



SH4搭載コンテンツサーバ「LANTANK」における ネットワーク配信性能 評価報告書

(Rev. 0.1)

審査	承認	作成



履歴

Version	Date	Author	Comments
0.0	2006/2/22	小日向/シ研	新規作成
0.1	2006/3/7	小日向/シ研	誤記訂正

目次

1.	背景・目的	3
2.	LANTANK の概要	4
2.1.	ソフトウェア環境	4
2.2.	ハードウェア環境	4
3.	コンテンツ配信性能の測定	5
3.1.	測定環境	5
3.2.	測定項目	6
4.	結果及び考察	7
4.1.	測定結果	7
4.2.	考察	10

1. 背景・目的

「LANTANK」は、株式会社アイ・オー・データ機器のノンサポートブランド「挑戦者」より発売されている宅内向けコンテンツサーバであり、CPUに(ルネサス)製SH4、OSにLinuxが採用されている。SHマイコンは、PC向け汎用CPUと比較して低コスト、低消費電力でありながら高いパフォーマンスを提供することが可能であることから、このようなコンテンツサーバや宅内向けルータ、NASといった製品に最適なプロセッサである。

LANTANKのようにSHマイコンを採用したプラットフォームにおいて、求められる機能に対する性能を得るには、プラットフォーム全体のリソースを考慮し、最適な処理を実現するミドルウェアが必要である。そして、このようなミドルウェアとして、(シ研)ユビキタスHDDプロジェクトで開発した、I/O処理の効率化及び機能の追加・変更・再利用を容易にし、ハイビジョンコンテンツの複数同時取り扱いを実現するストリームマネージャ「HPSM」と、大容量・高ビットレートな映像コンテンツの転送レートを保証可能なファイルシステム「AVFS」がある。

そこで本報では、LANTANKにHPSM及びAVFSを実装するとともに、その環境においてLANTANKのコンテンツサーバとしての性能を、最大配信ストリーム数やコンテンツ配信時のシステム負荷から評価を実施した結果について報告する。

2. LANTANK の概要

LANTANK は株式会社アイ・オー・データ機器のノンサポートブランド「挑戦者」から発売されているコンテンツサーバであり、CPU に(ルネサス)製 SH4、OS に Linux を採用した PC プラットフォームである。これは最大で 2 台の HDD を収容することが可能であり、ミラーリングやスパンニングといった RAID を活用した大容量 NAS としても使用することができる。

上記のように、LANTANK は汎用アーキテクチャとなっていることから様々なカスタマイズを行うことが可能である。各種雑誌や書籍、Web サイトでは、Web サーバやファイルサーバとして活用したり、VGA 出力機能を追加することによって超小型 PC にしたりといった報告が数多くなされている[4][5]。

本章では、その LANTANK の概要と、これに HPSM 及び AVFS を適用しコンテンツサーバとしての性能を定量的に評価するための環境及び方法について述べる。

2.1. ソフトウェア環境

表 2.1 に示すように、OS は組み込み向けに特化した特殊な Linux ではなく、PC 向けに一般的なディストリビューションの一つである Debian GNU/Linux を採用している。また、クライアントからのコンテンツ取得は、HTTP の拡張プロトコルである WebDAV を使用したファイル共有によって実現しており、LANTANK に Web ブラウザ等でアクセスすることで目的を達成することができる。尚、ブート方式は HDD 上のブートローダが HDD 上のカーネルをメモリにロードする仕組みになっているため、自由にカーネルを変更したりバージョンアップしたりすることができる。

表 2.1 ソフトウェア環境

項目	内容	備考 (機能等)
IPL	IPL+g	FLASH ブート
OS	Debian GNU/Linux	SH(iohack 版)ベース
カーネル	2.6.14	デフォルトは 2.4.21、debian26 によりアップグレード
各種デーモン	tthttpd、akaDAV、telnetd、vsftpd 等	tthttpd : Web サーバ(設定画面用) akaDAV : WebDAV、Web サーバ(ファイル共有用)

2.2. ハードウェア環境

表 2.2 及び図 2.1 に示すように、CPU は PCI バス I/F を内蔵する SH7751R を採用している。ネットワークや HDD、USB といった各種インターフェイスは、この PCI バス上に接続されており、各々がバスマスタとなって SDRAM と直接データ転送(DMA 転送)することが可能になっている。

表 2.2 ハードウェア仕様

項目	内容	備考 (型番等)
CPU	SH7751R (SH4)	6417380/BP267、266MHz 動作、約 480MIPS
FLASH ROM	512KB	M29W400DB
SDRAM	64MB	HY57V561620CTP-H、PC133 対応
Network I/F	10/100BASE-T	RTL8139C+
HDD I/F	UDMA133	ATP865-A
USB I/F	USB2.0 A-Connx×2	D720101GJ
HDD	Deskstar T7K250	HDS722525DLAT80、7200rpm、8MB バッファ

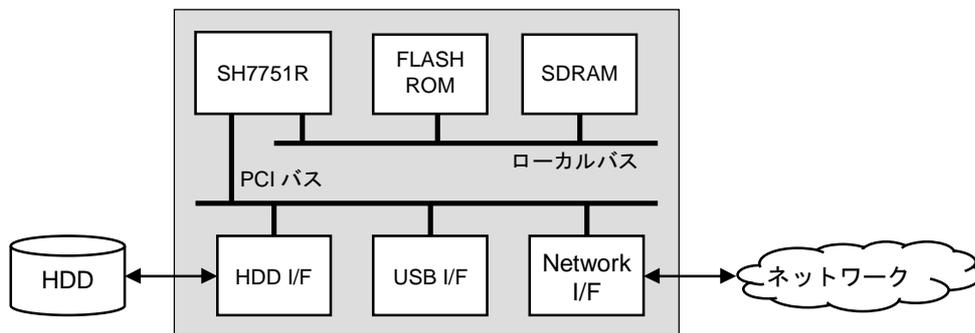


図 2.1 ハードウェアブロック図

3. コンテンツ配信性能の測定

3.1. 測定環境

コンテンツ配信性能を測定するための実験環境を図 3.1 に示す。まずコンテンツサーバである LANTANK に HPSM と AVFS をインストールし、HPSM とそれに付属する HTTP サーバソフトウェアを起動する。そして HDD(実際は LANTANK 内に収容されているが、図 3.1 では外部に明示している)には、Ext3FS と AVFS でフォーマットしたパーティションをそれぞれ用意する。

また各クライアントである Linux PC と Windows PC では、表 3.1 に示すコンテンツ取得ソフトウェアを起動し、HDD の各パーティションに格納する平均ビットレートが約 25Mbps の HD コンテンツを HTTP により取得する。尚、この HD コンテンツは、フラグメントが発生しないよう連続した領域に配置している。

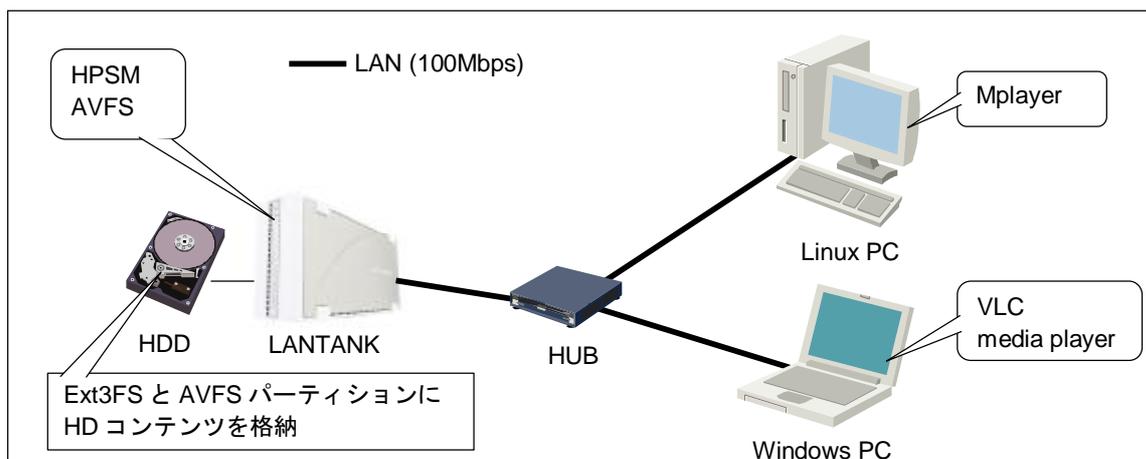


図 3.1 実験環境

表 3.1 クライアントにおけるコンテンツ取得ソフトウェア

#	対象クライアント	コンテンツ取得ソフトウェア	備考
1	Windows PC	VLC media player	取得したコンテンツをデコードして表示
2	Linux PC	Mplayer	取得したコンテンツはデコードしない。フレーム数のみをカウント

3.2. 測定項目

表 3.2 に測定項目とそれに対する目的を示す。以下に各項目に対する測定方法の詳細を補足する。

表 3.2 測定項目及び目的

#	測定項目	目的
1	最大配信ストリーム数	LANTANK の最大性能を評価するため、配信可能な最大ストリーム数を測定する。
2	システム負荷	I/O 動作に関わるシステム負荷を評価するため、コンテンツ配信を行っている際に以下の値を測定する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ CPU 使用率 ・ メモリ使用量 ・ HDD アクセススループット ・ ネットワークアクセススループット
3	HDD アクセス方法	HDD に対する PIO モード及び DMA モードの影響を評価するため、各モードでファイルを読み出している際に以下の値を測定する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ CPU 使用率 ・ HDD アクセススループット
4	ファイルシステムの影響	ファイルシステムの影響を評価するために、#1、#2 の測定において Ext3FS 及び AVFS パーティションに格納したコンテンツを対象とする。

(1) 最大配信ストリーム数

図 3.1 において、Windows PC が 1 本のストリームを取得している最中に Linux PC が取得するコンテンツ数を徐々に増加していき、下記条件を満たす最大ストリーム本数を目視にて確認する。このとき、AVFS パーティションと Ext3FS パーティションに格納した各々のコンテンツについて実施する。

<p>【条件 1】 Windows PC にて取得、表示しているコンテンツの映像が乱れないこと</p> <p>【条件 2】 Linux PC にて取得しているコンテンツのフレーム数が正常にカウントアップすること</p> <p>【条件 3】 各クライアントにてコンテンツを取得している最中に、ネットワークのスループットが著しく変動しないこと</p>

(2) システム負荷

(1)にて得た最大配信可能ストリーム数まで配信数を連続的に増加、その後減少した際の平均的な CPU 使用率、メモリ使用量、HDD アクセススループット、ネットワークアクセススループットを測定する。このとき、AVFS パーティションと Ext3FS パーティションに格納した各々のコンテンツについて実施する。

上記の各値は、HPSM が用意するアプリケーションである disp を使用して取得する。

(3) HDD アクセスモードの影響

HDD の Ext3FS パーティションにあるデータを取得する際、アクセスモードを Ultra DMA モード 5 と PIO モード 4 にし、各々の場合の CPU 使用率及び HDD アクセススループットを測定する。

上記の各値は、HPSM が用意するアプリケーションである disp を使用して取得する。また HDD からのデータ読出しは、HPSM が用意するアプリケーションである filecp を使用する。

4. 結果及び考察

4.1. 測定結果

4.1.1. 最大配信ストリーム数

表 4.1 に示すように、Ext3FS 及び AVFS の両パーティションにおいても、HPSM 及び AVFS を適用した LANTANK が安定して配信できるストリーム数は、最大で 4 本である。

表 4.1 配信可能ストリーム本数の測定結果

Linux PC への 配信ストリーム数	測定結果
1	Windows PC における表示映像、 Linux PC でのフレームカウンタと も安定して動作
2	
3	
4	
5	Windows PC における表示映像、 Linux PC のフレームカウンタとも 停止

4.1.2. システム負荷

(1) 総括

表 4.2、表 4.3 に配信ストリーム数に対する CPU 使用率、メモリ使用量、HDD アクセススループット、ネットワークアクセススループットの平均値を示す。

表 4.2 システム負荷 (Ext3FS)

配信 ストリーム数	CPU 使用率 [%]	メモリ使用量 [KB]	HDD アクセス スループット [Mbps]	ネットワークアクセス スループット [Mbps]
1	20.2	2,612	26.0	26.0
2	36.4	5,409	50.6	52.6
3	53.1	8,250	75.8	79.1
4	74.4	11,227	92.8	97.7

表 4.3 システム負荷 (AVFS)

配信 ストリーム数	CPU 使用率 [%]	メモリ使用量 [KB]	HDD アクセス スループット [Mbps]	ネットワークアクセス スループット [Mbps]
1	19.1	2,564	26.5	26.5
2	37.0	5,270	51.9	53.5
3	54.5	8,972	77.0	80.7
4	73.0	10,897	93.0	97.4

(2) 詳細

図 4.1 から図 4.6 に、配信ストリーム数の時間的変化に対する CPU 使用率、メモリ使用量、HDD 及びネットワークアクセススループットを、ファイルシステム毎に示す。

(a) CPU 使用率

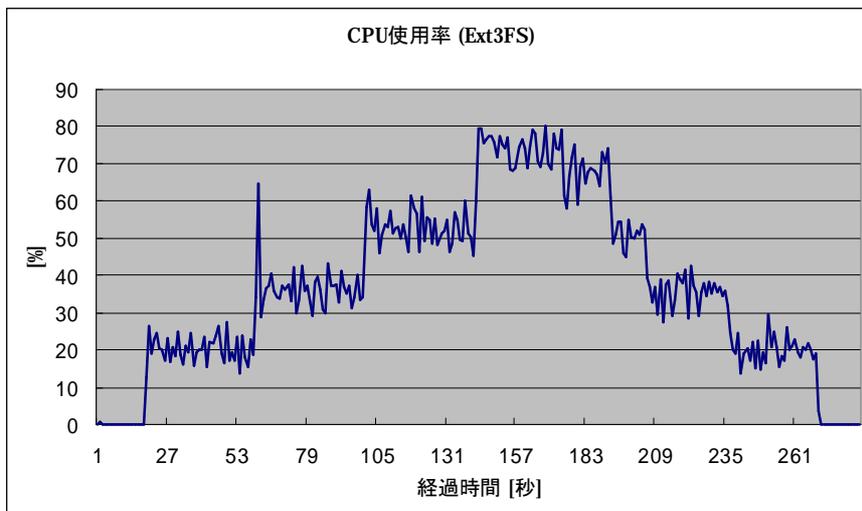


図 4.1 Ext3FS

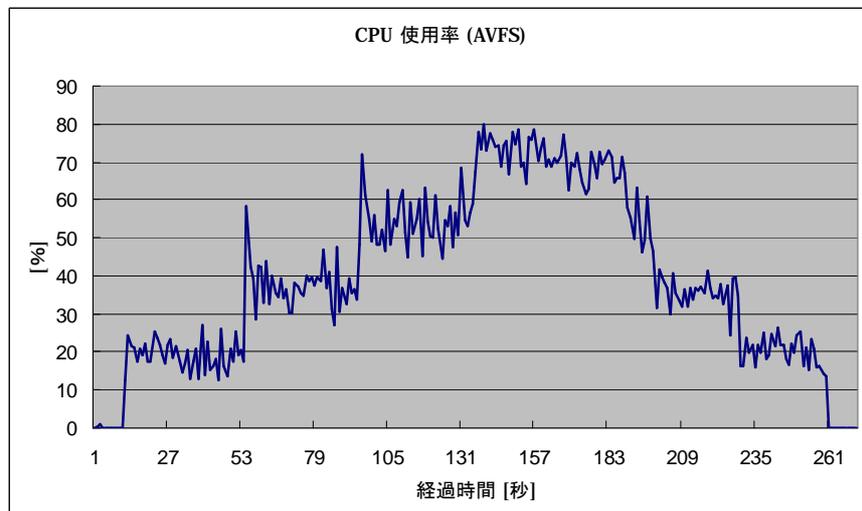


図 4.2 AVFS

(b) メモリ使用量

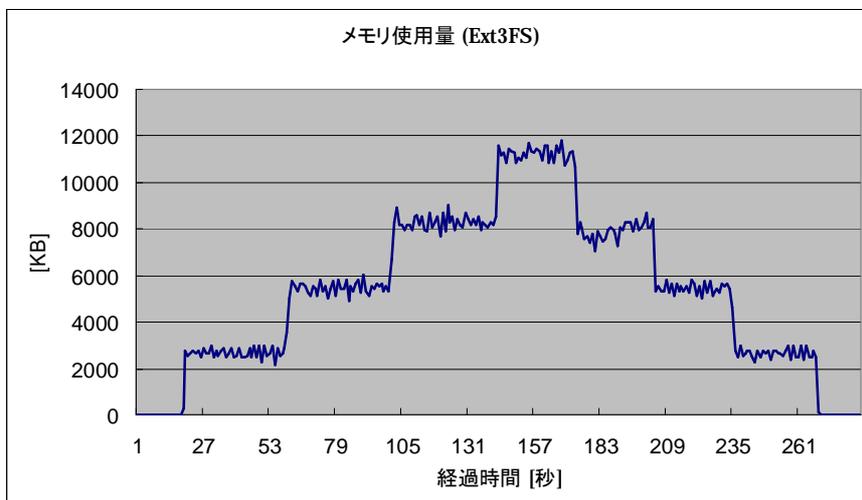


図 4.3 Ext3FS

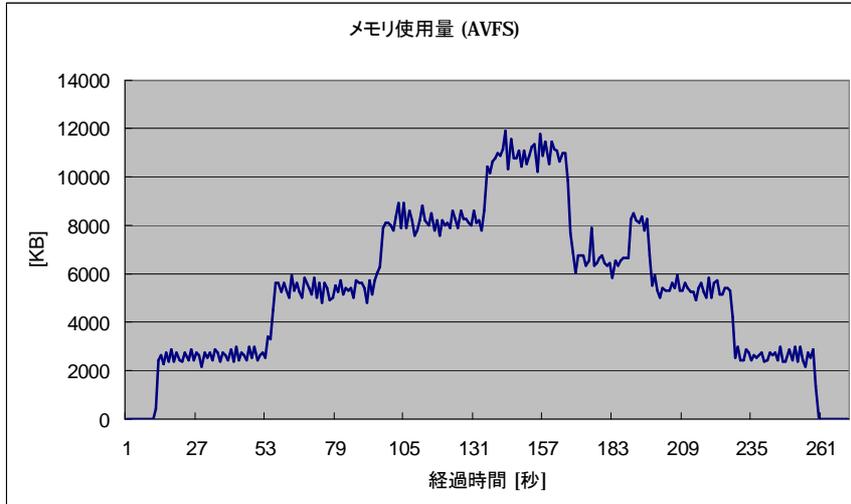


図 4.4 AVFS

(c) HDD 及びネットワークアクセススループット

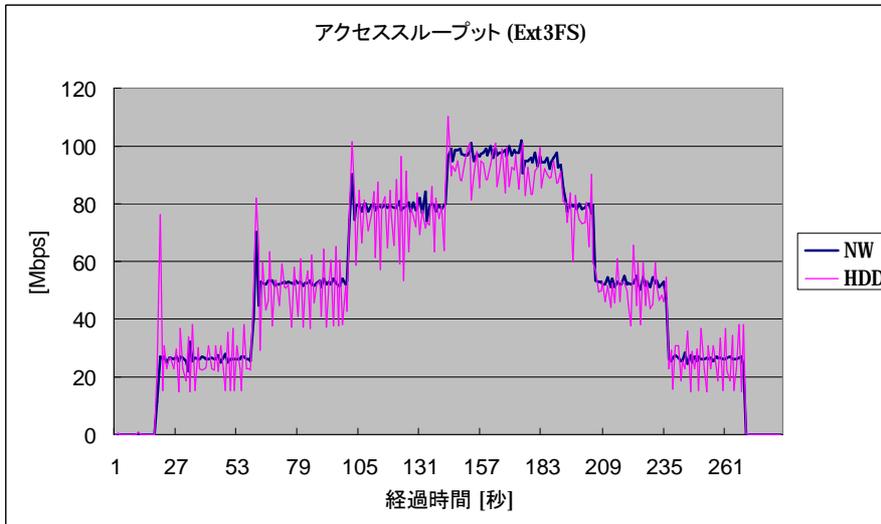


図 4.5 Ext3FS

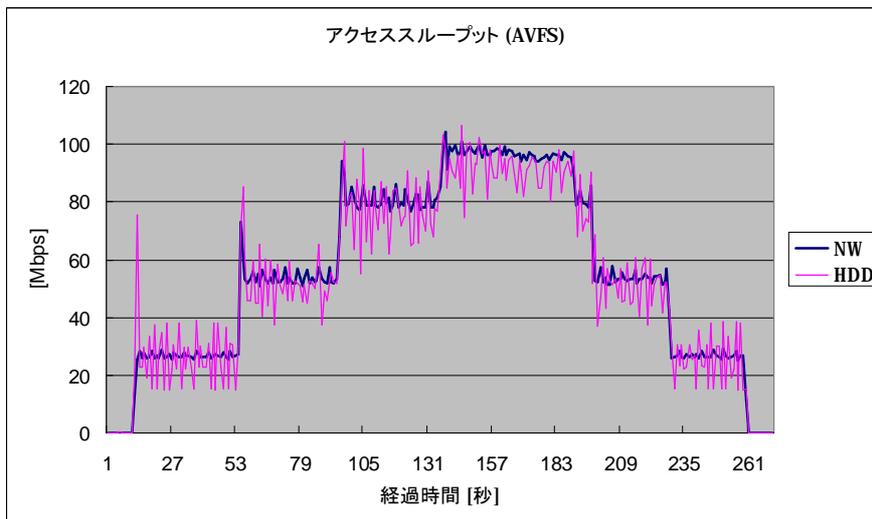


図 4.6 AVFS

4.1.3. HDD アクセスモード

表 4.4、表 4.5 に、PIO モード(モード 4、サイクルタイム 120ns、16.6Mbps)と Ultra DMA モード(モード 5、サイクルタイム 40ns、100Mbps)でファイル転送を行った際の CPU 使用率及び HDD アクセススループットを示す。表 4.4 における測定不可は、CPU 使用率が 100%に達したため所望の動作が未確認であることを表す。

表 4.4 PIO モード(モード 4)

Filecp 指定 転送レート [Mbps]	CPU 使用率[%]	HDD アクセス スループット [Mbps]
5	35.7	4.8
10	72.8	9.9
15	測定不可	測定不可

表 4.5 Ultra DMA モード(モード 5)

Filecp 指定 転送レート [Mbps]	CPU 使用率[%]	HDD アクセス スループット [Mbps]
5	0.9	4.9
10	1.4	10.3
15	1.9	15.0

4.2. 考察

(1) 最大配信ストリーム数及びシステム負荷

表 4.1 に示すように、LANTANK が配信できる最大ストリーム数は 4 本である。この結果は、表 4.2、表 4.3 から CPU 使用率及びネットワークアクセススループットから考察することができる。

CPU 使用率は、配信するストリーム 1 本当たり約 18%消費する。このためストリームを 4 本配信している段階で CPU 使用率は 73%~74%になり、この状況にさらに 1 本のストリームを追加することによって 90%を超過することになる。したがって、5 本のストリームを安定して配信することができないと考えられる。

一方、LANTANK が備えるネットワーク I/F は、表 2.2 に示すように最大 100Mbps である。本測定が対象とするコンテンツの平均ビットレートは 25Mbps であり、4 本のストリームを配信している段階で既にネットワークアクセススループットは 97Mbps と性能限界に達している。したがってこのネットワーク I/F の性能からも 5 本以上のストリームを配信することができないと考えられる。

しかしながらネットワークアクセススループットに着目すると、1G ビットまで対応可能なギガビットイーサ対応の LSI を搭載したプラットフォームを使用することによって、ネットワーク I/F のボトルネックは解消することができる。ここで表 4.6 に、SH4-A をコアとした SH7780 を搭載したリファレンスプラットフォーム「HighLander80」においてコンテンツ配信性能を測定した際のシステム負荷を示す。

表 4.6 HighLander80 でコンテンツ配信性能を測定した際のシステム負荷

配信 ストリーム数	CPU 使用率 [%]	メモリ使用量 [KB]	HDD アクセス スループット [Mbps]	ネットワークアクセス スループット [Mbps]
1	17.6	2559.5	26.5	26.6
2	33.1	5190.1	50.6	52.1
3	51.9	7699.1	75.8	79.2
4	73.5	9469.9	101.4	106.0

このリファレンスプラットフォームは、ギガビットイーサに対応したネットワーク I/F を搭載しているため、100Mbps 以上のコンテンツ配信を行っている。ところが HighLander80 においても、安定して配信することが可能な最大ストリーム数は 4 本であり、その時点で CPU 使用率は LANTANK と同様に 73.5%に達している。

以上の考察より、最大配信ストリーム数を決定付ける主要因は、CPU に依存することになる。ところで SH7780 は、384MHz で動作することによって約 700MIPS の性能を有する。これは LANTANK で使用する SH7751R よりも MIPS 比で約 1.5 倍高い性能であるといえるが、表 4.6 に示す CPU 使用率を表 4.2 及び表 4.3 と比較すると、配信ストリーム数あたり 4%以下の差しか生じていない。これを上記の MIPS 値の差のみで評価するならば、ストリーム 1 本あたりの CPU 使用量はむしろ SH7751R の方が少ないという結果が得られる。本件の解析は今後の課題とするが、環境(プラットフォーム、コンパイルオプション)の違いやストリーム処理と CPU の関係(トランザクション処理やパイプラインの連続性)等を調査、検討する必要があると考える。

(2) HDD アクセスモードの効果

表 4.4、表 4.5 に示すように DMA の効果は非常に大きい。10Mbps でファイル転送を行うのに、PIO モードでは CPU 使用率が 72.8%に達してしまうのに対し、DMA モードではわずか 1.4%と約 1/50 に抑制できる。

以上より、I/O 処理にはミドルウェアによる処理効率の向上とともに、ハードウェアによる DMA のサポートが必須である。

(3) ファイルシステムの効果

表 4.2、表 4.3、及び図 4.1～図 4.6 に示すように、システム負荷の各項目において Ext3FS と AVFS での大きな差は見られない。AVFS の特長の一つは、HDD に対してデータを格納したり削除したりといった動作を長期的に行っても、映像コンテンツを読み出すビットレートを一定に保つことができることである。

本報告では、両ファイルシステムともほとんど使われていない状況で測定を行っている。今後の課題として、AVFS の特長を定量的に示すためにも時間経過を考慮した測定方法を検討していく。