



|                     |                                                                                                                                                       |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title               | The effect of photoionisation feedback on star formation in giant molecular clouds [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review] |
| Author(s)           | 島, 和宏                                                                                                                                                 |
| Degree Grantor      | 北海道大学                                                                                                                                                 |
| Degree Name         | 博士(理学)                                                                                                                                                |
| Dissertation Number | 甲第13130号                                                                                                                                              |
| Issue Date          | 2018-03-22                                                                                                                                            |
| Doc URL             | <a href="https://hdl.handle.net/2115/69998">https://hdl.handle.net/2115/69998</a>                                                                     |
| Rights(URL)         | <a href="https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/">https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/</a>                                   |
| Type                | doctoral thesis                                                                                                                                       |
| File Information    | Kazuhiro_Shima_abstract.pdf, 論文内容の要旨                                                                                                                  |



# 学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（理 学） 氏 名 島 和宏

## 学 位 論 文 題 名

The effect of photoionisation feedback on star formation in giant molecular clouds  
(分子雲における輻射が星形成に与える影響)

星は分子雲として知られる星間空間ガスの重力収縮によって誕生する。太陽の約 8 倍以上の質量を持つ大質量星は、形成後に星風・輻射などのフィードバックによって周囲の物理状態を大きく変化させる。その結果次世代の星形成が影響を受けて、母体となった分子雲における星形成率が左右される。よって、フィードバックが周囲に与える影響と星形成との関係を調べるのが宇宙物理学にとって非常に重要である。

フィードバックには様々な種類があり、私はまず紫外線輻射による影響を調べた。紫外線は周囲の水素ガスを電離・加熱する。その温度は約 10000 K と周囲のガスの温度（約 10 K）に比べて非常に高温のため、高い圧力によって電離ガスが膨張する。この膨張するガスが周囲の星形成領域のガスを掃くことで星形成が妨げられる効果と、掃き集められたガスが収縮することで星形成が促される効果との両方が考えられる。分子雲全体でどちらの効果がより強く表れるかを明らかにするために、2 種類の初期条件に対して紫外線輻射の物理過程を取り入れた 3 次元輻射流体シミュレーションによって星形成率の計算を行なった。

1 つ目の初期条件は球対称密度分布をもつ静水圧平衡状態にあるガス球に乱流を加えたもの、2 つ目の初期条件は静水圧平衡状態に乱流を加えた大小 2 つガス球を正面衝突させたものを使用した。後者は分子雲衝突を仮定したものであり、大質量星や大質量星団の形成過程として近年注目されている。2 つの分子雲が超音速で衝突することで衝撃波が発生し、その衝撃波がガスを圧縮することでより短時間で大質量星が形成されることが期待される。

シミュレーションには適合格子細分化法の ENZO を使用した。この手法はより高い解像度が必要とされるより密度の高い領域だけで格子を細分化し流体方程式を解くことで、分子雲から分子雲コアまでの広い物理スケールの進化を効率よく計算することが可能である。星形成は分子雲スケールの計算では分解することが難しいさらに小スケールで起きる。このため私はシンク粒子を用いた星形成モデルを導入した。高密度のガスが重力的に束縛されていて、星形成が期待される場合にシンク粒子が形成される。分子雲衝突のような強い衝撃波を取り扱う場合、その衝撃波に起因する乱流によって高密度でも重力的に束縛されていないコアが形成される。従来のモデルでは、そのようなコアで星形成を過大評価してしまう問題があった。シンク粒子はより現実的なモデルであると言える。各シンク粒子からのフィードバックの影響は、輻射輸送方程式を Adaptive ray-tracing アルゴリズムを使って解くことで計算する。

単一の分子雲を初期条件とした計算ではまず密度の高い中心領域で星形成が活発となり、そこから放射された紫外線によるフィードバックで周囲のガスが圧縮される。これにより星形成が促進される結果が得られた。その後電離領域がさらに拡大するとガスの収縮が妨げられ、フィードバックの影響は星形成を抑制する効果に変化することがわかった。

分子雲を衝突させた計算では単一の分子雲に比べより早くより多数の大質量星が形成され、フィードバックの影響は星形成を促進する結果となった。これは衝突による衝撃波面で形成された大質量星からのフィードバックが、周囲のすでに圧縮されているガスをさらに圧縮することでより大きな質量の星が誕生するためである。

このように紫外線輻射によるフィードバックが星形成率に与える影響は、母体となる分子雲の物理状態に大きく依存することが明らかとなった。