通信ネットワークサービスの多様化，大容量化に適合した基幹通信網

マルチメデイア通信に代表されるサービスの多様化，移動体通信やインターネットの爆発的普及に伴う通信量の急増，グローバル化，オープン化など，かつてないさまざまな要求と期待がネットワークに寄せられている。また，社会生活や企業活動に必須なシステムとしてその重要性が増し，ネットワークに対して，より高いレベルの信頼性が求められるようになってきている。

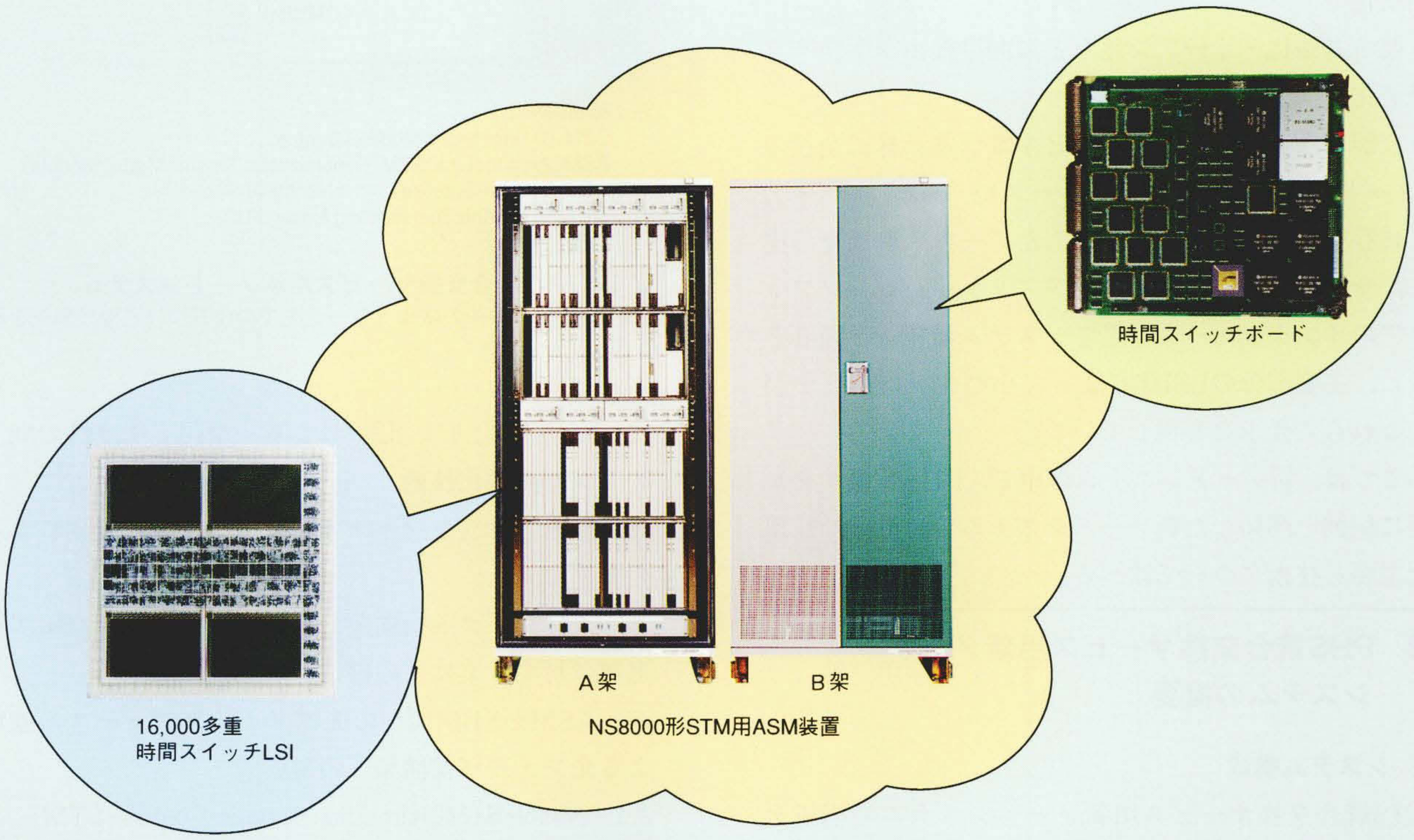
これらの一見相反するようなさまざまな要求を受け入れる，変化に寛容なネットワークを構築するためのシステム開発と設備投資が活発に進められている。ディジタル化，半導体技術の発達，光ファイバの普及，およびコンピュータ化の進展は，これらのシステム開発を支え，推進する大きな役割を担っている。通信事業者の強い投資意欲は開発を加速させるとともに，新しいシステムを組み込んだ基幹通信網の構築を促進させつつある。

日立製作所は，総力をあげてその開発に取り組んでいる。以下の論文はその一端を紹介するものである。今後も，これらの経験と実績を基に，ますます変貌(ぼう)を続けていくネットワークに対する，ソリューションを含めた提案を行っていく考えである。

マルチメディア通信を支える PHS統合交換サービス用「新ノードシステム」

New Node Systems for Integrated PHS Exchange Services Supporting Multimedia Communications

岩城慎一 *Shin'ich Iwaki* 清久春義 *Haruyoshi Kiyoku*
河合淳夫 *Atsuo Kawai* 草場圭三 *Keizô Kusaba*



PHS統合交換サービス用新ノードシステム
PHS統合交換サービス用新ノードシステムを構成するMHN-S(ASM)の外観を示す。キーデバイスの開発などによって大幅な小型化を実現している(A架は正面扉をはずした状態)。

インターネットの急激な普及やPHS(Personal Handy-phone System)等の移動端末の増加など，マルチメディア通信の新しい波が押し寄せている。このマルチメディア通信を支えるネットワークを構築するために，新しいノードシステムへの期待が高まっている。

日立製作所は，日本電信電話株式会社の開発に参画して，ネットワークを構築するすべてのノードを統一アーキテクチャで構成する，新しいコンセプトに基づいた「新ノードシステム(NS8000シリーズ)」の設計・製造を担当してきた。

「新ノードシステム」では，システムの小型化，信頼性・保守性の向上，および新機能追加の容易性を目標とし，その実現のためにハードウェア・ソフトウェア両分野で最先端技術を採用するとともに，多くのキーデバイスを開発した。

新ノードシステムの中で，狭帯域伝達系ネットワークを構築し，PHS統合交換サービスを提供するシステムが，1996年12月に稼動を開始した。今後は，現在急激に普及しているISDN(Integrated Services Digital Network)サービスや従来のアナログ電話サービス向けに機能を拡張していく計画である。

1. はじめに

21世紀のマルチメディア通信社会に向けて，公衆通信ネットワークを取り巻く環境が大きく変化してきている。この変化に円滑に，かつスピーディに対応していくために，ネットワークには以下のような変革が求められる。

(1) 電話主体からマルチメディア通信主体のネットワーク基盤への移行

(2) サービスの多様化・早期提供に向けたネットワークの高度化

(3) 競争力強化・オープン化などに向けたネットワークの経済化

日立製作所が開発に参画した日本電信電話株式会社の「新ノードシステム(NS8000シリーズ)」では，メディアごとに存在するノードを，統一したアーキテクチャの構成と，サービスを提供する各種アプリケーションソフトウェアのインタフェースなどでシステムの統一を図るとともに，主要部分のLSI化によって小型化・経済化を図り，これらの要求を実現している。

ここでは，新ノードシステムの中で，PHS交換サービス用に稼動を開始した新ノードシステムの特徴と，採用した主要な技術について述べる。

2. PHS統合交換サービス用新ノードシステムの概要

2.1 システム構成

PHS統合交換サービス用新ノードシステムの構成を**図1**に示す。

新ノードシステムでPHS交換サービスを実現するシステムは，MHN-S〔Multimedia Handling Node-STM (Synchronous Transfer Mode)〕とMHN-P(Packet)で構成する。MHN-SはPHS基地局を収容し，回線交換接続処理を行う。MHN-Pはパケットの交換接続処理を行う。

PHS基地局を収容するMHN-Sは，トラヒックの集線機能を持つSBM-C/S(Subscriber Module-Central/Satellite)と，交換機能を持つASM(Architectural STM Module)で構成する。

これらのノードでは，新ノードシステムが目標としている保守性や信頼性の向上と，機能追加などに対する柔軟性の確保を実現し，かつPHS交換サービスのいっそうの普及を促進するために，以下の主要な技術を開発して採用した。

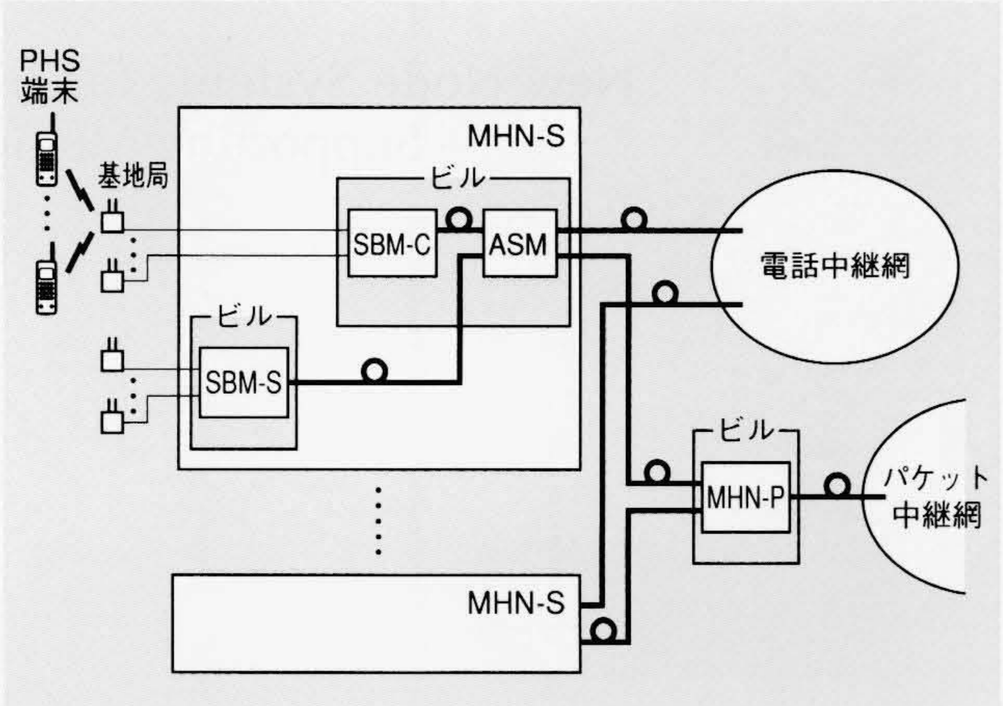
(1) PHS基地局を収容する加入者回路のパーチャネル化(ボード当たり1回路)による小型化と保守性の向上

(2) 保守容易化技術

(3) 共通プラットフォームソフトウェアの採用による開発効率の向上

(4) オブジェクト指向設計採用によるソフトウェア機能追加に対する柔軟性の確保

(5) ASMとSBM間への光標準インタフェースの適用による光ファイバ網構築への対応



注：略語説明など
SBM-C(Subscriber Module-Central)
ASM〔Architectural STM(Synchronous Trasfer Mode) Module〕
SBM-S(SBM-Satellite), MHN-P(MHN-Packet)
MHN-S(Multimedia Handling Node-STM)
(光ファイバ)

図1 PHS統合交換サービス用新ノードシステム
MHN-SやMHN-Pのネットワーク内での位置づけと接続構成を示す。

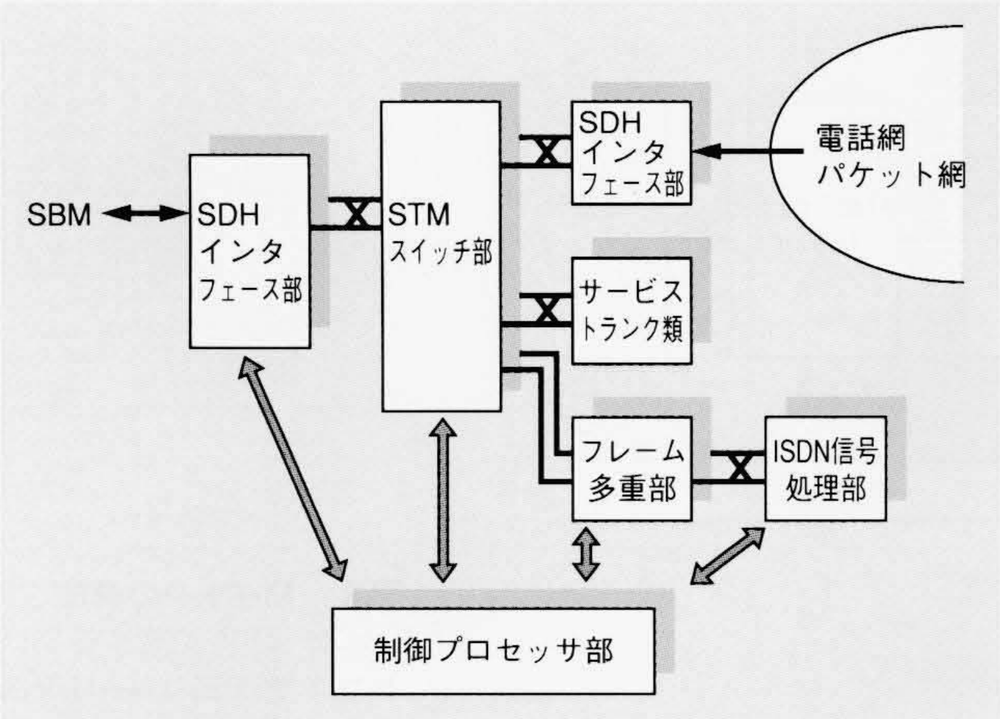
2.2 MHN-S(Multimedia Handling Node-STM)

2.2.1 ASM(Architectural STM Module)

ASMは，制御プロセッサ部，STMスイッチ部，SDH(Synchronous Digital Hierarchy)インタフェース部，フレーム多重部，ISDN信号処理部，およびサービストランク類で構成する。その構成を**図2**に，主な仕様を**表1**にそれぞれ示す。

制御プロセッサ部には，新ノードシステムの各ノードと共通のプロセッサを使用している。汎用のMPU(Microprocessing Unit)を採用し，かつ1台のプロセッサ構成としたことにより，小型化と経済化を実現している。

STMスイッチ部では，16,000多重時間スイッチLSIを用いて，64kビット/sチャネル換算で最大80,000×80,000の時間スイッチ1段ノンブロック通話路を構成している。SDHインタフェース部などの周辺装置との間のインタフェースには，156Mビット/sの高速信号を電気で伝送するLSIを採用し，小型化と低コスト化を実現し



注：略語説明　SDH(Synchronous Digital Hierarchy)

図2　ASMの構成
二重化構成を基本として信頼性の向上を図っている。

ている。

フレーム多重部では，16 kビット/s，64 kビット/s×n マルチレートのフレーム多重・振り分けを行うフレームハンドラLSIを用いて，Dチャネル信号，およびユーザーパケットの多重・振り分けを実現している。

ISDN信号処理部では，従来のPHS交換機で回線ごとに行っていたDチャネル信号処理を，高多重LAPD(Link Access Procedure on the D-channel)処理LSIを用いて，複数の回線を多重処理する方式としている。これにより，8,000リンクを1枚のボードで処理可能である。

2.2.2　SBM(Subscriber Module)

PHS基地局を収容するSBMには，ASMと同一のビル内に設置するSBM-C(Central)と，ASMとは別の離れたビルに設置するSBM-S(Satellite)の2種類の形態を設けている。この2種類の形態を用意することにより，広域エリアの複数のビルにSBMを最適配置することが可能である。SBMは，PHS基地局を収容する加入者対応部，集線スイッチ部，およびASMインタフェース部で構成する。主な仕様を**表2**に示す。SBMの特徴は以下のとおりである。

(1)　PHS基地局を収容する加入者回路にパーチャネル方式(ボード当たり1回路)を採用し，保守性を向上

(2)　上記加入者回路の実装方式にドロア(引き出し)方式を採用し，小型化を実現

(3)　ASMとのインタフェースに156 Mビット/sの光標準インタフェースを採用

表1　ASMの主要諸元
高多重時間スイッチLSIの採用により，最大80,000×80,000のスイッチを時間スイッチ1段構成で実現した。

適用規模	最大収容加入者数(PHS)	2,800基地局
	中継線最大ポート数	24,000回線
通話路部	構成	時間スイッチ　1段
	規模	80,000×80,000 (64kビット/sチャネル換算)
制御プロセッサ	構成	シングルプロセッサ
	プロセッサ	汎用MPU
装置間インタフェース	モジュール間	156 Mビット/s光ファイバ* 52 Mビット/s光ファイバ

注：略語説明など
MPU(Microprocessing Unit)
＊〔ITU-T(国際電気通信連合 電気通信標準化部門)新伝送ハイアラーキ“SDH”準拠〕

表2　SBM-C/Sの諸元
2形態を設けることで，広域エリアに最適配置することが可能である。

設置場所	ASM同一ビル(SBM-C) ASM遠隔ビル(SBM-S)
収容加入者種別	PHS基地局 ISDN加入者
収容加入者数	最大3,840加入者
ASMインタフェース	156 Mビット/s 光ファイバ

2.3　MHN-P(Multimedia Handling Node-Packet)

MHN-Pは，呼制御・保守運用処理用プロセッサ(制御プロセッサ部)と複数のプロトコル処理用プロセッサ(プロトコル処理部)で構成する。

処理能力が要求されるプロトコル処理にはプロトコル処理部を専用に割り付けることにより，必要能力の大小に対して，プロトコル処理部の増減によって柔軟に対応することができる構成としている。

複数のプロセッサ間を結合するプロセッサ間結合機構には，ATMスイッチ部を採用した。これにより，プロトコル処理部へのプログラムローディングなど，バースト性の高いトラヒックにも対応可能な，柔軟性の高い構成としている。

さらに，回線インタフェースとプロトコル処理部間の結合機構にSTMスイッチ部を採用しており，プロトコル処理部と回線間の接続を自由に設定することができる。

MHN-Pの構成を**図3**に，MHN-Pの仕様を**表3**にそれぞれ示す。

3．システム構成技術

3.1　共通アーキテクチャの採用

新ノードシステムでは，FB(Functional Block：機能

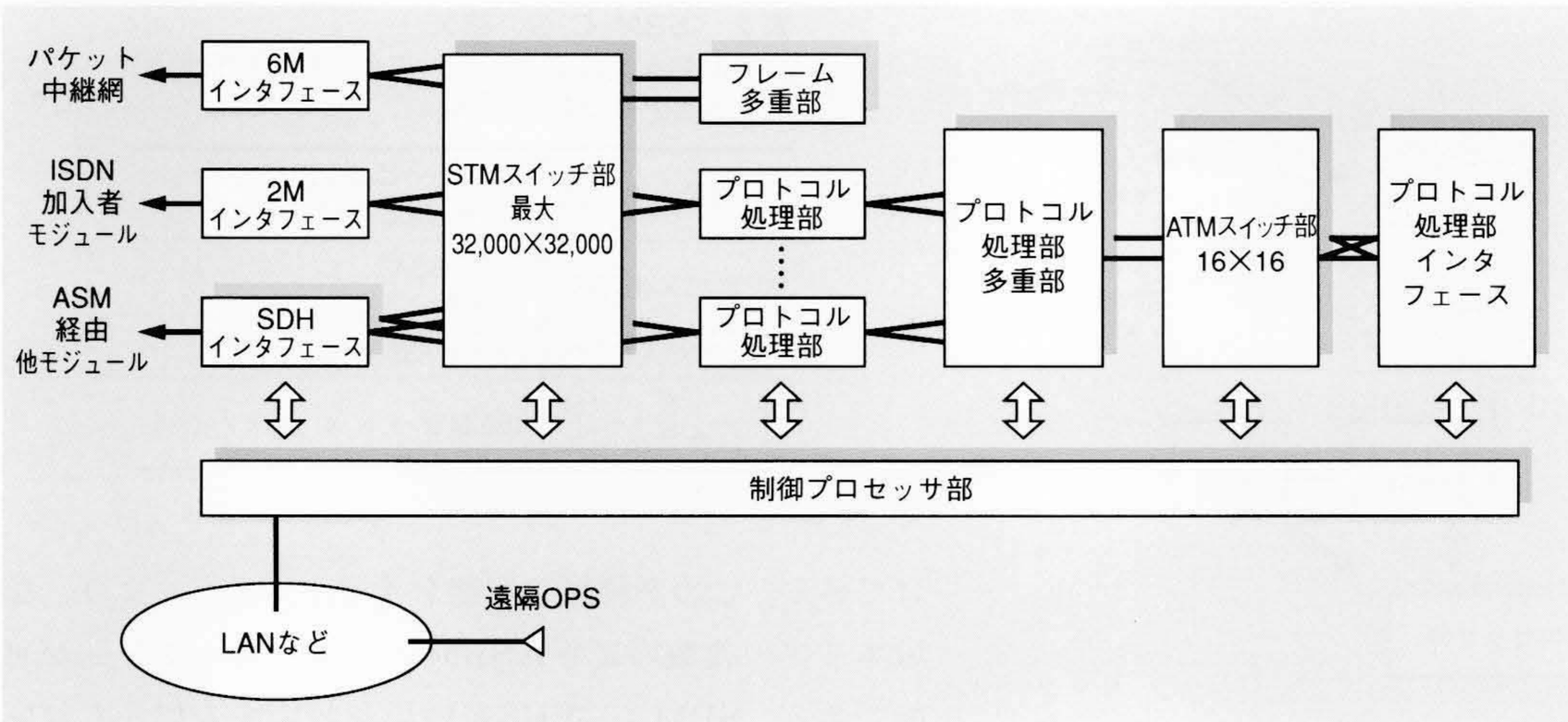
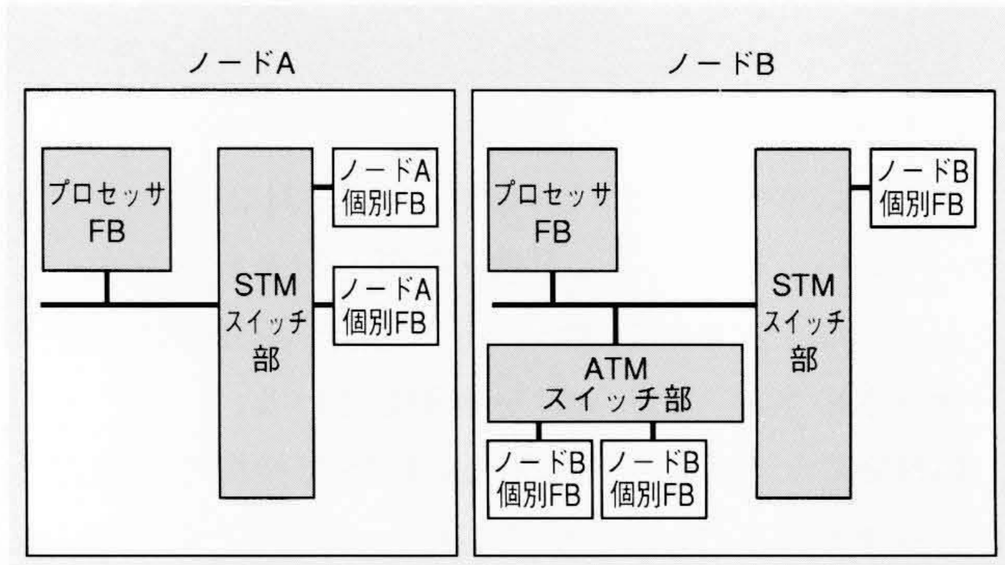


図3 MHN-Pの構成
パケットを処理するプロトコル処理部はN+M予備方式を採用している。

表3 MHN-Pの仕様
必要能力に応じてプロトコル処理用プロセッサ台数を増減できるマルチプロセッサ構成を採用した。

項目	MHN-P
加入者数	モジュール当たり25,000
収容MHN-S数	最大128
収容ISM数	2Mインタフェース収容 最大256 SDHインタフェース収容 最大126
プロセッサ冗長構成	制御プロセッサ 二重化 プロトコル処理用プロセッサ N+M予備

注：略語説明 ISM(ISDN Subscriber Module)
PPB(Protocol Processing Block)



注：略語説明ほか FB(Functional Block)
(共通FB)

図4 FB(機能ブロック)の組合せによる構成例
新ノードシステムのアーキテクチャのイメージを示す。プロセッサなどを共通FBとして共用することによって開発の効率向上を図った。

ブロック)を基本単位として，各種FBの組合せで各種ノードを実現する。制御プロセッサ部，ATMスイッチ部，およびSTMスイッチ部などは複数種類のノードで共通に使用される共通FBであり，これらと各ノード個別の個別FBを組み合わせて各ノードを構成する。FBの組合せによる構成イメージ例を**図4**に示す。

開発段階から各ノード間で共通要素を切り出して共通FB化を進め，開発の効率化を図った。また，機能の独立性を前提にFB間インタフェースを明確化しているため，機能追加に対しては，FB単位の拡張・追加・置き換えにより，柔軟に対応することが可能である。

3.2 保守容易化技術の採用

保守容易化のために，以下に示す機能を実現した。

(1) 誤挿入防止機能

各プリント回路ボードのコネクタ部に回路ボード種別に対応したキーを設け，これを実装するバックパネル側コネクタのキー溝と対向させることにより，正しい実装列以外には挿入できない構成としている。

(2) 活線挿入機能

各ボードでは，抜去・挿入時のレバー操作でボード内の電源切断・投入・リセット処理を自動的に行うため，保守者による事前の電源操作を不要としている。

(3) 自律診断機能

各ボードでは，挿入時に自律診断が起動され，結果をソフトウェアに通知する機能を内蔵している。このため，ボード交換手順が簡素化されるとともに，診断が正常に終了しないと，システムに組み込まれずにインタロックがかかる保護機能も持っている。

(4) 属性保持機能

ボード交換・増設時などに，予定と異なるバージョンのボードを誤って実装した場合は，上記の自律診断では誤りを検出できない。そのままシステムに組み込まれることを防止するために，各ボードは版数・改修来歴など

の属性を格納するROM(Read-Only Memory)を持っている。この情報はソフトウェアから読取りが可能であり，事前に登録された属性情報と比較することにより，システムに組み込まれる前に誤りを検出することができる。

(5) ファームウェアダウンロード機能

FBの機能拡張または改修のために，FB内ファームウェアを更新する場合がある。このとき，ソフトウェア制御でFB外部から新ファームウェアをダウンロードできる構成とすることにより，ボードの抜去・挿入を不要とし，保守作業を容易にするとともに，保守作業の信頼性を向上させている。

4. ソフトウェア技術

新ノードシステムでは，以下に示す新しいソフトウェア技術を採用している。

(1) 共通プラットフォームソフトウェア

新ノードシステムの各ノードに共通なソフトウェアをプラットフォームとし，プロセッサ・通話路などの最新のハードウェアを置き換えできるソフトウェア構成とした。共通プラットフォームソフトウェアの構成を**図5**に示す。

共通プラットフォームソフトウェアと必要なアプリケーションを組み合わせることにより，効率的なプログラム開発を実現した。

(2) オブジェクト指向設計

交換ソフトウェアは，信頼性，機能追加性，生産性に対する要求が高い大規模なものである。これらの要求にこたえるため，C++言語を用いたオブジェクト指向設計を全面的に採用した。オブジェクト指向設計の基本要素であるクラスを交換機の論理モデルに一致させ，インスタンスを呼に対応させるとともに，積極的にインヘリタンス(継承)，ポリモフィズム(多様性)を用いることによって記述量を大幅に削減した。

(3) プラグイン技術

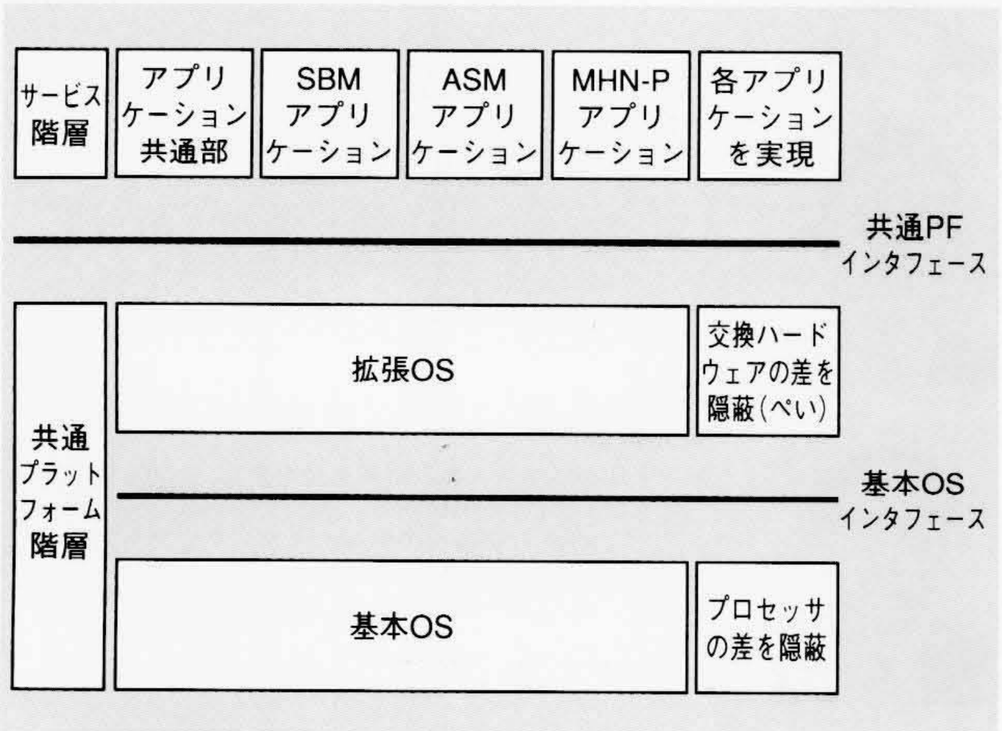
従来の交換ソフトウェアは，ファイル更新またはパッチで変更していた。しかし，前者は呼処理サービスの中断が入り，かつ，呼救済機能が必要など大がかりであることから，実施頻度を増やすことができない。後者はアセンブラレベルの記述のために小さな変更しかできず，信頼性に欠けるなど，それぞれ一長一短である。今回，新ノードシステムの交換ソフトウェアでは，ソース修正をかけた部分だけを差し替えるプラグイン機構により，オンライン中でも無中断の部分ファイル更新を実現した。その機構を**図6**に示す。

(4) WS(Workstation)によるソフトウェア開発環境

新ノードシステムでは，開発期間短縮のために，ハードウェアとソフトウェアを並行して開発した。そのため，ソフトウェア開発用にハードウェアがなくともデバッグできるように，WS上で実機と同じ動作をする共通プラットフォームシミュレータと基本OSシミュレータを開発して使用した。

5. 主要LSI

新ノードシステムに採用されている主要キーデバイスの中で，日立製作所が開発した代表的LSIを紹介する。



注：略語説明
PF(Plat Form), OS(Operating System)

図5 共通プラットフォームソフトウェア

共通プラットフォームソフトウェアの構成を示す。基本OSと拡張OSの2構成でハードウェアの差を隠蔽し，アプリケーションに対して共通のインタフェースを提供している。

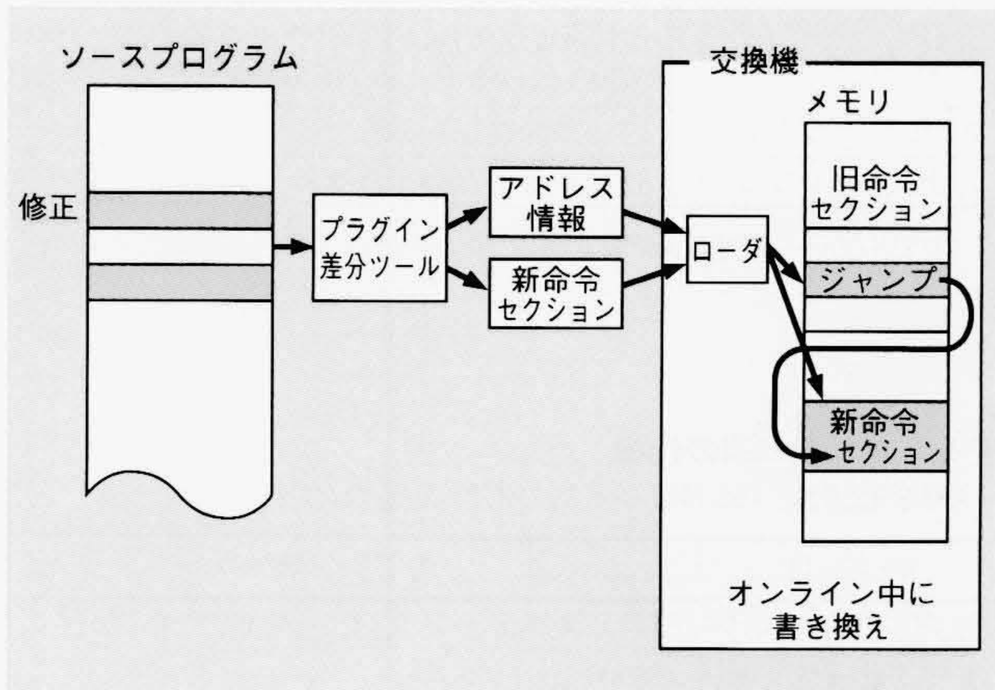


図6 プラグイン機構

プラグイン機構の採用により，オンライン中のプログラム修正が容易になった。

表4 多重時間スイッチLSIの仕様
多重時間スイッチLSIは，拡張機能によって大容量化を容易にしている。

項目	内容
スイッチ構成	16,000チャネル時分割時間スイッチ
入出力ハイウェイ	32 Mビット/sハイウェイ
主な機能	プロテクト機能 拡張機能

5.1 16,000多重時間スイッチLSI

このLSIは，1チップで16,000回線(64 kビット/s換算)の交換接続動作が可能であり，ASMを構成する重要なデバイスの一つである。日立製作所が独自に開発したデバイスであり，従来比で4倍の容量を持っている。これにより，新ノードシステムの小型化，経済化に寄与している。主な仕様を**表4**に示す。

5.2 フレームハンドラLSI

このLSIは，16 kビット/s，64 kビット/s×mの回線上のフレームの多重・振り分けを行うLSIである。このLSIにより，Dチャネル信号の多重・分離とパケットの多重・振り分けがソフトウェア非介在で可能となり，システム全体の性能を大きく向上させることができる。主な仕様を**表5**に示す。

5.3 ATMアダプテーションレイヤ処理LSI

ATMアダプテーション レイヤ タイプ5(AAL5)は，フレーム形式の入力データを分割，ATMセル化して出力し，逆に入力ATMセルからデータ部を取り出してフレーム形式に結合して出力するものである。このLSIをFB内に組み込むことにより，ATMセル方式のFB間通信がコンパクトに実現できる。このLSIの仕様を**表6**に示す。

表5 フレームハンドラLSIの仕様
フレームハンドラLSIは，各種のプロトコルに対応できる。

項目	内容
対応プロトコル	Q.921，Q.922，X.25準拠フレーム
フレームコア処理	フラグ検出・付与 0削除・挿入 FCS検査・付与
収容チャネル数	・16 kビット/s：1,024チャネル ・64 kビット/s：512チャネル など
スループット	約10,000フレーム/s
入出力ハイウェイ	32 Mビット/sハイウェイ

注：略語説明 FCS(Frame Check Sequence)

表6 AAL5-LSIの仕様
AAL5-LSIは，156 Mビット/sの回線速度に対応できる。

項目	内容
対応プロトコル	ATMアダプテーション レイヤ タイプ5
ATMセル側インタフェース	156 Mビット/s LSI当たり1回線
その他	HECエラー，ヘッダエラー検出機能

注：略語説明 HEC(Header Error Control)

6. おわりに

ここでは，新しいネットワークを構築する新ノードシステムの中で，PHS交換サービスを実現するMHN-SとMHN-Pから成るシステムについて述べた。

このシステムは，1996年12月に東京で初号機が稼動を開始した。今後，全国に導入される計画である。また，1997年12月からは，現在急激に普及しているISDNサービスにも適用される予定である。

終わりに，このシステムの開発にあたっては，日本電信電話株式会社ネットワークサービスシステム研究所の関係各位からご指導をいただいた。ここに深く感謝する次第である。

参考文献

1) 鈴木，外：新ノードシステムの開発，NTT R&D，Vol.45，No.6(1996)

執筆者紹介

岩城慎一
1979年日立製作所入社，情報通信事業部 公衆通信本部 第一システム部 所属
現在，NTT向け交換システムの開発に従事
電子情報通信学会会員
E-mail：shinichi-iwaki@cm.tcd.hitachi.co.jp

河合淳夫
1982年日立製作所入社，情報通信事業部 公衆通信本部 第一システム部 所属
現在，NTT向けパケット交換システムの開発に従事

清久春義
1978年日立製作所入社，情報通信事業部 公衆通信本部 ソフトウェア部 所属
現在，NTT向け交換システムのソフトウェア開発に従事
電子情報通信学会会員
E-mail：kiyoku@tcd.hitachi.co.jp

草場圭三
1978年日立製作所入社，情報通信事業部 公衆通信本部 ソフトウェア部 所属
現在，NTT向けパケット交換システムおよびインテリジェントネットワークシステムの開発に従事
電子情報通信学会会員
E-mail：k-kusaba@tcd.hitachi.co.jp