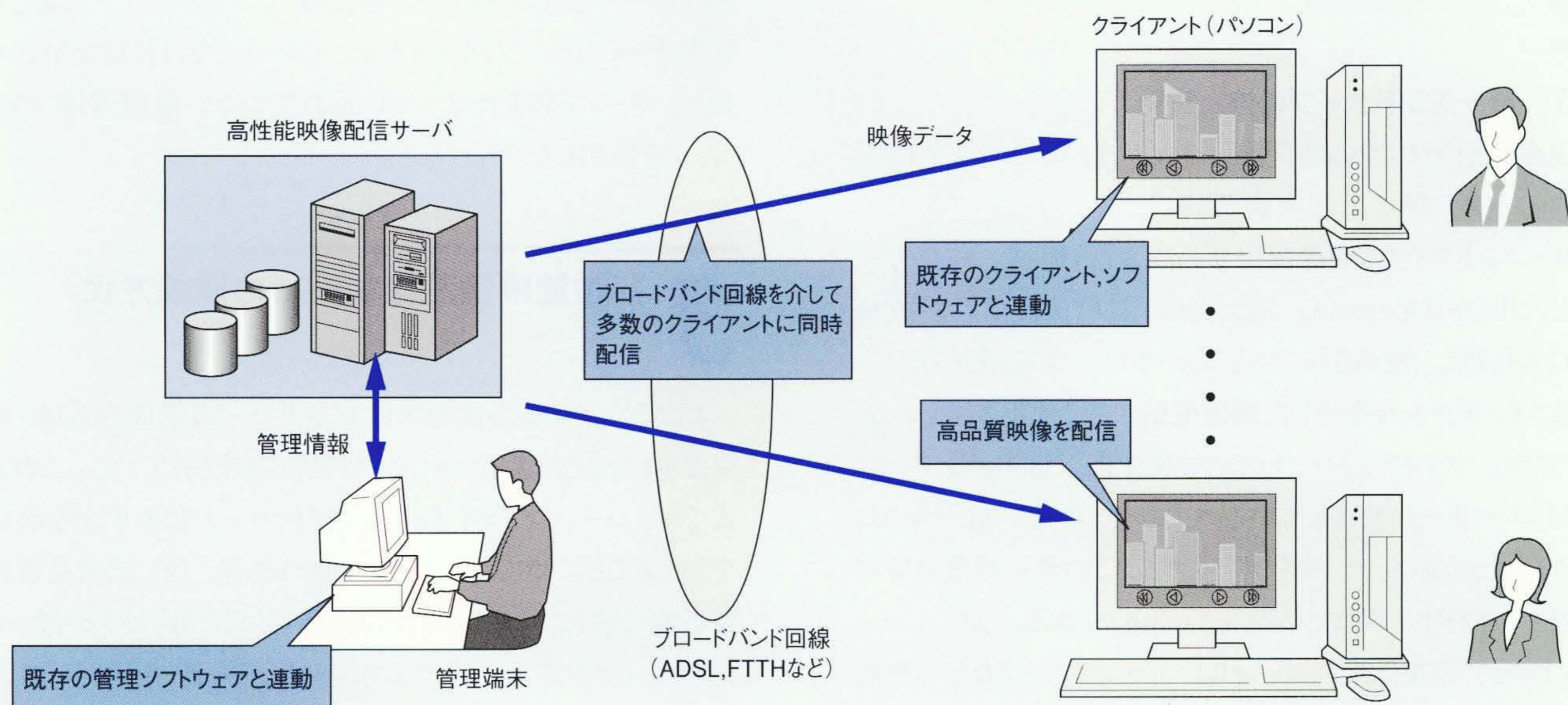


ブロードバンド用高性能映像配信サーバ

High-Performance Stream Servers for Broadband Networks

竹内 理 *Tadashi Takeuchi* レ・モアル ダミエン *Le Moal Damien*
 小林 郁子 *Ikuko Kobayashi* 櫻庭 健年 *Taketoshi Sakuraba*



注:略語説明 ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line), FTTH (Fiber to the Home)

高性能な映像配信サーバ

ブロードバンド回線を介して、高品質な映像データを安定した品質で配信する映像配信サーバを開発し、これによって少ないサーバの台数で多数のユーザーに映像データを配信する性能を極限まで高めることができた(1.5 Gビット/s以上の配信性能を確保)。同時に、広く普及しているクライアントソフトウェアや管理ソフトウェアとの連動も実現することができた。

ADSLやFTTHをはじめとするブロードバンド回線が普及しつつある。それに伴って、高品質映像の配信サービスを実用化しようという動きが高まりつつある。しかし、既存の映像配信サーバには、(1) 配信性能が低い、(2) 安定した品質での配信が困難などの課題がある。また、この課題が高品質映像配信サービスの実用化の障害になっていることも明らかになってきた。

日立製作所は、高品質映像の配信サービスを実用化するため、新たに高性能映像配信サーバの構成方

式を提案した。また、この方式を適用して、新規に映像配信サーバを試作した。このサーバは、既存の映像配信サーバに比べて配信性能が5倍以上向上している。また、CPU (Central Processing Unit) 負荷が70%程度に達しても、10 ms程度しか映像データの配信遅延が発生せず、安定した品質で映像データを配信することができる。さらに、既存の映像配信サーバとの互換性を維持しているため、従来のクライアントソフトウェアや管理ソフトウェアとの連動も図れる。

1 はじめに

近年、ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line), FTTH (Fiber to the Home), CATV (Cable Television) をはじめとするブロードバンド回線が普及しつつある。これらのブロードバンド回線は、1ユーザー当たり1 Mビット/s以上の

帯域を提供しており、高品質な映像情報の配信も十分に可能である。

ブロードバンド回線を提供している各キャリアは、加入ユーザーをさらに獲得するために、ブロードバンドの特性を生かした新たなサービスの開拓を目指している。その一つが高品質映像の配信サービスであるが、既存の映像配信サーバには多くの技術課題があるために、このサービスは実用化するに

は至っていない。

ここでは、高品質映像配信サービス実用化の障害となっている、既存の映像配信サーバの技術課題を明らかにし、この技術課題を解決するために、日立製作所が提案している映像配信サーバの構成方式について、また、その構成方法を用いた映像配信サーバの性能評価結果と、今後の展望について述べる。

2 既存映像配信サーバの技術課題

2.1 ローエンドタイプの技術課題

現在市販されている映像配信サーバは、ローエンドタイプとハイエンドタイプの二つに大別できる。

ローエンドタイプの映像配信サーバは、汎用パソコンのサーバや汎用OS(Operating System)上に映像配信アプリケーションを搭載し、提供されていることが多い。この映像配信サーバは、インターネットを介した映像配信に広く使用されている。そのため、クライアントソフトウェア(映像表示ソフトウェア)は、エンドユーザーが使用しているパソコンにプレインストールされていることが多い。サーバの管理者も、このサーバ用の管理ソフトウェアを使い慣れている、という利点がある。しかし、ローエンドタイプの映像配信サーバは、ビデオクリップなどの無料映像を配信するために設計されており、これをブロードバンドの特性を生かした高品質映像の配信サービスに適用しようとすると、以下のような技術課題が発生する。

(1) 低い配信性能

ローエンドタイプの映像配信サーバは配信性能が低いので、高品質映像を配信する場合、1台のサーバから同時配信できるクライアント数が十分ではない。多数のクライアント(ユーザー)にサービスを提供しようとすると、多数の映像配信サーバが必要となり、サービス提供の際に必要なサーバ設備コストやサーバ管理コストが増大する。その結果、高価なサービス料金でしかサービス提供ができなくなる。

(2) 安定した品質での配信が困難

ローエンドの映像配信サーバは、特にサーバが高負荷状態になった際に、安定した品質で映像配信を行うことが難しい。その結果、特に人気コンテンツの配信を有料化することが困難になる(ユーザーは課金されているにもかかわらず、不安定な品質の映像しか受信できないこととなる)。

2.2 ハイエンドタイプの技術課題

ハイエンドタイプの映像配信サーバは、専用ハードウェア、専用OS上に映像配信アプリケーションを搭載して提供されていることが多い。ハイエンドタイプの映像配信サーバは、放送素材の配信などのような高品質映像が必要な特殊用途での使用にも耐えられるように設計されている。しかし、これをブ

ロードバンド回線用の映像配信サービスに適用しようとすると、以下の技術課題が発生する。

(1) 高価な専用ハードウェアの使用

専用ハードウェアは高価であり、サービス提供の際に必要なとなるサーバ設備コストを増大させる。その結果、高価なサービス料金でしかサービス提供ができなくなる。

(2) 専用ソフトウェアのインストールと使用の強要

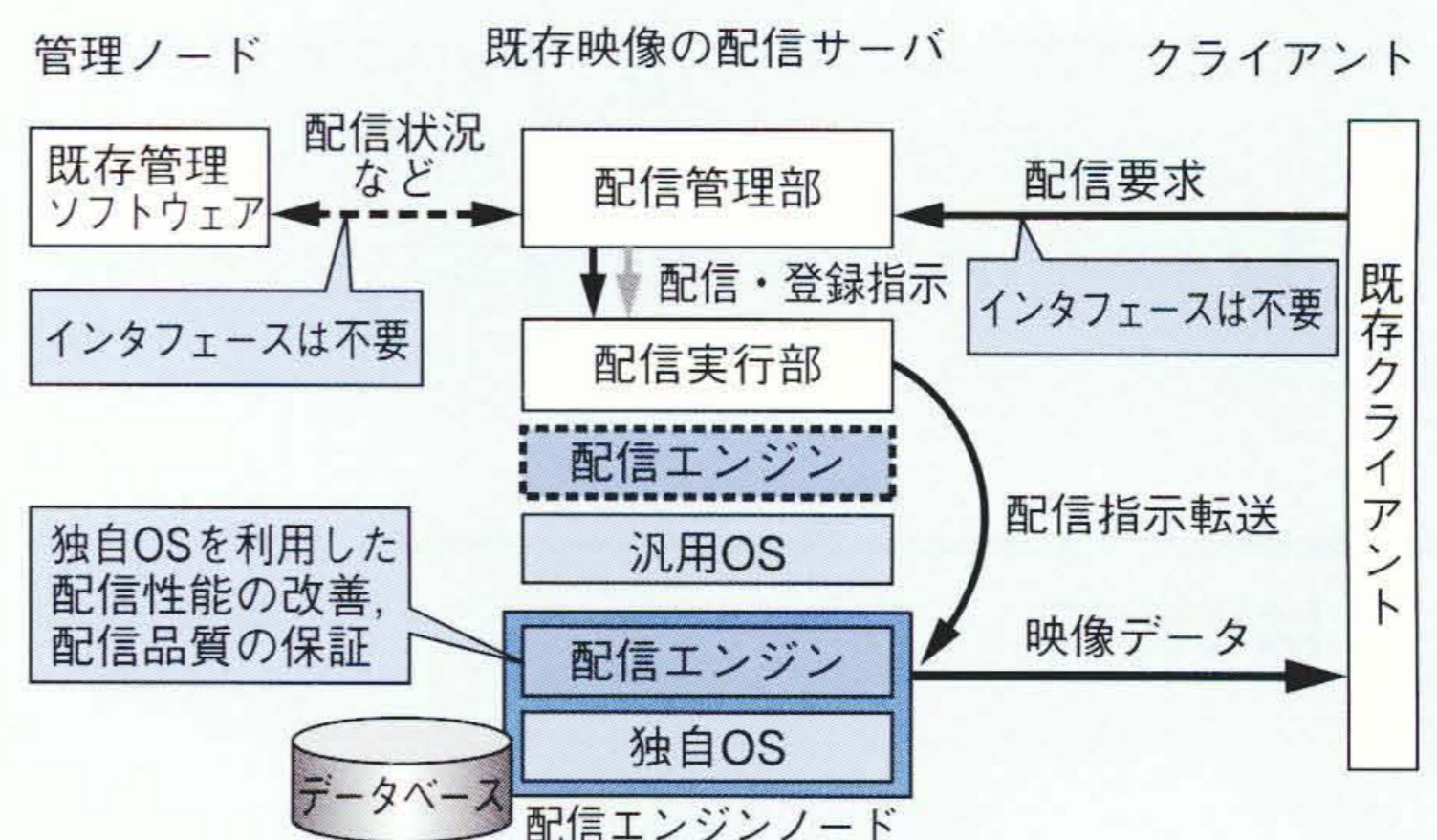
ハイエンドタイプの映像配信サーバ用の専用クライアントソフトウェアは、エンドユーザーが使用しているパソコンにはプレインストールされていない。そのため、エンドユーザーは新しく専用クライアントソフトウェアをインストールしなければならない。また、サーバ管理者は、使い慣れていない専用管理ソフトウェアを使用しなければならない。

3 高性能映像配信サーバの構成方式

ここで提案する高性能映像配信サーバの構成方式は、前章で示した技術課題の解決を目的に設計されている。この方式では、ローエンドタイプの映像配信サーバにわずかな変更を加えることにより、(1) 配信性能の改善、(2) 配信品質保証機能の追加、(3) 互換性の維持(従来どおりのクライアントソフトウェアや管理ソフトウェアの利用が可能)を同時に実現する。

高性能映像配信サーバの構成方式を図1に示す。この方式では、ローエンドタイプの既存映像配信サーバと、配信エンジンノードを並置する。

既存の映像配信サーバでは、クライアントからの配信要求に応じて映像データの実配信を実行するモジュール(図1では「配信エンジン」と表記)が、汎用OSのディスクのI/O(入出力)やネットワークI/Oを用いて配信処理を実行する。汎用OSのI/Oは実行オーバーヘッドが大きいというのに、サーバが高負荷状態になった際には、安定したレートでI/Oを実行し続けるこ



注:略語説明 OS(Operating System)

図1 高性能映像配信サーバの構成方式の概要

既存映像配信サーバから配信エンジン部分を分離し、独自のOSを搭載した配信エンジンノード上で実行する。

とが難しい。そのため、十分な配信性能が確保できず、配信品質が保証できないという課題があった。

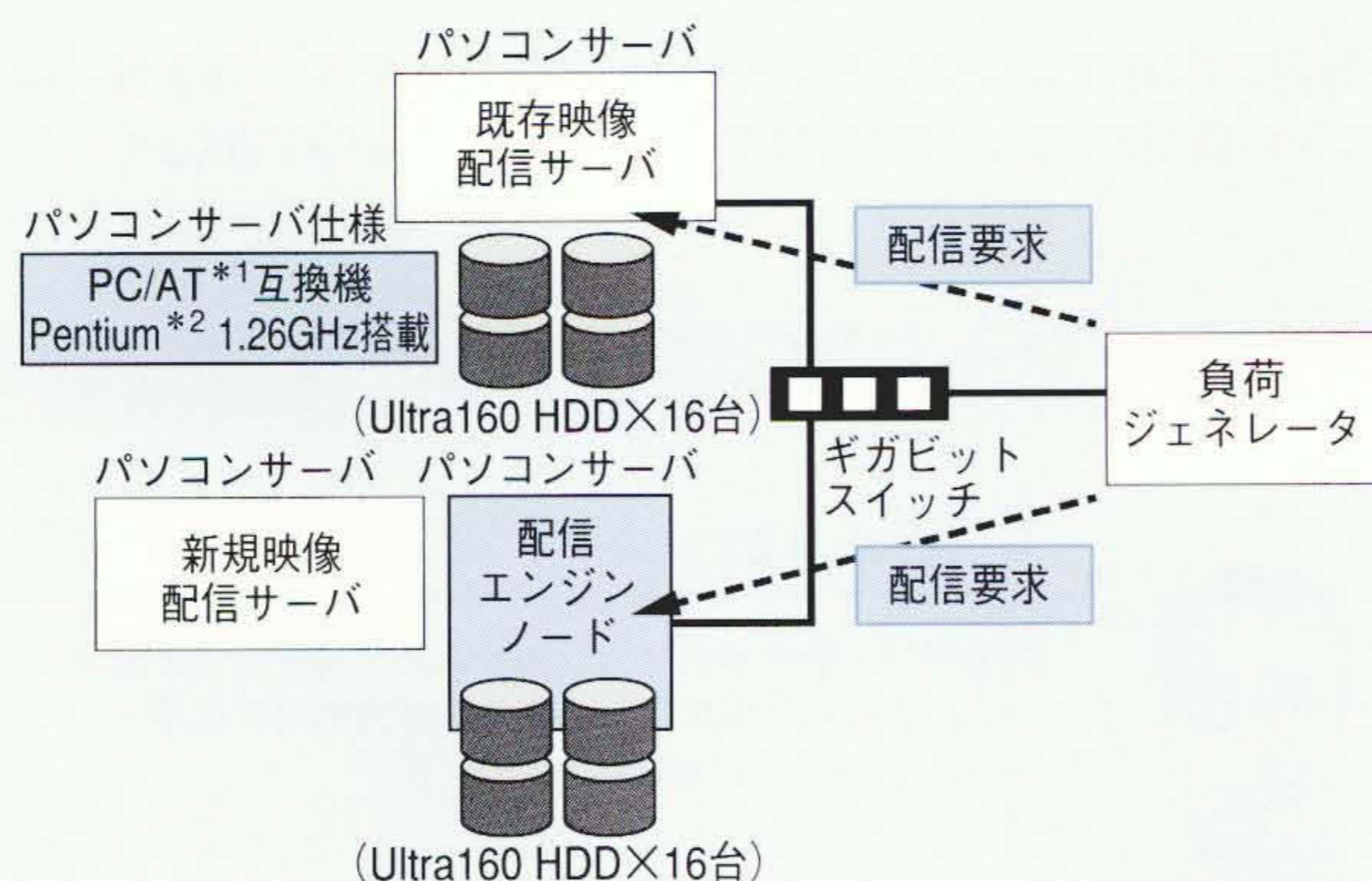
この課題を解決するため、この方式では、上記「配信エンジン」の部分既存の映像配信サーバから分離し、並置した配信エンジンノード上で実行させるようにした。配信エンジンノードには、日立製作所が開発した独自のOSを搭載する。この独自のOSは、汎用パソコンサーバを用いた映像配信に適用することを前提に設計されており、I/Oの実行オーバーヘッドを極限まで低減しているうえ、サーバが高負荷になっても安定したレートで実行し続けるための独自I/Oスケジューリング機能も持っている。この結果、既存映像配信サーバの配信性能が改善されるとともに、このサーバに配信品質保証機能を追加することもできる。

このような変更を既存の映像配信サーバに加えても、映像配信サーバとクライアントソフトウェア間のインタフェース(配信要求や映像データを送受信するためのインタフェース)や、映像配信サーバと管理ソフトウェア間のインタフェース(配信状況についての情報などを送受信するためのインタフェース)は変わらない。この結果、既存の映像配信サーバとの互換性を維持し、従来どおりのクライアントソフトウェアや管理ソフトウェアを利用することもできるようになる。

4 性能評価結果

日立製作所は、3章で述べた高性能映像配信サーバの構成方式を適用し、新規の映像配信サーバを試作した。ここでは、この映像配信サーバの性能評価結果について述べる。

この性能評価に用いた実験システムを図2に示す。この実験システムでは、「負荷ジェネレータ」から、「既存映像配信サーバ



注:略語説明ほか

PC/AT (Personal Computer/Advanced Technologies)

HDD (Hard Disk Drive)

*1 PC/ATは、米国International Business Machines Corp.の商標である。

*2 Pentiumは、米国Intel Corp.の登録商標である。

図2 実験システムの概要

従来の既存映像配信サーバと、配信エンジンとの連動をサポートとした新規映像配信サーバの性能を比較した。

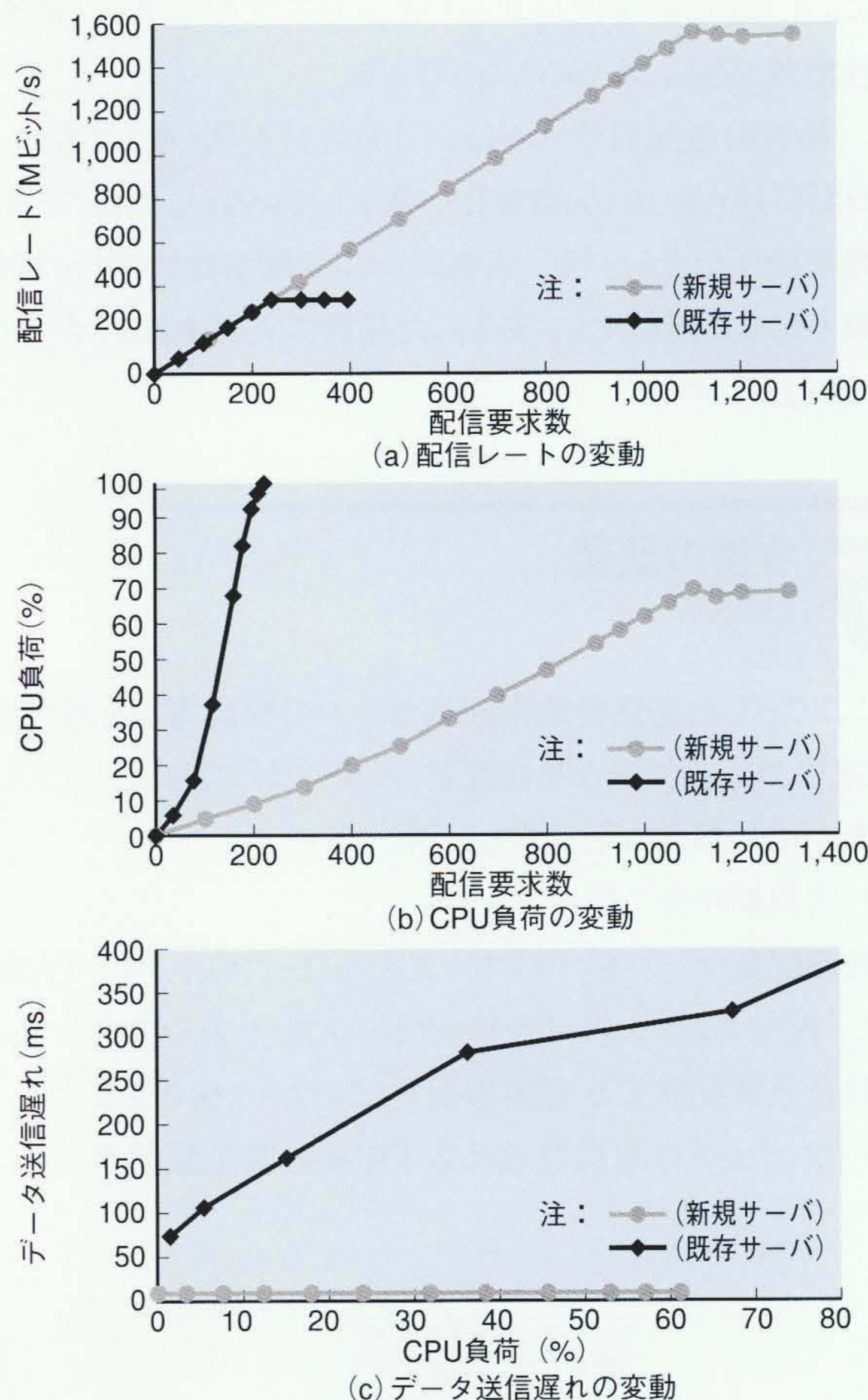


図3 測定結果

新規サーバは、既存サーバに比べて配信性能が5倍以上向上している。

バ]や「新規映像配信サーバ」に、1.42 Mビット/sのビットレートを持つ映像データの配信要求を発行している。発行する配信要求数を変動させた場合、各サーバの配信レート、CPU負荷、データ送信遅れの変動を測定することにより、各サーバの配信性能や配信品質保証能力にどの程度の差があるかを評価した。

測定結果を図3に示す。この評価により、以下のことが明らかになった。

(1) 新規映像配信サーバは既存映像配信サーバと比べて配信性能が約5倍向上している。つまり、1.42 Mビット/sの映像データの、1,000ストリーム以上の同時配信を可能としている。これは、新規映像配信サーバを使用することにより、映像配信サービスを提供する際に必要となるサーバ設備コストを、少なくとも $\frac{1}{5}$ に低減することができることを意味する。

(2) 既存映像配信サーバでは、配信性能が飽和している際にCPU負荷が100%に達している。それに比べて、新規映像配信サーバは、配信性能が飽和している際のCPU負荷が70%以下である。これは、新規映像配信サーバが、パソコンサーバのPCI(Peripheral Component Interconnect)バスの帯域限界に達する配信性能を実現しているためである。今後は、PCI-Xなどの広帯域バスに対応したI/Oデバイスの出

現により、既存映像配信サーバと新規映像配信サーバの配信性能差がさらに広がるものとする。

(3) 新規映像配信サーバは、CPU負荷が高くなってもデータの配信遅れが10 ms前後しか発生していない。このことは、新規映像配信サーバが、人気コンテンツ配信などのサーバを高負荷にする配信でも、安定した品質で実行することができることを意味する。

5 今後の展望

ここで示した高性能映像配信サーバの構成方法を応用することにより、高性能な映像配信サーバだけでなく、以下に示すような特徴的な製品群も提供していく。

(1) 大規模映像の配信システム

映像配信サーバをバックボーンネットワークの中央に一台配置し、配信エンジンノードをバックボーンネットワークのエッジに複数台分散配置する(図4参照)。このような構成をとっても、クライアントからの配信要求は必ず中央の映像配信サーバに

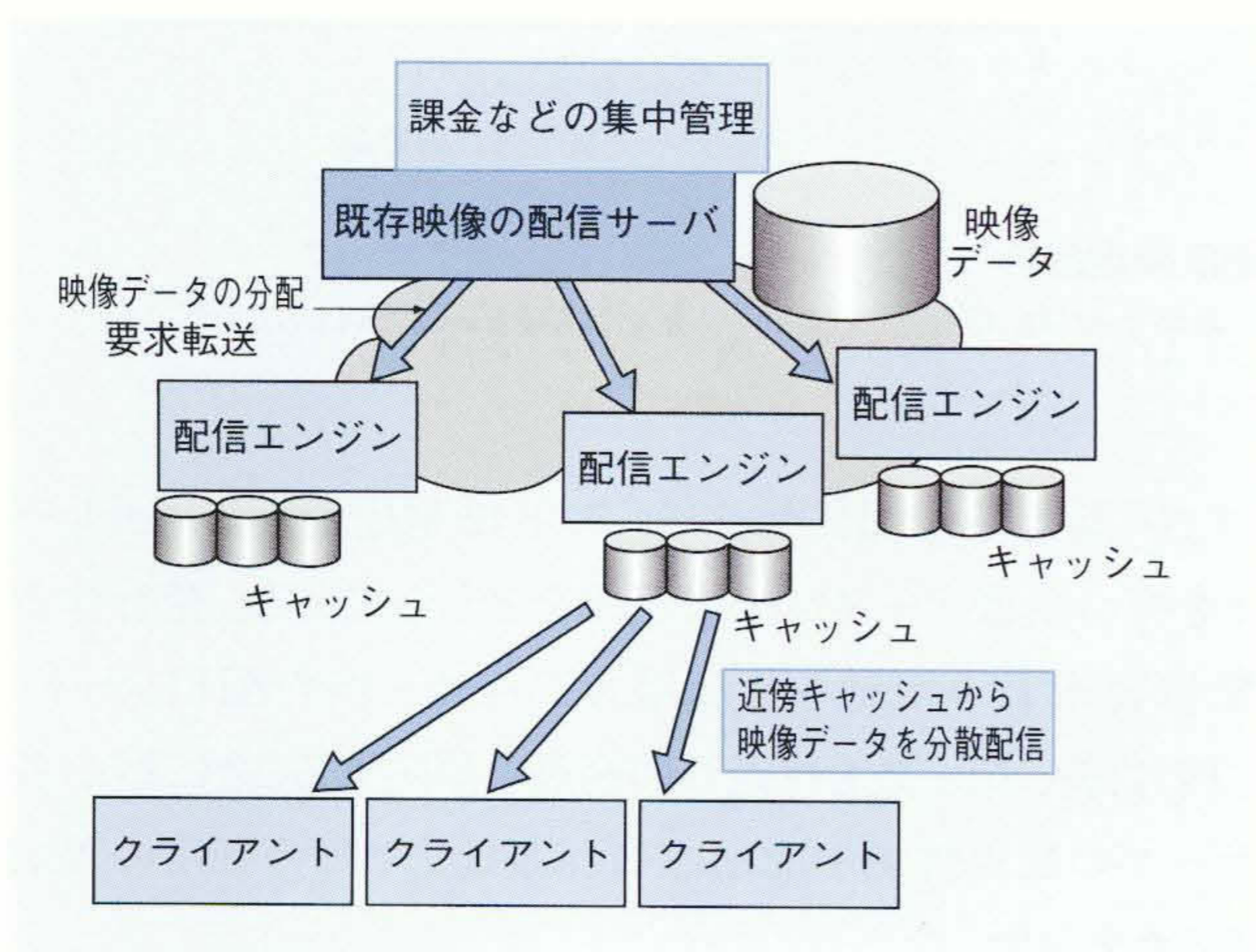


図4 大規模映像配信システム

配信エンジンの台数に応じたスケーラブルな性能向上と、消費ネットワーク帯域の低減を図ることができる。

到達するため、課金処理などの管理処理を集中して行うことができる。一方、映像配信処理では、エッジに存在する配信エンジンノードが分散して実行するので、配信エンジンノード数に応じてスケーラブルに同時配信クライアント数を増大することができる。また、クライアントと配信サーバのネットワーク的な距離が短いので、映像配信に要するネットワーク帯域を削減することができ、ネットワークの輻輳(ふくそう)などによる映像配信の品質劣化を発生しにくくする。なお、分散配置した配信エンジンに耐障害機能を持つディスク装置(日立製作所の「SANRISEシリーズ」など)を利用すれば、ディスク障害発生時の運用管理コストを大きく低減することができる。

(2) 監視映像向けの映像配信サーバ

映像配信サーバ(図1参照)が、各地に設置されたカメラからの監視映像を受信し、ディスクにリアルタイムに蓄積する機能を追加する。独自のOSによってI/Oを実行するので、多くの地点からの監視映像がディスクに蓄積され、安定した品質での監視映像配信を同時に行うことができる。

6 おわりに

ここでは、高品質な映像配信サービスの実用化を図ることができる高性能映像配信サーバの構成方式の概要と、この方式を適用して新規に試作した映像配信サーバの性能評価結果について述べた。

日立製作所は、この構成方法を応用した映像配信サーバの早期製品化を図っていく。さらに、この映像配信サーバを核とし、ユーザーのニーズにこたえた、総合的なブロードバンドソリューションを提供していく考えである。

参考文献

- 1) 竹内, 外:HiTactixを応用したDarwinストリームサーバ向けI/Oエンジンの設計と実装, 情報処理学会研究報告, No.090(2002.6)

執筆者紹介



竹内 理

1994年日立製作所入社, システム開発研究所 第3部 所属
現在, 次世代映像配信システムの研究開発に従事
情報処理学会会員
E-mail: t-takeu @ sdl.hitachi.co.jp



小林郁子

1984年日立製作所入社, システム開発研究所 第3部 所属
現在, 次世代映像配信システムの研究開発に従事
情報処理学会会員
E-mail: katsuma @ sdl.hitachi.co.jp



レ・モアル ダミアン

2000年日立製作所入社, システム開発研究所 第3部 所属
現在, 次世代映像配信システムの研究開発に従事
E-mail: damien @ sdl.hitachi.co.jp



櫻庭健年

1983年日立製作所入社, システム開発研究所 第3部 所属
現在, 次世代映像配信システムやセキュリティの研究開発に従事
ACM会員, IEEE会員, 情報処理学会会員, 日本数学会会員
E-mail: sakuraba @ sdl.hitachi.co.jp