

# 平成 28 年度事前事業評価書

政策所管部局課室名：情報通信国際戦略局 技術政策課・研究推進室・通信規格課  
総合通信基盤局 電気通信技術システム課・移動通信課  
評価年月：平成 28 年 8 月

## 1 政策（研究開発名称）

IoT 機器増大に対応した有無線最適制御型電波有効利用基盤技術の研究開発

## 2 達成目標等

### （1）達成目標

多種多様な規格かつ莫大な数（2020 年には 500 億台以上と推測）の IoT 機器からなる無線ネットワークにおいて、様々な事業者による柔軟な IoT サービス提供を可能とするため、センサーネットワークのアプリケーションの特徴に基づく空間的・時間的に格段に緻密な電波利用を実現する有線・無線ネットワーク統合制御技術を確立する。

この技術により、センサーネットワークの周波数利用効率を実効的に従来比 3 倍以上、かつ、センサーネットワークを収容する移動通信システムの周波数利用効率を実効的に従来比 3 倍以上達成することで、IoT サービス要件に合わせた有線・無線区間の最適制御を行い、周波数の有効利用の一層の向上に資する。また、国際標準を獲得することで、我が国の国際競争力の向上に寄与する。

### （2）事後評価の予定時期

平成 33 年度に事後事業評価を行う予定。

## 3 研究開発の概要等

### （1）研究開発の概要

#### ・実施期間

平成 29 年度～平成 32 年度（4 か年）

#### ・想定している実施主体

民間企業、大学、国立研究開発法人等

#### ・概要

本研究開発は、多種多様な規格かつ莫大な数の IoT 機器からなる無線ネットワークにおいて、様々な事業者による柔軟な IoT サービス提供を可能とするため、空間的・時間的に格段に緻密な電波利用を実現する有線・無線ネットワーク統合制御技術を確立する。これにより、サービス要件に合わせた有線・無線区間の最適制御を行い、周波数の有効利用の一層の向上を図る。

空間的・時間的に格段に緻密な電波利用を実現する有線・無線ネットワーク統合制御技術として、下記の 3 技術の開発を行い、さらに開発したテストベッド環境により各技術の実証を実施する。

#### ①多数の IoT サービスを収容する有無線ネットワーク仮想化の自動制御技術

従来の管理者の手動によるシステム構成変更ではなく、IoT サービスの多様化に伴って煩雑となる品質・運用状況を把握し、有無線ネットワークシステムをデータ分析等の手段により状況に応じて仮想化し、自動制御するためのアルゴリズムの強化を図る技術

#### ②多様な IoT サービスに適応する低遅延有無線プラットフォーム技術

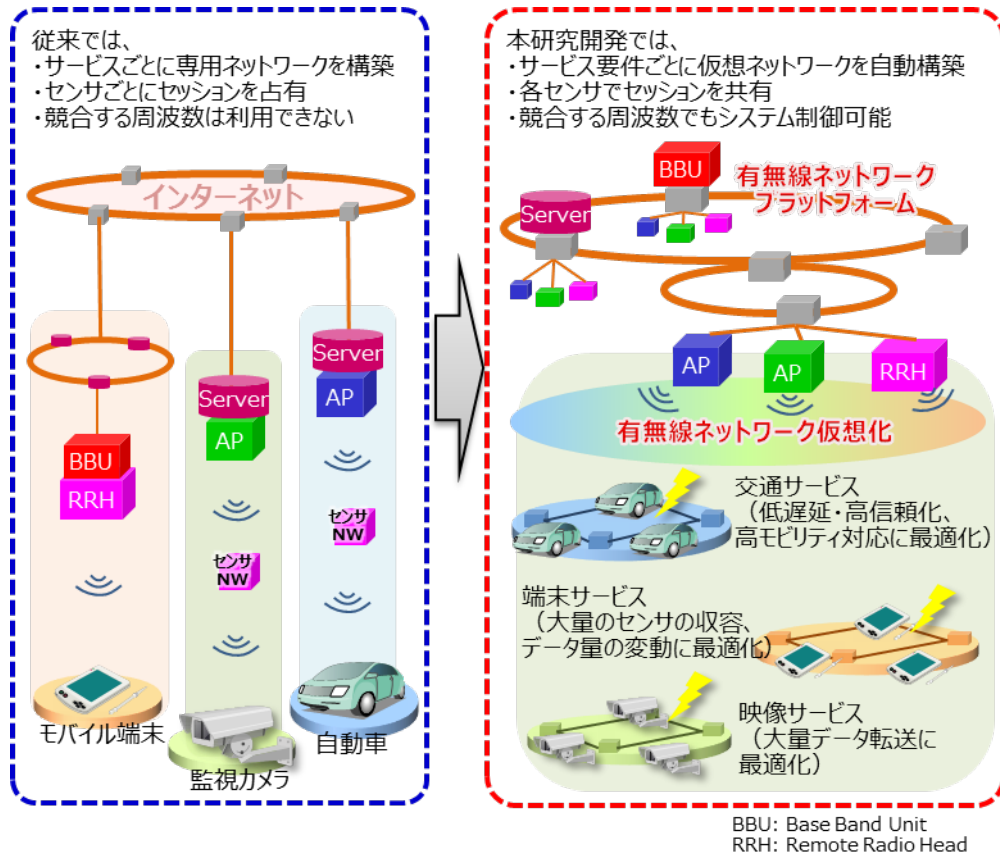
同一システム・周波数で多種多様な IoT サービスを提供するため、サービスごとに異なる遅延等の要件に対応した有無線ネットワークのアーキテクチャを最適化することで、効率的な有無線統合を行い、低遅延な通信を実現するための技術

③実環境評価を併用する有無線エミュレーション<sup>1</sup>/シミュレーション技術

多種多様な IoT サービスに対応した迅速な開発サイクルを支援しつつ、無線周波数の有効利用につなげるため、実環境に設置した無線端末群によって得られた伝送特性を検証しながら蓄積・再生する技術

また、本研究開発で開発する有線・無線ネットワーク統合制御技術に関しては、ITU 等の国際標準化機関に有線・無線を考慮した標準化活動が広がりつつある。これらの動向を把握しつつ、我が国から先手をとって積極的に提案し、国際標準を獲得することで、我が国の国際競争力の向上に資する。

・研究開発概要図



・事業費(予定)

約 36.0 億円 (うち、平成 29 年度概算要求額 9.0 億円)

(2) 研究開発の必要性及び背景

本格的な IoT 社会の到来により、多種多様な規格かつ膨大な機器がネットワークに繋がることとなり、2003 年に 5 億台だったネットワークに接続される機器数は、2020 年には 500 億台まで増大すると予測されており、様々な事業者による柔軟なサービス提供を可能とすることが必要となっている。また、モバイルネットワークについても、多種多様な IoT サービスの要求を実現するために Small Cell<sup>2</sup> が急増し、基地局とアンテナの接続は、これまでの光ファイバの Point-to-Point 接続<sup>3</sup>では非効率なネットワークとなる。また、膨大な数の Small Cell と既存の様々な無線通信が混在し、IoT 機器が使用する ISM 帯を中心に、ミリ波帯、4G、5G で使用される周波数がひっ迫する。

また、今後は IoT の進展によるサービスの多様化に伴い、低遅延・大容量・多数同時接続等のサービスの要求条件に応じてサブキャリア<sup>4</sup>やタイムスロット<sup>5</sup>等を柔軟に割り当てる無線技術が進

1 ある装置やソフトウェア、システムの挙動を別のソフトウェアなどによって模倣し、代替として動作させること。

2 携帯電話の基地局の種類の一つで、通常の基地局を補完するために用いられる小出力でカバー範囲の狭い基地局。

3 2 点間を接続してデータ通信を行うための通信プロトコル。

4 データ伝送を周波数軸方向に分割する単位。

展しつつあり、有線・無線ネットワークトポロジー<sup>6</sup>の複雑化が見込まれている。これまでの研究開発（ネットワーク仮想化技術の研究開発等）により、ネットワークの構築や制御を柔軟に行う仮想化技術の確立に取り組んできたところであり、本研究開発では、こうした技術を活用するとともに、サービスの要求条件に応じて変化する有線・無線ネットワークトポロジーを最適化するために必要な要素技術を確立することで、マルチドメイン・マルチサービス環境<sup>7</sup>における IoT トータルシステムとして効率的に周波数を利用できるようにし、周波数のひっ迫状況を解消することが求められている。

これらの課題を解決するため、センサーネットワークのアプリケーションの特徴に基づく空間的・時間的に格段に緻密な電波利用を実現する有線・無線ネットワーク統合制御技術の確立が求められている。

### (3) 関連する政策、上位計画・全体計画等

- 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

上位計画・全体計画等	年月	記載内容（抜粋）
世界最先端 IT 国家創造宣言	平成28年 5月20日 閣議決定	<p>II. 「国から地方へ、地方から全国へ」（IT 利活用の更なる推進のための3つの重点項目）</p> <p>II - 2. 【重点項目2】 安全・安心なデータ流通と利活用のための環境の整備</p> <p>II - 2 - (1) 利用者志向のデータ流通基盤の構築</p> <p>【主な取組内容】</p> <p>（基盤を支える技術開発等）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ データ流通基盤を支えるネットワーク等技術（第5世代移動通信システム（5G）、ソフトウェア制御、仮想化技術の活用等）の研究開発、国際標準化、総合実証及び社会実装を推進。また、低廉かつ高速のブロードバンド環境が利用できるよう事業者間の公正な競争条件の確保等、競争政策を促進する取組を推進。</li> </ul>
世界最先端 IT 国家創造宣言 工程表	平成28年 5月20日 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部	<p>2. 【重点項目2】 安全・安心なデータ流通と利活用のための環境の整備</p> <p>(1) 利用者志向のデータ流通基盤の構築</p> <p>（基盤を支える技術開発等）</p> <p>総合的な IoT 技術の研究開発等の推進【総務省】</p>
電波政策 2020 懇談会 報告書（案）	平成28年 6月3日 電波政策 2020 懇談会	<p>電波利用料の見直しに関する基本方針</p> <p>(2) 電波利用共益事務の在り方</p> <p>② 次期における電波利用料の使途</p> <p>(ii) IoT の社会展開に向けた電波有効利用技術の研究開発・実証</p> <p>今後、IoT、ビッグデータ、人工知能等の技術の発展等により、多様な分野・業種において IoT 機器が爆発的に普及し、2020年には IoT 機器は世界で500億台以上になるとの予測もされている。これにより膨大な数の IoT 機器が電波を使い、ネットワークに接続されることが見込まれており、IoT 機器の爆発的な普及に伴い、周波数のひっ迫や他のシステムとの混信への対応が必要となる。また、サイバー攻撃により十分にセキュリティを確保できない IoT 無線機器が不正使用され、大量の不要な電波を発生させるといったサイバー攻撃を原因とする周波数のひっ迫への対応が必要となる。</p> <p>IoT システムは、超多数同時接続、超低遅延といった特性が求められるとともに、膨大な IoT 機器等が電波を使いネットワークに接続され、それらが</p>

<sup>5</sup> データ伝送を時間軸方向に分割する単位。

<sup>6</sup> 有線・無線を統合したネットワークの接続形態。

<sup>7</sup> 一つのデバイス等で複数のドメイン・複数のサービスを利用する環境。

		<p>ネットワークを介して制御される巨大なシステムとなっており、周波数のひっ迫や他のシステムとの混信への対応に当たっては、単体の無線システムについての検討のみならず、このような IoT システムの特性を踏まえたシステム全体を通じた有無線一体となった周波数有効利用技術の開発が必須である。</p> <p>このため、周波数のひっ迫や混信を回避し、IoT の超多数同時接続、超低遅延化に対応するため、ソフトウェアによる仮想ネットワークを構築し、仮想ネットワーク毎に最適な電波利用を実現する技術や、ネットワークのエッジ（末端）における周波数等の超低遅延制御技術、AI・ビッグデータ解析に基づく空間的・時間的に稠密な電波利用を実現する技術など、IoT 機器とネットワークの有無線一体となった IoT システム全体を最適に制御することにより周波数を有効利用する技術や、異なる電波利用システム間の混信を排除して周波数の共同利用を促進する技術の研究開発を実施することが必要である。</p> <p>さらに、IoT 無線機器に関し、セキュリティ上の脆弱性が原因で発生する大量かつ不要な電波放射を抑制する技術や周波数のひっ迫を低減するための軽量暗号・認証技術等の研究開発も必要である。</p> <p>従って、次期においては、これらの研究開発を実施するとともに、研究開発を推進するにあたっては、オープンなテストベッド環境を構築し、産学官の連携により実証を行いつつ進めることが適当である。</p>
周波数再編アクションプラン（平成 27 年 10 月改定版）	平成 27 年 10 月 14 日 総務省	<p><b>新しい電波利用の実現に向けた研究開発等</b></p> <p>(2-2) 人を介しない機器間通信（M2M）の拡大</p> <p>機器と機器の間の通信である M2M システムやワイヤレスセンサーネットワークの飛躍的拡大により、人、様々な家電や設備、家、車、電車、インフラをはじめとしたあらゆる「もの」がワイヤレスでつながりうる社会が実現すると想定される</p>

## 4 政策効果の把握の手法

### (1) 事前事業評価時における把握手法

本研究開発の企画・立案に当たっては、外部専門家・外部有識者から構成される「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 7 月 11 日）において、研究開発の必要性、有効性、技術の妥当性、実施体制の妥当性、予算額の妥当性、研究開発の有益性等について外部評価を実施し、政策効果の把握を行った。

### (2) 事後事業評価時における把握手法

本研究開発終了後には、外部専門家・外部有識者から構成される「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」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、政策効果の把握を行う。

## 5 政策評価の観点及び分析

観点	分析
必要性	上記、「3 (2) 研究開発の必要性及び背景」に記載のとおり。
効率性	<p>IoT 関連技術や仮想化技術等に関するこれまでの要素技術研究の成果等を最大限に活用して効果的に研究開発及び実証を行う予定であり、また、外部有識者や専門家を含む研究開発運営委員会を通じた、情報通信業界に限らない多様な業界との連携・協力の下、共創的に取り組みを推進することとしており、投資に対して最大の効果が見込める。</p> <p>また、IoT に関する専門的知識や研究開発遂行能力を有する企業、研究者等のノウハウを積極的に活用することにより、効率的に研究開発を推進することができるため、投資に対して最大の効果が見込める。</p>

	<p>さらに、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、効率的に実施することとしている。</p> <p>よって、本研究開発には効率性があると認められる。</p>
有効性	<p>本研究開発により、空間的・時間的に格段に緻密な電波利用を実現する有線・無線ネットワーク統合制御技術を確立することで、センサーネットワークの周波数利用効率を実効的に従来比3倍以上、かつ、センサーネットワークを収容する移動通信システムの周波数利用効率を実効的に従来比3倍以上達成し、各IoTサービスの要求条件に応じた低遅延かつ多数のサービスを収容できるIoTシステムが実現されるとともに、効率的に周波数を利用できるようになることから、多種多様な規格かつ莫大な数のIoT機器からなる無線ネットワークにおいて様々な事業者による柔軟なIoTサービス提供を可能とすることに寄与するとともに、周波数の有効活用の一層の向上に資する。</p> <p>よって、本研究開発には有効性があると認められる。</p>
公平性	<p>本研究開発は、今後のIoT機器の増大等のグローバルな潮流に対応するため、機動的かつダイナミックにIoTシステムを制御する技術を確立することで、多種多様な規格かつ莫大な数のIoT機器からなる無線ネットワークにおいて様々な事業者による柔軟なIoTサービス提供を可能とすることに寄与することから、本研究開発の成果は、広く国民の利益になることが見込まれる。また、ISM帯の周波数逼迫状況を軽減し、周波数の有効利用の一層の向上に寄与するものであり、広く無線局免許人や無線通信の利用者の利益となるが見込まれる。</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・選定する予定である。</p> <p>よって、本研究開発には公平性があると認められる。</p>
優先性	<p>本格的なIoT社会の到来により、500億台以上の多種多様な規格かつ膨大なIoT機器の普及が予測されているため、様々な事業者による柔軟なIoTサービス提供を可能とすることが喫緊の課題となっており、IoT機器とネットワークの有線・無線一体となったシステム全体を最適に制御する新たな周波数有効利用技術を早急に開発することが極めて重要である。また、ITU/3GPP/IEEE等の多数の標準化組織・団体においてIoTに関する国際標準化の検討が行われており、IoTに関する国際標準化活動が活発に行われているため、我が国が主導権を確保していくためには、本技術を早急に開発することが極めて重要である。</p> <p>よって、本研究開発には優先性があると認められる。</p>

## 6 政策評価の結果

本研究開発の実施により、空間的・時間的に格段に緻密な電波利用を実現する有線・無線ネットワーク統合制御技術を確立し、センサーネットワークの周波数利用効率を実効的に従来比3倍以上、かつ、センサーネットワークを収容する移動通信システムの周波数利用効率を実効的に従来比3倍以上達成する。このことにより、各IoTサービスの要求条件に応じた低遅延かつ多数のサービスを収容できるIoTシステムが実現されるとともに、効率的に周波数を利用できるようになることから、多種多様な規格かつ莫大な数のIoT機器からなる無線ネットワークにおいて様々な事業者による柔軟なIoTサービス提供を可能とすることに寄与するとともに、周波数の有効活用の一層の向上に資する。

さらに、本研究開発で開発した有線・無線ネットワーク統合制御技術に関して、国際標準化機関で我が国から先手をとって積極的に提案し、国際標準を獲得することにより、我が国の国際競争力の向上に寄与する。

よって、本研究開発には必要性、有効性等があると認められる。

## 7 政策評価の結果の政策への反映方針

評価結果を受けて、平成29年度予算において、「革新的ネットワーク駆動型電波有効利用基盤技術の研究開発」として所要の予算要求を検討する。

## 8 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 7 月 11 日）において、本研究開発の必要性、有効性、技術の妥当性、実施体制の妥当性、予算額の妥当性、研究開発の有益性等について外部評価を実施し、「有線と無線の融合は必要なことであり、無線部分のみを考えている現在の国際標準を変えていく必要もある。」、「変調方式や周波数が変わるようなデバイスをどう制御するかも重要である。」等の御意見を頂いており、本研究開発を実施する必要性が高いこと、効率性及び有効性等が確認された。このような有識者からの御意見を本評価書の作成に当たって活用した。

## 9 評価に使用した資料等

- 世界最先端 I T 国家創造宣言 （平成 28 年 5 月 20 日閣議決定）  
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20160520/siryoul.pdf>
- 世界最先端 I T 国家創造宣言 工程表 （平成 28 年 5 月 20 日 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部決定）  
[http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20160520/koteihyo\\_kaitei.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20160520/koteihyo_kaitei.pdf)
- 電波政策 2020 懇談会 報告書（案） （平成 28 年 6 月 総務省）  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000423012.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000423012.pdf)
- 周波数再編アクションプラン（平成 27 年 10 月改定版） （平成 27 年 10 月 14 日 総務省）  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000381100.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000381100.pdf)
- 電波利用料による研究開発等の評価に関する会合  
<http://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/fees/purpose/kenkyu/index.htm>