

U26a 数値シミュレーションからの Fisher 情報量行列のノンパラメトリックな推定法

池田思朗 (統数研), 西道啓博 (東京大学), 吉田直紀 (東京大学)

大規模な観測から宇宙論的情報を引き出す問題は、統計学の推定の問題とみなすことができる。推定の理論では、どのような統計量に着目するかを決め、その統計量を基に推定の方法を議論する。最適な推定を行えば、推定量の分散は漸近的に Fisher 情報量行列の逆行列によって下から押さえられることが Cramer-Rao の定理によって示されており、このことから Fisher 情報量行列を計算することは推定の限界を知るために重要である。

確率分布の解析的な形が与えられれば Fisher 情報量行列は解析的に求まる。しかし、宇宙論の問題では分布関数は与えられない。数値シミュレーションを用いた宇宙論の議論では、統計量を決め、複数の宇宙論パラメータに基づき数値シミュレーションを行い、その結果得られる統計量の分散共分散構造をもとに Fisher 情報量行列を求める方法が取られている。しかし、分散共分散行列が Fisher 情報量行列と一致するのは、その統計量が十分統計量の場合のみであり、確率分布の形がわからない場合、この2つが一致する理論的保証はない。

我々は宇宙論パラメータから Fisher 情報量行列を求めるための新たな方法を提案する。80年代に情報幾何学で提案された α ダイバージェンスという2つの確率分布間の距離を表す関数は、パラメータの摂動に対する2次形式を考えると、計量が Fisher 情報量行列となることが知られている。そこで、統計量を定め、パラメータに摂動を加え、 α ダイバージェンスをノンパラメトリックに推定し、計量を推定することから Fisher 情報量を推定する方法を提案する。提案する方法を用い、具体的な統計量に対する Fisher 統計量の計算結果を示す。