

# 月 面 天 文 台 『 M o o o o o o N 』

～ファーストスターを探れ～

## 第9回 君が作る宇宙ミッション A班

相羽祇亮（高2） 栃木県立宇都宮高校

飯田美幸（高3）

茨城県立竹園高校

栗原佑典（高3） 埼玉県立熊谷高校

小林千鶴（高3）

愛媛県立松山中央高校

永井悠真（高3） 埼玉県立浦和北高校

福本菜々美（高2）

私立済美高校

### 1. はじめに

#### (1) 動機

誰もが一度は夜空を見上げ「宇宙の始まりはどうなっていたのだろうか?」と思ったことがあるのではないだろうか。私たちはその疑問に応えるべく、宇宙の始まりを知る手がかりとなる宇宙で最初にできた星「ファーストスター」を観測して、その謎を解き明かそうと考えた。

#### (2) これまでの研究成果

最新のシミュレーションによって、宇宙が3億歳の頃にはファーストスターが誕生したという結果が得られていることから、ファーストスターは地球から130億光年以上の彼方にあると考えられる。

しかし、現在までに観測されている最も遠い天体はハッブル宇宙望遠鏡によって発見された、ろ座付近の地球から131億光年離れた天体であり、ファーストスターの発見には至っていない。

したがって、現在見つかっている最遠方天体よりもさらに遠くまで見通せるような観測技術がファーストスターの発見には必要である。

### 2. 観測

#### (1) ファーストスター

・距離: 約132億光年(現在観測されている最遠方天体(131億光年)より遠方にあると仮定した)

・観測波長:  $1.0\mu\text{m}$  の赤外線(ファーストスターは若い星なので紫外線( $0.1\mu\text{m}$ )で光っているが、赤方偏移を受けるためである)

・大きさ:  $2.6 \times 10^{18}\text{m}$ (散開星団の大きさと同程度。ファーストスターは1つではなく若い星の集団として生まれると仮定した)

#### (2) 鏡の大きさ

ファーストスターの検出に必要な空間分解能 $\theta$ は、観測波長 $\lambda$ と鏡の口径 $D$ を使って①式で表せる。また、 $\theta$ は、天体までの距離 $r$ 、天体の大きさ $d$ と②式の関係にあるので、式①②から必要な鏡の大きさを50mと見積もった。

$$\theta \approx \frac{\lambda}{D} \quad \dots \textcircled{1} \quad \theta \approx \frac{d}{r} \quad \dots \textcircled{2}$$

#### (3) 観測方法

以下の手順でファーストスターを検出する。

(i) 撮像でその天体の色や大きさを調べ、ファーストスターの候補天体を選出する。

(ii) 候補天体を分光して距離・元素を調べ、ファーストスターであるか確認する。

### 3. 天文台の建設

#### (1) 建設場所の検討

上記の観測を実現するには以下2つの条件を満たす場所に天文台を設置する必要がある。

(i) 赤外線での観測に適している。

(ii) 大型の天文台を建設できる。

そこで地上・宇宙空間・月面のメリットを比較して(表1)にまとめた。

月の極のクレーターには永久影がある。永久影の中は安定した低温環境なので、赤外線での観測に適している。また、重力が地球より小さく、宇宙空間とは異なり安定した地盤があるので大型の天文台を建設することも容易になる。

以上のことから、私たちは月面に天文台を建設することにした。

## (2)建設場所

月面上にいくつかある永久影のうち、極に近く、温度が非常に低いことなどから月の南極にあるシャックルトンクレーターを採用した(図1・表2)。

表1. 建設場所の検討

	地上	宇宙空間	月面
赤外線吸収	×	○	○
大気のゆらぎ	×	○	○
安定した低温環境	×	×	○
重力	×	○	△
安定した地盤	○	×	○
電力	◎	△	○
資材の運搬	○	△	×

図1. シャックルトンクレーター

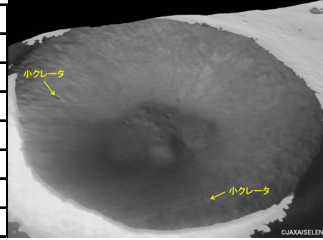


表2. クレーターデータ

位置	S89. 9° E0. 0°
直径	21km
平底の直径	6. 6km
深さ	4. 2km
内部温度	90K

## (3)構造

望遠鏡は月面を掘り下げたところに、観測機器は地下に設置して、それらを光ファイバーで結ぶ(図2)。そうすることで宇宙線による観測機器への影響を防ぐことができる。また、左右にあるのは望遠鏡のドームである。

## (4)建設方法

建設が長期に及び、大規模な建設になるため、低コストなロボットを主に使う。ロボットは用途によって測量・基礎・組上げ・運搬などに特化したものを使い分けることで、作業の効率化を図る。ロボットは真空・極低温・暗闇などに対応できる必要がある。

組み立てには主に地球から運搬した資材を使用する。

## (5)発電

発電には主に太陽光発電を用いる。パネルを地面に垂直に立て、360度回転できる構造にすることで、月の南極でも太陽光パネルを常に太陽に向けられ、安定した電力を供給できる。

## (6)物資の運搬

月への運搬回数を減らすことを考え、宇宙エレベーターとロケットを用いる(図3)。静止軌道ステーションから月面までは再使用型のロケットを利用して、建築資材等を運搬する。こうすることで、1回に運べる量を増やすことができると考えた。

## 4. 問題点

以下のような課題を検討する必要がある。

### ・レゴリス

月面を覆っているレゴリスは、静電気の影響や隕石の落下によって舞い上がり、レンズに傷をつけて観測に影響を及ぼすことが懸念される。

### ・望遠鏡の形や材質

月の重力に合わせたものを採用しなければならない。

## 5. まとめ

このミッションを成功させることは、宇宙の始まりの謎に迫る大きな一歩になるであろう。また、月面天文台は天文学のさらなる発展に貢献し、建設、運搬技術は将来的に月面で人類が生活する際の手助けになることが期待できる。

## <参考文献>

清水建設宇宙開発室(編) 1999:「月へ、ふたたび」 p.150 オーム社

吉田直紀(著) 2008:「ファースト・スター---宇宙の一番星の誕生---謎の「暗黒時代」に育った星と光を初めて再現」科学 2008年11月号 pp.1185~1188 岩波書店

図2. MooooooN 望遠鏡

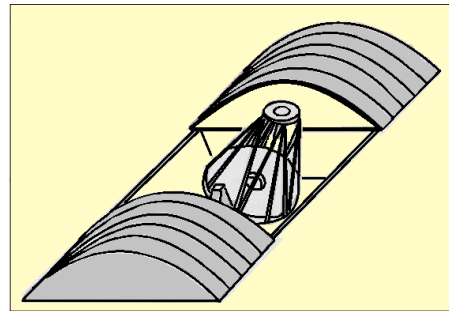


図3. 運搬行程

