

## Q16a 超新星残骸内の硬 X 線 clump : 分子雲 clump での衝撃波加速

内山 泰伸、佐藤 悟朗、高橋 忠幸 (宇宙研)

宇宙における粒子加速の機構として衝撃波加速は非常に重要である。系内の超新星残骸 (SNR) の観測は、電波のシンクロトロン放射に加え、X 線シンクロトロン放射、TeV ガンマ線逆コンプトン放射が発見されるにいたり、衝撃波加速された電子のプローブとして主要な役割を果たしている。しかし、ここで観測されている電子は既に相対論的であり、熱的電子が加速器に投入された直後から相対論的になるまでの「超熱的」電子を観測することも今後の課題である。

我々は超新星残骸  $\gamma$  Cygni を X 線天文衛星「あすか」を用いて観測し、北の電波シェル付近に数 pc 以下の clump 状の硬 X 線源を 2 つ見い出した。両者はともに光子べき  $\Gamma \sim 1.2$  のハードな power-law モデルで表される非熱的なスペクトルをもち、X 線フラックス (2–10 keV) は  $(1.5 - 2.1) \times 10^{-12}$  ergs cm $^{-2}$ s $^{-1}$  および  $(1.1 - 1.5) \times 10^{-12}$  ergs cm $^{-2}$ s $^{-1}$  であった。また超新星残骸 IC 443 に同様の硬 X 線源が存在することが報告されている。これらの SNR はともに分子雲との相互作用が観測されているが、分子雲は clumpy な構造を持ち、硬 X 線源を SNR の衝撃波を受けた高密度な分子雲 clump と考えることができる。分子雲 clump が典型的にサイズ 1 pc、密度  $10^3$  cm $^{-3}$ 、磁場強度  $10^{-4}$  G であるとする、観測された硬 X 線は、磁場のエネルギー密度と同程度のエネルギー密度を持つ加速電子の「超熱的」成分からの制動放射によって説明できることがわかった。また、 $\gamma$  Cygni では電波シェルに付随して広がった硬 X 線放射も検出され、典型的な分子雲 interclump の磁場と密度を仮定すると、やはり磁場とおよそエネルギー平衡にある加速電子からの制動放射で観測された X 線が説明される。