

BSアンテナを利用した月の電波観測

佐々木孝啓、飯塚雄基(高2)、首藤真理子、鈴木尋子(高1)【埼玉県立蕨高校地学部】

1. はじめに

私たち地学部では家庭用BSアンテナを用いて、太陽から放射されている電波の観測を行ってきた。観測した電波の強度からは太陽の表面温度を求められる。その観測を通して、月にアンテナを向ければどのような結果が得られるのか、という疑問が出てきた。なぜなら、月は太陽の光を反射して光っているのだから、太陽から放射された電波も月から反射されて地球に届くのでは、と思ったからである。一方で月自体もその表面温度に応じた電波を放射しているはずなので、月から得られる電波がどのようなものになるのか知りたくなった。そこで、月の電波観測を今年の研究テーマと位置付けて一年間観測した。

2. 目的

今回の研究では次の2点を研究の目的とした。

- ① 月にアンテナを向けた場合に、月が反射した太陽の電波を捉えているのか、それとも月の黒体放射による電波を捉えているのか。
- ② 黒体放射だとした場合、その電波強度から求めた月の温度はどうなるのか。

3. 観測の原理・方法

物体はその温度に応じて、幅広い波長の範囲で電磁波を放射する(黒体放射)。温度が高くなるほど放射強度が大きくなるため、特定の波長の電磁波でその強度を測定し、温度がわかっている物体と比較することで、放射源の温度を求められる。本研究では、BS放送用のアンテナを使用して月が放射する波長2.5cmの電波をとらえ、検波器、デジタルテスターを通してその強度を電圧として測定し、パソコンでデータを自動記録する(図1、2)。

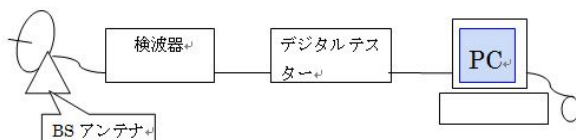


図1 観測機器の構成

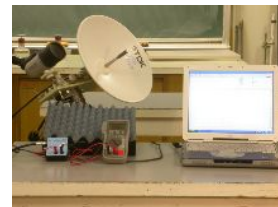


図2 観測機器

次式より月の見かけの温度(アンテナ温度) T_{ant} [K]を計算する。

$$T_{ant} = \frac{V_{moon} - V_{sky}}{V_a - V_{sky}} \times T_a$$

T_a は校正用の電波吸収体の温度(絶対温度)、 V_{moon} は月、 V_{sky} は空、そして V_a は電波吸収体の電波強度(電圧)である。さらに、次式によってアンテナの視野面積に占める月の面積比でアンテナ温度 T_{ant} を補正して、月の実際の表面温度 T_{moon} [K]を計算する。

$$T_{moon} = \frac{h^2}{S^2} T_{ant}$$

ただし、 h はアンテナの視野を表す半値幅、 S は月の視直径である。

4. 観測結果

2008年12月12日に、本校屋上にて月（月齢15）の電波観測をおこなった。アンテナを固定し、月がアンテナの視野を通過するときの電波強度の変化を測定した結果、右のような結果が得られた（図3）。18時08分～18時26分頃（矢印の範囲）にかけて月がアンテナの視野を通過している。通過後は電波強度が不安定になっているが、月の通過中は月によるものと考えられる電波強度の上昇が確認できる。この観測で、以下の値を得た。



図3 月の電波強度

$$V_a=372.5\text{mV}、V_{sky}=192.7\text{mV}、V_{moon}=194.7\text{mV}、\text{気温}T=12^\circ\text{C}(=285\text{K})$$

これらの値からアンテナ温度が 3.17K と求まった。また、別の日（2008.11.14）に行った太陽の電波観測より、半値幅 $h=4.33$ 度を得た。天文年鑑[1]より月の視直径 $S=0.5567$ 度として、月の表面温度を求めると 192K となった。

5. 考察

今回の観測で、月の表面温度として 192K という値が得られた。文献[2]によると、月の表面温度は $100\text{K}\sim 370\text{K}$ の範囲にあり、今回求めた値はその中に入っている。また、この値は太陽の表面温度と比べると大きな差があり、これらのことから、月からの電波は太陽の反射電波ではなく、そのほとんどは黒体放射によるものと考えられる。

データの精度がよくないので、この値をそのまま月の表面温度とみなせるかどうかは疑問ではあるが、このような値が得られたことから、今回の観測が有効であると考えられる。

また、今回の観測を通して、背景となる空の電波強度が場所によって異なることがわかった。これは、上空大気温度の不均一さや人工衛星の影響、あるいは観測機器の不安定さなどの可能性が考えられるが、原因はまだはっきりとわからない。

6. 今後の課題

これからの課題を以下に挙げる。

- ・月齢による月の電波強度の違いを測定し、月の表面温度の変化を検出する。
- ・空の電波強度が場所によって異なっている原因を探る。
- ・月からの電波を効率よく集めるために、口径の大きい BS アンテナを入手する。
- ・検波器が不安定なので、その安定性を高める。

参考文献

- [1] 『天文年鑑 2008』 誠文堂新光社
- [2] 大澤清輝『新版天文学』 東京教学社