エネルギーソリューションの現状と展望

大橋　一弘（おおはし　かずひろ）

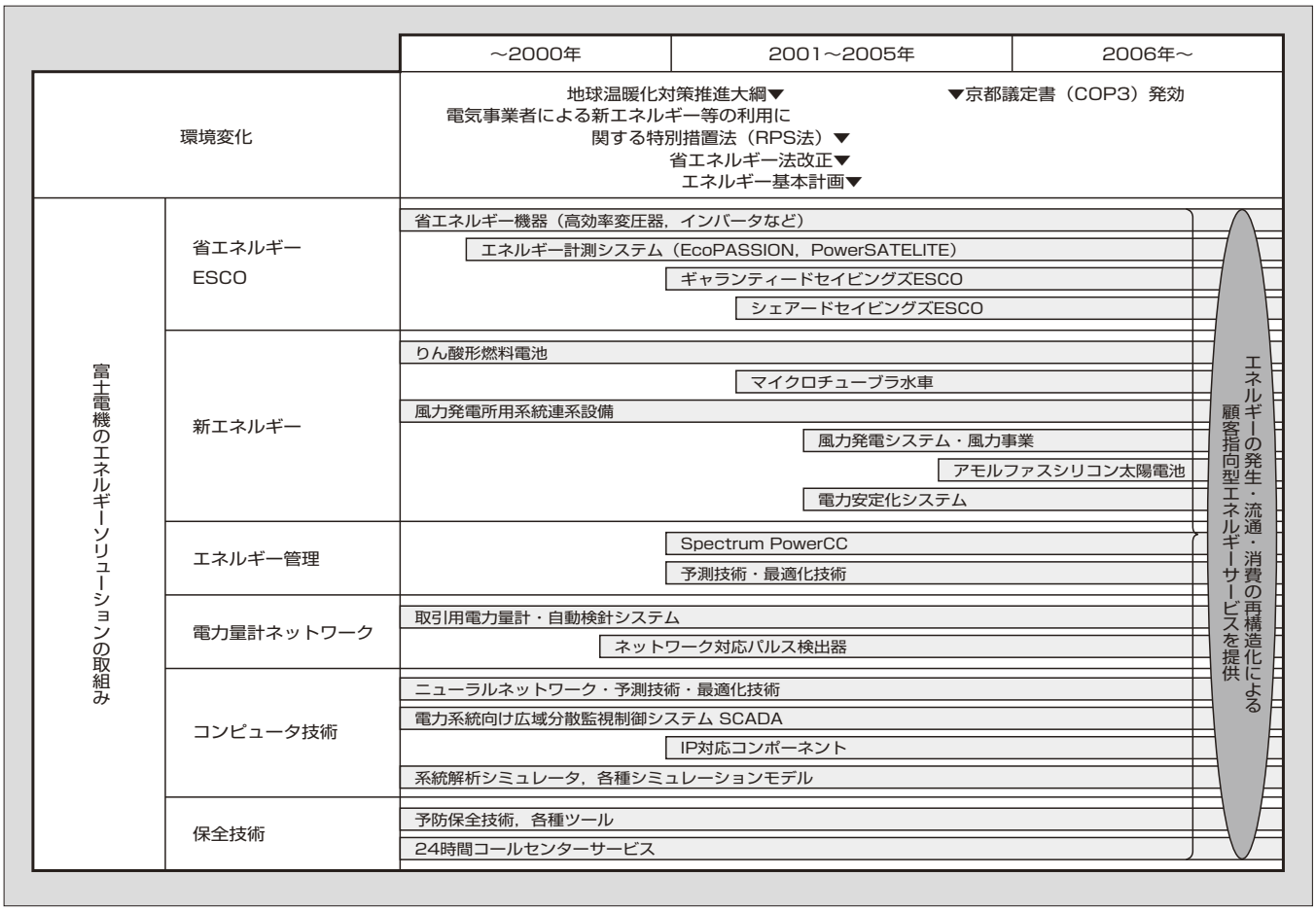
1　まえがき

地球温暖化，酸性雨，オゾン層破壊，熱帯雨林の減少，砂漠化など国境を越えた地球規模の環境問題が深刻化している中，2005年2月，京都議定書が発効した。わが国でもエネルギーセキュリティ，環境適合，市場原理の活用の視点に立った中長期的なエネルギー政策「エネルギー基本計画」が公表され，エネルギー源代替（脱石油），省エネルギー，さらに電力取引市場の開設に代表されるエネルギー分野への市場原理の導入などが示されている。

富士電機は1992年に「環境保護基本方針」を制定し，ISO14001認証取得，生産プロセスにおける省エネルギーの推進，徹底した3R（Reduce, Reuse, Recycle）によるごみゼロエミッション化を展開するとともに，エネルギー，発送配電，水処理，産業・交通，情報，生活など各分野にソリューションを通して地球環境保護・保全活動に取り組んできた。

エネルギー分野では，省エネルギー・ESCO（Energy

図1　環境の変化とエネルギーソリューションにおける富士電機の取組み



大橋　一弘

エネルギーソリューションシステムの技術企画，システムエンジニアリングに従事。現在，富士電機システムズ株式会社e-ソリューション本部エネルギーソリューション統括部長。電気学会会員。

Service Company），新エネルギー，エネルギーマネジメントシステム，電力品質対策，保全などの技術を集約し，「エネルギーソリューション」として，地球環境問題への対応，エネルギーセキュリティの確保およびエネルギーコスト低減に貢献してきた。**図1**に環境変化とエネルギーソリューションにおける富士電機の取組みを示す。以下に富士電機のエネルギーソリューションの概要を紹介する。

2　エネルギーソリューション技術の現状と展望

2003年10月に「エネルギー基本計画」が閣議決定・国会報告された。この計画において，電力の需要にかかわる基本的な方向性は下記に要約できる。

(1)　エネルギーの需給に関する施策
　①　市場原理に任せていては十分な取組みが期待できない研究開発に関する支援
　②　国民全体の利益や安全確保のための公的規制
(2)　エネルギー需要対策
　①　資源節約型経済，社会構造の構築
　②　負荷平準化
(3)　多様なエネルギーの開発導入
　①　原子力の開発，導入および利用：安全確保を大前提に基幹電源として推進
　②　新エネルギー開発，導入および利用：自給率向上，地球温暖化対策に資するとともに，分散型エネルギーシステムとしても期待

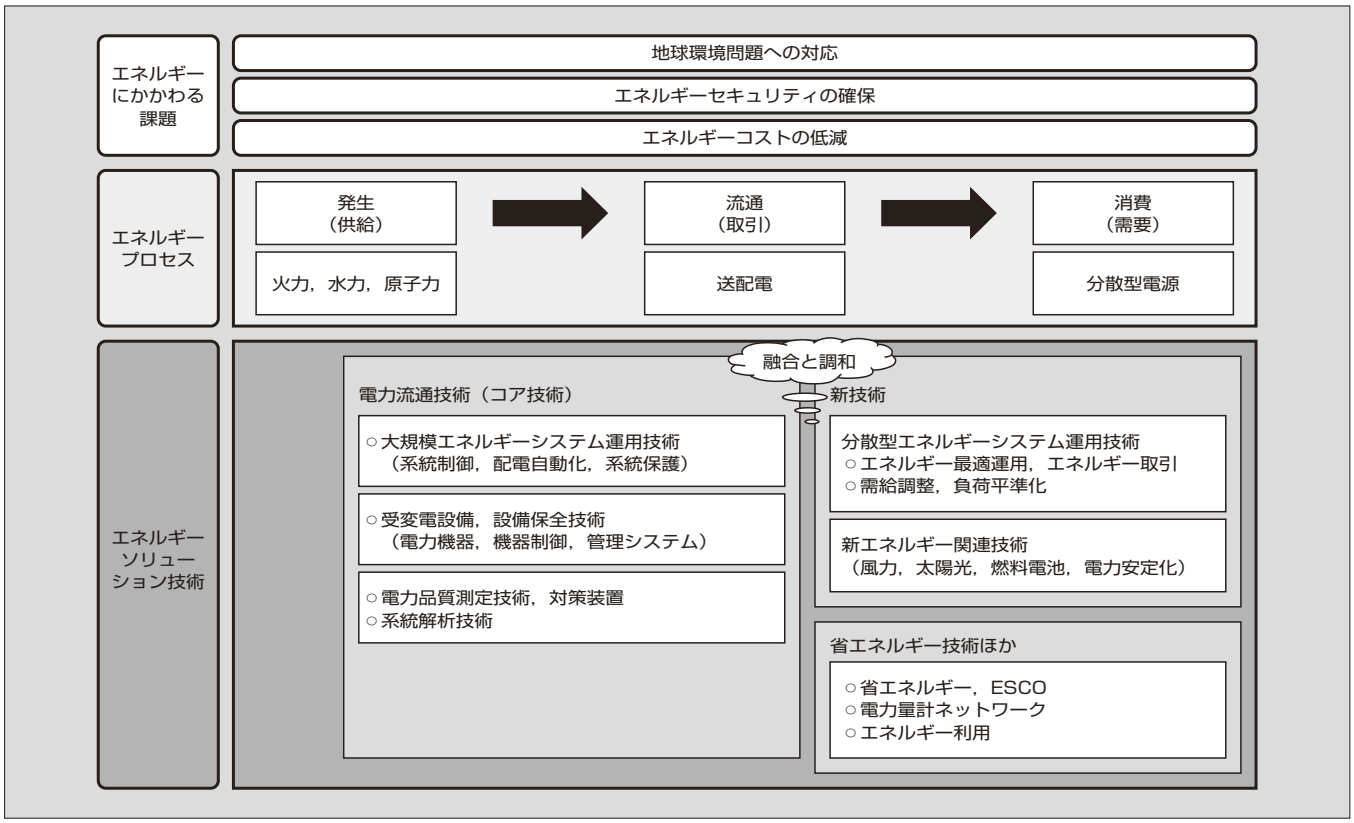
これは，中長期的には省エネルギー，原子力発電を基盤とし，新エネルギーの分散型電源としての活用により，セキュリティ，環境への適合を確保していこうというものである。エネルギーシステムの観点から見ると，原子力発電を中心とする既存の大規模エネルギーシステムを基盤に，新エネルギーなどを取り込んだ分散型エネルギーシステムを調和させたネットワークの構築が，今後の課題と考えられる。

これらはさらに環境整備面，制度面，技術面での課題を明らかにされ，進められていくと考えるが，技術面では以下の課題を解決することが重要ととらえている。

○需要家の省エネルギー対策やエネルギー管理の支援を行う技術，ESCO事業による支援
○燃料電池，太陽光発電，風力発電，小水力発電などの新エネルギーなどにおける機器技術，系統連系技術
○分散型電源による電力品質の悪化を改善するための電力品質計測・状態把握・対策技術および系統解析技術，安定化制御技術
○既存の大規模なエネルギーシステムと分散型のエネルギーシステムの調和を目指して，分散型エネルギーの貯蔵システムを含めた運用制御技術
○IT（Information Technology）活用によるバーチャルマイクログリッドシステムの構築技術
○熱を含むエネルギーの発生と消費に対する需給一体制御や市場取引支援などの機能を有するエネルギー管理技術

富士電機は以上の課題解決に対し，**図2**の富士電機のエネルギーソリューション技術に示すように，エネルギーの発生，流通，消費の一連のサイクルに対し，電力の「流

図2　富士電機のエネルギーソリューション技術



通」技術を核として，既存の大規模なエネルギーシステムと新エネルギーなどを取り込んだ分散型のエネルギーシステムとの調和を目指したエネルギーソリューション技術の再構造化を進め，省エネルギー，ESCO，電力量計ネットワーク，設備保全までを含めたより顧客指向型の総合的なエネルギーソリューションを展開している。

3　富士電機の取組み

表1に富士電機のエネルギーソリューション技術の概要と主な商品・サービスを示す。これらの主な取組み事例としては，地域エネルギーシステム（マイクログリッド），ESCOサービスを含む需給一体制御システム，出力変動抑制設備を含む風力発電設備と風力事業，軽くて柔軟なフィルム基板型アモルファスシリコン太陽電池などがある。また，産学官協同研究や海外（中国）との共同開発など，国家プロジェクトへの参画や外部機関との協力による新しい技術や製品の開発にも鋭意取り組んでいる。以下に各ソリューション技術について紹介する。

3.1　省エネルギー ESCO ソリューション

省エネルギー対策は，最終消費エネルギーを削減することによりエネルギー消費を起源とする二酸化炭素（CO_2）の発生を抑制し，温暖化防止に寄与することが狙いであり，新エネルギーなどの導入と並んで環境対策の柱として重要なものの一つである。「エネルギー使用の合理化に関する法律」（省エネルギー法）の理念に示されているとおり，省エネルギー対策とはエネルギーを合理的に使用することであり，むだを省いてエネルギーを有効に使用することが基本となる。節約・我慢だけの省エネルギーでは持続性がなく効果も限られるため，生産性，快適性などを損なわずに効果的な省エネルギーを実現するためにシステムの見直しを含めた根本的な対策が求められる。そのためには創意・工夫と専門的な知見が必要である。

富士電機は高効率機器や省エネルギー対策機器の開発とともに，各種プラントの制御技術を応用した省エネルギーエンジニアリングにも積極的に取り組んでおり，幅広い視点で省エネルギーソリューションを提供してきた。特に自治体向けの業務用ビルのESCO事業で効果を上げており，計測・制御技術を生かしたBEMS（Building Energy Management System）の構築など省エネルギー技術の高度化に注力し，今後も各方面の省エネルギー対策に貢献していきたいと考えている。

3.2　新エネルギーソリューション

富士電機では早くから燃料電池やアモルファスシリコン太陽電池の技術開発を行うとともに，風力，小水力，波力，地熱といった新エネルギー・再生可能エネルギーにも取り組み，多くの経験を有している。

現在，国内で唯一商品化されているりん酸形燃料電池において，富士電機は電池寿命を4万時間から6万時間に延長した100 kW機を市場投入した。さらに，用途拡大のために水素供給機能を付加した機種の開発や家庭用固体高分子形燃料電池の開発を強力に進めている。

2004年10月に販売開始したフィルム基板型アモルファスシリコン太陽電池は，軽く，柔軟であるという特長から太陽電池の可能性を大きく広げられる製品として注目されている。加えて，従来の結晶系の太陽電池と比較しエネル

表1　エネルギーソリューション技術と商品

セグメント	内　容	商品・サービス	備考（今後の展開）
省エネルギー ESCO	お客様のエネルギーコスト削減に関するコンサルティング，施策実施	○省エネルギー計測 ○省エネルギーコンサルティング ○インバータによるESCO ○コージェネレーションによるESCO	○新エネルギーとの融合による環境対策推進
新エネルギー	新エネルギー，再生可能エネルギー利用のため設備供給，エンジニアリングサービスの提供	○風力発電，風力発電事業 ○太陽光発電 ○マイクロ水力 ○燃料電池（バイオマス発電）	○自然エネルギー出力安定化推進
エネルギー管理 分散型エネルギーシステム	お客様のエネルギー利用状況の把握，運用や調達の合理化，最適化のためのソリューション，サービスの提供	○電力品質計測 ○電力品質対策機器 ○エネルギー管理，最適運用 ○発電機制御 ○エネルギー市場取引支援 ○系統解析技術	○総合エネルギー管理システムによる差別化アイテムをラインアップ ○広域電力品質計測システムへの展開
電力量計 ネットワーク	電力の計量にかかわる設備供給，ソリューションの提供	○電力量計 ○自動検針システム ○自動検針用通信端末 ○停止・停解装置	○ネットワーク化による計量データ処理範囲の拡大
コンピュータ技術	信頼性の高いエネルギー流通のための設備供給，ソリューション，サービスの提供	○系統監視システム ○配電自動化システム ○情報共有化システム ○テレコン・テレメータ ○保護リレー	○IP対応コンポーネント化
保全技術	エネルギー設備の保守，運用受託，予防保全のためのサービス提供	○保守ネットワーク活用 ○コールセンター ○運転・調達，保守委託	○廃棄物，HACCPなどのメニュー拡大によるトータルサービスの実現

図3　フィルム基板型アモルファスシリコン太陽電池モジュール

ギーペイバックタイム（製造に使ったエネルギーを製品自体が発電して回収する期間）が短く，製造時の環境負荷が少ないという特長もある。**図3**に柔軟に曲がるフィルム基板型アモルファスシリコン太陽電池モジュールを示す。

風力発電は，初期コストおよびランニングコストの低減を目的とし，単機出力の大型化や大規模なウィンドファーム化が進んでいる。一方，風力発電は計画的な出力制御が困難なことなどから，系統連系に際して種々の制約を受ける場合がある。富士電機は，豊富な経験を有する発変電システムの監視制御技術，系統解析技術などを活用した電力安定化装置も提供し，風力発電システムと電力系統との融和にも努めている。

3.3　分散型エネルギーシステム

風力発電や太陽光発電などの自然エネルギー発電は，出力が自然条件に左右されるため不安定であり，電力系統の周波数や電圧の安定のため連系には限界がある。自然エネルギー発電を含む分散型電源を，電力系統への影響を最小限に連系させる手段として，種々の分散型エネルギーシステムが提唱されており，その中の一つとしてマイクログリッドが注目されている。

マイクログリッドは，複数の需要家が存在する特定の地域に，コージェネレーションや太陽光発電，風力発電などの分散型電源を設置して電力を自給するオンサイト型電力供給システムで，グリッド（系統）内のエネルギー需給バランスを保ち，系統連系点での電力潮流を安定化させるために同時同量制御が必要となる。富士電機は，発電機，インバータなどの機器技術，計測・情報処理技術，システムの監視・制御・保護技術，電力系統安定化対策技術など広範な技術の集積によりシステムの構築を推進している。

3.4　エネルギー管理「Spectrum PowerCC〈注1〉」

富士電機は熱を含むエネルギーの発生と消費に対する需給一体制御に最適なエネルギー管理システム「Spectrum PowerCC」の適用を進めている。

Spectrum PowerCCは，SCADA（Supervisory Control And Data Acquisition）をはじめ，需要予測，発電計画，発電機制御などの標準機能や，各種データ連係，システム構築，メンテナンスの容易なエンジニアリングツール，データ連係を容易にする各種標準規格，Windows〈注2〉やWebなどの最新のITを取り込んだ標準ソフトウェアパッケージである。さらにSpectrum PowerCCをプラットフォームとし，従来の電力監視制御システムで培ってきた技術・ノウハウを生かして，例えば卸電力取引に対応した需要家側における取引支援機能などの富士電機独自のアプリケーションと組み合わせることにより，日本市場に適合したエネルギー総合管理システムとして提供を進めている。

3.5　電力量計ネットワークシステム

電気料金取引用の法定計量器である電力量計とその計量データを処理する自動検針システムの導入は以前から進められており，500 kW以上の大口需要家についてはほぼ一巡し，高圧需要家については電力小売自由化の進展により，急速にニーズが高まり，導入も加速している。また，一般の低圧電灯需要家については，難検針地域を対象に一部導入が図られており，電源の負荷側の入切を行う，停止・停解ニーズも高まっている。

富士電機では，カレントループ方式通信機能を持つ電子式電力量計および各種通信メディアを利用した上位ネットワークと電力量計とを接続する通信端末など，電気事業者と需要家の間の適正な計量を担保することを前提として，国際規格との整合や技術進歩に即した法規制の変化，運用面の要求変化に対応した製品，システムを開発し，電力量計をコアとしたネットワークシステムの普及に取り組んでいる。今後は，電力小売自由化などの環境変化に基づく要求と技術進歩により，多機能化された電力量計の検針業務の効率化，計量データ提供などによるサービス向上，機器のトータルコスト低減や，これによる計量データ処理範囲の拡大などの検討を一層進めていく。

3.6　コンピュータ技術

電力系統の基盤となる大規模なエネルギーシステム向けの監視制御システムは，ある地域単位に集中監視制御をする形態であった。しかし，電力流通分野においても，業務の効率化，設備のスリム化の重要度が高くなってきており，監視制御システムの統廃合が進み，広域に分散配置されたシステム間の情報共有，相互バックアップ，業務の高度化などの要求が高まっている。

富士電機ではこれらの水平統合を進めた広域分散型監視制御システムの構築のための技術開発を進めている。また，現場機器に直結した保護制御装置やテレコン装置についても，IP（Internet Protocol）ネットワーク技術を適用した装置の開発が進められており，コンピュータの設置場所を意識しないシステムの構築が可能となってきた。これらの技術は分散型エネルギーシステムへの適用も可能である。

〈注1〉Spectrum PowerCC：ドイツ・シーメンス社の登録商標

〈注2〉Windows：米国Microsoft Corp.の登録商標

一方，このような状況の中で，エネルギーの効率運用や設備の長寿命化などの保守・保全業務の見直しも重要な要素となってきており，ニューラルネットワークを適用した予測技術などの応用アプリケーションの開発，設備効率運用を支援する保全技術の展開を進めている。また，情報セキュリティへの対応として，単なるユーザーID，パスワードのみでなく，ICカードによる認証や運用者レベルに合わせた運用地域，業務範囲の権限委譲を行う機能などを開発している。

3.7　保全技術

電気設備の保安規制は，1995年の「電気事業法」の改正により，事業者の自己責任重視の方向に見直されてきており，信頼度的にも，経済的にも最適な保全計画が要望される。

富士電機では，余寿命診断技術による予知保全や，リモート診断，長期保全計画最適化などの支援ツールの提供，24時間365日対応のコールセンターなどによるライフサイクルサービスを推進している。

4　あとがき

持続性のある循環型社会の形成は必須の課題である。

富士電機は今後ともグループの技術力を結集し，「環境とエネルギーの調和」を目指し引き続き努力を惜しまぬ所存である。

本特集号を発刊するにあたり，業界各位に謝意を表するとともに，今後ともご指導・ご支援をお願いする次第である。

参考文献

(1)　資源エネルギー庁．エネルギー基本計画．2003-10.

(2)　松村基史ほか．エネルギーソリューションの現状と展望．富士時報．vol.75, no.11, 2002, p.601-606.

e-Front runners

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。