2021年度日本天文学会欧文研究報告論文賞

論文題目: The formation of massive molecular filaments and massive stars triggered by a magnetohydrodynamic shock wave

著者名:Tsuyoshi Inoue (井上剛志), Patrick Hennebelle, Yasuo Fukui, Tomoaki Matsumoto, Kazunari Iwasaki, Shu-ichiro Inutsuka

出版年等: Vol. 70 (2018), No. SP2, article id. S53

本論文は、現実的な磁化した分子雲において大質量星が形成されるシナリオを調べたものである。磁気分子雲の衝突から分子雲コアの形成を経て、大質量星が形成されるまでの一連の過程を3次元数値シミュレーションによって初めて示した。

大質量星の形成は、星形成分野のみならず宇宙物理学における大きな謎の一つである。それを解決するためのひとつのアイデアとして、狭い領域にジーンズ質量をはるかに超える質量のガスが詰め込まれた分子雲コアが存在すれば、輻射圧のバリアに打ち勝って大質量星を形成することが可能であるとされてきた。しかし、実際にそのような状況をどのように作るかということは不明であった。一方、近年の観測の進展により、分子雲どうしの激しい衝突によって大質量星を形成可能な環境が作られるのではないかという示唆が得られていた。この可能性を検証するためには、分子雲衝突から大質量星形成までの一連の過程を一貫して理論的に実現できるかどうかが大きな問題となる。実際、本論文の先行研究である Inoue and Fukui(2013、ApJ、774、L31)では、分子雲衝突から分子雲コアの形成段階までは追うことができ、観測とも整合的な大質量分子雲コアが形成されうることが示されていたが、その先の星形成段階までは追えていなかった。

本論文では、現実的な磁化した分子雲において、分子雲衝突からフィラメント状分子雲コアを経て大質量星形成までの一連の過程が実際に起こりうることを、3次元数値シミュレーションによって初めて示した。分子雲衝突や星形成においては、磁場が重要な役割を果たすが、本論文では、磁気流体計算を行うことで、磁場の効果を取り入れている。また、パーセクスケールの分子雲から、星形成までの過程を一貫して数値計算で追うためには、幅広いダイナミックレンジの計算を可能にする計算技術が必要であるが、本論文では、これを適合格子細分化法(AMR法)とシンク粒子を用いることによって実現した。シンクの大きさは数ミリ・パーセクのオーダーであり、フィラメント構造や分子雲コアに比較して十分に小さなシンクが用いられている。その結果、形成された分子雲コアから 50 太陽質量を超えるような大質量星(計算上は、シンク粒子の質量)が実際に形成されうることが示された。

以上のように、本論文によって、分子雲衝突によって大質量星が形成されたというシナリオが、一貫した数値計算という強力な理論的証拠を初めて得たこと、また、将来の分子雲コアおよび大質量星形成などの観測への波及効果が見込まれ、大変に重要な研究であると考えられる。

以上の理由により、2021年度日本天文学会欧文研究報告論文賞を授与する。