

# ベテルギウスの歴史的な大減光

大島 修

## 1. あんなに暗くなったベテルギウス

この冬、皆さんはご覧になりましたか、あのオリオン座の1等星ベテルギウスが、かつてないほどの大減光を起こして2等星になっていた姿を。あまりに暗くなって、明るい月夜や街の明かりが明るいところでは、ほとんど肉眼で見えないほどでしたね。今年の冬ほど元気のないオリオン座は見たことがありませんでした。私には、地上の人間界が新型コロナウイルスの猛威に怯えているのと重なって見えました。(図1)

そうしているうちに、大きなニュースが飛び込んできました。すばる望遠鏡と同じ8m望遠鏡を4台揃えたヨーロッパ南天天文台で、そのうちの1台を使って今減光中のベテルギウスの表面模様を写したということです。図2を見てください。右側が今回の大減光をおこなっている時に写した写真です。普通の星は、太陽のように丸い対称的な形をしています。このベテルギウスの姿はとて普通星とは思えません。何か熱いもの(ブルーム)が湧き出し、突き出しているようにも見えます。また、逆の見方をすると、下半分だけが何かの理由で異常に暗くなっていると見ることもできそうです。どちらの見方が正しいのでしょうか。地球から見るとベテルギウスは暗くなっているのですから、あとの見方の方があっているかも知れません。では、なぜ半分だけ暗くなるかと、考えを進めると、さっぱりわかりませんね。

## 2. ベテルギウスという変光星

ベテルギウスは、星の種類としては**赤色超巨星**というタイプに属しています。表面の温度は3600度ほどで、太陽は6000度ですから、星としてはずいぶん温度が低い星で、そのために赤色に見えます。直径は太陽の500倍から1000倍くらいです。と

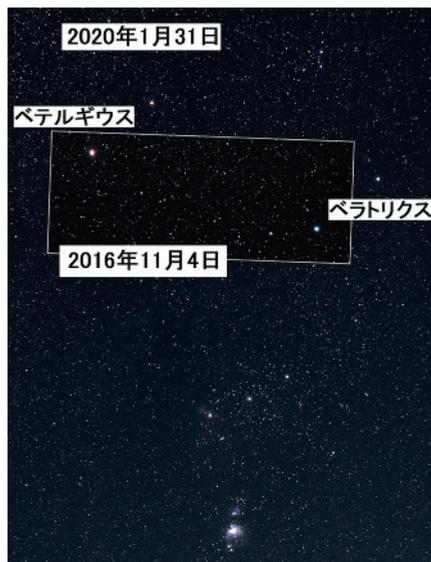


図1. オリオン座とベテルギウスの変光

今年(2020年1月31日)のオリオン座の写真にベテルギウスが普通に明るかった時期(2016年11月4日)のベテルギウスとベラトリクスをはめ込んでみました。

写真提供: 植野 幸雄さん(倉敷市)

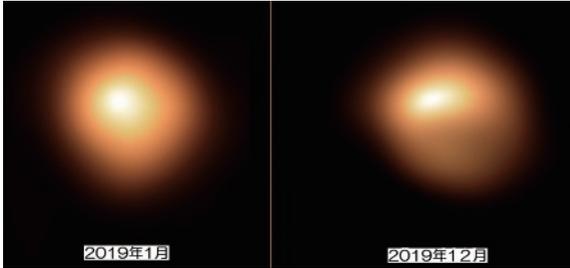


図2. 通常時と今回の大減光時のベテルギウス

南米チリにあるヨーロッパ南天天文台(ESO)の8m望遠鏡で写したベテルギウスの素顔。いつもは左側に写真のように、ぼやーとした広がりを持っているように見えている(よく見ると完全な丸ではないこともわかる)が、今回の大減光では、右のように一部分が異常に明るくなっていて、何か熱いものが飛び出して来ているように見える。明らかに異変が起きているのがわかる。

新星爆発を起こして飛び散るその寸前と言われています。そのため、今度の大減光では、これがきっかけとなって超新星になるのかも知れないと騒ぐ人もいましたが、私たち観測者は、そんなことは起こらないだろう、今回はいつも起きている変光がちよっと大げさになっただけだろう、しかし、それにしても暗いなあ、と思って観察を続けていました。

ではベテルギウスはどのような変光星なのでしょうか。変光星は大きく分けると2つに分類できます。一つは、星自身が明るさを変える**本当の変光星**と、もう一つは見かけの明るさは変わるけれど、それは2つの星がお互いの周りを回り合ううちに相手を隠すために、地球から見ると時々暗くなって見える**食変光星**というタイプです。

食変光星だと非常に規則正しく変光が起こりますが、ベテルギウスの変光の様子を詳しく見ると、そこまで規則正しくは起こっていませんし、隠し合う場合の変光の様子がベテルギウスとは異なることなど、いろいろな理由から、自分自身で変光していると考えられます。

では、星自身が明るさを変えるのはどんな原因があるのでしょうか。その中には、非常に大きな黒点が出て、それが自転で見え隠れすると明るさが変わって見えるものや、時々爆発(または爆発的な増光)を起こして明るさが変わるタイプもあります。しかし、ベテルギウスの変光は、自分自身が大きく膨らんだり縮んだりして明るさを変えるタイプである**脈動変光星**の一つであると言われてきました。ちょうど心臓がドクドクと脈を打っているようすから名付けられたようです。

書くと、かなりいい加減な数字に見えますが、縁がはっきりないのでどこまでを直径にすればよいのかわかりませんし、観測する波長で大きさが変わって見えるのです。それでも、太陽の代わりに太陽系の中心にベテルギウスを置いたとすると、地球・火星・木星を飲み込みほとんど土星に届くくらいの巨大さで、「超」が付きます。

そして、この赤色超巨星は、燃料をほとんど使い果たし、一生の終わりに差し掛かっています。そして最後は超

ところで皆さんは、自転車のタイヤにポンプを使って空気を入れたことがあるでしょうか。空気を圧縮した力でタイヤに空気を押し込むわけですが、何度もポンプを押しているうちに、ポンプの底が熱くなっていることに気付いた人はいませんか。手で持てないくらい熱くなることもあります。このように気体(ガス)は圧縮すると温度が上がる性質があります。

星も(太陽も)ガスでできていますから、体積が小さくなるように圧縮すれば温度が上がります(断熱圧縮と言います)。温度が上がると星は元よりも明るく輝きます。そうなると、内部で熱くなったヘリウムという物質が熱を溜め込む性質を持つようになります。熱を溜め込むと今度は一気に膨張しようとして、星はどんどん大きくなります。大きく膨張すると温度が下がります(これを断熱膨張と言います)。そして今度は内部の熱をどんどん素通しに逃すようになり、温度が下がります。すると、暗く見えるようになります。そして再び縮んでいきます。こうして、脈動変光星は明るくなったり暗くなったりを繰り返しているのです。

ベテルギウスもおそらくこのタイプの仲間だと考えられますが、しかし、理論的に考えると、ベテルギウスはそれほど簡単には膨張や収縮をしてくれないと、理論家は説明に困っているようです。それは、あまりにもベテルギウスが大きく膨らみすぎて、その一番外側は真空の宇宙空間との境目がわからなくなるくらい密度が薄くなりすぎて、たとえ内部が膨張や圧縮をしても、その脈動が外までうまく伝わらないのだそうです。これだけ天文学が発達している現在においても、これだけ有名で、これだけ明るくて近いところにあるベテルギウスですが、変光の原因は本当のところはよくわからないというのが正直なところのようです。大きな謎なのです。

私は、今回の大減光がどうやらこれまでにないほどの歴史的な大減光になりそうだと思うので、自分の手で行えることはきちんとした記録を残すことだと思いました。また、自分の力で、ベテルギウスが一体どうなっているのか、実態をつかめるものならつかんでみたいと思うようになりました。

そこで始めたことは3つありました。1つは、何と言ってもベテルギウスの毎日の明るさを知ること。2つ目は、これまでベテルギウスはこんなに暗くなったことがあるのだろうかという歴史上の記録を調べること。3つ目は、自分でベテルギウスの実態を知る手がかりになるはずのスペクトルを観測して記録することでした。

### 3. 星の明るさの変化を正確に測ること

星の明るさを正確に測る学問を天体測光学といい、天文学の中では星の位置を正確に測ることと並んで最も基本的な観測分野です。実は私自身にとっては、この測光学は、大学の卒業論文を書いて以来、高校教員を続ける傍ら、40年以上取り組んできた専門分野です。ですから、星の明るさを観測するのは得意中の得意なのですが、このベテルギウスの明るさを調べるのは、私にとってもちょっと難物です。

その理由は、何と言ってもベテルギウスが明るすぎることです。近くに似たような明るさと色を持った星があれば、その星（比較星と言います）と明るさを比べることができて、とても正確に明るさを測ることができます。普通の変光星は、この比較星を使う方法でとても正確に明るさの変化を調べることができます。しかし、ベテルギウスは明るすぎるために、近くに似たような比較星が見当たりません。遠くにいけば、見つかるかも知れませんが、たとえば、おうし座のアルデバランなどよく似た明るさと色なのでちょうどよいです。しかし、今度は、離れたところでは空の状態がどうしても違ってきます。片方に薄雲がかかっているかも知れませんが、離れているために2つの星がどうしても高度がそろいません。片方の星は高度高く、もう片方が低くなると、図3のように、星の光が空気中を通る距離が違ってしまいます。光は空気中を進む間にだんだん吸収されて弱められますから、空気中を進む距離が違えば、二つの星の明るさを正確に比較できなくなってしまいます。このような困難をどのような知恵と工夫で克服するか、星を調べる前に、実は地球の大気を相手に苦闘しなければならないのです。

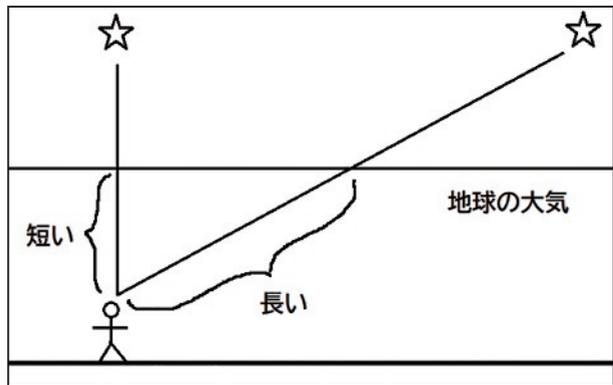


図3. 地球の大気と星の光

比較星を使わないで全天の星を使う、ベテルギウスに合った測光方法（全天測光と言います）があります。この方法は後で簡単に説明しますが、この全天測光法を使って、何と20年間もベテルギウスの明るさを測定し続けた人が日本にいます。大金要次郎さんという東京国分寺市にお住まいの大ベテランの観測家です。実は、ベテルギウスが明るすぎるために、困ることがもう一つあります。それは普通の測光装置やCCDカメラでは、ベテルギウスのように天体が明る過ぎると信号が飽和してしまい、ある明るさより明るい光は正確に明るさが測れなくなるのです。大金さんは、そこを考えて、フォトダイオードという明るい光でも十分正確に明るさが測れる装置を作りました。その代わりに今度は、暗い星を正確に調べたいという気持ちは我慢しなければいけません。しかし、大金さんは誰もしないから自分でする価値があると考えて、ベテルギウス専用の測光装置を20年以上前に自作されていたのです。そうやって大金さんが20年間かけて観測したベテルギウスの変光の様子が、図4です。ベテルギウスを、紫外光、青色、緑色、赤色、近赤外線の色で測光したものです。

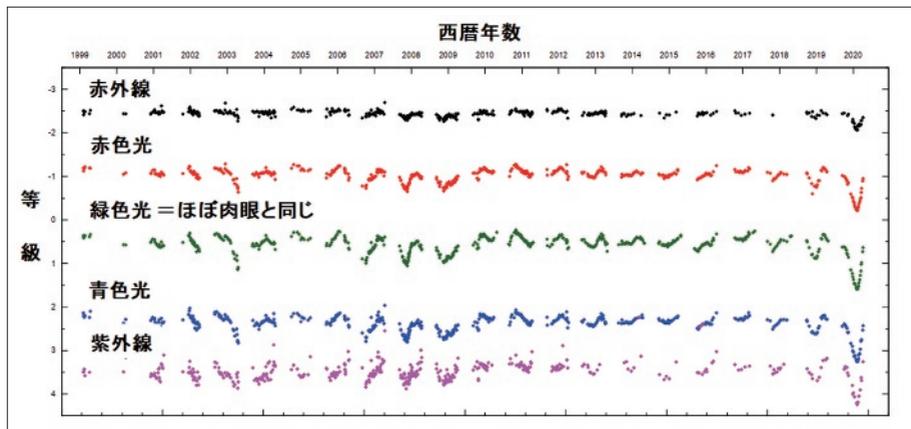


図4. 大金要次郎さんの観測によるベテルギウスの20年間の明るさの変化

この図を見ると、400日程度のほぼ1年おきに明暗を繰り返している様子と、4年とか10数年に1回の周期がはっきりしない大きな変光もあることがわかります。また、緑色光のグラフ(ほぼ肉眼で見た明るさ)を見ると、ほとんどは0.5等から1.0等の間で変光していて、ときどきその範囲を越えることがあるということも読み取れます。そして今回の減光が一番大きいということもわかります。

グラフにしてしまうとたった1枚に収まってしまうのですが、これだけ描くのにも20年間かかっています。この観測を続けてこられた大金さんは、現在80歳を越えておられて、今なお現役の観測者です。その光電測光装置は、ノコとヤスリでアルミ板を加工し、電子回路もハンダ付けして、自作されたものです。それを自宅の30cm反射望遠鏡に取り付けて、毎年9月の明け方から、4月の夕方までベテルギウスが夜空に見える期間は年に何十夜も観測を続けてこられました。1回の観測には、ベテルギウスだけでも紫外、青色、緑色、赤色、赤外の5色のフィルターを通して、星と空それぞれ2回ずつ合計20回の測定を行います。それをベテルギウスだけでは明るさを決めることができませんから、さらに全天に散らばった10個くらいの標準星(明るさの基準になる星)をベテルギウスと全く同じ手順で観測します。それだけではありません、あとでいろいろと複雑な計算を行って初めてその夜のベテルギウスの明るさを示すたった1個の点がグラフに書き込めるのです。そうやって20年かけてできあがったのがこの図です。同じ機材で同じ方法で5色揃ったとてもばらつきが少ない均質なデータになっています。こんなデータは世界中探しても他にはありません。これぞまさにライフワークという名にふさわしい1枚です。

それでは、今回のベテルギウスの変光の様子を大金さんの緑色光のグラフ(図5)を見ながら考えていきましょう。

まず、最も暗くなっているのは今年2月上旬で、約1.6等まで下がっています。昨年10月には約0.6等だったので、ちょうど1等級暗くなったことがわかります。光の明るさに直すと半分以下(40パーセント)になったことになります。

また、暗くなり方と明るくなり方の違いに気づきませんか。暗くなる下り坂に比べて上り坂の方が急カーブを描いている事もわかります。これはまさに脈動変光星の特徴ですから、ベテルギウスの変光の原因は理論的にはうまく説明できないと言いながらも、観測的に見ると脈動変光星だろうと思って良さそうです。

一体何が起こって、このような歴史的な大減光がおきたのでしょうか。それを知るために始めたのが、歴史的なベテルギウスの明るさを調べること、と自分でベテルギウスのスペクトルを調べることでした。そして、ベテルギウスの温度が低下したことを突き止めました。さらに半径が大きくなっていることもわかりましたが、ちょうど紙面が尽きてしまいましたので、そのことを詳しく書くことができません。もしその続きを読みたいという方がいたら、科学館の学芸員さんにそうお伝えしてみてください。ひょっとしたら・・・

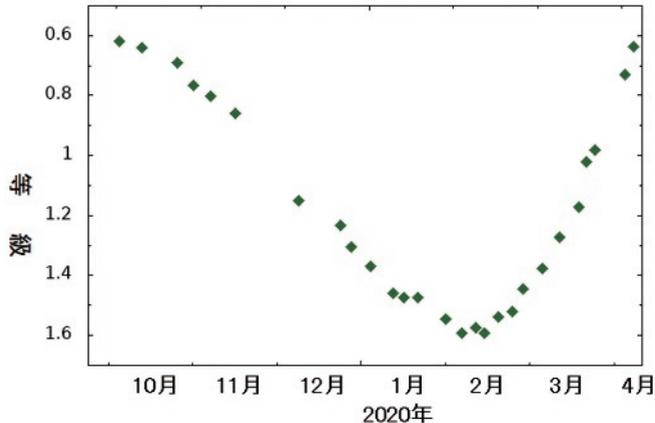


図5. ベテルギウスの最近の200日間の明るさの変化

ベテルギウスは去年の10月末頃から暗くなりはじめ、今年の2月はじめ頃に最も暗くなり(四捨五入すると)2等星になった。

## 著者紹介 大島 修(おおしま おさむ)



1954年生まれ。教育系大学で天文学を学んだ後、神戸と岡山で約40年間地学と物理の高校教員を務める。その間、光電測光装置を開発し製品化する。岡山県井原市にある美星天文台の計画・設計・建設・立ち上げ・運営に関わった。天体測光が専門。現在は、岡山理科大学の非常勤講師として天文学と天体物理学を教えている。映画も大好き。