

オープン統合制御システムの新しい制御言語とエンジニアリングツール

New Programming Languages and Engineering Tool for Open Integrated Control System

島貫 洋
Y. Shimanuki

粟野 篤
K. Awano

製造業の生産システムの核となる制御システムでは、連続プロセス制御から離散シーケンス制御にわたる統合化が急速に進展し、プラント制御のアプリケーションも高度かつ複雑になりつつある。この制御アプリケーションを、プラントエンジニア自身が簡単に設計・保守できるプラットフォームの提供が急務となっている。このために、オープン技術の導入と標準的手法の活用による、やさしく効率的なエンジニアリング環境の実現に向けたメーカーの努力、そして国際標準化機関の活動が顕著となっている。

当社の代表的なオープン統合制御システム CIEMAC_{TM}1000 では、上述の背景を考慮したエンジニアリング生産性の高い新しい制御言語とエンジニアリングツールを開発した。

Manufacturers are being urged to promote the integration of their control systems, the core of manufacturing systems. This move is accompanied by more sophisticated and complex plant application programs. Plant engineers are demanding a platform which enables them to easily self-design and self-maintain the control application. DCS manufacturers and international standardization organizations are putting considerable effort into realizing easy-to-use and efficient engineering environments.

We have developed an open integrated control system called CIEMAC_{TM}1000 (registered as TOSDIC_{TM}-CIE1000 in overseas markets), which is equipped with new programming languages and a new engineering tool, to satisfy the above requirements.

1 まえがき

社会と経済の構造が大きく変わる中で制御システムは、以下に示す多様なニーズに最小のコストでこたえるための企業、特に製造業における統合的な生産システムの構築に役立つものでなければならない。

- (1) 生産物流サービスのすべての面での効率化
- (2) 付加価値創出のための技術の高度化
- (3) 資源と労働力の最適な活用のための省力・省人化

このためには、制御システムのコントローラに実装される制御アプリケーションのエンジニアリングでも次のこと�이重要になる。

- (1) 運転方案や制御目的が的確に表現できる。
- (2) 多様な制御仕様が柔軟に記述できる。
- (3) 理解が容易で簡単に修正や追加ができる。
- (4) 属性を排し標準的な手法である。

図1にコントローラとエンジニアリングツールとの関係において実現すべき内容を示す。

2 エンジニアリングツールに求められるもの

2.1 エンジニアリングツールの歴史

DCS(分散型計装制御システム)などの制御システムの初期におけるエンジニアリングツールは、ハードウェアの性

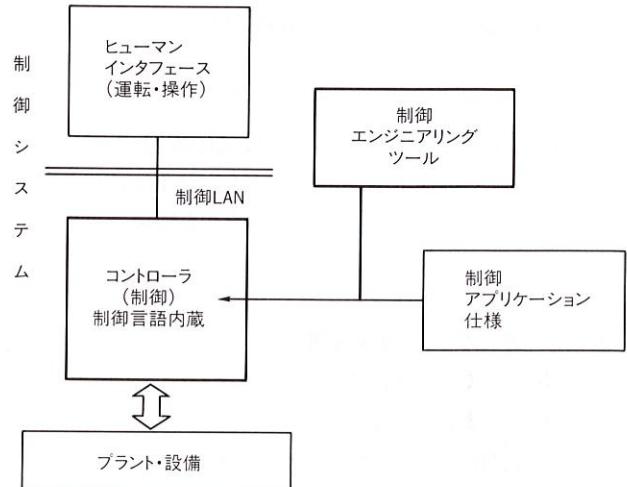


図1. 制御システムとエンジニアリング コントローラのもつ制御言語で、ツールを使って制御アプリケーションを作る。
Control system and engineering tool

能を最大限に發揮させるため独自の構成を取らざるを得ず、“本体の動作用のプログラム入力”という役割をもつだけであった。それがここ数年、プログラミング言語の発達およびウインドウ技術の台頭により、グラフィカルな高級言語を採用したユーザフレンドリなパッケージが出現した。

一方で、“ダウンサイ징の波”によるハードウェアの

コストダウンから、相対的にプログラミングを含めたエンジニアリングコストの比重が高くなり、エンジニアリングライフサイクルのコスト削減の意味からも、優れたエンジニアリングツールの存在が重要な意味をもってきている(図2)。

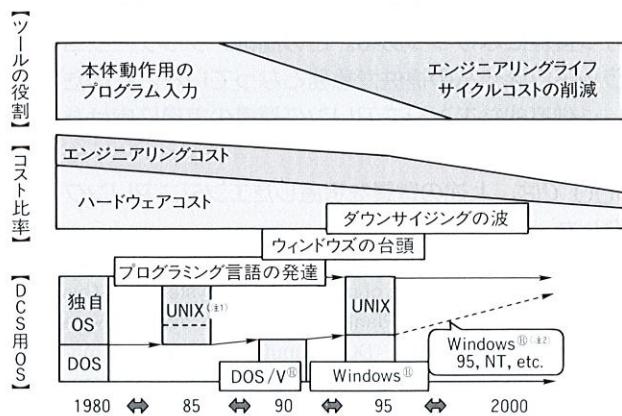


図2. エンジニアリングの歴史⁽¹⁾ グランサイジングとソフトウェアのパーソナル化がエンジニアリングの革新を進める。

History of engineering tools

2.2 エンジニアリングツールの条件

上述のことから、今日のエンジニアリングツールに求められるものは以下のような項目になる。

2.2.1 高いエンジニアリング生産性の実現 ユーザインターフェースや自動生成機能を充実し、各種情報が複数か所での重複もなく自然な感覚で入力できる環境を提供する。さらに、トータルなエンジニアリング支援ツールとしての性格ももたせることにより、生産性の向上を実現させる。

2.2.2 オープンな制御言語 プログラミングに用いる制御言語の仕様を標準的なものとすることにより、オープンシステムの構築を容易にする。

2.2.3 容易なプログラムのメンテナンス プログラム構造の標準化や注釈などを充実し、既成プログラム内容の第三者による把握が正確に行え、システムの改造や追加を容易にする。

2.2.4 容易な習得 ヘルプ機能や教育プログラムを充実し、習得のしやすいツールにすることにより、操作習得を含んだ初期立ち上げコストを削減する。

2.2.5 高い資産流用性 外部作成物や既存資産の取り込みが可能であること。また外部への流用が可能である。

(注1) UNIXは、X/Openカンパニーリミテッド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2) Windowsは、Microsoft社の商標。

3 国際標準化の動向

当社では上述の条件を満たすため、制御言語やエンジニアリングツールの開発を進めてきているが、従来のメーカ固有の技術と仕様が主体のものでは、今後のユーザでの資産の再利用やマルチベンダシステムのエンジニアリングが進む中では限界があると考えている。従来はこの分野での標準化が公的に進められることは少なかったが、近年国際標準化活動での進展が見られる。

3.1 IEC・ISOにおける標準化動向

制御言語およびその関連の標準化はIEC(International Electrotechnical Committee)の技術委員会TC65(Industrial Process Measurement and Control)およびISO(International Standardization Organization)の技術委員会TC184(Industrial Automation)の小委員会(SC)およびワーキンググループ(WG)で行われている。図3に関連する組織と相互関係を示す。

「汎用的な標準規格」では通信を含む制御システムのモデルやエンジニアリングについて、「分野特定の標準規格」では制御言語について活動を行っている。

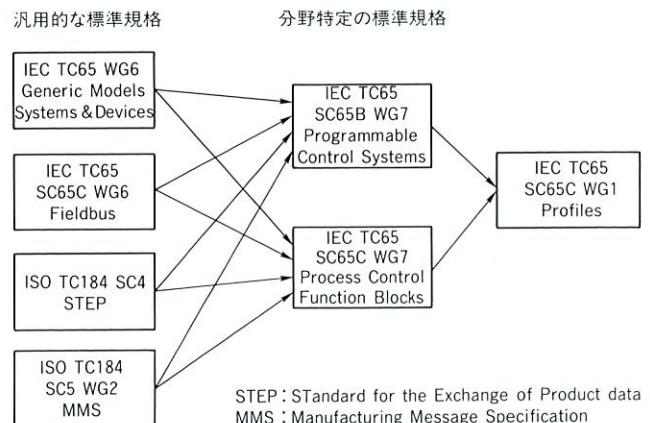


図3. 制御言語とエンジニアリングの国際標準化⁽²⁾ 制御システムのモデルや通信と合わせて総合的に標準化が進められている。

IEC organizations for programming languages and engineering

3.2 IEC1131-3 制御言語標準

特にIEC TC65 SC65B WG7で進めているプログラマブルコントローラおよびツールやマンマシンインターフェースなどの周辺部に適用される国際規格は、①概要、②ハードウェアと試験基準、③プログラミング言語、④ユーザガイドライン、⑤通信、の五つから成るが、3番目のプログラマブルコントローラ言語に関しては国際標準規格がIEC1131-3として1993年に完成し部分的な実用化段階にある。

ここでは次の言語およびプログラミング上の構成が規定

されている。

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

これらの言語の詳細は文献⁽³⁾を参照願いたいが、SFC は他の 4 言語による記述を各ステップにネスティングしてシーケンスプログラムを作成する。FBD および LD はグラフィカルな言語で、前者はデータ演算中心に、後者はラダー形式によるシーケンス主体に用いられる。ST および IL はテキストベースの言語で、前者は構造的プログラム記述が、後者はインタプリタコマンド的記述ができる。これらの複数の言語を必要に応じて組み合わせながら制御アプリケーションの設計を行う。

4 CIEMAC_{TM}1000 の新しいエンジニアリング

当社のオープン・ライトサイ징統合制御システム CIEMAC_{TM}1000 では、2 章で述べたニーズと 3 章の標準化動向を考慮した制御言語とエンジニアリングツールを開発した。

4.1 CIEMAC_{TM}1000⁽⁴⁾の概要

図 4 に示すように、オペレータステーションの OIS1000 とコントロールステーションの MCS1000 を、制御用 Ethernet^(注3) LAN に接続して構成される。特にコントローラである MCS1000 のエンジニアリングを簡単に作成でき、対象と

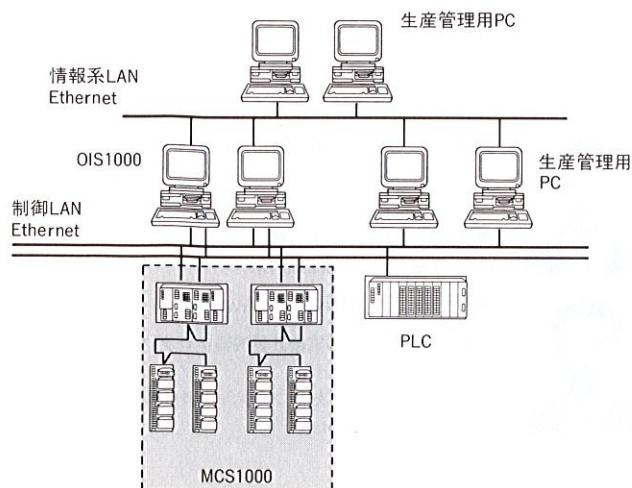


図 4. CIEMAC_{TM}1000 のシステム構成 コントローラ MCS1000 に新しい制御言語を採用したオープン統合制御システム。

System configuration of CIEMAC_{TM}1000

(注3) Ethernet は富士ゼロックス(株)の商標。

するプラント、設備規模に最適なスケーラビリティをもつ統合制御システムである。

MCS1000 は連続プロセス制御主体のコントローラであるが、IEC1131-3 の考え方を取り入れて開発した。

4.2 MCS1000 の制御言語

MCS1000 は、次の 4 種類の命令群からなる制御言語をもつ。

4.2.1 ステップ命令 工程とステップからなる計装シーケンスに必要な動作や条件単位に用意される命令群である。

4.2.2 ロジック命令 AND や OR など論理演算の基礎単位ごとに用意される命令群である。

4.2.3 ブロック命令 PID (比例、積分、微分) 制御演算をはじめ連続制御に必要な単位機能ごとに用意される命令群である。

4.2.4 スクリプト命令 代数演算や制御機能への条件設定などをテキスト形式で記述できる命令群である。

各命令群の直感的な理解のために図 5 に命令の例を示す。

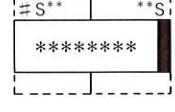
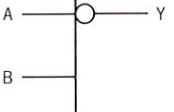
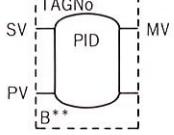
ステップ命令	ロジック命令
ACA アクション&アンサ  82	OR 論理和  58
ブロック命令	スクリプト命令
PID PID調節計  19	$;=$ 代入 $X;=Y$ 89 <hr/> $/$ 除算 X/Y 93

図 5. MCS1000 制御言語の例 MCS1000 で使われている制御用プログラミング言語の例。

Examples of MCS1000 programming languages

4.3 エンジニアリングツールでのサポート

MCS1000 では、上述の制御命令で記述された制御アプリケーションが、連続制御用のループタスクとシーケンス制御用のシーケンスタスクの形態で実行される。それぞれのタスクは 1 枚以上のページから成り、エンジニアリングツールによって各ページ単位でグラフィカルに記述できる。

連続制御を実行する際はループフロー図 (LFD) で、計装シーケンス制御の場合はシーケンスフロー図 (SFD) で、インターロック動作などの場合はロジックシーケンス図 (LGD) で記述される。

制御命令とこれらの相互関係および実際の制御ページ LFD で記述した例の一部分を図 6 に示す。

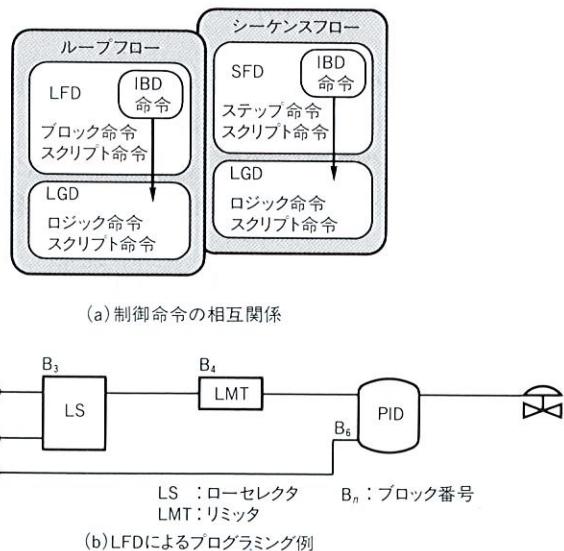


図 6. MCS1000 の制御言語とエンジニアリングツール ツールでのグラフィカルサポートがプログラミングを容易にする。

Engineering tool for MCS1000

4.4 IEC1131-3との対応

以上の MCS1000 の制御言語およびエンジニアリングツールでのサポートと、IEC1131-3 で規定される制御言語との対応づけを表 1 のように行ってみると、MCS1000 の制御アプリケーションのエンジニアリングが、同様の考え方たに

基づいて仕様記述性や作成したとの機能の読みやすさを高めていることがわかる。

5 あとがき

今後の制御システムに要求される役割を果たすための、コントローラの制御アプリケーションの作成と保守に関して、エンジニアリングの観点から述べた。また、オープンなシステムによる資産の再利用の点で、標準への準拠も今後は重要となる。一方、対象となるプロセスの多様化のため、柔軟なアプリケーションの実現が不可欠で、DCS ベースの連続プロセス計装制御とプログラマブルコントローラによる離散系シーケンス制御の統合も進展する。

この動向に沿って開発した CIEMAC_{TM}1000 の新しい制御言語とエンジニアリングツールは、顧客の生産システムの構築と運用の効率化に大きく寄与している。

しかしながら、真のオープン化時代と統合化時代における制御言語やツールの実現には課題も多い。

当社は、21世紀に向けてさらに優れたエンジニアリング環境の確立に顧客の要望を取り入れながら、制御システムそのもののハードウェア、ソフトウェアとバランスのとれた研究・開発を今後とも進めていく。

文 献

- 粟野 潔, 他:国際標準対応オープンエンジニアリング対応制御システムの開発, 第35回計測自動制御学会学術講演会予稿集, 301C-4, pp. 663-664 (1996)
- 白井俊明: PA 分野におけるファンクションブロック、ファンクションブロック Workshop 講演予稿集, p.7 (1996)
- IEC: International Standard/IEC1131 Part3 (IEC1131-3) Programming Languages for Programmable Controllers (1993)
- 島貫 洋: オープン・ライツイジング統合制御システム CIEMAC1000, 計測と制御, 34, 5, pp.423-424 (1995)

島貫 洋 Yoh Shimanuki



電機計装機器事業部電機計装機器プロダクトマーケティング部主幹。制御システムの商品企画に従事。電気学会、計測自動制御学会、ISA 会員。
Control & Instrumentation Div.

粟野 潔 Kiyoshi Awano



電機計装機器事業部電機計装機器プロダクトマーケティング部主務。制御システムの技術支援に従事。計測自動制御学会会員。
Control & Instrumentation Div.

表 1. MCS1000 制御言語と IEC1131-3 の対応

MCS1000 programming languages mapped to IEC1131-3

IEC1131-3 制御言語	MCS1000	
	制御言語	エンジニアリングツール
SFC	ステップ命令	SFD
LD	ロジック命令	LGD
FBD	ブロック命令	LFD
IL	スクリプト命令	SFD/LGD/LFD
ST		