A Search for Wandering Black Holes with Gaia and DECaLS

J. E. Greene, L. Lancaster, Y.-S. Ting et al.　arXiv:2105.04581v1　GAゼミ@2021/05/31　佐藤 元太

【アブスト】
GaiaとDECaLSのデータを組み合わせて、MW内のhyper-compact星団(サイズ1pc、メンバー星500-5000個)を探索した。この星団は、矮小銀河とともに降着してきた中間質量(10^3-10^5M⊙)BHが束縛している系だと考えられる。準解析モデルSatGenではMW内に最大100個のBHがあると予想されるが、結果として1つも見つからなかった。この見つからなかったと言う事実から、MW内のや星団BHの特徴に制限を与えられる。

【ゴール】MW内に存在するBHの起源を明らかにする。

【オリジナリティ】準解析モデルSatGenを用いて、BHを探索した。

【ロジック】
彷徨うBH; 矮小銀河が中間質量BHを伴いながらMWに降着し、その後大部分がバラバラに溶けて残されたものが、彷徨うBHとして観測されると期待される。ただしまだ見つかってはいない。
残ったBH周りの恒星はhyper-compact星団として検出される。
→HC星団を取っ掛かりに彷徨うBHを見つけたい。
彷徨うBHがあるとすれば、サイズ0.5-1pc, M_* = 0.2M_BHと見積もられる(O'Leary & Loeb 2009, 2012)。
図1:予想されるMW内BHの累積質量関数(の最大値)。M_BH-σ_*か、M_BH-M_*のスケーリング関係を用いて予想するかで、結果が全く異なる。
本研究は質量10^3M⊙以上のBHのみに着目する。そのようなBHは100～1000個の星を星団として抱え、観測されうるだけの光度を持つことになる。そのようなBHが少なくとも10個存在することが予想される。
図6:取得された星の分布をNegative Binomial Modelでフィッティングしたときに、何らかの特異な構造を正しく検知できる割合。80%以上の完全性を有する範囲(破線)内の領域のみを探索した。
図7:フィッティングの結果見つかったいくつかの過密構造をCMDにプロットした。過半数は背景の構造に帰属し、星団の等時線に沿う残りの構造は、DECaLSで検出できるメンバー星が少し(3-5個)しか持たないと言うフィッティング結果であるため、目的の星団ではないことが結論づけられた(予想では最低でも20-30個になるはず)。
図8:結局、hyper-compact星団はMW内に見つからなかった。この結果から彷徨うBHの特徴に制限を与える。準解析モデルで予想されるBHの質量関数の違いが図示されており、点線がf_occ;星団がBHを有している割合が100%の時の質量関数で、実線がその所有率を下げた場合、青点はハロー星の速度分散から計算した場合である。いずれもBHの個数を下げる効果がある。

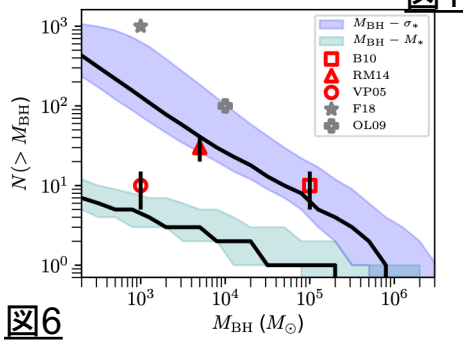
図1


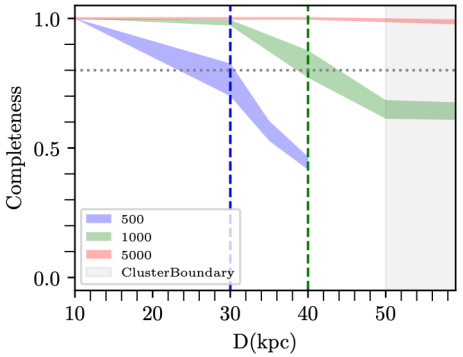
図6


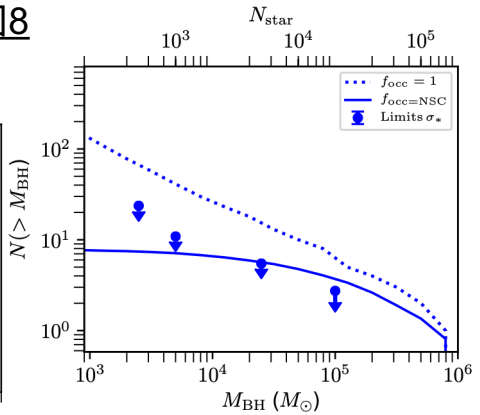
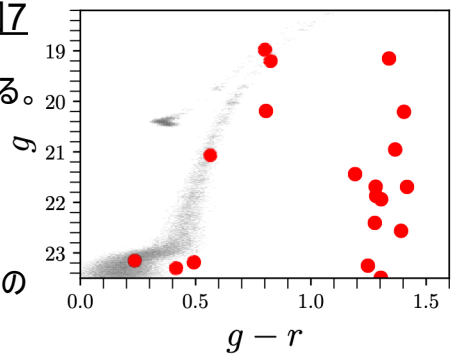
図8


図7


【コメント】
・目的のBHは見つからなった、という結論の根拠があまり明確でない?気がする。
　メンバー星が少ないことは図示できないか？
　目的のBHでないならば、検出された過密度は何なのか？
・「BHの特徴に制限を与える」というには制限が弱いのでは？
　BHの個数を少なくできても(図8)、0にはなっていない。
　そもそも速度スケールを使って質量関数を下げたところで、元の質量スケールを用いた質量関数は変わらないのでは？