

# オールト雲から来る新彗星の惑星領域での滞在時間の見積り

伊藤孝士<sup>1</sup>、樋口有可<sup>2</sup>

1: 国立天文台, 2: 京都産業大学

オランダの天文学者 Jan Hendrik Oort は 20 世紀中旬、遙か遠方から地球近辺に飛来する長周期彗星の軌道傾斜角の分布が等方に近いという事実より、太陽から数千–数万天文単位の領域に球殻状を為す彗星の雲が存在することを予見した。これがオールト雲である。その後の観測データの蓄積や理論的研究の進展によりオールト雲の存在は今や定説となったものの、その構造の全容を紛れ無く示す超遠方・全方位での天体検出は未だに為されていない。オールト雲の領域は太陽から遠く、彗星の個数密度も低く、何よりそこでは彗星がとても暗いからである。オールト雲天体も惑星と同様に原始太陽系雲内にあった物質から構成されているなら、オールト雲の形成・進化は主要惑星の形成・進化と連動して来たはずである。多様な観測的証拠が揃う主要惑星の研究とは異なり、オールト雲やそこを起源とする彗星（新彗星）については観測データが乏しいために実態が明らかでない。だがオールト雲を起源とする彗星は確実に惑星領域に飛来しており、そのうち幾つかは地球近辺に達して私達の目にも触れている。私達はオールト雲の新しい力学モデルに基づいた数値計算により新彗星の力学進化を追い掛けることにした [1]。

私達は上記の目的のために二つの力学モデルを組み合わせた。最初のモデルは半解析的なものであり、銀河潮汐力と恒星との近接遭遇の下で力学進化する彗星雲を模擬する。その結果、当初は平面的だった彗星雲が 10 億年スケールで三次元

的な形状へと進化することが再現された (図1)。もう一つは惑星領域における惑星の摂動を数値的に扱うモデルであり、典型的な制限  $N$  体計算となる。私達の研究には彗星の退色や崩壊といった物理的な進化は含まれないが、モデル計算の結果は惑星領域における彗星の典型的な滞留時間が約  $10^8$  年であることを示した (図2)。また、彗星の初期軌道傾斜角が小さい場合にはいわゆる惑星バリアが働くこともわかった。そして彗星が一時的に他の小天体集団、例えば TNO やケンタウルス天体に遷移することも分かり、その確率を試算した。

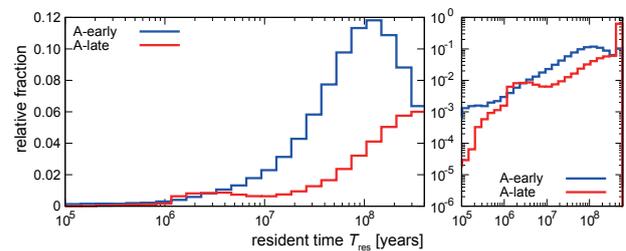


図2. 彗星の滞在時間  $T_{\text{res}}$  の分布. 左図の縦軸は直線スケールであり、右図の縦軸は対数スケールである. 両パネルとも縦軸は正規化され、各期間の合計値が1になっている。

## 参考文献

- [1] Ito, T., Higuchi, A.: 2024, *Planetary and Space Science*, **253**, 105984.

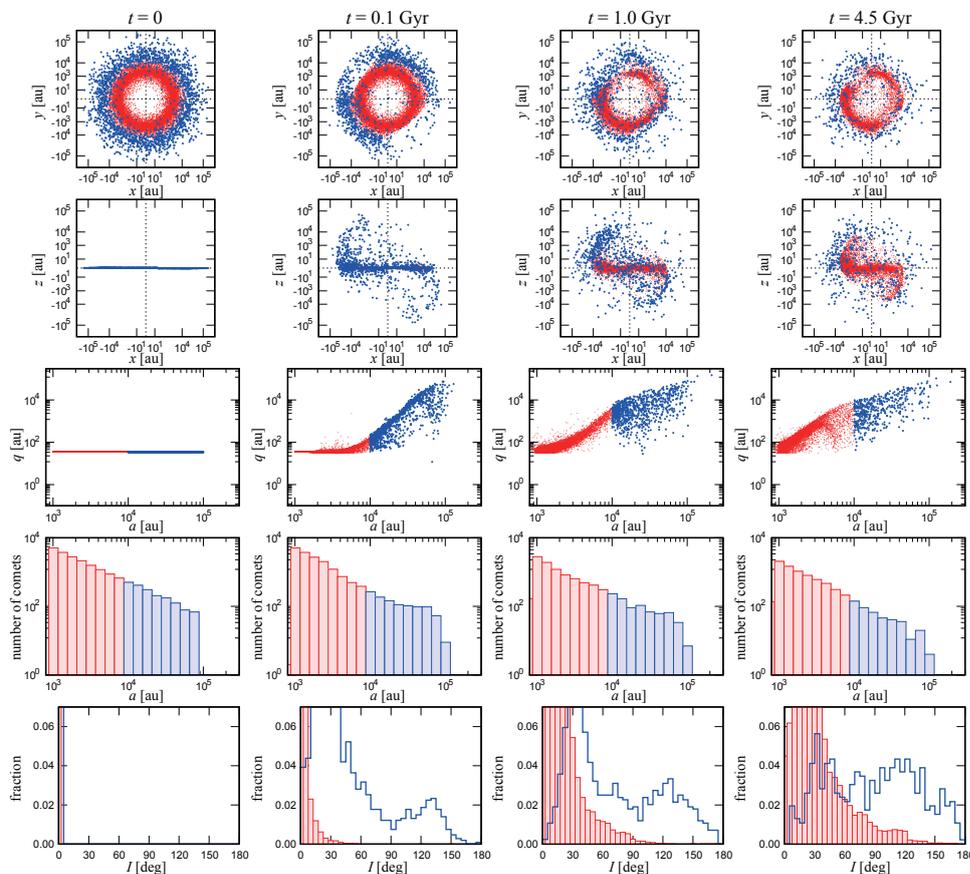


図1. ある恒星セットを与えた際の彗星雲の進化のスナップショット. 最上段: 北から見た彗星の空間分布 ((x,y)平面上に投影したもの). (x,y)平面は現在の黄道に対応し、x軸は現在の春分点に向いている. 軌道半長径が  $a < 10,000$  au の天体は赤で、それ以外の天体は青でプロットした. 青い点は赤い点よりやや大きめに描かれている. 上から2段目: 現在の黄道から見た彗星の空間分布 ((x,y)平面に沿って). 3段目: 天体の軌道半長径  $a$  と近日点距離  $q$  の散布図. 4段目: 彗星の軌道半長径  $a$  の絶対数分布. 最下段: 彗星の軌道傾斜角  $I$  の分数分布.