

電力流通システム分野におけるソリューションの現状と展望

松村 基史(まつむら もとふみ)

大橋 一弘(おおはし かずひろ)

小林 直人(こばやし なおと)

1 まえがき

電力市場での自由化が進んでいる。海外の電力自由化先進国では、従来の発電・送電・配電・販売まで一貫した強固な垂直統合構造から、機能分離しそれぞれの独立性が強まる構造へと変化が起きている。日本でも電力自由化・規制緩和に伴い、PPS(特定規模電気事業者)などの新規発電事業者の参入、コージェネレーション・省エネルギーなどのエネルギーサービス関連事業の活発化など、電気事業構造が変わりつつある。

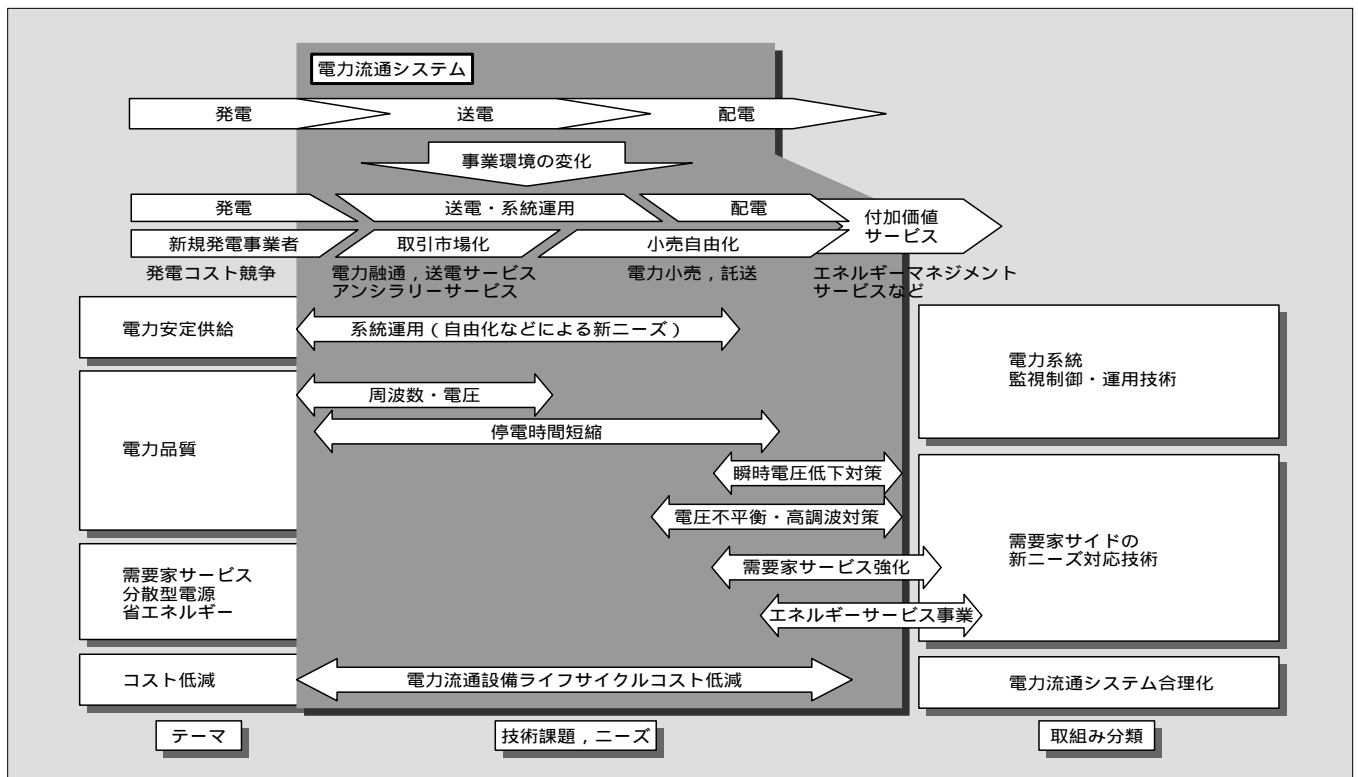
一方、地球環境問題がクローズアップされ、二酸化炭素排出量削減に向け、風力・太陽光などの新エネルギー導入促進のための制度設計や、ESCO(Energy Service Com-

pany)事業導入支援などを含む省エネルギー対策強化が政府主導で検討されている⁽¹⁾⁽²⁾。

電力自由化による経済性追求と環境問題への対応の両立、すなわち環境負荷軽減メカニズムを組み込みつつ市場原理が機能するシステム(制度)作りが大きな課題となっている。

電気事業環境変化の概念と電力流通システム分野に関連するニーズを図1に示す。こうした環境下、電力流通システム分野に関連した新しいニーズを、電力の安定供給にかかわる電力系統監視制御・運用技術に関するもの、需要家サイドの新ニーズ対応技術に関するもの、そして電力流通システム合理化に関するものの三つに分け、それぞれについて富士電機のソリューション技術と取組みの概要を以下

図1 電気事業環境の変化と技術課題およびニーズ



松村 基史
電力流通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, 電機システムカンパニー電力システム本部電力流通システム事業部長。電気学会会員。



大橋 一弘
配電分野のエンジニアリング業務に従事。現在, 電機システムカンパニー電力システム本部電力流通システム事業部電力ソリューション部次長。電気学会会員。



小林 直人
電力系統分野の技術企画業務に従事。現在, 電機システムカンパニー電力システム本部電力流通システム事業部電力ソリューション部課長。電気学会会員。

に紹介する。

② 電力系統監視制御・運用技術

2.1 オープン分散システム構築技術

富士電機では、電力流通システム分野において電力系統監視制御システム（SCADA）、給電指令システム（EMS）、配電自動化システム（DMS）⁽³⁾など多くの自動化システムを納入してきた。その構成は、近年ではオープン分散システム構成が主流である。オープン分散システムとは、コンピュータシステムや通信プロトコルなどに、標準のプラットフォームを採用することで、低コストで逐次拡張性（Scalability）や相互接続性（Inter-operability）、ソフトウェアの可搬性（Portability）、そして高い操作性を実現したものである。それにより他システムとのフレキシブルな情報交換を通じた情報の高度活用も容易とする。また、電力用途としての汎用ハードウェアの信頼性検証と採用、各種ネットワーク対応技術開発・製品化、さらには図2に示すとおり、電力系統特有のプラント特性に適応した性能向上技術と系統拡張への柔軟性、そしてシステムの標準化対応を併せ持つ電力分散システム用ミドルウェアを標準プラットフォームとして開発・適用を進めてきた。

今後、電力自由化の進展とともに、発電入札、電力取引など、これまでとは異なった機能も必要となる可能性がある。それに伴いSCADA、EMSにも新しい監視制御、情報交換機能が求められ、かつそれらは時代の変化に即した拡張性が求められ、この視点からもオープン分散技術の採

用は不可欠であると考えられている。⁽⁴⁾

一方、国際的にはIEC TC57（電力システム制御）で電力系統監視制御における通信方式と情報モデルの標準化と規格化作業が活発に進められている（図3参照）。ここではSCADA、EMS、DMSのみならず、変電所内プロセス（現場）レベルまでのネットワーク化も審議されている。さらに、大容量通信網をバックボーンに電力系統運用の信頼性と効率化を追求した広域分散構想も検討されてきている。

これらの動向を踏まえ富士電機は、これまで培った電力系統監視技術に加えて、標準化、オープン化そして最新鋭のネットワーク技術を導入したシステム構築を今後とも推

図3 IEC TC57 で審議中の規格概要

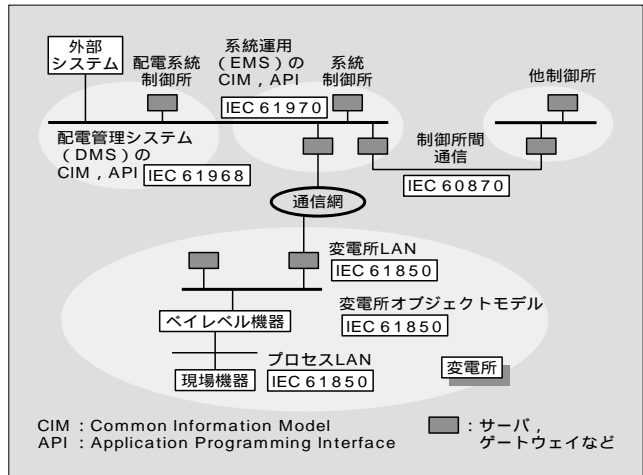
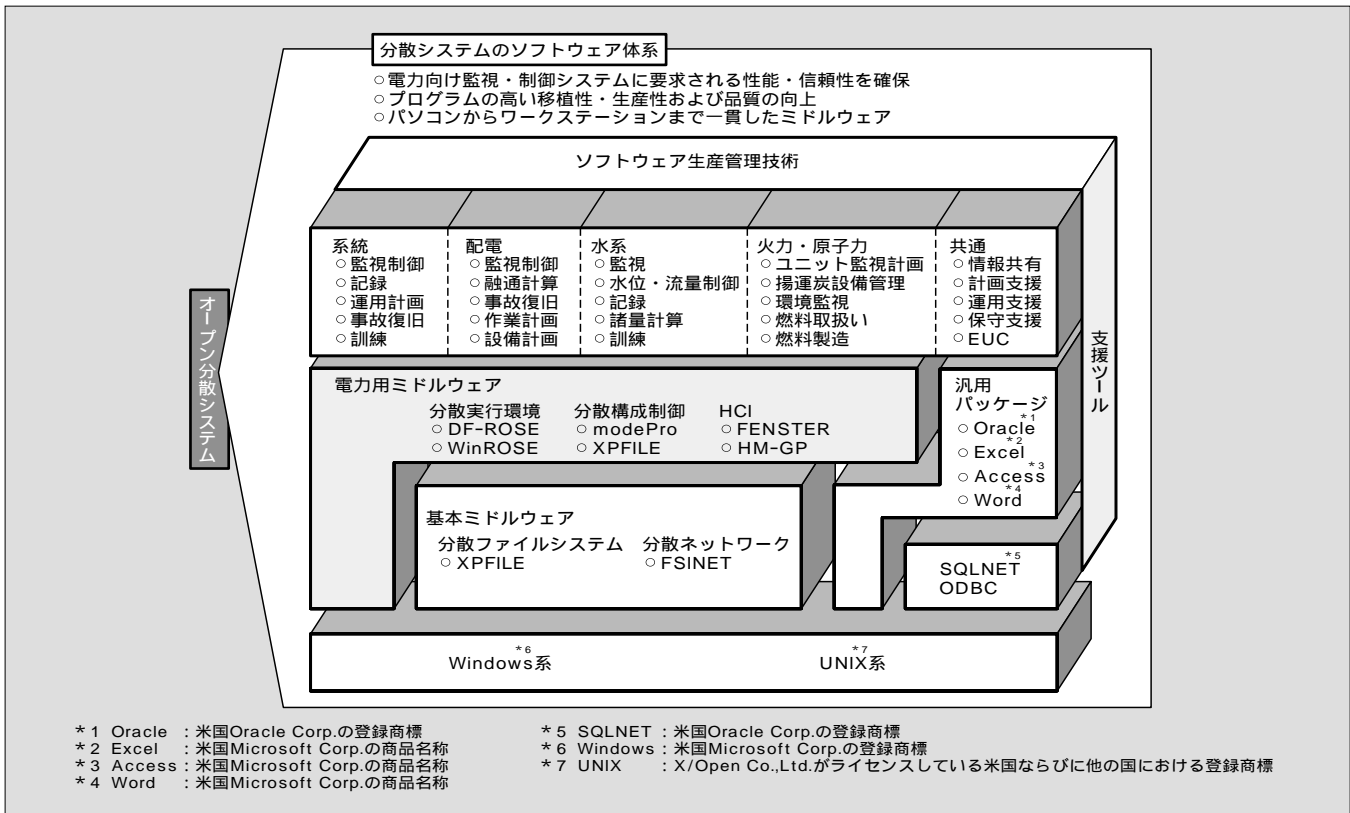


図2 富士電機の分散システムソフトウェア体系



進し、多様化する電力会社、需要家のニーズにこたえていく計画である。

2.2 電力系統運用における技術

電力自由化の進展に伴い、電力系統の運用は電力会社による計画経済的系統運用から市場による系統運用へと変化するといわれる。そこでは新規発電事業者と託送サービスの増加、系統内での相対取引の増加などの市場化が進むものとみられ、これに伴い系統運用上の不確定要素、変動要素が増えるものと見られる。その中で系統運用者には系統信頼度を維持した需給制御が求められるとともに、送電サービスの公平性、透明性も求められる。

富士電機ではこれまで負荷予測、系統信頼度評価、運用支援の分野で最先端の技術開発に取り組んできた。負荷予測についてはニューラルネットワークを適用した最大電力予測、日負荷曲線予測などを実用化している。信頼度指標の一つである電圧安定度解析に対しては日本初の連続型潮流計算技術を実用化した。また運用支援として、内点法を用いて高速性、高収束性を実現した最適潮流計算を開発している。今後、系統変動要素に迅速に対応でき、かつ公平性、透明性を確保した系統運用のため、系統状態リアルタイム把握に向けた系統信頼度解析技術や経済性のみならず安定度・環境条件など多様なファクタを考慮した最適潮流計算技術などにより、電力系統の市場変化を視野に入れた系統運用支援機能の強化を進めていく。

③ 需要家サイドの新ニーズ対応技術

規制緩和に伴う電力事業環境の変化は、配電分野を含む需要家サイドにおいて現在最も活発である。電力会社による情報通信インフラストラクチャー（インフラ）整備、新エネルギーの導入促進、エネルギーコスト低減・省エネルギーを目的としたコージェネレーションなど分散型電源の系統連系増加、またそれに伴い懸念される電力品質確保の問題など、配電系統の運用に対するニーズや需要家のニーズは複雑化してきている。このような環境変化に対応し富士電機では配電自動化システムや自動検針システムなどで培ったオンライン監視制御技術などを基盤としたソリューションの展開を進めている。

3.1 需要家サービス

電力会社では、需要家離脱防止のための付加価値サービスとして、「お客さまサービス事業」を推進している。需要家は、IT（Information Technology）応用などによってもたらされる多機能サービスなどの付加価値を今後さらに求めていくものと予想される。富士電機では、豊富な製作実績を持つ電力量計について、その電子化・多機能開発を通して、自動検針、多様な料金制度対応などのニーズ対応に取り組んでいる。さらに電力量計は単なる電力量計測だけでなく、需要家と電力会社を結ぶ情報端末に進化することを想定し、通信インタフェースの具備、電気料金表示

などのインテリジェント化開発も進めている。

3.2 電力品質

供給信頼度を含む電力品質に関しては、将来的には需要家ニーズに対応し需要地域での多品質化供給も検討されている。配電系へは、今後分散型電源連系の増加が予想され、系統および電力品質に与える影響の解析とその対策の複雑化に拍車をかけている。停電・瞬時電圧低下対策、電力品質維持のための技術ニーズは、需要家側を含む配電系統分野にシフトしていくものと考えられる。

富士電機では、パワー半導体技術とその制御技術に豊富な実績を持ち、無停電電源装置、無効電力補償装置（SVC）、電力貯蔵電池用の系統連系交直変換器、分散型電源連系用インバータなど、数々のパワーエレクトロニクス機器を製作・納入してきた。

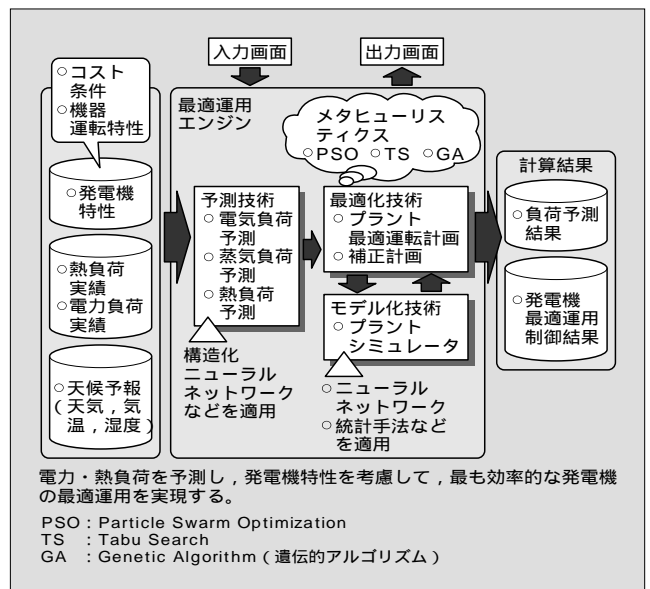
一方、複雑化する系統に対する解析技術として、電力系統の過渡的状态を解析する電力系統アナログシミュレータを研究設備向けに開発、納入した。また、電力会社との共同研究などでデジタルシミュレーション解析技術による分散型電源の系統連系解析にも取り組んでいる。

これらパワーエレクトロニクス技術および解析技術を通して蓄積したノウハウと最新のITを生かし、将来に向けた電力品質問題へのベストソリューションの提案活動を継続していく。

3.3 総合エネルギーソリューション技術

規制緩和により新規電気事業者の出現や電気、ガスなど既存のエネルギー事業者も、ESCO事業、オンサイト発電事業などに自ら乗り出すなど新しい事業展開が活発化しつつある。富士電機では、これらプラントの監視制御・電力管理システムはもとより、電気・熱などの複合エネルギープラントを対象とする監視制御の高機能化を狙い、メタヒューリスティクス（688ページの「解説」参照）を適用

図4 メタヒューリスティクスによる発電機最適運用方式の概要



した最適運転制御の開発に取り組んでいる。図4にその概要を示す。これは電力・熱負荷などエネルギー負荷を予測し、発電機特性を考慮して最も効率的な発電機の運用を実現しようとするものである。今後その効果を検証し、エネルギー管理のキーテクノロジーの一つに育て上げていく考えである。

このほか、PPS 向け同時同量を含む電力管理システム、ESCO 事業者向け省エネルギー監視診断装置、分散型電源用の系統連系保護リレー装置など、豊富なメニューで新しいニーズに対応している。

④ 電力流通システムにかかわる設備・保守・業務の合理化

米国では近年、夏季の電力供給力不足が問題となっているが、市場原理による設備形成の影響といわれている。現在、日本では短期的には各電力会社とも設備投資抑制、設備の稼働率、利用率の向上および延命化を掲げている。しかし長期的にみると、海外での失敗例を教訓に、市場原理のみでなく安定供給を確保するための系統計画がどうあるべきか、それを実現するための発電・送变电設備の設備投資計画へのインセンティブ付与が検討されていくものと考えられる。

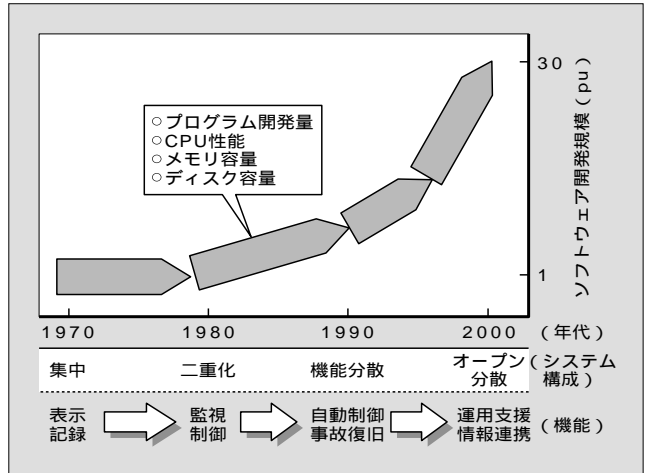
③章で触れたように供給信頼度を含む電力品質問題がより需要家サイドでの対策に重点がシフトする一方、今後、送变电部門では現在の供給信頼度の確保を前提とした投資がなされていくものと思われる。時代のニーズとして系統制御・運用、変電所保護制御など電力流通システムにおいては、コスト低減が求められ、設備コストのみならず、その保守運用コストも含めたライフサイクルコスト低減、保守運用・設備管理などの業務効率改善を通じた総合合理化、さらにはアセットマネジメントなど経営合理化の面で重要な役割を担うことも要求されてくると思われる。

富士電機では、②章で触れたようにコンピュータシステムにおけるオープン分散技術適用を通しシステムのコスト低減、増改造の容易性など柔軟性の向上を果たしてきた。さらにそこで培ったオープン分散技術を情報配信・共有化システムなどに適用することにより、業務効率化システムの提案にも取り組んでいる。一方、現在稼働中のシステムの延命化提案、システムの遠隔モニタリングによる保守サービスの充実などにも積極的に取り組んでいる。

また、変電所構内のシステム分野では、HDLC (High-level Data Link Control) 方式遠方監視制御装置 (テレコン装置) の開発、業界に先駆けた高速サンプリング方式保護リレーの実用化などのデジタル化に取り組み、高信頼度化、高機能化と同時に保守運用面での経済性を追求した開発、製品化を行ってきた。

最近では変電所保護制御機器は、テレコン装置、保護装置のデジタル化をほぼ完了し、次にローカル制御を含めたデジタル化による変電所全体システムのスリム化、保守運用面から高度情報化などのシステムコーディネーショ

図5 電力自動化システムの変遷とソフトウェア開発規模



ンが志向されている。

その事例の一つとして、富士電機では制御盤のデジタル化により回線単位制御システムを開発した。さらに、変電所屋外現場末端レベルまでもネットワーク化することを想定し、現場機器設置の制御・情報端末 (IED: Intelligent Electronic Device) とそれらを結ぶプロセスレベル LAN の開発に取り組んでいる。これらは保護制御システムのスリム化のみならず、現場のセンサ・画像情報をネットワーク上で配信し、設備のリモートメンテナンス、保守支援などへの応用も視野に入れたものである。そこでは、現場環境に耐え、かつ経済性も満足する IED ハードウェア技術、そしてやはりネットワーク化におけるオープンな技術適用が課題である。これまで培った高信頼度ハードウェア技術を通し、変電所システム合理化の実現を目指していく。

以上、主にオープン技術、汎用技術の適用という概念のもと、経済性・柔軟性を追求していくことを述べた。ハードウェア性能の飛躍的な進歩に伴い、システムへの要求は系統計画や事故復旧における運用者支援機能の充実、総合情報システムを志向した機能の採用など多岐にわたってきている。これによりソフトウェアの開発量は図5に示すように飛躍的に増加してきており、開発の効率化、高信頼度設計・製作が不可欠である。富士電機では ISO9001 の認証を取得した。引き続き CMM (Capability Maturity Model: ソフトウェア成熟度モデル) の導入など、ソフトウェアのウエートが高まっているシステムの品質維持、向上についても今後とも精力的に取り組む所存である。他方、汎用技術に潜む品質、信頼性への懸念、短い製品ライフサイクルに伴う保守上の懸念への対応もシステムメーカーの責務と認識し、品質、アフターケアに万全を期す所存である。

⑤ あとがき

電力系統運用、配電・需要家システムなど電力流通システム分野における富士電機の取組みの概要を紹介した。

2003年には電力自由化検証が予定されている。これに向け自由化，規制緩和などへの対応はますます活発化することも予想される。

富士電機は，これまでがくくんできたコア技術の維持・向上に努めつつ，IT など周辺技術のコーディネートを通じた実用化開発に取り組み，電力会社，需要家のニーズにこたえていく。

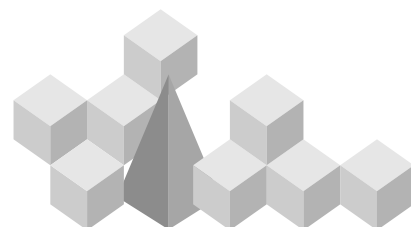
最後に，これまで長年にわたりご指導・ご支援を賜ってきた電力業界各位に謝意を表す。社会インフラの根幹を成す電力の安定供給，そして21世紀の共通課題である環境保護に向けて，引き続き努力を惜しまぬ所存である。

参考文献

- 1) 省エネルギー部会報告書－今後の省エネルギー対策のあり方について－．総合資源エネルギー調査会省エネルギー部会．

2001-6．

- 2) 新エネルギー部会報告書～今後の新エネルギー対策のあり方について～．総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会．2001-6．
- 3) 岡本政美，金沢康久．配電システムに見るオープン分散技術．OHM．vol.87，no.9，2000，p.44-49．
- 4) 岩本伸一．系統運用から見た計算機システムへのニーズ．平成12年電気学会全国大会．6-S23-1，2000．
- 5) 石岡修ほか．NN 応用電力需要予測システムの開発．電気学会論文誌 B．vol.120-B，no.12，2000，p.1550-1556．
- 6) 福山良和，中西要祐．Continuation Power Flow 実用化システムの開発．平成9年電気学会全国大会．no.1387，1997．
- 7) 仁井真介．電力系統のアナログシミュレーション技術．富士時報．vol.74，no.6，2001，p.348-352．





*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。