

ティコ・ブラーエ観測の超新星が Ia 型であることを確認!

野本 憲一

デンマークの天文学者ティコ・ブラーエが 1572 年に観測した超新星爆発の光が、宇宙空間に漂うちりに反射し「光のこだま」となって地球に届いていることを、国立天文台、東京大学数物連携宇宙研究機構 (IPMU) などの研究チームが確認した。同天文台のすばる望遠鏡による分光観測で、超新星爆発は標準的な「Ia 型」であることも判明、*Nature* 2008 年 12 月 4 日号¹ に発表された。宇宙の構造解明につながる成果で、研究の意義などについて IPMU の野本憲一特任教授に聞いた。

4 世紀の時を越えて、光のこだまを捕らえた

Nature Digest — 436 年前の光を観測するとは興味深いですね。

野本 — ティコ・ブラーエはすぐれた視力の持ち主として知られ、望遠鏡のない時代、肉眼で観察した太陽、月、惑星の動きに関する詳細な記録を残しています。特に火星の膨大な観測記録は、弟子のヨハネス・ケプラーが天動説から地動説へと宇宙観を大転換させる法則を発見するのに役立ちました。そのブラーエは 1572 年 11 月 11 日、金星より明るい星をカシオペア座に見つけました。正確に星の位置を記憶する能力に長けていたブラーエは、それが明るさや色が変わっている新星であることにすぐに気づき、見えなくなる 1574 年 3 月まで明るさ (相対等級) と色を正確に記録し続けました。「宇宙は変わることはない」とする、アリストテレス以来の宇

宙観の変革を迫る画期的な出来事でした。その後、短期間だけが明るく輝く星はほかにも見つかり、1934 年にカリフォルニア工科大学のフリッツ・ツヴィッキーは、そうした星を「超新星」と命名。ブラーエの見つけた星も「ティコの超新星」(SN1572) (図 1) とよばれるようになりました。今世紀に入ると、X 線観測によって超新星残骸の元素組成がわかり、ハッブル宇宙望遠鏡によって伴星 (連星の暗いほうの星) が発見された² ことから、「Ia 型」超新星爆発ではないかと推測されました。これを確かめるには、可視光の分光 (スペクトル) 観測を行う必要がありました。

ND — そこで光のこだま観測が行われたわけですね。

野本 — 超新星爆発は、星が寿命を終えるときに起こす大爆発です。夜空に突然、明るく輝き、やがて消える運命にあります。爆発の瞬間、光は四方八方に放射されます。ブラーエは直接、地球に向かった明るい輝きを観測しましたが、周りの宇宙空間に漂う高密度のちりに反射して、遅れて地球に到着する光もあります。これが光のこだまで、山に向かって大声を出すと、返ってくるこだまの原理と同じです。光のこだまを使って時間を巻き戻すというアイデアはツヴィッキーらが提唱したもので、過去の謎を解くのに役立ちます。ただ、観測はとてもむずかしいのです。例えば、ノーベル物理学賞を受賞した小柴昌俊東京大学名誉教授が、1987 年にニュートリノを捕らえた超新星爆発「SN1987A」でも、リング状のこだまの光が発見されましたが、暗くて可視光の分光まではとても困難な状況でした。



図 1 ティコの超新星残骸のカラー合成図。青、緑、黄色は、チャンドラ X 線天文衛星 (NASA) が撮影した X 線画像で、青は高エネルギー、緑は中間エネルギー、黄色は低エネルギーの X 線の分布を示す。赤はスピッツァー宇宙望遠鏡 (NASA) の赤外線画像。これにカラル・アルト反射望遠鏡で観測された近赤外線画像を重ねて表示してある。直径の大きさは約 25 光年。

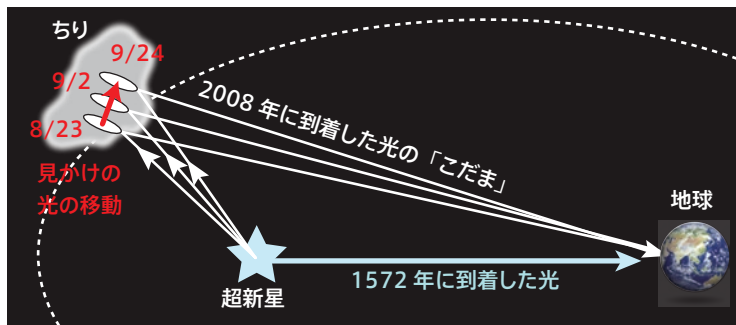


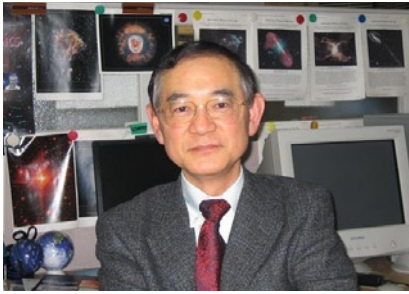
図 2 ティコの超新星からの光が地球に届く模式図。超新星爆発で放射された光が、1572 年に、最初に地球に到着 (水色の矢印)。超新星の周囲にあるちりによって反射された光が、436 年の年月を経て地球に届いた (白色の矢印)。淡い光の位置が見かけ上移動していることから、可視光の「こだま」であることが判明した。

すばる望遠鏡の分光観測が威力を発揮

ND — その困難を克服した秘訣は、何だったのでしょうか?
野本 — ひと言でいえば、国際的な連携の成果です。国立天文台とドイツのグループは 2007 年の観測で、超新星残骸「カシオペア A」のもとになった超新星の正体を、今回と同様に光のこだまで分析し、質量が太陽の 10 倍を超す赤色超巨星で、爆発後にすぐ暗くなる「II b 型」であることを突き止めました³。地球からの距離は約 1 万光年、爆発の光が直接、地球に到達したのは 1680 年ごろとみられます。今回も「こだま」の候補を手探りで観測することから始めました。暗い光を捕らえるには定期的な観測データの蓄積が重要です。

マックスプランク天文学研究所

国立天文台;ISTOCKPHOTO



野本憲一 (のもと・けんいち) / 東京大学 数物連携宇宙研究機構 (IPMU) 特任教授 主任研究員。理学博士。1946年、東京都生まれ。1969年、東京大学理学部天文学科卒業後、1974年、同大学院理学系研究科博士課程修了。1976年、茨城大学理学部物理学科助手。1982年、東京大学教養学部基礎科学科助手を経て、1985年、同大学教養学部宇宙地球科学助教授。1989年、同大学理学部天文学科助教授。1993年、同大学院理学系研究科天文学専攻教授。2008年4月より現職。この間、NASAゴダード宇宙飛行センター、マックスプランク天体物理研究所の研究員も務める。

る。1989年、仁科記念賞、1995年、日本学士院賞を受賞。

専門は恒星進化論、特に超新星爆発と元素の起源の研究の第一人者。1987年、銀河系の隣の大マゼラン星雲で超新星が、「青色超巨星」が爆発したのだという説を、1998年には、ガンマ線バーストに付随して発見された超新星が、通常の超新星の数十倍の爆発エネルギーをもつ巨大な爆発であることを発見し、「極超新星 (ハイパーノバ)」と命名して *Nature* に発表した。趣味は古典芸能鑑賞。

2008年夏に、ドイツのマックスプランク天文学研究所がスペインに持つカルル・アルト反射望遠鏡 (口径 2.2m と 3.5m) を使って、過去に「こだま」の報告のあった領域 (方向) を中心に観測しました。その結果、8月23日に可視光で23.6等級の非常に淡い光が映っていることがわかりました (図2)。

ND — この、こだま候補を分光観測するわけですね。

野本 — はい。そのための強力なツールとなったのが、ハワイにある国立天文台のすばる望遠鏡 (口径 8.2m) と FOCAS (微光天体分光撮像装置) です。9月24日から4日間、急遽、観測日程に組み込んでもらい、その23.5等級の光を集中観測しました。分光スペクトルの結果は驚くものでした。光を波長ごとに分解するのですが、水素原子、ヘリウム原子のスペクトル線が欠落し、電離したケイ素と鉄の強い吸収線が出ていました。まさに「Ia型」の超新星に特徴的なスペクトルだったのです。こんなにきれいに一致するとは思っていませんでした。感激しました。これは、この光が超新星爆発で生まれたものであること、ティコ・ブラーエがヨーロッパで1572年に観測した超新星爆発の光と同じ光を捕らえることに成功したことを意味します。Ia型を細かく見ると3種類ありますが、ティコの超新星は過去の超新星の観測データとの比較で、標準的な光度を示す超新星爆発であったことがわかりました。

超新星爆発のメカニズム解明に期待

ND — 今回の成果の意義を教えてください。

野本 — Ia型の超新星は宇宙で最も明るく、遠くは100億光年の彼方から届く強烈な光です。爆発本来の明るさは、ほぼ同じであるという性質から、その見かけの明るさから距離が計算できるので、宇宙論における重要な役割を果たしてきました。これが宇宙は加速膨張しているという発見につながり⁴、さらにダークエネルギーの存在を明らかにしました。遠くの宇宙の超新星の見かけの明るさは一様に暗くなると考えられていましたが、実際は、その光度は遠くなればなるほど予想以上に暗いことがわかりました。これは膨張を加速させる謎の力が働いているためと考えられるようになりました。この力がダークエネルギーです。ティコの超新星は、地球からの距離は約1万2000光年。銀河系内に存在すると考えられ⁵、地球から最も近いIa型の超新星です。Ia型の超新星

爆発は、主星 (明るい星) と伴星の連星となっている白色矮星が、相手の星から降り積もったガスの重みで圧縮され、暴走的に核融合反応を起こす現象です。我々の周囲に存在する重元素の重要な製造源の1つとなりますが、実際の爆発はどのように起こるのか、ガスの降着は伴星から生じるのか、2つの白色矮星の合体で起こるのかなど、興味の尽きない未解決な問題がたくさん残っています。今後、異なる方向の光のこだまを観測することにより、銀河系外の超新星爆発ではできなかった、爆発の三次元構造を調べることができるため、超新星爆発のメカニズム解明がいつそう進むと思われます。

ND — 宇宙分野の研究に進もうと思ったきっかけは?

野本 — 物理学だけでなく歴史科学が好きだったので、宇宙の歴史とか進化に興味を持っていました。高校生のときに聞いた研究者の講演もたいへん魅力的で、天文学に進むのは自然な成り行きでした。当初は、星の進化、爆発などに興味があり、コンピュータ・シミュレーションが専門の理論屋だったのです。日本は1987年の超新星以来、超新星のニュートリノやX線による観測では世界をリードしていましたが、それ以外の観測は海外の望遠鏡に頼らざるを得ませんでした。転機は、2000年から本格観測が始まった可視光のすばる望遠鏡の登場です。これによって理論と観測が一体となった最先端研究ができるようになり、観測にも取り組むようになりました。超新星は、日本が観測でも理論でも世界をリードできる分野となったのです。

ND — 若い研究者へのメッセージをお願いします。

野本 — 宇宙は、ダークマターやダークエネルギーなど正体不明の謎がいっぱいです。それらを解明することは刺激の連続で、新しい知見にあふれています。若い人には理論、観測にこだわらず、フロンティアをどんどん広げてほしい。それには、海外に羽ばたき、多くの研究者と議論することが重要です。多くの人とのつながりを大切にしてほしいですね。

ND — ありがとうございます。 ■

聞き手は、長谷川聖治 (読売新聞科学部記者)。

1. Oliver K. et al. *Nature* **456**, 617-619 (2008).
2. Ruiz-Lapuente PE. et al. *Nature* **431**, 1069-10721 (2004).
3. Oliver K. et al. *Science* **320**, 11950-1197 (2008).
4. Ries A. et al. *Astron J.* **116**, 1009-1038 (1998).
5. Badde W. et al. *Astrophys J.* **102**, 309-317 (1945).