

1 次世代放送メディア

次世代の放送メディアを目指して、スーパーハイビジョン(SHV)と立体テレビの研究を進めた。

SHVの映像方式については、これまでの画素数、アスペクト比、ビット深度の検討に加え、フレーム周波数、表色系の検討を進めた。また、家庭での視聴を想定した70インチ程度の中画面においても、SHVが主に実物感という魅力を提供できることを評価実験で明らかにした。

SHVのカメラについては、3300万画素撮像素子を用いた3板式SHVフル解像度カメラシステムの開発を進めた。

SHVのディスプレイについては、実用的な小型プロジェクターを開発するとともに、広ダイナミックレンジプロジェクターのリアルタイム信号処理装置を開発した。また、直視型のディスプレイを実現するため、メーカーの協力を得てフル解像度85インチLCDの開発を進めるとともに、100インチ級PDP実現に向けた58インチ高精細PDPを試作した。

符号化については、AVC/H.264方式のSHV圧縮装置の改良を図り、同装置を用いてロンドン～東京間の伝送実験に成功した。また、新たな映像符号化方式HEVCの標準化への提案を行うとともに、新たな符号化技術「画像復元型符号化システム」の研究を進めた。

音響システムについては、22.2マルチチャンネル音響方式のスピーカー配置の有効性の確認、音響制作の簡易化と高度化を実現する制作システムの開発、より

少ないスピーカーでの家庭再生方式と符号化伝送方式の検討を進めた。

SHVの伝送については、大容量の伝送を行うため、広帯域化した次世代の衛星放送と、周波数利用効率を高めた次世代の地上デジタル放送の方式検討を進めた。また、既存の6MHzの複数チャンネルを使ったケーブル伝送装置の試作を行った。一方、素材伝送技術としては、非圧縮のSHV信号をそのまま光ファイバーで伝送する手法について検討を進め、IBC2010において伝送実験を実施した。

SHVの標準化については、ITU-RやSMPTEを中心に技術的な寄与を行った。

また、今後の研究開発の指針となるSHV研究開発ロードマップを作成した。

立体テレビの研究としては、メガネが不要で自然な立体画像が得られる立体テレビの実現を目指して、インテグラル立体テレビ(IP立体)の研究を継続した。

フル解像度SHVの画素ずらし方式の技術を適用してIP立体のさらなる高解像度化を進めた。また、IP立体方式における通常の撮影手法では撮影が難しい被写体に対して、複数カメラで撮影した多視点映像からIP立体像へ変換する技術を検討した。

立体映像の標準化については、ITU-R会合において、立体映像に関する技研の研究成果(撮影・表示の条件による自然さ・見やすさの検討)を寄与した。

1.1 スーパーハイビジョン

1.1.1

スーパーハイビジョンの方式

スーパーハイビジョン(SHV)の映像パラメーターについて検討を進めている。

■ 実物感の評価

SHVは、非常に高精細な映像を広視角で表示することにより、高い臨場感を提供する映像システムである。さらに、あたかもそこに実際の被写体があるかのような「実物感」も提供することができる。2010年度は、実物と見分けがつかない程度を実物感の指標とし、実際の被写体と映像を提示して映像の解像度と実物感の関係を評価した⁽¹⁾。

図1に画像を観視する際の角解像度(cpd: cycles per degree)と実物感の関係を示す。角解像度が高くなるにつれて実物感も高くなる。60cpd辺りから実物感の増加が緩やかになり、155

cpd以上では実物と画像の見分けがつかない。この結果を水平画素数7680のSHVの視角に換算した結果を図2に示す。

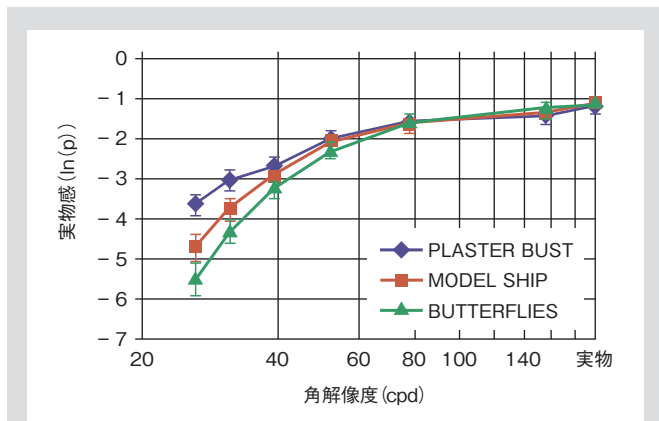


図1 角画像解像度と実物感の関係

既に明らかにしている臨場感と視角の関係とあわせてみた場合、SHVは、おおむね視角30度から100度(視距離が画面高の0.75倍から3倍)の範囲で臨場感と実物感の両方を提供するシステムである。SHVの視聴は、シアターでの大画面、家庭での中画面、手持ち端末での小画面といった様々な環境が想定されているが、このことが心理物理学的に裏づけられた。

■ フレーム周波数

フレーム周波数を決定する要因として、これまで動きぼやけ、ストロボ効果、フリッカーといった動画質劣化と時間パラメータの関係を調査してきた。その検討結果を踏まえ、画面サイズ100インチでのフレーム周波数と動画質の関係を評価した。高フレーム周波数化による画質改善は、60Hzから120Hzで約0.5ランク(5段階間隔尺度)、120Hzから240Hzで約0.2ランクであった。

■ 表色系

スペクトル軌跡上の単波長光源に相当する色度点をRGB3原色とする、広色域表色系に基づく広色域撮像・表示実験を行った⁽²⁾。図3に被写体の色度分布の例を示す。これらの被写体の色にはHDTVの色域では表現できない色が含まれるが、提案の広色域表色系によりほぼ包含できることを確認した。さらに、レーザーディスプレイの色域で表現した画像とHDTVの色域に制限した画像を比較し、広色域化によって彩度のより高い色まで再現され、実物に近い正確な色再現が可能であることを確認した。この研究は、三菱電機(株)と共同で実施した。

■ 標準化

ARIBやITU-Rで引き続きSHV(ITU-Rの用語ではUHDTV)の映像方式の標準化を進めた。上述の表色系の研究成果を寄与するとともに、これまでの研究に基づいて表1に示すUHDTV映像パラメーターセットをITU-Rに提案した。

[参考文献]

- (1) 正岡, 西田, 菅原, 中須: “実物との比較による高解像度画像の実物感,” 映情学技報, Vol.35, No.16, HI2011-62, 3DIT2011-50, pp.133-135(2011)
- (2) 正岡, 大村, 西田, 菅原, 野尻, 中須, 香川, 長瀬, 久野, 杉浦: “スーパーハイビジョン広色域表色系による撮像・表示実験,” 映情学年次大, 6-2(2010)

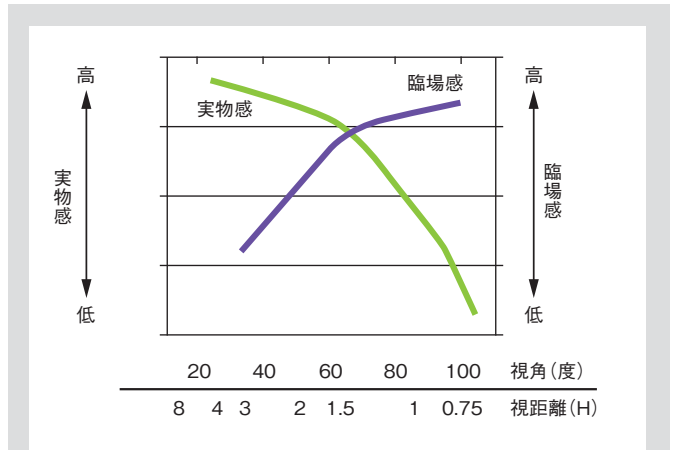


図2 視角と臨場感、実物感の関係

表1 SHVの基本映像パラメーター

空間解像度(水平×垂直)	7680×4320画素	
フレーム周波数	60Hz (60Hz超については検討中)	
ビット数	12bit	
表色系 (CIE 1931)	赤	$x = 0.708, y = 0.292$
	緑	$x = 0.170, y = 0.797$
	青	$x = 0.131, y = 0.046$
	基準白色: D65	$x = 0.3127, y = 0.3290$

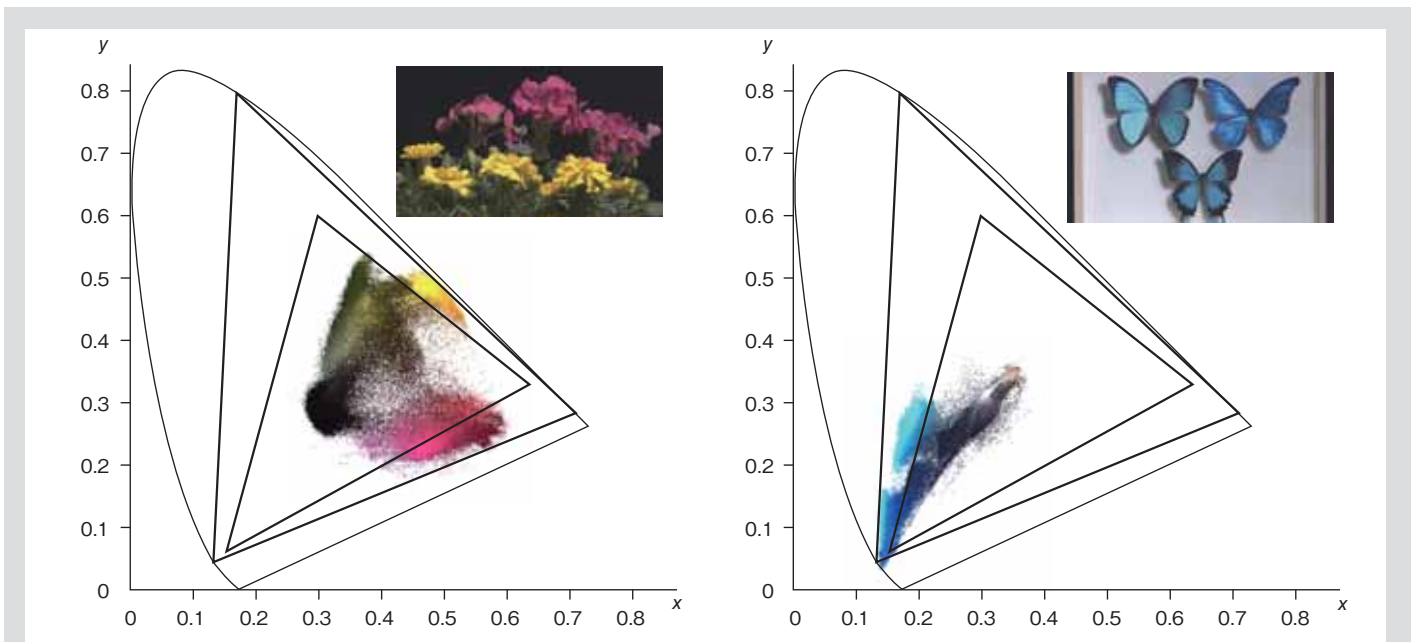


図3 広色域被写体の色度分布とSHV(外側)およびHDTV(内側)のRGB3原色

1.1.2 カメラ

赤、緑、青の各色とも7680画素×4320ラインの解像度を有するスーパーハイビジョン(SHV)フル解像度カメラの開発⁽¹⁾を継続した(図1)。2009年度に試作したカメラヘッドとカメラコントロールユニット間の映像信号伝送装置を、2010年度は小型化し、カメラヘッドに内蔵して可搬性を向上した。その結果、レンズを含んだカメラヘッドの総重量は65kgとなった。

また、レンズのズームパラメーターに対応した信号処理によるリアルタイム倍率色収差補正について、アイリスおよびフォーカスパラメーターへの対応機能を追加し、補正精度を高めた。

低解像度ビューファインダーによるカメラマンのピント調整を補助する手段として、フォーカス補助信号の生成および提示方法を考案し、カメラに実装した。低域フィルタリングによって生成されるビューファインダー映像に対して、あらかじめ抽出しておいた高域信号成分に最大値フィルターを用いて生成した補助信号を重畳する。実際に超高精細モニターを用いた場合と同等のフォーカス調整の精度が得られ、計算コストも少なく実用性の高い有効な手法であることを確認した。

このプロトタイプカメラを使って屋外撮影を行い、技研公開2010では撮影・表示ともにフル解像度となるSHV映像を初めて展示した。

また小型SHVカメラの開発を目指して、フル解像度SHV用の3300万画素の撮像素子を用いた単板式カラー撮像装置の試作を進めた。あわせて超高精細単板式カラー映像に適した色補間処理



図1 SHVフル解像度プロトタイプカメラ

の検討⁽²⁾を進めた。

[参考文献]

- (1) T. Yamashita, R. Funatsu, T. Yanagi, K. Mitani, Y. Nojiri and T. Yoshida: "A Camera System Using Three 33-M-pixel CMOS Image Sensors for UHDTV 2," SMPTE Annual Technical Conference & Expo(2010)
- (2) 船津, 添野, 大村, 山下, 菅原: "偶数タップ対称型フィルタを用いたデモザイキング手法," 映情学冬季大, 4-9(2010)

1.1.3 ディスプレイ

■ プロジェクター

2006年度から2重変調方式の広ダイナミックレンジ表示の研究を進めている。本方式は第1次変調部と第2次変調部の出力から最終の光出力を求める処理が必要であり、当初は計算機処理で映像信号を作成していた。2010年度は、リアルタイム映像信号処理装置を実現し、スーパーハイビジョン(SHV)映像信号の直接表示を可能にした。

また、RGBともに4K表示素子の各画素をフレームおきに半画



図1 開発した小型プロジェクター

素斜め方向にシフトすることにより、SHV表示に対応する小型プロジェクターを開発した⁽¹⁾(図1)。このプロジェクターは、(財)NHKエンジニアリングサービス、JVC・ケンウッド・ホールディングス(株)と共同で開発した。

■ 直視型ディスプレイ

一般家庭への導入を目指して、SHV用の自発光・直視型ディ



図2 技研公開2010や欧州の放送機器展などに展示した対角58インチ画素ピッチ0.33mm超高精細PDP

スプレイの開発を進めている。パナソニック(株)と共同で、画素ピッチ0.33mmで画面サイズ58インチの超高精細PDP(Plasma Display Panel)を試作し動画像表示に成功した(図2)。これは既に開発している103インチと同じハイビジョンの4倍の画素数であり、100インチ級でフル解像度のSHVを実現できる画素ピッチである。

また、画面サイズ85インチ、画素ピッチ0.25mmのSHVフル解像度LCD(Liquid Crystal Display)をシャープ(株)の協力を得て開発した。

■ 超臨場感コミュニケーションシステム

2009年度に開始した(独)情報通信研究機構の委託研究「超臨

場感コミュニケーションシステム」の最終年度として、ドームシアターにおけるバイノーラル音響システムの効果検証と、大画面表示と輝度、コントラストの関係についての主観評価実験を行い⁽²⁾、ドームシアターでの映像・音響の仕様をまとめた。

[参考文献]

- (1)岡野, 金澤, 日下部, 配野, 古屋, 佐藤: “相補型フィールドオフセットサンプリング走査の提案とスーパーハイビジョンプロジェクトへの適用,” 映情学技報, Vol.35, No.4, IDY2011-9, pp.115-118(2011)
- (2)金澤, 西垣, 竹内, 原田, 今村: “ドーム型シアターに向けた映像表示の検討,” 映情学技報, Vol.35, No.16, HI2011-61, 3DIT2011-49, pp.129-132(2011)

1.1.4 符号化

スーパーハイビジョン(SHV)の放送実現に向け、映像の圧縮符号化の研究を進めている。

■ SHV圧縮符号化装置

2009年度に開発したAVC/H.264方式のSHV圧縮符号化装置の性能改善を進めた。2010年度は、SHV映像の分割処理を行うフォーマット変換部を改良した。従来、分割境界のオーバーラップ処理のため画面周辺部が伝送されなかったが、周囲画素を補間する機能追加により画面端まで伝送可能とした。この研究は、(株)富士通研究所と共同で実施した。

また、2010年9月29日~30日に、NTT、BBCなどと協力してSHVの国際生伝送実験を実施した。この実験では、ロンドンのBBCスタジオで撮影した映像を、開発した符号化装置で圧縮し、研究用IP回線を用いて東京にある技研まで伝送した(図1、図2)。異なる事業者が管理する帯域保証のない複数回線を経由してもSHVの高画質伝送が可能であることが確認できた。

これと併行して、番組制作用符号化の研究を進めている。2009年度までに開発したJPEG2000規格準拠の符号化装置の機能拡張として、可逆RGB-YUV変換方式とダイナミックレンジ拡大方式を開発した。



図1 符号化装置(ロンドン)

図2 復号装置(東京)

■ 次世代映像符号化方式

現在ISO/IECとITU-Tでは、超高精細映像を対象にした符号化方式HEVC(High Efficiency Video Coding)の規格化を進めている。この規格への採用を目標に、次世代の映像符号化方式の研究を進めている⁽¹⁾。

直交変換に離散コサイン変換(DCT)と離散サイン変換(DST)を併用する技術を開発した。HEVCでは高度な画面内予測や動き補償予測が用いられるため予測誤差信号が無相関化され、必ずしもDCTが適しているとは限らない。DSTを併用することで、複雑なテクスチャを含む映像に対する性能改善を実現した。また、復号済みの周辺領域と予測領域の境界の連続性を保って符号化効率を改善する画面内予測技術を開発した。この研究は、三菱電機(株)と共同で実施した。

■ 画像復元型符号化システム

SHVのように膨大な情報量の映像を伝送する際に、伝送帯域や映像内容に応じて映像を縮小変換した後に符号化し、復号後に超解像技術により復元する新しい考え方の画像復元型符号化の研究を進めている。

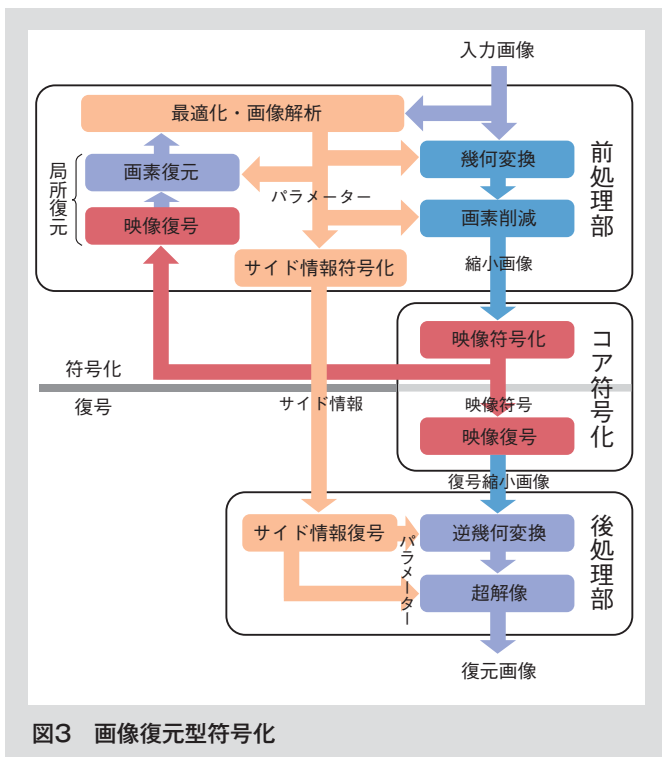
本方式はAVC/H.264のような従来の映像符号化方式をコアとしているが、前処理部において絵柄に応じた適応処理や局部復元による超解像パラメータ最適化を行い、パラメータをサイド情報として後処理部に通知することで高品質な画像復元が可能としている(図3)。

2010年度は、前処理部に空間・時空間における標準化位相の制御方式、画素削減時の折返し歪制御方式、超解像を模擬することによる画素削減のパラメータ最適化を導入した。

後処理部における超解像技術として、逐次モンテカルロ法による画素の再構成⁽²⁾と、ウェーブレット分解をベースとした再構成⁽³⁾の2手法を開発した。さらに、自己相似性に基づく反復型高域生成技術を開発した。

逐次モンテカルロ再構成方式は、超解像画像を複数の仮説画像の重みづけと取捨によって生成する。縮小した仮説画像と入力画像との類似度に基づき、仮説画像を更新する処理を繰り返すことで高精細化する。復号画像に本手法を適用し効果を確認した(図4)。

ウェーブレット再構成方式では、符号化側で原画像と超解像



画像の差分が最小となる超解像パラメータを求め超解像を行うことで、高精度に超解像画像を得ることができた。

1.1.5 衛星伝送技術

衛星放送によるスーパーハイビジョン放送の実現を目指し、12GHz帯および21GHz帯衛星放送システムの検討を継続した。

■ 次世代衛星伝送方式

衛星伝送路での多値変調伝送時の所要C/Nを改善し、送信電力を低減することを目的に、2009年度に試作した前置補償型の歪補償装置を内蔵した送信装置の性能を評価した。本補償装置は、送信装置側で衛星伝送路の歪ベクトルを推定し、その逆ベクトルをあらかじめ送信信号に加えて送信するものである。12GHz帯衛星中継器シミュレーターによる伝送実験を行い、所要C/N+OBO(OBO：衛星中継器の無変調時の最大送信電力と実際の変調波信号送信時の電力の比)が16APSK(符号化率3/4)で0.4dB、32APSK(符号化率4/5)で1.3dB改善することを確認した⁽¹⁾。

一方、受信装置側での所要C/N改善を目的として、図1に示す伝送信号点配置信号を利用した適応等化器を搭載した、ARIB STD-B44(高度広帯域衛星デジタル放送の伝送方式)に準拠する受信装置の試作に着手した。今後、この試作装置を使用して、衛星中継器シミュレーターと接続した受信性能評価実験を行う予定である。

衛星伝送路特性の影響評価のために、入出力フィルターおよび増幅器などで構成する21GHz帯衛星中継器シミュレーターを試作した。今後、本シミュレーターを用いて広帯域変復調器の

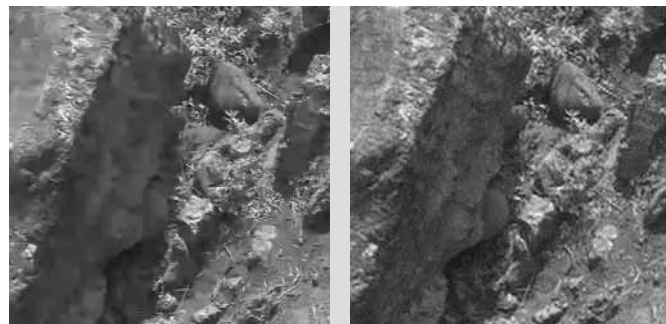


図4 実験結果(左：従来符号化、右：復元型符号化)

自己相似性に基づく高域生成技術では、ブロック単位の画像の相似性に着目し、拡大する際の高周波成分を他のブロックから推定して超解像画像を生成した。

[参考文献]

- (1)杉本、峯澤、関口、市ヶ谷、井口、鹿喰：“高解像度映像に対する超高圧縮符号化方式の開発,” FIT2010, No.3, I-029, pp.309-310 (2010)
- (2)三須、境田、鹿喰：“逐次モンテカルロ法による画像復元とその超解像への適用,” FIT2010, No.3, I-027, pp.301-306(2010)
- (3)松尾、三須、境田、鹿喰：“ウェーブレット超解像処理を用いた超高精細映像符号化の検討,” 映像学年次大, 14-10(2010)

評価を行い、伝送方式の検討を進める予定である。

■ 21GHz帯放送衛星システム

21GHz帯(21.4-22.0GHz)衛星放送の降雨減衰補償技術として、衛星搭載アンテナの放射パターンを制御する衛星搭載用フェーズドアレーアンテナの研究を継続した。アンテナは、開口径2.2mの主反射鏡および0.22m副複反射鏡と61個の給電素子で構成するアレー給電イメージングリフレクターアンテナとし、給電位相のみを制御する方式とした。また、放射パターンの形成においては、利得を日本全国の降雨量に応じて配分し、サービスエリア全体としての放送遮断の発生がなるべく少なくなるような放射パターンの設計法を検討した。気象庁が提供している解析雨量値を用いて評価した結果、従来の鏡面修整反射鏡アンテナを用いた場合の全国均一電力の放射パターンと比較して、サービスエリア全体で評価した場合の放送遮断時間が2/5程度に改善できることを確認した⁽²⁾。

21GHz帯衛星放送の受信アンテナとして、開口径が45、60、120cmのオフセットパラボラアンテナを試作し、放射パターンを測定した。主偏波については、ITU-Rで規定された12GHz帯衛星放送用受信アンテナの放射パターンを21GHz帯用に換算したマスクを満たすことを確認した⁽³⁾。また、21GHz帯放送衛星の静止軌道位置として東経110度を想定し、12GHz帯と21GHz帯の共用受信アンテナ用給電部を検討した。今後、検討に基づいた設計・試作を行い、性能を評価する予定である。

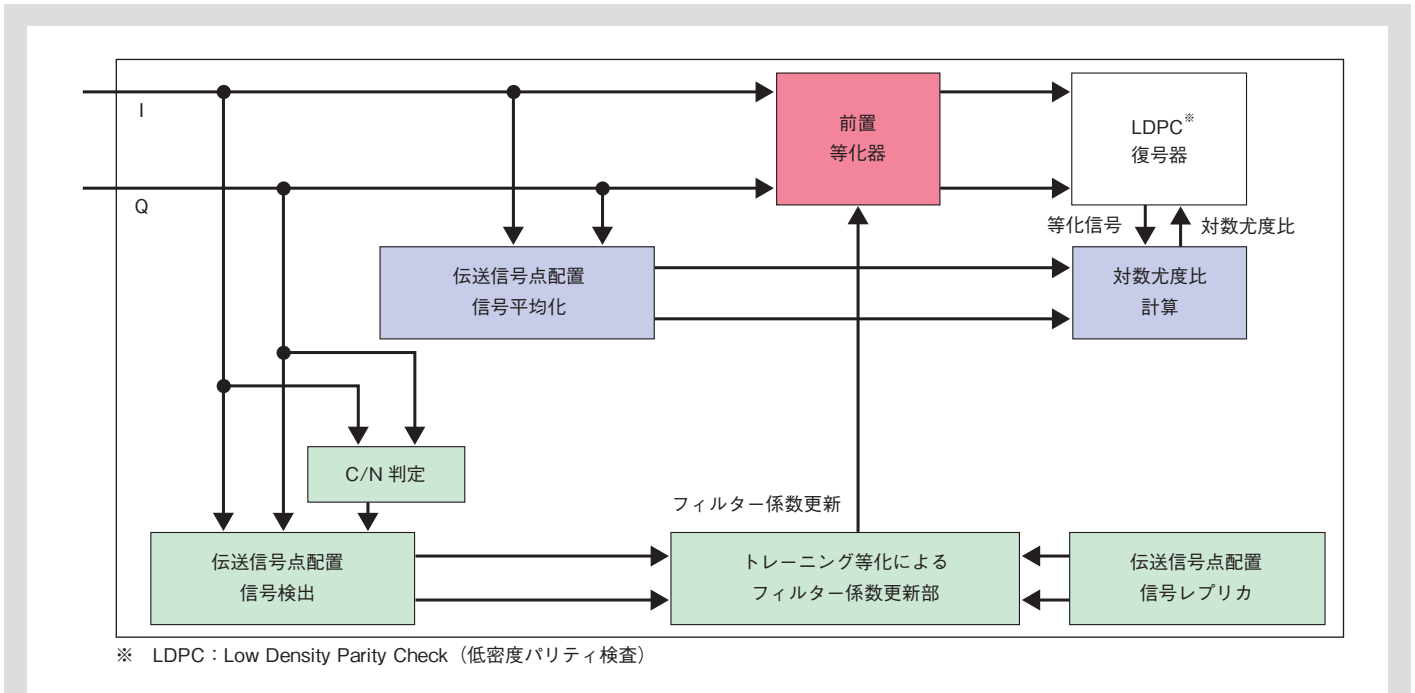


図1 伝送信号点配置信号を利用した適応等化器

■ 21GHz帯放送衛星中継器エンジニアリングモデル

21GHz帯衛星搭載機器の宇宙環境における性能を確認するため、エンジニアリングモデルと呼ばれる技術実証用衛星中継器の試作を開始した。12GHz帯放送衛星と同様に、送受信共用の反射鏡アンテナ、分波器、受信機、入力フィルター、増幅器、出力フィルターおよび合波器などで構成される(図2)。反射鏡アンテナは、鏡面修整アンテナとし、軽量化のため炭素繊維3軸織物を用いたメムレン型とした。入力フィルターおよび出力フィルターは、広帯域の信号伝送に用いることを想定し、21.4-22.0 GHzを2等分した約300MHzの帯域幅とした。また、信号の伝送劣化の要因となる群遅延偏差を低減する設計とした。さらに出力フィルターは、近接する周波数を使用する電波天文を保護するため、22.21-22.5GHzの帯域で80dB以上減衰する設計とした。増幅器は出力電力が130Wの進行波管増幅器(TWT)とした。

今後、各機器単位での電気的性能を確認するとともに、宇宙環境を模擬した熱真空試験による機械および電気的性能確認試験などを行う予定である。

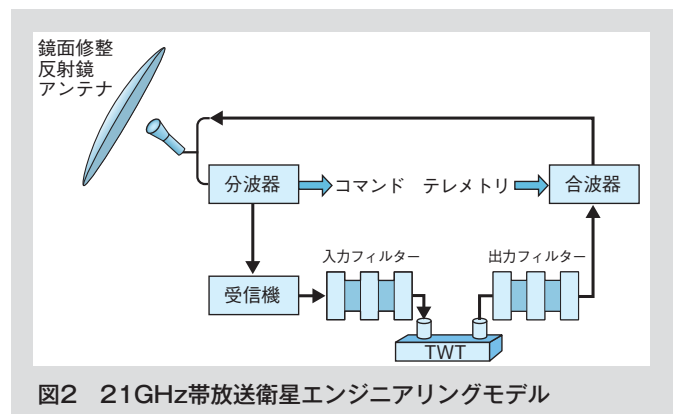


図2 21GHz帯放送衛星エンジニアリングモデル

[参考文献]

- (1)小島, 橋本, 鈴木, 木村, 田中: “信号点誤差推定に基づく衛星伝送路歪補償送信装置の性能評価,” 信学ソ大, B-3-9 (2010)
- (2)中澤, 長坂, 田中, 正源: “Onboard Antennas and Simulation of Service Availability for 21-GHz Band Broadcasting Satellite,” 信学技報, AP2010-29, Vol.110, No.23, pp.87-92 (2010)
- (3)長坂, 中澤, 田中, 正源: “21GHz帯衛星放送における受信アンテナ放射パターンの検討,” 信学ソ大, B-1-164 (2010)

1.1.6

地上伝送技術

スーパーハイビジョンなどの大容量コンテンツのサービスが可能な次世代の地上デジタル放送方式の研究を進めている。

■ 次世代地上大容量伝送

2010年度は、ISDB-Tの信号形式を基本に、キャリア変調の多値数を最大で4096まで拡張した超多値OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)信号2系統を、直交偏波多重する偏波MIMO(Multiple-Input Multiple-Output)ー超多値OFDM伝送の実験装置を試作し、室内および野外実験を実施して、その伝送特性を測定した。変調多値数を4096、内符号の符号化率

を3/4とし、両偏波を使用する場合の伝送容量は、約73Mbps (PESレート)である。技研敷地内に送受2つの仮設小屋を約100mの間隔で設置し、送受ともに仮設小屋の上に取り付けた偏波共用八木アンテナを使用して、基本的な伝送特性を測定した(図1)。実験では、変調多値数や内符号の符号化率をパラメーターとして、アッテネーターで受信機入力レベルを変化させた場合のビット誤り率を測定した⁽¹⁾(図2)。

また、偏波間のレベル差による特性劣化を改善する目的で、直交する2つの偏波に、±45度の斜め偏波や右旋、左旋の円偏波を使用した場合についても実験を行った。その結果、水平、垂直の偏波間に8dBのレベル差がある場合に、斜め偏波や円偏波を使用することで、単純に水平、垂直偏波を使用する場合に比べて、所要C/Nを約2dB改善できることを確認した。

さらに、技研屋上の異なる位置に設置した水平偏波用と垂直偏波用の送信アンテナから、それぞれ変調内容が異なる超多値OFDM信号を1Wで送信し、技研周辺の27地点(直線距離で約5km以下の範囲で選定)で受信した場合の伝送特性を測定した。その結果、内符号の符号化率を3/4として、変調多値数が1024の場合には約53dBf以上、4096の場合には約59dBf以上の電界強度があれば、エラーフリーが得られることが確認できた。

一方、所要C/Nの低減を目的に、誤り訂正方式をISDB-Tで使用している畳み込み符号とリードソロモン符号の組み合わせから、低密度パリティ検査符号とBCH符号の組み合わせに変更する改修も進めた。



図1 技研敷地内での野外実験風景

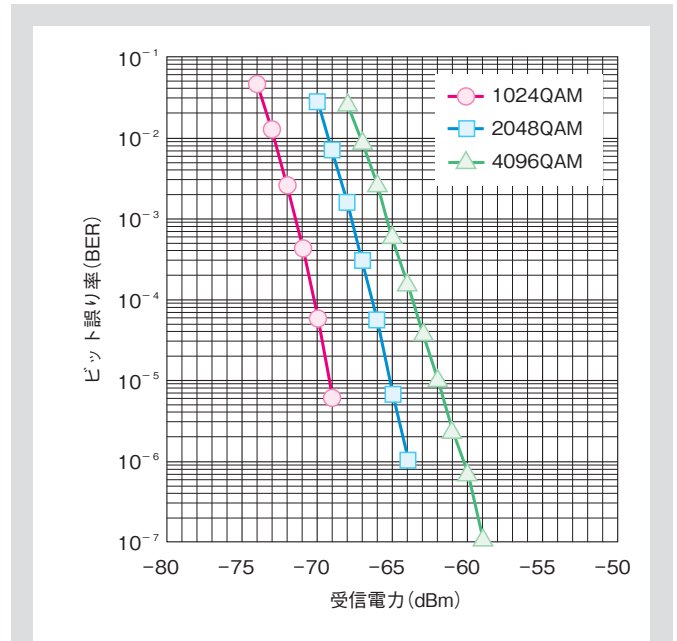


図2 野外実験の結果

■ UHF帯次世代地上放送用周波数検討

UHF帯における次世代地上放送用の周波数確保の可能性を探るため、地上デジタル放送の完全デジタル化後の周波数利用状況を基に計算機シミュレーションを行い、次世代地上放送の親局の使用可能周波数に関する基礎的検討を実施した。また、今後のUHF帯でのホワイトスペース利活用の議論に備え、ホワイトスペースを利用する局から放送のエリアへの干渉と放送の中継局受信への干渉の2つの干渉モデルを想定し、ホワイトスペース利用局から放送への干渉の影響について検討を開始した。さらに、総務省「新たな電波の活用ビジョンに関する検討チーム」の「ホワイトスペース特区」先行モデルとして選出された被災地におけるエリア限定ワンセグの活用実験に向け、愛知県の鍋田ラジオ放送所にISDB-T伝送方式に準拠したUHF帯の実験試験局の整備を行った。

[参考文献]

- (1)朝倉, 村山, 田口, 薮, 渋谷: “次世代地上放送に向けた大容量伝送技術—4096QAM-OFDMの伝送特性—,” 映情学技報, Vol.35, No.10, BCT2011-40, pp.43-46(2011)

1.1.7 有線伝送技術

スーパーハイビジョン(SHV)の非圧縮素材伝送や家庭への配信を目指して、光ファイバーやケーブルテレビを利用する有線伝送技術の研究を進めている。

■ SHVの素材伝送

放送局間伝送や中継先から放送局への素材伝送において、映

像の圧縮による遅延や画質劣化が生じない利点を持つ非圧縮信号の伝送システムの研究を進めている。光ファイバー専用線に限らず、広域通信網(WAN)も活用して素材伝送を行うには、SHV信号をWAN信号に変換することが必要である。その変換を行う技術を開発し、フル解像度SHV信号用の光伝送装置を試作した。

さらに、2010年9月にオランダで開催された放送機器展IBC 2010において、アムステルダム市内の光ファイバー(約16.5km)で24Gbpsデュアルグリーン方式SHV信号を非圧縮で生中継伝送した。

また、将来の放送局内SHV伝送を想定した超高速光ネットワークの研究を進めている。72Gbpsのフル解像度SHV信号2チャンネルを160Gbpsの光LAN信号に収容するシステムの基礎検討として、フル解像度SHV信号1チャンネルを40Gbpsの2信号に収容する装置を試作し、室内実験で基本動作を確認した⁽¹⁾。

(独)産業技術総合研究所と(独)情報通信研究機構が実施した光パケット・光バス統合ネットワーク実証実験に協力し、光バスネットワークによるデュアルグリーン方式SHV信号の伝送に成功した。

この研究の一部は、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構の委託事業「次世代高効率ネットワークデバイス技術開発」を受託して実施した。

■ SHVのケーブルテレビ伝送

SHVを家庭へ配信する技術として、圧縮されたSHV信号をケーブルテレビで伝送する技術の研究を進めている。SHV信号を複数の搬送波に分割して伝送する方式について、大容量のMPEG-2 TS(Transport Stream)を含む様々なビットレートのTSを高効率に多重化し、受信機の低消費電力化が可能な分割・



図1 試作した実験装置

多重化方式を開発した。基本的な動作を確認するための実験装置⁽²⁾を試作し、技研公開2010で展示した(図1)。この方式は既存施設への導入が容易であるという利点があり、SHV放送の早期導入という観点から有効である。

【参考文献】

- (1)中戸川, 中村, 小山田: “フル解像度スーパーハイビジョン信号のOTU3形式2信号への変換基礎実験,” 映像学冬季大, 10-7(2010)
- (2)日下部, 倉掛, 小山田: “ケーブルテレビへの導入を目指した大容量TSの分割伝送方式,” 映像学夏季大, 15-1(2010)

1.1.8

高臨場感音響システム

将来の高臨場感放送の実現を目指して、スーパーハイビジョン(SHV)用の音響システムとして22.2マルチチャンネル音響⁽¹⁾(図1、以下22.2ch音響と略記)の研究開発と標準化を進めている。

■ 22.2ch音響制作システム

22.2ch音響制作の簡易化と高度化に向けた制作システムの研究開発を行っている。2010年度は、カナダMcGill大学への研究委託の成果を基に、3次元的に残響付加を行うことができるシステムを開発し、SHVコンテンツの制作に利用した。また、3次元音像パンニング操作を簡易化するためのマンマシンインターフェースを開発し、22.2ch音響制作システムを初めて国外展示(IBC2010)した。さらに、3次元音響空間における音像の距離感を制御するために、音源の周波数特性、振幅、残響付加レベルを音源距離に対応して同時に可変できるアルゴリズムを開発した。

■ 22.2ch音響方式の主観評価実験

22.2ch音響方式のスピーカー配置の有効性を確認するために、垂直方向に円形配置した複数のスピーカーを用いて、空間的な音のつながり感に関する主観評価実験を行った。その結果、スピーカー間隔が45度以下であれば垂直方向に良好なつながり感が得られ(図2)、22.2ch音響のスピーカー配置で垂直方向に良好なつながり感が再生できることを確認した⁽²⁾。

■ 22.2ch音響の家庭導入

22.2ch音響の家庭導入を目指して、少ないスピーカー数で22.2ch音響の高い臨場感を再生するための信号処理の研究を進めている。2010年度は、受音点での音の大きさや方向性を保ったまま8チャンネルに自動的にダウンミックスする方式と、様々な方向から両耳に至る音の伝搬特性である頭部伝達関数を利用して前方3スピーカーだけで22.2ch音響を再生する方式を開発し、技研公開2010で展示した。8チャンネル再生方式における良好リスニングエリアの広さを主観評価実験で調べた結果、3人までが同時に本来の臨場感を楽しめることが分かった。3スピーカー再生方式では、信号処理時に高域で生じるノイズを

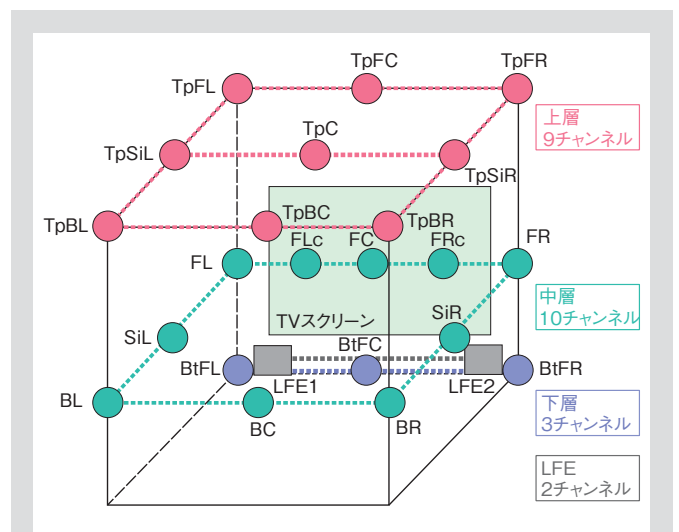


図1 22.2ch音響の各チャンネルの名称と配置(SMPTE ST2036-2-2008準拠)

抑圧する手法を検討した。

さらに、フラットパネルディスプレイの周囲に配置した複数の小型スピーカーユニットによるスピーカーアレーを用いて22.2ch音響の前方チャンネルを再生するシステムを試作した。

3次元音響符号化に関しては、22.2ch音響を8チャンネルのダウンミックス信号とリスニングエリアを拡大するための空間拡大信号に変換して符号化・伝送し、受信側で元の22.2ch信号に復元する方式の研究を開始した。2010年度は、空間拡大信号のエネルギーを10dB以上抑圧することに成功し、空間拡大信号へのビット割当を少なくすることで情報量を圧縮できる可能性を示した。

■ 標準化

2010年度は、22.2ch音響方式の標準化を継続して推進した。IECでは、22.2ch音響を含む汎用のチャンネル名称およびチャンネル割り当てを規定するIEC62574の規格草案が承認された。これにより、入力機器、デジタルオーディオインターフェース、出力機器などの開発の促進が期待される。この規格は、SMPTE ST2036-2-2008の22.2ch音響に関する規格と互換性を有している。SMPTEでは、MXF (Material eXchange Format) でマルチチャンネル音響を記述するためのメタデータの標準化を推進した。ITU-Rでは、2009年度に提案した「3次元マルチチャンネル音響方式スタジオ規格」を補強するために、3次元マルチチャンネル音響方式の要求条件を提案するとともに、22.2ch音響の最新動向をラポーター文書に追記提案した。

■ 音響認知科学

(独)情報通信研究機構の委託研究「革新的な3次元映像による超臨場感コミュニケーション技術の研究開発 感性情報認知・伝達技術」として、音による臨場感の要因と、臨場感と感動の関係に関する研究を進めた。その結果、音源が近づくことによって強調される印象と臨場感とは強い相関があることが分かった。また、2010年度は、音の広がり感が大きく変化した時刻とほぼ同じ時刻に感動の評価値が変化することが分かった⁽³⁾。

1.2 立体テレビ

1.2.1

インテグラル立体テレビ

臨場感が高く、目に負担を掛けない、見やすい立体テレビを目指して空間像再生型の1つであるインテグラル立体方式の研究を進めている。インテグラル方式は、微小レンズで構成されたレンズアレーを撮影・表示の双方に用いて立体像を再現する方式である。インテグラル立体方式では、特別な眼鏡が不要で、見る位置に応じた自然な立体像が表示できるが、良好な画質を得るには大量の情報が必要となる。

2009年度には、フル解像度のスーパーハイビジョン(SHV)映像を用いたインテグラル立体テレビ装置⁽¹⁾を開発したが、2010

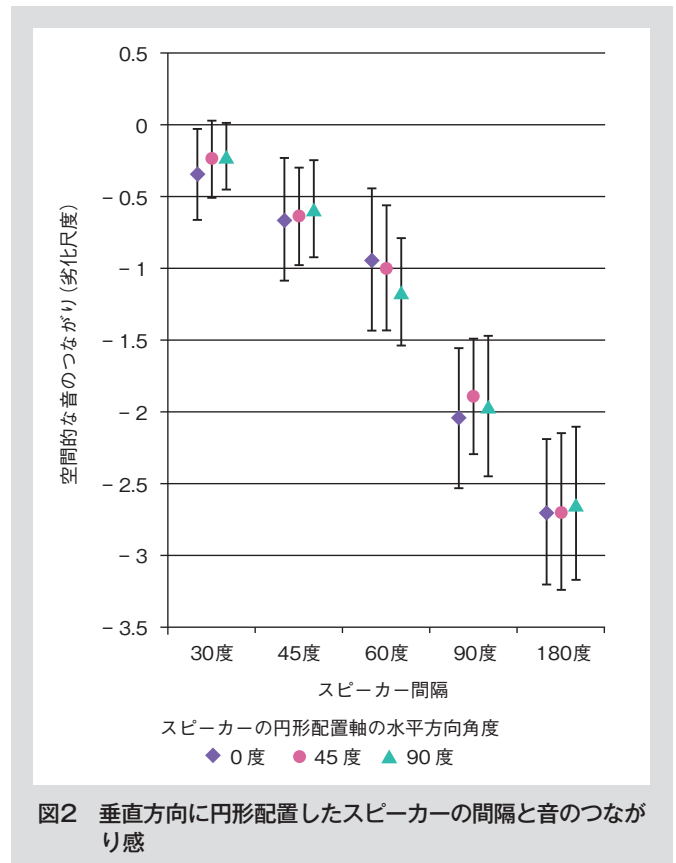


図2 垂直方向に円形配置したスピーカーの間隔と音のつながり感

[参考文献]

- (1) 濱崎, 火山, 金澤, 三谷, 菅原: “走査線4000本級超高精細映像のための3次元音響システム,” 映情学技報, Vol.27, No.64, IDY2003-84, AIT2003-143, pp.35-38 (2003)
- (2) 大出, 澤谷, 安藤, 濱崎, 小澤: “垂直方向に配置したスピーカーによる空間的な音のつながりに関する検討,” 音響学会春季講演論文集, 3-P-54 (2011)
- (3) 大出, 安藤, 谷口: “音楽再生における音の広がり感の時間変化と感動評価との関係,” 音響学会春季講演論文集, 2-1-7 (2011)

年度は、さらに再生立体像の高品質化を進めるために、フル解像度SHVの緑(G)用の素子に画素ずらし方式を適用したインテグラル立体テレビ装置を試作した(図1)。撮影では、2枚の撮像素子(G₁, G₂)を水平、垂直の両方向に半画素間隔だけ位置をずらして撮影した。表示では、1枚のG用の表示素子と、水平、垂直の両方向に半画素間隔だけ光路をシフトする光学素子を組み合わせ、時間的にシフトを制御して合成した。これにより、要素画像(レンズアレーを介して撮影された画像)の精細度が上がり、再生立体像の奥行き方向の解像度が向上した。今後は、本装置の解像度特性の検証を進める。

また、レンズアレーによって生じる画像の折り返しを利用して画素ずらし量の検出および調整を行う方法⁽²⁾⁽³⁾を開発した。こ

れにより、レンズアレーを設置した状態で、目視もしくは簡易な測定装置で画素ずらし量を高い精度で調整できるようになった。

この研究の一部は、(独)情報通信研究機構(NICT)の委託研究「多並列・像再生型立体テレビシステムの研究開発」を受託して実施した。

一方、文部科学省が東京大学に委託した「デジタル・ミュージアムの展開に向けた実証実験システムの研究開発」に参画し、博物館所蔵品を本方式で立体表示する展示の可能性を検討した。

また、電子ホログラフィの研究においては、NICTとの共同研究を引き続き進めた。SHVで取得したインテグラル式の映像からホログラムへ変換することにより、実写のフルカラーホログ

ラム像の再生を実現した。

[参考文献]

- (1) J.Arai, F.Okano, M.Kawakita, M.Okui, Y.Haino, M.Yoshimura, M.Furuya and M.Sato: "Integral Three-Dimensional Television Using a 33-Megapixel Imaging System," IEEE Journal of Display Technology, Vol.6, No.10, pp.422-430(2010)
- (2) 佐々木, 河北, 正岡, 洗井, 奥井, 岡野, 配野, 吉村, 佐藤: "レンズアレーを利用した画素ずらし量検出方法の最適化," 映情学年次大, 12-5(2010)
- (3) 日浦, 洗井, 奥井: "レンズアレーを用いた固体撮像素子の画素ずらし調整手法," 映情学年次大, 5-2(2010)

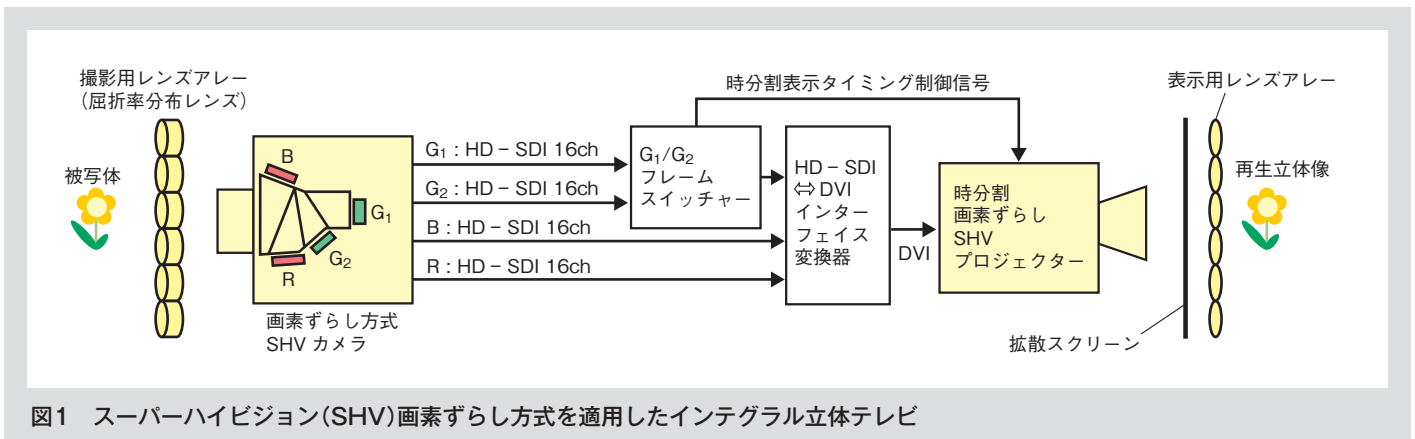


図1 スーパーハイビジョン(SHV)画素ずらし方式を適用したインテグラル立体テレビ

1.2.2

多視点映像からの立体コンテンツ生成

インテグラル立体方式における通常の撮影手法では撮影することが難しい被写体の立体像を取得するために、複数のカメラで被写体を撮影し、その多視点映像からインテグラル立体像を生成する技術の開発を進めている。2010年度は、多視点ロボットカメラ、多視点映像からの形状モデル生成、形状モデルからインテグラル立体像への変換について検討した。

複数のカメラを用いて遠方の被写体をズーム撮影するため、多視点ロボットカメラを試作した⁽¹⁾。図1は電動雲台に搭載されたカメラ群である。本システムでは、人が操作する1台のマスターカメラの動きに協調して他のカメラを方向制御することができる。

多視点映像から形状モデルを生成する手法として、位相限定相関法と信頼度伝播法を検討した。位相限定相関法については、領域分割を取り入れることにより形状モデルの精度改善を図った。また、信頼度伝播法については、階層化手法を導入することにより、カメラ間の映像レベル差の影響をうけにくい手法を試作した。形状モデルからインテグラル立体像への変換については、斜投影(平行光線を投影面に傾けて投影する投影法)を用いた手法を開発した⁽²⁾。斜投影を用いると、投影に伴う幾何歪が生じることなく効率的に変換処理を行える。また、処理の大部分をGPU(Graphics Processing Unit)で実行することで高速化を図った。



図1 多視点ロボットカメラ

これらの研究の一部は、(独)情報通信研究機構の委託研究「革新的三次元映像技術による超臨場感コミュニケーション技術の研究開発」を受託して実施した。

[参考文献]

- (1) 池谷, 久富, 片山, 岩館: "多視点ロボットカメラの方向制御手法に関する検討," 映情学冬季大, 8-5(2010)
- (2) 岩館, 片山: "斜投影によるインテグラル立体像の生成手法," 映情学技報, Vol.34, No.43, 3DIT2010-66, pp.17-20(2010)