

Bírálat

Szabó M. Gyula

Szubsztelláris égitestek naprendszerekben

c. az MTA Doktora cím megszerzéséért készített disszertációjáról

Összefoglalás:

A disszertáció központi témája a szubsztelláris, azaz csillagoknál kisebb égitestek, bolygók, holdak, üstökösök, kisbolygók széles családjának vizsgálata. Alapvetően az észlelések oldaláról közelíti meg a jelenségek körét, mely nagyon is érthető, hiszen az elmúlt évtized gyökeresen átalakította mind a saját Naprendszerünket, mind pedig más csillagok körül lévő bolygó-rendszerekre irányuló megfigyelési lehetőségeket. A modern földi- és űrtávcsövek nagyon nagy területeket képesek lefedni egyre részletesebb időbeli felbontással és egyre nagyobb érzékenységgel. Ez lehetőséget teremt arra, hogy ismert égitestek szerkezetét pontosabban megismerjük, illetve, hogy új objektumokat, vagy akár a kis égitestek egészen új családait fedezzünk fel. Más naprendszerek megismerése azon túl, hogy egyszer talán választ adhat az ősi kérdésre, hogy egyedül vagyunk-e az Univerzumban, fontos információkkal szolgálhat a mi Naprendszerünk kialakulásával kapcsolatban is. Saját csillagunk környezetével ellentétben lehetséges ugyanis a hozzá hasonló rendszerek korai és jövőbeli állapotainak vizsgálata is. Annak fényében, hogy eddig mennyire keveset tudunk ezekről a kérdésekről, és hogy az új észlelések milyen távlatokat nyitnak meg, a disszertáció témaköre mindenképp időszerű, rendkívül ígéretes és nemzetközileg is aktív.

A mű, hivatkozásokkal együtt, 125 oldal terjedelmű magyar nyelven írt dolgozat. Az első 40 oldal egy sok részletre kitérő bevezetőt próbál nyújtani a témába. Nincs könnyű dolga a mű írójának, hiszen a témakör nagyon szerteágazó, a később tárgyalt tézisekben előkerülnek majd mind Naprendszerünk, mind pedig más naprendszerek égitestei, bolygók, holdak, üstökösök, kisbolygók. Ennek megfelelően sok-sok jelenséggel kellene megismerkedni a későbbiek megértéséhez. Az olvasónak sincs könnyű dolga, mert a bevezetés ugyan nagyon, talán túlságosan is sok jelenséget érint, de mintha kellene még valami, hogy egy szintézissé álljon össze. Számos dolog meg van említve, de hiányzik az az egy-két értelmező mondat, amit a témában kevésbé járatos olvasónak lehetőséget teremtene, hogy kötni tudja az általános alapismeretekhez anélkül, hogy az egyébként következetesen megjelölt hivatkozásokat elolvasná. Pl. noha feltűnik a Doppler-nyalábolás jelensége, és egy képletet és hivatkozást is ad, nem foglalja össze mi maga a jelenség fizikai magyarázata, mi a szerepe ebben a kontextusban; magam például elbizonytalanodtam, hogy, vajon ugyanarról a jelenségről van-e szó, mint a nagyságrendekkel nagyobb, relativisztikus sebességű kvazár-nyalábok esetében. Mindazonáltal érdekes szemelvényeket találunk az exobolygó-kutatás rövid történetéről és kulcskérdéseiről, valamint a Naprendszerünkben keringő kis égitestek fejlődési modelljeiről. A szerző nem titkolja, hogy talán meglepő módon, rendkívül alapvető kérdések tisztázása is a jövő kutatóira vár.

A 2-7. fejezetek mindegyike egy-egy, összesen tehát 6, tézispont köré csoportosul.

Az első tézis azt vizsgálja, hogy a kisbolygók alakjának kialakulásában mennyire érhetőek tetten az ütközési folyamatok. Ehhez, egy új módszert dolgoz ki, mely a forgás során változó látszó fényesség alapján becsül elnyúltságot. A kihívás abban rejlik, hogy egy-egy objektum esetében alig van pár mintavételezés, így a Sloan égboltfelmérésnek köszönhető nagyszámú objektum megfigyelésére épülő statisztika alapján lehet csak a kívánt eredményt elérni. A fotometriai adatokból rekonstruált alakeloszlás vizsgálatából következtet aztán a kis égitestek fejlődésére, és próbálja igazolni az erre vonatkozó modelleket.

A második tézisben, ugyanezen felmérés nagy statisztikája alapján azt mutatja be a szerző, hogy az előzetes elvárásokkal ellentétben a Jupiter trójai kisbolygói nem ugyanazon számban vannak jelen a szimmetrikus L4 és L5 csomópontokban, majd további statisztikai állításokat fogalmaz meg a kisbolygók színindexeinek, méretének eloszlására vonatkozóan.

A harmadik tézis egy olyan projektben való részvétellel kapcsolatos, melyben amatőr csillagászok hosszabb távú észleléseivel tudták a rövid ideig űrszondákkal is megfigyelt üstökösök észlelését kiegészíteni. Az adatok elemzési technikájának kialakítása után, az adatelemzésekre támaszkodva, a Deep Impact kísérletben is vizsgált 9P/Tempel-1 üstökös kidobódott anyagfelhőjére tudott következtetéseket levonni.

A negyedik tézis arra a kérdésre keresi a választ, hogy a Naptól nagy távolságban mennyire aktívak az üstökösök, illetve mi lehet az aktivitás mechanizmusa. Nagyműszerek (VLT, HST) adatai alapján sikerült a nagyon gyenge jelek elemzésével a Hale-Bopp üstökös kómáját az Uránuszon túl is kimutatni, és az aktivitás illetve a perihélium előtti és utáni jelentős albedó változás eredeteként a fagyott szén-dioxid szublimációját, illetve újrakondenzálódását valószínűsíteni. A mag forgását is megfigyelte és becslést adott annak elnyúltságára.

Az ötödik tézis, noha szintén észlelések elemzéséhez kapcsolódik, inkább jövőbe mutató, elméleti jellegű. Annak esélyeit latolgatja, hogy a Kepler űrtávcső fotometriai adataiban kimutathatóak-e az exobolygók körül keringő exoholdak, illetve ehhez fejleszt ki adatelemző eszközöket, a fellépő effektusok figyelembevételével.

A hatodik tézisben egy addig nem ismert jelenségre hívja fel a figyelmet, mely szerint gyorsan forgó csillagok gravitációs sötétedése aszimmetriát okoz a tranzit fénygöbében, amennyiben a bolygó pályája megdőlt. Ehhez kidolgozta az elemző módszereket, és a KOI-13 rendszer vizsgálatával példát mutatott ilyen rendszerre.

A dolgozat magyar nyelven íródott, kivitele megfelel az elvárásoknak, néhol találtam csak elírásokat (pl. 69. o. hagymahély). Pár esetben az ábrák túlságosan kis méretben vagy apróbb hiányosságokkal szerepelnek (pl. 4.1 jobb oldala, a 3.1 ábrán nincs színskála, az 5.2 táblázat nagyon apró betűkkel van szedve).

Kérdések:

1. 2. fejezet: Az elnyúltság eloszlását a kisbolygók sokaságának fényesség változásai alapján becsli. Ez feltételezi, hogy a fényesség csak a visszaverő vetület nagyságától függ? Történt-e becslés arra vonatkozóan, hogy az esetlegesen inhomogén albedó eloszlás mennyiben befolyásolja az elemzéseket, és ha igen korrigálható-e? (pl. a 69. o.-on szerepel, hogy az ott vizsgált üstökösök felszíne leginkább kisbolygókra emlékeztet, utána pedig, hogy a 19P/Borely erős albedó változatosságot mutat az azt közvetlenül megfigyelő űrszonda szerint.) Konzisztensek-e az eredmények a különböző színszűrők adataiban?
2. 3. fejezet: A 3.1 ábrán hiányzik a színskála, így nem tudható a pixelenkénti objektumszám, de a teljes, nagyjából 1000 megemlített kisbolygó és a szemre becsült 30x200 pixelt figyelembe véve valószínűsíthető, hogy mind az eloszlás-, mind a lefedettség térkép kis számokat tartalmaz. A normalizálás után ezek arányainak elemzése mekkora hibát tartalmaz, nem befolyásolja-e a végkövetkeztetést? A 61. o. alján az ábrán látható 2.5 szigma eltérést nem tartja szignifikánsnak. Ilyen statisztika esetében mit nevezhetnénk annak, milyen struktúrát várnánk, illetve mekkora az eltérés a szimmetrikus eloszlások modelljétől?
3. A 3.3.4 pontban elemzett szélesség-szín összefüggés megállapításakor hogyan zárható ki, hogy a vörösödést részben vagy egészben nem az észlelő és az objektumok között esetlegesen lévő közeg (pl. por) okozza?
4. A 73. o.-on említett CARA hálózat adatainak leírása hiányos: „... 29 amatőr csillagász vett részt akik összesen ??? fotometriai adatot gyűjtöttek össze”. Az adatok számának ismerete fontos lenne a következőkben leírtak értelmezéséhez.
5. A 6. fejezetben vázolt (pár éve kiszámolt) kalkulációk alapján a Kepler űrtávcső képes lehet exoholdakat detektálni. Sikerült-e ez azóta? H aigen az elvárásoknak megfelelnek az észlelések? Ha nem, kell-e a módszeren/modellen módosítani, vagy értelmezhető-e a negatív eredmény?

Összefoglalva, a szerző egy, a közelmúltban új lendületet kapott, rendkívül izgalmas témakörben ért el nemzetközi együttműködésekben alapuló, nemzetközileg is számon tartott eredményeket, melyekkel hozzájárul a naprendszerben lévő kis égitestek kialakulásának és jellemzőinek jobb megértéséhez.

A fenti kérdésekre adott válaszoktól függetlenül a disszertációban megfogalmazott tézisek mindegyikét önálló tudományos eredménynek fogadom el és javaslom a nyilvános vitára kitűzést illetve a cím odaítélését.

Budapest, 2013. szeptember 30.

Csabai István