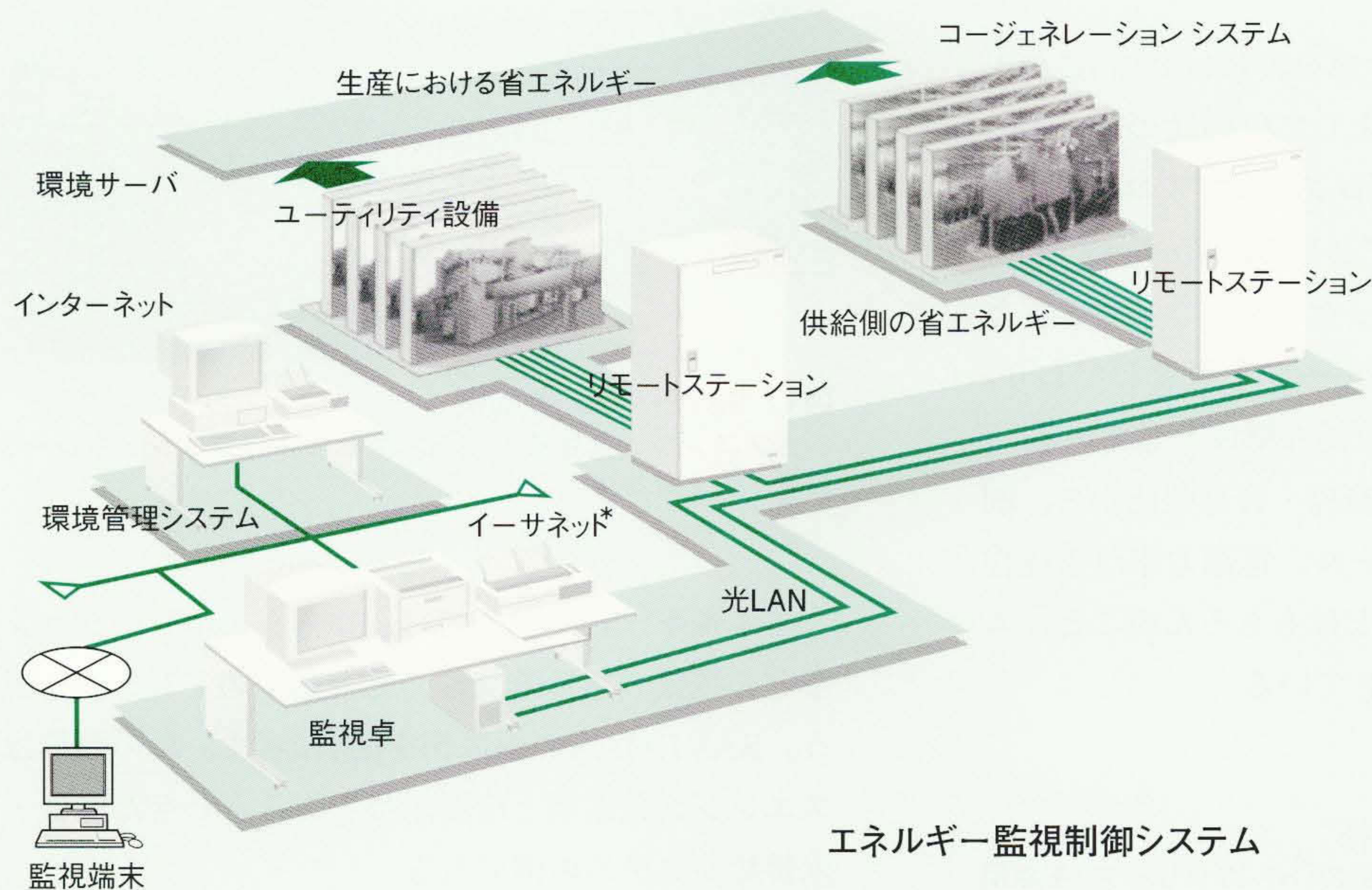


エネルギーソリューションに対応した情報制御システム

Management and Control Systems for Energy Solutions

梶山 繁 Shigeru Sugiyama
宮本 章 Akira Miyamoto

西村 朝男 Asao Nishimura
上杉 萬里夫 Mario Uesugi



注：*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。

日立製作所が提案するエネルギーソリューションのための監視制御システム

ネットワーク化した監視制御システムにより、生産における省エネルギーとユーティリティ設備の省エネルギーをねらいとしたソリューションを実現する。

地球資源の有効活用は人類共通のテーマであり、特に、石炭や石油、ガスなどの化石燃料の使用を最小限に抑えていくことは、COP3(地球温暖化防止京都会議)で合意された地球温暖化ガス排出の抑制の面からも重要な課題である。また、化石燃料を基にした電気や熱エネルギーを効率的に消費していく過程では、エネルギーの使用管理と各機器の監視制御が重要である。

日立製作所は、エネルギーの有効利用に対応した各種の製品を提供しており、これらを有機的に結合していく、いわゆる「エネルギーソリューション」を提案している。これらの製品のうち、監視制御システムでは、ITの応用によってハードウェアとソフトウェア両面での制約が改善され、さらに、これらのシステムを取り巻くインフラストラクチャーの整備により、高度な情報制御が可能になってきている。

1 はじめに

エネルギーの有効活用は地球温暖化ガスの削減に大きく寄与するだけでなく、地球環境を永続的に維持していくためにも重要な課題である。エネルギーを削減するいわゆる省エネルギー活動は、世界各国の産業や輸送、商品などさまざまな分野で実施されている。

日立製作所は、効率的エネルギー利用の立場からさまざまな分野で省エネルギー機器を取りそろえ、提案活動を展開している。一方、IT(Information Technology)の発展が省エネルギーに寄与する部分も大きく、特に監視制御装置では、このITの進歩が省エネルギーの可能性を高めている。

ここでは、産業分野、発電分野、電力分野それぞれにおけるエネルギーソリューションに対応した日立製作所の監視・情報制御システムの概要とIT化について述べる。

2 産業分野におけるエネルギーソリューション対応監視制御システム

産業分野におけるエネルギー監視制御システムには、受変電監視制御、電気・熱のユーティリティ監視制御、さらに、生産プロセスに対する冷温水供給制御などがある。これらは、従来の単独な監視制御から、ITの発展と相まって、大規模化、ネットワーク化へと進化している。一方、システムの大規模化はそれ自体の信頼性が要求され、また、ネットワーク上でのセキュリティ問題など新たな

な技術課題を生んでいる。これらの要求にこたえるため、日立製作所は、エネルギー監視制御システムとして「SAVEMAX(Saving Energy Management and Automation Complex System)シリーズ」を製品化している。

2.1 SAVEMAXシリーズの特徴

SAVEMAXシリーズの標準仕様を表1に示す。このシリーズでは、標準ハードウェアとして信頼性の高い24時間稼動が可能なFAパソコンとプログラマブルコントローラを使用し、システムソフトウェアとして、Windows NT^{※)}をベースとしている。また、パッケージソフトウェアとして基本パッケージと拡張パッケージを用意しており、システムの要求に応じて拡張が可能な構成としている。

機能としては、機器の単純な監視・管理機能から、制御機能であるデマンドコントロール、電源力率改善操作制御、電力ピークカット制御などはもちろんのこと、エネルギー収支計算機能も取り入れている。

表1 SAVEMAXシリーズの標準仕様

中央処理装置として24時間稼動対応の「HF-Wシリーズ」を採用することにより、信頼性を高めている。

(1) シリーズ名

大規模	Wシリーズ：入出力点数が2,000点以上
中規模	Pシリーズ：入出力点数が2,000点まで
小規模	iシリーズ(サーバとクライアント)：入出力点数が250点まで

(2) ハードウェア

中央処理装置	FAパソコン「HF-Wシリーズ」
	CPU：500 MHz以上
	システムソフトウェア：Windows NT
リモートステーション	プログラマブルコントローラ「S10miniシリーズ」
	プロセス入出力インタフェース
	アナログ、ディジタル、パルスなど

(3) パッケージソフトウェア

基本パッケージ	監視・管理機能	状態監視，故障・異常監視
		電力デマンド監視
		ユーティリティ監視，帳票
	制御機能	電力デマンド制御
		機器スケジュール発停制御
		電力ピークカット制御
		電源力率改善操作制御
		エネルギー効率計算
拡張パッケージ	最適化運転制御	省コストガイダンス
		最適運転ガイダンス
		ファン・ポンプ自動制御

※) Windows NTは、米国およびその他の国における米国Microsoft Corp.の登録商標である。

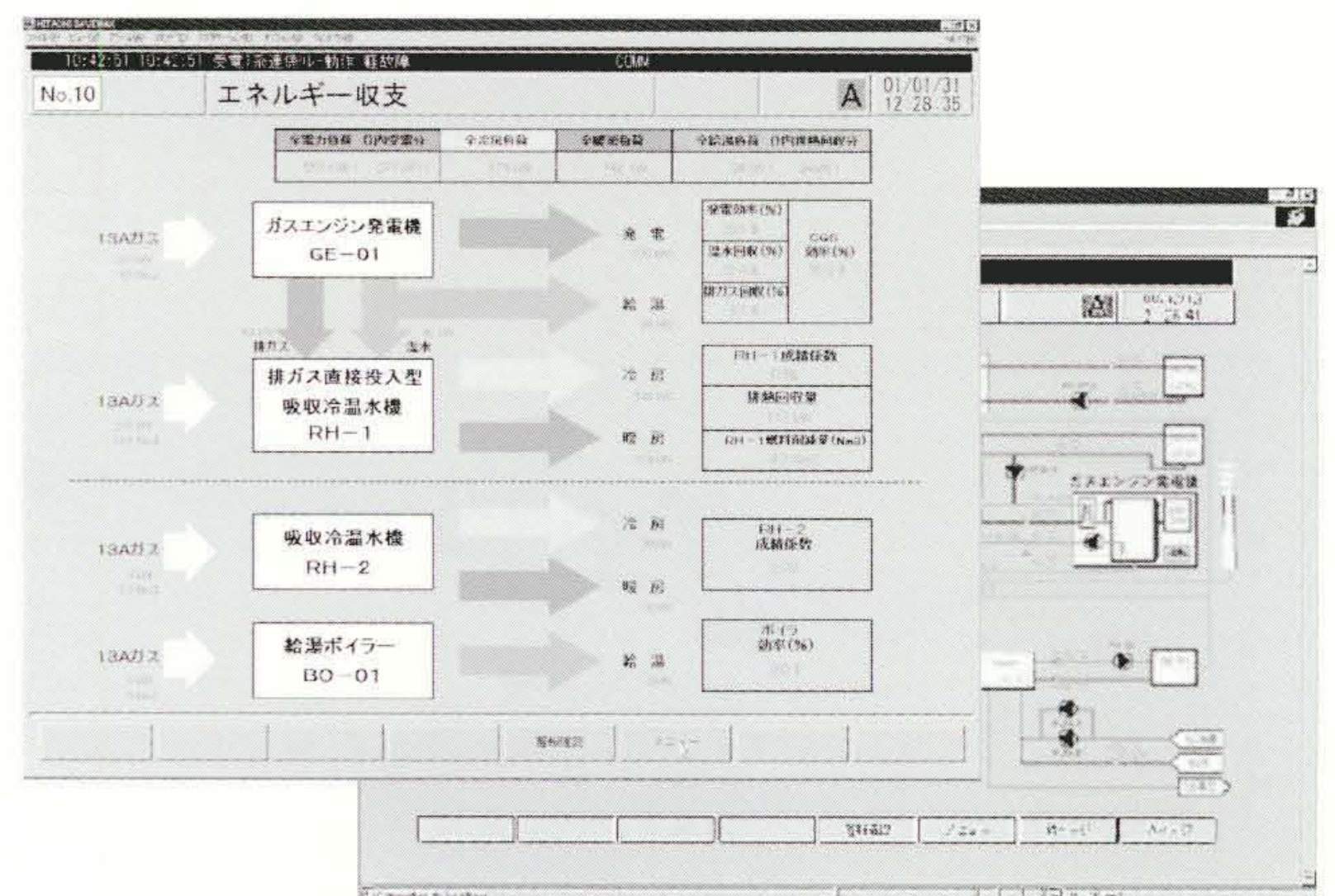


図1 SAVEMAXの画面例

ガスエンジン発電機と冷温水供給機とのコージェネレーション設備でのエネルギー収支を示す。

エネルギー収支計算では、コージェネレーション設備などの電気・熱併給設備の総合効率のトレンド監視を行う。SAVEMAXの画面例を図1に示す。この設備は、ガスエンジン発電機と冷温水機を組み合わせた電気・冷温水併給システムの例である。

この設備の主な特徴は以下のとおりである。

- (1) ガスエンジン発電機と冷温水供給により、四季を通じて総合効率が高い。
- (2) 約40機ある空調機と熱源機器のスケジュール制御を、年間を通して実施する。
- (3) 無効電力の適正化を目的に、進相コンデンサの投入遮断制御(力率制御)を実施している。

また、エネルギー収支画面によって発電・給湯・冷房・暖房の各出力をタイムリー監視することができるほか、システム全体の総合効率と廃熱回収量、およびこれらを総合的に見た燃料削減量を監視することが可能である。燃料削減量とは、コージェネレーション設備で有効利用された熱エネルギーを燃料に換算し、評価に反映したものであり、環境を意識した数値である。これはCO₂(二酸化炭素)の削減量に換算することも可能であり、省エネルギー目標値の明確化という観点からも、地球温暖化を配慮した監視システムと言える。

さらに、生産プロセスに冷水などのユーティリティを供給するプラントでは、プログラマブルコントローラ内部にDDC(Direct Digital Control)実行パッケージを持たせることにより、システム規模に応じた集中制御と分散制御の選択を可能としている。

2.2 エネルギー監視制御システムのIT化

最近のITの進歩により、エネルギー監視制御システム

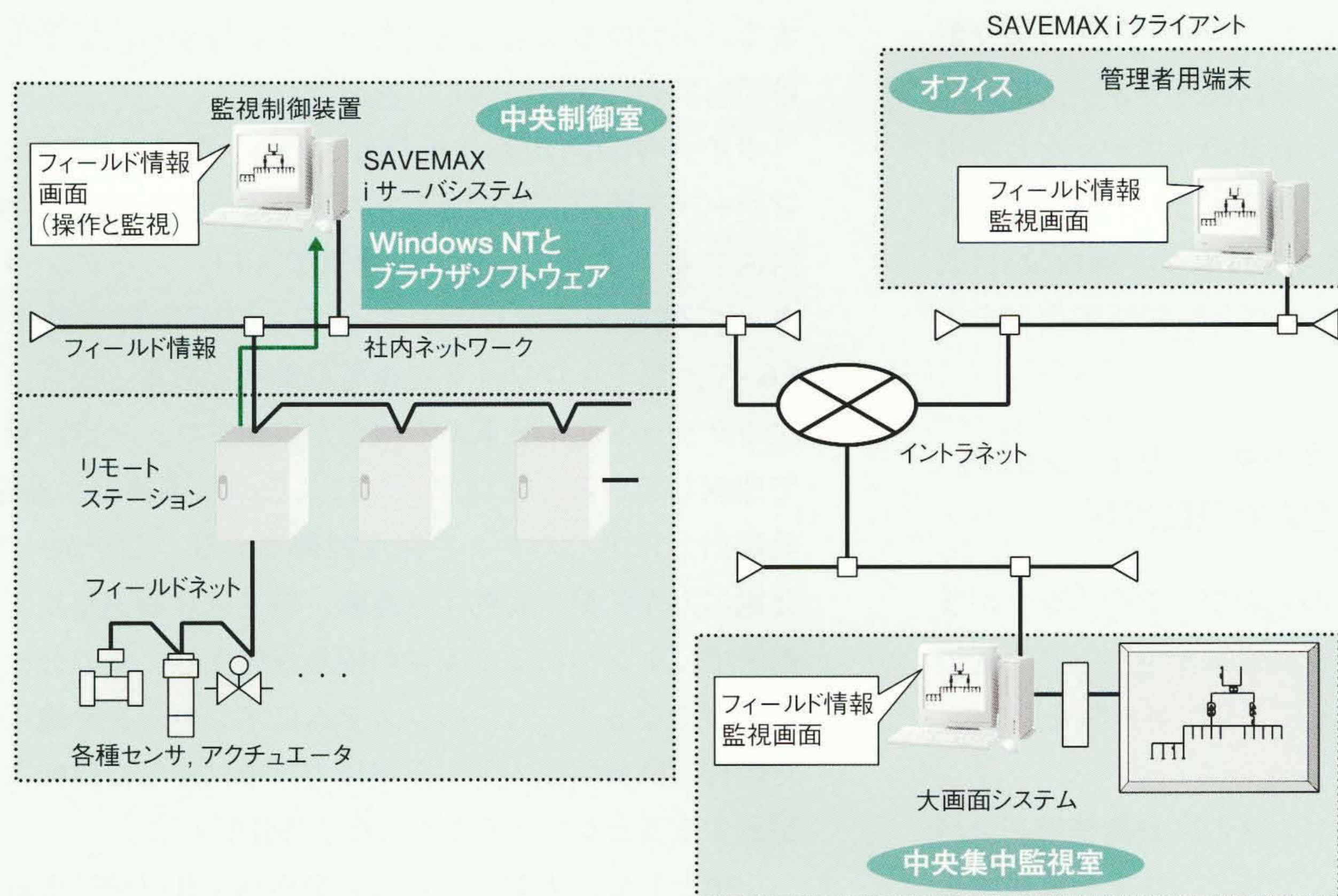


図2 ネットワークで情報を共有化する監視制御システムの構成

社内ネットワークにより、SAVEMAX「iシリーズ」から得られたフィールド情報を共有化している。

でも、ハードウェアやソフトウェア、通信インフラストラクチャーなどの制約が改善されたために、従来実現が困難であったさまざまな機能やサービスが可能になってきている。特に、情報ネットワーク技術は大きな発展を遂げており、単独の閉ざされたシステムからオープンなシステムへと変化している。

日立製作所のSAVEMAXシリーズのうち、オープンなシステムに対応した「iシリーズ」のシステム構成を図2に示す。iシリーズでは、前述のWindows NTをベースとしてネットワークシステム構築が可能な汎用ブラウザソフトウェアを使用し、このブラウザソフトウェアに独自のミドルソフトウェアを載せている。監視制御システムでは高速応答のヒューマンインタフェースが重要なポイントであり、その点を配慮したシステムとしている。同図に示すシステムでは、中央制御室の監視制御装置SAVEMAX「iサーバシステム」により、フィールド情報の監視と制御を実行する。このシステムでは、中央集中監視室で他の監視情報と、大画面システムによるフィールド情報の監視が可能であると同時に、社内ネットワーク（イントラネット）を介し、管理者用端末でも同一情報を監視することができる。

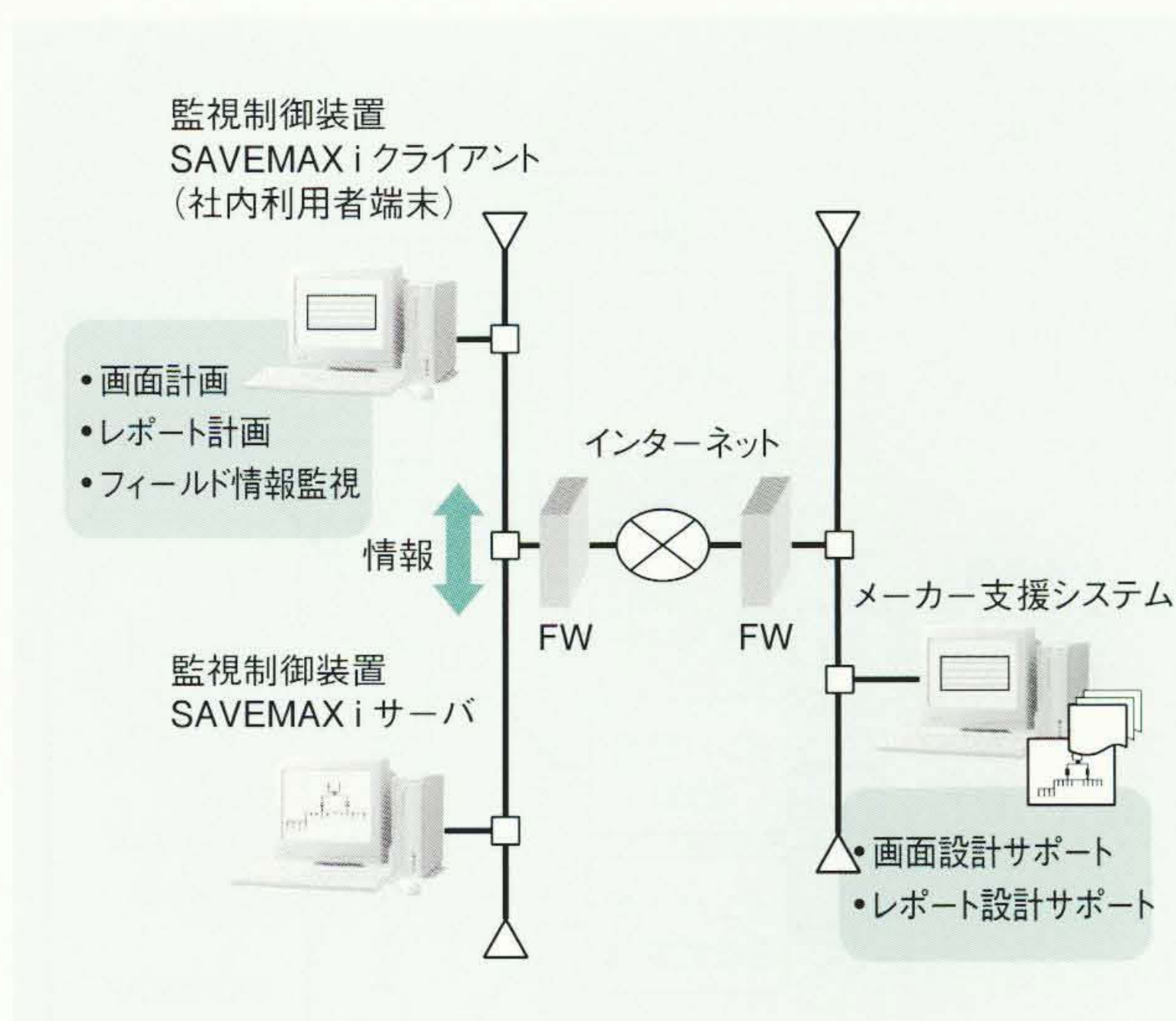
「iシリーズ」の特徴は以下のとおりである。

(1) ブラウザソフトウェアをベースにしたシステムであるため、イントラネットやインターネットとの相性がよ

く、ネットワークシステムの構築が容易である。

(2) Windows NTベースであることから、種々のPP(Program Products)ソフトウェアが使用でき、帳票や画面の作成に拡張性がある。

(3) 汎用ネットワークの活用によってユーザーとメーカー間の情報交換が容易となり、メーカーが準備する種々



注：略語説明 FW(Firewall)

図3 遠隔サービスの例

監視制御装置SAVEMAX「iサーバ」を活用することにより、ユーザーはメーカーの支援システムと連携した遠隔サービスを受けることができる。

の遠隔サービスの授受が可能となる。

遠隔サービスの例を図3に示す。プロセスから切り離され、インターネットでリンクされたメーカー支援システムでは、画面設計やレポート設計のサポートなどが可能であり、迅速な情報交換ができる。一方、社内利用者端末では、iサーバからの情報を受け取り、画面設計(改善設計)やレポート設計、フィールド情報処理などを実行することができる。

3

発電分野におけるエネルギーソリューション —インバータを大型電動機に適用—

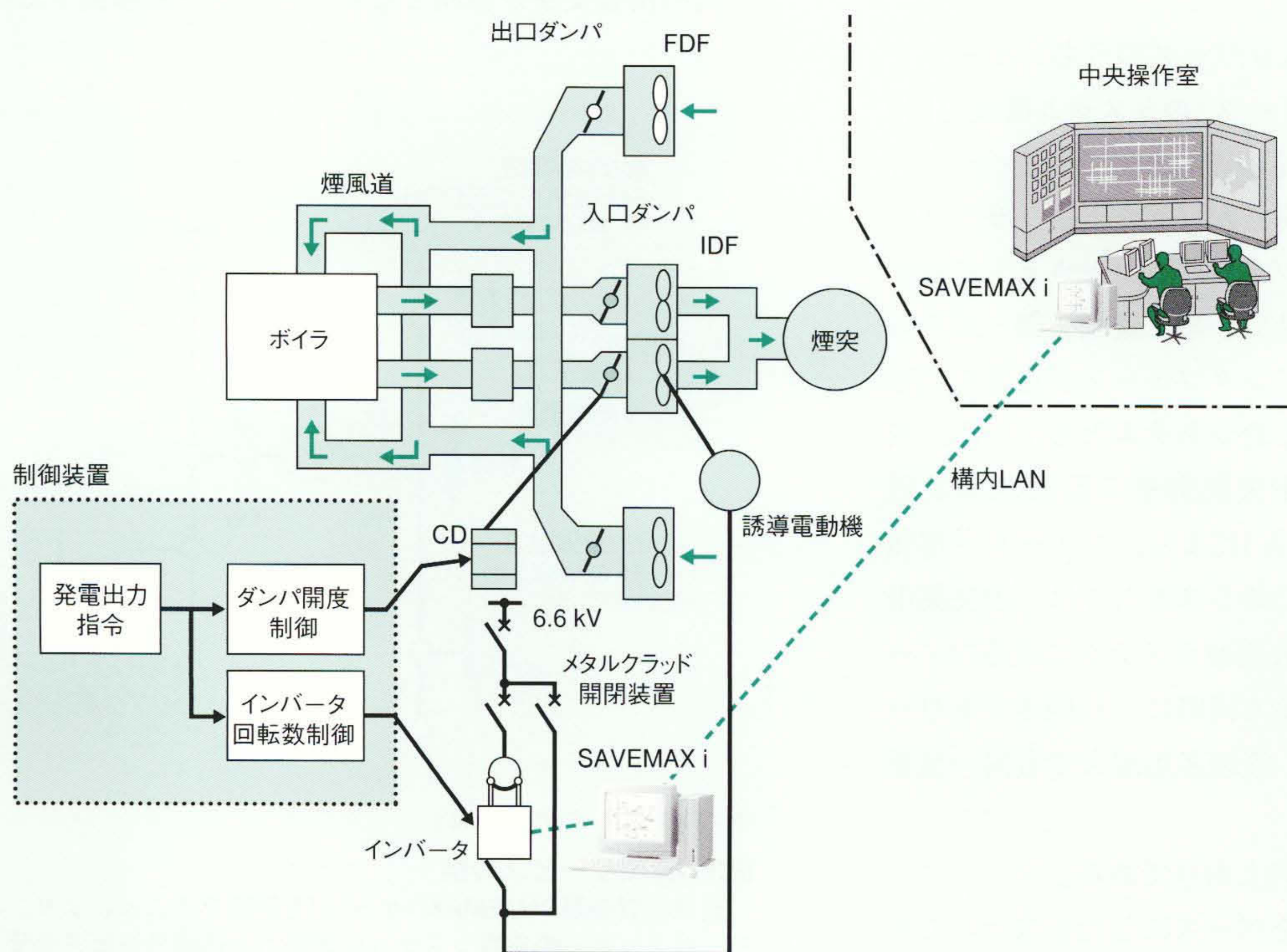
火力発電所には電動機駆動の大型ファンやポンプが多数設置されている。これら主要機器にインバータを適用し、監視装置と融合させることにより、エネルギーソリューションが可能である。

煙風道や配管にはファンやポンプの出力調整用ダンパあるいは弁があり、これらは、システム性能を確保するために、通常、制御装置によって制御されている。したがって、特に需要に応じて発電量を増減する運転の場合、電動機を商用電源で一定速度運転することから、電気エネルギー損失が発生している。電動機で駆動する電源の周波数を可変するインバータをファンやポンプの負荷に

適用した場合、負荷トルクが速度の二乗に比例して低減する、いわゆる二乗低減負荷トルク特性から、駆動電力は回転数の三乗に比例して低減される。

ボイラのIDF(Induced Draft Fan：誘引ファン)にインバータを適用した場合のシステム構成例を図4に示す。同図に示すように、IDFの煙風道入口にあるダンパによって風量調節が行われている。IDF駆動電動機は6.6 kV、数千キロワットの誘導電動機である。通常はメタルクラッド開閉装置から電力が供給され、一定回転数で運転している。入口ダンパによる風量調節は、通常、発電出力に応じたダンパ開度制御である。したがって、発電出力が頻繁に変動する運転、例えば負荷調整用の発電所ではダンパによる風量の絞りが発生し、その分損失が大きくなる。これらのシステムにインバータを適用した場合、制御装置内部の発電出力指令に応じた回転数を制御することができるようになる(同図参照)。

一例として、大規模石炭火力発電所のIDF駆動用誘導電動機にインバータを適用した場合のIDF運転システムカーブを図5に示す。発電定格出力時と50%出力時の特性カーブ上での動作点を同図(a)に示す。50%出力時はダンパ開度を絞って運転していることがわかる。それぞれの動作点に対応する電動機の軸動力(電力)を同図(b)



注：略語説明

FDF (Forced Draft Fan；
押込ファン)

CD (Control Drive)

図4 火力発電所のIDFにインバータを適用した例
大型機器であるIDFにインバータを適用することにより、使用電力を低減することができる。

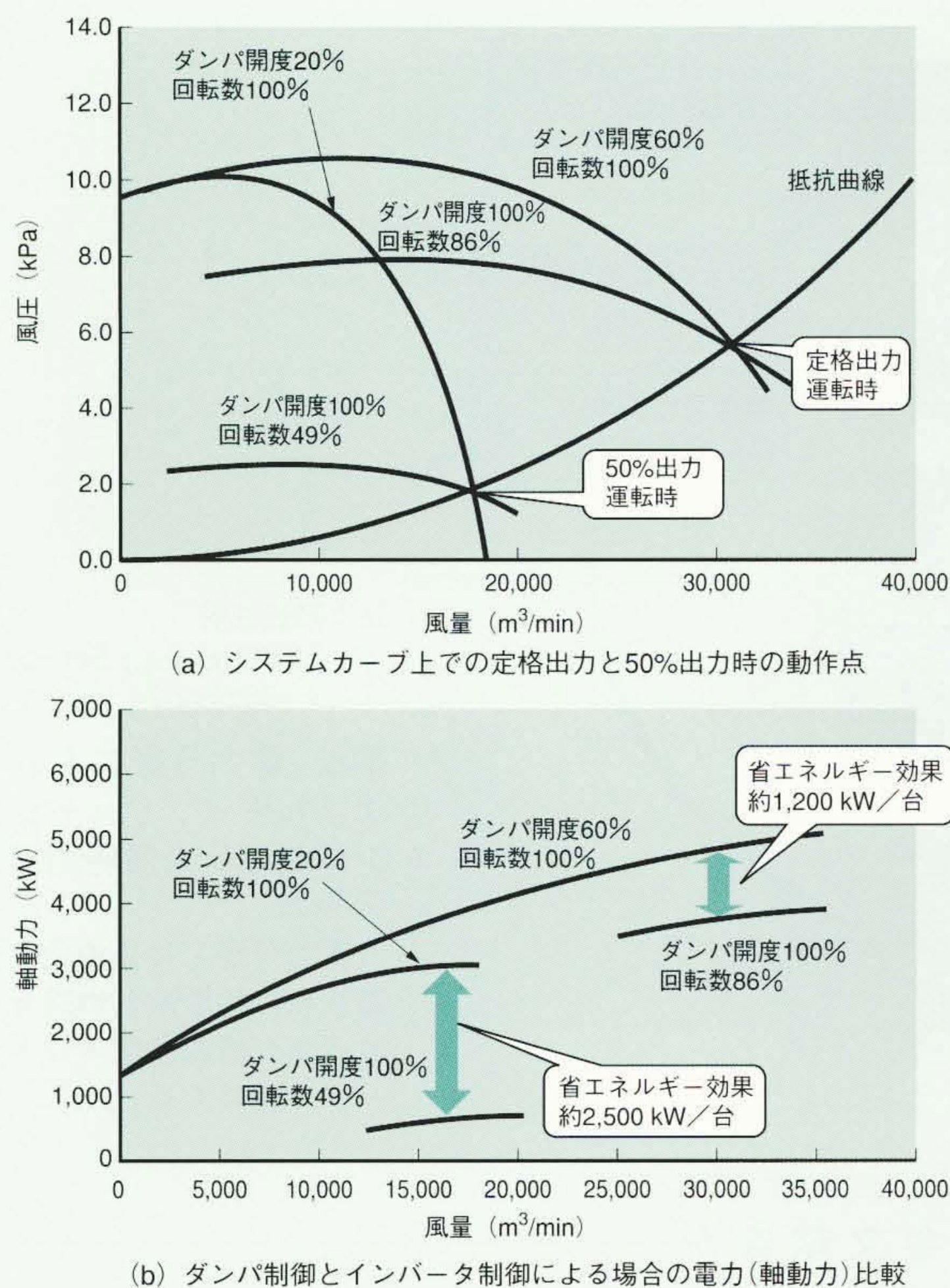


図5 ダンパ制御とインバータ制御の電力比較

発電定格出力で約1,200 kW、50%出力で約2,500 kWの電力量がそれぞれ低減される。

に示す。50%出力時を比較した場合、入口ダンパによる風量調節とインバータによる風量調節では約2,500 kWの電力低減になる。年間の発電所の稼働日数を300日、発電所の利用率を70%と仮定すると、約21 MWhの電力低減となる。発電所には、IDFのほかにも押込ファンや循環水ポンプ、復水ポンプなどの大型機器があり、これらにインバータを適用することにより、総合的な発電所内動力低減が期待できる。所内の動力低減は燃料の低減となり、環境に対する影響への軽減につながる。インバータ運転によるこのような効果は監視装置を導入して定量的に表現することが可能であり、前述のSAVEMAX iサーバを使用することにより、燃料の削減値やCO₂の削減量などを表示することができる。

以上のように、発電所の大型電動機にインバータを適用する主な目的は動力の低減であるが、このほかに以下のような効果を併せ持つ。

- (1) 風量低下と同時に圧力も低下するため、風道で発生する低周波振動の低減につながる。
- (2) 風道内の圧力降下により、騒音が低下する。

(3) 大型電動機の起動時の突入電流が低減されるため、所内系統の安定化が向上し、電動機への電氣的・機械的衝撃が低減される。

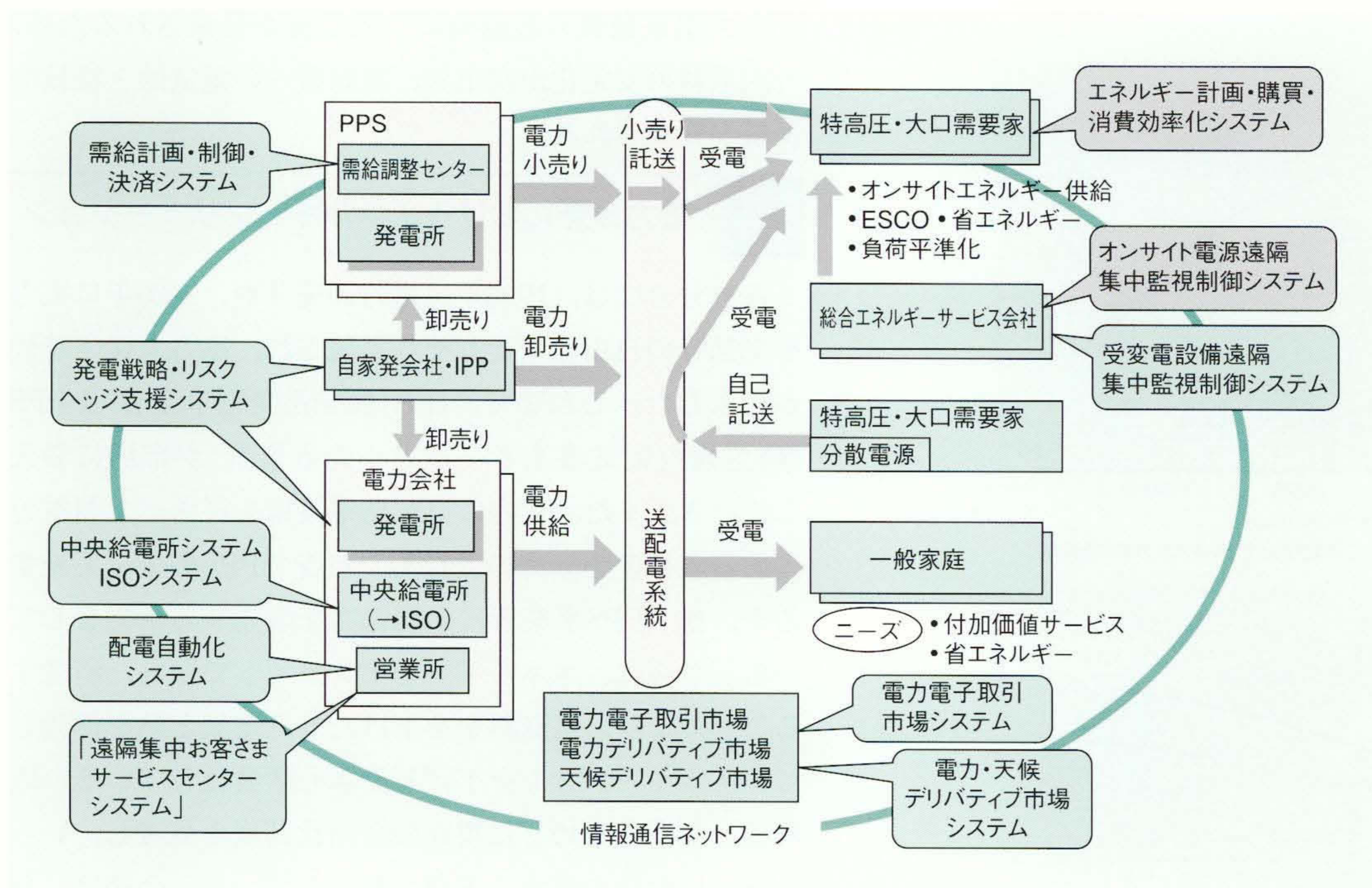
4 電力分野におけるエネルギーソリューション

電力分野では、1995年に電力卸売りが、2000年に電力小売部分の自由化がそれぞれ実施され、電力大競争時代が到来した。これまで、IPP(独立系発電事業者)やPPS(特定規模電気事業者—電力小売事業者)が市場に参入している。また、社内に自家発電設備を持ち、余剰電力のある素材産業分野の会社も、自身でPPS事業を実施するか、他のPPS事業者へ余剰電力を販売する活動をしている。さらに、エネルギーをオンサイトで発電、消費することにより、電気料金を下げたり、電気と熱を併給してエネルギーコストを下げる動きも活発化している。政府は、2003年をめどに現在の自由化制度を見直し、いっそうの自由化を進める方向で検討している。今後は、発電業者や需要家がおのものの責任と判断の下にエネルギーを供給、販売、購入することが求められる。

このような情勢の中で、電力分野の市場構造は複雑化し、各発電業者、需要家が求めるニーズが多様化している。日立製作所は、このような情勢にかんがみ、市場のニーズにこたえる製品群を拡張中である。

電力分野におけるエネルギーソリューションに対応した情報制御システムを図6に示す。同図では、送配電系統を中心とした電力流通の形態と、発電業者および需要家のニーズに対応したエネルギーソリューションの情報制御システムを示している。

日立製作所は、電力会社の約款で規定されている同時同量の達成を中心機能とする需給計画・制御・決済システムをPPSに提供している。また、自家発電会社、IPPおよび電力会社の発電所には、発電計画の立案、発電販売戦略・管理機能、リスク管理・デリバティブ管理を実施する発電計画・リスクヘッジ支援システムを提供している。さらに、電力会社の系統運用に対しては、中央給電所システムや、米国のISO(独立系統運用者)に相当する業務を行う日本的ISOシステムの提供を計画している。電力会社の配電部門には、先に述べた自由化に対応した配電自動化システムの機能拡張を図っている。営業部門へは、「遠隔集中お客さまサービスセンターシステム」を準備し、サービスの向上を目指している。一方、需要家サイドには、表2に示すシステムを提供している。さらに、将来展開として、電力・電子取引市場に対応したシステ



注：略語説明

ESCO (Energy Service Company)

図6 電力分野におけるエネルギーソリューションに対応した情報制御システム

電力分野では自由化が進まれ、需要家と供給元それぞれが情報通信ネットワークで結ばれる。

表2 需要家への提供システム

さまざまな需要家のニーズに合わせた情報制御システムを提供している。

需 要 家	提供システム
特高压・大口需要家	エネルギー計画・購買・消費効率化システム
総合エネルギーサービス会社	オンサイト電源遠隔集中監視制御システム
	受変電設備遠隔集中監視制御システム

ムや、電力・天候デリバティブ市場に対応したシステムも計画している。

5 おわりに

ここでは、エネルギーソリューションを中心に、情報制御のシステム構成、ITに対応した監視制御の方向、また、電気エネルギー低減の具体的アプローチとして、火力発電所での大型電動機へのインバータと監視装置を融合させた応用例について、さらに、電力分野における自由化に対応した情報制御のあり方について述べた。

エネルギーの有効活用は環境保全活動の中の重要なテーマであり、ITの進歩と相まって永続的に発展するものであると考える。

日立製作所は、今後も、環境という大きな課題への取り組みの中で、エネルギーソリューションを通じて種々の提案を進め、社会に貢献していく考えである。

参考文献ほか

- 1) <http://savemax.omika.hitachi.co.jp>
- 2) <http://www.hitachi.co.jp/esco/>
- 3) 梶山，外：省エネルギー追求型の可変速ドライブシステム，日立評論，82，4，273～278(平12-4)

執筆者紹介



梶山 繁

1980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 電機制御システム設計部 所属
現在，エネルギーソリューション監視制御装置の設計・開発に従事
技術士(電気・電子部門)
電気学会会員
E-mail: shigeru_sugiyama @ pis. hitachi. co. jp



宮本 章

1971年日立製作所入社，電力・電機グループ エネルギーソリューションサービス推進本部 所属
現在，ESPおよびESCO事業推進に従事
E-mail: akira_miyamoto @ pis. hitachi. co. jp



西村 朝男

1978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 発電制御システム設計部 所属
現在，火力発電プラントのエネルギーソリューション事業に従事
E-mail: asao-nishimura @ pis. hitachi. co. jp



上杉 萬里夫

1973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 情報制御エンジニアリング部 所属
現在，電力自由化に伴うITを活用したエネルギーソリューション事業に従事
E-mail: mario_uesugi @ pis. hitachi. co. jp