

# 平成 22 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 電波政策課／衛星移動通信課

評価年月：平成 22 年 8 月

## 1 政策（研究開発名称）

高マイクロ波帯への周波数移行の促進に向けた基盤技術の高度化のための研究開発

## 2 達成目標

使い勝手のよい 6GHz 以下の周波数帯がひっ迫してきていることから、6GHz 以下の周波数帯で使用されている既存無線システムを比較的周波数のひっ迫度合いの低い高マイクロ波帯への移行を促進させることが求められている。この移行を促進させるためには、無線デバイス等の低消費電力化や低コスト化、小型化を実現する必要があることから、高マイクロ波帯無線通信システム用の低消費電力化技術、高出力パワーアンプ技術、アンテナの高度化技術等の研究開発を実施し、従来比 70%減の低電力シングルチップの実現、高マイクロ波帯における 100mW 級の出力電圧を有するパワーアンプ技術の確立及び高マイクロ波帯用アンテナの省スペース化・省電力化の実現を目標とする。さらには、国内外への普及を考慮し、周波数の切替えに対応可能なフィルタリング技術の確立を目標とする。

## 3 研究開発の概要等

### (1) 研究開発の概要

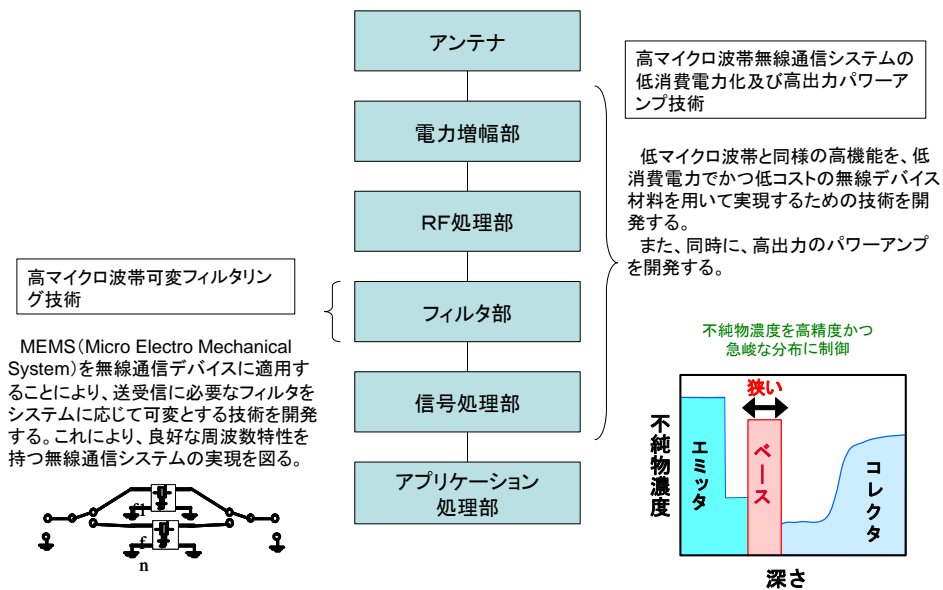
- ・実施期間：平成 17 年度～平成 21 年度（5 か年）
- ・実施主体：民間企業等（研究開発受託者）
- ・概要：次の技術を開発等する。

技術の種類		内容
ア) 高マイクロ波帯無線通信システムの低消費電力化及び高出力パワーアンプ技術	高マイクロ波帯無線通信システムの低消費電力化技術	高マイクロ波帯無線通信システムで高機能を実現しようとする、高消費電力や無線デバイス材料のコスト等が問題となる。それらの問題を解決するために、低マイクロ波帯と同様の高機能を低消費電力で実現するための技術の研究開発を行う。また、これと併せてシステム全体の小型化を目指す。
	高マイクロ波帯無線通信システムの高出力パワーアンプ技術	高マイクロ波帯の電力用半導体については低廉化が進んでおらず、高マイクロ波帯における無線通信システムの普及阻害要因の 1 つとなっている。そこで、低廉な無線デバイス材料で高出力のパワーアンプの開発を目指す。
イ) 高マイクロ波帯用アンテナの高度化技術		現在、主に高マイクロ波帯で使用されているフェーズド・アレー・アンテナについて、アンテナの構成上アンテナの高さを低く抑えることは困難であり、かつ、重量も大きいのが実情である。今後、当該周波数を移動体通信として利用するに当たり、車、航空機等へ容易に積載可能で、かつ、高速移動中でも利用可能な省電力で省スペースの高マイクロ波帯用平面アンテナ開発を行う。 なお、本研究開発は、アンテナ、移相器や実装に関する基礎研究、及び基礎研究のコンポーネントを合成し、アクティブ集積アンテナ（AIA：Active Integrated Antenna）によるアクティブフェーズドアレーアンテナ（APAA：Active Phased Array Antenna）と、実用化システムへの組込み技術の開発を実施する応用研究の 2 段階で実施する。

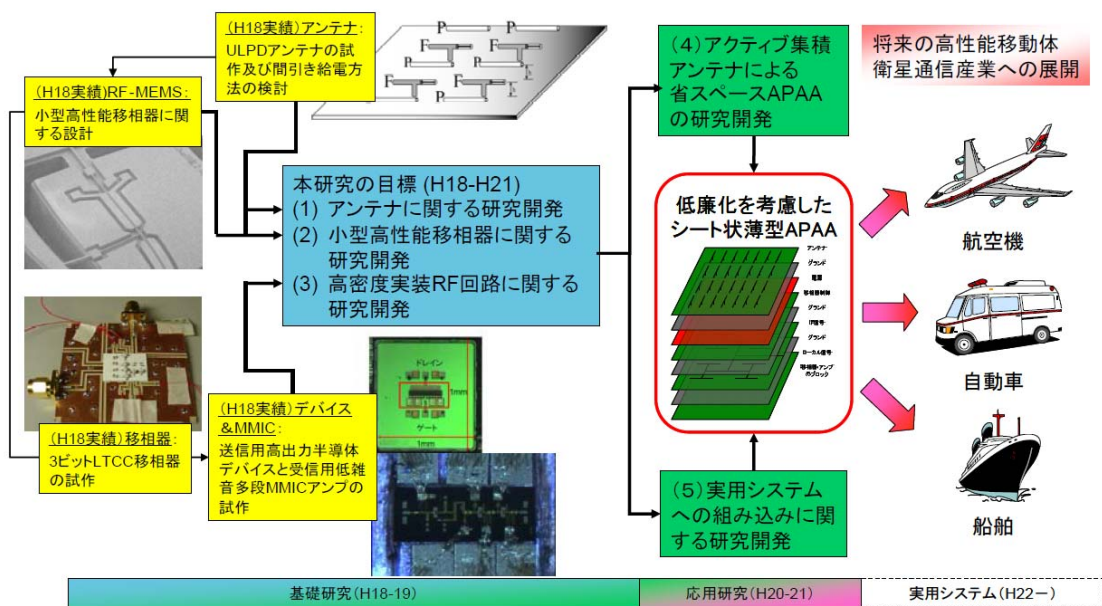
<p>ウ) 高マイクロ波帯可変フィルタリング技術</p>	<p>今後、高マイクロ波帯に様々なサービスが導入されていくことが想定されている中で、国内のあるいは国際的な事情により周波数を変更することが要求されても、柔軟に対応することが必要である。そこで、MEMS (Micro Electro Mechanical System : 半導体製造技術を用いて作成された微小な機能素子) を無線通信デバイスに適用することにより、送受信に必要なフィルタをシステムに応じて可変とする技術の研究開発を行う。また、これにより、良好な周波数特性を持つ無線通信システムの実現を図る。</p> <p>目標として、フィルタの性能を向上させるとともに、低電圧化を図る。また、対応周波数帯の広帯域化を目指す。</p>
------------------------------	---

・ 概要図

【ア及びウの概要図】



【イの概要図】



・総事業費

(総額) 4,177 百万円

(内訳)

平成 17 年度	平成 18 年度	平成 19 年度	平成 20 年度	平成 21 年度
290 百万円	1,465 百万円	936 百万円	761 百万円	725 百万円

(2) 事業等の必要性及び背景

総務省は平成 15 年 10 月 10 日、情報通信審議会の答申である「電波政策ビジョン」(平成 15 年 7 月 30 日)を受け、「周波数の再編方針」の公表を行った。本方針では、平成 20 年度までに移動通信システムに約 330~340MHz 幅、無線 LAN に最大で約 480MHz 幅の周波数帯域を確保することが必要とされている。また、平成 25 年までに移動通信システムに最大で約 1.38GHz 幅、無線 LAN に最大で約 740MHz 幅の周波数帯域を確保することが必要とされている。

そのため、大幅な周波数帯域幅を新たに確保しなければならないが、その手段の一つとして、周波数がひっ迫している 6GHz 以下の周波数で使用されている既存システムの一部を、高マイクロ波帯へ周波数移行することが要求されていることから、消費電力の低電力化及びパワーアンプの高出力化、装置の小型化、低廉化等の課題を解決する上での基盤となる技術の研究開発を行い、高マイクロ波帯で容易に無線通信システムを運用することができる環境を整えることが必要である。

さらに、高マイクロ波帯への周波数移行を促進するためには、周波数割当政策全体との整合性や既存免許人との調整等を図ることが必要であり、かつ、国の政策と直結するものであることから、本研究開発は、国が主体的に実施する必要がある。

(3) 関連する政策、上位計画・全体計画等

○ 上位の政策：政策 14「電波利用料財源電波監視等の実施」

○ 平成 17 年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針  
(平成 16 年 5 月 26 日総合科学技術会議決定)

(2) 国家的・社会的課題に対応した研究開発の重点化

1) 重点 4 分野及びその他の分野の着実な推進

①重点 4 分野

(b)情報通信

○ 国会附帯決議

・衆議院・総務委員会(平成 16 年 4 月 30 日)

「電波の逼迫状況を解消するため、電波の再配分のみではなく、未利用周波数帯の開拓等の技術開発を含め、電波の有効利用に引き続き取り組むこと。」

・参議院・総務委員会(平成 16 年 5 月 11 日)

「電波の逼迫状況を解消するため、未利用周波数帯の利用技術や共同利用システム等の研究開発を含め、電波の有効利用に一層取り組むこと。」

○ 情報通信審議会答申「中長期における電波利用の展望と行政が果たすべき役割～電波政策ビジョン～」(平成 15 年 7 月 30 日)

第 3 章 中長期展望を踏まえた今後の電波政策のあり方

第 5 節 研究開発の推進

(2) 今後の政策目標

② 電波利用ニーズが増大する中で、未利用周波数帯の開拓及び電波の有効利用の抜本的な拡大に資する研究開発及び技術試験事務を一層推進する。

○ 周波数の再編方針（平成 15 年 10 月 10 日）

Ⅱ. 再編方針

1 電波利用システムごとの周波数再編に関する基本指針

(1) 移動通信システム

「中期的（5 年以内）には 1.7GHz 帯、2.5GHz 帯を中心に約 330～340MHz 幅、長期的（10 年後）には 5～6 GHz 帯以下において最大で約 1.38GHz 幅（現在の約 5 倍程度）の周波数を移動通信システム用として確保するよう再編を検討する。」

(2) 無線 LAN・NWA システム

「長期的（10 年後）には、ベストエフォート型の無線 LAN・NWA の高度化・利用拡大に対応するため、5 GHz 帯等を中心に最大で約 740MHz 幅（現在の 5 倍程度）の周波数需要に対応可能な周波数の確保を図る。」

#### 4 政策効果の把握の手法

本研究開発の評価については、高マイクロ波帯における基盤技術である、「無線デバイスの低消費電力化」、「無線デバイスの高出力化」、「高マイクロ波帯用アンテナの省スペース化・省電力化」及び「複数の周波数に対応可能なフィルタリング技術の実現」を評価指標とし、次のとおり、実施計画書に記載された定量的もしくは定性的目標に対する達成状況の把握を実施した。

また、その際には、研究開発成果の効果の一端を示す、学会等の外部発表や特許出願件数等も参考とし、政策効果の把握を実施することとする。

さらに、本研究開発の実施に当たり、透明性・実効性を高めるため、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」において外部評価を受け、政策効果の把握に活用することとした。外部評価における具体的な評価指標は以下とする。

- ・有効性：高い周波数への移行を促進するような研究開発であったか。
- ・効率性：実施内容、実施体制、予算を総合的に勘案して効率的であったか。
- ・公平性：無線局の免許人その他の無線通信の利用者に裨益（ひえき）するような研究開発であったか。
- ・優先性：本事業を優先的に実施する必要があったか。

#### 5 目標の達成状況

本研究開発の成果として、上記 4 で定めた 4 つの指標（「無線デバイスの低消費電力化」、「無線デバイスの高出力化」、「高マイクロ波帯用アンテナの省スペース化・省電力化」、「複数の周波数に対応可能な可変フィルタリング技術の実現」）に照らし、下表のとおり、各々の目標を達成した。

表 本研究開発における目標の達成状況

指標	目標	達成状況
低消費電力化	高周波・低消費電力（従来比 1/2 以下） SiGe HBT の開発	遮断周波数を 200GHz に向上した SiGe HBT のプロセス・デバイス構造を開発し、世界トップレベルの性能（消費電力従来比 1/3 以下）を達成した。
	低消費電力（従来比 70%減）高マイクロ波帯無線通信システム用 Si MMIC 技術の開発	消費電力を従来比 72%低減したシングルチップ送受信 Si MMIC を開発し、目標を達成した。
高出力化	出力パワーが 100mW 級の送信用 Si パワーアンプ技術の開発	出力パワーで 117mW を達成した。（24GHz 帯では世界最高出力）

指標	目標	達成状況
アンテナの省スペース・省電力化	仰角 30° から 60° においてアンテナ利得 10dBi 以上のビーム走査が可能。	仰角 30° ～60° のビーム走査と 10dBi 以上のアンテナ利得を達成した。
	4bit で移相器挿入損 12dB 以下	4bit において 6dB を達成した。
	出力 300mW/効率 40%以上	14GHz 帯パッケージ (5.0 mm × 5.6 mm × 4.0mm) において、出力電力 419.76mW・Gain:17.23dB・効率:40.95% を達成した。
	消費電力 100W 以下	消費電力 45W を達成した。
	折り返し試験によるビットエラーレート評価を実施し、 $10^{-4}$ 以下	ビットエラーレート： $10^{-4}$ 以下を達成した。
可変フィルタの実現	不要波を抑圧し信号周波数を可変選択できる可変フィルタリング技術の開発	世界初のデジタル型可変フィルタ (10GHz 帯、20GHz 帯、24GHz 帯) を開発し、また広範囲に周波数可変可能なマイクロストリップ構造の分布定数型アナログ可変フィルタを開発。

(参考) 外部発表・特許出願件数

	平成 18 年度	平成 19 年度	平成 20 年度	平成 21 年度	合計
特許出願	6	17	22	14	59
外部発表・論文	26	64	53	71	214

## 6 目標の達成状況の分析

### (1) 有効性の観点からの評価

本研究開発の実施により、周波数がひっ迫している 6GHz 以下の周波数で使用されている既存システムを高マイクロ波帯に移行する際の課題であった、小型高性能化・低価格化・省電力化のための基盤技術が確立され、今後の高マイクロ波帯への移行促進に大いに貢献できたことから、有効性があったものと認められる。

### (2) 効率性の観点からの評価

本研究開発は、専門的知識を有する有識者等から構成される運営委員会等から得られた知見を活かし、効率的な実施を図った。さらには、外部有識者から構成される評価会において、予算が適切かつ効率的に執行されていると評価されていることから、効率的に実施されたものと認められる。

### (3) 公平性の観点からの評価

本研究開発は、6GHz 以下の周波数のひっ迫状況を低減するために、6GHz 以下で使用されている無線システムを比較的ひっ迫の程度が低い高マイクロ波帯へ移行するための研究開発であり、無線局の免許人やその他無線通信利用者全体の受益となることから、公平性があったと認められる。

### (4) 優先性の観点からの評価

「周波数の再編方針」において、平成 20 年度までに移動通信システムに約 330～340MHz 幅、無線 LAN に最大で約 480MHz 幅の周波数帯域を確保することが必要とされ、また、平成 25 年までに移動通信システムに最大で約 1.38GHz 幅、無線 LAN に最大で約 740MHz 幅の周波数帯域を確保することが必要とされている。これらの目標を実現するためには、使い勝手の良い 6GHz 以下の周波数で使用されている既存システムの一部を高マイクロ波帯へ移行させることが必要であり、高マイクロ波帯への周波数移行の促進に向けた基盤技術の高度化を行う本研究開発に優先的に着手する必要がある。

### (5) 今後の課題及び取組の方向性

今後は、高マイクロ波帯システムを含む低マイクロ波帯からミリ波帯までのシステム機器への本研究開発成果の展開可能性を検討の上、追跡調査・追跡評価等を用いて実用化等へ向けた取組の進捗状況の把握及び促進に努める。

## 7 政策評価の結果

本研究開発の実施に伴い、高マイクロ波帯における「低消費電力」、「高出力化」、「アンテナの省スペース化・省電力化」及び「可変フィルタの実現」の各種基盤技術が確立されたことで、周波数が逼迫している 6GHz 以下の周波数で使用されている既存システムの高マイクロ波帯への移行、あるいは新規システムの導入が促進できるなど、所期目標を達成できており、本研究開発の有効性や効率性等が認められた。

## 8 学識経験を有する者の知見の活用に関する事項

「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」（第 8 回：平成 22 年 5 月 18 日開催、第 9 回：平成 22 年 5 月 24 日開催）において外部有識者から以下の御意見をいただいたため、本研究開発の評価に活用した。

- 高マイクロ波帯での実用的デバイス開発という当初目標を達成する成果をあげている。
- 実施体制は妥当であるといえ、予算の使用についても効率的であったと言える。
- 設定した目標レベルはクリアされており、得られた成果の一部は世界最高レベルにある等、目標達成度は高いと言える。
- 実証実験で十分な性能であることが示されていることから、将来の実用化への目途が得られていると考えられ、総合的に有益な研究開発であった。
- アクティブアレーアンテナを低コストで実現できる見通しが得られ、所期の目標が十分達成された。

## 9 評価に使用した資料等

- 平成 17 年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針  
(平成 16 年 5 月 26 日総合科学技術会議決定)  
[http://www8.cao.go.jp/cstp/output/iken040526\\_1.pdf](http://www8.cao.go.jp/cstp/output/iken040526_1.pdf)
- 中長期における電波利用の展望と行政が果たすべき役割～電波政策ビジョン～  
(平成 15 年 7 月情報通信審議会答申)
- 周波数の再編方針 (平成 15 年 10 月 10 日)