

太陽系外縁部に未知の惑星？

Patryk Sofia Lykawka

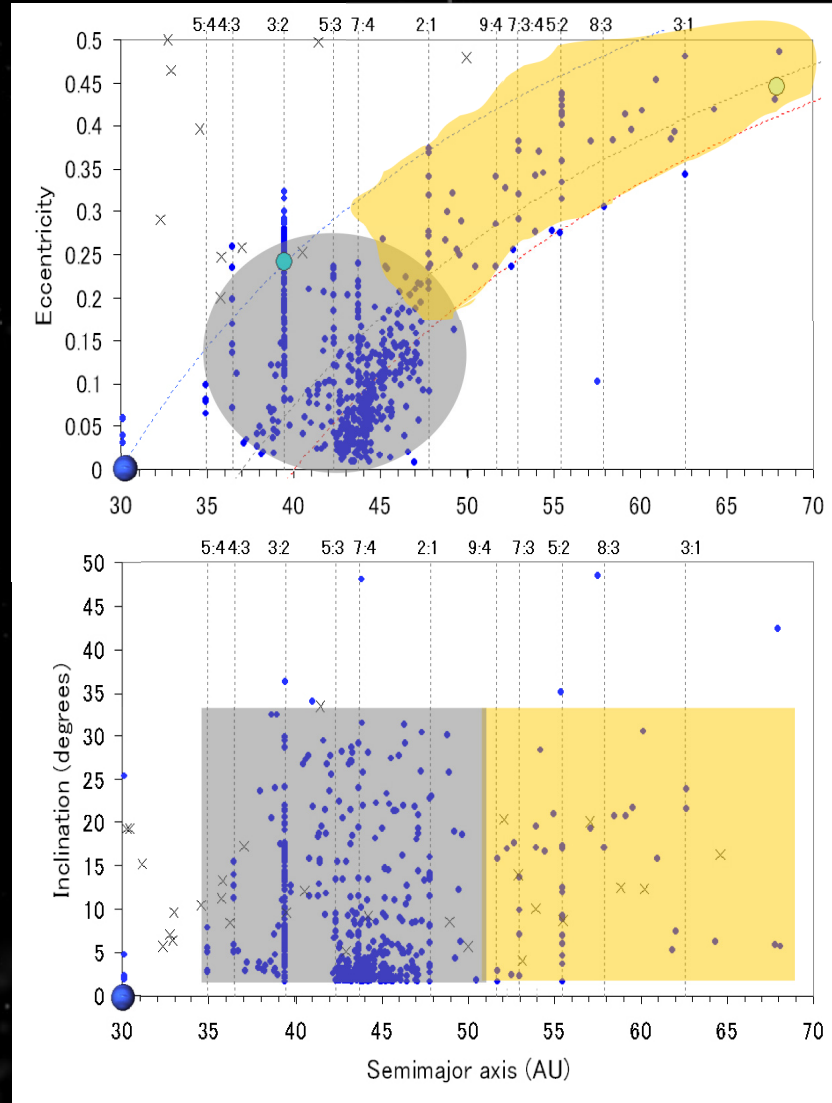
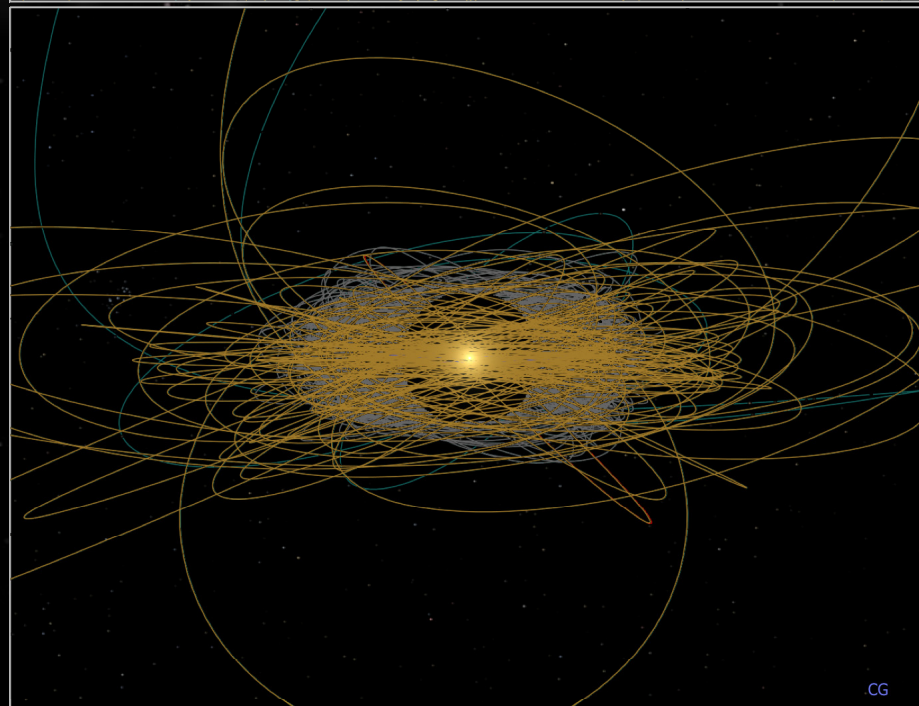
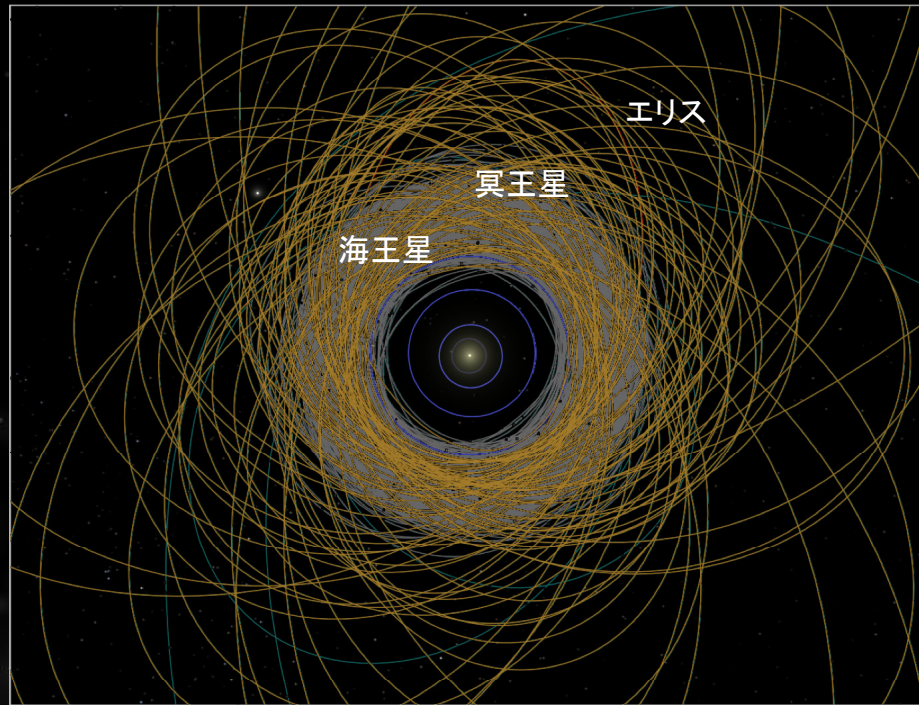
神戸大学・大学院理学研究科・日本学術振興会外国人特別研究員

Tadashi Mukai

神戸大学・大学院理学研究科・教授／惑星科学研究センター長

現在の観測データ

(Lowell Observatory database)



● = 海王星 ● = 冥王星 ● = エリス

カイパーベルトの不思議

(1) 複雑な軌道分布: どうやって4つのTNOsの分類が生まれたのか?

TNOsの4つの分類:

- 古典的天体 (30-50AU)
- 散乱天体
- 軌道共鳴天体
- 分離天体

(2) カイパーベルトの軌道分布の起源は? (特に古典的天体の非常に高い eccentricity と inclination)

(3) 約50AUにあるカイパーベルトの外縁の起源は?

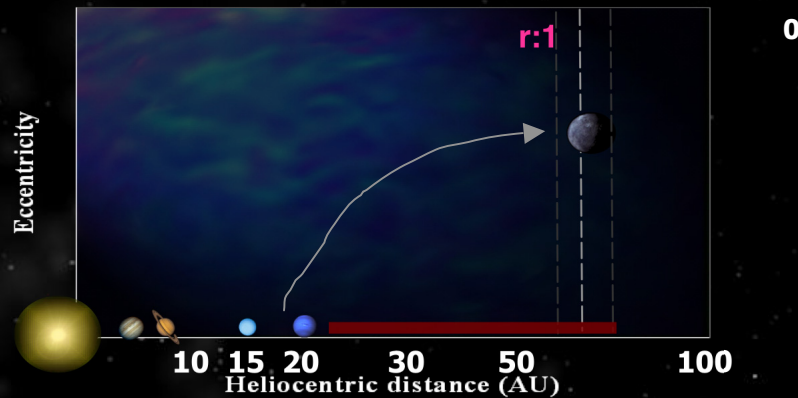
研究のモデルと結果

カイパーベルトの起源と進化・新モデル

巨大微惑星: 初期に散乱された軌道 ($>0.3M_{\oplus}$)

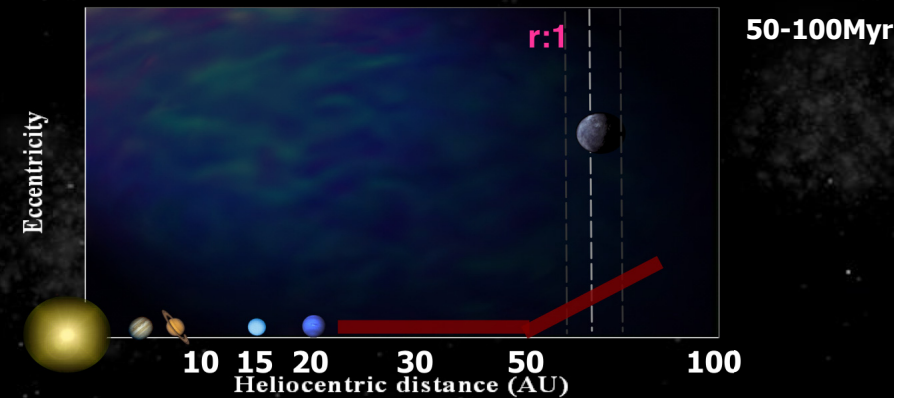
1 FORMATION STAGE

巨大微惑星(惑星X)は天王星と海王星に散乱される



2 PRE-MIGRATION STAGE

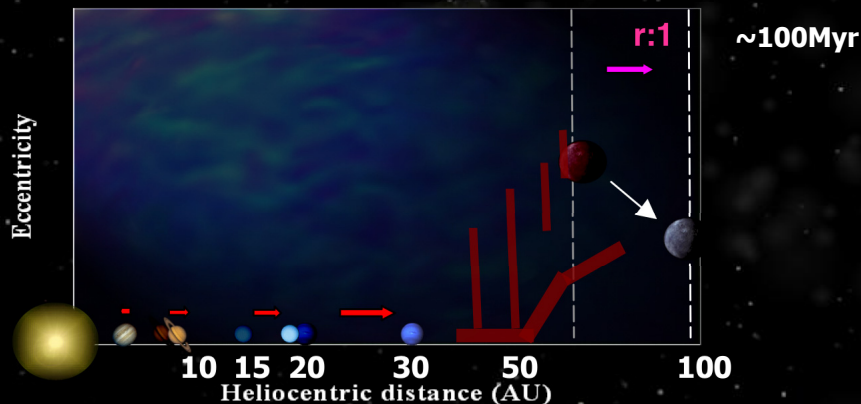
惑星移動の前に数千万年間で円盤は惑星Xから摂動を受ける



巨大微惑星: **100AU**以上遠にあって、安定で傾斜角の高い軌道

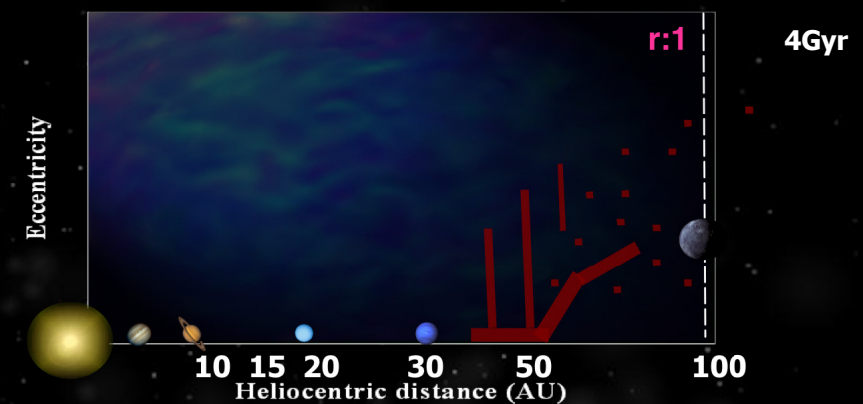
3 MIGRATION STAGE

惑星移動の段階で、惑星Xは海王星とのr:1共鳴で100AU以上運ばれる



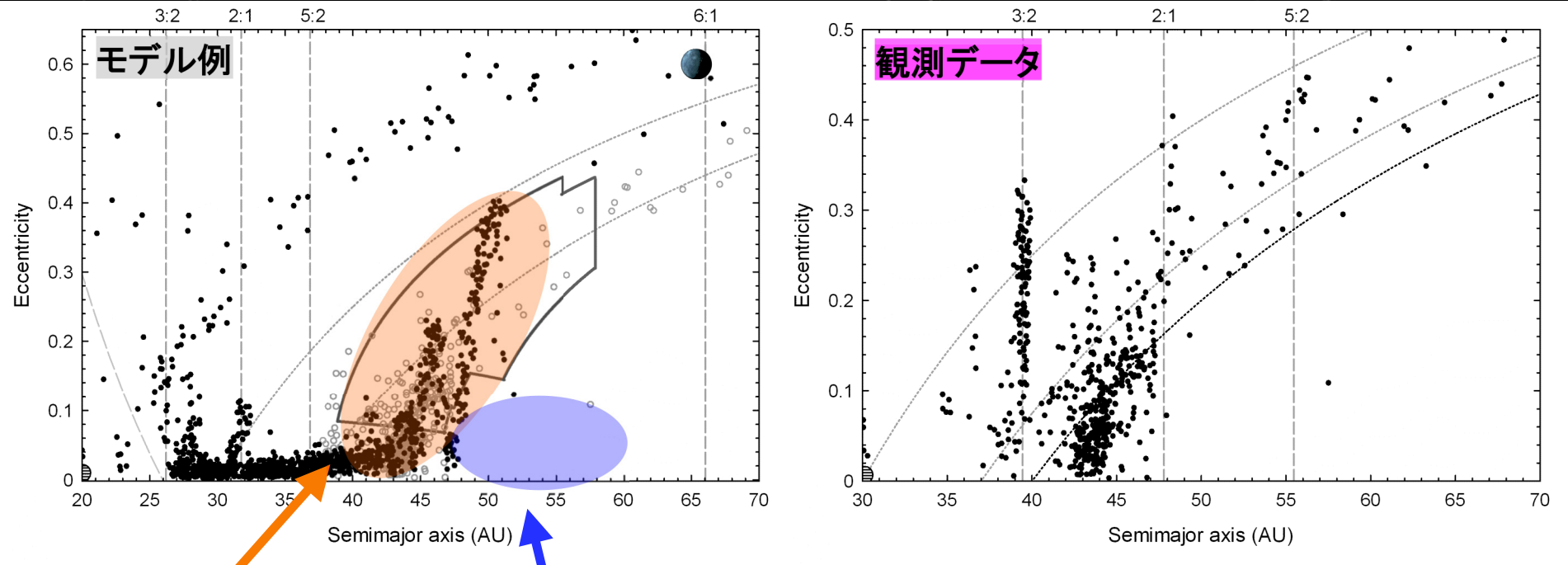
4 LONG-TERM SCULPTING STAGE

古在共鳴の軌道進化によって、惑星Xの離心率が下がりながら傾斜角が上がる



惑星Xの初期摂動

(惑星移動前)



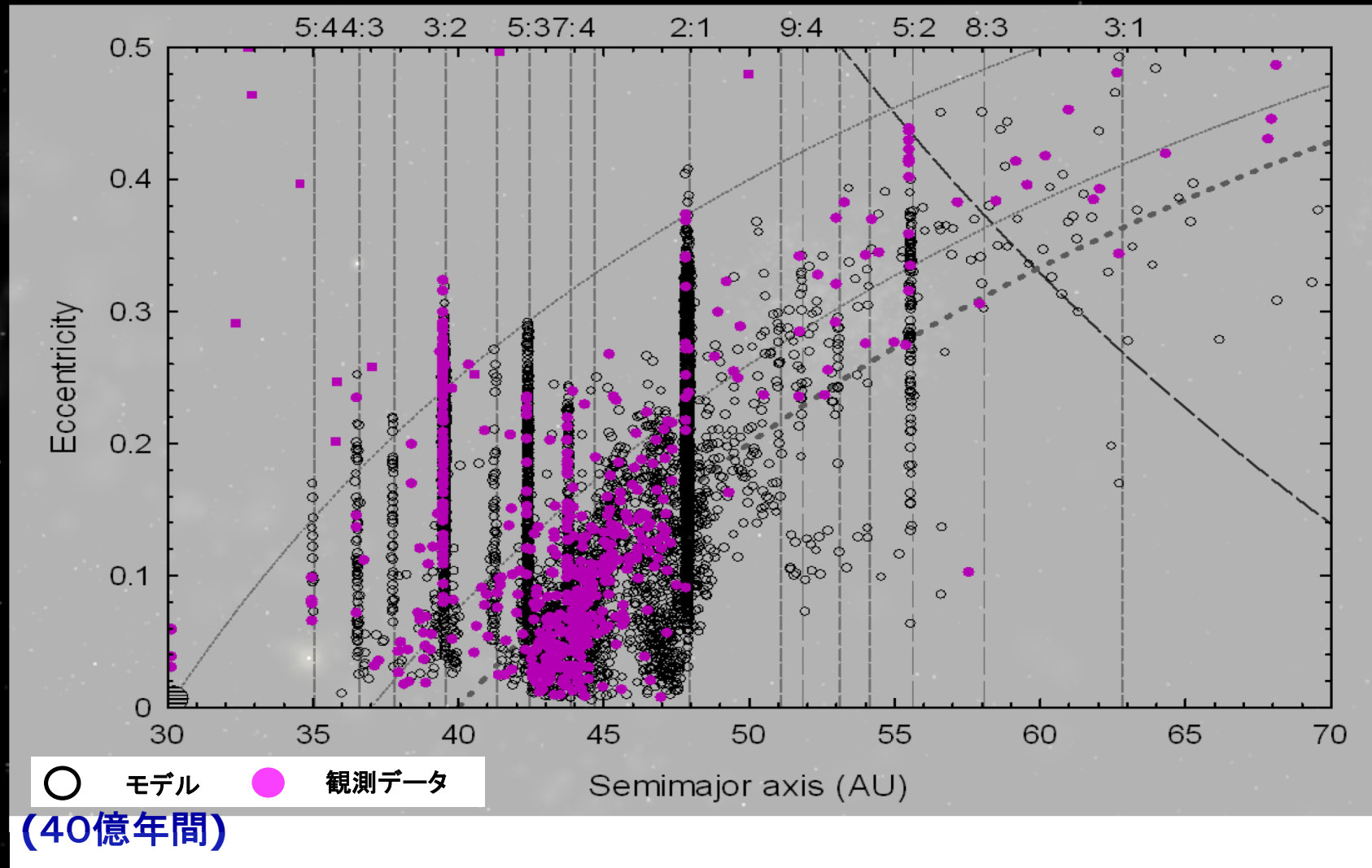
カイパーベルトの外縁の誕生

惑星Xの重力の影響で微惑星の eccentricityが高くなる

- ✓ 古典的天体の軌道分布
- ✓ カイパーベルトの外縁

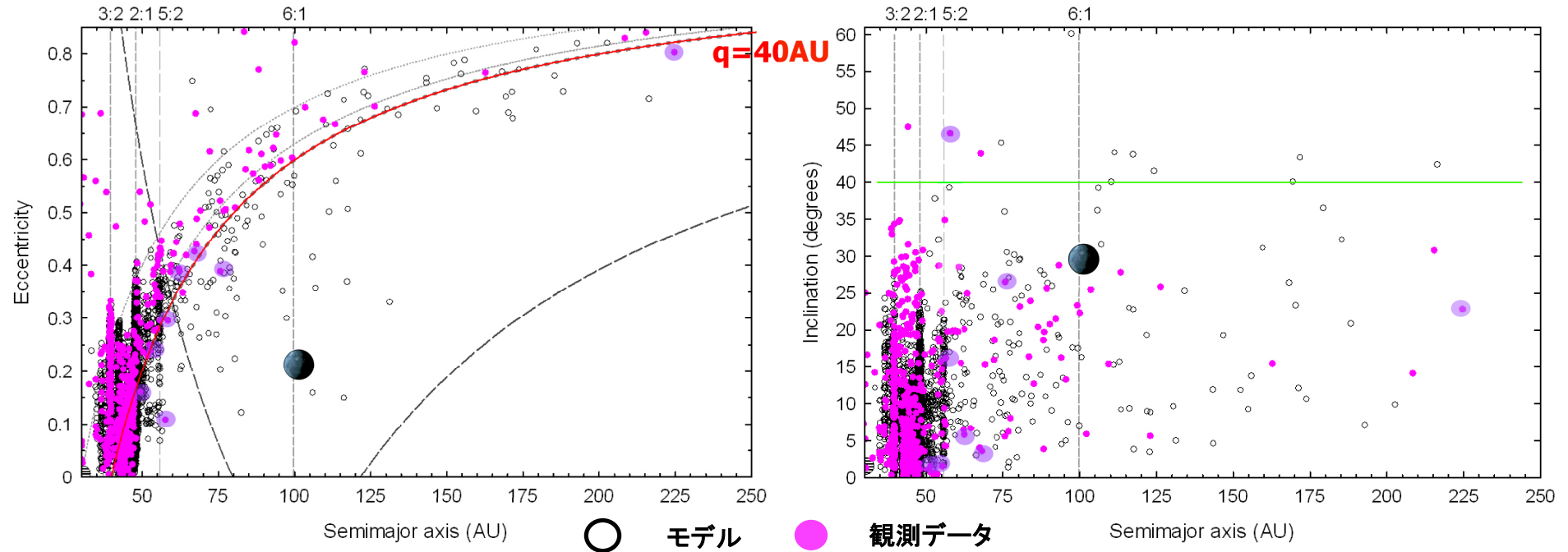
一般的な結果と観測の比較

(惑星移動して40億年後)



✓ 詳しいカイパーベルトの軌道分布

全体結果



- ✓ 全体的なカイパーベルトの軌道分布
- ✓ TNOsの4つの分類
- ✓ 惑星Xと新TNOsの予言

惑星Xの発見に向けて

惑星Xの予想: $a_p=100-175\text{AU}$, $q_p \geq 80\text{AU}$, $i_p=20-40^\circ$, $M_p=0.3-0.7M_\oplus$

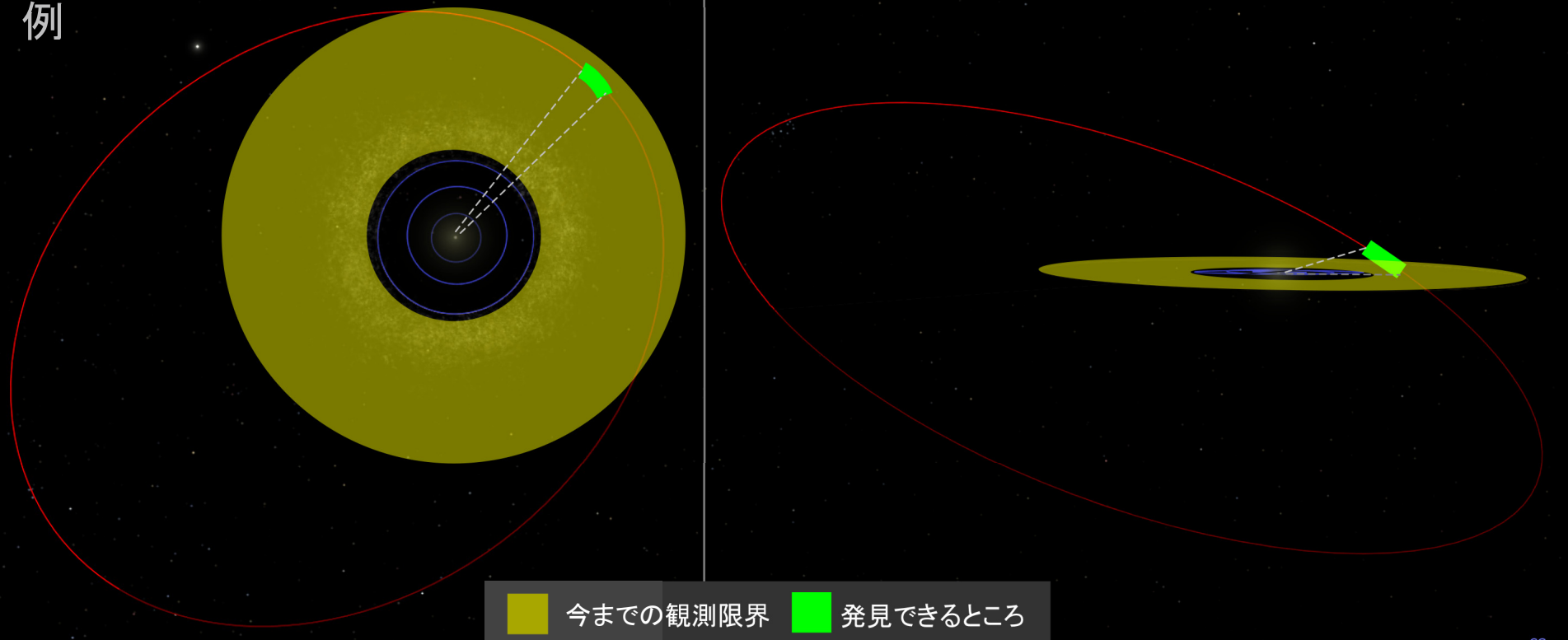
明るい天体: もし惑星Xが現在 $\sim 80\text{AU}$ にあれば、冥王星・エリスの明るさと同じぐらい

観測の作戦: 惑星Xは高い*i*のため、黄道面内では見つけにくい。高黄緯サーベイが有利

今まで黄道面付近の約80-90AU以内しかサーベイされていない!

今後の明るい天体のサーベイ: 5~10年間で発見の確率が高い

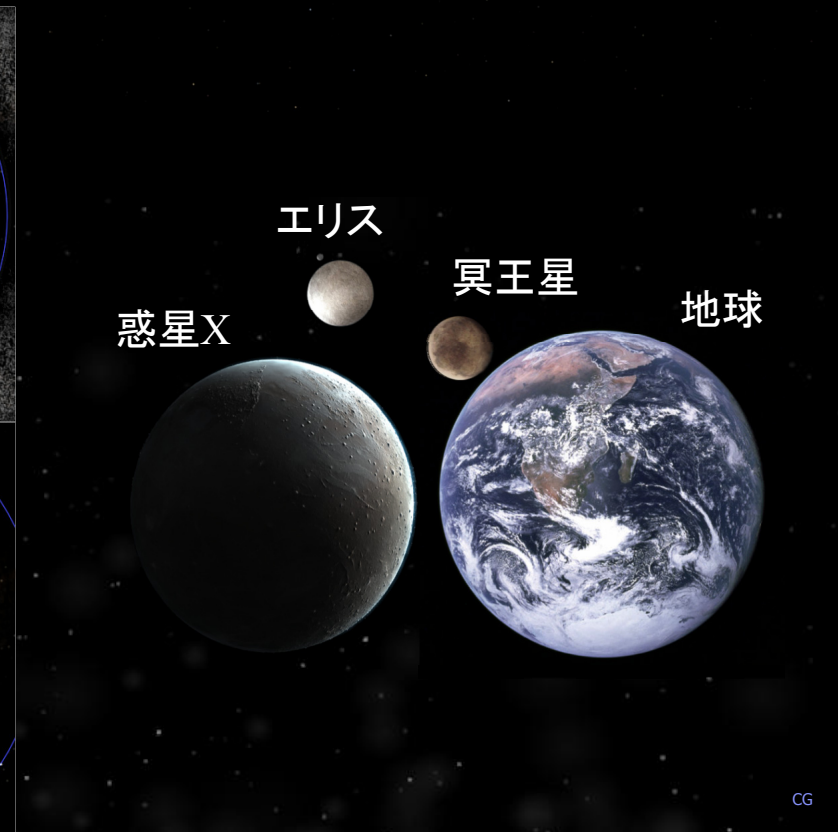
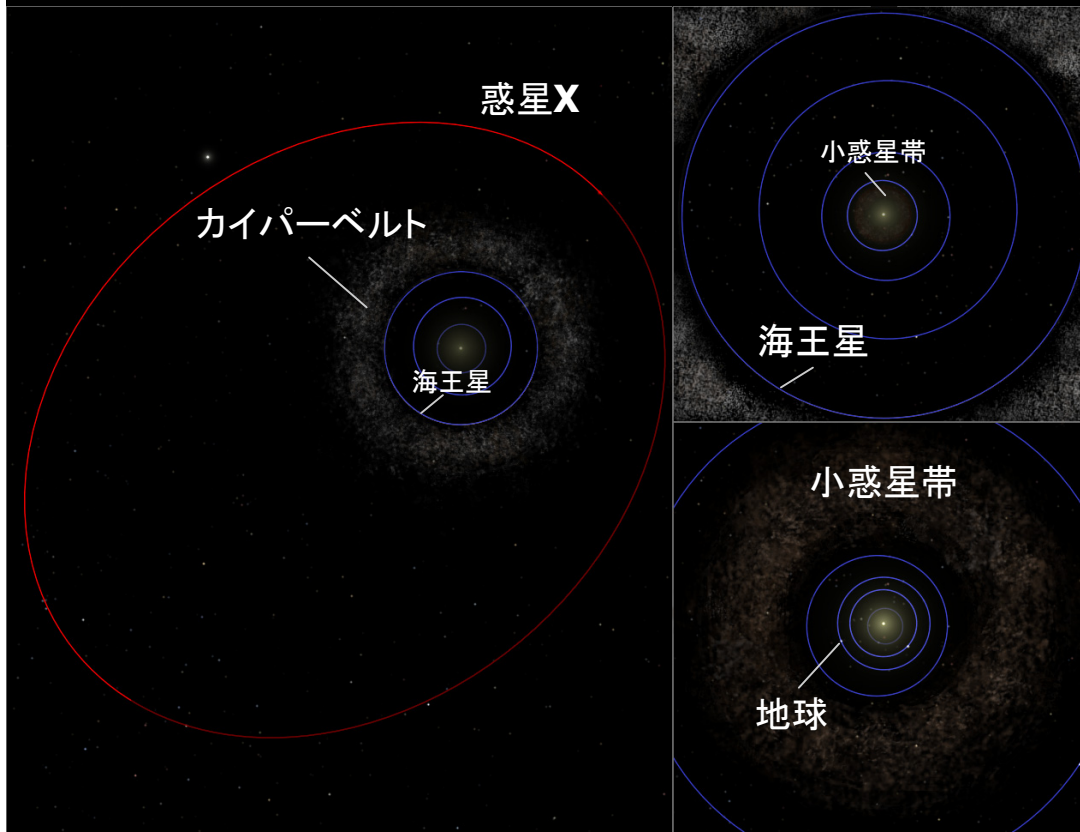
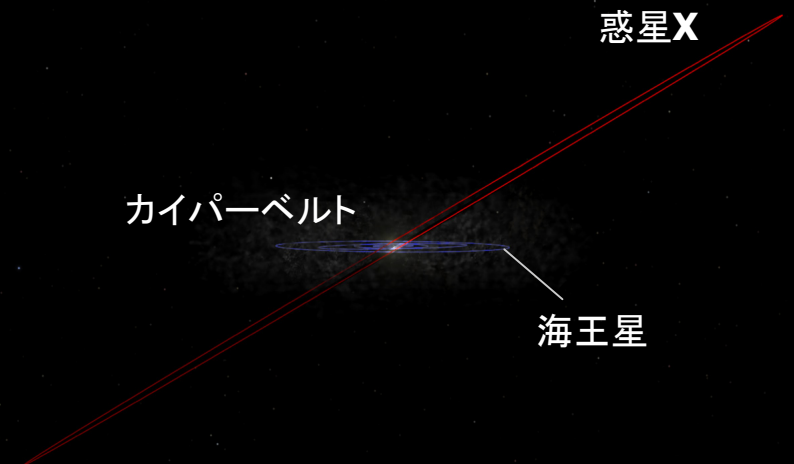
例



まとめ

我々のモデルでは下記のことが説明できた:

- 1) カイパーベルトの軌道分布
- 2) カイパーベルトの50AU外縁
- 3) TNOsの4つ分類の起源
- 4) その他



FIM

This study was supported by The 21st Century COE Program of the Origin and Evolution of Planetary Systems of the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Japan (MEXT), and a MEXT scholarship.

Patryk Sofia Lykawka is also grateful to a fellowship from the Japan Society for the Promotion of Science (日本学術振興会)

E-mail: patryk@dragon.kobe-u.ac.jp

Web: <http://harbor.scitec.kobe-u.ac.jp/~patryk/>