

Java を採用した最新 Web 監視制御システム

特集

奥田 昇(おくた のぼる)

生駒 雅一(いこま まさかず)

小山 深(こやま ふかし)

① まえがき

従来の上下水道監視制御システムは、長期保証可能な専用ハードウェアで構成し、ハードウェア更新ごとに監視制御ソフトウェアの開発を行ってきた。しかし近年では、最新の技術を容易に導入でき、かつ初期のシステム導入コストを抑えられることから、パソコンに代表される汎用品(オープンな素材、技術)を採用した監視制御システムの納入例が増加している。また、一方ではこのような汎用品を採用したシステムの欠点である製品ライフサイクルの短さに対して何らかの対応策が求められている。

そこで、このような市場ニーズに応えるべく、従来の「専用ハードウェアの長期保守によりシステムの長期保証をする」運用と、「汎用のハードウェアを定期的に変換するが、監視制御ソフトウェアの互換性維持によるシステムの長期保証をする」運用のどちらにも対応できる監視制御システム「Web-FAINS」を開発した。

② 開発コンセプト

Web-FAINS は、上記市場ニーズを実現するためにハードウェア、OS(オペレーティングシステム)に極力依存しないフレキシブルなシステムを基本コンセプトとして開発した。具体的には以下のとおりである。

① オープン技術の採用

ハードウェアや OS に依存せず、長期にわたりソフトウェア資産の継承ができる。つまり、ハードウェアを交換するときもソフトウェア資産が簡単に移植できる。

② フレキシブルかつスケーラブル

システム規模、運用形態に応じたハードウェア、システム構成が選択でき、コストパフォーマンスに優れたシステム構築ができる。将来、監視対象設備が増大し、性能維持などのためにハードウェアのアップグレードを実施してもソフトウェア資産が簡単に移植できる。

③ 高い信頼性

必要に応じてデータベースサーバ、制御 LAN などの主

要ハードウェアを冗長化することで高信頼性が確保でき、安全な運転管理ができる。

④ 広域ネットワーク対応

広域ネットワーク(インターネット、イントラネット、PHS(Personal Handyphone System)、携帯電話、公衆回線)を活用したネットワークシステムに対応できる。

⑤ 豊富な連携機能

従来の監視制御機能を継承するとともに、IT(情報技術)を応用したさまざまなシステムとの連携ができる。

③ システム構成

Web-FAINS のソフトウェア開発言語には OS に依存しない Java^{注1}を採用したことで、システムの中核となるデータベースサーバは、OS(UNIX^{注2}、Linux^{注3}、Windows^{注4})を意識せず自由に選択できる。また、画面オペレーションには世の中に広く認知されている Web 技術を全面採用した。これによりハードウェア、OS を意識せずプラント規模、必要機能、予算に合わせてシステムを構築することができる。

なお、図 1 に上記 3 種類の OS を採用したシステムの適用イメージを示す。

3.1 ハードウェア構成

図 2 に Web-FAINS のシステム構成例を示す。

データベースサーバ、制御 LAN、コントローラの冗長化によりシステムの信頼性を向上できる。なお、制御 LAN には JIS 規格である FL-net(2003 年 11 月制定: JIS B 3521)を採用することでオープン性を確保し、他社コ

注 1 Java : 米国 Sun Microsystems, Inc. の登録商標

注 2 UNIX : X/Open Co., Ltd. がライセンスしている米国ならびに他の国における登録商標

注 3 Linux : Linus Torvalds の米国およびその他の国における登録商標または商標

注 4 Windows : 米国 Microsoft Corp. の登録商標



奥田 昇

上下水道電気・計装システムの設計・とりまとめ業務に従事。現在、富士電機システムズ(株)環境システム本部 BPR 部長。



生駒 雅一

上下水道電気・計装システム、情報ネットワークシステムの設計・開発業務に従事。現在、富士電機システムズ(株)環境システム本部水処理統括部首都圏技術部次長。



小山 深

水処理プラントシステム向け情報・制御システムの設計および企画・開発に従事。現在、(株)エフ・エフ・シー社会・公共システム統括部公共ソリューション部担当課長。

ントローラとの接続もできる。また、2 世代前までの既設システムと接続できるゲートウェイ装置も用意されている。

PHS や事務所端末などからの遠方監視制御は Web サーバを介することで実現できる。また、監視操作端末装置には特別な画面表示用プログラムは必要なく、インターネットエクスプローラ（IE）の動作環境があれば画面表示ができるため、お客様所有のパソコンでも容易にプラント監視ができる。

なお、データベースサーバは WS（ワークステーション）、パソコンどちらでも選択可能である。

3.2 ソフトウェア構成

Web-FAINS は JavaVM（Java の仮想マシン）上で画面処理、情報処理、入出力処理などの各コンポーネント処理を実行しているため、どのプラットフォーム（OS：UNIX，Linux，Windows）上でも動作できる。そのため Java は実行時に、動作するプラットフォームに対応した形式に変換するための処理時間を必要とする欠点を持っている。そこで、リアルタイム性が重要である監視制御シ

図 1 各システムの適用規模・信頼性・価格の相関

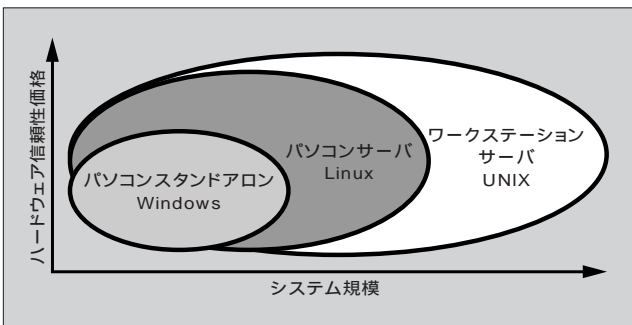
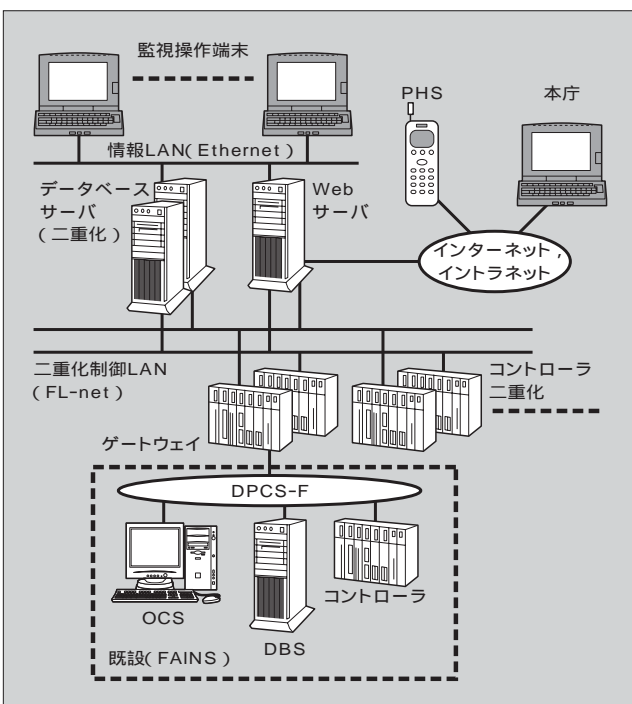


図 2 Web-FAINS システム構成例



テムに適用するためには、この処理時間を補うための開発環境を整備する必要があった。

図 3 にソフトウェア全体構成を示すとともに、以下に特徴となる機能およびリアルタイム性を重視した先進的な開発環境を概説する。

1) Web の有効活用技術とセキュリティポリシー

Web 監視制御システムの最大の利点は、一定以上の性能と IE の動作環境さえあれば、どのような監視操作端末でも監視操作ができることである。そこで、Web-FAINS はこの利点を最大限生かすために、どのような画面サイズの端末（パソコンレベルから携帯端末まで）にも違和感なく表示できる機能を搭載している。

また、お客様事務所の LAN に接続されているパソコンや、無線 LAN で接続されている携帯端末などから Web 監視を行う場合のセキュリティポリシーとして、以下の環境を構築している。

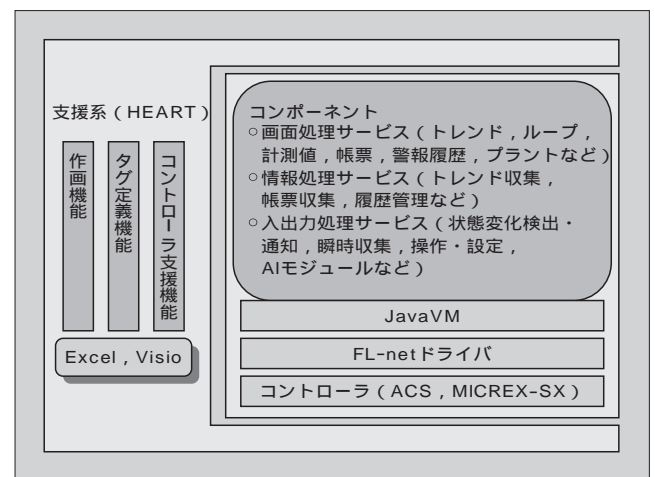
- a) お客様事務所 LAN と監視制御 LAN の間にファイアウォールを設置し、相互 LAN 間を疎とすることにより双方のセキュリティを確保できる。
- b) IP アドレスコントロールを利用したセキュリティ対策により、特定の端末以外からの監視制御サーバに対するアクセスを制限できる。

2) 監視制御機能

従来の監視制御機能を継承するとともに、以下のような特徴的な機能を備えている。

- a) 信号ごとに自由に監視画面をリンクできる機能
- b) 表示したい画面を自由にファンクションキーに割り当てられる機能
- c) 運転員の引継ぎ情報などに活用できるメモ機能
- d) 信号ごとに操作制限を設けることができるセキュリティ機能
- e) 機器操作挙動数を 1 挙動から 4 挙動まで任意に設定できる機能
- f) 水の流れなどをアニメーション表現できる機能
- g) マウス以外のポインティングデバイスとして、専用キーボードにも対応できるインタフェースを搭載

図 3 Web-FAINS ソフトウェア全体構成



- h) 他コンピュータの情報にもコントローラと同様にアクセスできる機能
- i) データベースサーバ異常時に監視操作端末装置単独での監視操作ができる機能（縮退運転機能）
- j) データベースサーバと監視操作端末装置間の情報 LAN 異常時に、自動で制御 LAN を介して情報通信できる LAN 回線バックアップ機能

3) 支援系機能

従来の支援系機能は、専用のソフトウェアで行ってきたが、今回は汎用ソフトウェア（Visio^{注5}、Excel^{注6}）とパソコンによる支援機能を新たに開発し、従来比 30%以上の効率化を図った。図4に支援系の仕組みを示すとともに、以下に特徴的な機能を概説する。

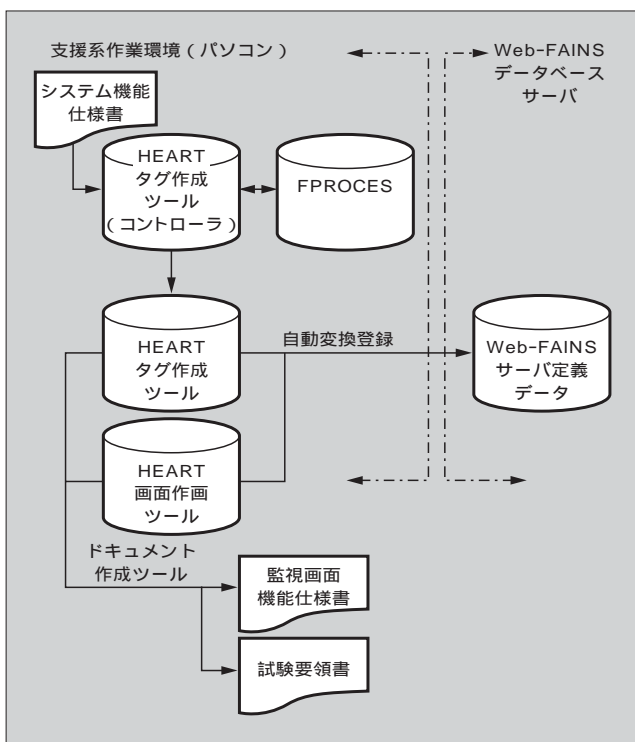
- a) 設計図面データから信号定義データ、ループ画面などの標準画面割付け定義が自動作成でき、かつ既設システムの定義データ（FPROCES）にも対応ができる自動変換登録機能を備えている。
- b) ネットワークを経由して、多人数で同時にエンジニアリング作業ができる。
- c) プラント画面などは、専門的な技術を必要とせず Visio により作画ができる。また、作成した画面ファイルは新たに開発した自動変換ツールにより Java のソースコードに変換できる。
- d) ドキュメントツールにより監視制御画面機能仕様書、検査要領書を自動作成できる。

4) Java の欠点を補う開発環境の構築

注5 Visio：米国 Microsoft Corp. の登録商標

注6 Excel：米国 Microsoft Corp. の登録商標

図4 Web-FAINS 支援系の仕組み



通常の Web 機能では、画面切替時の応答性能や高速での画面リフレッシュを実現することは困難であり、Java と RDBMS（表形式データベースソフトウェア）の組合せは必ずしもリアルタイム動作に適しているとはいえない。そこで、JavaVM 間でのオブジェクト共有機能、Java と C 言語プログラム間連携機能（リクエストパーサ）、およびリアルタイム Java フレームワーク（Nuvola）を新たに開発し、さらに RDBMS アクセスをチューニングすることにより従来システムと同等の性能を実現した。なお、図5に Web-FAINS のソフトウェア詳細構成を、表1に Web-FAINS の主要な表示性能データを示す。

以下に性能改善のために新たに開発した内容、創意工夫などについて概説する。

- a) Java が OS に依存しないことから、異なる Java VM 間でメモリ空間を共有することはできない。そこで、JavaVM 間で高速にデータの受渡しを行うために、複数の JavaVM 間でオブジェクトを共有できる仕組みを新たに開発した。
- b) 各ドライバソフトウェアなど一部のプログラムは C 言語を使用している。Java プログラムとの通信には CORBA（異機種異言語間通信仕様）などを利用することが一般的であるが、要求性能を満足できないため、RMI（Java のリモート呼出し機能）と Socket（プロ

図5 Web-FAINS ソフトウェア詳細構成

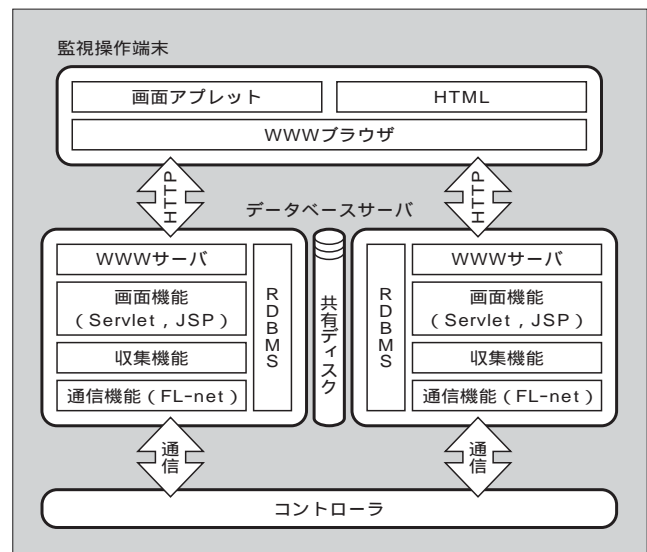
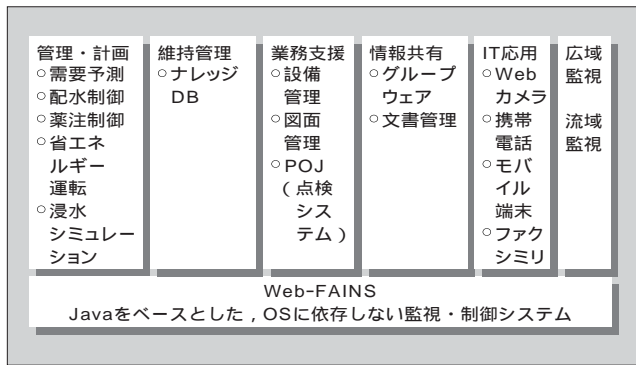


表1 Web-FAINSの表示性能

主な機能	表示性能
トレンド表示	画面切換：3秒以内 リフレッシュ周期：5秒
プラント画面	画面切換：2秒以内 リフレッシュ周期：2秒
ループ画面	画面切換：1秒以内 リフレッシュ周期：1秒
警報表示	警報通知：3秒以内
制御応答時間	2～4秒以内

図6 Web-FAINS と連携できるコンテンツの例



グラム間通信)を連携させるリクエストパーサ機能を新たに開発した。

c) データベースサーバでのデータ処理をリアルタイムに、かつ効率よく動作させるために、リアルタイム Java フレームワークを新たに開発した。これにより、Web 動作環境下のプログラムとデータ処理プログラムが、リアルタイム動作環境下で効率よく実行できるようになった。

d) 通常時、プラントアナログデータは5秒周期に監視処理を行うが、制御操作時はその対象となる信号だけを1秒周期で先読みすることで、操作応答性能の高速化を実現した。

e) RDBMSについては、プログラムがデータベースに接続する際の資源再利用と、発行するSQL(データベース操作言語)のチューニングにより高速な応答性能を可能とした。

5) サーバ冗長化

データベースサーバの冗長化はホットスタンバイ方式を採用している。万が一、稼働中のデータベースサーバがダウンした場合、自動バックアップするのは当然であるが、差分等価方式(起動するサーバの停止期間中の差分データのみ等価する方式)の採用により、敏速にシステムの運用を冗長化状態に復帰させることができる。

6) 拡張性

従来の監視制御機能を継承するとともに、IT や業務支援、管理計画、維持計画などのコンテンツと連携できる。

図6にそれらのコンテンツとの連携イメージを示す。

4) 今後の展開

Web-FAINS は、小規模から大規模までをカバーする

水処理向け監視制御システムとして開発した。

今後、より競争力のあるシステムとするために以下の機能拡張を実施する予定である。

1) 広域監視制御システム対応

今後、市町村合併がさらに進むことによって、広域に散在する複数の拠点を安価に集中管理できる広域監視制御システムの要求がより高まると考えられる。一方、ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) や DoPa^{注7} 網などに代表される公衆ネットワークは急激に整備され、使用料も低価格化してきている。こうした公衆ネットワークを利用し、かつセキュリティ機能を強化した広域監視制御システムを開発する。

2) 既設システム連携機能

既設システムを段階的にかつ効率よく更新できるよう、さらなるゲートウェイ機能の開発、既設データのコンバートツールの開発などを推し進める。

5) あとがき

Web-FAINS は 2003 年 6 月にリリースされ、12 システムが出荷されている。それらのシステム構成は、スタンドアロンから大規模なサーバ・クライアントシステムまで多岐にわたり、OS も Windows, Linux, UNIX のすべてに対応している。しかし、これらの Web-FAINS のソースコードは全システム同一であり、基本コンセプトであるハードウェアや OS に依存しないシステムが完成したといえる。

今後は、情報系分野との垂直統合を目指して、情報系コンテンツの開発を加速し、それらを標準機能として取り込み常に成長させることで、適用範囲の拡大を目指す所存である。

参考文献

1) 湯浦克彦ほか. EJB コンポーネントによる Web システム構築技法. ソフトリサーチ・センター. 2002-3.
 2) Java フレームワークの詳細解説(前編・後編). Java コンソーシアム工業応用部会編. <http://www.j-industry.org/jiae/index.html>.
 3) FA のための Java プログラミング講座. Java コンソーシアム工業応用部会編. <http://www.j-industry.org/jiae/index.html>.

注7 DoPa : (株)エヌ・ティ・ティ・ドコモの商標



*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。