

Wszechświat w mojej kieszeni



Asteroidy



Antonella Barucci

LIRA, Obserwatorium
Paryskie - PSL

Czym są asteroidy?

Asteroidy to małe ciała Układu Słonecznego, powstałe w wyniku akrecji **planetesymali** (pierwszych obiektów makroskopowych, które pojawiły się w dysku protoplanetarnym) około 4,6 miliarda lat temu. Mierzą od kilku metrów do 1 000 km. Zazwyczaj składają się ze skał i metali, a niektóre zawierają lód.

Gdy asteroidy zbliżają się do Słońca, nagrzewają się. Jeśli asteroida zawiera lód, ulegnie on odparowaniu, tworząc świecąca komę i ogon, w wyniku czego mówi się, że asteroida „wykazuje aktywność” i jest klasyfikowana jako **kometa**.

Obiekty transneptunowe (na dalekich obrzeżach naszego Układu Słonecznego) są klasyfikowane jako asteroidy, ponieważ w momencie odkrycia nie wykazują aktywności, mimo że zawierają lód i są źródłem komet.

Obrazy asteroid odwiedzonych przez misje kosmiczne.



Mają różne kształty, rozmiary i morfologie.



152830 Dinkinesh i jego satelita Selam sfotografowane przez misję Lucy NASA. Te małe asteroidy z głównego pasa planetoid mają średnicę około 700 m i 200 m.

Asteroidy wchodzące w atmosferę Ziemi pozostawiają widoczny ślad na niebie. Są

nazywane **meteorami** lub **spadającymi gwiazdami**. Jeśli obiekt przetrwa przejście przez atmosferę i uderzy w Ziemię, nazywany jest **meteorytem**.

Skład

Skład asteroid można określić za pomocą spektroskopii. Światło słoneczne jest pochłaniane w określonych długościach fal w zależności od minerałów obecnych na powierzchni. Odbite światło zawiera więc widmowy „podpis” składu mineralnego asteroidy.

Skład można także badać dzięki próbkom sprowadzonym na Ziemię. Tak było w przypadku asteroid Bennu (misja OSIRIS-REx) oraz Ryugu (misja Hayabusa2).

W zależności od składu, asteroidy dzieli się na kilka grup: typ C (węglowe), typ S (krzemianowe) i typ M (metaliczne).

Znajomość składu asteroid pomaga określić miejsce ich powstania i lepiej zrozumieć ich ewolucję.

Bennu



Asteroidy typu C (węglowe) są ciemne i zawierają cząsteczki węgla. Są najbardziej pierwotne (podobne do materii pierwotnej, z której powstał Układ Słoneczny). Około 75% znanych asteroid należy do tej klasy. 101955 Bennu jest asteroidą typu C.

Eros

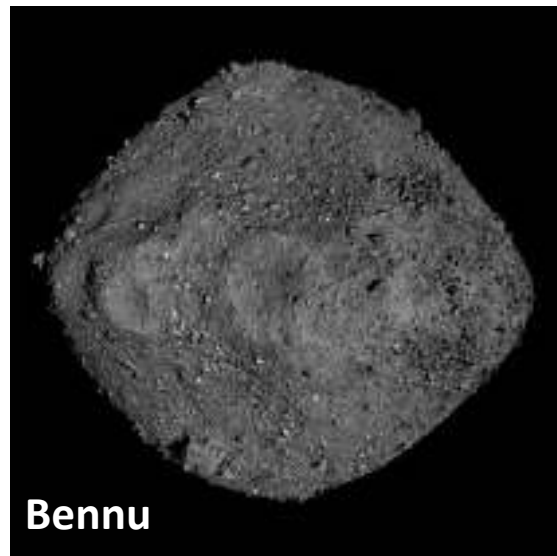


Drugą najczęściej występującą klasą asteroid są asteroidy typu S (krzemianowe), zbudowane z materiałów kamiennych. 433 Eros, odwiedzony przez misję NEAR NASA, jest asteroidą typu S.

Lutetia



Klasa asteroid typu M (metaliczne) zawiera obiekty złożone głównie z żelaza i niklu. Asteroida 21 Lutetia, obserwowana przez misję Rosetta ESA podczas przelotu w 2010 roku, jest prawdopodobnie mieszaniną materiału metalicznego i węglowego.



Bennu

101955 Bennu to obiekt bliski Ziemi i potencjalnie niebezpieczna asteroida. Była celem misji NASA OSIRIS-REx, która dostarczyła na Ziemię próbki jej materii. Jej średnica wynosi 490 m.

Ma prawie kulisty kształt z wyraźnym grzbietem wzdłuż równika. Na jej powierzchni znajduje się kilka kraterów oraz liczne głązy, z których ponad 200 ma średnicę większą niż 10 m.

Ryugu ma podobny wygląd, z grzbietem ukształtowanym przez siły odśrodkowe. Ryugu jest również bardzo ciemny i przypomina meteoryty węglowe.

162173 Ryugu jest również obiektem bliskim Ziemi oraz potencjalnie niebezpieczną asteroidą. Był celem misji Hayabusa2 prowadzonej przez JAXA, która dostarczyła próbki na Ziemię.

6



Ryugu

Dlaczego asteroidy są tak ważne?

Badanie asteroid dostarcza informacji o pochodzeniu życia na Ziemi. Obecne scenariusze dotyczące pochodzenia życia zakładają egzogeniczne dostarczanie materii organicznej na wczesną Ziemię. Zaproponowano, że materia chondrytów węglistych, w formie planetesymali aż po pył kosmiczny mogła zaimportować ogromne ilości złożonych cząsteczek organicznych i wody, które przyniosły życie na Ziemię.

Na przykład analiza próbek z Ryugu wykazała, że woda uwięziona w skałach asteroidy jest podobna do wody znalezionej w ziemskich oceanach.

Analiza próbek z Bennu ujawniła tysiące związków organicznych, w tym aminokwasy (cząsteczki budujące białka) oraz nukleozasady DNA/RNA. Wspiera to teorię, że asteroidy dostarczyły te kluczowe składniki życia na Ziemię podczas swoich zderzeń z naszą planetą miliardy lat temu.

7

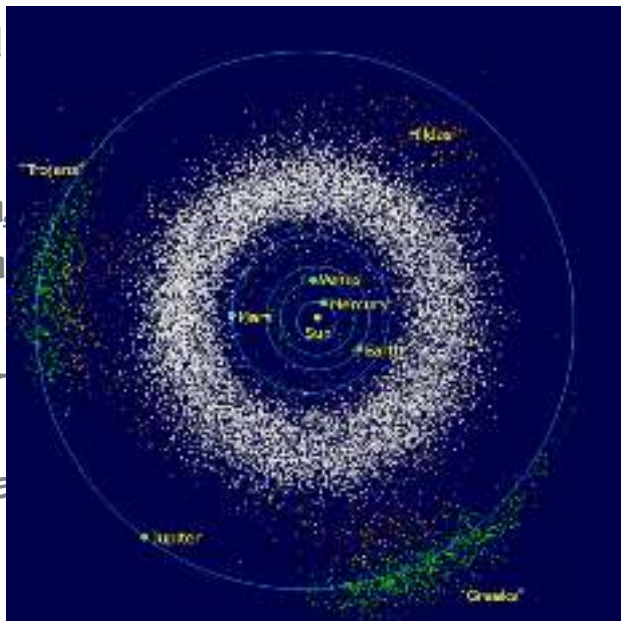
Obiekty bliskoziemskie

Obiekty bliskie Ziemi to asteroidy lub komety krążące wokół Słońca, których najbliższe zbliżenie do Słońca jest mniejsze niż 1,3 razy odległość Ziemia-Słońce. Jeśli orbita takiego obiektu przecina orbitę Ziemi, istnieje ryzyko zderzenia. Jeśli jego średnica jest większa niż 140 m, uznaje się go za **obiekt potencjalnie niebezpieczny**.

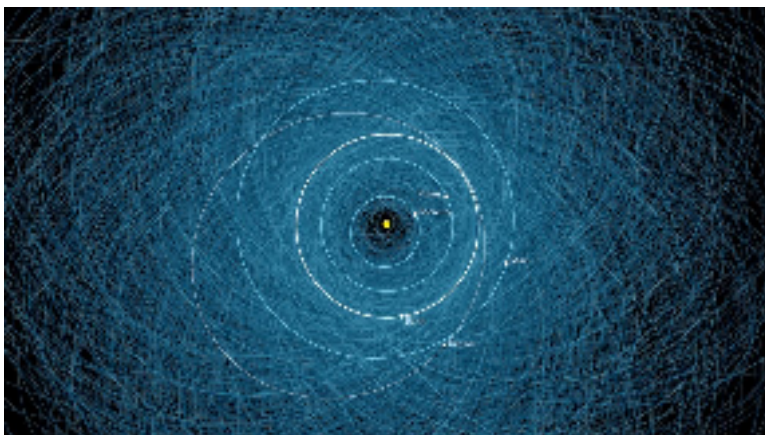
Najlepszym sposobem ochrony Ziemi przed kolizjami jest odkrycie wszystkich potencjalnie niebezpiecznych asteroid i dokładne poznanie ich orbit. W tym celu istnieją różne programy NASA i ESA.

W przypadku możliwego zderzenia z Ziemią proponowane są różne metody zmiany toru lotu. Najprostsza to „impaktor kinetyczny”, przetestowany w misji DART NASA. W 2022 roku statek kosmiczny uderzył w Dimorphos, księżyc asteroidy Didymos, zmieniając jego orbitę.

Większość asteroid znajduje się na orbitach pomiędzy Marsem a Jowiszem w obszarze zwanym „głównym pasem asteroid”, przedstawionym na rysunku na biało. Jednak wiele innych obiektów znajduje się blisko Ziemi lub współorbitalnie z planetami; na przykład trojany Jowisza (oznaczone na zielono).



Ten diagram przedstawia orbity 2200 potencjalnie niebezpiecznych obiektów,



obliczone przez Centrum Badań Obiektów Bliskich Ziemi w Jet Propulsion Laboratory. Orbita Ziemi jest pokazana na biało. Pokazana jest również orbita podwójnej asteroidy Didymos, odwiedzanej przez misję Obrony Planetarnej DART (patrz str. 9 i 10). 8

Kolizje

Wszystkie planety Układu Słonecznego były od swojego powstania ciągle bombardowane przez różne obiekty. Poważne uderzenie prawdopodobnie uformowało system Ziemia-Księżyc (patrz tuimp 027).

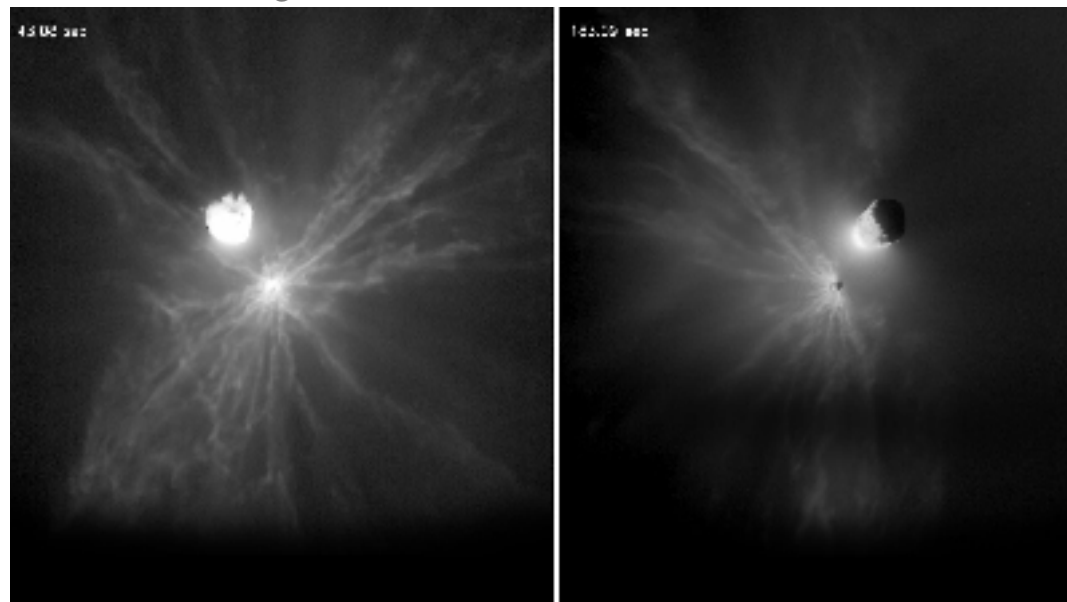
Niektóre cząsteczki prebiotyczne być może zostały dostarczone przez uderzające ciała, co mogło doprowadzić do powstania form życia.

Około 65 milionów lat temu na Ziemi doszło do masowego wymierania - dinozaury oraz około 90% innych gatunków wyginęły w krótkim czasie. Istnieją dowody, że przyczyną było zderzenie z asteroidą, które spowodowało nagłą zmianę klimatu i wpłynęło na globalne środowisko Ziemi (patrz tuimp 21).

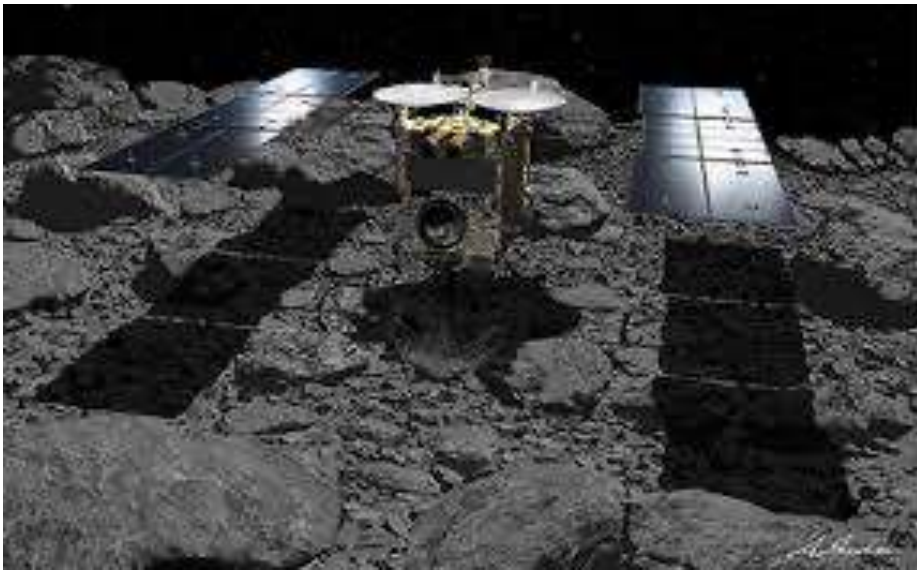
Na Ziemi znaleziono ponad 190 kraterów uderzeniowych podobnych do Krateru Meteor w Arizonie.



Globalny rozkład potwierdzonych kraterów uderzeniowych



Obrazy wykonane przez nanosatelitę LICIACube na krótko po uderzeniu statku kosmicznego DART w księżyc Dimorphos. Uderzenie zmieniło orbitę księżyca, a także spowodowało powstanie chmury pyłu i głazów wokół księżyca i asteroidy.



Artystyczna wizja statku kosmicznego Hayabusa2 na powierzchni Ryugu.



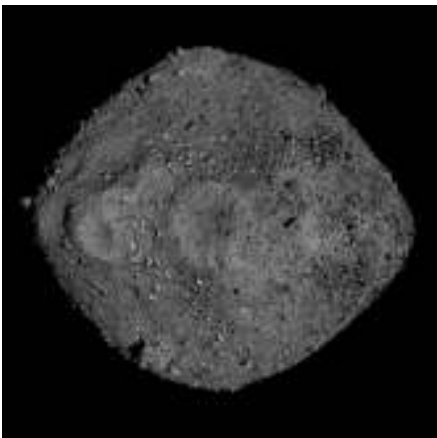
Robot SCAR-E, opracowany przez Asteroid Mining Corporation, przeznaczony do eksploracji kraterów księżycowych i poszukiwania asteroid.

Górnictwo asteroid

Asteroidy mogą zawierać cenne metale, takie jak złoto, kobalt, żelazo, mangan, nikiel, platyna, rod, wolfram i iryd. Od lat 90. NASA oraz różne prywatne firmy rozważają wydobywanie z asteroid metali i innych łatwo ulatniających się substancji.

Ostatnio miliarderzy-przedsiębiorcy zaproponowali rozkładanie wody z asteroid na wodór i tlen, aby w ten sposób tworzyć w przestrzeni kosmicznej bazy paliwowe.

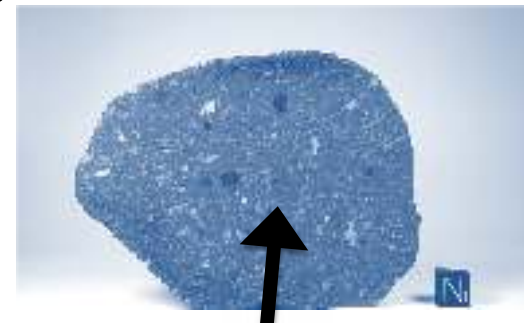
Wiele firm z USA, Europy i Chin zainteresowało się tym pomysłem. Koszty wydobywania i sprowadzenia materiałów na Ziemię są nadal analizowane, aby sprawdzić, czy górnictwo asteroid jest realną możliwością, czy tylko teorią.



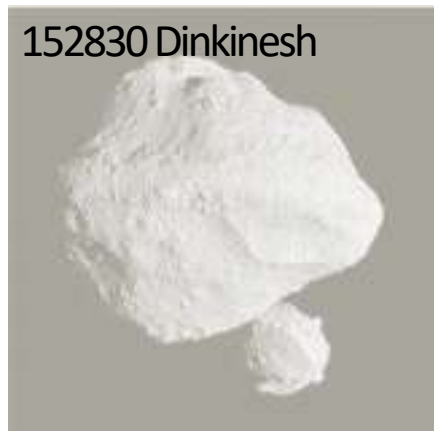
Który z tych obiektów nie jest asteroidą?



Wszystkie pokazane tu obiekty to asteroidy opisane w tej książeczce...



...oprócz tego, który jest meteorytem.



Odpowiedź na odwrocie

Wszechświat w mojej kieszeni Nr 49

Ta książeczka została napisana w 2025 roku przez Antonellę Barucci z LIRA (Laboratorium Instrumentacji i Badań Astrofizycznych) Obserwatorium Paryskiego i zrewidowana przez Grażynę Stasińską (Obserwatorium Paryskie).

Zdjęcie na okładce: Artystyczna wizja asteroid: prawdopodobnie ponad milion w pasie asteroid między Marsem a Jowiszem. Źródło:

1: NASA/JPL - Caltech, 2: NASA, 4.1 NASA, 4.2 NASA, 4.3: ESA, 6.1: NASA, 6.2: JAXA, 8.1: Wikipedia, 8.2: NASA, 10.1:

(<http://www.unb.ca/passc/ImpactDatabase>), 10.2: NASA DART & LICIA Cube, 12.1: Akihiro Ikeshita, 12.2: Asteroid Mining Corporation



Aby dowiedzieć się więcej o tej serii i tematach przedstawionych w tej książeczce odwiedź stronę <http://www.tuimp.org>

Tłumaczenie: Grażyna Stasińska
TUIMP Creative Commons

