

X05b フォッカー・プランク方程式の数値的解法について

吉田龍生、柳田昭平 (茨城大理)

フォッカー・プランク方程式の数値的解法には、大きく分けて差分法とモンテ・カルロ的な方法がある。我々はこれまで後者の中でも、確率微分方程式 (SDE) を使った数値的解法の拡張を行ってきた (1994、1995)。

最近、Park and Petrosian(1996) は、差分法と SDE を用いた解法の性能比較を、安定性や精度、スピードなどの観点から、解析解のあるフォッカー・プランク方程式について行った。その結果、彼らのテスト問題に関しては、差分法の方が、SDE を用いた方法より、精度とスピードの両面で優れていると結論している。

しかしながら、このテストでは以下のことが考慮されていない。ひとつは、彼らは、一万個の粒子による単純な SDE による解法でテストを行っているだけだということである。単純な SDE を使うだけでは、数値解は、統計的なゆらぎが大きく解析解と一致しない。ダイナミック・レンジが大きな問題にも対応できる工夫が必要である。

もう一つは、彼らの用いたテスト問題は、分布関数の空間依存性が無視できる場合である。これは、加速領域の大きさが粒子の平均自由行程より充分大きく、加速領域が一様という近似が良い場合に成り立つ。しかし、最近では、パルサー星雲、超新星残骸、銀河系内ジェット天体や AGN からのジェットにおいて、非熱的な輻射が電波や X 線、ガンマ線の観測で検出されていて、観測と比較することができる粒子加速モデルを作るためには、分布関数の空間依存性を考慮する必要がある。

そこで我々は、ダイナミック・レンジを大きい問題にも対応できるように拡張した particle splitting 法と couple させた SDE を使って計算した結果と、解析解との比較を行う。また、分布関数に空間依存性がある場合や天体物理でよく使われる球対称モデルへも、SDE による解法は拡張が容易であることを示すために、解析解の存在するパルサー風での粒子加速モデルとの比較を行う。また、この方法の安定性やスピードについても議論する。