Discovery of an Extraordinary Binary System Thompson et al. arXiv:1806.02751

GAゼミ@20180612石垣

【アブスト】APOGEEによる視線速度データとASAS-SN (All-Sky Automated Survey for Supernovae) を組み合わせて、高速回転する bright giant, 2M05215658+4359220 がコンパクト天体の伴星を持つことを突き止めた。フォローアップ観測により、この天体が約83日周期、軌道離心率ほぼゼロの連星系をなすことを明らかにした。この星の質量、明るさ、温度から、伴星の質量は2.5-5.8Msunの範囲にあり、低質量ブラックホールあるいは超大質量中性子星であることが分かった。この結果は、コンパクト天体の質量関数、連星系進化、超新星爆発メカニズムなどに重要な示唆を与える。

【ゴール】 コンパクト天体の質量の直接測定

【オリジナリティ】APOGEEによる視線速度変化、恒星大気パラメータ（温度、表面重力、化学組成）と、全天をカバーする変光天体探査（ASAS-SN）の組み合わせ、フォローアップ分光観測、Gaiaによる距離推定を合わせて、コンパクト天体の質量を測定。将来の大規模multi-epoch分光・撮像サーベイへの展望を示した。

【ロジック】

候補天体の抽出：大質量で未検出の伴星を持つような連星系を探すため、APOGEEの2回以上の視線速度測定で視線速度の変化率が大きいもの（軌道運動の加速度が大きそうな連星系）をおよそ200天体抽出。それらの天体のmulti-epoch 撮像観測データ（ASAS-SN）から変光周期83.2日である bright giant、2M05215658+4359220（l,b=164.774, 4.184）を発見。この星の質量が>1Msunで、変光周期と軌道周期が同程度だとすると、視線速度変化率（2.9km/s/day）から伴星の質量はChandrasekhar mass 1.4Msun以上と推定される。

恒星大気パラメータ: APOGEEおよびoptical スペクトルからTeff=4480K, logg=2.3-2.6, [M/H]=-0.3, [α/M]=-0.04, [C/N]=0.0

フォローアップ観測：高分散（R~44000）分光観測から、視線速度変化周期 P_{orb}=83.2日、semi-amplitude K= 44.6 km/s、軌道離心率 e~ 0.0048 +- 0.0026

伴星質量の推定：上記から M_{CO}（伴星の質量）とM_{giant}（主星の質量）が以下の式で関係づけられる。図2は様々なi_{orb}についてM_{CO}-M_{giant}をプロット。

$$f(M) = \frac{M_{\rm CO}^3 \sin^3 i_{\rm orb}}{(M_{\rm giant} + M_{\rm CO})^2} = \frac{K^3 P_{\rm orb}}{2\pi G}(1-e^2)^{3/2} \simeq 0.77\, M_\odot$$

図2からM>1Msun, $\sin i_{orb}$=1.0とすると伴星の質量は少なくとも1.8Msunと見積もられる。L, Teffの見積もりからM_{giant}=2-4Msun。最終的にM_{CO}=2.5-5.8M_{sun}が得られる。この値は観測されているブラックホール質量の中で最も小さく、理論的に予測されるBH質量の下限に近い。

[C/O]比の異常: [C/N]は一般に恒星質量と逆相関があることが知られている（図3）。主星の[C/N]比は上記で推定された質量から予想される値よりかなり大きくなっている。このような天体は一定数いることが分かって来ており、恒星合体あるいは伴星との質量交換あるいは伴星の超新星爆発の際に何らかの影響で元の[C/N]比が変わってしまったのかもしれない。

図1

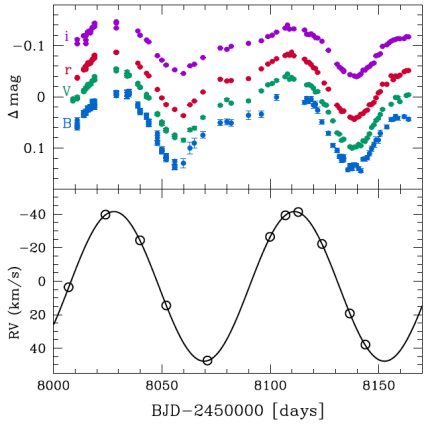


図2

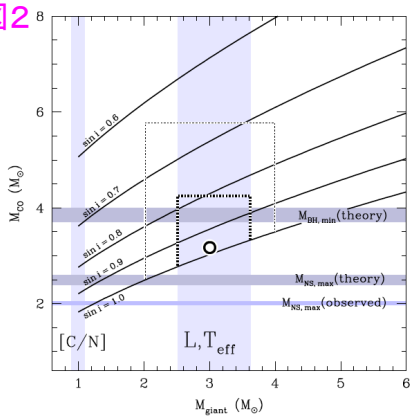
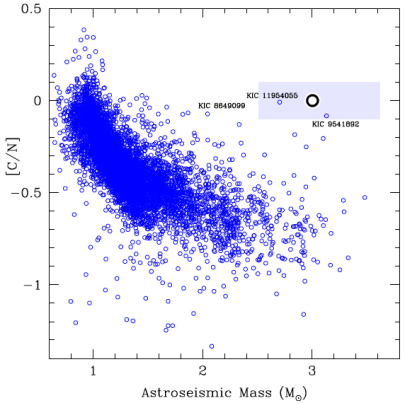


図3



【コメント】

- 伴星の元々の質量に何らかの制限がつけば、超新星爆発メカニズムや連星系進化に大きな進展か
- 将来 PFS/HSCによる時間軸天文学で発展が期待できるテーマ。