

ATM 技術

その2 ATMの伝送技術

音声、画像、データ通信など、低速度から高速度までの広帯域な伝送で、さまざまなトラフィック特性をもつアプリケーションの伝送を効率的に行うことは、マルチメディア通信を実現するために不可欠な要求となっています。ATMでは、さまざまなサービス形態をもつ上位アプリケーションの伝送要求を満足するために、ATMアダプテーションレイヤを規定し、マルチメディア通信に適した伝送を実現しています。今回はATMの伝送技術として、物理レイヤの基本機能とATMアダプテーションレイヤの機能について概説します。

まえがき

次世代移動通信 (IMT-2000: International Mobile Telecommunications-2000) への適用が期待されているATMは、多種多様なトラフィックを1つの伝送路に統合することを可能とする伝送技術です。マルチメディアを実現する、さまざまなアプリケーションから生成されるユーザデータは、ATMセルとして伝送する際に、ATMアダプテーションレイヤ (AAL: ATM Adaptation Layer) を用いることにより、タイミングの保持、フレームの誤り検出など、サービスアプリケーションで要求されるいくつかの機能を保証することが可能となります。また実際の伝送路でATMセルを転送するためには、信号を伝送するための基本機能を有する物理レイヤとATMレイヤとの整合も必要です。以下では、物理レイヤの基本機能と、AALの各タイプの機能について紹介します。なお、各機能や用語の詳細は、文献[1]、[2]などを参照願います。

物理レイヤ

物理レイヤでは、セルを伝送するための媒体の規定や、伝送フレームへのセルの受け渡し、セルヘッダ誤り制御、セル同期などの機能を提供します。

- (1) SDHベースインタフェースへのセルマッピング

ATMセルを物理伝送路に送受信する方法として、国際的に統一されたデジタルハイアラキー (伝送速度の階梯) であるSDH (Synchronous Digital Hierarchy) の155Mbit/sインタフェースへのセルマッピング方法について説明します。

SDHインタフェースにセルを搭載する際には、セルはSDHの速度ごとに用意される“箱”である、バーチャルコンテナ (VC-4) のペイロード部に収容されます。VC-4ペイロードの容量は2340オクテット (1オクテット=8ビット) であり、セル長の53オクテットでは割り切れません。したがってセルは2つのVC-4ペイロード部にまたがって搭載される場合があります。構成を図1に示します。

- (2) ヘッダ誤り制御

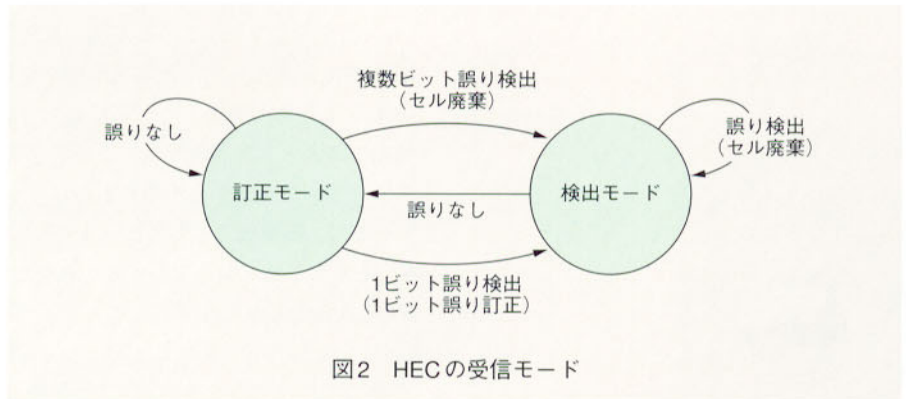
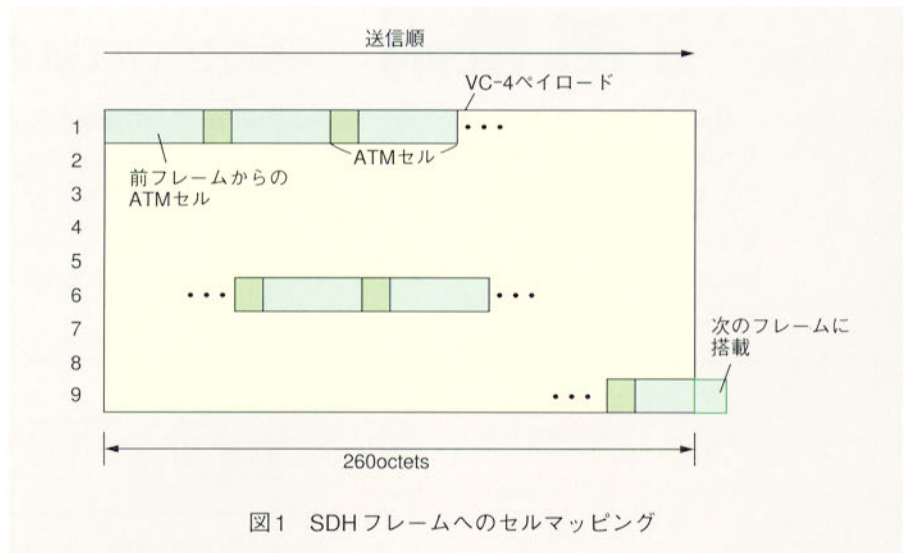
セルヘッダには転送先アドレスである仮想パス識別子 (VPI: Virtual Path Identifier) / 仮想チャネル識別子 (VCI: Virtual Channel Identifier) が含まれているので、ヘッダ誤りを検出することができます。セルヘッダの誤り制御であるHEC (Header Error Control) は、8ビットの誤り検出情報 (CRC: Cyclic Redundancy Check) 符号で構成されます。

送信側では、HEC領域を除いたセルヘッダ32ビットに x^8 を掛けたものを、生成多項式 x^8+x^2+x+1 で割り、その余りをHEC領域に書き込みます。この演算結果により、

- ・1ビット誤り訂正

いしの
石野 文明

かわかみ
川上 博



・複数ビットエラー検出
のいずれかの制御が可能となります。

受信側ではこれらに関して訂正モードと検出モードを有し、この2つのモードは図2に示す状態遷移図に従って切り替わります。

(3) セル同期

ATM伝送では、固定長のセルを伝送フレームにすき間なく送出することで、受信側でセル単位の同期を保持し、セルの先頭を識別しています。転送すべきユーザデータがないとき、その部分に空きセル (Idle Cell) を挿入することで、速度の整合を行います。セル同期は、HECによる誤り制御の演算結果を利用して行われます。これは以下の3状態によって構成されます。

・同期はずれ状態からビット単位で順に演算を行い、演算結果が正しければ前同期状態となる。

・前同期状態から、セル単位にm回連続で演算結果が正しければ同期状態となる。

・同期状態から、セル単位にn回連続で演算結果不一致となれば同期はずれ状態となる。

同期はずれのイメージを図3に示します。

ATM アダプテーションレイヤ

ATMアダプテーションレイヤは、音声、メール、画像データなどさまざまな通信特性をもつ上位レイヤと、上位アプリケーションに関わらず定義されるATMレ

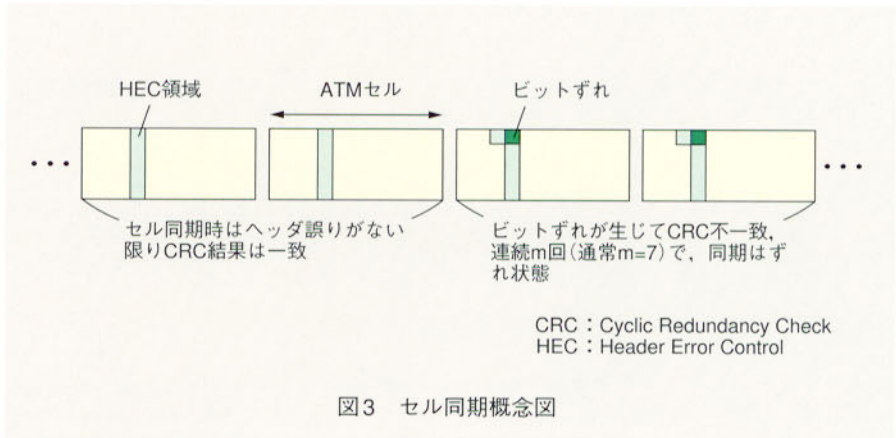


図3 セル同期概念図

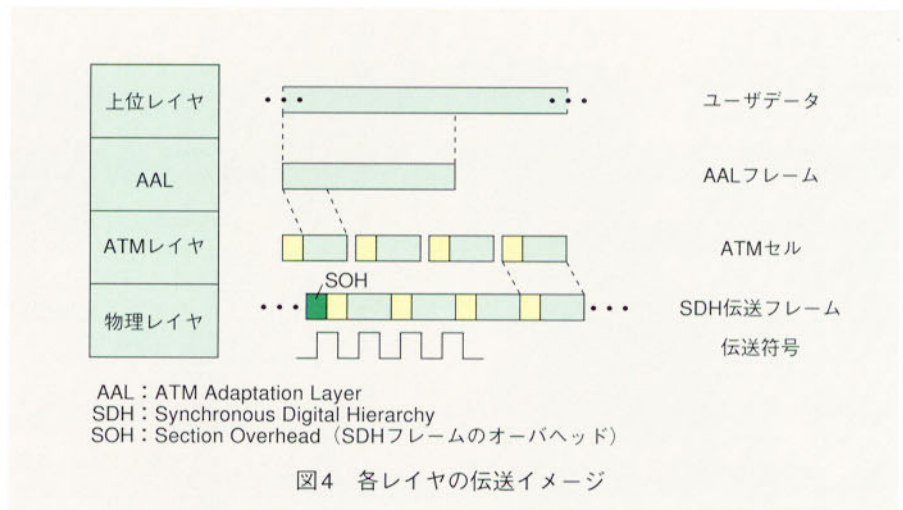


図4 各レイヤの伝送イメージ

イヤとの整合を行います。各レイヤの伝送形態のイメージを図4に示します。

国際標準化機関であるITU-Tでは、AAL1, 2, 3/4, 5の4つのAALタイプが勧告化されています[3]～[6]。この中でAAL3/4については主にデータ通信を目的として開発されましたが、より簡易化されたプロトコルであるAAL5が世の中で広く使用されていることから、ここではAAL1, 2, 5の3つのAALタイプについて紹介します。

(1) AAL1

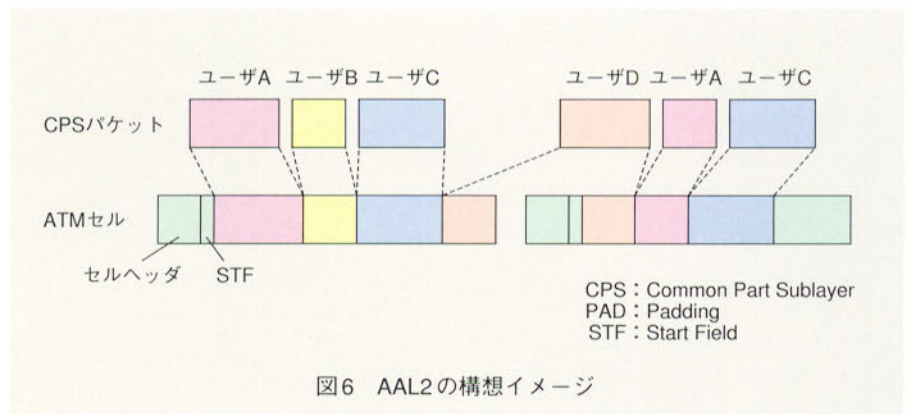
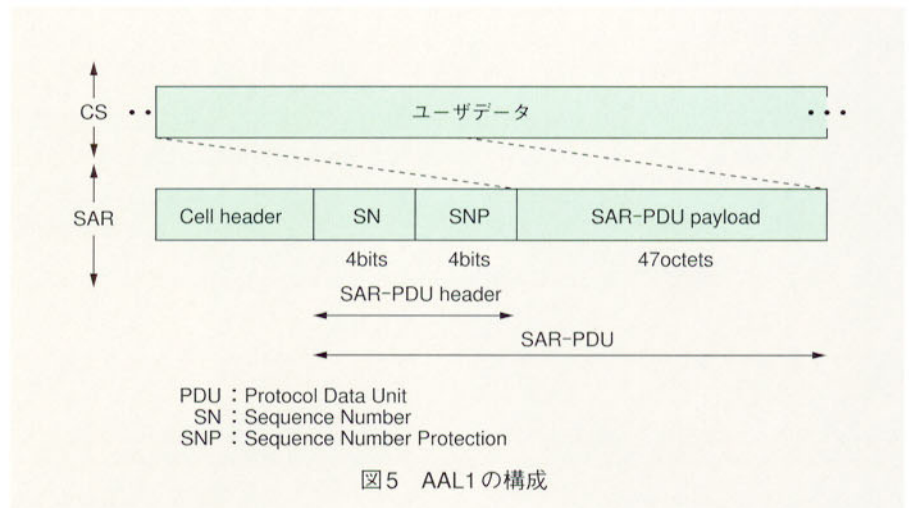
AAL1は、64kbit/s PCM 音声符号などの固定速度サービスに用いられます。図5にAAL1の構成を示します。

AAL1の送信側では、連続的なオクテット単位の上位レイヤのデータを1オクテット単位にCS (Convergence Sublayer)

が受け取り、47オクテットになった時点でSAR (Segmentation and Reassembly) サブレイヤに受け渡します。SARは1オクテットのSAR-PDU (Protocol Data Unit) ヘッダを付加してATMレイヤに送信します。SAR-PDUヘッダ内のSN (Sequence Number) にはセルごとに0～7の循環番号を付与し、SNP (Sequence Number Protection) にSNの値に応じた誤り保護情報を格納します。

受信側では、ATMレイヤから受信した情報のSAR-PDUヘッダのSNPによりSNの正当性を確認した後、SNの値から受信したセルの連続性を検査します。このSNの機能によって受信側では上位レイヤのデータの連続性 (タイミング) が保証されます。

例えば、64kbit/sの μ -law PCM 音声



符号化データをAAL1で伝送する場合には、送信側で47オクテットごとにATMセル化しますので約6msごとに1セルが生成されます。逆に受信側では6msごとにATMセルを定期的に受信して元の符号化データ流を復元します。

(2) AAL2

次項で示すAAL5は比較的長いデータをATM伝送するのに適していますが、AAL2は短いデータを効率的に伝送するのに適しています。AAL2では異なるユーザのフレームを、1つのATMセルに多重して伝送するのが特徴です(図6)。AAL2では、上位アプリケーションに関わらず共通に使用されるCPS(Common Part Sublayer)と、サービスに依存するSSCS(Service Specific Convergence Sublayer)に分けられます。図7にAAL2の

構成を示します。

AAL2の送信側では、複数の上位レイヤから45オクテット以下のフレームをCPSが受け取り、フレームごとにヘッダを付加してCPSパケットを生成します。CPSパケットヘッダにはチャンネル識別子(CID: Channel Identifier)、CPSパケット長(LI: Length Indicator)、CPSヘッダ誤り制御(HEC)が含まれています。CPSでは47オクテット単位に1オクテットのSTF(Start Field)を付加してATMレイヤに受け渡します。ここでCPSパケットは、2つのATMセルにまたがって搭載されることが可能です。また、複数のCPSパケットを多重する際に、ATMセルペイロードがある制限時間内に47オクテットに満たなかった場合は、残りの部分をPAD(Padding)で埋めることにより

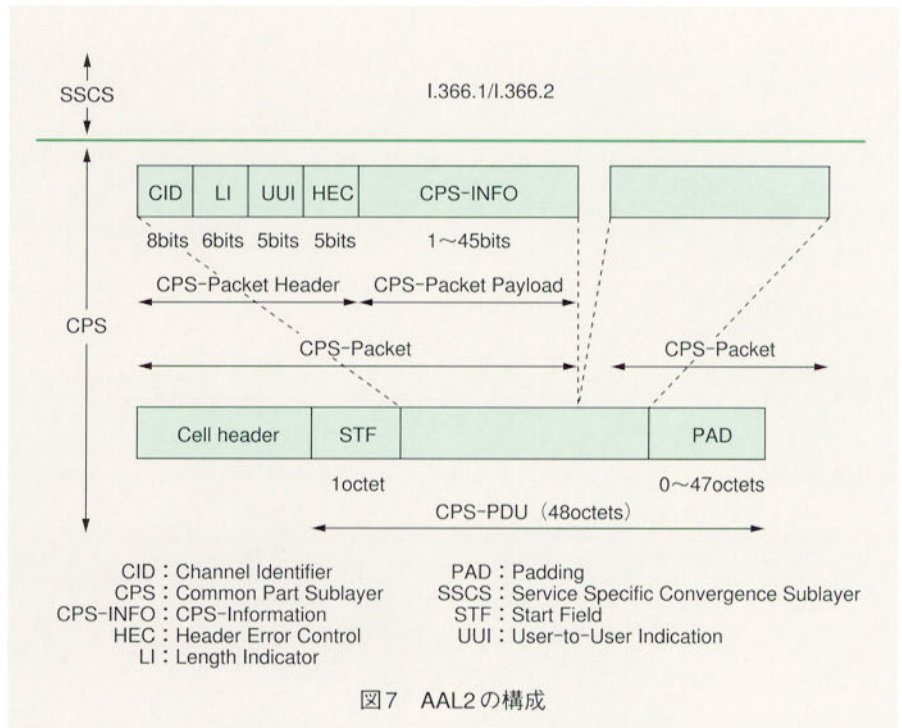


図7 AAL2の構成

セル化遅延の増加を防止しています。STFは、前セルからのまがり分を除いた、最初のCPSパケットの先頭位置を指示します。

受信側では、STF内の値から最初のCPSパケットの位置を判定します。セルまがりデータがある場合は蓄積していたCPSパケットと結合してCPSパケットを完成させます。LIを参照してそれぞれの長さ分だけのCPSパケットの切り出しを行います。個々のCPSパケットは、CIDによってユーザを識別し、特定の上位レイヤのユーザに渡されます。

AAL2は移動通信で使用されている、低速度高能率符号化音声を適用することを主目的として標準化されました。IMT-2000ネットワークでも移動通信サービスをATMで効率良く運用するためのAALタイプとして期待されています。

AAL2のSSACSとして、45オクテットを超える上位レイヤのユーザデータを伝送することを可能とするI.366.1と、受信側で送信側のタイミングを再生する能力を持たせたI.366.2がITU-Tで勧告化されて

います。

(3) AAL5

AAL5は主にデータ通信やシグナリングの転送に用いられ、長いデータフレームをATM伝送するときに適しています。AAL2と違い、複数ユーザをATMセルに多重する機能は持ちません。図8にAAL5の構成を示します。

AAL5の送信側では、上位レイヤのフレームをCSが受け取り、48オクテットごとに分割してSARに受け渡します。CPCS-PDUペイロードの最後には、CPCS-PDU長を48オクテットの倍数とするためのパディング (PAD : Padding) と、8オクテットのトレイラを付加します。トレイラ内にはCPCS-PDUペイロード長 (Length) と、CPCSフレームのCRCを含みます。SARではCPCSから受け取ったデータが継続しているか最後かを、ATMヘッダ内のペイロードタイプ内に表示させます。

受信側では、ATMヘッダ内のペイロードタイプの値を参照して分割データの継続か最後かを判定することにより、可変

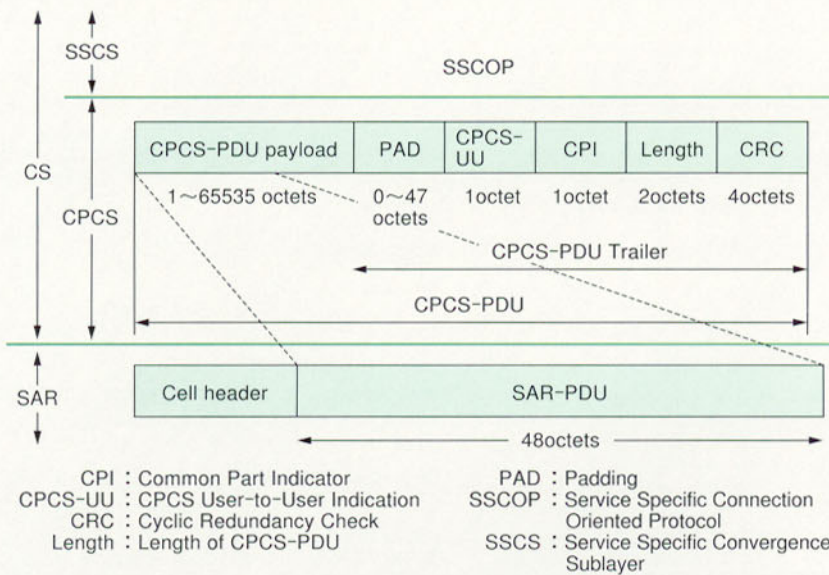


図8 AALタイプ5の構成

表1 AALタイプとその特徴

	AAL1	AAL2	AAL5
ITU-T標準勧告	I.363.1	I.363.2	I.363.5
チャンネル多重伝送	不可	可能 1VCあたり256チャンネル	不可
最大フレーム長	上位データはフレーム構成を有さない	45オクテット ^{*1} (CPS/パケット ^{*2})	65535オクテット (CPCS-SDU)
セル間隔の受信側での保存	可能	可能 (I.366.2)	不可
情報送信間隔	一定	可変	可変
フレーム誤り検出	なし	あり (SSTED : I.366.1)	あり
フレーム再送	なし	あり (SSADT : I.366.1)	あり (SSOP)

^{*1} 勧告上は64オクテットも規定されているが、デフォルトは45
^{*2} SSOP (Service Specific Convergence Sublayer) でI.366.1機能を用いることにより、最大65535オクテットの上位データ転送が可能

CPCS : Common Part Convergence Sublayer
 CPS : Common Part Sublayer
 SDU : Service Data Unit
 SSADT : Service Specific Assured Data Transmission
 SSOP : Service Specific Connection Oriented Protocol
 SSTED : Service Specific Transmission Error Detection

長データの組立が可能となります。最後のデータを受信した場合には、CPCS-PDUトレイラのCRCにより組み立てた情報の誤りの検査を行い、さらにLengthと組み立てたデータのオクテット長を比較してデータの抜けがないか確認した後、上位レイヤにデータを受け渡します。

また、AAL5のSSCSとしてSSOP (Service Specific Connection Oriented Protocol) を適用することによって、誤ったデータやデータ欠損を検出した場合に再送を行い、上位レイヤでの情報転送を保証することができます。

以上3つのAALタイプについて説明しましたが、表1に機能の一覧を示します。

おわりに

前回に続いてATM技術の紹介として、物理レイヤ、AALの機能を示しました。今回はATMのサービス品質および帯域制御の考え方について説明する予定です。

文献

- [1] 新日本ITU協会編，“わかりやすいB-ISDN技術”，オーム社。
- [2] 電子情報通信学会，“広帯域ISDNとATM技術”。
- [3] ITU-T Rec. I.363.1，“B-ISDN ATM Adaptation : Type 1 AAL”，Aug. 1996。
- [4] ITU-T Rec. I.363.2，“B-ISDN ATM Adaptation layer specification : Type 2 AAL”，Sep. 1997。
- [5] ITU-T Rec. I.363.3，“B-ISDN ATM Adaptation Layer specification : Type 3/4 AAL”，Aug. 1996。
- [6] ITU-T Rec. I.363.5，“B-ISDN ATM Adaptation Layer specification : Type 5 AAL”，Aug. 1996。