

## 〈2017年度日本天文学会天体発見賞〉

## アマチュアが超新星観測に貢献する可能性



嶋 邦 博

〈東京都府中市〉

e-mail: k0442shi@goto.co.jp

超新星の観測においてアマチュアが天文学に貢献できる余地はごく僅かなものですが、時に重要な発見や新しい研究につながる可能性があります。そこでアマチュアがプロの超新星研究に成果を与えた発見例を紹介していきます。アマチュアでも天文学に重要な貢献ができる可能性がありますので今後多くの超新星搜索を始めるアマチュアが増えてくることを望むものです。またアマチュアの超新星搜索者が抱える不安もお話ししておきます。

## 1. はじめに

私は超新星に型があることも知らないまま2012年8月から超新星搜索を始め、幸運なことに現在まで6個の超新星を発見することができました。この間に少なからず超新星についていろいろなことを知ることができました。

アマチュアが行える超新星の観測はかなり限られてきます。それは大きくは機材の問題です。超新星はその星が確かに超新星であることを知るには、望遠鏡に分光器を取り付けて星の光をスペクトルという虹の帯に分散しなくてはなりません。そのスペクトル中の吸収線の特徴から超新星としての型が同定されます。しかしながら点としての星を虹の帯に分散することで、写る映像が暗くなってしまうのです。天体望遠鏡でスペクトル撮影を行うとその望遠鏡の極限等級より5等は落ちてしまうと言われていています。つまり、多くのアマチュアが使っている望遠鏡は口径が20-30 cmなので、観測できる超新星の等級は18等程度となり、その望遠鏡で分光できる超新星は13等となってしまいます。このような明るい超新星は年に数個しか現れません。アマチュアで

超新星を搜索してアマチュア自身で分光し型が同定できれば観測に大きな幅が出てくるのですが、現状でアマチュアが行える超新星の観測は以下に挙げることが精一杯なのです。

- ・超新星の搜索
- ・発見された超新星候補の確認観測
- ・超新星の多色光度観測

それでもアマチュアが発見した珍しい超新星や近い銀河に現れて明るく観測される超新星には多くの研究者が興味をもち、望遠鏡を向けて分光観測を長期的に行い新しい発見がもたらされます。

アマチュアが発見することのできる超新星は明るさがせいぜい18等までで、プロが発見するものに比べて数もかなり減ってしまいますが、突然現れる明るい超新星の発見において、条件はプロもアマチュアも同じであり、いかに早く発見をして分光につなげるかが超新星研究にとっては非常に重要です。なぜならば超新星爆発間もないデータはとても少ないからです。

## 2. アマチュアが発見した超新星の成果

実は超新星候補は年間数千個も発見されていま

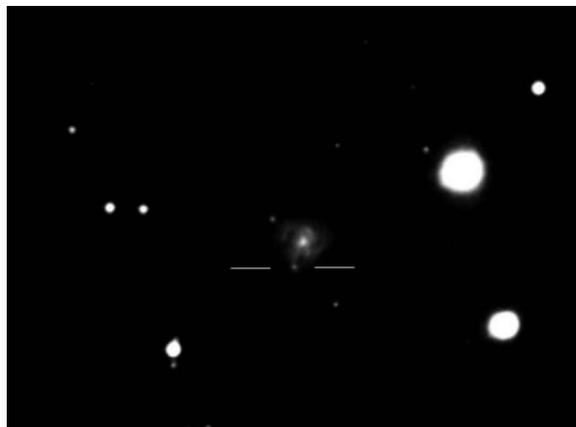


図1 SN1997ef. 佐野康男さん発見の極超新星（佐野さん画像提供）。

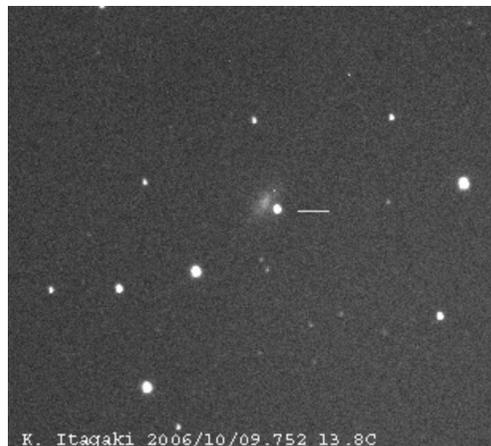


図2 SN2006jc. 板垣公一さん発見のLBV爆発から超新星爆発へと変遷したのではないかと考えられている天体（板垣さん画像提供）。

す。その中でプロの研究者が興味のある対象に望遠鏡を向けて研究が進められていきます。

今までアマチュアが発見した超新星でプロの研究に大きな役割を果たした例をいくつかご紹介したいと思います。

### a. 極超新星

超新星の中には通常のものより1桁爆発エネルギーの大きい極超新星（ハイパーノバ）というものがあ、その極超新星ではないかというSN1997ef（図1）は北海道のアマチュア天文家の佐野康男さんにより初めて発見されました。発見時にスペクトル型が通常のものとは少し違っていたので注目が集まり、多くの研究者が論文として研究成果を発表しました。

### b. 二度爆発した超新星

超新星のうちIa型はドナー星から白色矮星にガスが重力で落ち込み降着円盤を形成し、チャンドラセカール限界である太陽質量の1.4倍に達したところで核爆発の暴走で星の全てが吹き飛ぶもので、それ以外のIb, Ic, II型は太陽質量の8倍以上の大型の恒星が重力崩壊を起こして爆発し中心に中性子星やブラックホールが残るものですが、絶対に二度は超新星爆発を起こしません。ところが山形の板垣公一さんが2006年に発見したSN-

2006jc（図2）という超新星は板垣さん自身がその2年前に同じ星で爆発現象を捉えていました。その後の研究により、この星は2004年の爆発はLBV（高輝度青色変光星）が中規模な爆発を起こし、その2年後に本格的な超新星爆発を起こしたのではないかと考えられています。

### c. ショックブレイクアウト

重力崩壊型の超新星は星の中心部で起こった爆発の衝撃波が星の表面に到達してX線や可視光などの電磁波が大きなピークとして現れると予測されていましたが、まさに爆発の瞬間であるので、なかなかその現象は捉えられていませんでした。ところがアルゼンチンのアマチュア天文家Victor Busoさん、Sebastian Oteroさんが自宅観測所でNGC613に何も現れていない状態から撮影を開始し、それから1時間後偶然にもその銀河近傍に僅かな光点を発見し、時間の経つごとに明るくなる様子を捉えました（図3）。これがまさにショックブレイクアウトであることがわかり、日本を含む世界中の多くの研究者により、大きな研究成果を得ることができたとても貴重な発見でした。

### d. SN2015G（おまけ）

手前味噌で申しわけないのですが、私が3番目

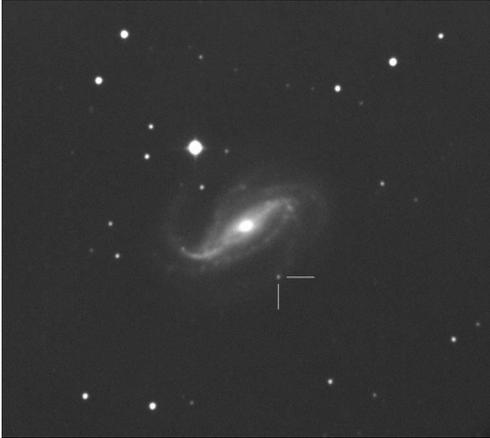


図3 SN2016gkg. アルゼンチンのアマチュア天文学家 Victor Buso さんらにより初めてショックブレークアウト現象が捕えられた Ib 型超新星 (筆者撮影. 発見の4日後の画像).



図4 SN2015G. Ib<sub>n</sub>型という重力崩壊型の He 吸収線が細い珍しいタイプの超新星 (筆者発見, 撮影).

に発見した SN2015G (図4) という超新星は、分光観測の結果 Ib<sub>n</sub> 型という Ib 型でもちょっと変わった超新星でした。Ib 型はスペクトルに He の吸収線が現れますが、Ib<sub>n</sub> 型はその吸収線が細いので Narrow の “n” が加えられています。どうも爆発以前に放出された星周物質に超新星爆発の光が遮光されるためようです。この星は前出の板垣さん発見の SN2006jc と同タイプの超新星で、ウォルフ・ライエ星を経て超新星爆発を起こしたのではとも考えられています。

2017年2月20日発行の米国天文学会の The Astrophysical Journal に “Type Ib<sub>n</sub> Supernovae Show Photometric Homogeneity and Spectral Diversity and Maximum Light”<sup>1)</sup> という論文が掲載され、私の発見したこの星も論文の研究材料として取り上げられており、天文学者の研究対象となったことや研究成果に役立ったことを本当にうれしく思います。

2011年宇宙の距離指標となる Ia 型超新星の分布状況を調べ「宇宙の加速膨張」の研究でノーベル物理学賞を米国の Saul Perlmutter 博士, Adam G. Riess 博士, 豪州の Brian P. Schmidt 博士の3氏が受賞しました。それまでの天文学の常識では

ビックバン後の宇宙は減速しながら膨張しているというのが共通認識でしたが、この受賞で天文学者はさぞかし大きな衝撃を受けたものと思います。減速していると思っていた宇宙が逆に加速膨張していたのですから。

この研究の成果により、その後多くの研究者が超新星を研究するようになりました。そして世界中で IT システム化された望遠鏡により自動で超新星が発見されるようになり、多くの成果が得られました。また彼らはまだ発見されていないダークマターやダークエネルギーを超新星の研究を通して探索しているのではないかと私は想像しています。きっと近い将来この二つの未知の謎は解けるものと期待しています。

### 3. 超新星搜索での不安

私たちアマチュアの超新星搜索者は、超新星候補を発見すると TNS (Transient Name Server) という IAU 公認のシステムへと発見報告を行います。そのリストから研究者は自分の研究対象に適した候補天体を分光したり研究したりします。先にもお話ししましたが、アマチュアが超新星の分光観測をする事は機材の問題で不可能に近いので、分光はプロの研究者に任せることになってし

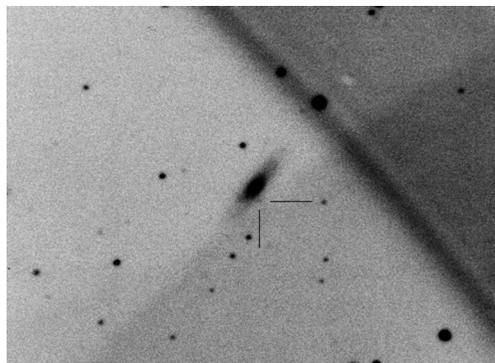


図5 PSN J02534083+0615396. 2014年7月佐藤英貴さん発見の超新星候補(筆者撮影. 右上のムラは近くの輝星のゴースト).



図6 SN2017B. 分光がされずに幻の超新星となるどころだった筆者6個目の発見の超新星(筆者発見, 撮影).

まいます。つまりプロの研究者が興味をもたない星には望遠鏡は向けられないことになります。

超新星候補はたとえ多くの光度観測が行われ、結果それが超新星の可能性が非常に高いと思われても、最終的にその星が分光観測で超新星としての型が決定されない限り候補のままで終わってしまいます。つまり分光観測で素性が決定して初めて超新星とアナウンスされるのです。したがって私たちアマチュアが発見した超新星候補は分光観測がされるまでは『まな板の上の鯉』の状態と言えるのですが、残念なことに日本人アマチュアが発見して分光観測がされず候補のままで終わった星が一つだけあります。

それは彗星観測で多くの発見や成果を上げられている佐藤英貴さんが2014年7月28日に豪州のインターネット望遠鏡を使って108Pシフレオ彗星を撮影された画像内に、偶然にもPGC10927という銀河に写っていた超新星らしき天体(図5)で、すぐに当時のTOCP(Transient Objects Confirmation Page)に発見報告をしたものの、プロの研究者からはどうも分光観測はされなかったのです。発見光度が18.3等と暗かったことと、発見時にはすでに減光に向かっていたのも原因かもしれませんが、とても残念としか言いようがありません。

今回の2018年日本天文学会春季年会で「2017年度新天体発見賞」をいただいた私の発見した受賞対象のSN2017B(図6)なのですが、実はこの天体も危なく候補のままで終わっていたかもしれないのです。

2017年1月2日に発見したこの星はTNSに直ちに発見報告を行い分光観測を待っていたのですが、通常一週間もすれば世界のどこかで分光観測が行われるのですが1月下旬になっても分光観測の報告は上がりませんでした。発見の翌日、天文学界で精密な宇宙画や素晴らしい天体写真で活躍されている新潟の沼澤茂美さんが私の利用している観測所に遊びに来られていた経緯もあって、分光観測がされない不遇を察知された沼澤さんが知合いのJPLの研究者やリック天文台の観測者にこの天体の分光観測をしてくれないかと依頼をしてくれました。これで良い方向に進むのではと思っていたのですが、結局3月に入っても分光観測の報告はTNSには上がりませんでした。そして私が3月に撮影した画像には、その星は減光してしまい影も形もありませんでした。

もう完全に諦めていたこの星ですが、何と3月24日に沼澤さんよりうれしい知らせが届きます。『リック天文台のTom Brink博士に依頼していた分光観測が1月になされておりIa型超新星と同定

され、報告が遅れたがTNSに分光結果が送られた』と。この超新星の確定は沼澤さんのお力添えがなければ完全になかったものです。沼澤さんとその依頼を受けて分光観測を行ってくださったBrink博士には感謝してもしきれないほどの恩ができてしまいましたが、とてもうれしい恩です。

分光観測はプロの研究者に依存しなければならない状況ですが、一部の国内の公共天文台や大学付属の天文台には日本人発見の超新星候補に対して精力的に分光観測を行ってくださる施設があり、私たちアマチュアにとっては頼もしい限りです。

せっかく発見した超新星が候補のままで終わらないようアマチュアでできることがないか、今秋に行われる第2回新天体搜索者会議で話題にできないかと考えています。

#### 4. 潜在的なアマチュアの協力

アマチュアの発見した超新星のうち、2章でも述べましたようにプロの研究対象となる場合は多くはないのですが大きな成果が達成される事例もあります。私が想像している国内でのアマチュアの超新星搜索者はたぶん100人には満たないと思っています。それに比べて銀河や星雲などの鑑賞写真

を撮影しているアマチュアはかなりの数に達すると思います。もしその方たちが趣味の銀河撮影の時間の1割程度でも超新星搜索に回してもらえれば相当数の超新星発見が生まれ、新たな研究や発見成果を得るのではないかと思います。

ぜひ潜在的なアマチュアの協力が得られるよう、私も裾野を広げる啓発を行っていきたく思っています。

最後に私は一アマチュア観測者であり超新星に関する講義は受けておらず、書籍やネットからの情報のみでありますので、いささか間違いがあるかもしれませんが、その場合はご指摘いただきたく、またご容赦いただければ幸いです。

#### 謝 辞

本文中の発見画像をご提供いただいた板垣公一さん、佐野康男さん、SN2017Bの分光観測依頼をしてくださった沼澤茂美さん、分光観測を行ってくださったTom Brink博士に感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) Hosseinzadeh, G., et al., 2017, ApJ, 836, 158