

# 宇宙地球科学 A レポート課題 1 (4月23日出題)

工学部5類 \*

## 1、What is the Olbers' Paradox? How can it be resolved?

オルバースのパラドックスとは、「宇宙が無限の広がりを持ち、無限の過去から静止して存在し、無限個の星からなるとすれば、夜空は明るいはずだ」というものである。例えば、ある方向を見たとき、その方向には必ず星があるため何らかの光が来ている。ということは、どの方向を見ても何らかの光が来ていることになり、宇宙は明るくなるはずである。

このパラドックスを解決するには、宇宙は膨張しているという事実が必要である。天文学者ハッブルは様々な星を観測し、星は地球から遠ければ遠いほど速いスピードで地球から遠ざかっているという法則を発見した。正確には、星が遠ざかるスピードはその星までの距離に比例するというものである。(これをハッブルの法則という。)これにより、宇宙は膨張しているといえる。(詳細については問2で説明する。)

宇宙が膨張しているとしたとき、地球からある一定の距離よりも離れた場所にある星は、地球から光速より速いスピードで遠ざかっているはずなので、そこから発せられた光は永遠に地球に届くことはない。言い換えると、ある一定の距離より遠くの星を観測することは不可能である。これにより、地球に届く光は有限の星から出た光のみであることが言え、「無限個の星からなる」という前提が崩れる。

またこのとき、過去へ遡ってみると、ある時点で星間の距離がゼロになる、すなわちある一点に収束するということがわかった。逆に言えば、この瞬間から宇宙の膨張がはじまったということになる。(これをビッグバンという。)これで「無限の過去から」という前提が崩れる。

以上のことより、パラドックスは解決された。

## 2、Explain why the expansion of the universe as seen from a distant galaxy would look the same as seen from our Galaxy? Use a diagram in your explanation.

銀河がすべて地球から遠ざかっているということは、一見地球を中心にして爆発したかのように見えるが、実際は以下のように考えると説明がつく。

空間内のある矢印(線分)を考える。地球から銀河までの距離が遠いほど遠ざかるスピードが速いということを考慮に入れると、下図のように表せる。(速度は[距離/時間]の傾きで表現できる。)  $t_0$  から  $t_1$  や  $t_2$  になるとき、地球や他の点を特に基準にしているわけではなく、線分全体が引き伸ばされていることがわかる。また、この1次元である線分全体の関係は、x軸、y軸、z軸の直交座標をとると、3次元である空間全体の関係のときも成り立つ。

よって我々の銀河から見ても他の銀河から見ても、宇宙の膨張は同じように見える。