

論文題目：Effect of Magnetic Braking on Circumstellar Disk Formation in a Strongly Magnetized Cloud

著者名：町田正博、犬塚修一郎、松本倫明

Masahiro N. Machida, Shu-Ichiro Inutsuka, and Tomoaki Matsumoto

出版年等：PASJ Vol.63, No.3, pp.555-573, 2011 June

本論文は、強い磁場に貫かれた分子雲コアの重力収縮による星形成過程を、磁気散逸過程も考慮した非理想MHDシミュレーションによって調べ、コアが重力収縮して100 AUを超えるサイズの星周円盤を形成すること示したものである。

分子雲コアの角運動量は星の角運動量よりもはるかに大きい。したがって、分子雲コアから星を形成するには、角運動量を抜き取る必要がある。いかに角運動量を抜き取るか？ その過程を解明することが星形成の物理を理解するための中心課題の一つとなる。

磁場が角運動量輸送に重要な役割を果たすことはよく知られており、近年、星形成過程のMHDシミュレーションが盛んに行われている。しかし、この論文発表当時、磁場があると **magnetic braking** 機構が有効に働いて角運動量が効率的に抜き取られ、星周円盤は全く形成されないか、できても10 AU程度の小さなサイズであるとの計算結果が報告されていた。“**magnetic braking catastrophe**”とよばれる問題である。円盤は惑星系形成の母胎であるので、円盤ができなければ惑星系もできない、という困った状況に陥る。星形成のどの段階でどれくらいのサイズの円盤ができるのかは、惑星系形成を考えるうえでも大変重要な課題である。

本研究の新しい点は、中心部をとりまくエンベロープのガスがほとんどすべて、中心の原始星に落下するまで数値計算を進めたことにある。従来の研究では、まだエンベロープにガスが大量に残っている段階までしか計算が行われていなかった。磁場は大量に存在するエンベロープガスに凍結しており、コア中心部で回転の卓越し始めたガスから効率よく角運動量を抜くというのが **magnetic-braking catastrophe**の本質である。本研究で著者らは、高い分解能が必要となる中心部ほどメッシュを細かくして計算精度をあげるとともに、大スケールの進化も同時に追うことができる「解適合格子法 (Adaptive Mesh Refinement)」を用いてさらに計算を進めた。その結果、エンベロープガスの大半が星あるいはその周囲の円盤に降着して、中心部の質量がエンベロープの質量よりも大きくなると、磁場による角運動量の引き抜きの効率が低下することを明らかにした。そして、角運動量の減少が止まって、100 auを超えるサイズをもつ回転円盤が形成されることを明確に示した。

著者はこの結論を補強するため、磁場がない場合や弱い場合、コアのガス密度や回転速度などの初期条件を変えた場合、磁気散逸過程を外した場合もシミュレーションして磁場による角運動量輸送効果をいろいろな角度から検討し、上記の結論がゆるぎないことを確認した。

現在も論争は継続しているが、本論文で提唱されたエンベロープ質量の減少と、磁場の散逸が円盤形成の鍵であることがコンセンサスになりつつある。本論文の著者らはこの問題を含め、分子雲コアから星および星周円盤が形成される過程の専門家として高く評価されており。本論文はADSによれば2016年12月20日時点で81件の被引用がある。このように本論文は、星形成の研究に新たな展開をもたらし、その波及効果が今後も見込まれる研究となっている。

以上の理由により、本論文に2016年度日本天文学会欧文研究報告論文賞を授与する。