

# プライベートクラウドサービスを用いた 大規模電力系統監視制御システム

Large-Scale Integrated SCADA System Applying Private Cloud Computing

宮澤 和幸

岩橋 博隆

飯嶋 義一

■ MIYAZAWA Kazuyuki

■ IWAHASHI Hirotaka

■ IJIMA Yoshikazu

従来、電力系統の監視制御は、管轄地域ごとに設置された電力系統監視制御システムで行われてきた。しかし、大規模災害などでシステムが被災すると、その管轄地域の電力系統監視制御機能を失うおそれがあった。近年では、大規模災害時の電力系統監視制御に対する業務継続性を確保しつつ、電力設備の運用における更なる業務効率化を図ることが重要視されている。

今回東芝は、広域ネットワークを基盤とした分散プラットフォーム上にプライベートクラウドサービスを適用することで、全ての電力系統監視制御システムを一つのシステムに統合し、系統運用に柔軟に対応できる大規模電力系統監視制御システムを開発した。この機能を北海道電力(株)の系統運用自動化システムに実装した。

Supervisory control and data acquisition (SCADA) systems for electric power systems have conventionally been installed in each facility covering a specific area of the electric power system. In the event of a disaster occurring in some area of the electric power system, however, serious damage might be caused in that area due to loss of the functions of the SCADA system. With this as a background, electric power providers have recently been paying increasing attention not only to business continuation by strengthening the functions of SCADA systems in the event of a disaster but also to the effective operation of facilities in electric power systems.

Toshiba has developed a large-scale integrated SCADA system for electric power systems to integrate distributed platforms connected to a wide-area network and achieve flexible operation of the electric power system by applying private cloud computing. This system has been implemented in the SCADA systems of Hokkaido Electric Power Co., Inc. to upgrade the regional SCADA system configuration.

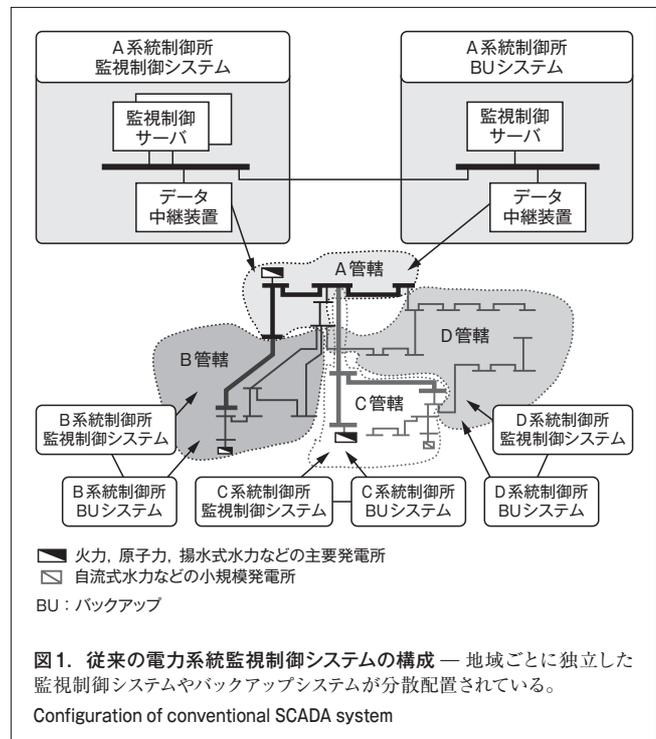
## 1 まえがき

従来の電力系統監視制御システムは、電力会社の全電力系統設備をいくつかの地域に分割し、地理的に離れた複数の運用箇所まで監視制御していた。このシステムの主な構成機器には監視制御サーバやデータ中継装置などがあり、これら機器を二重化したり、バックアップシステムを配置したりすることで、信頼性を確保してきた<sup>(1)</sup>(図1)。

しかし、監視制御システム及びバックアップシステムは各運用管轄の系統制御所内に設置されており、大規模災害に見舞われた場合には両方のシステムが被災し、その管轄内の電力系統監視制御機能が損なわれるという懸念があった。

今回東芝は、広域ネットワークを基盤とした分散プラットフォーム上にプライベートクラウドサービスなどを適用することで、全ての電力系統監視制御システムを一つのシステムに統合し、系統運用に柔軟に対応できる大規模電力系統監視制御システムを開発した。

この機能を北海道電力(株)の系統運用自動化システムに実装し、北海道内に点在する全ての電力系統監視制御システムを専用の広域ネットワークで接続し、北海道全域を監視制御対象とした一つの広域分散システムとして統合した。これにより、従来システムの懸念であった大規模災害時の業務継続性



を大幅に向上させるとともに、組織の統廃合や運用形態の変更にも容易に対応できる柔軟なシステム形態を構築することが

できた。

ここでは、大規模電力系統監視制御システムの構成及び特長について述べる。

## 2 システム構成

大規模電力系統監視制御システムは、広域ネットワークを基盤として各種サーバやマンマシン装置を広域に分散配置する、図2に示すような構成としている。

各々地理的に離れた複数の運用箇所のうち2か所(図2のB及びC管轄)をシステム拠点とし、複数台のサーバを配置して冗長性の高い構成としている。また、広域ネットワークの分断時の業務継続性を考慮し、拠点以外の運用箇所(ローカル)にも必要最小限の構成で機器を配置している。

### 2.1 監視制御サーバ

監視制御サーバは、系統運用を総括する装置で多重化構成としているが、活断層の位置関係などの地理的な条件やネットワークの構成により、以下のように配置している。

- (1) 拠点監視制御サーバ 通常時の運用サーバとして2か所の拠点に配置する。
- (2) ローカル監視制御サーバ 被災によって広域ネットワークが分断したときにも、独立した運用箇所が運転を継続できるようにローカル運用箇所に配置する。

### 2.2 ゲートウェイ装置(GW)

GWは、監視制御サーバと電力系統設備を連絡させる伝送

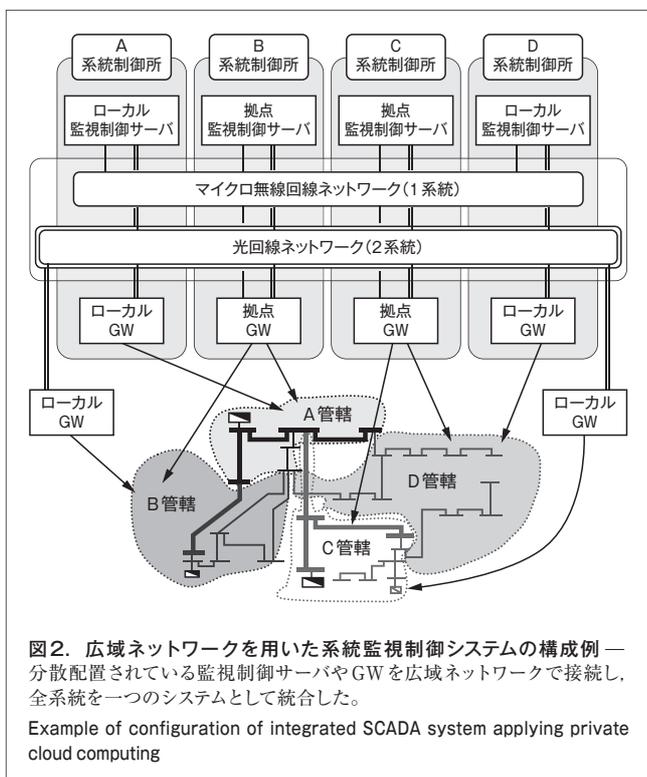
装置で、電力系統設備の情報を受信し、制御情報を送信する。監視制御サーバとの通信には産業用ミッションクリティカルネットワークプロトコル(PMCN: Protocol for Mission Critical Industrial Network Use)を採用している。監視制御サーバと同様に以下のように配置している。

- (1) 拠点GW 複数の管轄のGWを拠点に配置し、監視制御の代表伝送ルートとして用いる。
- (2) ローカルGW 分散配置されているGWで、拠点GWの伝送路が不良となった場合のバックアップとして用いる。ネットワーク分断時はローカル監視制御サーバからの監視制御を可能にする。

### 2.3 広域ネットワーク構成

広域ネットワークは、系統制御所間の通信を支える光回線ネットワークと、被災時対応のマイクロ無線回線ネットワークから構成される。

- (1) 光回線ネットワーク 障害に備えた2系統分離独立構成とし、監視制御の代表伝送ルートとして使用する。
- (2) マイクロ無線回線ネットワーク 被災による光回線ネットワークの分断を想定したネットワークで、被災時は拠点GWとローカル監視制御サーバ間で、系統運用に必要な最低限の隣接の電力系統設備情報を伝送する。また独立した運用箇所のシステム状態を把握するため、監視制御サーバ間で装置ステータス情報を伝送する。



## 3 システムの特長

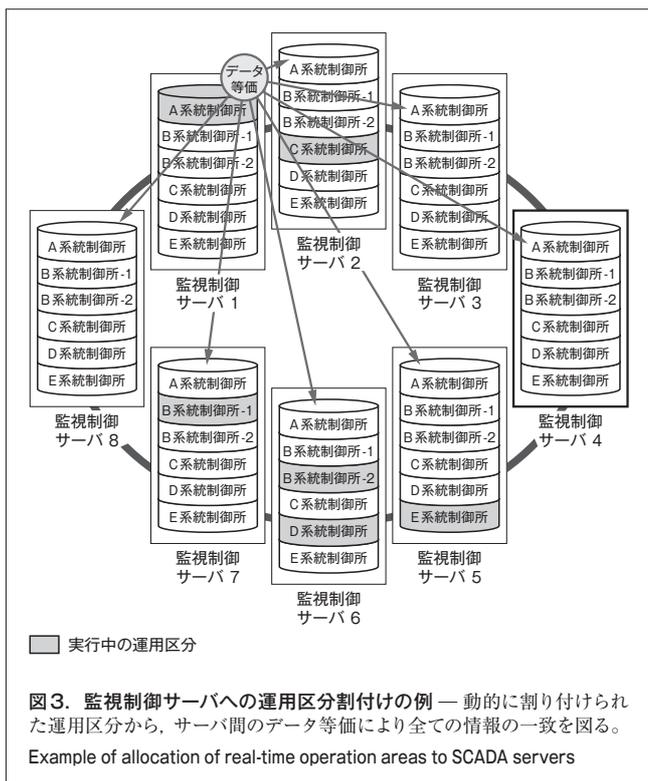
### 3.1 プライベートクラウドサービス

北海道全域を監視制御対象とした大規模電力系統監視制御システムでは、通常の系統運用は系統制御所ごとに独立して行うため、オペレーターには各系統制御所の管轄範囲に応じた監視制御機能などの系統運用サービスを提供する必要がある。このため、プライベートクラウドサービスを提供する構成要素として“運用区分”という概念を導入し、これに伴う各種機能を開発した。

このシステムでは、各系統制御所の管轄範囲に相当する仮想的なワークグループを運用区分として任意の監視制御サーバに定義し、サーバが運用区分ごとにアプリケーションを分割管理し、系統制御所ごとに独立した運用環境を提供する。監視制御サーバごとに任意の運用区分を割り付けた例を図3に示す。

運用区分は1台の監視制御サーバに複数割り付けることも、まったく割り付けない状態にすることも可能である。また、各系統制御所に設置される拠点監視制御サーバとローカル監視制御サーバのいずれにも自由に割り付けられる。

運用区分が割り付けられたサーバは常用として運転を行う。常用のサーバで処理したデータはシステム内のマスターデータと



して扱い、他の全てのサーバに対して高速にデータ等値を行って情報の一致を図っている。待機状態のサーバはGWからの情報を自サーバで処理するとともに、他サーバからのデータ等値によって全ての情報が一致されるため、常用のサーバが停止しても即時にバックアップができ、これにより監視制御の連続性を確保している。

これらを実現するため、このシステムではマルチマスタ環境でのデータ等値機能を開発し、複数のサーバに分散した情報の一致を図っている。

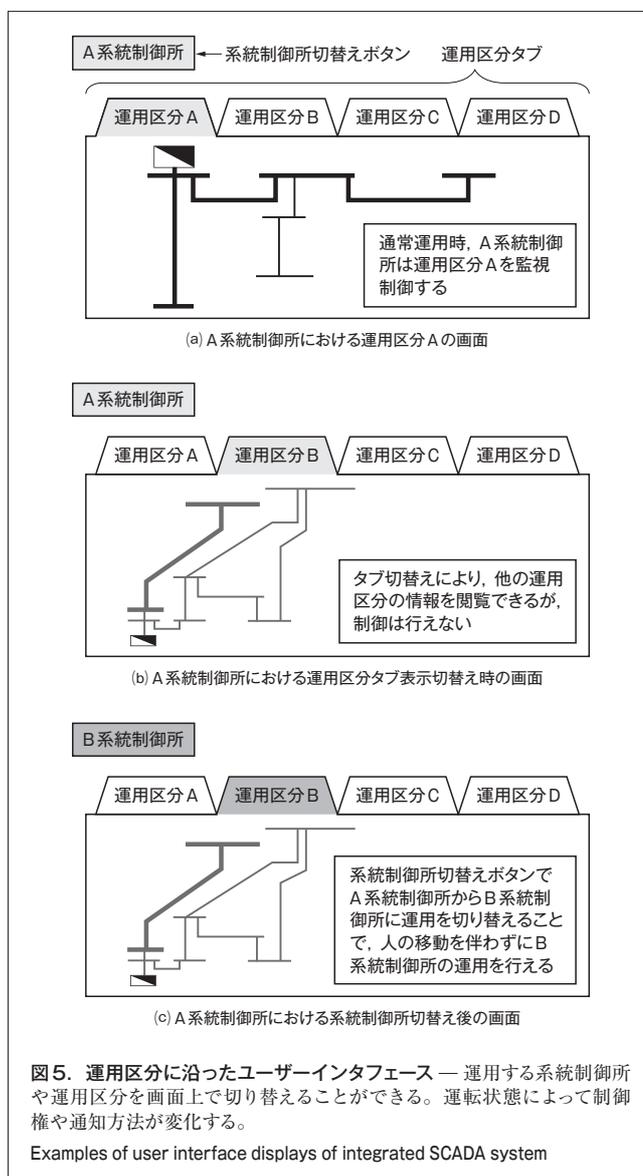
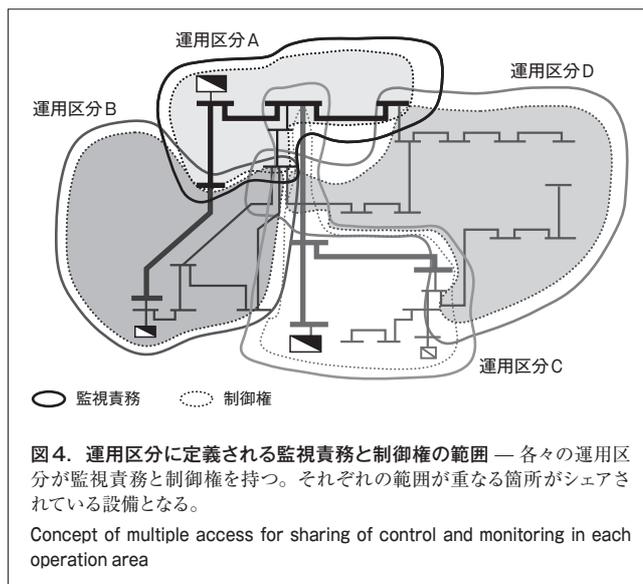
### 3.2 マルチアクセス

マルチアクセスとは電力系統を構成する各電力設備に対する監視責務と制御権の付与に自由度を与える概念で、複数の運用区分で監視責務及び制御権を共有（シェア）することができる。これにより、一つのシステムであるにもかかわらず、系統制御所ごとの独立性を確保しつつ、系統制御所の枠組みにとられない柔軟な監視制御の実行環境を実現できる。系統制御所間で隣接系統における関係操作や、電圧制御などの機能関係、系統制御所間の相互バックアップを実現している。

監視責務と制御権のシェアはシステム稼働中の任意の時点を変更することができる。これらの関係を図4に示す。

### 3.3 ユーザーインターフェース

システム構成と運用区分及びマルチアクセスの概念を踏襲したユーザーインターフェースとして、全電力系統の監視情報をどの系統制御所からでも把握して電力系統設備の制御を可能とする、ロケーションフリーな機能を提供している（図5）。



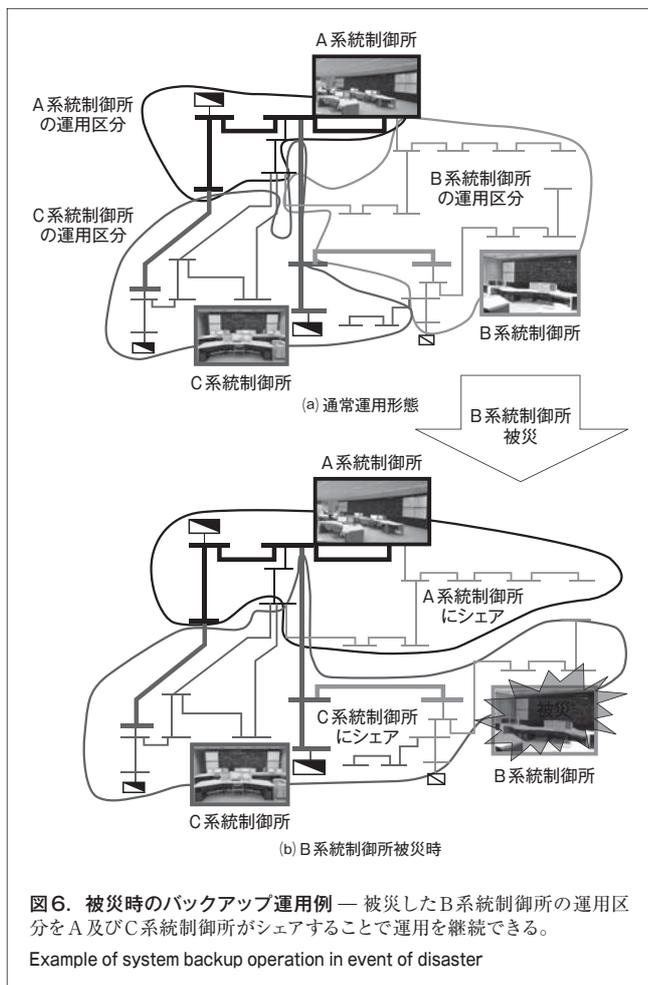
これにより、被災時の系統制御所間でのバックアップや緊急時における業務応援が、系統制御所間で人の移動を伴わずに可能となる。

### 3.4 バックアップ機能

このシステムでは、構成機器の適切な冗長設計と新たに開発した広域分散プラットフォームによってシステムの信頼性を確保するだけでなく、運用区分やマルチアクセスの概念に基づく新機能により高い信頼性を確保して、災害時の業務継続性を大幅に向上させている。

従来システムでは、被災した系統制御所をあらかじめ決められた他の系統制御所で一括バックアップするなど、バックアップ運用形態が硬直的であった。これに対しこのシステムでは、各系統制御所の運用区分を動的に変更することができるため、被災した系統制御所の監視制御管轄を一括バックアップする形態だけではなく、被災状況や被災後の障害復旧状況に応じて、柔軟なバックアップ運用形態で業務を継続することが可能になる。

例えば、図6に示すように、被災したB系統制御所の運用区分をA及びC系統制御所でシェアすることで監視制御を継続できる。



## 4 あとがき

広域ネットワークを基盤とし、プライベートクラウドサービスの適用や、運用区分、マルチアクセスなどの新しい概念と技術を導入することにより大規模電力系統監視制御システムを開発した。このシステムは広域のバックアップにより高信頼性を保ちつつ、ロケーションフリーなユーザーインターフェースと組み合わせることで、柔軟な系統運用サービスを提供できる。

これらの機能は北海道電力(株)の系統運用自動化システムに実装されており、2013年3月から北見管轄と函館管轄の電力系統設備を監視制御する運用を開始している。順次その範囲を北海道全域に広げ、2014年度中に全系を対象とした運用を開始する予定である。

## 謝辞

このシステムの開発に際し、貴重なご意見をいただいた北海道電力(株) 工務部 系統運用グループの関係各位に深く感謝の意を表します。

## 文献

- (1) 田嶋真一 他. 北海道電力(株)向け札幌北系統制御所システム. 東芝レビュー. 57, 8, 2002, p.56 - 59.



宮澤 和幸 MIYAZAWA Kazuyuki

社会インフラシステム社 電力流通システム事業部 系統ソリューション技術部. 電力系統監視制御システムのシステム設計及び開発に従事。電気学会会員。

Transmission & Distribution Systems Div.



岩橋 博隆 IWASHI Hiroataka

社会インフラシステム社 府中社会インフラシステム工場 電力系統システム部主務. 電力系統監視制御システムのシステム設計及び開発に従事。

Fuchu Operations-Social Infrastructure Systems



飯嶋 義一 IIJIMA Yoshikazu

社会インフラシステム社 電力流通システム事業部 系統ソリューション技術部主務. 電力系統監視制御システムのシステム設計及び開発に従事。電気学会会員。

Transmission & Distribution Systems Div.