

Y19a 擬ニュートンポテンシャルで相対論的現象を模倣する方法

竹田奈央、堀川直樹、福江 純（大阪教育大）

ニュートンポテンシャル $[-GM/r]$ を少し変形した“擬ニュートンポテンシャル” $[-GM/(r-r_g)]$ 、 r_g はシュバルツシルト半径] は、ブラックホール周辺の相対論的現象をうまく模倣する強力な道具として重宝されている。これを使えば高校生でもニュートン力学の知識で相対論的現象の計算ができるだろう。

擬ニュートンポテンシャルは、シュバルツシルト時空における最終安定円軌道の半径（シュバルツシルト半径の3倍）を正しく表現できるため、降着円盤などの回転運動に対して利用されてきた。そのことは以前に紹介した（天文月報 98 巻 75 頁、169 頁；2005 年）。

今回は、擬ニュートンポテンシャルを用いて、円運動でない場合にどうなるかについて、遠ブラックホール点移動やロッシュポテンシャルを計算し、擬ニュートンポテンシャルを用いた際の結果の検証を行ったので、その結果を報告する。ニュートンポテンシャルを用いた計算では見られない遠ブラックホール点移動、重力に伴うロッシュポテンシャルの変動、ラグランジュポイントの移動が確認できた。

ニュートン力学では閉じた楕円軌道になるが、相対論的重力はニュートン重力より強いいため、いわゆる近日点の移動が起こる。擬ニュートンポテンシャルでも、近日点（近ブラックホール点）の移動が再現できた。ただし、定量的には相対論的重力の場合とは異なる。また、擬ニュートンポテンシャルの場合、ロッシュポテンシャルはより深くなる。さらにラグランジュポイントがずれるため、正三角形解にならなくなることもわかった。

ニュートン力学の諸問題に対して、擬ニュートンポテンシャルを利用すると、他にもいろいろな面白い相対論的現象を調べることができるだろう。