

ここまできた MPEG実用化技術

—PC用動画カメラの開発—

今出宅哉

(株) 日立製作所

PC用動画カメラ

PC用動画カメラという新しいジャンルに向けて図-1に示すMPEGカメラを開発した。PCカードを記録メディアとしてこれに直接MPEG^{☆1}で記録するカメラで、そのままPCで編集していわゆる「マルチメディア」していただくとう目論んだものである。スタイルも最先端のマルチメディアツールらしく、回転するレンズユニット、液晶画面、操作ボタンなどの主要な機能要素を縦に配列して金属のボディで包み込み、今までのビデオカメラにはない独特の雰囲気を持たせようとしている。

もう開発して2年以上経つが、個人的にはたいへん便利なツールだと自賛している。実際このMPEGカメラで撮影した映像を、講演や報告会、グループ旅行などでプレゼン資料に貼り付けてどんどん紹介している。特に視察や出張の報告にはたいへん便利で、百言を費やして説明す

るより、展示の様子や面会した人の挨拶などをMPEG動画画像で伝えた方がリアルに伝達できる。PCを使ったプレゼンなので、要点を文字で解説したり、アニメーションを使うなど効果的な演出もできる。またアルバムに編集するアプリケーションソフトを使って、分かりやすくまとめることもできる¹⁾。

業務以外でもいろいろ使える。最近では4Kg程度のモバイル高画質液晶プロジェクタが出てきたので、これをグループ旅行に持参し、昼間のたとえばテニスなどの映像をMPEGカメラに撮り、夕食の前にプレゼン資料に仕上げ、宴会で披露するというようなことを楽しんでいる。誌面では紹介しにくいですが、たとえば図-2、図-3が遊びのプレゼンの例で、ロサンゼルスでお土産を買った様子を表現しようとしたもの。左クリックで順に再生されるが、図-2が始めの方、図-3が終わりの方で、写真のように見えるのがすべてMPEG動画。簡単にいくつでも貼り付けられるのでけっこう便利。慣れれば簡単に作れて、単にお土産を渡すより喜ばれる。また、小さなカメラなのでゴルフなどに

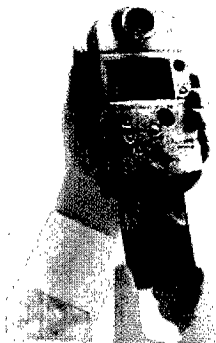


図-1 開発したMPEGカメラ。取り出しているのが記録メディアでPCカード。これによりPCに移送。容積420cc、重量540g、動画20分記録(260MB/PCカード)

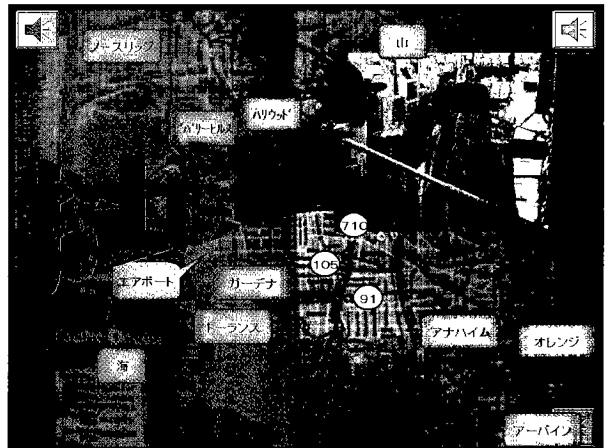


図-2 プレゼン画面例

^{☆1} MPEG (Motion Picture Experts Group) はデジタル動画画像の圧縮方式の標準²⁾。

も気軽に携帯できる。撮影の後、たとえば図-4のようなアルバムの形にすると便利。図-4の背景はコースレイアウトの静止画で、同じカメラで撮影したもの。各ボタンはそれぞれMPEGファイルがリンクしていて、希望するボタンをクリックすると再生する。図-5が再生中の様子。このようなアルバムも数分ででき、一緒にラウンドした人には大変喜んでいただける。

MPEGカメラの商品コンセプト

動画を撮影し、これを即時にMPEGで圧縮してディスクや半導体に直接記録する。テープではないのでアクセスが速く、見たい場面をすぐ見ることができる；誰でも思いつきそうな商品コンセプトだが、コストや大きさを詰めていくとなかなか難しい。PC用カメラと割り切ってMPEGカメラの開発を決意し、商品化にこぎ着けたが、その間の経緯を紹介する。

てのひらカメラの企画

このカメラの開発は約5年前、貯金箱にカメラ回路を埋め込んだところから始まった。図-6の貯金箱は、当時販売していた8ミリカメラのミニチュア版で、販促品である。ビューファインダは後付け。

ビデオカメラは、フルカセットのVHSへの記録に始まり、小さなカセット（Cカセット）や8ミリへと小形化が推進されてきたが、まだまだ「小形化」がユーザーニーズのNo.1項目であった。また、ちょうど米国のデジタル放送をMPEG2でやろうという気運が高まっていた頃でもあり、ビデオカメラの映像もMPEGのような高効率デジタル符号になるであろうことは素直に推測できた。このため、MPEG圧縮による小形の動画デジタルカメラを目指すこととなった。

記録メディアは、小さくしたいということに加え、将来ビジョンを示すという意味もあって半導体メモリを想定した。半導体メモリの単体容量の増加トレンドに、チップ積層等の実装技術の進歩を加味すれば、机上計算では十分な容量が予測された。たとえば256Mb（32MB）のチッ

プを10ミクロン厚で作る、これを100枚重ねて1ミリ厚キャラメル状で1GB以上のメモリとなることを想定したりした。さすがに価格が難点であるが、たとえば2000年時点でメガバイト当り100円を仮定すると、数百メガバイトの商品が出回っている可能性は高いと考えられた。

技術や市場の動向にほぼ見通しをつけて、重さ300g容量300cc記録可能時間30分を謳い文句とする商品を5年後（今から言えばまさに今なのだが）に開発すると社内提案した。とりあえず「てのひらカメラ」と名付けた。新聞にもとり上げられ³⁾、社内幹部からも激励された。ただ、5年はダメ、2年で仕上げろという指示をいただいた。そして2年後の製品化へ向けて具体的な設計構想やコンセプトの検討が始まった。1994年9月のことである。

設計構想とコンセプトの模索

記録メディアとしては、テープでは小形化とアクセスに難があり、半導体メモリではまだコスト的に無理であった。小形のハードディスク（HDD）を本命と考え、信頼性や記録方式、検索方式等の検討を進めた。動画像の符号化方式は標準化の進んでいるMPEG系統を選択した。

全体的なコンセプトとしては、「てのひらカメラ」という携帯性と手軽さから、女子高生などが気楽に扱えるイメージを想定していたが、さすがにコストが合わないという矛盾があり、結局自分たちのようなビジネスマンが出張に持って行くカメラということ公式見解とした。同時に、動画、静止画、音声の「一台三役」というセールスポイントも定まった⁴⁾。

PC用動画カメラへ

ビジネスマン用途に決めたことから、製品コンセプトは一気にPC用カメラへと傾いていった。当時のPC市場は現在の半分以上であったが、電子メールなどの企業インフラ整備による急速な市場拡大が見込まれた。

ちょうど1.8インチのHDDがPCカード対応だったため比較的すんなりとPC用カメラの母体ができあがった。実は、PC用カメラにするため、DOS/V、98系、MacといったさまざまなPCとの接続形態で頭を悩ませていた（後述）。この問題もPCカードによるオフライン接続（図-



図-3 プレゼン画面例（動画再生中）

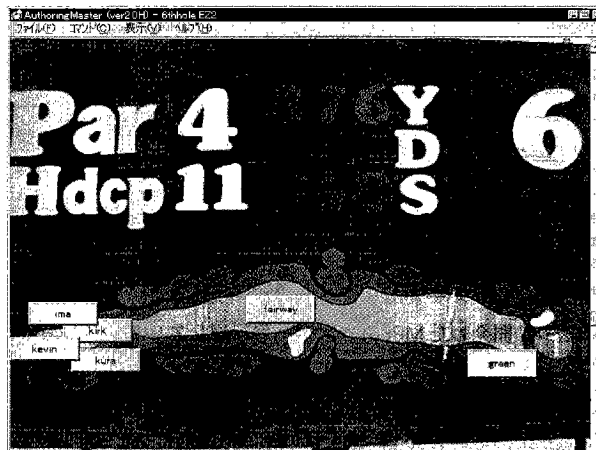


図-4 アルバム画面例

1のイメージ)を標準として考えると、開発サイドは少し気が楽になった。

このようにして、「てのひらカメラ」の企画がPC用MPEGカメラへと変わっていった。

でき上がったコンセプト

最終的に、「PC用は標準重視」ということで次の3つの基本コンセプトを決めた；

- (1) 動画符号化はすでに標準化されていたMPEG1
- (2) 記録メディアはPCカード(HDDまたはフラッシュカード)
- (3) ファイルシステムはFATフォーマット

この中でファイルシステムを決めるのが最も手間だった。衝撃による破壊の心配とMS-DOSファイルシステムとの互換性の課題である。独自システム採用も含めさんざん議論し、結果的にFAT部を2重にすることで衝撃への対策の見通しを得て、互換性に配慮したFATフォーマットを採用した⁵⁾。PCでいろいろいじられたファイルやファイルシステムがカメラに入ってくることによる故障などが懸念されたが、これは今のところ杞憂に終わっている。

小形カメラ実現までの道のり

結果的にあまり小さくできなかったが、筐体を小さくしようとして四苦八苦し、カメラ信号処理は以前から1チップLSIを持っていたので⁶⁾、今回MPEGのCODEC(エンコードとデコード)部分をLSIにまとめれば小さなカメラができると信じていた。実際は発熱などの問題で予期せぬ苦労に直面した。将来さらなる小形化を推進するためには何よりも電力低減がネックになるであろうことを痛感した。

小形化への挑戦

何はさておきMPEGCODECのLSI化が不可欠で、まずこの仕事から始めた。ちょうど1994年当時は、デスクトップビデオコンファランスがPCとカメラのキラーアプリになるのではないかと盛り上がっていた時期であり、我々もテレビ会議用の画像圧縮規格H.261とH.263用の

LSIを開発していた。そこで、MPEGCODEC用LSIについては、前記LSIチップと動きベクトルの範囲を広げるサブチップとを組み合わせ、2チップで構成しようと考えていた。

このカメラの計画が動き出してから、徹底的に処理量すなわち回路規模の削減に努め、H.261からMPEG1までを1チップ500mWで実現できる見通しを得た。ただ実際に配置配線してみるとチップ面積が大きくなりすぎた。結局明確な応用製品計画がなかったH.261とH.263の機能は削除して、製品化を急いだ⁷⁾。

LSIのサンプルが1996年4月にできあがり、当初はバグだらけとはいえ、カメラ回路⁵⁾を動作させてチェックできるようになった。

電力低減の課題

ようやく組み上がった試作機で、40度恒温室でヒートランし、カメラが熱くなりすぎるといった問題が発生した。中でもHDDは、取り出すと手に持てないほど発熱していた。この対策として、まず電力を下げることに注力し、間欠記録で対処したが、そのためヘッドを特定ポジションに位置させながらパワーダウンさせ、かつ短時間で記録開始できるようにした。構造的にも、内部にこもった熱を効率よく外に放熱するための工夫を施した。さらに安全のため、一定温度以上になるとHDDが抜き取れなくなるというロック機構も採用した。図-7が対策後の内部構造である。

これら一連の発熱対策で低電力化の必要性を思い知らされた。今後ともまだまだカメラの小形化は追いかけるべき課題であるが、少なくとも表面積に比例した分以上の低電力化を推進しなければならないと痛感している。

騒音の問題

初めてHDDを使うにあたり、上記発熱の問題のほか、振動・騒音も深刻な問題だった。HDDのアクセス音はPCでなじみの深いあの「カリ、カリ」である。また、「キーン」という高速回転音も聴感上耳障りであった。解決にはHDDそのものの改善に加え、構造や配置の工夫を施した。

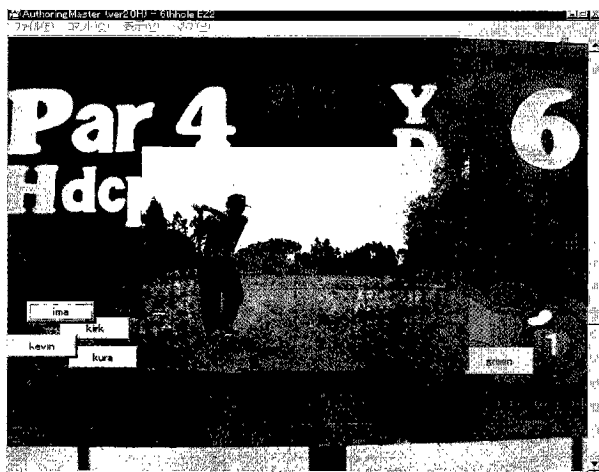
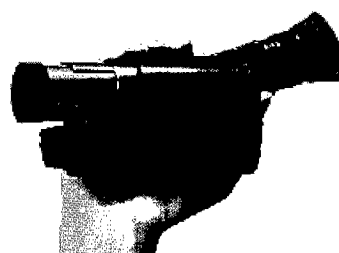


図-5 アルバム画面例(動画再生中)



「てのひらカメラ」

図-6 当初企画のてのひらカメラ。容積300cc、重量300g、動画30分記録(400MB/積層メモリ)

MPEG 実用化の課題

PC 側での MPEG 再生用ソフトはカメラに同梱して配布したが、ちょうどその頃から大手の再生ソフトがフリーで出まわるようになった。我々にとって大変ありがたいことだったが、互換性の問題が少し残った。

たとえば音声の問題。音声 CODEC は小形化のためにカメラ内 CPU 上でその空き時間にソフトで処理していた。そのため、初代機では、MPEG 音声の中で最も処理が軽いレイヤ1を採用した。ところが、上記再生ソフトの中にはレイヤ2にしか対応していないものがあり、製造元にお願いして改善してもらった。我々の方も時をおかずレイヤ2に対応したが⁸⁾、上記製造元だけでなく、多くの会社の方々が気持ちよく我々の MPEG カメラに対応して下さった。感謝にたえない。と同時に、変な仲間意識を感じ、ずいぶん勇気づけられたのが記憶に新しい。

消費者の反応

このような MPEG カメラを開発し、1997年2月から発売を開始した。特に PC 関連の展示会や雑誌で好評を博し、多くの賞もいただいた。しかしながら、一部の先進的ユーザを除いては、PC で動画像を取り扱うのはまだまだ難しく、多くの人にはご利用いただけていない状況である。もっともっと便利に動画像を取り扱っていただけるように、MPEG カメラ本体の改良と、PC 側のアプリの充実を継続して行っている⁹⁾。

販売促進の際の一番の問題は、記録メディアのコストであるというのが、大方の見方である¹⁰⁾。このため、最初の260MB 同梱モデルに加えて、170MB の安いモデルも発売した。1997年6月のボーナス商戦である。結果は260MB の方が売れたのだが、..... いずれにせよ記録メディアの選定はその後多くの議論を呼び、すっきりした答が出ないまま現在に至っている。

そのほか、特に消費者の反応に関する反省点を以下に簡単に記載する。

(1) デジカメと混同される問題

(2) 高画素静止画への対応

(3) PC とのオンライン接続の問題

デジカメと混同される問題

MPEG カメラを開発している間に、PC 用デジタルスチルカメラ、通称デジカメが登場し、急速に普及していった。両者の違いは動画がメインか静止画がメインかということで、価格は一般に後者が安い。このデジカメが PC 用カメラというものの認識を広げることは MPEG カメラにとっても追い風だと思われた。しかし、実際に MPEG カメラを店頭に並べてみると、見るからにデジカメと混同され、「なぜか高いデジカメ」になってしまった。こんなことなら図-6の「元祖てのひらかメラ」の形状を保てばよかったと反省したりした。

確かに、図-1の外観はやっぱりデジカメに見えてしまう。しかし、もう何百回と使った結果として（大きさは別だが）意匠に不満はない。特に被写体の人物に圧迫感を与えずに撮影できるのは取材にたいへん都合である。

高画素静止画への対応

静止画に関するもう1つの問題は高画素対応である。MPEG カメラでは静止画にも対応したが、これはどちらかというとおまけであった。それでもきちんと正味で480×704画素が得られるよう工夫した¹¹⁾（MPEG1は240×352画素）。

ところがデジカメの高画素化のあおりを受けて、特に営業筋から高画素化への強い要求が寄せられている。当初100万画素の要求が150万、200万とどんどんエスカレートしてくる。動画像は普通の MPEG2 でも480×720画素である。画素数のギャップが大きくなるとリアルタイムに読み出せなくなる、うまく間引いて読んでも画質が劣化する、という問題に直面している。気安く考えた動画静止画共用機能だが、この先しばらく高画素静止画対応の問題で頭を悩ますことになると思う。

PC とのオンライン接続の問題

発売後の問合せの半分以上が PC との接続がうまくいかないというものだった。

前記したように、PC との接続は PC カードによるオフ

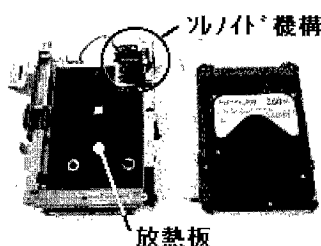


図-7 発熱対策

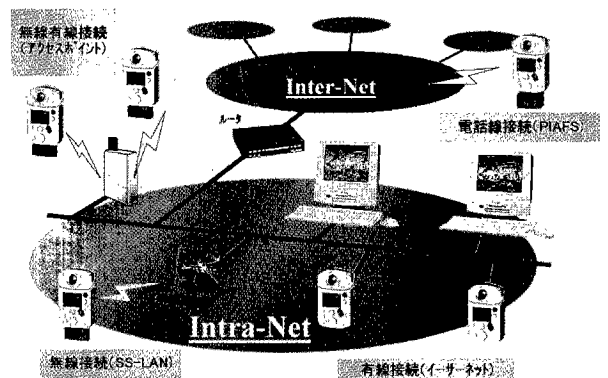


図-8 ネットワークカメラのイメージ

ライン接続を中心に考えていたが、デスクトップには通常カードスロットがない。この対策として、カメラからは独自仕様のシリアル入出力端子を出し、これをPC内部のISAバスに接続するボードとドライバ（ISA インタフェースキット）を開発した。ISAに空きがない場合やカードスロットのないノートPCのためにパラレルポートに接続するECPアダプタ（ECP：Enhanced Capabilities Portはパラレルポートの最高速仕様）や、MacのためのSCSIアダプタも開発した。

今であればUSBかEthernetにするところだろうが、前者は当時まだなく、後者も高価であった。また今にして思えば、独自開発せず市販されているカードスロットのアダプタをお求めいただくのがよかったと思うが、現在より大分生真面目で体力もあつたのでつい頑張ってしまった。

というわけで、一連のオンライン接続の開発に着手したが、かなりの難物であった。たとえばパラレルポートは最高速のECP仕様にしたが、まだ実績の少ない仕様であり、仕様書の解読に苦労した。動作するようになってからはPCとの組合せ試験；ここでは、ECPアダプタの動作良否よりも、PCの設定に苦労した。パラレルポートのECP設定や割り込み、I/Oアドレスのリソース設定が機種により異なるし、リソースの競合が起こる場合もある。

当然のように発売後はこのようなPC接続に関する問合せが殺到した。値段の安いISAキットが一番数が出ていたが、こちらもほかのISAデバイスの影響でPlug & Playが動作しないなどの問題もあり、多くのお問合せをいただいた。

労多く益少なしのオンライン接続であったが、同時に開発したカメラ制御やMPEG制御のコマンドセットは今後も幅広く応用が利くものと期待している¹²⁾。

これからの課題と将来展望

正直なところ、チップ開発からMPEGストリーム生成に至るまで苦難の連続だった。しかし、これだけ圧縮してもまだまだ動画は重く、静止画と比べてポピュラーとはい

ない状況にある。PC上での再生ソフトの処理速度の問題はほとんど解決し、PCのHDDがすぐ一杯になる問題もCD-RやDVD-RAMの普及で遠からず解決すると思われるが、ネットワークのバンド幅の問題はまだまだ時間がかかりそうである。

せっかく使い勝手が良いと自負してMPEG圧縮方式のカメラを発売したものの、発売と同時にそのMPEGファイルをさらに小さく圧縮するPCソフトの開発に着手せざるを得なかったときは何ともじくじたる思いがしたものだ。

その後少しは知恵がついて、ネットワークでの多彩な利用形態に配慮し、MPEGカメラの圧縮ビットレートを32Kbpsから2Mbpsまで、自在に変えられるようにした。ネットワークもPHSからLAN、あるいは無線LANに対応し、UDPやTCPのプロトコルも準備した。インターネット動画はいろんな符号が乱立しているが、低レートMPEG1ももう少し追いかけてみようと思っている。図-8のようなネットワーク応用を考えているが、経路のバンド幅に応じてビットレートを下げる必要があり、画質が問題になってくる。いろいろ試して、図-9に示すように、ビットレートに応じてフレームレートも下げることで比較的見目よい映像が得られた。どんどん静止画に近づいていくのであるが.....

PC用動画カメラについては、まだまだ小形化が必要だと思う。小形化を狙うと記録メディアのコストパフォーマンスは悪くなる。しかし、近い将来PCにDVD-RAMなどの大容量リムーバブルストレージがついてくることを想定すると、カメラの方はある程度小容量で割高でもよいと思う。

PCで動画を扱うことがポピュラーになることと、DVD-RAMやMPEGカメラが普及することは互いに正の相関がある。当分、にわとりと卵で低空飛行するとは思いますが、遠からず急速に市場が拡大する時期がくるものと念じる次第である。

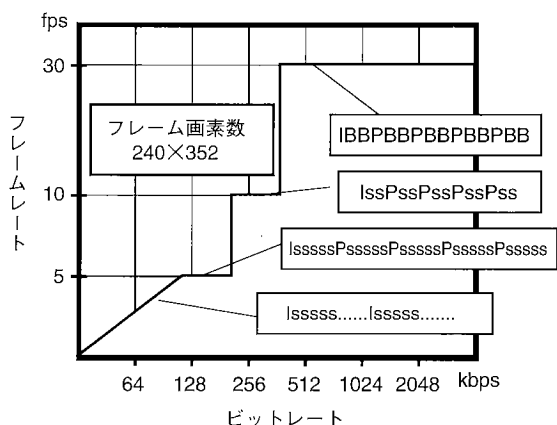


図-9 フレームレートの設定例

参考文献

- 1) 今出他: マルチメディア対応のMPEGカメラと映像情報システム, 日立評論, Vol.79, No.8, (Aug. 1997).
- 2) 特集: マルチメディア符号化技術の動向, 情報処理, Vol.40, No.2 (Feb. 1999).
- 3) 読売新聞, 平成6年8月28日号, 第1面.
- 4) Imaide et al.: An MPEG Camera with Tapeless Video Recording, IEEE ICCE Digest (June 1997).
- 5) 塩川他: パソコン対応MPEGカメラ, KEC (社団法人関西電子工業振興センター) 情報, No.163 (Oct. 1997).
- 6) Kinugasa et al.: A Flexible Scanning System for Multi-format Video Cameras, IEEE Trans. on CE, Vol.40, No.3 (Aug. 1994).
- 7) Asada et al.: Development of Low Power MPEG1/JPEG Encode/Decode IC, IEEE Trans. on CE, Vol.43, No.3 (Aug. 1997).
- 8) Imai et al.: MPEG-1 Audio Real-Time Encoding System, IEEE Trans. on CE, Vol.44, No.3 (Aug. 1998).
- 9) 今出他: MPEGカメラによる動画入力とその応用, 日立評論, Vol.80, No.10 (Oct. 1998).
- 10) 麻倉怜士: DVD-RAM革命, オーム社 (Mar. 1999).
- 11) 山本: 動画/静止画対応デジタルカメラの開発, 映像情報, Vol.29 (Aug. 1997).
- 12) Kurashige et al.: Development of MPEG Camera, IEEE ISCE Proceedings (Dec. 1997).

(平成11年5月10日受付)