

Q23a 非等方熱伝導の効果を取り入れた超新星残骸の進化

富阪 幸治 (国立天文台)

磁場の方向に流れる熱伝導の効果と飽和 (saturation) 熱伝導率を考慮し、磁場を含む星間物質中に生じた超新星残骸の進化を調べた。

星間磁場中では磁場に垂直方向の熱伝導率は平行のそれに比べて非常に小さくなるので、熱伝導は等方ではなく磁場方向の温度勾配に比例したエネルギー流束 $F_{\parallel} = -\kappa(B/|B|) \cdot \nabla T$ を生じる。これは非等方熱伝導と呼ばれる。また、熱伝導率は、電子の平均自由行程 λ_e が温度変化の空間スケールに比べて十分小さい場合の Spitzer の値から、 λ_e の増加にしたがって、 $F_{\text{sat}} = -(\nabla T/|\nabla T|)5\phi_s\rho c_s^3$ (ρ と c_s は密度と等温音速) にまで減少する。これは飽和熱伝導と呼ばれる。これらを考慮し MHD 軸対称 2 次元シミュレーションで超新星残骸の進化を調べた。

- (I) Spitzer の熱伝導率の場合：初期 ($n_0 = 0.3\text{cm}^{-3}$ の場合、 2×10^4 年程度) には、非等方熱伝導の効果により、磁場方向に熱エネルギーが輸送されることにより、軸比 1:5 以上で磁場方向に伸びた SNR を形成された。これは、初期にも非飽和の熱伝導を仮定しているためで、現実には起こらない。
- (II) 流束リミッターを用いて飽和熱伝導を正しく用いると、熱伝導を全く考慮していないモデルに比較して、
- (a) 衝撃波は、磁場方向では約 20% (2×10^4 年で) ほど大きく膨張する。これは熱伝導によって、磁場方向に余分のエネルギー流束が運ばれるためだが、膨張則が熱伝導によって大きく影響を受けることはなかった。
 - (b) しかし、熱伝導を考慮することによって、内部の高温ガスは一様化し、温度は下がり、密度は上昇した。
- (III) 熱伝導の飽和が効かなくなった後に、SNR 内部の高温ガスは強く一様化されることがわかった。この一様化により X 線輝度分布はシェル型から中心集中型に変化する。シェル型の非熱的電波と中心集中の X 線分布を持つ Mixed-Morphology SNR (Rho & Petre 1998) はこのような過程で形成されたものと考えられる。