

発電所監視データ管理システムの共同開発

松田 晃一*・三河 佳紀**・森 重雄***・中村 庸郎****
岩谷 淳*****・加藤 義昭*****

Development of the Power Station Facilities Control System
with Oji Engineering Co.,Ltd.

Kouichi MATSUDA, Yoshinori MIKAWA, Shigeo MORI, Tsuneo NAKAMURA
Jun IWAYA and Yoshiaki KATO

Abstract

Oji Engineering Co.,Ltd is a company, supporting engineering works at paper product of Oji Paper Co.,Ltd. In June 2002, Oji Engineering have presented new system, to control power station facilities for grade up, to Oji Paper. The system has some new information technologies like network, database, and this project is great step up for Oji Engineering. So, Oji Engineering offered to develop this system with cooperative, to Department of Computer Science and Engineering. We accepted this offer, have developed with Oji Engineering, and have completed this new system. We report about this project on this paper.

1. はじめに

王子エンジニアリング社は、電気・計装設備など各種プラントの設計・製作・据付・メンテナンス等のエンジニアリング業務を請け負っている。苫小牧近郊では、王子製紙所有の複数の発電所における監視制御システムのエンジニアリング業務を担当している。これらの発電所では、既設の監視制御装置が老朽化し、設備更新の時期を迎えていた。この更新にあたり王子エンジニアリング社は、コンピュータネットワークを採用した新システム¹⁾を計画することとした。しかし、このようなシステムについて技術的な蓄積がなかったことから、平成14年6月、情報工学科に対して共同研究としての協力を要請してきた。

情報工学科で検討した結果、対応可能であり、積極的に協力することとして、平成14年7月に協力する旨を回答した。平成14年8月より、筆者ら4名と王子エンジニアリング社の技術者2名の体

制で開発プロジェクトを開始した。システムの完成目標は平成15年3月であった。

2. システムの概要

2. 1 旧システム

旧システムは、各発電所から取得した監視データを、別の発電所に設置した一台の情報伝送装置で集約して受け取り、監視ディスプレイと操作パネルに表示する。また、操作パネルから情報伝送装置に対する制御・保守、各発電所に対する制御を行っている。これらは発電所内で閉じているため、苫小牧からの遠隔監視ができないという欠点

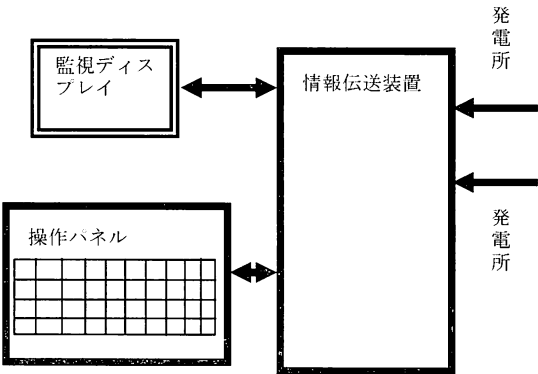


図 2. 1 旧システム

* 助教授 情報工学科
** 講 師 一般教科
*** 教 授 情報工学科
**** 助教授 情報工学科
***** 王子エンジニアリング (株)

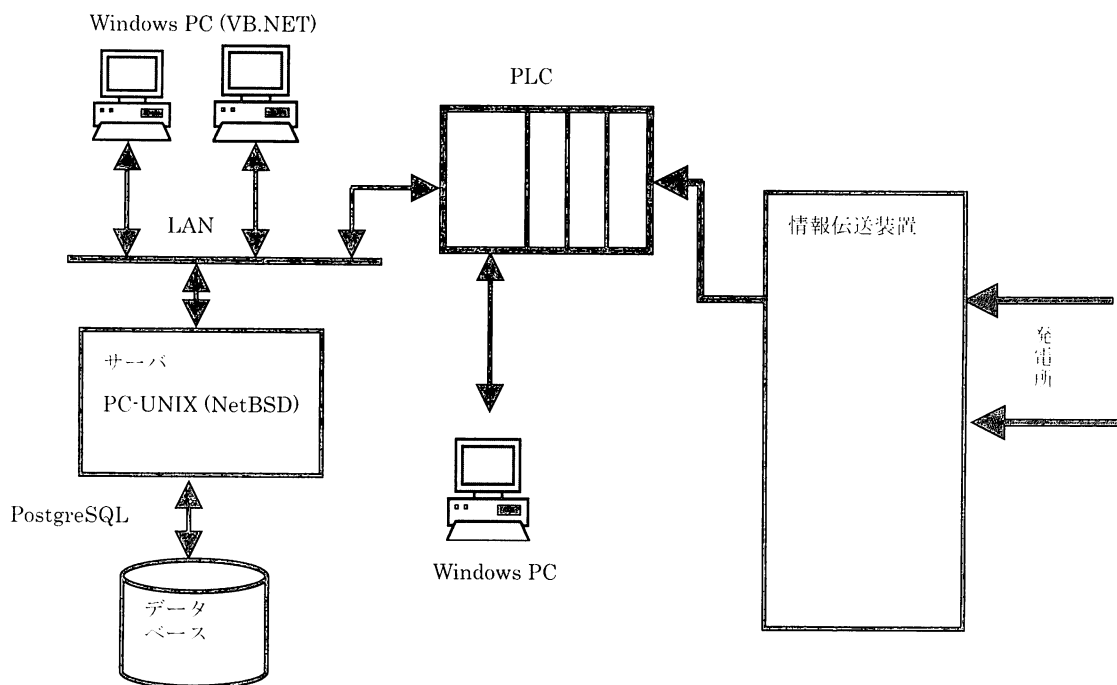


図2.2 新システム

がある。監視ディスプレイも旧式で、画面焼付きにより視認性が悪く、早急な改善が必要であった。

2.2 新システム

新システムでは、データを表示する監視ディスプレイを廃し、汎用のパーソナルコンピュータ（PC）へ置き換える。また、新たにプログラマブルコントローラ（Programmable Logic Controller, PLC）と、取得した監視データを管理するサーバ機を設置する。PLCは、情報伝送装置で受け取った監視データを取り込んで、サーバのデータベースへ送る。PCは、サーバのデータベースからデータを入力して、リアルタイムにディスプレイに表示する。また、操作パネルも廃し、PCへ置き換える。このPCからは、必要に応じて、PLCプログラムの更新、状態監視を行う。このシステムによって、以下の効果が期待できる。

- ・サーバ機も含めて、汎用のPCを利用できるので、コストを抑えることができる。
- ・システムの拡張や更新が容易である。
- ・汎用的な技術を使用できるので、技術者を確保しやすい。
- ・ネットワークを拡張することにより、遠隔地から監視できる。

3. 開発体制

筆者らは、PC-UNIXサーバ、LAN環境、データベースシステムの仕様の提案と指導、方式の検討、テスト環境の提供を中心に担当し、王子エンジニアリング側は、全体構成の立案、PLCプログラムとWindows PCのプログラム開発、およびシステム全体の実装を担当した。

4. 適用した情報技術

4.1 サーバシステム

サーバにはPC/AT互換機を採用し、OSをPC-UNIXの一つであるNetBSDとした。NetBSDは、Linuxと同様にAlpha, SPARC, PowerPCなど多くのプラットフォームに対応しており、サーバの他機種への置き換えに柔軟に対応できる。今後の情報技術の発展、コスト削減、保守性の向上、技術力の確保を考慮すると、適切な選択である。

4.2 データベースシステム

監視データを遠隔地の複数のPCから参照できるようにするには、データの一元管理が必要であり、必然的にデータベースシステムを導入しなければならない。このため、PostgreSQLデータベースシステムを採用した。PostgreSQLはWin-

dows, PC-UNIX 等さまざまな OS に対応しているので、サーバ機での OS の変更にも柔軟に対応できる。また、無償で公開されているので、コスト削減のためには最適なデータベースシステムである。機能や性能も、商用データベースシステムと比較して遜色がなく、実用上の問題はない。

4. 3 クライアント PC

監視用のクライアント PC には PC/AT 互換機を採用し、OS を最新の Windows XP とした。画面の表示機能は、Windows XP が優れており、プログラムの開発も容易である。また、データベースのデータを解析するツールが豊富に流通しており、安価で入手できる。プログラム開発用の言語には、最新の VB.NET を採用した。

PostgreSQL データベースとの接続は、マイクロソフト社の ADO (ActiveX Data Objects) を介して行うようにした。PostgreSQL は ODBC (Open Database Connectivity) をサポートしているので、ADO を使用してアクセスできる。ただし、Windows 用の PostgreSQL ドライバの実装が必要である。

4. 4 PLC との接続

採用した PLC は、Ethernet 接続機能をもち、TCP/IP や UDP のプロトコルを具備していたので、LAN 接続は容易であった。PLC からのデータ取得方法としては、TCP/IP や UDP プロトコルによる直接通信の他に、電子メールによる転送、ファイル化したデータの FTP による転送などが用意されていたが、本システムでは、UDP プロトコルを用いてサーバと通信し、データ転送を行うこととした。

5. 方式設計

5. 1 監視データの処理

発電所から伝送されてくるデータは、信号データとアナログデータに分類される。これらのデータが秒単位で送られてくる。信号データは10ワード (20バイト) 伝送され、各ビットが機器の状態や障害を示すデータとなる。アナログデータは35ワード (70バイト) 伝送され、各ワードが発電量などの能力を示す数値データとなる²⁾。

このデータを伝送されたワードデータのままデータベースに格納すると、監視 PC 側で多くのデータ加工処理が必要となり、データ集計、表示

に影響を及ぼす。このため、信号データは対応するビット文字列に変換し、サーバのデータベースへ取り込むこととした。

データベースに格納されるデータ量は1日あたり86,400件 (19.5MB) である。このデータを、そのままサーバのデータベースへ取り込むとサーバの負荷が大きくなり、監視 PC 側の応答性能も悪くなる。データ監視時間は、実用的には、1秒単位である必要性はないので、PLC 側で5秒単位に集約してサーバへ送信することとした。これによって、1日のデータ量は17,280件 (3.9MB) となった。

データの保存期間については、信号データが1日、アナログデータが1年以上である。

5. 2 監視画面

監視画面は、利用者に分かりやすく、見やすいものでなければならない。発電所の各設備の状態や異常、現在の発電量などが、リアルタイムに、一目で把握できることが要求される。また、異常が検知された場合の警報発信、異常や障害の履歴を検索できなければならない。

このため、プログラミング言語に GUI (Graphical User Interface) に優れた VB.NET を採用した。また、発電所の模式図を作画ソフトで作成し、それを GUI に貼り付け、模式図上の設備に対応する情報をプログラムで表示するようにした。リアルタイム表示のために、プログラム側でタイマーを設けて5秒ごとにイベントを発生させ、それを契機にデータベースを検索するようにした。

5. 3 データベース構造

PLC 側から5秒単位にデータが送られてくる。そのデータを、データベースの追加機能で追加すると、必ずインデックスの再編成が行われる。1件追加する度に再編成が行われるので、処理のオーバーヘッドが増加し、性能が悪くなる。このため、あらかじめ1日分のダミーデータを登録しておき、時刻をキーにして、該当するキーのレコードを更新する方式を採用した。これにより、インデックスの再編成が発生しなくなる。

なお、1日分の領域だけでは、システムに障害が発生したとき、保存すべきデータが後のデータによって上書きされてしまう恐れがある。このため、領域を2日分確保し、これを切り替えて使用することとした。

このデータベースで用意したテーブルを以下に示す。

(1) 現在使用中テーブル

現在使用している信号データテーブルを示す。

また、該当テーブルの最新更新時刻をもつ。テーブル切り替え時に参照する。

(2) 信号データテーブル 1

1日の信号データをアナログデータも含めて格納する。

(3) 信号データテーブル 2

1日の信号データをアナログデータも含めて格納する。

(4) アナログデータテーブル

アナログデータのみを累積する。

5. 4 サーバ

サーバには、データベースのサポートとともに、LANの中核的なサービスも要求される。

サーバでの処理は、PLCからのデータ取り込みと、データベースへの格納に限定されるため、サーバを組み込み機器に置き換えることも可能である。そこで、プログラム開発用の言語には、移植性を考慮し、C言語を採用した。このプログラムは、デーモン化したサービスプログラムである。主な機能を以下に示す。

- ・ PLC との UDP 接続を確立する。
- ・ 受信中止の指示があるまで、PLC からデータを受信し、信号データを変換する。
- ・ データベースの現在使用中テーブルを参照し、使用中の信号データテーブルにアナログデータと変換した信号データを格納する。
- ・ 毎日、指定時間に信号データテーブルを切り替え、前日の信号データをアナログデータテーブルに累積格納する。この処理は、子プロセスを生成して行う。

PLC が使用する UDP ポート番号、PostgreSQL データベースシステムが稼動するホスト名、使用するポート番号、データベース名は実行時に変更可能であり、ネットワーク構成の変更に対応できる。また、PLC が送信するデータを擬似的に生成する機能を付加した。これにより、PLC が稼動していない状況で、データベースへのデータ格納試験、監視用 PC の監視画面プログラムの開発、更新ができる。

6. システムの開発

筆者ら、および王子エンジニアリングとも業務多忙のため、平成15年1月までは、方式の検討、PLC と PC-UNIX サーバとの接続、データベースアクセスの研究、VB.NET の学習を中心に行い、進捗は停滞気味であった。PLC と PC-UNIX サーバとの接続が確立した平成15年2月より具体的な開発に着手し、データベース定義、表定義、テストデータ登録、監視データ表示プログラムの開発を行った。

また、長時間の動作テストを行い、システムの安定性を確認した。

以上の努力により、平成15年3月26日、当初の目標どおり、システムを完成させることができた。

7. システムの実装

完成したシステムを現地監視所に実装する作業は、王子エンジニアリング側で行うことになった。これにあたり、以下の作業が必要となった。

- ・ テスト用に使用していたデータベースを初期化しなければならない。
- ・ データベースの検証手段を用意しなければならない。
- ・ ネットワーク環境設定を、現地に合わせなければならない。
- ・ 万一の障害に備えて、バックアップ対策を準備しなければならない。

このため、Excel VBA 日本語ライブラリのデータベース機能を使用して、データベース定義、初期データ登録、データベース検索のツールを開発した。この機能は Excel から使用できる。

また、現地でのネットワーク環境設定作業が極力少なくて済むよう配慮した。

開発環境は、筆者らのシステムにそのまま残し、不具合の再現や、現地からの問い合わせに対応できるようにした。

システムの実装は平成15年3月28日に行われ、当日より実運用に移行した。

8. おわりに

汎用の機器とネットワークを使用した発電所監視システムを、王子エンジニアリング社と共同で開発した。王子エンジニアリング社の開発担当者にとっては、初めての経験であったが、筆者らの

支援のもと、目標通り、完成することができた。
また、筆者らの蓄積技術を有効に生かせることが
できた。本システムは、現在、順調に稼動してお
り、顧客の評価も良好と伺っている。

参 考 文 献

- 1) 王子エンジニアリング：発電所監視装置更新
計画書
- 2) 王子エンジニアリング：発電所監視データ仕
様書

(平成15年11月28日受理)

