

J03a 年周視差による Cepheid の P-L 関係のゼロ点決定とバイアス

山田良透 (京大理)、郷田直輝 (天文台)、辻本拓司 (天文台)

Hipparcos の年周視差データを用いて Cepheid の Period Luminosity 関係 (以下 P-L 関係) を決定する論文がいくつか発表されている。従来直接法とよばれる方法、すなわち $M_V = m_v + 5 \log \pi - 10 - a_v$ により絶対等級を推定し、これと周期のデータの直接的関係を用いてゼロ点を決定する方法が多用されていた。しかし、Feast & Catchpole (M.N. 286 L1(1997)) は直説法にはバイアスがあることを示し、いわゆる Feast & Catchpole の方法、すなわち $10^{0.2\rho} = 0.01\pi 10^{0.2(m_v - a_v - \delta \log P)}$ の重み付き平均値として ρ を決定する方法を提唱した。この方法は、等級データの分散 σ_m (測定誤差、吸収補正の誤差、intrinsic な幅の合計) が小さいときにはバイアスが小さいことが特徴である。また、Maximum Likelihood 法も P-L 関係決定に応用されている。

今回我々は、これらの解析方法について Monte Carlo 計算によりバイアスのかかり方を系統的に調べた。その結果、Feast らの方法は、 σ_m が大きいときにはやはりバイアスがかかってくることが明らかになった。バイアスが入り込むメカニズムは数学的には直接法と同じである。実際 P-L 関係には intrinsic な幅が 0.2 等級程度存在することが知られており、これに a_v の評価と等級測定精度にそれぞれ 0.3 等級程度の誤差があると仮定すれば $\sigma_m = 0.5$ 等級となり、Feast らの方法のバイアスも 0.2 等級程度となる。0.2 等級の誤差は距離決定精度にすると約 10 % に相当し、Hubble 宇宙望遠鏡での宇宙論的距離決定の目標値に相当する大きなものである。

また、Maximum Likelihood 法は likelihood 関数の選び方によりその特性はさまざまだが、例えば Ratnatunga & Casertano (AJ 101 p.101(1991)) が行っているような likelihood 関数の選び方をする場合は、Monte Carlo 法により生成される疑似データに大きな σ_m を導入しても最適値として $\sigma_m = 0$ に近いパラメーターセットを導いてしまう傾向があることが明らかになった。

結論として、現在用いられているどの方法でも、P-L 関係のゼロ点決定でバイアスを除去できないことが判った。