

張り子の技法を用いた電波望遠鏡の鏡面の作成

横浜サイエンスフロンティア高等学校天文部：

西尾 優里（高3）、藤井 寿斗、鈴木 智也、關 幹隆（高2）、
一ツ橋 柚貴、伊藤 歩華、財田 清良、手塚 葵、和田 宙大、茅根 壮太郎、鷺田 美沙希（高1）
【横浜サイエンスフロンティア高等学校】、
渡邊 結衣（中2）、本間 敦士（中1）【横浜サイエンスフロンティア高等学校附属中学校】

要 旨

今回私たちは、張り子の技法を用いて電波望遠鏡の鏡面の製作をする研究を行った。
張り子を用いることで、材料費を安くし、巨大化かつ軽量化をすることを目的として研究を進めた。

1. はじめに

電波望遠鏡は鏡面の直径が大きいほうが分解能、感度ともに良い。しかし、電波望遠鏡の鏡面の素材は金属でなければならず、重量がある。そして大きいものほど価格が高いという現状がある。そこで、今回張り子の技法を用いて、紙の素材で安価で軽量の電波望遠鏡を作ることができればこの問題を解消できると考え研究を始めた。

今回は太陽温度をその作成した鏡面で測定した。そこではBSアンテナのコンバーターとブースターを使用したため、12GHzの観測を行うことにした。そのため、作成した鏡面で、彩層の温度である10000K付近の温度になることが期待される。

2. 実験方法

張り子の技術を用いて鏡面を作成した後、太陽温度を測定し、性能が十分かどうか確認した。参考に

具体的には、発泡スチロールで鏡面の枠組みを作成したのちに、紙をちぎって貼り合わせ、その上に銀折り紙を電氣的に接続するように貼り付けた。今の時点では作成を予定しているものの4分の1の扇型の鏡面で観測を行った。温度を求める際に、太陽、太陽と反対方向の空、電波吸収体としての人体にそれぞれに作成した電波望遠鏡を向け、波長2.4cmの電波の電圧を測定した。作成したアンテナを太陽、太陽と反対方向同高度の空、電波吸収体としての人体に向け、それぞれの電圧(V) V_{sun} 、 V_{sky} 、 V_{abs} を測定し、室温 T_{abs} も計測し、チョッパーホイール法で太陽の輝度温度 T_{ant} を計算した。そして、太陽の表面温度を T_{sun} (K)を作成したアンテナのビームサイズを a と表し、太陽の視直径 r の値は 0.5° を用いた。そして、太陽温度を電波強度から求める式として

[1]を参考に、 $T_{ant} = (V_{sun} - V_{sky}) / (V_{abs} - V_{sky}) \cdot (T_{abs} + 273)$ $T_{sun} = T_{ant} \cdot a^2 / r^2$

を使用し、太陽温度を測定した。またその際に用いたビームサイズは、観測する波長 λ とアンテナの直径 D を使用し、式として[2]を参考に、 $\theta \approx 1.2\lambda / D$ に代入して求めた。今回4分の1サイズの扇型だが、中心から端までの0.5mをアンテナの直径として計算した。観測時の使用物品としては、BSアンテナのコンバーター (DX ANTENNA BC453S[BC453S]) DXBSアンテナ用ブースター (DXアンテナ ブースター EC-38S)、検波器(RFD-1500)とテスターを使用した。

3. 結果

太陽温度を試みに測定した結果、ある程度正確な温度が測定された(表1)。また、実験回数が一回しかないがパラボラアンテナとして機能することが確認された。

ビームサイズ(deg)	$V_{sun}(V)$	$V_{sky}(V)$	$V_{abs}(V)$	$T_{sun}(K)$
3.8	0.87	0.64	0.96	9.6×10^4

表1

4. 考察

今回、太陽温度を計測できたため、電波を集光できていることが確認されたため張り子で紙の素材で作られていても電波望遠鏡として機能していると考えられる。しかし、強度が足りず少し歪んでいる場合もあるため精度には改善の余地があると考えた。

5. 展望

今後はまず残りの4分の3の分の鏡面を完成させたい。データ数がまだまだ少ないので、実験を重ねていきたい。そして、BSアンテナとの比較をしていきたいと考えた。また、作成した鏡面にレジンを塗り補強をするのと同時に、防水性能の向上を目指していきたい。それに加え、銀スプレーを用いての鏡面の観測も考えている。また、扇型であるのに、直径を0.5mで代入してよいのかの確認ができていないなどの問題点を解決していきたい。

参考文献

- [1] 2014年ジュニアセッション予稿 BS用アンテナによる太陽電波観測
<https://www.asj.or.jp/jsession/old/2014haru/yokou2014/14rev.pdf> (最終閲覧 1月20日)
 [2] 国立天文台 アルマーの冒険 第09回 「パラボラアンテナを作って電波観測」
<https://www.nao.ac.jp/contents/naoj-news/almar/data/almar09.pdf> (最終閲覧 1月20日)