

国立天文台講演会・ すばる望遠鏡公開講演会 2013



宇宙最大の爆発を追う 超新星, ガンマ線バーストと元素合成

2013年6月9日(日) 13:00~16:00
学術総合センター・一橋講堂

プログラム

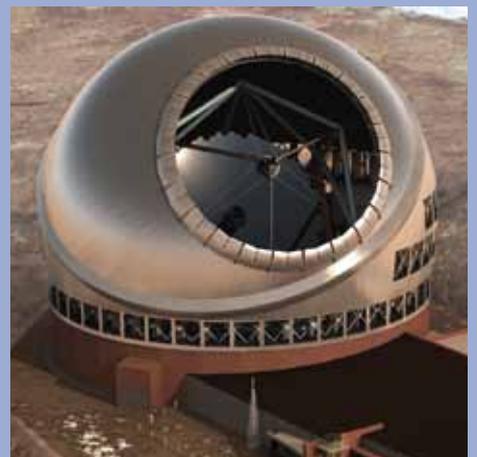
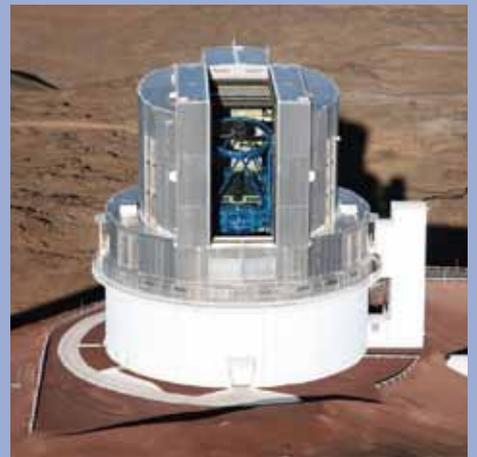
- 13:00~13:10 開会あいさつ 家 正則 (国立天文台 TMT 推進室長)
- 13:10~14:00 講演 1 超新星の謎に迫る
田中雅臣 (国立天文台理論研究部)
- 14:00~14:50 講演 2 宇宙最大の爆発、ガンマ線バースト
橋本哲也 (国立天文台 TMT 推進室)
- 14:50~15:00 休憩
- 15:00~15:50 講演 3 元素組成が語る太古の超新星
青木和光 (国立天文台 TMT 推進室)

各講演の最後に10分間ほど、質疑応答の時間をもうける予定です。また、アンケート・質問用紙にお書きいただいた質問については、できるかぎり後日ウェブサイトでお答えいたします。

おいそがしいなか「国立天文台講演会・すばる望遠鏡公開講演会」におこしいただき、ありがとうございます。

世界最高水準の望遠鏡を観測条件のよい場所に建設し、天文学研究の最先端に挑戦して、その発展に貢献したい——わが国の天文学者たちの夢と努力は1999年、国立天文台ハワイ観測所のすばる望遠鏡として実を結びました。口径8.2mのすばる望遠鏡はその後、「宇宙最遠の銀河」の記録を何度も塗り替えるなど、さまざまな分野でめざましい成果を上げてきました。それらの成果をまとめてご紹介し、ご理解を深めていただく機会として、国立天文台では「すばる望遠鏡公開講演会」を開催しております。テーマとしてはこれまで、太陽系外惑星、銀河と巨大ブラックホールの研究をとりあげてきました。

今回のテーマは、星の進化の最後を飾る大爆発、超新星です。すばる望遠鏡では、超新星そのものを理解するための観測が行われる一方、超新星で新たにつくられる物質の研究も進められています。また、もっとも波長の短い光、ガンマ線で突如明るく輝く謎の現象であるガンマ線バーストも、超新星爆発と深く関わっていることがわかってきました。すばる望遠鏡を用いた研究で何がわかってきたのか、そして次の大型望遠鏡計画であるTMT(30m望遠鏡)では何が期待されるのか、3人の天文学者がお話しします。



すばる望遠鏡(上)と、建設計画中の超大型望遠鏡TMT(下)
©国立天文台, TMT Observatory Corporation

すばる望遠鏡ウェブサイト
http://www.subarutelescope.org/j_index.html
国立天文台 TMT 推進室ウェブサイト
<http://tmt.mtk.nao.ac.jp>



田中雅臣
国立天文台理論研究部

いつも同じように輝いている星も、じつは長い年月を生きており、いずれは寿命を迎えます。その星々のなかには、大爆発を起こし、明るく輝いてその一生を終えるものがあります。この大爆発が「超新星」です。超新星により、星のなかでつくられた元素が宇宙空間にばらまかれ、私たちの宇宙は現在のような、さまざまな元素に満ちた姿となってきました。

超新星は数百年以上前から観測記録が残されており、現在では年間 500 天体以上の超新星が実際に発見されています。その一方で、超新星がどうして起きるのか、そのしくみはいまだ謎に包まれています。

すばる望遠鏡はこの 10 年間、超新星の詳細な観測を行うことで、その謎の解明に大きく貢献してきました。さらに、これまで知られていなかった超新星の多様な個性や、ガンマ線バーストとの関係も明らかにしてきました。これらの謎に迫ったすばる望遠鏡の軌跡を振り返るとともに、今後すばる望遠鏡と TMT によってさらに発展する超新星研究の最前線をお伝えします。

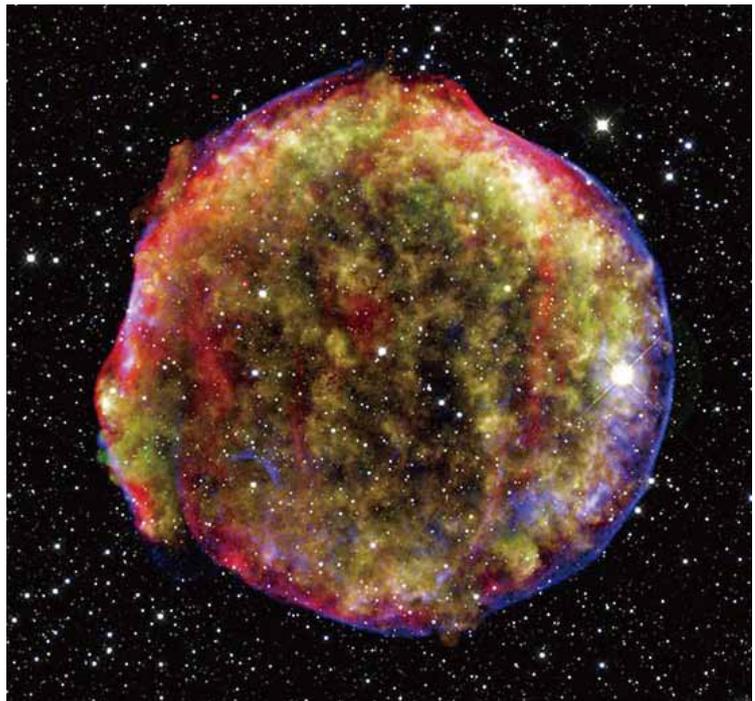
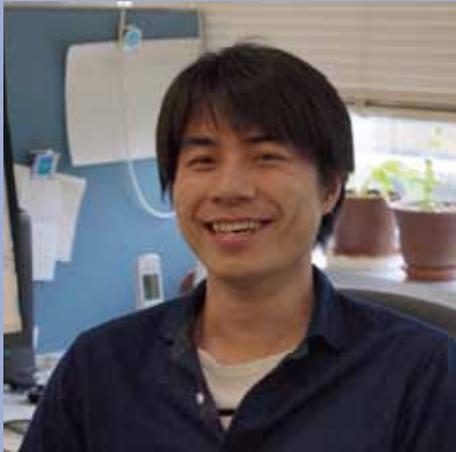


図 1 X 線、可視光線、赤外線で撮影された、銀河系内にある超新星の残骸
この超新星は 1572 年に発見され、ティコ・ブラーエによる詳細な観測記録が残されており、「ティコの超新星」とよばれています。すばる望遠鏡は、この超新星の正体に迫る観測を行いました。
(提供：NASA/JPL/MPIA)



図 2 すばる望遠鏡により撮影された銀河系外に発見された超新星
すばる望遠鏡による詳細な観測によって、左のシミュレーション画像のような超新星の姿が明らかになりました。



橋本哲也
国立天文台 TMT 推進室

ガンマ線バーストは宇宙でもっとも激しい爆発現象で、数秒から数十秒の間に、突発的にガンマ線が激しく放出される天体現象です。75 億光年もの彼方で発生したガンマ線バーストの残り火、いわゆる可視光の「残光」が、肉眼で確認されたこともありました。ガンマ線バーストは当初、まったくの謎の天体現象でしたが、バーストの発生した領域で超新星爆発が観測されるなど、ガンマ線バーストと超新星爆発との深い結びつきがわかってきました。

今日では、重さが太陽の数十倍もあるような大質量星がその生涯を終え、超新星爆発を起こすさいに、非常に高速なジェットが生じる場合があります、これがガンマ線バーストとして観測されるのだと考えられるようになりました(図1)。

ところが、ガンマ線バーストの「残光」は明るいものばかりではありません。じつは半数近くについては「残光」が非常に暗く、その性質を調べることが困難なため、正体がほとんどわかっていません。このような「ダークガンマ線バースト」に焦点を当て、すばる望遠鏡を用いて観測を行った結果(図2)、これまで想像していたガンマ線バーストとはまったく異なる姿が明らかになりました。近年のすばる望遠鏡の観測でみえてきたガンマ線バーストの新たな顔、そして TMT が切り拓くガンマ線バースト研究の最前線を紹介します。

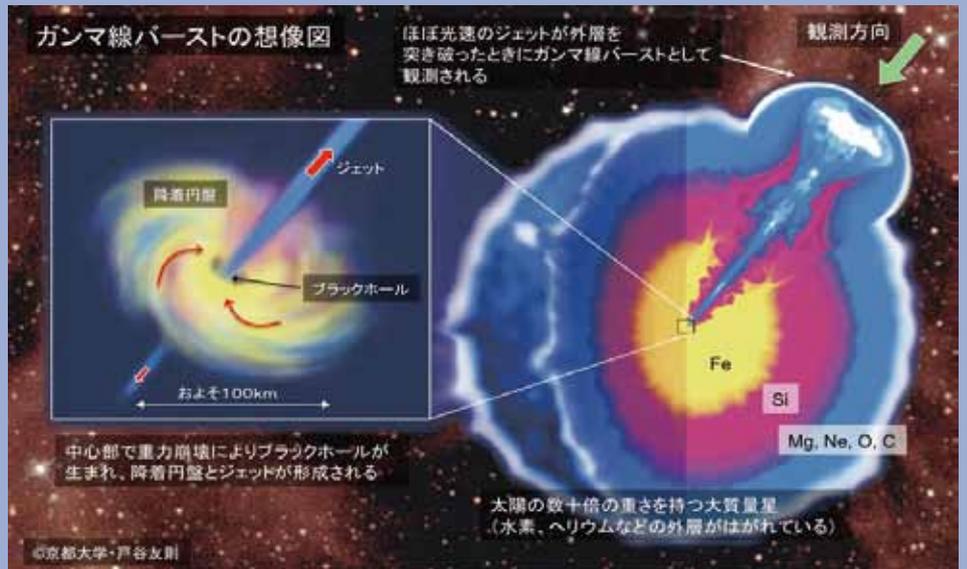


図1 ガンマ線バーストの想像図
大質量星が超新星爆発を起こすさいに、非常に高速のジェットが生じる場合があります、これがガンマ線バーストとして観測されるのだと考えられています。
© 東京大学 戸谷友則

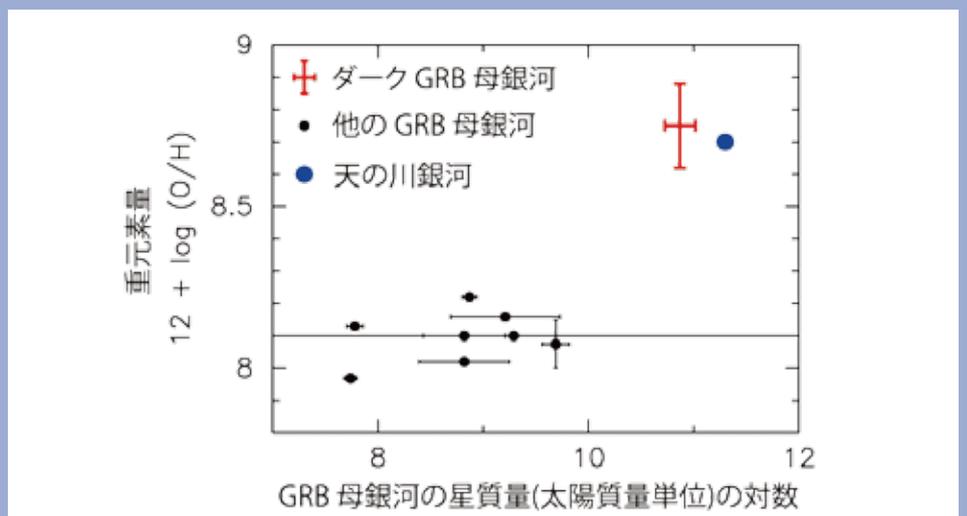
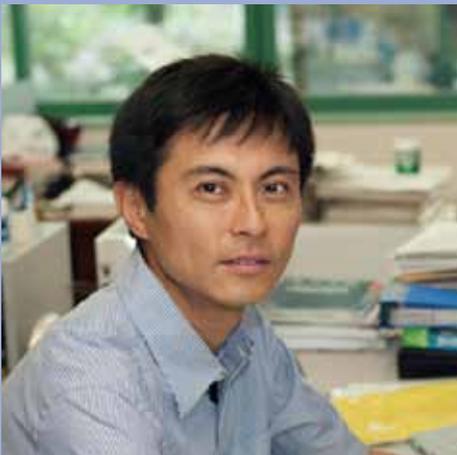


図2 ガンマ線バースト (GRB) が発生した銀河の質量と重元素量 (ヘリウムよりも重い元素の量) の関係
天の川銀河と同じような重元素環境であっても、ガンマ線バーストは起こりうる！？



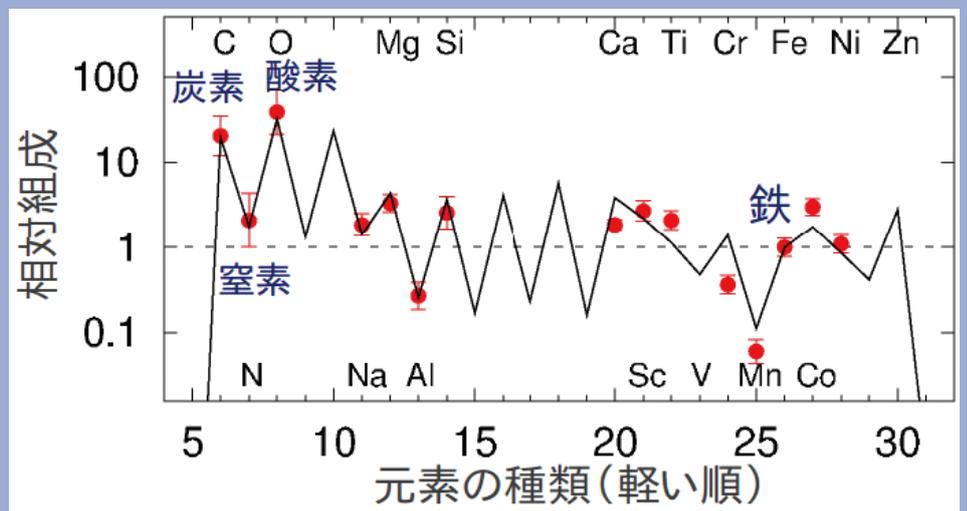
青木和光
国立天文台 TMT 推進室

私たちの体は数多くの元素で形づくられています。しかし、ビッグバン直後の宇宙には、水素とヘリウム（および微量のリチウム）しか存在していなかったことがわかっています。それ以外の元素のほとんどは、その後、星によってつくられてきたものです。特に超新星は、大質量星の内部でつくられた大量の炭素や酸素などを放出するとともに、爆発の瞬間にもさまざまな元素をつくり出します。その結果は、太陽をはじめとする星々の組成に刻まれています。つまり、元素組成を調べると、過去に起こった超新星爆発について知ることができるのです。

なかでも、宇宙の初期に誕生し、それ以後ずっと生きのびてきた長寿命の星は、宇宙で最初のころのひとつひとつの超新星がつくり出した元素組成を保存していると考えられます。これを測定することにより、強い個性をもつ超新星の存在が明らかになってきました。特にすばる望遠鏡による研究では、大質量星の爆発でありながら鉄をほとんどつくり出さない超新星が存在し、宇宙初期に重要な役割を果たした可能性が示されました。

また、鉄より重い元素の組成もくわしく調べられており、金のような貴金属やウランのような非常に重い元素がどのようにつくられてきたのか、明らかになりつつあります。これらとガンマ線バーストの関連も研究されています。

すばる望遠鏡でわかったことと、TMT による観測で期待される研究についてお話しします。



宇宙の初期に誕生したと思われる星の組成の一例
この星は BD+44°493 という名前で、鉄などの重元素（水素とヘリウム以外の元素）の量は、太陽の数千分の 1 しかありません。この図では、太陽の組成を基準にとった場合の相対的な元素組成を示しているため、太陽の重元素組成が全体として少なくなった場合は、破線にそろうことになります。それに比べると、この星では炭素や酸素の組成が高く、他の元素にも比較的多いもの、少ないものがあることがわかります。このような元素組成は、もとになった超新星爆発の特徴を示しています。この星の場合、鉄をあまりつくり出さないような特殊な爆発を起こした超新星について予測されている組成（実線）とよく合っています。