

A17a フィラメント状分子雲での Alfvén 波の減衰

杉本香菜子、福田尚也、花輪知幸 (名大理)

超音速の磁気乱流には分子雲の重力収縮による星形成を妨げる効果がある。このことから星形成を開始させるのは、標準理論が想定する双極磁気拡散ではなく、磁気乱流の減衰であるとする理論が着目されている。磁気乱流の減衰を定量的に評価する最も直接的な方法は、分子雲の大局的構造と乱流を同時に求める数値シミュレーションである。しかし、これまでのシミュレーションは空間分解能が低く、そこでの減衰は主に数値粘性によるもので、物理的なものではないと推定される。そこで本研究では、数値粘性による減衰を定量的に評価した上で、数値粘性によらない Alfvén 波の減衰を、フィラメント状分子雲の場合について調べた。

数値粘性の評価には、一様媒質中を伝わる円偏光 Alfvén 波と定在 Alfvén 波を用いた。円偏光 Alfvén 波では 1 波長進むごとにエネルギーは数値粘性によって $\Delta E/E \simeq 400 N^{-3}$ づつ減衰する (N は波長当りのメッシュ数)。また波の位相速度は、 $\delta v/v \simeq 9 N^{-2}$ だけ遅くなる。この減衰と遅延は、Alfvén 波の振幅には依らない。従って、エネルギーの減衰と位相の遅れを各々波長当り 1% に抑えるには、1 波長当り約 30 メッシュ必要と結論した。定在波の場合は数値粘性が増え、波が 1 波長進むごとにエネルギーが $\Delta E/E \simeq 70 N^{-2}$ づつ減ることが分かった。定在波のシミュレーションでは、さらに数値粘性を押さえる工夫が必要である。

上記の結果を基に、フィラメント状分子雲の数値シミュレーションでは波長当りのメッシュ数を 25.6 として、Alfvén 波の減衰を調べた。シミュレーションの初期に、Alfvén 波は円偏光しながらフィラメントの軸方向に伝播している。Alfvén 波の振幅は、そのエネルギーが、熱エネルギーや磁気エネルギーと同等程度になるよう大きくした。時間が経つにつれ、Alfvén 波の一部はフィラメントの軸方向の運動や密度ゆらぎへと変換される。結果として、Alfvén 波のエネルギーは減少し、その分、軸方向の運動エネルギーやガスの自由エネルギーが増大した。このモード変換による Alfvén 波のエネルギー減衰は、密度が最大値の半分程度となる、フィラメントの縁で顕著である。