

一般論文

BCP対策を施した広域施設 監視制御システムの開発

Wide Area Facility Monitoring and Control System
with BCP Measures

福元 裕一郎 角田 広樹
Fukumoto Yuichiro Sumida Hiroki

概要

BCP（事業継続計画）対策の主要な手段となるサーバ仮想化や相互バックアップをはじめ、相互バックアップを支える各種機能や負荷軽減、高速化対応を具備した高速道路向け広域施設監視制御システムの開発を行ったので紹介する。

Synopsis

This paper introduces a new wide area facility monitoring and control system for highways. We have developed a wide-area facility monitoring and control system for expressways equipped with various functions, load reduction, and high-speed support that enable mutual backup, including server virtualization and mutual backup, which are the main means of BCP (Business Continuity Planning) measures.

1. はじめに

社会インフラシステムには、近年増加する局所的豪雨や地震などの自然災害や、火災などの緊急事態が発生時に、運転継続性を保ちつつ、迅速な復旧対応が求められている。

社会インフラシステム事業実施企業・自治体は、このような緊急事態発生を想定した事業継続計画（BCP）の策定を重要視している。BCPの策定においては、リスク検討を行い、対策検討／実施することで緊急事態発生時に、公共へのサービスを継続・復旧の早期化を目指している。このような顧客ニーズに応えるため、当社は、高速道路向けに広域施設を相互バックアップする監視制御システムを開発し、納入した。

今回開発したシステムは、全てのサーバ装置において全監視制御対象のデータを収集しており、異常となったサーバ装置の代わりに健全なサーバ装置が代替し、継続的に運用するという相互バックアップを行っている。

本稿では、開発した広域施設監視制御システムの構成、特長、ソフトウェア構成、機能等について、紹介する。

2. 広域施設監視制御システムの構成

高速道路向け広域施設監視制御システムは、オペレータが監視制御を行う監視制御卓と、監視制御卓に情報を伝えて自動制御を行うサーバ装置、サーバ装置と子局を繋ぐローカルコントローラ、サブ拠点に配置されるサーバ装置のバックアップを行うバックアップサーバ装置で構成される。システム構成例を図1に示す。

監視制御対象となる拠点は、受電所が複数箇所からなり、任意の一つの受電所を中央拠点として運用し、そこに配したサーバ装置によって、定常時は全拠点の自動制御を担う。ローカルコントローラ、バックアップサーバ装置は、各受電所に配置され、バックアップサーバ装置は中央拠点の異常に備えている。

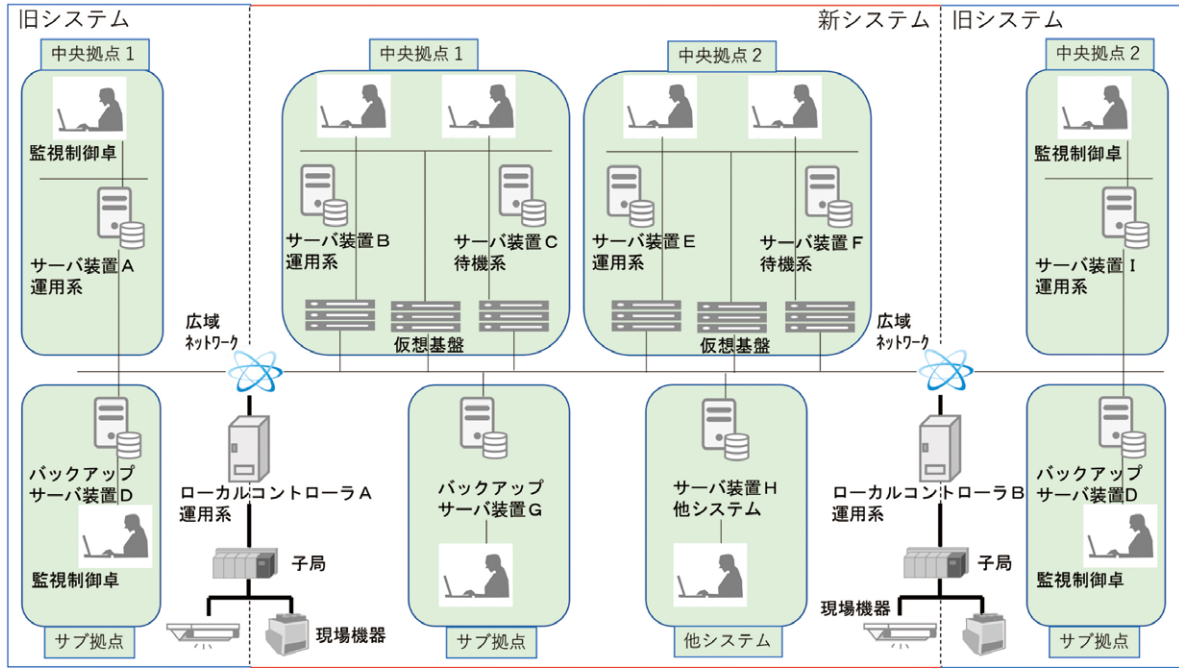


図1 システム構成例

今回開発したシステムは、サーバ装置を仮想基盤上で動作させており、アプリケーションによる二重化等の冗長化に加え、仮想基盤のHigh Availability機能（仮想基盤が停止した場合、別の仮想基盤のサーバ装置を起動し、移行する機能）による冗長化も行う。

また、複数の関連する他システムと繋がっており、他システムに対しても相互バックアップを行うことでシステムの継続運用を実現する。

3. 広域施設監視制御システムの特長

3.1 10万点以上の管理点数に対応

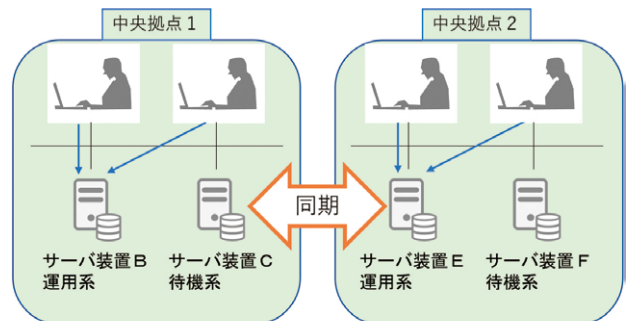
複数の拠点を相互バックアップするためには、通常、主として監視制御している拠点の他に、監視制御していない拠点においても、異常時に備えデータを保持しておく必要がある。そのため、新システムでは応答処理速度そのまま、10万点以上の管理点数への対応を可能とした。

また、高い運転継続性を実現するため、他拠点においてもリアルタイムでデータを同期することで、バックアップ運用開始時、即時に継続して監視制御を行える仕組みを設けた。

3.2 監視制御卓の自動接続機能

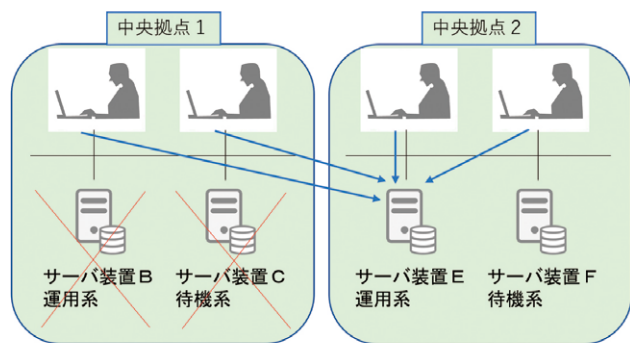
本システムは、サーバ装置を五重化（3.3に記載）することで、旧システム比で1.6倍運転継続性を高めているが、監視制御卓においても常に健全なサーバ装置に接続していなければ継続的に監視でき

ない。よって、監視制御卓は、通常時は同拠点内のサーバ装置と接続して監視制御を行い、バックアップ運用時（異常時）は他拠点のサーバ装置と接続を行う機能を有する（図2、図3）。



監視制御卓は通常時、同拠点内の運用系サーバ装置に接続を行う。

図2 通常時



同拠点内のすべてのサーバ装置に異常が発生した際は、瞬時に他拠点のサーバ装置へと接続を行う。

図3 中央拠点1異常時

3. 3 自動制御機能の五重化

本システムの自動制御機能は、中央拠点のサーバ装置の二重化に加え、二重化された他中央拠点のサーバ装置、さらにはサブ拠点にバックアップサーバ装置を設け、どこでも自動制御の動作を可能にすることで、機能の五重化を行っている。これにより、各サーバ装置は、リアルタイムでデータ同期を行っており、監視制御卓への他拠点の状態表示に加え、五重化による自動制御の冗長化も担っている。

どのサーバ装置からでも各拠点の監視制御を可能としており、これにより旧システム比1.6倍の運転継続性を実現した。

自動制御は、制御対象ごとにどのサーバ装置が担うかは優先順位を設けており、定常時の負荷分散とともに、二重制御しないよう対策を行っている(図4)。

	中央拠点1 サーバA ダウン時	中央拠点1 サーバB ダウン時	中央拠点2 サーバA ダウン時	中央拠点2 サーバB ダウン時
中央拠点1 サーバA	自動制御マスタ	ダウン	ダウン	ダウン
中央拠点1 サーバB	ダウン	自動制御マスタ	ダウン	ダウン
中央拠点2 サーバA	ダウン	ダウン	自動制御マスタ	ダウン
中央拠点2 サーバB	ダウン	ダウン	ダウン	自動制御マスタ
サブ拠点 サーバ	ダウン	ダウン	ダウン	自動制御マスタ

※橙色(ドット)は稼働中の装置、灰色は停止した装置を表す

図4 任意の制御対象におけるサーバ装置異常時の自動制御マスタの遷移

3. 4 他システムへの相互バックアップ対応

関連する他システムに対して、旧システムより故障/状態/計測データをデータ送信しており、この送信データについても相互バックアップ対応を行う。

サーバ装置は、先述のとおり、他拠点のデータをリアルタイムでデータ同期しており、これに加えて異なる拠点間のサーバ装置間で他拠点のサーバ装置を常時監視することで、他拠点のサーバ装置異常時はその拠点のデータを他システムに代替送信する機能を実装した。

これにより他システムに対し、確実にデータ送信できるシステムを構築した(図5、図6)。

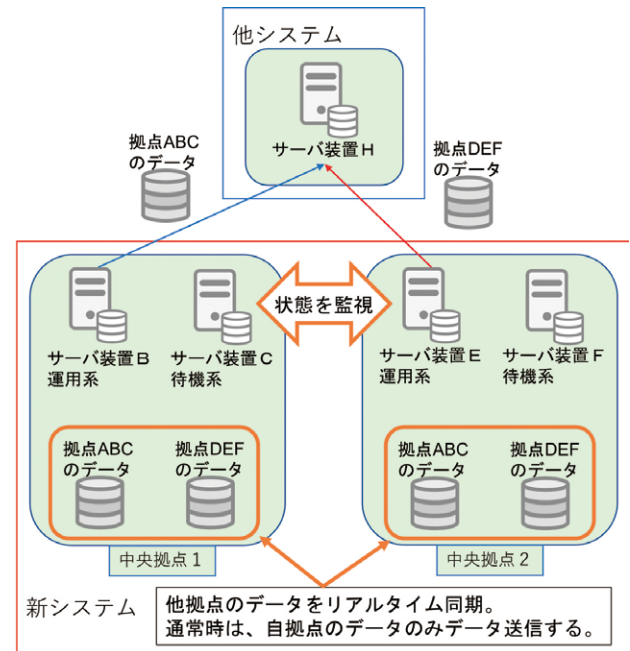


図5 通常時

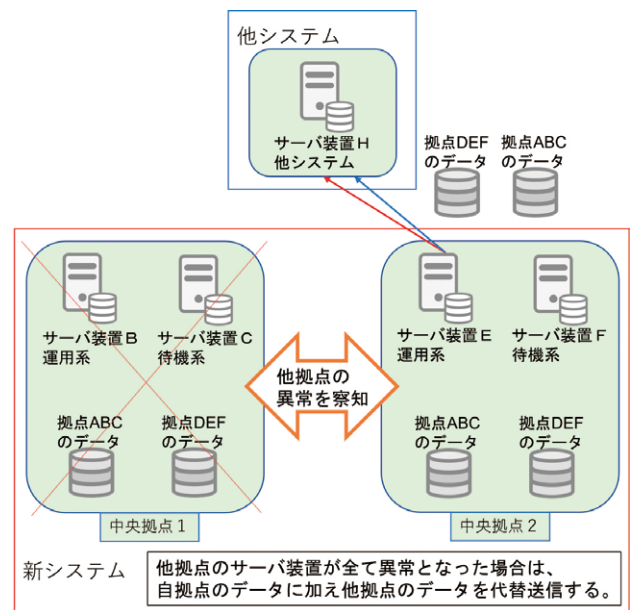


図6 中央拠点1異常時

3. 5 旧システムから新システムへの移行

旧システムから新システムへの移行は、相互バックアップの対象である旧システムは2拠点を別々のシステムで運用していることから高難度な作業が予測され、かつ旧システムを停止することなく新システムへ移行することが求められることから、監視制御運用を止めずにシームレスな移行が必要であった。

この問題を解決するため、旧システムへ現場機器のデータを送受信するローカルコントローラに対し、新システムにも旧システムと同様のデータを送

受信する機能を追加実装した（5.1 に記載）。この機能実装により、新旧システムの並列運用を可能とした。これにより、移設工事期間中は旧システムにて監視制御を行い、移設工事完了とともに新システムへ監視制御権を移譲可能となり、シームレスな新旧システムの切替を実現した（図7、図8）。

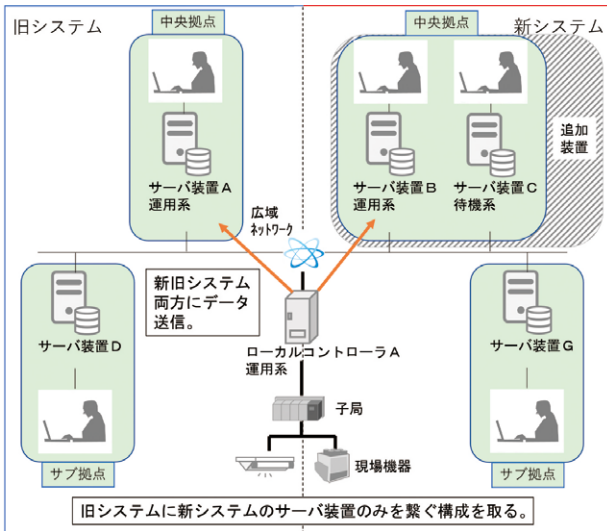


図7 新システム追加時

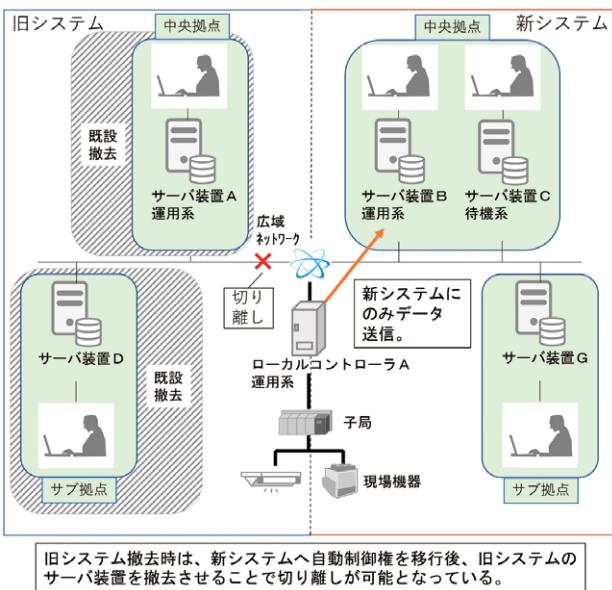


図8 旧システム撤去時

3. 6 旧システムの監視制御卓のWindows^{(*)1} 10対応

旧システムの監視制御卓のOSはWindows XP^{(*)2}であったため、システムの老朽化に伴い、監視制御卓のWindows10対応を行った。

これにより、従来の監視制御卓をそのまま使用しつつ、ハードウェア・OSを最新化することができた。

4. 既存機能の拡張

本章では、前章にて記載の新システムの特長機能を実現する各種性能向上について紹介する。

4. 1 管理点数の増加への対応

新システムは、先述のとおり、旧システムの約2倍となる広大な拠点を相互でバックアップするために管理点数の増加を行っている。これに加えて、新システムでは、単純に管理点数を増加させるだけではなく、旧システムと同等の性能を確保するため、各処理において、以下の負荷軽減や高速化の対応を行っている。

また、新システムでは、セキュリティ強化対策でサーバ装置にウイルス対策ソフトを導入しており、これによる性能低下も発生したが、以下の対策を行うことで性能低下を防止した。

- ・従来、処理に時間を要していたファイルアクセス処理を軽減させるため、起動時にファイル情報を極力メモリで展開するメモリアクセス化により、高速化処理対策を実施した。
- ・検索処理においては、二分探索木処理を活用し、処理時間短縮を図った。

4. 2 ローカルコントローラの特長機能

サーバ装置のアプリケーション構成は旧システムと同等であるが、新旧システムの双方からデータを送受信できるように改造したローカルコントローラは、新旧システムの並列運用を可能とするため、二方向の伝送機能を新たに設けた。

新旧システムを並列運用するにあたり、ローカルコントローラには、リアルタイムで二方向に同じデータを送受信する伝送機能を実装した。

この機能の実装にあたっては、新旧システムへ特定データの振り分けやLANケーブルの追加接続はしておらず、従来機能に加え送受信方向を一方向のみ増やし複雑化しない工夫を施した。

各システムへの通信は、専用の通信制御プロセスを装備することにより、各専用プロセスが送受信を担う。これにより、旧システム、新システムを区別することなくデータ伝送を実現しているため、移設工事後の旧システムの切り離しを容易にした。上記のプロセス構成の略図を図9に示す。

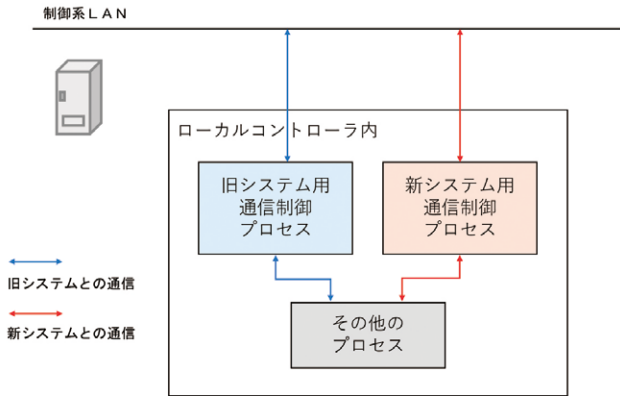


図9 プロセス構成略図

5. 本システムの実施例

本システムが通信を行っている他システムの中には、BCP対策として複数拠点に対応されているものがある。これらのシステムと通信を行う場合、他システムの拠点ごとの状態に応じて、適切な拠点にデータ伝送を行う機能を開発した。

この機能は、運用系のローカルコントローラが接続先となる同拠点の他システムに優先的にデータ送信するとともに、常時接続監視を行い、他システム異常時は、繋ぎ替えを行うことでデータ送信の継続を行う。

この機能により例えば、2拠点にサーバ装置を配置したシステムで、常時は同拠点内にあるサーバ装置にデータ転送を行い、同拠点のサーバ装置が異常時は、他拠点のサーバ装置にデータ転送しなければならないような構成にも対応可能としている（図10）。

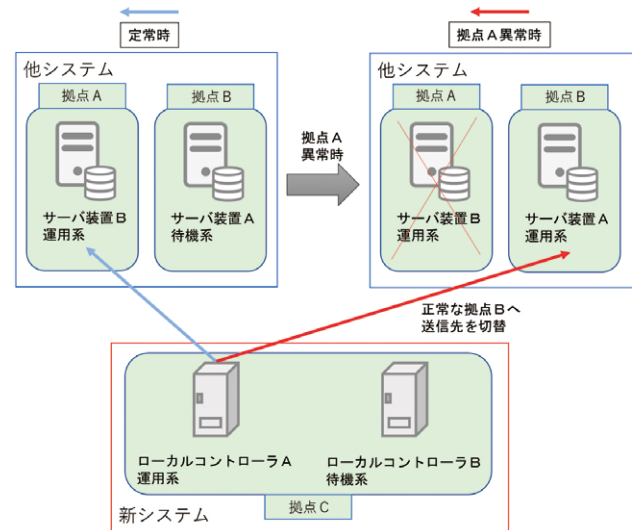


図10 他システムへの対応

6. まとめ

本稿では、複数拠点間を連携し、一方の拠点で異常が発生しても他方で相互バックアップを行い、監視制御を継続させるシステムを適用したことで、BCP対策に貢献する広域施設監視制御システムを紹介した。

BCPの重要性は今後ますます高まることが予想されるため、開発・設計段階では、相互バックアップをあらかじめ考慮するだけでなく、拠点改造等に伴う現地改造も考慮するなど、社会インフラのニーズを先取りした製品開発が重要となる。今後も、ニーズに応える製品開発に努める所存である。

(*1) マイクロソフト Windowsは、マイクロソフト グループの企業の商標です。

(*2) 「Windows XP」は、マイクロソフト コーポレーションの登録商標です。

執筆者紹介



福元 裕一郎 Fukumoto Yuichiro
電力・環境システム事業本部
ソリューションシステム事業部
システム開発部



角田 広樹 Sumida Hiroki
電力・環境システム事業本部
ソリューションシステム事業部
システム開発部長