

■トピックス

- ・ディスプレイ技術の最新動向
- ・8th HbbTV Symposium 参加報告

■NESニュース

- ・AI技術を中心とした新規事業の立ち上げ
- ・佐藤庄衛 上級研究員がSCATの優秀賞を受賞
- ・建造物による電波障害予測検討のこれからについて

■テクノコーナー

- ・360度VR映像のその先へ 第3回
- ・映像音声品質の評価技術 (第3回)
- ・きぬ太とネネの技術ノート 第18回

■NHK R&D紹介

- ・カメラレーで高解像度化を実現

■公開されたNHKの発明考案

■NHK技研最新刊行物

トピックス

ディスプレイ技術の最新動向

はじめに

4K/8K、AR/VR、デジタルサイネージ、AI、自動運転技術などが私たちに身近になるにつれ、効率的に情報を取り込むための表示技術の重要性が益々高まっています。ここでは2019年11月に開催された国際ディスプレイワークショップ (International Display Workshop : IDW '19) を中心に、最新のディスプレイ技術を紹介します。

トピックス

・マイクロLEDディスプレイ

マイクロLEDを用いたディスプレイがIDW '19においてもスペシャルトピックスに選ばれています。マイクロLEDディスプレイは、微小なLEDチップを敷き詰めて画像を表示するディスプレイで、①太陽光下でも見やすい高輝度、②バッテリーの持ちを長くする低消費電力、③180度に近い広視野角、④劣悪な環境に耐える高信頼・長寿命などの特徴を有しています。

ソニーや韓国のSamsung Electronics、LG Electronics、中国のKONKAなど多くの企業が100インチを超える大型ディスプレイを発表し、業務用として一部商品化しています。また、国際見本市 (Consumer Electric Show : CES2020) では小型のディスプレイを組み合わせたモジュール方式の大型のマイクロLEDディスプレイが多数展示されました。モジュール方式とすることでディスプレイの大きさを自由に設計することができます。また、マイクロLEDは画素を非常に小さくできるため小型の高精細ディスプレイへの応用も期待され、AR/VR用ディスプレイ、スマートウォッチ、小型プロジェクター、車のヘッドアップディスプレイ (HUD) などに向けた開発が活発化しています。これまでは海外の企業や研究機関で開発が活発でしたが、近年、シャープ、京セラ、ジャパンディスプレイから試作ディスプレイの発表が相次ぎ、日本メーカーの参入が増えています。IDW '19ではシャープが0.38インチ (カラー) および0.13インチ (青色単色: 図1)、京セラが1.8インチ (カラー) のマイクロLEDの発表を行いました。



図1 IDW '19で展示されたマイクロLEDディスプレイ

マイクロLEDディスプレイの製造には微細なLEDを高精度かつ高速に実装する技術が必要となり、製造コストが他のディスプレイと比較して大きくなるという課題があります。早期に課題が克服され次世代ディスプレイとして発展することが期待されます。

・広色域ディスプレイ

ディスプレイの広色域化を実現するための技術として「量子ドットディスプレイ」の開発が進んでいます。量子ドットはナノスケールの半導体微粒子で、粒径の大きさを変えることで発光波長を変えることができます。高い色純度の発光が得られるため、国際規格のBT.2020をカバーする広色域化を実現する部材として注目されています。

シート状の量子ドットフィルムを液晶ディスプレイのバックライトと液晶素子の間に挟み、青色LEDバックライトの発光波長を制御してBT.2020色域規格の90%以上をカバーする液晶ディスプレイが商品化されています。また、青色有機ELディスプレイや青色マイクロLEDと組み合わせ量子ドットを色変換材料として使うことで自発光の広色域ディスプレイを実現できます。

課題は実用化されている特性の良い量子ドットがカドミウムを含むことです。ヨーロッパの電子部品の規格であるRoHS (RoHS) でカドミウムが規制されており、カドミウムを使わない量子ドットの開発が求められています。カドミウムフリーの材料の候補としてリン化インジウム (InP) やペロブスカイト材料が研究されていますが、カ

ドミウム系の材料と比較して発光効率や寿命特性が劣り開発途上にあります。IDW '19においても多くの発表があり、中国のChina Starは青色有機ELの上にペロブスカイト系材料を塗布した発光効率を改善したディスプレイを試作し高い色純度を示したと報告しました。また、Samsung ElectronicsがInP系の材料で高い発光効率と実用的な寿命を達成した赤色量子ドットを科学誌「ネイチャー」に発表するなど、徐々に特性改善が進んでいます。

・立体映像関連技術

立体映像技術では、パブリックビューイングやデジタルサイネージや非接触スイッチへの応用を目指した技術が報告されています。

レイヤードディスプレイは、ライトフィールドディスプレイの一種です。名古屋大学より、マルチビューカメラでキャプチャされた3Dビデオを、レイヤードディスプレイにリアルタイムで18fps表示するパイプライン処理技術の発表がありました。このパイプライン処理技術ではレイヤーパターンを計算して処理時間を短縮する畳み込みニューラルネットワーク（CNN）を使用しています。

この他、三菱電機やパリティイノベーションより微小な直交コナーミラーアレイを利用した再帰反射による空中結像技術の報告や展示がありました。

・AR/VR関連技術

5Gの到来でAR/VRデバイス応用には今までにない変化が期待されています。

フィンランドのVarjoから目の解像度を満たす高解像度ヘッドマウントディスプレイ（HMD）の報告がありました。目の中心部付近の高解像度領域用の1920 × 1080画素のマイクロLEDと広い周辺視野用の1440 × 1600画素のAMOLEDを組み合わせる多重表示するもので、境界が目立たないように画像処理されています。また、日立製作所からビームスプリッターアレイ型導波路を適用した光利用効率の非常に高いHMDの発表がありました。

CES2020ではパナソニックより小型軽量の眼鏡型VRグラスが参考出品されました。2K × 2KのOLEDパネルを左右に2個搭載したもので、HDR対応です。

中国のKandao Technologyより携帯サイズの8K 360度カメラが展示されました。4K 120fpsの撮影も可能です。

この他、東京大学よりVRシステムを利用することで、頭・手・視線・口などの動きから感情の読み取りや、映像によるメンタルトレーニングに有効との報告がありました。

・錯視・錯覚関連技術

IDW '19で錯視・錯覚に関するトピカルセッションが開催されました。

このセッションでは、静止画が動いて見える（正確には、動きの知覚が生じる）錯視の生じる条件の分析、鏡に映すと形が変わって見える立体の構成法など、面白い錯視についての詳細な研究報告が発表されるとともに、エキシビションではその実物が体験でき、多くの来場者



図2 錯視の展示会場。床にもだまし絵

を集めていました。

中でも、ディスプレイ技術に関連しそうなのが、画像中の明るい部分の周囲にグレアやハロのような光沢に伴う現象を表現する部分を付加すると、実際の輝度よりもさらに明るく感じる、という錯視です。この現象自体は以前から知られていましたが、今回、和歌山大から、プロジェクターの映像でも現象が生じることを主観評価実験で実証したことが報告されました。さらに、自然画像にこの効果を生じさせるプロジェクションを投射して明るく感じさせる手法が提案されました。現実のプロジェクターの能力を超えて明るい印象の映像を表現できる可能性につながると考えられます。

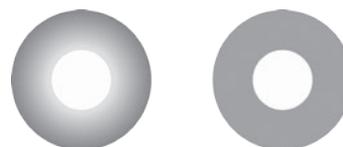


図3 光沢を模した図形による輝度の錯視。

(左図では、周辺の輝度が一樣な右図よりも中心が明るく見えるが、実際は同じ明るさ。紹介者による模式図)

また視覚以外の錯覚では、NTTから、方向ごとに速度が非対称な振動を与える装置により、それを保持している人がある方向に引かれる感覚を生じさせる触覚の錯覚の研究が紹介されました。この技術をコンパクトな装置に実装して歩行者のナビゲーションに利用する例が報告され、広いグラウンドに設定した複数の不可視な目標点を經由するコースに沿って被験者を誘導する実験を行い、ゴールまでに經由する最短距離に対する実際に歩いた距離の比が、45試行の中央値で1.4に留まり、有効性が確認できたとのことでした。

まとめ

液晶・OLEDディスプレイの進化・発展とともに、マイクロLEDやHMD、HUDなどさまざまなディスプレイ技術が急速に進化しています。5G、AI、自動運転技術などの進展とともに新たなサービスや応用が大いに期待されます。

(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 関 昌彦
研究主幹 清水 直樹
システム技術部 専任部長 比留間伸行

8th HbbTV Symposium参加報告

——欧州の放送通信連携システム・サービス動向——

はじめに

2019年11月21日～11月22日の2日間、HbbTV (Hybrid broadcast broadband TV) Association主催の会議第8回 HbbTV Symposiumがギリシャのアテネで開催されました。HbbTV Associationは欧州を中心とした放送局や70社以上の関連する企業で構成される放送通信連携システム HbbTVの標準化・推進団体です。HbbTV Symposiumは、年に1回開催されるHbbTVによる放送通信連携サービス、ビジネス展開や標準化などの議論が行われる会議です。

会議の概要

HbbTV Symposiumでは、各国で取り組んでいるネットを活用したサービス事例の紹介や新しい取り組みについての議論が行われます。今回も最新のサービスの状況、新技術の紹介、最新規格の動向、今後の進むべき方針などが議論されました。

今回議論された主なトピック

1) ターゲット広告

最も関心の高かったトピックは「ターゲット広告」ではないかと思われます。これは、放送の広告をユーザの嗜好や興味に合った商品の広告に差し替えて購買を促進しようとするものです。ネットの動画配信ではすでに実現されていますが放送波の差し替えを行う点が異なり、その様子がデモを通じて紹介されました。またこれを実現するために必要な「視聴履歴の収集」などが議論されました。広告収入による放送局にとって影響の大きな技術です。

2) プラットフォーム事業者アプリ

欧州では、サービスの提供者（放送局等）とサービス基盤の運用者（プラットフォーム事業者）とが分離されています。HbbTVアプリは放送チャンネルに紐付いた形式が多く用いられますが、同様にプラットフォーム事業者もアプリを提供したいという要求があり、プラットフォーム事業者用のアプリの議論が進んでいます。

3) ユーザ体験の向上

従来のTVリモコンに代わり、スマートフォンによるユーザインターフェースを目指す議論もありました。AI技術とIoT技術を使って、視聴者が見たい番組を再生するといったもので、AI技術によって視聴者の行動を認識し個人別のリモコンを実現しようとするものです。

4) ATSCとの連携

ATSC3.0がHTML5ベースのインタラクティブ方式を採用したことでHbbTVとATSCとの互換性の議論も始まり

ました。また、容易に両方で動作するアプリケーションを制作できる環境のデモが行われていました。

5) HbbTV2.0.3の紹介

規格の新しいバージョンの紹介も行われました。今回、動画配信においてMPEG-DASH/HLS両方式を統一的に扱えるCMAF^{*1}および現在Webでは主流となっているストリーミング再生制御方式であるMSE^{*2}の採用をするとのアナウンスがありました。

おわりに

HbbTV Symposiumでは、技術だけではなく、ユーザやビジネスの視点に立った議論が行われており、ユーザの購買動向や市場動向などの緻密な調査と分析に基づいた予測により戦略をたててビジネス展開を図ろうとする傾向が見られます。見習う点の多い会議でした。



写真1 会議の様相



写真1 デモも併設されました

(一財) NHKエンジニアリングシステム

システム技術部 EE 金次 保明

* 1 Common Media Application Format: ISO/IEC 23000-19

* 2 Media Source Extensions: W3C Recommendation

AI技術を中心とした新規事業の立ち上げ

——4月から音声認識（AI）を利用した字起こしサービスを開始

当財団では、NHKの研究開発成果をベースに、技術の普及、啓発、実用化に取り組んでいます。2019年7月に理事長特命研究成果事業化プロジェクト（通称：NESラボ）を設置して、NHKの研究開発成果をより積極的に社会還元するための準備を進めてきました。

2020年度は事業化開始の年と位置付け、4月からAI技術を中心とした新規事業を立ち上げることといたしました。2019年度に行ったNESラボの研究開発と事業化に向けた顧客ニーズの分析をもとに、「音声認識（AI）を利用した字起こしサービス」をいち早く開始します。

これに続く分野として、音声合成による読み上げ、画像認識等のAI技術、マルチモーショ等々の映像分析技術についても、引き続き技術開発と顧客開拓を進め事業化を探ってまいります。事業化に当たっては、クラウドの活用や協力企業との連携などにより、効率的で柔軟な事業運営を目指します。

音声認識技術を利用した字起こしシステム

・リアルタイム認識

記者会見や中継現場から放送局に送る取材映像の音声を認識して、リアルタイムに字起こしを提供します（図1）。長時間におよぶ取材映像から確認したい部分にアクセスし、複数の制作者が同時に認識結果を編集・参照できる修正インターフェースを備えています（図2）。

・高度な認識精度

NHKが過去に放送した4500時間の音声とNHKが付与してきた10年分の字幕テキストを学習しており、さまざまな発話環境や収録条件、話し方、話題に対応した高度な認識結果が得られます。

・働き方改革に寄与

取材映像の内容を的確に把握し番組の正確性を担保するためには、取材映像の字起こしが不可欠です。番組制作のワークフローでは多くの時間がこの字起こし作業に費やされています。AI技術の活用により、取材映像の字起こしが素早く得られ、迅速な番組制作が実現するとともに、放送現場の働き方改革にも寄与します。

本システムは、2017年12月からの報道現場での検証運用を経てその有用性が認められ、NHK内の業務システム

に統合され全国で活用されています。これらのシステムは拠点放送局が取りまとめる県域局からも利用され、字起こしを通して取材内容が複数の放送局間で共有されるなど、新たなワークフローも生まれています。

4月から、字起こしのこれらの機能をユーザーの環境に応じて、当財団でカスタマイズして提供する新たなサービスを開始します。

次号から音声認識技術、音声合成技術、顔画像認識技術、映像分析技術の詳細について連載する予定です。

当財団では、引き続き新たな技術の普及、啓発、実用化に取り組んでまいります。

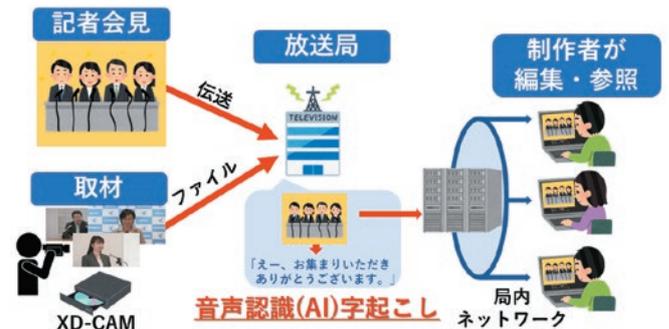


図1 字起こしシステム



図2 修正インターフェース画面

(一財) NHKエンジニアリングシステム

先端開発研究部 研究主幹 岩城 正和

佐藤庄衛上級研究員がSCATの優秀賞を受賞

(一財)テレコム先端技術研究支援センター (SCAT) の2019年度SCAT表彰式が、1月14日東京ガーデンパレスで行われ、当財団の佐藤庄衛上級研究員が優秀賞を受賞しました。

SCATは、情報通信技術分野における先端的な技術に関する調査研究とその支援、研究開発への助成、先端技術情報の提供などの事業を通じて、情報通信技術の発展に貢献している団体です。

佐藤上級研究員の受賞対象は「字幕放送拡充のための音声認識技術の開発」で、聴覚障害者の番組支援等を目的として、長年にわたり、音声を認識して字幕を生成する音声認識技術の研究開発・実用化を推進してきたことが高く評価されました。

佐藤上級研究員は、ニュース番組や情報番組、スポーツ中継などの生放送番組に字幕を付与するシステムの開発に貢献し、NHKではこのシステムが毎日の字幕放送で利用されています。また、緊急放送の音声認識で課題となる地名や被災状況などを速やかに学習できる音声認識システムも構築し、緊急報道時の字幕の精度向上を図りました。さ

らに、地域の情報をきめ細かく伝えるために地域放送局発の番組に字幕を付与するための省力化した音声認識システムを開発し、NHKの拠点となる放送局での字幕付与も実現しています。現在は、人手や機材などの確保が困難な小規模な放送局でも利用できる音声認識技術の開発に取り組んでいます。なお、佐藤上級研究員は4月24日東京ガーデンパレスで開催されるテレコム技術情報セミナーで受賞記念講演を行う予定です。



写真 佐藤上級研究員への表彰状授与風景

(一財) NHKエンジニアリングシステム

開発企画部長 藤井 真人

建造物による電波障害予測検討のこれからについて

当財団では、NHKの指導を受け、1988年から高さが送信アンテナ高の1/2以上の建造物および特殊建造物による放送受信障害の事前予測検討業務を行っています。一方、高さが送信アンテナ高の1/2未満の建造物については(一社)日本CATV技術協会(以下「技協」)会員の調査会社が受信障害予測・報告書作成システム「ビルエキスパート」を使用して報告書を作成しています。「ビルエキスパート」は1995年からNHKの指導のもと当財団が開発してきたもので最新バージョンはVer.7です。当財団および技協会員の調査会社は建造物の施主やコンサル会社から予測検討依頼を受け、検討結果は環境アセスメントの調査書等に反映されます。ところが建物高が送信高の1/2以上かどうかを境として対応が分かれるため、同じ建造物であるにもかかわらず送信アンテナ高の違い(例えば標高約600mの東京スカイツリー広域局と標高約170mの浦和局などの県域局)により予測検討が別々の対応となることがありました。そこで、全国に会員の調査会社を持つ技協にビルエキスパートの計算範囲を超える部分についても窓口となっただき、当財団が分担するという新たな仕組みをスタートしました。

当財団が行っている特殊建造物による電波障害予測業務のうち、風力発電設備による電波障害については、予測検討依頼が毎年増え続けています。風力発電設備は、NEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)のホームページによると2018年3月末現在、全国で既に2,260基稼働しています。近年、放送関連以外の電波障害についても問合せが多いことから、放送受信障害で培った技術をベースとして、放送と同様な大ゾーン方式の無線システムである防災無線や移動無線に加え、マイクロ波回線およびヘリテレ伝送についても電波障害予測を扱っており、実績を積み重ねています。また、風力発電設備については障害予測検討が困難な海上伝搬が関係すると考えられる大規模な電波障害が昨年発生した事例を受け、海上伝搬が関係しそうな地理条件にある場所で建設される建造物による電波障害についても今後予測検討を進めてまいります。

(一財) NHKエンジニアリングシステム

システム技術部 技術主幹 伊藤 泰宏

360度VR映像のその先へ 第3回

～ MPEGにおけるイマーシブメディアの標準化～

360度VRアプリケーションに対応したヘッドマウントディスプレイなどは、一般に視線方向を検出するセンサーを備えており、視聴者の視線方向に応じた映像が表示されます。このことを利用して、360度全方位の映像全体を高画質で提供することが難しい場合でも、視線方向の映像だけを高画質化する工夫が行われています。

今回は、360度VRアプリケーションならではの画質化のための工夫であるタイルベースストリーミングと、撮影位置とは異なる視点からの映像を提供する3DoF+ (Degree of Freedom) の実現に向けた技術について紹介します。

360度映像のパラメータ値を規定するITU-R勧告

3DoFの360度映像の制作・交換が容易に行えるよう、ITU-R勧告BT.2123「制作と交換のためのAIAV (Advanced Immersive Audio-Visual) システムの映像パラメータ値」は、制作・交換のための360度映像のパラメータ値として、360度映像から矩形映像への射影変換に正距円筒図法 (ERP、Equirectangular Projection) を用いることや、射影変換後の矩形映像の空間解像度・フレーム周波数・カラリメトリ・ダイナミックレンジ (SDRおよびHDR) などを規定しています。空間解像度は水平7,680画素 (8K) の最適水平視覚が96度であることから、画素構造が検知されない360度方向の水平画素数として30,720画素 (7,680画素 × 4 = 30K) を規定しています (図1)。

タイルベースストリーミング

テレビの映像などではすべての視聴者に同じ映像が表示されていましたが、360度映像では視聴者の視線方向に応じて表示される領域 (ビューポート) が異なります (図2 (b))。そのため、ビューポートとして表示されない範囲も含め、常に30Kの映像を提供することは現実的ではありません。

映像の圧縮符号化では、視聴者が着目する領域に多くの

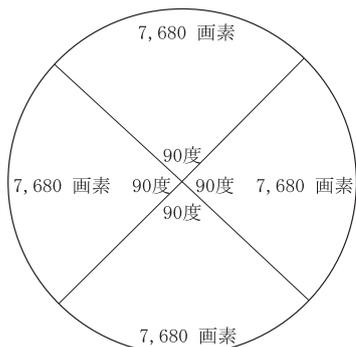


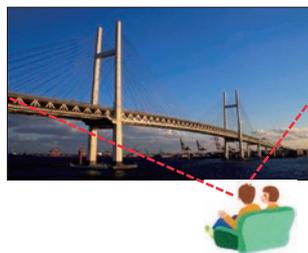
図1 ITU-R勧告BT.2123が規定する360度方向で7,680画素 × 4 (= 30K) の映像の概要

ビット量を割り当てることで、その他の領域より高画質化するROI (Region of Interest) と呼ばれる技術が従来から用いられていました。360度映像では、これを映像の圧縮符号化の単位である「タイル」に応用することで高画質化を図るタイルベースストリーミングと呼ばれる技術が実現されています。

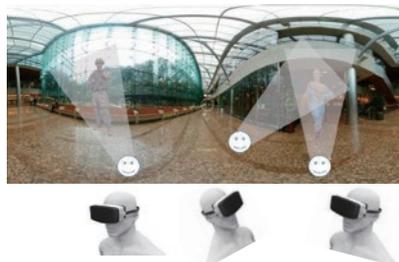
タイルベースストリーミングの概要を図3に示します。ここでは例として、ERPで射影変換した映像を示します。送信側は、高解像度の映像として360度方向で5,120画素 × 2,560画素の映像を用意します (図3左上)。これとは別に、方向を90度ずらした低解像度の映像として360度方向で2,560画素 × 1,280画素の映像を2種類用意します (図3左下)。高解像度の映像は8分割、低解像度の映像はそれぞれ4分割し、いずれも独立して復号可能なタイルとして圧縮符号化します。

視聴者の視線方向が0度の場合、視線が-90度から90度の領域については高解像度の映像のタイルを選択し、それ以外の領域については低解像度の映像のタイルを選択します。送信側は、選択したタイルのビットストリームをつなぎ合わせたものを、タイルを組み合わせた矩形映像 (図3中央) を圧縮符号化したビットストリームとして受信側に伝送します。

受信側は、図3中央に示す横2,560画素 × 縦3,200画素の映像を復号することになります。この映像は、2,560 × 3,200 = 8,192,000画素であり、普及が進んでいる4K対応の復号装置 (3,840画素 × 2,160画素 = 8,294,400画素の映像を復号可能な装置) で復号できます。タイルを復号後



(a) テレビの映像などではすべての視聴者に同じ映像が表示される



(b) 360度映像では視線方向に応じて異なる領域の映像が表示される

図2 これまでのテレビの映像と360度映像の違い

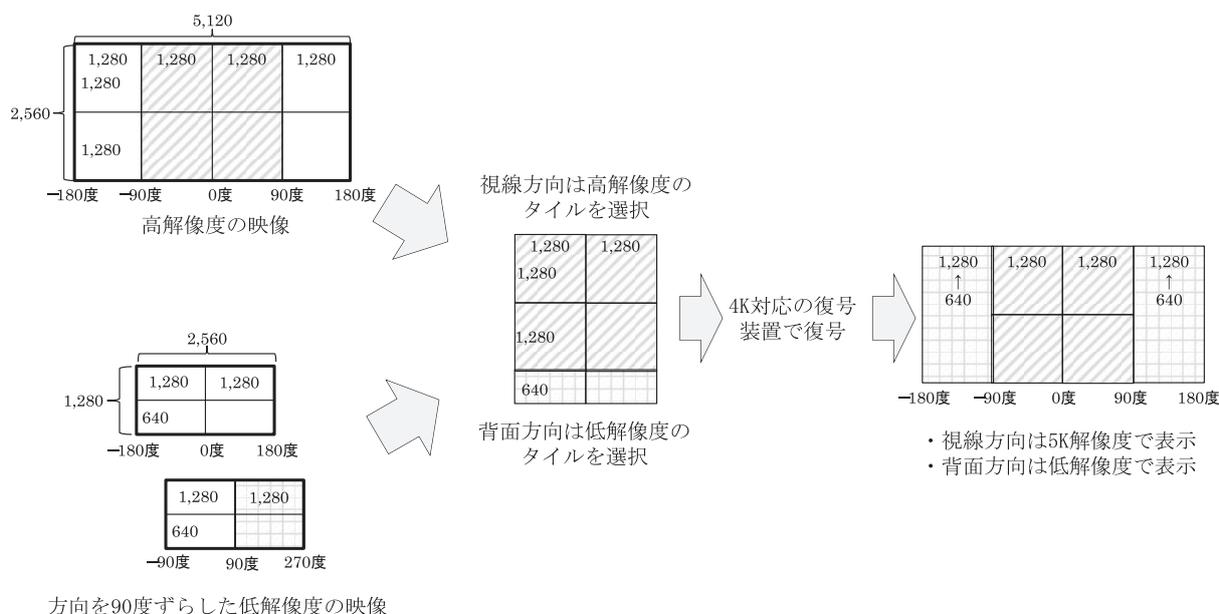


図3 タイルベースストリーミングの概要



図4 24個の映像と奥行き情報（上段）を用いて視点内挿により生成した映像の例（下段）

にそれぞれの領域をそれぞれの位置に配置することで、視線方向は高解像度で、背面方向は低解像度の映像として表示することができます。視聴者が振り返るなど、視線を急に変更した場合、低解像度の映像がまず表示され、高解像度のタイルを受信した段階から高解像度の映像に切り替わります。

タイルベースストリーミングを用いることで、受信端末の復号能力が限られている場合や伝送帯域に制限がある場合にも、視聴者の視線方向に応じた高画質な映像を提供することができます。

3DoF+の実現に向けた多視点映像からの視点内挿技術

3DoFの360度映像では、撮影した映像を決まった視点から視聴することができました。これに対し3DoF+や6DoFのイマーシブメディアでは、視点が移動できる範囲の大小はあるものの、視聴者が視点を移動することができます。視点の移動に対応した映像をすべて撮影することは現実的でないため、複数の固定視点の映像とその奥行き情報を用いて、視聴者の視点に応じた映像を生成する視点内挿の技

術を用いることが考えられています。

MPEGでの3DoF+の実現性の検討にあたり、24個の固定視点の映像と奥行き情報とから、3DoF+の視点の動きの幅で視点内挿を行い生成した映像の例を図4に示します。視点の動きに伴い、ある視点では見えなかった物体が別の視点では見えていることが分かります。図4では生成した映像として5つの静止画を示しましたが、視点の移動に伴うビューポートを動画としてレンダリングできることが示されています。

このような視点内挿を行うために必要な、映像の撮影位置や撮影方向などのメタデータと映像処理方法などについて、2021年1月の規格化完了を目標にMPEG-Iパート12 (ISO/IEC 23090-12) 「イマーシブビデオ」の標準化が進められています。

今回は、6DoFのアプリケーションの実現に向けてMPEGで検討しているさまざまな技術を紹介します。

映像音声品質の評価技術 (第3回)

——主観評価結果の検定、客観評価技術

はじめに

今回は、これまでの主観評価法の話題で残っていた、評価結果の統計検定について簡単に補足した後、電子的な計測装置によって画質・音質を評価する「客観評価技術」について解説してまいります。

統計検定

これまで本連載で説明したような、十分に配慮した手続きに則った主観評価実験によっても、人間の出す評価結果には、どうしてもバラツキが生じます。従って、装置Aの出力映像と装置Bの出力映像の画質を主観評価した実験結果にある差が見られたとしても、それがバラツキのために偶然生じたものか、確かに存在する差異（有意な差）なのか、を判断しなければなりません。その拠り所になるのが、統計検定です。

検定では通常、「評価には差がない（結果の差は偶然生じたものである）」という仮説を立て、仮説が正しいとしたら、得られた実験結果が、「どれほど起きにくいものか」を確率論に従って計算します。そして、それが起きる確率が、ある小さい危険率 p （5%あるいは1%がよく用いられます）より小さければ、仮説は（この危険率はあるものの）誤りである、として棄却し、実験結果は偶然ではなく有意な差である、と結論します。上記の仮説は、多くの場合、最終的に棄却される目的で設定されますので、「帰無仮説」と呼ばれます。

ここで大切なのは、実験結果の有意性をどのような検定によって判断するかは、実験実施の前に、実験設計の段階で決めておかなければならない、という点です。というのは、実験結果を得てから、それを世の中に種々ある統計処理でさまざまに「料理」していると、中には、たまたま低い確率を示してしまうものがあり得るからです。この行為は、 p 値ハック（ p -hacking、またはdata dredging等とも）と呼ばれ、実験者の正直さに関わる問題ですが、この行為により得られた結論は信用されません。予め熟慮して決めた検定法によって有意性が認められなければ、潔く「差は見られなかった」と結論しなければなりません。

客観評価技術とは

さて、話題を変えて、電子的な計測装置によって画質音質を評価する客観評価技術について述べますが、まずは、この「客観」評価という用語について確認しておきたいと思います。一般的な主観的、客観的という語感から、客観評価の方が主観評価より正確で信頼性が高い評

価、という印象を持つ方がおられるかもしれませんが、そうではありません。これまでに説明したように、適切な実験設計と手順で実施された主観評価の結果は、十分に「客観的」なものです。そもそも、映像や音響を最終的に受容するユーザーが人間である以上、人間による評価を超えるものはありません。

では、電子計測器による客観評価がなぜ必要なのでしょう。実は主観評価には重大な難点があるのです。それは、「とっても手間がかかる」ことです。適切な主観評価を実施するためには、この連載で述べたように、多数の評定者を集め、順序効果や学習効果を考慮して何度も刺激映像の提示・評価を繰り返し、結果の統計的有意性を確認する解析を行わなければなりません。

もちろん、このような手間はコストに直結します。また、新しい機器の開発中であれば、入念な主観評価も実施できましようが、既に運用を開始しオンラインで稼働中のシステムを対象として、障害による画質劣化をリアルタイムで監視しようとする際に、手間をかけて厳密な主観評価を実施し続けるわけにはいきません。

そこで、人間と同じ評価をしてくれる電子計測器が求められ、市場には、多様な客観評価装置が提供されています。当然、そのような計測器の開発にあたっては、その評価結果と、人間による主観評価とを照合し、図1に例示するような高い相関が得られることを確認します。

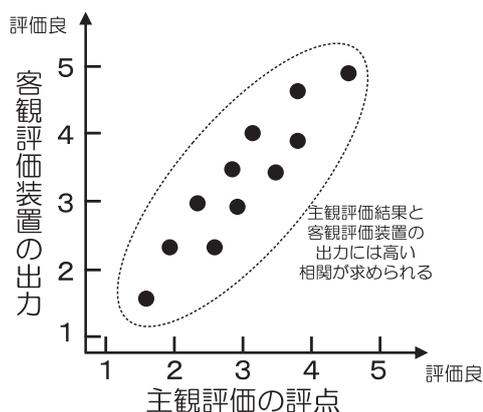


図1 ある刺激の主観評価結果と、同じ刺激の客観評価装置による評価結果との比較（模式図）

なお、通常の物理計測では人間の感覚にマッチした評価にならないことがあり、客観評価装置の開発には、人間の視聴覚特性の理解が必要です。例えば、映像品質の代表的な物理計測値としてPSNR（ピークS/N比）が挙げられますが、基準画像と評価画像とを比較したとき、後者の画面全体にわたって緩やかな輝度変異が生じてい

る場合、原画像との差分でS/Nを計測すると大きな劣化値となる一方、人間の視覚は低い空間周波数成分の変化には鈍感なため、顕著な画質劣化には見えないことがあります。逆に、視覚系が敏感な空間周波数のノイズが生じていると、S/Nの劣化は僅かでも、人の目には妨害が気になる、ということがあり得ます。計測器メーカー各社は、このような事情をさまざまに取り入れて特色ある客観評価装置をラインアップしています。その特色を理解し、目的に応じた機材を選定・活用することが大切です。

客観評価の形態

伝送装置や、画像処理装置の出力画像品質を計測する客観評価装置には、原画像の参照の仕方によって、以下の3つの形態があります。

Full Reference

原画像そのものを基準として用いる評価法です。画像処理装置の開発過程など、手元に原画像と被評価画像の両方が得られる場合に利用され、多くの計測機器が市販されています（図2）。

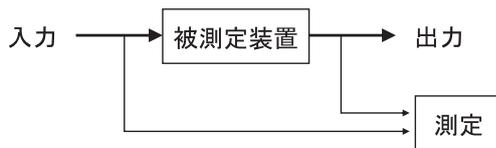


図2 Full Reference客観評価装置

Reduced Reference

原画像そのものではなく、原画像から抽出した特徴量を用いる評価法です。伝送システムの評価などで、原画像信号源の存在する場所とは別の場所で劣化自動監視などの画質評価を行うために利用されます。抽出した特徴

量は、映像伝送の本線とは別に小容量の回線で伝送するなどします（図3）。



図3 Reduced Reference客観評価装置

No Reference

原画像を全く利用せず、伝送画像のみから劣化を検出する評価法です。放送網末端での画質監視等に適しています。伝送画像から特徴量を抽出して評価したり、送信側で伝送画像に不可視マーカを埋め込み、それを検出して劣化度を調べるなどします（図4）。



図4 No Reference客観評価装置

おわりに

画質音質評価値の話題を紹介してまいりました。評価を行うにあたっては、評価の目的の明確化とともに、評価対象や環境条件等の特性をよく検討し、適切な手法を採用することが大切です。本稿で述べた諸点が、評価実験立案の参考になれば幸いです。

(一財) NHKエンジニアリングシステム

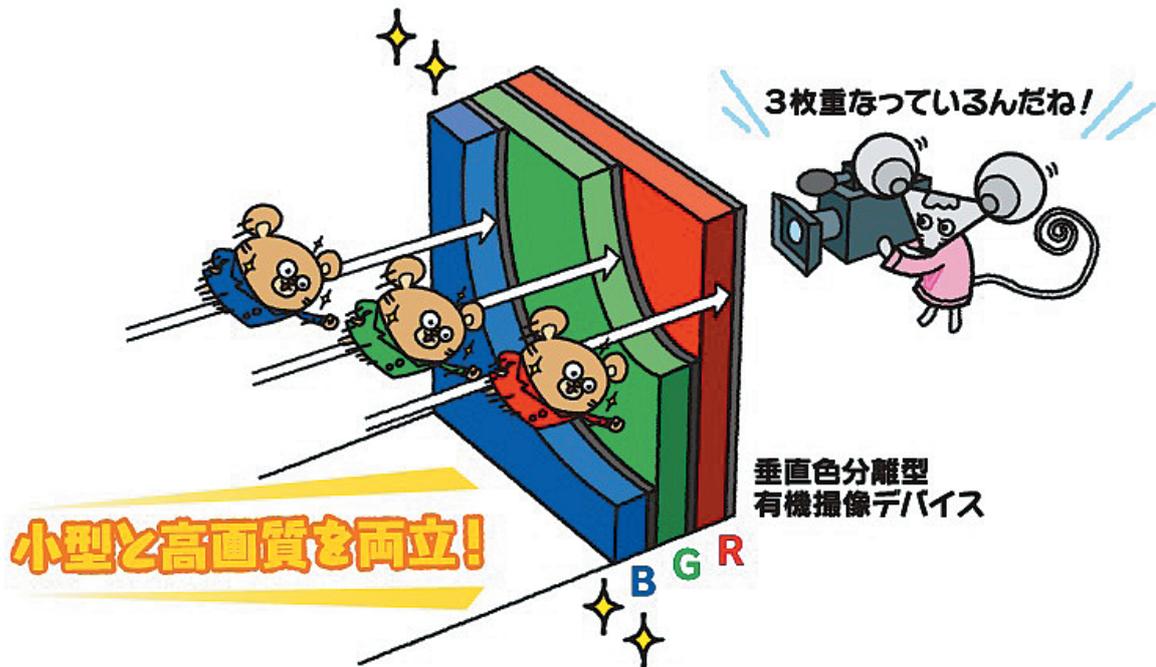
システム技術部 専任部長 比留間 伸行

きぬ太とネネの技術ノート 第18回

——垂直色分離型有機撮像デバイスの作製技術(「NHK技術カタログ」<http://www.nes.or.jp/transfer/catalog/>)

垂直色分離型有機撮像デバイスの作製技術

有機材料を使った光導電膜を用いることにより、小型でも高画質なカメラを実現できます。



垂直色分離型有機撮像デバイスの作製技術の技術ノート

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、「垂直色分離型有機撮像デバイスの作製技術」をご紹介します。

垂直色分離型有機撮像デバイスの作製技術

有機光導電膜と光透過型信号読み出し回路を用いた撮像デバイスの作製技術です。カメラの小型化や高画質化のみならず、各種センサーへの応用が可能です。

本撮像デバイスは、それぞれ赤青緑の各色のみに感度を持つ3層の有機光導電膜と、光透過型信号読み出し回路とが積層された構造を持っています。画素は色ごとに異なる層に設け、重ね合わせることができるため、画素当たりの受光面積を広くとれます。また光導電膜自身で光量の検出と色分離を同時に行えるため、カラーフィルターが不要となり画素開口率も高められます。これらにより光利用効率が向上し、高感度化と多画素化の両立が可能となります。

さらに垂直方向に複数の有機光導電膜や各種センサーを組み合わせることで多層化できるため、種々の機能を持った新しい撮像デバイスの開拓も期待できます。

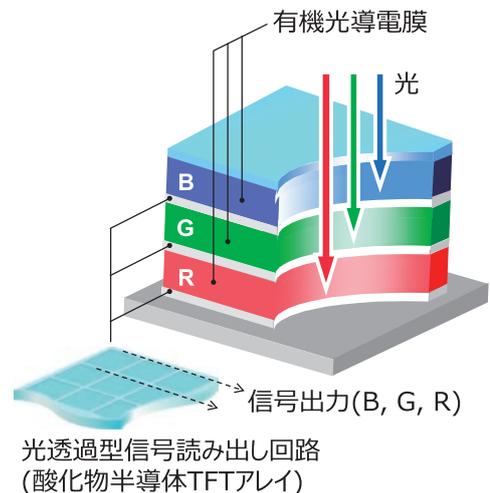


図 垂直色分離型有機撮像デバイスの構造

〈撮像デバイス用有機光導電膜の作製・評価技術〉

撮像デバイス用の光導電膜には、高い光電変換効率だけでなく、良好な分光感度や低暗電流などの特性が求められます。有機材料を用いた光導電膜の作製や特性評価に必要な技術を提供することが可能です。

(一財) NHKエンジニアリングシステム

特許部 EE 山本 敏裕

カメラアレーで高解像度化を実現

—3次元撮像技術

将来の新しい放送サービスの実現に向けて、3次元テレビの研究開発を進めています。3次元テレビを実現するためには、テレビ番組を制作するための撮像技術や映像を効率的に送るための圧縮符号化技術、さらに家庭で視聴するための表示技術などが必要です。ここでは撮像技術についてご紹介します。

技研が進めている3次元映像の方式は、特別なめがねが不要で、見る方向に応じて被写体の見え方が変わるという特徴があります。これは、被写体をさまざまな角度から見た映像を再現（表示）することで実現しています。撮像側では、表示に必要な多方向からの視点の映像をすべて撮影する必要があります。これまで技研では、多数の小さなレンズを平面状に並べたレンズアレーをカメラの前に置いて撮像していましたが、この方法は解像度を上げることが難しいという課題がありました。

この課題を解決するために、多数のカメラを配置したカメラアレーと、視点内挿^{*1}処理と呼ばれる映像処理を用い

た3次元撮像技術を新たに開発しました。カメラアレーは、水平14台、垂直11台のカメラで構成され、154視点分の高解像度な映像を同時に撮影することができます（図1）。そして、カメラアレーで撮影した映像（撮影映像）を元に、視点内挿処理を用いて表示に必要な映像（内挿映像）を生成します（図2）。この視点内挿処理では、被写体のおおまかな奥行きを推定することで、撮影映像の画素の色から内挿映像の画素の色を決定していきます。この撮像技術で生成した映像を表示することで、従来よりも約3倍高解像度な3次元映像の再生を実現しました。

今後、3次元撮像のさらなる高解像度化や効率的な撮影技術の開発に取り組んでいきます。さらに、並行して進めている表示や符号化の技術と合わせて、将来の3次元テレビの実現を目指していきます。

NHK放送技術研究所 空間表現メディア研究部

加納 正規

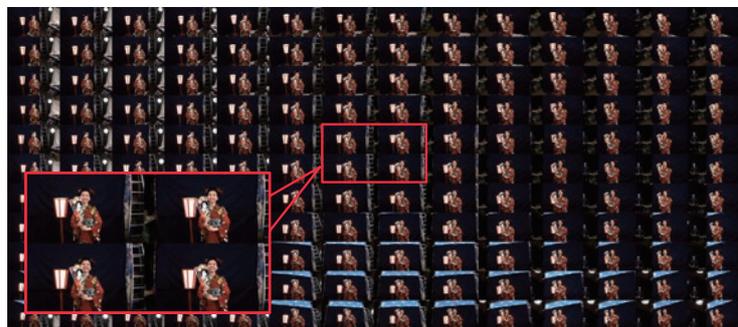
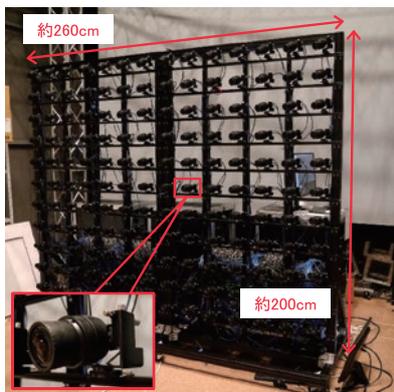


図1 カメラアレーと撮影画像

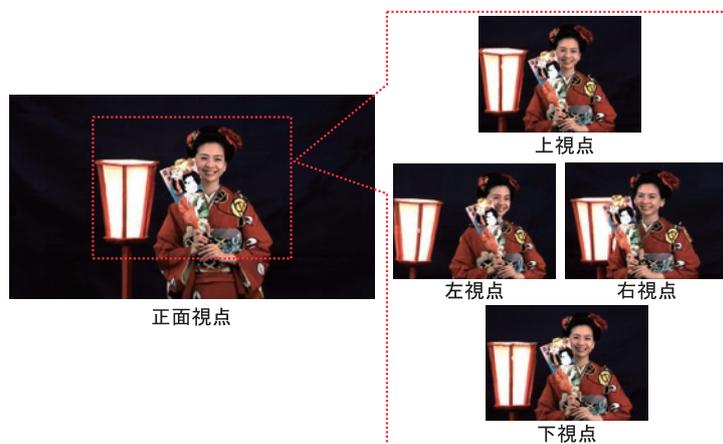


図2 生成した3次元映像の一部（5視点分）

*1 カメラで撮影した映像を元に、（カメラ間の）撮影できていない視点の映像を計算処理で作り出すこと。

公開されたNHKの主な発明考案

(2019年11月1日～2019年12月31日)

発明考案の名称	技術概要
MTF測定装置およびそのプログラム 特開2019-194577	Slanted-edge法におけるMTFの測定精度を高めることが可能なMTF測定装置およびそのプログラム
手話CG翻訳編集装置及びプログラム 特開2019-197084	日本語文章テキストから手話CGを生成するための手話文章を自動翻訳し、又は手話文章を容易に編集可能とする手話CG翻訳編集装置及びプログラム
音声特性処理装置、音声認識装置およびプログラム 特開2019-197167	音声認識結果の単語列に関連付く音声特性を容易に把握することを可能とする音声特性処理装置、音声認識装置およびプログラム
音声認識誤り修正支援装置およびそのプログラム 特開2019-197210	複数の修正端末での待ち時間を抑えて、迅速に音声認識の誤りを修正することが可能な音声認識誤り修正支援装置およびそのプログラム
映像解析装置及びそのプログラム 特開2019-197310	リアルタイムで被写体の移動量を表示できる映像解析装置及びそのプログラム
立体映像奥行き圧縮装置および立体映像奥行き圧縮プログラム 特開2019-197368	一般的なHMDの機構を変更せずに、奥行き感の違和感を軽減しながら輻輳・調節矛盾を緩和する立体映像奥行き圧縮装置および立体映像奥行き圧縮プログラム
有機エレクトロルミネッセンス素子 特開2019-201042	高い発光効率及び低い駆動電圧を実現するホスト材料を発光層に含み、高効率且つ低消費電力である順構造有機EL素子、または有機EL素子のフレキシブル化に有利な逆構造素子に適用した場合における高効率な有機エレクトロルミネッセンス素子
基準レベル表示装置及びそのプログラム 特開2019-201321	制作者が映像信号レベルを簡易、正確に判断できる補助装置を提供する基準レベル表示装置及びそのプログラム
制御信号符号化器、制御信号復号器、送信装置及び受信装置 特開2019-201404	データ信号の伝送特性よりも低い所要C/Nとなる制御信号の伝送を可能とし、且つ時間変動のある伝送路に対して耐性を有する、次世代地上デジタル放送における制御信号符号化器、制御信号復号器、送信装置及び受信装置
送信装置及び受信装置 特開2019-201407	セグメント単位インターリーブを行う場合であっても伝送特性を改善可能とする送信装置及び受信装置
画像超解像装置およびそのプログラム、ならびに、パラメータ学習装置およびそのプログラム 特開2019-204167	画像を畳み込みニューラルネットワークにより高解像度化させる画像超解像装置およびそのプログラム、ならびに、パラメータ学習装置およびそのプログラム
予測符号化法決定装置、動画像符号化装置、及び動画像復号装置、並びにプログラム 特開2019-205054	予測符号化処理前の動画像について複数の画面群に分割した所定グループ内の予測符号化法を画質の観点から高精度に自動選択し決定する予測符号化法決定装置、動画像符号化装置、及び動画像復号装置、並びにプログラム
帯域制限装置及びプログラム 特開2019-205137	入力動画像に対応して帯域制限を制御することができ、その後の符号化によるアーティファクトを抑制することが可能な帯域制限装置及びプログラム
位相差検出器及び画像処理装置、並びにプログラム 特開2019-207464	低処理コストで撮影環境に依らず安定し高精度で位相差を検出する位相差検出器及び画像処理装置、並びにプログラム
映像符号化装置、映像復号装置及びプログラム 特開2019-208090	処理対象のピクチャと参照ピクチャとの間で被写界深度内外に移動するオブジェクトを含む場合に、符号化効率を改善する映像符号化装置、映像復号装置及びプログラム
測定装置およびプログラム 特開2019-211285	NUCにおいて、より正確にCNRを測定する測定装置およびプログラム
力覚提示装置 特開2019-211848	ユーザにとってより適切な態様で力覚を提示する力覚提示装置
符号化装置、復号装置、及びホログラム記録・再生装置 特開2019-212355	多値情報を有するピクセルを用いたn:r変調による符号化装置、復号装置及びホログラム記録・再生装置

発明考案の名称	技術概要
光電変換素子および撮像装置 特開2019-212848	電圧印加時であっても雑音を低下させることができ、駆動電圧の印加によっても膜破壊を生ぜず、赤色領域の感度を大幅に向上させることができる光電変換素子および撮像装置
固体撮像素子およびその製造方法 特開2019-212991	なだれ増倍現象によって増倍する機能を有する光電変換膜において、その光電変換膜の厚みを小さくすることなく、内部の電界強度を格段に上げることができる固体撮像素子およびその製造方法
動画ストリーム受信装置及びプログラム 特開2019-213125	動画ストリームのランダムアクセスポイントの間隔を短くすることなく、シームレスかつ高速に動画切り替えを行う動画ストリーム受信装置及びプログラム
IP立体映像表示装置及びそのプログラム 特開2019-213127	複数の人物が略同時に高品質なIP立体映像を視聴できるIP立体映像表示装置及びそのプログラム
画像復元装置、学習装置及びプログラム 特開2019-213156	デジタル画像圧縮技術において生じるブロック歪みを効率的に軽減する画像復元装置、学習装置及びプログラム
受信装置、端末装置、及びプログラム 特開2019-213224	放送通信連携サービスにおいて、ユーザが複数のアプリケーションを操作する受信装置、端末装置、及びプログラム
学習装置、音声合成装置及びプログラム 特開2019-215468	テキストの特定部分の読み上げ方を調整した合成音声信号を生成する際に、高品質の合成音声信号を得ることが可能な学習装置、音声合成装置及びプログラム
情報判定モデル学習装置およびそのプログラム 特開2019-215705	ソーシャルメディアから取得した情報である投稿文が、どの種別の情報であるかを判定する情報判定モデルを追加学習する情報判定モデル学習装置およびそのプログラム
視点変換装置及びそのプログラム 特開2019-215708	射影変換による被写体の歪みを抑制する視点変換装置及びそのプログラム
送信装置、受信装置、ビット誤り率測定装置及びプログラム 特開2019-216327	ビット誤り率を効率よく測定するためのTLVパケットを用いてデータ伝送するデジタル放送の送信装置、受信装置、ビット誤り率測定装置及びプログラム
全天周立体映像表示装置及びそのプログラム、全天周立体映像撮影装置、並びに、全天周立体映像システム 特開2019-216344	全天周の2眼立体映像を実写撮影して表示する全天周立体映像表示装置及びそのプログラム、全天周立体映像撮影装置、並びに、全天周立体映像システム
音声合成装置及びプログラム 特開2019-219590	テキストの読み上げ方を調整した合成音声信号を、高品質に生成する音声合成装置及びプログラム
言語モデル学習装置およびそのプログラム、ならびに、単語推定装置およびそのプログラム 特開2019-219827	発話文の単語列に対して、次に現れる単語を精度よく予測することが可能な言語モデルを学習する言語モデル学習装置およびそのプログラム、ならびに、単語推定装置およびそのプログラム
磁壁移動型空間光変調器 特開2019-220544	隣接する素子において磁化固定層を共有し、磁化固定層の長さによる保磁力の変化を利用することで、生産工程を短縮した磁壁移動型空間光変調器
映像フレーム伝送装置及びプログラム 特開2019-220734	シリアルデジタル映像信号を受信装置へ伝送する際に、当該受信装置にて映像フレームの処理が短時間かつ低負荷にて実現できるように、要素信号のビット配置を変換する映像フレーム伝送装置及びプログラム
端末装置、帯域予測装置、およびプログラム 特開2019-220839	確保できる通信帯域を正確に予測することのできる端末装置、帯域予測装置、およびプログラム
多視点映像符号化装置およびそのプログラム、ならびに、多視点映像復号装置およびそのプログラム 特開2019-220902	NALヘッダのバイト数を増加させることなく視点数を増加させて、多視点映像を符号化することが可能な多視点映像符号化装置およびそのプログラム、ならびに、多視点映像復号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1月号)

Top News

「新年を迎えて」
NHK放送技術研究所長 三谷 公三

News

「国際会議WCSFP／サイエンススタジアムで技研の研究成果を展示」
「NHK技研クリスマスコンサート2019」

R&D

「ラジオ気象情報番組の自動生成 AIによるアナウンス」

連載 ネットを活用した番組視聴技術 コネクテッドメディア (第2回／全4回)

「ハイブリッドキャストコネクト」



『NHK技研だより』

(2020年2月号)

Top News

「NHKの特許 ～研究成果の社会還元に向けて～」

News

「技研開所90周年をむかえて」
「海外派遣報告 アメリカ MITメディアラボ」

R&D

「薄くて軽く、丸めることができるディスプレイフレキシブル有機ELディスプレイ」

連載 ネットを活用した番組視聴技術 コネクテッドメディア (第3回／全4回)

「視聴者主体のパーソナルデータ管理 ～視聴データで生活を便利に～」



『NHK技研R&D』179号

(2020年1月)

8K番組制作のための光・IP伝送技術特集号

巻頭言

「8K番組制作のための光・IP伝送技術特集号に寄せて」

解説

「番組制作のための光・IP伝送技術の研究開発動向」

報告

「非圧縮8K信号の長距離光伝送装置の開発」
「リモートプロダクションを実現する軽圧縮8K IP伝送装置の開発」
「8K映像を分割して伝送・処理を行うIP制作システム」

研究所の動き

「視聴者の好みや視聴環境に適応した音声サービス オブジェクトベース音響」

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.2 (通巻225号)

発行日●2020年3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>



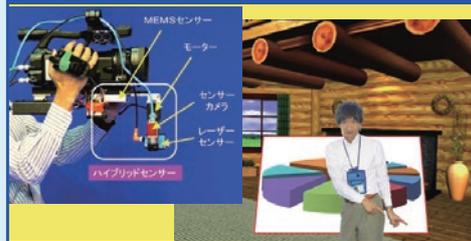
NHKエンジニアリングシステムは、NHKの研究開発成果を広く一般に還元し、技術の進歩発達と社会の発展に寄与していきます

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>