

2016 年度日本天文学会研究奨励賞

滝脇 知也 (タキワキ トモヤ)

現職：国立天文台理論研究部・助教

受賞対象となる研究：「大規模 3 次元シミュレーションに基づく重力崩壊型超新星の爆発機構に関する理論的研究」

大質量星の進化の最期に最も一般的に起こると考えられている超新星(重力崩壊型)は、莫大なエネルギー放出や重元素の形成を通し、宇宙の構造・化学進化に極めて重要な役割を果たすとともに、従来の光学観測に加え、ニュートリノ・重力波を用いた新たな天文学の重要な観測対象になっている。しかしながら、その重力崩壊から爆発に至るメカニズムは、過去 50 年近い研究の歴史を持ちながら未だ完全には理解されていない。当該分野における喫緊の課題は、空間の対称性を仮定しない 3 次元の数値シミュレーションによって爆発を再現することであった。

このような研究状況の中、滝脇氏は自ら開発したニュートリノ輻射流体計算コードを「京」を始めとする大規模計算機を用いて実行することで、対流・衝撃波不安定性によって衝撃波背面のニュートリノ加熱効率が上昇し、爆発が開始していく様子・物理過程を競合する外国のグループとは独立に 3 次元(3D)計算で明らかにすることに成功した(Takiwaki et al. 2012, ApJ, 749,98)。さらに滝脇氏はこの成果を押しすすめ、3D と 2 次元軸対称(2D)の計算結果を詳細に比較することで、2D 計算ではグローバルな変形を伴う大スケールへのエネルギー輸送効率、さらには爆発のしやすさを 3D 計算に比べ過大評価してしまうことを明らかにした(Takiwaki et al. 2014, ApJ, 786,83)。

星の自転は、通常の超新星より明るい極超新星、更にはガンマ線バースト現象を理解する上で極めて本質的な役割を果たすことが期待されている。そのような状況の中、滝脇氏は大質量星の自転重力崩壊の 3D シミュレーションを世界に先駆けて行い、星の自転が駆動する非軸対称流体不安定性に起因する新しい爆発機構を発見した(Takiwaki et al. 2016, MNRAS, 461, L112)。原始中性子星における回転エネルギーと重力束縛エネルギーの比が臨界値を超えると、非軸対称モードが発達することで原始中性子星表面が歪み、それがスクリュウのように働いて強く物質を攪拌することから、ニュートリノ加熱領域へのエネルギー輸送効率が上がり、星の赤道面方向に爆発を起こすことを明らかにした。この成果は、適切なニュートリノ輻射輸送と空間 3 次元の計算を組み合わせたセルフコンシステントな計算でこそ初めて発見に至ったものであり、輻射輸送法や素過程を突き詰めたシミュレーションを実行する重要性を改めて印象付けるものとなった。

上述の一連の滝脇氏の業績は大質量星の爆発の開始の成否に関するものが主なものだが、氏が開拓した計算手法により、超新星爆発の長時間計算が可能になり、観測との比較に資する 3D モデルの構築が可能になりつつある。特に爆発時に放射されるニュートリノや重力波は将来観測の重要なターゲットになっていると同時に、光学観測においてもすばるを始めとする広視野望遠鏡がショックブレイクアウトを狙うなど、今後の観測による研究進展が大きく期待される。さらに「京」の後継機、ポスト「京」において超新星の 3D 長時間計算を行い観測と比較するプロジェクトが既に採択されており、滝脇氏を中心として着実なコード開発・準備が進んでいる。従って滝脇氏は、次世代計算機、次世代観測によって飛躍的に進化を遂げるであろう爆発的天体現象の中心エンジンの研究において、今後も中心的な役割を果たしながら先駆的成果を挙げ続けていくことが大きく期待できる。

以上の理由により、滝脇知也氏に 2016 年度日本天文学会研究奨励賞を授与する。