

## トピックス

新しいサービス  
「NHK Hybridcast」を開始

## NESニュース

・放送の受信環境維持改善に係る調査業務への取り組み  
・ミラノスカラ座SHVパブリックビューイング  
・長岡花火のSHVパブリックビューイング

## レポート

宇宙からの流星観測

## テクノコーナー

・流星観測用高感度カメラの開発  
・高速話速変換技術とスマートフォンアプリ

## NHK R&D紹介

・音声認識技術  
・音声認識を用いて字幕を付与するための話者適応化技術

## 公開されたNHKの発明考案

NHK技研最新刊行物

## トピックス

# 新しいサービス「NHK Hybridcast」を開始

— ネットを利用した新しい放送通信連携サービス

## Hybridcastのサービスを開始

NHKは、放送と通信を連携させた新しいサービス「NHK Hybridcast」を9月2日から開始しました。

「NHK Hybridcast」は、放送電波で送られる番組とインターネット経由で提供される情報を連携したサービスであり、視聴者の必要とする情報を適切に、かつ、豊かに表現することができます。

## どのようなサービスか

Hybridcastのホーム画面は図1に示すように放送画面にオーバーラップされます。ホーム画面から最新のニュース、気象情報、スポーツ情報、為替などのビジネス情報などの詳細な情報を見ることができます。その中のスクロールニュースは画面の下部にニュース項目をスクロールして表示するサービスで、興味のある分野のニュースや各地方のローカルニュースを設定して表示することができます。視聴者の嗜好に合った情報の表示ができるのもHybridcastの特徴のひとつです。

データ放送はBMLという言語で記述されていますが、Hybridcastは世界標準のWeb記述言語であるHTML5で記述されています。そのため、データ放送に比べ、より豊富な情報をより高い表現力で提供することができます。

## どうすれば視聴できるか

Hybridcastは対応テレビで利用することができます。対応テレビをネットに接続し、番組視聴中にリモコンのデータ放送「d」ボタンを押すとHybridcastのホーム画面が表示されます。あとはリモコンを使ってさまざまなサービスを表示することができます。また、データ放送とHybridcastを切り替えて表示することもできます。

Hybridcastでは放送局がネット上のHybridcastコン

テンツのリンク情報を電波に多重して送るので、安心してコンテンツを利用でき、また、番組を視聴中に簡単な操作で番組に関連する詳細情報を表示することができます。

## Hybridcastの今後の展開

9月に始まったHybridcastのサービスはまだ一部の機能しか使っていない限定的なものですが、今後、Hybridcastの多彩な機能を利用したサービスが始まろうとしています。例えば、テレビとタブレットを連携させた双方向クイズ番組などの視聴者参加型サービスも検討されています。また、放送中の番組に関連した情報の提供や、オンデマンドで動画を提供するサービスが予定されています。

Hybridcastは生まれたばかりで、まだ、サービスの数が少ないですが、これから徐々にサービスの拡大が予定されています。なお、HybridcastはNHK技研が開発した技術であり、NESはその実用化研究を進めています。

((一財) NHKエンジニアリングシステム

先端開発研究部 部長 金次保明)



図1 NHK Hybridcastホーム画面の例

# 放送の受信環境維持改善に係る調査業務への取り組み

平成25年7月から開始した「放送の受信環境維持改善に係る調査業務」（以下「受信技術調査」）の受託拡大は、平成25年度事業計画の重点事項の一つです。

受信技術調査は、平成24年度に関東地域を対象として受託を開始し、平成25年7月から全国に展開・拡大されました。全国を対象とする調査業務を効率的に行うため、東京とNHKの拠点局に「事務所」を置き要員を駐在配置しています（表1）。また、総務機能は本社に集中させ、効率的の運営を目指しています。

受信技術調査は、次の4つの調査からなります。

- ・受信状況調査（地域ごとの調査）（図1）
- ・受信形態調査（建物ごとの調査）（図2）
- ・受信実態調査（世帯ごとの調査）（図3）
- ・受信機性能調査（受信機ごとの調査）（図4）

上記に加え、受信状況などのデータバンクシステムであるi-Mapシステムの日常管理業務を行います。

受信技術調査の結果は、NHKのスーパーハイビジョンのロードマップの実現や、受信環境の変化への対応、インターネット展開など、NHKの経営課題の検討に資するものであり、NHKと連携して今後も経営課題と連動した調査を、随時検討しNESからも提案します。

放送の良好な受信環境の確保は、国民の安心・安全を守るための重要な業務であり、受信技術調査の確実な実施および業務推進体制の確立に全力をあげて取り組んでいきます。

((一財) NHKエンジニアリングシステム

送受信技術センター長 伊藤泰宏

表1 各地区の事務所における受け持ち地域と要員（本社要員含む）

地区	受け持ち地域	要員
本社（東京）	関東甲信越	8（5）
大阪	近畿	4
名古屋	東海、北陸	4
広島	中国	3
仙台	東北	3
福岡	九州、沖縄	4
札幌	北海道	2
松山	四国	2

地域ごとの電波到達状況（電測・視聴）の調査  
年間全国で700地区を計画的に調査（フェージング、混信、ローカル難視、ラジオ・FM課題地区等）

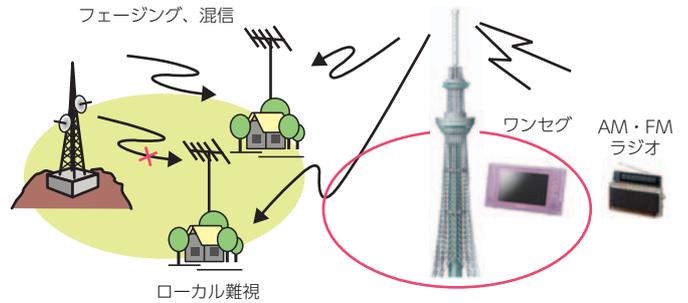


図1 受信状況調査

建物ごとの受信方法（外観）の調査  
年間全国で150万棟を計画的に調査  
・受信方法（直接受信かCATV・共聴受信か）  
・受信局（A局かB局かアンテナ方向の目視点検など）

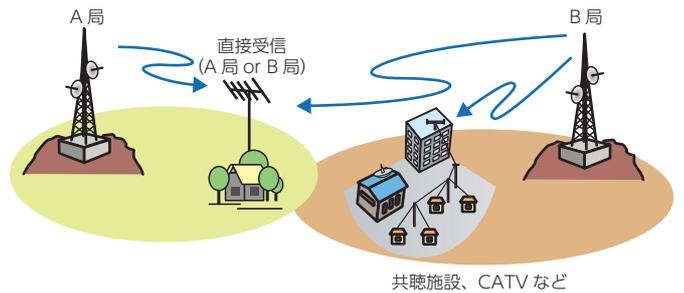


図2 受信形態調査

各世帯を訪問して視聴環境を調査  
(全国3000世帯をサンプル調査)

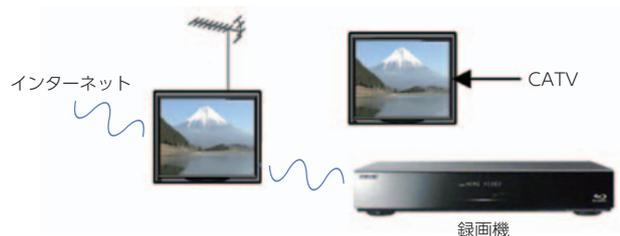


図3 受信実態調査

各社のTV受信機新モデルの性能を調査



図4 受信機性能調査

## ミラノ・スカラ座SHVパブリックビューイング

世界的に有名なミラノ・スカラ座によるオペラ公演（ヴェルディ作「リゴレット」）が、スーパーハイビジョン（SHV）によるパブリックビューイング（PV）として初めてライブ上映されました。NHKホール（渋谷）での公演（9月15日13時から16時）の様子が、ふれあいホールとNHK仙台放送局においてライブで上映されました。両会場ともほぼ満員となり、観客の皆さまにオペラを堪能していただきました。

SHVでのオペラ上映は初めての試みで、当財団は両会場でのシアター構築とシアターの技術運用を担当しました。ここでは、今回のイベントでGTD（ジェネラルTD）を務めた放送技術局の石田CEにも著者に加わってもらい、概要を報告します。

### 全体概要

全体のシステムを図1に示します。NHKホールでの撮影にはNHK技研が新たに開発した低騒音・高感度のSHVシアターカメラを使用して、オペラ上演への騒音の影響を極力抑えることができました。オペラの舞台は照明が暗いシーンが多く、このカメラがなくては今回のPVは成立しなかったでしょう。SHVのスイッチャー、テロップ装置等をふれあいホール副調に設置して、NHK放送センターCR-505スタジオで22.2ch音響にミックスした音声と共に、ふれあいホールと仙台のPV設備に送りました。

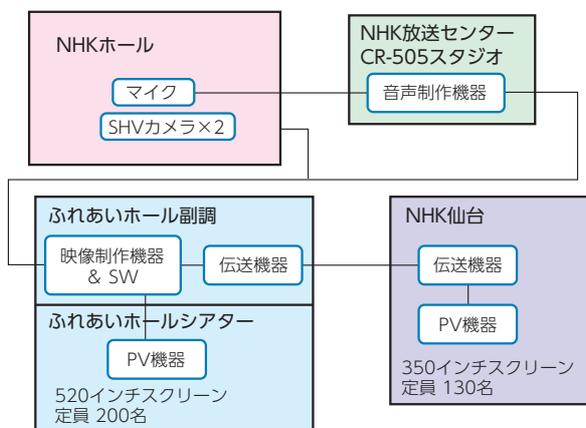


図1 全体のシステムシステム

### ふれあいホールでのPV

NHK技研からSHVフル解像度プロジェクターを持ち込みPJ室に設置しました。今回のPVは、ふれあいホー

ルの視聴環境改善も重要なテーマでした。建築工事でPJ室の遮音化と空調設備を設置することで（写真1）、プロジェクターなどの動作音はふれあいホール客席内で46dB（暗騒音41dB）とほぼ気にならないレベルまでに抑えられました。上映本番では幕間にSHV番組“8K Experience”の上映も行うため副調の脇にシステムを作成して対応しました。



写真1 ふれあいホールのPJ室

### 仙台PV会場

NHK仙台放送局のスタジオにSHV小型プロジェクターとスクリーンを設置しました。その際に画面下部に表示される字幕の見え方の改善のために、座席の後方4列を段床とし、またスクリーン位置を普段の展示より高めに設置しました（写真2）。また、今回新たに製作した遮音カバーでプロジェクターを囲うことにより、主な騒音の原因である500Hz～2kHz付近の冷却ファンなどの動作音を10dB程度低減し、演目に相応しい快適な視聴環境を構築することができました。



写真2 仙台での上映シアター

（NHK放送技術局 制作技術センター 制作・開発推進部

チーフ・エンジニア 石田貴志、

（一財）NHKエンジニアリングシステム 研究主幹 金澤 勝、

システム技術部 沼澤俊義、田澤直幸）

## 長岡花火のSHVパブリックビューイング

8月4日（日）に行われたNHK新潟放送局主催「長岡花火スーパーハイビジョンパブリックビューイング」に対応しました。会場は新潟市の新潟日報メディアシップ2階の日報ホールです。開場前から行列ができるなど1500名を超える来場者に長岡花火の醍醐味をスーパーハイビジョンで体感していただきました。

### SHVシアター

シアターのイメージ図を図1に示します。スクリーンは300インチの自立式のもので天井ギリギリまでの高さ、音響は22.2マルチチャンネル音響です。スクリーン位置にある会場備え付けのバトンを利用して前方スピーカーを設置、中間と後方スピーカーはトラスに設置しました。写真1は実際のシアターの様子です。

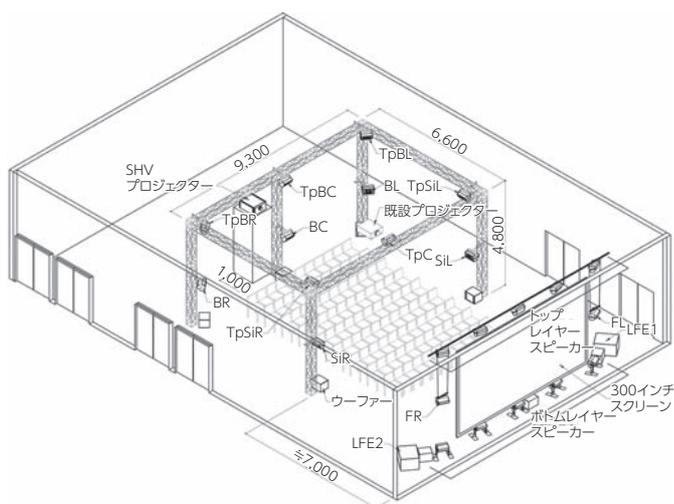


図1 シアターのイメージ図



写真1 シアターの様子

### 上映

これまでのパブリックビューイングは、完成した映像と音響による番組を上映するケースがほとんどでした。

今回は、長岡花火初日の8月2日（金）に長岡で収録した映像と音響を2日後の4日（日）に新潟で上映するという形で実施したため、編集して番組として完成させることができませんでした。そのため、収録した映像をクリップに分けて再生し、クリップが変わるカット点で音響をフェーダーで制御して不自然さがなく繋いでいく上映方法をとりました。

長岡での撮影の様子を写真2に、上映した花火のシーンを写真3に示します。



写真2 撮影の様子（写真提供：NHK新潟放送局）



写真3 花火のシーン

パブリックビューイングでは、花火の上映に引き続いて昨年の紅白歌合戦も上映しました。長岡花火と紅白歌合戦を合わせた上映時間は約25分。30分ごとの入れ替え制で計14回し、シアターに準備した110席は毎回満席状態でした。来場された方からは、毎回のように「感動的でした」「迫力があって素晴らしいです」「その場にいるようでした」などの声を多くいただきました。

スケールの大きい長岡花火は、スーパーハイビジョンの超高精細でワイドな映像と22.2マルチチャンネルの広がりど迫力ある音響に非常にマッチしていると感じました。  
（一財）NHKエンジニアリングシステム 先端開発研究部長 妹尾 宏

# 宇宙からの流星観測

— 超高感度CMOSハイビジョンカメラを利用した惑星科学プロジェクト

夜空を彩る流星。その正体は、彗星の表面から噴出した微粒子あるいは天体同士の衝突で発生した微粒子が地球大気に突入する際、大気との摩擦によって加熱され発光する現象です。千葉工業大学惑星探査研究センター（PERC）は、超高感度CMOSカラーハイビジョンカメラ（Hyper bit CMOSセンサ使用、以下HbCMOSカメラ）による流星観測装置（COMETSS：Chitech Observatory of METeor on iSS）を国際宇宙ステーション（ISS）に来年設置し、2年間にわたって流星観測を行う予定です。本稿では、HbCMOSカメラによる宇宙からの流星観測計画の概要を紹介します。

## 流星とは

流星には、特定の彗星または小惑星から放出された塵（ダストトレイル、または流星体）と地球が交差する時期に、ある決まった方向から降り注ぐ様子が観測される流星群と、その他の時期に（常に）観測される、流星群に属さない散在流星があります。本プロジェクトでは主に流星群を観測対象としています。

流星群で由来天体（母天体と呼ぶ）が特定されているもののほとんどが彗星由来ですが、中には小惑星由来のものもあります。また、流星群の流星の速度はよく知られているので、流星の飛跡と明るさから流星体のサイズを推定することができます。また、発光のスペクトルから流星体の元素組成を推定することもできます。したがって、流星の観測結果から、直接探査が難しい母天体の特質を調べることができます。

流星が出現するのは上層大気の領域で、流星の元になる流星体の速度と質量によって光り始める高度が変わります。彗星由来の流星群のように流星体が地球との相対速度が大きい場合（30km/sec以上、特に早いものだと、しし座流星群で70km/sec以上）、光り始める高度は比較的高く100kmを超える高度になります。それに対して小惑星由来で地球の公転軌道に似た軌道を持つ流星体の場合、地球との相対速度が小さいので、光り

始める高度は低くなります。光り続ける距離は20kmから40kmぐらいい、速度は減速しながら進んでいきますが、途中で劇的にスピードダウンする流星もあるようです。

## COMETSSプロジェクト

現在PERCは、はやぶさ2、ベピコロンボなど、JAXAが進める惑星探査ミッションに参加すると共に、地球周回軌道上から流星観測を行う2つの惑星科学ミッションをPERC独自で進めています。1つは、キューブサットと呼ばれる超小型衛星に光センサと高感度モノクロカメラを搭載するミッション。もう一つが、本稿で紹介する、ISSから超高感度のカラーハイビジョンカメラにより流星観測する計画です。昨年度、NASAと共同研究契約を結び、流星観測装置をISSの米国与圧実験モジュール（通称Destiny）（写真1）内の地球を見下ろす窓から、2年間に渡り流星観測を行うことになりました。観測時はカメラは窓の位置に据え付けられた実験ラック（WORF：The Window Observational Research Facility）に設置されます（写真2）。WORFの窓からは、図1に示すような視野角で、地球の大気上層部（高度100km）で発光する流星を観測することができます。

このプロジェクトは、地球周回軌道上から流星を長期

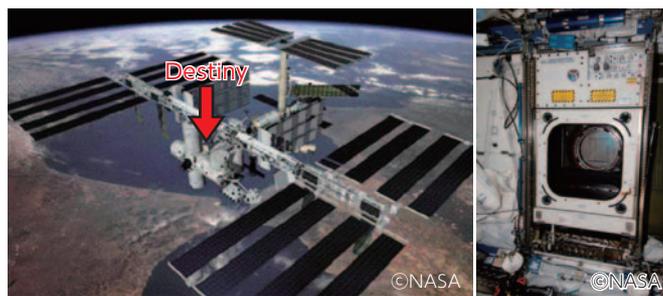


写真1 国際宇宙ステーション

写真2 WORFラック

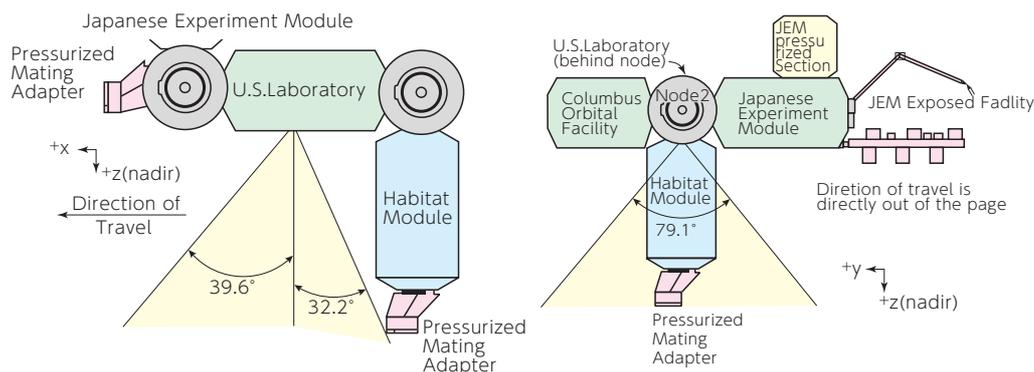


図1 WORFから見た視野

連続観測する世界初の試みであり、得られる科学的成果は彗星・小惑星探査に匹敵します。観測データは、ISSからダウンリンクされ、PERC内にある地上局にて監視及び解析を行います。また、日本の研究機関がJAXAとは独立に国際宇宙ステーションで科学観測を行う初めてのプロジェクトです。

### 地球周回軌道からの流星観測

宇宙からの流星観測の最大のメリットは、なんといつでも雲の影響無く常時観測できることです。流星群のようにある決まった日時に発生する事象の観測にはこれ以上に適した観測地点はありません。高度400kmの軌道上から流星が発光する場所までは光をさえぎるものがないため、光学観測の条件としても最適です。

ISSは約90分間で地球を一周します。ISSの軌道傾斜角は51.6度です。そのうち、ISSからみて太陽が地平線の下にある時間は約35分間、ISSは一日間に地球を16周するので、観測に適した時間は一日あたり560分間（9時間20分）となります。

COMETSS装置は、(一財)NHKエンジニアリングシステムが開発した、スミアの出ないHbCMOSセンサを使用した2/3型単板カラーの高感度HbCMOSカメラ(写真3)を使用しています。そのほかにエンコーダ、電源スイッチボックス、ノートPCで構成されます(図2)。カメラには、単焦点レンズ(F0.94、f=17.5mm、FOV=46°)、そして×0.7のワイドコンバータを取り付ける予定です。また、透過型の回折格子をレンズの前に取り付け、流星の分光スペクトル映像も取得する予定です。

ノートPCに対して地上から運用計画を記したファイルを送り、PC上で実行される機上ソフトウェアはその運用計画に沿ってカメラやエンコーダの電源ON/OFFや観測データの処理や解析を行います。観測データは、民生品のエンコーダにより、H.264/MPEG-4 AVCの圧縮技術で20Mbpsの圧縮レートでノートPCに取り込み、ハードディスクへ記録します。このハードディスクは2年間の運用の後に地上へ回収されますが、ISSからPERCの運用室にある運用端末にデータをダウンリンクすることも可能です。ただし、一日あたりに地上へ伝送できるデータ量は最大200MBと限られているので、すべての映像データをダウンリンクすることはできません。そのため、機上PC上で流星映像を自動検出するソフトウェアを実行して、流星が映っている部分だけを抽出してダウンリンクする予定です。また、圧縮率を上げて解像度も低くして200kbps程度までビットレートを落

とした映像を、インターネットを利用して一般に公開することも計画しています。

撮影された流星映像は、流星、流星母天体、地球近傍天体研究のための貴重な科学データとして利用されます。前述のように、流星の発光強度は流星体の質量と速度に依存しており、二者の関係は知られています。流星群に属する流星の速度は分かっているため、映像から得られる流星の発光強度から流星体の質量を推定します。また、光り始めから終わりまでの間の発光強度や色の時間変化を調べることで、元の流星体の密度や物質組成を推定します。また、回折格子を取り付けたときの分光映像からさらに詳細な化学組成情報が得られます。これらの研究のためには、取得した映像から流星の正確な発光強度を求める必要があるため、打ち上げ前に地上で光源を使った校正試験や、実際の恒星を使った校正を行います。

### おわりに

現在のところ、COMETSSは2014年10月に打ち上げられ、取付作業及び初期動作確認後2年間の長期観測運用を行う予定です。非常に感度の高いハイビジョンカメラなので、これまで地上からは観測できなかった小さくて暗い流星まで軌道上から撮影できることを期待しています。

(千葉工業大学惑星探査研究センター)

上席研究員 小林正規、荒井朋子



写真3 ISS搭載用にカスタマイズされたHbCMOSカメラ

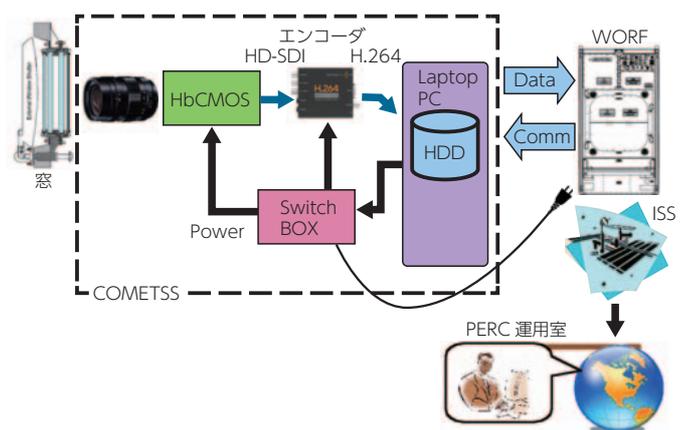


図2 COMETSSシステム概要

# 流星観測用高感度カメラの開発

## —HbCMOSカメラの開発と評価

### 概要

昨年、好評だったNHK番組「宇宙の渚」は、国際宇宙ステーションから高感度カメラを使用して様々な映像を私たちに届けてくれました。この撮影に使用したカメラはEM-CCD (Electron Multiplying CCD) カメラです。EM-CCDカメラは、高感度でありながら焼き付きがなく、昼間から夜間まで簡単に撮影を行えるカメラです。しかしながら、EM-CCDカメラには、高い輝度の被写体でスマアが発生するという欠点があります。この欠点を補うべく、今回、HbCMOS (Hyper bit CMOS) カメラの開発を行いました。

HbCMOSカメラの性能評価のため星空の撮影を行い、可視光域の感度で5等星以上の鮮明な映像を得ることができました。これは、EM-CCDカメラと同等の感度と言えます。また、2014年から2年間にわたって予定されている国際宇宙ステーション (ISS) からの流星観測 (P.5 - 6 参照) での使用の見通しについて、報告します。

### カメラの仕様

今回開発したHbCMOSカメラと、現在放送で使用しているEM-CCDカメラの外観を写真1に、主な諸元を表1に示します。どちらのカメラも撮像素子のサイズは2/3型です。レンズマウントは、EM-CCDカメラではCマウントを採用しましたが、HbCMOSカメラではマイクロフォーサーズを採用しました。これは、より大口径であるマイクロフォーサーズレンズを採用することにより、入射光量を多くし、レンズの収差が少ない中心部分の領域を使用するためです。EM-CCDカメラでは、ノイズを抑えるために撮像素子をバルチェ素子で冷却していますが、HbCMOSカメラでは冷却を必要としないため、重量、消費電力とも約1/3に低減でき、小型、軽量



(a) EM-CCDカメラ



(b) HbCMOSカメラ

写真1 EM-CCDカメラとHbCMOSカメラの外観

表1 EM-CCDカメラとHbCMOSカメラの諸元

	EM-CCDカメラ (従来カメラ)	HbCMOSカメラ (開発カメラ)
撮像素子	EM-CCD	HbCMOS
センササイズ	2/3型 (9.6mm×5.4mm)	2/3型 (9.6mm×5.4mm)
有効画素数	1280(H)×720(V)	1280(H)×720(V)
画素ピッチ	7.5ミクロン	7.5ミクロン
フレーム周波数	30fps	30fps
マウント	Cマウント	マイクロフォーサーズ
重量 (kg)	2.1	0.8
寸法 (mm) (W×H×L)	110×110×230	82×82×140
消費電力 (W)	40	15

化を実現しています。カメラの開発は (株) フローベル にお願ひしました。

### 感度比較

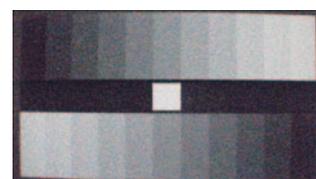
HbCMOSカメラとEM-CCDカメラとの感度比較を行いました。 $\gamma=0.45$ の反射型グレースケールを用いて、0.2lx (満月程度の照度と同等) の暗い条件下 (表2) で映像レベル100%になるようにゲインを調整し、撮像比較を行いました。EM-CCDカメラが42dBに対して、HbCMOSカメラは38dBとなり、今回の条件下ではHbCMOSカメラに4dB余裕があるため、さらに感度を向上できることがわかりました (図1)。HbCMOSカメラは、ISSで実績のあるEM-CCDカメラよりも感度があることがわかり、感度比較によりISSの撮影で使用できる見通しが立ちました。

表2 カメラの感度比較の条件

	EM-CCDカメラ	HbCMOSカメラ
照度 (lx)	0.2	0.2
レンズ	Cマウント	マイクロフォーサーズ
F値	0.95	0.95
シャッタースピード	1/30	1/30
ゲイン (dB)	42	38



(a) EM-CCDカメラ



(b) HbCMOSカメラ

図1 EM-CCDカメラとHbCMOSカメラの感度比較

## レンズの比較

EM-CCDカメラのレンズはCマウント、HbCMOSカメラのレンズはマイクロフォーサーズマウントを採用しています。EM-CCDカメラ、HbCMOSカメラ共にセンササイズは2/3型(9.6mm×5.4mm)対角11mmです。Cマウントレンズ、マイクロフォーサーズレンズを取り付けた場合のレンズ、撮像素子、イメージサークルの関係を図2に示します。

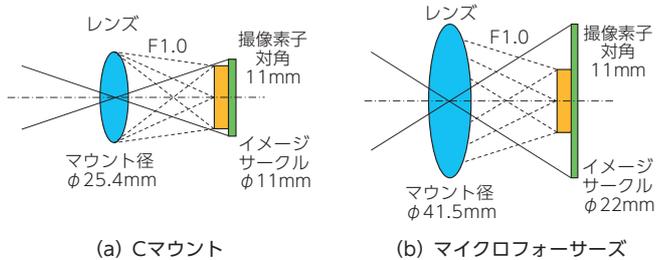


図2 レンズ、撮像素子、イメージサークルの関係

図2に示すように、Cマウントからマイクロフォーサーズに変更することによって、レンズの中心部分を使用していることが分かります。レンズの中心部分は特性がよいため、面内均一性が高くなります。

HbCMOSカメラを使用して、マイクロフォーサーズレンズ、Cマウントレンズの周辺減光の比較を行いました。比較の際の設定条件を表3に示します。また、波形データを図3に示します。波形データからCマウントでは周辺減光が顕著にみられますが、マイクロフォーサーズでの周辺減光はほとんど無く、フラットな波形であることがわかります。

## 夜景、星空の撮影

HbCMOSカメラを使用して、夜景、星空の撮影を行

表3 周辺減光の比較条件

	Cマウント	マイクロフォーサーズ
焦点距離 (mm)	17.0	17.5
F値	0.95	0.95
シャッタースピード	1/22000	1/22000
NDフィルタ	ND4	ND4
ゲイン (dB)	00	00

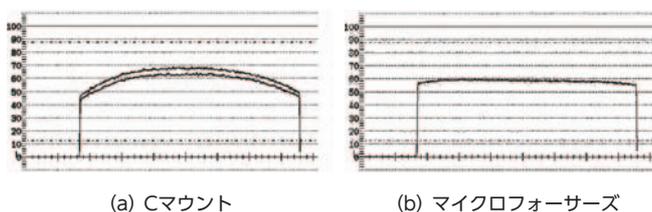


図3 波形データの比較

いました(写真2)。夜景については、街灯りでもスミアが出ることもなく、また、霞がかかった状態での濃淡もはっきり表現されています。星空については、かんむり座を撮影し、5等星よりも暗い星が映っていることを確認しました(写真3)。2013年8月のペルセウス座流星群の撮影も行い、迫力のある映像を撮影することができました(写真4)。



写真2 ヤビツ峠からの夜景 感度設定32dB

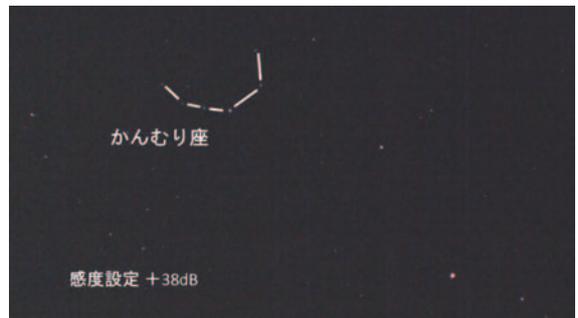


写真3 かんむり座 感度設定38dB



写真4 ペルセウス座流星群 (22枚の静止画を合成)

## 今後に向けて

今回の評価により、HbCMOSカメラは従来のEM-CCDと遜色ない性能を持っていることがわかりました。千葉工業大学が中心となって計画が進んでいるISSからの流星観測を行うCOMETSSプロジェクトでも活躍が期待されます。今後は、現在EM-CCDが使われている宇宙、深海、原子力発電所の監視など、さらなる活躍の場を広げられるよう開発を進めていきたいと思ひます。

((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)

# 高速話速変換技術とスマートフォンアプリ

—音声による情報取得を効率的に

NHK技研が開発した“話速変換技術”は、音質が良いことに加え、話し全体の時間枠を延ばすことなく、ゆっくりと話しているように聞こえる技術です。

当財団では、話し全体の再生時間枠を短く設定すれば、聞き取りやすい早口音声にできることに着目し、従来の高速再生方式より楽に聞き取ることができる高速話速変換技術の研究開発を行ってきました。

その目的は、視覚障がい者の方々に、録音図書や放送番組などの録音音声をも3倍速以上の高速度で再生し、効率的に情報取得をしていただくことや、スマートフォン向けのアプリケーションを開発し、一般の方々にも時間を有効利用していただけるツールを実現することです。

## NHKの適応的な話速変換

図1に示したのは、適応的な話速変換の基本原理です。ここで“基準速度”とは、原音声の速度（1倍速）を含むあらかじめ設定した速さです。まず、話しはじめを基準速度よりゆっくりとし、徐々に基準速度に近づけていき、ポーズ区間を縮めることで遅れを解消し、どの部分も基準速度で一樣に伸縮した音声に追いつくという方法です。最近では、具体的なアルゴリズムは少しずつ異なるものの、この基本的な考え方を応用したお年寄り向けの情報機器などが増えてきました。

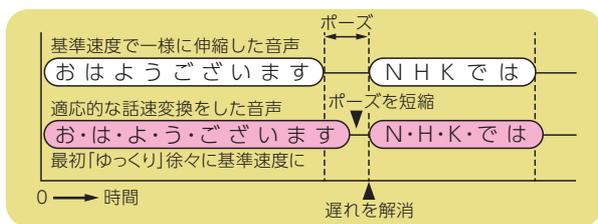


図1 適応的な話速変換の基本原理

一方、NHKの適応的な話速変換では、図1に示した息継ぎや意味の区切りを表すためのポーズ区間だけではなく、フレーズ内のごく短い無音区間にも着目し、それら全てを違和感のない範囲内でできるだけ短縮して、音声部分をよりゆっくり再生するようにしています。さらに文の途中でも急に声が高くなった時には、一時的に速度をゆっくりとするなどの細かな工夫を組み合わせることによって、自然で効果的な方法を実現しています。

基準速度を早口にする場合には、その程度に応じ、そ

れらの制御パラメーターを微調整して聞きやすさを維持するようさらに工夫しています。

## スマートフォンアプリへの応用

当財団では、NHK方式による適応的な話速変換をより多くの方に利用していただくため、スマートフォンアプリへの応用を進めています。

2011年には、(株)NHK出版の「語学プレーヤー」に採用していただき、App Storeで配布を開始しました(写真1)。0.5倍速～3.0倍速の間で可変速再生ができ、ラジオ英会話等の語学学習コンテンツを、聞き手の習熟度に応じて自由な速度で聞くことができます。さらに、Podcastingやオーディオブックなどのコンテンツにも対応しており、便利に活用できます。語学学習では0.8倍速から1.2倍速程度での利用が多く、適応的な話速変換を利用した高速再生も好評で、4倍速以上の機能拡張を望む声もあります。現在、Android版「語学プレーヤー」にも同様の機能を導入する開発を進めています。

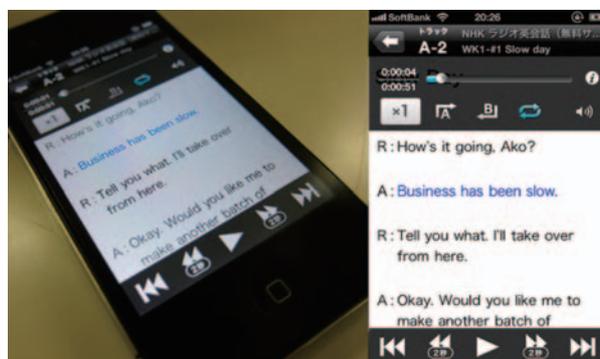


写真1 NHK出版の「語学プレーヤー」(iOS版)

NHKが試行中のインターネットラジオ「らじる★らじる」では、PCとスマートフォン用に、ラジオ第1、第2、FMの番組を放送と同時に提供しています。NESではNHKから依頼を受け、「らじる★らじる」に対応したiPhoneやAndroid端末用の話速変換プレーヤーを試作しました(写真2)。ライブストリーミングであるため、1倍速の番組音声に適応的な話速変換でゆっくりと聞きやすく再生します。お年寄りにはラジオのファンが多いのでその有効性が期待されます。今後応用の可能性を検討していきます。

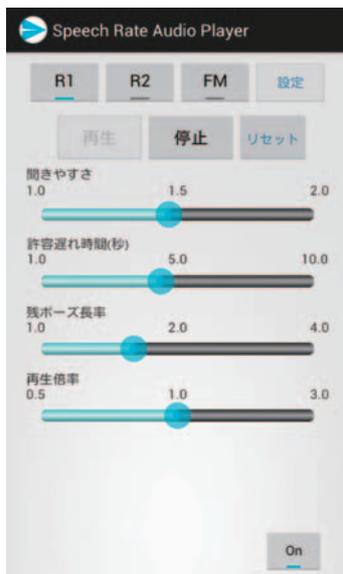


写真2 試作したNHKネットラジオ「らじる★らじる」対応話速変換プレイヤー (Android版)

### 適応的話速変換方式の高度化

視覚障がい者の方々は音声から多くの情報を得ています。書籍や雑誌などの活字媒体については、朗読などによって作成された「録音図書」を聴取しています。一般の方々も、録画・録音したりダウンロードしたコンテンツを視聴する機会が多くなっています。この種のコンテンツでは、リアルタイムの放送やストリーミング配信とは異なり、あらかじめ音声全体を見渡した最適な話速変換処理を行うことが可能であり、より安定した効果が期待できます。

開発した新方式では、話しはじめやポーズといった情報を利用するのではなく、音声全体に渡って求めた声の高さと大きさの時間変化を総合的に判断し、各部分の話速を決めていきます。例えば、声が高く、かつ大きい部分は基準速度よりも低速に、逆に声が低く、かつ小さい部分は基準速度よりも高速にします(図2)。

これは、アクセントやイントネーションといったいわゆる「韻律」の特徴に適応させる方式であり、話し方の個人差や各国の言語の違いにも対応できる可能性があります。

### 新アルゴリズムの外国語への適応<sup>\*1</sup>

日本語のような高低アクセントを持つ言語と、英語やドイツ語などの強勢アクセントを持つ言語では、声の高さと大きさのそれぞれに異なる重みのバランスを与えて各部分の速度を決めています。

複数の言語の音声素材に対して、声の高さと大きさの

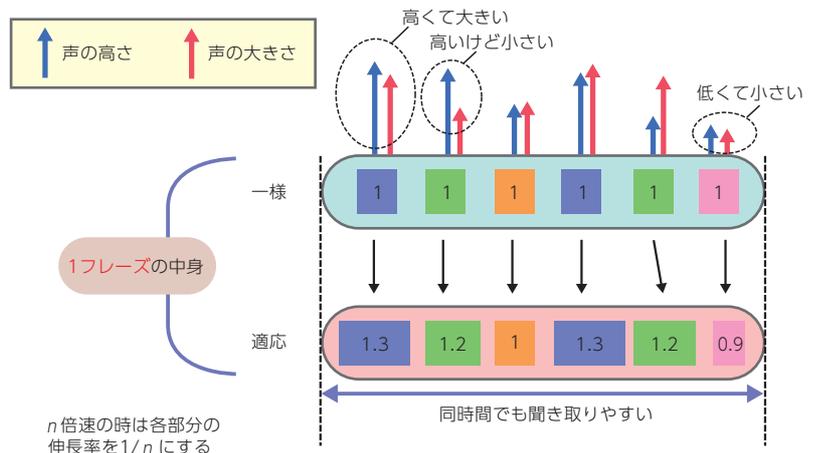


図2 適応的な話速変換の高度化

重みのバランスが異なる、2倍～4倍速の新アルゴリズムによる適応的な話速変換を行い、それぞれのネイティブな被験者に聴いてもらい、どのバランスが聴きやすいか(音声の概要を掴みやすいか)についての評価を実施しました。その結果、日本語では“声の高さ”を重視した重みのバランスが、強勢アクセントを重視する英語などの言語では“声の大きさ”を重視したバランスがそれぞれ「聴き取りやすい」と評価される傾向にあることが判明しました。

### 今後に向けて

声の高さや大きさなどの音響的な情報だけでなく、対象音声に対して音声認識を行ったり、あらかじめテキストが用意されている場合には、言語的な処理を行って各部分の重要度を決定することができます。その結果に合わせて、不要な単語などを適宜間引きながら重要な部分だけを高速再生すれば、音声の「斜め聞き」が可能になると考えられます。

また、視覚障がい者の方々がPCを使ってWEB上の情報を得るのに利用する「スクリーンリーダー」は文字を音声に変換する音声合成ですが、あらかじめテキストが存在することから、上記の技術が適用しやすいと考えられます。また、最近普及が著しい電子書籍にも音声合成が応用されるようになっており、同様の利用法が期待され、それらへの応用についても今後検討していく予定です。

((一財)NHKエンジニアリングシステム

先端開発研究部部长 都木 徹)

\*1 この研究開発は、独立行政法人情報通信研究機構の「平成23年度高齢者・チャレンジ向け通信・放送サービス研究開発助成金」および、総務省「平成24年度デジタル・ディバイド解消に向けた技術等研究開発」(情報通信利用促進支援事業費補助金)の交付を受けて進めました。

## 音声認識技術

NHKのニュースや情報番組、スポーツ中継などの生放送番組の字幕制作で利用している音声認識技術を紹介합니다 (図1)。主な特徴は次の通りです。

- ・アナウンサーの原稿読み上げ、現場からリポートする記者の音声などを直接認識することができ、95%以上の認識精度が得られます。
- ・スポーツ中継や対談が含まれる情報番組の音声を、別の話者が言い直した音声を認識することで、字幕制作に十分な認識精度が得られます。
- ・発話の終わりを待つことなく、リアルタイムに認識結果が得られ、字幕の表示遅れを短縮することができます。
- ・認識対象番組に合わせて、話者や話題に適応化して認識精度を向上することができます。
- ・認識結果をリアルタイムに修正することができます。

### 音声認識技術

#### (1) 音響モデルと言語モデル

音声認識には、入力された音声がどの単語かを算出する音響モデルと、単語と単語のつながりやすさから認識結果を決定する言語モデルが用いられています。これらのモデルを話者や話し方のスタイル、番組で取り上げられる話題に適応化することにより認識精度を向上することができます。日々のニュースを認識するための言語モデルの適応化をはじめ、スポーツ番組の競技に合わせた言語モデルの適応化や、情報番組の広範な話題を認識するための言語モデルの適応化技術が字幕制作に用いられています。

#### (2) 音声認識アルゴリズム

音声認識アルゴリズムは、声の特徴が異なる男女の音声を自動的に判別して、適切なモデルを使って認識することができます。また、発話の終わりを待つことなく、認識結果を逐次出力できるアルゴリズムにより、生放送番組の字幕の表示遅れを短縮することができます。

### 字幕制作システムへの応用

#### (1) 2つの音声認識方式

生放送番組における音声認識技術を用いた

字幕制作では、番組の音声を直接認識する「ダイレクト方式」と、番組とは別の話者が番組の内容を言い直した音声を認識する「リスピーク方式」があり、番組音声の認識の難易度に応じて使い分けています。特にリスピーク方式は、背景雑音や感情的な話し方がある番組に有効で、複数話者の対談を整理して入力することもできます。ダイレクト方式とリスピーク方式の長所を組み合わせた「ハイブリッド方式」によって、さまざまな番組で高精度な音声認識が実現可能です。

#### (2) 認識誤り修正端末

字幕制作では、少数の修正者で、効率よく音声認識結果に含まれる認識誤りを修正するための認識誤り修正端末が導入されています。認識誤りを正確に発見・修正するために、NHKが開発した話速変換技術を応用できます。

### 放送番組書き起こしシステムへの応用

ニュースなどの放送番組をすべて収録し、音声認識を用いて書き起こしを付与するシステムです。キーワードを用いて過去のニュース番組などを検索し、キーワードが発声された位置から番組を再生することができます。

### 関連特許

- ・特許第3834169号、特許第3836607号、特許第3958908号、特許第3986009号、特許第4791857号

(NHK放送技術研究所 ヒューマンインターフェース研究部

主任研究員 佐藤庄衛)

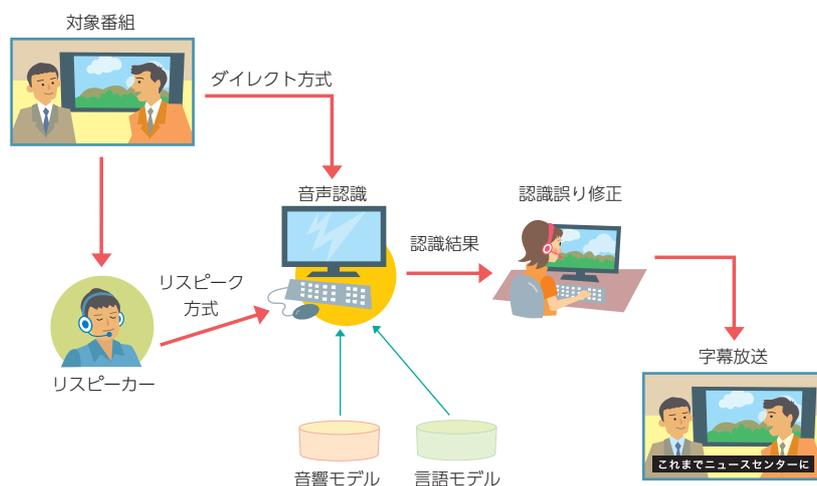


図1 音声認識を用いた生放送番組の字幕制作

# 音声認識を用いて字幕を付与するための話者適応化技術

聴覚障害者や高齢者など多くの方が楽しむことのできる字幕放送の拡充を目指して、NHK技研では、生放送番組に字幕を付与するための音声認識の研究を進めています。ここでは、話者の声質変化に適応して精度よく音声認識する技術を紹介します。

生放送のスポーツ番組などでは、字幕キャスターと呼ばれる字幕専用のアナウンサーが番組音声を聞きながら復唱した音声を音声認識装置が認識する「リスピーク方式」を採用して、字幕を制作しています。リスピーク方式を採用することで、スポーツ中継のように背景に雑音が混じっている音声や、ワイドショー番組のように複数の出演者が話をする音声であっても、精度よく認識することができます。なお、音声認識結果に誤りがあれば、オペレーターがその誤りを即座に修正して正確な字幕を送出しています。

リスピーク方式では、字幕キャスターごとに音響モデルと呼ばれるさまざまな母音や子音の音の特徴をあらかじめ学習させて、認識率を上げています。これまでの字幕制作システムでは、当日の字幕キャスターの声の調子

や長時間の復唱作業による声質の変化などを反映することができませんでした。そこで、放送中も字幕キャスターの声質の変化に効果的に適応できる手法を開発し、音声認識の性能を改善しました。

字幕キャスターの復唱作業には疲労を伴うので、数十分ごとに別の字幕キャスターへ交代します。開発した手法では、字幕キャスターが交代する度にそれまでの音声を用いて放送中でも音響モデルを声質の変化に適応させ、その字幕キャスターが次に復唱する際の音声認識に利用します(図1)。また、音声認識結果と誤り修正結果を比較し、誤った部分の音声を重点的に利用することで、番組の話題に特有の認識誤りを効率よく削減します(図2)。

今後、開発した手法と研究中の「誰がいつ発話しているか」を推定する技術を組み合わせて、復唱音声ではなく番組音声を直接認識する方式の認識精度の向上を目指していきます。

(NHK放送技術研究所 ヒューマンインターフェース研究部 奥 貴裕)

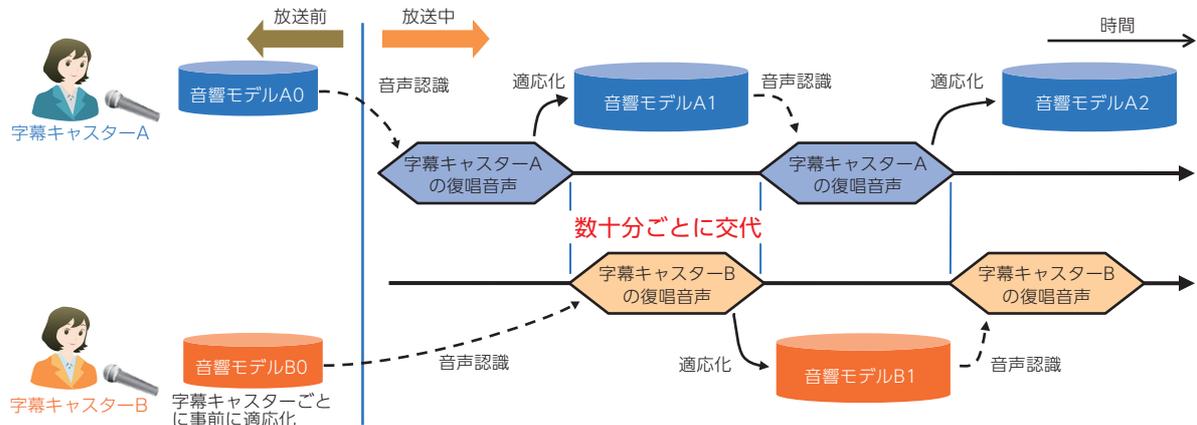


図1 字幕キャスターの声質の変化に適応させる方法 (字幕キャスターが2名の場合)

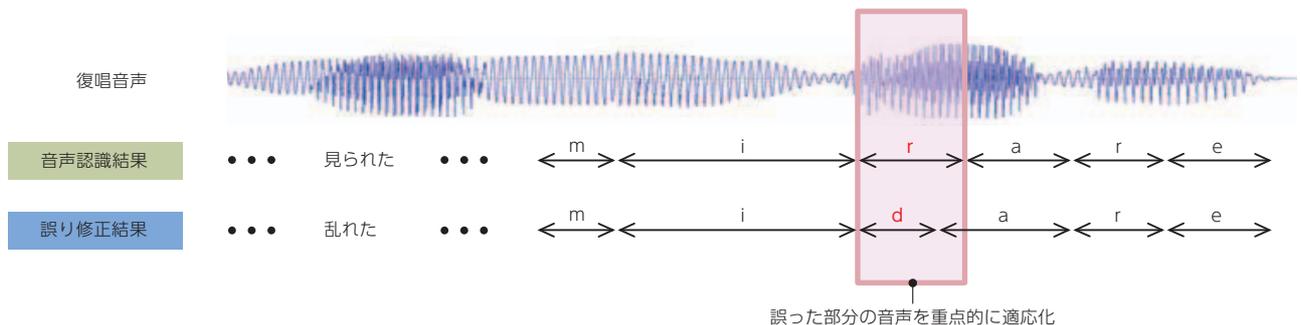


図2 認識誤りを効率よく削減する手法

# 公開されたNHKの発明考案

(平成25年7月1日～平成25年8月31日)

発明考案の名称	技術概要
ドレイン電流のシミュレーション装置及びドレイン電流のシミュレーションプログラム 特開2013-131640	半導体膜中にキャリアを捕獲する欠陥を含む蓄積型の薄膜トランジスタについて、ドレイン電流を高速かつ高精度に計算する
映像信号処理装置、ベクトルスコープ、映像信号処理方法、及びプログラム 特開2013-131921	広色域化された映像信号によって示される色の測定において、基準とされる色域の映像信号によって示される色の測定と同じスケールを用いて測定する
高彩度色光生成装置及び色再現評価方法 特開2013-134170	高彩度標準色として用いることができる高彩度な色光を安定して生成することが可能な高彩度色光生成装置及び色再現評価方法を得る
映像信号伝送システム 特開2013-135427	ワイヤレスカメラの映像遅延を最小限に抑制し、FS装置を不要とする映像信号伝送システム
FMCWレーダシステム 特開2013-137268	リーク波の位相の変動に起因するターゲット検出精度の低下を防止可能なFMCWレーダシステム
立体画像撮影装置および立体画像表示装置 特開2013-142742	インテグラルフォトグラフィにおいて、視域内において高精細な立体像を得る
立体画像撮影装置および立体画像表示装置 特開2013-142743	インテグラルフォトグラフィにおいて、精細度の偏りを軽減またはなくした立体像を得る
多視点画像処理装置、方法及びプログラム 特開2013-143109	ある視点の低画質画像を、別の視点の高画質画像に基づいて精細化し、低画質画像の画質を改善する
映像処理装置およびそのプログラム 特開2013-145514	様々な視覚特性上を有する視聴者に対する、一般視聴者が映像から受け取る情報と比べた際の情報損失を低減する
受信装置及びプログラム 特開2013-145966	MIMOシステムにおいて特定のキャリアの信頼度が低くなる伝送路を通過したOFDM信号を受信した場合でも受信特性の劣化を抑制する
受信装置及びプログラム 特開2013-145969	特定のキャリアの信頼度が低くなる伝送路を通過したOFDM信号を受信した場合でも受信特性の劣化を抑制する
スピン注入型光変調素子および空間光変調器 特開2013-148698	光変調度に優れたスピン注入型光変調素子およびそれを用いた空間光変調器
受信機および広告管理装置 特開2013-150050	視聴者個人に適した広告コンテンツデータ
暗号化装置、復号装置、暗号化プログラム、および復号プログラム 特開2013-150147	一の暗号方式から他の暗号方式に切り替える場合に、復号装置による暗号化コンテンツデータの復号を正常に行わせ、暗号化コンテンツデータの安全性を高く保ち、伝送路の帯域消費量を低く抑える
送受信システム及び送受信方法、受信装置及び受信方法 特開2013-150202	撮影場所に立って周囲を眺めているような感覚を与えることができる送受信システム及び送受信方法、受信装置及び受信方法
送信装置、送信方法、受信装置及び受信方法 特開2013-153291	高速デジタルベースバンド信号及びデジタル有線テレビジョン放送の信号が互いに干渉することなく、これらの信号を経済的な手段にて伝送する
視聴状況認識装置及び視聴状況認識プログラム 特開2013-153349	視聴者の視聴状況を高精度に認識する

発明考案の名称	技術概要
多重ホログラム記録再生装置およびその方法 特開2013-157064	位相共役記録再生の手法を用いてホログラム情報記録再生を行なう際に、さらなる小型化と低廉化を図り得る多重ホログラム記録再生装置および多重ホログラム記録再生方法
ラウドネスレンジ制御システム、伝送装置、受信装置、伝送用プログラム、および受信用プログラム 特開2013-157659	オーディオ信号のラウドネスレンジを視聴環境に応じて調整し視聴時の音質を改善する
アンテナ装置 特開2013-157920	低周波数帯と高周波数帯との2周波共用を実現することができ、小型化を図ることが可能な給電部が設けられたアンテナ装置
画像処理装置及びプログラム 特開2013-161340	突発的又は局所的な輝度変化の影響を少なくしてダイナミックレンジを拡張し、画質を向上させる
信号処理装置及びプログラム 特開2013-162205	異なる伝送路から配信されてきた複数のコンテンツをスムーズに同期して提示することができる信号処理装置及びプログラム
受信装置及びプログラム 特開2013-162312	OFDM信号を受信する受信装置において誤り訂正能力を向上させる
放送通信連携受信装置及び放送通信連携システム 特開2013-162445	放送と通信を連携した放送通信連携サービスにおいて、外部アプリケーションの起動を禁止する
多チャンネル音響システム、伝送装置、受信装置、伝送用プログラム、および受信用プログラム 特開2013-167783	多チャンネル音響方式の原信号を行列変換した伝送信号を符号化する際に生じる量子化雑音を低減する
画像修正装置及びそのプログラム 特開2013-168048	高品質な背景復元画像を生成でき、接続情報を手動設定する必要がなく、汎用性が高い画像修正装置
空間情報補間装置およびそのプログラム 特開2013-168760	隣接する撮像素子間で生じる空間情報の欠落を補間する空間情報補間装置及びそのプログラム

## 超小型水中カメラと照明装置のご案内

NHKスペシャル「世界初撮影！深海の超巨大イカ」の番組以来、深海生物に対する視聴者の関心が高まっています。当財団では、機動性が高く、1,000mまで耐水圧のある超小型水中カメラと照明装置を開発してきました。今回、カメラの画質をフルハイビジョンに向上させ、照明は水中でも遠くまで光が届く5000Kの白色LEDを用いた新型タイプを開発しました。

カメラの諸元を表1に、外観を写真1に、北海道で放送された実際の撮像例を写真2に示します。

本装置のお問い合わせは、当財団ホームページ  
<https://www.nes.or.jp/contact.html> までお願いいたします。

表1 カメラと照明の諸元

愛称	イカ釣り仕掛けカメラ
耐水圧	1,000m
映像フォーマット	1920×1080、30P
画角	水平127度（空気中）
LED色温度	5000K
消費電流	LED 450mA、カメラ 270mA
スタンバイ電流	30μA
寸法	195mm(L)×130mm(W)×58mm(H)
質量	約700g



写真1 外観写真



写真2 水深800mでのイカの撮影例（写真提供：NHK札幌放送局）

# NHK技研最新刊行物

## 『NHK技研だより』

(2013年9月号)

### Top News

「ハンディーカメラでもバーチャルスタジオが可能に!」

### News

「ケーブルテレビショー2013」でSHVのケーブルテレビ伝送方式を紹介」

「NHKの研究開発成果を「テクトランスファーinかわさき」でアピール」

### R&D

「有機撮像デバイスにおける光電変換膜の近接配置技術」

### 連載 ホログラムメモリー技術(全3回)

「第2回 ホログラムメモリーの多重記録技術」



## 『NHK技研だより』

(2013年10月号)

### Top News

「NHK Hybridcastサービスを開始」

### News

「IBC2013でNHKの最新技術を紹介」

### R&D

「トンネル効果を用いたスピン注入型光変調素子」

### 連載 ホログラムメモリー技術(全3回)

「第3回 ホログラムメモリーの波面補償技術」



## 『NHK技研R&D』141号

(2013年9月)

### 高フレームレート撮像技術 特集号

#### 巻頭言

「高速撮像デバイス技術への期待」

#### 解説

「スーパーハイビジョン用のイメージセンサーの研究・開発の動向」

「超高速度撮像デバイスの研究・開発の動向」

#### 報告

「120Hzスーパーハイビジョン用のイメージセンサーの開発」

「最高撮影速度200万枚/秒の30万画素  
超高速度単板式カラーカメラ」

「1,670万枚/秒の31万画素裏面照射型  
超高速度CCD撮像素子」

#### 研究所の動き

「酸化物TFTの作製技術～大画面のシート型  
ディスプレイの実現を目指して～」

「放送コンテンツの並列分散処理システム」

#### 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.32 No.6 (通巻 187号)

発行日●2013年11月25日

編集・発行●一般財団法人 **NHK** エンジニアリングシステム

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

制作●株式会社 オーム社 TEL: 03-3233-0641 印刷●株式会社 東京研文社 TEL: 03-3269-6331

\*掲載記事の無断転載を禁じます。



NHKメディアテクノロジー

# 超高精細の未来へ

~8K 4K 4K3D~



〒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> E-mail [eigyo@nhk-mt.co.jp](mailto:eigyo@nhk-mt.co.jp)



# 技術と信頼で 未来を拓く NHKアイテック



技術開発



海外業務



建築・建築音響



コンテンツ制作・送出システム



情報通信ネットワーク



放送受信環境整備



放送ネットワーク



設計・施工から保守まで一貫してお引き受けする放送・通信・情報の総合技術会社

株式会社 NHK アイテック

本社：〒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>