

N35a カシオペア座 A 超新星の爆発直前の不均一な恒星内物質混合

佐藤 寿紀, 久保池 結 (明治大学), 松永 海, 内田 裕之, 吉田 敬 (京都大学), 勝田 哲 (埼玉大学), 高橋 亘, 滝脇 知也 (国立天文台), 梅田 秀之, 澤田 涼 (東京大学), 中村 航 (福岡大学), Paul P. Plucinsky (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics), John P. Hughes (Rutgers University)

大質量星の進化の最終段階におけるシェル燃焼過程は、爆発する星の内部構造を変化させるだけでなく (e.g., Sukhbold et al. 2014)、大規模な質量放出にも関与する可能性があり (e.g., Quataert & Shiode 2012)、爆発前の星の性質を決定する上で重要なプロセスとして認識されている。近年の理論計算では、強力な O 燃焼シェルが外側の C/Ne 燃焼シェルを取り込みながら激しく燃焼する「シェルマージャー」という現象が稀に起こると予測され (e.g., Arnett & Meakin 2011; Yadav et al. 2020)、この過程で生じる大規模な非対称対流構造がニュートリノ駆動型超新星の非対称性、中性子星キック、爆発エネルギーといった主要特性に影響を及ぼすことが議論されてきた (e.g., Bollig et al. 2021)。一方で、このような現象は、大質量星の最後の重力崩壊のわずか数時間から数日前に起こると考えられているため、超新星やその直前の恒星の直接観測での検証が困難であった。

本講演では、銀河系内の超新星残骸カシオペア座 A の親星が、シェルマージャーを経験していた証拠を報告する。シェルマージャーによって生じる激しい対流層では、外側の O/Ne 層に豊富に存在する Ne が内側へと引き込まれ燃焼し、存在量が減少する。カシオペア座 A においても、O リッチな爆発噴出物内の Ne 存在量が通常の恒星と比べ桁程度小さく、恒星モデルと比較したところシェルマージャーを経験した星以外では説明できない特異な組成であることが分かった。加えて、残骸内の元素組成は一様ではなく、シェルマージャーによる物質混合が不均一であり、爆発前わずか数時間前 ($\lesssim 10^4$ 秒) に始まった激しい恒星活動であった事を示唆している。