

## ライブ映像のネットワーク配信実験と サービスに対する意識調査

和田稔\* 合志清一\*\* 高田仁一郎\*\*\* 土居清之\*\*\*\* 堤寛\*\*\*\*\*

\*三菱電機株式会社 〒247-8501 神奈川県鎌倉市大船 5-1-1  
\*\*日本放送協会 〒157-8510 東京都世田谷区砧 1-10-11  
\*\*\*株式会社 ビーバット 〒102-0075 東京都千代田区三番町 5-42  
\*\*\*\*日本テレビ放送網株式会社 〒105-7444 東京都港区東新橋 1-6-1  
\*\*\*\*\*株式会社 テレビ東京 〒105-8012 東京都港区虎ノ門 4-3-12

E-mail: [minoru@isl.melco.co.jp](mailto:minoru@isl.melco.co.jp)\*

あらまし 2003年と2004年の2回、ブロードバンドネットワークによる映像配信実験を実施し、配信対象者にアンケート調査を実施した。配信映像には電子透かしを使用し、特に2004年にはリアルタイムで埋め込みをおこなった。電子透かしの検出結果やアンケート結果から、今回のシステムは実用的なレベルであること、また、ブロードバンドネットワーク加入者の実効的な伝送速度やコンテンツ料金に関する意識などを把握することができた。

キーワード 映像配信 電子透かし ライブ ブロードバンド アンケート

## The distribution experiment of live videos by the Internet and the attitude survey

Wada Minoru\* Gohshi Seiichi\*\* Takata Jinichiro\*\*\* Doi Kiyoyuki\*\*\*\* Tsutsumi Hiroshi\*\*\*\*\*

\*Mitsubishi Electric Corporation 5-1-1 Ofuna, Kamakura, Kanagawa 247-8501, Japan

\*\*Japan Broadcasting Corporation 1-10-11 Kinuta, Setagaya-ku, Tokyo 157-8510, Japan

\*\*\*B-BAT Inc. 5-42 Sanbancho Chiyoda-ku, Tokyo 102-0075 Japan

\*\*\*\*Nippon Television Network Corporation 1-6-1 Higashi Shimbashi, Minato-ku, Tokyo 105-7444, Japan

\*\*\*\*\*TV TOKYO Corporation 4-3-12 Toranomon, Minato-ku, Tokyo 105-8012, Japan

E-mail: [minoru@isl.melco.co.jp](mailto:minoru@isl.melco.co.jp)\*

**Abstract** Twice in 2003 and 2004, the image distribution experiments by the broadband network were conducted, and the questionnaires were carried out to the distribution candidate. Digital watermarking was used for the distribution images and embedding was especially performed on real time in 2004. From the watermark detection and questionnaire result, it was showed that this system was a practical level, and a broadband network member's efficiency-access speed and contents charge etc.

**Keyword** video distribution watermark live broadband questionnaire

### 1. はじめに

ブロードバンドネットワークの普及に伴い、多様なデジタルコンテンツの流通が可能になる一方で、コンテンツの不正利用に対するコンテンツホルダー側の危惧や、著作権保護・管理システムの煩雑さに対する利用者側の不満が、豊富で良質なコンテンツの流通を阻んでいると言われている。ただ、これについて、実際に調査を行った例は少なく、原因が十分に解明されているとはいえない。

我々は2003年と2004年に、電子透かしやコンテンツ利用権認証システムなどの権利保護技術を用いて、映像コンテンツのネットワーク流通について実験し、利用者ニーズや映像コンテンツの配信サービス一般について調査を行った。まず

2003年の実験では、電子透かしの主観画質に影響を与える要因や利用権認証システムに対する評価を行った。この結果を踏まえ、2004年の実験は、配信するコンテンツをより実際のビジネスに近い形式にし、権利保護から権利許諾・配信までの一連の環境での権利保護技術の実用性検証を目的としてリアルタイムコンテンツ配信実験を実施した。ここでは主に2004年実験[1]について、システムやアンケートによる調査結果について報告する。

### 2. 2004年の実験

#### 2.1. 概要

図1に2004年実験システムの系統図を示す。映像にリアルタイムで電子透かしを埋め込んだ[2]後、符号化および権利

保護技術を施してインターネット上で配信した。符号化後の画像サイズは 320x240 画素、ビットレートは 768Kbps (音声含む) である。配信対象は事前に募集した被験者であり、視聴後 WEB でアンケート調査を実施している。

コンテンツ利用に際して必要な著作権者への利用申請および許諾作業は、今回開発した権利クリアランスシステムを使用した。これは権利者への申請および許諾作業を WEB 上で可能とするもので、同作業の将来的な形態をシミュレートできる。映像を配信する際には、許諾情報をコンテンツに付与し、権利情報に基づいた権利保護技術 (DRM) を施して配信を行った。その他、ユーザ認証にはライセンスキー発行サーバー、配信サービスの意識調査は WEB アンケートサーバーを使用した。

配信コンテンツの原画像は SDTV 映像で、6 種類の個別コンテンツを約 23 分に編集したものである。各コンテンツの一場面を図 2 に示す。番組は、2 日間、1 日約 7 時間繰り返して配信した。各コンテンツを図 2 に示す。本実験はコンテンツのリアルタイム送信をビジネスモデルとして想定し、電子透かしの埋め込み、エンコード、認証等をリアルタイムで行った。

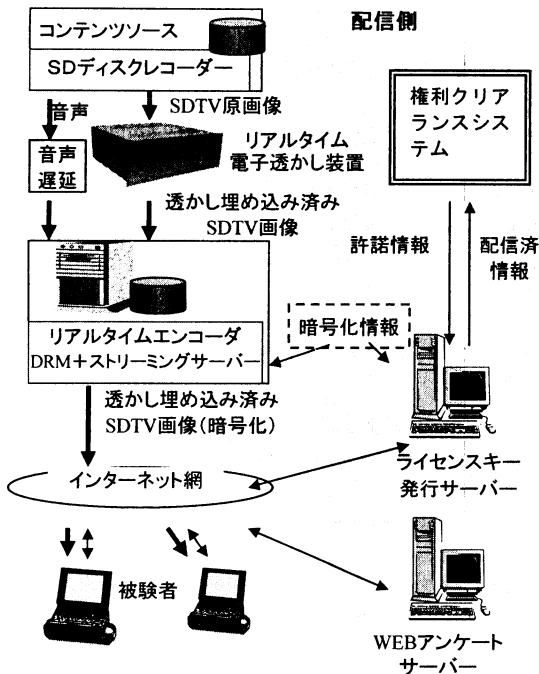


図1 配信システム系統図

## 2.2. 2004 年実験の電子透かし

電子透かしは NHK と三菱電機が共同開発した方式を用いた。透かしの埋め込みは圧縮前の画像に対して行い、ライブの映像配信に対応するためリアルタイム埋め込み装置を利用した。

### 2.2.1 方式

使用した電子透かしは、HD 放送から低レートのネットワーク配信まで、幅広い品質の映像に対応可能である。用途や

目的に合わせ、埋め込み情報量や画質、検出期間などを柔軟に設定することができる。今回は、下記のように設定した。

埋め込み情報量：8 ビット

検出期間：2 秒間

検出率：ほぼ 100% (目標値)

画質：透かしによる劣化が知覚されない

コンテンツ①



コンテンツ②



コンテンツ③



コンテンツ④



コンテンツ⑤



図2 各コンテンツの一場面

### 2.2.2 検出結果

上記番組から電子透かしを検出した際の検出率を番組全体および個別コンテンツごとに表 1 に示す。検出は PC で動作するソフトウェアで行い、非リアルタイム動作であった。

表1 電子透かしの検出結果

コンテンツ	概要	検出率
番組全体		99.6%
①	番組紹介 (トーク)	100.0%
②	動物バラエティ	98.8%
③	アニメ	98.4%
④	バラエティ	100.0%
⑤	プロレス	100.0%
⑥	音楽ビデオ	100.0%

検出率は、電子透かしとして埋め込んだ情報が正しく検出できたフレーム数の合計が、その期間の総フレーム数の何パーセントに当たるかを示している。符号化の際にコマ落ちしたフレームは考慮していない。図 3 に検出率の時間による変動 (60 フレームごとの検出率の推移) をグラフで示す。番組全体での検出率は 99.6% であった。グラフ上部に各コンテンツの期間を示す。比較的埋め込みが難しい「②：動物バラエティ」と「③：アニメ」で検出率が低下する期間が数箇所発生し、「⑤：プロレス」でも 1 箇所発生した。

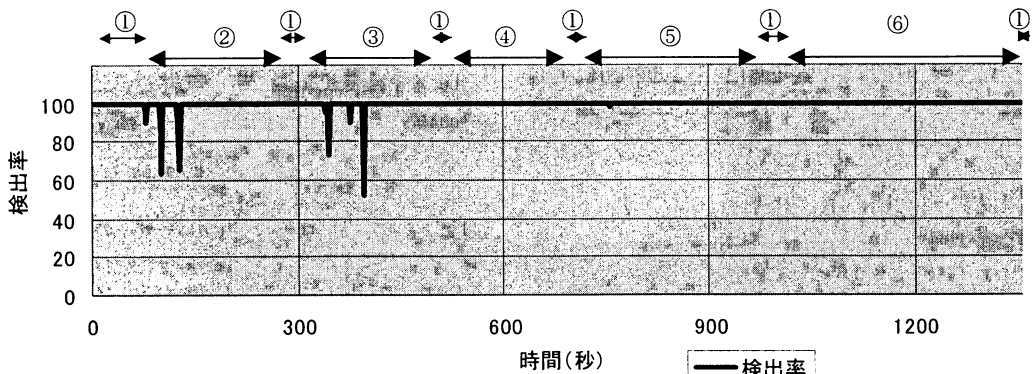


図3 電子透かし検出率の推移

### 2.3. 2004年実験の著作権保護技術

著作権保護技術にはマイクロソフト社の Windows Media DRM を用いた。利用者はクライアント (Windows Media Player) に対し、ID とパスワードを入力するだけで、ストリーミングサーバーやライセンスキー発行サーバーと通信を行い、ユーザー認証を受けることができ、配信側ではデジタルコンテンツの著作権保護が可能となる。

Windows Media DRM, Windows Media Player は Microsoft 社の登録商標です

## 3. 映像配信サービスに対する意識調査

### 3.1. 概要

#### I. 調査内容

- ①著作権保護技術やコンテンツの評価
- ②映像配信サービスに対する意識

#### II. 調査方法

WEBを用いたアンケート

#### III. 調査日時

2003年2月12～23日

2004年2月7.8日

#### IV. 調査対象

事前募集した回答者の性別と年齢構成を下記に示す。全て ADSL・FTTH・CATV でインターネット接続している。有効回答数は両年とも 120 (対象者は別)。

2004年回答者の構成を示す (2003年もほぼ同じ)

歳	18～29	30～39	40～49	合計
男性	21	22	18	61
女性	21	18	20	59
合計	42	40	38	120

### 3.2. 調査の標本誤差について

2003年および2004年の調査は共に120名から有効回答を得た。このサンプル数の妥当性について、テレビ視聴率と比較して考察する。実験を実施した時点での全国のブロードバ

ンド加入者数は、DSL・FTTH・CATV 合わせて、2003年実験で約888万加入、2004年実験で約1449万加入 (それぞれ2月末) である[3]。

テレビの視聴率調査は、300世帯 (関東地方) で行われていた。テレビが各家庭に複数設置されるようになり、世帯視聴率から個人視聴が増大し、視聴率調査にもこの傾向を反映する必要性が生じた。このため1996年9月調査を600世帯に増加させた。

ブロードバンドにおけるコンテンツ視聴は個人視聴が主流であると考えられるので、1996年以前のテレビ視聴率調査と対比させることが妥当と考えられる。1996年関東地方の世帯数14,588,000に対してテレビの視聴率調査は300世帯で行われていた[4]。これに対し、今回の調査では2004年2月に1449万世帯のブロードバンド加入世帯に対して120世帯の回答を得られた。

視聴率の平均  $\mu$  は次式で与えられる。

$$\bar{x} - t(\phi, \alpha) \frac{s}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{x} + t(\phi, \alpha) \frac{s}{\sqrt{n}}$$

ここで  $\bar{x}$  はサンプルから得られた平均値、 $s$  はサンプルの標準偏差、 $n$  はサンプル数である。 $t(\cdot, \cdot)$  は  $t$  分布、 $\phi$  は自由度、 $\alpha$  は有意水準である[5]。

平均値  $\mu$  は、上式で示された一定の範囲内に存在し、その範囲はサンプル数  $n$  により変化する。

サンプル数300と120とを比較すると、 $\phi = n - 1$  で与えられるので、 $n = 300$  の時は

$$\bar{x} - 0.1136s < \mu < \bar{x} + 0.1136s$$

$n = 120$  の時は

$$\bar{x} - 0.1808s < \mu < \bar{x} + 0.1808s$$

となる。母集団の性質が同一であれば、分散は同等であると考えられるので、上記2式の  $s$  は同一値と仮定できる。よって、サンプル数の違いは予想される平均値の誤差となることが示された。この議論より、テレビの視聴率調査を有効とするならば、誤差が1.6倍となるが、今回の実験結果は統計的に有効である。

#### 4. 意識調査の結果

##### 4.1. 調査対象者の傾向

##### 4.1.1 ネットワークで動画視聴可能な加入数

質問：圧縮レート 1Mbps と 2Mbps のテスト用動画像（配信番組とは別のテスト映像）をそれぞれ再生し、その再生状態を回答してください（単一回答）

図4 動画の再生状態(2003年)

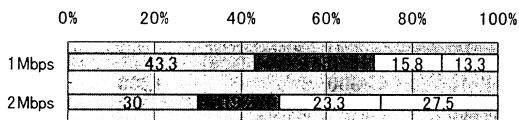
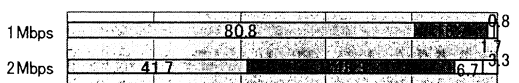


図5 動画の再生状態(2004年)



□ 再生された      ■ 再生されたがコマ落ちしている  
 □ 全く再生されなかった      □ その他

分析：1Mbps 動画を再生できる加入者は 2003 年から 2004 年で大きく増加し、「再生された」が約 8 割になっている。これに検定を試みる

帰無仮説：「1Mbps 動画を再生できる加入者の割合は、2003 年から 2004 年では変化していない」

対立仮説：「1Mbps 動画を再生できる加入者の割合は、2003 年から 2004 年では変化している」

このとき、帰無仮説は上側確率で棄却できる（1%水準）。よって、この 2003 年から 2004 年で 1Mbps の動画を再生可能な加入者の割合は変化していると結論できる。一方、2Mbps で「再生された」は、30.0%から 41.7%となっているが、同様の検定をおこなうと帰無仮説は棄却できない（5%水準）。従って、2Mbps に関しては変化しているとはいえない。

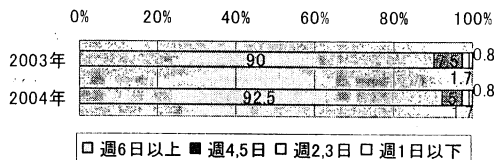
近年、動画像の圧縮技術はめざましい進歩を遂げているが、1Mbps で放送に匹敵する圧縮技術は報告されていない。2Mbps の伝送路であれば、最新の圧縮技術である H.264 等検討すべき技術も開発されている[6]。この点を考慮すると我が国におけるブロードバンド環境は、2004 年 2 月時点で、放送画質を受信するには至っていない。しかしながら、2003 年から 2004 年の一年間で 1Mbps 動画像を受信可能な世帯は変化しており、ブロードバンド環境は急速な発展が続いていると考えられる。

##### 4.1.2. インターネットの利用頻度

質問：インターネットの利用頻度を回答してください（単一回答）

分析：今回の回答者は全てブロードバンド対象者であり、90%以上が週に 6 日以上インターネットを利用している結果となった。

図6 インターネットの利用頻度



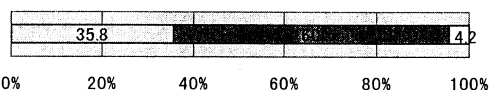
以上から、現在ブロードバンドユーザーの多くで動画コンテンツを視聴できるようになっており、かつネットワークを毎日のように利用していることがわかる。ブロードバンドの加入総数は、2003 年 2 月の 888 万から、2004 年 2 月には 1449 万に増加しており、この時点で、1Mbps での動画視聴可能な加入数は 1200 万程度と推定できる。

#### 4.2. 著作権保護技術やコンテンツの評価

##### 4.2.1. 著作権保護技術(サービス入会手続き)の受容性

質問：今回のサービス入会手続き（氏名・年齢・e-mail アドレス・住所等の入力）をどのように思いますか（単一回答）

図7 サービス入会手続きの受容性



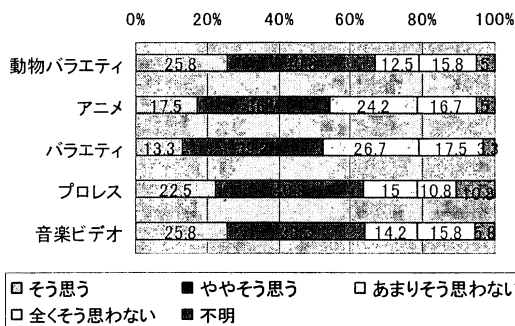
□ 特に気にならないと思う      ■ 少し面倒だと思う      □ 非常に面倒だと思う

分析：「少し／非常に面倒だ」と感じた人は、64.2%とやや高かった。氏名、年齢、住所など、通常最低限と思われる入力手続きでも利用者には負担感を抱かせることがわかる。別な質問で、この入会手続きの後に必要な「ID・パスワード入力」について質問したところ、「少し／非常に面倒だ」と感じた人は 40.8%で、入会手続きよりは低い結果であった。

##### 4.2.2. 有料コンテンツとしての画質の妥当性

質問：今視聴している動画が有料だとしたら、画質は妥当だと思いますか（内容ではなく画質についてお答えください）（コンテンツごとに単一回答）

図8 有料コンテンツとしても画質の妥当性



□ そう思う      ■ ややそう思う      □ あまりそう思わない  
 □ 全くそう思わない      ■ 不明

分析：全てのコンテンツで「そう／ややそう思う」のポジ

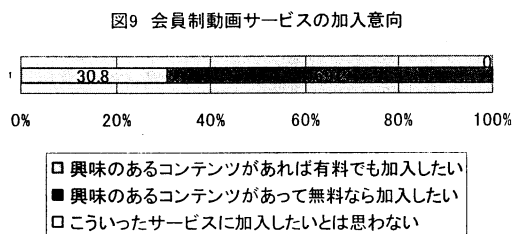
タイプ評価が過半数を占め、うち3つのコンテンツでは6割以上となった。これから本実験の電子透かしや符号化レートは、有料サービスに使用可能なレベルであると考えられる。また別の質問でコンテンツがスムーズに再生できたかを質問しており、そのスムーズに再生できた対象者をベースとした場合には、どのコンテンツでもポジティブ評価が7割以上となった。

以上の結果から、今回のシステムは画質や使い勝手の面でほぼ利用者の許容範囲にあり、有料サービスを考えた場合でも実用的なレベルであることが裏付けられた。映像の表示環境が改善されれば、更に良い結果が得られると思われる。

### 4.3. 会員制の映像配信サービスに対する意識

#### 4.3.1. 会員制動画サービスへの加入について

質問：ID、パスワードを入力すればパソコン上で動画コンテンツが視聴できる会員制のサービスについてどう思いますか（単一回答）

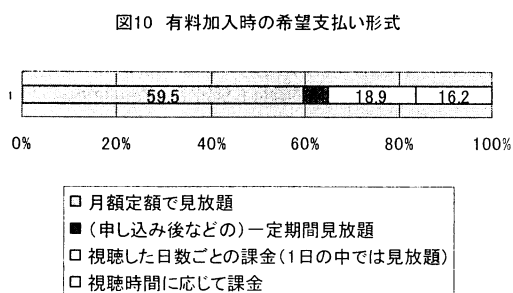


分析：「こういったサービスには加入したいとは思わない」が0%と、コンテンツによっては、誰もが加入する可能性があることが伺える。ただ、「興味のあるコンテンツがあって無料なら加入したい」が69.2%と、無料という条件付の利用意向者が7割近い。

#### 4.3.2. 有料サービス加入時の希望支払い形式

質問：会員制の有料動画サービスへの加入した際、希望する支払い形式はなんですか(有料加入意向者37名への質問)(単一回答)

分析：動画サービスへの支払い形式として、月決め、一定期間、視聴日数などの違いはあるが、8割以上が視聴時間を意識しない形式を希望していることがわかる。



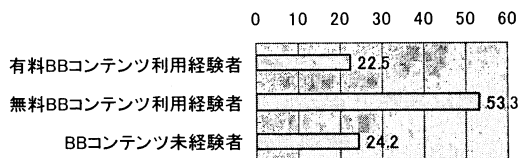
### 4.4. ブロードバンドコンテンツに対する意識

#### 4.4.1. 有料/無料ブロードバンドコンテンツの視聴経験

質問：最近3ヶ月以内に視聴したブロードバンドコンテンツ

(主に動画)はなんですか。また有料で視聴したコンテンツはなんですか(単一回答)

図11 有料/無料ブロードバンドコンテンツの利用経験 (経験有無のみで分類)

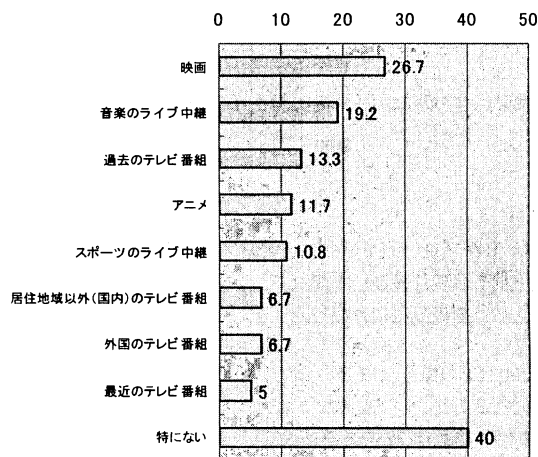


分析：視聴経験の有無のみで分類すると、7割以上でブロードバンドコンテンツの接触経験が見られた。そのうち、有料ブロードバンドコンテンツの利用経験者は約23%で、無料ブロードバンドコンテンツのみの利用者が半数以上を占めた。

#### 4.4.2. 有料でも見たいコンテンツの希望ジャンル

質問：今後視聴してみたいブロードバンドコンテンツのジャンルはなんですか(複数回答可)

図12 有料でも見たいジャンル(5%以上の項目)



分析：映画、音楽のライブ中継、過去のテレビ番組の順に多く、動画コンテンツ有料サービスの有望分野を把握できた。ちなみに、同時にもっとも見たいと思うものを1つだけ選べた場合、映画(15.8%)、音楽のライブ中継(13.3%)、アニメ(5.8%)であった。

#### 4.4.3. 有料コンテンツ認知経路

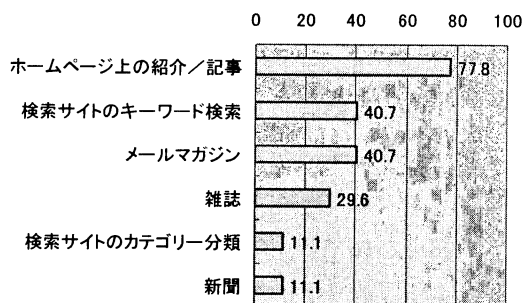
質問：有料で視聴したブロードバンドコンテンツのサイトを何から知りましたか(複数回答可)

分析：8割が「ホームページ上の紹介/記事」で、「検索サイトのキーワード検索から」「メールマガジン」がそれぞれ4割であり、オンライン上の経路を利用していることが多い。「ホームページ上の紹介/記事」を閲覧するためには、普段良く見るサイトであることが必要と考えられる。別途これに関して質問をした際の回答では、以下の項目が上位であった

(50%以上の項目を示す)。

検索・ポータル	95.8%
プレゼント・懸賞	86.7%
アンケート	82.5%
ポイント	80.8%
ショッピング	70.8%
ニュース	70.0%
地図検索・閲覧	64.2%
オークション	60.0%
鉄道・道路・航空機情報	58.3%
加入プロバイダ	56.7%
掲示板	55.8%
フリーメール	55.8%
天気	55.0%
テレビ番組情報	51.7%

図13 有料コンテンツの認知経路(10%以上の項目)

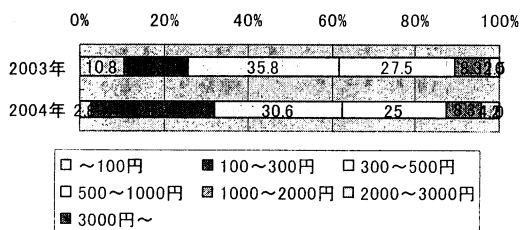


#### 4.4.4. 有料ブロードバンドコンテンツの適正価格

質問：最も有料で見たいと思うコンテンツについて、月額どの程度なら利用したいと思いますか。(月額定額の場合)。(単一回答)

注) 2004 年の場合、「有料で見たいコンテンツはない」という選択肢があり、その回答数が 48 であったため、適正料金に対する回答総数は 72 である。

図14 コンテンツの適正料金



分析：2003 年では「300~500 円未満」が最も多く 35.8%、「500~1000 円未満」がそれに続く。2004 年では「300~500 円未満」と「100~300 円未満」がともに約 30%でもっとも多く、「500~1000 円未満」がそれについている。これに検定を試みる。

帰無仮説と対立仮説を下記のように設定する。

帰無仮説：「コンテンツの適正料金を「100~300 円未満」お

よび「300~500 円未満」と考える加入者の割合は、2003 年から 2004 年で等しい」

対立仮説：「コンテンツの適正料金を「100~300 円未満」および「300~500 円未満」と考える加入者の割合は、2003 年から 2004 年で異なる」

このとき、帰無仮説は棄却されない(5%水準)。従って、「100~300 円未満」および「300~500 円未満」の料金を適正と考える加入者の割合は 2003 年から 2004 年で異なるとはいえない。この検定結果、およびこれら料金水準が携帯電話のネットワークサービス等とほぼ同じであることなどから、この程度がインターネットの有料サービスに適正と認知されていることが伺える。

以上から、現時点では有料ブロードバンドコンテンツの利用者は少ないものの、有料でも見たいコンテンツは存在し、ユーザーが適正と考える料金でどのようにビジネスを成立させていけるかがカギと考えられる。

#### 6. まとめ

2003 年と 2004 年の 2 回にわたり、ブロードバンドを用いて、著作権保護技術を実施した映像配信実験を実施し、同時に配信対象者にアンケート調査を実施した。本稿では、主に 2004 年の実験について、システム構成や電子透かしについて説明するとともに、アンケート結果について示した。

動画コンテンツ配信ビジネスにリアルタイム電子透かし埋め込み装置が実用可能であることを示すと共に、既存の著作権保護技術と共存可能なことを実証した。また、アンケート結果より、ブロードバンドを用いた映像配信をビジネスとして成立させるための、視聴状況を示し統計分析を行った。

これらの実験は、(財)マルチメディア振興センターから(株)ビーバットが委託された「放送コンテンツのネットワーク流通促進に向けた権利クリアランス実証実験に関する調査」として行われた。

#### [参考文献]

- [1]和田稔,高田仁一郎,土居清之,堤寛,合志清一：ライブ映像配信における電子透かしの利用 2004 映像メ大 11-7
- [2]和田稔,小川一人,鈴木光義,伊藤浩,藤井亮介,馬養浩一,室田逸郎,大竹剛,合志清一：HDTV 用電子透かし装置の開発, FIT2003 J-031
- [3]インターネット接続サービスの利用者数等の推移：[http://www.soumu.go.jp/s-news/2004/040430\\_2.html](http://www.soumu.go.jp/s-news/2004/040430_2.html)
- [4]株式会社ビデオリサーチ, <http://www.videor.co.jp>
- [5]内田治：すぐわかる EXCEL による統計解析, 東京選書
- [6] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG2003/N6231)