

# 仙台空港アクセス鉄道向け 電力設備監視制御システム

Control and Monitoring System for Power Supply Facilities of Sendai Airport Access Line

北村 常明

高橋 善志男

鈴木 英則

■ KITAMURA Tsuneaki

■ TAKAHASHI Yoshio

■ SUZUKI Hidenori

仙台空港アクセス鉄道は、仙台空港へのアクセスの利便性をいっそう向上するため、仙台都心（JR仙台駅）と仙台空港間の全長約7.1 kmにわたり新設された単線・電化・高架形式の鉄道である。

仙台空港アクセス鉄道における電力設備には、一つの電車運転用変電所と三つの駅の機器用配電室があり、東芝は、これらの電力設備を一元的に監視制御するシステムとして、シンプルでありながら高い信頼性を確保した電力管理システム、遠方監視制御システム、及び変電所配電盤システムを開発した。

The Sendai Airport Access Line is a new railroad that is expected to offer better access to Sendai Airport. It is a single-track, electrified, 7.1 km railroad from Japan Railway (JR) Sendai Station to Sendai Airport. The new line required a substation for the railroad and three power distribution rooms—one for each of the three stations.

Toshiba designed a simple and reliable supervisory control and data acquisition (SCADA) system to furnish this new line with a power control system, together with a telemeter control system and a control and relay panel system.

## 1 まえがき

仙台空港アクセス鉄道は、仙台空港へのアクセスの利便性をいっそう向上するため、JR東北線の名取駅を結節駅とし、仙台都心（JR仙台駅）と仙台空港間の全長約7.1 kmにわたり新設された単線・電化・高架形式の鉄道である。

鉄道における電力設備は、電車の遅延や運休などによる社会的影響が非常に大きいため、常に安定した電力を継続的に供給しなければならないという重要な役割を担っている。仙台空港アクセス鉄道における電力設備には、電気車に電力を供給する交流66 kV受電の空港鉄道変電所（以下、変電所と略記）と、杜せきのした駅、美田園駅、仙台空港駅の三つの駅の機器などへ電力を供給する交流6.6 kV受電の配電室（以下、駅配電室と略記）がある。

これらの電力設備を監視制御するシステムとして、シンプルでありながら信頼性の高い電力管理システム、遠方監視制御（以下、遠制と略記）システム及び変電所配電盤システムを開発したので、以下にそれらの概要を述べる。

## 2 システムの特長

今回開発した電力設備監視制御システムの主な特長を以下に述べる。

- (1) 汎用LANの活用 システムで使用する各装置のインタフェースには、汎用LANであるEthernetを使用し、通信プロトコルにはTCP/IP (Transmission Control

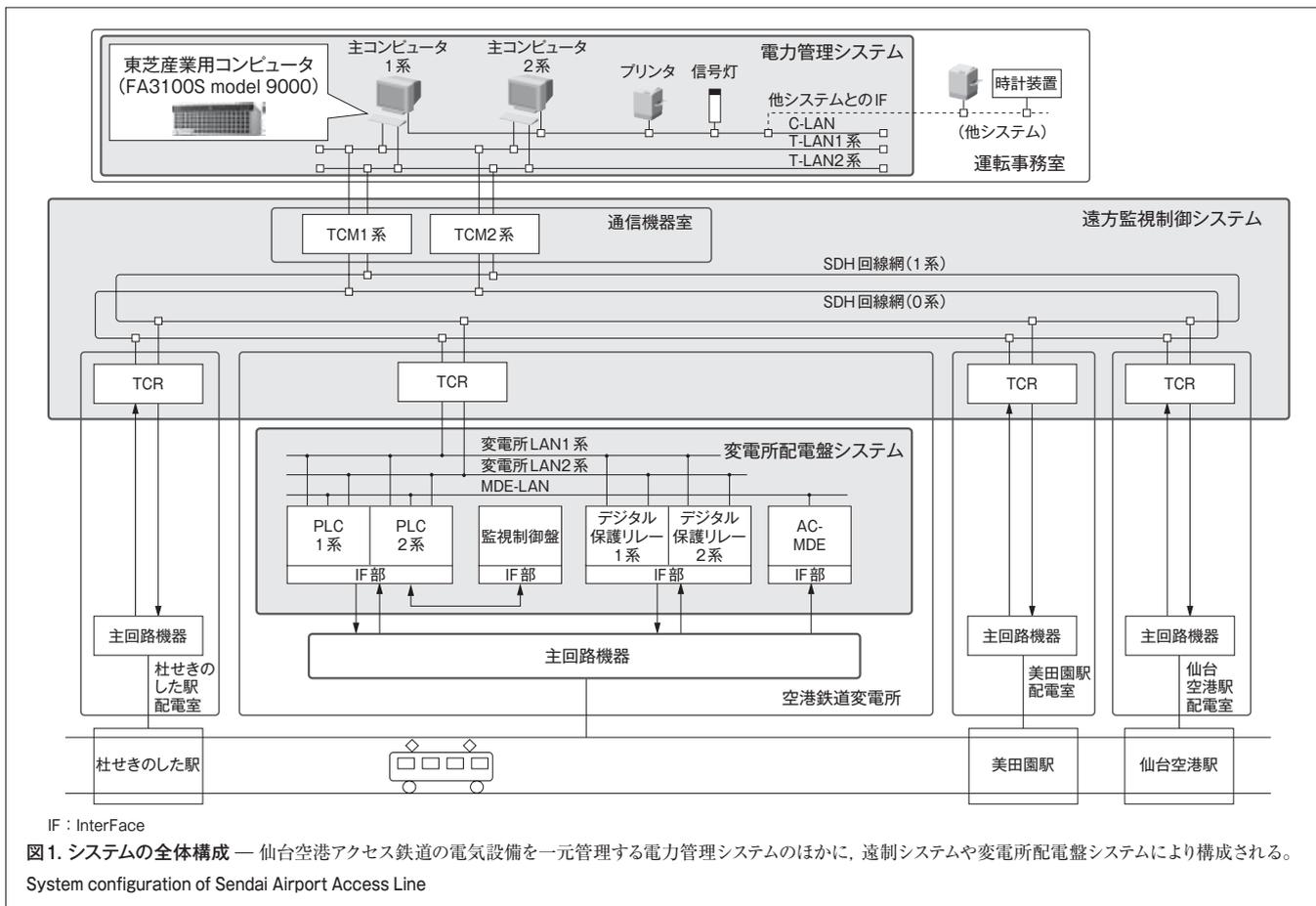
Protocol/Internet Protocol)を採用した。汎用LANにより、各装置間の制御ケーブルの削減や大容量情報の伝送を可能にし、将来の拡張性を確保した。

- (2) 汎用OSの活用 電力管理システムで使用するOS（基本ソフトウェア）は、Windows<sup>®(注1)</sup>XPを採用した。これにより、ユーザーが慣れ親しんだ汎用の表計算ソフトで帳票機能を構築することができるほか、開発期間の短縮にもつながった。
- (3) 省スペース化 電力管理システムは、サーバレス方式にしてシステムを構成する装置を削減し、省スペース化とシンプル化を実現した。
- (4) 高信頼性 電力管理システムと変電所配電盤システムは二重化構成にし、電力管理システムの主コンピュータには、耐久性とメンテナンス性に定評のある産業用コンピュータを採用した。
- (5) 保全機能の充実 変電所の配電盤システムで収集する負荷管理データのほかに、事故波形データやシステム異常診断情報も電力管理システムで集計・活用できるようにし、異常時の復旧時間の短縮を図った。

## 3 システムの構成と概要

今回開発した各システムの構成を図1に示し、概要を以下に述べる。

- (注1) Windowsは、米国Microsoft Corporationの米国及びその他の国における登録商標。



### 3.1 電力管理システム

運転事務室に設置された主コンピュータは、サーバレスで二重化構成にし、並行処理を基本に常用・予備運用としている。運転事務室内の伝送路は、二重化されたT-LAN (遠制LAN)及びC-LAN (コミュニケーションLAN)で構成される。T-LANは、主コンピュータと遠制装置の伝送の授受、及び主コンピュータ間のデータ等価を行う。C-LANは、時計装置とのインタフェースのほか、他システムとプリンタを共有するた

めのインタフェースで、バーチャルLANを採用することでセキュリティを確保している。

運転事務室に設置される電力管理システムの外観を図2に示す。

### 3.2 遠制システム

遠制装置は、運転事務室と変電所、駅配電室間の情報授受を行う。

通信機器室に設置した遠制装置親局 (TCM) は二重化構成にし、信頼性を向上させている。

TCMと遠制装置子局 (TCR) 間の伝送回線は、光2チャネルによる二重ループ回線で構成し、SDH (Synchronous Digital Hierarchy) 回線端末を介しデータリンクを行っている。

### 3.3 変電所配電盤システム

変電所の主回路は、交流66 kV受電設備、3,000 kVA 変成設備、及び交流22 kVき電設備を縦割り二重化で構成し、冗長性を持たせている。配電盤システムについても、集約二重化構成とすることで、高信頼性を確保した。

このシステムを構成するプログラマブルロジックコントローラ (PLC)、デジタル保護リレー、及び交流計測装置 (AC-MDE) は、変電所に設置されるTCRとともに汎用LANで接続され、情報の授受を行う。



図3. 変電所配電盤システム — 配電盤は、左から監視制御盤、PLC盤 (TCRを収納)、保護リレー盤1系、及び保護リレー盤2系で構成している。  
Control and relay panel for railroad substation

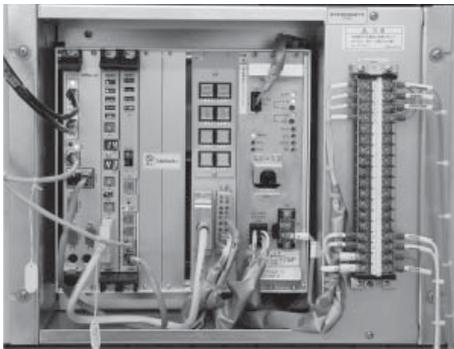


図4. 変電所のTCR — TCRをユニット構造とすることで配電盤内に収納し、配電盤内の省スペース化を実現した。  
Telemeter control remote (TCR) for railroad substation

またTCRは、ユニット構造にして配電盤の筐体(きょうたい)に収納することで、配電盤内の省スペース化を実現した。  
変電所配電盤システムの外観を図3に、配電盤内に収納されるTCRの外観を図4に示す。

## 4 電力管理システムの機能

電力管理システムの主な機能を以下に述べる。

### 4.1 系統監視制御機能

変電所と駅配電室に設置された遮断器や断路器などの開閉状態、系統の加圧状態、及び系統故障発生時の故障内容を表示する(図5)。変電所系統の表示画面では、変電所のデジタル保護リレーから伝送される電圧・電流の現在値を表示することもできる。

遮断器や断路器などの操作は、マウスによる2挙動操作方式を採用した。

### 4.2 システム監視機能

電力管理システムと遠制システムの装置の状態を表示し、各装置の運用モード(常用、予備)切替え、時刻補正、及び現

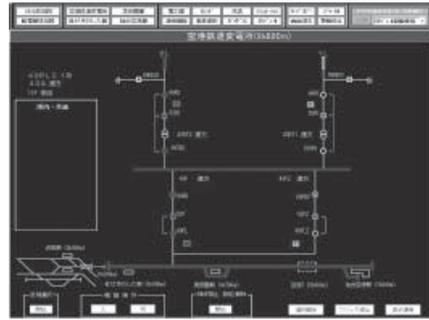


図5. 電力管理システムの系統監視画面 — 変電所と配電室に設置された遮断器や断路器などの機器の開閉状態、系統の加圧状態、及び系統故障発生時の故障内容を表示する。  
Substation system monitoring display

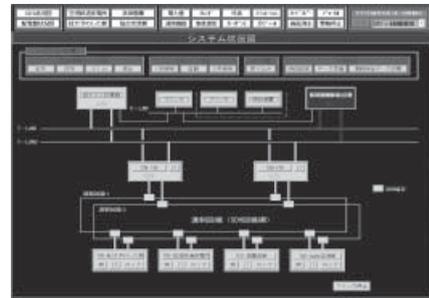


図6. システム監視画面 — 電力管理システム及び遠制システムの現在状態を表示し、各装置の運用モード切替え、時刻補正、現地機器との状態表示合わせなどシステムの管理と操作を行う。  
Power control system monitoring display

地機器との状態表示合わせなどシステムの管理と操作を行う。  
また、現地TCRに故障が発生したときなど、運転事務室からその一次診断ができるように、遠制装置のエラー情報を表示することで、故障復旧時間を短縮するようにしている(図6)。

### 4.3 変電所配電盤システム監視機能

変電所配電盤システムの装置の状態を表示し、システム異常発生時の一次診断ができるようにしている。

また、運転事務室からPLCの系の切替えができ、万一の故障発生時にも、システムダウンの時間を短縮するようにしている。

### 4.4 電力量計測機能

変電所と駅配電室の受電電力量を、30分ごとに記録し表示する。また、変電所の電力量に関しては、契約値に対する現在使用量の大きさにより、警告と逸脱の2段階でデマンド警報を出す(図7)。

### 4.5 運用履歴メッセージ機能

操作、事故、異常などの履歴をメッセージとして表示する。また、これらの運用履歴メッセージは2年間保存され、検索機能を使って任意に抽出し表示できるようになっている。

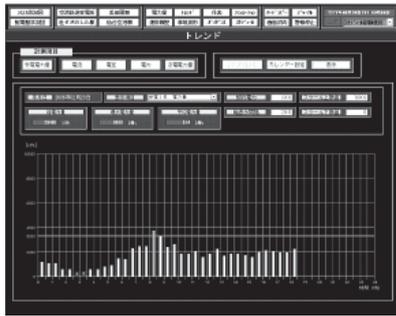


図7. 電力量のトレンド表示画面 — 変電所と配電室の受電電力量を、30分ごとに記録し表示する。

Power consumption trend monitoring display

#### 4.6 スケジュール制御機能

変電所で日々行われる定時停送電制御のスケジュール設定と、当日の実行承認を行う。システムはスケジュールカレンダー機能を備え、自動的に設定される平日・休日・祝日のほか、オペレーターが終夜き電などの特別ダイヤに合わせたスケジュールを任意に設定することもできる。

#### 4.7 負荷データ記録機能

変電所のAC-MDEで収集した負荷データ（電圧、電流、電力、電力量の最大・平均・最小値など）を30分ごとにシステムに取り込んで記録し、トレンドを表示する（図8）。

#### 4.8 事故波形表示機能

変電所に事故が発生したときの電流・電圧波形を記録し表示して（図9）、事故発生要因解析の時間を短縮するようにしている。事故波形は、変電所に設置されたAC-MDEから、配電盤のPLCを介して電力管理システムに伝送される。波形のサンプリング周期は1msで、事故トリガの前後200msを記録し表示する。

#### 4.9 帳票作成機能

計測データ、運用履歴データ、主コンピュータとTCMとの通信記録データ、及び遠制御保全データについて帳票を作成する。

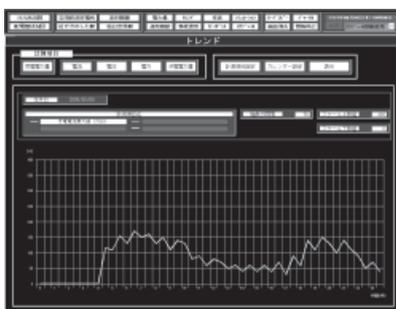


図8. 負荷量のトレンド表示画面 — 変電所の交流計測装置で収集した負荷データを30分ごとに記録し表示する。

Load data trend monitoring display

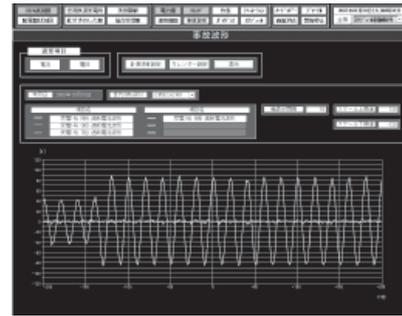


図9. 事故波形の画面 — 変電所の事故発生時の電流・電圧波形を記録し表示する。

Waveform display indicating substation fault

帳票は汎用の表計算ソフトにより集計され、MO (Magneto-Optical disk) に保存することで一般業務用パソコンにおいて管理・活用することができる。

#### 4.10 シミュレーション機能

システムの機能試験、及び設備メンテナンスにおけるデータベース変更後の整合性試験の際、実システムと接続しないオフライン状態で主コンピュータが現地機器の操作模擬と状態変化模擬を行う。

また、あらかじめ作成した時系列の系統事故模擬データを発生させ、運転員の訓練を行うことができる。

## 5 あとがき

今回開発した電力管理システム、遠制システム、及び変電所配電盤システムは、比較的ポスト数の少ない線区への適用を前提としたシンプルな構成でありながら、運用上要求される基本機能を具備していることはもとより、各種の計測機能を更に強化したことで、メンテナンス性をより向上させた信頼性の高いシステムとして構築することができた。



北村 常明 KITAMURA Tsuneaki

産業システム社 交通システム事業部 交通電力システム技術部。  
電鉄用受変電システムのエンジニアリング業務に従事。  
Transportation Systems Div.



高橋 善志男 TAKAHASHI Yoshio

産業システム社 交通システム事業部 交通電力システム技術部。  
電鉄用受変電システムのエンジニアリング業務に従事。  
Transportation Systems Div.



鈴木 英則 SUZUKI Hidenori

産業システム社 交通システム事業部 交通電力システム技術部。  
電鉄用電力系統制御システムのエンジニアリング業務に従事。  
Transportation Systems Div.