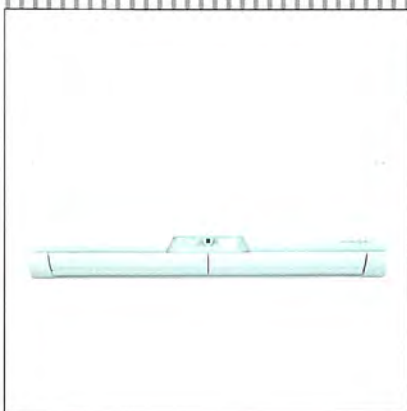


MITSUBISHI

三菱電機技報 Vol.83 No.5

2009 5

一般論文特集



目次

一般論文特集

電力分野における次世代設備管理システム 1
岩上克義・狩野雄一郎・鈴木 融

高速・安定な二次計画法の開発と実用問題への適用 5
橋本博幸・高口雄介・中村静香

高層集合住宅を対象とした火災時のエレベーター利用避難 10
河合清司・小西正彦・岩田雅史・林 和博・豊岡俊一郎・秋山誉一

三菱入退室管理システム“MELSAFETY-P”の機能拡充
及び指透過認証装置Ⅱ 14
大江敏男

デザインレビューの効果的実施及び評価方法 18
久野倫義・丹羽友光・前川隆昭

モバイルマッピングシステムを用いた道路三次元情報の活用 22
吉田光伸・石原隆一・小崎真和・瀧口純一

暮らしと設備の総合情報サイト“WIN²K” 26
渡邊和歌子・飯田俊之

空調用ロータリ圧縮機の熱かきめ固定装置 29
岩崎俊明・岡田真紀・野田博之

小型太陽電池モジュールの輸送効率改善及び
包装材料使用量の削減 33
岡田鉄則・曾我彰宏・渡辺克夫

屋外対応TFT-LCD技術 37
河野誠之・柴田行一・松本成幸

広視野角の半透過TFT-LCD技術 41
石川敬充・森井康裕・佐竹徹也・西岡孝博

温度補償型FFD技術 45
中西邦文・寺垣智哉・鷹木二郎・長瀬章裕・染谷 潤

Next Generation Facility Management System for Electric Power Utilities
Katsuyoshi Iwakami, Yuichiro Karino, Toru Suzuki

Development of Fast and Stable Quadratic Programming and Application to a Practical Problem
Hiroyuki Hashimoto, Yusuke Takaguchi, Shizuka Nakamura

Fire Evacuation Using Elevator for High-rise Residential Building
Kiyoji Kawai, Masahiko Konishi, Masafumi Iwata, Kazuhiro Hayashi, Shunichiro Toyooka, Yoichi Akiyama

Services Extension of Mitsubishi Access Control System "MELSAFETY-P" and Finger Identification Device II by Penetrated Light
Toshio Oe

The Effective Method for Design Reviews Implementation and Analysis
Noriyoshi Kuno, Tomomitsu Niwa, Takaaki Mackawa

Application of 3D Road Information from Mobile Mapping System
Mitsunobu Yoshida, Ryuichi Ishihara, Masakazu Kozaki, Junichi Takiguchi

Living and Facilities Total Information Site "WIN²K"
Wakako Watanabe, Toshiyuki Iida

"CASIMEL" System for Rotary Compressor
Toshiaki Iwasaki, Masaki Okada, Hiroyuki Noda

Transportation Efficiency Improvement and Reduction of Packing Materials for Small-size Photovoltaic Modules
Tetsunori Okada, Akihiro Soga, Katsuo Watanabe

TFT-LCD Technology for Outdoor Use
Masayuki Kawano, Koichi Shibata, Shigeyuki Matsumoto

New Wide Viewing Angle Transflective TFT-LCD
Yoshimitsu Ishikawa, Yasuhiro Morii, Tetsuya Satake, Takahiro Nishioka

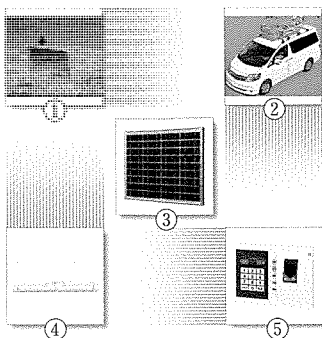
FFD Technology for Adapting Environmental Temperature
Kunifumi Nakanishi, Tomoya Teragaki, Jiro Takaki, Akihiro Nagase, Jun Someya

特許と新案

「光半導体素子モジュール」 49

スポットライト

小荷物専用昇降機 リョーデンリフト Gシリーズ
プラットフォーム統合ソリューション
“VMINTEGRA ヴイエムインテグラ”



表紙:

- ①屋外や工場、車載などの過酷な環境下でも高い信頼性を保ち、鮮やかな表示性能を実現する“DIAFINE”TFT液晶モジュール
- ②走行することによって、道路周辺の三次元情報を収集するMMSシステム
- ③無電化地域における独立電源用に開発した海外向け小型太陽電池モジュール
- ④ムダな電力を自動で抑制するムーブアイ(赤外線センサ)に加え、電気代やCO₂排出量を見える化した“霧ヶ峰ZWシリーズ”
- ⑤指の真皮層の指紋情報を、側方光源からの透過光によって取得する指透過認証装置Ⅱ。タッチパネル付き液晶と音声ガイダンスで操作性向上を図った。

電力分野における次世代設備管理システム

岩上克義*
狩野雄一郎*
鈴木 融*

Next Generation Facility Management System for Electric Power Utilities

Katsuyoshi Iwakami, Yuichiro Karino, Toru Suzuki

要 旨

電力自由化に伴う競争、低炭素社会の実現など地球環境対策の高まり、さらにユーザーニーズの多様化の環境変化に対応し、電力会社では一層の経営改革を進めている。規準、制度を遵守し、安全に安定した電力を供給した上で、設備投資の抑制、業務改革によるコストダウン、及び環境変化に迅速に対応できる経営体質の確立を目指している。

電力会社では、従来業務の機械化を目的として、電力の販売、電力の供給にかかわる設備の建設、運転、さらに社内の事務にかかわる一通りのシステムを導入している。今後は、設備保全の高度化を実現し、変化に迅速に追従可能なシステムの構築が必要である。

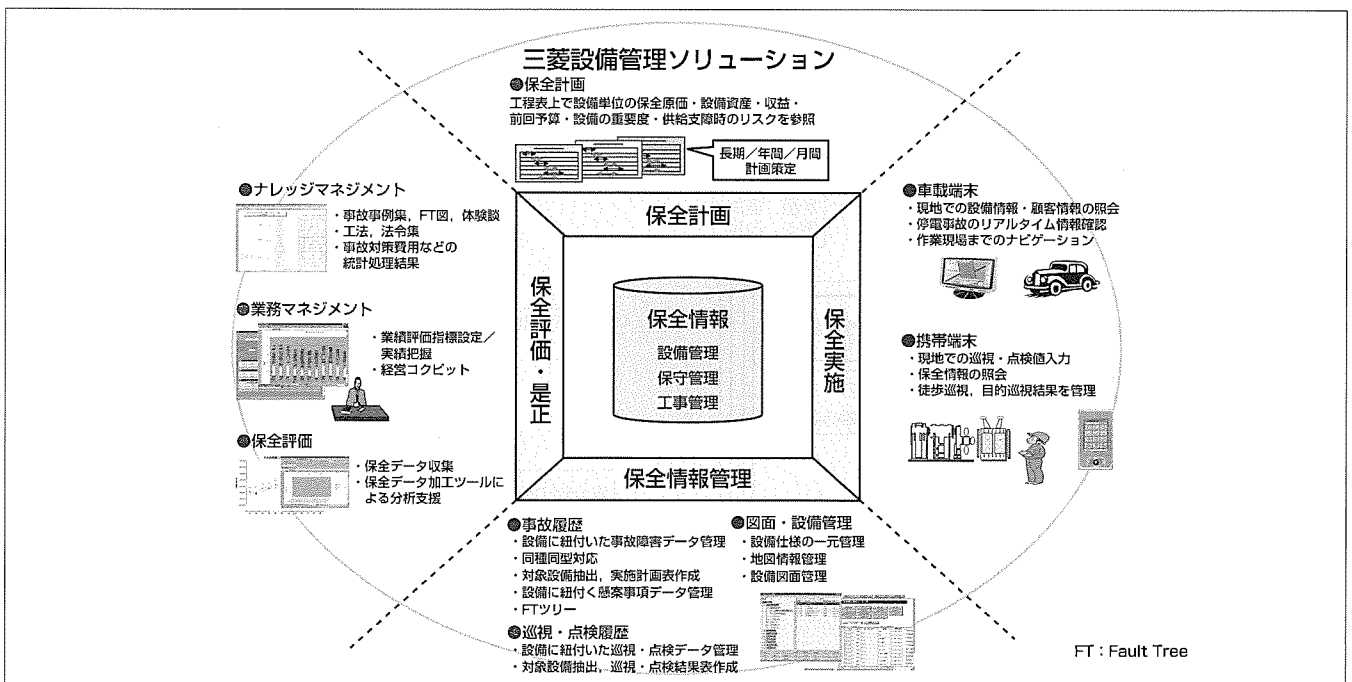
原子力分野は、CO₂削減の期待がかかる中、2009年から国の新検査制度が導入され、最優先で保全の高度化を進めている。従来進めている帳票処理の電子化、効率化に加え、設備中心の保全サイクルを確立するため、全社的な統合設備管理を実現するEAM(Enterprise Asset Management)の導入が必要となる。EAMの導入に際しては、蓄積してきた現場の業務運用、対応システムを全面刷新するのではなく、現場の業務に配慮し、既存システム資産を活用した

対応が求められる。三菱電機では、三菱設備管理ソリューションとして、EAM製品“DiaPassage”とデータ統合基盤、画面統合基盤を提供しており、システムのプロセス、データベースを統合し、保全サイクルを確立することが可能となる。

配電分野は、面的に広がる膨大な設備を運用、管理しており、従来は設備建設に伴う工事管理、配電線の運用のシステム化を進めてきた。今後は設備保全の高度化、建設・運用・保全の一貫した連携による一層のコストダウンが必要となっている。

これまで、工事管理、設備管理の業務高度化のため、当社は地理情報システムGIS(Geographic Information System)製品である“PreSerV”を基盤としたシステム構築を進めてきた。今後、EAM製品DiaPassage、モバイル・ソリューション、及びデータ統合基盤によって既設システムと連携し、設備カルテと設備トレーサビリティを構築する。

当社は、電力分野における豊富なシステム開発経験を生かし、原子力、配電分野の保全高度化を推進する。



設備保全管理の全体像

設備保全計画から保全評価・是正までの保全サイクルを確立するため、三菱EAMソリューションは一貫した業務効率化と既設システムを活用したプロセスとデータベースの統合を可能とする。

*神戸製作所

1. ま え が き

電力業界を取りまく環境は、電力自由化に伴う、新規参入の電気事業者や自家発電事業者との競争、発電燃料の安定確保、地球環境に配慮したCO₂の削減の要請、さらにユーザーニーズの多様化などがある。電力会社では、更なる経営体質改善に向けて、業務改革を進めている。

電力会社では、従来業務見直しと、業務の機械化、情報の共有・一元管理を目的としたシステムを導入してきた。原子力部門では、事故の根絶とともに、新検査制度への対応が急務となっている。また、配電部門は、従来進めている工事管理センターの業務高度化に加え、設備の保全の高度化に向けた動きが活発になっている。

本稿では、電力会社における“原子力保全管理システム”と“次世代配電システム”を対象に、システム化の要件とシステム構築のための当社のソリューションを提示し、今後の展望を述べる。

2. 設備部門の課題とシステム化

2.1 設備部門を取り巻く環境と課題

設備部門では、国の基準・社内規程の遵守、一層の設備投資の抑制、業務の効率化・高度化が求められている。このため、従来の設備の建設と運用に加え、保全を重視した業務改革を部門横断で進める必要がある。

原子力部門では、2009年から新検査制度の導入が始まり、“保全プログラムに基づく保全活動”に対応する保全高度化が必要になっている(図1)。

配電部門は、顧客に直接接しエネルギーの安定供給と顧

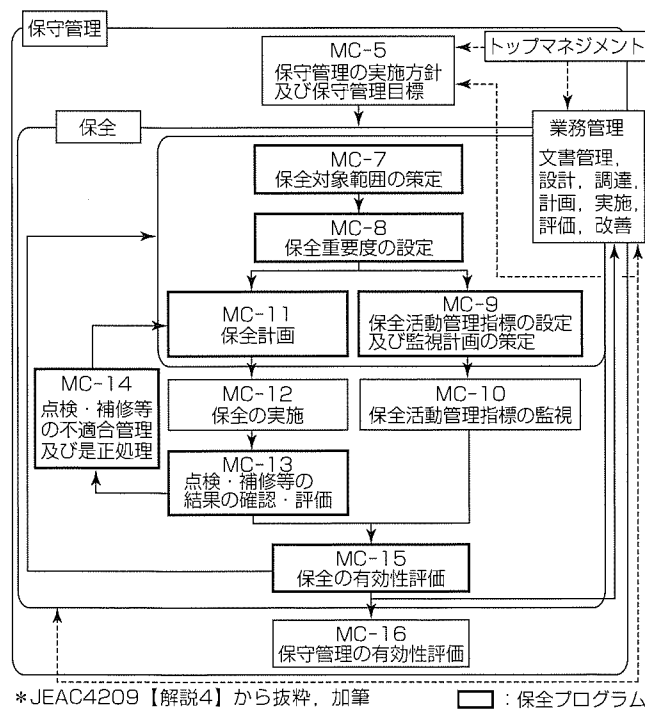


図1. 原子力保全高度化

客サービスを担当している。今後、設備の有効利用、適正な設備建設、及び保全を含めた一貫した業務効率化のため、保全の高度化への対応が必要である(図2)。

2.2 システム構築の方向性

原子力、配電部門では、従来ITによる業務効率化、高度化を推進しており、一通りシステム化を完了し活用している。今後、既設システムの全面刷新によるシステム再構築は、開発の費用負担・リスク、及び現場の業務運用の観点から、現実的ではない。現状の業務ノウハウの継続性を確保し、堅実なシステム開発のため、既設システムの資産を生かし、関連システムを統合し、変化に柔軟に対応可能なシステム構築が求められる。

3. 原子力保全管理システム

3.1 システムの現状

原子力部門におけるシステム構築では、新検査制度への対応だけでなく、部門全体、特に現場が抱える課題への対応を踏まえた目標を設定し、システム構築の方針を策定する必要がある(図3)。

現状のシステムは、プラントの定期検査、日常点検を支援しており、個別に業務の省力化を目的に構築されてきた。新検査制度に対応した保全のPDCA(Plan Do Check Action)サイクルの確立ができていないことに加え、事務系やプラント系との連携がなく、工事の作業計画、部材調

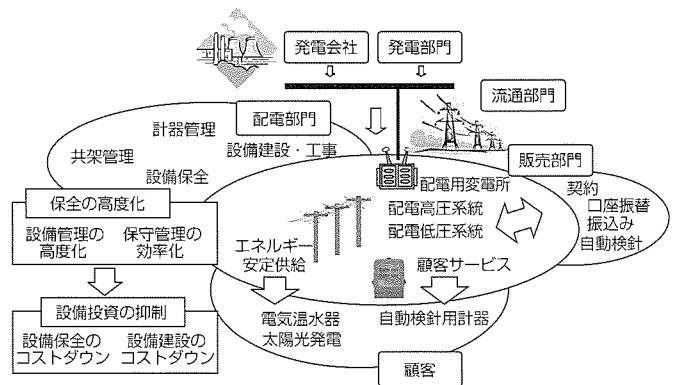


図2. 配電部門の課題

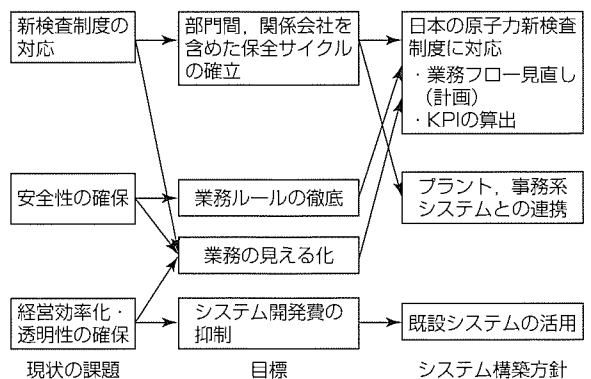


図3. 目標設定とシステム構築方針

達にあたり、業務品質と効率の向上が課題となっている。

今後は、新検査制度で本格導入された状態基準保全 (Condition Based Maintenance: CBM) によって、プラントごとの特性、機器の状態を踏まえたき細かい検査と保守を実施する必要がある。

3.2 原子力保全管理システムの構築

既設の原子力保全管理システムを活用し、事務系、プラント系と連携したシステムを構成する(図4)。

既設システムにおける保守管理、保全評価機能を連携し、設備を中心に保全情報を統合した保全情報データベースを構築する。システム化が不十分な定期検査を含め、保全計画機能を強化し、定期検査、日常点検結果を、次回の保全計画へ反映することが可能となる。また、プラント系とプラントデータ、系統データを連携し、運転状況の把握、系統隔離作業支援を可能にするとともに、事務系の資材管理システムと工事データを連携し、工事にかかわる計画、発注、及び費用管理を大幅に効率化することが可能となる。

3.3 システム構築方法

EAM製品DiaPassageを中核に保全情報データベースを

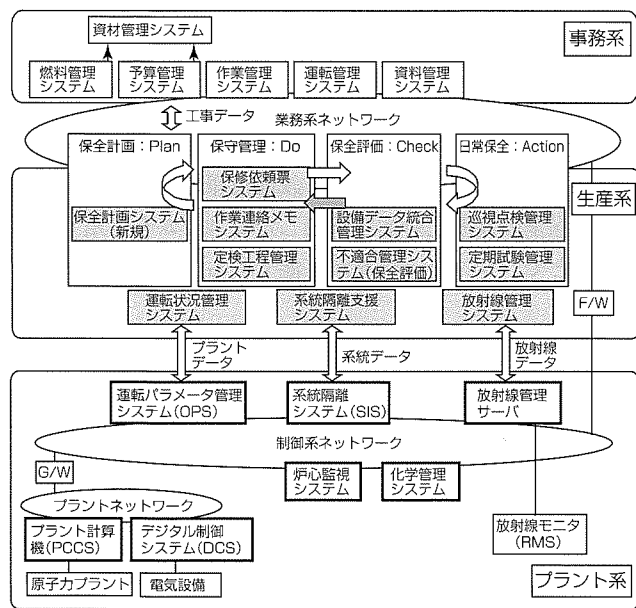


図4. 原子力保全管理システムと事務・プラント系との連携

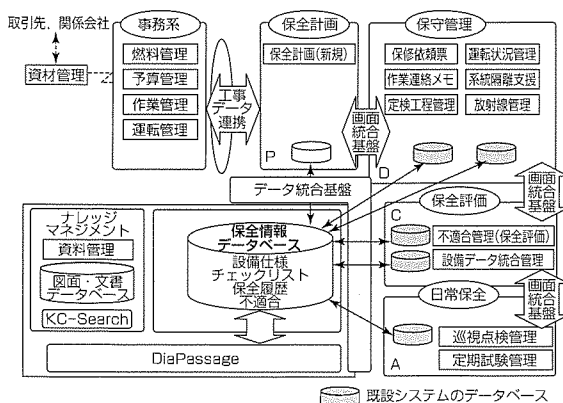


図5. 原子力保全管理システムの構築

構築し、画面統合基盤、データ統合基盤によって関連システムを統合する。また、既設の資材管理システムに図面・文書検索基盤“KC-Search”を適用し、ナレッジマネジメントを実現する(図5)。

(1) 保全情報データベースの構築

EAM製品DiaPassageのデータベースに保全情報を統合することで、設備仕様データを標準化、階層化するとともに、設備カルテデータ(保全履歴、不適合データなど)、工事管理データなど関連データを設備に紐(ひも)付けて一元管理する。保全情報データベースから、プラント、設備ごとの設備カルテデータを参照して、性能指標の算出、保全プログラムの策定、見直しを可能とする。

(2) システム統合

既設システムを再構築することなく、データの統合管理を実現するため、データ統合基盤を利用し、保全情報データベースと既設システムのデータベースを連携することで、統合管理を実現する。

また、既設システム横断で、一貫した業務プロセスのフローを確立するため、画面統合基盤を利用し、フロントエンド層でシステムを連携する。システム間で自由に、新規に作成した画面と既設システムの画面を統合し遷移させることで、既設システムの操作感を継続しつつ、目指す新業務フローを実現する。

(3) ナレッジマネジメント

既設の資料管理システムに、図面・文書検索基盤KC-Searchを適用することによって、文書、業務情報を自由に検索し、必要な都度、図面・文書を検索し参照可能とする。

4. 次世代配電システム

4.1 システム化の現状

配電部門の設備管理業務は、これまで設備建設業務(工事設計、工事管理など)を中心にシステム化が進められており、設備保全業務(巡視、点検など)については、システム化が遅れている。しかし近年、設備の高効率運用や保守費用の削減のため、保全の高度化に向けた動きが活発になっている。

また、自動検針の導入計画に伴い、関連システムの見直しが加速すると考えられる。

4.2 設備保全管理の高度化

配電における設備保全管理業務は、巡視・点検計画作成(P)、巡視・点検実施(D)、事故履歴など情報管理(C)、評価・是正(A)のPDCAサイクルで業務を実施している(図6)。

配電部門は膨大な数の設備を保有しているため、設備個体ごとの正確な情報管理、追跡管理が難しい。例えば、事故の発生した特定のメーカーや製造年の設備を抽出する、対象設備のみを重点的に再点検することが困難であるなど、

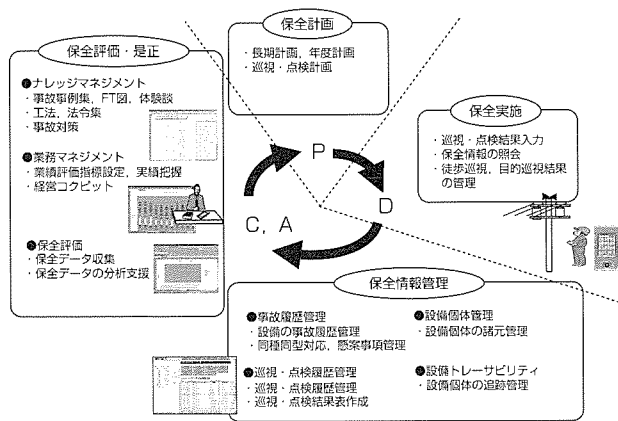


図 6. 配電設備安全管理の全体像

点検計画、修繕計画の立案に課題がある。

高度化された設備保全業務では、現場で入力された巡視・点検結果や、設備の追跡情報を蓄積し、製造メーカー等の設備諸元情報と合わせて分析することで、故障傾向や耐用年数を総合的に判断することが可能となる。

4.3 システム構築方法

EAM製品DiaPassage、モバイル・ソリューション、データ統合基盤によって、設備保全管理の高度化に必要な機能を提供する(図7)。

(1) 設備カルテによる設備関連情報の一元管理

EAM製品DiaPassageのデータベースに、巡視・点検記録を蓄積し、事故記録と合わせて設備単位に一元管理することで、設備カルテを構築する。保全に関する情報が素早く簡単に参照可能となり、設備の劣化状況や耐用年数を判断しながら、適切な巡視・点検計画を実施する(図8)。

(2) 設備個体管理とトレーサビリティ管理の実現

モバイル・ソリューションは、現場におけるモバイル端末による巡視・点検データの入力、RFID(Radio Frequency Identification)やQRコード(注1)などを利用した設備識別と追跡管理を可能とする。これによって、現場の業務フローに沿った効率的なデータ入力と設備カルテのデータベースを構築し、設備個体管理、トレーサビリティ管理を実現する。

(3) 既設システムとのシームレスなデータ統合

データ統合基盤によって、設備保全管理システムと既設の工事設計システム、設備管理システムとシームレスなデータ統合を実現し、保全情報データベースを共有する。

データ統合基盤とGIS製品PreSerVによって、既設の工事設計システム、設備管理システムと地図データベースを共有し、面的な保全情報の管理を可能にする。また、図面文書管理システムに、図面・文書検索基盤KC-Searchを適用し、図面・文書の情報共有を実現する。

(4) 自動検針用計器管理の高度化

今後、自動検針の進展が予想され、従来型計器、新型計

(注1) QRコードは、(株)デンソーウェーブの登録商標である。

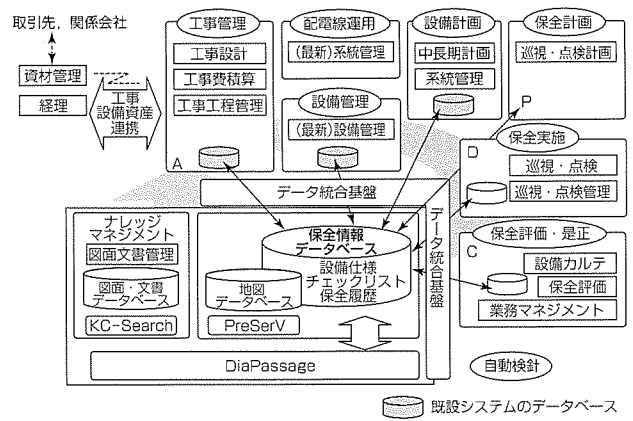


図 7. 配電設備保全システムの構築

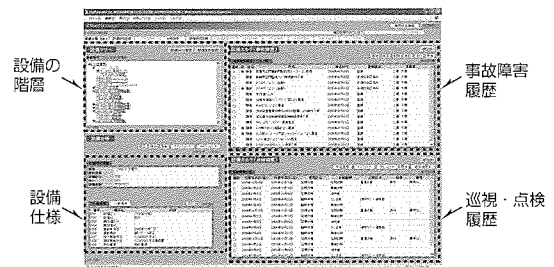


図 8. DiaPassageによる設備カルテ機能

器を含めた効率的な取付け、取替え計画の効率化、在庫管理、検満計器の正確な把握が重要となる。

このためには、EAMによる計器の設備個体管理、トレーサビリティ管理、GISによる設備情報の共有化が有効である。保全の高度化対応で構築したシステムを活用し拡張することで、システム構築が可能である。

5. む す び

電力会社を取り巻く環境は厳しさを増しており、今後一層の迅速な経営改革が求められている。本稿では、電力会社の設備部門における現状の課題と、それを解決するためのソリューションについて述べた。三菱電機グループは、設備保全、システム技術の総合力を発揮し、顧客と一体となって課題解決に取り組んでいく所存である。

参考 文 献

- (1) 原子力規格委員会：原子力発電所の保守管理規程，JEAC4209-2007 (2008)
- (2) 原子力規格委員会：原子力発電所の保守管理指針，JEAG4210-2007 (2008)
- (3) 土屋 隆，ほか：スクリーンラッピングによるWebサービスを利用したSOAシステム構築，情報処理学会，第70回全国大会 (2008)
- (4) SOAWebラッピング技術，三菱電機技報，83，No.1，41 (2009)
- (5) 設備維持管理パッケージ“DiaPassage”，三菱電機技報，83，No.1，58 (2009)

高速・安定な二次計画法の開発と 実用問題への適用

橋本博幸*
高口雄介*
中村静香**

Development of Fast and Stable Quadratic Programming and Application to a Practical Problem

Hiroyuki Hashimoto, Yusuke Takaguchi, Shizuka Nakamura

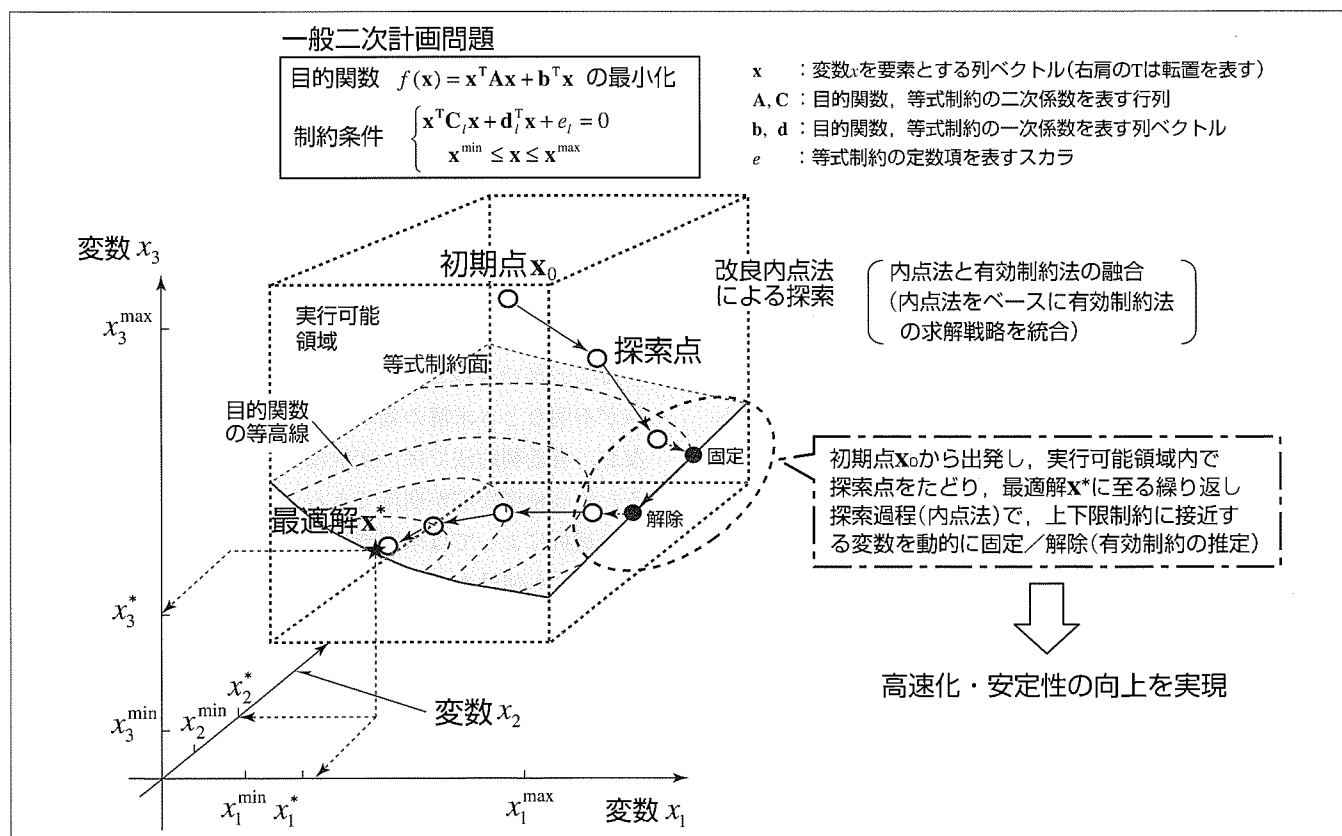
要旨

近年の計算機能力の増大並びに最適化技術の発展に伴い、各種システムに最適化技術を適用して、業務の合理化・効率化を図る動きが顕著になっている。しかし、実用システムへの最適化技術の適用に際しては、問題規模に起因する“演算時間の増大”と“計算の不安定化”が大きな課題となっている。このような背景から、連続変数に関する大規模な非線形最適化問題を高速・安定に解くための、一般二次計画問題(二次以下の目的関数及び二次以下の制約条件からなる最適化問題)の求解アルゴリズムの開発を行った。開発手法の特徴は、従来有力な最適化手法として知られている内点法と有効制約法を、それぞれの長所を生かすように融合した点にある。これによって求解処理の高速性と安定

性が大きく向上した。

具体的には、大規模な最適化問題の一つである電力システムの経済負荷配分問題^(注1)を対象に、商用パッケージ(最も高速・高性能と評価したものを使用)との比較実験を行った結果、開発手法が商用パッケージに比べ約10倍の高速な求解性能を示すことが明らかになった。この開発によって、従来適用が困難であった分野へのより広い最適化技術の適用が可能となるとともに、すでに最適化技術を適用している既設システムについても、高速処理による更なる業務効率の向上が可能となった。

(注1) 各種の機器制約・運用制約を満たし、燃料コストが最小となるように多時刻にわたる複数発電機の出力を決定する問題(最大5万変数、2万制約式)



開発手法による探索イメージの説明図

開発した改良内点法による最適解探索過程の特徴を示したイメージと、開発ポイントを説明した図である。内点法では、制約条件からなる実行可能領域内で、目的関数値を減少させる方向へ繰り返し探索点を生成する演算が実行される。有効制約法は、変数の活性的な上下限制約(有効制約)をあらかじめ仮定して解を求め、解が最適性条件を満足するまで有効制約の仮定の見直しを反復する手法である。開発手法では、上下限制約に接近する変数がある場合に、これを有効制約とみなして変数を上下限値に固定し、ある条件で固定を解除する動的な制御を行う点に特徴がある。

1. ま え が き

近年の計算機能力の飛躍的な増大並びに最適化技術の理論面・実装面における発展に伴い、最適化技術を適用して業務の合理化・効率化を図る動きが顕著になっている。その適用分野は、各種工業システムの計画・設計・運用・制御といった幅広い領域に及び、さらに金融工学への適用、情報公開・規制緩和に伴う公平性・公正性の立証ツールへの適用と、新たな展開も見せている。しかし、実用システムへの最適化技術の適用に際しては、対象問題の規模に起因する“演算時間の増大”と“計算の不安定化”が大きな課題となっている。このような背景から、変数が連続値のみで構成される連続系最適化問題のうち、実用面から最も汎用(はんよう)性の高い一般二次計画問題を対象として、大規模問題を高速・安定に解くための演算手法の開発を行った。開発手法では、実用性の観点から現在最も有力な最適化手法と考えられている内点法(Interior-Point Method)と有効制約法(Active-Set Method)とを、求解アルゴリズムの中で緊密に融合し、各手法に固有の難点を補うとともに、それぞれの特長を最大限に生かすように改良を行っている。この開発によって、求解演算の高速化と計算安定性の向上が達成された。

本稿では、まず既存手法としての内点法と有効制約法の概要について述べ、次に開発手法である“内点法と有効制約法を融合した改良内点法”について述べる。最後に産業用システムにおける実用事例として電力システムにおける経済負荷配分(Economic Load Dispatching: ELD)問題への適用についても述べる⁽¹⁾。

2. 一般二次計画問題と最適化手法

2.1 一般二次計画問題

一般二次計画問題とは、二次以下の制約式を満たし、二次以下の関数からなる目的関数を最小化する多次元ベクトル \mathbf{x} を求める最適化問題である。一般二次計画問題の標準形式は次のように定式化される。なお、変数及び係数の右肩のTは転置を表す。

$$\left. \begin{array}{l} \text{目的} \quad f(\mathbf{x}) = \mathbf{x}^T \mathbf{A} \mathbf{x} + \mathbf{b}^T \mathbf{x} \quad \rightarrow \text{最小化} \\ \text{制約条件} \quad \left. \begin{array}{l} h_l(\mathbf{x}) = 0 \quad (l=1, \dots, M) \\ x_i^{\min} \leq x_i \leq x_i^{\max} \quad (i=1, \dots, N) \\ (h_i(\mathbf{x}) = \mathbf{x}^T \mathbf{C}_i \mathbf{x} + \mathbf{d}_i^T \mathbf{x} + e_i) \end{array} \right\} \dots\dots\dots(1) \end{array} \right\}$$

ここで、 \mathbf{x} : 変数 x を要素とする列ベクトル、

x^{\min} , x^{\max} : 変数 x の下限値と上限値、

\mathbf{A} , \mathbf{C}_i : 目的関数と等式制約の二次の係数を表す $N \times N$ 半正定値実対称行列、

\mathbf{b} , \mathbf{d}_i : 目的関数と等式制約の一次の係数を表す列ベクトル、

e_i : 等式制約の定数項を表すスカラー

この定式化には関数型不等式制約が含まれないが、スラック変数(新たに追加する変数)の導入によって不等式制約は等式制約に変換可能であり、一般性を失わない。

2.2 最適化手法⁽²⁾⁽³⁾

実用性の観点から、現在最も有力な最適化手法として知られている内点法と有効制約法について述べる。

2.2.1 内点法

内点法は、変数が常に実行可能領域の内部に留まりながら、目的関数の減少方向へ向かう探索点を繰り返し生成して最適解を求める手法である。1984年にKarmarkarの発表した射影変換法を契機に世界中で広く研究が進められ、現在では様々なバリエーションが存在する。

問題の規模にかかわらず数十回の収束演算で解が得られることから、大規模問題に対する最も実用的な解法の一つとなっている。一方、最適解が変数の上下限制約に近い場合に演算処理が不安定になる場合がある、変数が上下限値を厳密に取ることができないために解の精度が低下する懸念がある等の課題がある。

2.2.2 有効制約法

有効制約法は、式(1)の最適解で活性(active, 不等式制約で等号が成立すること)となる変数の上下限制約をあらかじめ仮定して解を求め、活性と仮定したすべての変数が最適性条件(すべてのラグランジュ乗数(不等式制約を1単位緩和したときの最適解における評価関数値の減少度合いを表す)が非負)を満たすまで活性となる変数の仮定の見直しを反復する手法である。

対象問題に対してわずかに条件の異なる類似問題の最適解が求まっている場合など、かなり正確に活性となる制約の予測が可能であるときに有効な手法であり、類似問題の解を初期値として利用することによって高速に最適解を求めることができることが多い。これは一方で、良質な初期値が不明なとき求解の効率低下を招くことを示唆している。なお、有効制約法では、変数は上下限値を取ることができないため高精度な解が期待できる。一方、上下限値を取る変数の選択によっては求解時に退化が発生し選択の巡回を引き起こす可能性があり、最適解への到達に時間を要する場合がある。

3. 高速・安定な改良内点法の開発

3.1 開発手法の概要

上述したように、内点法及び有効制約法にはそれぞれの求解戦略に伴う固有の特長と課題がある。大規模な連続系最適化問題に対する演算時間の増大及び計算の不安定化を克服するために、内点法をベースに有効制約法の求解戦略を取り入れ、それぞれの特長を生かした改良内点法の開発を行った。開発手法の主な内容は次のとおりである。

- ①内点法の基本アルゴリズムを採用する。
- ②繰り返し演算ステップで生成される探索点で上下限値に近づく変数があれば、これを活性と推定して当該変数を上下限値に固定して修正対象の変数から除外する。
- ③固定した変数については、対応するラグランジュ乗数が満足すべき条件を満たさない場合に、固定を解除して内点(不等式制約を満たす領域)に戻す。

これらの構造を持つ開発手法は次のような特徴を持つ。

- ・変数の固定化処理によって、内点法にある演算処理の不安定性を回避し、解精度の向上が見込める。
- ・従来の内点法と同様に、演算開始時に活性となる変数を推定する必要はなく、変数の初期値設定が求解性能に影響を与えることはない。
- ・内点法の繰り返し演算ステップの中に、活性な変数を推定する機構を組み込むことによって、退化に起因する選択の巡回を回避する。
- ・変数の固定化が進むと、修正対象の変数が減少して繰り返し演算処理の各ステップにおける演算量が減少するとともに、計算誤差も減少する。

3.2 アルゴリズムの詳細

3.2.1 定式化と最適性条件

一般二次計画問題(式(1))に対して変数の原点シフトを行い、各変数の下限値を0とするとともに、スラック変数を導入して上限制約を等式制約で表現することによって、対象問題は一般性を失うことなく次のようになる。

$$\left. \begin{array}{l} \text{目的} \quad f(\mathbf{x}) \rightarrow \text{最小化} \\ \text{制約条件} \quad h_i(\mathbf{x}) = 0 \\ \quad \quad \quad x_i + s_i - \omega_i = 0 \\ \quad \quad \quad x_i \geq 0, s_i \geq 0 \end{array} \right\} \dots\dots\dots(2)$$

ここで、 s_i : x_i の上限制約を扱うためのスラック変数、 ω_i : x_i の上限値を示す正の定数

式(2)に対する最適性必要条件を表すKKT条件(Karush-Kuhn-Tucker condition)を求め整理すると式(3)となり、これを満足する解が最適解となる⁽²⁾。第1番目の式は最適点における停留条件である。第4、5番目の式は不等式制約で活性な変数を制御するための相補性条件(complementarity condition: 不等式制約が不活性な変数に対するラグランジュ乗数は0)であり、連続系最適化問題における組合せ最適化的な要求を表している。

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\partial f}{\partial x_i} + \left\{ \sum_{l=1}^M \frac{\partial h_l}{\partial x_i} \mu_l \right\} - \lambda_{x_i} + \lambda_{s_i} = 0 \\ h_i(\mathbf{x}) = 0 \\ x_i + s_i - \omega_i = 0 \\ x_i \lambda_{x_i} = 0 \\ s_i \lambda_{s_i} = 0 \\ x_i \geq 0, s_i \geq 0, \lambda_{x_i} \geq 0, \lambda_{s_i} \geq 0 \end{array} \right\} \dots\dots\dots(3)$$

ここで、 μ_l : 等式制約に対するラグランジュ乗数、 $\lambda_{x_i}, \lambda_{s_i}$: 変数 x_i, s_i の下限制約に対するラグランジュ乗数

一般的に、内点法では順次0に近づける正のパラメータ α を導入して相補性条件を緩和して非線形の連立方程式を解き、探索点を内点に留めながら、最終的にKKT条件を満足する最適解へ誘導していく。

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\partial f}{\partial x_i} + \left\{ \sum_{l=1}^M \frac{\partial h_l}{\partial x_i} \mu_l \right\} - \lambda_{x_i} + \lambda_{s_i} = 0 \\ h_i(\mathbf{x}) = 0 \\ x_i + s_i - \omega_i = 0 \\ x_i \lambda_{x_i} = \alpha \\ s_i \lambda_{s_i} = \alpha \\ x_i > 0, s_i > 0, \lambda_{x_i} > 0, \lambda_{s_i} > 0 \end{array} \right\} \dots\dots\dots(4)$$

一方、開発手法では、非線形計画の分野でよく用いられる障壁関数法を導入して最適化問題を定式化する(式(5))。評価関数にパラメータ α で重み付けした対数障壁関数を加えた関数の最小化問題を、重み α を小さくしながら探索点の更新を繰り返すことによって解く。

$$\left. \begin{array}{l} \text{目的} \quad f(\mathbf{x}) - \alpha \sum \log x_i - \alpha \sum \log s_i \rightarrow \text{最小化} \\ \text{制約条件} \quad h_i(\mathbf{x}) = 0 \\ \quad \quad \quad x_i + s_i - \omega_i = 0 \\ \quad \quad \quad x_i > 0, s_i > 0 \end{array} \right\} \dots\dots(5)$$

ここで、 α : 正の重み付けパラメータ(順次0に近づける)
 $\log x_i, \log s_i$: x_i, s_i が下限値に近づくとき無限大に発散する対数障壁関数

対数障壁関数の導入によって、最適解で上下限制約が活性になる変数はなくなるため、式(5)のKKT条件は式(6)となる。なお、繰り返し演算の各ステップでは、ある α のもとで、固定化された変数以外の変数について式(6)から次の探索点に向かう更新方向を求める。

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\partial f}{\partial x_i} + \left\{ \sum_{l=1}^M \frac{\partial h_l}{\partial x_i} \mu_l \right\} - \frac{\alpha}{x_i} + \frac{\alpha}{s_i} = 0 \\ h_i(\mathbf{x}) = 0 \\ x_i + s_i - \omega_i = 0 \end{array} \right\} \dots\dots\dots(6)$$

式(6)は、式(4)に比べて相補性条件及び不等式制約がなく、連立方程式としての問題サイズが小さい。また、演算ステップの過程で固定化される変数が出現することから、演算処理対象となる実質の問題サイズは更に小さくなる。よって、各演算ステップでの演算量は大きく減少して、高速な求解が可能となる。

ここで式(4)と式(6)の関係を考えてみる。式(4)で緩和した相補性条件: $x_i \lambda_{x_i} = \alpha, s_i \lambda_{s_i} = \alpha$ ($\alpha > 0$) から $\lambda_{x_i} = \alpha/x_i, \lambda_{s_i} = \alpha/s_i$ となり、これを式(4)の1番目の式に代入することによって、式(4)は式(6)と同一となる。これは開発手法が従来の内点法

と同一の問題を解いていることを示している。

3.2.2 変数の固定/解除処理

開発手法では各演算ステップで x_i 又は s_i が閾値(しきいち)を超えて下限値に近づくとき、その変数を下限値に固定する。一方、各変数に対して式(7)の値 ξ_i を使用した次の判定条件によって固定の解除を行う。

- ① x_i が下限値に固定され $\xi_i \leq 0$ のとき、固定を解除
- ② s_i が下限値に固定され $\xi_i \geq 0$ のとき、固定を解除

$$\xi_i = \frac{\partial f}{\partial x_i} + \left\{ \sum_{l=1}^M \frac{\partial h_l}{\partial x_i} \mu_l \right\} \dots\dots\dots(7)$$

ここで ξ_i の意味を説明する。式(3)の1番目の式でラグランジュ乗数を右辺に移項すると次のようになる。

$$\frac{\partial f}{\partial x_i} + \left\{ \sum_{l=1}^M \frac{\partial h_l}{\partial x_i} \mu_l \right\} = \lambda_{xi} - \lambda_{si}$$

変数が活性なとき、 λ_{xi} と λ_{si} が同時に非0にならないことに注目すると、上式の左辺は λ_{xi} 又は $-\lambda_{si}$ と一致することがわかる。つまり ξ_i は、各演算ステップにおける変数の下限制約に対するラグランジュ乗数 λ_{xi} 、 $-\lambda_{si}$ の近似値を表しており、 $\alpha \rightarrow 0$ のとき、正しい λ_{xi} 、 $-\lambda_{si}$ に収束する。

3.2.3 求解手順

開発手法の求解手順を図1の演算フローチャートに示す。開発手法は、重みパラメータ α を初期値から十分小さくなるまで減少させながら、変数 (x_i , s_i , μ_i) の値を繰り返し決定する収束演算である。収束演算は次の終了条件をすべて満足するとき終了する。

- ① α が十分小さい値となる
- ② すべての変数について変数の固定/解除の判断が変化しない

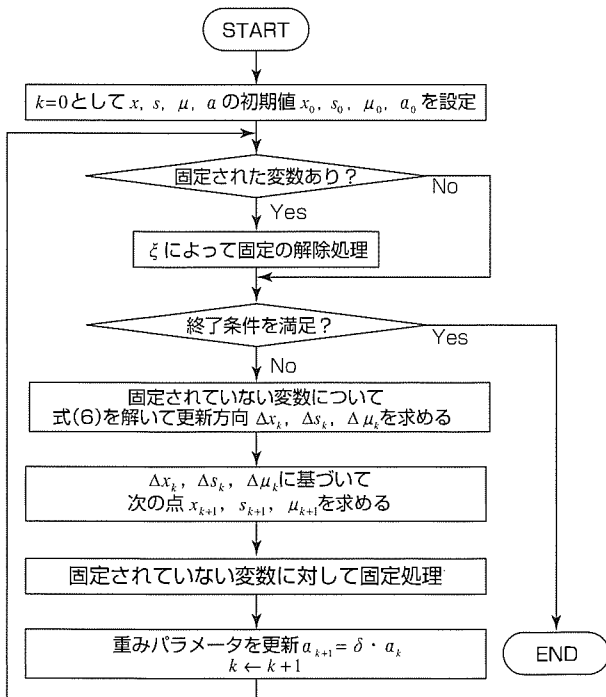


図1. 開発手法の演算フローチャート

- ③ すべての変数について式(6)を満たす(ただし、固定された変数については式(6)の1番目の式は考慮不要)

4. 実用問題への適用例

4.1 経済負荷配分問題

経済負荷配分とは、各種の制約を満たし、種々の性能を持つ火力発電機の総合燃料コストが最小となるように、各火力機が請け負うべき需要量を配分する処理である。電気事業者の需給管理システムの中核をなす処理であり、結果として得られる発電量は事業者の収益を左右する重要な問題である。

ELD問題では並列発電機の単位時間当たりの発電量(連続値)を決定する。このとき、発電機の出力上下限や各時刻の需給バランスを制約条件として考慮する必要がある。さらに、計画期間に使用可能な燃料の量に制約(燃料消費量制約)がある場合には、多時刻にわたる出力を一括して決定する必要がある。ELD問題は式(8)のように定式化され、大規模かつ複雑な連続系最適化問題となる。燃料消費量は出力の二次式で定義される。このとき目的関数が二次、制約条件が二次の一般二次計画問題となる。

$$\left. \begin{aligned} \text{目的} \quad & f(p_{Ti}) = \sum_t \sum_i (a_i \cdot p_{Ti}^2 + b_i \cdot p_{Ti} + c_i) \rightarrow \text{最小化} \\ \text{制約条件} \quad & p_{Ti}^{\min} \leq p_{Ti} \leq p_{Ti}^{\max} \quad (\text{出力上下限制約}) \\ & \sum_i p_{Ti} = d_t \quad (\text{需給バランス制約}) \\ & f_{fb}^{\min} \leq \sum_{i \in fb} (h_i^a \cdot p_{Ti}^2 + h_i^b \cdot p_{Ti} + h_i^c) \leq f_{fb}^{\max} \quad (\text{燃料消費量制約}) \end{aligned} \right\} \dots(8)$$

ここで、 p_{Ti} : 時刻 t の発電機 i の発電量(決定変数)、
 p_{Ti}^{\max} , p_{Ti}^{\min} : 発電機 i の最大出力値, 最小出力値,
 d_t : 時刻 t の需要量,
 a_i, b_i, c_i : 発電機 i の燃料コスト曲線の係数,
 h_i^a, h_i^b, h_i^c : 発電機 i の熱消費量曲線の係数,
 $f_{fb}^{\min}, f_{fb}^{\max}$: 燃料基地 fb における使用可能燃料の下限値, 上限値

4.2 評価条件

開発手法をELD問題に適用し、我々が最も高速で高性能であると評価した商用パッケージとの比較評価を行った。

使用したELD問題は最大60台の発電機を対象とし、1時間ごと・発電機ごとの発電量を決定変数とする。燃料消費量制約の有無(非線形制約条件の有無)と計画期間(1週間, 1か月)の組合せによって、4種類の問題(a)~(d)を用意した。各問題の諸元を表1に示す。問題(a), (b)については1年間にわたるすべての週をそれぞれ抽出して問題としている。年間の重負荷期から軽負荷期まで各週の需要断面によって必要な並列発電機台数は異なるため、決定変数の数が各問題によって異なっている。

評価は次の環境で実施した。

表 1. ELD問題の諸元

問題	燃料制約	計画期間	問題数	変数の数*	制約式数
(a)	なし	1週間	53	12,039~20,889	7,552~13,806
(b)	あり	1週間	53	15,464~27,288	7,404~13,647
(c)	なし	1か月	1	50,956	20,893
(d)	あり	1か月	1	53,805	21,486

* スラック変数(s)は含まず

①CPU/メモリ: Pentium^(注2) D 3.4GHz/1.25GB

②OS/コンパイラ: Windows^(注3) XP/Visual C++^(注3) 2008

4.3 評価結果

開発手法と商用パッケージによる比較評価結果として、計算時間の比較グラフを図2に、収束演算の繰り返し回数の比較グラフを図3にそれぞれ示す。(a), (b)の結果は全問題の平均値を表している。開発手法は大規模な問題に対しても安定な求解が可能であり、その性能は商用パッケージと比較して、収束回数、実行時間ともに大きく上回っている。開発手法の効果としては、繰り返し回数の低減効果よりも計算時間の低減効果の方が大きく、繰り返し計算の各ステップでの演算量が低減され、最大10倍程度の高速な求解が実現されていることがわかる。また、開発手法では問題にかかわらず繰り返し回数も比較的安定している。

5. むすび

本稿では、最適化技術を適用したシステムの開発で重要な基盤技術の一つとなる“一般二次計画問題の解法”に関して、新たに開発した高速・安定な求解を可能とする改良内点法について述べた。改良内点法は、内点法と有効制約法を融合し、両者の特長を生かした安定な求解アルゴリズムである。実適用例として、開発手法が数万変数・数万制約からなる大規模な経済負荷配分問題を高速に求解することを示した。なお、開発手法は一般ベンチマーク問題に対しても高い性能を発揮することが別途確認されている。

この開発によって、従来適用が困難であった分野へのより広い最適化技術の適用が可能となるとともに、すでに最適化技術を適用している既設システムについても、高速処理による更なる業務効率の向上が可能となった。

今後は、更なる高速化と求解能力の向上に向け、多様な実用問題への適用を通じて改良を行っていく予定である。

(注2) Pentiumは、Intel Corp.の登録商標である。

(注3) Windows, Visual C++は、Microsoft Corp.の登録商標である。

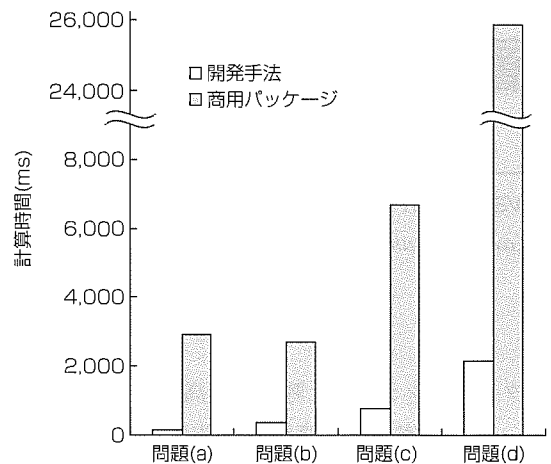


図 2. 各問題に対する計算時間

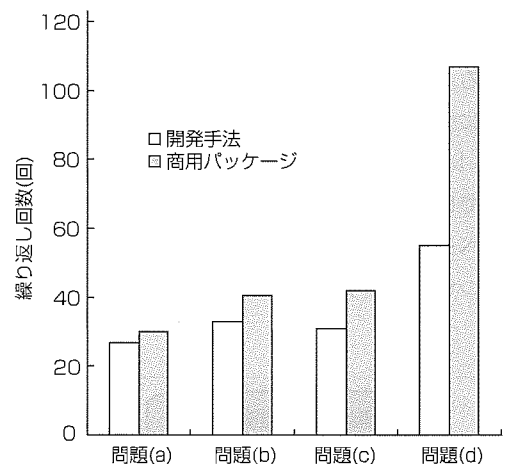


図 3. 各問題に対する収束演算の繰り返し回数

参考文献

- (1) 高口雄介, ほか: 経済負荷配分問題に対する高速な二次計画法の適用, 電気学会電力・エネルギー部門大会, 26-9~26-10 (2008)
- (2) 小島政和, ほか: 内点法, 朝倉書店 (2001)
- (3) 山下 浩: 大規模最適化問題へのアプローチ-有効制約法, 内点法, 外点法, システム/制御/情報, 50, No.9, 332~337 (2006)

高層集合住宅を対象とした 火災時のエレベーター利用避難

河合清司* 林 和博***
小西正彦* 豊岡俊一郎***
岩田雅史** 秋山誉一***

Fire Evacuation Using Elevator for High-rise Residential Building

Kiyoji Kawai, Masahiko Konishi, Masafumi Iwata, Kazuhiro Hayashi, Shunichiro Toyooka, Yoichi Akiyama

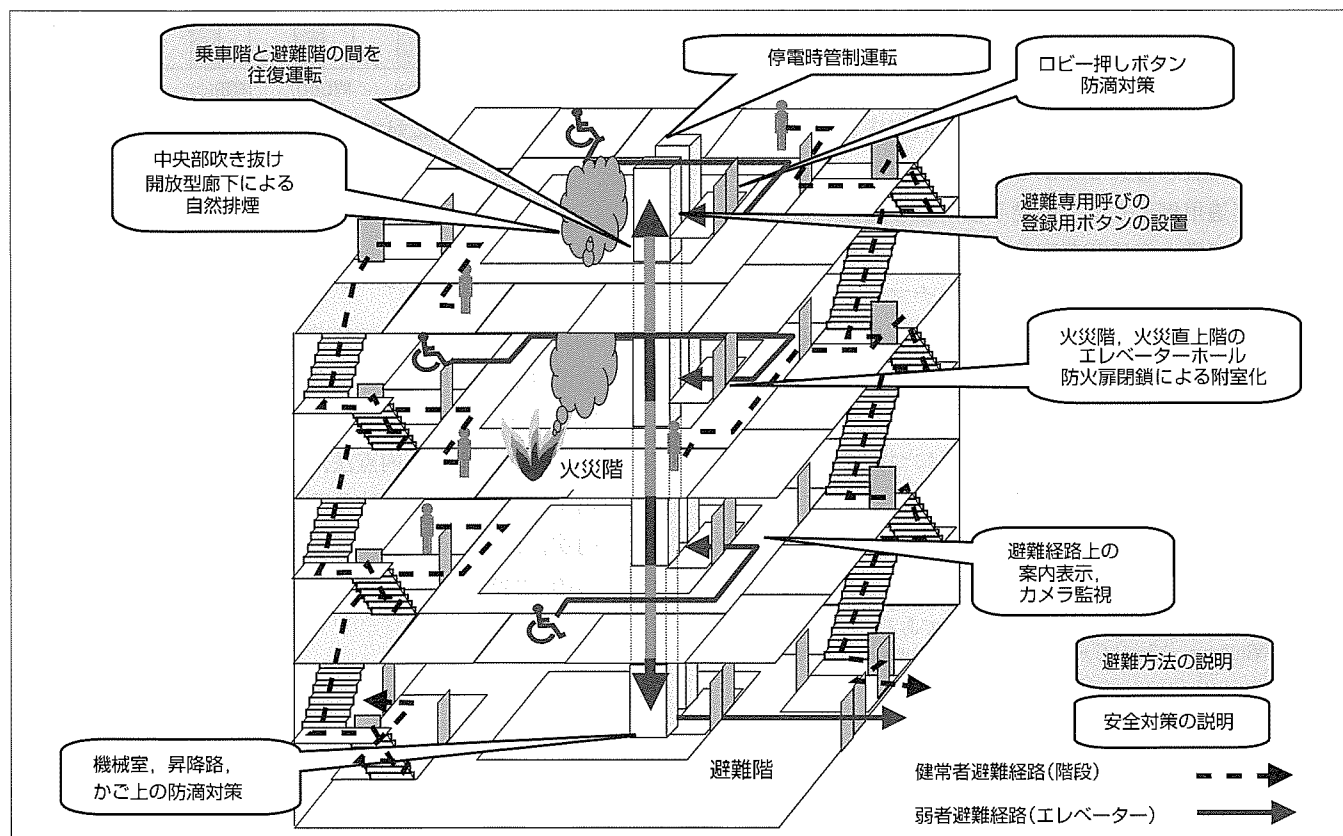
要 旨

近年タワーマンションと呼ばれる高層集合住宅が急増している。集合住宅では、高齢者、肢体不自由者、乳幼児、妊婦など様々な弱者が居住している。これらの弱者にとって、火災時などにおける避難では、高層の居室階から地上階まで、階段を徒歩で避難することは困難であり、弱者の避難を支援するためのエレベーターの利用方法の確立が急務である。一方、火災発生後、エレベーターはすみやかに避難階に帰着し、運行を停止する火災時管制運転がJEAS（日本エレベーター協会標準）で定められている。

本稿では、弱者避難を支援する高層集合住宅での火災時のエレベーター利用避難の課題について整理し、その解決方法についての研究成果について述べる。

この研究成果の特徴は次のとおりである。

- (1) 火災時のエレベーター利用避難における課題を、公的機関や建築学会で提言されている一般的な課題と高層集合住宅における弱者を対象とした場合の課題に分けて整理し、安全確保のために必要な対策項目を抽出
- (2) 高層集合住宅に多く見られる開放廊下を前提とした避難経路の火災領域からの隔離方法を提案
- (3) 実際の物件を対象に、建物全体でのエレベーター利用避難方法の設計を実施し、エレベーターや建物に必要な安全対策を提案
- (4) 健常者とはほぼ同様の避難時間で避難可能であることを避難時間計算によって確認



高層集合住宅におけるエレベーター利用避難の運転方法と安全対策

弱者避難を対象とした、高層集合住宅向けのエレベーター利用避難方式を提案する。避難経路の安全を確保するため、開放型廊下の建物に限定し、避難経路の安全対策費用の低減を図っている。そのほか、廊下以外の避難経路における、火、煙の対策、エレベーターにおける消火水、停電、故障の対策、教育・訓練などの一般的な課題に加えて、利用者を弱者に限定するための対策が必要であり、その設計手法・評価方法を提案する。

1. ま え が き

近年タワーマンションと呼ばれる高層集合住宅が急増している。しかし、集合住宅では、高齢者、肢体不自由者、乳幼児、妊婦など様々な弱者が居住している。弱者にとって、階段を徒歩で高層の居室階から地上階まで、避難することは困難であり、エレベーターを使った避難の有効性は明らかである。一方、火災発生後、エレベーターはすみやかに避難階に帰着し、運行を停止する火災時管制運転がJEASで定められており、火災時の利用は考えられていない。エレベーター利用避難を可能とするためには、安全確保の要件をまとめることが必要である。すでに、高層事務所ビルにおける火災時のエレベーター利用避難については階段と併用することによって、避難完了時間を大幅に削減する方法について研究成果をまとめている⁽¹⁾。ここでは、その成果を踏まえた上で、高層集合住宅における弱者避難を対象としたエレベーター利用避難方法について述べる。

2. エレベーター利用避難の課題

2.1 エレベーター利用避難の一般的課題

一般にハザード(危険源：火災)の縮小化(消火)と隔離(防火区画)・ハザードからの逃避(避難)で安全は実現する。従来の避難は、安全な避難経路である避難階段を用いて、火災室からの避難、火災階からの避難、建物からの避難の順で移動することを前提としている。したがって、火災時に一般用エレベーターを利用するには、階段避難と同様に、エレベーターを利用する場合の避難路全般にわたって火災によるハザードが避難者に影響を及ぼさないようにしなければならない(図1)。

そこで、日本建築設備・昇降機センターの検討報告や建築学会で提言されている課題⁽²⁾から、一般的なビルで安全確保のために必要な対策内容を抽出した。結果を表1に示す。

2.2 弱者利用避難に関する課題

この研究ではエレベーターの避難対象者を弱者とし、健常者は従来同様、階段で避難することを考える。高層集合住宅で避難利用できるエレベーターは、高層事務所ビルと異なり設置台数は少ない。しかし、弱者の階段による避難を回避するという目的上、火災階、火災直上階を含むすべての居住階からエレベーターを利用可能とする必要がある。弱者に対するエレベーター利用避難の実例は、看護師など現場管理者が確保可能な病院などで一部計画されているが、これらの施設と異なり、高層集合住宅では現場管理者の確保が困難である。これらの課題を列挙する。

- ①弱者を対象とするため、火災階、火災直上階であってもできるだけその階から乗車させることが望ましい。
- ②現場管理者がいないため、弱者が自分でエレベーターを操作する必要がある。
- ③現場管理者がいないため、健常者の利用を抑制するための方策が必要となる。

3. エレベーター利用避難の前提条件の設定

高層集合住宅を対象としたこの研究での検討にあたり、次の前提条件を仮定した。

- ①一般用エレベーターを利用した避難とする。
- ②非常用エレベーターが別に設置されている。
- ③火災は居室内で発生し、火災階は1か所とする。
- ④原則として共用部分(主に廊下)と住戸は、開口部のない耐火構造である床又は壁で防火区画し、開口部を設ける場合は、防火戸等の防災設備であること、各住戸の床又は壁は防火区画されている。
- ⑤避難階段は2か所に設置されている。
- ⑥避難階は直接屋外に出られる階床とする。
- ⑦弱者避難を対象とするため、火災階、火災直上階からもエレベーターで避難が可能な方式とする。

4. 火災の影響からの隔離対策

表1の安全確保の課題で、“火災の影響の阻止”と“煙の影響阻止”を実現するためには、エレベーターの昇降路並びにエレベーターホールを物理的に火災の汚染から隔離す

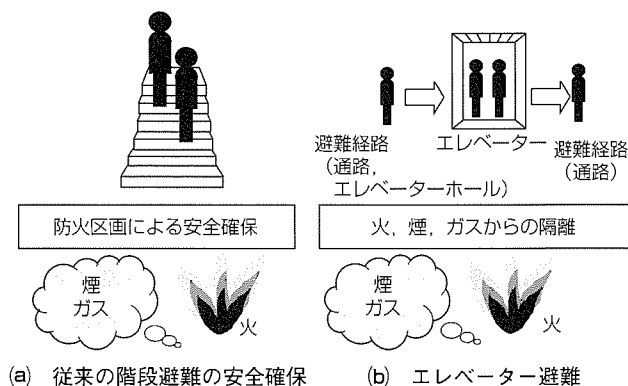


図1. 避難経路の安全担保の考え方

表1. エレベーター利用避難の一般的課題

課題	対策内容(エレベーターを含む避難経路の安全を確保する)
最適な避難経路の確保	わかりやすい避難経路とする 避難は早く完了させる 避難時の混乱を防止する
火災の影響阻止	火災の影響を受けないときのみエレベーター利用避難を可能とする
煙の影響阻止	エレベーター設備を含む避難経路への煙の侵入を阻止する
消火水の影響阻止	消火水をかぶってもエレベーターを運転可能とする
停電の影響阻止	停電時のエレベーターかご内閉じ込めを阻止する
故障への対応	エレベーター突発故障時のかご内閉じ込めを阻止する
教育・訓練	エレベーター利用避難の教育・訓練を徹底する

る必要がある。また、火災階、火災直上階にもエレベーターを停止させる必要があり、エレベーターを待つ時間を含めてその対策が必要となる。そのため、次のような安全対策を行う。

- ①居室からエレベーターホールまでの煙の影響を排除するため、開放廊下型の建物を対象とする。
 - ②エレベーターシャフトへの煙の流入阻止、エレベーター乗車待ち時間での避難者の安全確保を目的として、エレベーターホールは非常用エレベーターと同様に附室を形成する。
 - ③火災階、火災直上階はエレベーターホールの防火戸を閉鎖する。
 - ④エレベーターホール、その近接廊下、近接居室で煙、火災を検知する。
- このような火災の影響からの隔離の概念図を図2に示す。

5. 高層集合住宅向けの避難運転方式

現場管理者なしで弱者がエレベーター利用避難を行うための運転可否条件並びに、弱者避難を可能にする避難運転方式について示す。

5.1 避難運転実施可否条件

安全を確保するため、避難運転の実施可否条件として次の項目を設定した。

- ①火災階、火災直上階の防火戸が閉鎖されていること
- ②エレベーター運行に関連する電気室、EPS(Electric Pipe Space)の火災感知器が動作していないこと
- ③エレベーター機械室、シャフトの火災感知器が動作していないこと
- ④乗降ロビーの火災感知器が動作していないこと
- ⑤乗降ロビー隣接廊下、隣接居室の火災感知器が動作していないこと
- ⑥ピット冠水センサが動作していないこと

5.2 弱者の避難方法

ここでは、避難ルートに求められる安全上の課題を整理

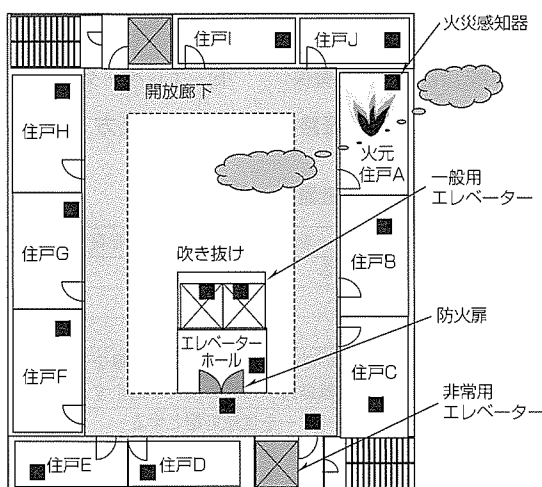


図2. 避難経路の火災からの隔離

し、弱者のみが利用可能な方式として、図3に示す“優先ゾーンサービス付き避難専用呼び応答方式”を提案する。この方式の特徴を次に示す。

- ①すべての居室階から乗車可能とする(弱者対象)。
 - ②弱者避難を特定するため、弱者は専用ボタン、又は、カードリーダー、キータグリーダーなど利用者を限定させる装置を用いて避難専用呼びを発生させる。
 - ③避難専用呼びに応答したかごは、乗車階から避難階まで直行する運転方式とする。
 - ④安全確保のため、火点に近い居住者から先に救出できるように、火災階→火災直上階→火災上方階→火災下方階の順で、かごを避難専用呼びに応答させる。
- この方式での避難シナリオの例を表2に示す。

6. 避難完了時間の評価

エレベーターを利用した避難完了時間の演算は、避難安全検証法を用いた歩行避難部分の避難時間と、エレベーターの設備計画で用いられている一周時間に基づく簡易的な演算方法を用いた⁽¹⁾⁽³⁾。実際の高層集合住宅を例に弱者の避難完了時間の評価を行った。評価対象高層集合住宅の仕様を表3に、演算結果を図4に示す。健常者の階段による避難完了時間とほとんど差がない時間で、弱者もエレベーターによる避難が完了できることが分かる。

7. ランクマトリックスによる安全対策設計と評価

表1の安全確保の課題を解決するためには、エレベーターだけで対策することは難しく、建築設備や防災設備を含めた総合的な対策が必要となる。そのため、安全性評価要素が多くなり、設計、評価が複雑になる。ここでは、産業界や建物セキュリティ分野で複雑なシステムの安全性評価に実績があるランクマトリックス評価法(以下“ランクマトリックス法”という。)を用いて安全性評価を行う⁽⁴⁾。ランクマトリックス法は、安全対策要素を二次元の安全評価マトリックスに展開して評価する。ここでは表4に示すような、避難空間を縦軸、対策要素を横軸とする15のセルを持つマトリックスを設定した。各セルに該当する具体的な各対策項目を複数設定し、安全評価レベルを個々に決める。

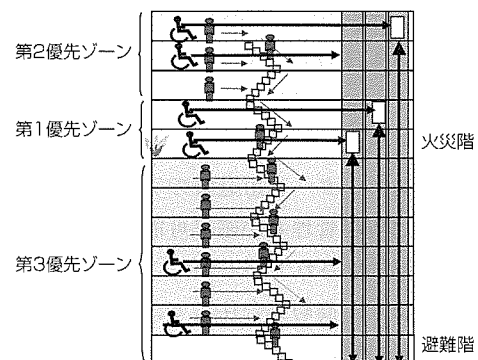


図3. 優先ゾーンサービス付き避難専用呼び応答方式

表 2. 避難シナリオの例

イベント	設備	エレベーター	弱者	健常者
火災断定	火災階・火災直上階に避難放送	火災時管制運転を実施し、避難階へ帰着	火災階・火災直上階の弱者はエレベーター避難が可能であることを確認し、エレベーターホールへ移動	火災階・火災直上階の健常者は避難階段へ向かい階段を経由して、屋外へ避難
	↓	避難運転可否条件が満たされていれば避難運転開始	避難専用呼びを登録	↓
	↓	避難専用呼びに回答。弱者乗車後、避難階まで走行	エレベーターに乗車し、避難階まで乗車。その後、屋外へ避難	↓
一定時間経過	全館に避難放送	↓	全館の弱者はエレベーター避難が可能であることを確認し、エレベーターホールへ移動	全館の健常者は避難階段へ向かい階段を経由して、屋外へ避難
	↓	↓	↓	↓
全員避難完了	↓	避難階で戸閉待機	全員避難完了	全員避難完了

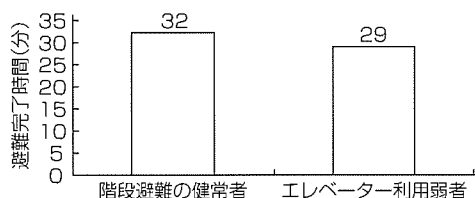


図 4. 評価対象ビルの評価結果

評価はその安全評価レベルが経済的な努力で実現できる範囲になるまで、対策項目を抽出決定し評価を行う。表 5 にセルELの対策項目の一例、表 6 に抽出した主要な対策項目を示す。表 6 の対策項目を盛り込むことによって、経済的に努力し実現できるレベルの安全対策が可能となる。

8. む す び

高層集合住宅における弱者を対象とした、火災時のエレベーター利用避難の研究成果について述べた。まず、火災時のエレベーター利用避難における一般的な課題と、高層集合住宅における弱者を対象とした場合の課題を整理した。それらの課題を踏まえたうえで、開放廊下型レイアウトの限定と、優先ゾーンサービス付き避難専用呼び応答方式を提案した。また、避難完了時間の評価を行い、健常者の階段歩行による避難完了時間とほぼ同じ時間で弱者の避難が完了することを明らかにした。さらに、ランクマトリックスを用いた安全対策の評価・設計法を用いて、必要な安全対策の抽出を行った。

今後は、システム実現に向けた安全対策項目の開発を進める必要がある。

表 3. 評価対象ビルの仕様

建物概要	高層集合住宅				
階床数	地上29階床				
居住人口	1,824人				
弱者人口	車椅子不要	1～2人/階			
	車椅子必要	4人/階			
エレベーター構成	同一構成 2バンク				
	バンク名	速度(m/分)	かご定員(人)	かご台数	サービス階
	1バンク	3	11	2	1～29F
	2バンク	3	11	2	1～29F

表 4. エレベーター(EV)利用避難評価ランクマトリックス

対策要素	建築計画 (P)	防災設備 (F)	建築設備 (B)	EV設備 (E)	運用 (O)
空間					
機械室・かご・昇降路(M)	PM	FM	BM	EM	OM
居室階(L)	PL	FL	BL	EL	OL
避難階(G)	PG	FG	BG	EG	OG

表 5. セルELの評価例 乗場装置の消火水対策

乗場装置の消火水対策	評価レベル
乗場装置は防水仕様	大きな物理的事故要因がないほぼ理想に近いレベル
乗場装置は防滴仕様	経済的に努力し実現すべきレベル
乗場装置は一般仕様	現在、経済的に努力できるレベル

表 6. 高層集合住宅向け安全対策の抽出例

	安全評価マトリックスから抽出した主要な安全対策項目
建築計画	開放型廊下による避難通路の自然排煙、エレベーターホールの防火戸設置、機械室防火区画化、居室階昇降ロビーに滞留スペースを確保、水損防止可能な床構造
防災設備	昇降路と昇降ロビーの排煙設備の設置、非常放送設備の避難経路独立化、避難誘導灯設備の設置、煙感知器のアナログ化
建築設備	非常用電源設置、耐火ケーブル化、避難経路上の監視カメラ、昇降ロビー防火戸の開閉監視機能追加、昇降ロビーにインタホン設置、避難案内表示装置設置
エレベーター設備	自動式避難運転モード装備、遮煙ドア化、防滴対策、避難専用呼び装置、パニック防止装置(乗り過ぎ基準値調整、乗り過ぎ防止案内表示)、昇降ロビーに避難案内表示、ピット冠水センサ設置、閉じ込め救出機能強化
運用	エレベーター避難を防災計画に追加、あわせて教育訓練体制整備・訓練マニュアル整備・記録作成を変更、弱者認定・登録、弱者へのエレベーター利用避難の付与

参考文献

- (1) 河合清司, ほか: 火災時のエレベーター利用避難, 三菱電機技報, 81, No.11, 759～762 (2007)
- (2) 日本建築学会: エレベーターを利用した避難に関する研究成果報告書 (2005)
- (3) 河合清司, ほか: 火災時のエレベーター利用避難の設計・評価, 日本機械学会, 技術講演会論文集, No.07-66, 25～28 (2008)
- (4) 林 和博, ほか: 火災時エレベーター利用避難設計手法の開発 その2～火災時エレベーター利用におけるランクマトリックス法を用いた安全設計法～, 電気設備学会全国大会講演論文集, 85～88 (2007)

三菱入退室管理システム“MELSAFETY-P”の 機能拡充及び指透過認証装置Ⅱ

大江敏男*

Services Extension of Mitsubishi Access Control System "MELSAFETY-P" and Finger Identification Device II by Penetrated Light
Toshio Oe

要 旨

小規模セキュリティ向けコンポーネント製品である三菱入退室管理システム“MELSAFETY-P”の機能を拡充し、2008年7月から販売を開始した。また、指の内部組織である真皮層付近の指紋情報を光の透過によって取得する指透過認証装置の2次版(指透過認証装置Ⅱ)を開発したので、本稿で述べる。

MELSAFETY-Pでは次のような機能拡充を行った。

(1) 用途に合わせた非接触カードリーダーや、指透過認証装置Ⅱなどの豊富な端末装置のラインアップ展開と、電気錠コントローラの高性能化によってWebサーバ機能を向上させることで、システム管理機能の拡充を行った。

(2) DIGUARD-NETサポート化によって、映像監視システム、統合ログソリューションとの連携を実現した。

(3) 遠隔監視機能によって、システム機器の異常を“情報センター”で遠隔監視するサービスを追加した。

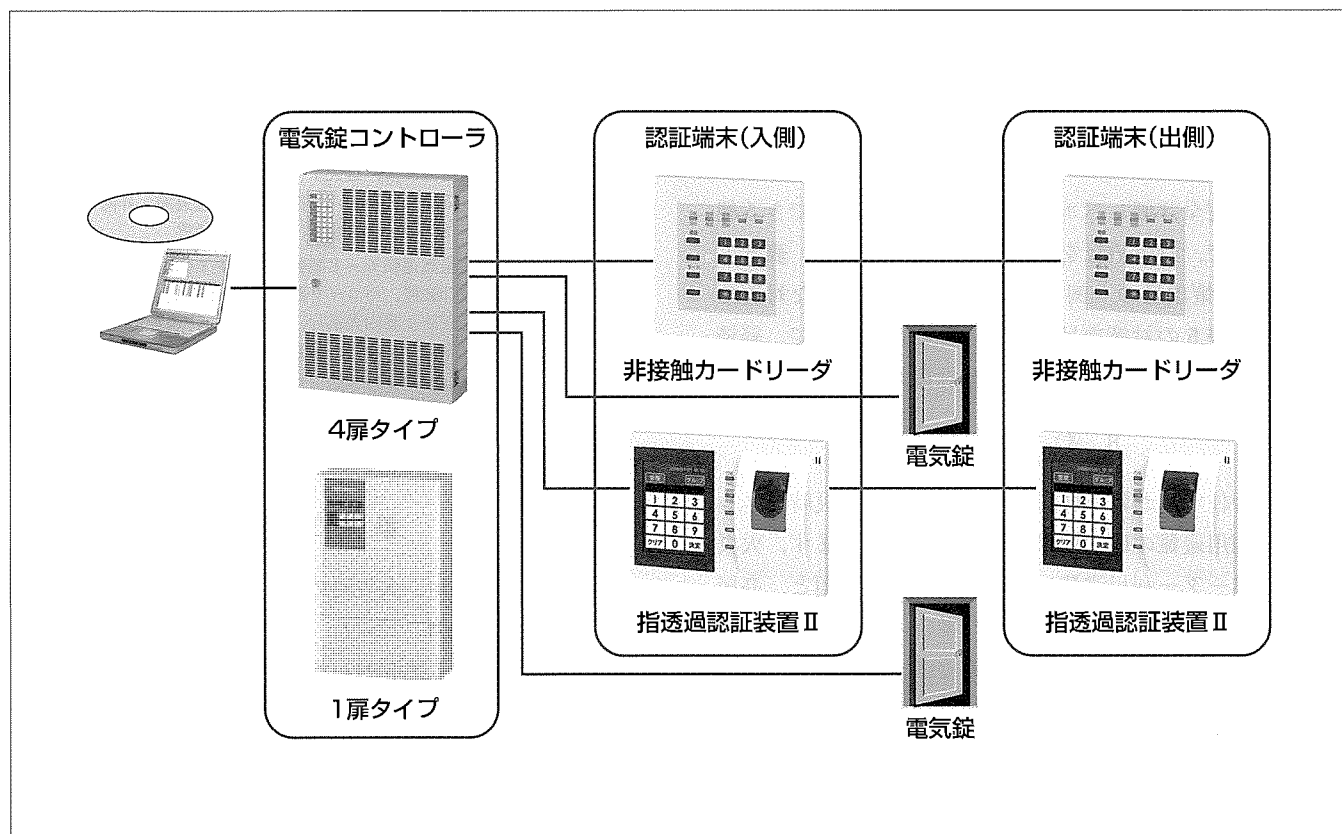
指透過認証装置Ⅱでは、指紋認証モジュールの小型化・高性能化、及び新しく画像合成方式を開発することで、次のような改善を実現した。

(1) 指紋認証モジュール実装スペースの30%削減

(2) 認証性能向上(本人拒否率の50%低減)

(3) 認証時間の30%短縮

また、従来の液晶タッチパネル操作タイプに加え、非接触カードリーダーとの複合認証装置を開発した。



“MELSAFETY-P”のシステム構成例と指透過認証装置Ⅱ(液晶タッチパネル操作タイプ)の外観

ビル内の扉に電気錠を組み込み、扉横には認証端末を設置して、これらを電気錠コントローラで制御する。電気錠コントローラには1扉と4扉に対応した2種類があり、認証端末には、非接触カードリーダー、指透過認証装置Ⅱのラインアップがある。電気錠コントローラにはWebサーバ機能を搭載しており、パソコンを接続してブラウザで設定変更や遠隔制御、履歴の閲覧・保存を行うことができる。

1. ま え が き

近年の犯罪情勢や社会環境の変化に対して、個人情報保護法や内部統制(日本版SOX)法など法規制強化が進んでいる。また企業のコンプライアンス意識も向上してきている。一方賃貸オフィスビルでは、テナント誘致の付加価値に対して、セキュリティ機能が与える影響は増大している。このような情勢から、オフィスビルでは、セキュリティシステムは必要な設備との認識が定着化しつつあり、新築ビルのみならず、既設ビルへの導入も進んでいる。

三菱電機は、小規模セキュリティ向けコンポーネント製品として、三菱入退室管理システム“MELSAFETY-P”を販売してきた。この製品では、1台の電気錠コントローラで1~4扉を制御し、端末装置として、コンパクトな非接触カードリーダー、指紋認証装置のラインアップを展開している。また個人登録状況の確認、履歴管理、遠隔制御、システム設定などの基本機能は、ブラウザから実行できるように電気錠コントローラにWebサーバ機能を搭載しており、客先パソコンから設定変更や履歴閲覧を簡便に実行できる。また、複数台(最大20台)の電気錠コントローラをネットワーク接続し、専用の群管理ソフトウェアで制御することによって、中規模システムを構成することが可能である。今回、システム機能向上の市場要求を受けて機能拡充を行ったので、その特長について述べる。

また、指透過認証装置を2005年に市場投入したが、この装置は指の内部組織である真皮層付近の指紋情報を光の透過によって取得する方式のため、指表面の状態や指の押し付け方に影響されず、センサ面に非接触で指紋情報を読み取るため清潔であり、センサ面に指紋が残らないという特長を持つ。今回、光源の照射方向を見直すことによって、光学モジュールの小型化を図り、装置の小型化、認証性能向上を実現したので次に述べる。

2. MELSAFETY-P

2.1 システム機能

(1) 豊富な個人識別装置ラインアップ

非接触カードリーダーでは、用途に合わせて次のラインアップを展開している。

図1にそれぞれの外観を示す。

- ①UCR-8202-P：カード認証機能のみのシンプルタイプ
- ②UCR-8212-P：カード認証，テンキーによるカード登録，ファンクションキーによる警戒・出退勤機能を利用可能なタイプ
- ③UCR-8222-P：防滴機能で水などの浸入に対する保護等級“IP55”に適合した，通用口などの屋外に設置可能なタイプ

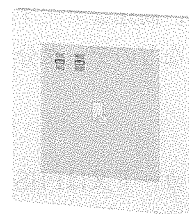
④UCR-9202-P：インタホン機能とカードリーダー機能を一体化した，テナント事務室入口に適したタイプ
より高いセキュリティが必要な場合は，指透過認証装置Ⅱによって生体認証が利用できる。これは3章で詳細に述べる。

(2) ビジター登録機能

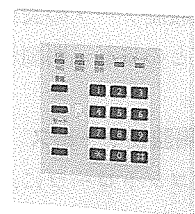
来客用の“ゲストカード”によって，当日のみ認証可能なビジターとしてカードを登録して運用でき，翌日にはデータが自動的に消去されるので，安心でかつカード削除操作が不要なため，カード発行運用が簡便となる。指紋でも同様にビジター登録が可能である。

(3) 通行履歴の閲覧・保存機能

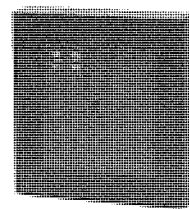
最大2万件の通行履歴を電気錠コントローラ内部に自動保存し，Webサーバ機能によって，専用ソフトウェアは必要なく，パソコンを接続してWebブラウザで，図2のように通行履歴の閲覧やテキスト保存が可能である。また，管理ソフトウェアを使用すれば，最大100万件まで保存可能で，検索や並び替え，帳票印刷機能を利用できる。



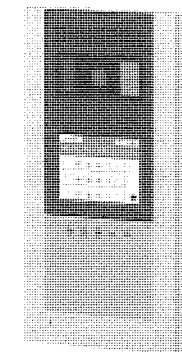
(a) UCR-8202-P



(b) UCR-8212-P



(c) UCR-8222-P



(d) UCR-9202-P

図1. 非接触カードリーダーのラインアップ



図2. 管理Webの画面例

(4) その他

次のセキュリティ機能も標準で対応している。

- ①簡易出退勤機能：認証端末の出退勤キーを使用して、出勤／退勤／外出／戻りの履歴を残す。
- ②ローカルアンチパスバック機能：退室操作していないカードでは入室できない(再入室不可)ので、共連れ入室防止など適正な通行をユーザーに促す。
- ③二人照合：異なる2人のユーザーが連続して照合OKになると入室できる機能で、1人だけの入室を許可したくない重要なエリアに適している。

2.2 DIGUARD-NETサポートによる他システムとの連携

セキュリティ構築プラットフォーム“DIGUARD-NET”をサポートすることによって、次のシステムとの連携を実現した。

(1) 映像監視システム“DIGITAL MELOOK”

記録映像を入退室履歴データや、在室者情報に関連付けて確認することや、映像監視システム側で、通行履歴の確認や扉の状態監視、遠隔制御が可能となった(図3)。

(2) 統合ログ管理ソリューション“LogAuditor^(注1)”

入退室履歴データの長期保存や、高速なデータ検索、イベントごとの集計・明細情報表示などのデータ分析が可能となった。

2.3 遠隔監視サービス

電気錠コントローラに、モデムカード又はPHS(Personal Handyphone System)カードを追加して、電話回線又はPHS回線によって三菱遠隔管理サービスと接続することで、“情報センター”(三菱電機ビルテクノサービス^(株))からの遠隔監視や、遠隔セキュリティサービスを行うことが可能となった。次の3種類のサービスを準備している。

- (1) システム機器の故障などの異常監視
- (2) カード紛失時の失効処理、カード忘れの一時解錠など、主に夜間などの非常時対応のための簡易セキュリティ
- (3) 遠隔ですべての管理機能の操作を可能とする標準セキュリティ

(注1) LogAuditorは、三菱電機インフォメーションテクノロジー^(株)の登録商標である。

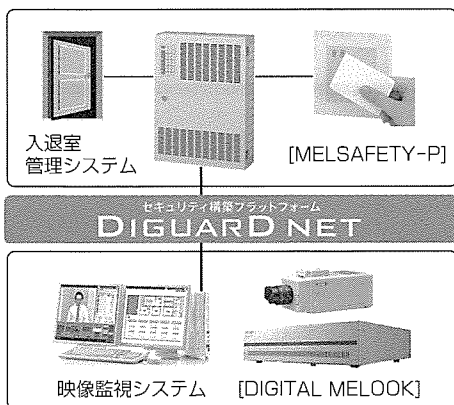


図3. 映像監視システムとの連携

3. 指透過認証装置Ⅱ

3.1 側方光源型採用による小型化

指透過認証装置では、指の内部組織である真皮層付近の指紋情報を光の透過によって取得するが、指の背面(爪(つめ)側)から光を当てる従来方式では、光源を指の上方に配置する構造となり、小型化が困難であった。また、透過した光が内部の骨や静脈の影響を受けて、指紋情報が不安定となる課題があった。そこで、光源を指の側方に配置する“側方光源型”の採用によって、指紋認証モジュール実装スペースの容積で従来機比約30%減となる小型化を実現した。

3.2 指紋画像合成方式による高性能化

側方光源型では、指の両側から同時に光を当てると、指の側面部が明るくなり過ぎるため、良好な指紋画像を得ることが難しいという課題があった。そこで指の両側の光源を交互に点灯させて得られる複数枚の画像を合成することで高品質な指紋画像を作成する“指紋画像合成方式”を開発した。片方だけ側方光源を点灯させると、光源の反対側に良好な指紋画像が半分得られることを利用する。図4に示すように、まず光源①のみを点灯させて光源①点灯画像を採取する。次に光源②のみを点灯させて光源②点灯画像を採取する。そして2つの画像の良好な指紋画像部分を合成すると、指全体の良好な指紋画像が得られる。

このように、複数の指紋画像の高速撮像や、指紋画像合成を高速に処理するため、高感度のCCD(Charge Coupled Device)素子、高性能マイコン(64ビット)及び高速フレー

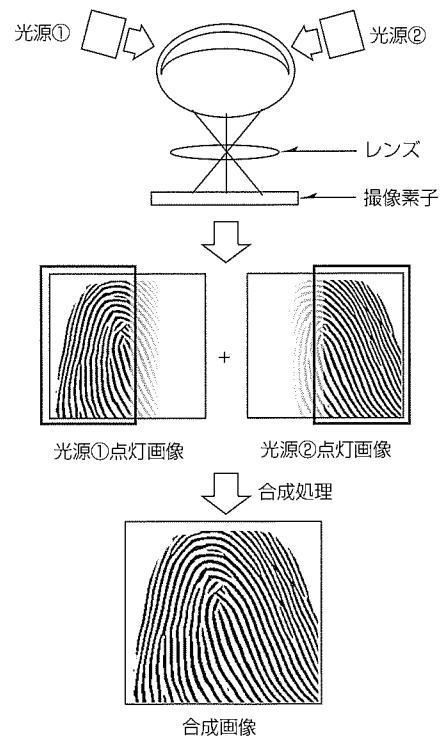


図4. 指紋画像合成方式の原理

ムメモリ(DDR-SDRAM: Double-Data-Rate Synchronous Dynamic Random Access Memory)を採用した。また、押しボタンスイッチで指置き操作を検知することで、認証速度の高速化を実現した。

機能追加を含めて、従来機比で次の改善を実現した。

(1) 認証性能の改善

本人拒否率を50%低減した。

(2) 認証速度の高速化

認証にかかる時間を約30%短縮した。

(3) 指置き部の汚れ検出

指置き部にゴミやほこりがたまると、登録や照合の障害となるため、指置き部の汚れを自動的に画像処理によって検出し、LED(Light Emitting Diode)表示によって清掃を促す、汚れ検知機能を搭載した。

(4) 音声ガイダンス

液晶タイプでは、登録や照合の操作をわかりやすくガイダンスするために、状態表示LED、カラー液晶タッチパネルに加えて、音声ガイダンス機能(液晶表示、音声ともに、日本語と英語に対応)を搭載した。

3.3 カードと指透過の複合認証タイプ

図5に示すように、液晶タッチパネル部を非接触カードリーダに置き換えたカードと指透過の複合認証タイプを新たに開発した。表1に対応カード、指認証性能を示す。

カード認証と指透過認証の両方を組み合わせてダブル認証(カード+指)することで、よりセキュリティ性を高めることができる。ダブル認証では、カードの持ち主確認が可能のため、重要エリアへの出入管理に適している。

シングル認証では、カードか指のどちらかの認証で開錠するため、カードを忘れた場合でも指認証で通行可能となり、利便性が求められる玄関等に適している。

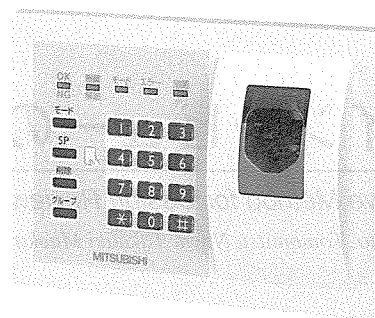


図5. 複合認証タイプの外観

表1. 複合認証タイプの対応カード、指認証性能

対応する非接触カード	ISO14443 タイプA, タイプB, 及びFeliCa ^(注2)		
指紋認証精度	1対1照合	他人受入率	0.0001%以下
		本人拒否率	0.005%以下
指紋照合時間	1対N照合 (N=400指)	他人受入率	0.1%以下
		本人拒否率	0.05%以下
指紋照合時間	平均 0.8秒		
指紋対応率	99%以上		

(注2) FeliCaは、ソニー(株)の登録商標である。

4. む す び

本稿では、小規模セキュリティ向けコンポーネント製品である三菱入退室管理システム“MELSAFETY-P”の機能拡充と、端末装置として、指透過認証装置Ⅱについて述べた。セキュリティへのニーズは今後も高まっていくと考えられ、様々なシステムとの連携も求められてくるだろう。今後、入退室管理システムを中心とした三菱電機トータルセキュリティソリューション“DIGUARD”システムの展開を、更に広げていく予定である。

デザインレビューの効果的実施及び評価方法

The Effective Method for Design Reviews Implementation and Analysis

Noriyoshi Kuno, Tomomitsu Niwa, Takaaki Maekawa

要 旨

ソフトウェア開発を行う上でのデザインレビュー(DR)には、多くの手法が提案されて、その重要性・効果は、様々な文献で指摘されている⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾。

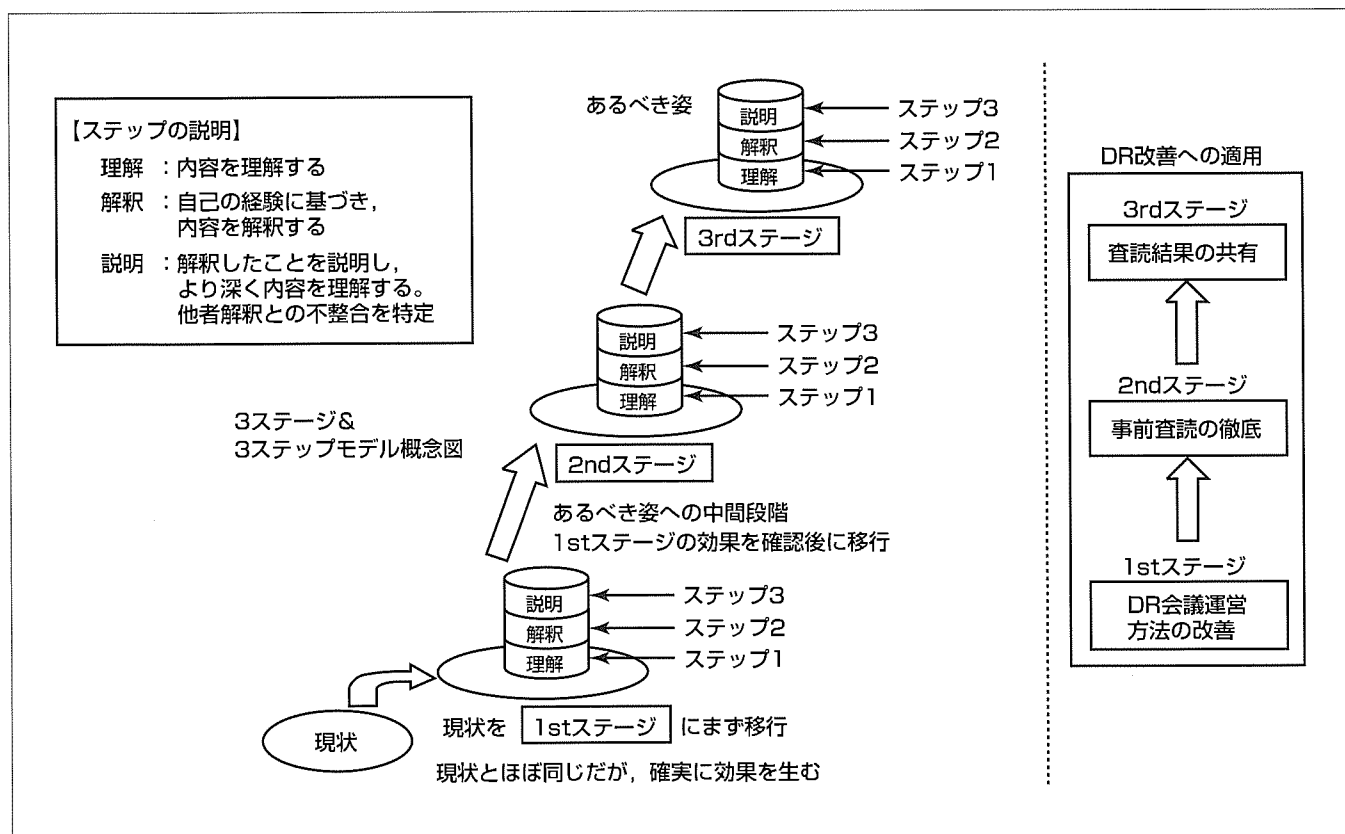
DRの手法であるインスペクションは、不具合検出に最も効果があるといわれているが、導入前と比べて開発者の設計段階での負荷が高くなり、受け入れられないことや活動が中断してしまうという課題がある。また失敗レビューの要因としては、①レビュー実施の不徹底(DRの省略等)、②レビュー時間の浪費などの課題が挙げられている⁽¹⁾。

これらの課題を解決するため、我々は社内におけるDRの改善の経験をもとに“3ステージ&3ステップモデル”を提案し、段階的にDR改善を行う手法を開発した⁽⁵⁾⁽⁶⁾。

本稿は、3ステージ&3ステップモデルを実際のソフトウェア開発の現場に適用した事例と、その成果について述べる。

まずはじめに、DR会議で行われる活動を、開始宣言、内容読上、指摘、議論、修正案、意図の質問、無発言の7つに分類した上で、DR会議測定ツールを用いて、DR会議の内容を定量的に分析した。その結果、1stステージの改善としてDR会議運営方法の改善を行い、次の成果を得た。

- ①DR会議における不具合指摘時間の割合(100%向上)
- ②単位時間当たりの不具合指摘件数(28%向上)
- ③試験時手戻り工数比率(8.8%から4.9%へ減少)



3ステージ&3ステップモデルの概要

3ステージ&3ステップモデルは、あるべき姿に向けてDR手法導入を容易にするため、活動を3つのステージに分割し、徐々に改善を進めていくものである。1stステージは、その移行の成否があるべき姿に到達できるかを決定する。そのためには、現状に対して大きな変化やコスト増を伴わないような第一歩であることが重要である。また、各ステージにおける認識のレベルをステップとして定義した。

1. ま え が き

ソフトウェア開発を行う上でのDRには、多くの手法が提案されて、その重要性・効果は、様々な文献⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾で指摘されている。

DRの手法であるインスペクションは、不具合検出に最も効果があるといわれているが、導入前と比べて開発者の設計段階での負荷が高くなり、受け入れられないことや活動が中断してしまうことがある。また失敗レビューの要因としては、①レビュー実施の不徹底、②レビュー時間の浪費などが挙げられている⁽¹⁾。

これらの課題を解決するため、我々は社内におけるDRの改善の経験をもとに3ステージ&3ステップモデルを提案し、段階的にDR改善を行う手法を開発した⁽⁵⁾⁽⁶⁾。

本稿は、3ステージ&3ステップモデルを実際のソフトウェア開発の現場に適用した事例と、その成果について述べる。

2. DRにおける課題

三菱電機では、DRの実施が定着している。しかし、試験で検出する不具合の原因には、設計時の誤りや抜け、つまりDRで検出できなかったものが多いことがわかっている。このため、DRにおける弱点を抽出し、改善する必要があった。

2.1 調査方法

DR会議で行われる活動を表1のように分類した。表の分類結果から、図1に示すツールを用いて、ソフトウェア開発を行う7部門について、定量的にDR会議を計測した。

計測者は、DR会議に出席し、発言者と発言内容に応じて図1の各ボタンを押し、発言者と発言内容を時間とともに記録した。記録結果は、自動的にグラフ化され容易に分析できる。

表1. DR会議で行われる活動

分類	内容
開始宣言	DR目的や不具合指摘件数目標の説明
内容読上	DR対象の作業成果物の説明
指摘	作業成果物に対する不具合指摘
議論	指摘に対する議論
修正案	指摘に対する修正案の検討
意図の質問 ⁽⁷⁾	指摘に対する、その意図の確認
無発言	発言のない時間

発言内容分類ボタン

開始宣言	内容読上	指摘	議論
修正案	意図の質問	無発言	完了

発言者

A	B	C	D	E	F	G	H	I
J	K	L	M	N	O	P	Q	R

図1. DR会議測定ツール

2.2 調査結果と課題

図2は、DR会議で行われる活動の時間比率を示した典型的な2つのケースである。

ケース1(図2(a))では、DR対象の作業成果物を説明する読上げ時間が会議の34%を占め、不具合の指摘時間は5%であることが分かる。ケース2(図2(b))では、不具合指摘に対する議論が64%を占め、不具合指摘時間は15%であることが分かる。

図3は、ケース1における出席者ごとの発言時間を示したものである。図3からは、発言をほとんどしない参加者が多い会議であり、不具合抽出活動としては、適切な参加者を選出できていないということがわかる。図2の結果も合わせ、DR会議が不具合指摘というより仕様説明や設計検討の場になっていると分析できる。

これらの傾向は、部門ごとに若干の違いはあるが、DR会議調査を行った全部門で共通したものであり、別途のヒアリング結果と合わせて、次の課題を明確化した。

- ①実施方法が属人的であり、DRによる品質確保が不十分。
- ②仕様説明や設計検討も含めてDRと呼んでおり、不具合抽出の時間が十分に確保できていない。
- ③発言時間が極端に短い参加者が多い。不具合抽出観点を与えることで発言を促すことが必要。
- ④DR会議の実施方法が、文書化されていないため、組織的に教育できていない。

この①~④から、調査したソフトウェア開発部門でも、失敗レビューの要因⁽¹⁾で挙げられた内容と同じ課題が存在しているといえる。これらの4つの課題を解決するため、DR会議自体の実施方法を3章で述べる方法論に基づき導入し、DRの改善活動を行うこととした。

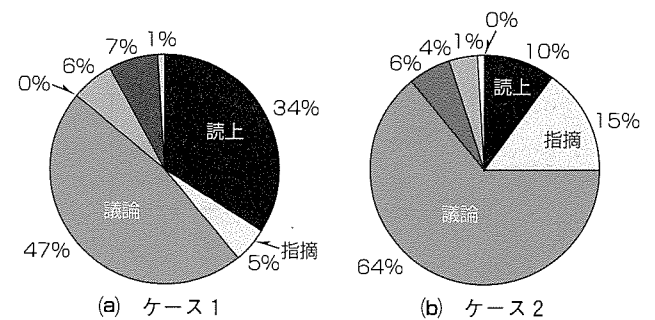


図2. DR会議測定結果

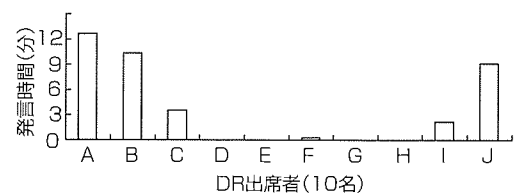


図3. DR会議測定結果(発言時間)

3. 3ステージ&3ステップモデルによるDR改善

ここでは、2.2節で挙げた課題を解決する有効な手法となる3ステージ&3ステップモデルの概要を述べるとともに、実際のソフトウェア開発への適用事例について述べる。

3.1 3ステージ&3ステップモデルの概要

2.2節の①～④で示した課題の解決には、チームレビュー⁽¹⁾やインスペクション等のDR手法を導入することが有効である。これらのDR手法は、DR対象の成果物をDR会議前に事前配布、事前査読することを必要とする。ただし現状では、成果物事前配布や個人事前査読を実施していない場合には、導入時の負荷増が大きく、手法導入の負荷が高い。そこで、導入時の負荷を極力小さくし、段階的に改善を進めていく3ステージ&3ステップモデルに基づいた改善を提案する⁽⁵⁾⁽⁶⁾。この方法によって、従来のモデルに比べて初期導入時の負荷の増大を抑えることができ、容易な導入と定着が可能となる。

3ステージ&3ステップモデルは、あるべき姿に向けてDR手法導入を容易にするため、活動を3つのステージに分割し、徐々に改善を進めていくものである。図4に、その特徴を示す。

1stステージは、あるべき姿への第一歩であり、その達成の成否があるべき姿に到達できるかを決定する。達成を容易にするためには、現状に対して大きな変化やコスト増を伴わないことが重要である。ただし、その達成によって確実な効果を獲得しなければ、今後の活動の動機付けにならないので、注意する必要がある。

2ndステージは、1stステージで効果を獲得したあとに実施する、あるべき姿に向けての中間段階である。このステージでは、1stステージに比較してより大きい効果を得

られるように設定する。2ndステージで効果が得られれば、3rdステージへの到達は容易となる。

また各ステージにおける認識のレベルをステップとして定義した。ステップ1は、“理解”であり、5感での情報の取得である。ステップ2は、“理解”したことを、自己の経験に基づいて、“解釈”することである。ステップ3は、自己の言葉による“説明”である。“説明”をすることによって、“解釈”したことを深く認識することができる。また、他者との“解釈”の不整合を特定することができる。

3.2 DR改善への方法論適用

3.1節で述べたモデルをFA機器のソフトウェア開発に適用し、その成果の計測を行った。適用方法を図4に示す。DR会議調査で得られた結果から、1stステージはDR会議の運営方法の改善、2ndステージは事前査読の徹底、3rdステージは査読結果の事前共有による会議の効率化を主な改善ポイントとして設定した。

1stステージにおける各ステップは、次の定義とした。

ステップ1の“理解”は、作成者から説明を受けてDR対象成果物を理解することである。その際に、作業成果物全体の説明ではなく、理解が容易となるように一部分のみ説明を行う。

ステップ2の“解釈”は、“理解”した作業成果物に対して会議中に個人で熟考することである。この作業中は、各個人が作業成果物を読み返すことで、内容を“解釈”することができる。

ステップ3の“説明”は、作業成果物に対する指摘を行うことである。また、DR会議を効率的に運用するために、次の改善活動も合わせて実施した。

①DR会議の目的を不具合抽出と定義し、それ以外の設計内容説明や検討はDR会議では実施しない。

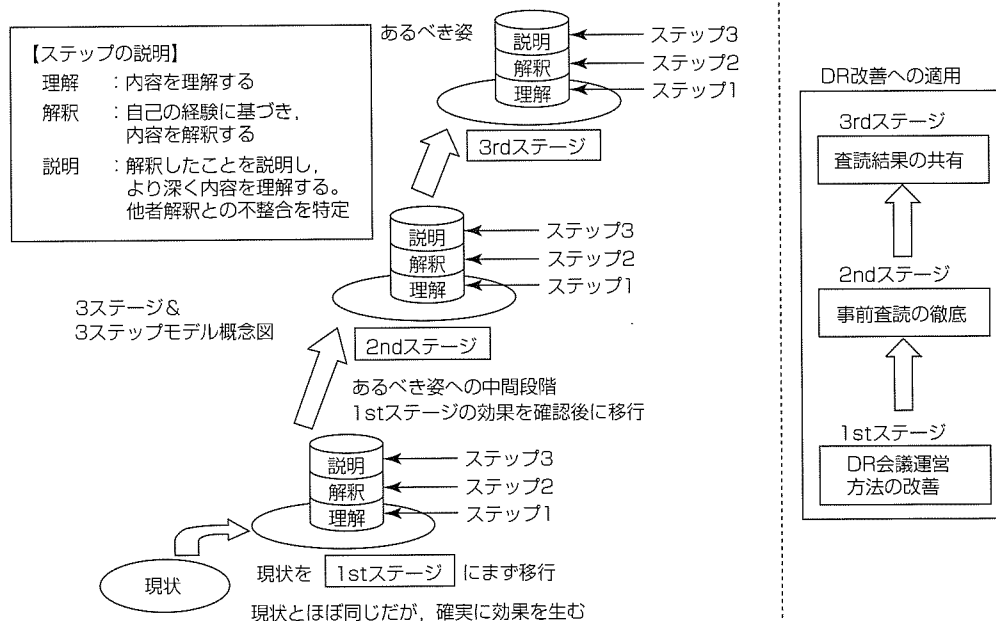


図4. 3ステージ&3ステップモデル

- ②DR対象の成果物規模は、不具合を抽出する上で適切な分量とする。
- ③不具合抽出に適切な参加者を選定する。
- ④不具合を効率的に抽出できるように、進行役をおく。また指摘記録が漏れないように書記を設置する。
- ⑤指摘を促すために、指摘を参加者一人一人に順番で促す。
- ⑥目的を全員が理解し、不要な議論を全員で抑制する。

4. 適用効果

4.1 定量的効果

今回提案する3ステージ&3ステップモデルの1stステージ導入後、DRを実施し次のような効果を得た。

図5は、1stステージの改善であるDR会議運営方法の改善効果を測定したものである。今回の測定結果から、指摘時間が従来に比べて増加し、不具合抽出の時間が確保できていることがわかる。

また、収集したデータからの改善効果を表2に示す。表からは、DR会議の変化からの直接的な効果として、会議時間に占める不具合指摘時間の比率が2倍になっていることがわかる。その結果として、不具合指摘効率も向上した。さらに、試験時に検出される不具合に対する手戻り工数合計と開発総工数の比率である手戻り率が8.8%から4.9%へと減少し、今回のDR改善が製品品質の向上に寄与したことが明確となった。

4.2 定性的効果

インスペクション導入の課題に関しては、3ステージ&3ステップモデルによる段階的な改善によって解決できると考える。また、2.2節の①~④の課題に対しては、DRプロセスの定義、DRの目的を不具合抽出に特化、不可欠参加者の定義、DR教育の実施によって解決することができたと考える。またステップ1での改善効果から、従来と同程度の作業負荷でも、DR会議の効率を向上させることで、製品品質の向上ができるということも示している。

5. むすび

本稿では、チームレビューの効率的な実施方法の改善策、インスペクション導入に関する課題解決をねらいとして、提案している3ステージ&3ステップモデルを実際のソフトウェア開発に適用し、効果を得た。

また従来、仕様説明会・設計検討会もDRという名称で実施していた組織で、DRを不具合抽出に特化した活動と位置付けることで、不具合抽出が不十分なまま次開発フェ

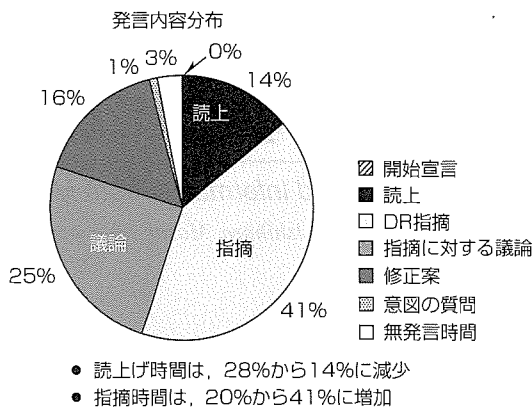


図5. DR会議の変化

表2. 1stステージのDR改善の効果一覧

No	効果指標	定義	効果
1	不具合指摘時間比率	DR会議における不具合指摘時間の割合	100%向上 (指摘時間が2倍)
2	不具合指摘効率	単位工数(人時)当たりの不具合指摘件数	28%向上 (試験時に不具合につながる不具合指摘件数)
3	手戻り比率	試験時の検出不具合に対する手戻り工数/開発総工数	8.8%から4.9%へ減少 (調査/修正/再試験工数の合計)

ーズへ移行するということを防止した。

今後は、2ndステージ、3rdステージによる改善効果を計測するとともに、さらにDR対象作業成果物の特性(新規流用区分、技術的難易度等)を考慮した上で、適切にDR手法を組み合わせ、効率と効果の高いDRの実施方法を検討していく。

参考文献

- (1) 織田 巖：ソフトウェア・レビュー技術，ソフトウェア・リサーチ・センター (2006)
- (2) Gilb, T., et al.(伊土誠一, ほか 監訳)：ソフトウェアインスペクション，構造計画研究所 (1999)
- (3) D. フリードマン, ほか(岡田正志 監訳)：ソフトウェア技術レビューハンドブック，TBS出版会 (1987)
- (4) GLASS, R L.: Inspections. Some Surprising Findings. Commun ACM, 42, No.4, 17~19 (1999)
- (5) 久野倫義, ほか：デザインレビューの効果的な実施方法，第26回ソフトウェア品質シンポジウム，日科技連 (2007)
- (6) Kuno, N., et al.: The Effective Method For Design Reviews, 4th World Congress for Software Quality (ASQ) (2008)

モバイルマッピングシステムを用いた 道路三次元情報の活用

吉田光伸* 瀧口純一**
石原隆一*
小崎真和*

Application of 3D Road Information from Mobile Mapping System

Mitsunobu Yoshida, Ryuichi Ishihara, Masakazu Kozaki, Junichi Takiguchi

要 旨

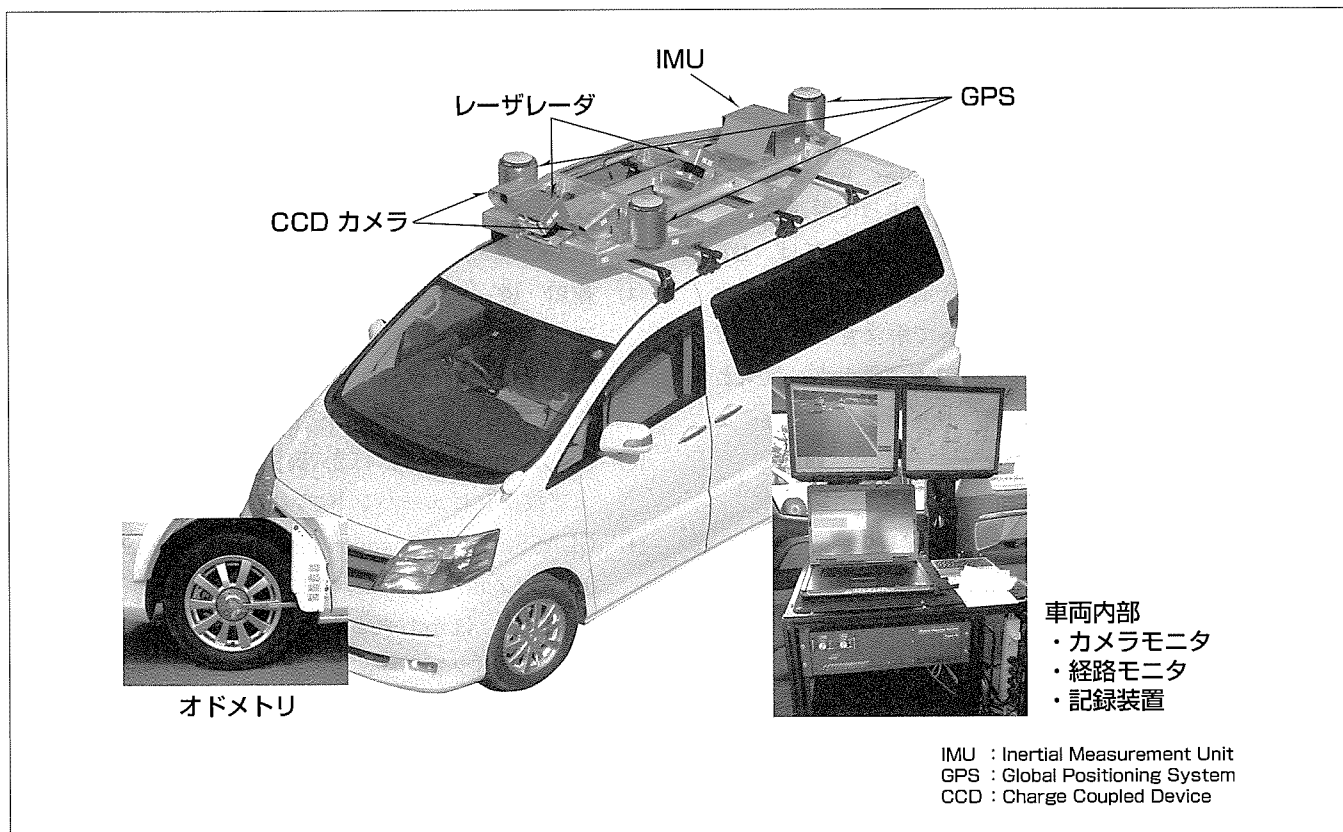
近年、カーナビゲーションシステムの著しい普及や、地理空間情報活用推進基本法の整備、ITS(高度道路交通システム)の発展に見られるように、GIS(Geographic Information System)とGPS(Global Positioning System)を組み合わせた高精度な三次元地図への需要が急速に高まってきている。

三菱電機ではこのようなニーズに対し、高精度測位技術とマルチカメラ/レーザレーダの画像処理技術を融合した三次元情報自動取得システム“MMS(Mobile Mapping System)”を開発したことをすでに報告した⁽¹⁾。

本稿ではMMSを用いて取得した道路三次元情報を用い

た活用事例として、三次元化点群、点群の画像との重畳、色付き三次元点群、道路オルソ、縁石認識、道路性状評価などの活用事例について述べる。このような事例はこれまで多くの費用と複雑な工程を経なければ得られなかったものだが、このシステムを利用することで、高効率にデータを取得し、容易な工程で結果を得ることができる。

これによって今後必要とされる高精度地図作成、道路情報のデジタル化、道路管理図面作成などの効率化、省力化を図るとともに、ITS応用などから安全、安心社会への一助となることを期待している。



高精度GPS移動計測装置MMS(モバイルマッピングシステム)

車両上にGPSほか各種センサを搭載し、走行した道路周辺の三次元情報を高精度に収集するシステムである。測位技術などの専門知識がなくても使えるようになっている。車両は情報の収集装置であり、各種道路三次元情報はオフィスのコンピュータで収集したデータを後処理することによって得られる。

1. ま え が き

近年、カーナビゲーションの普及による地図高度化の要請、工事管理、道路管理など公共設備管理のための高精度三次元地図の要請など、官民ともに精度の高い三次元地図を要望する声は高まっている。一方、高精度な道路地図を作成するには莫大(ばくだい)なコストが必要と言われ、整備の障壁ともなっている。

本稿で述べる三菱MMSは、道路を走行することで高精度な三次元地図を作成するためのデータを効率よく収集するためのシステムである。

2. システム概要

MMSのシステムは大きく、車両位置姿勢を計測するためのものと、車両周辺の情報を取得する部分に分かれている。前者のためにGPSを3機、IMU(慣性計測装置)、車輪速パルス計測装置を備えている。後者のためにレーザーレーダ2機、カメラ2機を備え、これらによって、正確な道路三次元情報を取得することが可能となっている。主な仕様を表1に示す。

移動体車両での計測で重要なのは、計測中の車両の位置だけでなく姿勢角を正しく認識しなければならないことである。これは車両の向いている方向(ヨー角)だけでなく、左右方向の傾き角(ロール角)、前後方向の傾き角(ピッチ角)も必要である。この姿勢角が正しくないとカメラやレーザーレーダの向いている方向が正しく計算できなくなり、結果として算出される点群の位置精度に誤差を生じさせることになる。例えば助手席に人が乗っているとき、いないときでは約2°ロール角が変化するが、これは20m先では約70cmもの変化を生じさせる。MMSでは姿勢角を正しく認識するためにGPSアンテナを三角形に配置して平面を構成し、位置だけでなく、正確な姿勢角をGPSから取得できる構成としている。

3. 道路三次元情報の活用事例

3.1 カメラ映像とレーザ点群の重畳による位置計測

従来移動体から位置を計測するには複数のカメラを搭載し、画像の差から算出するステレオ法が多く用いられてきたが、近年レーザーレーダを用いてより正確に位置を計測することが可能になっている。ただしレーザーレーダによる三次元点群は、位置は正確であるが、点に色がなく、また点密度がカメラに比べて粗いために対象物を識別するのに十分な情報を持っていない。例えば標識の場合、三次元点群では、形は分かるが何の標識なのかは識別することができない(図1左上)。MMSでは撮影した映像に三次元点群を重畳し、透過図を作成することでこの問題を解決している。これによって、映像から対象物を判別し三次元点群から位置を求めることが可能となっている。また任意の映像位置

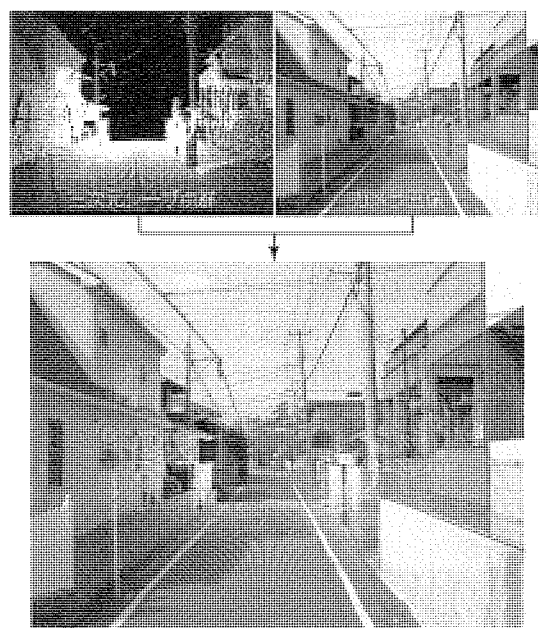


図1. 映像と点群の重畳の一例

表1. MMSの主な仕様

項目	仕様
主要構成品	GPSアンテナ3台、センサBOX1台、レーザースカナ下面用1台、レーザースカナ上面用1台、IMU1台、オドメトリ1式、路面用カメラ1台、前方用カメラ1台、操作用パソコン1台、カメラログ用パソコン1式、ベースプレート1台
車両位置姿勢測位	車両位置(緯度、経度、高度、(緯度、経度、高度の予測誤差))、車両姿勢角(ヨー、ロール、ピッチ) 衛星取得時 位置:2周波GPSに準じる 姿勢:3GPSによって計測 衛星不可視時 IMUとオドメトリによって連続計測可能(車両内誤差予測システム装備)
その他車両機能	ラフドライビングモニタ、スカイプロット、機器動作インジケータ、Fixインジケータ、方位角検定、初期走行、終了走行完了確認インジケータ
レーザー取得能力	各 最大13,575点/s(地表面で10センチメッシュ以下、時速27km時) 最大到達距離80m(対象物の反射強度によって低下する) 山間道路での白線位置標定例:標準偏差0.095m(当社による計測結果例) 取得量目安 6,000万点/時間
カメラ取得能力	各200万画素12bit画像 10枚/s 距離、時間、ボタンによるシャッター可能 オート、マニュアルアイリス切替え可能 取得目安(最大)8万枚/時間(時速40kmで1m間隔で取得の場合)
最高走行、計測速度	80km/h

を指定した場合、近傍の三次元点群から指定位置を演算することで、点密度が低い問題を解消している。この点群の重畳はMMSで撮影されるどの映像でも可能であり、基本的にカメラに写った対象物であれば、任意の正確な座標を得ることができる。

MMSでは、時速40km/hで走行する場合、最大1mにつき1枚の映像を撮影することが可能であるため、対象物を間近にした映像が得られる。

3.2 色付きレーザ点群

レーザレーダから得られる三次元点群は基本的に色情報を持たないが、3.1節で述べた点群とカメラの重畳によって各三次元点の色をカメラ映像の対応する色情報から取得することが可能である。これによって三次元点群の一点ごとに色情報を付加することができる。この点群を三次元CAD(Computer Aided Design)や三次元ビューア(G-Viz[®])などで見ることによって、任意の方向から色情報を付加した点群を見ることができる。

点群の密度にもよるが、これによって道路の白線情報や、標識、案内板の概要の情報、建物の色など、より視認性の高い三次元情報を提供することができるようになってきている。例えば道路の白線の情報であれば、この色付き点群のみから抽出することも可能である。

図2は交差点を複数回走行したデータから色付きレーザ点群で表示した例、図3は路面文字の“ま”を拡大した図である、これがポリゴン(面)ではなく点の集まりであり、点ごとに位置情報を持っていることが分かる。図4は立体交差道路を表示した例である。



図2. 交差点の色付き点群の賦与図

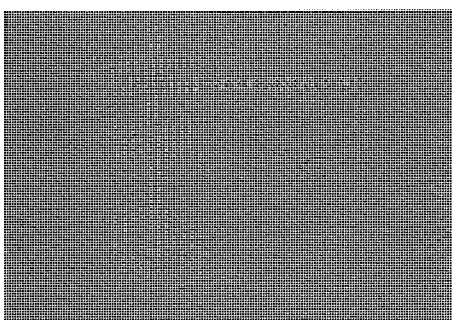


図3. 路面文字“止まれ”の“ま”の拡大図

3.3 道路オルソ化

色付きレーザ点群を更に発展させ、道路周辺の理想的なオルソ画像を作り出すことができる。オルソ画像とは航空機などからカメラで撮影した映像の歪(ひずみ)を補正した、地図などの元となる画像のことである。航空機からの撮影の場合当然のことであるが、トンネルの内部、木に覆われた山道、歩道橋の下、走行中の車の下面などを撮影することはできない。MMSの色付きレーザ点群を地表面から数十cm以下の点のみ使用して上空方向から正射投影し、画像化することで、道路周辺のオルソ画像を作り出すことができる(図5)。航空機によるオルソ画像と比較して、①車両からの撮影で、地面高から一定以上の点を使用しないため、トンネルや歩道橋による遮蔽(しゃへい)が起こらない、②一定の車間距離を空けて撮影することで、少なくとも自分が走行している車線での車両による遮蔽が起こらない、③至近で撮影した映像を基に作られているので、レンズの歪による歪曲(わいきょく)がほとんど起こらないなどの特長を持っている。現在道路などの図面管理の多くは二次元のデータ又は紙上で行われているので、この手法は既存の地図製作ラインにそのまま利用できるというメリットもある。

3.4 縁石認識

縁石は車道と歩道を分離している石の段のことである。

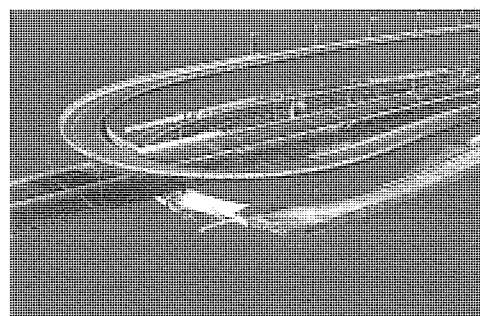


図4. 立体交差道路の色付き点群



図5. 道路オルソ図の一例

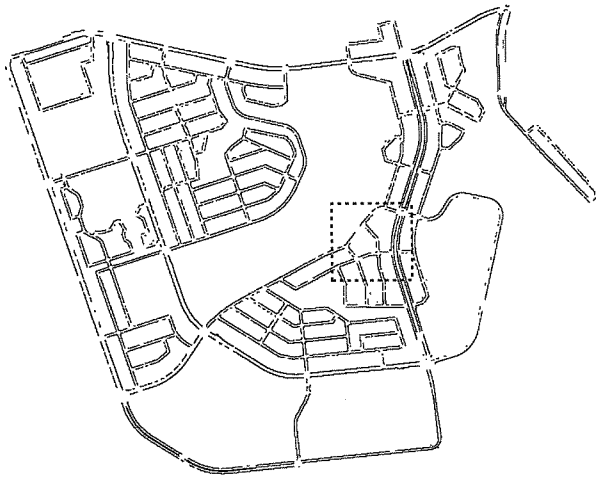


図6. 縁石認識結果の一例(点線枠は図5の道路オルソ部分)

レーザ点群を用いてこの縁石を自動で認識し、抽出することができる。図6はある町の一区画の道をすべて走行し、縁石部分だけを取り出してオルソ化した画像である。道路の両側の縁石が認識されて、平行な2本の線が続いているのが分かる。交差点などで縁石が途切れているのは、交差点では車両が乗り上げやすくするために縁石がなくなりスロープになっているからである。この縁石認識は、単に道路と歩道の境界を示す以上に重要な情報を提供する。カーナビゲーションなどのデジタル化された地図では道路は直線、円弧、クロソイド曲線などの数学モデルに置き換えられたり、ノードと呼ばれる点に置き換えられたりしている。道路の両側の縁石を認識することによって、道路幅と道路中心線を算出することができるようになる。またこれらの情報は道路に縁石があるすべての部分で利用可能であるため実質連続的なデータとして利用可能である。航空写真などからでは判別が困難であった縁石を自動認識することによって、より高精度な道路のデジタル化が可能となる。

3.5 路面性状計測

路面性状とは道路の状態正当性のことを言う。通常道路は水はけを良くするために中央部が盛り上がっていて、周辺部が低い状態になっている。長期間使われた道路はタイヤの走行する部分のみがへこんだ形状になったり(わだち堀れ)、一部分陥没が起こったり、地盤沈下が発生し逆にマンホール部分だけが高くなったりと走りにくい道路になっていく。このような場合は補修が必要であるが、MMS

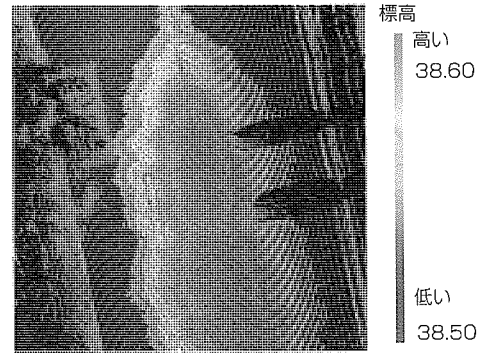


図7. 道路性状の計測の一例

を用いてこの道路の凹凸の簡易評価を行うことができる。図7はレーザ点群を用いて道路の高さを細かく区切って色分けしたものである。大枠で中央部が高く、周辺部が低いことがわかる。また画面上の方が低くなっていること、右側に車両が走行しているの、その部分が高くなっていること、周辺の歩道部分は道路よりも高くなっていることも分かる。陥没、わだち堀れなどがあれば、局所的に高さ変化が起こるので、この手法で判別が可能である。

4. むすび

MMSのような地上移動体計測は、従来行われてきている静止測量と航空機測量の中間点に位置する計測手法と言える。これによって、より高精度、高密度な道路情報を収集することが可能になってきている。本稿ではMMSで取得したデータの利用例の一部について述べたが、このほかにもトンネルの形状変異の計測、従来地図にはない坂道、下り道の傾斜度の計測、航空機測量の補正データとしての利用、ITS(高度道路交通システム)の基礎データの取得などにも利用が可能である。これらMMSで計測した情報が有効に活用され、道路や地図がより便利で安全なものに発展するための一助となるよう、今後も開発に取り組みたい。

参考文献

- (1) 吉田光伸, ほか: モービルマッピングシステム, 三菱電機技報, 81, No.8, 513~516 (2007)
- (2) 櫻井満将, ほか: 防災業務の迅速化を実現する高精度三次元地形図表示技術, 三菱電機技報, 81, No.8, 525~528 (2007)

暮らしと設備の総合情報サイト“WIN²K”

渡邊和歌子*
飯田俊之*

Living and Facilities Total Information Site "WIN²K"

Wakako Watanabe, Toshiyuki Iida

要 旨

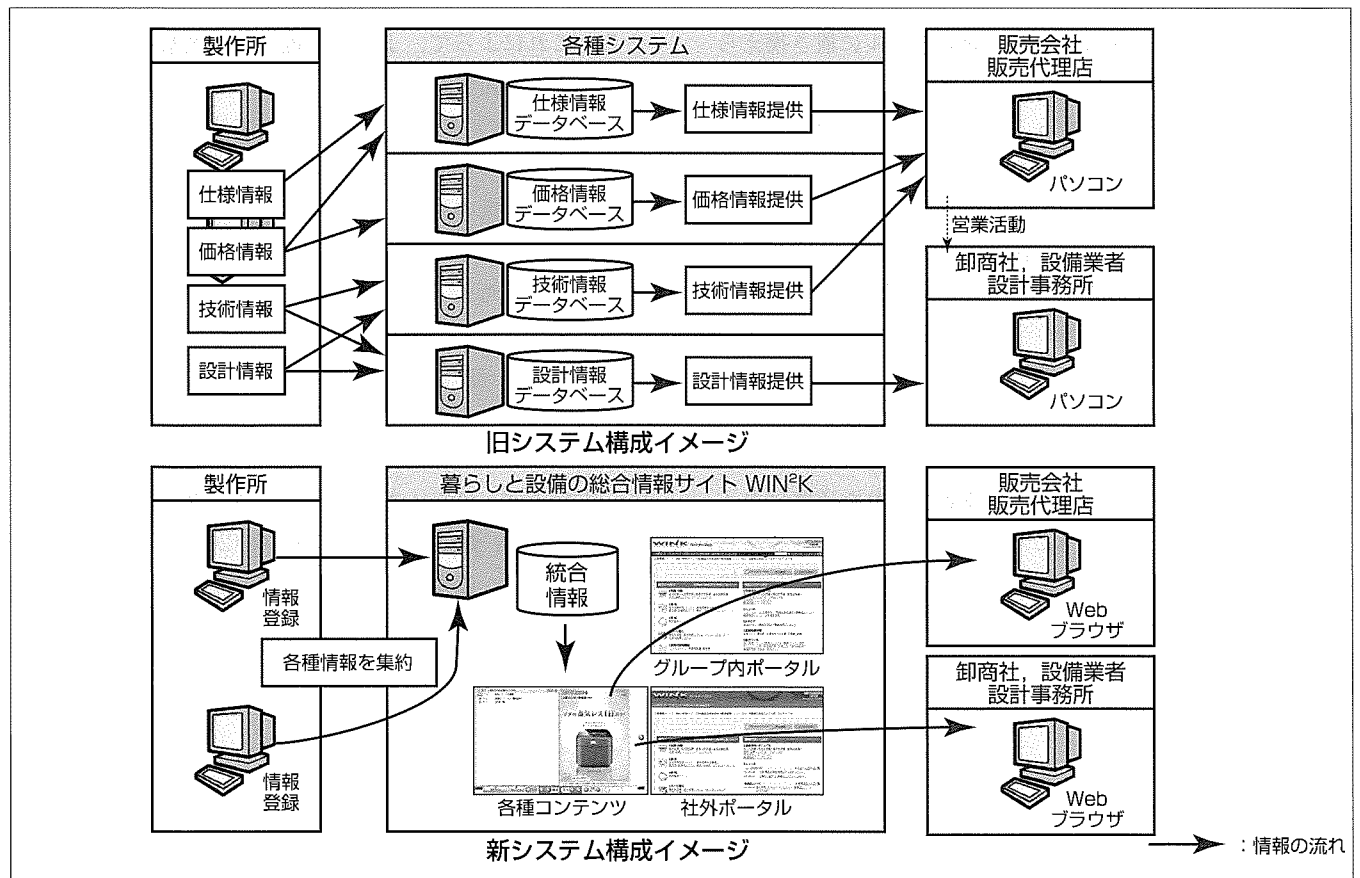
空調冷熱・住宅設備機器や生活家電を扱う業界でも、近年のITインフラ環境の整備に伴い、“製品関連情報を電子データで迅速に提供してほしい”という顧客ニーズが高まっている。

これまで三菱電機では、製品関連情報が散在しており、顧客が必要な情報をタイムリーに取り出せない、また販売ルートが複雑なため、情報が最終顧客まで行き届かないという問題があった。これらを解決するため、散在していた情報を一本化し、利用者の利便性と情報提供側の効率化を考慮した統合ポータルサイト“～暮らしと設備の総合情報サイト～WIN²K”を2006年5月に立ち上げた。その後も対象機種種の拡大、コンテンツの充実化、利便性の向上施策を実施し、現在は、空調・冷熱・換気・照明・オール電化・

環境・衛生・生活家電・映像情報機器等を対象製品とし、これらの製品に対する技術情報・設計情報・製品仕様・価格情報に加え、2007年6月からはBtoC(Business to Consumer)も意識したWebカタログの公開など、幅広いコンテンツを提供しており、アクセス数は2008年12月現在で稼働当初の約4倍に達している。

本稿ではWIN²Kの構築・改良に当たった課題と、解決への具体的な取り組みについて述べる。

今後は、コンテンツの更なる拡充と安定的な提供を行う体制の維持、及び積極的なプロモーション活動の実施によって、更なる顧客満足度の向上と営業力の強化を図っていく。



暮らしと設備の総合情報サイト“WIN²K”のシステム構成

従来は製品関連情報が散在していたため、顧客が必要な情報をタイムリーに取り出せなかった。また、販売ルートが複雑なため、最終顧客まで情報が行き届かなかった。これを解決するため、散在していた情報を一本化しWebで公開することによって、確実かつ迅速な情報提供が可能となった。

1. ま え が き

近年のIT環境の整備進展に伴い、空調冷熱・住宅設備機器や生活家電を扱う業界でも製品関連情報を電子データで迅速に提供してほしいというニーズが高まっている。こうした顧客ニーズに対応するため、各メーカーでは、情報の電子化、CD-Rやインターネット等を活用した顧客への情報提供を進めており、業界全体でも共通データベースの構築等が行われている。

このうち、インターネットによる情報公開は、ユーザーが必要なおきに必要な情報を即時入手可能であるため、情報共有化の実現、問い合わせ/回答に要する時間の短縮、広範な顧客への製品PRツールすなわち営業マン補完機能としての役割等が期待できる。

本稿では、顧客の電子情報公開要望に対する三菱電機リビング・デジタルメディア事業本部の取り組み及びインターネットを活用した営業力強化への取り組みについて述べる。

2. インターネットを活用した営業力強化への取り組み

従来当社でも、製品関連情報の電子化、Webを活用した情報公開は行われていたが、情報の管理体系や公開方法に課題があり、情報を十分に活用できていなかった。そこで、従来の課題を整理し、管理体系・運用の統一、環境構築を進め、2006年5月に利用者の利便性と情報提供側の効率化を考慮した統合ポータルサイト“～暮らしと設備の総合情報サイト～WIN²K”を構築した。

2.1 当社販売ルートの特徴

当社の空調冷熱・住宅設備機器は、販売会社だけでなく代理店や卸店といった多数の中間顧客を経由して最終顧客に販売されることも多い(図1)。中間顧客が多いことはメリットであるが、同時に中間顧客にいかにか当社製品を理解し、販売していただけるかが売上げ増大に大きくかかわってくる。そのため、現状のようなメーカーからの製品関連情報が十分に行き届かない領域が発生しやすい、多様かつ

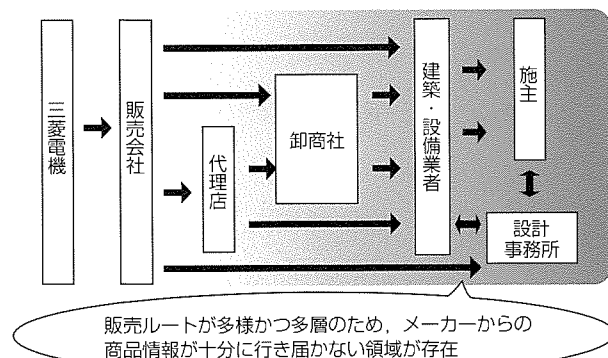


図1. 空調冷熱・住宅設備機器の販売ルート(略図)

多層な販売ルートに対し、いかに迅速・確実に製品情報を提供するかが課題となっていた。

“情報が十分に行き届かない”とは、二つのことを指している。一つは、限られた人員で効率的かつ効果的に営業活動を行うため、情報提供先が販売規模の大きい顧客中心となってしまうがちなこと。もう一つは、新商品等の説明が中間顧客を経由して伝達されるため、本来伝えたいタイミングから実際に情報が伝わるまでに時間がかかる上、本来伝えたいことをすべて伝達することが困難になるということである。売上げデータを見ても、更なる利益を上げるためには、中小規模の潜在顧客の需要を掘り起こすことが必要であった。

2.2 従来の仕組みの問題点

先に述べたように、当社でも製品関連情報の電子化、イントラネットやインターネットを活用した情報公開は行われていた。しかし、製品や情報(技術情報・設計情報・製品仕様・価格情報等)の種別によってデータ及び閲覧システムが散在していたため、情報閲覧側にとっては“どこに何があるかわからない”，登録側にとっては“どこに何を登録すればよいかわかりにくい”状態であり、活用したくてもできない、活用されないから登録も疎(おろそ)かになる、という悪循環に陥っていた。そのため、顧客からの問い合わせに即答できないというメーカーの信用失墜を招きかねない状態に陥っていた。

2.3 課題と解決策

これまで述べてきたとおり、問題点としては、①データの散在、②閲覧システムの分散の2点があった。次に、これらの問題点と改善施策、及び更なる機能強化に向けた取り組みについて述べる。

2.3.1 データ集約

製品関連情報は、製品や情報の種別によってそれぞれが独自の体系で管理されていた。そのため、複数種別の情報を取得したくても、システム構成等を理解している必要があった。そこで2005年11月、これらを統合管理するためのデータベースを構築し、統一管理体系でデータを集約した。これによって、従来システムごとの独自体系で管理されていたために他システムでの活用が困難であったデータも、現在では容易に取得・活用できるようになっている。

2.3.2 ポータルサイト構築

統一データベースの構築によって情報の集約管理は進んだが、複数種別のデータを閲覧するには依然各システムにアクセスする必要があった。そこで2006年5月、ポータルサイトWIN²Kを構築し、別々のシステムで公開されていた情報を集約した(図2)。WIN²K構築に当たっては、情報提供に対する当社信頼度及び顧客満足度向上を図り、初めてWIN²Kを利用するユーザーでも容易に必要な情報に到達できるようユーザービリティ設計を行うとともに、当社

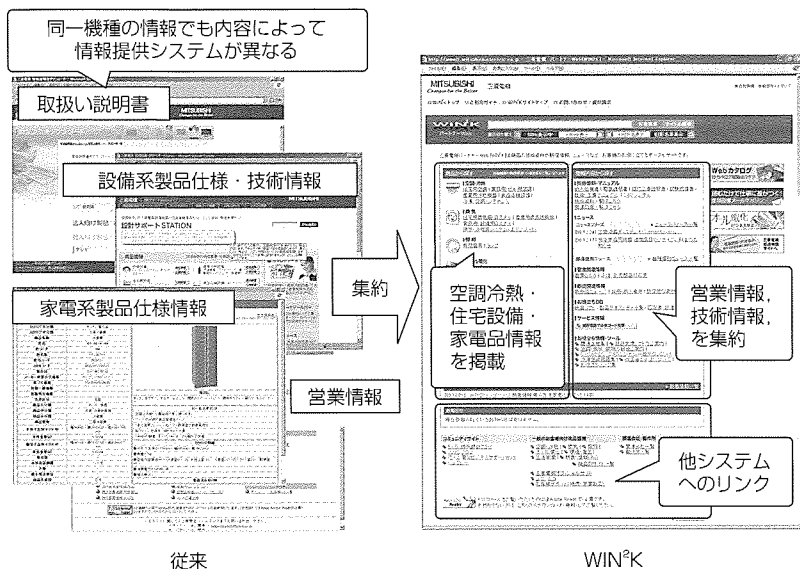


図2. ポータルサイト構築

の潜在顧客をYahoo! (注1)やGoogle (注2)といった検索サイトから誘導するため、SEO(Search Engine Optimization) (注3)対策を実施した。その後のアクセス解析によって、これらの施策も大きな効果となって、2008年12月現在でアクセス数が稼働当初の4倍に増加したことが分かっている。

2.3.3 カタログ閲覧機能構築

このように、情報集約を進めることで利便性は上がったが、WIN²Kでは営業活動に必要な不可欠なカタログがまだ公開できていない状況であった。

通常カタログには、①製品絞り込み前の参考資料、②製品絞り込み後の詳細情報確認資料という役割があり、最終顧客に対する最重要販売促進物と言える。一方カタログは、イラストやタレントの写真といった著作権/肖像権などの権利侵害リスクが高いコンテンツの掲載率が高く、その扱いには細心の注意が必要となる。しかし従来は、カタログ作成に関する統一ルールがなく、Webでのデータ公開に

(注1) Yahoo!は、Yahoo! Inc.の登録商標である。
 (注2) Googleは、Google, Inc.の登録商標である。
 (注3) Yahoo!, Google等サーチエンジンの検索結果上位に自らのサイトを表示させるための技術である。



図3. カタログ閲覧機能構築

関する契約がない状態であったため、Web上では権利侵害のおそれがない範囲に限定したPDF(Portable Document Format)ファイルの公開、又はカタログ表紙の紹介のみに留まっておき、本来の目的を果たせていなかった。そこで2007年6月、各種権利侵害リスクを回避する統一ルールを作成し、Web上で見開き/ページ送りが可能なWebカタログ機能を構築した(図3)。現在では、空調冷熱機器から住宅設備機器、生活家電、映像情報機器に至るまであらゆるカタログをWeb上で閲覧することが可能となり、特に検索機能の充実度からページ数が多いカタログが高頻度で閲覧されている。

3. むすび

WIN²K構築から3年が経ち、アクセス数、情報蓄積量ともに増加してきたが、営業マン補完機能としての役割を果たすには、更なる利用率の向上が必要である。そのため、社内番組でのWIN²K紹介等によって積極的なプロモーション活動を進め、更なる周知徹底を図るとともに、ユーザーニーズを含めた日々の利用状況の把握に努め、ニーズに即したユーザービリティ改善を図る計画である。また、コンテンツの更なる拡充と安定的な提供が可能な体制維持に努め、ポータルサイトとしての機能を強化していく所存である。

空調用ロータリ圧縮機の熱かしめ固定装置

"CASIMEL" System for Rotary Compressor

Toshiaki Iwasaki, Masaki Okada, Hiroyuki Noda

要 旨

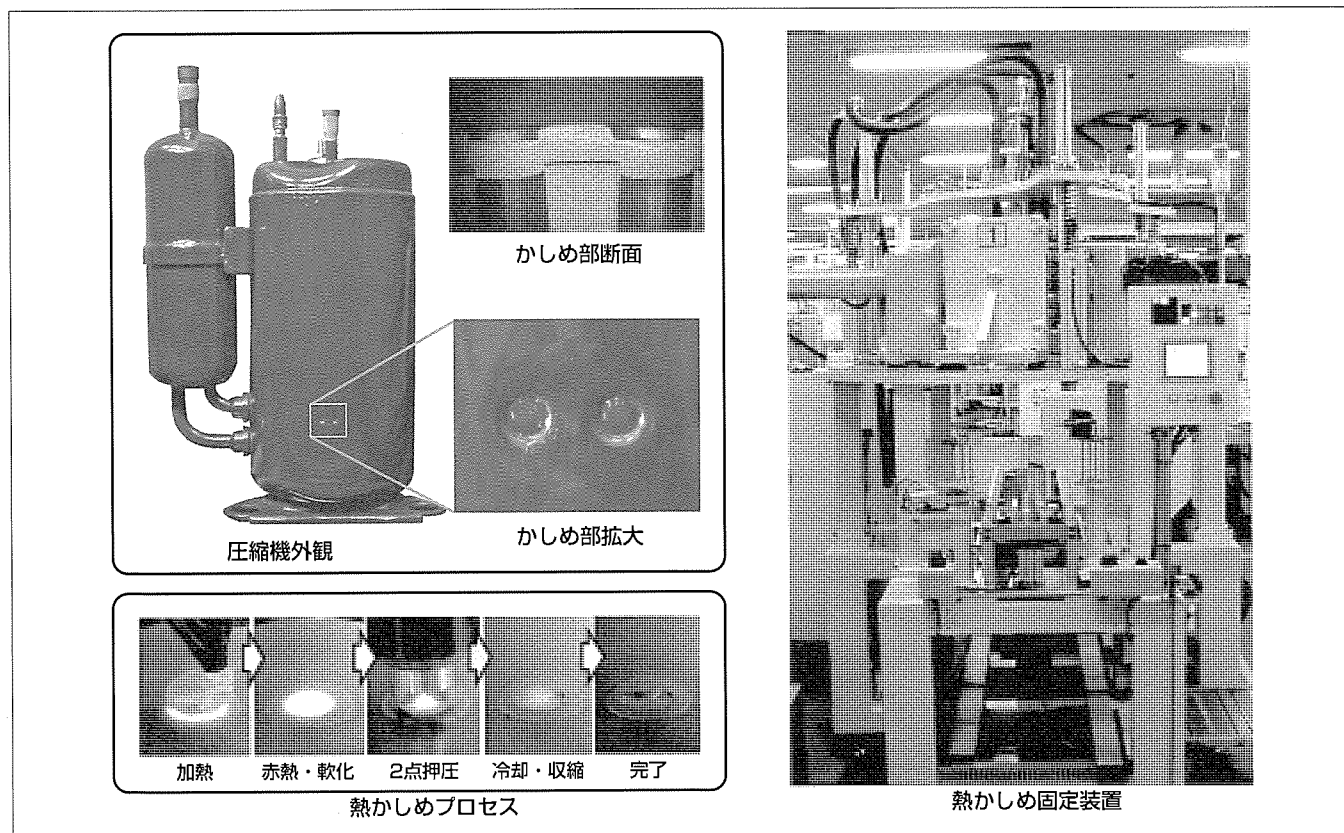
地球温暖化防止を背景とする環境に対する意識の高まりとともに、空調機器の省エネルギー・省資源化は重要性を増している。空調機器の心臓部である圧縮機は、機器の消費電力の大半を占めることから、高効率化が強く求められている。また、コンパクト化による機器全体の省資源化追求もメーカーとしての責務である。これらの課題を解決する手段としては、行程容積を維持しつつ圧縮機の外形サイズを縮小するのが一般的であり、ロータリ圧縮機ではシリンダ内径を拡大することによって行程容積を確保する方法が有効である。しかし、この方法は圧縮機構部の剛性低下を招き、密閉容器内に固定する工程で発生するひずみが増大することから、実現が困難であった。

“熱かしめ固定”は、従来のアークスポット溶接を用いた固定方法では避けられなかった圧縮機構部のひずみを抑制

することを目的に開発した工法であり、“CASIMEL (Caulking Assembly Innovation by Mitsubishi Electric)”と呼ばれている。

この工法によって従来の設計限界を超えた構造が可能となり、3 HP (Horse Power) 機種の大幅なダウンサイジングと高効率化を実現し、三菱電機パッケージエアコンの8.0kWクラスでは業界最高となる通年エネルギー消費効率 (APF) を達成した⁽³⁾。また実用化にあたり、独自の組立て装置を開発、組立てラインに導入、海外生産拠点へも展開を進めている。

本稿では、“熱かしめ固定”のメカニズムについて述べるとともに、固定部の局所加熱と高速な押圧によるかしめ動作を実現する組立て装置について述べる。



ロータリ圧縮機の熱かしめ固定装置

外殻容器内部への圧縮機構部の低ひずみ固定工法として、従来のアークスポット溶接に替わる工法を考案、独自の“熱かしめ固定装置”を開発した。この装置によって、従来困難であったシリンダ内径の拡大が可能となり、ロータリ圧縮機の大幅なダウンサイジングと高効率化を実現した。

1. ま え が き

地球環境に対する意識の高まりから、空調機器の心臓部である圧縮機への高効率化、コンパクト化の要求はますます厳しくなっている。当社の代表的機種であるロータリ圧縮機では、関節型ボキボキモータによる巻線の高密度化や希土類磁石の採用等、モータ設計及び製造技術の開発で要求にこたえてきたが、一方で高出力機種の行程容積を維持しつつ外形寸法を1ランク縮小することで大幅なダウンサイジングを図る方法もメリットが大きく、空調業界でのトレンドとなっている。ロータリ圧縮機では、シリンダ内径を拡大して小さな外形寸法で行程容積を確保する方法が効率面で有利であるが、内径拡大によるシリンダ剛性低下が密閉容器内への固定時のシリンダひずみ増大を招くことから、実現困難であった。

“熱かしめ固定”は、密閉容器とシリンダの低ひずみ固定を実現する画期的な生産技術であり、従来の設計制約を解消した。本稿では、固定メカニズムについて述べるとともに、独自に開発した“熱かしめ固定装置”の要素部分について述べる。

2. ロータリ圧縮機

2.1 ロータリ圧縮機の構造

図1は当社ルームエアコンに搭載される代表的な圧縮機の断面図である。密閉容器内部にモータと圧縮機構部が固定されており、モータの駆動によって、クランク軸で互いに180°異なる方向に偏心させた2つのローリングピストンが、それぞれ上下2つのシリンダの内壁に沿うように公転運動することで圧縮を行う。

2.2 アークスポット溶接工程

アークスポット溶接は、圧縮機構部を密閉容器内部に固

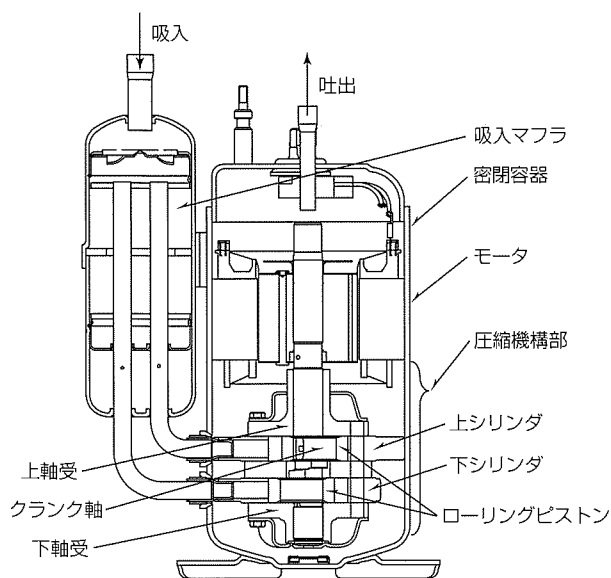


図1. ロータリ圧縮機

定する工程であり、図2に示すように、あらかじめ密閉容器に設けられた穴を溶融金属で埋めることによって上シリンダを密閉容器に固定するとともに、穴を封じて密閉する。溶接時、密閉容器は溶接アークによって局所的に加熱膨張して上シリンダとの間隔が広がる。そこに溶融金属が進入・固着してブリッジが形成されるため、冷却後に密閉容器と上シリンダ間に径方向の反力が発生する。さらに溶接部の中間位置でも、密閉容器内周と上シリンダが接触することによる径方向の力が発生する。これらの力で上シリンダが変形するために、ローリングピストンやペーンの摺動隙間(しゅうどうすきま)にマージンを確保する必要があり、性能向上の妨げとなっていた。

3. 熱かしめ固定工法

これらの課題を解決するために考案したのが、“熱かしめ固定工法”である。この工法は、密閉容器の局所加熱による加工力の低減と独自の固定構造によって、圧縮機構部の固定によるひずみ低減を実現した。図3を用いて、固定メカニズムについて述べる。

- ①圧縮機構部品の密閉容器との固定部に、あらかじめ所定の下穴を2個1組で開けておく。
- ②容器の固定部を加熱し、赤熱・軟化させたいうで、所定の工具で2個の下穴をねらって容器を押圧する。
- ③軟化した容器材は、押圧によって下穴部に流動し、突起が形成される。
- ④容器の冷却時の収縮力によって、形成された突起は2個1組の下穴を把持する。

次に、これらのプロセスを実現するために独自に開発した装置の主要な要素部分について述べる。

3.1 加熱方式

軟鋼が軟化する約800℃まで一瞬で加熱するために、高周波誘導加熱方式を採用した⁽¹⁾。図4に加熱コイルを示す。コイル中央には、磁束を集中させるための鉄心を設けるこ

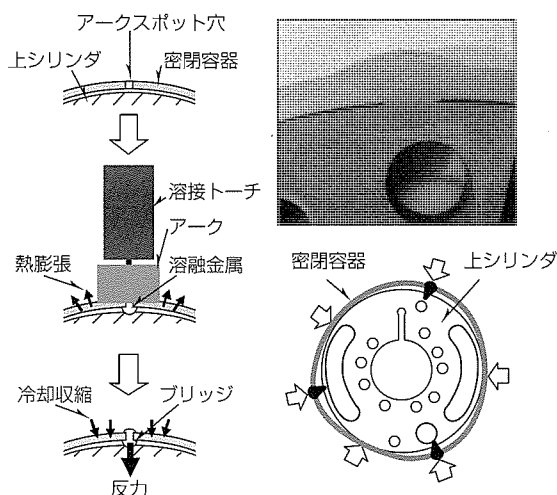
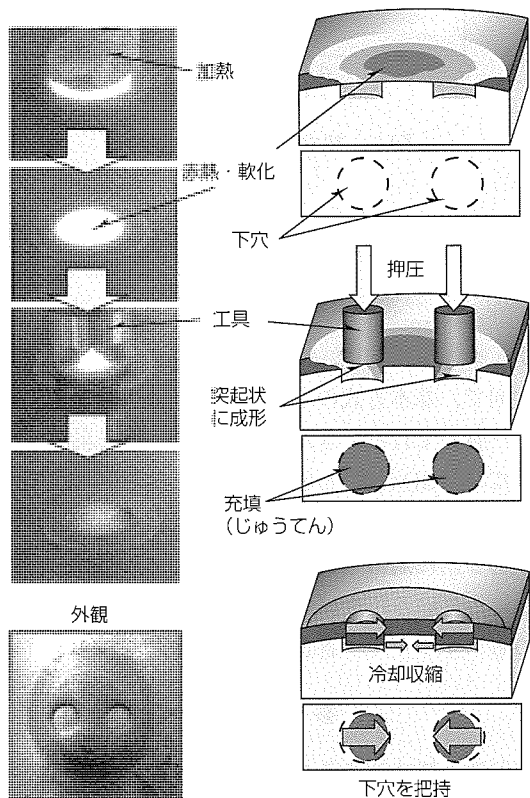
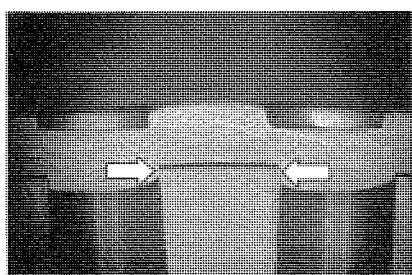


図2. アークスポット固定の作用反力

とによって、加熱開始後4秒でかしめ部を約800℃まで加熱することを可能にした(図5)。また、コイルを容器にできるだけ接近させ、所定の間隔を常に保つため、容器の位置に機械的に倣う機構を設けた。



(a) 熱かしめ固定メカニズム



(b) 熱かしめ部断面

図3. 熱かしめ固定

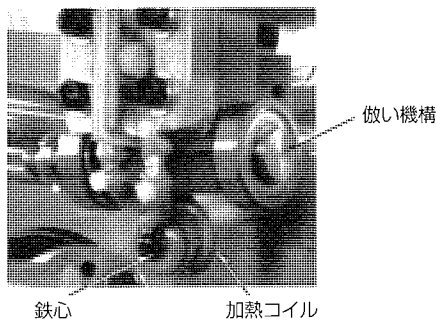


図4. 加熱コイル

3.2 かしめ機構

加熱直後に素早くかしめるためと、かしめ時の押し込み量のばらつきを抑制するためのアクチュエータとして、電動サーボプレスを採用し、加熱終了後1秒以内での押圧と、押し込み量のばらつき $\pm 0.1\text{mm}$ 以内を実現した。また、密閉容器と圧縮機構部はジグで調芯保持された状態を維持して固定する必要がある。これには、周方向複数点を同時にかしめるとともに、かしめ時の押圧力を機構内部で受ける構造とし、調芯保持ジグに押圧力が加わらないようにした(図6)⁽¹⁾。また、周方向複数点の同時かしめは、加熱前にアクチュエータを前進させて、かしめ工具が容器に接触する位置をあらかじめ記憶させることによって実現している。

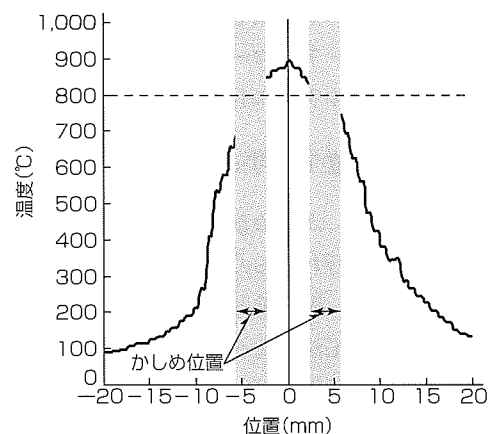
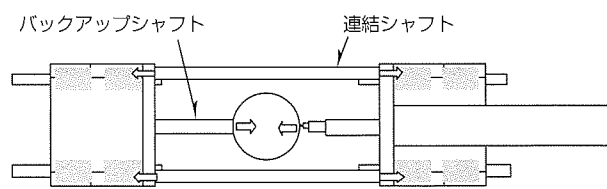


図5. 加熱時の温度分布



かしめ機構部の上面図(押圧時)

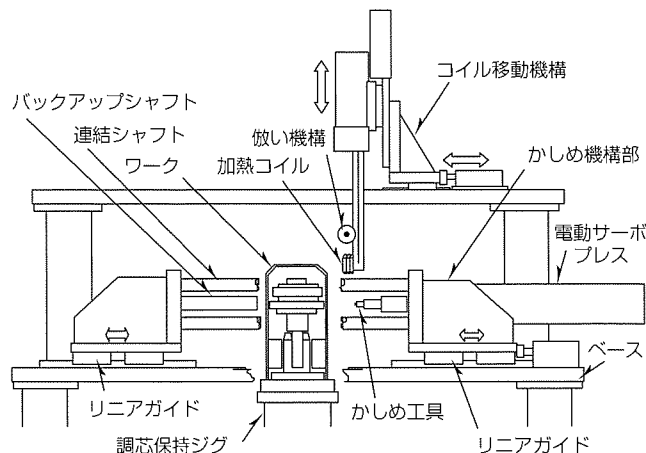


図6. かしめ機構部

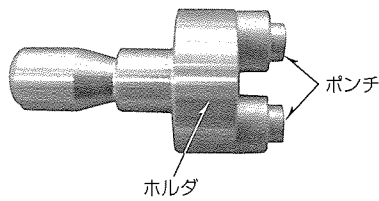


図7. かしめ工具

3.3 かしめ工具

図7にかしめ工具の外観を示す。ポンチの先端を平面(ハンコ型)にすることによって、少ない押し込み量で、下穴に入り込む凸部形成を実現した⁽²⁾。また、ホルダが2つのポンチを保持する構造にすることによって、摩耗したポンチは、ホルダごと装置から取り外して容易に交換できる。ポンチの材質は、耐熱性と耐摩耗性を考慮し温熱間鍛造型用鋼を焼入れ処理して用いた。

これらの要素をすべて採用した熱かしめ固定装置は、ワークのローディング・アンローディングを含めて全自動で処理を行い、サイクルタイム16秒を実現している。

4. 組立てひずみ低減の効果

熱かしめ工法では、かしめ部の熱収縮による周方向の把持力によって固定が行われるため、圧縮機構部品に与えるひずみが抑制できる。固定前後のベーン溝幅の変化量では、アークスポット溶接工法に比べ半減することが可能となった(図8)。製品への適用では、従来に比べ剛性が低い、内径を拡大したシリングを用いて圧縮機構を構成することが可能となり、密閉容器の外径寸法が(Φ112.2)のシリーズで上限の行程容積を拡大した(13.0→17.2cc)。これによって従来一回り大きい容器径(Φ129.6)で構成していた3HPクラス機種の大幅なダウンサイジングと高効率化を実現し、当社パッケージエアコンの8.0kWクラスでは業界最高とな

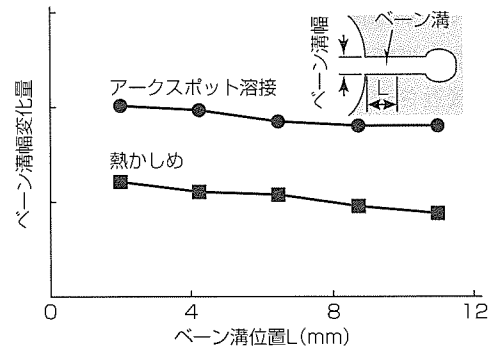


図8. 組立てひずみ抑制効果

る通年エネルギー消費効率(APF)を達成した⁽³⁾。

5. むすび

熱かしめ固定工法は、当社生産技術センターと静岡製作所が共同で、基本方式の考案から要素技術、製造設備開発までを一貫して行ってきた成果であり、当社独自の生産技術として“CASIMEL”と名付けられている。この工法は、現在順次導入が図られており、小型機種を中心に国内生産台数の約8割に適用されている。また、海外生産拠点にも展開を進めている。今後更に適用機種の拡大を図り、空調機器の省エネルギー・省資源化を推進していく所存である。

参考文献

- (1) 圧縮機の製造装置及び容器組立て体の製造装置及び圧縮機の製造方法，特開2007-309211
- (2) 密閉形圧縮機及び密閉形圧縮機の密閉容器と圧縮機構部との固定方法，特開2005-330827
- (3) 加藤太郎，ほか：圧縮機構部“熱かしめ固定”採用高効率ツイロータリ圧縮機，三菱電機技報，82，No.3，179～182（2008）

小型太陽電池モジュールの輸送効率改善 及び包装材使用量の削減

岡田鉄則*
曾我彰宏**
渡辺克夫***

Transportation Efficiency Improvement and Reduction of Packing Materials for Small-size Photovoltaic Modules
Tetsunori Okada, Akihiro Soga, Katsuo Watanabe

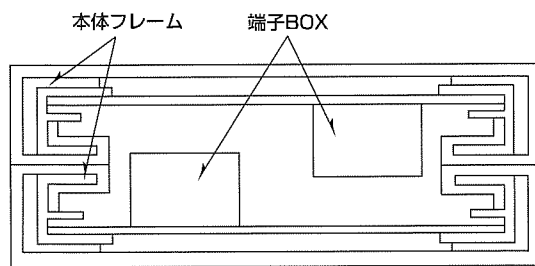
要 旨

現在、アジアやアフリカの一部の地域では、発電所や送電線等のインフラが不十分なため、無電化で暮らす人々が約16億人にのぼるといわれている。これらの無電化地域における照明・通信など、生活に必要な最低限の電力要求(30~50W程度/家庭)に対応するため今回開発された“小型太陽電池モジュール”について、物流全体の荷扱い情報を基に包装仕様を開発した。

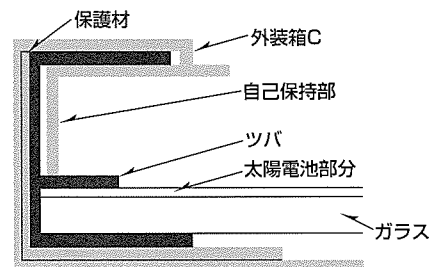
製品構造が先行決定し、製品個装が必要条件という制約の中で、2台組み合わせることに着眼して大きな改善を得た。

製品構造上凸部となる端子BOXが重ならないように2台を合わせることで、製品高さ寸法が最小になる。これを

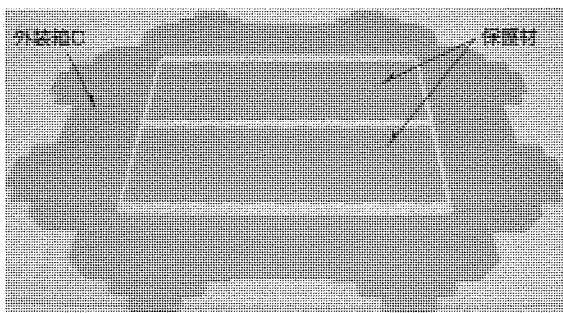
専用パレットに集合包装し、コンテナ積載作業に支障ない組合せとすることで、製品のコンテナ収納効率を68%までに高めることが可能になり、コンテナでの輸送費が大幅に改善できた。また、外装箱と製品本体枠保護材を1枚の段ボールシートから打ち抜き加工でセット取りできるように構成したことで、包装部品数・材料費を大きく削減した。さらに、今までにないワンタッチ段ボール自己保持封緘(ふうかん)構造の考案によって、テープやステップル等による封緘固定と比較して、包装部材を短時間で製品の一部に保持固定することが可能になった。また開梱(かいこん)も再梱包(こんぼう)もワンタッチでできる構造にした。



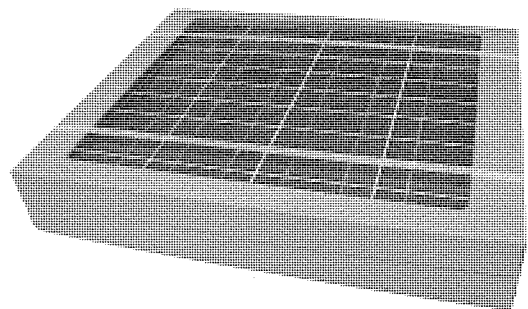
最終段階の包装断面図



自己保持封緘構造



外装箱Cと保護材用段ボールシートの展開図



最終段階の包装外観

小型太陽電池モジュールの2台組合せ包装と自己保持段ボール包装

この小型太陽電池モジュールは端子BOX部が本体フレームから突出しており、容積縮減のために2台組合せを考案した。また、必要最小限の包装設計とワンタッチ自己保持封緘構造の考案によって、樹脂バンドの削減を達成した。

1. ま え が き

三菱電機(株)中津川製作所では、家庭用換気扇をはじめ、産業用送風機・空調用全熱交換器“ロスナイ”・ハンドドライヤー“ジェットタオル”・太陽光発電システム機器等を開発・製造している。その中でも太陽光発電システム機器の市場規模は、地球温暖化防止に向けた二酸化炭素(CO₂)排出量削減の取り組みなど、環境保全意識の高まりを背景に世界的に拡大している。当製作所でも売上げに占める割合の高い主力機種となっている。図1のように太陽電池は主に日本で生産し海外で導入されており、海外輸送効率向上が重要となる。

本稿では、無電化地域用“小型太陽電池モジュール”の輸送効率の改善と包装材使用量の削減、包装のワンタッチ自己保持封緘構造の開発について述べる。

2. 開発の背景と製品概要

現在、アジアやアフリカの一部の地域では、発電所や送電線等のインフラが不十分なため、無電化で暮らす人々が約16億人にのぼるといわれている。これらの無電化地域では、照明・通信など生活に必要な最低限の小規模電力(30～50W程度/家庭)への要求が多くなってきている。これに対応するため、今回“小型太陽電池モジュール”の開発に至った(図2)。

製品の概要は次のとおりである。

- ①製品名：海外向け“小型太陽電池モジュール”
- ②種類：多結晶シリコン
- ③サイズ：674(L)×559(W)×62.3(H)(mm)
- ④質量：5.5kg

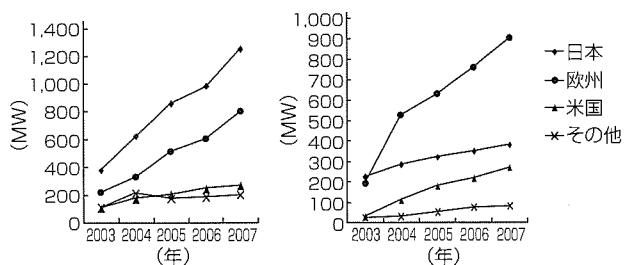


図1. 太陽電池市場動向
出典 IEA(International Energy Agency) : Trends in Photovoltaic Applications

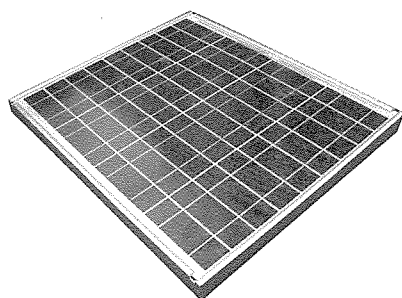


図2. 製品外観

3. 包装開発への要求

海外向けコンテナ輸送を前提とした今回の製品は、市場要求も多く、包装仕様が作業費・包装材料費・輸送費を大きく左右することから、包装開発への要求としては、次の項目があげられた。

- ①コンテナ収納効率の向上
- ②包装単位数の削減
- ③工事現場での搬送性の確保
- ④包装材料の削減
- ⑤包装作業時間の短縮
- ⑥包装容積の縮小化
- ⑦画期的な包装封緘構造の開発

4. 包装設計への取組み

(1) 初期段階の包装仕様

個装はガラス面を下向きに外装箱Aに置くが、端子BOXが製品本体枠から突出しているため、緩衝材で積段時の荷重を保持する。これらを外装箱Bで覆い、側面フラップ部をテープ等で固定して完了する。これを持ち運びやすいように2台をPPバンドで結束している(図3)。

図4はコンテナ輸送のためこれらを専用パレットに集合包装化したもので、2列6段積で各寸法は、1,238(L)×726(W)×1,042(H)(mm)となる。

収納の20フィートコンテナ有効活用寸法は、2,286(L)×5,867(W)×2,261(H)(mm)とした。これは扉開口部寸法とコンテナ積載時のフォークリフト作業時の諸条件(作業性)を詳細に考慮して決定した。

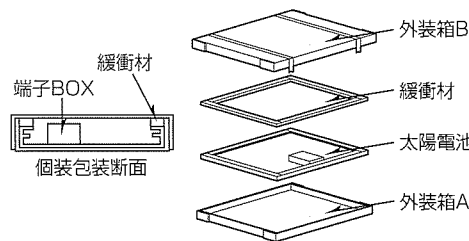


図3. 個装包装断面と初期段階の包装仕様

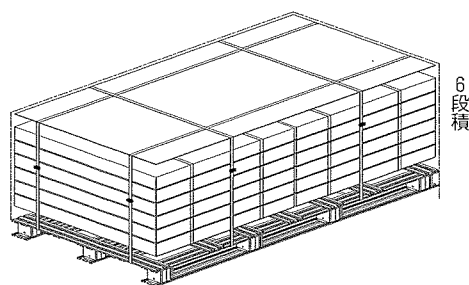


図4. 初期段階の集合包装(1パッケージ(P)分)

コンテナ最大収納台数は624台で、製品の収納効率^(注1)は約44%となった(図5)。

(2) 初期段階の包装仕様の確認

初期段階の梱包仕様は、次のとおりである。

- ①コンテナ収納効率の向上……未達60%以上
- ②包装単位数の削減……達成
- ③工事現場での搬送性の確保…達成
- ④包装材料の削減……未達
- ⑤包装作業時間の短縮……未達
- ⑥包装容積の縮小化……未達
- ⑦画期的包装封緘構造の開発…未達

(3) 最終段階の包装仕様

外装箱Cと製品本体枠保護材を、1枚の段ボールシートから打ち抜き加工でセット取りできるように構成した。

(注1) 収納効率 = {(製品容積 × 収納台数) / コンテナ容積} × 100

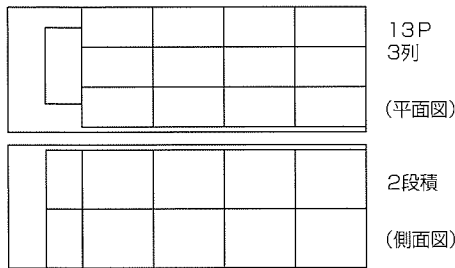


図5. 初期段階での集合包装のコンテナレイアウト

個装は製品のガラス面を下向きにし左右から製品本体に保護材を当てる。これを外装箱Cの上に置き、外装箱Cで製品の4方向を包み込み封緘固定し完了する(図6, 図7)。

個装した製品2台で端子BOX(凸部)を内側に向かい合わせ、互いに凸部をずらして重ね合わせPPバンドで結束することで、1セットの包装が完了する(図8)。

2台結束状態では、端子BOXには積載時の荷重は一切かからない。現地で1台個装品扱いのときに端子BOX部に自重がかかるが、これには対応できる強度である。

(4) 画期的な封緘構造

外装箱Cの4方向に各2か所ずつ自己保持封緘構造部を設け、外装箱Cで製品を包み込むように折り返して、本体フレーム内側のツバ部溝に突っ張り自己保持する。開梱時は、保持外しつまみ部を引っ張ることによって容易に外れる。再梱包も簡単にできるようになっている(図9~図11)。

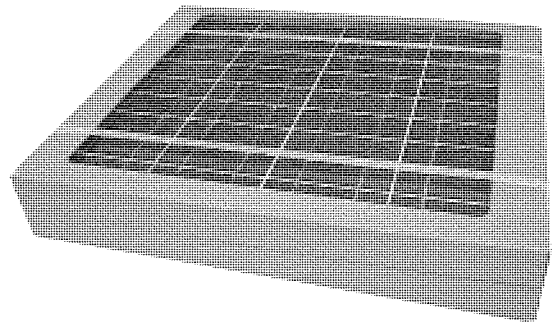


図8. 最終段階の包装外観

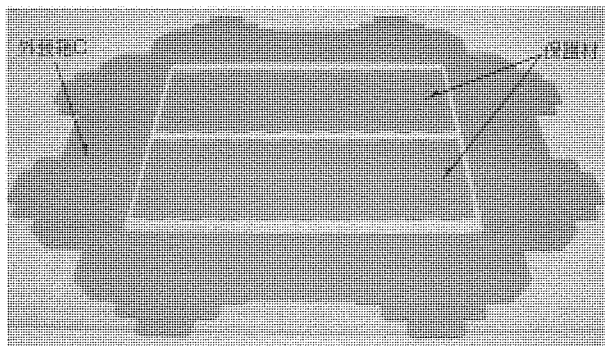


図6. 外装箱Cと保護材用段ボールシートの展開図

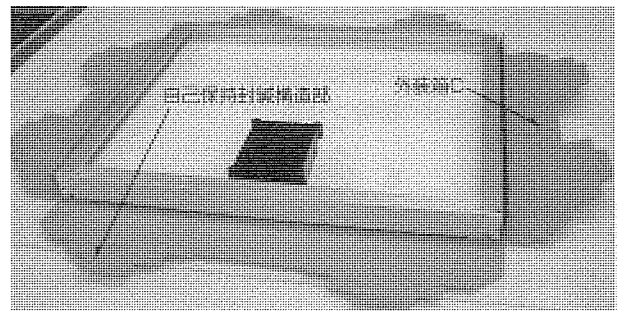


図9. 外装箱Cと自己保持封緘構造部の構成

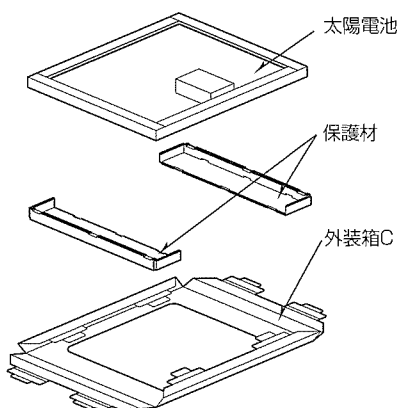


図7. 最終段階の包装仕様

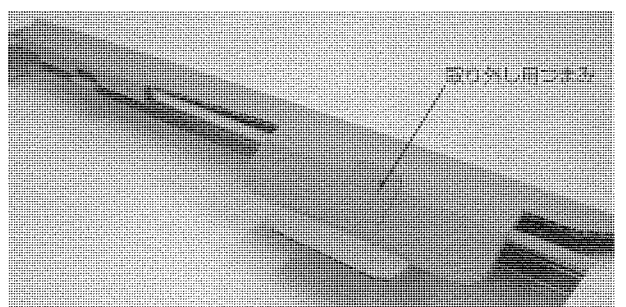


図10. 自己保持封緘構造部の詳細

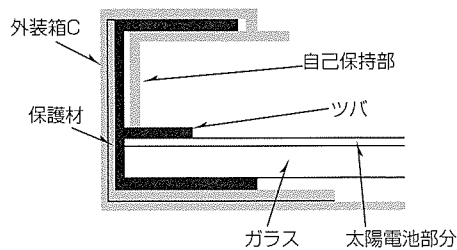


図11. 自己保持封緘構造

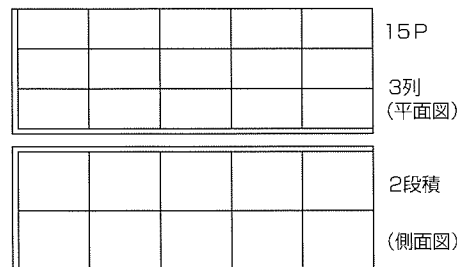


図13. 最終段階での集合包装のコンテナレイアウト

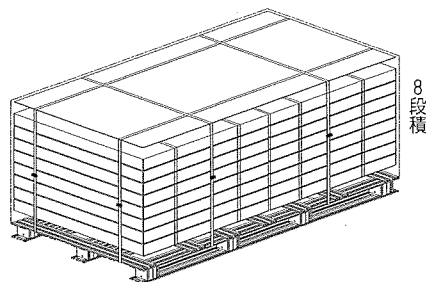


図12. 最終段階の集合包装 (1P分)

表 1. 改善効果

項目	効果(初期比)
コンテナ収納効率	55%向上
包装コスト	50%改善
包装材使用量	19%削減
包装作業時間	42%削減
包装容積	30%削減

(5) コンテナ積載時の改善内容

図12は最終段階の集合包装で、2列8段積で各寸法は、1,154(L)×716(W)×1,058(H)(mm)となる。

最終段階のコンテナ最大収納台数は960台で、製品の収納効率は約68%となった(図13)。

5. 評価・検証

対象評価試験項目及び検証結果は、次のとおりである。

(1) 包装落下試験規格

JIS Z 0200<落下高さレベルⅢ採用>合格

(2) 包装圧縮試験規格

<製品積段荷重の2倍>合格

(3) 包装貨物ランダム振動試験規格

JIS Z 0232<方法C採用>合格

6. 効果の確認

(1) 主な改善効果

初期段階と比較しての最終段階の包装仕様の主な改善効果を表1に示す。

(2) 特許出願

ワンタッチ段ボール自己保持封緘構造を考案し、特許出願した。

(3) 総合評価結果

包装仕様の要求項目に対しては、全項目クリアすることができた。特にコンテナ収納効率の改善は目標を上回る大きな成果を得た。包装材は単一素材化と段ボールシートの有効活用によって、使用量削減を実現し、新たに開発したワンタッチ自己保持封緘方法も実用化した。

7. むすび

今回の“海外向け小型太陽電池モジュールの輸送効率の改善及び包装材使用量の削減”によって、太陽電池モジュール包装の新しい流れをつくることができた。今後はこの開発内容を他の機種群にも流用できるように検討し、幅広く応用していきたい。また常に研究心・探究心を持ち続け、小型から大型、多種多様にわたる製品の包装を手がける中、良いものはそれを受け継ぎ、環境・品質面で改善すべきものはすみやかに改善を行い、常に最善の包装設計を目指したい。

屋外対応TFT-LCD技術

河野誠之*
柴田行一*
松本成幸*

TFT-LCD Technology for Outdoor Use

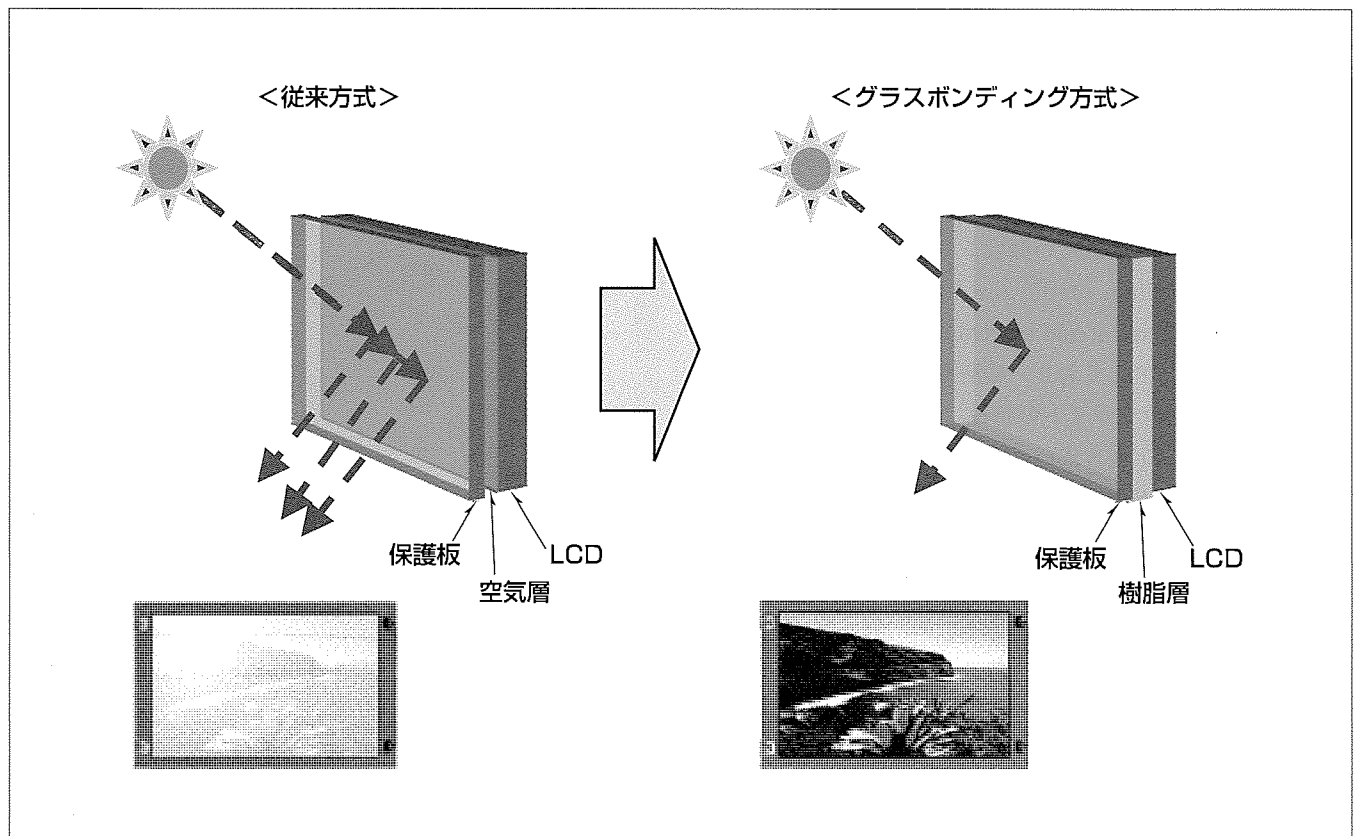
Masayuki Kawano, Koichi Shibata, Shigeyuki Matsumoto

要 旨

券売機や船舶用表示機などの屋外表示装置に最適な、強い外光下でも高い表示視認性を持つ屋外対応TFT-LCD (Thin Film Transistor Liquid Crystal Display: 薄膜トランジスタ液晶ディスプレイ)モジュールを製品化した。

従来のTFT-LCDでは、太陽光などの強い外光が入射する環境下では表示品位が著しく低下し、表示される情報を十分に読み取ることができないという課題があった。そこで、超高輝度バックライト方式を採用した8.4~15.0インチサイズの製品を順次製品化してきた。これらのモジュールは、導光板の光利用効率を改善し、光源として使用しているCCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp: 冷陰極蛍光灯)

の放熱構造を最適化することによってバックライトの発光効率を改善し、800~1,500cd/m²の超高輝度化と低消費電力化を同時に実現している。また、屋外表示装置の筐体(きょうたい)前面には、一般的にLCDを保護する透明保護板が取り付けられるが、この保護板とTFT-LCDを一体化することによって外光反射を大幅に低減し、屋外視認性をより高めたTFT-LCDの開発も進め、外光反射1%以下の特性を実現した。保護板とTFT-LCDを一体化する材料を工夫することによって太陽光の紫外線による劣化を防止しており、屋外に長期設置される装置に最適な表示性能と信頼性を備えている。



ガラスボンディング方式TFT-LCDの太陽光下の表示品位

表示装置の保護板とLCDをはり合わせ空気層をなくすことによって、外光の反射を抑制し、昼間の太陽光下で優れた表示品位を持つTFT-LCDモジュールを開発した。この製品は、長期にわたる太陽光下での使用でも劣化することなく高い輝度と色表示を維持し、屋外対応TFT-LCDとして最適な表示性能を実現している。

1. ま え が き

TFT-LCDは高解像度化、広視野角化、広温度範囲化が進み、各種装置の表示機として広く利用されている。また、使用される環境も屋内モニタに限らず、屋外に設置される装置やハンディ端末等、幅広い環境で利用されている。しかしながら、透過型発光表示装置であるTFT-LCDは、強い外光下に晒(さら)される環境下では著しく表示品位が損なわれるという課題を持っており、半透過型液晶などの様々な液晶パネル方式で屋外表示品位の改善が図られている。

本稿では、これらの課題を解決するためにバックライトなどの光学設計技術を応用し、屋外用LCDの表示品位向上技術として開発を進めた超高輝度バックライト方式TFT-LCDとガラスボンディング方式TFT-LCDについて述べる。

2. 超高輝度バックライト方式TFT-LCD

2.1 超高輝度TFT-LCDの開発

強い外光(太陽光)が当たる場所やタッチパネル装着時の視認性を向上させるために、高輝度化の要求が高くなっている。そこで光学設計並びに放熱構造を最適化し、従来の直下型バックライト方式と同等の高輝度を実現しつつ、厚みは約2/3となる薄型化、及び低消費電力化を同時に実現した12.1インチ超高輝度バックライト方式TFT-LCD“AA121SNシリーズ”を開発した。現在、超高輝度シリーズは6.5~15.0インチまでラインアップしており、いずれも業界最高の高輝度のLCDモジュールである。また、液晶材料の工夫などによって、動作保証温度は-20~70℃の広範囲に対応し、屋外の厳しい環境下でも使用可能とした。欧州RoHS(Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment)指令の該当6物質もクリアしており、環境規制にも対応している。

2.2 超高輝度バックライトの特長

図1に従来の直下型方式バックライトの概略断面、図2に15.0インチサイドライト方式の超高輝度バックライトの概略断面、さらに主要スペックを表1に示す。超高輝度バックライトの特長は、直下型と比較してランプの本数削減による低消費電力化と光の利用効率の高い導光板、光学シ

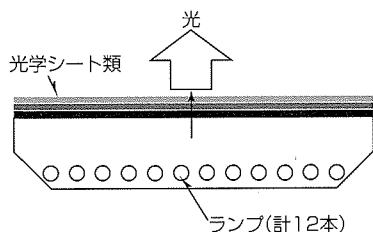


図1. 直下型方式バックライト概略断面

ートを組合せ、光を正面方向に集光させていることである。また、ランプの発光効率を高める放熱構造も実現している。

2.3 時間輝度特性の改善

超高輝度バックライトは、ランプをサイドに集約させ輝度向上を実現しているが、その弊害として、ランプの発熱によって時間の経過とともに輝度低下が生じる。その課題を解決するために、ランプ周辺の放熱構造を最適化することで、ランプの輝度低下を抑制し、図3に示すように安定した輝度を実現した。

3. ガラスボンディング方式TFT-LCD

3.1 外光反射の改善

一般的に船舶や券売機等の屋外装置に設置される表示機筐体は、風雨や結露、塩害、機械的ストレスからLCDを保護する目的で、ガラス又はアクリル製の保護板をLCD前面に配置している。この構造はLCDの保護に優れている反面、屋外表示機に求められる強い外光(太陽光)下での表示品位を著しく阻害してしまうという課題がある。

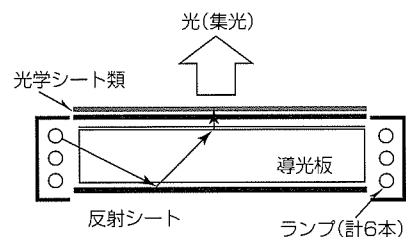


図2. サイドライト方式バックライト概略断面

表1. 15.0インチバックライトの主要スペック比較

バックライト方式		サイドライト型	直下型
外形(mm)	幅	267	253.5
	長さ	326	326.5
	厚み	20.5	24
質量(mg)		1,880	1,700
ランプ数(本)		6	12
モジュール輝度(cd/m ²)		1,500	1,500
消費電力(W) (インバータ含む)		29	56
ランプ交換(ワンタッチ)		可能	不可
動作温度		-20~70℃	0~50℃
保存温度		-20~80℃	-20~60℃

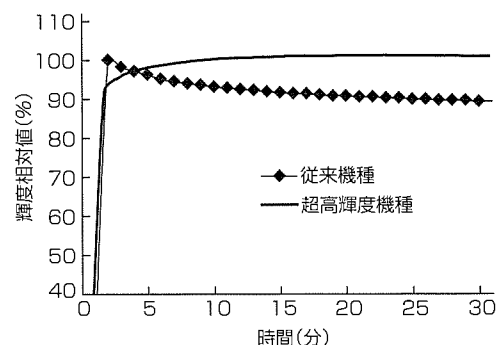


図3. 時間輝度特性

図4に、ガラスを保護板として配置した表示機の外光反射特性を示す。空気の屈折率を1.0、ガラス及び液晶パネルの屈折率を1.5とすると、入射した外光はガラスや液晶パネルと空気の屈折率差によって各界面を透過する際に4%の界面反射を生じる。結果として、外光の約12%がガラス両面と液晶パネル表面で反射され、液晶パネルの透過表示光と混色し観測者に視認される。外光の反射する角度などによって条件は変わるが、一般的な太陽光下では反射光の強度が強く、白・黒表示の輝度比(コントラスト)が著しく低下し、LCDの表示を視認しにくくなる。

さらにはバックライト光源からの透過表示光も各界面反射によって減衰し、外光下でのコントラスト低下の一因となる。

この課題を解決するため、図5に示すガラスボンディング方式を採用した。この方式では保護板として耐吸湿に有利なガラスを採用し、ガラスと同じ屈折率の樹脂をガラスと液晶パネルの間に充填(じゅうてん)している。この構造によってガラスと樹脂及び樹脂と液晶パネル境界の界面反射を抑制し、外光反射をガラス最表面のみに低減している。さらにガラス最表面に反射低減効果のあるAR(Anti Reflection)層を設けることで、外光反射率1%以下の特性を実現している。

3.2 耐紫外線特性

屋外での使用を考慮した場合、空気層を樹脂で充填する

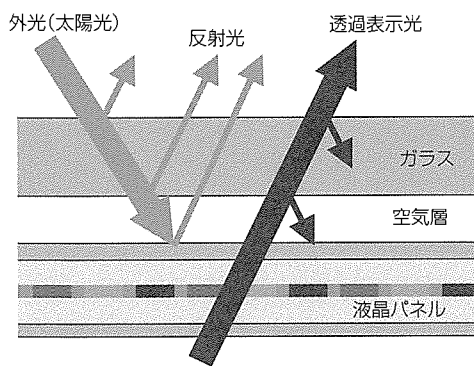


図4. 空気層による外光反射

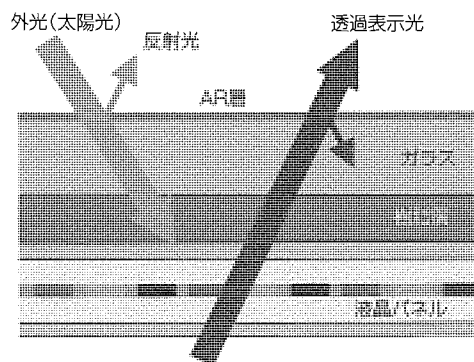


図5. ガラスボンディング方式の外光反射

構造の新たな課題として、紫外線による樹脂黄変が挙げられる。光学用に従来使用されている紫外線硬化型樹脂では、長期の紫外線照射によって重度の黄変が生じてしまう。この課題を解決するため、保護板との密着力を維持しつつ耐紫外線特性を向上できる材料への改善を図った。

従来品と新材料の比較として、紫外線カーボンアークランプを使用した紫外線照射テストの結果を図6に示す。照度20mW/cm²、1,000時間の照射テストで従来品の色度変化は、 $\Delta x=0.05$ 、 $\Delta y=0.04$ となり樹脂黄変が進行している。これに対し新材料の色度変化は、 $\Delta x=0.003$ 、 $\Delta y=0$ であり大幅に改善していることが確認できる。また、従来品の輝度は樹脂の透過率低下によって初期値から70%まで輝度低下するのに対し、新材料ではほとんど輝度低下を生じることなく維持できている。

3.3 試作品特性

3.2節までの検討結果を基に、12.1インチTFT-LCDを用いたガラスボンディング方式の試作を行った。その評価結果を表2に示す。一体化したARガラスは、塩水による劣化や機械的ストレス、傷付きに強い耐久性を持ち、LCDとの空気層をなくした構造は、LCDとガラスの間に生じる結露を防止することもできている。

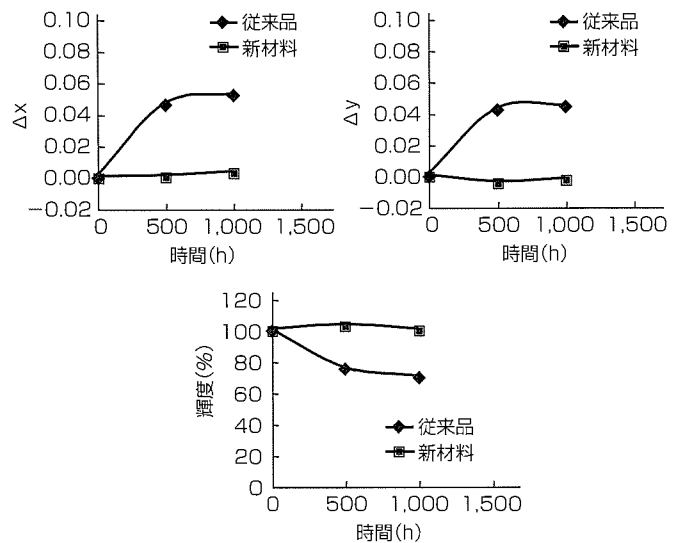


図6. 紫外線照射による特性変化

表2. 12.1インチ試作品評価結果

表示サイズ・解像度	12.1インチXGA-W
輝度	1,000cd/m ²
コントラスト	500
質量	1,300g
外形寸法	289×191.1×22.8(mm)
ガラス厚	2.8mm
塩水噴霧	28日間試験耐久
テープ剥離(はくり)試験	クロスカット試験耐久
冷熱衝撃試験	-20~80℃, 100サイクル耐久
	XGA: eXtended Graphics Array

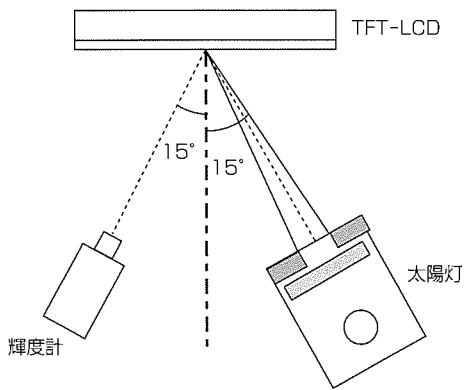


図7. 反射特性測定系

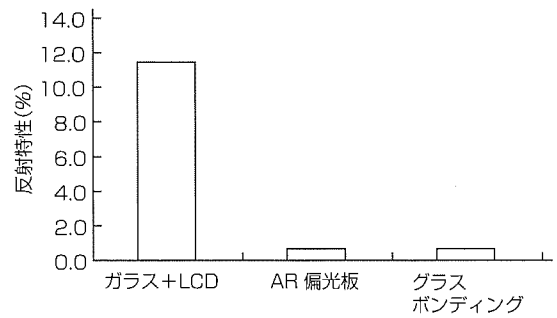


図8. 反射特性測定結果

図7に示す太陽灯を使用した反射特性評価の結果は図8のとおりであり、空気層のあるガラス+LCDの反射特性11.5%に対し、ガラスボンディング方式の反射特性は0.7%まで改善が図れており、ガラスを配置しないAR偏光板LCDと同等の反射特性を得ている。

4. む す び

強い外光下で優れた表示視認性を持つ屋外用TFT-LCDモジュールを開発した。この製品は様々な周囲環境で使用される産業用機器の中でも、特に昼間の屋外環境での使用が想定される券売機やATM、船舶表示機などに最適であり、太陽光の写り込みを意識することなく、あらゆる外光環境で高品位な画像表示が可能となる。

石川敬充* 西岡孝博***
森井康裕*
佐竹徹也**

広視野角の半透過TFT-LCD技術

New Wide Viewing Angle Transflective TFT-LCD

Yoshimitsu Ishikawa, Yasuhiro Morii, Tetsuya Satake, Takahiro Nishioka

要 旨

三菱電機は、新しい半透過型TFT-LCD (Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display) 技術を開発した。その技術は、ECB (Electrically Controlled Birefringence) モードをベースに新しい光学設計とカラーフィルタ設計を用いたものである。

従来の半透過型の長所であった、直射日光下でも視認性が高く、外光を利用しているため消費電力が節約できることに加え、次の特長を備えている。

- ①高透過率
- ②左右80°でCR(コントラスト比)>20の広視野角特性

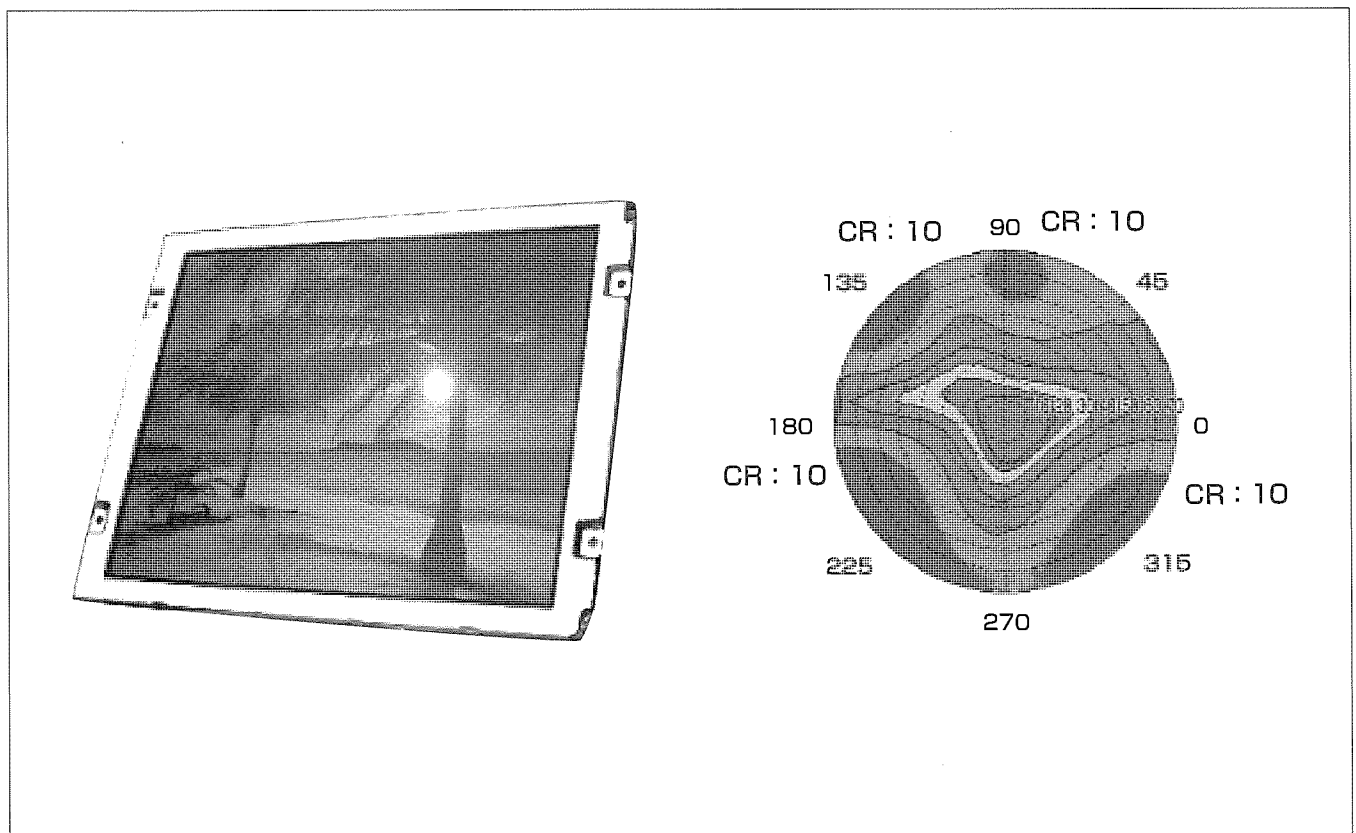
③反射モードの色再現範囲が透過モードの色再現範囲と同じ特性

④広い動作温度範囲

この技術を、5.7型と8.4型の半透過TFT-LCDに適用した。

5.7型では、輝度の自動調整機能を合わせ持たせ、明るい屋外ではバックライト輝度がほぼ0に設定されることで、バッテリー駆動機器の消費電力節減に大きく寄与している。

また、この技術は-40~+85℃の動作温度範囲を確保しており、産業用途又は車載用途にも適用できるものである。



直射日光下での8.4型半透過TFT-LCDと視野角特性

開発した光学設計とカラーフィルタ設計技術を用いることで、高輝度(250nit)、広視野角(左右方向80°でCR>20)を両立させ、反射モードの色再現範囲が透過モードの色再現範囲と同じNTSC (National Television System Committee) 比40%を実現している。

1. ま え が き

液晶ディスプレイは、フラットディスプレイの中で最も活況を呈しており、携帯端末機からTVまで多様な用途に用いられている。携帯端末機、産業用途、車載用途の中には、昼間の屋外等、明るい場所(明所)で使用する場合と屋内等の暗い場所(暗所)で使用する場合の両方の使用環境で、高い表示性能が求められるものがある。

液晶パネルは、使用環境下の外光レベルによって最適な表示方式を選択できる。その表示方式は、透過型、反射型、半透過型に大別できる。透過型はバックライトと呼ばれる光源を点灯し、液晶パネルを通過した光で表示を行う方式であるため、暗所での視認性は高いが、明所での視認性は低い。一方、反射型は液晶パネルに入射した光を反射して表示を行う方式であるため、明所での視認性は高いが暗所での視認性が低い。透過型と反射型の機能を合わせ持つ、いわゆる半透過型は、周囲の明るさに合わせて表示モードを切り替えることで、常に視認性の高い表示が得られる。そのため、半透過型液晶パネルは、屋外でも使用される携帯機器や移動体機器用のディスプレイとして広く用いられている。

しかし、半透過型液晶パネルは、一つの画素内に透過モードで表示を行う領域(透過領域)と反射モードで表示を行う領域(反射領域)とを別々に持っているため、透過モードでの輝度が小さくなってしまいうという短所がある。また、現状の半透過型液晶パネルでは、透過モードと反射モードでの表示を両立させる必要性から、位相差フィルムが付随した円偏光板が必要であり、透過部の視野角特性が透過型液晶パネルに比べて狭くなってしまっている。反射モードでは、白色度の黄色みシフトを防止しなくてはならないため、色再現範囲が不十分であり、これらの表示性能の改善が求められている。

そこで、バックライト光で表示する透過モードでの光利用効率が小さくなる短所の影響をできるだけ小さくし、透過モードと外光を反射して表示する反射モードの両方で優れた表示特性を得るため、液晶セル、カラーフィルタ、及び位相差フィルムを含めた液晶光学設計技術の開発を行った。

本稿では、開発した半透過型液晶パネルの広視野角化技術と、反射色再現範囲の拡大技術について述べる。

2. 広視野角化

2.1 光学設計

液晶モードは、ECBモードを採用した。光利用効率が他の液晶モードよりも高いためである。ただし、視野角特性は、産業用途、車載用途に対して十分な特性があるとは言えないため、斜め視野、特に横方向における黒表示の光

ぬけが最小になるような光学設計を検討した。

検討した光学設計について述べる。一般的に半透過ECB液晶パネルでは、パネル両側に円偏光板を配置し、反射領域の液晶層厚と液晶の屈折率異方性(Δn)の積が約1/4波長、透過領域の液晶層厚と液晶の屈折率異方性(Δn)の積が約1/2波長になるように反射領域と透過領域の液晶層の厚さを別々に設定することで、反射モードでも透過モードでも、ノーマリホワイト(液晶層に電圧を印加して黒を表示する方式)での表示が可能となり、比較的良好な表示特性を得ることができる。通常、円偏光板は、偏光板と1/4波長板($\lambda/4$ 板)と1/2波長板($\lambda/2$ 板)とを組み合わせで構成される。これらの光学特性には波長依存性(波長分散)が存在するが、組み合わせ方を適切に設定することによって波長分散を制御して、より良好な表示特性を得ている。

図1に開発した半透過型パネルの断面図を示す。TFT基板側(バックライト側)の円偏光板のみ、 $\lambda/4$ 板を視野角補償の機能を持つ2軸位相差フィルム(BRF)と液晶フィルム(LCF)で構成されたものを採用した。

また、半透過ECBモードでは、 $\lambda/4$ 板の光軸(遅相軸)方向と液晶の配向方向を平行関係又は、垂直関係に配置することが一般的であった⁽¹⁾。電圧を印加して黒を表示させる場合の液晶層の残留位相差を $\lambda/4$ 板の位相差板で補償しやすいためである。我々は、 $\lambda/4$ 板の光軸(遅相軸)方向と液晶の配向方向を平行関係から25°程度ずらすことで、コントラスト比(CR)視野角と色視野角も拡大することを見出し、図2に示すように、視野角特性を向上させることができた⁽²⁾。さらに円偏光条件を満たすために、 $\lambda/2$ 板には、従来の $\lambda/2$ の位相差値よりはかなり小さい220nmの位相差板を用いていることが特徴である。

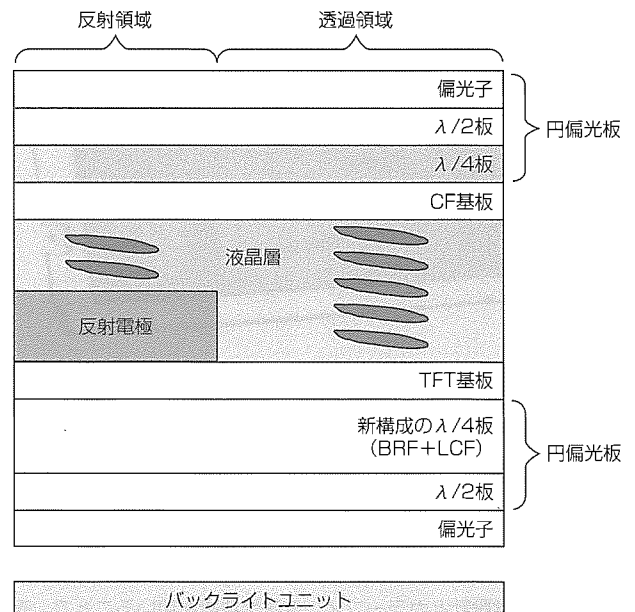


図1. パネル断面図

ノーマリホワイトの半透過ECBで、黒表示させるには、電圧を印加した際の液晶層の残留位相差と配向方向、複数枚の位相差フィルムの位相差値と遅相軸角度とが所望の値に合致したときに、黒表示をさせることが可能となる。位相差フィルムのわずかな位相差変動があると、黒輝度が上昇しCRを低下させるため、CRに対する位相差マージンも設計時に十分考慮する必要がある。我々は、温度変化に対する円偏光板の位相差変動を定量的に把握し、従来よりも位相差変化に対しCRのマージンが広い設計を実施している。

2.2 視野角特性

2.1節で述べた技術を用いて8.4型VGA (Video Graphics Array) のTFT-LCDを試作した。光利用効率の高いECBモードの採用によって、輝度は250nit以上を達成した。色再現範囲はNTSC比で40%である。図3にCRの視野角特性を示す。左右80°以上でCR>20を達成している。また、図4、図5に示すように、左右方向でのカラーシフトとガンマの視角依存性も小さく、図6に示す半透過VA (Vertical Alignment) モードの半分以下に抑えられていることが確認できた。

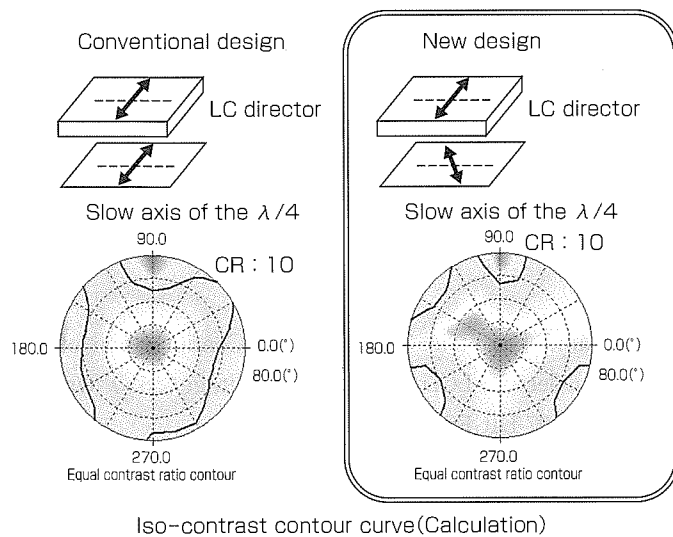


図2. 従来設計と新設計の特徴

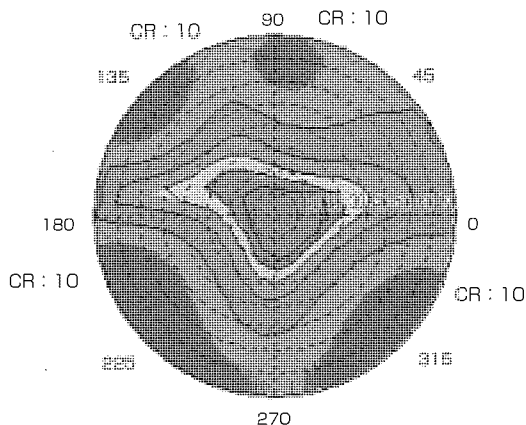


図3. 等CR線図(実測)

3. 反射色の再現範囲拡大化

3.1 カラーフィルタ(CF)設計

透過型液晶パネルで広く用いられている、赤(R)、緑(G)、青(B)の3原色の色材を用いたCFは、透過率を高くするため視感度の高い緑の色材について特性(色と透過率)を良くしている。そのため、透過型液晶パネルで用いられているCFを、半透過型液晶パネルに用いた場合、反射モードの色再現範囲は広いが、白の色味が黄色にシフトするという問題があった。この問題を改善する手法として、反射領域と透過領域のCFで異なる色材を配置させるものがあるが、色材の種類が従来の3色から6色に増え、CF作製工程が約2倍になることから多大な製造コストがかかるという問題があった。そのため透過領域と反射領域で色材を変えなく、さらに新たなプロセスを加えることなく、反射の色再現範囲拡大と白色度の黄色み防止を両立させる技術を検討した。

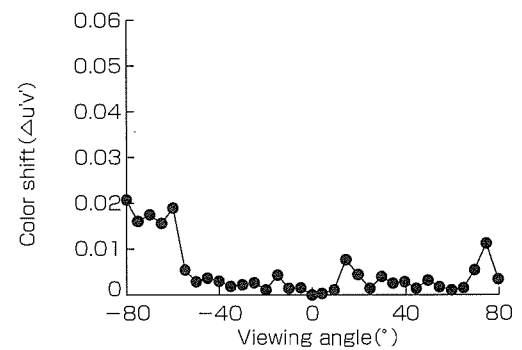


図4. カラーシフト(左右方向, Red)

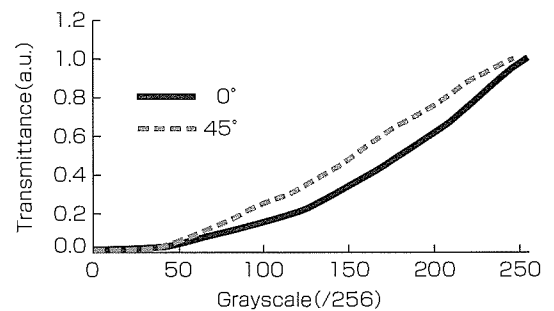


図5. ガンマの視角依存性(左右方向)

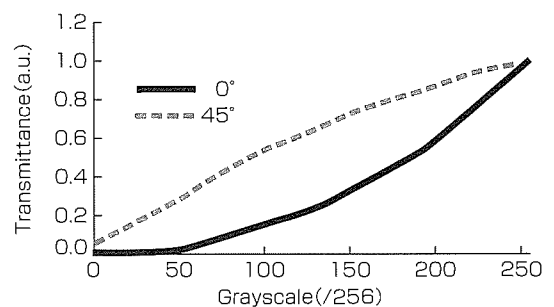


図6. 半透過VAのガンマの視角依存性(左右方向)

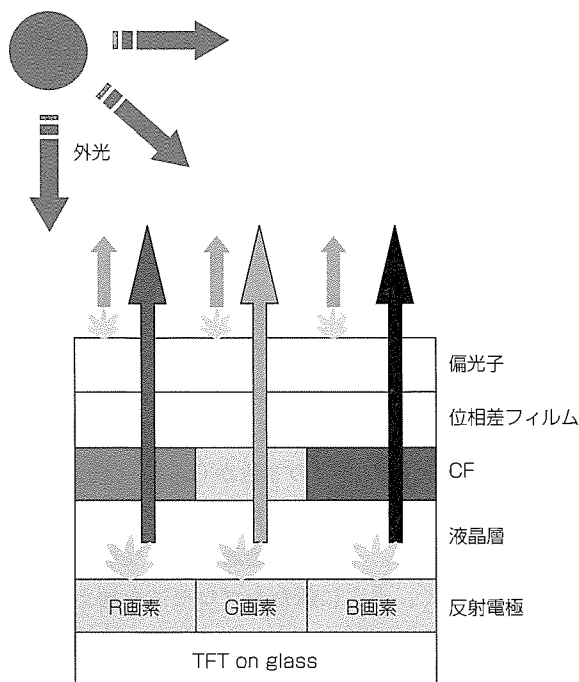


図7. CF設計の説明概略図

まず、反射の色に影響を与える因子を定量的に把握した。その結果、図7に示すように、空気界面の偏光板表面での反射、CFの透過スペクトル、各R、G、B画素の反射領域の面積が大きな因子であることが分かった。特に偏光板表面での反射スペクトルは、表面処理の方法によって大きく異なることが分かった。そこで偏光板表面での反射スペクトルとCFの透過スペクトルを混色させ、反射モードの白色度が黄色みがからないように、R、G、B画素ごとに最適面積を算出し、反射領域を形成した⁽³⁾。面積比を調整すると、反射率の低下が発生する場合があるが、柱スペーサや遮光領域などの位置を最適化して反射面積比を変えることで、反射率の低下を最小限に抑えることができる。

3.2 反射特性

白、赤、緑、青の各色の座標を図8に示す。反射の白色度が $x=0.31$ 、 $y=0.36$ と黄色シフトを防止して、色再現範囲が透過モードと同じNTSC比40%を達成することができ、色再現範囲と白色度を両立させることができた。さらに、

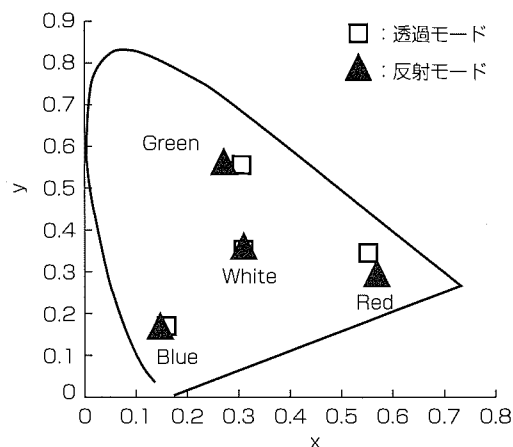


図8. 色度図

透過モードと反射モードの色座標はほぼ等しいので、外光の変化による透過モードと反射モードの切替え時でも、色の見栄えが変わらないディスプレイであることが確認できた。

4. むすび

新しい半透過型TFT-LCD技術を開発した。ECBモードをベースに新しい光学設計とCF設計を用いることで、高透過率、広視野角(左右80°でCR>20、カラーシフトとガンマシフトの抑制)、反射モードの色再現範囲が透過モードの色再現範囲と同じ特性を実現させている。動作保証温度範囲は-40~+85℃であり、産業用ディスプレイはもちろん、車載用ディスプレイにも対応可能である。

参考文献

- (1) Lim, J.I., et al.: New Optical Configuration of Transflective LCD for the Low Voltage(2.5V) Driving, SID 07 DIGEST, 710~713 (2007)
- (2) Ishikawa, Y., et al.: New Wide Viewing Angle Transflective TFT-LCD, SID 07 DIGEST, 1393~1396 (2007)
- (3) 森井康裕, ほか: 半透過型液晶表示装置, 日本国特許: 特許第3974141号

温度補償型FFD技術

中西邦文* 長瀬章裕**
 寺垣智哉* 染谷 潤***
 鷹木二郎*

FFD Technology for Adapting Environmental Temperature

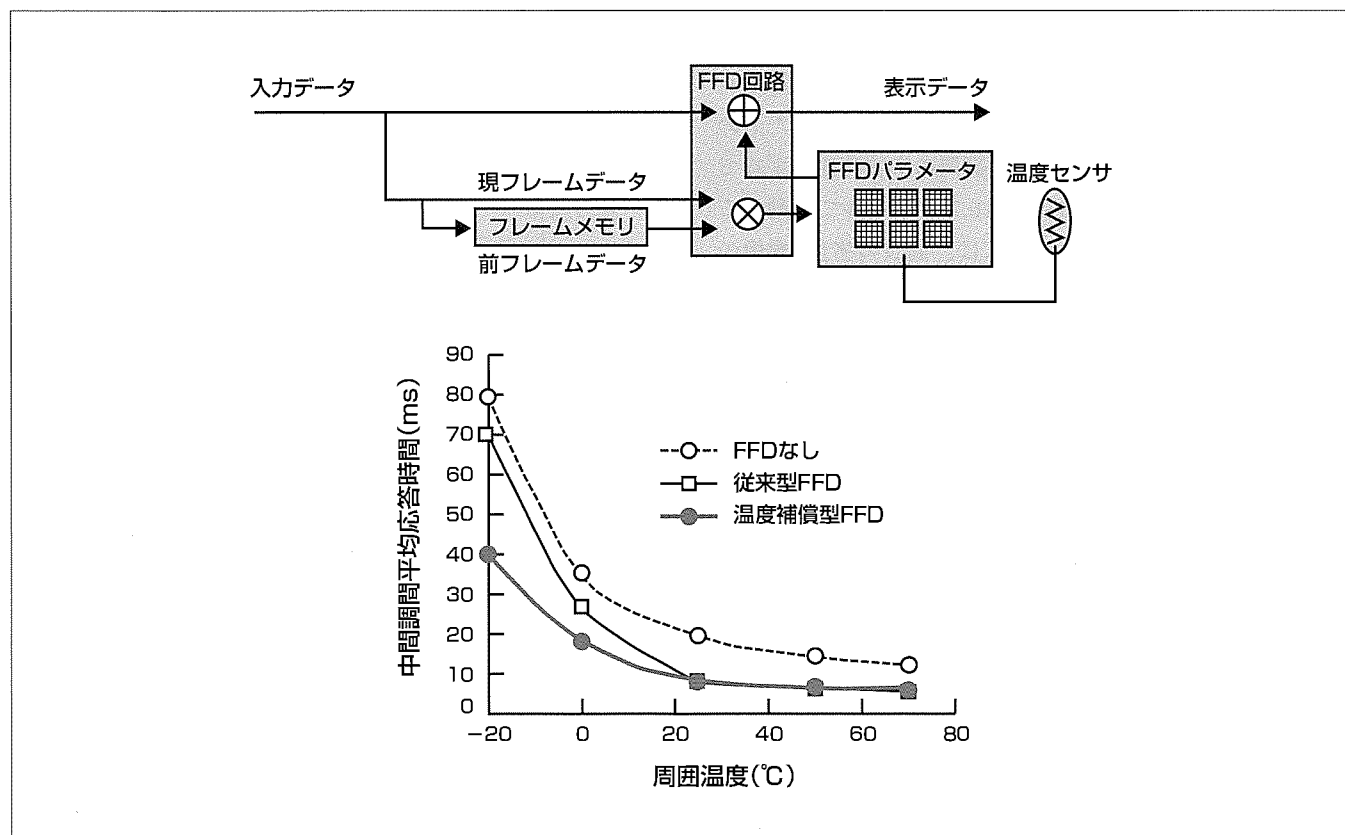
Kunifumi Nakanishi, Tomoya Teragaki, Jiro Takaki, Akihiro Nagase, Jun Someya

要 旨

LCD(液晶ディスプレイ)は、テレビ用のモニターをはじめとして、携帯機器用、各種産業用機器用など幅広い用途に使用される中、表示コンテンツとして動画を表示する機会が増加している。LCDの動画性能を向上させるために、近年、種々の技術開発が行われ製品適用されているが、適用技術としては、そのディスプレイの使用用途や、コスト、その他種々の特性を考慮する必要がある。

三菱電機は、種々の環境で安定した表示性能が要求される産業用・車載用のディスプレイで、良好な動画表示を可能とする温度補償型FFD(Feed Forward Driving)を適用

したLCDを開発した。温度補償型FFDでは、各温度での最適なFFDパラメータをあらかじめ設定しておき、温度センサからの温度情報に基づき、周囲温度の変化に追従して最適なFFDパラメータを抽出し、画像データを表示させる。これによって、液晶の高速応答化の際に発生する誘電緩和現象による段階的な応答や、低温度環境での低速応答化、高温度環境でのオーバーシュートなどの特性を改善し、低温から高温まで、種々の温度環境にわたって良好な動画表示を実現できるようにした。



温度補償型FFDのブロック図とLCDの応答性能の周囲温度依存性

上図は、温度補償型FFDの回路構成ブロック図を示す。各温度での最適なFFDパラメータを設定しておき、温度センサからの温度情報に基づき、最適なFFDパラメータを抽出し、画像データを表示させる。下図は、温度補償型FFDを適用したLCDで、周囲温度を変化させたときの中間調の応答時間の平均値の測定結果を示す。室温のみで最適化された従来型FFDに対して、各温度での応答特性が改善されている。

1. ま え が き

近年、液晶ディスプレイはテレビ用のモニタを中心として、携帯機器用、各種産業用機器用など幅広い用途に市場を拡大している。従来の表示デバイスであるCRT(Cathode Ray Tube)に比べて、液晶ディスプレイは応答性能が劣っており、動画を表示した際にはぼやけた画像となるという課題があった。しかし、この点を改善するための種々の技術開発が盛んに行われ、通常の表示画像では、CRTに遜色(そんしょく)のない高画質化を実現するに至っている。これらの動画質改善技術については、実用的には液晶ディスプレイの使用用途や、コスト、種々の特性などを考慮し、適切な技術を適用する必要がある。

各種産業用・車載用の表示器としては、安定した画質、種々の環境に適應できる性能が要求される。本稿では、これらを考慮し、産業用・車載用液晶ディスプレイ向けに開発した温度補償型FFD技術について述べる。

2. LCDの応答特性

LCDの表示画面は、一般に60Hzの周波数で画像の書換えを行っており、動画像を表示する場合、ある画素に着目すると、16.7msごとに、ある階調から別の階調に変化している。図1は、旧来の特性を持つLCDで、ある中間階調からそれよりも高い他の中間階調及び低い中間階調にそれぞれ変化させたときの光学的な応答波形の実測値を示す。この応答波形を各中間階調について採取し、輝度の初期レベルから到達レベルに対する応答時間をプロットしたものが図2である。この例では、中間階調の応答時間は平均で約34ms要しており、前に述べた16.7msレベルで変動するような動画像が表示される場合には、画質の劣化(画像のぼやけ)の要因となる。

そこで、液晶の粘性を下げたり、セルギャップを狭くするなどの対策によって、応答時間を短くする。図3は、これらの対策を行ったLCDについての中間階調の応答波形の測定結果であり、図4はその応答時間をプロットしたものである。中間階調の平均応答時間は約19msと、大幅な

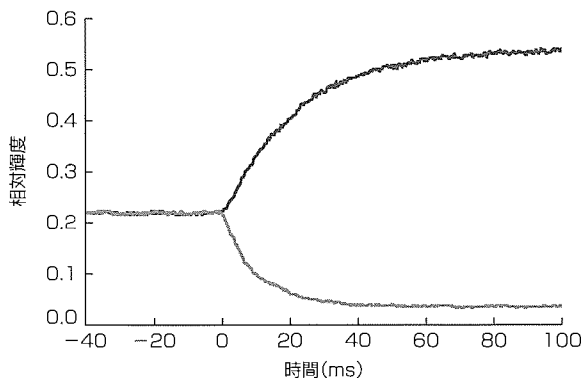


図1. 応答波形(旧来型LCD)

改善がみられる。ただし、例えば24階調から48階調への応答時間は28msであり、動画を表示する用途としては、不十分である。さらに図3の波形を見ると、1フレームごとに応答波形が段階的に変化していることが分かる。これは、TFT-LCD(Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display)の画素容量の誘電緩和現象によるものであり、ある画素の一充電期間(≒一水平走査期間)に、一定の電位が印加され液晶分子が動き出すと、液晶容量が変化し液晶の実行電圧が低下する。このため、液晶が1フレーム内で到達する目標電位が変化し、所望の透過率に到達せず、次のフレームで同様の現象が繰り返される。これが応答波形が段階的に

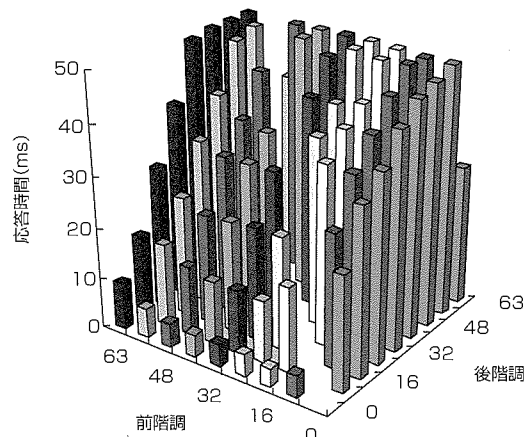


図2. 中間調間の応答時間(旧来型LCD)

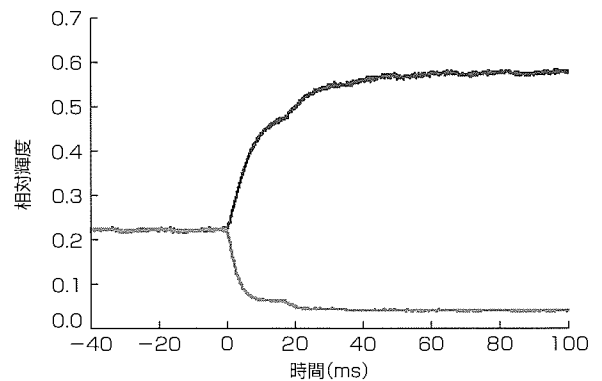


図3. 応答波形(液晶の応答特性改善)

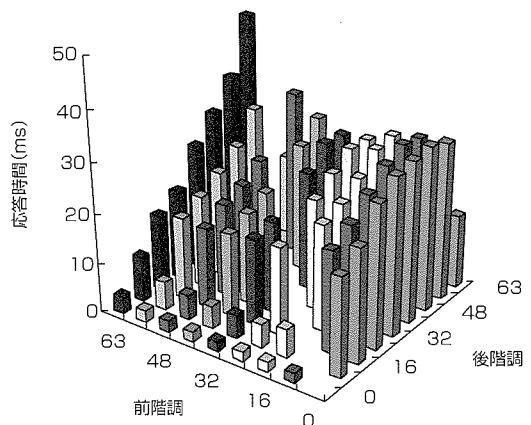


図4. 中間調間の応答時間(液晶の応答特性改善)

変化している原因である。表示画像としては、動画の境界部分に段階的なゴーストとして視認され、動画質の劣化をもたらす。このように、液晶材料やパネル構造の改善のみでは、中間調間の応答特性の改善や、段階的な応答に対しては不十分である。

3. FFD技術による応答特性の改善

2章で述べた中間調の応答特性を改善する技術として、一般にオーバードライブ技術が知られており、三菱電機ではFFD技術として採用している⁽¹⁾。FFDの原理を図5に示す。通常、ある階調G1から階調G2に表示を切り換える際、液晶に印加する電圧はV1からV2に変化させていた。これに対してFFDでは、図5(a)に示すように、V2よりも大きな電圧Vodを1フレーム期間に印加し、強制的に液晶分子を動かす駆動方式である。この結果、図5(b)の実線のように応答特性が向上する。図6はFFDの回路構成ブロック図であり、入力画像データはフレームメモリに蓄えられ、次フレームの画像データと比較され最適のFFDパラメータ(オーバードライブデータ)が抽出され、表示される。なお、画像データのフレームメモリへの蓄積及び前後データの比較では、データの圧縮/符号化及び復号化などの技術によって、メモリ規模の削減が可能になる⁽²⁾。

図7は図3の応答特性を持つLCDで、FFDを適用した場合の応答波形図であり、図8はその応答時間をプロットしたものである。中間調間の平均応答時間は、FFDなしでは19msであったのが、FFDありでは8msとなり、大幅に改善している。加えて、応答波形も段階的に変化していたものが改善していることが分かる。

4. LCD応答特性の温度依存性

LCDの応答特性は、主に液晶材料の特性の影響により、

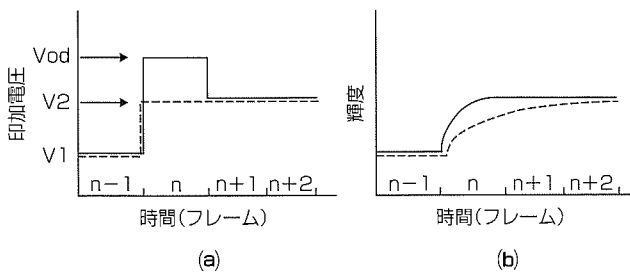


図5. FFDの原理

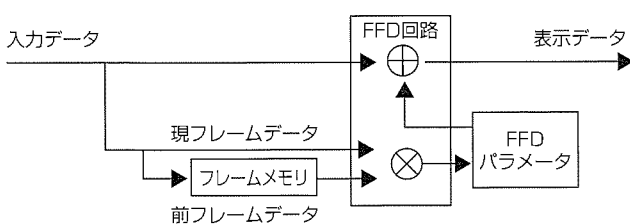


図6. FFDの回路構成ブロック図

周囲温度によって大きく変化する。図9の破線は図4で用いたLCDについて、周囲温度を変化させたときの中間調間の応答時間の平均値の測定結果である。応答特性は、低温では急激に悪化していることがわかる。また図9の実線は、同じLCDについて、前に述べたFFDを適用したLCDの応答特性の温度依存性の測定結果である。なお、FFDパラメータは、図5に示したように応答波形を観測して最適値を求めるが、このときの周囲温度は室温として設定している。FFDによって各温度での応答特性は改善しているが、低温ではその改善効果は少ないことが分かる。

図10はこの室温で最適化したFFDで、ある中間調から他のある中間調への応答波形を示す。0℃では、FFDを

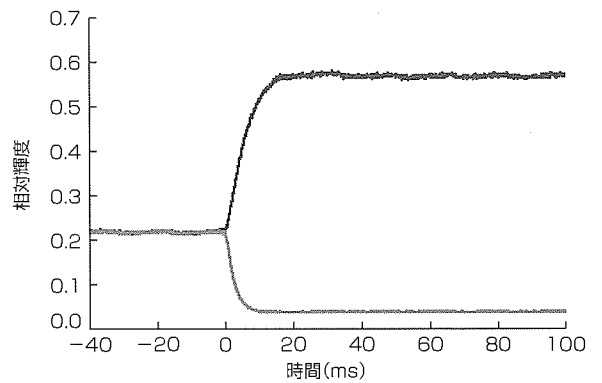


図7. 応答波形(FFDによる応答特性改善)

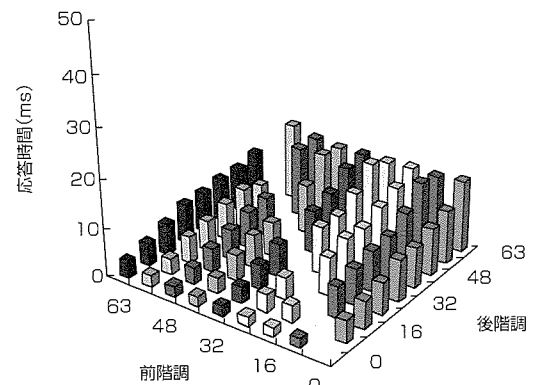


図8. 中間調間の応答時間(FFDによる応答特性改善)

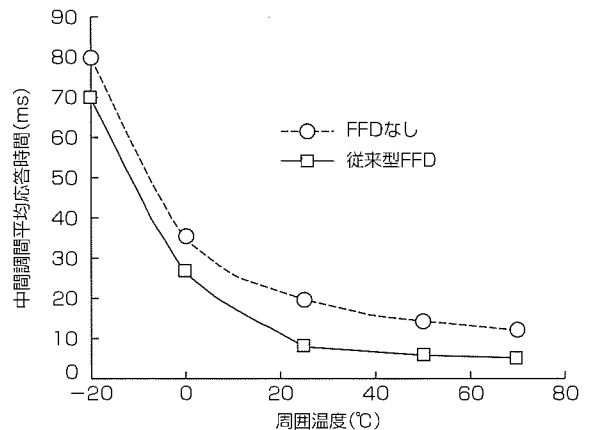


図9. 応答特性の周囲温度依存性

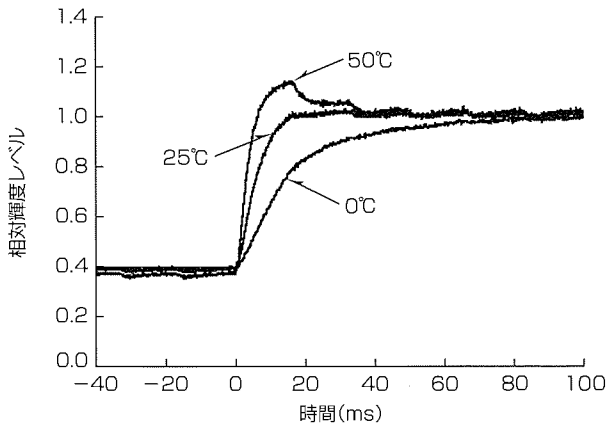


図10. 従来型FFDでの中間調間の応答波形

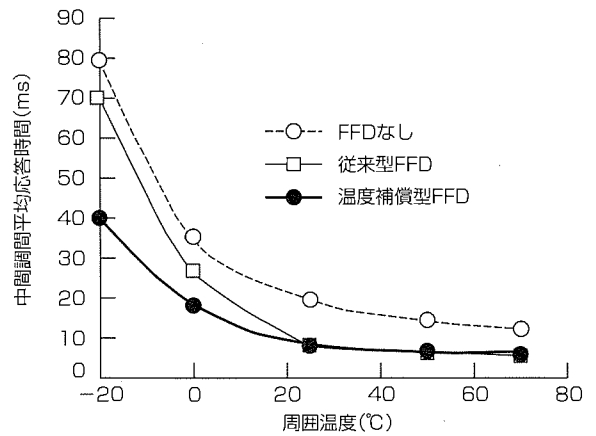


図12. 応答特性の周囲温度依存性

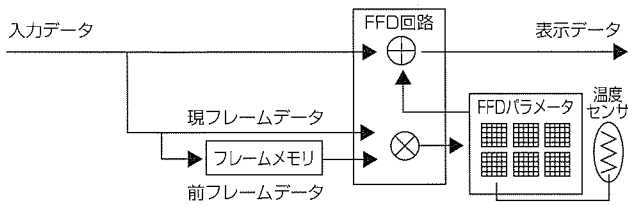


図11. 温度補償型FFDの回路構成ブロック図

適用しているにもかかわらず、40ms以上の応答時間を要している。また、50°Cの高温では応答特性は改善しているものの、オーバーシュートが見られ、設定輝度レベルよりも高い値にまで達しており、表示画像としてはゴーストが視認される可能性がある。このように、25°Cの室温条件で最適化したFFDパラメータでは、温度が変化した場合に改善効果が少なかったり、オーバーシュートなどの不都合が生じる場合がある。

5. 温度補償型FFDによる応答特性の改善

図11は4章で述べた温度変化時でも最適のFFDパラメータが得られるようにした温度補償型FFDの回路構成ブロック図である⁽³⁾。各温度での最適なFFDパラメータをあらかじめ設定しておき、温度センサからの温度情報に基づき、最適なFFDパラメータを抽出し、画像データを表示させる。図12は温度補償型FFDを適用したLCDで、周囲温度を変化させたときの中間調間の応答時間の平均値の測定結果である。室温のみで最適化された従来型FFDに対して、特に低温での応答特性が改善されていることが分かる。図13はある中間調間の応答波形を示す。0°Cの低温でもFFDによる応答特性改善効果がある一方、50°Cの高温でも、図10の従来型のFFDで見られたオーバーシュートも改善していることが分かる。このように温度補償型FFDでは、温度が変化しても最適のFFDパラメータが得られ、良好な表示画像が実現できることを確認した。

6. む す び

種々の環境で安定した表示性能が要求される産業用・車

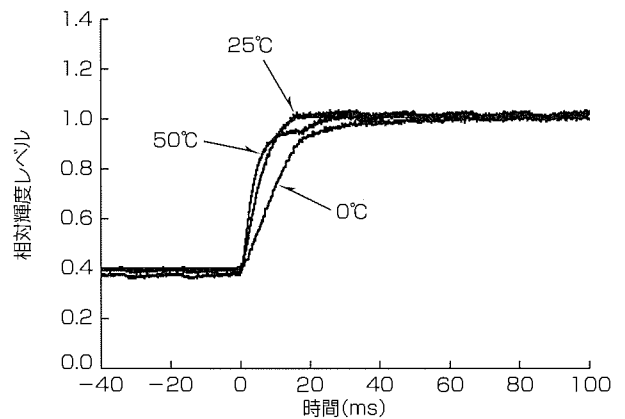


図13. 従来型FFDでの中間調間の応答波形

載用のディスプレイで、良好な動画表示を可能とする温度補償型FFD技術を適用したLCDを開発した。温度補償型FFDでは、周囲温度の変化に追従して最適なFFDパラメータを適宜選択し、最適な加速データを得ることができる。これによって、液晶の高速応答化の際に発生する誘電緩和現象による段階的な応答や、周囲温度による低速応答化、オーバーシュートなどの特性を改善し、種々の温度環境にわたって良好な動画表示を実現できるようにした。

参 考 文 献

- (1) Nakanishi, K., et al.: Fast Response 15-in. XGA TFT-LCD with Feedforward Driving(FFD) Technology for Multimedia Applications, SID '01 Digest, 488~491 (2001)
- (2) Someya, J., et al.: Reducing Memories of Compression Feed-forward Driving for a New LCD-Controller, Journal of the Society for Information Display, 12, No.1, 37~44 (2004)
- (3) Someya, J., et al.: Development of Single Chip Overdrive LSI with Embedded Frame Memory, SID '08 Digest, 464~467 (2008)



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)

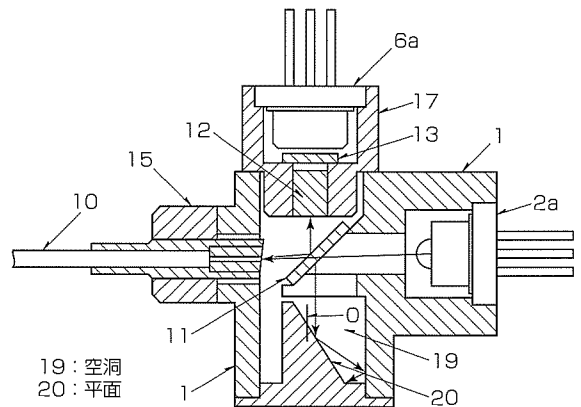
光半導体素子モジュール 特許第3334381号(特開平8-160259)

この発明は、光通信において波長多重により双方向通信を行う光半導体素子モジュールに関するものである。

このモジュールは双方向通信用のため、送信用光半導体素子(2a：発光素子)と受信用光半導体素子(6a：受光素子)が同一パッケージに組み込まれるので、従来の半導体光素子モジュールでは、モジュール内部での光の反射等による近端漏話を低減させるために光分離フィルタ(11)への要求性能の増加によるコストの増加、バンドパスフィルタへ(13)の要求性能の増加と枚数の増加によるコストの増加を生じる課題があった。

この発明では、光分離フィルタ(11)等で発生した近端漏話の原因となる迷光成分をモジュールケース内部の光終端器(0)で吸収し、吸収できなかった迷光成分を受光素子(6a)に入射しない方向に反射させることにより近端漏話を低減させた。

発明者 根本廣文, 須田 博, 中村 猛, 鈴木昭伸
図は、光分離フィルタ(11)を介在して受光素子(6a)と向かい合う位置に空洞(19)を持つ楔(くさび)型の光終端器(0)を設け、光終端器(0)で迷光成分を吸収することにより近端漏話の低減をした例である。



〈次号予定〉三菱電機技報 Vol.83 No.6 特集「暮らしを支えるネットワーク」

三菱電機技報編集委員 委員長 高桑 聖 委員 小林智里 増田正幸 島中恵司 石田佳菜恵 戸田明男 世木逸雄 江頭 誠 河合清司 種子島一史 安井公治 石川哲史 光永一正 河内浩明 橘高大造 事務局 園田克己 本号取りまとめ委員 江頭 誠	三菱電機技報 83巻5号 2009年5月22日 印刷 (無断転載・複製を禁ず) 2009年5月25日 発行 編集人 高桑 聖 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
三菱電機技報 URL 三菱電機技報に関するお問い合わせ先	URL http://www.mitsubishielectric.co.jp/corporate/giho/ URL http://www.mitsubishielectric.co.jp/support/corporate/giho.html
英文季刊誌「MITSUBISHI ELECTRIC ADVANCE」がご覧いただけます	URL http://global.mitsubishielectric.com/company/rd/advance/

スポットライト

小荷物専用昇降機 リョーデンリフト Gシリーズ

菱電エレベータ施設(株)が自社ブランドとして開発した、リョーデンリフト Gシリーズについてご紹介します。

1. 小荷物専用昇降機とは

かごの水平投影面積が1m以下で、かつ天井高さが1.2m以下で、小荷物を専用に運搬する昇降機です。

2. リョーデンリフト Gシリーズとは

“視認性, 操作性, 利便性” “安全性, 信頼性” “環境適合性” “保守性”を開発コンセプトに、2008年7月に市場投入しました。

(1) 視認性, 操作性, 利便性

操作盤大型表示パネル,
ハンズフリーインタホン, オートアナウンス,
出入口とかご扉同時開閉
(出入口扉を開閉するとかご扉が連動開閉)

(2) 安全性, 信頼性

積み過ぎ警報装置

(3) 環境適合性

環境リスク低減(プリント基板の鉛フリー化等),
軽量化, 長寿命化

(4) 保守性

操作盤大型表示パネルへのエラーNo.表示,
メンテナンス時期のお知らせ表示

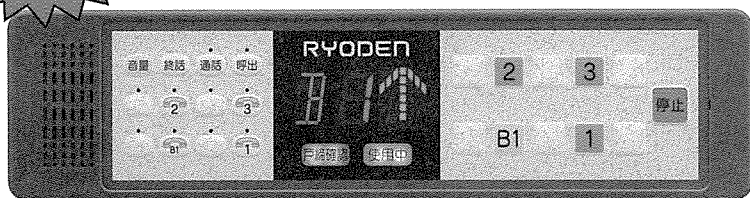
3. 基本仕様

タイプ - かご積載量 (kg)	テーブルタイプ フロアタイプ ユニットタイプ	RT-30/50/100 RL-200/300/500 RU-30/50/75
かご方向	一方向(S) 貫通二方向(D) 直角二方向(LD)	
かご昇降速度	45m/min 23m/min (RL-500)	
制御方式	交流インバータ速度制御 (マイコン制御, 各階シリアル通信)	
運転方式	相互階操作方式	

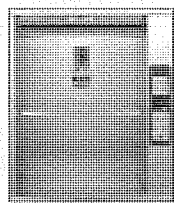
RYODEN LIFT G series

パッと

見やすい操作盤大型表示パネル

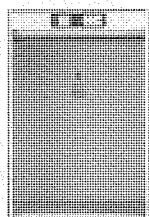


◆腰の高さで
スムーズな出し入れ



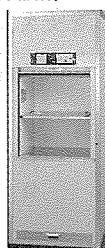
テーブルタイプ

◆大きな荷物に最適



フロアタイプ

◆リフトと昇降路の
一体設計



ユニットタイプ



スポットライト

プラットフォーム統合ソリューション “VMINTEGRA ヴィエムインテグラ”

企業の情報システムを構成するサーバの台数は増加する傾向にあり、運用コスト削減や省スペース、省エネルギーを目的としたサーバ統合(台数削減)が求められています。

複数のサーバを統合するには、1台のコンピュータ上で複数のOSを稼働できる仮想化技術を用いるのが有効ですが、安定した動作に必要なリソース設計やパフォーマンス評価、仮想化環境の構築コストが中堅・中小企業の導入を妨げていました。

三菱電機インフォメーションテクノロジー(株)は今回、中堅・中小企業の業務システム用サーバを容易に低コストで統合できるプラットフォーム統合ソリューションを発売します。

■ 製品の特長

(1) 仮想化環境の設定が容易なテンプレートとサーバ統合に必要なソフトウェアをオールインワン

中堅・中小企業に多く採用されている販売管理や生産管理、会計、給与計算などの業務パッケージ製品を最適に稼働させる仮想化環境を簡単に設定できる“VM導入テンプレート”を搭載しました。各パッケージメーカーと共同で動作を確認済みなので、専門知識がなくても容易に短期間かつ低コストでサーバを統合できます。

仮想化ソフトウェアには信頼性の高いVMware^(注1) Infrastructure

3を搭載しており、統合したシステムの運用を一元的に管理、監視するのに必要なソフトウェアもすべて搭載しました。

(2) ワンストップのサポートサービスも充実

オプションとして、システムの遠隔監視サービスや、リモートバックアップサービス、環境対策に必要な省エネルギー/グリーンIT診断サービスなどをワンストップで提供するサポートサービスを用意しました。

(3) 省スペース、消費電力削減、省エネルギー(CO₂排出量削減)によってグリーンITに対応

パソコンサーバ3台を1台に統合することで、スペースを約11m²から約4m²に削減^(注5)できます。さらに、消費電力が半分以下^(注5)になり、年間約46tのCO₂排出量を削減^(注5)できます。

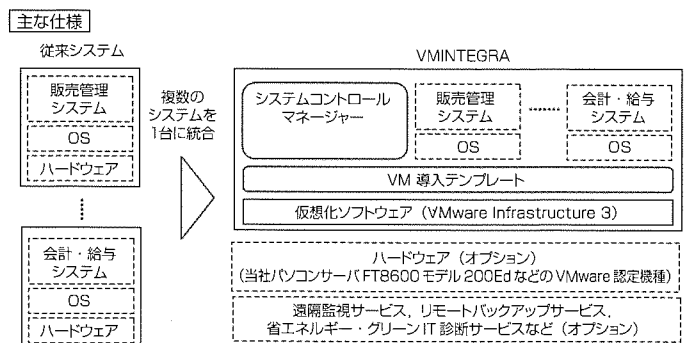


図2. システム構成

サーバ統合による企業経営トータルコスト削減へ

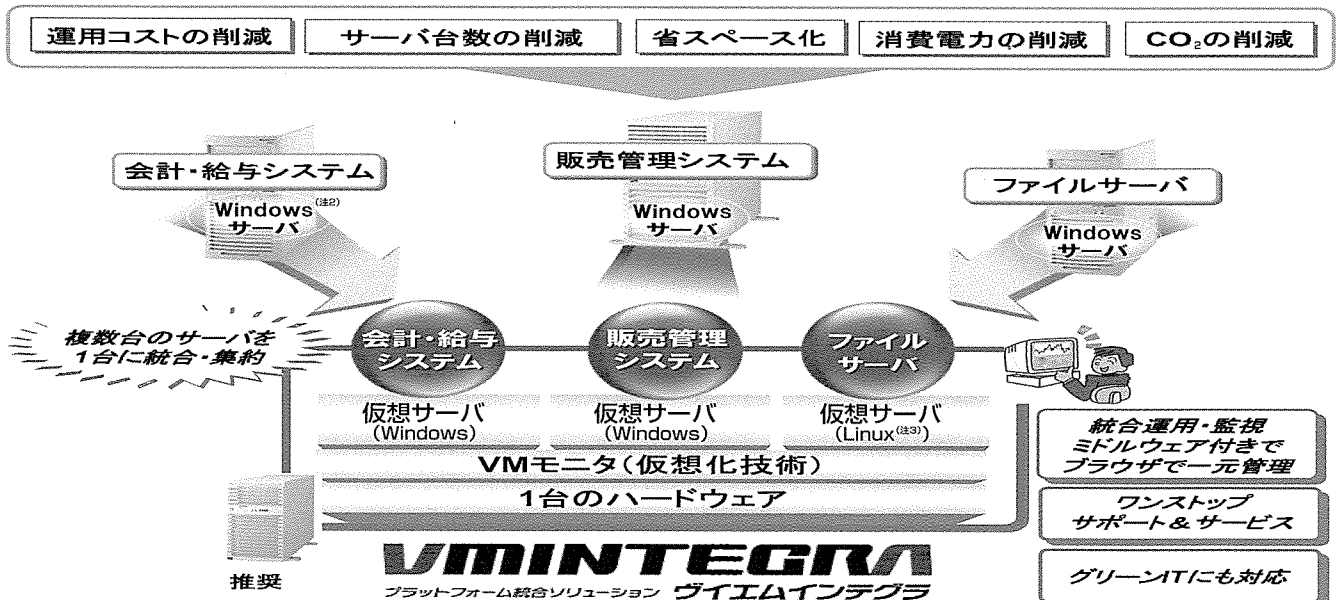


図1. VMINTEGRA^(注4) 概要

(注1) VMwareは、米国及びその他の地域におけるVMware, Inc.の商標又は登録商標です。

(注2) Windowsは、米国Microsoft Corp.の米国及びその他の国における商標又は登録商標です。

(注3) Linuxは、Linus Torvalds氏の米国及びその他の国における商標又は登録商標です。

(注4) ヴィエムインテグラ/VMINTEGRAは、三菱電機(株)が商標出願中です。

(注5) いずれも当社パソコンサーバFT8600モデル200Edをモデルに算定