

機関番号：21602

研究種目：若手研究（スタートアップ）→研究活動スタート支援

研究期間：2009～2010

課題番号：21840041

研究課題名（和文）地球近傍小天体の力学進化と連星系形成機構の解明

研究課題名（英文）Revealing the dynamical evolution of near-Earth objects and formation mechanism of their binary systems

## 研究代表者

北里 宏平（KITAZATO KOHEI）

会津大学・先端情報科学研究センター・准教授

研究者番号：50550597

研究成果の概要（和文）：地球近傍小天体の YORP 効果による自転速度変動を定量的に調べるために、小惑星イトカワの新たな地上測光観測を行うことを計画した。観測はすばる望遠鏡を用いて実施される予定であったが、天候不良により観測データを取得することができなかった。次回の観測好機でのデータ取得を目指すとともに、観測を行った他の小天体のデータ解析を進める。

研究成果の概要（英文）：We planned to perform a new photometric observation of asteroid Itokawa in order to quantitatively measure the change in its spin rate due to the YORP effect. Although our observation had been scheduled to be performed using Subaru telescope, the observing data could not have been acquired owing to bad weather. We will aim at the next apparition and carry on the data analysis for the other objects.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,090,000	327,000	1,417,000
2010年度	990,000	297,000	1,287,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,080,000	624,000	2,704,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・固体地球惑星物理学

キーワード：惑星探査，地上観測，小天体，小惑星

## 1. 研究開始当初の背景

小惑星の力学進化は、従来の古典的なモデルにおいて、小惑星同士の衝突と惑星の重力摂動によって支配されていると考えられてきた。しかし、隕石の宇宙線照射年代が天体の平均的な力学的寿命より長いことや、サイズの小さい小惑星における自転速度分布の二分性を説明できないことなどから、近年 Yarkovsky/YORP 効果と呼ばれる非重力効果が小惑星の力学進化において重要な働きをしていると考えられるようになってきた。

Yarkovsky/YORP 効果は、天体表面の熱輻射から生じる反発力によってそれぞれ天体の軌道及び自転状態が変化する現象であり、天体にかかる力そのものは非常に微弱であるが永年的に影響を与え続けるため、とくにサイズが小さく形状の歪な小惑星で効果が顕著になる。その重要性は小惑星の力学進化のみならず、最近の観測で発見されるようになった衛星を伴う連星系小惑星においても主要な形成メカニズムとして考えられている。そのような背景のもと、90年代後半以降、

Yarkovsky/YORP 効果の理論的・観測的研究が盛んに進められるようになり、2003 年に Yarkovsky 効果が、2007 年に YORP 効果がそれぞれ地上望遠鏡によって初めて直接検出された。それらの観測成果から Yarkovsky/YORP 効果の存在は完全に証明され、太陽系小天体の非重力効果の問題はすべて解決されたかのように思われた。しかし、小惑星イトカワの観測データから、現在の YORP 効果の理論には観測との間に大きな不整合があることが明らかになった。

## 2. 研究の目的

小惑星イトカワにみられた YORP 効果の理論と観測の不整合の原因を特定し、YORP 効果の新たなモデルを構築するために、イトカワの自転速度変動を定量的に調べる。イトカワは、太陽に近い軌道と小さい天体サイズという YORP 効果が比較的顕著に現れる条件を揃えていることから、地上からの長期的なモニター観測によって自転速度変化の検出可能性が予想されている。また、2005 年に日本の小惑星探査機はやぶさによる近接観測が行われ、その形状や密度、表面特性など様々な物理特性が詳細に測られていることから YORP 効果の研究に最も適した天体といえる。

## 3. 研究の方法

(1) すばる望遠鏡を用いて 2010 年の観測好機にイトカワの新たなライトカーブデータを取得する。2006 年以降観測機会に恵まれなかったことから、過去のデータと今回のデータを合わせることで、従来よりも 1 桁程高い精度でイトカワの自転速度変動を測定することができる。

(2) 小惑星熱物性の YORP 効果に対する影響を調べるために、はやぶさに搭載された蛍光 X 線スペクトロメータ (XRS) の温度データを用いてイトカワの熱物性を推定する。

## 4. 研究成果

(1) イトカワの形状モデルを用いて観測時期の予想ライトカーブを見積もった (図 1)。観測は、すばる望遠鏡のサービスプログラムに採択され、予定通りの時期に実施される計画であったが、残念ながら天候不良により観測データを取得することはできなかった。次回の観測好機でのデータ取得を目指すとともに、観測を行った他の小天体のデータ解析を進める。

(2) イトカワ表面からの熱放射を観測したはやぶさ XRS の温度データとイトカワの熱モデルを用いた数値シミュレーションの結果とを比較して、イトカワの熱慣性を推定した (図 2・3)。熱慣性の値は過去の地上観測

の結果と一致し、YORP 効果の不整合の問題が熱物性の不確定性に起因するものではないことを示した。

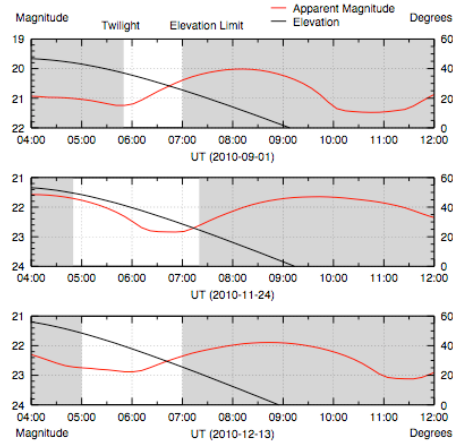


図 1 : YORP 効果なしでのイトカワの予想ライトカーブ

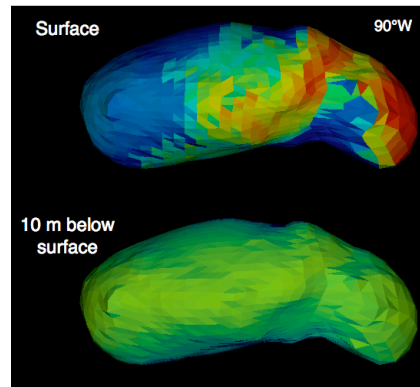


図 2 : 熱物理モデルから求められたイトカワの表層の温度分布

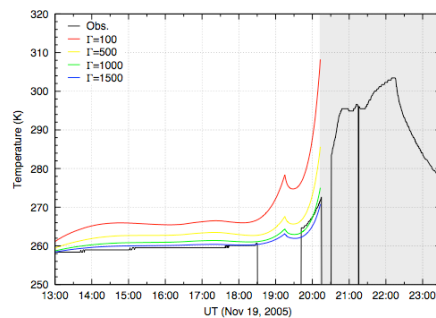


図 3 : はやぶさ XRS の温度データと数値シミュレーションとの比較

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

① M. Ishiguro, K. Kitazato (10 番目) ら

著者ら全 15 名, The Hayabusa spacecraft asteroid multi-band imaging camera (AMICA). Icarus, 207, 2, 714-731. 査読有.

[学会発表] (計 3 件)

- ① K. Kitazato, M. Abe, Y. Takagi, T. Matsunaga, M. Ohtake, N. Takato, T. Hiroi, NIRS -3: a near -infrared spectrometer for the Hayabusa -2 mission. American Astronomical Society, DPS meeting Pasadena, California, October 6 2010.
- ② W. Kawamae, N. Hirata, K. Kitazato, N. Asada, H. Demura, Y. Ogawa, C. Honda, J. Terazono, Development of 3D web-based data archive for Hayabusa mission. 41<sup>st</sup> Lunar and Planetary Science Conference, Woodlands, Texas, March 3 2010.
- ③ K. Kitazato, M. Abe, D. Kuroda, M. Yoshikawa, Photo metric observations of Hayabusa follow-on mission targets. European Planetary Science Congress 2009, Potsdam, Germany, 16 September 2009.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

北里 宏平 (KITAZATO KOHEI)  
会津大学・先端情報科学研究センター・准教授  
研究者番号：50550597

### (2) 研究分担者

該当なし

### (3) 連携研究者

該当なし