

# 卒業研究概要

成績：

提出年月日 2009年 1月 28日

卒業研究課題 重力レンズ効果を想定した回転するブラックホールの周りの粒子の軌道

学生番号 A05-011

氏名 入江 庄一

概要 (1000字程度)

指導教員

真貝 寿明

印

重力レンズ効果とは、重力によって光の進路が曲げられる現象である。これは、1916年にアインシュタインが一般相対性理論で予言し、1919年にエディントンによって観測された。その結果がアインシュタインの理論とほぼ一致したので、一般相対性理論が正しいことを示した最初の観測となった。

本研究では、(1)ニュートンの運動方程式、(2)シュバルツシルト計量における粒子の方程式、(3)カー計量における粒子の方程式を解くことによって、重力レンズ効果を想定した回転するブラックホールの周りの粒子の軌道を計算した。シュバルツシルト計量は、回転しないブラックホールを表わす計量であり、カー計量は、回転するブラックホールを表わす計量である。C言語を用いて、常微分方程式をRunge-Kutta法で解いた。

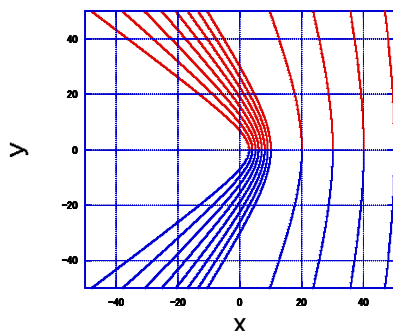


図1 ニュートン力学での  
粒子の軌道

(ブラックホールは原点にある)

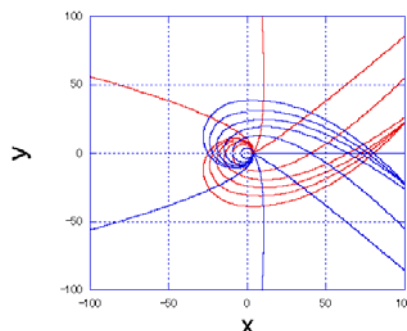


図2 シュバルツシルト計量  
での粒子の軌道

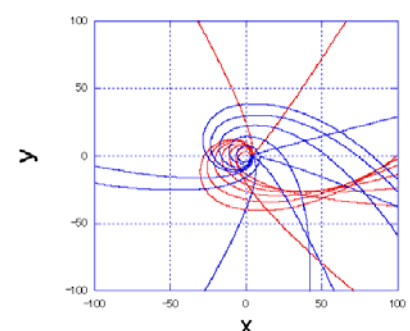


図3 カー計量での粒子の  
軌道

図1に、ニュートンの運動方程式を用いた粒子の軌道を示す。エネルギーを共通にして最接近距離を変えてプロットした。粒子がブラックホールから遠い位置を通る軌道は、近い位置を通る軌道より曲がる角度が小さくなることが分かる。

図2に、シュバルツシルト計量で、粒子の角運動量を変化させたときの軌道の変化を示した。角運動量が大きくなるにつれて、粒子の軌道の変化が小さくなることが分かる。また、ブラックホールを1周して反対側に粒子が飛び出す場合があることも分かる。

図3に、カー計量で、粒子の角運動量を変化させたときの軌道の変化を示した。図は、ブラックホールが反時計回りに最大回転している時である。粒子の軌道が反時計回りに変化することが分かる。図より、重力レンズ効果による光の軌道は、ブラックホールが回転している場合は、観測時に左右対称にならない。また、ブラックホールが鏡のような役割を果たして、光が戻ってくる軌道がある。現実には、詳細な天文観測が行われると、このような軌道解析は重要になると考えられる。