

星団形成期における星周円盤の破壊

長谷川大空 (東京大学 理学系研究科 天文学専攻)

利用カテゴリ 利用カテゴリ XC-MD

星団のような高密度環境では周囲の星同士の相互作用によって、惑星の材料である星周円盤を破壊し、惑星形成を阻害することが指摘されている。実際、Pfalzner et al. (2014) や Stolte et al. (2015) によって、星団内の星の方が星団に属さないものよりも星周円盤を持つ星の割合 (以下 Disk Fraction) が低く、また、星団の年齢の増加とともに指数関数的に割合が下がっていく傾向があることが示されている [1, 2]。その理由として星団のような高密度な環境では、恒星遭遇及び周囲の大質量星からの光蒸発により惑星の材料たる星周円盤が破壊されてしまう、ということが挙げられる。Vincke & Pfalzner (2018) や Portegies Zwart (2016) などは恒星遭遇が支配的であると主張している一方 [3, 4]、Winter et al. (2018) は実際の星団をモデリングし、星の密度、速度分散を用いモンテカルロ法により恒星遭遇、光蒸発の効果を見積もった結果、光蒸発の方が効率的に円盤を破壊すると主張している [5]。しかし、彼らの計算には星団の力学進化を考慮していないという問題がある。恒星遭遇を精度良く見積もるには力学進化を追うことが重要である。

そこで我々は、6 次のエルミート法を用いた、高精度の N 体シミュレーションを実行し散開星団の進化を追い、恒星遭遇及び光蒸発による円盤破壊の効果を見積もった。実際の散開星団に近い初期条件として、Fujii & Portegies Zwart (2015) の、乱流を持つ巨大分子雲から進化してできた星分布を用いた [6]。

その結果、光蒸発が星周円盤破壊において支配的であること、その影響の大きさは星団のコア領域の O 型星の数や質量に強く依存することがわかってきた。複数の O 型星がコアに存在する星団においては、星団中心部で多くの星周円盤が破壊されてしまうが、一方で低質量で大質量星が 1 個程度しか存在しない星団においては、周囲の O 型星による破壊効果でもほとんど見られないことがわかってきた。

次に、今回の大質量星団に対するシミュレーション結果と Orion Nebula Cluster (ONC) の観測結果との、Disk Fraction の分布を比較した。我々の作成した大質量星団の方が ONC よりも多くの O 型星を中心部に含んでいるため全体的に Richert et al. (2015) と比べ Disk Fraction は低い値になってしまっているが、動径方向の依存性の傾向は再現できている [7]。しかしながら、Eisner et al. (2018) における星団中心部での観測結果は再現されないことがわかった [8]。その原因として、複数世代の星からなる星団を考えていないことが挙げられる。Beccari et al. (2017) によって、ONC は 3 世代の星から構成されていることが指摘されている。複数世代の星からなる星団を考えた場合、若い世代の星の方が外的な円盤破壊の効果を受けている時間が短い分、円盤を持つ割合が大きくなると考えられる [9]。

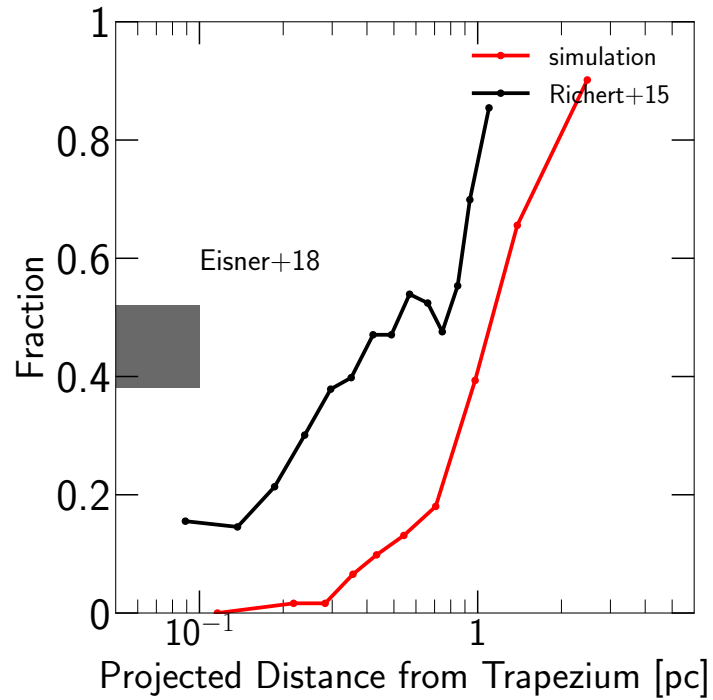


図 1: ONC の Disk Fraction の動径方向依存性についての、シミュレーションと観測結果との比較。

参考文献

- [1] Pfalzner, Susanne and Steinhausen, Manuel and Menten, Karl. 2014, ApJL, 793, 34L
- [2] Stolte, A., Hussmann, B., Olczak, C., et al., 2015, A&A, 578, A4
- [3] Vincke, K. and Pfalzner, S. 2018, ApJ, 868, 1
- [4] Portegies Zwart, S. F. 2016, MNRAS, 457, 313
- [5] Winter, A. J. and Clarke, C. J. and Rosotti, G. and Ih, J. and Facchini, S. and Haworth, T. J. 2018, MNRAS, 478, 2700
- [6] Fujii, M. S. and Portegies Zwart, S. 2015, MNRAS, 449, 726
- [7] Richert, A. J. W. and Feigelson, E. D. and Getman, K. V. and Kuhn, M. A., 2015, ApJ, 811, 10
- [8] Eisner, J. A. and Arce, H. G. and Ballering, N. P. et al., 2018, ApJ, 860, 77
- [9] Beccari, G et al., 2017, A&A, 604, A22