

## <基本計画書>

### 超高精細度衛星・地上放送の周波数有効利用技術の研究開発

#### 1. 目的

放送分野においては、現行の高精細度テレビジョン放送を超える飛躍的な画質の向上に資する映像関連技術に係る標準化等が進展しており、国際電気通信連合の無線通信部門（ITU-R）では、平成 24 年 8 月、4K、8K のような超高精細度映像（以下「超高精細度映像」という。）によるテレビジョン放送の映像形式に関する国際標準化もなされている。これらにより、4K に対応したテレビジョン受信機をはじめとして、カメラ、ディスプレイ、プロジェクタなどの製品化等も急速に進んでいる。さらに、超高精細度映像技術の研究開発も加速化されており、これらの超高精細度映像は、その画質の精細さから、医療・建築・教育などの産業分野への応用や美術館での利用など、幅広い用途への展開が期待されている。

これらを受けて、総務省は平成 24 年 11 月に「放送サービスの高度化に関する検討会」を開催し、平成 25 年 5 月 31 日、超高精細度映像による放送サービスや受信機の実用化・普及に関するロードマップを策定したところである。また、世界最先端 IT 国家創造宣言（平成 25 年 6 月 閣議決定）においては、「8K に対応した放送については 2016 年に、衛星放送等における放送開始を目指す」、「2020 年には、市販のテレビで 4K、8K 放送やスマートテレビに対応したサービスを受けられる環境を実現する。」としている。

このような状況を踏まえ、超高精細度映像配信が可能な衛星・地上放送の実現に向けた取組を加速させる必要がある。これらの放送サービスを実現するためには、例えば、現在の BS デジタル放送の伝送方式での超高精細度映像の伝送を想定した場合には、さらなる周波数帯域の確保が必要となる。しかしながら、既に稠密に利用されている現下の周波数利用状況を鑑みると、現在、放送業務に割り当てられている希少な周波数資源のより一層の有効利用を図るとともに、高い周波数帯（21GHz 等）における利用を促進する必要がある。

本研究開発では、より伝送効率の高い変調方式や干渉／歪み補償技術等を用いることで伝送容量拡大を可能とする要素技術等を確立するとともに、将来限られた伝送容量内での超高精細度映像配信を目指した、高圧縮・伝送効率向上技術を開発することにより、周波数の有効利用に資することを目的とする。

さらに、本研究開発により得られた成果に基づき、国内における技術基準への反映等を通じた超高精細度映像による放送サービス及び受信機等の普及に加え、国際標準化や放送コンテンツ及び受信機等の海外展開を通じた我が国の国際競争力強化を図る。

#### 2. 政策的位置付け

- ・電波有効利用の促進に関する検討会 報告書（平成 24 年 12 月 25 日）

## 第一章 電波利用環境の変化に応じた規律の柔軟な見直し

### （3）周波数再編の加速

#### ② 電波有効利用の活用

「電波の有効利用を一層推進する観点から、今後は、センサーネットワーク、M2M、テラヘルツ帯デバイス、無人無線航行関連技術など、新たなニーズに対応した無線技術をタイムリーに実現するとともに、電波利用環境を保護するための技術について開発をより一層推進するため、国際標準化、国際展開も含め、成果の実用化に向けた各段階の取組の充実・強化を図ることが必要である。

具体的には、電波の有効利用を図るための研究開発については、従来の国が研究開発課題を設定し、委託する方法に加えて、自由に研究開発課題の提案を受け付ける方法を導入することが適当である」旨を記載。

- ・日本再興戦略（平成 25 年 6 月 閣議決定）

## 第Ⅱ. 3つのアクションプラン

### 一. 日本再生再興プラン

#### 4. 世界最高水準の IT 社会の実現

「IT を活用した民間主導のイノベーションの活性化に向けて、世界最高水準の事業環境を実現するため、今般策定される新たな IT 戦略（本年 6 月 14 日閣議決定）を精力的に推進し、規制・制度改革の徹底並びに情報通信、セキュリティ及び人材面での基盤整備を進める」旨を記載。

- ・世界最先端 IT 国家創造宣言（平成 25 年 6 月 閣議決定）

## Ⅲ. 目指すべき社会・姿を実現するための取組

### 1. 革新的な新産業・新サービスの創出と全産業の成長を促進する社会の実現

#### （5）次世代放送サービスの実現による映像産業分野の新事業創出、国際競争力の強化

「8K に対応した放送については 2016 年に、衛星放送等における放送開始を目指す」及び「2020 年には、市販のテレビで 4K、8K 放送やスマートテレビに対応したサービスを受けられる環境を実現する。」旨を記載。

- ・情報通信審議会答申「知識情報社会の実現に向けた情報通信政策の在り方」（平成 24 年 7 月 25 日）

「リッチコンテンツ戦略」において、2015 年に向けた目標である「いつでもどこでも誰でもが、デバイスフリー、ワンソース／マルチユースで高精細、高臨場感なリッチコンテンツを製作・利活用できる環境の実現」に関し、「日本が優位性をもつ高精細、高臨場感な映像技術（4K、8K）の確立とこれらが実装された端末・サービスの普及推進ロードマップを早期に策定するための検討体制

を整備」することとされている。

- ・放送サービスの高度化に関する検討会検討結果取りまとめ（平成 25 年 6 月 11 日）  
スーパーハイビジョンに関する検討結果について

「3. 時間軸」中「(2)時間軸の設定に関する考え方」において以下の時期を目安として進めていく旨記載。

2014 年	（ブラジル（リオデジャネイロ）・ワールドカップの開催年） 〔可能な限り早期に、関心を持つ視聴者が 4K を体験できる環境を整備。〕
2016 年	（リオデジャネイロ・オリンピックの開催年） 〔可能な限り早期に、関心を持つ視聴者が 8K を体験できる環境を整備。〕
2020 年	（オリンピックの開催年） 〔希望する視聴者が、テレビによって、4K/8K の放送を視聴可能な環境を実現。〕

### 3. 目標

超高精細度映像配信が可能な衛星・地上放送を実現するために、伝送効率の高い変調方式や干渉／歪み補償技術による伝送容量拡大技術と超高画質圧縮伝送技術や次世代多重化技術等による高圧縮・伝送効率向上技術等との組合せにより、十分な伝送容量を確保して映像の高品質を維持することを目標とする。これらにより、放送の高度化というニーズに応えつつ放送用周波数の有効利用に資することを目標とする。

また、これらの技術を世界に先駆けて開発することにより、当該研究開発により得られた成果に基づき、国際標準化を通じた我が国の国際競争力強化に資することを目標とする。

### 4. 研究開発内容

#### (1) 概要

本研究開発においては、現行の高精細度テレビジョン放送に比較して、極めて大容量となる超高精細度映像の伝送を衛星デジタル放送 (BS) により実現するため、衛星中継器で生じる非線形特性の劣化を抑制するとともに、高能率変調方式を適用した場合の受信信号を改善する「衛星伝送歪み補償技術」等を確立する。

また、現行の地上デジタル放送に「偏波 MIMO 伝送技術」や「超多値 OFDM 技術」等を用いることで、限られた地上放送用周波数帯域において周波数利用効率を格段に高めた超高精細度地上放送システムの実現に必要な伝送基盤技術を確立する。

衛星又は地上放送により、解像度の異なる 2 つ以上の超高精細度映像を合わせて伝送する際に、伝送路の負担を極力低減するための新たな高圧縮・伝送効率向上技

術を確立するとともに、伝送路特性に応じてパラメータの最適化を図る技術を確立する。

以上の技術開発を行うことで、現行の 8 倍を超える伝送効率を有する超高精細度衛星・地上放送の伝送基盤技術の確立を早期に実現する。

## (2) 技術課題および到達目標

### 技術課題

#### ア 伝送容量拡大技術の開発

##### アー 1 衛星放送に関する干渉／歪み補償技術の開発

超高精細映像を伝送するため、衛星放送における伝送容量拡大が期待されている。平成 24 年度補正予算「周波数有効利用に資する次世代放送基盤技術の研究開発」（以下「次世代放送基盤技術の研究開発」という。）による衛星放送に関する変復調技術の開発を通して、高い伝送効率を有する振幅位相変調方式(16APSK)を用いた実証実験・評価を行った。一方、衛星中継器においては、増幅器で生じる非線形特性により、入出力フィルタの群遅延特性と相まって、振幅と位相の双方を変調する 16APSK で信号が大きく歪む課題が生じている。

現在の放送衛星中継器では、増幅器に TWTA(進行波管増幅器)の非線形性の制約から位相のみを変調する 8PSK を使用しているが、効率の良い 16APSK を利用可能とするには非線形性に起因する歪みを抑えた高い線形性を有する増幅器の開発が課題である。

そのため、放送衛星への適用が可能となる高線形性増幅器および入出力フィルタで生じる群遅延特性を補償する適応等化器を実装した映像評価装置を開発し、16APSK の伝送特性を向上させる。

##### アー 2 地上放送に関する伝送容量拡大技術の開発

地上放送に関して、超高精細度映像の膨大な情報量を効率良く伝送するためには、周波数利用効率を向上する技術の開発が重要である。地上放送の場合の周波数利用効率向上手段として、直交する 2 つの偏波を同時に使用する偏波 MIMO 伝送技術、変調多値数を現在の地上デジタル放送のハイビジョンサービスに適用されている 64 値(64QAM)から最大 4096 値(4096QAM)に拡大する超多値 OFDM 技術及び単一周波数による放送ネットワークを構築する SFN(単一周波数放送網)技術がある。

現在の地上デジタル放送で使用されている SFN 技術では、複数の SFN 送信局が同じ変調内容の信号を同じ周波数で送信している。そのため、各送信局のサービスエリアが重なる地域では、強いマルチパス妨害が発生し、受信障害が発生したりする場合がある。そこで、送信ダイバーシティ技術の一種である時空間符号化(STC)を応用した偏波 MIMO 伝送向けの次世代 SFN 技術を開発し、野外での実証実験によりその効果と伝送特性を評価・確認する。さらに、これらの技術を地上放

送に適用するに当たり重要となる交差偏波特性を含む伝搬路特性を詳細に把握するため、季節変動を含む通年測定を併せて実施する。

## イ 高圧縮・伝送効率向上技術の開発

### イー１ 超高画質圧縮伝送技術の開発

超高精細度映像の放送を実施するに当たっては、アに述べた伝送容量拡大技術とともに、情報源の高圧縮・伝送効率向上技術が必須となる。超高精細度映像の普及に伴い、将来的には、より限られた容量を有する伝送路を利用したサービス提供も求められる。そこで、HEVC/H.265 など従来方式を超える高効率な映像圧縮伝送技術確立のため、基礎的な技術を検証する。

### イー２ 次世代多重化技術の開発

超高精細度映像等の伝送では、パケットの大型化や多重化装置と送信装置の同期動作によりオーバーヘッド量を削減し、伝送効率を向上することが期待できる。そこで、映像信号や音声信号などのメディア符号のカプセル化の方法やパケットの形式、さらに、コンテンツの構成を示す制御信号などの具体的な運用仕様に基づいた多重化装置および分離装置を開発し、より伝送効率を向上させる。

## 到達目標

### ア 伝送容量拡大技術の開発

#### アー１ 衛星放送に関する干渉／歪み補償技術の開発

放送衛星への適用が可能となる高線形性増幅器による非線形特性の緩和および適応等化器を実装した受信機による衛星搭載用入出力フィルタで生じる群遅延特性の補償により、16APSK 適用時に所要 C/N が改善可能な衛星伝送歪補償技術を開発する。具体的には、現行 BS と比較して、所要 C/N と出力バックオフの合計値 1.0dB 改善を目標とする。

#### アー２ 地上放送に関する伝送容量拡大技術の開発

地上放送に関しては、大容量化の実現を目指して、時空間符号化を応用した次世代 SFN に対応した偏波 MIMO-超多値 OFDM 変復調装置及び送信装置を開発し、次世代放送基盤技術の研究開発により開設した熊本県人吉地区の実験環境も活用しつつ、同じ地区で電波を放射できる新たな SFN 送信用実験試験局を異なる場所に設置する。これら 2 つの実験試験局を用いて、時空間符号化 SFN 環境における伝搬距離が中・長距離(数 km～数十 km 程度)の見通し及び見通し外の受信点における伝送特性の測定・評価を行うことにより、次世代 SFN 技術を確立することを目指す。また、従来型の SFN 環境での測定も行い、その改善効果を定量的に評価するとともに、課題についても明らかにする。

## イ 高圧縮・伝送効率向上技術の開発

## イー１ 超高画質圧縮伝送技術の開発

次世代放送基盤技術の研究開発で得られた成果に加え、従来の映像圧縮伝送技術よりも更に伝送効率を高めた新たな高圧縮・伝送効率向上技術を確立し、超高精細映像伝送の実現を目指す。

最終的には、4K 映像の伝送帯域での 8K 映像の受信、すなわち現行の衛星・地上デジタル放送の 4 倍を超える伝送効率となる高圧縮・伝送効率向上技術の開発を目標とする。

## イー２ 次世代多重化技術の開発

多重化装置と送信装置が非同期で動作すると、伝送路に情報を適切に多重することができず、結果としてヌルデータ（伝送路を埋めるためのダミーの情報）が増加し、伝送効率が低下してしまうことがあるが、パケットの大型化とあわせ、多重化装置と送信装置を同期動作させることによりヌルデータ量を削減することが期待できる。そのため、ヌルデータを抑えるとともにパケットヘッダを現行の 1 割程度に削減するなどして、伝送路容量の 99%以上を実データの伝送に用いることを目指し、伝送効率を向上することが可能な多重化技術の開発を目標とする。また、開発した次世代多重化技術に対応する多重化装置及び送信装置を試作して性能評価を行う。

なお、上記の目標を達成するに当たっての年度毎の目標については、以下の例を想定している。

### <平成 26 年度>

#### ア 伝送容量拡大技術の開発

##### アー１ 衛星放送に関する干渉／歪み補償技術の開発

- ・高線形性増幅器の設計
- ・適応等化処理による群遅延補償が可能な補償等化器を実装した映像評価装置の設計

##### アー２ 地上放送に関する伝送容量拡大技術の開発

- ・時空間符号化 SFN 対応偏波 MIMO-超多値 OFDM 変復調装置および送信装置の開発
- ・SFN 送信用実験局の設置
- ・熊本県人吉地区の実験環境における伝搬特性の長期測定及び評価

#### イ 高圧縮・伝送効率向上技術の開発

##### イー１ 超高画質圧縮伝送技術の開発

- ・HEVC/H.265 方式を超える高圧縮・伝送効率向上技術の開発

- ・ 開発した高圧縮・伝送効率向上技術を用いた超高精細度映像符号化装置の開発

#### イー２ 次世代多重化技術の開発

- ・ パケットの形式、制御信号の仕様などの決定、対応する多重化装置及び送信装置の開発

#### <平成２７年度>

##### ア 伝送容量拡大技術の開発

###### アー１ 衛星放送に関する干渉／歪み補償技術の開発

- ・ 高線形増幅器の試作、評価
- ・ 補償等化器を実装した映像評価装置の試作
- ・ 映像評価装置単体性能を評価

###### アー２ 地上放送に関する伝送容量拡大技術の開発

- ・ 時空間符号化 SFN 環境及び従来型 SFN 環境における偏波 MIMO-超多値 OFDM 伝送の特性測定及び両環境下の比較評価

##### イ 高圧縮・伝送効率向上技術の開発

###### イー１ 超高画質圧縮伝送技術の開発

- ・ 超高精細度映像符号化装置の各種パラメータ調整と評価実験
- ・ 超高精細度映像符号化装置の性能改善

###### イー２ 次世代多重化技術の開発

- ・ 開発した多重化装置及び送信装置を用いた性能評価
- ・ 同期動作の性能改善

#### <平成２８年度>

##### ア 伝送容量拡大技術の開発

###### アー１ 衛星放送に関する干渉／歪み補償技術の開発

- ・ 高線形増幅器の性能改善
- ・ 高線形増幅器で構成した衛星中継器シミュレータと補償等化器を実装した映像評価装置による 16APSK の伝送特性の評価

###### アー２ 地上放送に関する伝送容量拡大技術の開発

- ・ 時空間符号化 SFN 環境における偏波 MIMO-超多値 OFDM 伝送の長期間特性測定
- ・ 回線設計パラメータの検討

##### イ 高圧縮・伝送効率向上技術の開発

### イー１ 超高画質圧縮伝送技術の開発

- ・ 超高精細映像符号化装置と送受信装置との接続機能追加と結合実験

### イー２ 次世代多重化技術の開発

- ・ 開発した多重化装置及び送信装置を用いた統合接続試験

## 5. 実施期間

平成26年度から28年度までの3年間

## 6. その他

### (1) 成果の普及展開に向けた取組等

#### ①国際標準化等への取組

国際競争力の強化を実現するためには、本研究開発の成果を研究期間中及び終了後、速やかに関連する国際標準化機関・団体へ提案を実施することが重要である。このため、研究開発の進捗に合わせて、国際標準への提案活動を行うものとする。なお、提案を想定する国際標準化機関・団体及び具体的な標準化活動の計画を策定した上で、提案書に記載すること。

#### ②実用化への取組

研究開発期間終了後も引き続き取り組む予定の「本研究開発で確立した技術の普及啓発活動」及び平成33年度までの実用化・製品展開等を実現するために必要な取組を図ることとし、その活動計画・実施方策については、提案書に必ず具体的に記載すること。

### (2) 提案および研究開発に当たっての留意点

提案に当たっては、基本計画書に記されている目標に対する達成度を評価することが可能な具体的な評価項目を設定し、各評価項目に対して可能な限り数値目標を定めること。また、従来技術との差異を明確にした上で、技術課題及び目標達成に向けた研究方法、実施計画及び年度目標について具体的かつ実効性のある提案を行うこと。

研究開発の実施に当たっては、関連する要素技術間の調整、成果の取りまとめ方等、研究開発全体の方針について幅広い観点から助言を頂くと共に、実際の研究開発の進め方について適宜指導を頂くため、学識経験者、有識者等を含んだ研究開発運営委員会等を開催する等、外部の学識経験者、有識者等を参画させること。

なお、本研究開発において実用的な成果を導出するための共同研究体制又は研究協力体制について、研究計画書の中にできるだけ具体的に記載すること。