

BÍRÁLÓI VÉLEMÉNY

Szabó M. Gyula: Szubsztelláris égitestek naprendszerekben című MTA doktori értekezéséről

Témaválasztás

A disszertációban bemutatott kutatás széles tartományt fed le, amely egyaránt kiterjed a naprendszerünkben található kisméretű égitestek, valamint más naprendszerek bolygóinak, esetleges holdjainak vizsgálatára. Ezekben a korábban szerteágazónak minősített témákban azonban közös az alkalmazott kutatási módszer, amely elsősorban fotometriai mérések kiértékelésén alapul. A Nap és a csillagok körüli térség vizsgálatának összekapcsolását az is indokolttá teszi, hogy az utóbbi időben az exobolygók kutatása gyors fejlődésnek indult, a más naprendszerek egyre szaporodó megfigyeléseit tehát érdemes összehasonlítani a saját naprendszerünkben elvégezhető részletesebb vizsgálatok eredményeivel.

A disszertáció témája időszerű, a jelölt kellő időben kapcsolódott be az exobolygók kutatásába. Szerencsés körülmény az is, hogy a kutatási téma fellendülése, talán nem is véletlenül, egybekapcsolódott a Kepler űrtávcső rendkívül sikeres küldetésével. Szabó M. Gyula az űrtávcső adatainak elemzésével, nemzetközi szinten elismerést kiváltó eredményeivel maga is jelentősen hozzájárult a küldetés tudományos sikeréhez. Ugyanakkor pozitívnak értékelem azt is, hogy a jelölt nemcsak a jó minőségű adatok használatában mozog otthonosan, hanem egyszerűbb eszközökkel, akár amatőrök által végzett megfigyelések elemzésében is jelentős eredményeket ért el, kihasználva azt az előnyt, hogy a földi megfigyelések általában hosszú időt fednek le. A jelölt maga is szervezett észlelőhálózatot, amelyben amatőrök vettek részt.

Az értekezés értékelése

A disszertáció, amelynek terjedelme 131 oldal, megfelel a formai követelményeknek. Nyelvezete szabatos, sajtóhibát ritkán lehet felfedezni. Némely esetben azonban a piszkoszat állapotának maradványaival lehet találkozni (kérdőjelek az ábrák feliratában és a hivatkozásban, pl. 83. oldal, 105. oldal). Az ábrák jó minőségűek, a szerző gondot fordított az idegen nyelvű feliratok magyarra cserélésére. Sok esetben az ábrák több panelt tartalmaznak, az egyes panelek értelmezése néha nehézséget okoz, talán jobb lett volna az ábrák feliratában, vagy a szövegben részletesebb útmutatást adni.

A disszertáció első fejezete egy hosszabbra nyúlt ismertetést ad a vizsgált téma tudományos háttéréről, érthető stílusban. A további hat fejezet már a szerző saját kutatási eredményeiről ad számot. Bár ezek a fejezetek is tartalmazzák mások munkájának ismertetését, a szerző saját eredményeit azoktól jól elkülöníti. A kutatási eredményeket leíró fejezetek témái:

2. fejezet: Kisbolygók alakjának statisztikus vizsgálata nagyszámú mintán. Az eredmények összevetése modellekkel, amelyek az ütközések nyomán bekövetkező evolúcióról adnak számot.

3. fejezet: A Jupiter vezető és követő trójai kisbolygó populációi tulajdonságainak összehasonlító vizsgálata.

4. fejezet: Üstökösök hosszú idejű földi megfigyelése, amelyeket űrszondák közelítettek meg, beleértve a 9P/Tempel-1 üstökös esetében a Deep Impact által létrehozott becsapódás hatásának vizsgálatát.

5. fejezet: Hale-Bopp üstökös aktivitásának kimutatása a Naptól mért nagy távolságokban.

6. fejezet: Exobolygók körül keringő holdak kimutathatóságának vizsgálata.

7. fejezet: A KOI-13.01 jelzésű szubsztelláris kísérő tranzit fénygörbéje anomáliáinak vizsgálata és értelmezése.

A disszertáció felépítése logikus. Észrevételeim a következők: hiányzik a kutatás motivációját leíró bevezetés, melyben a szerző meghatározza a célkitűzéseit. A disszertáció végéről is hiányzik az összefoglalás, bár a tézisek bemásolása a disszertációba lényegében helyettesítheti azt. Az irodalomjegyzék terjedelmes, ami a jelölt jártasságát bizonyítja a témában. Azonban a 69. oldalon az űrszondás megfigyelések rövid ismertetésénél a Giotto szonda 1986. március 13-i "történelmi jelentőségű" Halley megközelítése mellett illett volna a jelentős magyar részvétellel történt Vega űrmissziókról is megemlíteni. A Vega-1 és Vega-2 szonda március 6-i illetve március 9-i Halley üstökösrel való találkozási nemcsak egy üstökös magjának első lefényképezését jelentették, hanem a disszertáció témája szempontjából is fontos adatokat szolgáltatottak az üstökös magjának térfogatáról és háromdimenziós alakjáról. Emlékeztetőül, a Giotto szondának az üstökös magjához közeli pályája miatt ugyan látványos képeket lehetett készíteni a magról, de azok csak kétdimenziós információt adtak a mag alakjáról.

Új tudományos eredmények

Szabó M. Gyula a téziszüzetben a disszertáció fejezetei szerint hat pontban foglalja össze tudományos eredményeit, amelyek közül a legfontosabbak a következők:

1. Kifejlesztett egy eljárást, amellyel nagyszámú mintán kisbolygók két eltérő időben végzett fotometriai méréseiből megállapítható a kisbolygók elnyúltságának statisztikája. Az eredményeket a becsapódások okozta hatásokkal értelmezte, amelyek szeizmikus átrendeződéseket és kopást okozhatnak a bolygó alakjában. Magyarazatot adott kiterjedt lapos felszín kialakulására.
2. A Jupiter trójai kisbolygó családjában kimutatta, hogy a vezető, L4-es csomópontban mintegy 1,6-szor több kisbolygó található, mint a követő, L5-ös csomópontban.
3. Földi észlelésekkel a Deep Impact űrmisszió során keltett becsapódás hatását vizsgálta a 9P/Tempel-1 üstökösön és megbecsülte az ütközés során kidobott anyag mennyiségét, valamint megállapította, hogy az ütközés nem hozott létre tartósan aktív területet a mag felszínén.
4. A Hale-Bopp üstökös megfigyelésével megállapította, hogy az üstökös 30 CsE Naptól mért távolságban is mutat aktivitást. Meghatározta a mag albedóját amely szokatlanul nagy adódott, amit a jég visszakondenzálódásával magyarázott.
5. Részletes vizsgálatot végzett exobolygó körül keringő hold kimutatásának lehetőségéről. Meghatározta a hold paraméterében azokat a rendszereket, amelyeket a Kepler űrtávcső segítségével ki lehet mutatni.
6. A KOI-13.01 jelzésű szubsztelláris kísérő fénygörbéjének aszimmetriáját egy gyors forgású

csillag előtt ferde pályán haladó bolygóval magyarázta. Kimutatta a csillag forgásának és a bolygó keringésének 3:5 rezonanciáját, valamint a tranzit idők növekedését, amit precesszióval magyarázott.

A téziseket elfogadom, mint Szabó M. Gyula döntő közreműködésével létrejött, nemzetközi szinten is jelentős, önálló, új kutatási eredményeket.

Kérdéseim

1. Kisbolygók a/b tengelyarányának a 2. fejezetben ismertetett módszerrel történő meghatározásánál milyen hibát okoz a fényváltozás-különbség mérési hibája? A 2.2 ábra alsó paneljén látható, hogy a fényváltozásból meghatározott tengelyarány eloszlásának maximuma jól reprodukálja az SDSS mintának eloszlását, de az előbbi szélesebb csúcsot mutat. Magyarázható-e ez az eltérés a fényesség mérési hibájával?

2. A trójai kisbolygók méreteloszlásának hatványindexére a szerző nagy számú minta elemzésével $q=3,2\pm 0,25$ értéket kapott (63. oldal), míg Yoshida és Nakamura 51 mintán végzett analízise $q=2,9\pm 0,1$ értékre vezetett. Mi az oka annak, hogy a szerző lényegesen nagyobb mintán végzett vizsgálatának hibája nagyobb?

3. A Hale-Bopp üstökös Naptól távoli aktivitásának számításánál a szerző a gáz áramlási sebességét a gáz részecskéinek Maxwell-féle sebességeloszlásából határozta meg. Mennyiben jogos ez a közelítés? Van-e szerepe 30 CsE távolságban a gázáramlás kialakulásában a por fékező hatásának, amely az aktív üstökösöknél a gázdinamikai egyenletek Laval-fúvóka típusú megoldásaira vezet?

Összegzés

Szabó M. Gyula az értekezésben a Naprendszer kis égitesteivel és exobolygó-rendszerekkel kapcsolatos saját kutatási eredményeit ismerteti, amelyek hozzájárulnak a naprendszerek kialakulásának jobb megértéséhez. A disszertáció kielégíti a formai és tartalmi követelményeket, ezért javaslom a disszertáció nyilvános vitára bocsájtását és elfogadását.

A kérdéseimre adott válaszoktól függetlenül elfogadom a jelölt téziseit, mint önálló, jelentős, új tudományos eredményeket. Szabó M. Gyula tudományos munkásságát elegendőnek tartom ahhoz, hogy elnyerhesse az MTA doktora címet.

Budapest, 2013. augusztus 16.

Erdős Géza
az MTA doktora