

統合コントローラ「MICREX-SX シリーズ」のコンセプト

菊地 洋(きくち よう)

富沢 敬一(とみざわ けいいち)

石井 洋(いしい ひろし)

1 まえがき

FA (Factory Automation) システムおよび一部の PA (Process Automation) システムにおける制御系はプログラマブルコントローラ (PLC) を中心として、上位にはデータ処理用としてパーソナルコンピュータ (パソコン)、またマンマシンインタフェース (MMI) としてプログラマブル操作表示器 (POD)、そしてその間を接続するネットワークにより構築されている。これらの制御用コンポーネントは、多種多様化・複雑化する制御に対応するため、高速化・大容量化・高信頼性化の一途をたどってきており、その進化はとどまるところを知らない。

PLC に要求される機能も、本来のシーケンス制御に加え、「ネットワーク・通信」「データ処理」「操作・表示」「モーションコントロール」とますます拡大・高機能化している。

OA (Office Automation) の分野ではすでに一般的となっているネットワークのオープン化は、制御分野においても急速に進んでいる。欧米では、PROFIBUS、DeviceNet などのメーカー主導形のデファクトスタンダードなネットワークが普及し、日本では、(社)日本電機工業会 (JEMA) あるいは(財)製造科学技術センター (MSTC) で推進するネットワークの標準化が進められてきている。

さらに、オープン化の流れの一つとして、パソコンをハードウェア素材とする、ソフトウェアロジック (ソフトウェア PLC) あるいはパソコン NC (Numerical Control) がある。従来、パソコンはデータ処理機能あるいは操作・表示機能を主に採用されてきたが、パソコンの高性能化が進み PLC 機能も搭載できるようになってきている。

また、プログラミング言語に関しても標準化が進んでおり、すでに国際規格 [IEC61131-3 (旧番号体系 IEC 1131-3¹⁹⁹³)] が制定され、欧米で広く採用されている。日本においてもまったく同じ内容が規格化 (JIS B 3503) され、その適用が進んでいくものと思われる。

これらの流れを取り入れ、従来の PLC システムの概念を超えた統合コントローラ「MICREX-SX シリーズ」を

開発した。以下にその基本コンセプトを紹介する。

2 MICREX-SX シリーズの基本コンセプト

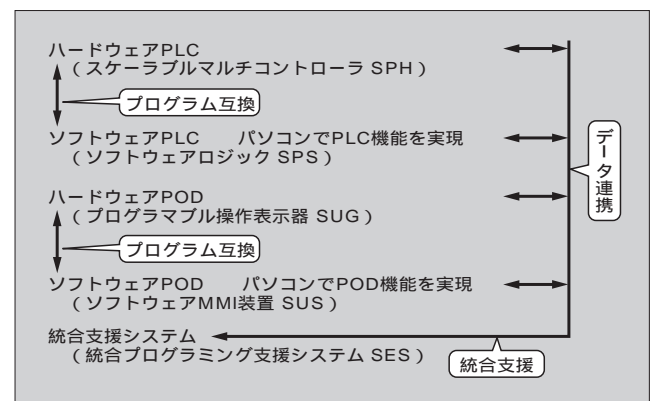
2.1 制御・操作・監視の統合化

MICREX-SX シリーズは、制御・操作・監視を統合するコントローラとして、PLC、POD そしてこれらのプログラム作成を支援する統合支援システム (SES) から構成した。また、PLC および POD は、それぞれ専用のハードウェアにより実現されるハードウェアタイプと、パソコン上でその機能を実現するソフトウェアタイプを持つ。図 1 に MICREX-SX シリーズの構成を、図 2 に制御・操作・監視の統合化の概念を示す。

ハードウェア PLC (SPH) とソフトウェア PLC (SPS)、そしてハードウェア POD (SUG) とソフトウェア POD (SUS) のプログラムは互換性を有するものとした。このためプログラム開発時、その実行系の違いを意識する必要はなく、効率よい開発を行うことができる。

SES はパソコン上で動作するソフトウェアパッケージであり、PLC とその周辺機能モジュール、および POD を統合的に支援する。データは変数名 (ラベル) で管理できるようにし、構造化設計を容易にするとともに、従来行っていたメモリアドレス管理を不要としている。

図 1 MICREX-SX シリーズの構成



菊地 洋

プログラマブルコントローラ的设计, 企画に従事。現在, 機器事業本部機器制御事業部 PLC 開発部長。



富沢 敬一

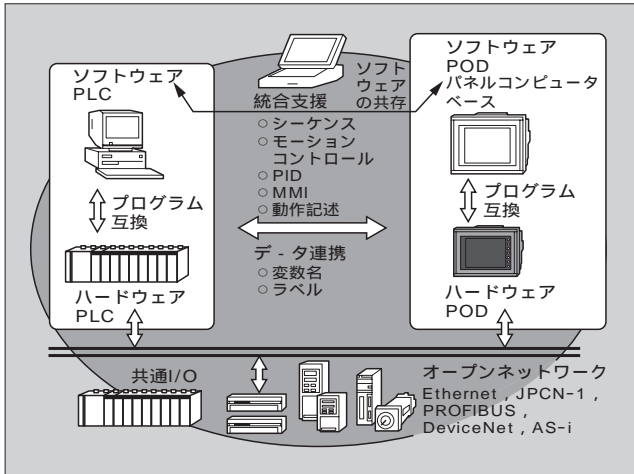
汎用プログラマブルコントローラの開発に従事。現在, 機器事業本部機器制御事業部 PLC 開発部主席。



石井 洋

汎用プログラマブルコントローラの開発, 企画に従事。現在, 機器事業本部機器制御事業部 PLC 開発部主査。

図2 制御・操作・監視の統合化



2.2 国際標準・オープン化対応

国際標準およびオープン化への対応を行った。プログラミング言語として、国際規格 (IEC61131-3) を採用し、機種に依存しない標準プログラミング手法を実現している。また、ハードウェアは IEC, JIS に基づいており、CE マーキング, UL などの規格取得も標準で実現した。これにより海外市場からの要求にも容易にこたえることができる。

さらに国内および欧米の各種オープンネットワークに対応し自由なシステム構築を可能とし、また、パソコンをプラットフォームとするオープン化の動きに合わせ、ソフトウェア PLC, ソフトウェア POD を提供することとした。

2.3 スケーラブルなシステム構成

MICREX-SX シリーズでは、従来は性能、機能に応じて数種類のシリーズで構成されていたものを 1 シリーズに集約した。これを実現するために、CPU モジュールは性能に応じて何種類か用意し、さらに、最大 8 CPU までのマルチ CPU 構成を可能とした。

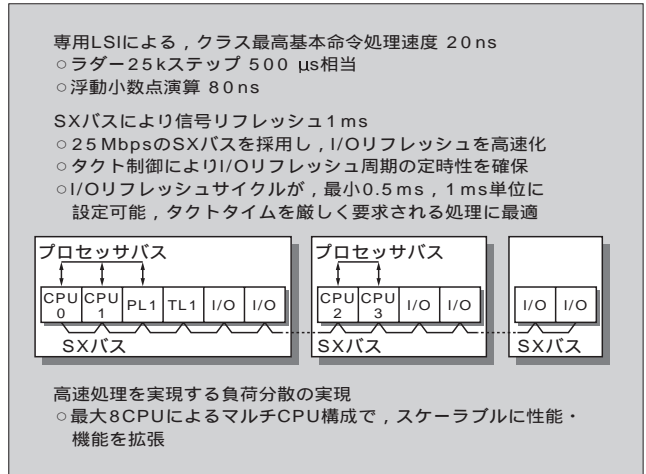
これにより CPU モジュール以外の PIO モジュールおよび各種機能モジュールは 1 種類用意すればよく、スケーラブルにシステムを構築することができる。また、これらの各種モジュールを接続する内部バスを従来のパラレルバスから高速シリアルバス (SX バス) に変更することとした。これにより内部バスの延長が可能となり、高速制御に対応した分散設置の自由度を大幅に向上することができる。

③ スケーラブルマルチコントローラ「SPH」 (ハードウェア PLC)

3.1 高速制御

モーションコントロールなどの高速制御を処理するためには、従来数 ms から十数 ms を必要としていたスキャンタイムを、1 ms 程度で実行する必要がある。また、最近ではアプリケーションプログラム容量の増大傾向が著しく、これらに対応するため、命令実行速度は、 μs から ns の時

図3 SPH の高速制御



代へと変わっている。

MICREX-SX シリーズのスケーラブルマルチコントローラ SPH では、これらに対応するため専用 LSI を新たに開発し、基本命令実行速度を、従来の富士電機 MICREX-F70S/120S の 125 ns から 20 ns へと約 6 倍の高速化を図っている (シリーズ最上位機種 SPH300 での値、標準機種 SPH200 では 70 ns)。これにより演算処理の大幅な高速化が可能となり、スキャンタイム 1 ms を達成している。また I/O 点数、プログラム容量を限定した場合は、0.5 ms スキャンも可能であり、位置決めなどの高速処理が必要とされる制御分野で十分な応答性を確保している。

また、上記スキャンタイムの短縮と合わせ I/O リフレッシュを高速に行う必要があり、また I/O 分散による制御盤内の省配線化を図るため、バス延長も可能とする必要がある。これらの要求は、伝送速度 25 M ビット/秒、総延長距離 25 m の SX バスにより実現している。

図 3 に SPH の高速制御を、図 4 に SX バスの概要を示す。

3.2 マルチ CPU

標準モジュールの組合せにより目的の機能、性能、規模を自由に、またスケーラブルに拡張することを実現している。CPU は、最大 8 台のマルチ構成による並列処理により、制御内容に応じたプログラムを別々の CPU に分散し、1 CPU あたりの負荷を軽減し、処理時間の短縮を図ることも可能としている。図 5 にマルチ CPU の概要を示す。

また CPU の冗長化も可能としており、万が一の CPU 異常時にも予備機がバックアップを行い、システムの信頼性を向上させることができる。

3.3 オープンネットワーク対応

従来から採用している、富士電機オリジナルのネットワークである P/PE リンクおよび T リンクはもちろんのこと、Ethernet^{注1}, JPCN-1, AS-i などの各種オープンネットワークにも対応している。従来機種との接続性を確保すると

注 1 Ethernet : 米国 Xerox Corp. の登録商標

図4 SXバスの概要

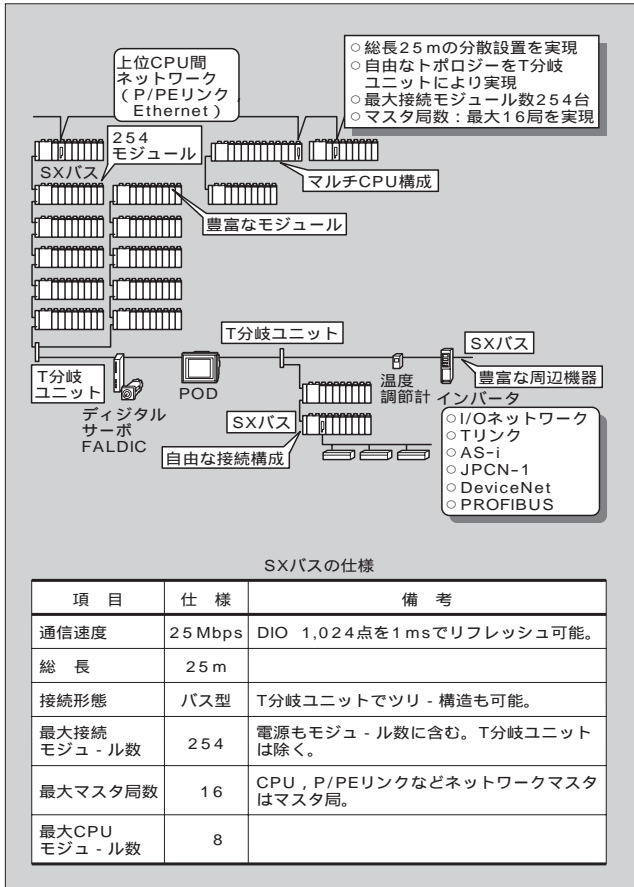
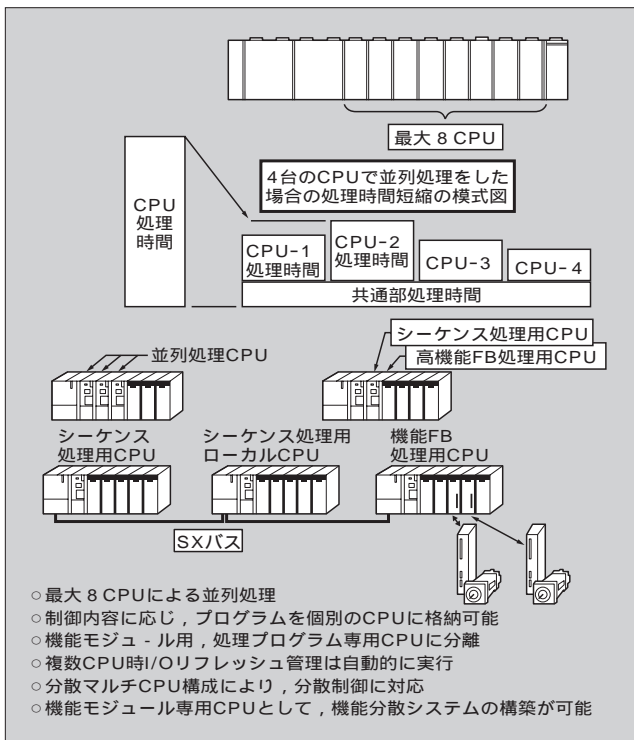


図5 マルチCPUの概要



もにユーザーによる自由なシステム構築を可能としている。さらに、欧米で主流となっている PROFIBUS, Device Net, あるいは(財)製造科学技術センターが推進している、

図6 MICREX-SXのネットワーク

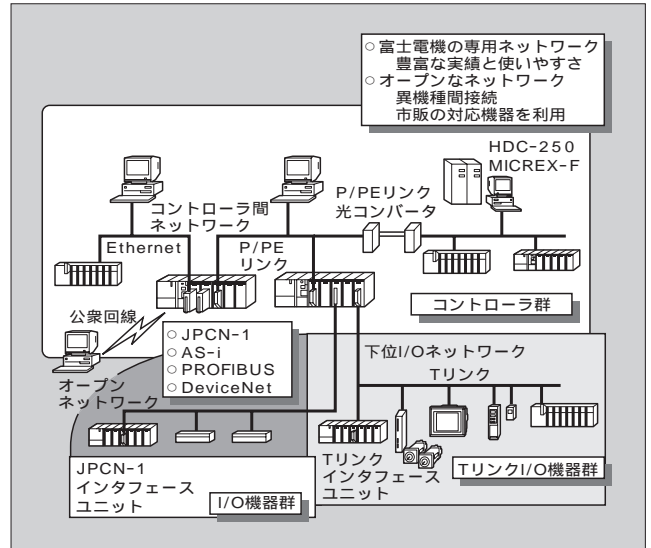
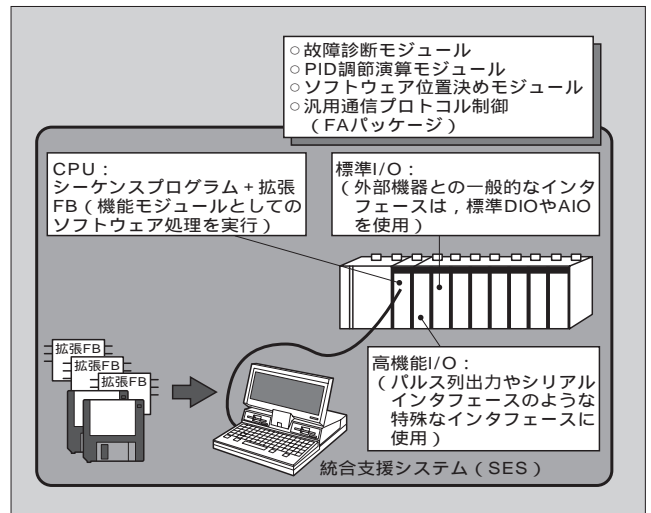


図7 機能モジュールのソフトウェア化



FA コントロールネットワークへの対応も進めている。図6にMICREX-SXシリーズのネットワークを示す。

3.4 機能モジュールのソフトウェア化

従来、通信あるいは位置決めなどの高機能モジュールは、通信プロトコルごと、位置決め制御機能ごとにおのこの専用のモジュールが準備されていた。SPHでは、高速処理CPUとSXバスにより、これらをCPU上のソフトウェアで実現している。従来、ハードウェアとして提供されていたこれらの機能は、拡張ファンクションブロック (FB) として提供している。

図7にその概念を、図8、図9に機能モジュールの例を示す。

3.5 小形化

設置スペースの縮小のニーズが高まっており、PLCの小形化が進んでいる。外線端子スペース、入出力状態表示スペースなどの制約が多いが、構造・実装・放熱技術の見

図8 汎用通信モジュール

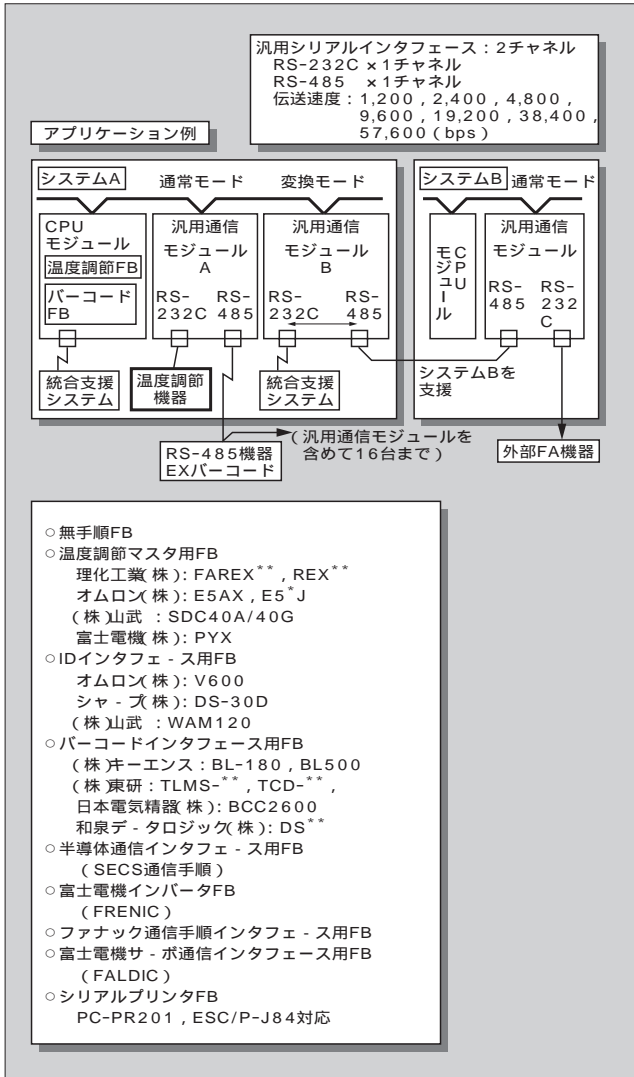


図9 位置決めモジュール

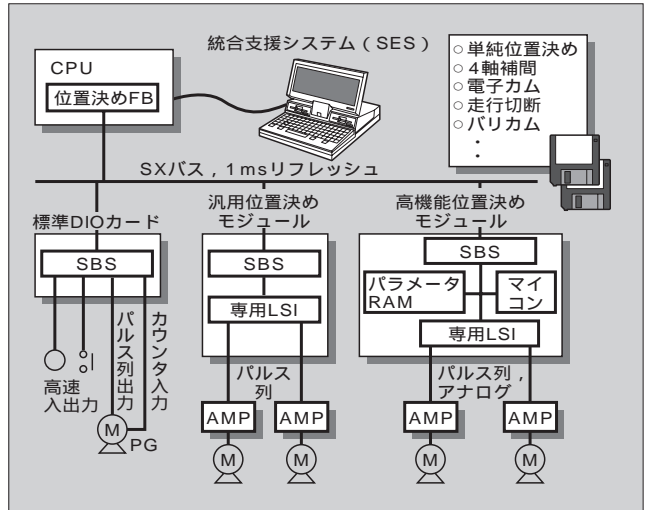
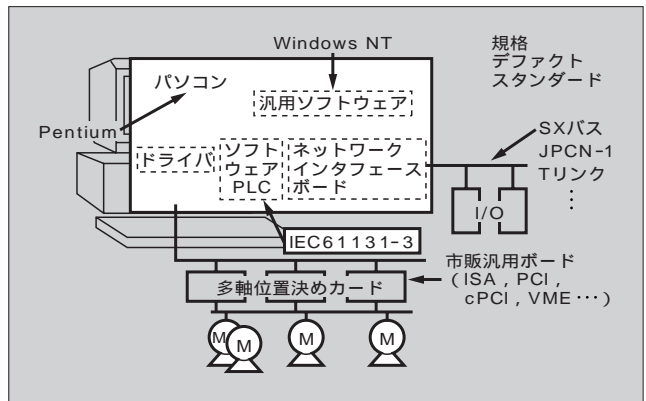


図10 SPS の概念



直しにより I/O モジュール比較で従来の MICREX-F70 に比べ体積で約35%の小形化を達成している。

④ ソフトウェアロジック「SPS」(ソフトウェア PLC)

情報分野を中心としたオープン化の流れは、制御分野へも着実に浸透してきている。その代表的な例として、制御分野へのパソコンの適用がある。現在は、監視系を中心に使用されているが、パソコンのハードウェア性能の著しい向上と、欧米を中心としたソフトウェア PLC の適用事例の増加により、国内でも制御装置への適用が増えていくと考えられる。これらのニーズにこたえるべくソフトウェア PLC (SPS) を MICREX-SX シリーズのラインアップに加えている。

ソフトウェア PLC は、ハードウェア PLC (SPH) とアプリケーションプログラムの互換性を持つ。SPH シリーズは、富士電機がこれまで提供していた便利な応用命令を多く実装しており、ソフトウェア PLC もこれらの命令を同様に実装している。また、リアルタイム OS としては

Windows NT^{注2} を用いており、オープンな環境に制御機能を実現している。

システム構成は、I/O インタフェースとして SX バスによる富士電機独自のシステム構成と、JPCN-1 などのオープンネットワークによるオープンシステム構成がともに可能であり、ユーザーに最適なシステムを提供できる。

図10に SPS の概念を示す。

⑤ プログラマブル操作表示器「SUG」/ソフトウェア MMI 装置「SUS」
(ハードウェア POD/ソフトウェア POD)

POD はマンマシンインタフェースとして PLC と密接な関連を持ち、また同一データをアクセスすることからプログラム上でも関連性が高い。両者を密結合することにより使いやすさ、およびプログラム作成効率の向上を実現させている。

スケーラブルマルチコントローラ SPH と SX バスで接続することにより高速・大容量データの転送を可能とし、POD の高速応答性と表示データの大容量化を実現してい

注2 Windows NT : 米国 Microsoft Corp. の登録商標

図 11 SES の機能構成

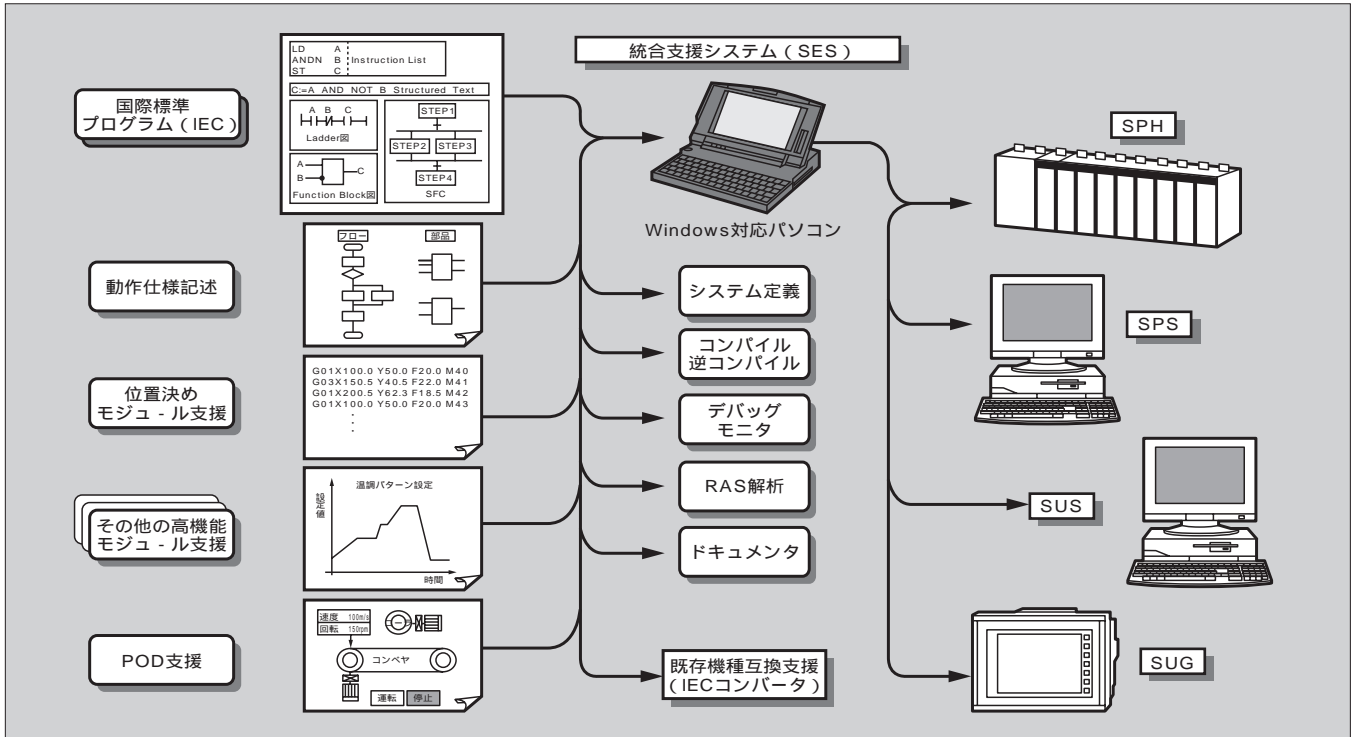


図 12 IEC の 5 言語の画面例

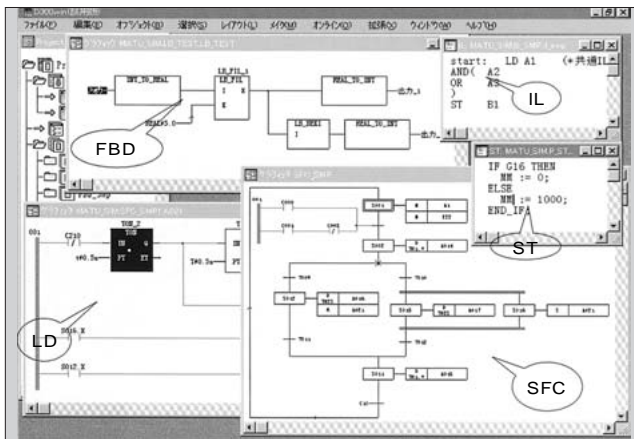
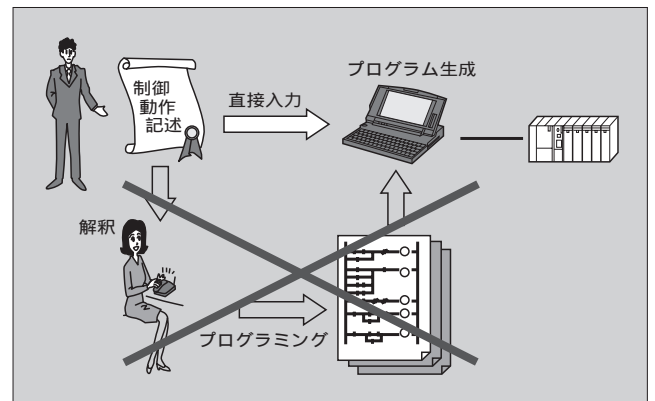


図 13 制御動作記述からの自動プログラミング



る。また、従来からの T リンクあるいはオープンネットワークによる PLC との接続も提供し、ユーザーの自由な選択を可能としている。

6 統合支援システム「SES」

6.1 PLC, POD を統合支援

PLC, コントローラの分野では周辺機器も含め制御内容の高機能化に伴いソフトウェア開発工数削減に対する要求が高まっている。この要求にこたえるため、SES では、国際規格言語による PLC 支援を中心に、PLC の位置決め・故障診断・通信などの機能モジュール支援、POD 支援あるいはソフトウェアデバッグ機能を統合された環境の下で支援し、統合的なプログラム開発効率向上を実現している。

図11に SES の機能構成を示す。

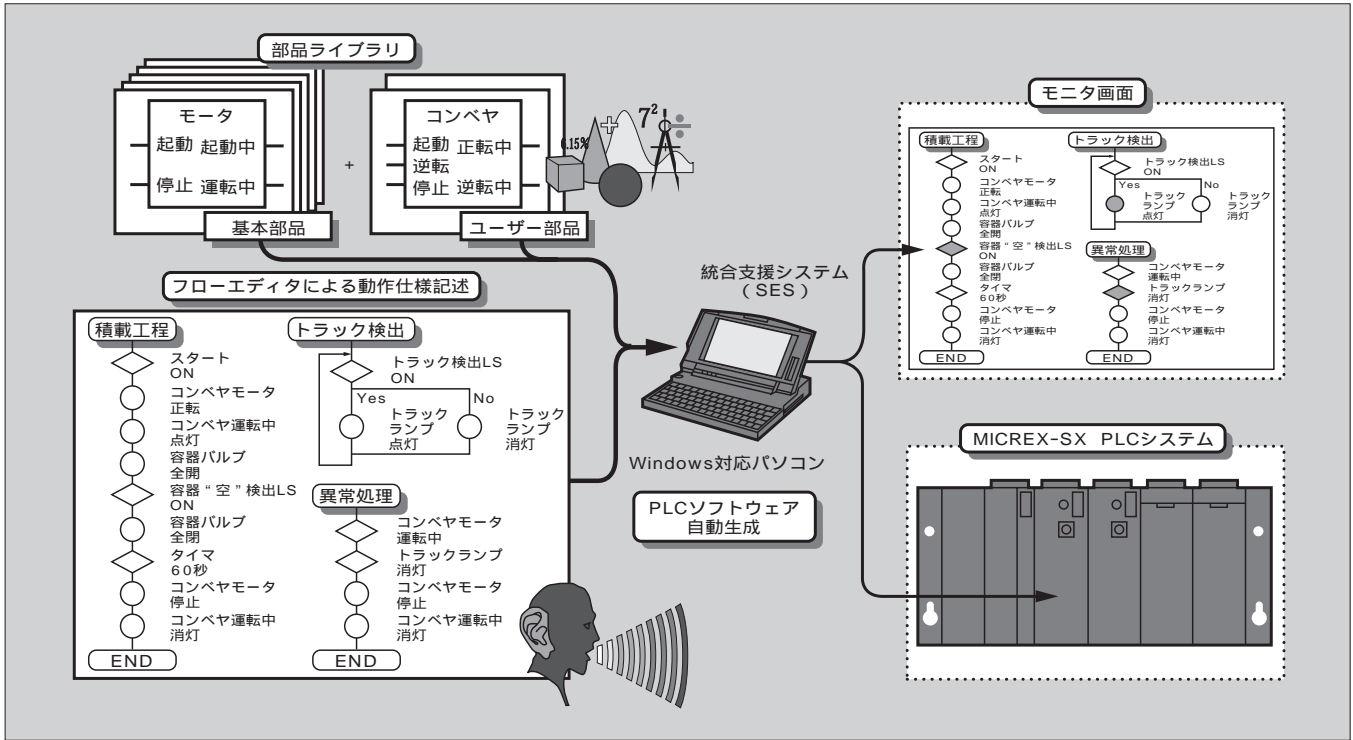
SES は、パソコンの Windows ^{注3} 95 (98), Windows NT 上で動作するパッケージソフトウェアであり、プログラミングツールとしての使い勝手を左右する基本的な操作法は Windows のスタイルに従っている。そのため、Windows 上で動作する市販のワードプロセッサや表計算ソフトウェアを使うのと同じような感覚で MICREX-SX シリーズのプログラム作成を行うことができ、支援システムの使い方の習得が非常に容易となっている。

6.2 国際規格言語の採用

国内では、ラダーが定着しているが、大規模・複雑なプログラムの作成手法としては、限界があり改善が求められている。また、従来のプログラミング言語はメーカー、機

注3 Windows : 米国 Microsoft Corp. の登録商標

図 14 動作仕様記述の概要



種ごとに異なり、機種への慣れが必要であり、ソフトウェア資産の活用も難しい状態であった。ソフトウェア開発効率の向上が求められる現在、標準言語の採用は必須（ひっす）条件である。

MICREX-SX シリーズでは、欧州ですでに採用が進み、さらに北米でも採用が進んでいる国際規格言語（IEC 61131-3）に完全準拠した表現方法・命令体系を採用している。本言語により世界中どこでもだれでも分かるプログラムが作成でき、機種、言語への慣れは不要となってくる。

「自然に IEC 準拠のプログラムが作成できる」ことをコンセプトに、操作性の機能を充実させている。プログラム設計者は、主な技術用語の意味や最小限のプログラミング言語のルールなどの知識を持てば、IEC 規格の詳細な知識がなくても IEC 準拠のプログラムを作成することができるよう考慮されている。

図12に示すように、テキスト表現である IL（インストラクションリスト）、ST（構造化テキスト言語）、および図示表現である LD（ラダー図）、FBD（ファンクションブロック図）、共通要素である SFC（シーケンシャルファンクションチャート）をすべてサポートしている。

1本のプログラムのなかで LD と FBD との混在記述はもちろんのこと、SFC 上に自由に LD および FBD を記述することも可能であり、ビジュアルで分かりやすいプログラムが作成できる。

従来、プログラム作成時には、プログラム設計者が変数のメモリアドレスを意識していたが、SES では、IEC 規格で規定されている変数のデータ型、属性のみを指示すれ

ば自動的に変数のメモリへの割付が行われるので、アドレスを意識せず変数名（ラベル）のみでプログラミングが可能となる。しかも変数には漢字まじりの日本語が使用でき、読みやすいプログラムが作成できる。

6.3 動作仕様記述言語による自動プログラミング

国際規格言語に加え、富士電機オリジナルの動作仕様記述言語を提供し、自動プログラミング環境を実現している。

従来は、機械動作をフローチャートで表し、さらにそれを LD に展開しプログラム化する手法が多くとられている。フローチャートから直接、プログラムを自動生成するものが動作仕様記述言語である。機械動作をソフトウェア部品化し、フローチャートから部品に指示を与える形で制御を実行していく。ソフトウェア部品は標準提供されるほか、ユーザー自身で部品を作成、あるいはすでにある部品を組み合わせるにより新しい部品を容易に作成できる仕組みを提供している。

図13に自動プログラミングの概要を、図14に動作仕様記述の概要を示す。

7 あとがき

以上、MICREX-SX シリーズのコンセプトを紹介した。今後とも時代の流れは標準化、オープン化の方向へさらに進むものと思われる。今後もこれらの流れに対応した使い勝手のよい製品を提供していきたいと考えている。



*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。