

特集

星空のもとでの天文学

～秋の星空編～

大西浩次（国立長野高専）

1. はじめに

観望会などの星空のもとで星空の案内を行うと、主に神話などの話を中心に展開することが多いでしょう。そんな中で、星空のもとで行う天文学講座、あるいは、星空のもとでしか行えないような天文学講座が出来ないかと考えています。ここでは、壮大な星空のもとに参加者と一緒に星空の美しさとその向こうに広がる天文学の内容を融合する試みとして行っている実践を紹介したいと思います。

今回の企画では秋の星空を中心とした3つの話題を準備しました。その1つは、2019年のノーベル物理学賞を受賞した太陽系外惑星（以下、系外惑星と呼ぶ）の話、そして、秋の夜空に肉眼で見える3つの変光星（支部会での実演時にはミラが肉眼でもよく見える3等星であった）にまつわる話、さらに、このセファイドとアンドロメダ銀河の話です。ここでは、これらのうち、系外惑星の発見の話为例に紹介します。

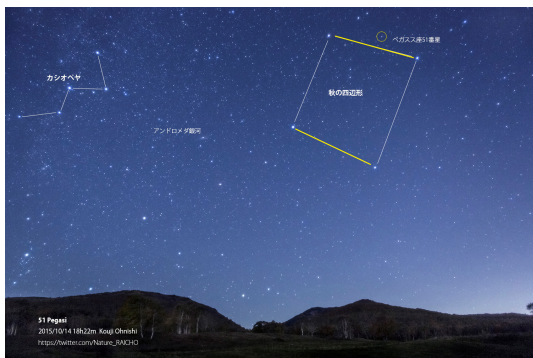


図1 ペガスス座 51 番星

系外惑星が最初に発見された恒星。ドップラー分光法では、超高分散分光器を使うので、最初の対象は明るい太陽類似星が選ばれている。



図2 ペガスス座 51 番星（拡大）

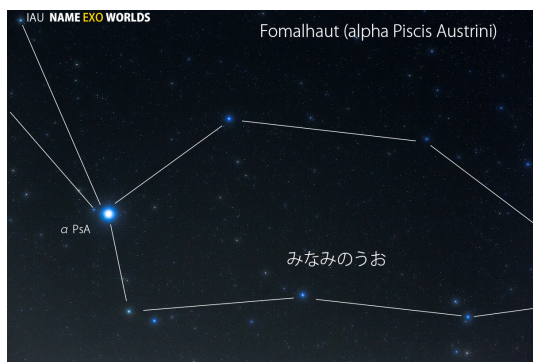


図3 フォーマルハウト（α）

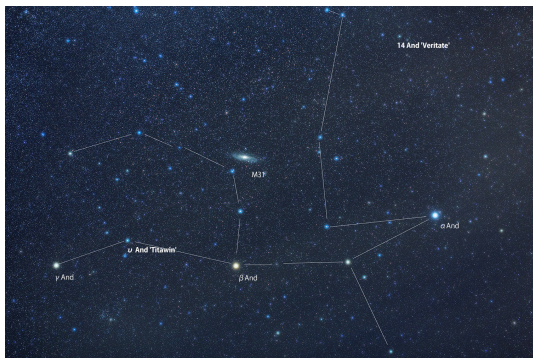


図4 アンドロメダ座 u 星

最初に発見された複数の惑星を持つ惑星系

2. 系外惑星の発見

星空の広がる中で、観望会に参加している皆さんに次のような質問を投げかけます。「宇宙の中に地球のような惑星はあるでしょうか？」[1,2]。最近では、「いっぱいあるよ」という答えが返ってきます。ここで、「では、今、自分の目で見えている恒星の中で、惑星を持っている星はあるのでしょうか？」と投げかけます。さあ、そうすると、きっと惑星を持つ恒星はあるかもしれないけど、目で（肉眼で）見える恒星の中にあるかないか答えられない方が多いでしょう。

そこで、季節ごとに肉眼で見える有名な惑星を持つ恒星を最初に紹介します。秋の星空ですと、フォーマルハウトとか、アンドロメダ座 ϵ 星などでしょうか。晩秋であれば、おうし座のヒヤデス星団の一角であるおうし座 ϵ 星なども良いですね。

秋の空といえば、この様な対象の中でペガサス座 51 番星を忘れるわけにいきません。

5.5 等級と肉眼で見るには厳しいのですが、双眼鏡や小型望遠鏡を使うと簡単に見えます。このペガサス座 51 番星こそが、最初に系外惑星が発見された星であり、この発見に対して、2019 年のノーベル物理学賞が受賞されたのです。

1995 年 10 月にマイヨール(Michel Mayor)とその学生であるケロー(Didier Queloz)によって、ペガサス座 51 番星に系外惑星があることが発表されました[3,4]。

この正式発表の約 2 週間まえに、私のところに、この発見の噂の電子メールが届いていました。このメールには、「周期がわずか 4.2 日の木星質量の半分くらいの惑星が発見されたという。しかし、これは、恒星の脈動を捉えたものに違いないだろう。」という内容でした。ここでの観測法は、ドップラー分光法（視線速度法とも言う）と呼ばれる間接的な観測手法です。惑星が動くと、重心に対して恒星

自体も動くので、惑星の公転周期にあわせて、わずかに動く恒星の視線速度を高分散分光装置で検出する方法です。だから、メールには、星の脈動を間違えて惑星の公転運動の検出だと考えたに違いないという内容でした。確かに、発表直後に多くの嫌疑が掛けられていました[5]。ところで、この当時、この手法を使って 3 つのグループが系外惑星探査に挑んでいました。マイヨールたちと共に、カナダのウォーカー(Gordon.A.H Walker)ら[1,2,3]、アメリカのマーシー(G. W. Marcy)ら[3,6]です。そうして、このマイヨールの報告を受けて、直ちに 2 つのグループは、自分たちのデータを見直しました。そう、彼らは、それまで太陽系の木星のような惑星の検出を想定していたので、この様な短周期の解析を行っていなかったのです。そうして、マイヨールたちの発見を支持すると共に、新たに複数の短周期の公転周期を持つ系外惑星を発見したのでした。このようなわけで、最初の発見からしばらくは、木星のような巨大なガス惑星が恒星の非常に近くを公転する「ホットジュピター」と呼ばれる「エキゾチックな惑星」しか発見されませんでした。この様なこともあり、地球のような惑星は少ないかもしれないという風潮は 2000 年近くまで続きました。

ところが、2000 年前後より、トランジット法[7]、重力マイクロレンズ法[8]、直接撮像法[9]などで、相次いで系外惑星が発見されるに至り、ホットジュピターが選択効果で多数発見されているものの、惑星系としては極めてマイナーであること、また、意外なことに、太陽系のような惑星系も全体の 10% 以下であることがわかってきたのです。

ケプラー探査機などによる大量の系外惑星発見などにより、現在では、恒星の 30~50% 程度は惑星系であり、その中の 10% ほどが太陽系のような惑星系であると考えられています。この様な状況になってきたので、系外惑

星の発見に対してノーベル物理学賞が受賞されたというわけです。

「さて、今この星空のもと、肉眼で見えている星は 3000 個ほどあるでしょうか。今日の空なら 1000 個くらいでしょうか、このうちの 500 個ほどが系外惑星を持っています。そうして、その 10%、約 50 個が太陽系のような惑星系であり、この様な惑星系には 1 個程度のハビタブルな惑星が存在すると考えられています。いま、この星空の中で 50 個程度の地球のような惑星があるかもしれません。」

「私たち銀河系には約 2000 億個の星があると言われています。惑星系を持つのは約 1000 億個、地球のような惑星も 100 億個近くあるかもしれません。星空を眺めながら、遥か彼方の第 2 の地球からあなたを見つめている人がいるかも知れません。」

こんなお話をしながら、星空のもとで色々対話してゆくと、机上での講義や授業と異なるいろいろな展開が待っています。

3. まとめ

この様なお話を各季節の星空のもとで行っています。比較的、最新の天文学の内容も、本当の星空のもとで見ると想像力が増すためでしょうか、子供から大人までいろんな反応をしてもらえます。ぜひとも、みなさんもこの様な試みを行っていませんか。

文 献

- [1] Campbell, B.; Walker, G. A. H.; Yang, S. (1988). "A search for substellar companions to solar-type stars". *The Astrophysical Journal*, **331**: 902.
- [2] Walker, Gordon A. H. *et al.* (1995). "A search for Jupiter-mass companions to nearby stars". *Icarus*, **116**, 2, 359-375.
- [3] Mayor, M.; Queloz, D.; Marcy, G.; Butler, P.; Noyes, R.; Korzennik, S.; Krockenberger, M.; Nisenson, P.; Brown, T.; Kennelly, T.; Rowland, C.; Horner, S.; Burki, G.; Burnet, M.; Kunzli, M. Edited by Marsden, Brian G. (1995-10-25). "51 Pegasi". *International Astronomical Union Circular*. Circular No. 6251.
- [4] Mayor, Michel; Queloz, Didier (1995). "A Jupiter-mass companion to a solar-type star". *Nature*, **378** (6555): 355-359.
- [5] Gray, David F. (1997) "Absence of a planetary signature in the spectra of the star 51 Pegasi". *Nature*, **385**, (6619): 795-796.
- [6] Butler *et al.* (1999). "Evidence for Multiple Companions to u Andromedae". *The Astrophysical Journal*, **526**(2): 916-927.
- [7] Charbonneau, David; Brown, Timothy M.; Latham, David W.; Mayor, Michel (2000). "Detection of Planetary Transits Across a Sun-like Star". *The Astrophysical Journal*, **529** (1): L45-L48.
- [8] Beaulieu, J.-P. *et al.* (2006). "Discovery of a cool planet of 5.5 Earth masses through gravitational microlensing". *Nature*, **439** (7075): 437-440.
- [9] Marois, Christian; *et al.* (November 2008). "Direct Imaging of Multiple Planets Orbiting the Star HR 8799". *Science*, **322** (5906): 1348.



大西 浩次