

# A T M画像データ伝送装置の開発

川高 美由紀  
富士通株式会社

中山 幹夫  
富士通株式会社

川崎市中原区下小田中2-12-5 富士通中原ビル  
(統合通信システム開発部 // kawataka@nh.ts.fujitsu.co.jp)

あらまし

近年のA T M網伝送技術の一般家庭に対する普及を考慮した、最も有力なアプリケーションサービスの一つとして、テレビ会議や遠隔講義等の画像伝送サービスが注目されている。

本稿は、このサービスをリアルタイムで高画質に小型装置により実現するために必要となる画像圧縮方式、更にこの圧縮画像データのA T Mセル化に伴う課題を解決すべく、A T Mセルへのデータマッピング方式、画像クロック伝送方式の検討、及び、この検討に基づいて開発したA T M画像データ伝送装置の報告を行う。

キーワード : 広帯域、画像圧縮、クロック伝送

## The development of the video data communication system over ATM network

Miyuki Kawataka  
Fujitsu

Mikio Nakayama  
Fujitsu

Nakahara BLDG., 12-5, Shimokodanaka 2-chome, Nakahara-ku, Kawasaki  
(Integrated System division // kawataka@nh.ts.fujitsu.co.jp)

Abstract

One of the most important application services on ATM network is video communication service, that is, television conference, remote lecture, and so on.

We developed a compact ATM video system with real-time transmission and high-resolution by following investigations;

- visual data compression method,
- data mapping method and clock transmission method in ATM adaptation layer.

key words : ATM, Motion JPEG, SRTS, B-ISDN

## 1. はじめに

近年のATM網伝送技術の発展に伴い、大容量データの高速伝送が安定的に提供可能となってきている。この技術の一般家庭に対する普及を考慮した、最も有力なアプリケーションサービスの一つとして画像伝送サービスが注目されている。

この画像伝送サービスには、以下のような2種類のサービス例が挙げられる。

### (例1) VOD (Voice On Demand)

大容量データの伝送を行うのでデータの高压縮技術が必要である。但し、予めまとめてデータを受信してから使用するため、伝送時間や圧縮時間については比較的意識しなくもよい。

### (例2) テレビ会議、遠隔講義

比較的長時間使用するため、効率的なデータ伝送方式を要す。又、リアルタイム性、即ち、伝送遅延を最小限とする必要がある。更に、黒板等の使用を考えると高品質画像であることも要求される。ここで、本サービスでは双方向に画像伝送を行う特徴をもつことから、各ユーザへの普及を考え、低価格化や小型化もポイントである。

本稿では後者について検討を行う。後者のサービス実現には、①伝送効率②リアルタイム性③高品質画像④低価格/小型の装置でATM網伝送することが必要となる。そこで、本稿では、これらの条件を満たすように、以下のような課題の検討を行うこととする。

- (1)画像圧縮方式の検討
- (2)AALタイプの検討
- (3)画像クロック伝送方式の検討
- (4)ATMセル化方式の検討

## 2. 画像圧縮方式の検討

原画像データの信号方式としては、PAL方式(欧州)とNTSC方式(北米、日本)の2種類が一般的である。画像圧縮方式や伝送方式において基本的な差はないので、本稿では、NTSC方式で検討を進める。

NTSC方式はNational Television System Committeeで決定された国際標準の画像信号NTSC信号による方式であり、民生用のテレビ

やビデオの入出力信号としても使用される。

NTSC信号はアナログ信号であり、垂直同期信号、水平同期信号、画像信号が多重されている。

NTSC方式では1画面分の情報である1画像フレームが525ラインで構成され、一秒に約30画像フレームの画像情報を伝送する。

また、各画面情報の画像フレームは奇数フィールドと偶数フィールドとに分離して順次送信されるため、1秒間に伝送されるフィールドは約60フィールドである。

このような大容量の画像データの伝送を効率的に行うためには、画像圧縮を行うことが必要である。

そこで、表2に各画像圧縮方式の特性比較を示す。

表2 画像圧縮方式の比較

方式	圧縮後データ量	画質	遅延時間	パルス	総合評価
非圧縮	100 Mbps	良	1ms 以下	○	構成簡易 データ量が 多め
DPCM : 差分 圧縮	40 Mbps	良	1ms 以下	○	データ量が やや多め リアルタイム性 有
Motion JPEG	20 Mbps	良	20ms 程度	○	データ量が 少なめ リアルタイム性 有
MPEG2	6~10 Mbps 程度	良	500ms 程度	△	遅延大 画像蓄積 適す
MPEG1	1.5/ 6.3 Mbps	△	500ms 程度	○	遅延大 画像蓄積 適す

非圧縮方式やDPCM（差分圧縮）方式ではリアルタイム性はあるが、データ量が多いためデータ伝送効率が良くない。

MPEG1方式は、動画圧縮専用の方式である。この方式は圧縮手順が複雑なため処理時間がかかり伝送遅延が大きい。更に、圧縮による画質が他の方式と比べて劣るため今回の検討からは除外した。

MPEG2方式も、動画圧縮専用の方式である。現在のところ画像圧縮用にチップセット化が進んでいないため、現状では、インプリメント上、小型化は困難である。更に、将来、この方式がインプリメントされた場合にも、圧縮率が高いので通信コストは安い、圧縮手順が複雑なため処理時間がかかり伝送遅延も大きい。そのため、この方式は比較的長時間使用して、かつ、伝送遅延が問題にならないようなビデオ伝送等の用途に使用され、適用範囲が異なると考えられる。

一方、MotionJPEG方式は、静止画圧縮方式のJPEG方式で使用されるJPEGアルゴリズムに基づく。

各フィールド情報を静止画として圧縮処理を行い、この圧縮データを1秒間に60フィールド送信するものである。

このJPEGアルゴリズムは、国際標準化グループJPEG (Joint Photographic Experts Group) でカラー画像やグレースケール画像の連続する色調の画像圧縮のための標準として作成されたものである。

受信側では、連続的に受信するので動画像として再生可能であり、高品質の画質を得ることができる。更に、処理もMPEG2方式と比べ簡易であり、処理時間も短い。また、各フィールドは独立情報として処理されるので、画質も安定している。

一般にJPEGアルゴリズムとして使用されている方法は、Huffman Table で符号化を行うSequential DCT-based Baseline 方式である。

Sequential DCT-based Baseline方式では、図2のような処理を行う。

このように、静止画圧縮方式JPEG方式で画像を圧縮してから、連続的に伝送を行うという特徴を有するMotionJPEG方式は、画像品質の点からみてもMPEG2方式と比べ同等に

良好である。

圧縮データ量はMPEG2方式よりやや多いという難点はあるものの、他のデータ圧縮方式と比べると少ない。

更に、MotionJPEG方式はMPEG2方式と異なり、処理が画面毎に閉じているのでバッファ量も少なく、そして、他画面の影響を考慮しなくても良いので、インプリメント上もシンプルな構成で実現できると考えられる。

また、圧縮手順もMPEG2方式と比べシンプルなので、処理時間も少なく、伝送遅延も抑えることができるので、リアルタイム性に優れる。

以上のことより、MotionJPEG方式は、効率的、リアルタイム性、高品質な画質を満たしており、更に、低価格化/小型化の実現性を有し、テレビ会議や遠隔講義に適しているということができた。

そこで、MotionJPEG方式を用いて画像圧縮を行って、その圧縮データをATM網に伝送をする「Motion JPEG over ATM」方式の検討を進めることとした。

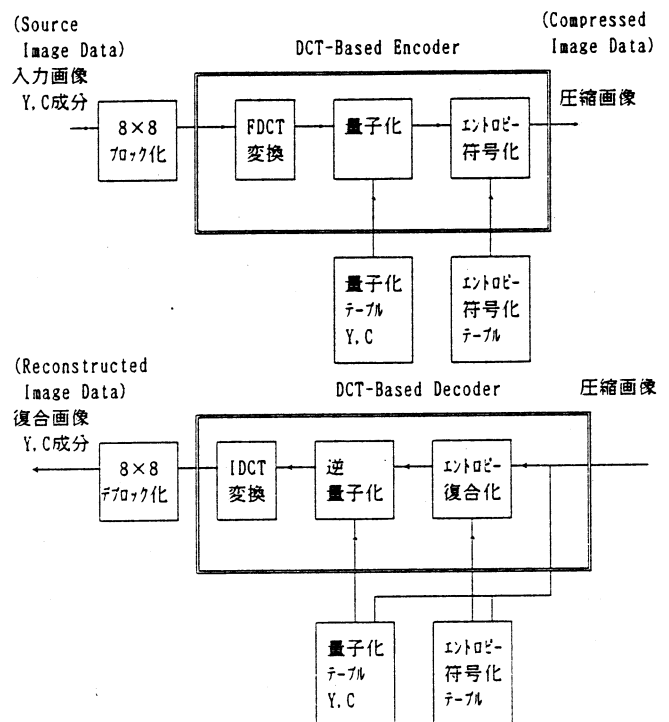


図2 DCT-Based Encoder/Decoder 概念図

### 3. AALタイプの検討

ATM網伝送を行う時に基本となる、ATMセルのデータマッピング方式はAALタイプ毎に異なる。

しかしながら、「Motion JPEG over ATM」方式、即ち、MotionJPEG方式で圧縮した画像データのATM網への伝送方式は標準として規定されていない。

そこで、最適なATMセルへの圧縮画像データマッピング方式の選択、即ち、AALタイプ選択の検討から行う必要がある。

2章での検討結果に基づき、画像圧縮方式として、MotionJPEG方式が有効であるという結論を得ているが、この方式により圧縮されたデータはフィールド毎にデータ量が異なるためにそのままではCBR (Constand Bit Rate) データではなく、VBR (Variable Bit Rate) データとなる。

そこで、上記の条件を考慮して、表3で各AALタイプでの比較を行った。

表3 各AALタイプでの比較

AAL種別	BIT RATE	クロック送信	問題点	結果
AAL TYPE 1	CBR	可	VBR では使用不可	VBR/CBR 変換必要 実現可
AAL TYPE 2	VBR	可	勧告上の規定が不明確	実現上 独自仕様 となり 不適當
AAL TYPE 3/4	VBR	不可	クロック送信不可	別途クロック送信手段 必要
AAL TYPE 5	VBR	不可	クロック送信不可	別途クロック送信手段 必要

表3に示すように、AALタイプ2がVBRデータの伝送とクロック伝送に適しており有効となるが、残念ながら勧告上の規定が現状では不明確なままであり、そのため、ATMセルへのデータマッピングが、独自仕様で行うこととなり不適當である。

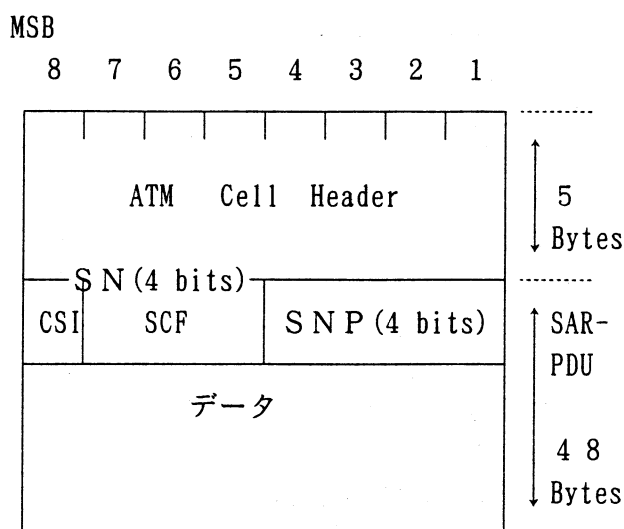
又、AALタイプ3/4、及びタイプ5はクロック伝送手段を別途設ける必要があり、実現が困難である。

一方、AALタイプ1では一定の情報速度によりデータ (CBRデータ) を転送すると共に送信側で付与した時間情報をヘッダにのせ、受信側でその時間情報の監視ができる。

即ち、AALタイプ1は、クロックの伝送が可能である。そこで、AALタイプ1が有効といえる。

但し、CBRデータ伝送しかできないため、VBR/CBR変換を行うことが必要となる。

AALタイプ1でデータマッピングを行ったATMセルフォーマットを以下に示す。



SN : Sequence Number Field(4 bits)  
 CSI:Convergence Sublayer Indication bit  
 SCF:Sequence Count Field (3 bits)  
 SNP: Sequence Number Protection Field (4 bits)

図3 ATM CELL FORMAT:AAL TYPE 1

#### 4. 画像クロック伝送方式の検討

AALタイプ1では、クロック伝送方式として次の2種類を有する。

- (1)アダプティブ方式：受信FIFOの中のデータ量の増減を監視し、サービス側のクロック速度を制御する方式。
- (2)SRTS方式：ATM網からのクロックをCSレイヤで処理してクロック情報を抽出し、サービス側のクロック速度を制御する方式。

ここで、画像データクロックは、これを基準として画像の水平同期/垂直同期クロックを生成する必要があるので、クロック揺らぎがそのまま画像品質に繋がることが推定できる。

そのため、上記アダプティブ方式では、受信FIFO容量に依存し、そのFIFO内のデータ量でクロックを制御するため、クロックの揺らぎ量が大きくなってしまいうので、画像クロックとしては不適當である。

一方、SRTS方式ではCSレイヤを使用するため、ロジックが複雑になるが、クロックの揺らぎは小さく、画像クロック伝送方式として適當であると考えられる。

そこで、以下にSRTS法について述べ、更に、そのSRTS法を使用して画像クロック伝送を行う方式について検討を行った。

##### 4. 1 SRTS法

###### (a)SRTS法の概念

SRTS法とは、Source Clock Frequency Recovery Methodの一種で、UNIからの受信データより抽出したNetwork Clockを分周したCommon Reference Clockを、サービスインタフェースからの受信データより抽出したService Clockによってサンプリングを行ったRTS (Residual Time Stamp) 情報を用いている。

UNIからの同じクロックを送信部と受信部の両方で用いるものとする。

ここで、Service Clock frequency:  $f_s$ 、Common Reference Clock frequency:  $f_{nx}$ は、

$$1 \leq f_{nx}/f_s < 2$$

の条件を満たす。

###### (b)RTSの生成

ここで、4ビットカウンタをNetwork Clockで動作させ、カウンタ出力をService Clock CycleのN ( $N=3008$ )回毎にサンプリングする。この出力の4ビットがRTSである。

###### (c)RTSの転送

4ビットRTSは、連続したSAR-PDUヘッダの中のCSIビットにより転送される。モジュロ8のSequence Count (SC) 値によって8ビット毎のフレーム構成を提供できる。

CSIビット8ビットのうちSC=1, 3, 5, 7の4ビットはRTSのために割当られ、残りの4ビットは"0"とする。即ち、奇数のSC値=1, 3, 5, 7のSAR-PDUヘッダがRTS転送のために使用される。RTSのMSB (即ち、RTS4) はSC=1のSAR-PDUヘッダのCSIビットに位置し、以下は順に位置する。

#### 4. 2 画像クロック伝送方式

本稿では、SRTS法を応用して、更に、画像クロックの整数倍を画像データ伝送速度と同じになるようにすることで、データ伝送によって、画像クロックも同時に送信できるようにした。

そこで、以下にその手法について示す。

画質の評価を行った結果、良好な画質が得られるような1フィールド当たりの圧縮画像データ量は原画像の種別に依存するが約35~20 (kByte)程度である。

上記画像データを送出するには、40 (kByte)程度を伝送できれば問題はない。よって、この値を上限値とする。これはデータ伝送速度に直すと20 (Mbit/s)程度に相当する。

画像データにおける固有周波数は次の周波数である。

色副搬送波周波数：

$$f_{sc} = 3.579545 \text{ (MHz)} \text{ -----①}$$

水平同期周波数：

$$f_H = 2 f_{sc} / 455 \text{ (MHz)} \text{ -----②}$$

垂直同期周波数：

$$f_v = 2 f_H / 525 \text{ (MHz)} \text{ -----③}$$

また、『Encoding parameters of digital television for studios : CCIR REC.601.2 (1993.7)』における基本サンプリングクロック周波数  $f_e$  は、

基本サンプリングクロック周波数 :

$$f_e = f_H \times 858 \text{ (MHz)} \\ = 13.5 \text{ (MHz)} \text{-----④}$$

である。

ここで、 $f_e = 2 f_0$  で基本クロック周波数  $f_0$  を定義すると、

基本クロック周波数 :

$$f_0 = 6.75 \text{-----⑤}$$

即ち、基本クロック周波数  $f_0 = 6.75$  (MHz) の伝送を行えば、他の同期周波数が再生できることがわかる。

ここで、サービスクロック周波数  $f_s$  とすると、 $f_s = N \times f_0$  を満たすので、

$$N = f_s / f_0 \\ = 2.8 \sim 3.2$$

以上により、 $N$  は整数となる  $N = 3$  が適切であると選択できた。

従って、サービスクロック周波数  $f_s$  は、

$$f_s = 3 f_0 = 20.25 \text{ (Mbit/s)} \text{-----⑥}$$

そこで、以上により、SRTS方式により画像クロック伝送を可能とするためには、サービスクロック周波数として  $f_s = 20.25$  (MHz) を用いることが適切であるということが判った。

上記のような検討による画像クロックの伝送方式の構成図を図4に示す。

## 5. ATMセル化方式の検討

### 5.1 VBR/CBR変換方式

Motion JPEG方式における圧縮画像データのデータ量は、可変、即ち、VBRデータである。そこで、AALタイプ1を使用するためには一定のデータ量のCBR (Constant Bit Rate) となるようにVBR/CBR変換を行う必要がある。

本稿では、ここで、1フィールドに相当する可変データ量  $R(t)$  (Byte) ( $t$ :TIME) に対し、アイドルパターンを有効データ  $R(t)$  の後ろにスタッフィングするアイドルスタッフィングを行うことで、ある一定のデータ量  $R_c$  (Byte) に変換してCBRデータとすることができた。

一定データ量  $R_c$  (Byte) を以下に示す。

$$R_c = (f_s / 8) / f_v$$

前述③、④、⑥より、

$$R_c = 42229.6875 \text{ (Byte)} \\ \text{となる。}$$

### 5.2 ATMセル化

ATMセルにデータマッピングするには、データ量はバイト単位となっていないとしない。そこで、以下のように、 $R_c$  の値を整数化し、バイト化を行う。

$$R_c = 42229 \equiv A$$

$$R_c = 42230 \equiv B$$

の伝送比率が  $a : b$  ( $a, b$  は整数) の時、

$$R_c (a + b)$$

$$= 42229a + 42230b$$

である。

$a + b = 16$  とすると、平均が  $a : b = 5 : 11$  の比率となるように伝送すれば一定のデータ量  $R_c$  を満たすことができる。

このように、VBRデータ  $R(t)$  (Byte) の後ろにアイドルスタッフィングを行い、CBRデータである一定データ量  $R_c$  (Byte) とし、更に、これらのデータを47バイト毎にSAR-PDUヘッダ、及び、ATMヘッダを付加することで、ATMセル化を行うことができた。

図5にこのByte比率5:11で伝送を行う際のATMセル化を示す。

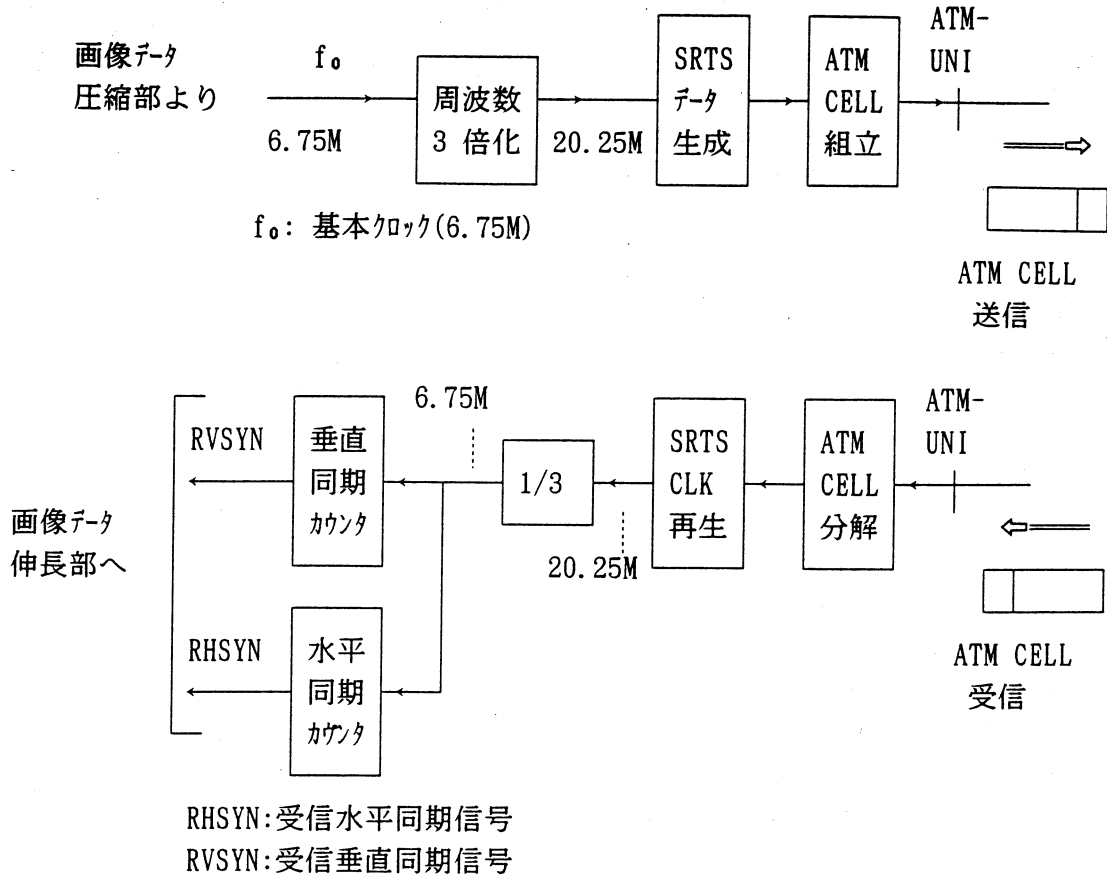


図4 画像クロック伝送構成図

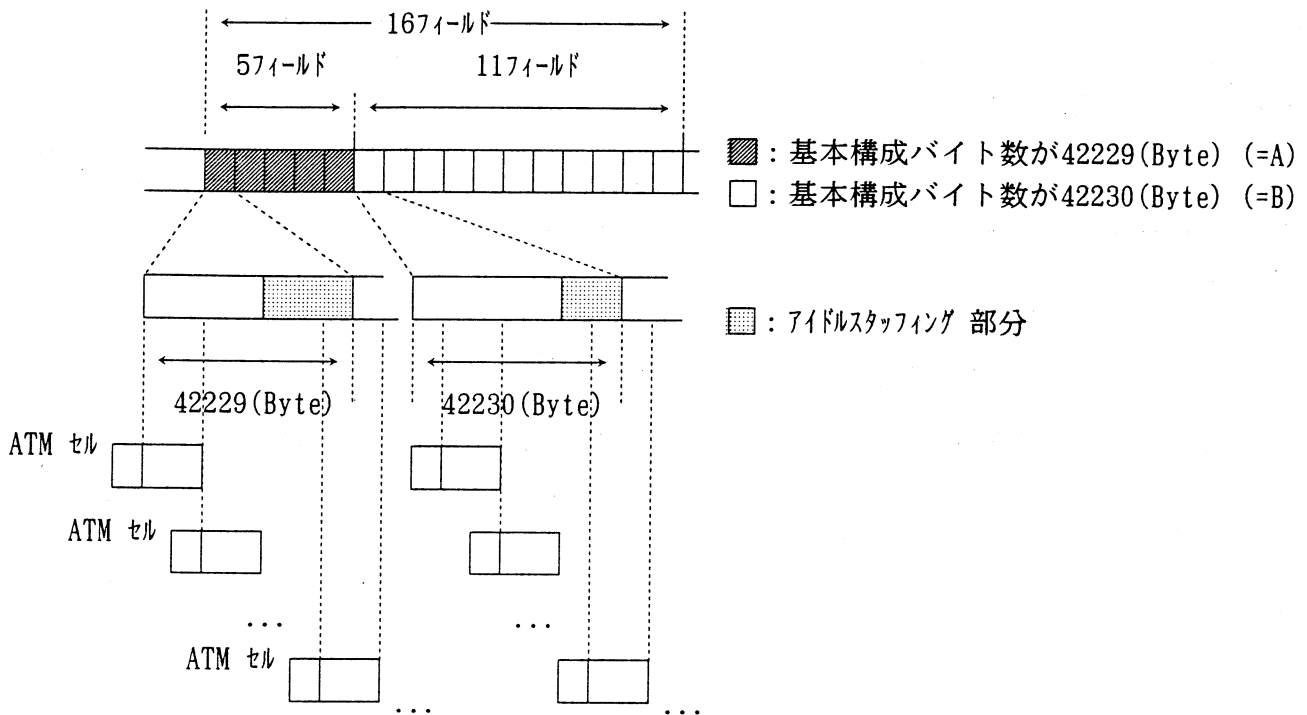


図5 ATMセル化

## 6. まとめ

以上の検討に従い、ATM画像データ伝送装置の開発を行った。

本装置のATM画像データ伝送処理を行う画像カードには、コーダ/デコーダの両方を内蔵しているが、小型に開発でき、更に、良好な画質を実現できた。

以下に、本装置の装置外観、及び、概要ブロック図、主要諸元を示す。

表6 主要諸元

主要諸元		内容
伝送帯域		20.25 Mbps
信号方式		NTSC カラー動画
画像データ量		最大データ量:42kByte/Field
画像圧縮方式		Motion JPEG 方式
VBR/CBR 変換		アイドルスタッフィング方式
AAL		AAL TYPE 1
CS LAYER		SRTS方式
外寸 (mm)	画像カード	縦145 ×横244
	装置	縦300 ×横210 ×高さ425 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電源 ユニット</li> <li>・ OC3-UNI カード</li> <li>・ 制御 カード</li> <li>・ 画像カード(MAX3)</li> <li>・ 音声カード(MAX3)</li> </ul>

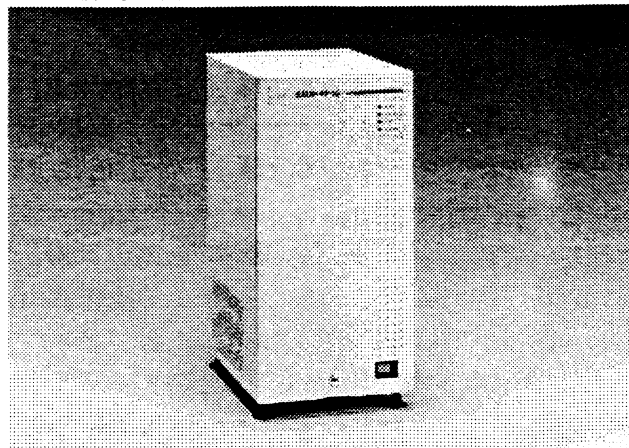


図6. 1 装置外観

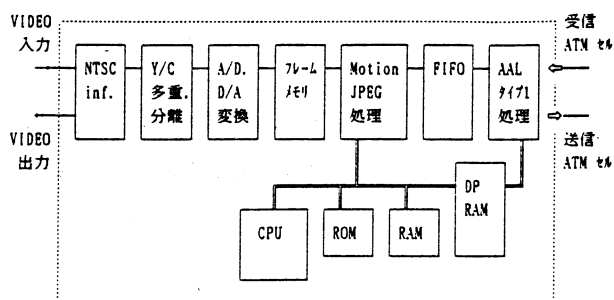


図6. 2 概要ブロック図

謝辞：最後に、本検討を進めるにあたり、日頃よりご助言、ご指導をいただいている関係各位に深く感謝いたします。

### 参考文献

- 1) International Standard Dis 10918-1
- 2) CCIR Rec. 601-2 (July 1993)
- 3) Draft ITU-T Rec. I.363 (September 1995)