

■トピックス

- ・IBC2017におけるNHKの取り組み
- ・CEATEC JAPAN 2017

■テクノコーナー

- ・CAS/RMP (コンテンツ保護)の変遷と技術
- ・きぬ太とネネの技術ノート第4回
- ・リカレントニューラルネットワークの基礎と応用

- ・視覚障がい者の教育応用を目指した遠隔力覚誘導の開発と実証評価

■NHK R&D紹介

- ・3次元構造撮像デバイスの研究
- ・8Kスーパーハイビジョンカメラによるハイダイナミックレンジ撮影技術

■公開されたNHKの発明考案

- NHK技研最新刊行物

トピックス

IBC2017におけるNHKの取り組み

——8Kスーパーハイビジョンの実用放送開始に向けて

9月15日(金)から19日(火)までの5日間、オランダ・アムステルダムにおいて国際放送機器展「IBC2017」が開催されました。今回NHKは8Kスーパーハイビジョンの実用放送開始を見据えて、近い将来の家庭における視聴イメージとしての8Kリビングルームとその要素技術となる有機EL^{*1}ディスプレイ、フルスペック8Kに向けたフレーム周波数120Hzへの対応状況、より実践的な番組制作のための低遅延コーデックや8K3板式カメラと、マルチカメラを用いて画像認識によりボールの軌跡を生成するスポーツグラフィックスシステム、スマートフォンとの連携を強化したHybridcast Connect Xなど、最新の放送技術を展示しました(写真1、2)。

このうち、当財団は8Kリビングルームの音響設備を担

当しましたので、ここに紹介します。

今回8Kリビングルームでは65インチの4K有機ELパネル4枚を組み合わせた130インチ相当の薄型ディスプレイと22.2chマルチチャンネル音響を組み合わせ、それらがリビングでどのように設置されるのかを体感していただきました(写真3)。

スピーカーは、近未来のリビングを意識したため、極力機材を見せない、感じさせないように注意しました。具体的にはスピーカーは壁面に埋め込んだ状態で設置し、周辺機材はバックヤードに置きました。室内の音響特性の最適化を図るため、建築部材の選定や吸音材の配置にも注意を払いました。

コンテンツは120Hzとハイダイナミックレンジをアピールするものとコンテンツショーケースとして8Kの魅力を実感するものをそれぞれに時間を区切って上映し、好評をいただきました。

今回のIBCでは期間中合計57,000人、NHKブースでは連日5,000人近い来場者があり、多くの方に8K・22.2chマルチチャンネル音響をお楽しみいただけたと思います。

当財団は、今後も8Kの普及に向けて取り組んでまいります。

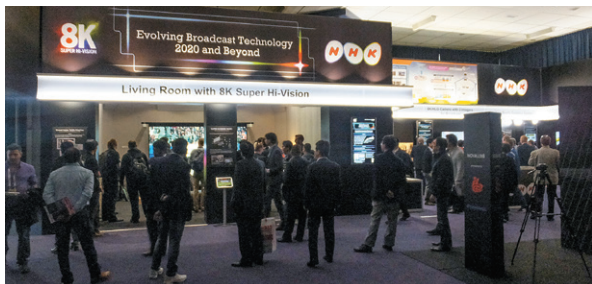


写真1 NHKブース



写真2 初展示された8K3板式カメラ

(一財) NHKエンジニアリングシステム

システム技術部 今村 崇之



写真3 8Kリビングルームの様子

*1 有機EL (Electro-Luminescence) : 有機化合物に電圧を加えると発光する現象

CEATEC JAPAN 2017

—NHKエンジニアリングシステムの展示

10月3日(火)から6日(金)までの4日間、幕張メッセ国際展示場で開催されたCEATEC JAPAN 2017に(一財)NHKエンジニアリングシステム(NHK-ES)の特許部が出展しました。

CEATEC JAPAN 2017

今年で18回目を迎えるCEATEC JAPANは、人々の暮らしを豊かにする、その時代の最先端エレクトロニクス技術の展示会として常に注目を集めてきました。昨年からは「CPS^{*1}/IoTの総合展示会」としてITやエレクトロニクスにとどまらず幅広い業種・産業が参加し、未来の社会や生活を描いて発信する場へと装いを一新しました。

新生CEATECの2年目となる今回は、「つながる社会、共創する未来」をテーマに、昨年を上回る667社/団体が出展し、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(写真1)。

NHKエンジニアリングシステム(特許部)のブース

NHK-ESでは、NHKの研究開発成果の周知あっせん活動を積極的に展開しています。

CEATEC出展3年目を迎える今年、ブースの基本色もNHK-ESの基本カラーである青に合わせるなどの工夫を行い、放送・通信共通の配信技術であるMMT^{*2}を用いてテレビやタブレット間の正確な映像や音声の同期を図る「MMTによるコンテンツ配信技術」、音声認識を使った取材映像の「書き起こし支援技術」、映像に映りこんだ文字を検出する「文字列検出技術」の3つの技術を紹介する展示を行いました(写真2)。

まず、「MMTによるコンテンツ配信技術」では、どーもくんやうさじいといった親しみのあるキャラクターが登場する「どーもくんのどたばたレース」のデモコンテンツを用いて、レース会場全体をふかんした大型ディスプレイの映像・音声と、各キャラクターが走る様子を別視点で写したタブレットの映像・音声のタイミングが、この技術を用いることでぴったりと合っている様子を楽しくご覧いただきました。

「書き起こし支援技術」では、放送現場での書き起こし(文字起こし)を想定したインタビューにおける例を用いて、音声認識結果のテキストデータと、音声データとの時間情報を対応付け、直感的で使いやすい「書き起こし

インターフェース」を体験していただきました。

「文字列検出技術」では、映像中から文字らしき領域を検出し、傾きや遠近ひずみを補正して文字列として認識するまでのこの技術の仕組みを、段階別にわかりやすくご覧いただきました。

お客様に対しては、これらひとつひとつの技術を丁寧に説明すると同時に、技術移転可能なNHK保有の技術をそれぞれA4一枚にとりまとめた「技術カタログ」や名刺サイズの「技術カタログ案内カード」を配布するなどにより、NHK保有技術や技術移転の仕組みなどを紹介しました。

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。

(一財)NHKエンジニアリングシステム

特許部 CE 山之上 裕一



写真1 CEATEC JAPAN 2017の会場概観



写真2 NHKエンジニアリングシステムのブース

*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

*2 MMT (MPEG Media Transport) : 高度衛星デジタル放送でも採用された、多様な伝送路に対応したメディア伝送方式

CAS/RMP (コンテンツ保護) の変遷と技術

—第2回 B-CASの成り立ち ~ ICカードによるCASの実現~

前回は、昭和59年（1984年）に郵政省（当時）の研究會で取りまとめられた報告書の中で初めてCASの基本構成（3重鍵方式）や基本要件などが提案されたことを述べました。

当時は有料のアナログ衛星放送で使われるCASでしたので、CASの機能は専用の受信機（チューナー）に内蔵されていましたが、デジタル放送ではCASの機能はICカードに実装され、BSデジタル放送開始以降ポピュラーなものになりました。今回は、ICカードによるCASの仕組みとその普及までの生い立ちについて述べていきます。

ICカードによるCASの機能

研究会の報告書の中でICカードを利用する方法が提案

されたことは前回書きましたが、実は鍵データの安全な配付を目的に提案されたものでした。その後、1990年代後半にはマイクロプロセッサと不揮発性メモリーを搭載した接触型ICカードが安価になり、安全性と利便性を兼ねたソリューションとして検討が進められました。

ICカードの中でどのようなCASの処理が行われているのか、図1を使って説明しましょう。図1は前回も説明した3重鍵方式のブロック図で、点線で囲まれた範囲がICカードの内部に相当します。ここで、ECM^{*1}とは、ワーク鍵で暗号化されたスクランブル鍵などが多重された信号で、EMM^{*2}とは、マスター鍵で暗号化されたワーク鍵などが多重された信号です。具体的な信号形式は、いずれもセクションと呼ばれる形式です。

ICカードの中でどのような処理が行われるのか、簡単に見てみましょう。前回、3重鍵方式では受信機（この場合はICカード）を識別する固有の個別鍵（マスター鍵）が使われると説明しました。また、契約者のICカードだけに配付される更新周期が長い共通の鍵（ワーク鍵）も使われると説明しました。このうち、マスター鍵は出荷前に事前に書き込まれます。この鍵は、ICカード内のプログラムからのみ読み出しが可能で、書き換えはできないように安全な領域に設定されます。

一方、EMMにはマスター鍵で暗号化されたワーク鍵を多重し、ICカードを識別するID（平文データ）を付して個別に送信します（図2）。つまり、契約したICカードの数だけEMMを送信することになります。

受信機は、挿入されているICカードのIDがわかるので、そのIDでEMMをフィルタリングし、受信したEMMをそのままICカードに転送します。すると、ICカードは出荷前に書き込まれたマスター鍵を使って暗号化されたワーク鍵を復号し、ICカード内に保存します。

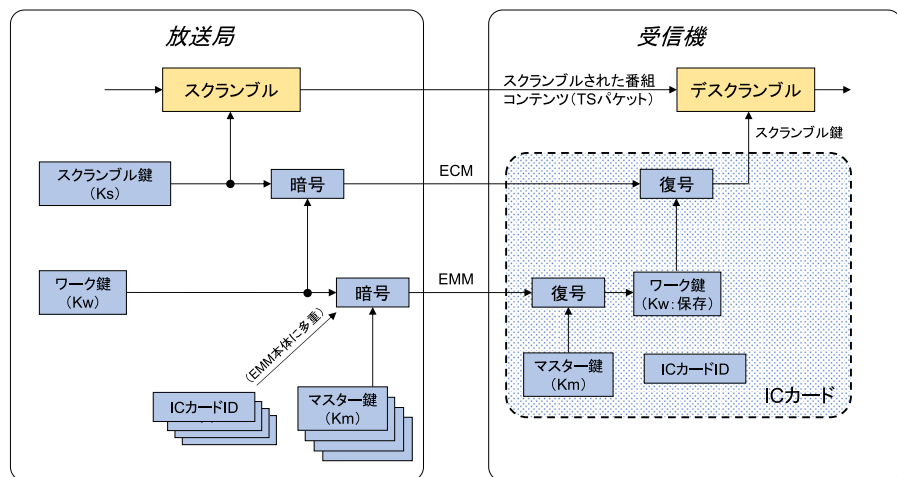
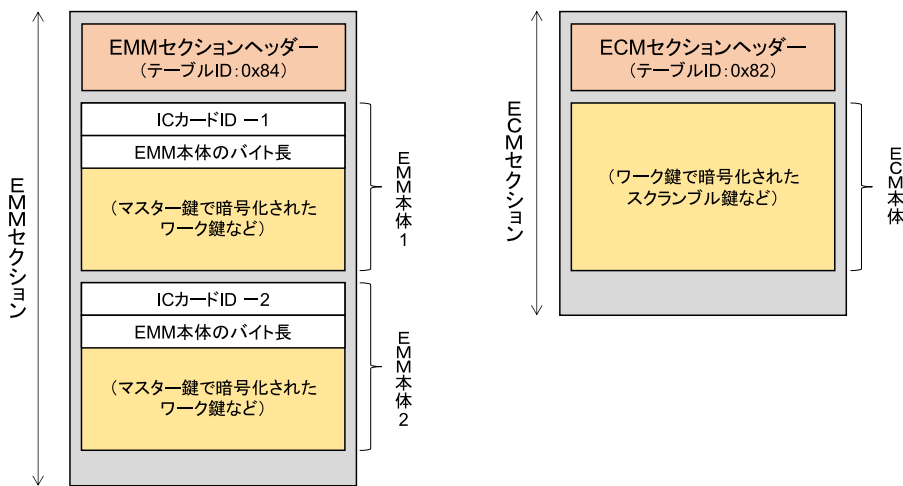


図1 3重鍵方式とICカードの範囲



※1つのセクションに、異なるIDを持つ2つのEMM本体が格納されている場合

図2 EMMとECMの構造（概要例）

* 1 Entitlement Control Message

* 2 Entitlement Management Message

表1 CASの鍵

鍵の種類	機能	鍵の伝送手段	鍵の格納場所	更新頻度
スクランブル鍵 (Ks)	スクランブルされた番組コンテンツ(TS)を復号する鍵	ECM	保持されない	数秒に1回
ワーク鍵 (Kw)	暗号化されたECMを復号する鍵	EMM	ICカード内	数か月～1年程度
マスター鍵 (Km)	暗号化されたEMMを復号する鍵	—	ICカード内	更新されない(固定)

この時、同じ契約であれば、ICカードが異なってもワーク鍵はすべて同じ鍵です。

ところで、一般に、受信機の電源がいつONになるのか、また、どのチャンネルを見ているのかわかりません。そのため、EMMは繰り返し送信し、受信するチャンスが増えるようにします。ワーク鍵は同じ契約のICカード間で共通なので、ワーク鍵が何らかの理由で漏れると、不正受信が可能になってしまいます。そのため定期的にワーク鍵を更新することが安全につながりますが、どうしてもワーク鍵の更新周期は、数か月以上と長くなってしまいます。これは欠点と言えば欠点ですが、通信回線が不要であり、また、契約者が爆発的に増えなければ実用的であることがわかっています。CASの鍵を整理した表を表1に示します。

実際の受信処理

さて、実際の受信では、スクランブル鍵を使って番組コンテンツ（映像音声のTSパケット）を暗号化（スクランブル）するとともに、その鍵をワーク鍵で暗号化してECMに多重し、番組コンテンツと同時に送信します。ECMは、契約の有無には関係なくすべての受信機に対して送信されます。受信機は、受信したECMをそのままICカードに転送します。ICカードは、正しいワーク鍵が設定されていれば、その鍵を使ってECMの暗号を復号し、スクランブル鍵を取り出してICカードから出力します。受信機は、ICカードから出力されたスクランブル鍵を使って、番組コンテンツに掛かったスクランブルを解除（復号）し、映像音声を復号します。ここで、ICカード内のワーク鍵が古い、あるいはEMMが未受信でワーク鍵が設定されていなければ、その番組は受信（復号）できないこととなります。

このように、EMMを使って、ワーク鍵の設定および無効化を行うことで、基本的にはCASが実現できます。なお、実際の有料放送やNHKのBSデジタル放送で実施されている「メッセージ」では、ワーク鍵の制御のほか、さまざまなフラグを使って制御していますが、詳細は次回ご説明します。

CAS用ICカードの要件

これまでご説明してきたICカードの機能や要件は、①鍵データの安全な保存・保持機能、②暗号の復号機能の2点に整理できます。基本的にこの2点が実現できれば、ICカードはブラックボックスで構いません。つまり、送受信間で暗号方式が揃っていて、かつ安全であれば、技術的にはどのような方式を使っても構いません。受信機も、受信したECMやEMMをそのままICカードに転送し、出力されたデータ（スクランブル鍵）を使って番組コンテンツの暗号復号（デスクランブル）を行えば済むことになり好都合です。

B-CAS社の設立とB-CASカード

平成11年（1999年）10月、これまでご説明してきた技術内容を取りまとめた標準規格ARIB STD-B25（当時の規格名は「BSデジタル放送限定受信方式標準規格」）が電波産業会（ARIB）で策定されました。これを受け、BSデジタル放送で有料放送を予定している放送事業者、および「メッセージ」の運用を予定しているNHKは、実際の方式を開発し、限定受信用のICカード（CASカード）を供給するメーカーを複数社から選定し、CASカードの管理・配付を行う株式会社ビーエス・コンディショナルアクセスシステムズ（略してB-CAS）を2000年2月に設立しました。これがB-CASカードの始まりです。

ここまで読まれてわかると思いますが、CASはビジネスの基本となる課金を管理するシステムツールです。B-CAS社設立当時は、CASカードが社会インフラとして普及することは予想できず、「課金ツール」を管理する役割で株式会社として設立されました。また、1枚のB-CASカードを複数の放送事業者で使える構成にし、1台の受信機で無料放送から有料放送まですべてカバーできるようにしたことも当時は初めてのことでした。そのため、受信機メーカーにとっては、視聴者が申し込みさえ行えばすべての放送サービスが受けられるというPRメリットがあり、BSデジタル放送開始当初からCASカードの同梱が進みました。

B-CASカードの展開と課題

既にご存じのように平成16年（2004年）4月から無料放送の受信でもB-CASカードが必要になりました。このことを境にして、B-CASカードは社会インフラと言えるようになりました。また、カードの出荷枚数も爆発的に増えるようになりました。こうした状況は、CASとRMPすなわち、限定受信とコンテンツ保護を分けて考える議論のきっかけになりました。

（一財）NHKエンジニアリングシステム

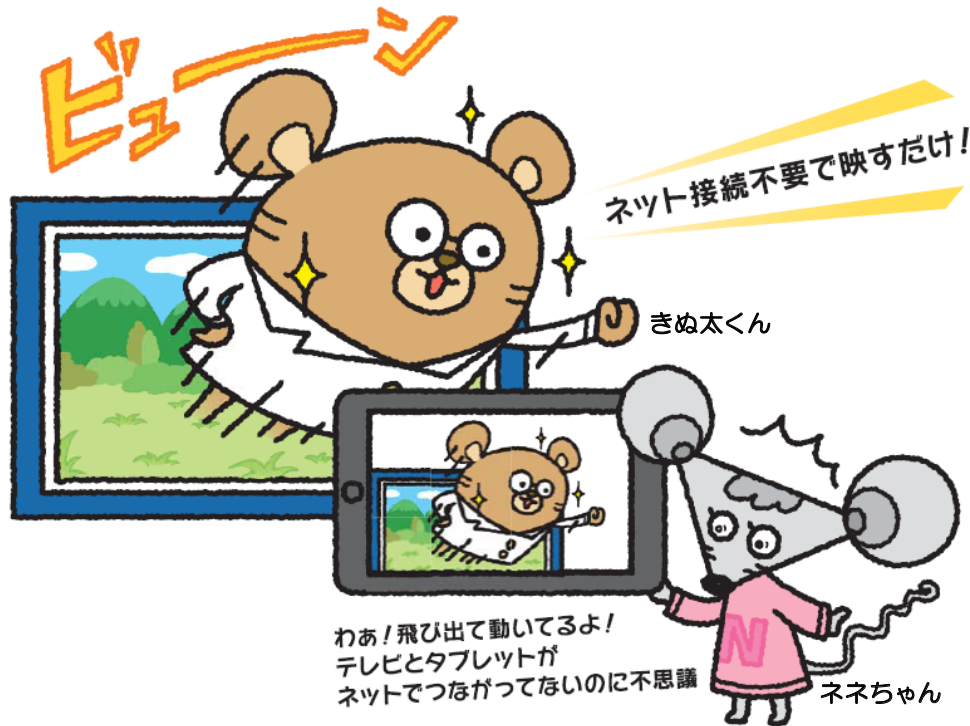
開発企画部 EE 井上 友幸

きぬ太とネネの技術ノート 第4回

—AR (Augmented Reality: 拡張現実) を適用したテレビシステム (Augmented TV)
 ([NHK 技術カタログ] <http://www.nes.or.jp/transfer/catalog/>)

Augmented TV

AR (Augmented Reality) 技術を適用することで、タブレットを覗くとキャラクターがテレビ画面から飛び出して見えます。



Augmented TVの技術ノート

NHK技術カタログに掲載されている技術について、皆様に親しみを持っていただけるよう簡潔に技術を紹介する、「きぬ太とネネの技術ノート」の連載4回目は、テレビの中のキャラクターが画面から飛び出てくるような映像体験を実現する「ARを適用したテレビシステム (Augmented TV)」です。

ARを適用したテレビシステム (Augmented TV)

Augmented TVは、AR (Augmented Reality: 拡張現実) を応用したもので、テレビ画面にタブレットをかざして見ると、テレビの中のキャラクターが、テレビ画面の外に飛び出すような演出ができる新しいメディアを目指した試みです。

テレビ画面からキャラクターが飛び出すような演出は、タブレットのカメラで取り込んだテレビ映像に、あらかじめタブレット側に仕込んだ3D CGアニメーションを合成することによって実現します。キャラクターをスムーズに飛び出させるため、タブレットはテレビ画面の位置と向きを検知するとともに、3D CGアニメーションをテレビ映像に同期させています。



図 Augmented TV (キャラクターが飛び出す例)

本技術では、テレビのような大きなモニターとタブレット間の同期は、画像処理技術を用いて実現しており、LAN等による接続が不要です。そのため、テレビはもろろんのこと、デジタルサイネージやイベント展示など、幅広い分野への展開が期待できます。

(一財) NHKエンジニアリングシステム

特許部 CE 鈴木 百合子

リカレントニューラルネットワークの基礎と応用

——深層学習による時系列処理

1. はじめに

最近、画像認識や音声認識、翻訳などの分野では、深層ニューラルネットワークが盛んに研究開発されています。本コーナーでは、前回の画像へのニューラルネットワークの適用に引き続き、音声言語処理を中心とした時系列処理でのニューラルネットワークについて紹介します。

2. リカレントニューラルネットワーク

2.1 時系列の予測

音声認識や、言語を他の言語に翻訳するといった処理は、静止画像に何が写っているかを認識することとは本質的に異なります。音声や自然言語は、その一部を取り出しても、発話内容や意味するところを理解することができません。連続した一連の信号や記号列を取り扱うことが重要となるわけです。例えば、「中華」という単語を考えてみましょう。中華に引き続く単語としては、「鍋」「料理」などが考えられるわけですが、ここで「人民」が続いたとしましょう。すると、後続する単語はほぼ「共和国」に限定されてしまいます。あらかじめ知りうる単語が多ければ多いほど、後続する単語は予測しやすくなるわけです。時系列の処理ではこのような記号や信号の依存関係を利用して予測に役立てるのです。

2.2 リカレントニューラルネットワーク

時系列の予測では、リカレントニューラルネットワーク (Recurrent Neural Network: RNN) とよばれるモデルが用いられます (図1)。ネットワークの入力が多次元ベクトルとして表現され、アフィン変換行列と活性化関数を通じて出力される場所までは、従来のフィードフォワード型のニューラルネットワークと同様ですが、入力系列を記憶するために、出力を入力へ帰還する接続が新たに設けられている点が異なります。

RNNにおける情報の流れ方を理解するために、ネットワークを階層化した上で時間方向に展開したものを見てみましょう (図2)。RNNは、入力を1時刻ごとに1つ受け取り、上の階層と1時刻ステップ未来へ情報を伝ばしていきます。つまり、情報の流れは2次元的であるということです。多層のRNNでは、入力の系列を記憶しながら、出

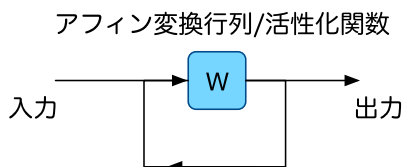


図1 リカレントニューラルネットワーク

力系列に変換していくわけです。

しかしながら、時系列を記憶するという特徴を持ったRNNには大きな欠点があります。それは、RNNは学習 (アフィン変換行列の推定) が難しいということです。出力をフィードバックさせるため、ちょうど帰還回路のように、出力の発振や急激な減衰といった問題が生じてしまうのです。リカレントニューラルネットワークでは、再帰するたびに行列積の演算 (掛け算) を行うため、行列の性質に依存してその振る舞いが不安定になりやすいのです。

3. Long Short-Term Memory (LSTM)

上で述べたRNNの欠点を克服するために開発されたのがLong Short-Term Memory (: LSTM 長・短期記憶) とよばれるネットワークです。LSTMはさまざまな分野ですでに使われており、参考文献も多くあるのですが、ここでは数学的な厳密さを抜きにして、直観的な説明を行います。

図3にLSTMを示します。LSTMの構造は複雑にみえますが、どのように情報が流れるのかを理解すればそれほど難しいモデルではありません。LSTMが従来のRNNと異なる点は、メモリセルとよばれる時系列記憶のためのユニットが存在するという点です。図中、青線がメモリセルに対する情報の流れを、赤線がフィードバックする情報の流れを示しています。メモリセルでは、入力と1時刻前のセルの出力を使って記憶を書き換えるのですが、書き換えにあたっては2つのポイントが重要となります。これらのポイントでは「ゲート」と呼ばれる多次元ベクトルが利用されます。ゲートとは、入力と前の時刻の出力の2つのベクトルをアフィン変換し、シグモイド関数に

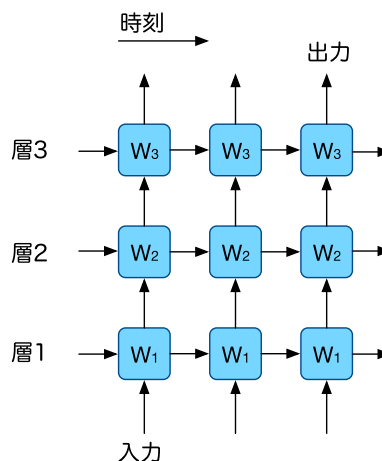


図2 時間方向に展開したRNNと情報の流れ

視覚障がい者の教育応用を目指した遠隔力覚誘導の開発と実証評価

NHK放送技術研究所と当財団では、視覚に障がいのある人に図やグラフなどの2次元の情報を分りやすく伝えるために、触覚ディスプレイと力覚提示装置、音声合成を組み合わせた触力覚提示システム（図1）を開発しています。このシステムでは、触覚ディスプレイ上に表現された図に触れるだけでなく、力覚提示装置のロボットアームの先端に入れた指がガイドされて内容を知ることができます。

視覚障がい者の教育授業において、先生が図やグラフなどの内容を説明する際には、極力指示語を使わないような配慮や、生徒が正確に内容を把握するためにアシスタントのサポートが必要です。もし、力覚提示装置を遠隔で制御して指をガイドできれば、先生は、多人数の生徒を同時に、指示語も使って教えられる可能性があります。そのほか、放送や通信を介した遠隔教育、地図において遠隔地の人に経路や移動行程を伝達するなどのさまざまな用途に応用範囲が広がります。

ここでは、これまでの触力覚提示システムを発展させて開発した遠隔力覚誘導システムの概要と、実際のしんきゅうの授業を模擬した実証評価について紹介します。

触力覚提示システムの概要

触力覚提示システムは、従来の触覚ディスプレイの凹凸の提示に加え、コンテンツの構成要素（オブジェクト）単位に、異なる周波数や時間間隔の振動で提示する「局所振動提示」と、触覚ディスプレイ上に置かれた指をけん引する「力覚誘導」の二つの提示手法を備えています。さらに、指がオブジェクトに触れた場合には、その名称や内容を音声合成で読み上げる機能もあります。視覚に障害のある人は、局所振動提示により、提示面に指や手のひらを置くだけで、図やグラフの重要な箇所やオブジェクトの違いなどを振動の有無や振動パターンの差異で把



図1 触力覚提示システムの外観

握できます。また、力覚誘導提示により、介助者から手や指を導かれて触図を教わるように、図の全体構成や交差するグラフの判別、台風の動きなどの軌跡がわかります。触力覚提示システムを用いることで、ユーザーは、あらかじめ作成されたコンテンツを楽しんだり、自分一人で学習（以後、自己学習）することができます。

遠隔力覚誘導システムの概要

遠隔力覚誘導システムは、触力覚提示システムの機能を拡張し、遠隔で力覚誘導のできる方式です。図2は、システムの全体構成と機能の概要を表わします。マスターとスレーブのそれぞれの装置はLANで接続されます。マスター側の人が触覚ディスプレイ上で指を移動すると、その動きに同期して、スレーブ側の人の指がけん引されます。これにより、教室の授業では、先生が生徒の指を誘導して図を用いて教えることができます。

- このシステムでは、遠隔誘導機能（A'-A）のほかに、
- ・マスターがコンテンツを更新した時に、自動的にスレーブにコンテンツのデータを書込み、表示を更新する機能（B'-B）
 - ・マスターが、強制的にスレーブを自己学習モードか遠隔誘導モードに変更する機能（C'-C）
 - ・マスターに、スレーブの装置の接続状態や使用者名、表示しているコンテンツ名、スレーブからの質問や要求の有無を画面やサイン音で表示する機能（D'-D）
- を備えています。

これらの機能により、教育の分野では、触力覚提示システムを用いた自己学習と遠隔力覚誘導を用いた授業によって、相乗的に学習の効果が期待できます。

模擬授業による実証評価実験

実証評価は、視覚障がいの学生が学んでいる筑波技術

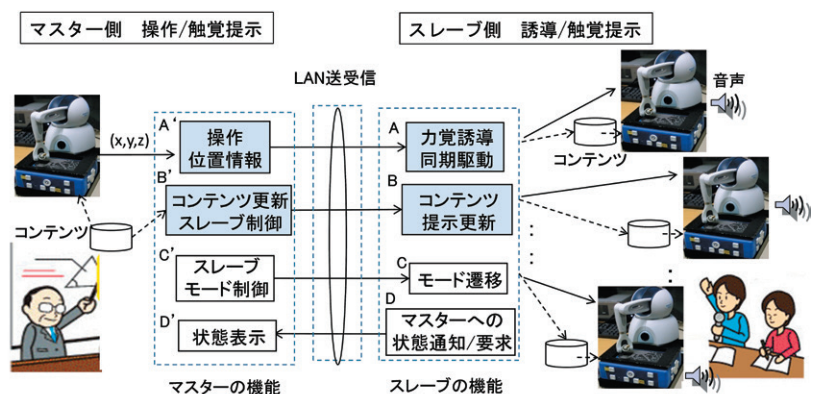


図2 遠隔力覚誘導システムの全体構成と機能を表わす概念図



図3 実験風景

大学と共同で行っています。同大学では、はり師・きゅう師や理学療法士を育成するための専門教育があります。しんきゅうの授業では、教員が経路経穴の位置、経穴や疾病との関係を、口頭の説明や点字教科書、触図、人体模型を用いて教授しています。

実証評価実験では、しんきゅうの経穴を題材に、先生が学生の指を遠隔誘導して経穴の位置と名称や機能を教授する模擬的な授業を行いました(図3)。先生は図4のように、経穴を分類した表から全身の経穴図、拡大した部位にリンクして教授しました。30~40分の授業を実施した後、学生にアンケートの質問項目について7段階で主観評価してもらいました。

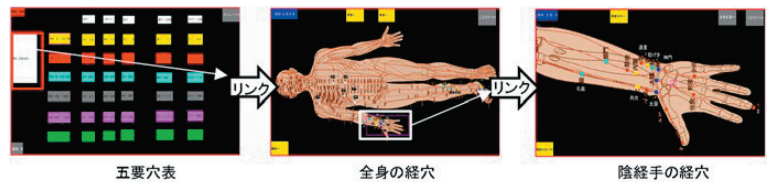


図4 作成した五要穴の教材とリンク構成の例

アンケートの質問の内容は以下の二つに分類しました。

- ① システムの効果と有効性に関する評価
- ② 従来の教材(授業)との比較評価

実験に参加した学生は6名で、全員が自己学習モードでも経穴の図を体験しています。

図5はアンケート①に対する評価、図6は②に対する評価の結果です。遠隔力覚誘導システムを用いた場合の授業や学習における効果a,bとシステムの利用の希望d,eでは評価値6を超える評価が得られました。従来の教材や授業との比較では、図6のように口頭での説明、点字教科書、触図、およびこれらの教材との組合せの比較においても高い評価が得られました。本システムを用いることで、遠隔力覚誘導の効果とともに、関連する図や内容の探索が容易で系統的な教授や学習ができたと考えています。学生からは、以下のような感想が示されました。

- ・先生が複数の生徒を同時に教えられるので効率的
- ・「ここ」という指示語の説明でも違和感がない
- ・図を音声と振動、誘導で教えられるので理解に効果
- ・自己学習モードで予習復習をし、遠隔誘導モードで授業を受けられることで効果があり学習法が変わる

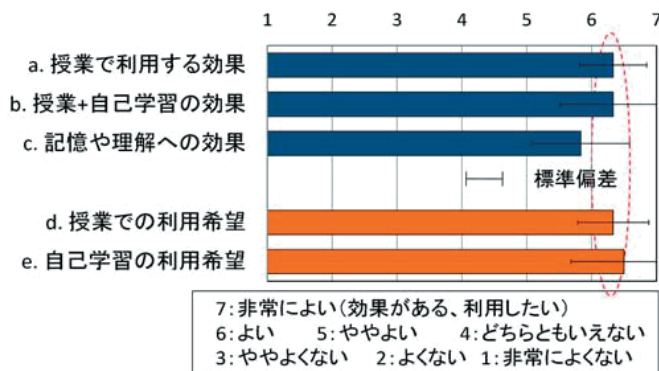


図5 システムの効果と有効性に関する評価

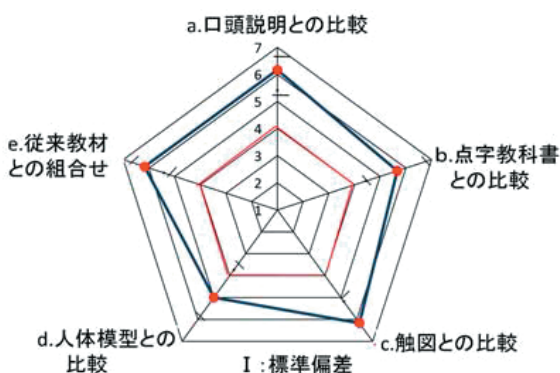


図6 従来の教材(授業)との比較評価

今後の展開

遠隔力覚誘導システムの機能は、従来の触力覚提示システムを用いた自己学習に加え、新たな授業形態への応用の可能性のあることが示唆されました。今後、インターネットを利用した筑波技術大学と地方の盲学校とを結ぶ遠隔授業の実証評価を予定しています。触力覚提示の技術は、将来、通信や放送を介した情報伝達や教育への応用、手のひら書き文字を用いた盲ろう者のコミュニケーション支援などにも発展することが期待されます。装置が低廉化すれば、教育利用からWebや放送を介した日常生活での利用に広がる可能性もあります。今後も、関連する教育機関などとともに実用化を目指し、視覚障がい者の情報環境の前進に寄与できることを願っています。

(一財) NHKエンジニアリングシステム

先端研究開発部 上級研究員 坂井 忠裕

3次元構造撮像デバイスの研究

技研では、将来の立体映像などの撮影に適した高性能なカメラの実現に向けて、新しい手法による撮像デバイスの研究開発に取り組んでいます。

3次元構造撮像デバイスの特徴

撮像デバイスの性能は、精細さに関わる画素数や、動きの滑らかさに関わるフレームレート（1秒間に撮影する画像の枚数）などで表されます。従来の撮像デバイスでは、画素の列ごとに1つの信号処理回路があり、1つの回路が多数の画素の信号を1つずつ順番に処理して出力するため（列並列信号処理）、画素数を増やすと信号の出力に時間がかかり、フレームレートを高めることが難しいという課題がありました（図1 (a)）。とりわけ立体映像の撮影には、現在の撮像デバイスをはるかに超える画素数が必要になるため、所要のフレームレートを実現できなくなることが懸念されます。

3次元構造撮像デバイスは、受光部を備えた基板や信号処理回路を備えた基板など、複数の基板を積層した構造を持ちます（図1 (b)）。画素ごとに1つの信号処理回路があるため、信号処理を並列して行うことができます（画素並列信号処理）。画素数にかかわらず1回の信号処理で1画面

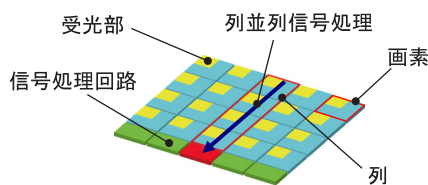


図1 (a)

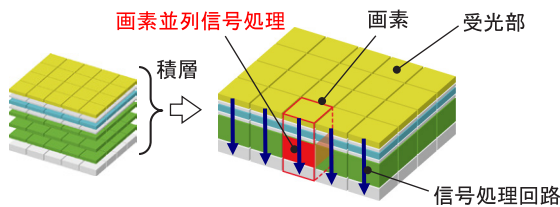


図1 (b)

図1 撮像デバイスの構造
(a) 従来の撮像デバイス
(b) 3次元構造撮像デバイス

を出力できるため、多画素化と高フレームレート化の両立が可能です。

撮像デバイスの試作と動作実証

これまでに、受光部を備えた基板と信号処理回路を備えた基板とを直接接合する技術を開発しました（図2）。画素ごとに微細な金の電極を基板に埋め込み、平坦化した後に接合することにより、電極を介した画素単位の信号伝達が可能になります。

画素数が128×96の撮像デバイスを試作し、画素並列信号処理により動画像を撮影できることや、信号処理回路の工夫により96dBの広いダイナミックレンジ（撮影できる明るさの範囲）にわたって16bitのデジタル信号出力が得られることなどを確認しました（図3）。

今後は、多画素化や多層化を進めて、従来のデバイスの性能を抜本的に改善できる撮像デバイスの実現を目指していきます。

NHK放送技術研究所

新機能デバイス研究部 後藤 正英

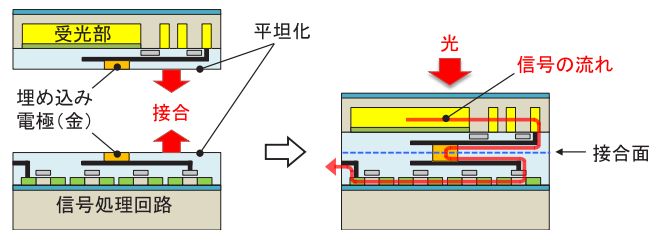


図2 基板の直接接合技術（1画素の断面図）

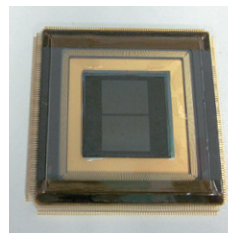


図3 (a)



図3 (b)

図3 試作したデバイスと撮影画像
(a) 試作したデバイス
(b) 撮影画像

8Kスーパーハイビジョンカメラによるハイダイナミックレンジ撮影技術

8Kスーパーハイビジョン（以下、8K）の放送規格には、映像で表現できる明るさの範囲（ダイナミックレンジ）を広げるハイダイナミックレンジ（HDR：High Dynamic Range）技術が規定されています。

NHK放送技術研究所では、BBC（British Broadcasting Corporation：英国放送協会）と連携して開発した、HLG（Hybrid Log-Gamma：ハイブリッド・ログ・ガンマ）方式のHDR技術を採用して研究開発を進めています。HDR技術の導入により、従来の標準ダイナミックレンジ（SDR：Standard Dynamic Range）映像では難しかった、大きな明暗差や物体のきらめきなどを表現できるようになります（図1）。

今回、既存の8KカメラでHDR撮影を実現するために、

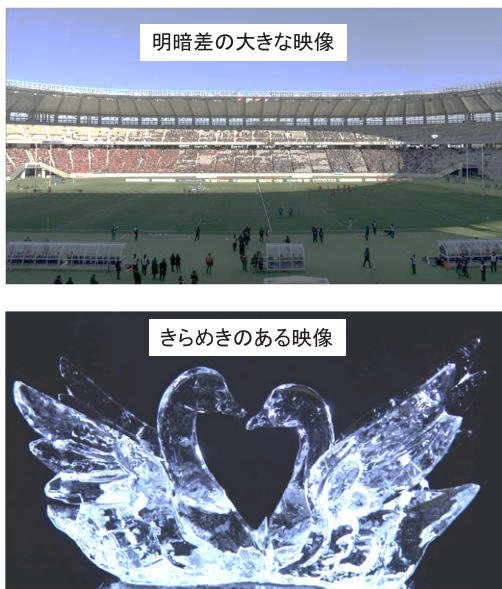


図1 HDRで表現できる映像の例

HLG方式に対応した信号処理回路を開発しました。

8Kカメラによるハイダイナミックレンジ信号処理

HLG方式は、SDR方式と高い互換性があり、さらにSDR映像の約20倍のダイナミックレンジを持っています。しかし、ダイナミックレンジが広がると、特に暗いシーンでは映像のノイズが目立ちやすくなります。

そこで、被写体の明るさに比例した信号レベルをHLG方式の信号レベルに変換するための、光-電気変換関数（OETF：Opto-Electronic Transfer Function）を8Kカメラの信号処理回路の中に複数用意し、撮影するシーンの明るさに応じて選択できるようにしました。

例えば、映像のノイズが目立ちやすい暗いシーンでは、ダイナミックレンジがSDRの4倍までの関数を選択することで、20倍までの関数を選択した場合の1/5程度にノイズを抑えられます。逆に、十分に明るいシーンでは、より広いダイナミックレンジに対応した関数を選択できます（図2）。

今後に向けて

理想的には、たとえ暗いシーンであっても広いダイナミックレンジでノイズの少ない8K映像を撮影できることが求められます。そのためには、今よりも高性能な撮像素子や高度な信号処理技術の開発が必要です。

今後も、より美しい8KのHDR映像をご覧いただくために、8Kカメラの高画質化に向けた研究開発を進めています。

NHK放送技術研究所

テレビ方式研究部 船津 良平

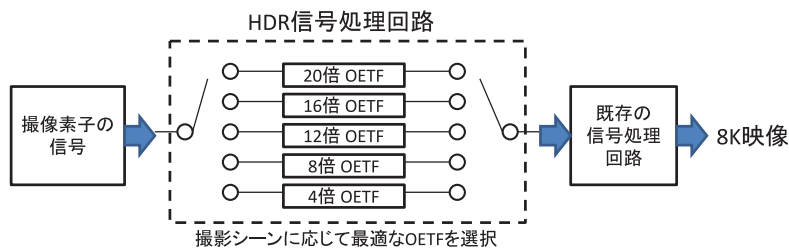


図2 開発した信号処理回路の原理図

公開されたNHKの主な発明考案

(平成29年7月1日～平成29年8月31日)

発明考案の名称	技術概要
輝度調整装置および輝度調整プログラム 特開2017-120330	高ダイナミックレンジ（HDR）映像の制作においてディスプレイ性能の最大輝度を超える輝度に対応する映像信号レベルに対する管理を容易にする輝度調整装置および輝度調整プログラム
画像表示装置 特開2017-122777	時間オーバーチャージの緩衝領域を短くしても画質劣化を抑制可能な画像表示装置
番組情報配信装置、及びプログラム 特開2017-123094	番組の視聴を検討している視聴者に対して話題性が高い番組の情報を配信する番組情報配信装置、及びプログラム
メッセージ送信装置およびメッセージ受信装置 特開2017-123676	ICカードを用いなくても、放送事業者から、受信装置を個別に特定してメッセージを配信することが可能であり、かつ、放送事業者側で、視聴制限を行う受信装置の数を管理することができるメッセージ送信装置およびメッセージ受信装置
三次元位置校正装置およびそのプログラム、ならびに、自由視点画像生成装置 特開2017-125739	三次元位置センサを表示装置から離れた状態でも、別途計測手段を設けることなく、センサ空間と物理空間とを対応付けることが可能な三次元位置校正装置およびそのプログラム、ならびに、自由視点画像生成装置
立体像表示装置 特開2017-125906	立体像の解像度の劣化を抑えた立体像表示装置
映像ストリーム変換装置及びプログラム 特開2017-126827	分散処理基盤技術を用いて配信映像ストリームを生成する際の処理速度を高速化する映像ストリーム変換装置及びプログラム
鍵生成装置、中間暗号化装置、委託暗号化装置、復号装置およびそれらのプログラム、ならびに、個人情報保護システム 特開2017-126851	暗号化処理の一部をクラウドサーバで行う属性ベース暗号システム
映像切替装置及びそのプログラム 特開2017-126878	演出上見せたくない映像を隠すことができる映像切替装置及びそのプログラム
画像表示装置 特開2017-129712	走査時間を短くすることなく、画像の歪みを抑制できる画像表示装置
不揮発性メモリおよびその駆動方法、ならびに記憶装置 特開2017-130245	電流を大きくすることなく、複数のメモリセルに同時書込みの可能な磁気メモリおよびその駆動方法、ならびに記憶装置
送信装置及び受信装置 特開2017-130817	デジタルデータの送信装置及び受信装置
送信装置及び受信装置 特開2017-130818	デジタルデータの送信装置及び受信装置
映像信号送信装置、映像信号受信装置及び映像信号送受信システム 特開2017-130865	受信側に応じた解像度の映像信号を伝送し、元の映像信号の精度を維持すると共に低遅延な伝送を可能とする映像信号送信装置、映像信号受信装置及び映像信号送受信システム
受信装置、送信装置、およびプログラム 特開2017-130922	高度広帯域衛星デジタル放送における階層変調のデータコンテンツ等を適切に伝送することのできる受信装置、送信装置およびプログラム
情報検索装置及びプログラム 特開2017-134675	検索キーと関連するコンテンツを精度よく検索する情報検索装置及びプログラム
撮像素子および撮像装置 特開2017-135220	高照度下で白飛びし難く、かつ低照度下においても黒つぶれし難く、高ダイナミックレンジの撮影が可能な撮像素子および撮像装置
接合型半導体素子、半導体素子、接合型半導体素子の製造方法および半導体素子の製造方法 特開2017-135247	接合による位置ずれに起因する不良を低減できると共に製造が簡易である接合型半導体素子、半導体素子、接合型半導体素子の製造方法および半導体素子の製造方法
フォーマット変換装置、送信装置及び受信装置 特開2017-135522	複数種のフォーマットの映像信号を効率的に同時生成可能に信号変換するフォーマット変換装置、送信装置及び受信装置
画像処理装置、およびプログラム 特開2017-135600	撮影した画像について、光強度における任意の範囲を、任意の表示方法（表示パターン）によって確認することができるようにする画像処理装置、およびプログラム
集音装置 特開2017-139716	全方位における立体的な音声を集音できる集音装置

発明考案の名称	技術概要
符号化装置、復号装置及びプログラム 特開2017-139758	符号化装置によって伝送する情報量を増大させることなく、また、符号化装置側の計算時間を増大させることなく、予測精度や符号化効率を向上させる符号化装置、復号装置及びプログラム
受信装置、送信装置、およびプログラム 特開2017-139814	高度広帯域衛星デジタル放送における階層変調のデータコンテンツ等を適切に伝送することのできる受信装置、送信装置、受信装置、およびプログラム
計測装置及びそのプログラム 特開2017-142267	正確な計測を可能とした位置計測装置及びそのプログラム
学習順序生成装置、方法及びプログラム 特開2017-142315	トピック毎の学習順序を生成できる学習順序生成装置、方法及びプログラム
コンテンツ提示装置、方法及びプログラム 特開2017-142573	コンテンツの内容を網羅するための適切な関連コンテンツの提示装置、方法及びプログラム
周波数変換装置 特開2017-143445	実用性の高い態様で、所定の受信アンテナ装置を介して得られる衛星放送信号に対し周波数変換を施して受信機に伝送する周波数変換装置
周波数変換装置 特開2017-143446	実用性の高い態様で、所定の受信アンテナ装置を介して得られる衛星放送信号に対し周波数変換を施して受信機に伝送する周波数変換装置
配信管理装置、受信装置、分散処理システム、及びプログラム 特開2017-143475	分散処理基盤を利用したストリーム生成処理及び配信処理において、分割生成したストリームの集約による遅延を低減する装置、システム及びプログラム
合焦位置検出器及び撮像装置 特開2017-146375	クロストーク量の影響を低減し、デフォーカス量の算出精度を向上させ、合焦位置検出を高精度化する合焦位置検出器及び撮像装置
符号化装置、復号装置、及びプログラム 特開2017-147508	変換係数の絶対値を減少させ、符号化効率を改善する符号化装置、復号装置、及びプログラム
逆フィルタ算出装置及びそのプログラム 特開2017-147686	感度誤差等に対して頑健な逆フィルタを算出できる逆フィルタ算出装置及びそのプログラム
受信装置、送信装置、およびプログラム 特開2017-147763	高度広帯域衛星デジタル放送における階層変調のデータコンテンツ等を適切に伝送することのできる、送信装置、受信装置、およびプログラム
立体映像表示装置 特開2017-151202	低コストで画質の劣化を抑え、インテグラル立体映像の品質を向上させる立体映像表示装置
手話CG生成装置及びプログラム 特開2017-151757	日本語テキストから手話CGを生成する際に、適正な手首の軌跡を生成し、品質の高い手話CGを生成する装置及びプログラム
塗布型酸化物半導体、薄膜トランジスタ、表示装置および塗布型酸化物半導体の製造方法 特開2017-152540	塗布型酸化物半導体であっても、エッチングの影響を受けることが小さく、半導体特性が劣化することがない塗布型酸化物半導体、薄膜トランジスタ、表示装置およびその塗布型酸化物半導体の製造方法
塗布型酸化物半導体、薄膜トランジスタ、表示装置および塗布型酸化物半導体の製造方法 特開2017-152693	残留有機物等の残留量が高い塗布型酸化物半導体において、従来よりも高い移動度を得ることができ、緻密な構造とすることができる塗布型酸化物半導体、薄膜トランジスタ、表示装置およびその塗布型酸化物半導体の製造方法
撮像素子及びその駆動制御回路 特開2017-152921	高解像度、且つ高フレームレートの映像を撮像可能とする撮像素子及びその駆動制御回路
多視点カメラ制御装置及びそのプログラム、並びに、多視点映像撮影システム 特開2017-152999	IP立体映像の品質を向上させる多視点カメラ制御装置及びそのプログラム、並びに、多視点映像撮影システム
立体像調整装置及び立体像調整方法 特開2017-153006	インテグラル立体方式において、光学素子アレイに対して要素画像の位置を高い精度で補正する立体像調整装置及び立体像調整方法
デジタル放送送信装置およびデジタル放送受信装置 特開2017-153111	アクセス制御プログラムを、放送波によって配信するデジタル放送送信装置およびデジタル放送受信装置
符号化装置、復号装置及びこれらのプログラム 特開2017-153122	最適なフォーマットでカプセル化を可能とする符号化装置、復号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』

(2017年9月号)

Top News

「次世代ディスプレイに向けた有機ELデバイスの研究開発」

News

「『ケーブル技術ショー』で4K・8Kのケーブルテレビ再放送技術を展示」

「教育用ウェブサイト「りかまっぷ」の制作に協力」

R&D

「MMTを用いた端末間同期技術」

連載 インターネット活用技術 (全5回)

「第4回 テレビと生活を結びつける行動連携サービス」



『NHK技研だより』

(2017年10月号)

Top News

「IBC2017でNHKの最新技術を展示」

News

「研究成果を番組で活用 ～NHK学生ロボコン2017～」

「夏休みに子供向けイベントを開催」

R&D

「テレビ視聴ロボット ～テレビ番組を一緒に楽しむパートナー～」

連載 インターネット活用技術 (全5回)

「最終回 メディア統合技術 ～放送とネットを適切に使い分けるコンテンツ視聴～」



『NHK技研R&D』165号

(2017年9月)

スーパーハイビジョン用 無線素材伝送技術 [特集号]

巻頭言

「スーパーハイビジョン用無線素材伝送技術への期待」

解説

「スーパーハイビジョン用FPUの研究開発と標準化」

「マイクロ波帯スーパーハイビジョンFPUの開発」

「ミリ波帯4K・8K-FPUの開発」

「120GHz帯スーパーハイビジョンFPUの開発」

「移動中継用1.2GHz/2.3GHz帯スーパーハイビジョンFPUの実現に向けた無線伝送技術」

研究所の動き

「スーパーハイビジョンの番組制作に適したLED照明の演色性」

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.36 No.6 (通巻211号)

発行日●2017年11月27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

http://www.ite.or.jp/data/p_t/test_chart/



4K・8K放送実現への先駆者としての BS放送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)

NHKアイテックは 放送関連技術の専門会社として 日本の放送産業の進歩発達に貢献していきます

放送ネットワーク

放送ネットワークの最適ソリューションを提供します

受信ネットワーク

放送の受信環境を整備します

情報ネットワーク

時代をリードする防災を中心とした
情報インフラを構築します

コンテンツ制作・送出システム

効率的な制作・送出システムを提供します

次世代映像・伝送システム

4K・8K映像システムや伝送システムの
トータルソリューションを提供します

建築・建築音響・鉄塔

放送局、放送所建設で培った技術力で
ご要望にお応えします

海外業務

世界の放送事業の発展に貢献します

開発システム

技術開発にチャレンジしています



NHK
Integrated
Technology

放送分野の総合技術会社
株式会社 NHK アイテック

〒150-0041 東京都渋谷区神南1-4-1 Tel.03-5456-4711(代) Fax.03-5456-4747

<http://nhkitec.com>

放送技術、情報技術、メディア技術

今こそ挑戦、 一歩先へ



NHKメディアテクノロジー

〒150-0047 東京都渋谷区神山町 4-14 TEL:03-3481-7820 FAX:03-3481-7609

<http://www.nhk-mt.co.jp>