

次世代方式ネットワーク技術特集

Special Issue of Next Generation Network Techniques

IMT-2000 ネットワークにおける ATM 技術

ATM Technique in IMT-2000 Network Infrastructure

IMT-2000 ネットワークの基盤技術として適用予定の ATM は、モバイルマルチメディア情報を効率良く取り扱うことができる。本稿では、この ATM と無線アクセスネットワークの有力技術である W-CDMA との整合性について概説する。

さらに移動通信環境を考慮した際に ATM 技術の中で重要な役割を果たす AAL2 伝送、交換方式について概説する。

An ATM technique adopted in an IMT-2000 network infrastructure can handle mobile multimedia traffic efficiently. This paper describes combination suitability of the ATM and W-CDMA techniques in the radio accesses network. This paper also, describes AAL2 transmission and switching method which plays an important role in a mobile environment.

石野 文明 田村 基
Fumiaki Ishino Motoshi Tamura

まえがき

ATM (Asynchronous Transfer Mode) は、伝達する情報を 53 バイトの固定長の「セル」に分割し、統計多重伝送・交換することによりさまざまなデータ構造を持つマルチメディア情報をネットワークで効率良く一元的に取り扱うことができる。この ATM は、次世代通信 (IMT-2000: International Mobile Telecommunications-2000) 無線技術として有力な W-CDMA と有線、無線区間の伝送でお互いに効率的な連携を取ることが求められる。

また ATM 技術に関しては、当初固定網通信の光ファイバ伝送を前提に 64k~数百 Mbit/s 以上の情報を取り扱うことを想定して標準化が行われた。

一般的に固定網の回線交換で用いられる 64kbit/s の固定速度の音声やデータ通信は、固定速度 (CBR: Constant Bit Rate) 通信と呼ばれ ATM セルに分

割伝送する際の整合のために AAL1 (ATM Adaptation Layer 1) [1] を用い、パケット通信のような可変速度 (VBR: Variable Bit Rate) 通信には AAL5 [2] を用いている。

一方、移動通信で用いられる音声圧縮符号化技術では、64kbit/s 以下の低速パケット情報を取り扱うため、既存の AAL5 伝送では非効率であった。

本稿では、ATM と W-CDMA の整合性について述べると共に、IMT-2000 ネットワークで取り扱う低速情報伝送に好適な AAL2 伝送・交換方式について概説する。

なお、IMT-2000 における ATM 技術適用のメリットは文献 [3]、AAL 機能概要については文献 [4] を参照された。

ATM 技術と W-CDMA 技術^[5]の整合

図 1 にモバイルマルチメディアを実

現する IMT-2000 ネットワーク構成を示し、W-CDMA 技術と ATM 技術の適用箇所を示す。

IMT-2000 の無線区間に適用する W-CDMA 技術は、送信側で固有のコードパターンを用いてデータを変調すると共に、受信側で同コードパターンを用いて復調することで元データの復元を可能とするコード分割多重方式であり、従来の時分割多重 (TDMA) や周波数分割多重 (FDMA) 方式と異なり、複数のユーザが同時に無線周波数を共有して通信を行うことが可能である。したがって、ユーザは従来のようにユーザ固有に割り当てられた無線周波数やタイムスロット内での通信に制約されることなく、送信データがあるときに自由にデータを送信することができ、送信データのないときには送信しなくてもユーザ固有の無線資源を持たないため無駄は生じない。W-CDMA における無線区間の加入者容量はユーザ間の電波の干渉量によって

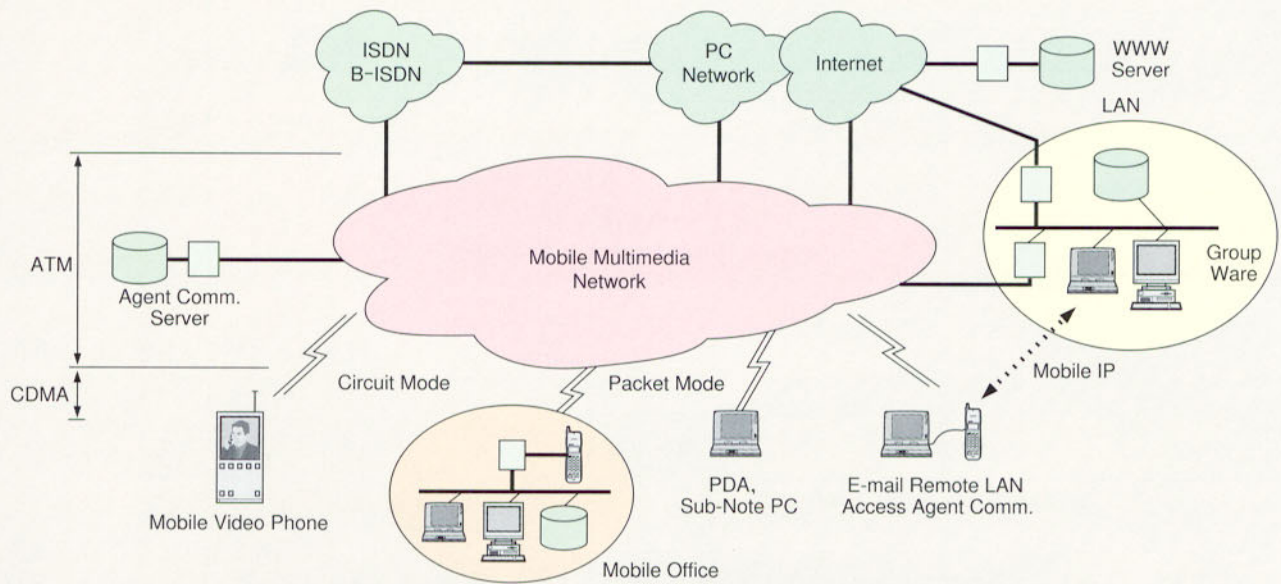


図1 IMT-2000ネットワークにおけるATMとW-CDMA技術の適用
Figure 1 ATM and W-CDMA Technique in IMT-2000 Network.

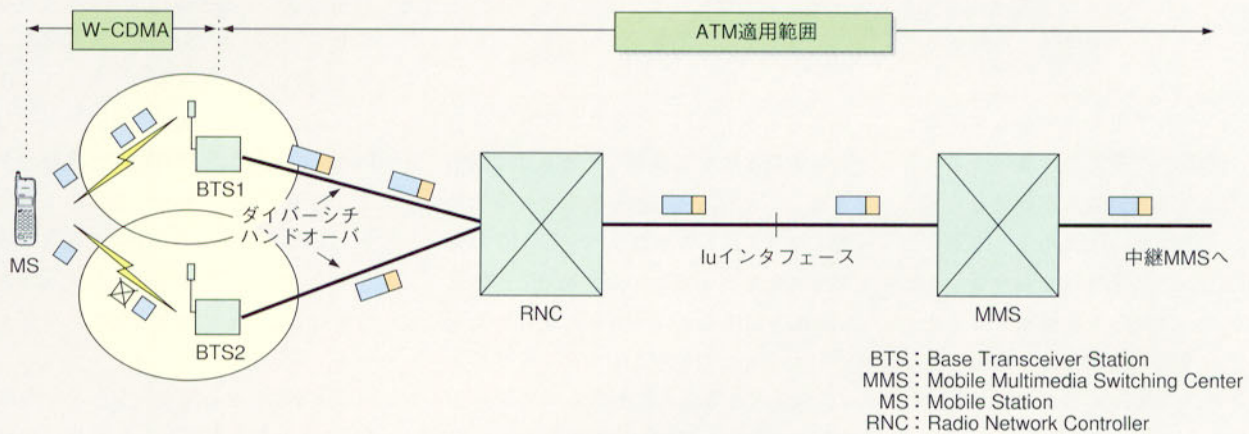


図2 ダイバーシチハンドオーバー
Figure 2 Diversity Handover.

決定されるため、複数ユーザのデータ送信のON/OFFによってトータルで許容可能な送信電力について統計多重効果を得ることができ、可変・多元トラフィックを効率良く伝送することができる。

この特性は、加入者アクセス回線において複数ユーザが固有の識別子を用いて同一物理回線にATMセルを統計多重伝送するATMの特性と同じであるため、無線区間の統計多重効果をATMの加入者アクセス回線でもそのまま効果的に引き継ぐことができる。

またW-CDMAでは、無線区間の干渉量を最小限に抑えて加入者容量を高めるために、送信電力制御やダイバーシチハンドオーバー制御を行っている。送信電力制御は、MS (Mobile Station) とBTS (Base Transceiver Station) でお互いが受信した無線フレームの状況をフィードバックし合い、常に送信電力を必要最小限に抑える技術である。また、ダイバーシチハンドオーバー制御の上りフレーム処理に関しては、エリア境界におけるMSからの上り無線フレームを複数のBTSで受信した上で、

RNC (Radio Network Controller) のダイバーシチハンドオーバー装置により良い受信無線フレームを選択合成することによりサイトダイバーシチ効果を得る。

図2を用いてこのダイバーシチハンドオーバー動作を説明すると、エリア境界においてMSから送信された無線フレームはBTS1とBTS2において受信され、それぞれATMセル化してRNCに送信される。このとき、ユーザの送信情報がなく、各BTSで無線フレームの受信がなかった場合にはATMセルを

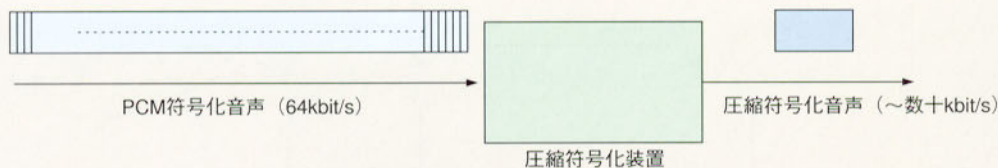
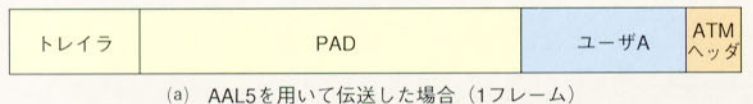
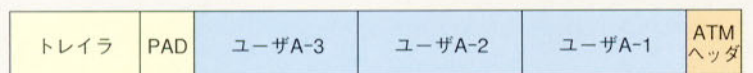


図3 音声圧縮符号化
Figure 3 Voice Compress Encoding.



(a) AAL5を用いて伝送した場合 (1フレーム)



(b) AAL5を用いて伝送した場合 (3フレーム)

PAD : Padding

図4 AAL5を用いた音声フレーム伝送
Figure 4 Voice Frame Transmission by AAL5.

生成しないため、加入者アクセス回線が無駄に使用されることはない。さらに、送信電力制御が他方のBTSとの通信に適正化されていたために、品質が著しく劣化した無線フレームを受信したBTSでは、フレームを破棄することで有意データのみATMセル化し、加入者アクセス回線の不当な帯域使用を抑制することができる。

このように無線区間におけるW-CDMA技術と加入者アクセス回線に適用されるATM技術は最良の組み合わせといえる。

圧縮符号化音声におけるAAL2の適用

移動通信における音声通信では無線周波数資源の有効利用のために、通常では64kbit/sのPCM符号化音声圧縮符号化則を用いて数k~数十kbit/sの情報量に圧縮して無線区間を伝送する(図3)。

IMT-2000ネットワークにATM技術を適用した場合には、無線フレームで

伝送された圧縮音声情報をBTSで受信し、ATMセルに変換してRNCに送信する。このときの加入者アクセス伝送路における1ユーザ当たりの情報量は、例えばG.729 CS-ACELPなど8kbit/sの圧縮符号化則を適用した場合には10ms当たり10バイト程度であり、48バイトのATMセルペイロードの1/4程度しか満たせない。

図4(a)はAAL5を用いて1音声フレームを伝送した場合のATMセルのペイロード構成を示しているが、実際に伝送したい音声フレームに比べ、AAL5のトレイラ情報やパディングの情報量の方がペイロードの大部分を占めている。また、図4(b)ではAAL5伝送の効率を向上させるためにユーザの音声フレームを3フレーム分多重して伝送した場合のペイロード構成を示しているが、この場合では本来1フレーム受信した時点で送信されるATMセルを後続の2フレーム分が到着するまで待たせることになり、20msのフレーム待ち合わせ遅延が生じてしまう。このように、既存のAAL5伝送では低速度情

報を効率的かつ低遅延で伝送することができなかった。

AAL2の標準化^{[6][7]}

この問題を解決するために提案、標準化されたのがAAL2である。AAL2では、同時期に通信を行なう複数ユーザの情報を1ATMセルに多重することにより、低速度情報の伝送効率を向上させると共に、多重のための遅延を軽減させている。すなわち、低速度のユーザ情報にユーザ識別子(CID: Connection Identifier)と情報長(LI: Length Indication)を含むパケットヘッダ(CPS-PH)を付けてパケット(CPSパケット)化し、複数のユーザパケットを多重化した上で同一コネクション識別子のATMセルのペイロードに格納する。

各CPSパケットのCPS-PH内にLIを持たせることによって可変長の情報を扱うことができ、またAAL2多重を行なった多重データの先頭に多重分離のための制御情報(STF: Start Field)を1バイト設けて1ATMセルに収まらなかったCPSパケットの残りを後続のATMセルにまたがって格納することを可能とする[4]。

図5にBTS~RNC間にAAL2を適用した場合のフレーム伝送処理を示す。

AAL2多重伝送効率

伝送効率を明らかにするため、AAL2多重伝送方式とAAL5パッチャブル伝送方式(図4(a))について、伝送回線速度に対して多重可能な最大

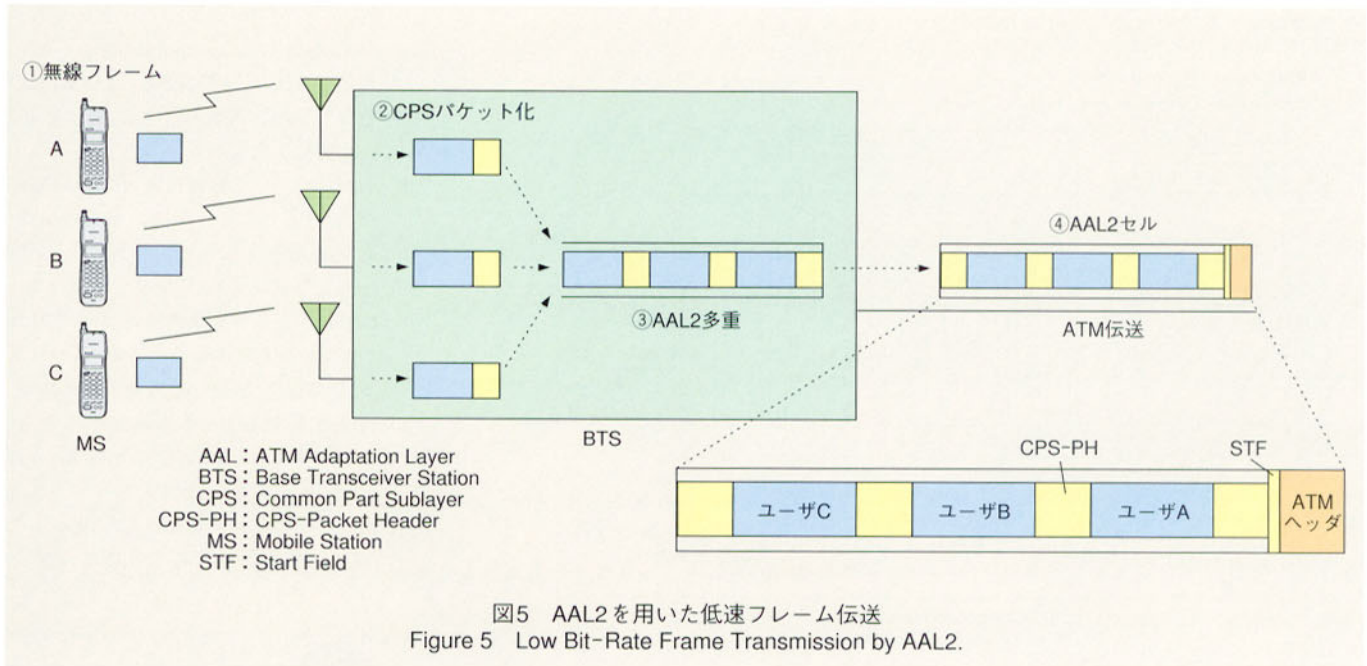


表1 計算条件
Table 1 Calculation Condition.

	AAL2	AAL5
ユーザ情報量	10バイト/10ms (8kbit/s)	
有音率 (情報発生率)	60%	
AAL2多重効率	70%	
ATM多重効率	70%	

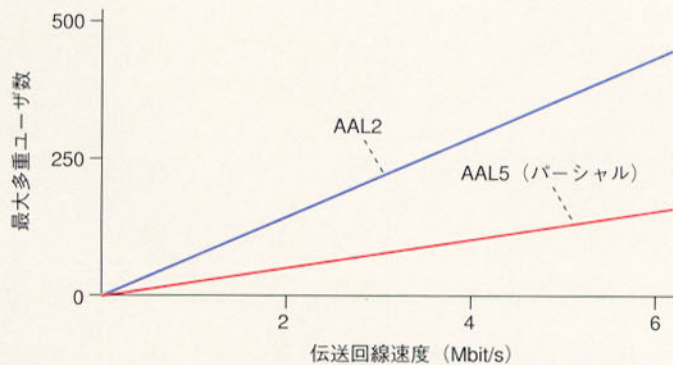


図6 AAL2とAAL5の伝送効率
Figure 6 Transmission Efficiency of AAL2 and AAL5.

の交換ノードであるMMS (Mobile Multimedia Switching Center) におけるAAL2交換処理概要を示す。

伝送路から入力されたAAL2多重ATMセルは、入力ポートにおいてCPSパケット単位に分離され、パージナル形式のATMセルに変換される。この変換の際にAAL2ユーザの接続識別子であるCIDは、パージナルATMセルのVC (Virtual Connection) として引き継がれる。ATMスイッチ内のセルルーチングは従来のATM交換装置の機能と同様である。

出力ポートでは、同一方向に出力される前述のパージナルATMセルをCPSパケットに再変換し、MMS内で使用していたVCを出力回線のAAL2で使用するCIDに変換する。

なお、入出力回線でユーザの識別のために使用するAAL2のCIDは隣接ノード間でAAL2シグナリングを用いて割り当てられる。

ユーザ数の理論値計算を行なった。計算条件を表1、計算結果を図6に示す。

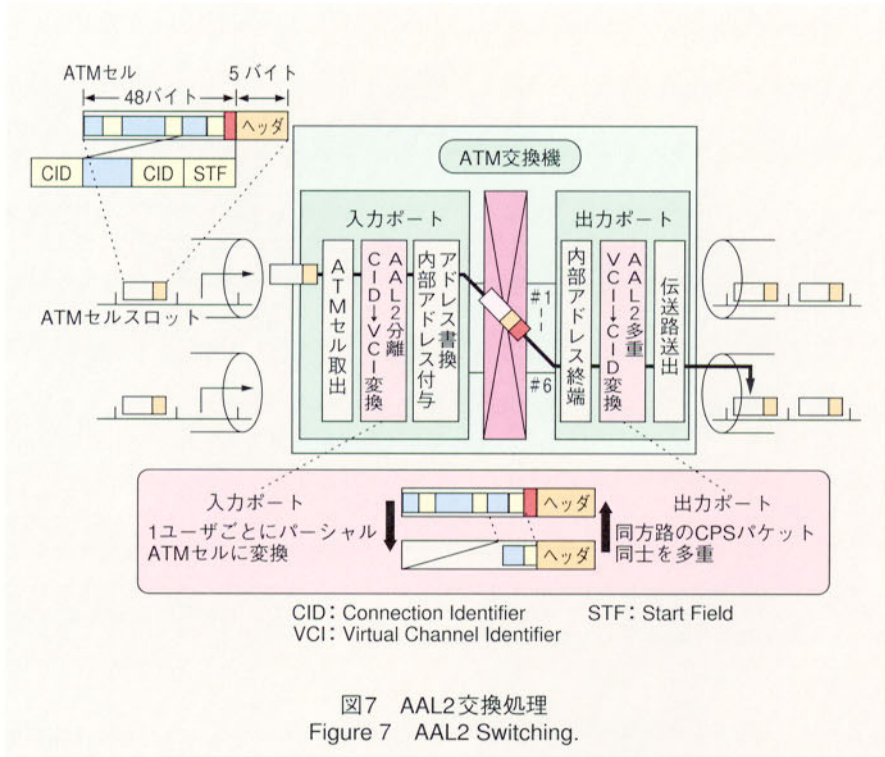
計算の結果、AAL2多重方式はAAL5に比べ2.5倍程度良いことが分かる。ただし、計算の前提である多重効率の値は、多重時に許容する待ち合わせ遅延とのトレードオフ関係にあり、今後適正な値を明確化して行く予定である。

MMSにおけるAAL2交換処理

AAL2交換処理は、従来のATM交換装置の入出力ポートにAAL2多重分離機能を追加することにより実現可能である。図7にIMT-2000ネットワーク

あとがき

ATMとW-CDMAが最良の組合せであることを示し、移動通信に適したATM技術であるAAL2の伝送および交換処理を紹介した。



現在AAL2機能を始めとし、IMT-2000サービス実現のための新規機能をATMプラットフォーム交換装置上に配備した、MMS実験装置を開発、評価中であり、今後2001年のサービス開始に向けて装置の改良および実用化

を行なっていく予定である。

文献

- [1] ITU-T Recommendation I.363.1, "B-ISDN ATM Adaptation Layer specification: type 1 AAL", August 1996.
- [2] ITU-T Recommendation I.363.5, "B-

ISDN ATM Adaptation Layer specification: type 5 AAL", August 1996.

- [3] 石野, 田村: "ATM技術 その1 ATMの基礎", 本誌, Vol.6, No.3, pp.31-45, Oct.1998.
- [4] 石野, 川上: "ATM技術 その2 ATMの伝送技術", 本誌, Vol.6, No4, pp.37-42, Jan.1999.
- [5] 山縣, 大野, 三木, 柚木, 東: "W-CDMAシステム実験機特集(1)W-CDMAシステム実験アクセスインタフェース", 本誌, Vol.6, No.3, pp.31-45, Oct.1998.
- [6] ITU-T Recommendation I.363.2, "B-ISDN ATM Adaptation Layer type 2 specification", September 1997.
- [7] 石原: "VTOA用新AAL-AAL Type2-", ATM日本委員会NEWS LETTER, 1997.