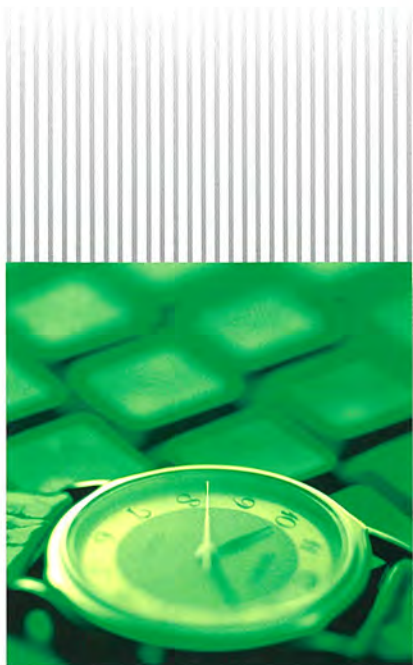


MITSUBISHI

三菱電機技報 Vol.83 No.7

2009 7

特集「グリーンITソリューション」



目次

特集「グリーンITソリューション」

グリーンIT企業への転換 1
新井 範子

三菱電機グリーンITソリューション 2
伏見信也・藤原聡子

省エネルギーのPDCAの管理基盤
環境経営推進ソリューション“MELGREEN” 7
松井陽子・石川雅朗・楓 仁志

動態情報や環境データを用いた
照明・空調省エネルギーシステム評価 11
菅野幹人・高山茂伸・平田飛仙・金子洋介・泉井良夫

CO₂削減に貢献するITシステムの環境負荷評価手法 15
高橋郁夫・大野次彦・北上真二・田中基寛・多々良智子

プラットフォーム統合ソリューション“VMINTEGRA” 19
伊藤正裕・山田健策

グリーン対応データセンター 23
稲坂朋義・目黒久雄

汎用熱・流体解析パッケージ
“FlowDesigner”の活用技術と事例 27
三浦哲朗

グリーンITに対応した統合物流情報システム“Dr.Logis” 31
大山 覚・池田千晶・奥田正洋・集貝大祐

高圧受電事業所設備の電力消費量監視システム
“ざ・電力番 for Web” 35
小西 修・布見博文

一般論文

金融業向け音声認識ボイスロギングソリューション 39
吉田裕美・伍井啓恭・岩山洋明

進化した監視カメラ用録画・配信サーバ“ネカ録” 43
三浦敏広・内村誠之

セキュリティマネジメント高度化サービス 47
安西宏司・飯田 茂・武曾 徹

MINDモバイルネットワークにおける
認証システムの高信頼化 51
金山秀司・杉田屋章子・寺内弘典・勝田喬雄

岡崎市図書館交流プラザ図書館システム 55
溝呂木信之・加藤正和・前田剛志・河盛一郎・服部幸一

特許と新案

「配送計画立案システム及び配送計画立案プログラム」
「配送計画立案システム」 59

「ネットワークインストールシステム」 60

Green IT Solution

A Shift to Green IT Company
Noriko Arai

Green IT Solution of Mitsubishi Electric Group's
Shinya Fushimi, Satoko Fujiwara

Green Management Solution "MELGREEN" as a PDCA Platform for Energy-Saving
Yoko Matsui, Masaaki Ishikawa, Satoshi Kaede

Energy Saving System Estimation for Lighting and Air Conditioner
Mikihito Kanno, Shigenobu Takayama, Takahisa Hirata, Yosuke Kaneko, Yoshio Izui

Life Cycle Assessment for IT System
Ikno Takahashi, Tsugihiko Ohno, Shinji Kitagami, Motohiro Tanaka, Satoko Tatara

Platform Integrate Solution "VMINTEGRA"
Masahiro Ito, Kensaku Yamada

Green Data Center
Tomoyoshi Inasaka, Hisao Meguro

Use Technology and Case of Heat and Fluid Analysis Package Software "FlowDesigner"
Tetsuro Miura

Mitsubishi Logistics Information System "Dr.Logis" Supporting Green IT
Satoru Ohyama, Chiaki Ikeda, Masahiro Okuda, Daisuke Shugai

Power Consumption Monitoring System for High Electric Power Received Plant
Osamu Konishi, Hirofumi Nunomi

Voice Logging Solution Using Speech Recognition Technology for Finance Business
Hiromi Yoshida, Hiroyasu Itsui, Hiroaki Iwayama

Evolving Recording and Delivery Server "NECAROKU" for Surveillance Camera
Toshihiro Miura, Seishi Uchimura

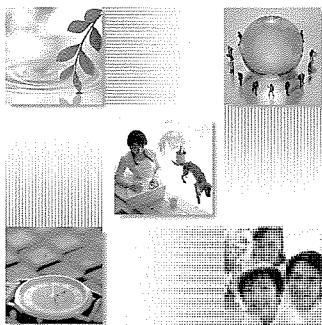
Security Management Service
Koji Anzai, Shigeru Iida, Toru Muso

High-reliability Authentication System for MIND Mobile Network Service
Hideji Kanayama, Akiko Sugitaya, Hironori Terauchi, Takao Katsuta

Library System for The Okazaki City Library and Community Plaza
Nobuyuki Mizorogi, Masakazu Katou, Takeshi Maeda, Ichirou Kawamori, Kouichi Hattori

スポットライト

ECOrates(環境統合情報システム)



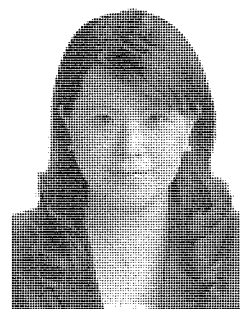
表紙：グリーンITソリューション

三菱電機は、「快適・安心・発展“DiamondSolution”」をスローガンに、効率的な企業経営や暮らしやすい社会を実現するために、顧客に信頼されるITソリューションを提供している。近年、CO₂排出量の削減など環境・省エネルギー対策への関心が高まる中、IT機器が消費するエネルギーの削減とITを活用した省エネルギー化を目指して、グリーンITの推進に積極的に取り組んでいる。

表紙は、全体を緑色で統一し、ITにおけるエコを表現した。人々の笑顔や犬は、グリーンITが人々に与える快適さ・安心さを、地球やその周りを囲む社会人、パソコンなどは、グリーンITによって支えられている企業・社会の発展をそれぞれ表現した。

グリーンIT企業への転換

A Shift to Green IT Company



新井 範子
Noriko Arai

100年に一度の不況といわれる経済状況の中で、多くの企業がビジネスの方向性を考えている。そこには経済的な構造のほかに消費者の意識の変化が大きく影響している。“売れない”から“売れる”への転換のために、今までのような戦略をとっても今の市場は反応しない。それは消費者の生活をめぐる状況が大きく変化していることが大きな要因であるが、その背景にはインターネットの普及による情報環境の劇的な変化によって、消費者が市場で主導権を握り行動力を持つようになったことで、それによって新たなビジネスモデルや市場の意識が発生してきた。カーシェアリングなどに代表されるように“持つ”ことでなく“共有する”ビジネスは顕著な例であろう。同時に企業の評価のされ方は大きく変化している。以前は高いシェアや売上高などで評価されていた。たくさん売れるものを持つ会社はいい会社という評価であるが、その評価は今常識ではなくなりつつある。それは度重なる企業の不祥事や食の安全性を脅かす出来事や、自分の生活を自分でデザインできる仕組みが整ったことで、消費者は、その企業がどのような企業なのか、ポリシーは何なのか、社会、環境に対する姿勢はどうかという企業の姿勢に目を向け始めたのだ。

その中で重要となるのが企業のCSR (Corporate Social Responsibility) 活動への評価である。トリプルボトムラインといわれる企業の経済的、社会的及び環境的な側面、更には、生態系や精神的など包括的な側面から見た評価や取り組みが求められてきており、きわめて注目されているのが環境問題への取り組みである。環境意識の高まりを受け、消費者の目が企業姿勢に向かうようになった現在、企業が

地球上の一員としてどのような行動をするのかが重大なポイントである。その一つがグリーンITである。導入だけではなく運用をどうしているのか、情報をどう公開しているのかへの関心は広く浸透しつつある。その中でグリーンITの導入は、電気代の節約やコスト削減という自社本位の目的が導入のための非常に魅力的なトリガーであっても、社会的な立場、更には地球環境を構成する一員として恒常的にどうあるべきかという長期的な視野とプランを持って取り組んでいくことが、今後更に問われるようになる。

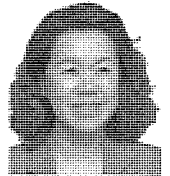
このようにグリーンITはCSR活動の一環である。企業が社会の一員としての姿勢を明確にしたCSRであるが、これは新しい考え方ではない。メセナ、フィランソロピーという“企業も社会の一員として役割を果たす”という意識が以前から存在したが、バブル経済当時の一時の流行となり、その後、定着せずにブームとして姿を消してしまった。グリーンITの推進を同様に一時の流行としてはならない。流行だからとりあえず、といったポーズだけの取り組みはその会社に向けられる評価を更に危機的なものにするだろう。

そのためにも、自社としてどうするのか、どのように取り組むのかという積極的なビジョンが必要だ。ただデータセンター等の消費電力を減らせばいいというものではない。自社の現状を把握し、現実的な目標を明確にしていくことと同時に、その目標を実現するためのその企業ならではのシナリオが必要となるだろう。企業が前向きに環境のために何ができるのかを考え、行動しようとする姿勢を尊重しサポートする技術、それこそがグリーンITであるべきであろう。

三菱電機グリーンITソリューション



伏見信也*



藤原聡子**

Green IT Solution of Mitsubishi Electric Group's

Shinya Fushimi, Satoko Fujiwara

要旨

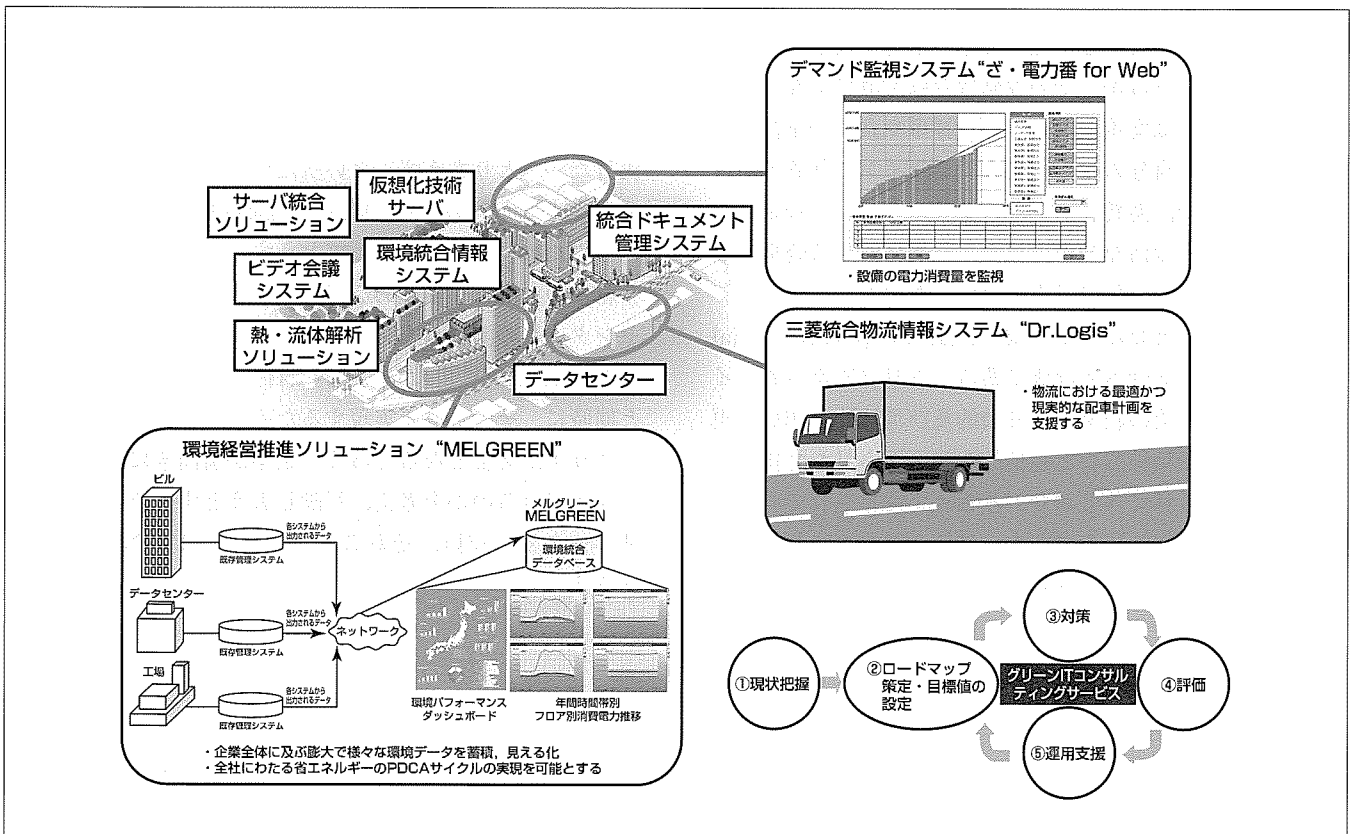
地球温暖化対策への取り組みに積極的で、すでに規制強化が進んでいる欧州の企業や、グローバル企業が多い米国の企業に比べると、日本の企業におけるグリーンITへの取り組みは、まだ始まったばかりである。しかし、法規制の強化に伴い、企業では、グリーンITへの積極的な取り組みが今後加速されると予想される。グリーンITへの取り組みが、単なるCSR(Corporate Social Responsibility)の観点としてだけでなく、他社との差別化を図る重要な一歩になる。環境問題解決のためにITの果たすべき役割が、ますます重要になりつつある。

温室効果ガス削減の実施には、IT機器が消費するエネルギーの削減とITを活用した省エネルギー化の二つのアプローチがある。グリーンITは一度きりの取り組みでは

なく、継続的なモニタリングと、定量的指標を活用して、PDCA(計画—実行—評価—改善)というサイクルを適切にまわしていくことが最も重要なポイントである。

三菱電機では、この二つのアプローチに対応した温室効果ガス削減の取り組みに向けた製品・システム・ソリューションを、グリーンITソリューションとして提供している。また、法規制に対応した企業全体のグリーンIT推進を支援するグリーンITコンサルティングサービスを提供する。

さらに、クラウドコンピューティングを活用したクラウドセンターによるトータルな運用管理サービスの提供など、企業全体のグリーン化を支援するグリーンITコンサルティングサービスの更なる高度化を目指していく。



三菱電機のグリーンITソリューション

三菱電機では、温室効果ガス削減の取り組みに向けた製品・システム・ソリューションを、グリーンITソリューションとして提供している。また、法規制に対応した、企業全体のグリーンIT推進を支援するグリーンITコンサルティングサービスを提供する。

2(408) *本社 インフォメーションシステム事業推進本部技術企画部長(工博)
**同本部 技術企画部グリーンITビジネス推進センター長

1. ま え が き

地球温暖化対策への取り組みに積極的で、すでに規制強化が進んでいる欧州の企業や、グローバル企業が多い米国の企業に比べると、日本の企業におけるグリーンITへの取り組みは、まだ始まったばかりである。これまで“売上げに結びつかない”“投資回収がしづらい”と考えられていた企業の環境対策は、これを積極的に進めることで有利な融資を受けられる仕組みや、省エネルギーイコール生産性向上の実現など、これまでとは異なり、攻めの事業の一環となりつつある。今後、省エネルギー・温暖化対策を経営課題とする企業が増加し、環境報告書や環境会計がIR (Investor Relations) 情報として重みを増すことが予想される。グリーンITへの取り組みは、コスト削減や業務の効率化などの効果を生むものが多い。環境問題解決のために、ITの果たすべき役割がますます重要になりつつある。

本稿では、グリーンITの現状に対して、どのように取り組みを具体化しているかを、この特集号に掲載している製品/システム/ソリューションを中心に述べる。また、更なる発展に向けた取り組み内容についても述べる。

2. グリーンITをめぐる現状

2.1 地球環境問題

世界的に取り組みが進められている地球温暖化対策の現状としては、京都議定書の第一拘束期間が2008年度から始まり、日本の場合は基準年である1990年に対して、温室効果ガスを2008～2012年に6%削減することが目標になっている。しかし現状では、目標達成が困難な状況に置かれている。環境省から報告された2007年度の温室効果ガスの排出量速報⁽¹⁾によると、2007年度の日本の温室効果ガス総排出量は、13億7,100万トンで、前年度より2.3%増加し、基準年1990年度比8.7%増となり、京都議定書の約束水準(6%減)を大幅に超えている(図1)。

部門別にみると、基準年よりも2007年度の排出量が削減されているのは、工場などの産業部門(-1.3%)だけで、

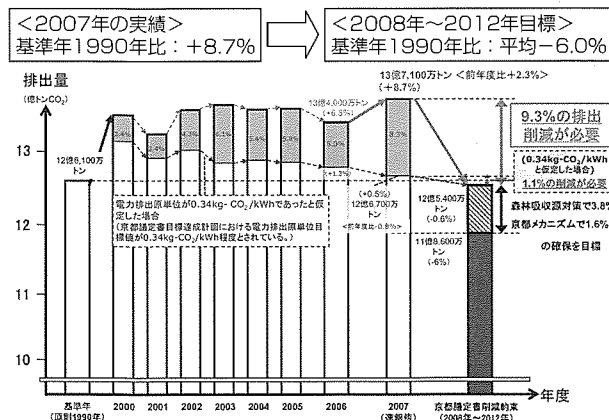


図1. 日本における温室効果ガス排出量の推移⁽¹⁾

その他の部門は増加している。

その中でも増加率が顕著なのが、ITなどをフル活用している業務部門(商業、サービス、事務所など)で、その伸び率は、41.7%にもなる(図2)。ITの普及・拡大に伴い、インターネット上を駆け巡る情報は急増し、2025年には現在の約200倍になると言われている。そのデータを適切に処理するために、IT機器がオフィス、データセンターといった様々な場面で活用されることで、IT機器によるCO₂排出量の増加と電力消費量の増大が予想されている。グリーンITでは、IT機器の省エネルギー化(ITにおけるグリーン化)とともに、ITの利活用で環境負荷を低減すること(ITによるグリーン化)が重要になる。企業では、地球温暖化対策としてCO₂排出量の削減が緊急の経営課題となってくる。

2.2 国のCO₂削減に関する動向

経済産業省は、グリーンIT研究会を開催し、日本だけでなく、世界におけるIT機器の省エネルギーの効果と、IT機器を利用したソリューションによる社会全体の省エネルギーの効果について、中長期の推計をしている。その結果、国内のIT機器の消費電力(2006年で約500億kWh)は、2025年には5倍、2050年には12倍になると予想された。ここで、省エネルギー型のIT機器の導入を進めることで、当初見込みからこの消費電力の約40%(約1,000億kWh)を削減することが可能と試算している。一方環境省では、京都議定書の削減目標達成に向け、排出量が伸び続けているオフィスやデータセンターなどの業務部門への対策を抜本的に強化するため、地球温暖化対策の推進に関する法律の改正を実施している。

2.3 改正省エネ法

これまで、一定規模以上の大規模な“工場・事業場”に対してエネルギー管理の義務が課されていたが、2009年に一部が施行された改正省エネ法(エネルギーの使用の合理化に関する法律)では、“事業者単位”でのエネルギー管理が義務付けられるようになる。これを受け、2009年4月から“事業者単位”でのエネルギー使用量の把握が必要になった⁽²⁾

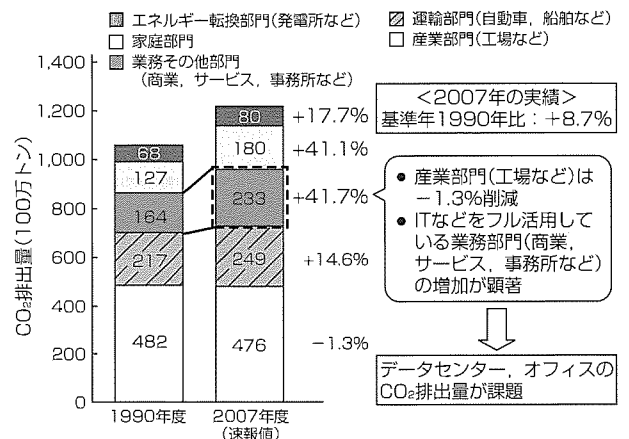


図2. 日本における温室効果ガス排出量(部門別)⁽¹⁾

(図3)。全事業場を合わせたエネルギー使用量が、原油換算で1,500klを超える企業には、2009年度のエネルギー使用量の把握と、2010年度から毎年の届出の義務付け、努力目標として年平均1%のエネルギー消費原単位(エネルギー使用量を生産に密接なかわりを持つ値で除して得た値)の削減が求められる。この改正によって、オフィスやコンビニエンスストア、さらに住宅の一部などが新たに規制の対象となり、業務部門のカバー率(対象割合)が従来の約1割から約5割にまで拡大する見込みである。ITの視点からとらえると、従来は自主ルールの範囲で実行してきた省エネルギー対策が、行政監視のもとで取り組むことになり、2009年度にスタートするエネルギー使用量の把握に備える必要がある。

2.4 地方自治体の取り組み

改正省エネ法よりも更に現実的な対応を迫られる法規制として、東京都確保条例(都民の健康と安全を確保する環境に関する条例)がある。2008年、東京都は環境確保条例の改正を行った。この条例では、大規模事業者に対して、温室効果ガス排出量の総量削減義務が課されており、未達成の事業者には、罰金、削減枠の上乗せなどの罰則とともに、排出枠調達費用が請求される。ここでの特筆すべき点に、世界初となる“オフィスビルに対する排出削減の義務化”がある。オフィスの消費エネルギーの1/3を占めるコンセントからの電力消費の削減達成では、省電力のIT機器の果たす役割は大きい。また、削減義務が課されない中小規模事業者に対しても、CO₂排出量を簡単に把握でき、具体的な省エネルギー対策に取り組むことができるよう、省エネルギーに関する報告書の提出制度が導入されている。削減の義務とともに、義務量を超えて削減を行った事業者が、未達成の事業者に排出枠を売ることができる排出量取引制度が導入される。なお、この条例は、先進的であるがゆえに、国の省エネ法とこの条例の二重規制の可能性などの問題も指摘されている。

2.5 企業経営の視点から

企業がまず取り組むべきことは、その企業がグリーンITに対して目指す目的やビジョンを設定することである。次のステップとして、具体的に取り組みを推進する際不可欠となるプロセスが、現在の温室効果ガス排出量の測定と

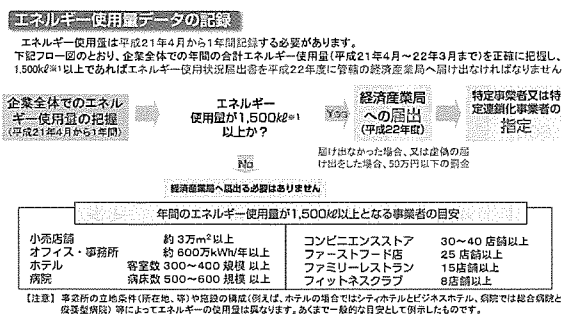


図3. 企業全体のエネルギー使用量の把握⁽²⁾

可視化である。温室効果ガス削減の実施には、IT機器が消費するエネルギーの削減とITを活用した省エネルギーの二つのアプローチがある。グリーンITは一度きりの取り組みではなく、継続的なモニタリングと、定量的指標を活用して、PDCA(計画—実行—評価—改善)というサイクルを適切にまわしていくことが最も重要なポイントである。欧米企業では、IT機器の省電力化や、ITを利用した環境配慮がトップダウンで進んでいる。環境対策は企業の社会的責任としてとらえているため、経営層がグリーンITを主導している。今後、日本企業もそのような意識を持ち、企業の環境面での取り組みがどのような効果を上げたのかを“見える化”し、経営層を巻き込んだグリーンITを推進することが鍵(かぎ)となる。

3. 三菱電機の地球温暖化対策への取り組み

3.1 環境ビジョン2021

当社は、創立100周年の年である2021年を目標年とする、三菱電機グループの環境経営における長期ビジョン“環境ビジョン2021”を策定した(図4)。“技術と行動で人と地球に貢献する”を指針に定め、特長である幅広い高度な“技術”と社員の積極的・継続的な“行動”の推進によって、事業活動を通じ、持続可能な社会の実現に貢献することで、地球温暖化防止のために、次の3点を宣言した。

- ①製品使用時におけるCO₂排出量の30%削減(1990年度比)を目指し、省エネルギー製品の技術革新と普及に取り組む。
- ②持続的成長を前提として、三菱電機グループ全体で製品生産時におけるCO₂排出総量の30%削減(59万トン)を目指す。
- ③太陽光発電や原子力発電など、発電時にCO₂を排出しない発電事業へ製品・システムを供給することによって、発電時のCO₂排出量を削減して温暖化防止に貢献する。

3.2 エネルギーの見える化と運用管理

特に、製品使用時のCO₂排出量の削減と発電時のCO₂削減への貢献など、“地球温暖化対策事業”を全社的な成長の柱として一丸となって取り組んでいる。その中の一つが、“エネルギーの見える化と運用管理”で、ビルや工場での消

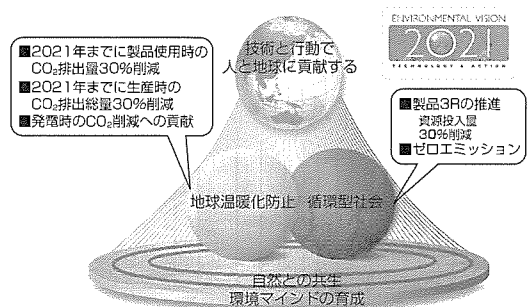


図4. 三菱電機グループ“環境ビジョン2021”

費電力などの見える化を促進することで、データに基づいた適切な対策につなげることを実施している。

4. 三菱電機のグリーンITソリューション

ITによる温室効果ガス削減の実施方法には、“グリーン by IT (IT活用による省エネルギー)”と“グリーン of IT (ITインフラの省エネルギー)”の二つのアプローチがある。“グリーン by IT”とは、ITを使うことで物や人の物理的な移動を最小化・最適化することである。これに加えて、紙の使用を削減することや、ITで設備・機器の効率的な制御を行い消費電力を削減することなどが含まれる。“グリーン of IT”は、IT機器の製造段階における環境配慮、IT機器の利用段階における環境配慮、そして、IT機器の廃棄段階における環境配慮に分けられる。当社では、この二つのアプローチに対応し、温室効果ガス削減の取り組みに向けた製品・システム・ソリューションを、グリーンITソリューションとして提供している(表1)。

さらに、法規制に対応した、企業全体のグリーンIT推進を支援するグリーンITコンサルティングサービスを提供する(図5)。

4.1 グリーン by IT(IT活用による省エネルギー)

IT活用による省エネルギーの実現のポイントは二つある。一つは、業務などの効率改善、もう一つは、既存の業務や社会活動のIT利用による代替である。

表1. グリーンITソリューション

	グリーン by IT (IT活用による省エネルギー)	グリーン of IT (ITインフラの省エネルギー)
MDIS	<ul style="list-style-type: none"> 三菱統合物流情報システム “Dr.Logis” 三菱電機統合ドキュメント管理システム “ManedgeLeader(マネッジリーダー)” ITシステムの環境負荷評価手法 企業向け総合人材育成システムMCAL/Web 	
MDIT	<ul style="list-style-type: none"> 環境経営推進ソリューション “MELGREEN(メルグリーン)” 	<ul style="list-style-type: none"> 仮想化技術が特長の新サーバ “CENTRAGE(セントレージ)” サーバ統合ソリューション “VMINTEGRA(ワイエムインテグラ)” 三菱パーソナルコンピュータ “apricotシリーズ”
MIND	<ul style="list-style-type: none"> 環境統合情報システム “ECOrates(エコレイツ)” ビデオ会議ソリューション 	<ul style="list-style-type: none"> 熱・流体解析ソリューション “FlowDesigner” 地球環境に配慮したグリーン対応データセンター
MB	<ul style="list-style-type: none"> デマンド監視システム“ざ・電力番 for Web” 	

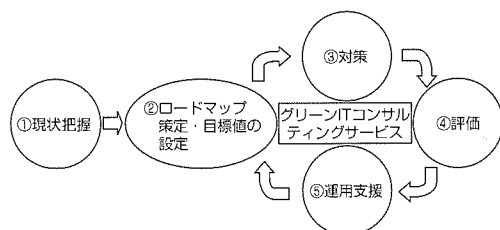


図5. グリーンITコンサルティングサービス

4.1.1 “見える化”による業務などの効率改善

ITを利用した業務などの効率改善として、三菱電機インフォメーションテクノロジー(株)(MDIT)から、環境対策の効果を“見える化”する環境経営推進ソリューション “MELGREEN(メルグリーン)”を提供している。MELGREENは、企業全体に及ぶ膨大で様々な環境データを蓄積、見える化を行い、エネルギー消費の現状把握と分析、削減に向けた対策の立案、対策による効果の確認を実現するソリューションである。全社にわたる省エネルギーのPDCAサイクルの実現を可能とする。また、“見える化”するシステムとしては、高圧受電事業者向けに設備の電力消費量を監視する“ざ・電力番 for Web”というシステムを、(株)三菱電機ビジネスシステム(MB)から提供している。消費電力量の削減に向けた施策立案を支援し、効率改善を可能とする。

4.1.2 既存の業務のIT利用による代替

既存の業務のIT利用による代替としては、物流における最適かつ現実的な配車計画を支援するシステムとして、三菱統合物流情報システム “Dr.Logis(ドクターロジス)”を三菱電機インフォメーションシステムズ(株)(MDIS)から提供している。このシステムは、配車計画～運行監視～実績管理を統合・連携し、車両の利用効率の向上、コスト削減、企業に最適なロジスティクスオペレーションを可能にする物流管理システムである。同一物量を同一条件で配送する際の車両台数の削減と、走行距離・時間の短縮を実現する。今回、グリーンIT対応の新機能として、配送計画の段階で燃料使用量やCO₂排出量を計算して比較検討できる機能や、配送実績からそれを算出できる機能を開発し、コストと環境の両面で導入効果の“見える化”を実現した。

4.1.3 社会活動のIT利用による代替

社会活動のIT利用による代替としては、企業の事業構造全体を低炭素化へ動かす仕組みとして、“カーボンフットプリント”が注目されている。“カーボンフットプリント”とは、商品のライフサイクル全般(資源採掘から廃棄まで)で排出された温室効果ガスをCO₂で表示し、商品に表示することの総称で、今後企業の温室効果ガスの管理や商品表示に適用が拡大すると予想されている。この地球温暖化対策の一つとして導入機運が高まっている“カーボンフットプリント”を支えているのが、LCA(ライフサイクルマネジメント)の概念である。LCAとは、製品のライフサイクル(製造、輸送、販売、使用、廃棄、再利用)全体での環境負荷を定量的に評価するための考え方である。ここで、ITシステムに対する環境負荷評価手法として、このLCA(ISO14040/JIS Q14040)をベースに、産業環境管理協会が情報通信技術(ICT)の環境効率評価ガイドライン(平成17年度版)を規定している。このガイドラインに準拠した手法を活用し、MDISでは、ITシステムの環境負荷評価とし

て、導入環境貢献度(CO₂削減効果)の“見える化”を実現し、顧客へのシステム提案書に評価内容を盛り込む活動を実施している。

4.2 グリーン of IT(ITインフラの省エネルギー)

4.2.1 IT機器の利用効率の改善

IT機器が消費するエネルギー削減策のうち、取り組みが比較的容易なのが低消費電力機器の導入である。確実に一定の成果が得られるが、劇的な効果を上げることは難しい。それに対して利用効率の改善は、サーバ統合などを実施することで、大きな削減効果を得られる可能性が高い。IA(Intel Architecture)サーバの利用率向上のために特に注目を集めているのが、IAサーバの仮想化技術である。仮想化技術は、近年、サーバ統合を実現するための技術として注目を集めている。複数の論理サーバを一つの物理サーバに統合することで、消費電力の削減が可能のため、グリーンITに寄与する技術として期待が高まっている。MDITでは、パッケージベンダーの仮想化環境プラットフォームとして必要な運用・監視系ミドルウェアなど、サーバ統合ソリューション“VMINTEGRA(ヴィエムインテグラ)”^(注1)を提供している。

4.2.2 データセンターの運用改善

データセンターの電力使用効率を高めるための対策は、高効率な設備・機器(UPS(無停電電源装置)、空調機等)の導入、エネルギー効率のよい照明(タイマヤ人感センサの運動等)の設置、設備・IT機器の最適な配置設計、消費電力量・温湿度の見える化などがある。電気設備の効率化に対しては、エネルギー損失の少ない受変電設備やUPS、空調設備の導入が効果的である。また、タイマヤ人感センサと組み合わせたエネルギー効率のよい照明の導入も効果的である。空調設備のエネルギー効率を向上させるには、設備・IT機器の配置設計の最適化など、データセンターの設置環境を考慮した対策が採用されつつある。この設備・IT機器の配置設計に向け、三菱電機情報ネットワーク(MIND)から提供されているのが熱・流体解析ソリューション“FlowDesigner(フローデザイナー)”である。このFlowDesignerを活用し、データセンターの温熱環境を解析することで、様々な問題点とその対策を机上で検討することができる。従来、熱・流体解析パッケージを使ってこれらの解析を行うには、専門家による多大な時間が必要で、実用的でなかったが、このFlowDesignerは実用的に使えることを目的として開発されており、複数の改善策を短時間で実行することが可能である。

運用では、設備系とIT系のデータを統合して、消費電力量・温湿度を見える化し、IT設備変更に応じた継続的

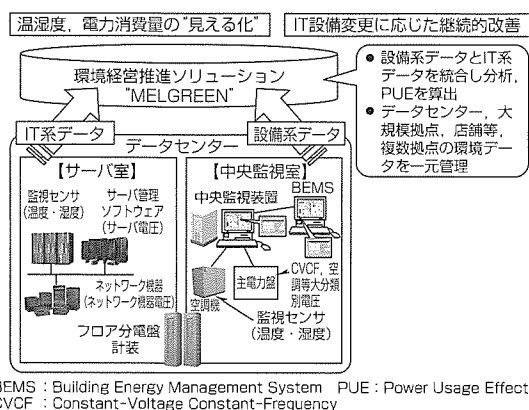


図6. 運用における継続的改善

改善を実施することが必要である。MDITから提供しているMELGREENを活用することで、データセンター、大規模拠点、店舗等、複数拠点の環境データを一元管理し、企業全体で運用管理における継続的改善を実施することが可能となる(図6)。

4.2.3 グリーン対応データセンター

MINDでは、豊富な実績に基づき、高度な運用・監視ノウハウを生かす最新のデータセンターサービスを提供している。地球環境に配慮したグリーン対応データセンターとして、自然エネルギー利用の太陽光発電システムを導入するとともに、最新鋭の省電力設備機器の導入(高電圧配置、水冷式空調機、高効率低発熱UPS等)と、コールドアイルとホットアイルに気流分離した高効率冷却によって、高い電力効率を実現している。

5. むすび

今後、法規制の強化に伴い、企業では、取り組みが容易な部分から温室効果ガス削減への対応が始まるものと予想される。企業内での温室効果ガスの排出原因が明確化され、コスト削減につながる省エネルギーが実現可能になることで、グリーンITへの積極的な取り組みが加速される。グリーンITへの取り組みが、単なるCSRの観点としてだけでなく、他社との差別化を図る重要な一歩になる。当社では、クラウドコンピューティングを活用したクラウドセンターによるトータルな運用管理サービスの提供など、企業全体のグリーンIT推進を支援するグリーンITコンサルティングサービスの更なる高度化を目指していく。

参考文献

- (1) 環境省：2007年度(平成19年度)の温室効果ガス排出量(速報値)について
- (2) 経済産業省 資源エネルギー庁：平成20年度省エネルギー改正法の概要(省エネ法が変わります)

省エネルギーのPDCAの管理基盤 環境経営推進ソリューション“MELGREEN”

松井陽子*
石川雅朗*
楓 仁志**

Green Management Solution "MELGREEN" as a PDCA Platform for Energy-Saving

Yoko Matsui, Masaaki Ishikawa, Satoshi Kaede

要 旨

環境に対する企業の社会的責任，コスト削減，法規制の観点から，企業には一層の温室効果ガス削減の取り組みが求められている。従来の工場主体の活動に加え，これからは業務部門・オフィス部門を含めた，総量規制にも対応できる全社的な管理と，PDCA(Plan Do Check Action)サイクルを回す持続的な取り組みが重要になる。そのためには事業所単位，建物単位，装置単位に至る環境データを，全社にわたって統合的・継続的に収集，蓄積，分析しなければならず，従来の手法では困難となってきた。これを解決するため，三菱電機インフォメーションテクノロジー(株)(MDIT)は環境経営推進ソリューション“MELGREEN”^(注1)を開発した。

MELGREENは，企業全体に及ぶ膨大で様々な環境データを蓄積，見える化し，現状把握と分析，対策の立案，効果の

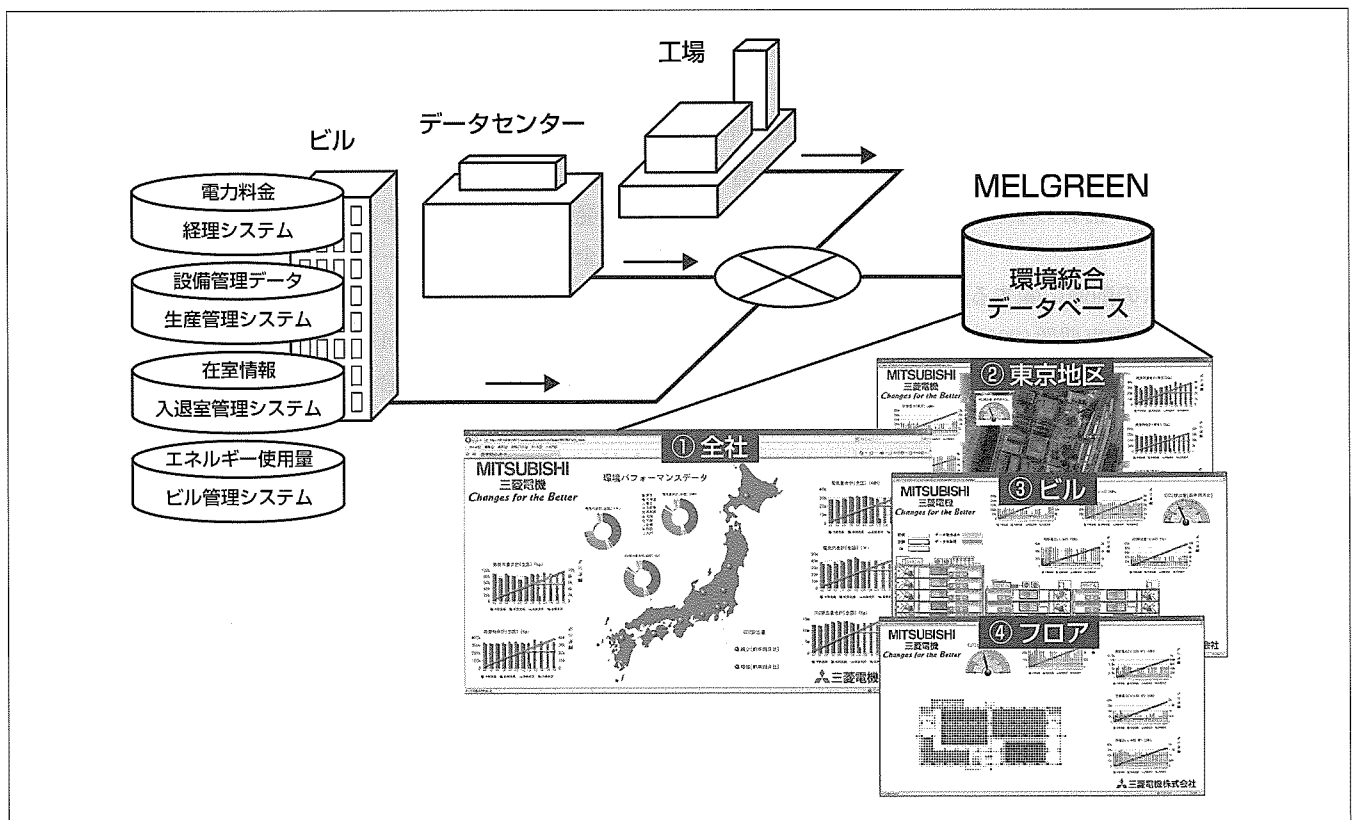
(注1) MELGREENは，三菱電機(株)が商標出願中である。

確認を実現する“グリーン by IT”のソリューションである。

MELGREENには，次の特長がある。

- (1) 高性能ETL(Extract Transform and Loading)とテンプレートによる，社内に散在する環境データ(電力使用量，発電量，空調温度，室温など)や，セキュリティ，経営データなどの多様なデータの柔軟で容易な取り込み
- (2) MDIT独自の高速データベース技術による，膨大な環境データの一元管理と，超高速集計や多様な分析
- (3) 環境情報 Cockpit による，見る人の立場に応じて必要な情報を一目で確認できる表示

本稿では，全社的な環境経営の観点から，拠点レベルでの詳細分析，エネルギー消費削減施策の展開に至るまでの活用例，及びMELGREENによる全社にわたる省エネルギーのPDCA管理基盤の有用性について述べる。



“MELGREEN”のシステム構成

拠点に散在する環境データを収集・分析し，環境・省エネルギー対策の意思決定の迅速化を支援する。様々な環境データや，環境情報以外のデータ(財務データなど)も一元管理し，環境情報の“見える化”“Cockpit化”を実現している。

1. ま え が き

本稿では、企業全体に及ぶ膨大で様々な環境データを蓄積、見える化し、エネルギー消費の現状把握と分析を行うことによって、削減に向けた対策立案、効果の確認を実現する環境経営推進ソリューションMELGREENの特長、及びソリューションを支える技術について述べる。

2. 重要度が増す環境経営の取り組み

2.1 環境に対する企業の社会的責任

近年の地球温暖化問題に対する温室効果ガス削減に向けた活動は、持続可能な社会を目指す企業の社会的責任(Corporate Social Responsibility: CSR)の環境側面の取り組みとして、エネルギーを多く消費する事業者だけでなくすべての企業にとって重要性が高まってきている。

2.2 事業者のエネルギー消費動向と省エネルギー化

日本のエネルギー消費全体の約5割を占める製造業は、競争力維持の観点からも、1970年代から継続的なエネルギー削減の取り組みが行われ、高いエネルギー消費効率を達成してきた。しかし、1990年以降エネルギー消費効率の向上は鈍化してきており、依然としてエネルギー消費全体の5割近くを占めるため、省エネルギーに対する努力が引き続き必要となっている。

一方、業務部門(オフィスやサービス業等)は、日本のエネルギー消費の約2割を占める。近年では事務所・ビルが最も大きなエネルギー消費を占め、用途別に延べ床面積あたりのエネルギー消費原単位の推移を見ると、動力・照明用のエネルギー消費が増加している(図1)。これはOA化等のICT(Information and Communication Technology)機器によるエネルギー消費の増加が大きな要因と考えられる。

2.3 温室効果ガスの削減に関する法規制

京都議定書の第一約束期間(2008~2012年の5年間)の温室効果ガスの平均排出量を、基準年から6%削減するために、具体的な施策として法改正が進められている(図2)。

2.3.1 改正省エネ法

“エネルギーの使用の合理化に関する法律(改正省エネ法)”は、2009年4月に一部が施行されたが、事業所単位か

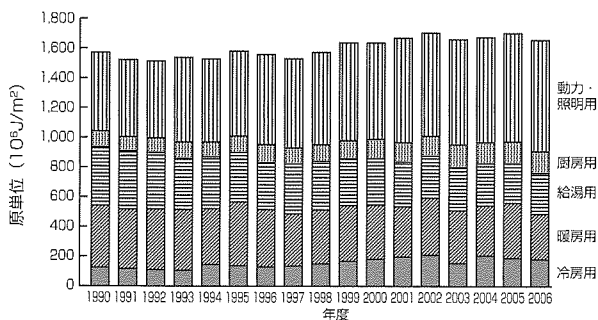


図1. 業務用エネルギー消費原単位の推移⁽¹⁾

ら事業者単位の規制となり、対象の拡大と管理義務の強化が図られた。また、住宅・建築物にかかわる対策の強化が織り込まれ、従来法から法規制の対象者が大幅に拡大している。

2.3.2 東京都環境確保条例の改正

東京都内の業務・産業部門におけるCO₂排出量は、事業所数では1%にも満たない大規模CO₂排出事業所からの排出量が、業務・産業部門の排出量の約4割を占める。“都民の健康と安全を確保する環境に関する条例(環境確保条例)”の改正では、これら排出量の多い事務所について、排出削減が義務化された。環境確保条例では総量削減の仕組みとして、削減量を取引可能とする排出量取引や、罰則としての不足分量の費用求償などが制度化された。

このように、従来の工場主体の省エネルギー活動から、これからは業務部門・オフィス部門を含めた、総量規制にも対応できる全社的な対応と、持続的な削減への取り組みが重要になる。そのためには、削減計画立案、対策実施、効果分析、改善策のPDCAサイクルを継続的に回していかなければならない。具体的には、事業所単位、建物単位、装置単位に至る環境データの収集、蓄積、分析が必要となるが、従来の環境データ管理では統合的な対応が困難であった。これを解決するため、様々な環境データの取り込みと、膨大な環境データの効率的な蓄積・高速分析・集計・見える化機能を備えた環境経営推進ソリューションMELGREENを開発した。

3. 環境経営推進ソリューションMELGREEN

3.1 構成と機能

MELGREENは、オフィスや工場、データセンターなどから発生する多種多様な環境情報データを収集、一元管理し、企業の省エネルギーや温暖化対策などに必要となる情報を、最適な形式・タイミングで提供する環境経営推進ソリューションである。MELGREENによって現状の温室効果ガスの排出状況を統合分析し、環境対策の効果を“見える化”してPDCAサイクルを回すことによって、環境負荷を低減し、コストの削減を同時に実現できる。MELGREENでは、これらを実現するために、次の機能を提供

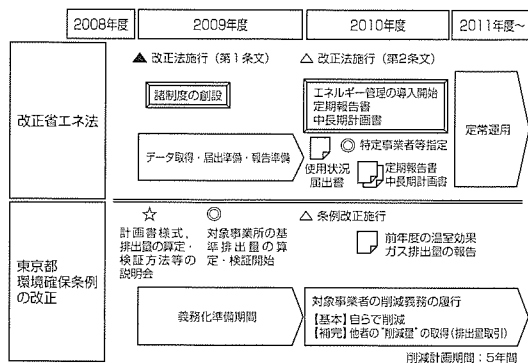


図2. 法規制の施行概要

している(図3)。

- ①多様な環境データ(電力使用量, 発電量, 空調温度, 室温など), 及び環境以外のデータ(セキュリティ, ビル管理, 財務データなど)の取り込み機能
- ②すべてのデータの一元管理・統合的高速分析を実現する環境統合データベース機能
- ③環境情報の“見える化”“コックピット化”機能

これらの各機能によって, 全社環境データと財務など経営に直結するデータを一元管理し, 様々な視点で見える化することで, 環境経営に役立てることができる。

3.1.1 取り込み機能

エネルギー使用量, 発電量, 温湿度など各種センサや計測機器などから取得した環境データ, また, 財務データ, 入退室管理データなどの関連するデータも含め, 環境統合データベースへ取り込む機能として, 様々なデータ形式に対応し, また項目の抽出, 形式変換, 文字コード変換といった多彩な加工処理機能を持つ高性能ETL機能を装備している。これによって, 容易で柔軟なデータ取り込みが可能である。また, 典型的なデータ取り込み管理をテンプレート化することで, データ取り込みの構築作業も効率的に行える。

3.1.2 環境統合データベース機能

環境・省エネルギーのPDCAサイクルを回していくためには, 環境データの測定ポイントの細分化, 測定間隔の短縮, 長期にわたる傾向分析のためのデータの長期保存が必要となる。例えば, ある環境データを10,000測定ポイントで1分間隔で収集して5年間保管した場合, データ件数は

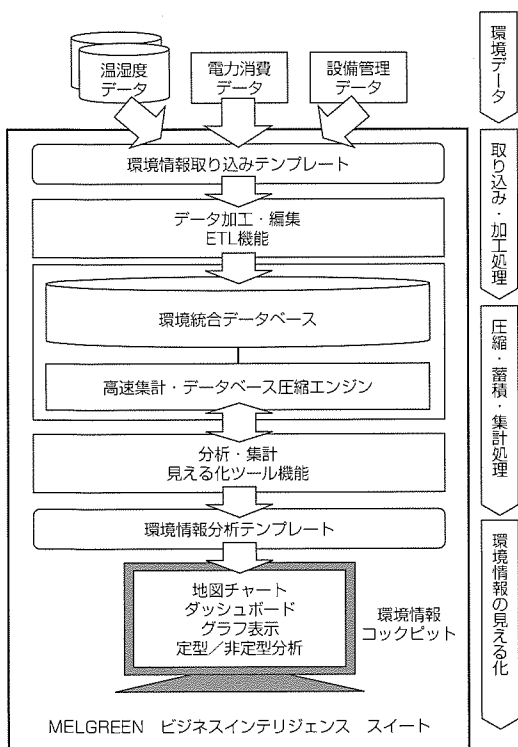


図3. MELGREENの構成

約263億件にも及ぶことになり, これらデータの高速な集計・分析, 効率的な蓄積が求められる。

環境統合データベースは, MDIT独自のデータベース処理技術による大容量データの超高速分析, 蓄積に適したデータベースであり, “1億件3秒”の超高速集計・分析が可能である。また, データを約1/5~1/10に圧縮し, テラバイト級の大規模データに対するストレージ容量の大幅削減を可能としている。今後増大が予想される環境データの蓄積に最適なデータベースである。

3.1.3 見える化機能

地図チャート, 各種グラフ表示機能, また, それらを画面上に自由にレイアウトできるダッシュボード機能によって, 見る人の立場(経営層, 現場レベルなど)に応じて, エネルギー消費量やそれをCO₂換算したグラフなど, 必要な情報を一目で確認できる機能が環境情報コックピットである(図4)。

MELGREENの環境情報分析テンプレートでは, 場所軸として日本→拠点, 時間軸としては月次→日次→時間帯とドリルダウンすることによって, 分析の視点を掘り下げていくような使い方に対応した各種部品を提供している。このテンプレートによって, 環境情報コックピットを短期間で構築することができる。

4. MELGREENによる環境経営の活用例

関東圏に複数オフィス拠点を持つ企業について, 各拠点で空調, 照明, ICT機器等の系統別の電力消費データ, 関連データの取得を行い, MELGREENの環境統合データベースに取り込むことで, 消費電力量を見える化し, 環境経営のPDCAサイクルを回していくMELGREENの活用例を示す。

図5は, 経営層向けに, 消費電力量の削減目標に対する全社レベル及び拠点単位での達成状況を見える化したものである。この画面例では, 全社レベルで計画値をオーバーしており(図5の要改善ランプが赤色点燈), 2拠点について

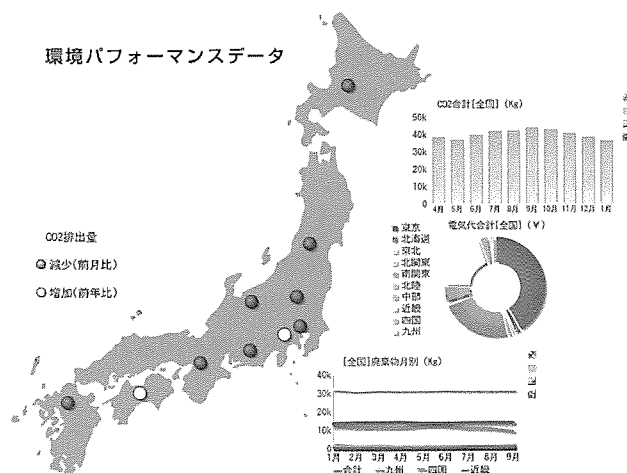


図4. 環境情報コックピット画面例

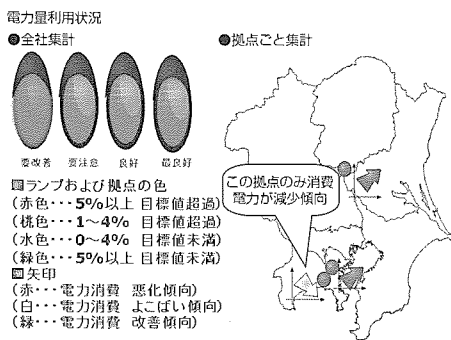


図5. 経営層向け全社レベルの見える化画面例

では、消費電力量が昨年度を上回り、今年度計画値をオーバーしている。1拠点については、今年度計画値をオーバーしているが、昨年度からは改善していることを示している。これによって計画値の達成に向け、各拠点での消費電力量の削減を加速するための施策が急がれる状況となっていることが一目でわかる。

図6は、これらの状況を受けて、昨年度から消費電力量が減少傾向にある拠点について、拠点の管理者が具体的な消費状況を把握する画面である。ここでは、空調、ICT機器、照明の系統別の消費電力量をフロア別に集計・見える化することで、照明の消費電力が減少していることが把握できる。

さらに図7は、照明の消費電力の詳細状況を把握するため、フロア別、月別の消費電力量の推移を、ドリルダウンして明細集計をグラフ化した画面である。これによって、2階のデータセンター室の消費電力量は、12月までは目標値を超過していたが、1月以降は照明設備を人感センサ制御へ切り換えた効果として、目標値以下となったことを確認できた。この分析結果から、他拠点の同様なデータセンター、電算機室でも、照明設備の人感センサ制御を早急に具体化する等の全社的な施策展開が可能となる。

このように、MELGREENによって、全社的な観点での取り組みから拠点レベルでのエネルギー消費削減の取り組みまで、全社にわたる統合的な施策を推進できるようになる。

また、データセンターでは、空調や照明など、ICT機器以外で消費される電力を極力抑えることが有効であると考えられており、その指標値としてPUE(Power Usage Effectiveness)^(注2)が用いられる。MELGREENを活用し、系統別の消費電力量を詳細に分析することで、PUEの監視とその継続的改善を図っていくことが可能である。さらに、消費電力量だけでなく、計算機ラックに設置した温度センサのデータを取り込み、室内環境をモニタリングしながら最適な空調制御を行い、PUE改善を図るといった活用も考えられる。

(注2) データセンターの効率運用の指標であり、データセンターの効率化推進団体のGreen Gridが提唱している。データセンター内で使用される空調なども含めた設備全体の消費電力量と、サーバなどIT系機器の電力消費量の比で表される。

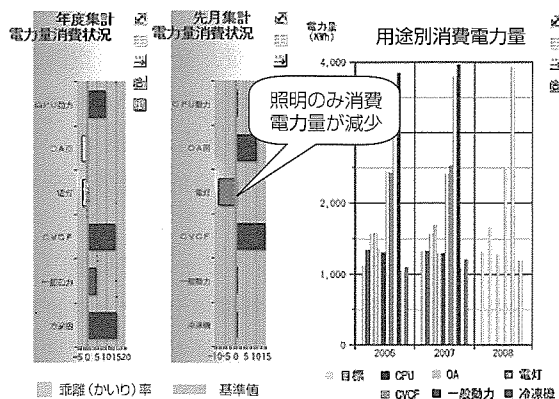


図6. 電力系統別の消費電力の集計画面

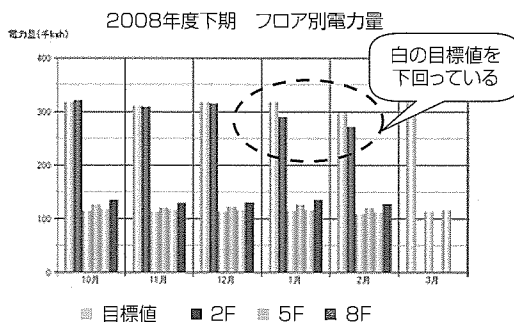


図7. フロア別、月別での照明の消費電力量の推移

5. む す び

温室効果ガス削減のPDCAサイクルを回すことによって、削減対策の高度化、管理レベルの詳細化が進むため、高精度でリアルタイムな状況把握が求められる。そのためMELGREENでは、関連データの連携拡大、詳細データのリアルタイム処理について強化を図っていく。また、国内クレジット制度(国内排出削減量認証制度)^(注3)の活用、政府による“排出量取引の国内統合市場の試行的実施”、カーボンフットプリント制度^(注4)の国内での試行的取り組みが始まっている。今後、温室効果ガス削減の取り組みが、企業評価の重要なポイントとなるとともに、温室効果ガス排出権管理は経営に密着した課題となるため、経営システムとの連携も図っていく。

(注3) 大企業等の技術・資金等を提供して中小企業等が行った、CO₂排出抑制のための取り組みによる排出削減量を認証し、目標達成のために活用する仕組み。

(注4) 商品やサービスの原材料調達から廃棄、リサイクルに至るライフサイクル全体を通じて排出される温室効果ガスの排出量をCO₂換算して、その商品とサービスに簡単な方法で分かりやすく表示する。

参考文献

- (1) 資源エネルギー庁：エネルギー白書2007年版，経済産業省（2007）

動態情報や環境データを用いた 照明・空調省エネルギーシステム評価

菅野幹人* 金子洋介*
高山茂伸* 泉井良夫**
平田飛仙*

Energy Saving System Estimation for Lighting and Air Conditioner

Mikihito Kanno, Shigenobu Takayama, Takahisa Hirata, Yosuke Kaneko, Yoshio Izui

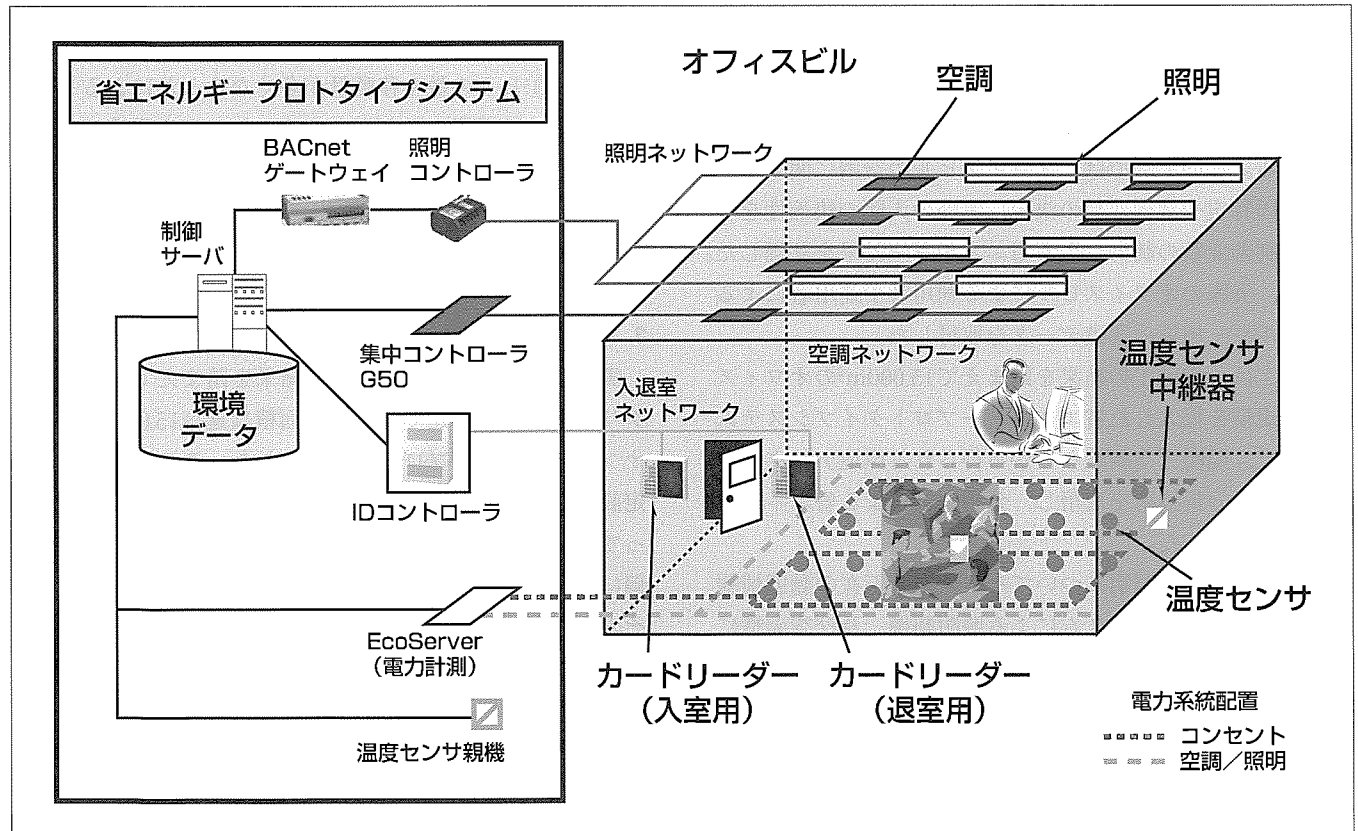
要旨

オフィスビルの省エネルギー施策には、空調の温度設定の遵守や昼休み消灯などの利用者による省エネルギー、換気や不在時の電源OFFなどの運用者による省エネルギーがある。今後は、各種機器から取得される各種情報に基づく分析制御による省エネルギーも期待される。今回、実際に業務を行っているオフィスビルでの省エネルギー実験を通して、空調、及び照明の現状把握と課題抽出を行い、データマイニング技術を適用した機器制御による省エネルギーについて、プロトタイプシステムなどによって評価を行い、従来の省エネルギーに加えて新たな省エネルギーの可能性が得られたことについて述べる。

実際のオフィスビルを使用して二通りの実験を実施した。実験1は、1,000m²規模の複数のオフィスビルで、空調に関する無駄の原因特定や制御変数の決定、実際の人間の快適性を考慮した制御変数の制御による効果を評価し基礎デ

ータを取得した。実験2は、実験1を踏まえて15,000m²規模の単一のオフィスビルの照明、空調機にデータマイニング技術等を適用評価した。この実験では、照明について、ヒトの在/不在の動態情報に基づく照明アルゴリズムによる照明制御、及び空調機について、SVD(Singular Value Decomposition)手法に基づく空調機動作分析を行い、有効性を評価した。

結果として、実験1で空調機の予備冷房制御などによって、ビル全電力比率で約10%の省エネルギー効果を確認した。実験2では、動態情報を活用した照明制御で、実験1の効果に加え更にビル全電力比率で約7.3%の削減、室温などの環境データへのデータ分析技術の適用によって、空調機の感度の違いを空調設定温度に反映する制御の有効性などを得た。



省エネルギープロトタイプのシステム構成

実際のオフィスビルの空調、照明設備から環境データを収集して制御するITシステムの構成を示す。

1. ま え が き

オフィスビルの省エネルギー施策は、空調の温度設定の遵守や昼休み消灯などの利用者による省エネルギー、勤務時間に合わせた空調機の計画運転などの運用者による省エネルギーがある⁽¹⁾。ただし、これらの方法は、利用者の自主的な活動であり利用者を与える負担が大きい。このため今後は、空調機、照明などの各種機器から取得される環境データに基づく機器制御システムによる省エネルギーが期待されている。

本稿では、この解決策として実施した省エネルギーに関する現状把握と課題抽出、空調機、照明から得られる環境データを用いたプロトタイプシステムの省エネルギー評価について述べる。

2. オフィスビルの省エネルギー課題抽出

2.1 省エネルギー実験の位置付け

利用者や運用者が行う省エネルギー施策は、人間が行うことであり、漏れがあり、徹底が困難でもあり、また個別最適であり完全ではない。これに対しヒトの在／不在の動態情報や働く空間の温度、コンセントごとの消費電力などの大量の環境データを用いた分析制御は、システム化によって確実に実行でき、個別最適でなく全体最適による省エネルギーが可能である。

我々は、分析制御による省エネルギーシステムは今後重要になると考え、表1に示すように実際のオフィスビルを利用した実験を実施した。実験1は、1,000m²規模の複数のオフィスビルにおける空調機の省エネルギーに関するものである。この実験では、オフィスビルの空調に関する無駄の原因特定や制御変数の決定、実際の人間の快適性を考慮した制御変数の制御による省エネルギー効果を評価した。同時に、実際のオフィスビルによる利用者や運用者による省エネルギー施策の基礎データを取得した。

実験2は、実験1の結果を踏まえて15,000m²のオフィスビルに規模を拡大した省エネルギープロトタイプシステムによって、照明・空調機などから得られる環境データに関してデータ分析技術を適用し、分析制御による省エネルギー効果を評価した。

この実験では、照明についてヒトの在／不在の動態情報に基づく照明アルゴリズムによる照明制御、及び空調機に

表1. 省エネルギー実験の位置付け

		オフィスビルの規模	
		1,000m ² (実験1)	15,000m ² (実験2)
省 エ ネ ル ギ ー 施 策	利用者	昼休み消灯	-
	運用者	空調計画運転	-
	分析制御	不快指数限界運転制御 外気温連動制御など	動態情報に基づく照明制御 空調個別温度設定

ついて、SVD手法に基づく空調機動作分析と個別温度設定制御などの有効性を評価した。

2.2 1,000m²規模オフィスビル実験

複数のオフィスビルを対象に、フロア面積1,000m²程度の1フロアのみ限定して、動態情報を用いずに、空調機に限定して実験を行った。環境データは、室内温度・湿度・CO₂濃度、並びに気象情報による外気温度である。制御変数は、空調機の起動停止、空調機設定温度、冷房(暖房)/送風切り換え、オフィスによってはロスナイ(換気装置)を対象とした。省エネルギーは快適性とトレードオフの関係にあるため、実証実験に際しては、居住者にアンケートを実施し、快適性を許容範囲内に維持して実施した。

この結果、空調機の運用による無駄は主として、①朝の出勤直後の冷やし過ぎ/暖め過ぎ、②過剰温度設定、③残業時間帯の無人運転の3種類で大半(約70%)を占めることが判明した。例えば、①は夏の朝に出勤した際にオフィス温度がかなり上昇しているために、過剰に温度設定を下げるのが原因である。このため、①に対応して、朝、事前にオフィスを冷却しておく予備冷房制御、②、③に対応して、不快指数限界運転制御/外気温連動制御、定時後一定時間ごと強制空調停止制御等を実施した。実験期間は各季節の1か月程度のみであるが、年間に換算(夏季と冬季で省エネルギー制御を、中間季で外気冷房制御を適用した場合の試算)すると、ビルの全電力比率で約10%の省エネルギー効果が得られることを確認した。

この実験結果を踏まえて、実験2でフロア面積を拡大する場合、①ヒトの数や移動量が多くなることによるイベントの増大、②機器の数が増大することによる環境データの増大など多種多量のデータ管理に課題があることが想定された。

3. 環境データ分析制御システム実験評価

3.1 実験内容

実験2は、実験1で得られた結果を踏まえて、鉄筋コンクリート構造9階建て、フロア面積は延べ15,000m²程度のオフィスビルの3フロアを対象とした。この実験では、固定設置されている空調機や照明に対して、ヒトの動きによって機器を制御するモデルで、①動態と連携した照明の制御による省エネルギー、②動態とは連携せず、環境データそのものに着目し分析制御を行う省エネルギーを検討した。今回のプロトタイプシステムで収集した環境データは、1分間の収集間隔でデータベースに自動蓄積され、延べ3か月で多種大量の約4,000万件、約5GBのデータを管理した。

3.2 動態情報と連携した照明制御

まずはじめに、動態情報と連携した照明の省エネルギー制御について実験を実施した。実施にあたり、動態と設備

機器の連携に必要な情報を管理する構成管理方式を検討した。構成管理は、動態の在室・不在の状況や座席位置情報などの動態情報と、ID情報や設置位置情報などの設備機器情報を管理する。これらの情報を関連付けることで、動態の在室状況に基づく制御や、動態と設備機器の位置関係に基づく制御が可能となる。

実験では、動態情報を収集するデバイスとして入退室管理装置を想定し、構成管理の情報として動態の座席位置情報と設備機器の位置情報の関係を管理した。通常、入退室管理装置は個人の区画への入退室を検知できるが、区画内の在室位置は特定できない。しかし、構成管理で動態の座席情報を管理することによって、個人の座席が定められたオフィスでは、入退室の情報だけで在室位置を推定することができる。

この構成管理と入退室の情報を用いて、動態情報と連携した照明の自動照度調整の効果をシミュレーションした。この省エネルギー対策は、動態が存在しないエリアの照明照度を減光する対策である(図1)。

シミュレーションでは、動態が存在しないと判断したエリア付近の照明を25%に減光すると仮定した。特定日のシミュレーション結果を図2に示す。なお、比較データとして、動態情報連携なし(一つの壁スイッチでの制御単位であるブロック単位で、ブロック内の最初の出社社員が点灯、ブロック内の最後の退社社員が消灯)を合わせて表示する。

動態情報連携なしと比較し、ビル全体の電力使用量の平均約7.3%の削減を確認した。

この対策は、定時前は早朝出勤者のエリアだけを点灯、定時内は会議不在者と出張者のエリアを減光、定時後は退勤者のエリアを減光と、照明を制御することで電力使用量を削減している。

3.3 環境データを活用した空調機の省エネルギー

図3(a)は、今回空調機に関する実験を行ったフロアの見取図である。図中の黒丸は温度センサの配置を表しており、枠で囲まれた領域が、省エネルギー施策の検討対象とした

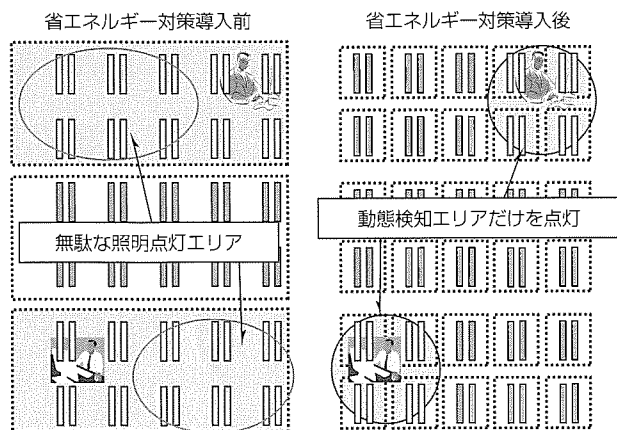


図1. 動態情報と連携した照明の自動照度調整

領域である。省エネルギー施策を検討するにあたっては、第一に現状の把握が必要である。しかしながら、この実験のように大量のデータが蓄積されるようになると、データを直接的に提示してもヒトが情報を把握しきれないという問題が生じる。例えば、図3(b),(c)は、このエリアにおける、ある1日の温度変化をプロットしたものである。

図3からは、様々な特徴を見て取ることができるが、専門知識なしにこれらを適切に分類し、省エネルギーに役立てることは難しい。また、分析対象が増えてプロット数が多くなれば、視認性が著しく低下するという課題がある。このような課題に対して、この実験ではSVD手法を用いた可視化を試みた。SVD手法は、データを最もよく表す特徴を抽出するデータマイニング手法の一つであり、事前知識を必要としないという特徴がある。省エネルギー施策の発見など、どのような特徴量を探すべきかが明らかでない場合に有効な手法と言える。

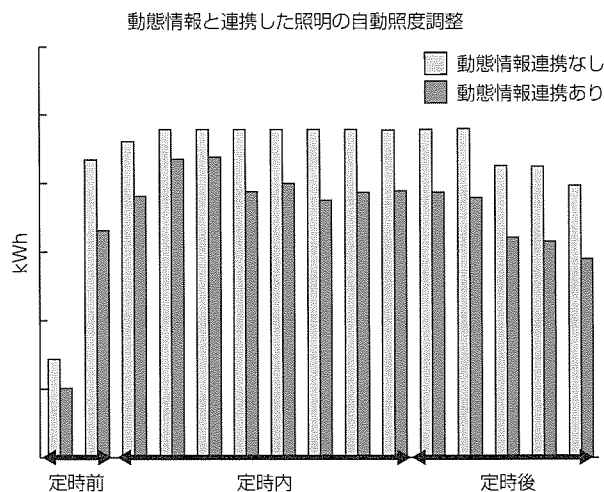
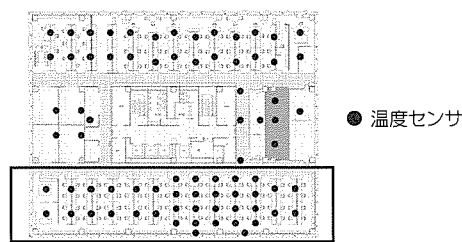
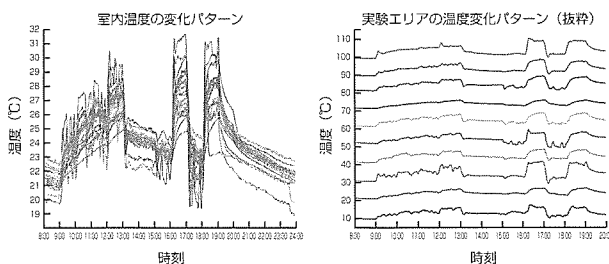


図2. 省エネルギー対策のシミュレーション結果



(a) 実験フロア概観及びセンサ配置



(b) 温度計測データ1日分 (エリア全体)

(c) 温度計測データ1日分 (一部抜粋)

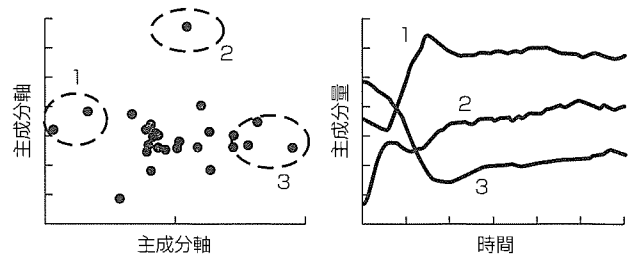
図3. 実験フロア図及び温度計測結果

図4は、図3と同じ環境データに対して、SVD手法を適用し可視化を行った結果である。図4(a)はSVD手法によって抽出された、重要度の高い特徴軸によって描画を行った。図中の点は、それぞれが一つのセンサに対応しており、図3における環境データを特徴空間における1点で代表したものである。特徴空間では、近い点は似たような特徴を持つため、波形特徴を俯瞰(ふかん)的に把握することが可能となる。また、図4(a)に示す外周部にある点(1, 2, 3)は、縦軸横軸の特徴を強く持った点である。このような特徴点に注目することで、分析対象を効率的に把握することが可能である。

例えば、図4(b)は(a)の丸印内のセンサにおける暖房運転時のデータから、先に述べた特徴軸を基に再構成した特徴波形である。グループ1, 2を比較すると、ともに温度変化が暖房運転に比例しており、定常温度に違いがあることが分かる。一方で、グループ3に注目すると、グループ1, 2とは逆に、暖房運転に反比例した挙動を示している。このことからこのエリアでは、定常温度の違いに加え、暖房運転に対する温度上昇の感度に顕著な違いがあることが分かる。

このように、収集された環境データを活用することによって、オフィス空間における温度変化の特徴が抽出されることが確認された。なお、この分析で得られた感度の違いを空調設定温度に反映した制御を行うことで、オフィス空間の快適性を維持したまま空調の過冷房や過暖房の抑制が行えることを実験で確認している⁽²⁾。

オフィスビルにおける省エネルギー施策の立案のように、考慮すべき対象が多く、対策の可能性も無数にあるような問題では、大量のデータに埋もれた情報を効率的に探索する手法が不可欠である。また、広く省エネルギー活動が行われるためには、エネルギー管理の専門家でなくとも省エネルギー施策を考えることができるように情報を整理して提供することが重要である。これらの目的を達成するためには、今回述べたSVD手法のような、データの特徴を抽出して提示する技術が必要であり、今回その有効性を確認することができた。



(a) 上位の特徴軸によるプロット (b) グループ1, 2, 3の特徴波形

図4. SVD手法による分析結果

4. む す び

2種類の実際のオフィスビルを使用した実験によって、空調単独の省エネルギーに関する効果検証測定、また、動態情報と照明連携による照度調整の評価、空調動作と空間の温度にかかわる環境データにSVD手法を利用した環境データそのものに着目した省エネルギーの有効性について述べた。

利用可能な環境データは、今後ますます増加するため、今回の実験のようなITシステムを用いた省エネルギー施策も活用が進むと考えられる。大量に環境データを集めることで、環境の専門家にとって、精度良く無駄が発見できるだけでなく、一般の方でも運用の無駄に気づき省エネルギー対策の実施を進めることが期待される。また、省エネルギー対策の効果は、快適性を損なわず電力使用量を減らすことが重要である。今回の実験の範囲では、快適性の評価は十分ではないため、今後は快適性と省エネルギー効果の両面から、さらに実証実験を行っていく必要がある。

参 考 文 献

- (1) 財省エネルギーセンター：ビルの省エネルギーガイドブック 平成19年度版 (2008)
http://www.eccj.or.jp/audit/build_guide07/img/build2008guide.pdf
- (2) 平田飛仙, ほか：オフィスビルにおける省エネ支援のためのデータ活用事例, 情報処理学会, 第71回全国大会, 4, 435~436 (2009)

CO₂削減に貢献する ITシステムの環境負荷評価手法

高橋郁夫* 田中基寛***
大野次彦* 多々良智子*
北上真二**

Life Cycle Assessment for IT System

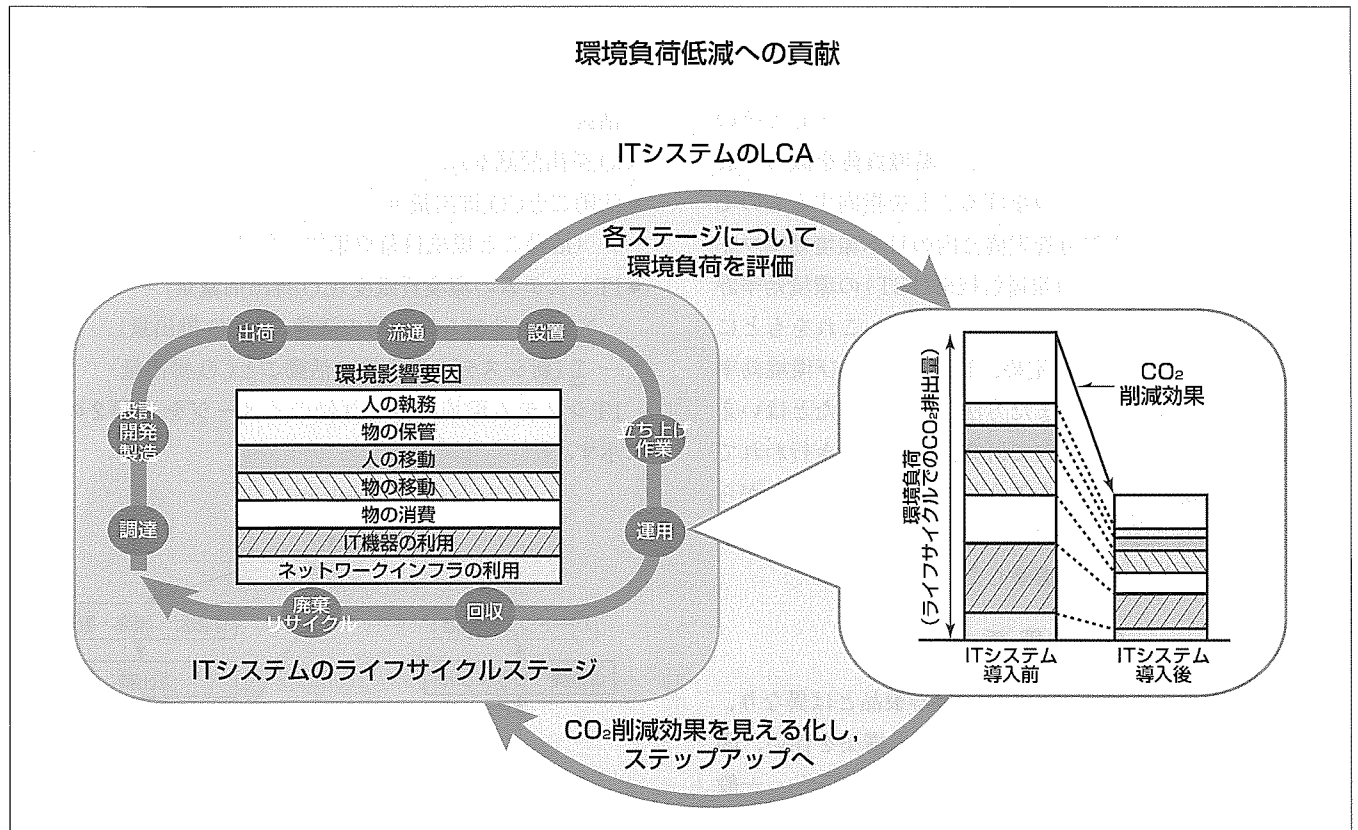
Ikuo Takahashi, Tsugihiko Ohno, Shinji Kitagami, Motohiro Tanaka, Satoko Tataru

要 旨

低炭素社会の実現に向け、経済産業省は2008年3月に策定した“Cool Earth－エネルギー革新技術計画”でも、重点的に取り組むべきエネルギー革新技術の一つにグリーンITを指定している。グリーンITとは、“IT自身の省エネルギー”及び“ITを活用した社会の省エネルギー”のことで、この両輪でエネルギー消費の削減、温室効果ガスの削減を目指すものである。

三菱電機インフォメーションシステムズ㈱(MDIS)では、三菱電機グループと連携して、グリーンITなどの環境負荷低減への取り組みを進めている。その一環として、ITシステムのCO₂排出量を定量的に評価する“ITシステムの環境負荷評価手法(Life Cycle Assessment：LCA)”を開発し、顧客に提供するITシステムのCO₂排出削減を推進している。

この手法は、ITシステムごとの開発・運用といったライフサイクル全体にわたる環境負荷を定量化するもので、実際には、人・物の移動、物の消費、IT機器の利用などの7つの環境影響要因をステージごとに分析し、評価・改善に取り組み、ライフサイクル全体で環境負荷の低減を図るものである。これによって、ITシステム導入前後での環境貢献度評価(CO₂排出削減量)とライフサイクル全体での環境影響度評価(CO₂排出量)が可能となり、その効果の“見える化”を行うことができる。この手法を継続的に活用し、環境に配慮したITシステムの開発や、顧客に提供するITシステムの環境負荷低減を更に進めることで、地球温暖化防止とともに顧客の環境経営や企業価値向上に貢献したいと考える。



ITシステムの環境負荷評価手法

ITシステムの環境負荷評価手法(LCA)は、機器製品とは異なり、導入システムごとに調達、設計・開発・製造、設置、運用・廃棄といった9つのライフサイクルステージから構成される。そのステージごとに環境影響要因を分析し、評価、改善を行い、ライフサイクル全体で環境負荷低減を図る必要がある。

*三菱電機インフォメーションシステムズ㈱ **三菱電機㈱ 情報技術総合研究所 ***同社 本社

1. ま え が き

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第4次評価報告書(2007年4月)によって、地球温暖化は科学データ群によってオーソライズされた。先進国を中心とした各国政府は温暖化ガス排出量削減(世界で2050年までに半減)目標を定める動きに入り、日本政府は2008年7月“低炭素社会づくり行動計画”を閣議決定した。

IT分野での環境負荷削減(特に地球温暖化防止への貢献)については、他の製品・産業分野に比べて具体化が遅れていたが、2007年8月の米国環境保護庁(EPA)発表の米国内データセンター消費電力の調査をきっかけに“グリーンIT”概念が浮上し、近年現実的な社会的取り組みとなってきたところである。グリーンITとは、“IT自身の省エネルギー”及び“ITを活用した社会の省エネルギー”のことで、この両輪でエネルギー消費の削減、温室効果ガスの削減を目指すものと考えられている。経済産業省はグリーンITイニシアティブを2007年12月に発表した。我が国では2025年に2006年比で情報量200倍(情報爆発)、消費電力5倍になると推計され、2008年3月に策定した“Cool Earth-エネルギー革新技术計画”でも重点的に取り組むべきエネルギー革新技术の一つに指定した。

2. ITシステムのLCA

ライフサイクルアセスメント(LCA)とは、製品の設計時に、その製品が環境に対して及ぼす負荷をライフサイクル(資源の採掘から資材・製品の運搬、使用、そしてその製品の廃棄まで)にわたって評価し、環境負荷を減らす設計及びそのマネジメントにつなげることを指向するものである。日本では(社)産業環境管理協会内の日本環境効率フォーラムで、2006年3月に“情報通信技術(ICT)の環境効率評価ガイドライン”が編纂(へんさん)された。これをもとに各社それぞれの評価基準を定め、LCA評価及び環境効率算出に努めている。しかしまだ方法論が確立したとはいえ、現在でも同フォーラム内で研究会が引き続き行われている。三菱電機グループでもこうした動きに参加しながら、ITシステムの環境負荷を評価し低炭素社会実現への貢献度合い等を説明する手法を構築した。

3. 評価手法

ITシステムのライフサイクルは、機器製品とは異なり、導入システムごとに設計や開発、システム構築を伴い、図1に示すように、9つのステージから構成される⁽¹⁾。一般にITシステムの導入は、運用ステージにおける業務効率/生産性の改善、人や物の移動及び物の消費の削減を目的とすることが多く、結果的にCO₂排出量削減に貢献している。

一方で、ライフサイクル全体からみると、その設計・開発・製造や運用、廃棄などのライフサイクル各ステージにおいてCO₂を排出しており、環境に影響を与えている。したがって、ITシステムのLCAでは、運用ステージにおけるCO₂排出削減量(環境貢献度)と、ライフサイクル各ステージのCO₂排出量(環境影響度)を区別して評価することが望ましい。ここでは、前者を“ITシステム環境貢献度評価”、後者を“ITシステム環境影響度評価”と呼ぶ。

3.1 ITシステム環境貢献度評価

ITシステム環境貢献度評価は、導入するITシステムごとに、その環境貢献度(CO₂排出削減量)を明確化することが目的である。ITシステムのライフサイクル上では、運用ステージに着目した評価と位置付けられる。

ITシステム環境貢献度評価では、ITシステム導入前と導入後の運用ステージ(業務)の“活動”の“活動量”を調査し、各活動の“環境負荷原単位”を基に、各活動及び全体の環境負荷(CO₂排出量)を定量化することによって、環境貢献度(CO₂排出削減量、CO₂排出削減率)を明確化する。ここで、エネルギー効率のよいIT機器に入れ替えることも環境貢献と考えられることから、IT機器の使用やネットワークインフラ利用も評価対象に含める。

ITシステム環境貢献度評価における、活動・活動量・環境負荷原単位の例を表1に示す。環境負荷原単位は、その対象ごとに、公的機関等で公表されている値を採用することを原則とするが、それが無い場合は、根拠を明確にした上で独自の環境負荷原単位を定めている。

活動ごとのCO₂排出量、及びITシステムの環境貢献度(CO₂排出削減量)は、次の式で計算される。

- 活動ごとCO₂排出量 = (活動ごと環境負荷原単位) × (活動量)
- ITシステムの環境貢献度(CO₂排出削減量) =
$$\sum_{\text{旧}} (\text{新システム導入前の活動ごとCO}_2\text{排出量}) - \sum_{\text{新}} (\text{新システム導入後の活動ごとCO}_2\text{排出量})$$

ITシステム環境貢献度評価のイメージを、図2の左側に示す。

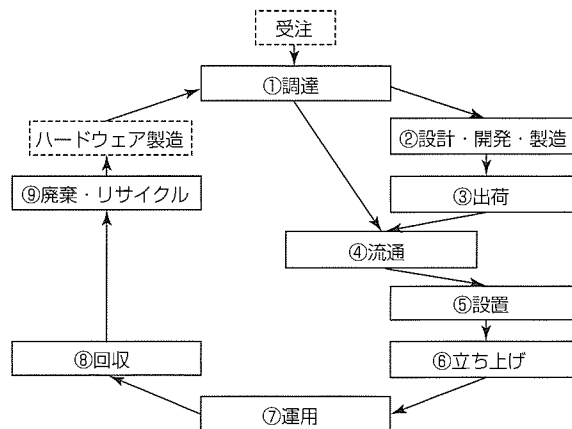


図1. ITシステムのライフサイクル

3.2 ITシステム環境影響度評価

ITシステム環境影響度評価では、ITシステムのライフサイクルステージ(図1)ごとの“活動”の“活動量”を調査し、各活動の“環境負荷原単位”を基に、各ステージの環境負荷(CO₂排出量)を定量化する。ITシステム環境影響度評価における活動・活動量・環境負荷原単位は、環境貢献度評価と同じ指標(表1)を採用する。

ITシステム環境影響度は、次の式で計算される。

$$\bullet \text{ITシステムの環境影響度(CO}_2\text{排出量)} = \sum_{\text{ステージ}} \{ \text{環境負荷原単位} \times \text{活動量(使用量)} \}$$

ITシステム環境影響度評価のイメージを、図2の右側に示す。このように、ITシステム環境影響度評価では、ITシステムのライフサイクルステージごとに環境影響度を見える化した上で、それぞれのステージでの環境影響度の改善に取り組み、ライフサイクル全体にわたる環境影響度の継続的な改善を図ることが重要である。

4. 適用評価

MDISの社内で試行した“複合機による出力の統合管理”システムの適用評価について述べる。

4.1 システムの概要

“複合機による出力の統合管理”システムは、課ごとに購入管理していたプリンター、FAX、スキャナ機器を社員証の認証機能付複合機に集約化することで、紙媒体のセキュリティ強化を図るとともに、紙使用量の削減、機器統合による消費電力や保守コストの削減を目的としたシステムである。

4.2 “複合機による出力の統合管理”の環境負荷評価

4.2.1 評価の目的

今回の評価は、“複合機による出力の統合管理”システムの全社展開前に一部門で実施した試行データをもとにシステムの環境影響度評価を行い、システム導入前と導入後で

環境貢献度評価を行うことを目的とした。

4.2.2 機能単位

この評価の機能単位(対象範囲)は、社内の一部門(200名)の紙出力(プリント、コピー、FAX)とその手段を対象とした。運用期間は、環境影響度評価は5年間、環境貢献度評価は1年間とした。

4.2.3 システム境界

“複合機による出力の統合管理”システム導入前と導入後のシステムの概要を図3に示す。

(1) システム導入前

- ①課ごとにプリンター、FAX、スキャナを購入、管理をしていたため、社内における保守コストの把握が困難であった。
- ②印刷出力やスキャナ入力が課ごと又はフロアごとに限定されていた。

(2) システム導入後

- ①全社レベルで保守コスト及び紙出力が把握できるため、紙出力や保守コストの削減につながった。
- ②どの複合機からでも印刷出力やスキャナ入力が可能となった。

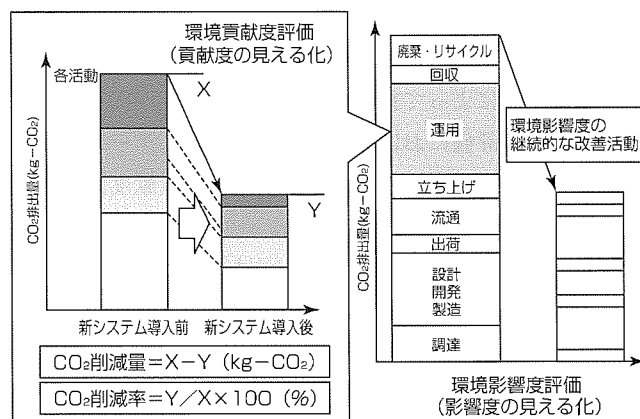


図2. ITシステムの環境貢献度評価と環境影響度評価

表1. ITシステム環境貢献度/環境影響度評価の指標

活動	活動量	環境負荷原単位	対象(例)
人の執務	平均人員数	1人・年あたりの電力使用量から換算されるCO ₂ 排出量	オフィススペース(m ²)
人の移動	1年間に移動する人数, 移動距離	1人・距離(km)あたりの移動手段ごとのCO ₂ 排出量	鉄道, 航空機, 乗用車, バス
物の保管	保管倉庫の面積	面積(m ²)・年あたりの倉庫維持に必要な電力使用量から換算されるCO ₂ 排出量	倉庫スペース
物の移動	1年間に移動する物の質量, 輸送距離	質量(t)・距離(km)あたりの移動手段ごとのCO ₂ 排出量	トラック, 鉄道, 航空機, 船
物の消費	1年間に消費する紙, CD, DVD等の枚数	媒体1枚あたりの生産・破棄にかかわるCO ₂ 排出量	紙, 情報媒体(DVD, CD)
IT機器の利用	サーバの台数, 稼働時間	サーバ1台・年あたりの電力使用量から換算されるCO ₂ 排出量	サーバ, パソコン, プリンター, ディスプレイ
ネットワーク	ネットワーク使用時間, データ転送量等	1Mbyteのデータを転送する際のネットワーク機器の電力使用量(按分)	インターネット

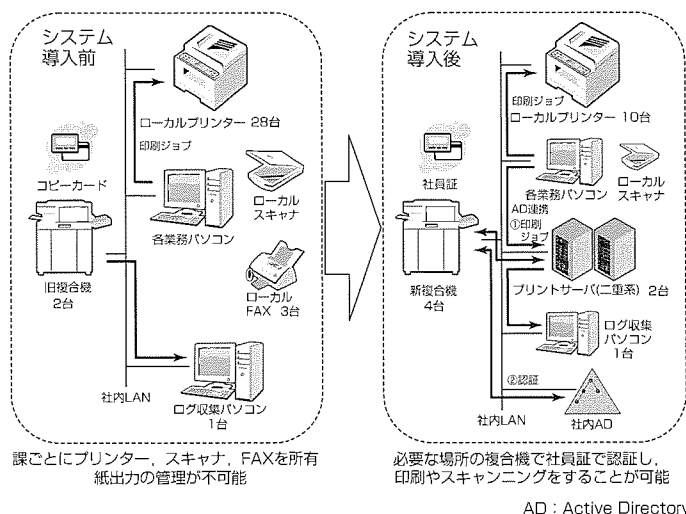


図3. システムの概要

表2. ライフサイクルステージの評価対象と活動の関係

ステージ	調達	設計 開発 製造	出荷	流通	設置	立ち上 げ	運用	回収	廃棄 リサイク ル
人の執務	-	-	-	-	○	○	○	-	-
物の保管	-	-	-	-	-	-	○	-	-
人の移動	-	-	-	-	○	○	○	-	-
物の移動	-	-	-	○	-	-	○	○	○
物の消費	○	-	○	-	-	○	○	-	-
IT機器の 利用	-	-	-	-	-	○	○	-	-
ネットワー クインフラ の利用	-	-	-	-	-	-	-	-	-

○：評価対象，-：評価対象外

表3. ライフサイクルステージの評価対象と主な活動量

ライフサイ クルステ ージ	システム導入前	システム導入後
調達	-	各機器製造負荷 プリンター10台、プリントサーバ2台、 複合機4台、ログ収集パソコン1台
設計・開発・製造	-	-
出荷	-	梱包材 ダンボール 144kg
流通	-	各機器輸送 4トントラック 距離50km
設置	-	作業要員 移動 社用車 距離50km 作業 48hr・人
立ち上げ	-	作業要員 移動 社用車 距離50km 作業 174hr・人
運用		
人の執務	保守員作業 128hr・人・年 各機器設置オフィス内スペース 26.48m ²	保守員作業 72hr・人・年 各機器設置オフィス内スペース 16.4m ²
物の保管	予備トナー/ドラムカートリッジ、プリント用紙保管 20.08m ²	予備トナー/ドラムカートリッジ、プリント用紙保管 8.56m ²
人の移動	保守員移動 3,000km・人・年	保守員移動 1,200km・人・年
物の移動	トナー/ドラムカートリッジ、プリント用紙購入 74.2km・t・年	トナー/ドラムカートリッジ、プリント用紙購入 65.86km・t・年
物の消費	プリント用紙(A4) 672,000枚・年 トナー/ドラムカートリッジ枚数から按分	プリント用紙(A4) 633,600枚・年 トナー/ドラムカートリッジ枚数から按分
IT機器の利用	消費電力 プリンター28台、複合機2台 FAX3台、ログ収集パソコン1台	消費電力 プリンター10台、プリントサーバ2台 複合機4台、ログ収集パソコン1台
回収	-	各機器輸送 回収 4トントラック 距離30km
廃棄・リサイクル	-	リサイクル率 プリンター70%、複合機95%、サーバ95%で想定

③認証機能によって紙媒体のセキュリティが向上した。

環境影響度評価におけるライフサイクルステージ評価対象・活動の関係を表2に示す。なお、環境貢献度評価は運用ステージのみを評価対象とする。

今回、設計・開発・製造ステージは、市販ソフトウェアを使用したため、環境負荷が販売本数で按分(あんぶん)され無視できるほど小さいと判断し、評価対象外とした。また、“ネットワークインフラの利用”は社内インフラのみ使用のため評価対象外とした。

表3に、各ライフサイクルステージにおける評価対象と主な活動量を示す。

4.2.4 結果

(1) 環境貢献度評価結果

図4左に、“複合機による出力の統合管理”システム導入前と導入後の運用ステージにおける各活動の1年間のCO₂排出量を示す。

なお、活動の“IT機器の利用”で、導入前後にCO₂排出量が増加している。これは試行に使用したプリントサーバが事業所内全体展開時の機器(試行規模に対してオーバースペック)であったためである。

図4右に、“複合機による出力の統合管理”システムの環境貢献度を示す。今回の評価では、“複合機による出力の統合管理”システム導入によって、CO₂排出量が8.0%削減できる見込みである。主な削減効果は、紙使用量と各機器

活動 [kg-CO ₂]	導入前	導入後
人の執務	1,978.4	1,254.6
物の保管	931.7	397.2
人の移動	251.7	100.7
物の移動	15.2	13.5
物の消費	2,714.2	2,559.1
IT機器の利用	2,849.2	3,717.3
ネットワークインフラの利用	0.0	0.0
1年間あたりのCO ₂ 排出量 [kg-CO ₂]	8,740.4	8,042.4

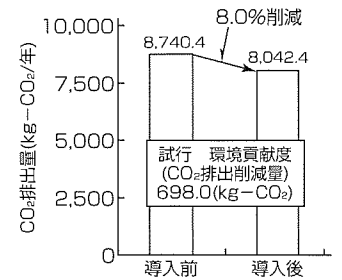


図4. システムの環境貢献度

各ステージの環境影響度 (想定：運用期間5年間)	
①調達	6,762.2
②設計・開発	0.0
③出荷	273.6
④流通	16.5
⑤設置	9.7
⑥立ち上げ	33.8
⑦運用(5年間)	40,211.9
⑧回収	15.0
⑨廃棄・リサイクル	4.2
合計	47,326.9

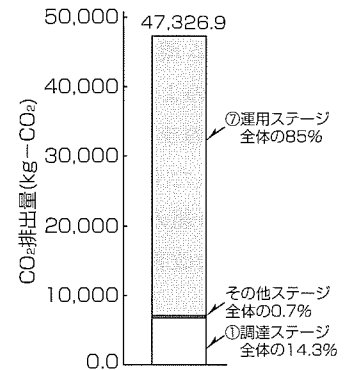


図5. システムの環境影響度

の保守コストの削減と、各課管理のプリンター及びFAX設置スペースの削減である。今後、システム設定の最適化や個人認証による紙使用量の抑制効果によって、更なるCO₂削減効果が期待できる。

(2) 環境影響度評価結果

図5に、“複合機による出力の統合管理”システムの環境影響度評価の結果を示す。

運用期間を5年間とした場合、全CO₂排出量の85%が運用ステージとなり、残り15%は調達ステージとその他のステージとなる。今後の改善の余地としては、調達ステージで製造時の環境負荷の少ない機器の選定等が挙げられる。運用ステージの改善に関しては、環境貢献度評価で述べたとおりである。

5. むすび

今回開発したITシステムのLCA概要、ITシステム環境負荷評価手法の適用評価について述べた。この手法によって、環境に配慮したITシステムの開発、並びに顧客が導入するITシステムのCO₂削減効果の見える化が可能となった。今後、この手法を活用したITシステム、ソリューションやサービスの提供を通じて地球温暖化防止、顧客の環境負荷低減に貢献していく所存である。

参考文献

- (1) 松野泰也, ほか: IT社会を環境で測る—グリーンIT, (社)産業環境管理協会 (2007)

プラットフォーム統合ソリューション “VMINTEGRA”

伊藤正裕*
山田健策*

Platform Integrate Solution "VMINTEGRA"

Masahiro Ito, Kensaku Yamada

要旨

企業の情報システムを構成するサーバの台数は年々増加する傾向にあるが、サーバ・リソースを有効利用できていないことや、複数サーバの運用コスト削減、省スペース化やグリーンIT対応として省エネルギー対策が課題になってきている。これらを解決する手段の一つとして、ハードウェア仮想化によるサーバ統合が注目されている。しかし、現時点では、サーバ統合におけるリソース設計、パフォーマンス評価、仮想マシン環境構築ノウハウを持つ技術者は不足している。そのために構築・運用コストは高く、中堅・中小企業では導入コスト低減と、統合後の運用が課題となっている。

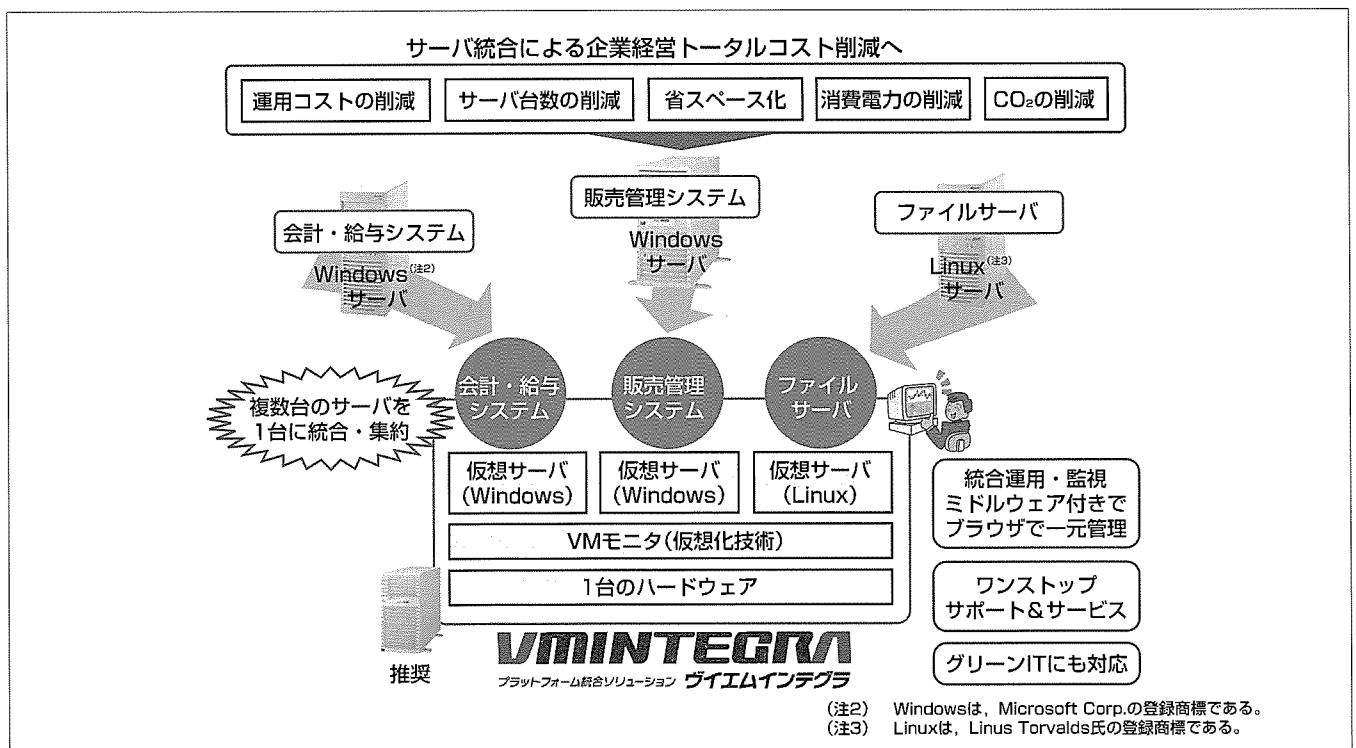
三菱電機インフォメーションテクノロジー(株)(MDIT)は、これらの課題を解決するため、プラットフォーム統合ソリューション“VMINTEGRA(ヴィエムインテグラ)^(注1)”を開発した。

VMINTEGRAでは、中堅・中小企業で採用実績の多い
(注1) ヴィエムインテグラ/VMINTEGRAは、三菱電機(株)が商標出願中である。

業務パッケージ製品を、各パッケージメーカーとともに仮想環境上で評価及びパターン化し、“VM導入テンプレート”を用意した。これを使用することによって、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、安定的に稼働させることを可能とした。

また、統合した複数システムを運用管理する機能もパッケージ化して運用管理を一元化し、管理の手間を大幅に削減した。サーバ統合化によって複数システムを統合し、ハードからシステムまですべてのサポート窓口を一本化して顧客の便を図っている。さらに遠隔地から迅速な技術支援を行う“リモートサポートサービス”を用意し、災害対策として遠隔バックアップサービスなど、万一の備えも充実させた。

VMINTEGRAは、サーバ統合のシステム構築のコスト削減、グリーンIT対応(CO₂排出量削減、消費電力削減)だけでなく、情報システム運用要員の少ない中堅・中小企業でも簡単かつ安心してシステム運用できる機能・サービスの提供を実現した。



VMINTEGRA

プラットフォーム統合ソリューション“VMINTEGRA”は、設計済みの仮想化環境を標準搭載している。複数のシステムをそのまま1台のハードウェアに統合でき、簡単、低コスト・短期間で省エネルギー・省スペースを実現する。

*三菱電機インフォメーションテクノロジー(株)

1. ま え が き

1台のハードウェア上で複数の計算機システムを動作させる仮想化技術が進展し、大規模なサーバ統合を中心に採用が進んでいる。ハードウェア仮想化によるサーバ統合は、グリーンIT対策、運用コスト削減などのメリットがある。しかし、現時点では、サーバ統合におけるリソース設計、パフォーマンス評価、仮想環境構築ノウハウを持つ技術者は不足しており、そのために構築・運用コストは高く、仮想化による中小規模サーバ統合は普及していない。MDITは、情報システム担当者が少ない中堅・中小企業でも導入しやすく、運用を簡単に行える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)”を製品化し、仮想化システム統合の普及を推進している。

2. 背 景

プロセッサメーカーは、トランジスタの集積度・動作周波数を上げることでCPU(Central Processing Unit)の性能を向上させてきた。しかし、動作周波数を上げることでプロセッサの発熱及び消費電力が問題となり、動作周波数向上による性能向上が困難になってきた。従来のプロセッサは、一つのプロセッサパッケージの中に、プロセッサ機能1式(コア)を内蔵したシングルコアアーキテクチャであった。近年のLSI(Large Scale Integration)の集積技術向上に伴い、動作周波数を上げずに一つのプロセッサパッケージの中に複数のコアを格納することで性能を向上させる方式が変わってきた。現時点では、コア2式を内蔵するデュアルコア、4式内蔵するクアッドコアが主流となり、2008年に6コアとより多くのコア搭載CPUが登場した。この大きなCPUパワーを活用し、複数のサーバを1台のハードウェアで実行できる技術として、仮想化が注目されている。

3. 仮想化によるサーバ統合

3.1 仮想化技術

仮想化を実現する技術にはいくつかの種類があるが、その一つとして、ハイパーバイザー型と呼ばれる方式の構造を図1に示す。

ハイパーバイザー型は、ハードウェアを制御する部分を通常のOSに頼らず、仮想化ミドルウェアが直接ハードウェアを制御するため、他の仮想化技術に比較して高速であるという特長がある。

ゲストOSは“VM Monitor”と呼ばれる仮想ハードウェア上で動作する。1つのVM MonitorにCPUのコアを複数割り付けたり、複数のVM MonitorでCPUのコアを共有したりといった設定を行うことができる。その他、メモリ、ディスク、ネットワークアダプタといったハードウェアリソ

ースの割付ができ、仮想的なハードウェアを設定によって作成することができる。

3.2 サーバ統合によるメリット

次に、仮想化技術を用いたサーバ統合のメリットを述べる。

3.2.1 省スペース

複数のハードウェアで稼働していたサーバを1台に集約することで、設置面積を減らすことができる。大規模な統合の場合には、ラックマウント型サーバに複数の仮想サーバを統合し積み上げ、更に大規模統合の場合にはブレードサーバを選択することで、大幅な設置面積削減が可能となる。これらの統合の度合いを高めることで、ハードウェア導入コストを大幅に削減することが可能となる。

3.2.2 運用コスト削減

VMによる仮想化統合を行うと、1台のサーバに複数の仮想サーバを稼働させることが可能となる。これによって、複数の拠点に置かれていたサーバが統合化でき、集中運用が可能となり運用コスト削減が可能となる。また、ハードウェアリソースの余裕があれば、新たなハードウェアを導入せずに新たなシステム稼働が可能であり、ハードウェア購入費用・保守費用が抑制できる。

3.2.3 レガシーシステムの延命

最新のハードウェアでは稼働できない、又は互換性が取れない旧OS(WindowsNT4.0, Windows2000)上のシステムも、仮想ハードウェア“VM Monitor”によって稼働させることが可能である。品質的に問題なく、従来の機能が使えれば良いだけのシステムの延命には利点がある。

3.2.4 保守・テスト環境設備削減

業務アプリケーション、OS、ミドルウェアに対する修正情報適用及び新システムリリース前のテスト環境では、本稼働システムと同一環境で確認をしておきたい。これらの環境は、仮想化環境を使うことで、必要なときに本稼働サーバ上の空いているリソースを使って検証することが可能となり、少ない投資でシステム安定稼働に貢献できる。

3.3 グリーンIT、省電力

グリーンITとは、地球環境に配慮したIT製品・技術で

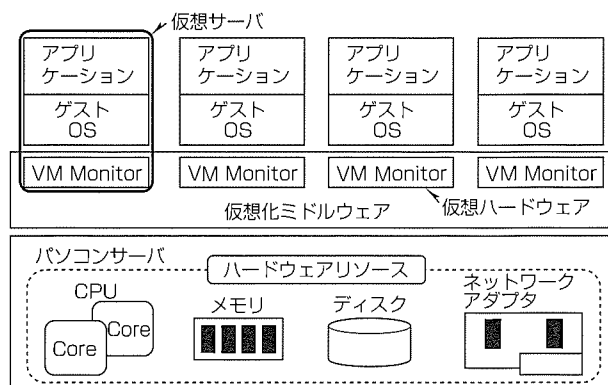


図1. VMの構造

ある。仮想化技術を使い複数台のサーバを1台に統合することで、電力使用量の削減が可能である。パソコンサーバ3台を1台に統合すれば、消費電力が半分以下になり、年間約4.6tのCO₂排出量を削減できる^(注4)。

4. プラットフォーム統合ソリューション“VMINTEGRA”

仮想化によるサーバ統合は、省エネルギー化、省スペース化、運用コスト削減、既存資産の有効活用などメリットが多く、IT投資を抑制する目的として、中堅・中小企業でも必要性は高まりつつある。しかし、中堅・中小企業では導入コストが高価になりがちであったり、仮想化技術や運用管理に精通したシステム管理者が不在であることが導入の障壁となっている。そこで、簡単に導入でき、運用管理が容易であるプラットフォーム統合ソリューションVMINTEGRAを活用することで、中堅・中小企業にも広く仮想化環境を普及させることが可能となる。

4.1 特長

VMINTEGRAは、ハイパーバイザー型の仮想化ミドルウェアを採用したことで、性能が重視される基幹業務サーバの統合にも活用できる。また、設計済みの仮想環境設定を標準搭載しており、簡単・低コスト・短時間でサーバ統合を実現する。サーバ統合後の運用管理やシステム監視を行う機能も搭載し、導入後のシステム管理者の負荷を軽減できる。さらに、ハードウェアから仮想サーバを含めたプラットフォーム部分をトータルでサポートし、中堅・中小企業のユーザーも安心して使用できるソリューションである。

4.1.1 簡単導入

VMINTEGRAでは、仮想環境の構築を容易にするために、あらかじめ導入システムや使用するソフトウェアのパターンを想定した仮想環境の設定を“VM導入テンプレート”として用意している。VM導入テンプレートは仮想環境を構築する際に使用するパラメータが書き込まれたファイルであり、システム構築の際にテンプレートを指定するだけで、自動的に仮想環境の構築が可能である。テンプレートは、仮想環境上で動作させるソフトウェアが必要とするCPU、メモリ使用量などをソフトウェア提供ベンダーの協力を得て検証した結果に基づいて設計されており、ソフトウェアを安定して動作させるために十分な仮想環境を構築できるものとなっている。

4.1.2 運用・監視

サーバを1台に統合しても、そのサーバに必要な運用管理や業務の操作環境の種類は統合前と変わらない。しかも仮想化環境の上でシステムが動作するため、1つの仮想サーバを管理する専用コンソールが存在せず、操作環境が分

(注4) MDITパソコンサーバ“FT8600モデル200Ed”をモデルに算定

かりにくいものとなってしまう。そこで、VMINTEGRAでは複数の仮想サーバ環境を統一的に運用管理する“統合運用ポータルCentportal^(注5)”を標準装備する。

Centportalは、クライアントのWebブラウザから操作し、操作するユーザーの業務に合わせてメニューを作成できる。システム管理者には、運用監視のツールや仮想サーバのコンソールを起動するようなメニューを作成し、業務を行うユーザーには、自分が担当する業務メニューだけを表示させることができる。必要なプログラムをすべてCentportalのメニューから起動できるので、ユーザーは迷うことなく業務を行える。

また、Centportalから“監視マネージャーCentmonitor^(注5)”を起動できる(図2)。Centmonitorはハードウェアの異常監視をしたり、LAN(Local Area Network)接続された仮想サーバ、クライアント、プリンターなどの死活監視を行う。Centmonitorの画面にはシステム全体がアイコンとして表示されており、万一、何らかの異常を検出した場合は、アイコンの色を変えることで異常を知らせる。つまり、システム管理者はCentmonitorの画面を見るだけでシステム全体の稼働状況が確認できる。また、異常を検出した場合に、メールで自動的に通報でき、システム管理者の負荷軽減と作業効率の向上につながる。

4.1.3 統合バックアップ

従来は、サーバが複数台あると、サーバそれぞれでバックアップ計画を立て、実際にバックアップのスケジュールを組む必要があった。VMINTEGRAでは、複数の仮想サーバのバックアップを1か所から制御でき、バックアップデータも1か所で管理する統合バックアップ機能を持つ(図3)。

また、バックアップは仮想化技術を応用し、仮想サーバ全体をイメージとしてバックアップできる。これによって、仮想サーバが破壊された場合に、バックアップされたイメージを戻すだけで仮想サーバを復元でき、障害からの復旧を短時間で実現できる。

(注5) Centportal, Centmonitorは、三菱電機インフォメーションテクノロジー(株)が商標出願中である。

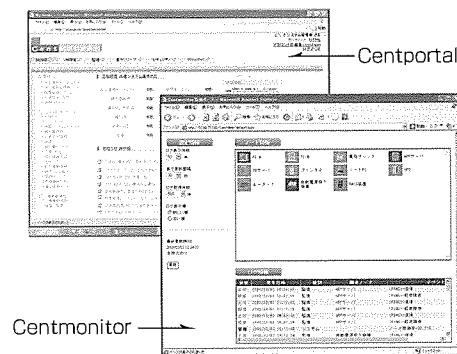


図2. CentportalからCentmonitorを起動

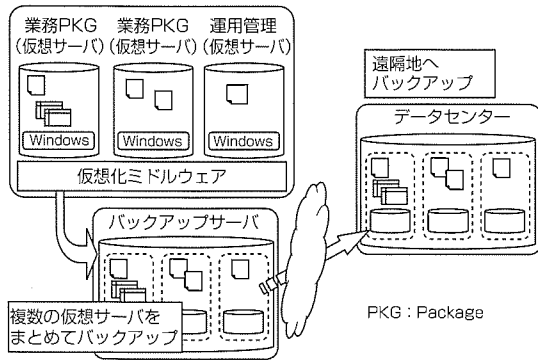


図3. 統合バックアップ

さらに、遠隔地にあるデータセンターにバックアップデータを保存しておくサービスも用意しており、災害時のシステム復旧も迅速に行える。

4.1.4 トータルセキュリティ

VMINTEGRAでは、統合したシステム全体のセキュリティ機能も提供する。仮想サーバのウイルス対策をはじめ、クライアントや仮想サーバのログを分析し、情報漏えいなど不正操作を監視する機能や、バックアップデータの暗号化による情報漏えい防止機能を持つ。これによって、統合された資産全体を不正行為から守ることができる。

4.1.5 コンプライアンス対策

VMINTEGRAでサーバ統合を実現すると、サーバ室やサーバ本体の施錠管理が容易となり、物理的なセキュリティ向上につながる。また、バックアップを統合することやウイルス対策を集中して実施することによって、サーバの管理業務を減らし、内部統制上の監査対象を集中させることでコンプライアンス対策としても有効である。

4.1.6 サポート

VMINTEGRAでは、ハードウェアから仮想環境、その上で動作する仮想サーバ、運用管理、セキュリティ、バックアップまで含めたプラットフォーム全体をトータルでサポートする。通常、サーバ統合しても、それぞれの構成部位によって、提供ベンダーが異なり、サポートも個別に契約が必要となり、問い合わせをしてもベンダーをたらい回しにされるケースが見られる。VMINTEGRAの場合は、MDITが一括してプラットフォーム全体をサポートするので、ユーザーは安心して使用できて、システムインテグレータはシステム構築に専念できるというメリットがある(図4)。

また、システムインテグレータやMDITのサポート担当者がユーザーの端末にリモートから直接接続し、ユーザーに代わってアップデートモジュールの適用や障害発生時の

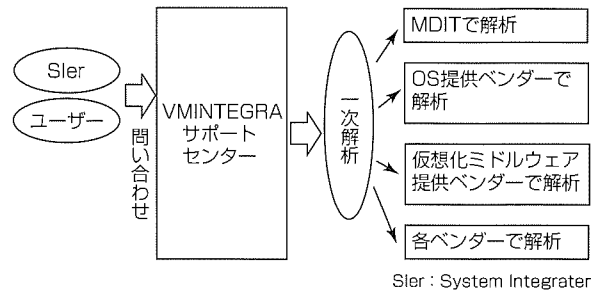


図4. VMINTEGRAのサポートの流れ

解析を行うサービスも提供する。これによって、システムメンテナンスや障害解析にかかる時間を短縮させ、ユーザーの運用にかかる負荷を軽減できる。

4.2 アプライアンス指向

中堅・中小企業向けの著名なパッケージ製品を動作させることに特化した、アプライアンスモデルもVMINTEGRAのラインアップに加えている。アプライアンスモデルでは、VMINTEGRA上で動作検証されたパッケージ製品専用の“VM導入テンプレート”を標準で装備している。例えば、動作検証済みの生産管理パッケージと会計パッケージをアプライアンスモデルを使用して導入する場合には、それぞれ専用の“VM導入テンプレート”を適用するだけで、2つのパッケージのサーバ統合が仮想環境の設計や構築をすることなく実現できる。アプライアンスモデルは、各パッケージベンダーの協力のもとに“VM導入テンプレート”を設計しており、今後も様々なベンダーと協業しながら強化していく予定である。

5. む す び

グリーンIT対応(CO₂排出量削減, 消費電力削減), 省スペース, コスト削減, 既存資産有効活用, コンプライアンス対策などサーバ統合による効果は広く浸透しつつあり、仮想化技術の注目度は高まっている。しかし、仮想化技術はその難しさから大企業による大規模システムの統合にのみ普及している感があることは否めない。そこで、低コストで簡単に導入及び運用できるVMINTEGRAを活用することで、中堅・中小企業でも仮想化技術を導入でき、より多くのユーザーがサーバ統合の効果を享受できるようになる。

参考文献

- (1) ヴイエムウェア(株)ホームページ:
<http://www.vmware.com/jp/>

グリーン対応データセンター

稲坂朋義*
目黒久雄*

Green Data Center

Tomoyoshi Inasaka, Hisao Meguro

要旨

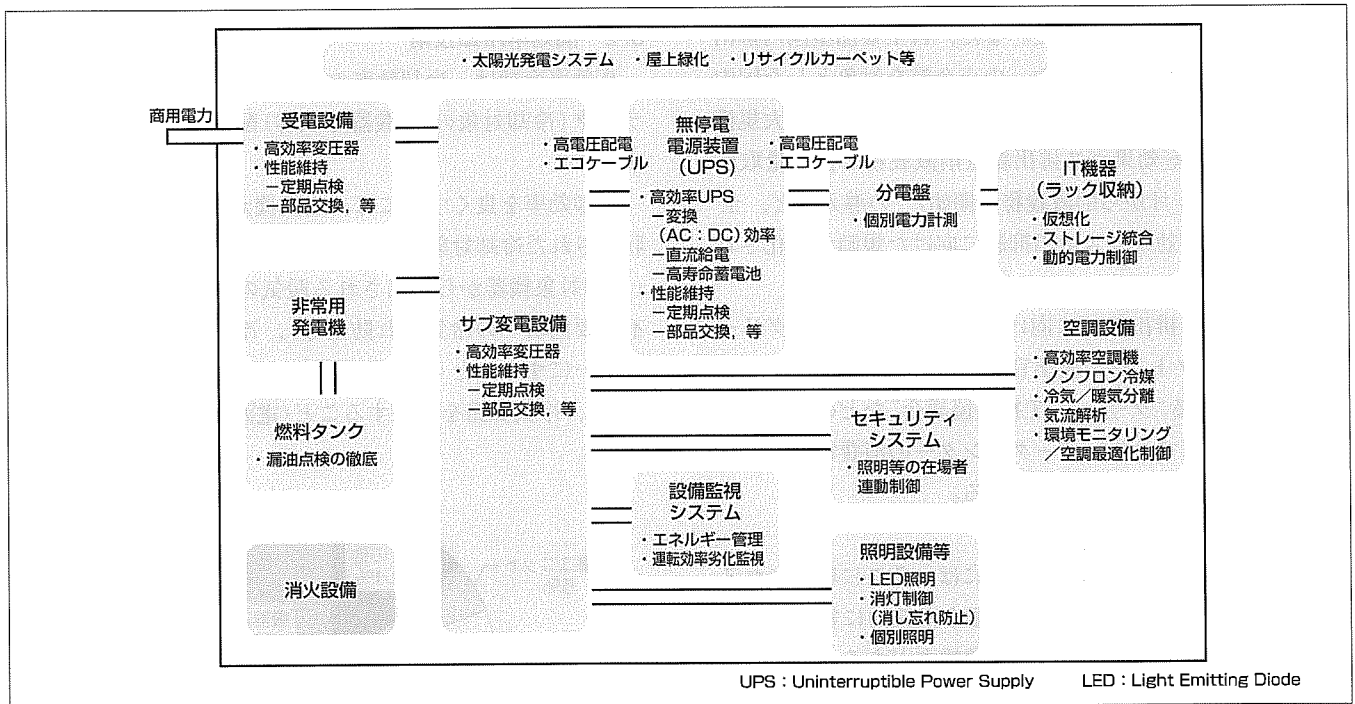
温室効果ガス排出量を基準年度(1990年)比で6%削減する京都議定書第一約束期間が2008年からスタートしているが、2006年度の我が国の温室効果ガス排出量は、13億4,000万トンと基準年度比6.2%増となっている。また、ブロードバンド化によるネットの情報流通量が、2025年度には2006年度比190倍(121Tbps)、社会で扱う情報量が約200倍となる情報爆発時代の到来に伴い、IT機器の消費電力量が2006年度比5.2倍(2,400億kWh)と、国内総発電量の約20%を占めると予測されている⁽¹⁾。

経済産業省では、情報爆発時代のIT機器の消費電力量急増に対応するため、①データセンター(サーバ・ストレージ)の消費電力量を30%以上削減、②ネットワーク部分(ルータ)で30%以上の省エネルギー化、③ディスプレイの消費電力量半減などを目標とする“グリーンITプロジェクト”を推進している。この一環として、2008年2月に“グリーンIT推進協議会”が発足し、産学官の連携強化を図っている⁽²⁾。

グリーンITの社会的要請への対応は、企業経営上重要項目の一つとなっており、増大を続ける情報システムとそれを収容するインフラの環境負荷低減にこたえるグリーン対応データセンターへの要望が高まっている。

三菱電機情報ネットワーク(株)(MIND)では、1999年からデータセンター事業を行っており、2009年4月に開設した高ネットワークレスポンスと利便性の高い都心型センターとなる東京第3データセンターを加えて、東京都内3か所、大阪、名古屋に各1か所の計5か所で事業を展開している。

MINDデータセンターでは以前から環境負荷に配慮した取り組みを行ってきた。特に、データセンターに収容される多くの情報機器を安定稼働させるためのインフラ設備の電力利用効率改善に取り組んできている。その取り組みを中心に、グリーン対応データセンターの高効率冷却技術について述べる。



グリーン対応データセンターの概要

商用電力(特別高圧:20kV以上、又は高圧:6kV)を受電設備で受け、降圧(6.6kVなど)してサブ変電設備へ供給する。サブ変電設備は無停電電源装置や空調設備などの設備に最適な電圧(400V、200Vなど)にそれぞれ変換して供給する。データセンター内のIT機器は、無停電電源装置から分電盤のブレーカを介してそれぞれ独立に電力供給を受ける。セキュリティシステム、設備監視システムは必要に応じてそれぞれに無停電電源装置を持つ。非常用発電機は、商用電力が停電したときに稼働し、データセンター内の機器や設備に電力を供給する。それぞれのグリーン化対応を“・”で示している。

*三菱電機情報ネットワーク(株)

1. ま え が き

温室効果ガス排出量を基準年度(1990年)比で6%削減する京都議定書第一約束期間が2008年からスタートしているが、2006年度の我が国の温室効果ガス排出量は、13億4,000万トンと基準年度比6.2%増となっている。また、ネットの情報流通量が2025年度には2006年度比190倍(121Tbps)、社会で扱う情報量が約200倍となり、それに伴い、IT機器の消費電力量が2006年度比5.2倍(2,400億kWh)と、国内総発電量の約20%を占めると予測されている。

グリーン化の社会的要請への対応は、企業経営上重要項目の一つとなっており、増大を続ける情報システムとそれを収容するインフラの環境負荷低減にこたえるグリーン対応データセンターへの要望が高まっている。

MINDデータセンターでは、データセンターに収容される多くの情報機器を24時間365日安定稼働させるためのインフラ設備のエネルギー利用効率の改善に取り組んできている。

本稿ではその取り組みを中心に、グリーン対応データセンターの主要技術について述べる。

2. データセンターのグリーン化への取り組み概要

2.1 日本国内のグリーン化政策

京都議定書目標達成に向けて、エネルギー管理対象事業所の拡大(省エネ法)や、事業所の温室効果ガス排出量の報告制度(温対法)が導入された。また、自主参加型国内排出量取引制度の導入(環境省)や、中小企業を対象とした国内クレジット制度(経済産業省)、東京都による都内の大規模事業所への“温室効果ガス排出総量削減義務と排出量取引制度”(2010年4月から削減義務の開始)⁽³⁾の導入など、企業に対する温室効果ガス排出抑制に向けた規制が強化されてきている。

温室効果ガス排出抑制に向けて、経済産業省の“グリーンITプロジェクト”や、産学官連携の“グリーンITイニシアティブ”による“グリーンIT推進協議会”などの活動が積極的に展開されており、データセンターの消費電力量の削減が重要テーマの一つとなっている。

2.2 データセンターの消費電力

データセンターが消費する電力には、そこに収容されるIT機器の消費電力と、そのIT機器を継続的に安定稼働させるのに必要なインフラ設備の消費電力がある。一般的にデータセンターの消費電力は、IT機器の電力と機器冷却の電力で約2/3を占め、UPS、配電ユニット、除湿、照明などが残りの1/3を占めると言われている。データセンター内の電力消費比率を図1に示す。

データセンターのグリーン化に対し、IT機器の省電力

化に加えて、機器冷却に要する電力利用効率の改善(冷却効率の改善)や、UPSの直交変換効率の改善、電力配電ロスの低減などの検討と、それらの改善施策のデータセンターへの適用が進められている。

次に、環境負荷に配慮したMINDのグリーン対応データセンターの取り組みについて述べる。

3. MINDのグリーン対応データセンター

3.1 環境負荷に配慮した取り組み概要

MINDデータセンターでは、従来次の環境負荷低減への取り組みを行ってきた。

- ①インフラ設備の性能劣化による電力利用効率低下を防ぐための定期点検・部品交換の実施
- ②空調機の省エネルギータイプへのリプレース
- ③温湿度管理による適切な空調機稼働台数の決定
- ④同居会社への省エネルギー・節電協力依頼
- ⑤照明の消し忘れによる無駄な電力使用の抑制
- ⑥高効率照明の採用、など

2009年4月に開設した東京第3データセンターは、最新鋭の省電力機器の導入(高電圧配電、水冷式空調機、高効率低発熱UPS等)や高効率冷却技術の採用による電力利用効率の改善に加えて、自然エネルギー利用の太陽光発電システムの導入、屋上緑化など、地球環境に配慮したグリーン対応データセンターとなっている。

これらの取り組みの中から、MINDで実施した高効率冷却技術について次に述べる。

3.2 高効率冷却技術

高効率冷却は、冷却効率の改善と冷却システムに最適なラック(冷却対象のIT機器を収容)配置などによって実現する。

冷却効率を良くするには、空調機からの冷気をラックに収容された冷却対象機器へできる限りロスなく与えること(冷却対象機器から排出される暖気の冷気への混入防止、不必要箇所への冷気漏れ防止等)、冷気の温度をできるだけ均一にすること(温度むら等による一部の冷やし過ぎの排除)、冷気風路を確保すること(電源ケーブルや通信ケー

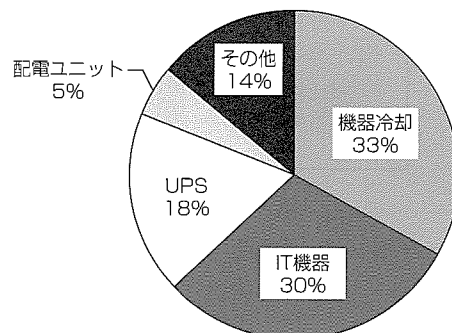


図1. データセンター内の電力消費比率⁽²⁾

ブルの敷設ルートの最適化), 暖気リターン風路を確保すること(天井のリターン口の最適配置等)などが挙げられる。

また、冷却システムに最適なラック配置とするためには、高発熱ラックの集中配置の排除、発熱量の均等化などが必要である。

3.2.1 冷却効率の改善

MINDのデータセンターで採った冷却効率改善技術を図2に示す。

(1) 垂れ壁方式技術

ラック列単位に空調機から供給される冷気の空間(コールドアイル)とサーバラックから排熱される暖気の空間(ホットアイル)に完全分離する技術であり、具体的にはコールドアイル側の天井から垂れ壁をラックの天井前面まで垂らして空間を分離している。合わせて、前面吸気、後面排熱のラックを列単位にそろえて配置するラック配置管理を行う。これによって、サーバラックから排出される暖気の冷気への混入(回り込み)を防いでいる。

(2) 気流分離技術

空調機からの冷気供給と、サーバラックからの排熱暖気の空調機へのリターンを分離する技術であり、具体的には床下から冷気供給、2重天井裏から暖気リターンを行うことによって冷気、暖気を完全分離している。合わせて、冷気の供給経路を確保する床下の電源ケーブルや通信ケーブルの敷設ルート管理を行う。これによって、空調より遠方にある暖気を効率よく空調機にリターンする。

(3) 天井吊(つり)下げ空調機の設置

天井吊り下げ空調機の設置を可能とする天井構造を設計し、局所的な発熱量増に対応できるようにした。

3.2.2 冷却システムに最適なラック配置

データセンターのサーバ室の冷却システムは、その中にある発熱源を整理し、その総発熱量以上の冷却能力を持たせるように設計する必要がある。主な発熱源としては、IT機器を実装したラック、照明機器、分電盤やUPS(別の部屋に設置される場合が多い)等の電気設備、サーバ室内の人、などが挙げられる。

冷却システムの冷却能力がロスなく100%利用できるの

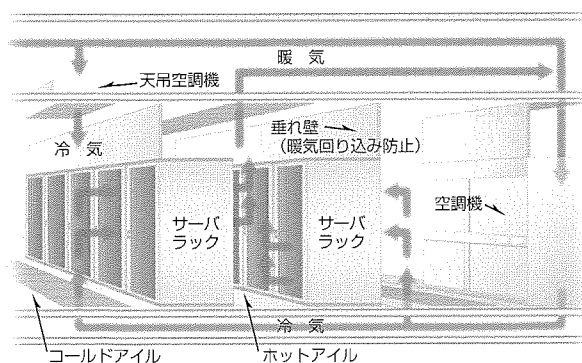


図2. 冷却効率改善技術

が理想であるが、部分的に十分な冷却ができない熱だまりによる過剰冷却(一部エリアの冷え過ぎ=空調機の消費電力増)や、冷気が空調機の近くから戻ってしまって十分な冷却出力が得られないショートサーキットなどの冷却システムのロスが発生する。このようなロスを改善するには、ラックの配置や先に述べた冷却効率の改善などの気流最適化が必要となるが、実際に稼働させてからの変更は、冷却能力の一時的低下やITシステムの停止を伴う場合もあり、24時間365日稼働を要求されるデータセンターでは非常に難しい。

稼働させてからの冷却効率の改善が難しいことから、サーバ室の設計段階から、冷却システムの熱・流体解析シミュレータなどを利用したシミュレーションによって、熱源と空調機の配置や気流経路などの最適化を行う。

MINDでは、汎用熱・流体解析パッケージ“FlowDesigner”と、それをを用いた熱・流体解析サービスの提供を行っている(詳細は、この特集号の“汎用熱・流体解析パッケージ“FlowDesigner”の活用技術と事例”を参照)。次にこの技術を活用した冷却システム設計の一例について述べる。

(1) 冷却システム設計と冷却対象のモデル化

まずはじめに、サーバ室の冷却システムの状態をシミュレーションするためのモデル化を行う。具体的には、サーバ室の形状(縦・横・高さ、柱などの障害物等)、空調機的能力(冷却能力(kW)、風量(m³/分)等)、気流経路の条件(床下高さ、床上-天井高さ、天井高さ、天井/床の空気口(スリット)、ケーブル等の障害物等)、熱源の形状と発熱量(ラック、照明、分電盤等)などをモデル化する。これらのモデルをサーバ室の設計どおりに配置する。その一例を図3に示す。

(2) 冷却システムの1次評価(シミュレーション)

図3に示した冷却システムモデルに対して、FlowDesignerを使った床下吹き上げ/天井リターンの気流シミュレーション例を図4に示す。

図4から、サーバエリア外で冷却の必要がない図中右上のところへ無駄な気流(冷気)の回り込みが発生していることがわかる。

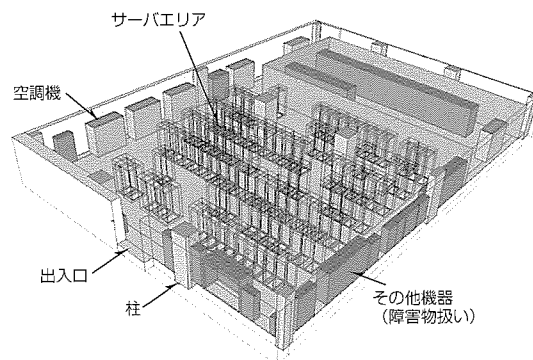


図3. サーバ室の冷却システムのモデル化例

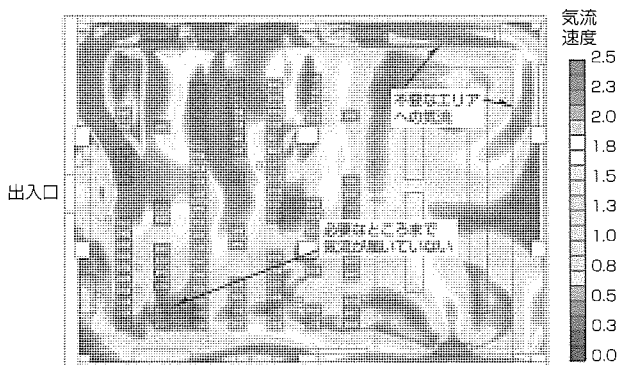


図4. 気流シミュレーション例

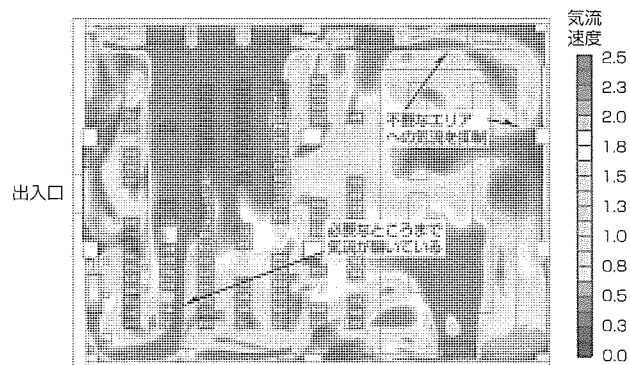


図5. 改善策適用後の気流シミュレーション例

(3) 冷却システムの改善設計とその評価・検証

冷気回り込みによる冷却ロスを改善するため、空調機床下噴出し口への遮蔽(しゃへい)板取付けや、床下冷気風路へのファン追加など、不必要なところへ冷気を流さない改善を適用した場合の気流シミュレーション例を図5に示す。

図5から、図中右上のところへの無駄な冷気流が抑制されるとともに、サーバエリア内の下方まで冷気流が供給されており、サーバ室の冷却システムが改善されていることが確認できる。

(4) 冷却システム稼働状況モニタリングと更なる改善

先に述べた(2), (3)によって空調機的能力やラックの配置、個々のモデルの発熱量などをパラメータとして変動させて、実稼働時の想定される状況を模擬して冷却効率に優れた冷却システムを構築するが、起こり得るすべての状況を模擬するのは不可能である。ラック数やそれらの配置、発熱量は日々変化しており、環境は生き物と同じで固定化されるものではない。そこで、実稼働環境下で温・湿度や風向・風量などを計測して、設計値どおりに冷却システムが機能しているかをモニタリングする。改善すべきポイントが見つかった場合は、先に述べたシミュレータ環境へモニタリング結果をフィードバックして改善策の設計・検証・適用を行う。このような、地道な改善を行っていくことが重要である。

MINDのデータセンターでは、シミュレーション技術を駆使して冷却ロスの排除や冷却能力の改善などを行った冷却システムを設計・構築するとともに、実稼働に入ってから、設計どおりに冷却システムが機能しているかをモニタリングして、改善すべき箇所があればそれを地道に改善していくことによって、冷却電力利用効率に優れたグリーン対応の冷却システムを実現している。

4. む す び

MINDは、ここで述べたグリーン対応データセンターのサービス提供に加えて、①廃棄物や使用化学物質を正確に管理して行政に報告したり、エネルギー使用量やCO₂排出量などを把握する作業など、煩雑な管理作業負荷の軽減と環境改善などの環境管理を支援する“環境統合情報システム ECOrates”, ②ダクトの通風・温度分布解析や自然換気筐体(きょうたい)の解析などを行う熱回路網法を用いた“汎用熱・流体解析ソフトウェア MelTHERFY”, ③コンピュータールーム/データセンターの環境解析, ビル屋上空調室外機の熱干渉解析, 換気空調による室内環境解析などを行う“汎用熱・流体解析パッケージ FlowDesigner”など、グリーン化対応のサービスを提供している。

今後、情報爆発時代の到来に伴い、IT機器の消費電力量が国内総発電量の約20%を占めると予測される中、データセンターのグリーン化を通じて、地球環境負荷の低減に取り組んでいく。

参 考 文 献

- (1) 環境省：平成20年版環境・循環型社会白書
<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h20/pdf.html>
- (2) 経産省：グリーンITイニシアティブの推進
http://www.csaj.jp/seminar/2008/081006_meti.pdf
- (3) 東京都環境局：大規模事業所への“温室効果ガス排出総量削減義務と排出量取引制度”(概要)
<http://www.jbic.go.jp/ja/about/topics/2008/0911-02/05.pdf>

汎用熱・流体解析パッケージ “FlowDesigner”の活用技術と事例

三浦哲朗*

Use Technology and Case of Heat and Fluid Analysis Package Software "FlowDesigner"

Tetsuro Miura

要旨

グリーンIT推進に伴い、大電力を使うデータセンターやサーバールームの温熱環境を整え、最適な空調設定をすることで、省エネルギーを図ることが求められている。

室内の温熱環境をシミュレーションソフトウェアで解析することで、様々な問題点とその対策を机上で検討することができる。従来、熱・流体解析ソフトウェアを使ってこれらの解析を行うには、専門家による多大な時間が必要であった。そのため、パラメータ解析にもその計算の数には限界があり、細かい対策案を検討するには実用的ではなかった。

ここで述べる“FlowDesigner^(注1)”は設計・開発現場で実用的に使えることを目的として開発された汎用熱・流体解析ソフトウェアである。2004年から三菱電機情報ネットワーク(株)(MIND)では、販売代理店としてこのFlowDesignerの一般販売を開始し、2008年から受託解析業務をスタートさせた。主に、データセンターやサーバールームの省エ

(注1) FlowDesignerは、(株)アドバンスドナレッジ研究所の登録商標である。

ネルギー提案や、工場の温熱環境の改善提案を行うための解析に適用している。一方、FlowDesignerは電気機器筐体(きょうたい)の冷却設計にも適用できることから、三菱電機製品の熱解析にも利用している。

これまでにいくつかの解析事例があり、本稿で述べるとともに、今後FlowDesignerがどのようなコンセプトで発展し、解析業務を飛躍的に躍進させ、現場で使える実用ツールとなるかについても述べる。特に2008年12月にリリースされた逆解析機能は、非線形性の強い場である乱流場で逆解析を可能とする画期的な機能である。また2009年にリリース予定の次期バージョンでは、モデル作成の時間を大幅に短縮できるライブラリ化の機能が搭載されることから、新たなシミュレーション形態の可能性を示唆するものになることを示す。

MINDでは世の中で求められている省エネルギーや環境改善を、現場に受け入れられるものとするためにFlowDesignerを提供、活用していく所存である。

- ・ FlowDesignerはナビエ Stokes の方程式を省略項なく高速かつ安定的(緩和係数の自動コントロール採用)に計算できる特長を持っている。
- ・ モデラーによるデータ作成では、“下絵機能”を使って、初心者でも簡単に操作ができる。
- ・ ソルバー設定は、最低限の項目のみで、専門家でないとう入力できないような厄介なパラメータの設定はない。(設定項目：定常、非定常の時間設定、オートメッシュ指定)
- ・ グラフィック画面で結果はすぐに3Dアニメーションで確認ができ、風の流れ、温度分布等が視覚的に分かりやすく表示される。アニメーションをAVI(Audio Visual Interleaved)ファイルで保存する機能も備えており、プレゼンテーション用データの作成も容易にできる。

汎用熱・流体解析パッケージ“FlowDesigner”の構成と機能

FlowDesignerは、三菱電機(株)先端技術総合研究所の研究員であった池島氏によって設立された(株)アドバンスドナレッジ研究所で独自開発された汎用熱・流体解析パッケージで、Windows^(注2)パソコンで動作する。

(注2) Windowsは、Microsoft Corp.の登録商標である。

1. ま え が き

近年、“グリーンIT”という言葉がテレビからも聞こえてくるようになり、オフィスや一般家庭でもIT機器の省エネルギー設定が消費エネルギー量削減につながると言われてきている。しかし、大きな省エネルギーにつながるのは、消費電力の大きなIT機器が集約されたデータセンターや、大規模なサーバームの消費電力量の削減である。現状を把握し、具体的な問題点を解決する対策案をシミュレーションで見いだす。そのために、シミュレーションに要する時間が最短になるツールを選定することが重要である。FlowDesignerを使うことによって、解析時間を短縮し、より多くのパラメータ解析を実施することで最適な改善案を見つけることができる。電気機器筐体の冷却設計時の解析例と空調機室外機の解析例、サーバームの解析例を事例として述べ、新機能である逆解析の将来性についても述べる。

2. FlowDesignerの基本機能と逆解析機能

2.1 FlowDesignerの基本機能

FlowDesignerは、従来の研究者向けソフトウェアに対して、非圧縮性流体に限るなど若干の制限を加えることで、最も需要の多い基本機能に対して、使いやすさと高速安定計算が大きな特長となっている。そのため、従来多くの時間を要していた解析計算業務が大幅に短縮された。このことは、設計の効率化につながっただけでなく、製品の品質向上にも貢献している。

2.2 FlowDesignerの逆解析機能

2008年12月にリリースされたエンタープライズ版では、大阪大学との共同開発で、最適解への最短距離を提示するノンパラメトリック感度解析(Adviserモジュール)が搭載された⁽¹⁾⁽²⁾。最初の設計案である順解析の結果を基に一度の感度解析をすることで、検討すべき指針を得ることができる。

また、順解析と感度解析を繰り返して、設計目標に対する逆解析結果を自動的に求めるゴールシーク計算機能で、設定した設計案に近づけるための最適パラメータを従来のパラメータ解析に比較して短時間に得ることが可能になる。今後、多くの実例を積み重ね、複雑な問題に適用できるようになれば、思いもよらない省エネルギー提案のためのパラメータを見いだすこともできるようになる。この新機能は、まさにグリーンITが求めるものであり、省エネルギー、エコロジー設計に大きな威力を発揮するものとして期待される。

図1は、感度解析結果の表示例である。現状の設計案に対する改善の方向性を分布図で確認することが可能である。

図2はゴールシーク計算画面であるが、その状況をグラフで確認できる。

3. 解析事例

3.1 空調機室外機からの排熱に関する解析事例

ビル屋上に設置された空調機の室外機からの排熱の状況を、FlowDesignerで解析した例を図3、図4に示す。図

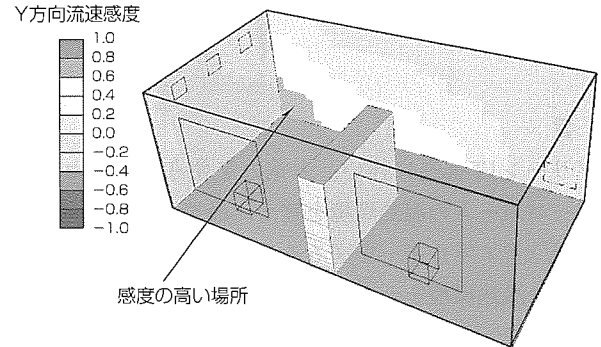


図1. 感度解析結果の表示例



図2. ゴールシーク計算画面

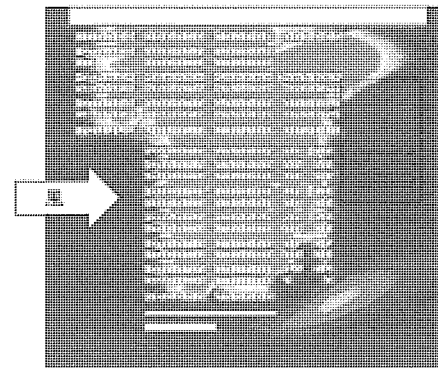


図3. 室外機からの排熱(平面図)

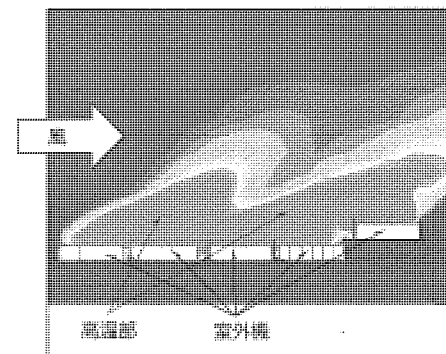


図4. 室外機からの排熱(側面図)

中矢印で示すように、図の左から風が吹いている場合の熱の流れを温度分布で示したものである。室外機の吸い込み温度が基準値以上になると、ショートサイクル運転となるため、シミュレーションで最適な室外機の配置を検討したものである。

ビル空調の省エネルギーを図るためには、室内の吹き出し風量や温度設定を最適なものにするため様々な改善案を検討するが、空調機の能力を最大限に生かすためには、室外機の最適配置を検討することも重要である。

FlowDesignerによる気流解析は、室内の温熱環境の解析だけではなく、ビル風等の外気風を考慮した解析も可能で、日射を考慮した解析も簡単な設定で太陽の軌道を自動的に計算する機能を搭載している。自然現象をより多くシミュレーションに取り入れることで、計算精度が高まっていくと同時に、より細かい省エネルギー検討ができる。

3.2 電気機器筐体の冷却設計に関する解析事例

近年電気機器の小型化高密度化が進み、熱の問題が重要になってきている。設計の上流工程で、発熱による温度上昇を最小限に抑えることを目的にシミュレーションによる冷却設計を行うことは、熱に関する品質問題をなくすために欠かせない。FlowDesignerを使うことで、計算後すぐに風の流れをアニメーションで確認することが可能で、本来冷却したい高温部に風が当たっていることを視覚的に確認できることは、設計者にとって有効な機能となっている。また、温度、流速、湿度等の値をすぐに確認することで総合的に判断できることは、設計の効率化を上げるために必要なことといえる。図5、図6は、ある電気機器筐体の解析事例であるが、表面温度分布及び、気流の流れを三次元

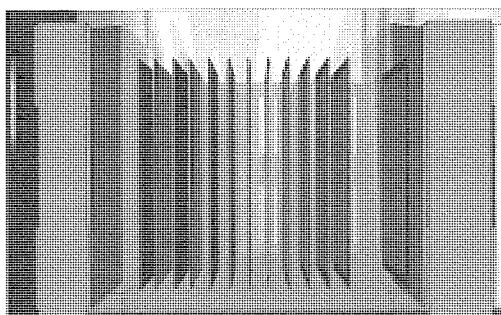


図5. 電気機器筐体の解析例(温度)

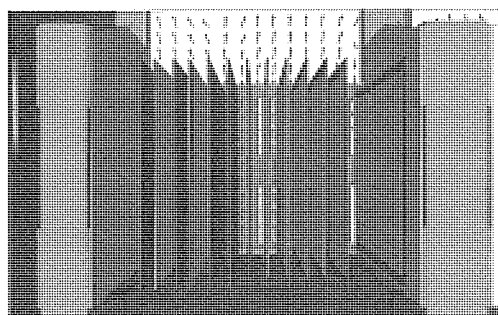


図6. 電気機器筐体の解析例(流速ベクトル)

的に表示したものである^(注3)。

このような計算モデルを作成するためには、いかに簡易モデルで試算を短時間に数多く実施するかが解析作業のポイントとなるが、FlowDesignerを利用することで、そのノウハウも生かすことができる。近い将来、この分野でも逆解析機能を適用させることで、更なる設計の効率化と品質向上が望める。また、製品の小型化も可能となる。

3.3 サーバルーム省エネルギーに関する解析事例

グリーンIT推進の一例として、比較的小規模なサーバールームの解析例を示す。現状解析を行い、シミュレーションで空調機の温度設定を1~2℃上昇させても、サーバールームの温熱環境として問題ないかを検討した例である。

サーバールームでは、室内の熱だまりをなくすことで温度を平均化し、空調の設定温度を変化させることを検討するのが一般的であるが、空調の方法も様々で、ホットアイル、コールドアイルの状況が当初の設計どおりになっていない場合も多々あり、細かい現場調査を反映させたシミュレーションが必要である。温度分布表示例を図7に示す。

対策案の検討解析では、風の流れを見た上で様々な対策を検討する。そのため、図8に示すような流速ベクトルや、室内の圧力分布を確認することも必要である。

(注3) このモデルは、実際の機器とは異なり、基板上の発熱体は詳細に示していない。面発熱で簡易的に解析した例である。

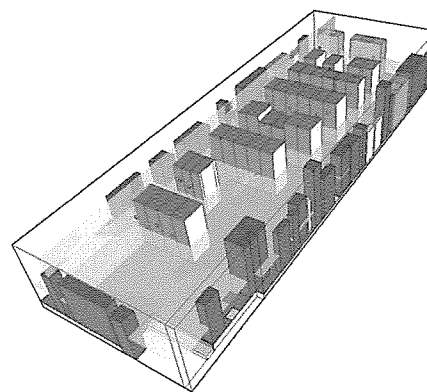


図7. サーバルームの解析例(温度)

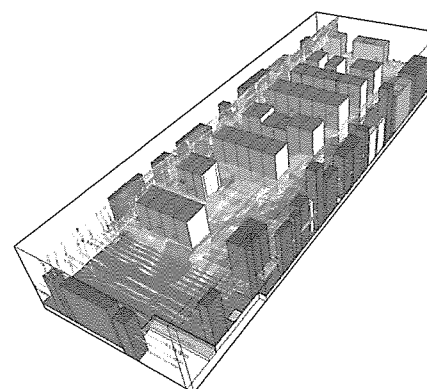


図8. サーバルームの解析例(流速ベクトル)

4. 次期バージョンの新機能

2009年中にリリース予定である新バージョンでは、三次元CAD(Computer Aided Design)に近いオペレーションが可能なニューモデラーが登場する。ニューモデラーでは、複雑な形状のモデルも、現状に比べて容易に作成することができる。

また、空調機やサーバ機器などを部品として登録して複数のユーザーで使えるライブラリ化機能が搭載されるが、将来Web上で部品データベースが公開される仕組みが実現すると、モデル作成の時間が飛躍的に短縮され、より気流解析の世界が広まっていくものと期待されている。図9に次期バージョンのニューモデラーの画面表示例を示す。図中下部に部品が表示されている。

5. むすび

FlowDesignerは、初期バージョンがリリースされたときに、“ようやく現場で簡単に使えるツールが登場した”と高い評価を受け、次第に利用者が増えてきたが、FlowDesignerに対する要望、期待も大きく、逆解析機能や部品のライブラリ化の機能が搭載されることになり、進化している。

今後、グリーンITの取り組みを成功させるためには、シミュレーションによる詳しい解析を短時間に行うことが必要であり、その結果としてより良い省エネルギー提案ができるものとする。省エネルギー対策は、最小限の対策費用でいかに実質的なエネルギー削減を実現し、人に対す

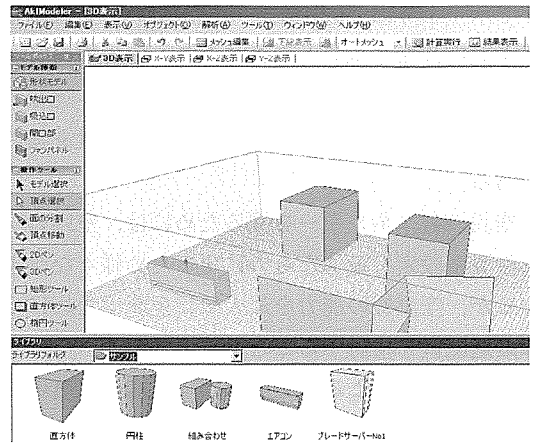


図9. 次期バージョンニューモデラーの画面例

る温熱環境の改善ができるかが大切な検討ポイントである。省エネルギー製品の提供、設備提案も進めていく上で、手軽に効果が確認できる汎用熱・流体解析パッケージFlowDesignerは強力なツールであり、これを用いて現在世の中で求められている“グリーンIT化”にこたえていきたい。

参考文献

- (1) 池島 薫, ほか: 感度解析に基づく熱対流場設計支援システム開発(システムの概要と応用例)平成18年度空気調和・衛生工学会学術講演論文集, 407~410 (2006)
- (2) 桃瀬一成, ほか: 感度解析に基づく熱対流場設計支援システム開発(変分法に基づく感度解析)平成18年度空気調和・衛生工学会学術講演論文集, 403~406 (2006)

グリーンITに対応した統合物流情報システム “Dr.Logis”

大山 覚* 集貝大祐*
池田千晶*
奥田正洋*

Mitsubishi Logistics Information System "Dr.Logis" Supporting Green IT

Satoru Ohyama, Chiaki Ikeda, Masahiro Okuda, Daisuke Shugai

要 旨

三菱統合物流情報システム“Dr.Logis”は、タブーサーチ法^(注1)を適用した高速最適化エンジンによって、日々の配送計画を自動立案するシステムである。

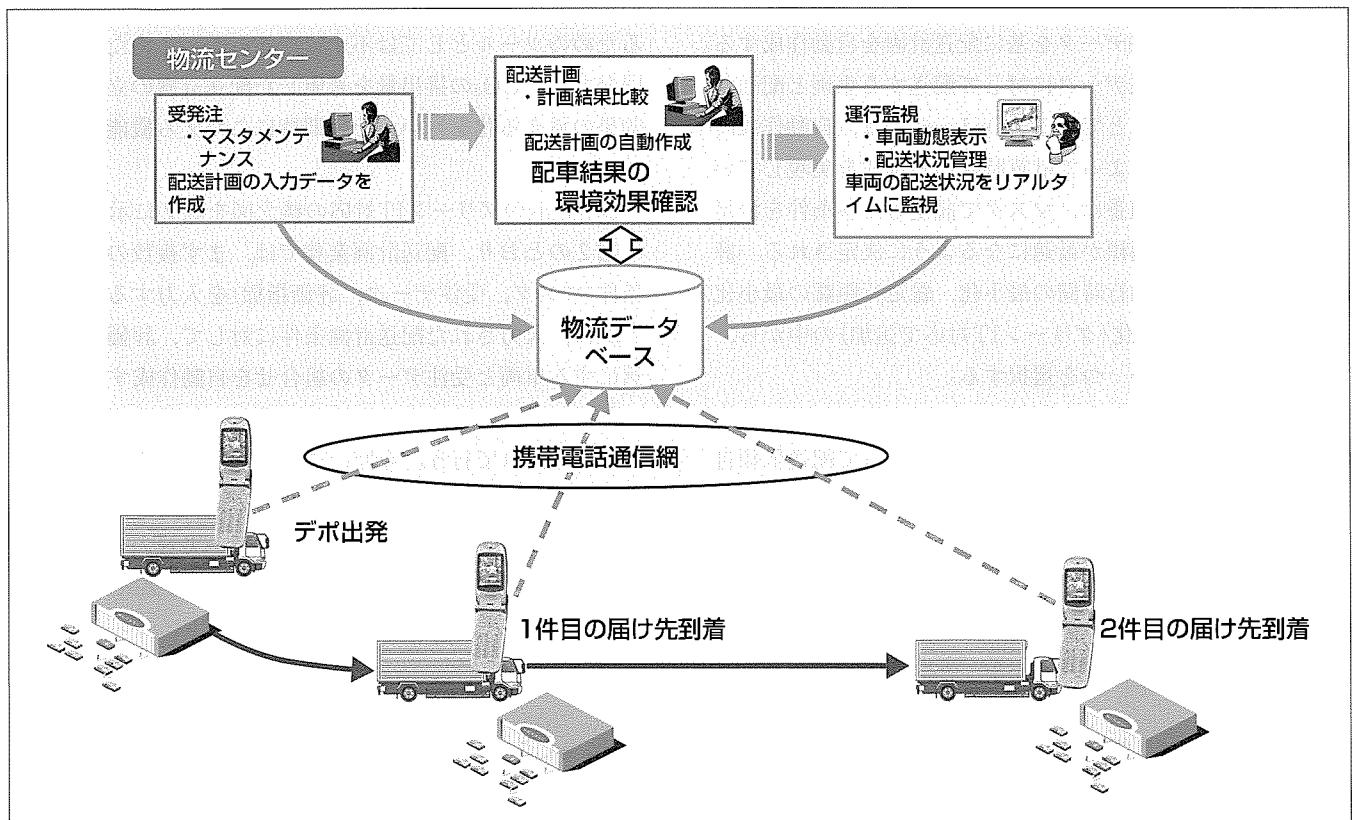
今回、この“Dr.Logis”に対して、配送計画の段階で燃料使用量やCO₂排出量を計算して比較検討できる機能や、配送実績からそれを算出できる機能を搭載し、コストと環境の両面で導入効果の“見える化”を実現した。

配送計画では、複数デポ^(注2)、中継デポへの対応のほか、配送・集荷の混合配車、高速道路優先指定、モーダルシフト^(注3)などを含めて実業務に必要な条件を網羅しており、対応すべき条件を選択することで適正な計画が自動的に立

- (注1) 組合せの最適解を求める方式の一つ。初期解から徐々に最適解を求める手法で、途中で局所解に留まり最適解にたどりつかないという課題を改善した手法
- (注2) 物流拠点。一般的には流通用の在庫のみを持つ。本稿では在庫を定常的に持つ倉庫を含めてデポと記載する
- (注3) トラックによる幹線貨物輸送を、地球に優しく、大量輸送が可能な海運又は鉄道に転換すること

案される。これによって、これまで手作業で実施していた配送計画業務と比べて大幅な効率化とコスト削減を図るとともに、グリーンITを志向したこれらの機能によって、燃料使用量、CO₂排出量の更なる削減が可能となる。また、実際の配送実績の手入力データを基に、燃料使用量やCO₂排出量を算出する機能を搭載し、実績と計画の比較も可能である。

燃料使用量やCO₂排出量の算出にあたっては、車両別の標準燃費に対して積載量や配送ルートなどによる変動を加味した係数を使用しており、これによって配送計画をシミュレーションすることで各種条件の違いによる比較結果を表示する。この表示を地図ソフトウェアと連携させることで、結果や条件の妥当性がユーザーに視覚的に判断できるように工夫しており、実業務に合わせた“見える化”によって環境負荷軽減に寄与できるシステムとなっている。



“Dr.Logis”のシステム概念図

Dr.Logisは受発注、配送計画、運行監視機能の3つの機能で構成される。今回の開発では、配送計画の作成時に、CO₂排出量の削減を目標とする最適計画の立案を可能にした。また、デポの統合、モーダルシフトなど、物流形態の大きな変更に対してシミュレーションが行えるように工夫し、その変化を事前に確認できるようにした。

*三菱電機インフォメーションシステムズ(株)

1. ま え が き

地球規模の温暖化対策、化石燃料枯渇、原材料高騰の流れを受け、省エネルギー法整備、CO₂削減目標策定、CSR (Corporate Social Responsibility)からの要求など企業活動で環境対策が急務となっている。

特に物流関連の企業では、CO₂の削減が企業活動を行う上での重要課題であり、ITによる環境対策支援(グリーンIT)への期待はますます高まっている。

三菱統合物流情報システム“Dr.Logis”では、1998年の製品の開発以降、多くの物流関連企業への導入を通じて物流業務への対応力を蓄積してきている。本稿では、環境対策を支援するグリーンIT機能について述べる。

2. Dr.Logisの概要

三菱統合物流情報システムDr.Logisは、車両運用最適化によるコスト削減と、ナビゲーション技術を活用した配送品質(集荷・配送時刻の遵守)の向上をねらいとして開発したシステムである。

Dr.Logisのシステム概念図(扉図)のとおり、Dr.Logisは受発注機能、配送計画機能、運行監視機能から構成される。受発注機能では、車両の車種・積載量等の情報、デポ・顧客の住所等の情報、デポ・顧客間の距離、各ルートに対する走行速度、運転手の作業時間などのマスタ情報を登録する。次に、実際に集荷・配送をする受注データを登録する。このマスタ及び受注データを基に配送計画を自動作成する。配送計画とは、受注データに対して配送する車両と配送する順番を確定することである。Dr.Logisでは、自動作成時にタブーサーチ法によって計算時間の短縮化を実現している。車両と配送の順番は、マスタで設定した各条件を満足させながら、評価指標が最適になるように決定される。評価指標として、総走行時間の最小化、総走行距離の最小化、総CO₂排出量の最小化(グリーンIT対応で追加)の中から、自動計算前にどれか一つを選択する。

自動的に作成された配車計画について、画面で確認・修正を行い、最終的な確定を行う。これによって配送依頼書が作成され、実際の車両・運転手の手配業務が開始される。

配送計画における結果比較機能は、異なるマスタ・受注データ・評価指標(配送計画条件)に対して作成された配送計画の結果を比較分析する機能である。比較対象は、総車両台数・総走行時間・総走行距離・総燃料使用量・総CO₂排出量である。

運行監視機能は、携帯電話に実装した専用アプリケーションから収集した配送実績データから、車両の配送状況(現在の位置等)を確認する機能である。さらに午前中の配送実績を反映し、午後の配送計画を再計算することが可能となるように、配送実績データを計画データにフィードバ

ックする機能を実装している。

Dr.Logisは、これまで様々な配送形態に導入されてきた。その代表的なものについて述べる。

(1) 複数デポ対応

物流の現場では、車両が車庫を出発して単一のデポで荷積みを行ったあと、荷物を配達するような単純な配送形態だけでなく、複数のデポに立ち寄って配送を行う形態が存在する。このような複数のデポに立ち寄る配送に対しても、適切な配送計画を立案する機能を備える。図1に複数デポの配送例を示す。図1ではデポD1を出発し、顧客を回ったあと、デポD2に立ち寄り、さらに顧客を回る配送を示している。

(2) 配送・集荷の混合配送対応

一つの車両で、配送と集荷を組み合わせる混合配送に対応する。

(3) 車両に対する装備の詳細設定

配送(集荷)オーダーに対して必要な装備を抽出し、装備を持つ車両のみに割り付ける機能がある。装備は商品単位で決定され、商品が1オーダーに複数ある場合はその組合せによって装備を決定する。

3. グリーンIT対応機能の概要

これまでの、Dr.Logisでは物流コスト削減をねらいとしていた。これによって、間接的に環境対策支援(グリーンIT)の効果が得られるが、具体的なCO₂削減目標を達成するためのツールとしては不十分であった。このため今回の開発では、CO₂の排出量を考慮した配送計画の立案とその効果の見える化を行い、その期待にこたえる機能を搭載した。

Dr.LogisのグリーンIT対応の概念図を図2に示す。

図2のとおり、配送計画業務では、まず複数の配送計画条件(マスタ、受注データ、評価指標)を入力する。

次に、入力された配送計画条件に対して、評価指標を最適にする車両と受注データの組合せを自動作成する。

最後に、その結果をユーザーが確認し配送計画を確定するという流れで行う。今回、この業務に関する次の機能を開発した。

- ①環境を考慮した配送計画立案機能の実装
- ②燃料使用量及びCO₂排出量の比較機能の実装

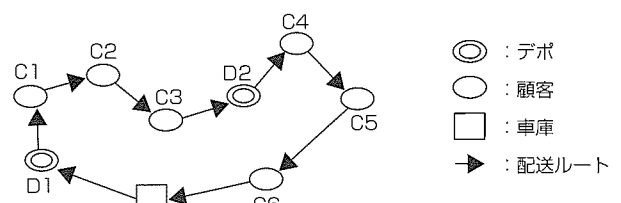


図1. 複数デポ対応概要図

3.1 燃費の概念の導入

燃料使用量、CO₂排出量を考慮した配送計画の立案にあたっては、燃費の概念を導入した。燃費については、車両ごとに標準燃費を設定し、それに対して積載量による係数(積載量係数)、配送ルートに関する係数(配送ルート係数)によって、走行時の燃費を算出した。燃料使用量は、各ルートに対する走行時の燃費と走行距離の積算によって算出した。CO₂排出量は“温室効果ガス排出量算定・報告マニュアルVer. 2.3”⁽⁶⁾に沿って算出した。次に計算式を記載する。

$$\text{走行燃費} = \text{標準燃費} \times \text{積載量係数} \times \text{配送ルート係数}$$

$$\text{燃料使用量} = \sum \text{走行距離} / \text{走行燃費}$$

$$\text{CO}_2\text{排出量} =$$

$$\text{燃料使用量}(\ell) \times 2.32(\text{kg-CO}_2)(\text{ガソリン車})$$

$$\text{燃料使用量}(\ell) \times 2.62(\text{kg-CO}_2)(\text{軽油車})$$

3.2 環境を考慮した配送計画の立案機能

評価指標に関しては、これまでは、車両台数、走行距離、走行時間の最適化のみに対応していた。今回の開発では、燃料使用量やCO₂排出量に対する最適化を実装した。

3.3 計画結果比較機能

様々な配送計画条件に対して、配送計画を立案しその結果の燃料使用量やCO₂排出量を比較検討する機能を開発した。例えば、計画条件Aとして船舶を利用するケース、計画条件Bとして鉄道を利用するケース、計画条件Cとして高速道路を利用するケースを用意する。それぞれに対して配送計画結果A、計画結果B、計画結果Cが作成される。その出力である燃料使用量、CO₂排出量、総走行距離、総走行時間、総車両台数を、一つの画面で比較検討することができる。また、計画は日単位で行うが、それを週単位、月単位でサマリーして比較する機能を実装した。計画結果比較画面を図3に示す。

図3に示すとおり、配送計画前に設定した各配送計画条件(マスタ、受注データ、選択された評価指標)で自動作成し、それを画面上でチューニングした配送計画の結果を、車両数、トリップ総数、総配送時間、総走行時間、総走行距離、燃料使用量、CO₂排出量の面から比較することができる。

3.4 新たな配送形態の実装

今回の開発では、CO₂削減に結びつく新たな3つの配送形態に対応した。

(1) 中継デポ対応

幹線輸送を大型車両で配送し、中継デポで小型車両に積み替え、最終届け先へ配送する輸送業務に対応した。図4に中継デポ対応の概要図を示す。

(2) 高速道路優先設定への対応

同じ配送先に対して、高速道路を使用した場合と一般道

計画条件	配送日	
船舶利用	20090511	2
船舶利用	20090512	2
船舶利用	20090513	2
船舶利用	20090514	2
船舶利用	20090515	2
鉄道利用	20090511	2
鉄道利用	20090512	2
鉄道利用	20090513	2
鉄道利用	20090514	2
鉄道利用	20090515	2
高速道路利用	20090511	2
高速道路利用	20090512	2
高速道路利用	20090513	2
高速道路利用	20090514	2

項目	高速道路利用	鉄道利用	船舶利用
車両数	21台	16台	13台
トリップ総数	131トリップ	101トリップ	91トリップ
総配送時間	178.7Hr	83.3Hr	65.5Hr
総走行時間	166.1Hr	69.8Hr	81.8Hr
総走行距離	602.5Km	1134.7Km	1391.2Km
積載違反	0件	0件	0件
時間違反	0件	0件	0件
重量違反	0件	0件	0件
燃料使用量(L)	299.4L	101.07L	123.21L
CO2排出量(kg-co2)	438.81kg-co2	245.16kg-co2	295.62kg-co2

図3. 計画結果比較画面

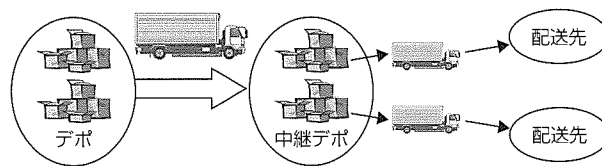


図4. 中継デポ対応の概要図

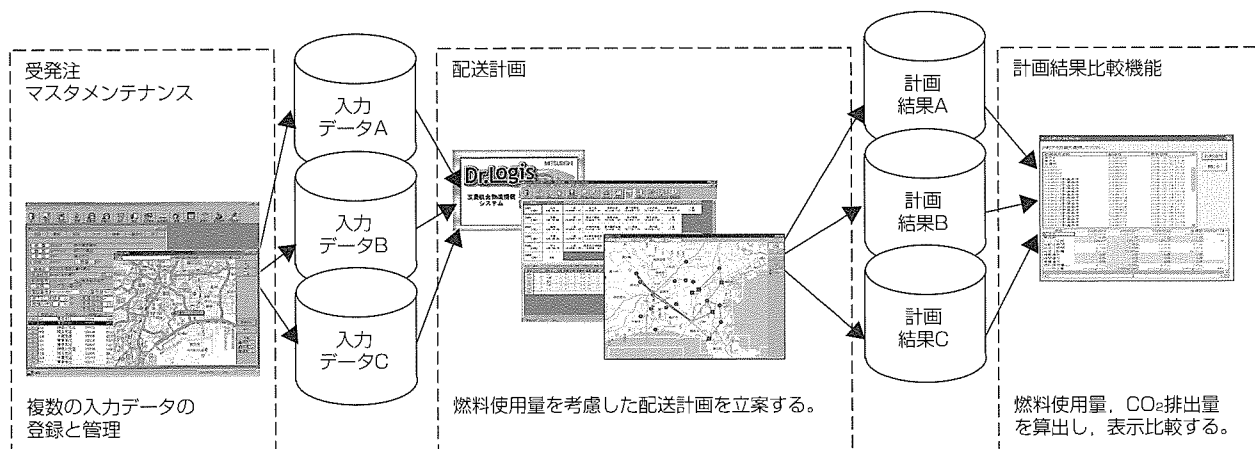


図2. “Dr.Logis”のグリーンIT対応の概念図

路を使用した場合での、走行距離、走行時間などを別々に管理し、ユーザーに選択させる機能が高速道路優先設定である。これまで走行距離、走行時間については対応済みであったが、Dr.LogisのグリーンIT対応では、新たに燃料使用量及びCO₂排出量に対応した。

(3) モーダルシフト対応

幹線長距離輸送を、CO₂削減効果の高い鉄道や海運で行い、駅(港)でトラックに積み替え、最終の届け先へ配送する輸送業務に対応した。

4. グリーンIT対応機能の特長

4.1 シミュレーション機能としての活用

今回のDr.LogisのグリーンIT対応では、複数の配送計画条件に対して配送計画を立案し、その結果を比較評価する機能を実装した。この実装によって、シミュレーションの活用範囲が広がった。シミュレーション活用例は次のとおりである。

- ①手運用で実施していた配送計画業務と、Dr.Logisを導入した場合のCO₂削減効果の比較検証
- ②需要予測に対する燃料使用量、CO₂排出量の推移の検証
- ③デポの統廃合、モーダルシフトに関する燃料使用量、CO₂削減効果の推定

4.2 実績収集機能のフィードバック

Dr.Logisの運行監視機能を利用することで、配送実績を自動収集し、その結果から運行速度の自動計算、配送ルート係数を自動的に調整する機能を実装した。また、実際の燃料使用量の実績と、計画上の燃料使用量の比較を行い、標準燃費、積載量係数、配送ルート係数のパラメータ調整を行う機能を実装した。これによって、実運用に即した配送計画の立案と、その計画のコストと環境の両面での導入効果の“見える化”を実現した。

5. むすび

今回のDr.LogisのグリーンIT対応によって、環境面から見た導入効果を明確化することが可能となった。これによって、企業活動における環境対策の支援に寄与するとともに、デポの統廃合やモーダルシフトなど、物流形態の大きな見直しを検討している企業に対しての展開を目指す。

また今後は、多点探索型タブーサーチの適用等、最適化ロジックの強化、ナビゲーション地図システムの有効活用及びETC(Electronic Toll Collection)への対応、受注システム・出荷システムの連携強化を行い、物流業務の全体最適化を目指す。

参考文献

- (1) 安部恵介, ほか: タブーサーチを用いた配送計画システム, 電気学会産業計測制御研究会資料, II C-04-55, 47~52 (2004-3)
- (2) 安部恵介, ほか: 配送計画システムの機能拡張, 電気学会産業計測制御研究会資料, II C-05-90, 39~44 (2005)
- (3) 安部恵介: ビークルルーティング問題に対するメタヒューリスティクスの性能評価, 電気学会産業計測制御研究会資料, II S-06-111, 115~120 (2006-3)
- (4) 山本隆也, ほか: ビークルルーティング問題への多点探索型タブーサーチの適用, 電気学会産業計測制御研究会資料, II C-07-7, 31~34 (2007-3)
- (5) 山本隆也, ほか: 配車・配送計画問題への多点探索型タブーサーチへの適用, 電気学会電子・情報・システム部門大会講演論文集, OS5-7 (2007-9)
- (6) 温室効果ガス排出量算定・報告マニュアルVer. 2.3, 環境省 経済産業省 (2008-5)

高圧受電事業所設備の電力消費量監視システム “ざ・電力番 for Web”

小西 修*
布見博文*

Power Consumption Monitoring System for High Electric Power Received Plant

Osamu Konishi, Hirofumi Nunomi

要 旨

㈱三菱電機ビジネスシステム(MB)では、事業所と電力会社とで契約しているデマンド電力契約量を超過しないように監視するシステム、“ざ・電力番 for Web”を開発・販売している。

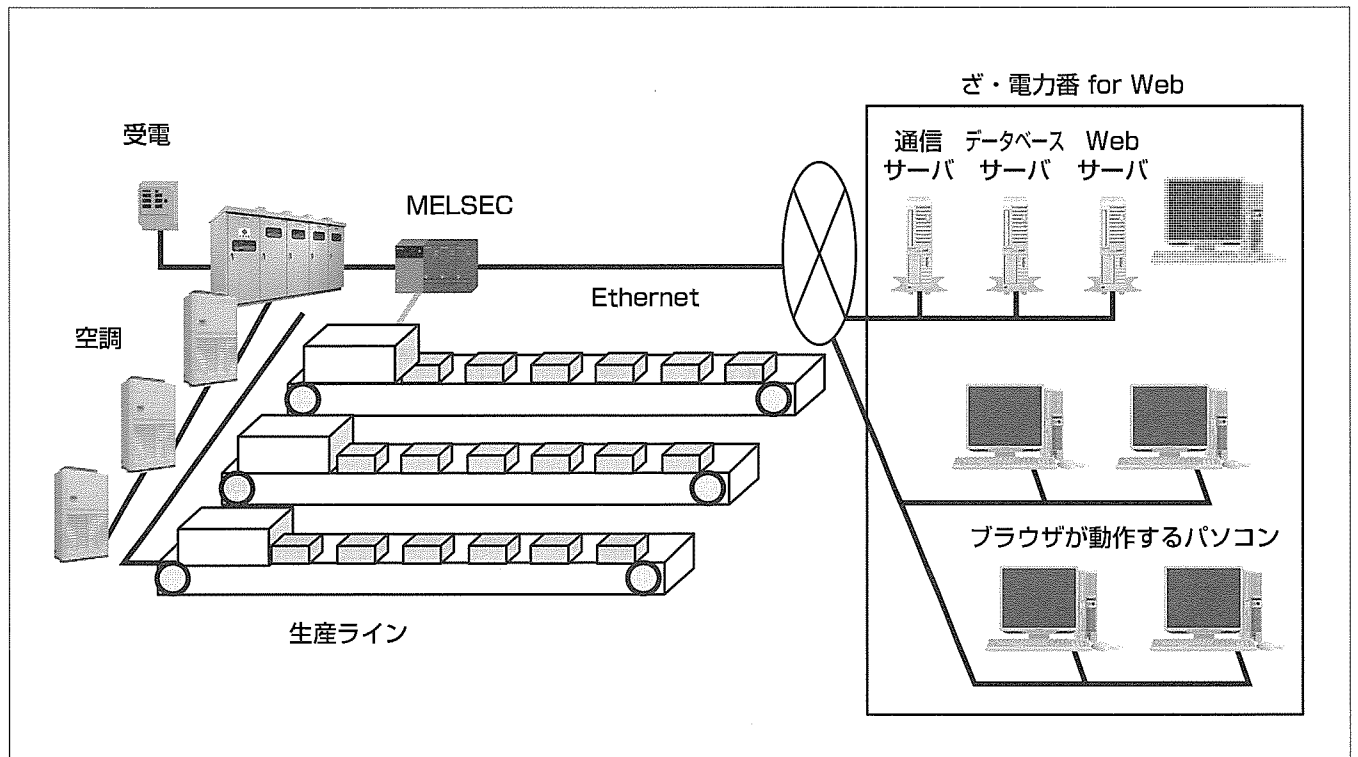
一定以上のエネルギーを使用する工場・事業所は、エネルギーの使用の合理化に関する法律(省エネ法)によって、エネルギー管理指定事業所として指定され、エネルギー管理者の選任や毎年度の定期報告を行うとともに管理標準を設定しエネルギーの使用の合理化に取り組んでいくことが求められ、各企業では省エネルギー対策が課題となっている。

このシステムは、省エネルギーに取り組む事業所向けに、電力会社と契約しているデマンド契約量を越えないように監視するデマンド監視機能及びモニタリング機能を持っている。デマンド監視機能は、工場別、変電所別、トランス

別等電力系統別にデマンドを監視する機能である。監視結果に基づく警報レベルに合わせて、空調機器や照明を制御することもできる。モニタリング機能は、日別又は月別に単位時間ごとの電力使用量を集計表示する機能である。これらの集計結果をグラフ表示することもできる。

これらの機能によって、エネルギー使用状況をリアルタイムに監視し、省エネ法改正に伴う各企業の省エネルギー対策を支援可能な製品となっている。

現在、ある製造メーカーで、このシステムが安定稼働中である。従来のクライアント/サーバ型からWeb化したことによって、必要なときにネットワークに接続されたWebブラウザが動作するすべての端末から監視が可能になり、遠隔操作を含む一括集中管理及び省エネルギー活動全員参加型のより使いやすいシステムになっている。



“ざ・電力番 for Web”

シーケンサ^(注1)“MELSEC^(注1)”が計測し、収集した電力量、熱量、温度などのデータは、Ethernet^(注2)経由、通信サーバによってデータベースサーバに保存される。収集データは、デマンド監視用と分析用の2種類である。Webサーバは、それらのデータを設定された内容にしたがって加工し、AJAX (Asynchronous JavaScript+XML) 技術によってWeb端末上でダイナミックに表示する。

(注1) シーケンサ、MELSECは、三菱電機㈱の登録商標である。

(注2) Ethernetは、富士ゼロックス㈱の登録商標である。

1. ま え が き

エネルギーの使用の合理化に関する法律(省エネ法)は、石油危機を契機として、燃料資源の有効な利用の確保と、工場・建築物・機械器具についてエネルギーの使用の合理化を総合的に進めるために必要な措置を講ずることを目的に、1979年に制定された。最近では2009年4月に改正され、オフィス、コンビニ等住宅・建築物にかかわる省エネルギー対策が強化された。

MBでは1990年代から、事業所間をネットワークで結び、契約電力超過防止の警報、空調機の自動制御等を行い、基本契約の低減や定期報告書(日報・月報)を自動作成することで業務を効率化するデマンド監視システム“ざ・電力番”を開発し効果を上げてきた。

“ざ・電力番 for Web”は、これまでのノウハウを生かし、汎用性・操作性の向上、計測点・ロギングデータ保存期間の拡張及びWeb化を行ったシステムである。

本稿では、“ざ・電力番 for Web”の特長と、このシステムを導入した構築事例について述べる。

2. “ざ・電力番 for Web”の特長と基本機能

2.1 特 長

“ざ・電力番 for Web”は、電力会社と契約する単位時間あたりの電力量(デマンド)を監視するとともに、計測点5,000点(ログ保存期間5年)の大容量の監視機能を持つシステムである。一般に、工場やビルなどは電力会社と高圧電力の契約を行う。料金は、基本料金(単価×契約電力)と電力量料金の合計となり、契約電力が500kW以上の場合は電力会社と協議の上、契約電力を決める。デマンドが毎月ほぼ同一な場合は問題ないが、大きな増減がある場合に、問題となる。契約電力を超えると超過した分が50%のペナルティとなるが、契約電力を高くすると基本料金が高くなる。支払額を抑えるためには、デマンドを監視しペナルティを支払わないことと、細かく計測を行い省エネルギー改善を行いながら契約電力を低く抑えていくことがポイントとなる。このシステムは、これらの目的を実現するための省エネルギー推進のツールとして活用できる。主な特長は次のとおりである。

(1) 系統図の管理機能強化

系統図を2段階で表示でき、小規模事業所から大規模な事業所(第一種エネルギー管理指定事業所)まで対応可能である。

(2) 使用電力のリアルタイムモニタ表示

電力会社と契約するデマンドを基準として、現在電力、目標デマンド、予測デマンド等をデマンド監視画面からわかりやすく表示できる。また、モニタ機能をWeb化したことによって、端末に専用ソフトをインストールする必要

がなくなり、TCO(Total Cost of Ownership)の削減だけでなく、全社員参加型の省エネルギーに取り組むことが可能になった。

(3) デバイスの設定変更がノンプログラミングで可能

計測データを集約しているシーケンサ“MELSEC”のデバイス割当てを設定するだけで可能である。

(4) 最大5,000点の計測が可能

1回の保存データ項目数を最大5,000点、保存年数5年に拡張可能である。

(5) 表示項目変更がノンプログラミングで可能

デバイスごとに係数、単位を設定することが可能になっており、電気エネルギーだけでなく熱エネルギーにも対応可能である。

2.2 基本機能

(1) Web2.0がもたらしたデマンド表示と超過警報機能

デマンド監視画面は、AJAX技術によってWeb画面でリアルタイムな表示を可能にした(図1)。また、目標デマンドを設定し、現在の電力量からデマンドを予測し警報を出力することが可能である。

(2) 2段階の系統別管理機能

大規模な事業所に対応するため、系統図でトランスまでの系統図とトランスごとの系統図を分けて表示可能になり操作性が向上した。また、トランスごとに目標デマンドを設定することが可能になり、より細かい警報出力が可能になった(図2、図3)。

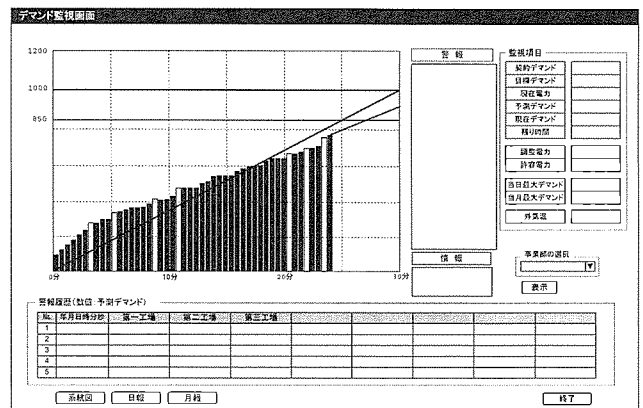


図1. デマンド監視画面

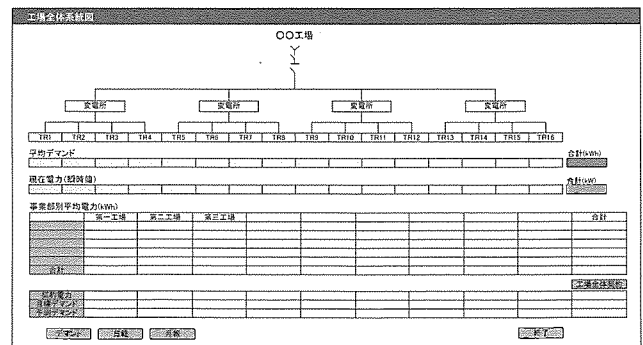


図2. 系統図(工場別)

(3) 日報・月報表示・出力機能

トランス、事業所、フィーダ別に30分ごとの平均デマンド、使用量を日報・月報に集計表示する(図4)。集計する項目は設定するだけで変更可能になった。また、グラフ表示も可能になり、CSV(Comma Separated Value)ファイルとして外部出力できる。

(4) 集計表表示機能

設備管理に必要な消費電力等のデータを、設定内容に従って自動計算し表示する。定期報告書作成にも活用できる。

(5) 空調機器制御機能

警報のレベルに合わせてMELSECのデバイスにフラグ(ON/OFF)を書き込むことによって、空調機器や照明を制御することができる。

(6) ログデータ出力機能

MELSECが収集し、データベースサーバに保存されたデータは、データ名、係数を設定することによって、目的のデータに加工され出力できる(最大5,000点、5年間保存可能)。

(7) 一括管理機能

従来、各事業所の施設管理者のみが電気使用量を管理していたが、このシステムを導入することによって、全国どこでもWebサーバを通してパソコンで監視することができる。

2.3 システム構成

このシステムはデマンド監視とモニタリングの二つの機

能を持つ。デマンド監視に必要な情報は、電力会社に取り付ける取引用電力量計からパルス検出器を経て、MELSECのメモリに記憶される。モニタリングに必要な情報については、電流センサ、エネルギー計測ユニットやMDU(Measuring Display Unit)プレーカなどの計測機器から得られる電力量、電圧、電流などの様々な情報がMELSECのメモリに記憶される。これらの記憶された情報を、MELSECのEthernetインタフェースを介して通信サーバが収集して、データベースに保存する。また、“ざ・電力番 for Web”は、①MELSECからの情報を収集する通信サーバ、②通信サーバで収集されたデータを保存するデータベースサーバ、③Webブラウザからの要求に応じて、ネットワークを通じて情報を送信する役割を果たすWebサーバ、④マスターの設定などシステムを管理するソフトウェア群、⑤利用者が使用するWebアプリケーション群から構成される(図5)。計測機器からMELSECまでは、“ざ・電力番 for Web”には含まれない。

システム全体の概念図を図6に示す。

サーバはデータベースサーバ・Webサーバ・通信サーバの3台構成になるが、小規模システムではこれら一つのサーバに統合可能である。Webサーバを増やすことによってWeb端末を増やすことができる。また、通信サーバを2重化することによって死活監視が働き、より安定したシステムを構成することができる。

3. 適用事例

この製品をある製造メーカーに適用し、デマンド監視システムを構築した例について述べる。製造メーカーでは近接地区に6つの主要工場があり、新システムは2工場で稼働中で、ほかは順次導入予定である。図7に構築事例のシステム構成を示す。

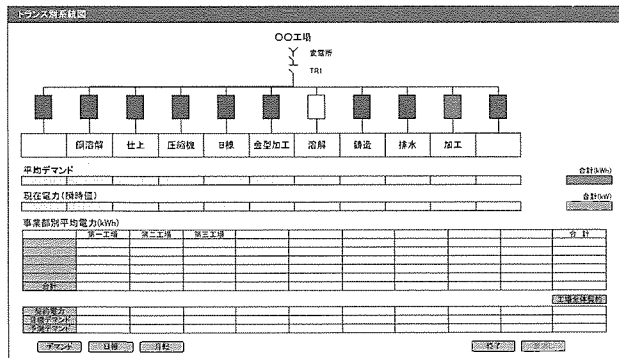


図3. 系統図(トランス別)

図4は、日報表示のスクリーンショットを示しています。上部には「日報」というタイトルがあり、その下に「平均デマンド(kW)」「使用量(kWh)」などの項目が設定されています。また、「事業所」「トランス」「フィーダ」「トランスの選択」などのフィルターも設定されています。下部には、時刻ごとのデータが表形式で表示されています。

時刻	合計	銅洗材	仕上	圧縮機	目標	金型加工	溶解	銅溶解	鋳造	排水処理	加工
00:30											
01:00											
01:30											
02:00											
02:30											
...											
23:00											
23:30											
24:00											
合計											

図4. 日報表示

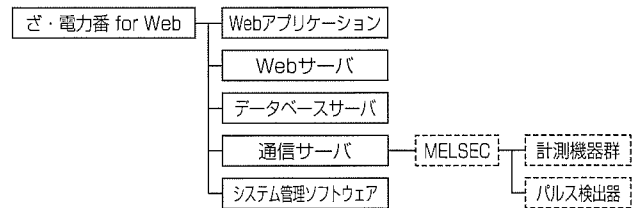


図5. ソフトウェア構成

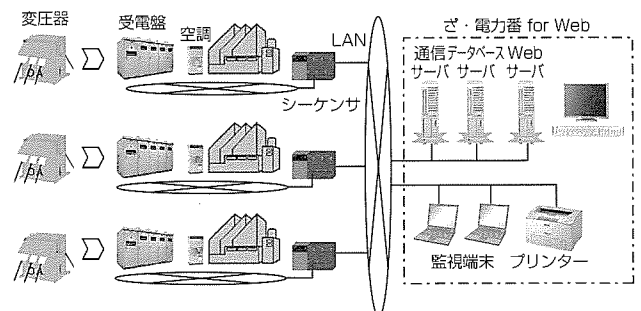


図6. システム全体の概念図

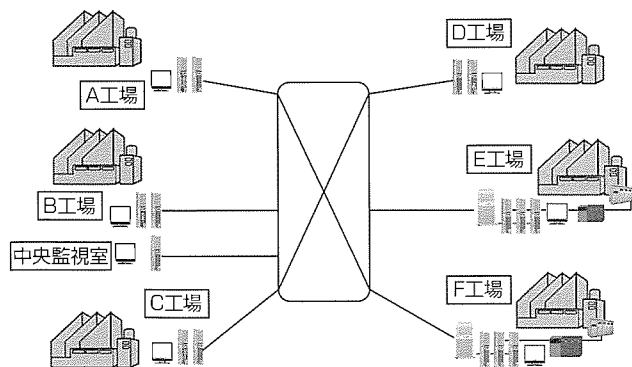


図7. 構築事例のシステム構成

3.1 目的

- (1) デマンド監視機能強化のためのデータ提供
デマンド監視システムを有効利用することによって、契約電力を抑制する。
- (2) 生産設備のエネルギー使用量分析のためのデータ提供
収集したデータを任意の種類/期間を指定してファイル出力し、生産設備のエネルギー使用量分析に使用する。

3.2 旧システムの課題

- (1) 監視機能
 - ①遮断機の状態、故障表示がない。
- (2) データ計測機能
 - ①収集タイミングを任意に設定したい。
 - ②MELSECのデバイスを任意に設定し、データ収集したい。
 - ③エネルギー管理標準による不平衡電圧/電流を記録したい。
 - ④任意のデータをダウンロードしたい。
- (3) 異常時対応
 - ①通信異常やサーバ異常に対応できない。
- (4) クライアント/サーバ型システム
 - ①監視端末は、専用プログラムのインストールが必要であり、専任者を要する。
 - ②既存の業務パソコンを使用するとき、他のシステムと混在する場合、インストールできない。

3.3 課題への対策とこのシステム導入の効果

次に旧システムの課題への対策と、導入の効果について述べる。

- (1) 監視機能強化
 - ①系統図のトランスまでの表示と、トランスごとの表示の2階層表示機能のうち、前者を使用し、遮断機の状態を表示するようにした。
- (2) データ計測機能強化
 - ①計測点が5,000点まで計測可能になり、また各計測点の係数を設定できることで、生産設備ごとのエネルギー使用量分析が行えるようになった。
- (3) システムの安定稼働対策の強化
 - ①サーバ専用機による安全性が向上した(リモート監視機能)。
 - ②データベースにOracle^(注3)を採用したことによって、データの信頼性が向上した。
 - ③データベースサーバのディスクの二重化(RAID (Redundant Arrays of Inexpensive Disks) 1)によって安全性が向上した。
 - ④通信サーバの二重化によって、サーバとネットワークの死活監視機能を実現した。
- (4) Web化によるTCOの削減
 - ①監視端末のアプリケーションがWebブラウザで動作するので、専用のプログラムをインストールする必要がなくなり、管理コストの低減につながった。
 - ②日報・月報画面からグラフ表示が可能になり、管理要員以外の一般社員でも省エネルギーの効果が把握できるようになった。
 - ③日報・月報プログラムをスケジューラに登録することで、自動作成ができるようになった。

(注3) Oracleは、Oracle Corp. の登録商標である。

4. むすび

省エネ法改正によって、エネルギー管理指定事業所は、これまでの工場単位から企業単位に変わることになり、エネルギー使用報告を行う義務を負う指定事業所が増加する。企業では、地球温暖化対策としてのCO₂排出量の削減のため電力、熱使用量管理が緊急の課題になっている。

“ぞ・電力番 for Web”は、電力と同様に熱エネルギーについても対応している。また、定期報告書作成機能等の開発を実施中であり、三菱電機が推進する“Green IT”に有効な製品を継続して提供していく予定である。

金融業向け音声認識ボイスロギングソリューション

吉田裕美*
伍井啓恭**
岩山洋明*

Voice Logging Solution Using Speech Recognition Technology for Finance Business

Hiromi Yoshida, Hiroyasu Itsui, Hiroaki Iwayama

要 旨

現在金融機関では、金融商品取引法や銀行窓口での保険商品販売の規制緩和等を受け、投資性を持つ金融商品販売時の説明義務やコンプライアンスの管理が求められている。

多くの金融機関では、トラブル発生時の企業防衛やコンプライアンスチェックに利用するために、コールセンターや営業店舗における顧客との通話を録音・管理している。

大手の金融機関では、数十万件/日の単位で蓄積されている通話を、数名～数十名程度の担当者が実際の通話を聞いてチェックしており、チェック対象の適切性や網羅性に課題を抱えている。

そこでこれらの課題を解決するため、三菱電機インフォメーションシステムズ㈱(MDIS)は、金融業向け音声ソリューションの一つとして、音声認識ボイスロギングシステムを開発した。

このシステムの主な特長は次のとおりである。

(1) 機能面

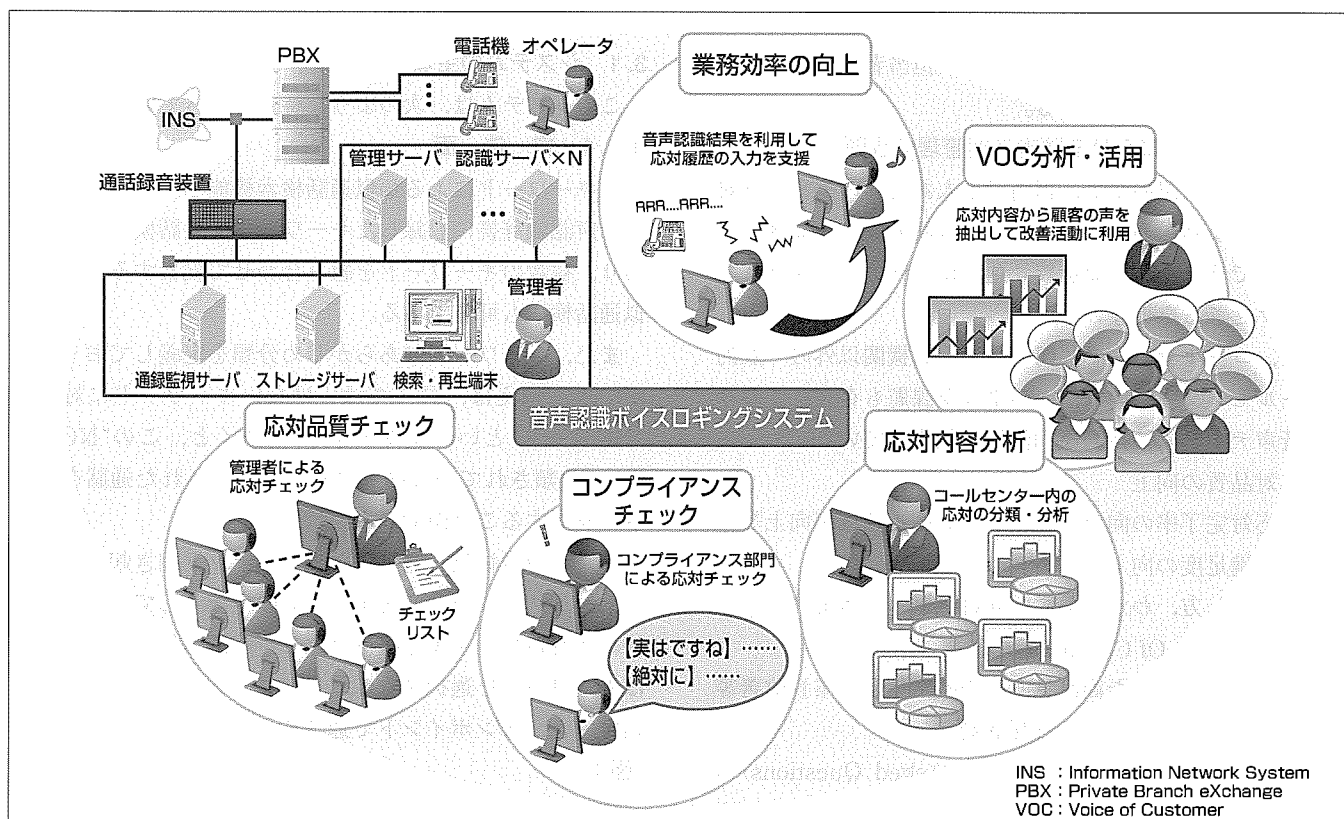
- ①キーワードによる類似通話検索機能
- ②音声認識結果と紐(ひも)付けられたスポット聞き起こし機能
- ③音声認識辞書のメンテナンス機能

(2) システム面

- ①既存環境に影響を及ぼさずに導入が可能
- ②音声認識処理量に対するスケーラビリティ
- ③効率的な音声認識辞書生成手法による、初期導入時間の大幅短縮

また、金融業務向け音声認識辞書の生成・追加学習手法を確立し、その効果を確認した。

今後は、対応している通話録音システムのレパートリー拡大とともに、MDIS保有の音声関連技術を生かした新たな音声系トータルソリューションを創出し、拡大・展開していく。



音声認識ボイスロギングシステムの概要と活用例

音声認識ボイスロギングシステムは、コールセンターや営業店舗等で録音された通話音声を音声認識するシステムである。図はこのシステムの活用例を示している。

*三菱電機インフォメーションシステムズ㈱ **三菱電機㈱ 情報技術総合研究所

1. ま え が き

現在金融機関では、2007年9月に施行された金融商品取引法や同年12月の銀行窓口での保険商品販売の規制緩和等を受け、法律への対応やコンプライアンスの管理を目的として、コールセンターや営業店舗へ通話録音システムの導入が進められている。

金融機関のコンプライアンス部門では、このシステムを用いて、顧客との通話内容を日々チェックしているが、顧客対応の正当性判断、管理といった運用面に課題を抱えている。

そこで、MDISではこれらの課題を解決するため、金融業向けの音声系ソリューションの一つとして、音声認識ボイスロギングシステムを開発した。

本稿では、このシステムの開発背景と特徴、及びベースとなる音声認識技術について述べる。

2. 金融機関における顧客対応管理の現状とMDISの取組み

2.1 金融機関における顧客対応管理の現状と課題

2.1.1 金融機関における顧客対応管理の現状

コンプライアンス部門のチェック担当者は、通話録音システムを用いて、対応者が顧客に対して投資性のある金融商品に対する説明義務を果たしているかどうか、コンプライアンスを徹底した対応をしているかどうか等を、実際の通話を聞いて日々チェックしている。

しかし大手の金融機関では、その通話件数は数十万件/日以上にも上り、それに対してチェック担当者は数名~数十名程度であるのが現状である。

2.1.2 金融機関における顧客対応管理の課題

そのような状況のため、担当者1人あたりのチェック対象量は多くなり、通話時間帯や通話時間の長さ、顧客の電話番号等でチェック対象を絞り込むか、サンプリングしてチェックせざるを得ない。

また、コールセンター部門では、金融機関以外の一般的なコールセンターと同様、次のような課題も存在しており、通話音声データの積極的な利活用が望まれている。

(1) 対応品質の向上

1 次応対完了率の向上、サービスレベル達成率向上等

(2) 顧客満足度の向上

丁寧な話し方、わかりやすい回答、迅速な対応等

(3) VOC(Voice Of Customer)の活用

顧客の声を活用した商品見直しや戦略策定、業務改善等

(4) 業務効率化、溢(あふ)れ呼対策

顧客・社内向けFAQ(Frequently Asked Questions)の整備、IVR(Interactive Voice Response)・コールバック予約システムの導入等

2.1.3 金融機関へ導入する通話録音システムの課題

金融機関へ導入する通話録音システムは、全国の営業店舗にも配置されるため、大規模分散型の通話録音システムを構築する必要がある。また、通話音声は最低5年以上保持し続けなければならない金融機関もあり、システム全体の高度な信頼性・可用性も求められる。

2.2 MDISの音声系ソリューションへの取組み

このような金融機関の要求に対し、MDISは音声系トータルソリューションとして、通話録音システム、一斉放送・場電システム、ディーリングフォンシステム等を提供している。

通話録音システムについては、スタンドアロンに近い小規模なシステムから、全国の各営業店舗に通話録音システムを配置し、通話履歴や音声ファイルをセンターで集中管理する大規模なシステムまで、幅広いニーズに対応している。

しかしながら先に述べたとおり、実際の通話内容のチェック作業では、作業効率や網羅性について、次のような課題を抱えている。

(1) 音声ファイルを最初から最後まで聞かないと通話内容を把握できない。

(2) 時間やコストの制約からサンプリングによる確認とせざるを得ず、問題となる通話を聞き逃している可能性がある。

これらの課題を解決するため、MDISは音声認識ボイスロギングシステムを開発した。

次に、このシステムと利用技術について述べる。

3. 音声認識ボイスロギングシステム

3.1 システムの主な特長

このシステムは、次のような特長を持っている。

3.1.1 機能面

(1) キーワードによる類似通話検索機能

音声認識辞書に登録したキーワードで通話検索が可能であり、複数のキーワードを組み合わせて検索することで類似通話検索も可能である。

また、キーワードにあらかじめ分類を定義しておくことができ、例えば、言うてはいけないキーワードに対して“NGワード”という分類を定義しておくこと、この“NGワード”に分類されているキーワードが発声された通話をリストアップすることができる。

(2) 音声認識結果と紐付けられたスポット聞き起こし

チェック作業を効率化するための機能として、音声認識結果と音声ファイルを紐付け、音声認識結果のテキスト又はキーワードを選択すると、音声ファイル中の該当箇所を指定でき、ピンポイントで通話を再生することができる⁽⁵⁾(図1)。

また、キーワードを目安に聞き起こしをすることで、不要な箇所を聞くことなく、効率的に通話内容を把握することができる。

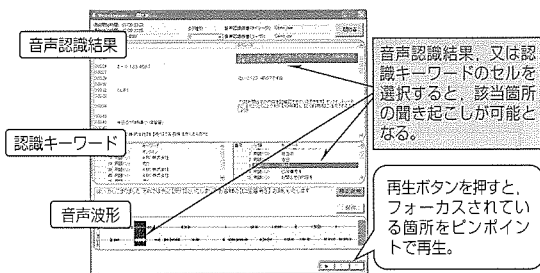


図1. 聞き起こし画面

(3) 音声認識辞書のメンテナンス

音声認識辞書は、言い回しを定義したクラス言語モデルと、認識させたいキーワードを定義したキーワード辞書から構成されているため、商品名の変更等があっても、キーワード辞書のみを変更、追加するだけで音声認識結果のテキストを用いたときと同等のメンテナンスが可能である。また、業務の大幅な変更があった場合でも、従来は手作業で再生成していたが、このシステムでは音声認識辞書の半自動学習機能によって、蓄積された音声認識結果のテキストや音声ファイルを用いて、半自動でメンテナンスが可能である。

3.1.2 システム面

(1) 既存環境に影響を及ぼさず導入が容易

音声認識システムを導入する際、すでに通話録音システムを導入しているケースや、通話録音システムと合わせて、段階的に進めていくケースが多い。そのため、このシステムは、既存環境の設備や合わせて導入する通話録音システムの構成へアドオンすることが可能なアーキテクチャとなっている。

(2) 音声認識処理量に対するスケーラビリティ

音声認識処理の処理速度は、音声認識サーバの性能や台数に依存しており、導入時の構成のまま音声認識処理量が増えれば処理速度は低下する。このシステムは、音声認識処理量に合わせて柔軟にシステム構成を変更できるスケーラビリティを持っており、システム導入後でも音声認識サーバを追加するだけで音声認識処理量の増大に対応できる。

(3) 効率的な音声認識辞書生成手法による初期導入時間の大幅短縮

従来、初期導入時には、大量の通話音声の書き起こし作業と、書き起こされたテキストを用いて音声認識辞書生成作業を一から行う必要があった。しかし、次節で述べる音声認識技術を用い、音声認識辞書生成作業を効率化し、初期導入時の作業時間を大幅に短縮した。

3.2 システムの音声認識技術

3.2.1 金融業務の通話音声認識技術

金融業務の様々な課題に対応するためには、通話音声からのキーワード抽出やテキスト化機能を実現する必要がある。しかし、ここで扱う通話音声とは、人間同士の話し言葉の音声であり、音声認識で扱われてきた機械に向かった丁寧な発声ではない。

また、金融業務に必要な音声認識辞書を生成するには、

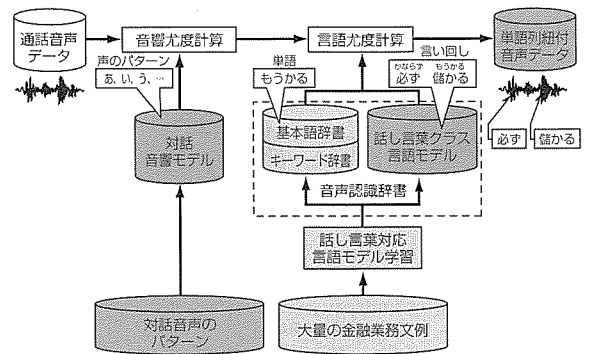


図2. 音声認識処理の構成

大量の通話を人手で書き起こす必要があった。

これらを解決するため、図2のように、話し言葉の対話に特有の音響的特徴をモデル化した音響モデル、金融業務の通話で話される言い回しを精度よくモデル化した言語モデルを用いた。

3.2.2 通話の話し言葉に対応した対話音響モデル

通話音声データが入力されると、音響モデルを用いて、事前学習した音声パターンとの音響的類似度(音響尤度(ゆうど))を算出する。カーナビ等に用いられる音声認識では、丁寧な発話を大量に集めて音響モデルを生成するが、これらは、話し言葉の音声とは音響的な特徴が異なるため、話し言葉では使用することができない。

そこでこのシステムでは、人と人との対話音声を多数の話者から収集し、対話における話し言葉に特有の長音化や音韻の不明瞭(ふめいりょう)化などの変形を精緻(せいち)に表現した対話音響モデルを用いている。また、CTI (Computer Telephony Integration) 関連技術で培った、電話回線を通じた音声品質劣化(音声周波数帯域300Hz~3.4KHz、電話特有のひずみ)への対処⁽¹⁾と話者自動適応化によって、通話音声に対する精度を向上させた。

3.2.3 初期導入可能な話し言葉対応クラス言語モデル

算出された音響尤度と基本語、及びキーワードによって各単語の尤度を計算し、その単語連鎖の尤度をあとで述べるクラス言語モデルによって計算することで、尤(もっと)もらしい単語列を出力する。

一般的に言語モデルは、文例から単語 n 個の連鎖確率を表すモデルとして生成する。このため、 n 個の単語連鎖の組合せをカバーする膨大な文例が必要となる。個々の業務では固有の専門用語が使われるため、個別に文例を大量に書き起こす必要がある。

このシステムでは、図3のように、文例中で同じ概念の並びとなるキーワードをクラスという単位で扱う。業務固有の専門用語を、キーワードとしてクラスの概念単位で扱うことで、大量の金融業務文例から、業務に共通なクラスの並びで言語モデルを生成できる。これによって、クラスを指定したキーワードを登録するだけで実業務へ適用可能である。そのため、大量の通話を書き起こして言語モデル

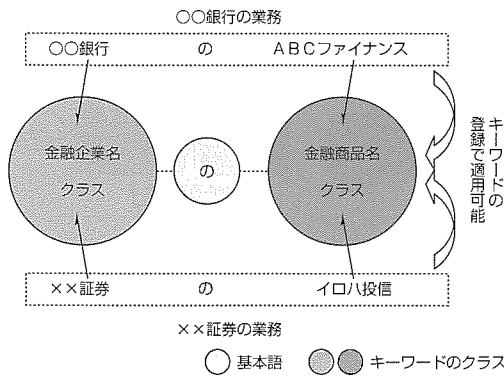


図3. キーワードのクラス登録による適用例

を生成せずに、システムの初期導入が可能になった。また、言語モデルのコンパクト化⁽²⁾によって、音声認識サーバのメモリ使用容量を減らし、初期導入コストを削減した。

3.2.4 話し言葉に対応したクラス言語モデル学習ツール

話し言葉文例からのクラス言語モデル学習を短期間に行う、話し言葉学習ツールを用意した。このツールは、長音化や言い誤りなどを含む話し言葉文例を精度良く単語分割する形態素解析器⁽³⁾を用いている。また、文例中に含まれる未知の表現を自動的に学習する未知語学習機能⁽⁴⁾を組み込んだ。これによって、大量の話し言葉文例の半自動学習を可能とし、短期間に音声認識精度を更に向上できる。

3.3 金融業務向け音声認識辞書の評価

大量の金融業務文例から生成した言語モデルによって、初期導入作業が効率化され、実際の通話音声を用いてこれを評価した。

3.3.1 初期導入作業の効率化

従来、音声認識辞書を生成するためには、次の4ステップの作業を行う必要があった。

- (1) 業務内容にかかわる情報収集
- (2) 実環境での通話録音
- (3) 録音した通話音声の書き起こし(テキスト化)
- (4) 書き起こしデータによる音声認識辞書生成

このシステムでは、金融業務の電話応対での言葉を集めて、金融業務で汎用(はんよう)性のある音声認識辞書を構築したことによって、(2)と(3)の作業を不要とし、(4)の作業内容もキーワードの追加登録のみとなった。これによって、初期導入時の音声認識辞書生成作業をおよそ1/3以下にまで削減でき、作業効率を向上させた(図4)。

3.3.2 金融業務向けの音声認識辞書の音声認識精度

金融業務で汎用性のある音声認識辞書を構築したことによって、音声認識辞書生成作業が大幅に削減された。実際の通話音声を利用しないことから音声認識精度の低下が懸念されたが、このシステムを用いて評価を実施したところ、音声認識辞書のチューニング作業を行わなくても、キーワードによる基本的な通話の絞り込みの用途には十分適用可能であるという結果が得られた。

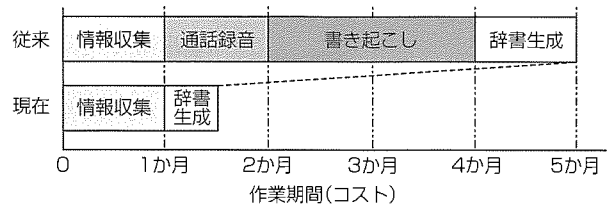


図4. 音声認識辞書生成作業の効率化

表1. システムの活用例

用途	活用例
(1) 通話確認業務	①問題のある通話や内容が類似している通話の抽出 ②エージェントの評価 ③商品・サービスや通話内容による通話分類 ④通話量の統計的把握
(2) コンプライアンス対応業務	①説明順序の不適切や、説明抜けのチェック ②約定通話の抽出 ③顧客への確認漏れのチェック ④不適切な発言の監視
(3) CRM (Customer Relationship Management) システムとの連携	①エスカレーション時の共有情報の正確化 ②類似する過去の通話を抽出し、対応に利用 ③音声認識結果の利用による応対履歴入力の手簡素化 ④販売業務におけるアップセル率向上のための要因分析

3.4 システムの活用例

このシステムは、適用先業務を分析し、利用目的を明確にした上で導入するのが望ましい。表1に、このシステムの活用例を示す。

4. む す び

本稿では、音声認識ボイスロギングシステムと、利用している音声認識技術について述べた。

今後は、対応している通話録音システムのレパートリーを拡大し、VoIP (Voice over Internet Protocol) 対応通話録音システムとの連携にも対応する。また、MDIS保有の音声関連技術を活用した、新たな音声系ソリューションを創出し、音声系トータルソリューションを拡大・展開していく。

参 考 文 献

- (1) 岩崎知弘, ほか: 音声認識技術とその応用, 三菱電機技報, 76, No.8, 503~506 (2002)
- (2) 花沢利行, ほか: 統計言語モデルを用いた連続音声認識における単語グループ間バイグラムの削減, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, D-14-6, 130 (2006)
- (3) 阿部芳春, ほか: 認識誤り傾向の確率モデルを用いた二段階探索法による大語彙連続音声認識, 電子情報通信学会技術研究報告, 99, No.256, SP99-67, 35~42 (1999)
- (4) 伍井啓恭, ほか: 音節認識結果における誤り傾向を考慮した未知語学習の評価, 日本音響学会講演論文集, 3-P-21, 207~208 (2002)
- (5) 岩山洋明: オペレータ業務支援システム 特許第3827704号(特開2006-276754), 三菱電機技報, 82, No.7, 481 (2008)

進化した監視カメラ用録画・配信サーバ“ネカ録”

三浦敏広*
内村誠之*

Evolving Recording and Delivery Server "NECAROKU" for Surveillance Camera

Toshihiro Miura, Seishi Uchimura

要 旨

“ネカ録^(注1)”は、三菱電機インフォメーションテクノロジー(株)(MDIT)が提供する、ネットワークカメラに対応した監視カメラ用録画・配信サーバである。カメラメーカーを選ばず自由に組み合わせて表示／録画が可能なこと、IP (Internet Protocol) ネットワーク経由での統合的な遠隔監視が可能なることを特長としている。今回、広範なシステム用途に幅広く対応できるように機能強化を図った。

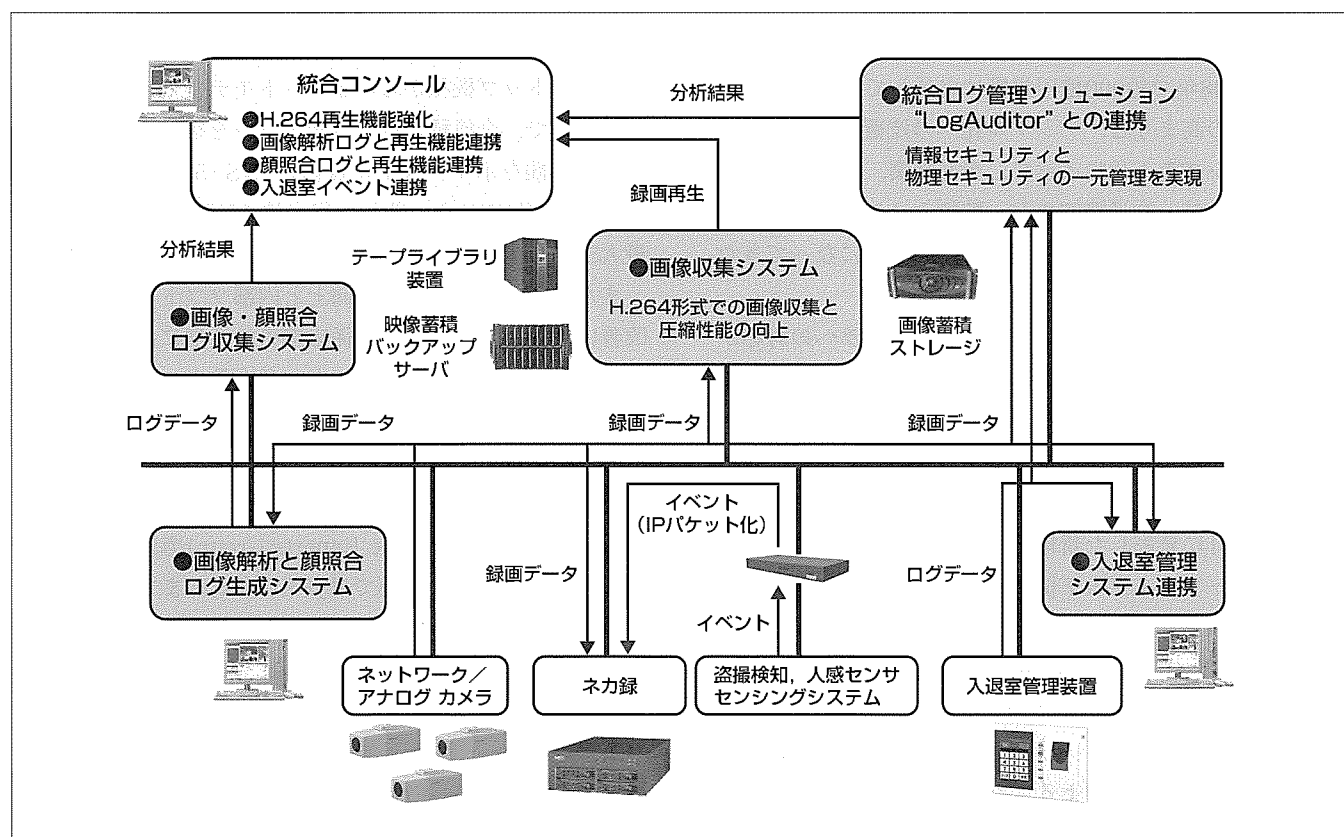
金融や流通市場では、小規模な店舗でも複数台の監視カメラを設置し、更にレジ周辺では店員が取り扱う紙幣の種類や枚数までも正確に判断したいという要望が出ている。これによって、録画画像の大容量化や画像圧縮性能の向上が求められている。

また、単純に画像を蓄積して検索するだけでなく、画像を分析して不審な行動を検知する、顔を照合して記録を残すなどの高度な機能も実現した。

さらに、三菱電機のセキュリティ構築プラットフォーム“DIGUARD NET^(注2)”に対応した入退室情報と画像情報を関連付けするシステムや、統合ログ管理ソリューション“LogAuditor^(注1)”と連携した情報セキュリティと物理セキュリティを一元管理するシステムを開発して、幅広いニーズに対応するシステム化を図った。

(注1) ネカ録, 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。

(注2) DIGUARDは、三菱電機(株)の登録商標である。



“ネカ録”によるシステム連携構成例

ネカ録の本体(中央下)を新製品に全面移行してCPU(Central Processing Unit)性能向上とHDD(Hard Disk Drive)大容量化を実現し、画像収集システムの圧縮性能を向上させ(中央上)、カメラ台数増加や長時間録画を可能にした。また、画像解析と顔照合システム(左)、統合ログ管理ソリューションとの連携(右上)や入退室管理システムとの連携(右下)によって、高度なトータルセキュリティシステムを構築できる。

1. ま え が き

近年、金融機関やデータセンター、店舗などで、高精細かつ滑らかな映像での長期間録画が求められている。また、セキュリティを強化するために、カメラ台数が増える傾向にある。これらの要求はすべて録画画像の大幅な増加につながるため、従来は録画装置やハードディスク(Hard Disk Drive: HDD)を増設することで対応していた。しかしながら、録画装置やHDDの増設は、コストと設置スペースだけでなく消費電力も増えるため、CO₂の増加にもつながってしまう。

ネットワークカメラ用録画・配信サーバ“ネカ録”は、次世代動画圧縮技術H.264/AVC(Advanced Video Coding)トランスコーダを搭載して画像容量を最高6分の1に圧縮でき、大容量HDD内蔵とAVC変換性能の向上によって、少ない台数でこれらの要望にこたえることができる。

本稿では、ネカ録の最新機能とそれらを支える技術について述べる。

2. 背 景

ネットワークカメラ市場で世界トップシェアのAxis Communications社の調査によれば、2008年のネットワークカメラの市場規模は年間約7,200億円(全世界)で、2011年に向け年率約30%の継続的拡大が予想されている。日本市場は、2008年で約900億円規模に成長している。セキュリティ意識の高まりと、デジタル化への技術シフトによる低価格化とシステム化によって、金融機関、データセンター、ビル、店舗、交通機関など、監視カメラシステムの利用範囲は拡大し、求められる機能も一層高度になってきた。

2.1 性能向上

監視カメラシステムは、メガピクセルカメラへの対応が進み、記憶容量は増大傾向にあるが、容量増加に比例してHDD故障などでデータを失ったときの被害が大きくなってしまった。したがって、大容量でかつ安心して使用できるストレージが必要となってきている。

2009年2月に発表した新機種では、コンパクトで低価格なデスクトップタイプの下位機からラックマウントタイプの最上位機まで、すべての機種のHDD容量と録画性能(秒あたりの最大処理コマ数)を大幅に向上させた。また、次世代動画圧縮技術で画像容量を最高1/6に圧縮可能とした。これらによって、カメラ台数の増加や長期間の録画に余裕を持って対応できるようになった。

2.2 行動検知・顔照合機能追加

セキュリティ対策やコンプライアンスという視点で、画像データを長期間保存しておくことは非常に重要である。しかし、画像を蓄積しただけでは顧客の企業経営に新たな価値を生み出さない。金融機関やデータセンターでは、単

純に画像を記録しておいて、問題が発生したあとに事象前後の画像を調べるという使い方だけでなく、不正侵入者や異常行動などを検知するという要望がある。

そこで、行動検知(録画画像の中から人物の動きを検知する機能)と、顔照合の機能をネカ録システムに取り込んだ。

2.3 他システムとの連携

最近、機密情報管理や内部統制への対応など、ビジネスシーンで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。

それらの課題を解決し、より安全で安心なソリューションにするためには、単独の画像監視システムを提供するだけでなく、ネカ録を他システムと連携させることが必要になる。今回、物理セキュリティ同士の連携として入退室管理システムとの連携、及び情報セキュリティとの連携として統合ログ管理ソリューションとの連携を図ったので、その内容について述べる。

3. 性能向上

3.1 記憶容量／録画性能向上

拠点あたりのカメラ台数の増加、保存期間の長期化、メガピクセルカメラへの対応などによって、必要な記憶容量及び録画性能は確実に増大している。

記憶容量及び録画性能の向上のため、エントリーモデルのデスクトップ機種からハイエンドモデルのラックマウント機種まで、全機種のモデルチェンジを行った。図1に新製品の外観を示す。最上位機種の“NS-5500”では最大8TBの大容量HDDを内蔵し、従来機のNS-5000と比較して、最大3.2倍の記憶容量とした(表1)。

また、各機種の処理能力向上と内部ソフトウェアの性能改善によって、録画性能も従来機の約3倍にした。これによって、エントリーモデルでも、多台数カメラの動き検出録画に十分対応できるようになった。

3.2 画像圧縮の性能向上

通常のネットワークカメラは、カメラ側でモーションJPEG(Joint Photographic Experts Group)方式によって画像を圧縮し、録画サーバではJPEG形式のまま録画保存している。JPEG形式の場合、例えば、カメラ台数10台、画像サイズVGA(Video Graphics Array)、フレームレート5コマ/秒という標準的な構成のとき、データ量は1.75Mバイト/秒となり、1か月で約4.5TBとなってしまう。

ネカ録では、JPEG形式に加え、高圧縮率のMPEG

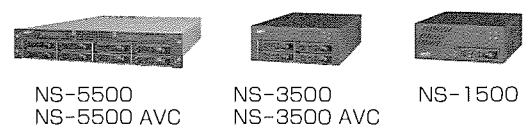


図1. ネカ録新製品の外観

表 1. ネカ録新製品の仕様

型名	NS-5500/NS-5500AVC				NS-3500/NS-3500AVC				NS-3500	NS-1500		
HDD物理容量	8TB		5TB		4TB		2TB		1TB	1TB	500GB	250GB
RAID	RAID6	RAID5	RAID6	RAID5	RAID6	RAID5	RAID6	RAID5	RAID1	-		
HDD実効容量	6TB	7TB	3TB	4TB	2TB	3TB	1TB	1.5TB	500GB	1TB	500GB	250GB
ネットワーク	1,000M×2											
消費電力	420VA/410W				NS-3500:180VA/170W NS-3500AVC:200VA/190W				75VA/70W			
サイズ	W482×D675×H89(mm)				W250×D401×H100(mm)				W215×D231×H89(mm)			
質量	24.4kg				8.9kg				4.2kg			

RAID: Redundant Arrays of Inexpensive Disks

(Moving Picture Experts Group)-4 AVC/H.264形式での保存に対応した。これは、カメラ側から配信されたJPEG画像を、ネカ録内部でMPEG-4 AVC/H.264形式に変換することによって、実現している。この変換によって、画質を保ったまま、圧縮率はJPEG画像の4～6倍になった。

今回、MPEG-4 AVC/H.264形式での保存に対応した2機種を追加した。新機種では、変換処理を行うソフトウェアの変換処理速度性能向上、及び各機種の性能向上によって、圧縮速度性能を向上させた。“NS-5500AVC”では、従来機の“NS-3100AVC”と比較して約4倍の処理性能となっている。これによって、メガピクセルカメラへの対応や、カメラ10台以上の構成への対応も現実的なものになった。

4. 行動検知・顔照合機能

監視画像は、何か問題が起きた際に、記録されている画像を再生して問題を確認する使い方が一般的である。監視画像を自動的に解析して問題の検知や人物の特定ができると、監視効率を大幅に向上させることができる。

そこで、ネカ録の収集画像を解析し、行動検知及び顔照合を行う機能を開発した。

(1) 行動検知

①置き去り・持ち去り

特定エリアへの忘れものや置き去りを検知する。

②エリア侵入

特定エリアへの人物等の侵入を検知する。

③不審パターン検出

特定エリアへの長時間滞在など、不審な行動を検知する。

(2) 顔照合

①顔検出

特定エリアで、顔を検出する。

②ベストショット検出

検出された顔を追跡し、一連の顔画像の中から解析に適した画像を自動選択する。

③顔照合

あらかじめ登録した顔画像との照合を行う。

図2の応用システム例に示すとおり、同じエリアに行動

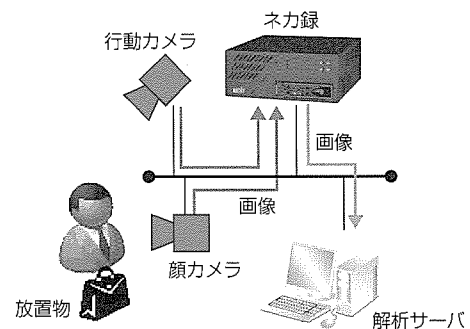


図 2. 置き去り・持ち去り人物特定システムの概略図

録画用カメラと顔録画用カメラを設置し、物の置き忘れ・持ち去り検知と、顔の検出を行う。

この二つの画像解析結果を結びつけることによって、物の置き去り・持ち去りを検知するとともに、同時刻に検出された顔のベストショット画像を表示し、当該人物を迅速に特定することが可能になった。

5. 他システムとの連携

より高度なセキュリティを確保するためには、トータルにセキュリティを管理するシステムの構築が必要になる。そこでネカ録では、他システムとの連携も重視している。その一環として、三菱電機のセキュリティ構築プラットフォーム“DIGUARD NET”への対応を進めている。DIGUARD NETの下、次の2システムとの連携を実現した。

5.1 LogAuditor連携

MDITの統合ログ管理ソリューション“LogAuditor”は、システムログ、アクセスログ、セキュリティログなど、あらゆるログの一元管理を実現している。“LogAuditor物理セキュリティ統合テンプレート”では、監視カメラの画像データなど物理セキュリティシステムの非テキストデータを、関連する情報セキュリティシステムのログと紐付けて蓄積することで、情報セキュリティと物理セキュリティを一元的に扱うことが可能になっている。例えば、入退室管理システムから集積したログの集計レポートで概要を把握し、詳細ログから不正操作が行われた時刻と扉を特定し、対応する監視カメラの画像を確認し、さらにパソコンの操作内容まで確認することができる。

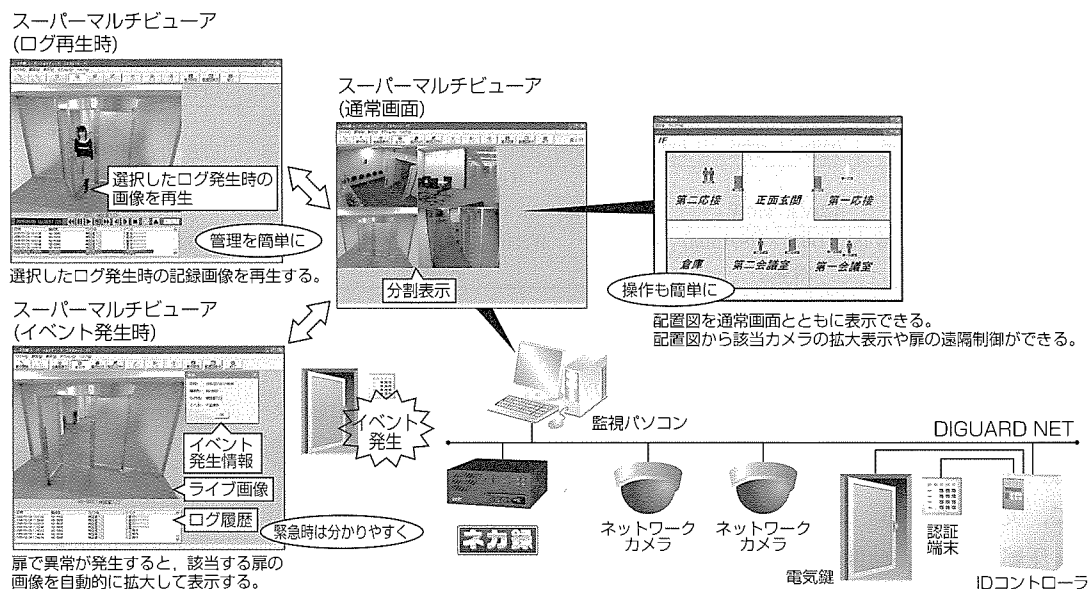


図3. 入退室管理システムMELSAFETY-Pとの連携

ネカ録がDIGUARD NETに対応し、“LogAuditor物理セキュリティ統合テンプレート”で、ネカ録の録画画像を取り扱うことを可能にした。

5.2 入退室管理システム連携

三菱電機の入退室管理システム“MELSAFETY-P^(注3)”（非接触カードリーダー、指紋認証装置を使用して入退室の管理を行うシステム）との連携を可能とした(図3)。

ネカ録のビューア製品である“スーパーマルチビューア”の画面上から、MELSAFETY-Pの管理が可能となった。

具体的な機能は、次のとおりである。

- ①入退室イベント(入退室、扉の不正操作など)を受信し、対象カメラのライブ画像を拡大表示
- ②通行履歴／警報履歴を画面上に一覧形式で表示
- ③通行履歴／警報履歴一覧から、指定した履歴の対象画像を再生
- ④入退室装置及び監視カメラの配置位置を、任意の配置図上に表示
- ⑤配置図上から、各部屋の在室者情報表示
- ⑥配置図上から、入退室装置の遠隔扉制御

(注3) MELSAFETYは、三菱電機㈱の登録商標である。

6. む す び

今後利用分野の拡大が期待される監視カメラシステムで、ネカ録で対応している記憶容量／録画性能の向上、画像圧縮の性能向上、行動検知・顔照合機能、LogAuditor連携、入退室管理システム連携について述べた。

今後は、メガピクセルカメラの需要拡大に合わせた更なる録画性能の向上、行動検知・顔照合の性能向上や、画像処理・認識技術を組み合わせた新機能などで、様々な要求にこたえていく。

さらに、三菱電機トータルセキュリティソリューションDIGUARDとの連携を深め、IDカード管理、保守や運用サービスなどの統合管理を含めたソリューションで顧客のセキュリティ向上だけでなく、企業価値向上に貢献していく。

参 考 文 献

- (1) 西村達夫, ほか: “ネカ録”最新シリーズによる遠隔・集中監視ソリューション, 三菱電機技報, 82, No.7, 449~452 (2008)
- (2) The best in network video, アクシスコミュニケーションズ㈱ (2008)

セキュリティマネジメント高度化サービス

安西宏司*
飯田 茂*
武曾 徹**

Security Management Service

Koji Anzai, Shigeru Iida, Toru Muso

要 旨

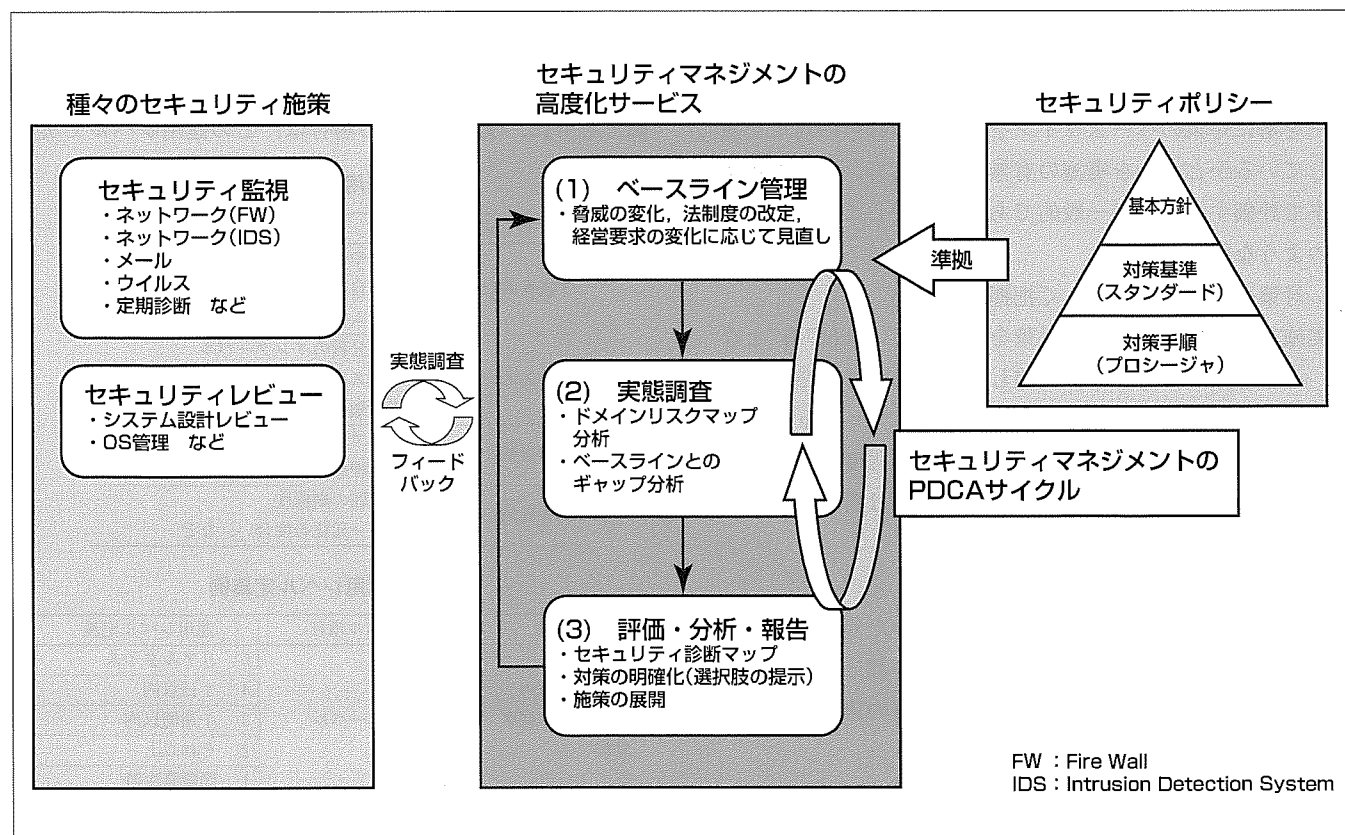
情報資産の安全性を脅かすセキュリティ脅威は年々複雑多様化しており、情報システム管理者には、セキュリティ対策を情報システム全体に漏れなく実施し、情報資産の安全性を維持管理していくことが求められている。しかし、各種対策は情報システムの構成要素ごとに個別管理されており、情報システム全体を俯瞰(ふかん)した対策の網羅性や妥当性を把握することができないという課題を抱えている。

三菱電機インフォメーションシステムズ株(MDIS)では、本稿で述べるセキュリティマネジメント高度化サービスを三菱電機株情報技術総合研究所と共同で創出し、大手金融機関を中心にこのサービスの導入を推進している。

このサービスは、情報システム全体のセキュリティ対策の網羅性、妥当性を評価・分析するためのマネジメントサ

ービスである。情報セキュリティ対策の実施強度を表す指標を、対策箇所と脅威を軸とした二次元マップを使って“見える化”して、システム全体を俯瞰した対策を評価・分析するところに特長がある。満たすべきセキュリティ水準をベースラインとして管理し、実態調査結果とベースラインとのギャップ分析に基づいて乖離(かいり)する対策項目を漏れなく抽出することで、情報セキュリティ対策の実施強度を定量的に評価し、必要な施策を明確にしていく。

また、脅威の変化、法制度の改定、経営要求の変化に迅速に対応するために、セキュリティマネジメントのPDCA(Plan Do Check Action)サイクルを確立することで、セキュリティ対策の実施水準を継続的に維持管理することができる。



セキュリティマネジメント高度化サービスの概念図

セキュリティマネジメント高度化サービスは、①セキュリティポリシーの基本方針、対策基準に準拠したセキュリティ水準をベースラインとして管理し、②種々のセキュリティ施策の実態調査結果とベースラインとのギャップ分析を行って、③対策箇所と脅威の二次元マップによって“見える化”して対策状況を評価・分析する。このPDCAサイクルを確立することで、セキュリティ対策の実施水準を継続的に維持管理する。

1. ま え が き

情報資産の安全性を脅かすセキュリティ脅威が増大し、情報セキュリティ対策の重要性がますます高まっている。

一口にセキュリティ脅威と言っても、盗聴、改ざん、ウイルス等、様々な脅威が存在する。その対策も端末、サーバ、ネットワーク等のシステム構成要素全般、さらには、人的、組織的な側面にも及び、情報セキュリティ管理者には、広範囲で漏れのない対策の実施が求められている。

このためには、セキュリティマネジメントのPDCAサイクルを確立し、情報セキュリティ対策の実施強度を定量的に測り、システムのどこに弱い部分があるかを分かりやすく俯瞰できるセキュリティ分析手法と、満たすべきセキュリティ水準の継続的な維持管理が必要である。

セキュリティマネジメント高度化サービスでは、セキュリティ対策の運用方法の強度を測る5段階の運用レベル定義を導入し、対策実施率と対策の運用レベル充足率の2つの指標で評価を行うこととした。これらの指標は収集した診断結果データから算出し、脅威と対策箇所を軸とした二次元マップ上に可視化し、情報セキュリティ対策の状況を分析・評価する。

2. 従来の手法が抱える課題

情報セキュリティ対策を成熟度によって評価する手法⁽¹⁾があるが、成熟度は実施強度を直接的に示すものではない。対策の実施強度を評価する場合、組織のセキュリティポリシーを基に対策のベースラインを定め、それらの対策を実施しているかどうかを実施の有無で評価して、その対策実施率で評価する方法が一般的である。しかしこの方法には次のような課題がある。

(1) 対策の実施強度を正しく把握できない

実施有無のみの評価では対策を実施していれば“有”となり、その対策をどのように実施しているかが考慮されない。例えば、ウイルス対策ソフトのパターンファイル更新を、毎日自動的に更新しているのと、月に1回程度手動で更新しているのでは、ウイルス侵入対策の効果は異なるが、どちらも同じ“有”と評価されてしまう。

(2) 的確な施策の策定が困難

また、評価結果からセキュリティ強化のための施策を考える場合に、何の目的で、システムのどの部分に対策を施せばよいか分からないため、的確な施策の策定が難しい。

3. 解決のための手法

セキュリティマネジメント高度化サービスでは、2章で述べた課題(1)を解決するため、対策をどのように実施しているかを表す運用レベルを含めた対策の実施強度の評価手法を導入した。また、同じく2章で述べた課題(2)を解決す

るため、セキュリティ脅威と対策箇所を軸とした二次元マップ(ドメインリスクマップ)に評価結果を表示させ、現状の情報セキュリティ対策の弱点を可視化する手法を導入した。

3.1 運用レベルによる評価

対策の実施強度には、従来の対策実施の有無を表す機能強度のほかに、その対策をどのように運用しているかを表す運用強度がある。運用強度を評価する手法として、運用レベルによる評価を導入する。各情報セキュリティ対策に運用レベル項目を設定するが、その際の視点は次のような4つに整理できる。

(1) 技術的な強度

対策を実施する際に適用する技術によるレベルを表す。

(2) 時間的な強度

対策を実施する時間間隔や、期間によるレベルを表す。

(3) 距離的な強度

対策を実施する際の分離の度合いによるレベルを表す。

(4) 管理的な強度

実施する対策の範囲、網羅度や、制限の厳しさ、統合の度合いなどによるレベルを表す。

これらの視点ごとに、各視点で設定される運用レベル項目を表1に示す。

運用レベル項目に対して、公開ガイドライン⁽²⁾等を参考に、対象組織の基準に合わせて5段階のレベル定義を行う。

表2に運用レベル定義例を示す。

評価するときには、各対策を実施しているかどうかの評価とともに、実施している場合は、どの運用レベルで実施

表1. 運用レベル項目例

視 点	運用レベル項目例
①技術的な強度	暗号化や認証の技術的な強度 対策の自動化の度合い システム構成要素の冗長度, など
②時間的な強度	監視や分析のインターバル アクセス権限等の見直しの間隔 不正検知のリアルタイム性, など
③距離的な強度	バックアップの保管場所 代替処理拠点の場所, など
④管理的な強度	対象範囲の網羅度 管理の一元化の度合い, など

表2. 運用レベル定義例

対 策	運用レベル項目	運用レベル定義
個人情報への アクセスのログ 分析	分析のインターバル	5 リアルタイム
		4 1日以内
		3 1週間以内
		2 それ以上
		1 問題発生時
システムへの アクセス時の 主体認証	認証方式	5 —
		4 生体認証
		3 OTP/乱数表
		2 ID/パスワード
		1 共通ID/パスワード

OTP: One Time Password

しているのかを1～5から選択する。

3.2 ドメインリスクマップによる分析

情報セキュリティ対策状況を評価する場合、その対策が、どのセキュリティ脅威に対して(Why)、どの対策箇所に実施するものなのか(Where)がわかると、評価結果を基にした新たな対策を立てやすい。ドメインリスクマップは、セキュリティ脅威と対策箇所を軸とした二次元マップで、情報セキュリティ対策を網羅的に表現する。図1にドメインリスクマップの概観図を示す。

横軸には、情報改ざん、漏洩(ろうえい)などのセキュリティリスクの要因となる脅威を定義する。縦軸には、対策箇所(ドメイン)として、利用者、データ、サーバ、ネットワーク、端末などの業務を構成する要素を定義する。

ドメインリスクマップ上で、それぞれの脅威と対策箇所が交わる領域を対策領域と呼び、この対策領域ごとに4.1節で述べる2つの指標値を表示する。これによって、どの脅威に対する、どの対策箇所への対策が不足しているのかを示すことができる。

4. 評価方法

4.1 評価指標

対策の機能強度、運用強度について、それぞれ次の指標を使って評価を行う。

機能強度：対策実施率

運用強度：運用レベル充足率

各指標の計算式は次のとおりである。

$$\text{対策実施率(\%)} = \frac{\text{実施している対策項目数}}{\text{実施すべきすべての対策項目数}} \times 100$$

$$\text{運用レベル充足率(\%)} = \frac{\text{実施している運用レベル合計}}{\text{要求されている運用レベル合計}} \times 100$$

業務やシステムによって、対策項目や運用レベルへの要求は異なる。あらかじめ要求されている対策項目とそれに

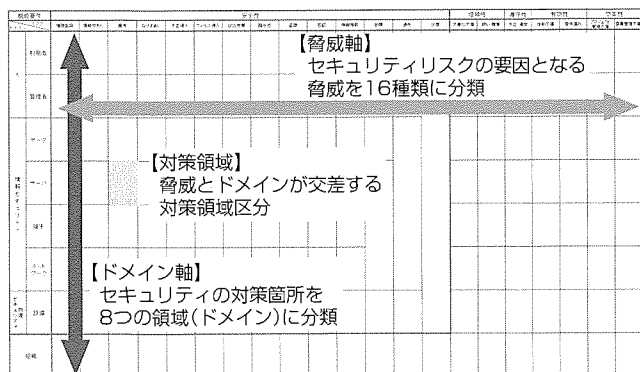


図1. ドメインリスクマップの概観図

対する運用レベルを、ベースラインとして設定しておく。要求に対して、実施している対策がどの程度実現されているかを表す指標として、対策実施率と運用レベル充足率を用いる。表3に算出の例を示す。

この例の場合、対策実施率は要求12項目中10項目実施なので83%となるが、運用レベル充足率は要求40に対して実施20なので50%となる。このことから、情報漏洩への対策は実施されているが運用の強度が弱いことがわかる。

4.2 評価の手順

現状の情報セキュリティ対策状況の評価は、次のような手順で行う。

(1) 実施すべき対策項目の決定

組織で定められたセキュリティポリシーや実施手順等の規程から、対象システムで実施すべき情報セキュリティ対策項目を洗い出す。その対策項目が実施されているかどうかを確認するためのセキュリティ診断リストを作成する。

(2) 対策項目の分類

(1)で作成した各対策項目を、ドメインリスクマップの軸である、セキュリティ脅威と対策箇所で分類する。例えば対策項目が“通信路の暗号化”であれば、セキュリティ脅威：情報漏洩、盗聴、対策箇所：ネットワークとなる。

(3) 運用レベルの定義

対策項目ごとに、運用レベル定義の4つの視点に基づいて、運用レベル項目と1～5の各レベルでの実施内容を設定し、セキュリティ診断リストに追加する。セキュリティ診断リストの構造の一例を表4に示す。

(4) 現状の対策状況の調査

対象システムの運用担当者に、セキュリティ診断シートへの回答を依頼する。回答結果を基に、詳細の運用レベル

表3. 指標の算出例

脅威	No.	対策	実施有無		運用レベル	
			要求	実施	要求	実施
情報漏洩	1	通信路の暗号化	○	○	4	2
	2	個人データ暗号化	×	—	—	—
	3	ログ分析	○	×	3	—
	4	○	○	4	4
	15	○	○	4	1
対策項目数			12	10		
運用レベル合計					40	20

表4. セキュリティ診断リストの構造例

対策	実施有無	項目	運用レベル					実施
			1	2	3	4	5	
対策項目A		インターバル	リアルタイム	1日以内	1週間以内	それ以上	問題発生時のみ	
対策項目B		
対策項目C		
.....		

↑
実施有無(○/×)

↑
実施レベル(1～5)

等についてヒアリングを行う。

(5) ドメインリスクマップの作成

ヒアリングの結果から、対策実施率と運用レベル充足率を脅威と対策箇所ごとに集計して、ドメインリスクマップ上へ表示する。

(6) 現状の対策状況の分析・評価

ドメインリスクマップから、どの脅威に対するどの対策箇所への対策が不十分なのかを分析する。

5. 評価手法の適用事例

5.1 評価結果

メール等のサービスを提供するイントラネットシステムを対象に、210項目の対策項目について運用レベル定義を行い、セキュリティ対策状況の評価を行った。図2にドメインリスクマップによる評価結果(抜粋)を示す。

各対策領域で、対策実施率を○印で上段に、運用レベル充足率を□印で下段に表示しており(内部の数値は各指標の値)、その指標値によって5段階に色分けをした。黒に近い方が各指標の低い数値、白に近い方が高い数値を示している。また、対策の運用レベルがベースラインから乖離しているものを漏れなく抽出するため、2段階以上乖離している場合には、その対策領域に“!”マークを表示した。この結果から次のことが読み取れる。

- ①ネットワークに対する対策は実施されているが、データや端末への対策が不足している。
- ②権限乱用の脅威に対する対策が不足している。
- ③権限乱用、情報改ざん、不正侵入に対するデータへの対策が不足している。
- ④情報改ざんと不正侵入の脅威に対する端末への対策の運用レベルが良くない。
- ⑤DoS攻撃(Denial of Service attack)や踏み台に対するサーバへの対策の実施はできているが、運用レベルが不足している。
- ⑥全体として、運用レベルが乖離している対策項目が存在している。

5.2 考察

指標として運用レベル充足率を導入することによって、従来の評価では隠れていた、対策が実施されていても運用強度が不足している部分が明確になった。例えば、DoS攻撃や踏み台に対するサーバへの対策の実施はできているが、運用レベルが不足していることがわかり、セキュリティホールへの対応の迅速化が実施すべき強化策として導き出された。

また、ドメインリスクマップ上に可視化することによ

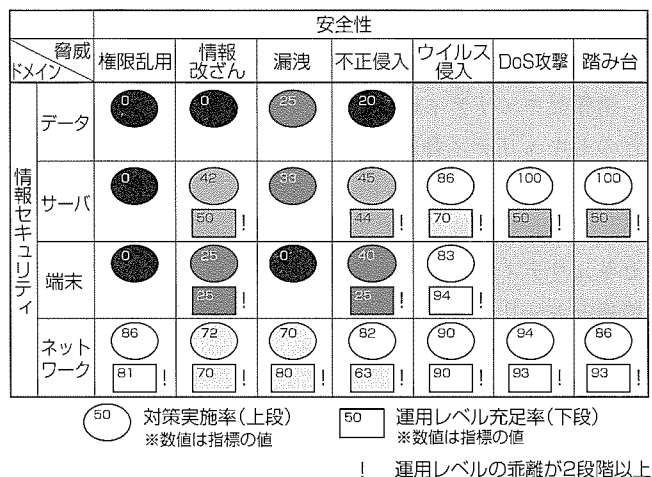


図2. ドメインリスクマップによる評価結果(抜粋)

て、セキュリティ脅威や対策箇所ごとに、より細かく対策の弱点を分析することができるようになり、よりの確なセキュリティ強化策を考えられるようになった。例えば、権限乱用、情報改ざん、不正侵入に対するデータへの対策ができていないことが示され、暗号化やデータアクセスログの分析が実施すべき強化策として導き出された。

このように本稿で述べた手法は、現状のセキュリティ対策状況を把握し、よりの確なセキュリティ強化策を策定するのに有効な手法である。

6. むすび

本稿では、情報セキュリティ対策をどのように運用しているかという要素(運用レベル)を含めて、実施強度を評価する手法について述べた。また、どの脅威に対する、どの対策箇所への対策実施や運用レベルが不足しているのかをドメインリスクマップ上に可視化することで、よりの確に強化施策を策定できることがわかった。この手法は、セキュリティマネジメントのPDCAサイクルのCとAにあたり、ベースライン管理と組み合わせることによってセキュリティ水準の継続的な維持管理が可能となる。

今後は、評価支援ツールの整備によって、セキュリティ診断シートの作成、データの集計・分析などの評価作業の効率化を図っていく。また、対策に不備がある箇所には、強化施策を具体的に提示できるように、対策のベストプラクティスを集積し、これを対策箇所に関連付けていく。

参考文献

- (1) 情報セキュリティ対策ベンチマーク Ver.3.1, (独)情報処理推進機構 (IPA) (2008-4)
- (2) ASP・SaaSの情報セキュリティ対策ガイドライン, 総務省 (2008-1)

MINDモバイルネットワークにおける 認証システムの高信頼化

金山秀司* 勝田喬雄**
杉田屋章子*
寺内弘典*

High-reliability Authentication System for MIND Mobile Network Service

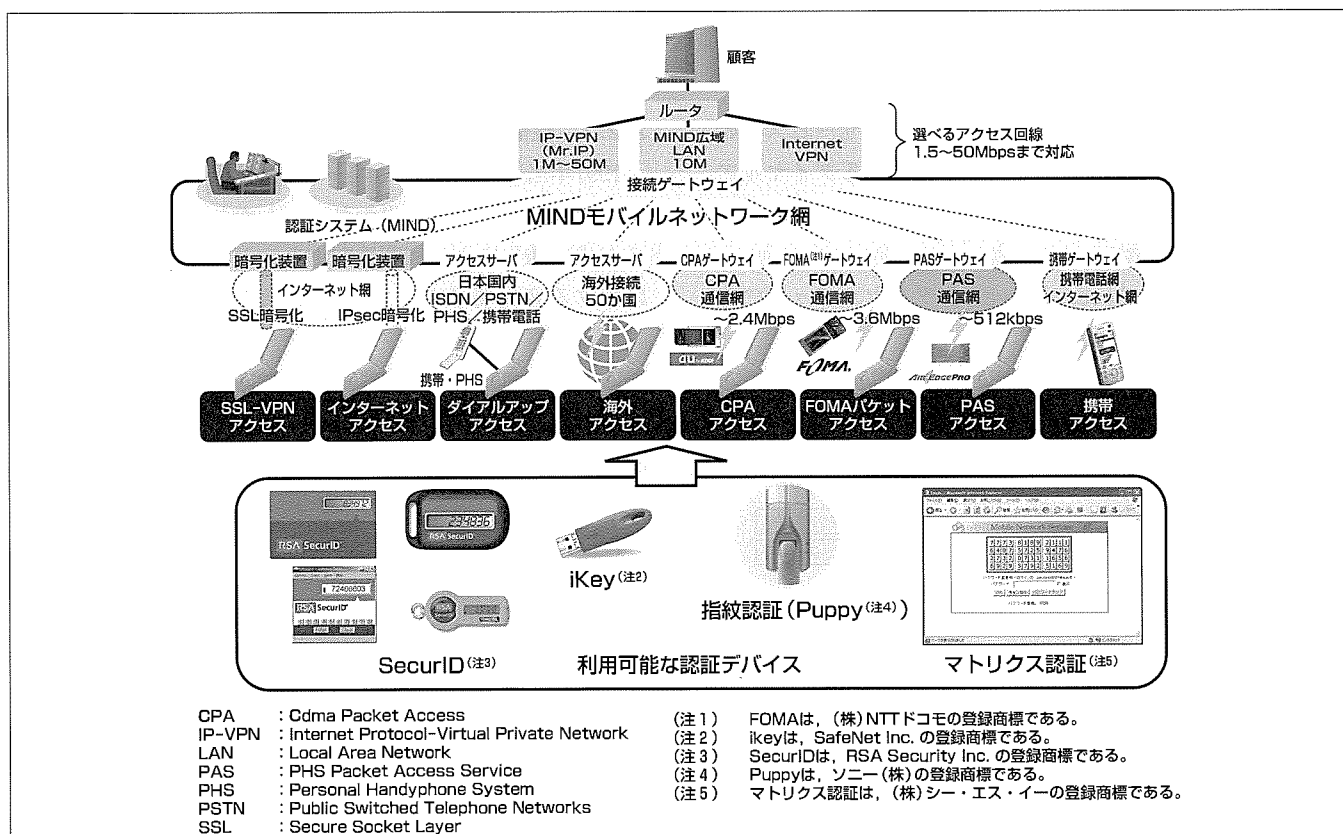
Hideji Kanayama, Akiko Sugitaya, Hironori Terauchi, Takao Katsuta

要 旨

三菱電機情報ネットワーク(株)(MIND)では、マルチキャリア/マルチアクセス/マルチ認証方式の組合せによるMINDモバイルネットワークサービスを提供している。1997年のサービス提供開始から多数の顧客に利用され、2007年2月にISMS(Information Security Management System)を取得(登録番号:IC03J0041)して、2009年1月現在で約10万人のユーザーが利用するシステムとなった。しかし、約10年を経て当初のシステム設計の限界に近い規模となり、更なる収容規模拡大、性能向上、機能追加及び高信頼化に対する要求が強くなってきた。サービス面でも、アナログ/ISDN(Integrated Services Digital Network)等のダイヤルアップアクセスが主体であったサービス開始当時と異なり、第三世代携帯電話(3G携帯)やインターネ

ットからの利用が多くなったことで、競争力維持のためにも認証システムの高性能化、高機能化及び高信頼化を図る必要があった。

MINDでは、旧認証システムの大規模な見直しを行い、更なるサービス拡大のために認証システムの更新を実施した。2005年から現状調査を行い、設計/評価を経て2009年1月に認証システムを移行した。今回のシステム移行によって、機器更新だけでなく、システム構成及びネットワーク設計思想を根本的に見直すことで最新の技術に対応し、高度な拡張性と信頼性を持つ認証システムとなった。これによって、今後10~15年のユーザー数拡大に対応可能となり、さらに新たな認証機器の増設や新システムの導入が容易となる新認証システムを実現した。



MINDモバイルネットワークサービスの概要

MINDは、特定の通信キャリアや通信方式に依存しない通信事業者であり、顧客のニーズに合わせて様々なアクセス方法に対応したリモートアクセスサービスを提供している。また、認証方式も固定パスワード方式及び複数の認証デバイス(ハードウェアトークン、ソフトウェアトークン、ブラウザトークン等)を用いたワンタイムパスワードによる認証方式をサポートしており、様々な規模や業種での顧客のニーズに合わせたモバイル/認証ソリューションの提供が可能である。

1. ま え が き

携帯電話及びインターネット関連技術の急速な進歩によって、公衆網を用いた高速広帯域な通信が安価に利用可能となった。パソコンや携帯電話端末の進歩とあいまって、アナログやISDNのダイヤルアップ主体であったリモートアクセス環境は1~3Mbpsの帯域が利用可能なブロードバンド環境となり、企業向けのモバイル環境を劇的に使いやすなものとした。MINDモバイルネットワークサービスは、次の3点を特長とすることで、リモートアクセスサービスの先駆者として成長を遂げてきた。

- ①マルチキャリア／マルチアクセスによる高い利便性
- ②全アクセス環境で1ID／1パスワードでの利用を保証
- ③東西分散の認証サーバによる高い信頼性

一方、サービス開始から約10年を経て、認証システムに対して、ユーザー収容規模拡大だけでなく、認証性能／拡張性／機器追加に関する柔軟性／可用性向上の要望が強くなった。このため、2005年から現状把握の調査を開始し、2007年から2年をかけて認証システムの再設計を実施して、2009年1月に新認証システムの稼働を実現した。

本稿では、旧認証システムの課題を整理し、新認証システムの設計と移行の結果を述べる。

2. 旧認証システムの課題

2.1 旧認証システム

旧認証システムの構成概要を図1に示す。サービス開始当時、アクセス方式はアナログ／ISDNによるダイヤルアップ接続のみであったため、設備は次の2種と接続用ネットワークだけであった。

- ①NAS(Network Access Server)：ダイヤルアップの着信設備

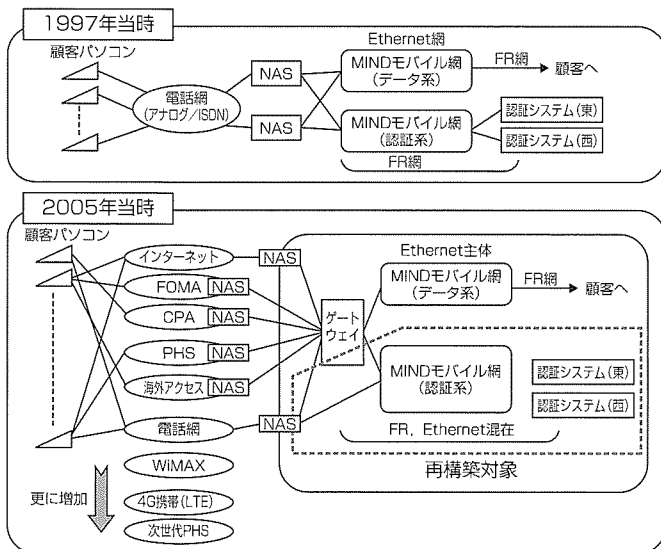


図1. MINDモバイルネットワークサービスの構成概要

- ②認証サーバ：RADIUS(Remote Authentication Dial In User Service)サーバ、SecurID認証用サーバ

このため接続用ネットワークとして、当時のNASと相性のよいFR(Frame Relay)回線を用いた認証ネットワークを構築した。また、認証方式も固定パスワードと、SecurIDカードを用いたワンタイムパスワードの2種類であった。BCP(Business Continuity Plan)対策として認証サーバを東西分散構成とし、RADIUSサーバが使用するデータベースを同期する構成としたため、技術的ハードルは若干高くなったが、比較的シンプルな認証システム構成であった。

2001年に3G携帯電話のサービスが開始されたところから、企業によるデータカード型通信端末を用いた高速無線データアクセスの利用やFTTH(Fiber To The Home)／公衆無線LAN(Local Area Network)のサービスエリア拡大によって、IP-Sec/SSL-VPN(Secure Socket Layer Virtual Private Network)といったインターネット系アクセス方式も安価に利用可能となった。これによって、多種多様のNASが増設され通信キャリアと接続したことで、認証システムの構成が大幅に変わった。今後、WiMAX(Worldwide Interoperability for Microwave Access)、3.9G携帯電話(Long Term Evolution：LTE)といった高速／広帯域な無線通信サービスも予定されており、これらへの対応のために次節に示す課題解決が急務となった。

2.2 課 題

2.2.1 性能面での課題

1997年当時の想定最大ユーザー数は、当時の設計値としては十分な数であると思われた。しかし、その後のアクセス方式多様化による利便性向上と、セキュリティ／信頼性に対する客先要求が高まったことで、各種要求を満たすMINDモバイルネットワークサービスは順調にユーザー数を伸ばし、2005年当時で設計値の70%となった。このため、早急なシステム規模拡大と性能向上が必要となった(図2)。

2.2.2 機能面での課題

MINDモバイルネットワークサービスにおける認証システムは、両系運用であり東西で分散する特徴的な冗長化構成をとっている。このため、認証のコア部分であるRADIUSサーバソフトウェアがMIND専用カスタマイズ

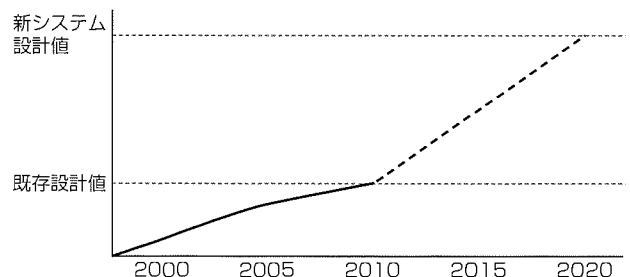


図2. 利用ユーザー数増加状況の概要

されており、バージョンアップに制限があることで、新たな認証方式のサポート、新たな暗号方式の対応等の機能追加が難しくなっていた。

2.2.3 ネットワーク構成上の課題

図1に示すように、1997年に構築した旧認証システムは、拡張が繰り返されてきた。このため、次に示すような課題があり、機能拡張、システム拡張、キャリア間閉域接続、新規機材の増設等にももろの制限が発生することとなった。

- ①FR回線主体の低速／高遅延の認証網を広域Ethernet^(注6)を使って拡張したことで、同一L2セグメントが複数拠点にまたがり、通信遅延が増えて不安定となりやすい場所が存在する。
- ②IPレベルでのスタティックルートが多数存在するため、複数経路があっても1点障害でサービス断となる部分がある。

3. 認証システムの更新

旧認証システムの課題を解決し、今後の規模／機能拡張に対応可能な新認証システムを構築するために、次の3点を目標としてシステム構成全体の見直しを行った。

- ①今後10～15年のユーザー数増加及びシステム拡張に対応可能な認証システム
- ②認証サーバの冗長化及びネットワーク冗長化によって、1点障害でのサービス停止の回避及び障害検出から10分以内の自動切り換えによる復旧
- ③自己監視及び外部監視併用によるサービス障害箇所の早期発見

3.1 システム設計

3.1.1 認証機能の分担

新認証システムでは、旧認証システムの特長である東西に分散した冗長化構成(両系運用)を継承し、ユーザー情報管理データベースは2重化(運用／予備構成)し、BCP対策として認証サーバとは異なる拠点(東京1)に配置した(図3)。

3.1.2 拠点間接続

新認証システムの拠点間は広域Ethernet接続とした。

2.2.1項の性能面及び2.2.2項の機能面のサーバに関する課題は、認証サーバ(ハードウェア及びソフトウェア)のバージョンアップによって対応した。また、2.2.1項及び2.2.3項で述べた旧認証システムのネットワークに関する課題を解決するため、新認証システムでは拠点間の経路制御にダイナミックルーティング(Open Shortest Path First: OSPF)を適用した。さらに、信頼性向上のため、認証サービス用広域Ethernet回線を冗長化した。一方、サービス用ネットワークの輻輳(ふくそう)が保守管理系操作に影響を与えないよう、保守管理用の管理セグメント用広域Ethernetを別途設置し、信頼性を高めた。

(注6) Ethernetは、富士ゼロックス㈱の登録商標である。

3.1.3 拠点内のエリア分け

認証関連機器の管理とシステム運用の簡略化のため、新認証システムでは、他システムとの接続や機器追加が発生しても効率良く運用できるような体系が必要である。また、利用するアクセス方式が増えるにつれて、特に外部ネットワークから認証システムに対する不正アクセスの脅威が増大することが想定されるため、不正アクセスを防ぐためのセキュリティ上の仕組みも必要である。これらの課題解決のため、新認証システムでは各拠点における各種サーバ配置方法を見直し、次の4つのサーバエリアを規定し、IPアドレス帯を分割した。

認証システムのエリア分割

- ①User Edgeエリア：インターネット等の新認証システム外からのアクセスをFirewall経由で受け付ける。
- ②Server Frontエリア：各種NASの認証要求やユーザー情報管理データベースへの接続要求をProxyで受け付ける。
- ③User Serverエリア：認証処理を実施する。
- ④Back-End Serverエリア：ユーザー情報管理を実施する。

また、拠点間をL3のOSPF接続とすることで、障害自動切り換えに対応するとともに、拠点間L2拡張を禁止し、拠点内LANはHSRP(Hot Standby Routing Protocol)を用いてL3SWを冗長化した。これによって、ネットワーク冗長化だけでなく、設備増強に伴うネットワーク設定変更量が減少し、新規機器の増設時に発生していたシステム構成変更負荷が大幅に軽減され、効率的運用が可能となった。さらに、拠点ごとに管理セグメントに接続したバックアップ用サーバを設置してバックアップ機能を集中し、バックアップ用トラフィックが認証サービスに影響を与えないようにした。

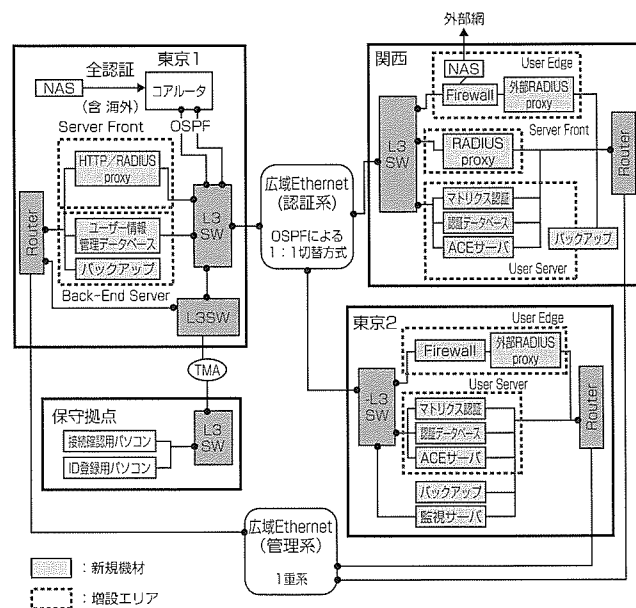


図3. 新認証システム構成概要

3.1.4 障害監視

ネットワーク障害は、OSPF/HSRPプロトコルによって自動復旧する。認証サーバは東西で相互監視するだけでなく、図3の東京2に設置した監視サーバから各サーバをサービスレベルで監視(HTTP(Hyper Text Transfer Protocol)/HTTPS(HTTP Security)/RADIUS/SQL(Structured Query Language)を用いた監視)することでサービス停止を迅速に検出し、警報発報することを可能とした。

3.2 システム検証

次の2点を中心に、新認証システムの機能/性能評価を各システム単体及び現地試験で実施した。

- ①認証システムとしての認証サーバ及びユーザー情報管理データベースの処理性能
- ②ネットワーク又は認証サーバの1点で障害が発生した時の認証サービス回復時間

性能評価では、連続的に認証負荷、Webアクセス負荷、バックグラウンドトラフィックを発生する治具を作成した。過負荷試験では旧認証システムで発生している1日あたりの認証トラフィック量を参考に、新認証システムの設計値の最大を模擬して負荷を発生するように改良を加えた。

3.2.1 性能検証

認証サーバを構成するRADIUSサーバ、SecurIDによるワンタイムパスワード認証用サーバ(ACEサーバ)、新規認証方式の一つであるマトリクス認証用サーバ(SMX認証サーバ)とユーザー情報管理サーバのシステム性能評価を行った。その結果を表1に示す。各認証サーバのピーク性能実測(連続負荷)では、現認証負荷の3倍までは十分対応可能であることを確認した。拠点間ネットワークについては、認証サービス用と運用保守用の回線を分離したことで、現在の認証関連トラフィックの実測値から想定した10~15年後のトラフィック量を想定しても現在の帯域以内で収めることが可能であることを確認した。ユーザー情報管理サーバについては、ユーザー提供サービスのための処理は他構成機器と同レベルまで対応可能であることが確認できたが、一部バッチ系の処理が5年程度で限界となることが分かった。今後の改善方法検討が課題である。

3.2.2 耐障害性

拠点間接続部分である広域Ethernet部分の耐障害性について検証した結果を表2に示す。表2から、3拠点間とも広域Ethernet部分の障害発生から30秒以内に自動復旧(最悪ケース)することが確認できた。

新認証システムに流れるサービス関連トラフィック(RADIUS/HTTPトラフィック、SecurID/マトリクス認証に必要なTCP(Transmission Control Protocol)トラフィック)を実際に流した状態で片系のネットワークや認証サーバに模擬的に障害(LANケーブル断、プロセス強制ダ

表1. 認証システム構成要素の性能評価結果

対象	設計値達成	備考
RADIUSサーバ	○	データベース：CPU使用率50%とし、1台系動作での性能
ACEサーバ	○	1台あたりの性能
SMX認証サーバ	○	2台がActive/Standby、すべてSMX認証の場合
拠点間ネットワーク	○	片系あたりの性能
運用データベース	○	通常処理(Web処理)における性能

表2. 拠点間経路切替え時間

	経路切替え時間(秒)	復旧時間(秒)
東京1-関西	23	25
東京2-関西	23	20
東京1-東京2	23	25

ウン等)を発生させ、耐障害性を検証した。その結果、すべてのパターンで障害発生から5分以内に自己監視又は監視サーバで障害を検出し、10分以内に予備系のサーバで処理が再開されることを確認した。これによって、目標どおり十分な耐障害性、障害監視機能を備えていることを確認した。

4. む す び

新認証システムへの移行によって、認証性能が向上し、当初の目標を実現することができた。また新認証システムの導入は、既存サービスからの円滑な引継ぎを最優先として年3回の停止工事(4時間)内で作業することとし、2009年1月11日にリプレース作業を無事完了した。これによって、MINDモバイルネットワークサービスの規模拡大、機能拡張が可能となった。

2009年2月に“マトリクス認証サービス”、2009年3月に“リモートセキュアパッケージサービス”を開始し、サービスの拡充を行った。今後も更なる性能向上、耐障害性向上を目指し、顧客が利用しやすく、管理しやすい認証システムを目指す所存である。

参考文献

- (1) MINDモバイルネットワークサービス：
<http://www.mind.co.jp/service/mobile/index.html>
- (2) RSA SecurID, RSAセキュリティ(株)のホームページ：
<http://japan.rsa.com/node.aspx?id=1156>
- (3) Puppy, ソニー(株)のホームページ：
<http://www.sony.co.jp/Products/Media/puppy/>
- (4) iKey, 丸紅情報システムズ(株)のホームページ：
<https://www.marubeni-sys.com/sec/msolock/ikey/index.html>
- (5) SECUREMATRIX マトリクス認証 ワンタイムパスワード, (株)シー・エス・イーのホームページ：
<http://www.cselt.co.jp/smx/>

岡崎市図書館交流プラザ図書館システム

溝呂木信之* 河盛一郎*
加藤正和* 服部幸一**
前田剛志*

Library System for The Okazaki City Library and Community Plaza

Nobuyuki Mizorogi, Masakazu Katou, Takeshi Maeda, Ichirou Kawamori, Kouichi Hattori

要 旨

岡崎市図書館交流プラザ(Libra:りぶら)は、“図書館”“市民活動支援”“文化創造”“交流”の4つの機能を融合させた複合施設で、建物の基本設計から企画運営まで市民参加型の活動によって推進されたプロジェクトである。

岡崎市立中央図書館は、2008年11月のLibraオープンに合わせて旧中央図書館からLibra内に移設され、延べ床面積は3.2倍の8,000m²、蔵書数は約2.3倍の100万冊(開館当初は、約60万冊)に拡張された。

新しい図書館システムでは、日本トップクラスの図書館にふさわしい質の高いサービスを手軽に利用できるように、“自動貸出し装置”“自動出納書庫”“自動仕分機”“無断持ち出し防止装置”等の機器導入や“AVブースセルフ予約”等のシステム化を行った。また、郷土資料や洋書の検索利便

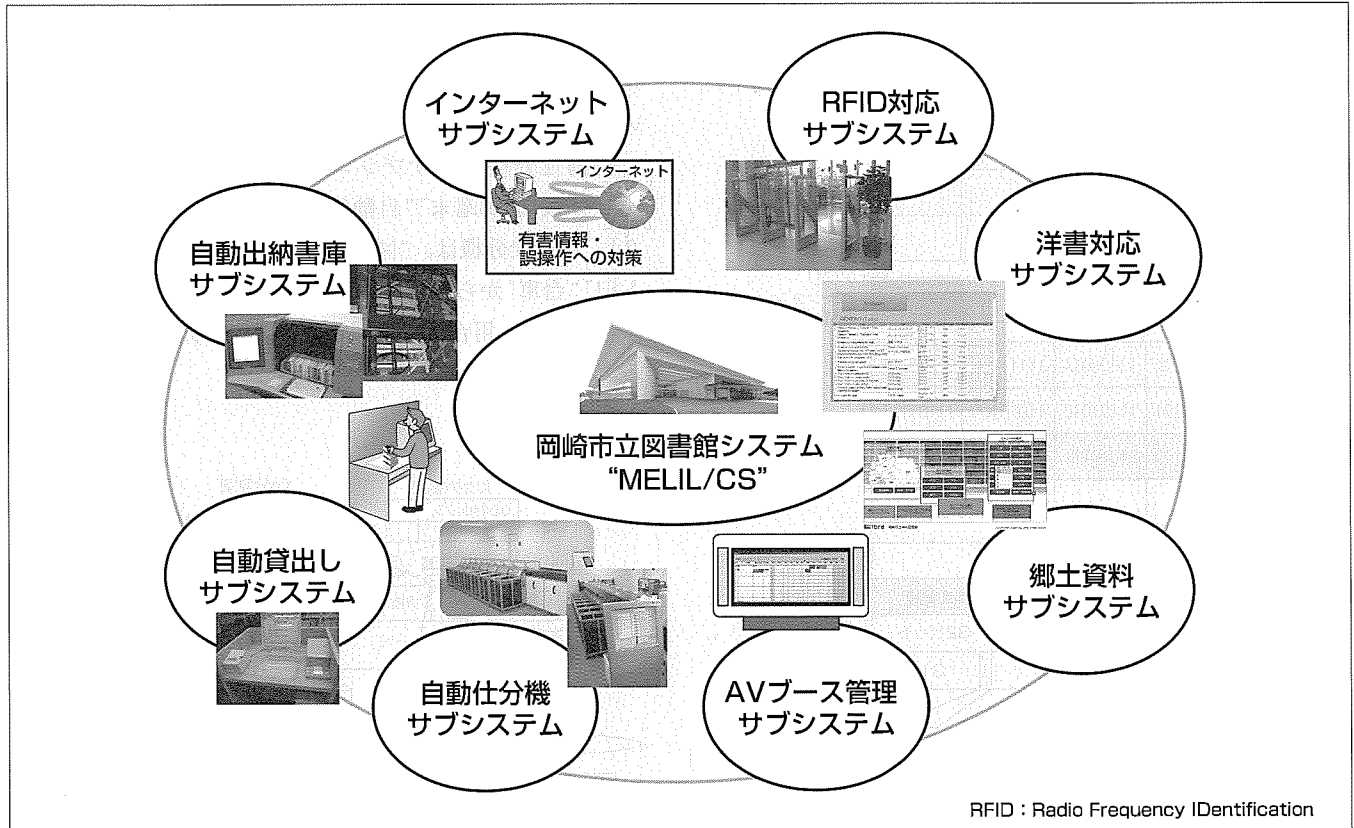
性向上、ホームページのリニューアル化を新たに実現した。

これらの機器導入やシステム化が、利用者の利便性を高め、図書館員の業務スピードアップや負荷軽減等、作業効率の向上をもたらした。

システム化には、バーコードを用いた本の管理からICタグを用いた本の管理に切り替えることが不可欠であり、新システム導入に合わせて実施した。これによって、各種業務のスピード化やオペレーションの簡素化を果たすことができた。今後更にICタグを用いた新機能構築に取り組み、ハイブリッド図書館としての機能を充実させていく。

岡崎市立中央図書館のホームページ：

<http://www.library.okazaki.aichi.jp/>



岡崎市図書館交流プラザ図書館システムの新規サブシステム

岡崎市立中央図書館では、Libraオープンに合わせて従来のバーコードを用いた資料の個体識別管理から、ICタグを用いた個体識別管理に移行している。ICタグへの移行によって、新機能の各種サブシステムが実現され、利便性向上及び図書館規模拡大に伴うコスト増を抑えることができた。さらに“ハイブリッド図書館”を目指して、所蔵している作品のデジタル化を行い、原資料の保護と利用促進効果を高めるデジタルアーカイブを新規機能として実現した。

*三菱電機インフォメーションシステムズ(株) **岡崎市立中央図書館

1. ま え が き

岡崎市立中央図書館では、2005年7月に三菱電機インフォメーションシステムズ(株)(MDIS)の三菱図書館システム“MELIL/CS(メルリCS)”を導入した。

岡崎市立図書館交流プラザ(Libra)のオープン(2008年11月)を機に、利用率の向上や利便性の向上とともに、図書館員の作業を省力化し、図書館の規模拡大に伴うコストの削減などを目的として、ICタグを用いた新システムへの切替えを実施した。

本稿では、今回新しく実現した機能を中心に、岡崎市立中央図書館システムについて述べる。

2. ICタグを用いたシステム

2.1 ICタグ

図書館システムは、資料の個体識別情報を基に管理されており、各種情報(所蔵館、館内区分、分類、別置、形態など)をデータベースから検索して、利用者や図書館員に必要な情報をタイムリーに提供する仕組みを基本としている。これまでに導入されたシステムで運営している図書館の多くは、バーコード・ラベルを本に張り付けて、資料の個体識別管理を行っている。

近年公共図書館では、従来のバーコードを用いた資料の個体識別管理から、ICタグを用いた個体識別管理への移行が進んでいる。図書館で利用するICタグのフォーマットについては、日本図書館協会で定められている(図1)。

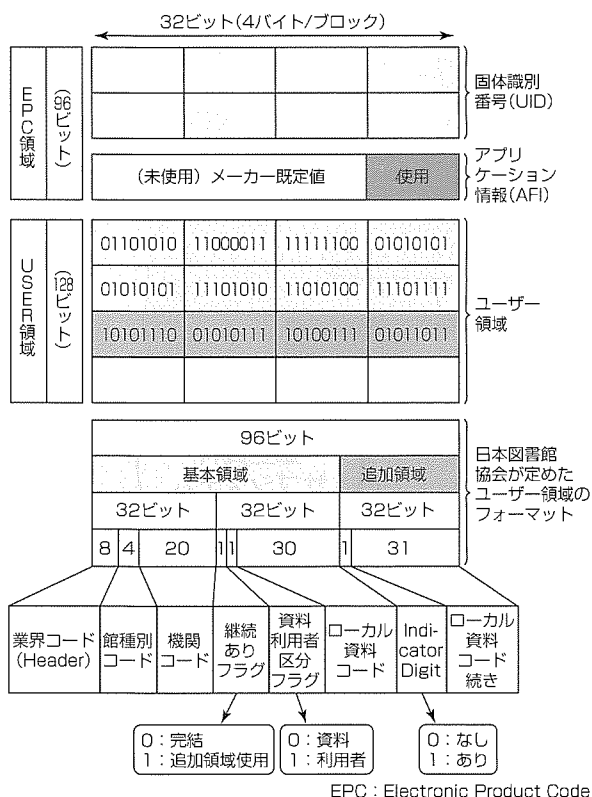


図1. ICタグの図書館協会フォーマット

また、図書館で用いられるICタグは、周波数13.56MHzの電磁誘導方式が主流となっており、“通信距離が1m程度”“小型化・耐久性に優れる”“無線局免許状なしで使用可能”などの特性を備えている。

今回のシステムでは、利用者の利便性向上及び図書館員の作業効率化をねらいとして、ICタグを使用した“自動仕分機”“自動貸出し装置”“無断持ち出し防止装置(BDS)”“自動出納書庫”などのシステム化を図った。

2.1.1 自動仕分機

岡崎市の図書館では、Libraオープン前年に年間約146万冊の貸出しが行われており、今後貸出し冊数は大幅な増加が見込まれている。その大部分の本は中央図書館から貸し出され返却される。各市民センターにある地域図書室から貸し出された本も、中央図書館が岡崎市の中心街に位置することから中央図書館に多く返却されている。返却された本は、NDC(日本十進分類法)ごとに分類された棚に戻されるか、地域図書室に移送される。本来図書館員は、事務的な貸出し返却処理よりも、レファレンスサービスに重点を置いた活動が望ましいとされるが、貸出し冊数の増加に比例して返却時の作業が増加する実態がある。貸出し冊数増加は、利用率向上の利点と作業増加の課題という2つの側面を持っている。

自動仕分機の導入で、カウンターや返却ポストから集められた本を自動仕分機のコンベヤに置くだけで、図書館の業務知識を持たない人でも容易に仕分けができる。現在、この仕分作業は障害者向けの職場として提供されている。

自動仕分機対応サブシステムは、“図書館システム”(仕分機)制御端末“自動仕分機”から構成されている(図2)。自動仕分機は、“図書返却口”“待機コンベヤ”“シュート口”“台車”から構成される。台車数は全17台で、その内1台がエラー用台車で、図書返却口の正面に設置されている。

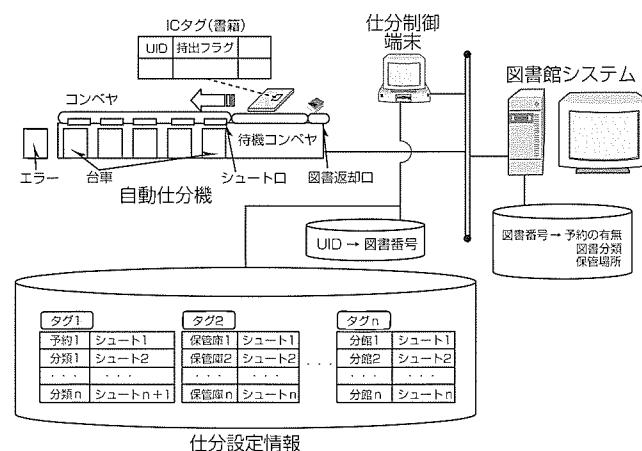


図2. 自動仕分機サブシステム構成

仕分処理では、自動仕分機の図書返却口から待機コンベヤ部に本が搬送され、この間に読み取ったICタグの情報(図1:UID)を基に、図書館システムがシュート口番号(図2のシュート口ごとに対応している番号)を決め制御端末に渡す。制御端末は、シュート口番号を自動仕分機に渡し、シュート口に隣接する左右の台車に振り分ける流れとなっている。このとき制御端末は、シュート口番号、及びICタグの持ち出し禁止フラグ(AFI)を“ON(持ち出し禁止)”にする命令(BDS連携処理)を合わせて自動仕分機に送信している。

仕分処理では、本の配架を考慮してNDC主体に分けられた“分類”“配送館”“事情本”“館内区分”“対象”“別置”“形態”“BM(Book Mobile)”,などの区分を組み合わせた仕分内容を“仕分パターン”と呼んでいる。仕分パターンの数は、数十種類に上る。自動仕分機では、16台車という台車数の制限があることから、一度に16種類の仕分パターンしか処理できない。自動仕分機対応サブシステムでは、任意の16仕分パターンをそれぞれシュート口番号と関連付けさせる機能を持たせ、その切替えを自動仕分機に隣接する制御端末から行えるようにした(図3)。

業務運用では、時間帯で仕分パターンに偏りがあり、そのうち最もよく使用されるパターンの3種類(16仕分パターンを1セットとして管理)については、簡単に切り替えられるように、タッチモニタ上に“朝”“昼”“夕”というボタン化表示を行い、熟練者でなくてもだれもが簡単に操作できるようにした。また専任の図書館員が行う詳細設定では、999通りのパターン設定ができるようになっており、どのパターンを“朝”“昼”“夕”のボタンに割り当てるか選択できるようにしている。

また、自動仕分機ではカウンター返却の本以外に移送された本なども含まれることから、カウンターでの返却処理と同様の運用が行えるように工夫を施している。カウンターでは、返却時に別の利用者から予約されている場合、業

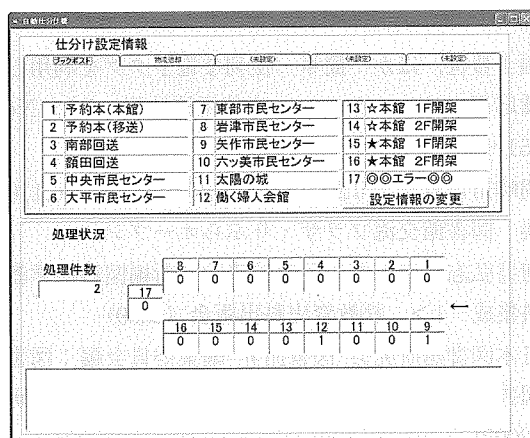


図3. 制御端末の仕分パターン設定

務端末から“取置票”を印字して本に挟み“取り置き本”として管理している。自動仕分機対応サブシステムでは、1台の台車を“取り置き本”用に設定し、“取り置き本”があったときは、制御端末にUSB(Universal Serial Bus)接続したプリンターから“取置票”の印字ができる機能を持たせた。

2.1.2 自動貸出し装置

公共図書館で、貸出しサービスは最も重要な業務として位置付けられているが、その反面図書館員の作業負荷も大きい。“自動貸出し装置”導入の背景には、図書館員の作業効率を高める点と、本の貸出しにおける利用者のプライバシー保護(個人情報保護法(平成15年5月30日法律第57号))などの視点がある。この両方を満たす手段として導入が決定された。

“自動貸出し装置”は、利用者カードを読み取る“読取装置”、ICタグの情報を読み取る“アンテナ装置”“タッチモニタ”“貸出端末”で構成している。

利用者は、①～③の手順に従い貸出し手続きを行う(図4)。

①自動貸出し装置の台に貸出し本を置き、利用者カードを“読取装置”に挿入する。

②利用者カードを読み取ると、図4左下の画面がタッチモニタに表示され、借りる冊数を入力して“よみとる”ボタンを押下する。

③ICタグの情報から貸出し本の内容が表示されるので(図4右上)、“かりる”ボタンを押下する。

“かりる”ボタン押下時にICタグの持ち出し禁止フラグ(AFI)を“OFF(持ち出し可)”に書き換え、“無断持ち出し防止装置”との連携処理を完了する。自動貸出し装置の操作の慣れによるが、一連の貸出し処理は一人あたり15秒から20秒程度で行うことができる。“操作の手軽さ”と“カウンターでなくても貸出しができること”“プライバシーが保護されること”などのメリットがあり、利用率は30%から40%へと日増しに高まりつつある。

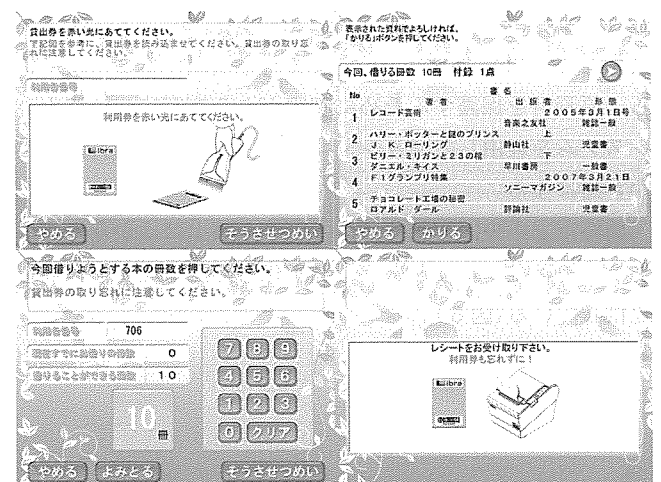


図4. 自動貸出し装置の画面遷移

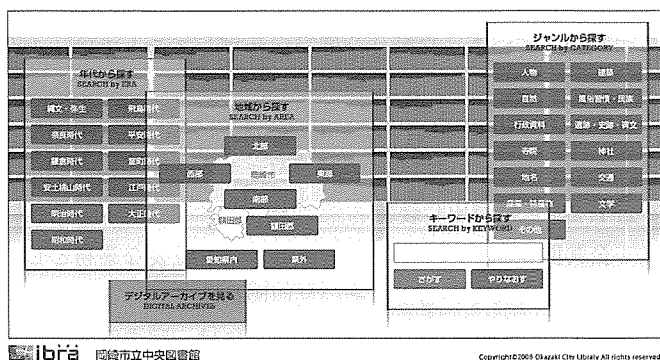


図5. バーチャル郷土資料館

3. 資料の保存と情報発信

3.1 郷土資料の保存

Libraは、徳川家康の生誕地である岡崎市の市街地(康生地区)にあり、また、松平家にゆかりのある大樹寺から岡崎城を望む歴史的眺望(ビスタライン)上に建設されており、郷土に深いかかわりを持つ施設である。

岡崎市は郷土ゆかりの人物として、徳川家康、菅江真澄(すがえますみ)、鶴田卓池(つるたたくち)をはじめとする人物に関する図書資料の収集に力を入れており、文庫としてまとめた資料群を所蔵している。

今回構築したシステムでは、郷土資料の取り組みとして、地域資料専用のWebページ(図5)を用意し、“バーチャル郷土資料館”“デジタルアーカイブ”“郷土コレクション”，などのコーナーを開設した。また、来館者用のOPAC(Online Public Access Catalog)に郷土コーナーを設けて、同様の検索を実現した。

3.1.1 デジタルアーカイブ

デジタルアーカイブは、貴重な図書館の収蔵品である文化資源等をデジタル化して保存を行うことで、文化資源等の修復・公開や、ネットワーク等を通じた利用促進も容易になり、新たに図書館が行う情報発信サービスとして注目されるようになりつつある。デジタル化することによって、破損をおそれることなく貴重な資料を公開することができ、原資料を保護するために制限がある複写についても、システムを経由してプリントすることで、複写資料の提供が容易になる。

岡崎市立中央図書館では、所蔵する郷土にゆかりのある書物や掛け軸、書などをデジタル化して、情報発信の場を提供している(図6)。



図6. デジタルアーカイブ

4. むすび

現在、公共の社会インフラ整備と情報発信サービスで、公立図書館は重要な役割を担っている。今までの公立図書館のWeb利用は、インターネットから“予約・検索”を行うものであったが、ICT(Information and Communication Technology)の進化によって、図書館が所蔵している作品のデジタル化が進み、ブラウザを利用して、コンテンツを閲覧したり印刷する利用形態が加わり、“ハイブリッド図書館”と呼ばれる時代を迎えた。

今後、デジタル化された所蔵品等の利用形態として、地域図書館を横断したデジタルアーカイブ検索などの機能を模索していく。また、現時点では、取り扱う資料は紙媒体(書籍)が圧倒的であり、書籍に付着させたICタグと連携した物流の強化にも取り組み、利用者 と 図書館員の双方が満足できるハイブリッド図書館を目指して、先進的なシステムを提供していく所存である。

参考文献

- (1) 福士豊世, ほか: 簡単・便利な電子タグを利用した各種応用ソリューション, 三菱電機技報, 79, No.4, 251~254 (2005)
- (2) 岡崎市市政だより2008(平成20年11月1日 No.1107)特集 図書館交流プラザ・りぶらオープン
- (3) 河井弘志, ほか編: 図書館概論<新編図書館学教育資料集成 1>, (株)教育史料出版会 (2009)
- (4) 日本図書館研究会“図書館界”編集委員会編: 図書館・図書館学の発展—21世紀を拓く, 日本図書館研究会 (2002)



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)

配送計画立案システム及び配送計画立案プログラム 特許第4210666号

発明者 平野昌彦, 金島誠悟, 古市 修

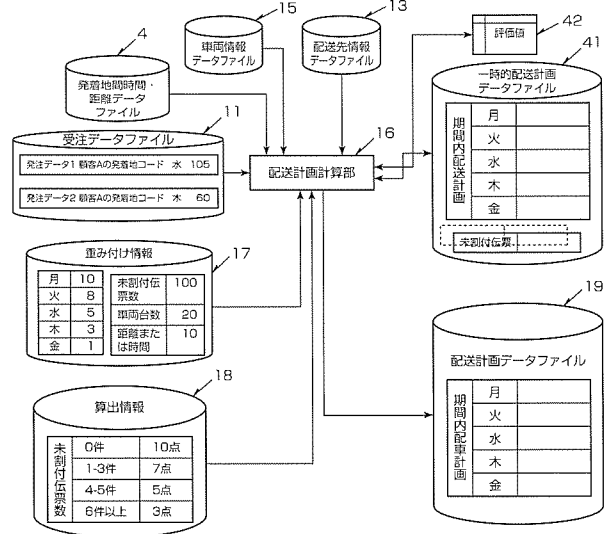
この発明は、トラックの配送計画を立案する配送計画立案システムに関する発明で、“顧客の在庫量を適量に保ちつつ、一定期間内(例えば平日の5日間)の最適な配車計画を立案すること”を特徴とする。

従来の配送計画立案システムでは、配送先の条件が“在庫切れを起こさなければ、いつ補充のための配送があってもよい”とされていたとしても、配送日と配送量とをあらかじめ指定しないと配送計画の立案はできなかった。このとき、配送日と配送量は、顧客からの指定又は、配送業者の配送計画者(配送マン)の設定に委ねられていたので、配送が頻繁になり効率が悪いなどの問題があった。

この発明では、顧客ごとの在庫量から該当日1日あたりの使用量を減算した量が、入れごろ量と最小量の間に含まれるか、又は最小量を下回るときは、該当日を目安配送日と定め、上記顧客名に対応する最大量から該当日の在庫量を減算した量を配送量と定めた、“配送データ”を作成する。その後、目安配送日を目安として“配送データ”を車両に割り付け、初期解を一時的配送計画データファイルとして作成する。次に、配送伝票を組み替え、配送日を前倒し又は後ろずらしにして在庫量が最小量を下回らないときは改善

案を作成し、評価値があらかじめ定められた条件を満たすときはこの改善案で一時的配送計画データファイルを更新する。これを繰り返し、一定期間内の在庫量から配送データを作成し、配送計画を立案するので、配送日を特定することなく、かつ顧客の在庫切れを起こさずに、最適化された長期間の配送計画を立案することができる。

配送計画計算部の処理 概略図



配送計画立案システム 特許第4187395号

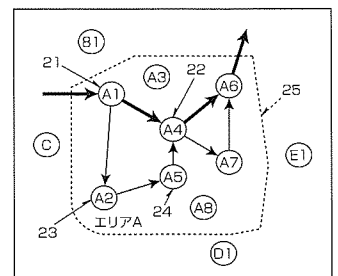
発明者 平野昌彦

この発明は、トラックの配送計画を立案する配送計画立案システムに関する発明で、例えば物流センターから小売店に商品を配送するときに、“地点間の移動にかかる所要時間の予測精度を向上させること”を特徴とする。

従来の配送計画立案システムでは、物流センターや小売店などの配送先が特定されると、地点の位置情報によって配送順序を決定していた。しかし最短ルートであっても日常的に渋滞するルートであれば、別のルートを選択した方が移動時間が短くなる場合もあり、従来の方法によると、必ずしも最短の配送計画が立案できない問題があった。

この発明では図示したように、移動実績情報の累積量が矢印の太さでわかるように地図を画面表示し、ユーザーにエリアを定義させる(図中、点線で囲まれた部分が、ユーザーが定義したエリア)。エリア内の特定の地点間の移動実績情報が一定量以上蓄積されている場合は、その特定の

地点間の所要時間を蓄積した移動実績情報に基づき算出する。一方、図のA1→A2, A1→A3のように地点間の移動実績情報量が一定量まで蓄積されていない場合は、エリア内の平均速度によって所要時間を算出する。このように、移動時間を実績データとして収集し、移動時間算出の元データとしてフィードバックすることで、配送計画の精度を向上させることができる。また、実績データが少ない場合は、エリア内の平均速度を用いることで、予想精度の低下を防止することができる。それによって、配送計画全体の所要時間の予測精度を向上させることができる。





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)

ネットワークインストールシステム 特許第3573624号

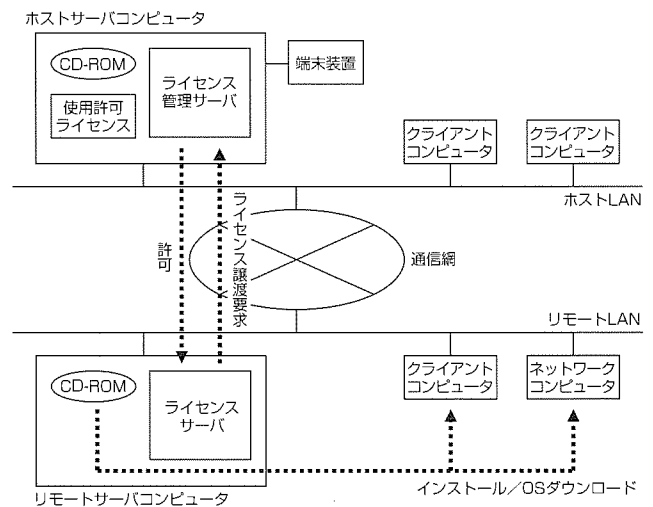
発明者 木幡康博, 大熊明彦, 冨塚 潔, 岩田政春, 佐藤英樹, 鈴木香織

この発明は、サーバコンピュータ又はクライアントコンピュータからの要求によって、使用が許可されたソフトウェア製品を、クライアントコンピュータにインストールするためのインストール方法の改良に関するものである。

従来、顧客システムにおいて、使用が許可されたソフトウェア製品を複数ユーザーが使用する場合には、不正コピー防止のため、システム固有のIDに対応し、ソフトウェア製品/ライセンス数/ライセンス期間などの情報を持つライセンスキーを発行し、このキーをライセンスサーバに入力することで、ライセンス数だけ各クライアントにインストールできるようにしていた。しかし、複数のローカルエリアネットワーク(LAN)を、通信網を介して接続した広域ネットワークシステムでは、通信網を介してソフトウェア製品を転送する必要があり、回線費用、回線品質の面で効率的なインストールが行えなかった。

この発明では、ソフトウェア製品のライセンス管理を唯一のライセンスキーが供給されたライセンス管理サーバで行うようにし、リモートLANに接続されたクライアントに対してインストールを行う際は、リモートLAN側のライセンスサーバがライセンス管理サーバへライセンス譲渡要求し、許可されてから、リモートLAN側に用意したソフトウェア製品をインストールするようにした。これによって、通信網を介することなくリモートLAN側のクライ

アントにインストールできるため、ソフトウェア製品の転送に伴う回線費用を削減でき、回線品質の影響も受けることがない。また、唯一のライセンスキーを管理するだけでよいので、ライセンス管理を簡便に、かつ不正コピー防止を確実に行うことができる。さらに、クライアントがディスクを持たないネットワークコンピュータの場合には、起動時に通信網を介して毎回ダウンロード用OSを転送せずに済むため、回線費用の削減だけでなく、起動時間を短縮できるといったメリットがある。



<次号予定> 三菱電機技報 Vol.83 No.8 特集「材料技術の応用と展開」

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 畠中恵司 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 橋高大造 事務局 園田克己 本号取りまとめ委員 河内浩明	三菱電機技報 83巻7号 2009年7月22日 印刷 (無断転載・複製を禁ず) 2009年7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

ECOrates (環境統合情報システム)

先進国の温室効果ガス排出量について、法的拘束力のある数値目標を各国ごとに設定した京都議定書の目標期間終了が2012年に迫る中、数値目標の実現に向け2009年度に省エネ法(エネルギーの使用の合理化に関する法律)、温対法(地球温暖化対策の推進に関する法律)など環境関連法の大規模な法改正が行われ、年々規制強化が進んでいます。また2008年7月の洞爺湖サミット後、「低炭素社会づくり行動計画」が閣議決定され、気候変動に対する取組みが明確に打ち出されました。このような状況の中、エネルギー消費量やCO₂排出量などの環境パフォーマンスデータの把握や廃棄物の適正処理や電子マニフェスト活用などの環境管理業務は、大企業だけでなく、中小企業にまで広がりつつあります。

ECOrates^(注1)(環境統合情報システム)は環境管理業務を見える化し、情報共有やコミュニケーションに活用して、遵法徹底、リスク回避や、企業から社会への情報発信であるCSR(Corporate Social Responsibility)^(注2)報告書作成など、環境経営に役立つ情報システムパッケージです。

ECOrates(環境統合情報システム)は三菱電機(株)の環境ビジョン2021^(注3)を情報システムから支えます。

■ 製品の特長

ECOrates(環境統合情報システム)は三つのシステムで

構成しています。個々で利用できますが複数で利用することで、より環境業務の効率化が図れます。

(1) 廃棄物等管理システム

廃掃法(廃棄物の処理及び清掃に関する法律)に準拠した産業廃棄物(マニフェスト)の管理はもちろん、一般廃棄物や有価物を含めた全発生物管理が可能です。発生物に占める再資源化と有価物の量/比率が把握でき、3R(リサイクル、リユース、リデュース)推進に利用できます。

(2) 環境情報共有システム

エネルギー、紙、水などの省エネ法に準拠した環境パフォーマンスデータを、関係会社や海外拠点を含めたグループ企業として集計が行えます。集計した環境パフォーマンスデータをCO₂、原油、原単位に換算することによって環境管理業務の効率化向上や温室効果ガスやエネルギー削減対策に利用できます。また環境報告書やCSR報告書に記載するデータやCO₂排出量など温対法向けのデータが容易に作成できます。

(3) 化学物質管理システム

PRTTR(Pollutant Release and Transfer Register)法及びその他管理物質の購入量、化学物質使用量の把握と大気や水への排出・移動量の集計を行い、利用禁止物質の管理ができます。また購入データの逆引きによって化学物質使用量の削減に利用できます。

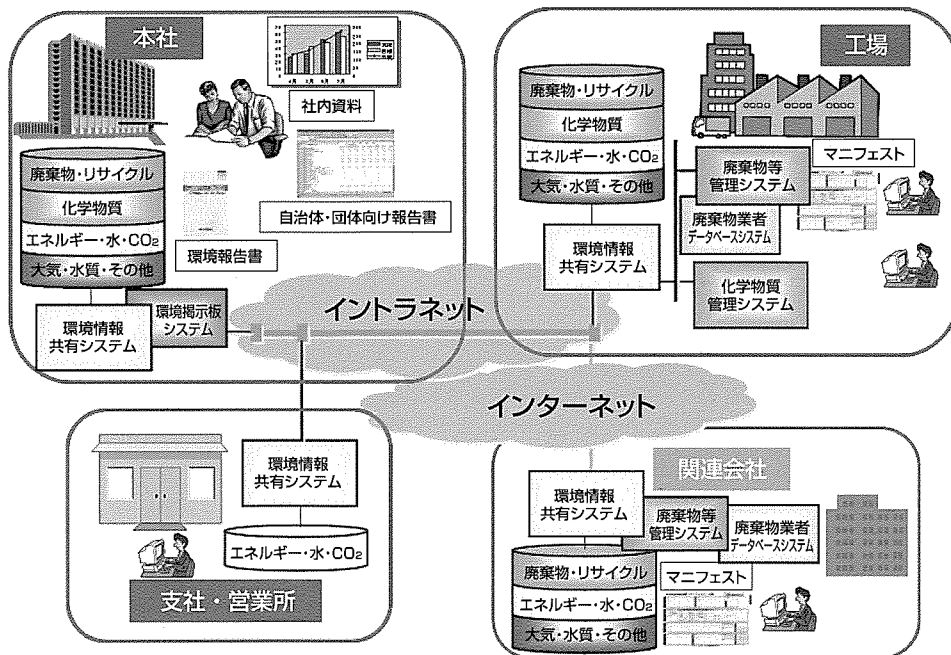


図1. ECOrates概要

(注1) ECOratesは、三菱電機(株)の登録商標です。

(注2) 企業の社会的責任

(注3) 2007年10月22日に広報発表された三菱電機グループの環境経営における長期ビジョン