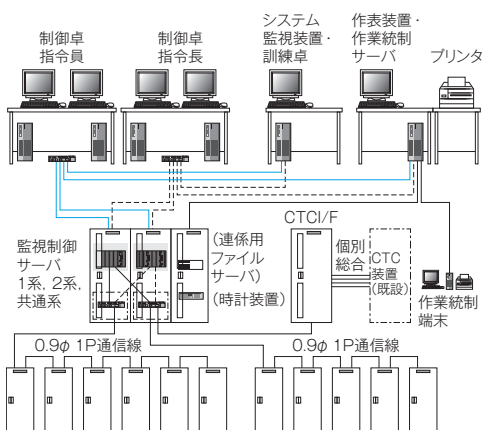


# 西日本旅客鉄道(株)米子支社納入 電力管理システム

山下明人 Akito Yamashita  
杉本純一 Jun'ichi Sugimoto  
藤田哲生 Tetsuo Fujita

キーワード 電鉄, 監視制御, 電力管理, SCADA, 遠制, 自動制御

## 概要



システム構成イメージ

西日本旅客鉄道(株)米子支社の電気指令室及び11か所の変電所に、IP遠制方式をメタル回線に本格適用した電力管理システムを納入した。システムの特長は、以下のとおりである。

- (1) 遠制回線の冗長化が困難な設置条件を考慮し、回線断時の対応として、変電所側での簡易な監視制御が可能
- (2) 既設停電申請システムから計画データを受け取り、計画データ相互の整合性チェックや給電状況図などの各種帳表出力、自動制御への連係などが可能
- (3) 高圧配電線事故時の事故区間限定区分機能
- (4) 遠制の配電盤結合部メンテナンス時に、伝送路全体に影響しない伝送結合部

## 1 まえがき

今回米子支社に、国鉄時代のB-W遠制（直流伝送有極符号組み合わせ方式）を新方式で更新し、CTC（列車集中制御装置）回線経由で制御していた気中開閉器（以下、RAS）の制御を取り込んだ電力管理システムを納入した。

監視対象変電所は11か所で、メタル回線を使ったIP遠制、計画系の停電申請システムとの連係、隣接岡山支社の電力量取り込みなど、特色あるシステムとなっている。本稿では、システムの特長と概要を紹介する。

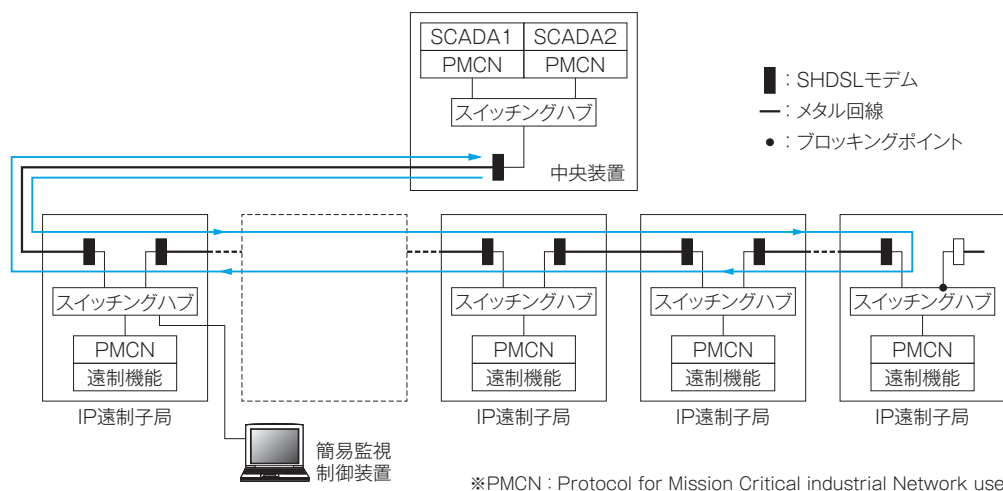
## 2 システムの特長

### 2.1 メタル回線を使用したIP遠制及び簡易監視制御装置の導入

第1図にIP遠制の構成を示す。IPとは、インターネットプロトコルの略称で、IP遠制とは遠制方式にインターネット上でのデータ通信に用いられる世界標準の主要なプロトコルを適用することである。すなわち、メーカー独自の遠制方式から汎用性のある方式に変えることで、システム維持や更新時の、リスクやコストを低減することを意図している。

この方式によって、伝送速度を飛躍的に向上（当社比80倍）したが、メタル回線特有の雷害やノイズなどの対応も必要となった。このため、IP遠制用に製作された保安器を新たに選定した。

また支社境付近の回線事情によって、回線の冗



### 第1図 IP遠制の構成

IP（インターネットプロトコル）遠制の装置構成を示す。メタル回線に適用する場合、SHDSLモデムで信号変換する。

### 第1表 IP遠制の仕様

SHDSLモデムを適用したメタル回線上の伝送仕様に特長がある。

#### (1) 子局間伝送路

項目	仕様	記事
回線種別	専用回線	
通信回線	市内ポリエチレンビニルシースケープル 0.9mmΦ 1P/CH	CPEV-S相当 (伝送路は不含)

#### (2) 伝送仕様

項目	仕様	記事
ポスト間伝送距離	20.0km以下	
最大子局数	32子局	ループ構成の場合
準拠規格	ITU-T G. 991.2準拠 Annex A準拠	
伝送方式	G. HDSL及びG. HDSLbis	
ライン速度	192kbps	

#### (3) 伝送プロトコル

項目	仕様
アプリケーション層	専用監視制御プロトコル
プレゼンテーション層	—
セッション層	PMCN
トランスポート層	UDP
ネットワーク層	IP
データリンク層	10/100BASE-T/TX
物理層	

電所で遠制装置を停止して作業を行う場合、その変電所よりも下流の全変電所が監視不能となる。この対策として、遠制装置で伝送を行う部分と配電盤と結合を行う部分の電源を分離し、通常の作業で監視不能にならない装置構成とした。第1表にIP遠制の仕様を示す。

## 2.2 停電申請システムとの連携

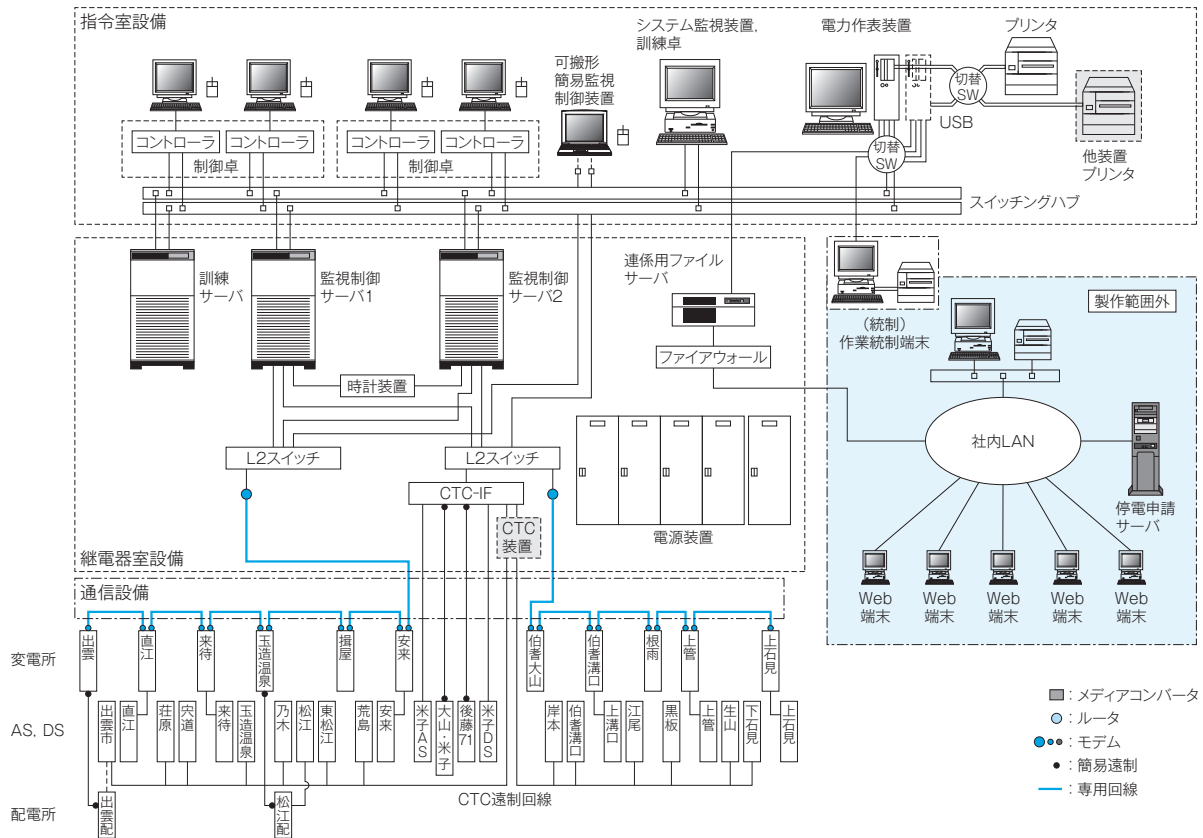
米子支社には、既に計画系のデータ処理を開始していた停電申請システムがあり、こちらとの連携を前提としてシステム構成を検討した。しかし、すべての作業が停電申請システムで処理されているわけではなかったため、新たに作業統制システムを導入し、ここでデータ連携と停電作業申し込みの両方ができるように計画した。

作業統制システムの導入によって、停電申請システムから計画データを受け取り、計画データ相互の整合性チェックや給電状況図などの各種帳表出力、自動制御への連携などができるようになった。

長化が困難なため、遠制回線片送り構成として計画し、回線断時の対応として、どこの変電所からでも監視制御可能な簡易監視制御装置を導入した。しかしバックアップルートを持たないため、変

## 3 システム構成

第2図に米子支社納入のシステム構成を、第3図に指令室を示す。



## 第 2 図 システム構成

指令室に 2 卓構成の制御卓・システム監視装置兼訓練卓・電力作表装置・プリンタを置き、継電器室には二重系監視制御サーバ・訓練サーバ・停電申請連携用ファイルサーバ、CTC 回線経由で制御する開閉器のための CTC-IF 装置・各装置に電源供給するための電源装置がある。



第 3 図 本設後の指令室

制御卓（指令長）を示す。設置スペース節約のため、OA 卓部とキャビネット部に分けて仮設時の配置の自由度を高めている。

## 4 機能概要

第 2 表に電力監視システムの機能を示す。この中で、自動制御手順にある事故探索機能は、本システム特有の機能である。

## 5 画面例

画面の構成は、メニュー画面・系統図・単線結線図・統制記録・状況図・各種機能画面に大別される。第 4 図～第 8 図に主要な画面を示す。

## 6 むすび

以上、システムの特長と概要を紹介した。IT の世界で息の長い製品を作り続けるためには、デファクトスタンダードの採用が重要であり、選択を誤れば、時間の経過とともにとうたされてしまうことが多い。今回、通信方式にインターネットプロトコルを採用したのは、この主旨に沿ったものである。

インターネットプロトコルはこの先主流となる方式とみなされているが、大容量データを確実に伝送するためのものであり、リアルタイム通信に

第2表 機能概要

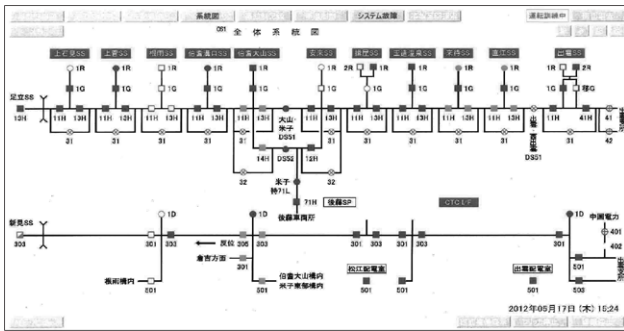
「運転統制」、「電力量処理」、「保全データ」、「運転訓練」、「システム監視」、「メンテナンス」、「作業統制」の7区分に機能分類した。特に「運転統制」の中の「自動制御手順」にある「事故区間探索」は、これまで指令員が長年の勤と経験で行ってきた高圧配電線における事故点の切り離しの操作を自動化したものである。また「作業統制」の一連の機能によって、先行して導入された「停電申請システム」からのデータを連携し、かつ停電申請にはない“定時停送”、“低圧停電”、“運転手続”のデータ入力もサポートしているため、停電相互の禁止事項チェックが可能となった。

機能分類	機能項目	概要	機能分類	機能項目	概要	
運転統制	機器状態監視	・系統図画面に機器の状態を表示 ・自動状態時には系統制記録と系統図画面を自動表示	運転訓練	遠制シミュレーション	・訓練サーバ、訓練教官卓と制御卓を使用 ・変電所などの操作連動・保護連動を模擬する機能を持ち、指令員の日常訓練に使用 ・設備更新・変電所の増設時のデータを確認	
	線路状態監視	系統図画面に線路の加圧／無加圧状態を色別で表示		制御応答設定	個々の制御ポジションに対し、正常応答・不応動・無応答・関連情報の有無などを設定	
	故障状態監視	故障発生時に、故障部位を系統制記録画面及び系統図画面に表示		制御関連状態表示	制御をトリガとした関連状態の表示を任意に作成	
	個別制御	各系統図画面で遠制機器の制御が可能		シーケンス表示連絡	・シーケンスパターンに基づく一連の連続状態を表示連絡 ・複数状態の内容をあらかじめシーケンスパターンデータとして作成し、任意に発生模擬を実施	
	自動制御手順	・制御卓から登録した停電計画をデータに基づき定期的に自動実行 ・事故後の高配系統で、中間付近の開閉器と起点側又は終点側の遮断器の投入を繰り返す、事故区間を絞り込む事故区間探索が可能		システム模擬	登録済みの手順一覧データから2日後の22時の系統状態を模擬	
	系統制記録表示	監視制御内容は、系統制記録画面に随時、自動表示		システム監視	装置故障表示	本システムの構成図を示し、装置ごとの異常の発生状態を表示
	系統制記録編集	系統制記録のうち、必要なポストや種別データのみを検索して編集			システム異常記録	システム内の装置故障、異常及び系列運転に関する情報を記録し、電力作表装置で帳表を出力
	系統制データ保存	・毎日8時20分に、自動で前日分の系統制記録データを保存 ・データは4年分保存		メンテナンス	系統図メンテナンス	指令員による作画ツールを利用した系統図画面データのメンテナンスが可能。(ただしメンテナンスは、表示変化対象項目を除く)
	遠制試験	総合試験 (CT, IT) の検定			手順制御パターンメンテナンス	手順制御パターンデータを追加・修正・削除
	電力量処理	札設定		・自動あるいは手動扱いで、画面上に作業札を設定 ・任意のメッセージで注意札を設定	作業統制	システム連係
データ収集、保存		・毎時00分、30分に電力量の取り込みを自動で実施 ・データは5年分保存 ・集めたデータは外部メディアに出力し、保存したデータでリストアが可能	帳表出力	停電通知表・停電作業打ち合わせ票・停電作業処置表・指令業務日誌・作業承認書留簿・給電現況図・手配件数集計表を出力		
異常データ警報		電力量データフォーマット異常の場合などは欠損データとして扱い、系統制記録に表示するとともに警報を鳴動	データ入力	停電申請システムから連係されたデータ以外の定時停送計画・低圧計画・運転手続計画・作業承認書留簿のデータ補完入力と編集		
帳表印字		実績日報・実績月報・受電日誌・系統別不等率表などを印字	統制管理	作業統制システム内データ相互の禁止事項チェック・作業承認・実績完了を登録		
欠損データ補填		欠損データに対して過去12時間分の電力量を取り込み、補填を実施	データメンテナンス	申請箇所などのマスターデータ・定時停送パターンデータ・禁止事項チェックデータなどを登録・修正・削除		
データ取り込み		外部メディアから他支社変電所の電力量を取り込むことが可能				
メンテナンス		・電力作表装置での欠損データの修正 ・変電所単位で取り込み倍率を変更				
保全データ	ジャーナル	監視制御サーバで、遠制装置との送受信データをジャーナルデータとして保存し、電力作表装置で帳表に編集し印字				
	遠制保全データ	・遠制回線の通信不良の発生原因を特定するため、遠制装置のスイッチングハブから管理情報を取得 ・取得したデータは電力作表装置で遠制保全データ管理表帳表に出力				

特化したものではない。この点をよく認識し、洗練されたシステムとなるよう、適用にあたってのノウハウを地道に積み重ねる努力を今後も続けな

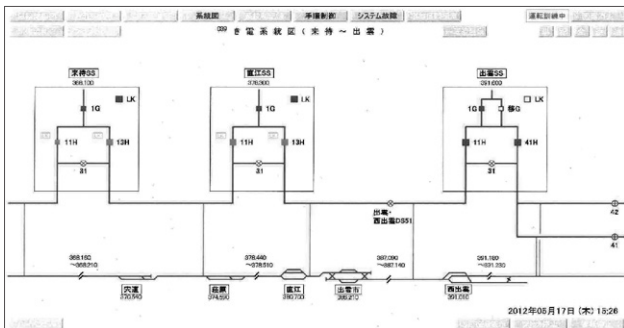
ければならない。

今回の製作にあたり、西日本旅客鉄道(株)電気部電力課、大阪電気工事所、米子支社の各担当者の



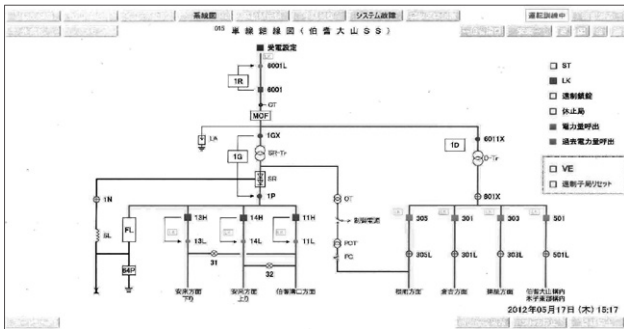
第4図 全体系統図

支社全体の系統を把握するための画面で、主要機器の状態をいつも知ることができるように、重要度の低い情報はカットするなど画面構成を工夫している。



第5図 き電系統図

き電の系統状態を詳細に監視及び制御するための画面を示す。き電に関する機器状態と、制御に伴い電車線路の加圧状態変化を分かりやすく画面表示する。



第6図 単線結線図

変電所の単線結線図に準じて作成された画面を示す。機器シンボルを制御し、それに合わせて結線を加圧表示するなどの基本機能以外に、変電所作業時に不要情報の送信を止める「休止局」や電力量欠損時の「過去電力量呼出」、変電所からの連絡が途絶えた場合の「遠制御子局リセット」シンボルを画面上に持つ。

方々に並々ならぬご指導とご尽力をいただき、紙面をお借りして厚く御礼を申し上げる次第である。

日時	内容	状態	備考
06/14 17:02:03	出雲SS	電力量呼出	手印不能 警報タイムアウト
06/14 17:12:44	上石見SS	表示試験 (IT)	*終了* 正常
06/14 17:12:44	上石見SS	表示試験 (IT)	*終了* 正常
06/14 17:12:44	上石見SS	表示試験 (IT)	*終了* 正常
06/14 17:18:02	上石見SS	遠制御異常 (CC)	*異常* *遠制御異常*
06/14 17:18:02	上石見SS	遠制御異常 (CC)	*異常* *遠制御異常*
06/14 17:18:58	上石見SS	表示試験 (IT)	*終了* 正常
06/14 17:18:58	上石見SS	表示試験 (IT)	*終了* 正常
06/14 17:34:38	上石見SS	非常停止 (VE)	正常
06/14 17:34:46	上石見SS	遠制御異常	正常
06/14 17:35:14	上石見SS	1G	正常
06/14 17:35:20	上石見SS	1G	正常
06/14 17:35:28	上石見SS	休止局	正常
06/14 17:35:37	上石見SS	休止局	正常
06/14 17:38:12	上石見SS	遠制御異常	正常
06/14 17:31:03	上石見SS	電力量	手印不能 タイムアウト
06/14 17:32:03	上石見SS	電力量呼出	手印不能 警報タイムアウト
06/14 17:32:03	上石見SS	電力量呼出	手印不能 警報タイムアウト
06/14 17:32:03	上石見SS	電力量呼出	手印不能 警報タイムアウト
06/14 17:32:03	上石見SS	電力量呼出	手印不能 警報タイムアウト

第7図 系統制御記録

監視制御対象の機器の状態変化や制御の記録を時系列に記録する画面を示す。情報の種別に従い、行単位で色別を表示する。

状態	時間	内容	備考
0	8:18:22	8:18:28	備考 玉置SS 303 予備停止
0	8:20:22	8:20:42	備考 上石見 主線停止 (114 ~ 130 線路閉止)
0	8:21:22	8:21:23	備考 上石見 306 ~ 308 301 (定食・定食)
0	8:21:22	8:21:48	備考 福前SS 302 ~ 島大SS 305
0	8:21:18	8:21:18	定食 定時停止 (4) 玉置SS 1301 ~ 島大SS 111
0	8:21:22	8:21:20	定食 定時停止 (5) 玉置SS 1301 ~ 島大SS 111

第8図 手順制御

作業統制システムから連係されたパターンデータを一覧表示する画面を示す。手順開始時間がくると、アラームで停電・送電手順の実行開始を通知する。それぞれの実行手順に対して指令員が承認を与えることによって、時間での自動実行が行われる。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆紹介》

**山下明人**  
Akito Yamashita  
西日本旅客鉄道(株)米子支社

**杉本純一**  
Jun'ichi Sugimoto  
西日本旅客鉄道(株)米子支社

**藤田哲生**  
Tetsuo Fujita  
電鉄システム事業部技術部  
電鉄用コンピュータシステムのエンジニアリング業務に従事