

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・通信規格課
評価年月：平成 28 年 8 月

1 政策（研究開発名称）

狭空間における周波数稠密利用のための周波数有効利用技術の研究開発

2 達成目標等

（1）達成目標

本研究開発では、狭空間における周波数の管理・最適制御技術、狭空間における通信環境学習・分析・予測技術の確立及び狭空間対応型無線システム高機能実証環境の構築・実証をすることにより、周波数・時間・空間を活用し多面的・統合的・適応的に複数の無線システムの周波数/無線通信方式を制御することで、狭空間における無線システムの周波数利用効率を現在の 3 倍とすることを目標とし、狭空間における周波数の有効利用の一層の向上に資する。

（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

現在、施設内の狭い空間（倉庫、工場、病院、オフィス・テナントビルなど）においては、IoT による無線の利活用が活発化しており、狭空間内において無数の無線デバイスが一斉に通信を行うと電波の相互干渉やチャンネル不足などにより、安定した通信を維持することが困難となる。さらに今後、施設内等で IoT 化が一層進むことが想定されており、狭い空間内において更なる周波数の稠密利用を図るため、周波数の有効利用の一層の向上を実現する技術の確立が求められている。

本研究開発では、①狭空間における周波数の管理・最適制御技術、②狭空間における通信環境学習・分析・予測技術の研究開発・実証及び③狭空間対応型無線システム高機能実証環境の構築・実証を行い、無線システムの帯域の容量だけでなく、物理空間が通信に与える影響とその時間変動を考慮し、周波数や通信時間、送受信のタイミングの管理・最適制御を行い、複数の無線システムを制御することで、狭空間における複数の無線システム間の干渉を回避し、狭空間における無線システムの周波数利用効率を現在の 3 倍とし、狭空間における周波数の有効利用の一層の向上に資する。

①狭空間における周波数の管理・最適制御技術

狭空間における電波伝搬に影響を及ぼす周辺環境は時々刻々と変化することから、リアルタイムで複数の周波数の利用状況、デバイス情報、電波伝搬等の情報を収集・管理し、無線環境に応じた周波数や無線通信方式を動的に制御し干渉を回避する技術を確立する。

②狭空間における通信環境学習・分析・予測技術

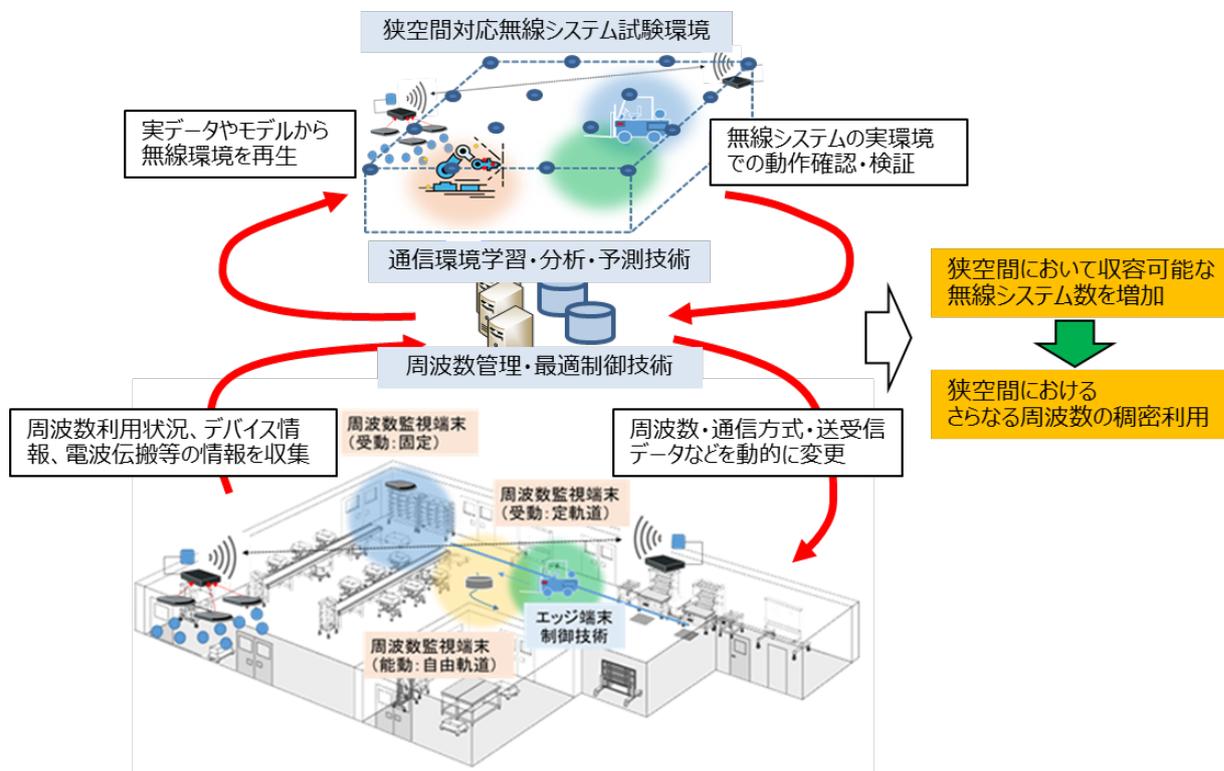
①のとおり狭空間における周辺環境は時々刻々と変化し、リアルタイムに収集できる周波数利用状況、電波伝搬状況等の情報には限りがあるため、データ収集が可能な限られた情報から無

線環境を学習・分析し、狭空間内の任意の場所・時刻における無線環境を予測する技術を確立する。

③狭空間対応型無線システム高機能実証環境の構築・実証

狭空間において無線システム同士が相互に及ぼす影響等を評価するための試験環境を構築し、上記①、②の技術の実証を行う。

・研究開発概要図



・事業費(予定)

約 38.6 億円 (うち、平成 29 年度概算要求額 9.7 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、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いる。

特に、施設内の狭い空間 (倉庫、工場、病院、オフィス・テナントビルなど) においては、様々な機械、ロボット、端末などに無線デバイスを取り付けて IoT 化し、それらを効率的に管理・運用することが検討されている。例えば工場では、機械、端末などの管理・運用を有線通信により行っている場合が多いが、IoT 化の進展を受けてこれらの通信を無線化することが検討されている。また、施設内のロボット、機械、工具などに取り付けられた無線デバイスから波形データ、画像データなどの大容量データを送信することが検討されている。

こうした狭空間内において、膨大な数の IoT 機器から通信が行われると同時に、その通信容量の大容量化が進むと、IoT 機器で利用している電波の相互干渉やチャンネル不足などにより、安定した通信を維持することが困難となるため、IoT 機器の導入に向けた大きな課題となっている。そのため、本研究開発により狭空間における周波数の有効利用技術を早期に確立し、IoT 機器の導入に寄与していくことが必要である。これについては、「電波政策 2020 懇談会 報告書」(平成 28 年 7 月 15 日 電波政策 2020 懇談会) において、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な旨記載されている。

本研究開発では、IoT 機器の周波数のさらなる有効利用を図る、狭空間における周波数の管理・最適制御技術、狭空間における通信環境学習・分析・予測技術の研究開発・実証等を実施するものであるが、これにより、周波数や通信時間、送受信のタイミングの管理・最適制御を行い、複数の無線システムを制御することで、狭空間における複数の無線システム間の干渉を回避するこ

とが可能となる。

これにより、狭空間における周波数の有効利用の一層の向上が可能となり、膨大な数の IoT 機器が狭空間において利用可能となる。

こうした新たな周波数需要に的確に対応するべく、電波の割当てや周波数の再編を行う国として本研究開発に取り組む必要がある。また、こうした先端技術の研究開発は多額の開発コストを要しリスクが伴うことから、民間企業のみでは取り組みが進まず、今後の IoT 化の急速な進展とそれに伴う周波数の逼迫対策の必要性に鑑み、国が主導して取り組む必要がある。

(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）
第 5 期科学技術基本計画	平成 28 年 1 月 22 日 閣議決定	<p>第 2 章 未来の産業創造と社会変革に向けた新たな価値創出の取組</p> <p>(2) 世界に先駆けた「超スマート社会」の実現 (Society 5.0)</p> <p>② 実現に必要な取組</p> <p>国は、産学官・関係府省連携の下で、超スマート社会の実現に向けて IoT を有効活用した共通のプラットフォーム（以下「超スマート社会サービスプラットフォーム」という。）の構築に必要な取組を推進する。</p> <p>(3) 「超スマート社会」における競争力向上と基盤技術の強化</p> <p>② 基盤技術の戦略的強化</p> <p>i) 超スマート社会サービスプラットフォームの構築に必要な基盤技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ハードウェアとソフトウェアのコンポーネント化や大規模システムの構築・運用等を実現する「IoTシステム構築技術」 ・大規模化するデータを大容量・高速で流通するための「ネットワーク技術」
電波政策 2020 懇談会 報告書	平成 28 年 7 月 15 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</p>

		<p>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輻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>
<p>「新たな情報通信技術戦略の在り方」第二次第 2 次中間答申</p>	<p>平成 28 年 7 月 7 日 情報通信審議会答申</p>	<p>第 4 章 分野別の推進方策 第 1 節 先端的な IoT 分野の推進方策</p> <p>(3) 公共・産業分野の先端 IoT の実現に向けた課題と推進方策</p> <p>① ネットワーク（同時多数接続、柔軟性）の高度化</p> <p>i) エリアネットワーク</p> <p>本格的な IoT 時代を支える基盤となるネットワーク環境については、今後、多種多様な IoT サービスの実現が期待される中で、ネットワークに求められる要求条件がサービス毎に異なるため、様々な通信方式が必要となってくる。</p> <p>特に、公共・産業の様々な分野におけるサービスにおいて多種多様な情報収集を行う場合、これまでは、エリアネットワークでの情報収集の手段として携帯電話事業者が提供するセルラー網が中心的な役割を果たしてきたが、収集する情報の多様性が求められ、センサー等のデバイスの同時多接続性が要求される中で、低レートでの通信速度ではあるが、電池の長寿命化や広範囲をカバーする通信技術の活用が求められる。</p> <p>エリアネットワークにおけるこうした通信技術は、Wi-Fi や Wi-SUN を代表として、免許不要の形態で利用されることも多く、ネットワーク全体の運用・管理を適切に行うための研究開発を推進する必要がある。</p> <p>※Wi-SUN: Wireless Smart Utility Network の略。スマートメータなどに活用されている省電力無線通信規格。</p> <p>【具体的な技術開発課題】</p> <p>⇒ エリアネットワーク内の超多接続環境における周波数有効利用や故障検出を可能とするネットワーク運用・管理技術の開発</p> <p>ii) コアネットワーク</p> <p>エリアネットワークが接続するコアネットワークについては、多様なサービス形態に対応するために柔軟なネットワーク構成が必要であり、加えて、エリアネットワークで収集された膨大な情報がコアネットワーク上を流通し、適時適切に分析・処理を行う必要がある。物理的なネットワークが対処できる能力を超えて、多様なサービスへの対応や膨大な情報の処理が必要となっている中で、ネットワーク仮想化技術を活用したネットワークソフト化やコアネットワークに送られる膨大な情報を分散処理するエッジコンピューティング技術が必要となっている。</p> <p>【具体的な技術開発課題】</p> <p>⇒ IoT の爆発的な増加に対応するために有無線一体で周波数を含めたネットワーク資源を最適制御可能な統合基盤技術の開発</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>研究開発を進めるにあたっては、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、研究者等に研究開発の実施を委託することを予定しており、これら企業、研究者等のノウハウを積極的に活用することにより、より効率的に研究開発を推進することができる。</p> <p>また、IoT 機器ベンダーや機器の利用者を構成員に含むコンソーシアムや外部有識者や専門家を含む研究開発運営委員会など、研究開発成果の利用者や情報通信業界に限らない多様な専門家や利用者との連携・協力の下、共創的に取り組みを推進することを予定しており、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>狭空間における周波数の管理・最適制御技術、狭空間における通信環境学習・分析・予測技術の確立及び狭空間対応型無線システム高機能実証環境の構築・実証をすることにより、無線システムの帯域の容量だけでなく、物理空間が通信に与える影響とその時間変動を考慮し、周波数・時間・空間を活用し多面的・統合的・適応的に複数の無線システムの周波数/無線通信方式を制御することで、狭空間における複数の無線システム間の干渉を回避することができるようになることから、狭空間における無線システムの周波数利用効率を現在の3倍とするとともに、狭空間における周波数の有効利用の一層の向上に資することができる。これにより、膨大な数の電波を使った IoT 機器が狭空間において利用可能となる。</p> <p>なお、ITU 等の国際標準化機関・団体において本研究開発成果に関連する標準化が検討されており、本研究開発成果を基に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強化に資するものである。また、本研究開発は、IoT 機器ベンダーや機器の利用者を構成員に含むコンソーシアムや外部有識者や専門家を含む研究開発運営委員会など、研究開発成果の利用者や情報通信業界に限らない多様な専門家や利用者との連携・協力を得つつ、研究開発と実証実験を一体的に推進することとしており、研究成果の実用化等へ向けた高い確実性が見込まれる。</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、施設内空間における周波数の有効利用の一層の向上を可能とする技術を開発するものであり、研究開発成果は広く無線局免許人や無線通信の利用者の利益とすることが見込まれる。</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>IoT の利活用の急速な拡大に伴い、膨大な数の無線デバイスが狭空間で使用されることによる無線システム間の混信等への対策は喫緊の課題となっている。さらに IoT 機器は 2020 年には全世界で 500 億台に達すると見込まれており早急に対策を講じる必要がある。そのため、平成 29 年度から本研究開発を開始し、早急に技術の確立を図ることが必要である。</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

今後、本格的な IoT 社会の到来により、膨大な機器がネットワークに繋がることとなるが、特に、施設内の狭い空間内において膨大な数の IoT 機器から通信が行われると同時に、その通信容量の大容量化が進むと、IoT 機器で利用している電波の相互干渉やチャンネル不足などにより、安定した通信

を維持することが困難となるため、IoT 機器の導入に向けた大きな課題となっている。このため、狭い空間内における周波数の有効利用の一層の向上が求められていることから、その技術を早期に確立する必要がある。

本研究開発の実施により、狭空間における周波数の管理・最適制御技術、狭空間における通信環境学習・分析・予測技術の確立及び狭空間対応型無線システム高機能実証環境の構築・実証をすることにより、周波数・時間・空間を活用し多面的・統合的・適応的に複数の無線システムの周波数/無線通信方式を制御することで、狭空間における複数の無線システム間の干渉を回避することができるようになることから、狭空間における無線システムの周波数利用率を現在の3倍とするとともに、狭空間における周波数の有効利用の一層の向上に資することができる。これにより、膨大な数のIoT機器が電波を使い、膨大な数の電波を使ったIoT機器が狭空間において利用可能となる。

よって、本研究開発には必要性、有効性及び技術の妥当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、「狭空間における周波数稠密利用のための周波数有効利用技術の研究開発」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、「今後、狭施設内空間に配置されたIoT無線通信の周波数資源がひっ迫すると予想され、国の施策として本技術の研究開発を進めることは重要」、「今後のIoT化に向けた必須な研究開発項目」、「実施体制や予算も妥当」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

- 第5期科学技術基本計画（平成28年1月22日閣議決定）
<http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5honbun.pdf>
- 電波政策2020懇談会報告書（平成28年7月 総務省）
http://www.soumu.go.jp/main_content/000430220.pdf
- 「新たな情報通信技術戦略の在り方」第二次第2次中間答申（平成28年7月 情報通信審議会）
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/02tsushin03_03000223.html
- 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>