

## 平成15年度 国立天文台ALMA共同開発研究 研究成果報告書

1. 研究課題名 サブミリ波ホーン設計用電磁界シミュレータの開発 2. 区分 A・B3. 研究代表者 氏名 松永真由美 所属 愛媛大学工学部

4. 研究成果の概要（1000字程度で、ALMA計画に関連して重要であると思われる成果を重点的に記入してください。必要に応じて図表等は別紙として添付してください。また、主要な購入物品との関係についても記載してください。）

サブミリ波ホーン的设计は電磁界理論解析結果を基に行っている。しかし、市販の汎用電磁界シミュレータでは、(1)解析出来る構造に制限があり、更に(2)寸法の最適化作業が繁雑である、(3)複雑な構造になると大規模な記憶容量が計算機に必要、(4)解析時間が多大になる、など様々な問題を抱えている。しかしながら、電波望遠鏡への搭載が可能な高性能ホーンの構造は限られており、この様なホーンは電磁界理論解析手法がこれまでに充分検討なされている事から考えると、汎用電磁界シミュレータによる設計は効率的ではなく、解析モデルを特化したシミュレータの開発が高性能化設計への早道であると考えられる。そこで、本共同研究では、まず、コルゲートホーンに解析モデルを特化して解析を行う電磁界シミュレータの開発を行った。次に、コルゲートホーン開発する上で懸案であったコルゲートの形状を考慮した解析を行い、コルゲートのフィン形状の違いとホーン性能への影響について考察した。最後に、ホーンに含まれる、方形円形変換導波路と円形導波管テーパの電磁界解析を行い、これらの部分における損失等について考察を行ったので報告する。また、これらの考察により、高性能なサブミリ波ホーンアンテナな設計に成功した。成果は学術論文に投稿予定である。

**フィン形状によるホーン性能比較**

フィン形状としてフィンおよび溝の底面が(1)ホーン中心軸に平行な場合と、(2)ホーンフレア角に平行な場合のコルゲートホーンアンテナをそれぞれ電磁界解析し、性能比較を行った。その結果、アンテナの基本性能である、(a)リターンロス、(b)利得、(c)交差偏波、(d)トータルパワー、(e)サイドローブレベルに違いが生じた。

表1 Band8ホーンモード変換部におけるフィン形状とホーン性能

フィン形状・性能	リターンロス	利得	最大交差偏波レベル	トータルパワー
(1)中心軸に平行	-29 dB (@ 400 GHz)	10.5 dB (@ 417 GHz)	-20 dB (@ 417 GHz)	25 aW
(2)フレア角に平行	-33 dB (@ 400 GHz)	11.1 dB (@ 417 GHz)	-23 dB (@ 417 GHz)	113 aW

表2 Band8ホーンモード変換部の417GHzにおけるサイドローブレベルの違い

フィン形状	第1サイドローブ	第2サイドローブ	第3サイドローブ
(1)中心に平行	-24 dB (@ 97 deg)	-23 dB (@ 128 deg)	-18 dB (@ 154 deg)
(2)フレア角に平行	-26 dB (@ 101 deg)	-27 dB (@ 130 deg)	-22 dB (@ 154 deg)

これらの結果より、フィン形状が性能に影響を及ぼす事が明らかとなった。

**方形円形変換・円形導波管テーパにおける損失**

これまでALMA計画Band8 (385GHz - 500 GHz)用ホーンに採用してきた方形円形変換は、解析の結果、最大でリターンロスが約-20dBとなり、伝送損失は1%程度以下であると考えられる。更に、円形導波管テーパは、解析の結果、最大でリターンロスが約-17dBとなり、伝送損失は、2%程度以下であると考えられる。しかし、これらはテーパ形状を曲線にする事で伝送損失を更に減少する事ができることも確認した。

5. 成果発表（学会発表、研究会集録などを含みます。印刷中、投稿中なども可。）

著者名	論文標題
松永真由美, 松永利明, 関本裕太郎	サブミリ波コルゲートホーンアンテナの高性能化設計法
発行年、雑誌・研究会名、巻・号、ページ	
電子情報通信学会技術研究報告アンテナ伝播(愛媛大学) vol.103, no.571, pp.13-16, 2004	

著者名	論文標題
松永真由美, 松永利明, 関本裕太郎	ALMA 型受信機高性能サブミリ波ホーン的设计
発行年、雑誌・研究会名、巻・号、ページ	
日本天文学会 2004 年春期年会(名古屋大学) V18c	

著者名	論文標題
Mayumi Matsunaga and Toshiaki Matsunaga, et al.	A Newly Designed High-Performance Submillimeter-Wave Horn Antenna
発行年、雑誌・研究会名、巻・号、ページ	
IEICE Transactions on Communications (投稿予定)	

著者名	論文標題
Mayumi Matsunaga and Toshiaki Matsunaga, et. al	Analysis of submillimeter-wave horn antennas for submillimeter-wave telescopes
発行年、雑誌・研究会名、巻・号、ページ	
Proc. of SPIE for the 9th International Symposium on Microwave and Optical Technology, vol.5445, pp.446-449, 2003	

著者名	論文標題
Mayumi Matsunaga, Y. Sekimoto and T. Matsunaga	An experimental study of submillimeter-wave horn antennae for a submillimeter-wave array
発行年、雑誌・研究会名、巻・号、ページ	
Publication of the Astronomical Society of Japan, vol. 55, no. 5, pp.1051-1057, 2003	

著者名	論文標題
発行年、雑誌・研究会名、巻・号、ページ	

著者名	論文標題
発行年、雑誌・研究会名、巻・号、ページ	

6. 別刷り（各1部を添付してください。コピーも可。）