

原始惑星系円盤光蒸発の金属量依存性

仲谷峻平(東京大学)

利用カテゴリ XC-B

成果の概要を記入してください。必要に応じてページを加えても構いませんが、pdf のファイルサイズの上限は2MB とします。

Write up your research report in this area. Total file size should be less than 2 MB in PDF format.

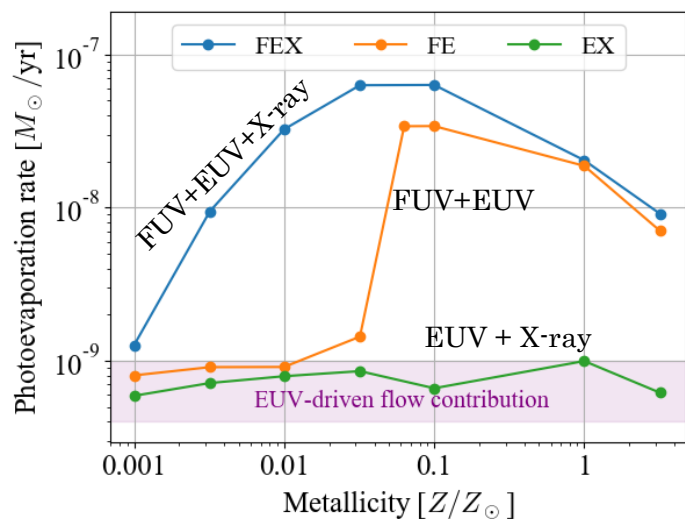
原始惑星系円盤は有限の時間で消失することが知られる。これを原始惑星系円盤の寿命という。太陽近傍での寿命はおよそ3-6百万年と見積もられていた一方で、近年の観測により、低金属量環境の円盤寿命は1百万年と、低金属量環境ほど寿命が短いことが示唆された。寿命が金属量に依存する機構は未だ未解明であるが、光蒸発が有力視されている。光蒸発とは、中心星からの輻射により円盤物質が加熱され、円盤から流出していく現象のことを指す。金属量が低いほど円盤の不透明度が低いので、蒸発を誘起する星からの光は高密度領域まで到達することができる。光蒸発がいかに金属量に依存するかを明らかにするため、円盤光蒸発の多次元流体シミュレーションを遂行し、光蒸発による質量損失率(光蒸発率)を見積もった。また、光蒸発を誘起することが知られる3つの光成分、遠紫外線(FUV; $6\text{eV} < E < 13.6\text{eV}$)、超紫外線(EUV; $13.6\text{eV} < E < 0.1\text{keV}$)、X線($0.1\text{keV} < E < 10\text{keV}$)のについて、それらの光蒸発誘起における相対的な重要性についても調べた。

計算法

流体力学(連続の式、オイラー方程式、エネルギー方程式)、非平衡化学反応式、輻射輸送方程式を同時に解く。エネルギー方程式には各種分子・原子の輝線放射による冷却、ダストによる冷却、輻射による加熱が考慮されている。非平衡化学反応式には輻射による光化学反応が考慮されている。計算は、軸対称を仮定し、2次元で行われる。ただし、オイラー方程式は速度3成分すべてについて解く。

結果

シミュレーションの結果を用いて見積もった光蒸発率の金属量依存性を右図に示す。青線はFUV,EUV,X線による加熱をすべて取り入れた場合、オレンジ線はX線加熱の効果を無視した場合、緑線はFUV加熱の効果を無視した場合を表す。青とオレンジの場合は、金属量が0.1太陽金属量より大きいところで光蒸発率が金属量と負の相



関を示す。これは金属量が増加するとFUVの吸収源であるダストが多くなり、FUVが円盤の低密度領域にしか届かなくなるためである。誘起される蒸発流の密度も低くなり、結果的に光蒸発率が金属量増加に伴い減少する。青とオレンジの場合、0.1太陽金属量以下では金属量が下がるほど光蒸発率が下がっている。これは、金属量が下がるほどダスト-ガス衝突冷却がFUV加熱を卓越するからである。すべての金属量範囲で青線の光蒸発率がオレンジ線の光蒸発率より大きい、これはX線電離の効果によりFUV加熱が効率化されるためである。

緑線は金属量に依存せずほとんど光蒸発率が一定である。X線はほとんど光蒸発流を誘起しないため、この場合EUVのみが光蒸発に寄与している。EUVの主要吸収源は水素原子であり、水素原子量は金属量に依存しないため光蒸発率も金属量に依存しない。結果、緑線のような金属量依存性を示す。

本研究結果はNakatani et al. (2018a)およびNakatani et al. (2018b)にまとめられている。前者はApJで出版済み、後者はApJ投稿中である。