

平成 31 年度事後事業評価書

政策所管部局課室名：情報流通行政局放送技術課

評価年月：令和元年 8 月

1 政策（研究開発名称）

地上テレビジョン放送の高度化技術に関する研究開発

2 研究開発の概要等

(1) 研究開発の概要

・実施期間

平成 28 年度～平成 30 年度（3 か年）

・実施主体

民間企業、大学、特殊法人

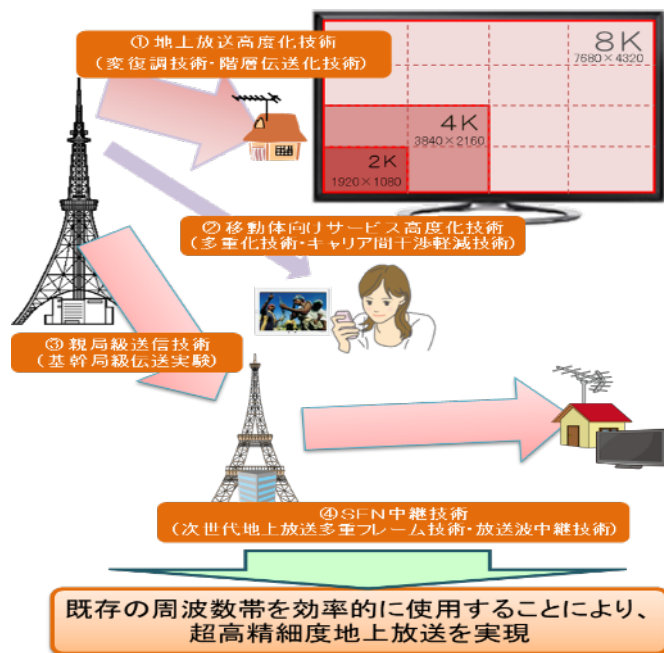
・総事業費

1,805 百万円

平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度	総 額
345 百万円	827 百万円	633 百万円	1,805 百万円

・概 要

現在の地上テレビジョン放送の特徴を継承しつつ超高精細度地上放送等のサービスを実現するため、移動体受信及び固定受信の双方の圧縮伝送効率の向上に向けた地上放送の高度化方式の研究開発等により、伝送容量拡大及び伝送効率向上技術等の確立を図るとともに、高度化方式において同一の周波数の繰り返し利用を実現するための中継技術（SFN 中継技術）を確立し、より一層の電波の有効利用を図るもの。



技術の種類	技術の概要
<p>地上放送高度化方式の研究開発</p>	<p>現行の地上テレビジョン放送で使用している 6MHz のチャンネル帯域幅を維持しながら、移動受信向け、固定受信向けそれぞれの伝送容量を拡大し、現在のセグメント数を越えるセグメント数の構造を有し、さらに大きな FFT (Fast Fourier Transform: 高速フーリエ変換) サイズ (サンプリング点数) に対応する階層伝送方式を、地上放送高度化方式として開発した。</p> <p>地上放送高度化方式の開発において、現状より少ないガードバンドでも伝送できることが確認できた。占有信号帯域幅が現行と異なる伝送方式を採用する場合、引き続き同一周波数帯で利用される現行の地上テレビジョン放送受信機へ混信を与えないことが必須であることから、現行の地上テレビジョン放送受信機に対する混信保護比を検証した。</p> <p>地上放送高度化方式として、超多値変調や不均一コンスタレーション等の最新の変復調技術を利用することにより伝送容量拡大による受信特性の劣化を補償することができる技術を開発した。また、地上放送高度化方式のセグメント構造やフレーム構造に対応した多重化方式を開発した。</p> <p>映像符号化の前処理として、ウェーブレットシュリンケージ技術 (ウェーブレット変換を用いて映像を周波数分解し、各周波数帯域内で符号化劣化に結びつきやすい成分を、縮退関数を用いて抑圧する技術) を用いて帯域制限・雑音除去を行う技術と、入力映像に応じてそのフィルタパラメータを制御する技術を開発した。入力映像をウェーブレット分解した対角最高周波数帯域内における全要素のパワーの標準偏差が大きいほど符号化が困難であるとして、帯域制限・雑音除去量を大きくするようにフィルタパラメータを制御することで、符号化劣化が抑制できることを確認した。</p> <div data-bbox="587 882 1278 1151" style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">図：地上放送高度化方式の信号構造と信号点配置例</p>
<p>移動体向けサービス高度化技術の研究開発</p>	<p>伝送容量拡大のためには FFT サイズの拡大が有効であるが、一般的に大きなサイズの FFT は移動受信の伝送特性を劣化させることから、伝送容量の拡大と伝送耐性の確保を両立する受信改善技術及び多重化技術を開発した。</p> <p>なお最終年度には、大規模実験局を用いた都市部の移動受信実験を実施し、受信改善技術の効果を評価するとともに、車両における移動実験を行い、FFT サイズ拡大によるキャリア間干渉の影響を調査し検証した。</p> <div data-bbox="628 1532 1278 1995" style="text-align: center;"> </div>

<p>大規模局向け送信技術の研究開発</p>	<p style="text-align: center;">図：部分受信帯域の構成と小型試作受信機の構成例</p> <p>地上放送高度化方式の実験電波を放射し、上記地上放送高度化方式の研究開発において開発した復調装置を用いて固定受信実験及び移動受信実験を実施した。</p> <p>固定受信実験においては、受信電力、周波数特性、遅延プロファイル、所要受信電力などを 26 地点で測定した。ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestrial:地上デジタルテレビジョン放送の日本方式) と同程度の耐ガウス雑音特性 (熱雑音特性) となるパラメータを用いて測定を実施したところ、全受信点で受信可能であった。また、水平偏波と垂直偏波の電界強度差を評価するとともに、SISO (Single-Input Single-Output:送信機及び受信機間で単一のアンテナを使用する方式) と MIMO (Multi-Input Multi-Output:送信機と受信機間で複数のアンテナを使用する方式) の伝送特性を比較した。さらに固定受信実験において取得した伝搬路の周波数特性データを踏まえ室内実験を実施したところ、地上放送高度化方式のマルチパスによる劣化は ISDB-T のときの劣化よりも小さくなることを確認した。</p> <p>移動受信実験においては、上記移動体向けサービス高度化技術の研究開発で検討したパラメータを用いて移動受信特性を評価した。速度による特性差、進行方向による特性差、FFT サイズによる特性差、時間インターリーブ長による特性差を評価し、現行の地上テレビジョン放送の FFT サイズ (8K) より大きい場合にも、ダイバーシティ受信を用いて、FFT サイズと時間インターリーブを適切に選択することで高度化方式が自動車での高速移動にも対応できることを確認した。</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">図：フィールド検証実験項目</p>
<p>SFN方式による中継技術に関する研究開発</p>	<p>上記地上放送高度化方式の研究開発で開発した伝送方式をベースとし、SFN方式が成立するための再多重する仕組み及び多重フレームを IP パケット化して変調装置に配信する仕組みを開発した。</p> <p>名古屋地区に親局と中継局の実験試験局を設置して SFN 環境を構築し、IP 回線を用いた配信の同期技術を確認した。実験試験局から電波を放射して、SFN 環境における固定受信および移動受信の実験を実施し、高度化方式の方が現行の ISDB-T よりも信号の劣化が小さいことを確認した。</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">図：SFN を用いた場合の送信システム例</p>

・スケジュール

	平成28年度	平成29年度	平成30年度
ア)地上放送 高度化方式の研究開発	高度化方式対応変復調装置の設計・試作 室内実験による方式検証・混信保護比検討 符号化装置・多重化装置の設計	高度化方式対応変復調装置の改良 符号化装置・多重化装置の試作	高度化方式対応変復調装置の改良 符号化装置・多重化装置の評価
イ)移動体向けサービス高度化技術の研究開発	移動体向け受信改善技術の開発	移動体向け受信改善技術の改良	高速移動実験による特性評価
ウ)大規模局向け送信技術の開発	実験試験局用チャンネルの選定	実験局送信設備の試作	実験局整備 大規模野外実験による特性評価 高度化方式による移動受信、固定受信特性を確認
エ)SFN方式による中継技術に関する研究開発		SFN対応再多重化装置の設計・試作 実験局送信諸元の検討・整備	実験局の整備 実証試験による特性評価 ・送信ネットワークの同期化技術の機能を検証、 ・SFN時の受信エリアの検証

(2) 達成目標

逼迫している地上テレビジョン放送用周波数帯で、超高精細度地上テレビジョン放送等を実現するためには、伝送容量や伝送効率を高め、固定受信と移動体向けの柔軟なサービスが1つのチャンネルで提供できる伝送方式及び映像符号化方式等の研究開発が必要となる。

本研究開発は、超多値変調、誤り訂正符号及び映像圧縮における雑音除去や帯域制限等の高度化を図る地上放送の高度化方式の研究開発等により、伝送容量の拡大や伝送効率の向上を実現し、現行の地上テレビジョン放送の特徴を継承しながら現行の約4倍程度の圧縮伝送効率を可能とする技術を確認する。

また、親局及び中継局により放送エリアの確保・拡大を図るため、高度化方式において同一の周波数の繰り返し利用を実現するため中継技術（SFN中継技術）を確認し、周波数の有効利用の一層の向上に資する。

○関連する主要な政策

V. 情報通信（ICT政策） 政策13「電波利用料財源による電波監視等の実施」

○政府の基本方針（閣議決定等）、上位計画・全体計画等

名称（年月日）	記載内容（抜粋）
4K・8Kロードマップに関するフォローアップ会合 第二次中間報告（平成27年7月30日）	5-(6)地上放送に関する取り組み 『地上放送における4K・8Kの実現には、技術やコスト等の解決すべき課題は多い。このため、より効率的な伝送を実現すべく、速やかに総合的な研究開発の取り組みを進めて、その上で、技術的な可能性を検証するために、都市部における地上波によるパブリックビューイング向けなどの伝送実験等を検討する。』

<p>世界最先端 IT 国家創造宣言（平成 27 年 6 月 30 日）</p>	<p>Ⅲ 目指すべき社会・姿を実現するための取組</p> <p>3. IT を利活用した安全・安心・豊かさが実感できる社会</p> <p>(6) 次世代放送・通信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</p> <p>「4K 放送については 2015 年、8K 放送については 2018 年の実用放送開始を目指す。」及び「放送に関わる事業者が目標やアクションプランを共有・実行するための体制整備や、実用化に必要な技術面・制度面のルール策定・公開、国際標準化及び技術検証などの環境整備を行い、コンテンツやアプリケーションの提供を行う意欲を持つ者なら誰でも参加できる、新しいオープンなメディア空間を創造し、2020 年には、4K・8K 放送が普及し、多くの視聴者が市販のテレビで 4K・8K 番組やスマートテレビに対応したサービスを享受できる環境を実現する。」</p>
<p>電波政策ビジョン懇談会最終報告書（平成 26 年 12 月 26 日）</p>	<p>2-③ 超高精細度テレビジョン放送等の実現</p> <p>『超高精細度テレビジョン放送のための素材伝送の進展や、東京オリンピック・パラリンピック等に向けた対応状況等も踏まえながら圧縮伝送技術を開発するなど、周波数の有効利用を図ることが必要である。』</p>
<p>4K・8K ロードマップに関するフォローアップ会合 中間報告（平成 26 年 9 月 9 日）</p>	<p>8 今後の検討課題</p> <p>(5) その他</p> <p>「4K・8K も含め地上放送の高度化に係る技術的な可能性を検証するために、適切な機会をとらえて、都市部における地上波による伝送実験等を検討する」</p>

(3) 目標の達成状況

本研究開発においては、以下の技術を確立し、地上テレビジョン放送用周波数帯で超高精細度地上テレビジョン放送等を実現するために必要な、伝送容量拡大技術や伝送効率向上技術等を確立し、周波数の有効利用の一層の向上に寄与した。このことから、所期の目標を達成したといえる。

技術の種類	目標の達成状況
<p>地上放送高度化方式の研究開発</p>	<p>符号化した際にブロック歪などの画質劣化が発生しやすい映像（以下、「クリティカルな映像」という）が入力された場合の符号化画質劣化を抑制するために、HEVC/H.265 エンコーダの前処理としてウェーブレットシュリンケージ技術を利用して 8K 解像度の超高精細度テレビジョン映像の雑音除去・帯域制限を行う技術を検討して、入力映像に応じてフィルタパラメータを制御する技術を開発した。開発した技術を映像処理装置に実装し、符号化画質劣化抑制効果を確認した。</p> <p>これらの装置を用いて、8K 解像度の超高精細度テレビジョン映像を約 56Mbps に符号化することで、クリティカルな映像が入力された場合でも映像の破綻が生じないことを示した。</p> <p>1024QAM や 4096QAM などの超多値変調技術の開発、FFT サイズ・信号帯域幅の拡大、符号長 69,120 ビットの LDPC (Low Density Parity Check) 符号の新規設計、不均一コンスタレーションの新規設計等により、高い伝送効率をもつ地上放送高度化方式を確立し、変復調装置を試作して高い伝送効率（約 56Mbps）が実現可能であることを確認した。</p> <p>現行の地上テレビジョン放送の映像ビットレートの約 14Mbps に比べ、本研究開発では 8K 映像を用いて現行の 4 倍の約 56Mbps の伝送を確認した。よって、4 倍の圧縮伝送効率を実現するという目標を達成できた。</p>

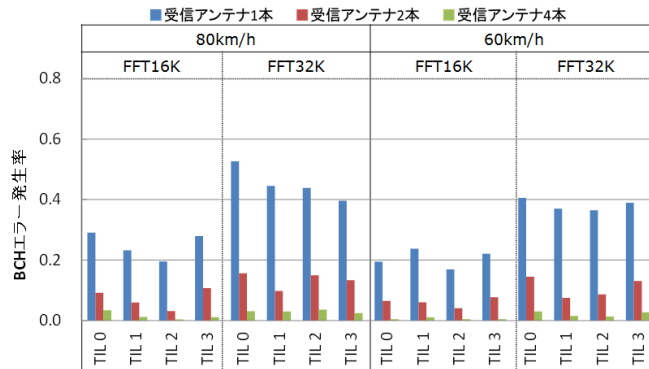
表：ISDB-T と高度化方式の比較

	ISDB-T	提案方式	
帯域幅	6MHz	6MHz	
セグメント分割数	14	36	
セグメント数	13	33+調整帯域 (互換モード)	35 (ノーマルモード)
占有帯域幅	5.57MHz	5.57MHz	5.83MHz
部分受信帯域幅	1 セグメント	9 セグメント (A 階層のセグメント数:1~9)	
階層数	最大 3 階層	最大 3 階層	
モード(FFT サイズ)	1(2048), 2(4096), 3(8192)	3(8192), 4(16384), 5(32768)	
FFT クロック	8.12698...MHz	6.32098...MHz	
GI 比	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/128 797/FFT サイズ	

移動体向けサービス高度化技術の研究開発

高度化方式に基づくシミュレータを作成し、現実的なノイズ推定と伝送路推定アルゴリズムを用いた移動特性を評価した。TU6 (Typical Urban 6 paths) チャネルモデル (6 波から構成される典型的な都市型マルチパス伝搬環境) において、FFT サイズ、変調方式、符号化率、時間インターリーブの深さ、部分受信のセグメント数、ダイバーシティ受信の受信アンテナ本数の移動受信性能を検討した。16KFFT、16QAM(不均一)、符号化率 7/16、時間インターリーブ I=1、9セグメント、受信アンテナ本数 1 本において、伝送耐性の確保(最大ドップラー周波数が 95Hz 以上)と伝送容量拡大(伝送容量が 2Mbps 以上)の結果が得られた。また、ダイバーシティ受信の受信アンテナ本数 (1 本、2 本、4 本) による最大ドップラー周波数と所要 CN 比の改善効果を確認できた。

移動体向けサービスの高度化技術の開発で検討した部分受信部の移動受信特性を、第三京浜道路で取得したデータを用いて評価した。エラー発生率は、FFT サイズ (32K、16K) とダイバーシティ受信の受信アンテナ本数 (1 本、2 本、4 本) による改善効果が大きく、目安速度 (80km/h、60km/h) と時間インターリーブ (I=0、1、2、3) において改善する傾向が示された。高度化方式の FFT サイズでもダイバーシティ受信を用いることにより移動受信が可能であることを確認できた。したがって、実験試験局を用いた移動受信実験により、伝送容量の拡大と伝送耐性の確保を両立する FFT サイズの検証や、受信改善技術の効果を評価するという目標を達成できた。



図：第三京浜道路（高速道路）での BCH エラー発生率（受信アンテナ数の改善効果）

大規模局向け送信技術の研究開発

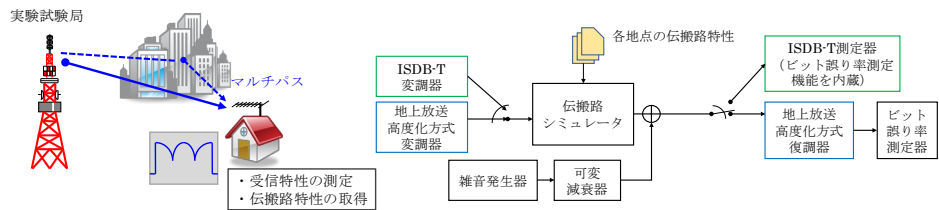
地上放送高度化方式の帯域幅は、現行の地上テレビジョン放送の伝送方式である ISDB-T の 5.57MHz から 5.83MHz に拡張している。大規模実験試験局の送信諸元の実現性を検討するため、信号帯域幅 5.83MHz に対応した送信装置用の出力フィルタを試作し、得られた周波数特性による伝送特性をシミュレーションにより確認した。フィルタ無しの場合と比較し、所要 CN 比の劣化が 0.1dB 以下であった。

整備した実験試験局の送信装置を使用し、地上テレビジョン放送波の受信へ及ぼす干渉の影響を調査した。送信出力の帯域外輻射成分は設計した帯域外輻射成分の許容範囲に入っており、上隣接チャンネル干渉、下隣接チャンネル干渉、同一チャンネル干渉とも、すべての受信機で混信保護比を満足していた。

マルチパスを含む実際の受信環境で地上放送高度化方式を評価するために、実験試験局のフリンジを含むエリア内の 26 地点で伝搬路特性と受信特性を測定した。測定を実施した 26 地点全てにおいて、ISDB-T と同程度の耐ガウス雑音特性（熱雑音特性）を確認でき

た。また、所要受信電力の最小値は全てのパラメータについて室内実験結果と同等であり、野外実験においても地上放送高度化方式の伝送路符号化技術の特性が得られることを確認できた。さらに、ISDB-T と地上放送高度化方式のマルチパスに対する耐性を比較するために、マルチパスが混入した際に ISDB-T および地上放送高度化方式の所要 CN 比がどの程度劣化するのかを評価した。図のように、各地点で取得した伝搬路特性を室内実験で再現し、ISDB-T と地上放送高度化方式の所要 CN 比がそれぞれのどの程度劣化するのかを測定した。ISDB-T の所要 CN 比は最大 0.9dB 劣化するのに対し、地上放送高度化方式の所要 CN 比は最大 0.6dB の劣化となり、地上放送高度化方式のマルチパスに対する耐性が ISDB-T と比較して向上していることを確認できた。

以上により、干渉の許容値の検証結果から実験試験局の送信諸元を決め、東京地区（芝）に置局を行い、地上放送高度化方式による移動受信・固定受信特性の確認や受信エリアの検証を行い、都市部における受信特性を評価し、地上テレビジョン放送の高度化技術の確立に寄与した。



図：野外実験による特性測定

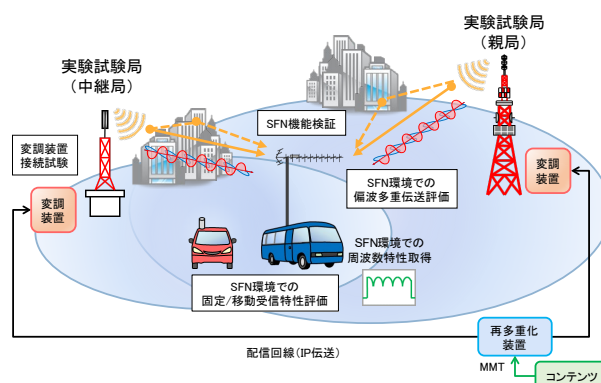
図：室内実験によるマルチパス耐性の比較

SFN を検証するための実験局として、名古屋地区の東山と鍋田にそれぞれ実験試験局を設置し実験を行った。両局間のプログラム伝送回線を、従来の無線ではなく IP 回線で構築した。再多重化装置から変調装置に XMI (eXtensible Modulator Interface) 多重フレームを送送できること、IP 回線を用いて複数の変調装置に同一の信号を送信できることなど、SFN を実現可能とする機能を確認した。特に、送信タイミングの調整に従来の方式である 1PPS (Pulse Per Second) を用いた方式に加え、IP を用いた精密同期技術の PTP (Precision Time Protocol) を用いた方式で実験を行った。PTP を用いた場合も 1PPS を用いた場合と同様に変調器において送信タイミングが調整可能であり、計算通りに SFN を構築できることを確認した。

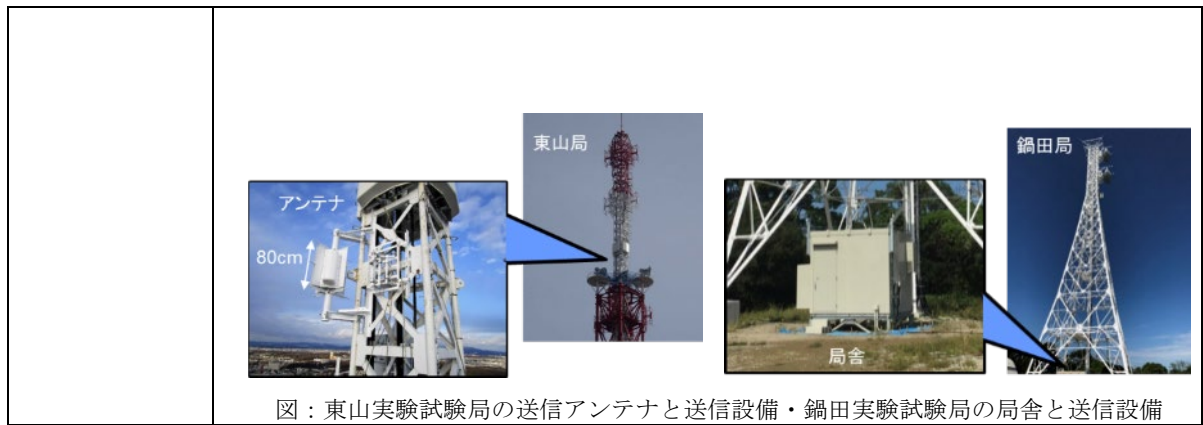
東山実験試験局を希望局、鍋田実験試験局を SFN 局として、希望波と SFN 波の到来角度が異なる 6 つの測定点において SFN 環境下における伝送特性を測定した。希望局と SFN 局の受信電力比(DUR)と所要受信電力の関係、希望波と SFN 波の到達時間差 (τ) と所要受信電力の関係を評価した結果、全ての測定点で SFN の成立を確認した。

以上より、XMI 多重フレーム構造を用いた送信ネットワーク同期化技術の検討・開発を行い、検討結果を反映した実験試験局を置局し、地上放送高度化方式による SFN 時の移動受信・固定受信特性の確認や受信エリアの検証を行うという目標を達成できた。

SFN方式による中継技術に関する研究開発



図：SFN方式による中継技術に関する実験の概要



3 政策効果の把握の手法

研究開発の評価については、各要素技術における目標の達成状況、論文数や特許出願件数などの指標が用いられ、これらを基に専門家の意見を交えながら、必要性・効率性・有効性等を総合的に評価するという手法が多く用いられている。この観点に基づき、「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」(令和元年8月28日)において、目標の達成状況等に関して外部評価を実施し、政策効果の把握に活用した。

また、外部発表や特許出願件数、国際標準提案件数等も調査し、必要性・有効性等を分析した。

4 政策評価の観点・分析等

○研究開発による特許・論文・研究発表・国際標準の実績からの分析

研究開発による特許・論文・研究発表・国際標準の実績については、下表に示すとおり。

特に、国際標準化について、大規模局向け送信技術の研究開発およびS F N方式による中継技術に関する研究開発の野外実験に関しては、ITU-R SG6 WP6A 会合において、各国のUHDTVの地上波野外伝送実験に関するレポート (ITU-R BT.2343) へ情報を追加する改訂が承認・発行されるなど当初目標を達成できており、本研究開発の必要性、有効性等が認められた。

主な指標	平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度	合計
査読付き誌上发表論文数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	1 件 (1 件)	1 件 (1 件)
査読付き口頭発表論文数 (印刷物を含む)	1 件 (1 件)	4 件 (4 件)	4 件 (4 件)	9 件 (9 件)
その他の誌上发表数	0 件 (0 件)	3 件 (0 件)	3 件 (0 件)	6 件 (0 件)
口頭発表数	1 3 件 (2 件)	2 0 件 (3 件)	3 6 件 (4 件)	6 9 件 (9 件)
特許出願数	3 2 件 (0 件)	6 6 件 (3 9 件)	2 5 件 (2 4 件)	1 2 3 件 (6 3 件)
特許取得数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	4 件 (4 件)	4 件 (4 件)
国際標準提案数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	1 件 (1 件)	1 件 (1 件)
国際標準獲得数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	1 件 (1 件)	1 件 (1 件)
受賞数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
報道発表数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
報道掲載数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)

注1：各々の件数は国内分と海外分の合計値を記入。(括弧)内は、その内海外分のみを再掲。

注2：「査読付き誌上发表論文数」には、定期的に刊行される論文誌や学会誌等、査読 (peer-review (論文投稿先の学会等で選出された当該分野の専門家である査読員により、当該論文の採録又は入選等の可否が新規性、信頼性、論理性等の観点より判定されたもの))のある出版物に掲載された論文等 (Nature、Science、IEEE Transactions、電子情報通信学会論文誌等および査読のある小論文、研究速報、レター等を含む) を計上する。

注3：「査読付き口頭発表論文数（印刷物を含む）」には、学会の大会や研究会、国際会議等における口頭発表あるいはポスター発表のための査読のある資料集（電子媒体含む）に掲載された論文等（ICC、ECOC、OFC など、Conference、Workshop、Symposium 等での proceedings に掲載された論文形式のものなどとする。ただし、発表用のスライドなどは含まない。）を計上する。なお、口頭発表あるいはポスター発表のための査読のない資料集に掲載された論文等（電子情報通信学会技術研究報告など）は、「口頭発表数」に分類する。

注4：「その他の誌上発表数」には、専門誌、業界誌、機関誌等、査読のない出版物に掲載された記事等（査読の有無に関わらず企業、公的研究機関及び大学等における紀要論文や技報を含む）を計上する。

注5：PCT（特許協力条約）国際出願については出願を行った時点で、海外分1件として記入。（何カ国への出願でも1件として計上）。また、国内段階に移行した時点で、移行した国数分を計上。

注6：同一の論文等は複数項目に計上しない。例えば、同一の論文等を「査読付き口頭発表論文数（印刷物を含む）」および「口頭発表数」のそれぞれに計上しない。ただし、学会の大会や研究会、国際会議等で口頭発表を行ったのち、当該学会より推奨を受ける等により、改めて査読が行われて論文等に掲載された場合は除く。

○各観点からの分析

観点	分析
必要性	<p>通信・放送サービスを取り巻く環境が大きく変化している中、平成30年12月の新4K8K衛星放送開始や2020年オリンピック・パラリンピック東京大会開催等、新たな放送サービスに対するニーズが高まっており、世界最先端IT国家創造宣言（平成27年6月30日決定）においても、次世代放送・通信サービスの実現による映像産業分野の新事業創出、国際競争力の強化として、『4K放送については2015年、8K放送については2018年の実用放送開始を目指す。』や『2020年には、4K・8K放送が普及し、多くの視聴者が市販のテレビで4K・8K番組やスマートテレビに対応したサービスを楽しむことができる環境を実現する。』ことが求められている。</p> <p>超高精細度映像の放送は、現行のハイビジョン放送を遥かに上回る伝送容量が必要であるため、地上テレビジョン放送において伝送するためには、高度な映像圧縮伝送による伝送路帯域の大幅削減や、地上放送用周波数帯（UHF帯）においてさらに周波数利用効率のよい伝送方式の開発が求められており、これらの技術開発によって、現行の地上テレビジョン放送の1チャンネルの帯域幅（6MHz）で超高精細度映像を用いた新たな放送サービスを実現するための伝送基盤技術を早期に確立し、より一層の電波の有効利用を行う必要があったものである。</p> <p>よって、本研究開発には必要性があったと認められる。</p>
効率性	<p>本研究開発の実施に当たっては、放送システム（映像符号化技術、伝送容量拡大技術や伝送効率向上技術等）に関する専門的知識や研究開発実績を有する受託者が蓄積したノウハウを積極的に活用することにより、効率的に研究開発が進められた他、外部の有識者から構成される本研究開発の運営委員会や、外部有識者による継続評価会において、研究開発の進捗状況の確認や今後の進め方等について助言を受けるなど、効率的な実施のための情報交換が積極的に行われた。</p> <p>予算要求段階、公募実施の前段階、提案された研究開発提案を採択する段階、研究開発の実施段階及び研究開発の終了段階毎に、実施内容、実施体制及び予算額等について、外部専門家・外部有識者から構成される評価会において評価を行い、効率的に実施した。</p> <p>よって、本研究開発には効率性があったと認められる。</p>
有効性	<p>本研究開発の実施により、伝送容量を拡大する技術として、超多値変調技術、FFTサイズ・信号帯域幅の拡大、誤り訂正符号や不均一コンスタレーションの設計等を確立した他、高圧縮・伝送効率向上技術として、ウェーブレットシュリンケージ技術を利用した符号化画質劣化による映像の破綻を抑制するための雑音除去・帯域制限を行う技術、周波数の有効利用技術として、SFN方式による再多重化装置と変調装置の開発と中継技術の確立等により、伝送容量の拡大とともに超高精細度映像の伝送を可能とし、周波数の有効利用に資することができた。</p> <p>さらに、本研究開発で開発した伝送容量拡大技術やSFN方式による中継技術等を使用する高度化方式については、平成31年度から実施している技術試験事務の放送用周波数を有効活用する技術方策に関する調査検討において、具体的なパラメータの検討を行っており、将来の実用化に向けて社会的・経済的効果が見込まれている。</p> <p>よって、本研究開発には有効性があったと認められる。</p>

公平性	<p>本研究開発の成果は地上放送用周波数の有効利用の一層の向上に寄与するものであることから広く無線局免許人や無線通信の利用者の利益となる。また、成果は平成 31 年度から実施している技術試験事務の放送用周波数を有効活用する技術方策に関する調査検討において、確立した技術を実用化する際の具体的なパラメータの検討が行われており、今後の新たな放送サービスとしての展開に繋がるものとして広く国民の利益に適うものと考えられる。</p> <p>なお、本研究開発の実施に当たっては、開示する基本計画に基づき広く提案公募を行い、提案者と利害関係を有しない複数の有識者により、審査・選定を行ったものである。</p> <p>よって本研究開発には公平性があったと認められる。</p>
優先性	<p>新 4K 8K 衛星放送の開始や 2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会開催等を契機として、4K・8K の超高精細度放送に対する国民のニーズが高まっており、かつ、諸外国においても、例えば韓国では、地上波による 4K 放送が開始され、また、米国では次世代放送の技術標準である ATSC3.0 の利用・推進が進められるなど、放送の高画質化に向けた取組が世界的に進展している状況であり、我が国においても超高精細度映像等を行う次世代放送サービスの実現に向けて、早期に研究開発に取り組む必要があったところ。</p> <p>世界最先端 IT 国家創造宣言（平成 27 年 6 月 30 日決定）においても、次世代放送・通信サービスの実現による映像産業分野の新事業創出、国際競争力の強化として、『4K 放送については 2015 年、8K 放送については 2018 年の実用放送開始を目指す。』や『2020 年には、4K・8K 放送が普及し、多くの視聴者が市販のテレビで 4K・8K 番組やスマートテレビに対応したサービスを楽しむことができる環境を実現する。』と記載されており、国策として次世代放送サービスの実現に向けた技術の研究開発を優先的に着手する必要があったもの。</p> <p>よって、本研究開発には、優先性があったと認められる。</p>

5 政策評価の結果（総合評価）

本研究開発では、現在の地上テレビジョン放送の特徴を継承しつつ超高精細度地上放送等のサービスを実現するため、移動体受信及び固定受信の双方の圧縮伝送効率の向上に向けた地上放送の高度化方式の研究開発等を実施し、伝送容量拡大及び伝送効率向上技術等を確立するとともに、高度化方式において同一の周波数の繰り返し利用を実現するための中継技術（SFN中継技術）を確立し、より一層の電波の有効利用に資することができた。

特に、本研究開発で開発した伝送容量拡大技術やSFN方式による中継技術等を使用する高度化方式等は、平成 31 年度（令和元年度）から実施する放送用周波数を有効活用する技術方策に関する調査検討（周波数ひっ迫対策のための技術試験事務）において、具体的なパラメータの検討を行っており、将来の実用化に向けての大きな寄与が見込まれている。

また、多くの論文の発表、特許の出願、国際標準化に係る活動なども着実に実施され、当初目標を十分に達成しており、本研究開発の有効性、効率性等が認められた。

<今後の課題及び取組の方向性>

地上放送に関する取組みとして、4K・8K ロードマップに関するフォローアップ会合第二次中間報告（平成 27 年 7 月 総務省）において、『地上放送における 4K・8K の実現には技術やコスト等の解決すべき課題は多い。このため、より効率的な伝送を実現するべく、速やかに総合的な研究開発の取組を進めて、その上で、技術的な可能性を検証するために、都市部における地上波によるパブリックビューイング向けなどの伝送実験等を検討することが考えられる。』と提言されたことを踏まえ、本研究開発の成果も活用しながら、引き続き技術検討の取組を進めていく必要がある。

具体的には、ひっ迫している地上テレビジョン放送用周波数帯で超高精細度地上テレビジョン放送等の新たな放送サービスを実現するため、本研究開発の成果も活用しながら、平成 31 年度（令和元年度）以降も引き続き技術検討に取り組んでいく。

（平成 31 年度（令和元年度）から、放送用周波数を有効活用する技術方策に関する調査検討（周波数ひっ迫対策のための技術試験事務）を実施中。）

6 学識経験を有する者の知見の活用

「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」（令和元年8月28日）において、目標の達成状況や得られた成果等、実施体制の妥当性及び経済的効率性、実用化等の目途等について外部評価を実施し、外部有識者から以下の御意見等を頂いたため、本研究開発の評価に活用した。

- ・目標の達成度については、計画に沿って目標を達成している。標準化への取組なども十分な成果を挙げている。
- ・実施体制については、受託者だけでなく、有識者による運営委員会も構成されており妥当である。
- ・経済的効率性については、得られた成果は予算に対して適切なものと考えられる。
- ・総合的に見ても大変有益であったと考えられる。

7 評価に使用した資料等

- 世界最先端 IT 国家創造宣言（平成27年6月30日閣議決定）
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20150630/siryoul.pdf>
- 4K・8K ロードマップに関するフォローアップ会合 第二次中間報告（平成27年7月30日）
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu11_02000058.html
- 電波政策ビジョン懇談会最終報告書（平成26年12月26日）
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000151.html
- 4K・8K ロードマップに関するフォローアップ会合 中間報告（平成26年9月9日）
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu11_02000039.html
- 電波利用料による研究開発等の評価に関する会合 <電波利用料>
<https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/fees/purpose/kenkyu/index.htm>