

P105a フィラメント・フィラメント衝突とハブの形成 II. 衝突断面積

富阪幸治, 柏木頼我, 岩崎一成 (国立天文台)

フィラメント状の星間雲が星形成との関連で注目を集めている。観測的には、大質量星形成が起こる主な場所は複数のフィラメント同士が結合した部位(ハブ)と考えられている (Kumar+ 2020, AAp, 642, A8). 我々は、フィラメント同士の衝突がハブの形成を経て星形成に至るという考えのもと、フィラメント同士の衝突のMHDシミュレーションを行って来た (Kashiwagi+ 2023, ApJ, 954, 129; Kashiwagi+ 2024, ApJ, 974, 265). 一方で、衝突過程の解析的取り扱いも進めている。2024年秋季年会 (P120a) において、線質量 λ , 半径 R が同一の無限に長い2本の直線上のフィラメント同士の衝突から形成されるハブの質量を衝突方向 $\mathbf{v}/|\mathbf{v}| \equiv \mathbf{n}_v$, フィラメントの軸の方向 \mathbf{n}_1 及び \mathbf{n}_2 も使って(以下3ベクトルと呼ぶ) 表す表式を提案した。今回は、有限長の2本のフィラメントの衝突を解析的なモデルで調べた。主な結果は以下の通り。[1] フィラメント同士の衝突断面積を求めた。半長 p と半径 q を持つ円筒状フィラメント同士の衝突断面積は、 $S = 4p^2 |\sin \phi_{12}| |\mathbf{n}'_1| |\mathbf{n}'_2| + 4pq(1 + \cos \phi_{12})(|\mathbf{n}'_1| + |\mathbf{n}'_2|) + \mathcal{O}(q^2)$ と3ベクトルの方向による。ここで、 $\mathbf{n}'_1, \mathbf{n}'_2$ はそれぞれ $\mathbf{n}_1, \mathbf{n}_2$ の \mathbf{n}_v に垂直な平面への射影、 ϕ_{12} は \mathbf{n}'_1 と \mathbf{n}'_2 の間の角度。[2] 3ベクトルの方向が何れも等方分布の時、全立体角平均した衝突断面積 \bar{S} は、 $p \gg q$ の場合、 $\bar{S}_0 = \pi p^2/2 \simeq 1.57p^2$ となった。半径 p の球の幾何的衝突断面積 $4\pi p^2$ の1/8にあたる。[3] フィラメントが板状星間雲の分裂で生じていると仮定し、3ベクトルが板に揃う傾向が、平均衝突断面積に与える影響を調べた。一例として板の法線からの角度の余弦 ($\cos \theta$) が3ベクトルとも、平均0, 標準偏差0.05の正規分布をするなら、平均衝突断面積は $\bar{S} \sim (1/8)\bar{S}_0$ となった。[4] 衝突断面積の効果を考慮して期待されるハブの質量関数 $p(> M)$ を求めると、 $dp(> M)/d \ln M \propto M^{-1.98}$ が得られた。Salpeter(1955, ApJ,121,161) の星の初期質量関数 (IMF) のべき -1.35 よりもやや急な冪が得られた。