UDC 681.323：62-523：〔681.32.06：519.226：007.51〕

# MICREX-F250ファジィ制御機能

中島 千尋(なかじま ちひろ)　村中 克己(むらなか かつみ)　島田 良和(しまだ よしかず)

## 1 まえがき

プログラマブルコントローラ（PC）は，自動化システムのキーコンポーネントとして重要性を増し，多機能化，高性能化が求められている。

MICREX-F250（以下，F250と略す）は，汎用PC MICREX-Fシリーズの最上位機種として開発した，以下の特長をもつ新世代のPCである。

(1) 高速処理
- 高速な命令処理
- システムスループットの向上

(2) 高度な制御機能
- ファジィ制御機能
- 豊富な演算機能

(3) 拡張性
- 充実したネットワーク機能
- メモリの大容量化

(4) 高信頼性

特にファジィ制御機能については，PC機能の一つとして手軽にシーケンス制御機能およびデータ処理機能と組み合わせて用いることを可能とした。

このことにより，従来のPCやコントローラではできなかった人間の「経験や勘」を制御に反映する高度な制御機能を実現した。

本稿では，F250にて実現したファジィ制御機能を中心に紹介する。

## 2 F250の概要

### 2.1 システム構成

F250のシステム構成を**図1**に，外観を**図2**に示す。

### 2.2 F250機能概要

F250の機能概要を**表1**に示す。

図1 F250のシステム構成

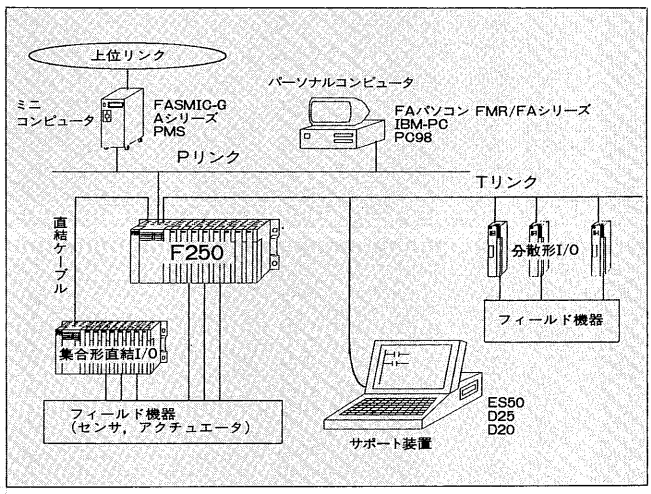
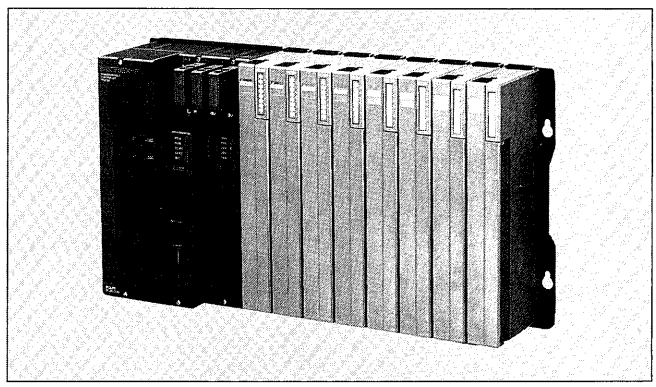



図2 F250の外観

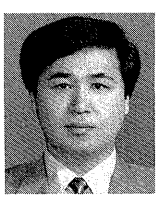


## 3 支援ツールES50の概要

ES50は，F250をはじめとするMICREX-Fシリーズに共通なソフトウェア設計支援ツールである。

MS-DOSおよびMS-Windowsを環境とする汎用パーソナルコンピュータ上で動作する，ソフトウェア製品である。

PCのプログラム設計支援機能，プログラム試験支援機

**中島 千尋**

昭和49年入社。制御用プロセッサの方式開発およびプログラマブルコントローラの開発・設計に従事。現在，富士ファコム制御(株)技術本部第一技術部課長。

**村中 克己**

昭和60年入社。分散形計装制御システムおよびプログラマブルコントローラの開発・設計に従事。現在，富士ファコム制御(株)技術本部第一技術部。

**島田 良和**

昭和57年入社。ファジィ制御のパッケージソフトウェア開発に従事。現在，富士ファコム制御(株)システム本部第一システム開発部。

表1 F250の機能概要

| 項目 | 仕様 | | | 備考 |
|---|---|---|---|---|
| プログラム制御方式 | サイクリック演算，定周期割込み，外部割込み | | | |
| 入出力制御方式 | 一括リフレッシュ方式<br>プロセッサユニット部はダイレクトアクセスも可能 | | | |
| プログラム入力方式 | ラダー図，ライン図（SFC） | | | 混在可，（ ）：開発中 |
| 命令の種類 | 基本命令： 21種<br>応用命令：105種 | | | |
| シーケンス命令処理速度 | 0.17 μs/ステップ | | | |
| 演算データ形式 | 符号付 BCD8 けた，2 進16ビット，2 進32ビット | | | |
| 入出力点数 | ディジタル | 最大6,400点 | | 合計400語 |
| | アナログ | 最大400語 | | |
| | ダイレクト入出力 | 最大128語 | | |
| オプションスロット | 2 スロット（FPU251A は 3 スロット） | | | |
| T リンク | リンク数 | 最大 3 リンク（FPU251A は最大 4 リンク） | | 1 リンクは標準装備 |
| | 接続カプセル数 | IO カプセル最大32台　ローダ最大 2 台 | | |
| P リンク | リンク数 | 最大 2 リンク | | オプション |
| | 接続局数 | 最大16局 | | |
| メモリ割付 | 入出力リレー | | 6,400点 | |
| | ダイレクト入出力 | | 128語 | |
| | 補助リレー | | 8,192点 | |
| | キープリレー | | 1,024点 | |
| | 微分リレー | | 2,048点 | |
| | 特殊リレー | | 2,048点 | |
| | アナウンスリレー | | 640点 | |
| | ステップコントロールリレー | | 100ステップ×100組 | |
| | カウンタ | | 256点 | |
| | タイマ | 0.01秒 | 512点 | |
| | | 0.1秒 | 512点 | |
| | データメモリ | BD | 最大4,095量 | |
| | | SI | 最大4,095量 | |
| | | DI | 最大4,095量 | |
| | ユーザーファイル | 標準 | DI と合わせて最大 8 k ワード | 1 ワード：16ビット |
| | | メモリ拡張時 | DI と合わせて最大500k ワード | |
| | インデックスレジスタ | | i j k l m | |

能，保守支援機能，診断支援機能を有する。

### 3.1 ES50の動作環境

ES50はハードウェアに依存せず，汎用パーソナルコンピュータ上で動作する。ES50の動作環境を**表 2** に示す。

### 3.2 ES50の機能

ウィンドウシステムを用い，直感的で分かりやすく，統一された操作を特長とする，ES50の機能概要を**表 3** に示す。

## 4 ファジィ制御機能

### 4.1 システム構成

システム構成を**図 3** に示す。

パーソナルコンピュータによる支援部と，F250による制御部からなる。

支援部は，ES50とファジィ制御支援ソフトウェア FRUITAX により構成される。

ES50にてアプリケーションプログラムの作成，試験，保守を行う。

FRUITAX は，ES50のオプション機能の一つであり，シェルから起動される。

ES50のユーザーインタフェースおよび FRUITAX 起動画面の例を**図 4** に示す。

ファジィ制御支援ソフトウェア FRUITAX により制御規則の作成，修正，推論状態の表示を行う。作成された制御規則は，T リンクを経由して制御部に格納される。

### 4.2 ファジィ制御 FM

F250では，ファジィ制御 FM（Function Module）に

表2　ES50の動作環境

| 項　目 | 内　容 |
|---|---|
| 動作可能機種 | ・富士通FMRシリーズ（R50，R70，R50LT，R50LX　etc.）<br>・NEC PC9801シリーズ（XL，RX，RA，LS　etc.）<br>・エプソンPCシリーズ（386LS，286LS　etc.）<br><br>※1：上記機種は，動作確認されているもの。<br>※2：____はラップトップ機種。<br>※3：その他，MS-Windowsが動くパーソナルコンピュータ上でES50は動作可能。<br>（例）AXパソコンなど |
| OS | MS-DOS　V3.3以上<br>ただし，FMRシリーズはMS-DOS　V3.1　L30以上 |
| ウィンドウシステム | MS-Windows　V2.1以上 |
| 主記憶 | 640kバイト＋拡張メモリ2Mバイト以上 |
| ハードディスク | 10Mバイト以上 |
| 支援対象コントローラ | HDC-500，F250，F200，F120，F120H，F100，F80，F80H，F60，F50，F50H，F30 |
| コントローラインタフェース | HDC-500：RS-232C<br>その他：Tリンク<br>（デスクトップ形パーソナルコンピュータはおのおのFMR用，PC9801用Tリンクボード必要）<br>（ラップトップ形パーソナルコンピュータはFFK経由接続。ただしエプソン，PC386LS，286LはPC9801用Tリンクボード使用可能） |

表3　ES50の機能概要

| | | | |
|---|---|---|---|
| プログラム設計支援 | システム定義作成 | | |
| | プログラム作成 | 対象 | コントローラ，ディスク |
| | | 表現形式 | ラダー図，ファンクションブロック図，ニーモニック，SFC |
| | | 編集 | 切取り，写し取り，はり込み，挿入 |
| | | 検索 | シンボル検索，ラベル検索 |
| | | 部品 | 部品化，部品結合 |
| | 補助情報処理 | 一覧表示 | プログラム，FM，I/O，変数 |
| | | アドレス自動割付 | |
| | | メモリマップ表示 | |
| | | プログラム構成表示 | |
| | 静的解析 | パラメータチェック，未使用変数チェック，未初期化変数チェック，二重書きチェック | |
| プログラム試験支援 | モニタ | プログラムモニタ | スタティック表示，ダイナミック表示，条件停止 |
| | | データモニタ | スタティック表示，ダイナミック表示 |
| | デバッグ | 起動／停止 | |
| | | 条件停止 | |
| | | ステップ実行 | |
| | | 強制入出力 | |
| | 実行時間測定 | | |
| | サンプリングトレース | 周期：スキャン同期/定周期，トリガ：立ち上がり/立ち下がり，表示：数値/タイムチャート | |
| | ステータスラッチ | 条件：立ち上がり/立ち下がり | |
| プログラム保守支援 | 転送 | 格納，退避，照合 | |
| | ドキュメント作成 | システム定義 | |
| | | プログラム | |
| | | 一覧表 | |
| | | メモリマップ | |
| | | プログラム構成図 | |
| 機器診断支援 | システム構成表示 | | |
| | 故障情報表示 | | |

よりファジィ制御機能を実現する。

ファジィ制御FMは制御規則に基づき，ファジィ推論の実行を行う。

ファジィ制御FMの仕様を**表4**に示す。

### 4.3 ファジィ制御支援機能

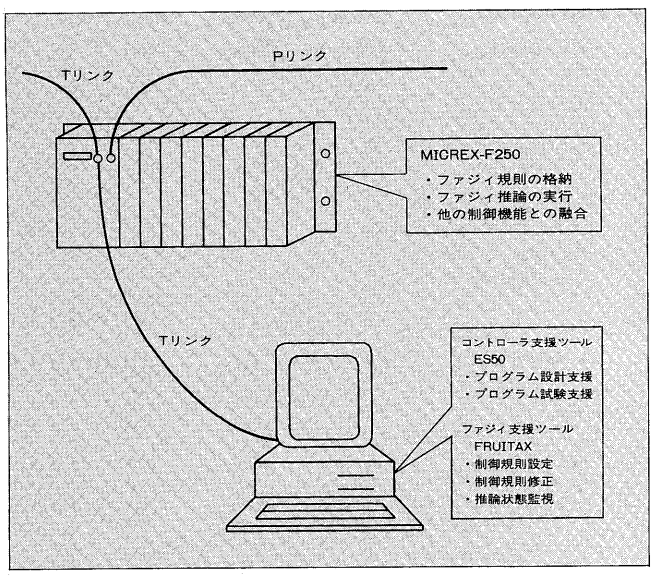
FRUITAX は，制御規則の作成，修正，推論状態の表示のほか，シミュレーション機能をもつ。

シミュレーション機能は，コントローラが制御中に収集し格納したプロセスデータを用いて行う。

シミュレーション機能により，制御規則の調整，確認が容易に，また確実に行える。

FRUITAX の機能を**図 5** に示す。

図3　システム構成




### 4.4 F250ファジィ制御機能の特長

(1) PC にて容易にファジィ制御を実現可能

・知識工学に対する特別な技術や経験を必要とせず，手軽にファジィ制御が実現できる。

(2) 充実し操作性に優れた支援機能

・ES50にて，PC プログラム支援とファジィ制御支援を同時に行える。

・制御規則設定，モニタ，シミュレーションなど豊富なファジィ支援機能を有する。

・ウィンドウシステムを用いた，直感的で分かりやすい操作性を実現。

(3) 高速ファジィ推論の実現

・32ルールを約20ms にて推論実行する。

表4　ファジィ制御 FM 仕様

| | |
|---|---|
| 入力点数 | 16点 |
| 出力点数 | 4点 |
| 前件部命題数 | 5 |
| 後件部命題数 | 4 |
| 制御ルール数 | 128 |
| 推論実行速度 | 20ms（32ルール） |

図4　ES50のユーザーインタフェース

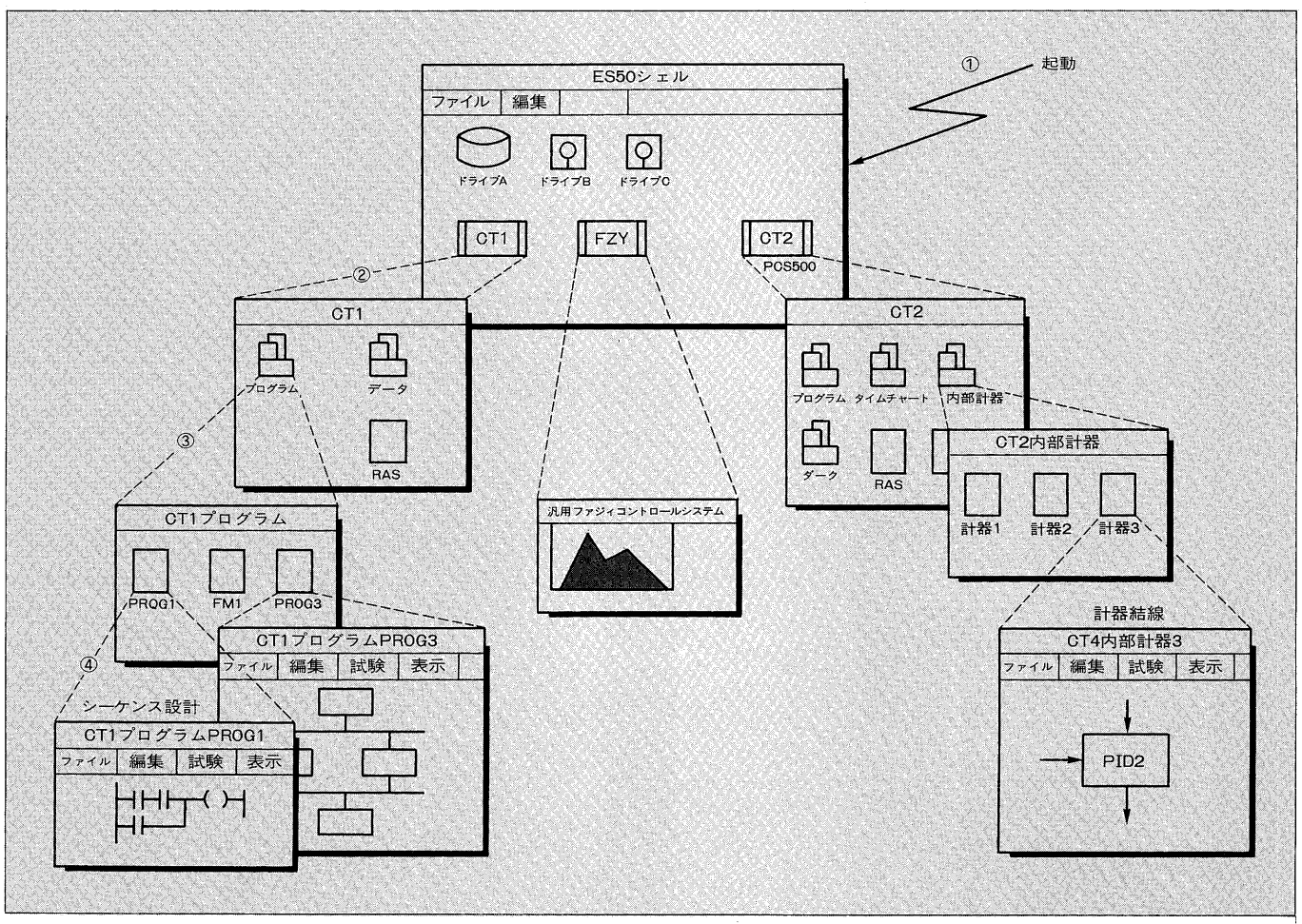
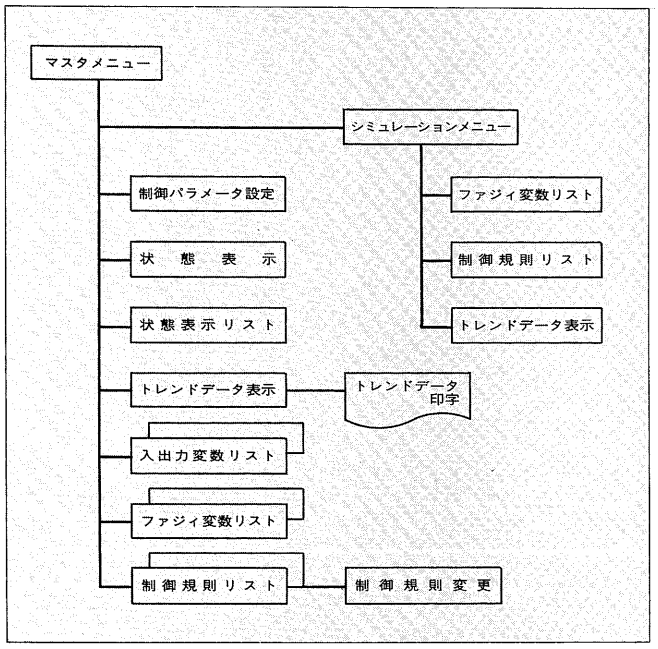


図5　FRUITAXの機能一覧




## 5　あとがき

実用化の進むファジィ制御機能をF250にて実現した。

経済的な価格で，手軽にPCのもつ豊富な他の制御機能と組み合わせて使用できることを特長としている。

従来のPCの適用分野における制御の高度化を実現するとともに，ファジィ制御機能を必要とする新規分野への低価格で使いやすいコントローラの提供をねらいとしている。

F250シリーズは，基本ハードウェアおよびソフトウェアを同じくする汎用PC F250と一般産業用PC HDC-250および計装用プロセスステーションPCS-250からなる。

本稿で紹介したファジィ制御機能は，F250シリーズに共通な機能として実現した。

今後さらに，推論速度の高速化および支援機能の充実を図ってゆく考えである。

本稿が，高度化し複雑化するシステムの問題解決の一助となれば幸いである。

**参考文献**

(1) Zadeh, L. A.：Fuzzy Sets, Inf. and Control, No.8, pp. 338-353 (1965)
(2) 菅野道夫：ファジィ制御，日刊工業新聞社 (1988)
(3) 菅野道夫ほか：汎用ファジィコントロールシステム 富士時報，Vol.58, No.4, pp.307-314 (1985)
(4) 伊藤修ほか：汎用ファジィコントロールシステムFRUITAX，富士時報，Vol.61, No.4, pp.261-263 (1988)
(5) 田中春樹ほか：MICREX-Fシリーズのソフトウェア設計支援環境，富士時報，Vol.63, No.4, pp.249-252 (1990)
(6) 中島千尋ほか：MICREX-F500によるファジィ制御，富士時報，Vol.63, No.4, pp.292-295 (1990)

## 技術論文社外公表一覧

| 標題 | 所属 | 氏名 | 発表機関 |
|---|---|---|---|
| MRASによる機械時定数同定機能を有するACサーボシステム | 富士電機総合研究所<br>〃 | 藤田　光悦<br>佐度　勝祐 | 電気学会産業応用部門全国大会 (1990-8) |
| 電力用アクティブフィルタシンポジウム 今後の課題と展望 | 富士電機総合研究所 | 小松木和成 | |
| 鉄道車両へのパワエレクトロニクス応用 | 交通・防衛事業部 | 木下　繁則 | |
| 大面積アモルファス太陽電池 | 富士電機総合研究所<br>〃 | 市川　幸美<br>酒井　博 | 電気・情報関連学会連合大会 (1990-8) |
| Application Experience of Expert System to Insulation Diagnosis of Power Apparatuses | 富士電機エンジニアリング | 伊藤欣二郎 | CIGRE 1990 Session 15/33-04 (1990-8) |

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。