

日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2019年03月10日採択

申請者氏名	春日知明 (会員番号 6912)
連絡先住所	〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1 東京大学本郷キャンパス理学部1号館611号室
所属機関	東京大学大学院理学系研究科物理学専攻
職あるいは学年	D1
任期 (再任昇格条件)	
渡航目的	研究集会での口頭発表
講演・観測・研究題目	Doppler Velocity Measurement of Fe Ejecta in Kepler's Supernova Remnant
渡航先 (期間)	ギリシャ国 (2019年6月2日～6月10日)

私は、2019年6月3日からギリシャ・クレタ島 (図1) で開催された “Supernova Remnants II: An Odyssey in Space after Stellar death” に、早川基金を利用して参加した。本会議は3年前に開催されたものの2回目であり、超新星残骸観測の研究者および超新星爆発理論の研究者が世界中から集い、200人の参加者を前にシングルセッションで朝から夕方まで講演が一週間行われるという、大変に密度の濃いものである。この中で私は、“Doppler Velocity Measurement of Fe Ejecta in Kepler's Supernova Remnant” と題し、20分間の口頭発表を行った。

本研究は、Ia型超新星の「多様性」に迫るものである。Ia型超新星の元となるのは炭素+酸素コアの白色矮星であり、質量増加による星の内部の核融合を電子の縮退圧で制御できなくなるにつれて核融合が暴走し、最終的には爆発に至る。その光度曲線が一様であることから、Ia型超新星は宇宙における距離の指標（「標準光源」と呼ばれる）に用いられ、宇宙の加速膨張の証明にも一役買うこととなった。また重力崩壊型超新星のように鉄の光分解を伴わないため、宇宙空間に散らばる重元素の起源としても知られている。このような「普遍性」が独り歩きしている一方で、その爆発メカニズムの詳細は未解明である。例えば、質量降着は白色矮星を含む連星系において行われるが、それが白色矮星同士から成る連星白色矮星メインなのか、恒星を伴星とする白色矮星連星メインなのか、という問題が存在する。また電子の縮退圧によって記述されるチャンドラセカル質量という限界が白色矮星には存在するが、これに近づいて爆発する場合が多いのか、このはるか手前で爆発してしまうものが多いのかも定かではない。このような「多様性」を解明することは、「普遍性」を利用する上でも重要となってくる。

核融合の生成物は、爆発噴出物として観測される。近年の理論研究の進歩により、この噴出物の運動状態の傾向が爆発メカニズムによって異なることが示唆されている (e.g., Fink et al. 2010; Maeda et al. 2010; Klomer et al. 2013; Pakmor et al. 2011)。よって噴出物の観測は「多様性」の解明の手がかりとなりうるが、超新星自体はコンパクトであるため噴出物の運動状態を探るのには適さない。そこで超新星残骸の出番である。超新星残

骸は広がった天体であるため噴出物の運動状態を測定しやすく、特に若い超新星残骸であればその運動は爆発当時の影響を色濃く残していると考えられる。噴出物は超新星残骸中の逆行衝撃波によって一千万度近くまで加熱され、X線帯域でK輝線を放射する。K輝線を発するような高温プラズマは噴出物由来でしか説明できないため、噴出物観測にX線観測は大きな役割を果たすと言える。

私は昨年出版した論文 (Kasuga et al. 2018, PASJ, 70, 5, 88) において、若いKepler超新星残骸 (SN1604の残骸) のFe噴出物に注目し、K輝線のドップラーシフトから視線方向の運動状態を測定した。本研究では、高い角分解能と十分なエネルギー分解能を併せ持つ *Chandra* 衛星 CCD 検出器の特性を活かし、電離状態から推定した静止系でのK輝線エネルギーと、実際のスペクトルから得られるK輝線エネルギーの差を、バルクな鉄の塊ごとに調べた。また微細な領域ごとに光子の平均エネルギーを調べ、ドップラー運動のプローブとなるマップも作成した。その結果、残骸の中心付近には逆行衝撃波で加熱された鉄は地球から遠ざかる成分しか存在しないことを、世界で初めて発見した。同時に手前側に飛ぶFeが台頭している領域も発見している。このように我々は、Kepler超新星残骸中でのFe噴出物の運動の非等方性を明らかにした。

発表では、上記のKepler超新星残骸の話題に加え、近い年齢であるTycho超新星残骸 (SN1572の残骸) との比較も行った。TychoはSiなどの元素を用いた運動解析でその等方性が知られていたが (Sato & Hughes 2017; Williams et al. 2017)、Keplerと同様の手法で比較することによりFeにおいても等方性が現れた。Keplerの非等方性との差は、2つのIa型超新星の爆発機構の違いを示唆するものとなった (Kasuga et al. in prep.)。質疑応答では星周物質による影響に関する質問を受け、関心を持って聞いていただけたことがわかった。発表後にも何人かの研究者と個別に議論をさせていただき、セミナーのお誘いも一件いただいた。また類似の比較が今年に入って *Chandra* 衛星のグレーティング検出器を用いてSi噴出物で行われたが (Millard et al. 2019)、会議ではこの研究者らとも実際に議論することができた。このように、超新星残骸の観測や超新星爆発の理論で名を轟かす各国の研究者と議論ができたことのみならず、同世代で活躍する学生や若手研究者らとの交流を深められたことは、今後の研究活動をしていく上で意義深いものであったと考えている。ここに改めて、早川幸男基金事務局の皆様に感謝し申し上げる。

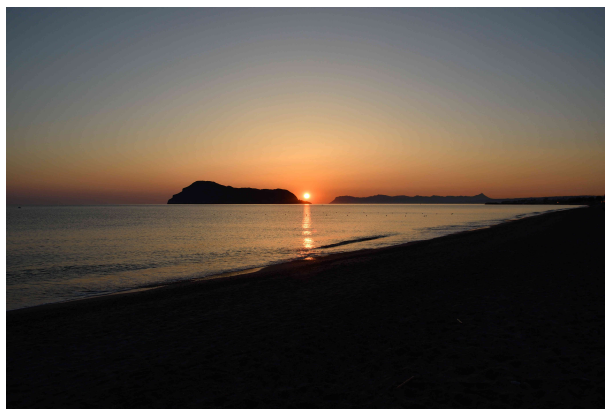


図 1: 会議場そばの海岸から眺めた、発表当日の日の出。