



Bírálat

Vinkó József

Szupernóva-robbanások asztrofizikája
c. MTA doktori értekezéséről

A téma háttere:

A szupernóvák több szempontból is fontos objektumai a modern csillagászatnak, asztrofizikának és kozmológiának. Egyrészt vizsgálatukkal fontos információkat kaphatunk a különböző tömegű és összetételű csillagok fejlődéséről, vagy akár az extrém hőmérsékleten és nyomáson lezajló magfizikai folyamatokról, másrészt pedig kalibrálható abszolút fényességük folytán a kozmológiai távolságskála meghatározásának elengedhetetlen szereplői. Utóbbi fontosságát külön kihangsúlyozza, hogy a 2011-ben Nobel-díjjal jutalmazott felfedezés, miszerint az Univerzum gyorsulva tágul, szupernóva méréseken alapult. A 21. század beköszöntével rendelkezésre álló új, automatizált műszerek megsokszorozták az előtte meglehetősen ritkán észlelt szupernóvák számát, így kutatásuk széles, önálló területté nőhet ki magát. Megállapíthatjuk tehát, hogy az értekezés témaköre egy nemzetközileg nagyon aktív kutatási területre esik, mely számos fontos asztrofizikai és kozmológiai kérdés felderítését segítheti.

Az értekezésről:

Az értekezés magyar nyelven íródott, a bevezető fejezetek stílusa olvasmányos, később az eredményeket tartalmazó fejezetek aprólékosabbak, de lényegretörőek. A motivációkat tartalmazó rövid bevezető fejezet után a 2-4. fejezetek részletes áttekintést adnak a szupernóvák típusairól, megfigyelhető tulajdonságaikról és a bennük zajló, eddig feltárt fizikai folyamatokról. Az 5. fejezet részletezi általában, illetve a szerző által konkrétan használt fotometriai és spektroszkópiai eljárásokat és műszereket, valamint a szupernóvák fénygörbéinek és spektrumainak elemzésére, modellezésére kidolgozott módszereket. A 6. fejezetben a kozmológiai szempontból fontos távolságméréshez használatos eljárásokat írja le, melyek egy részét a saját kutatásokban is felhasználta, illetve továbbfejlesztette. Noha arányaiban a bevezető, áttekintő rész talán a megszokottnál hosszabb, mint az eredményeket tárgyaló fejezetek, a felosztás indokolható annak ismeretében, hogy hasonló magyar nyelvű összefoglaló, mely a terület legújabb fejleményeire is kitér, nem jelent meg. Az értekezés szerkezete mellett szól az is, hogy a témában részletes ismeretekkel nem rendelkező olvasó így valóban esélyt kap arra, hogy a következő három fejezetben tárgyalt saját eredményeket – melyek a nemzetközi szakfolyóiratokban már megjelentek - megértse, és kontextusba helyezze. Ezt tovább segíti, hogy a megfelelő helyeken a bevezető fejezetekben előre is utal, ha az adott jelenséghez tartoznak a tézisekben is szerepelnek saját eredmények.

A 7. fejezetben szerepel a kollapszár szupernóvák távolságbecslését célzó Táguló Fotoszféra Módszer (EPM) továbbfejlesztésének leírása, mely az 1. tézis alapja. Ugyanitt írja le 2. tézisben összefoglalt eredményeket, melynek során a fenti illetve további módszereket alkalmazza kollapszárok kémiai összetételének és fizikai paramétereinek meghatározására.

A 8. fejezet a 3. tézis bővebb kifejtése, itt az Ia típusú termionukleáris szupernóvák kapcsolatos eredményekről olvashatunk. Spektrummodellek, spektrum- és többszín-fotometria elemzés segítségével határozza meg illetve pontosítja számos objektum paramétereit, illetve deríti fel a robbanások során lezajló fizikai folyamatok részleteit.

A 9. fejezetben a 4. tézisben szereplő különleges szupernóvákra vonatkozó eredményeket részletezi. Különböző típusú tranziens objektumok - szupernóva impostorok, szuperfényes szupernóvák, árapály-katasztrófa jelenség (TDE), - több példányának elemzését és a hozzá tartozó metodikai fejlesztéseket ismerhetjük meg.

Az értekezés szövegében egyes szám első, illetve többes szám első személy használatával, valamint, amikor releváns az eredmény elérésében kulcsszerepet játszó kutatók, diákok névszerinti megemlítésével a szerző jól elkülöníti a saját eredményeket a kollaborátorok munkájától. A disszertáció témaköre homogén, jól tükrözi a terület iránti elkötelezettséget és annak nagyon mély ismeretét. A bemutatott kutatási munka az észlelő csillagászat területére esik, illetve ezt kiegészíti a különböző adatelemző módszerek és modellek fejlesztése. Nem statisztikai sokaságokat elemez, hanem konkrét objektumokat vizsgál egyesével és elemzi részletesen azok spektrális és fotometriai tulajdonságait, veti össze az észleléseket a modellekkel. Noha a szupernóvák vizsgálata a magyarországi lehetőségeken túlmutató műszerezettséget igényel, kiemelendő, hogy a vizsgálatok során amikor csak lehet bevonja a hazai műszerek adta lehetőségeket és kombinálja azokat számos nemzetközi, valamint úrbeli műszer. A disszertációból és a publikációkból kitűnik, hogy a szerző az ezen műszereken dolgozó kutatókkal aktív kapcsolatot tart fenn, sőt mi több a nemzetközi partnerek számítanak szakértelmére elsősorban a spektrumok részletes elemzése terén.

Szokatlan ugyan, de szimpatikus, követendő példának tartom, hogy többször megemlít negatív eredményeket és sikertelen próbálkozásokat is. Különösen hasznos lehet a disszertációt esetlegesen olvasó fiatal kutatóknak látni, hogy a tudomány nem mindig előre tervezetten nyílegyenesen, hanem gyakran kacsaringós, zsákutcákkal tarkított utakon halad előre.

A tézispontokban foglalt eredményeket 20, többségében elsőszerzős, nagyrészt a szakma vezető nemzetközi folyóirataiban (A&A, ApJ, MNRAS) publikáció támasztja alá.

Elírások:

- Több helyen is, pl. A 30. oldal 3.13 képlet fölött a *homológ* szó – melynek jelentése a Tudományos és Könyvelvi Szavak Magyar Értelmező Szótára szerint: „*Bizonyos lényeges tulajdonságokban hasonló vagy egyforma dolgok jelzője.*” - helyett az *izotróp* vagy *homogén* szó használata lenne helyes: pl. „*homológ módon táguló*” helyett „*izotróp módon táguló*”.
- 85. oldal: Az SSP a *Single* (nem pedig ahogy a disszertációban szerepel *Simple*) *Stellar Population* rövidítése.
- 103. oldal közepén: t^n modell elírva t_n -nek

Megjegyzések:

A tézisek eredményeit ugyan közvetlenül nem érinti, de megjegyzem, hogy gyakran a szerzőhöz hasonlóan, tévesen összemoszák az Univerzum gyorsulva tágulását és a sötét energia létét. Az értekezésben több helyen, pl. 3. oldal Bevezetés, 90. old. 8. fejezet, 64. old. 6. fejezet szerepelnek olyan állítások, mint pl.: „Az Univerzum gyorsuló tágulásának és a sötét energia létének felfedezéséhez az első lépést az Ia típusú szupernóvák távolságmérése jelentette.” Az előbbi első sorban a szupernóva észlelések segítségével talált empirikus eltérés az Einstein-de Sitter modelltől a Hubble-diagramon, míg a sötét energia annak egyik lehetséges – de nem kizárólagos magyarázata, mely (legalábbis a hagyományos, legegyszerűbb változatában) a legújabb, észlelések alapján egyre kevésbé tűnik kielégítő magyarázatnak (lásd Riess, Adam G., et al. "A 2.4% determination of the local value of the Hubble constant." The Astrophysical Journal 826.1 (2016): 56.).

Kérdések:

- A különböző vöröseltolódásokon esetlegesen eltérő szupernóva alpopulációk előfordulása (pl. különleges szupernóvák gyakorisága, lásd 4.3 ábra) illetve a gazdagalaxiosk evolúciójából adódó változó hibák (pl. vörösödés), mennyiben torzíthatják a számolt távolságmodulusokat és azokon keresztül a kozmológiai modellt?
- A 7.2 táblázatban a 2002ap jóval, a 2005cs szupernóva esetén pedig valamivel nagyobb az eltérés az eredeti és az újabb (valamint a NED-ből vett) távolságbecslések között. Mi ennek a magyarázata?
- A 7.1 alfejezet konklúziója szerint „... a közeli kollapszár SN-k mérései kb. hasonló nagyságú szórást mutatnak, mint az Ia típusú SN-k.” Milyen mértékben terjeszthető ki ez nagyobb távolságokra, illetve alkalmazható-e kozmológiai vizsgálatokhoz?
- A 92. oldalon ír az MLCSk2 módszerben fellépő fénygörbe-paraméter és távolságmodulus degenerációjáról, ami jelentősen korlátozza ez utóbbi használhatóságát a kozmológiai vizsgálatokban. Lehetségesek-e olyan, pl. többszín vagy spektrális mérések, amelyek kiküszöbölik a problémát?
- A 103-ik oldalon szereplő t^n modellnél mi a 2-től eltérő kitevők fizikai magyarázata? Mivel magyarázható az eltérő kitevő a különböző optikai sávokban?
- + „zárójeles kérdés”: Nagyon érdekes a *Kitekintés* fejezetben megemlített HETDEX felmérés. Kíváncsi lennék, hogy a disszertáció írása óta vannak-e előzetes eredmények.

Értékelés:

Összefoglalva, Vinkó József doktori értekezése magas színvonalú, mind a hazai, mind pedig a nemzetközi kutatásokba jól beágyazott és elismert kutatásokat tükröz. A tézisekben foglalt eredményeket a szerző önálló kutatási eredményeinek fogadom el. A kérdésekre – melyek inkább érdeklődő, mintsem kritikus jellegűek – adott válaszoktól függetlenül javaslom a nyilvános vita kitűzését és az MTA doktora cím odaítélését.

Budapest, 2018. április 12.



Csabai István