



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Massive core/star formation triggered by cloud-cloud collision : Effects of magnetic fields and collision speeds [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Sakre, Nimit Deepak
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第14783号
Issue Date	2022-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/85872
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Nimit_Deepak_Sakre_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（理 学） 氏 名 Nirmitt Deepak SAKRE

審査担当者	主査	教 授	徂 徠 和 夫
	副査	教 授	倉 本 圭
	副査	教 授	小 林 達 夫
	副査	講 師	岡 本 崇

学 位 論 文 題 名

Massive core/star formation triggered by cloud-cloud collision: Effects of magnetic fields and collision speeds

(分子雲衝突によって引き起こされる大質量コアおよび大質量星形成: 磁場と衝突速度の影響)

博士学位論文審査等の結果について（報告）

大質量星は、星間物質や銀河の進化に、輻射や超新星爆発としてのエネルギーの供給と、さらには金属の供給を通して強い影響を与える、宇宙物理学において重要な存在である。それにもかかわらず、その形成過程はまだよく理解されていない。近年、分子雲同士の超音速衝突が大質量形成の有力な形成過程として提案されている。本学位論文では、磁場と衝突速度の影響を、磁気流体シミュレーションを用いて調べた。

まず、サブパーセクの分解能で、分子雲コアと呼ばれる星の材料となる構造を分解可能な磁気流体シミュレーションを行い磁場の影響を調べた。そのために、典型的な密度をもつ分子雲に観測から示唆される大きさの乱流を与えた初期条件を用いた。また、初期磁場として $0.1 \mu\text{G}$ と $4 \mu\text{G}$ を考え、分子雲の衝突軸と並行、垂直、斜め 45° のそれぞれ 3 つの磁場方向を考えた。 $4 \mu\text{G}$ の初期磁場を与えると、乱流磁場の大きさは観測されるものと同程度になることが分かった。このようにして内部に乱流磁場を与えた 2 つの分子雲を相対速度 10 km s^{-1} で衝突させ、 $10^{-20} \text{ g cm}^{-3}$ 以上の密度となった高密度なガスを分子雲コアとして同定してその進化を追った。これらの分子雲コアが重力的に束縛されているかどうか注目して解析を行った。その結果、初期磁場に強磁場 ($4 \mu\text{G}$) を仮定した場合、重力的に束縛されて重力崩壊可能な太陽の 10 倍を超える大質量コアが弱磁場 ($0.1 \mu\text{G}$) を仮定した場合や、孤立した分子雲と比較して多く形成されることが分かった。これは衝突によって衝撃波面にガスが集まり高密度となること、及び、強い磁場が衝撃波面の thin shell instability と呼ばれる不安定性を抑制して低質量コアへと分裂することを妨げるためであることが明らかになった。また、磁場の方向の違いは、衝撃波領域の詳細な構造や高密度コアの空間分布に影響を与えるものの、形成される大質量コアの数には強く影響しないことも分かった。

続いて、衝突速度と柱密度が大質量コア形成に与える影響を調べるために、大 (20 pc)、中 (14 pc)、小 (7 pc) の分子雲を用意し、小と中、小と大の 2 つの組み合わせで、衝突速度を 10 km s^{-1} から 40 km s^{-1} の範囲で変化させたシミュレーションを行った。初期磁場は $40 \mu\text{G}$ とした。その結果、小中の衝突では、衝突速度が大きいほど大質量コアが形成されにくかった。これは、衝突速度が速いと、衝突の継続時間が短くなるためであると考えられる。一方、大きな分子雲との衝突では、同じ速度の小中の衝突と比較して多くの大質量コアが形成された。これは、衝突相手が大きくなったことにより、衝突の継続時間が長くなったことによる。このシミュレーション結果は大きな衝突速度は大質量の重力的に束縛されたコアの形成を抑制し、このようなコアを形成

できる上限の衝突速度があることを示唆している。この上限値は衝突相手のサイズ（柱密度）の増加とともに増加する。重力的に束縛された大質量分子雲コアを形成可能な衝突速度と柱密度の関係は、観測による示唆と矛盾しないことも分かった。

これを要するに、著者は、分子雲衝突による大質量形成に対して、磁場や、衝突速度の影響を明らかにし、特に大質量分子雲コアを形成できる衝突速度に上限があるという新知見を得たものであり、大質量星形成の理解に対して貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格あるものと認める。