

破壊を伴う衝突による小惑星の速度変化

西尾峻人¹, 大槻圭史¹, 杉浦圭祐²

¹神戸大学, ²三菱電機先端技術総合研究所

近年 DART ミッションの理解を念頭に天体の衝突とそれにより受ける速度変化に関する研究は、シミュレーションを用いた理論研究を主体に進められてきた [1-4]. これらの研究では DART ミッションの状況を再現するために、小サイズのインパクターの衝突による小規模破壊衝突に注目していた. その結果、小惑星の衝突に関して様々な知見が得られている. 一方で、実際の小惑星の衝突では DART ミッションでは考えないような大きさのインパクターの衝突やそれによる破壊など、多様なサイズ比・破壊規模の衝突が起こると予想される.

本研究では様々な質量比および破壊規模の衝突シミュレーションを実施し、その結果形成される最大天体の受ける速度変化を調べた. シミュレーションには SPH 法を用いた [5]. 標的天体には半径 50 km の玄武岩球を用い、インパクターとの質量比 ($\gamma \equiv$ インパクター質量/標的質量) と衝突速度をパラメータにとり、様々な質量比・破壊規模に関して調べた. ここで扱った衝突はすべて正面衝突である. その結果、衝突後に形成される最大天体の受ける速度変化が完全合体時に受ける速度変化と比較してどのように変わるかを調べた.

計算の結果、最大天体の受ける速度変化は衝突体同士の質量比および衝突の破壊規模に大きく依存することがわかった. DART ミッションで考えるような比較的小さなインパクター ($\gamma = 1/256$ や $\gamma = 1/128$) を衝突させる際には小規模な破壊において、衝突点付近から放出されるエジェクタの効果により完全合体時よりも大きな速度変化を得られることがわかった. 一方で大規模破壊を起こす衝突では、衝突速度方向への質量流出が増えるため、受ける速度変化は小さくなる. また大きなインパクター ($\gamma = 1/8$) を衝突させる際には、完全合体時よりも小さな速度変化しか得られないことがわかった. したがって、衝突後形成される最大天体の受ける速度変化は破壊規模と質量比に大きく依存することが分かった.

参考文献

- [1] Holsapple, K. A. and Housen, K. R., 2012, *Icarus* 221, 875.
- [2] Jutzi, M. and Michel, P., 2014, *Icarus* 229, 247.
- [3] Stickle, A. M. et al., 2022, *Planet. Sci. J.* 3, 248.
- [4] Raducan, S. D. et al., 2024, *Nature Astron.* 8, 445.
- [5] Sugiura, K. et al., 2018, *A&A*, 620, A167.