Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Pavel Příhoda

Miniaturní svět planetky Itokawa

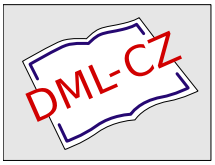
Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 51 (2006), No. 1, 57--60

Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/141300

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2006

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* http://project.dml.cz

Miniaturní svět planetky Itokawa

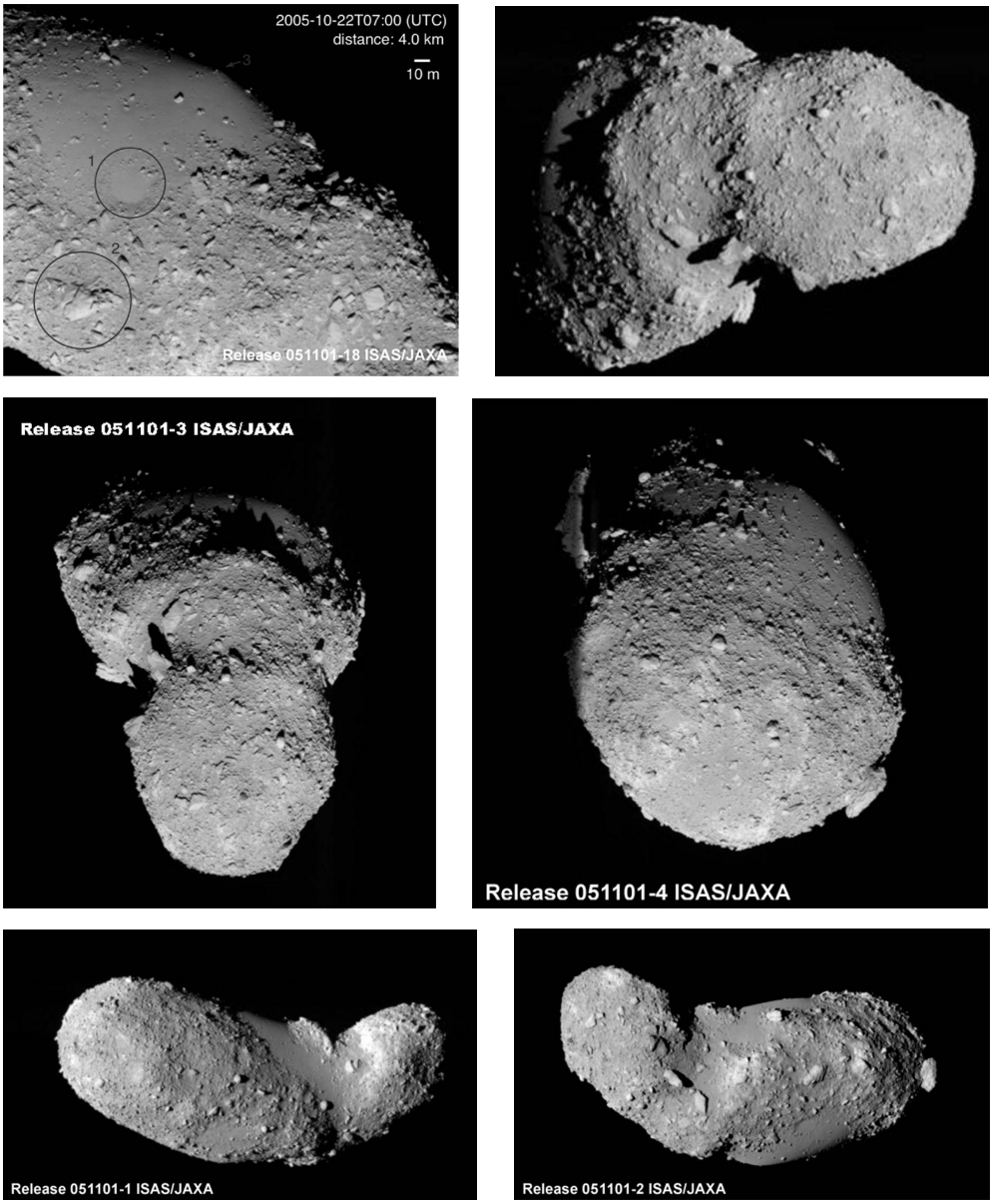
Pavel Příhoda, Praha

Planetka Itokawa byla objevena 26. září 1998 v rámci programu Lincoln Laboratory pro vyhledávání planetek, které se mohou nebezpečně přiblížit k Zemi. Tento program je astronomům dobře znám pod zkratkou LINEAR. Planetka dostala předběžné označení 1998 SF36, později jí bylo přiděleno definitivní číslo 25143 a podle zakladatele japonské raketové techniky Hideo Itokawy (1912–1999) byla pojmenována Itokawa.

Těleso patří k planetkám typu Apollo, to znamená, že křižuje zemskou dráhu, navíc však křižuje i dráhu Marsu. Takové objekty nás velmi zajímají, protože by se mohly srazit se Zemí. Právě z tohoto důvodu probíhá řada programů vyhledávání potenciálně nebezpečných těles a důležité je poznat je i zblízka. Proto byla v Japonsku vypuštěna sonda Hayabusa (Sokol), označená zprvu Muses-C, pro niž byla jako cíl vybrána právě planetka Itokawa. Tato sonda o hmotnosti 530 kg startovala 9. května 2003 pomocí japonské nosné rakety M-5 ze základny Uchinoura. Její dráha byla propočtena tak, aby se sonda opět přiblížila k Zemi a swingovým manévrem se 19. května 2004 zrychlila směrem k cíli. Swingové manévry se v současné kosmonautice používají zcela běžně. Při průletu kolem Země nebo jiné planety se sonda významně zrychlí, její hybnost vzroste, a příslušná planeta se přitom nepatrně zpomalí, její hybnost se zmenší. Dne 12. září 2005 vyrovnala sonda svou rychlost s planetkou a začala manévrovat v její blízkosti. K změnám dráhy je Hayabusa vybavena iontovým motorem. Jeho tah není sice nijak oslňující, motor však bude schopen pracovat celkem 26 000 hodin.

Pohled na Itokawu je výjimečný. Planetka má samozřejmě nepravidelný tvar, jak je u těchto tělísek běžné, poprvé tu však zblízka pozorujeme objekt s tak malými rozměry: $520 \times 270 \times 210$ m (jiné prameny udávají rozměry mírně odlišné). Nejpozoruhodnější je však tvar této planetky. Vypadá jako dva pronikající se obří valouny vejčitého tvaru, jejichž podélné osy svírají úhel asi 120°. Známe několik planetek tvořených dvěma dotýkajícími se monolity, které jsou k sobě vázány slabou gravitační silou a mohly by se po sobě převalovat. Takovým případem je například jiná blízkozemní planetka Castalia. Podobné to mohlo být také u Itokawy, ale při jakési události se oba monolity spojily. Tehdy se pravděpodobně původní podivuhodně hladký povrch z větší části pokryl vrstvou mohutných ostrohranných balvanů o velikosti až desítek metrů. Největší z balvanů leží u vrcholku většího z obřích valounů a má velikost přes 50 m. Možná, že balvany pocházejí z jednoho valounu, jehož část se roztříštila. Mohlo k tomu dojít například působením slapových sil při blízkém průchodu kolem Země nebo Marsu. Přitom se některé balvany zřejmě urychlily tak, že se zvedly nad povrch planetky a na nízké oběžné dráze kolem ní kroužily. Zčásti pak mohly opustit planetku a staly se samostatnými tělesy na heliocentrické dráze, neboť úniková rychlost z tak drobné

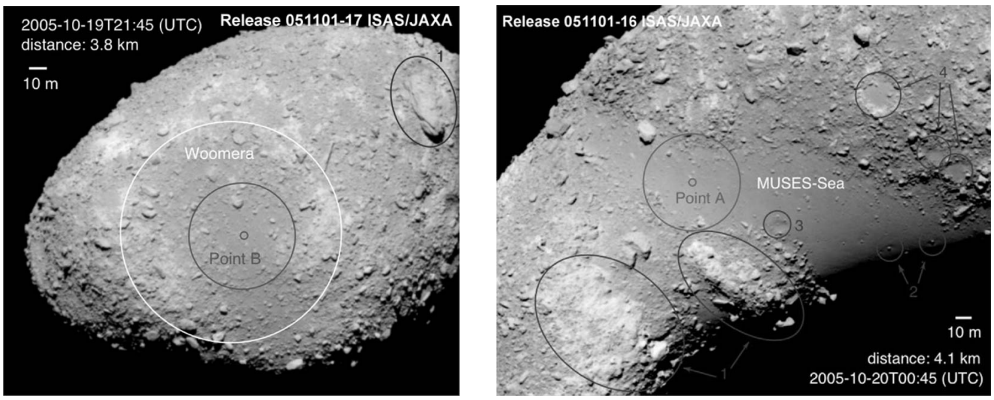
Ing. Pavel Příhoda (1934), Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy, Královská obora 233, 170 21 Praha 7.



planetky je velmi malá. Většina balvanů po vzájemných srážkách postupně „dosedla“ zpět na různá místa povrchu Itokawy.

Je naopak nepravděpodobné, že by tu do sebe narazila dvě různá tělesa na rozdílných heliocentrických drahách. Následky takové srážky by vytvořily povrch jiného vzhledu, než jaký pozorujeme. Došlo by zčásti k vypaření, zčásti k roztříštění menšího dopadajícího tělesa. Většina tříště by opustila planetku a přešla na heliocentrické dráhy. Na Itokawě bychom pak pozorovali výrazný impaktní kráter. Ten však na planetce není. Navíc zjišťujeme, že zde zcela chybějí i impaktní krátery vznikající dopady

menších těles. Ty jsme zatím našli na všech zblízka pozorovaných planetkách (i když opravdu detailně jsme jich zatím mnoho nepozorovali) a na všech satelitech, snad vyjma Jupiterova měsíce Io, jehož krajinu rychle mění výrazná sopečná činnost. Jen v některých místech Itokawy jsou slabě viditelné prohlubně ve vrstvě ostrohranných balvanů, které by se daly při dobré vůli považovat za erodované malé impaktní krátery. Soudíme, že však spíše mohly vzniknout nárazem některých balvanů z oběžné dráhy kolem planetky.



Povrch Itokawy není pokryt vrstvou jemné kamenné drti, regolitem, který nalézáme na ostatních zblízka zkoumaných planetkách i na řadě vzdálenějších, ale také například na Měsíci. Vrstvu balvanů v žádném případě za regolit považovat nemůžeme. Některé oblasti planetky naopak nabízejí holý povrch. Máme tu významnou příležitost studovat minerály, kterými je tvořen nejen povrch, ale zřejmě i nitro tělesa, a pokusit se odebrat vzorek. Právě s tím však nastaly jisté potíže, které zřejmě souvisejí s nepatrným gravitačním zrychlením na tělese. Dne 12. listopadu 2005 se od mateřské sondy oddělila malá povrchová sonda Minerva, která měla odebrání vzorku provést, ale povrch planetky pravděpodobně minula a vzdálila se do volného prostoru. O týden později se zdařilo vysazení značkovacího terče z výšky asi 40 m na povrch planetky. Sonda Hayabussa dosáhla povrchu planetky, dvakrát poskočila a pak zůstala na jejím povrchu po dobu asi třiceti minut. Vzorky se jí však odebrat nepodařilo, protože systémy sondy přešly do bezpečnostního módu. Na povel ze Země se poté sonda opět vznesla. Teprve zpráva z 28. listopadu uváděla, že třetí pokus byl úspěšný. Sdělení z 5. prosince však už nebylo tak optimistické a dosud panuje nejistota, zda se odběr vzorku podařil. Dáme se tedy překvapit. Podle plánu má návratový modul přistát na Zemi v červnu 2007.

Jakákoliv činnost na planetce je velice obtížná, protože gravitační zrychlení na jejím povrchu je nepatrné, asi $0{,}0001\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-2}$, tedy $0{,}1\,\mathrm{mm}\cdot\mathrm{s}^{-2}$. Úniková rychlost má hodnotu pouze $20\,\mathrm{cm}\cdot\mathrm{s}^{-1}$! Pohyby nad planetkou musejí připomínat zpomalený film. Z dalších fyzikálních charakteristik uveďme hustotu: $2300 \pm 300\,\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^{-3}$. Planetka je patrně křemičitanovým tělesem, s olivínem a pyroxenem. Proti planetkám typu S má však zřetelně menší hustotu — natolik nízkou, že se počítá se značnou pórovitostí

horniny. Povrch odráží asi 53 % dopadajícího světla, což je poměrně vysoká hodnota. Povrchová teplota byla změřena na průměrně asi 206 K. Zajímavá je také rotační perioda planetky, 0,5055 dne, tedy 12 h 08 min.

Po objevu každé planetky se počítá její dráha. K tomu jsou zapotřebí minimálně tři polohy na nebeské sféře v různých časových okamžicích. Další změřené polohy s větším časovým odstupem umožňují dráhu zpřesnit. Elementy drah planetek se však mění mnohem výrazněji než dráhy planet, je proto nutné sledovat jejich polohy průběžně a zejména to platí o blízkozemních planetkách.

Závěrem uveďme orbitální elementy planetky Itokawa a některé další parametry pro epochu 6. března 2006 (JD 2453800,5):

excentricita (e)	0,2801067
velká poloosa (a)	198,044 Gm (1,324 AU)
vzdálenost perihelu (q)	142,568 Gm (0,953 AU)
vzdálenost afelu (Q)	253,520 Gm (1,695 AU)
oběžná perioda (P)	556,355 d
střední oběžná rychlost	25,37 $\mathrm{km \cdot s^{-1}}$
sklon (i)	1,62226°
délka výstupného uzlu (Ω)	69,09444°
argument perihelu (ω)	162,75309°
střední anomálie (M)	63,91926°

Literatura

[1] `http://www.planetky.cz/orbview.php3`
nebo `http://www.hayabusa.isas.jaxa.jp/e/index.html`
[2] `http://www.lib.cas.cz/knav/space.40/`