2. ブロードバンド ISDN の広域展開

正会員 島 村 和 典[†], 正会員 安 田 浩[†]

1. ま え が き

情報化社会の到来という言葉が新しい時代への期待感をもって話されるようになって久しくなるが、情報化社会を支える通信網は電話網、DDX 網、ファクシミリ網等の個別のネットワークの集合として独立にサービスを提供してきた。

情報メディアや通信形態の多様化の急速な進展に迎えるためには、ネットワーク機能が統合された形で利用できるサービスディジタル総合網(ISDN)が必要で、世界各国が競ってこの開発に力を注いできた。それが、1988 年 4 月 19 日から、日本で最初に ISDN のサービスの試行が開始された。大方の予想をはるかに下まわる利用料金が設定されたこともあり、9 月末で約 550 の加入数に達し、今後もその伸びが期待されている。高速の伝送容量を持つ ISDN の浸透と新しい通信サービスを支える映像技術の発展とが相まって、これから豊かな情報化社会を花開かせることになる。

ここでは、新しく始められた ISDN の網サービスの展開計画と次世代の ISDN の拡充の考え方について通信事業開発担当者の立場から述べ、あわせて次世代のブロードバンド ISDN としてその標準化が検討されている ATM 技術を中心に紹介する。

2. ナローバンド ISDN

「INS ネット 64」の呼称で開始された ISDN の網サービスは B チャンネルと呼ばれる 64 kb/s を基本にした交換サービスである。NTT は、ISDN の拡充を 1989 年春に予定しており、「INS ネット 64」の機能追加と共に、さらに「INS ネット 1500」サービスを提供する¹⁾。64 kb/s に加え、1.5 Mb/s(H_{11} チャンネル)

および 384 kb/s(H_0 チャンネル)のサービスが利用できることになる。これらのチャンネルサービスは、いずれも基本 B チャンネルの CCITT 1 次群インタフェース規定 ($23 \times B + D$ チャンネル) 内で実現されることから、より高い網インタフェース速度の ISDN と区別する場合には、ナローバンド ISDN (N-ISDN) と呼ばれる。

NTT の N-ISDN サービス項目の拡充計画を表 1 に示す。「INS ネット 64」については、B チャンネルのパケット交換サービス、D チャンネル付加呼制御サービス、パケット交換サービスが追加される。付加呼制御サービスとして数多くのサービスが検討されており、将来は様々な呼制御が可能になるが、今春からユーザ・ユーザ情報の転送通知や着信転送が利用できる。

「INS ネット」の網構成を図 1 に示す。従来からアナログ電話交換をしていた市内交換機に I インタフェース加入者系モジュールを追加する方式で、デジタル機器に対しても交換サービスを提供することを基本にしている。384 kb/s 以上の大容量チャンネル、パケット交換チャンネルは、それぞれ専用のモジュールを介して、すでにデジタル化が進んでいる中継設備

表 1 NTT の N-ISDN 拡充計画

サービス項目		INS ネット 64	INS ネット 1500*
B チャンネル	同時交換回線数	2	23/24
	回 線 交 換	○	○
	パケット交換	—*	○
H_0 チャンネル	回 線 交 換	—	○
H_{11} チャンネル	回 線 交 換	—*	○
D チャンネル	(チャンネル速度)	16kb/s	64kb/s
	基 本 呼 制 御	○	○
	付 加 呼 制 御	—*	○
	パケット交換	—*	○

* 1989 年度から実施予定

[†] NTT ヒューマンインタフェース研究所

"2.Efforts for Nation-Wide Broadband ISDN" by Kazunori Shimamura and Hiroshi Yasuda (NTT Human Interface Laboratories, Yokosuka)

図 1 「INS ネット」の網構成

に接続を行う。

3. ブロードバンド ISDN

電話網サービスに比べれば、N-ISDN は 2 本の B チャンネルと D チャンネルが同時に利用できること、各チャンネルの情報伝達量が飛躍的に増大したこと等から、映像をはじめとする非電話系の通信サービスを広域の不特定の相手と利用し合う道を開いた。しかし、高精細な画像通信や超高速のデータ通信のためには、より高い情報伝達能力がネットワークに必要となる。

各種画像通信サービスのチャンネル速度と継続時間の特性を図 2 に示す。高品位映像を用いる会議通信、娯楽用ビデオ、広帯域情報検索にも有効となる ISDN の発展形態を、CCITT SG XVIII ではブロードバンド ISDN (B-ISDN) と呼び、次の標準化目標にしている。1988 年までの会期の審議は、基本概念や伝達路の基本フレームフォーマットについてが主たるものである。この検討の中で、ネットワークからの視点として、表 2 に示す広帯域サービスの分類と例とが B-ISDN の新しい対象として考えられている。B-ISDN は、このような新しいサービスを可能にすることを動機として検討が開始されたが、要求条件を整理すると次のようになる。

- (1) 64 kb/s から 100 Mb/s オーダまでの広いビットレートの情報を転送できること。
- (2) 様々の通信メディア毎に要求される様々の通

図 2 各種画像通サービスの情報量の特性

表 2 B-ISDN が対象とする広帯域サービス (CCITT SG XVIII)

分	類	例
Interactive services	Conversational services	<ul style="list-style-type: none"> • video telephony • video conference • high speed data transmission
	Messaging services	<ul style="list-style-type: none"> • message handling services • mail services for moving pictures, high resolution images and audio information
	Retrieval services	<ul style="list-style-type: none"> • broadband retrieval services for film • broadband retrieval services for high resolution image • broadband retrieval services for audio information • broadband retrieval services for archive information
Distribution services	Distribution services without user individual presentation control	<ul style="list-style-type: none"> • broadcast services for television • broadcast services for audio-programmes
	Distribution services with user individual presentation control	<ul style="list-style-type: none"> • full channel broadcast videography

信品質を満たすこと。

- (3) 電話網はトラヒック特性に着目して設計されたが、B-ISDN は様々なパターンのトラヒック特性や接続形態を許容できる設計がなされる

図 3 符号化情報量毎の発生頻度

図 4 固定/可変速度インタフェースと符号化特性

こと。

(4) まだ予測のつかない将来の諸要求にも柔軟に対処できる方式であること。

(1)の点については、転送できる上限のビットレートをどう定めるかがポイントとなる。N-ISDNの標準化の際には、この1次群インタフェースのビットレートが1.5 Mb/sと2 Mb/sの2案併記となり、世界統一標準の作成という観点からは問題を残した。各国の電気通信事業者が自国内の電話網のデジタル中継伝送ハイアラキーとの整合性を強く主張し続けたことに起因し、国際接続にインタフェース変換を要する場合を作った。

B-ISDN 標準の作成に際して、表2のサービスから転送ビットレートとしてのインタフェース速度を審議すると、各国は自国内の伝送ハイアラキーのN倍で少しずつ異った具体値を主張でき、世界的統一の達成は再び困難となる。つまり、インタフェース速度の概数までしか審議が進まないおそれがある。そこで、CCITTではまず世界統一の高速の同期インタフェースの標準化を図り、それをもとにサービスのイン

図 5 B-ISDNにおけるインタフェース規定点と種類

タフェース標準を決めようとしている。

(2)の通信品質は例えば、音声通信については伝達の遅延時間を極小にし、データ通信についてはビット誤りを極小にすることになる。映像については、バースト的な情報量の変動をそのまま転送できる品質を目指すことになる。テレビ映像信号はもともとバースト的な情報発生を持っているが、複数の映像信号を多重化すると符号化情報量の標準偏差が小さくなる²⁾。図3に符号化情報量の発生頻度を示す。

したがって、(1)の要求でもあるマルチビットレートインタフェースで個々の映像信号のバースト的な入出力を許容しても、効率的な中継多重転送系を実現できる見通しがあるといえよう。

映像情報量の変動は、従来の固定速度の通信網インタフェースでは通信容量を各瞬間で無駄に保留していたり、codecで一定通信容量に押え込まれ、特定の瞬間の画像品質を劣化させていた。しかし、映像情報量の変動をそのまま過不足なく転送することができるようになれば、符号化特性も向上する。

図4に、固定速度インタフェース時と可変速度インタフェース時の符号化特性を示す。

(3)、(4)はこれから技術開発に待つ必要があるが、次章で述べるATM方式が有力だとして、各国で研究が盛んになっている。

B-ISDNにおけるインタフェース規定点を図5に示す。同期インタフェース標準がネットワークノードインタフェース(NNI)、サービスのインタフェース標準がユーザインタフェース(UNI)に相当する。

4. 新しいUNI

1988年までの前会期に行われたB-ISDNに関する審議の要点は次の3点である。

- (1) 世界統一NNIとして新同期インタフェースの勧告がまとめられた。
- (2) 同一のネットワークで音声、映像、データの幅広いサービスを持ったATM方式を検討していくこととした。

表 3 NNI 勧告の概要

項 目	概 要
フレーム構造	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 9 バイト 261 バイト </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 40%;"> 9 行 管理情報 (SOH) </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 60%;"> 主情報 (PE: ペイロードエンベロープ) </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; margin-top: 5px;">270 バイト</div> </div> <p>速度: 155.52 Mb/s</p>
低次群信号への NNI の多重化構造	<p>155 M を基本とする.</p> <div style="text-align: center;"> NNI(STM-1) ~50 M ~140 M ~37 M <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px;">VC-32</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px;">VC-4</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px;">VC-31</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;">低次群信号</div> </div> <p>1.5 M 2 M 6.3 M</p>
同期期間の周波数調整	3 バイトスタップ
155 Mb/s 以上の多重化方法 (STM-1→STM-N)	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; right: 0; top: 0; bottom: 0; width: 5px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></div> </div> <div style="margin-left: 5px;">STM-N</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="flex: 1; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; right: 0; top: 0; bottom: 0; width: 5px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></div> </div> <div style="margin-left: 5px;">STM-1</div> </div> <p style="margin-left: 100px;">1 バイト多重</p>

図 6 ATM と STM の概念図

(3) UNI の概念勧告が作成された。

B-ISDN に向けた NNI 勧告の概要を表 3 に示す。国際接続は基本フレーム構造で規定された 155.52 Mb/s をベースにすることになる。映像等のメッセージ情報はフレーム構造内のペイロードエンベロープ部で運ばれる。

4.1 ATM 方式

高速の回線交換と高速のパケット交換の両方式の利点を活用することを狙った一種のパケット伝達方式。こういう方式が実現できれば、前章の B-ISDN の要求条件がかなえられる可能性が大きいとして、その具体化が研究されている。ATM は、セルと呼ばれるパケットの多重時にはセルの中のヘッダラベルで多重し、フレーム位相が非同期で良いことから、アシンクロナストランスファモードと仮称されている。CCITT SG XVIII では、従来の回線交換におけるフレーム内の時間位置による多重方式を対照してシンクロナストランスファモード (STM) と呼ぶ。

ATM と STM の概念図を図 6 に示す。STM では周期的に多重できるタイムスロットが出現するのに対し、ATM では、情報の送出要求にもとづいて非同期にセルが出現する。また、多重されている個々のチャンネルの識別を、STM ではフレーム内のタイムスロットの位置で行うのに対し、ATM ではセルのヘッダフィールドに示されたラベル内容で行う。

回線交換とパケット交換を考慮した ATM 交換方式の狙いを図 7 に示す。この ATM を具体化する場合に、

図 7 ATM 交換方式のねらい

- ① メディアの種別によらずすべての情報を一元的に固定長の短いパケット(セル)で扱う。
- ② 情報発生に応じて送出する単位時間あたりのセル数を変える。
- ③ プロトコルはポイント・ツウ・ポイントだけでなくマルチポイントをサポートする。

ようにシステム化することによって、ネットワークに次のような通信サービス上の利点を付与できる。

- (i) マルチメディア情報を統合して扱える。
- (ii) 相関差分処理による映像符号などの可変速度の情報源トラヒックを効率良く転送できる。
- (iii) LAN などの局所網から広域網までを一元的なプロトコルで統一できる。

一方、ATM 方式の持つ以下の特性には充分注意を払う必要がある。

- ① 速度・容量が有限なスイッチングノードで実現されるパケット交換特性を有する。
- ② 網内での誤り制御が充分にできない可能性が高い。

これらは、ネットワークのサービス性に次の2点の欠点を与える可能性がある。

- (i) セルの配送に遅延をきたすことがある。
- (ii) 確率的なセルの廃棄を防げない。

以上述べた方式上の得失を最良点で整合させることが ATM 方式実現の要点となろう。

4.2 UNI の概念

概念勧告 I-121 をもとにユーザ網インタフェースの検討状況を照介する。

(1) 参照モデルと物理的実現形態

プロトコル参照モデルの考え方は N-ISDN と同じ。したがって、物理的実現形態すなわち端末接続を例に

(端末例)

図 8 UNI の物理的実現形態例

表 4 UNI の構造案

構 造	形 態	セル同期方式	説 明
外部フレームのない ATM	a	セル自身による同期	・ フレーム構造をもたない
	b		・ 空きセル内のフレーミングパターンで同期確立 ・ 同期用セルが周期的 (例: 125 μ s) に現れる
外部フレーム内 ATM	c	① 外部フレームによる同期 (例: 125 μ s フレームのオーバーヘッド利用) ② STM チャンネル内で、セル自身による同期	・ 外部フレームの情報領域内が ATM
	d		・ 外部フレーム内に多重化された STM チャンネル内が ATM ・ 全 STM チャンネル内が常に ATM
	e		・ 一部 STM も可能

図 9 セル形式とヘッダ機能

示すと図 8 のようになる。

(2) UNI の構造

UNI の構造案として検討されている 5 案を表 4 に示す。ブロードバンド UNI として 150 Mb/s およびその 4 倍の 600 Mb/s の速度が標準化対象になっている。

(3) プロトコル階層

これまでの検討の要点は次の 3 点である。

- ① OSI レイヤ階層のレイヤ 1 にセルの転送をつかさどり, 上位レイヤサービスに共通となる ATM レイヤを設ける。
- ② OSI レイヤ 2~3 は制御フェーズと情報転送フェーズとを別々に規定する。前者は LAP-D と Q.931 を若干改造する。後者は限定された複数のサービスレイヤを設ける。
- ③ ①と②のレイヤ間にセルの組立て・分解などを行うアダプテーションレイヤを設ける。

(4) セル形式とヘッダ機能

セル形式とヘッダ機能を図 9 に示す。セルサイズは現在, ヘッダ長 3~8 バイト, 情報フィールド長 32~120 バイトの範囲で検討を進めることで合意している。

5. 広域展開に向けて

B-ISDN の網機能がフル ATM の方向に向かうか STM も主要な機能として残るか, いい換えれば, UNI が表 4 に示した a 案に近い方式となるか, e 案となるかは今後の検討を待つ必要がある。この UNI 機能の選択は今後の通信サービスの発展と相まって, B-ISDN の広域展開にも影響を与えよう。現時点で B-ISDN 展開の将来を見通すことは大変難しいが,

表 5 B-ISDN への展開シナリオ

段 階	進化の程度	特記事項
第 I 期	ATM の構内網	企業構内の網への ATM 導入による効率化
第 II 期	ATM の加入者系 ATM 構内網の拡大	UNI の標準化 光ファイバ加入者線路 ATM-MAN
	ATM の中継系	N-ISDN 中継網への重畳導入
第 III 期	N-ISDN から B-ISDN への移行	データパケット網からの新しい ATM ノードの導入
第 IV 期	ATM による網統合	

以下のように考えるのが自然であろう。

B-ISDN の初期需要の出方は N-ISDN 以上に局所化する。したがって, 需要の顕在化する小エリア毎に少しずつ導入され, それらの遍在したエリアを結ぶ形で広域間接続がまず実現されよう。ここでいう小エリアが LAN や MAN である可能性は大きい。

IEEE 802.6 委員会が検討が急がれている MAN の規定は, CCITT の B-ISDN の加入者系サブシステムとも考え得るものになりつつある。次いで, N-ISDN の一部が B-ISDN に置き換えられ始める。やがて, B-ISDN 方式で全国網が完全に統合される。

この展開シナリオを整理して表 5 に示す。第 1 期は 1990 年~1992 年頃となり, 第 IV 期を迎えるのは 2000 年以後と考えられる。これらのシナリオの速度を左右するのは, 多くの人々にそれぞれ魅力のあるブロードバンドサービスが現われ始める時期がいつ頃かという点である。そしてその鍵は, 端末側, 特に映像サービス技術の進展如何にかかっているといえよう。

6. む す び

B-ISDN について、CCITT SG XVIIIの検討状況を中心に述べた。新しいインタフェース機能として期待されている ATM は問題もはらんでいるが、描ける夢も大きい。特に、可変速度の符号発生を持つ映像信号に初めて親和性の高いネットワーク技術として見えてきたこと、マルチメディア化を前提とした転送が検討されていること等に意味がある。繰返すが、B-ISDN が我々の身近で役立つには、映像技術の果たすべき役割が重要となろう。映像技術の議論の助けとなれば幸いである。

本論をまとめるにあたり、NTT の研究所の方々は多くの議論をして頂いた。特に交換システム研究所の鈴木滋彦氏には ATM 交換方式に対する教えを願い、通信網総合研究所の青山友紀氏には網の展開シナリオについて内外の情勢を聞かせて頂いた。標準化を

御担当の多くの研究者の方々をはじめ皆様に深く感謝する。
(1988 年 11 月 7 日受付)

【参 考 文 献】

- 1) 村田：“INS ネットサービスの概要”，施設，40，5(1988)
- 2) 岸野，真鍋，安田：“パケット符号化を考慮した映像信号の統計的性質”，1987 年度画像符号化シンポジウム，8-5(1987)

しまむら かずのり
島村 和典 昭和 49 年，大阪大学大学院工学研究科電気工学修士課程修了。同年，NTT に入社。同社電気通信研究所に勤務し，現在に至る。画像通信方式の人間工学的研究，ファクシミリ蓄積変換通信方式，高速広帯域画像通信方式の研究に従事。正会員。

やすだ ひろし
安田 浩 昭和 47 年，東京大学工学系研究科博士課程修了。同年，NTT に入社。画像信号符号化，画像信号処理，画像通信網に関する研究に従事し，現在，同社ヒューマンインタフェース研究所画像メディア研究部長，工学博士。正会員。

パソコン画像処理

花木真一・岩下正雄・寺嶋廣克 編著

近年，デジタル技術の進歩とともに画像処理技術の研究が盛んである。画像といっても白黒二値のものから，フルカラーの動画まで様々であり，その処理内容も異なる。ハード的にも専用の LSI から大型コンピュータまで各種ある。なかでも性能，機能ともに進歩の著しいパソコンは，それまで大型コンピュータで行われていた計算処理を可能とし，価格的にも手頃なことから多くの分野で広く利用されつつある。

本書「パソコン画像処理」は，昭和 61 年 5 月から 62 年 3 月まで，テレビジョン学会誌に掲載された講座「パソコンによる画像処理」をベースにして出版されたもので，現在の技術的背景の中で非常にタイムリーなものと言えよう。本書は，以下の章で構成されている。

- 1 章 緒論
- 2 章 デジタル画像処理
- 3 章 パソコンの発展と画像処理
- 4 章 画像処理システム

- 5 章 画像処理の基本手法
- 6 章 ソフトウェアとインタフェース
- 7 章 コンピュータグラフィックス
- 8 章 動画像とビデオグラフィックス
- 9 章 画像処理応用例

内容的には，デジタル画像処理の基本である標本化や量子化，パソコンの機能，処理能力，OS，言語といった基本的なことから，動画像の処理，コンピュータグラフィックス，さらには，いろいろな分野における応用事例まで，その道の専門家により読みやすく述べられている。本書は，どちらかというデジタル技術，とくに，パソコンを使った画像処理の一般手法について分かりやすく書かれており，実際にその分野に従事している技術者にとっては物足りないかもしれない。

むしろ，これからパソコンを使おうとする人，あるいは，デジタル画像処理を勉強しようという人にとっては良い図書といえよう。ただ，本文中の画像写真が白黒で小さいためやや見にくく，巻頭のカラー写真がもっと多ければ良かったと思われるのが残念である。

紹介 古角尚之（東芝）

昭星堂刊 (1988 年 9 月 20 日発行)，A5 判 212 ページ，定価 2,700 円