

KVN に搭載する 6.7GHz 帯受信機の検討

木村公洋(大阪府立大学)他

○概要

韓国の VLBI 干渉計である KVN(Korean VLBI Network)には、22GHz, 43GHz, 86GHz, 129GHz 帯である。そこで、この望遠鏡の受信機ベンチに追加で 6.7~9GHz 帯の受信機が搭載できるかの検討を進めている。

本発表では、受信機が空間的に配置できるかどうかを、光学系の観点から検討を進めているので、それを紹介する。

○イントロダクション

KVN 望遠鏡は主鏡 21m の修正カセグレン光学系であり、受信機ベンチはカセグレン焦点位置に配置されている。この受信機ベンチには 22,43,86,129GHz 帯の冷却受信機が独立に配置されており、ビームは準光学的 LPF で分離されてそれぞれに分配される。そのため、全てのビームは光軸上に配置されている。

我々は、この受信機ベンチに新たに 6.7GHz 帯受信機の開発を行い搭載を検討している。ただし、後発開発な為に、設置する空間がほとんどない。そこで、容易に取り外し可能な受信機で設計を進めている。この受信機の仕様 常温受信機で RHC および LHC 同時受信である。

○受信機・光学系の構成方針

この望遠鏡は高周波帯で最適に設計されているため、低周波数帯である 6.7GHz 帯の受信機光学系は非常に制約が大きい。主に以下の二つの問題がある。

>スピルオーバーロス 副鏡下にある斜鏡(平面鏡)の大きさが 6.7GHz 帯に対しては非常に小さく、エッジレベルが-9dB 程度しかなく、Tsys 上昇の原因となる。

>受信機コンポーネント(ホーン等)のサイズ 受信機コンポーネントは波長に比例して大きくなる。そこで低周波数帯である 6.7GHz 帯においては非常に大きくなる。そこで、既存のシステムと共存するのが難しい。そこで、6.7GHz 帯受信機は手軽に取り外しが簡単な機構とし、観測時にのみ設置する事とする。また、カセグレン系との整合は、フレア角度 7.1° において-17dB にする必要があるが、この細いビームを低周波数で達成するためには、光学素子が大きくなる必要がある。

前記の制約を考慮し、「カセグレン系+斜鏡+集光鏡+集光鏡+コルゲートホーン」の構成で検討を進めている。

○受信機光学系のデザイン

下図に設計した受信機光学系を示す。この図が示すとおり、副鏡から降りてきた信号は、斜鏡で反射され光学定盤上に展開される。ここまでは他周波数と共通部分である。そこから、ビーム

ウエスト位置にオフセットパラボラ鏡を設置してビームを更に絞る。絞られたビームは、再び広がった箇所でもオフセット楕円鏡を用いることで、反射、集光を行いフィードホーンに導かれる。

この光学系の性能評価は物理光学解析手法を用いる GRASP を用いて解析を行った。その結果、副鏡上でのエッジレベルは概ね-12~-15dB であり、KVN アンテナの仕様より若干高い値を示した。これは、KVN 光学系が高い周波数で設計されているため、6.7GHz 帯では共通で使用される反射鏡のサイズが小さいためである。

現在、オフセットパラボラ鏡および楕円鏡の設計は終了し、フィードホーン的设计を進め、KVN グループと検討を行っている所である。

Proposal of optics for KVN 6.7GHz

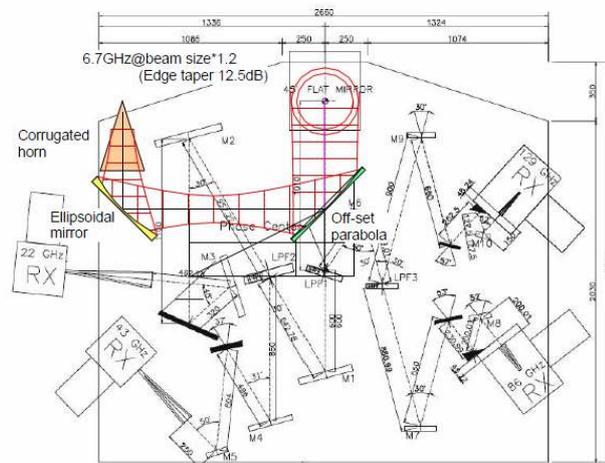


図 光学定盤上での 6.7GHz 帯光学系構成図

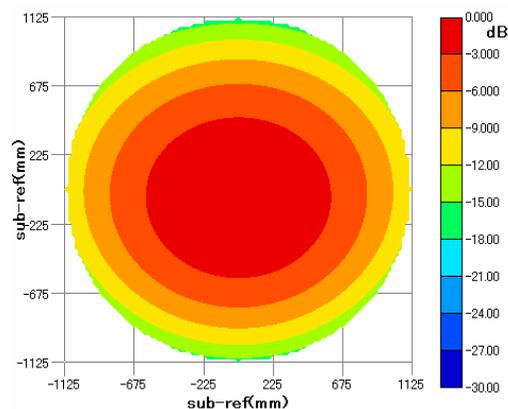


図 副鏡上での照射パターン エッジレベルが-12~-15dB を示す。

○参照

Seog-Tae Han · Jung-Won Lee · Jiman Kang · Do-Heung Je · Moon-Hee Chung · Seog-Oh Wi · Tetsuo Sasao · Richard Wylde, "Millimeter-wave Receiver Optics for Korean VLBI Network", Int J Infrared Milli Waves (2008) 29:69-78