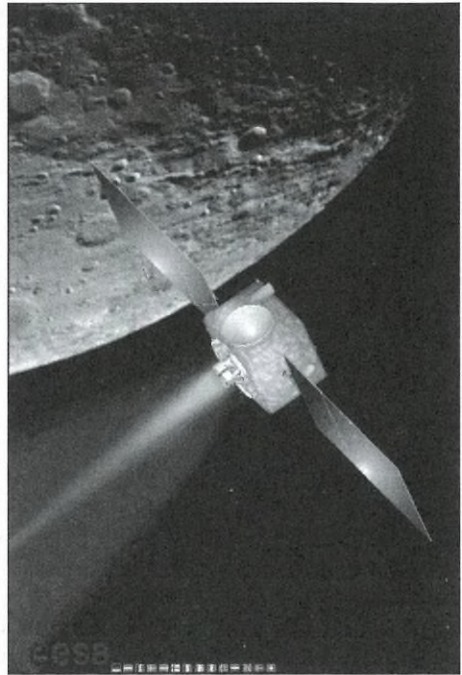


Európa a Holdra (is) megy

Szeptember 28-án, magyar idő szerint 1:15-kor startolt a SMART-1, az első európai holdszonda. A 366,5 kg-os, 1 m³ térfogatú, nyitott napelemtáblákkal 14 m átmérőjű berendezést egy Ariane 5 hordozórakéta állította 7021 és 42 384 km közötti magasságú földkörüli pályára. Bár az űreszköz „egyszerű” holdszondának is tekinthető, valójában technológiai kísérlet, és az ESA úgynevezett Arrow programjába tartozik. Az ennek keretében startoló szondák olyan „nyílveszszők”, amelyek egy-egy új területen érnek el úttörő eredményeket. Ugyanakkor a SMART-1 100 millió eurós összköltségével az európai típusú kisebb-olcsóbb-jobb projekt része. Erre utal neve is: Small Missions for Advanced Research and Technology, azaz kis küldetések modern kutatási célokkal és csúcstechnológiával.

Az emberes holdutazás óta kísérőnket az űrkutatás elhanyagolta. Nem mintha nem lenne elég megválaszolatlan kérdés, de a pénzforrások sokáig nem engedték új, nagyratörő holdprogram indítását. A hidegháború éveiben a politikai versengés vezetett a látványos eredményekhez, jelenleg más az indíték: a gazdaság egyre szorosabban bekapcsolódik az űrkutatásba. Többé sajnos már nem várhatunk tisztán tudományos holdprogramokat – jelenleg már a pénz mozgatja az eseményeket. Mai ismereteink alapján a Hold erőforrásainak kiaknázása három-öt évtized múlva már nyereséggel jár. Ma még korai lenne versenyfutásról beszélni, de a Lunar Prospector és a SMART-1 mögött gazdasági hajtóerő is van: aki előbb szerzi meg az erőforrások kiaknázásához szükséges tudást, az fölözi le a hasznot. Ez nem csak a nyersanyag előfordulási helyek ismeretét, de új és olcsó meghajtási, irányítási módok kidolgozását is jelenti.

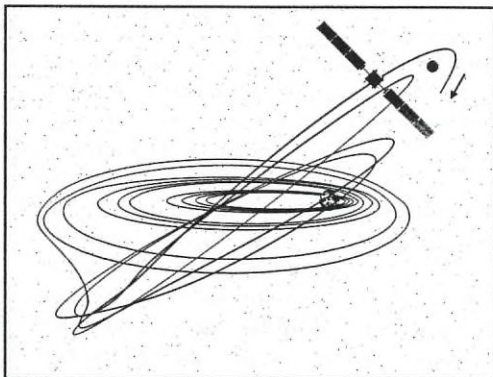
A SMART-1 legfontosabb küldetése az ionmeghajtás tesztelése. Az ionhajtóművek fő előnye, hogy a szükséges üzemanyag tömege csak töredéke a kémiai hajtóművek üzemanyagának, ezért sokkal nagyobb a fajlagos tolóerejük. Csak az a tömeg van a szondán, amit kiáramoltatunk – a kiáramláshoz szükséges energiát napfényből nyerjük. A SMART-1 gallium-arszenid-indium-foszfid napelemtáblái szolgáltatja 1900 W 75%-át az ionhajtómű használja. A Hall-effektussal üzemelő PPS-1350 jelű elektrosztatikus hajtómű a xenon gázt 3500 m/s-mal áramoltatja ki. Ezzel maximálisan 70 milliNewton tolóerőt fejt ki, 0,2 mm/s² gyorsulást hozva létre. A kamrában a katód-ból kiléptetett elektronok a xenon atomokhoz tapadva töltést adnak nekik, amelyeket ezután mágneses térrel gyorsítunk és kiáramoltatunk. Az így nyert gyors kiáramlás



A SMART-1 a Holdnál (fantáziakép)

miatt a fajlagos tolóerő 5–30-szor nagyobb a kémiai rakétahajtóművékéénél. A valódi fizikai tolóerő persze kicsi, így a pályaváltoztatás sokáig tart. A szonda az indulás után egyre távolabb spirálozva, 16 hónap alatt éri el célpontját. Emellett hintamanővereket is használ, mozgása nem csak a Hold vagy a Föld mellett elhaladva változik, de erre a Lagrange-pontok közelében töltött hosszabb idő is alkalmas pályarezonanciák révén.

A 15 kg-os tudományos műszer-csomag az alábbi berendezéseket tartalmazza. A 3 kg-os D-CIXS (Demonstration of a Compact Imaging X-ray Spectrometer/X-ray Solar Monitor, kompakt röntgenspektrométer demonstrációs rendszer/röntgen napteleszkóp) nagy érzékenységű röntgenspektrométer. A regolit felszínén gerjesztett atomok karakterisztikus röntgensugárzása alapján kémiai összetételt térképez. Minden korábbinál részletesebb geokémiai felmérést készít, eredményei nem csak a felszínfejlődés rekonstruálásában, de a magnézium és titán eloszlása révén a jövőbeli nyersanyag hasznosításban is segítenek.



A folyamatos meghajtás és a pályakorrekciók eredményeként igen bonyolult lesz az űrszonda pályája a Holdig

A Hold erózió által gyengén érintett, idős felszíne a legjobb „történelemlékönyv” a belső Naprendszer fejlődésének rekonstruálásához. A regolit különböző korú rétegei ugyanis a napszél, valamint a becsapódó meteoritfluxus nagyságának és kémiai jellemzőinek változását rögzítik. A 2 kg-os SIR/VISNIR (SMART-1 Infrared Spectrometer, infravörös spektrométer) 900 és 2400 nm közötti tartományban rögzíti a hősugárzást 60 nm-es felbontással. Lehetőséget ad olyan fontos ásványok, mint az olivin, a piroxének, a különböző földpátok eloszlásának térképezésére 300 méteres felbontással, de vízjég, széndioxid és szénmonoxid kimutatására is alkalmas.

Több szenzor az ionmeghajtásnak magára a szondára kifejtett hatását vizsgálja. A kiáramló plazma ugyanis erodálja a felületeket, és le is rakódik rajtuk. Emellett bármilyen töltéskülönbségből adódó szabálytalanság a kiáramlást, ez pedig a szonda mozgását befolyásolja. Az ionhajtómű melegíti is a SMART-1-et, a ki- és bekapcsolás elektromágneses zavart, rádióinterferenciát okozhat. A 2 kg-os EPDP (Electric Propulsion Diagnostic Package, elektromos meghajtás diagnosztizáló csomag) az ionhajtóműtől 80 cm-re található, a kiáramló ionok energiaeloszlását és sűrűségét tanulmányozza, figyeli a szondát végleg elhagyó, és visszaáramló anyag arányát. A 0,8 kg-os SPEDE (Spacecraft Potential Electron and Dust Experiment, űrszonda potenciál elektron és por kísérlet) a szonda két átellenes oldalán van, és a bolygóközi mágneses tér mellett szintén az ionmeghajtás következményeit tanulmányozza. Az ultrakompakt, pankromatikus AMIE kamera (Asteroid Moon micro-Imager Experiment, kisbolygó és Hold mikro képrögzítő) a látható és a közeli infravörös tartományban referencia csillagok, a Föld és a Hold helyzetét tanulmányozza majd, valamint a bolygónkhoz közeli kisbolygókat is pozicionál.

A KaTE (Deep Space X/Ka-band TT&C Experiment, nagy távolságú X/Ka sávú rádiókísérlet) és RSIS (Radio Science Investigations with S-1, S-1 tudományos rádiókísérlet) a szonda mozgásának pontos vizsgálatát teszi lehetővé 9 mm-es mikrohullámokkal, ugyanakkor a jövőbeli kis energiájú, jól fókuszálható mikrohullámú távközlési technológiák tesztelésére is szolgál. Az AMIE kamera lézeres adatrögzítéssel segít a telekommunikáció fejlesztésében: a lézerrel sokkal nagyobb információsűrűség továbbítható, mint rádióhullámmal. Eddig lézeres kommunikációt csak néhány alacsony földkörüli pályán keringő műholdnál alkalmaztak, most nagyobb távolságon is tesztelhető lesz. A SMART-1 földi bázisa a Tenerifén lévő Observatorio del Teide, a lézeres kísérlet a Hold librációjának tanulmányozásában is segít. Az OBAN (Onboard Autonomous Navigation, fedélzeti autonóm navigáció) pedig a 21. század elmaradhatatlan tartozéka, amellyel a SMART-1 ön maga határozza meg hova „akar” menni.

Persze ne aggódjunk, hogy a gazdasági érdek teljesen elnyomja a tudományosat. A Hold geológiájával kapcsolatban még ma is sok a nyitott kérdés, egy részük megválaszolásában a SMART-1 segíthet. A legfontosabb ezek közül: Milyen állapotban volt a Hold belseje, amikor a földkörüli törmelékekből összeállt? Milyen hosszú távú hatással volt a Hold a Föld fejlődésére? Vannak-e a Holdon olyan idős „földmeteoritok”, amelyek a földi élet keletkezéséről hordoznak információt? Hogyan változott a vulkanizmus az idők során (kriptomare bazaltok, fiatal dómok)? Mi a szerepe a terminátor mentén lebegő pornak a felszíni anyag újraelosztásában? Mi tud a becsapódó kisbolygókból és üstökösökből a víz mellett még felhalmozódni a felszínen? Milyen volt kísérőnk ősi mágneses tere? Zsugorodik-e még ma is a Hold, és hogyan keletkeztek fiatal, max. 600 millió éves törései?

A SMART-1 a start után elliptikus átmeneti pályára állt, innen közelíti meg a geostacionárius pályát, ahonnan autonóm irányítási rendszerével jut el a Holdig. Az ionhajtóművet először szeptember 30-án indították be, sikerrel. A pályaváltoztatások fontos eleme a „befogódás” holdkörüli pályára; 2004. végén éri el végső holdkörüli poláris pályáját a szonda. Ekkor 305 kg-os lesz a berendezés, a holdfelszíntől 300 és 10 000 km közötti távolságban fog keringeni. A felbocsátás után összesen 2-2,5 évig üzemel, azaz kb. 6 hónap marad a holdkörüli megfigyelésekre.

Befejezésként vessünk egy pillantást arra, melyek lehetnek a Holdnak a következő száz évben kihasználható erőforrásai: hélium 3-as izotóp fúziós energiatermeléshez (a becslések alapján a holdi ³He kinyerésével termelt energia sokkal olcsóbb és biztonságosabb, mint a mai földi energiaforrások), vízjég a sarki kráterek regolitjában (a Hold felszínéről olcsóbb vízjeget földkörüli pályára juttatni, mint a Földről – ez az űrállomásokon mikrochipek, hipertiszta kristályok és gyógyszerek előállításához kell). A Hold, mint távlati erőforrás, persze komplex szempontból vizsgálva még fontosabb: nem csak új típusú nyersanyaglelőhelyek vannak rajta, de olyan technológiai fejlődéssel jár majd a holdbéli tevékenység (a speciális környezet, a speciális igények és a speciális lehetőségek miatt), ami gyökeresen eltér a maiaktól – azaz új technológiák és új termékek születnek „maguktól” a Holdon.

KERESZTURI ÁKOS