The binary fraction of stars in dwarf galaxies: The case of Leo II

Spencer, M. E., et al. arXiv1706.04184

GAゼミ@20170511 石垣

【アブスト】 銀河系の Leo II dSphについて、 19年の間に14回もの視線速度測定で得られたデータをもとに、この銀河での連星の割合（binary fraction）を評価した。その結果、binary fraction は 0.30(+0.09, -0.10) から 0.34(+0.11,-0.11)の間であることがわかった。これは太陽近傍の binary fraction（0.4-0.6）より低いが、他のdSphs で求められている値（0.14-0.69）の範囲に収まる。このbinary fraction は Leo II 自体の視線速度分散測定には大きな影響を及ぼさない。一方で視線速度分散がもともと小さいultra-faint dwarf で、LeoIIと同程度のbinary fraction をもつ場合では視線速度分散を数倍ほど過大評価している可能性がある。

【ゴール】 Leo IIのbinary fraction を精度よく求め、視線速度分散測定への影響を評価する。

【オリジナリティ】LeoII のRGB星372天体について最長19年にわたる視線速度変化のデータを集積

【ロジック】

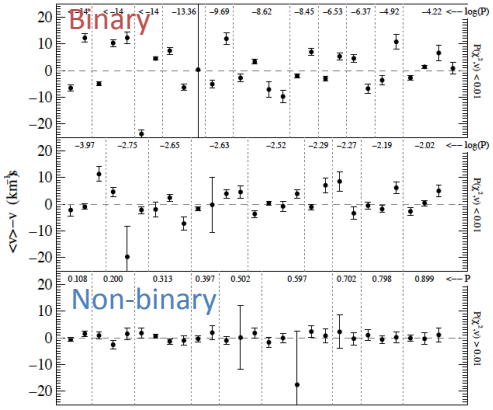
データ：視線速度データを4つの文献（Vogt+95, Koch+07, Kirby+10, Spencer+17）から集積（図1）。1つの星につき、1-7回の視線測定データでベースラインは最短11日、最長19年。196天体について複数回の視線速度測定がある

binary の視線速度: binary に所属する星の観測される視線速度は以下の式で表される

$$v_{r,orb} = \frac{q \sin i}{\sqrt{1-e^2}} \left(\frac{2\pi G m_1}{P(1+q)^2} \right)^{1/3} \left(\cos(\theta+\omega) + e\cos\omega \right) \qquad \text{（式1）}$$

binary のintrinsic な性質によるもの➡ m1: mass of the primary, q: mass ratio, e: eccentricity, P: period
観測条件によるもの➡θ: true anomaly, i: angle of inclination, ω: argument of periastron

図1



モンテカルロシミュレーションによるモデルの構築: ①上記のそれぞれのパラメータについて理論に基づいて分布を仮定②1天体についてbinary fraction (f) に基づいてbinary かnon-binary かをアサインする。non-binary なら v_r=0, binary なら v_r=式（1）。v_rの誤差を足す ③ 複数回測定のある196天体それぞれについて②を行う。④ ②ー③を10,000回行う ⑤ ②ー④をf=0-1の範囲で0.1ごとに行う

Likelihood functionを定義: データとモデルを比較するためにβを定義。

$$\beta = \frac{|v_m - v_n|}{\sqrt{\sigma_m^2 + \sigma_n^2}}.$$

（各星についてβ=1から24個あり、全体では724個）。βのヒストグラムを観測とモデルで計算し、あるfを与えた時に観測されるβが得られる確率（likelihood）を計算。これをもとにfのposterior 分布を計算する

結果: binary fraction f=0.30-0.34。仮定したeやqの分布にあまり依存しない（図2）。

議論: Ultra-faint dwarf（速度分散<12km/s）の場合、Leo IIで求められたのと同じbinary fraction だったとすると、影響大（図3）。

図2

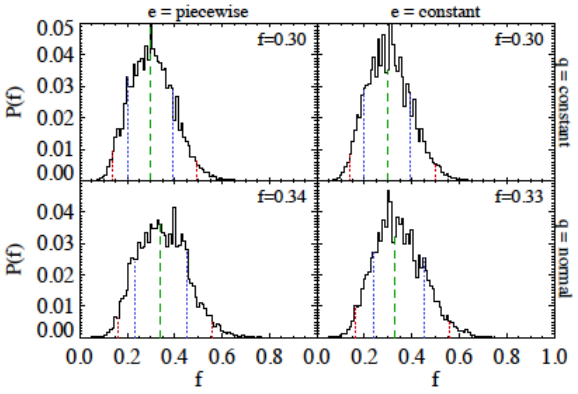
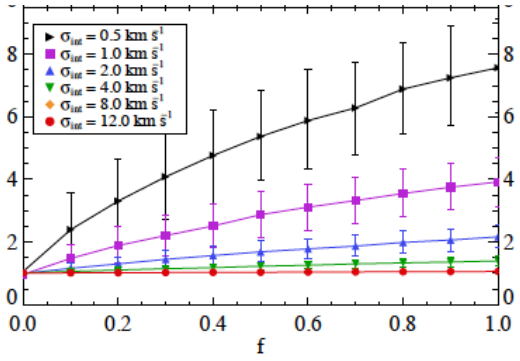


図3



【コメント】4つの文献の集積で、系統誤差はありそうだが、それでもbinary fraction が評価できるのは興味深い。PFSでどれくらいimproveできるか？