

卒業研究概要

提出年月日 2012年 1月 31日

卒業研究課題 流体の伝播：ドップラー効果とブラックホール時空

学生番号 C08062

氏名 外山 晃行

概要（1000字程度）

指導教員 真貝 寿明

印

本研究では、ブラックホール(BH)の周りの時空を流体の運動というモデルを使ってシミュレートすることを試みた。流体モデルへの理解を得やすくするために、まず、ドップラー効果による音波の伝播の可視化を行う教材を作成した(図1)。次に、BHに吸い込まれていく粒子の軌跡をシミュレートするプログラムを作成した(図2)。後者では、ニュートンの万有引力、擬ニュートンによる重力、相対性理論と三つの異なる状況での動きを比べた(図3)。擬ニュートンポテンシャルとはシュバルツシルト時空を模倣する道具としてパチンスキーらが1980年に提案したものである。プログラムには、Java言語を使用し、常微分方程式の計算にはRunge-Kutta法を用いた。

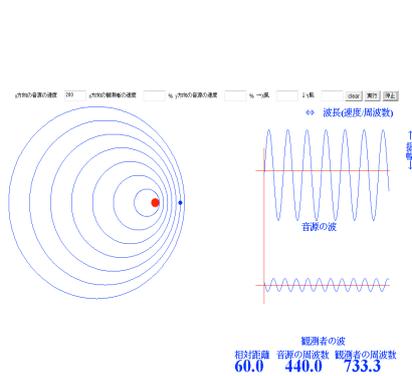


図1. ドップラー効果教材の画面

音源の速度、観測者の速度などのパラメータを入力し、周波数、相対距離、音波の波形を可視化する。

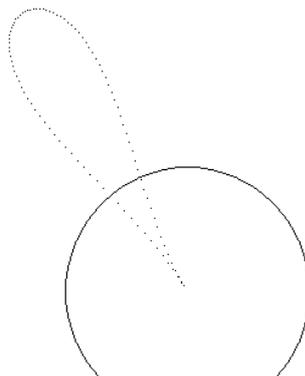


図2. BHに吸い込まれる粒子群

最初、円状に配置された粒子は、円の形を崩していきながらBHに飲み込まれて行く。

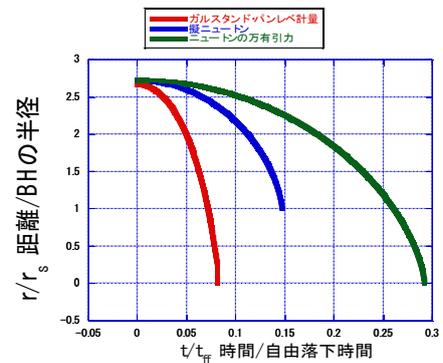


図3. 3つの重力の比較

ある粒子の位置の変化を示す。相対性理論、擬ニュートン、万有引力の順に重力が強くなる。がわかる。

BHとは、強い重力のため光さえ脱出できない領域である。ドップラー効果では「音速」、BHでは「光速」が1つの基準となっている。例えば、ドップラー効果で、音速を超えた時に見られる包絡線と、BHに吸い込まれていっている粒子群の軌跡とは、類似性が見られる。

流体の運動という考え方でとらえれば、ドップラー効果とBHに吸い込まれていく粒子の運動に類似性が見られ、BHへの理解が容易になると考えられる。なおドップラー効果教材と粒子のシミュレータはWebで公開する。