

平成 21 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衛星移動通信課

評価年月：平成 21 年 7 月

1 政策（事業等名称）

偏波多重衛星通信技術の研究開発

2 達成目標

今後の需要増大が想定される Ka 帯（20/30GHz 帯（スラッシュの前は、人工衛星局から地球局向けの回線の周波数を、スラッシュの後は、地球局から人工衛星局向けの回線の周波数を表す。）以下同じ。）の周波数有効利用のため、Ka 帯の偏波多重衛星通信システム構築の早期実現に向けての、人工衛星への搭載性を考慮した偏波多重衛星通信技術の開発を目標とする。

3 事業等の概要等

（1）事業等の概要

- ・実施期間 平成 18 年度から平成 20 年度まで
- ・実施主体 研究開発受託者
- ・概要

本件研究開発では、Ka帯における衛星通信用周波数の有効利用のため、水平・垂直の直交する偏波を1つのアンテナにより同時に送受信する衛星搭載用Dual Gridアンテナの開発を行う。

Dual Gridアンテナは、Dual Gridリフレクタとその給電回路から構成されている。Dual Gridリフレクタは、2つのリフレクタ（フロントリフレクタとリアリフレクタ）が重なるように配置されており、2つの直交偏波（垂直偏波及び水平偏波）に対応したビームをそれぞれ独立に形成するものである。2つの直交偏波の識別は、リフレクタ - の表面に設けたグリッドによってなされるが、Ka 帯はKu 帯に比べ、より低損失で高精度なグリッドを形成することが課題となる。また、Dual Gridアンテナの給電回路には、低損失な導波管による回路レイアウトが必要となるが、一般的に導波管を用いると立体的な引き回しが必要となり大型となるため、衛星への搭載性を考慮して平面的に高密度実装された小型かつ軽量の給電回路が必要となる。

そのため、軌道上の熱変形が小さく高精度なKa 帯リフレクタの開発、及び衛星

への搭載性を考慮して高密度実装された小型・軽量の給電回路の開発を行う。

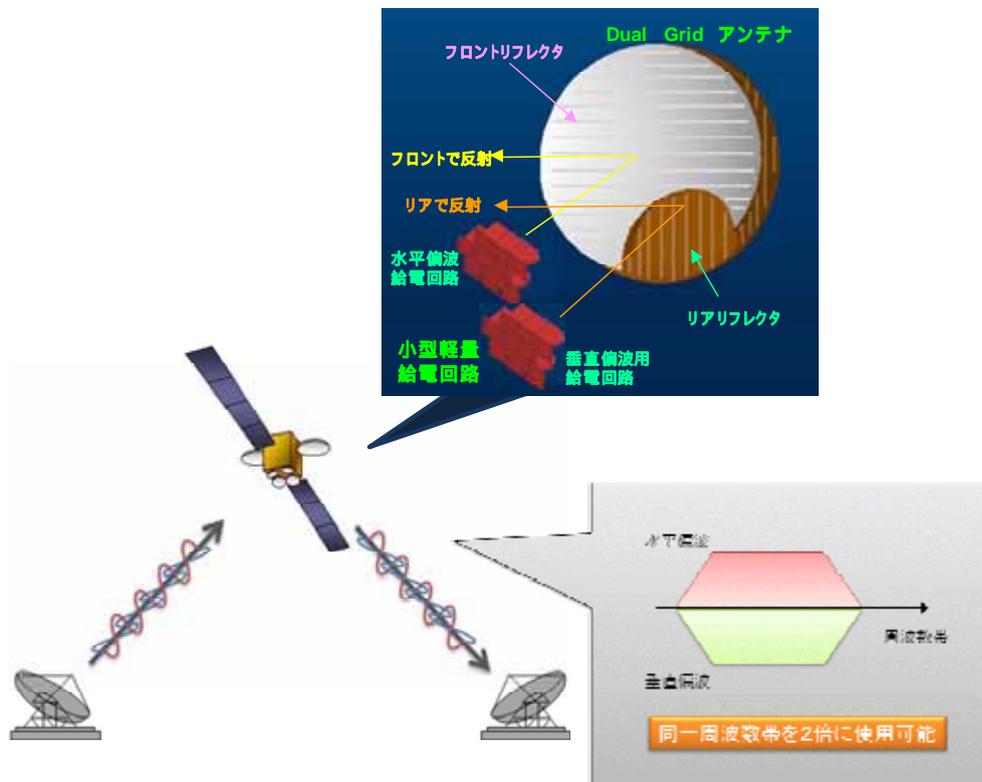
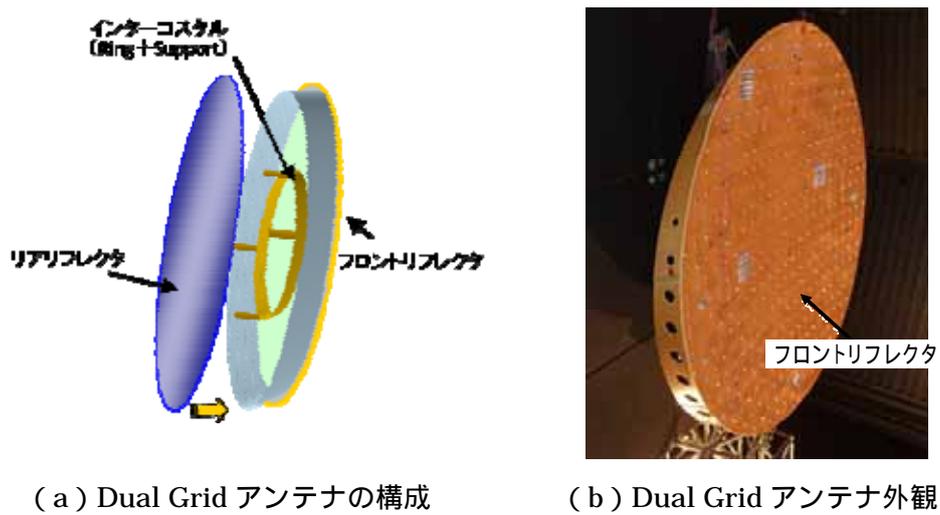


図1 Ka帯偏波多重衛星通信技術の全体概要図



(a) Dual Grid アンテナの構成

(b) Dual Grid アンテナ外観

図2 Ka帯Dual Grid アンテナの概要図

・総事業費

(総額)

512 百万円

(内訳)

平成 18 年度	平成 19 年度	平成 20 年度
156 百万円	214 百万円	142 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、今後の電波の再配分を迅速かつ円滑に推進するため、「周波数の再編方針」の公表を行なった。本方針では、5～6GHz 帯以下において平成 20 年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 幅の周波数を確保することが必要とされている。

また、電波政策ビジョンでは、次のとおり固定衛星通信の需要予測を行っている。

TV・ビデオ配信用のトランスポンダ(人工衛星に搭載され受信した電波を増幅して送信する中継器)向けの需要が増加する。

高速インターネットアクセス用のトランスポンダの需要は、今後急速に増加する。音声・データ伝送用の需要は今後横ばい。

2013 年までのトランスポンダ需要予測は以下のとおり。

C 帯(4/6GHz 帯)で利用されている衛星通信システムは、広域に対して通信を確保できる最も信頼できる手段の一つとして、災害時における基幹回線として大きな役割を果たしているほか、山間部や離島向け通信サービスや途上国向け国際通信等の分野で今後の需要増大が想定されている。

今後、これらの衛星通信システムは新たな移動通信システムと共用技術等を利用することにより周波数共用を図っていく必要があるが、新たな共用技術の導入は事業者へのコスト増に繋がる可能性があり、現在の衛星通信の利用の中心は徐々に Ku 帯(11-12/14GHz 帯)や Ka 帯(20/30GHz 帯)へと移行しつつある。特に、Ku 帯は国際的に利用が進んでおり、静止衛星軌道位置が混雑しているため、我が国では新たな軌道位置を確保することが困難となりつつあり、Ku 帯のみで将来の衛星通信需要を賄うことが困難な状況にある。

Ka 帯はコスト等の影響から、これまで十分に有効活用されてこなかった周波数帯であるが、平成 19 年度に Ka 帯を利用した超高速インターネット衛星が打ち上げられ、実証実験が行われており、今後の増大する高速インターネットアクセスのためのデータ通信用途の需要に対応して、この周波数帯の有効利用を促進する研究開発が必要となっている。

特に近年、衛星通信の高速化に向けた Ka 帯通信衛星の開発が国際的に進められて

おり、特に欧州ではブロードバンド通信を目的として、1つの周波数帯に2つの直交偏波を利用することで片偏波でのデータ伝送量の2倍の伝送量を実現できる偏波多重技術のKa帯への応用研究が進められている。我が国においても、国主導で超高速インターネット衛星の研究開発を進めている状況であるが、各ビームは片偏波で同一ビームでの偏波多重を行っておらず、Ka帯の偏波多重技術に関して欧州に先行されている状況である。

これまで我が国では、Ka帯の衛星回線は電力制限的回線であり、回線品質の向上を主眼に衛星送信電力の強化が最優先事項として取り組まれてきた結果、Ka帯の偏波多重技術については研究開発が行われてこなかったという経緯がある。

今後、Ka帯の衛星通信も送信電力が増大し、電力制限的回線から帯域制限的回線へ移行することとなるため、今後の需要増大が想定されるKa帯の周波数有効利用のために偏波多重技術の研究開発を行い、今後の周波数需要に対応することが必要である。

先に記述したとおり、欧州ではKa帯の偏波多重技術の研究開発に着手しており、我が国の衛星通信技術の国際競争力を向上させる国家戦略としても本研究開発は必要なものである。

(3) 関連する政策、上位計画・全体計画等

上位政策：政策14 電波利用料財源電波監視等の実施

「平成18年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分等の方針」(平成17年6月16日)

2. 科学技術の戦略的重点化

(2) 政策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

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13日)

「電波の逼迫状況を解消するため、電波の再配分のみでなく、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。」

「e-Japan重点計画-2004」(平成16年6月15日、IT戦略本部)

・重点政策分野

1. 世界最高水準の高度情報通信ネットワークの形成

3) ブロードバンド時代に向けた研究開発の推進

・超高速インターネット衛星の研究開発(総務省、文部科学省)

「無線超高速の固定用国際ネットワークを構築するため、2006年までに超高速インターネット衛星を打ち上げて実証実験を行い、2010年を目途に実用化

する。」

4 政策効果の把握の手法

本研究開発では、実用化レベルの衛星搭載用 Ka 帯 Dual Grid アンテナの開発を行うことが主要な目的であることから、本件の評価にあたっては主に、Ka 帯 Dual Grid リフレクタの設計として交差偏波特性及び熱歪特性を、Ka 帯小型給電回路の設計としてそのサイズ及び電気特性から評価を行う。また、知的財産権等への取り組みの側面として、学会への論文投稿や特許の出願状況からも評価を行う。

なお、本研究開発は、「電波資源拡大のための研究開発」制度の一案件であるが、本制度では、研究開発の実施にあたり、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「電波利用料技術試験事務及び研究開発の評価に関する会合」が開催されており、その評価結果も参考としている。

5 目標の達成状況

まず、Ka 帯 Dual Grid リフレクタの設計については、インターコストル¹を薄型リング構成とし、また、リフレクタとの接続はサポート材による部分的接続とすることで、放射性能の劣化につながり得る電波散乱体の体積を従来よりも小さくした。また、リフレクタを構成する部材の評価において、パネルの熱膨張に大きな影響を及ぼす銅箔グリッド²の熱歪特性を考慮したサンドイッチパネルの熱膨張モデルを確立することで、熱変形の小さい高精度なリフレクタの目途を立てた。これらの検討過程を経て、2.2m級という世界最大級であり、かつ、20/30GHz 帯を共用可能なシングルビーム用鏡面修整アンテナを設計し、次の表に示すとおり目標値が達成された。

表 1 主要性能の目標値と達成状況

項目	開発目標	開発結果
交差偏波特性	- 30dB 以下	- 30dB 以下
熱歪特性	0.25mmRMS 以下	0.22mmRMS 以下

次に、Ka 帯小型給電回路の設計については、給電回路を構成する各種コンポーネントに対して折り返し型の積層構造を導入し、これらを縦列接続とすることで、従来の横列接続の約 1 / 2 以下に小型化した（図 3）。また、縦列接続タイプの給電回路を製造するためには、従来のコンポーネント主体の設計ではなく給電回路全体を考慮に入れたトータル設計が必要であり、そのため、高精度な一体化製造が可能である電鍍技術を採用した。このよ

¹ 2 つのリフレクタ（フロントリフレクタとリアリフレクタ）を保持サポートするための誘電体部材。

² フロントパネルの表面にパターンニングされており、垂直偏波及び水平偏波を分離するためのもの。

うにして、各種コンポーネントを試作し、試験評価を行ったところ、いずれも計算値とよく一致することを確認した（図4）。

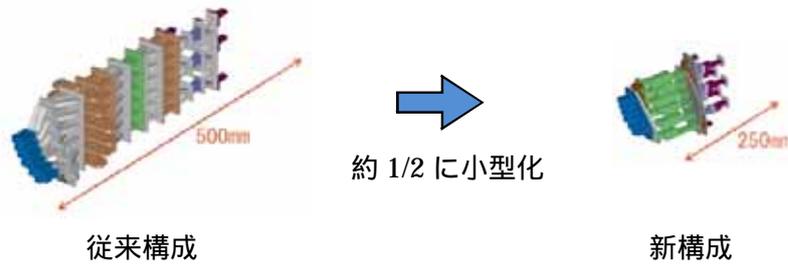
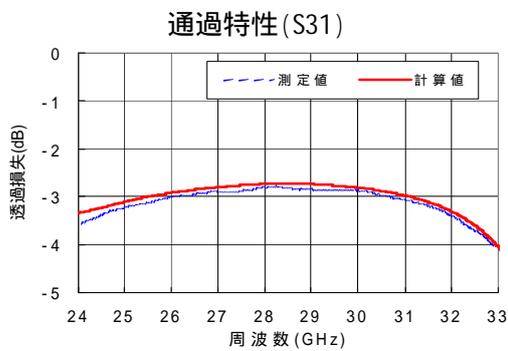
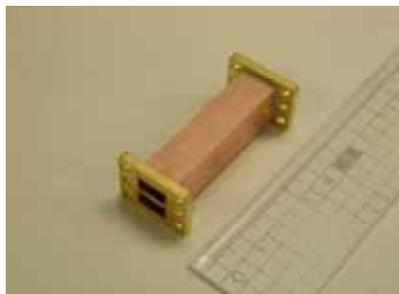
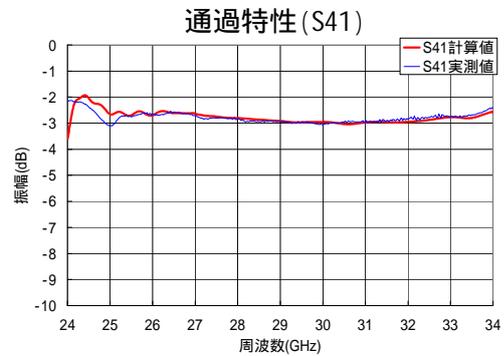


図3 Ka帯高密度小型給電回路の構成



(a) プランチラインカプラー



(b) 折り返し型給電回路

図4 キーコンポーネントとその電気特性

知的財産権等への取り組みとしては、平成18年度から平成20年度までの3年間で4件の特許出願（表2）、7件の外部発表（表3）を行っている。

表 2 知的財産への取り組み

年月	概要
平成 20 年 3 月	衛星搭載用偏波共用アンテナ装置に関する特許の出願
平成 20 年 3 月	衛星搭載マルチビームアンテナの給電回路装置に関する特許の出願
平成 21 年 2 月	グリッドリフレクタに関する特許の出願
平成 21 年 3 月	アンテナ装置に関する特許の出願

表 3 外部発表への取り組み

年月	概要
平成 19 年 5 月	日本複合材料学会 2007 年度研究発表講演会において講演発表
平成 19 年 10 月	日本複合材料学会 第 32 回複合材料シンポジウムにおいて講演発表
平成 20 年 7 月	電子情報通信学会 アンテナ伝播研究会において講演発表
平成 20 年 9 月	電子情報通信学会 通信ソサイエティ大会において講演発表
平成 20 年 10 月	日本複合材料学会 第 33 回複合材料シンポジウムにおいて講演発表
平成 20 年 10 月	ISAP2008 (International Symposium Antennas and Propagation) において講演発表
平成 21 年 3 月	電子情報通信学会 総合大会において講演発表

6 目標の達成状況の分析

(1) 有効性の観点からの評価

開発された Dual Grid アンテナは、交差偏波特性、熱歪特性、給電回路の小型化、あるいは電気特性など当初の目標を満たしていることが確認された。このことから、1つのアンテナにより、日本列島全域において、20/30GHz 帯における2つの直交偏波（水平偏波及び垂直偏波）を使用可能とする有効な技術が得られたと言える。

(2) 効率性の観点からの評価

研究開発の遂行にあたっては、有識者から構成される評価会を開催し、実施計画及び予算計画についての助言を参考に効率的な実施を行っている。

また、本研究開発は Ka 帯の偏波多重技術に関するものであるが、開発された技術の一部は、Ku 帯（11-12/14GHz 帯）など他の周波数帯にも活用されており、費用対効果は十分であると考えられる。

(3) 公平性の観点からの評価

本研究開発は、今後の需要増大が想定される Ka 帯衛星通信に対して、偏波多重技術を開発することで、早期に Ka 帯周波数の有効利用を促し、十分な周波数帯域の確保に資するものであるため、無線局の免許人その他の無線通信利用者の受益となることから公平性を有するものと考えられる。

(4) 今後の課題及び取組の方向性

衛星通信の高速化に向けた Ka 帯偏波多重技術の研究開発は、欧州において事例がみられるものの、2 m 級の Ka 帯 Dual Grid アンテナ技術、さらに 20/30GHz 帯共用の鏡面修整アンテナ技術は最先端レベルであると考えられることから、民間企業の協力をいただきつつ、衛星通信アンテナ分野の国際学会等へ本研究開発成果を発表するよう積極的に取り組んでいく予定。

7 政策評価の結果

本研究開発は、Ka 帯における衛星通信用周波数の有効利用のため、水平・垂直の直交する偏波を1つのアンテナにより同時に送受信する衛星搭載用 Dual Grid アンテナを研究開発するものであり、交差偏波特性、熱歪特性等の主要諸元について当初の目標値を満たしていることから有効性・効率性が認められる。

8 学識経験を有する者の知見の活用に関する事項

平成 21 年 5 月に開催した「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、学識経験者である評価委員から次のようなコメントが述べられており、本評価に活用した。

- ・実施体制、予算共に妥当である。
- ・実用化への目処は得られたと考えられる。今後は、学会論文誌での公表などに向けた活動が期待される。
- ・本成果は、今後の衛星通信の基盤を支えるものであり、有用な研究開発であるといえる。

9 評価に使用した資料等

- ・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 - 」(H15.7)
- ・「周波数の再編方針」(H15.10)
- ・「e-Japan 重点計画-2004」(H16.6)