

## 2016年度研究実績の概要

- 1) ラグランジュ系に関するラウス簡約について、ハミルトン・ポントリヤーギン変分原理の観点から一般化を行い、陰的なラグランジュ・ラウス方程式を導出した。さらに、このハミルトン・ポントリヤーギン変分原理に付随するディラック構造とその対称性簡約法としてラウス・ディラック簡約理論を開発した。
- 2) 火星とその衛星への探査を目的とした宇宙機の軌道設計について考察した。特に、化学推進及び電気推進の併用によって、宇宙機・火星・太陽の3体系のみによるモデルと従来からの太陽・宇宙機の2体系との組み合わせによるモデルを用いて消費エネルギーの比較を行い、火星による重力アシストを考慮した3体系のみによるモデルで設計した軌道の有効性を示した。

## Research Report 2016

- 1) We considered a generalization of Routh's reduction for Lagrangian systems to the case of implicit Lagrangian systems in the context of the Hamilton-Pontryagin variational principle, by which we developed implicit Lagrange-Routh equations. Associated with the Hamilton-Pontryagin variational principle for the implicit Lagrange-Routh equations, we clarified the Routh-Dirac reduction.
- 2) We studied the design of fast and efficient Mars escape trajectories for Martian Moons eXplorer in the three-body system using chemical and electric propulsion. Using electric propulsion soon after Mars escape injection done by chemical propulsion, it was clarified that the all-three-body method consumes less fuel than patched three-and-two-body method.

## 2016年度論文リスト

1. Eduardo Garcia-Torano Andres, Tom Mestdag and Hiroaki Yoshimura, Implicit Lagrange-Routh equations and Dirac reduction, *J. Geometry and Physics*, 104, pp.291-304, 2016.
2. Makoto Horikawa, Yasuhiro Kawakatsu and Hiroaki Yoshimura, Low energy escape trajectory for the Mars Moon sample return mission, *Proc. 26th AAS/AIAA Space Flight Mechanics Meeting*, AAS Paper 16-372, 10 pages, 2016.
3. Kaori Onozaki, Hiroaki Yoshimura and Shane, D. Ross, The Earth-Moon low-energy transfer in the 4-body problem, *Proc. 26th AAS/AIAA Space Flight Mechanics Meeting*, AAS Paper 16-405, 16 pages, 2016.
4. Kaori Onozaki, Hiroaki Yoshimura and Shane, D. Ross, Low energy transfer from the Earth to the Moon in the coupled Planar Circular 3-Body system, *Proc. 6<sup>th</sup> International Conference on Astrodynamics Tools and Techniques(ICATT)*, March 14-17, 2016, Darmstadt, ICATT Paper 0307, 7 pages.
5. Makoto Horikawa, Kazutoshi Takemura, Takanao Saiki, Yasuhiro Kawakatsu, Hiroaki Yoshimura, Earth return trajectory for Martian Moons eXplorer combining three and two-body dynamics, *26th Workshop on Astrodynamics and Flight Mechanics*, ISAS/JAXA, July 25-26, 2016, 6 pages.

## 2016年度研究活動

1. Hiroaki Yoshimura, Discrete dirac structures and nonholonomic integrators for Lagrange-Dirac systems, The Canadian Mathematical Society Summer Meeting, Edmonton, June 27, 2016.
2. Hiroaki Yoshimura, Lie-Dirac reduction on semidirect products and nonholonomic mechanics, 11th AIMS International Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications, Orlando, July 1-July 5, 2016.
3. Hiroaki Yoshimura, Geometric formulation and analysis in multibody dynamics, The 8<sup>th</sup> Asian Conference on Multibody Dynamics, August 7 - 10, 2016, Kanazawa, Japan (keynote lecture).
4. Makoto Horikawa, Takanao Saiki, Yasuhiro Kawakatsu and Hiroaki Yoshimura, Escape Trajectories for Martian Moons eXplorer using Chemical and Electric Propulsion, Proc. AIAA/AAS Astrodynamics Specialists Conference, Long Beach, California September 13, AIAA2016-5209, 2016.
5. 佐々木 章太, 中村 友彦, 堀川 真, 小野崎 香織, 吉村 浩明, チューブダイナミクスと不変トラスによる火星への軌道設計, 第60回 システム制御情報学会研究発表講演会, 2016年5月25日~27日, 京都テルサ.
6. 宮本知紘, 渡辺昌仁, 吉村浩明, レイリー・ベナール対流に現れるラグランジュ・コヒーレント構造とカオスの混合に関する数値解析, 日本応用数理学会 2016年度年会ポスター講演, No. 24, 2016年9月12日~14日, 北九州国際会議場.

## 受賞

日本応用数理学会 2016年度優秀ポスター賞