

## 今後の研究計画

我々の住む宇宙の大域的な振る舞いはフリードマン宇宙モデルにより記述される。この宇宙モデルには3つのパラメータ  $H_0$ ,  $\Omega_K$ ,  $\Omega_\Lambda$  の自由度がある。 $H_0$  は現在の宇宙の膨張率を,  $\Omega_K$  は空間の曲率を,  $\Omega_\Lambda$  は宇宙項の寄与を表す。これらを決定することは宇宙論における最大の目標の1つである。

これらのパラメータを決定するために様々な観測が行われている。天体の見かけの明るさ  $m$  とその天体から届く光の赤方偏移  $z$  を観測することもその1つである。見かけの明るさ  $m$  が宇宙の膨張則を反映することから,  $m$  と  $z$  の関係を調べることによりパラメータ  $H_0$ ,  $\Omega_K$ ,  $\Omega_\Lambda$  の情報を得ることができる。具体的には, 観測によって得られた  $m$ - $z$  関係とフリードマン宇宙において理論的に導出される  $m$ - $z$  関係を比較する。そして観測と最も良く合うパラメータの組み合わせが選ばれる。

フリードマン宇宙モデルは, 宇宙が空間的に一様かつ等方であることを仮定した上で得られる。我々の宇宙には銀河や銀河団といった非一様な物質分布が存在するが, 十分大きなスケールで平均化すると一様・等方な物質分布と見なすことができる。そのため, 宇宙の大域的な振る舞いがフリードマン宇宙で記述されると考えられる。ところが天体からの光は, 銀河などの非一様な物質分布を持つ宇宙を伝播して我々に届く。非一様な領域を光が通過すると重力レンズ効果を受ける。そのためフリードマン宇宙を通過してきた場合と比べて, その進路が曲げられたり, 明るく(暗く)観測されたりすると予想される。したがって, 上で述べたような単純な比較をするわけにはいかない。

現在支持されているのは加速膨張するフリードマン宇宙モデルである。宇宙背景放射の観測等から宇宙は空間的に平坦であることが示唆されている。そのため加速膨張を説明するには宇宙項が必要とされる。宇宙項の存在が示唆されると, その起源は何かという新たな問題が浮上する。加速膨張の根拠の1つは, 減速膨張する場合に比べて天体が暗く見えることである。したがって, 減速膨張する宇宙において天体が暗く見える理由を見つけることができれば, 宇宙項の問題を解決することができる。

今後の研究では, 非一様性による重力レンズ効果の点からこの問題に取り組む。重力レンズ効果の結果, 光が物質密度の低い領域を通過するとその見かけの明るさが暗くなることが知られている。このような状況を再現するモデルとしてブラックホール解をフリードマン宇宙モデルに埋め込むスイスチーズ宇宙モデルを採用する。これは球領域に含まれる物質を同じ質量を持つ質点で置き換えることに対応する。このモデルにおいて  $m$ - $z$  関係を調べることにより, 宇宙項  $\Omega_\Lambda$  のうち重力レンズ効果の占める割合が明らかになる。

幾何光学近似の下で天体の明るさを調べるには, 光線の束を考えなければならない。光線束の断面積が明るさに対応するためである。強い重力レンズ効果を受けると光線束の断面は1方向につぶれてしまうが, これは光線の束の非自明な配位が実現されることを意味する。赤方偏移  $z$  が1より大きな, 遠方の天体からの光は必ずこのような強い重力レンズ効果を受けると評価されているので, このような非自明な光線束の配位は頻繁に起こっていると考えられる。今後の観測は  $z$  が1を越えるような遠方の領域に及ぶので, このような強い重力レンズ効果について研究することは重要である。