

MAP ネットワークシステム

加藤 勝(かとう まさる)

野中 正樹(のなか まさき)

林殿 勉(はやしどの つとむ)

1 まえがき

LAN (Local Area Network) による大量データの高速伝送技術は、分散処理システムの実現に欠かせない要素技術として1980年代初めから注目され、以来、ネットワークの高速化、高機能化が図られてきた。

日本や欧米において、LAN は生産技術の変革 (ロボット化、システム化など) に対応して工場現場に早くから導入されてきた。しかし、ユーザーが工場の生産性向上を図るため異なるベンダの機器を接続し有機的な生産システム (マルチベンダ型) を構築しようとする、それぞれが持っている独自の通信手順を結び付けるための専用の中継装置やソフトウェアを開発する必要があり、通信設備費用が増大する傾向があった。

このような状況から、米国の GM (ゼネラルモーター

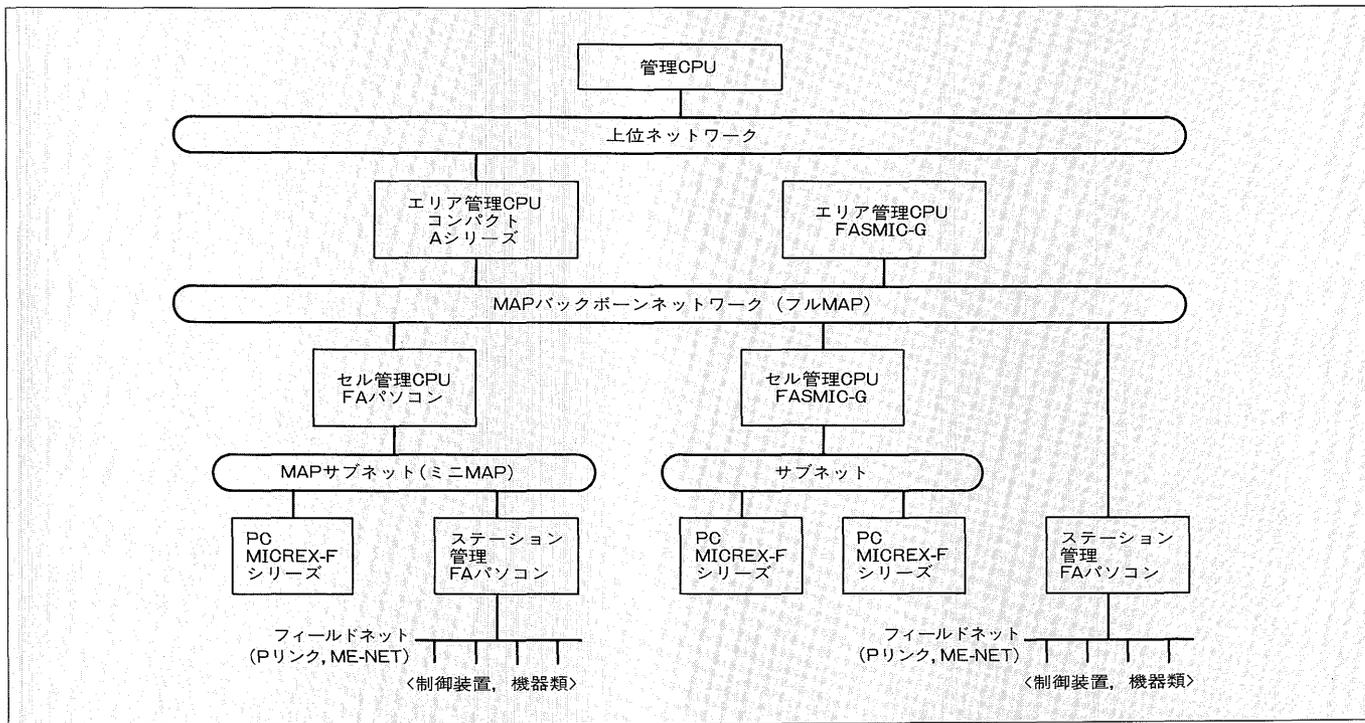
ズ) 社は、膨大な資金と人員を投入してマルチベンダ型の工場向け標準通信規約 MAP (Manufacturing Automation Protocol) を開発した。同時に世界的に広くユーザーグループを結成し、規約の改良と普及に努めてきた。現在、これが MAP3.0 となり産業界から工場用 LAN の国際標準として期待されているものである。

富士電機は MAP を CIM (Computer Integrated Manufacturing) の構築に役立つオープンネットワークと位置づけ、開発に取り組んできた。以下、この成果を FA パソコンの MAP ソフトウェア製品を中心に紹介する。

2 MAP ネットワーク

MAP の目的は生産現場における各種の FA 機器を相互接続して統一的制御を行い、製造設備の生産性を向上させ

図1 富士電機のMAPネットワーク構成例



加藤 勝

昭和42年入社。制御システム・情報処理機器の開発企画を経て、トータルFA・CIM化のエンジニアリングに従事。現在、制御システム事業本部計測・FAシステム事業部 CIM技術部 主席。



野中 正樹

昭和46年入社。ネットワーク基本ソフトウェアの開発・設計に従事。現在、富士ファコム制御(株)技術本部第一方式部担当課長。



林殿 勉

昭和56年入社。制御用ネットワークシステムの開発設計に従事。現在、富士ファコム制御(株)技術本部第一方式部課長補佐。

ることである。

MAP の技術思想には、他の工場技術と同じくモジュール化と標準化の志向がある。そのねらいはネットワークの互換性と経済性の追求にある。この二つは CIM がめざす柔軟な生産体系の構築を支援する工場内通信システムを実現するうえで重要である。

MAP はこの互換性により、生産システム体系と整合するネットワークが容易に構築できる。富士電機がサポートする MAP ネットワークの構成例を図 1 に示す。

(1) エリア管理レベル

ミニコンピュータレベルのコンピュータが資源割当てやスケジューリング計算などの生産管理を行い、MAP バックボーン（フル MAP）を通してセル管理コンピュータに対し生産指示を行う。

(2) セル管理レベル

FA パソコンレベルのコンピュータが MAP サブネット（ミニ MAP）を通して、ステーション管理プログラムブルコントローラ（PC）との間で加工情報、実績情報、運転状態などの情報交換を行う。

(3) ステーション管理レベル

FA パソコンないし高機能 PC がフィールドネットを通して、機器制御 PC などに対する動作指令やラインの状態監視指令を行う。

2.1 MAP のプロトコル階層

MAP ネットワークは大別するとフル MAP、ミニ MA

表 1 MAP プロトコル階層

ISO/OSI プロトコル階層	ノード種別			
	フル MAP	ミニ MAP	EPA	
アプリケーション層	○	○	○	○
プレゼンテーション層	○	-	○	-
セッション層	○	-	○	-
トランスポート層	○	-	○	-
ネットワーク層	○	-	○	-
データリンク層	○	○	○	○
物理層	○	○	○	○

○：実装あり，-：実装なし

表 2 富士電機の MAP サポート製品一覧

サポート製品分類		対応機種名			
		FA パソコン (OS/2)	コンパクト A シリーズ	FASMIC-G シリーズ	MICREX-F シリーズ
ハードウェア	BB 接続アダプタ	◎	◎	◎	△
	CB 接続アダプタ	◎	◎	◎	○
ソフトウェア	ミニ MAP MMS	◎	◎	△	○
	フル MAP MMS	◎	◎	△	△
	FTAM	◎	◎	◎	-

◎：開発済み，○：開発中，△：検討中
BB：ブロードバンド伝送路，CB：キャリアバンド伝送路

図 2 富士電機の MAP への取組み

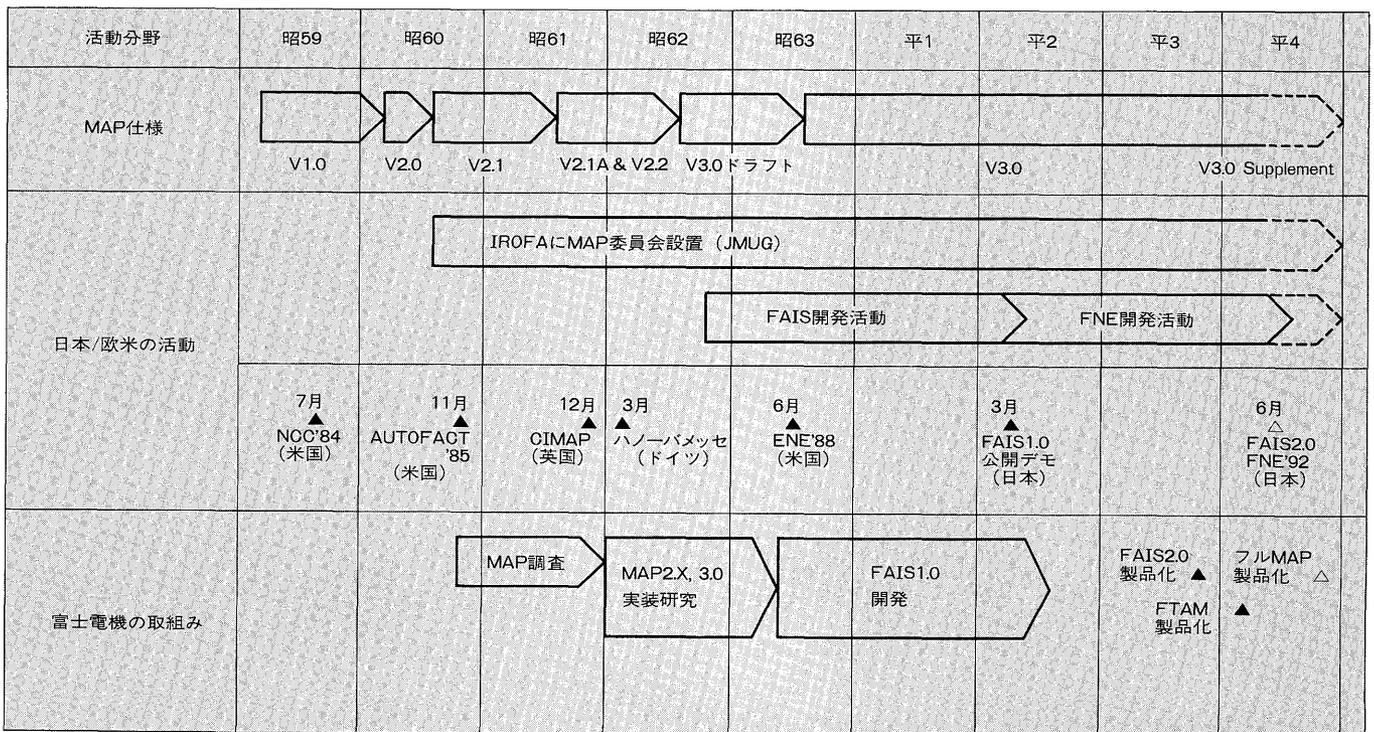
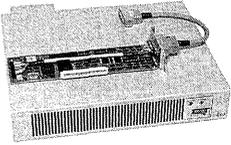
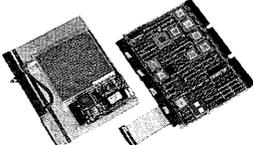
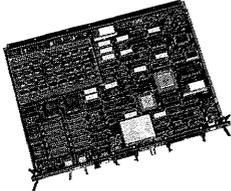
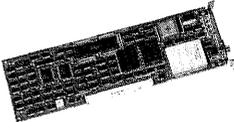
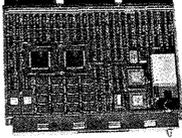


表3 MAP アダプタの外観

接続方式	対応機種名		
	FA パソコン	コンパクトAシリーズ	FASMIC-Gシリーズ
BB 接続			
CB 接続			

〈注〉 BB 接続時は、BB モデムが必要

表4 FA パソコンのMMS サービス一覧

機能名称	機能概要	提供サービス
環境および一般管理	MMS 動作環境の設定	Initiate, Conclude, Abort, Cancel, Reject
VMD サポート	機器状態の問合せなど	Status, Identify, GetNameList, UnsolicitedStatus, GetCapabilityList
ドメイン管理	機器内のプログラムデータアップロード/ダウンロード	InitiateDownloadSequence, DownloadSegment, TerminateDownloadSequence, InitiateUploadSequence, UploadSegment, TerminateUploadSequence, RequestDomainDownload, RequestDomainUpload, DeleteDomain, GetDomainAttributes
プログラムインボケーション管理	機器内のプログラム制御	CreateProgramInvocation, DeleteProgramInvocation, Start, Stop, Resume, Reset, GetProgramInvocationAttributes
変数アクセス	機器内の変数アクセス	Read, Write, InformationReport, GetVariableAccessAttributes
オペレータ通信	簡易入出力装置のアクセス	Input, Output
ファイル管理	ファイル転送指示	ObtainFile

P および EPA の三つの構造に区分される。

各システムは表1に示すプロトコル階層を持つ。

(1) フル MAP

OSI 参照モデルに基づく7層構造の通信システムである。フル MAP の目的は工場内基幹ネットワークとして、エリアコンピュータ間のファイル情報などの情報交換を実現することである。

(2) ミニ MAP

高速な応答性を重視し、3層から6層までを除いた3層構造の通信システムである。ミニ MAP は、機器制御および監視業務などに使用される。

(3) EPA (Enhanced Performance Architecture)

フル MAP とミニ MAP の両方と接続し、フル MAP とミニ MAP 間のゲートウェイ装置として機能することもできる。

③ 富士電機の取組み

富士電機は AUTOFACT'85 の時点から MAP に着目し、MAP の高速バージョンであるミニ MAP の実用化をめざした通商産業省主導の国家プロジェクト FAIS (工場自動化相互接続システム) に当初から参画し、MAP の普及に貢献してきた。また、フル MAP についても FTAM およ

び MMS サポート製品を開発した。

表2に富士電機の MAP サポート製品の一覧を示す。

図2に富士電機の MAP 製品化の取組みを示す。

コンピュータ各機種の MAP 通信アダプタの外観写真を表3に示す。

④ MMS サポート

MAP の中核である MMS (Manufacturing Message Specification) について、FA パソコンの製品を中心に述べる。

4.1 フル MAP-MMS

MAP3.0 に基づく応用プログラム間のメッセージ通信の支援として、MMS/F (F は Full MAP の意) を提供する。

MMS は製造現場において、各種制御・製造機器間のメッセージ通信を統一的行うために規定された通信規約である。広範な分野への適用を考慮して、11種88個からなる通信メッセージを標準化している。

MAP では、この中から適用分野に応じて通信機能をモジュール化し七つの実装クラス (MAPn) を決めている。

FA パソコンの場合、PC の接続支援向けに MAP3 実装クラス + α (34サービス) をサポートしている (表4参

図3 MMS/Fシステムの構造

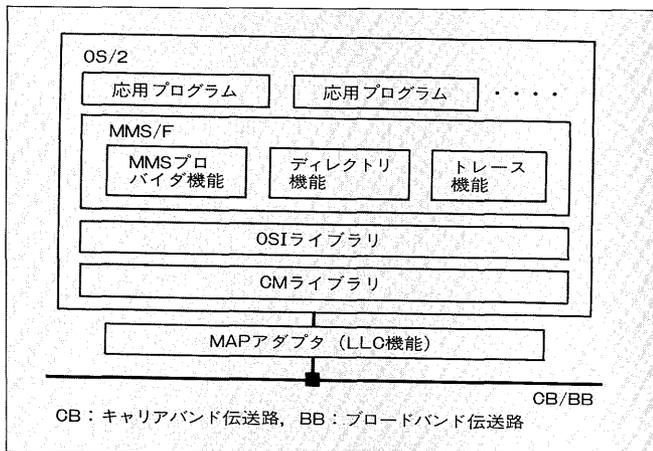
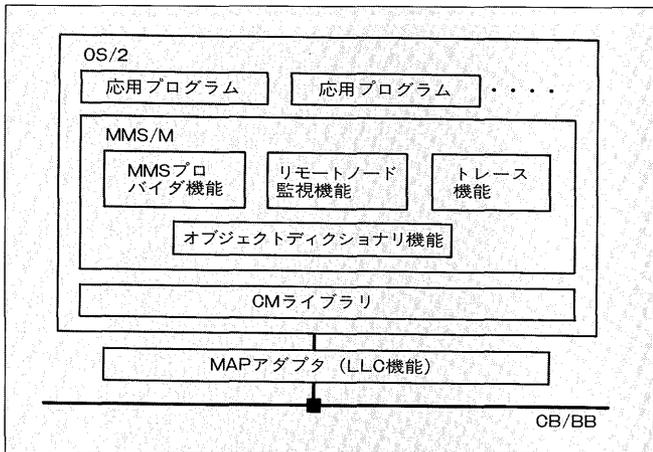


図4 MMS/Mシステムの構造



照)。コンパクトAシリーズの場合も、同じ目的用途で28サービスをサポートしている。

図3にFAパソコン上のMMS/Fの構造を示す。

4.2 ミニMAP-MMS

ミニMAP (FAIS2.0版)に基づくメッセージ通信の支援として、MMS/M (MはMini MAPの意)を提供する。

FAパソコンの場合、MMSの実装範囲としてフルMAPと同様にMAP3実装クラス+αをサポートする。

コンパクトAシリーズも全く同じ範囲をサポートする。

図4にFAパソコン上のMMS/Mの構造を示す。

MMS/Mは、ユーザーのシステム構築で重要な相互運用性を確保するため、FNE MMSプロバイダ適合試験を受験し、平成3年10月に合格している。

適合性試験の内容は6章で述べる。

4.3 ユーザーサポート機能

MMS/MとMMS/Fではユーザーの使い勝手を良くするため、システムのセットアップ機能、各種トレース情報収集の活殺、編集出力機能などを提供している。利用インタフェースにはアイコン操作を採用し、ユーザーに優しく覚えやすい統一した操作環境を用意している。

次に、MMS/Fを例にしてサポート機能の概要を述べ

図5 セットアップユーティリティ機能ツリー図

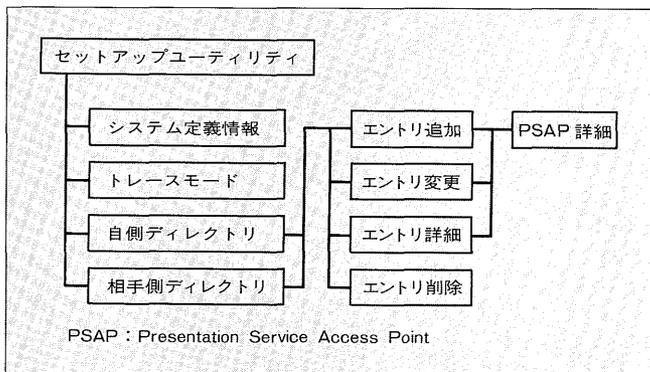


図6 システム定義情報設定画面例

システム定義情報			
最大メッセージ長	1024	送信バッファ数	16
最大起動アプリケーション数	8	受信バッファ数	16
連続リビ送信最大数	2	INPUTリビ応答監視時間	180 秒
連続リビ受信最大数	2	一般リビ応答監視時間	120 秒
最大コネクション数	10	エラーメッセージ表示時間	3 秒
設定		取消	

る (MMS/Mの場合も同様である)。

(1) システムセットアップ機能 (図5参照)

ユーザーがアプリケーション動作環境を簡単に設定できるように支援する。画面の誘導メッセージに従って設定すれば、間違いなくスピーディに設定ができる。

(2) システム定義情報設定機能 (図6参照)

MMS/Fの動作環境の基本となる各種パラメータが設定できる。ユーザーが値を選択することにより、希望する最適なシステム環境を構築することができる。例えば、メモリ資源などの最適化作業がユーザーの手で容易に行える。

(3) 自側/相手側ディレクトリ情報設定機能 (図5参照)

各サブメニューより、通信を行うアプリケーション情報の追加、更新、削除が可能。ディレクトリにアプリケーション情報を登録しておくことで、ユーザーはプログラム時、各レイヤの煩雑なアドレス情報にいちいち煩わされず、単にアプリケーション名の指定だけで済ませられる。

(4) トレース機能

デバッグ時などでトラブルが発生したとき、問題解決に必要な各種トレース情報が採取でき、能率的なトラブルシュートができるよう工夫している。

指定されたトレース情報はシステム運用開始と同時に採取され始め、システム内にログされる。各トレースを別個に動的に活殺することも可能で、トレースのオーバーヘッドを状況に合わせて最小にできる。

ログされたトレース情報を判読しやすい情報に編集・展開し、一目で分かるようにファイルまたはプリンタに出力する。この出力結果からユーザーアプリケーションの動作

図7 MIT メニュー画面例

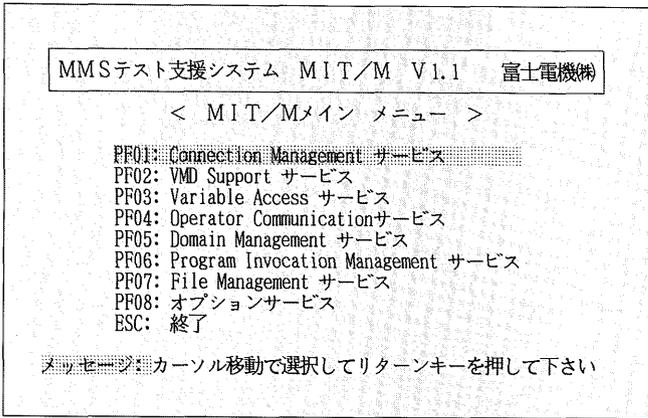
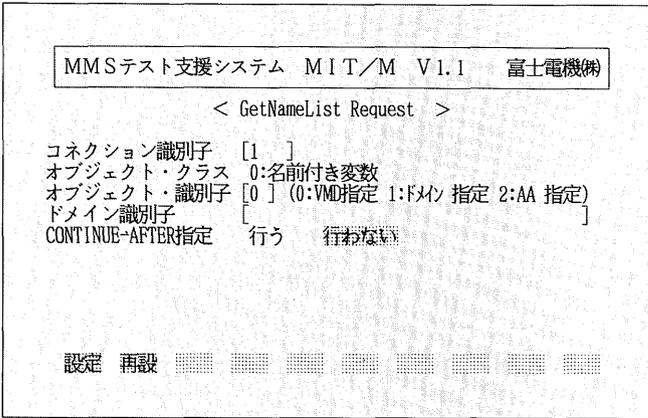


図8 MIT サービス画面例



状態、相手との通信内容、MMS/F 自体の動作などを確認し、不具合の原因を切り分ける。

4.4 MIT

MIT (MMS Interconnection Tester) は、MMS/F および MMS/M を使用した応用プログラムの検証、他社 MMS 製品との相互接続試験などを容易に行えるよう工夫した対話型テストツールである。

(1) メニュー画面 (図7 参照)

MIT が起動されるとメニュー画面が表示される。ユーザーはメニューに表示される機能グループをカーソルキーかファンクションキーを使って選択することで、テストの状況や道筋を決め問題箇所を確認できる。

(2) サービス画面 (図8 参照)

メニューで目的の機能グループが選択されると、サービス画面が表示される。ユーザーは表示された項目を入力するだけで、テストしたいサービスを発行することができる。

5 FTAM

「ISO 8471 開放型システム間相互接続-ファイル転送、アクセスおよび管理 (FTAM: File Transfer, Access and Management)」に準拠したサービスとプロトコル機能を FA パソコン、コンパクト A、FASMIC-G シリーズでサポートしている。

表5 FTAM サポート概要

FTAM 機能		対応機種名		
		FA パソコン	コンパクト A シリーズ	FASMIC-G シリーズ
サポート機能クラス		転送管理クラス	同 左	同 左
ドキュメントタイプ		FTAM-1 FTAM-3 INTAP-1	同 左	同 左
起動側 コマンド	相手側との接続	各コマンド内に含む	ftam open	open
	相手側との切断	各コマンド内に含む	ftam close	close
	ファイル送信	SENDFTAM	ftam send	send
	同上 (追加モード)	同上 (パラメータ指定)	ftam append	append
	ファイル受信	RCVFTAM	ftam recv	recv
	ファイル生成	CREFTAM	ftam creat	creat
	ファイル削除	DELFTAM	ftam delete	delet
	ファイル属性読出し	RATFTAM	ftam rattrib	rattrib
応答側 コマンド	レスポンス起動	INITFTAM	ftamd- s	システムにより自動起動
	レスポンス停止	TERMFTAM	ftamd- p	killer
その他の コマンド	運用保守支援表示/設定/解除 (メニュー操作)	モード表示など操作 (メニュー操作)	同左機能あり (コマンド操作)	同左機能あり (コマンド操作)
	環境定義 仮想ファイル設定	パスワードなど操作 (メニュー操作)	同左機能あり (コマンド操作)	同左機能あり (コマンド操作)
アプリケーションインタフェースライブラリ		あり	あり	あり

FTAM により、工場内の生産情報、加工情報、実績情報などのファイル情報の交換ができる。

5.1 FTAM サポートの概要

FTAM の転送管理機能を各機種でサポートしている (表5 参照)。

5.2 FTAM ライブラリの構成

FA パソコンでは、FTAM ライブラリの名称で提供している。これは簡単にファイル操作が行える標準コマンド、運用上必要な編集コマンド、およびアプリケーションインタフェースとなる関数から構成される (図9 参照)。

(1) 標準コマンド

ユーザーが現場で容易にファイルアクセス指示を出すことができる。

(a) 起動側提供コマンド

ファイルの送信、受信、生成、削除、属性読出し。

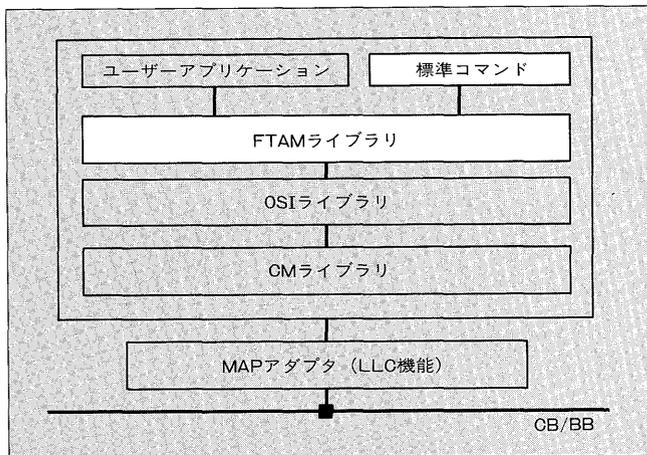
(b) 応答側提供コマンド

レスポンスの起動、停止。

(2) ライブラリ関数

ユーザーがファイル情報交換の前後処理を自由に組み込んだアプリケーションを作るためのものである。

図9 FTAM ライブラリの構成



ファイルの送信, 受信, 生成, 削除, 属性読出しを行うサブルーチンを用意している。

6 適合性試験

適合性試験は, MAP 仕様に基づく製品が仕様に規定した実装をしているか否かを試験し, 合格した製品間の相互接続性を高めることを目的としている。

もし, 独自の検査基準や方法に基づいて試験された製品が市場に出されると, ユーザーの混乱を招くことになる。

このため MAP 仕様への適合性を公正な立場でかつ同一の試験環境で試験することが重要である。

FA パソコンのミニ MAP-MMS 製品は, 以下に述べる MAP 試験センターの実施する試験に合格している。コンパクト A シリーズの製品も同様である。

6.1 FNE MMS プロバイダ適合性試験

ミニ MAP 製品「MMS/M V1.1L20」が受験した際のシステム構成を図10に示す。受験システムは適合性試験システム (CTS) と試験対象システム (SUT) から構成される。今回の場合, FA パソコンが SUT となる。

(1) 適合性試験システム

適合試験システムには, MMS 上位テスト (MMSUT) が実装されており, テストシナリオに基づいて自動的にテストが実施される。

FA パソコンには, テストを自動的に進めるための MMSUT アダプタと呼ぶ応用プログラムを実装しており, RS-232C 経由で CTS 側の MMSUT と結合されている。

(2) 適合性試験の項目と手順

適合性試験の手順を図11に示す。

(a) 静的適合性試験

MMS プロバイダが実装要件を満たしているか否かが PICS, PIXIT に基づき審査される。

(b) 基本相互接続試験

機能試験・振舞い試験に先立って基本段階の限定的な試験が行われ, 相互接続のための適合性が十分かどうか

図10 FNE MMS 適合性試験システム構成例

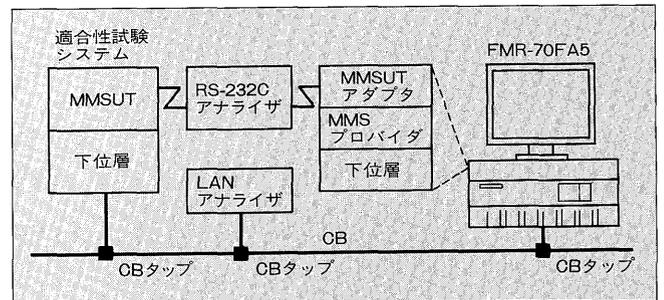
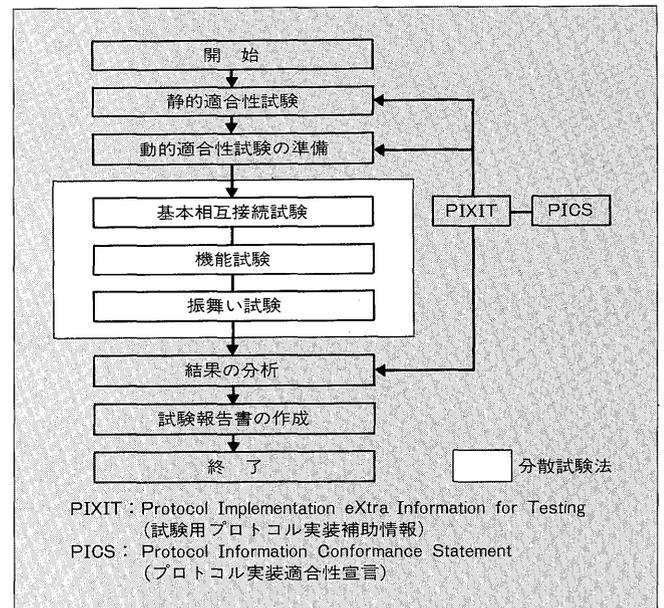


図11 MMS 適合性試験手順



チェックされる。

(c) 機能試験

MMS プロバイダが PICS に宣言されたとおりに一貫性を持って実装されているかどうか試験される。

(d) 振舞い試験

適合性試験の主要部分であり, プロトコルの動的適合性要求全般にわたって試験される。

7 あとがき

富士電機のエリア管理, セル管理, ステーション管理の三つのレベルにおける MAP サポートについて紹介した。

ステーション管理レベルに位置づけられる PC 上の MAP サポート機能については, 現在, 開発中である。

今後, MAP が理想とするプラグインアンドラン思想に沿うネットワーク製品を, 生産現場に提供してゆきたいと考えている。このため, MMS サービスの拡充や各種特定応用層サービス機能の実装, 相互運用性試験の実施などを図ってゆく。また, フィールドネットとのリンクも強化し, 工場自動化通信システムの発展に寄与する所存である。



*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。