

ハイビジョン映像データ伝送に関する基礎実験について

Fundamental Experiment on the Transmission of HD Video Data

石田 雅^{*1}, 岡田 英範^{*2}, 鈴木 好明^{*3}
小谷 章二^{*3}, 柏木 秀文^{*3}, 山岸 正明^{*1}
ISHIDA Masaru^{*1}, OKADA Hidenori^{*2}, SUZUKI Yoshiaki^{*3},
KOTANI Shoji^{*3}, KASHIWAGI Hidefumi^{*3}, YAMAGISHI Masaaki^{*1}

*** 1 鳥取大学 総合情報処理センター**

Information Processing Center, Tottori University

〒680-8550 鳥取市湖山町南4丁目101番地

Koyama-Minami 4-101, Tottori 680-8550, Japan

TEL: 0857-31-5326, FAX: 0857-28-5742, URL: www.hakuto.tottori-u.ac.jp

*** 2 (有) テレビジョンテック**

Television Tech, Ltd.

〒683-0851 米子市夜見町3001-6 産業技術センター内

Yomi 3001-6, Yonago 683-0851, Japan

TEL: 0859-30-0650, FAX: 0859-30-0650

*** 3 鳥取県産業技術センター**

Industrial Research Institute of Tottori Prefecture

〒689-1112 鳥取市若葉台南7丁目1-1

Wakabadai Minami 7-1-1, Tottori 689-1112, Japan

TEL: 0857-38-6205, FAX: 0857-38-6210, URL: www.toriton.or.jp/~T-sgc

概要

21世紀における情報ネットワークのサービス基盤の1つに「通信と放送の融合」がある。特に放送の分野ではCS(1996年6月),BS(2000年12月)で代表される衛星デジタル放送があり,本年12月より関東,中京,近畿の3地域では地上波デジタル放送開始で,2006年までには全国に拡大される予定である。

本稿は,ATMネットワークを介して放送レベルのハイビジョン映像の基礎的な伝送実験の概要を示すと共に,IPベースの高速ネットワーク上での配信技術を利用した実証実験について述べる。これはハイビジョン(HD)映像コンテンツを配信する実証実験であり,本実験で得られる実験成果は,今後のHD映像を活用した研究成果報告,遠隔医療,遠隔講義といったものから,観光宣伝,古代遺跡のイベント等幅広い各種広報活動へ利用されることが期待される。さらに地域ネットワーク(県情報ハイウェイ・ネットワーク)を介した全国への地域情報発信に適用できることから,地域の活性化への起爆剤となる。

キーワード

デジタル・ハイビジョン, ATMネットワーク, MPEG-2, HDコンテンツ, TSパケット, デジタル放送

1. はじめに

近年、通信・放送の融合に対応したブロードバンドな超高速情報ネットワークの整備が推進されている。この中で、デジタル・ハイビジョン映像データ伝送に関する実証実験等多数実施されている[1] [4]。

本稿はブロードバンドなネットワークを用い、臨場感のあるデジタル・ハイビジョンの映像データを伝送する基礎実験の概要について示す。最初バックボーン回線の状況を把握する為に、Windows マシン2台を用いpingコマンドによる回線接続チェック、NetMeeting を利用した映像ファイルの転送、またLinux マシンを用い、ftpコマンドによるファイル転送時間計測の各実験を取り上げた。次に、実録したデジタル・ハイビジョンの映像、テスト音声、映像テストパターン信号を伝送し、転送レートを可変しながら伝送状況の調査を行い、それらの結果概要について示す。このようなハイビジョン・コンテンツの活用について、今後の利活用も含めて検討を行う。

2. デジタル・ハイビジョン映像データ伝送の基礎実験の概要

2.1 予備実験

デジタル・ハイビジョン映像データの伝送基礎実験を実施する際、予備実験として送信側PCと受信側PC間のバックボーン回線状況を調査する目的で、Windows Note PC (OS: Windows 2000 & Xp Professional) によるpingコマンドによる応答時間チェックと、NetMeeting を利用した映像データ転送、Linux (OS: Red Hat Linux 7.2&7.3) PCを用いたFTPサーバ・クライアントによるファイル転送の各実験を行った。尚、送信(始点)、受信(終点)は学外の2地点(東京、島根)の各APを迂回するVLANネットワークを構成した。以下に各実験結果について簡単に示す。

1) pingコマンドによる応答時間チェックの実験

パケット・サイズをデフォルトの32byteから最大65500byteまで、各100パケット送信した。東京AP迂回ルートの場合、平均50ms~60ms、島根AP迂回ルートの場合、平均23ms~51msであった。東京APと島根APの各迂回ルートの場合について、それぞれTable 1(a) (b)に示す。

2) NetMeeting を利用した映像データ転送実験

NetMeeting を利用した映像データ転送については、送信PC (OS: Windows Xp Professional)へ映像CD-ROM、映像ファイル(10MB,AVI)をセットし、受信PC (OS: Windows 2000)へ伝送した結果、幾度か伝送遅延等により画像の乱れを生じた。

3) Linux PCによるファイル転送実験

FTPサーバPCへ280MBと12MBの2種類のサンプルファイルを準備し、FTPクライアントPCよりwftpコマンドを実行して各ファイル転送を行い、それらの転送時間を計測した。転送時間結果を島根APの各迂回ルートの場合について、それぞれTable 2(a) (b)に示す。

Table 1 (a)

Tokyo Packet Size	Time(ms)			Loss(%)
	Min	Max	Ave	
32	50	51	50	0
1500	50	51	50	0
3000	50	51	50	2
6000	50	51	50	0
12000	50	51	50	1
24000	50	60	50	0
36000	50	60	50	0
40000	50	61	50	0
44000	50	60	50	0
46000	50	60	50	0
46500	50	61	55	0
47000	60	61	60	0
48000	60	61	60	1
50000	60	61	60	0
54000	60	70	60	0
58000	-	-	-	-
60000	60	61	60	0
62000	-	-	-	-
64000	-	-	-	-
65500	60	70	60	0

Table 1 (b)

Shimane Packet Size	Time(ms)			Loss(%)
	Min	Max	Ave	
32	23	23	23	0
1500	24	24	24	0
3000	25	25	25	0
6000	26	26	26	0
12000	29	29	29	1
24000	34	34	34	0
36000	38	39	38	0
40000	40	40	40	0
44000	42	42	42	0
46000	42	43	42	0
48000	43	44	43	1
50000	44	44	44	0
54000	46	46	46	0
58000	48	48	48	0
60000	48	48	48	0
62000	49	49	49	1
64000	50	50	50	0
65500	51	51	51	0

下記 **Table 2(a) (b)** の中で、パーセント (%) 表示はファイル転送の割合を示しており、「Log-in」が転送開始 (0%) を示し、順次転送が行われ最終「100%」で転送完了を意味している。

Table 2 (a)

Shimane		File : 280 MB	
	times (s)	diff.(s)	
Log-in	12		
10%	24	12	
20%	36	12	
30%	48	12	
40%	60	12	
50%	72	12	
60%	84	12	
70%	96	12	
80%	108	12	
90%	120	12	
100%	131	11	
Trans. Times :		119 (s)	
speed (exp) :		2.35MB/s	
speed :		2.26MB/s	

Table 2 (b)

Shimane		File : 12 MB	
	times (s)	diff.(s)	
Log-in	12		
10%			
20%			
30%			
40%			
50%			
60%			
70%			
80%			
90%			
100%	18		
Trans. Times :		6 (s)	
speed (exp) :		2.0MB/s	
speed :		2.23MB/s	

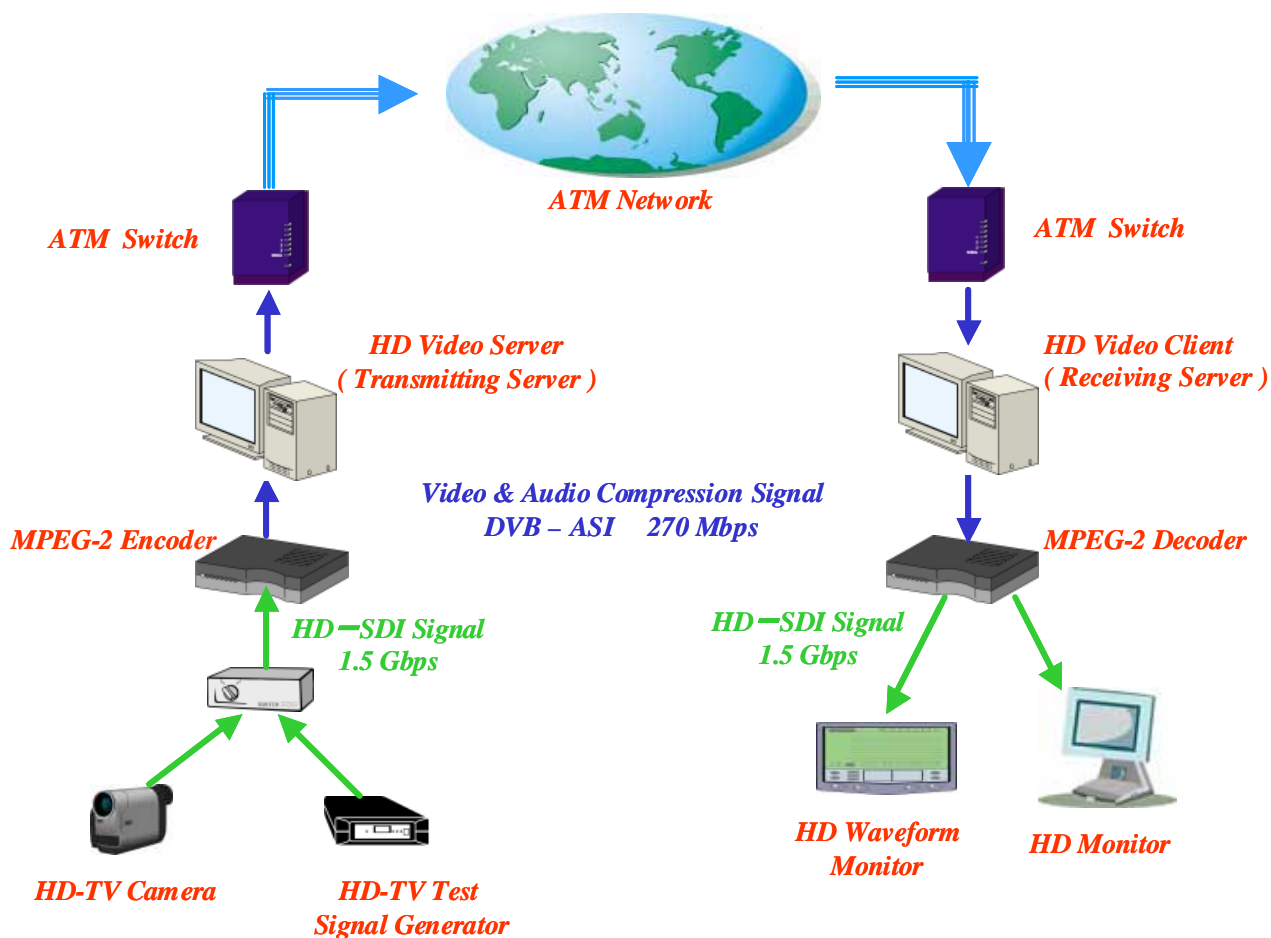


Fig.1 デジタル・ハイビジョン映像データの伝送基礎実験システム概略構成

2.2 基礎実験システム構成[5] [8]と実験内容

ハイビジョンは1970年NHK技術研究所で高品位テレビジョンとして研究が始まり、1991年からBS伝送による試験放送が開始された。走査線数は、標準テレビ放送の場合525本(有効走査線数:480本)であり、ハイビジョンの場合は1125本(有効走査線数:1080本)である。ハイビジョンの特長として、広視野効果(無意識のうちに画面の動きに身体がつかれる状態)とワイド効果(画面の縦横の比<アスペクト比>が16:9の場合に臨場感が最も強い)があり、さらに音声はマルチチャンネルステレオ(3/1ステレオ, 3/2ステレオ, 5・1ステレオ<3/2+LFE:Low Frequency Enhancement>)であり、従来の2スピーカーによるステレオより臨場感がある。

Fig.1はデジタル・ハイビジョン映像データの伝送基礎実験システム概略構成を示す。本システムは、HD-TVカメラによる映像データをMPEG-2エンコーダと送信サーバでHD-SDI(Serial Digital Interface)信号へ変換後、ATMネットワークへ伝送し、受信サーバとMPEG-2デコーダで映像データを復元する。伝送方式において、映像、音声、多重化等はMPEG(Moving Picture Experts Group)規格に準拠している。このとき映像、音声の各信号はそれぞれMPEG-2 Video, MPEG-2 Audio AACの符号化方式で圧縮され、番組特定情報、番組配列情報とともにまとまった1つの信号にする多重化処理が行われる。これらすべてのデータはTS(Transport Stream)パケットと呼ばれる188バイトの固定長パケットに分割される。上記伝送方式はMPEG-2 TSと呼ばれる規格(IES/ISO13818-1)である。

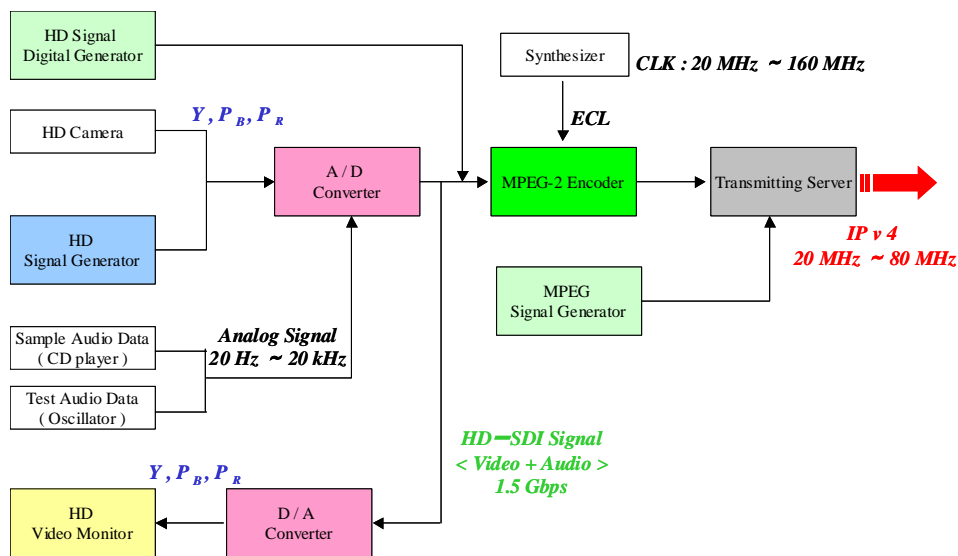


Fig. 2 送信側のシステム構成

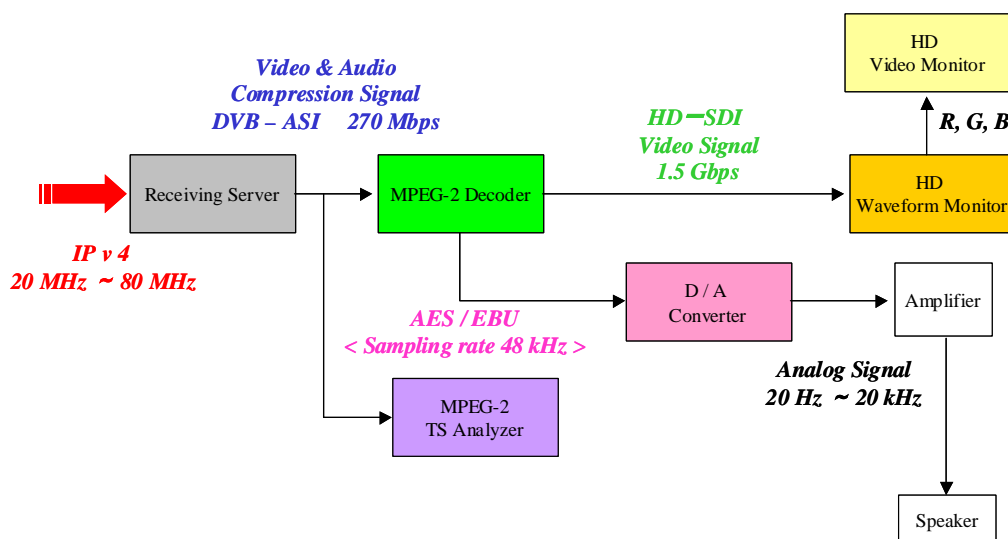


Fig. 3 受信側のシステム構成

こうしたデジタル映像，音声信号を計測する場合，キャリアのパラメータ測定と情報の伝送計測・チェックを行うのが主である．本伝送実験項目として以下の項目がある．**Fig.2** は **Fig.3** はそれぞれ送信側，受信側のシステム構成を示し，**Fig.4 (a) (b)** は実験の機器設置風景である．

1) テスト信号伝送実験

信号発生器（型式 TG700, TSG1001）から出力されるテスト信号（カラーバー，ランプ，パソロジカル，マルチバースト<1~10M, 10~20M, 20~30M: 各 2M 間隔>，マルチサークルパターン）を送信サーバへ入力し，受信サーバより出力されるテスト映像パターンをプラズマディスプレイにてモニタリングする．尚，ビット転送レートは，20 Mbps，40 Mbps，80 Mbps の 3 種とした．

2) デジタル・ハイビジョン映像コンテンツ伝送実験

送信サーバと受信サーバで構成された HD ビデオサーバシステムを使用して，リアルタイム伝送とファイル伝送実験を行う．リアルタイム伝送は HD カメラで現在収録中の HD 映像をそのまま ATM ネットワークへ送信するライブ形式の伝送であり，ファイル伝送は収録済みの HD 映像コンテンツ（VTR，ファイル・コンテンツ）を受信サーバへ伝送し，映像コンテンツ・データの保存，再生を行うものである．

3) 映像信号，音声信号計測実験

主に MPEG-2 信号発生器と MPEG-2 TS アナライザを用い，伝送経路で生じるデータ誤り等チェックする．また，1.5 Gbps の高速デジタル信号の HD-SDI 信号（duty の変化する 1/0 のパルス列）のレベル，立上がり（立下り）の傾斜，ジッタ等 Waveform Monitor により測定（EYE パターン）を行う．



fig. 4 (a)



fig. 4 (b)

Table 3 基礎実験システムの主な機器構成とその機能・仕様

機器名	型式（メーカー名）	機能・仕様等	備考
1 HD Digital Signal Generator	TG700 (Tektronix)	HDTV&SDT	Test pattern signal
2 HD Signal Generator	TSG1001 (Tektronix)		Video & Audio test signal
3 HD Camera 1	HDW-750 (SONY)	RGB 3CCD, Pixel:1920(H)X1080(V) Sensitivity:F1.0, S/N(Picture):54dB fs: 74.25MHz(Y), 37.125MHz(Pb/Pr)	
4 HD Camera 2	DXC-H10 (SONY)	3CCD, Pixel:1920(H)X1035(V) Sensitivity:F8, S/N(Picture):50dB	Handy-type
5 CD Reciver	PLS-1410 (BOSE)	f Res. 20Hz-20kHz ± 1dB, SN:93dB	Sample Audio Data
6 Audio Oscillator			Test Audio Data
7 HD Video Monitor	Plasma Display CMP 4201 J (Hitachi)	42 inch, dots=H:1024 V:1024, Picture:1080/60i, 1080/50i	
8 A / D Converter	HD-1601 (ASTRO DESIGN Inc.)		
9 D / A Converter	ADDA 2402 (Digital Audio Denmark)	SN:117dB(A/D,D/A) fs:32k,44.1k,48k,64k,88.2k,96kHz	Audio
10 MPEG-2 Encoder	MH-2200E (Mitsubishi)	Pic. Format:1080i,720p,480p,480i Video Coding: MPEG2 MP@HL	
11 Frequency Synthesizer	Model SI-160 (Syntest corp)	20MHz-160MHz	
12 Transmitting Server		CPU:Pentium 1GHz, Mem:512MB, OS:Xp	
13 PC Monitor	LCD-A15H (I-O DATA)		
14 Receiving Server		CPU:Pentium 1GHz, Mem:512MB, OS:Xp	
15 MPEG-2 Decoder	MH-2200D (Mitsubishi)		
16 MPEG-2 TS Analyzer	TS-7801 (ASTRO DESIGN Inc.)	IN:50kbps-100Mbps	TS/PS/SI/PES/ES Analysis
17 HD Waveform Monitor	WFM 700 (Tektronix)	HD-SDI, SD-SDI, Jitter, Waveform	
18 Audio Amplifier	SRP-X700P (SONY)	f Res. 20Hz-20kHz ± 0.5dB, SN:94dB	
19 Audio Speaker	300HC (BOSE)	f Res. 60Hz-16kHz, Imp. 6Ω, Sens. 85dB	

2.3 実験結果概要と検討

2.2節で述べた実験項目1) テスト信号伝送実験において、ATM回線接続装置のconfig設定により回線帯域を東京AP折り返しの場合100M、島根AP折り返しの場合を45Mと設定した。Waveform Monitor(型式WFM700)を用いて観測すると、例えばマルチバースト信号の各1~10M, 10~20M, 20~30Mを伝送した場合、基本的にビット転送レートを上げればノイズ発生は減少する傾向があり、プラズマディスプレイによる映像観測でも同時に確認された。尚、ノイズ発生が顕著であったビット転送レートは、東京AP折り返しの場合、島根AP折り返しの場合とも20Mの場合であった。

次に、実験項目2) デジタル・ハイビジョン映像コンテンツ伝送実験においては、鳥取県東部地区で有名な建造物「仁風閣」と、観光名所の「鳥取砂丘」、「鮎釣り風景」等をハイビジョン・カメラ(SONY:HDW-750)で実録したコンテンツを伝送サンプルデータとした。送信側での画像(元画像)と受信側の画像を目視による比較を行うと、受信画像の方が送信画像より若干画質の「あまさ」を観測した。また、モニターの画面全体の観測からも、送信画像と受信画像の相違が感じられた。

実験項目3) 映像信号、音声信号計測実験は、上記実験項目1)も場合と同様、各々テスト信号パターンを伝送し、受信信号をWaveform Monitor(型式WFM700)によりEYEパターンを観測したが、ビット転送レートを可変してもEYE開口の変化は観測できなかった。

3. ハイビジョン映像コンテンツ活用の検討

昨年度世界最初のインターネット版HD放送実証実験が実施され、本県でも情報ハイウェイを利用したHD映像伝送実験(Gigabit Ethernetによるライブ伝送)[9]が本年6月に実施された。BSハイビジョン等でも種々の映像コンテンツが放送されているが、今後は臨場感にあふれる映像・音声のHDの特徴を生かしたコンテンツ活用法について、地域コンテンツ協議会等が設立[10][11]され検討が益々活発化されることとなる。本学でもHD映像の新たな活用法について検討しており、特に医療関係(外科手術等)、音楽・美術・工芸といった芸術関係から、工学、農学関係等幅広い適用が考えられる。また、遠隔講義、講演会、地域観光の宣伝等広報活動のツールとしての活用の試みもなされている。たとえば伝統的な工芸、織物等の伝統産業の中で、国宝級の職人らの手仕事の技、息使いがHD映像を通して伝えられるコンテンツ制作も望まれている。これはたとえば機械工学において、専門技術者の精密機械加工における技術者へも適用され、若い技術者への伝承に役立つであろう。

4. おわりに

本稿は、デジタル・ハイビジョン映像データ伝送に関する基礎実験について概要を示した。基礎実験システム構成、実験項目と結果概要、HDコンテンツ活用の検討等について報告した。今後、益々HDシステムの発展とHDコンテンツの有効な利活用について検討を重ねる必要がある。

謝辞

本実験にあたってご協力頂いた、NHK-ESプロジェクト事業部長森井豊氏をはじめ、鳥取県情報政策課の諸氏に感謝致します。

参考文献

- [1] “ハイビジョン映像のIP伝送”，日経産業新聞(2002)。
- [2] “ハイビジョン映像伝送-5GHz帯無線通信規格へ-” 読売新聞(2002)。
- [3] <http://www.jacicrepis.ibs.or.jp/repisdb/sesaku/other/doc/01/files/1-043.pdf>
- [4] <http://www.scats.or.jp/suisin/fm02/fm02017.htm>
- [5] 映像情報メディア学会編：“映像情報メディアハンドブック”，オーム社(2000)。
- [6] 八木，吉村，加井：“データ放送技術読本”，オーム社(2002)。
- [7] 宇野 訳：“SMPTE デジタル規格集2 HD TV”，兼六館出版(1999)。
- [8] “デジタル放送の基礎技術入門”，CQ出版(2002)。
- [9] <http://www.pref.tottori.jp/jouhou/highway/nhktest01.htm>
- [10] 鳥取県デジタルアーカイブ研究会
- [11] 鳥取県民チャンネルコンテンツ協議会