

HII 領域近傍の星間ガスの進化と星形成

本山一隆 (国立情報学研究所)

利用カテゴリ XT4C ・ SX9B ・ 汎用 PC

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.

本研究の目的は HII 領域の近傍にある星間ガスの進化を明らかにすることである。HII 領域の近傍にある星間ガスは大質量星からの強い紫外線に曝されている。この強力な紫外線は星間ガスの力学的な進化だけでなく、化学的、熱的な進化にも大きな影響を与えている。水素の電離エネルギーである 13.6eV 以上のエネルギーを持った紫外線は、ガスを電離し 1 万度近くまで加熱する。ガス雲表面の加熱された電離ガスは急激に膨張し、ガス雲内部に向かって衝撃波を発生させる。この過程は radiation-driven implosion と呼ばれ、HII 領域近傍の分子雲を圧縮し、星形成を誘発していると考えられている。また、FUV と呼ばれる 13.6eV よりも低いエネルギーを持った紫外線は、水素分子や一酸化炭素分子など様々な分子を解離させ、星間ガスの組成に影響をおよぼしている

これまでの HII 領域近傍の PDR や分子雲の先行研究では、ガスの密度分布を固定して化学的な進化だけを調べたものや、星間ガス内部の化学反応は考えず力学的な進化だけを追った流体計算がほとんどであった。しかし、星間ガスの進化を正確に理解するためには力学的進化と、化学的な進化の両方を考える必要がある。ガス中の化学反応は密度や表面からの光学的な厚さに強く依存しているため、ガスの分布が時間変化する場合はその影響を受けるはずである。また各種分子、原子の空間分布を正確に知ることは観測との比較を行う上でも重要である。

我々は HII 領域の近傍にある星間ガスの進化を明らかにするために、軸対称を仮定した二次元の流体コードを開発した。このコードは流体の基本方程式に加えて、紫外線による電離や解離、各種分子の生成、その他のガス中の化学反応を同時に解くことができる。また、さまざまな加熱・冷却過程も考慮されており、ガスの熱的な進化も追うことができる。流体と化学進化の両方を同時に解く研究は過去にほとんど行われておらず、本研究の意義は大きい。

PDR の構造と進化モデル

我々が開発したコードの適用例として、PDR の構造の時間進化を流体と化学進化の両方を同時に解いて調べた。この計算では約 30 種の原子、分子、イオンをとり入れており、約 300 本の化学反応式を解いている。密度を固定し化学進化だけを計算した場合と、流体力学の方程式も同時に解いた場合を比較して、PDR の構造に大きな違いが見られた。図 1 に示したように cloud の表面で加熱されたガスは、外側に向かって膨張し evaporation flow を形成しているのがわかる。また、図 2 に示すように、表面から evaporation flow が吹き出すことで、各分子の空間分布も大きく変化する

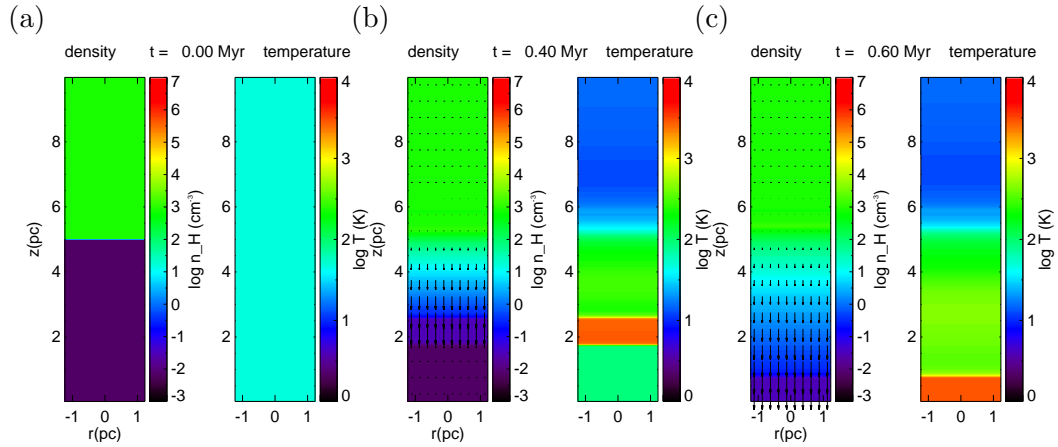


図 1: PDR の密度と温度の時間進化。紫外線の強さは星間空間の平均値の 10 倍で、計算領域下側の境界から入射している。

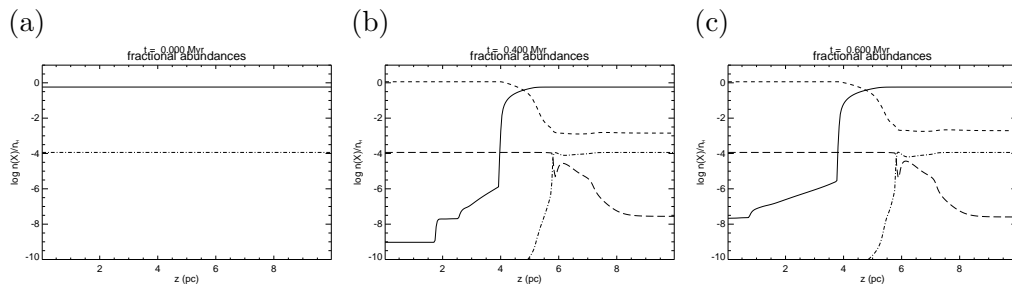


図 2: z 軸上での H_2 、H、CO、C の fractional abundance の時間進化。実線が H_2 、点線が H、破線が CO、太い点線が C を表す。