

- 過密な電波環境下で宇宙電波受信システムの稼働に成功
—高温超伝導フィルタにより隣接周波数の影響を除去—
- 平成15年7月11日

独立行政法人通信総合研究所(以下、CRL。理事長:飯田尚志)は、2GHz帯の高温超伝導(HTS)フィルタ*1を鹿島34mの宇宙電波観測用パラボラアンテナに搭載し、隣接する周波数からの影響を完全に除去し、微弱な宇宙電波を受信するシステムを完成しました。

2GHz帯は、電波天体を基準とする地球姿勢*2観測や深宇宙飛翔体*3からの信号伝送にも使用される周波数帯です。しかしながら、地上でも各種の無線システムによる利用が進み、宇宙からの微弱な受信信号は他の無線設備からの影響を受けることが多くなっています。このような過密な電波環境下でも、高性能な高温超伝導のフィルタを用いることにより、隣接した電波利用と共存しながら、宇宙からの電波を受信するシステムの実用化に世界で初めて成功しました。

<背景、位置付け>

CRLでは、遠方の電波天体を基準にした、実時間の地球姿勢*2の計測や深宇宙飛翔体*3の位置決定の研究を行っています。また、宇宙空間で正確に回転しつづける星のパルサーから信号を受信し、長期にわたり安定な時系の研究も行っています。これらの研究では、いずれも微弱な電波天体からの電波を高感度かつ安定して受信するため、高性能パラボラアンテナと低雑音の受信システムが用いられます。一方、パラボラアンテナの付近では無線基地局、無線LAN、衛星放送など電波の利用が増加し、隣接する無線システムからの影響を受けやすくなっています。このため世界中の宇宙電波用パラボラ施設で、頻繁に受信上の問題が発生しています。さらに、今後の深宇宙飛翔体との通信や位置決定の際においても影響が懸念され、こうした隣接周波数からの信号を取り除く技術が求められています。CRLでは隣接する周波数の目的外信号を完全に除去し、受信帯域を広く取ることができる2GHz帯超伝導フィルタ((株)デンソー製)を鹿島宇宙通信研究センターの34mパラボラアンテナに搭載し、既存のフィルタでは充分除去できない隣接した電波利用があっても、宇宙からの極めて微弱な電波を受信できるシステムの実用化に世界で初めて成功しました。

<高温超伝導フィルタのメリット、本成果の特徴、今後の発展>

パラボラアンテナなどの高性能な受信設備では、天体電波や深宇宙飛翔体からの微弱電波を受信するとき、隣接する周波数に強力な電波利用があると、低雑音受信システムに飽和という現象が発生し電波の受信ができなくなってしまう。このような飽和現象を防ぐ為、目的の周波数のみを選択するフィルタを用いますが、既存のフィルタは周波数の減衰特性がなだらかであるため、十分に目的外の電波を取り除くことが困難です。また目的外の電波を十分に取り除こうとすると、観測周波数帯域が狭まり、目的とする電波も減衰してしまうといった不具合が生じます。さらに、既存のフィルタによる損失は、高感度なシステムでは性能を劣化する要因です。今回開発した受信システムは、減衰特性が急峻である超伝導フィルタ(32段)を組みこむことにより、目的外信号を完全に取り除いた上に受信周波数を広く確保することが可能になりました。さらに、通過帯域における損失も0.5dB程度と極めて小さいもので高感度受信システムの性能を損なうことはありません。この成果により、2GHz帯周波数で電波星を受信する帯域を25%程度増加することが可能となり、天体電波を基準としてより高精度な地球姿勢観測を行うことができるようになります。また、今後深宇宙飛翔体からの電波受信状態もより安定的に維持することが可能です。

今回用いられた高温超伝導フィルタは、電波天文学のみならず、周波数資源の逼迫する中、周波数の隣接する衛星通信システム、陸上無線システムなど多くの応用が期待されます。

<連絡先>

電磁波計測部門 宇宙電波応用グループ
川合栄治、近藤哲朗
Tel: 0299-84-7139

***1 高温超伝導(HTS)フィルタ:**

高温超伝導材料がマイクロ波帯において表面抵抗が極めて低くなる性質を動作原理とするフィルタ。液体窒素温度で急峻なカットオフを実現し、挿入損失も極めて小さいため、高感度受信が可能になる。HTSは(High Temperature Superconductor)高温超伝導の略。

***2 地球姿勢:**

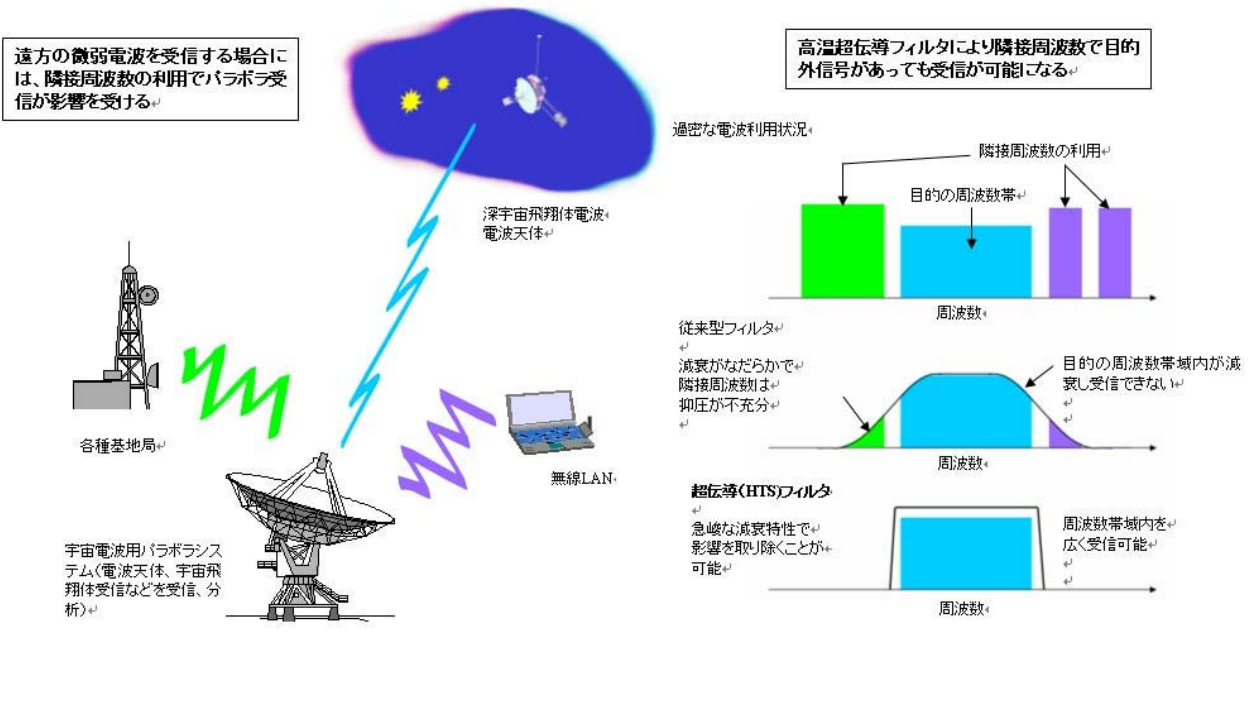
地球の自転軸の方向および自転角度の総称。精密な測定を行うと、地球自転軸の方向や自転角度(速度)は一定しておらず、地上から宇宙飛翔体の位置を精密に測定するには、地球姿勢についても精密に知る必要がある。

***3 深宇宙飛翔体:**

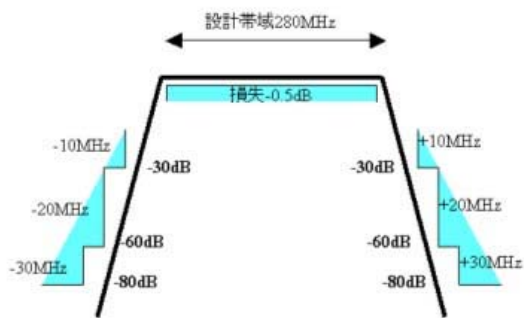
月軌道以遠へ投入される人工衛星。目的地点に到達させるためには精密な位置測定と軌道の制御が必要であるが、その位置決定は電波を用いて行われる。

過密な電波環境下で宇宙電波受信システム稼働に成功

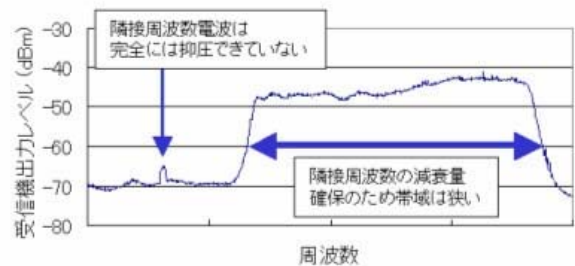
宇宙電波観測システムは高感度のため、隣接する周波数から目的外の電波を受信し、影響を受ける。高温超伝導(HTS)フィルタを組み込んだシステムにより、目的の電波のみを選択受信することが可能となった。



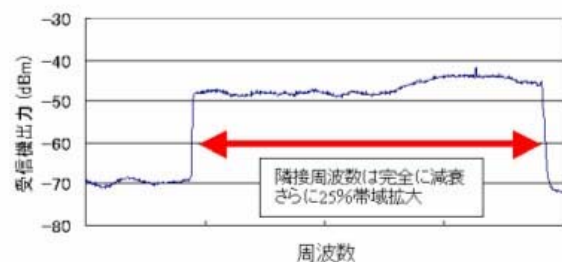
今回用いた高温超伝導フィルタの周波数特性 (70K動作時)



これまでの受信システム(常温フィルタ、19段キャビティ)



今回完成した受信システム(HTSフィルタ、32段)



注)帯域内のレベル変動は低雑音アンプの帯域特性



34mパラボラに設置した冷却受信機に高温超伝導(HTS)フィルタを付加したシステム