

### ■トピックス

- ・機械翻訳サミット2019
- ・CEATEC 2019でのNHK技術の紹介

### ■NESニュース

- ・東京工業高等専門学校からインターンシップの受け入れ
- ・NES友の会講演会(12月9日開催)のお知らせ

### ■テクノコーナー

- ・360度VR映像のその先へ 第1回

### ・映像音声品質の評価技術

- (第1回)
- ・フルスペック8K SHV制作システム
- ・きぬ太とネネの技術ノート 第16回

### ■NHK R&D紹介

- ・地上波でもスーパーハイビジョン放送を

### ■公開されたNHKの発明考案

- NHK技研最新刊行物

## トピックス

# 機械翻訳サミット2019

## ——動向調査報告

### はじめに

機械翻訳サミット (Machine Translation Summit : MT Summit) は機械翻訳に特化した隔年開催の国際会議で、1989年の第1回の箱根開催から数えて今回は17回目となりました。機械翻訳サミットは長尾真元京都大学総長らにより設立され、翻訳の最新技術だけでなく、システムの利用技術、ユーザーの使用事例など、機械翻訳に関する総合的な情報交換を目的とした国際会議です。初回以来、アジア太平洋、欧州、アメリカの3地域の持ち回りで開催されており、それぞれアジア太平洋機械翻訳協会、ヨーロッパ機械翻訳協会、アメリカ機械翻訳協会が主催します。今回の機械翻訳サミットは、欧州有数の機械翻訳の研究拠点、アイルランドのダブリンシティ大学で8月19日から8月23日の間、ヨーロッパ機械翻訳協会の主催で開催されました(写真1)。近年の深層学習を使った翻訳システムの著しい性能向上を反映して、本会議に290人、チュートリアルに97人、併設ワークショップに188人が登録する過去最大規模の会議となりました。



写真1 ダブリンシティ大学の会場

ワークショップが開催され、8月21日から23日の本会議ではポスターを含めて4トラックで65件の研究が報告されました。報告会場は満員の場合も多く、質疑も活発に行われました(写真2)。



写真2 研究報告風景

本会議の4トラックの分類と報告数(表1)を示します。

表1 各トラックと研究報告数

リサーチ	プロジェクト	ユーザー	翻訳者
27	9	14	15

リサーチ中心の国際会議と比較して、プロジェクト、ユーザー、翻訳者といったトラックが設けられている点にこのサミットの特徴が現れています。以下では印象に残った研究発表を紹介します。

ワークショップ、Human Assisted Translationの中ではイギリスのシェフィールド大学のLucia Specia教授の機械翻訳結果の自動評価、自動後編集に関する招待講演が注目されます。現在、機械翻訳の自動評価技術、自動後編集技術が盛んに研究されています。それぞれ機械翻訳の実用上必須となる技術で、翻訳の研究そのものと並

### 機械翻訳サミット2019の動向

8月19日と20日には4件のチュートリアルと9件のワー

行して古くから研究されてきました。機械翻訳は規則方式、統計翻訳、ニューラル翻訳と技術が変わり、翻訳品質が改善されてきました。特に近年提案されたニューラル翻訳になって、自然で流ちょうな言語が出力されるようになっていきます。実はこのため、自動評価に必要な誤りの認識、またその自動訂正が以前より難しくなっています。発表では教授らが主催する機械翻訳の評価型ワークショップWMT (Workshop on Machine Translation) の最近の自動評価、自動後編集部門の結果を交えて技術の現状が報告されました。また同ワークショップでは、ネット通販大手のアリババ、eBay、ポルトガルの新興翻訳会社のUnbabelといった機械翻訳のヘビーユーザーが、それぞれの業務の中での自動評価や自動後編集の利用事例を報告しました。

本会議のリサーチトラックではスペインのアラカント大学のOrtegaらの研究が印象に残りました。翻訳現場では翻訳メモリと呼ばれる過去の翻訳用例の蓄積を参照しながら翻訳することが多々あります。特に製品マニュアルや法律などの一部のみ改定されることの多い文書を再翻訳する場合に、翻訳用例は有用です。Ortegaらは機械翻訳システムの入力と翻訳結果を翻訳メモリと照合して、翻訳結果の修正候補を生成する、修正候補を自動後編集システムで修正する、という2段階の修正システムを提案し、英語-ドイツ語の翻訳実験によって、機械翻訳システムの出力が大きく改善されることを示しました。従来からある翻訳メモリの興味深い応用です。

オランダのフローニンゲン大学のTorralbaは人の後編集の特徴の調査を報告し、最優秀論文賞を受賞しました。「機械翻訳結果の後編集と、人の翻訳に違いはあるだろうか?」。この疑問に答えるため、英語、ドイツ語、フランス語、スペイン語、中国語の翻訳者の翻訳と後編集結果を定量的に分析した結果、後編集結果は翻訳者の翻訳に比べて、使用単語の種類が少ない、文長が原文に近い、品詞の並びが原文に近いなどの特徴を見出しました。さらに機械翻訳結果そのものには上記の特徴が後編集結果より顕著に現れていました。実は上記の特徴は、人が翻訳するとき一般に起こる現象と言われています。そこで、上記の特徴が機械翻訳、後編集、人の翻訳の順に顕著だった理由を「機械翻訳には上記の人の翻訳の特徴が強く現れ、後編集者はそれらを完全に消すのではなく軽減するよう編集するための」と推論しています。後編集と人の翻訳の違いを機械翻訳の特徴から説明した新しい知見です。さらに多くの言語や分野での検証が待たれます。

本会議のプロジェクトトラックでは全部で9件の報告があり、うち8件はEU (欧州連合) あるいは、その実行機関EC (欧州委員会) の資金を使ったプロジェクト報告でした。EUでは行政文書を24言語で作成しなければならず、日々膨大な文書を翻訳しています。この翻訳作業の

効率化を目的に、Connecting Europe Facilityなどの公的資金を通じて機械翻訳システム関連の研究開発が進められています。プロジェクトトラックでは、このような資金で進められたプロジェクト、具体的には、翻訳システムの開発 (iADAATPTAプロジェクト、INTERACTプロジェクト、GoURMETプロジェクト)、翻訳メモリの開発 (NEC TM DATAプロジェクト)、自動後編集と評価システムの開発 (APE\_QUESTプロジェクト)、言語資源の収集 (PRINCIPLEプロジェクト、ParaCrawlプロジェクト)、ミドルウェアの開発 (MICEプロジェクト) が報告されました。行政文書の翻訳が大きな課題になるのは欧州の特徴の一つと言えます。

### おわりに

冒頭で紹介した3地域の機械翻訳協会には上部組織の国際機械翻訳協会 (IAMT: International Association for Machine Translation) があり、毎回、会議の終了セッションでAward of Honorが贈呈されます。今回は長年の機械翻訳システムの研究開発の貢献に対して、ダブリンシティ大学のAndy Way教授に賞が贈られました (写真3)。

また次回の機械翻訳サミットは2021年にアメリカ機械翻訳協会の主催によりシアトルで開かれることがアナウンスされました。機械翻訳の最新技術、利用状況は急速に変わりつつあり、引き続き当財団でも機械翻訳サミットの動向に注目していきたいと思います。



写真3 IAMT Award of Honor授賞式 (Andy Way教授、左から2人目)

### 謝辞

本動向調査は、国立研究開発法人情報通信研究機構の委託研究の一環で行いました。

(一財) NHKエンジニアリングシステム

システム技術部 上級研究員 田中 英輝

# CEATEC 2019でのNHK技術の紹介

## ——社会還元に向けたNHK知財の周知あっせん活動

10月15日(火)から18日(金)までの4日間、幕張メッセで開催されたCEATEC 2019に、当財団の特許部が出展しました。

今年で20周年というメモリアルイヤーを迎えるCEATECは、これまでの「CEATEC JAPAN」という名称をグローバルに来場者・出展者が集う場として「CEATEC」に改めました。2016年に脱・家電見本市を宣言し、社会を変えていく原動力である「CPS<sup>\*1</sup>/IoTの総合展示会」へと装いを一新し「つながる社会、共創する未来」をテーマに、業界の垣根を越え、IoT・ロボット、人工知能(AI)を活用した新しい製品やサービスが数多く展示されました。

### NHKエンジニアリングシステムの展示

当財団は、NHKの研究開発成果である「特許」、「ノウハウ」、「プログラムの著作物」などの知的財産を、社会のさまざまな分野で役立ててもらうための周知あっせん活動を積極的に展開しています。

CEATECへの出展5年目となる今年は、電子部品やデバイスおよびソフトウェアなどのテクノロジーを展開する「デバイス&テクノロジーエリア」に出展しました。展示ブースを当財団の基本カラーの青色で統一し、積極的にNHKのロゴを使用して、お客さまに展示ブースに立ち寄っていただけると同時に、NHKの技術を紹介しているブースであることをわかっていただけるよう工夫しました。

ブースでは、技術移転が可能なNHKの保有技術の中から、人工知能を活用して生放送番組で自動的に字幕を制作する「音声認識技術」、選手の動きをストロボ写真のように重ねて表現する「マルチモーション」の2つの技術を展示し、それぞれ実機を使っでのデモを実施しました。

音声認識技術については、テレビ局を含めた多くのお客さまがブースを訪れ、「非常に認識率が高いですね」、「リアルタイムで認識する場合の時間遅れはどれくらいかかりますか?」、「マシンのスペックとしてはどれくらい必要ですか?」、「自社で働き方改革につなげたいので是非導入したい」などの声を多くいただきました。

また、マルチモーションについては、「背景画像からジャンプしている選手の切り出し方法にもいろいろノウ

ハウがあるのでですね」、「スマートフォンのアプリで自分のフォームとプロ選手のフォームを比較できると面白い」、「プログラムのソースコードは開示してもらえますか?」といったコメントの他、「この技術を使った放送を見ましたが選手の動きがわかりやすかったです」、「選手の育成などにも役に立ちますね」などのご意見をいただきました。

今後も、このような活動を通じて、NHKの研究開発成果の社会還元に向けた取り組みを進めていきます。



写真1 NHKエンジニアリングシステムの展示ブース

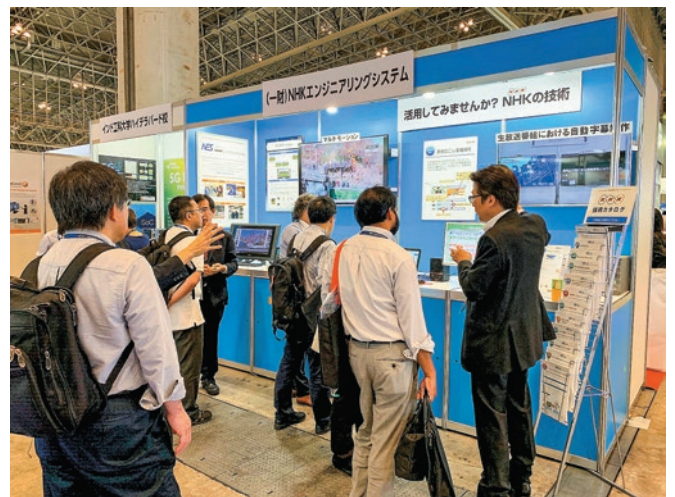


写真2 ブースでのお客さまの様子

(一財)NHKエンジニアリングシステム

特許部 CE 山之上 裕一

\*1 CPS (Cyber Physical System) : センサーデータなど実空間の情報を集めて分析・解析し、機械や人、社会に反映させるシステム

## 東京工業高等専門学校からインターンシップの受け入れ

当財団ではNHKの技術の周知普及という観点でインターンシップの受け入れを行っています。今年度は東京工業高等専門学校（東京高専）から1名のインターンシップ実習生（情報工学科4年生）を受け入れ、8月26日から8月30日までの5日間、当財団の業務を体験いただきました。

大学生のインターンシップはどちらかというと就職活動の一環として行われる傾向が強いようですが、東京高専の場合は、就業体験を通じて学問の実際面での活用を学生に理解させ、今後の学習に役立たせることを目的に、必修科目として実施しています。そこで、今回の実習生はJava言語、C言語を用いたプログラミングが得意でVR技術に興味があるということでしたので、カリキュラムとして実習前半は業務で使用するExcelのマクロプログラムの改修および画像認識のPythonプログラミングについて実習を行いました。実習後半では、当財団で開発中の小型8Kカメラ、手話CG、電波障害予測、受信調査などの座講および実習を行うとともに、実習生が

興味を持っているAR・VR技術について、NHK放送技術研究所の協力を得て研究紹介を実施しました。

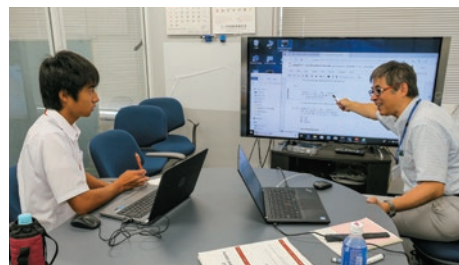


写真1 Pythonの実習風景

実習生はプログラミングが得意ということもあり、Excelのマクロプログラムの改修ではコメントを丁寧に記すなどインターンシップに対して積極的な取り組みが見られ、教育・人材育成の一翼を担えたのではないかと考えています。当財団では、引き続きNHKの技術の周知普及を目的に幅広く活動を進めてまいります。

(一財) NHKエンジニアリングシステム

開発企画部 専任部長 井上 友幸

## NES友の会講演会（12月9日開催）のお知らせ

——「ユーザー視点で語るメディア開発とAI」

当財団では2018年2月に「人工知能（AI）の過去・現在・未来」と題して深層学習（ディープラーニング）の基本技術と応用事例について講演会を行いました。その後、AI技術を活用した放送サービスへの取り組みが進み、例えば、白黒映像の自動カラー化など実際に目に触れるケースが増えてきています。

そこで今回は、「ユーザー視点で語るメディア開発とAI」と題して放送などのコンテンツ産業におけるAIを中心にした技術の利活用やAIによるメディア開発などについてユーザー視点でふかんする講演会を開催します。

### 日時・会場

2019年12月9日（月）14：30開演

千代田放送会館（東京都千代田区紀尾井町1-1）

### 講演内容

#### 【第1部】基調講演

「技術と演出の境界線で考える」

講演者：田中瑞人氏（NHK制作局 専任部長）

#### 【第2部】パネルディスカッション

「コンテンツ産業現場におけるAIの利活用とこれからの展望」

パネリスト（順不同）：

川上皓平氏（日本テレビ放送網 副主任）

坂梨裕基氏（関西テレビ放送 部次長）

佐藤真一氏（国立情報学研究所 教授）

堀川大輔氏（NHK報道局 副部長）

田中瑞人氏（NHK制作局 専任部長）

モデレーター：

岩城正和（NES 研究主幹）

### 参加料

無料

### デモ展示

当日会場では取材音声の字起こしシステムやAIアナウンサーのデモ展示を行います。

講演会の詳細、参加お申し込みは当財団のホームページからお願いいたします。皆様のご参加をお待ちしています。

<https://www.nes.or.jp/>

# 360度VR映像のその先へ 第1回

## —MPEGにおけるイマーシブメディアの標準化

360度映像に対応したカメラやヘッドマウントディスプレイの進化にともない、360度VR (Virtual Reality) コンテンツを体験する機会が増えてきました。現在の360度VRアプリケーションでは、あらかじめ決められた視点からの全方位映像をヘッドマウントディスプレイや球面スクリーンなどに表示し、広い視野で視聴することができます。これに対しイマーシブメディアは、映像空間内を移動し自由な視点からの全方位映像を楽しむことができる没入型の高臨場感メディアです。

あたかもその空間に入り込んだような映像を体験できるイマーシブメディアの実現に向けて、DVDから8K放送まで多くのデジタルメディアを支える技術をリードしてきた標準化グループであるMPEG (Moving Pictures Experts Group) が、新たな技術の標準化に取り組んでいます。

本連載では、360度VRアプリケーションを実現するための技術とあわせ、MPEGで検討されているイマーシブメディアの応用例や基本技術の標準化動向を解説します。

### 360度VR映像からイマーシブメディアへの進化

ISO/IEC (International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission : 国際標準化機構/国際電気標準会議) においてマルチメディアの情報処理技術の標準化を行うグループであるMPEGは、MPEG-I「イマーシブメディアの符号化表現」(ISO/IEC 23090 “Coded representation of immersive media”) として、360度VRアプリケーションもサポート

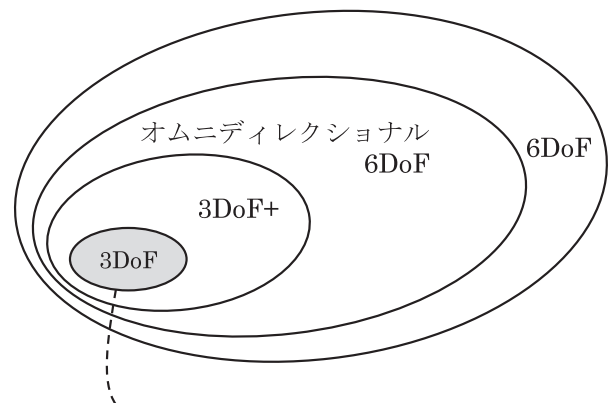
する、より自由度と没入感の高いイマーシブメディアに関する標準化を進めています。表1に、MPEG-I標準規格の内容を示します。MPEG-Iの各パートのうち、パート1の「イマーシブメディアのアーキテクチャ」と題する技術レポートは、MPEGでの審議を終え、ISO/IECの文書として発行を待っている状況です。パート2のOMAFは、2019年1月に国際規格 (International Standard) として発行されました。それ以外のパートはMPEGにおいて審議が行われている最中です。

MPEG-I パート1の技術レポートには、イマーシブメディアにおける視点の自由度の種類や、アプリケーションを実現する時期、そのアーキテクチャの例などが示されています。この技術レポートに示される自由度の包含関係を図1に、そのイメージ図とアプリケーションの概要を図2に示します。図2の左端に示した3DoF (Degree of Freedom) は、視聴者がいすに座った状態で、視線方向についてヨー・ロール・ピッチの3つの自由度がある、現在の360度VRアプリケーションです。コンテンツ制作者があらかじめ決めた視点からの全方位映像を楽しむことができます。これに対し6DoFでは、図2の右端に示すように、視聴者が前後・左右・上下にも動き、それらの視点からの全方位映像を楽しむことができます。6DoFの野球番組の例では、キャッチャーのすぐ後ろからの全方位映像やピッチャーの視点での全方位映像に加え、観客席を見回しながら歩き回ることができるようになります。こうしたアプリケーションはCG映像やゲームでは実現できますが、自然映像での6DoFの実現には多くの課題があるため、3DoFと6DoFの間に3DoF+、オムニディレクショナル6DoFといった段階を設けています。3DoF+は、視聴者がいすに座った状態で頭を動かした範囲の運動視差に対応する全方位映像です。座った範囲に限定される

表1 MPEG-I (ISO/IEC 23090) 標準規格の内容

パート	内容
パート1	技術レポート「イマーシブメディアのアーキテクチャ」
パート2	360度VRコンテンツのファイルフォーマットであるOMAF (Omnidirectional Media Format)
パート3	イマーシブメディアを含む映像信号の高効率圧縮符号化方式であるVVC (Versatile Video Coding)
パート4	6DoFの音声を実現するイマーシブオーディオ
パート5	映像ベースのポイントクラウド* 圧縮
パート6	イマーシブメディアの評価方法
パート7	イマーシブメディアのためのメタデータ
パート8	ネットワークベースのメディア処理
パート9	ジオメトリベースのポイントクラウド圧縮
パート10	ポイントクラウドデータのファイルフォーマット
パート11	ネットワークベースのメディア処理の実装ガイドライン
パート12	3DoF+のための映像処理

\*三次元空間における位置情報と色情報を持つ点の集合として物体を表現する方法



現在、実現できている範囲

図1 イマーシブメディアにおける自由度の関係

自由度	3DoF	3DoF+	オムニディレクショナル6DoF	6DoF
イメージ図				
アプリケーション	固定点からの360度映像 実用化している360度 VRアプリケーション	いすに座った範囲の運動視差 に対応する360度映像	6DoFのうち、固定点から 数歩程度に制限された 範囲の視点での360度映像	空間を自由に移動した 視点での360度映像
想定する 実現時期	2019年1月に MPEG-I パート2 OMAFを発行	2020年の 標準化完了が目標	2021年～2022年の標準化完了が目標	

図2 技術レポート「イマーシブメディアのアーキテクチャ」(ISO/IEC TR 23090-1) に示される自由度の種類とそのアプリケーション

ものの、視点を動かすことで、前方に位置する物体に隠れていた後方の物体が見えるようになるなど、二次元の映像や3DoFの全方位映像よりも、より現実感・没入感の高い映像を楽しむことができます。オムニディレクショナル6DoFは、前後・左右・上下方向の動きに制約がある6DoFで、3DoF+よりも広い範囲で視点を動かすことができます。

MPEGで検討しているイマーシブメディアでは、360度VRアプリケーションと同様に、頭部を覆うヘッドマウントディスプレイを用いて広い視野で高臨場感が得られる視聴形態はもちろん想定していますが、タブレット端末やフラットパネルディスプレイに映像を表示し、画面を操作するなどのユーザーインターフェースにより視点を変える視聴形態も考えられています。こうした視聴形態では、ヘッドマウントディスプレイほどの没入感は得られないものの、視点を動かすことで今までの二次元の映像では見えなかった物が見えるようになる面白さが体験できます。

二次元の映像サービスは、2018年に開始された4K・8K放送で十分高いレベルに達したと言えます。この放送で

は、4K・8Kというような画素構造が認知できない映像の高精細化だけでなく、スポーツなどの速い動きをよりなめらかに再現できるフレームレートと、自然な色を再現するための広い色域と輝度のダイナミックレンジの向上とあわせ、従来のテレビ放送よりも格段に高画質でリアリティーの高い番組を視聴できます。現在の360度VRアプリケーションでは全方位映像を楽しむことができますが、画素数やフレームレートなどの観点から十分な画質と言えない場合も少なくありません。今後は、映像信号の基本的な特性向上も踏まえたうえで、360度全方位の映像から、より自由度が高いイマーシブメディアへと進化することが期待されます。

今回は、イマーシブメディアのさまざまな応用例とあわせ、既存技術を活用することで360度VRアプリケーションを実現したMPEG-I パート2のOMAFについて紹介します。

NHK放送技術研究所

テレビ方式研究部 主任研究員 青木 秀一

# 映像音声品質の評価技術（第1回）

## ——主観評価技術とは

### はじめに

新しい映像音声伝送方式を提案するとき、カメラやディスプレイやスピーカーシステムを試作したときなどには、それらのシステムや装置がユーザーにもたらす映像や音声の品質が、開発意図に沿った十分な水準を確保しているか、の評価が必要になります。

その評価の方法として、周波数特性、S/N比などの物理計測によるデータはもちろん重要ですし、コスト、装置サイズ、耐障害性などの経済的、社会的側面からの検討も大切です。加えて、放送のように、最終的に信号を受容するのが視聴者という人間であるシステムの評価では、人間が、その品質を心理的にどのように感じるか、という評価が不可欠です。例えば、信号を圧縮してビットレートを削減するほど、通常は原信号と再生信号との間の物理的な差は大きくなりますが、もし、その変化を人間（視聴者）が感知できないのであれば、その範囲で情報量を削除してしまっても問題ないし、その方が伝送路容量やコストの面で有利になることが期待できるでしょう。

このような、人間による心理的な受容状況を知るのに重要な役割を演じているのが、主観評価技術です。本連載では、この主観評価技術とその周辺について解説してまいります。

### 「主観」評価

この用語になじみのない方は、「主観」評価と聞いてどんなことだと想像されるでしょう。誰かエライ人が、試作品の映像や音声を比較して「主観的に」「吾輩はこっこのシステムが美しいと思うので、この技術を採用せよ」と、天の声で決めてしまうこと、と思われるかもしれませんが、それは全く違います。

主観評価技術とは、人間の感覚という、個体差が大きく、環境条件に影響されやすい「測定器」を活用して、映像音声の品質を安定に評価するための工夫を凝らした、十分に「客観的な」技術体系です。そのために、十分な数の評価データを集めることや、評価の対象となっている事項（例えば、圧縮技術Aと圧縮技術Bとの画質比較）以外の条件からの影響を極力排除する実験設計が重要です。その基本的な考えをいくつかご紹介しましょう。

### 評定者（実験参加者）

前記のように、一人のエライ人の判断では、信頼性のある主観評価はできません。十分な数の評定者の参加を得て、同じ条件で対象となる映像音声群を試聴してもらい（提示する、といいます）、それぞれの評価結果の差

違の統計的有意性を確認するのが、本連載で解説する主観評価の根幹です。例えば、信号圧縮による画質の劣化の程度を評価する主観評価実験には、通常15人以上の一般の人の評定者に参加いただきます。一般人にお願いする理由は、その技術分野の開発等に携わっている専門家だと、ことさらに重箱の隅をつつくような評価をする知識や動機を持っている可能性があるからです。ただし、条件によっては、専門家による評価は、少数の評定者で安定したデータが得られる特徴があります。

### 二重盲検法

例えば、ごく劣化の少ない圧縮技術で処理された映像が評価対象のときでも、“こっちが原画です”、“こっちが圧縮済みの映像です”と知らされて評価したのでは、原画の方が良い、と判断してしまいがちです。そこで、主観評価に不可欠なのが、二重盲検法という考え方です。

これは元々、医薬品の開発過程等で重用されてきた手続きです。新薬を開発すると、それに本当に薬効があるかを実証しなければなりません。そのため、患者を2群に分け、一方には新薬を、もう一方には新薬と見た目がそっくりの偽薬を処方し、それらの治療結果に有意な差が出るか、を確認します。人間、新しい薬を得たと思うと、薬自体には効果がなくても前向きな気持ちになり、それが治療に良い効果をもたらすことがあるからです（そこで、この偽薬をプラシーボ（ラテン語で「私は満足する」の意）と呼びます）。その際に、もちろん患者本人には投与されたのが新薬か偽薬かを知らせませんが、加えて、治療にあたる医師にも自分が処方しているのが新薬か偽薬かがわからないようにします。医師が新薬を使っていることを意識し、つい効果を期待してその他の治療行為に影響してしまうことを防ぐため、「二重」盲検法と呼ばれるゆえんです。

映像音声品質の主観評価にあたっては、品質を評価する評定者に、今評価している信号の素性（従来技術か新技術か、高ビットレートか低ビットレートか、など）を伏せておくのはもちろん、実験を実施している実験者にも、どちらを提示するかし意的に選ばないようにしなければなりません。

この手順をとらず、例えば、2つのシステムの内容を知って、自分で選んで切り替えて比較視聴し優劣を判断した結果には、科学的な価値はありません。そういう行為が無意味だ、といっているのではありません。自分が店頭で購入する商品を選ぶときにはこのような判断で問題ありませんし、開発過程で研究者が自分の感覚を研ぎ

澄まして改善のヒントをつかもうとするとき、このような比較は是非必要でしょう。しかしながら、できあがった技術を学会に報告するとき、国際規格に提案するときなどには、二重盲検法に則った主観評価結果でなければ、説得力がありません。

### 学習効果・順序効果

評定者が、評価の作業を繰り返しているうちに、最初は気づかなかつた、信号の小さな劣化に気づき、以降の評価がより厳しくなるようなことがあります。これは学習効果の影響です。この影響を確認するには、一連の実験の中で、複数回同じ条件の提示を行って結果が同様の評価になるかを比較します。

また、新しい圧縮技術を従来技術と比較して、画質の改善効果を確認したいとします。このとき、新技術による画像を、原画に続いて見たときと、従来技術による画像に続いて見た場合とでは、評価が異なってしまうことが予想されます。これを順序効果といいます。この影響を防ぐためには、各評定者に対し両方の提示順序で評価実験を行い、カウンターバランスをとらなければなりません。必要に応じて、評定者を、最初に原画と新技術の比較、後に新技術と従来技術を比較する群と、その逆順で比較する群とに分けて、さらにカウンターバランスをとることもあります。

通常、実験時には、これらの現象に配慮をした提示順序で準備した提示画像群を、一つのシーケンスに記録し、それを再生して、評定者に提示します。実験者がその場で提示順序を随意的に操作することができなくなり、前項の二重盲検法の要請にも応えられます。

### 評価に用いる画像

一般に、信号圧縮技術には、得意な（劣化が知覚され

にくい）信号や、不得手な（劣化が知覚されやすい）信号があります。近年の動画圧縮技術では、細かいテクスチャーを持つオブジェクトが速く運動するような映像では妨害が目立ちやすい一方、動く物体が細かいテクスチャーを持たない映像や、細かいテクスチャーでも静止している映像では、劣化が目立ちにくい傾向があります。

システムの欠点が現れにくい映像のみで評価したのでは、その問題点を明らかにすることができませんし、ことさらにシステムの弱点をついた人工的な映像を用いたのでは実用的な評価にはなりません。したがって、実際の応用の条件を反映して、厳しい映像をバランス良く含む映像で評価することが必要であり、実験の目的に沿った映像をそろえたセットを用いることが望ましいでしょう。そのような例として、映像情報メディア学会の標準動画画像があげられます。

（参考URL）<https://www.ite.or.jp/content/chart/>

### 標準化の必要性

以上述べたことは、「客観的な主観評価」を実現するための要件の一部ですが、これらに注意して設計された実験といえども、得られた評価結果はその実験に依存するものです。同じシステムを評価しても、研究機関や実験者により実験条件が異なれば、同じ結果が得られるとは限りません。さまざまな研究機関での評価実験の結果を相互に比較できるようにするには、標準化された環境と手順により評価することが必要です。評価の目的に応じて、国際電気通信連合（ITU）などにより、実験の環境や手順が勧告されています（第2回参照）。

（一財）NHKエンジニアリングシステム

システム技術部 専任部長 比留間 伸行



# フルスペック8K SHV制作システム

## はじめに

2018年12月に新4K8K衛星放送が開始されました。この放送はフレーム周波数59.94Hz (60/1.001Hz) で運用されていますが、NHK技研と当財団ではその先を目指したフレーム周波数119.88Hz (120/1.001Hz) に対応するフルスペック8Kスーパーハイビジョン (SHV) の研究を進めています。

これまで、フルスペック8K SHVでの番組制作を実現するための要素技術の開発、規格の提案・策定、番組制作用機器の試作などを行ってきました。ここでは、試作した機器とそれらを用いて構築したフルスペック8K SHV制作システムについてご紹介します。

## フルスペック8K SHV信号と伝送インターフェース

SHVについては複数の映像パラメーターが規定されており<sup>\*1</sup>、NHKではそれらのうち最上位のパラメーターを持つものをフルスペック8K SHVと呼んでいます (表1、赤字で表記)。データレートは約171Gbps、ハイビジョン (HD) の100倍以上になります。これを1本のケーブルで伝送するために複数の10Gbps光信号にマッピングし、多芯の光ファイバーで伝送するインターフェース (U-SDI: Ultrahigh-definition Signal/Data Interface) を開発し、規格化を行いました。

表1 SHVの映像パラメーター

項目	規格
画素数 [H × V]	8K (7680 × 4320)、4K (3840 × 2160)
フレーム周波数 [Hz]	120、120/1.001、60、60/1.001
サンプリング構造*	4:4:4、4:2:2、4:2:0
階調 [bit]	12、10
ダイナミックレンジ	HDR、SDR
色空間	広色域 (ITU-R REC BT.2020)

\*色差信号の水平、垂直の画素数が輝度信号と等しいものを4:4:4、水平方向に半分の間引いたものを4:2:2、水平・垂直ともに半分の間引いたものを4:2:0と呼びます。

## フルスペック8K SHV制作機器の開発

フルスペック8K SHVの番組制作においても、通常のHDと同様に、カメラ、映像調整、信号切り替え、記録再生、信号監視 (映像モニター、波形モニター) などを行う映像機器から制作システムが構成されます。8K/119.88Hzで動作し、HDの100倍以上のデータレートに対応した映像機器を試作するために、高速大容量の

表2 これまでに試作した制作機器 (一部)

機器	主な特徴
カメラ	3板方式カメラおよび小型単板方式カメラあり。
レコーダー	ProRes圧縮方式。メモリーパック1つにつき40分収録可。
ルーター	位相調整装置追加でブランキングスイッチも可能。
映像合成装置	映像合成 (2入力 + PinP)、テロップ合成、ワイプ等の効果を用いた映像切り替えが可能。
フレームシンクロナイザー	6ch対応。フレームレートやサンプリング構造変換も可能。音声ディレイ (最大5秒) 機能もあり。
ダウンコンバーター	8Kから4KもしくはHDへも変換可能。4Kモニターでの画質確認用に4K切り出し機能もあり。
音声多重分離装置	22.2ch + 5.1ch + ステレオ音声、および120Hzタイムコードを映像信号に多重/分離。
モニター	17型、31.5型、55型液晶モニター。
波形モニター	映像・音声信号の他、補助領域のデータも確認可能。U-SDIから3G-SDIへの変換機能もあり。
波長分割多重伝送装置	フルスペック8K SHV信号をシングルモードファイバー1本で約40km伝送可能。

FPGAやフレームバッファ用メモリーなどを使用し、それらを実装するための回路基板の配線設計や装置内部の温度制御などに配慮して機器の開発を進めました。表2にこれまでに試作した機器の一部を示します。

## フルスペック8K SHV制作検証システム

制作検証システムの一例 (8K映像信号部分を抜粋) を図1に示します。この制作検証システムでは、3台のカメラと2台のレコーダーの映像信号がルーターに入力され、その中から使われる映像が選択されます。その際にワイプやディゾルブといったエフェクトをかけながら映像を切り替え、さらにテロップ合成装置で字幕や簡易なグラフィックスなどを合成します。ルーターから出力された映像へ、音声多重装置を用いてスタジオや音声継車にて切り替え・調整された音声信号を多重します。音声多重された信号は再度ルーターに入力され、信号監視に用いるモニターや波形モニター、レコーダーに入力されるとともに、最終信号として出力されます。

さらに局外での制作実験を可能とするために、この制作システムを搭載したフルスペック制作実験車の整備を行っています。放送利用が終了したHD用の小型継車の搭載機器をフルスペック8K SHV対応機器に置き換え、一部のケーブル等をU-SDIに対応した改修を行うことで、従来のHD用継車と同様な運用を可能としました。限られたスペースで信号を監視するために、映像切り替え

\*1 ARIB STD-B56 1.1 版 (2014) および ARIB STD-B67 Version 2.0 (2018)

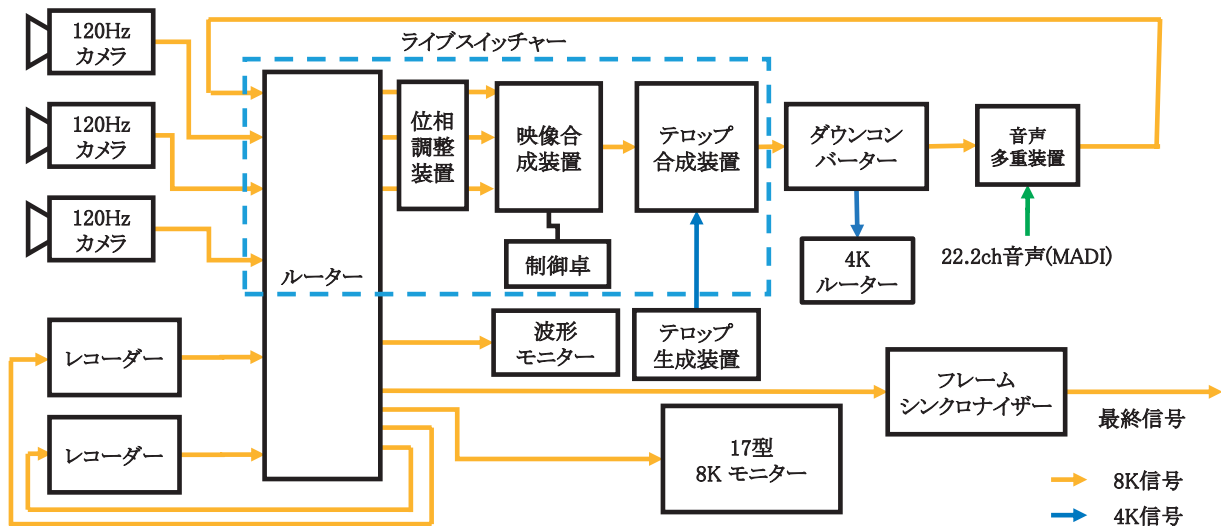


図1 動作検証システム8K映像系統図



写真1 実験中の制作実験車内の様子

確認および映像調整については4Kモニターを使用し、リソース確認にはHDモニターを使用しています。最終出力については17型8Kモニターを使用しました。また、カメラマンや制作スタッフとの連絡装置も整備しました。

### ワークフロー検証実験

フルスペック8K SHV制作システムの運用性を検証するため、2018年12月の「NHK技研クリスマスコンサート」にて、ライブ番組制作を想定した検証実験を行いました。カメラ3台を技研講堂に設置し、制作実験車を講堂横の屋外に置き、通常の番組制作と同様のスタイルとしました。

検証においてはSHVの番組制作経験者が撮影、映像調整、映像切り替え、映像収録を担当しました。写真1に実験中の制作実験車内の様子を示します。

実験終了後に機器の配置や操作性、システム全体の使用感について意見を集め、従来のHD制作と同等の運用が可能であることを確認しました。ただし、映像遅延量や機器レイアウトなどに改善が必要なことも判明したため、機器の改修や配置の変更などシステムの改善を行いました。

### まとめ

これまで試作してきたフルスペック8K SHVに対応した機器を用いて、従来のHD制作とほぼ同様なオペレーションでの番組制作が可能なフルスペック8K SHV制作システムを構築し、ワークフローの検証・確認を行いました。今後は現在放送で使われている59.94Hzの映像も扱えるようにする改修やIPインターフェースへの対応なども検討していく予定です。

(一財) NHKエンジニアリングシステム

先端開発研究部 上級研究員 米内 淳

NHK放送技術研究所

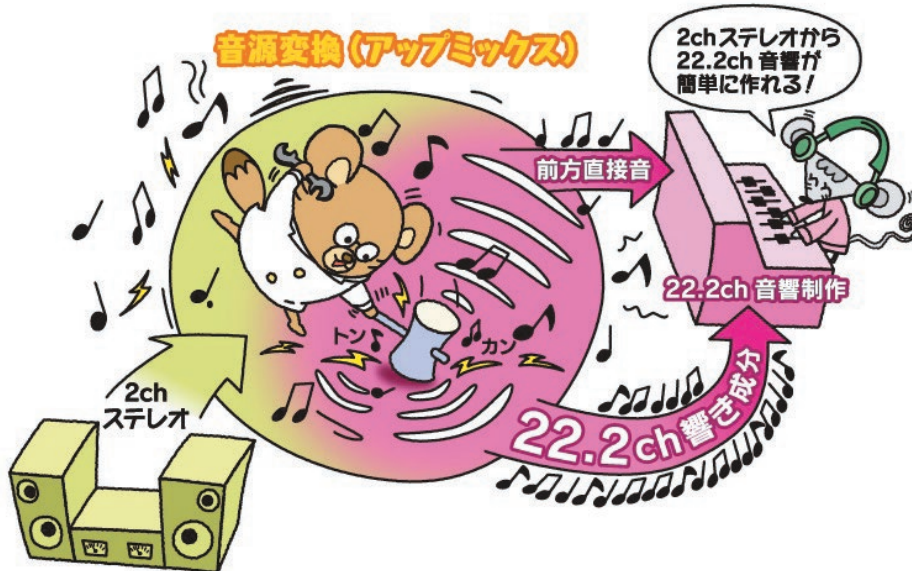
テレビ方式研究部 主任研究員 林田 哲哉

# きぬ太とネネの技術ノート 第16回

—多チャンネル音響制作のための音源変換技術(アップミックス技術)([NHK 技術カタログ]http://www.nes.or.jp/transfer/catalog/)

## 多チャンネル音響制作のための音源変換技術 (アップミックス技術)

従来の2ch ステレオ音源を、22.2ch 音響など、より多くのチャンネル数の音源に変換できます。



多チャンネル音響制作のための音源変換技術 (アップミックス技術) の技術ノート

NHKの技術を皆さまに親しみを持って知っていただけるよう、キャラクターを用いた「きぬ太とネネの技術ノート」で技術内容をわかりやすくご紹介しています。今号では、「多チャンネル音響制作のための音源変換技術 (アップミックス技術)」をご紹介します。

### 音のアップミックス技術

従来の2chステレオ音源を、より多くのチャンネル数の音源に変換する技術です。既存の音源を、容易に多チャンネル音響制作に活用できます。

2chステレオ音源を多チャンネルの音源へ変換するには、元の音源が持つ音の定位感を保ちつつ、前方のチャンネル数を増やしたり、変換前の音源が元来持つ響きに近い音色の響きを作り出し、変換前の音源には存在しない位置のスピーカーから再生したりする必要があります。

#### (1) 前方チャンネル拡張技術

2chステレオなど元の音源の定位を保ちつつ、7.1chや22.2chの音響方式等で必要な複数の前方チャンネル音源が生成できます。

#### (2) 残響成分抽出技術

2chステレオなど元の音源が持つ響き成分 (インパルス応答) を抽出します。元の音源が持つ響き成分を用いて多チャンネルの音源を構成することで、音質的に違和感のない音源変換をすることができます。

#### (3) 残響成分拡張技術

単一の響き成分から、複数の響き成分へ拡張することで、限られた数の響き成分からでも、豊かな響きを持つ多チャンネルの音源へ変換することができます。

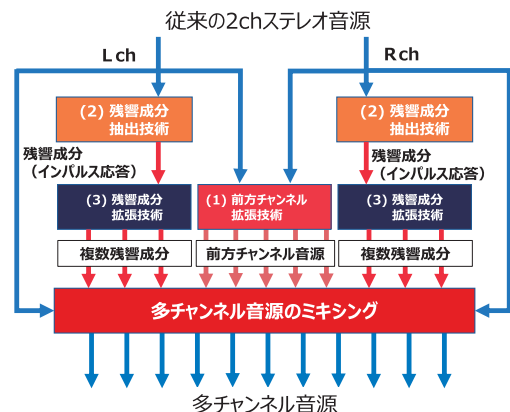


図 音源変換処理の流れ

(1)~(3) を組み合わせることで、多チャンネル音響コンテンツの制作に、従来から使っている音源を容易に活用できるようになります。

(一財) NHKエンジニアリングシステム

特許部 EE 山本 敏裕

NHK技術局 首都圏技術部 副部長 鈴木 百合子\*

\* 執筆時、(一財) NHK エンジニアリングシステム 特許部 CE

# 地上波でもスーパーハイビジョン放送を

## —地上放送高度化技術

2018年12月1日から、衛星によるスーパーハイビジョン放送（新4K8K衛星放送）が始まりました。NHK放送技術研究所では、スーパーハイビジョン放送を地上波でも実現するための伝送方式の研究開発に取り組んでいます。地上波では、1つのチャンネルで使用できる周波数帯域幅が狭いこと（衛星放送の1/6以下）や、全国にあまねく放送網を構築する必要があることから、伝送方式としては、周波数利用効率が高く、単一周波数によるネットワーク（SFN：Single Frequency Network）の構築が可能な方式が求められます。ここでは、地上波によるスーパーハイビジョン放送の実現に向けた取り組みについて紹介します。

### 地上放送高度化方式の検討

地上波によるスーパーハイビジョン放送の実現に向けて、1つのチャンネルで固定受信用と移動受信用のサービスを同時に放送可能という現行の地上デジタル放送の利点を継承しつつ、最新の技術を取り入れた新しい伝送方式（地上放送高度化方式）を検討しています。

この方式では、誤り訂正符号として、現行方式よりも誤り訂正能力が高いLDPC（Low Density Parity Check）符号を採用することなどで、伝送容量を従来よりも約60%増やすことができます。さらに、キャリア変調方式に

4096QAM（Quadrature Amplitude Modulation：直交振幅変調）（1個の信号点で12ビットを伝送）を用いることにより、現行の64QAM（1個の信号点で6ビットを伝送）と比較して伝送効率を2倍にできます。また、多重化方式には新4K8K衛星放送に採用されたIP（Internet Protocol）ベースのMMT（MPEG Media Transport）方式を用いることで、通信との親和性を高くしています。

### 実験試験局による検証

地上放送高度化方式の性能を検証するために、2018年11月から順次、名古屋地区と東京地区において実験試験局（試験的な無線局）を用いた実証実験を実施しています（図）。名古屋地区では、親局と中継局を設置してSFNを構築しました。そして、映像・音声などの送信信号をMMTで親局から中継局へ伝送し、送信所間の送信タイミングを調整して電波を発射することにより、同期技術の検証や受信特性の評価を行っています。また、東京地区では、出力1kWの大規模実験試験局を設置し、伝送方式の特性評価や、都市部での伝搬状況の調査を行っています。

NHK放送技術研究所

伝送システム研究部 宮坂 宏明

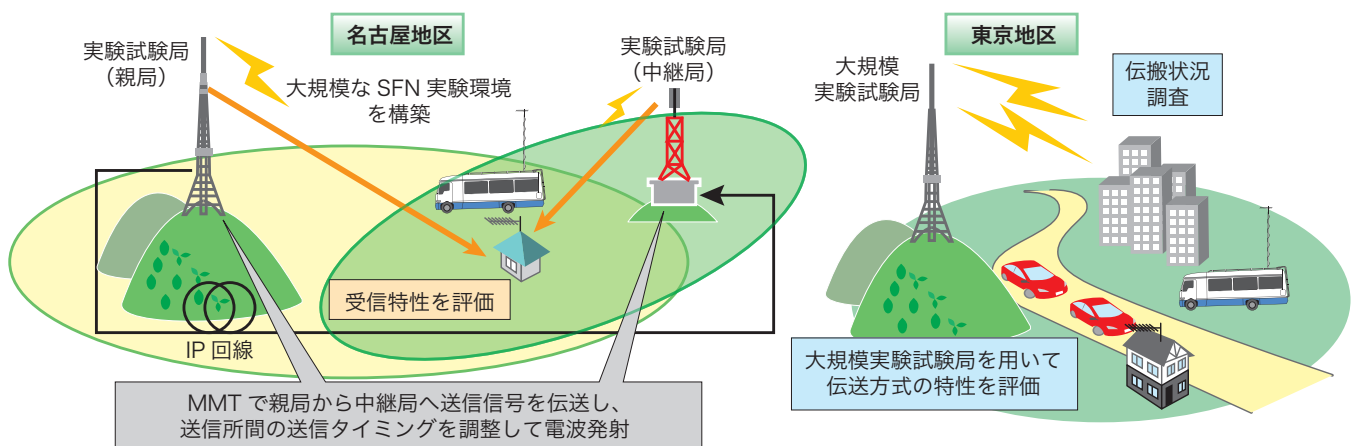


図 地上放送高度化方式の実証実験の内容

# 公開されたNHKの主な発明考案

(2019年7月1日～2019年8月31日)

発明考案の名称	技術概要
端末装置 特開2019-109694	自律的に自装置と他の端末装置との相対的な位置関係を検出する端末装置
デコードエラー検出推定装置、映像復号装置、及びこれらのプログラム 特開2019-110376	符号化映像ストリームの復号時に発生したデコードエラーを効率よく検出又は推定するデコードエラー検出推定装置、当該検出に応じたエラーコンシールメントを行う映像復号装置、及びこれらのプログラム
映像表示システム、配信装置および端末装置 特開2019-110432	複数の端末装置による表示態様に応じてより柔軟な映像の表示を可能とする映像表示システム、配信装置および端末装置
再送出システム、再送出装置、受信装置、およびプログラム 特開2019-110482	通信回線等に対する負荷状況に依らず、その影響を軽減しながら番組等を再配信することのできる再送出システム、再送出装置、受信装置、およびプログラム
送信装置、プログラム、及び集積回路 特開2019-110579	完全な形式のTLVパケットを送信する送信装置、プログラム、及び集積回路
薄膜トランジスタおよびその製造方法 特開2019-114609	酸化亜鉛を半導体層に用いた薄膜トランジスタにおいて、高い移動度を保ちつつ、電気的特性の安定性を向上させうる薄膜トランジスタおよびその製造方法
カラー情報推定モデル生成装置、画像カラー化装置およびそれらのプログラム 特開2019-117558	モノクロ画像からカラー情報を推定するためのカラー情報推定モデルを生成するカラー情報推定モデル生成装置、画像カラー化装置およびそれらのプログラム
カラー情報推定モデル生成装置、動画画像カラー化装置およびそれらのプログラム 特開2019-117559	カラー情報推定モデルを生成するカラー情報推定モデル生成装置、動画画像カラー化装置およびそれらのプログラム
番組関連情報送信装置および番組関連情報受信装置、ならびに、それらのプログラム 特開2019-120876	個人情報を保護しつつ、個人情報である視聴履歴および位置情報を検索キーワードとして、放送番組に関連する情報を配信する番組関連情報提供システム
薄膜トランジスタおよびその製造方法 特開2019-121634	酸化亜鉛を半導体層に用いた薄膜トランジスタにおいて、高い移動度を保ちつつ、電気的特性の安定性を向上させ得る薄膜トランジスタおよびその製造方法
表示制御装置及びプログラム 特開2019-124869	コンテンツの映像の上に重ねた文字情報を見やすく表示する表示制御装置及びプログラム
手話翻訳装置及びプログラム 特開2019-124901	音声からの遅延を低減した手話翻訳を行う手話翻訳装置及びプログラム
画像処理装置及びプログラム 特開2019-128651	特定の画像データに含まれるブロック歪状のアーチファクトを低減させる画像処理装置及びプログラム
視線校正データ生成装置、視線測定装置およびそれらのプログラム 特開2019-128748	視線測定装置に備えられ、被測定者の視線を校正するための校正データを生成する視線校正データ生成装置、視線測定装置およびそれらのプログラム
画像情報変換器およびそのプログラム 特開2019-128889	精度よく画像変換を行うことが可能な画像情報変換器およびそのプログラム
色域表示制御装置、色域表示情報生成装置、及びこれらのプログラム 特開2019-129525	色域の形状及び大きさを、より定量的に分かりやすく2次元化する色域表示制御装置、当該色域表示情報を生成する色域表示情報生成装置、及びこれらのプログラム
動揺認知量推定装置及び動揺認知量推定プログラム 特開2019-133300	広視野観視条件を含む様々な観視距離において、動揺映像を観視した視聴者が認知する動揺認知量を高精度に推定する動揺認知量推定装置及び動揺認知量推定プログラム
ニュース素材分類装置、プログラム及び学習モデル 特開2019-133565	ソーシャルメディア情報から抽出されたニュース性投稿情報を精度高く分類するニュース素材分類装置、プログラム及び学習モデル
衛星放送システム、地球局、衛星放送中継器および受信機 特開2019-134311	全国放送および地域放送における伝送路の周波数利用効率の向上を図る衛星放送システム、地球局、衛星放送中継器および受信機
固体撮像素子、その駆動回路および撮像装置 特開2019-134418	高感度化の利点、低ノイズ化や最高フレーム周波数の2倍速化の利点、さらに残像の発生を抑制することを可能とする固体撮像素子、その駆動回路および撮像装置
受信機およびプログラム 特開2019-135840	アプリケーション制御情報と放送サービスとのマッピングを可能にする受信機およびプログラム
薄膜トランジスタおよびその製造方法 特開2019-140318	酸化亜鉛を半導体層に用いた薄膜トランジスタにおいて、高い移動度を保ちつつ、電気的特性の安定性を向上させ得る薄膜トランジスタおよびその製造方法
シングルキャリアMIMO送信装置及びシングルキャリアMIMO受信装置 特開2019-140590	MIMO SC-FDE方式において、MIMOブロック番号の識別精度を向上させるシングルキャリアMIMO送信装置及びシングルキャリアMIMO受信装置
映像符号化装置、映像復号装置、及びこれらのプログラム 特開2019-140630	動き補償予測を用いた映像符号化方式における差分ベクトルの正負符号に係る圧縮効率を向上可能に構成した映像符号化装置、映像復号装置、及びこれらのプログラム
液晶表示素子及び空間光変調器 特開2019-144423	画素ピッチを狭くし、製造が容易な液晶表示素子及び空間光変調器
ホログラム記録装置及び像再生装置 特開2019-144520	インコヒーレントホログラフィにおいて、ホログラム取得時の分解能の低下を防ぎ、高品質な立体像の取得を可能にするホログラム記録装置及び像再生装置
画像幾何変換装置、画像幾何逆変換装置及びプログラム 特開2019-144792	全天周画像の面積歪みに起因する画像劣化を軽減する画像幾何変換装置、画像幾何逆変換装置及びプログラム
音響処理装置及びプログラム 特開2019-146086	上方への音の定位に関する品質を保ちながら、線形変換でチャンネル数変換を行う音響処理装置及びプログラム
インターリーバ、デインターリーバ、送信装置、受信装置、及びこれらのプログラム 特開2019-146146	符号長69120ビット又は17280ビットのLDPC符号に対し特定のLDPC符号化率の特定の変調方式における地上デジタル放送用インターリーバ、デインターリーバ、送信装置、受信装置、及びこれらのプログラム

# NHK技研最新刊行物

## 『NHK技研だより』

(2019年9月号)

### Top News

「AIを用いた番組制作支援技術の開発～日英機械翻訳システム・取材音声の字起こしシステム～」

### News

「ケーブル技術ショーで4K・8K放送の棟内伝送技術を展示」  
「Nスポ! 2019で触覚インターフェースを展示」

### R&D

「AIを用いて高精度データ復調 ホログラムメモリー復調技術」

### 連載 次世代の伝送技術 (第2回/全4回)

「スーパーハイビジョンの地上波放送に向けて」



## 『NHK技研だより』

(2019年10月号)

### Top News

「IBC2019でNHKの最新技術を展示」

### News

「NHKアーカイブス (川口) で手話CGの展示を開始」  
「海外派遣報告 アメリカ コネチカット大学」

### R&D

「カメラマンによる自然なカメラワークを自動撮影で再現 AIロボットカメラ」

### 連載 次世代の伝送技術 (第3回/全4回)

「スーパーハイビジョンワイヤレスカメラ」



## 『NHK技研R&D』177号

(2019年9月)

### スーパーハイビジョン符号化技術特集号

#### 巻頭言

「スーパーハイビジョン符号化技術への期待」

#### 解説

「次世代映像符号化方式の標準化動向」  
「8Kファイルフォーマットの動向と標準化への取り組み」

#### 報告

「8K120Hz映像符号化・復号装置の開発」  
「スーパーハイビジョン映像の符号化前処理装置の開発」

#### 研究所の動き

「視聴者がスムーズにお好みの音声を選択」  
「ネット動画配信の音声切り替え技術」

論文紹介/発明と考案/研究会・年次大会等  
発表一覧



VIEW (NHK エンジニアリングシステム友の会会誌)

Vol.38 No.6 (通巻223号)

発行日●2019年11月25日

編集・発行●一般財団法人 **NHK** エンジニアリングシステム

〒157-8540 東京都世田谷区砧 1-10-11 TEL: 03-5494-2400 (代) FAX: 03-5494-2152

制作・印刷●三美印刷株式会社

\*掲載記事の無断転載を禁じます。

**ITE**

## 4K/8Kテレビシステム評価用標準動画像 Aシリーズ 頒布のご案内

一般社団法人映像情報メディア学会（ITE）は一般社団法人電波産業会（ARIB）とともに、4K/8Kテレビ放送技術の開発に必要不可欠である「超高精細・広色域標準動画像Aシリーズ」の頒布を開始いたしました。

### 【主な特徴】

- ・ITU-R 超高精細度テレビジョンのスタジオ規格ITU-R勧告BT.2020（Rec.2020）に準拠した動画像
- ・3300万画素CMOS 3板カメラを用いて制作した8K非圧縮映像
- ・撮影した4320/59.94Pのシーケンスからクロッピングした2160/59.94Pの4K素材もセットで提供
- ・UHDTVマルチフォーマットカラーバー（ARIB STD-B66 1.0版準拠）も提供
- ・シーケンスは、「舞妓」「着物姿の女性」「十二単の女性」画像を含む全11シーケンスで構成



仕様	Aシリーズ（8K素材）	Aシリーズ（4K素材）
画像フォーマット	7680×4320画素, 12bit, RGB 4:4:4, 59.94Hz(59.94p)	3840×2160画素, 12bit, RGB 4:4:4, 59.94Hz(59.94p)
シーケンス数	11	10
シーケンス時間		15秒
データ形式		DPX

一般社団法人 映像情報メディア学会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 tel:03-3432-4677 fax:03-3432-4675

<https://www.ite.or.jp/content/chart/>



## 新4K8K衛星放送の普及を 万全の体制で支えます



**BSAT** (株) 放送衛星システム  
BROADCASTING SATELLITE SYSTEM CORPORATION

〒151-0063 東京都渋谷区富ヶ谷1丁目16-4 パークサイド山本館  
PARKSIDE-YAMAMOTOKAN, 1-16-4, TOMIGAYA, SHIBUYA-KU  
TOKYO 151-0063, JAPAN TEL:03-5453-6521(代)

2019年4月1日新会社始動  
～総合技術会社としてさらに進化～



**NHK**テクノロジーズ

最先端の放送技術 × 確かな情報システム技術

〒150-0047 東京都渋谷区神山町 4-14 第三共同ビル

TEL:03-3481-7820 FAX:03-3481-7623 <https://www.nhk-tech.co.jp>



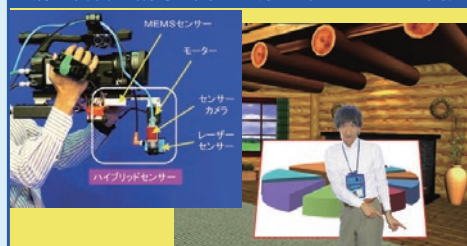
NHKエンジニアリングシステムは、NHKの研究開発成果を広く一般に還元し、技術の進歩発達と社会の発展に寄与していきます

#### 8K-SHVの普及推進



顕微鏡や腹腔鏡用8Kカメラの開発、パブリックビューイングの技術運用、公的研究プロジェクトへの参画など

#### 映像・音響設備等に関する調査研究・システム開発



ハンディバーチャルシステム、宇宙・深海用特殊撮影システムの開発、美術館・博物館の映像・音響設備の設計整備など

#### 放送電波の受信状況調査



放送安定受信のための調査、超高層建造物等による受信障害予測、地上波での8K伝送実験への参加

#### NHK 知財の周知あっせん



NHKの保有する特許、ノウハウの技術移転、展示会等でのNHK技術の紹介、NHK技術カタログの公開など

**NES** 一般財団法人  
**NHK** エンジニアリングシステム

〒157-8540 東京都世田谷区砧1-10-11  
TEL 03-5494-2400 <https://www.nes.or.jp>