

技術論文

# 製鉄プロセス制御への汎用システム適用技術の開発

## Open System Infrastructure to the Process Automation in Iron-and-steel Making

住田 伸夫\* Nobuo SUMIDA      堤 泰伸 Yasunobu TSUTSUMI      遠山 治幸 Haruyuki TOHYAMA      高橋 政之 Masayuki TAKAHASHI

### 抄 録

鉄鋼プロセス制御システムにおいて、1960年代に製造現場へ計算機を導入して以降、大幅なコスト削減と最新IT技術の適用によるメリットを迅速に享受すべく、汎用システム技術の適用開発を進めてきた。1990年代にはオープン系プロセス制御用ミドルウェア NS SEMI SYSTEM<sup>®</sup>を開発し、業界初とも言える汎用PC、汎用OSを使用したオープン系プロセス制御システムを実機化し、現在では熱間圧延を含む全工程での適用が進んでいる。電気計装分野でも汎用システムの適用技術の開発を進めている。また近年話題のIoT、AIといった先端技術を適用できるプラットフォームの構築を進めており、これら長年にわたる汎用システムの適用技術開発の概観を紹介した。

### Abstract

Since 1960s, Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation has applied the computer system to the process automation in iron-and steel making. In 1990s, with the aim of cutting cost drastically and application of recent IT technology, NS SEMI SYSTEM<sup>™</sup>, which is the middleware for the open system process control using the personal computers, has been developed for the first time of mission-critical steel automation process. In 2010s, It has been applying to the all process automation area, such as hot strip mill. Also in the field of PLC and DCS, the open system application technology has been developing. Nowadays, the new platform is developing to apply such as IoT, AI technology easily. This paper describe the outline of development of open system application technology for the long term.

## 1. 緒 言

製鉄所における計算機システムは、膨大なプロセスや設備を対象として多種多様な品種を高品質で造り込むために、大規模な階層システムを構成している(図1)。一方、コスト削減とIT技術を応用した多様なシステム構築も強く求められており、従来の高機能だが高価な制御用専用プロセスコンピュータ(以降プロコンと略)に代わって、オープン仕様の汎用コンピュータの適用範囲を拡大している。本稿では主としてプロコン分野と、電気計装分野における汎用システムの適用技術の開発と事例を紹介する。

## 2. プロセスコンピュータの汎用システム化

### 2.1 背景

プロコンは、電気PLCや計装DCSへの設定制御、ライン自動運転制御(トラッキング)、実績データ収集、操業管理、

オペレータガイダンス(段取りなど)の機能があり、以下の特徴を有する。

(1) 大重量物を制御するにもかかわらず  $\mu\text{m}$  オーダーでの

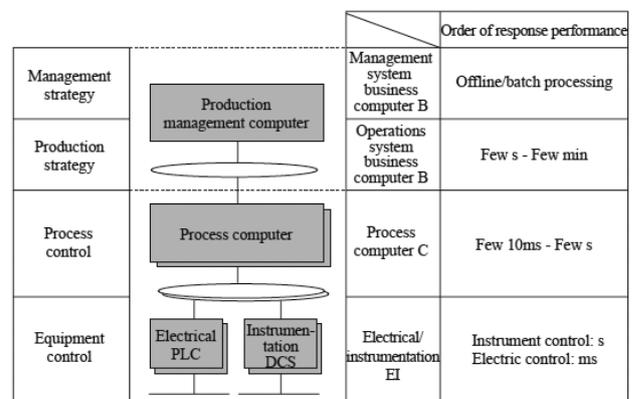


図1 鉄鋼製造プロセスの生産制御システムアーキテクチャ  
Control system architecture of steel production process

\* 設備・保全技術センター システム制御技術部 システム制御技術室 上席主幹 千葉県富津市新富 20-1 〒293-8511

制御精度要求の高さ

- (2) 操業停止が望めない工場の 24 時間連続運転に耐えうる信頼性
- (3) 大規模設備ゆへの大量情報処理
- (4) 圧延設備での高レスポンスといった要求の厳しさ
- (5) 製造プロセスの複雑さによる安定操業及び造り込みの難しさ

この厳しい条件を満足するプロコンシステムの建設を 1960 年代より継続し、その過程でプロコンソフトウェアの全自製化とオープン系システムの適用に至った歴史を振り返る<sup>1)</sup>。

- (1) ハードウェア/ソフトウェアとも計算機メーカから購入 (1960 年代)
- (2) 核となる制御モデルからソフトウェア (以降ソフトと略) 自製を開始 (1970 年代)

鉄鋼製品の品質競争力に寄与するプロコンの制御モデルや操業管理機能は、製品製造上の操業ノウハウを技術担保し競争力を確保する上で重要と考えた。

- (3) ソフト自製率 100%化 (1980 年代)

日常的な操業や設備改善に伴うソフトのメンテナンス費用削減と迅速化、新製品向けライン新設時のシステム導入コストの削減が必要であった。自製化率を向上させていく過程で、1980 年代中頃までにエンジニアリングの標準化とソフト構造の標準化に取り組み、ソフトウェアの 100%自製体制を構築した。また AI 技術の先駆けとして、高炉等でのエキスパートシステム、ニューラルネットワーク技術の試験適用開発も開始した。

- (4) オープン系システムの導入 (1996 年以降)

自製化でのソフト設計開発技術に基づき、オープン系プロセス制御システム構築用ミドルウェアの制定と開発 (NS

SEMI SYSTEM<sup>®\*1)</sup> を実施し、現在、最も要件の厳しい熱間圧延等も含め、全面的にこのミドルウェアを基盤としたオープン系プロセス制御システムを採用している。また近年の IoT に先駆け、データ収集基盤の構築を進め、ビッグデータ解析や機械学習等の先端技術の高度なソリューション提供に寄与している。

## 2.2 制御用ミドルウェアの開発

制御用専用プロコンを、市販のワークステーションや PC で代替可能とする汎用基本ソフトであるオープン系制御用ミドルウェアとして、NS SEMI SYSTEM を自製開発し、オープン系プロセス制御システムに幅広く適用している。

### 2.2.1 機能と特徴

本ミドルウェアの標準仕様の API (Application Program Interface) と開発保守運用の支援機能を有し、その機能 (図 2) と特徴 (図 3) を以下に述べる<sup>1-3)</sup>。

\*1 NS SEMI SYSTEM は、新日鐵住金(株)の日本における登録商標

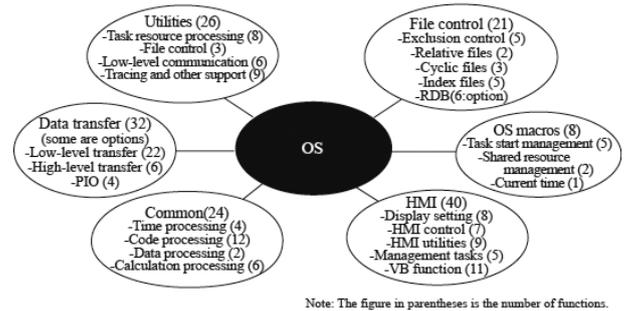


図 2 NS SEMI SYSTEM の機能  
NS SEMI SYSTEM function

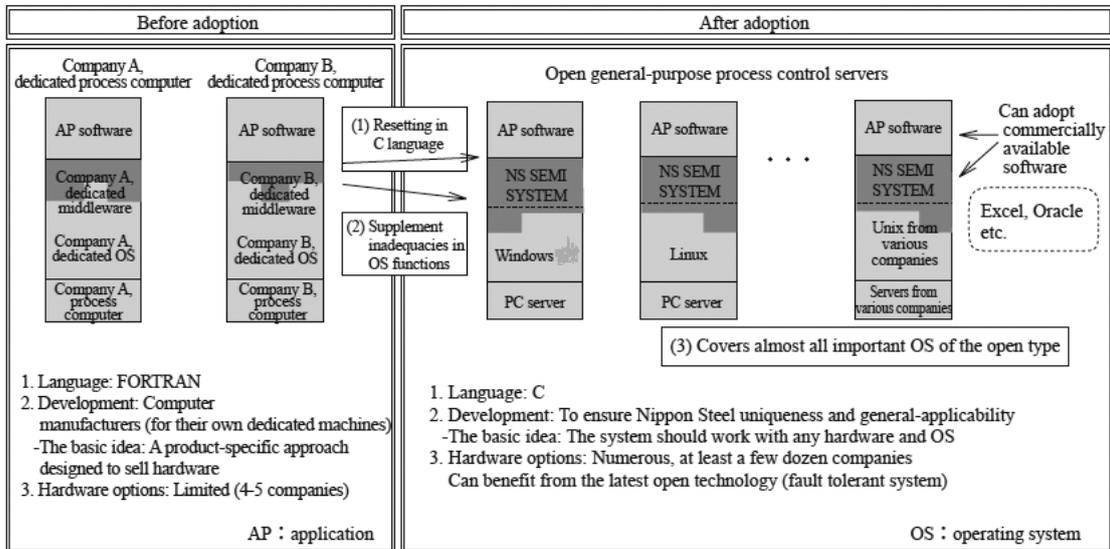


図 3 NS SEMI SYSTEM の特徴  
NS SEMI SYSTEM features

(1) オープン系 OS (Operating System) を基幹系プロセス制御向けに信頼性、処理性を向上

市販 PC は、オフィス業務系向けを想定しており、要求順序どおりの逐次処理のため、優先処理が秒オーダーで遅延が発生する。そこで優先順位処理機構として、①プログラム優先度設定管理機構、②高精度タイマー機構の採用、③ OS (Linux<sup>®\*2</sup>) 拡張設定を開発した。これにより、小規模から大規模システムまで、汎用 PC やワークステーションによる信頼性の高い基幹系プロセス制御のオープン系システムでの構築を可能とした。

(2) オープン系の主要 OS に対応

Windows Server<sup>®\*3</sup>、Linux、各種 UNIX<sup>®\*4</sup> などの主要なオープン系 OS に対応しており、各システムごとに最適なオープン系サーバの選択が可能である。各種 OS の命令を過去の各バージョンも含めて互換性、機能・性能面を解析し、普遍的な OS 命令 (Win32API、POSIX システムコール) に限定してミドルウェアを構築しているため高い信頼性の確保と、OS のバージョンアップによる仕様差異の影響の最小化、最新 OS への追従を容易にしている。

(3) AP ソフトのポータビリティを確保

C/C++ 言語の特徴である関数型、構造体などに適した AP ソフトとの普遍的な関数インターフェース仕様を策定し標準化することで、高いポータビリティ (移植性) を実現した。

(4) リアルタイム性の高いヒューマンマシンインターフェース (HMI) を実現

表示データを一定周期やイベントにより自動更新する機能や、プロセス制御に必要な豊富なグラフ等の表示設定部品を装備している。また複数のサーバで発生するアラームを一元的に監視する機能や、Web ブラウザでの運用も可能である。

(5) 他システムとの豊富なインターフェースメニューの装備

伝送ミドルウェア、プロセス入出力用ミドルウェアとして、TCP/IP や BSC、無手順などによる多種多様な電気シーケンサ/PLC や計装 DCS、他コンピュータとの接続実績も豊富で、種々のシステムや機器との接続が容易に実現可能である。TCP/IP 伝送については、自動制御用に様々な異常検出とリカバリーが可能である。

(6) 高機能 IT 機器と組合せたシステム構築

様々な先端 IT 機器と簡単に接続可能な標準通信ソフトを開発し、例えばタブレット端末での製造状況のリアルタイム表示等も可能とした。また従来プロコンでは困難な映像、音声などが簡単に扱えるようにし、IT 技術を適用した操業支援機能など世代交代の中で製造実力を支援している。

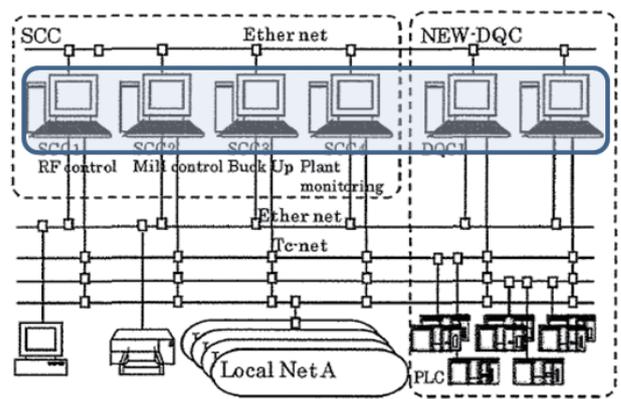


図4 熱間圧延プロセス制御システム NS SEMI SYSTEM 適用例 Hot rolling process computer system using NS SEMI SYSTEM

(7) 高速プロセス入力、高速演算機能の開発

汎用システムでは達成できなかった、センサの接点変化からプロコンでの処理、接点出力までを 20ms 未満の応答性を確保する高速プロセス入力機構を、汎用 PLC と C 言語コントローラで安価に開発し、厚板等の高速性を要するプロコンシステムへの適用範囲を拡大した (図4)<sup>4)</sup>。また厳密数式モデルや多目的最適化の制御ループに、汎用並列演算処理装置である GPGPU (General Purpose Graphics Processing Unit) への組み込み機構を開発し、熱風炉制御や厚板セットアップ<sup>5)</sup>で、汎用 CPU に比べ数十倍の高速化を実現し、熱効率や品質向上に貢献している。

(8) 先端システム技術の取り込み

制御系では応答性の確保から、汎用の仮想化基盤の適用は難しい課題があったが、ロングランと異常ケースでの性能限界の試験評価を実施し、適用指標を算出することにより、応答性の要件の緩やかなプロコンから、仮想化基盤での実機化を進めている<sup>6)</sup>。またビッグデータ解析や機械学習といった先端機能のデータベースや通信をつかさどるインターフェース機構を装備している。

## 2.2.2 適用状況と今後の展開

NS SEMI SYSTEM は、1995 年より本格的な開発に着手し、長期間に及ぶ連続耐久テストを経て、一号機として 1997 年に君津製鉄所第 5 連続鋳造機に、Windows-NT<sup>®</sup> PC サーバを鉄鋼プロセス基幹制御に世界初適用を達成した<sup>7)</sup>。また 2001 年君津製鉄所第 3 高炉改修にて、先進的な Linux とリレーショナルデータベースを世界初適用した<sup>8)</sup>。2003 年には大型スクリーンによる高炉プラントの EIC 全運転統合の実現をオープンシステムで安価に実現し、2003 日経デジタル・エンジニアリングシステム最優秀賞を受賞した (図5)。HMI はインターネット技術を応用した Web ベースで構築し、鉄鋼制御向けに様々な表示設定部品を開発し、遠隔での監視も可能である。

2010 年から、最も大規模な熱間圧延プロコンにも適用が

<sup>\*2</sup> Linux は、Linus Torvalds の登録商標

<sup>\*3</sup> Windows, Microsoft Office, Excel, Word, Visio は、米国 Microsoft Corporation の米国およびその他の国における登録商標または商標

<sup>\*4</sup> UNIX は、X/Open Company Limited が独占的にライセンスしている米国並びにその他の国における登録商標

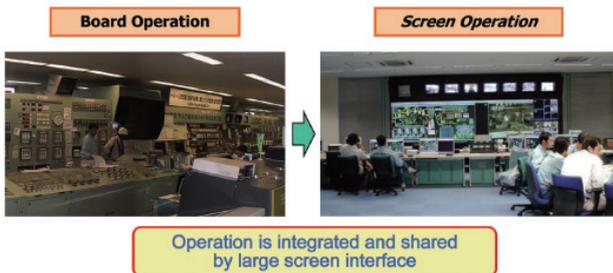


図5 君津製鉄所第4高炉への最新IT技術適用  
New IT technology applied to Kimitsu Works-No.4 BF

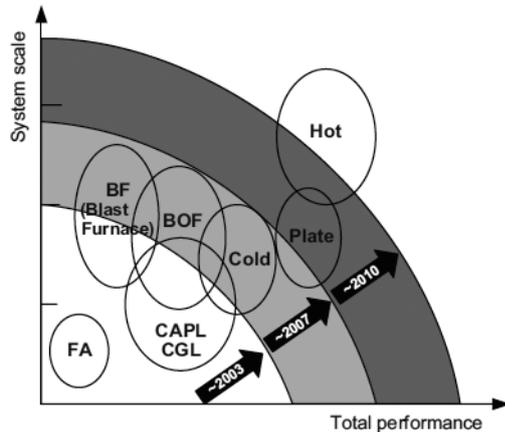


図6 オープン系システム適用プロセスの拡大  
Expansion of open system applied process

始まり、図6に示すように全プロコン領域をカバーできるようになった。2016年時点でプロコンは全社で約1100台、そのうち約2/3にNS SEMI SYSTEMの適用が進んでおり、今後のプロコン老朽更新も全面的に適用を継続し、汎用システム適用のメリットを享受していく予定である。

今後の展開としては、計算機能力とネットワーク能力の向上で、仮想化技術を階層的に適用できるプラットフォームの構築を進めており、先進ソリューション技術の全社展開のスピードアップと、システムの運用管理や老朽更新のトータルコストの抜本的削減を図っていく。

### 2.3 汎用システム信頼性・品質向上開発

2004年より既設稼働中のAPソフト資産の有効活用による設備投資ミニマムを狙った言語コンバータを開発し、2005年よりシステム老朽更新案件において新規開発システムと稼働中システムの動作を比較することによりトラブルを未然に防ぐパラランツールや、ネットワークのトラブルに有効なツール等のシステム診断技術の開発を行い、既存の大規模な重電熱間圧延プロコンシステムの老朽更新やオープン化後の更新も、生産性の向上と円滑な立上げを実現している。

#### 2.3.1 システム診断技術の開発

汎用システムが大規模工程（例えばネットワーク総延長

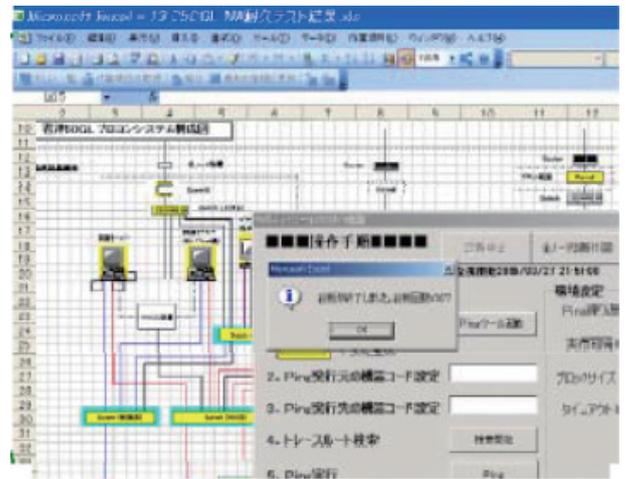


図7 システム診断ツール画面例  
Screen example of system diagnosis tool

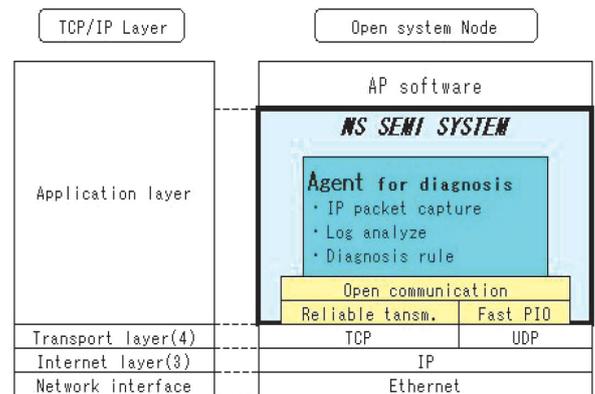


図8 診断エージェント構成  
Agent for diagnosis configuration

約20km、スイッチポート約500個、プロコンサーバ5台、端末50台、プログラム容量500~1000kstep)への適用が進むにつれ、ネットワークトラブルでの原因解明の難易度の増大対策が課題になった。

整備部門から、容易に故障箇所を切分けられる汎用標準ツールの要請があり、診断PCの追加接続のみで安価に導入でき、手順をメニュー化、図で診断手順を容易に推測できるシステム診断ツールを開発した(図7)。

汎用ネットワークに接続されたPCにて、オンライン機器に殆ど影響を与えることなく、サーバの秒単位でのリソース情報の収集と、ネットワークのパケットをリアルタイムに採取し、汎用システム全体を診断する標準的な機構を開発した。各エッジノードには、リアルタイム制御処理に影響を与えないエージェント機構を開発し(図8)、システムの各ノードに配置している(図9)。

その他の機能としては、ネットワーク機器への複雑なパラメータ設定も自動化し、人的ミスを防止したり、制御系のセキュリティ対策も進めている。整備部門のスキル向上の貢献もあり、ネットワーク関連トラブルの復旧時間が1/7に短縮し、トラブル件数を大幅削減することができた。

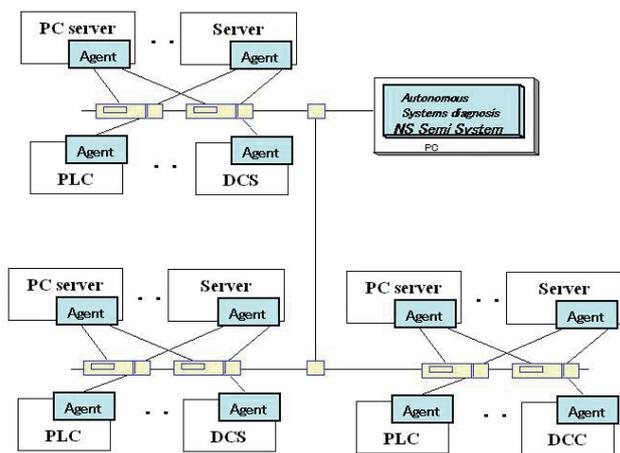


図9 システム診断構成  
System diagnosis configuration

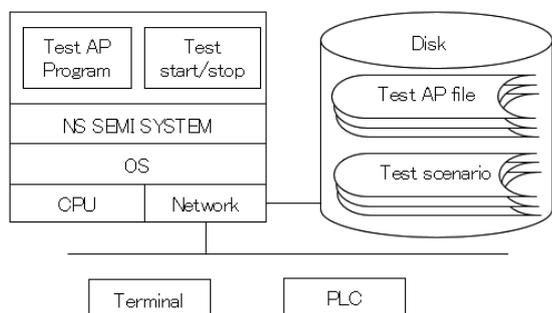


図10 総合テスト支援構成図  
Integration test system configuration

### 2.3.2 総合テスト支援技術の開発

従来の総合テストにおいて、CPU、Disk、ネットワークに着目した負荷試験では、稀なタイミングで悪条件が重なり発生する不具合、特にOSドライバーの不具合は検出できず、稼働後に不具合が発現する場合があった。

そのため、各工程のプロコンの特徴をシナリオ化し、適用工程に応じた加速度試験を実施可能な、実動環境に近い複合試験方法を標準開発し、本番化前に不具合を検出修正することにより、稼働後のシステムトラブル発生を抑制している(図10)7。

既存システムからオープン系システムへの老朽更新の際、従来のミドルウェアによるテスト系への横流し機能に加え、ネットワークに流れる伝送データやPIOのパケットをキャプチャーし、既存システムへの影響を最小限にする汎用的なパラランテスト支援システムを開発した。

また既設HMIの画面入力を用いて、テスト系のソフトウェアを同居させることで、既設プロコンと更新予定の新プロコンのモデル計算結果や、画面出力が同一であることを効率的に確認できるHMIパラランシステムも開発し、既設プロコンの更新工期とコストの抜本的削減と、垂直立上げを実現した10。

## 3. 電気(E)システムの汎用化

### 3.1 背景

1990年代まではメーカー専用の電気制御装置(PLC)に依存していたが、1993年に世界標準規格のプログラミング言語(IEC61131-3、以下IEC言語)が登場し、また汎用PLCの性能も1990年後半から格段に進歩してきたことから、2000年頃より、IEC言語+汎用PLCによるソフト自製技術の開発に取り組んできた。

図11に電気PLCソフト製作フローを示す。本製作フローにおいて、ソフトが実機に適用されるまでには大きく、“ソフト設計・製作”と“ソフトデバッグ”の二つの段階がある。

ソフト設計・製作においては、従来電気制御ソフトはラダー言語を主体として製作されていたが、新日鐵住金ではIEC言語を活用した“電気ソフト設計製作支援技術”を開発し、ソフトの生産性向上を実現した11)。具体的には鉄鋼プラント用に約140種類に及ぶ“ソフト部品”を開発するなどして、ソフトの再利用率向上を図った。

一方ソフトデバッグにおいては、様々な技術課題からこれまでは入念なソフト検証が困難であったが、IEC言語に基づく支援機能“バーチャル試運転システム”を開発した。次章以降でその取り組みを述べる。

### 3.2 電気制御ソフトデバッグの技術課題

通常、電気制御ソフトの事前デバッグは、実センサやアクチュエータ等を模擬するシミュレータを作成、或いはハードスイッチやランプを設けて行うのが一般的であるが、以下の課題より、事前デバッグで制御ソフトの全機能を確認することができず、実機試運転の段階で多数の不具合が発覚することが多かった11)。

#### (1) シミュレーション範囲が限定的

従来はラダー言語を用いてシミュレータソフトを製作しているため、ソフトの生産性/再利用率が低く、全機器のシミュレータソフトを製作することが困難である。その結果シミュレーション範囲が限定的となり、事前デバッグで確認できる範囲が限られていた。

#### (2) シミュレーション機能が限定的

従来のラダー言語では複雑なプロセス現象を再現することが困難であるため、張力などのプロセスモデルを簡略化、或いは完全に省略している。またハードスイッチ等を用い

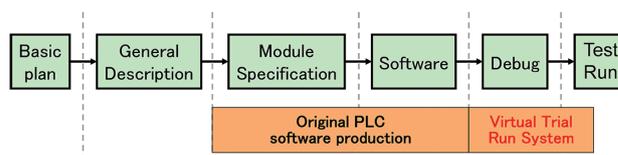


図11 電気PLCのソフト製作フローと新日鐵住金支援技術  
Software production flow with original PLC software production and virtual trial run system

でシミュレーションする場合においても、複数の模擬信号を実現に即したタイミングでON/OFFすることは不可能である。このため事前デバッグで確認できる内容と、実機で確認できる内容には大きな乖離が生じていた。

### 3.3 バーチャル試運転システムの開発

図12にバーチャル試運転システムの概要図を示す。このように“実プラント”を“プラントシミュレータ”と“仮想プラント画面”で模擬し、特にプラントシミュレータに関しては以下の取り組みを重点的に実施した。

#### (1) シミュレータ製作の効率化

プラントシミュレータにおいては、様々な機器（電磁弁、センサ等）や物理現象（張力等）を“モデル部品”としてソフトモジュール化し、再利用することで、シミュレータソフトの製作効率と品質を大幅に向上させた。

#### (2) シミュレーション精度の向上

IEC言語はラダー言語に比べて数値処理の表現に優れており、また新日鐵住金では数々のモデル式を保有しているため、これらの組合せから、より精度の高いシミュレーションモデルを構築した。

また電磁弁シリンダの位置/動作速度、リミットセンサの取付け位置等を個別に設定できるようにし、それぞれに実際の機械データを設定することで、より実際の設備機器動作に近いシミュレーション環境を実現した。

図13に上記によるバーチャル試運転システムのシステム構成例を示す。制御PLCとモデルPLCは大量のI/O情報を短周期で通信する必要があることから、この構成例

では各PLCメーカーが保有する高速制御LANを活用して情報をやりとりし、シミュレーション結果を仮想プラント画面に表示している。

### 3.4 バーチャル試運転システムの実機適用と効果

開発したバーチャル試運転システムを、新日鐵住金の新設プロセスラインの電気制御設備に適用した結果、以下の効果を得ることができた<sup>1)</sup>。

#### (1) 制御ソフトと方案の不具合を抽出

プラント動作を忠実に再現しているため、入念にシーケンス動作や制御ロジックの確認ができ、数々の制御ソフト、及び方案の不具合を事前に解消した。

#### (2) 制御ロジックの粗調整

実プロセス現象も精密に再現しているため、制御ロジックの確認のみならず、制御ゲイン等のパラメータ調整も実施することができ、実機での精調整時間を大幅に短縮した。

#### (3) 円滑な事前操業立会

実際の設備機器動作を忠実に再現するプラントシミュレータ、及びそれを操作者に伝達する仮想プラント画面により、本システムに初めて触れる操業者でも、容易に実機をイメージしながら操作をすることができた。これにより、ソフトの出荷前検査において操業者が円滑に操作パターンを確認することができ、ソフトの不具合抽出のみならず、新たな操業改善要望の抽出にも繋げた。

以上の結果から、事前デバッグにおいてソフト不具合を大幅に解消することができ、図14に示すように試運転期間を新日鐵住金の類似ライン実績より約20%削減することができた。

### 3.5 バーチャル試運転システムの適用拡大に向けて

本システムを新日鐵住金の電気制御PLC老朽更新案件や新設案件へ適用を拡大すべく、以下の取り組みを行っている。

#### (1) モデル部品の拡充

本システムの開発当初は小規模プロセスラインに最低限必要なモデル部品、例えば鋼板の張力や先尾端/溶接点の

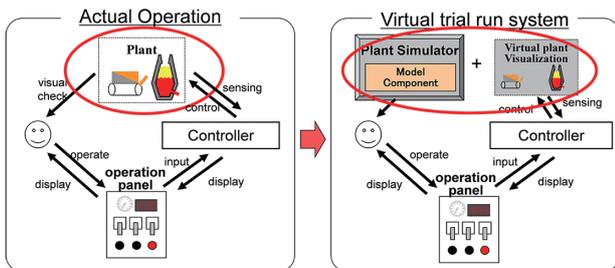


図12 バーチャル試運転システムの概要図  
Outline diagram of virtual trial run system

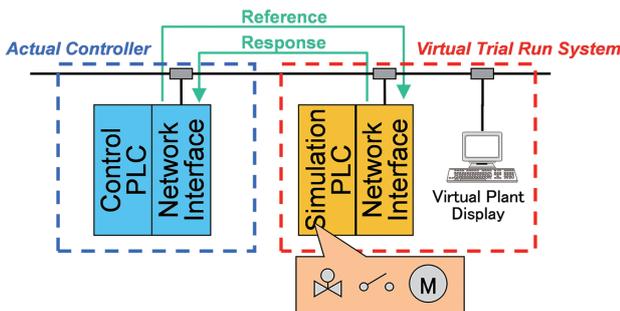


図13 バーチャル試運転システムのシステム構成例  
Example of system configuration of virtual trial run system

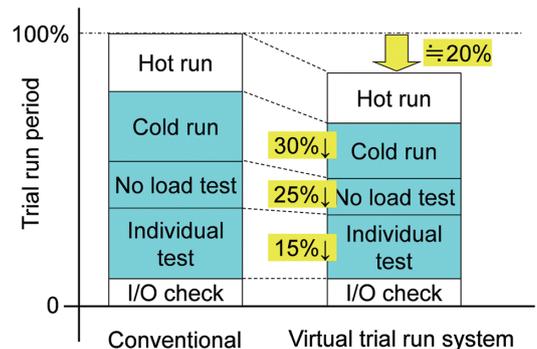


図14 バーチャル試運転システムの適用効果  
Time-cost reduction of virtual trial run system

表1 モデル部品拡充による適用ライン拡大  
Target line of virtual trial run system

Target line of virtual trial run system		Software components for modeling steel plants			
		Facility (cf. SV, motor)	Process (cf. tension, pressure)	Tracking	
				Continuous plate	Coil, pipe
STEP 1 (original)	Small scale process line	○	△	○	—
STEP 2 (present)	Large scale process line	○	○	○	—
	Transfer line	○	—	—	○

通板トラッキング程度であったが、その後、フリーループ／ダンサーロールなどの特殊設備や、大規模プロセスラインに欠かせないルーパー／ループカーモデルも新規開発し、ほぼ全てのプロセスラインへ適用可能とした。

また、プロセスライン用の通板トラッキングは板長手方向(1次元)だけのモデルであったが、東西南北(2次元)にトラッキング可能な材料モデルも新たに開発し、コイルやスラブ搬送などの精整ラインへも適用可能とした(表1参照)。

## (2) シミュレータ構築容易化

モデル PLC は図 13 に示したようにメーカ各社が有する高速制御 LAN を用いてシミュレータ環境を構築しているが、各社 PLC には下記課題からモデル PLC と制御 PLC を同一機種にせざるを得ず、また各社 PLC 用にモデル部品を構築する必要があり大きな労力を要している。

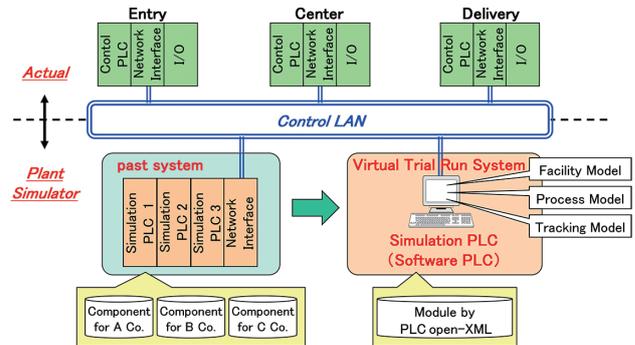
- ① 異メーカ PLC 同士を高速制御 LAN で接続することができない。(∵各社の高速制御 LAN は殆どがオープン仕様であるものの、他社の制御 LAN に対応していないことが多い)
- ② 各社の PLC プログラムエディタにおいてファイルの互換性が無い

一方、昨今では PC 上で IEC 言語ソフトが実行できる“ソフト PLC”が登場しており、特に以下の特徴を有するソフト PLC は上記課題解決が図れるため、現在は図 15 に示す方式でソフト PLC をバーチャル試運転システムへ適用推進している。

- ① オープン仕様の各社高速制御 LAN に対応可能
- ② 世界標準規格のファイルフォーマット“PLCopen-XML”に対応

前者により、1 台のソフト PLC で様々な機種種の制御 PLC と通信することが可能となった。また後者では、これまで各社 PLC 用に構築していたモデル部品群が 1 種類で足りるようになり、また世界標準規格のフォーマットに準拠していることから、将来の流用性も確保できた。その他の効果として、従来は各社 PLC 用にモデル PLC を複数枚準備する必要があったが、1 台のソフト PLC で構築可能なことから、システム構築の安価化にも繋がった。

以上の取り組みにより、本バーチャル試運転システムを多数の社内新設／老朽更新案件へ適用拡大を実現した<sup>13)</sup>。

図 15 ソフト PLC によるバーチャル試運転システム  
Virtual trial run system with software PLC

## 3.6 今後の展望

今後のエレクトロニクス技術の発展、及びオープン化の流れにより、様々な汎用技術が創出されると考えられる。今後もこれらの技術革新に注視し、更なる適用ラインの拡大／デバッグ効率向上を目指して、バーチャル試運転システムの機能拡張に取り組む。

## 4. 計装 (I) システムの汎用化

### 4.1 計装システムの汎用化の背景

1980 年代後半からメーカ専用の計装制御装置(以下、DCS)で高炉等のソフト自製を開始し、ソフト製作の効率向上のために計装ソフトウェア製作支援ツール(以下、計装 CASE)の開発を行った。またその開発の一環として計装 CASE は、メーカ専用の DCS ソフトウェアと計装 CASE と連携できる機能の開発を行ってきた。

一方で、1980 年代後半から MELSEC<sup>\*5</sup> をベースに専用 DCS 相当の機能を実現した汎用 DCS (商品名: テクナイス<sup>\*6</sup>) をグループ会社(日鉄住金テックスエンジニア)で開発し販売を開始した。当初は加熱炉等の鉄鋼の小規模設備へ導入し、CPU 処理能力やネットワークの通信能力の向上等と共に小規模設備から中規模設備へ適用を拡大してきた。しかしながら、設備の規模が大きくなると共にドキュメントやソフトウェアの製作に時間を要し、ソフトの生産性向上が課題となった。そのため計装 CASE と汎用 DCS と連携

<sup>\*5</sup> MELSEC は、三菱電機(株)の登録商標

<sup>\*6</sup> テクナイスは、日鉄住金テックスエンジニア(株)の商品(日本における登録商標出願中)

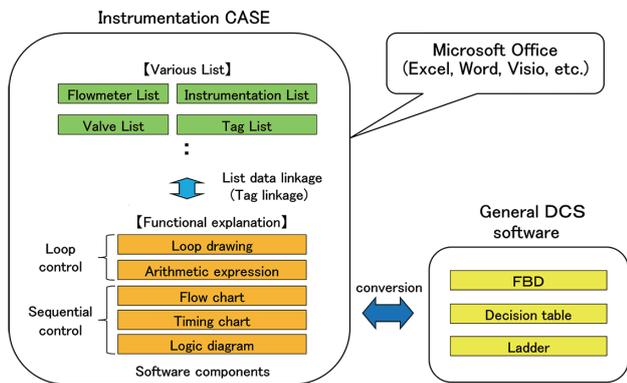


図 16 汎用 DCS 版計装 CASE 概要

Conceptual diagram of instrumentation CASE based on general DCS

できるよう開発を行い、実機へ適用した。

以下に汎用版の計装 CASE と汎用 DCS を紹介する。

#### 4.2 汎用 DCS 版計装 CASE の概要

汎用 DCS 版計装 CASE の構成図を図 16 に示し、以下に主要機能を記す。

##### (1) ドキュメントの標準化

- Microsoft® Office (Excel®, Word®, Visio® など) をベースに JIS 記号に準拠した各種部品、フォーマット、各種リスト等を準備
- ドキュメントからソフトウェアへのコーディングを単純化できるようにドキュメントのルールを作成

##### (2) ドキュメント内のデータ連携機能

- 各種リスト及び機能仕様書の入力情報をデータベースで連携し、保存や呼び出し活用ができる機能

##### (3) ドキュメントと汎用 DCS との連携機能

- ドキュメントから取り出したデータ (タグや名称等) を汎用 DCS のソフトウェアへ取り込むために必要なデータをエクスポートする機能

#### 4.3 汎用 DCS (テクナイス) の概要と事例

汎用 DCS(テクナイス)のシステム構成例を図 17 に示し、以下に特徴を記す。

##### (1) 監視制御ツールの開発により安価システムを実現

- 開発ツールによりローコスト化, 柔軟な要望対応, ソフト高生産性システム構築が可能 (図 18)

##### (2) 汎用 OS 採用によるオープン化指向のソフト化技術

- プラットフォームに Windows 系を使用することにより, 各種汎用パッケージ (Excel 等) との活用が可能となり適切なソフト運用が可能
- 汎用ネットワーク (Ethernet) により, システムの拡張化が容易

##### (3) EIC 統合型システム

- 電気分野の汎用 PLC との融合が容易で, 特に操作監視機能の共有統合が容易

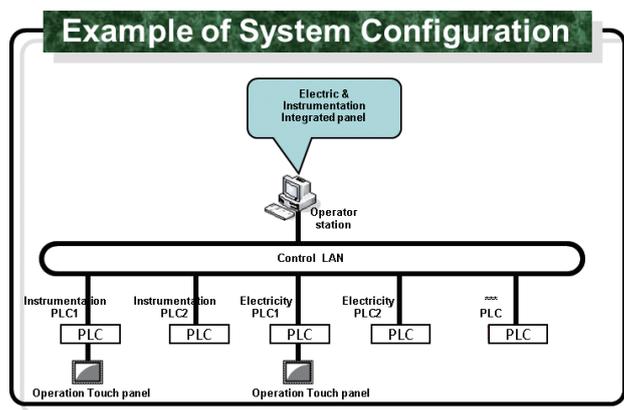


図 17 汎用 DCS のシステム構成例

Example of general DCS system configuration

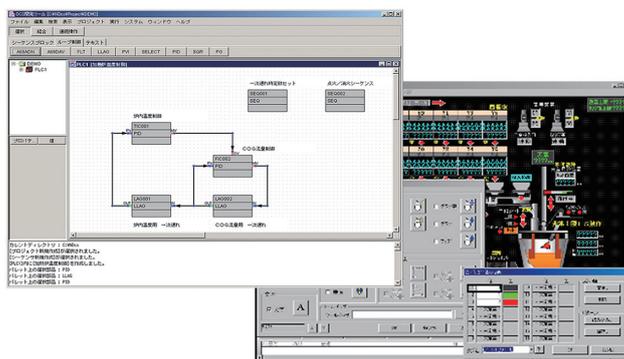


図 18 監視制御ツールの例

Example of monitor and control tool

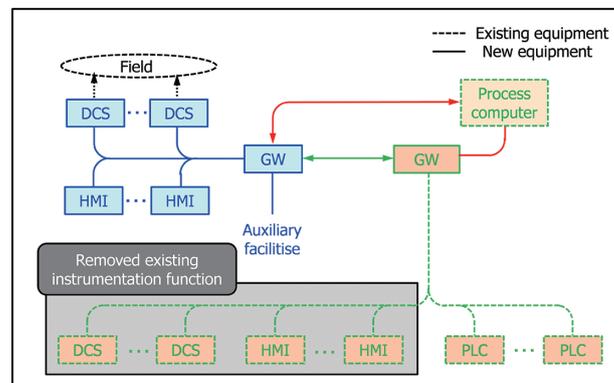


図 19 鹿島製鉄所第 2 連続焼鈍炉 DCS 更新概略システム構成図

Outline diagram of updated DCS system for Kashima Works No.2 continuous annealing furnace

次に、具体的な適用事例として鹿島製鉄所第 2 連続焼鈍炉の DCS 更新について紹介する。既設設備は重電メーカー製 DCS を用いた EI 統合システムでありこの DCS 部分をテクナイスへ更新した。本案件での大きな課題は既設システムと連携できるシステム構成の実現であった。更新後のシステム構成図を図 19 に示す<sup>14)</sup>。既設システム～新設 DCS 間のネットワーク構築のため、ゲートウェイ (GW) を設けることとした。既設システム側にも同様に GW を設け、

GW間を汎用I/Fで接続することで連携を実現した。この連携は汎用機が多くのI/Fに対応している故に実現した手法であり、汎用機の大きな武器である。一方で、汎用機は多種多様であり構成の自由度が高いため、信頼性の高いシステム構築構築には幅広い知識と各機器組合せ技術が必須となる。

その他適用設備として、微粉炭吹込設備、二次精錬、連続溶融亜鉛めっきライン、連続酸洗ライン、大形加熱炉等、各製鉄所の各設備への導入が進んできている。

テクナイスは中規模までのシステムへ適用可能であるが、現在、大規模システムへの適用を視野に検討を行っている。加えて大規模システムには更なる信頼性を要求されるため、MMI・ネットワークの冗長化検討も同時に検討していく。

また、汎用機の利点である他システムとの親和性、高速大容量データ処理機能を生かし、各種IoT機器との接続を適宜検討を行っていく。

## 5. 結 言

従来、鉄鋼プロセス制御では厳しい要件のため汎用システムの適用が難しかったが、長年にわたりこの取り組み開発を行うことにより、下記のメリットを享受することができた。

### (1) システム構築、エンジニアリング業務の変革

- 購買時の競礼化を推進、纏め買の実現による安価化と標準化の達成
- アプリケーション全自製によるノウハウ流出防止
- ユーザ責任でのシステムインテグレーション技術とノウハウの蓄積によるシステムの信頼性確保

### (2) 保守業務の変革

- システム統一仕様による保守効率向上
- 保守支援体制の確立と整備教育の推進

### (3) ファミリー会社支援

- NS SEMI SYSTEM 外販による価格競争力強化の支援
- 各種ソフト開発ツールの提供やトラブル解析などによる支援による安定稼働

今後とも、先端IT技術を含む技術進展の著しい汎用システムに対して、継続的に情報収集と試験評価を続け、要件の厳しい鉄鋼プロセス制御への不足機能と適用技術の開発により、社のニーズにいち早く貢献できる制御システムの構築に取り組んでいく所存である。

## 参考文献

- 1) 住田伸夫, 上之俊昭: 新日鉄技報. (379), 7 (2003)
- 2) 橋爪健次 ほか: 新日鉄技報. (391), 7 (2011)
- 3) 橋爪健次 ほか: Nippon Steel Technical Report. (101), (2012)
- 4) 井内興: 日本鉄鋼協会 第150回制御技術部会大会. 制技150-1-6, 2013-11, 私信
- 5) 竹島将太: 日本鉄鋼協会 第155回制御技術部会大会. 制技155-シ-3, 2016-6, 私信
- 6) 伊藤康輔: 日本鉄鋼協会 第155回制御技術部会大会. 制技155-建-1, 2016-6, 私信
- 7) 日本特許公報: 特許第4879926号. 2011年12月9日
- 8) 日本特許公報: 特開2013-125397. 2011年12月14日
- 9) 住田伸夫: 計測自動制御学会 自律分散システム特集号. 4 (6), 35 (2005)
- 10) 加藤健太: 日本鉄鋼協会 第157回制御技術部会大会. 制技157-建-3, 2017-6, 私信
- 11) 堤泰伸 ほか: 日本鉄鋼協会 第135回制御技術部会大会. 制技135-1-1, 2006
- 12) 堤泰伸: 電気学会 金属産業研究会. MID-07-21, 2007
- 13) 堤泰伸: 日本鉄鋼協会 第149回制御技術部会大会. 制技149-1-3, 2013
- 14) 飯嶋祥平, 中村功 ほか: 電気学会ものづくり研究会. MZK-18-003, 2018



住田伸夫 Nobuo SUMIDA  
設備・保全技術センター  
システム制御技術部 システム制御技術室  
上席主幹  
千葉県富津市新富20-1 〒293-8511



遠山治幸 Haruyuki TOHYAMA  
設備・保全技術センター  
システム制御技術部 計装エンジニアリング室  
主幹



堤 泰伸 Yasunobu TSUTSUMI  
設備・保全技術センター  
システム制御技術部 システム制御技術室  
主幹



高橋政之 Masayuki TAKAHASHI  
日鉄住金テックスエンジ(株)  
電計事業本部 エンジニアリング事業部  
エンジ企画グループ マネジャー