

# MITSUBISHI

## 三菱電機技報 Vol.76 No.9

特集「インターネット時代の社会インフラシステム」

2002 **9**



## 目次

### 特集「インターネット時代の社会インフラシステム」

インターネット時代の社会インフラシステム特集に寄せて 大松 繁	1
IT時代の社会インフラシステム 尾崎慎彦・伊藤 均	2
電力eビジネスを支えるITソリューション 藤本 俊・森岡雄二・野村 立	7
電力取引へのインターネットの適用 マルタ マルミローリ・広瀬公一・稲岡孝雄・永瀬貴之・秋吉政徳	12
インターネットを利用した電力事業者(電力, 自家発電)向けASPサービス 大野啓明・長沼一裕・片桐三津雄	17
電子政府を実現するITソリューション 居駒哲夫・今村 誠・秋間孝道・池田健一郎	22
地域イントラネットシステム 牧本健二・藤井正泰・小林伸太郎	28
鉄道におけるIT応用システム 加山 勉・角南健次・木村尚史	33
One-to-One型リモート保守ポータル 藤井康順・高橋 勇・南部雅彦	39
インターネット応用監視制御フレームワーク“DiaSynapse/JAXSON” 石原 鑑・大崎雅代・高田秀志	44
社会のIT化を支えるe社会基盤“e-infr@” 高畑泰志・上村一穂・伊藤 均	49
高速PLCネットワークシステム 長島義明・成川昌史・水谷良則	54

### 特許と新案

「スナバ回路」「電力変換装置」	59
「加工条件生成方法及び装置」	60

### スポットライト

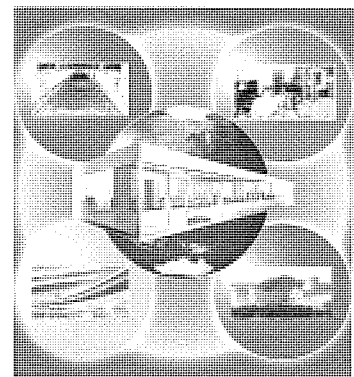
#### 三菱電子署名サーバシステム

“MistyGuard®<Signed PDF™Server>” (表3)

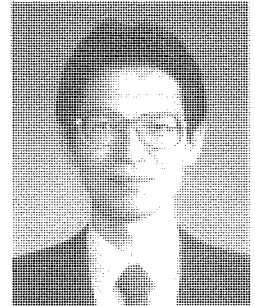
### 表紙

#### ITラボセンターの紹介

情報技術(IT)の急速な進歩とインターネットの急速な普及は、グローバルな規模で社会全体への影響力を増し、新たな事業を生み出している。IT技術・インターネットは社会に着実に根を張りつつあり、技術面のみならず、ソリューション面(利用方法)からも社会インフラの変革を促している。ソリューション面での開発・検証を行い顧客への提案を行う場としてITラボセンターは設立され、電力・公共・交通・産業など社会インフラを支える分野におけるデモンストレーションを実施している。



インターネット時代の社会インフラシステム特集に寄せて



大阪府立大学大学院工学研究科  
電気・情報系専攻情報工学分野

教授 大松 繁

1980年3月に1か月間インド北東部ラクノウ市のインド鉄道研究所へ振動解析の研究で招聘(しょうへい)され、そのときの印象が今も鮮明に脳裏に焼き付いている。ヒンズー教の祈りの声で目を覚まし、窓を開くと真っ赤なバラと原色に近い様々な花で彩られた庭園が広がり、実に大きい太陽が昇り始めていた。研究討論を終えると、夕方から研究所の方々と一緒に1時間程度の散歩に出掛けた。この散歩は、牛車、人力車、廃車に近い乗用車、窓の壊れた乗合バス、高級外車、やせ細った牛、物乞い(ものごい)、美しいサリーをまとった女性等々が渾然(こんぜん)となって動いている一般道を少し歩き、その後は田舎道を歩くコースだった。椰子(やし)の木が疎(まば)らに生えた田んぼに赤い太陽が悠々と沈んでゆき、目の前を蒸気機関車が溢(あふ)れんばかりに乗客を乗せて苦しそうに走っていた光景は印象的であった。このように多様性が大きくしかも混沌(こんとん)とした社会に住み、毎日歩きながら一日を振り返り明日を考える生活を繰り返す間に、近隣のブツガヤで悟りを開いたお釈迦様のような聖人が再び現れるのではないかと想像を大きくしたこともあった。

さて、前置きが長くなったが、インドは文明の発祥の地であるにもかかわらず、現在では発展途上国の烙印(らくいん)を押されている政情の不安定な国家である。しかし、最近ではインド南部のバンガロールを中心にソフトウェア産業やIT技術が目覚ましい発展を遂げていると聞いている。インドで発生した文明はヨーロッパに伝わって科学を生み、それが米国や日本で工学的技術を開花させ、再びインドに戻ってソフトウェアを開化させるという回帰説もささやかれている。

他方、日本では情報工学の重要性が早くから認識され、1970年に東京工業大学や大阪大学などに情報工学科が設立され、その後、多くの大学に同様な学科が新設されていっ

た。しかし、日本発のソフトウェア体系が何故出てこなかったのだろうか(自戒も込めて)と思う。これは、情報の後追いに終始し、日本独自の情報システムを構築しようとする意気込みが欠如していたことと、ITの独創性を涵養(かんよう)する環境が整備されていなかったためであろう。最近、IT=輸入住宅、すなわち、ITに関しては欧米の真似(まね)ばかりであり、日本が行っていることは輸入住宅に和室を作るぐらいの技術しかないという手厳しい批判がある。ITの世界では all or nothing の技術がほとんどであり、それが de facto standard を勝ち取るかさもなくば退散しなければならない厳しい世界である。創造性豊かな一流のリーダーと優秀なサポーターが居れば、人数はあまり重要ではない。これは差別化につながる危険性があり、多様性を好まず協調性・画一性を尊重する日本の風土にはあまり馴染まないシステムである。しかし、インターネットの普及につれて、距離・時間・国家の枠を超えて情報が自由に往来できる社会が形成されつつあり、世界の動きを無視した鎖国社会は不可能になっている。

冒頭に述べたインドで何故IT化が急速に進歩しているかについて考えると、インドには多様性、独自性、哲学的思考法など幾つかの優れた素地があるように思われる。したがって、インターネット社会で成功を収めるには、人的のみならず制度的にも多様性のある社会形成が必要で、地球規模で物事を考えることができ、独創性が高く倫理観の強い人々を輩出する教育が求められている。また、インターネット社会では地球規模で見知らぬ人々と付き合うことになり、自己防衛用のセキュリティ教育も必要である。

この特集で企画されたインターネット時代の社会インフラは、安全性・利便性・経済性の観点からITの全容をまとめ将来展望を述べたものであり、時機を得た特集であると思われる。

# IT時代の社会インフラシステム

尾崎 禎彦\*  
伊藤 均\*\*

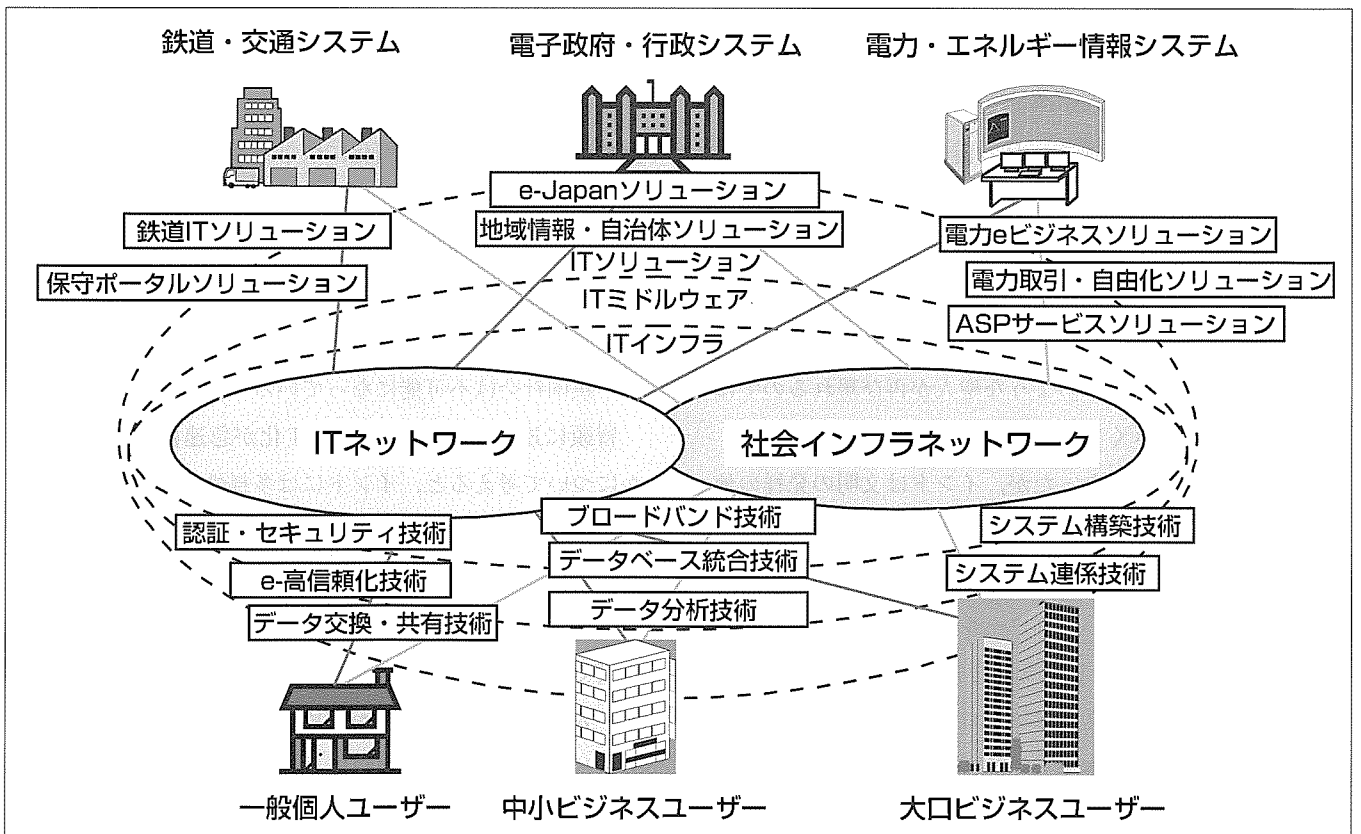
## 要 旨

インターネットを始めとするIT (Information Technology) 技術の進展に伴い、電力・行政・交通・公共などの社会インフラシステムが構造的な変革を迎えている。ITとしての技術革新はブロードバンドを始めとして多岐にわたるが、根本的には、時間・空間・知識の共有が容易に可能になったため、ビジネスモデル、システムモデルへの大きな変革が起こっている点にある。特に社会インフラシステムは国民生活の基盤を構成するため、変革の方向は、社会全体の付加価値を創造し増大させるものでなければならない。

このような時代の変革に対し、三菱電機においては、ITの基盤技術開発からソリューションまたコンサルティング領域まで、広範囲にかつ真正面から取り組んでいる。

当社は、総合電機メーカーとして、これまで世に送り出してきた発電・系統変電などの電力システム、広域伝送ネットワーク、鉄道・交通システムや公共システムなどの物理的な社会インフラネットワーク構築技術を基に、セキュリティ技術や、データの統合・交換・共有・分析技術、また、システム構築・連携・高信頼化技術などITネットワーク構築による社会インフラシステムの付加価値創造を目指している。また、同時に、これを実現するため販売から研究開発に至るまでのグローバルネットワークを構築し、研究開発にも鋭意取り組んでいる。

本稿では、当社のこれらの社会インフラシステムへのITソリューションの取り組み、技術、適用事例について述べる。



## ITによる社会インフラシステムの付加価値創造

三菱電機では、総合電機メーカーとしての社会インフラネットワーク構築技術を基に、ITネットワークによる社会インフラシステムの付加価値創造を目指している。このため、ITネットワークのインフラ、ミドルウェア、ソリューション、また、コンサルティング領域に至るまで、社会インフラシステムと融合したトータルソリューションとしての技術とサービスを提供している。

## 1. ま え が き

インターネットを始めとするIT技術の進展は、産業・ビジネス・個人に至るまで社会生活のすべてに大きな変革をもたらしていると言っても過言ではない。この中で、特に電力・行政・交通・公共などの社会インフラシステムは、社会を構成する基盤であり、投資規模が大きいためその変化はゆっくりではあるが、着実に、しかも加速度的に変革の程度を増加させている。IT技術の構成要素はブロードバンド技術などの多岐にわたるが、その特徴を大胆に単純化すれば、IT時代以前には不可能であった時間・空間・知識の共有が可能になるという点である。このため、時間・空間・知識の排他的独占によるモデルが排除され、ビジネスモデルやシステムモデル、さらには社会モデルにまで変革が及んでいる。

このような時代の変革に対し、当社は、総合電機メーカーとしての電力システム、広域伝送ネットワーク、鉄道・交通システムや公共システムなどの物理的な社会インフラシステムの構築経験を生かして、さらに、これらに対しIT技術を適用することにより、社会全体の付加価値を創造し増大させ、これまで以上にお客様の高度な要求に十二分にこたえ得ることを目指している。社会インフラに対するIT技術としては、ITのインフラやミドルウェア、ソリューションに対応する基盤技術も当然のことながら、さらに、その上流領域であるコンサルティング領域までをカバーしている。また、欧米の海外拠点も含め、グローバルネットワークを構築し、研究開発にも鋭意取り組んでいる。

この特集では、社会インフラシステム(社会インフラネットワーク)とIT技術(ITネットワーク)の融合によるソリューションへの取り組み及び技術について述べる。

## 2. IT技術革命と社会インフラシステム

### 2.1 IT技術革命の動向

ITを情報技術としてとらえた場合、ITに関する変革は、実は、パソコンの発明など何度か起こっている。しかし、今回の変革は、1990年代後半のインターネットの急速な普及とともに進んできたものであって、コンピュータと通信の融合がその究極に至ったものであり、様々な意味で、正に産業革命に匹敵するIT革命と呼ぶにふさわしい。

このIT革命においては、コンピュータと通信の融合により、従来一部では排他的に独占されていた

時間・空間・知識の共有が安価かつ容易に可能となるため、社会の事業活動や個人の生活などすべての分野での活動モデルに変革を与えている。例えば、これまで企業ごとに確立していた調達・流通等の活動が地球規模でオープン化され、全く新しいビジネスモデルを生み出すに至っている。このため、これとは別に、世界的トレンドである規制緩和の潮流とあいまって、一部では、経営改革や業務改革などの新しいシステムモデルを取り入れる動きも活発に起こっている(図1)。

上記の流れをIT情報システムとして表現したものが図2であり、よく知られているように、ホスト集中から最近ではWebコンピューティングが実用化されており、さらにはユビキタスコンピューティングシステムやウェアラブルコンピューティング、パーペイシブ フォトニックコンピューティングの概念までもが提唱されている。

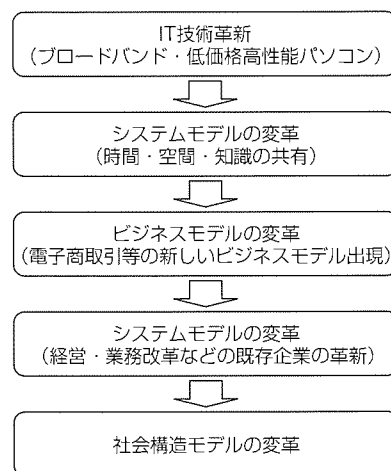


図1. IT革命による技術革新とモデルの変革

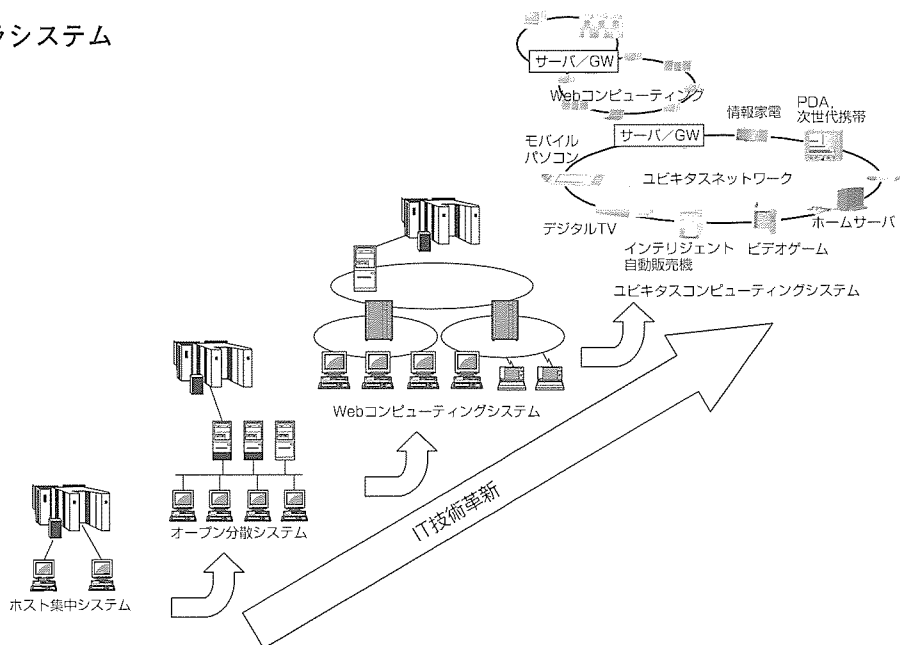


図2. IT情報システム構成の進展





ビジネスモデルとの関係を図4に示している。

### 3.2 ITシステム開発のプロセス

社会インフラシステムと融合したITシステム開発に際しては、当社のメーカーとしての立場からは、従来は、前述した多様なIT基盤技術を用いてITシステムの構築自体に注力してきた。しかし、開発プロセス全体を大まかに上流領域と下流領域に分類した場合、これは下流領域の一部にしかすぎない(図5)。社会インフラシステムの開発においては、従来はその進展の方向性がほぼ一定であったため、極端な例では、そもそもシステム開発に際しての戦略が不要というケースさえ存在した。

これに対し、近年では、ITにおけるドッグイヤーならぬマウスイヤーと称されるほどに進展のスピードが早まっております。同時に、別の次元で進展中の規制緩和における不透明性の増大という課題点も存在している。このため、ITシステム開発に際しては、該当システムだけの部分最適ではなく、企業全体又は社会インフラシステムとしての全体最適を実現するための戦略検討が不可欠となっている。

そこで、当社では、①戦略策定(広義のビジネス設計)、②業務改革(ビジネスプロセス設計)、及び、これを支える③ITシステム開発、の3階層に対するトータルソリュー

ション支援の概念であるSESコンサルティングメニューを提案している(図6)。SESコンサルティングメニューの基本思想は以下のとおりである。

- (1) 電力会社を始めとするお客様の戦略策定や業務改革、システム実装までをシームレスに包含した統合コンサルティング活動の実施
- (2) 業務改革のみならず、業務プロセス設計などの実行支援によるきめ細かなサポート
- (3) 業務分野ごとのコンサルティングパートナーと当社の最新IT技術、又は必要に応じて適切なSIベンダーとの組み合わせによるレベルの高い顧客満足の提供

このようなSESコンサルティングメニューを適用することにより、社会インフラシステムとIT技術の融合による真の全体最適が可能となる。

### 3.3 ITと金融工学

金融工学とは、最新の数理統計学を駆使した金融の取扱いに関する技術であり、従来は主として経済・金融分野で使われているため、IT時代の社会インフラシステムとは一見なんらの関係もないように思える。しかし、IT時代においては、時間・空間・知識の共有による排他的独占の排除、また、別次元の規制緩和による不安定性の増大、さらに開発スピードの加速度的増大など、従来とは異なった課題が浮上してきている。これらの課題は、実は、規制緩和が先行し一時的に不安定性が極めて増大した金融分野が経験した課題と同様である。

すなわち、今後は、金融と社会インフラシステムでは、設備投資に対する考え方、財やサービスの蓄積可能性など、かなり対象とする性質が異なるものの、社会インフラシステムへも金融工学の適用が進むものと考えられる。電力分野における電力流通マネジメントを一例として図7に示すが、このような社会インフラシステムとしての特性を考慮した金融技術についても、鋭意研究開発を実施しているところである。

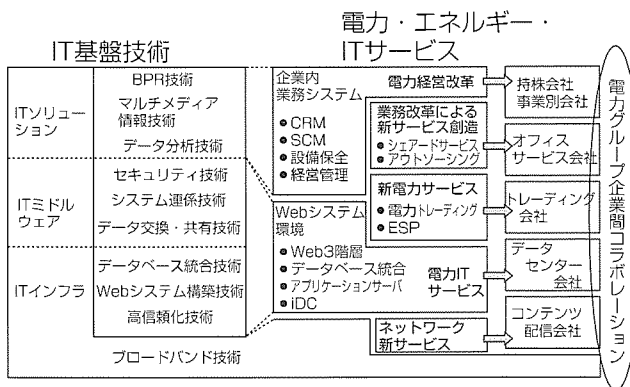


図4. IT基盤技術とビジネスモデルの変革(電力の例)

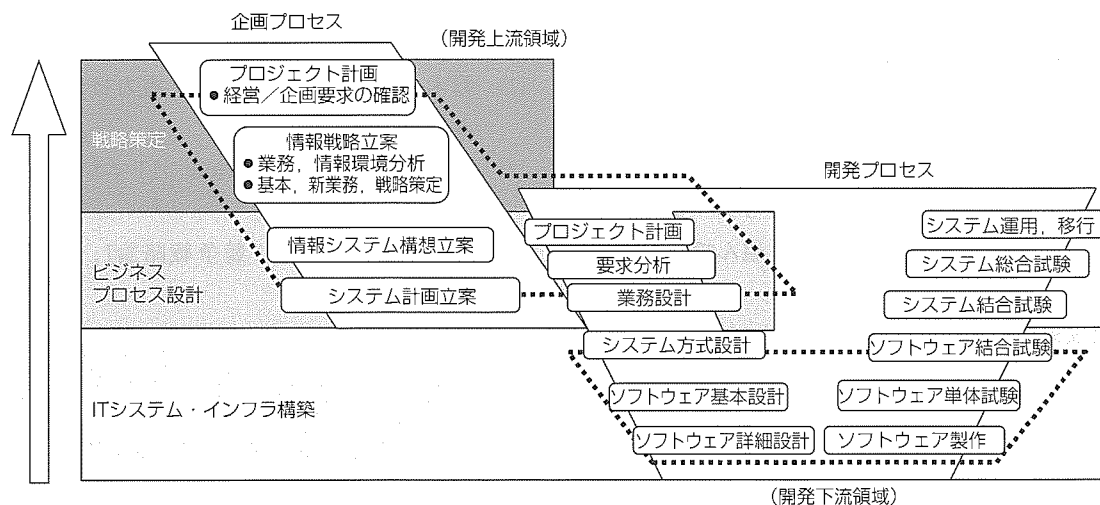


図5. IT業務情報システム開発のプロセスと戦略策定の重要性

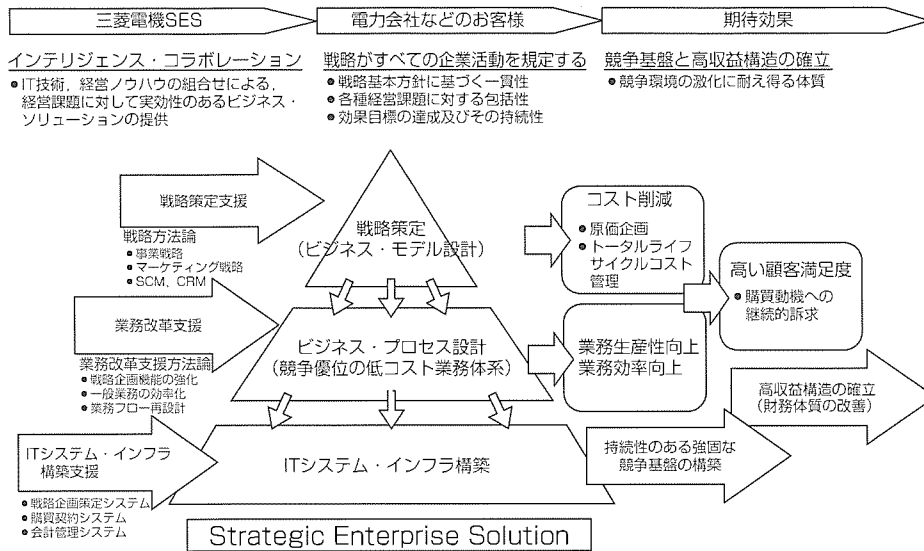


図 6. IT業務情報システム構築のためのSESコンサルティング

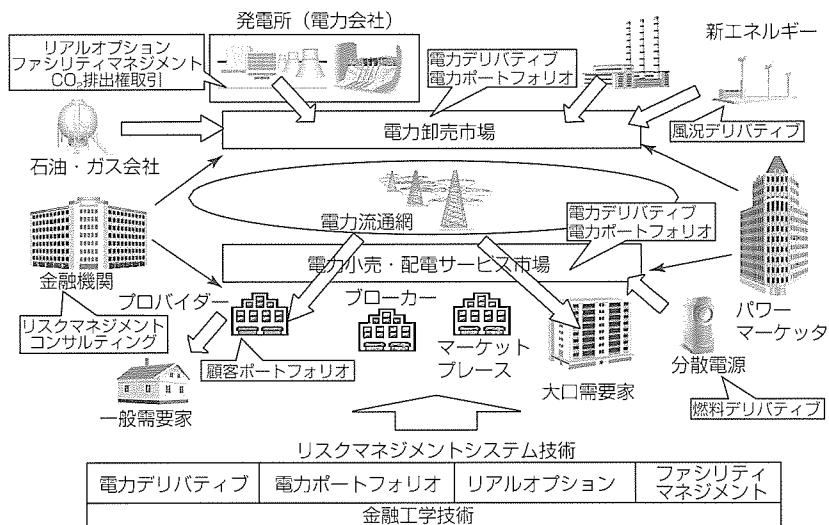


図 7. 電力流通マネジメントへの金融工学の適用

#### 4. むすび

今後、IT技術革命はますます高度化し、産業、ビジネス、個人に与える影響はますます大きくなると思われる。また、同時に、社会インフラシステムとIT技術の融合はますます進展し、社会全体としての付加価値の創造は一層増大すると思われる。

三菱電機は、このようなIT時代の社会インフラシステムに対し、今後も、IT基盤技術開発からソリューション、コンサルティング領域までに総合的に取り組んでいく所存である。

なお、参考文献(1)に記載の“ITで拓く電力ビジネス革命”

では、より詳細かつ広範囲に、電力分野を中心として社会インフラシステムに対する三菱電機のITに関する技術内容を集大成しているもので、是非、御一読を願いたい。

#### 参考文献

- (1) 鈴木 浩，ほか：ITで拓く電力ビジネス革命，オーム社（2002）
- (2) Harvard Business Review：ITマネジメント，ダイヤモンド社（2000）
- (3) ポーター，E.M.：競争戦略論I，ダイヤモンド社（1999）



# 電力eビジネスを支えるITソリューション

藤本 俊\*  
森岡雄二\*\*  
野村 立\*\*

## 要 旨

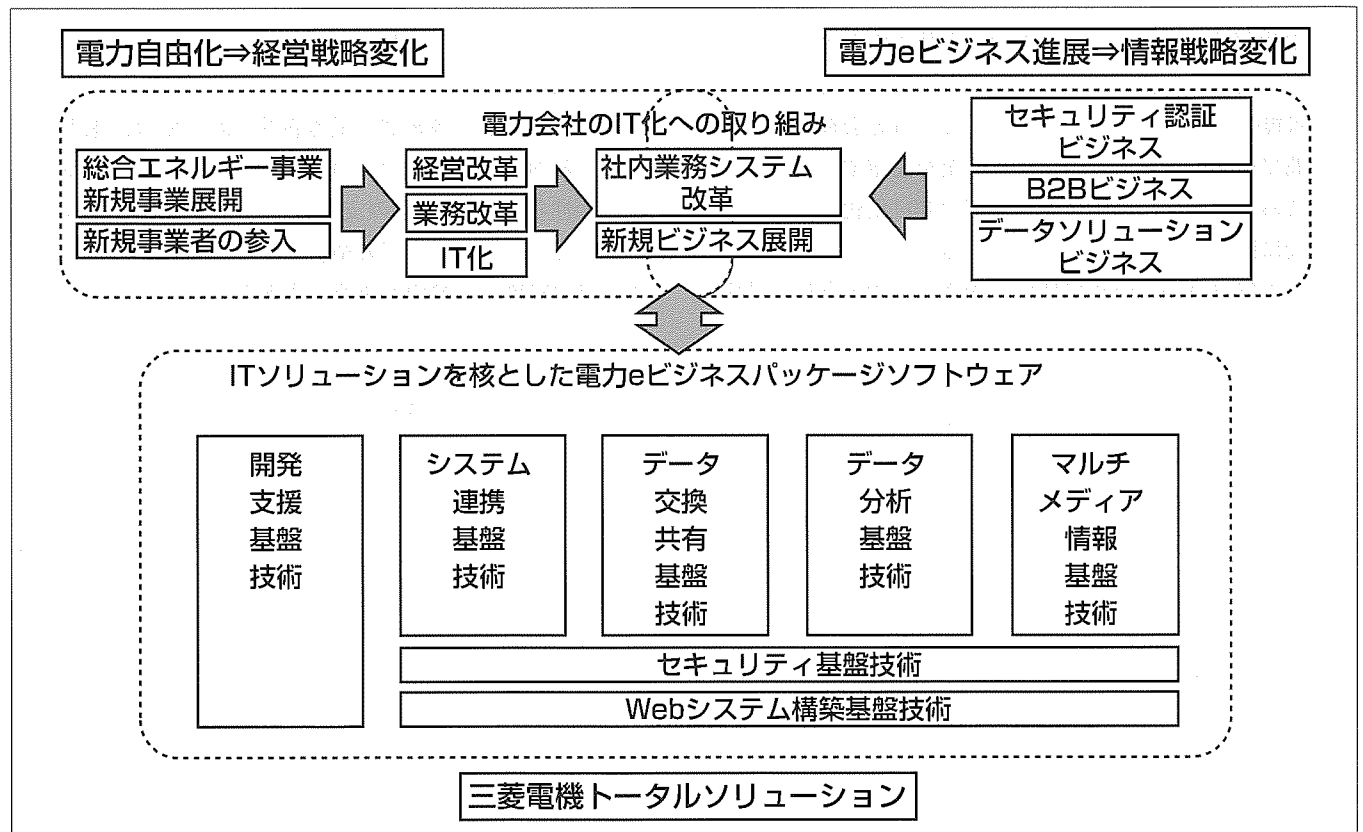
電力自由化を控え、電力会社のeビジネスへの取り組みが加速している(電力関係のeビジネスを電力eビジネスという)。社外電子取引、お客様サービスから新事業に至るまで広範な領域でインターネットの活用が広がっており、今後、更に進展する見込みである。本稿では、電力自由化時代に向けてのIT(Information Technology)を活用した電力eビジネスの概要、及びITソリューションの提供に必要な要素技術について解説を行う。

電力の自由化に向け、電力会社は、電気事業から総合エネルギー事業、新規事業へと企業価値増大に取り組んでいる。この取り組みに対して、経営改革・業務改革・IT技術などを融合して、企業コラボレーションを実現するトータルソリューションが要求されている。

また、電力会社では、電力eビジネスの一環として電子

商取引・電子申請などのB2Bビジネスとそれらを支えるPKI(Public Key Infrastructure：公開鍵(かぎ)基盤)、セキュリティビジネスなどのセキュリティ認証ビジネスが注目を集めている。また、基盤を支えるデータソリューションビジネスについても、ビジネス基盤が整備され、業務システム改革・新規ビジネスとして利用できるようになってきた。

これらの動向を踏まえ、Webシステム構築基盤技術、セキュリティ基盤技術を土台として、システム連携基盤技術、データ交換・共有基盤技術、データ分析基盤技術、マルチメディア情報基盤技術、開発支援基盤技術を統合し、ITソリューションとして提供することで、電力eビジネスへのトータルソリューション提供の加速を図っている。



## 電力eビジネスを支えるITソリューション

電力会社では、電力自由化に対応するため、経営戦略・事業戦略の変換を進めている。こうした戦略変更に伴い、ITを用いたトータルソリューションが必要になっている。一方、セキュリティ認証、B2B、データソリューションビジネスの立ち上がりによって情報戦略も変化している。これに対して、三菱電機は、基盤技術を統合した先進のITソリューションの提供により、電力会社の業務システム改革・新規ビジネスの推進に積極的に対応している。

1. ま え が き

電力自由化を控え、電力会社のeビジネスが加速している。社外電子取引、お客様サービスから新事業に至るまで広範な領域でインターネットの活用が広がっており、今後、更に進展する見込みである。

本稿では、電力自由化時代に向けてのITを活用した電力eビジネスの概要、及びITソリューションの提供に必要な要素技術について解説を行う。

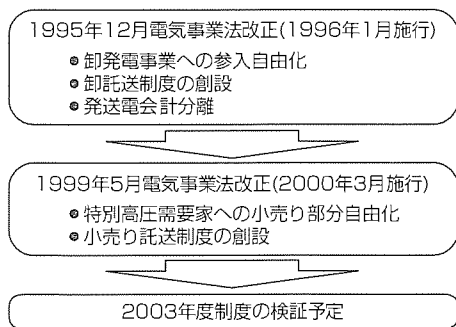
2. 電力自由化の動向と電力会社のIT化への取り組み<sup>(1)</sup>

2.1 電力自由化の動向

電力自由化は、新規事業者にとっては電気事業という新規事業領域への展開可能性の増大であり、既存事業者にとっては脅威のように受け取られていることが多いように思われる。しかしながら、実際には海外事例でも明らかのように、既存事業者にとっても、他事業者では持ち得ない電力インフラや技術とノウハウをベースに、固定の電気事業から広範なエネルギービジネス、新規ビジネスへの大きな攻めのチャンスでもありと考えられる。

世界的に電気事業での自由化が進展している中で、我が国においても、図1に示すように、1995年に約30年ぶりに電気事業法が改正され、引き続き1999年の改正において部分自由化が導入された。ここでは、全体の需要の約3割を占める特別高圧の需要家が自由に電力供給元を選択することが可能になっている。これに加えて、電力会社と需要家との間で交渉に従って自由に電気料金を設定することが可能になるとともに、高圧需要家以下の非自由化部門に対する料金に関する規制が見直されている。

この電気事業法の改正に伴い、図2に示すように、特定規模電気事業者が新規事業者として電気事業に参入を開始しており、2002年1月時点で予定も含み約1%弱のシェアを占めるに至っている。さらに、2003年へ向けて、2001年度末から総合資源エネルギー調査会において、制度の検証に関する議論が実施されている。



(出典) 鈴木、渡辺：ITが拓く電力ビジネス革命、オーム社（2002）

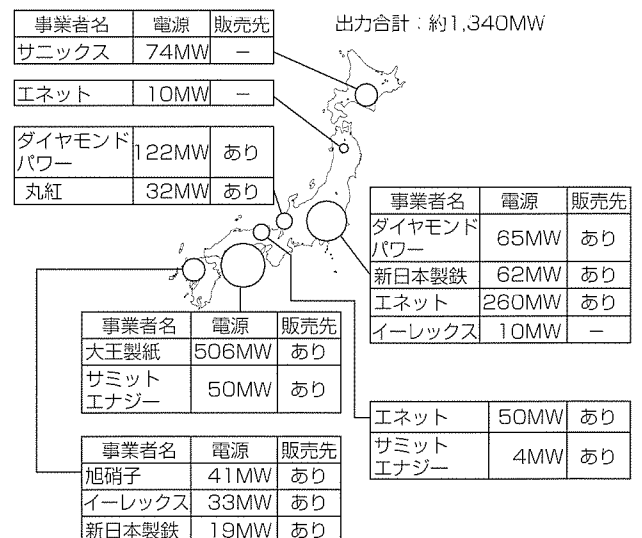
図1. 日本における電力自由化の動向

2.2 電力会社のIT化への取り組み

電力会社は、電力自由化に伴う制度変革など内容が不明確な中、今後の事業戦略の検討を進めている。喫緊の課題としては、お客様サービスの強化、電気事業におけるコスト削減による競争力強化と電力の安定供給能力の維持との両立、電力インフラを活用しブランド力を生かした新事業への進出、の3点が挙げられる。従来、経営コンサルタントや業務設計コンサルタント、ITシステムベンダーなどが個別に課題解決案を提案してきた状況では部分最適解は得られるとしても、真に求めている全体最適解は導かれない。今まさに、経営改革／業務改革／IT技術を融合して、電力自由化に向けたトータルソリューションが求められている。

業務改革によって生まれる新たなサービス（付加価値）とは、顧客向けサービス、取引先向けサービスだけでなく、電力社内の部門間サービスも含まれる。例えば、電力会社の設備形成（発電所や変電設備の建設）における資材から設計部門への設備メーカー情報提供サービスなどである。これらは、部門ごとの付加価値創造が会社全体の総合力を高めていき、企業競争力強化へとつながると考えられる。また、このような社内部門間サービスによる付加価値創造は、その効率性やコスト面から、シェアードサービスやアウトソーシングサービスへ発展の可能性がある。

また、企業の競争力強化が求められている中、経営戦略策定や業務改革推進とIT技術支援のシームレスな融合が求められている。例えば、電力各社においては、電力自由化によるお客様情報管理の推進、料金体系の多様化や変更の即時性などにIT技術の支援は不可欠のものである。したがって、経営企画部門の情報リテラシ強化と情報統括部門の経営戦略への参画が重要な課題となっている。



(出典) 鈴木、渡辺：ITが拓く電力ビジネス革命、オーム社（2002）

図2. 特定規模電気事業者の動向(2002年1月9日現在)

### 3. 電力eビジネスの展開

このような電力自由化への変革を背景に、電力会社の積極的な業務革新へのIT技術の適用と従来の電力販売以外の分野の開拓、それを迅速に実現するトータルソリューションの提供が最重要課題となっている。具体的方策を電力eビジネスに関係するテーマを中心に述べる。

#### (1) 社内の業務システムの改革

市場競争力強化のため、コスト構造の変革、顧客サービスの向上を目的とした社内の業務システムの再構築が必要であり、戦略購買システムや次世代営業サービスシステム等の導入が今後更に進んでいく。インターネット経由での電子商取引への取り組み、官公庁等への電子申請業務の電子化への検討も進められている。

#### (2) 新規ビジネス展開

技術進展が著しいIT関連技術と電力会社が持つITバックボーンを活用し、インターネットを活用した新規ビジネスの開拓も進んでいる。

企業戦略や業務改革をサポートする戦略策定支援コンサルタントや先進のIT技術をソリューションとして提供するSI(System Integration)ベンダーにおいても、業態拡大やM&A(Mergers and Acquisitions)などによって経営課題へのITソリューションをトータルで提供する体制を強化している。また、2001年からITコーディネータ資格が正式に認可され、経営とITの融合の重要性がますます高

まっている。

これら業務システム改革、新規ビジネスにおける電力eビジネスは、図3に示すように、セキュリティ認証ビジネス、B2Bビジネス、データソリューションビジネスに分類される。それぞれについて当社の取り組み状況を説明する。

#### 3.1 セキュリティ認証ビジネス

##### (1) PKIセキュリティビジネス

電力会社の新しい社内業務システムの改革として、企業内認証局の構築が進んでいる。また今後は、政府の公的認証基盤整備に応じた民間認証ビジネスへの参入を目指し、特定認証業務認定認証局の設立への展開が考えられる。これに対応するため、当社では、認証局パッケージ、セキュリティポリシー構築技術の提供に加え、特定認証業務認定認証局構築のためのトータルSIビジネスを展開している。

##### (2) 認証課金ビジネス、EC(Electronic Commerce)サイト関連ビジネス

企業内認証局の応用の一つとして、電力会社内における社員認証システムの構築が検討されている。例えば、社員証のICカード化による職員認証システム、電子文書管理システム等が挙げられる。これらに対応するために、統合認証パッケージ、及び電子文書管理パッケージを提供している。

##### (3) コンテンツ配信ビジネス

高速ネットワーク・ブロードバンドネットワークがここ

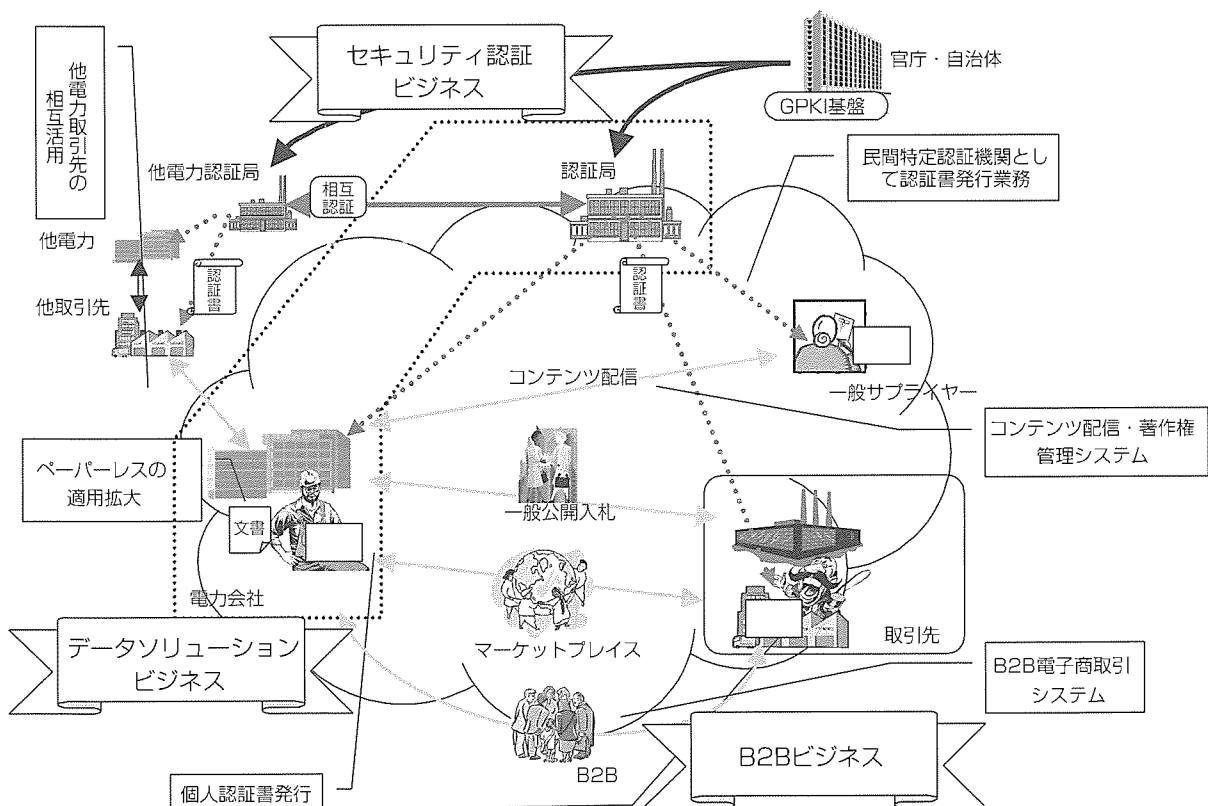


図3. 電力eビジネスの概要

数年著しい速度で普及している。それを反映して、ネットワーク経由でのコンテンツ配信ビジネスが立ち上がりつつある。電力会社もこの分野への取り組みを開始している。当社では、コンテンツ配信管理システム、著作権管理(Digital Rights Management: DRM)基盤技術の中核にソリューションの提供を行っている。

### 3.2 B2Bビジネス

電力会社の内部で、ペーパーレス化、印紙税減税、利便性向上を目的とした電力・取引先間でのインターネットを活用した社外連携システムの構築が進められている。また、近年の電子政府構想に対応する形で、電子申請業務の立ち上げにも積極的である。

#### (1) 電子商取引システム

従来からのEDI機能に加え、電子文書に対する電子署名、電子公開入札・オークションの導入、マーケットプレイスへの展開等が注目されてきている。これらに対応するために、社外連携パッケージ(WebEDI/ファイル転送/電子公開入札/Webコラボレーション/取引先管理)を提供している。

#### (2) 電子申請システム

電子申請システムの対象としては、①電力会社が各省庁に申請する業務、②他企業・個人から電力会社に対する申請・届出業務の2通りが存在する。前者は、電気事業法に基づき、電力会社からも多くの届出・申請が必要であり、後者は、例えば外部企業からの共架の申請や一般消費者からの電力契約など、各省庁の電子申請システムに準拠していく必要がある。これらの双方について対応するため、電子申請パッケージの開発を進めている。

### 3.3 データソリューションビジネス

前述の電力会社内基盤の変革に伴い、人事労務・経理・資材業務等の改革も今後急速に進むと考える。当社では、これらの社内情報を活用するデータマイニング技術、データ分析技術、基幹事務系とフロントエンド系、データウェアハウスとの連携を行うEAI(Enterprise Application Integration)、ETL(Extraction Transformation and Loading)応用システム等、新しい電力向けデータソリューションを提供している。

## 4. ITソリューション

### 4.1 ITソリューションの全体構成

電力eビジネスのパッケージ化を実現するための技術コンポーネントは、ITソリューションとして図4のように整備している。ITソリューションは、ITプラットフォームと電力eビジネスパッケージソフトウェア層の中間に位置する。すなわち、ITプラットフォーム上に各種のeビジネスパッケージソフトウェアを開発するときの基盤技術として適用し、ハードウェアやソフトウェアの共通プラット

フォーム化を実現し、かつ、効率良くパッケージソフトウェアの開発を可能とするためのミドルウェア群である。

### 4.2 ITソリューションの機能<sup>(1)</sup>

以下に、ITソリューションの各基盤技術に関して説明する。

#### (1) Webシステム構築基盤技術

社会インフラを対象とする大規模なシステム構築では、生産性と保守性の向上やスケーラビリティ確保の点から、Web 3階層アーキテクチャが利用される。この3階層アーキテクチャを実現するために、J2EE(Java2 Platform, Enterprise Edition)を採用し、サーバサイドJavaを用いてWebアプリケーションを構築するためのワークフロー処理やEJB(Enterprise JavaBeans)の実行制御、システム管理などのミドルウェアを提供する。

#### (2) セキュリティ基盤技術

オープンなネットワークでは、通信手段やデータ形式が汎用的であるため、従来のクローズなネットワークに比べて、盗聴・成り済まし・不正アクセスなどの脅威が増すため、暗号化や認証技術などによってシステムを保護する必要がある。三菱セキュリティライブラリをベースに、セキュアなシステム構築時に不可欠となる、暗号、認証、アクセス制御、不正アクセス防止、電子公証などのミドルウェアを提供する。

#### (3) システム連携基盤技術

情報システム改革は、従来システムにあるデータの活用による情報システム再構築としてとらえることが重要である。複数のシステムにわたって散在するデータを横断的に統合したり(データ統合)、システム間でデータをやり取りする(データ連携)ことによって、新たなシステムを実現するミドルウェアを提供する。

#### (4) データ交換・共有基盤技術

電子商取引など企業間でデータ交換を行うシステムでは、企業間でデータを共有できること、さらに、交換するデー

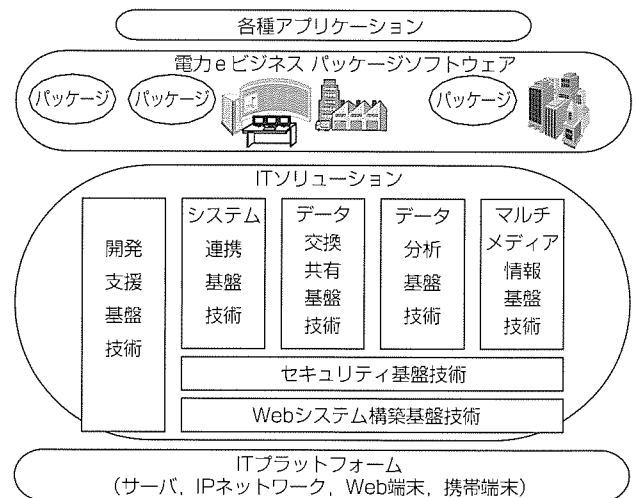


図4. ITソリューションの位置付け

タフォーマットの変更が容易なことが必要であり、データの形式としてXML(eXtensible Markup Language)を採用している。XMLデータを効率的に扱うためのXML入力画面の自動生成、XML文書処理を行うミドルウェアを提供する。

(5) データ分析基盤技術

詳細なコスト分析・管理、顧客満足度評価など、企業経営に関連する大量データを対象としたデータ分析を用いてデータに基づく経営戦略を策定する手法は、今後ますます重要になってくる。データ分析を行う意思決定ツール、データ分析を高速に実行するミドルウェアを提供する。

(6) マルチメディア情報基盤技術

IT技術の進展とともに、画像や音声・映像といったマルチメディア情報を管理・活用したシステムが進展している。地図データを応用した位置情報サービスによる現場の作業員支援、音楽や映像などのデジタルコンテンツを配信管理するシステムに対応したミドルウェアを提供する。

(7) 開発支援基盤技術

アプリケーション開発の効率的な開発を実現するための統合開発環境やソフトウェアの再利用を前提としたフレームワークを提供する。

4.3 基盤技術と提供するミドルウェア

ITソリューションの基盤技術と提供するミドルウェアの関連を表1に示す。

5. む す び

電力eビジネスをターゲットとしたITソリューションの紹介を行った。これらのITソリューションは、電力eビジネスに特化したものでなく、様々な産業分野への適用が可能である。今後、IT技術の進展とともに、適用分野・機

表1. 基盤技術と提供するミドルウェア

基盤技術	提供するミドルウェアの機能
Webシステム構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ワークフロー</li> <li>● EJB実行制御</li> <li>● システム監視</li> </ul>
セキュリティ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 暗号化, デジタル署名</li> <li>● 統合認証(シングルサインオン)</li> <li>● セキュアXML</li> </ul>
システム連携	<ul style="list-style-type: none"> <li>● データインテグレーションハブ</li> <li>● B2Bシステム連携</li> <li>● モバイルエージェント</li> </ul>
データ交換・共有	<ul style="list-style-type: none"> <li>● XMLデータ変換</li> <li>● XMLデータ検証</li> </ul>
データ分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>● データマイニングツール</li> <li>● 高速データベースアクセス</li> </ul>
マルチメディア情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地図情報処理, 画像処理</li> <li>● デジタルコンテンツ管理</li> </ul>
開発支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 統合開発環境</li> <li>● 再利用型フレームワーク</li> </ul>

能拡張を行っていく予定である。なお、参考文献(1)に記載の“ITが拓く電力ビジネス革命”では、より詳細かつ広範囲に、電力eビジネスを含めた三菱電機のITに関する技術内容を紹介している。

参 考 文 献

- (1) 鈴木 浩, ほか: ITが拓く電力ビジネス革命, オーム社 (2002)
- (2) 辻 宏郷, ほか: セキュリティライブラリ, 三菱電機技報, 76, No.4, 259~262 (2002)
- (3) 遠藤 淳, ほか: PKI応用—EDIにおけるPKIの適用, 三菱電機技報, 76, No.4, 291~294 (2002)
- (4) 矢島正之: 世界の電力ビッグバン, 東洋経済新報社 (1999)

# 電力取引へのインターネットの適用

マルタ マルミローリ\* 永瀬貴之\*  
 広瀬公一\* 秋吉政徳\*\*  
 福岡孝雄\*

## 要旨

インターネットの発達は絶え間なく加速し、“ネット”を利用した各種サービスは、我々の社会活動のあらゆる領域にまで浸透してきた。これは、企業のビジネス活動を変貌させ、既に、インターネットを抜きにしては企業活動そのものが成り立たない状況となっている。また、インターネットの発展は企業内外や国内外の境界をも取り去らおうとしており、世界の経済活動のボーダレス化が進んできた。

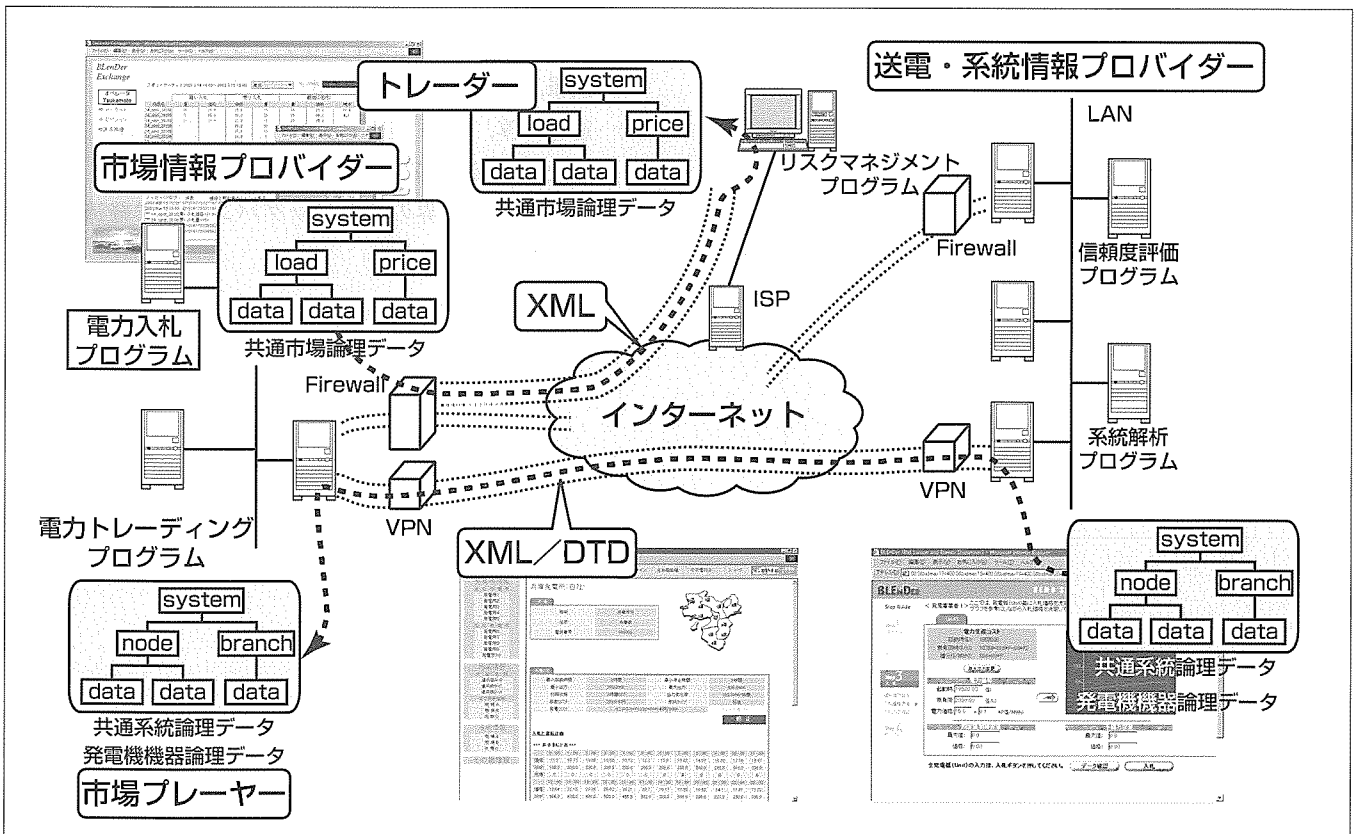
このようなさまざまなビジネス環境の変化の中で、これまで資本集約型産業の代表格であった電気事業の領域においても、電力自由化が本格化し、インターネットの発展を伴って大きな改革が起きている。

電力自由化、つまり電気事業の市場化は、欧米諸国で始まり、1990年のイギリスにおけるプール取引におけるスポット現物取引の開始、1995年のノルウェーにおける先物取

引の開始、さらには、1998年の米国カリフォルニアにおけるリアルタイム取引の開始など、時代とともに取引対象となる電力の商品化が拡大してきた。しかし、いまだなお、商品や為替、金利などの取引と比較すると、電力取引は発展の緒についたばかりと言わざるを得ない。

今後どのように電力市場が形成され、電力取引に対してインターネットがどのような役割を果たすことができるかは未知数な部分も多いが、それが電力市場において重要な役割を果たすことは疑う余地もない。

本稿では、電力取引の意義とそれを実現するための仕組みについて述べ、電力取引所や系統運用機構、さらには各市場参加者に必要となる機能要件について説明する。また、これらを実現するためのインターネットプラットフォーム技術について、その現状と今後の発展について述べる。



## 新しい電力取引インターネットプラットフォーム

電力市場を運営する電力取引所、及び電力系統を運営する系統運用機構を中心に、各市場参加者（電力会社、発電事業者（IPP）、小売事業者（PPS）、エネルギーサービスプロバイダー（ESP））が存在している。各種アプリケーションが異業種他社間で実現されるB to B、B to Cインターネット電子商取引システム上で情報交換を行う。そのため、インターネットマークアップ言語であるXML（eXtensible Markup Language）によるデータ交換方式の採用や、オープンネットワーク環境においても、通信の安全性のために、暗号化やデジタル署名などの対策、24時間365日開かれる市場取引に対応した信頼性確保などが望まれる。



## 1. ま え が き

インターネットが発達し、地理的に離れた場所間でも、いろいろな商品を自由に取引できる環境が整ってきた。電力市場においても、規制緩和により、市場参加者間での電力取引の機会が増え、電力の商品化が進んでいる。一般の商品同様、市場全体の供給を需要に合わせるということが重要であるが、需給バランスの維持が常にリアルタイムでなければならないところが一般の商品とは異なる。また、電力取引の現物受渡しには、電力系統という特別な流通インフラを伴うため、通常の商品とは異なる独特の取引ルールと、ルールを遵守し安定的な取引を実現するプラットフォームの構築が望まれる。

## 2. 電力取引

### 2.1 電力取引の意義

電気事業は価格規制を前提とした規制型産業であったが、この事業の市場化が進むにつれ、電力取引が活性化し、マーケットが電力価格を決めることになる。市場原理によって形成される価格は電力の需給状態を反映しているはずであり、この価格が市場参加者にとっての事業運営上の指標となる。電力取引がオープンな環境で行われることの意義は、価格を、制度ではなく、正に自然な市場原理に委ねる点にある。

電力価格は市場参加者の戦略や需給状況の変動に伴うボラティリティを含むため、市場参加者は、リスクに直接さらされる。このエクスポーズされるリスクをいかにコントロールするかは、電力取引を行う事業者の最大の課題である。

### 2.2 電力取引とは

通常の商品と同様に、電力取引においても、電力の供給契約というファイナンシャルな行為と電力の受渡しというフィジカルな行為を扱う必要がある。

例えば、あるA社(発電会社)が、別のB社(大口需要家)に、次の日に供給する電力取引契約を結んだとする。この契約を締結する時点において、B社はA社に対してファイナンシャルな支払い義務を持つことになる。契約締結の時点では、実際にA社自らがB社に電力を供給するかどうかは不明である。

当日においてA社が実際に履行する基本的な選択肢としては次の三つが考えられる。

- (1) 当日、A社が保有する発電設備を稼働させ、B社に対して電力供給(受渡し)を行う。この場合、事前に締結した契約に従って、B社はA社に受渡しに対する対価を支払う。
- (2) 当日、A社はC社(発電会社)から電力を調達し、B社に転売する。この場合、A社とC社は新たに取引契約を結ぶことになり、A社は、B社及びC社と二つのファイナン

シャルな取引契約を持つことになる。一方、C社がB社に電力を受け渡すため、A社は直接的にはフィジカルに介在しないことになる。

- (3) 当日、A社はB社に電力を供給せずに違約金を支払い、B社自らが第三者から電力購入できなければ、最終手段(Last Resort)であるリアルタイム市場から調達する。

図1の(b)(c)(d)すべてのパターンにおいては、B社にとっては、A社、C社、又はリアルタイム市場のいずれかから電力供給を受けるため、電力流通(電力系統を含む)のフィジカルな法則に支配される。一方、(c)のケースにおいては、A社は、電力供給の受渡しに直接的に介在はしないが、B社及びC社との間でそれぞれにファイナンシャルな処理が必要となる。さらに、(d)のケースにおいては、B社は電力系統全体の需給バランスに責務を果たすリアルタイム市場から電力調達を受けるため、需給バランス維持の結果として調停される電力価格において支払いが行われることになる。もちろん、A社との関係はファイナンシャルな違約金扱いとなる。

## 3. 電力取引に求められる機能

透明かつ流動性の高い電力市場では、2章で説明したように、電力取引に関するファイナンシャルやフィジカル関連の情報が、頻繁かつスピーディーに、また信頼かつ安全に流通されることが要求される(4章参照)。いずれも、異なる不特定多数者での情報のやり取りであるため、インターネットを中心としたプラットフォーム上に市場参加者の各システムが構築される。図2に、インターネットを中核とした各市場参加者間の関連及び各市場参加者の取引機能に関して示す。

### 3.1 電力取引所

電力取引所では、①スポット市場、先渡し・先物市場、

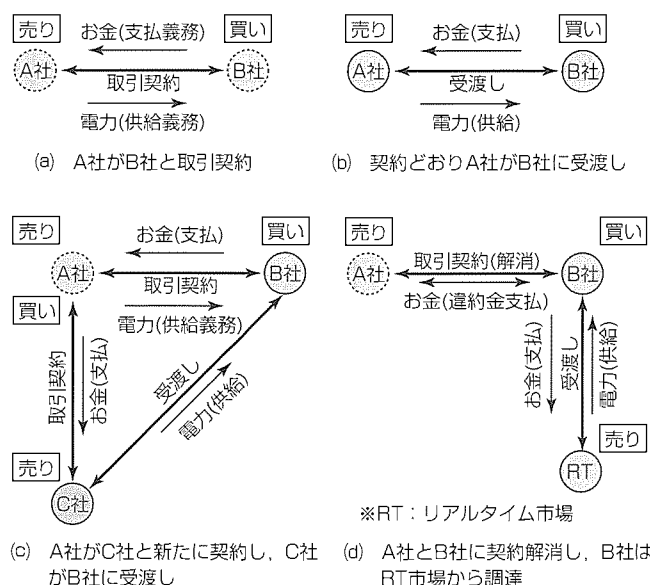


図1. 電力取引

②リアルタイム市場が、同一事業体又は異なる事業体によって運営される。すべての市場に求められることは、公正かつ透明な電力契約を取り扱うことである。先物取引のような一般的に現物の受渡しを伴わない取引の場合には、電力系統のフィジカルな制約を考慮する必要性は少ないが、現物受渡しを伴うスポット取引においては、電力系統の運用情報を適切に利用したり、取引情報をISO・中給や送電サービス管理システムを運営する系統運用者と交換する必要がある。また、リアルタイム市場では、常に電力系統の需給バランスを確保したり、系統や発電機の事故等を常に意識した運営が必要となる。

### 3.2 系統運用者・送電線所有者(電力会社)

電力取引の現物の受渡しは、電力系統を利用して実行される。電力系統は、電気を生産・消費する巨大なシステムであり、生産点と消費点の間には送電設備が存在している。通常の商品との相違は、その生産と消費が同時でなければならない点にある。この物理的本質は、自由化された電力市場においても変わるものではなく、電力系統を一元的に管理するISOや中給の存在は極めて重要である。今後の自由化環境下では、電力系統運用者にとって、安定的に電力系統を運営するために、電力市場のどのような情報が必要かを見極め正確に収集することが望まれる。

また、現物受渡しを行う事業者は、事前に送電サービス提供者と契約を行い、送電能力を確保しておく必要がある(送電サービス管理システム)。しかし、不意の事故や想定外の需要増等が重なり、送電サービスとして確保した送電経路上に制約が発生する場合がある。その場合でも支障な

く電力の送電サービスが受けられるように、送電混雑の考え方が平行して導入される場合がある。送電混雑管理では、フィジカルな電力系統の制約が伴う流通管理をファイナンシャルな調停機能によって実施する。

### 3.3 市場参加者(電力会社, IPP, PSS, 需要家, トレーダー)

電力市場においてビジネスを行う市場参加者は、電力市場、電力系統、カウンタパーティ、天候などの多くの情報をインターネットを介して一元管理する必要がある。特に、電力会社やIPPのように自社の設備を保有する市場参加者においては、これらの情報に加えて、自社設備に関する情報を的確に収集・分析することが望まれる。膨大なデータを管理するデータウェアハウスを中心にして、イントラネット上に各システムが構築される。構成要素は、価格・需要予測機能、需給管理機能、及び取引管理機能などのフロントオフィス、取引に関するポジション管理やリスク管理を行うミドルオフィス、会計処理を行うバックオフィスがあり、それらがインターネットを介して電力取引所や系統運用者システムと結ばれる。

## 4. 電力取引のための各種要素技術

電力取引システムは、市場参加者に対して公正な参入機会を提供する必要性から、インターネット結合をベースとし、その柔軟性への要求からクライアントには特別なソフトウェアや仕組みを必要としないThinクライアント方式を採用する。

システム階層モデルとしては三層モデルに基づいて実現

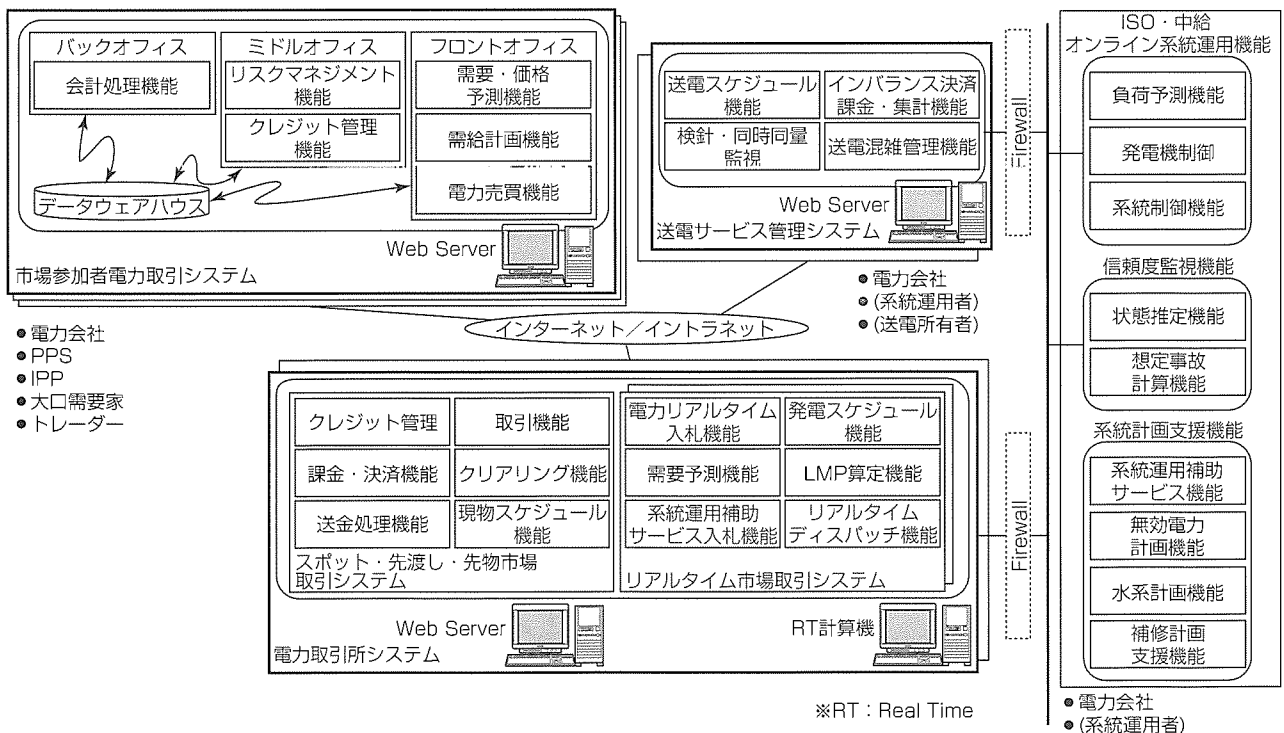


図2. 電力取引システムの各機能

し、第一層Webブラウザ、第二層Webサーバ、第三層データベースから構成される。データ交換手段にはXMLを利用することにより、標準化への対応と将来のデータの可変性を考慮している。また、インターネット上でのシステムへの不正アクセスやデータ改ざんなどのセキュリティ対策として、暗号化通信、アクセス制御、デジタル署名などの電子セキュリティ対策を講ずる。さらに、システムは24時間365日連続稼働に耐える高可用性が要求され、市場参加者の増大にタイムリーに対応するための負荷軽減策も必要である。図3に基本システム構成を示す。

また、市場参加者間のビジネスプロセスも、情報内容の公平な提供や同時性の実現のためにインターネット上での連携が必要である。連携方法もプロトコルの標準化、データアクセスの標準化の考慮が必要であり、その構成例を図4に示す。

#### 4.1 Webインフラ

電力取引システムには、電力取引制度の変革や戦略的機能の搭載に対応できるように、Webのプレゼンテーション層のアプリケーションプログラムと内部ロジック(ビジネスプロセス)を明確に分離するWebインフラを採用した。このWebインフラには以下の特色がある。

- (1) 取引集中に対応できるようにサーブレットを採用
- (2) 機能のグレードアップ及びユーザーごとの画面内容の可変性を高めるためにXMLによるブラウザ表示
- (3) データ連携を容易にするXML形式のファイル送受信機能を実装
- (4) 汎用のJDBC(Java Database Connectivity)によるデータベースアクセス

#### 4.2 システムの高可用性の確保

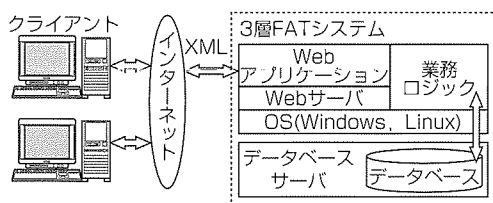


図3. システム(三層FAT)構成

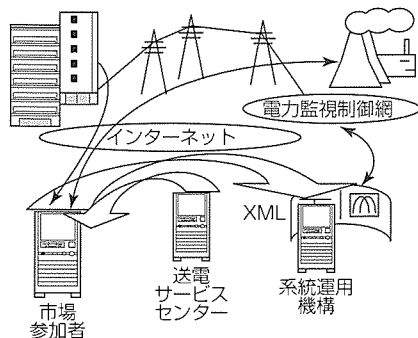


図4. 事業者間連携

システムの高可用性の確保は、システム運転上不可欠条件である。そのため、以下のような方策を講じる。

- (1) サーバの冗長構成(ホットスタンバイ方式とコールドスタンバイ方式がある。)
- (2) データのバックアップ(日々の自動バックアップ機能)
- (3) SNMP(Simple Network Management Protocol)によるサーバ・ネットワーク機器の稼働監視

また、競争市場の拡大に伴い増大するサーバの稼働率に対応できるように対スケーラビリティを考慮し、Webサーバには負荷分散装置を付加できる構成とした。図5にその構成を示す。

#### 4.3 セキュリティ

今後、増大すると考えられる市場参加者間の連携では、インターネットを仲介することになり、市場参加者の企業内システムへの不正侵入や情報漏洩(ろうえい)が懸念される。これらセキュリティ方策として以下のような技術を実現した。

- (1) システムアクセスの制限

システムへの不正なアクセスを制限するためには、あらかじめ配布したデジタル認証書に対応した暗号鍵(かぎ)を使ったインターネット通信を行うことで実現できる。また、昨今はインターネット上で提供されている認証サービスやVPN(Virtual Private Network)によるアクセス制御も可能となった。

- (2) インターネットへの送受信情報を暗号化

市場参加者間では、電力の供給にかかわる重要な情報が存在するため、各種情報がインターネット上で盗聴されることは極力回避する必要がある。そのため、暗号は堅牢(けんろう)な当社MISTY<sup>(注1)</sup>を採用した。また、暗号化は暗号/復号の高速化やCPU負荷軽減も必要条件であり、その点でも当社MISTYは条件を満足している。

- (3) 契約に関する情報にはデジタル署名を付与

契約の実行は、電力システムの安定運用には不可欠であり、取引結果の不履行(否認)は避ける必要がある。電力取引結果の改ざん防止にはデジタル署名を採用した。このデジタル署名に使用する暗号鍵は上記(1)で配布したデジタル認証書に添付することになる。

(注1) “MISTY”は、三菱電機㈱の登録商標である。

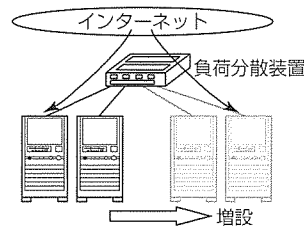


図5. 負荷分散

#### 4.4 ビジネスプロセスの連携

現在、各事業者の電力取引にかかわる個々のビジネスプロセスは、図2や図3に示したように、インターネット上のWebインフラ上で実現される。ここで、事業者間の電力取引に関するビジネスプロセスは、例えばプレーヤー側では入札や契約に際してのリスク分析や決済処理に際しての内部の会計処理といった各事業者内のビジネスプロセスとの連携が必要であり、今後は、市場取引ルールやセキュリティ管理の仕組みなどの拡張や変更への迅速かつ柔軟な対応がシステム構築の観点から望まれる。

インターネットを介したビジネスプロセスの連携においては、SOAP(Simple Object Access Protocol)通信によるWebサービスの適用を図っていくことで、柔軟な連携が可能となる。図2に示す個々の機能は、データ形式としてXMLを用いて構築されていることから、Webサービス化する上での親和性は高くなっている。

図2の個々の機能をWebサービス化する利点は、以下のようなになる。

- 市場参加者側システムでは、オペレーションチーム又は入札市場によって、各オフィスの機能としてカテゴリ化している機能を柔軟に組み合わせることが可能
- 電力取引所システムでは、ユーザー認証サービスとして外部のサービスとの連携により、取引所機能に特化したシステム構築・維持が可能

一方、Webサービス化での課題は、以下のようなになる。

- 連携部品の密結合であるEAI(Enterprise Application Integration)技術とは異なり、疎結合が特徴のWebサービス連携ではエラー処理が複雑

ただし、SOAP1.1の仕様では“フォルト処理”が定義されており、またヘッダ部には、ルーティング情報やトランザクション情報、又はセキュリティ情報を記述することが可能となっている。その結果、例えばメッセージを受け取ったサービスプロバイダー側では、電子署名の検証を済ませ

た後に、最終的なサービスアプリケーションにメッセージのボディ部を送るといった処理をルーティング情報として記述することが可能である。

以上述べた観点から、図2に示すサブレットに基づく電力取引システムをWebサービスインフラホーディングを図っていくことで、市場ニーズに合致したビジネスプロセスの柔軟な連携環境を提供することができる。

#### 5. む す び

インターネットを中心とした情報技術の発展が電力自由化に伴って重要視される電力取引ビジネスの中で重要な役割を担うことは疑う余地もない。

また、“電気”という商品の性質上、需要と供給が常にバランスしなければならないという原則があり、通常の株取引のような流通システムを伴わない財や、石油やガスのような貯蔵可能な財には例を見ない高度な流通管理が必要となることは言うまでもない。そこにおいても情報技術の果たす役割は極めて大きいであろう。

新しい電力市場においては、電力取引を中心にして、マーケットプレイス、エネルギーサービス、メータリング・ビルディング、環境マネジメントなどの情報技術と金融技術を利用した様々なビジネスが出現することが予想されるが、電力市場の絶え間なく変化するダイナミズムに対応できる柔軟なプラットフォームの実現と業務を効率良く遂行できるアプリケーションが要求されている。

#### 参 考 文 献

- (1) 塚本幸辰，ほか：電力トレーディングと市場情報技術，三菱電機技報，75，No.9，609～612（2001）
- (2) 塚本幸辰，ほか：電力市場と電力取引システム，OHM，No.4（2002）
- (3) <http://www.w3c.org/2002/ws/>
- (4) 西村 陽：電力改革の構図と戦略，電力新報社（2000）

# インターネットを利用した 電力事業者(電力, 自家発他)向けASPサービス

大野啓明\*  
長沼一裕\*  
片桐三津雄\*

## 要旨

昨今のインターネットの急速な普及に伴い、インターネットを介したサービスコンテンツの配信事業が多く行われている。こうした中で、三菱電機は、中国電力と共同で、発電所の業務支援／教育支援などのサービスをASP (Application Service Provider) の形態で提供するインフラ基盤と各種システムを開発した。

### (1) ポータルサイト

電力事業者(電力・自家発他)向けのASPサービスを展開するため、“火力発電 研修・技術支援サービスのポータルサイト”を開発し、2001年11月に一般公開した(URL <http://www.energia-pet.com>)。

ポータルサイトには、当社電力・産業システム事業所の共通顧客管理プラットフォームのOne-to-One技術(個別のユーザーごとに独自の情報を提供できる仕組み)を活用した。

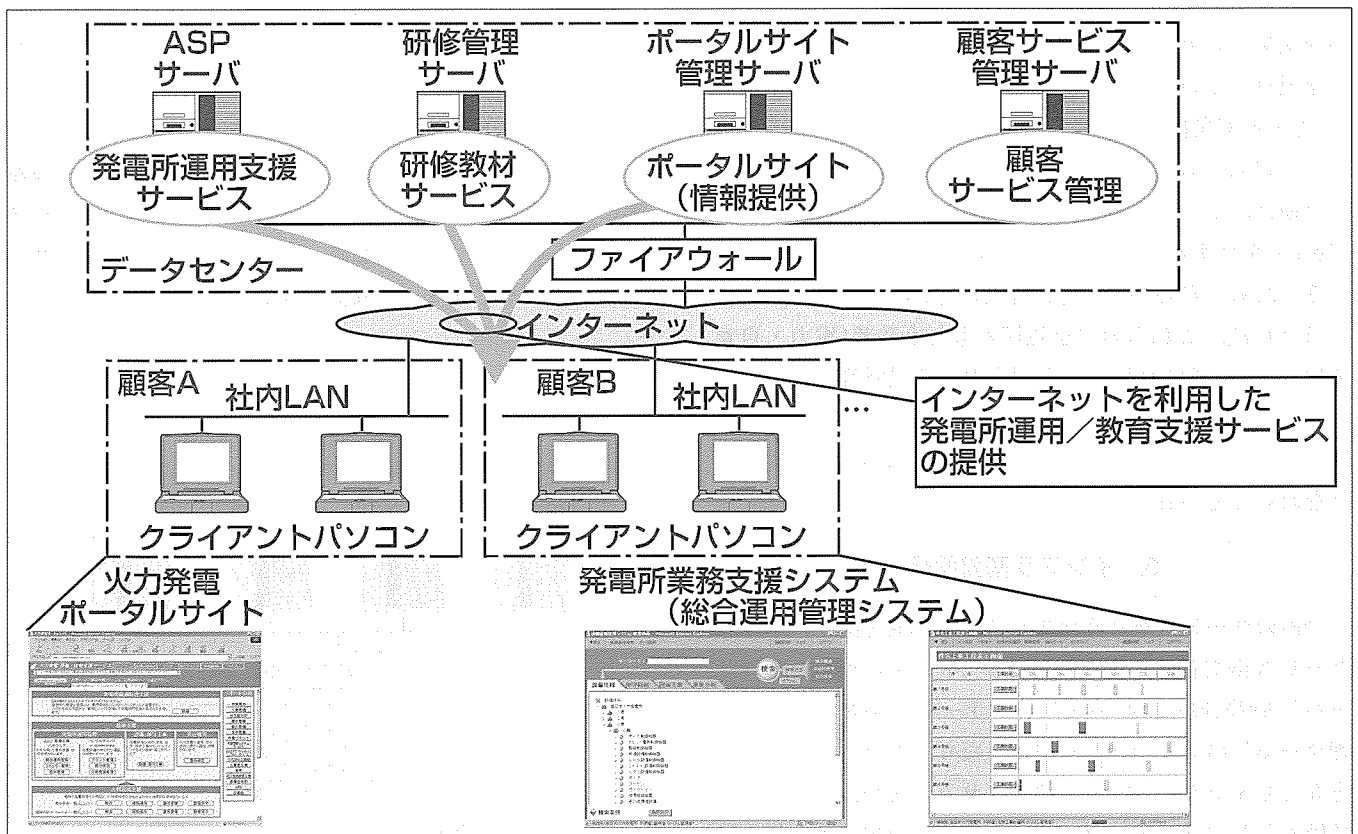
### (2) 発電所総合運用管理システム

“総合運用管理システム”は、Java技術を適用したWebベースの3層クライアント／サーバシステムとして開発した。一元管理されたプラントの設備情報を中心に、業務のPDCA (Plan, Do, Check, Action) サイクルを有効に実施することをサポートする。

### (3) 教育支援(e-learning)

図、動画、写真、音声を組み合わせ、インターネットを介し発電所の仕組み等を学習できるコンテンツを提供する。個人が時間に拘束されず、また、座学研修を組み合わせた効果的な教育の仕組みを提供する。

2002年4月1日に設立された中国電力と三菱電機(他5社)の共同出資会社“パワー・エンジニアリング・アンド・トレーニングサービス”により、サービスを開始した。



電力事業者(電力, 自家発他)向けASPサービスのサービス提供のシステム概念図

データセンターに設置された4台のサーバにより、電力事業者(電力, 自家発他)向けに以下のサービスを提供する。

- 発電所運用支援サービス
- 研修教材サービス
- ポータルサイト(情報提供)

### 1. ま え が き

発電所の“業務支援システム”や“教育支援システム”は、ホスト計算機を利用したものや、事務所内のネットワーク及び社内イントラネットを利用したクライアント／サーバ方式が主流であった。しかし、昨今のインターネットの急速な普及により、インターネット経由でコンテンツを提供するASPサービスの形態が注目されている。

当社は、中国電力と共同で、ASPサービス形態を利用したビジネスモデルの構築、“発電所の業務支援システム”“教育支援システム”“各種技術支援サービス”の各種サービスコンテンツの開発、及びその提供手段となるインフラ基盤とポータルサイトを開発した。

本稿では、このうち、インフラ基盤開発、ポータルサイトの開発、及び業務支援ソフトウェア“発電所総合運用管理システム”の開発の各取り組み内容について紹介する。

### 2. 開発の背景

業務支援システムや教育支援システムは、独自の取り組みで導入しようとした場合、専用ハードウェア(サーバ)費用、汎用ソフトウェア(データベース、Webサーバなど)費用、アプリケーションソフトウェアの開発費用、保守費用などがかり、非常に高価なものとなる。したがって、各種支援システムを導入することで業務効率化が図れることを理解しているにもかかわらず導入できない電力事業者(電力・自家発電)は多い。

これに対し、ASPサービス形態でサービスの提供を受けた場合、インターネットに接続された個人用パソコンのWebブラウザの準備のみで支援サービスを受けることができるため、安価かつ容易に導入可能となる。このビジネスモデルは、これらの中小規模の電力事業者(電力・自家発電)のニーズに対して、中国電力の発電所業務運用ノウハウと当社のITテクノロジーを融合させた有効なサービスコンテンツをインターネットを介して簡易に提供することをねらっている。

### 3. インフラ基盤開発

今回のサービスを行う全体システム構成を図1に示す。サービス提供者側の構成機器は、“ポータルサイト管理サーバ”“研修管理用サーバ”“ASPサーバ”“顧客サービス管理サーバ”の計4台のサーバからなり、ファイアウォールを介してインターネットと接続される。また、顧客側の機器構成としては、インターネット環境で使用可能な個人用パソコンのみで、サービスはInternet Explorerの画面を介して提供される。ASPサーバは発電所業務支援ソフトウェア“総合運用管理システム”のコンテンツ、研修管理用サーバは“教育支援システム(e-learning教材)”コンテンツ、

ポータルサイトサーバは“公開用ポータルサイト”，顧客管理サーバは当社電力・産業システム事業所の共通サーバでポータルサイトと連携した“顧客サービス管理機能”を格納している。

#### 3.1 ポータルサイト／顧客サービス管理機能の開発

ASPサービスを展開するためのインフラ基盤として、各種サービスのPR、製品説明、及びサービス提供の窓口となるポータルサイト、並びにサイトに係り契約顧客情報や問い合わせ情報などを管理する顧客サービス管理機能がネットを利用した人手を省いた新たな拡張手段にもなり、ASPサービス形態でのビジネスにおいては有効なものとなる。ポータルサイト及び顧客サービス管理機能の目的を次に示す。

- (1) 電力事業者(電力・自家発電)向けに広くサービス内容を紹介(Product Information)し、顧客獲得をねらう。
- (2) 契約顧客に対するサービス提供の窓口として、各サービスへの展開、利用開始／終了の管理を行う。
- (3) 総合的な技術支援サイトとして、支援メーカーへのリンク機能や、問い合わせ機能を実装する。

これらの目的に対応するため、“火力発電 研修・技術支援サービスのポータルサイト”を開発し、2001年11月に一般公開した(URL <http://www.energia-pet.com>)。

このポータルサイトと連携した顧客サービス管理の基幹部分には、当社電力・産業システム事業所で共通の顧客サービス管理プラットフォームとして採用しているOne-to-One技術を活用した。One-to-One技術は、個別のユーザーごとに独自の情報を提供できる仕組みであり、個々の顧客に最適のサービスを提供することに適している。ポータルサイトの機能一覧を図2に、ポータルサイト画面例としてポータルサイトトップ画面を図3に示す。

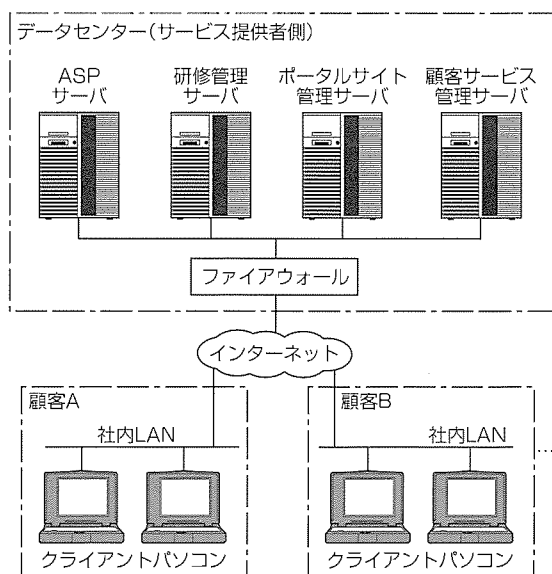


図1. 全体システム構成



### 3.2 セキュリティ

各サービスは、不特定多数がアクセスするポータルサイトを介した提供となるため、不正なアクセスに対しレベルに応じた対策を行っている。

- (1) ネットワーク構成レベル  
ファイアウォールによってHTTP, HTTP(SSL)プロトコルのみの許容
- (2) 通信方式レベル  
サーバサイドSSL(Secure Sockets Layer)による暗号化通信・サーバ認証実施
- (3) ユーザー認証レベル  
2段階のユーザー認証を設定  
(1段階目：法人認証, 2段階目：個別ユーザー認証)
- (4) データ領域レベル  
コンピュータウイルスによる影響を防ぐために、サー

バマシン専用のアンチウイルスソフトウェアを適用  
(トレンドマイクロ社のServerProtect)

### 4. 総合運用管理システムの開発

発電所業務支援ソフトウェアである総合運用管理システムは、複数の業務支援サブシステム群から構成され、個々のサブシステムによる各業務の電子化・機械化を図るとともに、一元管理したプラントの各種情報を基とした各サブシステム間の関係によって業務のPDCAサイクルを確実に実施できることをサポートしている。図4に各サブシステムの連関図を示す。

また、総合運用管理システムの特長を次に示す(詳細については4.3節で述べる)。

- (1) 高度な検索機能(体系, 条件, 全文)を保有
- (2) ISO9000シリーズサポート機能
- (3) Javaを利用した先進のWeb画面
- (4) データ一元管理による省入力化
- (5) システム間関係の充実
- (6) 各種データ一括投入ツールによる既存データの活用

種別	機能項目
全般	製品説明, Product Information, お試し版, ガイドツアー, サイトマップ, サポート会社リンク
問い合わせ	問い合わせMAIL, 資料ダウンロード, FAQ, オンラインアンケート
運用関連	What's New, Topics, 利用申請, Member's login

図2. ポータルサイトの機能一覧

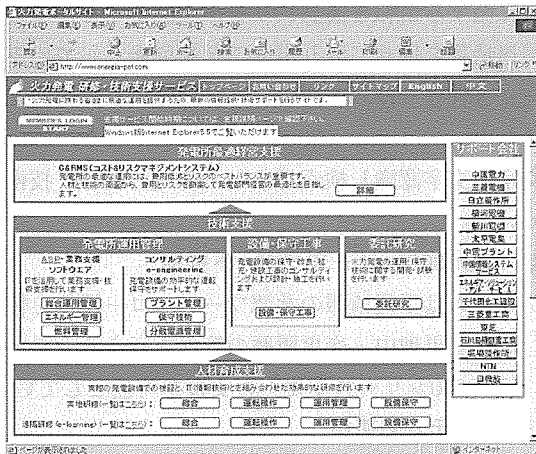


図3. ポータルサイトトップ画面

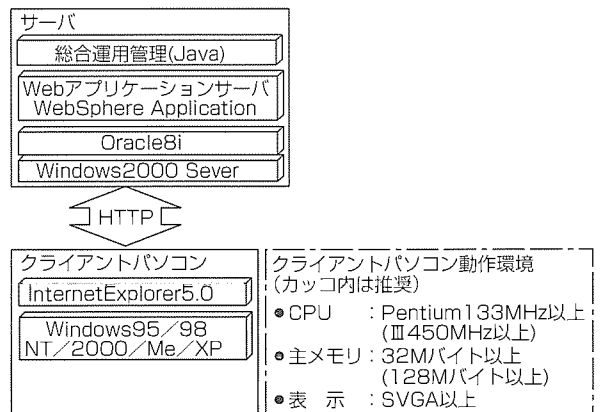


図5. ソフトウェアプラットフォーム

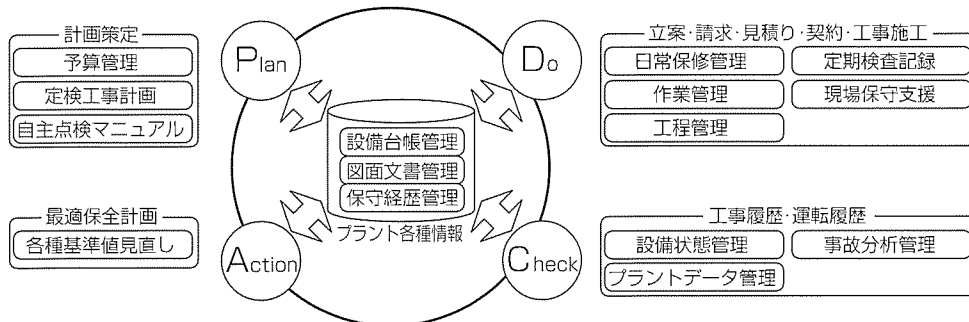


図4. サブシステムの連関図

ットフォームを示す。

- (1) Javaはプラットフォーム非依存のプログラムが作成可能で、Windows、Unix環境でも同じプログラムが動作するため、将来的なプラットフォーム変更に対しても柔軟に対応が可能である。
- (2) ソフトウェアに変更が必要となった場合、サーバ上のソフトウェアのみを変更すればよい。
- (3) サーバサイドJavaテクノロジーによるソフトウェアプラットフォームで、Servlet、JSP、EJBなどの最新技術を駆使して保守性・発展性に優れている。
- (4) 様々なソフトウェアベンダーがこれらの技術の採用を表明しており、各種有力ビジネスパッケージソフトウェアとの関係／拡張が可能である。
- (5) インターネットを介した通信では一般的な通信プロトコルであるHTTPによって通信を行うことができる。
- (6) クライアントパソコンは、Webブラウザのみでサービスを受けることが可能である。

#### 4.2 統一画面デザイン

すべてのサブシステムは、“直感で操作可能”に重点を置き、GUI(Graphical User Interface)をすべて統一している。画面例を図6に示す。

#### 4.3 総合運用管理システム

発電所業務支援ソフトウェアである総合運用管理システムは、発電所の最適運用・保守を支援することを目的としている。最適運用・保守を行うためには、主に次の管理・運用が求められる。

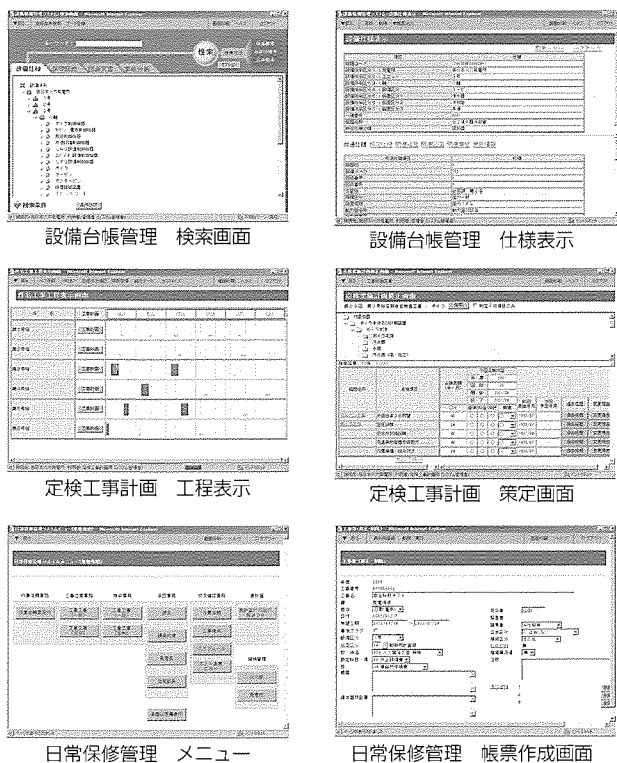


図6. 総合運用管理システムの画面例

- (1) 発電所設備の仕様・設備の保守の経歴・設備関連図面の総合的な管理と、各業務での瞬時的な参照の可能化
- (2) プラントのオンラインデータや点検データを基とした設備の劣化状態を見極め、最適な点検周期でのメンテナンスの実施
- (3) 日常の点検パトロール結果の現場での簡易入力や、プラントデータの現場での参照による業務効率化・適正化
- (4) 事故情報の蓄積・管理を行い、過去の事例の参照や統計表示による事故の未然防止
- (5) 設備の点検方式や品質記録をマニュアルとして管理し、作業者に依存しない高い品質の保守を規定・運用。また、定検結果フォーマットの電子化による標準化、及び点検結果の格納の簡易化

総合運用管理システムは、これらの要求に対し、的確にサポートできるものとしている。表1に各サブシステムの機能一覧を示す。また、以下に総合運用管理システムの特長的な機能について述べる。

##### 4.3.1 高度な検索機能

設備情報(仕様、経歴、図面、劣化傾向管理、事故・故障情報)は統合データベースによって体系的に管理され、体系(Tree)からの検索、キーワードによる検索、条件を設定しての検索など各種検索により、業務に必要な条件で簡易に必要な情報を取り出せるものとしている。また、同じ設備に関する情報を簡易にリンクを図ることができ、必要な関連情報を併せて取り出すことを可能としている。特に図面文書管理では、図面管理コア部分に三菱図面文書管理ソフトウェア“Final Filing”を適用しており、図面文書中の文字を文字認識し検索対象とする“全文検索”技術を活用している。

##### 4.3.2 ISO9000シリーズサポート機能

各システムは正規情報の承認ワークフロー機能を備え、承認行為、変更理由・変更履歴の管理を行えるものとしており、ISO9000シリーズ準拠への支援を可能としている。

##### 4.3.3 システム間関係

各業務をサポートする各支援システムは、“同じ入力を2度行わない”ことをコンセプトとして密な関係を図れるものとしている。例えば、事故分析管理に入力された事故や故障の情報は、そのまま設備の経歴に蓄積され、さらに、設備保守の工事票の元データ候補にエントリーされる。また、その結果行われた工事は、保守経歴情報に自動的に格納される。これにより、情報の有効活用を図ることができるものとしている。

##### 4.3.4 データ格納の省力化

定検などのデータは膨大で、データベースに格納することも膨大な作業となる。定期自主検査記録管理では、劣化傾向など電子的に活用するデータと保管目的で管理するデ

表1. 総合運用管理システムのサブシステム機能一覧

システム名	機能概要
設備台帳管理	設備情報のベースとなる設備仕様の管理を行う。各業務に対応した検索方法(フリーキーワード検索, 体系検索, 詳細検索)により, 容易に最新の設備仕様を参照できる。
保守経歴管理	設備機器の保守経歴の蓄積・管理を行う。各業務に対応した検索方法(フリーキーワード検索, 体系検索, 詳細検索)により, 容易に設備機器単位の保守経歴を参照できる。
図面文書管理	各種図面, ECS, 取扱説明書, 検討書, 各種資料・報告書・画像などの情報を管理する。各業務に対応した検索方法(フリーキーワード検索, 体系検索, 詳細検索)により, 容易に最新図面を参照できる。
設備状態管理	定検時のデータ, 日常パトロールのデータを蓄積・管理する。ボイラ肉厚測定結果など長期にわたり劣化していくデータを長期トレンドや劣化傾向グラフで確認することができ, 最適な保守計画の支援を行う。
事故分析管理	事故速報・事故報告書の作成支援, 及び事故情報の蓄積・管理を行う。過去の事故の参照や事故統計表示により, 未然の事故防止にも役立てることができる。
現場保守支援	PHSや携帯電話を利用して, 現場パトロール支援, 運転日誌の参照, プラントデータの参照を行うことができる。また, モバイルパソコンからの点検データの入力を行うことができる。
定検工事計画	定期自主検査など定期的な工事の工程作成, 予算策定を支援し, 発注に関するデータ, 点検マスターデータ(各機器の点検種別, 点検周期など)からの予算を自動積算し, 立案に必要な各種帳票を作成する。
予算管理	業務における収益・費用, 設備・修繕費用の年度計画から実施状況報告及び実施結果報告までの一連の予算管理業務を一括管理・処理し, 事務処理の効率化を図る。
日常保修管理	発電所の日常的な保修工事の作業依頼, 立案, 発注, 検取までの一連の業務を支援し, 発電所(発注側)/請負業者(工事施工側)の双方の機能を搭載しており, データの一元管理, 事務処理の効率化を図る。
作業管理	日常保修工事, 一般工事における作業票の作成から作業完了までの作業状況を一元管理し, また, 設備パトロール結果など引継ぎ事項を入力することによってオペレーター引継ぎ日誌を作成する。
工程管理	総合運用管理システムで管理されている最新の定期検査工程, 作業工程をExcelで表示する。
自主点検マニュアル	自主点検のマニュアルと, それに規定した品質記録とを電子的に管理することにより, 電気事業法におけるシステム安全管理審査制度に対応した自主点検の運用マニュアル作成と維持をサポートする。
定期自主検査記録	定期自主検査の点検結果を電子的に蓄積・管理し, Excelでの簡易な点検フォーマットの作成, フォーマットダウンロード, アップロード機能により, より簡易に膨大なデータの登録を行うことができる。
プラントデータ管理	オンライン計算機と接続し, プラントの運転データを任意に収集・保存・抽出・加工及び転送することができる。保安日誌, エネルギー管理既得等の帳票を出力することができる。
系統図検索	系統図などのイメージデータ(TIFFファイル)上から, 必要な機器の情報を取り出すことができる。容易に情報の付加できる機能により, 運用しながら, 情報をグレードアップしていくことができる。

ータをあらかじめ分類しておき, 前者については電子ファイルの自動照合による格納, 後者については点検に対応したバーコードシールによる照合によって格納の省力化を図っている。また, PHSや携帯電話から容易に現場パトロール結果を入力するなど, 日常のデータ格納についても意識を持たずに情報が蓄積できる仕組みとしている。

### 5. 教育支援(e-learning)

図, 動画, 写真, 音声を組み合わせ, インターネットを介し発電所の仕組み等を学習できるコンテンツを提供する。

個人が時間に束縛されず, また, 座学研修を組み合わせた効率的な教育の仕組みを提供する。

### 6. む す び

本稿では, 最新のIT(情報技術)を利用したビジネスモデルについて紹介した。

今後, ブロードバンド等, 更にネットワークが大容量化・高速化されることをにらんで, これらのソリューションビジネスを拡大していくとともに, 業界を越えた発展に貢献できるよう努力していく所存である。

# 電子政府を実現する ITソリューション

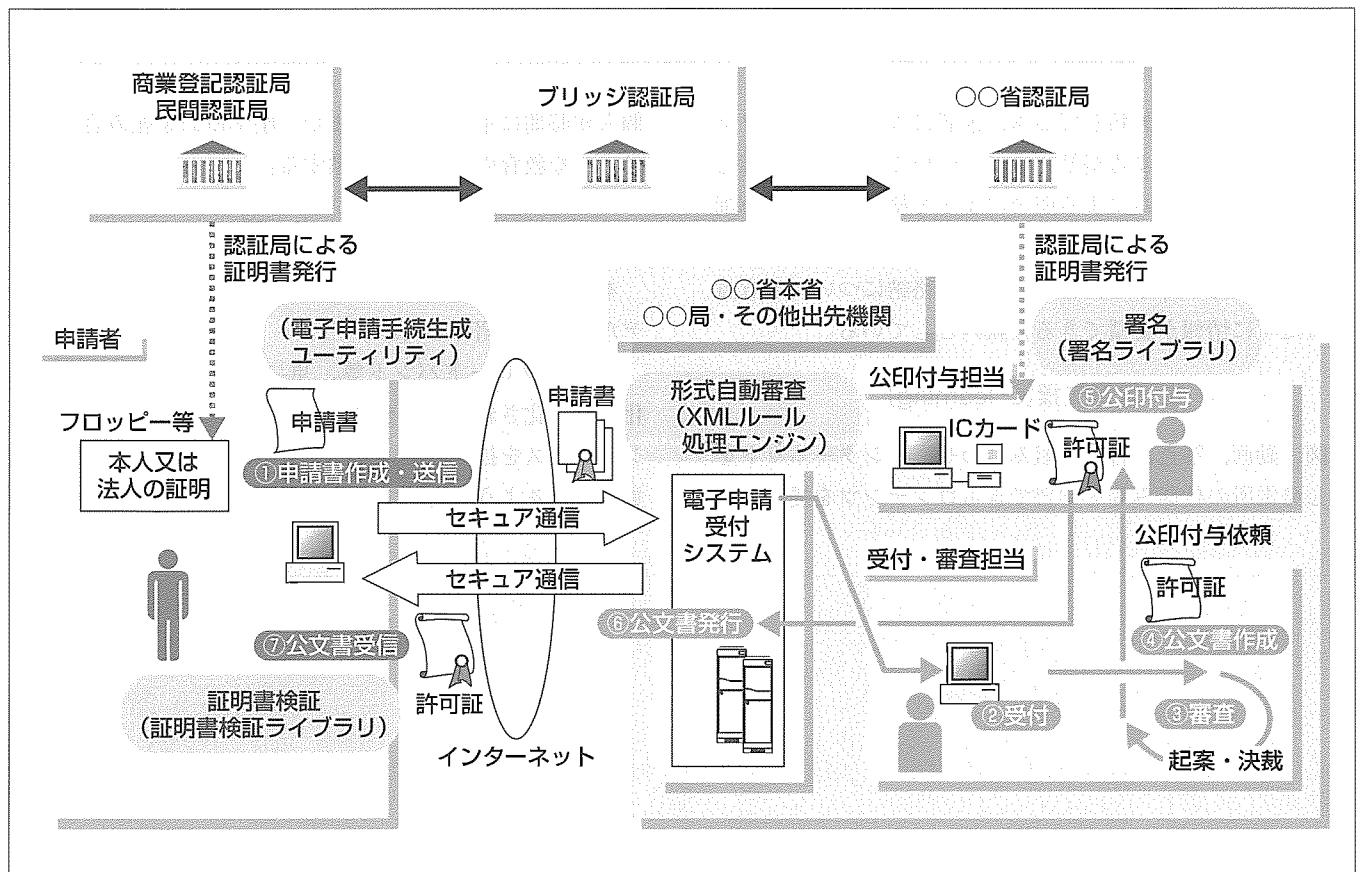
居駒哲夫\* 池田健一郎\*  
今村 誠\*\*  
秋間孝道\*\*\*

## 要 旨

政府は、2000年のIT (Information Technology) 戦略本部の創設に始まり、IT基本法の施行、e-Japan戦略、e-Japan重点計画、e-Japan2002プログラムと次々と施策を打ち出し、インターネット時代における重要な社会インフラとして電子政府実現に向けた取り組みを強力に推進している。政府の施策の中では電子申請及び電子調達に重点が置かれており、三菱電機も、電子申請システムを第一ターゲットとしてまず電子政府に適用し、さらに電子自治体に展開する方針で取り組んでいる。

インターネットはこれまでの情報発信の場にとどまらず電子商取引(EC)等のビジネスの基盤となり、それを支えるWebコンピューティング、セキュリティ、XML(eXtensible Markup Language)等の技術やデータ標準が急速に進展し普及し始めている。当社が開発した電子申請システ

ムも、これらのインターネット技術基盤の上に構築され、さらにXMLルール処理エンジン、電子申請手続生成ユーティリティ、署名・証明書検証ライブラリ等の当社特徴技術によって支えられている。XMLルール処理エンジンでは、データ交換用の標準形式であるXMLを使用しながら、XML文書の構造や内容の検証、複数XML文書間の処理等を可能とした。電子申請手続生成ユーティリティでは、従来手作業に頼っていた電子申請手続(入力画面と処理手続:XMLで記述)の作成及び試験を自動化し、大幅な生産性向上を達成した。また、署名・証明書検証ライブラリでは、政府認証基盤(Government Public Key Infrastructure: GPKI)における複雑な署名・検証の仕組みをライブラリとしてブラックボックス化し、電子申請のアプリケーションから容易に使えるようにした。



## 電子申請の流れ及び実現技術

電子申請システムは、申請者、官側、認証局から成り立っている。申請者が申請書を作成・送信し官側で審査・決裁されて公文書が発行されるまでに、電子申請手続生成ユーティリティ、XMLルール処理エンジン、署名検証ライブラリなどの技術を利用して稼働している。

## 1. ま え が き

インターネット時代の重要な社会インフラとして電子政府が目されている。政府は、e-Japan戦略で“我が国が5年以内に世界最先端のIT国家になる”という目標を掲げ、電子政府実現の施策を強力に推進している。なかでも、4万件にも上る政府の申請・届出等の手続を2003年度までに原則としてすべて電子化する方針を打ち出している。

本稿では、電子政府システム全体を概観し、その中で、特に電子申請システムを中心に電子政府のソリューションを支える各種技術について述べる。

## 2. 電子政府の概要

### 2.1 国の動向

高度情報通信社会における政府の役割として、効率的かつ迅速な政策決定と遂行、利便性の高い行政サービスの提供、透明性の高い政策決定と評価が求められている。これらを実現するのが電子政府である。

2000年7月に政府はIT戦略本部を発足させ、2000年11月に「IT基本戦略」を答申し、同時に「高度情報通信ネットワーク社会形成基本法(IT基本法)」が成立した。2001年1月にIT戦略本部でIT基本法に基づく「e-Japan戦略」を決定し、「超高速ネットワークインフラ整備及び競争政策」「電子商取引」「電子政府の実現」「人材育成の強化」を重点政策分野とし、世界最先端のIT国家を5年以内に実現する方針を打ち出した。2001年3月には「e-Japan重点計画」を決定し、「電子政府の実現」について表1に示す内容が明示された。

さらに2001年6月には、2002年度にフォーカスした「e-Japan2002プログラム」が決定された。「電子政府・電子自治体の着実な推進」として、2003年度までに電子政府を実現し電子自治体の構築を推進すること、そのために必要な基盤整備を2002年度中に進めることとし、国における取り組みと歩調を合わせて、地方公共団体における取り組みを支援することが明示された(表2)。

### 2.2 電子政府ソリューション

我が国のインターネット利用者数が5,000万人を超え、インターネットが、情報発信の場にとどまらず、ビジネスの基盤となってきた。企業間及び企業対個人の電子商取引(EC)が急速に進展し、それを支えるセキュリティやデータ交換用の標準形式であるXMLなどの技術が大きく進展し普及し始めている。また、WebコンピューティングやJavaといった技術により、クライアントパソコンの管理コスト削減やプラットフォーム非依存が実現されてきている。

電子政府ソリューションも、これらのインターネ

ット技術基盤の上に構築されている。図1に示すように、電子政府ソリューションは、電子申請や電子調達など企業や住民からの入り口となる“フロントオフィス業務”、会計や人事給与等の“バックオフィス業務”、フロントオフィス業務とバックオフィス業務を連携させる“ワークフローシステム”や“文書管理システム”、成りすましや改竄(かいざん)を防止する“政府認証基盤(GPKI)”などから構成されている。

当社は、電子申請システム及び認証基盤を中心に、農林水産省、経済産業省、総務省、文部科学省(旧科学技術庁)等の電子政府のシステム構築及び手続電子化に取り組んでいる。今後さらに電子自治体への展開を図り、バックオフィス業務も含むトータルなシステムやASP(Application Service Provider)/iDC(internet Data Center)による共同利用方式等のソリューションを提供していく予定である。

次章では、現在重点的に取り組んでいる電子申請システム及び認証基盤における当社のソリューション及びこれを支える技術について説明する。

## 3. 電子申請システムを支える技術

### 3.1 電子申請システム

電子申請システムとは、今まで紙で扱われてきた様々な申請手続を、ITを活用したコンピュータネットワーク上で実現するシステムである。以下、申請の流れを技術的な観点も含めて記述する(図2)。

#### (1) 申請書様式配布

申請を受け付ける職員(官側)は、あらかじめ電子申請書の様式をポータルサイト等にアップロードし、申請者(民

表1. e-Japan重点計画における電子政府の実現内容

項目	内容	時期
申請・届出等手続の電子化	府省認証システム、受付・通知システム等の共通基盤システム整備	2002年度まで
	原則すべての申請・届出等手続のオンライン化	2003年度まで
政府調達の電子化	非公共事業の電子入札・開札	2003年度まで
	公共事業の電子入札・開札	2004年度まで
歳入・歳出の電子化	歳入金、手数料、国税の納付等の電子化	2003年度まで
行政事務・事業の情報化	省庁間交換文書のペーパーレス化	2002年度まで

表2. 地方公共団体における電子自治体のタイムスケジュール

項目	内容	時期
総合行政ネットワーク(LGWAN)	全都道府県・政令市で運用開始	2001年10月
	国のネットワーク(霞が関WAN)との接続	2002年度
	全市町村で運用開始	2003年度
住民基本台帳ネットワーク	ネットワークの稼働	2002年8月
	住民基本台帳カードの交付開始	2003年8月
組織認証基盤(行政機関側の認証)	全都道府県・政令市で運用開始	2002年3月
	全市町村で整備	2003年度
公的個人認証サービス(住民側の本人確認)	都道府県・市町村で運用開始	2003年度
電子申請システムの整備	先行団体(主に都道府県)運用開始	2002年度以降順次
	その他団体(主に市町村)運用開始	2003年度以降順次

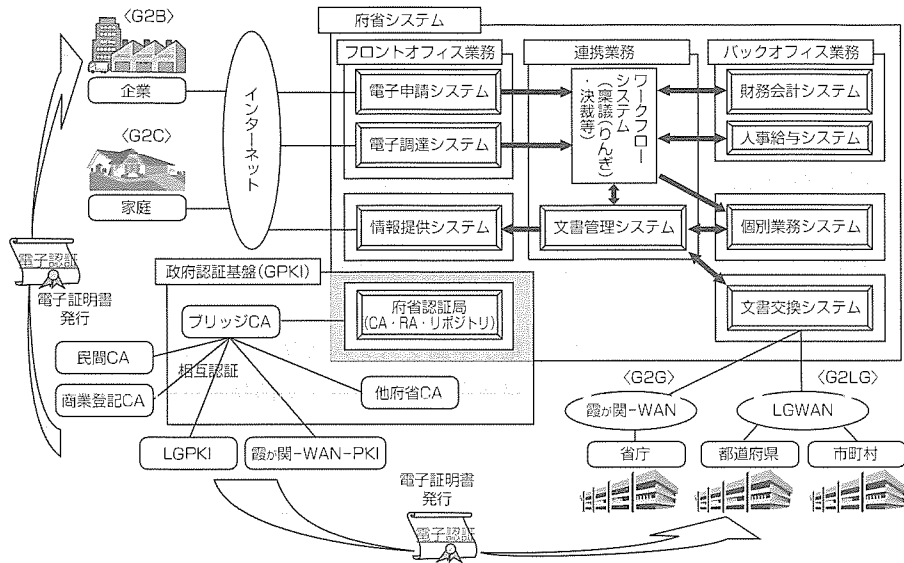


図1. 電子政府ソリューションの全体像

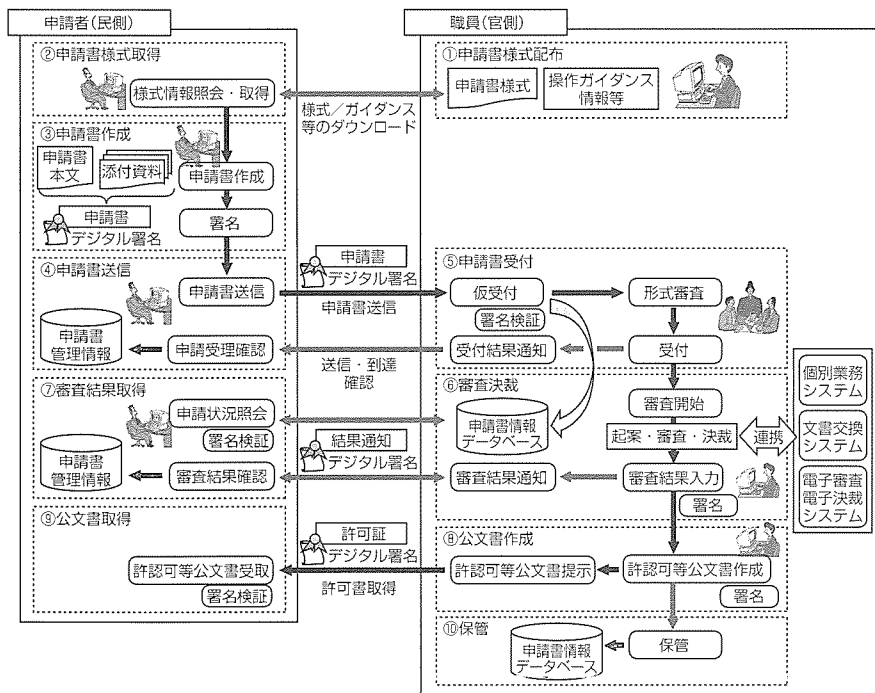


図2. 電子申請システムのフロー

側)からのダウンロード要求に対する準備を行っておく。

この申請書様式のフォーマットを含む手続の種類は約4万以上あり、後に紹介する申請手続生成支援ユーティリティであらかじめ開発し、官側サーバに登録しておくものである。

(2) 申請書様式取得

申請者は、官側のポータルサイトにアクセスし、申請したい申請書の様式をダウンロードする。

(3) 申請書作成

申請者は、申請書作成支援アプリケーションでダウンロードした電子申請書の様式フォーマットを使って、申請書内容を記入するとともに、添付文書の作成等を行う。

作成した申請書は、申請書作成支援アプリケーション内部で、DRDL(Document Rules Description Language)を利用してチェックされる。DRDLを使うことで、通常のパーサーを経由して行う文書型チェックでは実施できない入力型、入力桁(けた)数、項目間の相関関係等のビジネスロジック的なチェックが可能となる。

また、この申請書を送信する事前準備として、申請者自身が作成したことを証明するため署名を電子的に行う。

(4) 申請書送信

電子的に署名された電子申請書を官側へ送信する。

(5) 申請書受付

官側で受信した電子申請書はいったん仮受付状態となり、申請者の署名の検証を行うとともに、形式審査を行う。この署名検証の仕組みは、後に記載するGPKIを利用して行われる。また、この形式審査でもDRDLが利用される。署名検証と形式審査が無事に終了した場合には、正式に受付処理がされ、受付時の原本が保存される。

(6) 審査決裁

受付処理済みの申請書の内容審査を行う。官側では、審査が完了した申請書に対して、結果を入力するとともに、その結果が職員自身が入力したことを証明するための署名を電子的に行う。

(7) 審査結果取得

審査結果取得処理では、申請者側が現在の申請書の状況や審査の結果を確認することが可能である。このときにも、取得した結果に添付されている官側の電子署名を検証する必要がある。

(8) 公文書作成

審査した申請書に対する結果を通達するための書類を作成する。許可を与える場合又は不許可の通知を出す場合など、公文書の作成が行われる。この公文書にも官側の電子署名が付与される。

(9) 公文書取得

申請した申請書に対する処分書である公文書を取得する。



付与されている電子署名を検証し、明らかに官側職員が作成したことを確認し、取得処理が終了する。

(10) 保管

すべての処理が終了した申請書に関するデータを保管する。

以上、今までは紙で流されてきた申請書のやり取りが電子化された場合の流れについて述べた。

この電子申請システムにおいて当社の特長となっている

- 電子申請手続生成ユーティリティ
- XMLルール処理エンジン
- 署名検証ライブラリ

について以降の節で紹介する。

3.2 電子申請手続生成ユーティリティ

電子申請システム上でやり取りされる申請手続のための書類は、電子申請書と呼ばれ、XML関連技術を利用して開発されている。

ツールを利用しない場合、開発する様式の調査資料作成、設計書作成、XML関連のコーディング、試験の実施といった開発のフェーズは個々に実施され、生産性が低い。また、数百～数千の各手続様式を個別に開発することは現実的ではない。個々に開発した際に発生する問題／課題とその対策を整理すると下記及び表3のとおりとなる。なお、電子申請手続生成作業フローを図3に示す。

対策に掲げた内容を以下に述べる。

(1) XML設計書作成／XML・DTD出力機能

様式調査票とXML設計書を1ファイルにまとめるとともに、ツール上でXML設計書を作成することで、自動的にXML、DTDを出力する。XML設計書については、共通部分とカスタマイズ可能部分を分離し、適用するお客様ごとに必要な部分をカスタマイズすることで対応可能とした。

(2) XSL生成機能

スタイルシートを部品化し、その部品を選択することで、様式生成を可能とした。開発者はXML関連技術がなくとも容易に開発が可能となるとともに、コーディング工数の大幅な削減を実現した。

また、XSL(eXtensible Stylesheet Language)整合性チェック機能により、XSL内で利用されたタグがXML設計

表3. 電子申請手続生成に関する課題と対策

問題	課題	対策
様式の調査資料／XML設計書とXML関連ソースの一元性が保たれない	XML設計書とXML関連ソースの一元管理を可能とする。	XML設計書作成／XML・DTD出力機能の実装 構成管理機能の実装
コーディングがXML関連スキル保有者に限られる	XML関連スキルレスでの開発を可能にする。また、XSLはコーディングせず部品選択式にする。	XSL生成機能の実装
不慣れた専門用語を扱うことによる誤字脱字の多発	専門用語の誤りによる手戻りを抑止する。	ボキャブラリチェック機能の実装

書に記載された順序かどうかといったチェックや、タグそのものが利用されずにXSLが作成されていないかどうかのチェックを行い、手戻り作業を防止している。

(3) ボキャブラリチェック機能

不慣れた専門用語の記載ミスによる手戻りを抑止するため、あらかじめ対象とする分野ごとの用語辞書を作成し、その辞書を利用してXMLタグ、XSL記述内容をあらかじめチェックする機能である。この機能により、手戻り工数の大幅な削減を可能とした。

(4) 構成管理機能

この構成管理機能は、一般のソース管理用とは趣が異なり、様式調査票、XML設計書、XML関連様式ソース、試験要領書／成績書等、様式開発に必要な文書及び生成物の構成管理を行い、その様式がどの時点のドキュメントから生成されているかを管理するものである。個々の文書、ソースの改版履歴ではなく、一連の作業で発生するあらゆる生成物の版を統一することが目的である。この機能により、法改正等で多発する仕様及びソース管理作業工数の軽減を目指している。

上記の施策により、電子申請手続生成部分に関する工数は、ツール非適用時の約1/3～1/4を実現している。

今後の展開としては、XSL生成機能のグラフィックエディタ化、ボキャブラリチェック機能の汎用化等の開発を予定している。

3.3 XMLルール処理エンジン“DRDL Processor”

電子申請システムにおける申請書類は、手続名、宛先(あてさき)、及び申請者などを記載する本文(XML形式)、申請内容を補足説明する添付文書(XML形式でなくてもよい)、及び申請書類一式の管理情報を記載するメタ情報(XML形式)などの複数文書から構成されるという特徴がある。ここで、メタ情報とは、申請書の目的(申請種別や要求種別など)、識別情報(受付番号や許可番号など)、提出文書一覧情報、及び個々の提出文書自身の情報(書類名、

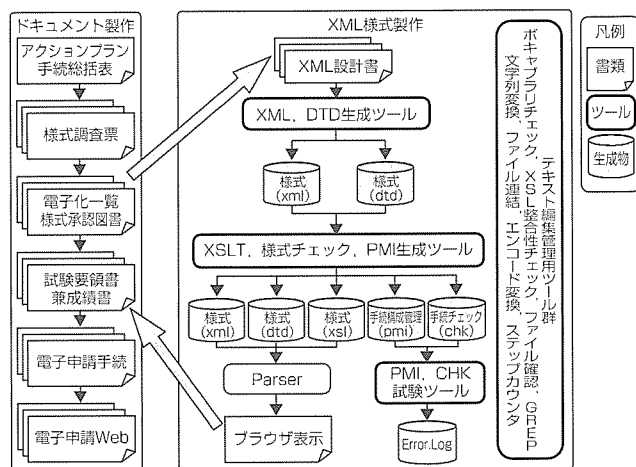


図3. 電子申請手続生成作業フロー

ファイル形式、ファイルサイズ、送付手段、電子署名情報などである<sup>(2)</sup>。

XMLルール処理エンジンDRDL Processorは、申請書の記載要領や処理手順を表現したルールに従って、複数のXML文書一式がそのルールを満たしているかどうかを検証したり、ルールを満たすようにXML文書の内容を自動計算するソフトウェアである。そして、技術特長は、以下に示す“複数XML文書一式に対する内容検証機能”と“アプリケーションからのインタラクティブな利用を可能にするための豊富なAPI(Application Programming Interface)”の2点である。

3.3.1 複数XML文書一式に対する内容検証機能

- (1) W3C標準のXML Schemaでは、表現しきれないXML文書の内容や構造間の制約を記述する独自のXML文書ルール記述言語DRDL<sup>(3)</sup>により、複数XML文書一式に対する内容検証を実現できる。
- (2) XML文書内容の自動計算機能により、ある記載項目の内容に応じて、別の記載項目の記入数や記入必要有無が変わるようなダイナミックな帳票を実現できる。

3.3.2 豊富なAPI

- (1) ルール実行制御APIにより、自動計算や内容コピーなどのルールの起動タイミングを指定できる。
- (2) XML解析結果共有APIにより、DRDL Processorの処理結果をW3C標準のDOM(Domain Object Model)APIでアクセスできる。
- (3) 検証情報取得APIにより、XML入力支援などのアプリケーションプログラムから検証情報に直接アクセスできる。また、電子申請システムでは、図4に示すような以下のXML文書処理機能を実現する際に利用される。

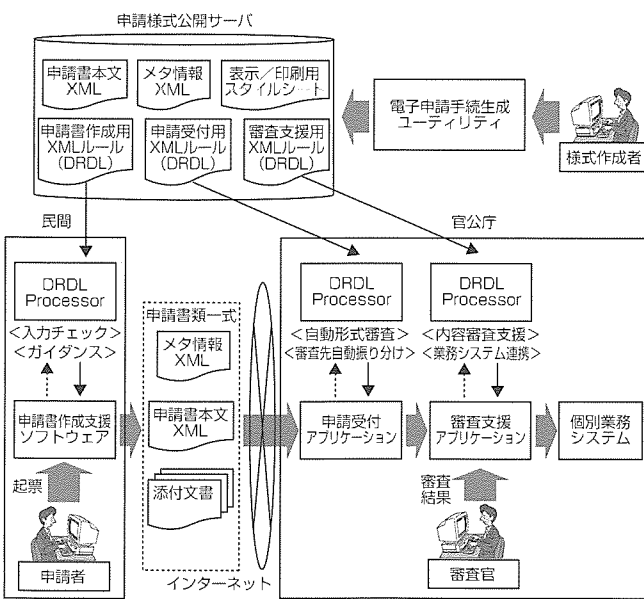


図4. 電子申請システムにおけるXMLルール処理エンジンDRDL Processorの利用

- (a) 民側の申請書作成支援ソフトウェアにおいて、必要な記載項目や添付文書が漏れなく添付されているかどうかの入力チェックや、申請書の記載内容に応じて必要となる添付文書のガイダンスを実現する。
- (b) 官公庁の申請受付アプリケーションにおいて、申請書の記載要領に準拠しているかどうかをチェックする自動形式審査や、申請内容や申請者住所に応じて変わる審査先の自動振り分けを実現する。
- (c) 申請審査アプリケーションにおいて、前回の申請内容との比較チェックなどの内容審査支援や、XML文書データ変換機能による申請書内容の業務システム連携を実現する。

3.4 署名・証明書検証ライブラリ

電子申請システムにおいて、府省(政府)と申請者(民間)間をインターネット上で電子的な申請書又は公文書をやり取りする際、電子データの真正性の確保及び送信者の本人確認(有効性確認)が必要となる。真正性の確保は、電子署名の検証を行うことで確認ができる。本人確認は、電子署名に使用された電子証明書(以下“証明書”という。)を発行した認証機関(認証局)に問い合わせることによって行う。これらの確認を行うのが署名・証明書検証ライブラリである。

中央省庁の電子申請システムは、図5に示すように、政府認証基盤(GPKI)の下で実現されている。GPKIでは、各府省の処分権者の官職を認証する府省認証局、申請者を認証する民間認証局とそれぞれの認証局と相互認証するブリッジ認証局(以下“BCA”という。)がある。BCAは府省認証局が個別に民間認証局と相互認証する手間を省くために存在し、両認証局はお互いBCAと相互に認証する(相互認証証明書対の発行を行う)。また、BCAにはインターネットからアクセス可能な統合リポジトリが設置され、各府省認証局及びBCAから発行される証明書(官職証明書・相互認証証明書対等)及び認証局が発行した証明書の有効性を確

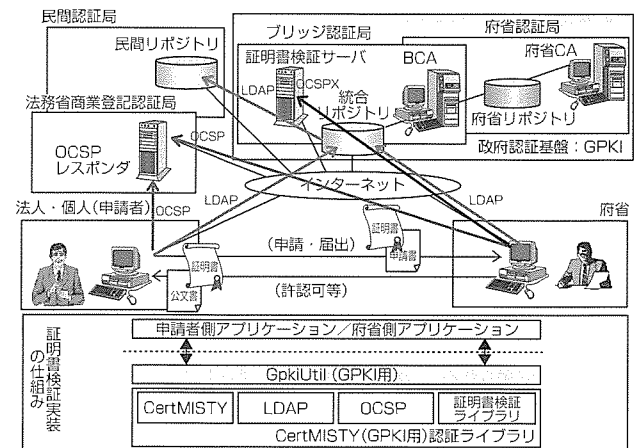


図5. GPKIにおける証明書検証の仕組みと当社のソリューション

認するための失効リスト(Certificate Revocation List : CRL)が格納される。また、民間認証局は、個別にリポジトリを設置し、失効リストを公開するかOCSP(Online Certificate Status Protocol)レスポンドと呼ばれる特別なシステムを設置することによって民間認証局が発行する証明書の有効性の確認が行える環境を準備しなければならない。

GPKIにおける署名・証明書検証の仕組みについて説明する。府省側が申請者を検証する場合、送付された電子データの電子署名の検証を行い、改ざんが行われていないことを確認する。次に、統合リポジトリにアクセスし、相互認証証明書対、失効リストを収集する。民間認証局が発行する証明書の失効リストは、民間認証局のリポジトリ又はOCSPレスポンドにアクセスすることによって有効性に関する情報を収集する。署名・証明書検証ライブラリ内では、収集した情報を基に有効性を確認し、申請データの真正性、有効性を確認する。また、民間側が府省認証局の官職証明書を確認するときも同様の手順で行う。また、府省認証局には証明書検証サーバという民間側の証明書の有効性の確認を行う方法があるが、ここでの説明は割愛する。

当社の電子申請システムにおける署名・証明書検証ライブラリのソリューションとして、認証ライブラリとアプリケーション間でGPKIの認証ポリシーを継承したGPKI用のライブラリ“GpkiUtil”を作成した。このライブラリを活用することによって電子申請アプリケーションの生産ボリュ

ーム削減が可能となり、電子申請のアプリケーションが府省側、申請者側を意識することなく署名・証明書検証を実現できるものとなっている。

#### 4. む す び

インターネット時代の社会インフラシステムとして実現されようとしている電子政府について、電子申請システムを中心にソリューション及びそれを支える当社技術について述べた。

今後は、国の電子政府から地方公共団体の電子自治体へとビジネスを拡大し、だれもが国や地方公共団体が提供するすべてのサービスを時間的・地理的な制約なく活用でき、快適・便利な国民生活や産業活動の活性化を実現するシステムを提供できるよう努める所存である。

#### 参 考 文 献

- (1) 並河 誠，ほか：電子政府・電子自治体への取組，三菱電機技報，76，No.4，295～298（2002）
- (2) 今村 誠，ほか：電子申請におけるXML文書利用技術 — 電子政府実現に向けた外為法EDIシステム（JETRAS）への適用 — ，情報処理学会デジタルドキュメントシンポジウム2000，117～124（2000）
- (3) 今村 誠，ほか：文書規約記述言語DRDLとそのXML電子申請への応用，情報処理学会第64回全国大会講演論文集(3)，105～106（2002）

# 地域イントラネットシステム

牧本健二\*  
藤井正泰\*  
小林伸太郎\*

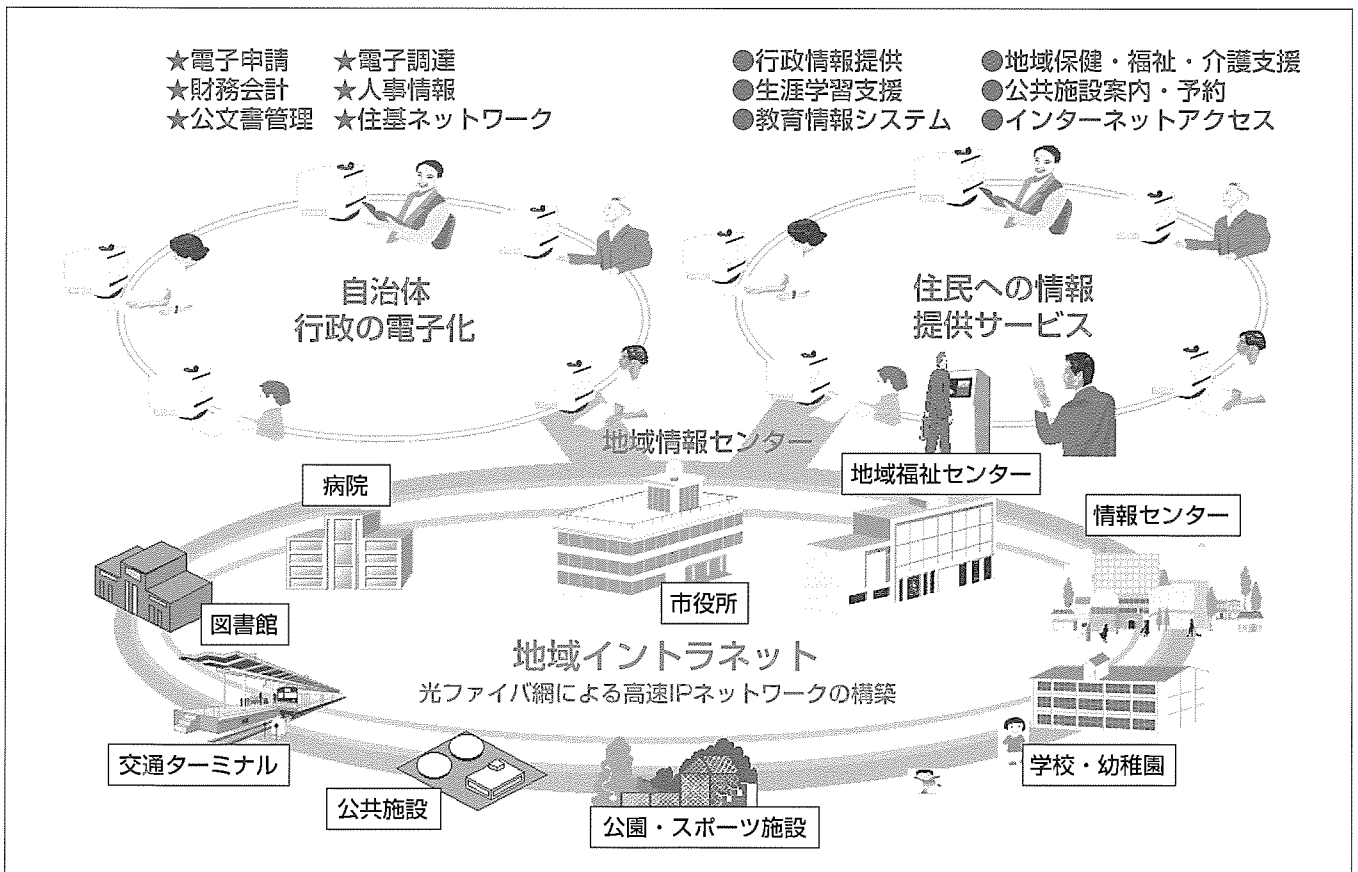
## 要旨

e-Japan構想による国の補助事業を活用した地域イントラネットの構築が盛んである。地域イントラネットは、地域内高速光ネットワークインフラを基盤として、地域住民に対する情報提供サービスを主目的に構築される。今後、整備した地域内高速光ネットワークインフラを以下の用途へ利用していく動きがあり、三菱電機は、実現に向けてキーとなるセキュリティシステムの技術開発を実施中である。

- (1) 電子自治体システムを実現するためのネットワーク基盤
- (2) 自治体合併を想定したネットワークの広域化

上記利用を含め、地域イントラネット上に構築される各アプリケーションは、利用者(職員か地域住民)や扱うデータ(住民サービス情報又は機密情報)の種別により、ネットワーク要件、セキュリティ要件が異なる。これら異なるアプリケーションを単一ネットワークインフラ上に共存させるためには、職員認証による機密データ類の保護や、利用形態に応じたネットワークの論理的分離が必要となる。

本稿では、これら職員認証技術とネットワークシステム構築技術を中心に、地域イントラネットシステムを構成する要素技術について当社の取り組みを述べる。



## 今後の地域イントラネットシステムの全体イメージ

地域内の主要施設を結ぶ高速光ネットワークインフラをベースに、地域住民への情報提供サービス機能に加えて、今後は自治体行政の電子化を目的とした電子自治体機能が追加されていく。利用者ごと(地域住民か自治体職員)に必要な十分なセキュリティを確保し、だれもが快適にサービスを受用できる。

## 1. ま え が き

国の補助事業を活用した地域イントラネットの構築が盛んである。地域イントラネット構築の目的は、行政情報提供による住民サービスの向上である。今後、地域イントラネットで構築したネットワーク基盤上で電子自治体の実現、市町村合併を目的としたネットワークの広域化などが統合されていく方向にあり、この市場は更に拡大することが予想される。

本稿では、今後の地域イントラネットの基盤となるセキュリティを含めた高速光ネットワークインフラの構築技術について述べる。

## 2. 地域イントラネットの概念

図1は地域イントラネットの概念を示したものである。これまで地域イントラネットは、自治体域内の施設を結ぶ高速光ネットワークを基盤として、地域住民への情報提供サービスを目的に構築されてきた。今後は、電子自治体システムとの接続、市町村合併を想定した周辺自治体へのネットワーク拡張、デジタルデバインド地域に対するインターネット接続機能の追加などのシステム拡張が想定される。これにより、住民個人情報等の機密データを扱うこととなるため、自治体職員認証などのセキュリティ技術がキーポイントとなる。

### 2.1 地域住民への情報提供システム

地域住民への行政情報提供、観光情報提供、施設予約、図書館情報、学校間交流、福祉支援、防災情報提供など、だれもが享受できるサービスを提供するシステムである。

地域内の主要施設を結ぶ高速光ネットワークと各施設に設置された端末によってサービスを実現する。

### 2.2 電子自治体システムとの接続

電子自治体システムは、公文書管理・財務管理・住民情報管理等の庁内業務、住民・企業からの申請や資材調達を

電子化するものであり、機密データを用いるため職員認証による運用が不可欠となる。ネットワーク基盤は2.1節の高速ネットワーク上に統合される。さらに、国・都道府県・他市町村との連携のために、住民基本台帳ネットワーク、統合行政ネットワーク(LG-WAN)との接続が不可欠となる。

### 2.3 周辺自治体へのネットワーク拡張

市町村合併を見越して、中規模都市を中心に地域イントラネットの広域ネットワーク化が行われる。地域住民への情報提供や電子自治体を実現するサーバ設備を共有しネットワーク経由で利用することで、維持運営コストを軽減する。さらに、実際の自治体合併をスムーズに進める。

### 2.4 デジタルデバインド地域向けインターネット接続機能の追加

民間インターネット接続業者のネットワーク整備が期待できないデジタルデバインド地区に対しては、ラストワンマイルの敷設まで含めたインターネット接続サービスを自治体が提供する。

### 2.5 セキュリティシステム

地域住民への情報提供、学校間交流等の教育、電子自治体の各アプリケーションでは、対象とする利用者、接続施設が異なる。これらのアプリケーションは必要とするネットワーク要件とセキュリティ要件が異なり、単一ネットワーク上で統合化するためには、アプリケーションごとのネットワーク分離、自治体職員認証基盤、情報暗号化などセキュリティシステムの構築が不可欠となる。

## 3. 地域イントラネットの技術構造

地域イントラネットシステムは、自治体の施設間を結ぶ高速光ネットワーク基盤、各施設内のネットワーク(LAN)、自治体住民サービス向けと職員向けのアプリケーション、及びその実現のためのハードウェア基盤とソフトウェア基盤によって構成される。したがって、地域イントラネットシステム構築のための技術は多岐にわたる。

システム全体の技術構造を見通すために必要な技術をネットワークの観点で階層的に整理したものが、図2の技術構造である。

図中のレイヤ0は、高速光ネットワーク構築のための物理的な通信媒体に相当するレイヤである。地域イントラネットでは、このレイヤは通信事業者が敷設している光ファイバ網か無線によって構築する人が多い。

レイヤ1～3は、高速光ネットワークの幹線及び各施設への支線系ネットワークを構築するための

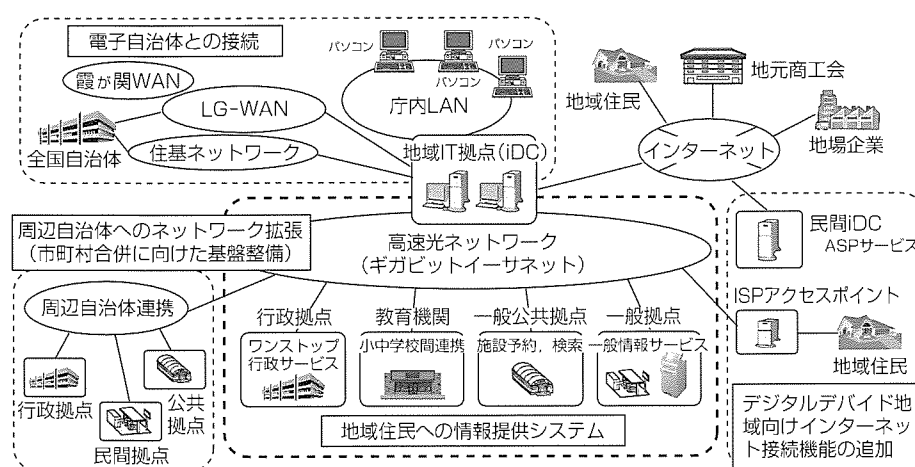


図1. 地域イントラネットの全体概念

ネットワーク機器及びネットワーク設計技術，ネットワークセキュリティ設計技術までの技術レイヤである。

レイヤ4～6は各種アプリケーションを実現するためのハードウェア，ソフトウェアの基盤(サーバプラットフォーム)であり，レイヤ7はレイヤ0～6までの基盤上で実現される各種アプリケーションである。

以下，レイヤごとに，実際に構築する上での課題とそれを解決するための手段を説明する。

### 3.1 高速光ネットワークレイヤ(レイヤ1～3)

地域イントラネットシステム整備事業では，まず，自治体内の各施設を結んだ高速光ネットワーク基盤を構築する。これまでの地域イントラネットのアプリケーションは地域住民向け情報提供系アプリケーションと教育系アプリケーションが主体であったが，今後は，電子自治体系アプリケーションも対象となる。各アプリケーションは必要とされるネットワーク要件とセキュリティ要件が異なるため，構築する高速光ネットワークは，物理的にはこれらアプリケーションを統合できるレベルの高速性・信頼性が不可欠であり，論理的にはアプリケーションごとに分離しなければならない。

以下に，ネットワーク構築について物理設計・論理設計の観点から解決策を述べる。

#### (1) 物理設計による解決

ネットワークに高速性・信頼性を持たせるために，高速光ネットワークは高速・高信頼な基幹ネットワークと基幹ネットワーク上の各主要拠点から各施設を結ぶ支線ネットワークに分離する。基幹ネットワークは，高速性という要件から，ギガビットネットワークを採用する。また，信頼性という要件から，二重化リング構成を採用し回線障害時の連続可用性を保証する。通常運用時は二重化された回線をフルに用いることで2倍の帯域を確保する。支線ネット

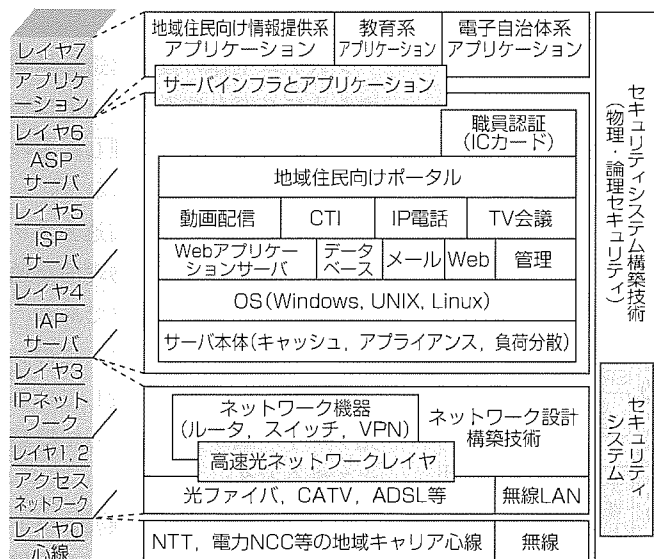


図2. 地域イントラネットの技術構造

ワークは，幹線ネットワークの各ノード(1000BASE-LX対応レイヤ3スイッチ)から各拠点を100BASE-FXで接続しスター型に收容する。これにより，拠点ごとのネットワーク帯域を確保するとともに，ある拠点の障害が他の拠点に波及することを防ぐ。

物理ネットワーク構成を図3に示す。

#### (2) 論理設計の考え方

地域住民向け情報提供系アプリケーション，教育系アプリケーション，電子自治体系アプリケーションなど要求されるネットワーク要件とセキュリティ要件の異なるアプリケーションが共存するため，これらを分離しなければならない。通常，VLAN(バーチャルLAN)技術で，地域住民向け情報提供系，教育系，電子自治体系に，論理セグメントに分割する。これに3.2節で述べる個人認証による利用制限を融合させることで，各セグメントのセキュリティを強固なものにすることができる。各アプリケーションに対する要件を表1に示す。

なお，実際のネットワークの構築に当たっては，各自治体の地勢，通信事業者の光ファイバ敷設状況，收容する施設の分布状況などから主要拠点の選定を行う必要がある。

### 3.2 セキュリティシステム(レイヤ0～7)

地域イントラネットに対するセキュリティ基盤は，図1のレイヤではレイヤ0～7までの階層ごとに必要である。今後統合化される電子自治体系アプリケーションでは，扱うデータが住民の個人情報など機密データであることから，強固なセキュリティを実現しなければならない。解決策として，ネットワークレイヤ(レイヤ1～3)での論理セグメントへのアクセス防止だけではなく，職員認証をベースとした情報アクセス制御を実施する(レイヤ4～7)。職員認証は以下の利点からICカードを用いる。

(1) ICカード内に認証情報を保持するため，認証情報の漏洩(ろうえい)，解読が不可能で，また，常にICカード

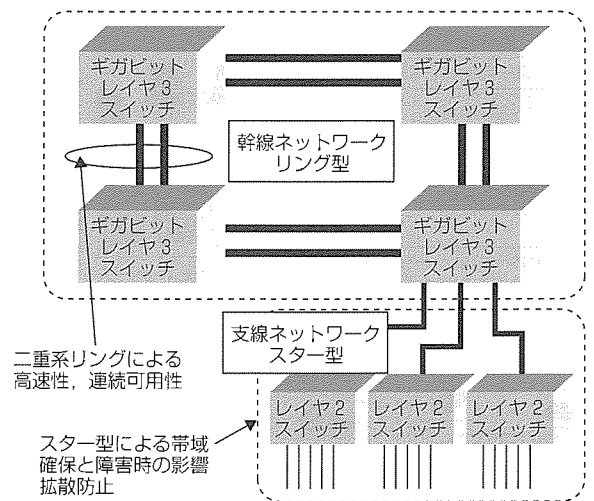


図3. 高速ネットワークの物理設計



表1. 論理ネットワークに対する要件

	扱うデータ	ネットワーク要件	セキュリティ要件
地域住民向け情報提供系	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 住民サービス情報</li> <li>● 行政サービス情報</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● オープンネットワーク</li> <li>● 24時間サービス</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● インターネットアクセスレベル</li> </ul>
教育系	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 児童・生徒の個人情報</li> <li>● 教育指導記録</li> <li>● 教育コンテンツ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 教員宅からの接続</li> <li>● 帯域保証</li> <li>● 市民からの情報隠蔽(いんべい)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 教職員認証</li> <li>● 児童からのアクセス制限</li> </ul>
電子自治体系	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機密情報(個人情報, 税情報等)</li> <li>● 公示情報(仕様書, 図面)</li> <li>● 申請書類</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 庁内LANとの接続</li> <li>● LG-WANとの接続</li> <li>● 住基ネットとの連携</li> <li>● 帯域保証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 職員認証(ICカード)</li> <li>● 情報暗号化</li> <li>● 電子署名</li> </ul>

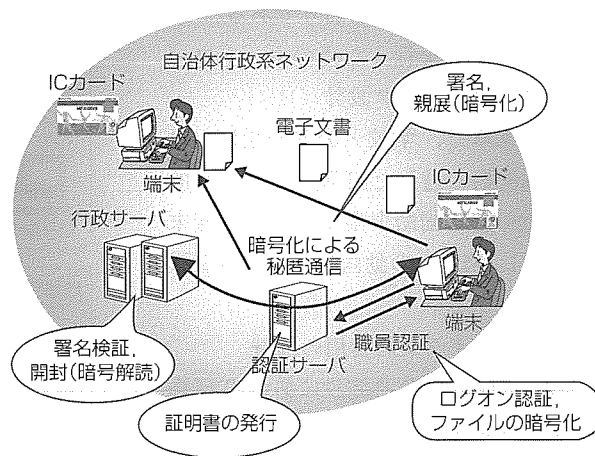


図4. 職員認証システムの適用イメージ

を用いるため、盗難や紛失時に、即本人が気付くことで、悪用を防ぐことが可能である。

(2) 端末へのログイン認証、電子文書交換、端末内データの暗号化など幅広い活用が可能である。

図4に職員認証システムの適用イメージを示す。

職員認証基盤以外に、地域イントラネットでは表2に示すセキュリティ対策を実施する。

### 3.3 サーバインフラとアプリケーション(レイヤ4~7)

地域イントラネットシステムで実現される地域住民向け情報提供系・教育系アプリケーションは、各自治体ごとに特徴を出すことがポイントとなる。表3は、当社がこれまでに納入してきた実績のあるアプリケーションの一覧である。

また、今後は、上記アプリケーションに加え、電子自治体に関連した電子調達・電子申請・財務会計などの整備が活発になることが予想される。

これらのアプリケーションは、利用者の利便性を考えて、一般的なWebブラウザで利用できなければならない。したがって、WebサーバとJavaを用いたWebアプリケーション技術を用いて実現する。アプリケーションを実現するための基盤としては、Webサーバ、Webアプリケーションサーバ、メールサーバなどのソフトウェアと、Webサーバ装置、キャッシュサーバ装置、負荷分散装置などのハードウェアなど、いわゆるASP(Application Service Provider)やISP(Internet Service Provider)システムと同様の技術を用いる。

また、今後の地域イントラネットシステムのサーバインフラには、コンテンツの追加・更新などのサイト管理を容易にするポータルサーバなどの機能が不可欠となる。

## 4. 三田市納め地域イントラネットシステム

### 4.1 三田市地域イントラネットシステムの概要

三田市は、前章までに説明した電子自治体構築に向けた庁内LAN・LG-WANとの接続や、阪神7市1町の一員として広域情報ネットワークを構築している先進都市である。当社は、三田市の計画に沿い、2001年度に市内53施設を光

表2. 地域イントラネットでのセキュリティ対策

対策	内容
ファイアウォールの設置	セグメント間接続, DMZの設置
侵入監視の設置	不正アクセスの監視, 記録, 通知
プロキシサーバの設置	各端末からのインターネットアクセス
コンテンツフィルタリング	有害WWW情報の遮断
ウイルス対策	メール送受信時のウイルスチェック
メールフィルタリング	電子メールでの情報漏洩の防止
セキュリティ検証	定期的なチェックによる脆弱(ぜいじゃく)性抽出

表3. 納入実績アプリケーション

アプリケーション	内容
図書館情報システム	蔵書検索, 利用案内, 貸出予約などの機能の提供
施設予約システム	会議室, 公民館, スポーツ施設などの予約機能の提供
生涯学習情報提供システム	講座, 教室, 文化・スポーツサークルの案内と情報検索機能の提供
行政・観光情報提供システム	ホームページなどによる行政情報, 特産品・観光地情報を提供
防災情報提供システム	防災情報・観測情報の提供, 被災状況の登録・共有・安否確認システムなどの提供
福祉支援システム	子育て情報の提供, 介護情報の提供, 介護プランの作成支援, 健康相談など
学校間交流システム	TV会議などによる小中学校での交流授業, メール, 電子掲示板などによる情報交換, 電子教材の共有など

ファイバ網で結んだ地域イントラネットシステムを納入した。

この三田市地域イントラネットシステムは、総合行政情報提供・学校間交流・公共施設予約・図書館蔵書検索等の地域住民サービスの向上を目的として、幹線1Gbpsの光ファイバIPネットワークで端末約1,000台規模を収容する大規模システムである。

以下に、三田市地域イントラネットシステムを紹介する。

### 4.2 システム構築上の課題

三田市地域イントラネットシステムを構築する上で課題

となった項目は次のとおりである。

(1) 動画配信を行うためのネットワークトラフィック設計

この工事は、学校・公共施設における動画配信に適したIT環境整備を目的とした総務省補助事業であり、各端末に対し1.5Mbpsの動画配信をストレスなく実現する。

(2) プロバイダ契約費用の削減

既設の学校・公共施設にあるIT研修端末(36施設約700台)のプロバイダ契約を一元化し、経費を削減する。

(3) セキュリティ対策

インターネットに公開することによって住民サービスを実現する一方、インターネットからの悪意ある不正アクセスにさらされるため、セキュリティ対策を実施する。

(4) 高信頼化のためのギガビットイーサスイッチ冗長構成

地域イントラネットのバックボーンである幹線ネットワークは、自動障害回避と稼働状態での保守を可能とする。

4.3 課題に対する解決策

4.3.1 動画配信を行うためのネットワークトラフィック設計

ネットワークトラフィックの分散化と動画配信サーバの負荷分散を基本方針に以下の具体策を実施した。

(1) 動画配信サーバには最大20ユーザーからアクセスが集中するため、1動画配信サーバ当たり30Mbpsの帯域を確保したネットワーク設計を実施した。

(2) 幹線部分の4拠点に動画配信中継サーバを設置し、各施設からの動画再生のアクセスが単一動画配信サーバに集中しないよう負荷分散設計を実施した。

(3) 光ネットワーク4拠点を2Gbpsの幹線ループ型で接続し、各拠点と全公共施設、全小中学校を100Mbps支線スター型に接続するネットワークトポロジとした。

4.3.2 プロバイダ契約費用の削減

約700台の既設端末を地域イントラネット内に取り込み、ブロードバンド(3Mbpsのインターネット接続)で一括プロバイダ契約に変更した。具体的対策は次のとおりである。

(1) 既設ネットワークにルータを追加し、NAT機能で既設アドレス体系を変更することなく地域イントラネットと接続した。

(2) 既設プロキシサーバの上位ルーティング相手を地域イントラネット内の新設プロキシサーバとし多段プロキシ構成とすることで、全既設端末のインターネット環境を新設

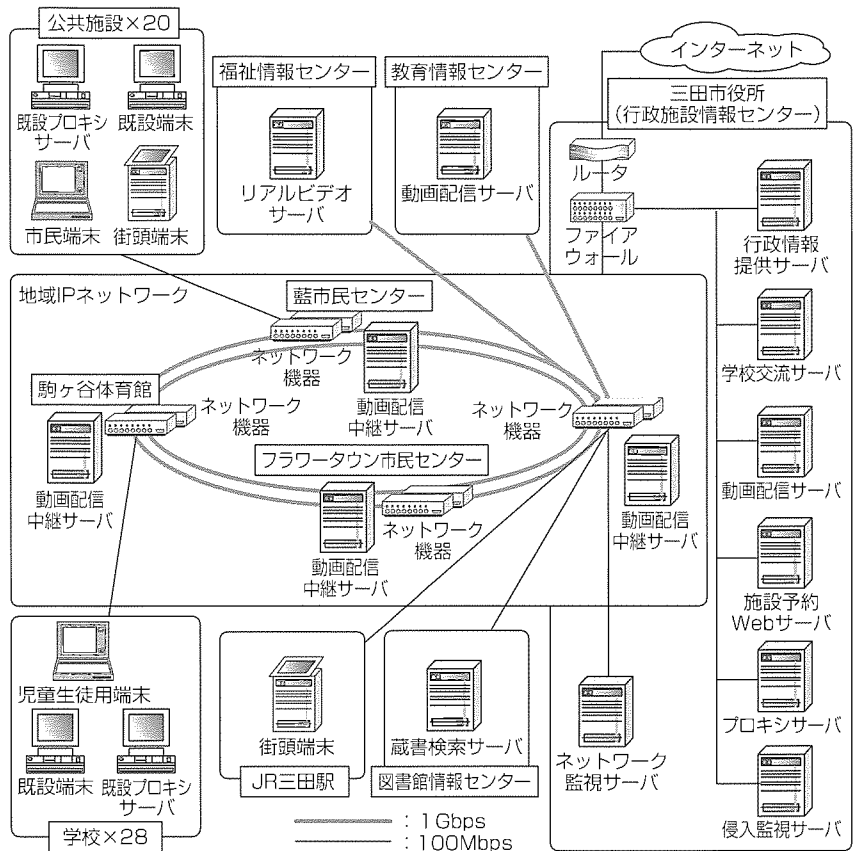


図5. 三田市地域イントラネット全体システム構成

プロキシサーバ傘下に収容した。

4.3.3 セキュリティ対策

ファイアウォールを用いてインターネット外部からの不正アクセスを防止しサーバ群を保護した。また、不正アクセスの検知・ログを侵入監視サーバで採取し、管理者へメール通知を行うようにした。

4.3.4 高信頼化のためのギガビットイーサスイッチ冗長構成

幹線のネットワーク機器は、レイヤ3、レイヤ2スイッチ機器を、光ファイバを含め冗長二重・ホットスタンバイ化を行った。ホットスタンバイでのネットワーク機器の系切替機能とダイナミックルーティングによる経路変更機能により、自動障害回避と稼働状態での保守が可能となった。

図5に、三田市地域イントラネット全体システム構成を示す。

5. む す び

今後、地域イントラネット市場は、2章で述べたように、自治体合併に向けた広域行政ネットワークの構築と地域IDCを基本としたASP事業、民間インターネット接続業者の設備投資が期待できないデジタルデバイド地域に対するISP事業等、ネットワークを基盤とした市場拡大が期待できる。

当社は、更なる開発による事業拡大を図る所存である。

# 鉄道におけるIT応用システム

加山 勉\*  
角南健次\*\*  
木村尚史\*\*

## 要 旨

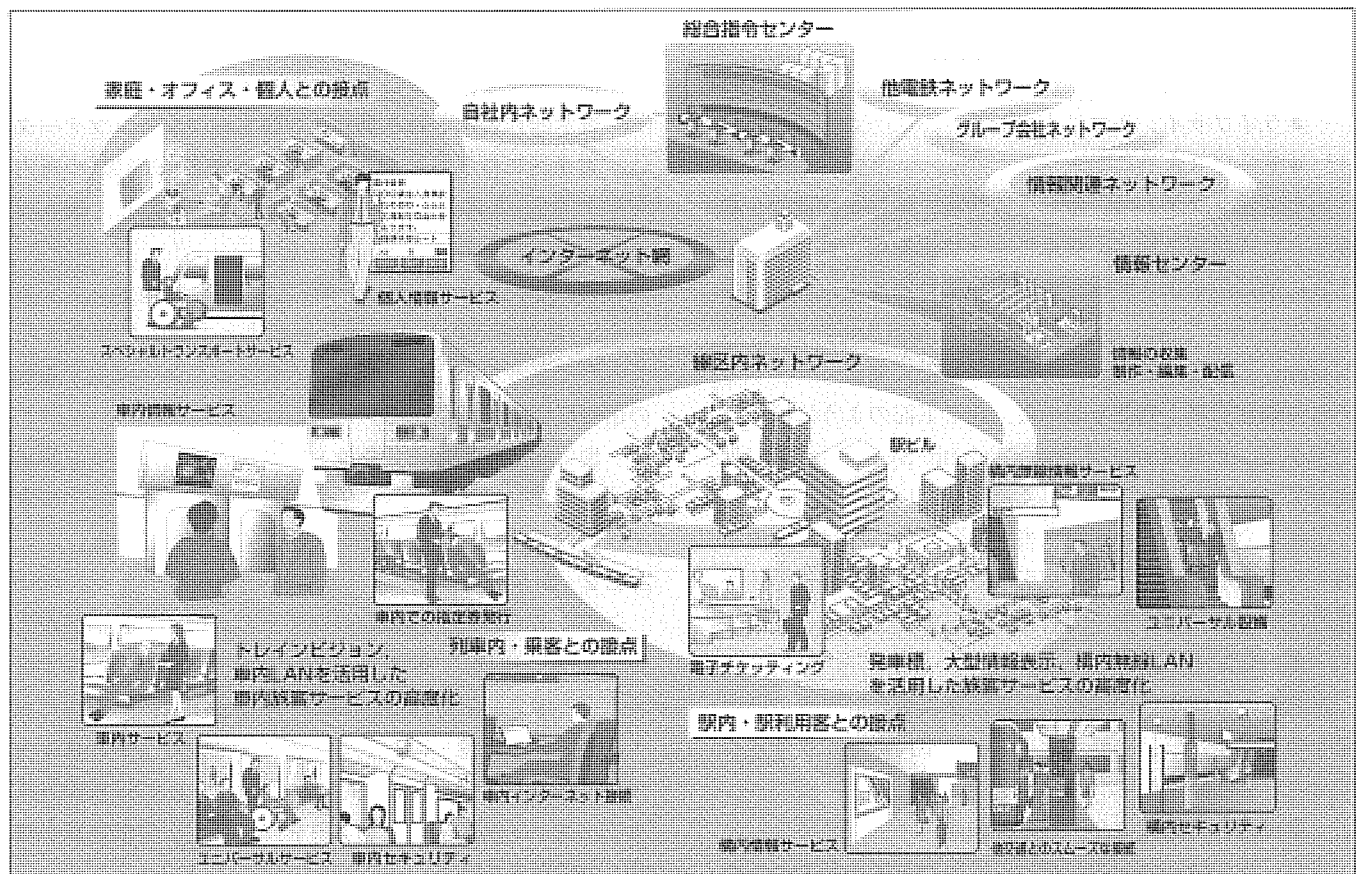
鉄道における各種システムを管理運営区分で考えると、運輸・保全といったソフトウェア分野と車両、信号／通信、電力／電気、施設／機械などを担当する部門がある。これらの分野にIT (Information Technology) を適用し旅客サービスの向上や設計／開発／調達／試験／保全などの業務の効率化を図ったものを、従来からのIT展開として、トラディショナルビジネスと呼ぶ。

一方、トラディショナルに対比して従来の枠組みを変えたビジネススタイルの出現に伴うシステムをニュービジネスと呼ぶ。新しいビジネスモデルが出現し事業形態や業務プロセスが大きく変化しており、人・物の輸送を主とした

鉄道事業から、情報や物流の拠点となる駅と通信経路となる線路というように、ITによる新たなコンセプトモデルが出現している。

本稿では、トラディショナルビジネスの代表事例として、列車情報システムの動向と、旅客サービスの向上を目的としたVIS (Visual Information System)、及び業務の効率化を目的とした輸送総合システムについて紹介する。

また、ニュービジネスの事例として、鉄道事業者特有のITインフラ(沿線の光ネットワークとデータセンターやコンテンツ配信センターなど)を活用したASP (Application Service Provider) 事業への取り組みについて述べる。



## 鉄道におけるIT応用システムイメージ(旅客サービスの向上)

鉄道事業者と旅客の接点は駅と列車内が中心となるが、自社・線区内ネットワークやグループ会社間、他の鉄道事業者との間、インターネット網など広域ネットワークの活用により、旅客への適切かつ豊富な情報提供とシームレスなサービスの実現が可能となる。

## 1. ま え が き

鉄道における情報システムは、他の産業分野と比較して先導的な役割を担ってきた部分があり、IT化を促進することで何がかわるのかを明確化し、鉄道事業への発展に寄与するようなビジネスモデルを構築する必要があると考える。

すなわち、従来の技術の範疇(はんちゅう)にITを採用して旅客サービスの向上や運用業務の効率化を図る分野(トランザクショナルビジネス)と、新たなビジネスモデルを構築する分野(ニュービジネス)に分けて考えることができる。

以下に、それぞれの分野での技術動向と代表的なシステム事例を紹介する。

## 2. 列車情報システム

### 2.1 列車情報システムの動向

最近の鉄道車両においては、モニタリング、運転支援、検修支援、制御指令伝送、乗客サービス等の多くの機能を持つ列車情報システムが搭載されるようになってきた。

これは、最新の情報処理技術を適用してシステムを構築することにより、下記の鉄道車両への要求に対応した機能を実現することが可能となったためである。

- 安全・安定輸送の確保
- ライフサイクルコストの低減
- サービス水準の向上

列車情報システムは、運転支援機能・検修支援機能・乗客サービス機能を備えた列車モニタ装置を第一世代として、これに制御指令伝送機能・自動車上試験機能を追加した第二世代のTIS(Train control Information management System)となり、最近では、これらの機能に加えてサブシステムの統合管理と機能分担の最適化を下記のように図ったTIMS(Train Integrated Management System)が第三世代として登場している。

これらのシステムの開発に当たり、三菱電機は、鉄道車両への要求事項をいち早く把握するとともに、最新の情報処理技術を駆使して第一人者として貢献してきた。

#### (1) 車両間配線の削減

車両間の電線本数の削減により、車両製作コストの削減、保守の省力化、車体の軽量化を図り、車両のライフサイクルコストを低減させる。

#### (2) 車両の制御論理部品・配線の削減

リレー及び個別の配線で構成していた車両の制御論理機能を統合することにより、車両部品と車両内配線を削減する。

#### (3) 統合管理

関連する機器をサブシステムとして統合し、これらのサ

ブシステム及びサブシステム間のインタフェースを対象とする制御を行うことにより、制御システムの安全性・信頼性の向上を図る。

列車情報システムの基本は伝送であり、各機器への制御指令伝送を行う“制御系”と、リアルタイムの監視、汎用の大容量データ伝送を行う“情報系”に分類できる。

今後は、制御系の安全性・冗長性を確保しながら機能向上を図るとともに、情報系には汎用のネットワーク機能・IT技術を車両間及び車両-地上間で容易に活用できるようなオープンな情報システムの構築が進められていくものと考えている。

### 2.2 JR東日本納め山手線E231系車両用VIS

乗客へのサービス水準の向上を目的として、最新のIT技術を駆使し、乗客が必要とする情報を地上システムから入力して、車両のドア上部に設置された2台の15インチXGA(1,024ドット×768ライン)LCD表示器に表示するVISを、JR東日本と協同開発し、山手線向けE231系車両に納入したので紹介する。

#### 2.2.1 システムの特長

このシステムの特長を以下に示す。

- (1) 正面向かって右側の表示器には行先案内や運行情報、左側の表示器には広告案内やCM・TV文字ニュースを表示し、さらに、車両の進行方向に向かって左右の各2台の表示器に異なる表示を行うことが可能である。
- (2) 表示器に表示される動画及び静止画コンテンツデータは、電車区に設置された地上システムからSS無線(小電力データ通信)方式のスポット伝送によって入力し、無人で更新が可能である。
- (3) TV文字情報データは、駅に設置された地上システムからSS無線方式のスポット伝送によって無人で更新することができるため、リアルタイムにニュース・天気予報等の情報提供が可能である。
- (4) 他の線区の運行情報を地上システムからパケット無線方式のエリア伝送で車両に伝送することにより、リアルタイムに列車遅延状況等の運行情報提供が可能である。

#### 2.2.2 システム構成

このシステムは、各車両のドア上のメディア表示器が2台(192台/編成)、動画デジタルデータを記憶・再生するメディア中央装置(片側の先頭車)が編成1台、静止画デジタルデータを記憶・再生するメディア端末装置が各車4台(44台/編成)、車上-地上間の伝送手段としてSS無線方式及びパケット伝送方式の2種類を持つ情報送受信装置が編成1台で構成される。

動画データは、メディア中央装置に記憶されており、メディア中央装置から同軸ケーブル経由で、メディア端末装置に伝送される。また、静止画データは、別システムである列車情報システムのデジタル伝送系を経由して、各メデ



図1. メディア表示器



図4. 設備案内



図2. 次駅乗換え案内



図5. 運行情報



図3. 山手線路線案内

メディア端末装置へ伝送し記憶される。メディア端末装置は、これらの動画及び静止画データを使用し、時間及び列車の走行位置に基づいてメディア表示器への表示制御を行っている。

また、情報送受信装置のSS無線方式の方は、広告案内などの動画データを車両留置中に伝送し、メディア中央装

置へ記憶される。このSS無線は駅にも設置されており、TV文字ニュースをメディア中央装置へ記憶する。

さらに、パケット伝送方式の方は、各線の運行情報などをリアルタイムに列車情報システムの伝送系を経由して、各メディア端末装置へ伝送し記憶される。

図1にメディア表示器の外観を、図2～図5に画面表示例を示す。

### 3. 輸送総合情報システム

#### 3.1 輸送総合情報システムの動向

鉄道において絶対的な信頼性を必要とする列車運行管理システムや電力管理システムなどのリアルタイム系情報制御システムについては、今後も制御用システムとして構築されるものの、よりシンプルな構成・機能で低コスト化が図られると考えられる。

その一方で、各種情報処理システムについては、汎用装置やパッケージソフトウェアをベースに構築され、今後ますます機能アップが図られていくと考えられる。

輸送総合情報システムは、列車の運行状況や設備の運転

状態・故障発生等のリアルタイム情報や保守関連情報などをデータベースとして一元管理し、指令所・駅・車両基地・保守区・運転詰所及び列車(乗務員)との間で情報を共有化し有効活用することによって安定輸送と業務の効率化を実現するものである。鉄道沿線の光ファイバケーブルの活用と、列車無線のデジタル化、ミリ波通信システムやSS無線等の利用による地上-車上情報伝送の大容量化により、様々な形態で導入が進んでいくと考えられる。

輸送総合情報システムの構成例を図6に示す。

このシステム導入のねらいは以下のとおりである。

- (1) 業務革新(新しい業務体系の創造, 情報の電子データ化, 部門間のシームレス化, ペーパーレス化)を図る。
- (2) データベース化により, 必要な部門が必要な情報をリアルタイムに入手できるシステムを構築する。
- (3) 運転報(又は日別ダイヤ), 指令手配, 及び運転整理を

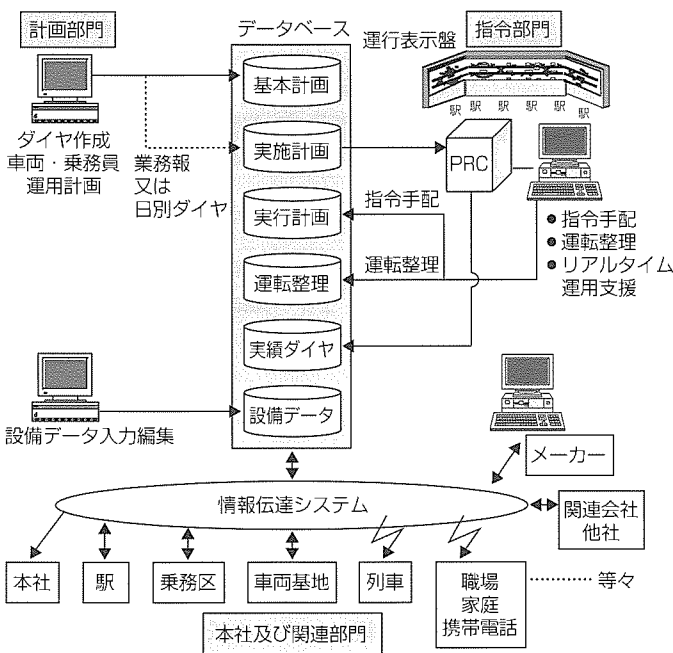


図6. 輸送総合情報システムの構成例

- データベース化し, 必要部門へリアルタイムに配信する。
- (4) 運転整理時, 車両及び乗務員運用をリアルタイムに支援して, ダイヤ乱れの迅速な回復を図る。
- (5) Web技術の導入によって, システムの簡素化を図る(端末の統合化及びプログラムレス化)。

### 3.2 システム事例—WebTIDの開発

TID(Traffic Information Display)は列車の運行状況やダイヤ情報, 運転整理情報等を各駅や運転詰所でモニターするもので, 従来は運行管理システムの一つの機能として専用端末で実現してきたが, 最近では, 場所や端末の制約を受けずに汎用パソコンや携帯端末のブラウザ上でモニターしたいという要望が増えてきた。

当社では, 列車運行管理システム用GUI(Graphical User Interface)として, 産業システム研究所(現・先端技術総合研究所)で開発されたGUI作成用のC++クラスライブラリ“GhostHouse”を応用し, 標準GUI部品と路線や画面のエディタ機能を備えたアプリケーションフレームワークライブラリを開発し適用してきた。WebTIDの開発に当たっても, 同研究所で開発されたWeb監視ミドルウェア“DOOARS”(Distributed Object-Oriented Architecture for web-based Systems)を採用し, 既存資源の有効活用と互換性の確保を実現するとともに, 視認性や描画更新等において十分な性能を持つことを確認した。

今回開発したWebTIDのソフトウェア構成を図7に, 運行状況表示画面の例を図8に示す。

## 4. 交通ITニュービジネス

### 4.1 交通ITニュービジネスの動向

鉄道事業者におけるITを応用した新しいビジネスモデルとして, ホームページによるチケット/旅行商品の販売やICカードによるOne to Oneマーケティングなどが行われている。また, 鉄道特有の駅や線路を利用したITインフラの活用も検討されている。当社もこれらの動きに着目し, ニュービジネスとして以下のような取り組みを実施し

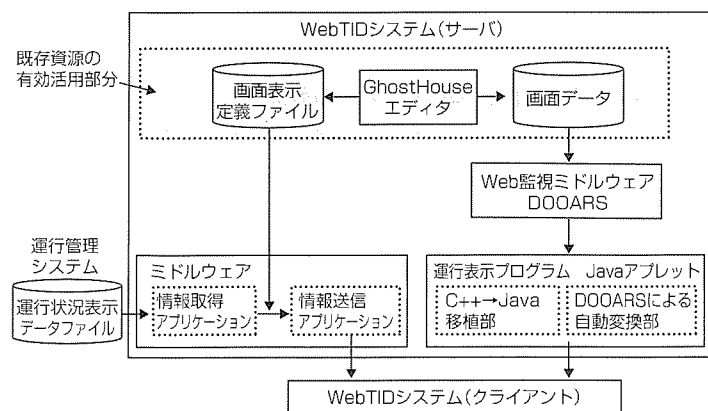


図7. WebTIDソフトウェア構成

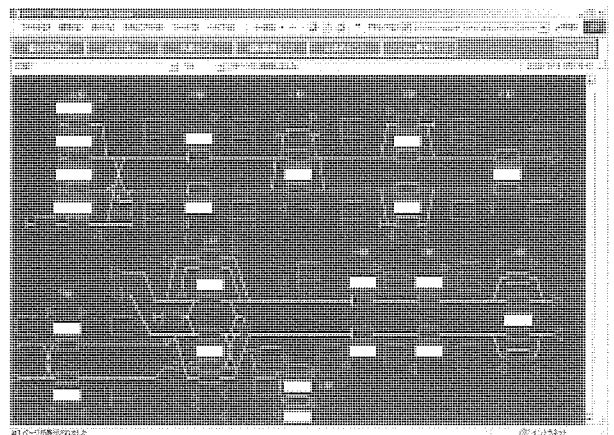


図8. WebTID運行状況表示画面例



ている。

- (1) 鉄道eBusiness(資材における電子調達システムや保守・工事関係のEDI(Electronic Data Interchange)など)
- (2) 設備機器に超分散サーバを設置したWeb監視システム・設備資産管理・遠隔保守サービスによるメンテナンスチェーンサイクルの確立
- (3) ASP事業(列車内及び駅映像情報システムへのコンテンツ配信, 文書登録サービスなど)

以下に, ASP事業の一例として, (株)日本鉄道車輛工業会(以下“鉄車工”という。)が採用した“規格/一般文書登録検索サービス”を紹介する。

#### 4.2 ASP事業化

鉄道車両分野における国際規格化の動きに対応して, 鉄車工では, 現在, 規格・基準類の検討活動が精力的に行われている。

国際社会は今やデジタル化とネットワーク化の時代を迎えており, この規格・基準類の検討もネットワークを活用して世界から(特に欧州から)情報を収集してデータベースに蓄積し, これをネットワーク経由で基準整備委員会の関係する委員が参照して内容を検討する。そして, 各社の設計部門では, 従来の紙ベースの規格資料を保管するのではなく, 必要な時点で規格・基準の最新版をこの規格データベースを活用して仕事をしていく形態に変わりつつある。

このようなITを活用した仕事の形態を可能とするために, 鉄車工では, 2000年秋から電子情報インフラ構築を電子情報化委員会を中心に, そして関係方面のご協力をいただき, 2001年5月からプロトタイプシステムによる試験運

用を開始し, 同年10月から本格的に業界情報をホームページ(URL: <http://www.tetsushako.or.jp>)からリンク公開をすると同時に“規格/一般文書登録検索サービス”の提供を始めた。鉄道車両関係の規格や一般文書資料を電子化(デジタル化)し, 当社が運営するデータセンターのサーバに登録保管し, 図面・文書管理システム“FINALFILING”を使用したASP事業を活用した会員向けの電子情報提供サービスである(図9)。

#### 4.2.1 文書体系化へのコンサルティング

文書・図面管理システムを立ち上げるためには, ASPサービスをサービス提供側で対象となるデータを確認した上で,

- フォルダ構成の決定
- キーワードや属性項目の決定
- 紙文書を全文登録・全文検索対象とするかの判断
- ユーザーIDとパスワードの決定
- 文書ごとにおけるアクセス権の決定

などの一連の決定事項についてコンサルテーションを実施し, それに基づき, 利用者へのデータの公開の対象とするかを定める。

#### 4.2.2 登録作業の請負サービス

利用者側でデータの登録が必要になった場合に, 要求があれば登録1件当たりの費用負担で作業を請け負うサービスを準備している。もちろん利用者が自ら1件ずつデータを登録することもできるが, データの代行入力の時請負によって, 利用者はデータの登録作業から開放される。登録時のミスもなくなるので運用が効率良く行えるという二次的な波及効果もある。

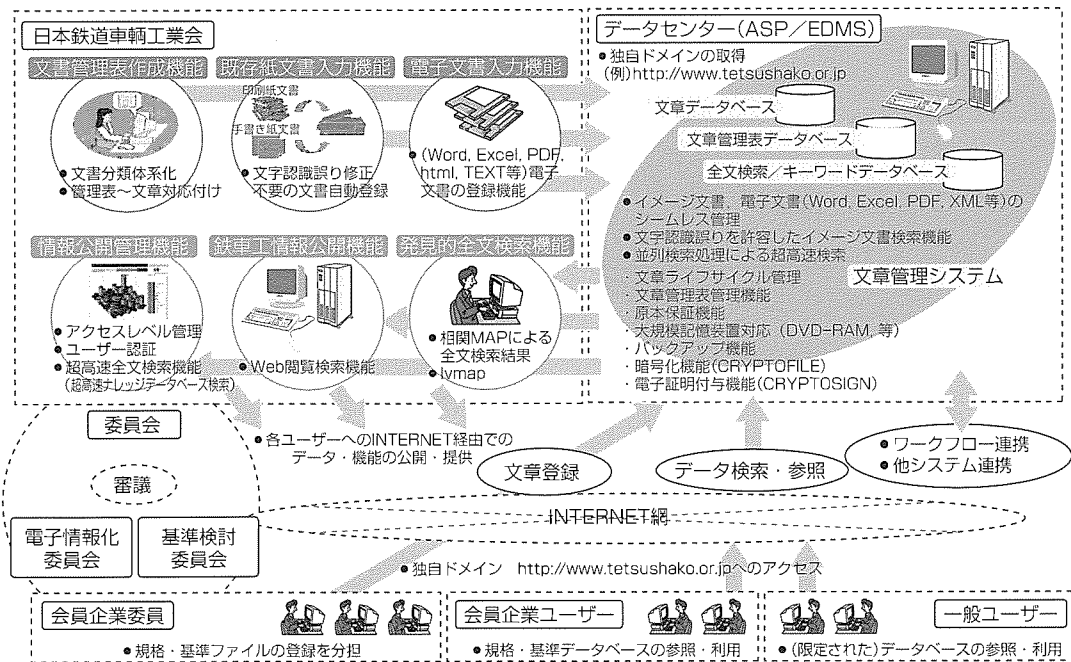


図9. 鉄車工 規格/一般文書登録検索サービス



## 4.2.3 ASP事業への準備

サーバ環境はハードウェアや文書図面管理パッケージを含めてサービス提供側で用意するため、利用者はシステム導入一次費用や運用管理の問題から開放されることになる。インターネット環境で利用できるため、利用者は原則としてWebブラウザが搭載された端末からASP事業サービスを受けることができる。

- サーバ環境一式の運用代行
- サーバ環境の障害監視と障害発生時の対応
- サーバ環境の導入一次費用の削減

が実現される。

## 4.2.4 全文登録・全文検索の新技術の適用

全文検索対象としづらかった紙文書を登録するだけで全文検索が可能となり、紙文書、電子化文書が文書単位で混在していてもまとめて全文検索ができるようになった。

## 4.2.5 ASP/ASPの運用形態とそのメリット

鉄車工として、同一のサービス機能を独自に構築し運用するためには、WebサーバとFINALFILING機能のソフトウェアを購入し、サーバやソフトウェア管理に選任の技術者を持つか、常駐に近い業者のサポートが求められる。一方、月額費用による契約でASPサービスを開始することで、鉄車工会員へのサービスが容易に素早く提供できた。形態としては、ソフトウェア機能としてのASPサービスを鉄車工が当社と契約し、会員へのASPサービスの提供を行う(ASP/ASP)形態となっている。

今回の“文書・図面管理”サービスの定性的なメリットをまとめると次のようになる。

- (1) 立ち上げが迅速に行え、初期導入費用がかからない(文書のデジタル化費用は必要となる)。
- (2) 運用管理業務自体の代行メニューがある。
- (3) データベース構築のコンサルティング、支援の代行メニューがある。
- (4) 検索・参照・取り出し機能については個別システム導入と同等又は同等以上の機能提供がある。
- (5) セキュリティ確保がされている。
- (6) 紙文書のデジタル化や紙文書の保管代行などの関連サービスメニューがある。

つまり、利用者にとっては、利用すること以外の付随作業をすべて委託することが可能となる。

## 5. む す び

鉄道におけるIT応用システムとして、従来のシステムにITを採用したトラディショナルなビジネスと、新たなビジネスモデルについて、事例を中心に述べてきた。

今後も、種々のニーズに適合したソリューションを提供していくため、開発・検討を進めていきたい。

## 参 考 文 献

- (1) 加山 勉：“特集IT”鉄道におけるITビジネス，JREA，44，No.5 (2001)
- (2) 加山 勉，ほか：鉄道車両向けASP規格／一般文書検索サービスへのIT適用，サイバネティックス，7，No.2 (2002)



# One-to-One型リモート保守ポータル

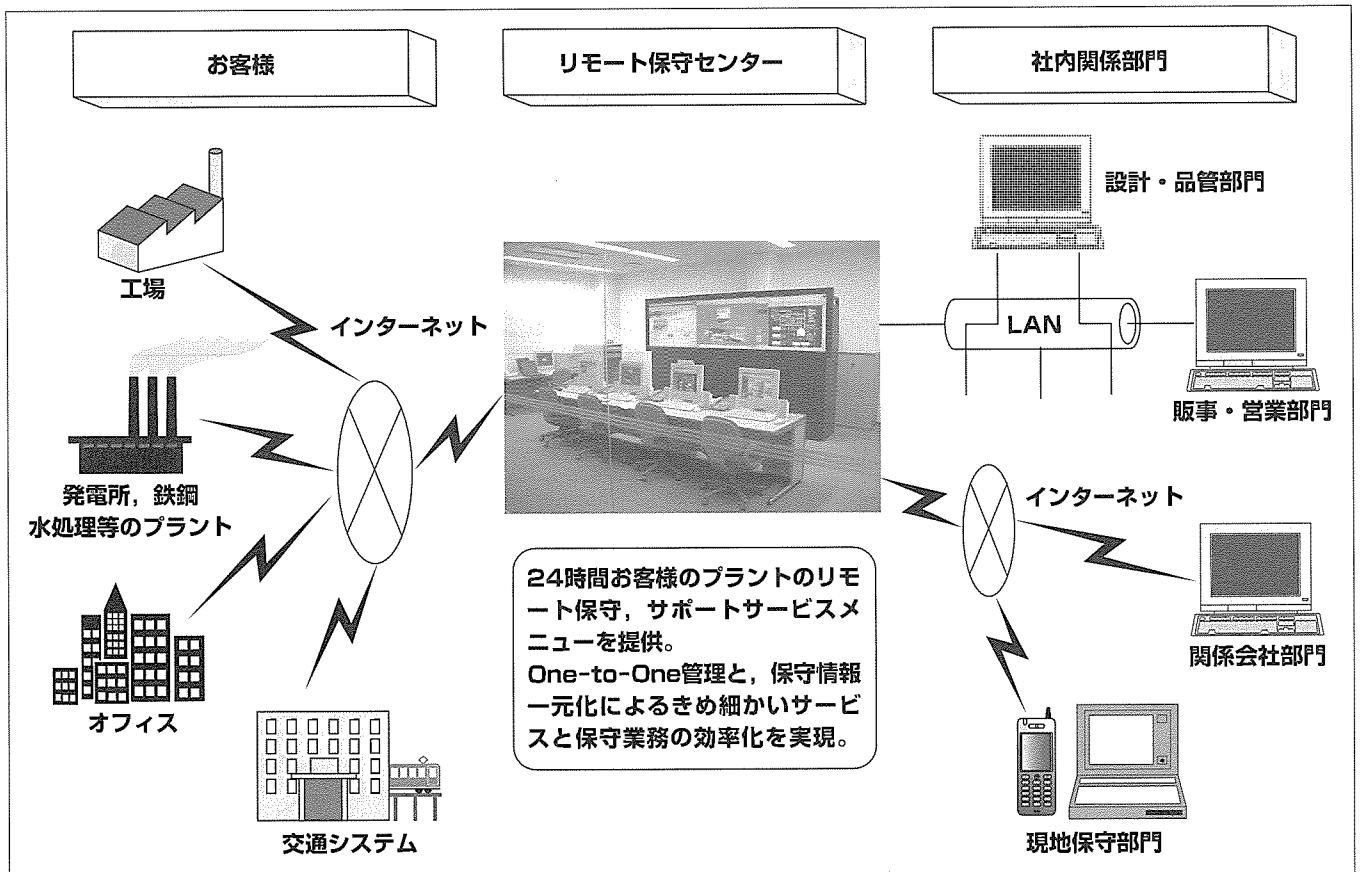
## 要 旨

新規設備投資抑制から既存プラント設備の有効活用をねらった保守ビジネスが注目を集める中、保守コスト低減、顧客満足度向上のための顧客へのきめ細かいサポートサービスのニーズが高まってきている。今までのプラント保守では、定期点検によって故障発生時のダウンタイムは短いですが保守コストは非常に大きいこと、また、長期間運用しているプラントにおいては個々のお客様の設備に応じたきめ細かい情報提供が不十分であること、といった問題点があった。これらの問題点を克服するために、One-to-Oneソリューション技術を適用した顧客中心のリモート保守センターを立ち上げた(このポータルのURLは<http://www.rmc.melco.co.jp>)。

リモート保守センターでは、ダウンタイムを極力短くするとともに保守コストを抑制するために、Condition-Based

Maintenance(予防保全)方式を取り入れ、保全データベースの充実による経年劣化と余寿命診断の実施などから不具合を早期発見し、重大事象発生前の迅速対応を実現している。またリモート保守センターを1か所に構築することで、保守情報を集中させ、適切な人員配置によって保守コストと情報管理コストの削減を目指している。個々の客先のシステムに応じたきめ細かい情報提供にはCRM(Customer Relationship Management)技術を適用し、その応用ミドルウェアであるBroadVision One-to-One<sup>(注1)</sup> Enterpriseを採用しており、リモート保守契約を結んだ顧客、三菱電機社内、関係会社間で保守情報、技術情報、障害情報、製品情報などを24時間体制で共有化する仕組みを構築した。

(注1) “BroadVision”はBroadVision Inc.の米国及びその他の国における登録商標，“BroadVision One-to-One”は同社の商標である。



## One-to-One型リモート保守ポータルシステムの概要

リモート保守センターでは、One-to-Oneソリューション技術を適用し、保守ポータルサイトからインターネット経由で各種保守情報、技術情報、障害情報、製品情報などを提供する。また、障害発生時においては、24時間365日、Web、電話、FAX、メールで受け付け、1次対応窓口として問題解決に当たる。

1. ま え が き

三菱電機社会インフラ事業本部のビジネス分野は電力、鉄鋼、公共、交通といった社会の基盤を支える数々のプラントシステム構築であり、それらのシステムの正常稼働を支えるためには、製品出荷後の保守業務も我々の重要な役割となっている。ただし、従来の電力・産業プラントの保守体制は、以下のような問題点を抱えていた。

- (1) 定期点検の実施による定期的な部品交換が主流であり、ダウンタイムが短い、保守コストは非常に大きい。
- (2) 現地密着型保守であり、各客先プラントに保守員を派遣して当該場所個々での保守業務を行っていたために人員配置・情報管理コストが増大してきていた。
- (3) 長期間運用しているプラントでは、画一的な保守情報では対応できないケースがあり、個々の客先のシステムに応じたきめ細かい情報提供が必要となってきた。

これらの問題点を克服するために、2001年度にOne-to-Oneソリューション技術を適用した顧客中心のリモート保守センターを立ち上げ、IT(情報技術)を活用した新しい保守サービスの提供を開始した。このリモート保守ポータルを介してリモート保守契約を結んだ顧客、三菱電機社内、関係会社間で保守情報、技術情報、障害情報、製品情報などを24時間体制で共有化する仕組みを構築した。

本稿では、このリモート保守センターのシステム概要と特長及び今後の展開について述べる。

2. システム概要

2.1 保守業務形態の変革

従来の保守では、Time Based Maintenance (TBM)と呼ばれる定期的に点検を実施し部品を定期的に交換する形態により、ダウンタイムは小さいがコスト負担が大きいという課題があった。その対極にはBreakdown Maintenance (BDM)と呼ばれる点検なしで故障時に部品交換をする形態があるが、プラント設備の場合は24時間稼働が絶対であるので、その中間形態となるCondition Based Maintenance (CBM)と呼ばれる形態に変化しつつある。この場合、機器などの兆候を把握することによって異常が発生する前に対処する必要があるが、その実現のためには、システム構成や保守情報等を一元的に管理するための情報処理管理システムの構築と、異常事象の管理、劣化度合いの定期監視を実施するためのネット

ワーク及びセキュリティの確立が必要となる。また、保守体制全体にかかるコストを軽減するため、現地密着型の保守(現地保守)からセンターでの集中保守体制に変革することが必要となる。

2.2 One-to-Oneソリューション技術

One-to-Oneソリューション技術とは、eコマースサイトの運用から発生した技術であり、顧客中心でパーソナライゼーションを目標とした技術である。事前に登録されたユーザーの個人的な関心、ニーズに基づき動的にコンテンツを作成して提供する。また、過去にどのような商品をオーダーしたか、どのような情報に興味を持ったか、の履歴情報をベースとして商品の提案を図る。図1にOne-to-Oneマーケティングの概念を示す。

TBMからCBMへの移行、現地密着体制から集中管理体制への移行といった保守業務の変革の流れに沿いOne-to-Oneソリューションを適用した新たな保守サービスのビジネスモデルを実現するために、リモート保守ポータルが構築された。図2に保守ポータルの概念を示す。

- 伝統的マーケティング
  - 製品/サービス中心
  - マス・マーケティング
  - 長期にわたるシステム開発
- One-to-Oneマーケティング
  - 顧客中心
  - パーソナライゼーション
  - 短期システム開発

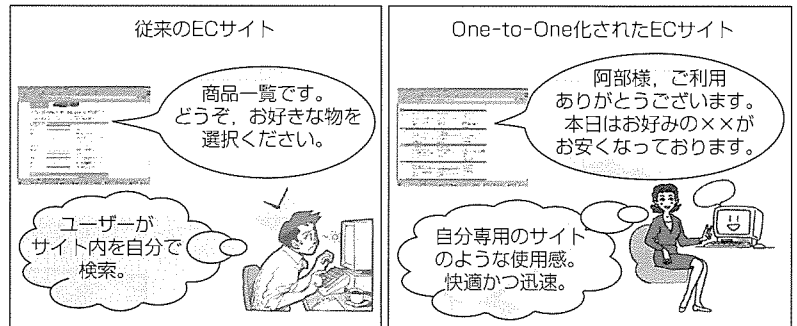


図1. One-to-Oneソリューション

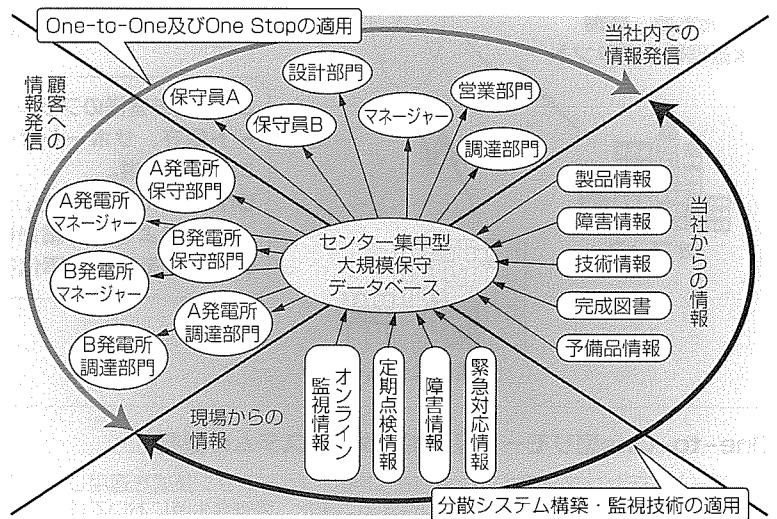


図2. 保守ポータルの概念

### 2.3 システムの特長

保守ポータルの特長は次のとおりである。

#### (1) 情報の一元管理とフィルタリング

お客様ごとに、その業務・担当システム・製品ごとに、コミュニティに分類し、そのコミュニティごとに必要な情報を一元的に管理している。これにより、お客様を含む関係各ユーザーが必要とする情報を適切にインターネット/イントラネットを介して提供できる。

#### (2) セキュリティ

セキュリティ対策として、SSL<sup>(注2)</sup>(Secure Socket Layer)暗号化技術をプロキシサーバに搭載済みであり、データの改竄(かいざん)を防止している。将来的には、当社が世界的に先行している独自のセキュリティ技術(Misty等)適用によるセキュアなシステム構築を実現する。

#### (3) システムの発展性、拡張性

保守ポータルの開発に当たって汎用のミドルウェアを採用したことで、UNIXサーバを用いたシステムの拡張性や、当社が今までに開発してきたアプリケーションソフトウェアとの親和性といった面から幅広く応用がきくシステム構成となっている。

### 2.4 システム構成

図3にシステム構成を示す。リモート保守センターには、各種コンテンツを搭載したポータルサーバ、外部公開用のプロキシサーバ、管理者用端末、コールセンター用CTIサーバ、障害事例データベース用専用サーバから構成される。ポータルサーバには、管理情報やサポートメニューが搭載(注2)“SSL”は、セキュリティ機能の付加されたHTTPプロトコルである。

されたデータベースとOne-to-Oneソリューションを実現するミドルウェアがインストールされている。

各ユーザーは、Webブラウザが搭載されたパソコン又は携帯端末からインターネット経由でポータルサーバにアクセスすることで、各種保守情報、管理情報など保守業務に必要な情報を入手することができる。また、管理者用端末では、新たに登録されるコンテンツの管理や保守センターのサイト管理を実施するほか、全文・属性検索サーバの機能も兼ね備えており、オフィス文書のみならず手書きのPDF文書や図面上の文字もお客様ごとにOne-to-Oneで認識できる検索エンジンが搭載されている。この検索機能によって、ポータルサーバに登録された文書を速やかに検索できるばかりか、保守履歴等を管理することが容易に行える。登録される文書は電子ファイル形態であれば何でも構わないが、お客様の設備情報や監視データなどを一元化管理するために、XML(eXtensible Markup Language)文書管理を将来実現できるようデータベースに拡充性を持たせている。

お客様からの問合せに対してはWebブラウザからの入力受付も可能であるが、電話、FAXによる受付も考慮してコールセンター機能を付加機能として持っている。これらの情報はCTIサーバを通してポータルサーバとリンクされ、顧客情報、履歴情報を速やかに検索し、障害復旧支援管理がスムーズに実施できるよう構成されている。図4に保守ポータルのトップページ(<http://www.rmc.melco.co.jp>)を示す。ログインアカウントがない場合でもサイトビジュアル向けニュースなどが閲覧できる。

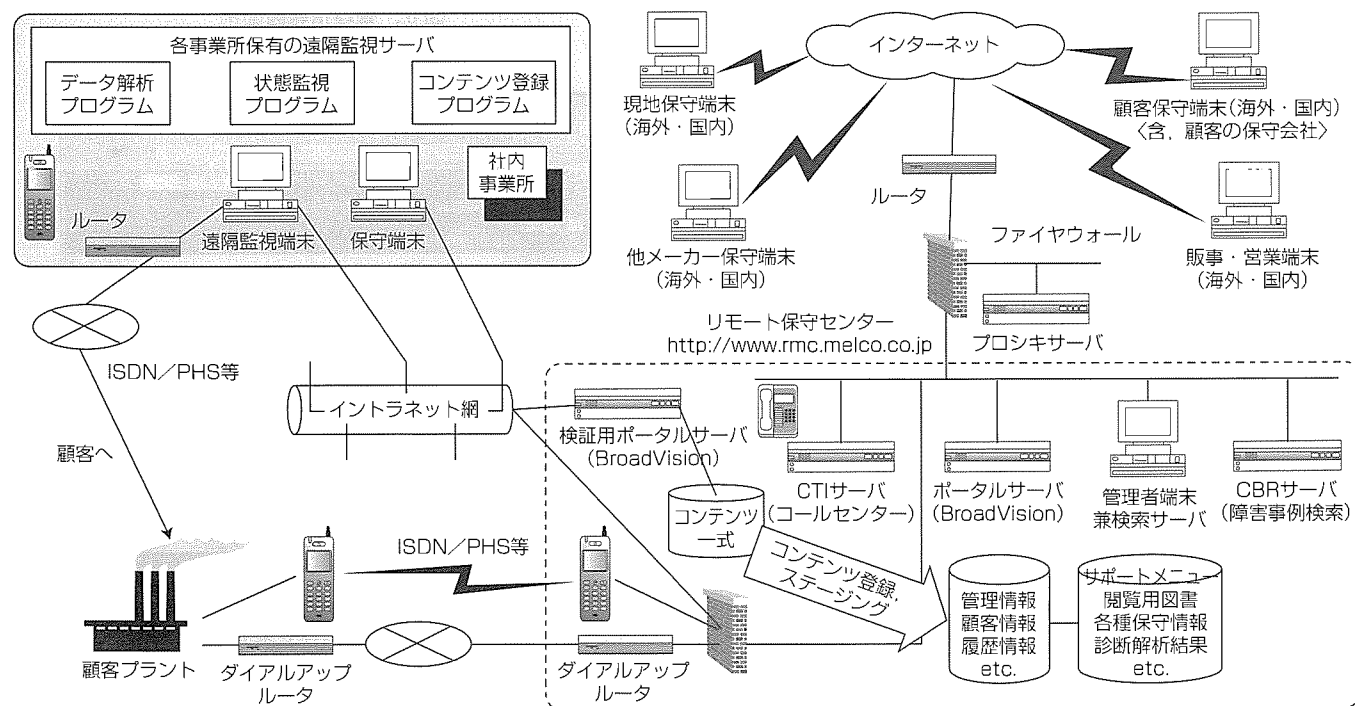


図3. システム構成



図4. 保守ポータルトップページ

### 3. サポートサービスメニュー

図5に保守ポータルで提供するサポートサービスメニューの一覧を示す。メニューは全部で34種類あるが、大別すると7種類に分けることができる。

(1) 管理情報

お客様に納入した機器情報や、故障履歴、修理履歴といった保守管理情報を提供する(図6)。

(2) 技術情報

取扱説明書や生産中止情報といった各種機器・システム・装置の技術情報について提供する。

(3) 障害復旧支援

コールセンター機能を用いた障害復旧支援サービスを実施するほか、障害事例検索データベースへのアクセスによって過去の事例参照などが行える。障害復旧支援では、ステータス管理によって復旧作業の進捗(しんちょく)状況がWebで把握できる。障害時に必要な予備品の検索もWebブラウザを通して簡単に実施できる。図7に予備品検索画面例を示し、図8に障害復旧支援時のフローを示す。

(4) 予防保全

安定稼働を維持するため適切な定期点検の計画を提案するほか、遠隔監視機能とのリンクによって定期的に診断する機能を備える。

(5) トレーニング

お客様の保守要員に対し、講習会等のカリキュラムをインターネットを通じた遠隔研修として提供する。また、社内の保守員に対する遠隔学習・教育が可能なシステムを提供する。

(6) ニュース、メールマガジン

保守ポータルトップページに、お客様ごとに新製品案内や各種コンテンツの更新等を掲示する。また定期的に、各種新情報のうち、関係する情報をメールで個別に配信す

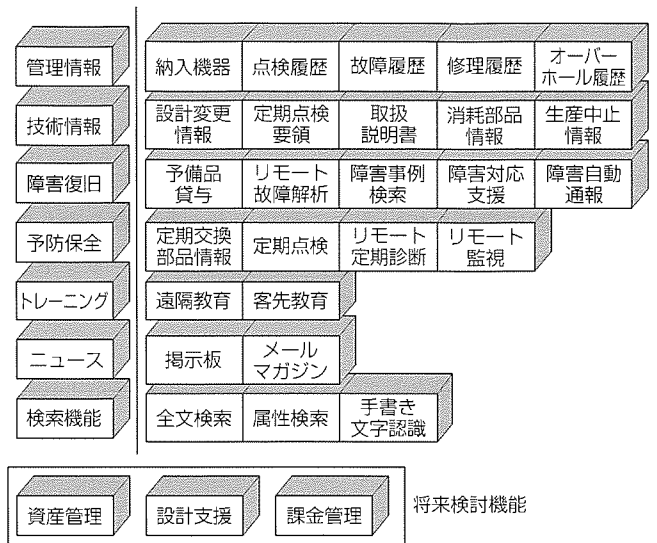


図5. サポートサービスメニュー

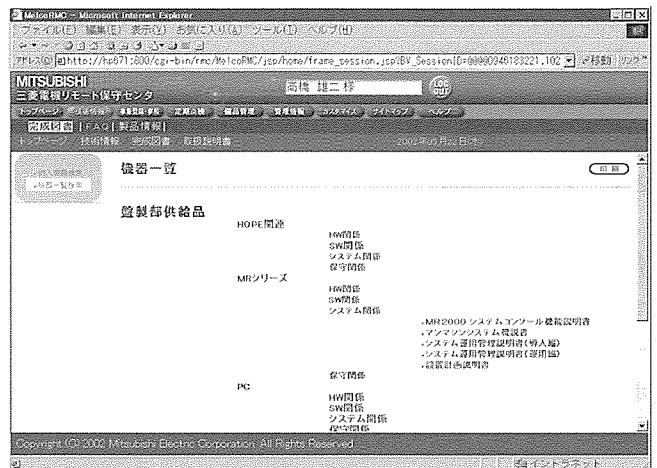


図6. 管理情報画面例



図7. 予備品検索画面例

る。

(7) 全文検索, 属性検索

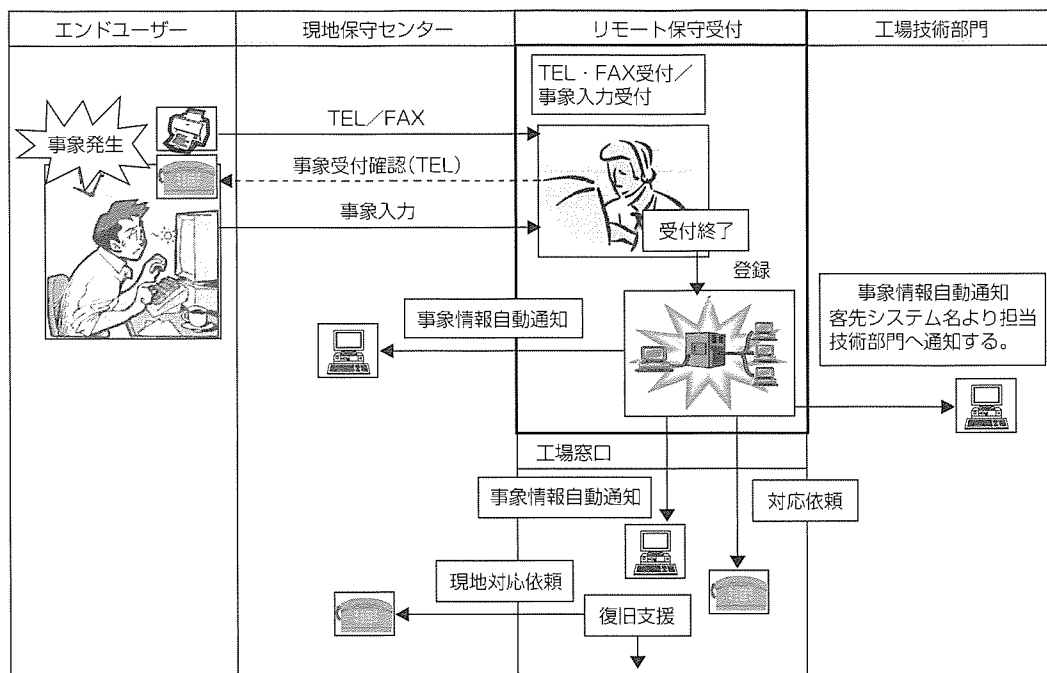


図 8. 障害復旧時の業務フロー

保守ポータルサイトに登録されたドキュメントを対象に全文検索、属性検索を実行する。対象となるドキュメントは、HTML(Hyper Text Markup Language)文書やWORD文書のみならず、文字認識エンジンによって手書き文書や図面に記述された文字も検索できる。

このほかにも、将来のサポートメニューの候補として、資産管理機能や設計支援機能、課金機能等の要件定義を検討中である。

#### 4. 今後の展開

本稿で述べたリモート保守ポータルは、2002年4月から一部のサポートメニューについて運用開始しており、すべてのサポートメニューでの開始は2003年1月を予定している。リモート保守ポータルを今後の当社のサポートサービス事業の核となるセンターと位置付け、将来展開を以下のように考えている。

- (1) 顧客情報など管理データの保護のため、当社神戸地区(西日本)にあるリモート保守ポータルサイトと三菱電機プラントエンジニアリング㈱が運用している24時間サービスセンター(東日本)との相互データバックアッ

プシステムの構築

- (2) 東西地域間、関係会社間でのコールセンター業務の代行サービス体制の整備
- (3) 三菱電機グループ外の会社が行っている遠隔監視業務、コールセンター業務を当社が運営代行する場合のサービス体制の整備
- (4) リモート保守ポータルシステムのASP<sup>(注3)</sup>(Application Service Provider)事業化の検討

(注3) “ASP”は、特定のアプリケーションをインターネットで配信する事業者である。

#### 5. む す び

以上、One-to-One型リモート保守ポータルの概要とサポートサービスメニュー、将来構想などについて紹介した。当社社会インフラ事業本部の事業分野は社会の重要インフラを担っており、その重要性から、先進の“IT技術を駆使した合理的な保守”への変革を推進していくために、今後とも、顧客・社内・関係会社間で24時間365日保守情報を共有することを基本に保守ポータルシステムの拡充を進めていく予定である。

# インターネット応用監視制御フレームワーク “DiaSynapse/JAXSON”

石原 鑑\*  
大崎雅代\*  
高田秀志\*\*

## 要 旨

近年のインターネット環境の低価格化，ブロードバンド化により，プラント監視制御分野においても，インターネットを介した遠隔監視や遠隔保守などが実現され始めている。

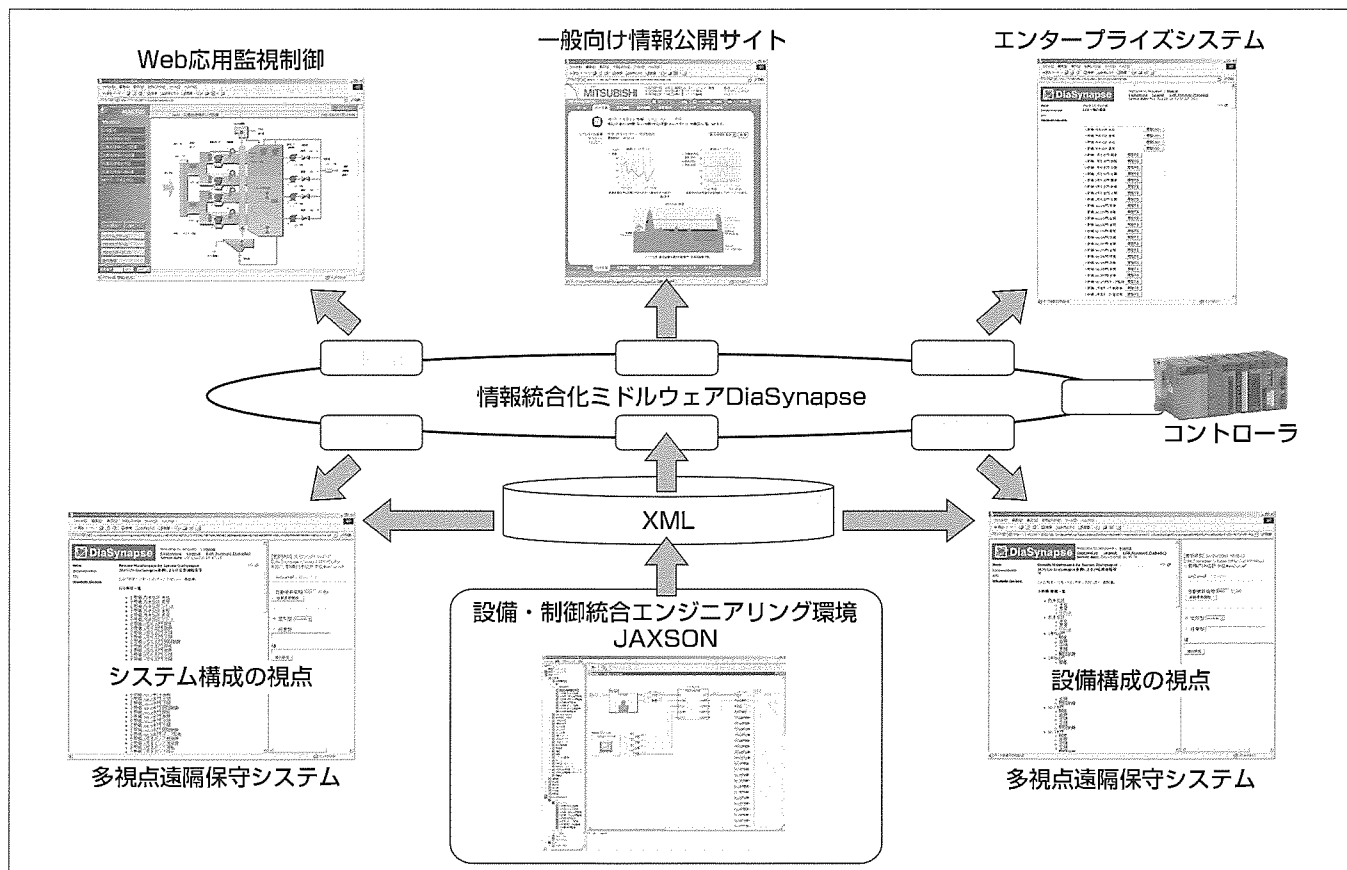
インターネット環境における監視制御システムは，これまでの監視制御システムと比べて，①広域での情報の配信を柔軟に実現できなければならない，②様々なシステムが扱う情報を統合化し，さらに，それぞれの利用者の目的に合わせて個別化して提供しなければならない，などの要求がある。これらの要求にこたえるため，情報統合化ミドルウェア“DiaSynapse”<sup>(注1)</sup>及び設備・制御統合エンジニアリング環境“JAXSON”の開発を行ってきた。

情報統合化ミドルウェアDiaSynapseは，ソフトウェア部品の組合せで分散システムを構築するJava<sup>(注2)</sup>ベースの

ミドルウェアである。ソフトウェア部品を機能種別ごとに管理することで，ソフトウェア構造のモジュール性と理解容易性を高めている。さらに，実時間性の高いソフトウェア部品実行を行う等，監視制御に必要な処理をミドルウェアで提供することにより，ソフトウェア部品の開発を容易化している。設備・制御統合エンジニアリング環境JAXSONは，プラントの設備情報をDiaSynapseが扱う監視制御情報と連携して管理することで，様々なシステムや利用者が扱う情報の統合化を実現する。また，XML(eXtensible Markup Language)による情報の構造変換や，Webブラウザとの連携による情報の視覚的提示により，利用者の要求に応じた個別化を実現している。

(注1) “DiaSynapse”は，三菱電機㈱が商標登録申請中である。

(注2) “Java”は，米国Sun Microsystems Inc.の登録商標である。



## インターネット応用監視制御フレームワークDiaSynapse/JAXSON

情報統合化ミドルウェアDiaSynapseは，インターネット上に配置されたデータ収集系やデータ処理系，データ表示系などの間で情報の配信を可能とするミドルウェアであり，コントローラから収集したデータをWeb応用監視制御システムの監視画面，一般向け情報公開サイト，エンタープライズシステムなどに配信する。設備・制御統合エンジニアリング環境JAXSONは，プラントの設備情報をDiaSynapseが扱う監視制御情報と統合化して定義できるツールであり，利用者の目的に応じた情報の視点を提供する多視点遠隔保守システムの実現を可能にする。



## 1. ま え が き

近年のインターネット環境の低価格化、ブロードバンド化により、産業分野においても、遠隔監視や遠隔保守などの本格的なインターネットの利用が可能になりつつある。

産業分野においてインターネットを利用する場合、従来のソフトウェア構造やエンジニアリング手法をそのまま採るわけにはいかない。例えば、広域での情報配信を拡張性を備えて実現できるソフトウェア構造や、様々なシステムが扱う情報を統合化し、さらに、それぞれの利用者の目的に合わせて個別化して提供するためのエンジニアリング手法などが必要となる。

本稿で述べるインターネット応用監視制御フレームワークDiaSynapse/JAXSONは、インターネットを利用した産業系情報システムを構築するためのソフトウェア基盤である。

以下では、まず、インターネット応用産業システムの現状と問題について議論した後、DiaSynapseとJAXSONの目的と特長について述べる。さらに、応用システムの一例として実現した遠隔監視・保守システムについて紹介する。

## 2. インターネット応用産業システム

### 2.1 インターネットの利用の現状

WWW(World Wide Web)に代表されるインターネット応用は、まず、不特定多数の利用者に対する情報サービスの提供で進み、その後、電子商取引等のビジネス分野で利用されるようになってきた。産業分野においても、数年前からイントラネット環境で遠隔監視を行うWeb応用監視システム<sup>1)</sup>などが実現されている。

一方、近年のインターネット環境の低価格化、ブロードバンド化、さらにはセキュリティ技術の進歩により、遠隔保守サービスなどの本格的なインターネット応用が可能になりつつある。また、例えば河川の水位情報を一般市民に対してインターネットによって公開するような情報公開サイトの立ち上げ等、新しい形態のサービスの提供も考えられる。

### 2.2 インターネット利用における問題点

上述のように産業分野においても本格的なインターネット利用ができる環境が整ってきているが、だからといって、従来の専用の監視制御システムやイントラネットを仮定した遠隔監視システムの考え方をそのまま使えるわけではない。従来型のシステムでは、閉じた組織と閉じたネットワークでの運用であるため、その利用は、開発当初に想定した使い方の枠内で収まる。これに対し、インターネット環境では、システム設計の段階では予想できないような応用システムとの接続や情報の利用形態をあらかじめ考慮した設計が必要となる。例えば、システム中に新しい要素が追

加されたり、既存のシステムと相互に接続されたりするような要求が発生した場合、運用中のシステムを簡単な変更で拡張できることが望まれる。また、保守サービスを行うシステムの構築を考えた場合、従来から扱われている監視制御情報に加えて、プラントの設備や機器の情報も統合的に扱い、これらの情報をシステムや利用者に合わせて多目的に利用できなければならない。

インターネット応用監視制御フレームワークDiaSynapse/JAXSONは、このような問題に対処するために構築したJavaベースのミドルウェアである。以下に、このフレームワークの特長及び応用例について述べる。

## 3. 情報統合化ミドルウェアDiaSynapse

従来の監視制御システムでは、監視項目、監視項目に対して行うデータ処理、上位/下位システムとの入出力を仕様化し、それに基づいてソフトウェア構造を決定していた。

それに対して、インターネットを用いて広域で情報の配信を実現するためには、新たな監視装置や応用システムとの接続、XML、HTTP(Hyper Text Transfer Protocol)等のインターネット技術に基づくデータ形式や通信形式に対応しなければならず、仕様変更、機能拡張に強い柔軟なシステム構築手法が求められる。

DiaSynapseでは、この問題を解決するために、ソフトウェア構造のモジュール性と理解容易性を高め、その結果として拡張容易性を達成するという方針を採った。従来からソフトウェア部品(以下“S/W部品”という。)を組み合わせることによるシステム構築手法が広く知られており、既にビジネス分野では多くのシステムで実用化されている。しかしながら、監視制御のような実時間性の高い処理には対応できていない。また、S/W部品を無秩序に組み合わせても理解容易性は高まらない。DiaSynapseでは、S/W部品の組合せでシステムを構築する。さらにS/W部品をデータ処理部品と入出力部品に分類し、それらを機能種別ごとに管理することで、ソフトウェア構造のモジュール性、理解容易性を高めた。各機能層は独立して動作可能とし、S/W部品の追加・変更等も他の層に影響を与えずに行えるようにした。

### 3.1 DiaSynapseのアーキテクチャ

図1にDiaSynapseのアーキテクチャを示す。DiaSynapseでは、アプリケーションをノードと呼ぶ。ノードは、Web I/F層、データ処理層、データI/F層の三つの層から構成される。各層にそれぞれの機能種別に対応するS/W部品を配置することで、サーバの機能を拡張できる。例えば、新たなデータサーバとの通信機能を実現するためには、専用のデータI/F部品を開発し、データI/F層に配置する。DiaSynapseのミドルウェアは、各層を独立して動作可能とし、サーバ内の別の機能に影響を与えずに、

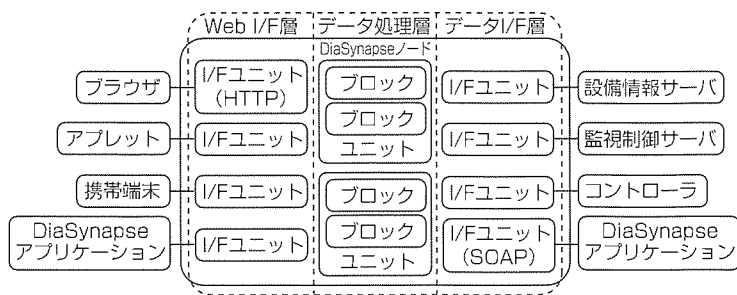


図1. DiaSynapseのアーキテクチャ

機能の追加・変更が可能である。

(1) Web I/F層, データI/F層

これらの層では、通信プロトコルを処理するI/Fユニットと呼ばれるS/W部品が動作する。上位システム、下位システムの変更に対して、対応するI/Fユニットを開発し、組み込むことで、システムの他の部分に影響を与えることなく、ノードの機能を拡張できる。ノード間の通信に対しては、あらかじめ専用のI/Fユニットが用意されており、データ処理層で保有するデータをノード間で相互にやり取りする。

(2) データ処理層

この層では、ユニット、ブロックと呼ばれるS/W部品が動作する。ブロックはデータを保持し、演算・統合・蓄積などのデータ処理を行う。ユニットはブロックを集約するコンテナである。DiaSynapseのミドルウェアは、この層に配置されたS/W部品に対して実時間性の高い実行を行う。

3.2 開発支援環境の提供

DiaSynapseでは、ソフトウェア構造を定義しサーバアプリケーションを開発するためのXMLツールを提供している。S/W部品構成を定義するためのXMLベースの定義言語と、これを用いて記述されたS/W部品構成定義からノードを生成するXMLツールを開発した。これにより、様々なエンジニアリング環境からDiaSynapseのアプリケーションを生成することが可能となった。

4. 設備・制御統合エンジニアリング環境JAXSON

インターネット環境における遠隔監視・保守システムでは、設備管理員やシステムエンジニアなど、様々な立場や役割の人が情報を共有することが求められる。JAXSONは、このような異なる立場の利用者が扱う情報を統合化して管理することができるエンジニアリングツールである。

4.1 従来のプラントエンジニアリングの問題点

IEC61131-3のような従来のエンジニアリング手法は、プログラミングに主眼が置かれているため、プログラムがどのような機械や機器に対応するものかといった物理的な視点が欠けている。このため、機械や機器などの設備情報

とI/O変数やプログラムとの関連付けは人手を介して行わなければならない、遠隔保守システム等で機器名称からセンサ値を取得するような機能を実現しようとすると、多大な労力を要する。

JAXSONでは、このような問題を解決するために、プラントエンジニアリングの持つ多面性を整理して分類し、それぞれの視点の情報を相互に関連付けて管理する。

4.2 JAXSONのエンジニアリングモデル

プラント監視制御システムで扱われるエンジニアリング情報を整理すると、図2に示すような多面性を持つと考えられる。JAXSONでは、それぞれ三つの側面を、下記のような要素で表現する。

(1) 物理的側面

プラントの設備構成を表すため、“機器”及び“機械”を定義する。機器は、例えばポンプや水位計などに相当し、機械は、これらを組み合わせた、例えば排水装置などに相当する。これにより、設備の階層構造を管理し、また、定格や保守履歴などの情報は、機器や機械の属性として管理する。

(2) 機能的側面

機器や機械には、それらがプラント内で果たす機能的役割に対応する動作が存在する。例えば、機器に関しては、ポンプにおける運転という動作や、水位計における水位の検出といった動作がある。また、機械に関しては、排水装置におけるポンプ運転監視という動作がある。

機器の動作はその機器が扱う信号定義に相当し、機械の動作はファンクションブロック図やシーケンスフロー図等のプログラムとして表現することができる。

(3) システム的側面

例えば、IEC61131-3におけるコンフィギュレーションやリソース、タスクといったようなシステム構造を定義する。タスクは機械の動作を表すプログラムに対応し、I/O変数は機器の持つ信号定義に対応する。

これらの各側面における情報を図3のような構造で相互に関連付けることにより、監視制御情報と設備機器情報を統合化するエンジニアリング環境を実現している。

4.3 テンプレート化による再利用

上記の構造を機械を単位としてテンプレート化することにより、対象プラント間で流用し、同じような機器構成や機能構成を持つシステムのS/W開発の生産性を上げることが可能になる。このテンプレート化した機械を“機械テンプレート”と呼ぶ。機械テンプレートは、機械中に含まれる機器とその動作及び信号定義、機械の動作を示すプログラムをひとまとまりにしたものである。

このようなテンプレート化を行うことにより、機械と機器との関係、機械とプログラムとの関係、プログラムと機器の信号との関係等がテンプレート中に保持され、適用す

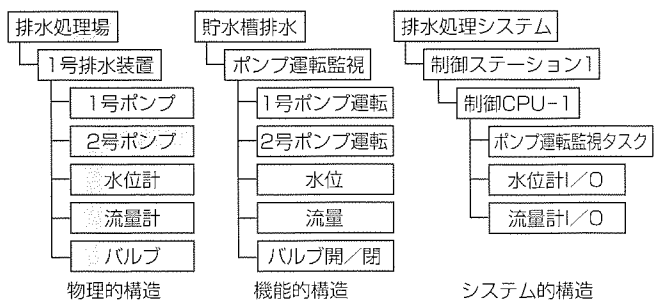


図 2. プラントエンジニアリングの多面性

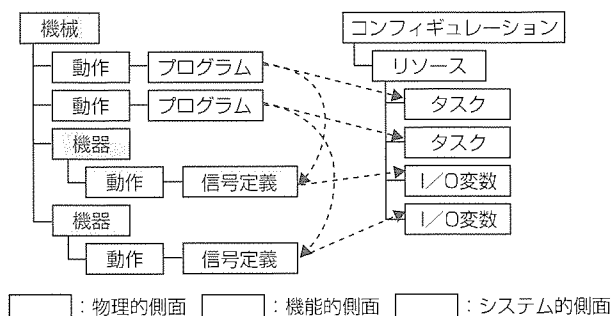


図 3. JAXSONのエンジニアリング構造

る機械ごとにこれらの関係を構築する必要がなくなる。

また、機械テンプレートから生成された機械の実体は、システムの側面のリソースに割り付けられる。割り付けられた機械に属する機器の信号定義はI/O変数として、動作に対応するプログラムはタスクとして扱われる。

### 5. 遠隔監視・保守システムの実現

この章では、DiaSynapseによる実行系と、JAXSONによるエンジニアリング系を組み合わせた遠隔監視・保守システムの実現例について述べる。

このシステムでは、河川監視を例として、各橋梁(きょうりょう)における監視機能を実現した。

#### 5.1 JAXSONによる河川監視システムの定義

河川監視システムの機器としては、水位計、吐出門、水門、ポンプ、受変電設備、発電機、補機、雨量計を定義した。また、監視画面や他のシステムと入出力を行うための上下限検定パラメータや操作員在場情報、さらに、システム監視情報なども機器として定義している。

次に、上記の機器を組み合わせる二通りの機械テンプレートを定義した。機械テンプレートに付随する監視制御プログラムとしては、水位計等の上下限值検定とその監視画面への配信機能を記述した。そして、河川に架かる七つの橋梁に上記機械テンプレートを適用して定義した。

システム構成としては、各橋梁に伝送装置子局を定義し、近隣の橋梁に属する子局をまとめる親局を定義した。

図 4 に、JAXSONによるエンジニアリング画面を示す。JAXSONのエンジニアリング構造は画面左側のツリーに

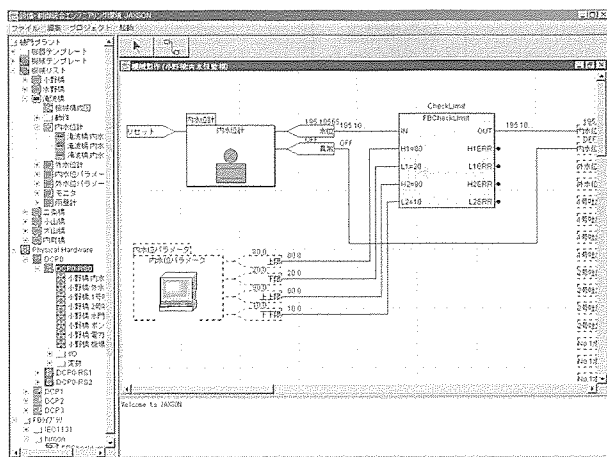


図 4. JAXSONのエンジニアリング画面

よって表示されている。監視制御プログラムは画面右側のファンクションブロック図によって記述されており、これはDiaSynapseのS/W部品構成に展開され、実行される。さらに、DiaSynapseが実行している監視制御プログラムの状態はファンクションブロック図中に表示される。

#### 5.2 DiaSynapseによる監視制御サーバの実現

JAXSON上で定義された監視制御プログラムから展開されたS/W部品は、DiaSynapseのデータ処理層で実行される。データI/F層にはセンサ値を取得するS/W部品を配置する。このS/W部品を入れ換えることで、コントローラ等に接続されたI/Oカードからセンサ値を取得したり、シミュレータが出力する擬似データを参照したりすることができる。

Web I/F層には監視画面へデータを配信するなどのS/W部品を配置する。例えば、既に実用化されているWeb応用監視システムの通信プロトコルを扱うものや、HTTPによってWebブラウザにHTML(Hyper Text Markup Language)データを配信するものなどを用意している。

#### 5.3 Webブラウザによる多視点遠隔保守システム

インターネット上の遠隔保守システムでは、様々な立場の利用者が扱う情報を統合管理するとともに、この情報をそれぞれの利用者に適した形態に個別化して提供しなくてはならない。このシステムは、図 5 に示すように、DiaSynapseから配信されるセンサ値などのデータを取得するのに、設備の階層からたどったり、システムの階層からたどったりする機能を持っている。これにより、設備保守員や制御システムエンジニアなど、立場の違う利用者がそれぞれの目的に適した形態で情報を利用することが可能になる。

このような機能は、JAXSONで定義したエンジニアリング情報を視点ごとに用意した変換規則で動的にHTMLに変換することによって実現される。

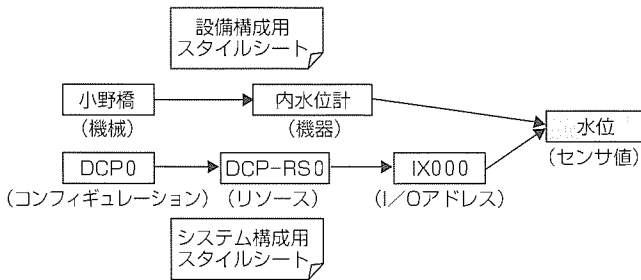


図5. 多視点遠隔保守システムにおける情報の取得

5.4 一般向け情報公開サイト

インターネットの普及に伴って、河川の雨量や水位などを一般市民に対して提供するような一般向け情報公開サイトが構築され始めている。このようなサイトは、一種の遠隔監視ではあるが、従来の監視制御画面とは異なり、一般の利用者に親しみやすい画面デザインを採る必要がある。これには、汎用のデザイナー向けWWWオーサリングツールなどの利用を想定する必要がある。汎用のオーサリングツールとDiaSynapseの実行系を連携させるための仕組みを実現しなくてはならない。

構築した河川情報提供システムの画面を図6に示す。WWWページの固定部分は、市販のデザインツールを用いて作成している。また、水位情報などの可変部分は、DiaSynapseから取得した情報を基に動的に生成され、固定部分のHTML中に埋め込まれている。

5.5 エンタープライズシステムとの連携

Javaは、組み込みシステムからパソコン、エンタープライズシステムまで幅広い環境をサポートしており、これらをシームレスに統合することを可能にしている。エンタープライズシステムの領域では、Enterprise Java Beans (EJB)と呼ばれる標準が制定されており、業務系情報システムの構築で広く用いられている。

このシステムでは、図7に示すように、JAXSONのエンジニアリング情報やDiaSynapseの監視制御情報をEJBを介して業務系情報システムから利用できる機能を実現した。

6. む す び

本稿では、インターネット環境における監視制御システムを実現するためのフレームワークとして開発を行った情報統合化ミドルウェアDiaSynapseと、設備・制御統合エンジニアリング環境JAXSONの特長について述べた。また、これらのフレームワークを用いて実現した遠隔監視・保守システムについて紹介した。

今後は、JAXSONで定義した設備情報をDiaSynapseによってWebサービスとして提供するなど、最新のインタ

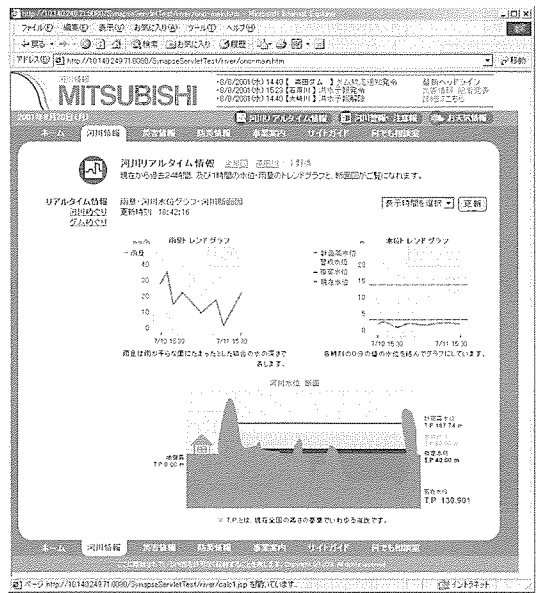


図6. 汎用のWWWオーサリングツールとの連携による監視画面

エンジニアリングツールJAXSON

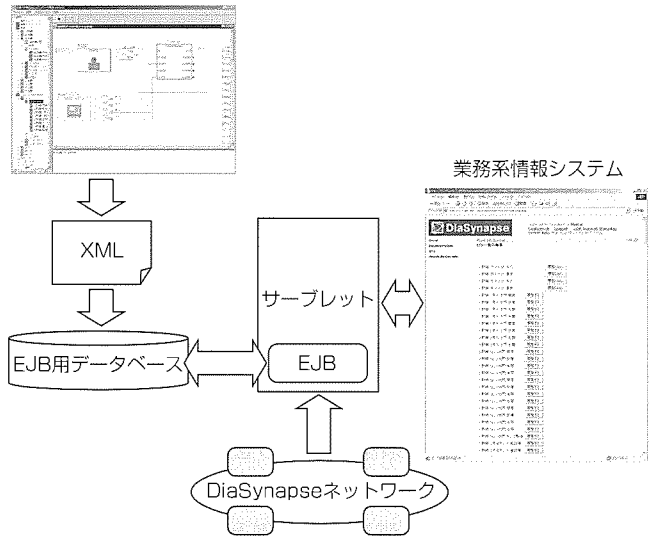


図7. エンタープライズシステムとの連携

ーネット環境の動向に対応した拡張を行っていく予定である。

参考文献

- (1) 石原 鑑, ほか: 監視制御システムにおけるWeb応用ヒューマンインタフェース技術の開発, 平成12年電気学会全国大会講演論文集, 4-253 (2000)
- (2) 堀池 聡, ほか: フィールドオブジェクトシステム, 三菱電機技報, 74, No.2, 160~163 (2000)
- (3) 高田秀志, ほか: プラント監視制御システムにおけるフレームワーク型統合エンジニアリングモデル, システム制御情報学会論文集, 14, No.12, 574~581 (2001)

# 社会のIT化を支えるe社会基盤“e-infr@”

## 要 旨

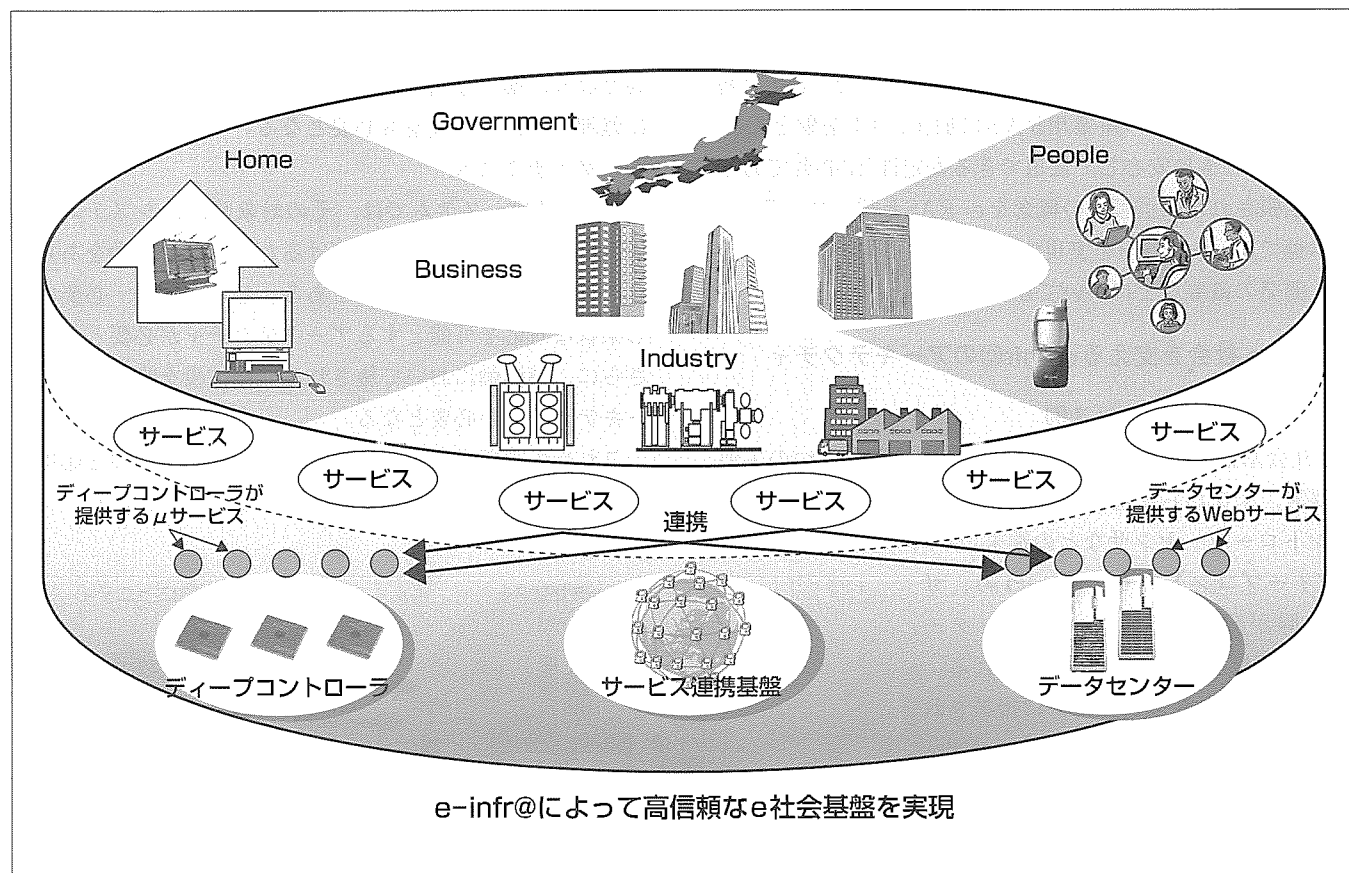
インターネットの発展に伴い、電力などの社会基盤が、IT (Information Technology: 情報技術) によって新たな付加価値を与えられ、リニューアールされつつある。三菱電機の情報技術総合研究所では、このような新しい社会基盤 (e社会基盤) 実現に向けた技術体系をe-infr@と名付け、基盤として“使いたいときに安心して使用できる安定性”を加えた信頼性 (e-RAS) 確保を最重要課題として技術開発に取り組んでいる。

e社会基盤は、既存の社会基盤に対し、①家電製品などに組み込まれる膨大な数のコントローラ・センサなどの端末、②サーバ群が設置されるデータセンター、③両者を連携させるサービス連携基盤の三つの構成要素が追加されることで構成される。また、e社会基盤システムのサービス対象は、社会そのものであるため、大規模かつ変化しつづ

ける。e-RASを確保する上で、この規模と変化への対応がポイントとなる。

本稿では、e-infr@の主要技術として以下を紹介する。

- (1) 端末向けのe-RAS  
コントローラ間のM2M (Machine to Machine) 通信技術、及びシステム進化に向けた動的機能拡張技術
- (2) データセンター向けのe-RAS  
多数のサーバが存在する大規模サイトの効率的な運用を実現する最適運用技術、及び安定なデータアクセスを可能とするデータアベイラビリティ技術
- (3) サービス連携基盤におけるe-RAS  
コントローラとデータセンターとのサービス連携アーキテクチャと、安定した性能を実現するための性能制御技術



## e社会基盤の構成とe-infr@の位置付け

社会基盤のIT化が特徴であるe社会基盤の出現は、企業活動 (Business) だけでなく、産業界 (Industry)、家庭 (Home)、一般のユーザー (People)、政府 (Government) など、多岐にわたり影響を与える。その上でのサービスは、ネットワークに接続されるあらゆる機器が提供し、また、必要に応じて利用する。その結果、機器単体では実現できない高度な機能が利用可能となる。e-infr@は、このようなe社会基盤を支えるために、三菱電機の情報技術総合研究所が開発中の技術体系である。

1. ま え が き

ブロードバンドネットワークの発展に伴い、電力、鉄道、道路などの社会基盤が、ITによって新たな付加価値を与えられ、リニューアルされつつある。例えば、電力会社の新事業分野である“お客様サービス”の進展に向けて、需要家側システムとして家庭内サーバやネット対応型家電、通信基盤として光ファイバや電力線の利用、サービスを統合するためのセンター側計算機の整備が進められている。また、サービスの実現や地球環境への配慮を目指し、電力を供給する発電・系統・配電などの既存システムの高度化、分散電源によるコジェネレーションなども進められている。

今回のリニューアルは、社会の末端まで神経を通わせ、データセンターと呼ばれる頭脳を設置することで、既存の社会基盤を有機的に連携させることに例えることができよう。

当社の情報技術総合研究所では、このような新しい社会基盤(e社会基盤)実現に向けた技術体系をe-infr@と名付け、その最も重要な課題として、基盤である信頼性確保に向けた技術開発に取り組んでいる。

信頼性に関して、当社では、過去三十年以上にわたり、RAS(Reliability, Availability and Serviceability)と呼ばれる障害監視、冗長システム管理などの高信頼化技術を開発し、産業用システム分野で実績<sup>(1)</sup>を積んできた。e社会基盤構築には、従来の産業用RASに加え、IT基盤として“使いたいときに安心して使用できる安定性”が必要であり、この拡張された高信頼化の概念をe-RASと呼んでいる。

本稿では、e-RASを実現するe-infr@のアーキテクチャ、開発の概要などについて述べる。

2. e社会を支えるe-infr@のアーキテクチャ

2.1 e社会でのサービス例

e社会基盤は、電力などの既存の社会基盤に三つの主要な要素、すなわち家電製品などに組み込まれる膨大な数のコントローラ・センサなどの端末(以下、“ディープコントローラ”という)、サーバ群が設置されるデータセンター、両者を連携させる基盤が追加される。その上では、ネットワークに接続されるあらゆる機器がサービスのユーザーであると同時に提供者となり、連携することで、ユーザーの要望に対応するとともに新たなサービスと価値を生み出す相乗効果を発揮する。

具体的なサービス例として、地域コミュニティに導入された分散電源の運用コンサルティングサービスを示す(図1)。

- (1) 各家庭内に存在するネット対応型家電から電力消費状況のデータを収集する。
- (2) 気象予測サービスと連携し、エアコンの利用予測と収集データを合わせ、使用予測を立てる。
- (3) 予測結果と電力取引サービスによる電力料金を比較し、最適な分散電源の発電計画を立案し、分散電源に指示するとともに、各家庭に消費計画を提示する。
- (4) 分散電源と家庭では、その指示に基づき制御を行う。さらに、家電からの詳細な動作データによる家電本体の保守保全サービスや、種々のセンサ系による防犯サービスも可能である。

2.2 e-RAS実現に向けた課題

e-RASを実現する上で最も大きな課題は、対象の規模及びダイナミズム(変化)への対応である。従来のシステムは限られた範囲と静的な構成要素を前提としたシステムであるが、e社会基盤システムは、社会そのものを対象とするため、極めて大規模な範囲となるばかりでなく、日々構成要素が変化しつづけるシステムとなる。以下に、それぞれの影響と課題を簡単に示す。

(1) 規模による影響

大規模なシステムを構築するためには、コスト的な観点からオープンな汎用技術の活用が必須(ひっす)である。また、社会基盤を構成するシステムにはリアルタイム性が必要となり、膨大な端末からの大量のデータをリアルタイムに処理するための技術も必要となる。

(2) ダイナミズム

e社会基盤システムでは、その対象範囲、システムの規模、機能が動的に変化しつづけるため、その挙動をあらかじめ見極めることは不可能である。したがって、必要に応じ柔軟な対応を可能とするアーキテクチャが必要となる。さらに、時間軸において施される機能拡張を吸収できるアーキテクチャが必要となる。

これらの課題を解決しかつ社会基盤たる信頼性を確保することがe-infr@開発のねらいである。

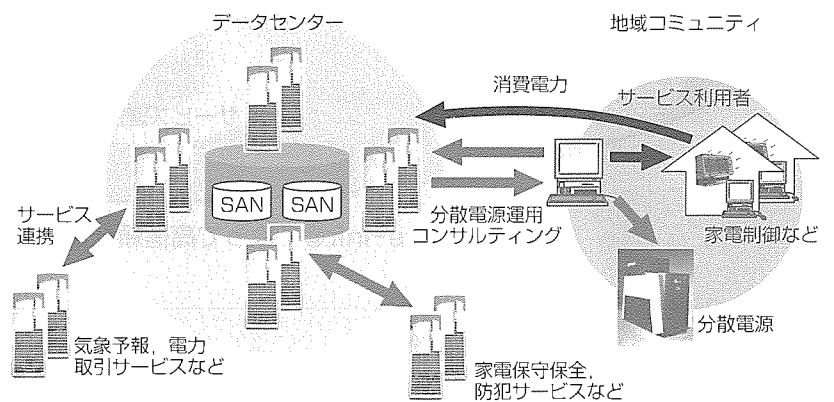


図1. 分散電源を例としたe社会のサービス

### 2.3 e-infr@のアーキテクチャ

以上を踏まえ、e-infr@では、構成要素として既存社会基盤を支えるディープコントローラ群、データセンター、及び相互のサービスを連携させる基盤を想定し、それぞれに対応して以下の技術開発を進めている(図2)。

#### (1) ディープコントローラのe-RAS

膨大な数のディープコントローラの効率的運用に向けたディープコントローラ間のM2M通信技術、及びダイナミックなシステム進化に向けた動的機能拡張技術

#### (2) データセンターのe-RAS

多数のサーバが存在する大規模サイトの効率的な運用を実現する最適運用技術、及び安定なデータアクセスを可能とするデータアベイラビリティ技術

#### (3) サービス連携基盤におけるe-RAS

ディープコントローラ上の小さなサービス(μサービス)と上位サービスの連携アーキテクチャ、及び安定した性能を実現するための性能制御技術

### 3. ディープコントローラにおけるe-RAS

膨大な数のディープコントローラが、広範囲に分散し、あらゆる機器に内蔵され、機器の監視・制御とネットワーク接続・連携などのインテリジェンシーを担う。その効率的な管理運用とダイナミックなシステム進化を可能とするために、以下のような技術が必要になる(図3)。

- ディープコントローラ間の連携技術
- ディープコントローラの動的機能拡張技術

これらの技術開発に向けた取り組みについて以下に述べる。

#### 3.1 ディープコントローラ間の通信技術

膨大なディープコントローラが広範囲に散在し連携する環境においては、管理単位のグルーピングが必要である。例えば2.1節で示した分散電源サービスの場合、地域全体、事業所や各家庭という単位を考える。分散電源の最適運用には、家庭単位での最適化に加え、地区全体での最適化が

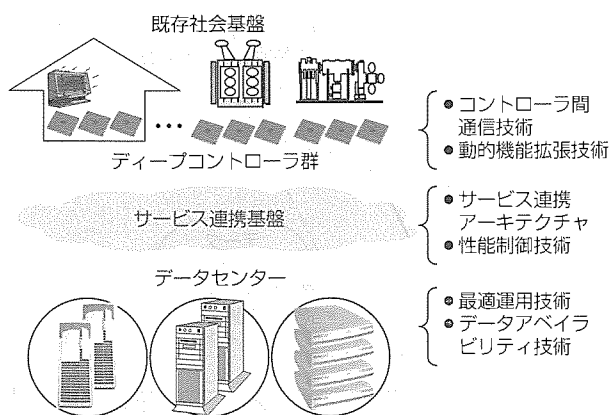


図2. e-infr@のアーキテクチャ

必要となる。これをディープコントローラ間の処理モデルに焼き直すと、家庭内では家電間で自律的に分散処理を行い、次に地域全体の家庭間で自律的に処理を行うモデルが自然である。

グループ内の自律分散処理は、各ディープコントローラ間のピアツーピアの相互通信をベースに、グループの概念を導入して実現される。e-infr@では、このような通信モデルをM2M通信と呼び、実現のための技術として、グループへの参入、離脱を行うプラグ&プレイ機構、ダイナミックなグルーピングを行う自己組織化機構の開発に取り組んでいる。

#### 3.2 ディープコントローラの動的機能拡張技術

e社会は、様々な新サービスが次々に実現されるダイナミズムに富んでいる。そのダイナミズムに対応するため、ディープコントローラ側には、新サービスに必要な制御アルゴリズム追加や通信プロトコル拡張などの継続的な機能進化が求められる。そのために、ディープコントローラの機能は、その大半をソフトウェアで実現するとともに、ソフトウェアの更新や追加による機能拡張を可能とする必要がある。

e-infr@では、膨大な数のディープコントローラの機能拡張を効率的に実現するため、遠隔からのソフトウェアダウンロード更新技術の開発に取り組んでいる。

ソフトウェアダウンロード更新とは、

- (1) 遠隔ホストと接続、ソフトウェアをダウンロード
- (2) ダウンロードしたソフトウェアのディープコントローラへの動的組み込み
- (3) ディープコントローラの動作の再開を行うものである。

このような機能は、携帯電話のJava<sup>(注1)</sup>アプリケーション追加を行う“iアプリ<sup>(注2)</sup>”(2)、デジタル放送受信機の機能拡張を行う衛星ダウンロード<sup>(3)</sup>など、特定の分野で一

(注1) “Java”は、米国Sun Microsystems, Incの商標である。

(注2) “iアプリ”は、(株)NTTドコモの登録商標である。

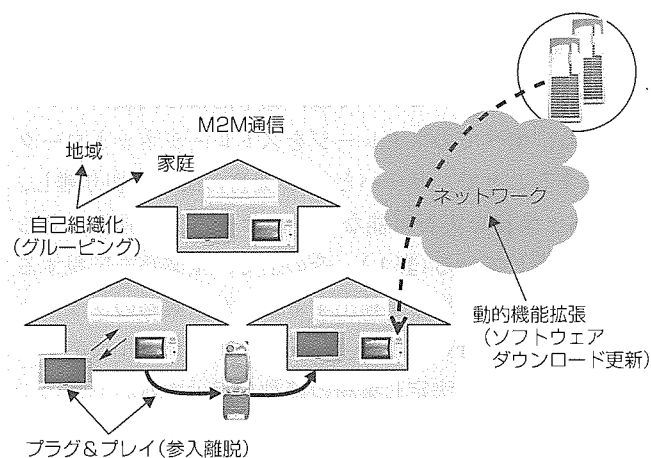


図3. ディープコントローラのe-RAS



部実用化されつつある。しかしながら、ディープコントローラでは、直接操作する人間がないという機器の性格上、以下のような要件を満たす更新技術が必要となる。

- ユーザー操作を介さずすべて自動で処理
- 機器の動作を停止させない更新と、更新後もそれまでの処理の継続が可能
- 更新の対象は、アプリケーションのほか、ミドルウェア、通信プロトコル、OS、ドライバを含めたソフトウェア全体

さらに、機器内のソフトウェア構成管理とそれに基づくダウンロードソフトウェアのバージョン整合性検証や、ダウンロードエラー時のリカバリー処理など高信頼化のための技術も併せて開発している。

#### 4. データセンターにおける e-RAS

e社会の頭脳となる大規模データセンターには数千台のサーバが設置されると見込まれる。また、ディープコントローラからの膨大なデータの入力・蓄積が進み、データ量が爆発的に増加するとともに、個々のサービスが扱うデータ量も同様に増加する。

これに対しe-infr@では、大規模なシステムを信頼性を確保しつつ効率的に運用するための最適運用技術と、大量のデータに安定してアクセスするためのデータアベイラビリティ技術を開発している。

##### 4.1 大規模サイトの最適運用

通常、サーバの可用性は99～99.9%程度と見積もられている。したがって、例えば3千台のサーバが設置されているデータセンターでは、常時3～30台のサーバが動作していないことになる。可用性を求めるためにはクラスタによる冗長化が行われるが、クラスタは一般に高価であること、OSが異なれば対応できないなどの問題点がある。また、業務を動作させるサーバをあらかじめ決定しておくため、冗長度を一定以下に下げることができない。これらの問題点を解決し大規模サイトを効率良く安定的に運用可能とするため、プール型クラスタモデルを用いた運用技術の開発を行っている。

プール型クラスタモデルでは、基本的には内蔵ストレージを廃し、すべてのストレージをストレージネットワークで接続することで、サーバとOS・業務の関係を切り離し、該当OS・業務を実行可能な任意のサーバ上で動作させることを目指している(表1)。その上で、全業務を監視するサーバを設置し、異常を検出すると、該当業務のプライオリティやSLA(Service Level Agreement)レベルに応じ、最適な実行環境を決定し業務の移動を指示する。

なお、データの保護とセキュリティ確保に向けて、ストレージの排他的なアクセスを可能にするストレージネットワークの経路制御技術などの開発も併せて進めている。

#### 4.2 データアベイラビリティ

データ量の増加に伴い、サービスが扱うデータ量も同様に増加する。しかも、サービスそのものは複数のデータセンターに分散して存在する。データアベイラビリティとは、このような状況下で、ネットワークのどこからでも大量のデータに常時安定してアクセスできる環境を提供するものである。

現在、データの爆発的増加に対し、ストレージネットワークや高速なバックアップ技術の導入が進んでいる。また、高エネルギー物理学などの先端領域では、大量のデータを広域に分散したスーパーコンピュータで高速に解析するデータグリッド<sup>(4)</sup>と呼ばれる技術の開発が進められている。これらも、データ利用の利便性、すなわちデータアベイラビリティの実現手法の一部である。

e-infr@では、開発が進められているデータグリッド技術と並行して、ストレージネットワークの大規模化として、複雑化するストレージネットワークの経路制御や最適化技術を開発する。その後、データの一貫性を保つためのデータ構成制御技術を開発し、データグリッド技術から導入する広域でのデータ移動、複製技術と合わせ、分散したサービスからのアクセス性能を確保する(図4)。

#### 5. サービス連携基盤における e-RAS

e社会では、個々のサービスが連携することで、新たなサービスや価値を生み出す。そのためのサービス連携の基盤が必要である。

表1. プール型クラスタモデルの比較

モデル	OSとサーバの関係	システムの挙動
一般的なシステム	OSとサーバは一体	業務とサーバの関係は固定
クラスタ	同上、ディスク上のみ分離	業務が動作するサーバを事前設計で静的に決定
プール型クラスタ	OSとサーバを分離	業務が動作する最適なサーバを動的に決定

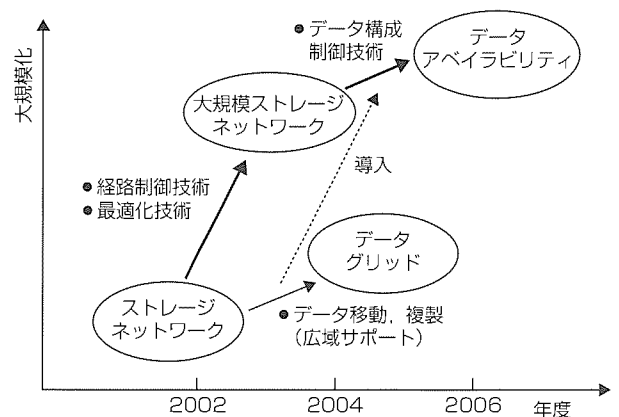


図4. データアベイラビリティ技術の開発

分散電源の運用コンサルティングなどの上位サービスにはUDDI(Universal Description, Discovery and Integration)やXML(eXtensible Markup Language)などのオープンな連携技術が適用され、各サービスは標準的なWebサービスとして実現される。

一方、個々のディープコントローラには家電制御などの $\mu$ サービスが配置される。 $\mu$ サービスの管理アーキテクチャとしては、ディープコントローラ間がM2M通信を基本としているため、UDDIのような一元管理のアーキテクチャは採用できない。

e-infr@では、このような環境でサービスの相互連携を実現するためのアーキテクチャ(図5)と、安定したサービスを提供するための性能制御技術を開発している。

以下に、それぞれの技術について述べる。

### 5.1 サービス連携のアーキテクチャ

開発中のアーキテクチャでは、UDDIに登録可能なサービスゲートウェイを中間に置いて、上位サービスとの連携を実現するとともに、そこで $\mu$ サービスに要求を振り分ける。また、各ディープコントローラに $\mu$ サービスの管理データベースを分散して設置することで、 $\mu$ サービス間でのM2M通信をベースとしたピアツーピア型の連携を実現する。

サービスゲートウェイ上には、上位Webサービスから見えるサービス定義と、分散サービス管理データベースが存在することになる。それぞれの定義の整合性を確保するため、 $\mu$ サービスを定義するための言語体系(構文規則)と定義方法については、Webサービスと同様の手法を採用することとしている。

以上の技術開発とともに、実装に向けた通信プロトコルの開発も併せて進めている。

### 5.2 性能制御技術

e-infr@では、 $\mu$ サービス間及び上位サービスとの連携において、安定した性能を実現するために、以下の機能を持ったディープコントローラ向けの性能制御技術を開発している。

#### (1) 計測監視機構

動画サービスの場合には、定期的に大量のデータ送信要求がなされる。一般的に、アプリケーションの特定の挙動と、要求される性能制御には大きな相関があると考えられる。各アプリケーションの通信量、応答時間、パケット再送状況などの性能データの計測に加え、この挙動監視についても開発を進めている。

#### (2) 性能制御機構

上記の計測監視機能に連携し、アプリケーションのプライオリティなどを制御するディープコントローラ内の脊髄

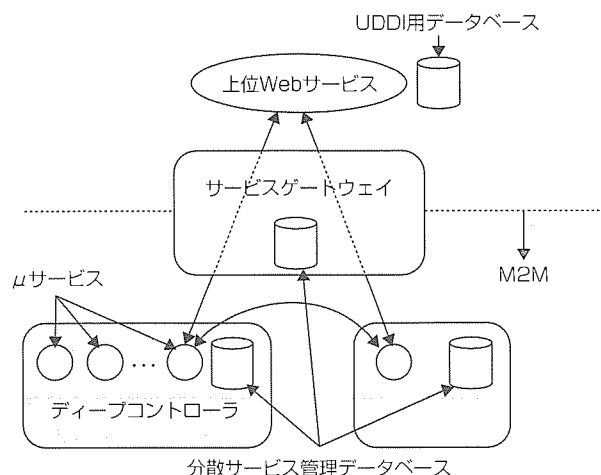


図5. サービス連携アーキテクチャ

(せきずい)反射的な性能制御に加え、全体の性能を自律的に制御する機構の開発を進めている。

自律制御の単位はディープコントローラが属する物理的又は論理的なネットワークであり、そのために、3.1節で導入したグループの概念を利用する。例えば、上位サービスとの通信が性能上の問題となった場合、サービスゲートウェイを使用している全ディープコントローラ間での調停を行い、グループ全体として自律的に動作させることを実現する。

各ディープコントローラ上の計測監視機構、通信制御機構は、実装上は $\mu$ サービスとして実現するために開発を進めている。そのため、ディープコントローラ間の連携だけでなく、上位の運用管理ツールとの連携も容易に実現できる。

## 6. む す び

当社は、電力監視制御システム、上下水処理システム等の産業システムの開発で長年培ってきた高信頼化技術を核に、来るべきe社会でのITライフライン実現に向けて、今後とも技術の拡充と洗練化に取り組んでいく所存である。

### 参 考 文 献

- (1) 「産業用インフォメーションテクノロジー応用システム」特集, 三菱電機技報, 74, No.2 (2000)
- (2) 高機能iモード携帯機特集, NTT DoCoMoテクニカルジャーナル, 9, No.1 (2001)
- (3) 社電波産業会: デジタル放送用受信装置標準規格, ARIB STD-B2 (2002)
- (4) The DataGrid Project. European Organization for Nuclear Research, <http://eu-datagrid.web.cern.ch/eu-datagrid/>

# 高速PLCネットワークシステム

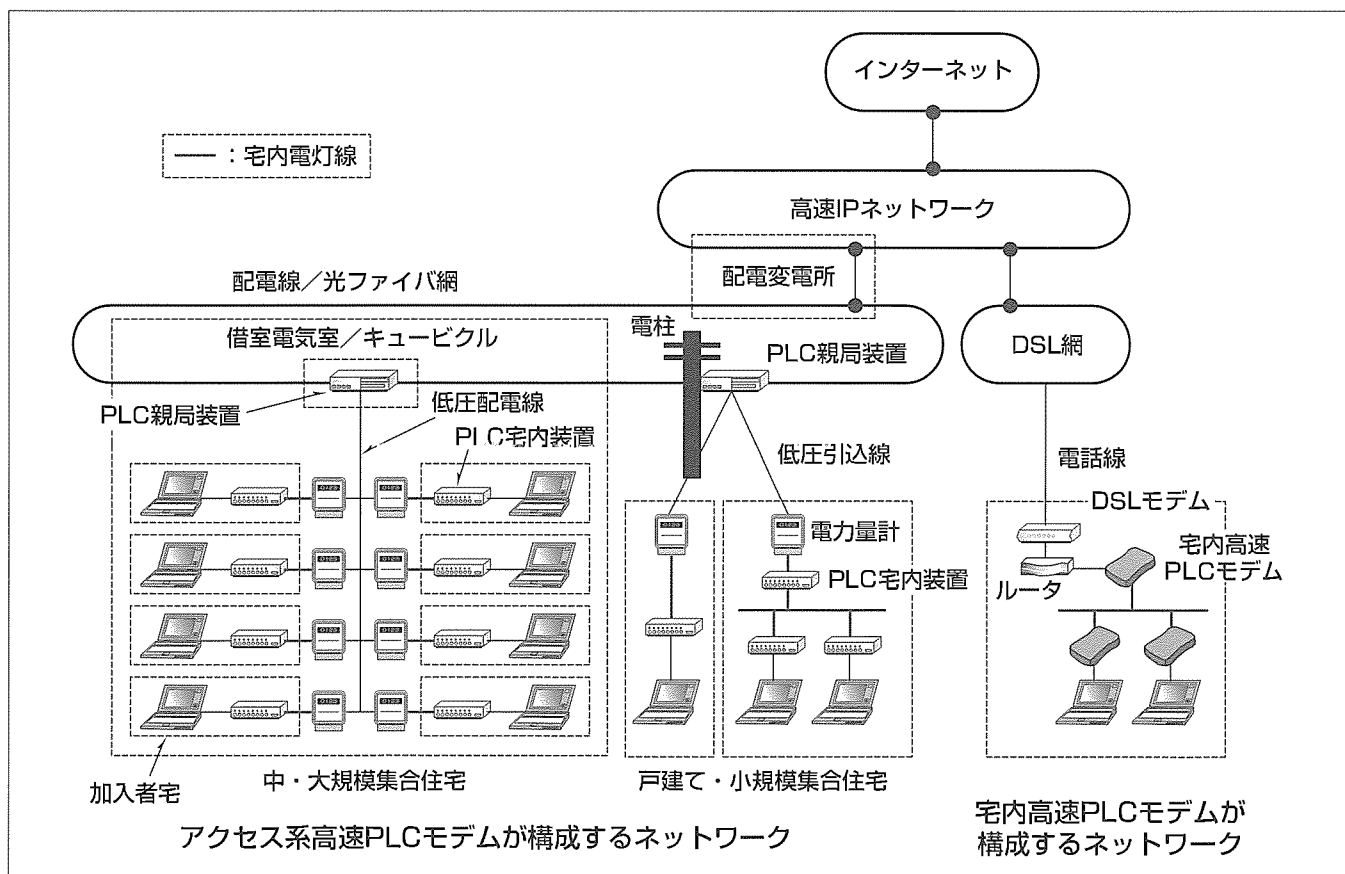
長島義明\*  
成川昌史\*  
水谷良則\*\*

## 要旨

近年、DSL(Digital Subscriber Line)やCATV網によるブロードバンドインターネット接続サービスの普及率が著しく増加している。それらのサービスに並ぶ高速で安定なインターネット接続を実現し宅内LANにも適用可能な通信技術として注目されているのがPLC(Power Line Communication)である。PLCは、既設の電力線を通信路として活用し、低コストで容易にネットワークを構築することが可能である。三菱電機は、これまで、PLC技術の基礎研究、現行電波法下で使用可能な周波数帯域(10~450kHz, 以下“法定周波数帯域”という。)を使用した家電機器制御用途の10kbpsクラスのPLCモデム及びインターネット接続用途の高速なPLCモデム(以下“高速PLCモデム”という。)の開発、高周波帯域(1.7~30MHz)を使用する2Mbpsの宅

内高速PLCモデムの製品化開発、電力線の伝送特性のフィールド調査及び高速PLCの運用技術の開発に取り組んできた。現在は、これまでに培ったPLCの試作品・製品開発技術と、法定周波数帯域内でのフィールド試験や国内外での電力線の伝送特性のフィールド調査データの蓄積等を活用し、高速伝送を要求するアプリケーションの利用に適した数十Mbpsクラスの宅内高速PLCモデム及びアクセス系高速PLCモデムの製品化開発に取り組んでいる。

本稿では、高速PLC技術の概要、これまでの当社の高速PLCへの取り組み、宅内高速PLC、アクセス系高速PLC、電力線の特性調査に関する当社の技術を解説し、国内における高速PLCの高周波帯域使用の規制緩和状況についても解説する。



## 高速PLCを用いたネットワークシステムの概要

この図は、高速PLCを用いたネットワークシステム全体の構成の概要である。宅内高速PLCモデムは加入者宅の宅内電灯線を、アクセス系高速PLCモデムは加入者宅への低圧配電線と宅内電灯線を通信路として使用し、ネットワークを構成する。

## 1. ま え が き

近年、日本におけるブロードバンドインターネット接続サービスの普及の伸びは著しく、CATV網、DSLサービスの加入者数が増加傾向にある。それらのサービスに並ぶ高速で安定なインターネット接続を実現し宅内LANにも適用可能な通信技術として注目されているのが高速PLCである。

高速PLCは、既設の電力線を通信路として活用し、高速なインターネット接続や宅内LANを実現する通信技術である。また、地理的・住宅構造的要因によってブロードバンドインターネット接続ができない問題へのソリューションとしても、高速PLCは注目されている。高速PLCにより、既に普及している配電設備インフラを活用することで、DSL等のサービスが困難な地域・住宅に対しても高速なインターネット接続の提供が可能となる。

当社は、これまで、PLC技術の基礎研究、現行電波法下で使用可能な周波数帯域(10～450kHz、法定周波数帯域)を使用した家電機器制御用途の10kbpsクラスのPLCモデム及びインターネット接続用途の高速なPLCモデム(高速PLCモデム)の開発、高周波帯域(1.7～30MHz)を使用する宅内高速PLCモデムの製品化開発、電力線の伝送特性のフィールド調査及び高速PLCの運用技術の開発に取り組んできた。現在は、これまでに培ったPLCの試作品・製品開発技術と、法定周波数帯域内でのフィールド試験や国内外での電力線の伝送特性のフィールド調査データの蓄積等を活用し、高速伝送を要求するコンテンツの利用に適した数十Mbpsクラスの宅内高速PLCモデム及びアクセス系高速PLCモデムの製品化開発に取り組んでいる。

本稿では、高速PLC技術の概要、これまでの当社の高速PLCへの取り組み、宅内高速PLC、アクセス系高速PLC、電力線の特性調査に関する当社の技術を解説し、国内における高速PLCの高周波帯域使用の規制緩和状況についても解説する。

## 2. 高速PLCの適用分野

### 2.1 高速PLCの特長

高速PLCは、宅内電灯線や低圧配電線上にデジタル変調された信号を重畳することで、電力線を通信路として活用する技術である。電力線は既設のインフラであるため、低コストで宅内LANや高速なインターネット接続が実現できる。宅内ではコンセントをそのままネットワークポートとして使用できるため、ネットワーク構成の自由度が高いという利点がある。また、電力量計の自動検針や家電機器のコントロールなど、電力線利用特有のアプリケーションへの応用も可能である。

### 2.2 高速PLCの適用形態

高速PLCは、適用形態によって“宅内高速PLC”と“ア

セス系高速PLC”に分類される。

#### (1) 宅内高速PLC

既設の宅内電灯線に情報を重畳しネットワークを構成する宅内LAN向けの形態である。アプリケーションとしては、宅内高速PLCによる宅内LANとCATV網・DSL等との接続によるインターネット接続の共有、家電機器への組込みによる機器コントロール等がある。

#### (2) アクセス系高速PLC

各家庭のコンセントから柱上又は集合住宅の借室内のトランスまでの間に敷設されている低圧配電線に信号を重畳し、インターネット接続のラストワンマイルとする形態である。アクセス系高速PLCのアプリケーションとしては、高速なインターネット接続のほか、IP電話、電力量計の自動検針やホームセキュリティ等がある。

表1に高速PLCの適用形態を示す。

宅内高速PLC及びアクセス系高速PLCのシステムの詳細については4章、5章で解説する。

## 3. 当社の高速PLC技術開発の経緯

当社はこれまで高速PLC技術の基礎研究や高速PLCモデムの開発に取り組んできたが、研究開発で得られた知見により、インターネット接続に適した高速PLCモデムを実現するために高周波帯域の使用が必要との結論に至った。

以下に、当社の高速PLCモデムの開発の経緯を解説する。

#### (1) 法定周波数帯域を使用する高速PLCモデムの開発

現行の電波法は高周波帯域におけるPLCの使用を規制しているが、10～450kHzの帯域においては規定の出力条件内でのPLCの使用が認められており、当社では、当該帯域の高速PLC試作モデムを開発し、試作モデムを使用した実フィールドにおけるインターネット接続実証試験を実施した。

#### (2) 高周波数帯域宅内高速PLCモデムの開発

法定周波数帯域を使用するPLCモデム開発の実績を踏まえ、インターネット接続用途としてより高速で安定した通信を実現するため、高周波帯域を使用する宅内高速PLCモデムの製品化開発を行った。

物理最大速度2Mbpsの宅内高速PLCモデムの製品化開

表1. 高速PLCの適用形態

適用形態	通信路	用途
宅内高速PLC	宅内電灯線	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 宅内LAN</li> <li>● インターネット接続の共有</li> <li>● 家電機器への組込みによる機器コントロール</li> </ul>
アクセス系高速PLC	低圧配電線	<ul style="list-style-type: none"> <li>● インターネット接続</li> <li>● IP電話</li> <li>● 電力量計の自動検針</li> <li>● ホームセキュリティ</li> </ul>

発を行い、2002年3月からサンプル出荷を開始した。

(3) 電力線の伝送特性のフィールド調査

高速PLC開発と並行して配電線及び宅内電灯線の高周波帯域の特性のフィールド調査を実施しながら、宅内高速PLC、アクセス系高速PLCの実用化に向けた課題の検討、運用システム設計の検討を行ってきた。フィールド調査のデータ収集の効率向上や精度の向上を図るため、測定ツール及び分析ツールの開発も行ってきた。

(4) 今後の技術開発

現在、宅内高速PLC、アクセス系高速PLCに関して物理最大速度50Mbpsクラスのマデムを開発中である。さらに、100Mbpsクラス(上り下り合計)のアクセス系高速PLCマデムの開発を予定している。また、高速PLCによるインターネット接続サービスの実用化検討として、高速PLCアクセスネットワークシステムの運用技術の開発にも取り組んでいる。当社独自の運用技術の一つとして、電力線の伝送特性のデータから伝送路モデルを作成し、伝送シミュレーションをすることで高速PLCネットワークのシステム設計及びネットワークの運用を支援する技術の開発にも取り組んでいる。

4. 当社の宅内高速PLC技術

4.1 宅内高速PLCの概要

宅内高速PLCは、既設の宅内電灯線を通信路として使用する技術である。宅内高速PLCのネットワークの用途としては、宅内LANのほか、CATV網・DSL等のインターネット接続の共有が挙げられる(図1)。インターネット接続を複数の部屋から共有する必要がある場合に宅内高速PLCは有用である。

4.2 宅内高速PLCの実用化技術

宅内高速PLCが使用する電灯線は、本来、通信用途ではない。そのため、電灯線には、宅内高速PLCの通信速度と安定性に対し影響を与える様々な特性要因が潜んでいる。物理的特徴では、①長さや分岐の多様さ、②家電接続等の状態によるインピーダンスの違い、③異相間通信が必要、④線間距離のばらつき、⑤負荷の時間変動などが挙げられ

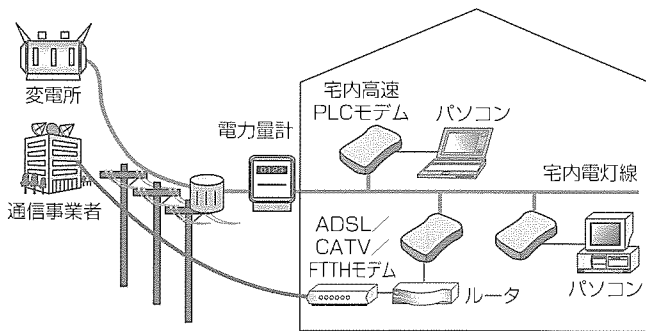


図1. 宅内高速PLCの全体システム構成

る。これらが、結果的に、見掛けの伝送距離だけでは簡単に推定できない信号減衰を生じさせる。また、線路に接続された種々の負荷が電灯線に与える雑音も伝送速度と安定性に影響する可能性がある。さらに、線路ごとに特性が異なる点も特徴的である。しかしながら、法定周波数帯域に比べ、高周波数帯域では家電機器等による雑音の影響が少ない傾向にある。図2の例は掃除機による電灯線への雑音と宅内電灯線上のバックグラウンド雑音を比較したものであるが、数MHz以下の周波数帯域において掃除機による大きな雑音が発生していることが分かる。他の家電機器も同様の傾向を示す。

線路特性が厳しくかつばらつきが大きな宅内電灯線を使用する宅内高速PLCにとって、通信速度と並び、性能の指針となるのが通信の安定性である。宅内電灯線の線路特性条件が良い場合にのみ高速な通信を実現する技術より、むしろ悪条件下においても一定の通信速度を確保し、かつ、その速度を安定して維持する技術が重要な課題となる。

また、宅内高速PLCでは、配電系統経由の信号の伝導による近隣住宅へ情報の漏洩(ろうえい)が懸念されるため、宅内高速PLCマデムにはセキュリティ機能の搭載が不可欠である。

4.3 当社の宅内高速PLCマデム

当社が開発した宅内高速PLCマデム(図3)の仕様概要を表2に示す。なお、現在は、より高速な物理最大速度50Mbpsクラス(上り下り合計)の宅内高速PLCマデムを開発中である。

このマデムは10BASE-Tインタフェースを採用しており、宅内高速PLCによるネットワークは一種のスイッチングハブのように機能するため、パソコンの接続のためのデバイスドライバ等を要しない。パソコンのほか、ネットワークプリンターやネットワーク対応ゲーム機などの機器を容易にネットワークに接続することが可能である(図4)。

当社が開発した宅内高速PLCマデムは、雑音やインピーダンス変動の影響下でも安定した通信を維持するため、マ

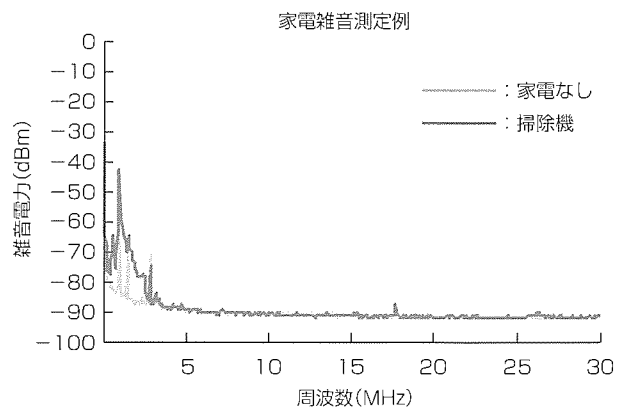


図2. 宅内電灯線上の雑音レベルの測定結果例



図3. 宅内高速PLCモデムの外観

表2. 宅内高速PLCモデムの仕様概要

変調方式	マルチキャリアPSK (Phase Shift Keying)
物理伝送最大速度	2 Mbps
セキュリティ機能	あり
誤り検出	16ビットハードウェアCRC符号
パソコンインタフェース	10BASE-Tインタフェース USBインタフェース(初期設定用)
電源	Type A : 100~120V, 50/60Hz Type B : 220~240V, 50/60Hz
外形寸法	(W)135×(D)172×(H)54 (mm)
質量	400g

ルチキャリア技術を使用している。一部の搬送波が雑音等によって使用不可の場合でも、他の帯域内の搬送波によって通信が可能となる。また、宅内高速PLCは宅内電灯線を複数の宅内高速PLCモデムが共有する媒体共有型のネットワークであるため、通信の優先権制御が必要となる。同じく媒体共有型のイーサネットではCSMA/CD方式を採用しているが、宅内高速PLCは、イーサネットと比較して伝送路の状態の影響を受けやすく、安定性の高い優先制御方式が必要とされる。当社が開発した宅内高速PLCモデムでは、集中管理型のトークンパッシング方式によって優先制御を行い、通信の安定性を確保している。

また、当社が開発した宅内高速PLCでは、モデム間の通信データを暗号化することでセキュリティを確保している。また、宅内で使用するモデムを論理的なグループに所属させることが可能で、ユーザーが設定したグループに属さないモデムからのアクセスを防ぐことが可能である。

## 5. 当社のアクセス系高速PLC技術開発

### 5.1 アクセス系高速PLCの概要

アクセス系高速PLCは、既設の低圧電灯線を通信路として使用する技術である。開発中のアクセス系高速PLCシステムは、PLC親局装置とPLC宅内装置から構成される。PLC宅内装置は各家庭に設置され、PLC親局装置は低圧配電線に効率良く信号を注入するため、低圧配電線が集中し

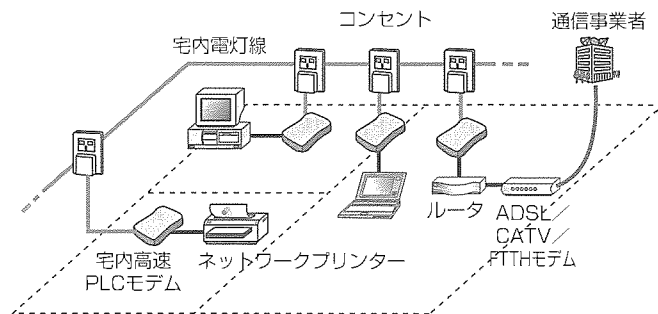


図4. 宅内高速PLCモデムによるネットワーク構成例

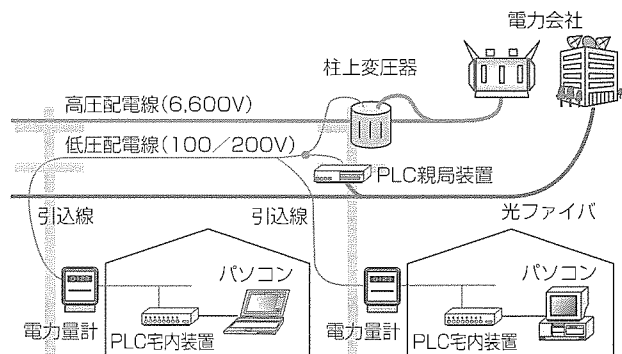


図5. 戸建て・小規模集合住宅におけるアクセス系高速PLCのシステム構成

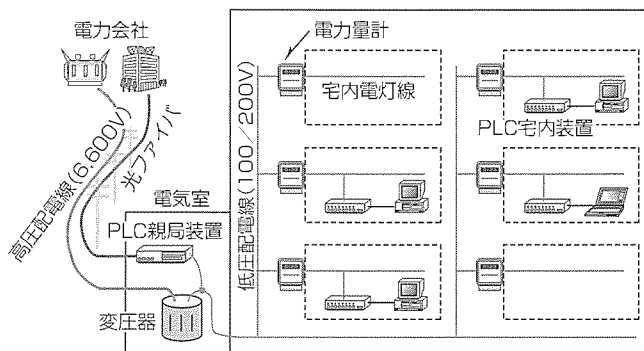


図6. 中・大規模集合住宅におけるアクセス系高速PLCのシステム構成

ているトランスの近辺又は引込柱に設置される。戸建て住宅や小規模集合住宅の場合、各家庭はトランス柱又は引込柱から低圧配電線を引き込んでいる(図5)。一方、中・大規模集合住宅等の場合、PLC親局装置は、集合住宅に設置された借室電気室内又はキュービクル内のトランス付近に設置される(図6)。

### 5.2 アクセス系高速PLCの実用化技術

#### (1) 配電線特性の把握

配電系統の経路長及び配電機器の構成は様々であるため、通信路としての特性のばらつきが大きい。また、低圧配電線の部分における外来雑音の影響もある。モデム開発やネットワーク運用においては、十分なフィールド検証を実施

し、配電線に関するデータの収集と分析が必要である。

## (2) セキュリティ

アクセス系高速PLCによるネットワークにおいて、複数のPLC宅内装置が1台のPLC親局装置に接続されるため、PLC端末装置間のセキュリティの確保が必要である。また、同じ構内の低圧配電線を共有することから、低圧配電線を經由して信号が伝搬し情報が漏洩することに対する対策が必要である。

### 5.3 当社のアクセス系高速PLCモデム技術開発

#### (1) アクセス系高速PLCモデムの設置技術

アクセス系高速PLCモデムによる高速で安定した通信を実現するためには、信号の電力を効率良く伝搬させる必要がある。アクセス系高速PLCモデムの伝送路となる低圧配電線や宅内電灯線には、配電設備による減衰・インピーダンスの変化、異種の線材の接続による反射等の現象がある。低圧配電線や宅内電灯線の特性の影響下で安定した通信を実現するためには、アクセス系高速PLCモデムの設置方法のノウハウの蓄積が重要である。

当社は、フィールド線路特性測定データを蓄積・分析し、信号の注入方法等、アクセス系高速PLCの実用化に必要な技術の開発を進めている。

#### (2) ネットワーク運用支援技術

アクセス系高速PLCのインターネット接続サービスを提供する際、事前に線路特性や配電系統などからサービスの適合性を判定するツールや、サービスの品質をチェックするためのシミュレータ等の運用支援技術が必要となる。また、ネットワーク管理システムにおいて、上位層における通信状況や障害管理だけでなく、PLCの物理層でのエラー率やSNRといった情報を蓄積し、機器構成の改善やモデムの開発にフィードバックし、サービス品質の向上に活用するシステム作りを検討している。

#### (3) セキュリティ技術

当社は、アクセス系高速PLCのセキュリティの課題を検討し、通信情報の暗号化によるセキュリティの確保や、当社の電力配電技術を活用し、信号の漏洩自体を防止するブロッキングフィルタの技術開発に取り組んでいる。

## 6. 実用化に向けたフィールド検証の実施

これまで、高速PLCによる高速なインターネット接続や宅内LANの実用化検討のため、工場内の擬似通信路や海外のフィールドにおける配電線の特性のフィールド調査を実施してきた。その結果、配電線の線路特性は配電システムの機器構成・分岐数・伝送距離によって大きく異なる結果となった。様々な線路特性条件の下でPLCの通信品質を確保するためには、更に多くの線路特性データの蓄積と傾向の分析が必要である。また、高速PLCの実用サービスのためには、実フィールドにおいて高速PLCモデムを使用することで課題を洗い出し、運用ノウハウを蓄積する必要がある。当社では、海外におけるフィールド試験を実施している。

## 7. 高周波帯域高速PLCの規制緩和の状況

欧米においては、高周波帯域を使用した高速PLCが実用化されており、アクセス系高速PLCによるインターネット接続の実用サービスが開始され、宅内高速PLCモデムが一般に販売されている。

日本国内では、高速PLCモデムが使用する高周波帯域は規制(電波法・電波法施行規則)の対象であり、現状では実用化検討に必要な高速PLCモデムのフィールド試験ができず、海外のような実用化には至っていない。

しかし、2001年5月に電波産業会(ARIB)内に電力線搬送開発部会が設置され、規制緩和に向け漏洩電界強度の限度値を中心とした審議が行われた。また、総務省では2002年4月に“電力線搬送通信設備に関する研究会”が開催され、高速PLCによる高周波帯域使用の可能性の検討が始まっており、本年7月をめどに取りまとめられる予定である。

## 8. む す び

以上、本稿では、当社の高速PLCへの取り組み等について解説した。既設の電力線を使用し高速なインターネット接続や宅内LANを低コストで容易に実現する高速PLCに対する期待は大きく、当社としても高速PLCの製品化開発と普及に積極的に取り組む所存である。





# 特許と新案

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

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

## スナバ回路 (特許 第3004774号, 特開平5-22929号)

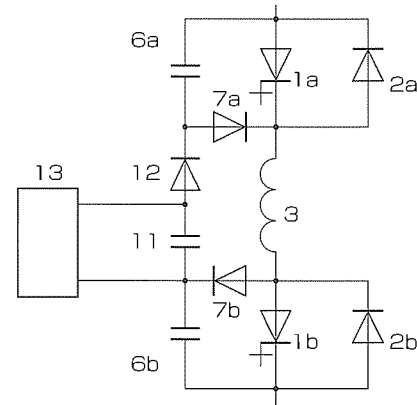
発明者 岡山秀夫

この発明は、直列接続された自己消弧型半導体素子の保護回路であるスナバ回路に関するものである。

ゲートターンオフサイリスタGTOのような自己消弧型半導体素子は、オンオフ動作時の保護回路としてアノードリアクトルやスナバコンデンサを構成要素に持つスナバ回路を用いる。GTOのオンオフ動作ごとにそれらのエネルギー蓄積要素に貯えられるエネルギーは、従来スナバ抵抗によってリセットされて、次のオンオフ動作に備えられた。直列接続時にはGTOの使用数が多くなり、スナバ抵抗での損失が増大し、電力変換装置の効率が低下するという問題点があった。

この発明は上記の問題を解決するためになされたものであり、図に示すように同時にオンオフ動作をする2個の自己消弧型半導体素子を回路単位として任意に直列接続し、アノードリアクトルやスナバコンデンサの蓄積エネルギーを自己消弧型半導体素子のオンオフ動作を利用して回収コ

ンデンサに導き、電力変換装置の直流電源に回生し、再利用することが可能となる。



- |                      |                  |
|----------------------|------------------|
| 1a, 1b: 自己消弧型半導体素子   | 7a, 7b: スナバダイオード |
| 2a, 2b: フリーホイールダイオード | 11: 回収コンデンサ      |
| 3: アノードリアクトル         | 12: 回収ダイオード      |
| 6a, 6b: スナバコンデンサ     | 13: 電力回生装置       |

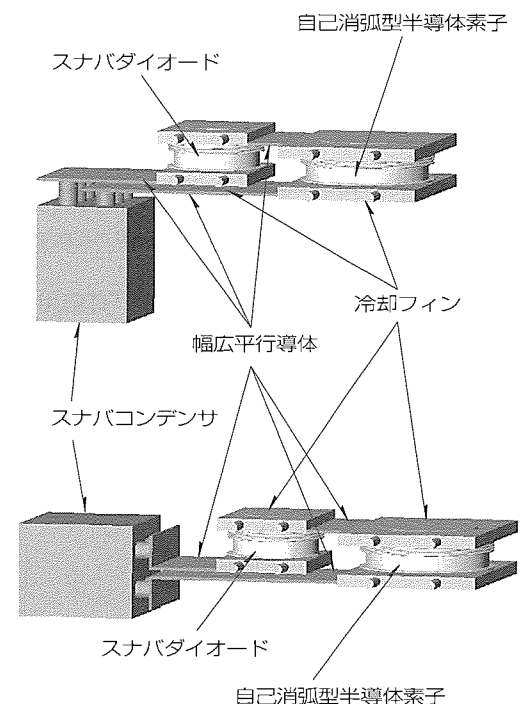
## 電力変換装置 (特許 第3213671号, 特開平8-126302号)

発明者 岡山秀夫, 福森 久

この発明は、自己消弧型半導体素子を適用した電力変換装置に関するものである。

ゲートターンオフサイリスタGTOのような自己消弧型半導体素子は、スイッチング保護回路としてスナバ回路を必要とする。電気定格の低いGTOに適用した従来のスナバ回路では、スナバコンデンサ容量が小さく、スナバダイオードも寄生インダクタンスが大きなスタッド型ダイオードを用いていた。6kV/6kAという大容量GTOに従来のスナバ回路を適用した場合には、電流遮断時に発生するスパイク電圧が高くなり、スイッチング損失が増加するので、電流遮断性能を十分に発揮できないという問題点があった。

この発明は上記の問題を解決するためになされたものであり、図に示すように平型ダイオードをスナバダイオードとして適用し、スナバコンデンサを接続する導体は平行近接配置して浮遊インダクタンスを低減するものである。これにより、自己消弧型半導体素子の電流遮断性能を最大限に発揮することが可能となる。





# 特許と新案 \* \* \*

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは

三菱電機株式会社 知的財産渉外部

電話(03)3218-9192(ダイヤルイン)

## 加工条件生成方法及び装置 (特許 第3041710号, 特開平4-57654号)

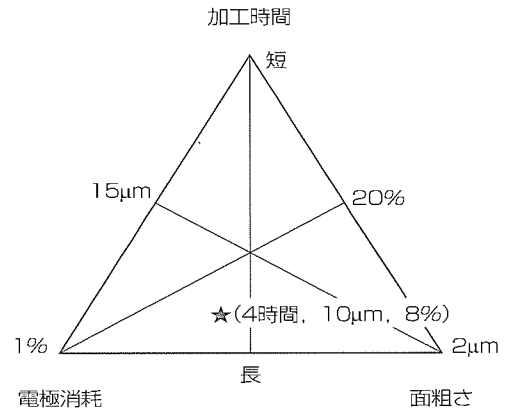
発明者 千代知子, 佐藤達志

この発明は、放電加工機等の工作機械使用の際における加工条件生成方法及び装置に関するものである。

放電加工機を例にとると、従来の加工条件生成装置では、被加工物に対する要求項目が入力されると、適合する加工条件を生成する。しかし、面粗さをわずかに向上させようとすると、加工時間は5~7倍になるなど、要求項目の妥協点を模索することが困難であった。

この発明では、相互に従属関係にある複数の要求項目に対応する座標軸を作成し、特定の位置が指示されたときに、当該座標を要求項目の要求値に変換し表示するようにしたものである。ユーザーは、他の要求項目への影響を意識することなく、加工目的や加工工程に合った要求項目の設定

が容易にできるようになる。



### <本号記載の商標について>

本号に記載されている会社名、製品名はそれぞれの会社の商標又は登録商標である。

### <次号予定> 三菱電機技報 Vol.76 No.10 「IT応用水環境システム」特集

<b>三菱電機技報編集委員</b> 委員長 井手 清 委員 高橋 大 畑谷正雄 堀 清英 栗原幸志 村松 洋 松本 修 浜 敬三 石野禎将 中川博雅 中島克人 部谷文伸 黒畑幸雄 山木比呂志 事務局 松本敬之 本号取りまとめ委員 池田郁夫	<b>三菱電機技報 76巻9号</b> (無断転載・複製を禁ず) 2002年9月22日 印刷 2002年9月25日 発行 編集人 井手 清 発行人 福本 紀久男 発行所 三菱電機エンジニアリング株式会社 e-ソリューション&サービス事業部 〒105-0011 東京都港区芝公園二丁目4番1号 秀和芝パークビルA館9階 電話 (03)3437局2692 印刷所 株式会社 三菱電機ドキュメンテクス 発売元 株式会社 オーム社 〒101-0054 東京都千代田区神田錦町三丁目1番地 電話 (03)3233局0641 定 価 1部735円(本体700円)送料別
URL <a href="http://www.MitsubishiElectric.co.jp/giho/">http://www.MitsubishiElectric.co.jp/giho/</a>	三菱電機技報に関するお問い合わせ先 cep.giho@ml.hq.melco.co.jp

インターネットのホームページや電子メールを企業の基幹となる業務システムに組み込む動きが広がっています。例えば、金融機関が発信する取引通知や一般企業における請求書発行など、取引先や顧客に大量の文書を発信する業務で、費用削減や郵送コストの削減などの効果をねらって導入されています。

こうしたシステムの多くは、IDやパスワードを用いて本人確認を行い、通信経路のセキュリティをSSL (Secure Sockets Layer)等によって確保する方式を採用しています。ところが、文書自身の真正性(本人が作成し改ざんされていないこと)が保証されていないことから、署名、押印が必要とされる文書の取扱いに難しさがありました。

SignedPDF Serverは、電子化された大量の文書をインターネットで効率良く安全に送受信するために、高度なセキュリティや認証の機能を備えた、電子署名の一括処理を可能とするサーバシステムです。クライアント側で電子署名及び署名検証をするSignedPDFと署名検証を行うSignedPDF Verifierとの組合せにより、多様なシーンで電子署名を利用した文書交換を実現しています。

## 特長

### (1) 電子文書の署名・検証処理を自動化

企業が発行する請求書等、大量文書への自動署名を安全に行います。そのために必要な電子証明書及び秘密鍵(かぎ)は、鍵管理装置“三菱耐タンパセキュアボードTURBOMISTY”に格納します。署名された文書の検証処理も自動的に行い、企業の申請受付業務などを効率化します。

処理対象となる電子文書としてインターネット上で普及しているPDF (Portable Document Format)を採用しています。また、署名が実施されたことを印影イメージ又は企業のロゴ等で表示することができ、文書の扱い易さを特長としています。http://www.mdis.co.jp/service/nwsec-ur/nwsecur.htmlで体験デモをご覧ください。

### (2) “三菱電子署名検証ソフトウェアSignedPDF Verifier (サインドピーディーエフ ベリファイア)”を無償提供

SignedPDF Verifierは文書受信者のパソコンに導入し、受信文書の改ざん有無や有効性を検証するためのソフトウェアであり、無償提供しております。マウスによる簡単操



図1. 検証結果画面

作でSignedPDF Verifierのアイコンに電子署名付きPDF文書をドラッグすると、図1のように署名の検証結果を表示します。結果画面のファイル表示ボタンをクリックすることで、Acrobat Reader™を起動させ、図2のようにファイル内容を確認できます。同様に、詳細表示ボタンをクリックすると、図3のように詳細結果を表示します。

### (3) シームレスなシステムの構築(図4)

自動ファイリング、メール配信等の豊富なオプションを提供します。これらを組み合わせることによって既存の基幹業務システム等と連携のとれたシームレスなシステムの構築ができますので、業務コストの削減及び処理スピードの向上が実現します。

### 電子署名を利用した文書交換の応用例

- 証券会社 : 取引明細書, 月次報告書, 目論見書等
- 銀行 : 当座勘定照合表, 振込完了通知, 催促状
- クレジット会社 : 利用明細書, 支払案内, 催促状
- 建設業 : 電子契約, 電子納品, 電子調達, 品質監査
- 製造業/流通業 : 請求書, 見積書, 注文書
- 社会インフラ関連 : 通信・ガス・電力・水道の利用明細, 請求書
- 教育関連 : テスト及び成績通知, 学習診断
- 人材派遣業 : 採用・就業情報, 各種案内等
- 医療・健康産業 : 血液検査・各種健康診断・体力測定の結果

MISTY, MistyGuardは、三菱電機㈱の登録商標です。SignedPDFは、三菱電機インフォメーションシステムズ㈱より商標出願中です。Adobe, Adobeロゴ, Adobe Acrobatは、Adobe Systems Inc.の商標です。

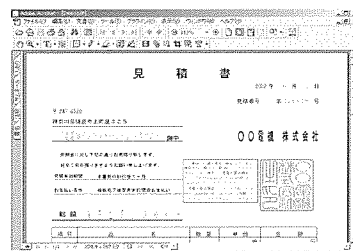


図2. PDF文書の表示画面

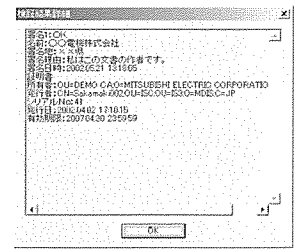
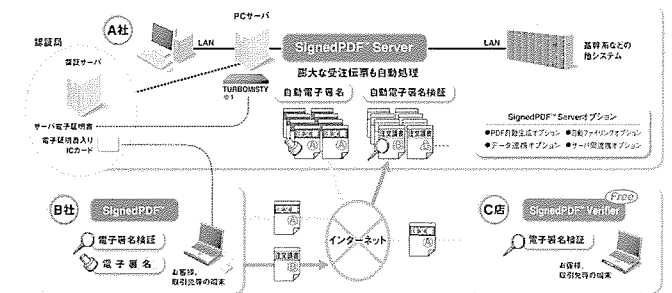


図3. 検証結果詳細表示画面



※1 TURBOMISTYは電子署名の不正利用を防止する為の耐タンパ機能を付した鍵管理装置「Hardware Security Module(HSM)」で、サーバ内の電子証明書と秘密鍵を安全に管理/運用できます。

図4. システム構成事例