電力用監視制御システムの保守

高橋　　省（たかはし　さとる）　　池内　一志（いけうち　かずし）

1　まえがき

富士電機では電力会社や公営企業に数多くの監視制御システムを納入している（150 システム以上が稼動中）。これらはライフラインを支える，電力系統や発電所，ダムなどの監視制御を行うシステムであり高い信頼性を要求されるが，最近の電力自由化，電気料金引下げなどの社会情勢から電力会社の設備投資が削減され，更新周期は長期化する傾向がある。そのためシステムの維持管理には保守業務が重要な役割を担っている。

一方，近年の標準化，オープン化の流れは電力分野にも押し寄せており，ハードウェアのライフサイクルの短期化，汎用ソフトウェアの適用，マルチベンダー化など，新たな保守上の課題も発生している。このような環境下での富士電機の電力用監視制御システムの保守への取組みについて述べる。

2　電力用監視制御システムの特徴と取組み

電力用監視制御システムの信頼性要求に対して，富士電機では以下の取組みをしている。

2.1　信頼性の高いハードウェアの採用

電力用監視制御システムは24時間連続運転が要求される。このため，ハードウェア自体に高い信頼性が要求される。

電力用監視制御システムには，部品の選定，設計からの各フェーズにおいて，信頼性を確保する対策が十分に施された製品を使用しており，フィールドでの故障発生率は汎用品の数分の一である。

2.2　停止範囲を局所化する設計

電力用監視制御システムでは，通常二重系またはそれ以上を構成し信頼性を確保している。ハードウェアの故障復旧や点検などの停止作業は，運用系の機能を維持したまま，極小時間で行わなければならない。

富士電機では二重系間の結合を疎とすることで，故障，点検などによる停止が他系に影響しない構成のシステムを提供している。

また，保守面では構成品のユニット化や活線交換の技術により，停止部位を局所化する設計を施している。

3　電力用監視制御システムの保守内容

高い信頼性を持つ電力向け監視制御用コンピュータシステムであるが，長期間安定的に稼動させるためには，保守契約を基に次の事項を実施することが必要である。[1]

(1)　最適な動作環境・設置環境のもとで稼動させるために日常の維持管理を実施する。

(2)　定期的に機械的調整，電気的調整，検査などを実施する。

(3)　障害の前兆を確実に把握して分析し対策を施す。

(4)　定期的に劣化摩耗部品を交換する。

表１に顧客要望に対する保守契約の効果を示す。

以下，富士電機で提供している保守業務の内容を説明する。

3.1　ハードウェア保守

ハードウェア保守は定期点検などの予防措置と障害対応が主な業務となる。

表１　ユーザーの要望と保守契約の効果

ユーザーの要望	保守契約の効果
高稼動率維持	○総合的保守による故障率の低下 ○ユーザーに代わる保全計画の立案 ○予防保守による劣化部品の事前交換 ○定期的な検査による予防保全 ○エラー兆候の早期発見 ○システムの総合的な診断
保守コスト低減	○保守技術の改善・向上 ○熟練エンジニアの対応が可能 ○消耗品の交換 ○保守費の予算化が容易
円滑な維持運用	○ユーザーのシステム理解の支援 ○保守部品の適正配備 ○アフターサービスの一元化 ○保守コストの最適化

高橋　　省

電力系統制御システムの開発，技術企画に従事。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。

池内　一志

電力系統制御システムの開発，技術企画に従事。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補佐。

(1)　定期点検

定期点検はシステムの健全性を維持し障害の要因や兆候を事前に把握・除去し障害の発生を事前に防止する活動であり，システムを停止して実施する精密点検と稼動状態のまま実施する普通点検に分けられる。通常，電力用監視制御システムでは精密点検は１回/年，普通点検は１回/3～6か月の周期で行われる。

(2)　予防対策

システムの構成要素のうち標準保守期間内に寿命到達となる機器・部品について，定期的な交換またはオーバホールをユーザーに推奨する。また，他ユーザーへの納入システムで発生した障害について，ユーザーへ回避策を推奨する。

(3)　障害対応

障害対応はオンコール対応と障害復旧がある。オンコール対応では，システムの取扱いなどに関するユーザーからの問合せへの対応，障害発生時の一次対応，操作ミスによる障害時の復旧支援などを行う。

障害復旧では運用への影響を速やかに回避するための仮復旧措置を行った後，障害発生部位を特定し部品交換などを実施する恒久措置を行う。

富士電機では24時間対応のコールセンターを構築し，フルタイムで対応を図るとともに，納入した監視制御システムに関する製品図面，技術資料，障害履歴，連絡体制などのデータをコールセンターシステムで一元管理し，迅速かつ的確な対応を行っている（**図１**）。

3.2　ソフトウェア保守

ソフトウェアについては経年劣化は発生しないため定期点検は最小限でよいが，膨大なソフトウェアの保守管理が主な業務となる。また電力用監視制御システムでは電力設備の更新や増強に合わせた，機能改造が頻繁に行われるため，ソフトウェアおよびデータベース（DB）の世代管理が重要である。**表２**に電力用監視制御システムのソフトウェア保守上の特徴と問題点を示す[2]。

(1)　定期点検

ハードウェアの定期点検に合わせてエラーログの採取，点検を行い，障害の要因や兆候を事前に把握・除去し障害の発生を事前に防止する。

(2)　予防対策

ハードウェア同様，他ユーザー納入システムで発生したアプリケーションソフトウェア障害について，ユーザーへ回避策を推奨する。また，オペレーティングシステム（OS）や，パッケージ製品のバージョンアップの管理とユーザーへの情報提供を行う。

(3)　障害対応

障害発生時にハードウェアとソフトウェアの原因の切分けを行う。ソフトウェア障害の場合には，運用を継続するための仮復旧措置を行った後，障害の解析とソフトウェアの改修を行う。

富士電機ではソフトウェアの効率的な保守のために，ソ

図１　コールセンターシステム

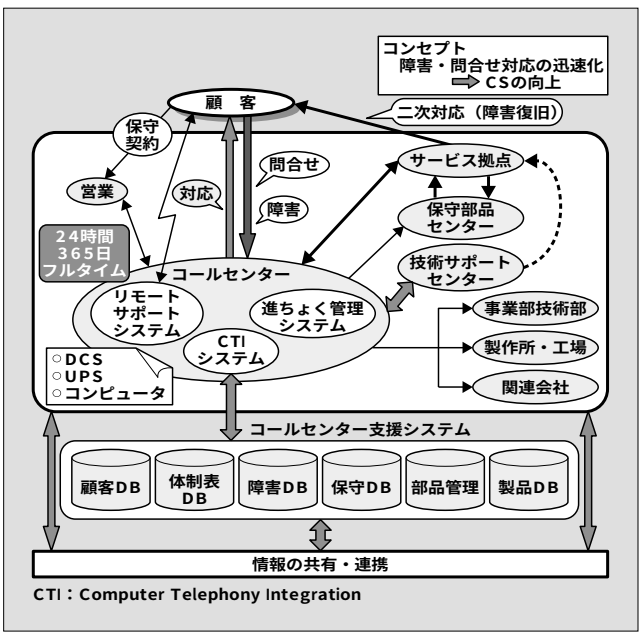
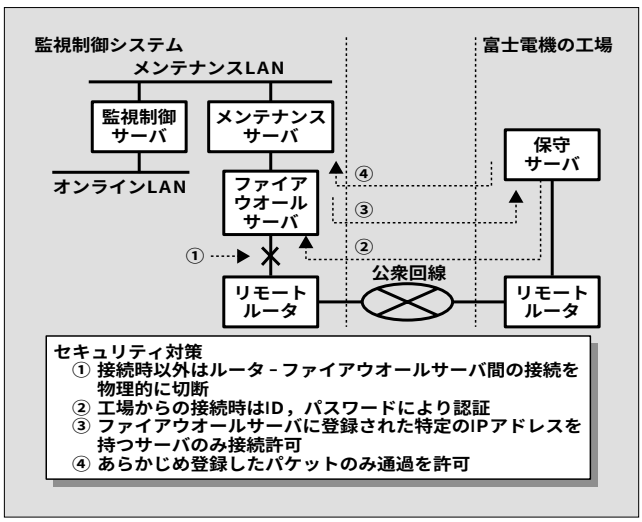


表２　集中制御所システムのソフトウェアの保守上の特徴と問題点[2]

ソフトウェア分類	保守上の特徴と問題点
OS，市販ミドルウェア	○従来は納入時点でバージョンを凍結していたが現在はハードウェアや市販ソフトウェアとの互換性の関係でバージョンアップの必要が生じてきた。 ○バージョンが二つ以上古くなると調査などの対応が困難になる場合がある（最新版と一つ前の版の二世代しかサポートしない場合）。
アプリケーションソフトウェア（電力用ミドルウェアを含む）	○納入時点でのバージョン凍結が原則である。 ○不具合の改修および機能増強工事でバージョンアップが進む。 ○長期にわたり保守できる人員の確保が難しい。
市販ソフトウェア	○保守契約の締結が保守の前提条件となっている。 ○不具合の改修を含めてのバージョンアップに伴い，OS のバージョンアップが必要になる場合がある。
データベース	○ユーザーメンテナンスが主流となっているが，変電所新設などではメーカーメンテナンスもあるため，世代管理を行う必要がある。

図２　リモートメンテナンスの構築例



フトウェアの更新の履歴をデータベース化し，保守管理を行っている。また，50システム以上の系統監視制御システム，配電自動化システムにリモートメンテナンスを導入し，障害発生時の原因調査や復旧までの時間短縮を図っている。**図２**にリモートメンテナンスの構築例を示す。

4　保守期間の長期化に対する取組み

4.1　保守長期化に伴う課題

富士電機では電力用監視制御システムについて，標準保守期間10年，延長保守期間５年の計15年をめどに保守サービスを提供しているが，最近では15年以上経過したシステムについても，保守の継続を要求されている。

保守サービスを長期にわたり実施するには以下の課題がある。

(1)　保守部品の確保
(2)　保守技術の維持継続
(3)　経年劣化によるハードウェアの寿命
(4)　ソフトウェアの保守限界

4.2　課題への取組み

(1)　保守部品の確保

富士電機では，システムメーカーとして自社製造品と他社製造品を組み合わせて，監視制御システムを構築し顧客に納入している。自社製造品の場合には納入システムの保守期間を考慮して，保守部品の確保を行うが，他社製造品についてはシステム稼動中に保守対応が打ち切られる場合がある。富士電機では調達先メーカーの保守中止のタイミングで保守部品を確保し，以降はシステムメーカーとして独自の保守を行う。保守部品の確保は保守契約された全稼動システムの運転終了までを想定し行う。**図３**にシステムメーカーの保守対応期間を示す。

(2)　保守技術の維持継続

富士電機では保守契約期間中は保守契約を前提として当該システムの保守技術を持つ技術員を確保し保守技術の維持を行っている。

(3)　経年劣化によるハードウェアの寿命

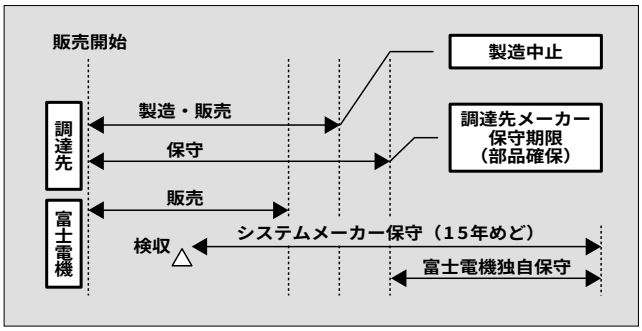
制御用コンピュータの構成品には５年程度で寿命となるものもあるが，オーバホールの実施によりシステム全体として延命を図っている。オーバホール内容としては，ディスプレイ装置に搭載されるブラウン管の交換，各装置の電源ユニットに使用される電解コンデンサの交換，磁気ディスク装置の回転部の交換，冷却ファンの交換などである。またオーバホールが不可能となった装置，部品については代替品の開発を進めている。

(4)　ソフトウェアの保守限界

ソフトウェアはハードウェアのような経年劣化はないが，機能の陳腐化，機能改造，障害対応の困難化などの問題がある。ソフトウェアについては一般的に保守に要する労力はハードウェアに比較して大きく，さらに設計担当者でないと解析が困難なケースも多くある。富士電機では，保守契約期間中はソフトウェアメンテナンスの技術者を確保し技術の維持を行っている。

これらの対策により保守期間の長期化に対応しているが，保守限界に達する前の適正な時期にシステムの更新を推奨している。

図３　システムメーカーの保守対応期間



5　オープン分散システムの保守

電力用監視制御システムの分野でもオープン分散システムの適用が進んでいる。オープン分散システムにおいては，従来の監視制御用コンピュータシステムの保守とは異なった視点からの考慮が必要となる。

5.1　オープン分散システムの定義[3]

オープン分散システムは，ハードウェアおよびソフトウェアの構成として，汎用のワークステーション，サーバ，業界標準の OS，パッケージソフトウェアが適用されたシステムである。**表３**に監視制御システムにおけるオープン分散システムのメリットと課題を示す。

5.2　オープン分散システムの保守への取組み

富士電機では，オープン分散においても電力用監視制御システムに要求される信頼性を損なうことがないよう考慮している。

(1)　システム設計時点における取組み

システムに採用する主要サーバは，オープン性を持ちつつも，実績ある制御用コンピュータの高信頼性を継承したシリーズを選択している。また基本 OS やミドルウェアはオープン化を損なわない範囲で，富士電機あるいは富士電機グループ会社の製品を採用し，保守効率化を図っている。

(2)　汎用製品の保守の取組み

オープン分散システムでは周辺機器や支援系のワークステーションに汎用品が採用されることが多く，製品のライフサイクルが短いことから，従来行っていた保守部品の確保だけではなく，代替品・後継品への対応が重要となる。代替品・後継品の適用の際にはソフトウェアのバージョンアップが必要となる可能性もある。富士電機ではシステムメーカーとしてユーザーに対して，汎用ソフトウェアや周辺機器の情報を提示しシステムの保守計画を支援している。

表３　オープン分散システムのメリットと課題[3]

時　期		メリット	課　題
システム導入時		○高機能・高性能な製品が容易に入手可能である。 ○最新技術の導入が可能である。 ○マルチベンダー開発によってよい製品を組み合わせてシステムが構築できる。 ○品質の安定した DFS（DeFacto Standard：業界標準）製品を活用できる。	○ベンダー間のとりあいや責任の明確化が必要である。 ○DFS 製品のカスタマイズの範囲の見極めが必要である。 ○DFS 製品の性能予測，負荷予測の事前検討が必要である。 ○DFS 製品のバージョンアップへの対応が必要である。
運用保守時	通常運用時	○高性能な GUI（Graphical User Interface）環境が実現できる。	○製品のライフサイクルが短く，同一製品・型式での保守期間が短い。 ○システム管理者（運用・保守）が必要である。 ○セキュリティ管理が必要である。 ○運用・保守コストが従来システムに比して増える。
	拡張・改良時	○ソフトウェア資産の継承が可能である。 ○複数ベンダー間の接続が容易である。 ○逐次最新技術の導入が可能である。	○DFS 製品のバージョンが変わるごとに組合せ検証が必要である。 ○バージョンアップが頻繁に行われ，保守の考え方が確定しないため負担が増大する。
	障害対応時	○ユーザーの切分けできる障害の範囲が拡大する。	○障害の解析や原因究明・改良が限定される。 ○性能についても同様に限定される。

5.3　オープン分散システムでの保守契約の重要性

オープン分散システムの保守業務は従来の定期点検や故障復旧に加えて，汎用ハードウェア，ソフトウェア製品の開示された障害への対応など，システム全体のサービス業務が含まれる。こうした保守業務は富士電機が汎用ソフトウェア，ハードウェアベンダーと保守契約を締結することにより実現している。このため，エンドユーザーと富士電機との保守契約は必須（ひっす）である。またマルチベンダーシステムにおいて，ベンダー間の保守責任範囲を明確にするうえでも保守契約は有効であり，顧客に契約の締結を推奨している。

6　あとがき

以上，電力用監視制御システムに関する保守への取組みを紹介した。ライフラインを支える意味で監視制御システムの保守業務は重要な役割を担っている。近年の保守業務を取り巻く状況はシステム運転期間の長期化や，オープン分散化，マルチベンダー化など，厳しいものがあるが，すべての電力用監視制御システムで保守契約が締結されるよう，富士電機ではより効率的な保守メニューを提供し，ユーザーのライフサイクルプランをサポートしていく所存である。

参考文献

(1)　日本電機工業会．監視制御システムの保守指針．JEM-TR205，1997.
(2)　電気協同研究会．集中制御所システム機能検証試験の効率化と品質管理．1999.
(3)　日本電機工業会．オープン分散方式の監視制御用計算機システムの保守指針．JEM-TR209，1999.

e-Front runners

＊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。