

大型シミュレーション研究「重力崩壊型超新星爆発と超新星ニュートリノ、重元素合成」 実施報告書

研究組織

代表者： 鈴木 英之 東京理科大学工学部 助教授
メンバー： 住吉 光介 沼津工業高等専門学校教養科 助教授
山田 章一 早稲田大学工学部 助教授

実施報告

我々は、スーパーコンピュータ上での数値シミュレーションを用いて、重力崩壊型超新星爆発の際に放出される超新星ニュートリノや重元素に関する研究を行ってきた。

平成16年度は、超新星ニュートリノのニュートリノ振動について調べた。川越との共同研究により、超新星コアの(仮想的な)断熱崩壊による爆発モデルでの外層の密度分布の時間変化を計算した。その際、山田の一般相対論的陰解法 Hydrodynamics の計算コードと、高密度領域の状態方程式 (Shen, Lattimer-Swesty) と低密度領域の状態方程式 (Timmes) を接続し、コアの爆発から外層の爆発までを一貫して計算する事ができた。この密度分布の時間変化の情報を用いて、衝撃波の伝播がニュートリノ振動に与える影響を数値的に調べ、共鳴領域の断熱性の変化から、ニュートリノのエネルギースペクトルに、低エネルギー側から順に、衝撃波の影響が現れる事を確認した。また、吉原との共同研究によって、超新星ニュートリノの地球における観測に対するニュートリノ振動の影響を調べた。Super-KAMIOKANDE と SNO での様々なニュートリノ検出チャンネルについて、イベントのエネルギー分布、角度分布を地球効果とともに計算した。検出器のエネルギーや角度分解能を考慮すると、地球効果によるエネルギースペクトルの振動パターンはかなりならされてしまう事がわかった。

また住吉を中心として、山田の球対称 Boltzmann solver によるニュートリノ輸送と Hydrodynamics コードを用いて超新星コアの重力崩壊のシミュレーションを進めた。ニュートリノ加熱による衝撃波の復活が起こるのか調べるため、バウンスから1秒間にわたる進化を計算したが、爆発は起こらなかった。一方、この段階における状態方程式依存性も調べ、状態方程式の硬さの影響が後期になると顕著になる事を示す事ができた。

口頭研究発表

- ”ニュートリノ輸送流体力学計算による超新星爆発：バウンス後の振る舞い”, 住吉 光介, 天文学会, 2004 09/22, 岩手大学
- ”超新星ニュートリノ・重元素合成とニュートリノ振動”, 鈴木 英之, シンポジウム「ニュートリノ振動とその起源の解明」, 2004 11/23, 日本科学未来館
- ”Proton-neutron Star Cooling with various Equation of States”, Hideyuki Suzuki, CNS 研究会「殻模型の学際的展開-宇宙物理と物性物理-」, 2005 03/05, 理化学研究所
- ”ニュートリノ輸送流体計算による超新星爆発と原始中性子星形成”, 住吉 光介, 物理学会, 2005 03/27, 東京理科大学
- ”重力崩壊型超新星爆発の衝撃波とニュートリノ振動”, 川越 至桜、鈴木 英之、住吉 光介、山田 章一, 天文学会, 2005 03/28, 名星大学

発表論文 (査読)

- K. Sumiyoshi, S. Yamada, H. Suzuki, H. Shen, S. Chiba and H. Toki.
”Postbounce evolution of core-collapse supernovae: Long-term effects of equation of state”,
Astrophys. J., in press.

国際会議等の proceedings 論文

- H. Suzuki, K. Sumiyoshi, S. Yamada, H. Kogure and H. Ono,
”Neutrinos from Proton-neutron Stars with various Equation of States”,
in Proc. of the 5th International Workshop on Neutrino Oscillations and their Origin, in press.