

# 研究年報

NHK

Science & Technology  
Research Laboratories

2016

# 目次

ごあいさつ	1
-------	---

技研この1年	2
--------	---

## 1 8Kスーパーハイビジョン 4

1.1 8Kスーパーハイビジョンの方式	5
1.2 カメラ	6
1.3 ディスプレー	7
1.4 記録システム	7
1.5 高臨場感音響	8
1.6 符号化	9
1.7 メディアトランスポート技術	11
1.8 次世代CAS技術	12
1.9 衛星放送伝送技術	12
1.10 地上放送伝送技術	13
1.11 素材伝送技術(FPU)	15
1.12 有線伝送技術	16
1.13 国内標準化	17

## 2 立体映像 18

2.1 インテグラル立体映像技術	18
2.2 立体映像デバイス技術	21
2.3 実空間センシングによる多次元映像表現技術	22

## 3 インターネット活用技術 24

3.1 クラウド型メディア統合プラットフォーム	24
3.2 端末連携サービス	26
3.3 番組情報利用	28
3.4 ネット配信技術	29
3.5 セキュリティー基盤	30

## 4 高度番組制作技術 31

4.1 コンテンツ要素抽出技術の研究	31
4.2 コンテンツ制作支援技術の研究	32
4.3 スマートプロダクションラボ	33
4.4 双方向FPU伝送技術	33
4.5 ワイヤレスカメラ	34

## 5 人にやさしい放送技術 35

5.1 情報提示技術	35
5.2 音声認識技術	36
5.3 音声ガイド技術	37
5.4 言語処理技術	38
5.5 映像認知解析	39

## 6 次世代放送用デバイス・材料 40

6.1 次世代撮像技術	40
6.2 次世代記録技術	42
6.3 次世代表示技術	43

## 7 研究関連業務 44

7.1 外部との連携	44
7.1.1 標準化機関への参加	44
7.1.2 海外の研究機関等との連携	46
7.1.3 共同研究、研究相互協力、連携大学院	46
7.1.4 滞在研究員、実習生の受け入れ、 研究者の海外派遣	46
7.1.5 委託研究の受託	47
7.1.6 委員会、研究アドバイザー、客員研究員	47
7.2 研究成果の公開	48
7.2.1 技研公開	48
7.2.2 海外展示	49
7.2.3 国内展示	49
7.2.4 学会などへの発表	50
7.2.5 報道発表	50
7.2.6 視察、見学、取材への対応	50
7.2.7 機関誌	50
7.2.8 ホームページ	51
7.3 研究成果の活用	51
7.3.1 番組協力	51
7.3.2 特許	51
7.3.3 受賞、学位取得	52

放送技術研究所の概要	54
------------	----

## ごあいさつ

NHK放送技術研究所長 黒田 徹

NHK放送技術研究所(技研)は、わが国唯一の放送技術分野を専門とする研究機関として、また、公共放送NHKの一員として、豊かな放送文化の創造に資する研究開発に取り組んでいます。

2016年は、技研が開発した「ハイビジョン」と「緊急警報放送」がIEEEマイルストーンを受賞した他、技研の長年の技術開発への取り組みに対してプライムタイム・エミー賞の技術部門賞(団体対象)をアジアで初めて受賞しました。また、技研が20年以上にわたって研究を進めてきたスーパーハイビジョンの衛星試験放送が開始されるなど、これまで積み重ねた研究成果の多くが花開く年となりました。

2016年5月の技研公開では、将来の家庭用ディスプレイのイメージとして、130インチの8Kシート型ディスプレイを公開しました。8月のリオ五輪では、地上波を使った8Kライブ伝送実験をリオと東京で行いました。今後も地上放送でのスーパーハイビジョンや、薄くて軽い大画面ディスプレイ、8Kの性能を最大限に引き出す「フルスペック8K」の実現、そして8K番組制作機器の一層の充実を目指し、研究開発を加速します。

2020年はICTインフラが充実し、社会もより一層多様化します。NHKはこれらの変化に対応するため、これまでの公共放送から「公共メディア」への進化を目指して、「NHK経営計画2015-2017年度」を実行しています。技研は、インターネットを活用して放送を更に豊かにする研究や、放送バリアフリーを目指した「人にやさしい放送」の研究に一層取り組みます。また、20年後を想定し、特別なめがねを必要とせず、自然な立体像を楽しめる立体テレビなどの研究にも積極的に取り組みます。

本研究年報は2016年度の研究開発成果をまとめたものです。本書が技研の研究開発活動を理解していただく一助として、また新たな研究開発の連携関係の構築や、私どもの研究開発成果を活用していただくうえで、お役に立てれば幸いです。

今後も変わらぬご支援、ご協力を賜りますようお願い申し上げます。



# 技研この1年

## 8Kスーパーハイビジョン

スーパーハイビジョン(SHV)の実用放送開始と本格普及、さらにその先へ向けて、SHVに関わる各技術の研究を進めている。将来の家庭用SHVディスプレイのイメージとして、4K有機EL薄型パネルを4枚組み合わせた130型大画面シート型ディスプレイを構成し技研公開2016などで展示した。また、HDR(High Dynamic Range)とSDR(Standard Dynamic Range)の一体化制作システムやITU-R勧告BT.2100に準拠したフレーム周波数120Hz、8Kフル解像度、階調12ビット、HDR対応のフルスペックSHVカメラや、1億3,300万画素撮像素子を用いたSHVフル解像度単板カラーカメラを開発した。更に、将来のSHV地上放送の実現に向けて、60HzのHEVCリアルタイムコーデックを用いて世界初となる、地上波でのリアルタイム8K伝送デモをブラジル・リオデジャネイロと東京で同時実施した。

→詳しくは、p.4



130型シート型8Kディスプレイ

## 立体映像

次世代の超高臨場感放送を見据え、特殊なめがねが不要で自然で見やすい立体テレビの実現に向けて、インテグラル立体映像技術と、立体表示用デバイスの研究を進めた。また、2020年の東京オリンピック・パラリンピックへの活用を目指し、各種スポーツ中継番組へ応用可能な実時間センシングによる多次元映像表現技術の研究開発を推進した。インテグラル立体表示技術の研究では、多画素化と広視域化による高画質化技術の研究開発に取り組み、高密度な13.3型8K有機ELディスプレイ(664 ppi)を用いた直視型表示装置を試作した。

→詳しくは、p.18



8Kディスプレイを使用した  
インテグラル立体直視型表示装置

## インターネット活用技術

放送と通信の融合時代にふさわしい新たな放送サービスの実現を目指し、インターネット活用技術の研究を進めた。放送連携クラウドサービスの研究では、視聴者の状況に合ったメディア(放送、インターネットなど)と視聴端末(TV、スマートフォンなど)を自動選択して番組を表示するメディア統合プラットフォームの研究を開始しシステムを試作した。ネット配信技術の研究では、さまざまな視聴端末で利用できるMPEG-DASH方式の動画視聴プレイヤーを開発し、IPTVフォーラムを通じて民間放送事業者や配信事業者に広く利用された。また、一人でも誰かと一緒にテレビを楽しんでいるような環境を実現するテレビ視聴ロボットの研究に着手した。さらに、放送局のサイバーセキュリティに関する調査研究を開始した。

→詳しくは、p.24

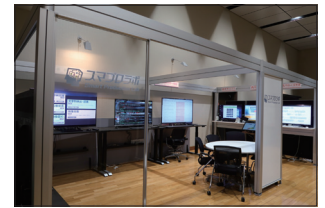


メディア統合プラットフォーム  
試作端末

## 高度番組制作技術

高度な番組制作技術として、新しいコンテンツ・サービスを提供するための制作技術の研究や、緊急報道・スポーツ中継などの番組素材を無線伝送する技術の研究開発を進めた。SHVの番組素材伝送技術については、現状のFPU（Field Pick-up Unit）技術の大容量化技術や、SHV用ミリ波ワイヤレスカメラの研究を進めた。また、番組制作のワークフローを変え、番組制作者の能力を拡張するためにAI（Artificial Intelligence:人工知能）技術を活用した番組制作支援技術をスマートプロダクションと名付け、研究を進めている。2016年度は、画像解析や音声認識、ソーシャルメディア解析など、これまでの要素技術の研究成果を集約し、技研内に「スマートプロダクションラボ」を設置した。

→詳しくは、p.31



スマートプロダクションラボ

## 人にやさしい放送技術

放送・サービスをすべての人が楽しめるよう、耳や目に障害のある方や、外国人を含むすべての視聴者が、聞きやすく、見やすく、分かりやすい「人にやさしい」放送のための技術の研究開発を進めている。顔表情を含めた気象情報手話CG翻訳技術の研究を進め、気象庁からの電文データを基に気象手話CGを自動生成するシステムを実用化し、評価サイトをNHKオンラインで公開した。音声ガイド・音声合成の研究では、リオオリンピック・パラリンピックにおいて、オリンピック放送機構から配信される競技データを解析して、選手名や得点経過などの競技状況を説明する音声ガイド自動生成システムを構築した。

→詳しくは、p.35



気象情報手話CGの評価サイト  
(NHKオンライン)

## 次世代放送用デバイス・材料

スーパーハイビジョン（SHV）や立体テレビなどの新たな放送サービスを支える次世代の撮像・記録・表示システムの実現に向け、その中核となるデバイスや材料を開発する基盤研究を進めた。画素並列信号処理が可能な3次元構造撮像デバイスでは、接続電極の直径を従来の1/2の $5\mu\text{m}$ に、画素サイズを $50\mu\text{m}$ 角に微細化した。SHV映像の記録に必要な超大容量と高転送速度の実現に向けたホログラム記録技術については、記録密度 $2.4\text{Tbit}/\text{inch}^2$ 、転送速度 $520\text{Mbps}$ のプロトタイプドライブを開発し、SHV圧縮映像で動作検証を行った。家庭用の大画面SHVディスプレイ実現に向けた有機ELの長寿命化技術については、高効率かつ長寿命を両立させるデバイス構造や材料開発を進め、内部量子効率100%かつ連続点灯寿命1万時間以上の赤色有機ELデバイスを実現した。

→詳しくは、p.40



SHV映像記録用ホログラム  
メモリープロトタイプドライブ

## 研究関連業務

スーパーハイビジョンを中心に当所のさまざまな研究成果をアピールするとともに、技研公開をはじめとする各種広報・展示活動、外部との連携、番組協力を積極的に進めた。国際電気通信連合ITUやアジア・太平洋放送連合ABU、総務省情報通信審議会、(一社)電波産業会(ARIB)など国内外の標準化活動に貢献した。2016年の技研公開は、試験放送開始目前のスーパーハイビジョン、インターネット活用技術、立体テレビ、スマートプロダクションなど最新の研究成果を展示し、開催期間中延べ20,371人の方々に来場いただいた。技研公開以外に、国内外で外部展示を実施し研究成果を広く紹介した。

→詳しくは、p.44



技研公開2016の様子

# 1 8Kスーパーハイビジョン

8Kスーパーハイビジョン(SHV)の実用放送開始と本格普及、さらにその先へ向けて、映像方式、撮像、表示、記録、音響、符号化、メディアトランスポート、コンテンツ保護、伝送等の研究を進めている。

映像方式は、HDR(High Dynamic Range)とSDR(Standard Dynamic Range)の一体化制作のためのシステム開発や8K HDRライブ制作の実証実験を行った。

撮像は、ITU-R勧告BT.2100に準拠し、フレーム周波数120Hz、8Kフル解像度、階調12ビット、HDRに対応したフルスペックSHVカメラを開発した。また、1億3,300万画素撮像素子を用いたフル解像度単板カラーカメラを開発し、インターライン方式にて120Hz駆動を実現した。イメージセンサーも、1.25インチ光学系で、画素数3,300万、フレーム周波数240Hz、階調14ビットのフルスペック8Kイメージセンサーを設計した。

表示は、9.6型ディスプレイの表示部を分離して小型化を進めた他、プロジェクターについてもレーザー光源の高輝度化と低干渉化により、明るさを約2倍、スペックルコントラストを約半分として高画質化を進めた。シート型ディスプレイについては、4K有機EL薄型パネルを4枚組み合わせて130型大画面ディスプレイを構成し、将来イメージを技研公開2016などで展示した。

記録は、メモリーパックの小型化および圧縮記録装置の機能拡張を進めた他、SHVでの高速度撮影に対応した8K 240Hz 4:2:0のリアルタイム圧縮での記録を実現した。

音響は、番組音声の一体化制作を目的に、22.2ch音声信号から2ch音声信号、5.1ch音声信号を信号処理で高品質に生成する、適応ダウンミックス手法を開発した。また、次世代地上放送での22.2ch音響実現を視野に、MPEG-H 3D Audio のソフトウェアベースのコーデックを開発した。再生技術では、ディスプレイ一体型のラインアレイスピーカーを用いたトランスオーラル再生法の研究を進めた。

映像符号化は、HEVC方式での8K/120Hz映像の符号化所要ビットレートの検討を進め、コーデック開発に着手した。さらに、次世代地上放送を視野に次世代符号化方式の要素技術を開発し、イントラ予測の改善手法を国際標準化会議に提案した。

メディアトランスポート技術は、MMT技術を応用した8KコンテンツのIP配信技術および複数コンテンツの同期提示技術の検討を進めた他、次世代地上放送用のIPパケット多重化方式と、SFN実現のためのSTL/TTL区間でのIP伝送方式の研究を進めた。

コンテンツの権利保護とアクセス制御については、第2世代の新CAS(Conditional Access System)の標準化に寄与し、ARIB技術資料(TR-B39)を改定し共用受信機の規定を追加した。

衛星放送伝送技術は、ISDB-S3(高度広帯域衛星伝送方式)をITU-Rの新勧告とする対応を行った。また、12GHz帯衛星放送のさらなる大容量化・伝送性能改善に向けて、多値符号化変調や非線形歪み軽減技術に取り組んだ他、新たな衛星伝送路である21GHz帯衛星放送システムについて、アレー給電鏡面修整反射鏡アンテナや12GHz帯との共用受信アンテナの研究を進めた。

地上放送伝送技術は、固定向けサービスと移動体向けサービスを1つに多重する階層伝送方式に対応した変復調装置を試作した。リオ五輪では、60HzのHEVCリアルタイムコーデックを用いて世界初となる地上波でのリアルタイム8K伝送デモをブラジル・リオデジャネイロと東京で同時実施した。

素材伝送技術は、SHVでの緊急報道やスポーツ中継などのライブ放送をめざし、6/6.4/7/10/10.5/13GHz帯(マイクロ波帯)および42/55GHz帯(ミリ波帯)での、無線伝送装置であるFPU(Field Pick-Up Unit)の研究開発と標準化活動を進めた。加えて、ロードレース中継などのSHV移動中継の実現に向け、1.2/2.3GHz帯にて双方向で適応制御する方式と、変動する伝送路の品質に応じて誤り訂正符号の符号化率を適応的に制御して信頼性を向上するレートマッチング方式の研究を進めた。

有線伝送技術は、IP技術を用いた番組制作・素材伝送システムの開発に向けた映像同期技術、機器制御技術の検討を進めた。CATVでのSHV伝送用に開発した「複数搬送波伝送方式」について、商用CATV伝送路での実証実験や小型受信装置の開発とともに、将来の大容量伝送技術としてベースバンド方式の検討を進めた。

# 1.1 8Kスーパーハイビジョンの方式

8Kスーパーハイビジョンの映像システムの研究開発ならびに標準化を進めている。

## ■高ダイナミックレンジテレビ

高ダイナミックレンジテレビ (HDR-TV: High Dynamic Range Television) の映像方式の標準化を進め、2016年7月に国際電気通信連合無線通信部門 (ITU-R) において、勧告 BT.2100として標準化された<sup>(1)</sup>。同勧告では、HLG (Hybrid Log-Gamma) 方式の表示側の電気-光伝達関数 (EOTF: Electro-Optical Transfer Function) に含まれるシステムガンマを、ディスプレイのピーク輝度に応じて設定することが規定されている。その効果を検証するため、ピーク輝度が異なる条件で、ピーク輝度に応じてシステムガンマを変える場合と変えない場合について、20名のビデオエンジニアによる映像制作実験を行った。その結果、システムガンマをディスプレイのピーク輝度に応じて変えることによって、映像の平均レベル (APL: Average Picture Level) やヒストグラムのピーク輝度への依存性が低くなる傾向が示され、制作観視条件に依存しない一貫性のある映像制作が可能であることを確認した<sup>(2)</sup>。

2016年8月1日に始まった4K・8K試験放送では、一部の番組がHLG方式のHDR番組として放送されている。(一社)次世代放送推進フォーラムや(一社)放送サービス高度化推進協会での運用規定の策定にあたり、HDR番組の映像レベルの運用基準の検討に寄与した。

SDR (Standard Dynamic Range) とHDRの一体化制作を可能とするため、SDRとHDRの同時撮影が可能なカメラ<sup>(3)</sup>を試作した。本カメラは、SDRとHDRに共通の光学アイリスとSDRのゲイン調整用の電子アイリスを備えている。HDR映像を制作しながらSDR映像のアイリスフォローを行うことで、HDRとSDRの同時撮影が可能であることを実証した。

複数の8K HDR (HLG) カメラと、既存のブランキングスイッチャー、圧縮記録装置、文字合成装置、HDR対応液晶ディスプレイを接続して撮影から表示までの8K HDRライブ制作システムを構築し、人物を含む明暗差が大きい被写体を撮影する実験によって、HLG方式によるライブ映像制作を実証した(図1)<sup>(4)</sup>。

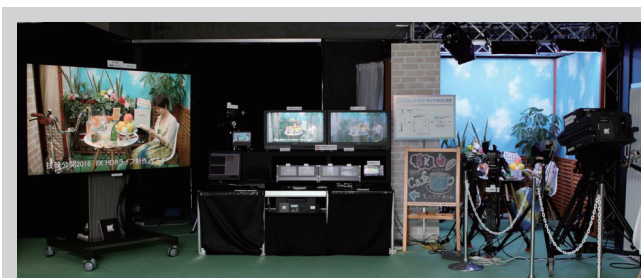


図1 HDRライブ制作の展示(技研公開2016)

## ■フルスペック8K制作システム

フルスペック8K映像制作を実現するために、フレーム周波数120Hzに対応する制作機器および制作システムの研究開発を進めている。圧縮記録装置、ルーティングスイッチャー<sup>(5)</sup>、波

形モニター<sup>(6)</sup>、17インチ小型ディスプレイ、ダウンコンバート機能をもつカラーグレーディング装置<sup>(7)</sup>、120Hz対応タイムコード装置<sup>(8)</sup>から構成される8K/120Hz制作検証システムを構築し<sup>(9)</sup>、8K/120Hz映像信号の切り替え、機器間伝送、信号監視、120Hzタイムコードの従来機器との互換性を実証した。さらに、ルーティングスイッチャーの入出力数を拡充し、画像処理・切替効果の機能を付加することによってプロダクションスイッチャーを実現したほか、8K/120Hzオフライン編集環境を構築した。また、マイクロ秒以下のオーダーで正確な時刻同期が可能なPTP (Precision Time Protocol) を同期信号とした制作システムの可能性を検証した<sup>(10)</sup>。

## ■解像度特性の測定法

テレビカメラの解像度特性を正確に把握するために、2種類の測定法の標準化を行った。ひとつは、インメガサイクルチャートと呼ばれる、複数の空間周波数を有する矩形波が空間的に配置された解像度チャートを撮影し、波形モニターで振幅を読み取る方法である。もうひとつは、僅かに傾いたエッジ画像チャートを撮影し、エッジ部分の応答特性から変調伝達関数 (MTF) を算出する方法である。これら2つの解像度特性測定方法に関するガイドラインを、(一社)電波産業会 (ARIB) 技術資料 TR-B41<sup>(11)</sup>にまとめた。

## ■LED照明の演色性

広色域4K・8K制作における白色LED照明の演色性に関する評価実験に基づき、平均演色評価数 $R_a \geq 90$ かつ特殊演色評価数 $R_9$ (赤色) $\geq 80$ を推奨基準とすることをARIBに提案し、ARIB技術資料TR-B40が策定された<sup>(12)</sup>。

## ■標準動画像

(一社)映像情報メディア学会から頒布される超高精細・広色域標準画像Bシリーズの制作に寄与した。Aシリーズには含まれていないスポーツ映像を中心に8Kフル解像度カメラで撮影し、スクロールするテロップの追加等の編集を行った。

### [参考文献]

- (1) Rec. ITU-R BT.2100, "Image parameter values for high dynamic range television for use in production and international programme exchange" (2016)
- (2) Y. Ikeda, Y. Kusakabe, K. Masaoka, Y. Nishida: "Effect of Variable System Gamma for Hybrid Log-Gamma HDR Video Production," Proc. IDW/AD' 16, pp.1001-1002 (2016)
- (3) 池田, 正岡, 西田: "HDRとSDRを同時に撮影可能なテレビカメラ," 映像学技報, Vol.40, No.15, IST2016-28, pp.29-32 (2016)
- (4) 小出, 山下, 船津, 白井, 池田(善), 西田, 池田(哲): "8K HDRライブ制作 ~映像制作システムの構築と試行~, " 映像学技報, Vol.40, No.23, BCT2016-58 (2016)
- (5) 米内, 山下, 西田: "フルスペック8K SHV 対応ブランキングスイッチャーの開発," 映像学年次大, 22D-2, 2016
- (6) 添野, 池田, 山下: "U-SDI 信号解析機能を有する8K 波形モニタの開発," 映像学技報, Vol.40, No.14, BCT2016-34, 2016

- (7) 林田, 山下: “フルスペック8K SHV 対応カラーグレーディング装置の開発,” 映情学年次大, 22D-1, 2016
- (8) 添野, 白井, 小出, 山下: “4K・8K 番組制作におけるフレーム周波数120Hz 対応タイムコードの伝送方式,” 映情学技報, Vol.40, No.14, BCT2016-46, 2016
- (9) T. Hayashida, T. Soeno, J. Yonai, A. Iwasaki, Y. Ikeda, D. Koide, T. Yamashita, Y. Takiguchi, E. Miyashita, Y. Nishida: “Development of an 8K Production System With 120 Hz Frame Frequency,” SMPTE 2016 Annual Technical

Conference and Exhibition (2016)

- (10) 岩崎(充), 林田, 山下: “8Kフレーム周波数120Hz 映像制作における同期システムの検討,” 映情学年次大, 22D-3, 2016
- (11) (一社)電波産業会: “テレビジョンカメラシステムの解像度特性測定法(1.0版),” ARIB TR-B41 (2016)
- (12) (一社)電波産業会: “超高精細度テレビジョンの番組制作における白色LED照明の演色性指標と推奨値(1.0版),” ARIB TR-B40 (2016)

## 1.2 カメラ

実用的なフルスペックSHV(Super Hi-Vision)カメラの実現、および東京オリンピックでの新たな撮像技術の実現を目指し、研究開発を進めている。

### ■フルスペックSHVカメラ

フルスペックSHVカメラについては、これまでのフレーム周波数120Hz、8Kフル解像度、階調12ビットに加え、HDR(High Dynamic Range)にも対応することにより、2016年に標準化されたITU-R勧告BT.2100にも準拠した初のフルスペックSHVカメラを開発した<sup>(1)</sup>。HDRはHLG(Hybrid Log-Gamma)方式により、ダイナミックレンジ設定1200%を実現した。本カメラを用いてさまざまな評価映像を撮影し、NAB Show 2016や技研公開でコンテンツを上映した。

小型で実用的なフルスペックSHVカメラの実現を目指し、1億3,300万画素撮像素子を用いた8Kフル解像度単板カラーカメラを開発した(図1)<sup>(2)</sup>。カメラヘッド重量6.3kg、CCUは3Uサイズと小型化を実現し、解像度特性は3200TV本においてMTF35%以上が得られた。さらに、60Hz用の撮像素子を2ライン単位のインターラインで駆動する、120Hz駆動実験を行った。

これまでに開発した3,300万画素単板でフレーム周波数120Hzの超小型SHVカメラ“Cubeカメラ”を使用し、NAB Show 2017でのコンテンツ上映に向けてバイクレースやアイスホッケーなどスピード感のあるスポーツシーンを撮影した。

カメラの性能を改善するための要素技術についても研究を進めた。雑音特性については、HDR映像の所要SN比を評価するため、8Kカメラの所要SN比を主観評価実験により調査した<sup>(3)</sup>。視距離0.75H、ディスプレイ輝度1000cd/m<sup>2</sup>、システムガンマ1.2、フレーム周波数60Hzの条件で、48dB以上のSN比が望ましいことが分かった。色再現特性については、リニアマトリクスを用いた色補正を行う場合に発生する、高彩度信号における信号値クリップに起因する階調つぶれについて、信号処理による軽減手法を考案し、実験により効果を実証した。電源周波数50Hzで照明の明るさが変動する環境においてフレーム周波数120Hzで撮影した場合に生じるフリッカーについて、240Hzの高速度撮影によるフリッカー抑圧手法を考案し、撮像実験により効果を実証した。オートフォーカス(AF)技術について、像面位相差画素を内蔵した1億3,300万画素撮像素子を試作し、像面位相差AF方式とフォーカス補助信号を用いたコントラストAF方式を複合的に用いたハイブリッドAF方式を考案し、シミュレーション実験により効果を実証した。

将来のSHVカメラの普及を目指し、カメラと記録装置が一体

となった普及型8Kカムコーダーの実現にむけた原理検証用試作機の開発を進めた。既存の圧縮記録技術を応用することにより、SDカード4枚で8K/60Hzの映像が1時間以上記録可能な仕様とした。

### ■フルスペックSHVイメージセンサー

実用的なフルスペックSHVカメラの実現を目指し、イメージセンサーの開発を推進した。

2016年は、1.25インチフルスペックSHVイメージセンサーの設計を行った。画素サイズは2.1 $\mu$ m(受光面サイズ16.2mm $\times$ 9.1mm)、画素数は3,300万、フレーム周波数は240Hz、A/D変換回路の量子化数は14ビットとした。高精度でかつ高速度の動作を可能とするため、A/D変換回路は、3段パイプライン方式を新たに設計した。さらに雑音低減処理回路の内蔵により、ランダム雑音と固定パターン雑音を低減する設計とした。

この研究は、静岡大学と共同で実施した。

### ■SHV高速度撮像技術

東京オリンピックでのSHV高速度撮影の実現に向けて、撮像装置、記録装置、およびスロー再生装置の開発を推進した。

撮像装置は、3,300万画素でフレーム周波数240Hzの高速度撮像が可能な実験装置の開発に着手した。記録装置は、フルスペックSHV用圧縮信号処理基板を2つ並列動作させることにより、8K 240Hz 4:2:0のリアルタイム圧縮を実現した。スロー再生装置は、収録同時再生可能な装置の開発に着手し、2016年度は60Hzでの動作検証を行った。また、日本体育大学と共同で、スピードスケートなどのスポーツ映像の撮影実験を行った。

### ■電子式可変NDフィルター

入射光量を電子的に連続可変でき、かつ局所的にも制御が可能なテレビカメラ用NDフィルターの実現を目指し、研究を進めている。これまで、調光材料として透過率80%程度から1%以下まで広い可変域をもつエレクトロクロミック(EC)材料に注目し、硝酸銀(AgNO<sub>3</sub>)と塩化銅(CuCl<sub>2</sub>)を溶解した電解液を透明導電膜(ITO)で挟んだ構造のEC素子を試作してきた。2016年度は、調光素子を2層構造とすることで、動作速度を従来の2倍に高速化した。

この研究は、(株)村上開明堂と共同で実施した。



## 〔参考文献〕

- (1) K. Kitamura, T. Yasue, T. Soeno and H. Shimamoto : “Full-specification 8K Camera System,” NAB Broadcast Engineering Conference Proceedings, p.266-271 (2016)
- (2) 中村、山崎、船津、島本: “フル解像度8K単板カメラシステムの開発,” 映メ年大, 22E-1 (2016)
- (3) R. Funatsu, K. Kitamura, T. Yasue, D. Koide, H. Shimamoto: “Development and Image Quality Evaluation of 8K High Dynamic Range Cameras with Hybrid Log-Gamma”, Electronic Imaging, Image Quality and System Performance XIV, pp. 152-158 (2017)



図1 8Kフル解像度単板カメラヘッド

## 1.3 ディスプレー

8Kスーパーハイビジョン (SHV) 映像を表示可能な各種ディスプレイの開発や大画面シート型ディスプレイの研究を進めている。

### ■ フルスペック8K制作の研究 (ディスプレイ関連)

フルスペック8Kパネルの評価のために、LVDS (Low Voltage Differential Signaling:小振幅差動信号方式) でパネルを駆動できる8Kディスプレイ 1/F検証装置を試作した。55インチ8Kパネルを接続して評価した結果、パネルを120Hzで駆動できること、BT.709 (SDR)、BT.2100 (HLG) に加えてユーザーが設定する異なる特性の表示用ガンマカーブを適用できることを確認した。また、2015年度に開発した9.6インチの8Kモニターについて、電源・制御部と表示部とを分離することで表示部を小型化した。

### ■ フルスペックSHVプロジェクターの開発

フルスペックSHVプロジェクターのレーザー光源の高輝度化・低干渉化による高画質化を進めた。半導体レーザーの数を増やし高輝度化するとともに、個々の半導体レーザーの中心波長をずらし、光源の半値幅を広げることによって光源を低干渉化した。その結果、BT.2020色域のxy色度図上での包含率95%を達成しつつ、明るさがおよそ2倍、スペックルコントラストがおよそ半分に低下したプロジェクターを実現した。

## 1.4 記録システム

フルスペックSHV記録機器の実現を目指して、圧縮記録装置の研究を進めている。2016年度は、固体メモリーパックの小型化と高速インターフェースへの対応、および圧縮記録装置の

### ■ SHVシート型ディスプレイの研究

家庭でも大画面でSHVを視聴できるように、丸めて持ち運び可能なシート型ディスプレイの実現を目指して、軽量な有機ELディスプレイの研究を進めている。有機EL素子は自発光型の表示デバイスで、バックライトが不要なためディスプレイを薄くすることができる。2016年度は、薄いガラス板を基板に用いた4K有機ELパネルを4枚組み合わせ、130型大画面ディスプレイを構成した。パネルを固定するバックボードを含めた厚さは約2mmであり、超薄型ディスプレイの将来イメージを示すことができた(図1)。本ディスプレイは、LG Displayとアストロデザイン(株)の協力で試作した。今後は、パネル輝度の向上や120Hz化などの性能改善、ならびに1枚のパネルで8K映像を表示可能なディスプレイの開発を進めていく。



図1 試作した大画面シート型ディスプレイ

機能拡張を進めた<sup>(1)</sup>。

メモリーパックについては、従来よりも広帯域であるNVMeインターフェースへ対応し、小型化を図った。現行のメモリー

バックは、帯域6GbpsのSATAインターフェースを持つSSDを複数個束ねて使用する構成であったため、小型化への対応が難しかった。そこで、より広帯域のNVMeインターフェースに対応することで、複数のSSDを束ねることなく1台のSSDでメモリーバックを構成した(図1)。これにより、従来のメモリーバックに比べ、体積を約1/7に小型化できる見通しを得た。更に、メモリー評価ボードを用いた実験で、メモリーチップへの並列書き込みや書き込みブロックサイズを大きくすることで従来のメモリーバックと同等の20Gbps以上の書き込み・読み出し速度を達成した。採用したNVMeインターフェースはオープンな規格であり、記録媒体としての汎用性を確保した。圧縮記録装置側には、記録制御を行う基板のファームウェア上にNVMeインターフェースを実装し、市販のNVMeドライブで記録再生動作を検証した。

圧縮記録装置の機能拡張については、編集装置への入出力を容易にするため、動画編集用の圧縮符号化方式である、8K ProResに対応したデコードIPを開発し記録装置へ実装した。また、制作システムに必要な機能である、音声およびタイムコードの外部入出力に対応した。

さらに、記録画質の向上を目指し、色間引きなしでの圧縮記録に有用な色変換手法について改善を進めた。特定の色信号に大きいノイズ成分が含まれる場合は、ノイズ伝搬を抑制する独自の色変換式を用いることが画像劣化の抑制に有効であることは確認できていたが、画像によっては従来の色変換式の方が有効であった。そこで、画像の特徴量を抽出し適応的に変換式を

切り替えることで、常に圧縮後の画質劣化を低減できることを、シミュレーションにより確認した<sup>(2)</sup>。

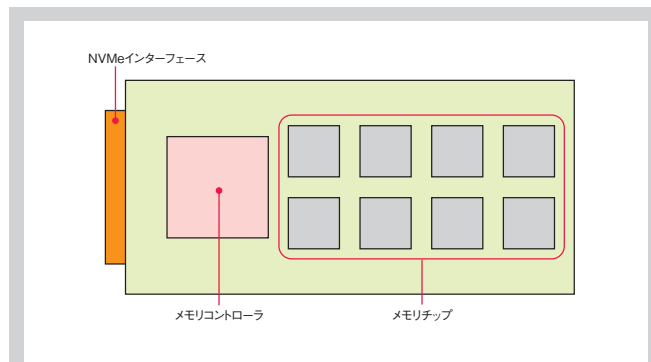


図1 小型メモリーバックの構成

[参考文献]

- (1) 小倉、菊池、梶山、宮下: “フルスペックSHV圧縮記録装置とバックアップ装置の試作,” 映像学技報, Vol.41, No.5, pp.139-142, (2017)
- (2) K.Kikuchi, T.Kajiyama, K.Ogura, and E.Miyashita, “Adaptive Color Space Transforms for 4:4:4 Video Coding Considering Uncorrelated Noise among Color Components,” MMSP2016 Digest, 39 (2016)

## 1.5 高臨場感音響

8Kスーパーハイビジョン(SHV)の22.2マルチチャンネル音響(以下22.2ch音響)の研究開発を進めている。

### ■ SHV音響一体化放送システム

22.2ch音響の番組を、2chや5.1chの番組と同時にかつ効率的に制作するための研究を進めている。

従来より指向性の鋭いショットガンマイクロホンの検討を行い、より正確にマイクロホンの指向特性を予測する手法を考案した。この手法により1mの長さの音響管を設計し、マイクロホンを開発した<sup>(1)</sup>。また、22.2ch音響をワンポイントで收音する方式として、小型のショットガンマイクをアレー状に構成したマイクロホンを開発し(図1)、各ch間の分離性能を広帯域で実現した<sup>(2)</sup>。

22.2ch音声信号間のコヒーレンスに着目した適応ダウンミックス手法を開発した。提案手法によって、固定係数によるダウンミックスで問題となるラウドネス値の変化を改善し、22.2chでのミキシングバランスを保持したダウンミックスを実現した。さらにフルスペック8K SHV機器間伝送用U-SDI信号の音声モニター装置を開発した。

符号化では、次世代地上放送での22.2ch音響放送を視野に入れ、最新の音声符号化方式であるMPEG-H 3D Audio<sup>(3)</sup>に基づいたソフトウェアベースのコーデックを開発するとともに、圧縮符号化した22.2ch音声信号の音質を主観評価し、512kbit/s以上のビットレートで放送品質を満たすことを明らかにした<sup>(4)</sup>。

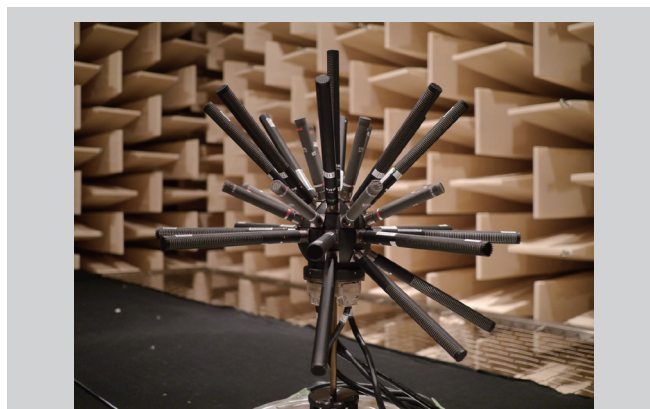


図1 ワンポイントマイクロホン外観

### ■ SHV音響変換再生技術

22.2ch音響を家庭で楽しむための再生技術の研究を進めている。フラットパネルディスプレイ一体型のラインアレイスピーカーを用いたトランスオーラル再生法では、2015年度に定式化した再生制御器の設計法を帯域別の設計に拡張し、計算機シミュレーションによりその有効性を検証した。また、拡張した信号処理をリアルタイムで実行できる信号処理装置を、シャープ(株)と共同で開発した。



図2 ディスプレー一体型ラインアレイスピーカー

また、バイノーラル再生の性能向上のために、側方に設置したスピーカーから帯域抑圧した音声信号を再生することにより、後方から音が聞こえるように知覚させる効果があることを確認し、後方強調フィルタとして提案した<sup>(5)</sup>。本手法を、前方だけにスピーカーを設置する簡易再生技術と組み合わせることで、より広がり感が向上することも確認した。

より少ないチャンネル数のホームシアターなどでも22.2ch音響を再生するために、22.2ch音響の音声信号を任意のチャンネル数に変換する手法の検討を開始した。聴取実験の結果、提案した固定ダウンミックス係数は、音の到来方向を保持するように精緻に算出したダウンミックス係数と比べ、空間印象を大きく損なわないことを確認した。

また、パブリックビューイングなどでの22.2ch音響の聴き取りやすさの向上を目指した検討も行った。音声信号の帯域ごとのチャンネル間相関を加味し、音声信号と環境音の周波数帯域ごとのレベル差に基づき、再生レベルを逐次補正することで、22.2ch音響の聴き取りが改善されることを確認した<sup>(6)</sup>。

## ■標準化

国際電気通信連合無線通信部門(ITU-R)では、22.2ch音響を含む複数の音響システムで制作された番組を伝送・記録するときの、音響システムおよびチャンネルの順番を規定する新勧告の策定に寄与した<sup>(7)</sup>。また、音質評価室などの音響特性を調整するときの測定マイクロホンの向きによる測定誤差を調査し、

新レポート草案として提出した。この他、22.2ch音響を含む先進的音響システムで使用する音響メタデータの勧告にダウンミックス係数を指定する記述子を追加する改訂や、ラウドネス測定法に関する勧告に定数項の定義や計算方法を明確化する改訂、ラウドネス測定法の確認用テスト音源に関するレポートに22.2ch音響を含むテスト音源を追加する改訂などに寄与した。

(一社)電波産業会(ARIB)では、22.2ch音響の標準規格をITU-R勧告に一致させる改定に寄与した<sup>(8)</sup>。また、ラウドネス運用規定に22.2ch音響のテスト音源を追加する改定に寄与した。さらに、室内音響調整法に関する22.2ch音響の標準規格や5.1サラウンドのガイドラインを改定した。このほか、22.2ch音響の普及を目的に、三次元マルチチャンネル音響の標準音源の制作を開始した。

MPEGでは、ARIB規格のMPEG規格化に向けた改定作業を進め、22.2ch音響放送規格の国際普及に貢献した。また、MPEG-H 3D Audioの性能検証試験に参加し、最新の符号化方式の開発に寄与した。

### 〔参考文献〕

- (1) Y.Sasaki, T.Nishiguchi, K.Ono, T.Ishii, Y.Chiba and A.Morita, "Development of shotgun microphone with extra-long acoustic tube," Audio Engineering Society Convention Paper 9639(2016)
- (2) Y.Sasaki, T.Nishiguchi, K.Ono, "Development of multichannel single-unit microphone using shotgun microphone array," Proceedings of the 22nd International Congress on Acoustics (ICA2016)
- (3) ISO/IEC 23008-3:2015(2015)
- (4) 杉本、小森, "MPEG-H 3D Audioによる22.2ch音声信号の圧縮符号化," 音演論(秋), 3-7-18 (2016)
- (5) 長谷川、大出、小野、飯田, "側方スピーカ配置における帯域抑圧処理による後方音像制御," 音講論(秋), 3-7-11 (2016)
- (6) 北島、杉本、小野, "チャンネル間相関を考慮した騒音環境下での22.2マルチチャンネル音響再生手法," 信学技法, EA2016-142 (2017)
- (7) Rec. ITU-R BS.[Multi-Track]:Allocation and ordering of audio channels to formats containing 12-,16- and 32- tracks of audio
- (8) ARIB STD-B59:三次元マルチチャンネル音響方式スタジオ規格 第2.0版

## 1.6 符号化

8Kスーパーハイビジョンのフルスペック化、地上波放送実現などを目指し、映像符号化の研究を行っている。

### ■8Kフルスペック映像符号化

8K フルスペック放送の実現に向け、120Hz映像符号化の所要ビットレートを検討し、画質を確認した。8K放送の国内規格(ARIB STD-B32)では、120Hz映像の符号化信号が現行の60Hz放送の受信機でも再生できるように時間方向の階層符号化方式を採用している。60Hz映像の階層部分に対する120Hz映像全体の符号量増加率を変化させた実験を行い、客観指標による評価で好適な増加率を求めた結果、符号量増加率は10%以

下となった。120Hz映像および60Hz映像の主観画質を確認し、それぞれの原画像に対して大幅な画質劣化は見られなかった<sup>(1)</sup>。

8K 120Hz映像符号化の高速化を検討した。60Hz映像と120Hz映像の差分の階層部分に対してブロックサイズや予測方法の符号化パラメータを適切に設定することにより、符号化効率率がほぼ変わらないまま、符号化演算時間が17%削減された<sup>(2)</sup>。

HEVC方式による8K 120Hzコーデックの開発を開始し、2016年度は基本設計を行った。エンコーダーは8K 120Hz映像を8分割(空間方向に4分割、時間方向に2分割)し、4K 60Hz相当のHEVCエンコーダー8台を連動して符号化処理する構成とした。出力ストリームの検証や分割処理に起因する画質への影響の確認のため、エンコーダーの動作シミュレーションソフ

トウェアを開発した。一方、デコーダーはソフトウェアで実現することとし、復号処理のコア部分の開発を進め、エンコーダーの動作シミュレーションソフトウェアで作成したストリームを復号可能であることを確認した。

上記の120Hz映像符号化の研究開発を進める上で必要な評価映像を、NTTと共同で制作した。速い動きでの優劣が判別しやすいような映像内容とした。

## ■ 8K素材伝送用映像符号化

HEVC符号化方式を用いたFPUの大容量化を目的としたチャンネル設計のため、映像符号化の画質評価実験を行った。1～3組の符号化/復号装置を縦続接続し、各段において番組素材としての品質を満たす所要ビットレートを主観品質評価により明らかにした。評価基準にITU-R勧告BT.1868を用い、最も厳しい縦続接続3段の条件において基準を満たすには、8K映像の場合 285 Mbps、4K映像の場合 145 Mbps必要であることを明らかにした。本実験はARIBの素材伝送用HEVCコーデック評価JTGとして実施した。

## ■ 地上波放送実現に向けた取り組み

リオ五輪開催期間中(2016年8月5日～8月21日)、ブラジルのTV Globoと共同で、8Kスーパーハイビジョンによる地上波伝送実験とPV(パブリックビューイング)をリオ・デ・ジャネイロで実施した。実験では、当所で試作した8K HEVCエンコーダーを用いて8K番組を84Mbpsに圧縮し、地上波で伝送した(図1)。受信地点では、当所で試作した8K HEVCデコーダーで復号し、98インチ液晶モニターと22.2chスピーカーを用いて展示し、8Kの魅力や圧縮伝送技術をブラジル内外の人々に広くアピールした。また、日本国内でも同様の地上波伝送実験を実施し、技研のリオ五輪PV会場で公開した。



図1 伝送拠点の機器

8Kの地上波伝送を低ビットレートで実現するために、HEVC符号化の前段での映像処理を開発し、一部を装置に実装した。開発した技術は、時空間ウェーブレットシュリンケージ処理による雑音除去と帯域制限により、符号化効率を高めるものである。この研究の一部は、総務省の委託研究「地上テレビジョン放送の高度化技術に関する研究開発」を受託して実施した。

## ■ 次世代映像符号化

8Kの地上波放送実現などを目指して進めている次世代映像符号化について、2016年度は要素技術の改善・開発を行った。イントラ予測技術の改善として色差信号のイントラ予測精度改善アルゴリズムを考案した。隣接する色差ブロックの予測モー

ドを参照することで、演算量の増加なしに符号化効率が改善することを確認した<sup>(3)</sup>。また、動き補償予測における予測残差信号の低減手法を考案した。さらに動き補償で用いる動きベクトルの予測符号化の改善手法を考案した。分割形状に応じて予測ベクトルの導出を制御することで、符号化効率が向上することを確認した<sup>(4)</sup>。符号化方式の新たな改善要素として映像フォーマットの適応手法を考案した。HDR映像フォーマットの国際標準化に伴い、HDR映像の符号化時に発生する符号化劣化の低減手法を考案し、基礎的な実験によりその効果を確認した。

イントラ予測改善手法を次世代符号化方式の国際標準化会議に提案した。また、標準化活動を推進するため、HLG (Hybrid Log-Gamma) 方式の評価用HDR映像の提供に寄与した<sup>(5)</sup>。

## ■ 超解像技術の映像符号化応用

2015年度までに開発した最適化超解像階層間予測処理装置8台を用い、8K映像および4K映像を同時かつリアルタイムで符号化伝送するシステムを完成させた<sup>(6)</sup>。本システムでは、4K映像をHEVC方式により符号化伝送するとともに、4K復号映像を8K解像度に超解像復元するための補助情報を伝送する。補助情報に対するロスレス符号化、装置間同期、および映像情報・補助情報間の自動調相の各技術を確立し、総合的な接続性を実証した(図2)。この研究の一部は、総務省の委託研究「超高精細度衛星・地上放送の周波数有効利用技術の研究開発」を受託して実施した。



図2 超解像復元技術による符号化システム

超解像技術による映像方式変換法の研究を進めた。空間方向の処理を、カメラの色標本化構造を考慮した使用周波数帯域選択法を導入して改善した<sup>(7)</sup>。時間方向の処理を、フレームレートの変化に伴う時空間コントラスト感度変化の補正による線形補間内挿法により改善した<sup>(8)</sup>。階調方向の処理では、光学系の劣化過程を模擬した点広がり関数を導入し、中間階調を補間する方法を開発した。

### 〔参考文献〕

- (1) 杉藤, 神田, 境田: “8K 120Hz映像符号化における所要ビットレートの検討,” 第15回情報科学技術フォーラム講演論文集(FIT), no.3, RI-004, p.17-22 (2016)
- (2) 杉藤, 神田, 境田: “8K 120Hz映像符号化におけるパラメータの検討,” 映情学年次大, 12B-1 (2016)
- (3) S. Nemoto, Y. Matsuo, A. Ichigaya: “Chroma Intra Mode Predictor Based on Modes of Neighboring Blocks,” International Workshop on Advanced Image Technology 2017 (IWAIT2017) (2017)
- (4) S. Iwamura, K. Iguchi, and A. Ichigaya: “Partition-adaptive

- merge candidate derivation,” JVET-D0107 (2016)
- (5) S. Iwamura and A. Ichigaya: “New 4K HDR test sequences with Hybrid Log-Gamma transfer characteristics,” JVET-E0086 (2017)
- (6) T. Misu, S. Iwamura, Y. Matsuo, K. Kanda, and S. Sakaida: “Real-time 8K/4K Video Coding System with Super-resolution Inter-layer Prediction,” 32nd Picture Coding Symposium (PCS 2016), I-12 (2016)
- (7) Y. Matsuo, S. Sakaida: “Super-Resolution Method by

Registration of Multi-Scale Components Considering Color Sampling Pattern and Frequency Spectrum Power of UHDTV Camera,” 18th IEEE International Symposium on Multimedia (ISM 2016),p.521-524(2016)

- (8) Y. Matsuo, S. Sakaida: “Frame-Rate Conversion by Linear-Filtering Interpolation Using Spatio-Temporal Contrast Compensation,” 35th IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE 2017), p.262-263 (2017)

## 1.7 メディアトランスポート技術

映像・音声等を伝送するメディアトランスポート技術として、放送と通信の伝送路で共通に利用できるMMT (MPEG Media Transport)の研究を進めている。また、複数の8KコンテンツのIP配信および同期提示技術の検討や、MMT技術を次世代地上放送へ適用するための研究も進めている。

### ■ MMT技術の応用

衛星放送からの8K放送受信と、IP配信による8Kコンテンツ受信の両方を可能とする放送通信共用受信機を新規開発した。IP配信の信号形式を8K放送と同じMMTとすることにより、受信機内部の信号処理回路の共通化を図っている。10Gbps級のインターネット回線を用いて11チャンネルの8KコンテンツをIP配信し、共用受信機で任意の1チャンネルを選択受信する実験を行い、安定受信できることを確認した。また、MMT信号をIP配信する際の伝送プロトコルについて検討し、マルチキャスト配信とともにユニキャスト配信が可能であること<sup>(1)</sup>、MMTからHTTPへとプロトコル変換による伝送が可能であること<sup>(2)</sup>を示した。これらの成果を技研公開2016、InterBEE2016のデモ展示等で広く一般に示した。

これらの研究の一部は総務省の委託研究「超高精細度衛星・地上放送の周波数有効利用技術の研究開発」を受託して実施した。



図1 8Kコンテンツの多チャンネルIP配信実験の様子

MMT技術の応用例として、マルチアングル映像など複数のコンテンツをIP配信し、テレビとタブレットなど複数の端末でそれぞれのコンテンツを時間のずれなく同期制御して表示する技術を開発し、高精度同期が可能なことを実証した<sup>(3)</sup>。また、ネ

ットワーク上に存在する多数のコンテンツから絶対時刻で検索した複数コンテンツを同期提示するユースケースを検討し、対応可能な蓄積フォーマットを示した<sup>(4)</sup>。

### ■ 次世代地上放送

次世代地上放送の実現に向けて、地上放送の伝送路符号化方式に適合するIPパケット多重化方式と、地上放送でSingle Frequency Network (SFN)を実現するために、Studio to Transmitter Link (STL)区間やTransmitter to Transmitter Link (TTL)区間におけるIP伝送方式について、検討結果を仕様としてまとめ、試作機による検証を行った。

これらの研究の一部は総務省の委託研究「地上テレビジョン放送の高度化技術に関する研究開発」を受託して実施した。

### ■ 国際標準化

ISO/IEC TR 23008-13「MMT実装ガイドライン」の実装例として、NHKからMMTパケットデータと解析ツールを添付することをMPEG会合へ提案し、合意された<sup>(5)</sup>。また、MMT技術を用いた8KコンテンツのIP配信に関するNHKの取り組みを、ITU-R SG6およびITU-T SG16に報告した。

#### 〔参考文献〕

- (1) S.Aoki et al.: “Delivery of 8K Content over Satellite Broadcasting and Broadband,” International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia 2016, SS5-2, pp.236-241 (2016)
- (2) 青木ほか: “MMTプロトコルからHTTPへの変換方法の一検討,” 2016電子情報通信学会通信ソサイエティ大会講演論文集, 2, B-6-10, p.10 (2016)
- (3) 河村ほか: “MMTを用いた端末間映像同期のAndroid端末への実装,” エンタテインメントコンピューティングシンポジウム2016, pp.85-92 (2016)
- (4) 大槻ほか: “絶対時刻指定のHTTPアクセスを可能とする蓄積フォーマットの一検討,” 映像情報メディア学会技術報告, vol.40, no.45, BCT2016-84, pp.17-20 (2016)
- (5) WD of ISO/IEC TR 23008-13: Information technology — High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments — Part 13:MMT implementation guidelines.

## 1.8 次世代CAS技術

スーパーハイビジョンのコンテンツの権利保護とアクセス制御を実現する第2世代の新CAS(Conditional Access System)の研究開発、実用化を推進している。第2世代の新CASは、高度な秘匿性を有するスクランブル方式を採用するとともに、CASモジュール内のソフトウェアの更新によりセキュリティを継続的に維持改善可能なことなどを特長とする。

## 1.9 衛星放送伝送技術

8Kスーパーハイビジョン(SHV)の本格普及に向けて、12GHz帯衛星放送伝送方式の標準化や性能向上に取り組むとともに、12GHz帯衛星放送の更なる大容量化および21GHz帯衛星放送など次世代衛星放送システムの研究を進めている。

### ■ 高度衛星放送伝送方式

衛星放送伝送方式の国際標準化に取り組むとともに、伝送性能の向上を目指して、多値符号化変調や交差偏波干渉除去技術の研究を進めた。

8Kスーパーハイビジョン衛星放送の伝送方式であるISDB-S3(Integrated Services Digital Broadcasting for Satellite, 3rd generation)の国際標準化に取り組み、国際電気通信連合無線通信部門(ITU-R)において、2016年12月のITU-R勧告BO.2098の策定に寄与した。また、UHDTV衛星伝送実験および2016年8月開始のスーパーハイビジョン衛星試験放送について取りまとめたITU-RレポートBO.2397の策定にも寄与した。

多値符号化変調の研究としては、12GHz帯衛星放送の更なる大容量化に向けて、集合分割法に基づく64APSK(Amplitude Phase Shift Keying)符号化変調を設計した<sup>(1)(2)</sup>。符号化率4/5の条件においてDVB-S2Xの64APSKに対して0.4dB、グレイ符号化64QAM(Quadrature Amplitude Modulation)に対して1.0dBの所要C/N比改善を計算機シミュレーションにより確認した(図1)。

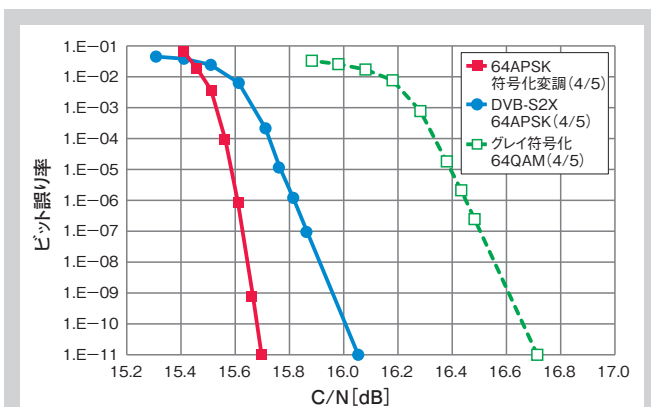


図1 64APSK符号化変調の伝送性能

電波産業会(ARIB)における標準化作業に寄与し、実用化に向け、2016年12月にARIB技術資料TR-B39「高度広帯域衛星デジタル放送運用規定」の第五編「高度BSデジタル放送限定受信方式運用規定及び受信機仕様」を改定し、高度BSデジタル放送とBS/広帯域CSデジタル放送、地上デジタルテレビジョン放送の共用受信機の規定を追加した。

交差偏波干渉除去技術の研究としては、2015年度提案した右旋・左旋円偏波同時受信による12GHz帯交差偏波干渉除去アルゴリズムについて、2016年度はハードウェア実装を行い、その効果を確認した。

### ■ 高度放送衛星システム

次世代の衛星放送システム実現に向けて、12GHz帯衛星搭載用アンテナや21GHz帯アレー給電鏡面修整反射鏡アンテナを設計し、12/21GHz帯偏波共用受信アンテナや12GHz帯衛星搭載用固体増幅器の開発を実施した。

12GHz帯衛星搭載アンテナについては、12GHz帯衛星放送の更なる大容量化やサービス時間率の向上に向けて、外国への干渉を低減し、衛星中継器の高出力化を可能とするため、放送衛星搭載アンテナの構成を検討した。1枚反射鏡、2枚反射鏡の構成で鏡面修整反射鏡アンテナを設計し、放射パターンを比較した結果、要求条件である打上げロケットへの搭載性および右旋・左旋円偏波における各放射パターンの一致を満たすアンテナ構成として2枚反射鏡アンテナが適していることを確認した。

21GHz帯アレー給電鏡面修整反射鏡アンテナについては、衛星搭載用21GHz帯アレー給電反射鏡アンテナに鏡面修整を適用し、開口径および素子数をパラメータとして、サイドローブの低減、アレー素子の励振電力の均一化および素子数低減の検討を進めた。開口径1.8m、素子数19のアレー給電鏡面修整反射鏡アンテナを設計し、21GHz帯300MHz級広帯域中継器についてシステム検討を行った結果、衛星送信出力2.3KW、変調方式をQPSK(Quadrature Phase Shift Keying)符号化率1/2とした場合、東京での年間サービス時間率は99.9%となることを確認した<sup>(3)</sup>。

12/21GHz帯偏波共用受信アンテナについては、12GHz帯衛星放送の右旋・左旋円偏波と21GHz帯衛星放送を1つのパラボラアンテナで受信するため、4素子マイクロストリップアレーアンテナを用いた12/21GHz帯偏波共用給電アンテナを設計した。12GHz帯と21GHz帯ではアンテナ基板厚の最適値が異なるため、積層基板を適用した。計算機シミュレーションにより、電圧定在波比は、12GHz帯で1.2以下、21GHz帯で1.4以下であり、両放送帯域をカバーすることを確認した。また、12/21GHz帯偏波共用受信アンテナの実現性を示すために、給電アンテナの設計値を用い、開口径45cmオフセットパラボラ

アンテナの放射パターンを評価した。利得は、12GHz帯右旋円偏波で33.5dBi、左旋円偏波で33.4dBi、21GHz帯（右旋円偏波）で37.7dBiであり、交差偏波識別度は31dB以上という結果を得た。

12GHz帯衛星搭載用固体増幅器の開発としては、16APSKの衛星伝送特性の向上を目指して、衛星中継器で生じる非線形歪み軽減技術の研究を進めた。衛星搭載用増幅器の非線形特性を改善するため、進行波管増幅器よりも高い線形性を有する衛星搭載用高出力固体電力増幅器を試作した。窒化ガリウム素子を使用し、12GHzで出力電力120Wを実現した。非線形性を補償するリニアライザを接続した試作固体電力増幅器の出力を受信等化装置付受信機に接続し、16APSKの伝送特性を評価した結果、進行波管増幅器を用いた場合と比較し、1.1dBの所要C/N比改善を確認した。この研究は総務省の委託研究「超高精度衛星・地上放送の周波数有効利用技術の研究開発」を受託して実施した。

32APSKによる伝送容量拡大や16APSKのサービス時間率向上に向けて、300W級進行波管増幅器や100W級固体電力増幅器を衛星に搭載した場合の排熱方法を検討した。この研究は、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構と共同で実施した。

〔参考文献〕

- (1) 鈴木,小泉,小島,斎藤,田中:“64APSK 符号化変調の検討(その2) —LDPC 符号化率最適化による性能改善—,”電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-5-22, 2016, p.292.
- (2) Y. Koizumi, Y. Suzuki, M. Kojima, K. Saito, S. Tanaka: “A study on 64APSK Coded Modulation,” IEICE Tech. Rep., vol.116, no.243, SAT2016-55, pp.51-56, Oct.2016.
- (3) 中澤,長坂,田中:“鏡面修整による21GHz帯放送衛星搭載アレー給電反射鏡アンテナの素子数低減”電子情報通信学会総合大会, B-1-1, 2017, p.1.

## 1.10 地上放送伝送技術

地上波によるスーパーハイビジョン(SHV)放送の実現に向けて、次世代の地上放送方式、チャンネルプラン、送信ネットワークの構築などに関する研究開発を進めている。

### ■次世代地上放送方式の検討

地上放送の次世代方式への移行に向けて、暫定的な仕様の策定を進めている。2016年度は、固定および移動体向けのサービスを一つのOFDM変調波に多重する階層伝送方式の詳細な仕様設計を行い、変復調装置を試作した。移動受信階層に対して、周波数インターリーブの改善および電力ブースト機能の追加を行い、それらの有効性を検証した。さらに、移動受信用にパイロット信号配置の最適化を行い、現行方式のISDB-T(Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial)と比較して、受信所要C/Nが改善し、速度耐性が向上することを確認した(図1)。

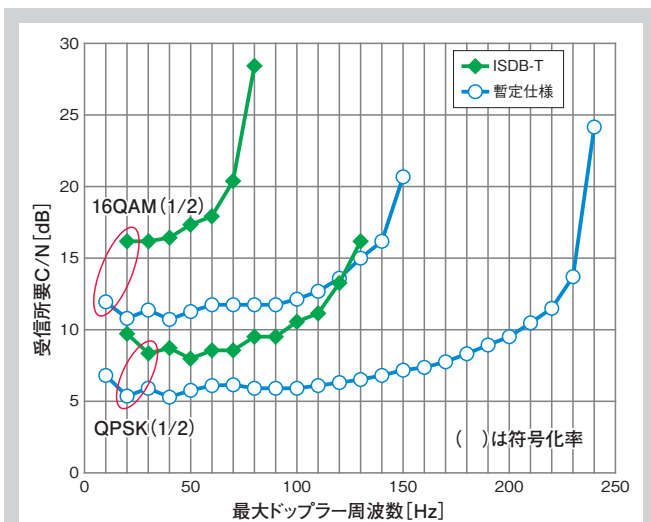


図1 暫定仕様とISDB-Tの速度耐性の比較

将来のテレビ受信機は、従来の地上放送・衛星放送の受信だけでなく、インターネット回線やWi-Fiネットワークなど様々な伝送路を経由して放送信号を受信することになる。インターネットとの親和性を高めるために、多重層に階層伝送に対応したMMT(MPEG Media Transport)を設計し、試作装置に実装した。受信した放送信号を屋内・車内のWi-Fiに再送信することで、地上放送波を直接受信できない場所にある端末に対しては放送コンテンツを提供できる仕組みを検討した。

### ■地上放送高度化技術の研究開発

2016年度から開始した総務省の委託研究「地上テレビジョン放送の高度化技術に関する研究開発」において、地上波によるSHV放送の研究開発を進めている。暫定仕様のコンスタレーション、誤り訂正符号、MIMOシステムなどを適用して、伝送容量が拡大し階層伝送が可能となる変復調装置の試作を開始した。

同委託研究においては、東京地区に親局規模の実験試験局を設置する予定である。2016年度は、この大規模実験試験局の送信諸元と設備仕様を作成した。加えて、実験試験局の電波発射においては、同一周波数帯で利用される現行の地上テレビジョン放送受信機へ混信を与えないことが必須であることから、混信の許容値について検討を進めた。

なお、同委託研究は、ソニー株式会社、パナソニック株式会社、学校法人東京理科大学と共に受託し、連携して実施した。

### ■地上放送波の伝搬路特性を用いた伝送特性評価

2015年度に試作した暫定仕様の変復調装置を用いて、固定受信用(256QAM)信号のマルチパス特性を評価した。室内実験で用いたマルチパス環境は、技研周辺で測定した地上放送波の伝搬路特性を模擬したモデルを使用し、暫定仕様と既存のISDB-T方式の所要受信電力の劣化量を比較した。暫定仕様の劣化量はISDB-Tの劣化量を下回り、良好な特性が得られることを確認した(図2)。

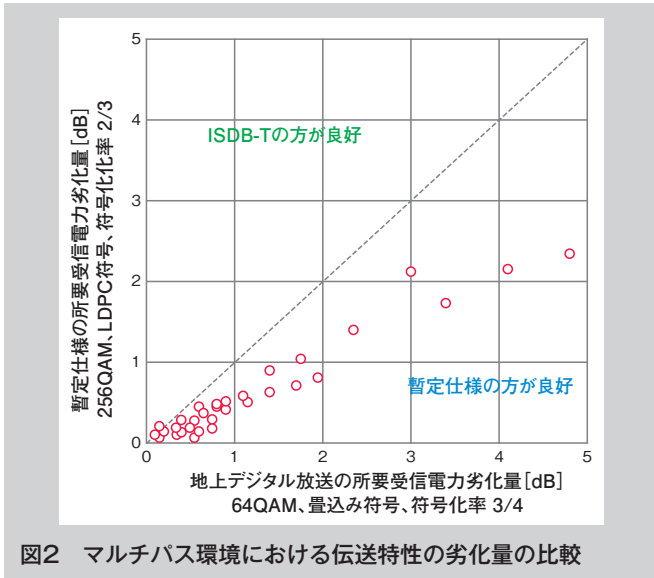


図2 マルチパス環境における伝送特性の劣化量の比較

### ■ チャンネルプランの検討

2016年度は、SHV用に新規チャンネルを全国に割り当てることを想定した場合に対策が必要となる、既存の地上デジタル放送の周波数変更（リパック）規模を算出するための基礎検討を、技術局と共同で開始した。

### ■ 周波数有効利用の研究開発

2014年度から実施している総務省の委託研究「超高精細度衛星・地上放送の周波数有効利用技術の研究開発」においては、周波数を有効利用できるSFN (Single Frequency Network) 技術の研究を進めている。2016年度は、人吉地区の実験試験局のエリア内において、STC (Space-Time Coding)-SFN、SFC (Space-Frequency Coding)-SFNと従来のSFNとの比較伝送実験を行った。STC-SFN、SFC-SFNは、従来のSFNと比較して所要受信電力が約2dB改善されることを確認した。また、SFC-SFNは人吉地区の伝搬環境においてはSTC-SFNと同等の受信特性であることを確認した(図3)。

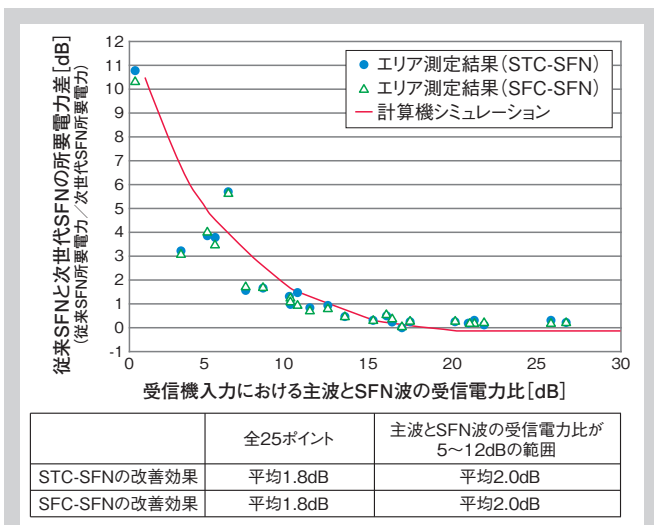


図3 STC-SFNとSFC-SFNのエリア測定結果

また、STC-SFN技術と8K HEVC復号装置とを組み合わせせた総合接続試験を実施し、人吉局から約18km、水上局から約20km離れたSFN環境下で、8K映像を受信できることを確認した。

### ■ 海外との連携

リオ五輪期間中、世界初となるHEVCリアルタイムコーデックを用いた地上波8Kライブ伝送デモをブラジル・リオデジャネイロと東京で同時に実施した。ブラジルでは現地放送局TV Globoの送信設備とNHKの変調装置を接続して実験試験局から電波発射し、約8km離れたデモ会場にて受信し、五輪のライブ映像をデモした。また、デモと並行してリオ市内にて野外実験を実施した。結果はSET EXPOで報告されたほか、世界各国のUHDTV地上野外伝送実験結果をまとめたレポートITU-R BT.2343に追加された。

ISDB-Tの国際展開を推進するDiBEG (Digital Broadcasting Experts Group) において、ブラジルを中心とした南米の放送事業者と連携して、ABNT共同文書（ブラジル技術規格：Associação Brasileira de Normas Técnicas）の更新を進めた。また、日伯作業班対応タスクフォースにおいて、次世代地上放送に向けた諸外国の動向を調査・報告した。

スペイン・バレンシア工科大学に研究員を派遣し、MIMOの放送利用に関する研究を進めたほか、欧州における次世代地上放送の動向を調査した。

[参考文献]

- (1) 宮坂、佐藤、朝倉、藪、齋藤、成清、竹内、中村、村山、岡野、土田、澁谷：“次世代地上放送に向けた移動受信SPパターンの一検討,” 映情学技報, Vol.40, No.30, pp.5-8 (2016)
- (2) 佐藤、藪、竹内、岡野、土田：“次世代地上放送に向けた暫定仕様に基づく伝送方式のマルチパス特性評価—室内実験によるISDB-Tとの比較—,” 映情学技報, Vol.40, No.45, pp.5-9 (2016)
- (3) S. Saito, T. Shitomi, S Asakura, A. Satou, M. Okano, K. Murayama and K. Tsuchida,：“4x2 MIMO Field Test of Advanced SFN Using Space Time Coding For 8K Transmission,” IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB 2016), IEEE, 10A-2(2016)



## 1.11 素材伝送技術(FPU)

スーパーハイビジョン (SHV) による緊急報道やスポーツ中継などのライブ放送をめざして、マイクロ波帯、ミリ波帯、1.2/2.3GHz帯を使った映像・音声素材の無線伝送装置 (FPU: Field Pick-up Unit) の研究開発を進めている。

### ■ マイクロ波帯FPU

伝送レートが200Mbps級の8K-SHV信号を50km伝送できるマイクロ波帯FPUの研究と標準化活動を進めた。このFPUは、現行のハイビジョンFPUと同じ18MHzの伝送帯域幅において、偏波MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) と、超多値OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 技術により、伝送容量を大幅に拡大するものである (図1)。

2016年度は、実用化に備えてこれまでに試作した変復調部のLDPC (Low-Density Parity-Check) 符号とOFDMフレーム構成を改良した。LDPC符号には、高度衛星放送伝送方式 (ARIB STD-B44) に用いられている符号を導入した。また、1 OFDMフレーム内に、整数個のLDPC符号ブロック (44,880ビット) を収めることができる設計とし、データキャリア数とフレーム長を最適化し、効率的な伝送を実現した。標準化活動として、2020年の実用化に備えて国の技術基準策定と (一社) 電波産業会の規格化に寄与した。



図1 マイクロ波帯FPUの試作機

### ■ ミリ波帯FPU

伝送レートが400Mbps級の8K-SHV信号を伝送できるミリ波 (42GHz) 帯FPUの研究と標準化活動を進めた。2016年度は、伝送帯域幅を62.5MHzから125MHzに拡大した偏波MIMO-OFDM変復調器を試作した<sup>(1)</sup>。2015年度に試作した高周波部と併せてミリ波帯FPUの試作機が完成した (図2)。

室内実験では、最大600Mbpsの伝送レート (サブキャリア変



図2 ミリ波帯FPUの試作機

調方式32QAM、符号化率3/4の場合) が達成できることを確認した。また、実用化に備えて、(一社) 電波産業会におけるミリ波帯素材伝送システムの標準規格 (ARIB STD-B43) の改訂に寄与した。さらに、2016年度に技術局が開発した8K素材伝送用H.265/HEVCコーデックをミリ波帯FPUに接続して、渋谷の放送センターと技研間の約8kmの距離で野外伝送実験を実施し、8K-SHV信号の伝送が可能であることを実証した。

### ■ 1.2/2.3GHz帯FPU

1.2/2.3GHz帯を使ってSHV移動中継を実現するため、TDD (Time Division Duplex) 方式による適応送信制御MIMOシステムの研究開発を進めている。

2016年度は、ロードレース中継を想定した時変動チャネルにおいても、TDDによって生じるフィードバック遅延の影響を十分小さくできることを確認した<sup>(2)</sup>。2015年度に試作したシステム (図3) に対して、下り回線の強化のために時空間トレリス符号を導入した。



図3 適応送信制御MIMOシステムの試作機

また、変動する伝送路の品質に応じて適応的に誤り訂正符号の符号化率を制御するレートマッチングの検討を進めた。誤り訂正符号にはターボ符号とRS (リードソロモン) 符号の接続符号を使用した。ターボ符号化後のビットパングチャにより、伝送路の品質に応じて符号化率を0.33 ~ 0.92の範囲で制御した。京都駅伝コースにおける電波伝搬実験の受信データを用いた計算機シミュレーションにより、受信品質が劣化した時でも符号化率を適応制御することで伝送誤りが発生しないことを確認した<sup>(3)</sup>。

さらに、本システムの野外伝送実験に向けて2.3GHz帯電力増幅器を試作し、実験局免許を取得した。

この研究の一部は、総務省の委託研究「次世代映像素材伝送の実現に向けた高効率周波数利用技術に関する研究開発」を受託して実施した。

#### [参考文献]

- (1) 津持, 伊藤, 松崎, 鴨田, 中川, 濱住: “42GHz帯FPUにおける広帯域MIMO-OFDM変復調器の開発,” 映像学技報, Vol.40, No.23, BCT-2016-64, pp.47-50 (2016)

(2) 伊藤, 鵜澤, 熊谷, 光山, 居相: “適応制御SVD-MIMOシステムにおけるTDDフィードバックの検討,” 信学総大2017

(3) 鵜澤, 伊藤, 熊谷, 光山, 居相: “移動中継用FPUに適用するレートマッチングの検討,” 信学総大2017

## 1.12 有線伝送技術

8K番組の制作と素材伝送に適用可能なIP (Internet Protocol) 番組制作・素材伝送システムの研究と、8K番組をケーブルテレビで伝送するための複数搬送波伝送方式およびFTTHデジタルベースバンド伝送方式の研究を進めている。

### ■ IP番組制作・素材伝送システム

番組制作や素材伝送にIP (Internet Protocol) 技術を導入し、低廉で効率的なワークフローを実現するIP番組制作・素材伝送システムの研究開発を進めている。広く普及したIP技術を導入することで、高速かつ安価なIP機器を利用可能<sup>(1)</sup>で、映像/音声/同期/制御といったさまざまな形式の信号を同一のIPネットワークで伝送可能など、多くの利点が期待できる。

2016年度は、IPネットワークに接続された映像機器の同期に、IEEE1588で規格化された同期技術であるPTP (Precision Time Protocol) を用いた時の同期性能を評価した。PTPは、マスター機器とスレーブ機器の間で時刻情報 (PTPパケット) をやり取りし、マスターの高精度な時刻にスレーブの時刻を合わせることで機器間のクロック同期を実現する。PTPでは、マスターとスレーブの間に接続するイーサネットスイッチ (SW) の接続段数やSWを通過するデータの伝送容量が変化すると、PTPパケットの伝送遅延が変化し、クロック同期性能が影響を受ける。SWの接続段数やSWを通過するデータ伝送速度とクロック同期性能の関係を実験により定量化した。この知見は、今後のシステム設計に活かしていく。また、PTPクロック同期の機能を実装した非圧縮8K素材信号のIP伝送装置を開発し、非圧縮8K素材信号を安定して伝送できることを確認した。

番組制作にIP技術を導入することにより、IPネットワークに接続された機器を自動的に発見したり、接続を制御したりする機能を実現できる。IP番組制作システムの接続制御方式について議論・標準化を行う国際的な組織AMWA NMI (Advanced Media Workflow Association Networked Media Incubator) に参加するとともに、そこで議論されている接続制御方式を検証できるテスト環境を技研内に構築した。複数のスタジオをIPネットワークで接続し、接続機器をどのスタジオからでも利用可能とするため、機器の接続制御の競合を防ぐ仕組みを新たに検討した。AMWA NMIで採用された制御API形式を参照して、テスト環境にこの仕組みを実装して動作を検証した。

### ■ 8Kのケーブルテレビ伝送方式

既存のケーブルテレビ施設で8K信号を伝送するため、8K信号を分割して複数のチャンネルで伝送する複数搬送波伝送方式

の研究開発を進めている。2016年度は、ケーブルテレビの商用回線を利用して8K衛星放送の再放送実験を行い、既存のケーブルテレビ施設で8K再放送を実現できることを実証した<sup>(2)</sup>。また、8K衛星放送をケーブルテレビ経由で視聴するためには、コンパクトで低廉な受信機が必要となる。このため、複数搬送波伝送方式に対応した復調用LSIを搭載した小型受信装置 (チューナー) を、世界で初めて開発した (図1)。小型受信装置の出力信号は、8K衛星放送の復調信号と同じであるため、映像・音声等の再生回路を衛星放送の受信機と共通化できる。

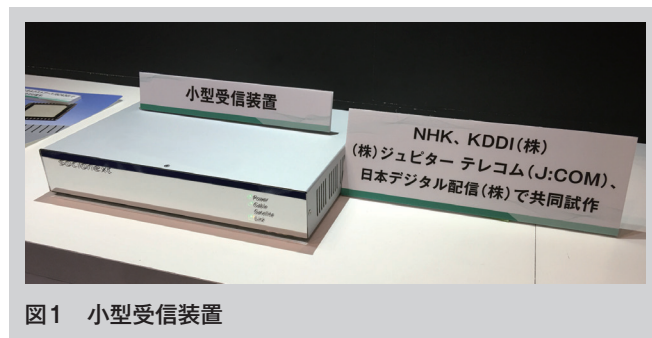


図1 小型受信装置

### ■ FTTHに適したデジタルベースバンド伝送方式

FTTH (Fiber to the home) により放送を家庭へ配信する手段の一つとして、デジタルベースバンド伝送方式の検討を行っている。この方式は、8K放送やハイビジョン放送などの複数のストリームを時分割多重 (TDM: Time Division Multiplexing) した10Gbps級ベースバンド信号を光ファイバー伝送するもので、従来のRF伝送と比較して大容量伝送時のコストを大幅に下げることができる特長をもつ。2016年度は、多数のストリームを多重する際に課題となる、伝送遅延の揺らぎの軽減手法を実装した伝送装置を試作し、性能評価と実証を行った。さらに、既存のRF信号を伝送するFTTH施設を、デジタルベースバンド伝送方式へ段階的に移行できる技術を検討した。

[参考文献]

- (1) J. Kawamoto and T. Kurakake, “Uncompressed 8K Ultra-high Definition Television Transmission over 100G Ethernet in Broadcasting Station,” OFC2017, M2I. 5 (2017)
- (2) 上園, 中島, 松本, 袴田, 楠, 倉掛, “ケーブルテレビ商用回線を利用した8K衛星放送の再放送実験” 2016年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会 B-8-35 (2016)

## 1.13 国内標準化

4K・8Kに対応した超高精細度テレビジョン衛星放送方式の国内標準化活動に参加し、技術基準の策定に取り組んできた。

総務省の情報通信審議会情報通信技術分科会放送システム委員会は、2015年11月に高画質化を目的として高ダイナミックレンジ（HDR）テレビ導入のための技術的条件の検討を開始した。HDRの映像フォーマット、符号化方式、識別方法が（一社）電波産業会（ARIB）から提案され、2016年5月、「超高精細度テレビジョン放送システム等の高画質化に係る技術的条件」が情報通信審議会から答申された<sup>(1)</sup>。この答申に基づき、2016年7月、国の技術基準である総務省令が改正され、超高精細度テレビジョン放送でのHDR放送が可能となった。ARIBは、（一社）次世代放送推進フォーラムおよび（一社）放送サービス高度化推進協会での運用規定の策定と連携して、放送方式の詳細を規定する標準規格の改定作業を進めた（表1）。

当所は、これら一連の超高精細度テレビジョン放送方式の標準化に、情報通信審議会作業班構成員、ARIB開発部会委員長、同作業班主任・委員として参加し、方式策定に寄与した。

〔参考文献〕

- (1) 平成28年度情報通信審議会答申 諮問第2023号，平成28年5月24日（2016）

表1 超高精細度テレビジョン衛星放送方式ARIB標準規格の主な改定

分野	ARIB標準規格	主な改定
伝送方式	STD-B44	高度広帯域衛星デジタル放送の伝送方式の名称ISDB-S3、実用放送衛星を利用した性能評価実験結果の反映
多重化(MMT・TLV)	STD-B60	アプリケーション制御やマルチメディアサービスに関わる記述子の追加・修正
限定受信	STD-B61	限定受信における受信機毎の個別情報の内容の明確化
映像符号化	STD-B32 第1部	HDRに対応する総務省令の反映、HEVC符号化の運用ガイドラインの明確化
マルチメディア符号化	STD-B62	マルチメディア符号化のレファレンスモデルのHDRへの対応、電子番組表（EPG）用の記号の追加、限定受信に関する情報取得機能の追加
受信装置	STD-B63	衛星放送受信中間周波信号を光送受信機で宅内配信する際の光送受信機の望ましい性能の改定、HDRに関連するSTD-B32第1部参照項目の追記

## 2 立体映像

将来の放送サービスを見据えて、特別なめがねを用いず自然な立体像を楽しむことができる立体テレビの実現に向けて、インテグラル方式に関する撮像・表示技術、符号化技術やシステムパラメータの研究、立体表示用デバイスの研究を総合的に進めた。同時に、2020年の東京オリンピック・パラリンピックへの活用を目指し、各種スポーツ中継番組へ応用可能な実空間センシングによる多次元映像表現技術の研究開発を推進した。

インテグラル立体表示技術の研究では、多画素化と広視域化に向けた要素技術の開発に取り組んでいる。2016年度は、4台のHD液晶パネルと新規光学系を用いて画面合成する直視型表示装置を開発し、表示画像のノイズ低減や解像度の向上を図った。また、5台の高精細プロジェクターを用いた試作機により、解像度および視域角(水平・垂直方向)をそれぞれ約11万4千画素および約40度に性能改善した。さらに、高密度な13.3インチ8K-OLEDディスプレイ(664 ppi)を用いた直視型表示装置を試作した。

立体映像の新しい符号化技術の標準化を目的として2013年に開始された、MPEG-FTV (Free-viewpoint Television) アドホックグループの活動に、2016年度も継続して参加した。またインテグラル立体動画像を圧縮するために、要素画像を多視点画像に変換後、既存の多視点符号化方式である3D-HEVC (High-Efficiency Video Coding) を適用する符号化実験を行った。

インテグラル立体撮像技術の研究では、高品質な立体像の生成に向け、複数のカメラやレンズアレーを用いた空間情報取得技術の研究に取り組んでいる。2016年度は、複数のロボットカメラで取得された多視点映像から3次元モデルを生成した後、要素画像に変換するインテグラル立体モデルベース撮像技術を開発した。本技術では、正六角状に配置された7台のロボットカメラで、実写での3次元点群モデル生成および要素画像変換の基本動作を検証した。

2015年度より開始したインテグラル立体システムパラメータに関する研究では、表示パラメータと画質(奥行き再現範囲、解像度、視域)の関係をシミュレータおよび主観評価により検討を進めている。2016年度は、人間の奥行き知覚特性を利用して不自然さを感じさせずに奥行きを圧縮して表示する「非線形奥行き圧縮表現技術」を開発した。本技術により、100mを超える3次元空間を1mの奥行き範囲に収まるように圧縮しても不自然さが許容されることが主観評価より示された。

立体表示用デバイスの研究では、電子ホログラフィー用デバイスとインテグラル用光偏向デバイスの研究に取り組んでいる。電子ホログラフィーでは、スピン注入磁化反転を利用した空間光変調器(スピンSLM: Spatial Light Modulator)の研究を進めた。2016年度は、2  $\mu\text{m}$ 狭画素ピッチ、100 $\times$ 100画素のトンネル磁気抵抗光変調素子を用いたアクティブマトリクス駆動スピンSLMを試作し、2次元画像表示に成功した。光偏向デバイスの研究では、レンズアレー不要のインテグラル立体表示を目指して、電気光学ポリマーを用いた光フェーズドアレーを検討した。2016年度は、複数チャンネルからなる光フェーズドアレーを設計・試作し、1次元の偏向動作を実証した。

実空間センシングによる多次元映像表現技術の研究では、近赤外線カメラを用いた高速被写体追跡システム、サッカー選手の顔向き推定手法、CG共演用スタジオロボットなどの「実空間センシングによる新映像表現手法」、多視点ロボットカメラ、被写体追跡技術および3次元情報解析技術を組み合わせた「スポーツシーンの4次元空間解析と映像表現手法」、時系列の映像表現技術である「2.5次元マルチモーション表現手法」、およびゴルフボール軌道をリアルタイムに生成する「自然な飛翔体強調表現手法」などの技術開発を進めている。2016年度は、各基本システムの試作およびフィールド実験により、その有効性を確認するとともに、実用化に向けた課題を抽出した。

### 2.1 インテグラル立体映像技術

#### ■ インテグラル立体映像表示の高画質化

特別なめがねが不要で自然な立体像を再生できる立体テレビの実現を目指し、空間像再生型の立体表示方式の研究を進めている。空間像再生型の一方式であるインテグラル立体表示は、被写体の光線を忠実に再現するため、観察者の位置に対応した自然な立体像を見ることができる。2016年度は、インテグラル立体映像の課題である立体映像の高画質化や解像度向上の研

究を実施した。

現在、インテグラル立体映像の多画素化を目指して、複数の直視型表示パネルを画面合成する立体表示技術の研究を進めている。従来の画面合成方法の課題は、複雑なレンズ構成の合成光学系と拡散板が必要なため、立体映像の画質が低下することであった(図1(a))。2016年度は、新たにシンプルなレンズ構成の合成光学系を考案し、拡散板も不要とした。新規光学系を試作して4台のHD解像度の液晶表示パネルを用いて表示装置

を開発し、立体映像のノイズ低減や解像度の向上を実現した(図1 (b))。また、新規光学系を用いた表示装置は、奥行きも従来の試作機の約1/5以下へ削減できた<sup>(1)</sup>。



図1 画面合成による立体映像。(a)従来方式と(b)新規合成光学系を用いた方式による表示映像。

また、2016年度は、複数の高精細プロジェクターを使用し、立体映像の解像度の向上と視域角を拡大する方式を開発した。本方式では、各プロジェクターを最適位置に配置し、要素画像を平行光として所定の角度でレンズアレイに重畳投射することで、立体像の解像度特性や視域角特性を向上できる<sup>(2)</sup>。さらに、要素画像の投射位置とレンズアレイの位置を高精度に自動調整する技術も開発した<sup>(3)</sup>。5台の高精細プロジェクターを用いた試作装置により、正面の視点では約11万4千画素の解像度を有し、水平・垂直方向の視域角は約40度と従来の約1.5倍の広い観察領域を実現し、技研公開2016で展示した。

さらに、直視型の立体ディスプレイを目指して、高密度な8K直視型パネルを立体表示に応用した。13.3インチのOLEDディスプレイ(664ppi、(株)半導体エネルギー研究所製)に要素画像を表示し、その画素構造に最適なレンズアレイを設計して立体表示装置を試作した。この結果、解像度293(H) x 190(V)、視域角32度の立体映像が得られ、従来の大きな画素構造の表示デバイスを使用した場合より、レンズ構造が小さく高密度な画素構造の立体表示を実現した(図2)。この表示装置は、技研公開2016やIBC2016(9月、オランダ)で展示した。



図2 高密度な8Kディスプレイを用いたインテグラル立体表示。(a)正面からの観察画像、(b)上下左右方向からの観察画像(一部拡大)

## ■ インテグラル立体映像の符号化技術

インテグラル方式に使用する要素画像の符号化技術の研究を進めた。2014年度から、インテグラル方式に既存の映像符号化方式を適用し、圧縮効率に関する基礎検討を開始した。2016年度は、インテグラル立体の実写の動画像に対して、既存の映像符号化方式を適用し、圧縮効率と画質の関係を求める評価実験を実施した。その結果、要素画像にHEVC(High-Efficiency

Video Coding)を適用するよりも、要素画像を多視点画像に変換後に、多視点符号化方式である3D-HEVCを適用する方式が、高い圧縮効率が得られることを明らかにした<sup>(4)</sup>。また、テスト画像の提供に関する文書を入力することで、MPEG-FTVアドホックグループの標準化に向けた活動に寄与した。

## ■ 空間情報取得技術の研究

インテグラル立体映像では、空間を伝搬する光線の方向や色などの情報(空間情報)を取得する必要がある。2016年度は、レンズアレイを用いずに、複数のカメラを疎に配置した多視点カメラを用いて空間情報を取得する方式の検討を進めた。この方式では、まず多視点映像から3次元モデルを生成し、次にこの3次元モデルを要素画像に変換する。高品質な立体映像を生成するために、多視点ロボットカメラおよびインテグラル立体モデルベース撮像技術を開発した<sup>(5)(6)</sup>。多視点ロボットカメラは、複数台のロボットカメラを協調制御して、空間中に指定した3次元復元の対象となる領域を追従して撮影する(図3)。これにより、領域の高解像度な多視点映像を撮影することができ、高品質な3次元モデルを生成することができる。インテグラル立体モデルベース撮像技術は多視点ロボットカメラを正六角形状に7台配置し、実空間に投影されたインテグラル立体ディスプレイの再現領域の多視点映像を撮影する(図4)。次に各カメラでステレオマッチングによる奥行推定を行う。奥行情報から各カメラの画素を仮想空間に投影し3次元点群モデルを生成する(図5)。最後に、仮想空間に撮影時のカメラ、被写体、ディスプレイの位置関係を再現し、3次元点群モデルを要素画像に変換する。

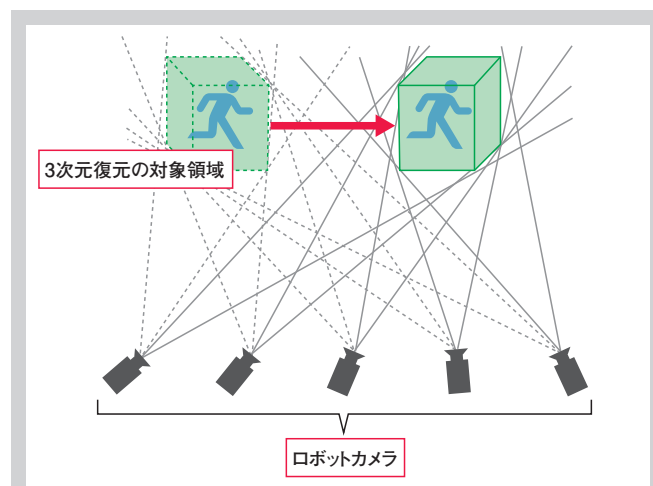


図3 多視点ロボットカメラの制御

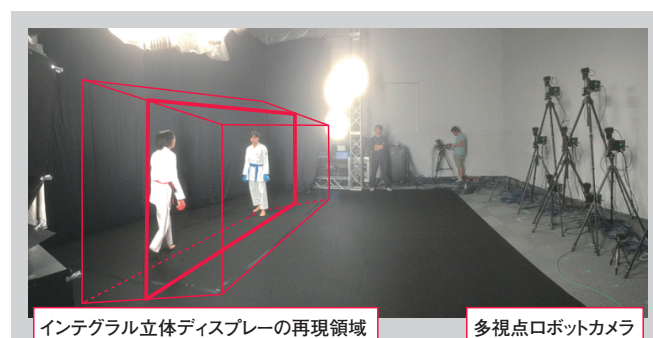


図4 多視点映像の撮影



図5 生成された3次元モデルの例

また、レンズアレーが不要なインテグラル立体撮像方式として、1台のカメラと移動ステージで構成される撮影装置で空間情報を撮影する手法を開発した。この手法では、カメラの位置を左右上下に移動させて、空間を伝搬する様々な角度の光線を撮影し、仮想的なレンズアレーを通過する光線を取得することで要素画像を生成する。この手法で生成したインテグラル立体像を技研公開2016で展示した(図2の立体映像コンテンツ)。

### ■ インテグラル方式のシステムパラメータに関する研究

2015年度より、インテグラル立体のシステム設計の指針となるシステムパラメータの導出に向けた研究を開始した。インテグラル方式では、表示装置の画素ピッチやレンズの焦点距離といった表示パラメータで決まる奥行き再現範囲を超えると、そこに表示される立体像の空間周波数は急激に低下する。このため、奥行きが深い3次元空間を高品質に表現するには、その空間が奥行き再現範囲に収まるように圧縮して表示しなければならない(図6)。2016年度は、人間の奥行き知覚特性を利用して不自然さを感じさせずに奥行きを圧縮して表示する、奥行き圧縮表現技術を開発した。2015年度に開発したインテグラル立体の両眼視差と運動視差を再現する二眼立体表示装置を用いて、立体像の奥行き位置に応じて奥行き圧縮率を変える非線形奥行き圧縮方式を評価した。0mから250mまでの奥行きが異なるシーンを、0mから10mの奥行きに圧縮して表示したときの不自然さを評価した結果を図7に示す。その結果、100mを超える3次元空間を1mの奥行き範囲に収まるように奥行きを圧縮しても不自然さは許容されることがわかった<sup>(7)</sup>。この結果を基に、インテグラル立体の両眼視差、運動視差に加えて空間周波数特性も再現する二眼立体表示装置を用いて、奥行き圧縮画像をインテグラル表示した場合の画質評価に着手した。今後は、奥行き圧縮技術で奥行きが圧縮された3次元空間を再現可能とするインテグラル方式のシステムパラメータの導出を目指す。

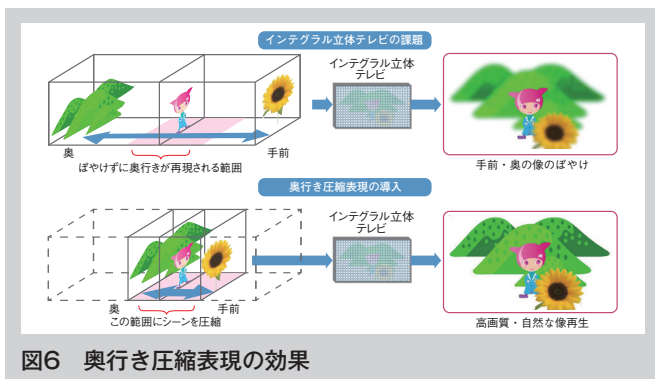


図6 奥行き圧縮表現の効果

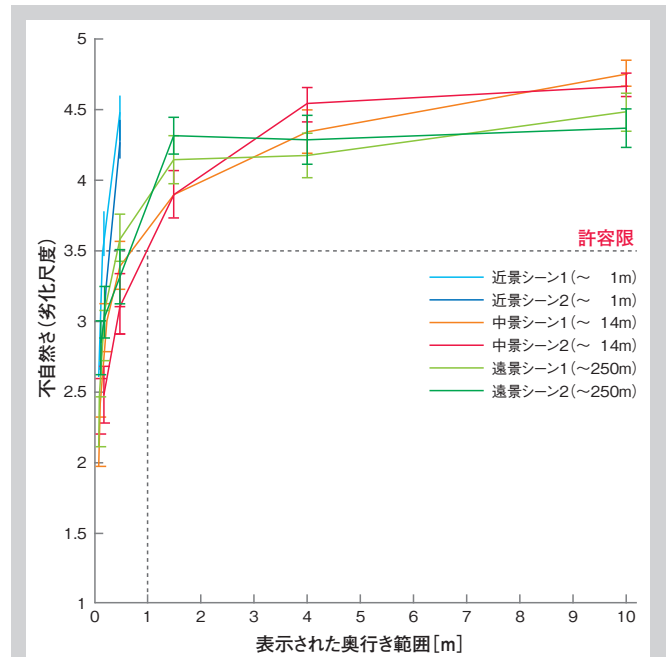


図7 非線形奥行き圧縮による奥行き圧縮された3次元空間の評価

[参考文献]

- (1) N. Okaichi, H. Watanabe, H. Sasaki, J. Arai, M. Kawakita, T. Mishina: "Integral three-dimensional display with high image quality using multiple flat-panel displays," in Stereoscopic Displays and Applications XXVIII, Proc. IS&T Electronic Imaging, SD&A-361 (2017)
- (2) H. Watanabe, M. Kawakita, N. Okaichi, H. Sasaki, M. Kano, J. Arai, T. Mishina: "Wide viewing angle projection-type integral 3D display system with multiple UHD projectors," in Stereoscopic Displays and Applications XXVIII, Proc. IS&T Electronic Imaging, SD&A-358 (2017)
- (3) H. Watanabe, M. Kawakita, N. Okaichi, M. Kano, J. Arai, T. Mishina: "Projection-type Integral 3D Display with Highly Accurate Method for Auto-compensating Elemental Image," IDW'16 3DSAp2/3Dp2-25L, pp.1659-1660, (2016)
- (4) K. Hara, M. Kawakita, T. Mishina, H. Kikuchi: "Coding Performance for Moving Picture of Integral Three-dimensional Image using 3D-HEVC," IDW'16, 3D SAp2/3Dp2-23L, pp.1655-1656 (2016)
- (5) 池谷、三科: "三次元復元のための多視点ロボットカメラの開発," 信学総大、D-11-3 (2017)
- (6) K. Ikeya, et al.: "Multi-Viewpoint Robotic Cameras and their Applications," ITE Transactions on Media Technology and Applications, Vol.4, No.4, pp.349-362(2016)
- (7) 澤島、森田: "インテグラル立体表示のための奥行き圧縮表現," 映像学技報、Vol.40, No.41, 3DIT2016-38, IDY2016-47, IST2016-72, pp.17-20 (2016)

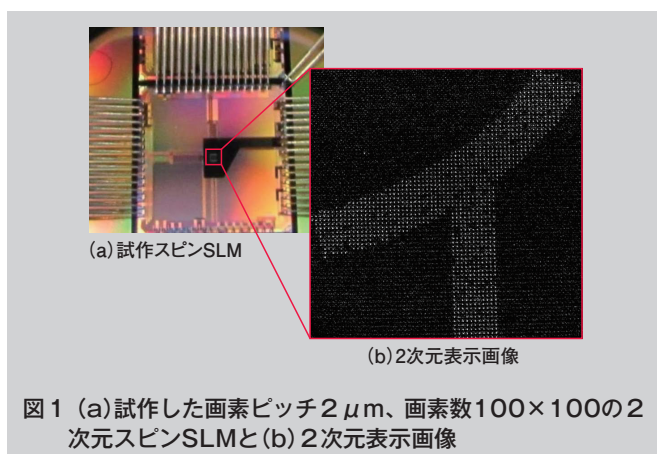
## 2.2 立体映像デバイス技術

### ■ 超高密度空間光変調器の研究

自然な立体映像を表示することができる空間像再生型の立体テレビを実現するために、電子ホログラフィー用表示デバイスの研究に取り組んでいる。広い視域の立体像を動画で表示するには、これまでにない微細な画素で構成される超高密度の空間光変調器(SLM:Spatial Light Modulator)が必要である。当所では、画素ピッチ $1\mu\text{m}$ 以下の表示デバイスを実現するため、スピン注入型SLM(スピンSLM)を提案し、その開発を進めている。スピンSLMは、磁性体によって画素が構成されており、磁性体の磁石の向き(磁化方向)に応じて反射光の偏光面が回転する原理(磁気光学カー効果)を用いて光を変調するデバイスである。

これまでに、画素を構成する磁性体として、低電流で磁化方向を反転することができるTMR(Tunnel Magneto-Resistance:トンネル磁気抵抗)光変調素子<sup>(1)</sup>を開発した。TMR光変調素子は、磁化固定層、絶縁層、および光変調層の3層で構成され、その上部には、すべての素子に共通の透明電極が形成される。この素子に膜面垂直な方向の電流を流すことによって光変調層の磁化方向を反転することができる。多数の画素を2次元に配列したスピンSLMでは、透明電極側から偏光した光を照射すると、あらゆる画素で回折した光が空間上で干渉する。回折光の偏光面は、光変調層の磁気光学カー効果により回転するため、光変調層の磁化方向でホログラムの2次元パターンを形成すると、空間に立体像を表示することができる。ホログラムパターンを高速に書き換えることで動画表示も可能となる。多画素のスピンSLMでは、画素ごとに配置したトランジスターで駆動するアクティブマトリクス方式の画素選択技術が必須となるが、これまでに画素ピッチ $5\mu\text{m}$ 、画素数 $5\times 10$ のスピンSLMを開発し、その原理検証にも成功している<sup>(2)</sup>。

2016年度は、2015年に開発した画素ピッチ $2\mu\text{m}$ 、画素数 $100\times 100$ から成るアクティブマトリクス駆動用シリコンバックプレーンの画素用電極の上にTMR光変調素子を形成し、2次元スピンSLMを試作した。TMR光変調素子の絶縁層に用いる酸化マグネシウム(MgO)の製膜条件と膜厚の最適化を図り、画素毎の抵抗値偏差を従来の $1/3$ に低減し、駆動電流のバラツキを改善した。試作したスピンSLMの外部駆動回路に画像データ「イ」を転送し、スピン注入磁化反転による2次元画像を表示することに成功した<sup>(3)</sup>(図1)。



研究の一部は、(国研)情報通信研究機構の委託研究「革新的な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。

### ■ 光偏向デバイスの研究

インテグラル立体ディスプレイの飛躍的な性能向上を目指し、レンズアレーを用いずに各画素から出力される光の形状と進行(偏向)方向を高速に制御することができる光偏向デバイスの開発を進めている。このデバイスが実現できれば、広視域と高解像度を両立した立体像の再生が可能となる。この基本デバイスの実現に向け、光導波路を用いた光フェーズドアレーに着目し、電圧で屈折率を高速に制御できる電気光学(EO)ポリマーを適用した素子の設計と試作・評価を行っている<sup>(4)</sup>。

複数の光導波路(チャンネル)で構成された光フェーズドアレーでは、各チャンネルでの位相を電圧印加した際の屈折率変化により精密に制御することで、出力光ビームの形状と偏向方向を自在に変えることができる。2016年度は、8本のチャンネルから成る基本デバイスの動作解析と試作を実施した。動作解析では、ビーム伝搬法を用いてチャンネルの最適なサイズ・ピッチ、位相条件などを求めた。この解析結果に基づき、EOポリマーを用いた光フェーズドアレーを設計・試作し、電圧制御による出力光ビームの偏向動作を検証した。

#### 〔参考文献〕

- (1) 金城, 青島, 加藤, 町田, 久我, 菊池: “トンネル効果を利用したスピン注入型空間光変調器,” NHK技研R&D, No.151, pp.39-46 (2015)
- (2) K. Aoshima, H. Kinjo, K. Machida, D. Kato, K. Kuga, T. Ishibashi, and H. Kikuchi, “Active Matrix Magneto-Optical Spatial Light Modulator Driven by Spin-Transfer-Switching,” J. Disp. Technol., 1212, 12, (2016)
- (3) H. Kinjo, K. Aoshima, N. Funabashi, T. Usui, S. Aso, D. Kato, K. Machida, K. Kuga, and H. Kikuchi, “Two Micron Pixel Pitch Active Matrix Spatial Light Modulator Driven by Spin Transfer Switching,” Electronics, 5, 55 (2016)
- (4) 平野, 本山, 田中, 大友, 菊池: “光導波路アレーを用いたEOポリマー光偏向素子” 映情学会年次大, 12C-4, (2016)

## 2.3 実空間センシングによる多次元映像表現技術

2020年東京オリンピック・パラリンピックや各種スポーツ中継番組への活用を目指した新しい映像表現技術の研究や、スタジオ映像制作への応用を目指したCG共演用スタジオロボットの開発に取り組んでいる。

### ■実空間センシングによる新映像表現手法の研究

撮影映像や各種センサーから得られる撮影空間の多様な情報を活用し、わかりやすく魅力的なテレビ番組の制作を可能にする、実時間センシングによる映像表現技術の研究を進めている。

スポーツ中継を対象として、競技映像上で複雑かつ高速に移動する物体の軌道をリアルタイムに可視化する手法の研究に取り組んでいる。2016年度は、近赤外線カメラの映像を利用し、肉眼では動きを把握しにくい高速な被写体を頑健に追跡可能なシステムを試作し、フィールド実験により有効性と実用化に向けた課題を抽出した。今後、大型スポーツ中継での利用を目指し、適用範囲を広げるアルゴリズム等の改善を進める。

同じくスポーツ中継を対象として、サッカーの戦術などの解説への利用を目的に、広角レンズで撮影したサッカー映像中の選手の顔の向きを推定する手法<sup>(1)</sup>について研究を進めた。2016年度は、低解像度の顔領域画像から、計算量の少ない特徴量を効果的に組み合わせることで、顔の向きの高い推定性能と短い計算時間を両立できる手法を開発し、実映像により有効性を確認した。今後、処理の最適化などを行い、ライブ番組での活用を目指す。

さらに、スタジオ映像制作を対象とし、出演者とCGキャラクターの自然な共演を実現するCG共演用スタジオロボットの開発を進めている。2016年度は、CGキャラクターの移動に対応するためのロボット移動機能、CGとのインタラクションを実現する出演者動作のセンシング機能とCG状態の送り返し機能、CGと実写映像との自然な映像合成を実現する照明計測機能を装備したロボットを試作し、技研公開で展示を行うとともに評価を行い、実用化のための要件を抽出した<sup>(2)</sup> (図1)。今後、より自由度の高いスタジオ映像制作の実現を目指して、ロボットの静音化やケーブル等の撮影映像上の不要被写体の隠蔽処理などの開発を進める。



### ■スポーツシーンの4次元空間解析と映像表現手法の研究

球技などのスポーツ中継番組を視聴者にわかりやすく伝えるため、多視点映像を活用した新しい映像表現技術の研究を進めた。カメラマンが撮影する被写体にすべてのカメラの方向が制御される多視点ロボットカメラと、被写体追跡技術および3次元情報解析技術を組み合わせることで、動いているロボットカメラの撮影映像から、リアルタイムかつ高精度にボールなどの被写体の時系列3次元位置情報を取得可能にした<sup>(3)</sup>。取得した時系列3次元位置情報を利用して、撮影した多視点映像に対し、正確にボール軌跡などのCGを合成できる(図2)。これらの情報提示に加え、動作後に視点を変更できることから、わかりやすく自由度の高い映像表現が可能である。さらに、多視点ロボットカメラの高解像度化などにより、生成映像の高品質化を図った。また、これらの手法を用いて開発したデモシステムを、デジタルコンテンツEXPOやInter BEEなどで展示し、好評を博した。今後、時系列3次元位置情報の高精度化や頑健化、対象競技種目の拡大などの改良を進める。



### ■2.5次元マルチモーシオン表現手法の研究

スポーツ中継において、時系列の一連の動作を連続写真風に表現(マルチモーシオン表現)した映像を、動作直後に生成する手法の研究を進めている。この映像は、競技場の3次元CG映像を背景に、撮影映像から切り出した選手領域映像を書き割りとしてCG空間に配置した、擬似的な3次元CGにより表現するものである。2016年度は、撮影映像から抽出する領域の調整が容易な、被写体領域抽出手法(Active Grab Cuts)を応用した運用性の高いオブジェクト抽出アルゴリズム手法や、ステレオカメラを用いた書き割り配置の自動処理手法の開発およびそれらの動作検証を行い、有効性を確認した。また、本手法を応用した映像表現手法についてシミュレーションを行い、効果的な演出方法に関する検討を進めた。今後、実用化を目指して実証実験と選手輪郭領域の高精度化を進める。

### ■自然な飛翔体強調表現手法の研究

わかりやすく魅力的なゴルフ中継を実現するため、画像処理技術と物理センサーを駆使することで、テレビを通すとほとんど見えないゴルフボールの位置を計測し、CGを用いて自然に



強調する手法<sup>(4)</sup>の研究を進めている。2016年度は、ティーグラウンド周辺とボール落下点周辺に設置したセンサーカメラおよびレーザーセンサーにより、ボールの高精度な3次元座標を取得し、リアルタイムに軌道を生成できる手法を開発した。また、試作システムによるフィールド実験で有効性を確認した。今後は、本手法を拡張し、多様な競技にも対応できるよう開発を進める。

〔参考文献〕

- (1) 横澤,高橋,山内: “サッカー映像における顔向き推定手法の検討,” 2016年映情年次大, 32D-1 (2016)
- (2) 盛岡, 山内, ミツ峰: “CGキャラクター共演用スタジオロボット,” 2016年映情冬大, 23B-5 (2016)
- (3) 大久保, 高橋, 加納, 池谷, 三科: “スポーツグラフィックスのためのリアルタイム3次元ボール追跡システムの試作,” 2016年映情年次大, 32B-2 (2016)
- (4) 加藤,山内, ミツ峰, 北村, 沢田: “飛翔体の3次元座標計測に関する一検討,” 日本ロボット学会学術講演会, 予稿集,RSJ2016AC2B2-04(2016)

# 3 インターネット活用技術

多様化する視聴者の生活環境に対応したサービスの実現を目指し、インターネット活用技術の研究を進めた。

クラウド型メディア統合プラットフォームの研究では、テレビ番組が放送やインターネットなどさまざまなメディアで配信され、スマートフォンなど各種端末で視聴される中で、視聴者の状況に合ったメディアや配信元を自動選択して番組を表示するメディア統合プラットフォームの研究を開始しシステムを試作した。実現に向け、リンク記述法の検討や生活環境で放送と通信の受信状況測定実験を行った。

また、ハイブリッドキャストにおける放送と通信の高精度同期機能を活用し、リアルタイムデータを放送に同期提示するシステムの検証実験を行った。SHVマルチメディア放送について、MMT (MPEG Media Transport) で多重化された、ARIB規格の汎用データ伝送方式を検証する受信機を試作し動作検証した。

端末連携サービスの研究では、テレビとIT技術を連携させた新しいサービスシステムの研究を進めた。視聴ログとスマートフォンの位置情報を連動させて情報を提示する行動位置連動サービスシステムの試作、8Kディスプレイ上で大量の動画を同時再生しタッチやジェスチャーで操作できる8K Time into Spaceの開発、AR (Augmented Reality) 技術をテレビに活用したAugmented TVの開発を進めた。また、テレビを一人で視聴している時でもロボットと一緒に楽しめる環境を実現するテレビ視聴ロボットの研究を開始し、テレビ位置の検出や番組関連の発話生成機能を開発した。

番組情報利用の研究では、テレビ視聴と生活行動をつなぐ利便性の高い放送通信連携サービスの研究を開始した。スマートフォンを介して、テレビが多様なアプリやIoT (Internet of Things) 機器と連携する基盤システム、ハイブリッドキャストの共通コンパニオンアプリの拡張機能の設計と試作を行った。

また、放送局のデータの利活用を目指し、Linked Data形式で公開する取り組みや、データ構造化による教育やスポーツ分野の新サービスの開発、番組字幕に含まれる人物情報をWikipediaの見出し語にひも付けるエンティティリンク手法の検討を行った。

ハイブリッドキャストの普及に向けた技術検討として、受信機の性能向上をねらい、ブラウザのパフォーマンステストをIPTVフォーラムで実施するとともに、HbbTVとの相互運用検討のため、欧州でHbbTVの調査を行った。

ネット配信技術の研究では、2015年度に引き続きMPEG-DASH方式の動画視聴プレーヤーの開発を進めた。同プレーヤー技術はIPTVフォーラムを通して同会員に公開し、民間放送事業者や配信事業者に広く利用され、新たな配信サービスの創出に寄与した。安定性の高い動画配信の実現に向け、配信経路の混雑状況により、視聴者端末ごとにきめ細かく配信経路を制御する技術や、アクセス数が増えても安定した品質でライブ動画配信を継続できる技術として、伝送レート制御技術を開発した。

セキュリティー基盤の研究では、クラウドサーバー上で視聴者の情報を保護しながら、サービス事業者の属性に応じて閲覧権限を指定できる属性ベース暗号の研究を進め、端末処理負荷を抑える暗号方式や暗号化したまま検索可能な暗号方式を開発した。また、IoT機器で安全に情報を秘匿するための軽量な共通鍵暗号の開発や、受信機の復号鍵の不正コピーを防ぐ不正利用者追跡暗号技術の研究を行った。さらに、放送局のサイバーセキュリティーに関する調査研究を開始した。

## 3.1 クラウド型メディア統合プラットフォーム

インターネットを活用して、放送サービスをより身近で魅力的にする技術の研究に取り組んでいる。2016年度は、配信経路の違いや視聴端末の種類を意識せずに、いつでも簡単にコンテンツを視聴できるようにするプラットフォームの研究と、ハイブリッドキャスト技術仕様2.0版に基づいた、より高度な放送通信連携サービスの実現に向けた技術開発を進めた。

### ■メディア統合プラットフォームの研究

テレビ番組が放送やインターネットなどさまざまなメディア

で配信されるとともに、スマートフォン、タブレットなど各種端末で視聴可能になっている。このように番組視聴方法の多様化が進む中で、視聴者の状況に合った適切なメディアや配信元を自動選択して番組を表示する「メディア統合プラットフォーム」の研究を進めている。メディア統合プラットフォームは、各メディアでの番組配信状況を把握管理するサーバーと端末側で適切なメディアを自動選択するメディア統合エンジンから構成される。技研公開2016ではメディア統合エンジンを実装した試作端末<sup>(1)</sup>を用いて、自宅や屋外などさまざまな状況に応じて適切な手段が選択され、番組を視聴できる様子を展示した(図1)。



図1 メディア統合プラットフォーム試作端末の動作例

メディア統合プラットフォームを実現するため、配信メディアによらずにコンテンツを指定できるリンク記述法の検討を行っている。このリンク記述を用いることで、放送やインターネットといったメディアを意識せずにSNSやメールなどを介して友人にお勧め番組のリンク情報を送り、視聴してもらうことができる。2016年度は、異なる配信メディアで配信されている同一のコンテンツをタイトルなどのメタデータから特定する機能を試作し、有効性を検証した<sup>(2)</sup>。この機能を用いてリンクが指し示すコンテンツを視聴できるメディアを導出することにより、視聴端末で適切なメディアを選択することが可能になる。

また、さまざまな視聴環境における放送やインターネットの受信品質を把握するため、携帯型の放送・通信受信状況測定端末を開発し、電車やバス、徒歩など実際の生活環境において測定実験を行った(図2)。取得したデータから、メディア統合プラットフォームにより放送とインターネットを適切に使い分けることで、サービス時間率の改善や、通信データ量の大幅な削減が可能であることを確認した<sup>(3)</sup>。



図2 放送・通信受信状況測定端末

このほか、日常生活のなかでメディア統合プラットフォームがコンテンツ視聴に活用されるシナリオを整理し、これに基づいて近未来の家族の生活を描いた映像コンテンツを制作し技研公開で上映した(図3)。



図3 メディア統合の活用例を描いた映像コンテンツ

## ■ハイブリッドキャスト高度化に向けた取り組み

2013年にNHKがハイブリッドキャストのサービスを開始して以降、民放各社も順次サービスを開始し、さまざまなサービスが制作・提供されている。2014年には(一社)IPTVフォーラムでハイブリッドキャスト技術仕様2.0版が規定され、NHKが提案する、放送番組と通信で伝送されるコンテンツの高精度な同期提示やMPEG-DASH (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP) 方式を用いた動画配信が可能となった。これらの機能を用いて、より魅力的なハイブリッドキャストサービスの実現に向けた研究開発を行った。

放送と通信の高精度同期機能を活用したサービスの実現性を示すため、スポーツ中継現場などでリアルタイムに生成されるデータをインターネット経由で配信し、放送映像と同期して提示するシステムの検証実験を行った。実験では、NHK BS1で生中継されたサッカーJリーグの試合を対象にして、データ制作事業者がリアルタイムに生成・配信する選手の位置などの計測データ(トラッキングデータ)に同期用の時刻情報を付加した上でクラウドサーバーにアップロードし、BS1の放送を受信しているハイブリッドキャスト対応テレビ試作機に配信した(図4)。実験の結果、放送映像よりも先にデータを受信でき、付加した時刻情報を用いて受信機内で放送映像とデータを高精度に同期して提示できることを確認した<sup>(4)</sup>。この技術を用いて、サッカー中継番組に合わせて選手の位置や走る速度をリアルタイムに表示するハイブリッドキャストアプリを試作し、技研公開2016で展示した(図5)。

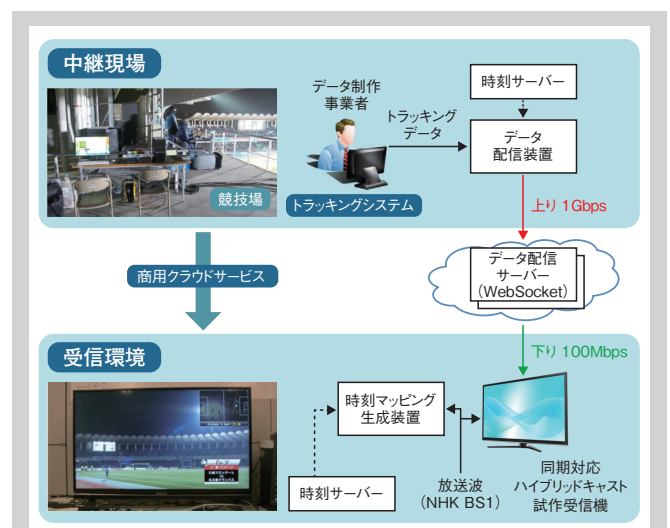


図4 データ同期配信実験のシステム構成



図5 試作ハイブリッドキャストアプリ

放送と同時に別アングルの映像などをインターネットで配信し、受信側で選択して見ることが出来るマルチビューサービスの実現に向けた検討も行った。MPEG-DASH方式の動画を放送映像と同期して再生するための制御手法を提案し、システム試作により動作を確認した<sup>(5)</sup>。また、高精度な同期に必要な、放送コンテンツとネット配信コンテンツの時刻情報の対応づけを、簡易に実現する手法を提案し検証した<sup>(6)</sup>。

### ■ SHVマルチメディア放送に向けた取り組み

2018年に実用放送の開始が予定されているSHV衛星放送に向け、SHVマルチメディア放送に関する標準規格の改定とその検証を行うための研究開発を進めた。

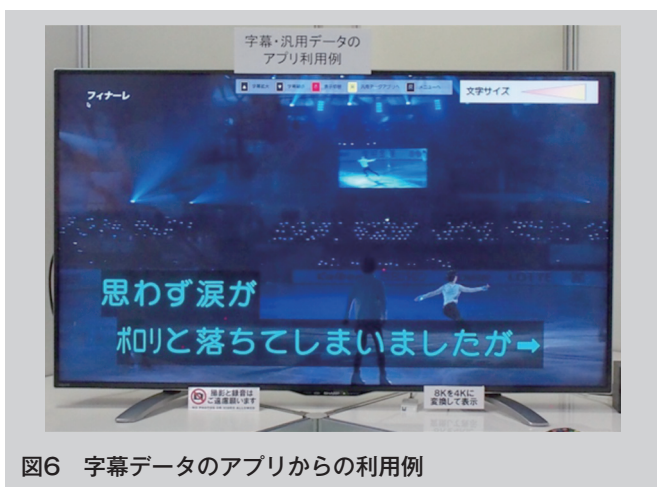


図6 字幕データのアプリからの利用例

MMT (MPEG Media Transport) を用いて多重されたデータ

コンテンツの伝送を検証する実験用受信機を開発し、放送波で伝送されたデータのキャッシュ蓄積制御やイベントメッセージの動作検証を行った。この受信機を用いて、MMT多重方式で伝送されたARIB-TTML形式の字幕データを、SHVマルチメディア放送のアプリケーションで呼び出し、文字の大きさや色、表示位置を変えて表示することで、字幕を従来より豊かな表現で提示できることを確認した(図6)。また、ARIB規格で規定された汎用データ伝送方式の動作検証も行い<sup>(7)</sup>、技研公開2016で展示した。この方式により、放送波を用いて画像データやバイナリデータをプッシュ配信することで、アプリケーションで用いるデータの頻繁な更新が可能となる。

[参考文献]

- (1) H.Endo, K.Matsumura, K.Fujisawa and K.Kai, "Cross-Media Platform for the Unification of Broadcast and Broadband Program-Viewing Environments," IEEE BMSB, 7A-3 (2016)
- (2) 田口, 遠藤, 松村, 加井: "メディア統合プラットフォームにおける同一コンテンツ特定機能の試作," 映情学冬大, 11A-4 (2016)
- (3) 遠藤, 田口, 松村, 藤澤, 加井: "メディア統合プラットフォーム有効性検証のための放送と通信の受信品質測定実験," 映情学技報, Vol.40, No.45, BCT2016-83, pp.11-15 (2016)
- (4) 広中, 大西, 松村, 武智: "ハイブリッドキャストによる生放送の放送映像とネットコンテンツの同期実験," 映情学年次, 13D-1 (2016)
- (5) 大西, 広中, 松村, 武智: "ハイブリッドキャスト用MPEG-DASHプレーヤを用いた放送通信同期システムの試作," 映情学技報, Vol.40, No.14, BCT2016-37, pp.13-16 (2016)
- (6) 大西, 松村, 広中, 武智: "収録番組における放送通信同期のためのタイムスタンプ変換手法の検討," 映情学年次, 13D-2 (2016)
- (7) 竹内, 馬場, 加井, 藤澤: "SHVのマルチメディア放送サービスにおけるMMT汎用データ伝送方式の検討," 映情学冬大, 11A-3 (2016)

## 3.2 端末連携サービス

インターネットやAR (Augmented Reality:拡張現実感) 技術などのIT技術を活用し、テレビとスマートフォン、タブレット、各種センサーなどのデバイスを連携させることで、テレビ放送の枠を越えた新しいユーザー体験を提供するサービスとそのシステムの研究を進めている。

### ■ 行動位置に連動した番組関連情報提供技術

番組の視聴が、テレビの前だけにとどまらず、日常生活のさまざまな行動の中で新たな気付きや価値を提供する行動連携サービスの検討を行った。

ユーザーの番組視聴ログを活用することで、視聴した番組に関連する話題や情報を、スマートフォンの位置情報に連動させてユーザーに提示する行動位置連動型のプロトタイプシステムを開発するとともに、民間放送事業者などのビジネス要件も考慮した行動連携サービスのユースケースを検討した。これらのユースケースを統一的なアプリケーション上で扱えることを技研公開2016で展示した(図1)<sup>(1)</sup>。スマートフォンを介して、テレビの視聴とユーザーのネット行動、現実世界での行動とを

つなぐことで、屋外も含めた日常の生活の中でテレビの話題や情報が生きる、新しいテレビ体験を実現できる可能性を示した。



図1 行動連携サービスの試作例

### ■ 8Kディスプレイ上でのインタラクティブ技術

8Kディスプレイ上でのインタラクティブサービスを可能に

する、汎用的なウェブ技術を用いたユーザーインターフェース(UI)と、大量の動画の同時再生が可能な映像表現技術“8K Time into Space”<sup>(2)</sup>の研究を進めた。

UIの研究では、8Kディスプレイに表示されるウェブコンテンツをユーザーが直観的に操作できるようにするため、2016年度はタッチセンサーに加え、ジェスチャー認識デバイスを用いたシステムを試作した。これにより、8Kディスプレイの画面へのタッチ操作に加え、離れた位置からでも操作できる環境を実現した。

高精細の8Kディスプレイの特長を生かし、テレビ番組や映画などの一つの映像を何百個もの動画に時分割し、すべての動画を同時に再生することで番組全体を一目で見渡すことができる映像表現技術“8K Time into Space”を開発した。静止画を連続表示して動画として見せる仕組みと再生の処理負荷を軽減するウェブ技術を開発したことで、映像の長さや分割数に依存することなく、毎秒15フレーム以上で大量の動画を同時に再生可能とした。さらに、上記のUIを活用し、番組全体を俯瞰した縮小動画表示と、選択したシーンの高精細動画表示を自由自在に行き来しながら番組を見る、新しい視聴スタイルを実現した。8K Time into Spaceは、経済産業省のコンテンツ技術イノベーション促進事業の一環として実施された「Innovative Technologies 2016」に採択され、受賞技術として「デジタルコンテンツEXPO 2016」で展示した。この研究は、マサチューセッツ工科大学メディアラボと共同で実施した。



図2 8K Time into Space

## ■ AR応用端末連携システム技術

AR技術を放送サービスに応用し、スマートフォンやタブレットなどの携帯端末を使って新たな視聴体験「「Augmented TV」サービス」を提供する端末連携システムの研究開発を進めた。本システムは、携帯端末の内蔵カメラを通して再撮したテレビ画面の映像に、通信コンテンツとして提供する3次元CGなどを同期して重ね合わせることで、放送コンテンツをテレビ画面外に拡張する。

2016年度は、3次元CGオブジェクトの配置や形状を工夫することにより、携帯端末の画面内外で連続的な空間表現を実現する方式を開発した<sup>(3)</sup>。見る位置に応じた「見たい」の幾何学的整合性を重視し、テレビ画面内の3次元空間を定式化する方法を設計した。開発した方式では、例えばテレビ画面から物体が直線的に飛び出す表現などにおいて、携帯端末の位置によらずに自然な表現を可能にする。また、2015年度までに神奈川工科大学との共同研究として開発した、携帯端末を持っていない視聴者も同時にサービスを楽しめる技術方式について学会発表した<sup>(4)</sup>。

Augmented TVは、映像情報メディア学会から2015年度技

術振興賞(コンテンツ技術賞)として表彰された。

## ■ テレビ視聴ロボット

高齢化や核家族化による独居世帯の増加、テレビ視聴形態の多様化などにより、テレビを一人で視聴する人が増加し、複数人で楽しむ機会が減少している。こうした社会の変化を踏まえ、コミュニケーションロボットを利用することで、誰かと一緒にテレビを楽しむことができるテレビ視聴環境を実現するため、テレビ視聴ロボットの開発を開始した。

2016年度は、主に家庭内のリビングにおけるテレビと人の位置の自動検出機能、視聴中のテレビ番組に関連した発話生成機能を中心に開発を進め、実験用のコミュニケーションロボットに実装した。

テレビ位置の自動検出機能は、リビング内に置かれたロボットに搭載したカメラで周囲を撮影し、撮影した動画像から輝度差分とエッジの特徴量を抽出後、それぞれの重心位置を算出しテレビ位置を検出する。リビングルームを模した実験室内で実験を行ったところ(図3)、約88%の検出精度が得られ、各特徴量単独の場合よりも精度を向上できることを確認した<sup>(5)</sup>。また、ロボットに搭載したカメラによる顔画像検出技術とマイクロホンアレイによる音源定位技術を用いて、人の位置検出機能を試作ロボットに実装した。

視聴中のテレビ番組に関連した発話生成機能では、ロボットが人間のような感想などをつぶやく技術の開発を進めた。視聴中のテレビの番組情報と字幕情報からその番組のジャンルに関連の高いキーワードを抽出し、感情表現を表す言葉(行きたい、見たい、食べたいなど)のテンプレート文章と組み合わせることで発話文書を生成する。発話生成機能を試作ロボットに実装し、ロボットがテレビや人の方向を向いてつぶやく動作を実現した。



図3 テレビ視聴ロボットによるテレビ検出実験

〔参考文献〕

- (1) 山村,池尾,馬場,藤沢, 上原: “テレビ視聴と生活行動とをつなぐ情報提供手法の検討,” 映像学年次大, 13D-3(2016)
- (2) 大亦, Lippman: “8K Time into Space: Web-based Interactive Storyboard with Playback for Hundreds of Videos,” Proceedings of the 2016 IEEE International Symposium on Multimedia (ISM 2016), pp.413-418 (2016)
- (3) 川喜田, 上原: “Augmented TVにおける2次元映像と3次元空間の表現の連続性,” 第33回電子情報通信学会サイバーワールド研究

- 会, p.1-4 (2016)
- (4) 川喜田, 上原, 中川, 鈴木, 鈴木, 白井: “ExPixelを用いたAugmented TVアプリケーションの検討,” 2016年映像情報メディア学会年次

大会講演予稿集, 11C-1 (2016)

- (5) 星, 金子, 河合, 上原: “家庭内リビングにおけるテレビ位置検出手法に関する一検討,” 映像学冬大, 22B-6 (2016)

## 3.3 番組情報利用

放送と通信の融合時代におけるコンテンツの接触機会とユーザー満足度の向上を目指し、放送局や外部事業者がコンテンツを視聴者の生活に合わせた形で提供する仕組みを研究している。

### ■ 生活行動とテレビ視聴を繋げるためのシステム

2016年度より、テレビ視聴とネット利用さらには現実の生活行動をつないだ、利便性の高い放送通信連携サービスの実現に向けた研究を開始した。今年度は、日常の利用時間が増加しつつあるスマートフォン(スマホ)を介して、テレビがさまざまなアプリケーション(アプリ)やIoT機器と連携したサービスを提供可能とするための基盤システムと、その中心となるハイブリッドキャストの共通コンパニオンアプリを機能拡張する、アプリケーションフレームワークの設計と試作を行った<sup>(1)(2)</sup>。また、さまざま事例によるシステム検証を行い、拡張機能が実現するサービスのフレームワークの汎用性を確認した。

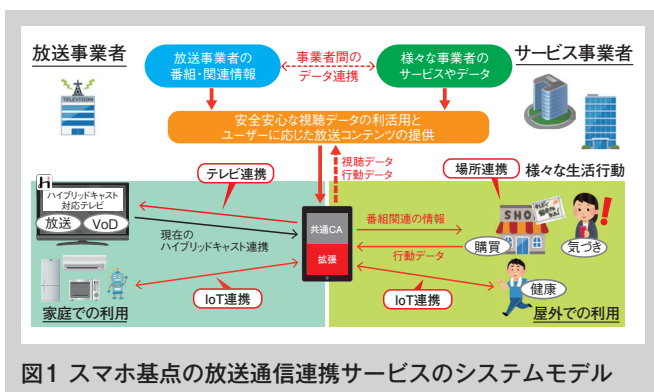


図1 スマホ基点の放送通信連携サービスのシステムモデル

### ■ データ連携とデータ構造化技術

放送局外の多様なサービスにおける放送局データの利活用の可能性を探る取り組みとして、番組表データや「動画で見るニッポンみちる～新日本風土記アーカイブス～」と「NHK地域づくりアーカイブス」の動画に関するデータを、Linked Data形式で外部に公開し開発者対象のコンテストイベントである「LODチャレンジJapan2016」と「RESAS×JAPAN Hakathon」にデータ提供パートナーとして、「MashupAwards2016」にAPI(Application Programming Interface)パートナーとしてそれぞれ参加した。また、神戸で開催された国際学会ISWC2016において、NHK WorldのデータをLinked Data形式で公開し、データを活用したコンテンツの国際展開手法を検証した。

データの構造化技術を活用し、教育分野やスポーツ分野におけるNHKコンテンツの新たな展開を実現する新サービスのための開発に着手した。学習指導要領をもとにしたコンテンツの体系化やスポーツアスリート情報の構造化を行った。本技術はNHKのリオデジャネイロパラリンピックやNHKforSchoolのウェブページで活用された。

### ■ 番組情報のエンティティリンキング

番組の情報を実世界の「もの」や「概念」などの実体(エンティティ)にひも付ける要素技術として、番組字幕文で言及されているキーワードが実体として何を示すかを特定する、エンティティリンキングの研究を進めている。2016年度は、キーワードとして利用価値の高い人物キーワードに焦点を当て、字幕文に登場する人物キーワードをWikipedia記事の見出し語にエンティティリンキングする手法を提案した<sup>(3)</sup>。提案手法では、Wikipedia記事に出現するキーワード間の関係を解析することを基本としているが、人物キーワード間のリンク情報を解析してキーワードの曖昧性を軽減できる。提案手法を番組の字幕データに適用したところ、既存の手法より有意な改善が得られた。

### ■ ハイブリッドキャストの展開

ハイブリッドキャストサービスの普及に向けた技術検討を進めている。テレビ受信機上で動作するハイブリッドキャストブラウザのパフォーマンスに関して、IPTVフォーラム パフォーマンステストイベントを実施した<sup>(4)</sup>。放送事業者と受信機メーカーが受信機のパフォーマンスの現状と課題を共有でき、サービス向上や受信機性能の向上に生かすことが期待できると好評を得た。

ハイブリッドキャストコンテンツを世界的に展開することを目的に、欧州を中心にサービスが展開されているHbbTVとの相互運用を可能にするための技術手段の検討に着手した。ハイブリッドキャストアプリケーションとHbbTVアプリケーションの互換性を確保するための基本アーキテクチャと基本的なアプリケーション変換方式の検討・検証を行った。また、HbbTVの実際のサービスの現状について欧州などで調査を行い、IPTVフォーラムなどの場で報告した。

[参考文献]

- (1) 池尾, 大亦, 小川, 山村, 宮崎, 藤沢: “放送とネットや実世界のサービスを仲介するアプリケーションフレームワークの検討,” 情処学全大, (2017)
- (2) 小川, 池尾, 大亦, 藤沢: “放送コンテンツを基点としたIoT機器連携動作のためのアーキテクチャの検討,” 情処学全大, (2017)
- (3) 浦川, 藤沢: “オントロジーを活用したスポーツイベントと番組情報の連携,” 映像学冬大, 25C-3, (2016)
- (4) 苗村, 宮崎, 浦川, 藤沢: “グループ木構造グラフを利用した人物キーワードのエンティティリンキング,” 信学会技術研究報告 NLC言語理解とコミュニケーション, vol.116, no.213, NLC2016-21, p.51-56.
- (5) 池尾, 松村, 藤沢, 武智: “ハイブリッドキャスト受信機におけるブラウザ性能評価手法に関する一考察,” 映像学冬大, 15B-3, (2016)

## 3.4 ネット配信技術

インターネットによる大規模かつ安定な動画配信の実現に向けて、動画視聴プレーヤー技術、受信状況に応じた配信経路制御技術、動画配信の伝送レート制御技術の検討を進めた。

### ■ 動画視聴プレーヤー技術

ハイブリッドキャスト対応テレビ受信機をはじめ、パソコン、スマートフォンなどさまざまな視聴端末のHTML5ブラウザで、MPEG-DASH (MPEG Dynamic Adaptive Streaming over HTTP) 方式のネット動画を安定に再生する、MPEG-DASH動画視聴プレーヤーの開発を進めた(図1)。

2015年度から、MPEG-DASHによる安定した動画配信サービスの発展を目指し、技研で開発した視聴プレーヤーを(一社)IPTVフォーラムのMPEG-DASH相互運用性検討会に提供し、「dashNX」という名称で同検討会会員向けに公開を開始した。2016年度は、番組の途中に別の動画を途切れることなく挿入する機能など、放送局のサービス要件を実現するための拡張機能と、それらを利用した視聴動作のカスタマイズのためのAPI (Application Programming Interface) の実装を進めた。さらに、動画再生の基本操作やAPIの利用例を実装した開発用サンプルプレーヤーと、動作検証のためのテストサイトの提供など、会員社が速やかにサービス開発に着手できる環境を整備した。

こうした取り組みにより、複数の民間放送事業者や配信事業者にも広く利用され、ハイブリッドキャストを起点とした4K動画配信の実証実験や4K動画配信サービスなど、新たな動画配信サービスの創出に寄与した。また、これらの実績が評価され、(一社)日本映画テレビ技術協会の経済産業大臣賞(日本映画テレビ技術大賞)を受賞した<sup>(1)</sup>。



図1 MPEG-DASH動画視聴プレーヤーを用いた各種端末での動画再生の様子

### ■ 受信状況に応じた配信経路制御技術

低コストで安定性の高い動画配信の実現に向けて、複数のCDN (Contents Delivery Network) やクラウドサーバーで構築した配信設備など多様な配信経路を利用し、視聴端末ごとにきめ細かく配信経路を制御する技術の開発を進めた。開発方式では、各視聴端末が計測した回線速度などの受信状況を配信側で集約し、各配信経路の混雑状況を把握することで、視聴端末ごとの配信経路を決定する。視聴端末は配信側の指示に従い、配

信経路を切り替える。2015年度に技研で開発したMPEG-DASH動画視聴プレーヤーに、受信状況を計測して通知する機能と配信経路を切り替える機能を実装してプロトタイプを試作した。2016年度は、試作システムをクラウドサーバー上で動作させ、複数の配信サーバーを利用した配信経路制御の基本動作の検証を行い、配信サーバーに輻輳が生じた際に余裕のある別の配信サーバーに経路を切り替えることにより、視聴品質の低下を抑制できることを確認した<sup>(2)</sup>。また、実際の動作の様子を技研公開2016で展示した(図2)。

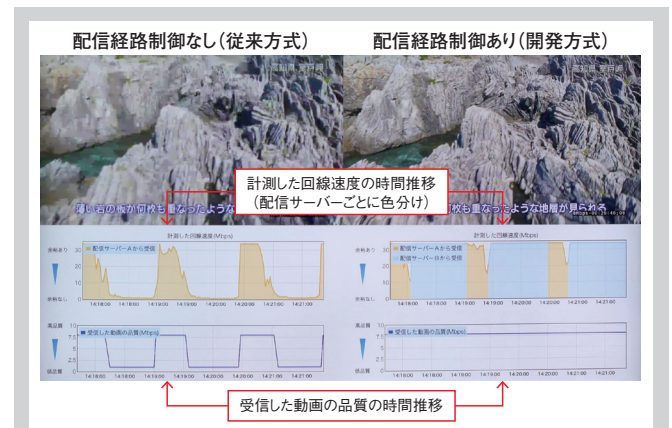


図2 配信経路制御あり/なしによる視聴品質の比較

### ■ 動画配信の伝送レート制御技術

視聴端末のアクセス数が増加しても、安定した品質でライブ動画配信を継続できる技術として、配信サーバーの混雑状況に応じて動画の伝送レートをきめ細かく制御する技術の開発を進めた。開発方式では、配信サーバーに接続している視聴端末数を常時監視し、接続する全視聴端末に対する動画の伝送レートの合計が配信サーバーの送出容量未満になるように、伝送レートをリアルタイムに制御する。本方式を実装した配信システムをクラウドサーバー環境で試作し動作検証を行った。その結果、視聴端末数が増加して配信サーバーに混雑が生じる状況においても、本方式を適用しない場合に比べ、画質変動を抑制し安定した品質で視聴できることを確認した<sup>(3)</sup>。また、実際の動作の様子を技研公開2016で展示した。

〔参考文献〕

- (1) 西村: “ハイブリッドキャスト対応MPEG-DASH動画視聴プレーヤーの開発,” 映画テレビ技術, no.771, 2016, pp.46-47 (2016)
- (2) 田中、西村、山本: “動画配信における視聴端末の受信状況把握に基づく配信経路制御方式,” 信学ソ大, B-6-16 (2016)
- (3) 黒住、小田、西村、山本: “配信サーバの混雑状況に応じた伝送レート制御による動画配信技術,” 映情学年大, 11D-1 (2016)

## 3.5 セキュリティー基盤

安全で信頼できる放送・通信連携サービスの高度化を目指し、確実なサービス提供に利用できる暗号・セキュリティー技術の研究を進めた。

### ■ クラウド活用のための暗号アルゴリズム

視聴者の嗜好に応じた個別のサービスを行うためには、視聴者の情報を事業者に送る必要がある。さらに、視聴者が予期しない新しいサービスに出会うためには、より多くの事業者に情報を提供する必要がある。このとき、視聴者の情報をクラウドサーバー上に保管し、さまざまな事業者が情報にアクセスできれば効率的であるが、視聴者の個人情報を守るため、情報を閲覧できる事業者を制限することが求められる。そこで、事業者の属性に応じて情報の閲覧権限を指定することができる属性ベース暗号の研究を進めた。視聴者端末で行う暗号化処理の負荷を抑えるために、処理を分割しクラウドサーバーが一端を担うことができる暗号方式を開発した<sup>(1)(2)(3)</sup>。さらに、事業者が閲覧できるデータを必要なデータだけに絞り込むため、暗号化したまま検索することが可能な暗号方式を開発した<sup>(4)</sup>。

また、2015年度までに開発した属性ベース暗号を有料放送サービスに利用する時に、視聴者が自宅外でも有料放送を視聴できるアクセス制御方式を開発した<sup>(5)</sup>。

### ■ 暗号アルゴリズムの軽量化

さまざまなIoT(Internet of Things)機器がインターネットに接続される際に、安全で確実な情報伝達ができる共通鍵暗号の研究を進めた。処理性能の低いCPUしか持たない機器からの情報であっても安全に秘匿するため、軽量の共通鍵暗号を開発した。

### ■ 不正利用者追跡暗号技術

受信機に装備される暗号用の復号鍵の不正コピーを防ぐ対策として、不正コピーされた復号鍵を特定できる暗号の研究を進めた。使われた復号鍵を特定するためには、各受信機で異なる復号鍵を持ち、復号鍵に対応する海賊版受信機をテストしてその鍵を割り出す必要があるが、海賊版受信機にテストの実施が検知されると、受信機の動作を止めてテストを妨害することが可能になってしまう。この対策として、実サービスとテストが区別できないようなコンテンツ配信方法を提案した<sup>(6)</sup>。

### ■ サイバーセキュリティー強化に関する調査研究

放送局におけるサイバーセキュリティーに関する調査研究を開始した。サイバー攻撃技術の事例調査を通じて、放送局に対するサイバー攻撃のリスクを分析した。また、国内外の放送業界におけるサイバーセキュリティーの動向を調査した。

[参考文献]

- (1) N. Attrapadung, G. Hanaoka, K. Ogawa, G. Ohtake, H. Watanabe, and S. Yamada: "Attribute-Based Encryption for Range Attributes," SCN2016, pp.42-61 (2016).
- (2) 大竹, R. Safavi-Naini, and L. Zhang, "委託可能な属性ベース暗号の実装評価," 電子情報通信学会ISEC研究会, Vol.116, No.129, ISEC2016-30, pp.129-136 (2016).
- (3) G. Ohtake, R. Safavi-Naini, and L. Zhang, "Outsourcing Scheme of ABE Encryption Secure against Malicious Adversary," ICISSP2017, pp.71-82 (2017).
- (4) 大竹, R. Safavi-Naini, and L. Zhang, "検証可能な属性ベース検索可能暗号の効率化に関する検討," 電子情報通信学会ISEC研究会, Vol.116, No.505, ISEC 2016-119, pp.195-202 (2017).
- (5) 小川, 田村, 花岡: "関数型暗号を使って放送を便利にしよう," Symposium on Cryptography and Information Security (SCIS) 2017, 4F2-3 (2017).
- (6) K. Ogawa, G. Hanaoka, and H. Imai, "How to Make Traitor Tracing Schemes Secure against a Content Comparison Attack in Actual Services," IEICE Trans. Fundamentals, Vol.E100-A, No.1, pp34-49 (2017).



# 4 高度番組制作技術

高品質で魅力的なコンテンツを提供するための番組制作技術の研究と、スポーツ中継・音楽番組などの番組素材を無線伝送する技術の研究を進めた。

コンテンツ要素抽出技術の研究では、これまでの顔識別、情景文字列検出、類似画像検索の各技術の改良に取り組むとともに、顔の向きや表情の変化に強い顔検出技術を開発した。また、新しく映像要約技術の研究に着手し、番組へのツイート内容やカメラの動きなどの多面的な要素に基づいた映像区間の重要度から、要約映像を自動生成する仕組みを開発した。

コンテンツ制作支援技術の研究では、放送局における番組制作を支援するため、ソーシャルメディアや番組アーカイブなどのテキストビッグデータを解析することにより、番組制作で必要となる情報を提示するシステムを開発した。

双方向FPU(Field Pick-up Unit)の研究では、高速な双方向伝送を実現する要素技術の確立を目指し、再送制御方式HARQ(Hybrid Automatic Repeat request)の改善による伝送容量の拡大、伝送フレーム構成の再検討による低遅延化、ならびに通信経路の自動設定機能による運用性の向上に取り組んだ。

4K・8Kスーパーハイビジョン用ワイヤレスカメラの研究では、ミリ波帯の電波を用いた送受信装置の研究を進めた。ワイヤレスカメラの小型化を目指したシングルキャリア方式においては、伝送帯域幅を拡大した実験装置を試作し、200Mbps級の伝送が可能であることを室内実験で確認した。さらなる大容量化を目指した4送信4受信(4×4)MIMO-OFDM方式においては、映像TS信号のリアルタイム伝送を実証した。また、ハイビジョン用ワイヤレスカメラの運用性の改善に取り組む、番組制作への協力としてNHK紅白歌合戦で使用した。

## 4.1 コンテンツ要素抽出技術の研究

### ■ 映像検索技術

映像アーカイブに蓄えられた映像素材は、番組制作者にとって貴重な資料である。その利活用の促進を目的として、映像検索技術の研究を進めている。

2015年度に進めた「番組に映る顔が誰であるか」を識別する技術の改良に取り組んだ。分割された領域ごとに算出した特徴量の適用と識別モデルの改良により、約150話のドラマ番組を対象とした識別実験において、従来手法と比べ36%の精度向上を実現した。さらに、顔を識別するために不可欠な「顔がどこにあるか」を見つける顔検出技術を開発した。顔の向きや表情変化の激しいテレビ番組映像に対応するために、顔の特徴点近傍の情報を強く反映した画像特徴量およびカスケード型の決定木による識別器を適用し、約2か月分のテレビ映像の学習により再現率(漏れなく検出した割合)71.0%、適合率(検出したものが正しい割合)96.7%という良好な検出精度を得た<sup>(1)</sup>。

2015年度に引き続き、映像中に写りこんだ文字列(情景文字列)を検出する技術の改良を進めた。文字候補図形を任意の角度に回転させた場合のアスペクト比に基づく特徴を用いて、斜め方向の文字列の検出を高精度化した<sup>(2)</sup>。さらに、複数の文字候補図形を合成した領域の特徴計算を高速化して、撮影映像に対して毎秒約10フレームの速度で日本語文字列検出処理を可能とし、技研公開2016にて展示した。

画像同士の類似性に基づいて検索を行う類似画像検索技術については、これまでに開発した被写体領域を重視してブロックを配置する手法に対して、ブロックの大きさを可変とすることで隙間の無いブロック配置を可能とし、検索精度の改善を図った。さらに、全く同一の建造物などを探す「詳細類似画像検索」の実現に向け、被写体の外観に現れる対称性に着目した新しい

画像特徴の検討を進めた。

映像検索技術の実用化に向けた取り組みとしては、CG合成や映像効果などを取り扱う番組制作現場の要望を受け、物体認識技術による画像の自動分類や類似画像検索技術を組み込んだ素材管理システムを試作し、現場での試用を開始した。また、東日本大震災時に撮影された膨大な取材映像の効率的な管理を目的として開発した、震災映像メタデータ補完システムの東北3局(仙台局、盛岡局、福島局)での試験運用を継続するとともに、顔識別技術による人物検索機能の新規実装を進めた。さらに、将来のメディア制作システムの一機能として、個別の解析技術を自由に組み合わせることで所望のメタデータを生成する仕組みについて、国際標準化に参画し活動を始めた。

### ■ 映像要約技術

番組ホームページやNHKオンデマンドなどのインターネット用コンテンツの制作支援を主な目的として、2016年度より映像の自動要約技術の研究に着手した。

要約映像で用いる映像区間を番組映像の各場面(シーン)から均等に選択するために、番組映像のシーン境界を検出する手法を開発した。各カット画像の領域分割に基づいた色構成の変化を尺度として、特定ジャンルに限らない番組映像を対象に、シーン境界を70%以上の精度で検出可能とした<sup>(3)</sup>。

要約映像で用いるべき重要な映像区間を推定するために、番組に関するTwitterの情報(ツイート)をインターネットから収集して活用する技術の研究を進めた。ツイート内容を大まかなトピックに分類してその発言数の時系列変化を算出するとともに<sup>(4)</sup>、トピックと字幕データとの関連付けに基づき、各カット

の重要度スコアを算出する手法を開発した。さらに、テロップの表示、顔のアップ、カメラの特定の動き（ズームインなど）、およびパターン映像（解説CGなど）といった要素を含むカットは重要であるとみなし、各要素に関するカットの重要度スコア算出手法を定めた。そして、各要素のスコアの重み付き加算によるカットの「総合重要度スコア」に基づいて要約映像を自動生成する手法と、その重み配分を利用者が調整してさまざまな要約映像を作成できる仕組みを開発した(図1)。

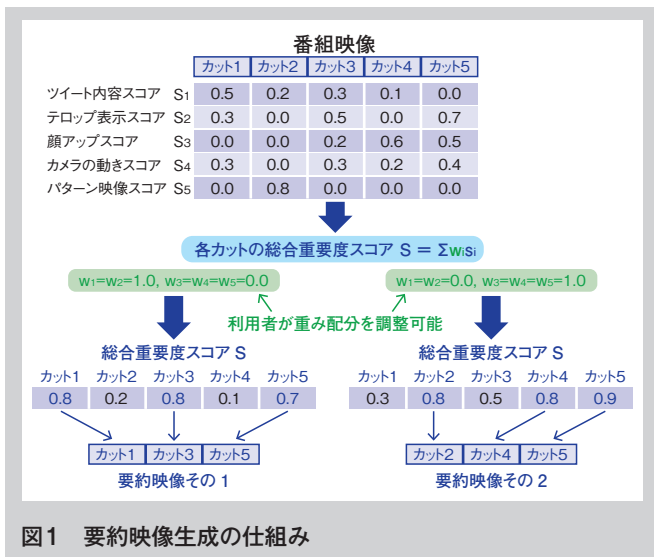


図1 要約映像生成の仕組み

映像区間の重要性評価に関する研究では、センサーから取得した顔変形データの解析により、わずかな表情の変化を従来の表情認識技術よりも高い精度で抽出できることと、視聴者毎に特定の傾向が存在することを示した。この研究の一部は、早稲田大学と共同で実施した。

[参考文献]

- (1) 河合,望月,佐野,住吉:“テレビ映像を指向したJoint Cascade顔検出の学習と評価,” 映情学年次大, 13B-5(2016)
- (2) 遠藤,河合,住吉,佐野:“任意方向の回転に対して頑健な情景文字候補の検出手法,” 映情学年次大, 22B-4(2016)
- (3) 望月,河合,佐野,住吉:“Superpixelに基づいた色構成による番組映像のシーン分割,” 映情学年次大, 14B-3(2016)
- (4) 松井, 小早川, 山内:“発言対象の番組シーン内容に基づいたツイート・データの可視化,” 信学総大, D-9-12(2016)

## 4.2 コンテンツ制作支援技術の研究

放送局における番組制作を支援するため、ソーシャルメディアや番組アーカイブなどのテキストビッグデータを解析して、番組制作で必要となる情報や関連する過去の番組の構成情報を抽出し、提示する技術の研究を進めている。

ソーシャルメディアからの情報を活用するため、Twitterの情報(ツイート)を分析して、単語の共起情報や頻度の推移を分析可能なソーシャルメディア分析システムを構築した。例えば、「救急車」という単語が出現するツイートには「病院」や「事故」という単語が共起しやすいことが分かる。また、迅速な報道につなげるため、Twitterからリアルタイムに番組制作に役立つ情報を自動で収集する手法を提案した。この手法ではツイートの文字ごとに特徴を的確に取り出して学習するRNN(Recurrent Neural Network)を入力し、番組に有用な情報かどうかを判定する。この処理で、重要部分の特徴に重み付けするアテンションメカニズムと、複数のタスクを同時に処理するマルチタスク学習を取り入れ、その効果を確認した。

番組アーカイブを活用した制作支援では、番組構成表、字幕、概要などの放送済み番組の情報を解析し、これまで取り扱われた番組テーマを制作者に対して時系列に表示し、次に番組で取り扱うテーマ候補を提案するシステムを開発した。さらに、2015年度に開発した単語間の意味的関係のネットワークに基づく類似検索アルゴリズムを導入し、番組の構成情報を検索する機能を追加した。

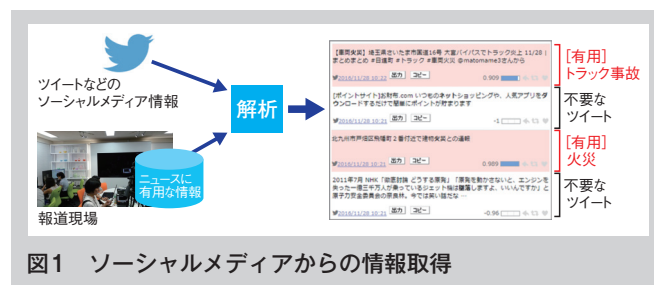


図1 ソーシャルメディアからの情報取得

[参考文献]

- (1) T. Miyazaki, I. Yamada, K. Miura, M. Miyazaki, A. Matsui, J. Goto and H. Sumiyoshi "TV Program Retrieval using Semantic Relations Dictionary," IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB 2016) IEEE, 10C-1, (2016)
- (2) 三浦,住吉,松井,宮崎,山田,後藤:“番組テーマの時系列解析手法の提案,” 映メ冬大,13C-3, (2016)
- (3) 宮崎,鳥海,武井,山田,後藤:“ニュース制作に役立つtweetの自動抽出手法,” 言処学大, D4-1, (2017)

## 4.3 スマートプロダクションラボ

AI(Artificial Intelligence:人工知能)やビッグデータを活用した研究開発や実用化が、世界的に大きな潮流となっている。一方、放送局では番組に関連する大量の映像、音声、テキストデータを扱っており、AI技術を活用することで、番組制作に有用な情報を自動抽出し、迅速で効果的に番組・コンテンツを制作できるようになる。

技研では、番組制作のワークスタイルを変え、番組制作者の能力を拡張するために、AI技術を活用した番組制作支援技術をスマートプロダクションと名付け、研究を進めている。2016年度は、これまでに培った画像解析や音声認識、ソーシャルメディア解析など、スマートプロダクションの要素技術の研究成果を集約し、技研内に「スマートプロダクションラボ」(図1)を設置した。今後、放送現場と連携して実用化を加速させていく。



図1 スマートプロダクションラボ

## 4.4 双方向FPU伝送技術

ファイルベースの映像素材を高速無線伝送する双方向FPU(Field Pick-up Unit)の研究を進めている。2016年度は、高速な双方向伝送を実現する要素技術の確立を目指し、再送制御方式HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest)の改善による伝送容量の拡大、伝送フレーム構成の再検討による低遅延化ならびに通信経路の自動設定機能による運用性の向上に取り組んだ。

高速ファイル伝送を実現するため、誤り訂正ブロック単位で再送制御を実施するHARQ機能を改善した。誤り訂正符号を畳み込み符号からターボ符号に変更し、符号化率8/9にてビット誤り率が $10^{-7}$ となるSN比が約6dB改善することを計算機シミュレーションで確認した。HARQの再送方式において、1回の再送量を伝送路品質に応じて可変制御できる方法を検討し、試作機で評価した結果、現行のFPUと同じ18MHz帯域幅で190Mbps以上のファイル伝送を実現できる見込みを得た。

双方向FPUにおいて、低遅延が要求される中継現場へのスタジオ映像・音声の送り返しや、機器の遠隔操作等を実現するため、低遅延の伝送フレーム構成を検討した。伝送フレームのペイロード部を複数の領域に細分化し、各領域には直前までに入力されたデータを格納して送信する構成とした。これにより、フレーム送信中に入力されたデータも、同じフレーム内に格納して伝送できるようになった。この伝送フレームを実装した試作装置で評価を行った結果、FPUで発生する往復伝送遅延を従来の半分に低減し、固定電話で要求される200msに相当する低遅延伝送を実現できる見込みを得た<sup>(1)</sup>。

運用時において、双方向FPU搭載の中継車は現場に急行し、専用高速回線を開設し、双方向の映像伝送や遠隔操作、放送局とのIP接続を可能にする。従来、手動で行う必要があったIPコーデックなどの通信設定について、双方向FPU装置でIPパケットの経路を自動設定する機能を開発し、運用性の向上を図った。

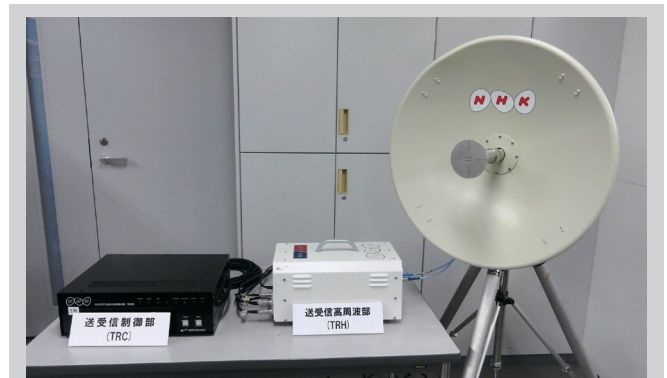


図1 双方向FPU実験装置

〔参考文献〕

- (1) 小山,鵜澤,熊谷,光山,青木,居相:“双方向FPUの伝送遅延を低減する送信フレーム構成の検討,”信学総大2017

## 4.5 ワイヤレスカメラ

4K・8Kスーパーハイビジョン用ワイヤレスカメラの実現に向けて、ミリ波帯の電波を用いた送受信装置の研究を進めた。OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)方式と比較して、送信装置の小型軽量化が見込めるシングルキャリア周波数領域等化(SC-FDE: Single-Carrier transmission with Frequency Domain Equalization)方式を採用し、伝送帯域幅を従来装置の2倍となる125MHzに拡大した広帯域SC-FDE方式の変復調器を試作した(図1)<sup>(1)</sup>。誤り訂正符号はリード・ソロモン(Reed-Solomon)符号と畳み込み符号の接続符号とし、変調方式32APSK(Amplitude and Phase Shift Keying)、符号化率1/2において200Mbps級の伝送が可能であることを室内実験で確認した。あわせて、400Mbps級の伝送容量を目指したSC-FDE方式の2×2(2送信2受信)MIMO(Multiple-Input Multiple-Output)化を検討し、実験装置を試作した。



図1 広帯域SC-FDE方式変調器

また、さらなる伝送容量の拡大を目指し、4×4 MIMO-OFDM伝送技術の検討を進めている。これまでに受信機側の信号分離で用いる最尤検出(MLD: Maximum Likelihood Detection)の演算量を「ブロックQR分解」によって削減する方法を提案し、装置を試作した<sup>(2)</sup>。2016年度は試作装置に誤り訂正符号の機能を実装し、4×4 MIMO-OFDMによる映像TS信号のリアルタイム伝送を実証した。

### 〔参考文献〕

- (1) 松崎, 鴨田, 今村, 濱住: “ミリ波帯における広帯域SC-FDE方式変復調器の開発,” 電子情報通信学会総合大会講演論文集, B-5-45 (2017)
- (2) F. Ito, T. Nakagawa, H. Hamazumi, K. Fukawa: “Development of Complexity-reduced 4x4 MIMO-MLD Demodulator with Block QR Decomposition,” IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB), 2A-3 (2016)

# 5 人にやさしい放送技術

放送内容に関連するデータを自動変換して、耳や目に障害のある方や、外国人を含むすべての視聴者に、情報を迅速かつ正確に伝える「人にやさしい」放送のための研究開発を進めている。

情報提示技術の研究では、顔表情を含めた気象情報手話CG翻訳技術の研究を進め、CGキャラクターの手指動作を改善するための自動修正機能の開発と、顔表情と口型を表現する機能を統合した手話CG翻訳システムを開発して主観評価を行った。また、気象庁からの電文データを基に気象手話CGを自動生成するシステムを実用化し、評価ページをNHKオンラインで公開した。

立体の形状や固さ情報を伝えるための触力覚提示の研究では、人がCG上の仮想物体を親指、人差し指、中指の3本の指でつかんで、仮想物体の表面をなでるように手を動かすことにより、仮想物体の大きさと形状を瞬時に伝えられる装置を開発した。

字幕制作のための音声認識技術の研究では、背景雑音や不明瞭な発声を含む情報番組を対象として、発音辞書を用いないEnd-to-end音声認識方式の開発に取り組んだ。また、番組中で推移する話題に対応した単語の接続確率を、話題とともに推定する技術を開発した。話題の推定精度が低い場合でも単語の推定精度が低下しないため、認識精度が向上した。

音声ガイド・音声合成の研究では、生番組にも対応可能な新たな解説放送サービスの実現を目指した音声ガイドの研究に着手した。リオオリンピック・パラリンピックにおいて、オリンピック放送機構から配信される競技データを解析して、選手名や得点経過などの競技状況を説明する音声ガイドを自動生成するシステムを構築し、2016年9月までに1,929試合、2017年1月までに2,496試合の動画に対して音声ガイドを自動で付与した。視覚障害者と晴眼者に対して自動生成した音声ガイドの主観評価実験を行い、それぞれの利用観点から有効性が示された。また、音声ガイドで使用するための音声合成技術の研究では、DNN (Deep Neural Network) 方式による音響モデルを用いた汎用音声合成システムを構築した。

言語処理技術の研究では、日本在住の外国人を対象とした新たな情報提供手段として、読解支援情報付きニュースの研究に着手した。ニュースに対して、やさしい日本語による説明、漢字のふりがな、難しい単語に対する辞書情報、固有名詞の色表示、外国語の翻訳などの読解支援情報を付与することで、ニュースの理解を促進させることができる。機械翻訳技術を用いて読解支援情報を自動付与し、誤りを人手で修正可能な読解支援情報制作システムを開発した。

映像認知解析の研究では、8Kスーパーハイビジョンの広視野視聴環境に適した映像の特徴を調べた。100種類の多様な映像を対象にして、好まれる映像の大きさと映像内容の特徴や視距離との関係を調べた結果、視距離が変化しても好まれる映像サイズと映像内容との関係は大きく変わらないことを確認した。また、映像の動揺によって感じることのある不快感について、動揺の継続時間や観視画角の影響を明らかにした。

## 5.1 情報提示技術

聴覚や視覚に障害のある人が放送を楽しむために、気象情報を手話CGに翻訳する技術と、立体の形状や固さ情報を伝えるための触力覚提示の研究に取り組んでいる。

### ■ 顔表情を含めた気象情報手話CG翻訳技術の研究

手話を母語とする方への放送サービスを充実するために、気象情報を対象としてCGを用いた手話アニメーション（手話CG）の生成技術の研究を進めている。

手話では、手指動作および顔表情や口の動き（口型）が言語情報を伝える手段として重要である。2015年度までに開発した手話CGでは、あらかじめ取得した各手話単語のモーションデータを接続して一連の動作として表現している。2016年度は、自然でスムーズな手指動作を表現できるように、単語列のモー

ション接続部分を自動で修正する機能と、手話単語列の並びを手動修正するインターフェースを開発した。さらに、2015年度までに開発した手話CG翻訳システムに顔表情や口型を表現する機能を統合して、ろう者によるシステムの主観評価を行った。顔表情や口型を加えることで、従来よりも評価値が向上することを確認した。

気象電文を用いた手話CG自動生成システムでは、気象庁発表のXMLフォーマットの天気予報データを変換することで、正確な手話CGを自動的に生成する。2016年度は通常天気予報に加え、警報・注意報の内容を手話で表現する機能を追加した。また、電文の受信から手話CG動画の生成・Webサイトへのアップロードまでの処理を統合し、動画生成の高速化と安定化を図った。本システムで自動生成される気象手話CGの評価サイト（図1）を、2017年2月にNHKオンラインで一般に公開した。



図1 気象情報手話CGの評価サイト(NHKオンライン)  
<http://www.nhk.or.jp/strl/sl-weather/>

また、ハイブリッドキャストの端末連携機能を利用して、テレビの緊急地震速報受信時に、手話CGによって避難を呼びかける情報をタブレット端末に自動提示するデモシステムを試作した。この研究の一部は工学院大学と共同で実施した。

## ■形状・硬さ情報を伝えるための触力覚提示技術の研究

人の手の指に、画像や立体物の情報を伝える技術进行研究している。2015年度までに、CGで表現された仮想物体の表面を、人が2本の指でつまみながらぞって形を感じ取る装置を開発した。2016年度は、人がCG上の仮想物体を親指、人差し指、中指の3本でつかんで仮想物体の表面をなでるように手を動かすと、手の動きと連動して指を押し広げるリニアアクチュエーターが作動し、仮想物体の大きさや形状を瞬時に伝えられる装置を開発した。また、指が触れている面の硬さ・柔らかさを提示する機能を組み入れた(図2)。さらに、人が物体の硬さ・柔らかさをどのように認知するのかを実験により調査し、システム設計に役立つ知見を得た。この研究の一部は東京大学と共同で実施した。

視覚障害者に教科書の図やグラフなどの2次元情報を伝える技術の研究では、それらの形状を電子的に上下するピンアレイにより線や面として表示するシステムの開発を進めている。2015年度までに、ピンアレイに振動を与え、さらに機械により指先を誘導する装置を開発した。2016年度は、視覚障害者による評価実験を実施し、機械の誘導により視覚障害者が頭の中で描く認知地図の形成が促進され、理解しやすくなることを

確認した。また、盲学校の授業で使用することを目的としてシステムを改良し、先生が複数の生徒の指先の誘導装置をインターネット経由で遠隔制御できる機能を追加した。この機能により、先生が指示した箇所を複数の生徒に同時に生徒に伝えることが出来るなど、通信教育での遠隔授業にも応用できる見通しを得た。この研究の一部は筑波技術大学と共同で実施した。

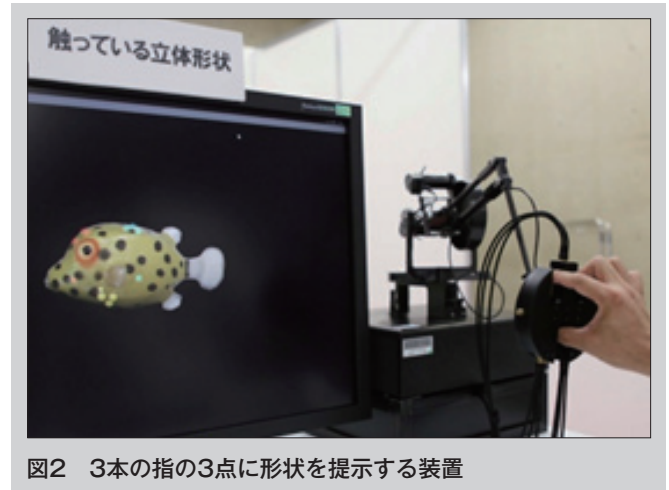


図2 3本の指の3点に形状を提示する装置

[参考文献]

- (1) Umeda, Uchida, Azuma, Miyazaki, Kato, Hiruma: "AUTOMATIC PRODUCTION SYSTEM OF SIGN LANGUAGE CG ANIMATION FOR METEOROLOGICAL INFORMATION," International Broadcasting Convention Conference (2016)
- (2) 東,比留間,内田,宮崎,井上,梅田,加藤: "気象警報の手話CG自動生成システムの開発," 信学技報, vol.116, no.248, WIT2016-35, p.11-15 (2016)
- (3) Uchida, Umeda, Azuma, Miyazaki, Kato, Hiruma, Inoue, Nagashima: "Provision of Emergency Information in Sign Language CG Animation over Integrated Broadcast-Broadband System," IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting, 11C-3 (2016)
- (4) Handa, Murase, Azuma, Shimizu, Shinoda: "A Haptic Three-dimensional Shape Display with Three Fingers Grasping," IEEE Virtual Reality 2017, ページ未定(2017)
- (5) Sakai, Handa, Sakajiri, Shimizu, Nobuyuki Hiruma, Onishi: "Development of Proprioception-Tactile Display and Evaluation of Effect for the Local Vibration Presentation Method," Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics (JACIII), ページ未定(2017)

## 5.2 音声認識技術

高齢者や聴覚に障害のある人をはじめとする多くの人が番組を楽しむことができるように、生放送番組に字幕を効率良く付与するための音声認識技術の研究を進めている。生放送の情報番組では、料理をしながらの発話や、一般の人がリポーターの問いかけに答える対話が多く、作業音などの背景音や発音の明瞭性の低さが音声認識の課題となっている。

### ■協調発話認識の研究

背景雑音があり、明瞭でない発音を含む音声(協調発話音声)では、音声認識精度が低下する。このような協調発話音声に対して、現在、字幕キャスターなど復唱者が言い直した音声を認識して運用に必要な認識精度を確保している。復唱者を確保できな

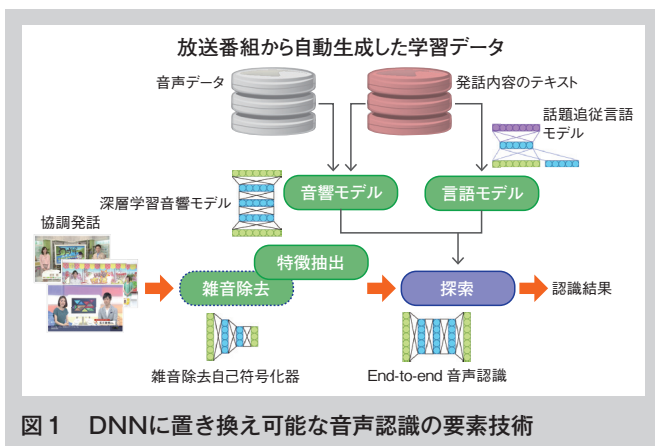
い地域放送局発の情報番組の字幕制作のために、これらを復唱することなく認識できる技術の研究開発が喫緊の課題である。

2015年度まで、協調発話を直接認識するために、入力音声の母音や子音らしさを与える音響モデルに、深層学習ニューラルネットワーク（DNN）を導入して認識精度を改善してきた。さらに、辞書にある読み通りに発声されないあいまいな言葉を認識するために、単語の発声変形を推定して発音辞書に追加してきた。

2016年度は、この発声変形の推定によって多量に生成される発声変形候補のうち、実際に起こりうる発声変形のみを選択するアルゴリズムを開発した。この手法により、誤推定された発音によって生じる誤認識を削減した<sup>(1)</sup>。さらに、人手で経験的に与えてきた音素列の発音辞書ではカバーできない発声を認識するために、発音辞書を用いない音声認識手法（End-to-end 音声認識）の開発にも挑戦した。この手法では、入力音声と認識結果の文字を、音素記号を介さずに直接対応づけるDNNを学習する。開発した手法では前後の文脈で文字の読みを特定できる事を利用して、日本語のEnd-to-end音声認識に成功した<sup>(2)</sup>、<sup>(3)</sup>。

情報番組では、料理やイベント紹介、旅行記など多岐にわたる話題が短いコーナーごとに変化することがある。このような番組の音声認識のためには、多様な話題に対応して単語と単語のつながり易さを与える言語モデルが必要になる。番組中で推移する話題を精度よく推定するのは困難であるため、単語の接続確率と話題を同時に推定するように学習したDNNを開発した<sup>(4)</sup>。話題が推移する際など、話題を特定できない場合でも単語の推定精度が低下しないため、認識精度が改善した。

これまで開発してきた技術（図1）では、音声認識を構成する特徴抽出、音響モデル、言語モデル、探索の要素技術がDNNで置き換え可能となり、それぞれの精度が向上した。これらの開発技術の導入により、ローカル情報番組「ひるまほっと」を対象とした実験では、番組音声の誤認識率を9.5%から6.9%に削減できた。



## ■ 番組制作のための音声認識

番組制作のために取材してきた映像素材から、視聴者に役立つ番組を制作するためには、映像素材中の音声の書き起こしが不可欠である。ネットワーク技術が発達し、大量の取材映像を収集可能になった現在、取材映像の書き起こしを迅速に効率良く制作するシステムが求められている。そこで、音声認識技術を使った書き起こし制作システムと、認識結果を取材映像に対応づけて認識誤りを効率良く修正するユーザーインターフェースの開発に着手した。



図2 書き起こし制作ユーザーインターフェース

【参考文献】

- (1) Ichiki, Hagiwara, Ito, Onoe, Sato, and Kobayashi: "SMT-Based Lexicon Expansion for Broadcast Transcription," APSIPA ASC, Paper ID 111(2016)
- (2) 伊藤、萩原、一木、三島、佐藤、小林: "End-to-end音声認識の日本語への適用," 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 116, no. 279, SP2016-47, pp. 31-36, (2016)
- (3) 伊藤、萩原、一木、三島、佐藤、小林: "漢字の読みを考慮したEnd-to-end音声認識," 日本音響学会春季研究発表会講演論文集(2017)
- (4) 萩原、伊藤、一木、三島、佐藤、小林: "マルチタスク学習によるドメイン適応言語モデル," 日本音響学会春季研究発表会講演論文集(2017)

## 5.3 音声ガイド技術

視覚に障害のある方にもテレビのスポーツ中継をより楽しんでもいただくために、生放送番組にも対応可能な新たな解説放送サービス「音声ガイド」の研究に取り組んでいる。

### ■ 音声ガイドの必要性の調査

過去のオリンピック番組を対象に、競技の状況に関する情報が実況で発話されている割合を調査した<sup>(1)</sup>。画面に表示されてい

る得点に関する情報は、競技によってはほとんど発話されていないことや、水泳や陸上などの競技者リストや順位の一覧などは、35%程度しか音声で伝えられていないことなど、スポーツ番組のテレビ音声だけでは競技状況の把握が困難であることを確認した。

また、主にドラマ番組の解説放送は番組音声に解説をオーバーラップさせない制約のもとで制作されているが、スポーツのような発話が多い番組では番組音声の無い区間に解説を入れることが難しい。そこで、放送音声と解説のオーバーラップが存在する評価用のスポーツ番組を制作し、視覚障害者を対象に評価実験を実施した<sup>(2)</sup>。その結果、音声のオーバーラップの多少に関わらず、競技状況を説明する解説がスポーツ番組を楽しむ上で必要であることを確認した。

## ■ リオオリンピック・パラリンピックにおける実験

オリンピック放送機構から配信される競技データである Olympic Data Feed (ODF) を用いて、選手名や得点経過などの競技状況を説明する音声ガイドの自動生成実験を実施した。この実験では、NHKがインターネットで配信した実況コメントの無い動画を対象とした。あらかじめ、競技ごとに発話テキスト生成のためのテンプレートを作成しておき、シュートやゴールなどのデータがODFで配信されると音声ガイドテキストを生成し、音声合成して動画に重畳する。海外の人名には、同じ表記であっても言語によって読み方が異なる場合があるため、選手の国籍情報を考慮した音訳手法を開発した<sup>(3)</sup>。この実験期間中、オリンピック17競技、パラリンピック7競技の1,929試合の動画に対して音声ガイドを自動で付与した<sup>(4)</sup>。これらのコンテンツについて、視覚障害者および晴眼者を対象に主観評価実験を行い、それぞれの利用観点から有効性を確認した。また、実験では取り上げなかった競技についても、事後に発話テンプレートを作成して音声ガイドを自動生成し、これまでにオリンピック22競技、パラリンピック7競技の合計2,496試合の音声ガイドつきコンテンツを制作した。また、音声ガイドで使用するための音声合成技術の研究を進め、汎用音声合成システムの

音響モデルを、従来のHMM(Hidden Markov Model)方式から、より複雑な構造を表現可能なDNN(Deep Neural Network)方式に置き換えた。主観評価実験を通じて、DNN方式は従来のHMM方式よりも音質が高いこと、また、音声ガイドに期待される多様な発話スタイルの実現に有効であることを確認した<sup>(5)</sup>。

## ■ 実用化研究

視覚障害者用の電子化図書などを合成音声で聞く際に、内容が聞き取れる3倍速程度から、概要が把握できる8倍速程度まで選択可能な、読み上げ方式を開発した。

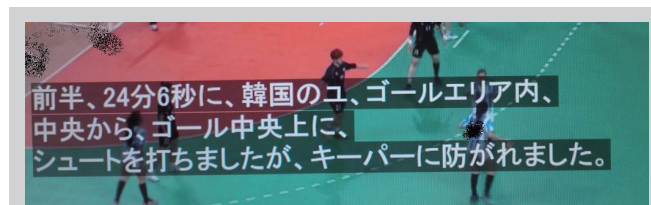


図1 競技データから自動で生成したコメント例

[参考文献]

- (1) 佐藤, 熊野, 清山, 今井, 山田: “スポーツ中継のリアルタイムデータからの解説音声自動生成実験,” 情処研究報告, Vol.2016-SLP-113, no.6, pp.6 (2016)
- (2) 今井, 田高, 尾上, 清山, 佐藤, 宮崎, 熊野, 山田, 岩城: “テレビ音声へのオーバーラップを許容した音声補助情報サービスの検討,” 信学総大, H-4-11, pp.322 (2016)
- (3) 宮崎, 熊野, 今井: “国籍情報を用いた人名の音訳,” 第15回情報科学技術フォーラム講演論文集, no.2, E-018, pp.145-146 (2016)
- (4) Imai, Seiyama, Kumano, Miyazaki and Sato: “A study of Automatic Audio Description Service for TV Sports Programs,” 32nd CSUN Assistive Technology Conference ENT-014(2017)
- (5) 栗原, 清山, 今井, 都木: “話者の特徴と感情表現を制御可能なDNN音声合成方式の検討,” 信学総大 D-14-10(2016)

## 5.4 言語処理技術

日本在住の外国人を対象とした新たな情報提供手段として、読解支援情報付きニュースの研究を開始した。また、やさしい日本語ニュースNEWSWEB EASYを一人で制作するためのシステムの研究を進めている。

### ■ 読解支援情報付きニュース

インターネットで公開しているテキストのニュースは、多くの外国人にとって理解することが容易ではない。そこで、さまざまな「読解支援情報」を付加することで外国人のニュースの理解を促進する研究を開始した。読解支援情報として、やさしい日本語による説明、漢字のふりがな、難しい単語に対する辞書情報、固有名詞の色表示、外国語の翻訳を採用し、そのイメージコンテンツを試作した(図1)。また、日本語学校の教師と学生を対象に、このようなニュースの有用性を調査し、有用でニーズが高いという結果を得た。

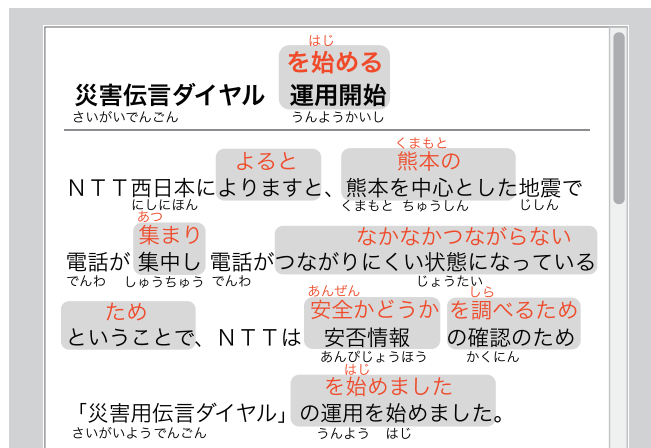


図1 やさしい日本語の読解支援情報付きニュースの例



## ■ 読解支援情報制作システム

やさしい日本語による説明、外国語の翻訳、ふりがなといった読解支援情報は、機械翻訳システムや形態素解析システムなどを使って自動的に付与される。このとき発生する誤りや読解支援情報の不足を修正するシステムを開発した。このシステムでは、ふりがなのように上下に表示された読解支援情報の中から、修正したい部分をマウス操作で選択して誤りを修正できる。また、辞書表示の有無を決める単語の難易度レベルを、マウスの選択で簡単に修正できる機能も実装した。

## ■ 機械翻訳技術

英語の読解支援情報の自動生成に、ニューラル機械翻訳技術を用いることを検討した。ニューラル機械翻訳では、入力文の一部が翻訳されず欠落する問題がある。そこで、このような欠落する部分を検出する手法を開発した。また、これを利用して、システムの翻訳候補から欠落の少ない翻訳を選択する手法を開発し、実験で翻訳性能が向上することを確認した<sup>(1)</sup>。

さらに、日韓(韓日)翻訳システム、英語スペイン語(スペイン語英語)翻訳システムを試作し、これらの言語ペアでは翻訳性能が高いことを確認した。

## ■ NEWSWEB EASYの一人制作システム

現在、NEWSWEB EASYのやさしい日本語のニュースは、やさしい日本語を学んだ日本語教師と記者が協力して制作している。このような体制を必ずしも取れない緊急時や地方局などでもやさしい日本語のニュースの提供を実現するため、記者一名で制作可能な「一人制作システム」の研究開発を進めている。2016年度は統計機械翻訳技術を応用して、やさしい日本語の文書の作成中に、日本語教師の知見を書き換え案として提案する文書エディターを試作した。

〔参考文献〕

- (1) 後藤,田中:“ニューラル機械翻訳での訳抜けした内容の検出,”言語処理学会第23回年次大会, p18-3 (2017)

# 5.5 映像認知解析

8Kスーパーハイビジョン(SHV)の広視野視聴環境の利点を生かした映像制作への活用を目指し、広視野に適した映像の特徴を明らかにするための研究を進めている。

## ■ 好まれる映像サイズの測定

2016年度は、広視野での視聴が好まれる映像の特徴を探るため、撮影対象や撮影方法の異なる多様な8KSHV映像を対象に評価実験を行った。100種類の映像について、表示する際の画面上の大きさ(映像サイズ)と画面からの距離を変えて、評定者が好む映像サイズを測定し、映像内容の特徴や視距離の効果を調べた。その結果、主要な被写体の種類や大きさによって好まれる映像サイズは異なることが示された。さらに、視距離が変化しても好まれる映像サイズと映像内容との関係は大きく変わらないことが明らかになった<sup>(1)</sup>。今後は、映像中の被写体の実世界での大きさや画面上での大きさ、映像全体から感じられる印象などが、好まれる映像サイズに与える影響について分析を進める。また、画面サイズの効果についても評価し、広視野での視聴に効果的な映像の特徴を探っていく。

## ■ 動揺映像分析技術

動きの大きな映像(動揺映像)は大きな視野角で視聴すると酔いのような不快感を生じることがある。このような映像を分析することにより、視聴時に生じる不快感の程度(不快感)を推定する技術の研究を進めている。2016年度は、認知される画面の揺れの大きさ(動揺認知量)と不快感が、動揺映像の動揺継続時間と観視時の視野角によってどのように変化するかを、4K映像による心理実験で調べた。その結果、動揺継続時間が約3秒を超えると動揺認知量が飽和する一方、不快感は3秒を超えても増加し、動揺認知量の累積値と一定の関係にあることがわかった。また、動揺認知量、不快感ともに、動揺映像の提示される視野角が大きくなるにしたがって、増大することが確認された<sup>(2)</sup>。

これらの知見に基づいて、動領域の面積や形状、時空間周波数成分など、映像の物理的な特徴量から動揺認知量と不快感を推定するアルゴリズムを改良し、一般映像を用いた検証実験によりこのアルゴリズムによる推定値の妥当性を検証した。

〔参考文献〕

- (1) 原澤,澤島,小峯:“観察距離が高精細動画の画角選択に与える影響,”信学技報, Vol.116, No.513, pp.31-36 (2017)  
 (2) 蓼沼:“動揺認知量と動揺不快感の基本的関係,”映情学技報, Vol.41, No.5, pp.127-131 (2017)



図1 好まれる映像サイズの評価実験

# 6 次世代放送用デバイス・材料

8Kスーパーハイビジョン(SHV)などの新たな放送サービスを支える次世代の撮像・記録・表示システムの実現に向け、その中核となるデバイスや材料を開発する基盤研究を進めた。

撮像に関する研究では、3次元構造撮像デバイス、固体積層用低電圧増倍膜、有機撮像デバイスの開発を行った。画素並列信号処理が可能な3次元構造撮像デバイスでは、接続電極の直径を従来の1/2となる $5\mu\text{m}$ に微細化し、回路レイアウトを工夫することで、画素サイズを $50\mu\text{m}$ 角に微細化したほか、雑音を除去する回路の開発や作製プロセスの改善に取り組んだ。超高感度化を目指した固体積層用低電圧増倍膜では、作製プロセスの改善により、暗電流を低減するとともに、信号読み出し回路の低ノイズ化などを進めた。また、単板でも3板式と同等の画質を目指す有機撮像デバイスでは、有機光電変換膜の効率改善に取り組み、量子効率が最大で80%の緑色用光透過型セルを試作した。

記録に関する研究では、SHV映像の記録に必要な超大容量と高転送速度の実現に向けたホログラム記録技術と、可動部のない高速磁気記録が期待できる磁性細線中の微小磁区移動を利用した記録デバイスの研究を進めた。ホログラム記録では、記録密度 $2.4\text{Tbit}/\text{inch}^2$ 、転送速度 $520\text{Mbps}$ のプロトタイプドライブを開発し、SHV圧縮映像の記録再生により、その動作を検証した。また、さらなる大容量高速化に向けて、多値記録の研究に着手した。微小磁区記録デバイスでは、駆動速度の高速化に向けた磁性細線材料の探索やシミュレーションによる磁区形成・駆動解析、記録再生評価系の広帯域化などを進め、従来の10倍以上となる $1\text{m}/\text{s}$ 以上の磁区駆動を確認した。

表示に関する研究では、家庭用の大画面SHVディスプレイの実現に向けて、有機ELの長寿命化技術、塗布型デバイス、ならびに次世代ディスプレイの高画質化・低消費電力化に関する要素技術の開発を進めた。有機ELの長寿命化技術では、高効率かつ長寿命を両立させるデバイス構造や材料開発を進め、内部量子効率100%かつ連続点灯寿命1万時間以上の赤色有機ELデバイスを実現した。塗布型デバイスでは、塗布型酸化物TFTの高移動度化技術や量子ドット電界発光素子の高効率化技術を開発した。ディスプレイの高画質化・低消費電力化に関しては、高移動度TFTの材料探索を進めるとともに、有機ELディスプレイのようなホールド型表示方式で課題となる動きぼやけの改善に向けて、行単位で発光時間を制御する駆動装置を試作し、その有効性を実証した。

## 6.1 次世代撮像技術

### ■ 3次元構造撮像デバイス

将来の立体映像の撮影に資する超多画素のイメージセンサーの実現を目指して、3次元構造撮像デバイスの研究を進めている。本デバイスは、受光部直下に画素ごとに配置された信号処理回路を接合した構造を備えており、画素並列で信号を処理して出力することで、多画素化と高フレームレート化を両立できる(図1)。2015年度までに、画素サイズ $80\mu\text{m}$ 角、 $128\times 96$ 画素の2層構造のデバイスを試作し、画素並列信号処理を生かした回路構成による16ビットの広いダイナミックレンジを確認した。

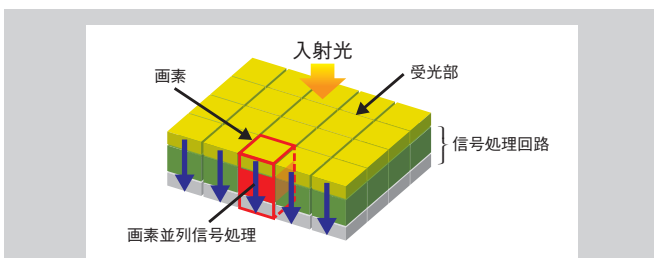


図1 3次元構造撮像デバイスの概念図

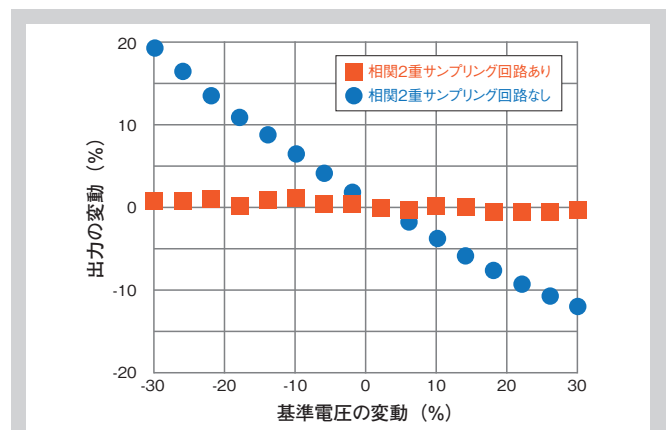


図2 基準電圧を変動させた場合の出力の変動

2016年度は、画素の微細化と雑音を除去する回路の開発、ならびに作製プロセスの改善に取り組んだ。画素の微細化においては、従来 $10\mu\text{m}$ としていた上下の回路を接続する電極の直径を $5\mu\text{m}$ に微細化するとともに、回路レイアウトの工夫により、画素サイズを $50\mu\text{m}$ 角に微細化した。雑音の低減に向けては、画素並列動作と画素内への集積を可能とした相関2重サンプリ

ング回路<sup>(1)</sup>を考案した。雑音により受光部の基準電圧が変動した場合を想定した測定を行い、同回路が出力の変動を低減する動作を確認した(図2)。製作プロセスの改善においては、基板接合工程で接合面に付着する不純物が接合強度の低下の要因となることを明らかにし、不純物を付着させない前処理技術を開発した。

この研究は、東京大学と共同で実施した。

## ■ 固体積層用低電圧増倍膜の研究

固体撮像デバイスの多画素化、高フレームレート化の進展に伴い、1画素あたりの入射光量が減少し、カメラの感度が低下する。この問題に対処するため、低電圧で電荷増倍が可能な光電変換膜(低電圧増倍膜)をCMOS回路上に積層した固体撮像デバイスの開発を進めている。2016年度は、低電圧増倍膜の候補材料である結晶セレン膜とカルコパイライト系半導体膜の特性改善に取り組むとともに、増倍膜を積層するためのCMOS撮像デバイスにおけるノイズ低減の検討を行った。

結晶セレン膜の特性改善については、基板からの膜はがれ防止の目的で添加しているテルルが暗電流の一因と考えられたため、テルル層を薄化できる新たな成膜方法を開発した。その結果、効果を維持したまま厚さを従来の1/10まで薄くすることが可能となり、室温における暗電流を約1/2に低減できた(図3)<sup>(2)</sup>。また、カルコパイライト系半導体膜に関しては、成膜プロセスの見直しにより結晶性の改善を図った。

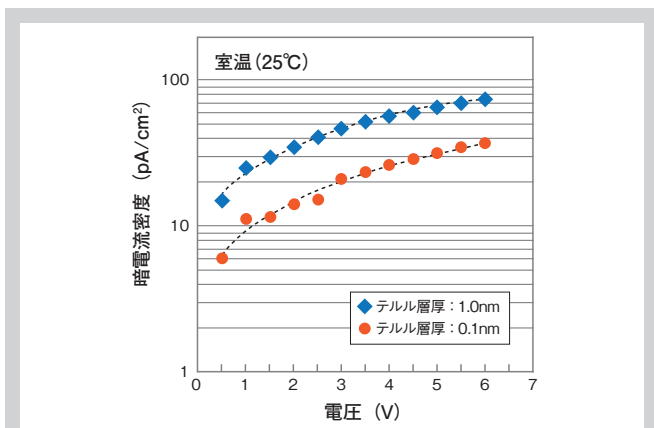


図3 結晶セレン膜の暗電流特性

増倍膜積層用CMOS撮像デバイスは、1画素の回路構成や信号読み出し動作が通常のCMOS撮像デバイスと異なることから、リセット動作時に発生するノイズを低減するための新たな処理が必要となる。そこで、2フレームにわたってデジタル相関2重サンプリングを行う方法について、試作デバイスによる評価を進めた。その結果、処理が無い場合と比較してノイズを1/2の15電子程度(フレーム周波数60Hz時)に低減するとともに、ノイズと回路の暗電流との関係を明らかにした<sup>(3)</sup>。

## ■ 高S/N単板カメラ用有機光電変換膜の研究

放送用3板式カラーカメラと同等の画質を有する超小型単板カラーカメラの実現に向けて、有機撮像デバイスの研究を進めている。本デバイスは光の3原色それぞれにのみ感度を持つ3種類の有機光電変換膜(有機膜)と、それぞれの有機膜で発生した電荷を読み出す光透過型の薄膜トランジスタ(TFT)回路とを交互に積層するものである(図4)。有機撮像デバイスでは、積層した有機膜の下層へ光を透過させるため、それぞれの有機膜

を挟みこむ電極を透明にする必要がある。2016年度は、緑色用有機膜を透明電極で挟みこんだセル(光透過セル)について、量子効率改善に向けた技術開発に取り組んだ。

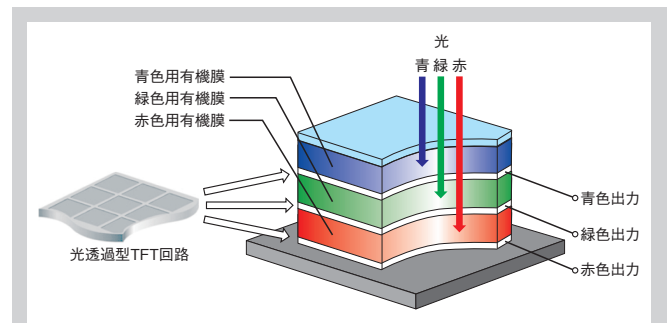


図4 有機撮像デバイスの構造図

光透過セルでは、有機膜上に透明対向電極を形成する際に、原料粒子の持つ高いエネルギーにより有機膜がダメージを受け、膜の量子効率が10%程度まで低下する問題があった。そこで、透明電極の形成手法として、原理的に原料粒子の持つエネルギーを低くできる電子ビーム蒸着法を採用するとともに、有機膜と透明対向電極との間に、頑強な分子骨格を持つ透明なバッファ層を設けることで有機膜へのダメージ低減を試みた(図5(a))。試作した緑色用光透過セルの分光感度特性を評価した結果、波長500nmの緑色光を照射したときに80%の量子効率が得られ(図5(b))、有機膜にダメージを与えることなく透明対向電極を形成できることを確認した<sup>(4)</sup>。

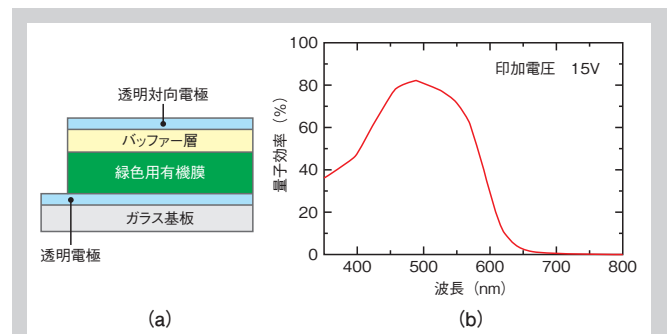


図5 試作した緑色用光透過セルの断面図(a)と分光感度特性(b)

### 〔参考文献〕

- (1) M. Goto, Y. Honda, T. Watabe, K. Hagiwara, M. Nanba, Y. Iguchi, T. Saraya, M. Kobayashi, E. Higurashi, H. Toshiyoshi and T. Hiramoto: "In-Pixel A/D Converters with 120-dB Dynamic Range Using Event-Driven Correlated Double Sampling for Stacked SOI Image Sensors," Proc. of the IEEE SOI-3D-Subthreshold Microelectronics Technology Unified Conference (IEEE S3S), 6b.3 (2016)
- (2) 為村, 峰尾, 本田, 萩原, 渡部, 宮川, 難波, 大竹, 久保田: "結晶セレンフォトダイオードにおける密着層膜厚の減少による暗電流特性の改善," 第77回応物秋季予稿集, 16a-A35-5 (2016)
- (3) 渡部, 本田, 難波, 小杉, 大竹, 久保田: "増倍膜積層用CMOSセンサのランダムノイズ・暗電流特性," 信学ソ大, C-12-13 (2016)
- (4) 高木, 堀, 塚, 清水, 大竹, 相原: "ITO電極で有機光導電膜を挟んだ波長選択型受光素子の特性改善" 第64回応物春季予稿集, 17a-p4-20(2017)

## 6.2 次世代記録技術

### ■ 多値記録ホログラムメモリー

8Kスーパーハイビジョン (SHV) 映像を長期保存するためには、超大容量・高転送速度のアーカイブ用記録システムが求められる。この要求に応える記録技術として、ホログラムメモリーの研究開発を進めている。2016年度は、実用的なプロトタイプドライブの開発と、多値記録に向けた信号対雑音比 (SNR) の改善に取り組んだ。

プロトタイプドライブはレーザー光源波長405nm、記録密度と転送速度はそれぞれ2.4Tbit/inch<sup>2</sup>、520Mbpsであり、直径130mmのディスク媒体1枚に2TByte相当の記録が可能である (図1)。85Mbpsに圧縮されたSHV映像を、開発したプロトタイプドライブのディスク媒体に記録、リアルタイムで再生できることを確認し、技研公開2016で展示した<sup>(1)</sup>。本ドライブはホログラム歪みによる再生信号劣化を低減するための波面補償技術を導入しており、再生信号品質が悪い状態において誤り率を50%以上低減できることを確認した。

ホログラムメモリーの要素技術としては、2015年度に開発したデュアルページ再生技術を用いることで、再生転送速度1Gbpsを達成した<sup>(2)</sup>。2016年度からさらなる記録密度と転送速度の向上に向けて、多値記録の研究に着手した。多値記録の実現には、SNRを向上するための技術開発が必須となる。そこで、符号間干渉を低減するためのロールオフフィルターの適用を検討し、数値シミュレーションによりSNRの改善量は1.9dBであることが分かった。さらに、再生信号を固定パターンノイズ成分で除算する手法を適用したところ、SNRを1.5dB改善できた。これらを組み合わせることにより、SNRを3dB以上改善できる見通しを得た。

プロトタイプドライブの開発は、(株)日立製作所、(株)日立エルジーデータストレージと共同で実施した。



図1 開発したプロトタイプドライブ

### ■ 微小磁区高速記録デバイス

可動部のない高速磁気記録デバイスの実現を目指して、磁性細線中の微小磁区の移動を利用した記録デバイスの開発を進めている。2015年度までに、ハードディスク用磁気ヘッドを用いて微小磁区の形成 (記録) と検出 (再生) ならびに微小磁区の電流駆動について一連の動作を確認した<sup>(3)</sup>。2016年度は、安定した記録再生や磁区を高速駆動する要素技術の開発を進めた。

安定した記録再生に向けて、磁性細線と磁気ヘッドの位置ずれが記録効率やSNRの低下を招くことを見だし、ヘッドの接触角度や位置を精密に調整できる機構を記録再生評価装置に付加した。また、磁区の高速駆動が可能となる低磁化な磁性材料

として、コバルト/パラジウム多層膜の中間にルテニウム極薄層 (0.3~0.4nm) を挿入した人工フェリ磁性材料の作製に着手し、正味の磁化を1/5に低減できた<sup>(4)</sup>。これを元に細線構造を試作し、上述の装置にて駆動したところ、磁区の駆動に成功し、駆動電流を従来の1/12に低減でき、磁区の駆動速度を従来の10倍以上となる1m/s以上に高速化できた (図2)。

さらなる高速駆動に向けた要素技術として、磁性細線中の磁区を形成・検出するために使用する磁気ヘッドの信号処理系の改修を進め、特に再生系については、従来の100MHzから約1GHzまで広帯域化した。一方、磁性体中の磁化の動的過程を表すLLG (Landau-Lifshitz-Gilbert) 方程式を用いたシミュレーションにより、磁化反転時間に対する記録磁界の方向依存性を調べた。磁性細線へ斜めに磁界を印加することにより、10psで磁化反転の核形成が始まることを見だし、記録磁界の方向によって磁区形成を高速化できることを明らかにした。

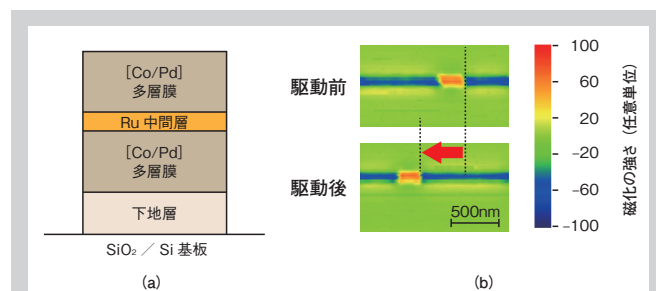


図2 試作した人工フェリ磁性細線の断面図と磁区駆動結果

#### [参考文献]

- (1) Y. Katano, T. Muroi, N. Kinoshita and N. Ishii: "Prototype Holographic Drive with Wavefront Compensation for Playback of 8K Video Data," Proc. IEEE ICCE, pp.317-318 (2017).
- (2) Y. Katano, T. Muroi, N. Kinoshita and N. Ishii: "Efficient High-Speed Readout in Holographic Memory by Reusing Transmitted Reference Beam," MOC, 14B-2 (2016).
- (3) M. Okuda, Y. Miyamoto, M. Kawana, E. Miyashita, N. Saito and S. Nakagawa: "Operation of [Co/Pd] nanowire sequential memory utilizing bit-shift of current-driven magnetic domains recorded and reproduced by magnetic head," IEEE Trans. Magn. 52, (7), pp.3401204-1—3401204-4 (2016).
- (4) 奥田、川那、宮本: "Ruを中間層に用いた[Co/Pd]磁性細線における磁区電流駆動," 映情学会年次大会, 34D-5 (Aug. 2016).

## 6.3 次世代表示技術

フレキシブル有機ELディスプレイの長寿命化、大画面ローラブルディスプレイの実現を目指した塗布型デバイス、ならびに次世代ディスプレイの高画質化・低消費電力化技術に関する研究を進めている。

### ■フレキシブル有機ELディスプレイの長寿命化

フレキシブル有機ELディスプレイの長寿命化・省電力化を目指して、デバイス構造や材料の研究開発を進めている。フレキシブル有機ELディスプレイを実現するための最大の課題は、有機ELデバイス(Organic Light-Emitting Diode: OLED)において電子注入層として用いられるアルカリ金属等の活性な材料が水分や酸素に弱く、フレキシブル基板上で劣化してしまうことである。そこで、アルカリ金属等を使用せず、酸素や水分に強いOLED(逆構造OLED)の開発に取り組んでいる。2016年度は、フレキシブルOLEDの実現に向けて、長寿命な逆構造OLEDの省電力化を進めた。逆構造OLEDにおける電子注入性を向上させる新規ドーピング技術を開発することで、輝度200cd/m<sup>2</sup>時の発光電圧が3.4Vと従来より2V程度低減するとともに、内部量子効率が100%程度かつ連続点灯寿命1万時間以上の実用レベルの赤色逆構造OLEDを実現した<sup>(1)</sup>。このデバイスの開発は、(株)日本触媒と共同で実施した。

また、OLEDの長寿命・高効率化に適した新規材料の開発にも取り組んだ。OLEDの高性能化には発光層材料の開発に加え、正孔や電子を輸送する周辺材料の開発が不可欠である。これまで緑色OLEDの高性能化に適した正孔輸送材料は報告されていなかったが、複数の正孔輸送層材料に依存したデバイス特性を分子軌道計算により解析することで、高効率・長寿命化に適した正孔輸送層材料の基本分子構造を見いだした<sup>(2)</sup>。本成果は、高効率かつ長寿命なOLEDの実用化に大きく貢献できる。

### ■大画面ローラブルディスプレイを目指した塗布型デバイス

将来の超柔軟な大画面ローラブルディスプレイの実現を目指し、真空装置を用いず簡便な手法で作製できる塗布型酸化物TFTの研究開発を進めている。塗布型酸化物材料は溶媒起因の欠陥が多く、移動度が低いのが課題である。2016年度は、塗布型酸化物材料にフッ素を添加することで移動度を向上できる技術を開発した<sup>(3)</sup>。塗布型IGZO(In-Ga-Zn-O)にフッ素を添加することでTFTの移動度を1.8cm<sup>2</sup>/Vsから4.7cm<sup>2</sup>/Vsに向上させた。さらに、当所で開発を進めている水素導入・酸化処理による膜質改善技術を適用することで、最大で7.0cm<sup>2</sup>/Vsの移動度が得られた。

また、塗布成膜可能で高色純度の発光が期待できる発光材料として、量子ドット(Quantum Dot: QD)を用いた電界発光素子(QD-LED)の研究開発を進めている。QDは、数ナノ～十数ナノメートル程度の半導体微粒子であり、サイズ制御により発光スペクトルの波長や半値幅を制御できる特徴を持つ。しかし、これまでに報告されている高効率・高色純度の量子ドット材料のほとんどは有毒なカドミウム系材料であるため、カドミウムフリーの材料開発が求められている。2016年度は、外部と連携して独自のカドミウムフリー材料を用いたQD-LEDの試作に取り組んだ。また、QD-LEDの高効率化のためには、QDに組み合わせる電荷輸送材料の開発も重要である。従来の電荷輸送材料はQD薄膜の上に成膜すると島状に成長するのに対し、当所で開発した材料は均一なアモルファス膜を形成し、QD-

LEDの高効率化に寄与する可能性を示した<sup>(4)</sup>。

### ■高画質化・低消費電力化技術

シート型ディスプレイの高画質化・低消費電力化を目指し、高移動度TFTの研究開発を進めている。2016年度は、半導体材料として酸化亜鉛(ZnON)を用いた高移動度TFTの開発を進めた。ZnONは高い移動度が得られるが、デバイス特性の経時劣化が顕著であり、その抑制手法の開発が求められている。今回、ZnONに微量のシリコンを添加することでデバイス特性の経時劣化を抑制することに成功した<sup>(5)</sup>。試作したTFTは、従来の半導体材料であるIGZO(In-Ga-Zn-O)と比較して約5倍の移動度(54cm<sup>2</sup>/Vs)を示した。

また、有機ELディスプレイのようなホールド型表示方式で課題となる動きぼやけの改善と有機ELの長寿命化の両立を目指して、時間アパーチャー適応制御駆動技術の研究を進めている。2016年度は、行単位に発光時間を制御し、動領域と静止領域の境界に緩衝領域を導入するとともに、動領域と静止領域を切り替える際に発光時間を徐々に変化させることで画質妨害やちらつきを抑制する駆動手法を提案した。さらに、行単位で発光時間を制御する駆動装置を試作し、これまでシミュレーションを用いて評価してきた本手法の有効性を実機により確認した<sup>(6)</sup>。

高フレームレート化や超大画面化が期待できる多分割駆動ディスプレイの駆動技術については、水平ラインごとにデータ書込みから発光までの時間を変え、発光タイミングのずれを小さくすることで、多分割駆動の問題点となる映像歪みを抑制する駆動手法を提案し、その効果をシミュレーションで検証した<sup>(7)</sup>。

#### 〔参考文献〕

- (1) H.Fukagawa, K.Morii, M.Hasegawa, T.Oono, T.Sasaki, T.Shimizu and T.Yamamoto: "Demonstration of Highly Efficient and Air-Stable OLED Utilizing Novel Heavy-Doping Technique," SID Digest, pp. 790-793 (2016).
- (2) H.Fukagawa, T.Shimizu, H.Kawano, S.Yui, T.Shinnai, A.Iwai, K.Tsuchiya and T.Yamamoto: "Novel Hole-Transporting Materials with High Triplet Energy for Highly Efficient and Stable Organic Light-Emitting Diodes," Journal of Physical Chemistry C, Vol.120 pp.18748-18755 (2016).
- (3) 宮川, 中田, 辻, 藤崎, 山本: "微量フッ素添加による塗布型酸化物TFTの特性改善," 応物春季季稿集, 16a-502-7 (2017).
- (4) T.Tsuzuki, G.Motomura, T.Yamamoto: "Quantum dot light-emitting diode using 2,2'-bis(N-carbazolyl)-9,9'-spirobifluorene as a morphologically and thermally stable hole-transporting material," Physica Status Solidi (a), Vol.213, No.12, pp. 3194-3198 (2016).
- (5) 辻, 武井, 中田, 宮川, 藤崎, 山本: "シリコン添加によるZnON-TFTの経時劣化抑制," 応物春季季稿集, 16a-502-5 (2017).
- (6) T.Usui, Y.Takano and T.Yamamoto, "Development of OLED Display using Adaptive Temporal Aperture Control Driving Method with Transition Area Insertion," IDW' 16, DES2-2, pp. 1289-1292 (2016).
- (7) 薄井, 岡田, 高野, 山本: "有機ELを用いたタイルドディスプレイにおける映像ひずみ改善のための駆動手法," 映情学技報 vol.41, no.2, IDY2017-15, pp.93-96(2017).

# 7 研究関連業務

8Kスーパーハイビジョンを中心に当所のさまざまな研究成果をアピールするとともに、技研公開をはじめとする各種広報・展示活動、外部との連携、番組協力を積極的に進めた。

国際電気通信連合ITUやアジア・太平洋放送連合ABU、総務省 情報通信審議会、(一社)電波産業会(ARIB)など国内外の標準化活動に貢献した。日本の地上デジタル放送方式ISDB-Tの国際展開にも、ARIBのデジタル放送普及活動作業班(DiBEG)や新採用国対応タスクフォースに参加するなど国際普及に寄与した。

2016年の技研公開は、技研が描く放送・サービスの未来像をわかりやすく伝えることをコンセプトに、試験放送開始目前のスーパーハイビジョン、インターネットを活用した放送技術、立体テレビを実現する技術、人と社会をつなぐコンテンツ制作技術「スマートプロダクション」、「立体テレビ」、「次世代デバイス」など最新の研究成果27項目、およびポスター13項目、体験型4項目を展示し、開催期間中延べ20,371人の方々に来場いただいた。技研公開以外に、国内外で計44件の外部展示を実施した。

その他、81件1649名の方々に当所を視察・見学いただいた。この中には31件214名の海外からの来訪者が含まれている。

当所の研究成果は、10件の報道発表をはじめ、国内外の会議、学会誌などに計592件を発表した。研究成果の権利化も進め、2016年度は、NHK全体で351件の特許出願を行い、263件の権利を取得した。NHKの特許保有件数は、2016年度末で1907件である。

外部との連携では、共同研究21件、受託研究3件を実施し、海外から滞在研究員2名、国内から実習生18名を受け入れた。研究員5名を海外に派遣した。

NHKの番組制作への協力として、スポーツ番組においてハイビジョン映像を高画質・低遅延に伝送する「ミリ波モバイルカメラシステム」や、自然科学番組での「ウルトラハイスピードカメラ」が利用された。また、スーパーハイビジョンの試験放送が開始されたことに伴い、22.2ch音響制作を支援する3次元付加音響装置やラウドネスメータなどが活用された。2016年度の番組協力の総件数は28件である。なお、当所の研究成果の評価結果として、2016年度はIEEEマイルストーン、プライムタイム・エミー賞など47件の表彰を受けた。

## 7.1 外部との連携

### 7.1.1 標準化機関への参加

放送関係を中心とした国内外の標準化活動に積極的に参加し、当所の研究成果を寄与することで技術基準の策定に貢献した。

放送業務の国際標準化を所掌する国際電気通信連合無線通信部門ITU-RのSG4(Study Group 4)(衛星業務)では、超高精細度テレビジョン衛星放送のための伝送方式の名称として“ISDB-S3”を提案し、ITU-R 勧告BO.2098-0として承認された。SG5(地上業務)では、ITU勧告F.1777の「固定業務に分類される放送補助業務の共用検討用システム特性」に、42 GHz帯FPU(Field Pick-up Unit:番組素材無線伝送装置)システムパラメーターを反映させるための寄書を入力し、審議を推進した。SG6(放送業務)では、高ダイナミックレンジテレビ(HDR-TV: High Dynamic Range Television)の要求条件に基づく基準観視条件およびOOTF(Optical-Optical Transfer Function)の勧告化に対し、英国BBCとNHKの提案に基づくHLG(Hybrid Log-Gamma)方式と、Dolby社の提案に基づくPQ(Perceptual Quantization)方式を併記した新勧告案が合意され、ITU-R勧告BT.2100として成立した。また、有線通信部門ITU-TのSG9(ケーブルテレビ)では、4K/8Kのケーブル伝送方式である複数搬送波方式の3つの勧告(J.94、J.183、J.288)の記載を明確化するために入力した補助文書が採択された。

MPEG(Moving Picture Experts Group)では、現行の4K・

8Kスーパーハイビジョン衛星放送の符号化方式であるHEVC(High Efficiency Video Coding)方式の符号化効率を30%改善するための次世代符号化方式の規格化グループに参加し、最終規格案発行の目標を2020年10月とするスケジュールを立案した。また、メディアトランスポート方式の(一社)電波産業会(ARIB)標準規格(ARIB STD-B60)をもとにした、MMT(MPEG Media Transport)実装ガイドライン(ISO/IEC TR 23008-13)に、MMTパケットと解析ツールを添付した原案を発行した。一方、22.2ch音響を含む3次元音響の音声符号化方式であるMPEG-H 3D Audioについては、規格発行に伴う最終的な性能検証試験を実施し、デコーダーの回路規模と音質とのバランスがとれたLC(Low Complexity)プロファイルを規定するMPEG-H 3DA第2版を発行した。MPEG-4 AAC(Advanced Audio Coding)では、ARIB標準規格STD-B32規定の22.2ch用ダウンミックス法、ならびに22.2ch用の新プロファイル・レベルを規定する追補を規格化した。また、新たな立体映像符号化に関する標準化に向けて、FTV(Free-viewpoint Television)アドホックグループへ、インテグラル立体像の要素画像群や2次元配列のカメラアレイで撮影された多視点画像のテストシーケンスを提供し、立体映像符号化技術の規格化推進に貢献した。

SMPT E(Society of Motion Picture and Television

Engineers)では、映像信号の伝送ストリーム上で、高ダイナミックレンジ信号や広色域信号を判別するためのフラグ信号の規定に取り組むとともに、次世代のデジタルインターフェースU-SDI(Ultra-Serial Digital Interface)規格ST2036-4にHDR判別信号を含める改訂作業を進めた。

インドネシア・バリで開催されたアジア・太平洋放送連合(ABU)の技術委員会・総会では、8Kスーパーハイビジョンや人にやさしい放送技術などNHKの最新技術研究を紹介するとともに、プロジェクトマネージャーとして番組制作のためのメタデータ技術や次世代地上放送技術、ハイブリッド放送とOTT技術などのトピックスの議論に参加した。

## ■ 主な標準化機関での活動における役職者

### ■ ITU(国際電気通信連合)

委員会名	役職
ITU-R(国際電気通信連合 無線通信部門)	
SG6(放送業務)	議長

### ■ ABU(アジア・太平洋放送連合)

委員会名	役職
技術委員会	議長

### ■ 総務省 情報通信審議会

委員会名	役職
情報通信技術分科会	
ITU部会	
周波数管理・作業計画委員会	専門委員
電波伝搬委員会	専門委員
衛星・科学業務委員会	専門委員
放送業務委員会	専門委員
陸上無線通信委員会	専門委員

さらに、欧州放送連合(EBU)、国際標準化機構(ISO)、国際電気標準会議(IEC)、米国のテレビ放送方式を策定する標準化団体ATSC(Advanced Television Systems Committee)、オーディオ技術協会(AES)、放送通信連携コンテンツの記述に用いられるHTML5を規定するW3C(World Wide Web Consortium)総会などの国際標準化機関、(一社)電子情報産業協会(JEITA)、(一社)情報通信技術委員会(TTC)などの国内標準化機関にも参加して、標準化を推進した。

### ■ ARIB(電波産業会)

委員会名	役職
技術委員会	
放送国際標準化ワーキンググループ	座長
品質評価法調査研究会	委員長
モニタリング評価法作業班	主任
音声品質評価法作業班	主任
デジタル放送システム開発部会	委員長
多重化作業班	主任
ダウンロード方式TG	リーダー
映像符号化方式作業班	主任
データ符号化方式作業班	主任
高度データ映像(H.264)TG	リーダー
データ放送方式作業班	
アプリケーション制御アドホック	リーダー
データコンテンツ交換方式JTG	リーダー
権利保護作業班	主任
デジタル受信機作業班	
超高精細度TV放送受信機TG	リーダー
衛星デジタル放送作業班	主任
モバイルマルチメディア放送方式作業班	主任
地上デジタル放送伝送路符号化作業班	主任
スタジオ設備開発部会	
スタジオ音声作業班	主任
素材伝送開発部会	
地上無線素材伝送作業班	主任
ミリ波素材伝送TG	リーダー
新周波数対応FPU検討TG	リーダー
普及戦略委員会	
デジタル放送国際普及部会	
デジタル放送普及活動作業班(DIBEG)	
新採用国対応タスクフォース	主任
規格会議	
小電力無線局作業班	
ラジオマイクWG	
新デジタル伝送方式検討TG	リーダー

### ■ TTC(情報通信技術委員会)

委員会名	役職
マルチメディア応用専門委員会	
IPTV-SWG	リーダー

## 7.1.2 海外の研究機関等との連携

ヨーロッパ放送連合 (EBU: European Broadcasting Union) の技術委員会傘下の技術検討グループに参加している。Beyond HDグループでは、UHDTVの普及・導入のための検討を行っており、HDR番組制作の運用ガイドライン、UHDTV用の広色域ディスプレイやカメラの要件などの議論に参加するとともに、日本の4K・8K衛星放送の情報を提供した。VRグループでは、EBU主催の研究所会合BTF (Broadcast Technologies Future) でのVRへの取り組みに関する調査を行い、技研からも情報を提供した。また、調査結果から、公共放送事業者によるVRサービスのあり方や取り組みについてレポートとしてまとめた。

IPを利用した番組制作システムの研究のため、BBC R&Dへ研究員を派遣し、BBCが開発した試作システムを用いた研究開発を行った。また、BBC R&Dが中心となって機器の制御方式の標準化を行うAMWA NMI (Advanced Media Workflow Association Networked Media Incubator) に参加し、放送局が必要とする制御機能の議論や、開発した伝送フォーマット変換装置のデモを行った。

AMWAとEBUのジョイントタスクフォースの中で、将来の柔

軟なコンテンツ制作基盤の仕組みとしてFIMS (Framework for Interoperable Media Services) の規格化が進んでいる。このFIMSの次期バージョンでの規格化対象に、メディア解析技術を利用したメタデータ制作支援機能が含まれたため、12月より本活動に参加を開始した。

三次元音響用の音声符号化規格であるMPEG-H 3D Audioが2015年に完成した。これを受け、技研は独フラウンホーファー集積回路研究所と連携して次世代地上放送を視野に入れた22.2ch音響用のコーデックを開発し、放送品質を満たすビットレートを導出し、学会報告した。

2006年6月にブラジルが日本の地上デジタル放送方式であるISDB-Tを基礎とする地上デジタル放送方式を採用したことを契機に、官民が協力してISDB-Tの国際普及活動を積極的に推進してきた。その成果として、ISDB-Tは海外18か国で採用された。(一社)電波産業会 (ARIB) のデジタル放送普及活動作業班 (DiBEG) や新採用国対応タスクフォースに出席し、日本方式の国際普及に寄与した。

## 7.1.3 共同研究、研究相互協力、連携大学院

2016年度には、システム開発から材料、基礎分野に至るまで総数21件の共同研究および34件の研究相互協力を実施した。

また、8つの大学 (千葉大学、電気通信大学、東京工業大学、東京電機大学、東京理科大学、東邦大学、東北大学、早稲田大

学) と教育研究に対する連携・協力などを目的とした連携大学院の協定を結び、非常勤講師の派遣、実習生の受け入れなどを行った。

## 7.1.4 滞在研究員、実習生の受け入れ、研究者の海外派遣

関係各国との情報交換と相互の放送技術発展のため、イギリスBBCから1名の滞在研究員を受け入れた。また、ABU加盟機関からの若手研究者の受け入れプログラムに基づき、ベトナムから1名の研究者を受け入れた (表1)。

大学等からの要請により、卒業論文や修士論文作成のための

実習生を8校 (早稲田大学、東京理科大学、電気通信大学、東海大学、長岡技術科学大学、東京都市大学、東京電機大学、東京大学) から18名受け入れ、指導を行った。

海外における研究のため、アメリカ、イギリス、スペインに研究員5名を派遣した (表2)。

表1 研究者受入内容

種類	期間	研究テーマ
滞在研究員	2017/2/1 ~	8K映像に適した高効率符号化技術の研究
ABU滞在研究員	2016/1/28 ~ 2016/5/31	スーパーハイビジョン撮像システムの研究

表2 研究者の海外派遣

派遣先	期間	研究テーマ
アメリカ カーネギーメロン大学	2016/1/9 ~ 2017/1/1	情報セキュリティーの研究
イギリス BBC	2016/1/19 ~ 2016/7/16	通信ネットワーク技術を用いた番組制作システムの調査・研究
スペイン バレンシア工科大学	2016/10/1 ~ 2017/3/31	次世代地上放送技術の研究
スペイン ポンベウ・ファブラ大学	2016/11/7 ~	次世代映像符号化技術の研究
アメリカ カリフォルニア大学	2017/3/1 ~	AR技術等を応用した新しい映像体験提供の研究



## 7.1.5 委託研究の受託

放送技術関連の研究をより効果的・効率的に推進するために、国および公的機関の研究開発プロジェクトに参加して、研究を実施している。2016年度は、総務省から委託された3件の研究を実施した。

- 超高精細度衛星・地上放送の周波数有効利用技術の研究開発

- 次世代映像素材伝送の実現に向けた高効率周波数利用技術に関する研究開発

➤ 伝送容量可変技術の開発

- 地上テレビジョン放送の高度化技術に関する研究開発

## 7.1.6 委員会、研究アドバイザー、客員研究員

放送技術研究委員会を2回開催し、外部の学識経験者からなる委員の方々からご意見をいただいた。研究アドバイザー会議を

15回開催し、研究アドバイザーの方々からご意見をいただいた。また、7件の研究題目を客員研究員に委嘱し、研究を実施した。

### ■ 放送技術研究委員会委員 (敬称略)2017年3月

◎：委員長 ○：副委員長

氏名	所属
◎相澤 清晴	東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授
伊東 匡	日本電信電話株式会社 情報ネットワーク総合研究所所長
金山 敏彦	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 副理事長
河合 俊明	株式会社TBSテレビ 常務取締役 技師長
小池 康博	慶應義塾大学 理工学部 教授
小林 哲則	早稲田大学理工学術院 基幹理工学部 教授
鈴木 陽一	東北大学 電気通信研究所 教授
高田 潤一	東京工業大学 環境・社会理工学 教授
高原 淳	九州大学 先端物質化学研究所 所長
○富田二三彦	国立研究開発法人 情報通信研究機構 理事
中島 康之	株式会社KDDI 総合研究所 代表取締役所長
中田 安優	株式会社フジテレビジョン 常務取締役
久恒 達宏	総務省 情報流通行政局 放送技術課長
松田 一郎	東京理科大学 理工学部電気電子情報工学科 教授
村田 正幸	大阪大学大学院 情報科学研究科 教授

### ■ 研究アドバイザー (敬称略)2017年3月

氏名	所属
安藤 真	東京工業大学 副学長・理事
伊東 晋	東京理科大学 理工学部 教授
伊丹 誠	東京理科大学 基礎工学部 教授
伊福部 達	東京大学 名誉教授(高齢社会総合研究機構 特任研究員)
今井 秀樹	東京大学 名誉教授
内田 龍男	仙台高等専門学校 特命教授
大賀 壽郎	芝浦工業大学 名誉教授
大槻 知明	慶應義塾大学 理工学部 教授
甲藤 二郎	早稲田大学 理工学術院 基幹理工学部 教授
川田 善正	静岡大学 工学部 教授
塩入 諭	東北大学 電気通信研究所 教授
染谷 隆夫	東京大学 工学系研究科 教授
高畑 文雄	早稲田大学 理工学術院 基幹理工学部 教授
徳丸 克己	筑波大学 名誉教授
羽鳥 光俊	東京大学 名誉教授
浜本 隆之	東京理科大学 工学部 教授
原島 博	東京大学 名誉教授
板東 武彦	新潟大学 名誉教授
三好 正人	金沢大学 理工学域研究域 電子情報学系 教授

### ■ 客員研究員 (敬称略)2017年3月

氏名	所属
飯田 一博	千葉工業大学 教授
巖淵 守	東京大学 先端科学技術研究センター 准教授
中田 時夫	東京理科大学 研究推進機構 総合研究院 太陽光発電技術研究部門 嘱託教授
平栗 健史	日本工業大学 電気電子工学科 教授
府川 和彦	東京工業大学 工学院 教授
藤井 俊彰	名古屋大学 大学院工学研究科 教授
渡辺 哲也	新潟大学 工学部 福祉人間工学科 准教授

## 7.2 研究成果の公開

### 7.2.1 技研公開

2016年の技研公開は、技研が描く放送・サービスの未来像を、来場者にわかりやすくお伝えすることをコンセプトに、試験放送開始直前のスーパーハイビジョン、インターネットを活用した放送技術、立体テレビを実現する技術、人と社会をつなぐコンテンツ制作技術「スマートプロダクション」、「立体テレビ」、「次世代デバイス」など最新の研究成果27項目、およびポスター13項目、体験型4項目を展示し、開催期間中延べ20,371人の方々に来場いただいた。エントランスでは130型相当の「シート型大画面8Kディスプレイ」で、パネル厚1mmの画面に映る8K映像をご覧いただくなど、コンセプトに沿った4つのコーナーで各研究が目指す未来像を展示した。この他、日常生活のさまざまな場面にあわせてコンテンツや情報をお届けするインターネット活用技術や、品質が向上した立体テレビなども展示した。講堂では、技研の8Kに続く研究に焦点を当てた講演の他、放送とネット動画、次世代の地上放送、ネット活用技術、インテグラル立体に関する特別発表、研究発表を行った。

#### 公開実施日程

- 5月24日(火) オープニングセレモニー
- 5月25日(水) 招待内覧会
- 5月26日(木)～29日(日) 一般公開



エントランスの様子

シート型8Kディスプレイ

■ 講演		
タイトル	講師	
映像×メディア×技術の進展による放送への期待	相澤 清晴	東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授
■ 特別発表		
タイトル	発表者	
テレビとネット動画、人々はどう使い分けているか～画像利用の実態と今後～	重森 万紀	NHK放送文化研究所 世論調査部長
■ 研究発表		
タイトル	発表者	
次世代地上放送の実現に向けた研究開発	中村 円香	伝送システム研究部 上級研究員
インターネットを活用した新しいテレビ体験の実現を目指して	山村 千草	ネットサービス基盤研究部
インテグラル立体テレビの研究開発	三浦 雅人	立体映像研究部
■ 研究展示		
A 進化がつづくスーパーハイビジョン	B3 多様な視聴スタイルに適應する動画配信技術	
B インターネット活用技術	C1 映像にメタデータを自動付与する文字列検出技術	
C スマートプロダクション	C2 CG共演用スタジオロボット	
D 立体テレビ	C3 気象警報の手話CG自動制作技術	
A1 8KHDRライブ制作	C4 読解支援情報付きニュースサービス	
A2 8Kスーパーハイビジョンのフルスペック化に向けた技術	C5 立体形状を伝える触覚提示技術	
A3 フル解像度8K単板カメラシステム	C6 スポーツグラフィックスのための空間情報取得技術	
A4 アーカイブ用ホログラムメモリー	D1 インテグラル立体テレビ	
A5 3次元音響制作装置	D2 将来の立体表示用デバイス技術	
A6 スーパーハイビジョン衛星放送のケーブルテレビ再放送技術	E1 次世代イメージセンサー技術	
A7 超解像技術による8K・4K映像符号化システム	E2 シート型ディスプレイの要素技術	
A8 次世代地上放送システム	E3 高速記録を目指す磁性細線メモリー	
A9 MMTによる8Kスーパーハイビジョン伝送技術	F1 NHK技術の活用と実用化開発の紹介	
A10 8KスーパーハイビジョンFPU	F2 スマホ向け放送同時配信サービス	
B1 インターネットでひろがる新しい“テレビ”体験を実現する技術	F3 いよいよ始まるスーパーハイビジョン放送	
B2 ライブスポーツ番組におけるハイブリッドキャストの活用	F4 IEEEマイルストーン認定を受けたNHKの技術	

## ■ ポスター展示

A-P1	超臨場感メーター	D-P2	光偏向デバイス
A-P2	次世代映像符号化技術	E-P1	光電変換膜積層型固体撮像デバイス
A-P3	8Kスーパーハイビジョン映像への超解像技術	E-P2	有機撮像デバイス
B-P1	プライバシー保護用暗号技術	E-P3	塗布型酸化物トランジスター
B-P2	タイムシフト視聴環境における番組発見行動	E-P4	逆構造有機ELデバイス
C-P1	手話CG生成、表示技術	E-P5	高画質化と長寿命化を両立するためのパネル駆動技術
D-P1	奥行き圧縮表現技術		

## ■ 体感展示

1	フルスペック8Kスーパーハイビジョンを体感	3	飛び出すテレビ
2	3次元音響の魅力を体感	4	動いてみよう！ インテグラル立体クイズ

## 7.2.2 海外展示

4月に世界最大の放送機器展であるNAB(National Association of Broadcasters) Show 2016において、8Kレーザープロジェクターによる350インチの8Kシアター、フルスペック8Kカメラ、8Kフル解像度小型単板カメラ、8K HDR(High Dynamic Range)ディスプレイ、8K中継車などを展示し、8K試験放送に向けて大きく前進していることをアピールしたほか、その先のフルスペック8Kスーパーハイビジョンに向けた研究成果を展示した。期間中、NAB Showには世界各国から約10万3千人が来場した。

8月にはリオデジャネイロ・オリンピックが開催され、ブラ

ジルの放送局であるTV Globoと共同で、8K地上波伝送デモと8Kパブリックビューイングを実施した。合わせて約3万人の方に、オリンピックの模様を8Kの高い臨場感で体感いただいた。

9月には欧州最大の放送機器展IBC2016 (International Broadcasting Convention 2016)にて、4Kパネルを4枚並べた8Kシート型ディスプレイや8K HDRディスプレイを展示し、リオデジャネイロ・オリンピックの模様をご覧いただいた。そのほか、手話CGや音声ガイド、8K OLEDディスプレイを用いたインテグラル立体テレビを展示し、多くの方にご覧いただいた。IBCには約5万6千人が来場した。

## ■ 海外展示 3件

イベント名	日程	展示項目
NAB Show 2016(アメリカ・ラスベガス)	4/18～4/21	8Kレーザープロジェクター、フルスペック8Kカメラ、8Kフル解像度小型単板カメラ、8K HDR LCD、8K中継車
リオデジャネイロ・オリンピック(ブラジル・リオデジャネイロ)	8/5～8/21	地上波伝送デモ、8Kパブリックビューイング(ライブ含む)
IBC2016(オランダ・アムステルダム)	9/9～9/13	8Kシート型ディスプレイ、8K HDR LCD、手話CG、音声ガイド、インテグラル立体テレビ

## 7.2.3 国内展示

全国各地のNHKが主催するイベントや各種展示会において、年間を通じて当所が研究開発した最新の放送技術を紹介した。また、リオデジャネイロオリンピックの期間中、技研講堂などで8Kスーパーハイビジョン(SHV)のパブリックビューイング

を開催し、臨場感ある競技の模様を多くの方々にご覧いただいた。さらに、衛星での試験放送を開始したSHVを周知するため、関係する学会会場などで公開受信を実施した。

## ■ 国内展示 24件

イベント名(主なもの)	日程	展示項目
渋谷DEども	5/3～5/5	8Kスーパーハイビジョン(SHV)
リオデジャネイロオリンピック 8Kパブリックビューイング	8/6～8/22	8KSHV
NHK防災パーク2016	8/27～8/28	手話CG生成技術、読解支援技術
CEATEC JAPAN 2016	10/4～10/7	シート型ディスプレイ、SHVケーブル伝送技術
デジタルコンテンツEXPO 2016	10/27～10/30	8K Time into Space、リアルタイム物体追跡
大阪放送局 会館公開「BKワンダーランド」	10/29～10/30	さわれるテレビ
InterBEE 2016	11/16～11/18	Augmented TV、リアルタイム物体追跡、MMT多チャンネル伝送
NHKサイエンススタジアム2016	12/3～12/4	読解支援技術、インテグラル立体クイズ
IDW/AD'16	12/7～12/9	SHV衛星試験放送
紅白歌合戦 8Kパブリックビューイング	12/31	8KSHV

## 7.2.4 学会などへの発表

(一社)映像情報メディア学会、(一社)電子情報通信学会などの国内学会で研究成果を多数発表したほか、IEEE Transactions、Journal of Physical Chemistry C、Journal of the Society for Information Displayなどの海外学会誌に論文が採録された。

国内学会誌	56件
海外学会誌	26件
国内学会・研究会など	231件
海外学会・国際会議など	153件
一般雑誌などへの寄稿	54件
部外への講師派遣	72件
合計	592件

## 7.2.5 報道発表

当所の研究成果を中心に、10件の報道発表を行った。

年月日	発表内容
2016.4.7	「技研公開2016」の開催について
4.7	世界の放送技術をリードした“ハイビジョン”と“緊急警報放送”が「IEEEマイルストーン」に認定
5.24	フレキシブルディスプレイ用有機ELデバイス 酸化に強く・長寿命・省電力のOLED開発に成功
5.24	8Kスーパーハイビジョンアーカイブ用ホログラムメモリードライブを開発
5.24	8KスーパーハイビジョンFPUを開発
5.24	4K・8Kスーパーハイビジョンのケーブルテレビ再放送実現に向けて伝送方式の共同評価を開始
5.24	8Kスーパーハイビジョンの10Gbps級光インターネット回線多チャンネル伝送実験に成功
9.29	4K・8Kスーパーハイビジョンケーブルテレビ用小型受信装置を開発
10.6	NHKがエミー賞の技術部門賞を受賞！
2.20	気象情報手話CG評価サイトを開設

## 7.2.6 視察、見学、取材への対応

8Kスーパーハイビジョンやインテグラル立体テレビなど研究開発成果の周知広報のため、放送関係者、大学・学術機関関係者、美術関係者等、幅広い分野の方々に技研を見学していただいた。また、EBU (European Broadcasting Union) やIBC (International Broadcasting Convention) など、規格化や国

際展示会に関する要人、世界各国の放送事業者など、海外から多くの関係者が当所を訪れた。

視察、見学	81件(うち、海外 31件) 1,649人(うち、海外 214人)
取材	14件

## 7.2.7 機関誌

当所の研究活動と研究成果を国内外に周知する機関誌などを、次のとおり発行した。

NHK技研R&Dは、「有線伝送技術」、「人間科学に基づいた映像評価技術」「大容量・高速ストレージ技術」などを特集した。

海外向けのBroadcast Technologyでは、「映像符号化技術の標準化動向」、「MPEG-DASHとハイブリッドキャスト」、「生体情報を用いた映像評価技術」など、最新の研究内容や動向を紹介した。

### ■国内向け刊行物

技研だより(和文、月刊)	No.133 ~ No.144
NHK技研R&D(和文、隔月刊)	No.157 ~ No.162
研究年報(和文、年刊)	2015年度版

### ■海外向け刊行物

Broadcast Technology(英文、季刊)	No.64 ~ No.67
ANNUAL REPORT(英文、年刊)	2015年度版



## 7.2.8 ホームページ

当所の概要、研究内容、技研公開などのイベント情報、報道発表資料、機関誌などを一般公開ホームページで紹介した。また、より多くの方に閲覧していただくことを目的として、スマートフォン向けサイトの充実を図った。さらに、技研への理解促進に向け、概要ページから、最新の技研パンフレットをダウンロードできるようにした。



## 7.3 研究成果の活用

### 7.3.1 番組協力

研究開発成果は、さまざまな番組で利用されている。ゴルフやトライアスロンなどのスポーツ中継では、ミリ波帯の電波を使用してハイビジョン映像を高画質・低遅延に伝送できる「ミリ波モバイルカメラシステム」が活躍したほか、自然科学番組では「ウルトラハイスピードカメラ」が放電加工の仕組みや弦楽器の

弦の振動など人間の眼では捉えられない現象の撮影を行った。そのほか、スーパーハイビジョンの試験放送が開始されたことに伴い、22.2ch音響制作を支援する3次元付加音響装置やラウドネスメータなどが活用された。2016年に実施した番組協力は28件であった。

### 7.3.2 特許

デジタル放送や高効率映像符号化規格の必須特許を合理的な条件で一括ライセンスする「パテントプール」への参加を通じて、NHK保有特許の利用促進を図り、放送の円滑な普及に寄与した。NHKの知的財産を適正に管理する観点から、引き続き研究開発成果の権利化を推進した。技術移転可能なNHK保有技術

をまとめた「技術カタログ」を充実させるとともに、「技研公開2016」、「CEATEC JAPAN 2016」、「テクニカルショウヨコハマ2017」、「第46回NHK番組技術展」、さらには地方自治体等と連携したイベントにおいて、NHK保有技術を利用する仕組みを積極的にPRすることで、技術移転契約に結び付けた。

#### ■ 特許

##### 特許などの出願状況

区分		新規出願数	年度末件数
国内出願	特許	322	1,259
	実用新案	0	0
	意匠	0	0
海外出願		29	111
合計		351	1,370

##### 特許権などの保有状況

区分		新規取得数	年度末保有数
国内	特許	254	1,757
	実用新案	0	0
	意匠	0	1
海外		9	149
合計		263	1,907

##### 特許権などの実施許諾状況

(NHK総数)

区分		新規許諾数	年度末件数
契約件数		16	287
許諾権利数		38	486
(内訳) 特許権		24	255
ノウハウ		14	231

##### 技術協力

(NHK総数)

区分		件数
技術協力		20
受託研究		3

## 7.3.3 受賞、学位取得

2016年度は、IEEEマイルストーン、プライムタイム・エミー賞、電波功績賞、高柳健次郎業績賞など47件を受賞した。2016年度は、新たに4人が学位を取得した。2016年度末の学位保有者は、87人となった。

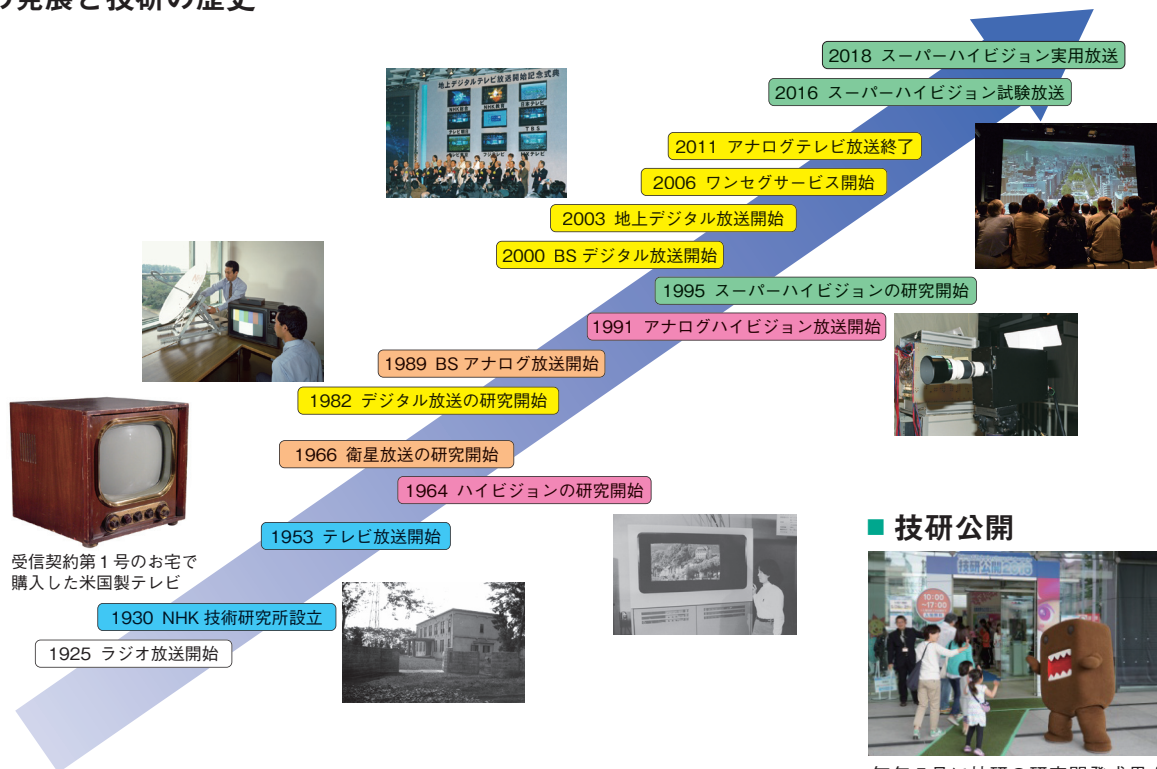
受賞者	賞の名称	授賞者	業績名・受賞事由	受賞・表彰日
NHK	IEEE マイルストーン	IEEE	「ハイビジョン」視聴者に高い臨場感をもたらす、高解像度かつ横長画面のハイビジョン放送システムに関する長年にわたる研究開発	2016.4.7
NHK	IEEE マイルストーン	IEEE	「緊急警報放送」世界初となった1985年の緊急警報放送開始と、その実現に向けた長年にわたる研究開発	2016.4.7
北村和也 安江俊夫	市村学術賞 貢献賞	公益財団法人 新技術開発財団	「フルスペック8Kスーパーハイビジョンイメージセンサの開発」	2016.4.25
WISDOM X 及び DISAANA開発グループ(後藤淳)	優秀賞	国立研究開発法人 情報通信研究機構	WISDOM X 及び DISAANAの開発と一般公開	2016.5.11
大出訓史	日本ITU協会賞 国際活動奨励賞(功績賞対象分野)	一般財団法人 日本ITU協会	ITU-R SG6における音響関連勧告の策定や改訂への貢献	2016.5.17
新採用国対応タスクフォース(岡野正寛)	日本ITU協会賞 国際活動奨励賞(国際協力賞分野)	一般財団法人 日本ITU協会	ISDB-T採用国に対する技術セミナーの実施や技術規格の策定支援を通じて各国の放送分野の発展に寄与	2016.5.17
石井啓二	Presidential Citation	Society for Information Display(SID)	国際会議IDW'15 (International Display Workshops 2015)への実行委員長としての貢献	2016.5.24
川喜田裕之 中川俊夫 佐藤誠(東工大)	技術振興賞 コンテンツ技術賞	一般社団法人 映像情報メディア学会	「NHKサイエンススタジアム」イベントにおける「ダイオウイカAR」などAugmented TVコンテンツ	2016.5.27
三橋政次(技術局) 北村和也 島本洋崎山剛 根本和彦(放送技術局) 小栗裕二(放送技術局) 佐藤良一(日立国際電気) 有賀秀明(池上通信機)	映像情報メディア未来賞 次世代テレビ技術賞	一般社団法人 映像情報メディア学会	実用的な8K単板カメラシステムの開発	2016.5.27
本村玄一 中嶋宜樹 武井達哉 都築俊満 深川弘彦 中田充 辻博史 清水貴央 藤崎好英 山本敏裕 森井克行(株式会社日本触媒) 長谷川宗弘(株式会社日本触媒)	丹羽高柳賞 論文賞	一般社団法人 映像情報メディア学会	A Flexible Display Driven by Oxide-Thin-Film Transistors and Using Inverted Organic Light-Emitting Diodes	2016.5.27
町田賢司 菊池宏 久我淳 青島賢一 船橋信彦 加藤大典 金城秀和 麻生慎太郎	映像情報メディア未来賞 フロンティア賞	一般社団法人 映像情報メディア学会	電子ホログラフィー用スピン注入型空間光変調器の研究	2016.5.27
杉本岳大 中山靖茂 小森智康 渡辺馨 大出訓史 知念徹(ソニー株式会社) 梶中光行(ソニー株式会社) 辻実(ソニー株式会社) 本間弘幸(ソニー株式会社)	日本音響学会 技術開発賞	一般社団法人 日本音響学会	「MPEG-4 AACを用いた22.2ch音声符号化・複合装置の開発」 22.2ch音声符号化規格の整備とMPEG-4 AAC符号化装置の開発	2016.5.28
遠藤大礎	IEEE BMSB 2016 Best Paper Award	IEEE	Cross-Media Platform for the Unification of Broadcast and Broadband Program-Viewing Environments	2016.6.3
鈴木陽一 小島政明 亀井雅 長坂正史 中澤進 田中祥次	衛星通信研究賞	一般社団法人 電子情報通信学会	NHK技研公開2015における8Kスーパーハイビジョン衛星放送実験	2016.6.3
小野一穂	AES Fellowship Award	AES (Audio Engineering Society)	高品質プロ用マイクロホンの開発に対する顕著な貢献	2016.6.4
長畑明(専修大学) 原澤賢充 佐藤駿(専修大学) 中沢仁(専修大学) 石金浩史(専修大学)	2015年度学術大会優秀発表賞	日本心理学会	「摂食障害傾向は身体画像の大きさ知覚に影響する」	2016.6.16
原澤賢充 小峯一晃	2015年度学術大会優秀発表賞	日本心理学会	「広視野への注意の定位が脳活動に与える影響：事象関連電位による研究」	2016.6.16
長坂正史 田中祥次 高田政幸(メディア企画室) 佐伯顕真(技術局)	電波功績賞 総務大臣表彰	一般社団法人 電波産業会	12GHz帯衛星放送の右旋左旋円偏波共用受信システムの実用化	2016.6.27
池谷健佑 加納正規 三科智之	放送文化基金賞	公益財団法人放送文化基金	多視点ロボットカメラによる「ぐるっとビジョン」を用いた新しい映像表現技術の開発	2016.7.5
西村敏	技術開発賞	一般社団法人 日本映画テレビ技術協会	ハイブリットキャスト対応 MPEG-DASH動画視聴プレーヤーの開発	2016.8.1
藤拓也	鈴木記念奨励賞	一般社団法人 映像情報メディア学会	次世代地上放送の伝送方式	2016.9.1
原一宏	鈴木記念奨励賞	一般社団法人 映像情報メディア学会	3D-HEVCを用いたインテグラル立体像の符号化画質に関する一検討	2016.9.1
奥田光伸	鈴木記念奨励賞	一般社団法人 映像情報メディア学会	磁性細線における磁区形成・駆動・検出	2016.9.1
宮崎太郎 熊野正 今井篤	情報科学技術フォーラム奨励賞	情報処理学会・電子情報通信学会	国籍情報を用いた人名の音訳	2016.9.9
小川一人	IWSEC2016 Contribution Award	情報処理学会	IWSEC2016におけるプログラム委員長としての貢献	2016.9.13
田中英輝	東京都功労者表彰	東京都	東京都功労者表彰	2016.10.3
中田充 辻博史 藤崎好英 武井達哉 本村玄一 深川弘彦 都築俊満 清水貴央 山本敏裕 中嶋宜樹 清水直樹(NHKエンジニアリングシステム)	Technical Committee Prize Paper Award (Third prize)	IEEE Industry Applications Society 2015	Oxide Thin-Film Transistor Technology for Flexible Organic Light-Emitting Diode Displays	2016.10.3
岩崎有希子	11th ICEL Best Poster Award	ICEL Organizing Committee	Observation of clear differences in PHOLED performances using similar TADF materials as phosphorescent host	2016.10.4
西村敏	経済産業大臣賞(日本映画テレビ技術大賞)	一般社団法人日本映画テレビ技術協会	ハイブリットキャスト対応 MPEG-DASH動画視聴プレーヤーの開発	2016.10.6
小泉雄貴 田中祥次 斎藤恭一 小島政明 鈴木陽一	JC-SAT2016 BEST PAPER AWARD	電子情報通信学会	A study on 64APSK Coded Modulation	2016.10.13
比留間伸行(NHKエンジニアリングシステム) 東真希子 内田翼 梅田修一 宮崎太郎 加藤直人	ABU 2016 優秀論文賞	ABU	手話CGの研究	2016.10.21

NHK 放送技術研究所	プライムタイム・エミー賞 フィロ・ファ ーズワース賞	The Academy of Television Arts & Sciences	数十年にわたる、日本および世界の放送技術の可能性を広 げる先駆的な技術開発への取り組み	2016.10.26
大亦寿之 MIT Media Lab	Innovative Technologies 2016	経済産業省	8K Time into Space	2016.10.27
小野一穂 杉本岳大 安藤彰男(富山大学) 今永敬嗣(三研マイクロホン株式会社) 千葉裕(三研マイクロホン株式会社) 石井武志(三研マイクロホン株式会社)	関東地方発明表彰発明奨励賞	公益社団法人発明協会	背面感度抑圧型狭指向性マイクロホン	2016.11.10
薄井武順	Best Paper Award	International Display Workshop	有機ELディスプレイの適応的時間アパーチャー制御に関 する研究発表	2016.12.9
加藤大一郎 (NHKエンジニアリングシ ステム) 山内結子 ミツ峰秀樹 武藤一利	SI2016優秀講演賞	公益社団法人計測自動制御学会	「ハンディカメラでパーチャル表現を可能にするハイブリ ッドセンサーの開発」の講演	2016.12.18
岡市直人	優秀研究発表賞	映像情報メディア学会	「複数の直視型ディスプレイパネルを用いたインテグラル 立体表示」の研究発表	2016.12.21
片野祐太郎 室井哲彦 木下延博 石井紀彦	IEEE ICCE 2017 Third Place Best Paper	IEEE ICCE (IEEE International Conference On Consumer Electronics)	Prototype Holographic Drive with Wavefront Compensation for Playback of 8K Video Data	2017.1.9
島本洋	高柳健次郎業績賞	公益財団法人高柳健次郎財団	8Kスーパーハイビジョン用イメージセンサの開発	2017.1.20
正岡顕一郎	2017 Special Recognition Award	Society for Information Display (SID)	広色域ディスプレイと色域計算基準の研究・開発	2017.1.20
長坂正史	研究奨励賞	映像情報メディア学会放送技術研究委 員会	2016年度登壇回数3回	2017.2.24
川本潤一郎	研究奨励賞	映像情報メディア学会放送技術研究委 員会	IP伝送における誤り訂正符号の研究	2017.2.24
古崎晃司(大阪大学) 浦川真 小野寺トモ(インフィニート・ラボ) 増田社志(大阪大学) 加藤文彦(国立情報学研究所) 川崎照文(A'ワーク創造館)	アーバンデータチャレンジ2016 アクティビティ部門・銀賞	一般社団法人 社会基盤情報流通推進 協議会	AfterFiver開発Team	2017.2.25
佐々木久幸 岡市直人 渡邊隼人 河北真宏 三科智之	電子情報通信学会 画像工学研究会 IE賞	電子情報通信学会画像工学研究専門委 員会	直視型インテグラル立体表示の色モアレ低減技術	2017.2.27
後藤功雄 田中英輝	言語処理学会第23回年次大会 最優秀賞	言語処理学会	ニューラル機械翻訳での訳抜けした内容の検出	2017.3.16
田高礼子 清山信正 世木寛之(成蹊大学) 都木徹(NHKエンジニアリングシステム) 植松裕子(セコム) 斎藤英雄(慶応大学) 小沢慎治(慶応大学)	第32回電気通信普及財団賞 テレコムシステム技術賞 奨励賞	公益財団法人電気通信普及財団	気象通報自動読み上げの研究	2017.3.24
加藤直人	電子情報通信学会 功績賞	電子情報通信学会	I-Scover普及推進に関する長年の貢献	2017.3.24

# 放送技術研究所の概要

NHK放送技術研究所は、放送技術分野を専門とするわが国唯一の研究機関として、また、公共放送NHKの一員として、放送技術の研究開発の立場から豊かな放送文化を築く役割を担っています。

## ■ 放送の発展と技研の歴史



## ■ 技研公開



毎年5月に技研の研究開発成果をわかりやすくご紹介する技研公開を実施

## ■ 数字でみる技研

設立	1930年6月	技術研究所
	1930年6月～1965年1月	総合技術研究所、放送科学基礎研究所
	1965年1月～1984年7月	放送技術研究所
	1984年7月～現在	
職員数	257名	(うち研究者数 229名)
学位保有者	87名	
特許権保有数 (NHK 総数)	国内 1,758件 外国 149件	

(2017年3月末現在)

## ■ 現在の研究棟



落成 2002年3月  
 高層棟：地上14階、地下2階  
 中層棟：地上6階、地下2階  
 延床面積 約46,000m<sup>2</sup>  
 うち技研部分 約16,000m<sup>2</sup>  
 総敷地面積 約33,000m<sup>2</sup>

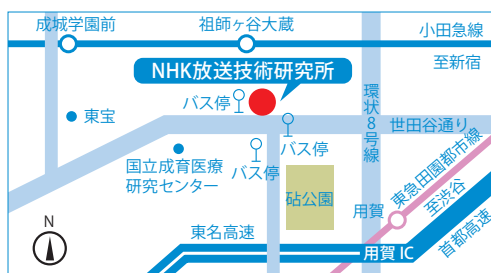
## ■ 技研の組織

所長	黒田 徹	研究主幹	山本 真
		研究主幹	斉藤知弘
副所長	三谷公二		
			部長
研究企画部	研究企画・管理、広報、国際対応、外部連携など		今井 亨
特許部	特許出願・管理・活用、技術移転など		岡本 朋子
ネットサービス基盤研究部	放送・通信連携技術、ハイブリッドキャスト、セキュリティ、動画配信技術、映像解析技術など		中川 俊夫
伝送システム研究部	衛星・地上伝送技術、ミリ波や光による8K素材伝送技術、多重化技術、IP伝送技術など		中原 俊二
テレビ方式研究部	8K番組制作機器、効率的の伝送に向けた映像符号化、高臨場感音響システムなど		池田 哲臣
ヒューマンインターフェース研究部	音声認識、やさしい日本語、手話CGなど高度な言語処理、触・力覚による情報伝達など		岩城 正和
立体映像研究部	IP立体など空間再生立体映像システム技術、立体表示デバイス技術、認知科学技術など		菊池 宏
新機能デバイス研究部	超多画素・高感度撮像デバイス、大容量・高速記録技術、シート型ディスプレイ技術など		林 直人
総務部	人事、労務、経理、局舎管理など		山影 泰輔

(2017年3月末現在)



## 放送技術研究所へのアクセス



### 交通

#### ■小田急線成城学園前駅南口から

【小田急バス / 東急バス】

・渋 24 渋谷駅行

【東急バス】

・等 12 等々力操車所行

・用 06 用賀駅行(平日のみ)

・都立 01 都立大学駅北口行

#### ■東急田園都市線用賀駅から

【東急バス】

・等 12 成城学園前駅行

・用 06 成城学園前駅行(平日のみ)

いずれもバス停「NHK 技術研究所」で下車

### ■ 編集 ・ 発行 ■

日本放送協会 放送技術研究所  
〒157-8510 東京都世田谷区砧 1-10-11  
Tel : 03-3465-1111 (NHK代表)  
<http://www.nhk.or.jp/str/>

# 研究年報

NHK  
Science & Technology  
Research Laboratories

# 2016

日本放送協会 放送技術研究所  
2017年5月発行

あなたの声と受信料で  
公共放送

