

低金属量大質量星形成における輻射フィードバック強度について

福島 肇 (筑波大学)

利用カテゴリ XC-B

大質量星の主質量降着期において、原始星質量の増大に伴い星光度も上昇した結果、輻射フィードバックが降着ガスへ影響を与える。本研究では、大質量星形成における輻射フィードバック効果の金属量依存性を明らかにする。

輻射フィードバックには、ガス中に含まれるダスト粒子が輻射圧を受けることで降着が抑制される場合と、星から放出される電離光子によりHII領域が形成され降着が抑制される場合がある。太陽金属量の場合は、主にダストへの輻射圧が有効である。一方、重元素を含まない初代星形成ではHII領域形成が有効となる。本研究では、宇宙論シミュレーションで得られた星形成雲を初期条件に、輻射フィードバックの金属量依存性を調べた。

コード開発

公開流体コード「PLUTO」に、輻射輸送、非平衡化学反応、星進化、 α 粘性による角運動量輸送を組み込んだコードを開発した。ここでは、降着率ごとの原始星進化の違いを考慮することで、輻射フィードバックへの星進化の影響を含めた。

初期条件

宇宙論シミュレーションによって生成したミニハロー内部の星形成雲を初期条件として用いる。ここでは、金属量 $Z = 10^{-2}Z_{\odot}, 10^{-3}Z_{\odot}, 0$ の場合に高密度コアが重力収縮するまで宇宙論シミュレーションを行った後に、本研究で開発した2次元軸対称コードに乗り換えて計算を行う。また、輻射フィードバックの金属量依存性を調べるために、金属量 $Z = 10^{-2}Z_{\odot}$ で用いた初期条件を使って $Z = 0.1Z_{\odot}, Z_{\odot}$ の場合、 $Z = 10^{-3}Z_{\odot}$ を使用して $Z = 0$ の場合も計算した。

結果

図1は各金属量における原始星へのガス降着率を示している。金属量 $Z = 10^{-2}Z_{\odot}$ については、更にダストへの輻射圧と電離領域形成のみを考慮した計算を行い、ほぼ電離領域形成が輻射フィードバックとして支配的であることを明らかにした。これから、図1で示した金属量では、輻射フィードバック機構は変わらずその強度は大きく変化しない。一方最終質量は、低金属量になるほど増加する。これは、原始星への降着率は高密度コアの重力収縮におけるガス温度に依存し、より高温となる低金属量環境の方が、より高降着率となるため最終星質量も大きくなる。

一方、金属量 $Z > 10^{-2}Z_{\odot}$ の場合は、ダスト粒子による電離光子の吸収によって電離領域形成が抑制される。これから、輻射フィードバック強度は弱くなり、結果として形成される星質量も増加する。図2に、同じ初期条件で金属量を $Z = 10^{-2}Z_{\odot}$ から $Z = 0.1Z_{\odot}, Z_{\odot}$ に増加させた場合の結果を示す。特に $Z = Z_{\odot}$ の場合は、最終的にダストへの輻射圧によって降着円盤が破壊されることで質量降着が止まっている。

本研究により、大質量星形成における輻射フィードバックの金属量依存性が明らかになった。これらの結果をまとめ論文として投稿中である(arXiv:2004:02364)。

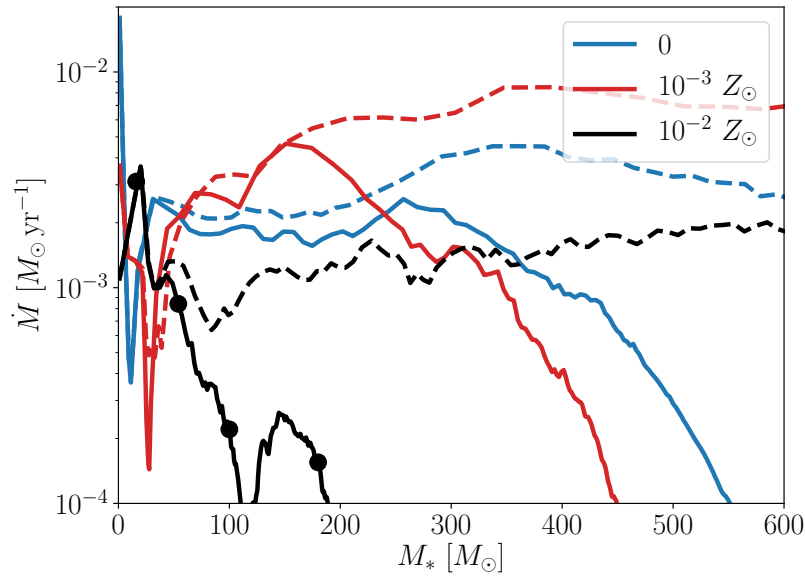


図 1：原始星質量 vs 原始星への降着率。原始星質量は時間経過に対応する。実線は輻射フィードバックを考慮した場合、点線は考慮しなかった場合を示す。

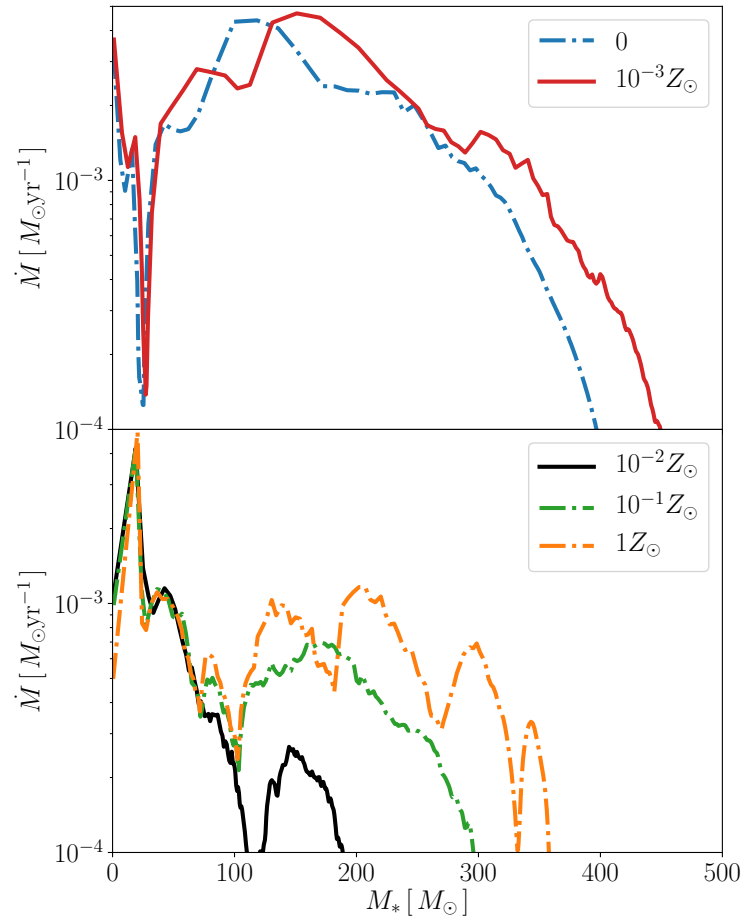


図 2: 原始星質量 vs 原始星への降着率、初期条件を同じにして金属量を変化させた場合。実線は図 1 と同じ結果、点破線は金属量を変化させた場合の結果を示す。