

Java技術と計測制御分野への応用事例

Java Application for Measurement and Control Industry

星 哲夫^{*1} 伊原 正裕^{*2}
 HOSHI Tetsuo IBARAGI Masahiro
 田中 美穂子^{*3} 田中 敦^{*4}
 TANAKA Mihoko TANAKA Atsushi

Java技術は、1995年の発表から数年間で、ネットワークとの親和性、マルチプラットフォーム実行環境等の特長を生かして、あらゆるアプリケーションに影響を与え始めた。当社では、Java技術の計測制御分野への応用についてフィールド監視、DCSのユーザインタフェース、データ収集装置のネットワーク化等について商品を既に発売し、実際に稼働している。これらの製品は、Javaの特長を活用し、さらに当社の技術と融合することで、高度な機能やオープンなネットワーク環境での優れた監視・操作を実現している。また、当社は、今後の発展が期待できるリアルタイムJava技術が、製造業向けのシステムや機器のなかでオープンな標準技術となり、より適用のメリットが高まるように、Javaの標準化活動にも参画している。

Java technology spreads rapidly for many kinds of applications since its introduction in 1995, because of network friendly and multi-platform features. We have been developing and introducing Java applications for measurement & control area such as remote field monitoring, user interface of DCS, and networked data acquisition. To combine Java with Yokogawa technology, those products have advanced functions and human-machine interfaces on open network environment. We also participate in standardization of Java technology for industrial applications to apply this technology to our system and equipment as open standard such as Real-time Java and Java for Industrial Monitoring Framework.

1. はじめに

計測制御技術が活用される製造業の現場には、1970年代後半、当時最先端技術であったマイクロプロセッサや通信ネットワークが応用され始め、以降DCS(Distributed Control System)に代表されるような制御システムや、現場機器、測定器等にマイクロプロセッサが組み込まれてきた。これらのシステムや機器は、設計通り確実に動作する安全性と、連続稼働に耐える信頼性が重視されたために、主にメーカー独自仕様のシステムやネットワークが用いられてきた。

しかし、現在はインターネットの爆発的な普及により、様々なデジタル情報がシステム、企業、そして国の境界を越えて流通するようになった。さらに、これがネットワークを介した電子商取引までに拡大しつつあ

る。このようなオープンなネットワーク環境が拡大・整備されるなか、Javaは1995年にプラットフォームに依存しないオープンなプログラム言語ならびにソフトウェア実行環境として発表された。それから数年間で、インターネットの世界から、過去のプログラム言語や実行環境の例にないほど急速に、小はICカード、大は企業内システムに使われるまで普及した。当社では、製造業の現場で使われる監視/制御システムや機器、または測定機器等の計測制御分野においてJavaの有用性にいち早く着目し、製品開発を行ってきた。

2. Java技術の現状

2.1 Javaの特長

Javaには、オブジェクト指向プログラミング言語としての側面と、ネットワークに親和性のある柔軟な実行環境としての側面がある。新規開発のソフトウェアに関する開発期間の短縮やコスト低減だけでなく、ソフトウェアの再利用による製造業向けアプリケーションに要求される安全性と信頼性の向上にも貢献することができる。

*1 IT開発センター 生産情報制御技術部

*2 DUONUSセンター

*3 IAシステム事業部 制御開発2部

*4 テスト&メジャメント事業部 開発3部

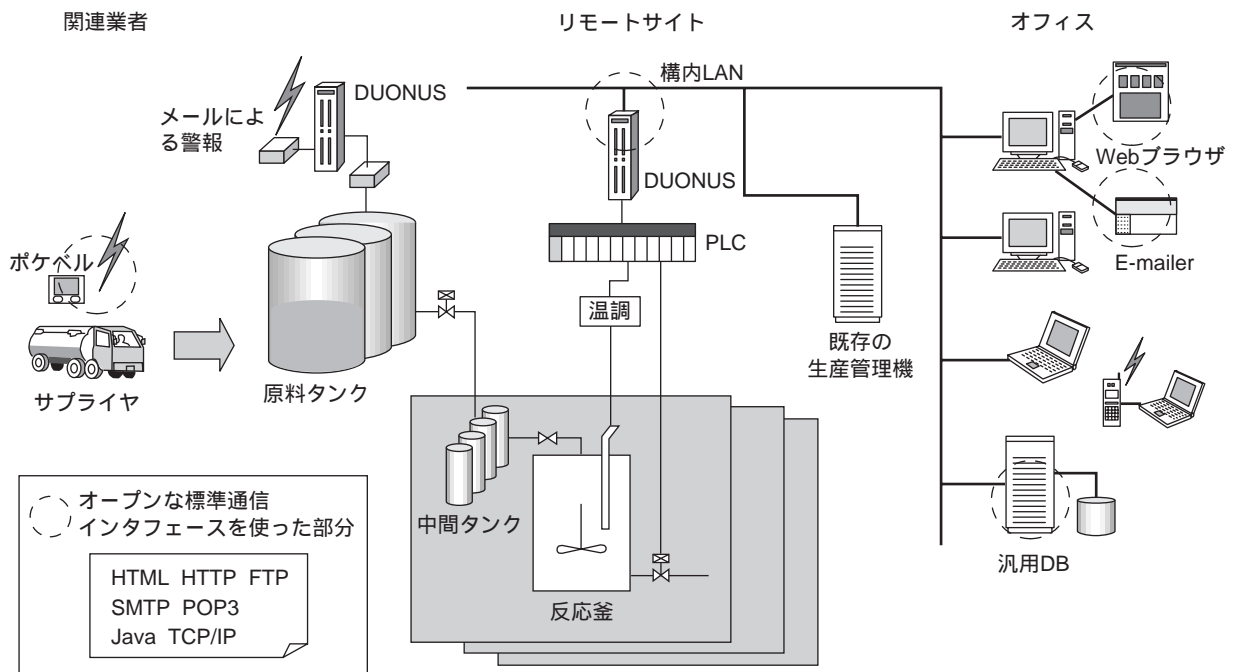


図1 DUONUSによる工場監視の例

2.2 ユーザのメリット

Javaのプログラム言語および、実行環境の優位性は理解されても、製造業向けシステムやアプリケーション、またそれらの構成要素である機器にユーザがJavaを必要とするかどうかは、ユーザにとってどのようなメリットが見い出せるかが決め手となる。下記にそのメリットをまとめる。

(1) ソフトウェア生産性の向上

ユーザによるJavaプログラム開発においても、市販の開発ツールを利用でき、Javaの実行環境であるJava仮想マシンがサポートされているコンピュータであれば、異機種間でも実行させることが可能なプログラムを開発できる。Javaは、オブジェクト指向プログラミング言語であり、コンポーネント化されたプログラムを共通的に活用することで、生産性と品質の向上に大きな効果が期待できる。

(2) ヒューマンマシンインタフェースの統合

Web技術や、Java Appletを使うことでWebブラウザ上に統合されたヒューマンマシンインタフェースを実現することができる。一つのブラウザから、工場内にネットワーク接続され、分散配置された多種類の機器を監視・操作することで、オペレーションの効率化や情報共有が可能になる。

(3) インストールの効率化

生産ラインの変更や設備の増設に対して、必要なソ

フトウェアの追加・変更によるインストールは、コンピュータの台数が増すにつれて大変手間がかかる作業となっている。さらに、その作業のためには、操業も一時停止して実施する必要があった。Javaのネットワーク経由のクラスダウンロード機能を用いることで、変更が生じたプログラムを、各コンピュータごとに再インストールせずに更新するしくみも提供することができる。

3. 計測制御分野におけるJavaの応用事例

3.1 フィールド監視システム

フィールドサーバ「DUONUS(デュオナス)200シリーズ」は、工業用途に耐える、Javaベースのハードディスク超小型サーバマシンである。最も小型のDUONUS 210は、外形寸法で幅：23.8 mm、高さ：180 mm、奥行：124.5 mmである。DUONUSでは、ユーザプログラム用開発言語にJavaを選択しただけでなく、当社が独自に開発したアプリケーションフレームワークJEROSを搭載することで、開発期間の短縮、Java言語からのオープンな標準通信インタフェースの利用、リアルタイムOSの機能が利用できる。ここでは、DUONUSの応用事例を挙げ、使用された機能を紹介する。図1は、実験設備を兼ねた工場監視にDUONUSを導入した例である。

図1の反応釜の状態(温度、バルブ)は、プログラマブルコントローラにより制御される。これらの状態は、

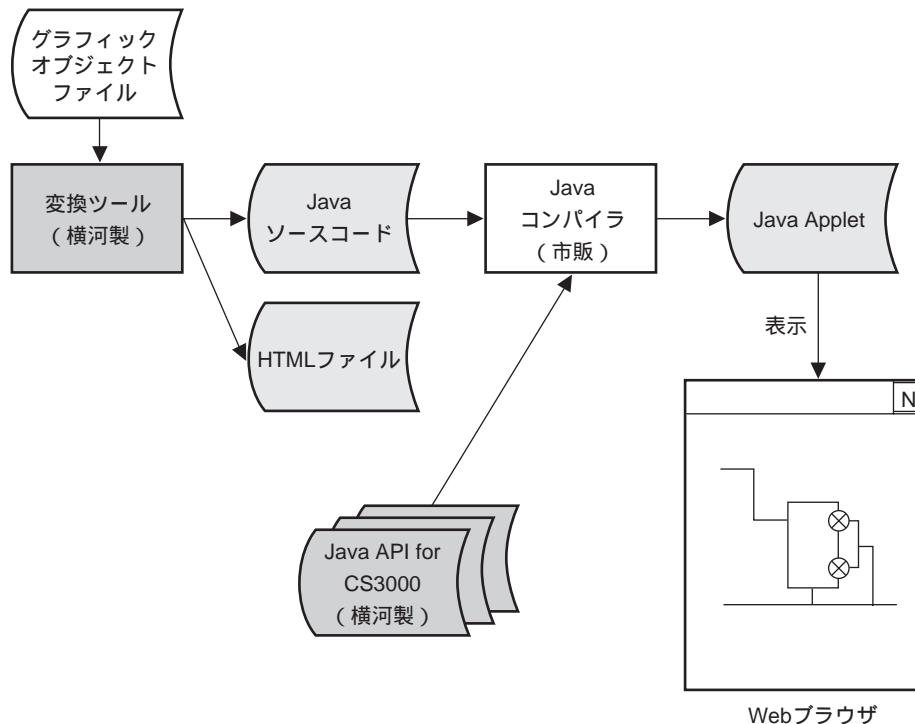


図2 Java Appletへの変換

DUONUSにより監視され、データやアラームは、イントラネットを通じて、オフィスに伝えられる。また、原料タンクは、レベル計に接続されたDUONUSが監視し、必要に応じて原料の充填要求を業者に自動通知する。これらのアプリケーションは、すべてオープンな標準通信インタフェースに則って実装されている。

(1) 開発時のメリット

● 短納期開発

DUONUSはJava実行環境上に、マルチタスク管理システムであるアプリケーションフレームワークJEROSを搭載している。そのためアプリケーション開発は、非Java言語によるものや、Javaの実行環境を搭載しただけのコンピュータによる開発に比較して大きく加速され、またバグの低減にも貢献している。これは、JEROSがあらかじめネットワークやイベントハンドリングに関する基本的な機能のほとんどをプログラマにクラスライブラリとして提供しているためである。

● 安価な開発環境

JEROS上のアプリケーション開発には、市販の安価なJava開発環境を利用できる。また、Windows上にJEROSシステムのエミュレーション環境を用意し、アプリケーション開発工程の大部分がDUONUS実機を用いることなく実施できる。ユーザはまた、エミュレータと全く同一のヒューマンマシンインタフェースにより実機でのデバッグも行うことができる。これらはす

べて、JavaとJEROSの技術的な融合により実現できたメリットである。

(2) 運用時のメリット

● サーバとしての安定性 / 信頼性

Javaで記述されるDUONUSアプリケーションは、基本的にメモリ管理バグと無縁であり、長期安定動作の要求されるサーバプログラムに適している。

● オープンな標準技術

JEROSがJavaとオープンな標準技術である各種プロトコルの橋渡しをしているため、JavaアプリケーションからE-Mail送受信や、FTP (File Transfer Protocol) の利用ができる。この事例では、クライアントであるPCに特殊なアプリケーションを実装することなく、フィールドの状態や、アラームをネットワーク経由で容易に入手できる。ビジュアルなヒューマンマシンインタフェースはJava AppletのダウンロードによりクライアントのWebブラウザ上に構築した。

● Webアプリケーションサーバ

この他にも、DUONUSはWebアプリケーションサーバの機能を有している。Webブラウザの搭載されている端末からならば、Duoletと呼ぶDUONUS内のJavaプログラムとインタラクションが可能であり、これによって真のフィールドとの情報交換が可能になった。

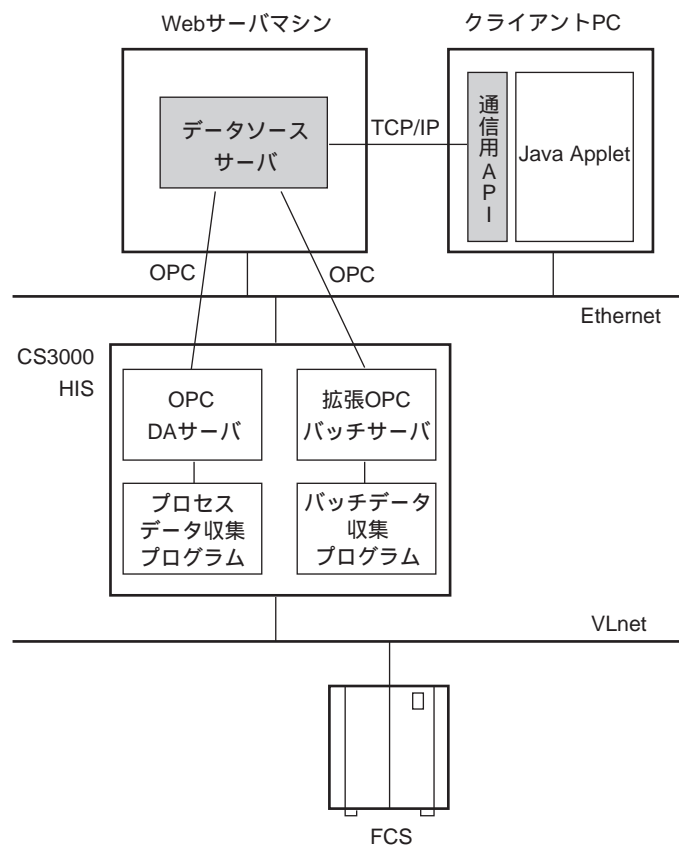


図3 データソースサーバと通信API

3.2 DCSのユーザインタフェース

CENTUM CS3000グラフィックWeb表示パッケージでは、CENTUM CS3000 HIS(Human Interface Station以下、単にHISとする)で使用されているグラフィックウィンドウ画面を、他のオフィス用PCのWebブラウザ上に表示させる機能を提供している。

(1) グラフィックオブジェクト変換機能

通常、DCSのグラフィックウィンドウに表示される図形や数値等のデータは、エンジニアリング機能が搭載されたPC上で、専用のグラフィックビルダを使用し、ユーザが作成・定義する。作成された画面はグラフィックオブジェクトファイルとして保存される。これは様々なノウハウに基づいた重要なユーザの資産である。このユーザの資産を有効利用するため本パッケージは、図2に示すように、このグラフィックオブジェクトファイルをJava Appletに自動的に変換するツールを提供している。したがって、Webブラウザ上で監視を行うために、ユーザは再度画面を作成し直す必要がない。この変換機能は、実際にはグラフィックオブジェクトを直接Java Applet

に変換するのではなく、Java Appletを作り出すためのJavaソースコードに変換している。このJavaソースコードをJavaコンパイラによってコンパイルすることで、最終的にJava Appletを生成する。1つのグラフィックオブジェクトファイルを変換した結果、Javaソースコード、HTMLファイル(Java Appletを起動するためのもの)、Java Applet(.classファイル)の3つのファイルが生成される。

生成されるJava Appletの特長：

- 1枚のグラフィックウィンドウが1つのJava Appletに変換される。
- グラフィックウィンドウ上の各プリミティブはJava Applet内の内部オブジェクトとして生成される。
- Java Applet自身が後述する通信APIを利用してデータソースサーバからTCP/IPインターフェースでプロセスデータを収集する。

(2) 通信API

プロセスデータをWebブラウザ上に表示するためには、HISからプロセスデータを収集しなければならない。このために、本パッケージは図3に示すよう

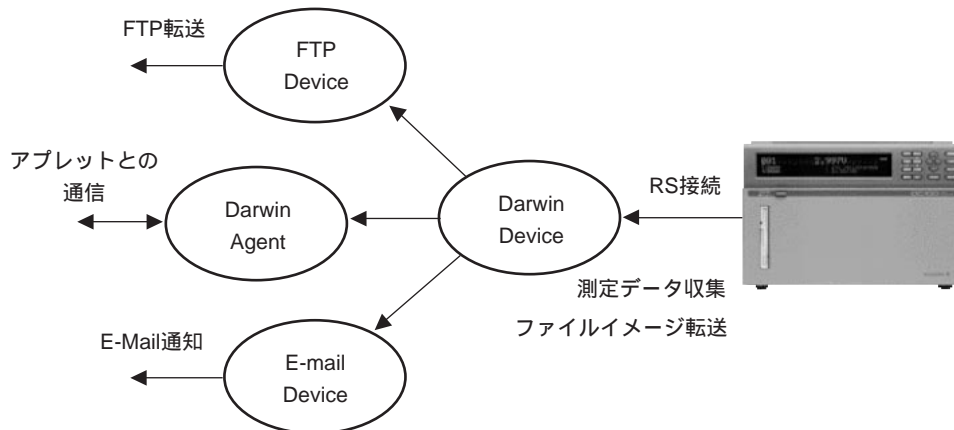


図4 DUONUS-R上のタスク構成図

に、OPQ OLE for Process Control 通信機能を利用し、HISからデータを収集し、それをJava Applet が利用可能なTCP/IPベースのプロトコルに変換するアプリケーションサーバであるデータソースサーバと通信用APIを提供している。

3.3 データ収集装置のネットワーク化

DUONUS-Rはデータアキュイジション機器DARWINシリーズの1つであるDC100との接続を目的としたDC100用のアプリケーションをDUONUS-R上に実装した製品である。

図4にDUONUS-Rのタスク構成図を示す。Darwin DeviceがDC100の最新測定値の収集、アラームの検知、及び内部RAMファイルの作成、ファイルの読み込みを行う。以下で述べる各機能は、各々Darwin Agent, FTP Device, Email Deviceの各タスクで処理される。

(1) Java Appletを使用したリモートモニタリング

本方式によるメリットとして以下の点があげられる。

- 専用PCソフトウェアが必要なく、ほぼ全てのPCブラウザを実装していることにおいてDC100の測定データのモニタリングが実現できる。
- モニタリング画面のカスタマイズについては、専用ソフトではなく市場一般に出回っているWebページ作成ツールの使用により実現が可能となる。モニタリング用Java AppletはDUONUS-R上にデジタル表示用、バーグラフ表示、トレンドグラフ表示用と用意されており、ユーザはHTMLファイルにおいてDUONUS-R上のJava Appletを指定することでモニタリング画面のダ

ウンロードが実現できる。ブラウザ上にロードされたJava Appletは定周期でDUONUS-Rに対し最新測定値の問い合わせ要求を送信しDUONUS-Rからその応答を受信する。これにより複数台のPCからオンデマンドでモニタリングを実現できる。また、ISDNルータを使用することで秋田・東京というような遠隔地モニタリングを稼働している例もある。

(2) DC100のもつ内部RAMファイルのFTP転送

DC100は測定データを内部RAMファイル化することが大きな特色となっている。この内部RAMファイルの作成をDUONUS-Rが自動検知しイントラネット上のFTPサーバへ自動的にFTP転送するアプリケーションを作成した。これは、DUONUS-RのクラスライブラリでサポートされるFTPクライアントクラスを使用することで実現した。

(3) アラーム発生時のE-Mail通知

DUONUS-RのアプリケーションはDC100の測定データを定周期に読み込むがこの時DC100にあらかじめ設定されたアラーム状態が発生している場合DUONUS-Rはこれを検知し指定されたユーザにE-Mail通知を行う。これはDUONUS-R上で提供されるメール機能とそのクラスを使用して実現した。

4. 今後の課題

4.1 リアルタイムJava

当社では、以上に述べてきたようにJavaのメリットを生かし、計測制御分野への適用を進めてきた。しかし、今後さらにその応用分野を広げ、ユーザ各位のご期待に応えてゆくにはまだ課題も残されている。

現状のJavaでは、スケジューリングのタイミングが不明確、ガベージコレクションによる処理中断の発生、スレッドの同期が不十分、I/Oの定義がない等の課題があり、時間的制約の厳しいリアルタイムのアプリケーションの記述、実行は困難である。Javaでリアルタイムのアプリケーションを開発できることは、エンジニアの教育やプログラムの生産性や再利用、実行環境のクロスプラットフォーム化を実現するためにも大きな貢献となる。しかし、リアルタイム処理を記述するために必要なAPIは現時点では標準化されていない。

4.2 標準化活動

オープンな標準を策定することは、現在の情報技術の開発・活用するベンダー、ユーザの双方にとって重要な課題である。リアルタイムJavaに関して、米国商務省のNIST(National Institute of Standards and Technology)によるリアルタイムJava拡張に対する要求仕様がまとめられている。これをベースとしたリアルタイムJava拡張を標準化するJ ConsortiumのTechnical Committee (<http://www.j-consortium.org/>) の活動に当社も参画している。Sun Microsystems社Java Community ProcessのJava Real-time Extension Expert Group(<http://www.rtej.org/>)においても、同様な活動が開始されているが、両グループが早い段階で共通化されることを強く望んでいる。

また、Javaの応用事例のなかで、フィールドサーバに

よるモニタリングやオペレーションをネットワーク経由でWebブラウザから実施する機会が増えてきた。この場合、異なるベンダーのフィールドサーバ製品でも統一的にデータ収集や設定を行うためのAPIを標準化する活動が、Javaコンソーシアム(<http://www.javacons.gr.jp/>)の工業応用部会で進められており、当社はこの活動にも参画して標準化を進めている。

今後も、ユーザ各位のご期待に副うように標準化によるユーザ資産の保護および、新しいアプリケーション開発への努力を続けて行く所存である。

参考文献

- (1) Robert W. Atherton, "Moving Java to the factory", IEEE Spectrum vol. 35, no.12, Dec. 1998
- (2) Deepak Mulchandani, "Java for Embedded Systems", IEEE Internet Computing, vol. 2, no. 3, May/June 1998, p. 30 ~ 39
- (3) 星哲夫, "製造業におけるJavaの役割とその将来", 日本能率協会 第29回計装制御技術会議発表資料, Nov., 1998
- (4) 横河電機, "グラフィックWeb表示パッケージ", GS 32S2L40 ~ 01, Nov., 1998
- (5) 寺島伸彦他, "CENTUM CS 3000のソフトウェア新技術", 横河技報, vol. 43, no. 1, 1999, p. 25 ~ 28
- (6) 野口哲他, "工業用ネットワークコンピュータDUONUS", 横河技報, vol. 42, no. 4, 1998, p. 173 ~ 178

* 本文中の製品名、ソフトウェア製品名、技術名は、それぞれの当該企業、団体の登録商標である。