

# MITSUBISHI

## 三菱電機技報 Vol.82 No.9

2008 9

特集「ビル設備 — 安全・安心・省エネルギーを考える —」



## 目次

特集「ビル設備 — 安全・安心・省エネルギーを考える —」  
時代の要請をともにいち早く実用化する ..... 1  
小田川和男

三菱電機トータルセキュリティソリューション  
“DIGUARD”システムの展開 ..... 2  
前田卓志・三尾武史・安藤暢彦・蓬田 仁

三菱ビル遠隔管理サービス“メルセントリーWisシリーズ” ..... 7  
田中啓嗣・渡邊啓嗣

三菱デジタルCCTVシステム“MELOOK μ” ..... 11  
上田智弘・茂木一男・神田英伸

三菱統合ビルオートメーションシステム  
“MELBAS-AD Web”の機能拡充 ..... 15  
阪田 哲・小島康治・福田浩士

三菱食品店舗管理システム“MELSISIV” ..... 19  
保坂貴司・小倉 誠

高層建物向けの昇降機システム ..... 23  
竹内伸和

エスカレーターの異常診断技術 ..... 27  
葛田広幸・平位隆史・志賀 諭

昇降機現場知識共有システム ..... 31  
坂上聡子・岩田雅史

寒冷地向けビル用マルチエアコン“リプレースズバ暖マルチY” ..... 35  
森本 修・井上陽介

ペリメータファンによるビル空調負荷の低減 ..... 40  
荒木克己・石川忠昭

グリッド天井対応照明器具“Easyecoマルチグリッドシリーズ” ..... 44  
石井義人・長谷川勇次

エネルギー管理を実現するBEMS ..... 47  
内田裕幸・佐藤康夫

ビル向け無線LANシステム ..... 51  
中岡正喜・後藤泰史

## 普通論文

ソフトウェア開発効率化のためのプロセスデータベース構築 ..... 55  
吉岡克浩・久野倫義・丹羽友光・中津茂美・武繁真一

基板実装設計の品質改善活動 ..... 59  
川本公彦・中岡邦夫・吹野正弘・村上光平・堺 宏明

## トピックス

エレベーター用アクティブ制振技術で  
2008年度計測自動制御学会賞(技術賞)を受賞 ..... 63  
宇都宮健児・岡本健一・湯村 敬・佐久間洋一・倉岡尚生・妻木宣明

## 特許と新案

「勤怠管理システム、及び、携帯通信端末」 ..... 65

「空調用送風装置」 ..... 65

「エレベータのかご操作盤」 ..... 66

Building Facilities — Focus on Safety, Security and Energy Saving  
Collaborate to Realize Prompt Practical Implementation of the Demands of the Era  
Kazuo Odagawa

Market Deployment of Total Security Solution “DIGUARD”  
Takuji Maeda, Takeshi Mio, Nobuhiko Ando, Hitoshi Yomogida

Remote Building Management Service System  
Keiji Tanaka, Yoshitsugu Watanabe

Mitsubishi Digital CCTV System “MELOOK μ”  
Tomohiro Ueda, Ichio Motegi, Hidenobu Kanda

Function Expansion of Mitsubishi Electric Integrated Building Automation System  
“MELBAS-AD Web”  
Satoshi Sakata, Yasuji Kojima, Hiroshi Fukuda

The Control Systems to Manage Temperature of Showcase in Food Store “MELSIS-IV”  
Takashi Hosaka, Makoto Ogura

Elevators for High-rise Buildings  
Nobukazu Takeuchi

Fault Diagnosis Technology for Escalator  
Hiroyuki Tsutada, Takashi Hirai, Satoshi Shiga

Knowledge Management System for Lift Maintenance Field  
Satoko Sakajo, Masafumi Iwata

Packaged Air Conditioner “REPLACE ZUBA-DAN MULTI Y” for Cold Regions  
Osamu Morimoto, Yosuke Inoue

Load Reduction of Building Air Conditioning by Perimeter Fan  
Katsumi Araki, Tadaaki Ishikawa

Lighting Equipments “Easyeco Multi-Grid Series” for Grid Ceiling  
Yoshito Ishii, Yuji Hasegawa

BEMS that Achieves Energy Management  
Hiroyuki Uchida, Yasuo Sato

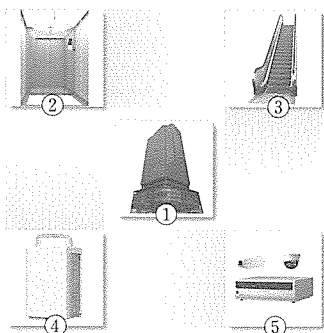
A Wireless LAN System for Buildings  
Masaki Nakaoka, Yasushi Goto

Process Database for Software Development Efficiency Improvement  
Katsuhiko Yoshioka, Noriyoshi Kuno, Tomomitsu Niwa, Shigemitsu Nakatsu, Shinichi Takeshige

Quality Improvement Activity of PCB Design  
Kimihiro Kawamoto, Kunio Nakaoka, Masahiro Fuino, Kohei Murakami, Hiroaki Sakai

SICE 2008 Award by Active Vibration Control Technology for Elevators  
Kenji Utsunomiya, Kenichi Okamoto, Takashi Yumura, Youichi Sakuma, Hisao Kuraoka, Nobuaki Tsumagi

スポットライト  
メルセントリーのエネルギーレポートサービスについて



表紙：ビル設備 — 安全・安心・省エネルギーを考える —

三菱電機はビル設備の市場ニーズである安全・安心・省エネルギーを、先進の技術開発力で製品化し提供している。

表紙の写真は①最新鋭ビルである新丸の内ビルディング、②NEXCUBE(ネクスクューブ：オーダーメイドエレベーター)のかご室、③エスカレーター-Zシリーズ、④ビル空調マルチエアコン(リプレースマルチ)シリーズ、⑤三菱デジタルCCTVシステムMELOOK μである。

## 時代の要請をともにいち早く実用化する

Collaborate to Realize Prompt Practical Implementation of the Demands of the Era



小田川和男  
Kazuo Odagawa

三菱一号館が2009年4月に復元される。1894年(明治27年)12月、現在復元工事中の場所に丸の内オフィス街の第一号館として建設された。建物規模は、地下1階・地上3階・軒高15.2m(50尺)・建坪1,355m<sup>2</sup>(410坪)と、今日の本格的な事務所ビルに比べ小さい。三菱一号館が竣工した当時、建設地周辺には電気の供給はなく、ビル設備も、照明として利用したガス灯があった程度である。したがって、執務空間に対する要求は、今日のような奥行きのある広い空間ではなく、窓からの採光を利用する奥行きの狭い空間作りが基本であった。自然エネルギーを利用するデザインであったともいえる。

しかし時を経て、広い空間を持つ事務所ビルが求められるようになり、それにこたえるように建築・設備技術が発展し、建物の高層化と、巨大な無柱空間が可能となった。建物内の照明はガス灯から電灯へ、さらに電気エネルギーは動力の利用へと用途が広がった。これらの変化は、常に利便性と安全・安心が求められてきた結果であろう。

我々設計事務所は、発注者である顧客の要望・要求を最優先に考えながら、建物とそのシステムの設計を行うが、昇降機をはじめビル設備は、建物の機能・快適性などを左右する重要な役割を担っている。通常の場合、設備機器についてはメーカーの提供する製品を前提に設計する。建物関係のメーカー製品は、建築設計のように、個別オーダーメイドではなく、不特定多数の利用者を前提とした既製の汎用的機器製品を使用することが多い。しかし、顧客からの要望は時として、通常提供される製品にはない機能要求を伴うことがある。ギネスブックにも掲載された、“超高速”で、“もの静かな”横浜ランドマークタワーのエレベーターの例などはその典型例と言えるが、こういったことはいろいろな領域で求められる。そういった場合でも、これ

までも、メーカーと我々は品質、コスト、納期など、ものづくりの基本思想を共有し、技術集団の知恵と努力で、プロジェクトを成功に導いてきた。

こういった共働きの認識、思想そして努力が安全で快適かつ顧客要望に対応した建物をつくる力の根底をささえてきた訳だが、特に近年はこれに加えて“環境”に充分配慮した建物、街づくりを共にしてゆかなければならないという思いを一層強くしている。100年という単位で建築の寿命が考えられるようになり、それに伴い建物の寿命とは異なるビル設備の寿命は、期待寿命に加え要求の変化に対応するための更新が不可欠になり、ライフサイクルという視点とともに環境機能・効率アップという視点がますます重要になってきた。

建物・建築設備に対する時代の要求はありとあらゆる面で求められている。このことは建築関連の素材についても言える。明治の建物の構造材はレンガであった。今日、主要構造部材は鉄とコンクリートへと変遷している。しかし、建築資材は今、現実的な問題として資源の争奪と価格の高騰が起きている。ビル設備でも、鉄や銅をはじめとする基本的素材が多く使用される。従来型の、設計では既存の素材を前提としたものになりがちであるが、素材そのものから見直した設計への転換が必要になる可能性がある。さらに、使用エネルギー効率からの視点では、白熱電球から電球型蛍光灯への転換、さらに照明光源へのLED採用例のように、様々な分野でかつかなりのスピードで、進行するであろう。

今、社会は変革の時期にあり、ものづくりのあり方自体、変化が求められている。その変化に対応し、さらに一歩先を見たものづくりの思想を共有して、ともに進んでゆきたいと考えている。

# 三菱電機トータルセキュリティソリューション “DIGUARD”システムの展開

前田卓志\* 蓬田 仁†  
三尾武史\*\*  
安藤暢彦\*\*\*

Market Deployment of Total Security Solution “DIGUARD”

Takuji Maeda, Takeshi Mio, Nobuhiko Ando, Hitoshi Yomogida

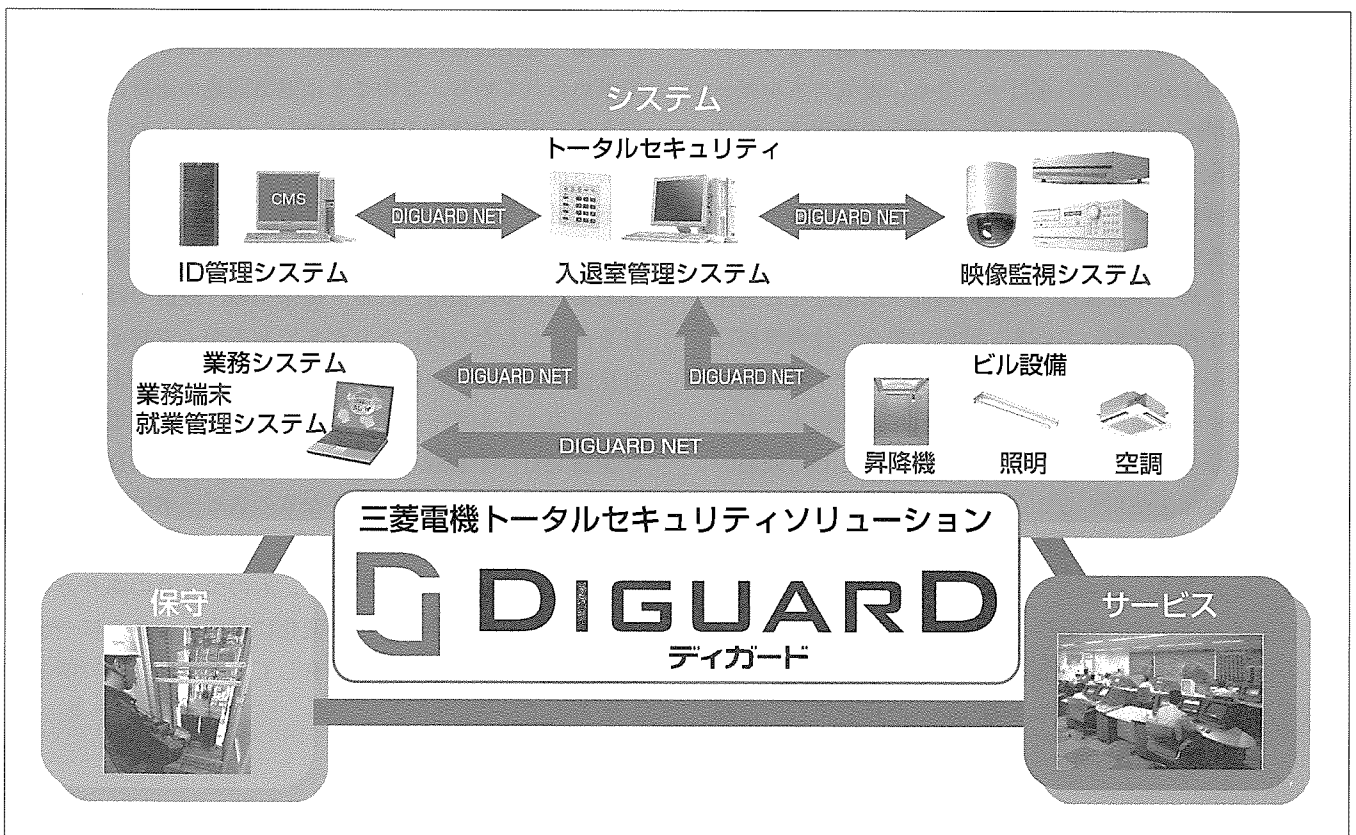
## 要 旨

安全、安心に対する意識が高まる社会環境のなか、企業では機密情報の保護が重要な課題となってきた。機密情報の漏洩(ろうえい)や盗難などの事故が発生すると、経済的損失だけでなく、企業の社会的信頼を失墜させ、事業存続にさえ大きな影響を与えかねない。一方、個人情報保護法、不正競争防止法、日本版SOX法(金融商品取引法)などの機密情報管理の関連法令が整備されてきており、企業におけるコンプライアンス強化など、企業に求められるセキュリティ対策は複雑化、高度化している。

三菱電機では、複数のビジネスユニットの連携によって、営業面、技術面の強みを組み合わせた“アドバンストソリューション”を展開しており、その一つとして個別のセキ

ュリティ製品をトータルセキュリティソリューション“DIGUARD”(ディガード)として体系化した。これは、複数のセキュリティシステムが、セキュリティ構築プラットフォーム“DIGUARD NET”(ディガードネット)によって通信、情報共有することで、トータルシステムとしての新たな機能や価値を提供するものである。また、トータルシステム、保守、サービスの連携によって、顧客に最適なソリューションを提供する。

本稿では、トータルセキュリティソリューションの例として、入退室管理ソリューション及び映像監視ソリューションについて述べ、DIGUARDの将来展望についても述べる。



## トータルセキュリティソリューション“DIGUARD”システムの展開

入退室管理システムの映像監視システムやID管理システムとの連携ソリューションをセキュリティ構築プラットフォーム“DIGUARD NET”によって実現する。システム間連携によって、セキュリティの強化や管理業務の効率化など新たな価値を提供する。将来はセキュリティだけでなく、業務システムやビル設備への適用や、保守や運用管理サービスにも展開する。

## 1. ま え が き

安全、安心に対する意識が高まる社会環境のなか、企業では個人情報、営業情報、技術情報などの機密情報の保護が重要な課題となってきている。機密情報の漏洩や盗難などの事故が発生すると、経済的損失だけでなく、企業の社会的信頼を失墜させ、事業存続にさえ大きな影響を与えかねない。一方、個人情報保護法、不正競争防止法、日本版SOX法(金融商品取引法)などの機密情報管理の関連法令が整備されてきており、企業におけるコンプライアンス強化も必要不可欠となってきている。機密情報の管理、コンプライアンスの強化など、企業に求められるセキュリティ対策は複雑化、高度化している。

当社では、これらの課題にこたえるために、個別のセキュリティ製品をトータルセキュリティソリューション“DIGUARD”として体系化した<sup>(1)</sup>。これは、複数のセキュリティシステムが、セキュリティ構築プラットフォーム“DIGUARD NET”<sup>(2)</sup>によって通信、情報共有することで、トータルシステムとしての新たな機能や価値を提供するものである。また、トータルシステム、保守、サービスの連携によって、顧客に最適なソリューションを提供する。本稿では、トータルセキュリティソリューションの実例として、入退室管理ソリューション及び映像監視ソリューションについて述べ、DIGUARDの将来展望についても述べる。

## 2. 入退室管理ソリューション

### 2.1 入退室管理システムの概要

侵入・盗難などによる情報漏洩などのセキュリティリスクを軽減するには、人の出入りを管理する入退室管理システムの導入が有効である。入退室管理システムでは、ICカード認証や生体認証によって機密情報のあるエリアへの物理的アクセスを制限でき、その通行履歴を記録することもできる。また、単なるエリアへの通行制御だけではなく、セキュリティゲートの制御、エレベーターの停止階制限、防犯センサを用いた室内や外周での侵入発生監視を行うことも可能である(図1)。

当社ではDIGUARD NETを用いることで、入退室管理システムを中心に、次に述べる連携ソリューションを提供

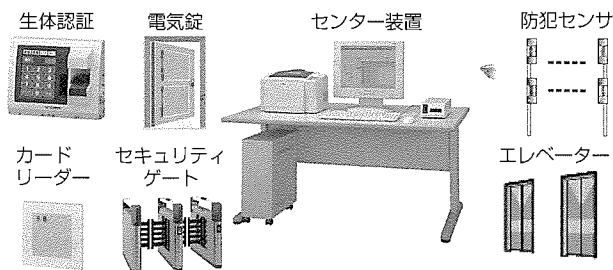


図1. 入退室管理システム

している。

### 2.2 映像監視システムとの連携ソリューション

物理セキュリティ強化の主な対策の一つとして、映像監視システムの導入があげられる。入退室管理システムと映像監視システムは独立した別のシステムであるため、これまでは別々に導入し、独立に運用管理していた。両システムを導入することでセキュリティの強化はできるものの、それらの監視業務を効率化することが課題であった。

#### (1) システム構成

図2は連携システムの構成を示しており、管理扉数の多い入退室管理システムとその一部を映像で監視する映像監視システムがDIGUARD NETによって接続されている。入退室管理システムからのリクエストによって、デジタルレコーダからライブ映像や記録映像をセンター装置で表示することができる。

#### (2) 機能

システム間連携によって、入退室管理システムで表1に示すような連携機能を新たに提供できるようになった。

表1. 映像監視連携機能

機能	説明
ライブ映像表示	アイコンの選択や警報の発生によってライブ映像を表示できる。
緊急録画	ライブ映像表示時にデジタルレコーダに録画の指示ができる。
履歴からの記録映像表示	履歴を指定することで該当時刻の記録映像を表示できる。

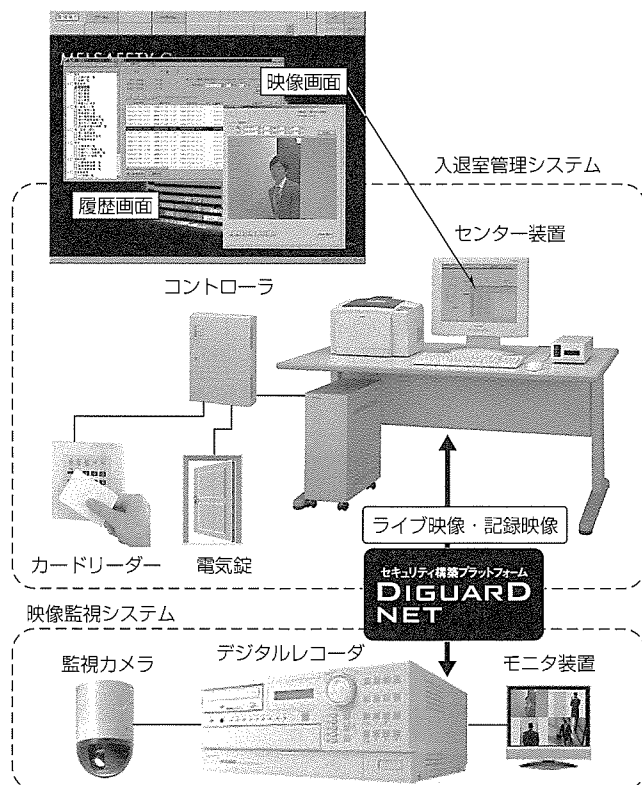


図2. 映像監視連携ソリューションのシステム構成

このように、入退室管理システム側でライブ映像を閲覧したり、履歴や警報に関連した必要な映像を映像監視システムから取得することができるため、監視業務におけるセキュリティ機能の強化を図ることができる。また、個々のシステムを独立して運用管理するのではなく、入退室管理システム側だけで一元的に運用管理を行うことができるようになり監視業務の効率化が実現できる。

(3) 適用先

入退室管理の扉数が多く、その一部で映像監視によるセキュリティの強化をしたい中～大規模ビルや工場に適したソリューションである。

2.3 ID管理システムとの連携ソリューション

入退室管理システムを導入すると、IDの管理業務が発生する。また、企業であれば人事システムがすでに存在し、人事異動に伴う通行権限の変更なども必要となる。そのソリューションとしてID管理システムとの連携があげられる。

(1) システム構成

図3は連携システムの構成を示しており、入退室管理システムとID管理システムがDIGUARD NETによって接続されている。なお、入退室管理システムと連携する当社ID管理システムを“CMS”(Card Management System)と呼んでおり、Webサーバを搭載したCMSサーバとWebブラウザで操作するCMSクライアントから構成される。CMSサーバではID情報や入退室管理システムの履歴情報を一元管理することで、CMSクライアントオペレータへID管理機能や履歴閲覧機能を提供する。

(2) 機能

人事異動がある場合には、個人情報を入力システムで読み込み、人事異動日から有効となるID情報を入退室管理システムに登録することができる。人事ID情報を一括して読み込むだけでなく、Webブラウザでひとりず

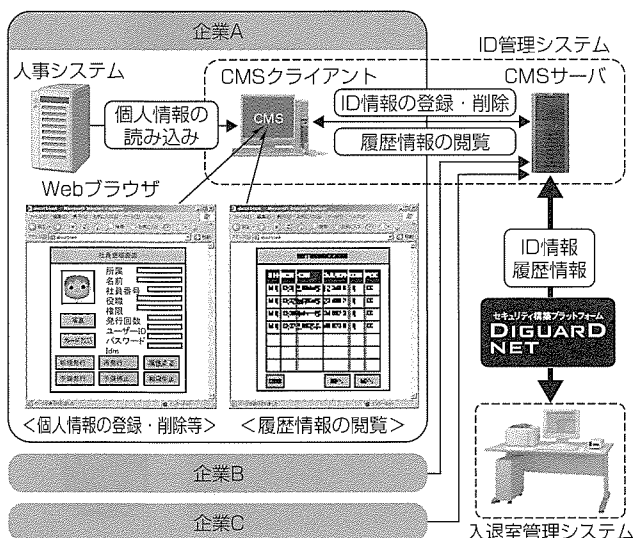


図3. ID管理連携ソリューションのシステム構成

つ登録や削除などの操作を行うことも可能である。また、CMSサーバは入退室管理システムから送信される通行履歴の管理を行うことができるため、CMSクライアントで通行履歴の閲覧を行うこともできる。

図3に示したように、一つのビルに複数の企業が入居するようなケースでは、CMSクライアントのオペレータは、自社、自所属のID情報の登録・削除や通行履歴の閲覧が行えるようになり、入退室管理システムのセンター装置で集中管理しなくとも、各企業のオペレータによってIDの分散管理を行うことができる。また、ID管理システムでID情報を一括管理するため、IDの管理業務の効率化を図ることができる。これらの連携機能は表2のようにまとめることができる。

(3) 適用先

複数のテナントが入居する中～大規模ビルや、管理ID数が比較的多い企業のビルや工場で、ID管理の業務効率化のために適した連携ソリューションである。

3. 映像監視ソリューション

映像監視システムのDIGUARD NET対応も進められている。映像監視システムにおける連携のねらいは、両システムの相乗効果によるセキュリティ強化や、他システムの情報を活用した記録映像の検索性向上などにある。

ここでは、今後の製品化が予定されている映像監視ソリューションのうち、大規模な映像監視システムの多数の監視箇所の一部で扉の入退室管理を行うソリューションの例について述べる。

(1) システム構成

図4は、デジタルCCTVシステム“DIGITAL MELOOK (デジタルメルック)<sup>(3)</sup>”と入退室管理システムとの連携システム構成例である。

DIGITAL MELOOKは映像信号を複数箇所に同時伝送可能なマルチキャスト技術の採用によって大規模なシステム構築が可能であり、ネットワークビューワ(操作ソフトウェア)を中核に構成される。このネットワークビューワと入退室管理システムがDIGUARD NETによって接続され、

表2. ID管理連携機能

機能	説明
ID管理	Webブラウザで個人、会社、所属の登録、変更、削除ができる。
人事データベース連携	CSV形式のファイルを読み込むことで、入退室管理システムに個人情報、ICカード情報を登録できる。
ICカード管理	Webブラウザで、ICカードの登録・削除、一時カードの貸出・返却・失効ができる。
履歴管理	Webブラウザで通行・警報の履歴情報を表示、印字、保存できる。
システム管理	CMSクライアントのオペレータのパスワードの変更や、オペレータの登録、権限の変更ができる。

CSV : Comma Separated Values

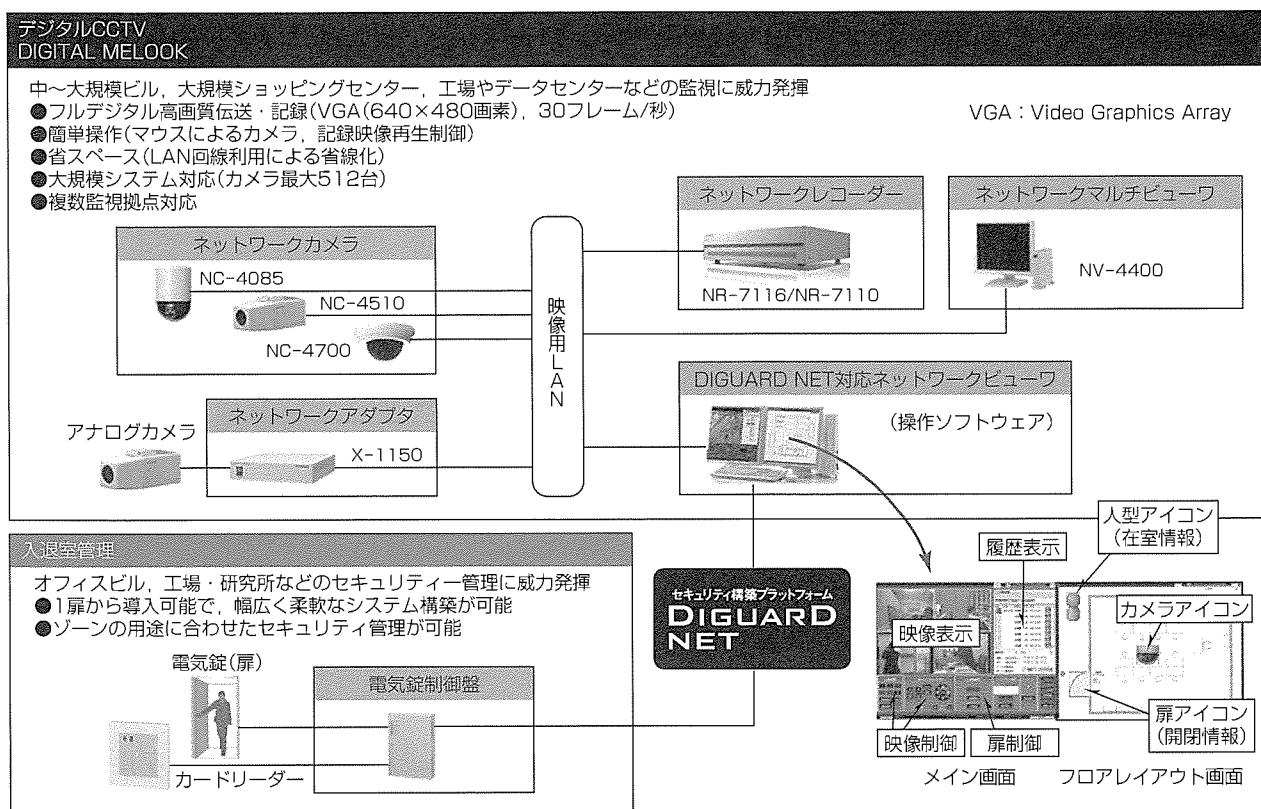


図4. DIGITAL MELOOKと入退室管理システムとの連携システム

通行履歴，在室情報，施錠状態，扉や機器の状態(正常/異常)，扉制御信号などの情報を送受することで連携を実現する。

(2) 機能

DIGUARD NET対応ネットワークビューワでは，従来から持つネットワークカメラやネットワークレコーダなどのDIGITAL MELOOK各機器の制御，監視映像の閲覧(ライブ/記録)やフロアレイアウト画面(デュアルモニタ使用)によるグラフィカルな状態表示などの機能に加え，入退室管理システムの機能(表3)，入退室管理システムとの連携機能(表4)を新たに持ち，両システムの統合操作が可能である。

また，フロアレイアウト画面上には，従来のカメラ型アイコンに加え，新たに扉型と人型のアイコンを配置して，扉閉鎖状態，警報発生状態，在室情報(在室有無)などをグラフィカル表示することによって，監視業務における視認性の向上を図っている。さらには，扉アイコンの操作による施錠対象の扉選択や扉と関連付けられたカメラからのライブ映像表示，人型アイコン操作による在室情報表示(在室者一覧)などの情報閲覧操作を可能とするなど，優れた操作性も実現している。

(3) 適用先

このソリューションでは，DIGITAL MELOOKの大規模システム適用可能な映像監視機能に加えて入退室管理システムの機能をあわせ持つため，映像監視箇所が多く，な

表3. 入退室管理関連機能

項目	内容
表示	通行履歴 通行日時，部屋名称，氏名，登録顔画像，通行時記録画像など
	扉状態 部屋名称，錠開閉状態，異常・故障，錠動作モード
	警報 警報状態，発生日時，発生元，発生時記録画像
	在室情報 部屋名称，入室日時，氏名，登録顔画像，通行時記録画像
制御	遠隔扉制御 施錠，動作モード変更

表4. 入退室管理連携機能

項目	内容
カメラ制御	扉選択連動，通行履歴連動，警報連動
履歴からの記録映像表示	通行履歴，警報，在室情報

おかつ一部の重要エリア等に入退室管理を必要とするデータセンター，大規模マンション，大規模商業施設や遊技店舗などの監視に威力を発揮する。

図5は，データセンターへの適用イメージである。このシステムは，図で示すように管理エリアへの入退室用扉及び入退室者を撮像するようにカメラを配置することによって，高い連携効果を得ることができる。

連携効果を次に示す。

- セキュリティ強化  
映像監視，入退室管理の相乗効果を実現する複合セキュリティシステム化
- 監視業務の効率化  
膨大な記録映像からの通行時，警報発生時など特定シーン抽出作業の効率化(履歴からの記録映像表示機能)

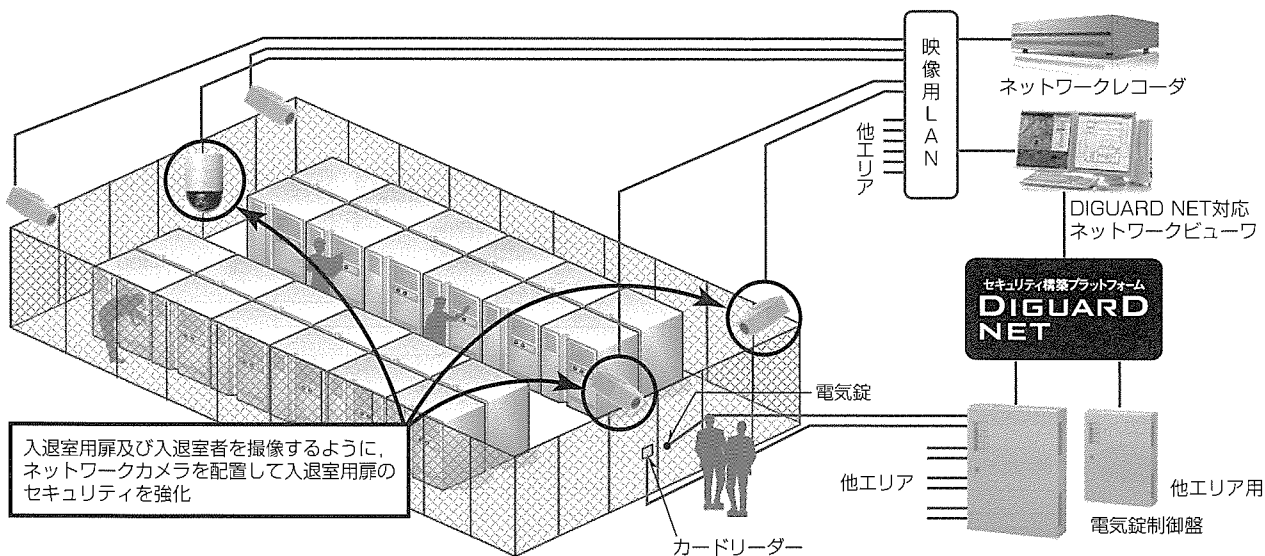


図5. データセンター監視システム

#### 4. DIGUARDの将来展望

ここまではセキュリティに関するシステム間連携ソリューションについて述べたが、DIGUARD NETはセキュリティに限らず勤怠管理などの業務システムや昇降機、空調、照明などのビル設備にも適用できる技術である。今後は、セキュリティシステムだけでなく、業務システム、ビル設備に適用することで、それらが相互に通信、情報共有することで業務の効率化や省エネルギーなどの新しい価値を提供することを目指す。また、広域ネットワークを利用した運用管理センターでの遠隔監視や、故障時の駆けつけ保守への活用を検討中である。また、オンラインでシステム稼働データを定期的に統計分析するセキュリティ運用診断などの運用管理をサポートするサービスへの活用を検討中である。

#### 5. むすび

本稿ではトータルセキュリティソリューション“DIGUARD”の実例として、入退室管理ソリューション及び映像監視ソリューションについて述べ、DIGUARDの将来展望についても述べた。DIGUARDの将来展望を具現化することで顧客に最適なソリューションを提供し事業化を進める予定である。

#### 参考文献

- (1) 竹田昌弘, ほか: 三菱電機トータルセキュリティソリューション“DIGUARD”, 三菱電機技報, 82, No.4, 245~248 (2008)
- (2) 三浦健次郎, ほか: セキュリティ構築プラットフォーム“DIGUARD NET”, 三菱電機技報, 82, No.4, 249~254 (2008)
- (3) 小林正幸, ほか: ビル向けデジタルCCTVシステム, 三菱電機技報, 78, No.8, 513~516 (2004)



# 三菱ビル遠隔管理サービス “メルセントリー-Wisシリーズ”

田中啓嗣\*  
渡邊啓嗣\*

Remote Building Management Service System

Keiji Tanaka, Yoshitsugu Watanabe

## 要 旨

三菱ビル遠隔管理サービスの新機種である“メルセントリー-Wisシリーズ”をリリースした(W: wise(かしこい), wit(機知)/i: internet(インターネット), information(情報)/s: security(セキュリティ), saving energy(省エネルギー)の意味をこめている)。本稿では、メルセントリー-Wisシリーズの機能及びそれを実現するための技術について述べる。

従来品と比較したメルセントリー-Wisシリーズの特徴は、次のとおりである。

### (1) エネルギーレポートサービス

事務所ビル等での省エネに対する関心の高まりに対応し、電力量を計測し、ビルの省エネ対策に役立つエネルギーレ

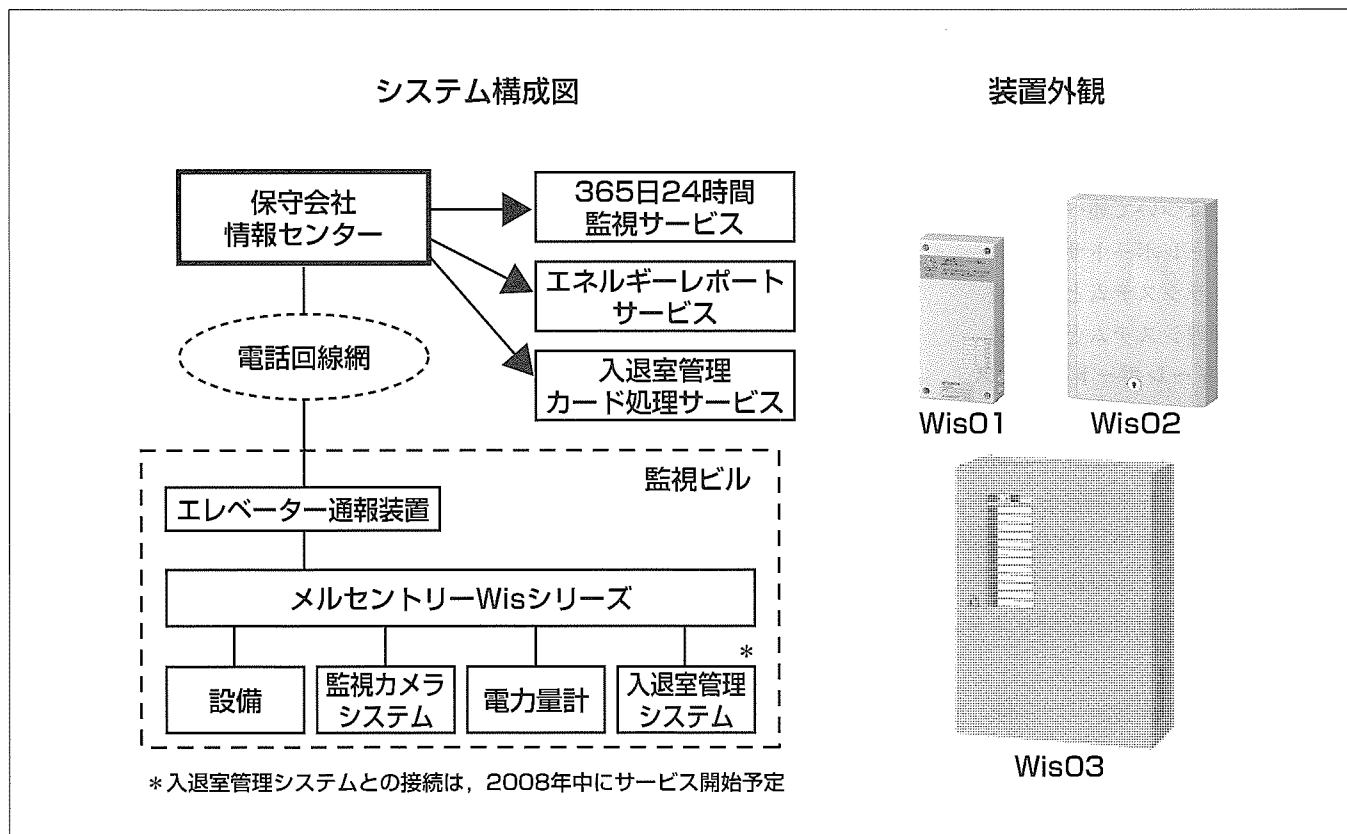
ポートサービスに対応した。

### (2) 監視カメラシステムとの接続

マンション等への監視カメラシステムの導入が増加し、カメラ故障やケーブルの切断、記録装置の故障などに対する故障監視のニーズが増大しており、監視カメラシステムとの連携を強化した。

### (3) 入退室管理システムとの接続

事務所ビル等への入退室管理システムの導入に伴い、入退室管理システムの設備異常監視だけでなく、入退室に使用するカードの情報センターからの遠隔失効処理等もできるようにし、入退室管理システムとの連携を強化した。



## “メルセントリー-Wisシリーズ”のシステム構成と装置外観

ビル内の設備や各種システムと接続され、エレベーター通報装置を介して、電話回線網と接続され、保守会社の情報センターにビル情報が集約される。情報センターでは、365日24時間の監視サービスを提供するとともに、エネルギーレポートサービスや入退室管理システムのカード処理サービスを提供する。

1. ま え が き

三菱ビル遠隔管理サービス“メルセントリー”は、保守会社(三菱電機ビルテクノサービス(株))の情報センターで、365日24時間、エレベーターの故障を遠隔監視するエレベーター遠隔監視サービスを発展し、ビル内の設備故障も合わせて監視するサービスとして1983年に発売し、現在では約22,000件(2008年3月現在)が稼働しており、エレベーター遠隔監視サービスを除く、ビル向け遠隔監視サービスとしては、国内シェア第1位である。

メルセントリーは、ビル内の設備を監視し、エレベーター故障監視用のエレベーター通報装置を介して、電話回線網と接続され、保守会社の情報センターに設備故障を通報し、365日24時間の監視・出動サービスを提供している。

近年、安全・安心のために、マンション等では監視カメラシステムを導入するケースが増え、事務所ビル等では入退室管理システムを導入するケースが増えている。

また、省エネ法の適用範囲拡大などもあり、中大規模ビルだけでなく、小規模の事務所ビル等でも、省エネルギーに対する関心が高まっている。

本稿では、ビル内の安全・安心や省エネルギーに対するニーズにこたえるために、新たに開発した三菱ビル遠隔管理サービス“メルセントリーWisシリーズ”の新機能と特徴について述べる。

2. Wisシリーズの新機能

ここでは、メルセントリーWisシリーズに新たに追加した次の新機能について述べる。

- エネルギーレポートサービス
- 監視カメラシステムとの接続
- 入退室管理システムとの接続

2.1 エネルギーレポートサービス

事務所向けのエネルギー管理に関する機能として、電力計測用インタフェースを介して電力量を計測し、日報や月報形式でエネルギー消費量を、各ビルで印字出力する形のエネルギーレポートサービスは従来実施されている。しかし、メルセントリーが対応するような小規模ビルでは、プリンター設置を含むビル管理システムを導入する費用や場所が確保できない。

メルセントリーWisシリーズは、電力計測用インタフェースを備え、収集したデータを通信機能を用いて情報センターに送信し、情報センターで、図1に示すような電力料金の請求書などではわからない日別、時間帯別まで細かく記載したエネルギーレポートを印字し、顧客に送付する。これによって、ビル側には場所や費用がかかるプリンター等の設置が不要となるため、導入が容易である。

さらに、エネルギーレポートでは、情報センターで入手

した気象データや前年度実績等と組み合わせることによって、電力使用量を分析し、増減の原因を容易に把握することが可能である。

2.2 監視カメラシステムとの接続

マンション等への監視カメラシステムの導入に伴い、メルセントリーを用いて、カメラ故障やケーブルの切断、記録装置の故障などを監視している。これらの故障は、犯罪者による意図的な妨害などもあるため、365日24時間の監視が必要であり、さらに、映像記録装置の故障は、犯罪記録等の録画不能につながるため、迅速な復旧が求められており、メルセントリーに対するニーズが非常に高まっている。

メルセントリーWisシリーズは、新インタフェースを備え、三菱電機製監視カメラシステムと変換装置なしで接続できるため、施工が容易である。

さらに、メルセントリーWis01は、監視カメラシステム側に一般的に準備されているカメラ用DC12V電源で動作し、AC電源の配線が不要のため、非常に簡単に施工可能である。

2.3 入退室管理システムとの接続

事務所ビル等への入退室管理システムの導入に伴い、メルセントリーは、装置の故障や扉の異常などを設備異常として監視しているが、利用者が入退室に使用するカードを紛失した場合には、他人にカードを悪用されることがあるため、管理者や保守会社保守員が現場に出動し、カードの失効処理を迅速に実施する必要がある。

メルセントリーWisシリーズは、当社製入退室管理システムとシリアル通信し、入退室管理システムのカード情報を情報センターに送信し、カード情報の共有化を実現する。これによって、情報センターでもカードの失効処理を行えるようになり、迅速な対応が可能となる。

3. Wisシリーズの展開

ここでは、Wisシリーズの展開と各機器の特徴について述べる。

3.1 シリーズ展開

Wisシリーズは、図2に示すとおり、監視点数の大小や

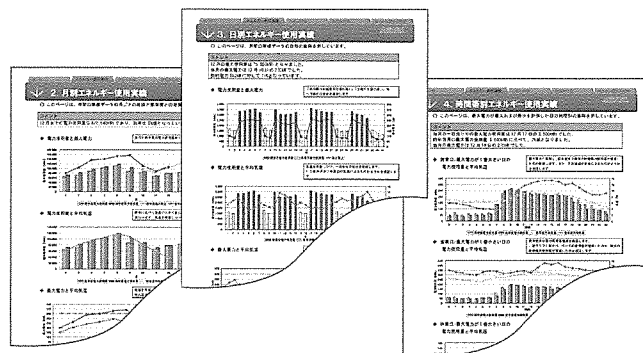


図1. エネルギーレポート例

対応機能によって、下位機種 Wis01 から Wis02, Wis03 と構成しており、更に上位機種も検討中である。

Wis01 は、監視点数 4 点と少ないが、監視カメラシステムの故障監視に機能を絞って、小型・低コストを図ったものである。

Wis02 は、監視点数 8 点の従来タイプの設備監視用装置と同一外形でありながら、エネルギーレポートサービスや入退室管理システムなどの新機能に対応したものである。

Wis03 及び上位機種は、監視点数 12 点の高機能タイプで、監視している設備の状態表示が可能であり、また、更に大規模なビル管理システムと接続することで、ビル管理システム側が管理する多数の設備の遠隔監視を可能としたものである。

### 3.2 Wis01 と Wis02 の特徴

Wis01 と Wis02 のブロック図は、図 3 に示すとおりであり、仕様は表 1 に示すとおりである。

Wis01 と Wis02 の特徴は、次のとおりである。

第一に、Wis01 は監視カメラシステムに最適化するため、監視カメラシステムが標準的に装備しているカメラ用 DC12V で動作し、AC/DC 変換が不要であるため、小型・低コストを実現する。

第二に、Wis01 で使用する機能を共通基板とし、Wis02 と共通化することによって、開発負荷の低減、量産効果による機器コスト低減、保守部品点数の低減を実現した。また、Wis02 では、Wis01 との共通基板を子基板とし、追加機能を親基板とし、Wis01 からの機能向上を容易に実現する。

第三に、停電対策として、全機能を 30 分間停電補償するために、Wis01 では小型ニッケル水素バッテリー（単三×3 個相当）を、電力消費が大きい Wis02 では大型ニッケル水素バッテリー（単三×6 個相当）を接続し、この入力電圧

の異なる両バッテリーに対応できるように切換回路と DC/DC 変換回路の最適化を行い、十分な停電補償時間を確保した。また、Wis02 では、1 時間ごとに電力量を計測するために時計機能が必要となり、全機能の 30 分停電補償と別に、時計のみ 180 日間の停電補償ができるよう構成した。

### 3.3 Wis03 と上位機種の特徴

Wis03 と上位機種のブロック図は、図 4 に示すとおりであり、仕様は表 2 に示すとおりである。

Wis03 と上位機種の特徴は、次のとおりである。

第一に、機能の拡張性を重視し、上位機種にも対応するため、多くのインタフェースを備え、メモリ容量にも裕度を持たせており、さらに、メモリ増設もオプションカードで対応可能である。

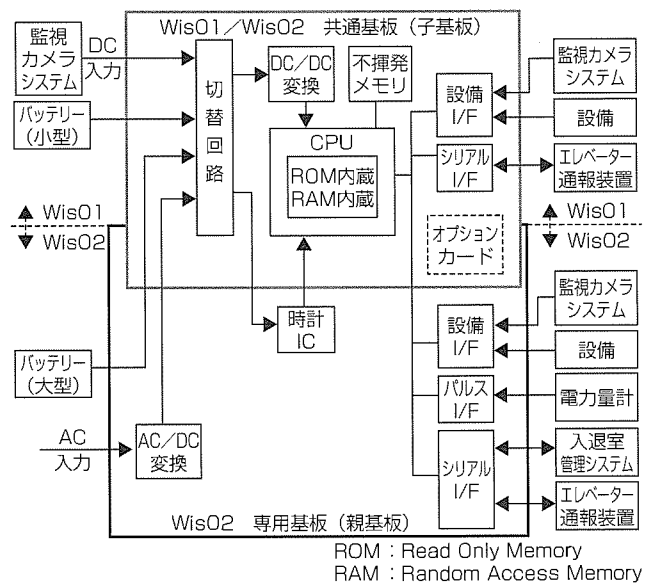
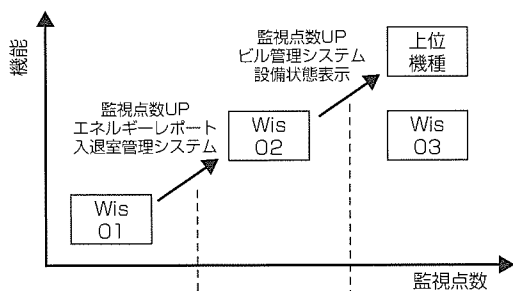


図 3. Wis01 と Wis02 のブロック図

表 1. Wis01 と Wis02 の仕様

項目	仕様
CPU 周辺	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CPU : 32ビット CPU</li> <li>・ROM : CPU内蔵</li> <li>・RAM : CPU内蔵</li> <li>・不揮発メモリ : 外置</li> </ul>
インタフェース	<ul style="list-style-type: none"> <li>・監視入力 4 点 (Wis01) 8 点 (Wis02)</li> <li>※設備, 監視カメラシステム, 電力量 (Wis02)</li> <li>・エレベーター通報装置用インタフェース</li> <li>・入退室管理システム用インタフェース</li> </ul>
電源	<ul style="list-style-type: none"> <li>・監視カメラシステムから, DC12V 供給 (Wis01)</li> <li>・AC100V (Wis02)</li> </ul>
停電補償	<ul style="list-style-type: none"> <li>・停電動作補償 30分</li> <li>・時計部停電補償 180日 (Wis02)</li> <li>・バッテリー ニッケル水素 小型 (Wis01)</li> <li>・バッテリー ニッケル水素 大型 (Wis02)</li> </ul>
外形	<ul style="list-style-type: none"> <li>・W 85×D35×H170 (mm) (Wis01)</li> <li>・W160×D50×H220 (mm) (Wis02)</li> </ul>
オプションカード	<ul style="list-style-type: none"> <li>・オプションカード 1 枚 (将来)</li> </ul>

CPU : Central Processing Unit



機種	Wis01	Wis02	Wis03と上位機種
監視点数	4点	8点	12点
監視カメラシステム	○	○	○
電源	DC*1	AC	AC
エネルギーレポートサービス	—	○	○
入退室管理システム	—	○*2	△*2
ビル管理システム	—	—	△
設備状態表示	—	—	○

\*1 : 監視カメラシステムから供給  
\*2 : 2008年中にサービス開始予定  
△ : 上位機種のみ対応

図 2. Wisシリーズの展開

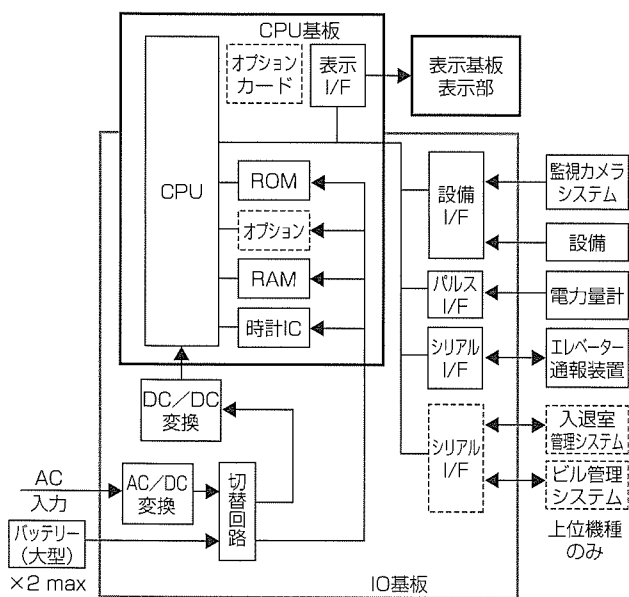


図 4. Wis03と上位機種ブロック図

第二に、盤面に表示器を設け、ビル管理者に対して、設備の故障状態を表示する。

第三に、停電対策として、Wis02と同様にニッケル水素バッテリー(単三×6本相当)で、全機能の30分間停電補償と、時計とメモリの180日間停電補償を実現する。さらに、将来、機能が拡張され、オプションカード等が増設され、消費電流が増えた場合でも30分間の停電保障に耐えられるよう、ニッケル水素バッテリー(単三×6本)を2組まで増設可能である。

表 2. Wis03と上位機種仕様

項目	仕様
CPU周辺	・CPU：32ビットCPU ・ROM：外置 ・RAM：外置 (オプションカードでメモリ増設可能)
インタフェース	・監視入力12点 ※設備、監視カメラシステム、電力量計 ・エレベーター通報装置用インタフェース ・入退室管理システム用インタフェース* ・ビル管理システム用インタフェース*
盤面表示	・LED表示(電源、バッテリー、監視×12点)
電源	・AC100V
停電補償	・停電動作補償 30分 ・メモリ・時計部停電補償 180日 ・バッテリーニッケル水素 大型 2本まで増設可能
外形	・W300×D135×H400 (mm)
オプションカード	・メモリカード ・オプションカード1枚(将来)

\*上位機種のみ

LED：Light Emitting Diode

#### 4. む す び

新機能に対応したメルセントリーWisシリーズについて、その新機能と特徴について述べた。

新機能の投入によって、メルセントリーWisシリーズは、単なるビル内設備の遠隔管理サービスではなく、ビル内の安全・安心や省エネルギーにも対応する“ビルまるごと”の遠隔管理サービスとなり、その用途は幅広くなった。

メルセントリーWisシリーズは、全シリーズにオプションカードを付加できるので、今後、更に機能を向上したタイプを市場投入していく予定である。

#### 参 考 文 献

- (1) 2007リモート監視関連市場徹底総調査, (株)富士経済

# 三菱デジタルCCTVシステム“MELOOK $\mu$ ”

上田智弘\*  
茂木一男\*  
神田英伸\*\*

Mitsubishi Digital CCTV System “MELOOK $\mu$ ”

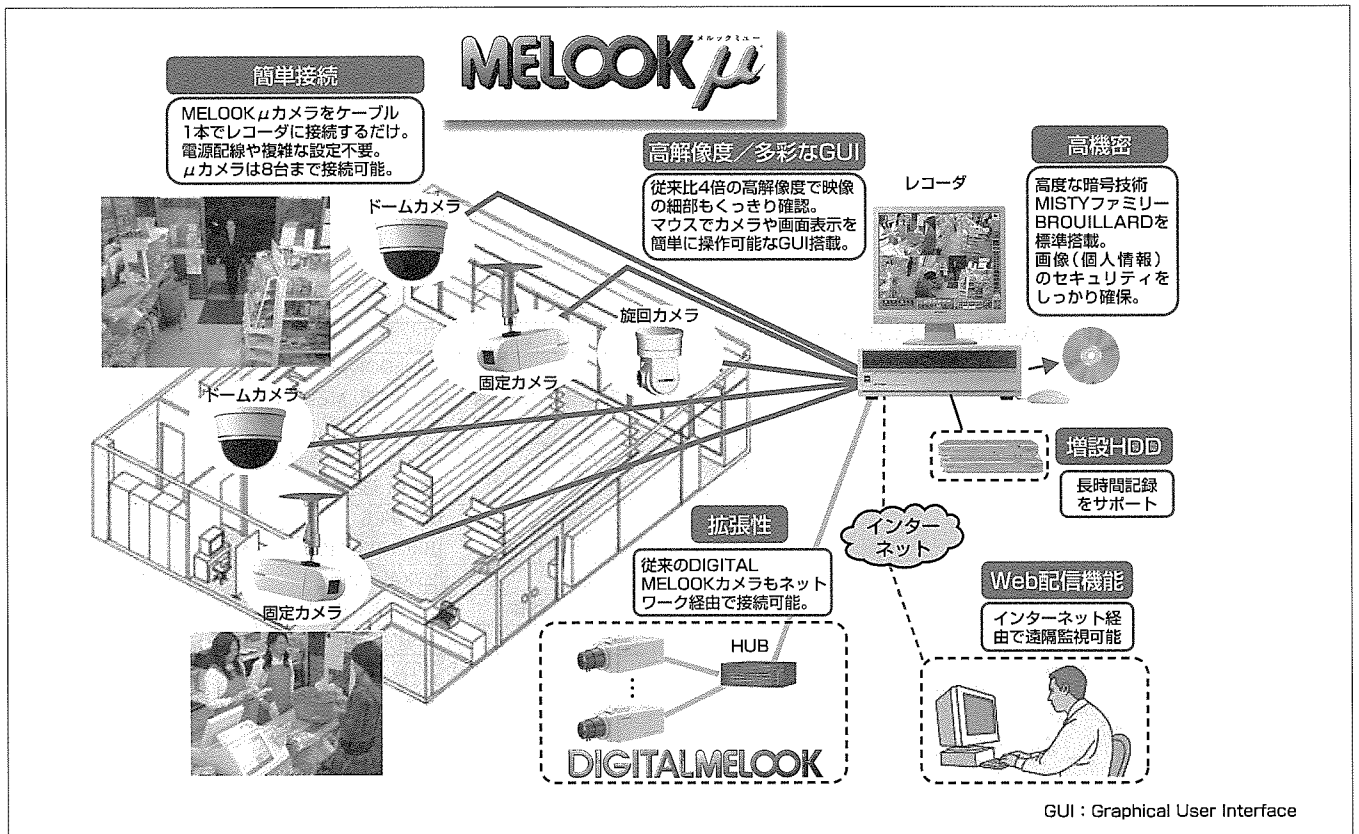
Tomohiro Ueda, Ichio Motegi, Hidenobu Kanda

## 要旨

昨今、個人情報保護法の全面施行によって、現金、物品等の有形資産に加え、個人情報等の無形資産を守る重要性がますます高まっている。CCTV(Closed Circuit Television)市場ではこれらの資産を守るため紙幣や商品、人物の特定に優れたシステムが求められている。このニーズにこたえるには映像の高解像度化が必要であるが、従来のアナログCCTVでは性能限界があり、デジタルCCTVに期待が寄せられていた。しかし従来デジタルCCTVでは、大容量データを扱う高解像度化は信号処理系・ネットワーク系への負担が大きく、高価なシステムになるという問題があった。こうした市場環境の中、三菱電機では新しいコンセプトを持ったデジタルCCTVシステム“MELOOK $\mu$ (メ

ックミュ-)”を開発した。MELOOK $\mu$ は紙幣や商品、人物の特定を容易にするため従来比4倍の高解像度化を実現した。また、人物を特定できる画像は個人情報保護法の対象となるため、世界最高水準の暗号技術によって画像を暗号化することで情報漏洩(ろうえい)のリスクを軽減している。さらにカメラとレコーダ間は専用インタフェースを開発しケーブル1本を接続するだけの簡単施工を実現した。これらの機能・性能を向上させる一方で機器コストは従来アナログCCTVと同等とし、コストパフォーマンスの高いシステムを提供可能とした。

本稿では、MELOOK $\mu$ のレコーダとカメラ開発について述べる。



## 三菱デジタルCCTVシステムMELOOK $\mu$ のシステム構成

三菱デジタルCCTVシステムMELOOK $\mu$ は、MELOOK $\mu$ カメラとレコーダで構成している。カメラで取得した高精細画像を、レコーダで蓄積・表示する。また、レコーダには、従来のDIGITAL MELOOKシリーズのネットワークカメラも接続可能である。蓄積した映像は、当社独自の暗号技術MISTYファミリーBROUILLARD(ブリイアル)で暗号化し、蓄積画像のセキュリティを確保している。

1. ま え が き

盗難事件、不審者の侵入などの犯罪抑制及び確認のために、監視カメラを用いた映像監視システムを導入する施設が増加している。大規模な商業、オフィスビルをはじめコンビニエンスストアなどの小規模店舗でも導入が進んでおり、優れたコストパフォーマンスの映像監視システムが求められている。

当社では映像監視システムとして新しいコンセプトを持った三菱デジタルCCTVシステムMELOOK $\mu$ を開発した。本稿ではMELOOK $\mu$ の開発について述べる。

2. デジタルCCTVシステムMELOOK $\mu$ のコンセプト

従来のCCTVシステムとして、カメラからのアナログ信号(National Television Standards Committee: NTSC信号)をレコーダでデジタル化して画像圧縮を行いHDD(Hard Disk Drive)に記録するアナログCCTVとカメラで映像信号をデジタル化して画像圧縮を行い、画像圧縮されたデジタル信号をレコーダに伝送して、HDDに記録するデジタルCCTVがある。表1にアナログCCTV、デジタルCCTV、MELOOK $\mu$ の比較を示す。

MELOOK $\mu$ シリーズは、アナログCCTV並みのコストと施工性で、デジタルCCTVより高画質であることをコンセプトとして開発し、次の特長を持っている。

(1) 高画質・低価格(Super eXtended Video Graphics Array: SXVGA対応)

- ①メガピクセルセンサを採用し、紙幣の識別や人物の判別など映像の細部まで確認可能
- ②アナログCCTV並みの機器コスト

(2) 高機密(BROUILLARDを搭載)

- ①高度な暗号技術で画像(個人情報)のセキュリティを保護

(3) 簡単施工・簡単操作

- ①カメラとレコーダを1本のケーブルで接続するだけの簡単施工で、アナログCCTVと同等の施工性を実現
- ②マウス一つで簡単操作可能

(4) 長寿命巡回カメラ

- ①カメラの巡回寿命は従来機種の20倍以上

次に、システムを構成するレコーダ、カメラに搭載した技術について述べる。

表1. アナログCCTV, デジタルCCTV, MELOOK $\mu$ の比較

項目	アナログCCTV	デジタルCCTV	MELOOK $\mu$
画質	△	○	◎
機器コスト	○	△	○
施工性	○	△	○

3. MELOOK $\mu$ レコーダ(機種名: NR-2000)

表2にMELOOK $\mu$ レコーダ“NR-2000”の主な仕様を、図1に製品外観を示す。

先に述べた製品コンセプトを実現するための、レコーダの技術課題及び解決策について述べる。

3.1 高画質映像処理を低コストで実現

(1) 課題

このシステムのメインターゲットの一つである流通業では、レジでの紙幣の識別や、出入口での顔の識別をより鮮明に行いたいとのユーザー要求があった。しかし、従来のデジタルCCTVでは、VGA(640×480)相当の解像度の映像データしか扱えず、レジでの紙幣の識別や出入口での顔の識別などが困難という課題があった。あわせて、高解像度化に対するコスト増を最小限に抑えたいという課題もあった。

(2) 解決策

MELOOK $\mu$ カメラとMELOOK $\mu$ レコーダ間をダイレクトに接続し、従来のカメラの4倍の解像度に相当するSXVGA(1,280×960)サイズの画像を15fpsの高密度フレームレートで伝送が可能な当社独自の映像伝送方式(専用インタフェース)を開発した。この専用インタフェースを実現するためにMELOOK $\mu$ レコーダに専用ハードウェアとして、MELOOK $\mu$ カメラ8台に対応した高画質映像の受信機能、DIGITAL MELOOKカメラを接続した場合に最大16分割表示(各画面15fps表示)に対応できる映像表示機能を持つ画像処理FPGA(Field Programmable Gate Array)を新規に開発した。レコーダの実現に必要な画像

表2. MELOOK $\mu$ レコーダNR-2000の主な仕様

項目	内容	備考
最大接続カメラ台数	MELOOK $\mu$ カメラ: 8台 DIGITAL MELOOK カメラ: 8台	トータル16台
カメラとの インタフェース	データ: 独自伝送方式 電力: 信号線重畳	
データ圧縮方式	M-JPEG	
データ暗号化方式	BROUILLARD	
記録容量	250GB×2	
コピー可能媒体	DVD-R, R/W, CD-R	
操作方法	USBマウス	

M-JPEG: Motion-Joint Photographic Experts Group  
USB: Universal Serial Bus

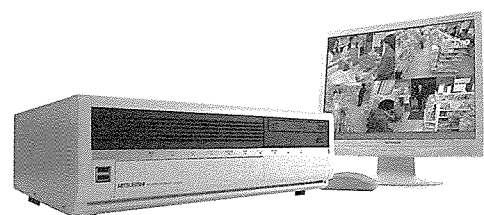


図1. MELOOK $\mu$ レコーダNR-2000の外観

処理機能はすべて一つのFPGA上に集約しており、高画質映像処理を低コストで実現することができた。図2にMELOOK  $\mu$ レコーダNR-2000のハードウェア基本構成を示す。

### 3.2 高度な機密情報管理

#### (1) 課題

金融機関等、レコーダに記録される映像データに個人情報(人物を特定できる画像情報)が含まれている場合は、高度な機密情報管理が要求されることが課題であった。

#### (2) 解決策

レコーダに当社独自の暗号技術である、MISTYファミリーのBROUILLARDを採用し、映像データのリアルタイム暗号化を実現した。BROUILLARDはソフトウェアでハードウェア並みの暗号処理速度を持つアルゴリズムであり、MELOOK  $\mu$ で要求される80Mbpsの暗号処理速度を実現している。この機能によって、レコーダの持つコピー機能を利用して映像データをDVD(Digital Versatile Disc)にコピーする場合も暗号化したままコピーされるため、映像データのみを抜き出して不正利用することはできない。また、レコーダの内蔵HDDが盗難にあった場合でも他のレコーダで記録したHDDの映像データは再生できないため、映像データの高度な機密管理が可能となった。

### 3.3 簡単施工・簡単操作

#### (1) 課題

デジタルCCTVはアナログCCTVに比較して、設置工事に手間がかかるという課題があった。また、レコーダを操作するユーザーは必ずしもコンピュータなどの電子機器に習熟しているとは限らないため、だれでも簡単に操作できるユーザーインターフェースの実現が課題であった。

#### (2) 解決策

レコーダにカメラ接続の自動検知機能を搭載することで、従来必要であったカメラのネットワークIP(Internet Protocol)アドレスの設定を不要とした。また、接続されたケーブルを通してカメラが必要とする電源をレコーダから供給する構成にしたため、設置作業はカメラとレコーダをケーブルで接続するだけで完了することになり、アナログ

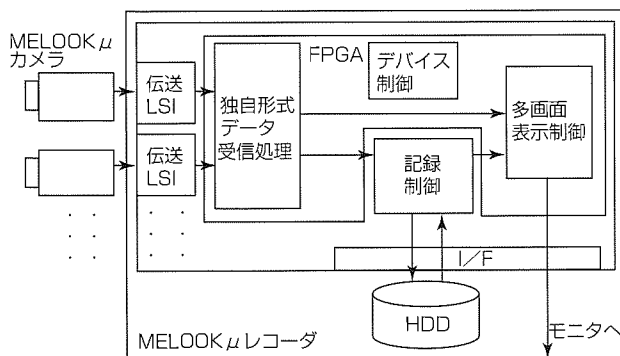


図2. MELOOK  $\mu$ レコーダNR-2000のハードウェア基本構成

CCTVと同等の施工性を実現した。

操作性に関してはユーザーがマウス一つで簡単に操作ができるGUIを開発した。モニタに表示される監視映像の周辺に操作ボタンを配置し、映像を見ながらカメラ操作や映像選択、記録、検索が行えるよう構成した。これによってコンピュータなどに不慣れなユーザーでもマウスクリックによる簡単操作が可能となった。

図3にMELOOK  $\mu$ レコーダNR-2000のGUIを示す。

### 4. MELOOK $\mu$ カメラ

MELOOK  $\mu$ カメラとして、固定カメラ“NC-2000”，固定ドームカメラ“NC-2600”，旋回カメラ“NC-2750”の3機種を開発した。

表3にMELOOK  $\mu$ カメラの主な仕様を示す。

先に述べた製品コンセプトを実現するためのカメラの技術課題、解決策を次に述べる。

#### 4.1 高画質映像処理を低コストで実現

##### (1) 課題

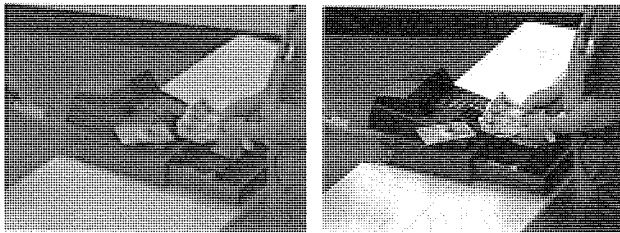
レコーダと同様、高解像度、高画質を低コストで実現することが課題であった。



図3. MELOOK  $\mu$ レコーダNR-2000のGUI

表3. MELOOK  $\mu$ カメラの主な仕様

項目	内容	備考
画素数	SXVGA/VGA切替	カメラ共通
フレームレート	SXVGA : 15fps VGA : 30fps	カメラ共通
伝送方式	三菱独自方式	カメラ共通
最大伝送距離	100m	アダプタ使用で最大500m延長可能
音声	G.711	NC-2000のみ
最低被写体照度	SXVGA : 1 lx VGA : 2 lx	NC-2600はクリアドーム装着時
機能	モーションディテクト	カメラ共通
	マスキング	NC-2000/NC-2600
	オートパン/オートチルト	NC-2750のみ
最大旋回速度	パン : 300°/s チルト : 200°/s	NC-2750のみ



(a) 現行画質 (VGA: 640×480)  
縦横: 2倍 (SXGA相当に拡大)  
XY: 400×300pixels

(b) メガピクセル画質 (SXGA: 1,280×960)  
等倍  
XY: 400×300pixels

図4. 従来カメラとMELOOK μカメラの画質比較

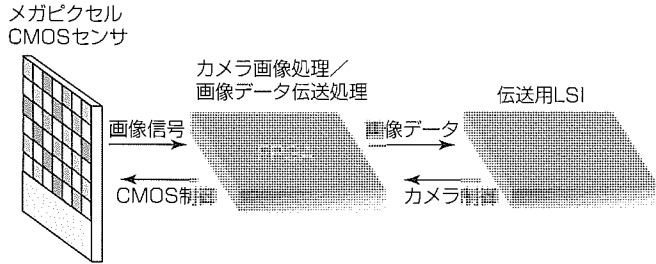


図5. MELOOK μカメラのハードウェア基本構成

(2) 解決策

撮像素子としてコスト、高解像度を満足するメガピクセルCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)センサを採用した。従来のVGAカメラに対して解像度が4倍となり映像の細部も確認が可能となった。一例として画角が同一の状態に紙幣を写した場合の従来カメラとMELOOK μカメラの画質比較を図4に示す。

また、カメラとレコーダ間の専用インタフェースはカメラの画像データを効率的に伝送するよう構成した。これによって、カメラの画像データ伝送処理とメガピクセルCMOSセンサの画像信号処理が一つのFPGAに実装可能となり、特別なLSI(Large Scale Integration)やメモリを不要とし低コスト化が図れた。

図5にMELOOK μカメラのハードウェア基本構成を、図6にMELOOK μカメラNC-2000及びNC-2600の製品外観を示す。

4.2 巡回カメラの長寿命化

(1) 課題

巡回カメラは、カメラ内の固定部と回転部間で電力及び画像、制御信号を伝送するため、機械的に接触しながら回転するという構造を持ち、その構造のため接触部の磨耗によって寿命が短いという問題があった。

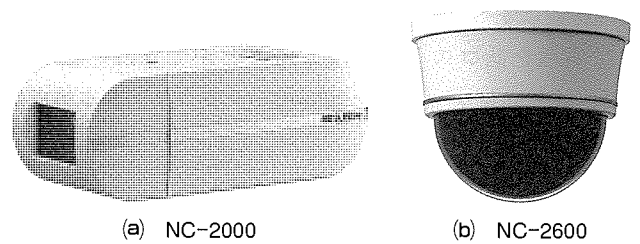


図6. MELOOK μカメラの外観

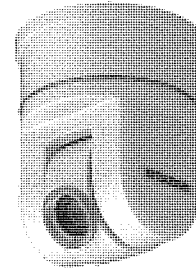


図7. MELOOK μカメラNC-2750の外観

(2) 解決策

巡回カメラの長寿命化のため、電力及び画像、制御信号の新規伝送方法を開発した。電力は回転型非接触トランスを用いて伝送し、画像、制御信号は光伝送を採用した。この開発によって磨耗による寿命の要因を排除した結果、従来の巡回カメラの巡回寿命100万回に対して、2,000万回という長寿命を達成することができた。図7にMELOOK μカメラNC-2750の製品外観を示す。

5. むすび

今回開発したレコーダとカメラをベースとして、レコーダのHDD大容量化、遠隔監視機能追加、カメラの高機能化など映像監視システムの顧客ニーズに基づいたシリーズラインアップ強化を実施していく予定である。

参考文献

- (1) 三菱電機, 機器組み込み用高性能暗号アルゴリズム“BRUME”と“BROUILLARD”を開発: 三菱電機ニュースリリース (2005)
- (2) 三菱デジタルCCTVシステム“MELOOK μ”の映像情報セキュリティ, 三菱電機技報, 82, No.5, 333~336 (2008)
- (3) 三菱デジタルCCTVシステム“MELOOK μ(メルックミュー)”発売, 広報発表資料 (通信No.0709)



# 三菱統合ビルオートメーションシステム “MELBAS-AD Web”の機能拡充

阪田 哲\*  
小島康治\*  
福田浩士\*

Function Expansion of Mitsubishi Electric Integrated Building Automation System “MELBAS-AD Web”

Satoshi Sakata, Yasuji Kojima, Hiroshi Fukuda

## 要 旨

情報技術の発展とともにビルの管理形態が変化している。ビル・工場には、ブロードバンドネットワークが敷設され、インターネット・イントラネットを利用し、時間と場所を選ばず必要な情報を必要ときに得ることができる。ビル管理システムでも、管理する人の運用形態に合わせ、管理室だけでなく電気室や事務所などでも利用できるシステムであることが望まれている。また建物の管理者だけではなく、建物オーナーに必要な情報を提供する機能、居住環境を向上させるサービスを提供する機能の要求も高い。

市場のニーズに対応するため、三菱電機では、Webによる監視制御を実現した“MELBAS-AD Web”を開発し製品化・販売している。

MELBAS-AD Webは、汎用技術であるIP (Internet Protocol) プロトコル、アプレット<sup>(注1)</sup>、サープレット<sup>(注2)</sup>技

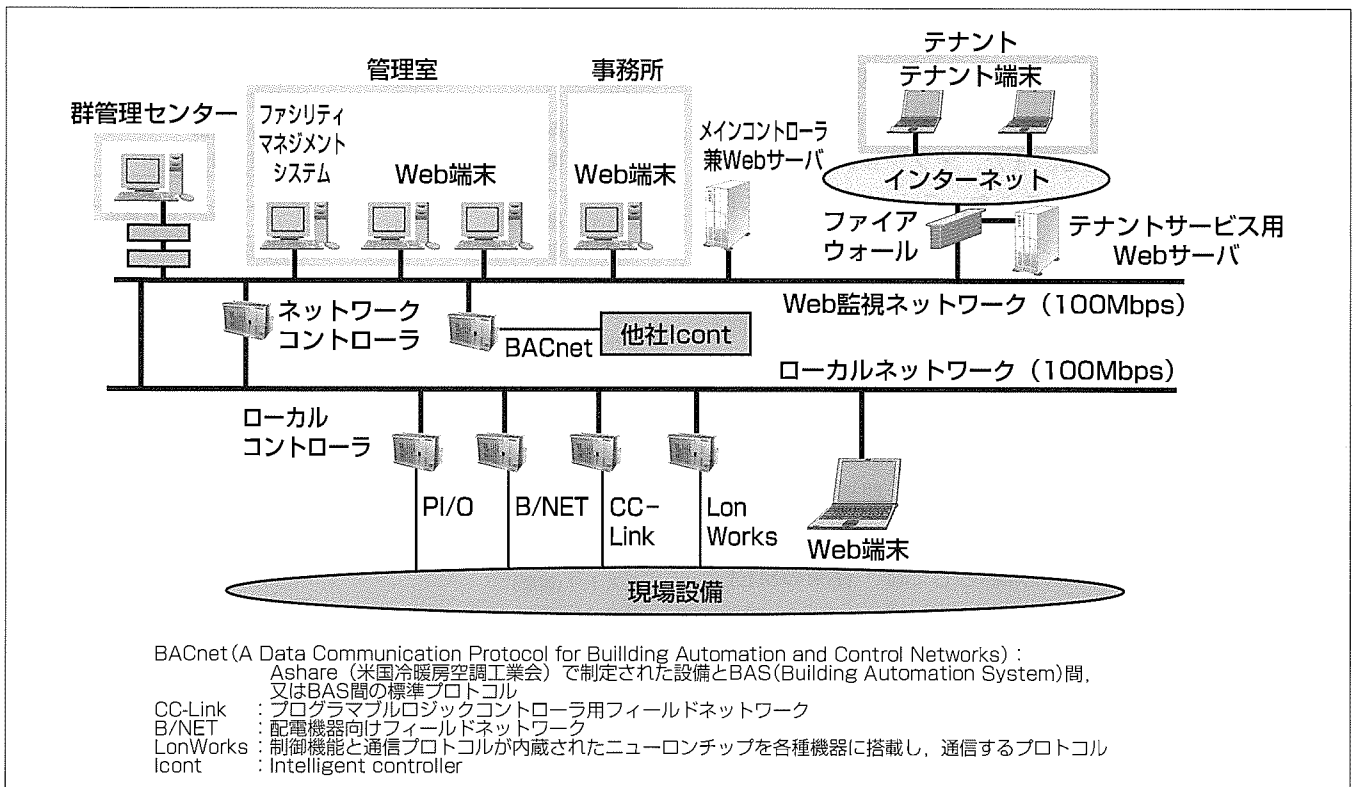
術を駆使し、従来の専用端末と同等の機能を提供してきた。近年は、さらに、省エネルギー機能の強化、設備の保守運営を改善するための機能拡充を進めている。

本稿では、新たに開発した機能の特長と内容について述べる。

- (1) Web監視機能の強化
- (2) 省エネルギー機能の拡充
- (3) 保守・メンテナンス機能の拡充
- (4) システムのオープン化

(注1) アプレットは、ネットワークを通じてWebブラウザにダウンロードされ、ブラウザのウィンドウに埋め込まれて実行されるJavaプログラムである。Javaは、Sun Microsystems, Inc. の登録商標である。

(注2) サープレットは、Webサーバ上で実行されるモジュール(部品)化されたJavaプログラムである。



## “MELBAS-AD Web”の構成

MELBAS-AD Webは、設備の運用管理、テナントサービス、エネルギー管理を行える統合型ビルオートメーションシステムである。Webでのビル管理を実現し、運用形態に合わせて柔軟にシステムを構成できることを特長とする。

## 1. ま え が き

近年、ビル管理システムでは、インターネット／イントラネットを利用し、Webによる監視制御を行うニーズが高まっている。さらに、従来の監視制御機能だけではなく、システム内で持つ情報をWebで開示し、エネルギーコストの低減や効率的な運営管理、建物のサービスクオリティを向上させることも要求されている。

三菱統合ビルオートメーションシステム“MELBAS-AD Web”はイントラネット、インターネットで遠隔監視制御、テナントサービス、エネルギー管理が行える製品として販売を展開している。

本稿では、機能拡充を進めることによって新たに搭載した機能とその特長について述べる。

## 2. システム概要

MELBAS-AD Webのシステム構成、並びに機能は次のとおりである。

### 2.1 システム構成

MELBAS-AD Webは、データ蓄積を行うメインコントローラ、画面表示を行うWebサーバ、ローカルコントローラとの通信制御を行うネットワークコントローラ、及び、現場設備からのデータの収集／制御を行うローカルコントローラで構成している。

メインコントローラの二重化や、Webサーバの複数化による冗長化構成も対応可能であり、小規模システムの場合は、メインコントローラとWebサーバを同一装置に実装することも可能である。また、オプションとして、エネルギーマネジメントシステムや、テナントサービス用Webサーバの追加も可能である。

Webサーバ、メインコントローラには、汎用パソコンを適用し、最新の機種を適用しつつ初期導入コストを抑制できる構成としている。ネットワークコントローラ、ローカルコントローラには専用コントローラである三菱電機製“MELFLEXシリーズ”を採用している。MELFLEXシリーズは、ファンレス、ディスクレスで、長期連続稼働を可能としている。

オープンネットワークへの対応としては、従来のMELBAS-ADシリーズの資産を活用し、各種インタフェースのメニューを取りそろえている。BACnet<sup>(注3)</sup>の導入によるセンターネットワークのオープン化、CC-Link<sup>(注4)</sup>、B/NET<sup>(注4)</sup>、LonWorks<sup>(注5)</sup>など各種フィールドネットワークに対応できる。

(注3) BACnetは、米国冷暖房空調工業会の登録商標である。  
 (注4) CC-Link、B/NETは、三菱電機(株)の登録商標である。  
 (注5) LonWorksは、米国Echelon Corp.の登録商標である。

## 2.2 システム機能

MELBAS-AD Webは、従来の専用機端末の機能を網羅したうえで、Webでは苦手とされている警報の出力、制御機能も実現している。また、エネルギー集計データをWebサーバからダウンロードし、運用者がエネルギー使用実績を容易に確認できる機能を持つ。さらに、メールによる警報の通知機能も持つ。

複数ビルを一元的に管理する広域ビル群管理システムも、ビル間のネットワークを構築することによって対応可能である。

表1にMELBAS-AD Webの機能を示す。表中の\*は新たに拡充した機能であることを示す。

## 3. Web監視機能の強化

Web化によって、セキュリティ対策や運用に対する配慮が必要となる。このため、セキュリティを確保しつつ、使用者の利便性が向上するようWeb監視機能の機能拡充を行った。

### 3.1 ユーザー単位の権限管理

このシステムでは、イントラネット経由でWebサーバにアクセスすることで、管理室以外でも容易に設備の監視

表1. MELBAS-AD Webの機能

共通機能	空調設備機能
状態監視	最適予冷予熱制御
警報監視	シーズン切替制御
計測監視	外気取入制御
計量監視	温湿度調節制御
遠方発停操作	熱源台数制御
遠方設定操作	間欠運転制御
スケジュール発停制御	
システム連動制御	防災設備機能
イベント連動制御	防災監視
グループ発停	火災連動制御
グループ設定*	
シーケンス発停	防犯設備機能
日・月・年報	防犯監視
日月年報データグラフ	警備連動制御
トレンド	
メール通報	ユーザー開放機能
ワンポイント表示	ポイント情報機能
自動検針	項目表メンテナンス機能*
保守データ収集	監視制御画面メンテナンス機能*
ヒストリ(履歴)	
サマリ(一覧)	エネルギー管理機能
ガイダンス機能*	エネルギー集計
札掛け機能*	エネルギー負荷予測
CSV出力機能*	
PDF出力機能*	テナントサービス機能
	空調延長予約
	空調温度設定
	会議室予約
	インフォメーションサービス
電力設備機能	
デマンド監視	
デマンド制御	
力率改善制御	
停復電時制御	
自家発負荷制限制御	

制御を行える。ただし、受配電設備や熱源設備などの重要設備を制御できるため、オペレータごとに機器の制御や閲覧操作に権限を設ける必要がある。このため、ログイン時に認証を行い、ユーザー単位に使用可能な機能を制限する機能を設けた。図1に監視制御画面例を示す。制御可能ユーザーの場合は、機器を選択し制御操作を行えるが、制御不可のユーザーの場合、機器状態の閲覧しかできない。さらに、セキュリティ確保のため、Webサーバに接続可能なWeb端末を登録することで、不正なアクセスを防止することにした。

### 3.2 ローカルネットワーク経由でのWeb監視

保守・メンテナンスのため、電気室等でも管理室と同等のWeb監視を行いたいというニーズが高い。

MELBAS-ADシリーズでは、IPネットワーク対応ローカルコントローラを新規開発し適用した。従来、ローカルネットワークは、ローカルコントローラ専用であったが、ローカルコントローラの通信を専用ポートによるTCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)通信とすることで、Web監視のネットワークと共有可能とした。これによって、ノートパソコンをローカルネットワークにLAN接続するだけで、Webサーバにアクセス可能となり、現場でも管理室と同等の監視制御を可能とした。

### 3.3 帳票のPDF化

従来の専用機端末の場合、日報等の帳票は専用のプリンターで出力しているが、電子ファイルで管理したいというニーズが高い。このため、帳票データを自動でPDF(Portable Document Format)ファイルに変換、蓄積する機能を追加した。運用者は、必要な帳票ファイルを検索し、Web経由でダウンロード可能である。ダウンロードしたPDFファイルは、Web端末上の汎用ソフトウェアで自由に表示・印字できる。なお、従来の自動印字機能のニーズはなくなっていないため、専用プリンターによる印字機能も持っている。

## 4. 省エネルギー機能の拡充

ISO14000への対応、環境負荷軽減などビルの省エネルギーへの要求は強い。また、ビル管理システム内に蓄積したデータを省エネルギーに活用するニーズがますます高まっている。このシステムでは、省エネルギー活動につながる機能を強化するとともに、Webのメリットを活用し、蓄積したデータの公開機能を強化した。

### 4.1 エネルギー使用量公開機能

自社ビルなどでは省エネルギー意識の喚起のためにビル内のエネルギーの使用状況を公開することも有効な手段の一つである。このため、エネルギー使用量の帳票を自動で作成し、イントラネット上でWeb公開する機能を追加した。

### 4.2 CSVデータのダウンロード機能

ビル管理システム内で蓄積している各種エネルギー使用量、計測データ、計量データを汎用ソフトウェアに取り込み、各種帳票や報告書の作成に活用したいというニーズが多い、また、管理室だけでなく、事務所等でも必要時にデータを参照できることが望まれている。

このため、帳票データ、トレンドデータ、履歴データを、CSV(Comma Separated Value)データとして蓄積、任意にWeb端末からダウンロードできる機能を実現した。これによって、Excel<sup>(注6)</sup>などの汎用のアプリケーションソフトに容易に取り込める。

(注6) Excelは、米国Microsoft Corp.の登録商標である。

### 4.3 スケジュール機能の強化

一般的なオフィスビルのエネルギー消費の中でトップを占めるのが空調設備であり、そのON/OFFコントロールを行うスケジュール機能にはより一層きめ細やかな制御が求められている。このため、今回、スケジュール制御回数を大幅に拡張した。図2にスケジュール設定画面例を示す。この機能によって、空室時間が長い貸会議室や教室などの

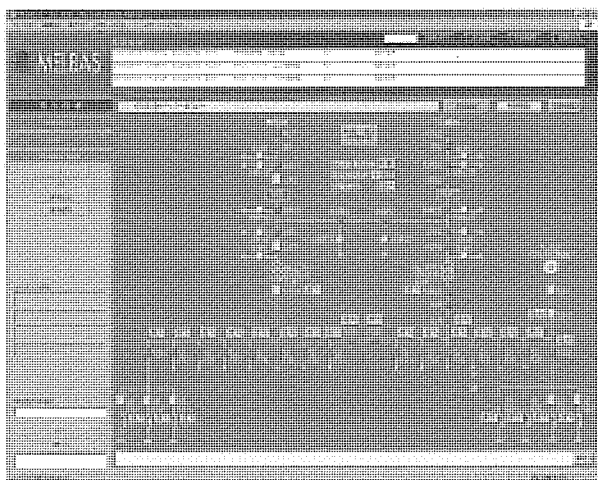


図1. 監視制御画面例

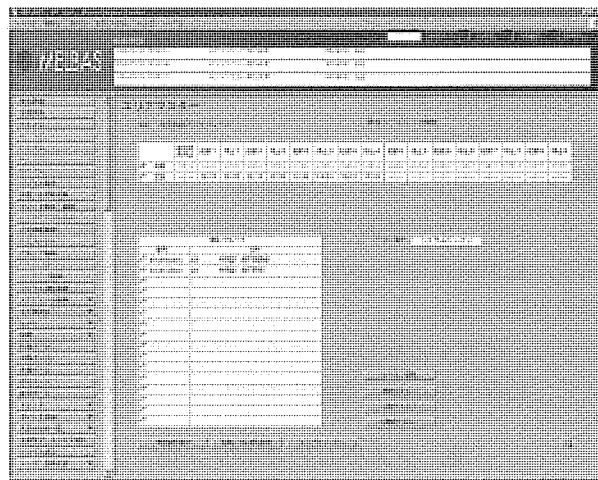


図2. スケジュール設定画面例

空調・照明の制御を使用時間に則して行うことが可能となり、省エネルギー化が図れる。

また、夏期、冬期、中間期ごとのスケジュールパターンを個別に設定し、指定日に自動で切り換えるスケジュールシーズン切り機能を追加した。この機能によって、シーズンごとに最適のスケジュールパターンを設定できる。さらにエリアごとに手動でのスケジュールシーズン切り換えも可能とした。これによって、南側と北側の空調エリアで運転パターンが異なるような場合でも、個別にシーズン切り換えを行うことが可能である。

#### 4.4 計測監視機能の強化

従来、計測項目の上下限監視機能では、上限値/下限値の各1段階の監視を行っていたが、より詳細に監視を行うため、軽微な値異常と、至急に処置必要な値異常の2段階に分けて監視したいというニーズも高い。今回、上限値/下限値の監視は、各2段階のしきい値監視を行うことを可能とした。図3に上下限設定画面例を示す。

#### 4.5 グループ設定機能

空調温度設定では、同一フロアに設置された複数機器の目標温度を同一設定するケースが多く、従来温度設定を早朝に一定値に変更するプリセット機能等を提供してきた。しかし、省エネルギー推進のため、各フロアの使用状況に合わせて一時的に特定の範囲の設定温度のみ変更する場合も多い。このために、今回追加したグループ設定機能では、オペレータが自由に機器を登録し、登録された機器に対して一括して同一温度への設定を行う機能を追加した。これによって、オペレータの操作負担を軽減することができる。

### 5. 保守、メンテナンス機能の拡充

監視対象設備の保守/メンテナンス時の作業性、安全性向上のため、次の機能を追加した。

#### 5.1 ガイダンス機能

各種設備が動作故障したときの対応ガイダンスを、客先で登録できる機能を追加した。ガイダンスは信号単位に登録可能であり、登録されたガイダンスは、機器の動作/故障時にアナウンスと一緒に表示され、異常発生時の即時対応性の向上を図った。

#### 5.2 札掛け機能

機器の異常や保守作業等で誤制御、誤警報が出力されないよう一時的に監視制御対象から除外したい場合がある。従来は、監視制御項目しか対象外に設定できなかったが、計測値も除外可能とし、上下限異常が発生しても警報出力を行わない機能を追加した。また、客先で除外した理由を入力し、表示する札掛け機能も追加した。

### 6. システムのオープン化

ビル内の快適性の確保、省エネルギーの推進のため、ビ



図3. 上下限設定画面例

ル内の設備は、常に改造、機能拡張がされていく。このため、ビル管理システムの監視項目も変更されていくこととなる。ビル管理システムの改造コストを削減するため、客先でも改造を行えるようユーザー開放機能を強化し、システムのオープン化を図った。

#### 6.1 項目表メンテナンス機能

客先でも監視項目を定義できるよう項目表メンテナンスツールを新規に開発した。Webサーバ等のセンター機器は監視制御信号の表示情報を保持し、ローカルコントローラでは接点入出力情報を保持しているが、項目表メンテナンスツールは、その両方の情報をメンテナンスでき、項目定義を変更した場合、オンラインで各装置に定義データをダウンロードする機能を持つ。このため、客先でも容易に信号定義の変更が可能となった。

#### 6.2 監視制御画面メンテナンス機能

監視項目の追加を行う場合、項目定義だけでなく、監視制御画面も合わせて変更する必要がある。このため、監視制御画面修正ツールをWeb端末に実装し、変更した画面データをオンラインで全Webサーバに自動で更新する機能を追加した。これによって項目追加時のシンボル追加、さらに新規画面の作成も客先で可能となった。

#### 6.3 システム連動機能

ビル設備では機器のON/OFFに連動してほかの機器を制御する連動機能が多用されている。項目の追加、削除を行った場合、連動制御項目が変更される場合が多い。このため、今回、Web画面で、連動定義を行う機能を追加し、客先で、連動定義の変更を行えるようにした。

## 7. む す び

MELBAS-AD Webで拡充した機能について述べた。刻一刻と変化する情報技術や顧客のニーズを反映させ、建物のオーナー、管理者、居住者等に、より使いやすく有益になるシステムとなるようますますの機能拡充を図っていく所存である。

# 三菱食品店舗管理システム“MELSISIV”

保坂貴司\*  
小倉 誠\*

The Control Systems to Manage Temperature of Showcase in Food Store “MELSIS-IV”

Takashi Hosaka, Makoto Ogura

## 要 旨

三菱食品店舗管理システムは、規模が大型化する食品店舗に対して、据付工事と日常メンテナンスの容易化を目指して開発を行ってきた。また、並行して省エネルギーについても技術開発を進め、実現手段として、より正確に、より精密な動作をショーケースに求めることとなった。

そのために、食品店舗管理システムも、付加した機能に対応してショーケースへの管理機能を増加させ、合わせて、保全などの省人化技術についても発展をさせてきた。

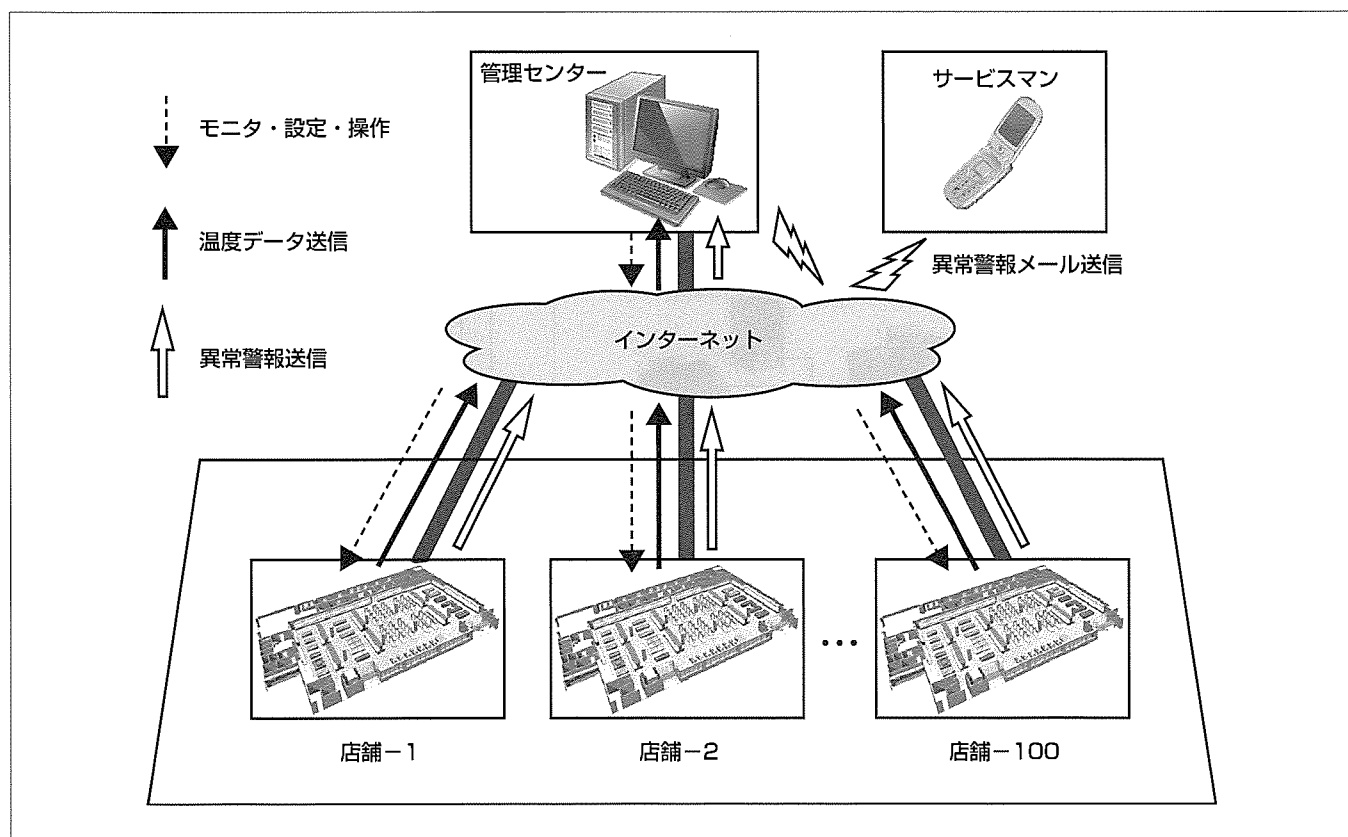
ただし、遠隔管理システムを開発した1999年当時は、現在に比較してパソコン処理能力が低く、通信もデジタル回線での64kbpsが主流であったため、実用上として扱えるデータ量は数日分であった。

その後、ショーケースは省エネルギー性能向上のために、更に温度センサを追加し、かつ食品店舗側ではより細かく、より長期間のデータ管理を求める声が高まってきた。

また同時に、パソコン処理能力と通信インフラが指数的に高性能化したことで、大量のデータを瞬時に処理できる基盤が整った。

そこで、2007年に温度管理システムと遠隔管理システムの機能見直しを行い、最大管理台数150台で最大4か月のデータ(3Gバイト)を扱え、電子メールでの通報機能も付加した三菱食品店舗管理システム“MELSISIV<sup>(注1)</sup>”を2007年11月から市場に提供を開始した。

(注1) MELSIS : Mitsubishi Electric Showcase Intelligent System



## 三菱食品店舗管理システムによる遠隔管理の対応

管理センターと食品店舗とをインターネットを利用して接続する。管理店舗数は最大100店舗である。店舗側システムは1分ごとにすべてのショーケース(最大150台)の温度データを集積し、管理センター側からの指示で蓄積データを送信する。管理センターでは温度データから各店舗の運転状況を解析し、異常があればその内容をサービスマンの携帯端末へ電子メールで通報する。また、緊急異常は発生と同時に電子メール通報を行う。

1. ま え が き

スーパーマーケットなど食品店舗では、消費者への食品安全の提供は最優先事項であり、環境負荷低減に対しても配慮を高めている。

そのため、食品店舗側は設備を導入する場合でも、食品鮮度を維持する温度管理機能や省エネルギー性能についても、より重視する傾向となっている。

また、店舗のチェーン化が進むことで、従来の各食品店舗内で店舗管理を行う方法から、本部による品質管理や、総合サービス体制を作る傾向も進んできている。

日本建鐵(株)は、1995年に業界に先駆けて店舗ショーケースの集中管理システムを開発し、従来はショーケース1台ごとで行ってきた設定を、集中コントローラ1台で全てのショーケースについて設定や温度管理をできるようにした。

その後、2000年にISDN(Integrated Services Digital Network)回線を利用して、外部本部からの管理を可能にした遠隔管理システム、2005年には従来システム比でショーケース用冷凍機の消費電力量を約30%削減できる省エネルギーシステム“ライブメイト・エコ”を開発し、顧客要請に呼応して商品提供を行ってきた。

そして2007年に、三菱食品店舗管理システムの更なる食品温度の管理強化とインターネット対応などを主体として“MELSISIV”の開発を行った。

本稿では、MELSISIVのシステム概要及び機能と特徴について述べる。

2. MELSISIVのシステム概要

MELSISIVは、次の3つのシステムによって構成されており、そのシステム構成を図1に示す。

(1) 集中管理システム

店舗内の全部のショーケースと付随する機器すべてを“M-NET<sup>(注2)</sup>”伝送線で接続し、専用の管理装置(集中コントローラ)によって一括管理を行うシステムである。

(2) 温度管理システム

集中コントローラに温度管理用のパソコンを接続することによって、パソコン側でも集中管理を可能にするシステムである。ショーケースの温度データは伝送線から収集され、HDD(Hard Disk Drive)に記録し、グラフ化処理やレポート作成を行う。

(3) 遠隔管理システム

(2)の温度管理システムの機能を、電話やインターネットの回線を利用して、店舗外部から複数店舗を同時に管理できるシステムである。

このように、MELSISIVは、(1)集中管理システムを基にして、(2)温度管理システム、又は、(3)遠隔管理システムが付加される形になる。なお、(3)の遠隔管理システムを導入した場合は、(2)の温度管理システムを省略することは可能である。

(注2) M-NET：三菱総合冷凍空調ネットワーク

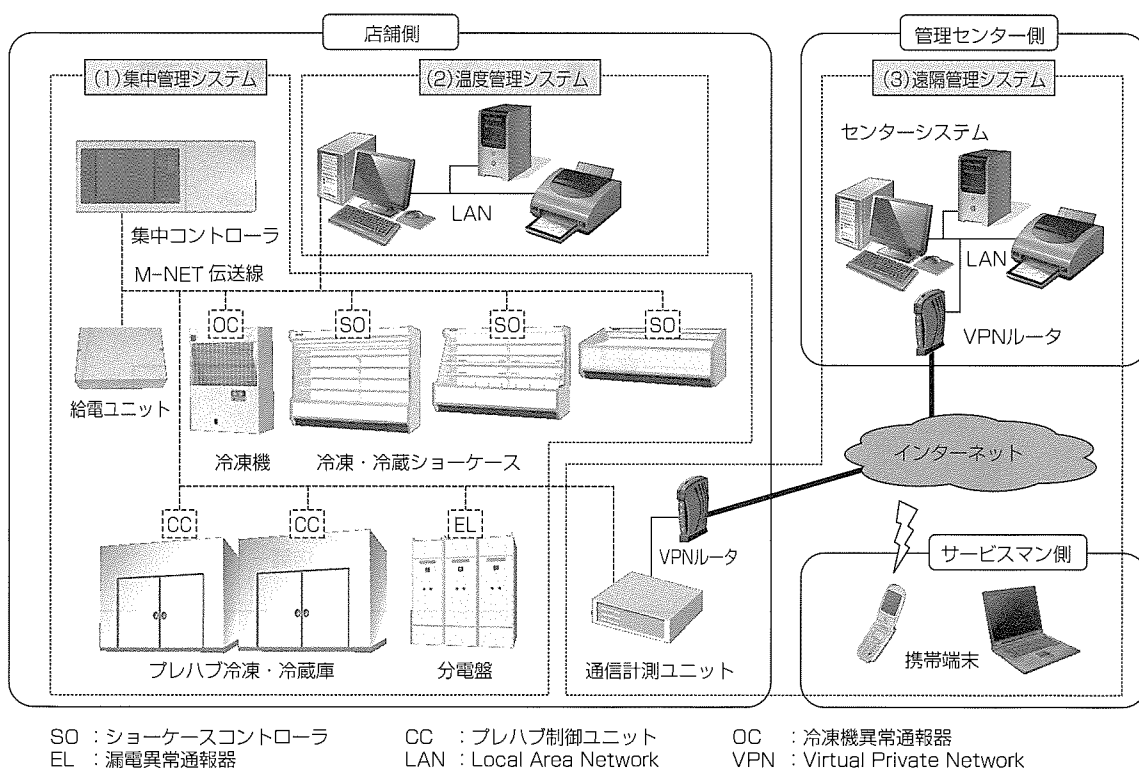


図1. MELSISIVのシステム構成

### 3. 各システムの機能と特徴

#### 3.1 集中管理システム

ショーケースに陳列される食品には、各々適した冷却温度があり、5℃前後の日配系の食品から、-20℃以下のアイスクリームなど、食品によって管理温度を区分けし、冷凍機も必要能力に合わせて選定する。

そのため、ショーケースは用途別に設定する内容を変えて、日常管理することが必要となるため、集中コントローラによる一括管理を可能にしたのが集中管理システムである(図1左)。

表1に集中管理システムの主要機能と特徴を示す。

次に、機能について補足をする。

- (1) 管理可能台数：一つの集中管理システムで管理できる上限の台数で、郊外型大規模店での必要台数を、まかなえる能力としている。
- (2) 温調運転：冷却運転の基本設定を行う。ここで設定するすべての項目は、ショーケース1台ごとに独立して設定する。ただし、設定作業としては一括設定も可能である。
- (3) 除霜(冷却器の霜取り)：除霜は冷凍機系統ごとに同期させるので、各系統でグループを作り管理する。
- (4) 照明点灯：ショーケース照明の点灯・消灯操作を手動又は自動で行う。
- (5) 警報出力：故障を警報として報知する。モニタ画面では文字で表示するが、LED(Light Emitting Diode)点滅や、ブザー報知の併用も可能である。
- (6) モニタ：センサ温度やショーケースコントローラ設定値を集中コントローラで数値として確認できる。

#### 3.2 温度管理システム

温度管理システム(図1中央上)の主な機能は次のとおりである。

- (1) ショーケースや冷設機器のモニタ・設定変更機能
- (2) ショーケースの温度管理レポート作成機能
- (3) 異常警報・予備警報機能

これは、3.1節で述べた集中管理システムに付帯するシステムとなっている。

##### 3.2.1 ショーケースや冷設機器のモニタ・設定変更機能

パソコン画面で、集中管理システムの集中コントローラ機能を実行する。

図2は例として精肉用のショーケース“TA-ZS”の温調機能設定画面を示しており、グループ番号と機器番号(TA-ZSの個別アドレス)を選択することで、各種設定値が表示され、画面の中で設定値を更新できる。

##### 3.2.2 ショーケースの温度管理レポート作成機能

保管できるデータ量は、すべてのショーケースの4か月の温度データである(最大3Gバイト)。

図3は例としてTA-ZSの2007年10月14日の01時40分からの温度記録を、グラフ機能で折れ線グラフに変換した画面を示している。

表1. 集中管理システムの主要機能と特徴

機能	特徴		
管理可能台数	ショーケースコントローラ	合計最大150台登録可	
	プレハブ制御ユニット		
	除霜コントローラ		
	照明コントローラ		
	冷凍機異常通報器		
	漏電異常通報器		
	ショーケース用照明サブリモコン		
温調運転	冷凍機計測ユニット	合計最大24台登録可	
	目標温度		-30~20℃で設定可能
	ディファレンシャル設定		0.5~4.0℃で設定可能
	夜間過冷却防止設定		夜間に目標温度を自動修正
除霜	目標温度下げすぎ防止設定	ショーケース単位で制限値を個別に設定可能	
	除霜管理グループ設定	24台×48グループ	
	対応除霜方式	6モード切替	
照明点灯	除霜機能構成可変パラメータ	4パラメータで微調整可能	
	除霜周期・時刻用タイマ	48グループ独立タイマ	
	点灯・消灯操作	一括操作で全ショーケースの点灯・消灯が可能	
	24時間タイマ機能	指定時刻での自動点灯・消灯 除霜管理グループごとに個別設定可能 トップ照明と棚照明の時間差点灯も可能	
警報出力	カレンダー機能(定休日設定)	月日指定もしくは曜日指定が可能	
	警報出力	3ツールによる警報報知(モニタ, ランプ, ブザー)	
	警報レベル設定	報知する警報を5段階に分類可能	
	異常履歴	最大記録件数140件	
モニタ	停電履歴	最大記録件数11件	
	温度センサモニタ	全部のショーケースセンサが可能 計測値は1分ごとに更新	
	ショーケースコントローラ設定値	全部のショーケースコントローラが可能	
	現在時刻モニタ	現在時刻を分単位でモニタ可能 時刻修正も可能	

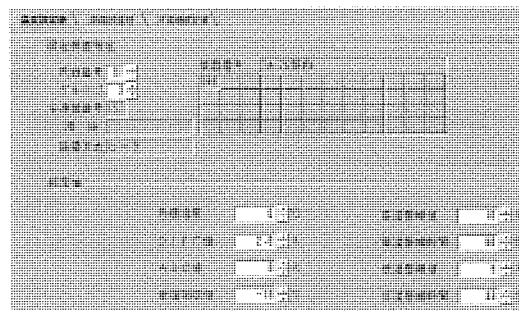


図2. 温調機能設定画面

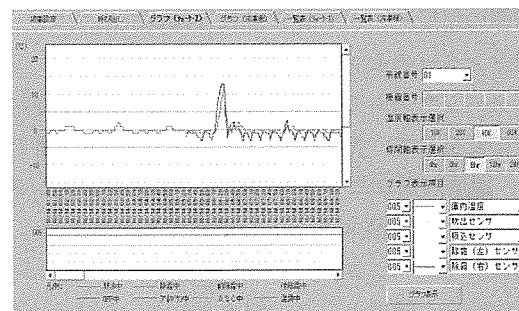


図3. 温度記録グラフ画面

< 庫内温度データ一覧表 >

〒 273-0645  
千葉県船橋市山手1-1-1

2007年10月15日

日本建鐵株式会社

店番号: 12-34-567

2007年10月14日の庫内温度状況は下記の通りです。

お客様への連絡事項  
特に問題ありません。

<系統番号>

装置番号	目標温度	03:00	07:00	11:00	15:00	19:00	23:00
1	001	8℃	8℃	7℃	8℃	7℃	8℃
2	002	8℃	7℃	7℃	7℃	7℃	8℃
3	003	5℃	5℃	5℃	4℃	5℃	5℃
4	004	5℃	5℃	4℃	5℃	5℃	5℃
5	005	5℃	5℃	5℃	4℃	6℃	4℃
6	006	5℃	5℃	5℃	5℃	5℃	5℃
7	007	5℃	5℃	5℃	5℃	6℃	5℃
8	008	3℃	3℃	3℃	3℃	3℃	3℃
9	010	0℃	0℃	0℃	1℃	0℃	0℃
10	011	0℃	0℃	0℃	1℃	1℃	0℃

図4. 温度記録レポート

また、レポート機能は、1日の中で指定した時刻の温度を1日1枚の用紙にまとめ、目標温度と差異があれば所見の入力も可能な機能である。レポート機能での出力様式を図4に示す。

3.2.3 異常警報・予備警報機能

異常警報の内容はパソコン画面でも確認できる。

予備警報は、ショーケース温度情報と、冷凍機センサ情報を監視し、変調をとらえて将来起きる異常停止への予防処置を促す。ショーケース予備警報画面を図5、冷凍機予備警報画面を図6に示す。

3.3 遠隔管理システム

遠隔管理システム(図1右)の目的は、食品店舗の外部からも、食品店舗の中と同様の管理(図1左)を実現することであり、機能は大別して次の3つである。

- (1) 管理センターからの複数店舗一元管理機能
- (2) モバイル端末への異常警報機能
- (3) 通信計測ユニットへのリモートメンテナンス機能

3.3.1 管理センターからの複数店舗一元管理機能

インターネットの回線を利用して食品店舗と管理センターのシステムを接続することで、食品店舗内で使用する温度管理システムを管理センターで行える機能であり、遠隔管理システムの中心機能となる。このシステムは1台で100店舗までを管理できる。

3.3.2 モバイル端末への異常警報機能

店舗側の温度データや異常警報は通信計測ユニット経由で管理センターのセンターシステムに送信する。

センターシステムでは異常を認めると、通報内容を電子メールに変換して、指定の携帯端末へ送信する(図7)。

3.3.3 通信計測ユニットへのリモートメンテナンス機能

店舗側の通信計測ユニットを構成するソフトウェア(回線管理アプリケーション、M-NET通信アプリケーション)の更新作業を、管理センター側のセンターシステムから行える機能である(図7中央)。

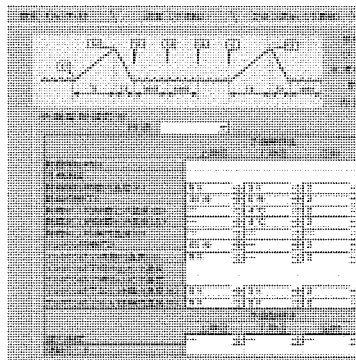


図5. ショーケース予備警報画面

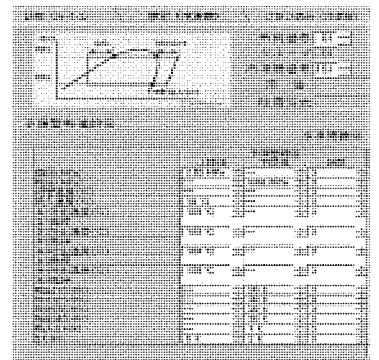


図6. 冷凍機予備警報画面

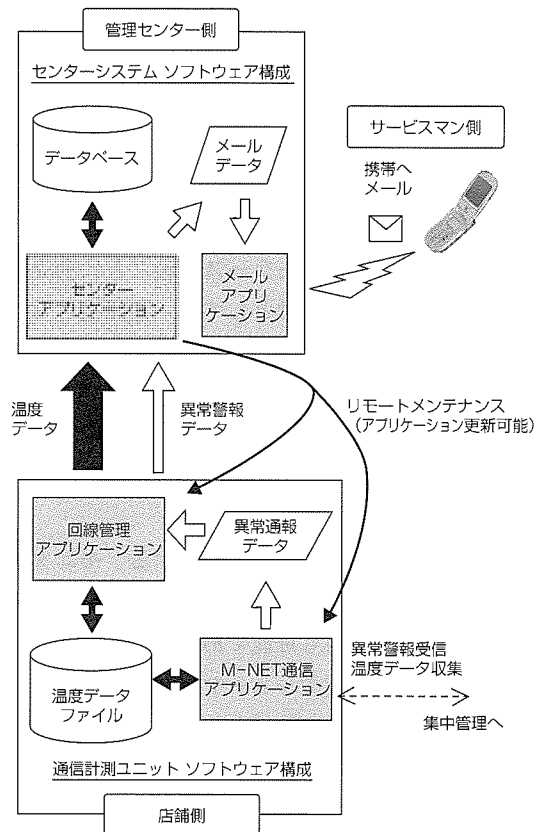


図7. 遠隔管理システムの動作イメージ

4. む す び

食品店舗の設備管理は、従来のショーケース主体の管理から、照明や空調までも統合した一元管理による店舗全体の最適化管理の方向に向かっており、日本建鐵(株)でもこのステージに立つことが大きなテーマとなっている。

また、個々のシステム機器についても改良を加え発展させてきたが、ベース設計から10年以上経過したことによって操作性、処理能力などの基本性能が、次開発へのボトルネックとなっている。

そのため、当時からの環境変化などで生じた個々の課題を十分考慮した新たな10年の展望を築き、それを実現できるシステム基幹を開発して、ユーザーに共感してもらえるシステムを提供していく所存である。



# 高層建物向けの昇降機システム

竹内伸和\*

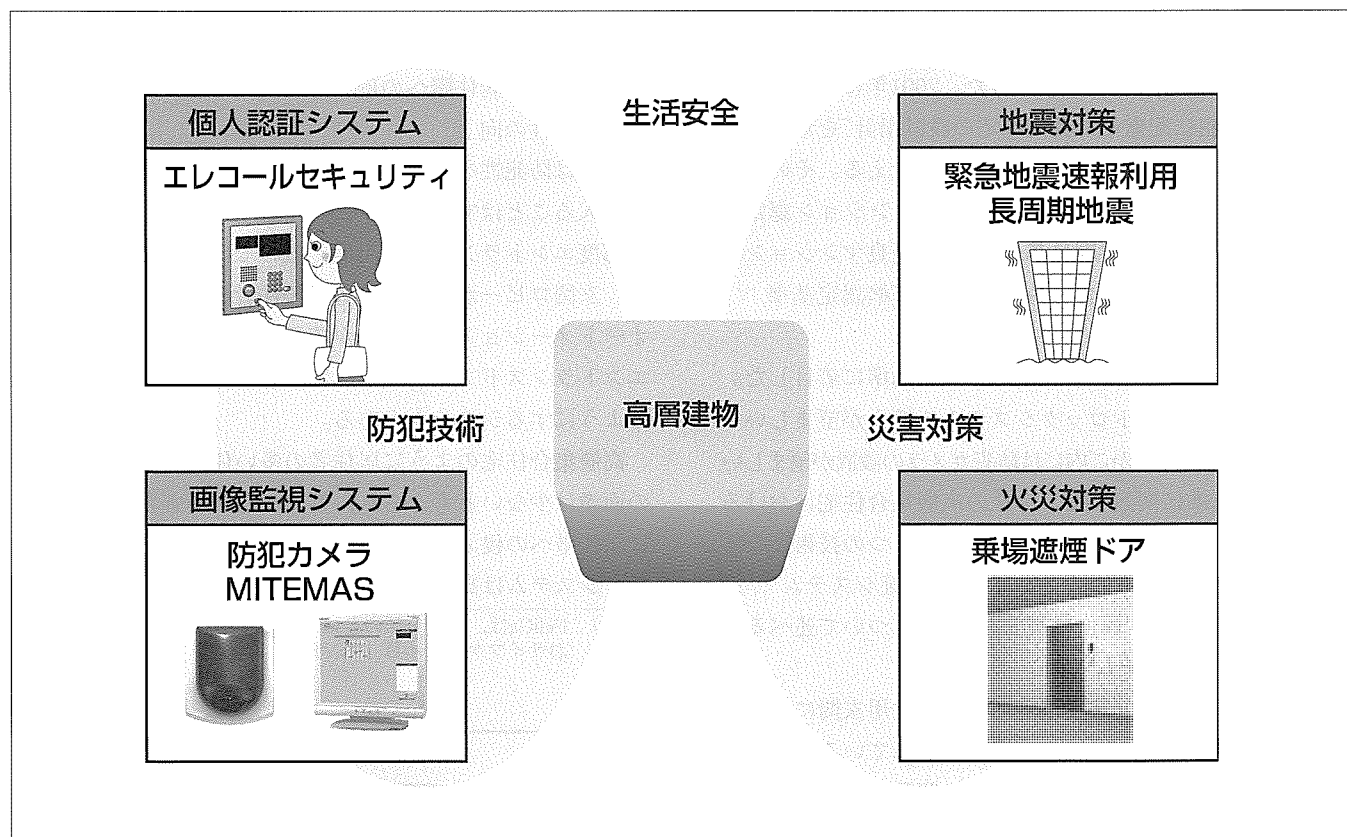
*Elevators for High-rise Buildings*

*Nobukazu Takeuchi*

## 要 旨

現在、数多くの幅広い年齢層の生活者が混在して居住する高層集合住宅では、生活者の“生活安全”に対する配慮がこれまで以上に重要視されている。高層建物における昇降機は、生活者にとって日常的には実質唯一の縦の交通手段として必要不可欠な存在である。この生活環境の重要な部分を担う昇降機は、とりわけ、高齢者、幼児、身障者などだれにとっても便利であって、しかも安全であることはもちろん、災害時にも“生活安全”の視点に立って生活環境を保全する必要がある。

本稿では、高層集合住宅に代表される高層建物の昇降機で重要視される“生活安全”の視点から特に防犯技術と災害時対策について述べる。まずは、今後の高層集合住宅における昇降機の防犯技術の中核を担うであろう2つの技術として、オートロックシステムに関連して“個人認証システム”，及び防犯カメラなどの“画像監視システム”について述べる。さらに、災害時対策の中心となる2つの技術として“地震対策”及び“火災対策”について述べる。



## 高層建物の生活安全

高層建物における昇降機で、生活者の“生活安全”の視点から特に重要視される“防犯技術”と“災害対策”について示す。防犯技術として、個人認証システムのエレコールセキュリティシステム、画像監視システムとして、パソコン式昇降機監視システムの“MITEMAS”，そして災害対策として、地震対策の緊急地震速報利用や長周期地震対策、及び火災対策の“乗場遮煙ドア”を採り上げる。

## 1. ま え が き

昇降機では、生活者の立場で日常生活から災害時まで幅広い生活環境の保全を考える“生活安全”の視点を重視した製品が求められている。

現在、バブル経済崩壊後の地価の下落に伴い、生活の場を便利な都心やその周辺に求める都心回帰志向が強まっている。都心の再開発が盛んに行われ、高層建物の建設が活況を呈している。中でも、数多くの幅広い年齢層の生活者が混在して居住する高層集合住宅では、生活者の“生活安全”に対する配慮がこれまで以上に重要視されている。

高層建物における昇降機は、生活者にとって日常的には実質唯一の縦の交通手段として必要不可欠な存在である。この生活環境の重要な部分を担う昇降機は、とりわけ、高齢者、幼児、身体障害者などだれにとっても便利であって、しかも安全であることはもちろん、災害時にも“生活安全”の視点に立って生活環境を保全する必要がある。

本稿では、高層集合住宅に代表される高層建物の昇降機で重要視される“生活安全”の視点から、特に防犯技術と災害時対策について述べる。

## 2. 防 犯 技 術

犯罪の多様化、凶悪化によって治安が悪化傾向にある昨今、集合住宅でも防犯対策が“生活安全”の重要条件の一つとして意識されるようになってきた。2001年に国土交通省住宅局が“防犯に配慮した共同住宅の設計指針”を策定したことからその機運が一層盛り上がったと考える。そのあと、この設計指針の改正に伴い、“防犯優良マンション認定事業支援要綱”と同支援要綱に基づく“防犯優良マンション標準認定規程”及び“防犯優良マンション標準認定基準<sup>(1)</sup>”が取りまとめられた。

この認定基準の中で、特に次の2つの基準に着目した。

- (1) (共用玄関)オートロックシステムの導入が望ましい
- (2) (エレベーター)かご内には防犯カメラの設置が望ましい

これらの基準に関連して、今後の高層集合住宅における昇降機の防犯技術の中核を担うであろう2つの技術として、オートロックシステムに関連して“個人認証システム”、及び防犯カメラなどの“画像監視システム”について述べる。

### 2.1 個人認証システム

防犯優良マンション標準認定基準でも共用玄関にオートロックシステムを導入することが規定されているが、この共用玄関の自動ドアに代表される扉の解錠には、従来、暗証番号式認証装置が使用されることが多かった。昨今は、共用玄関の錠に非接触式の個人認証装置が利用される個人認証システムが増えてきている。場合によっては、これらの非接触式個人認証装置を住戸ドアの解錠にも適用するシステムも登場している。

非接触式個人認証装置には、従来、鍵(かぎ)に非接触式タグを付加したキータグが多く利用されてきたが、最近では、FeliCa<sup>(注1)</sup>に代表される非接触式ICカードやそれを利用したおサイフケータイ<sup>(注2)</sup>などが利用されることもある。非接触式個人認証装置は、従来のシリンダー錠や暗証番号入力方式よりも操作のわずらわしさが軽減され、生活者の利便性向上につながっている。

このように集合住宅の共用玄関等に用いられるようになった個人認証システムをエレベーターの呼び登録にも利用することで、更なる利便性と防犯性の向上をねらったエレベーター連動個人認証システムとして“エレコールセキュリティシステム”を製品化している。防犯の機運の高まりとともに市場での採用事例が増加している。

エレコールセキュリティシステムは、図1に示すようにエレベーターと個人認証システム及びホームオートメーションで構成しており、これらが相互に連携することによって機能するものである。

#### (1) 防犯性の向上

エレベーターのエントランス階の乗場にも非接触式個人認証装置を設置し、乗場で照合しないとエレベーターを利用できないように、エントランス階でエレベーターの乗場ボタン及びかご内目的階ボタンの操作を無効にする。これによって、不審者がマンションの居住者のあとを追ってエントランスから侵入したとしても、エレベーターを使用できないため、居住階への侵入を防止できる。

#### (2) 利便性の向上

通常は防犯性を向上させるため、認証しないと居住階に立ち入ることはできないが、居住者に来客があった際、その都度エントランスまで出迎えるのでは不便である。そこで、玄関ロビーから、来客者が居住者を呼び出し、ホームオートメーションで居住者が確認の上、許可することで、エントランスドアが解錠されて、エレベーターに乗車できるようにするシステムもある。

高層集合住宅のように居住者の多い住宅では、住民間での面識は少ないと考えられ、外部からの不審者の侵入、特に居住階への侵入を防ぐ手段として、エレコールセキュリティシステムは高い効果が得られると考える。

(注1) FeliCaは、ソニー(株)の登録商標である。

(注2) おサイフケータイは、(株)NTTドコモの登録商標である。

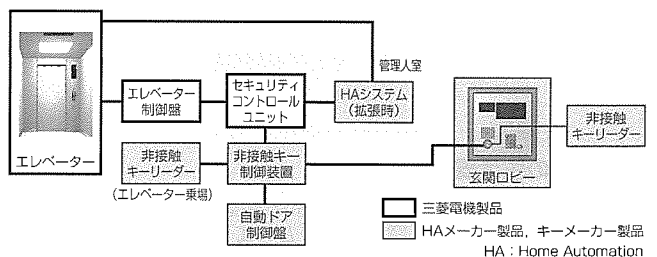


図1. “エレコールセキュリティシステム”の構成例

## 2.2 画像監視システム

防犯カメラは、従来、エレベーターのかご内に設置される例が多く、犯罪の抑止や事件解決の一役を担ってきた。昨今は、先に述べた“防犯優良マンション認定基準”でも、防犯カメラを記録装置と一体化したシステムで構成することを基準としたことから、今後、ますます画像監視システムの設置例が増加することが予測される。また、エレベーター、共用玄関、駐車場などの共用スペースの全域が防犯カメラの設置対象区域であり、それぞれの区域での防犯カメラの設置率が向上することによって、エレベーターを含む集合住宅全域にわたるCCTV(Closed Circuit Television)等の広域防犯カメラシステムの普及を加速するものと推察する。特に高層集合住宅のように大規模な建物では、その設置域の広さ及び規模によるコストメリットから広域防犯カメラシステムの必要性、効果が高く、普及が加速する傾向は顕著になると考えられる。

一方で、エレベーターのかご内防犯カメラの映像を画像解析して更に防犯効果を高めた技術<sup>(2)</sup>も登場している。エレベーターのかご内犯罪事例には、加害者の暴力や被害者の抵抗といった“暴れ”動作を伴うことが多い。この“暴れ”動作を画像解析で異常レベル別に検知し、警告アナウンス、各階停止などを自動的に行う技術である。加えて、“暴れ”動作検知時には、状況を詳細に記録するために録画を高画質・高密度録画に切り替えることも可能である。また、同様に画像解析技術を用いてエレベーターのかご内の人物有無の検知を行うことで、待ち伏せといった犯罪に至る前の不審動作や、高齢者や幼児や急病人などがエレベーターのかご内に取り残されている状況を判別し、第三者が発見可能な専用運転をすることも可能になっている。

また、高層集合住宅のような大規模なビルでは、防災センターや管理人室など有人の設備監視が設置されるケースが多い。昇降機の監視システムとしては、視認性、操作性の良さから徐々に普及しているパソコン式昇降機監視盤“MITEMAS(ミテマス)”で、図2のように防犯カメラと連携した機能を製品化した。防犯カメラと昇降機のリアルタイムな監視に貢献するものとする。

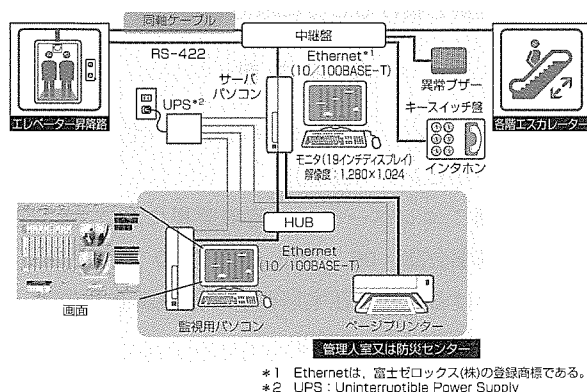


図2. “MITEMAS”の構成例

## 3. 防災対策

高層住宅の住人アンケート<sup>(3)</sup>によると、高層集合住宅の短所として、

- ①災害時の避難(36%)
- ②エレベーターの故障(20%)

の2つが突出して多く、非常時を含めた縦方向移動手段への住民の不安がうかがえる。このアンケートで不安の一番手とされた災害時への対策は、エレベーターでこれまでも様々な取り組みがなされている。

地震が起こった場合には、地震による揺れをセンサが感知し、エレベーターをすみやかに、最寄りの階で停止させてドアを開く。また、火災が起こった場合には、エレベーターを避難階へ直行で着床させて、乗客の迅速な避難を促すとともに乗客が閉じ込められるのを防ぐ。また、火災時のエレベーターの使用を禁止し、二次災害を防ぐ。

また、高さが31mを超える建築物には、非常用のエレベーターの設置が義務付けられている。このため、高層集合住宅では、ほぼ確実に設置の必要がある。

非常用エレベーターには、公共消防隊が素早く消火活動できるように、エレベーターのかごの大きさ、速度、運転機能等の仕様及び乗降口等の建物周りまで、細かな基準が定められている。

このように従来の防災対策についての取り組みに加えて、ここ数年で開発された高層集合住宅で効果を発揮する昇降機の防災技術がある。それらについて、次に述べる。

### 3.1 地震対策

先に述べたとおり、地震時の安全対策として、エレベーターにP波センサやS波センサを設け、地震が発生した場合に、エレベーターを最寄りの階に停止させる地震時管制運転システムが普及している。2005年7月の千葉県北西部地震による閉じ込め事故などを契機として、より安全なエレベーターの地震対策が求められている。より早く乗客の安全を確保し、エレベーター機器の損傷を低減することを目的とし、気象庁から配信される緊急地震速報を活用して、地震による揺れが到達する前にエレベーターを最寄りの階に停止させたり、長周期地震動感知器を用いて、ゆっくりとした揺れを感知してエレベーターをロープ類の長尺物が共振しにくい位置に退避させたりするエレベーターの地震時管制運転システムを開発した。次に、これら2つの機能について述べる。

#### (1) 緊急地震速報利用地震時管制運転

地震発生時に配信される緊急地震速報からエレベーター設置場所で地震の揺れが到達すると予想される場合に、エレベーターに停止指令を発し、揺れが到達する前に最寄りの階に停止させることを可能としたシステム(図3)が製品化されている。

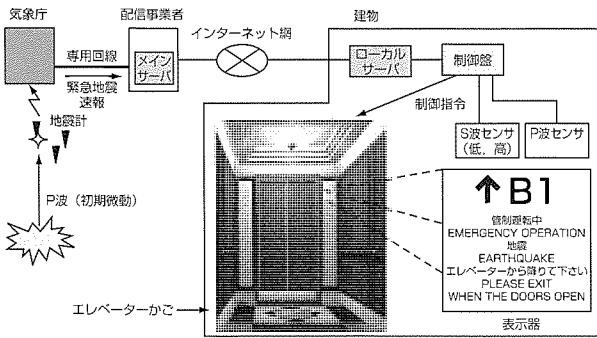


図3. 緊急地震速報利用地震時管制運転の構成例

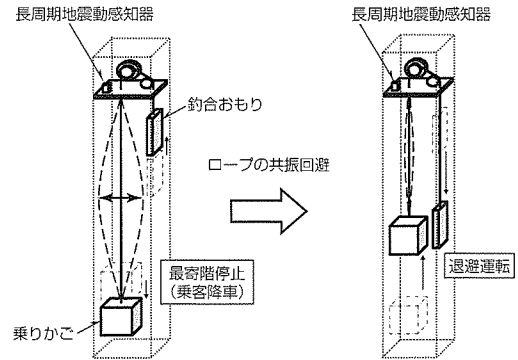


図4. 長周期地震時管制運転の構成例

特に、地震の震源が約80km以上離れた遠隔地の場合、実際の初期微動より緊急地震速報のほうが早く到達するため<sup>(注3)</sup>、途中の階を通過する高層建物用エレベーター（昇降路全高60m超）では特に効果を発揮する。

また、緊急地震速報によってエレベーターを停止させたあと、建物の揺れが小さい場合には、所定の時間が経過したあと、自動的に通常の運転に復帰する。この機能によって、より早く乗客の安全を確保するとともに、閉じ込めを低減することが可能となった。

(2) 長周期地震時管制運転

震源から遠く離れた場所で、通常エレベーターに設置されているP波センサやS波センサでは検出できない、ゆっくりとした周期での高層建物の揺れを検知する長周期地震動感知器を開発した。この感知器は、揺れを水平全周方向に対して一定時間以上継続して検知すると、その検知レベルに応じて信号を出力することができ、長周期の揺れが大きくなる前に、エレベーターを最寄りの階に停止させ乗客の安全を確保したあと、ロープ類の共振しにくい位置にエレベーターを退避させることが可能となった(図4)。

高層集合住宅のように、エレベーターが縦方向の交通手段として安全に動作することが生活環境の保全で極めて重要な建築物では、これらの地震対策が有効に機能し、高い効果を発揮すると考えられる。

3.2 火災対策

2000年6月からの改正建築基準法の施行によって、エレベーターの昇降路の防火区画に“遮炎性能”及び“遮煙性能”を持つ防火設備の設置が義務付けられた。これに対応して、エレベーターの乗場ドアそのものに遮煙性能を持たせ、従来の遮炎性能に加えて気密性に優れた乗場ドアが煙をシャットアウトする“遮煙乗場ドア Defense Door”を製品化した。

- (1) 遮煙性能に優れた特殊気密材
- (2) 従来と同じレイアウトの実現による美観を確保
- (3) ドア開閉がスムーズで静か

乗場ドアに設けられた気密材の材質は高い頻度で日々繰り返されるドアの開閉に配慮した特殊気密材を採用してお

(注3) 震源の位置、震源の深さ、地震の規模等によってはこの限りではない。

り、静粛で円滑なドア開閉を実現している。

この遮煙乗場ドアによって、これまで必要であった建物側の防火設備工事が不要となった。

次にエレベーターの避難時利用についての技術動向について述べる。現在、産官学で様々な検討が行われている<sup>(4)</sup>。先に述べたとおり、エレベーターには、従来火災時管制運転や非常用エレベーターなどがあり、火災時の対策を行っている。火災時は、火災時管制運転によって、避難階へ走行後休止するため、事実上避難には利用できない。また、非常用エレベーターは、火災時の消防隊の消火活動、救助活動等に使用する目的で設置されており、同様に避難には利用できない。このため、特に階段での避難が困難な高齢者や車椅子利用者などのエレベーターの火災時避難利用に向けての検討が進められているが、まだまだ、安全性確保のため、多様な要素を考慮して、技術情報の蓄積や検討が必要になると考えられる。

4. む す び

高層集合住宅の昇降機について、生活者の立場で日常生活から災害時まで幅広い生活環境の保全を考える“生活安全”の視点で、技術動向について述べた。特に今後ますます重要になるであろう“防犯技術”と“災害対策”に焦点を当てた。高層建物における昇降機は、他の建築物に比べて、より多くの生活者の“生活安全”を長時間維持することが必要となる。縦の交通手段としての昇降機の“安全”を、今後も継続して提供し続けることに尽力したい。

参考文献

- (1) 防犯優良マンション認定事業について、広報資料、(財)ベターリビング (2006)
- (2) 塩崎秀樹：エレベーターの遠隔監視におけるIT活用、電気設備学会誌, 26, No.5, 317~320 (2006)
- (3) 香港における超高層住宅居住者の意識調査報告書、森ビル(株)・香港大学 (2002)
- (4) エレベーターの避難時利用に関する検討委員会報告書、(財)日本建築設備・昇降機センター (2005)

# エスカレーターの異常診断技術

蔦田広幸\*  
 平位隆史\*  
 志賀 諭\*\*

*Fault Diagnosis Technology for Escalator*

*Hiroyuki Tsutada, Takashi Hirai, Satoshi Shiga*

## 要 旨

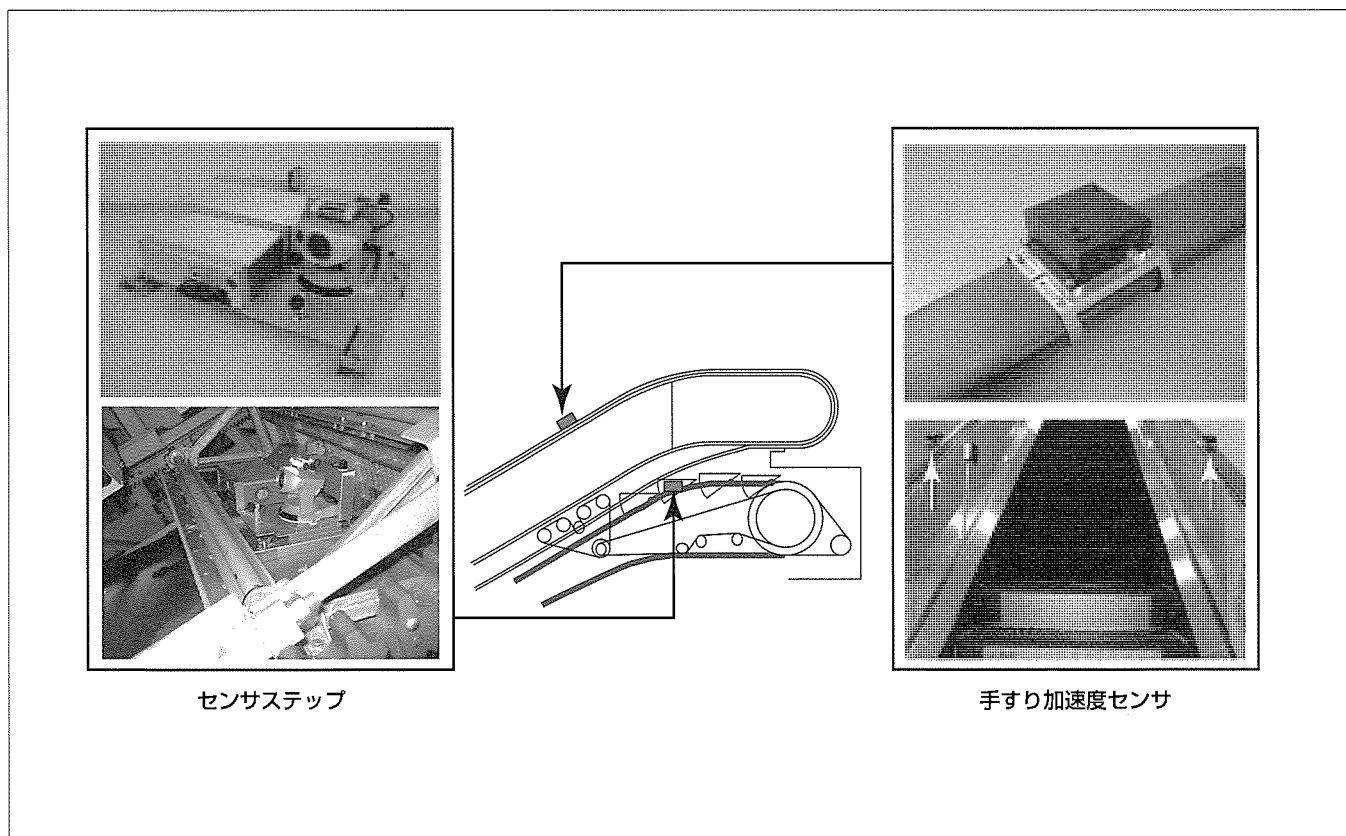
エスカレーターは公共の場に設置されるケースが多く、品質・信頼性の向上は強い社会ニーズとなっている。一方、保守点検による運行停止時間を短くしてほしいとの要求も強い。三菱電機及び三菱電機ビルテクノサービス㈱は、保守点検品質の向上と保守点検時間の削減といった相反する要素の両立を図るため、各種センサを利用して、エスカレーター各部位の異常兆候や劣化進行状況を定量的に診断する手法について検討してきた。

これらの取り組みのうち、本稿では、エスカレーターの異常診断技術に関する最新のトピックスとして、センサステップによる保守点検、及び手すり加速度センサを用いた手すりチェーンの緩み診断について述べる。

センサステップは、エスカレーターステップのうちの一つにカメラ・加速度センサ・マイクを搭載した診断装置であり、エスカレーターを循環させた加速度・音データから各部位の診断が行えるだけでなく、内部機構状態の目視点検が行える。

手すり加速度センサは、左右手すり進行方向の加速度を測定する装置で、エスカレーターを分解することなく、反転起動時における加速度波形から、手すりチェーンの緩み有無を診断することができる。

これらの装置は、従来、経験や勘に依存していた保守点検作業を定量化するだけでなく、エスカレーター下部に潜りこむことなく点検することを可能とした。



センサステップ

手すり加速度センサ

## センサステップと手すり加速度センサ

センサステップは、各種センサを搭載したセンサユニット(左上写真)からなり、現場ステップの背面に装着してエスカレーターを循環させて使用する(左下写真)。手すり加速度センサは、内部に加速度センサを搭載した測定装置(右上写真)であり、左右手すりに装着してエスカレーターを反転起動させ、起動遅延時間と呼ばれる手すりチェーン緩みの指標を算出する(右下写真)。

1. ま え が き

三菱電機及び三菱電機ビルテクノサービス(株)では、各種センサを利用して、エスカレーター各部位の状態を定量的に把握し、その結果に応じて最適な保守作業を行う取り組みを進めている<sup>(1)</sup>。

本稿では、センサステップによる保守点検、及び手すり加速度センサを用いた手すりチェーンの緩み診断について、開発の背景、システム構成及び診断手法の概要について述べる。

2. センサステップ

2.1 開発の背景

現行保守では、点検項目の一部として保守員が運転中のエスカレーターに乗車し、異常振動や異音がないか確認している<sup>(2)</sup>。また、内部機構の目視による状況確認も行われているが、エスカレーターの構造上、運転時における状況確認は容易ではなかった。

このような点検作業を容易化する目的で、ステップの一つにカメラ・加速度センサ・マイクを搭載してエスカレーターを循環させながら測定する診断装置“センサステップ”を開発した。これによって、広いエリアを一式のセンサでカバーすることができる。保守員はセンサユニットのみを携帯し、現場ステップの背面に装着してエスカレーターを周回させればよく、作業時間も短くて済む。

2.2 システム構成

システム構成を図1に、保守用パソコン上の診断ソフトウェアの一例を図2に、主な仕様を表1にまとめる。保守用パソコンからは、無線LAN(Local Area Network)経由

でセンサステップの測定制御やカメラ制御が行えるだけでなく、測定データのリプレイや周波数分析、統計特徴量診断が行える。また、最終的な診断結果は点検報告書として出力できる。

センサステップを用いてエスカレーター内部を目視点検した事例を図3に示す。この機能によって、エスカレーター内部に潜りこむことなく、内部状態を詳細に確認できることがわかる。

2.3 統計特徴量を用いた診断

センサステップを周回させて測定した加速度及び音信号から、往路(乗車する部分)と帰路(エスカレーター下部にあり見えない部分)それぞれについて、振動振幅・振動尖度・ステップ周期振動成分・音声尖度・高音尖度といった5つのパラメータを算出し、正常値と比較することで、エスカレーターの状態が正常かどうか診断する。

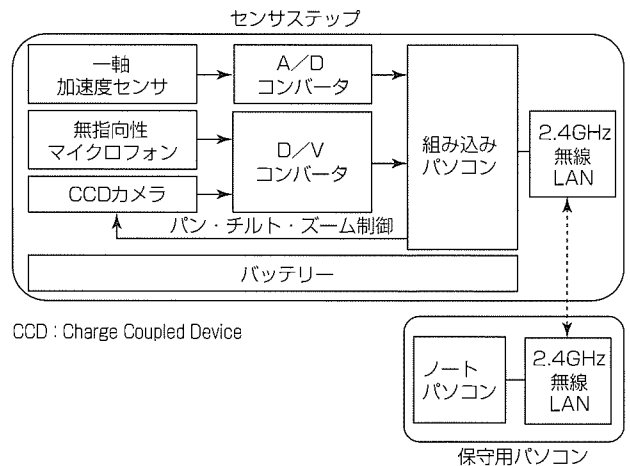


図1. センサステップのシステム構成

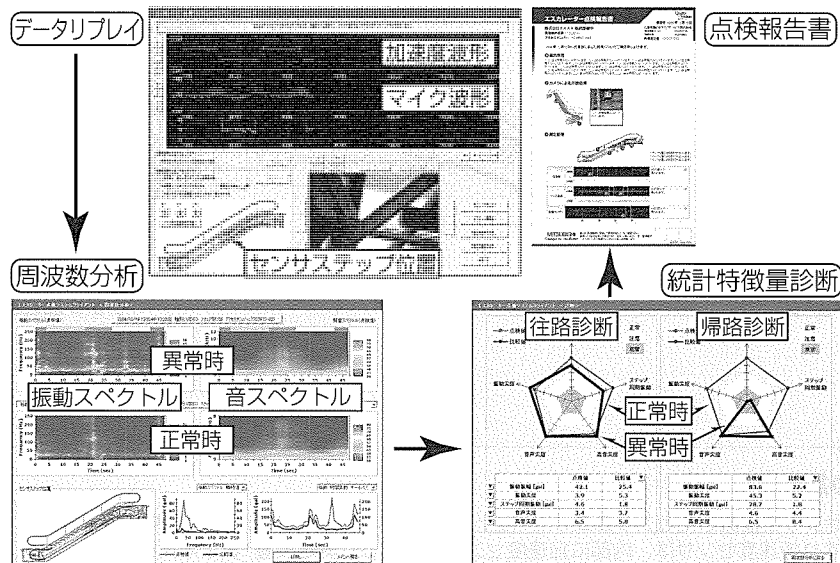


図2. 診断ソフトウェア

一例として、ステップの通過時間間隔に同期して発生する異常振動の大きさを表す特徴量であるステップ周期振動成分の平均値を比較した結果を表2に示す<sup>(3)</sup>。ステップのレールやローラ上の異物によって生じた異常振動に対応して、特徴量が増加していることが確認できる。

### 3. 手すり加速度センサ

#### 3.1 開発の背景

点検項目の一部として、1～3か月ごとに手すりチェーンの張り具合を点検し、手入れ要否を判定している<sup>(2)</sup>。現行保守では、ステップを取り外したあと、内部に潜りこんで手すりチェーン振れ幅をゲージを用いて手動測定し、適正テンションかどうか判定していた。

このような点検作業を容易化する目的で、エスカレーター反転起動時の手すり上の加速度を測定し、手すりチェーンの緩み有無を判定する診断装置“手すり加速度センサ<sup>(4)</sup>”を開発した。この装置では、手すりチェーンの張り具合の手入れ要否を判定する際に、エスカレーターを分解する必要がないため、作業時間を従来の約30分から数分に短縮することができる。

表1. センサステップ仕様

項目	仕様	
測定項目	加速度	最大±2G, DC~300Hz, 1ksps
	音	40Hz~15kHz, 32ksps
	映像	動画又は静止画 保守用パソコンからのパン・チルト・ズーム制御
連続動作時間	約2時間	
通信距離	最大30m	
機能	測定	加速度・音・映像の同期測定 リプレイ時のセンサステップ位置表示
	診断	時間-周波数解析機能
		統計特徴量診断機能 点検報告書作成機能

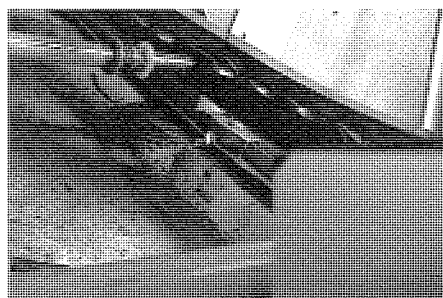


図3. エスカレーター内部状態の目視事例

表2. 正常時と異常時におけるステップ周期振動成分の平均

	往路 (gal)	帰路 (gal)
正常	2.5	2.7
ローラ異常	3.9	3.9
往路レール異常	22.3	5.0
帰路レール異常	4.4	22.8

#### 3.2 システム構成

システム構成を図4に示す。一軸半導体加速度センサは手すり進行方向に感度を持つよう配置し、測定レンジ±1.7G、周波数帯域DC~100Hz、サンプリング速度1ksample/sでデータ測定を行う。保守用パソコンからは、2.4GHz無線モジュール経由で手すり加速度センサの測定制御、測定データの記録及び手すりチェーンの緩み診断が行える。

#### 3.3 手すり加速度を用いた診断

エスカレーター反転起動時における手すり加速度波形の測定例を図5に示す。まず、エスカレーターの起動に伴って振動振幅が増加することを利用して、起動時刻 $t_1$ を求め、次に、加速度波形を積分して手すり速度を求め、手すり速度が一定値以上に達した時点を手すり動作開始時刻 $t_2$ として求める。反転起動時では、手すりチェーンが緩むに

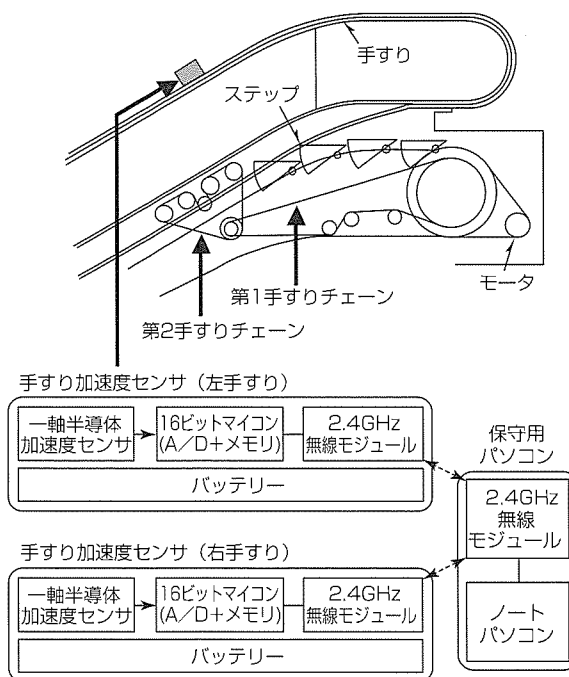


図4. 手すり加速度センサのシステム構成

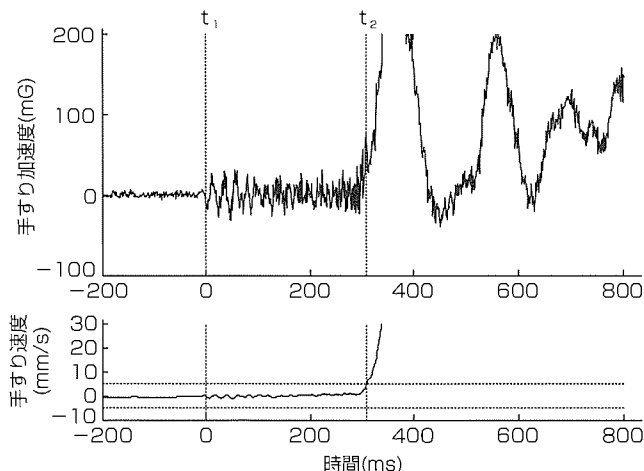


図5. 反転起動時の手すり加速度波形

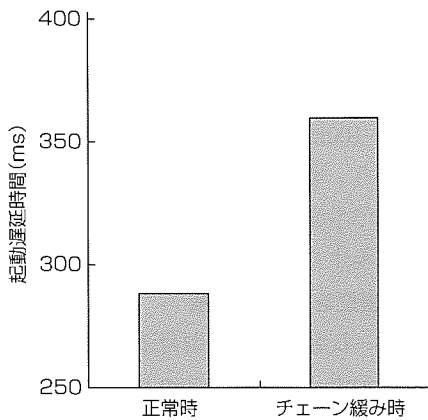


図 6. 正常時とチェーン緩み時における起動遅延時間の比較

つれて、緩み分のチェーンを巻き取る時間が余分にかかるため、手すりの動き出しが遅くなり、結果として起動遅延時間 ( $t_2 - t_1$ ) が増大する。よって、正常時の起動遅延時間と比較することで、手すりチェーンが緩んでいるかどうかを診断できる。

正常時と手すりチェーン緩み時の起動遅延時間測定結果の一例を図 6 に示す。手すりチェーン緩み時には、起動遅延時間が増大していることが確認できる。

#### 4. む す び

本稿では、各種センサを利用してエスカレーター各部位の状態を定量的に把握する取り組みとして、センサステップによる保守点検、手すり加速度センサを用いた手すりチェーンの緩み診断について述べた。従来、経験や勘に依存していた保守点検作業の定量化が可能となり、内部に潜りこむことなく点検が可能となることから、保守点検時間の削減や保守点検品質の向上につながると考えられる。

#### 参 考 文 献

- (1) 蔦田広幸, ほか: 回転軸巻付型センサを用いたチェーン駆動装置の異常診断, 計測自動制御学会第23回センシングフォーラム予稿集, 349~352 (2006)
- (2) 社日本エレベータ協会: エレベータ・エスカレーターの維持保全, 建築防災, No.341, 3~22 (2006)
- (3) 蔦田広幸, ほか: 加速度・音センサを搭載した点検ステップによるエスカレーター異常診断, 計測自動制御学会論文集, 43, No.9, 735~740 (2007)
- (4) 蔦田広幸, ほか: 手摺加速度を用いたエスカレーターチェーンの異常診断, 計測自動制御学会第24回センシングフォーラム資料, 61~64 (2007)



# 昇降機現場知識共有システム

坂上聡子\*  
岩田雅史\*\*

Knowledge Management System for Lift Maintenance Field

Satoko Sakajo, Masafumi Iwata

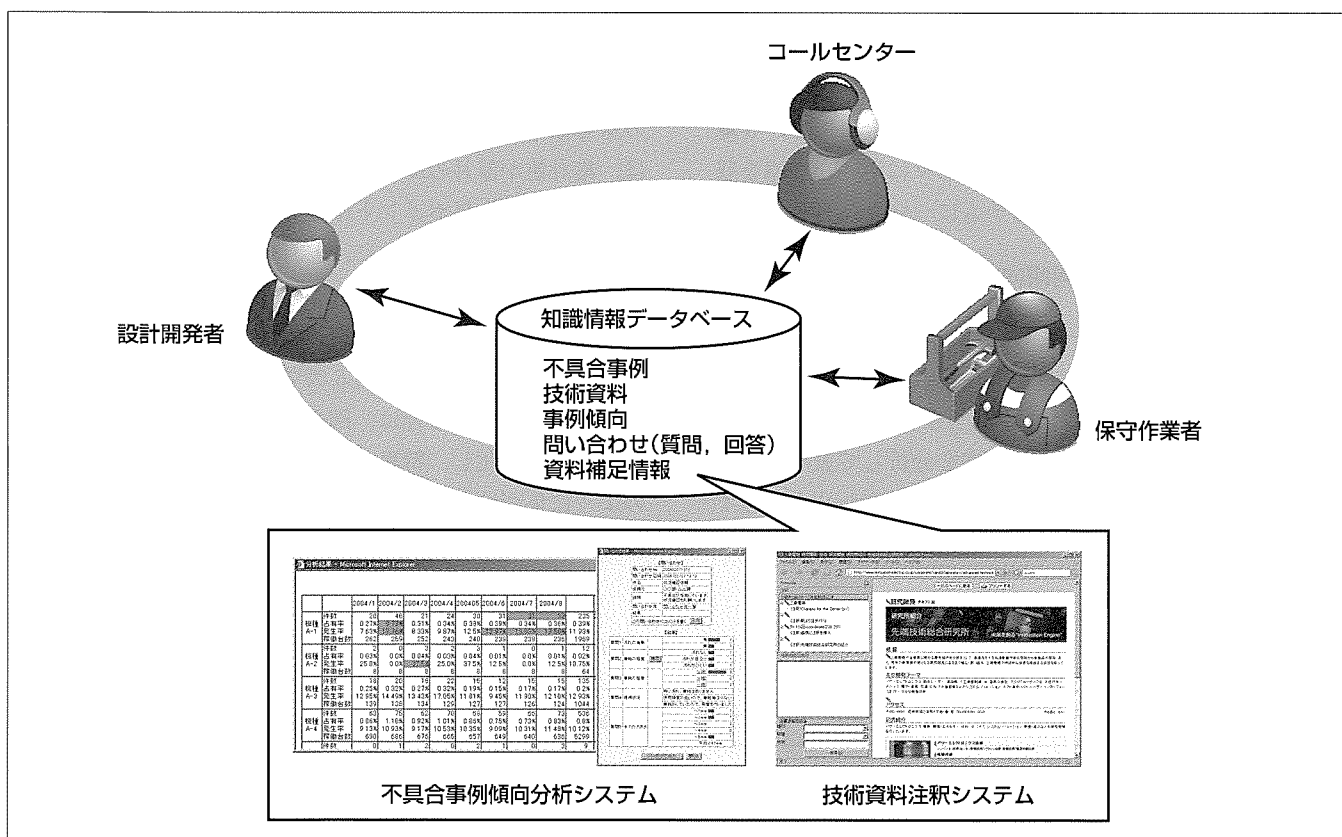
## 要旨

市場不具合の未然防止と製品及び保守品質向上を目的として、昇降機の現場では、技術者間、例えば設計開発者と保守作業員間の知識共有が重要視されている。三菱電機では、現場知識を収集し、共有するための二つのシステムを開発した。

一つ目は、コールセンターで収集される現場不具合の傾向を分析する不具合事例傾向分析システムである。このシステムは、不具合の特徴的な傾向を分析し、ビジュアル表示することによって、現場状況や機種など、技術者間の問い合わせを開始するきっかけを与える。分析時の条件は、問い合わせと合わせてデータベースに格納され、検索時のキーとして利用できる。問い合わせから類似現場の情報や機種特有のノウハウを抽出することができる。

二つ目は、紙の文書に付箋(ふせん)を張り付けしてコメントを書き込む要領で、Web上で提供される技術資料に対して注釈を追記し、技術者間で共有する技術資料注釈システムである。このシステムは、技術資料を提示することによって、利用者に知識情報を想起させる。さらに、技術資料本文のキーワードや注釈位置などの注釈属性を、注釈情報の分類や検索キーに利用することによって、テーマに沿った知識情報を抽出することができる。

これらのシステムは、技術者からテーマに沿った知識情報を収集することができるので、昇降機現場におけるノウハウの抽出や現場及び機種に関する補足情報共有ツールとして有用であると考えられる。



## 昇降機現場知識共有システム

このシステムは、設計開発者と保守作業者が知識情報を共有するシステムの総称である。不具合事例傾向分析システムは、コールセンターで収集される不具合事例の傾向を分析し、現場や機種に関する問い合わせを管理するシステムである。技術資料注釈システムは、Web上で閲覧できる技術情報に補足情報として注釈を追記し、共有するシステムである。

1. ま え が き

ナレッジマネジメントの基礎理論であるSECIモデルでは、共同化(Socialization)、表出化(Externalization)、連結化(Combination)、内面化(Internalization)による暗黙知と形式知の絶え間ない変換プロセスによって、組織内の知識レベルが向上するとされている<sup>(1)</sup>。近年、“2007年問題”と呼ぶ団塊の世代の大量退職による熟練者の急減を機に、特に表出化のプロセスが急務とされており、現場作業では、不具合事例や熟練者のノウハウなどの知識情報を蓄積、共有する取り組みが行われている。例えば、企業では作業のビデオ録画やインタビューを通じた作業分析などを行っている<sup>(2)</sup>が、情報の収集や編集に多大な時間と労力を要するなど課題が多い。そこで、技術者自身が自発的に知識を投稿できる仕組みが必要とされている。

一方、Webの世界では、ユーザーが手軽に情報発信でき、多種多様な情報が得られる場として、ブログ、SNS(Social Networking Service)、動画投稿などのユーザー参加型サイトが注目されている。しかし、テーマや目的にとらわれずに情報を発信できるという手軽さの反面、玉石混淆(こんこう)による全体的な情報の質の低下や検索性の悪さなどの問題が指摘されている。

当社は、昇降機の市場不具合の未然防止と技術伝承による品質向上を目的として、設計開発者と保守作業者が現場や機種に関する情報を容易に共有できるようにする2つのシステムを開発した。2章では実際の不具合事例を、3章では技術文書を基に、技術者からテーマに沿った知識を収集し、技術者間で共有するシステムについて述べる。

2. 不具合事例傾向分析システム

昇降機のコールセンターでは、顧客からの問い合わせや故障対応依頼などを受け付け、保守作業からの対応報告を受け取って、表1のような不具合事例を蓄積している。このシステムは、不具合事例の傾向を分析して表示する傾向分析機能と、現場状況や機種情報の問い合わせを管理する事例問い合わせ機能を持つ<sup>(3)</sup>。図1にこのシステムの構成を示す。

表1. 不具合事例

分類	フィールド名称
事例ID	経歴キー
昇降機情報	建物番号, 号機
	機種コード, 生産年月旬
担当部門	支社コード, 部門コード
	発生年月日
発生状況	部位コード, 機器コード
	現象コード, 原因コード, 故障状況
処置内容	処置コード, 処置結果(詳細)
...	...

2.1 傾向分析機能

傾向分析機能は、膨大な不具合事例データベースを集計して、集計値の傾向を分析し、特徴的な傾向パターンを自動的に検出する。分析結果は、図2に示すように可視化される(ただし、図中の名称と数値は説明用に編集されたものである)。また昇降機構造図上へのマッピングも可能である。

システムを利用する技術者は、集計・分析条件として、任意の組み合わせの分類軸(縦軸)と分析軸(横軸)を設定する。集計・分析処理は、まず、件数、占有率、発生率を集計する。件数とは分類軸及び分析軸の各項目に対応する事例数であり、不具合対応に要する作業量を表す。占有率は、分析軸項目ごとに合計件数を算出し、対応する分析軸項目合計件数で当該件数を除算した値で、不具合の相対的な重要度を表す。発生率は、年月、機種、支社ごとに稼働台数を算出し、稼働台数で当該件数を除算した値で、不具合の発生頻度を表す。

次に、各集計値に関して特異傾向の検出を行う。件数は2件以上、占有率と発生率は0より大きい場合に、有意な傾向が見られる可能性があると考え、特異傾向判定を行う。このシステムの特異傾向判定方法は分析軸によって異なる。分析軸が“発生年月”の場合は、乖離(かいり)ポイント、連続増加月数ポイント、順位上昇ポイントの合計値がシステムで設定された閾(しきい)値を上回る場合に特異と見なす。乖離ポイントは、集計値>平均値のとき、集計値と平均値の差を標準偏差で除算して求める。連続増加月数ポイントは、集計値が前月の95%を上回る場合に、その連続月数を求める。順位上昇ポイントは、月内での集計値の順位を求め、順位が上昇したときに、前月の順位と当月の順位の差を当月の順位で除算して求める。また、分析軸が“発生年月”以外の場合は、集計値は正規分布 $N(\mu, \sigma^2)$ に従うと仮定し、集計値が分布の上側5%であるとき、特異であると判定する。可視化処理は、図や表を用いて事例集計・分析データを可視化し、特異であると判定された集計値を図2のように色づけ表示する。この機能は、設計開発者や保守作業による故障兆候の早期掌握を支援することができる。

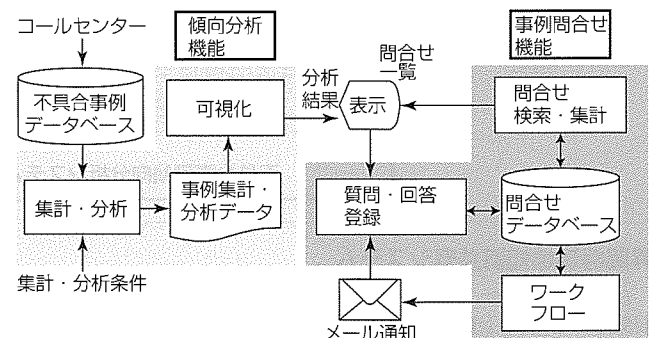


図1. 不具合事例傾向分析システムの構成

## 2.2 事例問い合わせ機能

技術者は、分析結果の表や構造図から事例の明細を参照したり、より詳細な現場情報や類似現場の情報を事例の担当部門に問い合わせたりすることができる。

質問・回答登録処理は、質問や回答を登録するフォームを作成して技術者に提示し、入力された質問や回答を集計・分析データと関連付けて問い合わせデータベースに登録する。質問や回答がデータベースに登録されると、ワークフロー処理は、指定された事例や機器の担当部門への連絡先を取得し、システム上での回答入力を促すメールや回答が入力されたことを通知するメールを送信する。問い合わせ検索・集計処理は、問い合わせ日時や不具合内容などの問い合わせ条件によって問い合わせデータベースを検索して、問い合わせを一覧表示したり、回答を集計して結果を表示したりする。

問い合わせを収集、蓄積することによって、技術者は全国各所で発生した類似の現場や過去の不具合の情報を参照して、直面している事象に対応することができる。すなわち、この機能による問い合わせを、現場の情報や昇降機に関するノウハウとして再利用することができる。また、問い合わせの元となる傾向分析時の集計・分析条件の設定項目によって、問い合わせデータベースを検索することができる。したがって、このシステムを用いることによって、技術者は類似現場の情報や機種特有のノウハウを容易に入手できると考えられる。

## 3. 技術資料注釈システム

昇降機保守技術資料は、設計開発者が作成し、Web上で公開されたものを保守作業者が閲覧する。また、印刷した技術資料に付箋を張って、誤記を修正したり、保守作業者が経験上獲得したノウハウや個別の現場特有の情報を書き込んだりして、部内で共有したりすることがある。

### 3.1 Webアノテーション

付箋のような補足情報をより多くのユーザーと共有する方法として、Webアノテーションがある。W3C(World Wide Web Consortium)が提唱するAnnoteaプロジェクトはWeb文書上での電子的な付箋による注釈追記と共有を実現するWebアノテーションのためのスキーマを定義し

ている<sup>(4)</sup>。Annoteaの動作の仕組みを図3に示す。Annotea対応WebブラウザはWebサーバからコンテンツを、Annoteaサーバから注釈位置を含む注釈情報を取得する。次に、コンテンツのDOM(Document Object Model)構造を解析し、XPointer言語で記述された注釈位置に基づいて、適切な位置に注釈を埋め込んだコンテンツを表示する。Annoteaはブラウザ上で注釈の合成を行うので、元のWebページの内容を変更することなく、情報を追加、共有できるという特徴がある。

一方、昇降機保守で利用される技術文書の特徴として、イラスト図や写真などの画像が多いという点が挙げられる。しかし、XPointer言語は画像内の位置指定に対応していないので、Annoteaでは画像内の特定の位置を指定した注釈を追記することができない。

### 3.2 技術文書に対するアノテーション

このシステムは独自の位置情報記述スキーマを定義して、Annoteaに追加することによって、画像内注釈を実現した。このシステムの位置情報記述スキーマを図4に示す(ただし、図中のURI(Uniform Resource Identifier)の“http://”以降は省略している)。

“me-annotation:”は独自の名前空間定義であり、“compound-path”と“coordinate2D”スキーマを定義している。compound-pathは画像内の注釈であることを表し、HTML(Hyper Text Markup Language)文書内での画像の位置xpointerと、画像上での二次元座標値及び位置を説明する文字列を記述するcoordinate2Dで構成される。

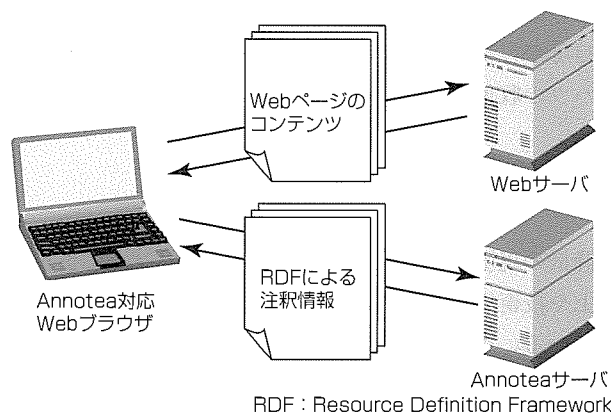


図3. Annoteaの動作の仕組み

分類軸	分析軸												平均	標準偏差	
	2004/1	2004/2	2004/3	2004/4	2004/5	2004/6	2004/7	2004/8	2004/9	2004/10	2004/11	2004/12			
機種 A-1	件数	20	46	31	24	30	31	32	23	29	38	73	34		
	占有率	0.27%	0.72%	0.31%	0.34%	0.38%	0.39%	0.34%	0.36%	0.39%	0.50%	0.98%	0.0	0.0	0.0
	稼働台数	763	1726	934	978	1238	1238	1238	1238	1238	1238	1238	1238	1238	1238
機種 A-2	件数	2	0	0	2	0	0	0	1	0	1	12	15	103	
	占有率	0.03%	0.0%	0.0%	0.03%	0.0%	0.0%	0.0%	0.01%	0.0%	0.01%	0.02%	0.0	0.0	
	稼働台数	262	269	252	243	240	239	236	236	236	1969	1938	0	0	
機種 A-3	件数	18	20	18	22	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
	占有率	0.25%	0.32%	0.27%	0.32%	0.19%	0.15%	0.17%	0.17%	0.2%	0.2%	0.0	0.0	0.0	
	稼働台数	129	136	124	1705	1181	945	1190	1210	1290	0	0	0	0	
機種 A-4	件数	63	76	62	70	68	59	66	73	53	67	62	62		
	占有率	0.86%	1.18%	0.92%	1.01%	0.86%	0.75%	0.73%	0.83%	0.8%	0.81%	0.0	0.0		
	稼働台数	139	136	124	129	123	123	126	124	1044	1044	1044	1044		
機種合計	0	1	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0		

図2. 傾向分析結果の例

```
<a:context r:resource="http://.../index.html#
xmlns(me-annotation=http://www...
me-annotation:compound-path(画像内注釈向けに追加した記述
xpointer=/html[1]/body[1]/table[1]/tbody[1]/tr[1]/td[2]
/div[1]/h3[1]/img[1])
me-annotation:coordinate2D(238, 29,タイトル/ル図))
xpointer=/html[1]/body[1]/table[2]/tbody[1]/tr[1]/td[1]/table[1]/tbody[1]/
tr[1]/td[1]/table[1]/tbody[1]/tr[2]/td[1]/table[1]/tbody[1]/tr[1]/td[2]/div[1]
/h3[1]/img[1])" />
```

図4. 位置情報スキーマ

Webブラウザのプラグインは、compound-pathが指定されていると、まずcompound-path内のxpointerを解析して、HTML文書上での画像の位置を特定し、次にcoordinate2Dを解析して、画像内の注釈位置を特定する。なお、この機能を持たないAnnotea対応Webブラウザにも対応するように、従来版用のXPointerも記述しており、画像全体を指すものとして注釈を表示する。

図5にこのシステムによる画像内注釈の表示例を示す。図は、Annoteaに従うプラグインAnnozillaを改良したプラグインを導入したWebブラウザFirefox<sup>(注1)</sup>と、オープンソースのWebアプリケーションフレームワークZOPE<sup>(注2)</sup>の製品であるZAnnotを基に開発したAnnoteaサーバを用いて実装した例である。ブラウザ画面はWebページを表示するコンテンツ領域とサイドバーから構成される。コンテンツ領域には注釈が付加された位置に注釈アイコン(図5では鉛筆形のアイコンで示されている)を挿入したWebページが表示される。サイドバーには、コンテンツに付けられた注釈一覧と、注釈一覧で選択された注釈本文と属性が表示される。画像内注釈の場合は、注釈位置を分かりやすくするために、通常、注釈対象文字列が表示される注釈一覧のラベルには、注釈を付加する際にユーザーが入力した注釈位置の説明を表示する。

さらに、当社ではファイルをサーバにアップロードする機能を開発したので、このシステムではアップロードしたファイルへのURLリンクを注釈本文に挿入することによってファイル添付を実現した。このシステムを用いることによって、技術文書の修正や機器特有の追加情報、現場写真などの詳細情報、関連する他の技術文書への参照を、技術者自身が容易に追記することができるので、現場情報やノウハウの収集、技術資料の充実化に有用であると考えられる。

#### 4. む す び

昇降機の現場では、現場情報のフィードバックによる品質向上や技術伝承を目的として、知識情報の共有が課題となっている。グループウェアやナレッジマネジメントシステムなど、知識共有のためのシステムは数多く存在する。しかし、“何を書いてよいか分からない”“書く時間がない”“ほしい情報が得られない”などの理由で、現場の技術者には活用されていないのが現状である。

本稿では、設計開発者と保守作業者の知識情報共有を促進するための2つのシステムについて述べた。不具合事例傾向分析システムは、コールセンターで収集される不具合事例を分析して結果を共有することによって、現場状況や

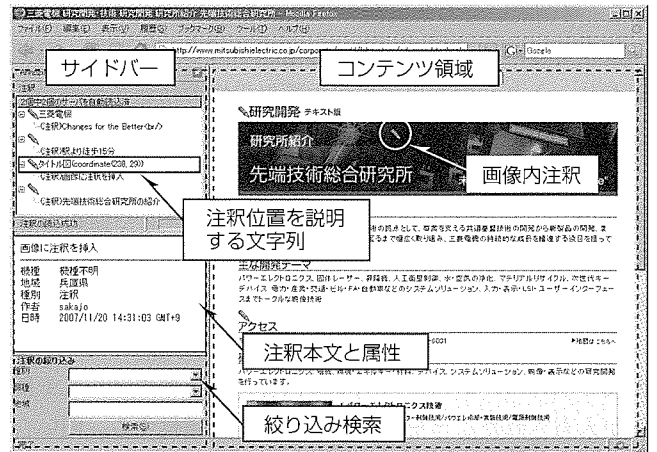


図5. 技術資料注釈システムの画像内注釈表示例

機種に関する問い合わせを開始するきっかけを与える。さらに、分析時の集計・分析条件の設定項目を検索キーに用いて、類似現場や機種に関する問い合わせを検索することができる。技術資料注釈システムは、技術資料を提示し、テーマを与えることによって書き込みを誘発する。さらに、技術資料本文のキーワードや注釈位置情報などの注釈属性を、注釈情報の分類や検索に利用することによって、テーマに沿った情報を抽出することができる。

これらのシステムは、技術者に対して、実際の不具合事例や技術資料といったノウハウの種となるようなきっかけを与えて、知識情報を想起させ、書き込みを促す。また、知識情報はWeb上で容易に書き込み、閲覧することができる。さらに、きっかけとなった情報によって、収集された知識情報を分類、整理することによって、再利用性を向上させる。したがって、これらのツールは昇降機現場でノウハウの抽出や現場や機種に関する補足情報共有ツールとして利用することができ、類似不具合の未然防止や技術伝承に有用であると考えられる。

#### 参考文献

- (1) 野中郁次郎, ほか: 知識創造企業, 東洋経済新報社 (1996)
- (2) 窪野哲光: 『現場技術継承支援動画システム(K-SHOW)』の実用化開発, 電気評論, 2006年11月号, 62~67 (2006)
- (3) 坂上聡子, ほか: 製品不具合事例の傾向分析, 情報処理学会第68回全国大会講演論文集, 4-67~68 (2006)
- (4) Kahan, J., et al.: Annotea: An Open RDF Infrastructure for Shared Web Annotations, Proc. of the 10th International WWW Conference, 623~632 (2001)

(注1) Firefoxは, Mozilla Foundationの登録商標である。

(注2) ZOPEは, Zope Corporationの登録商標である。

# 寒冷地向けビル用マルチエアコン “リプレースズバ暖マルチY”

森本 修\*  
井上陽介\*

Packaged Air Conditioner “REPLACE ZUBA-DAN MULTI Y” for Cold Regions

Osamu Morimoto, Yosuke Inoue

## 要 旨

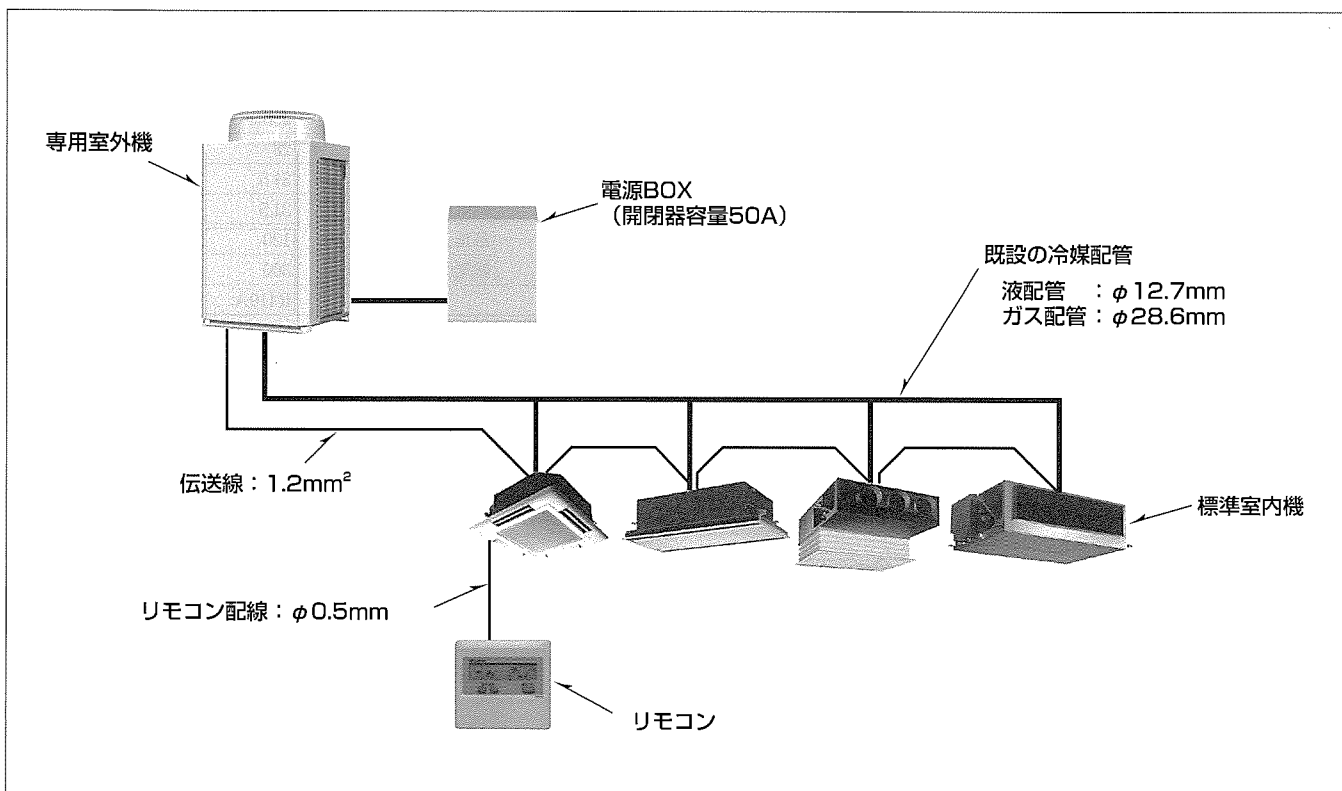
電気式空冷ヒートポンプエアコンは、施工性やメンテナンス性がよいことから寒冷地へも浸透しつつある。しかし寒冷地では、外気温度の低下とともに暖房能力が低下するため、目安となる外気温度に応じて機器の容量を大きく選定する必要があった。

一方、ビル用マルチエアコンを更新する際に、工事費用の削減と工期の短縮のため、天井裏に埋設された既設の冷媒配管を流用し、空調機器のみを入れ替える更新需要が増加している。

このような状況のもと、既設の冷媒配管を流用し、かつ、低外気温度でも高暖房能力を維持する更新用の寒冷地向け電気式ヒートポンプエアコンとして“リプレースズバ暖マルチY”を開発した。

リプレースズバ暖マルチYでは、更新のための機能として、機器の入れ替え、真空引き、所定の冷媒を封入したあと、自動的に鉱油回収運転を行うようにした。また、新設と異なり、既設配管再利用時は必要冷媒量の判断が難しい場合があるため、鉱油回収作業工程で冷媒自動充てんを実施し、適正量の冷媒封入を可能とした。

さらに、低外気温度での暖房能力を維持するため、インジェクション圧縮機とフラッシュインジェクション回路を導入した。冷媒流量が不足する低外気温度条件で、フラッシュインジェクション回路を通る冷媒を圧縮機のインジェクションポートに注入することによって、圧縮機の吐出温度が制御されるとともに、圧縮機から吐出される冷媒流量を増加させ、暖房能力を維持するようにした。



寒冷地向けビル用マルチエアコン“リプレースズバ暖マルチY”

図はリプレースズバ暖マルチYのシステム構成を示す。従来冷媒R22機種で使用されていた既設の冷媒配管を流用し、新冷媒R410A用の標準室内機と専用の室外機に入れ替え、既設配管中に残留するR22用の冷凍機油を回収・除去し、その後はそのまま空調運転を開始できる。また、インジェクション圧縮機とフラッシュインジェクション回路の導入によって、低外気温度での暖房能力を維持するシステムとしている。

### 1. ま え が き

電気式空冷ヒートポンプエアコンは、施工性やメンテナンス性がよいことから寒冷地へも浸透しつつある。しかし寒冷地では、外気温度の低下とともに暖房能力が低下するため、目安となる外気温度に応じて機器の容量を大きく選定する必要があった。また、デフロスト中及びその前後での能力低下に対する改善への期待も大きい。

一方、ビル用マルチエアコンを更新する際に、工事費用の削減と工期の短縮のため、天井裏に埋設された既設の冷媒配管を流用し、空調機器のみを入れ替える更新需要が増加している。図1は空調機の更新で、既設の冷媒配管を流用せずに新規に冷媒配管する場合と既設配管を流用する場合の工事費用を概算したものである。図は既設配管を流用しない場合を100とした場合の費用の比率を示している。図から既設配管を流用することで、配管工事費用、建物の壁や天井を改装し、廃材を撤去する費用などが大幅に低減でき、工事費用が半分以下となる試算例もある。

このような状況のもと、既設の冷媒配管を流用し、かつ、低外気温度でも高暖房能力を維持する寒冷地向けの電気式ヒートポンプエアコンとしてビル用マルチタイプ“リプレースズバ暖マルチY”を開発したので、その特徴について述べる。

### 2. 製品仕様

製品仕様(10馬力)を、表1に、室外機外観を図2に示す。リプレースズバ暖マルチYでは、低外気温度時でも高暖房能力を維持し、かつコンパクトな製品となっている。製品ラインアップは8、10、16、20馬力であり、16、20馬力は室外機を2台組み合わせた構成となる(表2)。

### 3. 製品の特徴及び技術

#### 3.1 配管自動鉍油回収機能

既設配管の再利用で重要なのは、既設配管に残留する冷凍機油(鉍油やPAG(ポリアルキレングリコール)、以下代

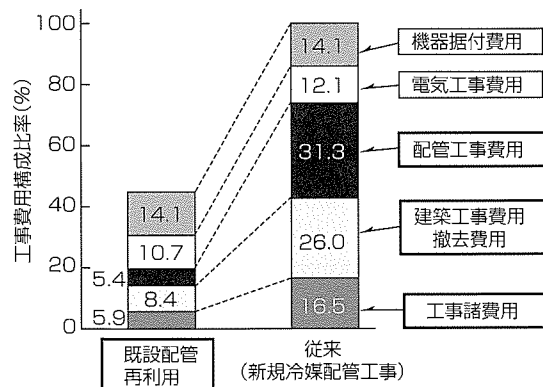


図1. 工事費用の比較例

表として鉍油という。)の回収・除去である。従来当社の“リプレースマルチ”シリーズでは、冷媒を気液二相状態で流すフラッシング運転を行い、既設配管内の鉍油を回収・除去してきた。そして従来製品では専用の“オイルトラップキット”を機器につなぎ鉍油を回収していた。鉍油回収作業者は当社の認定制とすることで確実な鉍油回収作業となるように運用し、さらに回収作業後“1か月後点検”で鉍油回収が十分かどうか再確認してきた。こうした工程によって当社鉍油回収技術による既設配管再利用案件の実績は十分に積み上がってきた。今後の更新需要の増大に伴い、より簡易な鉍油回収作業が必要と考え、リプレースズバ暖マルチYでは次のような改良を行った。

#### 3.1.1 オイルトラップキットの機能内蔵

リプレースズバ暖マルチYではオイルトラップキットの機能をそのまま室外ユニットに内蔵した。これによって専用の鉍油回収器材が大幅に減り、鉍油回収作業が簡素化し、作業性向上に大きく寄与した。

#### 3.1.2 自動鉍油回収

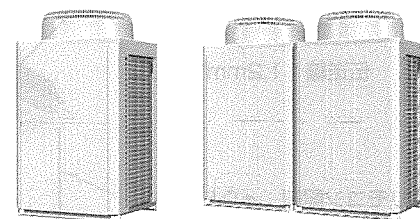
リプレースズバ暖マルチYでは機器の入れ替え、真空引き、所定の冷媒を封入したあと、自動的に鉍油回収運転を行う。鉍油回収工程は約2時間で完了する。

回収工程が完了すると、回収した鉍油は自動的に封止さ

表1. 製品仕様(10馬力)\*1

形名		PUHY-HRP280SCM-E	
外形寸法	H×W×D	mm	1,650×920×760
質量		kg	250
冷房能力	冷房標準	kW	28
暖房能力*2	外気6℃	kW	31.5
	外気-15℃	kW	31.5
配管長	最延長	m	120
	総延長	m	300
冷媒			R410A

\*1 室内機：四方向カセットタイプ2台組合せ時  
\*2 着霜を考慮しない場合の能力



(a) 8、10馬力 (b) 16、20馬力

図2. 室外機外観

表2. 製品ラインアップ

馬力	機種名	構成ユニット
8	PUHY-HRP224SCM-E	PUHY-HRP224SCM-E×1台
10	PUHY-HRP280SCM-E	PUHY-HRP280SCM-E×1台
16	PUHY-HRP450SCM-E	PUHY-HRP224SCM-E×2台
20	PUHY-HRP560SCM-E	PUHY-HRP224SCM-E×2台

れる。鉱油が封止されるとその経路は電磁弁によって閉止され、さらに手動の開閉弁を設けて確実に鉱油の逆流を防止できる。このため、鉱油回収作業に専門性はなくなり、従来の認定制度は不要となる。

鉱油回収工程の、従来との比較を示したものが図3である。なお、従来行っていた1か月後の油点検は不要である。

### 3.1.3 冷媒自動充てん

新設と異なり、既設配管再利用時は必要冷媒量の判断が難しい場合がある。リプレースズバ暖マルチYでは、鉱油回収作業工程で冷媒自動充てんを実施し、適正量の冷媒封入を可能とした。冷媒封入は冷房時は自動であり、暖房時も機器による自動封入と所定量の追加作業だけで、冷媒充てん作業が迅速に行える。

### 3.1.4 “ながら”鉱油回収

リプレースズバ暖マルチYでは50%程度の能力を発揮しながら鉱油回収作業が可能となった。さらに冷房サイクルでの鉱油回収だけでなく、暖房サイクルでも鉱油回収作業が可能となった。このため冬場の作業でも空調機能復旧までの時間が短縮される。

## 3.2 低外気温度時の高暖房能力の実現

製品の特徴及び実現のための技術を次に示す。

### 3.2.1 フラッシュインジェクション回路

一般の電気式空冷ヒートポンプエアコンでは、図4のように、外気温度の低下に伴い室外熱交換器内の冷媒圧力が低下し、圧縮機に吸入される冷媒密度が低下するため冷媒流量が低下する。このため、暖房能力は外気温度が低下するほど低下する。この低外気温度での能力低下への対応として“ズバ暖”では、図5のように、室内機で凝縮した冷媒の一部を二相状態として圧縮機の圧縮過程途中に戻す回路(フラッシュインジェクション回路)を設けている。このインジェクション回路を通る冷媒を圧縮機に注入することによって、圧縮機の吐出温度が制御されるとともに、圧縮機から吐出される冷媒量が増加する。さらに、低外気温度で

は圧縮機の回転数の上限を上昇させることで、低外気温度での暖房能力を維持する。一方、室外熱交換器を通る冷媒は、インジェクション回路の冷媒によって冷却され、室外熱交換器での空気からの採熱によるヒートポンプの効果によって、効率改善につながっている。

なお、吐出温度抑制について図6のP-h線図を使って述べる。インジェクションをしない場合には、図で、圧縮機の吸入でHの状態であった冷媒は、B'の状態まで圧縮される。ここで、外気温度が低下すると低圧が低下して圧縮比が高くなり、吐出温度が上昇しやすくなる。そこで、インジェクションを行うことで、中間圧部分での冷媒のエンタルピをA'からAまで減少させることができるため、吐出

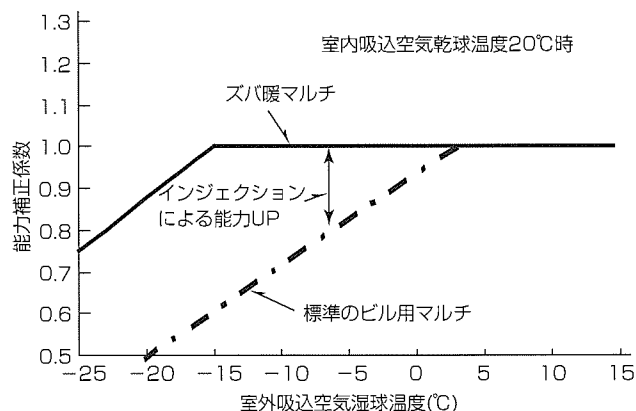


図4. 能力線図比較

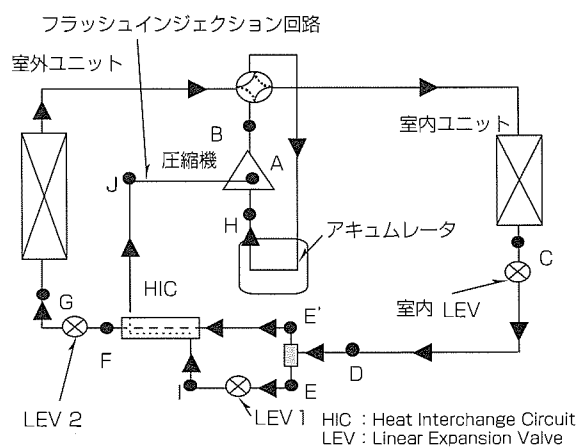


図5. 冷媒回路 (概略図)

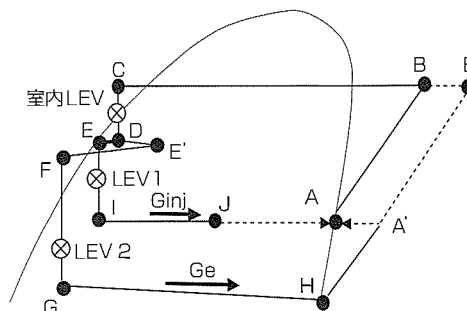


図6. P-h線図

これまでの空調更新工事	リプレースズバ暖マルチYによる更新工事
冷媒回収・機器撤去	冷媒回収・機器撤去
既設冷媒配管の撤去	既設冷媒配管の使用
配管・配線の新設	機器の搬入・設置
機器の搬入・設置	気密試験
気密試験	真空引き
真空引き	冷媒充てん・冷媒量判定 鉱油回収試験(自動)・空調試験*
冷媒充てん・計量作業	作業性が大幅改善!
試運転	
既設がGHP**でも入替可能	

\*1 空調試運転の前には手動でバルブを操作する必要がある。  
\*2 GHP: Gas engine Heat Pump

図3. 鉱油回収工程

の状態もB'からBとすることができる。これによって、圧縮比が高くなる低外気温度のときでも吐出温度の過昇を防ぎ、安定した暖房能力を発揮することができる。

### 3.2.2 インジェクション制御

インジェクション流量と吐出温度には相関があり、インジェクション流量を増加させるほど、吐出温度が低下し、吐出冷媒の過熱度も低下する。この特性を利用して、暖房能力を必要とする低外気温度でインジェクション量は、圧縮機の吐出冷媒の過熱度を基に、フラッシュインジェクション回路のLEV(電子式リニア膨張弁)で制御する。

ここで、外気が低下するほど、また室内機の運転容量が大きくなるほど、インジェクション量を大きくし、能力を維持する必要がある。

そこで、負荷の大きさを圧縮機の運転容量で判断し、負荷の大きい(運転容量が大きい)場合に圧縮機の吐出冷媒の過熱度を小さく(インジェクション量を大きく)、負荷の小さい(運転容量が小さい)場合に、圧縮機の吐出冷媒の過熱度を大きく(インジェクション量を小さく)することで、必要に応じたインジェクション流量の制御を行っている。

### 3.2.3 大容量インジェクション圧縮機

リプレースズバ暖マルチYには、低外気温度での暖房能力の確保のため、大容量のスクロールインジェクション圧縮機を開発し、搭載している(図7)。

この大容量スクロールインジェクション圧縮機は、インジェクション冷媒を適切なスクロール回転角位置に流入させることによって、大きなインジェクション冷媒流量を実現し、かつ圧縮機の信頼性を確保している。

さらに、駆動モータにはDCブラシレスモータを採用し、圧縮機の消費電力の低減を図っている。

### 3.2.4 スピード暖房

暖房能力を特に必要とする朝の立ち上がり時などは、先に述べたインジェクション回路を利用することによって、吐出温度の上昇を抑えつつ、圧縮機の増速が可能となるので、圧縮機の発揮できる能力が増加する。この結果、室内機の吹出し空気温度もすみやかに上昇させることができる。



図7. 大容量インジェクション圧縮機

### 3.2.5 デフロスト性能の向上

一般に低外気温度の場合、空気中の水分量が低下し、着霜量が減少する。そこで、室外機熱交換器の冷媒温度と外気温度から室外機熱交換器の霜付きの状態を予測することで、デフロスト間隔を広げ、暖房運転率を高めた。

また、室外熱交換器が着霜した状態でも、インジェクション回路に冷媒を流すことで、凝縮温度を極力維持し、暖房能力の低下を抑える。また、デフロスト復帰後の立ち上がりも速くすることで、デフロスト前後の室温低下を抑制している。

### 3.2.6 暖房運転範囲の拡大

標準機では暖房外気範囲は、 $-20^{\circ}\text{C}$ (湿球温度)であったが、インジェクションによる吐出温度の抑制のほかに、圧縮機起動時のバイパス回路制御や圧縮機容量制御の工夫で $-25^{\circ}\text{C}$ (湿球温度)まで拡大することができた(図8)。

### 3.3 その他の特徴

当社は、独自のムーブアイセンサを搭載している室内機のラインアップ“PLFY-P・BM形”を持ち、この機能とズバ暖機能を組み合わせることによって、暖房快適性を向上させている。

また、大容量圧縮機の開発によって1台の室外機には圧縮機を1台のみ搭載とし、ユニットのコンパクト化を図り、さらに、ユニットのコーナー部分をカットした構造とすることで、6人乗りエレベーターでも搬入可能としている(図9)。

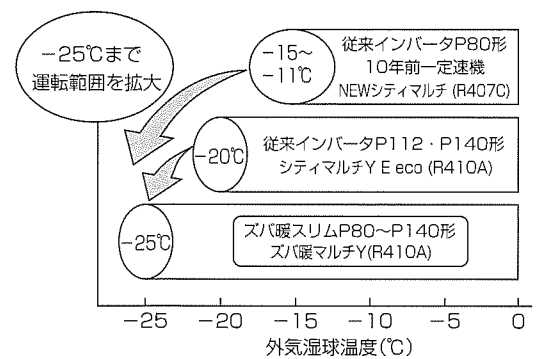


図8. 暖房運転範囲の拡大

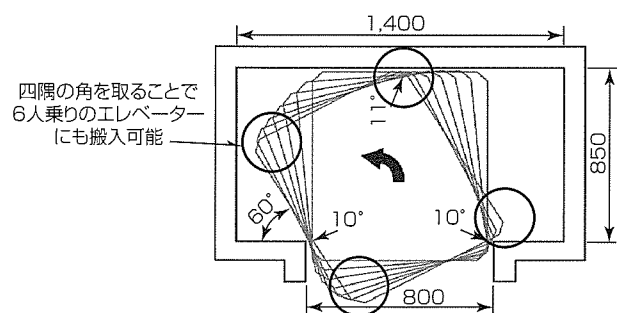


図9. 6人乗りエレベーター内での室外ユニットの回転



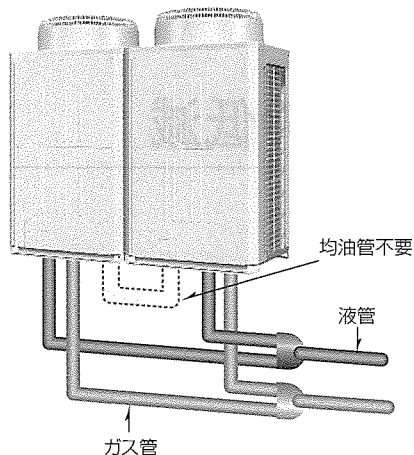
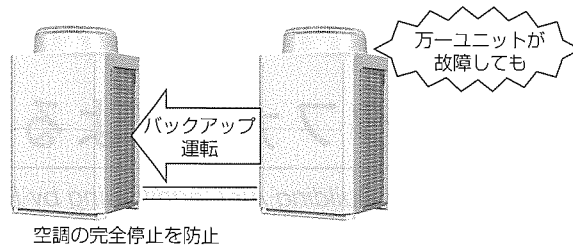


図10. 室外機が組合せの場合の冷媒配管接続図

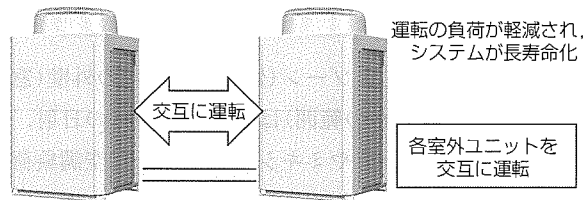
16, 20馬力では室外機が組合せとなり、冷媒配管接続では、冷媒の流量制御と専用分岐管の開発によって、2台の室外機に分配される冷媒と冷凍機油の量を適正化することで、各ユニットを接続する均油管の接続は不要としている(図10)。さらに、起動する側のユニットを定期的に交代させ、各室外ユニットの運転時間が均等になるようにすることで、各ユニット間での運転時間の偏りをなくし、システムの長寿命化を図っている。また、片側のユニットが故障した場合には、運転可能な残りのユニットで応急運転することも可能にしている(図11)。

#### 4. む す び

リプレースズバ暖マルチYは、電気式ヒートポンプエアコンの弱点を大幅に改良した製品であり、寒冷地の更新需



(a) 安心のバックアップ機能(16, 20馬力)



(b) ローテーション機能で長寿命化(16, 20馬力)

図11. 室外機が組み合わせの場合のバックアップ

要にこたえる有用な製品であると考えます。そのため、寒冷地市場における電気式ヒートポンプエアコンの普及に大きく貢献するものと期待しています。

#### 参 考 文 献

- (1) 森本 修：既設冷媒配管再利用形ビル用マルチエアコン“リプレースマルチEco”の開発，冷凍空調設備12，33，No.12，4～6（2006）
- (2) 嶋本大祐，ほか：寒冷地向けビル用マルチエアコン“ズバ暖マルチY”の開発，エレクトロヒート，No.156，82～85（2007）

# ペリメータファンによるビル空調負荷の低減

荒木克己\*  
石川忠昭\*\*

Load Reduction of Building Air Conditioning by Perimeter Fan

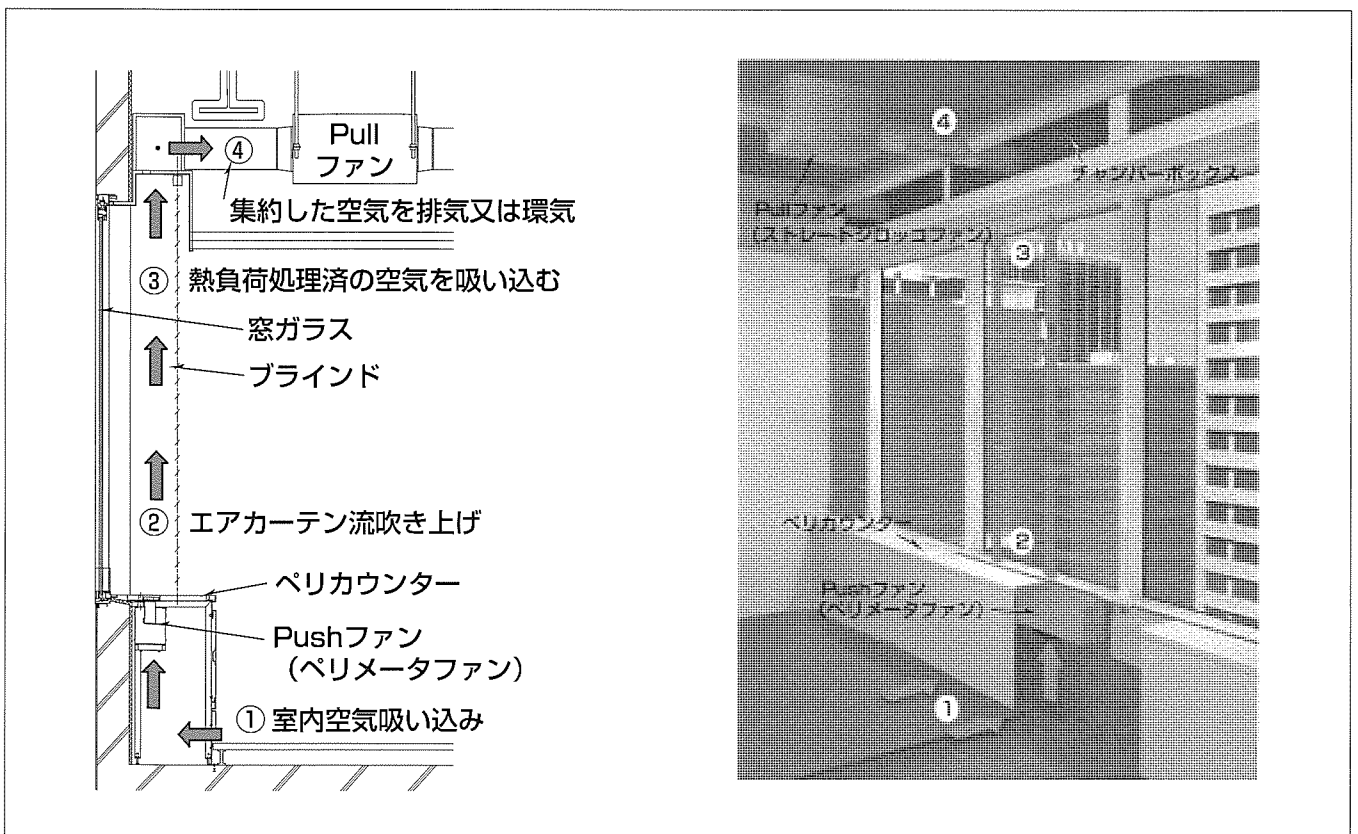
Katsumi Araki, Tadaaki Ishikawa

## 要旨

ビル空調でペリメータゾーン(建物(ビル等)の外壁(窓含む)から室内側近傍数mの範囲)は窓ガラスからの日射、内外温度差による外部負荷やミキシングロスなど空調負荷の極めて大きいゾーンである。また輻射(ふくしゃ)過多、コールドドラフト、結露など温熱環境でも様々な問題が生じやすいゾーンとされていることから、このゾーンの対策はオフィス環境の改善に大きく寄与するものである。対策として様々な方式がある中、低インシヤルコストとセキュリティ、施行性並びに保守管理の優位性を背景として生まれたのがエアバリアシステムである。これは窓面にエアカーテン流を形成し、室内外温度差による伝導熱と日射による放射熱を排除させる方式であるが、効果を得るためには

適切な気流生成やシステムとしてのノウハウが必要となる。今回、エアバリアシステムを容易に施行ができてかつ良好で省エネルギーとなる環境の確保が可能なシステムにするために、

- (1) 緩衝板の最適設計で扁平(へんぺい)で均一な気流生成を実現した専用ファン(ペリメータファン)の開発
  - (2) Push-Pull風量バランスの最適値設定
- によるシステムを構築した。このシステムを使用することで、夏季の放射熱除去、冬季のコールドドラフト防止による空調負荷削減と良好な居住環境を得ることを可能としている。



## ビルのペリメータゾーン熱負荷除去システム

ビル空調でペリメータゾーンへの外部負荷侵入は極めて大きく、さらにオフィスニーズ(OA化、保守管理など)も多様化している。このようなニーズを背景として生まれたのがペリメータファンシステムであり、窓面へのエアカーテン流生成による放射熱除去、コールドドラフト防止によって良好で省エネルギー性に優れた居住環境を提供する。

### 1. ま え が き

今日のビル空調は、快適性、省エネルギー性やコストパフォーマンスに優れたシステムが望まれ、その対応の一つにペリメータゾーン(図1)の熱負荷減少がある。日射、外気温の影響で“輻射過多”“コールドドラフト”“結露”など様々な問題が生じやすく、従来インテリアゾーンとは別にファンコイルユニットなど空調システムが必要とされてきた。しかし、オフィスセキュリティの確保(水損防止・保守監理レス)やコストの抑制が求められており、このようなオフィスニーズを背景として生まれた方式がエアバリアシステムである。今回、①専用ファン(ペリメータファン)の開発、②風量バランスの最適化の実現によって容易に施行ができてかつ良好で省エネルギーとなる環境の確保が可能なシステムを構築したので、ペリメータファン並びにこのシステムを用いた省エネルギー性、快適性の定量的効果について述べる。

### 2. エアバリアシステムについて

ペリメータゾーンの空調負荷対策としてはファンコイルユニットをはじめとして様々な方式があるがエアバリアシステムは、ほかの方式に比べて特にインシタルコストの面で優位性を持っていることから今後も更なる需要拡大が期待されるシステムである。この方式の特長は窓下に設置したPushファンによって窓表面上向きエアカーテン流を形成し、内外温度差と日射によって侵入する熱負荷を上部Pullファンに搬送し排除することで、ペリメータゾーンの温熱環境の快適性を実現させる。夏季の日中の場合、室内の冷房された空気によって窓とブラインドの熱を奪い去ることで熱負荷を削除、冬季は室内の暖房された空気窓面を暖めることでコールドドラフト・結露を防止することが可能となる。ただし、効果を得るためには適正な気流生成装置やシステム構成が必要とされるため実際の採用にあたっては十分注意が必要となる。

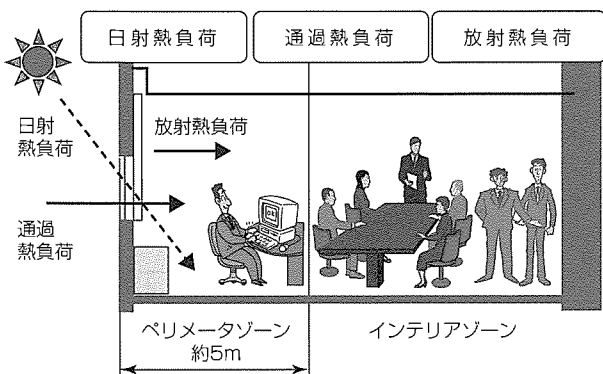


図1. ペリメータゾーン

### 3. ペリメータファン(専用ファン)

窓面への気流生成にあたり、通常1か所あたり1~1.5mの横幅を持つカーテン流を生成させるが、効果を上げるにはできるだけ均一な風速分布を持たせることが望ましい。当初カーテン流生成には横断流ファンを用いていたが、横断流ファンの場合1~1.5mの横幅をカバーするには、複数の羽根を間隔を空けて並列運転させるため、偏りの大きい風速分布となり効果にむらが生じていた(図2)。

また横断流ファンの羽根は“着脱に専用工具が必要”“ほこりが付着しやすい”“回転物が露出している”などメンテナンス及び安全上での課題があった。今回開発したペリメータファンは、これらの課題を解決するために軸流ファン(エクストラファン)を採用した。軸流ファンで1~1.5m幅の均一なカーテン流を生成させる方法としては、図3のようにボックスに2台のファンを取り付け、ファン下流に独自形状の気流緩衝板を設け、ボックス内の流れを分散させることで、図4に示すように風速分布が均一で効果的なカーテン流を生成させることを可能にした。ファンの能力としてはカーテン流速度が天井部に到達した際に0.3m/sとなるように吹き出し風速を設定した。これは、冬季のコールドドラフト発生時にもエアカーテン流を天井面まで到達させるように実測と解析から得た値であり、ドラフト気流の

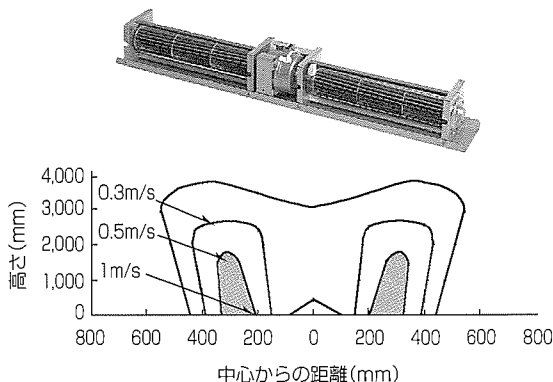


図2. 横断流ファンと風速分布

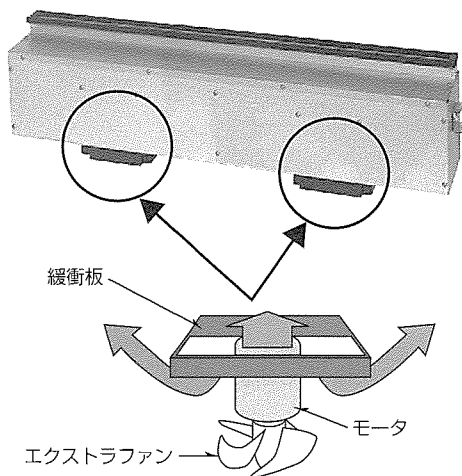


図3. ペリメータファンと緩衝板

流速は高さが3m以内の窓面で最大0.3m/sから設定した。

また、効率の高い軸流ファンを用いることで、三菱電機横断流ファンと比較して消費電力20%削減(8W→6.5W)、騒音2.5dB低下(29dB→26.5dB)し、全閉静圧も高く全閉まで安定して使用可能なファンとした。さらにファン部をユニット設計にして羽根の固定をバネ止めにする事で、本体ボックスはそのままで羽根、モータの取り外し交換が容易な簡易メンテナンス構造にした(図5)。このように、ペリメータファンを使用することで容易に効果的なエアカーテン流の生成が可能となる。

#### 4. Push-Pullバランス

エアバリアシステムは床面からの吹き上げ(Push)と天井面の吸い込み(Pull)によって成り立つが、システムのポイントとして、PushとPullの風量バランスがある。冬季、コールドドラフト発生条件の評価設備によってPushとPullの風量バランス(Pull/Push)と温熱環境評価指標PMV(Predicted Mean Vote)<sup>(注1)</sup>値との関係を調査した。Pushは周りの空気を誘引し、天井付近に到達することからPushと比較してPullの風量は大きくする必要があるが、図6に示すように比率が一定の値以上では変化が少ないこと

(注1) PMVとは、温熱環境に関する空気温度、放射温度、気流、湿度といった物理的要素と、着衣量、活動量(代謝量)を示す人間的要素の6つがどのような複合効果を持つかを評価する指標である。

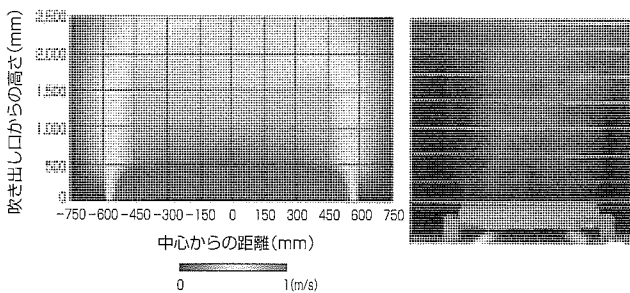
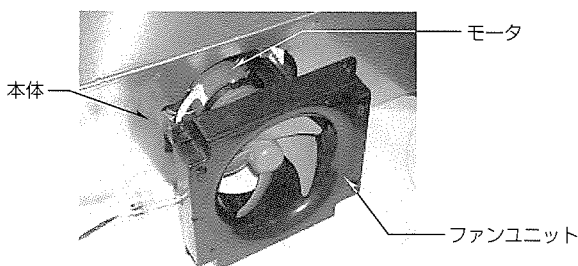


図4. ペリメータファン吹き出し風速分布



- ファンユニットの取り外し容易
- 羽根は専用工具不要で取り外し可能

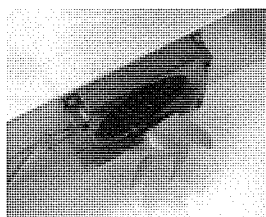


図5. ファンユニット構造

を確認した。Push風量に対するPull風量の比率が1.2のときに適量となった。図7は実際の現場(冬季)でエアカーテン流を煙によって可視化したものであるがコールドドラフト時でも天井面まで確実に到達していることがわかる。

#### 5. ペリメータファンによるシステムの効果検証

システムの効果として実際のビル環境を再現した試験室で、環境改善指標に“温度分布”“快適性”を用いて効果検証を実施した(表1)。

図8、図9は縦断面温度分布と窓面から1m位置でのPMVの結果であり、温度分布についてはあわせて解析によるシミュレーションとの比較も行った。システム運転によって夏季は熱気流入低減によって温度は低下し、冬季もコールドドラフトは消滅し足元の温度が上昇するとともに、PMV値も夏季、冬季ともに快適範囲内へ値は変化し快適性が向上した。また、解析結果と実測値との整合性も確認できた。

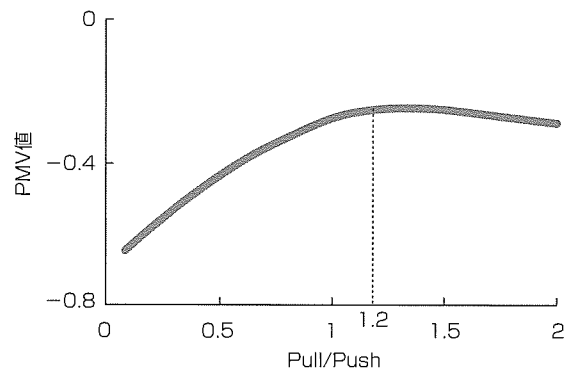


図6. Push-Pull比率とPMVの関係

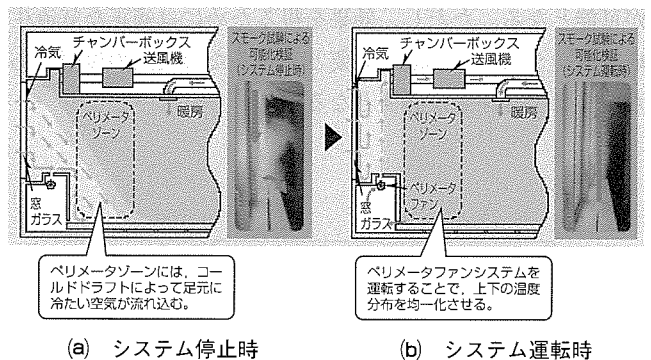


図7. 可視化による気流確認

表1. 試験条件

	室内温度	室外温度	日射条件	ブラインド有無
夏季条件	26℃	33℃	日射あり (250W/m <sup>2</sup> )	あり (横型, 閉)
冬季条件	22℃	0℃	日射なし	なし

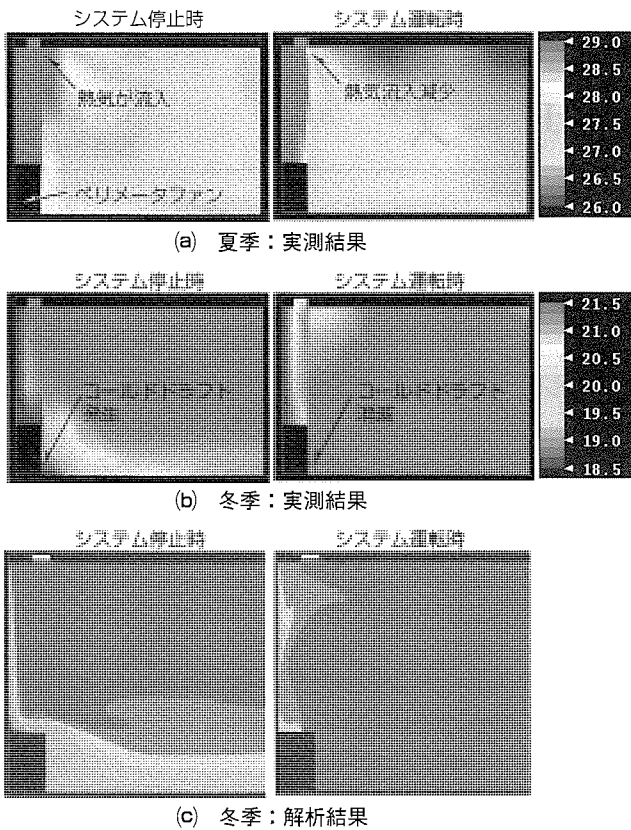


図8. システム運転/停止時の温度分布比較

## 6. ペリメータファンシステムの省エネルギー性検証

システムの有効性として、夏季は“通過熱”“日射熱”“放射熱”の熱負荷に対する指標としての遮蔽(しゃへい)係数SC, 冬季は“通過熱”の熱負荷に対する指標としての熱貫流率Kによる省エネルギー性確認の結果を次に示す。

### ①夏季の場合：遮蔽係数SC

$$\text{基本式 } SC = (q_n + q_s + q_h) / q_{out}$$

ペリメータファンシステムによる除去熱量を $q_p$ とするとシステム運転時のSC値は

$$SC = (q_n + q_s + q_h - q_p) / q_{out}$$

$$q_p = C \cdot \rho \cdot Q \cdot (\theta_{pull} - \theta_{push})$$

### ②冬季の場合：熱貫流率K

$$\text{基本式 } K = q_n / ETD_n \cdot A_G = q_n / (\theta_o - \theta_i) \cdot A_G$$

ペリメータファンシステムによる除去熱量を $q_p$ とするとシステム運転時のK値は

$$K = (q_n - q_p) / (\theta_o - \theta_i) \cdot A_G$$

$q_n$ : 通過熱負荷(W),  $q_s$ : 日射熱負荷(W)  
 $q_h$ : 放射熱負荷(W),  $q_p$ : 除去熱量(W)  
 $C$ : 空気比熱(kJ/(kg/°C))  
 $\rho$ : 空気密度(kg/m<sup>3</sup>),  $Q$ : Pull風量[m<sup>3</sup>/h]  
 $\theta_{pull}$ : Pull吸込み気流温度(°C)  
 $\theta_{push}$ : Push吹出し気流温度(°C)  
 $ETD_n$ : 実効温度差(°C),  $A_G$ : 窓面積(m<sup>2</sup>)  
 $\theta_o$ : 外気温度(°C),  $\theta_i$ : 室内温度(°C)

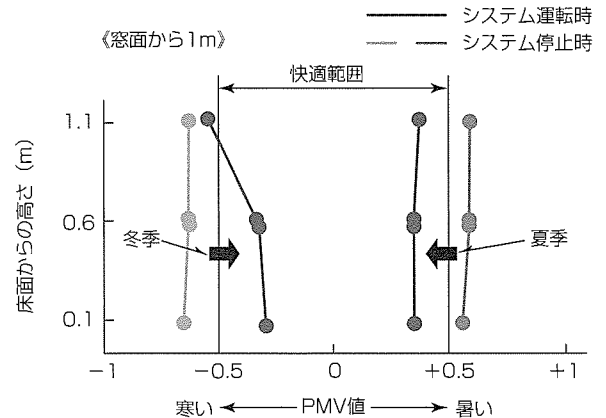


図9. システム運転/停止時のPMV値比較

表2. 省エネルギー性検証結果

ペリメータファンシステム	夏季SC値	冬季K値(W/m <sup>2</sup> ・°C)
停止時	0.69	5.85
運転時	0.40	3.16
改善効果	42%	46%

これらのことから、代表条件でのペリメータファンシステム運用による効果としてペリメータゾーンからの空調負荷を夏季42%、冬季46%低減させることが可能となる(表2)。

## 7. システム提案にあたって

このシステムを提案するにあたり、顧客の信頼を得る上で要望や必要に応じ気流解析を行うなど設置効果の具現化をはじめとして、建築上の制限など様々なシーンに対応できるように低所、小スペース設置用として床置きタイプ、ローカバータイプなどシリーズを取りそろえるとともに、製品長、風量、電源接続方式など製品仕様に対する顧客の要求に対して、きめ細かい対応ができるよう提案力強化に努めている。

## 8. むすび

ここまで述べたとおり、三菱ペリメータファンシステムは夏季、冬季の年間を通して快適性、省エネルギー性に優れた特長を持っている。このシステムについては今後もノウハウの積み重ねによって最適なシステムを構築させていくとともに技術開発を進め、特に建築意匠上からくるファンスペース狭小化やそれに伴う設置の不便さに対応するため、更なる小型・軽量化のファンを目指し開発を進めていく所存である。

## 参考文献

- (1) 空気調和・衛生工学便覧 3空気調和設備設計編
- (2) 三菱気流Express, 8 (2005)
- (3) 三菱ペリメータファンシステム 技術・施行編 (2006年11月作成)

# グリッド天井対応照明器具 “Easyecoマルチグリッドシリーズ”

石井義人\*  
長谷川勇次\*

Lighting Equipments “Easyeco Multi-Grid Series” for Grid Ceiling

Yoshito Ishii, Yuji Hasegawa

## 要 旨

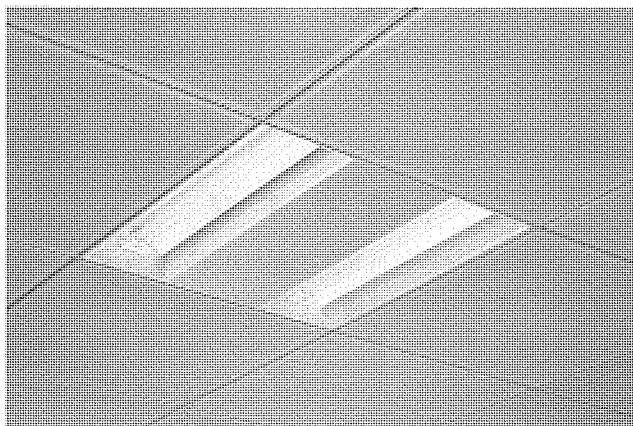
新築の大規模オフィスビルでは、材料費、施工費が安価で設備機器のレイアウトが自由に変更可能であり、また運用時のメンテナンスも容易な、グリッド天井が主流となってきた。これに伴い、照明器具も、従来の直管形蛍光灯器具から、コンパクト形蛍光灯を搭載したグリッド天井対応照明器具に市場が変化しつつある。

三菱電機照明では、このグリッド天井対応器具を、物件（各オフィスビル）ごとの特殊仕様品として、2003年から生産、販売を行ってきたが、各物件の共通要求仕様を取りまとめ、2007年春から“Easyecoマルチグリッドシリーズ”として発売を開始した。このシリーズは、機器の取り付けレイアウトが自由であるグリッド天井の利点を生かして、

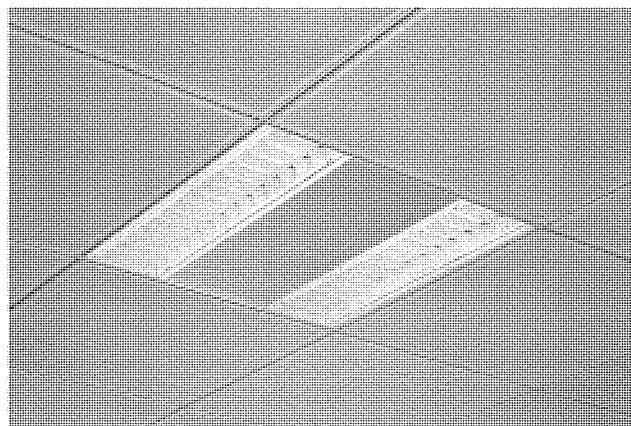
従来のシステム天井用<sup>(注1)</sup>の直管形蛍光灯器具に比べて小型であり、取り扱いが容易なことから、取り付け施工時間の短縮等、大幅な省施工を実現している。さらに、器具中央部には空調吹き出し口や非常灯、スピーカー等の各種設備機器が取り付け可能であるため、これらの設備機器の取り付けの省施工化にも貢献している。

さらに、このシリーズでは業界初の“4段階・出力切替機能”や“4段出力+初期照度補正機能”付き器具もラインアップし、多様化するニーズに対応するとともに、省エネルギーの面でも貢献している。

(注1) 定型のパネルを組み合わせた天井で、間取りや照明器具の配置変更が比較的容易である。



GS5002



GS5012

## Easyecoマルチグリッドシリーズ“GS5002”“GS5012”

下面開放形の“GS5002”と、オプションの白色ルーバー“L5002”を搭載した“GS5012”である。

## 1. ま え が き

グリッド天井は図1のように、1辺が600mm、又は640mmのマス目状になっている。このマス目1つに天井パネル、又は照明器具を取り付けるため、従来のシステム天井のように照明器具間の距離、器具から壁までの距離を設備プレートで調整する必要がなく、施工が容易である。また、天井パネルと照明器具は自由に交換可能であるため、レイアウトを自由に変更可能である。さらに、天井パネルを外せば、点検口として使用できるので、新規に点検口を設ける必要がなく、どの場所からも天井裏が見渡せるという利点がある。

## 2. グリッド天井器具の仕様

この器具は“FHP45Wコンパクト形蛍光ランプ(注2)”を2灯搭載し、ルーバーをあとから取り付け可能であり、中央部に天井ボード、又は設備プレートが搭載可能な照明器具である。中央部のボード、プレートに穴加工することによって、各種設備機器が取り付け可能である。

器具本体には、空調リターン・排煙用スリットを設けており、居室内から天井裏への吸気口の役割を果たしている。

天井部への取付けは、照明器具の四隅に配した取付け金具を、Tバー(天井面の骨組となる建築部材)の頭部にはめ込むようにして器具をTバーに載せる。金具には脱落防止のための曲げ加工を施しており、下から持ち上げても、Tバーから器具が外れることはない。

さらに、この器具には落下防止用のワイヤを装着しているので、このワイヤを天井裏の建築躯体(くたい)に巻き付けることによって2重の安全対策を行うことができる。

(注2) ガラス管を2本結合させた高効率高出力な蛍光灯である。

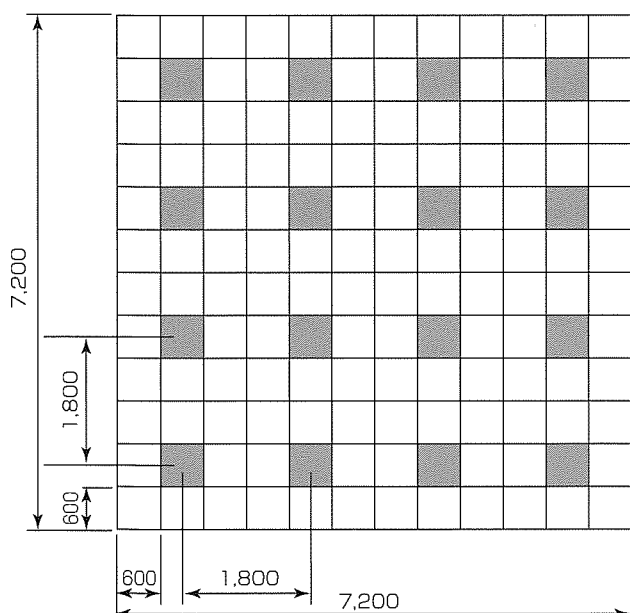


図1. グリッド天井照明器具のレイアウト例  
(塗りつぶし部が器具位置)

図2は、グリッド天井器具の部品構成を示したものである。両端に配した本体の片側に電子安定器、反対側に段調光ユニット(段調光形のみ)を搭載している。段調光ユニットには、出力切替のためのディップスイッチが付属している。このディップスイッチを操作することによって、4段階の出力切替が可能となる。

## 3. 4段階調光(+初期照度補正)機能

図3は、ディップスイッチによる出力切替の状態を示したものである。4段階調光の主なメリットとして

- ①器具単体での出力切替が可能
- ②連続調光器具に必要な信号線が接続不要
- ③周囲条件、ルーバーの有無等で出力の使い分けが可能の3点が挙げられる。

連続調光の場合、同一制御機器に接続した照明器具はすべて同じ調光率になるが、4段階調光器具なら、隣り合った照明器具でも、個々の器具のスイッチ設定によって、異なった調光率が設定可能である。窓際、壁際、作業環境等に

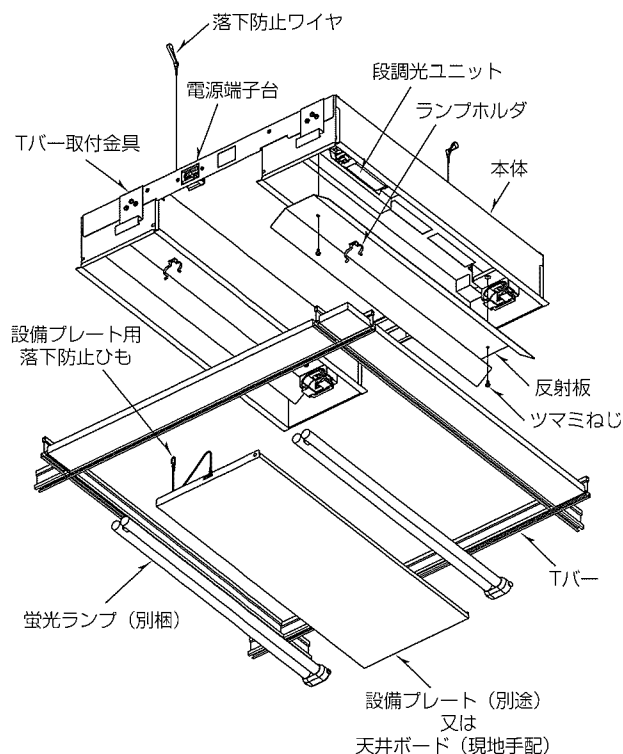


図2. グリッド天井照明器具の部品構成

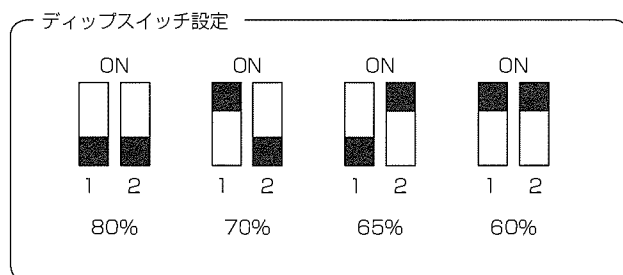
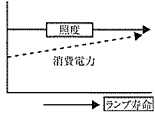
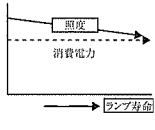
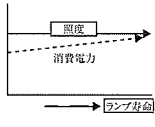


図3. ディップスイッチによる出力切替

表1. 各定格(調光タイプ)の特長

定格	特性イメージ	省エネルギー性			施工性
		調光	初期照度補正	太陽光活用	
連続調光 (+制御機器)		○	○	○	×
		◎外光を含めた照度一定制御 ○システム性の高い仕様 ×消費電力が年々増加してしまう			×信号線工事要 ×別途制御機器も必要
4段調光 60%→65%→70%→80%		○	×	×	◎
		◎消費電力固定 ○4段階の調光率切替が可能 ×照度がランプ使用期間で変動する			◎電源工事のみ ○器具単体でOK
4段調光 60%→65%→70%→80% 初期照度補正付き		○	○	×	◎
		◎初期照度補正で省エネルギー度アップ ◎器具個々の照度がほぼ一定 ×外光活用はなし、消費電力増加			◎電源工事のみ ○器具単体でOK

よる、より細かい出力設定が、4段調光では可能となる。  
 信号線の接続が不要であると、その分、取付工事費も安価にすることができる。また、信号を発信する制御機器が不要のため、インシヤルコストは更に節減可能である。

出力切替が4段階あると、下面開放時、ルーバ装着時、壁際取付時、窓際取付時等の数種類の照明条件、周囲条件を加味した出力設定が可能である。

4段調光形器具には、更に初期照度補正機能付きのタイプもラインアップしている。初期照度補正機能とは、ランプ交換当初は出力を抑え、ムダな明るさをカットし、経年劣化によって、ランプ光束が低下するのに合わせて出力を徐々に増加させることで、一定の照度を得ることのできる機能である。

4段調光機能を持つことによって、非調光・出力固定形の器具に比べて最大33%の、また、初期照度補正機能を持つことによって、更に各出力より12.5%の省エネルギー効果が得られる。

Easyecoマルチグリッドシリーズは、従来の連続調光形に加え、4段調光形、4段調光+初期照度補正形と3種類の定格をラインアップしているため、様々なニーズに対応することが可能である。

表1は各定格(調光タイプ)の特長を示したものである。太陽光などの周囲条件を加味した細かい制御を行うためには、連続調光形(+制御機器)が最も適しているが、その分、先に述べたようにインシヤルコストは増大する。

グリッド天井は、今後規模の大小にかかわらず、様々なオフィスビルに普及していくことが予想されるため、各条件に応じた他社にはない様々な定格(調光タイプ)をラインアップしたことは、当社の強みである。

#### 4. む す び

FHP45W 2灯用器具は、照度むらのない、適切な器具配置を行った場合、100%出力では明るすぎるため、調光し出力を下げて使用することがほとんどである。

器具の実力を十分発揮し、さらに過剰設備とならないためにも、100%出力で適正照度が得られる1灯用器具の開発を行っていく。

また、天井懐にあまりスペースのない場所対応の浅形器具や、オプションとして、あとから取り付けるルーバ等のバリエーションの開発が今後の課題である。

オフィスの天井には、照明、空調、音響、防災等の様々な設備が取り付けられる。これらの設備がグリッド天井のマス目に合わせて作られれば、設備機器の寸法が統一され、取付け、取外し、レイアウト変更が容易になり、省施工、工期短縮に貢献するので、今後ますます普及が進むと考えられる。

#### 参 考 文 献

(1) 公共施設用照明器具2007年版 JIL 5004-2006



# エネルギー管理を実現するBEMS

内田裕幸\*  
佐藤康夫\*

BEMS that Achieves Energy Management

Hiroyuki Uchida, Yasuo Sato

## 要旨

地球温暖化防止の世界的な取り組みである京都議定書(COP3)の発効を受け、我が国でも温室効果ガスの削減に向けた取り組みを行っているが、削減が当初の計画通りに進まないことから、エネルギー起源の温室効果ガスの削減を目的に2006年4月に省エネルギー法が改正され、省エネルギーに関する規制が強化された。2009年にも更に省エネ法改正(規制対象の拡大)が予定されている。

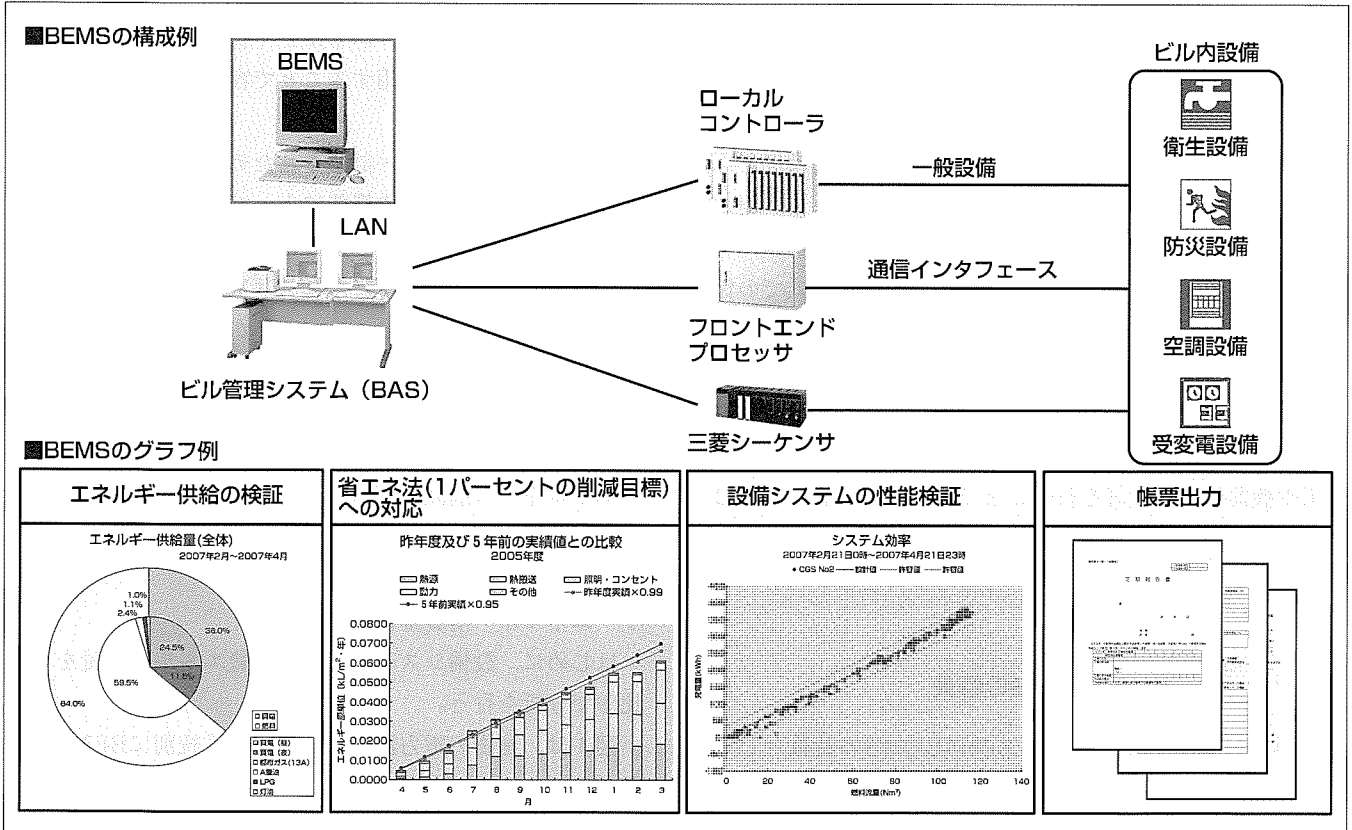
一方、企業の自主的な取り組みとして、持続可能な経済社会を目指した環境マネジメントシステム(ISO14001)を構築・実行・維持する企業も広範囲な分野に広がりを見せている。

これらのことから、施設管理の重要性が再認識され、設備の性能維持と省エネルギーの両立を図りつつ、最適な設備運用をサポートする管理システム(Building and Energy

Management System : BEMS)への社会的ニーズも高まってきた。

また、施設管理も昨今では監視システムのオープン化が進み、データは汎用表計算ソフトウェアで扱えるような形式での保存ができるようになり、計測データの管理はこれまでの紙での管理から電子管理へと進んできている。

このような背景から、蓄えられた計測データを用いて過去比較や相関図を容易にグラフ化できるとともに、エネルギー消費の現状分析や機器の性能検証を行うことで、機器の更新だけではなく計測データから運用における不具合点を抽出し、設備の運用や制御方法を改善していくことができるシステム(BEMS)を開発したので、このシステムを活用したエネルギー管理について述べる。



## BEMSの構成機器と作成グラフ例

BEMSはビル管理システム(BAS)等と接続し、蓄積した計測データを分析することによって、省エネルギーのPDCA(Plan Do Check Action)管理サイクルを実施する際に各フェーズで、省エネルギー対策の計画・効果検証、運用状況に最適な運転計画の検討、設備の性能検証の確認や定期報告書・中長期計画書の出力などを行い、様々な機能で省エネルギー活動を支援するシステムである。

\*三菱電機ビルテクノサービス(株)

## 1. ま え が き

地球温暖化防止の世界的な取り組みである京都議定書(COP3)の発効を受け、我が国でも温室効果ガスの削減に向けた取り組みを行っているが、削減が当初の計画どおりに進まないことから、エネルギー起源の温室効果ガスの削減を目的に2006年4月に省エネルギー法が改正され、省エネルギーに関する規制が強化された。2009年にも更に省エネ法改正(規制対象の拡大)が予定されている。

一方、企業の自主的な取り組みとして、持続可能な経済社会を目指した環境マネジメントシステム(ISO14001)を構築・実行・維持する企業も広範囲な分野に広がりを見せている。

これらのことから、施設管理の重要性が再認識され、設備の性能維持と省エネルギーの両立を図りつつ、最適な設備運用をサポートする管理システム(BEMS)への社会的ニーズも高まってきている。

本稿では、エネルギー管理を実現するBEMSの開発について述べる。

## 2. BEMS開発の目的

今までの省エネルギーといえば、古い設備を最新の効率の良い機器へ更新するという場合が多かった。しかしそれでは、一通り機器を最新のタイプへ更新してしまうと、もはや省エネルギーに行き詰まることになる。一方、省エネルギーに有用な計測値の管理といえどもっぱら中央監視盤や計測システムから印刷された帳票や巡回時の計測日誌の紙での保管が主であったため、計測データの活用はほとんど行われてこなかった。

しかし、昨今では監視システムのオープン化が進み、データは汎用表計算ソフトウェアで扱えるような形式での保存ができるようになり、計測データの管理はこれまでの紙での管理から電子管理へと進んできている。

そこで、蓄えられた計測データを用いて過去比較や相関図を容易にグラフ化するとともに、エネルギー消費の現状分析や機器の性能検証を行うことで、機器の更新だけでなく計測データから運用における不具合点を抽出し、設備の運用や制御方法を改善していくことができるシステムを開発した。

## 3. BEMSの特長

三菱電機ビルテクノサービス㈱のBEMSの特徴として、実装した主なエネルギー管理機能を次に述べる。

- (1) 設備システムの性能検証によって、様々な設備の運転状況等をグラフで表示し、過去比較・相関図を用いた検証を行うことによって設備の性能維持と省エネルギーの両立を図ることができる。

- (2) グラフに管理標準<sup>(注1)</sup>で定めた目標値・許容値を設定することによって、1時間単位で管理標準を遵守しているかどうかを確認できる。
- (3) 建物全体の供給エネルギー、消費エネルギーをグラフ化し、いつ、どこで、どれだけ、どのようにエネルギーが消費されているかを把握し、省エネルギーの判断材料にすることができる。
- (4) 省エネ法に対応した機能によって、中長期計画書、定期報告書作成の支援を行う。
- (5) 各種エネルギー単価や、BEMSで保存している過去の計測データを基に、複合熱源(コジェネレーションシステム:CGS、熱源機等)を持つ建物で、削減したい項目(エネルギー、コスト、CO<sub>2</sub>)を選択し、その項目の削減効果を良くするには各設備をどのような運転すればよいか運転スケジュールをシミュレーションするので、その結果を基に、今後の運転スケジュールの検討ができる。

## 4. BEMSを活用したエネルギー管理

このシステムを活用したエネルギー管理について、グラフサンプル(イメージ)を用いて次に述べる。

### 4.1 基本的な進め方

計測・計量されたデータを用いて省エネ法への対応、エネルギー診断、性能検証、運転制御の最適化、システムの最適化を実現するためにトレンドグラフ、散布図、帳票(定期報告書)を作成し、エネルギー管理を行っていく必要があるが、BEMSを活用することで容易に実現することができる。

そのためには、計測・計量されたデータのフィルタリング、重ね、期間指定等の機能によって統計処理を自動化し、分析・検証をより簡潔に可能とする仕組みがBEMSに求められるが、その仕組みが得られれば次に示す単純なプロセスでエネルギーを削減していくことが可能となる。

- (1) BEMSによる分析・検証機能で、管理標準で決められた許容値内で設備が運転されているかの確認を行う。
- (2) 管理標準の許容値から外れている場合は改善を行い、エネルギーの削減を図る。
- (3) 実施した改善・対策の効果を検証する。

### 4.2 BEMS活用による現状分析例

#### (1) エネルギー消費量の検証

はじめに、設備システムごとの消費エネルギー量を全体比率で分析を行う。

図1は、建物の電力消費量の比率を系統別にBEMSで表示したグラフ例である。

この比率によって、著しく消費エネルギーの多い設備シ

(注1) 管理標準とは、エネルギー使用の合理化に関する管理、計測・記録、保守・点検等を行うにあたり、自ら定めるマニュアルのこと。省エネ法によって作成が義務付けられている。

システムを抽出して、省エネルギーすべき設備を決める。

(2) 設備システムの性能検証(設計意図通りの動作を行っているかの確認)

省エネルギーをすべき設備システムが、管理標準の管理値(設計意図)どおりに動作していない場合は、その要因を分析して設計通りの動作を行うようチューニングを実施する。

図2のグラフは空調機への供給熱量と冷水ポンプ消費電力量の相関図の例である。グラフを見れば分かるように供給熱量と消費電力量との間には、かなりバラツキがあることがわかる。

このことから、同じ熱量を供給しているのに消費電力量が多い点を少なくするよう改善することによって見込める省エネルギー量を分析して、改善を実施する。またチューニング実施後、更に効率よくエネルギー使用を行うために管理標準で設定した管理値の許容幅をより狭く設定し、設備の性能維持と省エネルギーの両立が行える管理基準値に沿った形での運用を行っていく。

最終的には設計基準<sup>(注2)</sup>そのものを見直し、現状の運用にあった基準を新規に定める必要がある。

(注2) 設計基準は、建築計画段階での設計値であり、“大は小を兼ねる”設計になっているのが標準的であり、そのため、設計値と現状との間には必ず不整合が生じる。

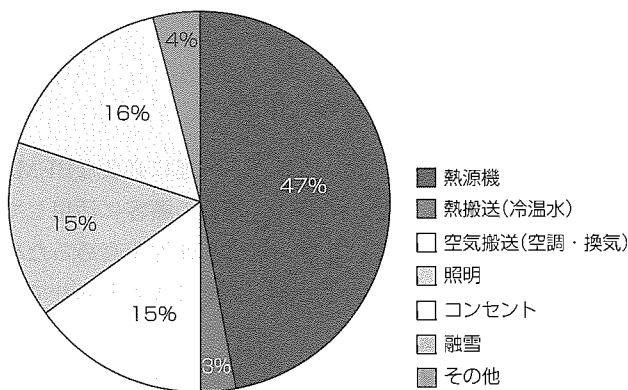


図1. 電力消費量の比率(全館)  
2006年8月3日0時~2006年8月3日23時

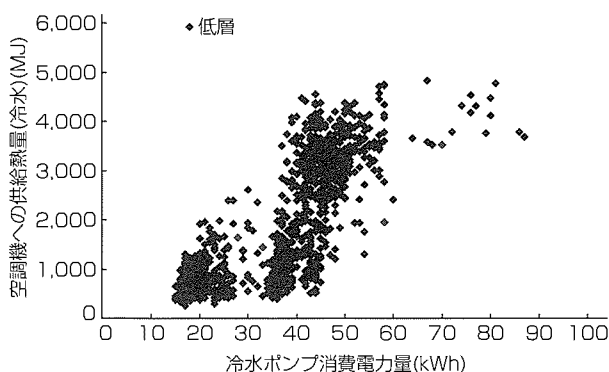


図2. 冷水ポンプ消費電力量と空調機への供給熱量(冷水)  
2005年6月21日22時~2005年8月24日21時

図3の場合、冷水ポンプの往還差圧を $100 \pm 2\%$  (kPa) という許容値で管理すると定めている場合の例である。

このグラフに設計値・許容値を反映させ、管理標準を遵守できているかどうかの確認を行う。×の点は管理値から外れていることを表している。

図4の例は冷水ポンプに対して末端差圧一定制御(末端負荷が必要とする水量を確保するための差圧を一定に制御する)を行っており、系統の中で1か所の開度が100%となるように圧力を制御する設計時の仕様としている。しかしながら、図からわかることとして、2方弁が100%開度となっている場所が複数あることから、ポンプの送水圧力の不足が推測できる。このように、計画時の設計圧力が現状の運用に沿った適正なものであるかどうかを分析して、制御部の調整(チューニング)やポンプの改修などの計画を実施していくことになる。

### 4.3 BEMS活用による改善例

#### (1) 機械換気制御(図5)

- 現状分析：駐車場の給排気ファンはCO濃度8ppm以下時50%、10ppm以上時100%のINV出力の自動制御と中央監視盤のスケジュール制御を重ねてON/OFF制御を行い停止中に60ppmを検知したら給排気ファンをONしている。

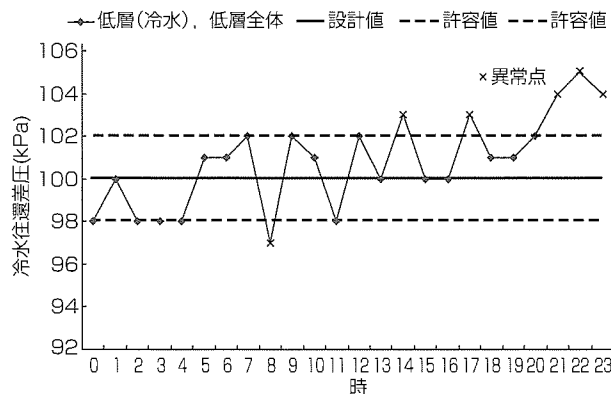


図3. 冷水往還差圧  
2006年8月4日0時~2006年8月4日23時

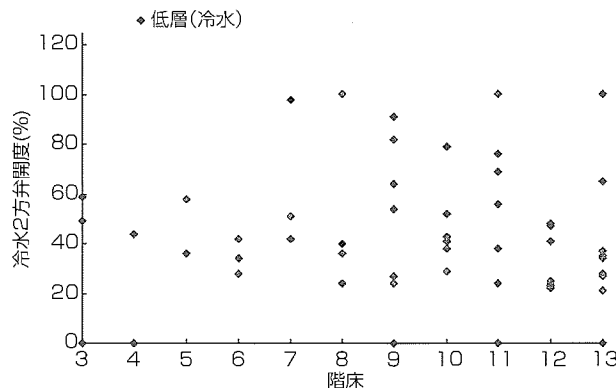


図4. 階床と冷水2方弁開度  
2006年8月4日12時

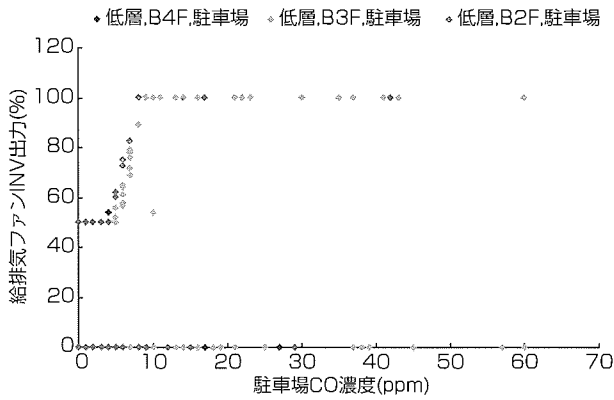


図5. 機械換気制御  
2005年4月1日0時~2006年3月31日23時

● 改善内容：給排気ファンの自動制御を変更し、10ppm以下時は25%、30ppm以上時、100%のINV出力の自動制御へ変更する。ファンモータの消費電力は風量の3乗に比例するため25%の消費電力となる。また、100%出力時も60ppmの場合があり、CO濃度センサ取り付け位置が適当かの確認が必要である。ただし、制御方式の変更後しばらくの間は、中央監視盤でのCO濃度の数値チェック、計測器による確認を必ず実施する。

(2) CGSの効率(図6)

● 現状分析：CGS No.2号機で、効率が悪い時間(×の点)がある。  
● 改善内容：CGS No.2号機での効率が悪い原因について他のデータ・グラフを用いて詳細調査し、対策を検討する。

(3) 蓄熱システム(図7)

● 現状分析：5℃一定の設計仕様であるが、平均で7℃程度となっている。最大の平均が、10.2℃の日や最小の平均が2.4℃の日もあり、バイパス弁の制御不安定が見受けられる。  
● 改善内容：バイパス弁の動作に不良があり、弁が閉じてバイパスしない場合は、熱源機入口温度が下がらず、熱源機を運転しても、蓄熱槽の温度が下がらない、逆に上がってしまうといった現象が起きている。又は、弁が全開になってしまい、熱源機入口温度が下がりすぎて熱源機が緊急停止するなどの障害が発生しており無駄な熱源機運転が行われている。至急バイパス弁の点検修理が必要である。

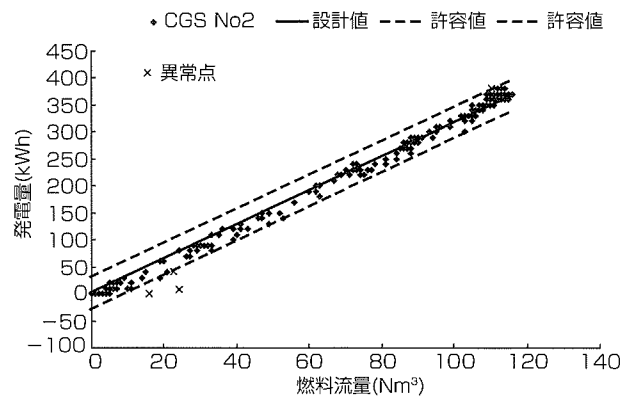


図6. CGS効率  
2007年2月21日0時~2007年4月21日23時

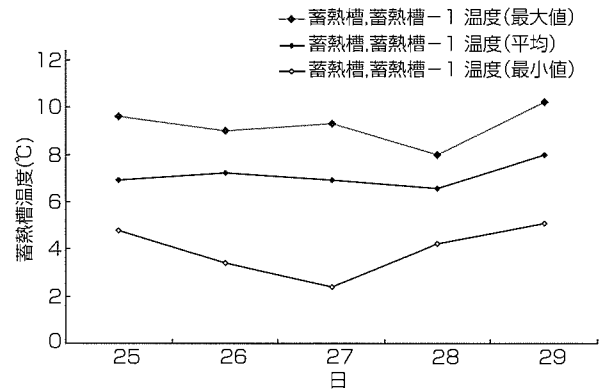


図7. 蓄熱システム  
2005年7月25日~2005年7月29日

5. 今後の展開

本稿で述べたとおり、省エネルギー推進に必要なBEMSの基本機能は開発を完了しており、複数の顧客に活用してもらい、高い評価を得ているが、更に利便性を高めるため計画している今後のBEMSの機能向上策は次のとおりである。

- (1) BEMSが自動収集したデータを基に、熱源機の最適運転シミュレーションを行う、“最適運用制御機能”の開発
- (2) 空調システムのエネルギーバランスについてシミュレーションを行う“空調システム(空気搬送動力、熱搬送動力、熱源生成動力)最適制御機能”の開発

6. むすび

BEMSは地球温暖化防止策の一つとして省エネ法でも活用が促されているが、より実効力のあるBEMS開発を通して、更なる省エネルギーに寄与するシステムの構築を目指し、取り組んでいく所存である。

# ビル向け無線LANシステム

中岡正喜\*  
後藤泰史\*

A Wireless LAN System for Buildings

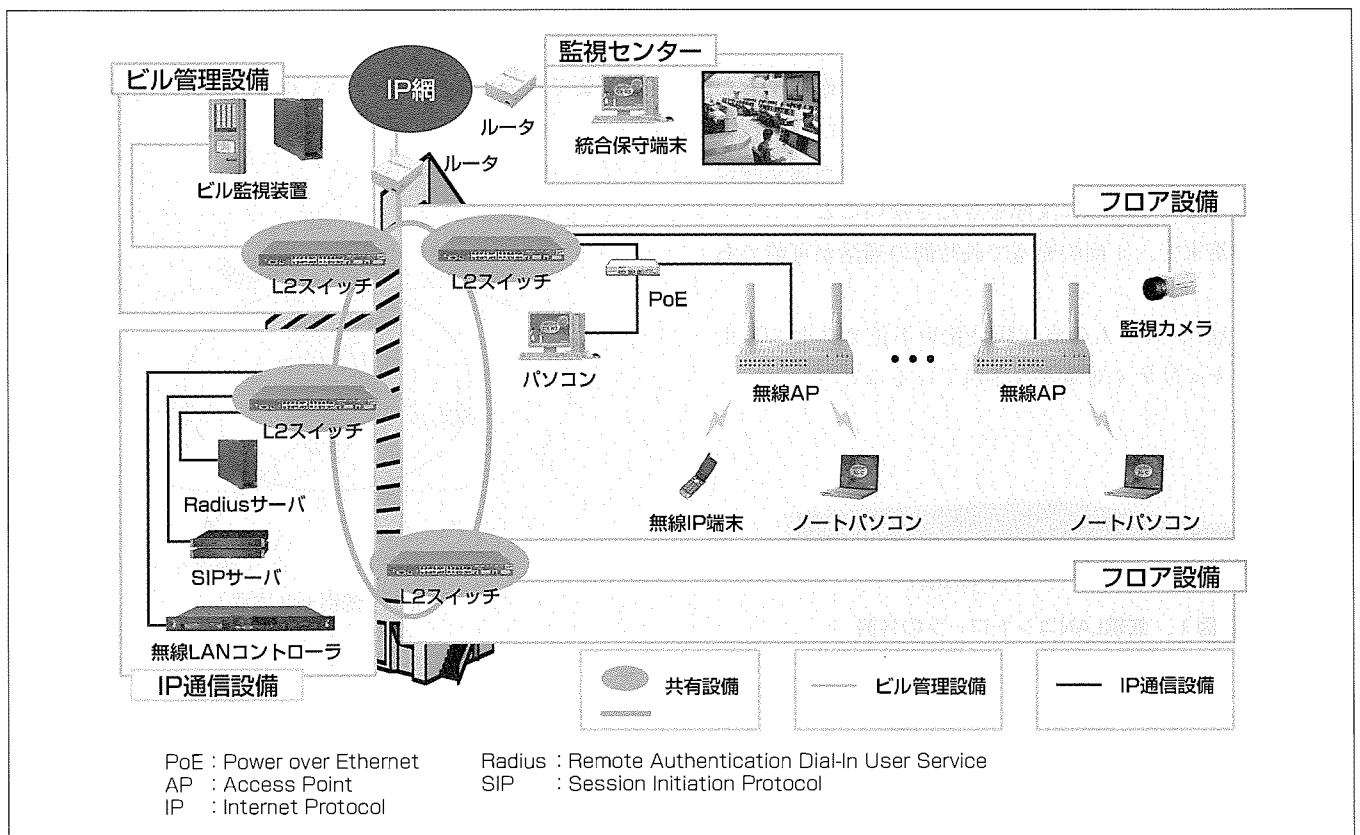
Masaki Nakaoka, Yasushi Goto

## 要旨

近年、ビル内では、LAN(Local Area Network)を敷設し、音声系とデータ系を統合したIP(Internet Protocol)でネットワークを構築している。無線LANシステムは、不正アクセス、不正利用に対するセキュリティが強化され、場所の制約を受けずに業務を継続できる利点がある。さらに、無線IP端末の新製品が市場投入され、位置表示システムとの連動によって最適な人員管理を行うことで業務効率がアップできるため、導入するケースが増えている。このような状況で、三菱電機は、拡張性・経済性に優れた無線LANシステムを製品化した。

当社の無線LANシステムの主な特長は次のとおりである。

- ・エリア構築を容易に実現するバーチャルセル方式
- ・音途切れ時間を短くする高速ハンドオーバー機能
- ・無線IP端末の長時間通話を可能としたAPSD(Automatic Power Save Delivery)機能
- ・無線LANシステムにおける高信頼性及び不正アクセス・不正利用に対するセキュリティ機能
- ・遠隔操作による容易な保守・運用管理を実現した統合保守端末の開発



## ビル向け無線LANシステム

ビル内におけるIPネットワークシステムの構成図である。無線APは、無線IP端末やパソコンと接続し、音声やデータ通信を行う。無線LANコントローラは、複数の無線APを制御し、バーチャルセルグループ制御や高速ハンドオーバー処理を行う。

## 1. ま え が き

ビル向けネットワークにおける無線LANシステムは、IEEE802.1xに対応することでセキュリティが向上し、LAN配線によって簡単に機器接続ができ、無線によるシームレスな通信エリアの実現や、無線LANコントローラで複数の無線AP(Access Point)を集中管理することで、大規模システムへの適用が可能になり、導入するケースが増えてきた。当社の無線LANシステムは、図1の無線LANコントローラと図2の無線APを中核として、バーチャルセルによるエリア構築の容易性、高速ハンドオーバーによって移動中の音途切れ時間を短くすることが可能であり、モビリティと通信品質の優れたシステムを提供することができる。

本稿では、ビル向け無線LANシステムの特徴について述べる。

## 2. ビル向け無線LANシステム

ビル向け無線LANシステムは、ビル内どこでも音声通信とデータ通信ができる環境を提供するものである。さらに音声通信については、移動しながら通話することもあるため、シームレスで高い通信品質を求められる。このため、無線LANでシステムを構築し運用するにあたり、次の課題に対応する必要があった。

- (1) ビル内どこでも通信できるエリアカバを確保するために、無線APの設置(増設も含む)が容易に行えること
- (2) 通話しながら移動した場合、ハンドオーバー発生時に音途切れによって通話に支障をきたさないこと
- (3) 無線IP端末で、1回の充電で長時間の通話が可能であること
- (4) 無線LANシステムの高信頼性化や不正アクセス防止などのセキュリティ対策がなされていること



図1. 無線LANコントローラの外観

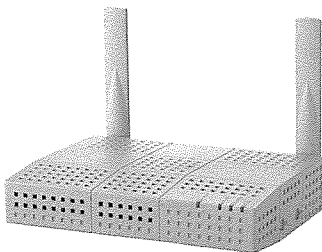


図2. 無線APの外観

- (5) 無線LANシステムに対して遠隔からの保守・運用が容易に行えること
- 次に、各課題の解決方法について述べる。

## 3. 無線APの置局設計簡略化

無線APを設置する場合、配置場所、使用チャンネル、送信出力などのパラメータを決める置局設計を行う。この置局設計に問題があると、通話中に音途切れや通信の切断が発生したり、無線APに接続できなかったり、データの伝送速度の低下につながったりする。この解決策として、当社の無線LANシステムは、従来の個別セル方式ではなく、バーチャルセル方式に対応した。バーチャルセル方式とは、複数の隣接する無線APを同一チャンネルに設定し、同一チャンネルでの干渉を制御することによって、置局設計を容易に行うことができる機能である。次に個別セル方式とバーチャルセル方式の対応方法について述べる。

### 3.1 同一周波数の無線AP間での干渉が発生したときの処置

#### (1) 個別セル方式

図3に示すように、干渉している2台のf1チャンネルの無線APに対して、設置位置の見直しや送信出力の変更を実施し干渉が発生しないように調整する。

#### (2) バーチャルセル方式

図4に示すように、同一チャンネルで構成されるバーチャルセル内のセルは干渉しないように制御されるため、調整が不要である。また、バーチャルセル方式の場合、一つの

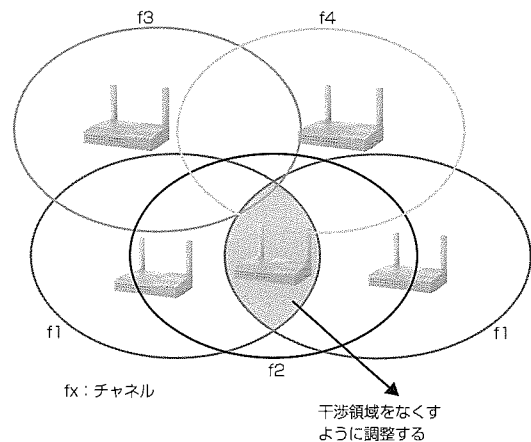


図3. 個別セル方式

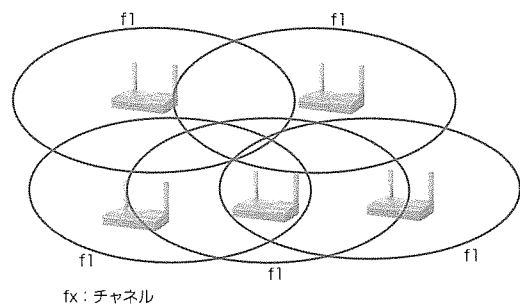


図4. バーチャルセル方式

バーチャルセルのカバーエリアが大きくなるので、個別セル方式と比べて同一チャネルのセル間での干渉が少なくなる。このため、無線APを最大出力に設定して設置でき、少ない台数で置局設計が容易に行える。

### 3.2 カバレッジホールを解消するために無線APを追加するときの処置

#### (1) 個別セル方式

図5に示すようなカバレッジホールがある場合、無線APを追加する。この場合、追加する無線APと電波干渉しないように既設の無線APについて、置局設計(設置場所、使用周波数、出力レベル等)の見直しが必要である。

#### (2) バーチャルセル方式

図6に示すようなカバレッジホールがある場合、無線APをすでに稼働しているバーチャルセルに追加することで対応は完了する。

### 4. 高速ハンドオーバー対応(PMKキャッシュ機能)

ビル内では、無線IP端末で通話しながら移動する場合がある。このとき、接続している無線APから別の無線APにハンドオーバーするタイミングで瞬断が発生する。この瞬断時間が長いと、音途切れになり通話に支障をきたす。この対策として、PMK(Pairwise Master Key)キャッシュ機能

能をサポートした。この機能は、正規に認証したときに生成される暗号キーであるPMKを無線APと無線IP端末にキャッシュしておく。さらに無線LANコントローラから隣接の無線APに対して当該PMKを事前に配布する。これによって、無線IP端末が移動して無線APが切り替わっても、切り替わった先の無線APでは、PMKをキャッシュしているため、一部の認証シーケンスを省略でき、ハンドオーバー処理時間を短縮することができる。

### 5. 無線IP端末のAPSD対応

無線IP端末を使用する場合、バッテリーの稼働時間が短く、また、バッテリーを充電できる環境がないと、通信に支障をきたす。この対策として、図7に示すように、バッテリーの消費電力を抑えるために、無線IP端末から無線APへデータ送信をトリガーとして、無線APから無線IP端末へデータを送信するようにした。これによって、無線IP端末は、無線APからのデータ受信タイミングが予測できるため、スリープモードへ移行でき、バッテリーの消費電力を抑えることができる。

### 6. 高信頼性、セキュリティの確保

#### 6.1 無線LANコントローラの高信頼性

図8に示すように、音声信号は無線LANコントローラを経由しないため、無線LANコントローラに障害が発生しても通話には影響を与えないので、システムへの影響を抑えることができる。また、1台の無線LANコントローラ

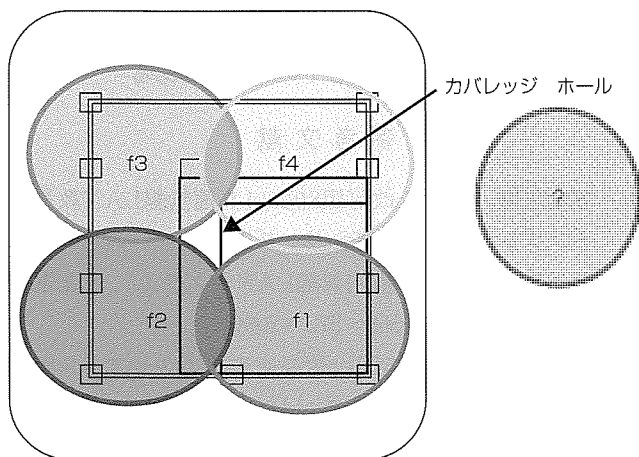


図5. 個別セル方式での無線AP追加

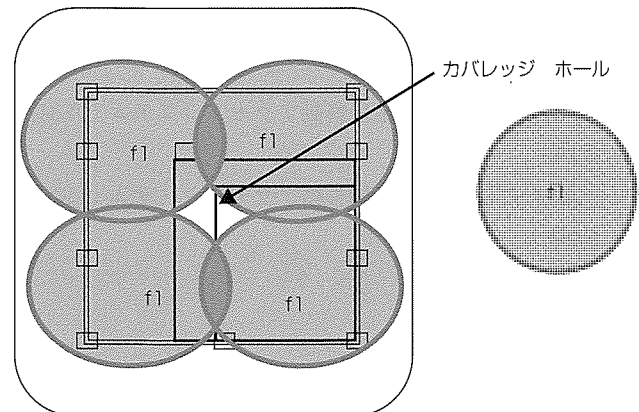


図6. バーチャルセル方式での無線AP追加

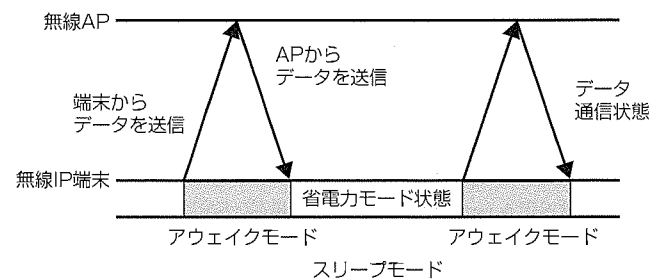


図7. パワーセーブ方式

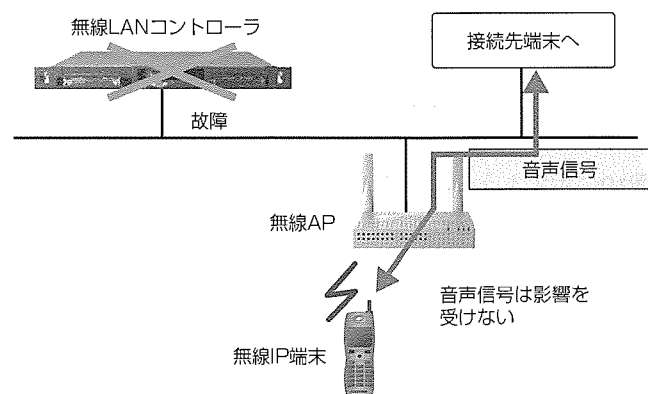


図8. 無線LANのシステム構成

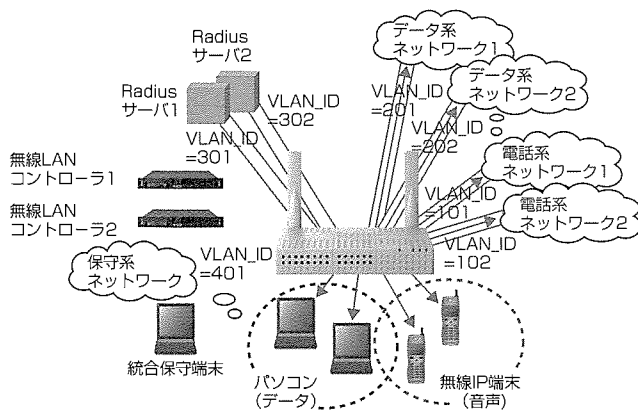


図9. VLAN構成

ラで最大180台の無線APを収容し、2重化構成も対応できるため、システム規模が大きい場合でも、低コストで信頼性の高いシステムを構築することができる。

### 6.2 最新の暗号化方式の採用

無線LANシステムを構築するにあたり、不正アクセス、不正利用の防止が運用する上で重要である。そのため、IEEE802.1xに対応することによって、システムの脆弱(ぜいじゃく)性は回避できる。無線APは、暗号化方式として、WPA(Wi-Fi Protected Access)、WPA2、及び両者の自動選択モードをサポートしている。しかし、小規模構成でRadius(Remote Authentication Dial-in User Service)サーバを設置できない場合は、PSK(Pre-Shared Key)方式での対応を可能にするなど、システム規模に合わせて柔軟な構成に対応できる。

### 6.3 VLAN機能

図9に示すように無線APは、IEEE802.1qに準拠したタグVLAN(Virtual LAN)機能/ダイナミックVLANをサポートしている。ユーザーデータは、①無線LANインタフェース単位、②ESSID(Extended Service Set Identifier)単位、③STA(station)グループ単位(SSID(Sub Station ID)単位で分離/ログインアカウントで分離)で関連付けた仮想ネットワークを構築できるため、運用目的に合わせたシステム構築が行える。

## 7. 容易な保守・運用管理

無線APと無線LANコントローラの保守、運用を容易にするために、統合保守端末を開発した。統合保守端末は、図10に示すように、GUI(Graphical User Interface)をサポートしているため、専門知識がなくても、容易に操作す

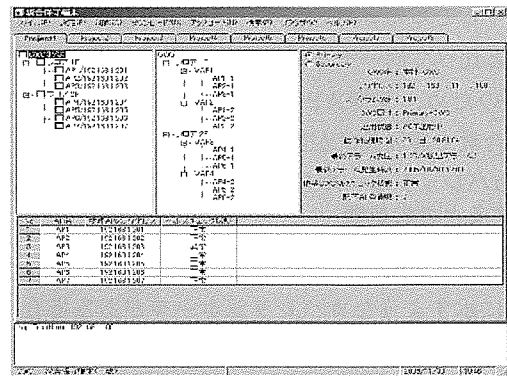


図10. 統合保守端末画面

ることができる。主な機能は、次の2つである。

- (1) 無線LANコントローラと無線APに対する運用データの設定を統合保守端末から一元的に行うことができる。
- (2) 無線LANコントローラが配下の無線APの障害情報を集約し統合保守端末に通報するため、統合保守端末で障害情報を確認できる。

## 8. む す び

当社が開発した無線LANシステムの概要について述べた。今後は、これまで培った無線LAN技術を基に、さらに新しい規格に対応した製品の開発や、新しいサービスやアプリケーションとの連動によってユーザーの利便性を向上させ、社会の発展に貢献していく所存である。

## 参 考 文 献

- (1) 守倉正博, ほか: 改訂版802.11高速無線LAN教科書, インプレス標準教科書シリーズ2005
- (2) 夏川真二, ほか: 構内無線LANシステム, 三菱電機技報, 80, No9, 568~572 (2006)
- (3) 夏川真二, ほか: 5GHz帯高速無線アクセスシステム, 三菱電機技報, 78, No2, 144~147 (2004)
- (4) 服部 武, ほか: ワイヤレスブロードバンド教科書, IDGジャパン (2002-6)
- (5) Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY), specifications, IEEE 802.11 (1999)
- (6) ARIB STD-T71広帯域移動アクセスシステム(CSMA), 2.1版
- (7) ARIB STD-T66広帯域移動アクセスシステム(CSMA), 2.0版



# ソフトウェア開発効率化のための プロセスデータベース構築

吉岡克浩\* 中津茂美\*\*  
久野倫義\* 武繁真一\*\*\*  
丹羽友光\*\*

Process Database for Software Development Efficiency Improvement

Katsuhiro Yoshioka, Noriyoshi Kuno, Tomomitsu Niwa, Shigemi Nakatsu, Shinichi Takeshige

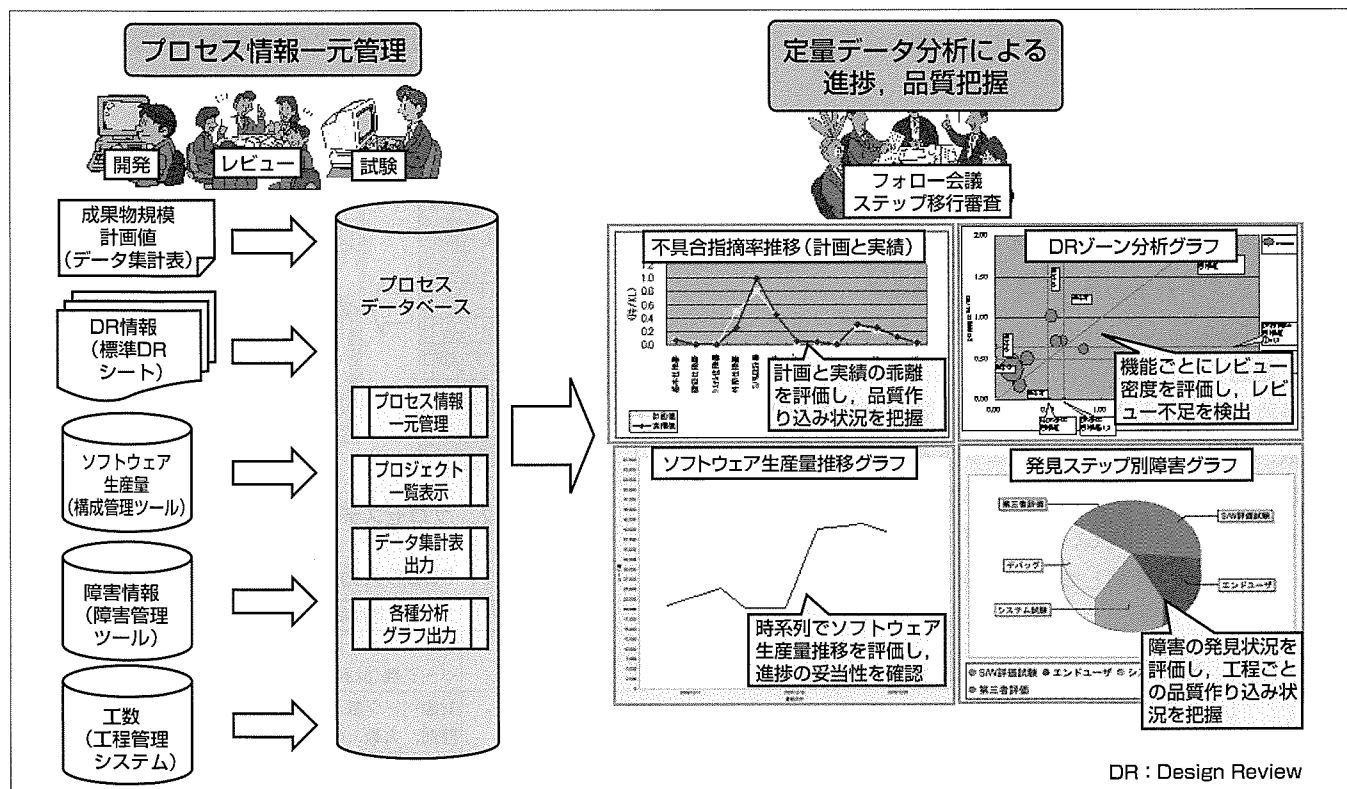
## 要旨

情報家電、自動車、産業機器などの工業製品のほとんどは、機能や性能の多くを機器に組み込まれたソフトウェアで実現している。市場競争の激化から、製品の高機能化によって、組み込みソフトウェアはより大規模で複雑なものとなってきている。一方で、製品投入間隔の短縮によって、開発期間は短縮してきている。

このような状況で、納期遅延、コスト超過によるプロジェクト崩れを抑制しつつ、市場に高品質な製品を提供するためには、開発初期段階から品質作り込みを行う設計フロントローディング化が必要である。また、その実践には、品質作り込み状況を定量的に把握し、問題点を早期に発見し、適切に対処するプロジェクト管理が必要である。

そこで、プロジェクトの状況を定量的に把握・分析し、設計フロントローディング化を支援するためのプロジェクト管理支援システムを構築した。このシステムは、開発プロセスの情報を一元管理し、プロジェクトの分析グラフを出力する機能を持ち、設計段階での品質作り込み不足や、開発遅延リスクの検出に活用することができる。また、データ収集の自動化、分析グラフの自動生成によって、プロジェクト管理負荷増の抑制を図っている。

本稿では、プロジェクト管理支援システムの概要と、システムを活用したプロジェクトの定量分析手法、開発プロセス、適用効果について述べる。



## 定量管理のためのプロセスデータベース

プロセスデータベースの全体像を示したものである。プロセスデータベースは、開発における成果物及び、レビュー、試験等の作業の計画値と実績値を一元管理している。また、レビュー密度や、成果物規模の計画/実績乖離(かいり)などの分析グラフの出力機能を持っており、これらのデータをフォロー会議、ステップ移行審査等で活用して、現状の品質状況や、計画と実績の乖離を分析し、開発にフィードバックができるようにしている。

## 1. ま え が き

情報家電、自動車、産業機器などの工業製品のほとんどは、機能や性能の多くを機器に組み込まれたソフトウェアで実現している。

市場競争の激化から、製品の高機能化によって、組み込みソフトウェアはより大規模で複雑なものとなってきている。一方で、製品寿命の短縮によって、開発期間は短縮している。図1は、規模と開発期間の推移の典型事例<sup>(1)</sup>である。

また、開発規模の増加に伴い、ソフトウェア不具合を原因とする品質問題も増加しており、組み込み製品の品質問題の4割以上はソフトウェア不具合が原因であるという調査結果<sup>(2)</sup>も出ている。

このように大規模な製品開発を成功させるためには、組み込みソフトウェア開発の効率化と品質確保の両立が求められている<sup>(3)</sup>。

## 2. 三菱電機における組み込みソフトウェア開発の課題

先に述べた組み込みソフトウェア開発の課題は、三菱電機の現状にも合致し、具体的には次のような問題点がある。

### (1) 設計起因の不具合が試験工程に流出

定性的な報告に基づくプロジェクト管理のため、設計段階での品質作り込み状況を把握できず、レビュー、単体試験で除去すべき不具合が組み合わせ試験へ流出することがある。

### (2) 試験工程でのプロジェクト遅延発生

製品競争力強化のため、製品投入間隔の短縮によって、開発期間が短縮され、開発効率化が求められている。また、試験段階で不具合が多発することで、改修・追加試験によるプロジェクト遅延が発生することがある。

### (3) 遅延挽回(ばんかい)のための追加工数投入によるコスト超過

試験段階で発生した不具合の改修・追加試験のための追加工数、追加作業によるプロジェクト遅延挽回のための追加工数投入によって、コスト超過が発生することがある。

これらの問題を解決し、納期遅延、コスト超過によるプロジェクト崩れを抑制しつつ、市場に高品質な製品を提供

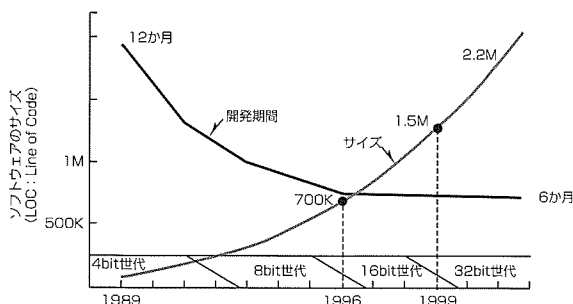


図1. 規模と開発期間の推移

するためには、開発初期段階から品質作り込みを行う設計フロントローディング化<sup>(4)</sup>が必要である。また、その実践には、品質作り込み状況を定量的に把握し、問題点を早期に発見し、適切に対処するプロジェクト管理が必要である。

## 3. 定量管理のためのプロセスデータベース

### 3.1 プロセスデータベースの概要

“プロセスデータベース”(以下“PDB”という。)は、プロジェクトの状況を定量的に把握する定量管理の実践のために構築したプロジェクト管理支援のWebシステムである。PDBは、開発プロセスの情報を一元管理し、プロジェクトの分析グラフを出力する機能を持ち、次の3項目をねらいとしている。

- (1) 設計・コードレビュー不足、試験不足、開発遅延リスクの早期検出・是正による手戻り工数抑制
- (2) データ収集、データ一元管理、分析の効率化による、プロジェクト管理負荷増の抑制
- (3) 蓄積データの活用によるプロジェクト比較分析や計画指標値・品質指標値の導出

図2は、PDBの全体像を示したものである。PDBは、開発における成果物及び、レビュー、試験等の作業の計画値と実績値を一元管理している。さらに、実績値では、レビューシート、構成管理ツール、障害管理ツール等の各開発環境から自動収集している。

表1は、PDBの入力データの詳細項目と入力方法を

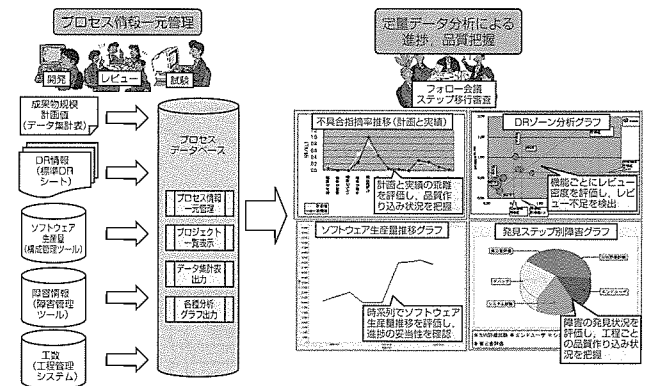


図2. プロセスデータベースの全体像

表1. PDBの入力詳細項目と入力方法

開発データ項目	詳細項目	入力方法
成果物情報	ドキュメント規模：ページ数(計画/実績)	データ集計表
設計DR情報	対象ページ数, 指摘件数, 時間, 人数, etc	DRシート (Excel)
ソフトウェア生産量	ライン数(計画/実績)	データ集計表/構成管理ツール
コードDR情報	対象ライン数, 指摘件数, 時間, 人数, etc	DRシート (Excel)
試験情報	試験項目数(計画/実績)	データ集計表
障害情報	検出不具合数, 処置件数, etc	障害管理ツール
工数情報	開発工数(社内/社外), 管理工数, 手戻り工数	MS-Project/データ集計表

したものである。

入力方法のうち、データ集計表とは、プロジェクト単位で全開発データの計画値、実績値を集約したExcel<sup>(注1)</sup>シートである。データ集計表は、成果物規模・試験項目数などの計画値入力や、実績自動収集対応の開発環境を使用していない場合の実績値入力のインターフェースとして使用することができ、データ集計表に数値を入力し、PDBにアップロードすることが可能となっている。

また、PDBは出力として、次の分析グラフの出力機能を実現している。

- (1) レビュー密度、試験密度の分析
- (2) 成果物規模の計画と実績乖離の分析
- (3) 不具合指摘率のフェーズごとの推移

これらのデータをフォロー会議、ステップ移行審査等で活用して、現状の品質状況や、計画と実績の乖離を分析し、開発にフィードバックができるようにしている。

### 3.2 PDBを活用した設計フロントローディング

PDBでは、分析機能を活用し、次の定量的なプロジェクト分析手法を提供している。

- (1) レビュー密度、試験密度を用いた、設計段階での品質作り込み状況評価
- (2) 成果物規模(ページ数、ライン数、試験項目数)の計画/実績比較による開発遅延リスク抽出

#### 3.2.1 設計段階での品質作り込み状況評価

設計段階での品質作り込み状況は、ゾーン分析手法<sup>(5)</sup>で評価する。ゾーン分析手法とは、レビュー対象ドキュメントのページ数、指摘率(1ページあたりの指摘件数)、レビュー密度(1ページあたりのレビュー時間)から、レビュー対象の品質を評価する手法である。図2の全体像に示すグラフの1つ“DRゾーン分析グラフ”は、その例である。図3に、ゾーン分析グラフの見方を示す。

ゾーン分析手法は、実装段階では、コードレビューの実績データを用いて品質を評価することができる。この場合は、指摘件数、レビュー時間をライン数で正規化した値(1KLあたりの指摘件数、レビュー時間など)を使用する。  
(注1) Excelは、Microsoft Corp.の登録商標である。

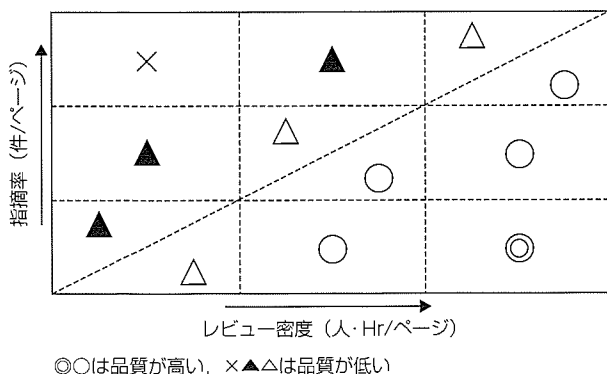


図3. ゾーン分析グラフの見方

また、試験段階では、試験情報と障害情報を用いて品質評価が可能であり、検出不具合数、試験項目数をライン数で正規化した値(1KLあたりの検出不具合数、試験項目数など)を使用する。

#### 3.2.2 計画/実績比較による開発遅延リスク抽出

開発の進捗(しんちよく)状況は、成果物規模の計画と実績の比較によって評価する。図4は、ドキュメント規模の計画と実績推移のグラフである。図の①の部分で実績が計画を下回って推移しており、開発遅延が発生していることを意味する。開発部門は発生した遅延に対して、早期に是正するよう対策を実行する。

#### 3.3 PDBを活用した開発プロセス

図5は、定量管理の実運用事例における実施の全体像である。SQC(Statistical Quality Control)担当者はデータ集計表と分析グラフ作成を実施する。その結果を基に、

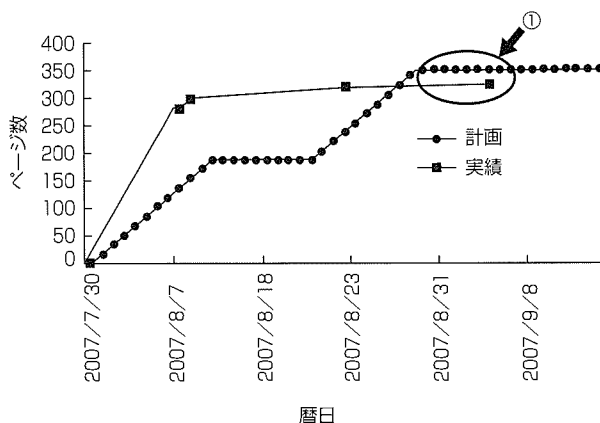


図4. ドキュメントページ数の計画と実績推移

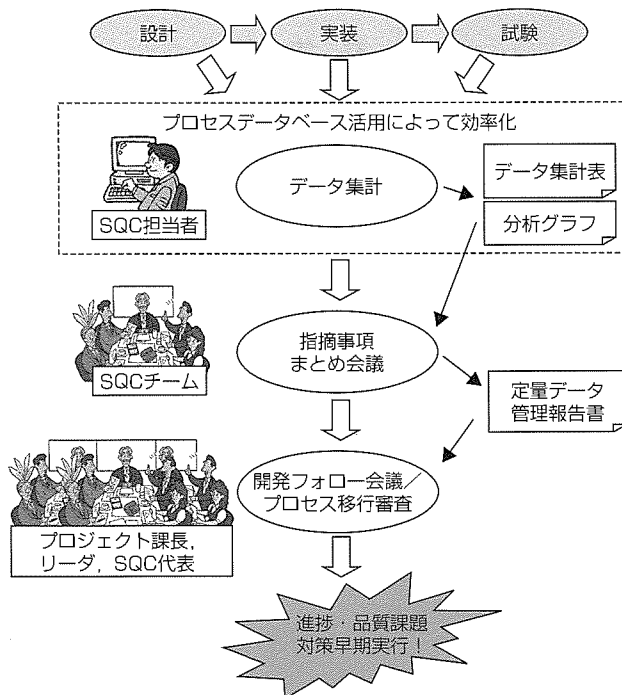


図5. 定量管理運用の全体像

SQCチームで指摘事項を洗い出し、報告書にまとめる。報告書の指摘事項は、開発フォロー会議やプロセス移行審査で評価し、追加レビュー、追加試験、追加人員投入などの対策を実行する。

#### 4. 適用効果

PDBを活用した定量管理をFA (Factory Automation) 機器開発に適用し、次の効果を得た。

##### (1) 定量管理による品質向上

品質では、レビュー不足、単体試験不足の検出と、レビュー・試験の追加実施による設計段階での品質作り込みによって、組み合わせ試験への不具合流出を約80%抑制(従来開発比)した。図6は、従来開発と定量管理適用開発のフェーズ別の不具合指摘率推移である。図の①は従来開発に比較して設計段階で多くの指摘を出すことができ、②は組み合わせ試験での不具合を抑制したことを示している。

##### (2) 計画どおりの工程遵守

工程では、開発遅延の早期検出、是正によって、納期遅延することなく、出荷時品質目標を達成した。図7は、組み合わせ試験における計画と実績推移であり、試験進捗、不具合検出、是正状況を定量的に把握することで、試験進捗遅れ、不具合修正遅れなどの問題を見える化し、適切な対策を実施することができた。

##### (3) プロジェクト崩れ防止による追加コスト抑制

コストでは、先に述べた設計フロントローディング化によって、組み合わせ試験以降での改修・追加試験工数を抑制し、開発全体を通して、手戻り工数を抑制した。

また、これらの総合的な取り組みによって、プロジェクト崩れを防止した。

#### 5. むすび

組み込みソフトウェア開発における、PDB活用による定量管理の適用について述べた。組み込み製品開発の開発規模増大、開発期間短縮といった課題に対して、PDBを活用した設計フロントローディング化の徹底によって、開発効率化、手戻り工数抑制を実現し、目標QCD(Quality Cost Delivery)を達成した。今後は、適用拡大を推進していくとともに、分析手法の開発にも取り組んでいく計画である。

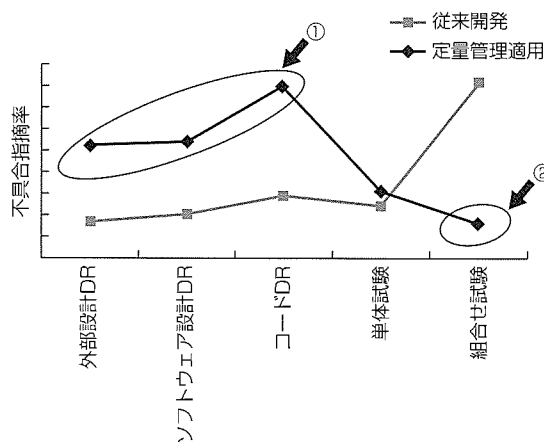


図6. フェーズ別の不具合指摘率の推移

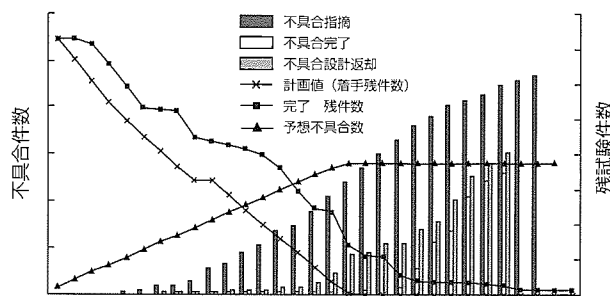


図7. 試験の計画と実績推移

#### 参考文献

- (1) 井沢澄雄, ほか: 組み込みソフトウェア開発におけるプロジェクトマネジメントの勧め(ドラフト版), IPA
- (2) 2007年版組み込みソフトウェア産業実態調査の概要, 経済産業省
- (3) EASE (Empirical Approach to Software Engineering) プロジェクト:  
<http://www.empirical.jp/index.html>
- (4) 竹垣盛一, ほか: フロントローディング型開発設計への取り組み, 三菱電機技報, 80, No.10, 636~638, (2006)
- (5) 土屋雅士, ほか: 試験におけるZone評価の考え方, プロジェクトマネジメント学会2008年度春季研究発表大会資料

# 基板実装設計の品質改善活動

川本公彦\* 村上光平\*\*  
 中岡邦夫\* 堺 宏明\*  
 吹野正弘\*

## Quality Improvement Activity of PCB Design

Kimihiko Kawamoto, Kunio Nakaoka, Masahiro Fuino, Kohei Murakami, Hiroaki Sakai

### 要 旨

欧州RoHS(Restriction of Hazardous Substances)指令に伴う実装基板の鉛フリー化を機に、基板実装設計技術の改善に取り組んだ。

実装基板の鉛フリー化にあたって三菱電機の事業所を巡回し実態を確認した結果、現場で発生しているはんだ付け不良の多くが設計段階に原因があり、現場改善だけでは品質改善が進まず、設計、製造部門が連携した活動の推進が必要であることが分かった。

設計改善にあたっては、あるべき姿を体系化し、体系に従って実態を確認できるチェックリストを作成した。

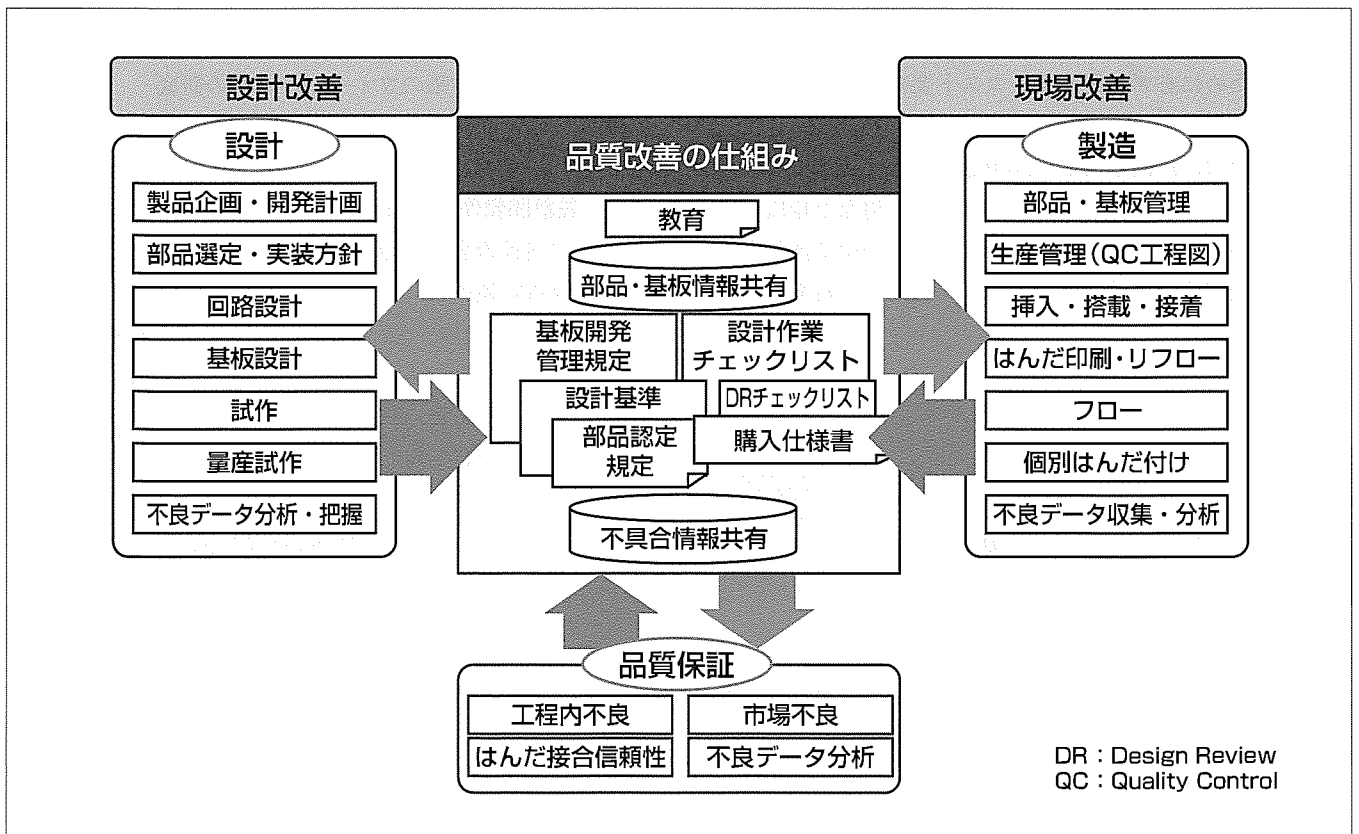
このチェックリストを使用して社内を巡回チェックした

結果、次に示す課題が明確になった。

- (1) やるべきことの明確化と徹底(開発プロセスの標準化)
- (2) 情報共有による課題の早期対策
- (3) 設計、開発結果のフィードバックの徹底

さらに当社では、前記のポイントを確実に運用するためにIT技術を活用した基板実装設計デザインレビュー支援システムを開発し、デザインレビュー品質の均一化、チェックリスト、設計基準へのフィードバックを徹底した。

これらによって当社製品におけるキーパーツの一つである実装基板の品質を改善し、顧客満足が得られる製品を提供していく。



### 実装基板の品質改善にむけた仕組み整備

実装基板の品質改善の仕組み構築について示している。

図の両側に製品開発に必要な設計/製造段階で実施する作業内容を示し、中央には品質改善に必要な仕組み、情報類を示している。相互の関連によって品質改善が実現される。

## 1. ま え が き

当社の実装基板の品質改善に関する活動は、欧州RoHS指令による実装基板の鉛フリー化を機に実装基板のはんだ付け性の改善に取り組んできた(図1)。

実装基板の鉛フリー化については、活動当初、従来使用してきた共晶(有鉛)はんだに比べはんだ付け品質の低下が懸念されており、鉛フリー化技術の開発、適用と実装基板の品質強化を実現するための全社プロジェクトを展開し活動を実施してきた。

特にはんだ付け品質の強化にあたっては業界で一般的にトップレベルとされている、はんだ付け直後の状態における電極数あたりの不良率でリフローはんだ付け10ppm、フローはんだ付け100ppmを当社ブランド製品分野全体で実現することを目標とし、工作、製造現場にとどまらず、設計段階での改善に取り組んだ。

## 2. 当社の製品／実装基板

当社にとって実装基板は、製品を構成する上で必要不可欠なパーツである。

当社の製品は、ルームエアコン、IH(Induction Heating)製品などの家電製品からFA(Factory Automation)機器、通信／電力システム機器、人工衛星まで幅広い事業分野にわたっており、図2で示すとおり実装基板には製品機能を満足するために必要な技術や、コスト要求が多岐にわたっている。

技術面では、片面基板から20層を超える多層基板の採用や、挿入実装部品から小型面実装部品の採用など幅広い。

これら要求される技術の異なる製品分野の中で高品質な製品を、低価格で提供できるようにするための対策を行う必要がある。

	～2004	2005	2006	2007	2008～
循環型社会	●欧州WEEE公布		●中国WEEE公布		
化学物質	●欧州RoHS公布	●欧州WEEE施行	●欧州RoHS施行 ●J-Moss施行	●中国RoHS施行	
当社活動	鉛フリー化適用推進活動	現場改善	基板品質改善活動	設計改善	---
標準化		設計プロセス体系化	監査	チェックリスト作成	
IT化		鉛フリー化対応設計基準チェックツール	展開・推進活動	設計基準チェックツール	基板実装設計DR支援システム開発

WEEE : Waste Electrical and Electronic Equipment  
J-Moss : the marking for presence of the specific chemical substances for electrical and electronic equipment

図1. 実装基板の品質改善活動状況

## 3. 設計段階における工作不良対策の現状

今回の活動では活動当初から現在に至るまで社内の事業所に対して数回の巡回を実施した。

その結果、実装基板のはんだ付け不良の原因は設計に起因している場合が多く、製造現場だけでは改善に限界がある場合が多いことが判明した。

設計起因のはんだ付け不良の一例として、①ほかの部品と比べて極端に熱容量や耐熱性の異なる部品の採用、②工作性検討が不十分など工作性を軽視した実装が代表として挙げられる。

そのため、現場で発生する問題については開発フェーズの早い段階から製造・設計部門が密に連携して改善する仕組みが必要であった。

次に、実施した改善活動について述べる。

## 4. 設計段階での品質作り込み

設計改善にあたっては、当社の製品開発に合わせた開発のあるべき姿を体系化し、体系に従って各事業所の実態を確認できるチェックリストを作成した。

このチェックリストを用いて社内を巡回チェックした結果、次の課題が明確となった。

- (1) やるべきことの明確化と徹底(開発プロセスの標準化)
- (2) 情報共有による課題の早期対策
- (3) 設計、開発結果のフィードバックの徹底

次に、設計品質改善活動で取り組んだ施策について述べる。

### 4.1 設計開発作業のあるべき姿の体系化

最初に当社の製品開発のあるべき姿を体系化した内容について簡単に述べる。

今回の体系化は、実装基板を開発する上で重要となる開発段階の作業をどのような体制、仕組みで実施しているかを確認し、事業所ごとの課題の見える化と個別の対策活動につなげることを目的としている。

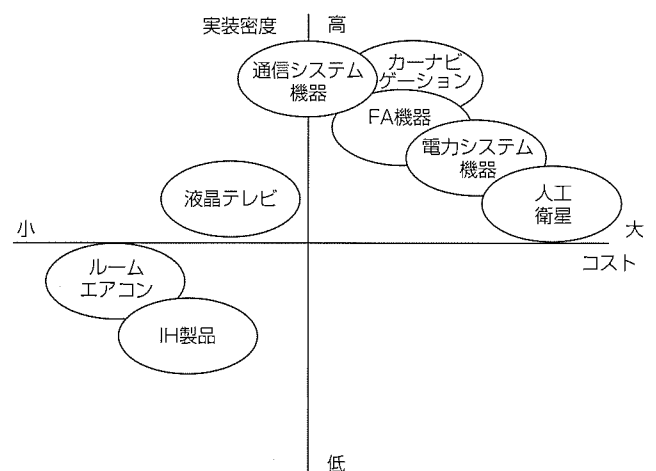


図2. 実装基板で実現する技術とコスト

構成としては、設計作業を進める上で必要となる部材や実装品質にかかわる情報管理など、基板開発に不可欠となる数項目を大項目(幹)に分類し、幹ごとに大項目の内容を具体化した中項目(小枝)を設け、末端に詳細な作業内容をチェック項目(葉)化した構成となっている(図3)。

#### 4.2 開発プロセスの標準化

全工程で“やらなければならないこと。省いてはならないこと”を明確にするために、開発プロセスの再定義と標準化を実施した。

標準化にあたって、各設計作業における、目的、内容、必要な情報、作業成果物を明確に定義し、やるべきことが確実に実施でき、作業者にかかわらず一定の品質が実現できるようにすることに重点をおいた。

具体的な品質確認は、各作業後に行う自己確認作業と第三者を含んだデザインレビュー(DR)によって実施するが回路設計完了時点、部品配置完了時点、パターン配線完了時点、初回組立て完了時点など、節目で品質評価のタイミング(以下、ホールドポイント)を設けることとした。

また、DRでは参加するメンバーの技術力、経験に頼った審査になりがちであるためDRの品質の均一化が図れないことが課題となっており、後述するIT化による解決を図った。

#### 4.3 関連部署との情報共有

2つ目のポイントとして開発に携わる部署との密接な情報共有が必要であった。

図4に示すとおり、当社の実装基板開発体制では、回路設計を担当する部門、製造を担当する部門など、担当職務が細分化されている。

主な情報はフローの上流に位置する回路設計部門で決定されるため、実装条件はDRを通じて情報共有する。

その一方、生産設計を担当する部門では、リフローはんだ付けやフローはんだ付け工程等の生産方式によって適用範囲の変わる設計ルールを基板設計の早い段階で共有する。

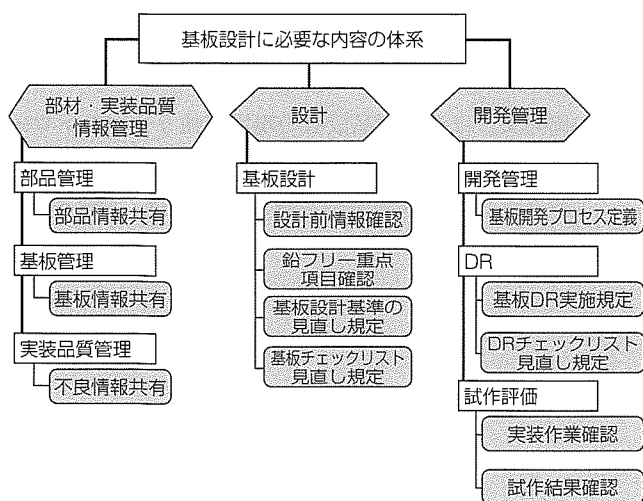


図3. 基板設計に必要な内容の体系化

また、製造を担当する部門については工作結果、特に工作不良の発生した箇所、個数など原因分析が可能な情報を共有し設計上流へフィードバックする。

このようなことから設計段階から実装基板の品質を確保するためには情報共有による、必要な情報を早期に提供、入手し、対策をとることができる仕組みが必要である。

開発プロセスの作業ごとの必要情報、成果物の明確化によって部門間の情報共有を実現した。

さらに担当する製品、機種ごとに設計者が異なることから問題の再発を防ぐためには類似の設計技術や、電子部品にかかわる情報の共有が重要であり、機種、製品の違いを超えたDRへの参画や不具合情報の共有についても対策が必要である。

#### 4.4 設計、開発結果の確実なフィードバック

DRや試作の結果、より良い製品を実現するために種々の問題点を設計作業や、製造条件等にフィードバックするが、図5に示すとおり、フィードバック先は、①指摘を受けた実装基板へのフィードバック、②設計基準類、チェックリストへのフィードバック、③類似機種へのフィードバック(水平展開)などである。

指摘を受けた実装基板へのフィードバックは指摘内容、期限、担当などを一覧表にしたフォローアイテムリストの活用によって、基板開発プロセスの中に組み入れることで比較的容易に実施することが可能であった。

設計基準、チェックリストへのフィードバック、類似機種へのフィードバックは同一不具合の再発防止として重要

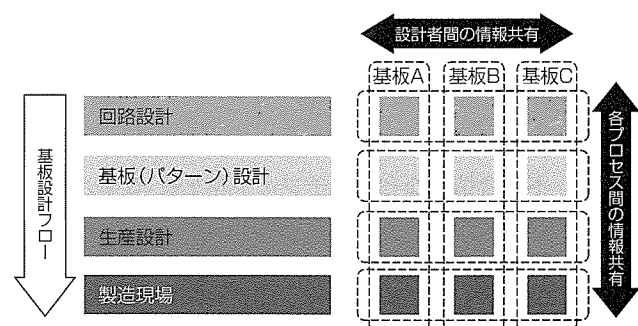


図4. プロセス間/設計者間の情報共有

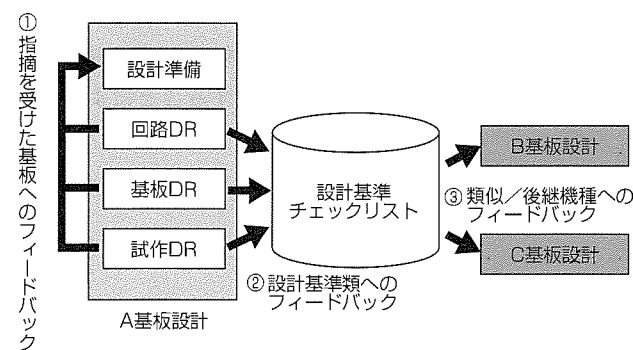


図5. 開発結果のフィードバック

度は高い。ただし、対策の有効性確認後にフィードバックする必要があるため、個別の基板開発の中で管理することが困難であり、フィードバックされない場合が多い。

そのため、あとで述べるIT技術の活用によって、チェックリスト、設計基準へのフィードバックと、類似機種、後継機種への確実な水平展開を実現した。

## 5. 開発管理のIT化

前述した開発プロセスを確実かつ効率的に実施し、設計要因による不良を生産現場に持ち込まないことを目的とした基板実装設計DR支援システム<sup>(1)</sup>を開発した(図6)。

このシステムの開発にあたっては、①標準設計プロセスの構築、②DR内容の整備、③各DRで使用するチェックリストの自動生成機能、④DR情報の一元管理機能の開発を行った。

### 5.1 DR内容の整備

これまでのDRでは、レビュー参加者の経験に頼りがちで、審査内容の均一化が困難であった。現行のチェックリスト、設計基準の内容及びレビュー参加者の経験を洗い直し、審査すべき内容の整備を実施、約600項目のチェック項目の洗い出しを実施した。

### 5.2 チェックリスト生成機能

前項で洗い出した膨大なチェック項目をそのまま運営することはレビュー時間の増加、チェック作業の形骸(けいがい)化につながり品質改善に逆効果である。

そこで、各チェック項目に実施のタイミングを定義し、さらにチェック対象が必要となる基板の仕様を定義することで不要なチェック項目を除き、1回の作業で使用する項目数をDRの目的に応じて60~120件程度に絞り込むことを可能とした<sup>(2)</sup>。

さらにチェックリスト上で各チェック項目に関連する設計基準、不具合情報などの電子ファイルを紐(ひも)付けすることで瞬時に閲覧することを可能とした。

### 5.3 DR情報の一元化

前述したとおり、不具合を指摘されたフィードバック先が設計基準やチェックリスト、類似機種への水平展開である場合、製品ごとに行われるDRの情報を個々に管理しては実施が困難である。

このシステム上でDRの情報を一元管理し、DR結果であるDRシート、議事録の書式を統一化することによって、

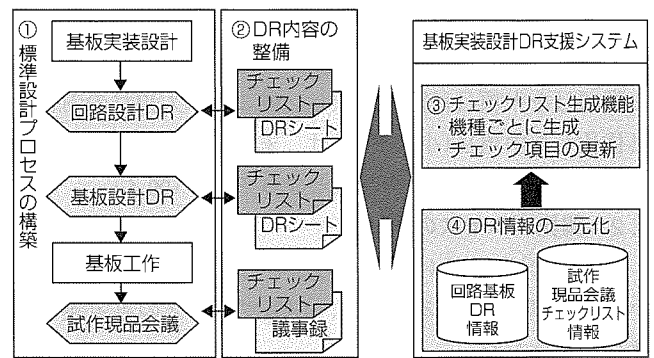


図6. 設計プロセスとシステムの概要

チェックリストに反映すべき項目はシステム上で即座にチェック項目化する機能を実現した。これによって類似、後継機種への展開が可能となり、設計基準への反映項目は一覧表形式で管理することで、フィードバック漏れ防止を実現した。

## 6. む す び

実装基板の品質改善は、これまで培われてきた製造・組立て現場の改善による“強い現場作り”と、開発・設計段階での“作りやすい製品”を考えた設計改善による二段階の改善活動を進めることで業界トップレベルの品質を実現することができた。

開発プロセスの標準化による情報共有と開発結果のフィードバックの徹底というあたりまえの取り組みであるが、はんだ付け、設計と製造のエキスパート集団による各事業所の巡回指導の結果、各事業所の技術力、技能力の底上げを実現し、実装基板の生産品質向上に貢献することができた。

当社にとって実装基板は必要不可欠なキーパーツであり、その品質、価格改善は重要なテーマであり、今回の取り組みの継続と定着化によって更なる改善を図っていく。

## 参 考 文 献

- (1) 基板実装設計デザインレビュー支援システム、三菱電機技報、82, No.1, 57 (2008)
- (2) 中岡邦夫、ほか：製品設計の現場で使うフロントローディング設計、社団法人エレクトロニクス実装学会、エレクトロニクス実装学会誌、7, No.4, 564~568 (2003)



# エレベーター用アクティブ制振技術で 2008年度計測自動制御学会賞(技術賞)を受賞

宇都宮健児\* 佐久間洋一\*\*  
岡本健一\* 倉岡尚生\*\*  
湯村 敬\* 妻木宣明\*\*

SICE 2008 Award by Active Vibration Control Technology for Elevators

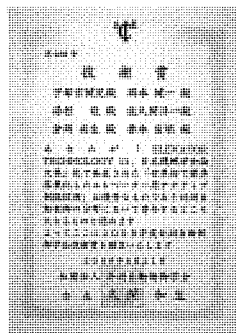
Kenji Utsunomiya, Kenichi Okamoto, Takashi Yumura, Youichi Sakuma, Hisao Kuraoka, Nobuaki Tsumagi

## 1. ま え が き

2008年8月21日に行われた“2008年度計測自動制御学会学会賞”の表彰式で、三菱電機の先端技術総合研究所、稲沢製作所が開発した“アクティブローラガイド”が、“世界初で標準搭載化したエレベーター用アクティブ制振技術”として技術賞を受賞した。

今回の受賞は、高速エレベーター走行時の振動をほとんど感じないレベルまで低減できる制振装置を実用化し、世界で初めて標準搭載化したことが高く評価されたものである。

本稿では、標準搭載を実現するための課題と、それを克服するための技術的特徴を中心に、高速エレベーター用アクティブローラガイドの技術概要について述べる。



## 2. 開発の背景

エレベーターの乗り心地指標の一つであるかご横振動は、かごを案内するレールの曲がりや継ぎ目部の据付誤差によって、かごが強制変位加振されて生じる。従来の高速エレベーターでは、かごの上下左右に設置されるローラガイドのばね剛性と減衰を適正に調整することで横振動を低減していたが、特に高速走行時には、剛性と減衰の調整だけで横振動を抑えることが難しく、振動源であるレール曲がりを加工時と据付時に厳しく管理することで三菱エレベーターの特徴である高品質な乗り心地を実現してきた。しかしそのためには、高レベルの加工・据付技術を必要とするため、特に据付熟練者の不足する海外で国内と同等の品質を維持することが難しいという問題があった。

このような背景から、当社ではエレベーターの横振動をより効果的に低減するアクティブ制振技術に着目、開発を進め、分速300m以上のエレベーターに対して標準搭載化することに成功した。

## 3. 標準化のための課題

アクティブ制振技術については以前から盛んに研究されており、ガイド部に設けた電磁石吸引力によってかご振動を低減する手法、付加質量の反力から制振力を得るアクティブマスダンパ方式などが検討されている。しかし、工業的に広く使用するためには、既存のエレベーター設備仕様を変更せずに設置可能である必要があり、消費電力を抑え電源設備の負担を減らすとともに、他機器との干渉防止の観点から小型な構成である必要がある。また、仮に制御がフェイルした場合にも利便性が損なわれないシステムとすることも必要であり、今まで実用化に至った例は存在しなかった。

## 4. 基本構成

エレベーター及びアクティブローラガイドの構成を図1に示す。

エレベーターは、乗りかごがかご枠に防振ゴムを介して支持され、かご枠の上下左右に設置されたローラガイドがレール上を案内されることで昇降を繰り返す二重防振構成となっている。アクティブローラガイドでは、かご枠に設置した加速度センサによって振動を検出し、下側ガイド部にばねと並列に設置したアクチュエータで制振力を加え横振動を低減する構成としている。これは複数の実レール曲がりを正確に測定することで、レール曲がりに走行速度に依存する特徴的な周波数特性が存在することを明らかにし、その周波数によって励起される振動モードの腹となるガイド部にアクチュエータを設置することが、エネルギー効率的に最適であることを明らかにした結果である。

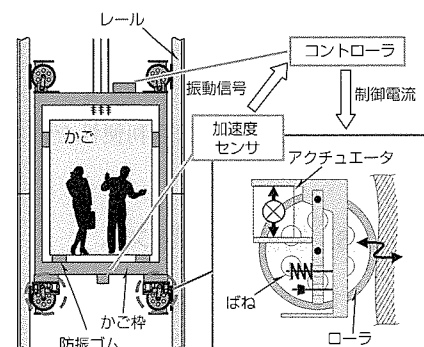


図1. アクティブローラガイド概略図

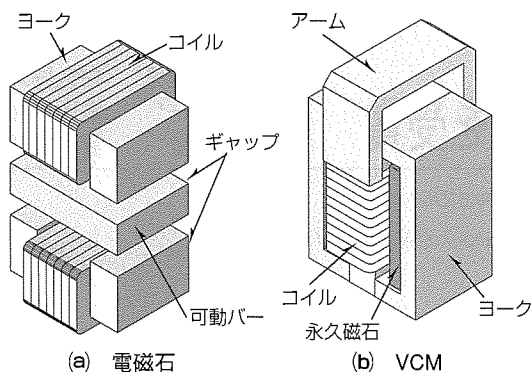


図2. アクチュエータ概略図

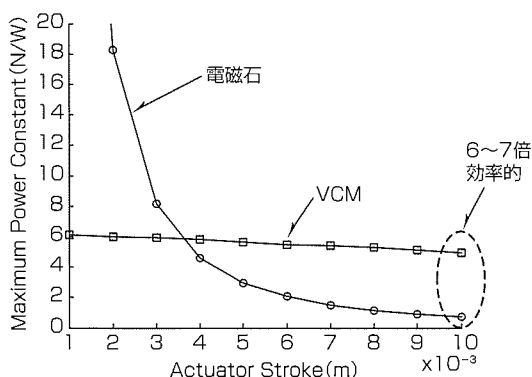


図3. 最適設計結果

### 5. アクチュエータの最適化

アクチュエータをガイド部に設置するためには、既存のガイド空きスペースに収納可能なレベルまで小型であり、さらに寿命、信頼性、メンテナンス性の観点から非接触式であることが必要であった。また、実際の制御ストロークは±2mm程度であるが、かごに発生する偏荷重を考慮すると±10mm程度のストロークが必要となる。これらの制限下で、図2に示すような非接触式アクチュエータの代表例である電磁石とボイスコイルモータ（以下“VCM”という。）について最適設計を実施した結果、図3に示すように±10mmストローク条件下ではVCMが6～7倍有利なることを明らかにした。

このように、エレベーターの使用条件に適したシステム構成・アクチュエータ方式の選定及び最適化設計を実施することで、小型かつ低消費電力なシステムを実現している。また、VCMは既存のガイドばねと並列に設置されるので仮に制御がフェイルした場合にも制御をオフすることで従来並みの性能を保持することができ利便性を損なうことがない。

### 6. 制御アルゴリズム

基本制御則として、鉄道や自動車のアクティブ制振で実績のあるスカイフックダンパ方式を用いている。独自の特

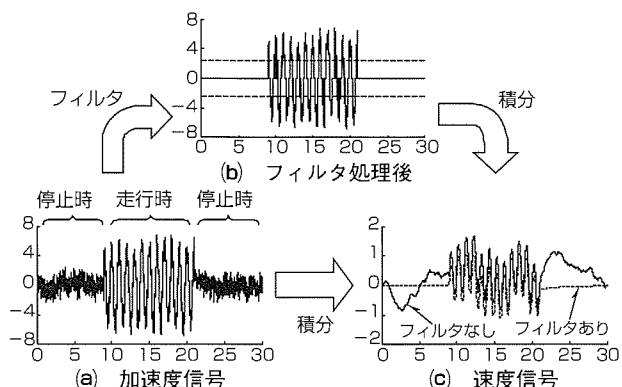


図4. レベルカットフィルタの効果

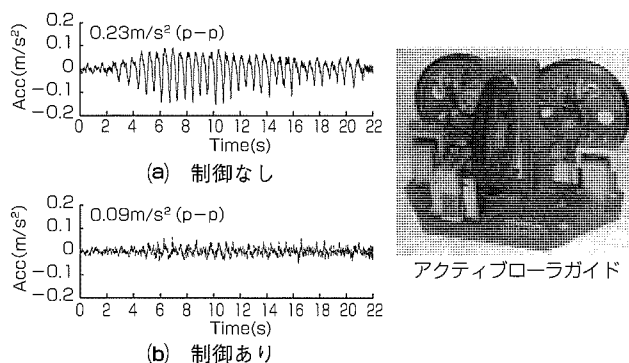


図5. 実機検証結果と装置写真

徴としては、図4に示すようなレベルカットフィルタと周波数フィルタを組み合わせたノイズ処理を開発することで比較的安価な半導体型静電容量式加速度センサを適用しつつ、ノイズによる乗り心地悪化、消費電力増加を防止している。

### 7. 実機検証結果

性能確認のため、分速420m、容量1,600kgの実機エレベーターで試験を実施した結果を図5に示す。非制御時に0.23m/s<sup>2</sup>の振動を0.09m/s<sup>2</sup>と良好に低減できている。また消費電力は最大でも70Wと非常に小さく抑えられていた。

### 8. むすび

エレベーターの使用条件を考慮したシステム構成、アクチュエータの最適化設計、独自のノイズ処理アルゴリズムの開発によって、小型化と低消費電力性能を両立するエレベーター用アクティブ制振装置を実現した。これによって既存のエレベーター設備を変更せずに設置可能であるため実用化が容易であり、かつ制御のフェイルに対しても利便性を損なうことがない構成としている。このように実用化に対する課題をすべてクリアすることで、世界で初めてエレベーター用のアクティブ制振技術を標準搭載化することに成功した。



# 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

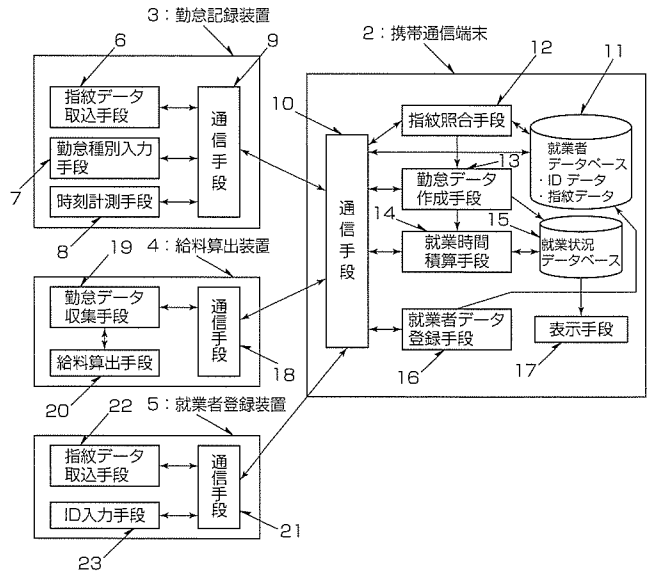
有償開放についてのお問合せは  
三菱電機株式会社 知的財産渉外部  
電話(03)3218-9192(ダイヤルイン)

## 勤怠管理システム、及び、携帯通信端末 特許第3931659号(特開2003-208646)

発明者 伊藤英明

この発明は、建物や敷地への就業者の出入りを管理する勤怠管理システムに関するものである。従来のIDカードやテンキー操作による勤怠管理システムでは、例えば、“なりすまし”による不正操作がある。これを防止する有効な手段として指紋認証があるが、システムが複雑化するという問題があった。この発明では、本人の指紋データをセンター装置ではなく、あらかじめ各就業者専用の携帯通信端末(PDA)内に登録しておき、照合時に取り込んだ指紋データをこのPDAに無線送信して、PDAによって指紋データの照合と就業時間管理を行う。これによって照合時に指紋データと時刻データをリアルタイムでセンター装置に送る必要がないため、システム構成の簡素化を実現できる。就業者は、入退勤時に指紋データ取込手段6の指紋センサに指をあてて指紋データを取り込ませる。勤怠記録装置3は、勤怠種別データと指紋データと時刻データと装置アドレスデータからなる勤怠操作データを作成する。勤怠記録装置3は、作成した勤怠操作データを従業者の携帯通信端末2へ送信する。携帯通信端末2は、勤怠操作データを受け取ると、指紋照合手段12によって、受信した指紋データと就業者データベース11の指紋データとを照合する。

照合結果が一致する場合、勤怠データ作成手段13は、勤怠種別データの出入勤を判別し、操作時刻を就業状況データベース15へ登録する。就業時間積算手段14は、その日の就業時間を一定期間内の総就業時間に積算して就業状況データベース15に登録する。



## 空調用送風装置 特許第3596219号(特開平10-259922)

発明者 橋 功

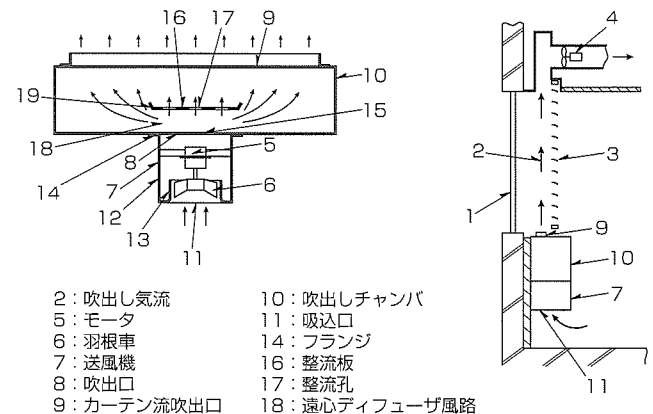
この発明はペリメータゾーンのエアバリアシステムとしてカーテン状の吹出し気流を生成する空調用送風装置に関するものである。

従来の送風装置は遠心式送風機やラインフローファンが多く適用されており、遠心式送風機では吹出し気流の不均一、高ランニングコスト及びメンテナンス性の課題があり、ラインフローファンでは吹出し気流の均一性は良くなるが電動機部分での気流生成ができずファンと気流の長さ不一致といった問題点があった。

この発明は送風装置にプロペラ式ファンを採用し、更にファンの吐出口が底側で連絡し、その吐出口の対向側にはスリット状の吹出口を持つ容器構造の吹出しチャンバを備え、吹出しチャンバ内に整流孔を持つ整流部材を設けた構造にしたものである。

これによってプロペラファンから吹出しチャンバ内に吹出された気流は、急激な通過面積の拡大と整流板による気

流の分け、そしてスリット状カーテン流吹出口での通過面積急縮小による加圧によって、吹出しチャンバから均一な吹出し気流の生成が可能となる。さらにプロペラ式ファンの採用で、施工性の良いメンテナンスがしやすく、低ランニングコストの送風装置を得ることができる。





# 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)

エレベータのかご操作盤 特許第3966716号(特開2003-160288)

発明者 湯浅英治, 及川泰通

この発明は、エレベータのかご室内に設けられ、行先ボタンや戸開閉ボタンなどの操作器具によってかごの運転を操作するかご操作盤に関するものである。この発明によって、薄型で、意匠性にすぐれたかご操作盤を得られる。

一般にかご操作盤は、操作器具と保守点検用スイッチが収納された収納ボックスを持つ。その保守点検用スイッチは、ヒンジ機構によって回転し開閉するフェースプレート(キー施錠式)でカバーされ、一般利用者に操作されないよ

うにしてある。

従来のかご操作盤では、ヒンジ機構を表側から隠すために、フェースプレートの端面からある程度内側に配置していた。そのため、回転する際に、端面がかご室壁と干渉しないように、フェースプレートをかご室壁から突出させる必要があった。(図2参照)

この発明では、ヒンジ機構を水平方向に長い長穴にピンで支持した構造とし、キーの回転操作によって回転するレバーを、収納ボックスに設けられた係合部に当接させている。キー操作に伴いレバーは係合部に当接しながら回転する。これによって、フェースプレートが長穴に案内されながら移動し、開閉させてもかご室壁と干渉しない位置まで水平移動する。

このような構造にしたことで、フェースプレートはかご室壁から突出せず、薄型で、意匠性にすぐれたかご操作盤を得られる。

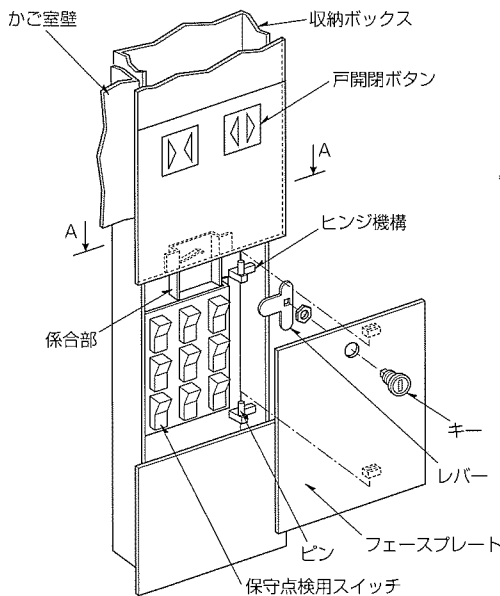


図1. この発明の構造を示す図

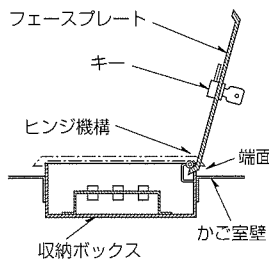


図2. 従来のかご操作盤

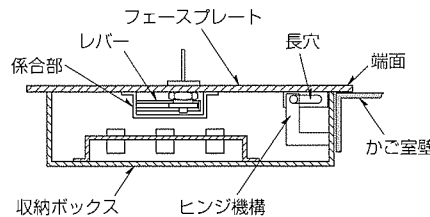


図3. 図1のA-A断面

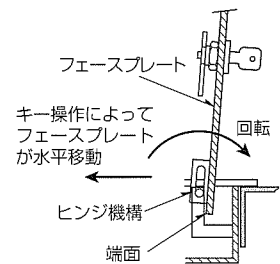


図4. フェースプレートが開いた状態

## 〈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.82 No.10 特集「事業競争力強化と情報システム」

<b>三菱電機技報編集委員</b> 委員長 杉山 武史 委員 小林智里 増田正幸 滝田英徳 岩崎慎司 糸田 敬 世木逸雄 江頭 誠 河合清司 種子島一史 安井公治 逸見和久 光永一正 河内浩明 橋高大造 事務局 園田克己 本号取りまとめ委員 河合清司	<b>三菱電機技報 82巻9号</b> 2008年9月22日 印刷 (無断転載・複製を禁ず) 2008年9月25日 発行 編集人 杉山 武史 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
<b>三菱電機技報 URL</b> 三菱電機技報に関するお問い合わせ先	URL <a href="http://www.mitsubishielectric.co.jp/corporate/giho/">http://www.mitsubishielectric.co.jp/corporate/giho/</a> URL <a href="http://www.mitsubishielectric.co.jp/support/corporate/giho.html">http://www.mitsubishielectric.co.jp/support/corporate/giho.html</a>
英文季刊誌「MITSUBISHI ELECTRIC ADVANCE」がご覧いただけます	URL <a href="http://global.mitsubishielectric.com/company/rd/advance/">http://global.mitsubishielectric.com/company/rd/advance/</a>

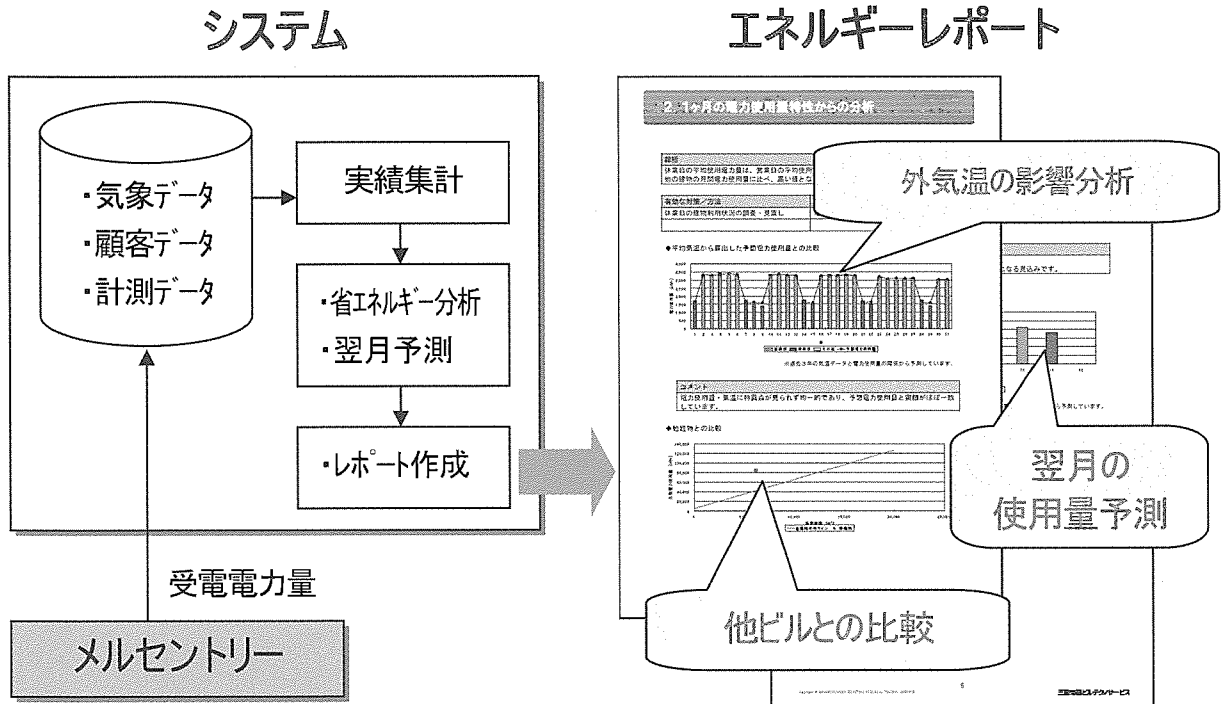
メルセントリー(ビル内設備の遠隔監視サービス)の新サービスとして、エネルギーレポートサービスを2008年4月14日に発売しましたので、ご紹介します。

## 1. エネルギーレポートサービスとは

環境・省エネルギーに関心が高まる中、ビルの電力使用状況から、毎月お客様へ、電力使用実態・分析結果・各種情報をレポートにして、省エネルギー推進に有用な情報をお届けするサービスです。

## 2. 構成イメージ

お客様のビルに設置されたメルセントリーに、受電電力量を取り込みます。当社のシステムが、メルセントリーの計測データを定期的に収集し、毎月、エネルギーレポートを発行します。



エネルギーレポートの構成概要

総括	当該月度の状況一覧として、建物概要、当該月度の電力使用量・最大電力を表し、同一用途の他の建物との比較をします。
エネルギー使用実績	①月別・日別の電力使用量・最大電力、外気温の推移を示します。 ②最大電力が最大日の、時間帯別の電力使用量、外気温の推移を示します。
分析と評価	①日別の電力使用量を降順に並べます。また、外気温との相関を示します。 ②営業日・休業日別に、時間帯別の電力使用量の推移を示します。 ③時間帯別の電力使用量の中で、電力使用量の多い日・時間を示します。 ④翌月の電力使用量を予測します。
有効な対策	省エネルギー対策の提案をします。
省エネルギーに関する情報	省エネルギーに役立つニュース、製品、機器の導入事例を紹介します。