

B S アンテナに よる月の電波観測

吉田敬一、加藤凌輔、新田目暁、小林輝、
渋谷まゆら、森田佳恵(高2)
梶原悠、来原光希、清水悠太、須田麻美、
竹内寛興、野間千尋、山崎祐輔(高1)

【埼玉県立蕨高等学校】

1. はじめに

- 物体はその温度に応じた強度の電磁波を放射している。このことから電磁波の強度を測定すれば放射源の温度を求めることができる。
- 天体もその温度に応じた電磁波を放出しており、その強度を測定することで温度を求めることができる。
- 蕨高校地学部ではこれまで、BSアンテナを用いて太陽や月が放射する電波の観測を通して、天体の表面温度の測定に挑戦してきた。

- 今回私たちは、以前使用した直径35cmのBSアンテナよりも大型の直径50cmのBSアンテナを入手することができた。それによって、より精度の高い観測を行うことができるようになった。
- その観測を通して、月齢の違いによって月の表面温度に変化はあるのか、という疑問を持ち、以前の研究を引き継いで月の電波観測を開始した。

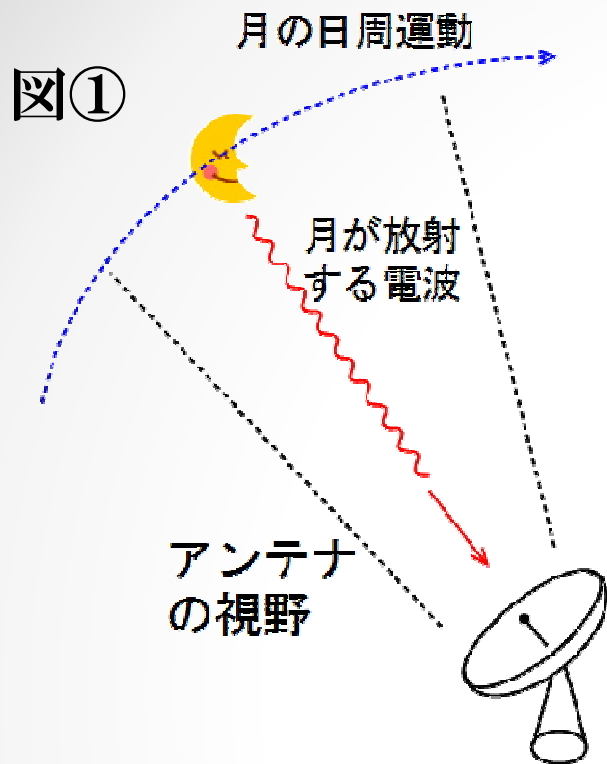
2. 研究の目的

- ①電波強度から月の表面温度を求める
- ②月齢の違いによる月の表面温度の変化の検出を試みる

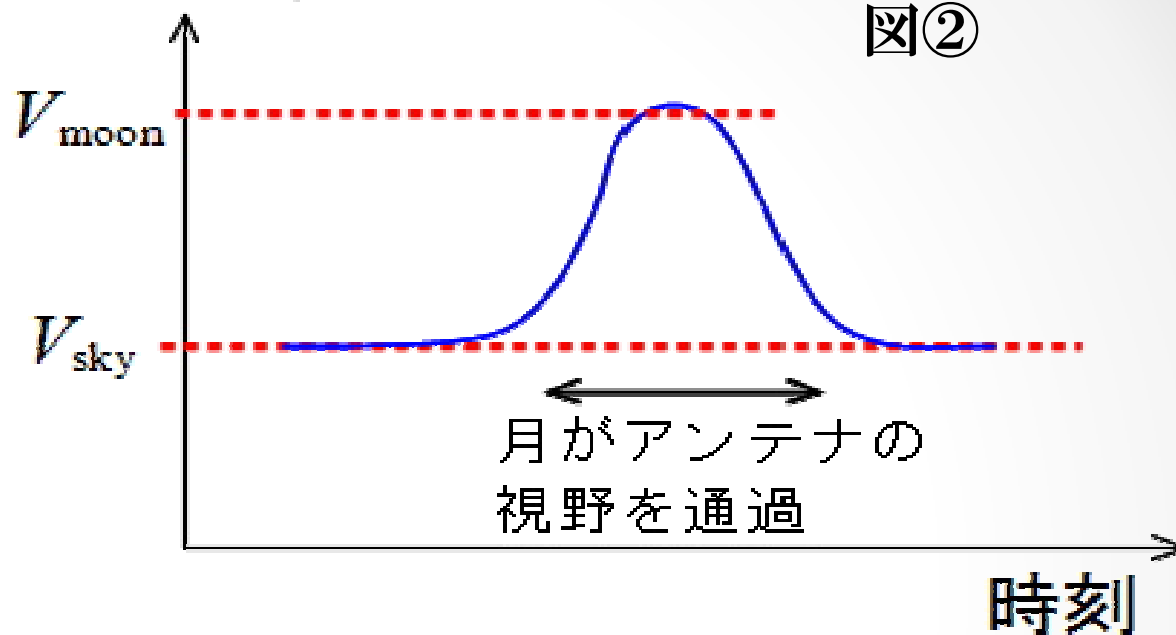
3. 観測方法

- 物体はその温度に応じた波長の電磁波を放射するため、特定の波長の電磁波の強度を測定することで、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2.5 cm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。
- そのデータを元に月の表面温度を計算する。





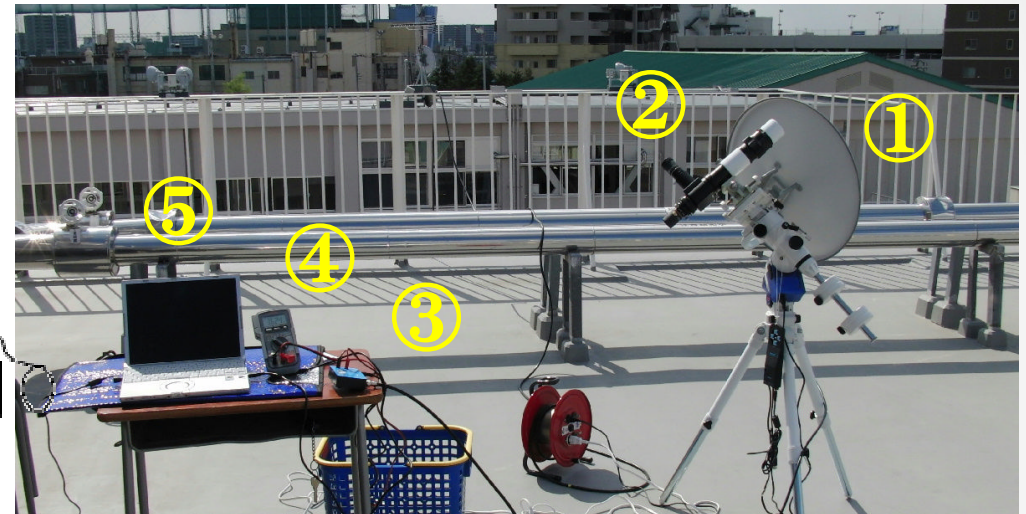
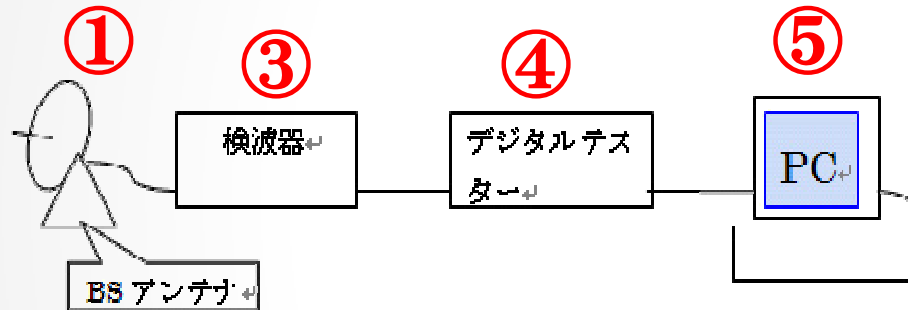
電波強度



アンテナの向きを固定し、月がアンテナの視野を通過する時の電波強度の変化を測定する方法 (図①) を用いる。

その結果、測定した月の電波強度は (図②) のようなグラフで表される。

- BS放送用アンテナ、検波器、デジタルテスターの順に接続。
- アンテナでとらえた電波を検波器で直流の電流に変換しテスターで電圧を測定し、パソコンで記録する。



- ①アンテナ (MASPRO,BC50)
- ②ガイドスコープ
- ③検波器 (EDC,RFD-1500)
- ④デジタルテスター (SANWA,PC20)
- ⑤パソコン



対象天体（月）の見かけの温度（アンテナ温度※） T_{ant} を、次式より計算する[1]。

月の見かけの温度（アンテナ温度）を求める式

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

※アンテナ温度：

観測対象の天体の温度を、アンテナの視野全体に平均化したとみなしたときの温度。

天体の見かけの大きさがアンテナ視野より小さいときは、実際の温度より低くなる。

T_a は較正用の電波吸収体の温度（絶対温度[K]）

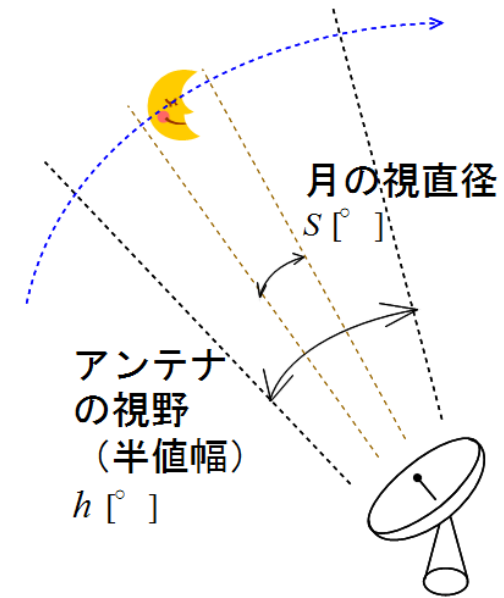
V_{moon} 、 V_{sky} 、 V_a はそれぞれ月、空、電波吸収体※の電波強度（電圧）である。

※電波吸収体：

温度を求めるときの電波強度の基準となる物体

- さらに次式で、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、月の実際の表面温度 T_{moon} を計算する[1]。

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



ただし、 h はアンテナの視野を表す半値幅で、今回使用したアンテナでは 2.9° である。また、 s は月の視直径で、天文年鑑から調べた[2],[3]。

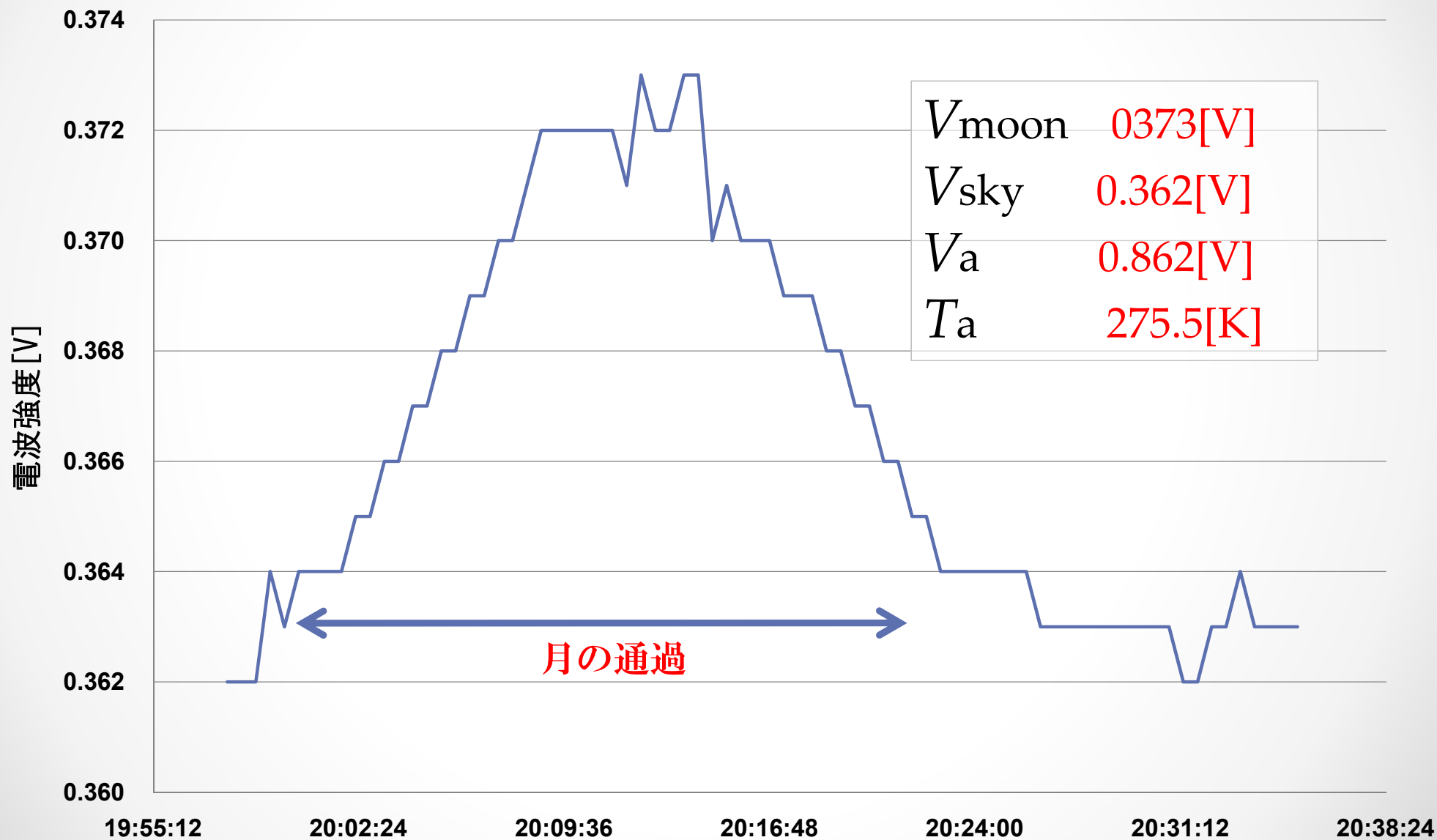
4. 結果

図③

1月18日の月の電波強度（月齢14）



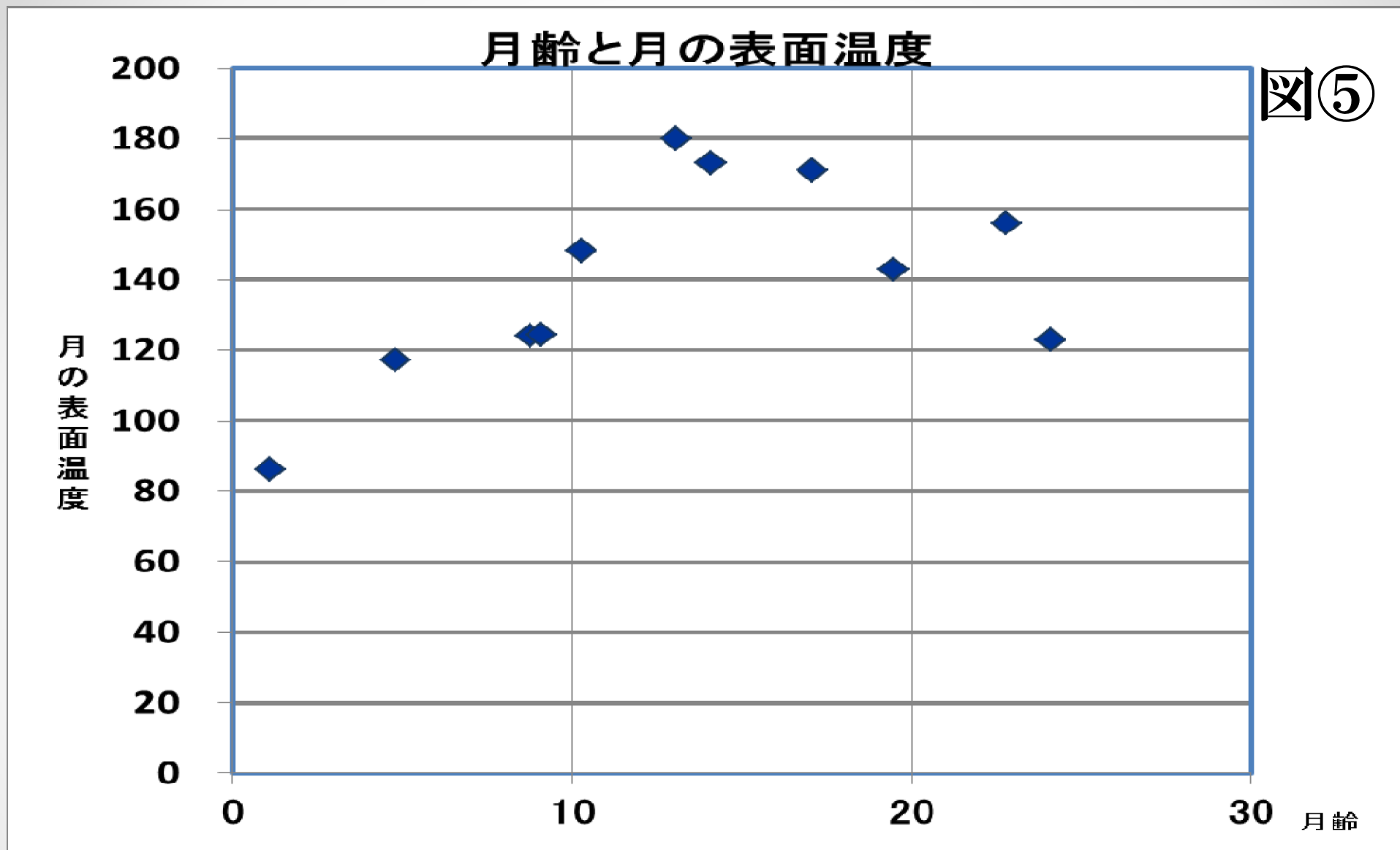
1月21日の月の電波強度 (月齢 17)



これまで観測したデータを月齢順に並べるとこのようになった。

表 1

月日	月齢	Vmoon[V]	Va[V]	Vsky[V]	Ta[K]	Tant[K]	月の視直径[分]	Tmoon[K]
1月5日	1.1	0.346	0.882	0.341	285.0	2.6	30.4	86
12月10日	4.8	0.378	0.937	0.371	284.5	3.5	30.0	117
12月14日	8.8	0.363	0.911	0.356	286.0	3.3	29.6	124
9月17日	9.1	0.406	0.882	0.400	299.0	3.7	30.0	124
11月16日	10.3	0.404	0.948	0.396	284.0	4.3	29.6	148
9月21日	13.1	0.413	0.876	0.405	304.0	5.8	29.4	180
1月18日	14.1	0.386	0.904	0.375	282.0	5.8	32.0	173
1月21日	17.1	0.373	0.862	0.362	276.5	6.1	32.8	171
2月22日	19.5	0.378	0.871	0.369	278.0	5.1	32.8	143
12月28日	22.8	0.400	0.918	0.390	282.2	5.3	32.2	156
10月2日	24.1	0.369	0.874	0.362	300.0	2.9	32.0	123

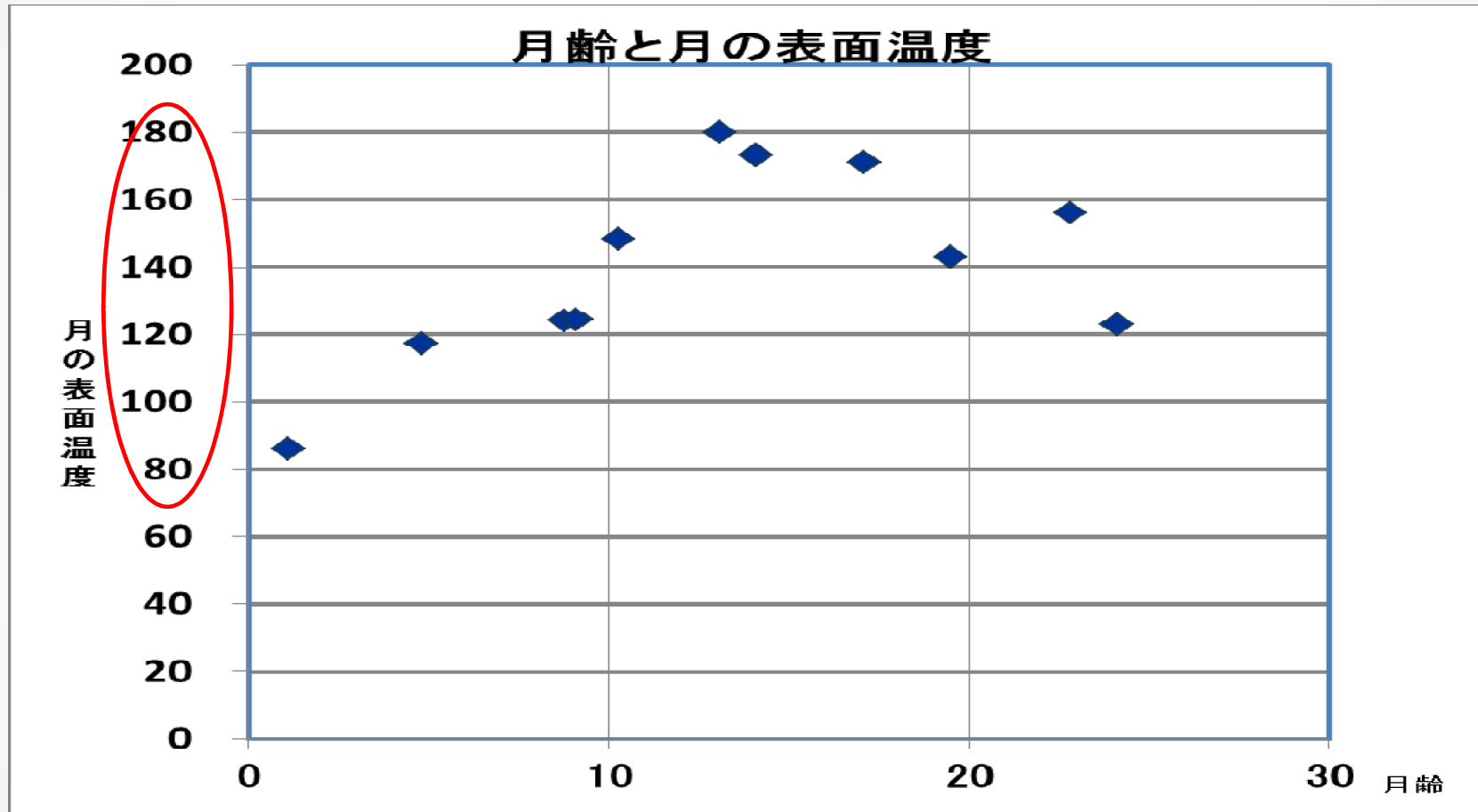


図⑤

観測時の月齢と月の表面温度の関係をグラフにしたところ、このようになった。

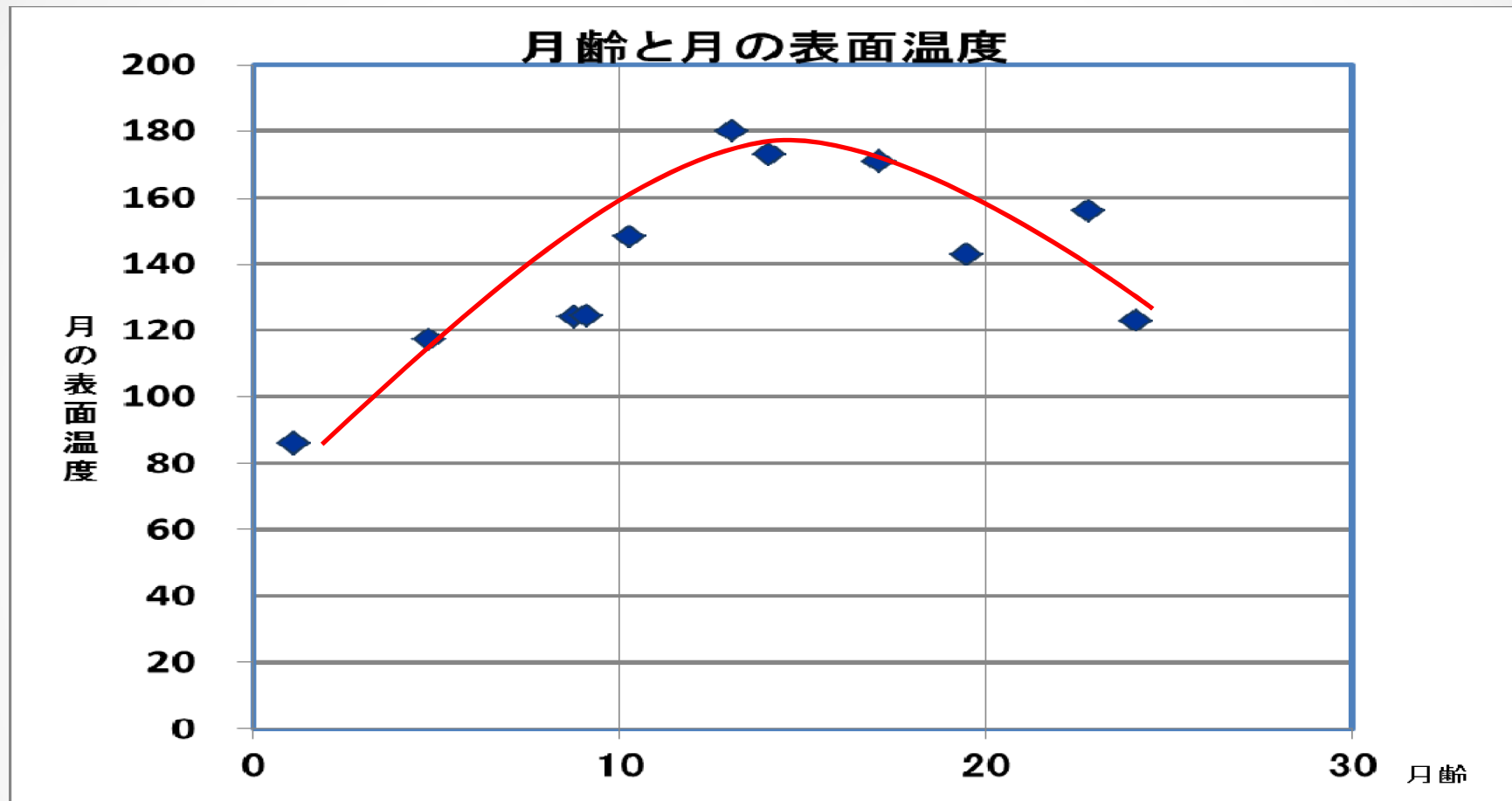
5. 考察

● 目的①[月の表面温度]について



得られた月の表面温度は、およそ80~180[K]の範囲。
月自身が放射しているものである可能性が高い。

● 目的②[月齢と月の温度との関係]について



月の表面温度は満月（月齢15）付近で高くなり、新月（月齢0）付近で低くなっている。

月の表面が太陽から受ける日射量が多いほど月の表面温度が上昇していることを示しているのではないかと推測できる。

6. 今後の課題

- データの数がまだ少なく、特に月齢15～30のデータが不足しているなので、さらに観測回数を増やしていきたい。また、今年の12月の皆既月食で、月に太陽電波があたらない条件での観測を行い、今回のデータが太陽の反射電波ではないことを確認したい。

【謝辞】 本研究を進めるにあたり、鹿児島大学の半田利弘先生、山口大学の藤沢健太先生、そして西はりま天文台公園の時政典孝先生にアドバイスを頂きました。ありがとうございました。

- 【参考文献】
- [1]天体観測の教科書 太陽観測[編] (誠文堂新光社)
 - [2]天文年鑑2010 (誠文堂新光社)
 - [3]天文年鑑2011 (誠文堂新光社)
 - [4] 新版天文学 (東京教学社)

※本研究は、(独)科学技術振興機構による中高生の科学部活動振興事業の助成金を受けて実施しています。