

■トピックス

- ・8K技術の医療応用
- ・小型8K解像度カメラの応用
- ・「テクニカルショウヨコハマ2020」に出展
- ・NESラボの技術

■テクノコーナー

- ・360度VR映像のその先へ第4回（最終回）

■NHK R&D紹介

- ・曲げられるディスプレイの実現を目指して
- ・ダイナミックレンジの異なる番組を同時に制作

■公開されたNHKの発明考案

■NHK技研最新刊行物

トピックス

8K技術の医療応用

——8K腹腔鏡手術における遠隔手術支援システムの開発をめざして

はじめに

当財団では、高精細かつ高い実物感を感じることのできる8Kスーパーハイビジョン技術（以下、8K技術）の特徴を生かして、8K技術を医療に応用するさまざまな取り組みを2014年ごろから行ってきました。例えば、高度な手術を行う映像を8Kで撮影したり、皮膚科疾患の患部や病理顕微鏡像を8Kで撮影し衛星回線や高速ネットワークで伝送する遠隔診療支援や遠隔病理診断の実証実験に参加しました。

2016年度から2018年度の3年間は、国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）からの研究委託を、国立研究開発法人国立がん研究センター中央病院、オリンパス株式会社、株式会社NTTデータ経営研究所と当財団とで受託し、大腸がん手術などで用いられる外科手術用硬性内視鏡（腹腔鏡）システムを8K化する研究開発を実施しました。昨今のがんの外科手術では、映像で手術をサポートする内視鏡システムによる手術は患者への負担が少ないことから、そのニーズが非常に高まっています。一方で映像を見ながら行う手術のため、手術の質が映像システムの解像度や画質の影響を受けやすいなどの課題があります。高解像度、広色域、高実物感などの

実現が可能な8K技術で内視鏡システムを実現することによって、医療現場に技術革新をもたらす可能性があります。実際、試作した8K腹腔鏡システムを用いて25例の臨床試験を行い（VIEW 2019年3月号）、手術中の出血量などを指標に8K腹腔鏡の有効性を検証したところ、従来に比べて少ない出血量で手術ができることが示されました。

2019年5月には、上記AMEDの研究成果を用いて世界最小の8K解像度カメラを開発し、NHK放送技術研究所の一般公開で展示しました（VIEW 2019年5月号）。

その後、AMED委託研究「8Kスーパーハイビジョン技術を用いた新しい遠隔手術支援型内視鏡（硬性鏡）手術システムの開発と高精細映像データの利活用に関する研究開発」を、2019年度から2021年度までの3年間の予定で、国立研究開発法人国立がん研究センター中央病院、オリンパス株式会社、当財団の三者で受託したところです。

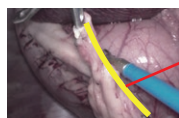
本稿では、今回の受託研究の概要と3月に行った動物実験について報告します。

AMED受託研究の概要

今回受託したAMEDの8K等高精細映像データ利活用研究事業は8K技術を用いた先行研究での課題を克服した新



8K 遠隔手術支援ソリューションシステム



- ・「ここ、そこ」などの暗黙知にアノテーションを付けることで、より綿密なコミュニケーションが可能。
- ・8Kならではの**高解像度、広色域、高実物感**による
 - 高い質での遠隔手術支援の実現
 - 高い質での医師教育の効率化

図1 8K遠隔手術支援の概念図

しい腹腔鏡手術システムの開発とそれを応用した遠隔手術支援システムに関する研究です（図1）。遠隔手術支援システムを開発しその有用性を検証することで、全国各地でも質の高い内視鏡手術が受けられるプラットフォームを構築し、医療の質の向上や我が国の抱える外科医師の偏在等の課題解決に寄与することを目指します。併せて日本発の8K技術により医療機器開発の振興に寄与することを目的としています。

本プロジェクトでは、前プロジェクトで開発した8K腹腔鏡システムの基本特性は維持しつつ課題となったカメラの小型・軽量化および使い勝手の改善と8K遠隔手術支援システムの開発を目標としています。

動物実験の概要

今回開発した8K内視鏡カメラシステムは、2019年5月に試作した8K解像度小型カメラを用いたシステムの小型・軽量化ならびに新規開発の電動フォーカス機能を持つ高解像度レンズシステムからなります。カメラ映像の性能確認のほか、カメラの小型化やフォーカスの電動化に伴う使いやすさの評価、市販スコープホルダーの使用に伴う使い勝手等の確認を行いました。また、帯域保障型の専用線とベストエフォート型の商用線の回線特性の比較も行いました。

図2に示すように、8K内視鏡カメラシステムは、カメラおよびレンズ・内視鏡合わせて約1kgの質量であり、市

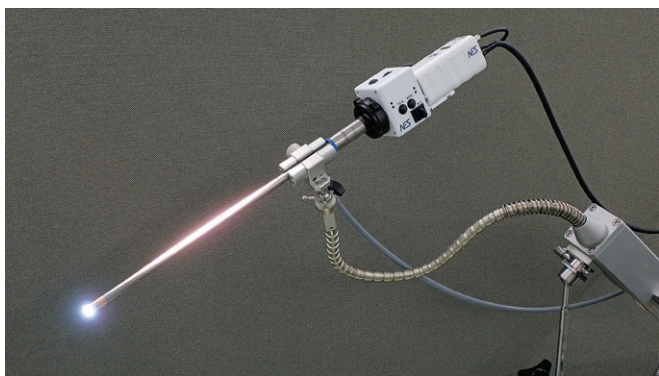


図2 今回開発した8K内視鏡カメラシステム



図3 模擬手術での内視鏡カメラの操作性評価



図4 医療専門家による伝送画質評価実験

販のスコープホルダーが十分利用可能な軽量化・小型化が実現できました。操作性においては、カメラの術野転換などが前プロジェクトで試作したカメラに比べて飛躍的に改良された、との医療従事者のコメントをいただきました（図3）。また解像度に関しても、物理特性としては従来型と同等程度が得られていることが確認できました。

遠隔手術支援システムに関しては、8K映像の遠隔伝送系と8K映像上でのカーソル情報の送り返し・重畳システムを試作し、カーソル情報の送り返しに十分な応答性が得られること、手術室と遠隔の支援を模した別室との間のコミュニケーションに関しては、上記試作システムと低遅延の音声コミュニケーションを用いた評価実験を通して映像遅延の許容範囲を得ることができました。符号化装置も含めた8Kの画質については、8Kならではの実物感等の質感を維持する必要があるとのコメントがありました（図4）。

8K映像のH.265方式の符号化および伝送に伴う遅延は通常10数秒から数10秒と思われますが、伝送系の回線選択およびエンコーダ・デコーダの遅延と画質とのバランスを見ながら最適化していく必要があります。

今後に向けて

2019年度はシステムの基本構成の妥当性と性能の確認、および8Kの伝送帯域や遠隔手術支援の観点での許容遅延量の所要パラメータを求めることを目的として進め、その目的をほぼ達成できたと考えています。2020年度はいよいよ本格的にシステムを組み上げ、2回の動物実験を通して、今回の実験で明らかになったいくつかの課題の克服と、システムの完成を目指します。また8Kの医療映像のデータベース化に当たって、効率よく映像をハンドリングするための手法等についても2020年度から取り組むことにしています。

(一財) NHKエンジニアリングシステム

専務理事 伊藤 崇之

小型8K解像度カメラの応用

——特殊撮影にチャレンジ

当財団では、高精細な8K技術を医療分野に応用する取り組みを行っています。医療分野への応用展開、特に内視鏡手術に8K技術を応用するための課題の一つはカメラの小型化です。その課題を解決するため、世界最小の小型8K解像度カメラを開発し、2019年5月にNHK放送技術研究所の一般公開で展示しました。小型化を実現した技術のキーポイントは、アスペクト比を1:1としたスクエア・イメージング技術と有効対角長8.8mmの小型センサーです。表1にカメラの諸元を示します。

スクエア・イメージングは、手術医療用途の内視鏡撮影だけでなく、円形の視野を持つ光学機器全般との親和性が高いという特徴があります。その代表的なものとして、望遠鏡、顕微鏡、魚眼レンズがあります。それらと組み合わせることで、さまざまな特殊撮影に利用することができます。今回、新たな取り組みとして、天体望遠鏡への展開、VRへの応用に向けた魚眼レンズへの展開、ミクロな世界を撮影する顕微鏡への展開を目的に、小型8K解像度カメラを使った撮影実験を実施しましたので概要を紹介します。

1. 天体望遠鏡での月面撮影

当財団は、2008年、ハイビジョンカメラを搭載した「かがや」からの月面映像取得に関連した1年間の機器運用に協力しました。その時の撮影計画に協力いただいたフォトグラファー白尾元理氏に協力をいただき、天体望遠鏡と小型8K解像度カメラを組み合わせた撮影実験を実施しました。今回は身近な天体でもある月を対象に、8Kカメラで動画の撮影に挑みました。高精細な8Kカメラで詳細

に地形を撮影するだけでなく、毎秒60フレームの動画という特徴によって、大気のゆらぎや流星などの時間的な変化も撮影できるのではないかと期待しました。

撮影時期は、満月の場合は光が正面から当たって輝度差の少ない映像になってしまうため、陰影が強く出る半月付近を狙って実施しました。



写真1 望遠鏡への取り付け

使用した光学系は、写真1に示す望遠鏡の主焦点2,100mm、F6とスチールカメラ用レンズ600mm、F5.6の2種類です。写真2は2,100mmで撮影されたクローズアップ映像で、写真3は600mmで撮影された月の全体像です。撮影した映像の中には偶然にも流星か人工衛星の光跡も映っていました。

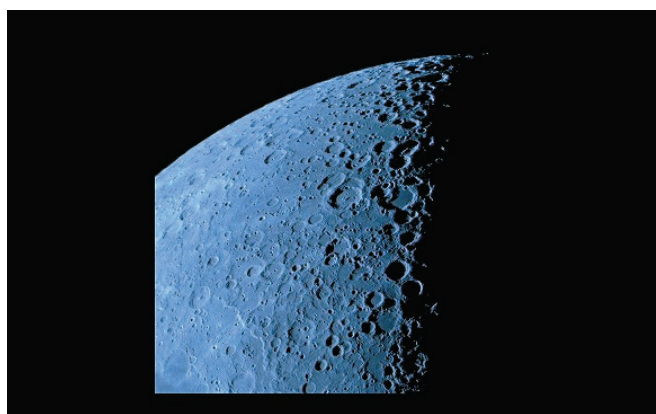


写真2 月面クローズアップ撮影



写真3 月面全体撮影

表1 小型8K解像度カメラの諸元

カメラ諸元	新開発 (2019年) 医療用8K解像度カメラ
イメージセンサー有効寸法 寸法 (水平 × 垂直)	1/1.8型 6.2mm × 6.2mm
レンズマウント	Cマウント
有効画素数	3,840画素 × 3,840画素
解像度	3,600 TV本
感度	2000lx、F5.6
フレーム周波数	毎秒60フレーム
カメラヘッド重量	210g
寸法	34 (W) × 40 (H) × 99.5 (D) mm
消費電力	5.4W



写真4 円周魚眼レンズを取り付けた様子



写真5 円周魚眼レンズで撮影した映像



写真6 正距円筒図法で変換した映像

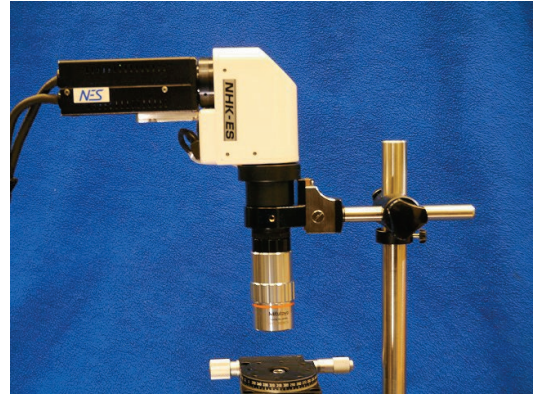


写真7 小型顕微鏡に取り付けた様子



写真8 紙幣の一部を拡大した映像 (左: 8K映像、右: 一部拡大)

2. VR利用を想定した魚眼レンズによる撮影 (桜)

魚眼レンズには画面が円形に映る「円周魚眼レンズ」と、イメージサークルの直径を画角の対角線長に合わせた「対角線魚眼レンズ」の2種類があります。

写真4は、今回、VRを想定して使用した画角220度の円周魚眼レンズを取り付けた様子です。レンズを真上に向けて撮影した場合、画角220度の円周魚眼レンズは180度円周魚眼レンズよりも地上部分が広く映るメリットがあります。写真5がその映像です。魚眼レンズでは遠近感が強調されるため、被写体である桜の枝に近寄って撮影しました。写真6は撮影した映像をVR視聴するために座標変換により図形ひずみを補正した映像です。変換はエクイレクタングル(equirectangular: 正距円筒図法)を採用しました。

現在、編集ソフトの機能を使用して動画化の処理を行っています。表示系としてはヘッドマウントディスプレイ(HMD)や半球ドームなどを想定しています。

3. ミクロな世界を顕微鏡でマクロ撮影

2019年5月のNHK放送技術研究所の一般公開では、医療用の特殊顕微鏡と小型8K解像度カメラを組み合わせ

ミジンコを撮影し、大変な好評をいただきました。

今回は、より一般的な小型の顕微鏡との組み合わせで撮影実験を行いました。写真7は小型の顕微鏡に取り付けた様子です。カメラが小型軽量なのでストレスなく取り付けることができました。

小型8K解像度カメラは画素サイズが小さいため、顕微鏡の対物レンズの倍率を上げなくても十分な拡大率が得られるメリットがあります。実験では紙幣を被写体として撮影しました。肉眼でも判別しづらい「二」という文字がはっきりと見えています(写真8)。日常的に見慣れたものでも高精細なマクロ撮影により、今まで見えなかったものが見えるなど新しい発見があるのではないかと期待しています。

4. 今後に向けて

アスペクト比を1:1にした小型8K解像度カメラを使った特殊撮影を3例紹介しました。

医療分野への応用展開と併せ、小型で高解像度という特徴を活かせる特殊撮影の分野への応用展開も進めていくとともに、そのための8K技術の開発を進めていきます。

(一財) NHKエンジニアリングシステム

システム技術部 太刀野 順一

山崎 順一

システム技術部長 妹尾 宏

「テクニカルショウヨコハマ2020」に出展

—NHK知財の社会還元に向けた周知あっせん活動

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いただくための周知あっせん活動の一環として、パシフィコ横浜で開催された「テクニカルショウヨコハマ2020」に出展しました。

神奈川県下最大級の規模を誇るこの展示会は、素材・部品・研究開発・製造および福祉・環境問題を扱うハードとソフトの総合的な工業見本市で、41回目の開催となる今回は、830の企業・団体が参加し、2020年2月5日（水）～7日（金）の期間中に約33,000人の方々が来場されました。

会場は、産業用・生活支援ロボット、IoTソリューションテクノロジーなどを集中展示する特設ゾーンのほか、加工技術、機器・装置・製品、研究開発、ビジネス支援の各ゾーンでさまざまな技術・製品・サービスが紹介されました。

当財団の展示

テクニカルショウヨコハマへの出展が11回目となる今年は、NHKの研究開発成果の周知あっせんに加え、オープンイノベーションへの展開を視野に入れて、従来の「IoT特設」ゾーンではなく、「研究開発」ゾーンに出展しました。

ブースでは、将来の立体映像の撮影などに活用できる多画素かつ高フレーム周波数のイメージセンサーの実現を目指した「3次元構造撮像デバイス」と、スポーツ番組の感動を共有し楽しめるユニバーサルサービスの実現を目指した「競技の状況を体感できる触覚インターフェース」の2つの技術を、実機を使って展示しました。

3次元構造撮像デバイスの展示では、NHK放送技術研究所で試作した320×240画素、2層構造のデバイスを用いて実写映像をデモしました。触覚インターフェースの展示では、研究者が試作したインターフェースをお客様に触っていただき、卓球のラリーの映像に合わせてボールの往来やバウンドの瞬間を触覚で体験していただきました。

また、会場内で開催された出展者セミナーでは、研究開発に携わったNHKの研究者が、技術の紹介や研究開発の状況などをわかりやすく説明しました。

実機による展示ならびに担当研究者によるセミナーでは、多くのお客様から動作原理や動作検証など実機展示ならではの具体的なご質問や、研究開発の方向性や可能性などについてたくさんのご意見をいただき、活発な意見交換ができました。また、研究開発を進めるのに必要な要素技術を保有している企業様と面談し、今後の協力の可能性について意見交換しました。

当財団は、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積極的に進めていきます。



図1 展示ブースの外観



図2 出展者セミナーの様子

(一財) NHKエンジニアリングシステム

特許部 CE 山之上 裕一

NESラボ*の技術

——音声認識

放送番組には、取材で得られたさまざまな映像素材が編集されて活用されています。こうした映像素材は番組の放送時間の数十倍にもおよぶことがあり、ニュース等の即時性を要する番組では遅延なく情報を視聴者に伝えるため、放送素材を効率よく編集するためのワークフローが望まれています。ここで、映像素材はそのままでは内容の把握に実時間を要して一覧性に欠けることや、全体の把握や対立・支持する意見の比較が容易でないという課題があります。また、編集内容に客観性を持たせるためには、取材記者とデスクなど複数の目で編集内容の適切さを議論する必要がありますが、この作業にも多くの時間を要してしまいます。

そこで、番組制作者は映像素材の発話内容を文字に書き起こし、映像素材に一覧性を与えることでこうした議論を容易にして編集内容の客観性を確保しています。この字起こし作業は、映像素材の4~6倍の時間を要していると言われ、番組制作の負担になっているだけでなく、迅速な報道の妨げにもなっています。

NHK放送技術研究所では、この字起こしの課題の解決を目指して、生放送番組に字幕を付与するために開発した音声認識技術を応用した字起こしシステムを開発しました。このシステムはNHK内の各部局での運用実験を通してその有効性が確認されています。NESラボではこの研究成果を社会還元し、多くの方が抱える字起こしの課題を解決できるよう、「音声認識を利用した字起こしサービス」の事業化を開始しました。

このサービスは、番組制作のワークフローとの密接な連携により有効性の向上が期待されるため、NESラボではご利用になる企業様のワークフローや環境に合わせてシステムを最適化してご提供いたします。また、最良の認識精度が得られるように、音声認識できる単語の辞書も企業様ごとに最適化して音声認識を提供いたします。

以降、NESラボが提供する字起こしサービスの特徴をご紹介します。

字起こしサービスの対象

図1に提供する字起こしサービスの概要を示します。

提供するサービスでは音声認識をサーバーで行い、認識結果はネットワークを介してWebサービスで提供されます。放送前の映像素材は機密性が高い場合が多いため、自社内にサーバーを設置してサービスを提供することを基本としていますが、要望に応じてクラウド上にサーバーを構

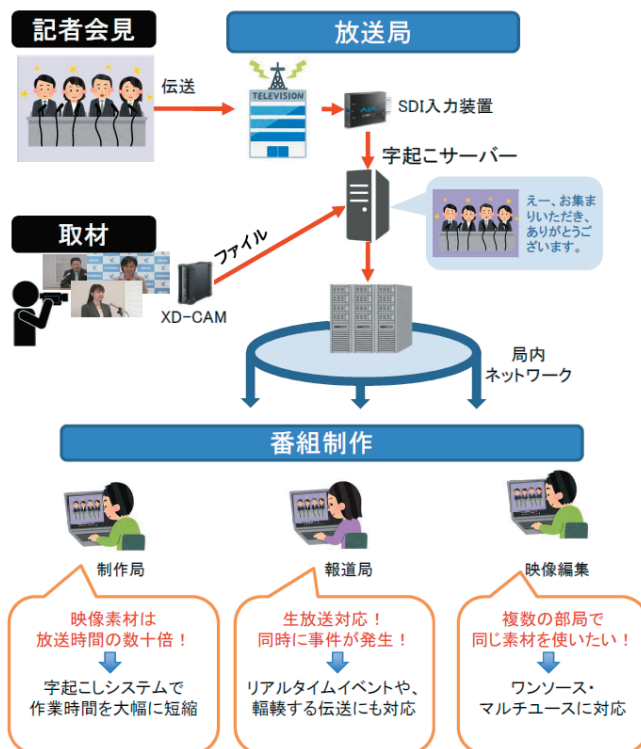


図1 字起こしシステム

築することも可能です。さらに、局内ネットワークにWebサービスを展開するために必要となるセキュリティーや認証などの設定もカスタマイズいたしますのでご相談ください。

提供システムは、2種類の音声認識入力を備えています。一つは、XD-CAMなどのメディアに収録された映像素材です。取材後、帰局してメディアからサーバーに素材をアップロードして字起こしシステムに入力します。おおよそ素材の実時間で認識結果が得られます。こうした素材を編集する際には、XD-CAMに収録されたタイムコードが基準となるため、音声認識結果の各単語は、XD-CAMのタイムコードに対応づけられています。これにより、字起こし結果から編集に使うコメントを選択すると、そのコメントに対応するXD-CAM素材のタイムコードが得られ、このタイムコードでXD-CAMの素材を編集できます。

もう一つの音声認識入力は、ストリーム入力です。図1の例のように、即時性の高い記者会見などは放送局に直接ライブ伝送され、それが即座にニュース番組に使われたり、生中継されたりします。こうした素材をすぐに編集するため、番組制作者は6人程度の字起こしチームを編成して、分担しながらリアルタイムに素材の字起こしを作成していました。放送局内では、こうした伝送素材はSDIで得られる場合が多く、提供するサービスでは、SDIを入力として、入力素材をリアルタイムに認識します。この技術は

*理事長特命研究成果事業化プロジェクト（通称：NESラボ）

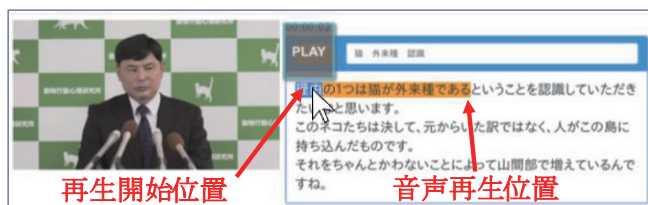


図2 テキスト編集と連動した動画再生

生放送番組にリアルタイムに字幕を付与するために開発された技術が応用されており、発話単語の文末を待つことなく数秒遅れで認識結果が得られます。後述する認識結果の参照・修正インターフェースを利用すると、記者会見終了とほぼ同時に内容を確認済みの会見の字起こしが得られます。字起こし結果はストリーム内の発話時刻であるタイムコードに対応づけられているため、編集対象となるコメントのタイムコードを用いて、伝送素材を編集できます。迅速で正確な報道を実現するためのツールとしてNHK内で活用されています。

字起こし参照・修正インターフェース

番組制作者は、局内ネットワーク上のWebサービスを介して、字起こし結果を参照して確認することができ、必要に応じて認識誤りを修正することができます。このインターフェースでは、図2に示す通り、字起こし結果を対応する動画とともに参照できます。図中の右のテキストエリアは通常のテキストエディタと同様の操作で編集でき、このテキスト編集動作に動画・音声の再生と停止を連動させています。これにより、字起こしの参照・修正操作手順が大幅に削減されました。この連携では、任意の単語をクリックすると、その単語に対応する時刻から動画が再生され、再生中の単語がハイライトされます。そして、テキスト上で字起こしを修正する編集動作をすると再生が停止されます。テキスト操作だけで、動画を参照することができ、効率よく字起こし結果を確認できます。

さらに、複数の番組制作者が別々の端末で、同じ素材を参照して編集することができます。図3に示す通り、他者の編集作業が自分の端末にも即座に反映されるため、協調して字起こしを確認することができます。この協調機能により番組制作のワークフローが大きく改善しました。例えば、これまで官房長官の定例の記者会見は、社会部や政治部などの異なる部局で別々に字起こしをしていましたが、このシステムにより字起こしは部局をまたいで迅速に共有されるようになりました。

NHK内での利用状況

この字起こしシステムの有効性が認められ、NHKの拠

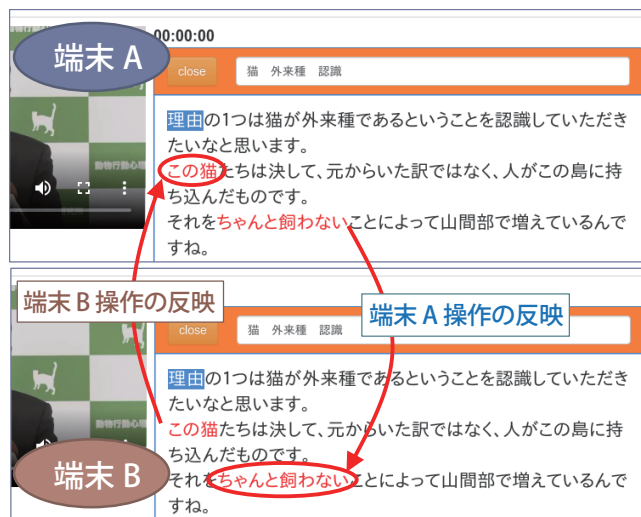


図3 編集状況の共有

点となる放送局（渋谷放送センター、札幌局、仙台局、名古屋局、大阪局、広島局、松山局、福岡局）にサーバーが設置され、NHKの全国の放送局から字起こしシステムが利用されています。運用範囲が広がることで、各区域局で取材した素材の字起こしが他局にも共有され、他局の番組制作に活用されるなど、新しい番組制作のワークフローが生まれつつあります。

今後に向けて

現在提供可能な字起こしシステムは流ちょうな発話は精度よく認識できるものの、言いよどみや繰り返しの多い不明瞭な発話の認識精度は十分ではありません。今後、不明瞭な言い回しに対応可能な音声認識技術の確立に取り組んでいきます。また、学習データにある単語しか認識できないため、利用者が必要とする単語を精度よく学習するための仕組みをサービス利用者と共に考えていきます。

これまで、字起こしを運用してきて、記者会見などの質問と回答を分離したいなど、よりリッチな情報付与の要望が挙げられています。NESラボでは、音声認識以外にもさまざまなAI技術の社会還元にも努めています。音声からの話者認識や映像からの顔認識技術、背景音特定技術、映像中の物体認識技術などを統合し、こうした要望に応えるシステムの構築を目指していきます。

将来的には、視聴者の皆様に有益な情報を提供できるよう、番組制作者が取材した内容を最大限番組制作に活用可能なワークフローを実現するシステム開発に取り組んでいきます。

(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 佐藤 庄衛

360度VR映像のその先へ 第4回 (最終回)

～MPEGにおけるイマーシブメディアの標準化～

MPEGは、6DoFのイマーシブメディアとして、視聴者が映像空間内を自由に移動し、自由な視点からの全方位映像を楽しめる体験の実現を目指しています。6DoFの場合でも、前回紹介した3DoF+の場合と同様、多視点の映像から視点内挿を用いて映像を生成することができます。しかし現実には、6DoFの自由度を実現するための多視点の映像を撮影することは困難であるため、視点内挿以外のアプローチとして、ポイントクラウドなどのポリュメトリック映像とシーン記述を用いる方法もあわせて検討されています。

今回は、自由な視点からの映像表現を実現する技術として検討されている、ポイントクラウドとシーン記述など関連するシステム技術について紹介します。

ポリュメトリック映像の表現形式としてのポイントクラウド

ポリュメトリック映像とは、物体を取り囲んだカメラで全方向から撮影するなどして、物体の立体的な構造を保持している映像です。このポリュメトリック映像を表現する方法として、図1に例を示すポイントクラウドがあります。ポイントクラウドは、三次元空間の画素の集合として物体を表現しており、それぞれの点はその位置情報と色情報を持っています。立体的な物体を画素の集合で表現するため、ポリゴンとテクスチャの組合せでポリュメトリック映像を表現する場合などに比べ、高画質化に適する表現形式です。図2に示すように、人物などのポイントクラウドを三次元空間に配置することで、任意の視点から見た映像を表現できます。

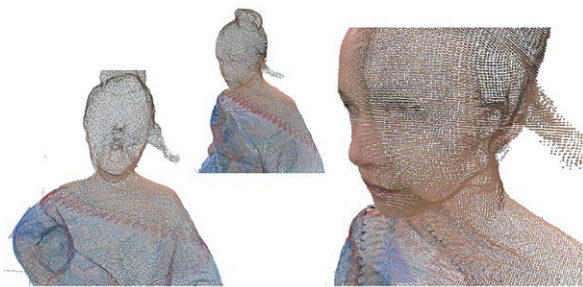


図1 ポイントクラウドの例

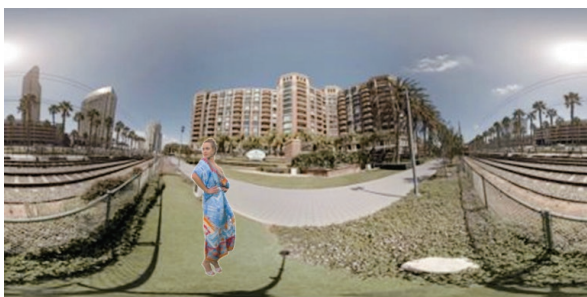


図2 360度映像空間に配置したポイントクラウド

ポイントクラウドの圧縮符号化

ポイントクラウドは、画素が密なほど高精細な映像を表現できますが、画素の位置情報も保持する必要があるため、100万ポイントで1フレームあたり15MBの情報量になります。MPEGでは、このポイントクラウドを従来の二次元映像を対象に開発されたHEVC (High Efficiency Video Coding) などの映像圧縮符号化方式で圧縮する方法を検討し、2020年4月にMPEG-Iパート5 (ISO/IEC 23090-5) 「映像ベースのポイントクラウド圧縮」として標準化しました。

ポイントクラウドを圧縮符号化するための前処理の概要を図3に示します。立体的な構造を持つポイントクラウドを、それを取り囲むバウンディングボックスに射影し、さらにパッチと呼ばれる単位に分割します。複数のパッチを配置した矩形のテクスチャと、ポイントクラウドからバウンディングボックスの射影面までの奥行き情報を示すジオメトリ、さらに矩形のテクスチャにパッチが配置されていることを示すオキュパンシマップ、の3つを映像信号として圧縮符号化します。これらの符号化ストリームと、パッチごとの三次元空間上の位置を示す補助情報を組み合わせることで、ポイントクラウドの圧縮ストリームが構成されます。現在、100万ポイントのポイントクラウドを、HEVCを用いて、およそ20Mbps程度に圧縮できることが示されています。

ポイントクラウドの部分アクセス

高画素数のポイントクラウドでは、その圧縮ストリームの復号に多くの処理が必要になります。しかし、ポイントクラウド全体を復号しても、見る人の視点位置・視線方向に応じてレンダリングする領域、つまり、ポイントクラウドの領域が異なるため、表示されない領域が多くあります。そこで、ポイントクラウド全体を復号せずに必要な領域だけを表示することを目標として、ポイントクラウドの部分アクセスの検討が進められています。具体的には、ポイントクラウドを圧縮符号化したストリームのどの部分がどの領域に対応するかを示すマッピング情報を持たせることに

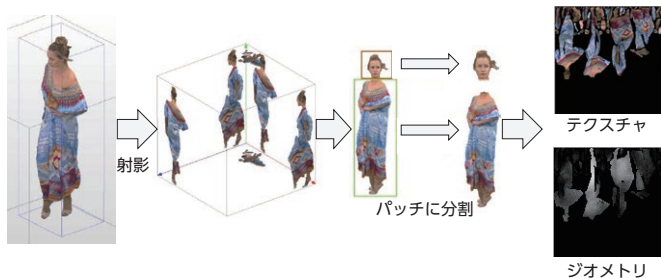


図3 ポイントクラウド圧縮符号化の前処理

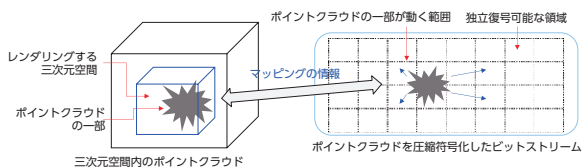


図4 ポイントクラウドの部分アクセスの検討

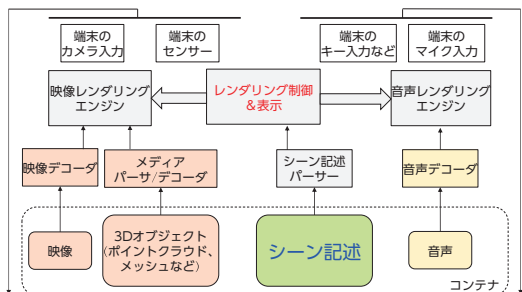


図5 シーン記述に基づきレンダリングする端末アーキテクチャの例

による実現可能性が検討されています(図4)。

シーン記述

シーン記述は、三次元空間におけるオブジェクトの位置関係や構成などを時系列に示すために用います。シーン記述自体は新しい技術ではなく、ビデオや音声、テキストなどを同期して再生するためSMIL (Synchronized Multimedia Integration Language) がW3Cで開発されたほか、MPEGでも、MPEG-4における複数オブジェクトの時間的・空間的な関係を示すための方式としてBIFS (Binary Format for Scene) が開発されました。

図2の例では、シーン記述により、ポイントクラウドの向きや大きさ、位置を指定し、360度映像空間に配置します。空間における背景映像やポイントクラウドの位置と、見る人の視点位置・視線方向を基にレンダリングすることで、映像空間内を自由に移動して全方位映像を見ることができます。シーン記述に基づき、映像も音声もレンダリングする端末のアーキテクチャの例を図5に示します。

MPEGでは、Khronos (さまざまなプラットフォームで動作するグラフィックスやメディア処理に関するオープンな規格を開発しているコンソーシアム) が開発し、3Dモデルを表現するために広く用いられているgITF2 (GL Transmission Format) を基に、動画像やポイントクラウドを取り扱えるよう拡張する方針でシーン記述の標準化を進めており、MPEG-Iパート14 (ISO/IEC 23090-14) 「MPEGメディアのためのシーン記述」として、2021年4月の標準化完了を目標としています。

デコーダインターフェース

現在のテレビ放送や映像配信サービスでは、多くの場合、圧縮された一つの映像ストリームを復号し、その全体を表示しています。これに対しイマーシブメディアでは、二次元の360度映像と三次元のポイントクラウドを合成して表示するなど、複数のストリームを組み合わせる必要があり

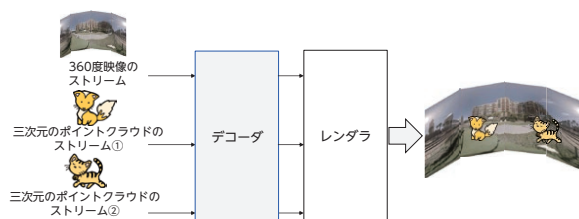


図6 背景の360度映像と2つの三次元オブジェクトを組み合わせる例

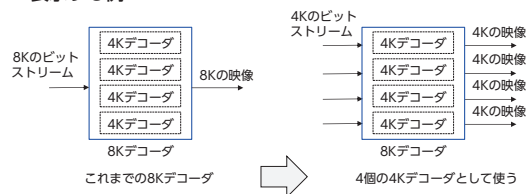


図7 8Kデコーダを4つの4Kデコーダとして利用するイメージ

ます(図6)。さらに、ポイントクラウドの復号のためには、前述したようにテクスチャ・ジオメトリ・オキュパンシマップの3つのストリームを同時に復号する必要があります。しかし、これまでは視聴に用いる端末が複数のデコーダ(復号装置)を備えることは一般的ではありませんでした。

そこで、高機能な一つのデコーダで、複数のストリームを同時に復号するための仕組みを検討しています。この考え方を図7に示します。現在の8K放送のテレビは8Kのデコーダを備えています。その8Kデコーダは、4Kのデコーダチップを4つ組み合わせて実現されています。そこで、一つの8Kデコーダとして用いるだけでなく、4つの4Kデコーダとして用いることができる可能性があります。ためにはどのような入出力インターフェースを規定すればよいかなどが検討されています。将来、このような考え方が一般的になれば、複数のストリームを受信し復号することが容易に行え、イマーシブメディアの受信・表示に対応する端末も増えることが考えられます。こうした内容について、2021年半ばの標準化完了を目指し、MPEG-Iパート13 (ISO/IEC 23090-13) 「イマーシブメディアのためのビデオデコーダインターフェース」の検討が進められています。

イマーシブメディアの実現に向けて

イマーシブメディアの実現には、MPEGが標準化に取り組んでいる技術以外にも、広視野の映像やボリュメトリックの映像を撮影・生成するための技術、ディスプレイを含めた表示技術、配信技術、さらにユーザーインターフェースなど多くの分野の技術が必要になりますが、こうした技術も日々進歩しています。

現在は、複数視点の360度映像を提供するサービスが行われていますが、より自由度の高いイマーシブメディアのサービスも遠からず実現することが期待されます。

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

曲げられるディスプレイの実現を目指して

——逆構造有機EL素子の開発

ご家庭でも大画面テレビで8Kスーパーハイビジョン放送を楽しんでいただくために、宅内への搬入や設置が容易で、薄くて軽く、曲げられる「フレキシブル有機EL (Electro-Luminescence) ディスプレー」の実用化が期待されています。このディスプレイは、基板にプラスチックフィルムを用いていることが特徴です。しかし、基板がフィルムに代わると、従来使われてきたガラスに比べて、有機EL素子の劣化要因となる大気中の酸素や水分が透過しやすくなり、ディスプレイが時間の経過とともに劣化し、暗くなるという課題があります。そこでNHK放送技術研究所では、酸素や水分に強い有機EL素子の開発を進めています。

有機EL素子は、複数の薄い膜から構成されます。その薄膜の1つに、電極から有機膜へ電子を入れるための電子注入層があります。ガラス基板を用いた通常有機EL素子では、電子注入層にアルカリ金属を用います。しかし、アルカリ金属は酸素や水分に弱いため、フィルム基板を

用いた場合には、画素欠陥が発生して次第に暗くなってしまいます。そこで、アルカリ金属に比べてより安定した材料を使うために、従来とは異なる形成方法を適用できる「逆構造有機EL素子」を採用し、それに適した独自の電子注入材料を開発しました (図1上)。この材料は、ディスプレイ画面全体に均一に形成できるとともに、大気安定かつ発光輝度の低下が少ないことが特徴です。通常有機EL素子と逆構造有機EL素子の性能を比較するために、それぞれを用いた簡易なフレキシブル有機ELディスプレイを作製し (図2)、大気中での劣化特性を評価しました (図1下)。その結果、逆構造有機EL素子を用いたディスプレイでは、むらのない良好な発光が見られ、また長期間、画素欠陥などの劣化が少ないことを確認できました。

今後も逆構造有機EL素子の性能向上に取り組み、フレキシブルディスプレイの実用化に向けた研究を進めていきます。

NHK放送技術研究所

新機能デバイス研究部 佐々木 翼

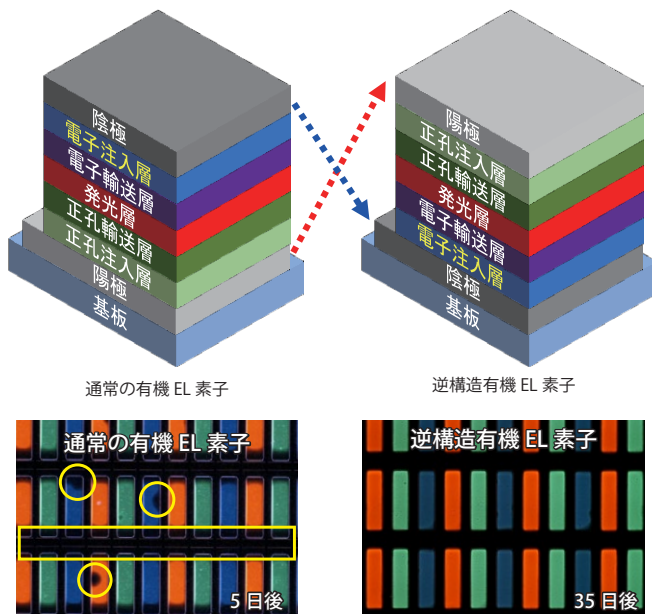


図1 有機EL素子の構造 (上) と画素欠陥の様子 (下)

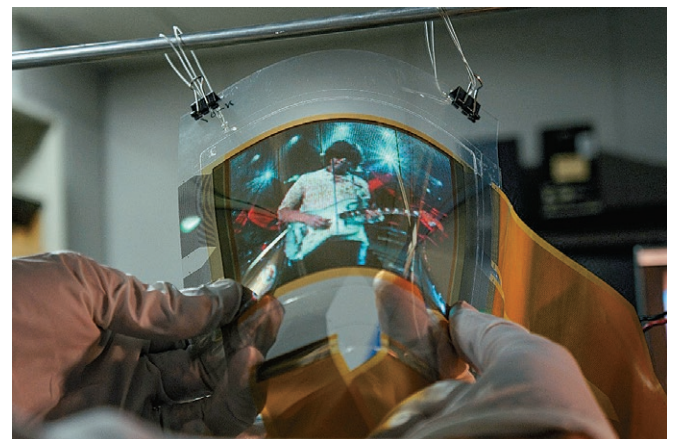


図2 逆構造有機EL素子を用いたフレキシブルディスプレイ

ダイナミックレンジの異なる番組を同時に制作

—HDR/SDR変換技術

2018年12月1日に開始した新4K8K衛星放送の特徴の一つに「HDR（ハイダイナミックレンジ）」があります。HDRでは、現行のハイビジョン放送のSDR（標準ダイナミックレンジ）よりも表現できる明暗の幅が広がっています。これまでは表現が難しかった「日陰とひなたの明暗差の大きいシーン」や「ガラスや金属に反射した光」などをより忠実に再現できます。しかし、HDRとSDRでは、再現できる明るさの範囲が異なるため、HDRの番組をそのままSDRのハイビジョンで放送する場合、映像が暗くなります。そのためNHK放送技術研究所では、HDR映像を自然なSDR映像に変換する技術の研究を進めています。

HDRの映像を制作する際には、番組制作の運用ガイドラインで決められた基準の白のレベルが考慮されます（図1）。従来のHDR/SDR変換では、HDRでの白レベルをSDRの白に対応させるよう、線形にダイナミックレンジを圧縮するため、人物の肌色の明るさが従来のSDR映像よりも低くなることや、ハイライト*部の階調が失われる課題がありました（図2）

そこで、HDRからSDRへの変換に用いる非線形の変換手法（トーンマッピングカーブ）を開発しました。トーンマッピングカーブを調整することで肌色の明るさを改善でき、さらにハイライト部を圧縮することで階調を失わずに変換できます。この技術により、4K8K放送用に制作した魅力的なHDR番組も現行ハイビジョンのSDRで制作された番組のように変換することができ（図3）、効率的な番組制作が可能となります。

今後、放送現場での変換実験を通じてHDR/SDR変換法の効果を検証し、番組制作へ活用していきます。

NHK放送技術研究所

テレビ方式研究部 野村 光佑



図1 基準白レベルを考慮したHDR映像



図2 従来のHDR/SDR変換によるSDR映像



図3 提案法により変換したSDR映像

*映像内で特に明るい部分や白く見える部分

公開されたNHKの主な発明考案

(2020年1月1日～2020年2月29日)

発明考案の名称	技術概要
力覚提示装置 特開2020-04337	人に仮想物体の存在や力を与えるための力覚を簡易な装置により適切に提示する力覚提示装置
録画再生装置及びプログラム 特開2020-05150	過去に視聴した番組について、そのときと同じ視聴体験を得ることが可能な録画再生装置及びプログラム
送信装置及び受信装置 特開2020-05201	表示端末側（受信側）で適正な学習モデルによる機械学習を利用して映像補完処理を行う送信装置及び受信装置
映像処理装置 特開2020-05202	映像作成時に不足する情報を適切に補完し、映像の品質を改善することのできる映像処理装置
ループフィルタ制御装置、画像符号化装置、画像復号装置、及びプログラム 特開2020-05228	エッジ領域の判定精度を高めてループフィルタ処理を適切に制御可能とするループフィルタ制御装置、画像符号化装置、画像復号装置、及びプログラム
BCH符号化器、BCH復号器、送信装置及び受信装置、並びにプログラム 特開2020-05254	BCH符号における訂正能力を可変設定可能としたデジタル放送のBCH符号化器、BCH復号器、送信装置及び受信装置、並びにプログラム
磁壁移動型空間光変調器の開口率向上構造 特開2020-08633	磁壁移動型空間光変調器において、磁化固定層を隣接画素と共有することで開口率を向上させる磁壁移動型空間光変調器の開口率向上構造
受信機、放送設備、放送システムおよびプログラム 特開2020-10142	放送サービスのサービス品質の向上を図る受信機、放送設備、放送システムおよびプログラム
方向別收音装置及びプログラム 特開2020-10196	事前に観測、或いは予測した各マイクロホンの方向毎の感度等の先験情報を用いることなく、複数個のマイクロホンを用いて收音した複数方向の音源信号を個別に低雑音化して抽出する方向別收音装置及びプログラム
符号化装置、復号装置、及びプログラム 特開2020-10303	画像の画面内予測において、精度の高い予測画像が生成可能な符号化装置、復号装置及びプログラム
放送信号受信装置 特開2020-14038	同一周波数を用いた複数の放送信号が多重された受信信号を復調する際に、良好な伝送特性を得る放送信号受信装置
画質評価装置、学習装置及びプログラム 特開2020-14042	参照用の原画像を用いることなく、客観的な画質評価値を高精度に得ることを可能とする画質評価装置、学習装置及びプログラム
動特性測定装置及びそのプログラム、並びに、動特性測定システム 特開2020-14090	表示装置の動特性を簡易に測定できる動特性測定装置及びそのプログラム、並びに、動特性測定システム
画像オブジェクト抽出装置及びプログラム 特開2020-17082	精度よく、且つ比較的短時間で入力画像から特定のオブジェクトを抽出する画像オブジェクト抽出装置及びプログラム
受信装置およびプログラム 特開2020-18005	間秒が実施されたときにおいても、タイムドテキスト（字幕等）の提示開始および提示終了のタイミングがずれることなく、制作者の意図通りになるようにする受信装置およびプログラム
倍率色収差測定用のカラーフィルタおよびこれを用いた倍率色収差測定装置 特開2020-20609	撮像画像の倍率色収差による色ずれ量を測定する際に、レンズパラメータ毎に照明条件やチャートの分光特性をはじめとする測定条件を一定とせずとも、正確な測定を簡易に行い得る倍率色収差測定用のカラーフィルタおよびこれを用いた倍率色収差測定装置
光偏向装置およびモード変換部設計方法 特開2020-21024	MMIを多段に亘ってカスケード接続した場合にも、簡易な構成で、装置製造に要する労力およびコストを抑制することができ、各チャネルの出射光の光量のばらつき、および光利用効率を向上させる光偏向装置およびモード変換部設計方法
不快度推定装置及び不快度推定プログラム 特開2020-21168	広視野観視条件を含む様々な異なる観視距離において、様々な異なる動揺が全画面中に分布している動揺映像であっても、観視した視聴者が感知する不快度を高精度に推定できるようにする不快度推定装置及び不快度推定プログラム
撮像素子およびその製造方法 特開2020-21855	波長域の選択性に優れて2以上の波長域の光の情報を波長域毎に独立して取得可能であり、感度および解像度が高く、信号の読出し特性が良好な撮像素子およびその製造方法
面順次式カラー撮像装置およびこれを用いた色モード切替システム 特開2020-22013	室内、屋外にかかわらず撮像することが可能で、回転機構等の可動部を設ける必要がなく、色モードの変更等を容易に行うことができる面順次式カラー撮像装置および、各色光による画像を所望の画質とし得るRGB信号を簡易に得ることができる色モード切替システム
映像／パケット変換装置、パケット／映像変換装置、及びプログラム 特開2020-22087	パケットの消失による映像劣化を低減する映像／パケット変換装置、パケット／映像変換装置、及びプログラム

発明考案の名称	技術概要
符号化装置、復号装置、学習装置及びプログラム 特開2020-22145	ニューラルネットワークを用いて階層符号化を実現する際に、符号化効率の高い階層符号化を実現し、階層に応じた画質の画像を得る符号化装置、復号装置、学習装置及びプログラム
信号処理装置、表示装置、撮像装置及びプログラム 特開2020-22147	映像信号にシステムガンマ処理を施す際に、色の違いに応じた明るさの変化を抑制する信号処理装置、表示装置、撮像装置及びプログラム
データ送出システム、受信装置、およびプログラム 特開2020-22195	MMT方式の伝送において、データ受信が、いつ開始されてもファイルが全て受信されるようにすることができるデータ送出システム、受信装置、およびプログラム
立体映像表示装置 特開2020-24345	再生光線の本数を従来よりも増やして立体映像を表示することが可能な立体映像表示装置
主観評価装置及びプログラム 特開2020-24520	並び順がランダム化された評価対象を自動的に提示する主観評価装置及びプログラム
画像分類装置及びプログラム 特開2020-24534	教師データを用いて、画像を分類するための学習モデルの学習を行う際に、有用な教師データを収集するための労力及び時間を低減する画像分類装置及びプログラム
ワイパー付き天気カメラ 特開2020-25174	安全、且つ低廉に既存設備に対する互換性を維持する態様で、センサーにより雨滴を感知して自動でワイパー動作を行うワイパー付き天気カメラ
カメラ評価値測定装置およびカメラ評価値測定方法 特開2020-25224	MTFを予め定めた所定レベルに揃えた状態でSNRを測定することで、一元的にカメラの優劣を評価することが可能なカメラ評価値測定装置およびカメラ評価値測定方法
映像信号変換装置及びプログラム 特開2020-25241	HLG映像とSDR映像との間で変換を行う際に、人物の肌の信号レベルが低くならず、かつテロップの白レベルが変化せず、さらにハイライトの白つぶれを抑制する映像信号変換装置及びプログラム
送信装置、プログラム、及び集積回路 特開2020-25337	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
ロボット操作装置及びロボット操作プログラム 特開2020-26011	WOZ法による実験者のロボットの操作の負担を軽減できるロボット操作装置及びロボット操作プログラム
超解像装置およびそのプログラム 特開2020-27557	入力信号を高品質に超解像化することが可能な超解像装置およびそのプログラム
磁壁移動型デバイスおよびそのデータ記録方法ならびに記録装置 特開2020-27802	製造し易く1つの記録素子で複数の磁性細線に所望のデータを書き込むことができる磁壁移動型デバイスおよびそのデータ記録方法ならびに記録装置
磁壁移動型デバイスおよびそのデータ記録方法ならびに記録装置 特開2020-27805	漏れ磁場により安定した形状の磁区を形成することができる磁壁移動型デバイスおよびそのデータ記録方法ならびに記録装置
コンテンツ配信装置及びプログラム 特開2020-27984	インターネット配信によるライブストリーミングにおいて、エンコード処理時間を超える遅延を発生させずにリアルタイム性を確保しつつ、番組内容に対する生字幕の遅延を抑制するコンテンツ配信装置及びプログラム
情報処理装置、及びプログラム 特開2020-28046	ユーザにとってより適切な態様で情報提示を行う情報処理装置、及びプログラム
色差イントラ予測候補生成装置、画像符号化装置、画像復号装置、及びプログラム 特開2020-28066	色差ブロックに適用するイントラ予測モードの候補リストを効率的に生成することにより符号化効率を改善可能とする色差イントラ予測候補生成装置、画像符号化装置、画像復号装置、及びプログラム
画像符号化装置、画像復号装置、及びプログラム 特開2020-28067	符号化効率を改善する画像符号化装置、画像復号装置、及びプログラム
コンテンツ受信装置及びプログラム 特開2020-28100	コンテンツの内容と連動したサービスを実現する際に、連携端末がEMの内容を解釈できるように、EMの内容が反映された構造化データを生成するコンテンツ受信装置及びプログラム
立体画像生成装置及びそのプログラム 特開2020-28114	効率的にコストボリュームを算出できる要素画像生成装置を提供する立体画像生成装置及びそのプログラム
音声認識結果整形モデル学習装置およびそのプログラム 特開2020-30367	規則を設けることなく、音声認識結果を整形することが可能なニューラルネットワークの文整形モデルを学習する音声認識結果整形モデル学習装置およびそのプログラム

NHK技研最新刊行物

『NHK技研だより』

(2020年3月号)

Top News

技研開所90周年を迎えて ～技研の歴史～

News

「放送局のイベントで技研の研究成果を展示」

「技研の技術が番組で活躍しました

～8K4倍速スローモーションシステム～」

R&D

「出演者や遠方の家族・友人と一緒に番組視聴

AR/VRを活用した空間共有サービス」

連載 ネットを活用した番組視聴技術 コネクトメディア (第4回/全4回)

「テレビ視聴ロボット」



『NHK技研だより』

(2020年4月号)

Top News

「高精細な3次元映像表示技術を開発」

News

「技研の技術が番組で活躍しました～ソーシャルメディアを活用するための言語処理技術～」

「技研のホームページをリニューアルしました」

R&D

「地上放送高度化に向けた高効率映像符号化技術

次世代映像符号化方式VVC」

連載

技研開所90周年記念企画 研究の歴史 (第1回/全6回)

「衛星放送の研究」



『NHK技研R&D』180号

(2020年3月)

光線による空間像の取得・表示技術 特集号

巻頭言

「光線による空間像技術」、その歴史と今後への期待」

解説

「空間像のための光線取得技術の研究開発動向」

「光線による空間像再生技術の研究開発動向

報告

「インテグラル3D映像の画面合成技術」

「インテグラル3D表示の色モアレ低減技術」

「アクティナビジョン」

研究所の動き

「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」

「放送番組と通信経由コンテンツの同期再生 自由視点ARコンテンツのリアルタイム伝送技術」BΣ

「ラジオ気象情報番組の自動作成 AIによるアナウンス」

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.39 No.3 (通巻226号)

発行日●2020年5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>



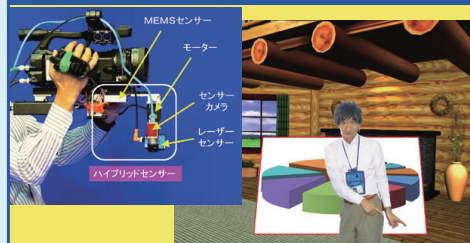
NHKエンジニアリングシステムは、NHKの研究開発成果を広く一般に還元し、技術の進歩発達と社会の発展に寄与していきます

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>