応用した社会インフラシステム, 三菱電機技報, 78, No.5, 310~314 (2004)

直接投写方式薄型DLP光学エンジン技術と 民生用PTVへの新デザイン展開

笹川智広*
中村泰久**

Direct-Projection Type Ultra-Thin DLP Optical Engine and Evolution of New PTV Design

Tomohiro Sasagawa, Yasuhisa Nakamura

要旨

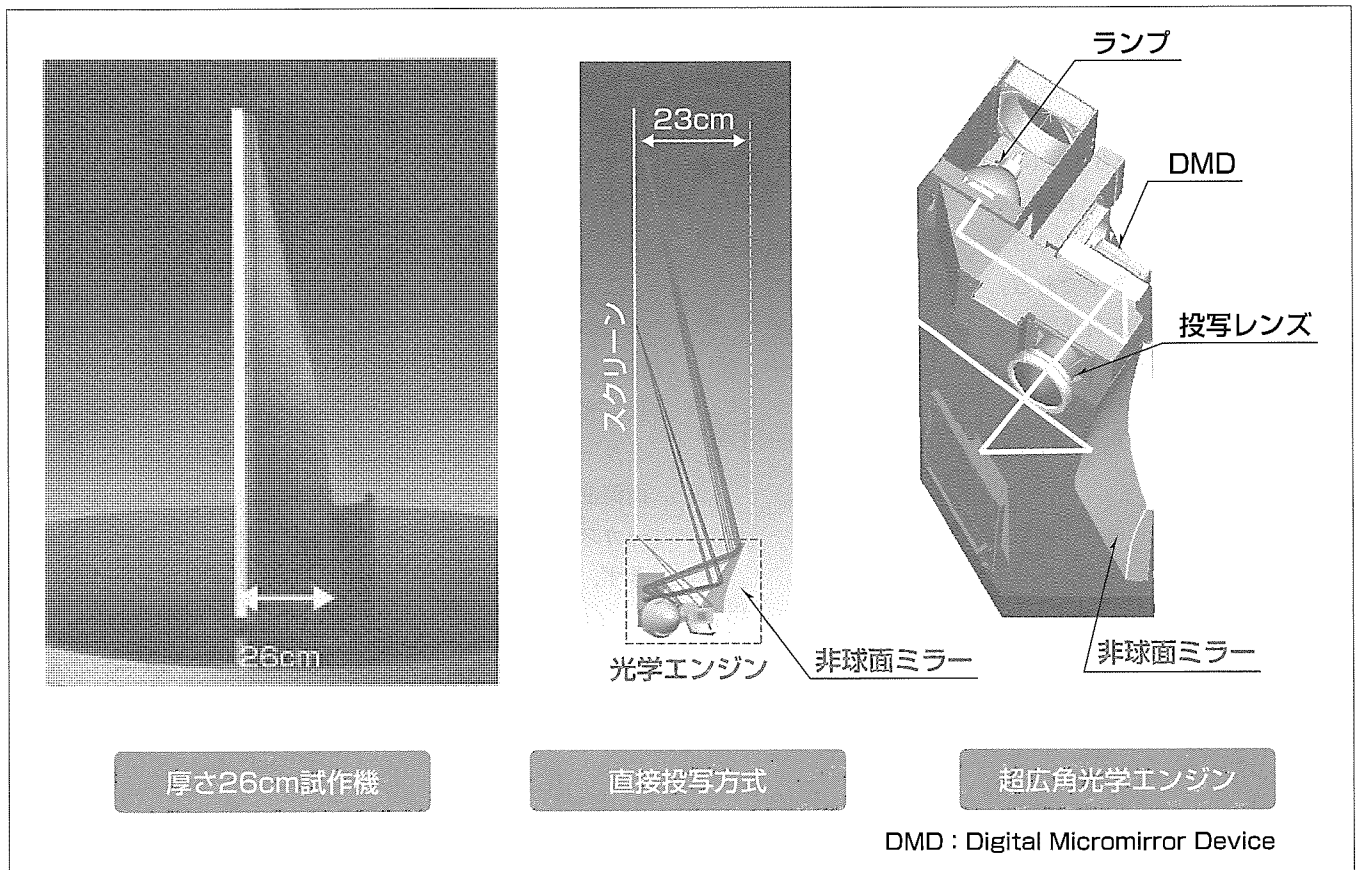
リアプロジェクタは、高画質の大画面ディスプレイをフラットパネルディスプレイの半分以下のコストで実現できる優れたディスプレイである。しかし、その一方で、そのサイズの大きさ、特に奥行きが厚いことが大きな欠点となっている。三菱電機では、2002年12月に、この欠点を改善し、奥行き26cmを実現した業務用薄型リアプロジェクタ“LVP-60XT20”を発売している。

今回、この薄型リアプロジェクタ光学技術を更に発展させ、直接投写方式超薄型プロジェクタ光学系を開発した。この新光学系は、業務用薄型リアプロジェクタ従来機種では136°であった最大画角を160°にまで拡大し、62インチの画面を、わずか125mmの距離で投写できる超広角光学

系である。三菱独自の“レンズ+非球面ミラー方式光学系”を従来の光学設計理論によらない新しい設計指針で抜本的に見直し、投写距離を短縮しながら、よりシンプルで低コスト化が可能な光学系となっている。極めて短い投写距離により、奥行き20cm以下のリアプロジェクタを実現することも可能であるが、従来不可欠であった背面ミラーを廃した直接投写レイアウトを用いても、26cmの奥行きが維持できる。

本稿では、直接投写方式超広角光学系を実現した独自の光学技術と、直接投写方式超広角光学系の特長を活用した新しいリアプロジェクタデザインの可能性について述べる。

特集
II



直接投写方式超広角光学系による超薄型リアプロジェクタ

新開発の超広角光学系は、通常の半分の奥行きを維持したまま、背面ミラーのない直接投写方式光学レイアウトを可能にした。これによって、従来のリアプロジェクタとは全く異なる、新しいデザインが可能となった。

1. ま え が き

リアプロジェクタは、50インチ以上の大画面ディスプレイを液晶ディスプレイやプラズマディスプレイの半分以下の価格で実現することのできるディスプレイである。従来のCRT(Cathode Ray Tube)方式から、DLP^(注2)やLCD(Liquid Crystal Display)などのマイクロディスプレイを用いた方式(MD方式)となり、これまで課題とされてきた画質についても、フラットパネルディスプレイに対して遜色(そんしょく)のないものとなった。

高画質でありながら価格の安いリアプロジェクタだが、一方で、最大の欠点は、そのサイズの大きさ、特に奥行き(厚さ)である。例えば、60インチクラスの一一般的なリアプロジェクタの奥行きは50cm程度である。これは、ブラウン管(36インチで約60cm)よりは薄い、プラズマディスプレイの10cmと比較するとまだかなり厚い。大型化の要因は、スクリーンに画像を投写するための投写光路が占める体積が極めて大きいことにある。投写光路が占める体積を本質的に減らすためには、投写距離を短くするしかない。そのため、小型化・薄型化のためには、短い距離で大画面を投写できる広角の投写光学系を実現することが必要になる。当社の業務用薄型リアプロジェクタLVP-60XT20は、最大画角136°の広角光学系を用いて、奥行き26cmを実現した(図1)。

今回、薄型リアプロジェクタの民生プロジェクションテレビ(PTV)への展開も視野に入れ、更なる薄型化とより低コストの光学系実現を目指して、最大画角160°の超広角光学系を開発した。62インチの画面をわずか125mmの距離で投写できる光学系である。

本稿では、この超広角光学系を実現した光学技術と、この光学系によって可能となる民生PTVの新しいデザインコンセプトについて述べる。

(注2) DLP(Digital Light Processing)は、Texas Instruments社の登録商標である。

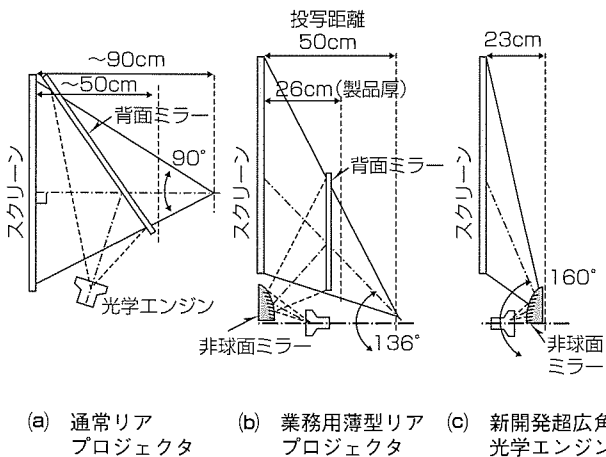


図1. 薄型プロジェクタの投写レイアウト

2. レンズ+非球面ミラー方式超広角光学系

一般的なリアプロジェクタは、最大画角90°程度の光学系を用いて、スクリーンに垂直に画像を投写する構造を採用しており、奥行きは60インチ画面で50cm程度である。

これに対して、当社の業務用薄型リアプロジェクタ現行機種は、最大画角136°の広角投写光学系を用いてスクリーンに斜めに画像を投写する構造となっている。この広画角・斜め投写構造で、投写光路を背面ミラーによって折り返すことで、26cmの奥行きを実現した。通常の屈折レンズのみで構成された投写光学系を広角化しようとする、色収差や画面ひずみの増大が問題となる。そこで、色収差を発生せず、ひずみのコントロールに有効な大面積の非球面ミラーを用いる光学系を採用した。このレンズ+非球面ミラー光学系により、従来よりも大幅な広角化が可能となった。

この光学技術をベースとして極限まで広画角化を進め最大画角160°を達成したのが、今回の超広角光学系である。この光学系も、業務用薄型リアプロジェクタ現行機種と同様な、レンズ+非球面ミラー方式を用いている。色収差やひずみの低減に有利であることは変わらないが、136°から160°へと大幅な広角化を行うに当たって、新たに像面湾曲と呼ばれる現象が大きな課題となった。この像面湾曲の課題をこれまでと全く異なる新しい設計指針で解消し、超広角化を図りながらもコストを低減できる光学系を実現した。

3. 光学設計

ここでは、超広角光学系の新しい設計指針による光学設計について述べる。まず初めに、広角化の妨げとなる像面湾曲収差について述べる。像面湾曲とは、図2のように、投写光学系による画像の結像面が曲面となってしまってスクリーン面と一致する平面にならない現象である。この像面湾曲が大きいと、結像面が平面でないため、画像のフォーカスを画面全体にわたって良好な範囲内に保つことができず、画面の一部がぼやけた画像になってしまう。この像

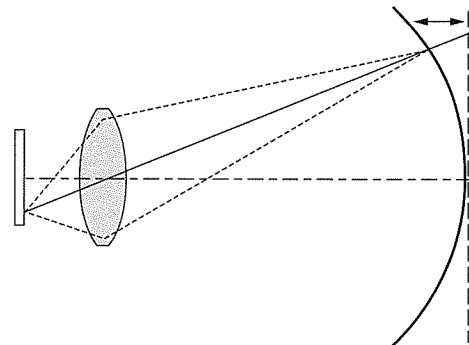


図2. 像面湾曲

面湾曲は、基本的には画角の2乗に比例して増加するので、画角が増えるほど顕著になる。レンズ+非球面ミラー光学系では、大型非球面ミラーの効果によって、同様に画角の増加に伴って顕著になる色収差と歪画面ひずみを大幅に低減することができた。しかし、この像面湾曲は、非球面ミラーを用いても通常のレンズ光学系と同様に発生してしまう。

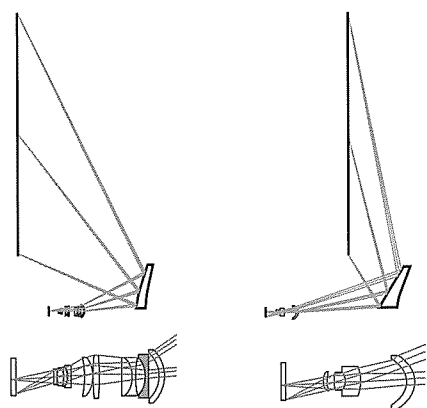
一般的な光学設計理論では、この像面湾曲を低減させるためには、式(1)で表されるペッツパール和Pの値ができる限りゼロに近くなるようにレンズを構成すればよいとされている。

$$P = \frac{1}{n_1 f_1} + \frac{1}{n_2 f_2} + \frac{1}{n_3 f_3} + \dots + \frac{1}{n_i f_i} \dots\dots\dots(1)$$

ここで、 n_i は投写光学系内のi番目のレンズの屈折率、 f_i はi番目のレンズの焦点距離である。レンズ+非球面ミラー光学系を構成する光学素子では、非球面ミラーと凸レンズはこの式(1)の中で正の値をとる項、凹レンズは負の値をとる項となる。投写光学系全体は、焦点距離が小さな凸レンズ相当のものでなければならない。当然、投写光学系を構成する個々のレンズエレメントも、凸レンズ型のものが多くなる。その中で、ペッツパール和を0に近づけるためには、投写光学系の中に大きな負の焦点距離を持つ、曲率の大きな凹レンズを配置しなければならない。広角光学系では、光学素子数を増やしても、曲率の大きな凹レンズを光学系内に導入し、像面湾曲を低減するのが一般的な設計手法である。

ここで、今回の新光学系での像面湾曲低減手法を説明するため、図3に2つの広角光学系設計例を示す。これらは、非球面ミラーのサイズなどの制約を同一条件とし、解像力など得られる性能もほぼ同等のものである。

タイプAは、最小半画角約23°、最大半画角約68°の業務用薄型リアプロジェクタ現行機種に相当する光学系である。この光学系では、タイプAレンズ構成図の黒色部分に



(a) タイプA 半画角23~68° (b) タイプB 半画角59~80°

図3. 超広角光学系設計例

示すように、レンズ中に口径が小さく曲率の大きな凹レンズを導入してペッツパール和をコントロールし、像面湾曲を低減している。

一方で、タイプBでは、最小半画角約59°、最大半画角約80°と、タイプAよりも最大画角の大きな光学系になっている。しかし、レンズ部分には曲率の大きな凹レンズは持っておらず、像面湾曲補正条件を全く満たしていない。それによって、投写レンズはタイプAよりも単純な形状で、レンズ枚数も大幅に削減することができている。

図4は、2つの設計例の最適像面を表すグラフである。縦軸に画角、横軸にスクリーン位置からの最適像面のずれをプロットしている。図から像面の湾曲については、ペッツパール和による補正条件を満たしていないタイプBが、タイプAの半分以下になっていることが分かる。これは、実際に画像を投影する有効画角範囲が、タイプAの45°に対し、タイプBでは21°と大幅に小さくなっているためである。この効果は、有効画角範囲が小さな光学系では、主に非球面で発生する高次の像面湾曲により、その狭い有効範囲内で像面湾曲を打ち消すことができるためであると考えている。

今回は、このように、最小半画角が大きく、有効画角範囲が小さくなった光学系においては、従来の設計指針であるペッツパール和の条件によらず、非常に単純な光学系構成で像面湾曲を低減できることを見いだした。これまでよりも更に画角が大きく投写距離を短くすることにより、従来の課題であった像面湾曲の問題を解消でき、よりシンプルな構成で低コストの光学系が実現できることになり、超薄型リアプロジェクタの光学系設計には極めて有効な手法である。

図5に、広画角化に向けた設計指針をまとめた図を示す。横軸に投写画角、縦軸に光学系のパフォーマンスをとり、それぞれの構成についてまとめたイメージ図である。通常のレンズ光学系では、最大画角が増加するに従ってパフォーマンスが劣化し、有効な適用範囲は最大半画角50°前後

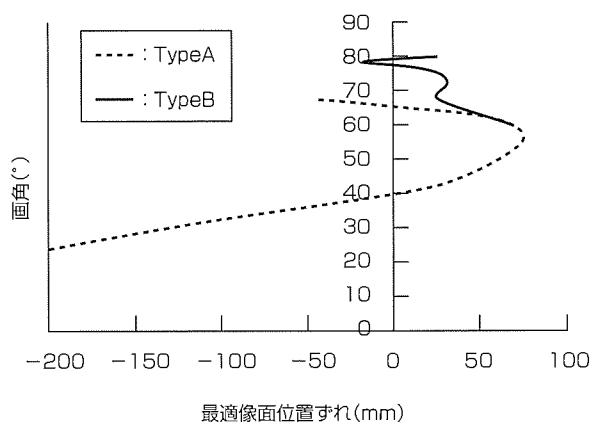


図4. 像面湾曲の比較

までの範囲であった。このときの性能劣化要因は色収差と画像ひずみである。レンズ+非球面ミラー光学系では、色収差と画像ひずみを非球面ミラーの採用により改善し、その適用範囲を拡大することができる。その結果、業務用薄型リアプロジェクタ現行機種において、最大半画角68°の光学系まで実現することができた。これ以上の広角化に当たっては、像面湾曲が最大のボトルネックとなっていた。しかし、極端な広角化で有効画角範囲を小さくすることにより、これまでと異なる手法で像面湾曲を低減できる新たな設計領域を見いだすことができた。

4. 超広角光学エンジンと直接投写方式

このような設計原理に基づき、DLP方式の超薄型リアプロジェクタ用光学エンジンプロト機を設計し製作した。図6に、この光学エンジンを用いてフロント投写で画像を投影した写真を示す。また、表1には、この光学エンジンの基本的な仕様を示す。62インチの画面に対し、最終の光学素子である非球面ミラーからスクリーンまでの距離は125mm、スクリーンから光学エンジンの最後端部までの距離でもわずか230mmである。最大画角は160°に達して

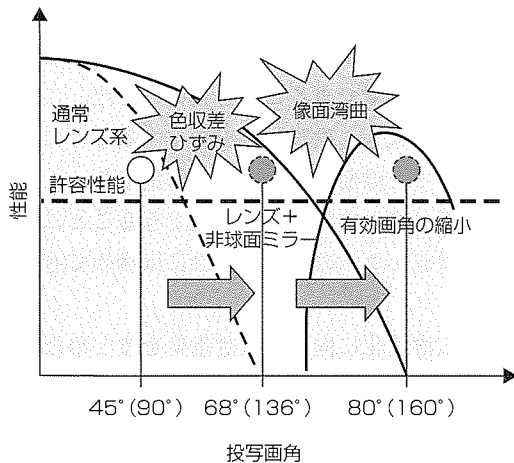


図5. 超広角光学系の設計条件

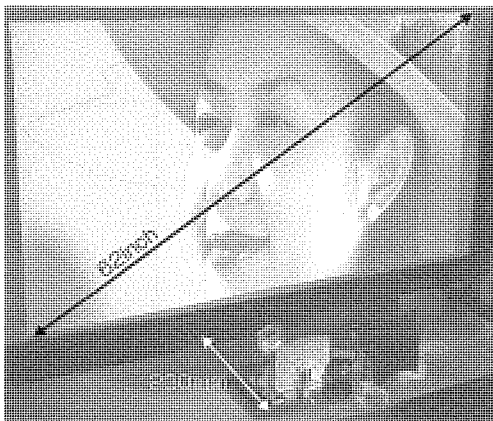


図6. 超広角光学系エンジン試作機

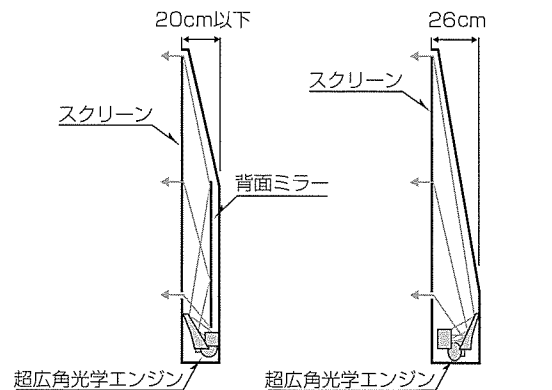
いる。画面のひずみは0.4%以下に抑えることができおり、コントラストも3,000:1以上を達成する高性能である。解像力についても、前述の設計手法により、画面内全域で1画素を明瞭(めいりょう)に解像できる解像力を確保することができた。

図7に、この光学エンジンを用いたリアプロジェクタのレイアウト例を示す。現行機種と同じように背面ミラーを用いた光学レイアウトを採用すると、奥行きは20cm以下のリアプロジェクタを実現することができる。一方で、背面ミラーを廃し光学エンジンから直接スクリーンに画像を投写する直接投写方式の光学レイアウトとした場合でも、通常のリプロジェクタの半分以下の26cmの奥行きである。サイズの大きな背面ミラーをなくすことは、それによっても低コスト化を図ることができる上に、リアプロジェクタとして、セット背面の構造やデザインに、極めて大きな自由度を得ることができる。

十分な薄さとユニークなデザインを実現でき、コストで有利な直接投写方式は、民生用PTVにも適した方式である。光学エンジンプロト機を用い、直接投写方式のレイアウトを採用して、極めてユニークな形状を持つPTVを試作した。次章以降、超広角光学エンジンを適用したPTVのデザインと試作機について述べる。

表1. 試作光学エンジンの仕様

画素サイズ	62" (16:9)
光学系形式	ノンテレセントリック方式
投写光学系形式	レンズ+非球面ミラー
投写距離	125mm(スクリーン-非球面ミラー間)
最大画角	160°
DMD	1,280×720, 0.79"
ひずみ	0.4TV%
コントラスト	3,000:1
ユニフォミティ	80%



(a) 背面ミラーあり

(b) 背面ミラーなし

図7. 超広角光学系によるレイアウト

5. 民生用PTVへの新デザイン展開

新開発の超広角光学エンジンを適用した直接投写方式薄型DLPプロジェクタの開発と平行して、民生用PTVに展開するためのデザイン検討を実施している。新技術の適用はDLPプロジェクタの薄型化とコストダウンが最大の目標ではあるが、民生用テレビへの展開では市場動向やデザイントレンドが非常に重要である。当社のデザイン研究所では、北米向け大型テレビのデザインメンバーからの情報入手や連携を重ねながら商品化を目指してデザイン検討を進めている。

6. デザインのトレンド

北米における大型テレビの全需は2006年には400万台を超える見込みである。PTVは約300万台で、そのうちMD方式が200万台を超え、ついにCRT方式と逆転する予想である。さらに、プラズマテレビも100万台の大台に乗る急激な伸びを示している。

前出の数字でも分かるように、PTVの主流はMD方式に移りつつある。CRT方式では床置きの大キャビネットが普通であったがMD方式PTVはマッキングスタンドやテーブルの上に置くようなコンパクト化の傾向にある。特に“ローハイト”と呼ばれる画面下部のボリュームが極端に小さく、正面からの見栄えがフラットパネルテレビのようなタイプに人気がある。図8は典型的なローハイトタイププロジェクションテレビである。

7. 超薄型プロジェクションテレビ

本体下部の超広角光学エンジンからスクリーンに直接映し上げる基本構成による本体奥行き寸法は、62インチ画面サイズで現行機の半分程度の26cmを可能にする。

この基本構成は、スクリーンと光学エンジンの位置関係から、いわゆるローハイトは不可能であるが、短い奥行き寸法、背面ミラーを持たない構造、画面周囲付近のかなり鋭角な投写角などで、相当にコンパクトで相当にユニークなフォルムのPTVデザインの可能性を秘めている。

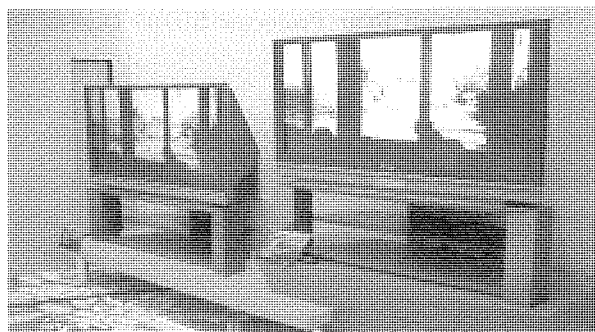


図8. ローハイトタイププロジェクションテレビ

7.1 背面ミラーレス

一般的なPTVの背面には、投写距離を確保しながら奥行きを短くするために、反射ミラーを持っている。この背面ミラーによる35°程度の傾斜平面を持つ背面キャビネットがPTV独特のフォルムを形成する。

これに対し、直接投写方式は背面にミラーを持たない。そのため、投写光路そのまま浮き立たせたミニマムサイズのフォルムや円錐をカットしたようなユニークなフォルムなど、幅広い展開が可能である。さらに、サイドの背面側は相当な角度を付けることができるため寸法値以上の薄さ感が感じられるであろう。

7.2 スリムフレーム又はフレームレス

プロジェクション方式のスクリーンは、光学エンジンからの映像を投影するためだけのもので、スクリーンの保持構造によっては極めて細いスクリーンフレーム化、又はフレームレス化が可能である。そして、既に、当社の業務用キューブ型ディスプレイは、独自のスクリーン保持構造とオーバースキャン投写技術により、フレームレスを実現している。

この極細スクリーンフレーム化、又はフレームレス化は画面周囲に電氣的要素を持つ液晶やプラズマのフラットパネルでは実現が困難なため、商品的にもデザインの的にも大きな差別化要素と言える。さらに、フレームレスによる本体幅と同じ幅の映像は、全幅寸法の究極のコンパクト化であり、あたかも映像が浮いているような処理を可能にする。

7.3 コンパクト化

民生用のテレビ展開を目指す上で外形寸法のコンパクト化、設置省スペース化は非常に重要である。本棚やサイドボードに設置が可能な超薄型奥行き寸法とスクリーンサイズと同サイズの全幅寸法の実現は、対競合他社PTVだけでなくフラットパネルテレビとの商品競争力をも高める。

8. 第一次デザイン検討

“超薄型”“超狭額”“浮かぶ映像”などをキーワードに、PTVでもフラットパネルテレビでもない新しい大型テレビを目指し、コンセプトモデルを製作した。図9がその写真である。仕様は、62インチ画面サイズ、16:9である。

スクリーンは、フレームレスの“フローティングピクチャイメージ”である。フレーム式のスタンドを画面のすぐ下まで伸ばすことで、ローハイトに見えるように処理した。背面キャビネットは、余計な部分を一切排除し、投写光路をそのまま投影し、さらに、光学エンジン部だけを隠す左右非対称のユニークなフォルムで、できる限り“塊”的な部分をなくして、従来のPTVの“大きな箱”イメージとは対極にあるデザインである。

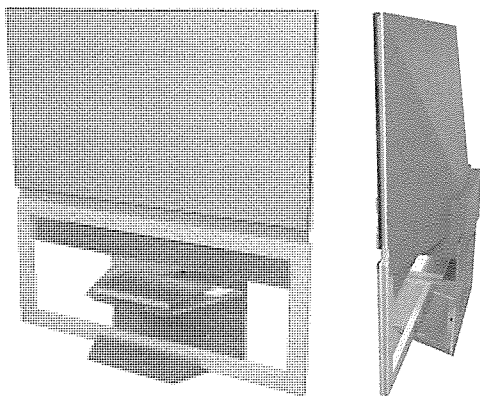


図9. 薄型PTV1次コンセプトデザイン

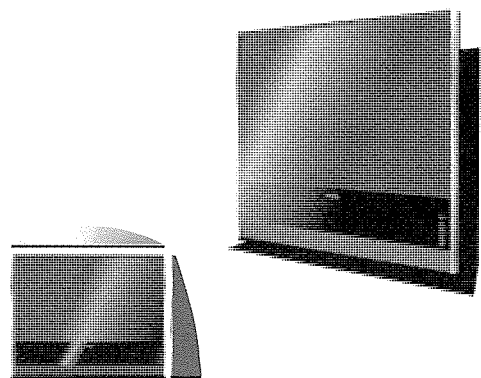


図10. 薄型PTVデザイン図

9. 第二次デザイン検討

2004年度のCEATEC出展を目指して、実際に映像を映すことが可能な試作機のデザインを実施した。仕様は、62インチ画面サイズ、16：9である。図10はコンピュータグラフィックスによるデザイン図で、図11はCEATECに出展した試作機の写真である。

できる限りシンプルで“コンパクトなビッグスクリーン”を目指した。スリムスクリーンフレームによる画面サイズ相当の全幅寸法とミラーレスで実現したエレガントな曲面の背面キャビネットが特長である。曲面背面キャビネットは、実際の寸法が分かり難く実際の寸法よりも薄く見えるという効果もあった。

CEATEC会場では大いに注目され、様々なメディアに掲載された。さらに、当社の北米大型テレビの製造販売会社であるMitsubishi Digital Electronics America, Inc.の2005年度製品発表会のディーラーラインショーにも参考出品された。

10. デザイン調査

Mitsubishi Digital Electronics America, Inc.のディーラーラインショーに参考出品された機会を活用し、PTVデザインの簡易調査を実施した。調査は、事前に用意した調査シートへの記入と簡単なインタビューで、北米ディーラー100名程の意見を聞くことができた。

結果の概要は以下のとおりである。

- (1) 超薄型とローハイトタイプの比較では超薄型が高評価だった。

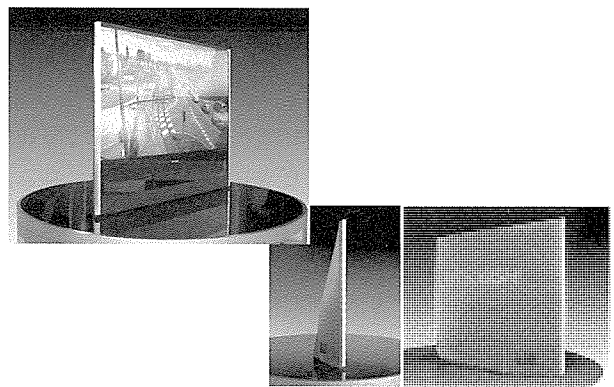


図11. 薄型PTV試作機

- (2) スリムスクリーンフレームの評判も高かった。

11. むすび

引き続き、デザインのブラッシュアップを計画中である。設計とデザインの連携で、更なる薄型化、コンパクト化の実現を期待している。

参考文献

- (1) Shikama, S., et al. : Optical System of Ultra-Thin Rear Projector Equipped with Refractive-Reflective Projection Optics SID'02 Digest, 46.2, 1250~1253 (2002)
- (2) Kuwata, M., et al. : Wide-Angle Projection Optics for a Compact Rear Projector SID'05 Digest, 70.3, 1919~1921 (2005)



特許と新案 * * *

三菱電機は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)

検索装置及び検索方法 特許第3350995号(特開平6-251065)

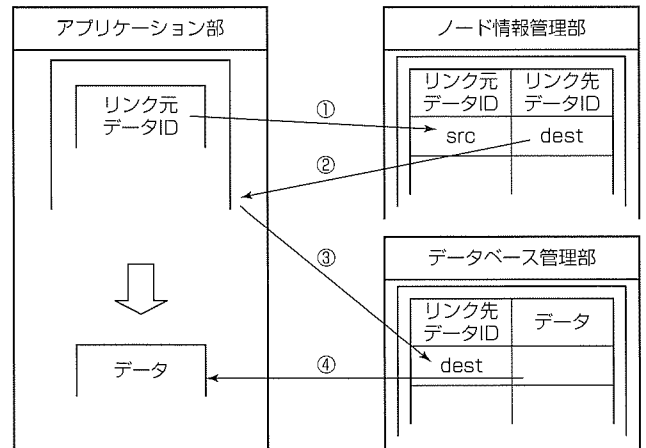
発明者 宗像浩一, 前川隆昭, 中川晃一

この発明は、World Wide Webのようにネットワークに分散して配置されたデータ間でリンクが張られた環境において、リンクをたどってリンク先のデータを取得する際に、通信データ量を減らして必要なデータを効率良く取得する検索装置及び方法に関するものである。

この検索装置は、データを利用するアプリケーション部、リンク情報を管理するノード情報管理部、及びデータを管理するデータベース管理部から構成され、これらがネットワーク上に分散配置されている。そしてアプリケーション部がリンク元データIDをノード情報管理部に送信し、その結果としてリンク先データIDを受信する。これを受けてアプリケーション部がデータベース管理部にリンク先データIDを送信し、その結果としてリンク先データを受信する。

以上のように、アプリケーション部がノード情報管理部

を介さずに直接データベース管理部からリンク先データを受信するので、リンク先データを迅速に取得することができる。



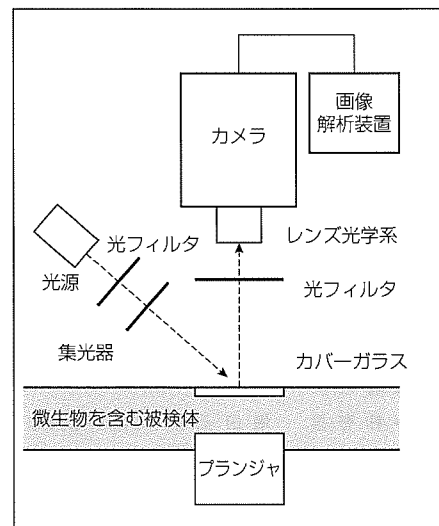
微生物濃度または微生物活性の計測装置 特許第1995348号(特公平7-12304)

発明者 廣辻淳二, 竹山 哲, 小沢建樹, 四元初男, 小林敏昭, 堀内功一

この発明は、発酵プロセスや下水処理プロセスにおける微生物濃度又は活性を測定する装置に関するものである。

微生物の発する蛍光を測定する微生物濃度計測装置については、被検体中に複数の微生物や異物が含まれている場合、特定の微生物だけを選択的に計測するのが困難であるという問題点があった。

この発明では、光源の励起光と微生物の発する蛍光をあらかじめ定められた波長に限定する光フィルタや集光手段、蛍光画像を解析する画像処理を行う画像解析装置を設けることで、測定妨害物質の影響を受けることなく対象の微生物濃度を高精度に測定できる。





特許と新案***

三菱電機は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)

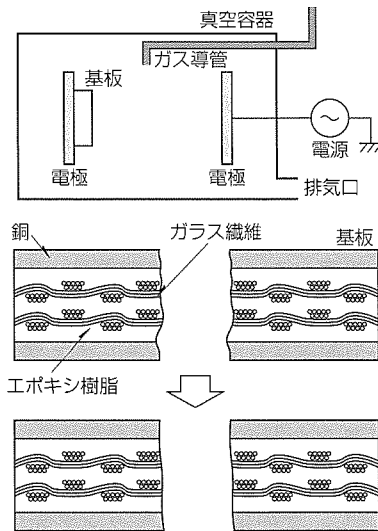
エネルギービームによる加工穴の処理方法 特許第2687535号(特開平2-184423)

発明者 土井 誠, 櫻井光一, 林 清志

この発明は、レーザービーム等のエネルギービームにより形成した加工穴の後処理方法に関するものである。

ガラス繊維を含有する樹脂基材、例えばプリント配線板に小径(0.3mm以下)穴を高速に加工するためレーザービームが用いられているが、複合材料であるプリント配線板のレーザー加工穴の内壁はガラスクロスが加工穴に突出するため、平滑でなく大きな凹凸が生じており、接続信頼性が低いという問題があった。

この発明は、エネルギービームによる加工穴をフッ素を含有した気体の励起種又はフッ素化合物を含有するエッチング液によりエッチングして、加工穴内壁を平滑化したものである。この発明により、プリント配線板のレーザー加工穴の接続信頼性を高めることができる。



〈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.79 No.10 特集「昇降機・ビルシステム」

<p>三菱電機技報編集委員 委員長 三嶋 吉一 委員 小林 智里 増田 正幸 山木比呂志 佐野 康之 長谷川 裕 堤 清英 浜 敬三 村松 洋 松本 修 瀬尾 和男 藤原 正人 光永 一正 黒畑 幸雄 部谷 文伸 事務局 園田 克己 本号取りまとめ委員 久代 紀之 寺本 浩平</p>	<p>三菱電機技報 79巻9号 2005年9月22日 印刷 (無断転載・複製を禁ず) 2005年9月25日 発行 編集人 三嶋 吉一 発行人 園田 克己 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&サービス事業部 〒102-0073 東京都千代田区九段北一丁目13番5号 日本地所第一ビル 電話(03)3288局1847 印刷所 株式会社 三菱電機ドキュメンテクス 発売元 株式会社 オーム社 〒101-0054 東京都千代田区神田錦町三丁目1番地 電話(03)3233局0641 定 価 1部945円(本体900円)送料別</p>
<p>URL http://www.MitsubishiElectric.co.jp/giho/</p>	<p>三菱電機技報に関するお問い合わせ先 cep.m-giho@ml.hq.melco.co.jp</p>
<p>英文季刊誌「MITSUBISHI ELECTRIC ADVANCE」がご覧いただけます URL http://global.mitsubishielectric.com/company/r_and_d/advance/advance.html</p>	

スポットライト

三菱エコキュート対応 次世代台所リモコン“多機能リモコン”

三菱電機は、増加しているオール電化マンション向けに、住設機器とIT技術を融合し、生活をより快適に・便利に・豊かに、環境にやさしくサポートする先進的なシステムの検討と実証実験を進めています。

近年のオール電化マンションは、床暖房や浴室暖房乾燥機などの住設機器や、インターネット接続の環境が標準採用されています。

そこで当社は、オール電化住設機器を生活の中心であるキッチンやダイニングルームでコントロールできるように、従来のエコキュート^(注1) 台所リモコンに他の住設機器を統合して操作する機能やインターネット接続による生活情報閲覧機能を備えた、次世代型台所リモコン“多機能リモコン”を開発しました。

■多機能リモコンの特長

(1) 給湯機台所リモコンにホームネットワーク機能搭載

湯張りや給湯温度設定などのエコキュートの給湯操作に加え、浴室暖房乾燥機、床暖房システム、家庭用ルームエアコンなど日本電機工業会規格のHA(ホームオートメーション)端子(JEM-1461)^(注2)を備えた住設機器の運転をこのリモコン1台で操作できます。一般に広く使用されているHA端子をインタフェースに採用したことで、HA端子を備えた他社品の操作も可能としました。

(2) インターネット活用による生活情報閲覧機能を搭載

インターネットで広く普及しているHTML形式のコンテンツを閲覧できるブラウザ機能を搭載しており、インターネットを介して専用コンテンツを閲覧することができます。専用コンテンツでは居住者に役立つマンションの管理情報(掲示板や回覧

板のお知らせなど)、地域情報(天気や時刻表など)などの生活情報の提供に利用できます^(注3)。

(3) 大型カラー液晶とスピード表示で快適な操作性を実現

4.7型の大型カラー液晶タッチパネルの採用と、このリモコン専用開発したGUI(Graphical User Interface)^(注4)の搭載により、見やすく簡単な操作を実現しました。また、パソコンのような面倒な表示待ちなしに、画面やボタンに触れるだけで素早く操作することができます。

(4) 環境にやさしく

お湯を無駄なくお使いいただけるように、過去の給湯使用量をグラフでお知らせし、沸き上げ設定をアドバイスします。また、生活情報閲覧機能を利用して、電力会社からの省エネルギーアドバイスの提供や、居住者宅の電気使用量がビジュアルに見られるので、省エネルギー意識が高まります。

(5) シンプルなデザイン

使いやすさに配慮しながらも、インテリアとのマッチングを考慮したシンプルなデザインとしました。また、キッチンやダイニングなど設置場所を選ばない縦型デザインとし、保守性を考慮した壁掛け方式を採用しました。

今後は、居住者に役立つマンションの管理情報や地域情報などの生活情報コンテンツサービスを、マンションデベロッパーや、電力会社など居住者に密着したサービスを提供されている事業者と広く協調・連携して構築していきます。

(注3) コンテンツの制作、運用を実施するサービスプロバイダーとの契約が必要

(注4) 情報の表示にアイコンなどを使用し、視覚的に操作が可能なユーザーインタフェース

(注1) エコキュートの名称は電力会社・給湯機メーカーが自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機を総称するペットネーム

(注2) JEM-1461は日本電機工業会が定めた家庭内機器を有機的に連携させるためのインタフェースの規格

三菱エコキュート対応 多機能リモコン

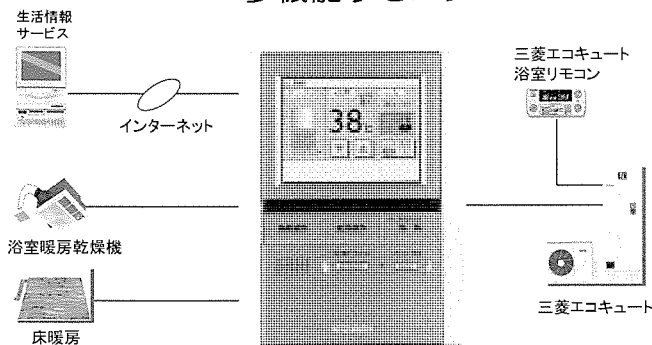


図1. システムの概要

表1. 主な仕様

項目	仕様(予定)
液晶表示	4.7型 1/4VGA(320×240ピクセル)、256色STNカラー
その他表示	LED表示(お知らせ表示)
音声	音声ガイダンス機能(給湯機操作時のみ)
入力装置	タッチパネル: 抵抗膜式 ハードスイッチ: 給湯, 情報表示, 設定スイッチ等 5個
外部インタフェース	Ethernet: 10BASE-T(RJ-45コネクタ)×1 エコキュート接続インタフェース×1 HA延長端子(JEM-1461)×3
機能	給湯機台所リモコン機能(湯張り, 沸き上げ設定, 温度設定等)
電源, 消費電力	DC12V 約10W(稼働時)
外形寸法	幅160×奥行37×高さ210(mm)
質量	約800g
取付け方法	壁掛け型(付属の専用壁掛け金具を使用)