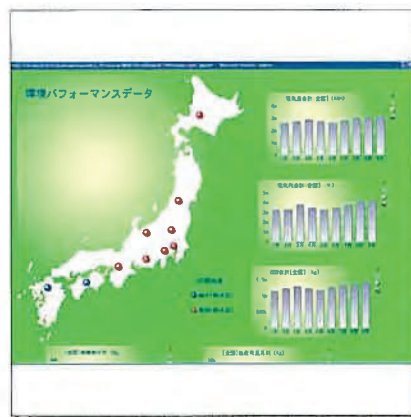
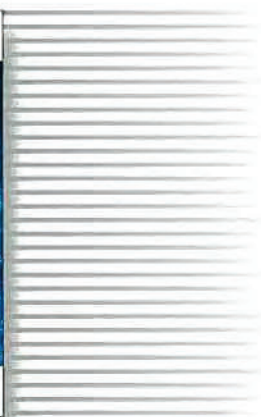


# MITSUBISHI

## 三菱電機技報 Vol.83 No.12

2009 12

特集Ⅰ「データマネジメント技術」  
特集Ⅱ「ユニバーサルデザイン」



## 目次

### 特集Ⅰ「データマネジメント技術」

- “情報融合炉”が切り開く新しいITの潮流 ..... 1  
喜連川 優
- データの価値を創出するデータマネジメント技術 ..... 2  
森田 温・撫中達司・郡 光則
- 高性能並列情報検索技術 ..... 7  
郡 光則・中村隆顕・山岸義徳
- 高速集計検索エンジンとセンサデータベースへの応用 .....11  
山岸義徳・平井規郎・西村達夫
- 統合ログ管理技術と履歴追跡型ログデータベース .....15  
平井規郎・森山令子・森川修一
- テキスト検索技術と個人情報・機密情報検出 .....19  
加藤 守・柴田秀哉・中川 誠・William S. Yerazunis
- データ特性の対話的可視化技術 .....23  
藤野友也・高山茂伸・菅野幹人
- 大規模日本語Webアーカイブの構築とその分析 .....27  
田村孝之・喜連川 優
- 企業データをトータルに活用する  
データセントリックソリューションDS .....31  
萩野 正・撫中達司

### 特集Ⅱ「ユニバーサルデザイン」

- 三菱電機グループのユニバーサルデザイン .....35  
原 正樹・酒寄映子
- ユニバーサルデザイン開発・評価システム .....40  
澤田久美子・深野さゆり
- トレインビジョンのユニバーサルデザイン .....44  
石塚健彦・金子達史・朴 信映
- ブルーレイディスクレコーダー用リモコンのデザイン .....48  
岩淵信顕・佐藤 聡
- 家電製品のユニバーサルデザイン .....52  
山崎友賀・加藤弘之・荒井秀文

### Data Management Technology

- IFR : Info-Fusion Reactor  
Masaru Kitsuregawa
- Data Management Technology that Creates Value of the Data  
Atsushi Morita, Tatsuji Munaka, Mitsunori Kori
- High Performance Parallel Information Retrieval Technology  
Mitsunori Kori, Takaaki Nakamura, Yoshinori Yamagishi
- High Performance Aggregate Search Engine and Application for Sensor Database  
Yoshinori Yamagishi, Norio Hirai, Tatsuo Nishimura
- Integrated Log Management Technology and High Traceable Log Database  
Norio Hirai, Ryoko Moriyama, Shuichi Morikawa
- Text Search Technology and Personal Information and Confidential Information Detection  
Mamoru Kato, Hideya Shibata, Makoto Nakagawa, William S. Yerazunis
- An Interactive Visualization of Features on Versatile Data  
Tomoya Fujino, Shigenobu Takayama, Mikihiro Kanno
- Building a Large-scale Japanese Web Archive for Societal Analysis  
Takayuki Tamura, Masaru Kitsuregawa

### Data Centric Solution DS

Tadashi Ogino, Tatsuji Munaka

### Universal Design

- Activities of Universal Design at Mitsubishi Electric Group  
Masaki Hara, Eiko Sakayori
- Universal Design Development and Evaluation System  
Kumiko Sawada, Sayuri Fukano
- Universal Design for TrainVision  
Takehiko Ishizuka, Tatsuji Kaneko, Shinyoung Park
- Design of Remote-control Device for Blu-ray Disc Recorder  
Nobuaki Iwabuchi, So Satoh
- Universal Design for Home Appliances  
Yuka Yamazaki, Hiroyuki Katoh, Hidebumi Arai

### 特許と新案

- 「データ処理装置」  
「データ管理装置およびデータ管理方法」 .....55  
「文書検索装置、文書検索方法および  
文書検索プログラム」 .....56

- 三菱電機技報83巻総目次 .....57

### スポットライト

#### メールアーカイブソリューション

“LogAuditor Mail Saver 機密メール検出オプション”

### 表紙：データマネジメント技術

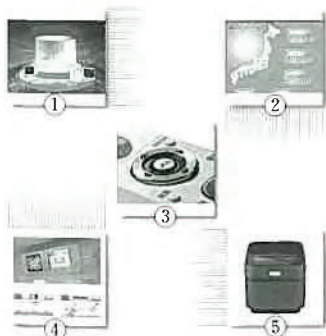
三菱電機は、増え続ける多様なデータから必要な情報を抽出、活用するデータマネジメント技術の研究開発に取り組んでいる。

①は様々な種類の大量のデータを活用するデータマネジメント技術のイメージ、②は環境経営に必要な情報の“見える化”を実現する、環境経営推進ソリューション MELGREENの画面である。

### 表紙：ユニバーサルデザイン

三菱電機は、できるだけ多くの人を使いやすいものづくり、生活しやすい環境づくりの実現のためにユニバーサルデザイン(UD)を推進しており、UDをデザイン品質の一基軸として製品力強化に取り組んでいる。

③は簡単で直感的操作ができるブルーレイディスクレコーダー“DVR-BZ330”のリモコン、④は分かりやすく読みやすい画面デザインの特レインビジョン、⑤は炊飯時に蒸気が出ないため置き場所を選ばない蒸気レスIHジャー炊飯器“NJ-XS10J”である。



# “情報融合炉”が切り開く新しいITの潮流

IFR: Info-Fusion Reactor



喜連川 優

Masaru Kitsuregawa

2004年秋に我々が“情報爆発時代に向けた新しいIT基盤に関する研究”と名付けた文部科学省特定領域研究の申請を行って以来、約5年を経た。このプロジェクトは2005年に採択されて活動を開始したが、同年、米国では現在NITRD(Networking and Information Technology Research and Development)で最優先IT課題とされているサイバーフィジカルシステム(Cyber Physical System: CPS)の最初のワークショップが開催された。同じく2005年、経済産業省で“ITによる情報大航海時代の情報利用を考える研究会”が開始され、多くの議論を経たあと、2007年から“情報大航海プロジェクト”が始動した。このようにしてみると、ほぼ同じ時代に、多くの人々が“大量情報(情報爆発)からの価値創出”という新しい方向感を目指していたのではないかと感じる次第である。従前は、情報は希少であると考えられていたが、とりわけ21世紀に入り、人類が生み出す情報量は爆発的に増加しており、ウェブやセンサなど膨大な情報によって、社会の動き、自然の物理現象、大規模システムの挙動などが“可観測”になったという点が大きな変革点と言える。

5年を経て、その方向感が妥当であったと強く感じる次第である。スマートグリッド、スマートシティなど、膨大なセンサを用いたソリューションが現実のものとなりつつある。イタリアではすでに全世帯にスマートメータが導入され、きめ細かい電力プランが導入され、また米国の一つのカウンティでも、100万個以上のセンサによってペタバイトを超えるストレージが運用されている。ヘルスケア分野では、例えば、我が国で情報爆発と情報大航海で連携がなされている“情報薬”プロジェクトが、加速度センサ等を用いたソリューションを模索している。情報薬とは、適切なタイミングで適切な情報を提供することは薬と同等の効

果を持つという考えに基づいている。センサによって本人の運動量を正確に計測することで従来保健師が会話から引き出していた運動量抽出作業を大幅に効率化するとともに、精度を向上させることができる。加えて、本人にとっては自己の運動量の記録が確認でき、大きなインセンティブが生み出されている。実用に向けての課題も少なからずあるが、実証実験によって有効性が着実に確認されつつあり、EHR(Electronic Health Record)等の医療プロセスの効率化とは異なるIT化の視点、すなわち健康を増進するためのセンサ活用・応用として、確実な一歩を踏み出しつつある。水管理、高度農業など、我が国でも多様な試みが始まっている。また、6月にOECD WPISP(Working Party on Information Security and Privacy)のセンサ利活用の専門者会合に参加したが、各国からヘルスケア、ITS(Intelligent Transport Systems)、物流をはじめ非常に多様な応用が紹介され、従来にはないスケール感のあるサービス創出への熱気が感じられた。

ブログをはじめとする人手による情報に加えて、センサ等による物からの情報が次世代ITの牽引(けんいん)役となることが強く予見される。テキストを主体とするウェブ情報では、“語”の売買によるマネタイズが従来にない広告に基づくビジネスモデルを構築してきたが、センサを主役とする時代では、新たなフレームワークが種々構築されようとしている。

共通項は、爆発する大量情報の管理と高度な分析にある。筆者はこの機能を実現するシステムを従前から、“情報融合炉”と名付けている。一つの情報源に頼ることなく多様な情報を柔軟に融合することで、戦略的な情報活用が新しい社会的サービスを生み出すことが期待され、当分情報融合炉が時代の主役を担うと考えられる。



# 巻頭論文

## データの価値を創出する データマネジメント技術



森田 温\*



撫中達司\*\*



郡 光則\*\*\*

*Data Management Technology that Creates Value of the Data*

*Atsushi Morita, Tatsuji Munaka, Mitsunori Kori*

### 要 旨

ストレージ技術やネットワーク技術の進歩を背景に、データ量が急増しつつある。2007年に世界中で1年間に生み出されたデータの総量は281エクサバイトと言われている(1エクサバイト=2<sup>60</sup>バイト)が、2011年には1,800エクサバイトに達すると予想されている。

また、データの内容も多様化している。従来の情報システムで主流であった構造化データに加え、文書、画像など、いわゆる非構造化データの増加が著しい。さらに近年では、ログやセンサデータに代表される、更新を伴わない追記型のデータが増加しつつある。

これら多様なデータから真に必要な情報を抽出し活用したいという要求にこたえるため、三菱電機では“データマネジメント技術”の研究開発に取り組んでいる。

当社のデータマネジメント技術は、様々なデータの高速処理を行う“高性能並列情報検索技術”を基盤として、

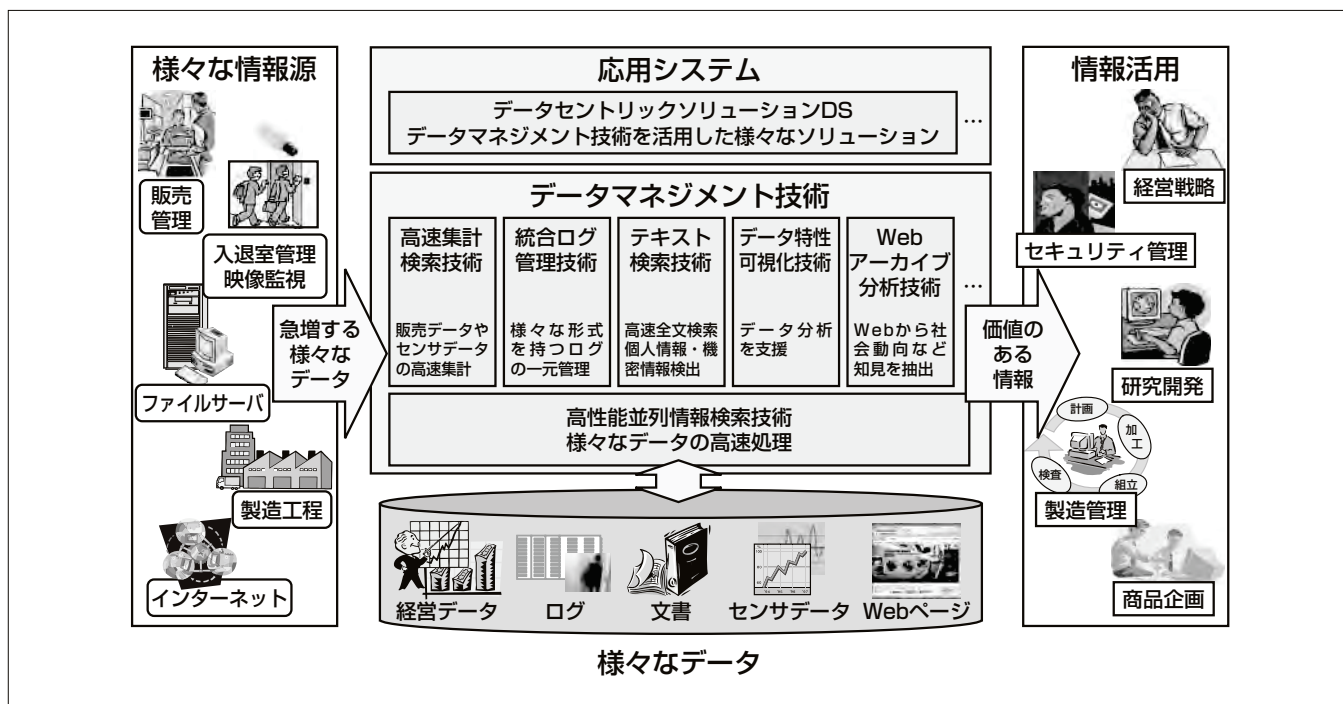
- (1) 販売データやセンサデータの集計検索を高速に行う高速集計検索技術

- (2) 様々な形式のログを一元的に管理し、イベント間の関係を抽出・管理する統合ログ管理技術
- (3) 文書の高速全文検索や個人情報・機密情報を高精度で抽出するテキスト検索技術
- (4) データの分析を支援するデータ特性可視化技術
- (5) 膨大なWebページから社会動向などの知見を抽出するWebアーカイブ分析技術

などの技術からなる。また、三菱電機インフォメーションテクノロジー株式会社(MDIT)から、これらの技術を活用したソリューション“データセントリックソリューション<sup>(注1)</sup>DS”が提供されている。

データマネジメント技術は、ビジネスインテリジェンス、文書管理・検索、ログ管理、センサデータ管理、Web情報の分析など、様々な分野で多くのユーザーに活用されている。

(注1) データセントリックソリューションは、三菱電機インフォメーションテクノロジー株式会社の登録商標である。



### 三菱電機のデータマネジメント技術

当社は、急増する多様なデータから新たな知見を得て価値を創出する、“データマネジメント技術”の研究開発に取り組んでいる。データマネジメント技術は、高速処理の基盤技術“高性能並列情報検索技術”を基礎とし、各種データを活用するための“高速集計検索”“統合ログ管理”“テキスト検索”“データ特性可視化”“Webアーカイブ分析”などの技術からなる。MDITは、これらの技術を活用した“データセントリックソリューションDS”を提供しており、多くのユーザーに利用されている。

# 1. ま え が き

ストレージ技術やネットワーク技術の進歩を背景に、大量のデジタル化されたデータが生み出されている。このため、膨大な量の多種多様なデータの中から、真に必要な情報を抽出する“データマネジメント技術”の必要性が高まっている。

本稿では、当社の取り組んでいるデータマネジメント技術と、その応用事例について述べる。

## 2. データマネジメント技術の動向

### 2.1 データの量的、質的变化

ある調査<sup>(1)</sup>によると、2007年に世界中で1年間に生み出されたデータの総量は281エクサバイトと言われている（1エクサバイト＝ $2^{60}$ バイト、約100万テラバイト）が、今後もデータ量は年率60%の比率で増加し続け、2011年には1,800エクサバイトに達すると予想されている（図1）。このため、膨大なデータの中から真に必要な情報を抽出し、活用することが困難になりつつある。

一方、データの内容も多様化している。従来の情報システムで扱われるデータの多くは、規則的な構造を持ついわゆる構造化データであったが、文書、画像、映像、音声、メールなど、明確な規則構造を持たない非構造化データ、XML(eXtensible Markup Language)やWebページのような半構造化データの増加が著しい。さらに近年では法規制に対応するための証跡データ（ログ）や、計測データ（センサーデータ）などの、更新を伴わない追記型のデータが増加する傾向にある。このため、多種多様なデータの中に埋もれた情報の抽出と、異なる種類のデータの間の関係把握が課題となっている。

### 2.2 プラットフォームの動向

データマネジメント技術を支える情報処理プラットフォームの技術も変化しつつある。

2000年代前半まで続いたプロセッサの動作周波数の向上に代わり、性能向上の手段はプロセッサ（コア）数の増加を利用した並列処理に移行しつつある。このため、データ量増大に追従する性能向上を図るためには、並列処理の利用が不可欠となっている。

また、ディスク装置の容量は2000年以降年率60%の比率で増加し続けているが、その性能バランスは大きく変化している<sup>(3)</sup>。ディスク装置からメモリへのデータ転送速度は年率40%程度で向上しているが、機械的な動作を伴うアクセス（シーク、回転待ち）性能は年率16%程度の向上にとどまっている（図2）。このため、細かな単位でのランダムアクセスよりも、一度に大量のデータを読み書きした方が性能上有利になる傾向が拡大しつつある。データのアクセス効率を向上するため、データの一部を主メモリに格納する

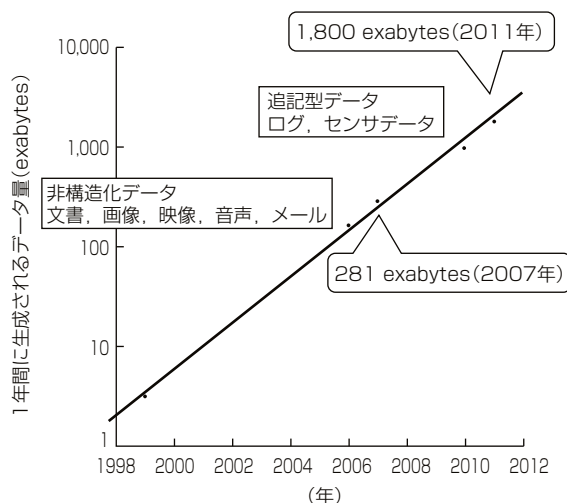


図1. データ量の爆発的増大<sup>(1)(2)</sup>

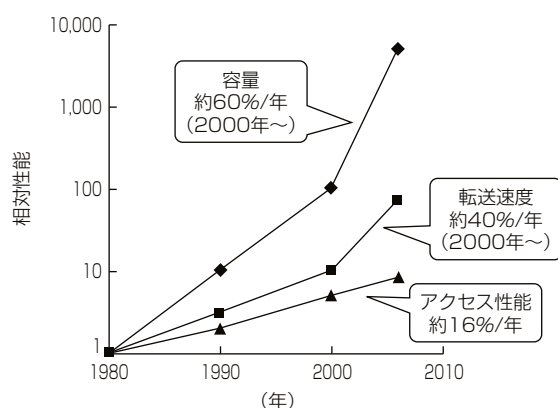


図2. ディスク装置の性能トレンド

キャッシュの技術が広く利用されている。しかし、この方法では対象データが増加してメモリに収まらなくなると急速に性能が低下する。急増するデータの効率的なアクセスには、ストレージアクセス自体の高速化が必要になる。

## 3. 当社のデータマネジメント技術への取り組み

当社は、爆発的に増加する多様なデータから真に必要な情報を抽出するため、様々なデータを効率的に管理し分析する技術、情報を安全に取り扱うための情報セキュリティの技術、映像・画像や音声などのマルチメディアデータを取り扱う技術などの研究開発に取り組んでいる。ここでは、データを管理し分析する技術“データマネジメント技術”を中心に、当社の取り組みについて述べる。

### 3.1 データマネジメント技術

当社のデータマネジメント技術は、高速処理を実現するための“高性能並列情報検索技術”を基礎とし、各種データを活用するための“高速集計検索”“統合ログ管理”“テキスト検索”“データ特性可視化”“Webアーカイブ分析”などの技術からなる（図3）。

#### 3.1.1 高性能並列情報検索技術

高性能並列情報検索技術は、時間とともにデータが追加

される追記型データベースに適した高速処理技術であり、次の基本技術から構成される<sup>(4)</sup>。

- (1) プロセッサやディスク装置の利用効率を高め、切れ目なくデータを流すデータ駆動型の並列処理技術
- (2) 効率的データ配置と高速・高圧縮率のデータ圧縮によるストレージアクセス技術
- (3) 複雑な検索条件を高速処理する文字列照合方式と、学習型フィルタによるテキストフィルタリング技術
- (4) 様々な種類のデータを一元的に取り扱い、データの間

の関係を管理する異種データ統合管理技術

高性能並列情報検索技術は、近年のプラットフォーム動向を反映して並列処理の技術<sup>(1)</sup>とストレージアクセスを効率化する技術<sup>(2)</sup>によって、データ量の増大に対応した高速処理を実現する。また、データから情報を抽出する技術<sup>(3)</sup>とデータの間を管理するための技術<sup>(4)</sup>によって、多様化するデータの活用を図る。

### 3.1.2 高速集計検索技術

高速集計検索技術は、高性能並列情報検索技術を利用して、ビジネスインテリジェンスや計測データ管理でデータの集計や検索を高速に行う技術である<sup>(5)</sup>。

### 3.1.3 統合ログ管理技術

統合ログ管理技術は、セキュリティ管理や内部統制が必要とされる証跡(ログ)の一元的な管理を実現し、ログに含まれるイベントの間を管理する技術である<sup>(6)</sup>。

### 3.1.4 テキスト検索技術

テキスト検索技術は、文書管理・検索でメールや文書、Webページなどをキーワードによって高速に検索し、また、個人情報や機密情報などの特定の意味を持った情報を高精度で抽出する技術である<sup>(7)</sup>。

### 3.1.5 データ特性可視化技術

データ特性可視化技術は、計測データ管理等で対話的な分析操作を効率化する技術である<sup>(8)</sup>。

### 3.1.6 Webアーカイブ分析技術

Webアーカイブ分析技術は、100億を超える膨大なWebページを分析して社会動向などの知見を抽出し、Web情報のより高度な活用を図るための技術である<sup>(9)</sup>。

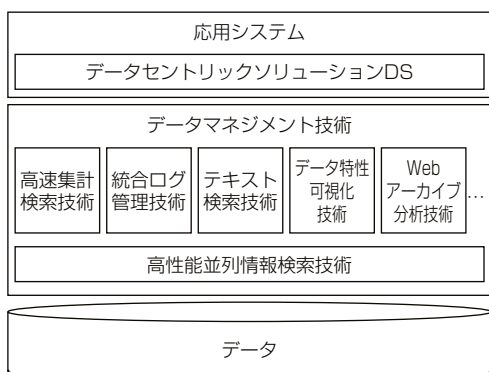


図3. 当社のデータマネジメント技術

## 3.2 データマネジメント技術の応用システム

データセントリックソリューションDSは、データマネジメント技術をエンドユーザーが容易に利用できるように製品化したMDITのソリューションであり、企業に蓄積されたデータの連携・統合・活用を効果的に実現する<sup>(10)</sup>。

## 4. データマネジメント技術の応用例

次に、当社のデータマネジメント技術の応用例について述べる。

### 4.1 ビジネスインテリジェンス

1990年代以降、それまで基幹系システムに使用されてきたデータベースとは別に、意思決定支援を目的とした情報分析向けのデータウェアハウスと呼ばれるデータベースが出現し、流通業における販売データ分析などで利用されるようになった。

データウェアハウスを用いたビジネスインテリジェンスと呼ばれるデータ分析では、例えば大量の売上げ明細データを日付、地域、商品のような複数の分析軸(視点)ごとに集計してデータの傾向を把握する。このような分析手法はOLAP(On-Line Analytical Processing)と呼ばれており、分析軸ごとの集計処理(多次元集計処理)の高速実行が必要になる。

当社では、高性能並列情報検索技術と高速集計検索技術による高速集計検索エンジンを開発した。このエンジンはMDITの“データ分析プラットフォームDIAPRISM”<sup>(11)</sup>に組み込まれて販売されている(図4)。

### 4.2 文書管理・検索

電子化された文書の急増を背景に、1990年代から文書に人手でキーワードを付加せずに自由なキーワードで検索する全文検索エンジンが普及した。

全文検索では、事前に転置(inverted)索引を作成し、索引を用いて検索することによって高速化を図る場合が多い。しかし、全文検索用の索引のサイズは元の文書よりも大きくなることも多く、大規模文書の全文検索では索引の読み出しの効率化が重要な課題となる。

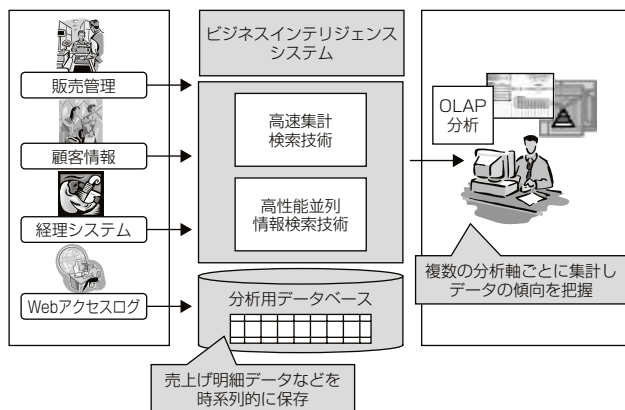


図4. ビジネスインテリジェンスシステム



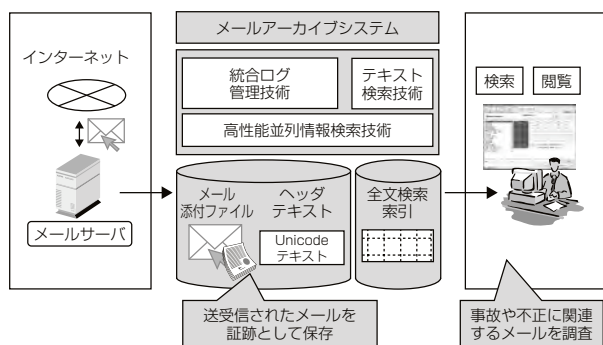


図5. メールアーカイブシステム

当社では、高性能並列情報検索技術を適用した高性能全文検索エンジンを開発した<sup>(12)</sup>。1テラバイトの文書を1秒で検索できる高速検索や、Unicodeによる多言語に対応した検索を特長とする。この全文検索エンジンは、特許検索システムやメールアーカイブシステム“LogAuditor<sup>(注2)</sup> Mail Saver”<sup>(13)</sup> (図5)などで活用されている。

また近年、人手で単純に指定できない複雑な条件による検索の必要性が高まっている。例えばメールアーカイブシステムで、外部へ送信されたメールに個人情報や機密情報が含まれていないか確認しようとしても、その検索条件の作成は容易ではない。また、複雑な検索条件を作成できても、検索に時間がかかるという課題があった。

当社では、複雑な検索条件にでも事前に索引を作成することなく1億文字/秒の高速照合が可能な高速文字列照合技術を開発した。この技術は三菱スペース・ソフトウェア(MSS)の個人情報検出ツール“すみずみ君<sup>(注3)</sup>”，メールフィルタ“LeakStopper<sup>(注3)</sup> for SMTP(Simple Mail Transfer Protocol)”に組み込まれて販売されている。

さらに学習型フィルタを併用することによって、高精度、高速に機密情報を検出する技術を開発した<sup>(14)</sup>。学習型フィルタはあらかじめ用意したサンプルデータから出現頻度の高い部分文字列を統計的特徴として学習し、新たな入力データと統計的特徴の類似性を比較することによって検索を行う。このため、人手で複雑な検索条件を作成する必要がない。機密文書を用いた評価の結果、99.9%を検出する高い検出精度を確認した。

### 4.3 ログ管理

インターネットや電子化データの普及と相まって、情報漏洩(ろうえい)事故がしばしば発生するようになり、企業におけるセキュリティ管理の重要性に対する認識が高まっている。また、いわゆる日本版SOX法(金融商品取引法)の施行を契機に、企業内の内部統制の強化の一環として情報システムの生成するログを長期間保存することが求められるようになった。これに対応して、ログ管理向けの専用

(注2) 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3) すみずみ君, LeakStopperは、三菱スペース・ソフトウェア株の登録商標である。

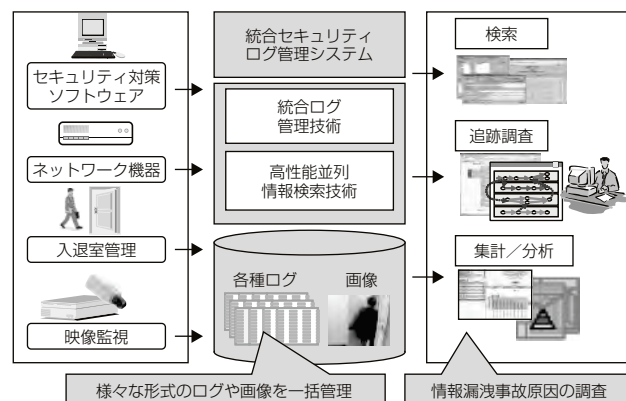


図6. 統合セキュリティログ管理システム

データベースが出現するようになった。

ログは1日あたり数億件が蓄積される事例もあり、そのデータ量は数十テラバイトにも及ぶ場合がある。このため、高速な蓄積・検索やストレージコスト削減が課題となる。また、ログの形式は情報システムごとに様々であるが、従来のデータベースでは格納時に形式を統一する必要があるが、統合管理が困難であった。さらに近年では、監視映像や送受信されたメールなども証跡として保存・管理したいという要求があるが、RDBMS(Relational Data Base Management System)に代表される従来の汎用(はんよう)データベースでは、これら様々なデータを効率的に管理することが困難であった。

当社では高性能並列情報検索技術を応用し、様々なデータを一元管理するログデータベースを開発した。ログデータベースはいかなる形式のデータも格納可能な“本文”と、本文に付随する“属性”の組によってデータを管理することによって、各種ログ、メール、文書、画像を含む、あらゆる形式のデータを一元管理できる。

一例として、ログデータベースを入退室管理システムや映像監視システムと連携した統合セキュリティログ管理システムを示す(図6)。入室した時点の画像を自動的に統合ログデータベースに取得し、入退室ログと関連付けて検索できる。さらにデータの間の関係を管理し、ログの内容把握をより容易にする履歴追跡型ログデータベースに、特定の人や物に関連する行動を詳細に追跡できる。

ログデータベースはMDITの“LogAuditor Enterprise”<sup>(15)</sup> <sup>(16)</sup>でログや監視画像の格納に利用されているほか、“LogAuditor Mail Saver”でメールや添付ファイルの保存に利用されている。

### 4.4 センサデータ管理

近年、多数のセンサによって計測されたデータを、ネットワークを通じて収集するセンサデータベースの構築が進みつつある。例えば地球温暖化対策の一環として、改正省エネ法(エネルギーの使用の合理化に関する法律)では事業者エネルギー使用量の把握を義務付けており、電力消費

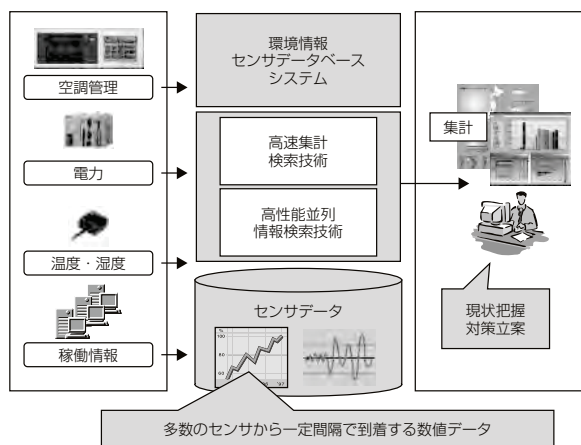


図7. 環境情報センサデータベースシステム

量の収集・管理が必要となっている。

このような要求に対応するため、MDITでは高性能集計検索エンジンを適用した環境経営推進ソリューション“MELGREEN”<sup>(17)</sup>を販売している。

また当社では、高速集計検索エンジンをセンサデータ管理に適用したセンサデータベースの研究開発を進めている。センサデータベースでは、多数のセンサから一定間隔で到着するデータの実時間的な反映、同一時間帯に到着したデータの一括処理、数値データ向けの効率的なデータ圧縮などが課題であり、これらを解決する技術の開発に取り組んでいる(図7)。

#### 4.5 Web情報の分析

Webは、実世界の様々な事象を即時に把握するには不可欠のメディアとなっている。当社は、産学連携プロジェクト等を通じ、120億ページ分の情報を蓄積した大規模日本語Webアーカイブを構築し、Web情報の分析技術の研究開発を行ってきた。

複数のWebページを内容の関連性に基づいてグループ化し、グループ相互のつながり(情報構造)を視覚化するとともに、過去から現在に至る情報の発展・伝播(でんぱ)過程を提示し、マーケティングリサーチや社会動向の把握、注目話題分析など、Web情報のより高度な活用を目指している。

#### 5. む す び

データマネジメント技術を取り巻く動向と当社の取り組みについて述べた。データ量の増加と多様化は当分継続するものと予想されており、データから必要な情報を抽出し、価値を創出するデータマネジメント技術の重要性は今後ますます高まるものと考えている。今後もデータマネジメント技術の研究開発への取り組みを続けていく。

#### 参 考 文 献

(1) The Expanding Digital Universe, IDC White Paper

(2008)

- (2) Lyman, P., et al.: How Much Information? 2003  
<http://www2.sims.berkeley.edu/research/projects/how-much-info-2003>
- (3) Gray, J.: Long Term Storage Trends and You  
[http://research.microsoft.com/en-us/um/people/gray/talks/io\\_talk\\_2006.ppt](http://research.microsoft.com/en-us/um/people/gray/talks/io_talk_2006.ppt)
- (4) 郡 光則, ほか: 高性能並列情報検索技術, 三菱電機技報, **83**, No.12, 705~708 (2009)
- (5) 山岸義徳, ほか: 高速集計検索エンジンとセンサデータベースへの応用, 三菱電機技報, **83**, No.12, 709~712 (2009)
- (6) 平井規郎, ほか: 統合ログ管理技術と履歴追跡型ログデータベース, 三菱電機技報, **83**, No.12, 713~716 (2009)
- (7) 加藤 守, ほか: テキスト検索技術と個人情報・機密情報検出, 三菱電機技報, **83**, No.12, 717~720 (2009)
- (8) 藤野友也, ほか: データ特性の対話的可視化技術, 三菱電機技報, **83**, No.12, 721~724 (2009)
- (9) 田村孝之, ほか: 大規模日本語Webアーカイブの構築とその分析, 三菱電機技報, **83**, No.12, 725~728 (2009)
- (10) 荻野 正, ほか: 企業データをトータルに活用するデータセントリックソリューションDS, 三菱電機技報, **83**, No.12, 729~732 (2009)
- (11) 安藤隆朗, ほか: データウェアハウスソリューションとその適用効果の実際, 三菱電機技報, **77**, No.4, 267~270 (2003)
- (12) 中村隆顕, ほか: 大規模並列全文検索エンジンにおける多言語検索対応索引方式, 第8回情報科学技術フォーラム講演論文集(2), 115~116 (2009)
- (13) 大塚哲史, ほか: 1000万件のメールを1秒で検索する“LogAuditor Mail Saver”, 三菱電機技報, **82**, No.7, 461~464 (2008)
- (14) 機密情報検出ソフトウェアを開発, 三菱電機ニュースリリース (2009)  
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2009/0325.htm>
- (15) 郡 光則, ほか: 多種多様なログの統合管理を実現する“LogAuditor Enterprise”, 三菱電機技報, **80**, No.10, 615~618 (2006)
- (16) 小山明伸, ほか: 物理セキュリティの統合管理を実現した“LogAuditor”, 三菱電機技報, **83**, No.9, 563~566 (2009)
- (17) 松井陽子, ほか: 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”, 三菱電機技報, **83**, No.7, 413~416 (2009)



# 高性能並列情報検索技術

郡 光則\*  
中村隆顕\*  
山岸義徳\*

High Performance Parallel Information Retrieval Technology

Mitsunori Kori, Takaaki Nakamura, Yoshinori Yamagishi

## 要 旨

近年のデータ量の爆発的増大を背景に、三菱電機では時系列的に追加されるデータに適した高速データ処理技術“高性能並列情報検索技術”の研究開発を行ってきた。

RDBMS(Relational DataBase Management System)に代表される従来のデータベースは、近年増加しつつある文書、画像などの非構造化データ、多様な形式を持つログ、計測データなどの管理に必ずしも適していない。高性能並列情報検索技術は次の基本技術によって、多様なデータを対象とする追記型データベースの高速処理を実現した。

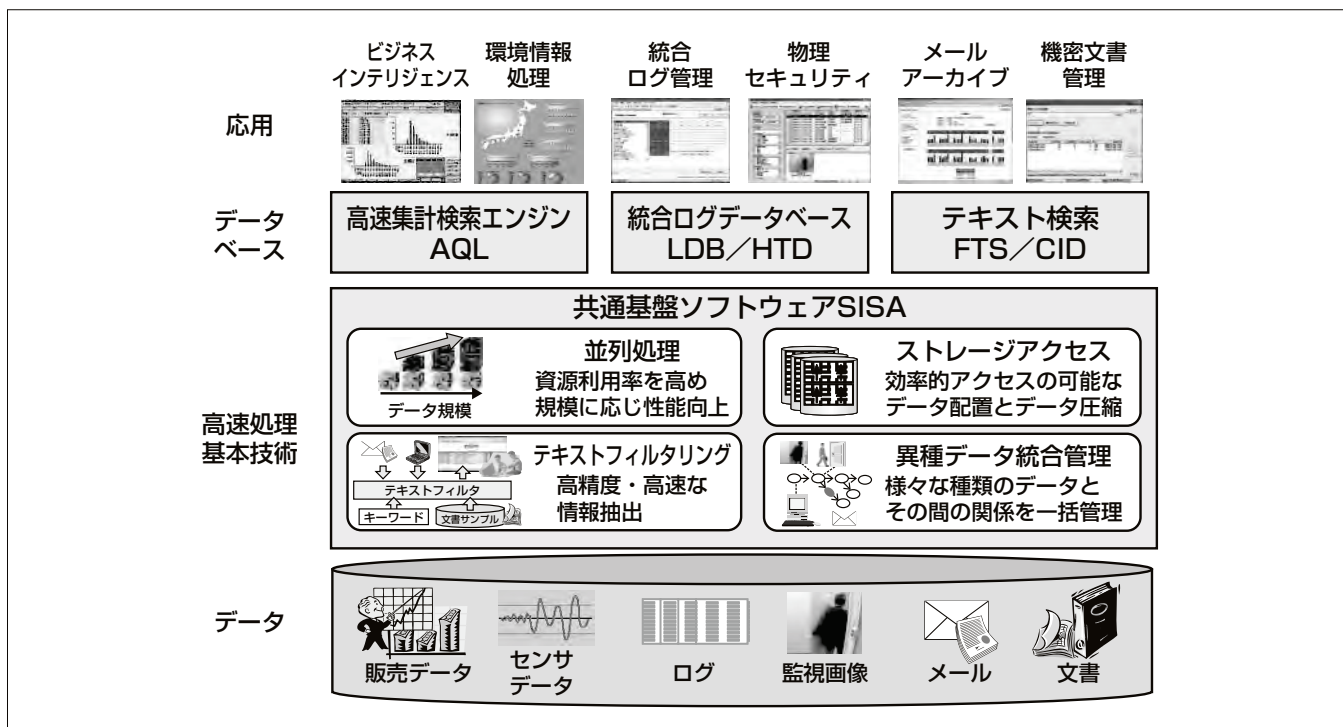
- (1) プロセッサやディスク装置の利用効率を高め、切れ目なくデータを流すデータ駆動型の並列処理技術
- (2) 効率的データ配置と高速・高圧縮率のデータ圧縮によるストレージアクセス技術
- (3) 複雑な検索条件を高速処理する文字列照合方式と、学習型フィルタによるテキストフィルタリング技術
- (4) 様々な種類のデータを一元的に取り扱い、データの間

の関係を管理する異種データ統合管理技術

高性能並列情報検索技術は、様々なデータに対して利用可能な共通基盤ソフトウェアSISA (Scalable Intelligent Storage Architecture)として実装されており、目的別に次のデータベース機能を提供している。

- (1) 高速集計検索エンジンAQL (Analytical Query Language)
- (2) 統合ログデータベースLDB/HTD (Log DataBase/ Highly Traceable log Database)
- (3) テキスト検索エンジンFTS/CID (SISA Full Text Search/Combined Information Detector)

高性能並列情報検索技術は、ビジネスインテリジェンス、環境情報システム、セキュリティ/内部統制向け統合ログ管理、物理セキュリティ、メールアーカイブ、機密情報管理などの分野で利用されている。



## 高性能情報検索技術とその応用分野

高性能並列情報検索技術は、並列処理、ストレージアクセス、テキストフィルタリング、異種データ統合管理の各基本技術を基盤に、様々なデータに対して利用可能な共通基盤ソフトウェアとして実装されている。高速検索集計エンジンAQLは、ビジネスインテリジェンスにおける販売データの分析や、環境情報処理におけるエネルギー使用量の集計に利用されている。統合ログデータベースLDB/HTDは、セキュリティ管理や内部統制における証拠の保存と検索に活用されている。テキスト検索エンジンFTS/CIDは、メールや文書の検索や個人情報・機密情報の検出に利用されている。

# 1. ま え が き

近年のデータ量の爆発的増大を背景に、当社では時系列的に追加されるデータに適した高速データ処理技術“高性能並列情報検索技術”の研究開発を行ってきた<sup>(1)</sup>。

高性能並列情報検索技術は、近年増加しつつあるログ（証跡データ）保存やセンサデータ処理などの要求にこたえるため、追記型の実装がなされている。また、いわゆる非構造化データを含む、様々なデータに対応可能な共通ソフトウェア基盤として実装されている。

本稿では、時系列的に発生するデータ処理の課題と高性能並列情報検索技術による解決策について述べる。

# 2. 従来のデータベースの課題

RDBMSに代表される従来のデータベースは、OLTP（On-Line Transaction Processing）を中心とする、次のような特徴を持つデータの管理を主目的に設計されてきた。

- (1) 構造が明確に定義されている
- (2) レコード単位の局所的な参照、更新、削除が中心
- (3) 比較的短いレコード長（数十～数千バイト程度）

しかし、非構造化データ、ログ、センサデータなどは、次のようにRDBMSの想定するデータとは異なる性質を持つ。

- (1) 構造が定義されていない、又は多様な構造が存在
- (2) 大量データの一括処理が多く、データは追加が中心
- (3) 可変長でしばしば長大データを含む

このため、RDBMSで用いられてきたメモリ上へのキャッシュや索引等の高速化方式は、このようなデータの管理に必ずしも適していない。

# 3. 高性能並列情報検索技術

当社では、2章で述べた問題を解決するために、高性能並列情報検索技術の研究開発に取り組んできた。

高性能並列情報検索技術は、時間とともにデータが追加される追記型データベースに適した高速処理技術であり、データの大量一括処理に重点を置いて設計されている。

また、様々な種類のデータや応用に対して共通利用可能な共通基盤ソフトウェアSISAとして実装されている。SISAは次の目的別データベースから利用できる。

- (1) 高速集計検索エンジンAQL<sup>(2)</sup>
- (2) 統合ログデータベースLDB／HTD<sup>(3)</sup>
- (3) テキスト検索エンジンFTS／CID<sup>(4)</sup>

(1)は、ビジネスインテリジェンスや環境情報処理における集計などに利用されている。(2)はログや監視画像の保存に利用されている。(3)はメールや文書の検索、個人情報・機密情報検出に利用されている。

# 4. 高速処理を支える基本技術

高性能並列情報検索技術は、並列処理、ストレージアクセス、テキストフィルタリング、異種データ統合管理の各基本技術によって、高速処理を実現している。

## 4.1 並列処理技術

近年、プロセッサ性能向上の手段は動作周波数の向上からプロセッサ（コア）数の増加を利用した並列処理に移行しつつある。このため、データ量増大に追従する性能向上を図るためには、並列処理の利用が不可欠となっている。

高性能並列情報検索技術では、マルチコアを含むSMP（Symmetric Multi-Processor）による並列処理を積極的に利用し、プロセッサ数に応じた性能を実現する。

また大規模な構成では、インテリジェントストレージノード（ISN）と呼ぶサーバの並列処理による高速化が可能である（図1）<sup>(5)</sup>。ISNはストレージからデータを読み出しながら並列検索を行い、結果をホストノードと呼ぶサーバに転送する。ISNは、アプリケーションソフトウェアに影響を与えずに、最大256台まで拡張できる。

これら多数のプロセッサやストレージは、データ駆動型並列処理方式によって制御される。データ駆動型並列処理では、ストレージ読み出しや検索処理を制御する並列処理スケジューラがハードウェア構成から処理グラフ（図2）を生成し、処理グラフの各ノードに対応するスレッドが自律的に同期制御を行う。

あるノードの処理が完了するとその状態が隣接する次のノードに伝達され、次のノードの処理が起動される。各ノードに対応するスレッドは独立に動作可能なため、並列度の高いスケジューリングが可能になる。この制御方式によ

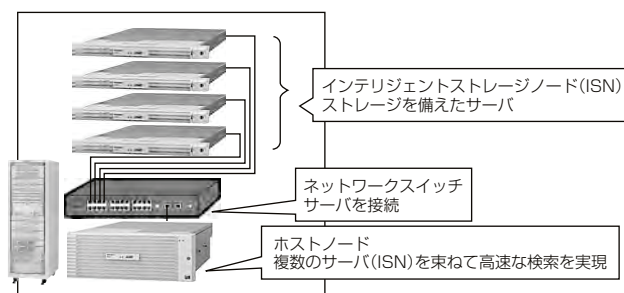


図1. インテリジェントストレージノード

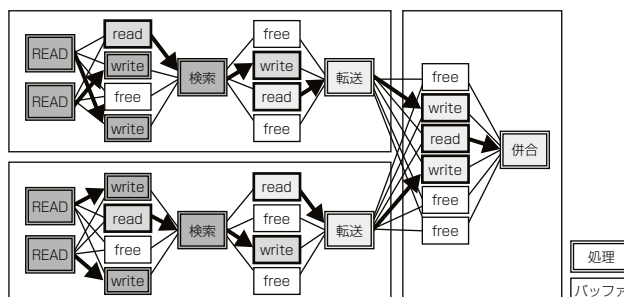


図2. データ駆動型並列処理における処理グラフ

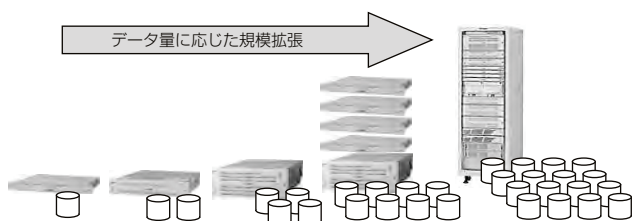


図3. データ量に応じた規模拡張

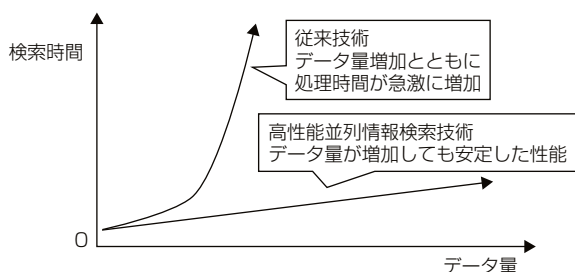


図4. 高性能並列情報検索技術の性能特性

って、多数のプロセッサ、複数のストレージ装置の効率的な利用を実現し、データ規模に応じた性能向上を実現した（図3）。

## 4.2 ストレージアクセス技術

高性能並列情報検索技術では、ストレージのアクセス効率向上に注力して大規模データの高速処理を実現した。

データベースの高速化手段として、データの一部を主メモリに格納するキャッシュの技術が広く利用されている。しかし、この方法では、対象データのサイズが増加して限界を超えると急速に性能が低下し（図4）、データ量の増大に対して性能を維持することが困難になる。

高性能並列情報検索技術は、キャッシュに依存せずストレージアクセス効率の向上を図ることによって、データ量の増加に対し安定した高速性を実現した。

### 4.2.1 ブロック化トランスポートデータ配置

ストレージの動作特性を考慮したブロック化トランスポートデータ配置方式によって、メモリ上に格納できない大規模データでも安定した高速処理を実現した<sup>(6)</sup>。

二次元構造のデータをストレージ装置に格納する場合、データを行（レコード）方向に配置する、すなわち同一行内の列（項目）を順に配置したあと、各行を順に配置する場合が多い。一部のデータベースで採用されているトランスポートデータ配置では、列方向にデータを配置し、検索集計で必要な列を選択的にストレージ装置から読み出し、高速化を図っている。しかし、単純なトランスポートデータ配置では、データ規模が増大すると、複数の列を一度にメモリ上のバッファに保持できなくなり、必要なデータを求めてストレージ内でのシーク（ディスク装置のヘッドの移動）が多発する。

ブロック化トランスポートデータ配置は、データを“ページ”と呼ぶ単位に分割し、ページ内でトランスポート

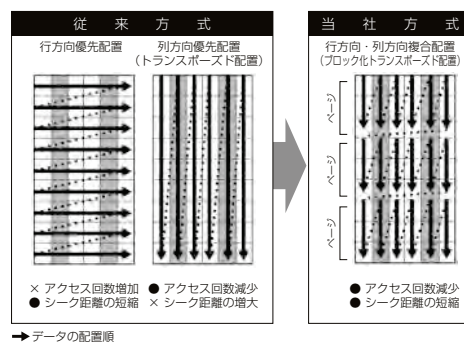


図5. ブロック化トランスポートデータ配置

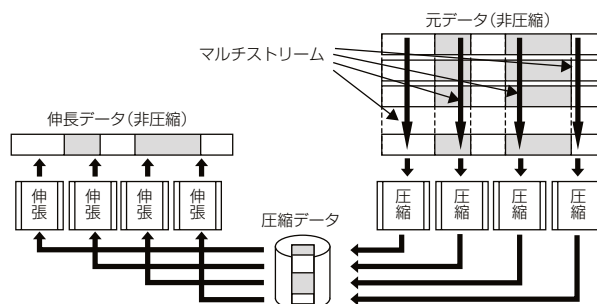


図6. マルチストリームデータ圧縮

ドデータ配置を行う行方向・列方向の複合配置によってこの課題を解決した。ページのサイズは、ストレージアクセス効率とメモリ使用量を考慮して最適に設定される。これによって、必要最小限のデータ転送とアクセス回数の削減、ストレージ装置のシークの最小化の両立を実現した（図5）。また、ページを単位としてデータを複数のストレージに分散配置し、ストレージ入出力の並列化を実現できる。

### 4.2.2 データ圧縮

ブロック化トランスポートデータ配置とともに、データ圧縮技術を積極的に利用し、ストレージ容量の削減と、入出力負荷の削減による高速化を実現している<sup>(7)</sup>。

ブロック化トランスポートデータ配置では、データを列方向に分割するため、列ごとにデータ圧縮を行う（図6）。これをマルチストリーム圧縮と呼ぶ。データベースの圧縮では、高圧縮率と高速性の両立が求められるため、データの種類に応じて複数種類の符号化方式を使い分けている。

### 4.2.3 範囲管理

時系列的に追記されたデータを日単位などの“範囲”に分割し、範囲を単位としてバックアップ／リストア、削除する機能を提供している（図7）。これによって古いデータのバックアップを採取後、削除するなどの運用が可能になる。

### 4.2.4 差分バックアップと負荷分散

ブロック化トランスポートデータ配置では、前回バックアップされたデータと新たに追加されたデータの差分を抽出し、差分バックアップを行う機能を提供している。さらに、差分データを配布することによって、ロード専用サーバで生成された差分データを検索集計専用サーバに配布する負荷分散構成を構築できる。



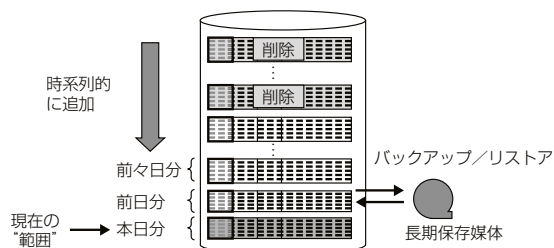


図7. 範囲管理

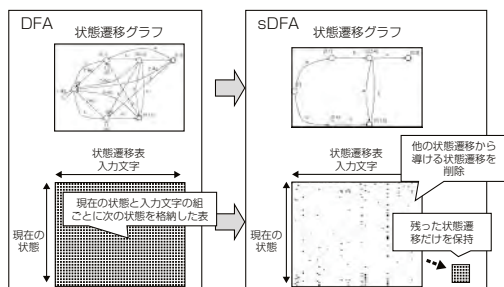


図8. sDFA文字列照合の原理

#### 4.3 テキストフィルタリング技術

高性能並列情報検索技術では、複雑な検索条件を高速に処理するための基本アルゴリズムを提供している。

高速文字列照合技術sDFA(size-reduced Deterministic Finite Automaton)は、複雑な正規表現で記述された検索条件の高速照合を行う技術である<sup>(8)</sup>。高速だがメモリ消費量が大きかったDFA(Deterministic Finite Automaton)<sup>(9)</sup>方式のメモリ消費量を削減し、大規模検索条件であっても1億文字/秒の高速照合を実現した(図8)。

機密情報のような人手による定義・作成の難しい条件による検索には、学習型フィルタ技術が有効である。学習型フィルタは、あらかじめ用意したサンプルデータから出現頻度の高い部分文字列を統計的特徴として抽出・学習し、入力データと統計的特徴の類似性を比較することによって検索を行う。

テキストフィルタCIDは、sDFA文字列照合と学習型フィルタSSC(String-based Statistical Classifier)を併用し、再現率99.9%という高精度の機密情報検出を実現した<sup>(10)</sup>。

#### 4.4 異種データ統合管理技術

高性能並列情報検索技術は、様々なデータに対して利用可能とするために共通基盤ソフトウェアとして実装されている。共通基盤ソフトウェアSISAと各目的別データベースの間にはAPI(Application Program Interface)が規定されており、このAPIに従って新たな機能を備えたデータベース機能を追加することが可能である(図9)。

目的別データベースのうち、統合ログデータベースLDB/HTDは、いかなる形式のデータも蓄積可能な保管庫の役割を担っている。ログデータベースLDBは、データ形式にかかわらず格納可能な「本文」と、本文に付随する「属性」の組によってデータを管理し、異種データの一元管理を実現する。履歴追跡型ログデータベースHTDは、異

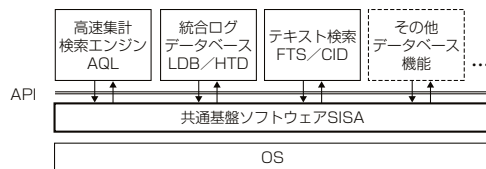


図9. 共通基盤ソフトウェアSISA

なる種類のデータ間の関連性をグラフ構造で管理する機能を備えており、多様なデータの一括管理の基盤となる<sup>(11)</sup>。

## 5. む す び

データ量の爆発的増大と多様化にこたえる高性能並列情報検索技術への取り組みとその基本技術について述べた。高性能並列情報検索技術は、ビジネスインテリジェンス、環境情報システム、統合ログ管理、物理セキュリティ、メールアーカイブ、機密文書管理などの分野で利用拡大が進むとともに、その技術も進化を続けている。

## 参 考 文 献

- (1) 森田 温, ほか: データの価値を創出するデータマネジメント技術, 三菱電機技報, **83**, No.12, 700~704 (2009)
- (2) 山岸義徳, ほか: 高速集計検索エンジンとセンサデータベースへの応用, 三菱電機技報, **83**, No.12, 709~712 (2009)
- (3) 平井規郎, ほか: 統合ログ管理技術と履歴追跡型ログデータベース, 三菱電機技報, **83**, No.12, 713~716 (2009)
- (4) 加藤 守, ほか: テキスト検索技術と個人情報・機密情報検出, 三菱電機技報, **83**, No.12, 717~720 (2009)
- (5) 郡 光則, ほか: 検索機能を備えたストレージシステムによる大規模並列全文検索, 電子情報通信学会技術研究報告, CPSY-2002-47 (2002)
- (6) 上田尚純, ほか: ブロック化転置ファイルを利用したデータウェアハウス向けデータベース管理システムの評価, 情報処理学会論文誌, **42**, No.SIG10 (2001)
- (7) 郡 光則: データウェアハウス向け高性能データ圧縮方式, 情報処理学会論文誌, **47**, No.SIG13 (2006)
- (8) 中村隆顕, ほか: 大規模正規表現の高速照合方式, 情報処理学会全国大会講演論文集 (3), 235~236 (2005)
- (9) E. J. Hopcroft, et al.: Formal Languages and their Relation to Automata, Addison Wesley (1969)
- (10) 柴田秀哉, ほか: 正規表現・学習型フィル併用方式による機密情報検出の評価, 第8回情報科学技術フォーラム講演論文集 (2), 159~160 (2009)
- (11) 平井規郎, ほか: 履歴追跡型データモデルの評価, 日本データベース学会論文誌, **7**, No3, 73~78 (2008)

# 高速集計検索エンジンと センサデータベースへの応用

山岸義徳\*  
平井規郎\*  
西村達夫\*\*

High Performance Aggregate Search Engine and Application for Sensor Database

Yoshinori Yamagishi, Norio Hirai, Tatsuo Nishimura

## 要 旨

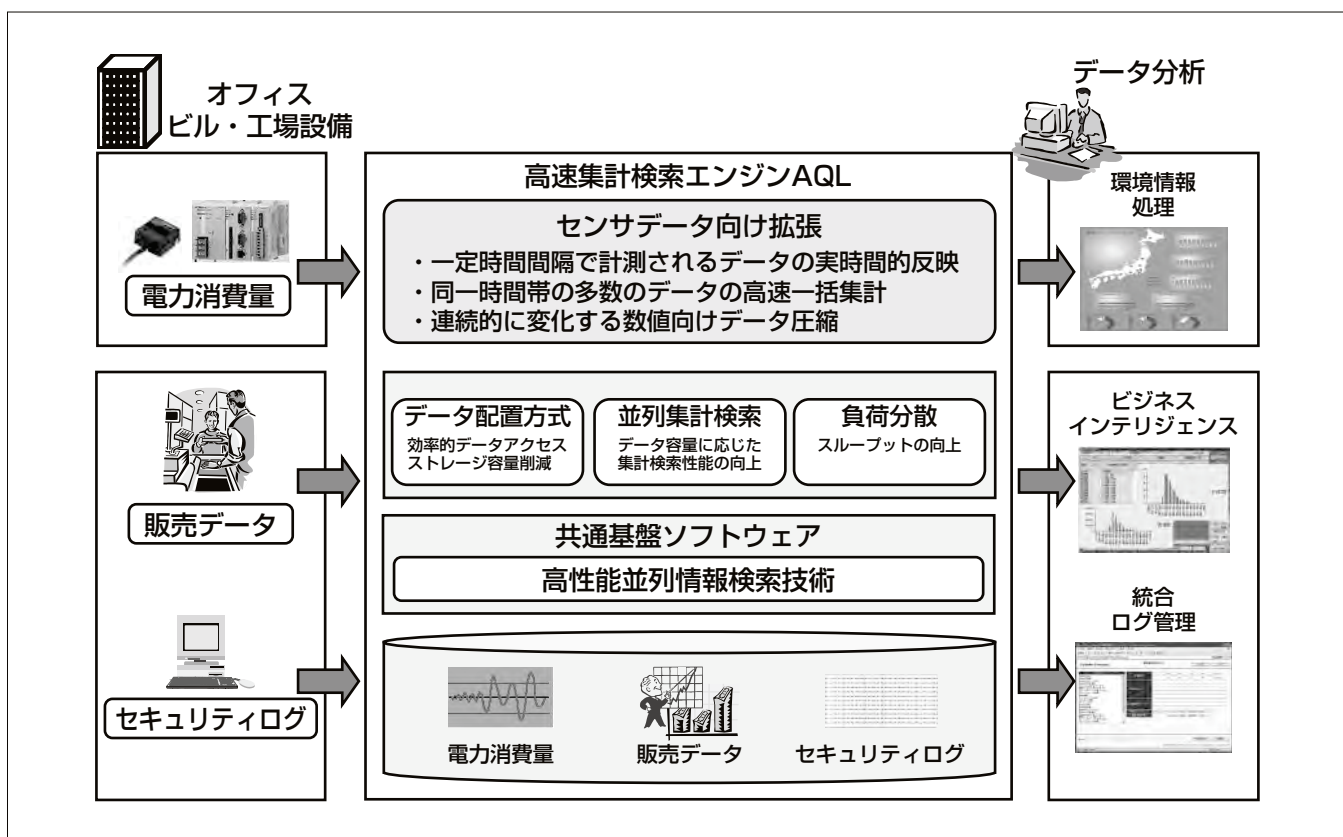
情報技術の発展によって、オフィス、ビル・工場設備などに設置された情報機器が出力するデータは増加の一途をたどっている。環境情報処理、ビジネスインテリジェンス、統合ログ管理などの分野では、日々発生する大量のデータを活用した企業の経営判断や業務改善などのためのデータ分析が行われており、データ分析の基本処理である集計検索処理の高速化の必要性がますます高まっている。

三菱電機が開発した高速集計検索エンジンAQL (Analytical Query Language)は、三菱電機インフォメーションテクノロジー(株)(MDIT)のデータ分析プラットフォーム“DIAPRISM”で、販売データの分析などに活用されている。また、MDITの統合ログ管理ソリューション“LogAuditor<sup>(注1)</sup>”では各種セキュリティログの分析などに

活用されている。

近年では多数のセンサによって計測されたセンサデータの応用が広がっている。例えば、MDITの環境経営推進ソリューション“MELGREEN”は、AQLを利用して電力消費量などのセンサデータを集計し、省エネルギー対策に役立てている。センサデータには、一定時間間隔で計測されるデータの実時間的反映、同一時間帯の多数のデータの一括集計、連続的に変化する数値などビジネスインテリジェンスや統合ログ管理のデータとは異なる特徴がある。このため当社では、AQLをセンサデータ向けに拡張し、センサデータベースとして活用するための研究開発に取り組んでいる。

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



## 高速集計検索エンジンAQLの概念図

大規模・高速なデータ分析処理を可能とする高速集計検索エンジンAQLは、ビジネスインテリジェンスや統合ログ管理で広く活用されてきた。近年では、環境情報処理などに代表されるセンサデータの応用が広がっており、当社ではAQLをセンサデータ向けに拡張するための研究開発に取り組んでいる。

# 1. ま え が き

情報技術の発展によって、様々な情報機器が日々出力するデータは増加の一途をたどっている。1日当たり数億件のログや、数万に及ぶセンサによって計測されたデータなどの膨大なデータの分析を実現するために、集計検索処理の高速化の必要性が高まっている。

本稿では、当社の開発した高速集計検索エンジンAQLと、AQLを応用したセンサデータベースへの取り組みについて述べる。

## 2. 高速集計検索エンジンAQLの応用分野

高速集計検索エンジンAQLは、追記型データベースの高速処理技術“高性能並列情報検索技術”<sup>(1)</sup>に基づいて、多次元集計処理をはじめとする集計検索処理を高速に実行することを目標に開発された。AQLは、標準的なデータベース問い合わせ言語であるSQL(Structured Query Language)<sup>(2)</sup>に準じる問い合わせインタフェースを提供するデータベース管理システムとして動作し、集計検索処理だけでなく、対象データを絞り込む選択／射影などデータ操作の基本機能を備えている。

AQLは、MDITのデータ分析プラットフォーム“DIAPRISM”、統合ログ管理ソリューション“Log Auditor”、環境経営推進ソリューション“MELGREEN”で活用されている。

このAQLが活用される分野と、そこで使われるデータの特徴について述べる。

### 2.1 ビジネスインテリジェンス／統合ログ管理

近年、販売データなどをデータウェアハウスと呼ぶ分析専用のデータベースに取り込んで、企業の経営判断や業務改善に活用するビジネスインテリジェンスと呼ばれるデータ分析が広く行われている。例えば、商品を販売するごとに生成される販売データをデータベースに格納し、日付、地域、商品など複数の視点から集計する、いわゆる多次元集計によってデータの傾向を把握する。

また、情報漏洩(ろうえい)事故の多発や日本版SOX法(金融商品取引法)の施行を契機に、様々な情報システムの生成するログを保存する統合ログ管理システムが構築されている。例えば、入退室やパソコンの操作などを行うごとに生成されるログをデータベースに格納し、日付、場所、人などの視点による多次元集計によって異常の有無を確認する。

これらの応用で発生するデータは、イベントごとに発生し、時間とともに蓄積される追記型のデータである。このような販売データやログなどのデータを総称して“ログデータ”と呼ぶことにする。AQLは追記型のデータの高速集計処理に適した構造を備えており、ログデータの高速集計

検索に広く利用されてきた。

### 2.2 環境情報処理

ネットワーク化の進展によって、全国のビル・工場からネットワークを介してセンサデータを収集できる環境が整いつつある。こうした中、改正省エネ法(エネルギーの使用の合理化に関する法律)の施行などを背景に、企業の環境対策として、電力消費量や温度などのセンサデータが収集されるようになってきた。多数のセンサから一定の時間間隔で電力や温度などを計測し、時間帯、拠点、用途などの視点による多次元集計を行うことによって、電力消費量の傾向把握を行い、省エネルギー対策に役立てる。

このように一定の時間間隔で計測され、時間とともに蓄積されるデータを“センサデータ”と呼ぶことにする。センサデータは、ログデータと同様に追記型のデータであるが、次のような相違点がある(表1、図1)。

#### (1) 発生間隔

ログデータはイベント発生時に生成されるが、センサデータはほぼ一定の計測間隔で発生する。また、センサデータは、到着したデータを比較的短い遅延で反映する必要がある場合が多い。

#### (2) 項目の種類

ログデータでは、レコード内に発生したイベントに関する時刻、場所、人、操作内容など、様々なデータ項目が含まれることが多い。一方センサデータでは、データ項目の種類は少ないが、同一時間帯に対応する多数(数百～数万)のデータ項目が発生する。

表1. ログデータとセンサデータの比較

	ログデータ	センサデータ
応用例	ビジネスインテリジェンス 統合ログ管理	環境情報処理
発生間隔	イベントごとに発生するため、 間隔は一定しない	一定の間隔で発生
項目の種類	1レコード中に様々な種類の データ項目が含まれる	数百～数万の同種の データ項目が発生
値の範囲	商品コードやユーザーIDなど 限定された種類の値	時間経過と共に連続的に 変化する数値

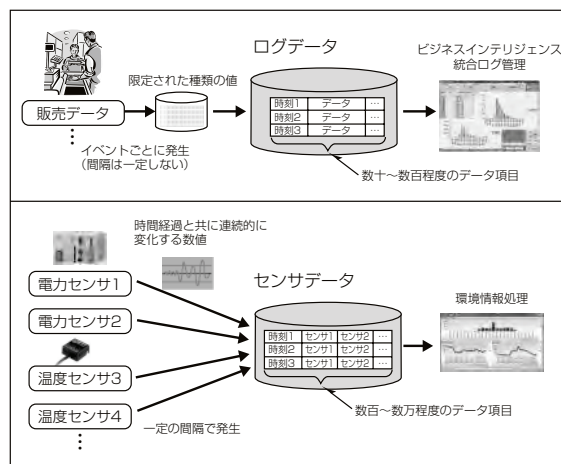


図1. ログデータとセンサデータ



### (3) 値の範囲

ログデータに含まれるデータ項目には、商品コードやユーザーIDなど、限られた種類の値を取る場合が多い。これに対し、センサデータは時間とともに変化する連続的な数値である場合が多い。

## 3. 高速集計検索エンジンAQLの高速化技術

次に、AQLの主な高速化技術であるデータ配置方式、並列集計検索、負荷分散について述べる。

### 3.1 データ配置方式

大量データの一括集計検索処理では、メモリ上へのデータのキャッシュや、インデックスの効果が小さく、ストレージアクセスが性能のボトルネックとなりやすい。

AQLでは、ブロック化トランスポートデータ配置方式とマルチストリームデータ圧縮によって、集計検索処理におけるストレージアクセスの高速化とストレージ容量の削減を実現した。データ圧縮の符号化方式として、ログデータに適したRID (Run-length, Index and Difference) 符号化方式<sup>(3)</sup>を採用し、高圧縮率と高速処理を両立した。データ圧縮によるストレージ容量と集計検索時間の削減効果を図2、図3に示す。典型的な3種類の販売データを対象に6種類の集計検索の問い合わせを実行し、ストレージ容量が約2~14%、集計検索の処理時間が約5~23%に削減されている。

### 3.2 並列集計検索

データ容量の増加に対応した高速処理を実現するためには、多数のプロセッサ、ディスク等のハードウェア資源を効率的に利用する必要がある。

AQLでは、集計検索処理の並列化によって、プロセッサの処理能力に応じた集計検索速度を実現する。図4に、

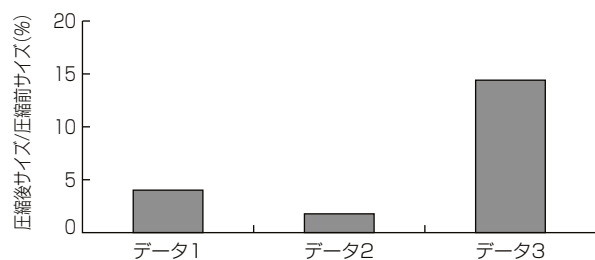


図2. データ圧縮によるストレージ容量の削減効果

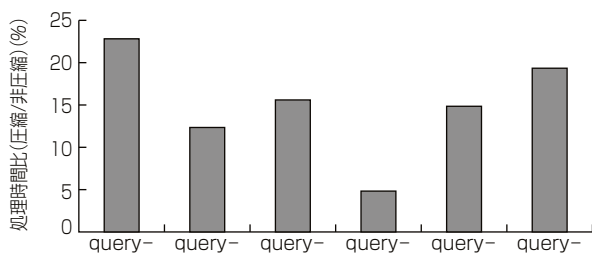


図3. データ圧縮による集計検索時間の削減効果

ログ10億件を対象とした年月をキーとする全件集計における、プロセッサ数と処理速度の関係を示す。プロセッサ数にほぼ比例した速度性能が得られている。

### 3.3 負荷分散

データベースへのロードと集計検索を同時に行うと、高速な応答速度が要求される集計検索の速度が低下する。従来はロード処理を夜間バッチで実行し、昼間実行される集計検索と時間帯を分けることによってこの問題を回避することが多かった。しかしこのような運用では、データが反映されるまでに最大1日の遅延が生じ、タイムリーなデータ分析を行う上で課題があった。

AQLでは、ロード処理と集計検索処理をそれぞれロード専用サーバと集計検索専用サーバに割り付けて処理する負荷分散によって、データロード中の高速な集計検索を実現した。追記型データベースの特長を生かし、ロード専用サーバに追加された差分データをそのままの形式でデータベースから取り出し、集計検索専用サーバのデータベースに配布、追加することによって、ロード専用サーバと集計検索専用サーバの高速なデータ同期を実現している(図5)。

## 4. センサデータベースへの取り組み

当社では、ここまで述べたような技術によって追記型データの高速集計を実現したAQLの特長を生かしつつ、センサデータの処理向けの拡張を行ったセンサデータベースの研究開発に取り組んでいる。次に、センサデータベースにおける技術課題とそれに対する取り組みについて示す。

### 4.1 ストレージアクセス効率を高めるブロック最適化

AQLのような追記型のデータベースでは、短い間隔で到着するセンサデータを実時間的に反映するためには、到

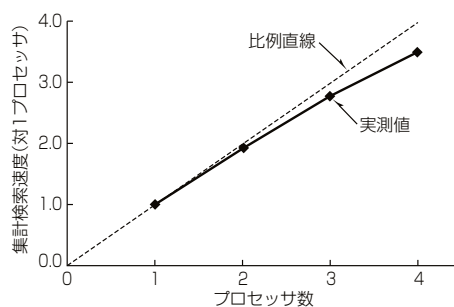


図4. 集計検索処理のスケラビリティ

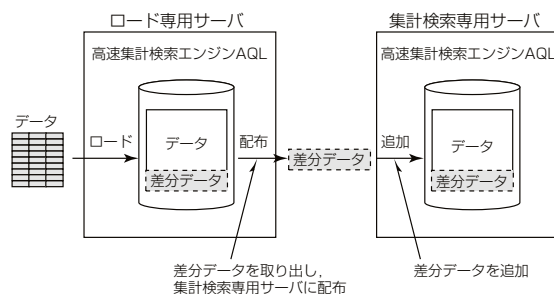


図5. AQLのデータ同期方式

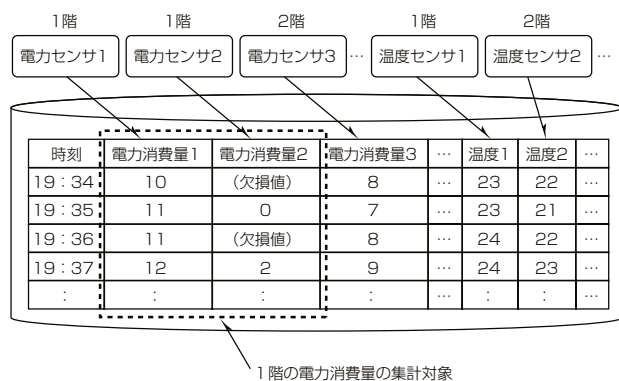


図6. センサデータベースの論理構造

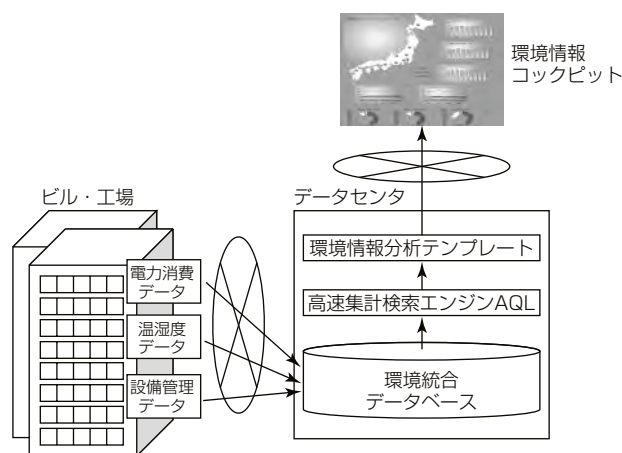


図7. 環境経営推進ソリューション“MELGREEN”

着したデータを細かい単位(ブロック)でストレージに書き込む必要がある。しかし、細かいブロックによるデータの入出力はストレージのアクセス効率を低下させ、データのロード及び集計検索の速度を低下させる要因になる。

この課題を解決するため、ブロック最適化によってブロックの細分化を防止し、大量のセンサデータの高速なロードと集計検索を実現する。

#### 4.2 高速な一括集計を可能とするデータの格納方式

同一時間帯に発生した数万点に及ぶセンサデータを拠点や用途別に集計するには、同一時間帯のセンサデータをまとめて一つのレコードに配置すると効率的である(図6)。AQLのブロック化トランスポートデータ配置方式は、必要なデータ項目だけを選択して高速に読み出し可能なため、このような形式のデータの格納や集計検索に適している。しかし、ネットワークを経由して収集されるセンサデータの到着のタイミングはセンサごとに異なり、またデータの到着が遅れる場合や欠損する場合もある。

この課題を解決するため、データ到着の遅延や欠損を考慮したデータの格納を行い、効率的なデータロードと高速な一括集計を実現する。

#### 4.3 連続的に変化する数値データ向けのデータ圧縮

AQLのデータ圧縮におけるRID符号化方式は、データ項目ごとに限られた種類のデータが出現することが多いというログデータの特性を利用している。一方、センサデータは、時間経過とともにデータの値が連続的に変化するという、ログデータとは異なる特性を持つ。

この課題を解決するため、センサデータ向けのデータの変化量を考慮した符号化方式を併用し、高圧縮率と高速処理を実現する。

### 5. 環境情報処理への適用事例

AQLの適用事例である環境経営ソリューション“MELGREEN”<sup>(4)</sup>について述べる。

図7に示すように、ビル・工場の電力、空調、照明設備などが逐次出力する電力消費量、温湿度、照度などの環境情報データをネットワーク経由で収集し、データセンタに

ある環境統合データベースで一元管理する。環境・省エネルギーのPDCA(Plan Do Check Action)サイクルを回す持続的な取り組みを行うためには、膨大なデータを長期間にわたり保存する必要がある。例えば、1万個のセンサを対象に1分間隔で収集したデータを5年間保存する場合、そのデータ件数は約263億件にも及び、高速な集計・分析と効率的な蓄積が必要となる。

環境統合データベースにAQLを適用することによって、テラバイト級の大規模データに対して、事業所別、ビル別、フロア別の電力消費量や温度変化など、場所ごとのエネルギー消費量の詳細把握や分析、削減に向けた対策立案などを可能とする。さらに、環境情報コックピットによっていろいろな角度から必要な情報をチャートやグラフによって表示し、効率的に意思決定を支援する。

## 6. む す び

大規模・高速なデータ分析処理を可能とする高速集計検索エンジンAQLと、そのセンサデータベースへの応用について述べた。データ量の増大とデータ分析の即時性に対する要求は当分続くものと予想されており、高速集計検索エンジンの活用される分野は今後ますます広がるものと考えている。

## 参考文献

- (1) 郡 光則, ほか: 高性能並列情報検索技術, 三菱電機技報, **83**, No.12, 705~708 (2009)
- (2) データベース言語SQL(JIS X3005-1995), (財)日本規格協会 (1995)
- (3) 郡 光則: データウェアハウス向け高性能データ圧縮方式, 情報処理学会論文誌, **47**, No.SIG13, TOD31 (2006)
- (4) 松井陽子, ほか: 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”, 三菱電機技報, **83**, No.7, 413~416 (2009)

# 統合ログ管理技術と 履歴追跡型ログデータベース

平井規郎\*  
森山令子\*  
森川修一\*

*Integrated Log Management Technology and High Traceable Log Database*

*Norio Hirai, Ryoko Moriyama, Shuichi Morikawa*

## 要 旨

内部統制やコンプライアンスへの対応が企業の不可欠課題となり、至るところで様々な業務記録(ログ)を蓄積・管理することが求められている。しかし、ログの大規模化、多様化及び複雑化によって、従来の技術ではログの活用が困難になりつつある。このような問題を解決するために、三菱電機では統合ログ管理技術の研究開発に取り組んでいる。

統合ログ管理技術の特長は次のとおりである。

### (1) 高速処理

当社独自の高性能並列情報検索技術によって、大規模ログの高速処理を実現した。

### (2) 一元管理

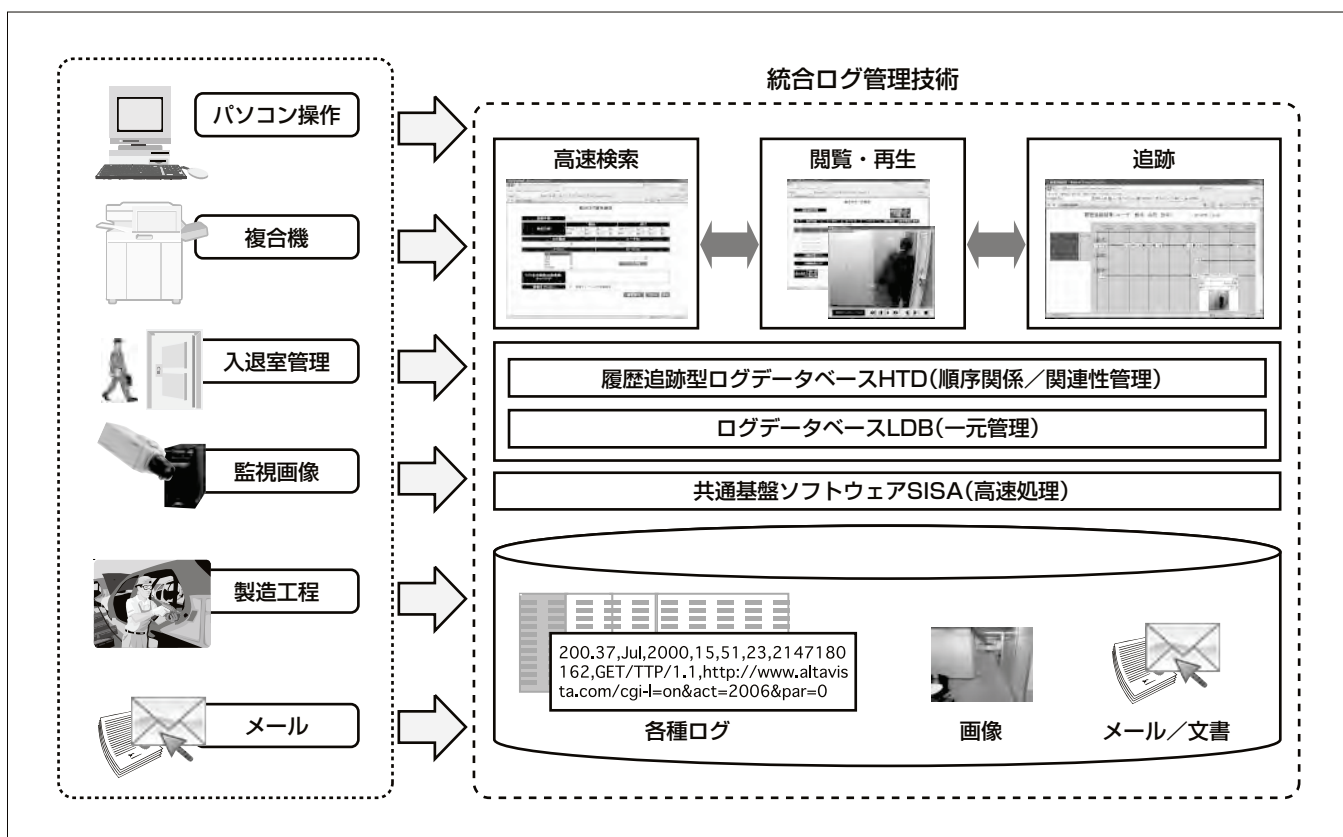
ログデータベースLDB(Log DataBase)によって、様々

な形式を持つログやメール、文書、画像などのデータをそのままの形式で蓄積し、あらゆるデータの一元管理を可能にした。

### (3) 順序関係／関連性管理

履歴追跡型ログデータベースHTD(Highly Traceable log Database)によって、RDBMS(Relational Database Management System)に代表される従来型データベースでは不可能であったイベントの間の時系列的な順序関係や関連性の管理を可能にした。

本稿ではまずログ管理の現状と課題を述べ、次に当社が開発した統合ログ管理技術について述べる。また統合ログ管理技術の応用事例として、セキュリティログ管理システムや製造トレーサビリティシステムについて述べる。



## 統合ログ管理システムの概念図

統合ログ管理システムは、大規模なログの高速処理、多種多様なログの一元管理、さらにイベントの間の順序関係や関連性の管理によって、ログの統合管理と活用を実現する。



# 1. ま え が き

内部統制やコンプライアンスへの対応が企業の不可欠課題となり、至るところで様々な業務記録(ログ)を蓄積・管理することが求められている。例えば、セキュリティログ管理システムや製造トレーサビリティシステムなどでは、情報漏洩(ろうえい)事故や不良品の発生時の原因調査にログは欠かせない。しかし、蓄積されるログの大規模化、多様化及び複雑化が進むにつれて、従来の技術ではログの活用が困難になりつつある。当社ではこの問題を解決する統合ログ管理技術の研究開発に取り組んでいる。

## 2. 従来のログ管理の課題

従来のログ管理では、多くの場合RDBMSが利用されてきた。しかし、RDBMSを用いたログ管理には次の課題があった。

### (1) 高速化

ログの規模は1日当たり1億件、年間で数十テラバイトに及ぶ事例もある。しかし、RDBMSは時系列的に追加される大規模ログの処理に必ずしも適していない。

### (2) 一元管理

RDBMSで異なる形式を持つログを一元的に取り扱うためには、多種多様なログの形式をあらかじめ統一する必要がある。また、事前に形式を特定する必要があるため、システム構築時に想定していない新たな形式のログへの対応が難しい。

### (3) 順序関係／関連性管理

ログの利用時には、様々なログの中に含まれるイベントの順序関係や関連性をたどって追跡、調査することがある。しかし、RDBMSではこのような順序関係や関連性を管理することが困難である。

## 3. 統合ログ管理技術

当社では2章で述べた課題を解決する統合ログ管理技術を開発した。

### 3.1 高性能並列情報検索技術による高速処理

高性能並列情報検索技術<sup>(1)</sup>を構成する次の技術によって、大規模ログの高速処理を実現した。

#### (1) 多数のプロセッサやディスク装置を効率的に利用する並列処理技術

#### (2) 効率的データ配置とデータ圧縮によるストレージアクセス技術

#### (3) 複雑な検索条件を高速処理するテキストフィルタリング技術

#### (4) 様々なデータを一元管理する異種データ統合管理技術

統合ログ管理システムは高性能並列情報検索技術を実装した共通基盤ソフトウェアSISA(Scalable Intelligent Stor-

age Architecture)、及びSISAの機能を利用するログデータベースLDBと履歴追跡型ログデータベースHTDから構成される(図1)

### 3.2 ログデータベースLDBによる一元管理<sup>(2)(3)</sup>

ログデータベースLDBは、データ形式にかかわらず格納可能な“本文”と、本文に付随する任意の“属性”の組によってデータを管理する。この構造によって、多様な形式を持つログを加工することなくそのまま蓄積可能にした(図2)。

ログデータベースLDBは、ログを蓄積時に形式を特定する代わりに、ログ蓄積後に正規表現<sup>(注1)</sup>で指定した条件によってログ形式を判別しながら利用可能であるという特長を備えている。従来の文字列照合方式では、ログ“本文”の形式判別で十分な速度が得られなかったが、ログデータベースLDBでは複雑な条件でも1億文字/秒の速度で照合可能な高速文字列照合技術sDFA<sup>(4)</sup>によってこの問題を解決した。また、ログ形式の判別のための正規表現を自動的に生成する機能を利用することによって、CSV(Comma Separated Values)形式のような代表的なログ形式や、値の範囲指定などの頻繁に利用される正規表現を容易に作成できる。

ログデータベースLDBは、画像やメール・文書のような様々なデータの保管庫として利用できる。この特長を利用し、ログデータベースLDBは、映像監視システムと連携した統合ログ管理システムにおける監視画像(入退室時スナップショット画像)の保存<sup>(2)(3)</sup>や、メールアーカイブシステム<sup>(5)</sup>におけるメール本文や添付ファイルの格納に利用されている。

(注1) 文字列のパターンを表記する方法

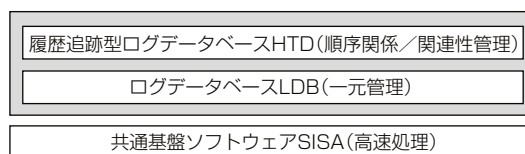


図1. 統合ログ管理技術

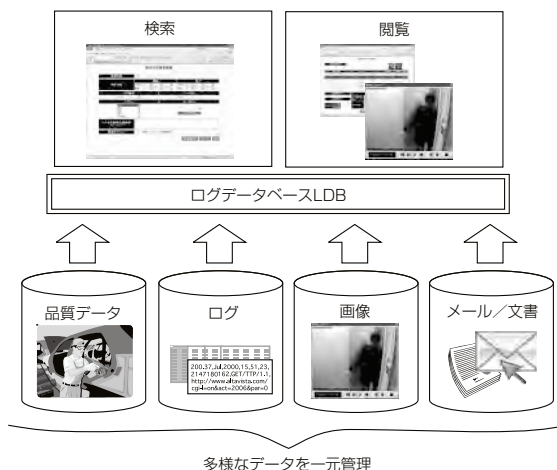


図2. ログデータベースLDB

さらにログデータベースLDBは、蓄積するデータを自動的に圧縮する機能を備えており、典型的なログでは、ストレージ容量を約1/10以下に縮小できる。

ログデータベースLDBは三菱電機インフォメーションテクノロジー(株)(MDIT)のLogAuditor<sup>(注2)</sup>の中核的機能として利用されている。

### 3.3 履歴追跡型ログデータベースHTD<sup>(6)</sup>による順序関係／関連性管理

ログが威力を発揮する場面の一つに、事故など、ログに記録されたイベントの原因や影響範囲の調査がある。しかし従来のRDBMSでは、ログに含まれる時系列的な順序関係や関連性を管理できないため、効率的な調査が困難であった。例えば、“ログイン”自体は正当な操作であっても、“入室”の操作を行わずに“ログイン”を行うのは不審な行動とみなせる場合がある。しかし従来のRDBMSでは、ログの中から“入室記録なしにログイン記録のある人”を直接検索することはできないため、ログインしたすべての人のログイン前の行動を手で確認する必要があった。

履歴追跡型ログデータベースはこの問題を解決するために開発した技術であり、図3に示すように様々なログに含まれる情報の順序関係や関連性を管理し、順序関係を考慮した検索を可能にする。

図4は入退室ログや複合機ログに履歴追跡型ログデータベースを適用した例である。このように、順序関係や関連性をグラフ構造として管理することによって、人物などの行動の追跡や、個々のイベントを照合し特定のイベントが発生した順序を考慮した検索を可能にする。これによって例えば“入室操作をすることなくログインした”不審人物などを検出する。

(注2) LogAuditorは、三菱電機インフォメーションテクノロジー(株)の登録商標である。

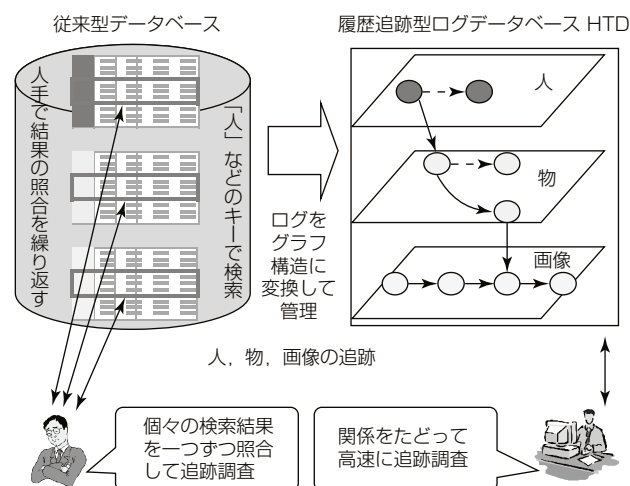


図3. 履歴追跡型ログデータベースHTD

## 4. 応用事例

統合ログ管理技術は、様々な応用に適用することが可能である。ここでは、情報システムや入退室管理システムなどのログや監視映像を統合管理し活用するセキュリティログ管理システムへの応用事例、及び製造業で各工程のログを収集蓄積し活用する製造トレーサビリティシステムへの応用事例について述べる。

### 4.1 セキュリティログ管理システムへの応用事例

図5はオフィス内のパソコン、複合機、入退室管理装置などのログとこれらの機器を監視する映像を蓄積・管理し、人の行動や物の移動を監視するセキュリティログ管理システムである。

一例としてこのシステムで、すべての操作を管理するユーザーIDカードを紛失した場合、次の調査が想定される。

- (1) 膨大なログから、紛失したユーザーIDカードがその後どのように使用されたかを調査し、状況を把握
- (2) ログ以外に、監視カメラによる映像から人物を確認
- (3) 不正に使用した人物の行動範囲を追跡し、カードの紛失による影響範囲を調査
- (4) 類似の不正が疑われる不審行動の監視

図6に統合ログ管理技術を適用したセキュリティログ管理システムの調査例を示す。

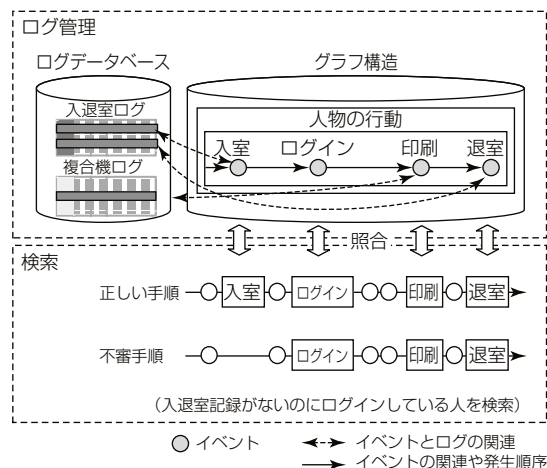


図4. ログ管理技術と検索技術

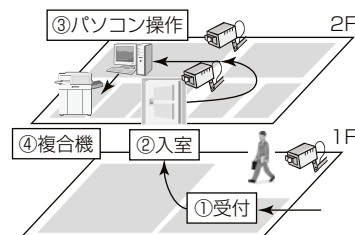


図5. セキュリティログ管理システム応用事例

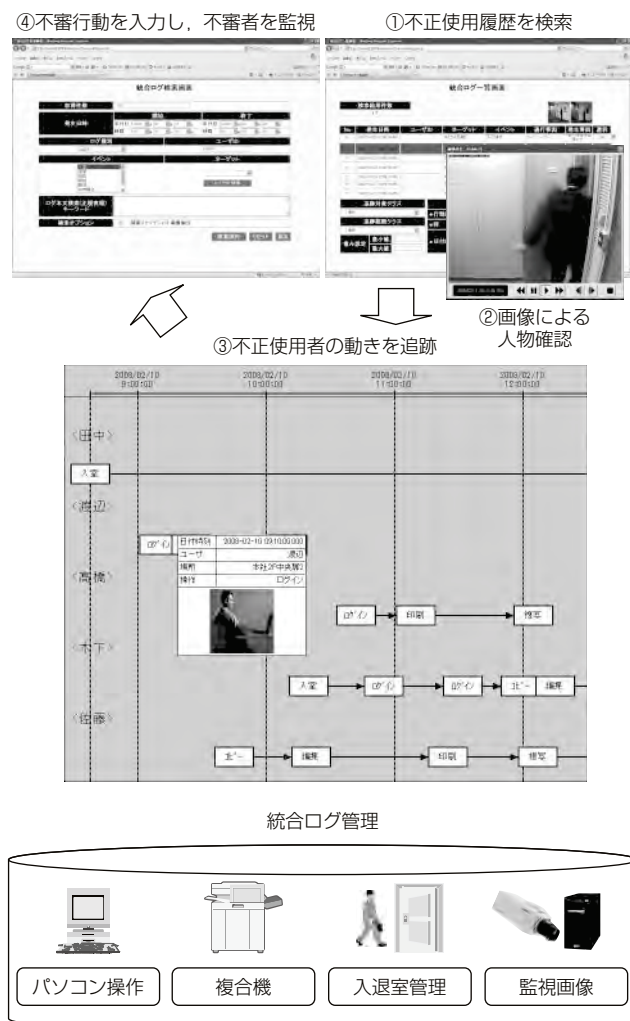


図6. セキュリティログ管理システムにおける調査例

- (1) 紛失したユーザーIDカードの使用履歴を調査するために収集した様々なログ(入退室ログ、パソコン操作ログ、複合機ログ)から高速に履歴を検索し(図6①)、状況を把握する。
  - (2) ログと画像の一元管理によって、紛失したユーザーIDカードで入室した人物の画像を確認する(図6②)。
  - (3) 様々なログから、順序関係や関連性をたどることによって、ユーザーIDカードを不正に使用した人物の行動を追跡し、入室先、使用したパソコンなどを特定し、影響範囲を調査する(図6③)。
  - (4) “入室することなくパソコンを操作した人”など特定の行動順序を不審行動として定義し検索／監視することによって、事故発生前に不審行動を検出する(図6④)。
- このように、この技術は様々なログによる事故原因の調査などに有効である。

#### 4.2 製造トレーサビリティシステムへの応用例

この応用例では、製造トレーサビリティシステムに統合ログ管理技術を適用した例について述べる。

図7に示すような製造トレーサビリティシステムを想定する。このシステムでは原料仕入れ、加工工程、包装工程、

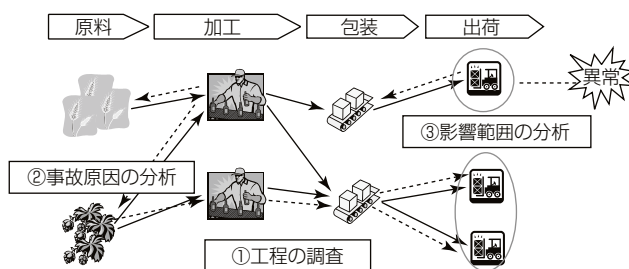


図7. 製造トレーサビリティシステム応用例

出荷の各工程でログが収集・蓄積されている。出荷後に不良品が発生した場合は、次のような調査を実施する。

- (1) 不良品がどの工程で発生したかを、全工程のログから検索し状況を把握する。
- (2) 各工程のログから不良品の発生原因となった設備を確認する(トレースバック)。
- (3) 不良品の発生原因となった設備で処理された製品の出荷先を追跡し、影響範囲を調査する(トレースフォワード)。

なおこれまで述べた応用例以外にも業務システムの障害解析など、多種多様なログやデータを収集しているあらゆる分野のログ管理システムに適用することが可能である。

## 5. む す び

本稿では当社が開発した統合ログ管理技術について述べた。この技術は、多種多様な大規模ログを効率よく活用することを目的として開発され、これまで個別に管理されてきたログやデータを関連付けて統合管理することを可能にした。今後もこれらのログ管理技術を発展させることによって適用分野を拡大し、ログ活用の幅を広げていく予定である。

## 参 考 文 献

- (1) 郡 光則, ほか: 高性能並列情報検索技術, 三菱電機技報, **83**, No.12, 705~708 (2009)
- (2) 山岸義徳, ほか: 入退管理・映像監視システム向け統合ログ管理方式, 情報処理学会FIT2008第7回情報科学技術フォーラム (2008)
- (3) 小山明伸, ほか: 物理セキュリティ情報の統合管理を実現した“LogAuditor”, 三菱電機技報, **83**, No.9, 563~566 (2009)
- (4) 中村隆顕, ほか: 大規模正規表現の高速照合方式, 第67回情報処理学会全国大会 (2004)
- (5) 大塚哲史, ほか: 1000万件のメールを1秒で検索する“LogAuditor Mail Saver”, 三菱電機技報, **82**, No.7, 461~464 (2008)
- (6) 平井規郎, ほか: 履歴追跡型データモデルの評価, 日本データベース学会論文誌, **7**, No.3, 73~78 (2008)



# テキスト検索技術と 個人情報・機密情報検出

加藤 守\* William S. Yerazunis\*\*\*  
柴田秀哉\*  
中川 誠\*\*

*Text Search Technology and Personal Information and Confidential Information Detection*

*Mamoru Kato, Hideya Shibata, Makoto Nakagawa, William S. Yerazunis*

## 要 旨

近年、企業などの組織で作成・管理される電子文書やメールの量の増加に伴って、高速・高精度なテキスト検索技術の重要性が増している。テキスト検索技術は、文書やメールの検索システムのほか、情報漏洩(ろうえい)防止のための個人情報・機密情報検出など、様々な応用が可能である。

従来のテキスト検索技術では、実時間処理のための文字列照合の高速化と条件設定の容易化、及び蓄積処理時の高速で漏れない全文検索が課題であった。

この課題に対して、次のテキスト検索技術を開発した。

- (1) 高速文字列照合技術sDFA (size-reduced Deterministic Finite Automaton)

大規模検索式でも約1億文字/秒の高速照合(他社比3万~20万倍)の性能を実現

- (2) 学習型フィルタSSC (String-based Statistical Classifier)

サンプルの自動学習によって条件設定を容易化

- (3) テキストフィルタCID (Combined Information Detector)

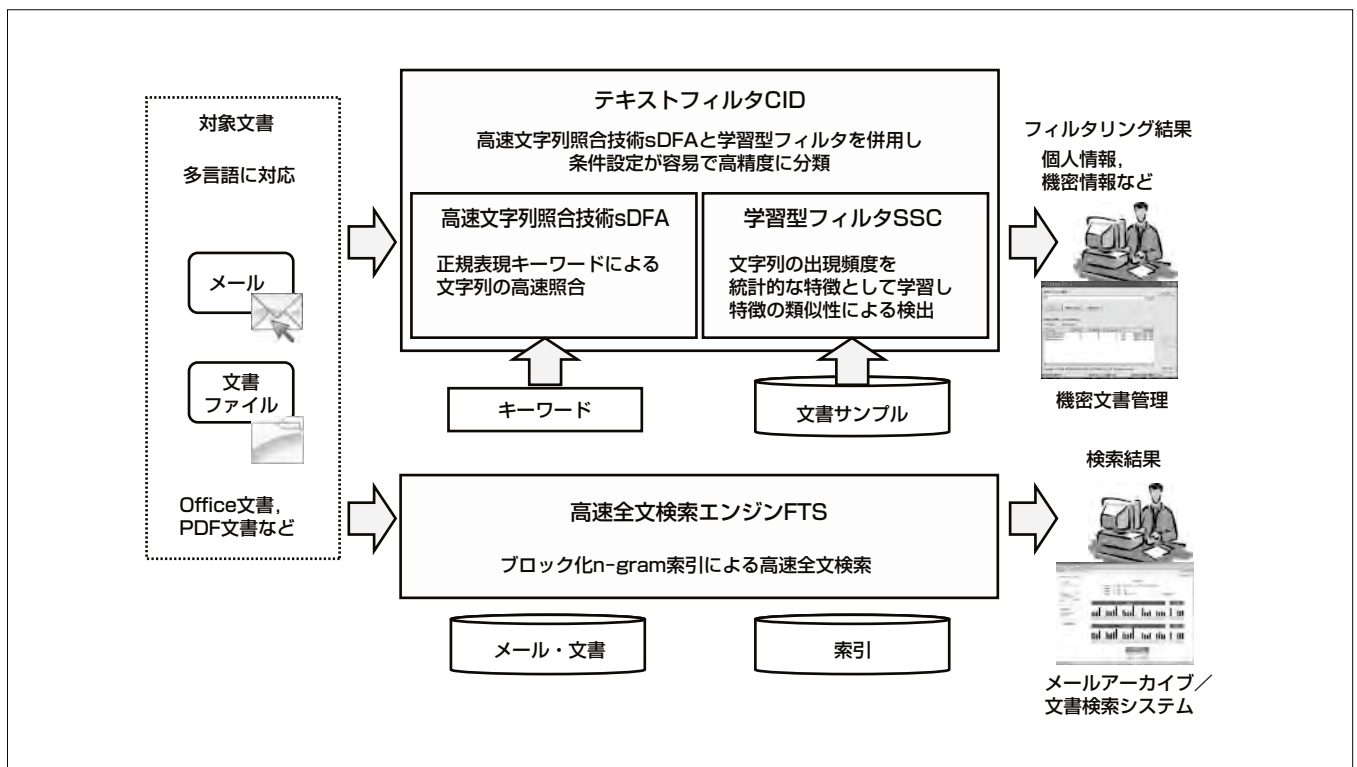
sDFAとSSCの併用によって条件設定が容易で高精度な分類を実現(再現率99.9%, 適合率98.7%)

- (4) 高速全文検索エンジンFTS (Full Text Search)

1テラバイトのメールを1秒で高速に検索

これらの技術の応用例として、パソコン内の文書ファイルの内容を検査し、個人情報を自動検出する三菱スペース・ソフトウェア㈱(MLS)の個人情報検出ツール“すみずみ君<sup>(注1)</sup>”と、機密情報を自動検出する“機密文書管理システム”を開発した。

(注1) すみずみ君は、三菱スペース・ソフトウェア㈱の登録商標である。



## テキスト検索技術の概念図

三菱電機のテキスト検索技術は、複雑な正規表現キーワードの高速照合を実現した高速文字列照合技術sDFA、サンプルを用いた学習によって条件設定不要とした学習型フィルタSSC、それらを併用し条件設定が容易で高精度の分類を実現したテキストフィルタCID、蓄積データの高速全文検索エンジンFTSの各技術からなる。多言語検索に対応し、個人情報・機密情報の検出、メールアーカイブや文書検索システムなどへ応用可能である。

## 1. ま え が き

近年、企業などの組織で作成・管理される電子文書やメールの量の増加に伴って、人手による文書管理が困難になっており、高速・高精度なテキスト検索技術の重要性が増している。テキスト検索技術は、文書やメールの検索システムのほか、情報漏洩防止のための個人情報・機密情報検出など、様々な応用が可能である。

本稿では、従来のテキスト検索の課題と、三菱電機で開発した高速・高精度テキスト検索技術、及び個人情報と機密情報の検出への応用例について述べる。

## 2. 従来のテキスト検索の課題

テキスト検索技術は、大きく実時間処理と蓄積処理の二通りに分けられる。実時間処理は入力文書に対して直接照合などの処理を行って結果を出力する方法で、正規表現<sup>(注2)</sup>による文字列照合を行う方法などがある。また、蓄積処理は入力文書をいったんストレージに蓄積し、蓄積された文書の検索処理を行う方法で、文字列照合のほか、蓄積時に検索用の索引を生成し、その索引を用いて全文検索を行う方法がある。次にそれらの課題について述べる。

### 2.1 実時間処理における課題

#### 2.1.1 高 速 化

従来、正規表現による文字列照合方式として、状態遷移機械のNFA(Non-Deterministic Finite Automaton)方式とDFA(Deterministic Finite Automaton)方式がある。NFA方式は、検出条件規模の増大に従って照合速度性能が大幅に低下する。DFA方式では、検出条件規模の増大に従って、状態数や状態遷移数が指数的に増加し、照合不可能になる。これらの方式は、欧米で文字種の少ない文字コードを対象として発達してきたため、文字種が非常に多いマルチバイト文字コードを含む場合に、高速な照合が困難である。例えば個人情報検出を行う場合、“頻出人名と住所パターンの組合せ”などの複雑な条件を高速に照合する必要があるが、高速化が課題である。

#### 2.1.2 検出条件作成の容易化

文字列照合方式による検出を行う場合、検出対象によっては検出条件の作成が困難な場合がある。例えば、個人情報に限らない一般の機密情報を文字列照合方式を用いて検出する場合、適用先ごとに細かな検出条件設定を人手で行わなければならない。なぜなら、一般の機密情報は適用先の組織(企業や部署など)ごとに検出対象とする内容が異なるという性質を持つためである。したがって、適用先における検出対象文書の内容に精通していなければ、高精度な検出条件を作成するのは困難である。また、キーワードが少なければ検出漏れ件数が増大し、キーワードを多く設定

(注2) 文字列のパターンを表現する表記法

しすぎると過剰検出件数が増大する。結果として、文字列照合方式のみを用いる場合、精度の高い検出条件を設定するために試行錯誤的な調整が必要となり、検出条件設定が困難であるという課題がある。

### 2.2 蓄積処理における課題

企業などの組織内のテキスト検索システムでは、大量に蓄積された文書の中から漏れのない全文検索を高速に行うことが必要である。漏れのない全文検索方式としてn-gram索引方式があるが、文書中のすべてのn文字の組合せを索引化するために、文字種の多い文字コードでは索引情報が大きくなり、検索性能が索引のI/O(Input/Output)能力で制限される。

## 3. 高速・高精度テキスト検索技術

ここでは、三菱電機の高速・高精度テキスト検索技術について述べる。これらはいずれも言語に依存しない処理方式を採用しており、多言語検索を可能としている。

### 3.1 高速文字列照合技術sDFA

三菱電機のsDFA方式<sup>(1)</sup>では、状態遷移表の冗長性を利用し複数の状態遷移を単一の遷移に置き換えるなどによって、DFA方式の課題であった状態遷移数を1/7,000に削減し、検索時のメモリ消費量を大幅に削減した。その結果、大規模検索式でも約1億文字/秒の高速照合(他社比3万~20万倍)の性能を実現した(図1)。

このsDFA方式によって、複雑な条件の高速照合を必要とする個人情報検出が実現可能となった。

### 3.2 学習型フィルタSSC

学習型フィルタは、あらかじめ該当データと非該当データに分けられたサンプルデータから、出現頻度の高い文字列を統計的特徴として学習し、新たな入力データと統計的特徴を比較することで、該当、非該当いずれかに分類を行うフィルタである。迷惑メール(スパム)を検出・排除するスパムフィルタで実用化され、広く用いられている。

三菱電機は、SVM(Support Vector Machine)方式<sup>(2)</sup>、OSB(Orthogonal Sparse Bigram Bayes)方式<sup>(2)</sup>、Bit Entropy方式<sup>(2)</sup>の3方式を採用した学習型フィルタSSCを開発した。特性の異なる3方式を併用することで検出精度

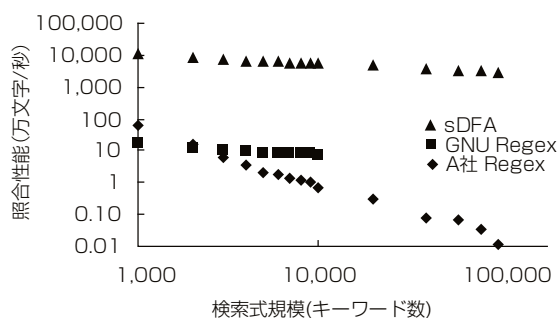


図1. 文字列照合速度比較

向上を図っている。学習段階では3方式の学習型フィルタすべてで同じサンプルデータを学習させる。検出段階では3方式の学習型フィルタすべてに同じ入力データを与え、検出結果のうち一つでも該当と判定されれば該当とするなどの方法によって結果を併合する。

学習型フィルタSSCは、人手による検出条件の細かな設定・調整が不要であるため、機密情報のように人手での検出条件作成が難しい場合に有効である。

### 3.3 テキストフィルタCID

高速文字列照合技術sDFAによる正規表現フィルタと学習型フィルタSSCを併用することで、互いの長所を生かして補完する正規表現・学習型フィルタ併用方式を用いたテキストフィルタCIDを開発した(図2)。

併用方式では分類を各フィルタで個別に行い、用途に応じて結果を併合し出力する。機密情報検出の場合、検出漏れを低減させるため、少なくとも一方のフィルタが機密と判定した文書を総合的に機密と判定する。

併用方式の特長は、簡易な条件設定のみで高精度な分類が実現できることである。正規表現フィルタは条件設定に細かな調整を要し、高精度な条件作成が困難な場合がある。併用方式では、学習型フィルタの併用によってこの課題を解決している。例えば機密情報検出では、適用先組織の規則などで定められた定型的な機密文書を正規表現フィルタで検出し、それ以外の機密文書は学習型フィルタで補完するという方針で条件を設定する。これによって設定キーワードのリストアップが容易となり、検出対象文書の内容に精通していない第三者による条件作成が可能となる(表1)。

また併用方式では、少数のサンプルデータのみで高精度の分類を実現できる。学習が不十分なときも、正規表現フィルタの併用によって大幅な精度低下は起こらず、安定した分類精度が実現される。

機密情報検出に正規表現・学習型フィルタ併用方式フィ

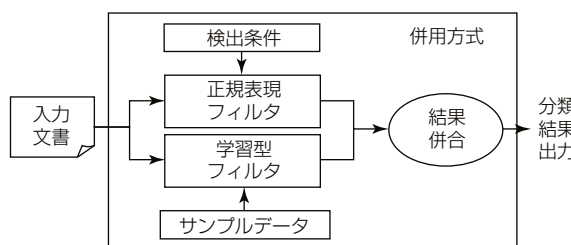


図2. 正規表現・学習型フィルタ併用方式の構成

表1. 機密情報検出における正規表現フィルタ条件設定例

機密等級ラベル	社外秘、極秘、人事秘など機密文書に附することが規定されている語
定型文書名	システム開発計画書、新規事業提案書など、文書形式や機密等級が規定された文書名
組織名略称	品質管理部→品管部、システム開発第1課→シス開1のように組織内でのみ利用する略称

ルタを適用した結果、機密メール12,575件、非機密メール1,701件からなるデータセットに対して、再現率99.9%、適合率98.7%という結果を得た。このことから、正規表現・学習型フィルタ併用方式が有効であることが分かる(図3)。

### 3.4 高速全文検索エンジンFTS

高速全文検索エンジンFTSは、独自のブロック化n-gram索引方式によって、大量に蓄積された文書から漏れなく高速に全文検索を行うことができる。ブロック化n-gram索引方式は、n-gram索引のデータ配置にブロック化トランスポーズドデータ配置<sup>(5)</sup>を適用することで、ディスクからの読み出しを最小限に抑え、データ駆動型並列処理<sup>(5)</sup>などの高速化技術を適用した。

FTSを応用したメールアーカイブシステムでは、1テラバイトのメールを約1秒で高速検索することが可能<sup>(6)</sup>である(図4)。

## 4. 応用事例

### 4.1 個人情報検出ツール“すみずみ君”

高速文字列照合技術sDFAの応用事例として、MSSの個人情報検出ツール“すみずみ君”について述べる。“すみずみ君”は、Windows<sup>(注3)</sup>パソコン内に保存されているファイルの内容を検査し、名前+住所・TEL・E-mailの組合せによる個人情報に該当すると思われるファイルを自動検出し、ファイル名を一覧表示するソフトウェアである。表示したファイルの内容の確認や削除なども行うことが可能である(図5)。

また、“すみずみ君”を統合制御する“すみずみ君SV”を使用することによって、検査結果をサーバに収集することが可能である。

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

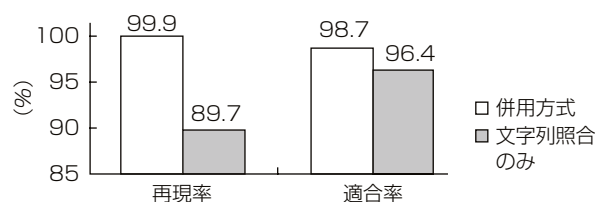


図3. 正規表現・学習型フィルタ併用方式の精度

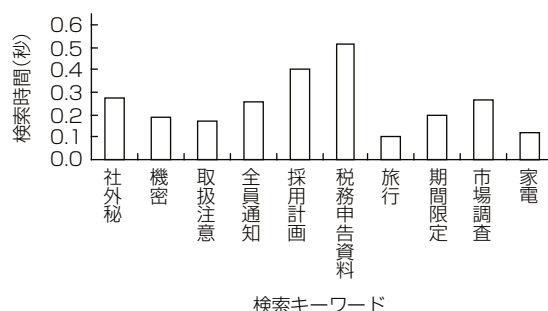


図4. 1テラバイトのメールの検索時間



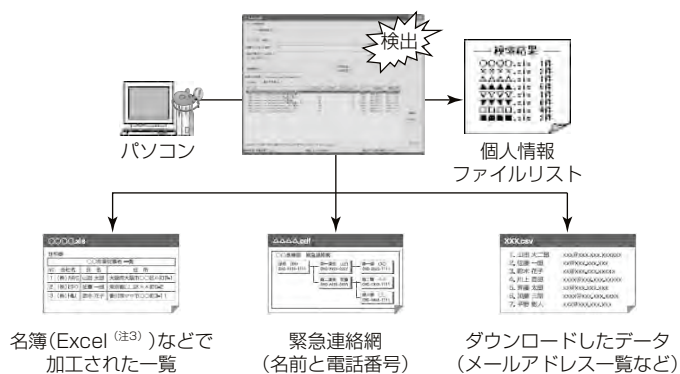


図5.「すみずみ君」機能概要

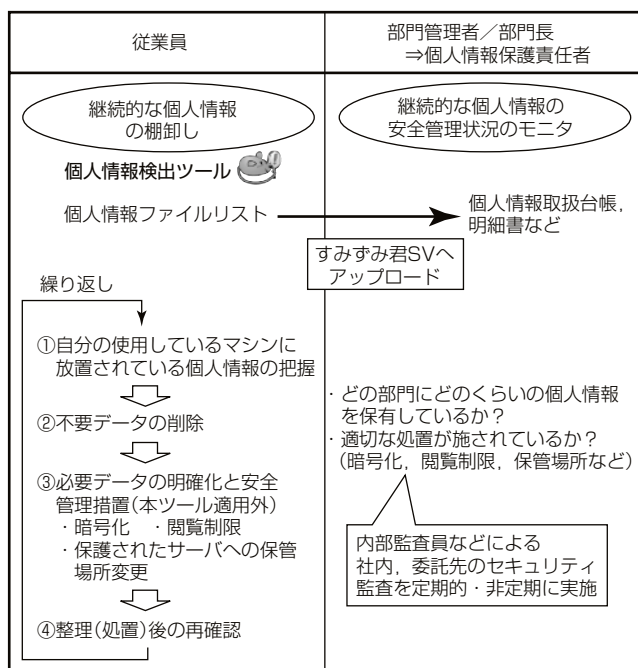


図6. 個人情報の安全管理運用例

“すみずみ君”及び“すみずみ君SV”を用いることによって、図6に示すように個人情報管理を継続的に実施できるようになる。

## 4.2 機密文書管理システム

テキストフィルタCIDの応用例として、機密文書管理システムについて述べる。機密文書管理システムは、パソコン内のファイルの内容を検査して機密情報と思われるファイルを自動検出し、適正に管理されていない機密文書を検出・是正するためのシステムである(図7)。企業などの組織で、共用ファイルサーバや各個人が使用するパソコン内の機密文書管理の徹底による情報漏洩防止を実現する。

管理サーバでは、セキュリティ管理者が検出条件作成及び検査結果の確認を行う。検出条件作成では、人手作成キーワードを作成し、機密文書/非機密文書のサンプルを準備して自動学習させる。適用先の部門ごとに異なる機密情報に対応し、部門ごとに検出条件を作成することが可能である。管理サーバでの検査結果確認によって、各検査対象

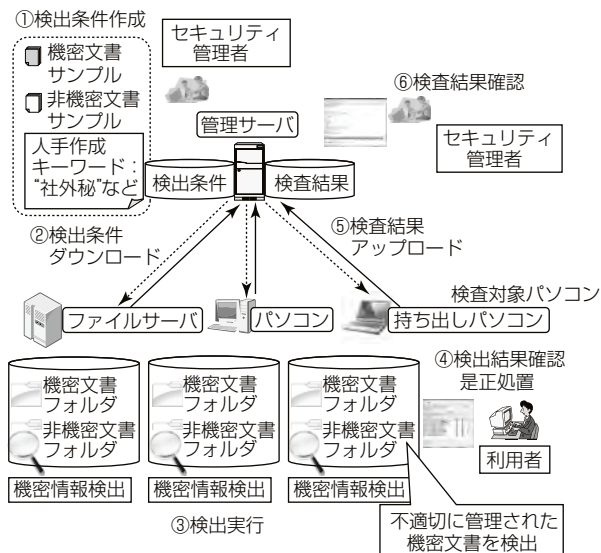


図7. 機密文書管理システム

パソコンの機密文書管理状況を一元管理可能となる。

検査対象パソコンでは、利用者が検出された機密文書の一覧を確認し、本来機密文書を置いてはいけないフォルダに不適切に置かれた機密文書の把握、削除などの処置を行う。

## 5. む す び

本稿では、三菱電機の高速・高精度を特長とするテキスト検索技術について述べ、それらの応用例としてMSSの個人情報検出ツール“すみずみ君”と、機密文書管理システムについて述べた。今後は個人情報検出、機密情報検出といったセキュリティ関連の応用に加え、他のテキスト検索・分類への適用拡大を図っていく。

## 参 考 文 献

- (1) 中村隆顕, ほか: 大規模正規表現の高速照合方式, 情報処理学会全国大会講演論文集(3), 235~236 (2005)
- (2) Kato, M., et al.: Three Non-Bayesian Methods of Spam Filtration: CRM114 at TREC 2007, NIST Text REtrieval Conference (2007)
- (3) 加藤 守, ほか: 正規表現・学習型フィルタ併用方式による機密情報検出の提案, 第8回情報科学技術フォーラム講演論文集(2), 157~158 (2009)
- (4) 柴田秀哉, ほか: 正規表現・学習型フィルタ併用方式による機密情報検出の評価, 第8回情報科学技術フォーラム講演論文集(2), 159~160 (2009)
- (5) 郡 光則, ほか: 高性能並列情報検索技術, 三菱電機技報, 83, No.12, 705~708 (2009)
- (6) 中村隆顕, ほか: 大規模並列全文検索エンジンにおける多国語検索対応索引方式, 第8回情報科学技術フォーラム講演論文集(2), 115~116 (2009)

# データ特性の対話的可視化技術

藤野友也\*  
高山茂伸\*  
菅野幹人\*

*An Interactive Visualization of Features on Versatile Data*

*Tomoya Fujino, Shigenobu Takayama, Mikihiro Kanno*

## 要 旨

近年、企業ではPOS(Point Of Sale)データや設備の稼働ログデータなど、膨大かつ多項目からなるデータの収集・蓄積環境が整備されてきており、データの発生から活用までのデータライフサイクルを効率的に管理するデータマネジメントの重要性が増している。一方で、売上げ分析や稼働状態監視などへのデータの活用には、大量のデータから目的に合致する部分を発見する必要があるため、データの抽出条件を繰り返し確認する煩雑な試行錯誤が課題となる。

一般に分析手法は、次の2種類のいずれかに二極化される。一つは、分析処理がブラックボックスであり、結果は得られるが、分析者の意図の反映や結果の導出理由の推察が困難である手法であり、もう一つは分析者の意図を反映し段階的に分析を進めることができ、全体像を把握しやすいが、専門知識やスキルを必要とする手法である。

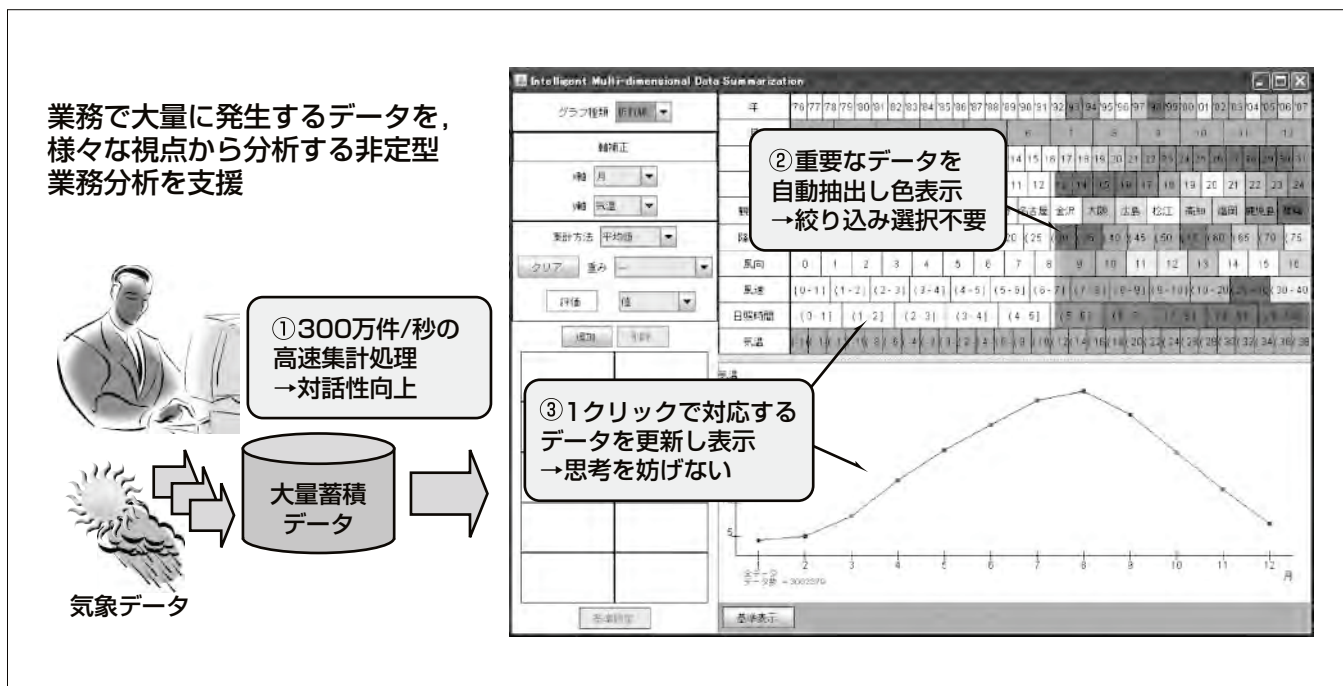
三菱電機では、双方の手法の長所を取り入れ、専門知識を必要とせずに対話的な分析操作を効率化し、少ない作業量で効率的に目的の知見を得るためのデータマイニングについて研究開発を行っている。その成果の一つに、データ

特性可視化技術(Intelligent Multi-dimensional Data Summarization: IMDS)がある。IMDSは、分析の各過程で発生する複数の選択肢に対して、どの選択肢を選択すべきかを定量的に評価し、選択肢を一覧配置した画面上で視覚的に表示するソフトウェアである。IMDSは、優先すべき選択肢を分析者に容易に把握させることが可能であり、次の特長を持つ。

- (1) 高速集計技術によって、視点の変更に伴う表示を瞬時に更新し、対話的な分析操作を実現(300万件/秒)
- (2) 着目すべき条件を強調表示して、分析を誘導
- (3) 選択可能な条件が一画面で表示され、探索が容易

IMDSが提供する視覚的な選択の誘導によって、専門知識不要でかつ分析者の意図を反映可能な分析を実現する。

今後は、データの蓄積が想定される各事業・各企業の販売部門や品質管理部門などへの適用や、現場で容易に即時分析を行う環境整備への応用を想定し、この技術を展開していく。



## データ特性可視化技術IMDS

このソフトウェアの特長は、①大量のデータに対する対話的分析操作を可能とする省メモリ高速集計技術による即時性、②分析において通常の特長と異なるデータの条件をユーザーに提示する分析誘導技術による視認性、③データの特性をわかりやすく表現する、簡単で直観的なユーザーインターフェースによる操作性である。

## 1. ま え が き

現在、各企業はPOSデータや機器動作ログデータなど、億単位にものぼる膨大な件数のデータを保有しているが、企業がデータ資産をいかに活用していくかは大きな課題である。データ資産の活用にはデータ分析が有効であるが、一般の分析手法は次の2つのパターンに二極化している。

- (1) 分析過程がブラックボックス化され、結果は容易に得られるが、その分析結果が導出された理由の推察が困難な分析手法(例：ニューラルネットワーク分析)
- (2) 自らの意図を反映させながら段階的に分析を行い、各段階での分析内容からも知見が得られる反面、高い専門知識やスキルを求める分析手法(例：統計解析)

多くの種類の項目を持つデータを様々な視点から非定型に分析する場合、(1)の手法では分析の視点ごとに、どのような方式でデータを入力し結果をどのように解釈すればよいかを分析者が考案する必要がある、分析手法に関する知識が必要となる。したがって、多項目データの非定型な分析では、分析の過程で意図を反映させることを前提とし、分析手法に関する知識を要しない(2)の分析手法を用いることが多い。この場合、大量のデータの中から注目すべき部分を発見するために、繰り返しデータの抽出条件を変更し確認するという煩雑な試行錯誤が必要となる。分析作業の負荷を軽減するため、例えばOLAP(OnLine Analytical Processing)ツールを使用することで、試行ごとの手間を軽減することができる。

当社では、先に述べた(1)、(2)の手法の長所を取り入れ、操作が容易で、かつ詳細な知見が得られるデータマイニング手法として、分析の各過程で発生する複数の選択肢に対して、いずれの選択肢を選択すべきかを視覚的に表示することで、優先すべき選択肢を分析者に容易に把握させるデータ特性可視化技術(IMDS)<sup>(1)(2)</sup>を開発している。

IMDSが提供する視覚的な選択の誘導によって、専門知識不要でかつ分析者の意図を反映可能な分析が実現できる。IMDSは、分析のしやすさを追求するとともに、“特異な特性の検知”を目的として開発している。IMDSに独自に導入されている“分析誘導機能”を利用することによって、多数の分析における選択肢の中で、分析者がどの選択肢を選択すべきかを視覚的に強調して誘導するため、無駄な試行錯誤を回避し、効率的に分析を進めることができる。

なおこの技術は、目的が明確でない分析者を支援する技術ではなく、目的が明確な分析者に対し、その分析作業の効率化を支援することを主眼に置く技術である。

この技術は、主に次の点を目的としている。

- (1) 通常時には同じパターンのデータが観測され、稀(まれ)に特異な挙動を示す場合に、特異事例が発生する条

件を特定する目的(流通・製造の品質管理、建物・施設のエネルギー消費量の分析など)

- (2) 品質や利益などの指標に対して、カテゴリーを絞り込んだ場合の傾向の違いを分析(層別分析)する目的(商品ごとの売上げ分析、年齢層ごとの健康管理など)

## 2. IMDSの特長

### 2.1 概 要

IMDSは、操作の簡略化に主眼を置いたレイアウトによって、分析手法に関する知識を必要とせずに目的に沿った分析を可能とするソフトウェアである。平均的・一般的な傾向を逸脱する特性を持つ部分データは、分析する価値が高いという方針で、選択肢の中で最も知見が得られると判断される選択肢を強調表示し、目的に合致した分析が得られるように誘導して、分析者をサポートする。IMDSは次のような特長を備えている。

- (1) 膨大なデータを遅延なく集計する即時性
- (2) 分析の要所を評価し視覚的に強調する視認性
- (3) 試行錯誤にかかる作業負荷を軽減する操作性

### 2.2 技 術 内 容

IMDSは、分析業務における対話処理に必要な視認性や操作性を確保するユーザーインタフェース技術<sup>(1)</sup>を特長としたソフトウェアである。特長は次の3点である。

#### (1) 即時性

データ抽出条件の変更による再集計を効率的に行う省メモリ高速集計技術によって、集計・評価処理にかかる負荷を軽減し、操作ごとの即応性を実現した。

省メモリ高速集計技術では、起動時に中間集計値を算出し、起動後に指定される集計的に条件に応じて、差分的に新たな集計値を算出することで、既存ツールとの実測比数十倍の高速集計を行い、対話的高速性を確保する。

#### (2) 視認性

基準となる特性と、部分データの特性との違いを定量的に評価する分析誘導技術によって、特性の違いが大きいほど、絞り込み条件に対応するボタンの色を濃く表示し、各条件の重要度を分析者に視覚的に提示する。

#### (3) 操作性

抽出条件に対応するボタンや制御アイコンを一画面に配置することで、最小限の操作でデータ分析を可能とするユーザーインタフェースを提供する。

図1に示すインタフェースの右上部に、タイルのようにボタンが並んでいるGUI(Graphical User Interface)部分が、集計対象のデータを絞り込む条件を選択する部分である。例えば“月”の行の“8”のボタンを押すと、データは8月に観測されたデータのみ絞り込みがされ、瞬時に右下のグラフに反映される。



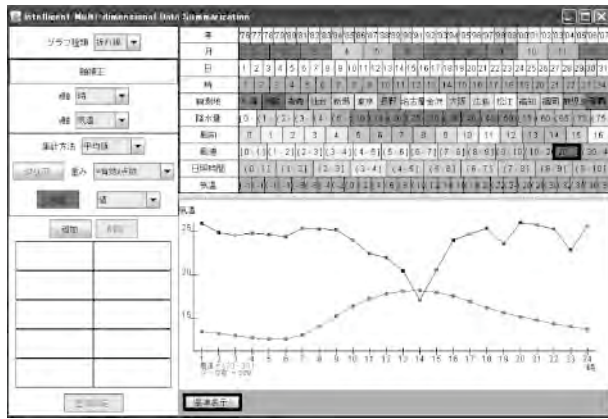


図 1. IMDS インタフェース例

表 1. 分析対象アメダスデータ諸元

データ内容	アメダス観測気象データ
観測期間	1976年 1 月 1 日～2007年12月31日
観測地点	16地点(札幌, 釧路, 青森, 仙台, 新潟, 東京, 長野, 名古屋, 金沢, 大阪, 広島, 松江, 高知, 福岡, 鹿児島, 那覇)
測定間隔	1 時間ごと
測定項目	5 項目(降水量, 平均風速, 風向, (平均)気温, 日照時間)
データ数	3,062,379 レコード
ファイル形式	CSV形式 (98,143,773 バイト)

年	月	日	時	観測地	降水量	風向	風速	日照時間	気温
1976	12	1	2	東京	0	11	0.2	0	6.0
1976	12	1	3	東京	0	12	0.3	0	5.2
1976	3	17	5	名古屋	2	1	0.2	0	10.0
1976	3	17	6	名古屋	3	16	0.2	0	10.0
1977	5	15	8	福岡	0	1	0.6	0	13.2
1977	5	15	9	福岡	0	1	0.7	0	13.5
1977	6	8	12	高知	0	7	0.4	1.0	25.1

図 2. CSV データ例

### 3. 分析例

#### 3.1 気象データによる分析例

気象データは、観測結果そのものの広報や、過去に蓄積されたデータの解析による予報など、最も古くから取り扱われ、一般生活で触れる機会の多いデータの一つである。近年でも、気象データを小売店のPOSシステムと連携させ客足予測に活用したり、異常気象に起因する損害を補填(ほてん)する天候デリバティブが金融商品として市場を拡大したりするなど、気象データの重要性は増す傾向にある。

ここでは、気象データを用いて分析の流れについて述べる。30年分16観測地点からなる、時別のアメダス気象データ<sup>(3)</sup>(表1)を用いたIMDSによる異常気象分析の例を示す。

図2に示すような汎用(はんよう)的な形式のCSV(Comma Separated Values)ファイルからデータを読み込み、300万レコードのデータに対し、1 GHz 程度のCPU(Central Processing Unit)のノートパソコン上で、各集計操作が1秒以内に完了する高速性を実現し、対話的な処理を可能とする。

ここでは分析の一例として、“気温に関する異常気象”

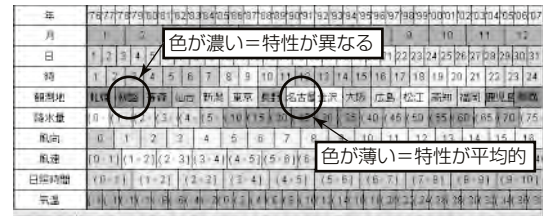


図 3. 月別気温変化に関する異常候補評価



図 4. 年ごとの特異性可視化結果

を抽出する。30年間の全国のデータから求めた、月ごとの平均気温の推移を通常の気温推移ととらえ、そこから逸脱する気温変化が発生した年の絞り込みを行う例を示す。

月別の気温推移を観測中に、“評価”機能を実行すると、条件を絞り込むボタンの色が、それぞれ図3のように、様々な濃淡で彩色される。この濃淡が、各条件への絞り込みによって、どの程度特性が変化するかを表現している。

図3では、“観測地”の“釧路”や“那覇”の色が濃いことが確認できる。濃い色に対応するボタンに対応する条件に絞り込むことで、平均と異なる特性を確認できる。

一方、釧路や那覇が全国平均と異なる気温推移をすることは既知の事実であるため、当初の目的どおり、異常気象であった年の分析に注目する。年による気温推移の特性の差は、観測地による差より小さいため、年を示す項目の色は薄い、図4のとおり注目したい“年”項目で相対的に色が濃い(特性が異なる)年が1984年であることがわかる。

図5に、年を1984年に限定した集計結果を示す。図を確認すると、1～3月の気温が30年間の平均と比べて3度近く低いことが確認でき、この年が例年に比べて特に冬の気温が低い異常気象であったことがわかる。実際、当時の報道でも平均最高気温が昭和になって最低を記録するような“寒冬”であったことが報じられる異常気象であった<sup>(4)</sup>。

本来ならば、単に年に注目して異常気象を探索する場合でも、30年間の各年を一つ一つ確認していかなければ、このような事例を発見できない。事前処理で優先度を可視化することで、通常と異なる箇所を優先的に分析することが

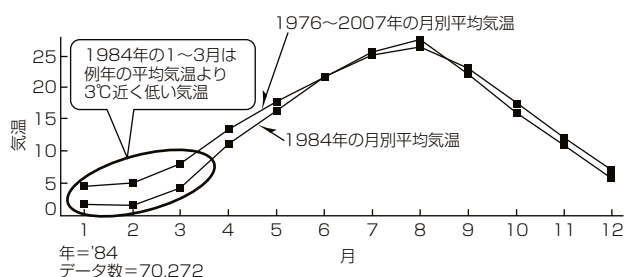


図5. 平均的月別気温推移と1984年の月別気温推移

可能になる。一定の作業量の範囲内での分析業務で、従来の広く浅い分析から狭く深い分析へと移行することで、より質の高い分析作業を実現することができる。

ここで述べた分析例では、最も特性が異なると判定された“観測地”の“釧路”や“那覇”よりも、“年”の中で相対的に特性の異なる点に注目した。分析の目的を定め目的に応じて重視する項目を適宜選択することが、分析の手法の選択と同等に重要である。

### 3.2 その他応用例

IMDSは汎用的なデータ形式からの可視化が可能であるため、次のような種々の応用が考えられる。

#### (1) 省エネルギー施策の検討

建物の電力消費情報から、不適切なエネルギー消費をしている場所・部署を洗い出し、効率的に環境整備や指導などを行い、一層の省エネルギーを実現することを目的とした分析に活用できる。例えば、フロアごと、消費機器ごと、日時ごとに区別し収集されたエネルギー消費データを基に、IMDSを使用して全体の平均的消費から逸脱する条件を洗い出す。その結果、対象の事業所の消費エネルギーから、例えば冬季に月曜日朝の空調消費電力が高い傾向が観測された場合に、サーバ類の時差起動による消費電力ピークの解消施策を実施するなどといった対策の立案が可能となる。

#### (2) 品質管理

製造業やインフラ系公共機関における生産物管理や設備管理では、個々の事象の特性は現場で経験的に把握しているものの、多数の要因が影響することによって、単純に予想された効果が現れないことがあるという課題がある。こ

の課題に対応するために、定期的に生産物や設備の状態を測定し、その結果を蓄積して、過去の実績に基づく管理を行うことで、生産物や設備の評価基準を確立するアプローチをとることが望まれる。IMDSを用いることで、分析時の条件と同じ条件の過去実績を参照することが容易であるため、適切な処置を短時間で実施することが可能である。これによって、生産の歩留りや改善処置が必要最小限に抑えられ、生産性の向上が見込まれる。

## 4. む す び

データマネジメントでは、データの発生から取得、収集、管理、統合を経て、分析・可視化を通じて活用に至るデータライフサイクルが存在し、分析・可視化技術は活用現場に最も近いフェーズに位置する。

IMDSは、そのフェーズの中でもデータ全体を見通して特異な特性が発生している時期・箇所を特定することを可能とし、そこを足掛かりに詳細な分析を行うことで、目的の知識までの試行錯誤を最小に抑えて大きな成果・発見をもたらすことに寄与するものである。

IMDSは、現状では基本的に汎用ソフトウェアとして開発しているが、分野ごとに固有の課題に対して、より効果的な分析支援が可能となるよう、引き続き技術開発を進めていく。

## 参 考 文 献

- (1) Lesh, N. B., et al.: Interactive Data Summarization, An Example Application, Advanced Visual Interfaces (AVI), 183~187 (2004)
- (2) 藤野友也, ほか: データ特性可視化による分析システム, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, 2005年情報・システム(1), 27 (2005)
- (3) 財気象業務支援センター: アメダス年報  
<http://www.jmbc.or.jp/>
- (4) 異例づくめ“寒冬”裏付け, 読売新聞夕刊, 14 (1984-2-29)

# 大規模日本語Webアーカイブの構築とその分析

田村孝之\*  
喜連川 優\*\*

*Building a Large-scale Japanese Web Archive for Societal Analysis*

*Takayuki Tamura, Masaru Kitsuregawa*

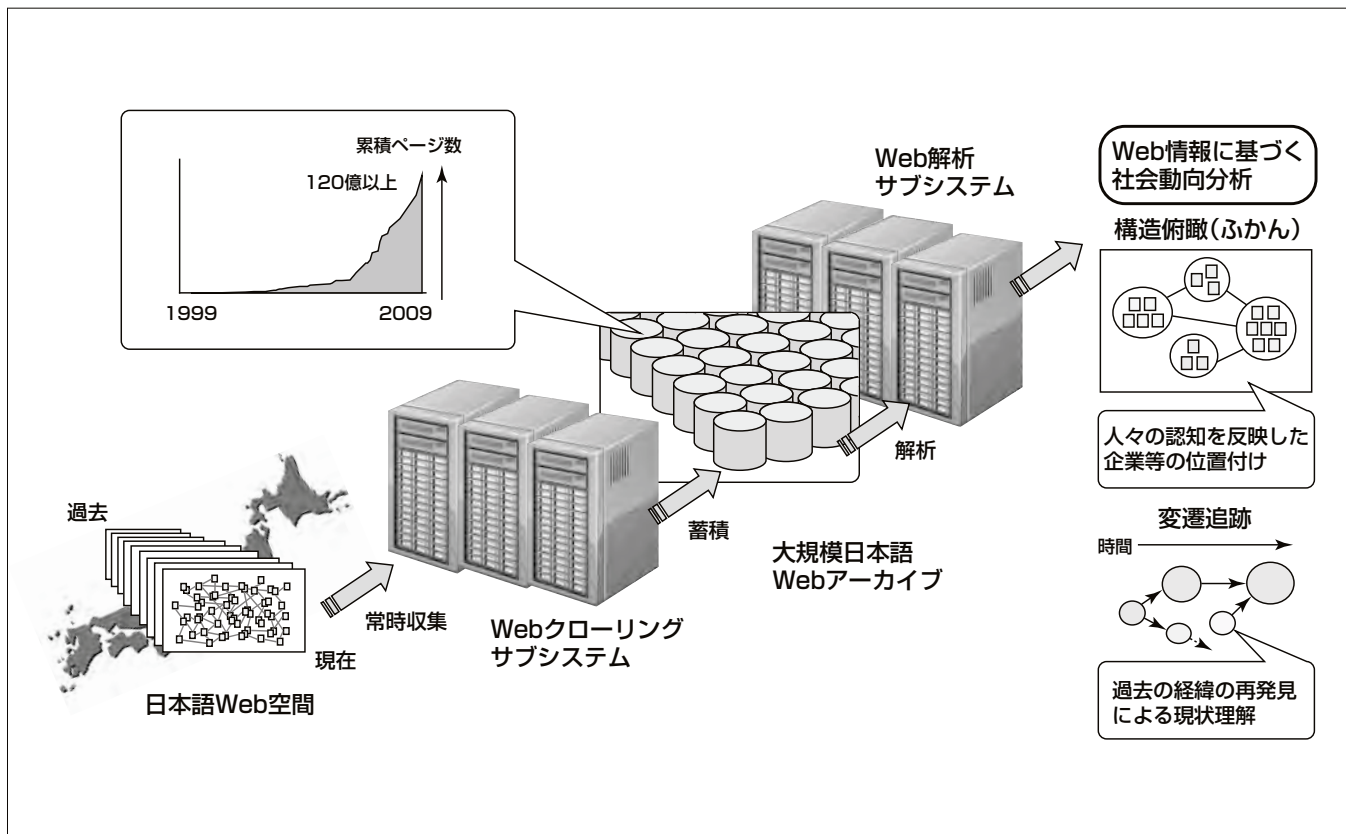
## 要 旨

三菱電機では、東京大学との産学連携研究を通じWebの情報構造や時間変化の解析に基づく社会動向分析の実現に取り組んでおり、その基盤として、日々変化するWeb情報を蓄積した大規模日本語Webアーカイブの構築に携わってきた。Webは実世界の様々な事象を即時に把握するには不可欠のメディアであるが、現行の検索エンジンは数十億のWebページから選択した数十件をリストアップするにすぎない。複数のWebページを内容の関連性に基づいてグループ化し、グループ相互のつながり(情報構造)を視覚化するとともに、過去から現在に至る情報の発展・伝播(でんぱ)過程を提示することで、Web情報のより高度な活用が可能になる。

膨大なWeb情報に様々な分析手法を適用する上で重要となるのが、分析対象データへの自在なアクセスを提供するWebアーカイブ基盤である。Webアーカイブ基盤はデ

ータの格納・検索に止まらず、能動的なデータ収集をも司(つかさど)る。10億ページ規模の日本語Web空間の日々の変化をとらえるため、ページごとの過去の更新傾向を学習し、個別の周期で更新チェックを行う可変周期収集を実現した。10年間にわたる累積ページ数は120億を超えている。

Webアーカイブは、学術・文化資産としての価値も高いが、企業の観点からは個人ブログ等に記述された製品やサービスに対する感想や要望、生活における価値観を分析し、意思決定に活用することが期待される。これまで、複数の協力企業とともにマーケティングリサーチへの活用や、CSR(Corporate Social Responsibility)活動の一環としての社会風潮の把握、リアルタイムでの注目話題分析等の応用における有効性を確認してきており、三菱電機インフォメーションテクノロジー株(MDIT)による事業化を準備中である。



## 大規模日本語Webアーカイブに基づく社会動向分析

大規模日本語Webアーカイブは日本語Web空間の情報を絶えず収集し、過去10年にわたる120億ページ以上の情報を蓄積した巨大データベースである(東京大学喜連川研究室内に構築)。Webアーカイブから人々の意識や過去の経緯を読み取ることによって、実社会の動向に関する深い分析が可能になる。

\*三菱電機株 情報技術総合研究所(工博) \*\*東京大学(工博)



## 1. ま え が き

三菱電機では東京大学との産学連携プロジェクト<sup>(注1)</sup>を通じ、Webを人間の社会活動を捕捉(ほそく)するセンサととらえ、その情報の解析による新たな価値創出を目指すSocio Senseシステム<sup>(1)</sup>の開発に携わってきた。Web上では企業や行政、著名人から一般人に至るまで様々な主体による情報発信が刻々と行われており、閲覧者の意思決定に重要な影響を及ぼすとともに、商品やサービスの購入が行われ、オークションやアフィリエイト広告が個人の収入源となるなど、直接的な経済活動も盛んである。今やネット上で過ごす時間は実生活の一部とみなす方が自然であろう。

Web上の情報を分析する取り組みは多いものの、広く実用に供されているツールは検索エンジンしかないのが実情である。検索エンジンはインデックス規模の拡大やランキングアルゴリズムの改良を通じ、通常必要とする情報にはほぼ1ホップで到達できるという安心感を与えるに至った。しかし、検索エンジンは本質的には数十億のWebページから検索結果の上位数十件程度をリストアップしているにすぎないため、特定のページに到達することではなく、ある分野について概観することが目的の場合、情報全体の直感的な把握を目指したシステムが望ましい。また、現時点の情報をありのままに提示されただけではそれ以上理解が深まらないこともある。このような場合、過去にさかのぼってどのような経緯で現在の姿に至ったかを示すことが糸口となることが多い。

このような観点から、Socio Senseシステムでは情報構造の大局的な俯瞰(ふかん)と時間変化の追跡を実現するための研究開発を行った。分析の基盤として不可欠となるのが、過去のWeb情報を網羅的に蓄積したWebアーカイブである。

## 2. 大規模日本語Webアーカイブの構築

### 2.1 構築実績

Web上の情報は絶えず発生・変化・消失を繰り返しており、過去の状態を復元し、時間変化の解析を可能にするには、Webデータを常時収集(クローリング)し、長期にわたって保存し続ける必要がある。Socio SenseシステムにおけるWebアーカイブは、1999年のWebスナップショット以降、10年間にわたる120億ページ分の情報を蓄積するに至った。図1はその累積ページ数の推移である。

世界最大のWebアーカイブ保有機関は米国Internet Archive(IA)であり、1996年以降Web全体を対象に累積1,500億ページを持つとされている。IAは自らを図書館と位置付け、文化資産としてのWeb情報の保全を主眼とし

(注1) 文部科学省“e-Society基盤ソフトウェアの総合開発”(2003～2007年度)

ているが、Socio Senseシステムでは情報の分析による価値創出を目指し、対象を日本周辺に限定する代わりに、分析手法の高度化、分析結果の検証に注力してきた。1999年に東大でクローリングを開始した際は.jpドメインのみを対象としたが、その後Webページで使用されている文字集合を手掛かりに動的に収集範囲を制御する技術を開発し、.com上の日本語ページまでも含めた収集を実現している。

また、日本の国会図書館によるWARP(インターネット情報選択的蓄積事業)を含め、各国国立図書館を中心とするWebアーカイビングプロジェクトも進められている。これらのプロジェクトでは網羅性に比してコレクションの再現性やテーマ性が重視される傾向にあり、収集対象サイトの選定や収集結果のチェック等で人手を介在させることが多い。

### 2.2 Webページ可変周期収集技術

Webページの更新頻度は様々であり、ニュースサイトのように日々更新されるものもあれば、1年に一度程度しか更新されないものも多い。実際に多数のWebページを観察した結果は図2のようになっており、更新間隔は幅広く分布していることが分かる。

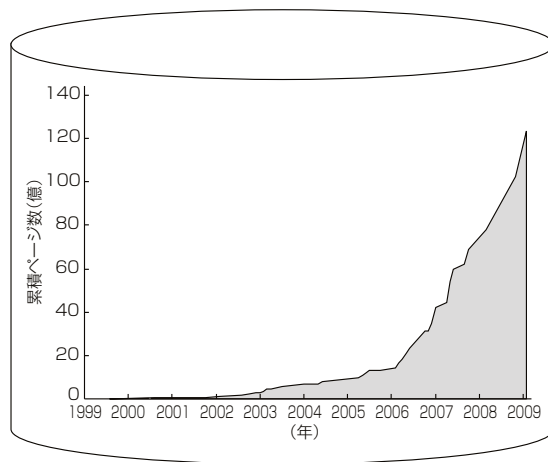


図1. 日本語Webアーカイブにおける累積ページ数推移

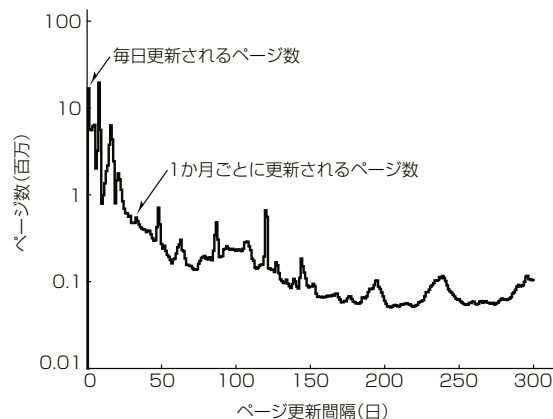


図2. Webページ更新間隔の分布

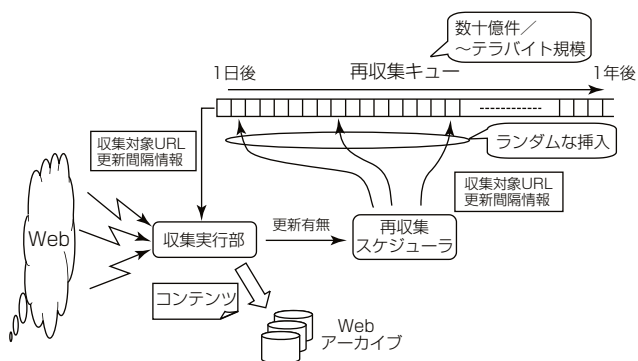


図3. Webページ可変周期収集

WebアーカイビングではWeb全体の一括収集を一定期間ごとに繰り返すことが一般的であるが、数十億ページの収集を1か月未満の周期で繰り返すことはシステム性能上難しく、日々の情報の変化をとらえることはできない。そこで、観察した各ページの更新間隔に基づき、ページごとの収集間隔を個別に制御する可変周期収集技術を開発した<sup>(2)</sup>。Webページ可変周期収集では、図3に示すように収集対象のURL (Uniform Resource Locator) を収集期日順に保持する再収集キューが中心的な役割を果たす。収集実行部は再収集キューから期日に達したURLを取り出し、Webサーバからのコンテンツ取得とWebアーカイブへの格納を実行する。一方、再収集スケジュールは、取得したコンテンツが以前と異なっているかどうかに基づいて更新間隔を修正した上で、再収集キューの適切な位置に当該URLを再度投入する。

可変周期収集を実際に適用する上では、スケジュールによる更新間隔の推定アルゴリズムよりも、更新間隔情報を含むURLごとの制御情報の管理コストが問題となった。日本周辺の数十億ページを対象とすると、それぞれに対する制御情報の総量はテラバイト規模に達し、従来型のDBMS (Database Management System) では定常的に発生するランダムアクセスによる性能低下が著しかった。開発した日本語Webアーカイブでは、制御情報のデータベース自体をキュー構造とし、キー(URL)に基づくアドホックアクセスのコストと引換えに、定常動作時のアクセス性能を大幅に向上させることに成功した。

### 3. Webアーカイブに対する分析

#### 3.1 業界連関図の抽出とその追跡

Webの情報構造俯瞰によって、指定したトピックにおける主要プレーヤーや関連トピックの発見が可能になる。Webページを単位とすると全体の把握が難しいため、ページ間のリンクの稠密(ちゅうみつ)性に基づいて関連ページ群をWebコミュニティとしてグループ化し、コミュニティを単位に相互の関連速度に基づいて二次元上に配置して視覚化を行っている。

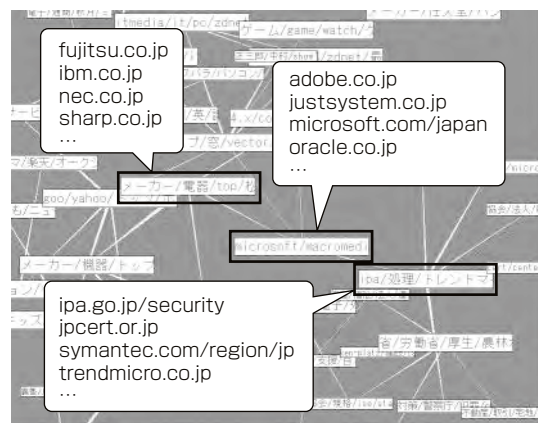


図4. コンピュータ業界における連関図抽出結果



図5. 銀行業界の時間推移

トピックとして産業分野を指定すれば、当該分野における企業の連関図に相当する結果が得られる。図4はコンピュータ業界に関する連関図を抽出した例である。左上にハードウェアベンダーのサイト群からなるコミュニティが存在し、それと隣接してソフトウェアベンダーのサイト群からなるコミュニティが見つかり、さらにセキュリティ情報及びセキュリティソフトウェアベンダーのサイト群からなるコミュニティに接続されていることが分かる。セキュリティソフトウェアベンダーが一般的なソフトウェアベンダーのコミュニティではなくセキュリティ関連コミュニティに属しているのは、アルゴリズムが周辺ページ(個人ページ等も含む)からのリンクに基づいて導出した結果であり、企業自身の言明より社会的な認知を強く反映した形になっている点が重要である。

図5は銀行業界の中心的なコミュニティに着目し、異なる時点での抽出結果を時間順に左から右に並べたものである。異なる時点のコミュニティを接続しているのは、共通するメンバーサイトである。1段目の行は都市銀行のサイト群からなるコミュニティを表している。2段目を見ると、2001年に新たなコミュニティが発生したことが分かる。このコミュニティに属しているのはこの年に多数生まれたインターネット銀行のサイト群である。この時点では、都市銀行とは明らかに異なる存在として認知されていたと言える。しかし、時間の経過を追って右側を見ていくと、2003年には1段目の都市銀行コミュニティと一体化していることが分かる。このころには一般の都市銀行もインターネット銀行と同様のサービスを提供するようになり、リンクを

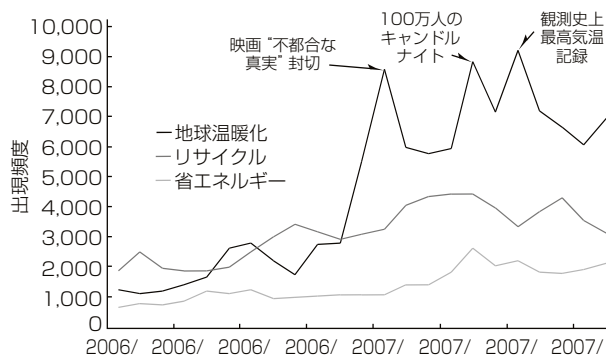
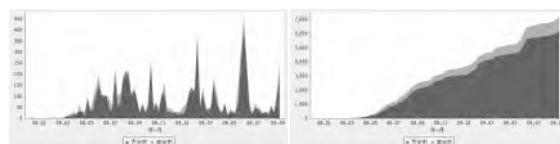
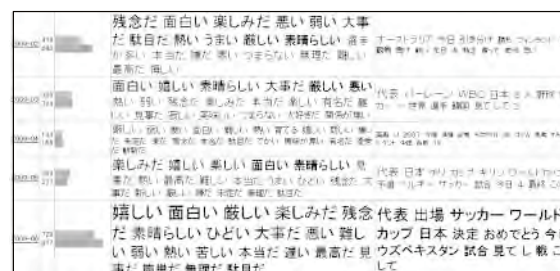


図6. 環境問題関連キーワードの出現頻度推移



好評(薄)・不評(濃)書き込み数の推移(右は累積値)



好評・不評書き込みの例

図7. 好不評表現分析結果

張る際に明確に区別されることが少なくなったためと考えられる。これは、Webが社会意識のセンサとして有用であることを示している。

### 3.2 関心の時間推移分析

Web検索に時間軸を加味すると、特定のキーワードにヒットするページ数がどのように変化してきたかを把握することが可能になる。図6は環境問題に関するいくつかのキーワードに対するヒットページ数の推移を示したものである。これらの中で最も出現数が多いのは“地球温暖化”であるが、“リサイクル”を大きく上回るに至った契機は、映画“不都合な真実”の公開であったことが分かる。また、この言葉はこれ以降、夏至や冬至におけるキャンドルナイトのイベントや最高気温の記録更新などのニュースに伴って、最も想起されやすいキーワードとなっていることも読み取れる。また、Web上で人気を博し、実世界の書籍として出版されてベストセラーとなった“生協の白石さん”のケースについても同様に過去の経緯を解析したところ、最終的に多くのリンクを得ていたサイト自体は後発であったことなども分かった。Webアーカイブによって過去の事実を保存しておくことで、ブーム到来後に確認しようとしても難しい経緯の再発見が可能になったと言える。

### 3.3 好不評表現の分析

企業が自社の製品やサービスの認知度を調査する際には、その関心が肯定的なものであるか否定的なものであるかが重要である。ブログ等を通じて現れた個人の主観は、ブログ筆者の嗜好(しこう)を示すだけに止まらず、そのブログを見た多数の閲覧者に影響し、その行動を左右する可能性もある。

Web上のテキスト情報全体から好評・不評表現を自動的に抽出するには、それらの言語表現(“素晴らしい”“今一つ”など)を登録した辞書が必要となる。精度の高い辞書の作成には人手がかかり、Web上の多様な言語表現に対応しきれないことが課題であったが、Webアーカイブ全体から評価表現を学習する手法を開発し、大規模な辞書の自動構築を実現した。図7は、構築した評価表現辞書を適用して実施した好不評表現の分析結果を示したものである。

好評表現及び不評表現の書き込み数、及び具体的な表現例を色分けして示している(実際には赤色と青色)。ここではサッカー日本代表に対する書き込みを例に挙げたが、企業では自社の製品やサービス、広報活動に対して定常的に好不評表現の監視を行うことで、不具合に対して早期に対応するとともに、新たなニーズの芽を発見することが可能になる。

## 4. む す び

大規模日本語Webアーカイブとその分析システムについて述べた。10年にわたって集積してきた120億ページ以上のWebアーカイブは、日本のWeb文化の記録であると同時に、社会現象や消費行動を読み解くための手掛かりを秘めた貴重な資産となっている。Webの情報は爆発的な増加を続けており、動画等の非テキストメディアの比重も増しつつある。今後もWebの姿を確実にとらえ、蓄積していくための収集技術及び格納・検索技術の高度化が必要である。

Webアーカイブ分析手法のうち、企業向けに有用なものについてはMDITで事業化の準備を進めており、食品や日用品等のメーカー、広告・マスコミ等の業界に向けた分析を試行してきた。一方Webの情報は多様であり、本稿で述べた分析手法のほかにも検証すべきアプローチは多い。今後、各分野の専門家やユーザーとの連携を通じ、更に分析を深めていきたい。

## 参 考 文 献

- (1) 喜連川 優, ほか: Socio Sense: 過去9年に及ぶWebアーカイブから社会の動きを読む, 情報処理, 49, No.11, 1290~1296 (2008)
- (2) 田村孝之, ほか: 大規模Webアーカイブ更新クローラにおけるスケジューリング手法の評価, 電子情報通信学会論文誌, J91-D, No.3, 551~559 (2008)



# 企業データをトータルに活用する データセントリックソリューションDS

荻野 正\*  
撫中達司\*\*

Data Centric Solution DS

Tadashi Ogino, Tatsuji Munaka

## 要 旨

企業活動とIT技術が切り離せなくなった今、企業の持つデータを中心に据えることで情報システムを最適化する考え方が広まっている。三菱電機インフォメーションテクノロジー(株)(MDIT)では、企業に蓄積されたデータの連携・統合・活用を効果的に実現するために、“データセントリックソリューション<sup>(注1)</sup> DS”を提供している。データセントリックソリューションDSは、三菱電機の持つ最先端のデータマネジメント技術を、エンドユーザーが容易に利用できるようにソリューションの形に製品化したものである。

データ分析プラットフォーム“DIAPRISM”は、超高速検索技術を製品化したもので、1億件のデータをわずか3秒で検索することが可能になっている。

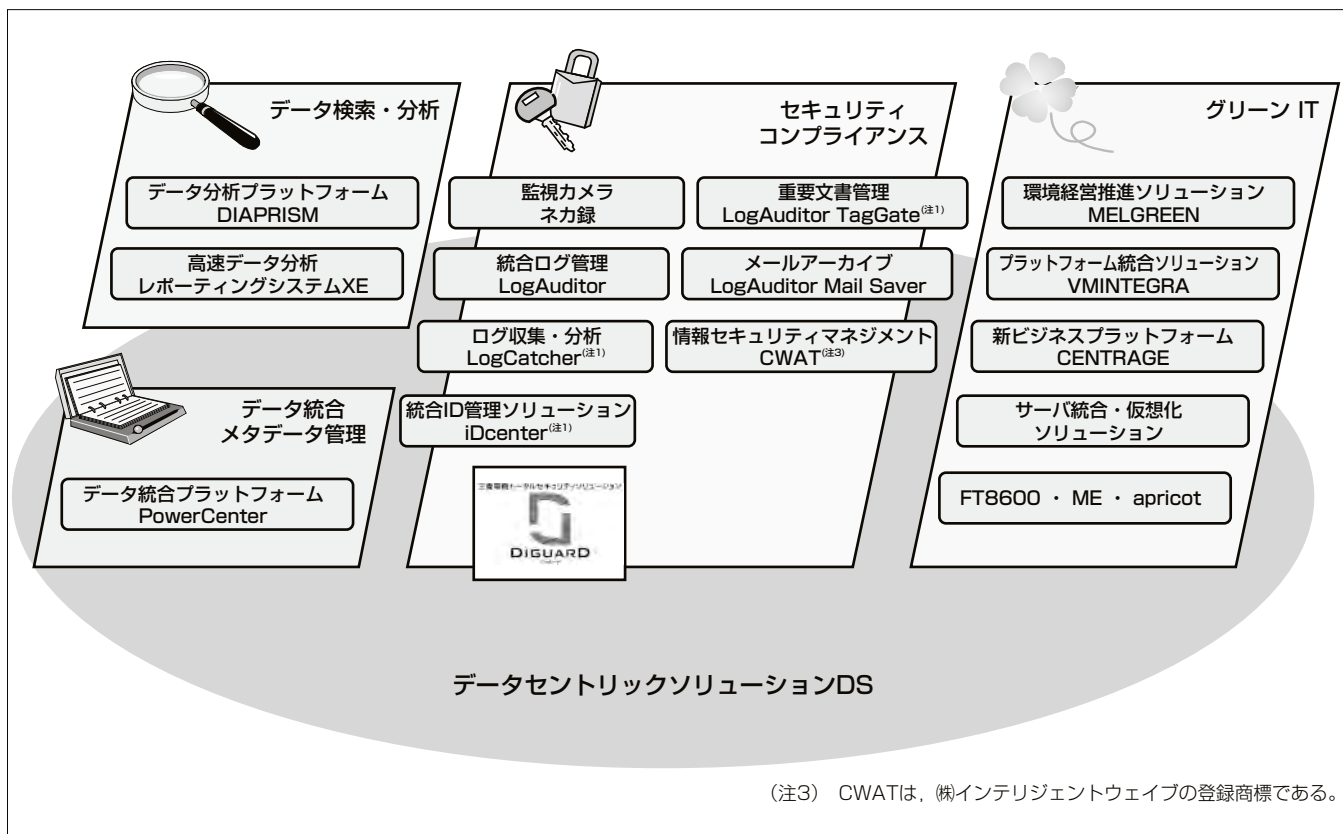
(注1) データセントリックソリューション、LogAuditor、ネカ録、LogCatcher、iDcenter、LogAuditor TagGateは、三菱電機インフォメーションテクノロジー(株)の登録商標である。

統合ログ管理ソリューション“LogAuditor<sup>(注1)</sup>”は、追記型データベースの高速処理技術を情報システムなどのログ管理に適用したソリューションである。LogAuditorソリューションは、様々なログに適用可能で、メール管理に最適化した“Mail Saver”や、監視カメラソリューション“ネカ録<sup>(注1)</sup>”、重要文書管理“TagGate”などのセキュリティソリューションとしても提供している。

企業内に蓄積されたこれらの複雑なデータを統合し、一元管理するためのソリューションが“PowerCenter<sup>(注2)</sup>”である。異種データの結合や、加工、集計などの処理をGUI(Graphical User Interface)で簡単に開発可能である。

このような企業向け各種ソリューションをオールインワンで実現するための中堅企業向けプラットフォームとして“VMINTEGRA”“CENTRAGE”を提供している。

(注2) PowerCenterは、Informatica社の登録商標である。



(注3) CWATは、(株)インテリジェントウェイブの登録商標である。

## データセントリックソリューションDS

企業に蓄積されたデータの連携・統合・活用を効果的に実現するためのソリューションである。最先端のデータマネジメント技術を利用して、データの生成から統合、連携、分析、交換、そしてデータ破棄までを効果的に実現するための製品・サービス群をそろえている。

# 1. ま え が き

企業活動とIT技術はすでに切り離されないものになっているが、IT技術を単に便利なツールとして導入するだけでなく、企業活動全体の中でITがどうあるべきかを整理するために、EA(Enterprise Architecture)のフレームワークを用いることが一般的になってきた。そうして“いかにデータを経営に活用していくか”が企業の情報システムの価値を高めるために重要であるとの認識が深まり、データを中心に据えて情報システム全体の最適化を図りたいとの要求が強くなっている。

MDITでは、企業に蓄積されたデータの連携・統合・活用を効果的に実現するために、“データセントリックソリューションDS”を提供している。データセントリックソリューションDSは、この特集号で紹介している最先端のデータマネジメント技術を製品化・体系化し、大企業から中小企業までのエンドユーザーに簡単に使ってもらえるようなソリューションとして提供するものである。

本稿では、データセントリックソリューションDSの全体概要と、各ソリューションに最先端技術がどのように利用されているかについて述べる。

## 2. データセントリックソリューションDSとそのソリューション群

Enterprise Architecture(EA)とは、組織の構造と機能を記述するための手法であり、企業活動とIT技術を整理するときに有効な方法である。EAでは、組織の構造をビジネスアーキテクチャからテクノロジーアーキテクチャまでの4つのレイヤに分けて考える。データセントリックソリューションDSでは、図1のようにこのうちのデータアーキテクチャに焦点を当て、データの生成から統合、連携、分析、交換、そしてデータ破棄までを効果的に実現するための製品・サービスを提供している。

次に、データセントリックソリューションDSに含まれる各種製品群について述べる。

### 2.1 DIAPRISM

DIAPRISMは、1億件のデータをわずか3秒で集計・検索するチューニング不要の超高速検索技術をベースに、

三菱電機・MDITが提供する  
 “データを中心とした全体最適システムのソリューション”

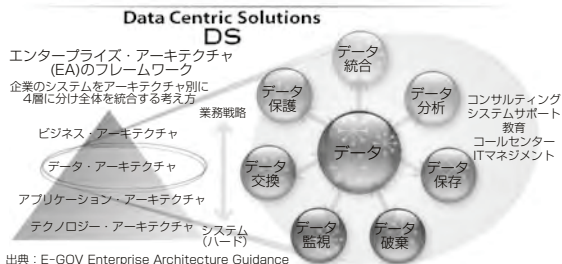


図1. EAとデータセントリックソリューション

高機能ETLツール<sup>(注4)</sup>とMicrosoft Excel<sup>(注5)</sup>アドインの分析ツールを標準装備したオールインワンのデータウェアハウスシステムである。他社分析ツールやレポートングツールとの連携も可能である(図2)。

### 2.2 LogAuditor

LogAuditorは、追記型データベースの高速処理技術を情報システムなどのログ管理に適用したソリューションである。日々大量に出力される様々な形式のログを一元管理し、定型レポートの作成や、セキュリティ・インシデント発生時の追跡や問題点の把握など、自由な切り口でログを検索・分析できる。内部統制の有効性評価や監査業務の効率化、ストレージコスト抑制に有効である(図3)。

LogAuditorは、各種情報ログやセンサデータも容易に扱うことが可能である。メールログと組み合わせた“LogAuditor Mail Saver”，ICタグデータを扱う“LogAuditor TagGate”について次に述べる。

- (注4) ETLツールとは、データの抽出(Extract)，加工(Transform)，書き出し(Load)を容易に行うツールの名称である。  
 (注5) Microsoft Excelは、Microsoft Corp.の登録商標である。



- (注6) PowerPlayは、IBM Corp.の登録商標である。  
 (注7) Hyperionは、Hyperion Solutions Corp.の登録商標である。  
 (注8) Business Objectsは、Business Objects SAの登録商標である。  
 (注9) HITSENSERは、(株)日立製作所の登録商標である

図2. DIAPRISM

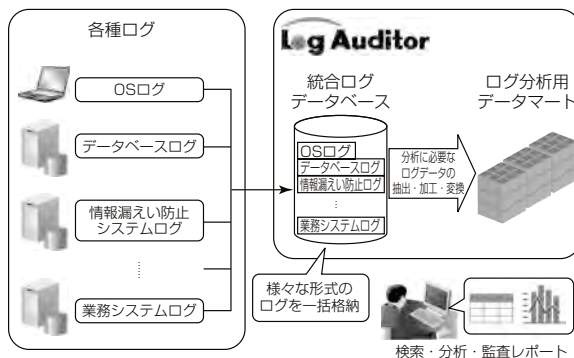


図3. LogAuditor

## 2.2.1 LogAuditor Mail Saver

LogAuditor Mail Saverは、LogAuditor技術をメール管理に特化させたソリューションである。表記の揺れにも対応した全文検索機能は、1テラバイトのメールデータをわずか1秒で検索可能である。圧縮蓄積やロール管理、時系列単位のバックアップなど運用コストを削減する各種機能のほか、改ざんチェック機能によって真正性も保障している。導入時の煩雑な設定作業を簡易化したアプライアンスモデルも提供している(図4)。

## 2.2.2 LogAuditor TagGate

LogAuditor TagGateは、重要文書に張り付けしたUHF(Ultra High Frequency)帯RFID(Radio Frequency Identification)タグを読み取ることで、重要文書の貸出し返却管理、棚卸し、不正持ち出し検知を行う“重要文書管理ソリューション”である。文書の取扱いや棚卸し、不正持ち出等の履歴をログとしてLogAuditorに集積することで、他のログと合わせた総合的な重要文書の監視や分析をすることができる(図5)。

## 2.3 MELGREEN

MELGREENは、オフィスビルや工場、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、省エネルギーや温暖化対策等、環境負荷軽減に必要な情報を最適な形式・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。現状の温室効果ガス排出状況等を統合分析するとともに、環境対策の効果を“見

える化”し、PDCA(Plan Do Check Action)サイクルを回すことによって環境負荷を低減し、かつコストの削減を同時に実現する(図6)。

## 2.4 PowerCenter

PowerCenterは、企業内の複雑なデータの流れを一元管理するETLツールで、データの結合や集計などの処理をGUIで簡単に開発可能である。圧倒的なデータ処理性能とダウンタイムを最小化する高可用性によって、全社規模のデータ統合を実現している。

さらに、データ特性可視化技術を適用して、全社レベルのメタデータを統合管理し視覚化することで、ユーザーは類似の処理や冗長なデータの存在を把握し、システム統合によるデータ管理コストの削減、データ品質の向上を図ることができる(図7)。

## 2.5 中堅企業向けソリューション群

次に、主に中堅企業向けに提供している代表的なソリューションについて述べる。

### 2.5.1 高速データ分析レポートシステム XE

XEは、基幹システムに構築された管理帳票出力業務を代替して、データ分析機能を提供するシステムである。DIAPRISM技術を応用した大規模データベース上に、複数の基幹データベースのデータを連携・蓄積することで、従来のツールでは難しかった視点や角度からの高速なデータ分析を可能としている。

### 2.5.2 統合ログ収集・分析システム LogCatcher

LogCatcherは、企業内のパソコンやサーバの形式の異

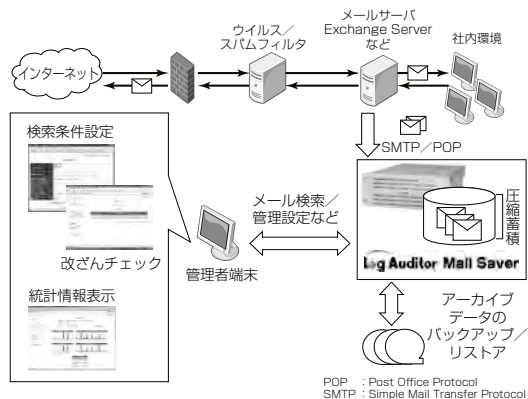


図4. LogAuditor Mail Saver

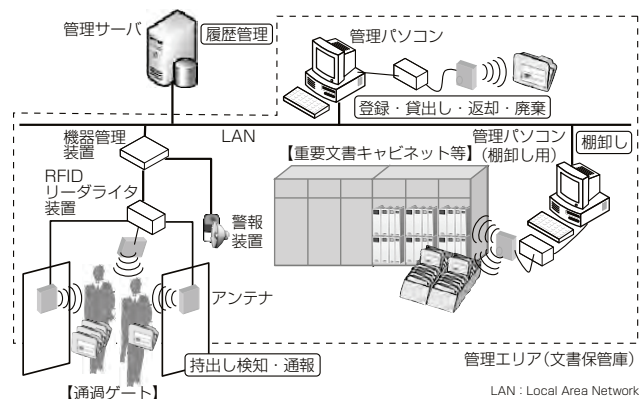


図5. LogAuditor TagGate

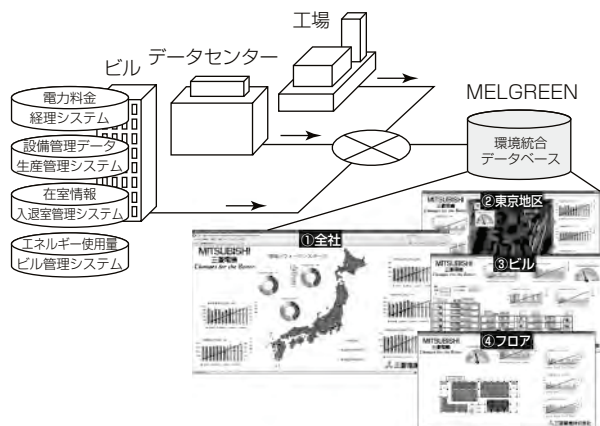


図6. MELGREEN

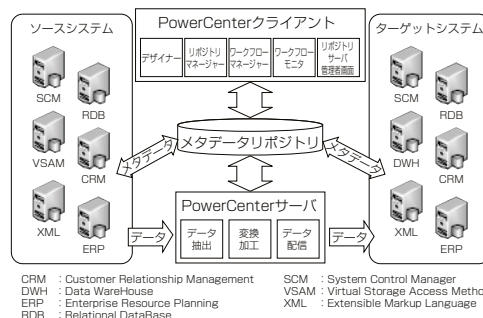


図7. PowerCenter



なる各種のログを統合的に管理し、高速に分析する製品である。セキュリティ強化や内部統制に対応するため、パソコンやシンクライアント上の操作ログを採取する製品の導入が加速している。LogCatcherは、このような製品からログを自動収集し、サーバやデータベースへのアクセスログも含めて、横断的に分析しレポートすることが可能である。また、“ルート探索機能”によって、パソコン操作ログからファイルの複製、移動等の変遷操作を時間順、逆順に辿(たど)り探索結果を出力する。これによって、機密情報ファイルの複製物の拡散(残存)状況の確認や持ち出されたファイルの元ファイルを容易に確認でき、強力な情報漏洩(ろうえい)監査ツールとなる。

## 2.6 データセントリックプラットフォーム

中堅企業向けに、データセントリックソリューションDSを含む企業向けソリューションを容易に構築できるプラットフォームソリューションも提供している。

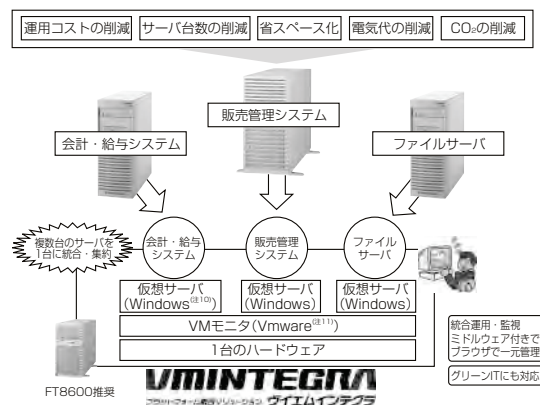
### 2.6.1 プラットフォーム統合ソリューション VMINTEGRA

VMINTEGRAは、急速に普及しつつあるサーバ仮想化を活用して、複数台のサーバを1台に統合するソリューションである。“簡単導入”“簡単運用”“安心サポート”を特長としている。特に“簡単導入”では、中堅・中小企業で採用実績の多い業務パッケージ製品を、各パッケージメーカーと共同で仮想環境上で評価し、パターン化して“VM(Virtual Machine)導入テンプレート”として用意した。これを使用することによって、ユーザーに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ができる。また、“簡単運用”として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。“安心サポート”としてサーバ統合化によって複数システムが統合化されても、従来どおり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ユーザーの便を図っている。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、省エネルギー(CO<sub>2</sub>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(図8)。

### 2.6.2 中堅企業基幹業務向けプラットフォームCENTRAGE

CENTRAGEシリーズは、中小規模システムの基幹業務でのサーバ統合を目的に、三菱電機が培ってきた拡張性・柔軟性・堅牢(けんろう)性を兼ね備えたNewビジネスプラットフォームで、実用性と抜群のコストパフォーマンスを実現する。

最新の仮想化技術を利用して、社内に散在するシステム



(注10) Windowsは、Microsoft Corp.の登録商標である。  
 (注11) VMwareは、VMware,Inc.の米国及びその他の地域における登録商標である。

図8. VMINTEGRA

やアプリケーションを一つに集約することで、高度なシステム連携を実現している。その結果、ユーザーは情報システムの全体最適化、高可用性、セキュリティの強化を推進できる。これからのビジネスに求められる“攻め”と“守り”を兼ね備えた新たなIT利活用を実現できる。

## 3. む す び

本稿では、三菱電機の最先端データマネジメント技術を利用したデータセントリックソリューションDSについて述べた。IT技術の進展によって、企業が扱うべきデータ量は加速的に増大しており、三菱電機のデータマネジメント技術は、その大量データを高速に容易に処理するための最先端の基本技術である。MDITでは、その最先端の技術を企業ユーザーが簡単に利用できるよう、使いやすいソリューションとして今後も提供していく。

## 参 考 文 献

- (1) Granz, J, F., et al.: The Expanding Digital Universe, IDC White Paper (2007)
- (2) 郡 光則, ほか: 検索機能を備えたストレージシステムによる大規模並列全文検索, 電子情報通信学会技術研究報告, CPSY-2002-47 (2002)
- (3) 郡 光則, ほか: 多種多様なログの統合管理を実現する“LogAuditor Enterprise”, 三菱電機技報, 80, No.10, 615~618 (2006)
- (4) 大塚哲史, ほか: 1000万件のメールを1秒で検索する“LogAuditor Mail Saver”, 三菱電機技報, 82, No.7, 461~464 (2008)
- (5) 松井陽子, ほか: 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”, 三菱電機技報, 83, No.7, 413~416 (2009)
- (6) 伊藤正裕, ほか: プラットフォーム統合ソリューション“VMINTEGRA”, 三菱電機技報, 83, No.7, 425~428 (2009)

# 巻頭論文

## 三菱電機グループのユニバーサルデザイン

Activities of Universal Design at Mitsubishi Electric Group

Masaki Hara, Eiko Sakayori



原 正樹\*



酒寄映子\*\*

### 要 旨

身近な家電製品からプラント施設まで広い分野の開発を行う企業として、三菱電機グループはユニバーサルデザイン(Universal Design: UD)への取り組みを環境への取り組みと同様に企業の社会的責務の一つととらえ活動している。日本はもとより、21世紀の世界で高齢化への対応は不可欠である。すべての人に平等な機会を提供するUDの理念を我々の開発の基本に据えて、社会のニーズにこたえる製品やサービスを提供していくことが重要な役割になっている。


三菱電機のデザイン研究所では、UDをデザイン品質の一基軸としてとらえ、製品の外観ばかりではなく、UDを適用することによる製品力強化に取り組んでいる。UDは、少しでも使いやすい製品やシステムを提供するための日々のデザイン開発そのものであり、また、ユーザーへのメッセージである。

UDへの取り組みは、エレベーターやトレインビジョン

などの公共機器や身近な家電製品の分野からスタートした。最近では熟練工減少など労働環境の変化を受けて、製造現場で使用する産業機器分野や、住宅設備機器の据付けや保守の分野にもUD技術を応用している。UD開発は社内確実に浸透してきている。今後、技術者・設計者と協力して設計基準に盛り込むことを目指し、基本設計に取り込む仕組みを構築する一方、デザイナーと技術者の連携を深め、画期的なUDを達成する新たなデザインにも取り組んでいく。

三菱電機グループは今後もより多くのUD製品・システムによって、できるだけ多くの人が使いやすいものづくり、生活しやすい環境づくりの実現のためにUDを推進していく。UDの研究に携わる社員だけではなく、当社のすべてのデザイナー、製品設計にかかわる一人ひとりのUD開発能力を向上させ、より新しい発想のUD製品を創出していきたい。

特集  
II





トレインビジョン


“より多くの人に使いやすいものづくり・生活しやすい環境づくり”のために




人も地球も、気持ちよく。




ユニ&エコ  
Universal design & Ecology



標準形エレベーター“AXIEZ”  
側面壁操作盤



UD開発・評価システム  
UD-Checker



ユニ&エコ事業戦略の製品事例  
蒸気レスIHジャー炊飯器  
エアコンZWシリーズ用リモコン  
BDレコーダBZ330リモコン

### 三菱電機グループのユニバーサルデザイン：公共機器から身近な家電製品まで

三菱電機グループでは、身近な家電製品から公共機器やプラント施設まで、様々な分野の開発を行っている。“より多くの人に使いやすいものづくり、生活しやすい環境づくり”のために、ユニバーサルデザイン(UD)に取り組んでいる。UD開発・評価システム“UD-Checker”という独自のツールは2004年度から開発に導入し、多くの開発者が使う人をイメージしながらUD開発に取り組んでいる。

\*デザイン研究所長 \*\*同研究所 開発企画部 研究企画グループ 専任

## 1. ま え が き

今回初めてユニバーサルデザイン (Universal Design : UD) の特集を組んだ。身近な家電製品からプラント施設まで広い分野の開発を行う企業として、三菱電機グループはUDへの取り組みを環境への取り組みと同様に企業の社会的責務の一つととらえ活動している。

国連が2002年に、“これまで先進国の問題であった高齢化は、今後は全世界的な問題になっていく”と警告したように、21世紀の世界で高齢化への対応は不可欠である。すべての人に平等な機会を提供するUDの理念を我々の開発の基本に据えて、社会のニーズにこたえる製品やサービスを提供していくことが重要な役割になっている。

デザイン研究所ではUDをデザイン品質の一基軸としてとらえ、製品の外観ばかりではなく、UDを適用することによる製品力強化に取り組んでいる。また、製品開発への適用のみならず、UD技術を磨く基礎研究や研修などを通じた社内への普及活動などにも取り組んでいる。

本稿では三菱電機グループのUD開発全体を俯瞰(ふかん)し、最後にUD技術の将来展望について述べる。後続の論文では公共機器や家電製品の最新の開発概要について述べる。また、2004年度から開発に適用してきた当社独自のUD開発・評価ツール“UD-Checker (UDチェッカー)”とその発展形についても述べる。

## 2. ユニバーサルデザイン開発の経緯

デザイン研究所は、“より多くの人に使やすいものづくり、生活しやすい環境づくり”を開発理念として掲げ、“できるだけ多くの人にとって満足度の高い生活環境と共用品の提供を目指す”ことを目標にUD開発を実践している。

UDへの取り組みは、エレベーターやトレインビジョンなどの公共機器や身近な家電製品への適用からスタートした。また、そのころ盛んになってきたWebサイトなどの情報コミュニケーション分野へのバリアフリー化・UD化にも一早く着手し、その後も継続的に取り組んできた。2007年度、2008年度にデザイン専門誌が行った“企業のUD取り組み度ランキング”では、10位という評価を受けている。

最近では、労働者の高齢化や製造現場への女性の進出、外国人雇用などの労働環境の変化を受けて、産業機器分野でもUDの視点が重要になってきている。未熟練工にとっても使いやすいものであれば、熟練者にとっても使いやすく、更に効率を上げることができるという視点から、より幅広い分野にUD技術を応用している。

### 2.1 黎明(れいめい)期

デザイン研究所は、1970年代には人間工学、1980年代にヒューマンインタフェース (HI) デザイン技術として、各

製品分野で“使いやすさを創(つく)り出す技術”に取り組んでいた。これらの技術は、1990年代にバリアフリーデザイン・UDという目標の元に結集されることになった。“使いやすさ、わかりやすさ”を扱う専任の部門を作ったのもこのころである。

製品を使用する際、最も困難な状況にある障害者と高齢者の身体機能について正しく理解し操作の困難さを把握することで、共通の問題点や解決のヒントを得るというアプローチを取ってきた。たとえその開発が高齢者や障害者をターゲットとするものでなくても、UDの視点は多くのユーザーにとって使いやすい製品ができると考えているからである。

総合電機メーカーの強みを発揮して、性能では定評のあった三菱電機グループ製品に、使いやすさ、更にはUDという付加価値を付けていく、それをできるだけ多くの分野に展開していくという取り組みである。

#### 2.1.1 先行してきたエレベーターのUD

2001年に発売した標準形エレベーター“ELEPAQ-i (エレパック・アイ)”で、いち早く凸文字とUDフォント(書体)を採用した。1994年のハートビル法、2000年の交通バリアフリー法施行によって中・低層建築、公共建築物、駅舎などへのエレベーター・エスカレーターの普及が加速していたころである。

視覚障害者対応として、点字を付加する有償付加仕様(オプション)があるが、圧倒的に人数が多い“後天的に視覚を失った障害者”は点字を読めない場合が多い。そこで触ってわかるように文字の形が凸状になっている“凸文字”を、ボタンの階床表示の標準仕様とすることを検討した。識別しやすい凸形状の評価を行った際、凸形状だけでなく文字自体の形が重要であることがわかった。“1”と“7”、“3”“6”“8”“9”などが識別しやすくなるよう、飾りがなく空きの大きいGil Sans (ギルサンズ) というフォントを採用した(図1)。

触ってわかりやすいことは視覚的にもわかりやすくなるということも再認識した。この書体の採用は、視覚障害者だけでなく、遠くから見たときや加齢による見え方の変化によってぼやけて見える場合にも、間違いを少なくすることができた。

1234567890

改善前の書体 (Helvetica)

1234567890

触知で判断しやすいと思われる書体 (Gill Sans Medium)

図1. 見ても触ってもわかりやすいフォント(書体)



2005年発売の標準形エレベーター“AXIES(アクシーズ)”では、側面壁操作盤を乗用・住宅用・寝台用の全仕様で基本仕様に位置付けた。車いす対応として側面壁に追加設置する横型操作盤はオプションで用意していたが、AXIEZでは基本仕様の操作盤を側面壁へ設置した。さらにボタンを低い位置に集約し、背の低い人、車いす利用者やベビーカーを押した母親への配慮を明確にした。同時にドア周りの安全性を高めるセンサなどの最新の技術も盛り込み、基本仕様で多くの人に快適に使えるようにした。

## 2.1.2 列車情報システム“トレインビジョン”の創出

トレインビジョンは列車のドア上部などに二つの液晶ディスプレイを設置し、一方の画面には列車の行き先案内や運行状況などを、もう一方の画面には広告、ニュース・天気予報や短い番組など、タイムリーな情報を列車編成ごとに表示する列車内情報サービスである(図2)。2002年4月にJR東日本・山手線に本格導入され、現在ではJR西日本をはじめ私鉄や公営交通など採用路線が拡大している。

トレインビジョンは、従来の音声アナウンスに加えて視覚情報を提供することで、慣れない旅行客や外国人、“聞こえ”に障害がある人だけでなく、騒音でアナウンスが聞き取れなかったり、うっかり聞き逃したりという状況でも必要な情報を即座に得ることができ、多くの乗客に役立っている。交通事業者にとっても、乗客の安全・安心な移動を支援するためのサービス向上につながるシステムとして評価されている。

## 2.1.3 UD-Checkerの導入

2004年にデザイン研究所で、“UD-Checker”という独自のUD開発・評価支援ツールを開発し、家電製品だけでなく主要機種デザインの開発への導入を開始した。

UD-Checkerは、開発者自身がこれからデザインする製品や自分が開発した製品に対して、ユーザータイプ別に問題がないかという視点からセルフチェックを行うためのツールである。それまでUD配慮指針(チェックリスト)として運用してきたものをベースに、目標を明確化し達成度をチェックすることで、改善ポイントや競争力を把握できるツールとした。

このツールを開発に即導入したのは、設計者・デザイナー自身が何にどう配慮すべきか、次第に頭に刷り込まれていくという教育的効果もねらっていた。次第に、設計者・デザイナーの意識は大きく変化し、使う人を思い描きながらUDを常に意識して開発を行うことができるようになって

きた。また、UDの達成度(UD度)を定量的に把握できるため、UD適用がどれだけ進歩したかなどを客観的に評価でき、デザイナーや設計者の改善のモチベーション向上に役立っている。すべての設計者に浸透するにはまだ時間が必要だが、UD開発が確実に社内に定着してきたのはUD-Checker導入の効果であったとも言える。

## 2.1.4 ユニ&エコ事業戦略のはじまり

家電製品の分野では、2004年度から“人も地球も、気持ちよく”をスローガンとした“ユニ&エコ事業戦略”を展開している。“より多くの人に使いやすいUD”と、“地球への負担を少なくし、商品のライフエンドまで考える”環境配慮型の製品開発に取り組んできた。

デザイナーは商品コンセプトや試作品でユーザー評価を実施し、結果を企画や製品デザインにフィードバックする、マーケティングをベースにした開発も実践している。UD開発もまたユーザー評価を繰り返し開発にフィードバックすることで、年々製品のUD度を向上させてきた。このようなボトムアップの活動は重要であるが、“ユニ&エコ”を事業戦略とするトップダウンでの決断も行われ、UDの事業推進は加速した。

## 2.1.5 一歩ずつ進めたUDの取り組み

実際の開発で、フルモデルチェンジなどのタイミングに合わせた新しい提案は、UD度を大きくステップアップするチャンスである。一方、文字の大きさやコントラストをはじめ、工夫をこらしコストを抑えながらの改善も地道ではあるが不可欠である。さらに、このような製品への適用を効果的に進めるには、こつこつと基礎データを採ることやUD適用の基礎研究も重要である。

ヒューマンインタフェースの3つの側面(図3)は、UDでも全く同じ構造である。見やすい・押しやすい・持ちやすいなどの“物理的な側面”，わかりやすい・直感的に理解できるという“認知的な側面”，使って楽しい又はうまくできた喜び・気持ちよさという“感性的な側面”である。UD開発の基盤整備として、物理的な側面については過去の知見をまとめた各種データや参考資料，認知的な側面についてはユーザビリティ評価事例で得た指標などをイントラネットと共有できるようにした。さらに、できるだけ多くの人が使うことの喜びを享受できるような感性的知見の収集にもチャレンジし始めた。



図2. トレインビジョンの提案モデルと画面デザイン例

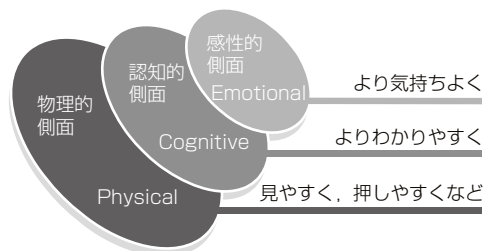


図3. ヒューマンインタフェースの3つの側面

また基盤構築という意味では、デザイナー一人ひとりへの教育は重要であり、定期的な講習などで全体のボトムアップを図る一方、キーマンを育成して適用製品を拡大してきている。

## 2.2 UD普及期

2006年11月に“第二回国際ユニヴァーサルデザイン会議 2006in京都(UD2006)”が開催された。日本のUDへの取り組みが、国政レベルから民間ボランティア、世界に名だたる自動車や電機メーカーという様々な立場から紹介され、世界のUD関係者から賞賛の声が上がり“日本はUD先進国”と言われたという。

当社はこのとき初めてUD国際会議に参加した。それまでも一聴講者としては参加したことはあったが、UD2006では社内横断プロジェクトを組み、併設展示会で先に述べたエレベーター、トレインビジョン、ユニ&エコなどの製品とUD-Checkerの展示を行い(図4)、UD先進メーカーとしての評価を得た。

より多くの事業分野で、事業戦略の一環としてUDに本格的に取り組む時期になったと手ごたえを感じた。UDを製品の基本性能ととらえるように社内の意識が変化し、更に高いUD技術レベルが求められ、製品分野ごとの固有の課題もわかってきた。我々はUD-CheckerをUD技術の高度化の核と位置付け、UDの社内への浸透を推進するドライバーとした。UD-Checkerを他のどの分野へどのように応用展開していくかという検討も始めた。

### 2.2.1 トレインビジョンの進化

2006年12月に“バリアフリー新法(高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律)”が施行され、鉄軌道車両内の案内装置として従来の音声案内に加えて視覚情報提供設備が義務化された。さらに、整備ガイドラインではトレインビジョンのような“見やすい表示”や“緊急時の表示”が推奨されている(注1)。トレインビジョンの登場によって、列車内での情報メディアとして、視覚情報の必要性が広く社会的にも認知されたと言える。



図4. UD2006併設展 三菱電機ブースの様子

当社のトレインビジョンも日々進化させてきた。2008年導入の開発では、表示する情報の優先順位を整理し、重要情報は文字高さをJIS S0032(注2)における“高齢者でも読みやすい最小可読文字の計算式”を基に再調整した。配置の統一、グラフィック表現の改良も実施した。カラーUDの視点から、高齢者や色弱者にとっても見やすくわかりやすい、色だけに頼らない画面デザインを適用した。2009年導入のJR東日本・新型成田エクスプレスでは、4か国語表示でのUDなどにも取り組んだ。詳細は後続の論文を参照いただきたい。

### 2.2.2 全社への広がりユニ&エコの確実な歩みへ

“ユニ&エコ事業戦略”は当社の家電事業戦略の基軸となっており、毎年、特に配慮を行った製品について社内ユニ&エコ認定を行っている。

同時に、社内でのUDへの関心は日に日に高まってきた。導入期には、事業責任を持つ工場を巡回してUD講習会を実施した。その後は社内教育プログラムの中で、全社員を対象としたイントラネット上のe-ラーニングのUD基礎講座をはじめ、ユーザビリティ開発とUD開発の実践講座を開講し、一人でも多く、技術・営業部門だけでなく広報などの間接部門の社員にもUDを理解してもらう活動を推進している。

技術者に浸透してきたことをあらわす象徴的な事例について述べたい。液晶テレビの音声読み上げ機能“しゃべるテレビ”の開発は、一人のテレビ設計者の思いからスタートした。電子番組表と初期設定の音声ガイドの読み上げ機能を2007年春発売モデルに搭載し、予約一覧、メニュー項目、ボタン名称等の読み上げ機能を拡張してきた。また、搭載機種を増やし、現在の当社の液晶テレビは1シリーズを除きすべてに搭載している(注3)。その他、オートターン、家庭画質モード、ユニバーサルリモコンなど“かんたん操作”対応で、更に気持ちよく操作できるなど、従来に比べて多くのUD配慮を行っている。

一方で、広くユーザーの要望にこたえていく中でUDにつながった製品もある。蒸気レスIH(Induction Heating)ジャー炊飯器は“炊飯時に蒸気を出さずに炊飯する”もので、2009年8月にキッズデザイン大賞(注4)を受賞した。製品コンセプトをマーケティング調査にかけると、ユーザーから“蒸気が出ないので、子供に安全”という具体的な発言があり開発を促進させたというエピソードがある。UDチェックの中で、子供を持つ親の視点を重要な視点の一つにしていたことによる“気づき”もあった。

(注1) 通勤型(短距離)鉄道・地下鉄の案内表示(車内)、“望ましい内容”に記載されている。

(注2) JIS S 0032:2003, 高齢者・障害者配慮設計指針－視覚表示物－日本語文字の最小可読文字サイズ推定方法

(注3) 2008年10月現在

(注4) 第3回キッズデザイン賞、キッズデザイン協議会主催

## 2. 2. 3 UD-Checkerの適用範囲の拡大

UD-Checkerを用いた開発は、特に家電製品のように短期間でモデルチェンジする開発では成果が確実に確認できるようになった。開発者自身の理解度向上に伴い、UDが特別な開発ではないことが浸透したという側面も大きい。

一方、高齢労働者や外国人・未熟練作業者の増加など労働環境の変化を背景に、FA (Factory Automation) 機器のような業務用・プロユースの機器でも、また施工や保守を行う中間ユーザーに対しても、使いやすさとUDに配慮する設計を実施しつつある。

デザイン研究所は、FA 機器やコントローラなどの産業機器のデザインも行っている。2007年発売のレーザ加工機“NXシリーズ”、2008年発売のワイヤ放電加工機“NAシリーズ”は共に機械工業デザイン賞<sup>(注5)</sup>を受賞したが、操作性についても高い評価を得た。その産業機器を担当する当社の名古屋製作所では、操作性の高い製品開発への取り組みを拡大している。もはや、デザイナーだけの取り組みではなくなってきた。

## 3. 今後のユニバーサルデザイン製品開発技術

先にも述べたが、UD開発のアプローチは社内に確実に浸透し、我々はより多くの事業領域でUD開発に取り組んでいる。単なる操作性の向上ではなく、ターゲットユーザーを明確化し、ユーザーの対象を広げていくというUDの視点は徐々に設計者・デザイナーに根付いてきた。今後はより多くの技術者にUDの理念を理解してもらい、技術の視点からUDを実現するアプローチが重要と考えている。

### 3.1 設計基準

現在、デザイナーは過去の知見やノウハウ、評価実験によって得られた結果をフィードバックしながら製品開発を行っている。プロダクトデザイナーは“物理的側面”を中心に、インタフェースデザイナーは“認知的側面”を中心にUD技術の製品への適用と、技術の高度化に取り組んでいる。過去のUDの知見やノウハウをデータ化して集積・共有しているが、デザイナーだけでなく設計者一人ひとりが迷わずにUDを適用できる環境を作っていくことが重要である。操作の作法や手順のルールをまとめた分野別のガイドライン化に取り組んでいるが、最終的には設計基準に盛り込むことを目指し、基本設計に取り込む仕組みを構築することが、UDの充実を加速すると考えている。

(注5) 第38・39回機械工業デザイン賞、日刊工業新聞社主催

## 3. 2 UD技術の高度化

新しいインタフェースを創出するためには、音声認識、音声合成などITの高度な技術との融合が必要であり、これによって更に高度なUD開発が可能となる。こつこつと積み上げていく操作性の改善は従来どおり重要ではあるが、技術の進歩が画期的なUDを達成する可能性を秘めている。デザイン研究所は“デザイナーと技術者のコラボレーション”を進めており、“蒸気レスIHジャー炊飯器”のような新機能が創出されているが、技術者との連携がより高度なUD技術を生み、デザインに新たな可能性を拓(ひら)いてくれるのではないかと考えている。

## 4. む す び

三菱電機グループのUDの取り組みについて、過去から現在の開発経緯と事例を俯瞰し、当社UD技術の今後の方向性について述べた。それぞれの詳細や最新事例は後続の特集論文、及び別号に掲載している各製品のUD開発に関連する論文を参照いただきたい。

アジア各国を含む世界的な高齢化が進展し、国内製品だけでなく海外向け製品も対象としたUDへの取り組みが必要である。そのためには今まで以上に、現地、現場を知る必要があると考えている。三菱電機グループは今後もより多くのUD製品・システムによって、できるだけ多くの人が使いやすいものづくり、生活しやすい環境づくりの実現のためにUDを推進していく。UDの研究に携わる社員だけではなく、当社のすべてのデザイナー、製品設計にかかわる一人ひとりのUD開発能力を向上させ、より新しい発想のUD製品を創出していきたい。

## 参 考 文 献

- (1) 宮脇将志, ほか: 三菱新機械室レスエレベーター“ELEPAQ-i”のユニバーサルデザイン, 三菱電機技報, **78**, No.12, 777~781 (2001)
- (2) 金子達史, ほか: 列車内映像情報システムのインタフェースデザイン, 三菱電機技報, **82**, No.12, 767~770 (2008)
- (3) 澤田久美子, ほか: ユニバーサルデザイン開発のための評価ツールの提案, ヒューマンインタフェースシンポジウム2005, 261~264 (2005)



# ユニバーサルデザイン開発・評価システム

澤田久美子\*  
深野さゆり\*

Universal Design Development and Evaluation System

Kumiko Sawada, Sayuri Fukano

## 要 旨

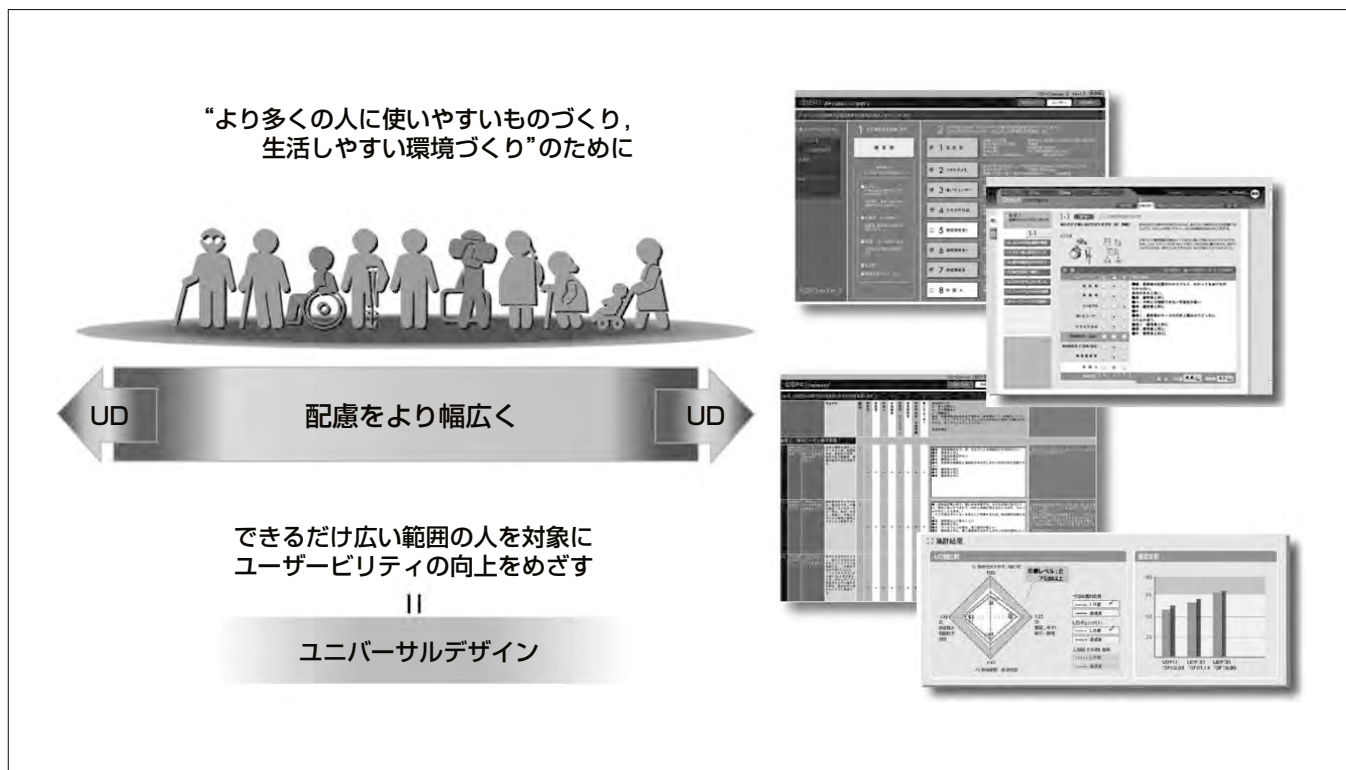
ユニバーサルデザイン(Universal Design:UD)開発は、今や企業の社会的責任として、多くの企業で取り込まれるようになった。一方でUDの基準が明確になっていないことから、設計・技術者にとってUD開発が曖昧(あいまい)なものとしてとらえられやすかった。

そこで、UD開発の推進支援を目的として、定量的評価ツール“UD-Checker”を核にしたUD開発・評価システムを構築し、2005年から製品開発に適用している。三菱電機では開発する製品分野が多岐にわたるため、製品の種類に応じたUD開発目標を明確化し、開発者が開発プロセスごとにUD度チェックを行うことで、具体的な改善ポイントやUD競争力を把握できる。さらにこのサイクルを繰り返すうち、自然とUDの配慮視点が開発者の頭に入り、UD開発が特別なものではなくなってきた。

さらにイントラネット上にこのUD-Checkerのデータベースを構築し、UD達成度評価データ及び関連情報を一元管理することで、新旧製品の比較検証等のデータ活用、情報の共有化と、評価結果の効率的な運用を図っている。

また、高齢の労働者や未熟練作業者の増加といった労働環境の変化を背景に、エンドユーザーにとってもだけでなく、施工や保守を行うサブユーザーにとってもUD配慮が必要であると考え、FA(Factory Automation)機器や電力機器といったプロユース、又は業務用の製品に対してもUD-Checkerの適用範囲を拡大しつつある。

こうしたUD配慮を行うことで、例えば住宅メーカーやFAのセットメーカー等にとっての商品力強化になり、また、現場での作業性が向上することで安全や品質確保にもつながると考えられる。



## ユニバーサルデザイン開発・評価システム“UD-Checker”

UD-Checkerは、デザイナーや設計者が共通で使えるUD評価ツールである。4つの評価軸でUD達成度を定量的に示すことができるため、改善ポイントの抽出と具体的な設計への展開が容易になり、製品の効率的な開発に役立っている。さらに機器の据付けやメンテナンス作業のしやすさもチェックできるよう適用範囲を広げるなど、より多くの人々に対して使いやすくするため、このシステムを活用している。

## 1. ま え が き

UD開発は、今や企業の社会的責任として、多くの企業で取り組まれるようになった。一方“どのような配慮をすればUDと言えるのか”“どこまで配慮する必要があるのか”を明確にするのは難しく、この基準が明確になっていないことが、設計・技術者にとってUD開発が曖昧なものにとらえられる一要因でもあった。

そこで当社では、UD開発の推進支援を目的として、すべての製品を同じ評価軸で評価できるUD開発・評価システムを構築し、2004年度から本格的に製品開発に適用している。このシステムの核となるのが評価ツールUD-Checkerである。このツールによって、機種に応じたUD開発目標を明確化し、開発の要所要所でUD度チェックを行うことで、具体的な改善ポイントや他社製品との比較が可能となった。

本稿では、UD-Checkerを中心に、その特長と運用方法などについて述べる。

## 2. UD-Checkerの開発から導入まで

### 2.1 UD-Checker開発の経緯

1996年からスタートしたUDへの取り組みの活動で、UD設計指針(障害別問題点と改善指針)をまとめた。その後、各開発段階での問題点把握や改善アイデア展開のツールとして、“ユーザービリティセルフチェッカーUD編”を2000年に策定し、デザイナーや設計者へのUDの普及を図った。これは基本配慮項目を45項目に整理したリーフレット形式のチェックリストであり、文字通りセルフチェックが基本である。

しかし、UDの概念や重要性は理解するものの、製品開発の現場では温度差が生じ、当初の意気込みが薄れつつあることを危惧(きぐ)し、もっと効果的で“成果が見える”ツールを検討することとなった。

### 2.2 UD-Checker開発の目的

当社は総合電機メーカーであり、家庭で使うなじみのある家電製品から、エレベーターのような公共機器、FA機器等の産業用機器や大型システムまで、広範囲の製品を開発している。このため、それぞれの製品はその特性、例えば機能の複雑さ、購入・所有形態などによって、UD開発の取り組み視点も異なる。エレベーター等、公共性が高い製品では、障害者を含む多様なユーザーが同一の製品を使用することを考慮したUDが求められる。一方、個人が主体的に購入する家電機器などでは、製品バリエーションやオプションを用意することで、より多くの人に使いやすさを提供する手段も取り得る。このように異なる特性を持つ製品を、一律の目標値で評価するのは困難である。そこで我々は、2.1節で述べたセルフチェッカーをベースに、製

品ごとの目標設定を行うステップを設け、同一ツールで評価できるシステムとして、また開発者にUDの意識を広めてUD配慮レベルの底上げを図ることを目的として、UD-Checkerを開発した。

## 3. UD開発評価システムの概要

### 3.1 UD開発プロセスの整備

まず、様々な製品開発への適用を可能にするため、ユーザーの意見(評価)を取り入れる製品開発プロセスを定義した国際規格ISO13407(JIS Z 8530)“インタラクティブシステムの人間中心設計プロセス”の考え方を取り入れて、標準的なUD開発プロセスを構築した。図1にUD開発プロセスを示す。

はじめに開発機種の製品特性(Context of Use)を把握した上で、“ゴールの明確化”のためにUD必要度評価を行い目標値を設定する。UD評価(UDチェック)は、①開発スタート時(現行製品による問題点の抽出)、②製品開発時(プロトタイプ/シミュレーションの評価)、③製品化後(完成品の評価)という3回のタイミングで実施する。UDチェックの際は、ユーザーテスト法、又はインスペクション法(操作仕様書などを用いて、ユーザービリティの専門家がユーザーの使い勝手を想像し、問題点を発見・分析する手法)によってUD視点でのユーザービリティ評価を実施することを推奨する。その評価を基に、達成度チェックを行う。

### 3.2 UD-Checkerによる評価手順

#### 3.2.1 STEP 1：開発する製品についての整理

はじめに開発対象製品の基本的な要件(新規開発製品か

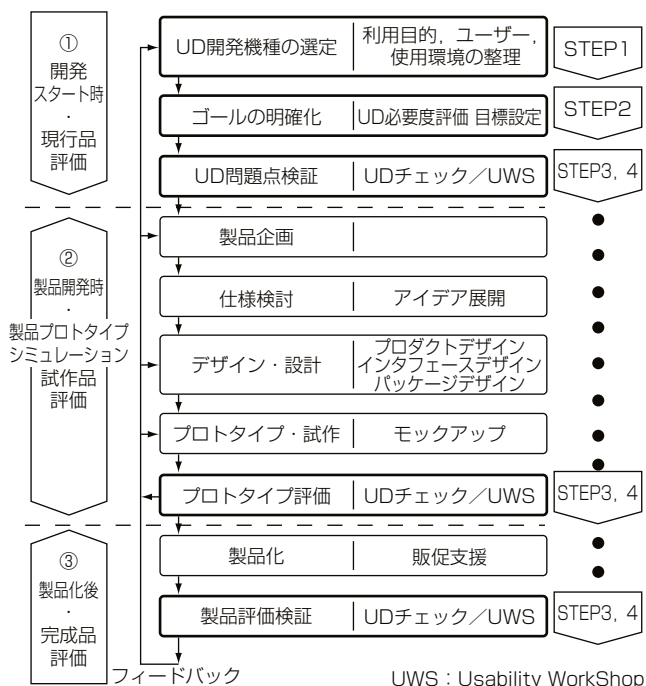


図1. UD開発プロセス



図 2. UD評価ツール Step1



図 3. UD評価ツール Step 4

モデルチェンジか、対象製品の主な使い方、特徴的な機能などを整理した上で、想定されるユーザー属性と使用環境の条件についてチェックしていく。なおユーザー属性は、必要となる配慮の違いによって、健常者(左利きや妊婦等も含む)のほか、高齢者、小さな子供、車いすユーザー(下肢障害)、片手が不自由(片マヒ、上肢障害等)、視覚障害者1(全盲)、視覚障害者2(弱視、色覚障害者)、聴覚障害者、外国人という独自の9つの属性に分類した(図2)。

次に製品の使われる環境的側面を整理する。例えば、製品本体の設置場所、設置形態、操作姿勢、使用時の明るさといった項目ごとにチェックする。実際のUDチェックでは、ここで挙げた使用条件を想定して評価することが重要となる。

### 3.2.2 STEP 2：UD必要度評価

STEP 2では、開発対象の製品特性を把握し、その特性に応じて達成目標レベルを定める。まず、公共性が高いか、生活必需品かなどの製品特性をチェックする。エレベーターのような公共性の高い製品は、ユーザー自らが機種を選択できない場合が多いためUD必要度は高い。次に開発する機種の戦略上の位置付けをチェックする。これらの結果をマトリックスで示し、4段階で目標レベルを設定し、レベルに応じた評価手法を提示する。

### 3.2.3 STEP 3：問題点のチェック

本来は実際のユーザーによるユーザビリティ評価を実施した上でUDチェックを行うことが望ましいが、それができない場合は、タスクを3～10程度設定し、簡易なユーザーテスト法を用いて、ユーザー属性ごとに問題点をチェックしていく。

### 3.2.4 STEP 4：UD達成度のチェック

STEP3で得た問題点を踏まえ、UD度評価シートの項目に従ってチェックを行う。シートは次に示すUDの基本配慮項目ごとに5つのシートに分かれている。

- ①簡単でわかりやすい使い方
- ②識別しやすい表示・表現
- ③楽な姿勢・身体的負荷への配慮
- ④安全性と利便性の追究
- ⑤使う人の気持ちに配慮

各シートに設けた6～11の詳細項目に沿って、まずその項目が該当するかどうかのチェックをしたあと、○×△の

3段階で評価を行う。またその理由も記入しておく。結果は得点率を100点満点で換算し、レーダチャートグラフで表示する。ただし⑤は嗜好(しこう)性等にかかわることから点数評価は行わない。評価は開発当事者と評価スタッフが参加して実施し、合議制で評点を決定する(図3)。

### 3.3 評価結果のデータベース化と活用

UD-Checkerは当初Microsoft Excel<sup>(注1)</sup>の単独ツールとして活用しており、データの一元化はできていなかった。そこでSTEP4を、オンライン／オフライン時、Windows<sup>(注1)</sup>／Mac<sup>(注2)</sup>いずれの環境でも同じインタフェースを使えるソフトウェアに改編し、さらにイントラネット上にこのUD-Checker関連のデータベースを構築した。このようにUD達成度評価データ及び関連情報を一元管理することによって、旧型や他社製品との比較検証等のデータ活用、情報の共有化と、システムの効率的な運用が可能となった。

現在、当社デザイン研究所が開発に携わる主要な製品については必ずUDチェックを実施し、UD配慮レベルの維持・向上を図っている。また、家電製品を統括する事業部と連携し、“ユニ&エコ(ユニバーサルデザイン&エコロジー)”商品の選定基準としても適用している。

## 4. 適用範囲の拡大と今後の課題

### 4.1 UD-Checker導入による効果

UD-Checkerは2005年度から本格運用をスタートしたが、導入の効果として、当該チェックシステムを繰り返すうち自然とデザイナーもUDの配慮視点が頭に入り、UD開発が特別なものではなくなってきた。この教育的効果が第一であると言っても過言ではない。年々各製品の得点も増加しつつあり、UD配慮レベルの底上げという目的は果たされている。具体的な成果例としては、この特集号でもいくつか取り上げているが、エアコンのリモコン、ブルーレイディスクレコーダーのリモコン、ジェットタオルシリーズなど、UDチェックをベースにした問題点解決が新しい企画につながっている。

### 4.2 製品分野、適用ユーザーの拡大

家電製品や公共製品等主にコンシューマーが使う製品を中心にUD開発を推進し成果を挙げてきたが、高齢労働者

(注1) Excel, Windowsは、Microsoft Corp.の登録商標である。

(注2) Macは、Apple Computer, Inc.の登録商標である。





図4. 据付・保守のチェック

や外国人作業員、未熟練作業員の増加といった労働環境の変化を背景に、エンドユーザーにとってだけでなく、施工や保守を行うサブユーザーにとっての使いやすさや、FA機器や電力機器といったプロユース、又は業務用の製品に対してのUD配慮が必要であると考えた。こうしたUD配慮を行うことで、例えば住宅メーカーやFAのセットメーカー等にとっての商品力訴求となり、また、現場での作業性が向上することで安全や品質確保にもつながると考えられる。そこで、先に述べた製品分野やユーザー属性も視野に入れた新たなUD-Checkerを検討し試用を開始した。

据付・保守版UD-Checkerでは、作業員の熟練度(熟練/未熟練の差)を重視して対象ユーザーの見直しを行った(作業する可能性のない“小さな子供”などの属性を除外し、健康者、高齢者、外国人、未熟練者、色弱者・ロービジョン、聴覚障害者、片手・片足不自由、車いすユーザーの8属性とした。)(図4)。また、作業環境や安全性についての評価項目を充実した。対象製品としては、住設機器や電力、FA機器などが想定されるが、分野による作業の特異性もあり、分野別の具体例を参照できるようにするなど充実を図っている。

#### 4.3 今後の課題

製品分野や適用ユーザーの拡大に伴い、新たな課題も明らかになってきた。一つは、開発サイクルの違いである。家電製品の場合は開発サイクルが比較的短いため、問題点の改善や新たな提案をすぐに反映しやすい。もしも残課題があっても次年度開発で検討することもできる。ところが、

開発サイクルが長い製品や、受注生産である個産製品の場合、すぐに次機種に反映することが難しい。また、UDチェックをするにも、施工現場や使用現場での評価を行う必要があるため、製品自体の機能やシステム、操作方法等を理解することに時間を要し、段取りだけでも関係者の手間を要することになる。

このような製品の場合、問題点を詳細に分析し、具体的改善方法をノウハウとして蓄積し、別の製品でも応用展開がしやすいようにしていくことが重要になる。場合によっては製品別・分野別のカスタマイズや、評価項目の重み付けも必要になってくる。

## 5. む す び

UD-Checkerという評価ツールによるUD達成度の“見える化”の試みは、少しでも多くのユーザーにとって使いやすくしていく開発活動の牽引(けんいん)役となっており、これまでの家電製品をはじめとしたUDの取り組みが社内、社外で認知されるようになってきた。また、あまり“人間中心”に考えられることの少なかった製品分野では、UD-Checkerを通してUDの考え方自体を更に浸透させる必要があると同時に、UD視点の配慮を施すことで新たな商品力の強化につながるという期待も社内で高まってきている。今後もこうしたニーズにきめ細かく対応できるように、核となるUD-Checkerを進化させていく所存である。

## 参 考 文 献

- (1) 澤田久美子、ほか：ユニバーサルデザイン開発のための評価ツールの提案、ヒューマンインタフェースシンポジウム2005、261～264 (2005)
- (2) 澤田久美子：ユニバーサルデザイン開発評価システム、フルードパワーシステム、37, No.4, 225～228 (2006)
- (3) 澤田久美子：より多くの人に使いやすいものづくりを目指して、住まいと電化、20, No.3, 21～24 (2008)

# トレインビジョンのユニバーサルデザイン

石塚健彦\*  
金子達史\*  
朴 信映\*\*

*Universal Design for TrainVision*

*Takehiko Ishizuka, Tatsuji Kaneko, Shinyoung Park*

## 要 旨

トレインビジョンは、地上システムから情報を入力し、列車内に設置した2画面の液晶表示装置で、一方の画面に行き先案内、運行状況など、もう一方の画面に広告、ニュース・天気予報などを表示する列車内映像情報システムである。2002年、JR東日本・山手線に導入されて以降、列車内で従来の音声アナウンスに加えて視覚情報を提供することが可能となり、公共サービスにおけるユニバーサルデザイン(UD)の好例として高く評価されている。

三菱電機では、トレインビジョンを中心とする列車内情報サービスのコンセプト構築から、ユーザビリティ評価によるデザインの検証、見やすくわかりやすい表示を実現するグラフィカルユーザーインタフェース(GUI)開発など、UDを推進している。

本稿では、トレインビジョンのUDについて、最新の導入事例であるJR東日本・新型成田エクスプレスE259系を例に述べる。

新型成田エクスプレスでは、通勤型車両同様の行き先案内・停車駅案内や、広告、ニュース・天気予報などに加え、空港へ向かう乗客へのフライト情報や、空港から都心へ向かう乗客への乗換え路線案内など、国際空港連絡特急列車ならではの情報提供を行う。利用割合が高いと思われる外国人や不慣れた旅行者に配慮し、日本語・英語・韓国語・中国語の4か国語表示による言語のUDや、判別しやすいUDフォント(書体)の採用、色弱者にも識別しやすい配色によるカラーUDなど、UD視点によるGUI開発を行った。



## トレインビジョンにおけるUD

利用客向け情報サービスを構築するコンセプトデザイン技術、わかりやすく、見やすい表示を実現するGUIデザイン技術、車内空間での表示視認性検討などのユーザビリティ評価技術が一体となったデザイン開発がトレインビジョンのUDを支えている。

# 1. ま え が き

トレインビジョンは、地上システムから情報を入力し、列車内に設置された2画面の液晶表示装置で、一方の画面に行き先案内や運行状況など、もう一方の画面に広告、ニュース・天気予報などを表示する列車内映像情報システムである。2002年4月にJR東日本・山手線231系に導入されて以降、現在ではJR西日本をはじめ私鉄や公営交通など採用路線が拡大している(図1)。トレインビジョンが導入されたことによって、列車内で従来の音声アナウンスに加えて視覚情報を提供することが可能となった。

2006年12月に“バリアフリー新法(高齢者、障害者等の移動等の円滑化の推進に関する法律)”が施行され、列車内に視覚情報を提供する設備を設けることが義務化された。さらに整備ガイドラインの中では、トレインビジョンのような“見やすい表示”“緊急時に対応できる設備”が推奨されている。これは、列車内の情報伝達手段として、トレインビジョンを代表とする視覚情報の必要性が広く社会的に認知されたものと言える。

しかし、列車内に視覚情報提供設備が導入されただけでは、すべての乗客にわかりやすい情報提供が実現できたことにはならない。鉄道は公共交通機関として、通勤・通学客をはじめ障害者や高齢者、子供、更には外国人など様々な人々が利用している。これらすべての乗客に迅速、正確、公平に、わかりやすい情報提供を実現するためには、ユニバーサルデザイン(UD)視点でのGUIの開発が必要である。

当社では、トレインビジョンに代表される旅客への情報伝達のGUIデザインで、情報提供サービスのあるべき姿を追求したコンセプト構築から、様々なユーザーを対象にしたユーザビリティ評価によるデザインの検証、そして提供する情報をいかにわかりやすく表示するかにかかわるGUI開発を通じて、UDの実現を推進している。

本稿では、トレインビジョンのGUI開発におけるUDについて、最新の導入事例であるJR東日本・新型成田エクスプレスE259系トレインビジョン(2009年10月走行開始)を例に述べる。

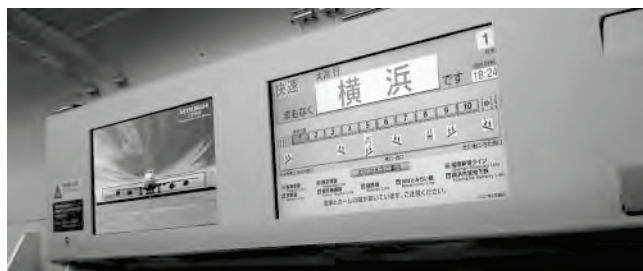


図1. 通勤型車両のトレインビジョン(JR東日本京浜東北線)

# 2. 新型成田エクスプレストレインビジョンのインタフェースデザイン

トレインビジョンは、公共サービスにおけるUDの好例として高く評価されているが、今まで通勤型車両への導入がほとんどであった。今回、通勤型車両とは異なるサービスが求められる特急車両向けとして、新型成田エクスプレスに2画面表示器型のトレインビジョンが導入された(図2)。通勤型車両同様、鉄道利用に必要な情報(行き先/停車駅/所要時間/走行位置など)や、広告、ニュース・天気予報などの提供に加え、空港へ向かう乗客への情報(フライト情報/空港施設情報など)、空港から都心へ向かう乗客への情報(乗換え路線/駅設備など)といった国際空港連絡特急列車ならではの情報提供を行う。

## 2.1 表示装置の設置位置検討

特急車両では前後に広く座席が配列され、また乗客が指定された座席に着座することが求められる。したがってどの座席位置からでも必要な情報が確認できればならない。また、列車内の限られたスペースに表示装置を設置する場合、そのサイズも限定される。表示装置の解像度・視野範囲も考慮しつつ、乗客の邪魔にならない設置位置と、その設置位置で乗客が表示情報を確認できるかどうかを検討した(図3)。

また、車内に表示装置を設置した状態を再現した実験設備を用いて、設置高さ・角度・心理的圧迫感などの検証や、着座位置からの視認性検証を行った。その結果として、車両内両端の扉上だけでなく通路天井に天吊(つ)り型の表示装置を複数台設置し、指定席に座ったまま豊富な情報を入力できるようにした。

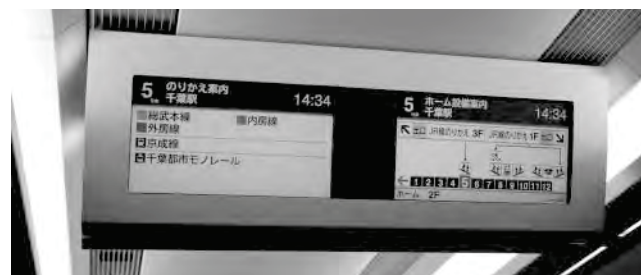


図2. 新型成田エクスプレスのトレインビジョン

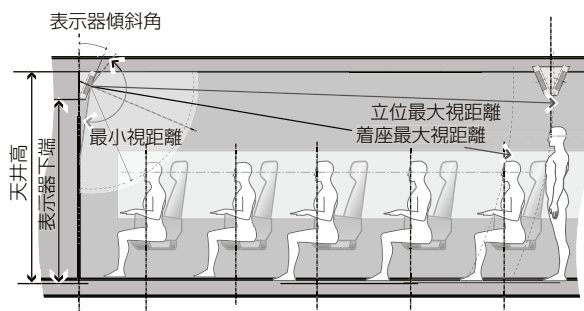


図3. 車両内における表示装置の視認性検証



## 2.2 列車走行状況に応じた情報提供

通勤車と異なり、長い乗車時間、指定席に着座した乗客への情報提供という条件を十分考慮した。駅停車時、走行時、次駅到着時などのそれぞれの状況や列車の走行位置に応じて、乗客が必要とする情報又は便利な情報など、提供する情報はそれぞれ異なる。したがって状況に応じた情報を選定し、適切な量を適切なタイミングで、適切な表示時間を考慮することが重要であった。

成田エクスプレスでは、空港―都心間の往路・復路で乗客が必要とする情報は大きく異なる。往路では航空会社案内・空港ターミナル案内(図4)・フライト情報(図5)といった空港利用時に便利な案内情報を、復路では乗換え案内・駅構内案内(図6)といった他列車へのスムーズな乗換えを支援する案内情報を、それぞれの専用コンテンツとして表示する。

特に、フライト情報は2画面を活用して、日本語・英語の画面を同時表示とすることで、多くの情報量について効率良い提供を実現した。

## 2.3 言語のUD

成田エクスプレスは、都心・郊外と国際空港を結ぶ特急列車であるため外国人の乗客も多い。通勤型車両のトレインビジョンでは日本語、英語の2か国語表示が主流であったが、成田エクスプレスではプライオリティの高い情報では日本語、英語、韓国語、中国語の4か国語による表示を採用し、より多くの人々に案内情報を伝達できるようにした。4か国語化によって従来の2倍の情報量を表示する必要があるため、4か国語で表示する情報は2画面を使って同時に表示し、短時間でより多くの人に伝達できる情報表示を実現した(図7)。

## 2.4 表示情報の視認性検証

列車内に表示される情報は、健常者はもちろん、障害者、高齢者、子供、外国人など、様々な乗客に見やすいものになしなければならない。そのためには、表示装置のサイズや視野角、視距離などの設置条件と、表示されるフォント(書体)、文字高、色彩、グラフィックス表現などの検討が必要であり、特に、行き先案内や次駅案内などの文字による情報が重要である。一方、成田エクスプレスは外国人の利用も多く、多言語表示を検討していたが、今回のような視距離の長い(4,000mm以上)表示画面における推奨文字高についての研究レポートや適切な指針を見つけれなかった。

そこで当社では、より視認性の高いGUIデザインの実現を目指し、4か国語5種類(漢字・ひらがな・英語・中国語・韓国語)の最小可読文字高を導出するために、各言語を母国語とする被験者30名ずつ(計120名)を対象に、視認性評価を実施した。その際、文字視認性又は可読性は、評価対象までの視距離、対象物の大きさやコントラスト、及び周囲の明るさなど様々な影響を受けるため、できるだけ実際の車両空間に近い環境で実施することにした(視距離4,200mm、背景色80.00cd/m<sup>2</sup>、文字色27.00cd/m<sup>2</sup>)。評価は、トレインビジョンの画面に5~40mmまでの5mm刻みで文字を表示し、文字高別の読みやすさを6段階の評定尺度を使って評価してもらった。

評価の結果、同じ視距離であっても言語によって読みやすい文字高には大きな差があることが明らかになったため、最も大きさを必要とする日本語の漢字を基準に推奨文字高を導き、成田エクスプレスの行き先案内表示に適用した。



図4. 空港ターミナル案内



図5. フライト情報(2画面表示)

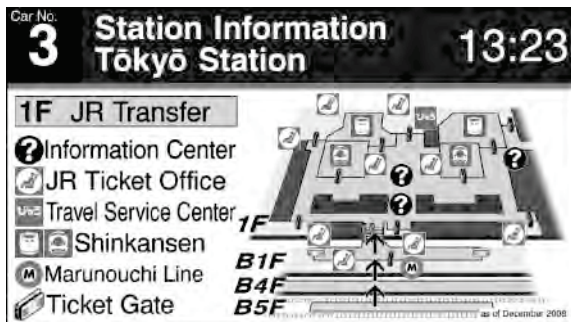


図6. 駅構内案内(東京駅)



図7. 4か国語表示(行き先案内)



図 8. UDフォント検討事例

## 2.5 UDフォント(書体)開発

トレインビジョンで文字による情報伝達は非常に重要であり、その視認性は最も配慮が必要な要素である。表示フォントについては、2.4節で述べた視距離を考慮した文字高の確保だけでなく、フォントそのものの形状を見やすくするアプローチを行った。

例えば、日本語フォントのかな文字をより判別しやすく可読性を向上させる形状に調整し、成田エクスプレス向けトレインビジョンのフォントとして採用した(図8)。

## 2.6 カラーUD

GUIデザインにおける色彩の効果は非常に高いが、色彩の適用に当たっては色弱者への配慮が欠かせない。色弱者の見え方の違いを考慮して、色相・彩度・明度の差を上手に組み合わせ、形や塗り分けパターンの違いを併用することによって、見た目に美しく、なおかつ一般色覚の人にも色弱の人にも同じように情報が読み取れるカラーUDの実現を目指した。

例えば、列車の走行位置の案内画面で、黒い路線の上に重ねて走行済み路線の色を赤で描画した場合、一般色覚者では問題なく見えていても、P型(赤い光の感じ方が異なる)又はD型(緑の光の感じ方が異なる)色弱者の場合では、色の違いを見分けることが困難になる。このため、走行済み路線の色を明るい青色に変更することで色相・明度差を変化させ、一般色覚者にも色弱者にも識別しやすい配色を実現した。

## 3. 今後の課題・展望

鉄道も含めた公共空間における情報伝達の分野では、UDに関する具体的なデータが少ないのが現状である。そのため、視認性評価などの検証を行いながらデータを蓄積していく必要があった。今後も評価実験でのデータ収集を継続し、充実化を図っていく。

また、現在のトレインビジョンでは、表示情報の蓄積、又は地上一車上間伝送による情報の取得が必要となるため、列車の走行状況に応じた画面の変化は可能であっても、アナウンスのように突発的な状況に応じて迅速、適切で柔軟

性のある案内を視覚的に表示することは不得手である。今後は視覚情報でもフレキシブルな情報提供ができるように、システム設計者とデザイナーが連携してトレインビジョンの進化を進めていく必要がある。

## 4. む す び

トレインビジョンは、慣れない旅行者や外国人、聴覚に障害がある人だけでなく、騒音でアナウンスが聞き取れなかったり、うっかり聞き逃したりした場合でも必要な情報を即座に入手できるなど、多くの乗客を対象としたUDの好例と位置付けられる。

今まで首都圏の通勤型車両が主流であったトレインビジョンが、通勤車から乗り継ぐ先である成田エクスプレスのような特急車にも採用されたことによって、鉄道網におけるUDの提供範囲が広がった。更に多くの路線、通勤型車両から特急車両まで、より広範囲にトレインビジョンを導入し、UDの拡大を目指したい。

今後も鉄道利用客への情報提供の必要性はますます高まることが予測される。乗客が安心・安全に、より便利に鉄道を利用するためには、トレインビジョンをはじめとする情報提供システムの進化とともに、そのシステムで提供すべき情報を整理し、できるだけ多くの人にわかりやすく伝達するためのデザインについて追求し続けなければならない。

## 参 考 文 献

- (1) 金子達史, ほか: 列車内映像情報システムのインタフェースデザイン, 三菱電機技報, 82, No.12, 767~770 (2008)
- (2) カラーユニバーサルデザイン機構: カラーユニバーサルデザイン/CUDとは (2005)  
[http://www.cudo.jp/cud\\_nani/index.html](http://www.cudo.jp/cud_nani/index.html)
- (3) カラーユニバーサルデザイン機構: 色覚の仕組みと色弱者の呼称 (2005)  
<http://www.cudo.jp/sikumi/index.html>
- (4) 国土交通省: 移動等円滑化のために必要な旅客施設又は車両等の構造及び設備に関する基準を定める省令, 公共交通機関の車両等に関する移動等円滑化整備ガイドライン バリアフリー整備ガイドライン 車両等編, 56 (2007)
- (5) 朴 信映, ほか: 鉄道車両内映像情報システムにおけるコンテンツ表示手法の検討, ヒューマンインタフェースシンポジウム2009, 1085~1088 (2009)

# ブルーレイディスクレコーダー用 リモコンのデザイン

岩渕信顕\*  
佐藤 聡\*

*Design of Remote-control Device for Blu-ray Disc Recorder*

*Nobuaki Iwabuchi, So Satoh*

## 要 旨

近年、AV機器のデジタル化とともに多機能化が進み、リモコンには多数のボタンが並び、AV機器に詳しくないユーザーにはリモコン操作が複雑でわかりにくくなる傾向が強まっている。本稿では、ハードディスク内蔵ブルーレイディスクレコーダー（以下“BDレコーダー”という。）用リモコンのボタン数や配置の整理によって、“操作が簡単”という印象を与えるデザインに取り組んだ開発について述べる。BDレコーダーの基本機能である“予約する”“見る”を一目で明確に認識してもらえるように、二つの大きなボタンを中央に配置し、初めて使う人でも迷わずに操作が始めるように配慮した。さらに操作フローの検証・見直し

を行い、リモコン表面ボタン数の大幅削減と操作画面の遷移数（階層）を従来比1/2に削減し簡便化した。高齢者をはじめとするBDレコーダー初心者を中心に、できるだけ多くの人にとって使いやすいユニバーサルデザインを目指して、読みやすさを考慮した大きな表示文字、明確なコントラスト、車いすでの使用を想定して、首から下げるストラップ用ホールなどを備えた。さらに色弱者へ配慮したカラーデザインを取り入れており、NPO法人カラーユニバーサルデザイン機構(CUDO)によるCUDマーク認定を取得している。



## 三菱ブルーレイディスクレコーダーBZ-330とリモコンRM18002

レコーダーの基本機能“予約する”“見る”が一目でわかるリモコンデザインによって、AV機器に不慣れな初心者ユーザーも迷わず操作を開始できる。リモコンの蓋（ふた）内にそのほかの操作ボタンを搭載し、将来的にユーザーがより高度な操作ができる余地を残している。



## 1. ま え が き

近年のAV機器はデジタル化とともに機能の多様化が進んでおり、BDレコーダーもボタン数の増加とともに操作方法がより複雑になっている。顧客アンケートや独自のユーザー調査では、“レコーダーのリモコン操作は複雑でわかりづらい”という意見が多く寄せられている。今回、“操作が難しい”という印象を払拭(ふっしょく)し簡単に使用できるよう、ボタン数やレイアウトを再検討し、基本機能である“予約する”“見る”が目でわかるリモコンのデザインを実現した。このBDレコーダー用リモコンは、高齢者をはじめとする初心者ユーザーをターゲットに、できるだけ多くのユーザーにとって使いやすいユニバーサルデザインを目指しており、色弱者へも配慮している。

## 2. 簡単・わかりやすさへの配慮

### 2.1 ボタン数削減に向けた不可欠機能ボタンの絞り込み

ユーザーが本当に必要としている機能を確認するため、ユーザー調査を実施した。まずはデザイン部内で必要機能を段階的に抽出し、その各々の仮説に対してボタン数や形状の異なるデザインサンプルを複数作成した。これらを使用してターゲットとなるユーザーにアンケート調査を実施し、普段使う機能として最適なボタン数、大きさも含めた形状を決定した。今までの固定概念を捨て、既存のリモコンからボタンを減らしていくのではなく、ゼロからボタンを足していく作業を行った。ボタン数を大幅に削減しつつも、何を重要とするのかを十分に検討した上で、ボタンのサイズを大きくするなどメリハリを付けたボタンレイアウトによって、操作性を向上させることができた。各機能ボタンの重要度・配置の再検討とともに操作フローの検証・見直しを行った結果、リモコン表面のボタン数を61個から31個に減らすことができた。さらに、音量＋－ボタンや4方向ボタンを一つの形状にデザインすることで、見た目のボタン数も削減し、より簡単に操作できる視覚的效果をねらった。

### 2.2 機能の整理と訴求機能の使い勝手向上

リモコン上部のTV関係の操作ボタン部には凹凸溝を配し、視覚・触覚ともにTV機能ボタンのゾーニングが判断できるように配慮している(図1)。さらにリモコン中央の“予約する”“見る”ボタンによって、AV機器に不慣れな初心者ユーザーも迷わず操作を開始できるよう、二つの大きなボタンをデザインした(図2)。従来画面メニューの階層の中にあった、当社の訴求機能であるオートカットi(CMカット)をあらかじめ“見る”ボタンに割り当て、簡単にオートカット再生を楽しめるようにした。また機能ボタンに順位付けを行い、優先順位の高いものから、使いやすい位置にレイアウトし、デザインにメリハリを付けること

で、ユーザーが使用する機能に到達しやすいように配慮した。

### 2.3 画面メニューの操作フロー検討

インタフェースデザインでは、メニュー画面も含めた操作フローを再検証し簡便化を図った。例えば、番組予約では画面上の選択回数を従来の4ステップから2ステップに削減した(図3)。



図1. 凹凸溝によるTV操作部のゾーニング



図2.“予約する”“見る”ボタン

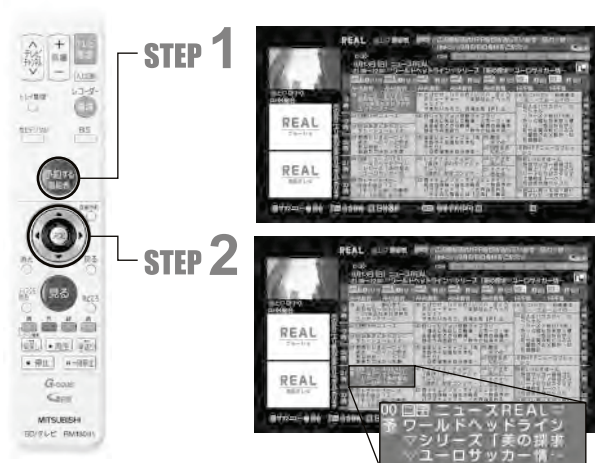


図3. 2ステップで予約が可能

## 2.4 文字の読みやすさ向上

基本操作ボタンの印刷文字高さは3.5mmから5mmに拡大し、視認性を向上させた。最小文字高さも従来の2mmから3mmへと拡大し、見やすさを向上させた。背景と文字色のコントラストもJIS標準値以上を確保して、明確に認識できるようにした(図4)。これは“高齢者・障害者配慮型設計指針—消費者生活製品の操作性 解説(JIS)”に基づいたものである。

## 2.5 色に関する識別しやすさへの配慮

主にデータ放送視聴時に使用する4色カラーボタン(図5)は、色弱者も見分けやすい配慮を重ねることによってCUDOが認証するCUDマーク認定を取得することができた。ボタン上に青・赤・緑・黄の文字印刷があることでボタンの色が判別しづらくなるため、4色カラーボタン上の印刷をリモコン本体側の印刷に変更している。さらにボタンのサイズは、色の識別がしやすいサイズにまで大型化した。これらの対応は、スペースの限られたリモコン上では困難な点もあったが、金型修正も含め認定取得に向け当社関連事業所との連携によって実現することができた。色弱者にとっては、ボタン色は微かな色の差で識別が困難になってしまうため、4色カラーボタンの色味を微妙に変えた

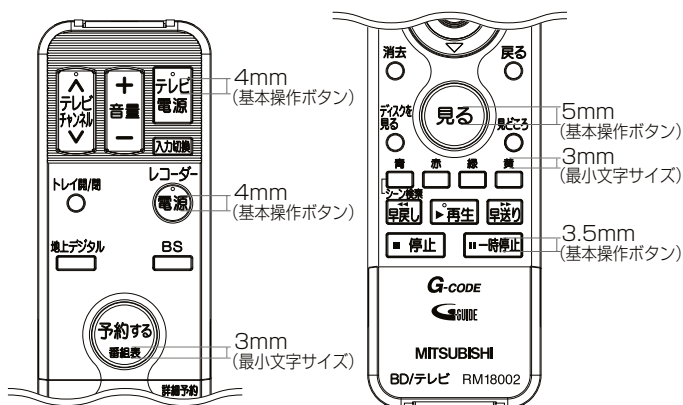


図4. 文字を大きくし、視認性を向上

複数のサンプルを準備し、実際の量産品に限りなく近い状態でアドバイザーや色弱の人にチェックしてもらい、最終的な色を決定した。特に色弱の人にとって認識が難しい“赤”と“緑”は、色弱の人が“赤らしく感じる赤”、“緑らしく感じる緑”に仕上がっており、専門的な知識を持たない者だけの検討では得られない色に仕上がった。

## 2.6 触覚への配慮

デザインのポイントとなる4方向ボタンは、金属質感による高品質イメージを持たせながらも、方向指示部分(▲部)を別部材の凸形状にすることによって、触っただけでも識別できるようにデザインしている(図6)。

## 3. 送信動作・使用状況への配慮

リモコンの送信感度向上のために、赤外線送信部(図7)は角度を変えて二つ取り付けている。これは手元のボタンを見るためにリモコンを立てた状態で顔に近づけて操作しても、卓上に置いたまま操作しても、感度を落とさず信号送信をするためである。卓上での使用に対しては、操作面と赤外線発光部が水平になるようにし、ボタンを押す際に本体がぐらつかないような背面形状にした。

また、車いすの人などが使用する場合を想定して、スト



図6. 触覚で識別できる4方向ボタン



図5. カラーユニバーサルデザインに基づいた4色カラーボタン



図7. 角度を変えて配置した二つの赤外線送信部



図 8. 細部にユニバーサルデザインの工夫をこらした背面形状

ラップを取り付けるための穴も準備した。リモコン背面には、指をかけやすいように中央に凹形状、数字ボタンと音量／チャンネルボタンの裏側にはくぼみを設けて、表面のボタンの位置を認識しやすくしている。また背面の稜線(りょうせん)部分を斜めに削った形状にして、卓上から取り上げやすいように配慮している(図8)。

2.1節で述べたリモコン表面のボタン数削減を実現するために、サブ機能ボタンを二つのドアで二つのエリアに分割して収納した。上側ドア内部には、メニュー・10キー・各種切り換え等の選択・設定系ボタンをまとめ、下側ドア内部には、スキップ・頭出し・録画等の走行系サブ機能を配置してエリアごとの機能分けを行い、詳細設定や高度な操作を希望するユーザーにも使いやすいように配慮した(図9)。

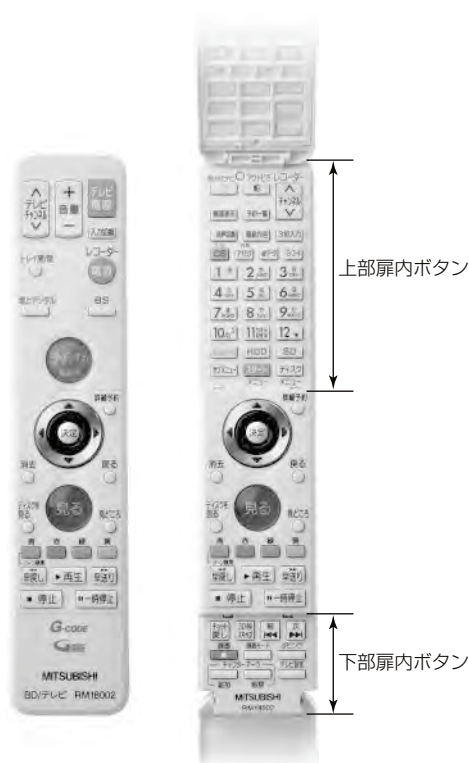


図 9. 蓋(ふた)上と蓋中のボタンレイアウト

## 4. む す び

当社はBDレコーダー市場には後発メーカーとして参入したが、簡単操作可能なリモコンを導入し、使いやすさ、わかりやすさでの他社との差別化を図った。多機能化が進む市場の中で、特定の操作さえできれば十分というAV機器初心者ユーザーの声を反映しながら、蓋内にそのほかのボタンを搭載することによって、将来ユーザーがより高度な操作ができる余地を残している。細部に至るまで使い勝手を考慮したリモコンは、結果的に既存のリモコンと異なる外観と、店頭アピール度の高いデザインに仕上がった。一人でも多くのAV機器に不慣れなユーザーが、簡単な録画予約等を実感して当社AV製品のファンとなってくれることを望んでいる。



# 家電製品のユニバーサルデザイン

山崎友賀\*  
加藤弘之\*  
荒井秀文\*

Universal Design for Home Appliances

Yuka Yamazaki, Hiroyuki Katoh, Hidebumi Arai

## 要 旨

高齢化の進展や、個人の価値観の変化によるライフスタイルの多様化によって、家電製品の購入動機は多岐にわたってきており、デザインを進める上でいろいろなユーザーの立場からの視点が重要になってきている。製品の使いやすさはもちろんのこと、調理時に母親の傍らで家電に触れる可能性のある乳幼児、リビングで家族団らん時に室内環境を共有する高齢者など、家電を使用する際に周辺にいるユーザーに対しても、利便性、安全性を考慮する必要がある。三菱電機では、使いやすさに加え、幅広いユーザーが安全で快適に過ごせる使用環境に留意することを基本として製品のデザインを行っている。

ここでは、日常生活に深くかわりのある家電製品の開発事例を取り上げた。エアコンのリモコンは幅広いユーザーが操作できるよう文字サイズを大きくした二重液晶と、ユーザーの使い方を考慮したガイダンス表示、色覚の異なる

るユーザーに配慮した黄色い運転ボタン、背面にくぼみを設けた保持しやすい形状、視覚でも操作のフィードバックを得られる本体表示を採用した。IH(Induction Heating)ジャー炊飯器は、蒸気レスとすることで、蒸気が出ることによる炊飯時の置き場所、子供のやけどの問題を解決した。蒸気を回収する水タンクは、炊飯後のメンテナンス時に脱着を容易に行える構造にし、タンク内の水温もやけどの心配がない温度としている。また液晶表示と操作ボタンの位置をそろえて操作性を向上させたほか、排気口のない上面形状は手入れのしやすさにも寄与している。

家電製品はだれでも使うことができ、利便性が高く、また安全でなければならない。ユーザーのみならず、家族形態、生活スタイルも多様化する今後に向けて、家電製品におけるユニバーサルデザインをより一層訴求していく。



## 家電製品のユニバーサルデザイン

当社の家電製品は、開発者が多様なユーザーを念頭において創意工夫を行うユニバーサルデザインを基に開発している。ユーザーには高齢者、障害者だけでなく、妊婦、一時的にけがをしている人、使用経験の少ない人なども含め、少しでも使用できるユーザーを拡大することを開発の目的としている。

## 1. ま え が き

現在、家庭内で家電製品にかかわるユーザーは、健常者だけではなく高齢者や障害者など多様化しており、デザインを行う上で考慮すべき点も使用時の使い勝手だけにとどまらない。本稿ではメンテナンス性、周辺ユーザーへの利便性、安全性にも配慮した開発事例について述べる。

## 2. エアコン用リモコンの開発事例

エアコンは子供から高齢者までだれもが使用する製品であるため、基本機能しか使用しないユーザーから、各種機能や詳細設定まで使用するユーザーまで、様々なユーザーに対してわかりやすいインターフェースが求められる。当社はエコロジーに見える化したエコモニタ付きのエアコンを発売しており、子供から高齢者までだれもが簡単に操作できるように配慮したリモコンを開発した。

### 2.1 二重液晶パネルによる高齢者も見やすい液晶表示

通常、固定ピクト表示方式の液晶ではあらかじめ表示文字が決まっているので、フルドット液晶のように文字サイズを変化させることはできない。このリモコンでは、価格の安い固定ピクト表示方式の液晶パネルを2枚同じ位置に重ね、文字サイズと表示内容の切替え表示を行った。1枚目の液晶は基本画面とし、温度や湿度などの基本情報を業界最大の文字サイズにし、高齢者にも見やすくわかりやすい表示にした。2枚目の液晶は蓋(ふた)の開閉に連動し蓋内部の詳細設定用ボタンと関連する画面を自動的に表示するようにした。2枚の液晶による表示切替えによって、ユーザーのやりたい操作に対して必要な情報だけを提供できるように配慮した。

### 2.2 操作方法をサポートするガイダンス表示エリア

エアコンの省エネルギー性能は向上しているが、ユーザーの使い方次第ではその性能を100%発揮できなくなるため、ユーザーに省エネルギー行動を促すことをねらい、現在の運転状況や操作のアドバイスを文字によって教えてくれるガイダンス表示(図1)機能を搭載した。操作のアドバイスは、エアコン本体から送られてくる情報を受信する対話形式となっている。例えば“カーテン・ドアが開いていませんか”“閉めると省エネできます”など、ユーザーが気付かなかった冷暖房のムダやエアコンの快適な使い方をアドバイスする。表示に従って操作すれば、気付かなかった機能も簡単に設定することができる。

### 2.3 どのような色覚の人にも情報が伝わる配慮

最もよく使用する“運転 入/切”ボタンには、一目でわかる色にする必要があるため、どのような色覚の人にも同じ色として認識できる黄色を選択した。文字コントラストも十分に確保し、できるだけ多くの人に正しい情報が伝わるよう配慮した。



図1. ガイダンス表示エリア

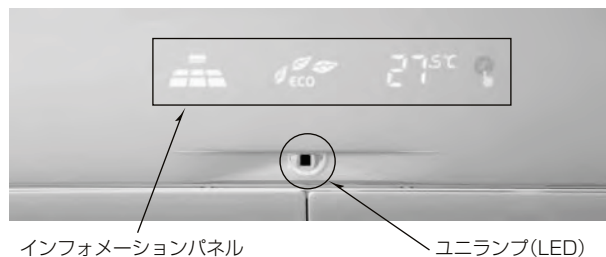


図2. エアコンの外観

### 2.4 保持する位置を決める背面形状

細長いリモコンでは、本体の重心部を保持することがバランス上望ましい。自然と重心部を握るよう指かかりのくぼみを設け、使用頻度の高いボタンをその表側に配置し、保持しやすさと操作しやすさに配慮した。

### 2.5 操作に対するエアコン本体のフィードバック

通常エアコンでは、報知音のみのフィードバックが一般的である。聴覚障害者への対応、及び健常者へのフィードバックのわかりやすさも向上させるため、操作に反応して光るユニランプ(LED)を設けた。また本体中央部にインフォメーションパネルを配置し、運転状態を確認することができる。大きく、見やすい確実なフィードバックによって安心感を向上させた(図2)。

## 3. 蒸気レスIHジャー炊飯器の開発事例

### 3.1 蒸気レスコンセプト

従来の炊飯器は炊飯時に蒸気を排出するため、結露への対策として、炊飯器用引き出し式キャビネットを引き出したり(図3)、換気扇下に炊飯器を移動する(図4)ことが多い。このような使用場所の制限は、ユーザーにとって仕方がないこととあきらめられていた不満であった。また、当社独自のユーザー調査によれば、子供が蒸気口に手や顔を



図 3. 引き出し式キャビネット



図 4. 換気扇下



1 タンクに水を入れて  
セット

2 米と水を入れた内釜を  
セット

3 炊飯ボタンを押す

図 6. 炊飯手順

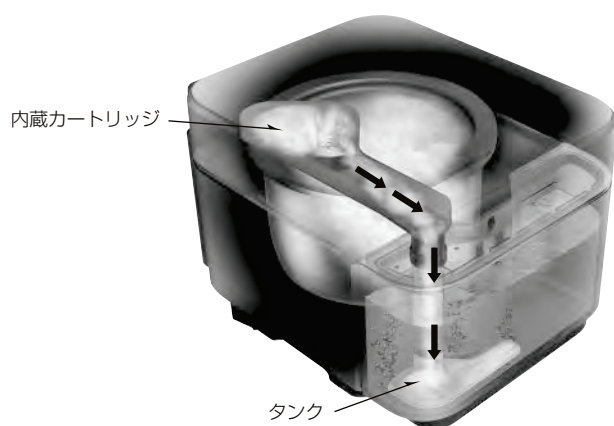


図 5. 水冷式蒸気回収システム



図 7. 操作ボタンレイアウト

無意識に近付いたり、蒸気に興味を持って触れてしまうことによるやけどや、キャビネットを引き出して炊飯した際の通路への突出部がキッチン内の動線の障害となり、ぶつかって負傷するなどの危険性も指摘されていた。また炊飯時のにおいの充満が一部の妊婦には不快であるという指摘もあった。

そこでこれらの問題を解決するため、炊飯時に蒸気を排出しない“水冷式蒸気回収システム”を世界で初めて<sup>(注1)</sup>搭載した蒸気レスIHジャー炊飯器“NJ-XS10J”を開発した。

### 3.2 水冷式蒸気回収システム

“水冷式蒸気回収システム”とは前部のタンクに一定量の水を入れ、高温の蒸気をこの水に通して回収する方式で、タンクの水は炊飯後に廃棄する(図 5, 図 6)。

高温の蒸気を排出しないため、キャビネットに収納したまま、又は換気扇のない場所など、炊飯中の炊飯器の置き場所が自由になったほか、蒸気による室内の湿度や温度の上昇、においの充満を解消し、キッチン快適に保つことが可能となった。

### 3.3 タンク脱着への配慮

“水冷式蒸気回収システム”のタンクは、安全のため炊飯

時には着脱できない構造になっている。しかし炊飯終了後の蓋を開けた状態では、子供でも簡単に外せるように、大きなツメに引っかけるだけの簡単な固定方法を採用した。また、タンク内水温は炊飯後でも50℃以下に抑えられるようにしており、やけどの心配がないよう配慮した。

### 3.4 液晶と操作ボタンへの配慮

液晶の下に操作ボタンを配置し、液晶の表示とそれに関連する操作ボタンの位置をそろえること(図 7)によって、直感的でわかりやすい操作性を実現した。さらに、左から右に順を追ってボタン操作をすることで、スムーズに炊飯設定が行えるように配慮した。

### 3.5 スクエアデザイン

蒸気による設置場所の制約もなくなったため、キャビネット内やキッチンカウンターなど、どこに置いてもインテリアに調和するシンプルなスクエアデザインにまとめた。上面に排気口がなく凹凸の少ないフラットな形であるため、手入れがしやすいというメリットがある。

## 4. む す び

家電製品は様々な形で日常生活に深くかかわっているため、だれでも使うことができ、利便性が高く、また安全でなければならない。家族形態、生活スタイルも多様化する今後に向けて、生活家電におけるユニバーサルデザインをより一層訴求していく所存である。