

## 今後の研究計画

フリードマン宇宙モデルの膨張則は3つのパラメータ(ハッブルパラメータ, 減速パラメータおよび宇宙項)で決まる. これらのうち減速パラメータ  $q$  を求めるには, 多数の天体についてその見かけの明るさ(等級)  $m$  と赤方偏移  $z$  を観測しなければならない. これにより我々の宇宙での  $m$ - $z$  関係を求めることができる. フリードマン宇宙モデルにおける  $m$ - $z$  関係は  $q$  に依存する形で理論的に求めることができるので, 観測された  $m$ - $z$  関係を再現する  $q$  を求めれば目的は達成される.

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. 光が銀河などの近傍を通過すると, 重力レンズ効果を受ける. これにより光の進路が曲げられたり, 実際よりも明るく観測されたりする. したがって, 上のように単純な比較をするわけにはいかない.

これまでも非一様性による  $m$ - $z$  関係への影響を調べる研究はいくつもあった. そこでは弱い重力レンズ効果だけが考えられている. 光が銀河等の周辺を通過する際, それほど近くを通過しない場合にはこの仮定で十分である. しかし, 遠方 ( $z \gtrsim 1$ ) の天体からの光は, 一度は非常に近いところを通過することが分かっている. 減速パラメータを決定するためには遠方 ( $z \gtrsim 1$ ) の天体を観測しなければならないので, これまでの研究結果を適用するわけにはいかない.

$m$ - $z$  関係を求めるには光線の束を考え, その断面積が天体から我々に届く間にどれだけ変化するかを調べなければならない. 具体的には測地線方程式と測地線偏差方程式からなる連立微分方程式を解くことになる. フリードマン宇宙モデルではこれらを解析的に解くことができるが, 非一様宇宙では数値的に解かなければならない.

今後の研究では, 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ことによって構成される宇宙モデルを用いて, そこでの  $m$ - $z$  関係を求める. この結果と, フリードマン宇宙モデルでの結果を比較することにより, 非一様性の効果を明らかにすることができる.

上のモデルの特殊な場合として, 非常に小さな質量のブラックホールからなる宇宙モデルを構成することができる. このような宇宙でフリードマン宇宙の  $m$ - $z$  関係が再現されるかという問題は非常に興味深い. ビームの断面積に比べて埋め込まれたブラックホールの領域が十分大きい場合には, 測地線偏差方程式を解くことでその変化を追うことができる. しかし, ここで考えているような状況ではビームの中にいくつものブラックホールが存在する. このような状況でビームの断面積の変化を追うには, 構成する光線の軌跡を個々に求めなければならない. この手法を用いると, ブラックホールのごく近傍を通過した場合大きな角度で散乱されるため光線束の非自明な配位が現れると考えられる.