

# 平成 28 年度事後事業評価書

政策所管部局課室名：総合通信基盤局電波部基幹・衛星移動通信課  
評価年月：平成 28 年 8 月

## 1 政策（研究開発名称）

無人航空機を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの連携及び共用技術の研究開発

## 2 研究開発の概要等

### （1）研究開発の概要

#### ・実施期間

平成 25 年度～平成 27 年度（3 か年）

#### ・実施主体

国立研究開発法人

#### ・事業費

1,151 百万円

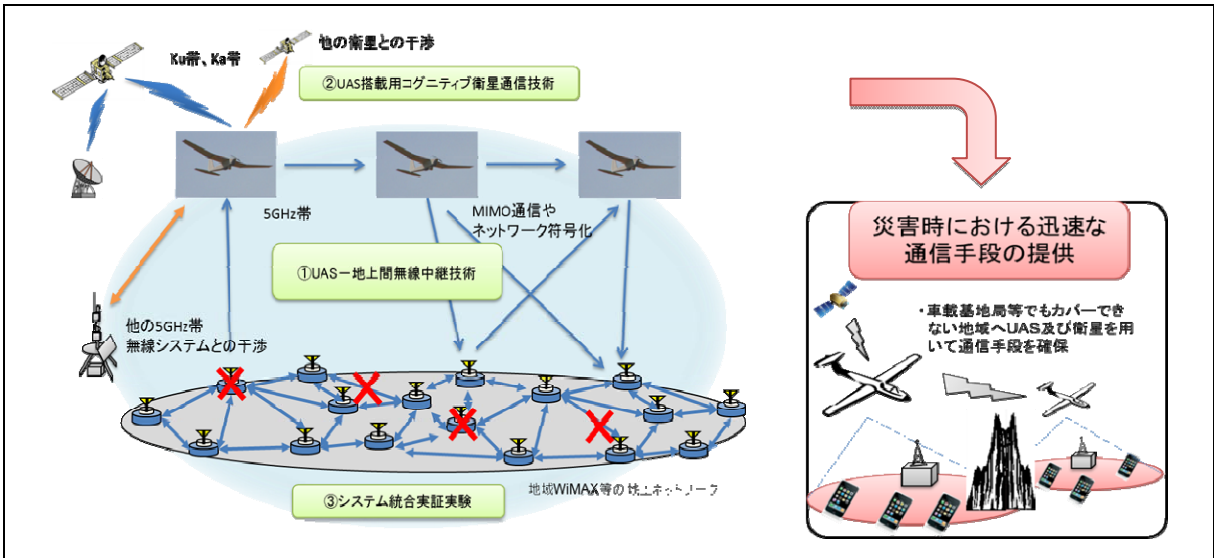
平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度	総 額
476 百万円	366 百万円	309 百万円	1,151 百万円

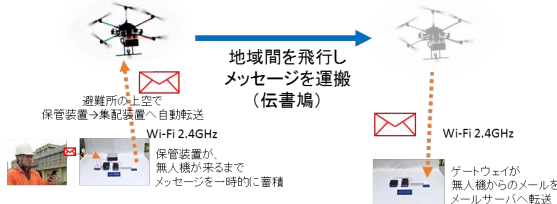
#### ・概 要

大規模災害時において通信インフラや道路インフラ等が壊滅的な被害を受けた場合の孤立地域との迅速なネットワークの確立、火山、火事、高放射線などの危険地域等でのデータ収集や通信確保、気象、測量等の観測を行う手段として、パイロットが搭乗する必要がなくプログラム通りに自律飛行することが可能な無人航空機システム（UAS）の利用が期待されている。

国際的にも、欧米を中心に活発的な研究開発が行われているだけでなく、2012 年の世界無線通信会議（WRC-12）において UAS で用いる周波数として 5 GHz 帯（5030MHz～5091MHz）の非ペイロード用通信（UAS の制御や状態のモニタのための通信）としての使用が合意され、2015 年の世界無線通信会議（WRC-15）では UAS を制御するために使用する衛星を活用した周波数帯（Ku/Ka 帯）について合意された。

しかしながら、5 GHz 帯や衛星通信用周波数帯（Ku/Ka 帯）は既にひっ迫しており、地上の無線アクセスシステムや航空無線航行システムとの共用が必要となっているほか、衛星とのリンクについても他の衛星回線との干渉を回避する必要がある。これらの課題を解決するため、5 GHz 帯における他の地上用無線業務との無線の利用環境に応じた周波数共用技術及び他の衛星通信との共用技術を開発するとともに、地上ネットワークと協調して高速かつ安定した通信を実現し、周波数の共同利用を促進する。



技術の種類	技術の概要
5 GHz 帯における UAS と他の地上用無線システムとの周波数共用技術	5 GHz 帯における UAS 間、UAS-地上間の伝搬データを取得し、大規模災害時等の通信網補完を想定した気象及び地形等の条件等、様々な環境での伝搬モデルを確立するとともに、同一あるいは隣接帯域を用いる他の既存業務との干渉・共用評価を行う。
Ku 帯及び Ka 帯における UAS と他の衛星通信との周波数共用技術	Ku 帯及び Ka 帯の衛星回線による UAS の制御、及び UAS の飛行状態や周辺環境に関する測定データ等の伝送のため、同じ帯域を用いる他の衛星や固定地球局への干渉を回避しつつ、UAS-衛星間通信を行うための技術を開発する。具体的には、UAS 搭載用の可変指向性アンテナ技術、及びキャリアセンシング*により送信電力やチャネルの制御を行う環境適応型通信技術を開発する。 ※ある周波数において電波（搬送波）が存在するかを判断・検知すること
複数 UAS を用いた対地上の高速かつ安定した中継技術	寸断されたネットワークの先に UAS を用いて高速かつ安定した通信を展開するための技術を開発する。具体的には、大きな遅延を許容し物理的にデータを保持して伝送する高度蓄積中継技術、及び複数の UAS 局を経由して遠くの範囲へ送り届ける複数ノード*リレー構成技術を開発する。また、複数の小型 UAS と複数の地上ノードを仮想的な MIMO（多入力・多出力）チャネルとして、これらの間の多数の経路にデータを分散して伝送することにより速度を十分に保ったまま安定に伝送する UAS 協調ネットワーク技術を開発する。 ※通信における、コンピュータや通信機器など、通信の主体となる個々の機器のこと  図：蓄積中継型通信のイメージ
UAS の利用環境に応じた高度周波数制御技術	地上の無線システムの周波数使用状況のスペクトルセンシング*による把握とその発射源の位置推定を行うとともに、UAS 側でその利用環境に応じて周波数や送信電力等を高度に制御する周波数制御技術を開発する。 ※ある周波数において特定の電波が存在するかを判断・検知すること

技術の種類	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度
5 GHz 帯における UAS と他の地上用無線システムとの周波数共用技術		周波数共用評価のための電波伝搬モデルの確立 他の地上用無線業務との周波数共用技術の開発	→
Ku 帯及び Ka 帯における UAS と他の衛星通信との周波数共用技術		UAS 搭載用の可変指向性アンテナ技術 及び環境適応型通信技術の開発	→
複数 UAS を用いた対地上の高速かつ安定した中継技術		耐遅延中継技術 及び地上・UAS 連携マルチリンク MIMO 符号化中継技術の開発	→
UAS の利用環境に応じた高度周波数制御技術		UAS 搭載スペクトラムセンシング技術、 地上発信源の位置推定技術、 及び UAS 無線システムの高度周波数制御技術の開	→

## (2) 達成目標

大規模災害等における孤立地域との高速かつ安定性の高いネットワーク確立及び観測等を実現するため、UAS を既存システムと周波数を共用しつつ他のネットワークと協調して迅速に展開できる技術を確認し、対象となる 5 GHz 帯、Ku 帯及び Ka 帯における UAS の運用に関する周波数共用技術を確認する。5 GHz 帯においては、他のシステムへの保護基準として、不要輻射制限 (-75dBW/MHz) を満たすとともに、Ku 帯及び Ka 帯においては固定衛星業務において規定されている PFD 許容値 (Ku 帯：-138dBW/4kHz・m<sup>2</sup>、Ka 帯：-105dBW/1MHz・m<sup>2</sup>) を満たすための共用技術を開発する。

### ○ 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」

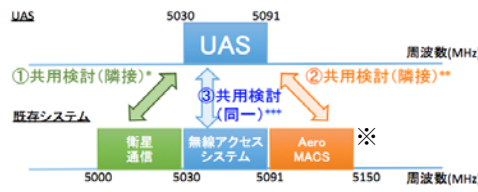
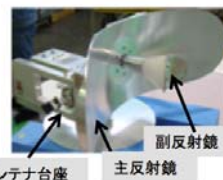
### ○ 閣議決定等の上位計画・全体計画等

- ・電波政策2020懇談会報告書 (平成28年7月)
- ・『日本再興戦略』改訂2016—未来への投資・生産性革命— (平成28年6月2日 閣議決定)
- ・ロボット新戦略 (平成27年1月 ロボット革命実現会議)
- ・グローバル時代におけるICT政策に関するタスクフォース国際競争力強化検討部会最終報告書 (平成22年12月)
- ・新成長戦略 (平成22年6月 閣議決定)
- ・電波政策懇談会報告書 (平成21年7月)

## (3) 目標の達成状況

3年間の研究開発を通じて、UAS を既存システムと周波数を共用しつつ他のネットワークと協調して迅速に展開できる技術として、以下の要素技術を確認した。このことにより、不要輻射制限や PFD 許容値を満たすアンテナ技術や電波環境に適応する通信技術を確認できたことから、5 GHz 帯、Ku 帯及び Ka 帯における UAS の運用に関する周波数共用技術を確認した。

また、伝送容量 5 Mbps 以上で 15 分以上の遅延を許容する高度蓄積型中継通信技術や、高い冗長性及び従来の通信方式の約 2 倍のスループット特性を達成する複数 UAS 協調ネットワーク構成を用いた MIMO 通信技術を確認し、他の無線システムと周波数共用しつつ、迅速に高速で安定した通信回線の展開が可能となったことにより、大規模災害等における孤立地域との高速かつ安定性の高いネットワーク確立及び観測等を実現した。

技術の種類	目標の達成状況
<p>5GHz 帯における UAS と他の地上用無線システムとの周波数共用技術</p>	<p>○ 5GHz 帯における UAS 間、UAS-地上間の様々な環境での伝搬データを取得し、伝搬モデルを確立したとともに、同一あるいは隣接帯域を用いる他の地上用無線業務との周波数共用技術を開発した。主な開発内容は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>計 5 種類の環境*における電波伝搬測定を実施し、地対空、空対空データを取得した。このデータを統計処理し、5GHz 帯における周波数共用評価に使用することができる統計モデルを構築した。 ※平坦不整地、平坦コンクリート地、山間地、市街地、海上</li> <li>同一あるいは隣接帯域を用いる既存の無線システムに対し、利用範囲またはアンテナの位置や方向等に関する共用条件を明らかにした上で、実飛行環境における干渉評価試験を実施し、他の地上システムからの影響を受けずに飛行が可能であることを検証した。</li> </ul>  <p>図：5GHz 帯による UAS 制御と同一あるいは隣接帯域を用いる既存の無線システム</p> <p>※AeroMACS：無線広域ネットワークの一種であるWiMAX技術をベースにした空港面用の高速・大容量通信システム</p>
<p>Ku 帯及び Ka 帯における UAS と他の衛星通信との周波数共用技術</p>	<p>○衛星回線による UAS の制御と同じ帯域を用いる他の衛星回線との共用のための可変指向性アンテナ技術及び環境適応型通信技術を開発した。主な開発内容は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>可変指向性アンテナ技術：機械駆動による UAS 搭載用小型追尾アンテナを開発し、実飛行環境において衛星の信号に対し 0.2° 以下の追尾精度を実現した。</li> </ul>  <p>重量：29kg 以下 高さ：26cm 以内</p> <p>図：開発した UAS 搭載用小型追尾アンテナ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>環境適応型通信技術：干渉回避のためのキャリアセンシングによる制御技術と可変指向性アンテナとを組み合わせ、ITU-R 等の基準や規定を反映した通信環境を設定した評価実験において、既存の衛星通信システムに対する制御機能を実現し、また、飛行実試験において 5Mbps の通信速度を実現した。</li> </ul>
<p>複数 UAS を用いた対地上の高速かつ安定した中継技術</p>	<p>○物理的なデータ保持のための高度蓄積中継型通信技術及び複数 UAS と複数の地上局による協調ネットワークの構築により高速かつ安定した無線中継を可能とする技術を開発した。主な開発内容は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>高度蓄積中継型通信技術：15 分以上の遅延を許容する 5Mbps 以上の高度蓄積中継型通信を可能とする小型 UAS に搭載可能なサーバを開発し、また、複数 UAS のノードリレーによるデータ中継技術を開発した。</li> <li>UAS 協調ネットワークの構築：複数の地上局及び複数の UAS から構成される仮想的な MIMO 空間における、従来の通信方式の約 2 倍のスループット特性を達成できるデータ分散伝送技術、故障ノード推定技術、及び UAS-地上間ハンドオーバー技術の開発により、高速かつ安定性の高い UAS の無線中継を可能とする技術を開発した。</li> </ul>

UAS の利用環境に応じた高度周波数制御技術	<p>○対象となる 5 GHz 帯の隣接周波数を利用する他のシステムの検出技術を開発し、他のチャンネルに対する不要輻射制限を満たしつつ空きチャンネルを利用して通信する技術を開発した。主な開発内容は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ AeroMACS の信号を UAS 旋回中心から 1 km 内で 90%以上の確率で検出し、旋回半径から 800m 離れた AeroMACS 局の位置を約 74m 程度の誤差で推定する技術を開発した。</li> <li>・ 推定された離隔距離から許容干渉レベルを算出し、通信用チャンネルと出力を決定し、他のチャンネルに対する不要輻射制限を満たしつつ信号を送信する技術を開発した。</li> </ul>
------------------------	---

### 3 政策効果の把握の手法及び政策評価の観点・分析等

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。

上述の観点に基づき、「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」（平成 28 年 6 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。

#### ○研究開発による特許・論文・研究発表・国際標準の実績

研究開発による特許・論文・研究発表・国際標準の実績は下表のとおりであり、研究開発のみならずその成果の国内外への展開に向けた論文発表や ITU、APT や ICAO といった国際標準化機関への提案等の活動も積極的に行い、APT Wireless Group 第 17 会合（AWG-17）においては本研究開発の成果の一つである UAS-地上間ハンドオーバー技術に関する内容を APT 報告書に反映させるなど国際標準も獲得していることから、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 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年	合計
査読付き誌上発表論文数	4 件 ( 4 件)	4 件 ( 4 件)	1 件 ( 1 件)	9 件 ( 9 件)
査読付き口頭発表論文数 (印刷物を含む)	9 件 ( 9 件)	10 件 ( 9 件)	6 件 ( 6 件)	25 件 ( 24 件)
その他の誌上発表数	0 件 ( 0 件)	1 件 ( 1 件)	2 件 ( 0 件)	3 件 ( 1 件)
口頭発表数	19 件 ( 0 件)	25 件 ( 4 件)	24 件 ( 4 件)	68 件 ( 8 件)
特許出願数	4 件 ( 0 件)	3 件 ( 0 件)	2 件 ( 0 件)	9 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	5 件 ( 5 件)	2 件 ( 2 件)	3 件 ( 3 件)	10 件 ( 10 件)
国際標準獲得数	0 件 ( 0 件)	1 件 ( 1 件)	0 件 ( 0 件)	1 件 ( 1 件)
受賞数	2 件 ( 2 件)	2 件 ( 2 件)	1 件 ( 0 件)	5 件 ( 4 件)
報道発表数	3 件 ( 0 件)	1 件 ( 0 件)	1 件 ( 0 件)	5 件 ( 0 件)
報道掲載数	10 件 ( 0 件)	4 件 ( 0 件)	2 件 ( 0 件)	16 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>「電波政策懇談会報告書」において、災害に強い国づくりを目的に、災害による被害の発生を防止、軽減するために電波利用システムをアプリケーションとして活用していくことが挙げられているとともに、大規模災害時における通信インフラや道路インフラ等が壊滅的な被害を受けた場合の孤立地域との迅速なネットワークの確立、火山、火事、高放射線などの危険地域等でのデータ収集や通信確保、気象、測量等の観測を行う手段として、パイロットが搭乗する必要がなくプログラム通りに自律飛行することが可能なUASの利用が期待されている。しかしながら、UASで利用される5GHz帯や衛星通信用周波数帯（Ku/Ka帯）は既にひっ迫しており、他の無線システムとの周波数共用技術等の開発が必要であるとともに、大規模災害時等における高速かつ安定性の高いネットワーク確立及び観測等を実現する技術を開発する必要がある。</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、外部の有識者、本技術のユーザーとなり得る官公庁、民間会社及び民間団体を含んだ「無人航空機を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの連携及び共用技術の研究開発運営委員会」及び「無人航空機システムの利用技術に関する関係機関連絡会」を設置し、研究開発全体の方針や進め方、成果の取りまとめ方等について指導を受けるなど、外部専門家の専門知識や省庁等からの意見等を活用し、より効率的な研究開発を実施した。</p> <p>また、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>本研究開発の実施により、UASを既存システムと周波数を共用しつつ他のネットワークと協調して迅速に展開できる技術として、不要輻射制限やPFD許容値を満たすアンテナ技術や電波環境に適応する通信技術が確立できたことから、5GHz帯、Ku帯及びKa帯におけるUASの運用に関する周波数共用技術が確立され、伝送容量5Mbps以上で15分以上の遅延を許容する高度蓄積型中継通信技術や、高い冗長性及び従来の通信方式の約2倍のスループット特性を達成する複数UAS協調ネットワーク構成を用いたMIMO通信技術が確立されたことで、他の無線システムと周波数共用しつつ、迅速に高速で安定した通信回線の展開が可能となったことにより、大規模災害等における孤立地域との高速かつ安定性の高いネットワーク確立及び観測等が可能になった。</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>本研究開発は、既にひっ迫している5GHz帯、Ku帯及びKa帯の共用技術を研究開発したものであり、周波数の有効利用の一層の向上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受益となる。</p> <p>また、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>大規模災害時において通信インフラや道路インフラ等が壊滅的な被害を受けた場合の孤立地域との迅速なネットワークの確立を、展開が容易で迅速な対応が可能なUASにより行うことは、世界的な地震国であるとともに、自然的条件から自然災害が発生しやすい我が国において非常に重要であることから、本研究開発は、国民の安全・安心の確保に向けて、早期に実施すべきものである。</p> <p>また、「新たな情報通信技術戦略」等において、我が国の持続的成長のために、我が国が強みとする技術分野の研究開発及び国際標準化等の国際展開を推進していくとされており、また、「電波政策懇談会報告書」において、災害に強い国づくりを目的に、災害による被害の発生を防止、軽減するために電</p>

	波利用システムをアプリケーションとして活用していくことが挙げられていることから、移動体通信における高度な周波数有効利用技術を確立するとともに、大規模災害等における孤立地域の発生を軽減する本研究開発は優先的に実施する必要性が認められる。 よって、本研究開発には、優先性があったと認められる。
--	---

#### 4 政策評価の結果（総合評価）

本研究開発により、UAS を既存システムと周波数を共用しつつ他のネットワークと協調して迅速に展開できる技術として、不要輻射制限や PFD 許容値を満たすアンテナ技術や電波環境に適応する通信技術を確立できたことから、既にひっ迫している 5 GHz 帯、Ku 帯及び Ka 帯における UAS の運用に関する周波数共用技術が確立され、大容量で耐遅延性の高い高度蓄積型中継通信技術や高い冗長性及び高速通信を達成する複数 UAS 協調ネットワーク構成を用いた MIMO 通信技術が確立されたことで、他の無線システムと周波数共用しつつ、迅速に高速で安定した通信回線の展開が可能となり、大規模災害等における孤立地域との高速かつ安定性の高いネットワーク確立及び観測等が実現されており、目標を達成できた。

また、特許出願や標準化に向けた活動なども着実に実施されるなど、目標を達成できている。これらのことから、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>

本研究開発によって開発された無線中継技術は、今後、アジアや東南アジア等、災害や環境破壊のリスクが高い地域におけるニーズが高まることも考えられ、将来の市場として有望であるため、アジア太平洋地域における UAS の利用を促進させ、その有効性および関連する技術を報告書にまとめ、日本を含む APT 加盟国の意見として ITU や ICAO へ情報提供を実施する。また、UAS の日本での利用を有利に進めるとともに、将来的には海外展開を図り国際競争力を高めることを目標とし、得られた成果を AWG や ICAO、関連会合へ技術情報として提供し国際的な議論へ参加することにより、UAS における周波数の効率的な利用と国際競争力強化に向けた貢献を図る。

#### 5 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」（平成 28 年 6 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。

- ・総合的に妥当な成果が得られている。
- ・遅延を許容した蓄積型中継技術の具体的な提案など、有益な成果が得られていると考えられる。
- ・災害時の通信確保のみならず、人の立ち入ることが困難なエリアにおける地域の観測等への応用は非常に価値のあるものであると判断できる。また、実運用を考慮した周辺環境による遮蔽や他システムからの干渉への対策という観点からも、本成果は有益であったと判断できる。
- ・大規模災害に特化した無人航空機の課題を綿密に抽出し、これを解決する方法を編み出している。また今後の災害以外へのドローン応用など時期的にもタイムリーな研究成果が得られ、総合的に見て有意義であった。

#### 6 評価に使用した資料等

- 電波政策2020懇談会報告書（平成28年7月）  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/kenkyu/denpa\\_2020/02kiban09\\_03000328.html](http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/denpa_2020/02kiban09_03000328.html)
- 『日本再興戦略』改訂2016—未来への投資・生産性革命—（平成28年6月2日 閣議決定）  
[http://www.kantei.go.jp/jp/headline/seicho\\_senryaku2013.html#c21](http://www.kantei.go.jp/jp/headline/seicho_senryaku2013.html#c21)
- ロボット新戦略（平成27年1月 ロボット革命実現会議）  
<http://www.meti.go.jp/press/2014/01/20150123004/20150123004b.pdf>

- 電波資源拡大のための研究開発の実施  
<http://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/fees/purpose/kenkyu/index.htm>
- 電波政策懇談会報告書（平成21年7月）  
[http://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/02kiban09\\_090713\\_1.html](http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/02kiban09_090713_1.html)
- グローバル時代におけるICT政策に関するタスクフォース国際競争力強化検討部会最終報告書（平成22年12月）  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/kenkyu/global\\_ict/38282.html](http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/global_ict/38282.html)
- 新成長戦略（閣議決定 平成22年6月）  
<http://www.kantei.go.jp/jp/sinseichousenryaku/sinseichou01.pdf>
- 「新たな情報通信技術戦略」（平成22年5月 IT戦略本部）  
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/100511honbun.pdf>
- 「新たな情報通信技術戦略 工程表」（平成22年6月 IT戦略本部）  
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/100622.pdf>