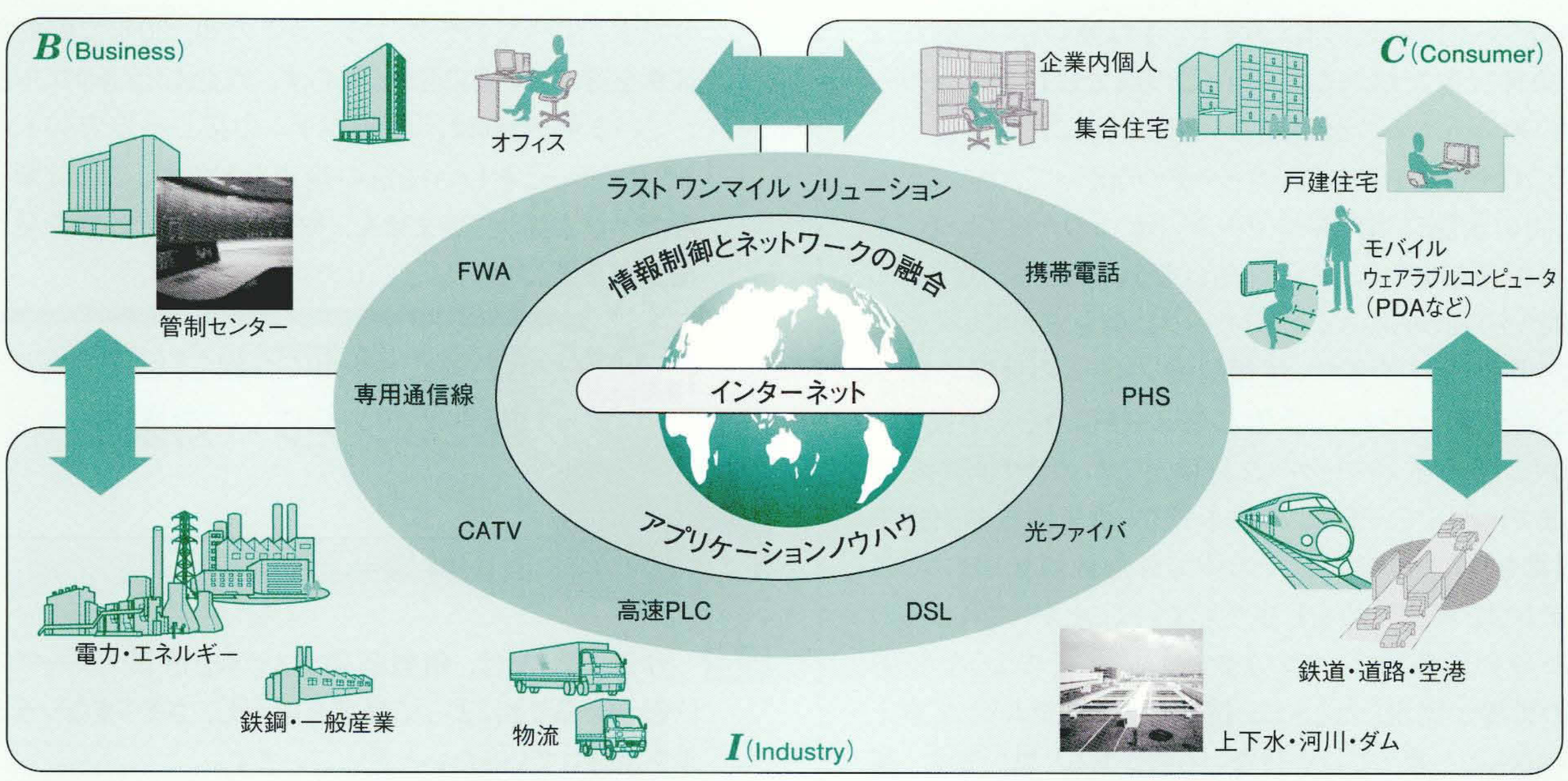
IT時代の社会を支える日立製作所の情報制御システム

Hitachi's Information and Control Systems for Supporting IT Society

太田秀夫 *Hideo Ôta*　舩橋誠壽 *Motohisa Funabashi*
福永　泰 *Yasushi Fukunaga*



注：略語説明　B(Business)，C(Consumer)，I(Industry)，PHS(Personal Handyphone System)，PLC(Power Line Communication)
PDA(Personal Digital Assistant)，DSL(Digital Subscriber Line)，FWA(Fixed Wireless Access)

情報制御とネットワークの融合による情報制御サービス連携
情報制御システムは，情報制御とネットワークの融合を新たな課題としてとらえ，BとCおよびI間の各制御サービス連携の中で，トータルソリューションを提供していく。

ITの動向とそこから予想される次世代型情報制御システムのイメージを考えるとき，そこに求められる新たな課題は「情報制御とネットワークの融合」である。情報制御システムのコンセプトの発展過程を，垂直統合，オープン化，ネットワーク化，およびユビキタス化の4世代に分けると，現在はネットワーク化の中にあり，その基本コンセプトを「IP(Internet Protocol)技術による情報制御のサービス化」として提案する。

21世紀初頭の情報制御システムはB(Business)，C(Consumer)，およびI(Industry)の3極にまたがるプラットフォームの中核になるものと位置づけ，日立製作所は，その上での豊富なアプリケーションノウハウと制御サービスを合わせたトータルソリューションを提供していく。

1 はじめに

IT(Information Technology)革命という，産業革命に匹敵する大きな衝撃波が，われわれの社会に押し寄せており，それは21世紀初頭において，経済産業界だけでなく，個人生活や家庭にも大きな影響を与えようとしている。

IT基本法の成立・施行を受けて，政府は，2005年までにわが国を世界に比肩できるIT先進国にするための「e-ジャパン構想」を発表した。具体的には，新社会基盤，特に高速インターネット網の全国整備を前提に，その上での動画や音声などブロードバンドコンテンツを取り入れた新しいサービスがさまざまな角度から提供されようとしている。情報制御システムは，電気，ガス，水道や物流，交通など社会生活を支えるシステムとして位置づけられるが，そのコンセプトも歴史上の大きな変革期に突入しており，IT時代の社会基盤を支える重要な構成要素として，新たなソリューションが求められている。

ここでは，IT時代の社会を支える情報制御システムの新たな課題と，それに対応した新しいコンセプトの提案，および日立製作所の情報制御システムの今後の方向性について述べる。

2 ITがもたらす未来社会イメージと新たな課題

2.1 ITの動向

計算機が生まれて50年，マイコンが生まれて25年がたち，最近，情報社会のこれからの50年を予測する学会が米国で開催される[1]など，計算機の歴史を振り返り，21世紀を予測する動きが出てきている。

こうした学会の論調を見てみると，情報処理技術の目覚ましい進展（ＣＰＵ性能，メモリ容量，ディスク容量，通信容量などは最大3年で4倍，10年で2けたの割合で継続的に向上している。）に裏付けられた新しい文化の創造を示唆しているものが多い。この技術進歩はナノ技術の時代に引き継がれ，今後とも微細化，高性能化のトレンドは進み，2015年ごろまではとどまるところを知らないと言われている。

このような歴史を裏返して，現状の技術レベルで従来のシステムを新たに作るとどうなるかを考えてみると，例えば，1970年代のマイクロプロセッサは，現状の技術では，チップを0.1 mm角以下という粒子の中に実装できる時代を迎え，通信やネットワークも低価格で利用できる時代を迎えたことになる。

このため，従来，特定分野でしか利用できなかった情報通信技術が，今後，思いもかけない分野に適用されていく可能性を秘めた時代を迎えている。

一方，ITが適用される社会基盤を見てみると，電力や上下水道，鉄道，道路などは数十年間にわたって使い続けられるシステムであり，この間，その時々の最新のITを取り込みながら，10年，20年たった時も陳腐化することなく拡張できるシステムアーキテクチャにしておくことがきわめて重要である。

2.2 未来社会のイメージ

情報社会の新しい動きを予測する手法として，現状の延長線上の社会を考えるのではなく，遠い未来のイメージを描いたあと，それに向かって，一歩一歩開発を進める手法がよく取られている。1945年の論文“As we may think”[2]には，現在のパソコンやWWW（World Wide Web）のハイパーリンクなどの概念がすでに示されており，その後の研究テーマに大きな影響を与えた。このような，技術の制限を排除して，将来の世界を描く手法を“blue sky project（青天井プロジェクト）”と呼び，米国でよく使われている[3]。

この方法で未来の情報制御の世界を予測してみると，2010年から2050年には以下のような世界が実現すると仮定できる。

(1) 世界中のマルチメディア情報はネットワークで接続され，地球の裏側からでも希望のリアル映像などが見られる。

(2) 広義のロボットの技術や人工知能技術が使われ，人の意図を理解して行動をサポートする自動運転システムがさまざまな所で提供される。これらは，産業の生産ラインの効率化，交通機関の自動運転，家電品の自動化などの分野で利用される。

こうした世界を「ユビキタス世界」と呼び，多くのシステム開発が進められている。

この世界では，オフィスオートメーションのように画面と対話する「仮想的な」世界の情報通信技術ではなく，物中心の「リアル」社会でITが利用できる時代となってくる。すなわち，机上や計算機室に置かれた計算機と異なり，21世紀は身の回りのさまざまなものに数多くの計算機が実装され，かつ全世界とつながっているような世界が予想できる。

2.3 未来社会を実現する情報制御の課題

ユビキタス世界では，センサやアクチュエータ（モータなど）も含めて，さまざまの機器が世界規模のネットワークで接続される。

このような「制御の世界」をネットワークに接続するためには，「情報制御とネットワークの融合」が新たな課題になる。具体的には，以下のようなことが必須となる。

(1) 制御の世界で重要となるリアルタイム性，信頼性，セキュリティの確保と，ネットワークのオープン性という相反する技術を両立させること

(2) 耐環境性などの確保（電磁ノイズ，電圧，温度・湿度など）

3 ネットワーク社会に対応したシステムコンセプト

3.1 情報制御システムのコンセプトの変遷

未来社会のイメージとこれまで日立製作所が培ってきた情報制御技術の足跡との両面を踏まえて構築した，次世代情報制御システムのコンセプトについて以下に述べる。

日立製作所は，過去30年以上にわたって情報制御シス

テム技術を社会に提供し続けてきた。この間，情報制御を実現するうえで道具となる情報技術は大きな発展を見せてきている。日立製作所は，この動向に呼応し，情報制御のコンセプトを豊かにするように努力してきた(**図1**参照)。

情報制御の幕開けである1960年代から1980年にかけては，高信頼・リアルタイム性を求めて基本ソフトウェア“PMS(Process Monitor System)”を開発し，鉄鋼，電力，自動車などの生産現場の自動化や，新幹線に代表される鉄道の運行管理を世界に先駆けて実用化し，わが国の産業基盤の確立に寄与した。これらの成果と，さらにこの技術を自動車エンジン制御へも展開した結果は，電子立国日本の歴史を飾るものとして評価されている[4]。

その後，計算機のオープン化動向と軌を一にして，高信頼・リアルタイム性だけではなく，情報制御におけるオープン性を実現するために，UNIXやイーサネット※)といった流通技術を導入した。さらに，システムを構成する要素が流通部品となっていくことに着目し，生体細胞の新陳代謝のプロセスを手本とする「自律分散概念」を提唱した。これは，システム要素を部分的に入れ替え可能とすることで，システム全体をいつも最新の状態に保てるようにしようというものである。この概念に基づいて，産業基盤はもとより，大規模な鉄道運行管理，上下水道制御や新聞製作工程管理などの社会基盤へと情報制御システムの適用拡大を図った。また，この概念は，大規模なシステムを開発，運用するうえでの基本的なものとして，社会に広く受け継がれるようになってきている[5),6)]。

今日，インターネット技術は，さまざまな場面に浸透しはじめている。その重要性をいち早く認識し，情報制御システムに取り込んだのは1996年のことである[7)]。これは，インターネット技術により，システムの関与者がきわめて効果的に情報を共有できるようになることに着眼したものである。

しかし，その後の社会の要求は，単なる関与者内の情報共有にとどまらず，幾つかの部署が共同して制御に当たったり，社会に向けて情報を発信するといったことまで広がり始めている。

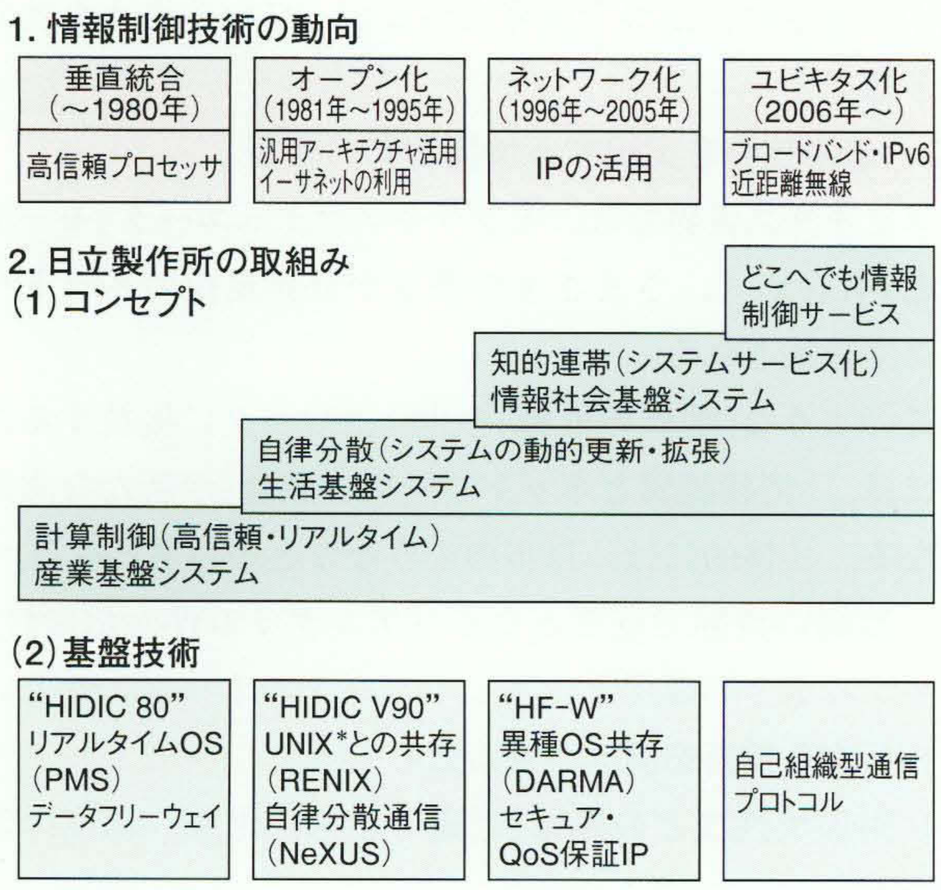
システムは，ネットワークを介して相互に連携して付加価値をいっそう高め，幾つもの機能をユーザーの要求に応じて提供する時代になり始めている。例えば，河川の情報制御システムは単にゲートの開閉をするだけではなく，流域に沿った風景を映像として社会に提供する機能を含んだシステムへと変ぼうを遂げつつある。

このような複合的な機能を提供するシステムを「サービスシステム」と呼ぶことにする。情報制御とネットワークの融合によるシステムコンセプトを描いたものを**図2**に示す。

新たな情報制御システムは，単にインターネット技術を導入するだけでは実現できない。情報制御に必要とされるセキュリティに対する厳しい要求や通信路上で生じる伝送乱れへの対処に加えて，サブシステムどうしの知的連携といった挑戦的な課題に対するブレークスルーが不可欠である。日立製作所は，これらの課題解決を図ることにより，情報制御のサービスシステム化を可能とした。

3.2 情報制御サービスシステム化の典型的パターン

ネットワーク時代の情報制御システムのコンセプトに基づいて，日立製作所は，情報制御のサービスシステム化の成功事例をすでに幾つか生み出している。この経験



注：略語説明ほか
IP(Internet Protocol)，IPv6(IP Version 6)，OS(Operating System)
DARMA(Dependable Autonomous Hard Realtime Management)
QoS(Quality of Service)
＊UNIXは，X/Open Company Limitedが独占的にライセンスしている米国ならびに他の国における登録商標である。

図1 情報制御システムのコンセプトの変遷
情報制御のコンセプトは，計算機技術の進歩に呼応して層を積み重ねるように発展してきている。今日では，IP(Internet Protocol)技術によって個々のシステムが連携した制御のサービス化が重要なコンセプトとなっている。将来は，ブロードバンド技術などにより，どこへでも監視制御サービスを提供できる時代になってゆくものと考えられる。

※) イーサネットは，富士ゼロックス株式会社の商品名称である。

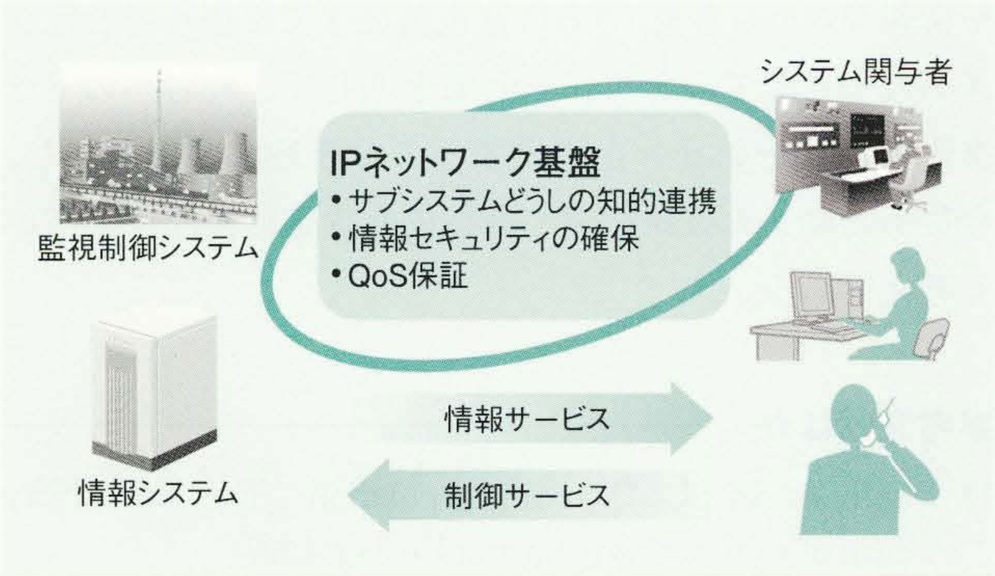


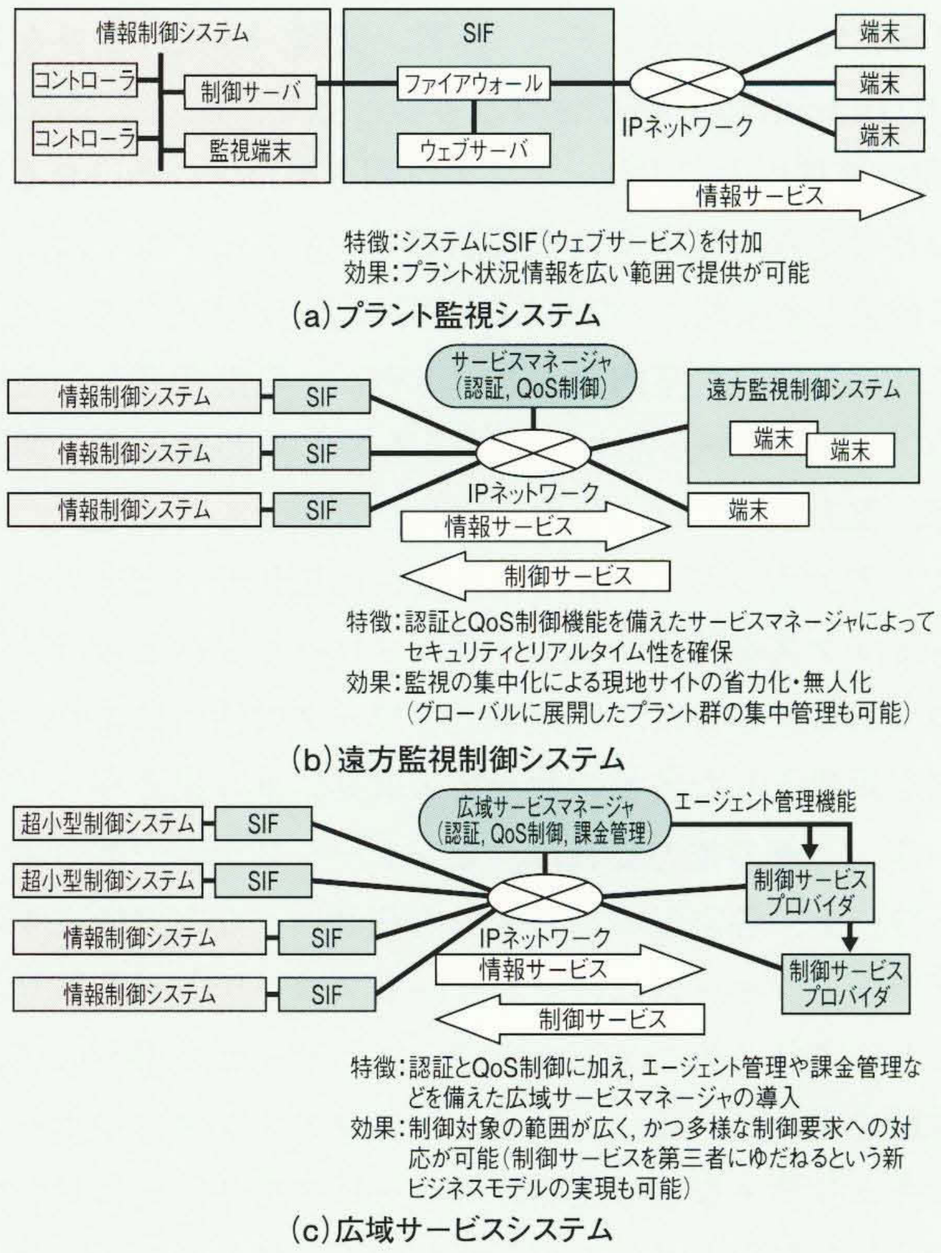
図2　ネットワーク時代における情報制御システムのコンセプト
情報制御の要求を満足するIPネットワーク基盤が監視制御などのサブシステム群を有機的に結び付け，システムの関与者に新しい価値をサービスとして提供する。

を通じてシステムには典型的なパターンがあることを見いだし，この結果，多様な現実のニーズに対応できるようにミドルウェアやソフトウェア部品を準備している。

情報制御サービスシステム化の典型的なパターンを**図3**に示す。同図(a)は，情報制御システムにファイアウォールとウェブサーバを付加することにより，制御対象の状況をインターネット技術によってどこからでも知ることができるようにするものである。これは，サービスシステム化の第一歩と言える。

図3(b)は，サービスシステム化をさらに進め，複数の情報制御システムを統合すると同時に，制御も一つのサービスとして抽出するものである。このために，制御サービスにかかわる人が正当な資格を持っているかどうかを厳しくチェックする認証機能と，ネットワークを流れる制御情報に対して伝送速度を保証するQoS機能を備えたサービスマネージャを導入している。

図3(c)は，上記のような制御サービスの対象をある地域社会の全体にまで拡大するような場合を示したものである。ここでは，例えば，地域内の各家庭に相当する超小型制御システムを中心とした無数の制御システムの存在を想定している。防犯や省エネルギーなど各家庭の多様な制御要求にこたえるために，それぞれの制御サービスを専門に提供するプロバイダの登場が必要になってくる。同図に示すように，広域サービスマネージャはそれぞれの制御サービスプロバイダがサービスを提供しやすいような機能を果たす。具体的には，認証やQoS制御といった基本的な機能に加えて，制御プログラムの配信管理(「エージェント管理」と呼ぶ。)や制御サービスの課金管理機能を備えている。



注：略語説明　SIF(Service Interface)

図3　情報制御サービスシステム化の典型的パターン
IP技術によって情報制御システムではさまざまなシステム連携が可能となり，サービスシステム化してきた。日立製作所は，これらのシステムパターンに基づいて，現実の多様な要求に応じられるミドルウェアやソフトウェア部品をそろえている。

4　情報制御システムの将来展望

情報制御システムの将来の方向として基本的に求められるものは，「安全・安心で快適な社会生活を支えるシステム」であると考える。いつでも，どこでも，だれでも，知らず知らずのうちに日常生活の中で共存しているシステム，そしてそれに支えられたユビキタス社会が近い将来に現実のものとなっていくと思われる。携帯が可能なウェアラブルコンピュータを通じて必要な情報がいつでも手に入り，時間と場所を超越して，いつ，どこからでも制御対象に対して操作ができるようになるための個々の要素技術はすでに存在している。これらを組み合わせて，高信頼，高速，大容量のネットワーク基盤を構築し，セキュリティサービスを付加すれば，新社会基盤は完成する。この中では，制御をサービスとして提供する「制御サービスプロバイダ」という新しい事業者の出現も予想される。

情報制御システムは，B(Business)とC(Consumer)，さらに電力，エネルギー，産業，交通，物流，公共などのI(Industry)を結び付けるものとして，B，C，およびI間の連携の中で中核としての役割を果たすことになるものと考える。従来型の情報制御ビジネスモデルでは，主に企業と産業間，すなわちBとI間の連携が中心であった。これからは，企業内個人と，さらに一般消費者を加えたCのカテゴリーが加わってくるものと予想できる。例えば，電力会社では，電力自由化を背景として，電気，ガス，省エネルギー，さらに各種付加価値サービスのベストミックスを追求するサービスプロバイダへと変ぼうしつつある。さらに，電力ネットワークの活用により，家庭も対象とした各種のサービス事業に乗り出そうとしている。一部の電力会社は，センターシステムや電力ネットワーク，各家庭の電力量計内蔵サーバなどで構成するプラットフォームに多彩なサービスコンテンツを載せることにより，モニタ家庭を募ってのサービス事業の実証試験を進めている。これはエアコンのオンオフやホームセキュリティなどの遠隔制御サービスを各家庭に対して行う情報制御システムの新たな適用例であり，新社会基盤の構築と合わせて，早期事業化が望まれる。

情報制御システムでは，従来のプラントの監視制御システムを「点」と仮定すると，ネットワークとの融合により，「線」，さらに「面」としての広がりが出来る。

以上のような観点から，日立製作所は，今まで培ってきた豊富なアプリケーションノウハウに基づき，ネットワークを介した各種サービスや，ビジネスモデルまでを視野に入れたトータルソリューションを提案，提供していくことにより，21世紀の情報制御ビジネスモデルを目指す。

5 おわりに

ここでは，IT時代の社会を支える情報制御システムについて，「情報制御とネットワークの融合」を新しい課題とし，それに対応するシステムコンセプトとしての「サービスシステム化」と，将来の方向性について述べた。

日立製作所は，基幹産業への基盤設備を提供する事業や情報システム事業，さらに家電製品までを扱う総合電機メーカーとしてのシナジー効果を通じて，顧客へのトータルソリューションを提供することを最大の使命とし，今後もたゆまぬ技術開発と積極的な提案活動を進めていく考えである。

参考文献ほか

1) Denning, et al.：Beyond Calculation；The Next Fifty Years of Computing, Spring-Verlag(1997)
2) V. Bush：As we may think, Atlantic Monthly(July 1945) Http：//www2.theAtlantic.com/atlantic/atlweb/flashbks/computer/tech.htm
3) B. Atkinson：The First Time Interview for Japanese Readers, HyperLab, pp.12-23(Jan/Feb 1989)
4) 相田，外：新・電子立国(5)「驚異の巨大システム」，日本放送出版協会(1997)，新・電子立国(2)「マイコン・マシーンの時代」，日本放送出版協会(1996)
5) 伊藤，外：自律分散宣言，オーム社(1995)
6) 森，外：世界にはばたく技術－自律分散システム(I)(II)，電気学会誌特集，2001年2，3月号
7) 舩橋，外：産業社会のグローバル化と変革にこたえる新情報制御システムの技術動向，日立評論，**78**，10，674～678(平8-10)

執筆者紹介

太田秀夫
1972年日立製作所入社，システムソリューショングループ
情報制御システム事業部 ネットワークシステム本部 所属
現在，ネットワークシステムの開発・事業化に従事
技術士(情報工学部門)
電気学会会員，情報処理学会会員
E-mail：hideo_oota @ pis. hitachi. co. jp

福永 泰
1975年日立製作所入社，日立研究所 所属
現在，IT応用・情報制御技術開発に従事
電子通信情報学会会員，電気学会会員
E-mail：fukunaga @ hrl. hitachi. co. jp

舩橋誠壽
1969年日立製作所入社，システム開発研究所 所属
現在，情報システムのアプリケーションアーキテクチャの研究開発に従事
工学博士
電気学会会員，計測自動制御学会会員，日本ファジイ学会会員，情報処理学会会員，IEEE会員，ACM会員，AAAI会員
E-mail：funa @ sdl. hitachi. co. jp