

■トピックス

- ・東京オリンピックにおけるOBSシアターの技術運営
- ・NHK受信実態調査結果—2020年度—から
- ・「技研公開2021」 出展報告
- ・NES技術の歴史 第8回ハイブリッドキャスト応用

■テクノコーナー

- ・フレキシブルディスプレイの開発動向
- NHK R&D紹介
- ・光フェーズドアレー
- 公開されたNHKの発明考案
- NHK技研最新刊行物

トピックス

## 東京オリンピックにおけるOBSシアターの技術運営

—8Kスーパーハイビジョンの普及に向けて

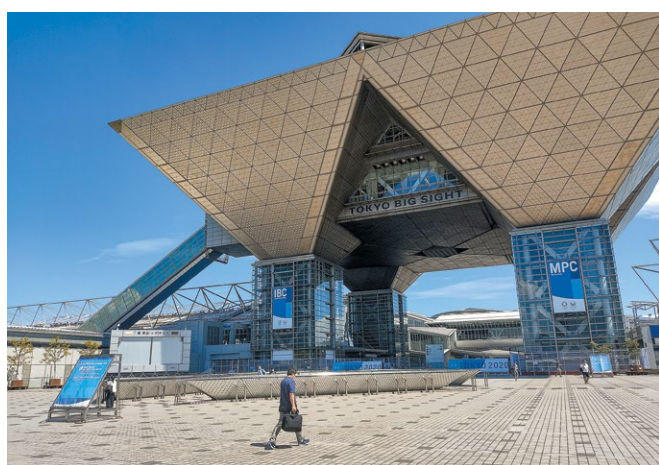


写真1 IBCが設置された東京ビッグサイト

NHKエンジニアリングシステムは2021年7月23日から8月8日に開催された東京オリンピック2020において、OBS（オリンピック放送機構）とNHKが協力して設置した「OBS-8Kスーパーハイビジョンシアター（以下OBSシアター）」の技術運用を担当しました。以下に、これらの業務の概要を紹介します。

今回の東京オリンピックにおいて、各国の放送の発信元となる国際放送センター（以下IBC：写真1）は東京ビッグサイト内に設置されました。それぞれの競技会場で制作された映像は一旦IBCに集められ、ホスト放送局であるOBSによって各放送局に配信されました。

NHKでは4台の8K中継車を投入し、開会式や閉会式をはじめ、柔道、バレーボール、陸上競技、卓球、水泳等の競技を8Kで制作しました。

8K映像もOBSを通じて配信されましたが、同時にOBS内に設けられたOBSシアターにおいて信号を受信して、IBCに集まった各国の放送関係者に向けて展示を行いました。

このような展示は8Kスーパーハイビジョンの普及のため2012年のロンドンオリンピックで初めて行われ、2016年のリオデジャネイロオリンピックでは、プロジェクターを用いたシアターが初めて設営されました。2018年の平

昌オリンピックに続き当財団での8Kシアターの技術運用は今回で3回目となります。

今回のOBSシアターでは、4台の4Kプロジェクターによる8K映像と、33個のスピーカーによる22.2chの音響システムにより、構成されました（写真2）。

シアターでは中継車によってライブ伝送されたもの他に、ENGカメラによって撮影され、NHK放送センターで編集された番組をメディアで搬入し、再生機から上映しました。これにより、より多くの競技を上映することが可能となりました。

コロナ対策のため、100人規模で設計されたシアターの収容人員は30名に制限されるなか、大会期間中に3,500名を超える放送関係者に8Kスーパーハイビジョンの魅力を体感していただきました。



写真2 OBSシアターの様子

オリンピックを契機に世界中の多くの放送関係者に向けて8Kスーパーハイビジョンの魅力をアピールできたことは、今後の普及に向けて大きな意義があったと感じます。NHKエンジニアリングシステムでは、今後とも8Kスーパーハイビジョンの普及推進に協力して参ります。

（一財）NHKエンジニアリングシステム

システム技術部 CE 今村 崇之  
CE 太刀野順一

# NHK受信実態調査結果—2020年度—から

受信実態調査とは、テレビ・ラジオの放送受信におけるより良い受信環境の確保と、望ましい受信システムの確立を図るための基礎データを得ることを目的として、1949年（昭和24年）から開始し1996年までは3年ごと、そのあとは毎年実施している調査です。2020年度で43回目を迎えました。2020年度は、望ましい受信システムの確立や新サービスの普及戦略に向けたデータ収集を重点調査項目として実施しました。調査は2020年4月末のNHK

放送受信契約世帯から抽出した10,943世帯を対象として、2020年8月～10月に実施しました。従来、事前に調査票を郵送のうえ、調査員による面接・宅内調査を実施していましたが、コロナ禍のため、調査員による面接・宅内調査を取り止め、郵送によるアンケート調査を実施し、5,595世帯の回答を得ました。NHKは「NHK受信実態調査結果—2020年度—」として結果をまとめました。以下に主な調査項目を紹介します。

## 1. テレビの受信実態

### (1) テレビの購入理由

テレビの購入理由を図1に示す。購入理由は「老朽化」が45.7%、「ほしい機種があった」が19.3%であった（図1）。

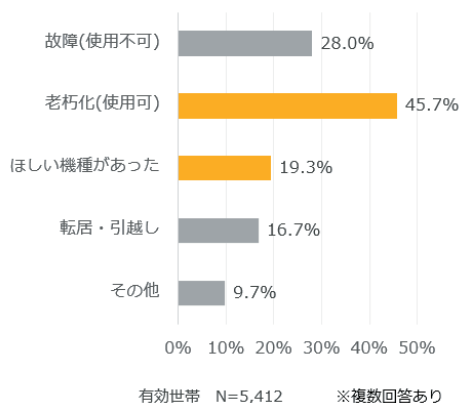


図1 テレビの購入理由

### (2) 旧テレビの取扱い

テレビ買い替え時にそれまで使用していたテレビは「処分している」が77.2%、「他の部屋で利用している」が15.1%であった（図2）。

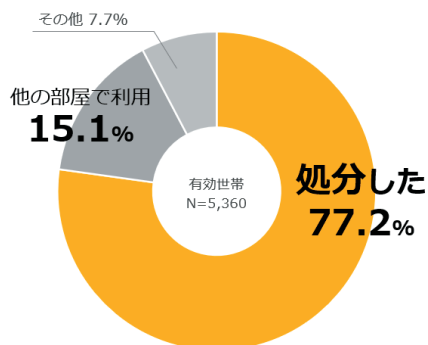


図2 旧テレビの取扱い

### (3) テレビの使用用途

メインテレビと2台目・3台目のテレビの使用用途は傾向がほぼ同じであった（図3）。

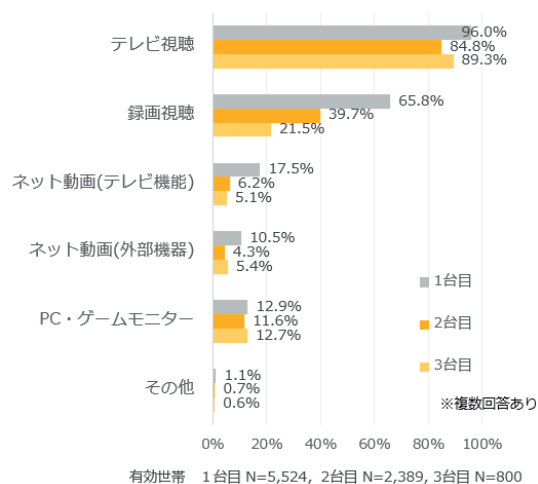


図3 テレビの使用用途

## 2. NHKプラス

### (1) NHKプラスの認知度

2020年4月にスタートしたNHKプラスについて「知っていた」と回答した世帯は25.3%であった（図4）。

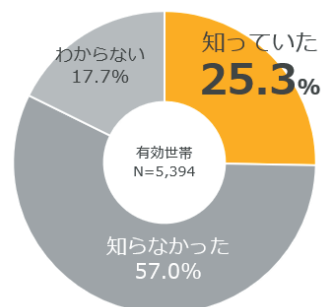


図4 NHKプラスの認知度

## (2) NHKプラスの利用状況

NHKプラスを「利用している」世帯は4.7%であった。また利用理由は「見逃した番組をみたい」が62.1%、「スマホやタブレットで視聴できる」が61.2%であった（図5）。

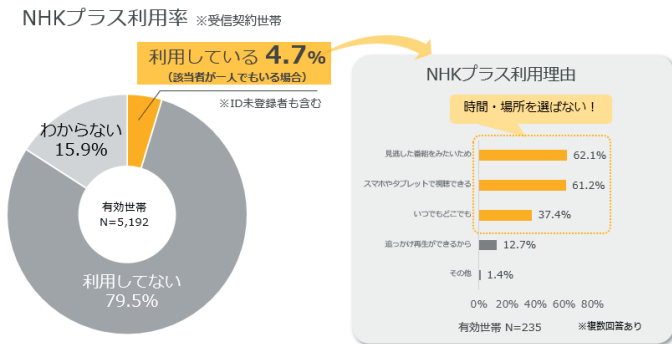


図5 NHKプラスの利用状況

## (5) NHKプラスを利用していない理由

NHKプラスを利用していない理由は、「知らなかった」と答えた世帯が52.8%と最も多く、次いで「テレビで十分」が40.5%であった（図8）。

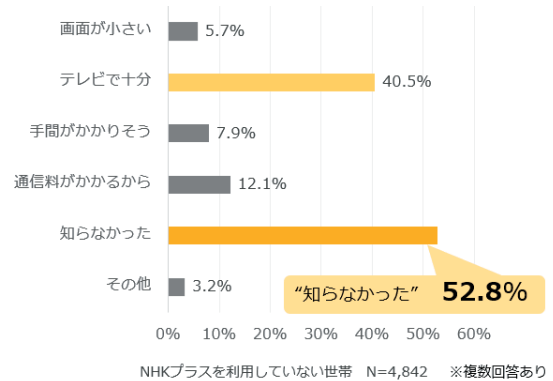


図8 NHKプラスを利用していない理由

## (3) 情報端末の所有状況

各情報端末機器の所有率は、スマホが82.7%、タブレット端末が42.2%、パソコンが70.5%であった（図6）。

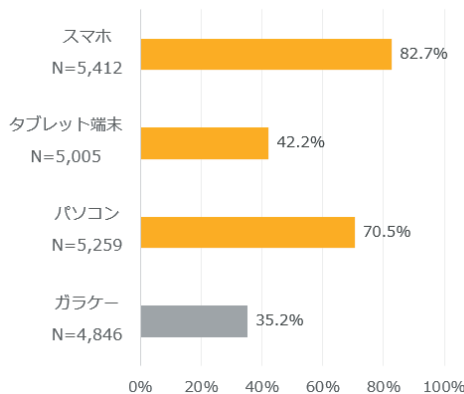


図6 情報端末の所有状況

## (6) NHKプラスの今後の利用意向

NHKプラスを認知していなかった世帯の利用意向は、「利用してみたい」、「どちらかというと利用したい」世帯が15.6%であった（図9）。

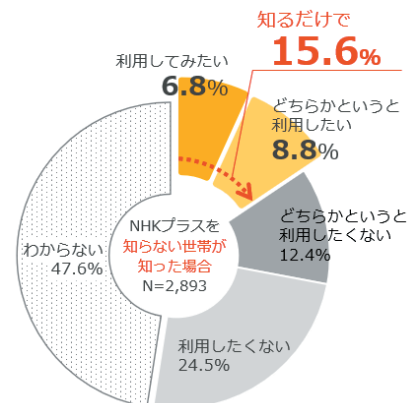


図9 NHKプラスを「認知した」世帯の利用意向

## (4) 動画サービスの利用状況

無料動画サービス（YouTube、TVerなど）の利用世帯は52.3%であった（図7）。

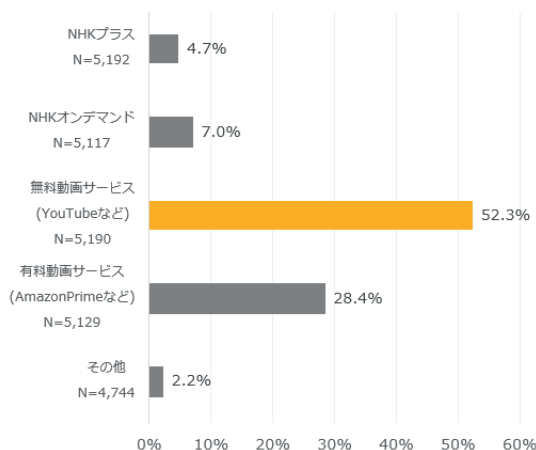


図7 動画サービスの利用状況

またNHKプラスを認知し、利用していない世帯では「利用・どちらかというと利用してみたい」が32.8%であった（図10）。

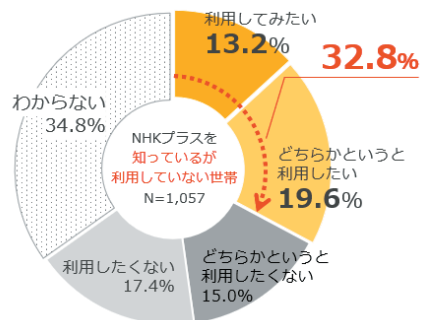


図10 NHKプラスを「認知しているが利用していない」世帯の今後の利用意向

NHK技術局 送受信技術センター

企画部 森山 健

(一財)NHKエンジニアリングシステム

R&T技術部 CE 藤井 康人

## 「技研公開2021」 出展報告

当財団は、今年6月1日から30日までの1か月間、オンライン開催された「技研公開2021」に参加しました。「技研公開」は、NHK放送技術研究所が最新の研究成果を一般公開し、担当者が来場者の間近でご説明や質疑対応することにより、専門家をはじめ広く来場者のご理解と触れ合いを深めてきた展示イベントです。今年は新型コロナの影響もあり、実展示ではなく、オンラインで開催されることとなりました。

当財団は、オンライン展示の1項目として、NHKの研究成果の応用展開を進める「NESラボ」から3項目の技術と、NHKの特許やノウハウの周知・斡旋を進める「技術移転」の取り組みを紹介しました。また、それぞれの詳しい情報にアクセスできるよう、当財団のWebサイトへのリンクを張りました\*1。当財団のWebサイトについては、技研公開のために新たに制作した2本の動画を掲載し、サイトの充実をはかりました。

### ◎字起こしシステム (NESラボ)

当財団の字起こしシステムは、音声認識技術を利用して番組音声を文字に起こした結果をWebブラウザやテキストファイルとしてユーザに提供するものです。NHK放送技術研究所の研究成果と、NHKの放送番組を長年学習して作成した学習モデルがベースとなっています。現在、NHKや複数の民放をはじめ、動画配信や字幕制作の分野で広くご利用いただいています。

### ◎8K関連技術 (NESラボ)

当財団では、小型8K解像度カメラの医療分野への応用や、8Kを超える解像度の映像を取り扱う美術品鑑賞システムへの応用に取り組んでいます。

医療分野については、8K遠隔手術支援システムへの応用や、5G（第5世代移動通信システム）を使用した伝送実験の様子を動画で紹介しました（図1）。美術品鑑賞分野では、8Kを超える解像度の原画像をインタラクティブ操作で8Kモニターへ表示する8Kインタラクティブ美術品鑑賞システムについて動画で紹介しました（図2）。コンテンツの制作については、(株)NHKエデュケーショナルにご協力いただきました。



図1 8K遠隔医療システム



図2 インタラクティブ美術品鑑賞システム

(被写体：国宝色絵藤花文茶壺レプリカ)

### ◎AR/VR技術 (NESラボ)

物理センサーと画像処理システムを融合させたハイブリッドセンサーを用いて、リアルタイムのCG合成を低コストで実現する簡易バーチャルシステムを紹介しました。このシステムは、放送番組をはじめ、人物の動作解析や、物体の振動解析など、さまざまな分野への応用展開を図ることができます。

### ◎技術移転

当財団の技術移転の取り組みを紹介しました。NHKの研究開発成果は、放送分野をはじめ、社会のさまざまな分野で幅広く活用されています。当財団では、NHKが保有する特許・ノウハウの利用に関するご相談を財団Webサイトで承っています\*2。また、移転可能な技術をまとめた「NHK技術カタログ」を、当財団のWebサイトで公開しています\*3。

(一財) NHKエンジニアリングシステム

開発企画部 専任部長 遠藤 洋介

\*1 <https://www.nes.or.jp>

\*2 <https://www.nes.or.jp/transfer/use.html>

\*3 <https://www.nes.or.jp/transfer/catalog.html>

# NES技術の歴史 第8回 ハイブリッドキャスト応用

## はじめに

放送とネットとが連携したサービスであるハイブリッドキャストの研究開発がNHK技研で2009年頃に開始されました。そして、その技術仕様が2013年3月にIPTVフォーラムでまとめられ、同年9月からNHKでサービスが開始されました。当財団ではNHK技研と連携して、ハイブリッドキャストサービスを展開するため、応用技術の開発と実験を行ってきました。

## 災害情報伝達のための放送・通信連携基盤技術 (ハイブリッドキャスト) の研究開発

当財団では、2011年3月11日に発生した東日本大震災の教訓から、安全で迅速に情報を伝達する手段の研究開発をNHK技研と共同で提案し、2012年度に国の委託研究を実施しました。研究開発の目的は、放送、通信メディアのそれぞれの特徴を生かして、災害時に国民が必要とする情報を迅速かつ確に伝える基盤の技術を開発することです。そのために、放送通信連携システム「ハイブリッドキャスト」をベースに、NTTグループのネットワーク制御技術と、東北大学のIT技術やヒューマンインタフェース技術などの基礎技術を組み合わせて災害時の情報伝達に役立つ基盤システムを設計試作し、その有効性を確かめるために実証実験を行いました。

### 「実証実験システム」

実験システムの構成とその目的を図1に示します。

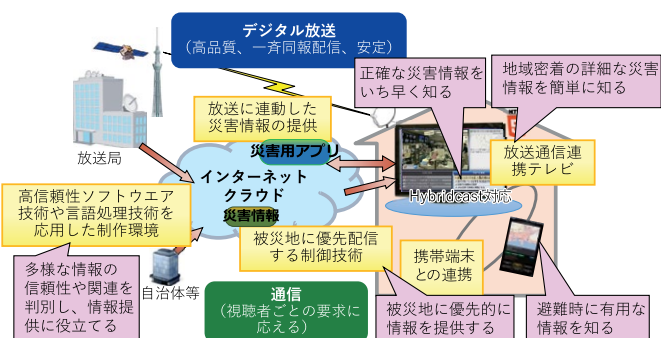


図1 システム構成と目的

実証実験では、疑似放送局からデジタル放送と同じ信号形式の放送番組を同軸ケーブルにより配信しました。受信機は市販のTV受信機のファームウェアを改修して、ハイブリッドキャストのAPI (Application Program Interface) を組み込みました。ネットワークは、独立行政法人情報通信研究機構 (NICT) が所有する新世代通信網テストベッドJGN-Xを利用しました。放送番組は、東日本大震災を模擬した災害報道番組を制作し、放送番組

に関連した災害情報をネット経由で伝送しました。また、番組と連動して災害情報を表示するためのアプリを制作しました。アプリはテレビ受信機と携帯端末で動作します。

### 「災害情報の伝達を想定したアプリの試作」

災害時に、本システムが被災地とそれ以外の地域の両方で有効に活用できることを示すため、それぞれの地域における災害当日と翌日以降の利用シナリオを想定して図2に示すようなアプリを開発しました。

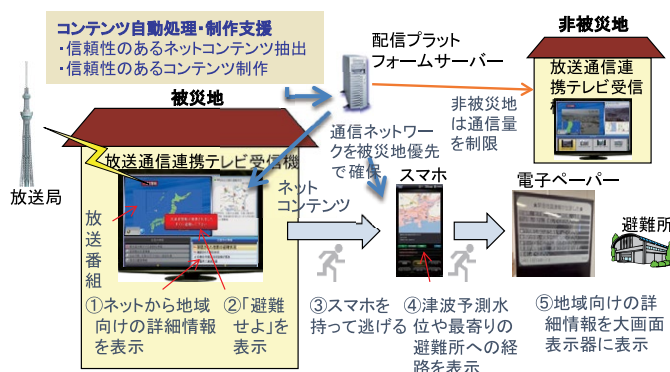


図2 開発したアプリ

### 「システム評価実験」

試作したシステムの有効性を評価するために、2012年11月9日～11日に仙台市内で実験を実施しました。実験内容は、大規模災害発生を想定した災害情報伝達のシミュレーションを行い、東北地方在住の一般市民100人程度に体験してもらい、アンケートとディスカッションを実施しました。実験の様様を写真1に示します。



写真1 評価実験の風景

### 「評価実験の結果」

災害時における本システムの有用性は、年代や性別な

どによらず高い割合で認められました。東日本大震災では放送の役割が大きかった一方で、Twitterに代表されるようにきめ細かいネット情報が役立ったという報告があります。この実験で、放送とネットの両方のメリットを生かしたハイブリッドキャストの災害時における有用性を改めて確認することができました。

また、これらの検証実験結果はIPTVフォーラムにおける標準化作業の推進に貢献し、2013年にハイブリッドキャストが規格化されました。また、2015年にはITU-R BT.2075として勧告化されました。

### ハイブリッドキャストアプリ検証環境の開発

ハイブリッドキャストアプリの開発においては、市販のハイブリッドキャスト対応テレビ受信機を使って動作を検証する必要があります。ハイブリッドキャストアプリを起動させるためには、受信機が放送を受信している必要があります。さらに、放送波に多重されたBML (Broadcast Markup Language) にAIT (Application Information Table) のURLが記述されている必要があります。AITはハイブリッドキャストアプリのロケーション情報などが記述されたテーブルで、TV受信機は、BMLに記述されているAITのロケーション情報からAITを取得し、AITに記述されているハイブリッドキャストアプリの情報からアプリを起動します。このような仕組みになっているのは、放送局が受信機で起動できるハイブリッドキャストアプリを管理するためです。

ハイブリッドキャストアプリの動作を検証するための検証システムの構成を図3に示します。まず、検証するハイブリッドキャストアプリをアプリサーバに、アプリサーバのロケーションが記述されたAITをAITサーバにアップロードします。次に、TV受信機がこのAITをアクセスできるようにするために、AITのロケーションが記述されたBMLを作成します。そして、このBMLと映像、音声などを多重化し放送TSを作成します。この放送TSをOFDM変調器でISDB-Tの放送波に変調してTV受信機に入力します。TV受信機はBMLに記述されたAITのロケーションに従ってAITを取得します。番組連動型アプリの場合は、TSにEM (Event Message) を多重化することで、番組とのアプリ動作のタイミングなどもチェックできます。

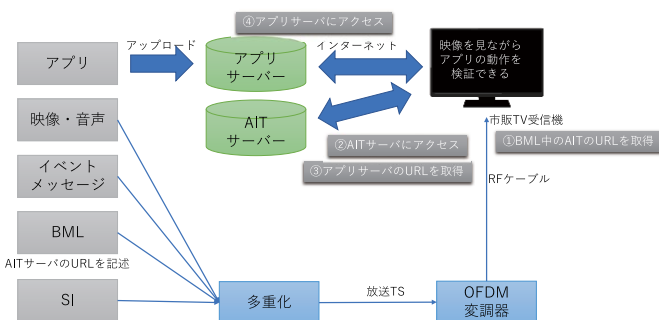


図3 ハイブリッドキャストアプリ検証システムの構成

この技術をメーカーとの共同開発により製品化しました。

ここで、アプリサーバのロケーションを追加や変更する場合、AITのロケーションが記述されているBMLを書き換えてTSを作り直す必要があり手間がかかっていました。そこで、1つのBMLで複数のアプリサーバに対応できるように改良版を試作しました。改良版のシステム構成を図4に示します。改良版では、AITのロケーションを記述するAITテーブルを置くサーバを追加し、BMLにこのサーバのロケーションを記述しておきます。このサーバをAIT-Pointerと呼びます。TV受信機はBMLに記述されているAIT-PointerサーバのロケーションからAITテーブルを取得し、テーブルに記述されているAITロケーションからAITを取得する仕組みとしました。これにより、AIT-PointerサーバのAITテーブルを追加・編集することでアプリサーバを追加・変更することができるようになりました。

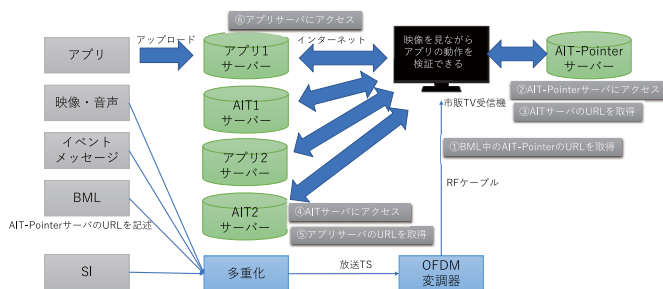


図4 ハイブリッドキャスト検証システム改良版のシステム構成

### TS作成ツールの開発

先に述べたハイブリッドキャストアプリ検証環境を使うためには放送TSが必要となります。その放送TSを作成するためのツールをNHKと共同で開発しました。

放送TSは映像、音声、データの他に、放送に関わる情報PSI (Program Specification Information)、SI (Service Information) から構成されています。テストを行うためには実際の放送波と同じPSI/SIを重畳する必要があります。テストに使用する主なPSI/SIを表1に示します。

PAT (Program Association Table) はTSに1つだけ存在してPMT (Program Map Table) のPID (Packet ID) が記述されています。放送TSの場合は、それ以外にTransport Stream IDとProgram Numberを指定する必要があります。Transport Stream IDは放送局ごとに割り当てられているIDで編成サービスを特定します。編成サービスとはアナログテレビのチャンネルと同じ概念であり、NHKの場合、NHK-DGとNHK-DEが相当します。

PMTはプログラムごとに存在し、そこで使用される映像、音声、データのPIDなどの情報が記述されています。

PAT、PMT以外のPSI/SIは放送設備以外の符号化装置では通常生成されないため、特別に作成する必要があります。

表1 主なPSI/SI

PSIの種類	機能
PAT (Program Association Table)	TS内に含まれるプログラム単位のPMTのPIDを記述
PMT (Program Map Table)	プログラムに含まれる画像や音声などの各PIDを記述
NIT (Network Information Table)	伝送路の情報などを記述
CAT (Conditional Access Table)	限定受信方式とそのEMM(個別情報)のPIDの対応を記述
EIT (Event Information Table)	番組の名称や放送日時、放送内容など番組に関連する情報
SDT (Service Description Table)	チャンネルの名称
BIT (Broadcaster Information Table)	放送局識別情報(BSD)や系列情報(地上D)、各SIテーブルの再送周期、SIの掲載期間、ロゴ情報の伝送方法など放送局のSI送信情報

表2 TS作成の手順

処理順序	処理	ツール
1	PSからTSへ変換 (音声の再符号化、PAT、PMTの多重)	GraphEdit Directshow filter (multiplexer)
2	Descriptorの追加	TSTool
3	NIT、SDT、EIT、EM、BMLの多重	RemuxJ
4	GOP単位に編集(必要に応じて)	MurdocCut
5	伝送TSに変換(TMCCの設定)	StreamXpress

ます。

表2にTS作成の手順を示します。

まず、映像データと音声データを地デジの規格や運用規定に基づいたパラメータで符号化を行います。そのためのツールはマイクロソフトが提供するDirectshowを利用し、GUIはGraphEditを用います。ただ、このツールでは映像、音声のDescriptor Tagを地デジで規定されている値に変更できないので新たに変更ツールTS-Toolを開発しました。

次に、NHK技研で開発されたRemaxJを使って、NIT(Network Information Table)、EIT(Event Information Table)などのSIを多重化します。

### その他の技術調査

これまでに培ったハイブリッドキャスト技術を応用し

て国のプロジェクトへの参画などさまざまな活動を行いました。

### 「ハイブリッドキャストとHbbTVの差違分析」

NHK技研から技術協力を得て、2016年度に総務省の「放送・通信連携システムの効果的な海外展開方策に関する調査研究の請負」に参画しました。当時、東南アジアにおいて、ISDB-TとDVBの両方式が普及しつつある状況で、ハイブリッドキャストとHbbTVのコンテンツ互換性の確保を目指して、ハイブリッドキャストとHbbTVの差異について調査を行いました。

### 「スマートテレビ防災システム」

一般社団法人スマートテレビ連携・地域防災等対策システム普及高度化機構の依頼により2016年度に行われた実証実験に参画しました。この実験は、スマートテレビとマイナンバーカードを活用して、自治体の防災情報を自宅のテレビ画面に表示するシステムを開発するための基礎実験です。

### 「放送・通信融合サービス(ハイブリッドキャスト4Kビデオ)(試験事務)」

2019年度に総務省の試験事務「平成31年度周波数逼迫対策技術試験事務」「放送用周波数を有効利用する技術方策に関する調査検討(効率的な周波数利用の実現に向けた調査検討)」の中の「放送・通信連携サービス(ハイブリッドキャスト4Kビデオ)」を一般社団法人放送サービス高度化推進協会(A-PAB)から受託し、2020年度、2021年度も引き続き継続しました。内容は、放送サービスの高度化・多様化を進めるために必要となる放送と通信の連携サービスの調査検討とそれを実現するための技術課題の調査検討です。

### おわりに

ハイブリッドキャストはNHK技研で研究開発が進められ、当財団でも2010年に「Hybridcast」の商標登録を行い商標を取得しました。さらに、米国、英国、ドイツ(ドイツは2011年)においても商標を取得し(現在は登録を放棄しております)、その応用のためのサポートを行ってきました。

(一財)NHKエンジニアリングシステム

システム技術部 SE 金次 保明

## フレキシブルディスプレイの開発動向

薄くて軽く、柔軟で曲げることが可能なフレキシブルディスプレイは、モバイル性やデザイン性を活かしたディスプレイから、家庭で気軽に楽しめる大型ディスプレイへの応用まで幅広い展開が期待できる。本稿では、フレキシブルディスプレイの構造や開発項目、その特徴を活かした応用展開や研究開発動向について解説する\*1。

### まえがき

長年、ディスプレイの主演はブラウン管（CRT：Cathode Ray Tube）であったが、大画面化や省スペース性の利点を活かして、液晶ディスプレイ（LCD：Liquid Crystal Display）に代表されるフラットパネルディスプレイの開発が進み、私たちの生活の中に広く普及してきた。さらに、薄型、軽量化に適した有機ELディスプレイ（OLED Display：Organic Light-Emitting Diode Display）の実用化が進んでいる。近年、フラットパネルディスプレイの分野では、これまでに使われてきた硬いガラスに代わり、薄くて軽く、柔らかく曲げることも可能なプラスチックフィルム上に作製するフレキシブルディスプレイが脚光を浴び、実用化が進むと同時に新しい応用に向けた研究開発が進んでいる。フレキシブルディスプレイは、軽量性、柔軟性、耐衝撃性、可搬性などの新たな付加価値に加え、視聴スタイルやデザインに変革をもたらす可能性を秘めている。折り畳み型のスマートフォンに代表されるように既に実用化が進み、あらゆる曲面形状への設置が求められる車載用ディスプレイの開発も進められている。将来的には、腕に巻きつけたり、衣類に貼りつけたりするウェアラブルディスプレイへの応用も期待される。フレキシブルディスプレイはモバイル用途だけでなく、大画面ディスプレイへの応用展開も期待される。8Kスーパーハイビジョン放送は、小さい画面から大きい画面まで視聴環境に応じてさまざまな楽しみ方が想定されるが、高い臨場感や没入感は大画面で視聴することで、より発揮される。しかし、例えば100インチサイズのディスプレイになると、エレベーターや玄関の高さ、幅などの制約により家庭に搬入することも容易ではない。さらに、運搬方法の制約や流通コストの上昇も懸念される。軽量で大画面のディスプレイが実現できれば、ポスターと同じ感覚で丸めて持ち運び、壁に貼り付けることが可能になる。また、図1のようなプロジェクターのスクリーンのように丸めて収納可能なフレキシブルディスプレイが実現できれば、大画面であっても視聴しない時に邪魔な存在にならず、リビングの空間との自然な調



図1 大画面フレキシブルディスプレイのイメージ

和が可能になる。このようにフレキシブルディスプレイは、私たちの生活を一変させる魅力的な特徴を有しており、近年、活発に研究開発が進められている。

### フレキシブルディスプレイの構造

図2 (a)に、最も基本的な有機ELディスプレイの画素回路を示す。有機ELとその発光を制御する2つの薄膜トランジスタ（TFT：Thin-Film Transistor）と1つの保持容量（コンデンサ）で画素回路が構成される。選択用TFTのスイッチング動作により保持容量にデータとなる電圧を書込み、その電圧に応じて駆動用TFTで有機ELに流れる電流および発光を制御する。実際には、TFTと有機ELの経時的な特性変動やばらつきを補正するためのTFT回路が必要になるため、より複雑な構成になる。図2 (b)に、フレキシブル有機ELディスプレイの断面構造の例を示す。薄くて柔らかいプラスチックフィルム上にTFTと有機ELが形成されている。薄いガラスを基板として適用することでディスプレイを湾曲させることも可能であるが、軽量であることや柔軟性および割れにくさからプラスチックフィルムの方が得られるメリットは大きい。しかし、プラスチックフィルムは、ガラス基板と比較して、耐熱性、耐薬品性、線膨張率が劣ることやハンドリングの難しさなど多くの課題があり、TFTと有機ELの作製を困難にする。さらに、プラスチックフィルムは、空気中の酸素や水分に対する封止性能もガラス基板に比べて劣ることから、ディスプレイの寿命の点でも大きな課題がある。線膨張係数が低く高耐熱性のプラスチックフィルム材料としてポリイミドが知られている。500℃以上の耐熱性があるポリイミドも開発されており、ディスプレイの製造プロセスに十分適応できる。ただし、耐熱性の高いポリイミドフィルムほど光透過率が低いため、ボトムエミッション構造（基板側に有機EL素子の発光を取り出す構造）を適

\*1 中田：映像情報メディア学会誌、Vol. 74、No. 4、pp.635-639 (2020)



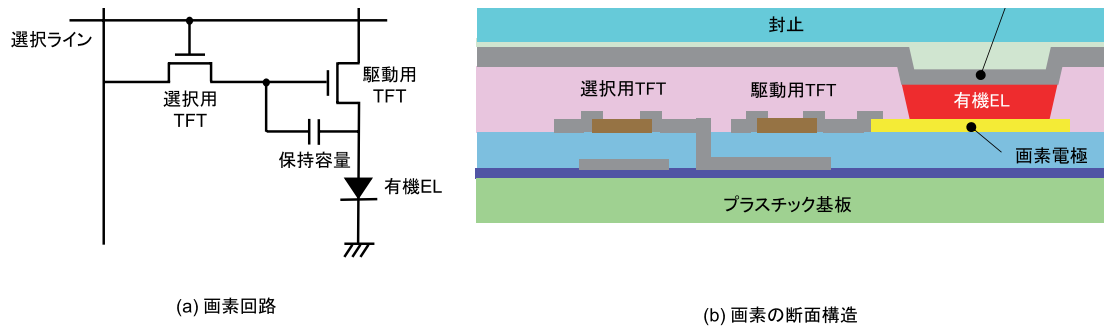


図2 フレキシブル有機ELディスプレイの構造

用できず、ディスプレイ構造の選択性を狭くする要因になる。光透過率が高いポリイミドフィルムの開発も進んでいるが、耐熱温度とのトレードオフになる傾向がある。今後、高耐熱性で高光透過率のプラスチック材料の開発に加え、ディスプレイ作製プロセスの低温化が望まれる。

### フレキシブルディスプレイの応用展開

図3に、フレキシブルディスプレイの形状例をまとめた。形状を固定して利用する場合と、形状を積極的に変形させる場合の2種類に分けることができる。図3 (a)のように、フラットな状態で利用する場合でも、従来のガラス基板と比べて薄く、軽いプラスチックフィルムを基板に適用することができれば、パネルの軽量化、薄型化、衝撃を受けた時でも割れにくいといった点で大きなメリットを得られる。図3 (b)のように全体を均一に湾曲させるカーブ形状は、凹状に湾曲させれば画面中央と端の視距離差、視野角差を抑制することができ、画質および没入感の向上が期待できる。全体を均一に湾曲させる場合は、ひずみによるストレスが画面全体に分散されるため、従来のガラスを用いた液晶ディスプレイや有機ELディスプレイでも実現が可能である。視聴スタイルによって、パネルの曲率半径を自由に変化させる機構を備え付けるアプリケーションも提案されている。特に、湾曲部分が多い車載用パネルとしての応用が求められており、今後、カーブ状パネルの採用が進むと考えられる。図3 (c)のように局所的に湾曲させる形状は、主にスマートフォンで採用されている。パネル端部を織り込むことで正面から見えるベゼルを極限まで狭くすることが可能であり、画面占有率を向上させることができる。このようなパネルの場合、局所的に大きなストレスがかかることになるため、柔軟なプラスチックフィルムを基板に用いたフレキシブル有機ELディスプレイを用いるのが一般的である。図3 (a)～(c)のように形状を固定して使用するディスプレイの場合、ガラスなどの硬い素材でディスプレイをカバーすることが可能であり、封止性能を得られやすい。これらに対して図3 (d)、(e)に示すように形状を変形して使用する場合は、封止性能の向上が求められるのに加えて、繰り返しの湾曲耐性が求められ、技術的な難易度が飛躍的に増す。しかし、モバイル性や省スペース性が格段に向

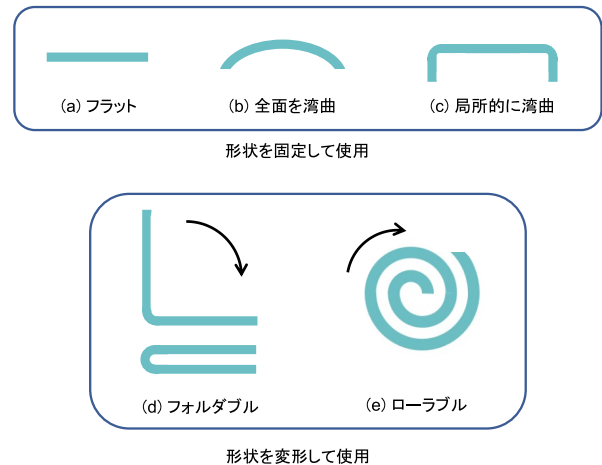


図3 フレキシブルディスプレイの形状例

上することが大きなメリットとなる。図3 (d)に示すフォルダブル形状は既にスマートフォンで実用化されている。ディスプレイを折り紙のように完全に折り曲げてしまうとデバイスや配線、プラスチックフィルムの損傷を避けることが困難なため、折り曲げる部分がある程度の曲率で湾曲するように治具を設置することが一般的である。この曲率は、折りたたんだ時のデバイス全体の厚さに影響することから、より小さい曲率で折り曲げることが望まれる。図3 (e)に示すローラブルは、ディスプレイを視聴しない時は丸めて収納し、視聴する時に広げることが想定される。ローラブルの場合、ディスプレイを構成する2枚の基板に対して丸める時の内径と外径の差によって生じるひずみが課題の1つとなり、ディスプレイの薄型化や応力を緩和するための構造設計が重要となる。

柔らかく湾曲可能なだけでなく、伸縮可能な基板を用いたストレッチャブルディスプレイの研究開発も活発に進められている。ストレッチャブルディスプレイにおいても図4に示すように形状を固定して使用する場合と、変形する場合の2つのタイプが想定される。伸縮性の高い材料を基板に用いることができれば、図4 (a)に示すドーム形状のような多方向に湾曲する立体形状ディスプレイの実現も期待できる。ストレッチャブルディスプレイの実現に向けては、発光素子やTFTなどディスプレイを構成する全てを伸縮可能な材料で形成する方法と、基板に伸縮領域と非伸縮領域を設けて伸縮領域にのみ伸縮材料を適用する方法が考えられる。前者の場合、例えばTFTでは、半導体だけでなく絶縁

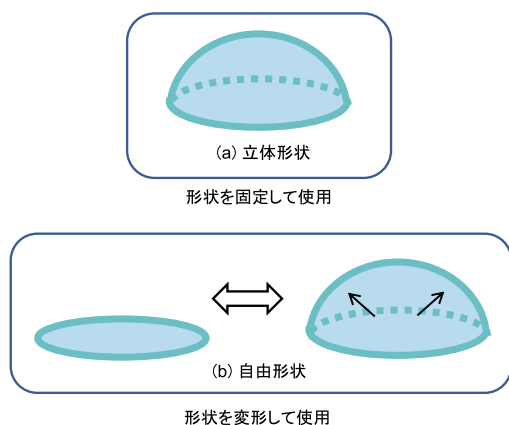


図4 ストレッチャブルディスプレイの形状例

材料や電極材料も伸縮する必要がある。伸縮性のあるトランジスタ材料の研究が盛んに行われているが、実用化に向けた難易度は高い。一方、部分的に伸縮領域を設ける後者の場合、TFTや発光素子などの画素を構成する領域を非伸縮にして、画素間のみを伸縮領域にする手法が提案されている。画素間を構成する電極のみに伸縮材料を適用するだけで実現できる可能性がある。この場合、ディスプレイ自体を伸縮させても画素領域は固定されて伸縮しないようにすれば、画素を構成するTFTや発光素子を従来の非伸縮の材料で構成することができる。図4 (b)のように形状を変化させる場合は、映像だけでなくディスプレイ自体の形状を自由に変形させ、あたかも物体がそこにあるかのような表現の実現が期待される（自由形状）。ストレッチャブルディスプレイはディスプレイ構造から伸縮材料の開発まで技術課題は多いが、フレキシブルディスプレイ以上に魅力的な特徴を有しており、将来に向けて開発動向が注目される。

### フレキシブルディスプレイの開発動向

フレキシブル有機ELディスプレイの研究開発は2002年頃から活発に行われるようになった。NHKでも2006年以降、プラスチックフィルム上にフレキシブル有機ELディスプレイの試作に成功している。当時は、基板となるプラスチックフィルムの耐熱性が低く、プロセス技術も未熟だったため、比較的低温で形成可能な有機半導体を用いた有機TFT駆動によるディスプレイの開発が進んだ。2012年ごろから塗布型で高耐熱のポリイミドフィルムを用いた開発例が目立つようになり、2013年にスマートフォンで実用化された。また、高温プロセスを適応可能な転写法を利用した開発も進んだ。表1に、主なフレキシブル有機ELディスプレイの開発例をその特徴と共に示す。表1 (a) は、NHKとシャープが共同開発した30インチで4Kのフレキシブルディスプレイである（図5）。プラスチックフィルムを用いたローラブルディスプレイとしては最大クラスのサイズとなり、直径40mmで巻き取りが可能である。表1 (b) は、薄く湾曲可能なガラス基板を適用したローラブルディスプレイである。表1 (c) は、プラスチックフィルムを用いており、スマートフォンで実用化されている。薄く湾曲可能

表1 フレキシブル有機ELディスプレイの開発例

	(a) NHK シャープ	(b) LG Display	(c) Samsung	(d) 半導体エネルギー研究所	(e) LG Display
特徴	ローラブル	ローラブル	フォルダブル	高精細	大画面
基板	プラスチック	ガラス	プラスチック	プラスチック	プラスチック
画面サイズ (インチ)	30	65	7.3	13.3	77
画素数	3840×2160	3840×2160	2152×1536	7680×4320	3840×2160
開発年	2019	2018	2019	2015	2018



図5 30インチ4Kフレキシブル有機ELディスプレイ

なガラス素材をフォルダブルディスプレイの最表面に適用する構造で実用化されていて、衝撃耐性や封止性能の向上も進んでいる。フレキシブルディスプレイの多画素化、大画面化の開発も進展している。表1 (d) は、フレキシブル8Kディスプレイの開発例であり、2つに折りたたむことも可能である。表1 (e) は、画面サイズが77インチの大型フレキシブルディスプレイである。透過率の高いポリイミドフィルムを用い、画素に光を透過する領域を設けることで透過率40%を実現した。これらの他にもストレッチャブル基板を用いたストレッチャブルディスプレイの開発例があり、表示しながらディスプレイを伸ばすことが可能である。有機ELディスプレイ以外にもフレキシブル液晶ディスプレイの研究が進められているが、バックライトの柔軟性確保が大きな課題の1つと言える。また、フレキシブル基板上にマイクロLEDと呼ばれる微細なLEDを配列したディスプレイの開発例もある。実用化に向けてLEDの実装手段に課題はあるが、今後注目される技術である。

### まとめ

本稿では、フレキシブルディスプレイの構造や応用展開および開発動向について解説した。フレキシブルディスプレイは、薄くて軽く、曲がるといった特徴を活かして、幅広い応用が考えられ、活発に研究開発が進められている。さらに、伸縮可能なストレッチャブルディスプレイや立体形状ディスプレイ開発へも発展しつつある。今後、フレキシブルディスプレイの実用化が進むとともに、私たちの生活を大きく変える新しく魅力的なアプリケーションが生み出されることが期待される。

# 光フェーズドアレー

—3D映像表示に向けた高速光ビーム制御技術

## 光フェーズドアレーとは

光フェーズドアレー（Optical Phased Array : OPA）は、光の回折と干渉の原理を利用して光ビームの出射方向や形状を自在に制御できるデバイスです。可動ミラーなどの機械部品がなく、小型・軽量であり、無線通信や測距、映像技術などの分野で研究が行われています。技研では、光線方向の高速な切り替えによる時分割の空間像再生型3D映像表示（図1）を目指し、電気光学（Electro-Optic ; EO）ポリマーを用いたOPAについて、NICT\*<sup>1</sup>と共同で研究開発を進めています。

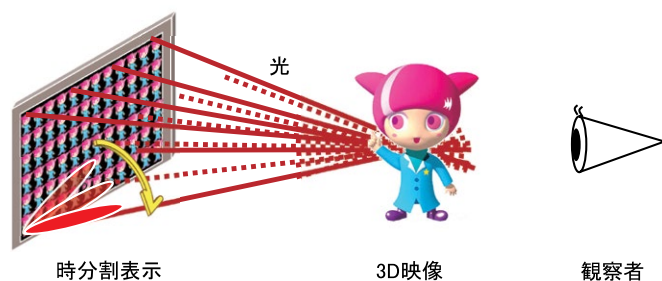


図1 時分割の空間像再生型3D映像表示

## EOポリマー OPAの構造と原理

EOポリマー OPAは、EOポリマーで作られた複数の光導波路がアレー状に並んだ構造をしており、各光導波路に電極を配した位相制御部を設けています（図2）。EOポリマーは、電圧を加えると屈折率が高速に変化する材料であり、位相制御部は印加電圧により光導波路の屈折率を変化させることで光の位相を制御することができます。OPAにより位相分布が制御された出射光は、回折と干渉により光ビームを形成し、印加電圧の連続的な変化により光ビームの出射方向の走査が可能です。

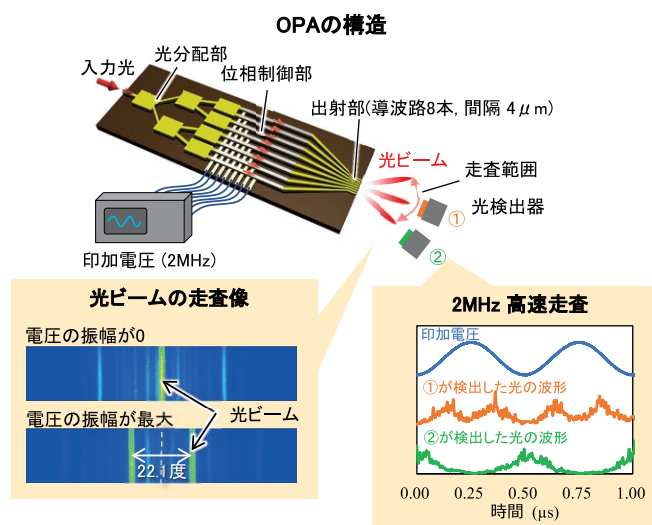


図2 EOポリマー OPAの構造と光ビーム走査性能

## 広角走査性能と高速性能

さまざまな視点から3D映像を観察するためには、光ビームの走査範囲を広げる必要があります。これは出射部の光導波路間隔を狭めることで実現できます。これまでに、試作した4 μm間隔の出射部をもつOPAで22.1度の走査範囲を実証しました。

また、3D映像の品質を高めるためには、1フレーム内の時間で多くの光線をさまざまな方向に出射することが必要です。試作したデバイスは、ワンチップの小型OPAでは世界最高となる走査周波数2 MHzでの高速光ビーム制御を達成しました。

## 今後

3D映像表示デバイスへの応用を目指して、引き続きOPAの研究開発を進めます。

NHK放送技術研究所

空間表現メディア研究部 宮本 裕司

\*<sup>1</sup> NICT : 国立研究開発法人情報通信研究機構未来 ICT 研究所

# 公開されたNHKの主な発明考案

(2021年5月1日～2021年6月30日)

発明考案の名称	技術概要
焦点調整補助装置、及びプログラム 特開2021-71505	撮影者による合焦位置の調整を適切に補助する焦点調整補助装置、及びプログラム
キーワード評価装置、キーワード評価方法及びキーワード評価プログラム 特開2021-71569	キーワードそれぞれに対する、利用者の興味度を評価できるキーワード評価装置、キーワード評価方法及びキーワード評価プログラム
サーバー装置、プログラム、利用者端末装置、およびシステム 特開2021-71983	特に輸送手段用の車両側に追加の通信手段を必要とせず、簡便な手段で料金のキャッシュレス決済を実現することのできるサーバー装置、プログラム、利用者端末装置、およびシステム
受信装置およびプログラム 特開2021-72613	特定の放送サービスに従属しない独立のアプリと、放送マネージドアプリとの間で、スムーズに双方向の遷移を行えるようにすることのできる受信装置およびプログラム
シンボル判定器及び再送信装置 特開2021-72614	シンボル誤り率が大きい受信条件においても、シンボル判定処理により伝送路の劣化を改善し、品質の良い再送信信号を生成するシンボル判定器及び再送信装置
接続順序テストシステム、並びに、パターン画像設定装置及びそのプログラム 特開2021-76653	高フレームレート映像表示装置の接続順序の正誤を肉眼で容易に判別できる接続順序テストシステム、並びに、パターン画像設定装置及びそのプログラム
画像表示装置、駆動方法及び駆動プログラム 特開2021-76791	低階調領域の輝度ムラを容易に低減できる画像表示装置、駆動方法及び駆動プログラム
映像信号を受信する受信機 特開2021-77940	映像信号の位相を調整するための専用の測定器を用いることなく、その調整に必要な情報を提示可能な受信機
無線伝送システム及び無線中継装置 特開2021-77974	従来の無線通信の方式を変更せずに、且つスループットを低下させることなく、高精度に時刻同期を実現する無線伝送システム及び無線中継装置
磁壁移動型空間光変調器検査装置及び磁壁移動型空間光変調器の初期化磁界導出装置 特開2021-81475	磁壁移動型光変調素子において、素子の検査時間を短縮する。また、素子磁化方向の反平行化に適した大きさの外部磁界を導出する磁壁移動型空間光変調器検査装置及び磁壁移動型空間光変調器の初期化磁界導出装置
情報収集装置およびそのプログラム 特開2021-81925	クエリを拡張して情報を収集することが可能な情報収集装置およびそのプログラム
学習装置、情報分類装置、及びプログラム 特開2021-81930	モーダリティごとに個別に学習プロセスを制御できる学習装置、情報分類装置、及びプログラム
文字領域検出モデル学習装置およびそのプログラム、ならびに、文字領域検出装置およびそのプログラム 特開2021-82056	画像内の文字領域を検出するモデルを学習する文字領域検出モデル学習装置およびそのプログラム、ならびに、文字領域検出装置およびそのプログラム
撮像素子 特開2021-82620	インテグラル方式の撮像素子においてTSVを用いてもフレームレートの低下を抑制できる撮像素子
固体撮像素子および撮像装置 特開2021-82784	光電変換膜中に膜欠陥が形成された場合であっても、画素電極から膜電極に流出する電子を減少させて暗電流を減少させ、見かけ上、画素電極の電位が変動するのを防止することができる、光電変換膜積層型の固体撮像素子および撮像装置
固体撮像素子および撮像装置 特開2021-82785	光電変換膜中に膜欠陥が形成された場合であっても、画面上に大きな白キズが発生するのを防止することができ、電荷増倍現象を発生させるために必要な膜電圧を設定された所望の値まで印加することができる、光電変換膜積層型の固体撮像素子および撮像装置
送信装置および受信装置 特開2021-82875	FECブロックポインタをより効率的に伝送する送信装置および受信装置
3次元モデルデータ変換装置及びプログラム 特開2021-82928	主観的な視覚品質が低下しないように、3次元モデルデータのデータ量を削減する3次元モデルデータ変換装置及びプログラム
撮像素子および撮像装置 特開2021-82940	撮像体間での画素ざらし処理を行う際の製造の労力およびコストの軽減を図り、撮像装置のコンパクト化を図り得る撮像素子および撮像装置
触覚メタデータ生成装置、映像触覚連動システム、及びプログラム 特開2021-82954	映像から動的な人物オブジェクトを自動抽出し対応する触覚メタデータを同期して自動生成する触覚メタデータ生成装置、生成した触覚メタデータを基に触覚提示デバイスを駆動制御する映像触覚連動システム、及びプログラム
音声合成装置及びプログラム 特開2021-85943	品質の良い音声合成のために音声合成モデルに入力する言語データを簡易に作成する音声合成装置及びプログラム
体感刺激提示装置 特開2021-86416	所定のセンサーデータやメタデータに基づいて、使用者の腕に体感刺激を提示する体感刺激提示装置

発明考案の名称	技術概要
画像変換用ネットワーク学習装置およびそのプログラム、ならびに、画像変換装置およびそのプログラム 特開2021-86497	CG画像を実写化するニューラルネットワーク（NW）を学習する学習装置およびそのプログラムならびに画像変換装置およびそのプログラム
通信装置及びプログラム 特開2021-87027	複数のグランドマスターから安定動作するグランドマスターを選出し、PTPの時刻同期で通信を行う通信装置及びプログラム
棟内送信装置、棟内受信装置及びプログラム 特開2021-87028	最大パケット長が棟内伝送装置にて扱うMTUを超えることなく、かつフラグメント処理を不要とし、4K8K多チャンネル放送の棟内伝送を低コストにて実現する棟内送信装置、棟内受信装置及びプログラム
受信装置、配信システム、及びプログラム 特開2021-87036	FECを利用したマルチキャスト配信において、冗長パケット量を抑制し、且つ再送サーバへの負荷を低減する受信装置、配信システム及びプログラム
パケット生成装置及びプログラム 特開2021-90150	映像フレームをスライス毎に圧縮してパケットを生成する際に、映像フレーム毎に生成されるパケットの数を一定にするパケット生成装置及びプログラム
送信装置及び受信装置、並びにチップ 特開2021-90180	地上デジタル放送方式における低遅延伝送チャンネル（LLch）のデータ伝送について低遅延化と白色雑音に対する耐性とのバランスを調整又は選択可能とする送信装置及び受信装置、並びにチップ
画像符号化装置、画像復号装置、及びプログラム 特開2021-90214	符号化効率を改善可能とした画像符号化装置、画像復号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2021-90219	イントラ予測において、エントロピーを効率的に低減させ、符号化性能を向上させる符号化装置、復号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2021-90221	イントラ予測において、エントロピーを効率的に低減させ、符号化性能を向上させる符号化装置、復号装置及びプログラム
量子ドット発光素子及び表示装置 特開2021-93520	駆動電圧が低く、高い発光効率を示す量子ドット発光素子及び表示装置
符号化装置、復号装置、及びプログラム 特開2021-93574	変換係数に含まれる最終有意係数座標（last position）の符号化の効率を改善する符号化装置、復号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2021-93575	復号装置側のスループット低減を抑制しつつ、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
符号化装置、復号装置、及びプログラム 特開2021-93634	DMを選択した場合の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
符号化装置、復号装置、及びプログラム 特開2021-93635	変換基底を切り替えるためにフラグを送信しない場合であっても、予測残差の特性により適した変換基底を適用可能とすることで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
画像符号化装置およびそのプログラム、ならびに、画像復号装置およびそのプログラム 特開2021-93641	画像を奥行区間ごとに符号量を変えて符号化することが可能な画像符号化装置およびそのプログラム、ならびに画像復号装置およびそのプログラム
世帯代表点算出装置、電界強度算出装置及びプログラム 特開2021-93673	世帯への影響を考慮した電界強度等の有用な情報を求めるために、世帯が密集している地点を世帯代表点として算出する世帯代表点算出装置、電界強度算出装置及びプログラム
符号化器、復号器、送信装置及び受信装置、並びにチップ 特開2021-93727	地上デジタル放送方式における低遅延伝送チャンネル（LLch）のデータ伝送について、より低遅延化を実現しつつ白色雑音に対する耐性を向上させた符号化器、復号器、送信装置及び受信装置、並びにチップ
MTF測定装置およびそのプログラム 特開2021-96260	チャートに均一に照明が照射されていない場合でも精度よくMTFを測定するMTF測定装置およびそのプログラム
プログラム、情報処理装置、及び情報処理方法 特開2021-96583	ユーザに提供する触覚の情報を適切に設定するプログラム、情報処理装置及び情報処理方法
導電領域の形成方法、及び薄膜トランジスタの製造方法 特開2021-97221	電極への物理的なダメージがなく、また可燃性ガスを用いることのない、導電領域の形成方法及び薄膜トランジスタの製造方法

# NHK技研最新刊行物

## 『NHK技研だより』

(2021年7月号)

### Top News

「技研公開2021」講演・研究発表・特別プログラム

■基調講演1 Future Vision 2030-2040

■基調講演2 Future media technologies that will change our world!

■研究発表 ラボトーク

「人と人をつなぐイマーシブメディア」

「ロボットと創る新たな“お茶の間”」

「光の“波”を使いこなす～未来の3次元映像技術～」

■特別プログラム1 体感と知覚

一可視化・可聴化によるエクスペリエンスの可能性—

■特別プログラム2 公共メディアNHKにおける研究について

連載 新しい視聴スタイルを実現する表示技術 フレキシブルディスプレイ (第4回/全4回)

「より色鮮やかな発光 量子ドットEL素子」



## 『NHK技研だより』

(2021年8月号)

### Top News

就任にあたって

### News

「見たことのない文化財」デジタル調査会を開催～離れた会場をつないで超高精細映像を“共有”～

### R&D

「磁性細線メモリー～夢の超高速記録デバイスの実現に向けて」

連載 新しい視聴スタイルを実現するAR/VR技術 (第1回/全3回)

「Before/After VR」



## 『Broadcast Technology No.84 Spring 2021』 182号

### Topic

CG Sign Animations Now Provided for Japanese Weather Information for All 47 Prefectures

### Feature

“Development of a Full-featured 8K Production System”

“Examination of 8K 60 Hz and 120 Hz Mixed System Using IP Interface”

### R&D

“Development of Real-Time MTF Measurement System”

“Series: AI-Based Program Production Support Technology Automatic Transcription Support”

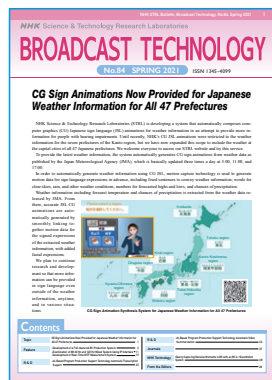
“Series: AI-Based Program Production Support Technology Automatic Video Summarization”

### NHK Technology

“Clearly Capturing Decisive Moments in 8K with an 8K 4× Slow Motion System”

### Journals

From the editors



VIEW (NHK エンジニアリングシステム友の会会誌)

Vol.40 No.5 (通巻234号)

発行日●2021年9月24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

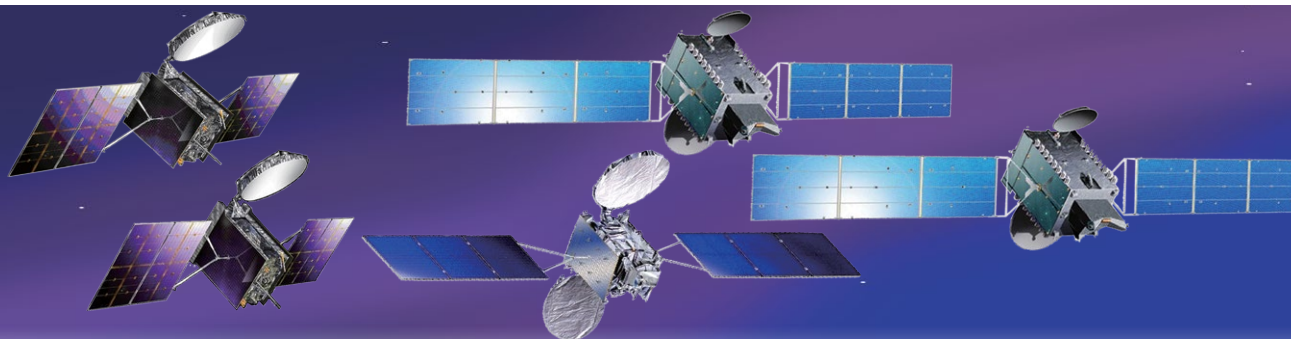


仕様	Aシリーズ（8K素材）	Aシリーズ（4K素材）
画像フォーマット	7680×4320画素, 12bit, RGB 4:4:4, 59.94Hz(59.94p)	3840×2160画素, 12bit, RGB 4:4:4, 59.94Hz(59.94p)
シーケンス数	11	10
シーケンス時間		15秒
データ形式		DPX

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)

# “挑戦”と“改革”に取り組み 「なくてはならないNT」へ



## NHKテクノロジーズ

〒150-0047 東京都渋谷区神山町 4-14 第三共同ビル

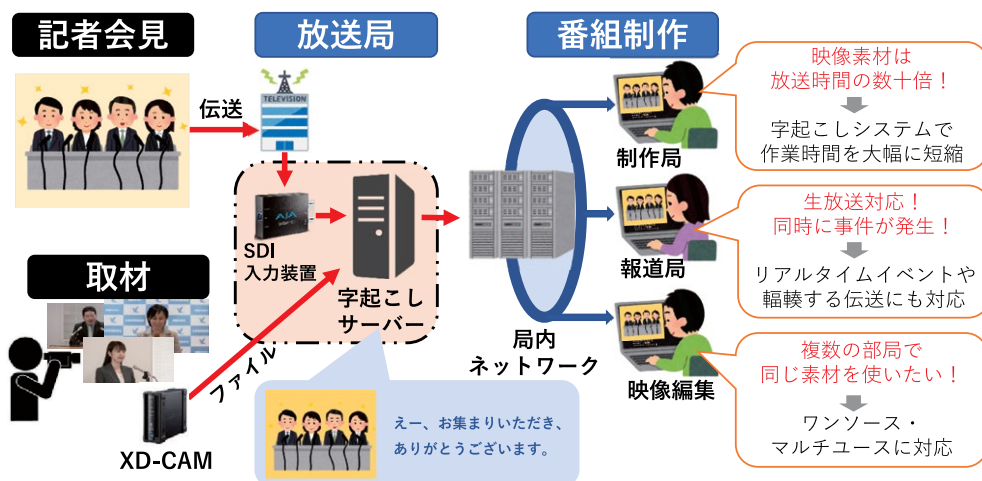
TEL:03-3481-7820 FAX:03-3481-7623 <https://www.nhk-tech.co.jp>



放送業界の働き方を変える

[https://www.nes.or.jp/nes\\_lab/01.html](https://www.nes.or.jp/nes_lab/01.html)

## 字起こしシステム



一般財団法人

## NHKエンジニアリングシステム

広く社会に、放送技術の可能性を届けたい

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