

# 令和4年度事後事業評価書

政策所管部局課室名：総合通信基盤局 新世代移動通信システム推進室

評価年月：令和4年8月

## 1 政策（研究開発名称）

移動物体高度認識レーダー基盤技術の研究開発<sup>1</sup>

## 2 研究開発の概要等

### （1）研究開発の概要

#### ・実施期間

令和元年度～令和3年度（3か年）

#### ・実施主体

民間企業、大学、国立研究開発法人<sup>2</sup>

#### ・総事業費

1,104百万円

令和元年度	令和2年度	令和3年度	総額
356百万円	390百万円	358百万円	1,104百万円

※ 予算要求時に予算総額が10億円を超えることが想定されていなかったため、事前事業評価については未実施。

#### ・概要

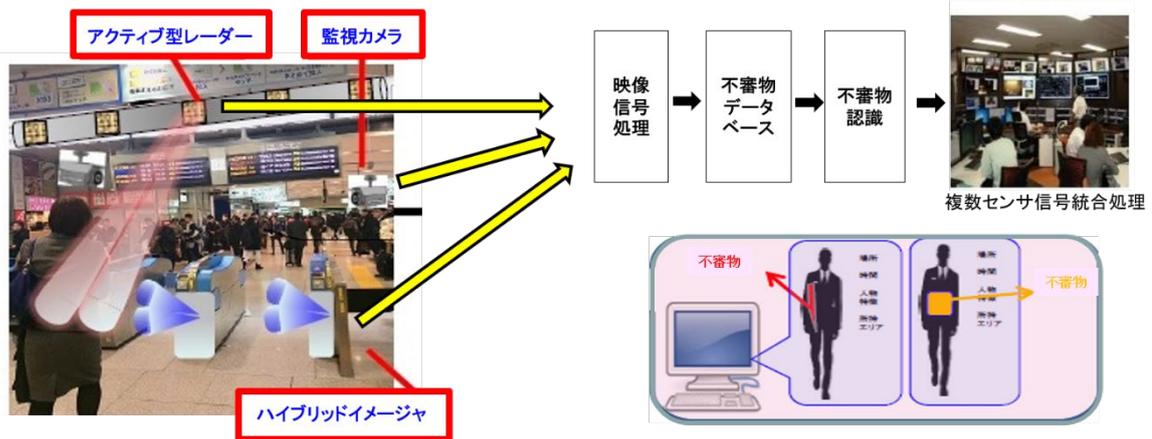
世界各国ではテロ等による脅威が拡散し、特にソフトターゲット<sup>3</sup>を標的としたテロが増加しており、セキュリティ確保は重要な課題となっている。現在、空港の保安検査では、金属探知機検査やX線による手荷物検査、諸外国ではミリ波帯を利用した禁制物検査等が実施されているが数十センチの距離まで近づく必要があり、保安区域外では人が隠し持った危険物（銃や爆弾、刃物等）を把握することができず課題となっている。

本研究開発では、隠し持った危険物を可視化する不審物認識システムの実現に向け、W帯（75～110GHz帯）の比較的高い周波数帯を利用し、15m離れた対象物の検知を可能とするレーダー及び5m離れた対象物の可視化を可能とするイメージャを開発する。また、レーダー及びイメージャにより得られた情報を統合し、機械学習により危険物を高精度に判別するシステムの基盤技術について研究開発を行う。本研究開発により未利用周波数帯での電波の有効利用が見込まれる。

<sup>1</sup> 新案件名「セキュリティ強化に向けた移動物体高度認識レーダー基盤技術の研究開発」。平成31年度当初予算で開始し、令和2年度に研究開発を継続する際に名称を変更したもの。

<sup>2</sup> 公共上の事務等のうち、その特性に照らし、一定の自主性及び自律性を発揮しつつ、中長期的な視点に立って執行することが求められる科学技術に関する試験、研究又は開発に係るものを主要な業務として国が中長期的な期間について定める業務運営に関する目標を達成するための計画に基づき行うことにより、我が国における科学技術の水準の向上を通じた国民経済の健全な発展その他の公益に資するため研究開発の最大限の成果を確保することを目的とする独立行政法人

<sup>3</sup> テロ攻撃に対して比較的脆弱とみられる施設等のこと。不特定多数の人が集まりやすい駅や空港ロビー等が一例として挙げられる。



技術の種類	技術の概要
<p>超高感度干渉積分方式を用いたW帯センシング・イメージング技術</p>	<p>W帯電波の透過・反射特性を利用し、公共スペースを移動する人が所持する不可視な不審物を離れた場所から検知できるセンシング・イメージング技術(アクティブ型イメージング技術<sup>4</sup>及びパッシブ型イメージング技術<sup>5</sup>を併用したハイブリッド型イメージング技術並びにアクティブ型レーダー技術<sup>6</sup>)の研究開発を実施。</p> <p>また、可搬型での運用に向けたアクティブ型レーダーの小型化端末用アンテナ等の研究開発及びW帯電波による物体検知距離延伸のためのレンズ及び光電界センサの開発を実施。</p>
<p>各センシング・イメージング技術を統合したセンサーフュージョン技術</p>	<p>ハイブリッド型イメージング技術で得られるイメージは、可視光線で得られるイメージ(カメラ画像等)に比べ、著しく解像度が低く、雑音による劣化もあるため、画像処理のための映像信号処理技術、不審物を検知するための認識技術、不審物の検知精度を上げるための機械学習用データベース技術を利用し、衣服の内側等に隠し持った不審物を高精度に認識するための研究開発を実施。</p> <p>また、センシング・イメージング技術の研究成果を、可視光による監視カメラ等の既存のセキュリティシステムに統合し、ネットワーク上でシステムとして動作するように最適化を行い、移動する不審者が隠し持つ危険物を判別するための「不審モノ(物・者)ネットワークシステム」としての有効性を実証。</p>

<sup>4</sup> 対象物に対して電波を発射し、反射する電波を面で受信することにより、対象物を透過せず反射した電波の強度から対象物の形状を可視化する技術

<sup>5</sup> 物体が放射する電磁波(熱放射)を面で受信することにより、受信する電磁波の強度から対象物の形状を可視化する技術

<sup>6</sup> 電波を発射し、対象物に当たって反射する電波を受信することにより、受信する電波の強度や到達時間差等から対象物の距離と方位を検知する技術

・スケジュール

技術の種類	令和元年度	令和2年度	令和3年度
超高感度干渉積分方式を用いたW帯センシング・イメージング技術		パッシブイメージャの設計・試作	評価・改良
		アクティブイメージャの設計・試作	評価・改良
		ハイブリッドイメージャの設計・試作	評価・改良
		小型アクティブレーダーの設計・試作	評価・改良
		W帯用レンズ・光電界センサの設計・試作	評価・改良
各センシング・イメージング技術を統合したセンサーフュージョン技術	センシング・イメージングデータ解析	機械学習用サンプルデータ制作・学習	センシング・イメージング実データの学習
	不審モノネットワークシステムの開発	システムの評価・改良	システムの構築
		実用化・標準化に向けた調査	
		統合化試験準備	統合化試験・評価

(2) 達成目標

不特定多数の人が集まり警備が比較的緩やかな地下鉄や空港ロビー等のソフトターゲットを標的としたテロ等に対するセキュリティ対策を強化するため、15m程度離れた対象物を測定可能なW帯レーダー及び5m程度離れた対象物を測定可能なイメージャを開発し、更にこれらが得たセンシング・イメージング情報を統合し、高度な認識技術を活用することで、不審者が隠し持った危険物を認識精度50%以上で認識するシステムの基盤技術を確立する。

○関連する主要な政策

政策13「電波利用料財源による電波監視等の実施」

○電波政策2020懇談会報告書(平成28年7月)

第3章 制度見直しの方向性

1. 電波利用料の見直しに関する基本方針

(2) 電波利用共益事務の在り方

②次期における電波利用料の使途

(オ) 電波資源拡大のための研究開発、周波数ひっ迫対策のための技術試験事務

d) ミリ波・テラヘルツ分野

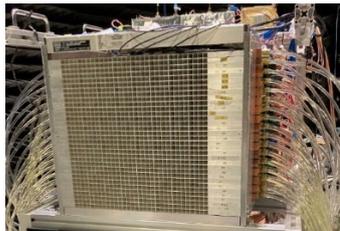
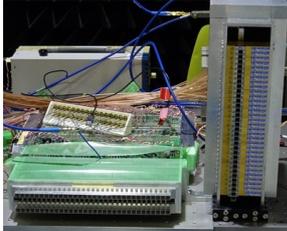
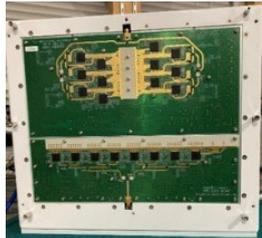
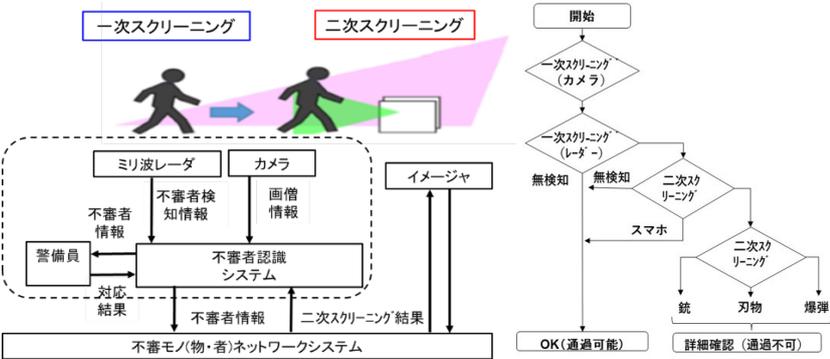
ミリ波帯を利用した大容量通信システムや高精度レーダーの開発、100GHz 超の電波を利用するための基盤技術の開発及び試験を実施する。

(3) 目標の達成状況

3年間の研究開発を通じて、W帯の周波数を用いたハイブリッドイメージャ、小型アクティブレーダー等を開発し、目標を達成した。また、これらにより得られたセンシング・イメージング情報を統合し、不審者の認識及び不審者が持つ不審物の認識を2段階で判定を行うシステムの実証を行い、それぞれ目標を達成した。

これらの成果は、比較的無線技術の利用が進んでいない高周波数帯の利用の促進に資するものである。

具体的な主要結果は以下のとおり。

技術の種類	目標の達成状況
<p>超高感度干渉積分方式を用いたW帯センシング・イメージング技術</p>	<p>アクティブ型イメージング技術とパッシブ型イメージング技術を組み合わせたハイブリッド型イメージング技術について、その原理検証を行い、5m離れた場所にある対象物のイメージの取得に成功した。アクティブ型イメージング技術については2つの周波数を用いることで3次元のイメージを取得する方法を開発した。</p> <p>また、最大検知距離16mの範囲で不審物の疑いのある物体を検知可能なアクティブ型レーダーについて、持ち運びが可能となるように小型のレーダーを開発した。</p> <p>さらに、ミリ波レーダー・イメージャの検知距離を延伸するためのミリ波用レンズ・光電界センサを開発した。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div> <p>図1 ハイブリッドイメージャ      図2 2周波イメージャ      図3 アクティブ型レーダー</p>
<p>各センシング・イメージング技術を統合したセンサーフェュージョン技術</p>	<p>開発したイメージャで得られるイメージを、映像信号処理により雑音を除去する技術を開発した。また、複数のイメージを機械学習することにより、得られたイメージから不審物を高精度に認識する実証を行った。</p> <p>また、開発したハイブリッド型イメージャ、アクティブ型レーダーで得られる情報に加え監視カメラの映像を統合し、不審者・不審物の検知を段階的に行う「不審モノ(物・者)ネットワークシステム」を開発し、不審者・不審物を検知することが可能であることを実証した。認識精度については、不審者の平均適合率は75.8%、不審物の平均適合率は66.1%を達成した。</p> <p>今後は2024年にシステムの実用化に向けた実証を実施予定。</p> <div style="text-align: center;">  <p>図4 不審モノ(物・者)ネットワークシステムの概要</p> </div>

### 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4年7月1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から、合計4件の論文発表及び合計35件の口頭発表に加え、合計3件の特許出願（監視方法及び監視装置に関する特許など）を行った。また、IEC TC103<sup>7</sup>において短距離レーダーに関する新規プロジェクトの設立に関与し、本研究開発成果の国際標準化を推進している。

以上より、本研究開発は数多くの成果を上げており、その必要性、有効性等が認められた。

主な指標	令和元年度	令和2年度	令和3年度	合計
査読付き誌上発表論文数	0件（0件）	3件（2件）	1件（1件）	4件（3件）
査読付き口頭発表論文数 （印刷物を含む）	1件（1件）	9件（9件）	6件（6件）	16件（16件）
その他の誌上発表数	1件（0件）	2件（0件）	0件（0件）	3件（0件）
口頭発表数	11件（1件）	12件（0件）	12件（5件）	35件（6件）
特許出願数	1件（0件）	2件（0件）	0件（0件）	3件（0件）
特許取得数	0件（0件）	0件（0件）	0件（0件）	0件（0件）
国際標準提案数	0件（0件）	1件（1件）	1件（1件）	2件（2件）
国際標準獲得数	0件（0件）	0件（0件）	0件（0件）	0件（0件）
受賞数	0件（0件）	1件（1件）	0件（0件）	1件（1件）
報道発表数	1件（0件）	0件（0件）	1件（0件）	2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：「査読付き誌上発表論文数」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

<sup>7</sup> IEC TC103：IEC（国際電気標準会議）は電気及び電子技術分野の国際標準化活動を行っており、TC103はIEC内の技術委員会（Technical Committee）の1つであり、無線通信用送信装置の標準化を行っている。

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>現在、空港の保安検査では、金属探知機検査や X 線による手荷物検査、諸外国ではミリ波帯を利用した禁制品検査等が実施されているが数十センチの距離まで近づく必要があり、保安区域外では人が隠し持った危険物（銃や爆弾、刃物等）を把握することができず課題となっている。</p> <p>この課題を解決するため、本研究開発は、数メートル離れた対象の隠し持った危険物を認識することができるレーダー・イメージャ技術及び当該レーダー・イメージャから得られる情報と監視カメラから得られる情報を統合し、不審者の早期発見のためのシステムを開発するものである。</p> <p>よって、本研究開発の成果は、ソフトターゲットを対象としたテロ攻撃等の脅威に対する未然防止に関する技術であり、公共安全の向上に資するものであり、必要性が認められる。</p> <p>また、本研究開発の成果は比較的無線技術の利用が進んでいない高周波数帯の利用の促進に資するものである。</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>本研究開発の実施体制にあたっては、ミリ波帯レーダーに関する専門的知識や研究開発遂行能力を有する企業、研究開発期間等の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実施されている。</p> <p>また、研究開発の実施期間中も、無線システム、航空保安対策の専門家等で構成される外部有識者と受託者による研究開発運営委員会や、外部有識者による継続評価において、研究進捗や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>経費執行の効率性については、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後における、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>アクティブ型イメージング技術及びパッシブ型イメージング技術を組み合わせたハイブリッド型イメージング技術について、その原理検証を行い、イメージの取得に成功した。また、小型アクティブ型レーダー、ミリ波用レンズ・光電解センサを開発した。さらに、これらのセンシング・イメージング技術と監視カメラ映像を組み合わせて、不審者・不審物を高精度に検知するシステムを開発した。</p> <p>これらの研究開発成果が実用化に至れば、不審者・不審物の早期発見に寄与し、公共安全の向上に資することが期待される。</p> <p>また、本研究開発は、無線システム、航空保安対策の専門家等で構成される外部有識者と受託者による研究開発運営委員会を通じて、実用化を前提として研究開発を推進していた。</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>本研究開発の成果が社会実装された場合、不特定多数の人が集まる駅舎や空港ロビー等におけるテロ活動等から国民の命や財産を守ることにつながることから、広く国民の利益につながるものである。</p> <p>また、比較的使用率の低い高周波数帯の活用に大きく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。</p> <p>支出先の選定にあたっては、実施希望者の公募を広く行い、研究提案について外部専門家から構成される評価会において最も優れた提案を採択する方式により、競争性を担保した。</p> <p>本研究開発の実施にあたっては、開示する基本計画<sup>8</sup>に基づき広く提案公募を行う、提案者と利害関係を有しない複数の有識者により審査・選定した。</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>本研究開発の成果は、ソフトターゲットを対象としたテロ活動等の脅威を未然に防止するための技術であり、公共安全の向上に資するものであることから、優先的に取り組むことが適切である。</p> <p>また、本研究開発は、より高い周波数の利用技術を確立するものであり、周波数逼迫対策にも資することから、優先的に実施していく必要がある。</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>

<sup>8</sup> 基本計画とは、研究開発課題の提案の公募に先立ち、研究開発内容・技術課題・到達目標など研究開発を実施する上での基本的な計画を記載したものの。

## 5 政策評価の結果（総合評価）

本研究開発は、不特定多数の人が集まり警備が比較的緩やかな地下鉄や空港ロビー等のソフトターゲットを標的としたテロに対するセキュリティ対策を強化するため、15m 離れた対象物を測定可能な W 帯レーダー及び 5m 程度離れた対象物を測定可能なイメージャを開発し、更にこれらが得たセンシング・イメージング情報を統合し、高度な認識技術を活用することで、人が隠し持った危険物を認識するシステムの基盤技術を確立することを目的として研究開発を実施したものである。

本研究開発において、超高感度干渉積分方式を用いた W 帯センシング・イメージング技術、各センシング・イメージング技術を統合したセンサーフュージョン技術を開発し、原理確認のためのシミュレーション及び実環境における実証実験を実施し、目標の達成を確認した。

また、論文・口頭発表、特許出願や国際標準化に向けた活動など、実用化に向けた検討もあわせて実施されている。

以上より、本研究開発は有効性、効率性等があると認められた。

### <今後の課題及び取組の方向性>

今後は、本研究開発で確立した技術を新たな無線システムとして実用化するため、引き続き、各事業者において、更なる技術開発を進めていくとともに、継続して国際標準化活動を推進していく。また、同周波数帯を使用する他の無線システム等との共用に係る検討を進めるなど、国内外における実用化に向けた積極的な取り組みを推進していく。

## 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 4 年 7 月 1 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。

- W 帯を使用したセンシング・イメージング技術として、検知距離 2～5m を目標に人が所持する不審物を衣服の上からイメージング画像を取得するイメージャ及び、検知距離 15m を目標に人の位置及び不審物からの反射特性情報を取得するレーダーシステムから構成された数センチ程度の解像度を持つ WUO イメージャを開発し、検知距離 5m を目標に不審物の対象を金属系刃物と想定した上で、可搬・携帯可能なサイズで数キロ程度の重量まで小型化した。また、WUO イメージャを用いた金属系刃物の映像収集や当該映像情報の雑音除去・解像度改善のための信号処理技術の開発、金属系刃物を判別するための不審物認識データベースの構築、物体検出アルゴリズムの開発を行い、歩いている人が金属系刃物を隠し持っている場合に認識率 50%以上で金属系刃物と認識し、不審者の映像情報と不審物の映像情報の紐付けを行う不審物ネットワークの開発を行い、到達目標を達成した。計画通り研究開発がなされており、予算は効率的に使用されたと思われる。W 帯を利用したイメージング・認識技術および機器の海外展開可能サービス／潜在需要を調査し、認証手順、空港での問題点、新たな動向について整理し、危険物の特定のために、これらの特性データベースの蓄積を行うこと、装置を認証することを役割とする公的機関が市場獲得に必要な結論を得た。また、セキュリティ検査用レーダーシステムの周波数利用を他のシステムと共用するための技術基準を策定するため、国際電気連合にて、規格化活動を実施した。以上、総合的に見て有益であったと思われる。
- 公共スペースのセキュリティ対策を強化するため、W 帯における複数の周波数帯でのセンシング・イメージング技術を開発し、人が隠し持った不審物を認識するシステムの基盤技術を確立するとともに、レーダー技術を W 帯に適用することで高い周波数帯の利用を促進し、電波の有効利用を図ることを目的とした研究開発である。本研究開発の成果を実用化することにより、W 帯にレーダー技術を適用することで高い周波数帯の利用を促進し、公共スペースのセキュリティ対策を強化することができることから有益であったと判断する。
- 本研究開発は、公共スペースのセキュリティ対策として、W 帯を活用した物体認識レーダー基盤技術をセンシングイメージング技術とセンサーイメージング技術に大別し、各々について、設計、実装、評価を行い、概ね当初の目標を達成しているものと判断できる。W 帯を利用する物体認識レーダーに関連する基盤要素技術の性能を実証レベルで確認できた点は評価できるが、認識率向

上といった最終目標に対する適用技術の適切性については、継続的な検討を期待したい。また、今後の実用化へ向けては、性能やコストの観点も含めた本研究開発成果の優位性の明確化も重要と思われる。総じて、本研究開発は、物体認識レーダーの W 帯への適用可能性を検証した成果として有益なもの判断される。

## 7 評価に使用した資料等

- 電波政策 2020 懇談会 報告書  
[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000430220.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000430220.pdf)
- 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>
- 令和元年度 電波利用料による研究開発 基本計画書（本案件の基本計画書は P29～35）  
[https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/fees/purpose/pdf/190128\\_keikakusho.pdf](https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/fees/purpose/pdf/190128_keikakusho.pdf)