

戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)
終了評価結果(令和6年度終了課題)

電波有効利用促進型研究開発(先進的電波有効利用型)

研究開発課題名		研究代表者氏名 (所属)	研究分担者氏名 (所属)
高速テラヘルツ波検出技術による1～3THz帯リアルタイム小型分光センシングシステムの研究開発		中西 篤司 (浜松ホトニクス株式会社)	平川 一彦 (東京大学)
研究開発期間	令和4年度～令和6年度	委託額	83,291 千円

評価点				
目標達成度 (ウェイト:x2)	知的財産権の取得 (ウェイト:x1)	費用対効果 (ウェイト:x1)	電波有効利用の促進 (ウェイト:x2)	総合評価合計 (30点満点)
10.0	2.67	4.00	9.33	26.0

研究開発課題に対する意見・コメント等	
構成員Ⅰ	特許出願件数が当初目標を大幅に下回った。特に、GaAs MEMS による THz 検波器は歴史も浅く、特許化の余地が大きいと考えられる。積極的な取得を目指してほしい。短期間の実施であったにも関わらず、研究目標は非常によく達成されている。目標達成のための方式変更などの判断も速く的確であった。
構成員Ⅱ	光源である THz NL-QCL は、1.2～4.5THz の周波数可変動作を達成し、目標を大きく超える最高周波数を達成した。また周波数分解能は 0.1THz 以下を達成し、分光イメージングによって医薬材料等の評価に利用できることを確認した。また、高速検出器の MEMS 検出器の作製上の課題を抽出し、特性向上、歩留まり向上させる手法を構築することができた。さらに MEMS 検出器の梁の長尺化により、感度 10 倍以上を達成することができた。光源、検出器の開発に成功した点は素晴らしい成果である。医薬材料の製造工程での検査に適用ができれば、製造品質をあげることが可能となり、今までにない効果、社会貢献が可能となる。今後の検討に期待をしたい。
構成員Ⅲ	研究成果として、外部共振器、MEMS 検出器ともに当初の計画を上回る特性を達成しており、THz 波の今後の開発、利用に大いに有用なものが実現できている。今後も報道発表も含めて、成果発表などを期待したい。

戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)
終了評価結果(令和6年度終了課題)

電波有効利用促進型研究開発(先進的電波有効利用型)

研究開発課題名		研究代表者氏名 (所属)	研究分担者氏名 (所属)
単結晶圧電極薄板・溝電極・音響多層膜の組合せによる SAW・BAW デバイスの超高周波化		田中 秀治 (東北大学)	門田 道雄 (東北大学)
研究開発期間	令和 4 年度～令和 6 年度	委託額	84,014 千円

評価点				
目標達成度 (ウェイト:x2)	知的財産権の取得 (ウェイト:x1)	費用対効果 (ウェイト:x1)	電波有効利用の促進 (ウェイト:x2)	総合評価合計 (30 点満点)
8.00	4.67	4.00	8.00	24.7

研究開発課題に対する意見・コメント等	
構成員 I	この研究提案は、弾性波デバイスの開発を通じて、Beyond5G における周波数資源の有効利用に貢献する技術開発を目指しており、溝電極 SAW デバイスと新規音響多層膜を用いた SM-BAW デバイスの実証、特に SAW モードの発見や分極反転 SM-BAW 共振器の開発などが挙げられ、非常に高い成果を上げている。社会展開に向けた取り組みとしては、国際的な特許を獲得しており、非常に優れた成果を上げている。
構成員 II	本課題においては、一部に目標の達成に至っていない項目も見受けられるものの、全体としてはおおむね順調に進捗していると評価される。学術論文の発表や特許出願など、成果の外部発信に対しても積極的に取り組まれており、学術的な貢献が認められる。さらに、企業との共同研究などを通じた社会実装に向けた活動も進められており、今後の展開に大いに期待が持てる。
構成員 III	本研究開発課題は、これまで利用が困難であった 5～24GHz 帯という新たな周波数資源の開拓に不可欠な、小型・高性能な弾性波フィルタの実現技術確立するものである。溝電極を用いた新しい SAW モードの発見と実証、高次モードを利用した BAW デバイスの超高周波化は、この周波数帯の利用を可能にする重要な成果である。Beyond5G/FR3 で想定される周波数帯の有効利用に直接的に貢献する、重要な研究開発である。その上で、SAW デバイスにおいて目標の 9GHz を超える共振周波数(9.1GHz)を達成、BAW デバイスにおいても 9.5GHz や 12GHz での共振を実証するなど、超高周波化という最も挑戦的な目標を達成している。一方で、インピーダンス比については SAW(35dB)、BAW(31-32dB)共に目標の 40dB には未達である。しかし、加工プロセスの改良により目標達成の見通しは得られており、自己評価の 85 点が示す通り、全体として目標を達成したと評価できる。期間中に 10 件の特許を出願し、さらにバックグラウンド知財を含め日本、米国、英国、中国などで多数の特許登録を実現しており、知財戦略において傑出した成果を挙げている。加えて、査読付き論文 10 報、査読付き国際会議発表 20 件(うち招待講演 3 件)と、学術的な成果発信も極めて活発であり、知的財産に関する取り組みは非常に優れている。

戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)
終了評価結果(令和6年度終了課題)

電波有効利用促進型研究開発(先進的電波有効利用型)

研究開発課題名		研究代表者氏名 (所属)	研究分担者氏名 (所属)
マイクロ光コムによる 300 GHz 超周波数帯の素子高機能化の研究開発		田邊 孝純 (慶應義塾大学)	-
研究開発期間	令和 4 年度～令和 6 年度	委託額	80,109 千円

評価点				
目標達成度 (ウェイト:x2)	知的財産権の取得 (ウェイト:x1)	費用対効果 (ウェイト:x1)	電波有効利用の促進 (ウェイト:x2)	総合評価合計 (30 点満点)
8.67	3.67	3.33	7.33	23.0

研究開発課題に対する意見・コメント等	
構成員 I	当初の目標は概ね達成されており、研究は順調に進展している。加えて、マイクロコムやテラヘルツ通信の応用研究を推進するためにコンソーシアムを主導して設立した点は注目に値する。これにより、産学官の連携を通じた技術交流や社会実装に向けた体制整備が進められており、その取り組みは高く評価できる。社会実装は始動段階にあるが、今後の発展が期待される。
構成員 II	本研究開発は継続提案時に令和 6 年度の実施内容・目標として、(1)光コム発生技術を用いた 300 GHz 電波の周波数チューナビリティの獲得(チューニングレンジ:25 GHz ステップ(粗動), MHz 以下(微動))、(2)光コムを用いた 300 GHz 帯での RF フィルタ動作の実証、(3)10Gbps の THz 波伝送実験の実施の 3 つが掲げられていた。この内、(2)については開発した時間遅延付きスペクトル整形による再構成型フォトニックフィルタの 300 GHz 帯 RF 信号に対する周波数応答制御および雑音抑制効果を実証しているほか、(3)については強度変調(OOK)された 10Gbps 信号の生成・送信・空間伝送・復調を実施して BER < 10 ⁻⁹ の受信性能を達成するなど、目標は十分に達成されていると判断できる。一方、(1)については、報告書において 300GHz 帯電波の発生に関する成果(令和 5 年度までに達成済)の記述しか確認できず、周波数チューナビリティについてどのような研究開発・実験評価が令和 6 年度に行われたのかについては不明である。
構成員 III	マイクロ光コムを使ったテラヘルツ帯信号発生は多数の研究例があるが、安定性の点で課題があるとされていた。そういった中で動態展示を実施し実用化に向けた取り組みに注力している点は高く評価できる。対外発表については件数で一部未達があるが、着実に実施されている。伝送速度や周波数の高さのみに目を向けるのではなく、実際の無線システムにおける実装形態を見据えた社会実装に向けた取り組みが望まれる。

戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)
終了評価結果(令和6年度終了課題)

電波有効利用促進型研究開発(先進的電波有効利用型)

研究開発課題名		研究代表者氏名 (所属)	研究分担者氏名 (所属)
スピントロニクスセンサによる低周波電磁波を活用したスマート インフラ検査技術の開発		大兼 幹彦 (東北大学)	松原 真一 (コニカミノルタ株式会社) 熊谷 静似 (スピンセンシングファクトリー 株式会社)
研究開発期間	令和 5 年度～令和 6 年度	委託額	74,506 千円

評価点				
目標達成度 (ウェイト:x2)	知的財産権の取得 (ウェイト:x1)	費用対効果 (ウェイト:x1)	電波有効利用の促進 (ウェイト:x2)	総合評価合計 (30 点満点)
8.00	3.00	4.00	6.67	21.7

研究開発課題に対する意見・コメント等	
構成員Ⅰ	本研究課題は小型・低消費電力のスピントロニクスセンサを活用し、従来の漏洩磁束法の欠点を補完する新しい検査法「打磁試験法」を開発した点が画期的である。一方で、特許数や標準化などに関しては乏しい結果となっている。
構成員Ⅱ	目標はよく達成されている。メーカーとの共同研究であり、インフラ老朽化が社会問題になっている昨今、早期の実用化が望まれる。
構成員Ⅲ	高度成長期以降に整備したインフラの急速な老朽化が進行している。老朽化したインフラは、本来は適切に補修・修繕を行い、機能維持を図ることが望ましいが少子高齢化が進み、財政が厳しい状況下ではそれが難しい状況にある。如何に人手をかけずに維持していくかが重要な課題である。本研究開発はその問題を解決するためにインフラ非破壊検査システムを研究開発したもので、これまでの状態診断を大きく変える成果を残している。スピントロニクスセンサによる低周波電磁波を用いた本手法は的確に精度よく状況把握を非破壊で行うことができ、熟練者の知恵が不要で、状態診断の時間を大幅に短縮できる。加えて実現場での活用が開始されていることも評価できる。

戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)
終了評価結果(令和6年度終了課題)

電波有効利用促進型研究開発(先進的電波有効利用型)

研究開発課題名		研究代表者氏名 (所属)	研究分担者氏名 (所属)
パッシブ型インプラント機器による体内深部・局所への神経刺激技術の研究開発		安在 大祐 (名古屋工業大学)	朔 啓太 (国立循環器病研究センター)
研究開発期間	令和4年度～令和6年度	委託額	30,792 千円

評価点				
目標達成度 (ウェイト:x2)	知的財産権の取得 (ウェイト:x1)	費用対効果 (ウェイト:x1)	電波有効利用の促進 (ウェイト:x2)	総合評価合計 (30 点満点)
8.00	4.00	3.67	6.00	21.7

研究開発課題に対する意見・コメント等	
構成員Ⅰ	特許出願に加え、2024 年 2 月にスタートアップ(株式会社 WiON)を設立し、具体的な製品化に向けた動きを加速させている。資金調達活動も精力的に進めている。PCT 出願による海外展開も視野に入れ、米国市場への進出も計画されている。国際標準化への取り組みも積極的である。非常に優秀な成果を上げている。
構成員Ⅱ	小型人体埋め込み型機器を用いた神経刺激法において、100kHz の無線電力伝送方式で小型デバイスに電力を送電し、その電力で神経刺激を誘起するパッシブ型インプラントデバイスの開発を行なった。当初の目標は達成されており、人体による回路特性の変化を等価回路モデルの提案で解決し、人体曝露も指針をクリアしたデバイスを実現できている。動物実験により、インプラントデバイスの効果も確認されている。PCT 特許の出願、査読付き論文も十分に行なった上、国際標準化活動を行うとともに、デバイスの上市を目指して起業も行っており、本助成を十分に理解し実践された研究課題である。
構成員Ⅲ	電波の生体応用に関する研究開発を要素技術の段階から、医療機関と連携をとりながら着実に実施し、意義のある成果を得ている。論文発表や標準化などのアウトカム指標を見ても高いレベルのものであり、医学関係の論文発表が多い点が特徴的である。更に緊密な連携を図って、実用化に向けた活動を加速していただきたい。

戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)
終了評価結果(令和6年度終了課題)

電波有効利用促進型研究開発(先進的電波有効利用型)

研究開発課題名		研究代表者氏名 (所属)	研究分担者氏名 (所属)
ボーダレスな通信基盤の開発による機器リソース融通と在宅医療包括ケアシステムの実現		大塚 孝信 (名古屋工業大学)	大山 慎太郎 (名古屋大学)
研究開発期間	令和 5 年度～令和 6 年度	委託額	65,293 千円

評価点				
目標達成度 (ウェイト:x2)	知的財産権の取得 (ウェイト:x1)	費用対効果 (ウェイト:x1)	電波有効利用の促進 (ウェイト:x2)	総合評価合計 (30 点満点)
7.33	2.67	3.67	7.33	21.0

研究開発課題に対する意見・コメント等	
構成員Ⅰ	研究開発そのものは、当初の計画を超える成果も見られ、順調に進展したと判断される。一方で、成果発表や特許出願などについては、目標に達成できていない項目もあるため、より積極的な外部発信や知財獲得の取り組みが望まれる。特に、早期の製品化が求められるテーマであることから、社会実装に向けた具体的な展開方針についても、今後は明確に示していくことが重要であり、その波及効果に期待したい。
構成員Ⅱ	スマートメータ回線網に接続できる ICE 端末を使用しスマートメータ回線網経由でデータを送信できることを確認、在宅に貸し出した医療機器を用いて稼働状況を収集、可視化できることを確認できた点は非常に評価できる。スマートメータ回線網は信頼性が高く、各家庭で水道、ガスメータの使用料を収集する目的で日常的に使われている。その為追加の仕組みや費用を最小限に抑え、患者の状況把握や緊急時連絡を可能とする可能性を広げた点は評価できる。
構成員Ⅲ	スマートメータ回線網へのバイパス機能の開発については、1 週間の耐久試験で欠損率 1%未満での通信が確認されており、目標を達成していると言える。なお、医療機関間でのリソース融通の効果の検証について、実際に病院間で実証する予定だったものがシミュレーションでの評価に置き換わっており、実証実験が実施されていないことは大変残念であり、今後の取り組みの中で確実に実施されることが望まれる。成果発表等については、査読付論文や特許出願数が当初目標を下回っており、今後の発表に期待したい。

戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)
終了評価結果(令和6年度終了課題)

電波有効利用促進型研究開発(先進的電波有効利用型)

研究開発課題名		研究代表者氏名 (所属)	研究分担者氏名 (所属)
並列光信号処理による高感度ミリ波電界リアルタイム撮像装置の開拓		笹川 清隆 (奈良先端科学技術 大学院大学)	-
研究開発期間	令和 4 年度～令和 6 年度	委託額	79,320 千円

評価点				
目標達成度 (ウェイト:x2)	知的財産権の取得 (ウェイト:x1)	費用対効果 (ウェイト:x1)	電波有効利用の促進 (ウェイト:x2)	総合評価合計 (30 点満点)
6.67	3.00	3.00	6.67	19.3

研究開発課題に対する意見・コメント等	
構成員Ⅰ	本研究は、60Hz 成分の雑音を低減し、信号対雑音比を改善することで、光ヘテロダインを用いた検出系の性能向上に貢献する。これにより、より高感度な電波測定が可能となり、新しい電波利用の可能性を広げる。従来困難であった高周波デバイスの動的な電界分布測定を可能にし、新しい電波利用技術の開発に貢献する成果である。
構成員Ⅱ	本研究課題は、当初の目標をほぼ達成している。感度や感度分布のムラなどの課題があるので、今後の改善に期待したい。研究成果発表も、当初の予定を通りに行われている。今後、この開発技術が、広範に利用されるように、研究および実用化を推進していただきたい。
構成員Ⅲ	高い周波数帯での電磁界可視化の実用化を目指すものであり、電波有効利用を支える重要な成果である。他方、可視化技術自体は研究代表者や、その他の研究者によっても様々な取り組みがなされてきた。これらを踏まえて、コスト面、性能面での本成果の位置づけを明確化し、社会実装に向けた取り組みを継続していただきたい。技術の普及には標準化活動も重要である。

戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)
終了評価結果(令和6年度終了課題)

電波有効利用促進型研究開発(先進的電波有効利用型)

研究開発課題名		研究代表者氏名 (所属)	研究分担者氏名 (所属)
機械学習を用いた干渉環境適応 79GHz 帯 FMCW レーダの研究開発		王 瀟岩 (茨城大学)	梅比良 正弘 (南山大学)
研究開発期間	令和 4 年度～令和 6 年度	委託額	78,731 千円

評価点				
目標達成度 (ウェイト:x2)	知的財産権の取得 (ウェイト:x1)	費用対効果 (ウェイト:x1)	電波有効利用の促進 (ウェイト:x2)	総合評価合計 (30 点満点)
5.33	3.33	3.00	6.67	18.3

研究開発課題に対する意見・コメント等	
構成員 I	方式自体に実働環境(実際に目標やレーダーが移動している環境)で動作するか問題があり、度々指摘したにもかかわらず、静止での検討と実験に留まった。数値的にも 15dB の雑音低減を実現したか不明確である。
構成員 II	普及が進むミリ波レーダにおける電波有効利用促進につながる研究開発である。機械学習を用いて、従来技術では困難であった干渉の抑圧に成功しており、今後の実用化が期待される。学術的貢献も着実になされているが、査読付き論文に関しては国内学会発行のものに限られている。国際的情報発信や企業や海外の研究者を巻き込んだ共同研究への発展を期待したい。
構成員 III	本研究開発課題は、79GHz 帯レーダの普及における最大の課題である「レーダ間の干渉」という問題に取り組み、最大 8 台のレーダが同一周波数帯を共用可能とする具体的な解決策を提示している。これは、将来の自動運転社会において多数のレーダが高密度で利用される状況を実現するためのキーテクノロジーであり、「79GHz 帯周波数のさらなる有効利用」に直接的に貢献する、非常に価値の高い成果であると考えられる。自己評価にもある通り、6 つの研究開発目標のうち 5 つは 100%達成されており、全体として目標は達成できていると考えられる。特に、広帯域・狭帯域干渉の抑圧性能に関する具体的な数値目標(雑音レベル 15dB 低減、誤検出率 10%以下など)をクリアし、シミュレーションおよび実データで有効性を示したことは高く評価できる。ただし、狭帯域干渉抑圧プロトタイプの試作において、目標としたモデルの一部実装が完了しなかった点(達成度 50%)は残念である。特許出願 1 件、査読付き論文 3 件、査読付き国際会議発表 10 件と、招待講演を 3 件実施するなど、成果の普及と展開に積極的に取り組んでいる。

戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)
終了評価結果(令和6年度終了課題)

電波有効利用促進型研究開発(先進的電波有効利用型)

研究開発課題名		研究代表者氏名 (所属)	研究分担者氏名 (所属)
走行型ロボット群の自動運転のための通信データ量削減と信頼性向上機能の実現		村瀬 勉 (名古屋大学)	計 宇生 (国立情報学研究所) 策力 木路 (電気通信大学) 平井 健士 (大阪大学)
研究開発期間	令和 5 年度～令和 6 年度	委託額	69,193 千円

評価点				
目標達成度 (ウェイト:x2)	知的財産権の取得 (ウェイト:x1)	費用対効果 (ウェイト:x1)	電波有効利用の促進 (ウェイト:x2)	総合評価合計 (30 点満点)
5.33	3.33	3.00	6.67	18.3

研究開発課題に対する意見・コメント等	
構成員 I	本研究は,ラストワンマイルの課題解決に貢献する AMR(自動搬送ロボット)の実現,無線通信技術の高度化、そして省エネルギーな通信システムの構築を目指し,複数の課題に取り組んできた。無線通信を用いた高機能かつ低コストな AMR の実現に成功し、早期の実用化に貢献できる基盤技術を確立した。また、中継重畳と受信重畳の統合利用により、パケットロス率を大幅に低減し、目標としていた 1/10 を達成するなど、具体的な成果が確認される。
構成員 II	本研究に参加した学生が多く、学生により多くの論文が発表され学生優秀発表賞など学生に多数の賞を授与されている点、博士課程学位取得者を 3 名輩出している点は特質すべき成果である。問題点は国際標準化提案がないこと、実用化の道筋が全く見えてきていない点である。
構成員 III	本研究開発は、通信量削減に関する課題 1-ア/イ/ウの 3 項目、通信性能向上に関する課題 2-ア/イ/ウ/エの 4 項目、PoC に関する課題 3 の計 8 項目からなり、継続提案時にそれぞれの項目について明確な数値目標が掲げられていたが、いくつかの項目については報告書においてその達成根拠を明確に確認することができない。例えば、課題 1-ウについて、情報の近似と圧縮により情報量の従来比 50%削減が掲げられていたが、報告書には情報量削減に関する記述は見つけられない。課題 2-ウについて、近いノードへの接続確保により 2 倍程度のゲイン及びハンドオフ回数の 1/10 削減が掲げられていたが、これらの指標に関する記述は見つけられない。PoC については、課題 2-アと 2-エの技術について実施されていることは一定の評価ができるが、個別の要素技術の検証にとどまっており、全体に渡った統合的な実証評価とはならなかった点は残念である。なお、成果発表数等について、全ての項目で当初目標と同程度または大きく上回る件数を達成していることや、受賞が 9 件に上っていることなどは高く評価できる。

戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)
終了評価結果(令和6年度終了課題)

電波有効利用促進型研究開発(先進的電波有効利用型)

研究開発課題名		研究代表者氏名 (所属)	研究分担者氏名 (所属)
5G 高度化システムにおける高品質受信を実現する位相雑音補償・等化技術の研究開発		佐和橋 衛 (東京都市大学)	三木 信彦 (香川大学)
研究開発期間	令和 4 年度～令和 6 年度	委託額	59,215 千円

評価点				
目標達成度 (ウェイト:x2)	知的財産権の取得 (ウェイト:x1)	費用対効果 (ウェイト:x1)	電波有効利用の促進 (ウェイト:x2)	総合評価合計 (30 点満点)
6.00	2.00	3.00	6.67	17.7

研究開発課題に対する意見・コメント等	
構成員 I	サブ THz 帯周波数の位相雑音を考慮した 3GPP の LOS 環境及び NLOS 環境の TDL チャネルモデルにおいて PSA-EKF PNC を用いた場合 64QAM までの変調方式で BER が 10^{-6} 以下の高品質受信が実現できること、3GPP TDL-C チャネルモデルにおいて、平均受信 SNR が約-3dB で PBCH ペイロードの復号情報に基づく 90%の高い無線フレームタイミングの検出確率を実現できることを示した点は評価できる。問題点は、特許申請、国際標準化提案がない、社会実装に向けた道筋が見えないことである。
構成員 II	全ての研究開発目標を達成、あるいは上回る成果が得られています。特に、提案手法である「PSA-EKF 位相雑音補償法」により、OFDM および DFT-S-OFDM において目標の BER(ビット誤り率) $10^{-6} \sim 10^{-8}$ を達成しており、その有効性が各種の位相雑音モデルや伝搬チャネルモデルにおいて実証されています。また、高効率変調方式や制御チャネルへの影響評価といった周辺技術開発においても、当初の目標を達成する具体的な成果が報告されています。査読付き論文は目標 7 件に対し 8 件、査読付き国際会議発表は目標 8 件に対し 24 件と、目標を大幅に上回る成果を挙げています。さらに、研究に携わった学生が 9 件の学術賞を受賞しており、研究の質の高さと学術界への貢献は大きいと評価できます。本研究は、ミリ波・サブ THz 帯といった新たな周波数帯の有効利用を阻む根本的な技術課題(位相雑音)の解決に直接的に貢献するもので、新しい電波利用の実現に多いに貢献する成果が挙げられていると判断します。
構成員 III	学術面での貢献は着実になされているが、論文発表が国内の学会にとどまるなど、国際的情報発信の観点で課題が残る。今後 3GPP に参画している国内企業への技術移転を目指すとしているが、知財の確保が一切なされておらず、社会実装に向けた道筋がはっきりとしない。

戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)
終了評価結果(令和6年度終了課題)

電波有効利用促進型研究開発(先進的電波有効利用型)

研究開発課題名		研究代表者氏名 (所属)	研究分担者氏名 (所属)
ドローンへのマイクロ波送電に向けた空芯ビーム形成に関する研究開発		松室 堯之 (株式会社国際電気通信 基礎技術研究所)	-
研究開発期間	令和 4 年度～令和 6 年度	委託額	60,281 千円

評価点				
目標達成度 (ウェイト:x2)	知的財産権の取得 (ウェイト:x1)	費用対効果 (ウェイト:x1)	電波有効利用の促進 (ウェイト:x2)	総合評価合計 (30 点満点)
3.33	3.00	2.33	5.33	14.0

研究開発課題に対する意見・コメント等	
構成員Ⅰ	提案当初から年を追うごとに目標が下がった。AOM を AOM として受けずに単純にツリー構造に接続したアンテナアレーで合成すれば受信電力効率が下がることは当初から予想できたと思われる。また、光を利用して飛行制御をおこなったが、当節は GNSS RTK で高度な位置制御が可能であり、送電方式を利用した飛行制御ではなく異なる方式を併用することの意味は低い。
構成員Ⅱ	本研究開発は、(A)空芯ビーム送電アンテナの大開口化と低サイドローブ化、(B)軽量・高精度な相対ビーム位置検出技術の確立、(C)送電ー受電ー飛行制御の統合デモの 3 つの研究開発項目からなる。本研究開発の中核とも言える(A)については、中空がヌルとなる空芯ビームの形成という一定の成果が認められる。一方、(B)及び(C)については、受電電力 0.4W(目標値 5W)や飛行精度±120mm(目標値 10cm)であり、目標を達成するには至っていない。また、継続提案時には A～C の 3 つの要素技術を組み合わせた統合評価や、送信アンテナを軽トラックなどの車両に搭載してドローンを追従させる PoC を行うことが掲げられていたが、いずれも実施されるには至っておらず、各要素技術の検証にとどまってしまったことは残念である。
構成員Ⅲ	「空芯ビーム」というコンセプトは、送電ビームの中心に電力のヌル(空洞)を作ることで、ドローンに搭載されたカメラ等のミッション機器や通信機器との干渉を避け、同一周波数帯の共用を促進する独創的なアイデアです。この原理を実験で証明し、中心部を除く LED の点灯に成功したことは、電波の新たな利用形態を提案するものであり、一定の評価をすることができる。自己評価(76 点)にもある通り、個別の要素技術開発では大きな進展が見られる。特に、ラジアルラインスロットアンテナ(RLSA)による空芯ビーム形成の確認や、光ビームを用いた±120mm 精度のドローン飛行制御の達成は注目すべき成果である。しかし、最終目標である「送電ー受電ー飛行制御の統合デモ」において、受電電力が目標 5W に対し 0.4W と大幅に未達であった点、およびマイクロ波ビームと飛行制御の統合が未達成に終わった点を考慮すると、目標達成は不十分であると言わざるを得ない。また、プロジェクトの最終目標である統合デモが完了せず、主要な性能指標(受電電力)も目標値を大幅に下回っており、十分な費用対効果が挙げられているとは言えない。知的財産に対しては、特許 2 件の出願に加え、査読付き論文 2 報、査読付き国際会議発表 2 件など、着実に成果を公表しており、プレスリリースの発行や多数の国内学会での発表を行っていることも併せて、積極的に取り組んだ姿勢が見られ、一定の評価ができる。

戦略的情報通信研究開発推進事業（SCOPE）

終了評価結果（令和6年度終了課題）

国際標準獲得型（5G高度化）

研究開発課題名		研究代表者氏名 （所属）	研究分担者氏名 （所属）
3次元空間データの無線伝送に向けた高能率圧縮技術の研究開発		内藤 整 ((株)KDDI 総合研究所)	河村 圭、加藤 晴久、明堂 絵美 徐 建鋒、木谷 佳隆、西村 仁志 岸本 広輝、金 旭東、野中 敬介 松崎 康平、海野 恭平、花岡 洋平、 今野 智明、富林 豊、渡邊 良亮 中塚 智尋、田井中 溪志、 柳原 広昌、藤井 ディエゴ （(株)KDDI 総合研究所） 猪飼 知宏、中條 健、 青野 友子、徳毛 靖昭、 高田 圭一郎、洪 秀俊、杉本 翔 （シャープ(株)）
研究開発期間	令和4年度～令和6年度	委託額	681,475 千円

評価点					
目標達成度 （ウェイト：x2）	情報通信分野における 技術的・学術的な知見 （ウェイト：x2）	研究成果の展開 （ウェイト：x2）	研究成果の波及効果 （副次的な効果） （ウェイト：x1）	電波有效果利用の 促進 （ウェイト：x2）	総合評価合計 （45 点満点）
10	9	10	5	10	44

評価点：44.0/45.0 (97.8%)

研究開発課題に対する意見・コメント等
<p>（目標達成度）</p> <ul style="list-style-type: none">本研究課題は、3年間約6.8億円の受託費で実施され、最終的な目標は十分に達成された。具体的には、誌上発表論文が7件（1件が外国共同研究者との共著）、国際会議を含む口頭発表が42件、特許申請数が276件（そのうち1件がすでに登録済み）、国際標準提案数が272件（すでに1件の国際標準を獲得）の発表がなされた。これらの活動・成果により、10件の学会表彰、6件の報道発表が実施された。特に高く評価できる成果として、国際会議 ICIP2024 において、Best Paper Award の受賞がある。これは、採択された596件の論文中、最も高くその先進性、有効性、技術的完成度の高さが、評価されたもので極めて高い成果である。本研究が特徴的に優れているのは、開発技術を実機として実現し、関係者に開発技術に基づいた新しい映像無線伝送サービスの可能性をデモしたことである。たとえば、スターリンクを活用したトンネル建設現場からのリアルタイム映像伝送の実施、プロレス中継の大迫力自由視点映像としての伝送の実施、などがある。その他のデモを含め、受託者は開発技術の有効性を関係者に積極的に紹介している。この努力を高く評価したい。本件では、海外共同研究者として、世界のトップクラスの技術を持つ米国の3者、南カルフォルニア大学、Qualcomm 社、InterDigital 社、と協調し研究を進めている。この努力は、上述の共著論文の作成に加え、国際会議での Best Paper Award や国際標準の獲得に多大な効果があったものと思われる。3点掲げた研究開発到達目標(課題ア～ウ)のうち、課題イの特許登録件数のみが現時点で未達だが、今後も特許登録に向けた手続きを進めるとしていること、及び、他の2点については目標通りまたは目標を超えて成果を挙げていることから、総合的には非常に優れた達成状況であると判断する。特に、令和5年継続評価会にて付された意見を踏まえて、学術成果に関する目標の質を上げ、それを達成したことは高く評価できる。 <p>（情報通信分野における技術的・学術的な知見）</p> <ul style="list-style-type: none">最終的に得られた研究成果は、多くの発表論文、特許申請、国際標準提案、国際会議での Best Paper Award や国際標準の獲得に示されたように、極めて高い新規性・革新性、有効性、優位性が認められたことによると判断される。国際会議を中心とした学術成果の公表状況(画像処理に関するトップカンファレンスへの採択状況を含む)から、学術上の新規性・有効性・優位性を十分に含むものと判断できる。申請特許数が276件と当初目標の倍に達することから技術上の新規性・革新性も有すると判断するが、特許登録件数(1件)が目標未達であることからエビデンスとしては現状十分とは言えない。 <p>（研究成果の展開）</p> <ul style="list-style-type: none">受託者は、開発技術を実機として実現し、世界初のスターリンクを活用したトンネル建設現場からのリアルタイム映像伝送や、プロレス中継を大迫力自由視点映像としての伝送を実施することにより、多くの関係者に新しい映像無線伝送サービスの可能性を紹介している。これらは、30年前、日本が中心になって実現した、優れた高能率映像圧縮技術開発とそれらの国際標準化により、現在我々が享受している YouTube や Zoom・Webex などの映

像サービスに続き、再度新しい映像イノベーションの創出やこれを通じた日本の国際競争力の強化に多大な貢献が期待されると確信する。

- ・すでに、提出した国際標準提案に基づいた標準が1件成立している。また、上述したように、スターリンクを活用したトンネル建設現場からのリアルタイム映像伝送の実施、プロレス中継を大迫力自由視点映像としての伝送の実施などが実施され、新しい無線画像伝送サービスへの試みが始まっている。現在の SNS、YouTube、Zoom・Webex 等へ続く、新しい無線画像伝送サービスの試みが始まっている。評価者の一人として、ここで開発された映像伝送技術が、現在の日本の課題である、少子高齢化、介護、環境問題への貢献がなされることを期待したい。
- ・本研究成果は、無線伝送分野にて今後の利用拡大が強く見込まれる 3 次元空間データ伝送に関する重要かつ先進的な成果であり、国際競争力強化に強く資するものと判断する。
- ・現時点で獲得した国際標準が 1 件、提案が 272 件である。今後の活動に委ねられるが、研究成果の多くが国際標準に組み込まれることへの期待が高い。

（研究成果の波及効果）

- ・このような画像応用の分野では、多国間の協調が極めて重要であり、その中の1つが国際標準化活動と思う。国際標準化活動を通じて、研究者同士の繋がりが出来、それが新たな連携プロジェクトへの発展に繋がるのが望ましい。
- ・建設会社やスポーツ団体と協力して研究成果の一部の実用化に関する実験を行い、良好な結果を得たことは、本研究成果を様々な分野で活用できることを実証したものであり、検討中の展開先も加えると高い波及効果が期待できる。国際連携は新技術の開発とその普及に極めて重要であり、必要であり、日本の活躍の場を広げる有効な手段である。
- ・建設会社やスポーツ団体と協力して研究成果の一部の実用化に関する実験を行い、良好な結果を得たことは、本研究成果を様々な分野で活用できることを実証したものであり、検討中の展開先も加えると高い波及効果が期待できる。

（電波有効利用の促進）

- ・本受託研究では、直接周波数処理を行うような技術は現時点では開発されてはいないが、現在の5G 時代中に、SNS、YouTube、Zoom・Webex に加え、新しい画像応用が出てくると思っている。
- ・本研究成果は 3 次元の現実を 2 次元化して伝送していた従来の方式から、3 次元のまま伝送し、受け手も 3 次元情報として見る方式への転換の鍵となる。すなわち、新たなコミュニケーション形態を産業界から個人に至るまで利用可能な社会の実現に向けた重要なものと判断する。

戦略的情報通信研究開発推進事業（SCOPE）

終了評価結果（令和 6 年度終了課題）

国際標準獲得型（5 G高度化）

研究開発課題名		研究代表者氏名 （所属）	研究分担者氏名 （所属）
製造分野における5G高度化技術の研究開発		板谷 聡子 （情報通信研究機構）	大堀 文子、中島 健智、 長谷川 淳、雨海 明博、 （情報通信研究機構） 大須賀 徹、井上 高道、合田 和史 藤本 剛、阿南 信一、加藤 凜太郎、 木村 俊一、大西 健夫、前田 颯志 （日本電気(株)） 末松 憲治、芝 隆司、古市 朋之 （東北大学）
研究開発期間	令和4年度～令和6年度	委託額	757,177 千円

評価点					
目標達成度 （ウェイト：x2）	情報通信分野における 技術的・学術的な知見 （ウェイト：x2）	研究成果の展開 （ウェイト：x2）	研究成果の波及効果 （副次的な効果） （ウェイト：x1）	電波有效果利用の 促進 （ウェイト：x2）	総合評価合計 （45 点満点）
5	6	6	3	4	24

評価点：24.0/45.0 (53.3%)

研究開発課題に対する意見・コメント等
<p>（目標達成度）</p> <ul style="list-style-type: none">本受託研究は、3年間7. 57億円の経費で、5G のサービス機能であるローカル5G を用いて我が国の産業向け無線通信ソリューションの導入から運用までを支援する方法とツールの研究開発を目的にしている。得られた研究成果は、誌上発表論文が3件（1件が外国共同研究者との共著）、国際学会を含む口頭発表が48件、申請特許数が13件、国際標準提案数が61件、報道発表が2件である。すでに商用化されているローカル5G の応用であること、同目的のソリューションが WiFi でも開発されていることなどから、新規開発目標の発掘に危惧したが、すでに NICT を中心に発足したアライアンスである FFPA が開発した SRF (Smart Resource Flow)無線プラットフォームを保持していること、製造大国であるドイツと日本がタッグをくむ協力関係をもつことで、さらにローカル5G の応用が可能になり、多様な研究開発が可能となっている。多くの開発項目は、SRF 無線プラットフォームをさらに有用に活用するためのものが中心であり、日本発 SRF 無線プラットフォームの有効利用がさらに進められることが期待される。また、日本や欧州などで SRF 非対応の海外メーカーの無線機器と SRF 対応機が混在する製造現場において、SRF の無線制御コマンドを各々のメーカーの機器を制御できる制御コマンドに変換することで、SRF 非対応の機器に対して周波数利用効率を1. 5倍に向上させることを可能にした。SRF の有効性を示す技術的可能性を示す例であり、大変興味深い。達成されていない。特にアー1 で、目標が本年になって”3 周波を用いる”と追加書き換えられており、それで達成されたと記述されている（後に削除された）。元の目標に照らすと達成が確認できない、というおそらく達成されていない。説明資料を見る限り、始め 1 つのチャンネルにのみトラフィックを詰め込み、別の 1 波を空けておき、その後 2 チャンネルに分散させて 1.45 倍の容量増、もし 3 波用いれば 2.9 倍と書かれている。空きチャンネル使って容量増えるのは当たり前である。加えて海外製品との共存が難しいと提案には書かれていたが、この問題についての分析・解決に向けた取り組みが確認できていない。 <p>（情報通信分野における技術的・学術的な知見）</p> <ul style="list-style-type: none">今後①各種 network の混在、②異なるメーカーと様々な年代の機器の混在、が想定される製造現場で、SRF 無線プラットフォームの活用が進めば、特許の取得も期待でき日本技術の新規性、優位性が認められる。無線 LAN における SRF 対応機器の導入によって国内・海外の無線 LAN 機器が共存されるという当初の狙いは達成されておらず、新規性・革新性、有効性、優位性の要素のいずれも認められない。個々のベンダではより高度な遠隔制御機能を備えた法人向け製品も見受けられ優位性がない。Public/Private 間の共存に関しては、短時間の切り替えが実現できているのがうかがえる。 <p>（研究成果の展開）</p> <ul style="list-style-type: none">①各種 network の混在、②異なるメーカーと様々な年代の機器の混在、が想定される今後の製造現場で、ここで開発した技術は、関連国際標準 IEC

62657-4 の普及と共に SRF の普及と今回の研究開発で得られた技術の普及が期待できる。

- ・ 現存する無線共存管理に関する国際標準 IEC 62657-4 において実装事例はなかったが、すでに NICT が中心になって開発された SRF 無線プラットフォームがその実例として紹介された。国際標準の完成度を上げることに貢献した。
- ・ イノベーション創出や国際競争力強化に資する研究成果が生み出されたとは考えられない。現在世の中では提案のような仕組みではなく、チャンネルボンディングによって[観点1:目標達成度]で述べた複数波分の周波数を束ねて用いたり、MIMO によって高速化を図る技術が主流で、広く製品として普及していることから、本提案技術が普及する見込みは薄い。
- ・ Public/Private 間の共存に関しては、3GPP を中心として国際標準化組織に提案はしている。一定の意義は認めるが、まだ標準としての提案が agree されるには時間がかかりそうである。

(研究成果の波及効果)

- ・ 受託者が中心になって開発した SRF 無線プラットフォームの有用性が国際的に高まることにより、この受託研究で開発された技術の普及が期待できる。また今回実施したドイツの組織 IFAK との共同研究がさらに続くと期待できる。
- ・ 独国と連携しての作業が実施されたことが認められる。

(電波有効利用の促進)

- ・ 新しい電波利用の実現が可能になったわけではないが、各種 network の混在においても、ここで開発された技術の効果によりローカル5G の有用性が理解され、さらに6G への新しい技術的な要求機能が出てくる可能性がある。
- ・ 開発されたとは考えられない。既存の無線 LAN 機器に対しソフトウェアによる周波数切り替え制御等の機能を追加した、というのが今回実際に行われたことと考える。[観点1:目標達成度]のコメントより電波の有効利用に資することができなかったと見るべきである。

・