

P159a 'Oumuamua を始めとする恒星間天体との衝突による初代星の金属汚染

谷川衝, 鈴木建, 土井靖生 (東京大学総合文化研究科)

初代星は金属量ゼロのガスから形成された星である。初代星形成の主要モードは大質量星形成であるが、低質量星形成のモードの存在も指摘されている。従って、我々の銀河系にも初代星の生き残りが存在する可能性がある。しかし、これまで金属量ゼロの星は発見されていない (Aoki et al. 2006; Frebel, Norris 2015)。この理由として星間物質による初代星の金属汚染が考えられる (Yoshii 1981; Komiya et al. 2015)。しかし、星間ダストは初代星からの輻射圧によって (Johnson 2015)、星間ガスは初代星からの恒星風によって (Tanaka et al. 2017; Suzuki 2018)、それぞれ初代星にほとんど降着できないことが明らかとなっている。

近年、太陽系外起源の恒星間天体 'Oumuamua が初めて発見された (Meech et al. 2017)。この発見により恒星間天体の個数密度は $\sim 0.2 \text{ au}^{-3}$ と導出された (Do et al. 2018)。我々が初代星と恒星間天体との衝突率を計算したところ $\geq 10^5 \text{ Gyr}^{-1}$ と非常に高い値であった。'Oumuamua は半径 100 m の天体で初代星に到達する前に蒸発するはずだが、半径 3 km の天体ならば初代星に到達できる。我々は恒星間天体の累積サイズ分布を冪乗則と仮定し、恒星間天体による初代星の金属汚染を計算した。その結果、恒星間天体と太陽系の小惑星や彗星の累積サイズ分布が大きく異なる限り、全質量 $10^{-16} M_{\odot}$ 以上の恒星間天体が初代星に衝突することがわかった。この恒星間天体による金属汚染は星間ガス・ダストによる金属汚染よりも 2 桁以上大きく、恒星間天体は初代星の最大の金属汚染源と言える。恒星間小惑星によって汚染された初代星の金属量は、初代星の表面对流層を考慮すると、典型的には $[\text{Fe}/\text{H}] \lesssim -8$ であり、恒星間天体の累積サイズ分布によっては $[\text{Fe}/\text{H}] \gtrsim -6$ になりうる。この結果は Tanikawa, Suzuki & Doi (2018, arXiv:1804.08200, PASJ accepted) にまとめられている。