

共生星 CH Cyg の第三の天体の謎

イタリア国立パドバ天文台アジアゴ観測所
飯島 孝

CH Cyg は M 型巨星と白色矮星からなる周期 756 日の連星系とその外側を 15 年周期で回っている天体で構成される三重連星だと考えられる。しかし第三の天体は食を起こすことから M 型巨星よりも広がっているはずだが、可視光でも近赤外の観測でもそれらしき天体はまったく見えない。そしてその天体は半透明らしい。このような特徴は食変光星 ϵ Aur の暗黒伴星に似ている。連星系の星は M 型巨星と白色矮星に進化しているが第三の天体は、質量は太陽質量のオーダー、直径は 3 AU ほどと考えられるが、可視光を出していないから、まだ主系列星になっていないのだろうか。それとも晩期型星になって大量のダストを放出してそれに包まれているのだろうか。次の食は早ければ 2027 年の 6 月後半から始まると予想されるので、詳しい観測が待たれる。CH Cyg では掩蔽されるのが連星系と輝線星雲なので食現象から暗黒天体の立体的な構造が解明できると期待される。

共生星

共生星 (Symbiotic Star)とは K 型や M 型の低温度星なのに惑星状星雲に見られるような He I, He II, [O III], [Ne III], 場合によっては [Fe VII] などの輝線を伴う天体で、現在では赤色巨星と高温度星（大部分は白色矮星）からなる連星系だと考えられている。代表的な星は Z And, AX Per, BF Cyg, V1016 Cyg, CI Cyg, T CrB, RS Oph, BX Mon などである。

CH Cyg の歴史

CH Cyg は約 7 等で北天では一番明るい共生星でこれまでに多くの観測がなされているが、その正体はいまだ謎に包まれている。昔は標準的な M 型巨星 (HD182917: M6~7 III) として知られていたが 1960 年代から輝線が見えるようになり共生星の仲間入りをした。

山下、前原(1979)が M 型巨星の吸収線の視線速度が 15 年周期で変化していることを発見している。その結果はその後の観測で追認されているし、15 年周期の食によると思われる光度変化も観測されている。その一方で Hinkle et al. (1993) は M 型巨星の吸収線の視線速度が 756 日の周期でも変化していることを報告している。756 日の周期の食現象は見えることもあるし見えないこともある。これらの現象について、連星系の周期が 15 年で 756 日は M 型巨星の脈動の周期だとするモデルと、白色矮星と M 型巨星からなる連星系の周期が 756 日でその外側を第三の天体が 15 年周期で回っているとするモデルが提唱されている。

CH Cyg のアジアゴでの観測結果

我々の観測 (Iijima et al. 2019) で 1998 年のアウトバーストの初期のスペクトルで Fe I, Cr I, Ti I などの吸収線が受かった (Fig. 1)。これらは普通は A0 や A1 型主系列星 (A0~1 V) で見られる物である。詳しいメカニズムは不明だが、高温度星のまわりで一時的に A0~1 V の表面に近い物理状態が出現したらしい。そしてそれらの吸収線は M 型巨星の吸収線に対して 30 km/s ほど赤方変移していた (Fig. 2)。

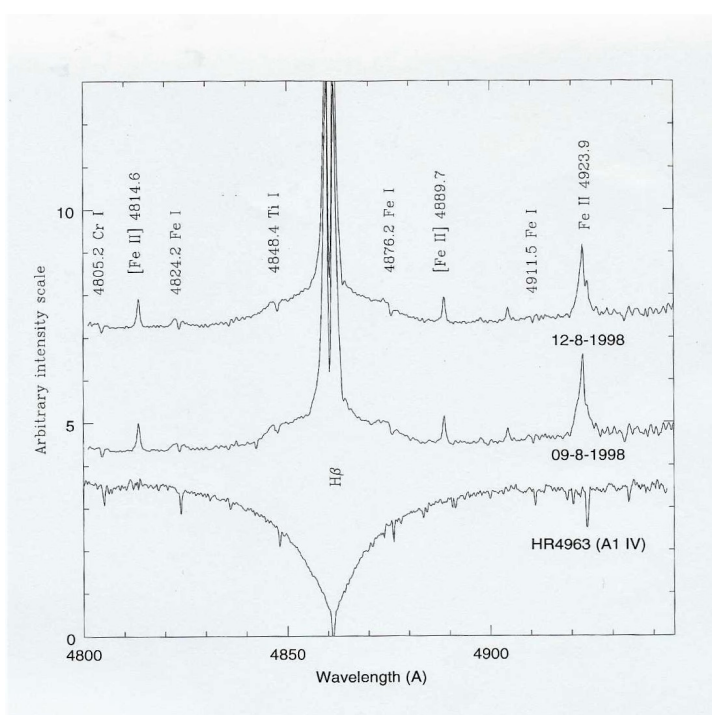


Fig. 1 A0~1V の吸収線と H β 。

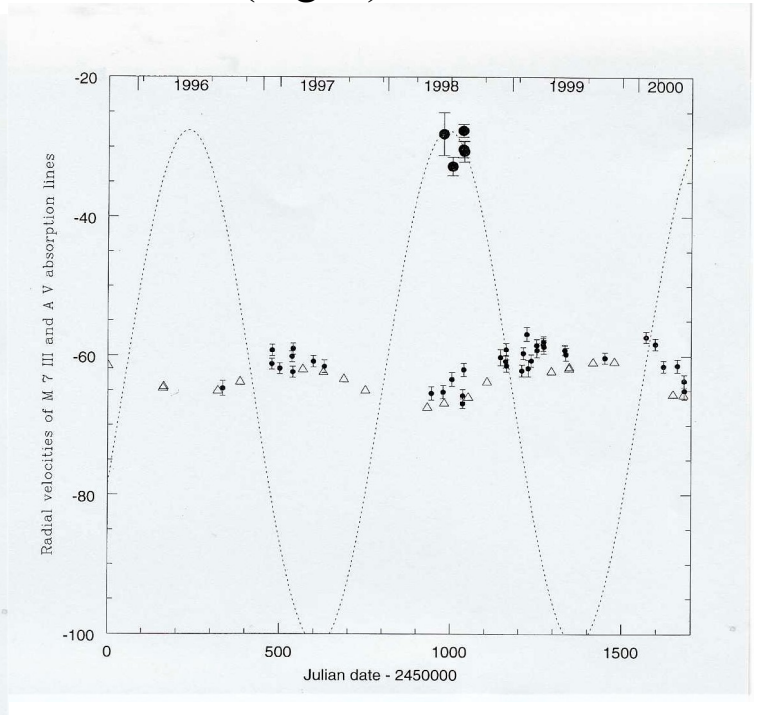


Fig. 2 A0~1V (黒丸大)と M 型巨星 (黒丸小、三角形)の吸収線の視線速度。点線は周期 756 日の円軌道 $k=37.0$ km/s, $\gamma=-64.6$ km/s に対応している。

この赤方変移が連星系の軌道運動によるものだとすると 15 年周期では白色矮星の質量が大きくなりすぎるので、連星系の周期は 756 日である可能性が高い。その場合は白色矮星(M1)と M 型巨星(M2)の質量は以下ようになる。

M1 (Mo)	M2 (Mo)	軌道の離心率
0.32 ± 0.02	4.6 ± 0.2	0.0
0.21 ± 0.01	2.2 ± 0.1	0.33

A0~1 V の吸収線

Fig. 1 の一番下は HR4963 (A1 IV) のスペクトルだが、そこにある中性金属の吸収線は CH Cyg のスペクトルに現れた吸収線によく対応している。H β の輝線に巾の広い裾が見えるが、これは静穏時のスペクトルでは見えなかった物である。高温星の周囲に 1000 km/s 以上の速度で回転するガスが存在していたようである。そこで A0~1 V の表面に近い物理状態が出現したのかも知れない。アウトバーストが進んで質量放出が起きて、H I 輝線に P Cyg 型の吸収成分が現れると中性金属の吸収線は見えなくなった。

他の共生星のスペクトルを調べてみたが、BF Cyg, BX Mon, RS Oph など、通常より少し明るくなった時にこのような中性金属の吸収線が現れることがあるようである。それほど稀な現象ではないらしい。

第三の天体の謎

我々の観測結果は三重連星モデルを強く支持するが、そうになると第三の天体の性質が問題になる。食現象から考えて第三の天体は M 型巨星よりも大きいはずだが、可視光でも近赤外での観測でも何も見えないのである。また食の最中でも M 型巨星のスペクトルが見えるから第三の天体は半透明らしい。このような性質は食変光星 ϵ Aur の暗黒伴星に似ているようである。Hinkle et al. (2009) は M 型巨星の吸収線の視線速度の 15 年周期での変動について、周期 5689.2 日、 $k=4.45$ km/s という結果を得ている。これに従えば第三の天体の質量は太陽質量とそれほど変わらないようである。食の継続期間は 250 日ほどだから第三の天体の直径は大雑把に言って 3 AU 前後である。三重連星だから連星系も第三の天体も同時に生まれたと考えるのが自然だと思われるが、連星系の星はそれぞれ M 型巨星と白色矮星に進化しているのに、第三の天体は可視光を出していないから、まだ主系

列星になっていないのだろうか。それとも晩期型星になって大量のダストを放出してそれに包まれているのだろうか。ただダストの背後にあるM型巨星は見えるのだから、第三の天体はそれ自身かなり暗くなければならない。とにかく一番早い予測では次の食は2027年6月後半に始まると思われるので、詳しい観測が待たれる。

References

Hinkle, K.H., et al. (1993) *AJ*, 105, 1074

Hinkle, K.H., et al. (2009) *ApJ*, 692, 1360

Iijima, T., Naito, H., & Narusawa, S. (2019) *A&Ap*, 622, A45

Yamashita, Y., & Maehara, H., (1979) *PASJ*, 31, 307