

# 北海道電力(株)札幌西系統制御所システムのバックアップ技術

Backup Technologies of Sapporo Nishi Regional Control Center of Hokkaido Electric Power Co., Inc.

三輪 修也  
S. Miwa

舘小路 公士  
T. Tatekouji

井上 哲治  
T. Inoue

島田 真稔  
M. Shimada

電力系統の大規模・複雑化に伴い、電力系統を安定かつ経済的に運用するための系統運用業務はますます高度化している。これに伴い、高性能計算機を用いた電力系統監視制御システムの担う役割も大きくなっており、システムが停止して大規模な停電が発生すると社会に及ぼす影響は計り知れないものがある。このような状況から、地震やビル火災などのシステム被災時に対処するためバックアップシステムが重要視されつつある。

1997年3月に運用を開始した札幌西系統制御所システムは、中央給電指令所や、隣接する札幌系統制御所が被災した場合に備え独自のバックアップ機能を装備しており、電力系統監視制御システムの信頼性を大幅に向上させている。

With the increasing complexity of electric power systems accompanying the rapid growth in power demand, supervisory control and data acquisition (SCADA) systems are constantly required to incorporate more advanced technologies.

The Sapporo Nishi Regional Control Center of Hokkaido Electric Power Co., Inc. commenced operation in March 1997. The system employed at the Center is designed to provide mutual backup between the Center and the Sapporo Regional Control Center. The system also has a backup function for the Central Dispatch Center.

This paper outlines the background to the backup operations, and describes the backup system including the system configuration and functions.

## 1 まえがき

北海道電力(株)では、これまで中央給電指令所と五つの系統制御所、四つの集中制御所を図1のように階層的に配置し、電力系統の監視制御を行ってきた。それぞれの制御所に設置された電力系統監視制御システムは、質のよい電力を安定供給するために欠かせない重要な役割を担っているため、監視制御用計算機など主要機器を二重化し高い信頼性を確保している。しかし、同一の建物内での機器の二重化では、地震やビル火災に被災した場合に障害が同時に発生し、どちらも使用できなくなる可能性が高いことから、それぞれの制御所の機能をバックアップするシステムを遠隔地に設置する計画が進められるようになった。

このような背景のなか、170万都市札幌市を中心とした札幌支店管轄に六つ目の系統制御所である札幌西系統制御所を新設するにあたり、隣接する札幌系統制御所システムとの相互バックアップ機能および中央給電指令所システムのバックアップ機能を備えた系統制御所自動化システムを開発した。

## 2 系統制御所間相互バックアップ機能の概念

今回新設した札幌西系統制御所システムおよび2001年にリプレース予定の札幌系統制御所システムの構成を図2に

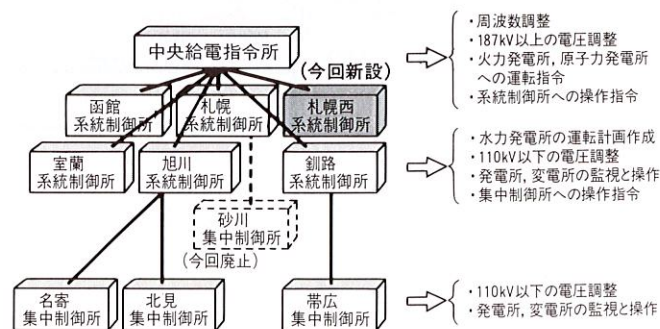


図1 北海道電力における制御所の階層構成 中央給電指令所を頂点とした階層構成で電力系統の監視制御を行っている。

Hierarchical organization of control systems

示す。

札幌西系統制御所では監視制御サーバにリアルタイムプロセッシングサーバVL2000シリーズを二重化構成で用い、帳票、メンテナンス、自動通報、系統計画・解析計算の各分散サーバは、汎(はん)用エンジニアリングワークステーション(EWS)であるAS5000シリーズを適用している。また、オペレータコンソール用クライアントには高度なヒューマンインタフェース機能と高信頼性で定評があるプロセス制御用ワークステーションPS2000シリーズを適用している。

札幌西系統制御所システムとリプレース後の札幌系統制

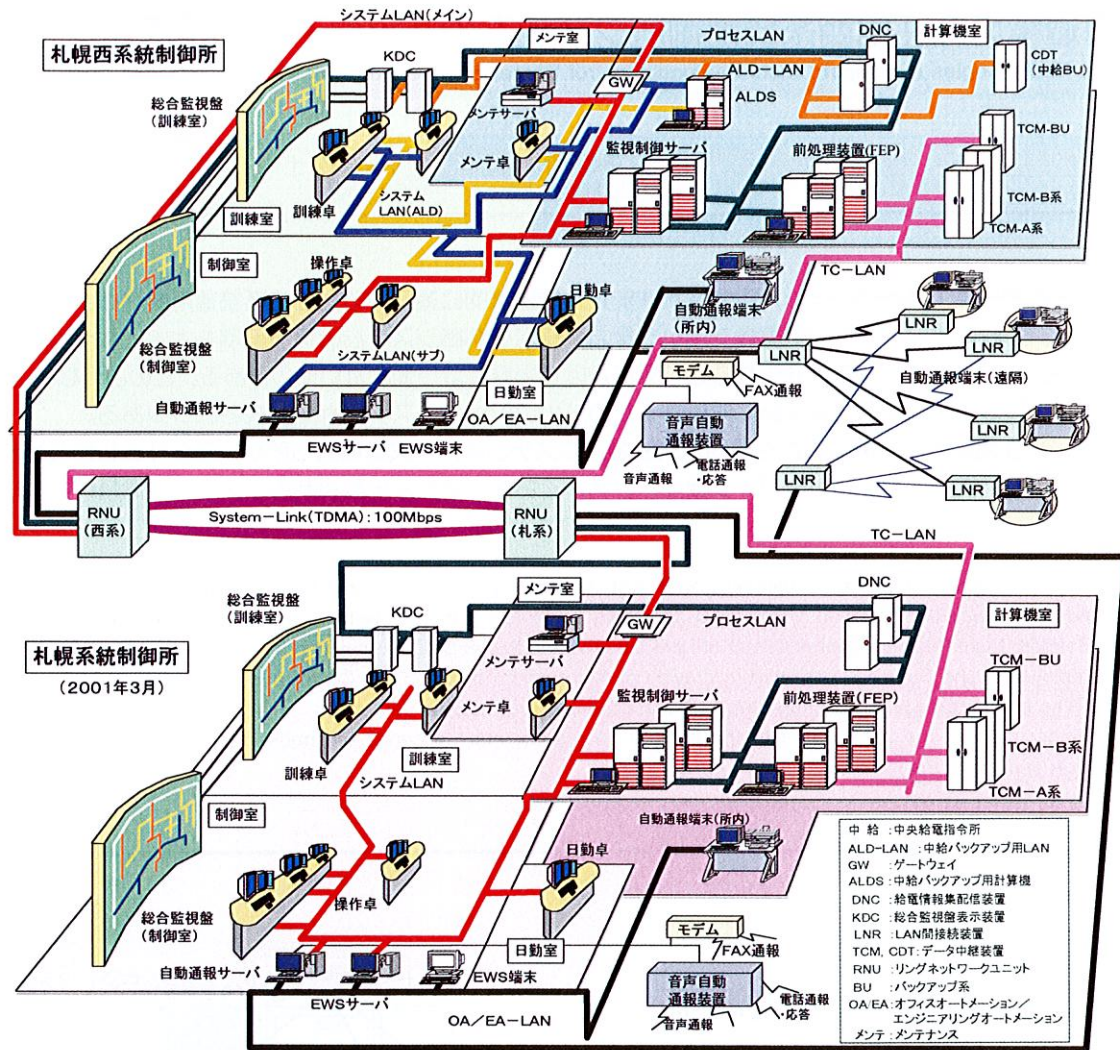
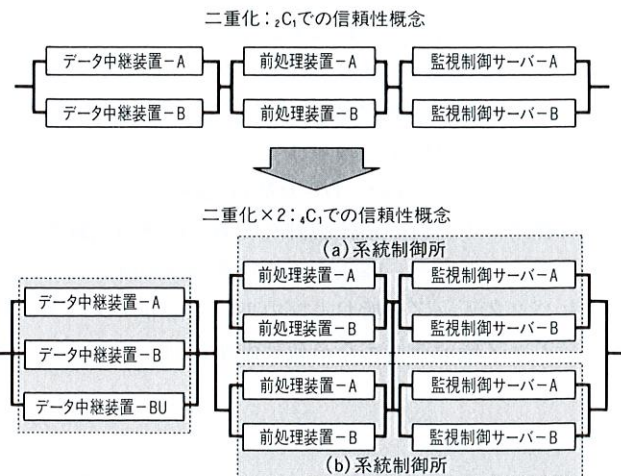


図2. 札幌西系統制御所と2001年にリプレース予定の札幌系統制御所のシステム構成 二つの制御所は光ケーブルで接続され、データ連係することで相互バックアップが可能となる。

System configuration

御所システムはオープンアーキテクチャによる分散システムであり、それぞれ独立した二重化システムである。系統制御所間相互バックアップは、図3に示すとおり、これら遠隔地に設置された二重化システムのLAN間をシングルモードの光ケーブル (System-Link) で結合し、四重化システムと見たことで総合的な信頼性を確保するものである。

バックアップ形態としては、フルシステムバックアップ形態とマンマシン装置活用バックアップ形態という二つの形態があり、このほかに運用形態とは無関係に活用できる機能としてデータ中継装置チャンネルバックアップという機能がある。



3 相互バックアップの構成

3.1 平常運用

図3. 系統制御所間相互バックアップ信頼性概念 独立した二重化システムを結合することで、四重化システムの信頼性を確保できる。

Reliability concept of mutual backup

相互バックアップの運用形態を図4に示す。

札幌西系統制御所と札幌系統制御所はそれぞれ札幌支店内の約半数の電気所を管轄している。平常運用時、おのおののシステムは独立に自システムの管轄する電気所に対して監視制御を行い、バックアップ対象となる相手システムの管轄する電気所は監視するだけで、制御は行わない。

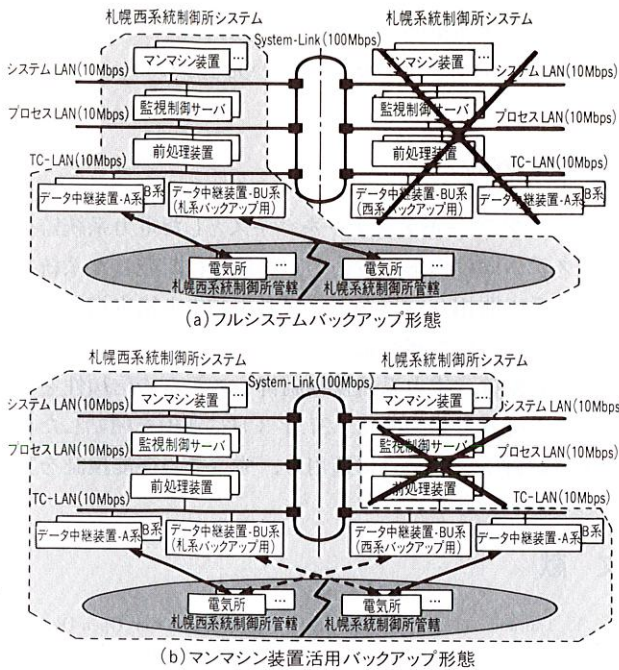


図4. 相互バックアップ運用形態 システムの被災状況に応じて、フルシステムバックアップ形態かマンマシン装置活用形態で相互バックアップを行う。

Form of operation of mutual backup

### 3.2 フルシステムバックアップ形態

火災や地震などにより、一方のシステムが壊滅的な打撃を受けた場合を想定したバックアップ形態である。

監視制御サーバ、前処理装置、データ中継装置、オペレータコンソールなどマンマシン装置を含めいっさいの機器が使用できなくなった場合、運転員は健全な系統制御所側の訓練室へ移動し、総合監視盤、オペレータコンソールなど訓練用のマンマシン装置を用い、通常運用時とまったく同様の監視制御を長期間にわたって行うことができる。(1997年現在でも、札幌系統制御所システム停止時には、札幌西系統制御所システムがこの形態で札幌支店内の全電気設備の監視制御を行うことが可能である)。

### 3.3 マンマシン装置活用バックアップ形態

システム障害などにより、オンライン業務を実行する監視制御サーバおよび前処理装置 (FEP: Front End Processor) がすべて一時的に停止したような場合を想定した形態である。

障害の発生した系統制御所側の総合監視盤、オペレータコンソール (操作卓) などのマンマシン装置およびデータ中継装置がバックアップを行う健全な系統制御所側の監視制御サーバ、FEPと100MbpsのSystem-Linkで接続されるため、運転員は別の場所へ移動する必要はなく、通常運用とまったく同じ監視制御を行うことができる。

### 3.4 データ中継装置チャンネルバックアップ機能

データ中継装置は、対向する電気所の遠方監視制御装置と結合し、監視制御情報の送受信を行う装置である。このシステムでは、システム内に二重化構成の自管轄用のデータ中継装置 (A系、B系) のほかに相手管轄バックアップ用のデータ中継装置 (バックアップ系) を設け、上述の三つの形態にかかわらず、伝送系の異常検出時に対向先チャンネル単位のバックアップを可能としている。

チャンネルごとの伝送形態を図5に示す。各電気所からの上り (監視) 情報については常時ハイブリッド (分配器) で両系統制御所へ伝送されるが、各電気所への下り (制御) 情報は一方の系統制御所からだけ伝送されるようラインスイッチ (LSW) で自動的に切り換えられる。

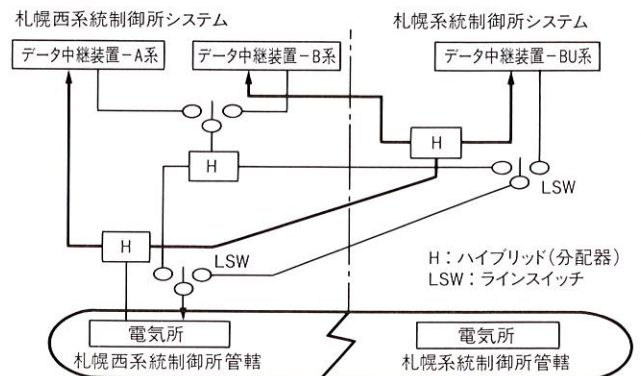


図5. データ中継装置チャンネルバックアップ用伝送形態 遠方監視制御装置との伝送路は、運用形態にかかわらずチャンネル単位にバックアップできる。

Transmission diagram of telecontrol master channel backup

## 4 システム制御所間相互バックアップ技術の発展性

ここで紹介した系統制御所システム間相互バックアップは、バックアップ体制の強化による電力系統監視制御システムの信頼性向上を図る技術であるが、以下の点でも今後の電力系統監視制御システムの発展に寄与すると考える。

- (1) 将来、電気所の増加により制御所の分割再編成が行われる場合、新設の系統制御所システムをSystem-Linkに組み込むことで柔軟に対応できる。
- (2) このシステム連系技術の応用として、マンマシン装

置と監視制御サーバを離れた場所(地域)に分離構築することが可能となり、信頼性向上のほか、保守性、拡張性の向上ができる。

## 5 中央給電指令所バックアップ機能

北海道電力(株)の本店社屋に設置されている中央給電指令所システムは、時々刻々と変化する電力需要を電力系統の周波数変動としてとらえ、需給バランスをとるために発電機の出力をコントロールする需給制御や系統内各所の電圧を監視し、発電機の無効電力量や変圧器のタップ値をコントロールする電圧・無効電力制御など、北海道全域の基幹システムを監視制御する大変重要な役割を担っている。

札幌西系統制御所に備えた中央給電指令所バックアップ機能は、火災や地震などによる中央給電指令所被災時に中央給電指令所の主要業務(表1)をバックアップする機能である。

表1. 中央給電指令所バックアップ業務一覧  
Application software employed in ALDS

業務分類	小分類	機能概要
・需給制御 ・系統制御	水力有効電力制御 (水力自動周波数制御)	周波数偏差を設定値内に維持するための水力ユニット出力制御(3秒周期)
	火力有効電力制御 (火力マニュアル数値指令)	運転員の設定による出力制御(随時)
	電圧・無効電力制御	監視点電圧が適正値となるよう火力、水力の無効電力制御および275変圧器のタップ制御を行う。
監視	系統監視	系統の接続状態、送電線、変圧器の過負荷、系統の電圧・周波数、ダム水位などを自動監視する。
記録統計	給電記録	給電速報、給電概況のデータ収集と編集・作表、実績データベースメンテナンス

中央給電指令所が停止した場合、札幌西系統制御所では訓練用のオペレータ コンソール、総合監視盤、給電情報集配装置(DNC: Data Network Controller)などを専用の中央給電指令所バックアップ用サーバ計算機とLANで接続しバックアップ運転を行う。

(注1) UNIXは、X/Openカンパニーリミテッドが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。  
(注2) Solarisは、Sun Microsystems社の商標。

中央給電指令所バックアップ用サーバ計算機(ALDS)には、汎用EWS用のオペレーティングシステム(OS)としても信頼性の高さと実績で定評のあるUNIX<sup>(注1)</sup>-OS(Solaris<sup>(注2)</sup>)搭載の電力系統監視制御サーバSX-3000を採用している。

バックアップ運用時には、同じくSolarisを搭載した五つのオペレータ コンソール(訓練卓3卓、日勤卓、メンテナンス卓各1卓)のPS2000をX端末として接続し使用することにより、操作卓側ではハードウェアメンテナンスやソフトウェアメンテナンスがいついっさい発生しない。

## 6 あとがき

オープンアーキテクチャをベースとした電力系統監視制御システム向けの応用技術として独自に開発した系統制御所システム間相互バックアップおよび中央給電指令所バックアップについて述べた。

この技術は、電力系統監視制御システムの信頼性を大幅に向上させるものであり、97年3月に運用を開始した札幌西系統制御所システムに適用し、すべての機能検証を完了することができた。

## 文献

- (1) T. Tsuruma, et al: New SCADA System Based on Open-Distributed Architecture, CIGRE, Symposium Helsinki, 600-11 (1995-8)



三輪 修也 Syuya Miwa

北海道電力(株) 工務部制御システムグループリーダー。  
給電・制御システムの運用、開発に従事。  
Hokkaido Electric Power Co., Inc.



館小路 公士 Takashi Tatekouji

北海道電力(株) 工務部制御システムグループ担当。  
給電・制御システムの運用、開発に従事。  
Hokkaido Electric Power Co., Inc.



井上 哲治 Tetsuji Inoue

府中工場 電力用計算機システム部主務。  
給電用計算機システムの開発設計に従事。  
Fuchu Works



島田 真稔 Masatoshi Shimada

府中工場 電力用計算機システム部主務。  
電力系統監視制御システムの開発に従事。  
Fuchu Works