

通信事業者向け IP 変換システム

IP-Based Exchange System for Telecommunication Network Operators

鈴木 宗之

■ SUZUKI Muneyuki

長島 宏彰

■ NAGASHIMA Hiroaki

山本 敬治

■ YAMAMOTO Keiji

渡部 伸昭

■ WATANABE Nobuaki

急速な IP (Internet Protocol) 技術の進歩により、固定電話・携帯電話事業者は、共に通信のインフラとして IP 網を利用したネットワークの再構築を促されている。PHS (Personal Handyphone System) においても高速データ通信の需要増に備え、従来の仕組みにとらわれない独自のネットワーク構築を求められている。そこでわれわれは、通信事業者と共同で IP 変換システムを開発し、ISDN (Integrated Services Digital Network) 網を利用せずに、IP 網を利用したデータ通信や音声通信を実現した。主要なハードウェアは冗長化を図り高信頼性を実現し、更に、装置の集中監視制御を可能にした。今後も各種機能の強化を継続し更なるシステムの充実を図る。

The rapid advance of IP (Internet Protocol) technologies is inducing both fixed and mobile network operators to reestablish their infrastructures using IP networks. Personal handyphone system (PHS) network operators are also requesting their own networks free from existing frameworks, to accept soaring demand for high-speed data communication.

We have codeveloped an IP-based exchange system jointly with a network operator. This system realizes voice and data communication over IP networks without using the integrated services digital network (ISDN). The main hardware components are designed redundantly to provide high reliability, and the system enables centralized supervision and control. Further enhancement and refinement of the system will be continued.

1 まえがき

PHS (Personal Handyphone System) は音質が固定電話並に良く、高速なデータ通信が可能なシステムとして発展し、通信費用の安価なこともあって、広く普及した。現在では、高速な移動データ通信手段として、認知され利用されている。

携帯電話のデータ通信の高速化に対抗するために PHS もデータ通信の速度向上が重要な課題であるが、ISDN 網を利用すると回線コストの増大を招く。

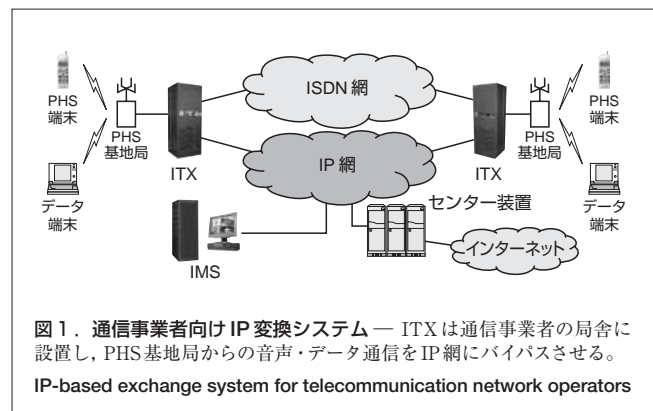
そこで、われわれは ISDN 網を利用せずに、回線費用の安い IP 網に接続してデータ通信と音声通信を行う通信事業者向け IP 変換システムを開発した。ここでは、開発した IP 変換システムの概要と機能、そしてシステムの主要機器である IP 中継交換機 (ITX : IP Transit eXchange) と IMS (ITX Management Server) について述べる。

2 IP 変換システム

2.1 システム構成

通信事業者向け IP 変換システムは、PHS 端末、PHS 基地局、ITX、IP 網、ISDN 網、センター装置、IMS で構成される (図 1)。各部の機能を以下に示す。

- (1) PHS 端末 (PS : Personal Station) 1.9 GHz 帯を



利用した、移動可能な携帯型の端末。

- (2) PHS 基地局 (CS : Cell Station) PHS 端末と無線による通信を行う装置。
- (3) ITX 通信事業者の局舎に設置して、PHS 基地局からのデータ通信と音声通信を IP 網にバイパスさせる装置。IP 網側で提供できない通信については、ISDN 網へ中継する。
- (4) IP 網 Internet Protocol を利用した通信網。
- (5) ISDN 網 音声とデータを同時に扱うことができる公衆交換網。
- (6) センター装置 ITX と IP 網経由で接続され、パケットデータの送受信を行う。

(7) IMS SNMP (Simple Network Management Protocol) プロトコルにより最大500台までのITXを集中管理、監視する装置。ほかに階層化して複数のIMSを束ねる上位IMS、及び遠隔地からIMSへログインしてITXの管理を行うリモートIMSがある。

2.2 システム仕様

事業者向けIP変換システムは、システム内に最大4,096台のITXを設置して運用することができる。

システムの仕様を表1に示す。

2.3 サービス仕様

主なサービス一覧を表2に示す。呼処理は通信制御機能、システム管理はITX装置管理機能を、保守はデータ設定と装置保守機能を提供する。

3 ITX

3.1 ハードウェア

ITXの外観と内部を図2に示す。装置内はサブラック方式

表1. システム仕様

Main specifications of IP-based exchange system

項目	仕様
システム当たりのITX数	最大4,096台
システム当たりのIMS数	最大32台
警報発報宛先IMS数	最大2か所/ITX

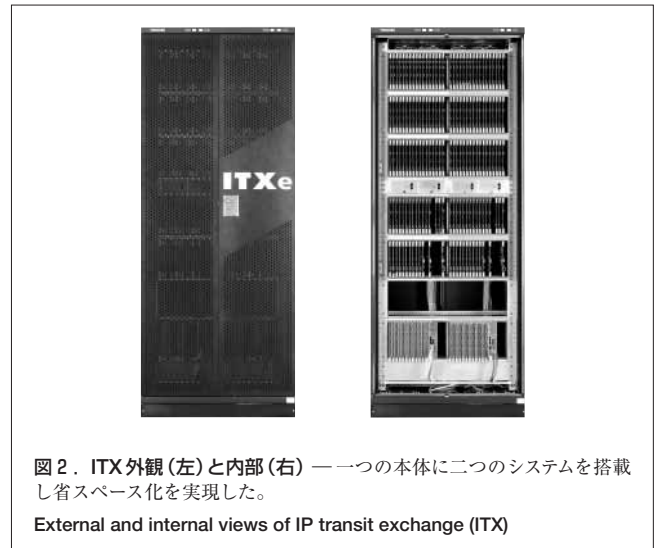


図2. ITX外観(左)と内部(右) —一つの本体に二つのシステムを搭載し省スペース化を実現した。

External and internal views of IP transit exchange (ITX)

を採用し各機能をブロックごとに集約させている。また、基板の狭ピッチ化を行い、一つの本体に二つのシステムを実装し、従来比で約67%の省スペース化を実現した。

ITXの仕様を表3に、ITXの構成を図3に、各部の機能概要を表4に示す。

3.2 ソフトウェア

CCPUは、ITX装置全体の管理・制御を行い、網内や装置内の障害発生時に、IMSへ警報発報を行う。また、PCM (Pulse Code Modulation) 符号化音声信号の交換を行うタイムスイッチを搭載し、ISDN網からクロック抽出を行い、装置

表2. 主要サービス一覧

Services of IP-based exchange system

分類	サービス名称	機能概要
呼処理	Dchパケット通信	CSのDchパケットをISDN網に中継する。
	ISDN網発信	CSからの発信呼をISDN網へ中継発信する。
	ISDN網着信	ISDN網からの着信呼をCSへ中継着信する。
	IP網発信	CSからの音声発信呼をIP網へ中継発信する。(VoIP)
	IP網着信	IP網からの音声着信呼をCSへ中継着信する。(VoIP)
	緊急呼通信(110/119番)	緊急呼の判定を行い緊急呼通信を制御する。
	パケット通信	パケット通信呼をIP網へ中継発信する。
	ハンドオーバー	通信呼のITX内及びITX間ハンドオーバー制御を行う。
	圏外トーカー	VoIP通信時、接続先PSが圏外の場合に圏外トーカーを接続する。
	網選択	着信先の電話番号(着番号)を分析して中継網を選択する。
システム管理	位置登録	PSからの位置登録信号をISDN網へ中継発信する。
	障害時系切替え	制御部の障害発生時に、自動的に待機系へ切り替える。
	回線部N+1予備切替え	回線部の障害時に自動的に予備基板へ切り替える。
	障害時のIP網切替え	IP網の障害時に予備IP網に切り替える。
	IP部の障害閉そく	IP部の基板障害を検出し自動閉そくする。
	回線部の障害閉そく	回線、基板の障害検出時、障害対象回線を自動閉そくする。
	網内機能の診断・障害発報	IP網状態、ISDN回線、CS状態、センター装置を診断し、障害時に閉そくと警報を発報する。

分類	サービス名称	機能概要
システム管理	ITX障害診断・発報	ITX装置の障害を診断し障害時に警報を発報する。
	輻輳(ふくそう)制御	輻輳発生時に正常負荷状態に戻すための規制を行う。
	回線部のファイル自動更新	回線基板挿入時にプログラムを自動更新する。
	トラヒックデータ測定	ITXのトラヒックデータを測定する。
	コマンド閉そく	IP部、回線部をコマンドで自動閉そくする。
保守	回線収容制御	リモート制御によりCS、ISDN網の任意回線をITXに収容/直通に切り替える。
	ループバック	回線部のループバック設定を制御する。
	センター装置接続手動試験	センター装置への手動による接続試験を行う。
	ITX間接続手動試験	指定ITXとの手動による接続試験を行う。
	オンラインファイル更新	ITXプログラム、データファイルをオンラインで更新する。
	系切替え	制御部をコマンドで切り替える。
	回線部N+1予備切替え	回線部(CS側・ISDN網側)をコマンドで予備基板へ切り替える。
	データ連携	設備管理データベースと連携し、ITXのデータを設定する。
	IMSログ管理	ITXのTrapやITX操作ログを保存、管理する。
	ITX状態表示	ITXの各種状態をIMS上に表示する。
ITX呼情報表示	ITXの呼接続状態をIMS上に表示する。	
警報状態複数ITX一覧表示	ITXで発生中の警報を警報分類ごとに集計し、一覧表示する。	

表 3. ITX仕様

Main specifications of ITX

項目	仕様	
収容回線数	対 PHS 基地局	最大 192 回線 × 2 システム
	対 交換機	最大 192 回線 × 2 システム (ITX へ引込み可能数 96 回線)
インタフェース	対 PHS 基地局	ISDN JT - G961 準拠
	対 交換機	ISDN JT - G961 準拠
	対 IP 網	IEEE 802.3u 準拠 100Base-TX
タイムスイッチ	1,024 × 1,024	ノンブロッキングスイッチ
クロック	網同期 (交換機に従属)	
冗長構成	二重化	CCPU (CPU・タイムスイッチ, クロック) LANSW SIFU の IP 網接続部及び内部 LAN スイッチ
	N + 1 冗長	INTU, ITEU, ファンユニット
	負荷分散冗長	ICPU, TKYU
保守インタフェース	IEEE802.3 準拠	10/100Base-TX
環境	温度	0 ~ 40 °C
	湿度	20 ~ 80 % (結露なきこと)
冷却	強制空冷	
電源	DC - 40.5 V ~ - 57 V	
消費電力	2,600 W (1,300 W × 2 システム)	
質量	約 285 kg (2 システムフル実装時)	
寸法	2,000 (高さ) 795 (幅) 600 (奥行) mm	

JT : (社) 情報通信技術委員会 (TTC) 標準 IEEE : 米国電気電子技術者協会

表 4. 各部の機能概要

Functional outline of each part

基板名称	機能
CCPU	装置内の管理・制御及び呼処理, タイムスイッチによる音声・データの交換, 網同期クロック (PLL) の生成・分配を行う。
ICPU	回線交換網と IP 網間のプロトコル変換を行う IP 処理機能を提供する。
INTU	PHS 基地局と接続する ISDN の U 点インタフェースを提供する。1 カード当たり 4 回線収容する。
ITEU	交換機と接続する ISDN の U 点インタフェースを提供する。1 カード当たり 8 回線収容する。
TKYU	通話圏外メッセージなどのトーキを送出する。32ch の同時頭出しができる。
SIFU	IP 網接続, 保守端末接続用 LAN インタフェースを提供する。ICPU, CCPU の LAN インタフェースの多重分離を行う。
BYPU	PHS 基地局及び交換機からの ISDN 回線を収容し INTU, ITEU へ接続する。必要に応じて回線単位に PHS 基地局と交換機を直結又はそれぞれの予備基板への接続を行う。
LANSW	装置内の制御パケットを交換する LAN スイッチ機能を提供する。
ILSU	LAN スイッチを搭載し ITX を複数台設置したときに IP 接続回線の集線を行う。

アプリケーションソフトウェアは各種回線基板で共通化することにより, 効率的開発と容易な機能拡張を実現した。

3.3 IP化技術

PHS 基地局からの音声又はデータを ITX で IP 化して IP 網へ送出するまでの信号の流れを図 4 に示す。IP パケットの組立て, 分解は ICPU が行う。データ通信の IP 化は ICPU の CPU で処理される。音声通信の IP 化は ICPU の DSP (Digital Signal Processor) がパケットの組立て, 分解, RTP (Real-time Transport Protocol) 処理など VoIP (Voice over IP) 音声パケットに関するすべての処理を行う。CPU と DSP で IP 化処理を分担することで音声通信の処理とデータ通信の処理間で互いに影響がないよう構成している。

なお, ITX 間の VoIP 通信プロトコルは SIP (Session Initiation Protocol) をベースに独自に拡張した方式を採用した。また, CPU 及び DSP に搭載されるソフトウェアは運用中にオンラインで書換えができ, 将来の新たな IP サービスにも対応

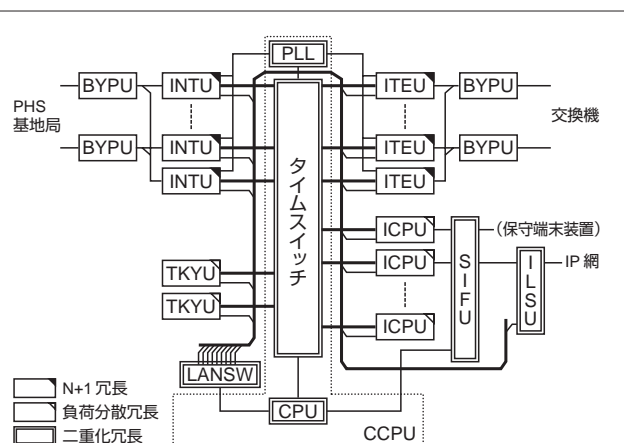


図 3. ITX の構成 — 主要な部分は冗長化を図り高信頼性を実現した。

Configuration of ITX

全体へ網クロック分配を行う。

開発期間とコストの極小化を図る目的で, ビジネス電話システム Strata™ CTX670 のハードウェア及びソフトウェア資産を流用した⁽¹⁾。特にブート ROM, 基本ソフトウェア (OS) (μITRON), TCP・UDP (Transmission Control Protocol・User Datagram Protocol) / IP プロトコルスタック, ファイルシステム, SNMP エージェント機能, ログ・トレース機能などの資産は積極的に活用した。

また, タイムスイッチ制御方式も CTX670 から流用し, ITX 向けに 1,024 × 1,024 へのハイウェイ数の拡張を行っている。

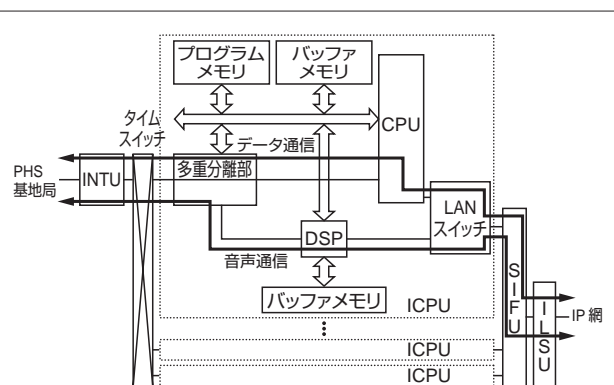


図 4. IP 処理の構成 — IP 化処理は CPU と DSP で分担し音声とデータで互いに通信処理に影響がないよう構成した。

Flow of IP processing

可能な構成となっている。

3.4 高信頼技術

タイムスイッチ, CPU, クロック, 制御LANなどの共通部分とIP網接続部は二重化冗長, 回線基板はサブラックごとに1枚の予備を設けるN+1冗長, IP処理基板, トーキ基板は負荷分散冗長を採用した。故障の場合でも予備への切替え, 又は正常な基板へ処理を迂回(うかい)することで動作を維持する高信頼設計となっている。

ILSUは複数のITXを設置した場合にIP接続回線を集線するLANスイッチである。集線LANスイッチの機能を本体装置に取り込み, 省スペース化と保守作業の容易化が図れるとともにIMSからの一元管理化が可能となった。

4 IMS

4.1 仕様

IMSは, SNMPプロトコルにより, 最大500台のITXの監視制御を行うことができる。上位IMSは, 複数のIMSを配下に置き500台を超えるITXの監視制御ができる。リモートIMSはXプロトコルにより, IMSの一つのウィンドウを遠隔地から利用できるようにしており, IMSよりも安価なサーバでIMSと同等の機能を提供するものである。IMSの仕様を表5に示す。

表5. IMS仕様

Main specifications of IMS

項目	仕様
ITX管理台数	500台/IMS
同時ノード管理画面使用数	4画面/IMS
IMS-ITX管理プロトコル	SNMP
冗長化	ディスクミラーリング, IMSマシン現用・予備用冗長化
IMS統計データ容量	14 Gバイト

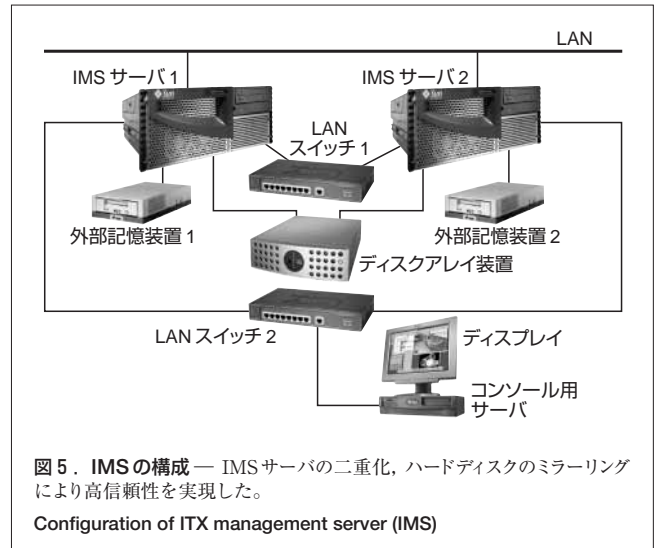
4.2 装置概要

IMS及び上位IMSは, OSにSolaris8^(注1), ネットワーク監視ミドルウェアにOpenView^(注2)を採用した。GUI(Graphical User Interface)は, JavaTM(注3)言語でSolarisの提供するAPI(Application Program Interface)を制御させた。IMSの構成を図5に示す。

IMSについては高い可用性が求められるため, ハードディスクは, RAID1(Redundant Array of Inexpensive (Independent) Disks 1)によりミラーリングさせ高い耐障害性を確保した。更に, Solarisの上にCluster PerfectTMミドルウェアを搭載し, IMSサーバを二重化したため, 運用系サーバが故障しても, 自動的に待機系サーバへ切り替わり, 運用に支

(注1), (注3) Solaris, Javaは, Sun Microsystems社の商標。

(注2) OpenViewは, 米国Hewlett-Packard社の登録商標。



障をきたすことはない。

5 あとがき

これまで述べたとおり, このシステムによってデータ通信及び音声通信のIP化を実現した。今後は, VoIP機能の強化, IP網内通信のセキュリティ向上, QoS(Quality of Service)機能による通信品質の向上など, 更なるサービス機能の充実を進めていきたい。

文献

- (1) 大塚英治, ほか. ビジネス電話システム StrataTMCTX670. 東芝レビュー, 56, 11, 2001, p.66-69.



鈴木 宗之 SUZUKI Muneyuki

社会ネットワークインフラ社 府中社会ネットワークインフラ工場 伝送ネットワーク技術部主務。通信装置のハードウェア開発に従事。電子情報通信学会会員。

Fuchu Operations - Social Network & Infrastructure Systems



長島 宏彰 NAGASHIMA Hiroaki

社会ネットワークインフラ社 府中社会ネットワークインフラ工場 伝送ネットワーク技術部主務。通信装置のソフトウェア開発に従事。

Fuchu Operations - Social Network & Infrastructure Systems



山本 敬治 YAMAMOTO Keiji

電力・社会システム社 電力・社会システム技術開発センター ネットワークインフラシステム開発部主務。通信装置のソフトウェア開発に従事。

Power and Industrial Systems Research and Development Center



渡部 伸昭 WATANABE Nobuaki

東芝デジタルメディアエンジニアリング(株) PHSシステムグループ PHSシステム技術担当シニアエンジニア。通信装置のソフトウェア開発に従事。

Toshiba Digital Media Engineering Corp.