

課題名 (タイトル) :

磁気流体力学によるブラックホール・中性子星連星の合体シミュレーション

利用者氏名 : 久徳浩太郎

所属 : 理論科学連携研究推進グループ・階層縦断型基礎物理学研究チーム

<p>1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係</p> <p>ブラックホール・中性子星連星の合体は(1)重力波源、(2)ショートガンマ線バーストの起源天体、(3)r 過程元素の供給源として期待されている。重力波は一般相対論により予言される時空を伝わる波で、2015 年 9 月にアメリカの LIGO により初めての検出が行われ、急速に注目を集めている。ショートガンマ線バーストは、2 秒以下に太陽が一生で放出するのと同等のエネルギーを解放する、宇宙最大の爆発の一種であり、現代の宇宙物理学における最大の未解決問題の一つに数えられる。r 過程元素とは金やプラチナ、レアアースなどの中性子過剰な重元素のことである。その合成が宇宙のいつどこで行われたかはやはり天体核物理の未解決問題である。これらの解明には実際の連星合体を重力波や電磁波など多様な手段で観測し、それを理論予言と比較することが決定打である。特に、重力波天文学が実現し始めている今、観測と比較すべき理論計算の重要性が増しているが、中性子星に伴う磁場を取り扱うシミュレーションには非常に高い解像度が要求されるため、ようやく信頼できそうな計算が可能になり始めた段階である。今年度は本課題を利用し、一般課題 G16022 によるブラックホール・中性子星連星合体の大規模磁気流体力学数値相対論計算を補助する計算を行った。</p>	<p>な軌道を描くため、本来は磁場が仕事をしない合体前で非常に大きな計算領域が必要になり、非常に効率が悪い。そこで、磁場を計算しない重力・流体だけの Adaptive mesh refinement (AMR) 数値相対論コードによって、離れた連星を合体直前まで計算し、そのデータに 5 次精度の Lagrange 補間を施しさらに磁場を印加して、改めて FMR 磁気流体計算の初期条件を生成した。ただし、流体データのプロファイルが滑らかでなく、密度が負になるなど非物理的な振舞を示す点の周りでは 1 次精度に落とした。なお、同様の計算は G16022 の計算時間でも実行した。</p>
<p>2. 具体的な利用内容、計算方法</p> <p>本課題は、G16022 で行う連星合体の Fixed mesh refinement (FMR) コードによる磁気流体力学数値相対論計算に必要な初期条件を生成するのに用いた。本来は十分に離れた連星を最初からこの FMR コードで磁気流体の問題として解くべきであるが、特にブラックホール・中性子星連星のような質量に差のある系では軽い方の天体が大き</p>	<p>3. 結果</p> <p>概ね適切な補間を行い、滑らかに FMR 磁気流体コードによる合体計算につなぐことができた。特に、一般相対論に内在する拘束条件の破れも、補間によって深刻に悪化したりはしないことを確認した。また、補間後に磁場を印加しても、それによって磁気流体計算の開始直後に非物理的な振舞を含めた不都合が生じないことを確認した。一方、磁場によらない過渡的な振舞は観察されたので、その記述は G16022 の報告書に譲る。</p>
<p>4. まとめ</p> <p>FMR コードでの磁気流体数値相対論計算の初期条件を用意するのに必要な、AMR コード計算データへの Lagrange 補間および磁場の印加をした。概ね良好な結果が得られ、滑らかに磁気流体数値相対論計算につなげられた。</p>	<p>4. まとめ</p> <p>FMR コードでの磁気流体数値相対論計算の初期条件を用意するのに必要な、AMR コード計算データへの Lagrange 補間および磁場の印加をした。概ね良好な結果が得られ、滑らかに磁気流体数値相対論計算につなげられた。</p>
<p>5. 今後の計画・展望</p> <p>2017 年度は理研では客員になってしまうが、簡易利用を許可していただけるのであれば、連星合体に関する高精度計算を続けていきたいと考えている。</p>	<p>5. 今後の計画・展望</p> <p>2017 年度は理研では客員になってしまうが、簡易利用を許可していただけるのであれば、連星合体に関する高精度計算を続けていきたいと考えている。</p>