

二国間交流事業 共同研究報告書

平成 23 年 3 月 31 日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

共同研究代表者所属・部局 近畿大学・理工学総合研究所

職・氏名 ^(ふりがな) 教授・湯浅 学 ^{ゆあさ まなぶ}

1. 事業名 相手国（インド共和国）との共同研究 振興会対応機関（DST）

2. 研究課題名 連星系周囲を運動する天体の軌道の数値的探求

3. 全採用期間

平成 21 年 6 月 1 日 ~ 平成 23 年 3 月 31 日 （1 年 10 ヶ月）

4. 研究経費総額

(1) 本事業により交付された研究経費総額 1,920 千円

初年度経費 960 千円、 2年度経費 960 千円、 3年度経費 千円

(2) 本事業による経費以外の国内研究経費総額 0 千円

5. 研究組織

(1) 日本側参加者

氏名 <small>(ふりがな)</small>	所属・職名	研究協力テーマ
ゆあさ まなぶ 湯浅 学	近畿大学理工学総合研究所・教授	連星系周囲を運動する天体の軌道のカオス現象に関する側面

(2) 相手国側研究代表者

所属・職名・氏名 Institute of Informatics & Communication, University of Delhi・
Associate Professor・Mrinal K. Das

(3) 相手国参加者（代表者の氏名の前に○印を付すこと）

氏名	所属・職名（国名）	研究協力テーマ
○Mrinal K. Das	Institute of Informatics & Communication, University of Delhi ・ Associate Professor (インド)	連星系周囲を運動する天体の軌道の安定性に関する側面

6. 研究概要（研究の目的・内容・成果等の概要を簡潔に記載してください。）

本共同研究の目的は、連星系の周りを運動する微小天体の軌道の振る舞いに対して、ウェーブレット変換等に代表されるような様々な数値的手法を駆使して解析し、新しい知見を得ることであった。以下、我々の研究内容、および成果についてその概要を4項に整理して報告する。

- 1) ウェーブレット変換を用いた解析により、太陽・木星系や他の連星系について、その周りを運動する微小天体の軌道の空間的、時間的な特徴を調べた。まず、時間-振動数平面上における軌道の移り変わりをウェーブレット変換により同定し、さらにそれらの方法を、フェーズ・スペースにおいて、軌道をカオスの運動と普通の規則的運動に分類することに適用した。その結果、従来用いられていたフーリエ変換と違って、これらの力学系において、sticky な軌道（フェーズ・スペースの中で完全なカオスの運動領域に入る前に規則的運動領域であるレゾナンスアイランドに長く留まったりそれらを渡り歩く軌道）が存在することを見つけることが出来た。
- 2) 円制限三体問題の枠組みのもとに、連星系の重力と放射場の中を運動するミクロンサイズの粒子の運動に関する種々の平衡点の位置の安定性について研究した。特に連星系 RW-Monocerotis と Kruger-60 について、動径方向の放射圧と Poynting-Robertson drag（以下、PR-drag と略記）が運動の平衡点とそれらの安定性にどのように影響するかを調べた。PR-drag の存在する連星系では、 $\beta 1$ （連星のうち質量の大きい方の天体の重力に対する放射圧力の比）の増加につれて、直線平衡解、正三角形平衡解に対応する平衡解は両方とも線形不安定であることが分かった。さらに、PR-drag が存在して $\beta 1 > 1$ のとき、これらの2つの連星系では連星軌道平面の外にも平衡点（L6, L7）が存在し得ることを発見した。我々の線形安定性解析では、連星系の平衡点 L6, L7 の近傍の運動は PR-drag が存在してもしなくても不安定であることが示された。
- 3) Photo-gravitational な円制限三体問題の枠組みのもとに、放射圧が存在する連星系 Kruger-60 と RW-Monocerotis の場の中でミクロンサイズの粒子の運動の、連星系平面の外にある平衡点とそれらの安定性について調べた。その結果、我々は、PR-drag が存在するとき、これらの2つの連星系の $\beta 1$ の値の範囲に対しては、連星系平面の外に平衡点（L6, L7, L8, L9）が存在し得ることを見出した。さらに、PR-drag が存在しないときには、2つの連星系共にある特別な $\beta 1$ の値の範囲において平衡点 L6, L7 の近傍での粒子の運動は安定であることが分かった。これらの連星系においては PR-drag は連星系平面の外にある種々の平衡点の不安定性をもたらす原因であることを示した。
- 4) 放射圧が存在するとき、太陽-木星系における木星の周り、また、連星系 RW-Monocerotis や Kruger-60 では、それぞれ質量の小さい方の天体の周りを連星系天体の公転方向とは逆に回る微小天体の軌道（逆行軌道）の安定性を数値的に調べた。そのとき、微小天体が少なくとも2~3百倍の連星周期にわたって質量の小さい方の天体の周辺にとどまるならば、その軌道は安定であるとの基準の下で、RW-Monocerotis においても、太陽-木星系においても、また、放射圧が存在するときも存在しないときも3次の共鳴が微小天体の逆行軌道の安定領域の解析の基盤となっていることを発見した。太陽-木星系に有限の離心率を導入すると、遠距離の逆行軌道に対しては太陽からの放射圧は安定な領域の幅を増加させ、また、太陽放射圧のないときに得られた領域のかなりの部分をカバーする。さらに、太陽放射圧のおかげで木星近傍の安定領域は、周期逆行軌道への特性漸近線のかなり下方に転移することが分かった。Kruger-60 の場合は小さい方の天体から遠い逆行軌道は $\beta 1$ の増加によりかなり影響を受ける。また、安定な運動が持続する速度の範囲は Kruger-60 における遠く離れた逆行軌道においては、 $\beta 1$ の増加と共に狭くなっていくことが分かった。