

K15b ジーナス統計で迫る Ia 型超新星残骸内の塊構造の形成過程

佐藤寿紀(理研, NASA)、森井幹雄(統数研)、Brian Williams (NASA)、John Hughes (Rutgers Univ.)

1980年代初頭に Einstein 衛星によって、Ia 型超新星残骸の内側に塊状の構造が確認されて以来 (Seward+83)、その形成過程について観測・理論の両面から議論はされているものの、起源は未だ謎である。この塊形成モデルとして、爆発直後から多数の塊状構造を保持していたと考える”Clumpy モデル”と、爆発直後の構造は一様だが、進化過程の流体的不安定性で塊構造を形成する”Smooth モデル”の2つが考えられている (Wang+01)。これらは、爆発時の Ia 型超新星の構造に直結するため、爆発機構を理解する上でも重要な情報である。近年、両モデルの流体計算が行われ、両者の外見(塊のサイズや形状)は異なっているものの、運動学的性質(膨張速度やその減速度)は両者とも実際のティコの Ia 型超新星をよく説明できる事がわかり始めている (Williams+17)。しかし、その構造の違いを区別する手法が現在無い。そこで我々は、二次元画像内のトポロジーをジーナス統計を用いて定量化することで、この超新星残骸内の構造の違いを特徴づけ、塊の形成過程に迫れないかと考えた。ジーナス統計は、主に宇宙の大規模構造の研究に用いられている手法で (Gott+86 など)、画像に等高線を引いた時にできる輝度の「山」と「穴」の数 (=ジーナス数) によって、二次元面がどのようにつながり合っているかというトポロジカルな情報を特徴づけることができる。

本研究では、実際にティコの超新星残骸、Clumpy モデル、Smooth モデルの二次元画像の等高線 ν に対するジーナス数 $G(\nu)$ の変動を算出し、その比較を行う事で、世界で初めてジーナス統計による超新星残骸の構造評価を試みた。そして、両モデル間で構造の違いがジーナス数の変動の違いとして現れる事を確認した。本発表では、この解析手法の詳細と結果の解釈を行う。