

パケット交換システム“PS400”の開発

Development of Packet Switching System “PS400”

近年、情報化社会の急激な進展に伴い、広域コンピュータネットワークを含む企業情報ネットワークとして、また通信事業の自由化を契機に生まれたVAN事業用ネットワークとして大容量・高処理能力のパケット交換システムのニーズが高まっている。

HIPANET PS400システムは、高性能カスタムLSI・高集積メモリなど最新のLSI技術、及びモジュール化による機能分散・負荷分散によるビルディングブロック方式の採用によって、大容量・高処理能力・高信頼性を実現した大容量パケット交換システムである。

遠山 俊章* Toshiaki Tōyama

西島 富久* Tomihisa Nishijima

久保田 正* Tadashi Kubota

山口小一郎* Shōichirō Yamaguchi

1 緒 言

社会・経済活動の多様化・高度化に伴いデータ交換ネットワークのニーズが急激に高まっている。とりわけパケット交換技術は、国際標準インタフェースによる異機種、異速度端末接続の容易性、伝送品質・伝送効率の改善及びネットワークの信頼性向上に有効であり、広域コンピュータネットワークなどの企業情報ネットワーク構築の基盤となる技術である。

日立製作所では、図1に示すように、パケット交換技術の特長を生かしたパケット交換システムHIPANET (Hitachi Packet Switching Network System)の製品化にいち早く取り組み、昭和54年に第1世代PCS200、昭和58年に第2世代APS300のシステムを製品化してきた^{1)~7)}。これらのシステムは、全国規模のオンラインネットワークシステムあるいは国

際複合通信ネットワークシステムの中核を成すシステムとして活用され、現在全国規模のオンラインネットワーク及び国際複合通信ネットワークが、国内はもとより全世界17箇国に展開され、稼動し続けている。

電気通信事業の自由化、ネットワーク利用技術やハードウェア・ソフトウェアの基礎技術の進歩など、ネットワークを取り巻く社会動向・技術動向の変化に伴い、情報化社会の基盤となる高性能・高信頼性の情報ネットワークを構築したいというニーズが一段と高まってきている。

更に、ネットワークが大規模化するにつれ異なるメーカーの製品を相互接続する必要性も増加しており、国際標準化が確立しているX.25パケットネットワークの占める位置の重要

昭和(年)		54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
背 景	パケット交換ほか		DDXパケット交換('76版X. 25)							'80版X. 25			INS 前期	
	回 線		アナログ専用線 (~48kbps)							高速デジタル回線 (64kbps~6Mbps)				
日立パケット交換システム (HIPANET)			第1世代 (PCS200)			第2世代 (APS300)				第3世代 (<u>PS400</u>)				

注：略語説明 HIPANET(Hitachi Packet Switching Network System)
DDX(Digital Data Exchange)
INS(Information Network System)

図1 日立パケット交換システムの開発経過 昭和54年から製品化に取り組み、ニーズに対応して高性能化を進めている。

* 日立製作所神奈川工場

性が増している。

このような時代の要請にこたえるために、最新技術と豊富な運用実績を生かし、第3世代のパケット交換システムPS400を開発した。

2 PS400システムの特長

2.1 パケット交換システムの特長

企業でのオンライン業務の拡大に伴い、通信コストの増加が大きな問題となっている。また、伝送品質の改善やネットワーク信頼度の向上も重要な課題である。

パケット交換技術は、これらの問題点を解決するのにふさわしい技術としてよく知られている。以下に、パケット交換の原理と特長について述べる。

(1) パケット交換の原理

パケット(Packet)とは、英語で「小包」の意味である。データを一定の長さに区切り、各々にあて先や制御情報(これを「ヘッダ」と言う。)を付加して一つの小包、すなわちパケットとして扱う。パケット交換機では、受信したパケットをいったん蓄積し、目的の交換機との間に設けられた中継線上に送出する。パケットにはあて先情報を含んだヘッダが付加されているため、1本の中継線上に複数のホストコンピュータ(以下、ホストと略す。)や端末装置(以下、端末と略す。)からのパケットを多重化して送信することができ、伝送路の使用効率を大幅に高めることができる。また、伝送誤りの検出と再送機能により伝送品質を格段に向上させることができる。

更に、ある中継線が混んでいたり、障害になった場合でも、ほかの中継線を経由して通信を継続できるため、ネットワークとしての信頼性を非常に高くすることができる(図2参照)。

(2) パケット交換システムの特長

パケット交換システムは以下のような特長を持っており、高度情報化社会の中核を成すネットワークにふさわしい基本技術であると言える。

- (a) 通信コストの低減……パケット多重使用や中継線のう回による回線使用率の大幅向上による通信コストの低減。
- (b) マルチホスト化の容易性……業務量の増大に伴い、複数のホストに業務分散したマルチホスト化を容易に実現。
- (c) 異機種端末間接続の容易性……国際標準インタフェースでネットワークとホスト・端末間を接続することにより異機種端末間の通信を容易に実現。
- (d) 異速度端末間接続の容易性……蓄積交換機能により、異速度端末の通信を容易に実現。
- (e) ネットワーク信頼性の向上……回線のふくそう(輻輳)や障害に対し、う回などの機能によりネットワークとしての信頼性を高めることができる。
- (f) 伝送品質の改善……伝送誤りの検出と再送機能による伝送品質の改善。

2.2 PS400システムの特長

ネットワーク設備は非常に多くのホストや端末と接続されるため、ホストや端末と比べて長期間連続して使用される。このため、

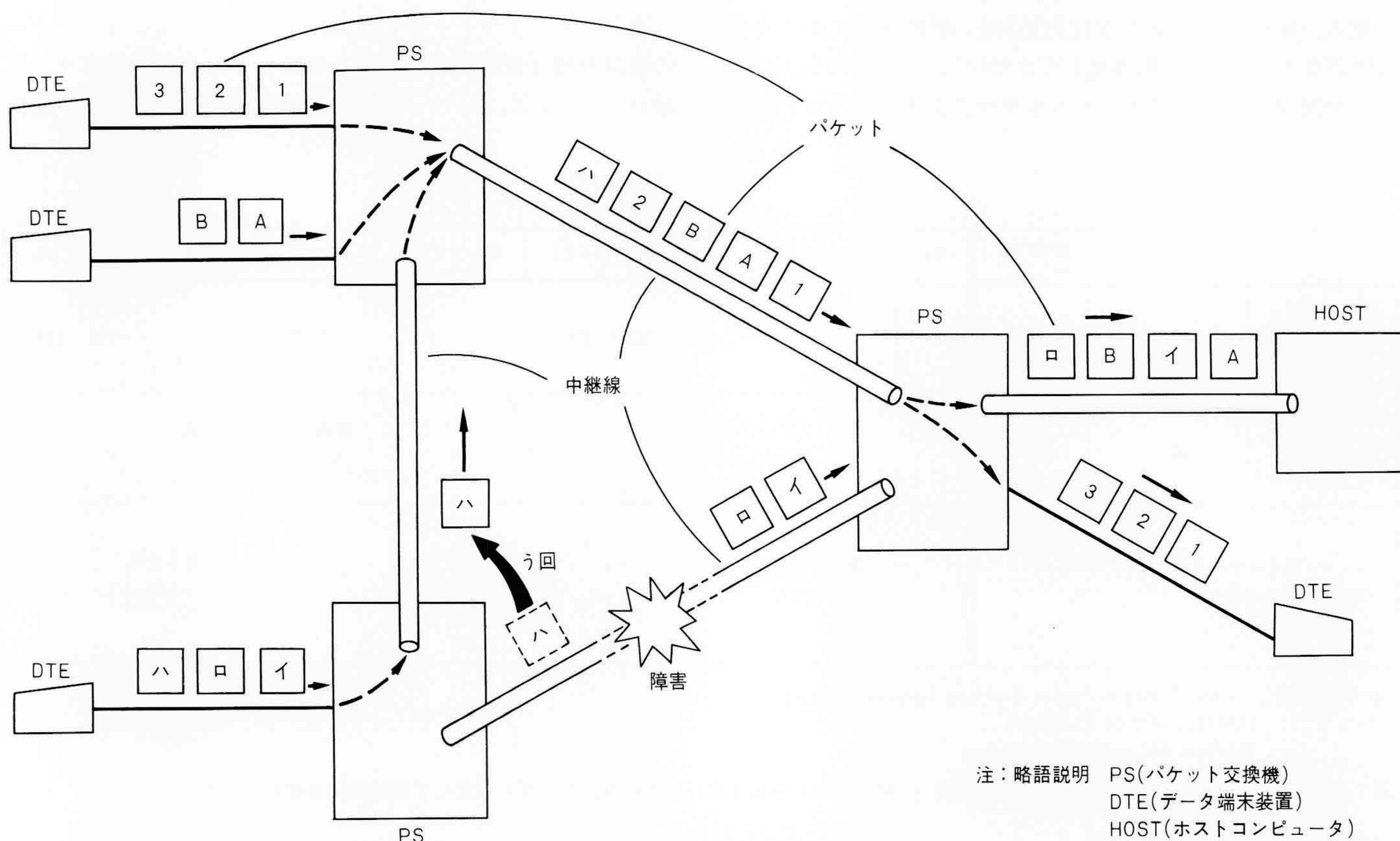


図2 パケットのう回機能 中継線の障害やふくそう(輻輳)時にも別の中継線をう回使用するので、高いネットワーク信頼性を維持することができる。

- (1) 顧客システムの長期にわたるトラヒックの伸びに対応できること。
- (2) ホストや端末の増移設、交換機の増設が容易に行えること。
- (3) 24時間/日、365日連続運転に耐えること。

が開発上の主要条件である。

前述のパケット交換の持つ特長を生かし、上記の3項目を重視し、従来機種APS300の持つ機能、性能を大幅に向上させていることがPS400システムの特長である。

(1) 高処理能力の実現

トラヒックはますます増大する傾向にあり、この伸びに十分対応できるよう、高性能カスタムLSI、高集積メモリの採用及びモジュール化による負荷分散形マルチプロセッサ方式を採用し、1ノード(交換局)当たり最大6,800パケット/秒の高処理能力を実現した。

(2) 高速ディジタル回線の直接収容

高速回線ほどビット当たりの伝送コストが安いことはもちろん、伝送時間も短縮できることから、オンラインリアルタイムシステムにとっては高速回線の利用は大きな利点がある。PS400では中継回線だけでなく、端末回線(ホストや端末を収容する回線)にも高速ディジタル回線を直接接続できるようにし、最大384kビット/秒までの高速ディジタル回線を直接収容できる。

(3) 収容回線数増大への容易な対応

収容回線数の増大に対応するため、モジュールを増設することにより、小規模から大規模までのノードを実現できる。

(4) 強力な拡張性・増設性

稼働中のシステムにスムーズな増設を可能にするため、ハードウェアはビルディングブロック構成とし、回線部は通電状態でのパッケージ交換を可能にした。小規模の回線増設に対しては、オンライン状態のままでテーブル変更を行うコマンドを用意し、システムを停止することなく増設できるようにした。また、大規模な増設に対してもオンラインへの影響を最小限にとどめるため、ネットワーク構成データを含むプログラムファイルを2面化し、オンライン中に片方のファイル面にファイル転送を行う機能を設けた。

(5) 高度な交換機能

各種の端末をパケット網に収容して、相互接続を実現するための国際標準としてCCITT(国際電信電話諮問委員会)勧告X.25がある。これは4年ごとに改版され、端末側では逐次新しい版の勧告をサポートしている。PS400では端末での普及状況に合わせ新しい版のX.25勧告をサポートしていく計画である。

現状、1976年版X.25(PVC: Permanent Virtual Circuit)、1980年版X.25(VC: Virtual Circuit/PVC)のサポートに加えて、1984年版X.25の機能である2,048バイト、4,096バイトのロングパケットの交換も可能である。

更に、1984年版X.25機能の一つである拡張アドレスファシ

リティをサポートすることによって、OSI^{※)}(Open Systems Interconnection)への対応を可能にするとともに、閉域接続、優先転送など高度な交換機能を実現している。

また、1986年後半から検討が始まった国際VAN(Value Added Network)接続や国内VANとの相互接続を行う場合の接続プロトコルとして、CCITT勧告X.75が採用される予定である。PS400ではこれをサポートし、他ネットワークとの相互接続を実現する。

(6) 高信頼性

基本制御部は二重化、回線制御部は $N+1$ 重化(現用3に対して予備1)の冗長構成を採用することによって高信頼性を達成した。

また、ルーチング機能により、中継線障害などネットワーク構成の変更が生じた場合にも、常に最適なルートを選び高い信頼性を確保している。

(7) ネットワーク管理機能の充実

ネットワークの運用・管理を円滑かつ効率的に行うことが非常に重要であり、ネットワーク管理機能の強化を図った。特にPS400では、前述の増・移設を容易にするためのファイル転送機能、構成データ変更機能、VAN事業では必ず(須)の課金データ収集機能、各種統計情報の収集機能、更にモデムまでを含めた回線系の遠隔診断機能、予防保守を可能にする装置や回線のエラー情報の収集など多くのネットワーク管理機能の強化、充実を図っている。

PS400システムのネットワーク管理機能の体系を図3に示す。

3 PS400システムの構成

3.1 システムの構成要素

PS400システムの構成要素を図4に、外観を図5に、概略仕様を表1に示す。

PS400システムは、PSN(パケット交換装置)、PSC(小形パケット交換装置)、NCS(ネットワーク管理装置)の3種の構成要素をそろえ、小規模ネットワークから大規模ネットワークに至る広範囲なネットワーク構築を可能にしている。

3.2 ハードウェア構成

PS400システムのハードウェア構成を図6に示す。

(1) パケット交換装置の構成

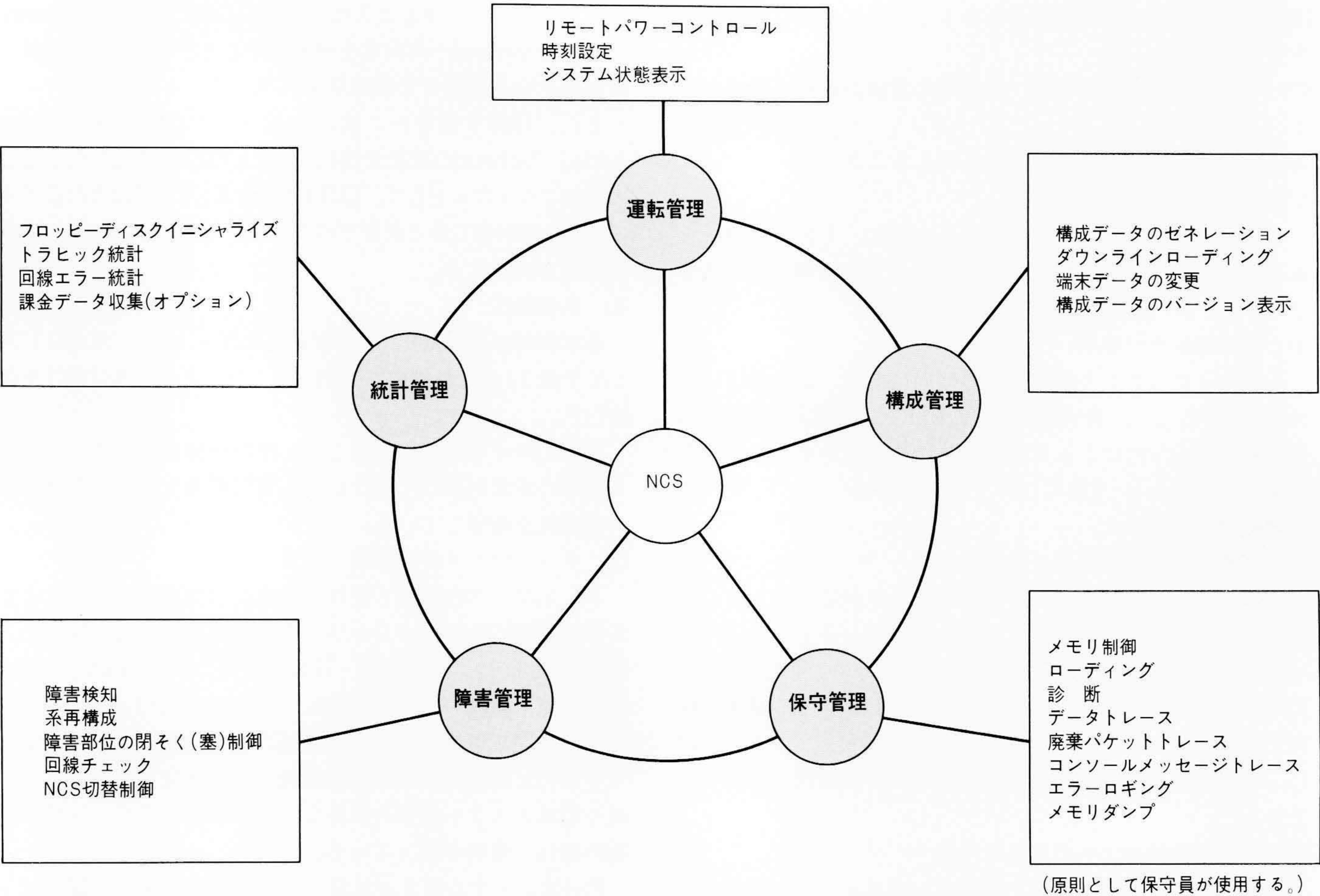
パケット交換装置は、ネットワーク規模に対応し、基本きょう(筐)体に拡張きょう体を複数台接続する構成である。基本きょう体は基本制御部など装置の中枢部を収容しているため二重化構成とし、拡張きょう体は回線制御部だけを収容しているため、 $N+1$ 重化(現用3台に対して予備1台)構成とした。

(2) 小形パケット交換装置の構成

小形パケット交換装置は、遠隔拠点用として一重構成とし小形化を図った。

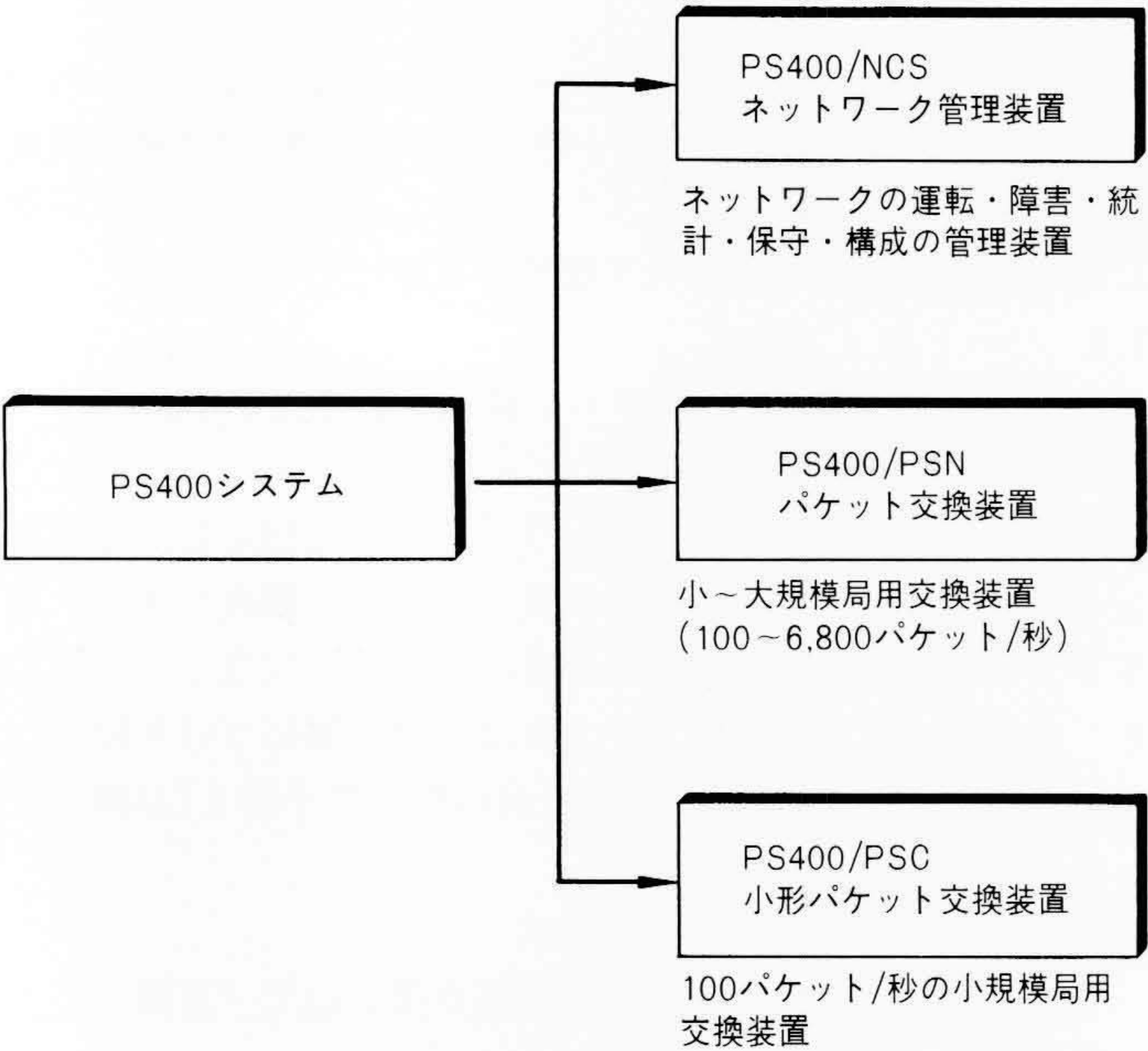
(3) ネットワーク管理装置

※) OSI: 開放形システム間相互接続の意で、異機種間接続を実現する手段として有効であり、実用化が急がれている。



注：略語説明 NCS(ネットワーク管理装置)

図3 ネットワーク管理機能の体系 ネットワーク全体の良好な運用を維持するために豊富なネットワーク管理機能を備えている。



注：略語説明 PSN(パケット交換装置)
PSC(小形パケット交換装置)

図4 PS400システムの基本構成要素 構成要素としてPSN, PSC, NCSの3種をそろえている。

ネットワーク管理装置は、ネットワーク全体を監視、制御する中枢装置のため、二重化構成とした。

3.3 ソフトウェア構成

PS400システムのソフトウェア構成の概念図を図7に示す。PS400システムのソフトウェアは、実時間多重処理に適した制御方式を採用し、ワイドレンジのネットワーク構成に対応するため、負荷分散形マルチプロセッサ構造のハードウェアを、高い信頼性のもとに制御する設計となっている。

4 ネットワーク構成例

PS400システムを用いた企業情報ネットワークの構成例を図8に示す。

このネットワーク構成例は、以下のような特長を持っている(下記の番号は図8中の番号と対応している)。

- ①：NCSによるネットワークの集中運用・管理を実現。また、PSN, PSCにもローカルな管理機能を備えている。
- ②：広域災害などに備え、バックアップNCSを設置。
- ③：PSCによるローカルスイッチと集線機能を備えた階層ネットワークの構築。
- ④：CCITT勧告X.25インタフェースの採用によるインタフェースの国際標準化。

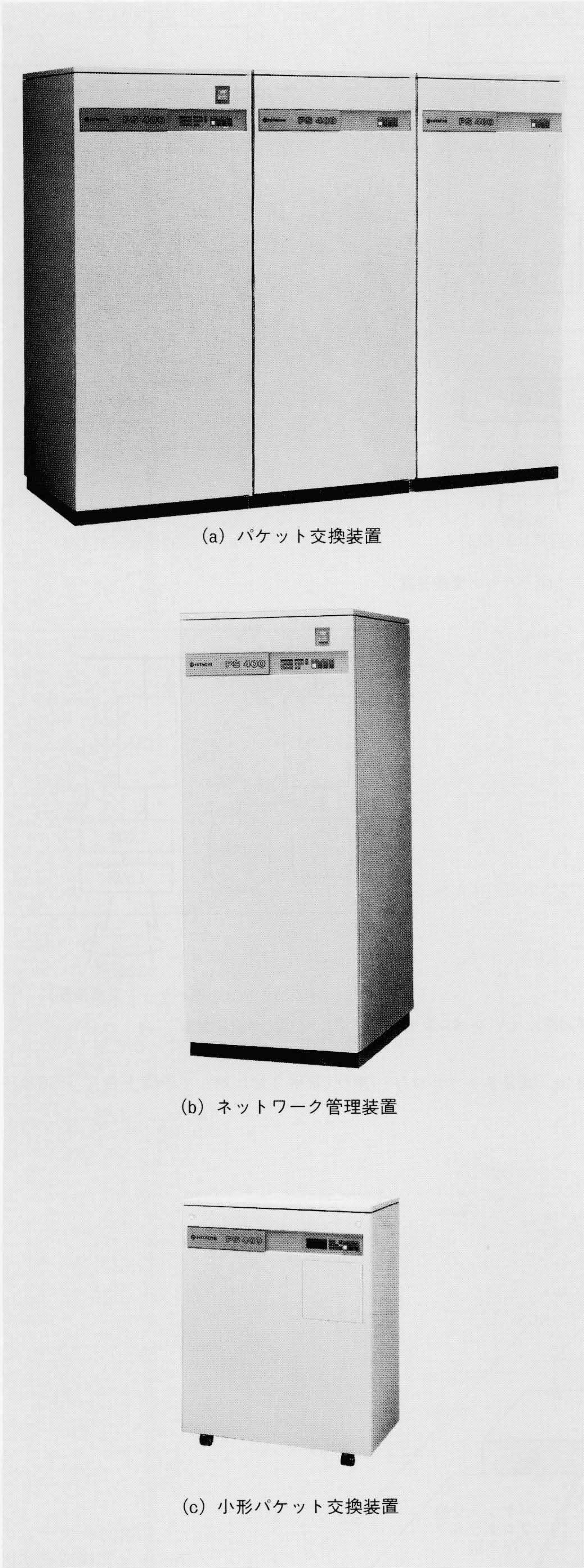


図5 PS400システムの外観 PSNは拡張きょう(筐)体を増設により最大96回線増加可能、PSC、NCSは一きょう体構成である。

表1 PS400システム概略仕様 PSN、PSC、NCSを組み合わせ、小規模ネットワークから大規模ネットワークの構築が可能である。

(a) パケット交換装置 (PS400/PSN)

項 目		仕 様
処 理 能 力		最大6,800パケット/秒
収 容 回 線 数		最大1,088回線
イ ン タ フ ェ ース	論理インタ フェース	CCITT勧告1980年版X.25(VC/PVC), 1976年版X.25(PVC) CCITT勧告1984年版X.25のロングパケット
	物理インタ フェースと 回線速度	・高速デジタル回線DSUインタフェース： 64kbps, 192kbps, 384kbps ・CCITT勧告X.21インタフェース(専用線)： 2.4～64kbps, 192kbps, 384kbps ・CCITT勧告V.35インタフェース：48kbps ・CCITT勧告V.24インタフェース：19.2kbps 以下
冗 長 構 成		・基本制御部 二重化 ・回線制御部 現用3＋予備1
構 造		自立キャビネット形きょう体 (幅約700mm×奥行約820mm×高さ約1,700mm)

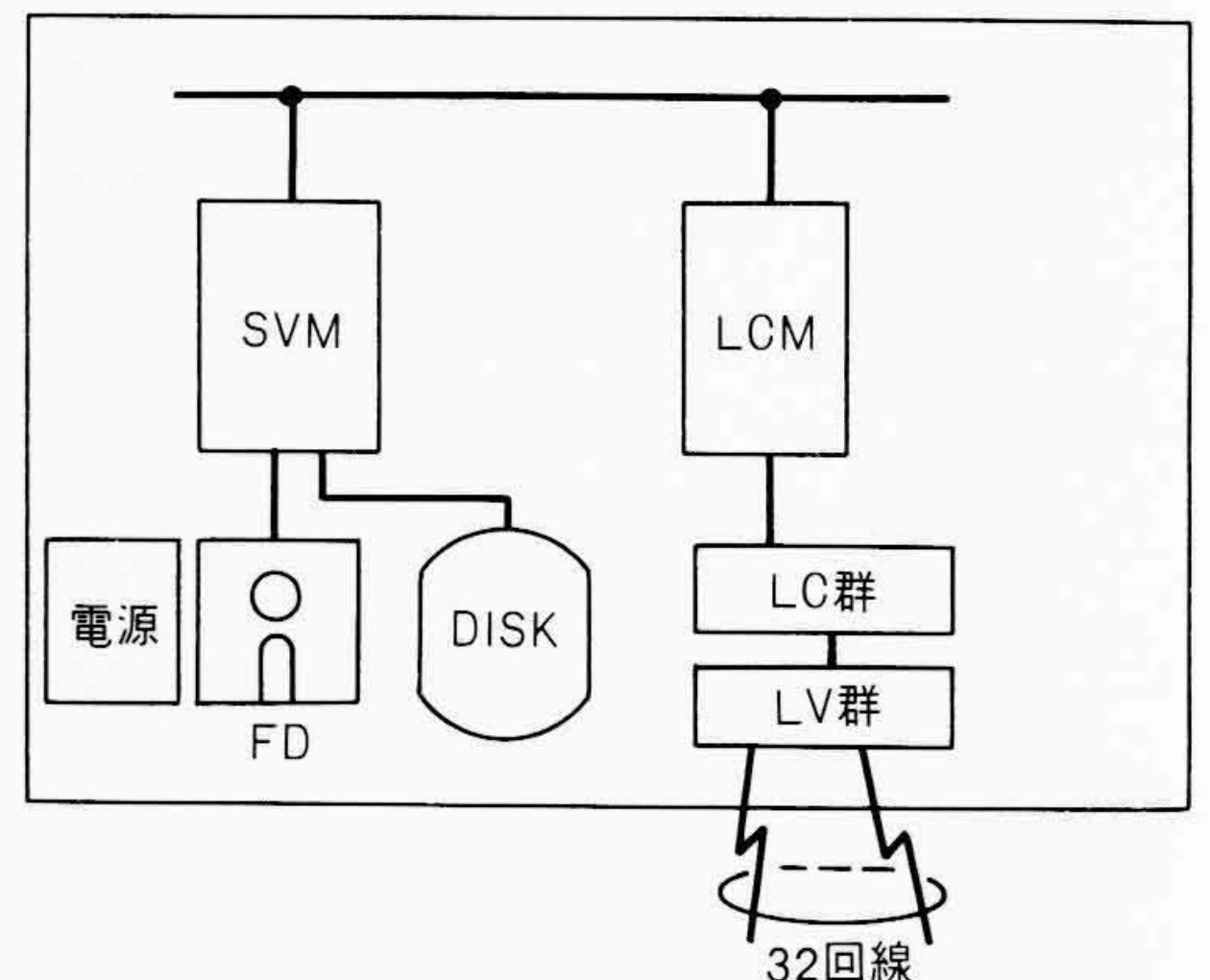
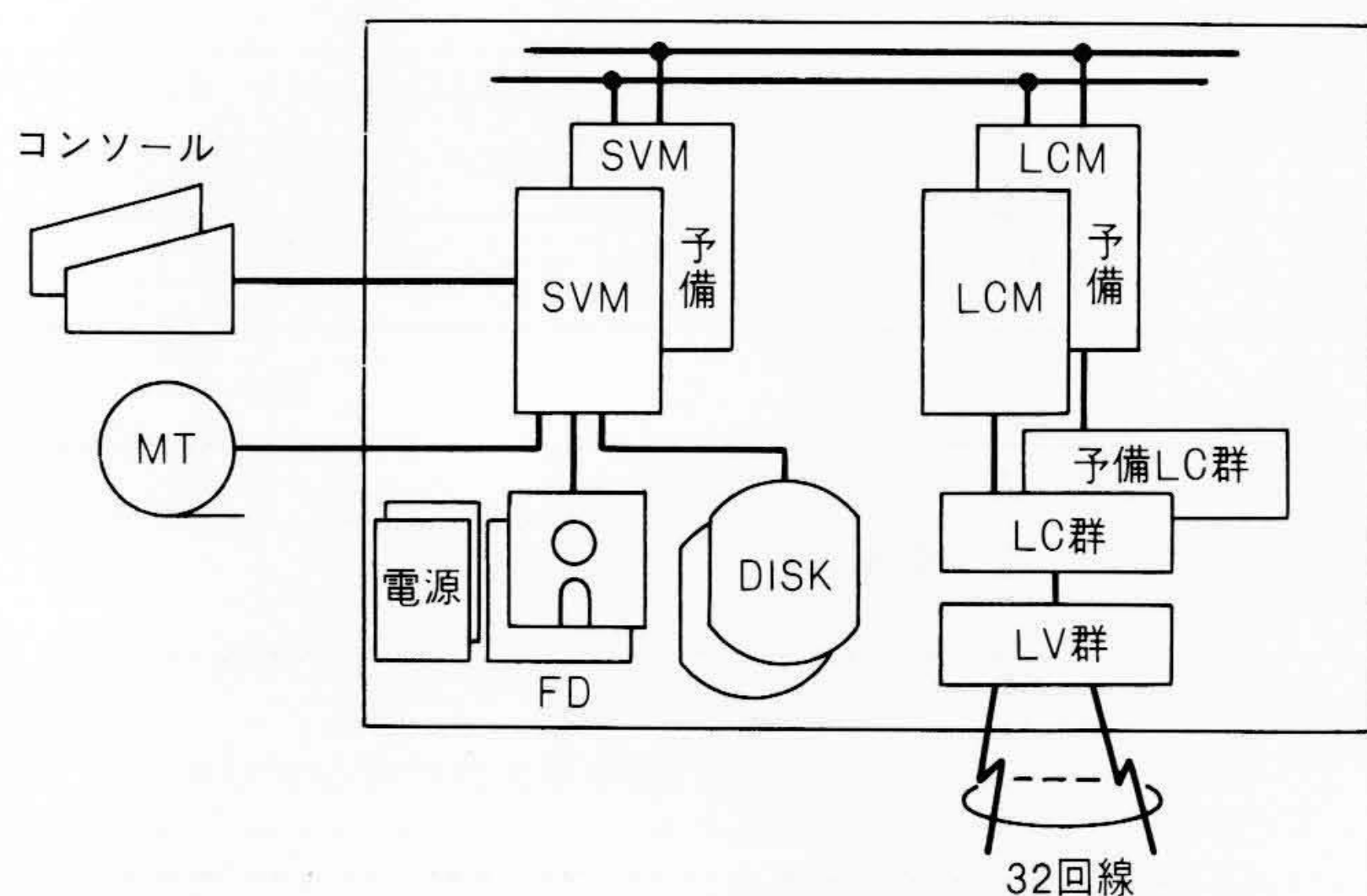
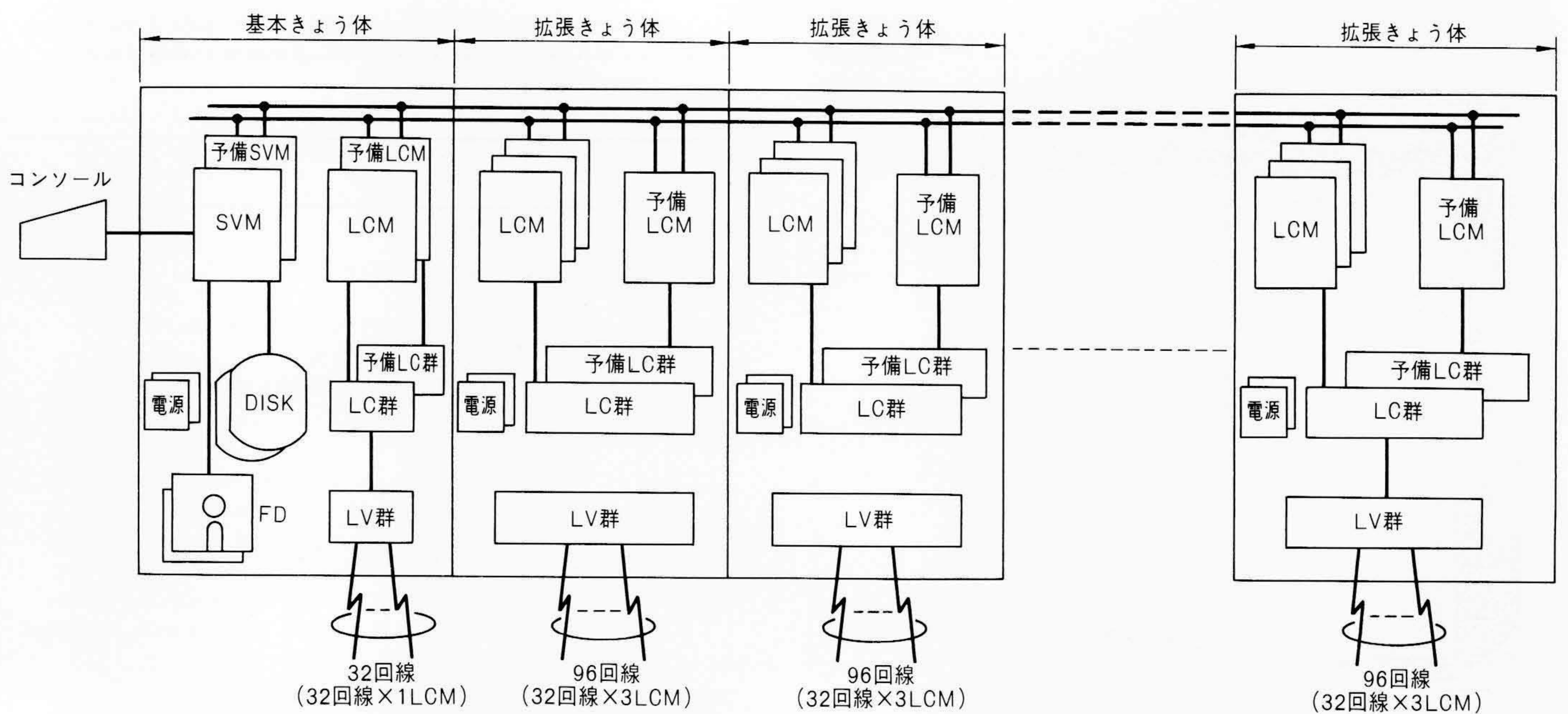
(b) 小形パケット交換装置(PS400/PSC)

項 目		仕 様
処 理 能 力		100パケット/秒
収 容 回 線 数		最大32回線
イ ン タ フ ェ ース	論理インタ フェース	CCITT勧告1980年版X.25(VC/PVC), 1976年版X.25(PVC) CCITT勧告1984年版X.25のロングパケット
	物理インタ フェースと 回線速度	・高速デジタル回線DSUインタフェース： 64kbps ・CCITT勧告X.21インタフェース(専用線)： 2.4～64kbps ・CCITT勧告V.35インタフェース：48kbps ・CCITT勧告V.24インタフェース：19.2kbps 以下
冗 長 構 成		一重
構 造		キャビネット形 (幅約800mm×奥行約450mm× 高さ約1,000mm)

(c) ネットワーク管理装置(PS400/NCS)

項 目		仕 様
管 理 ノ ード 数		最大 30PSN/PSC
冗 長 構 成		二重化
構 造		自立キャビネット形きょう体 (幅約700mm×奥行約820mm× 高さ約1,700mm)

注：略語説明 CCITT(国際電信電話諮問委員会)
PVC(Permanent Virtual Circuit)
VC(Virtual Call)



(b) PS400/NCS(ネットワーク管理装置) (c) PS400/PSC(小形バ

注：略語説明 SVM(監視モジュール), LCM(回線制御モジュール), LC(回線制御回路), LV(レベル変換回路), DISK(ディスク装置),
FD(フロッピーディスク装置), MT(磁気テープ装置)

図6 PS400システムのハードウェア構成 PSNの基本きょう体は二重化、拡張きょう体はN+1重化(現用3台に対して予備1台)、PSCは一重、NCSは二重化を図っている。

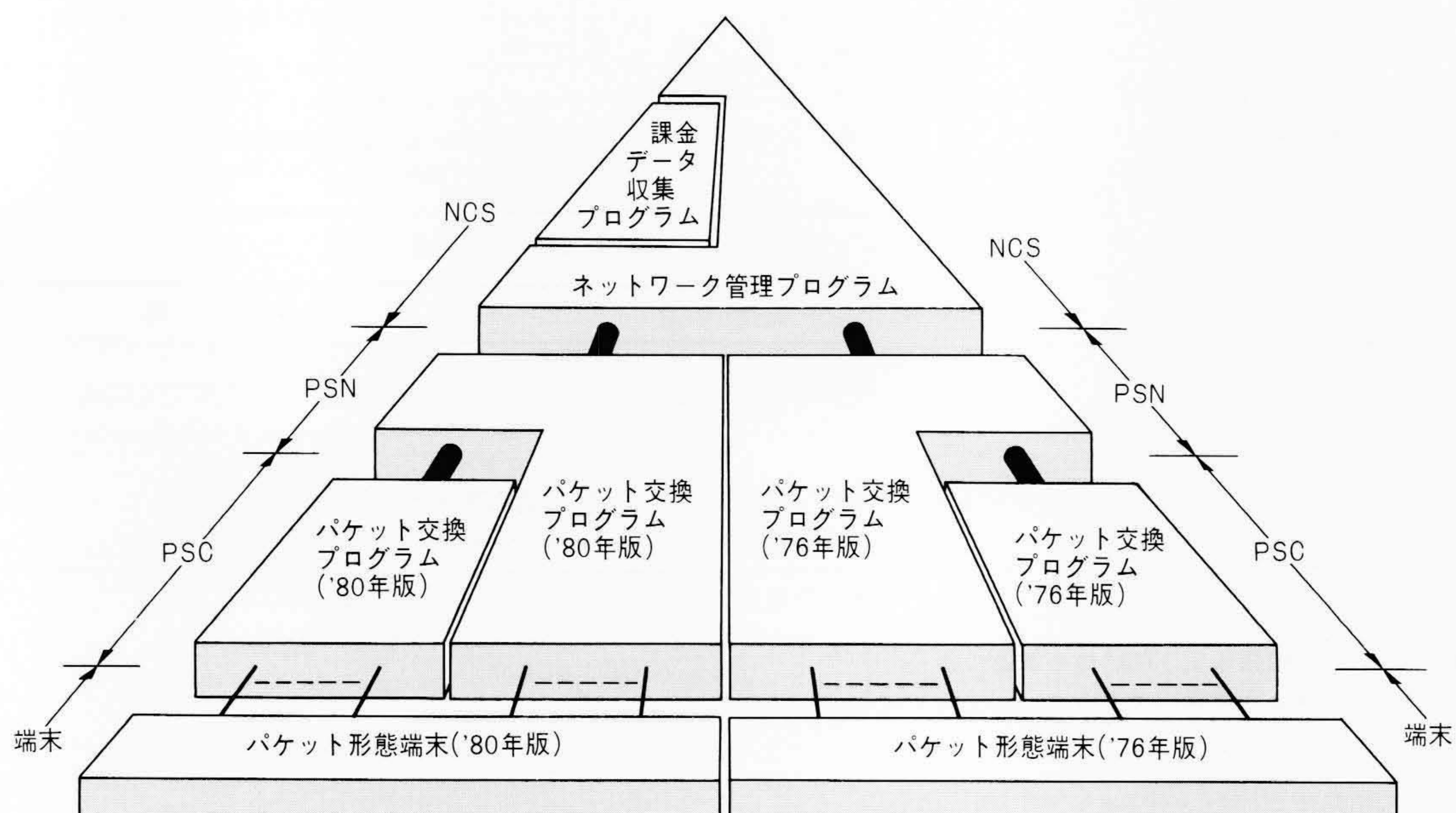
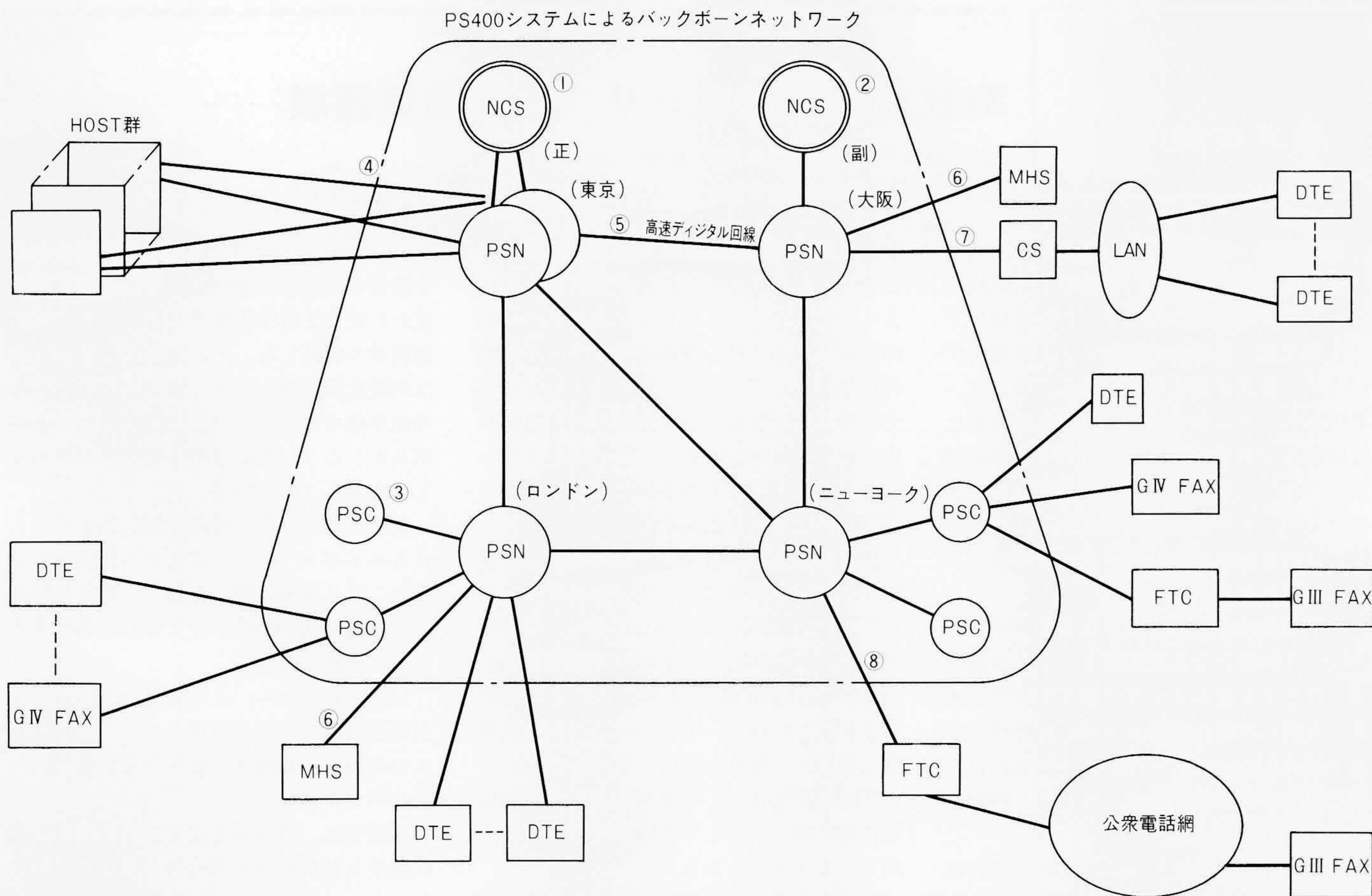


図7 PS400システムのソフトウェア構成概念図

実時間多重処理を容易に実現し、機能分散・負荷分散併用形マルチプロセッサハードウェアの制御に適した構造となっている。



注：略語説明など GIII FAX(GIIIファクシミリ), GIV FAX(GIVファクシミリ), MHS(メッセージハンドリングシステム), CS(コミュニケーションサーバ), LAN(ローカルエリアネットワーク), FTC(ファクシミリ制御装置), PSNは主要拠点に設置, PSCは小拠点などに設置

図8 PS400システムを用いた企業情報ネットワーク構成例 PS400システムの特長を十分に生かすことにより、パワフルな企業情報ネットワークを構築することができる。

- ⑤：高速デジタル回線の直接収容による回線コストの低減と伝送遅延の短縮。
- ⑥：MHS(メッセージハンドリングシステム)の接続による蓄積サービスの実現。
- ⑦：コミュニケーションサーバを介したローカルエリアネットワークの収容。
- ⑧：ファクシミリ制御装置を介した公衆電話網経由のファクシミリ装置の接続。

5 結 言

企業情報ネットワーク、VAN事業用ネットワークに適用できる大容量で高性能のHIPANET PS400システムを開発し、その構成・機能・特長について述べた。PS400システムにより、小規模ネットワークから大規模ネットワークに至る広範囲なネットワーク構築が容易となった。

情報化社会の進展に伴い情報量の急激な伸びが予想され、更に大容量、高性能(特に高速回線サポート、高処理能力)なネットワークのニーズが高まると考えられる。今後も、これらのニーズに対応可能なシステム開発を進めてゆく予定である。

参考文献

- 1) 山口, 外：企業内通信網用日立パケット交換システム“HIPANET”, 日立評論, **60**, 10, 715~719(昭53-10)
- 2) S.Yamaguchi, et al.: Design of a Private Packet Network, ICC-78, pp.89~94(1978-9)
- 3) T.Shinohara, et al.: Development of a Distributed Computer Network System NOMURA-CUSTOM, ICC-80, pp.231~236(1980-10)
- 4) S.Yamaguchi, et al.: A Private Packet Network and Its Application in a Worldwide Integrated Communication Network, ICC-80, pp.517~522(1980-10)
- 5) Y.Kudo, et al.: A Worldwide Integrated Service Communication System for the Sanwa Bank, ICC-82, pp.473~478(1982-9)
- 6) M.Goto, et al.: Integrated International Private Network for the Fuji Bank, ICC-86, pp.401~406(1986-9)
- 7) 森, 外：国際情報ネットワークシステム, 日立評論, **66**, 5, 345~348(昭59-5)

耐放射線性強化シリコン表面保護膜

日立製作所 渡辺喜久雄・加藤正高・他2名

電子情報通信学会論文誌C J70—C, 1124～1131 (昭62-8)

通信衛星、気象衛星の耐用年数の増大や情報処理機能の高度化、また原子炉点検ロボットの研究推進に伴って、放射線環境下でも高信頼、長寿命で動作できる各種Siデバイスの要求が高まりつつある。例えば、集積度の点から中央処理装置と記憶装置には耐放射線性強化MOS形Siデバイスが望まれ、また入出力のアナログ信号処理やアクチュエータの駆動能力の点から、周辺装置には耐放射線性強化バイポーラ形Siデバイスが望まれる。

人工衛星の内部に設置されるSiデバイスにとって問題となる放射線として、宇宙空間に存在する高エネルギー陽子や電子が衛星に入射した際に制動ふく(輻)射で発生する γ 線やX線がある。一方、原子炉格納容器内で問題となる放射線は、コバルト60から発生する γ 線である。

これら γ 線やX線といった電離性放射線は、Siデバイスの必ず(須)構成要素である SiO_2/Si 構造に大きな影響を及ぼし、 SiO_2 膜

中に固定正電荷を形成し、 SiO_2/Si 界面に界面準位を形成する。これらの放射線照射により、バイポーラトランジスタのベース領域表面に形成される界面準位はベース電流の増加をもたらす、バイポーラトランジスタの最も重要な素子特性定数である電流利得の低下を引き起こす。一方、MOSトランジスタでは、この界面準位は相互コンダクタンスの低下をもたらす。

放射線照射による界面準位の形成は、照射により SiO_2 膜中に生じた可動正電荷、例えば正孔、が SiO_2/Si 界面に移動し、結合の弱いボンドを切り、三価のSi(不対結合を一つ持ったSi基板原子)を生じることによって起因すると考えられる。そこで、この可動正電荷を界面から離れた場所で再結合消滅あるいは捕獲不動化し、界面に到達する可動正電荷数を減らすことで界面準位の形成を低減できると考えられる。

これを検証するために、薄い熱酸化 SiO_2 膜と、その上にCVD (Chemical Vapour

Deposition)法により形成した、再結合中心や捕獲中心を多く含む厚い SiO_2 膜の2層構造から成る2層 SiO_2 膜を考案し、その耐放射線性を評価した。その結果、2層 SiO_2 膜は熱酸化 SiO_2 膜に比べて放射線照射による界面準位の形成が一けた以上少ないことが明らかとなり、先に述べたモデルが妥当なものであることを確認した。

更に、通常、厚い熱酸化 SiO_2 膜が用いられるバイポーラトランジスタのSi表面保護膜にこの2層 SiO_2 膜を適用し、放射線照射による電流利得の低下を大幅に改善できることを確認した。

以上の結果から、この2層 SiO_2 膜が耐放射線性強化Si表面保護膜として、Siデバイスの耐放射線性強化に極めて有効であることが明らかとなった。

本研究は、通商産業省工業技術院の次世代産業基盤技術研究開発の一環として行われたものである。

高速液晶プリンタヘッド

日立製作所 梅田高雄

電子通信学会誌 69—8, 812～815 (昭61-8)

最近のパーソナルコンピュータ、ワードプロセッサなどのOA機器のオフィスへの導入に伴い、小形で低価格な光プリンタが要求されている。液晶プリンタは蛍光灯を光源とし、液晶光スイッチアレーを透過した光を屈折率分布形レンズアレーにより感光体ドラム表面に結像させる方式であり、光学系(プリンタヘッド)に可動部がなく、部品数も少ないこと、更には液晶パネルの量産技術が利用できるなどの特長があり、光学系の小形・低コスト化が期待できる。プリンタヘッドの記録性能は液晶光スイッチアレーの特性(応答速度とコントラスト)に大きく支配される。OA機器の出力装置として需要の多い中・低速プリンタ(印写速度: A4サイズで7～20枚/分)の場合、応答時間0.5ms以下、コントラスト8以上が必要である。

電子式卓上計算機、時計などの表示素子として用いられているTN(ツイストネマチック)形液晶素子は、応答時間が10～30ms

と遅い。これを改善する方法として、二周波駆動法や三電極光ゲート方式が提案され、応答時間を0.5msまで短縮し、これまでに解像度9.45ドット/mm、印写速度7～9枚/分(A4サイズ)の性能を持つ液晶プリンタが開発されている。しかし、ネマチック液晶を使用する以上、応答速度の改善は非常に難しく、限界に近い。ところが最近、ネマチック液晶に比べて応答速度が二けた以上速い強誘電性液晶が注目されるようになった。この種の液晶は、1975年Meyerらによって初めて合成され、1980年になってClarkとLagerwallがミリ秒以下の高速応答性を示すことを確認して以来、各方面で応用研究が行われるようになった。強誘電性を示すカイラルスメクチックC(SmC*)液晶の場合、液晶に電界が印加されない状態ではらせん構造を成し、各液晶分子は分子の短軸方向に自発分極を持つ。液晶層に臨界電界以上の電界が印加されると、らせん構造がほどけ、液晶分子はらせん軸に対し

て一定の角度で配列する。電界の向きを反転すると、液晶分子はらせん軸を挟んで反対方向に配列する。強誘電性液晶では、分子の自発分極が電界に直接作用するため応答は極めて速くなる。このような電界応答性を利用することによって、高速光スイッチを実現することができる。

筆者らは室温でSmC*を示す液晶材料を開発し、スイッチアレー構成及び駆動条件の最適化により応答速度0.1ms、コントラスト10～30の高速・高コントラスト光スイッチアレーを試作し、16Wの緑色蛍光灯と組み合わせで解像度10ドット/mm、印写速度12枚/分の印写性能を持つプリンタヘッドを開発した。現状ではまだ駆動電圧が高く、全数ドライブ方式であるなど改良すべき点が残されているが、今後、液晶材料や配向技術の改良により低電圧・高時分割駆動が可能となろう。