「GENESEED system」エンジニアリングサポートツール

金子　昌幸（かねこ　まさゆき）　南　正純（みなみ　まさずみ）　蓬田　登（よもぎだ のぼる）

1　まえがき

「GENESEED」監視制御システムでは，標準化され検証済みのソフトウェアを繰り返し使用できることで，複雑なソフトウェアを高品質で提供できる。しかし，いくら高度な機能を持った装置であっても，プラントに適用するにあたっては，要求機能を確実に実行できるか否かを第三者的な視点で確認し，その証拠を残すことが必要である。

富士電機は，水処理システムの第一人者として長年培ってきた技術とノウハウにより，GENESEED 監視制御システムを上下水道のプラントにフィッティングさせ，品質保証できるように改善を行っている。本稿では，その一部を紹介する。

2　エンジニアリング方式の変革

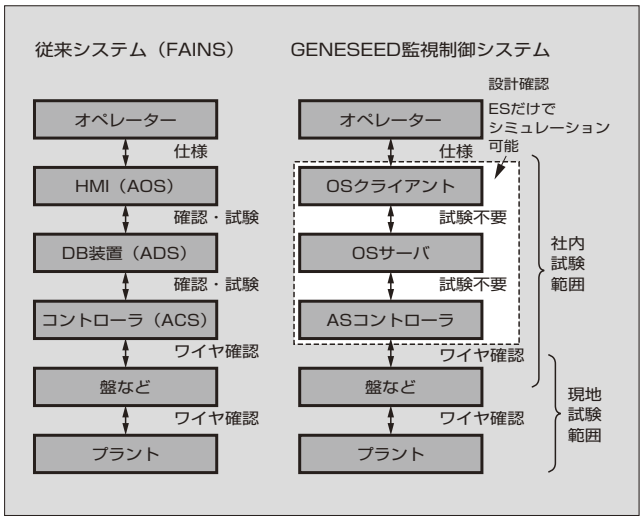
従来の監視制御システムのエンジニアリングでは，**図1**のように，各装置間のインタフェース確認作業を必要とした。

GENESEED 監視制御システムでは，従来のエンジニアリングと違い，「コントローラ ↔ データベース装置 ↔ HMI（Human Machine Interface）」間でのデータの連携が保証されている。したがって，この部分についてのインタフェース確認は一切不要である。これはシステム全体の品質を飛躍的に向上させるとともに，システム構築時の作業効率アップを実現している。

また，GENESEED 監視制御システムでは ES（Engineering Station：ソフトウェア設計を行う装置）上で仮想的にコントローラ，データベース装置，HMI を構築し，接続することができる。そして，その仮想的なシステム上でシミュレーションを実現することが可能となった。

これにより，従来はすべてのソフトウェア設計が完了した後に，その確認試験などを実際のシステムを模擬した環境を整え実施していたことが，ソフトウェア設計と同時に確認できるようになった。そして，この機能は，設計と確認試験を行う部門の壁をなくすことへとつながり，設計部門から試験部門へと中継してソフトウェアを完成させていく従来のエンジニアリング方式を，一つのソフトウェアを完成させるためにその都度編成されるチーム方式（プロジェクト制）へと発展させた。

図1　従来システムとのエンジニアリング方式の違い



3　さらなる品質向上と効率アップツール

前述したように，GENESEED 監視制御システムのエンジニアリング方式は，従来のソフトウェア製作に比べて品質と作業効率が飛躍的に向上したが，それでもなお，次のような課題については改善の余地が残されている。

3.1　設計支援とドキュメント作成

ES の外側でエンジニアリングしている仕様書情報の展開や試験ドキュメント作成は，従来システムと同様に効率化のネックになっており，設計の支援やドキュメント作成の補助システムとしてのサポートツールが必要である。

3.2　ソフトウェアの水処理プラント適合性の向上

システム全体のプラント適合性を評価・向上させるため

金子　昌幸

水処理プラント用制御システムの品質保証業務に従事。現在，富士電機システムズ株式会社環境システム本部品質保証部マネージャー。

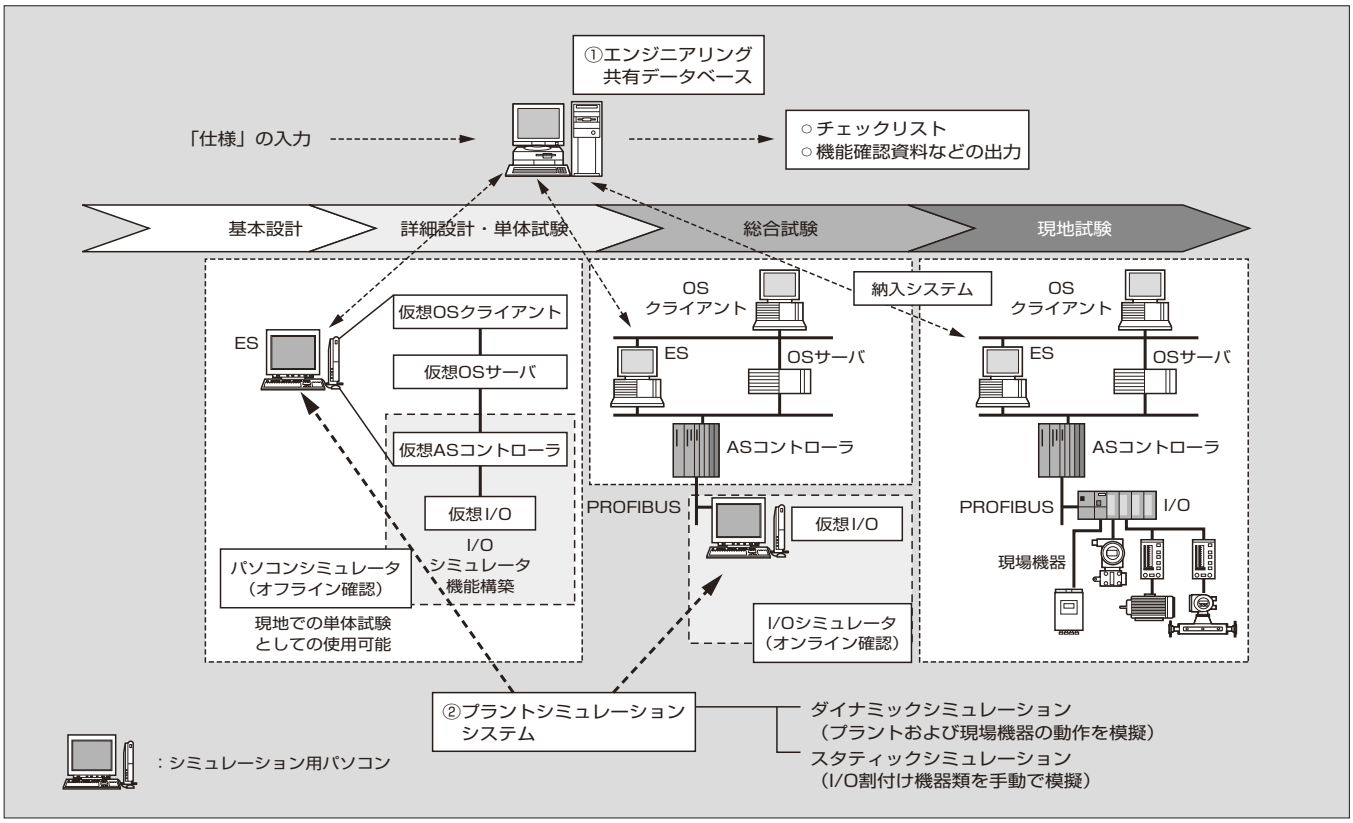
南　正純

水処理プラント用制御システムの品質保証業務に従事。現在，富士電機システムズ株式会社環境システム本部品質保証部課長補佐。

蓬田　登

水処理プラント用制御システムの品質保証業務に従事。現在，富士電機システムズ株式会社環境システム本部品質保証部課長補佐。

図 2　サポートツールの全体概要



に，ES の持っている機能に加え，従来から保有しているシミュレーション技術を見直し，移植・再製作することにより，水処理特有のシミュレーションを実現するツールを構築する必要がある。

今回，前述の課題対策として，二つのサポートツールの開発を実施した。**図 2** に，その全体概要を示す。①のエンジニアリング共有データベースは，設計・試験の効率化を支援し，②のプラントシミュレーションシステムは，ES で設計した各種アプリケーションプログラム類の効率的な機能確認を実現する。本システムは，ダイナミックおよびスタティックシミュレーション機能を持ち，各フェーズの異なるハードウェア環境でも機能確認できるように，2 種類のツール（I/O シミュレータ，パソコンシミュレータ）で動作する。以下に，開発したサポートツールの機能を紹介する。

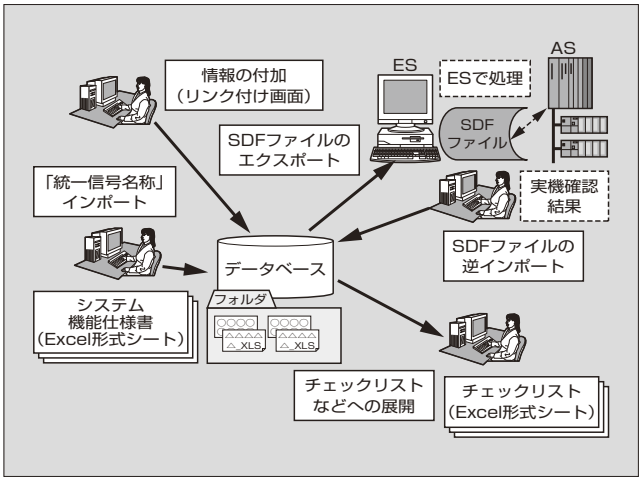
4　設計支援とドキュメント作成ツール

設計支援と試験用ドキュメント作成のためのツールとして開発した，エンジニアリングデータベースの機能概要を **図 3** に示し，以下に各フェーズでの機能を説明する。

4. 1　設計作業の効率化

データベースでは仕様書の設備情報から，ES 上で設計する際に必要となる信号名称や補助情報などの基本情報を加工・編集し，コントローラ単位で SDF ファイル〈注 1〉形式で

図 3　エンジニアリングデータベースの機能概要



取り出すことができる。このファイルを ES にエクスポートすることにより，設計の初期情報設定作業を大幅に短縮することができる。また，ES 上で変更・修正した内容は仕様書にもフォローされるため，情報の統一管理が容易にできるようになる。

4. 2　ドキュメント作成の自動展開

SDF ファイル情報は，設計段階における I/O 割付け

〈注 1〉SDF ファイル：ES 内にて使用される補助情報定義ファイル（SDF：System Data Format）

情報としてドキュメント化される。試験では，仕様書やESで設計されたデータベース情報を基に，試験確認用のチェックリストとして加工・編集され，最終段階では成績書として出力できる。

データベース上では，チェックリスト（Excel〈注2〉形式）編集時に付加情報として編集された内容もあわせて，仕様書に自動展開される。これらの機能により，ドキュメント作成の大幅な効率化が実現できる。

4.3　警告機能と掲示板

実際の運用では，仕様の変更や機器の追加などが発生して，何度も仕様書からの読込みやSDFファイルのインポート，エクスポートが繰り返される。

再登録，変更・修正・追加などの作業において，修正漏れなどで，データベース内の仕様書とSDFファイルが不一致となることがある。このような場合には，一覧表による不一致情報の表示と，データの色替えによる警告表示を行っている。これにより，作業に対する注意を促すことができ，データベースの不一致を防止することができる。

掲示板機能は，作業日時，作業時の注意書きや申し送り事項などを自由記述できる。記述した内容は，データベースを使用するクライアントの開始時に画面に表示され，注意を促すことができ，さまざまな場面で活用できる。

4.4　ユーザー機場管理

増設，改造あるいは書類作成などでプロジェクト検索する場合，県や郵便番号などの「地域」をキーに，納入時の製造番号に関係なく迅速に検索できるよう，データベースを浄水場や処理場単位とし，下位に各機場のプロジェクトで構成するようにした。

機場単位のパスワード管理も準備しているので，機場内で作業する担当者のみ，公開可とする設定も行える。

〈注2〉Excel：米国Microsoft Corp.の登録商標

表1　プラントシミュレーションシステムの特長

		パソコンシミュレータ		I/Oシミュレータ	
動作概要		ES単独にて動作可能なシミュレータ		ASのI/Oと同等機能をパソコンで実現	
今回開発	スタティック	○		○	
	ダイナミック		○		○
	特　長	①AS単位の試験 ②I/Oエリア書換え可 ③AS側への介入不要	①ASレスでプラント動作確認可能 ②豊富なモジュール	①I/Oレスでの試験が可能 ②信号名称表示（補助情報表示） ③ランダム選択表示	①I/Oレスでプラント動作確認可能 ②豊富なモジュール
導入前	現状機能	①ESでプログラムごとでシミュレーションモード設定 ②プログラム単位の確認主体	ー	①信号名称表示なし	ー

5　プラントシミュレーションシステム

今回開発したプラントシミュレーションシステムは，それを搭載する2種類のツールと組み合わせることにより，導入前のESにて行っていたプログラム単位での機能確認を，より実体に近いコントローラ単位として，構築・確認ができる。また，プラント動作確認のためのシミュレーション構築が容易になるなどの機能充実を図っている。**表1**にその特長を記載し，詳細については後述する。

5.1　ダイナミックシミュレーションの機能と特長

ダイナミックシミュレーションは，AS（Automation System）コントローラの総合機能確認を支援するために，水処理プラントに特化して作成されたモジュールである。システム内にモータやバルブなど全33種類のモジュールを用意し，ライブラリとして登録してある。**図4**には，そのモジュールの一部を抜粋して表示した。

これらのモジュールを自由に組み合わせることにより，フィールドに近い環境でのシミュレーションが実行可能と

図4　動作モジュール一覧（抜粋）

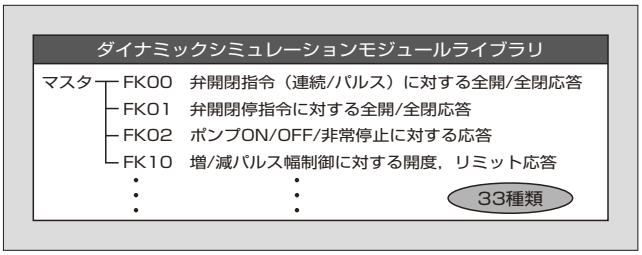


図5　ダイナミックシミュレーションの動作例

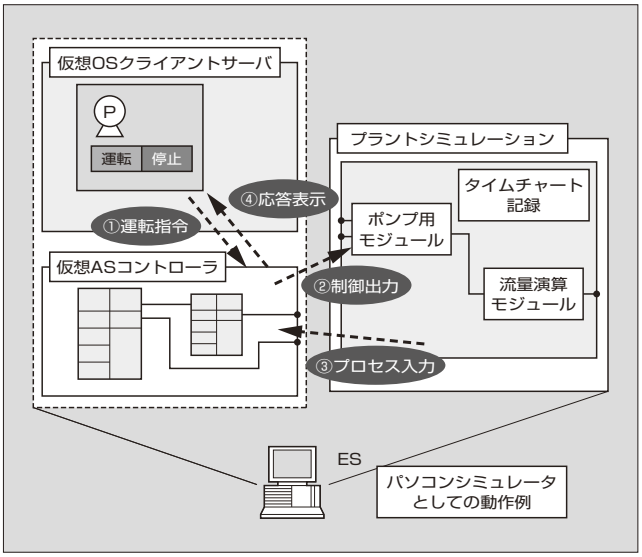
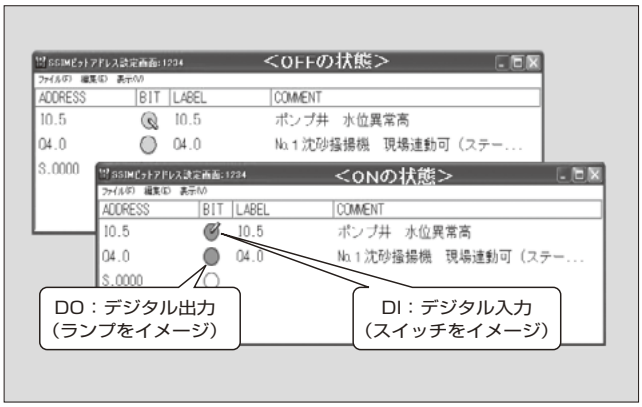


図 6　スタティックシミュレーションの表示例



なる。これによりアプリケーションソフトウェアのプラント適合性の評価などを行うことができ，高品質を確保できる。

図 5 に機能確認時の動作例を示す。左側は OS の確認画面や，コントローラ内に作成されたプログラムなどであり，右側は実際に構築するダイナミックシミュレーションの例である。OS 画面からのポンプ運転指令①に対して，AS コントローラのプログラムを介し，制御出力②としてプラントシミュレーションシステムに通知される。構築したポンプモジュール・流量演算モジュールでは，現場機器およびプロセス状態をシミュレーションし，動作情報をコントローラにプロセス入力③として，応答するものである。

導入効果として，下記のような内容を期待できる。

(1)　評価品質の均一化

ライブラリ使用により，構築者のスキルに影響されずにシステム構築ができるため，確認時の品質のばらつきを抑えることができる。

(2)　ユーザープロジェクト管理と再利用

ダイナミック機能で作成した，モデルプラントおよびプラントパラメータ（弁のフルストローク時間など）を，試験完了時点で納入する浄水場や処理場のプロジェクトごとに保管でき，再利用による効率化が図れる。

(3)　設定データ・情報の共有化

設定したパラメータや情報は，I/O シミュレータとパソコンシミュレータで共有でき，設計確認段階から現地調整までの各場面で活用できる。

5.2　スタティックシミュレーションの機能と特長

スタティックシミュレーションは，OS（Operator Station）の画面や AS コントローラのロジック図などの単体機能確認，動作確認時の条件入力（故障信号など）に活用できる。**図 6** に，その表示例を示す。

操作として，DI のオンオフ機能は画面上のスイッチの絵をクリックすることで実現し，DO はランプに見立てたシンボルの色替えにより，状態を表現している。また，データベースで展開した設備情報（信号名称）を，コメントとして表示することにより，操作・確認ミスの防止や効率的な試験が行える。

6　プラントシミュレーションの適用

本章では，プラントシミュレーションシステムが搭載できる，2 種類のシミュレータの機能と特長を紹介する。

6.1　I/O シミュレータの機能と特長

I/O シミュレータは，Windows〈注 3〉パソコンに PROFIBUS（プロフィバス）ボードを実装し，上記のシミュレーションシステムソフトウェアをインストールすることにより，AS コントローラに接続される I/O カードと同様の，仮想 I/O での動作確認が可能となる。

AS コントローラと OS サーバ・クライアントを組み合わせた状態での，プラント制御プログラムの確認や OS クライアントでの画面確認など，システム全体を組み合わせた総合試験時に機能を発揮する。

導入効果として，下記のような内容も期待できる。

(1)　配線レスによる効率的な構築

AS コントローラの，I/O 外部端子からハードシミュレータへの配線レス化が図れる。また，配線ケーブルなどの試験設備保有の合理化も図れる。

(2)　I/O 点数の制約なし

AS コントローラ 1 台ごとの入出力信号すべてをパソコンでカバーしているため，システム全体の動作確認ができる。

(3)　コントローラと分離した動作環境

動作確認のために実施していた，コントローラへのシミュレーションソフトウェア構築などが不要のため，プログラム動作への影響を防止することができる。

6.2　パソコンシミュレータの機能と特長

パソコンシミュレータは，ES にプラントシミュレーションシステムソフトウェアをインストールすることにより，I/O シミュレータと同様の仮想 I/O 空間が構築でき，実入出力同等の動作確認が可能である。これにより，AS コントローラ単位のソフトウェアの確認がパソコン上で実現できる。

プラント制御プログラムの確認や OS での画面確認など，設計段階での単体試験時に機能を発揮する。早い段階でのエラー検出，除去が行え，結果として低コストで高品質なプログラムを作り込むことができる。

これにより従来以上の確認品質の向上が期待できる。

導入効果として，下記のような内容も期待できる。

(1)　実機レスによるマシン構築

現地における改造・修正時の機能確認が実機レスで実行可能となり，工場返却によるマシン構築・確認作業を省力化できる。

(2)　訓練用マシンとしての活用

〈注 3〉Windows：米国 Microsoft Corp. の登録商標

プラント異常時における対処方法や運転操作などのオペレーター訓練にも活用できる。

7　あとがき

GENESEED 監視制御システムにおけるエンジニアリングサポートツールについて紹介してきた。

全体エンジニアリングの中で，設計の単体試験を含めた試験にかかわるコスト割合は非常に高く，スリム化が大きな課題であることには変わりがない。

高効率で高品質なエンジニアリングを支えるツールの開発やエンジニアリング環境改善をさらに進めることにより，「水処理技術の富士電機」としてユーザーに信頼される「GENESEED system」を提供していくよう，活動を継続していく所存である。

参考文献

(1)　竹内良友ほか．新情報制御システム「MICREX-NX」のエンジニアリング支援ツール．富士時報．vol.77, no.6, 2004, p.418-422.

解　説　IEC61131【関連論文：p.435-438】

IEC（International Electrotechnical Commission）では，1979 年に作業部会を設置し，プログラマブルコントローラのハードウェア設計，インストール，テスト，ドキュメンテーション，プログラミング，通信から成るプログラマブルコントローラの仕様の標準化を行った。仕様は以下のとおり，五つの Part に分かれる。

○Part 1：General information（一般情報）
○Part 2：Equipment and test requirements（機器要求事項および試験）
○Part 3：Programming languages（プログラム言語）
○Part 4：User guidelines（使用者の手引）
○Part 5：Communications（通信）

このうち，Part 3 がプログラム言語に関する規定であり，次の 5 言語が規定されている。

(1)　SFC（Sequential Function Chart）
(2)　IL（Instruction List）
(3)　ST（Structured Text）
(4)　LD（Ladder Diagram）
(5)　FBD（Function Block Diagram）

「GENESEED system」には，SFC，ST および FBD に準拠したプログラミング言語があり，ユーザーは制御内容に応じて，適した言語を使い分けることができる。

e-Front runners

＊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。