

課題名 (タイトル) : 超新星爆発から超新星残骸へ至る進化の 3 次元流体計算

利用者氏名 : ○小野 勝臣

理研での所属研究室名 : 長瀧天体ビッグバン研究室

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

研究の背景 近年の超新星爆発の 3 次元数値計算から、超新星爆発メカニズムには対流などの空間多次元の効果が重要だと分かってきた。しかし、超新星は通常銀河系外の遠方で起こるため点源としてしか観測されず、爆発メカニズムの手がかりとなる爆発の形状などを推測することは困難である。他方、約 0.1 秒のタイムスケールで起きる超新星爆発の衝撃波が星間空間に広がってできる超新星残骸 (爆発から数百年後) の観測からは高い解像度でその空間構造が観測されている。超新星爆発の際の元素合成で作られた元素からの X 線輝線から元素の空間分布も推定されている。しかしながらこのような観測から情報を引く出すためには直接比較可能な理論モデルが必要である。これによって超新星残骸そのものの理解に加えて、超新星爆発メカニズムや元素の起源への理解も期待される。しかしながら世界的にもこれまで現実的な数値計算による空間 3 次元の超新星爆発の理論モデルを超新星残骸フェーズまで繋いだ 3 次元の超新星残骸の理論モデルは存在しない。

研究の目的 本研究では共同研究として報告者が 3 次元の超新星爆発の流体数値計算を行い、Orlando 氏 (パレルモ天文台、イタリア) がその結果を初期条件として超新星残骸フェーズの 3 次元の流体計算と X 線放射の評価を行う。当面の研究対象となる天体は超新星 1987A である。この超新星はその爆発の際に生じたニュートリノをカムイオカンデで検出したことで小柴氏のノーベル賞受賞に繋がったことでも有名であるが、まだ多くの謎を残している。得られた理論モデルと X 観測等との比較から超新星 1987A の謎の解明を試みる。

関連するプロジェクトとの関連 本研究課題は別途申請した一般利用課題 【G17042】の準備としての位置付けである。

2. 具体的な利用内容、計算方法

報告者は自身の先行研究において 2 次元の超新星爆発の流体計算を行っていた。本研究ではその確立した手法を 3 次元に拡張して計算を行う。3 次元の数値計算コードには、流体計算のための公開の並列計算コード FLASH (Fryxell et al. 2000) を本研究のために修正したもので行う。計算コードには小規模な核反応ネットワークが組み込まれており、爆発的要素合成と元素の移流を追うことが出来る。

3. 結果

結果的には本簡易課題でのスーパーコンピュータの利用では結果を得ることが出来なかった。実際、本課題ではスーパーコンピュータをほとんど利用しなかった。理由は事項を参照。関連する研究課題 【G17042】においては暫定的ではあるが結果があるため、その報告書において結果を報告する。

4. 利用がなかった場合の理由

申請の時点で使用出来る MPC は gwmpc のみであったが、gwmpc のアーキテクチャである sparc では本研究で使用する FLASH コードの MPI で不具合が生じ動かすことが出来なかった。また、本研究では高解像の大規模な流体計算が必要であり、簡易利用で最大利用できるコア数では本計算のために必要なメモリを確保することが出来ない。後期から使用可能となった bwmpc の intel アーキテクチャでは FLASH コードを動かすことが出来きたが、その時点ではすでに本計算のための大規模計算が必要であったため、使用可能な最大コア数が小さい本簡易課題でスーパーコンピュータを利用する機会がなかった。

平成 29 年度 利用研究成果リスト

【国際会議、学会などでの口頭発表】

"Three dimensional numerical modeling of supernova explosions toward linking to supernova remnants: SN1987A", M. Ono, Workshop on Theories of Astrophysical Big Bangs, Wako, RIKEN, Nov. 7th, 2017