

<基本計画書>

小型高速移動体からの大容量高精細映像リアルタイム無線伝送技術の研究開発

1. 目的

2014年2月に開催されたソチ冬季オリンピックにおいて、スノーボード、スキー等の実況映像を高速移動するマルチコプタから空撮し、テレビ放送されたことなど、各種スポーツイベント等において高速移動体から撮影した映像・音声をリアルタイムで視聴するという要望が高まっている。

また、2020年オリンピック・パラリンピック東京大会においても、各種競技を色々なアングルで撮影された迫力ある実況映像・音声をリアルタイムで視聴するという要望は強まるものと予想される。

現在、映像無線伝送装置は、放送事業用の素材伝送装置（FPU(Field Pick-up Unit)）や無線LANを利用した装置等があるが、FPUでは放送事業用として使用用途が限られていることや広い占有周波数帯幅を使用していること、無線LANでは遅延時間が大きいなどの理由により、リアルタイムな視聴の要望には応えられない状況にある。

これら課題に応えるために、映像無線伝送における周波数帯域幅を狭帯域化し、高速移動体からの大容量高精細映像をリアルタイムで無線伝送を行う研究開発を行うものである。

また、本研究開発により、周波数の有効利用を促進するとともに、当該技術の国際標準化を通じて、無線通信分野における我が国の国際競争力の強化を図る。

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（平成 26 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

2. 健康で安心して快適に生活できる、世界一安全で災害に強い社会

（2）世界一安全で災害に強い社会の実現

② IT 利活用による世界一安全で経済的な社会インフラの実現

「劣化・損傷箇所の早期発見、維持管理業務の効率化につながるセンサー、ロボット、非破壊検査等の技術の研究開発・導入を推進する。研究開発に当たっては、開発された技術が現場での導入につながるよう、ニーズや信頼性、経済性に十分配慮するなど、将来的な普及促進を見据えた研究開発を行う。」旨を記載。

- ・電波政策ビジョン懇談会 最終報告書（平成 26 年 12 月）

第 2 章 新しい電波利用の実現に向けた新たな目標設定と実現方策

1 新たな周波数割当ての目標

（3）2020 年代に向けた対応

「今後、M2M、IoT、ロボット等の分野で新しい電波利用の形態が広く展開することが予想されることから、こうした IoT 等の分野に利用するための周波数についても対応していくことも必要と考えられる。」旨を記載。

3. 目標

高速移動体からの映像無線伝送において、フェージングやマルチパスのある環境下においても、狭帯域の占有周波数帯幅による大容量高精細映像のリアルタイム伝送を可能とすることにより、映像無線伝送における周波数の効率的な利用（2.5 倍程度）を図る。

【目標性能】

・周波数	5～10GHz 帯を想定
------	--------------

・同時使用チャンネル	8ch〔使用6ch+混信回避2ch〕以上
・占有周波数帯幅（狭帯域化）	8.5MHz以下
・伝送画質（動画）	HD（2K）
・伝送遅延時間	30msec程度
・伝送距離	～1km（送信無指向性、小障害物影響下）
・移動速度	100km/h
・その他機能	耐水性、耐候性、小型軽量化、低消費電力化、自律制御動作 等

【参考】

	【現存製品・システム】		
	地デジ	放送事業用（FPU）	5GHz 無線アクセス
占有周波数帯幅	6MHz	17.5MHz	5、10、20、40MHz
チャンネル割当	40ch	5ch（1.2/2.3GHz帯）	4ch（20MHz帯域時）
使用周波数	専用ch	専用ch	ベストエフォート
伝送画質	2K	2K	2K
伝送遅延時間	数sec	30msec程度	数百msec程度
伝送距離	数十km	数十km	～300m（無指向性）
容積・重量	—	約1,730cc・2.5kg	約5,800cc・4.2kg （別途コーディック必要）
消費電力	—	約30VA	約35VA （別途コーディック必要）

	【今回の研究開発目標及び必要性】	
占有周波数帯幅	8.5MHz以下	周波数逼迫の中、新たな周波数を確保するためには狭帯域化が必須である。現行の放送事業用FPU（17.5MHz）の半分以下を目標とする。
同時使用チャンネル	8ch以上 〔使用6ch+混信回避2ch〕	大規模イベント会場やスポーツ中継における複数の事業者が同時に取材するケース及び災害現場での運用ケースを想定。
使用周波数	共用	周波数逼迫の中、専用波確保が難しいため、周波数共用を前提とする。
伝送画質	2K	テレビ放送は2Kであり、撮影及びロボット搭載による遠隔作業等でも高精細映像が求められる。
伝送遅延時間	30msec程度	観客は実況と伝送映像を同時に見るため、リアルタイム性が要求される。また、ロボットを遠隔制御する場合、遅延時間が小さければ制御操作が容易となる。
伝送距離	～1km	大規模イベント会場や災害現場などの利用エリアを想定した伝送距離とする。
容積・重量	800cc以下・ 1.0kg以下	マルチコプタ等の高速移動体への搭載を想定していることから、小型・軽量化が求められる。
消費電力	20VA	マルチコプタ等の高速移動体への搭載を想定していることから、低消費電力化が求められる。

周波数利用効率については、占有周波数帯域幅の狭帯域化により約 2.1 倍、単行伝送方式の採用により約 1.2 倍、これら技術を併せて約 2.5 倍の効率化を想定。

4. 研究開発内容

(1) 概要

本研究開発は、占有周波数帯幅を狭帯域化することによって周波数の有効利用が可能となること、占有周波数帯幅の狭帯域化に伴って、従来の技術では大容量高精細映像（2K）をリアルタイムに無線伝送することが困難な状況にあることから、最適な変調及び多重化方式の選定、低遅延画像コーデック開発並びに受信方式の選定等を行うことにより、大容量高精細画像をリアルタイムに伝送する技術を開発する。

この他、周波数有効利用を図るため、周波数の共同利用を検討する必要があるが、大容量高精細映像を送信する前に空きチャンネルを探索し、当該映像を送信するためのチャンネルを選択する「キャリアセンス方式」を採用する。本技術は、無線 LAN の技術では活用されているが、映像素材伝送システムでは活用されていないため、新たに取り組むものである。

(2) 技術課題および到達目標

ア 占有周波数帯幅狭帯域化で実現する技術の開発

課題	<p>マルチパス及び見通し外環境下において、高速移動による大容量高精細映像伝送をリアルタイムに実現するには、フェージング対策等の誤り訂正が必要となるため、データ伝送量が多くなり、大容量化が必要となる。しかし、無線変調方式による大容量化は、フェージング対策、伝送距離の確保、見通し外伝送（人の影程度）等を実現させる上で限度がある（最低限 16QAM 程度が必要）。</p> <p>他方、周波数有効利用の観点から、占有周波数帯幅を狭帯域化することでデータ伝送量が減少し、現状の技術では画質劣化やリアルタイム性の欠如、フェージングに弱くなる等、実用に耐えられないものになる。</p> <p>このため、市場ニーズに応えられる技術の研究開発が必要である。</p>
到達目標	<p>最適な変調及び多重化方式の選定、誤り訂正方式の選定、画像コーデックの開発並びに受信方式の選定等を行い、最良方式が実現できる技術の研究開発を行う。</p> <p>また、適用環境については、シミュレーション及びフィールドテスト等を実施する中で、より具体的な適用環境を設定する。</p> <p>具体的な取組みを次に示す。</p>

	<p>a) 最適な変調及び多重化方式の選定 色々な伝搬状況を想定し評価実験等を経て、最適な変調方式（高多値化を含む）及び多重化方式を選定する。</p> <p>b) 最適な誤り訂正方式の選定 単向伝送において、大容量高精細の映像伝送に適した誤り訂正方式を選定する。</p> <p>c) 最適な画像コーデックの開発 現状の技術動向から判断し、画像コーデックは小型化が可能な H. 264 方式を採用し、情報割付アルゴリズム処理の設定の開発を行い、低遅延を維持しつつ更なる高圧縮処理を行う。また、カメラ自体が高速移動体からの振動で振れる状況下で撮影した映像に対し、評価実験を実施し、最適な符号化パラメータを選定する。</p> <p>d) 送受信変復調部と画像コーデックの接続制御及び全体まとめ 送受信変復調部と画像コーデックのインターフェース、タイミング、フラグ処理などの最適化を図り、低遅延かつ途切れのない映像伝送を実現する。</p> <p>e) 受信方式の選定 伝搬状況が時々刻々と異なる様々なシーンにおいて、堅ろうな伝送路を確保するため、ダイバーシチ受信方式を適用し、評価実験を実施し、最適なパラメータを選定する。</p>
--	--

イ 混信回避技術の開発

課題	<p>放送事業用 FPU は技術を熟知し、運用に慣れている技術者が使用するため、各局同士で調整の上、問題なく運用されている。しかし、本装置は運用に慣れていない人が主体で使用することを想定しているため、混信を回避する機能が必要である。</p>
到達目標	<p>運用に慣れていない人は混信の有無を察知できない可能性があり、混信により運用に支障をきたすおそれがある。これを防ぐ手段として、無線 LAN 等で採用されている送信する前に空きチャンネルを検出し、その周波数で回線接続するキャリアセンス機能を活用する。</p> <p>本装置でのキャリアセンス機能は、単向伝送方式のため、受信機側で空きチャンネルを検出し、別系無線回線で送信機側へ伝送し、空きチャンネルに自動設定する方式で実現する。</p> <p>また、今回開発する要求仕様は途切れのない画像を伝送することが要求されるため、一旦チャンネルが設定された後はこれを継続する必要がある。</p>

ウ 装置小型化の開発

課題	無線伝送装置は小型軽量化、低消費電力化が運用上必須である他、用途によっては耐水性、耐候性も求められる。製品化に当たっては、これらが実現できる技術の研究開発が必要である。
到達目標	一つのFPGA (Field Programmable Gate Array) にロジックやコーデック機能を取り込むことによる部品の集約化や、低電圧部品の採用、効率の良い放熱構造の採用による小型軽量化、低消費電力化を実現する。 [目標] ・容積、重量： 800cc 以下、1kg 以下 (放送事業用FPUの約1/2) ・消費電力： 20VA (放送事業用FPUの約70%) また、実運用における消費電力を低減化させるため、不必要な機能は停止しておき、運用直前に全機能を作動させる自律制御動作機能も実現する。

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27年度>

ア 高速移動体からの高精細映像を狭帯域無線伝送で実現する技術の開発

現行機器に改良を加えたテスト用送信機を製作し、電波伝搬調査等を行い、評価・改善の上、狭帯域での高速移動体伝送を試験する。

テスト用送信機による試験実施と併せ、コーデック仕様の基本検討も行う。

また、遅延時間の各ユニットに対する性能配分設計を行い、システム総合性能としてリアルタイム性を確保するよう開発を進める。

イ 混信回避技術の開発

混信回避技術の基本検討を行う。

ウ 装置小型化の開発

テスト用送信機による試験結果を踏まえ、装置の小型化に向けた基本検討を行う。

<平成28年度>

ア 高速移動体からの高精細映像を狭帯域無線伝送で実現する技術の開発

コーデックの開発及びコーデックを実装した送・受信機の試作機を製作し、フィールドテストによる評価・改善の上、狭帯域での高精細映像の高速移動体伝送を実現する。

また、高精細映像とリアルタイム性を実現する伝送パラメータを、設計及び

フィールドテスト結果から選定する。

イ 混信回避技術の開発

送・受信機の試作機は、受信機にキャリアセンス機能を、送信機にチャンネル切替機能を付加する。また、当該送・受信機とは別回線で自動的に遠隔制御してチャンネルを切替する無線機も製作する。

混信回避技術としては、これらの機器を組合せたフィールドテストを行い、評価・改善を行う。

ウ 装置小型化の開発

送信機の試作機製作に当たり、装置の小型化を念頭に置いて開発すると共に、部品の集約化、回路の簡素化、実装技術等の検討を行う。

<平成29年度>

ア 高速移動体からの高精細映像を狭帯域無線伝送で実現する技術の開発

前年度までの検討結果を反映し、更に各機能を一体化した送・受信機の試作機を複数台製作し、フィールドテストを行い、評価・改善の上、実用機につなげる。

イ 混信回避技術の開発

複数台の試作機によるフィールドテストを行い、混信回避技術の確認を行う。

ウ 装置小型化の開発

前年度検討した部品の集約化、回路の簡素化、実装技術等の成果を反映した試作機を開発する。

5. 実施期間

平成27年度から29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規格・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規格・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30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。