The star formation history in the solar neighborhood as told by massive white dwarfs
Isern, arXiv:1905.10779　　GAゼミ 2019.6.10 小宮山裕

[Abstract] 太陽近傍(d<100pc)の重いWhite Dwarf (WD: 0.9<M/Ms<1.1) の luminosity function から太陽近傍の Star Formation History (SFH: Star Formation Rate (SFR) の時間変化) を導出した。

[Goal] 独立な方法によるSFHの推定。White Dwarf Cosmochronology。

[Originality] GaiaDR2によって多くの重いWDサンプルが得られるようになった。

[Logic] Initial Mass Function (IMF) Φ(M), SFR ψ(t) として luminosity function は下記のように書ける。

$$N(l,T) = \frac{1}{\Delta l}\int_t\int_M \Phi(M)\,\Psi(t)\,dMdt$$

$$T - t_{cool}(M, l-0.5\Delta l) \le t + t_{MS}(M) \le T - t_{cool}(M, l+0.5\Delta l)$$

この式を重いWD (=progenitorの主系列での寿命が無視できる)に限ることで、以下のように式変形する。

$$N(l,T) \simeq \frac{\langle\Psi\rangle}{\Delta l}\int_{\Delta M}\Phi(M)\,\Delta t_{cool}(l,M)\,dM$$

$$\Delta t_{cool} = t_{cool}(l+0.5\Delta l, M) - t_{cool}(l-0.5\Delta l, M)$$

これから<ψ>が得られる。N(l,T)は観測(Tremblay+2019)から、恒星進化はBaSTI model (単純な潜熱解放(Fig.1黒)と溶解度の変化による沈降による重力エネルギー開放を入れた場合(Fig.1青)の2ケース)、progenitor (MS) – WD massの関係(El-Badry+2018)、Salpeter IMF (truncated at 0.1Ms)で計算。
分かったことは、
・SFRは銀河形成時から徐々に上昇し6-7Gyr前にピークを迎える。それから2.2-2.8Gyr前にもピークがある。
・独立にMS(G<12)から求めたSFH(Fig.1赤線:Mor+2019)ともピークの形が合っている。
・星モデルを変えた場合(Fig.1緑線:Montreal Model)、IMFを変えた場合(Fig.1マゼンタ線)。
・最近(~1Gyr)のSFRの変化は信用してはならない(寿命無視の仮定が効かない)。

Consistency check: 得られたSFHを使って、太陽近傍のすべてのWD population luminosity functionを再現できるか確認(Fig.2)。
下側がSFHから計算される massive WD のluminosity function (実線)と観測(四角)。上側がすべての WD population の luminosity function 計算値(破線と観測に合うようにスケールした点線)と観測(Oswaldt+2017)。M~9 のピーク(0.4Gyr前に起こったバーストに相当し、今回の方法では導出難しい)以外はよく合っている。

あくまで現在の太陽近傍にいる星の話で、実際はRadial migrationなど効いている。

[Comment] モデル依存が結構大きいように思える。WDはもっと分かりやすいのかと思っていたがそうでもない?



