

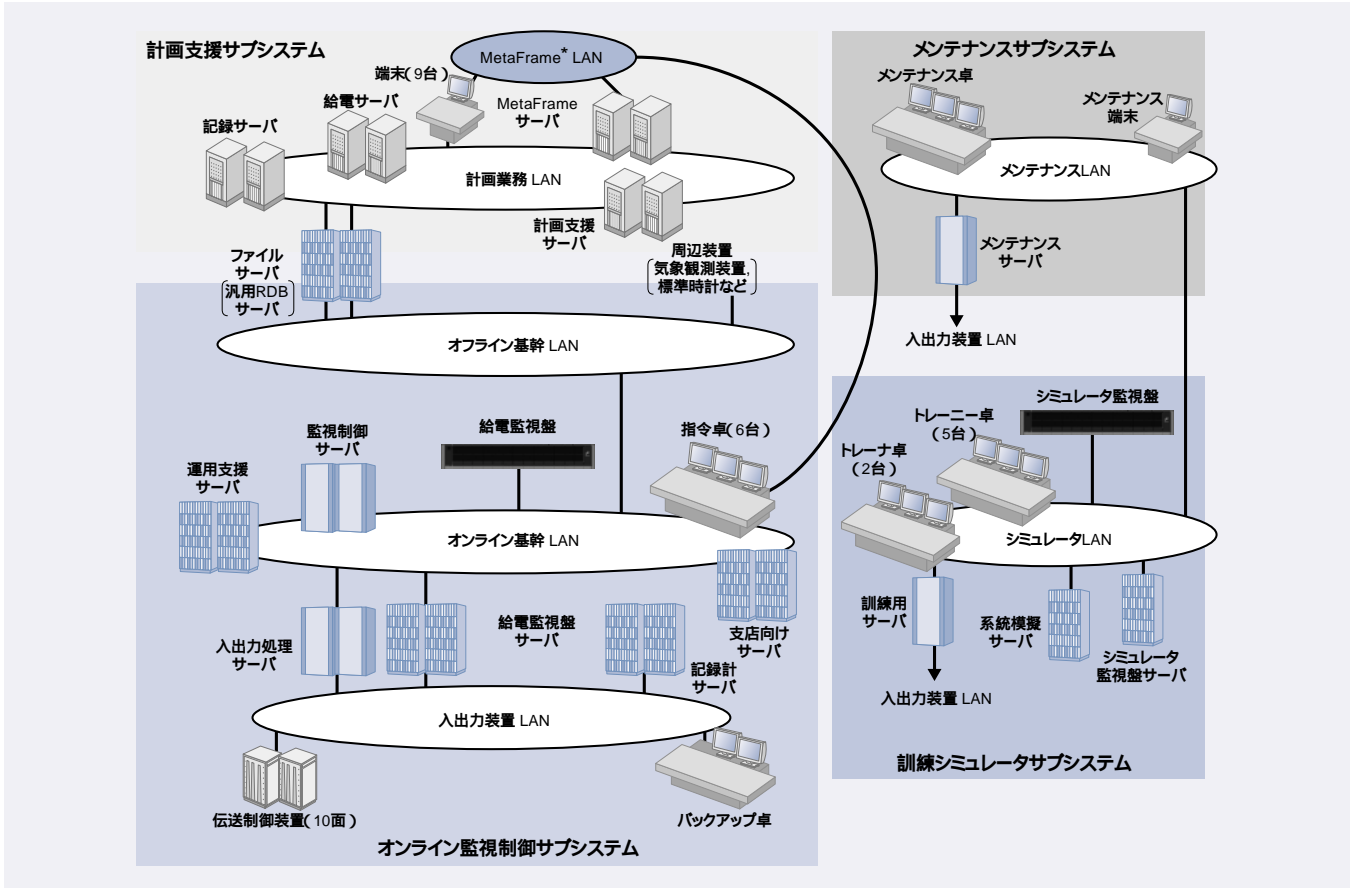
ユビキタスソリューションを適用した新自動給電システム 沖縄電力株式会社納め自動給電システム

A New Electric Power Management System with Ubiquitous Solutions
for The Okinawa Electric Power Co., Inc.

影山 陽平 Yōhei Kageyama

杉崎 陽一 Yōichi Sugizaki

河原大 一郎 Taichirō Kawahara



注:略語説明ほか LAN(Local Area Network), RDB(Relational Database)
* MetaFrameは ,Citrix Systems, Inc. の米国およびその他の国における登録商標または商標である。

新自動給電システムの概略構成

新自動給電システムは、ユビキタスソリューションを適用した高機能アプリケーションを搭載しており、次世代電力情報制御システムの先駆けとなる。

沖縄電力株式会社の給電指令所自動給電システムは、中央給電指令所と制御所の二つの機能を持つ、全国にも類がない電力系統の総合監視制御システムである。この新自動給電システムは、オープン分散技術を集大成して、ユビキタスソリューションを適用したプラットフォーム上に電力情報制御システムの高機能アプリ

ケーションを搭載しており、次世代電力情報制御システムの先駆けとなるものである。

日立製作所は、1号機導入から2度のリプレースを経て、3号機となるこのシステムを2005年4月に納入し、2006年4月の運用開始に向けて最終調整中である。

1 はじめに

電力系統情報制御システムは、制御用計算機を中心として集中監視制御を行う第一世代から、オープン分散技術の適用によって機能分散と業務アプリケーションの高度化を図った第二世代を経て、目覚ましい発展を遂

げている情報・通信技術を用いた第三世代へと移行しつつある。最近では、電力流通設備の充足や電力自由化拡大という社会的背景に加え、運用体制の統合・スリム化を求めるユーザーのニーズもあり、電力系統情報制御システムの統合化が求められるようになってきている。

沖縄電力株式会社の給電指令所自動給電システム

は、発電機の需給運用を行う「中央給電指令所システム」と、132 kVの基幹系統から配電変電所の給電線までの系統運用を行う「制御所システム」の機能を併せ持つ電力系統の総合監視制御システムである。また、日立製作所が長年培ってきた電力系統情報制御システムの高機能業務アプリケーションをすべて搭載している。

日立製作所は、情報・通信技術の提供だけではなく、ユビキタスソリューションの基幹技術製品であるLCOS (Liquid Crystal on Silicon) 方式を用いたリアプロジェクトの大型映像装置を給電監視盤として用いた。また、UNIX¹⁾、Linux²⁾、Windows³⁾という複数のプラットフォーム上でそれぞれの特徴を生かしながらセキュリティを確保し、シームレスな業務アプリケーションの連携を可能にするためプレゼンテーションサーバ[®] MetaFrame[™]を適用した。

ここでは、第三世代の先駆けとなる新しい電力情報制御システムである「新自動給電システム」について述べる。

2 システムの概要

今回、沖縄電力株式会社に納めた新自動給電システムは、大別して以下の四つのサブシステムに分けられる(45ページの図参照)。

(1) オンライン監視制御サブシステム

リアルタイムで電力系統の状態を監視し、かつ発電機の出力調整、系統操作を行う、給電・系統運用の要となるサブシステムである。サーバ系にはUnix、クライアントにはLinuxを用い、日立製作所の電力情報制御システムの電力系統用モジュール「DORA-Power」を実装し、中央給電指令所システム、制御所システムなどの業務アプリケーションを多数搭載した(表1参照)。

(2) 計画支援サブシステム

将来にわたる日次、週次、月次、年次の電力系統の設備計画と、発電機の経済性・安定性・効率性を向上させる電力系統の運用計画を策定する支援システムである。作成された計画データは、オンライン監視制御サブシステムに送られ、スケジュールや制約条件として各種の最適化計算にも使用される。

また、計画支援サブシステムは、社内情報システムとデータ連携させ、プレゼンテーションサーバ技術を用いることにより、このシステムの業務アプリケーションの社内関連部門で適用することも可能である(表2参照)。

- 1) 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。
- 2) Linuxは、Linus Torvaldsの米国およびその他の国における登録商標あるいは商標である。
- 3) Windowsは、米国Microsoft Corp.の米国およびその他の国における登録商標である。

表1 オンライン監視制御サブシステムの業務アプリケーション群
リアルタイムに監視、および制御して安定した電力系統運用を行うためのアプリケーション群の主な機能を示す。

アプリケーション名称	主な機能
系統監視	状態監視、事故監視、供給支障監視など
需給制御	自動周波数制御、経済負荷配分制御、電圧無効電力制御など
系統操作	機器個別操作、操作票自動操作など
運用支援	事故復旧支援、信頼度監視、各種運用計算など
記録統計	需給運用記録、系統運用記録など

表2 計画支援サブシステムの業務アプリケーション群
オンライン運用を行うために必要となる予測結果情報や運用計画立案を行うためのアプリケーション群の主な機能を示す。

アプリケーション名称	主な機能
需給運用計画	負荷予測、発電機運用計画
系統運用計画	将来系統作成支援、作業停電停止計画、操作票作成支援

(3) 訓練シミュレータサブシステム

オンライン監視制御システムの操作訓練や各種評価作業ができる総合シミュレータである。系統模擬サーバではリアルタイムで簡易安定度計算を行い、実系統と同様の臨場感あふれるシミュレーション環境を実現した。

(4) メンテナンスサブシステム

主に設備データベースのメンテナンスと運用に投入する前の確認試験を行うサブシステムである。豊富な試験機能により、保守効率と運用投入時の設備データの信頼性をそれぞれ向上させた。また、訓練シミュレータサブシステムとメンテナンスサブシステムでは、監視制御サブシステムの非常時に機能をバックアップすることが可能であり、高いシステム信頼性を実現している。

3 電力の安定供給を支えるアプリケーション

沖縄電力株式会社の電力系統は、他の電力会社との関係が無い独立系統である。また、省力化に加え、系統規模の拡大とともに容量の大きな発電機が運用を開始しており、設備容量に対する石炭燃比率の上昇など、電源構成の変化とともに運用も複雑化している。さらに、系統規模に対して容量の大きいフリッカ負荷のため、自動給電運用の複雑さを増す要因となっており、さらなる高速化と、シームレスなアプリケーション、運用データ連携へのニーズがきわめて高い。

日立製作所がこれまで開発してきた電力情報制御システムのアプリケーションの新自動給電システムへの適用事例について以下に述べる。

3.1 フリッカ負荷予測を用いた需給制御システム

変動が極めて急峻(しゅん)で、変動幅が系統容量に対して相対的に大きいフリッカ負荷に対する需給調整を

誤ると、その結果は周波数の大きな変動となって現れる。解決策としては、負荷の変化速度に対応できるように発電機の運転台数を増やすことや、出力変化速度の大きい石油発電機の運転を行うことがあげられる。しかし、それは効率がよく、容量の大きい石炭発電機の出力を下げることとなり、燃料コストの増加につながる。

そのため、今回の新自動給電システムの導入にあたっては、中央給電指令所システムで実績を重ねてきた二次計画法(目的関数が二次で、制約条件が一次の不等式で表現される数理計画問題の最適化手法)を適用した将来予測を行う需給制御システムに改良を加え、フリッカ負荷も含めた先行予測制御を開発し、フリッカ負荷操作時の自動運転による運用者の負担軽減と燃料コスト削減を図った。

フリッカ負荷は、その負荷の操作の有無と操作開始時間によって電力需要が大きく異なるため、独立システムでは電力需要全体としての予測は容易ではない。そのため、需給運用計画ではフリッカ負荷を除いた電力需要の予測結果にフリッカ負荷の操作予定を加えて、発電機の経済負荷配分と起動停止計画を策定する。ただし、計画段階ではフリッカ負荷の操作開始時刻を分単位まで決めることは難しいことから、計画で策定した各発電機の起動停止計画とフリッカ負荷を除いた電力需要、ならびにフリッカ負荷の操作パターンを基にしてベースとなる電力需要を予測しつつ、フリッカ負荷の操作に合わせた先行予測制御を行うこととした(図1参照)。

需給制御システムでは、これらの情報を基に二次計画法で14断面にわたる将来系統と電力需要を予測し、最も経済的な発電機の指令値策定を行う。また、沖縄電

力株式会社の管内におけるフリッカ負荷の周期性に着目すると、各周期での負荷の変動パターンの類似性が高いことから、フリッカ負荷の操作予定を事前に連絡することにより、運用者が手動でその周期を補正しながら連続した自動運転を可能としている。将来的にはフリッカ負荷からの信号を自動で取り込み、需給制御システムが自動で周期やパターンを調整を行い、さらなる自動化率の向上を目指している。

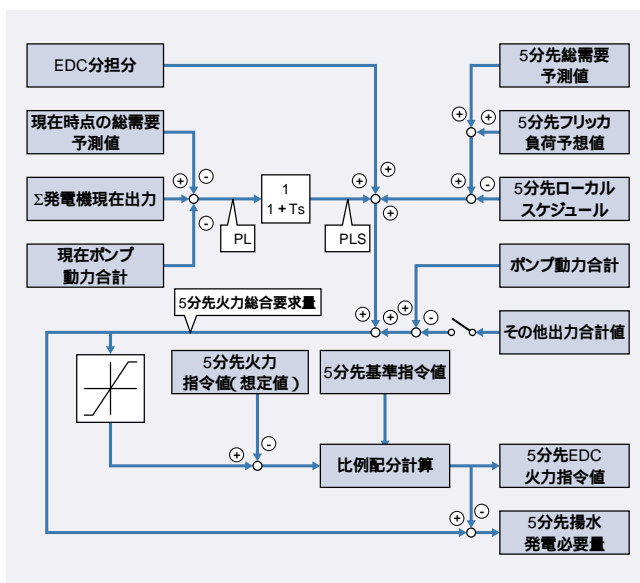
3.2 一貫した作業データ連携が可能な系統運用システム

設備の新設、または保全担当部門からの設備停止、停電要求に基づき、系統信頼度、供給信頼度を保ちながら、月次、年次の作業件名の自動調整を行う「作業停電停止支援システム」では、各系統断面における潮流などの各種制約条件を最も満足する作業実施可能期間の策定を自動で行う。そのため、電力系統設備をなるべく簡素化して表現し、計算時間の短縮を図る必要がある。

一方、その調整結果に基づいたオンラインでの系統操作を行う操作票は、日立製作所の電力情報制御システムの電力系統用「DORA-Power」のプラットフォーム上で動作するため、オンライン監視制御サブシステムの詳細な電力系統設備データが必要となる。作業停電停止支援システムに作業件名を申請する作業申請システムでは、関連部門に設置される端末にアプリケーションを搭載する必要がないように、Windowsプラットフォームでウェブアプリケーションとして提供する必要がある。

新自動給電システムでは、プレゼンテーションサーバ“MetaFrame”を用いることにより、これらの相反する技術的要件を満たし、シームレスな業務やデータ連携を可能とした。

これにより、作業件名の申請から、作業期間の自動調整、作業件名に基づく操作票の作成、および作業実施日のオンラインでの操作票の自動実行までを一貫して行い、業務効率を格段に向上させることができた(図2参照)。



注:略語説明 EDC(Economic Dispatching Control), PL(予測誤差) Ts(ローパスフィルタの一次遅れ時定数), PLS(予測誤差長周期成分)

図1 EDX(経済負荷配分制御)ブロック図
フリッカ負荷の操作に合わせて先行予測制御をする。

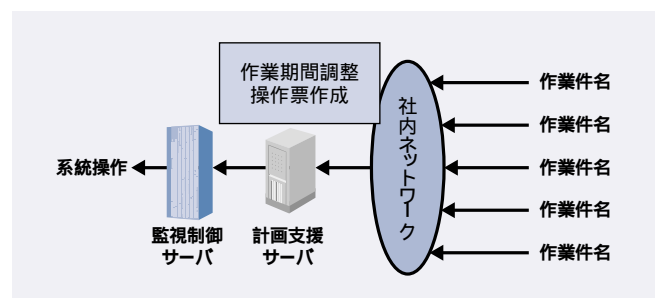


図2 作業データの連携が可能な系統運用システムの概要
オンラインでの操作票の自動実行を一貫して行う。

4 ユビキタスソリューションの 給電監視盤への適用事例

4.1 LCOSリアプロジェクトの大型映像装置

電力情報制御システムには、電力システムのマクロな状態監視を行うための「監視盤」と呼ばれる表示装置が用いられる。これまでは、グラフィックスパネルを用いた表示装置が主流であったが、ここ数年、プロジェクトシステムを用いた映像システムの適用事例が増えつつある。

日立製作所は、監視制御用途として長年培ってきたプロジェクト技術を用いて、高輝度・高コントラストを実現するLCOS方式のリアプロジェクトを開発した(図3参照)。新自動給電システムでは、オンライン監視制御に70型26面、訓練シミュレータに50型20面のマルチディスプレイを給電監視盤装置として適用し、電力総合監視制御システムにふさわしい大型映像装置を実現した。

沖縄電力株式会社は、需給制御、系統監視、および配電変電所の監視制御を新自動給電システムで行うため、監視盤装置の表示エリアを三つに分け、リモートカーソル機能と監視制御サーバ、およびプロジェクト制御装置の連携により、運用状態に合わせたダイナミックな表示切替を可能とした。

4.2 プレゼンテーションサーバ

新自動給電システムでは、サブシステムに応じてセキュリティレベルを分け、オンライン監視制御サブシステムのセキュリティレベルを最も高く設定している。しかし、オンライン監視制御サブシステムの指令卓でも、計画支援サブシステムのWindowsアプリケーションをLinuxプラットフォーム上で実行可能とする必要があることから、日立製作所の電力情報制御システムでは、プレゼンテーションサーバを初めて適用した。また、計画支援システムに作業件名データを登録するための作業申請システムでも、社内LAN(Local Area Network)に接続する給電サーバをプレゼンテーションサーバとし、システム全体のセキュリティレベルを確保しつつ、業務アプリケーションの社内関連部門での使用も可能とした(図4参照)。

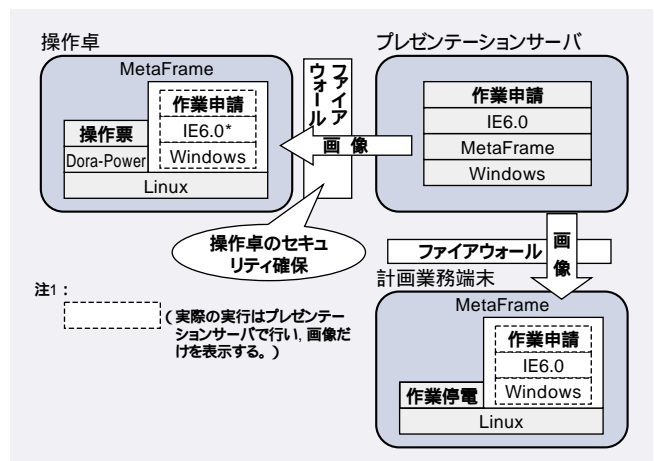
5 おわりに

ここでは、沖縄電力株式会社に納入した、ユビキタスソリューションを適用した新自動給電システムについて述べた。

今後の電力情報制御システムは、さらに高速・大容量化が進む情報・通信技術を用いて、機能サーバの統合、危険分散のための多重化サーバの分散配置、運用端末のロケーションフリーなど、広域分散に進むと推測され



図3 大規模映像装置(給電監視盤)システムの表示エリア
需給、系統および配電監視に必要な情報をリアプロジェクト採用により、用途別にダイナミックで視認性のある映像で表現する。



注2:略語説明ほか IE(Microsoft Internet Explorer)

* Microsoft Internet Explorerは、米国Microsoft Corp.の商品名称である。

図4 プレゼンテーションサーバ採用による操作卓での計画支援業務の実現
セキュリティを確保したまま、オンライン業務と計画支援業務を自由にオペレーションができる環境を操作卓で提供する。

る。また、それは同時に電力情報制御システムにおけるセキュリティ確保の重要性が、いっそう高くなることを意味する。これらの技術的要件を満足させることができる新自動給電システムは、次世代電力情報制御システムと呼ぶにふさわしいシステムであると考えられる。

執筆者紹介



影山 陽平

2004年日立製作所入社、情報・通信グループ 情報制御システム事業部 電力システム設計部 所属
現在、電力系統監視制御技術の開発に従事
E-mail:yohei.kageyama.wp@hitachi.com



杉崎 陽一

2002年日立製作所入社、情報・通信グループ 情報制御システム事業部 電力システム設計部 所属
現在、電力系統監視制御技術の開発に従事
E-mail:yoichi.sugizaki.sd@hitachi.com



河原 大 一 郎

1993年日立製作所入社、情報・通信グループ 情報制御システム事業部 電力システム設計部 所属
現在、電力系統監視制御技術の開発に従事
E-mail:taichiro.kawahara.zq@hitachi.com