

Bírálati vélemény
dr. Kővári Zsolt Géza
A dinamómechanizmus megfigyelhető jegyei késői típusú aktív csillagokon
című MTA doktori értekezéséről

Témaválasztás

Az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpontjában hosszú hagyománya van a változócsillagok vizsgálatának, ezen belül majdnem 30 éve folyik igen magas színvonalú munka a mágneses tevékenységet mutató foltos csillagokkal kapcsolatban. A téma jelentőségét a Nap aktivitásáért felelős, a csillagunk belsejében működő dinamó tulajdonságai jobb megismerésének lehetősége adja, amelyhez a foltos csillagok adnak analógiát. Ez az alapja Napunk korábbi és várható jövőbeni aktivitása megismerésének és ez adja végső soron a kulcsot a Helioszférában uralkodó úridőjárásnak, ill. űrjáratnak a megértéséhez, előrejelzéséhez is. E kutatómunka jeles képviselője Kővári Zsolt, aki kiemelkedő szerepet játszott a Doppler-leképezési módszer hazai meghonosításában. A jelölt a dolgozatban a PhD értekezése óta a témában végzett munkájának eredményeit foglalja össze nagyszámú, nemzetközi együttműködésben megjelent publikációja alapján.

Szerkezet, nyelvezet

A jelölt az értekezés megírásánál azt az utat választotta, hogy egy nagyon szűk témát tárgyal elmélyülten, alaposan és nagyon részletekbe menően, ez nem könnyíti meg a nem szakértő olvasó dolgát a sok technikai részlet miatt. Az értekezés felépítése logikus, nyelvezete jó, érthető, kevés elírással, sajtóhibával. Külalakja mintaszerű, sok, gondosan kivitelezett színes ábrával, amelyek azonban néhol nehezen követhetők az igen apró betűk miatt. Hossza a tartalom-, ábra- és irodalomjegyzék nélkül 122 oldal, 7 táblázatot és 82 ábrát tartalmaz. A dolgozat 3 nagy fejezetre oszlik, a 29 oldal terjedelmű bevezetésben bemutatja egyrészt a napdinamó megnyilvánulásait és az azt magyarázó elméleti modelleket, másrészt a csillagaktivitásnak a dolgozatban alkalmazott vizsgálati módszereit. Az ezt követő második fejezet tartalmazza a jelölt saját eredményeinek részletes ismertetését 4 alfejezetben, ahol 4 különböző objektumon (2 törpe- és 2 óriáscsillag) mutatja be a differenciális rotáció meghatározását különböző módszerekkel. A 3. fejezet a direkt képalkotással kapcsolatos eredményekről számol be. Érzésem szerint belefért volna az értekezés végére egy rövid Összefoglalás fejezet.

Új eredmények

Az értekezés alapján megállapítható, hogy a jelölt a PhD fokozat megszerzése óta jelentős eredményekkel járult hozzá az aktív csillagok tudományágának fejlődéséhez, ezért javaslom az értekezés nyilvános vitára történő kitűzését. A tézisfüzetpontokat elfogadom új tudományos eredményként, 6 pontba sűrítve:

1. Kidolgozta az átlagolt keresztkorrelációk módszerét ("ACCORD") az időben egymást követő Doppler-képekre.
2. Ezzel a módszerrel meghatározta az LQ Hyades gyors forgású K2 spektráltípusú fősorozati törpecsillag differenciális rotációját.
3. Tesztelte a nyírt kép módszert ugyanezen csillagról kapott Doppler-képeken és kimutatta a módszer megbízhatatlanságát egy, a pólusra szimmetrikus folt esetén.
4. Egy másik, gyorsan forgó, a fiatal Naphoz hasonló törpe, a V889 Herculis gyenge, szoláris jellegű differenciális rotációját az előző eredmény ellenére sikerült a nyírt kép módszerrel megbízhatóan meghatározni kihasználva a poláris folt aszimmetriáját.
5. Kimutatta a σ Geminorum lassan forgó aktív óriásnak a Napéhoz képest ellentétes, antiszoláris differenciális rotációját az ACCORD módszerrel. Három különböző módszerrel megmérte a csillag pólusa felé irányuló meridionális áramlást egymással összeférő eredményekkel és ezzel magyarázatot adott az antiszoláris differenciális rotációra.
6. A ζ Andromedae kettős óriáscsillag Doppler-képeiből kimutatta egy poláris folt jelenlétét, a folt stabilis voltát később direkt képalkotás módszerével sikerült igazolni két különböző időpontban. Továbbfejlesztett Doppler-kód alkalmazásával meghatározta a csillag torzultságának nagyságát és keresztkorrelációval kétféle módon is meghatározta a felszíni differenciális rotáció nagyságát.

Megjegyzések, kérdések

Egy általános megjegyzés: sokszor használ többes szám első személyt, jobban kiemelhetne volna a saját eredményeit, de ez a tézisekben már ki van javítva.

A 28. oldalon 1.18 ábra aláírásában fel van cserélve a bal és jobb oldal.

A 35. oldalon a 2.3 ábra jobb oldala a bal oldali ábra adatai alapján készült Fourier-spektrumot mutatja, amit inkább power- (teljesítmény-) spektrumnak lehetne nevezni és célszerűbb lenne kétszer logaritmikus skálán ábrázolni. A 2.4 ábrán a 28 éves adatsoron (1982-2010, ezt érdemes lett volna az ábraaláírásban feltüntetni) a 3,7 éves periódus (4. felharmonikus?) mellett egy határozott 2,5 éves periódus látszik (felharmonikus?), amelyet a 2.3 ábra 21 éves adatain (1982-2003) nem lehet kivenni. Kérdésem, az eltérés a két különböző módszernek köszönhető-e, ill. hogy hasonló eredményre vezet-e egy wavelet analízis (ahogy pl. az a Kolláth és Oláh, 2014 cikkben történt)?

A 49. oldalon az LQ Hyades keresztkorrelációs térképén (2.12 ábra) az egyes szélességi csíkokon a Gauss-függvények félértékszélességeit figyelembe vette-e a $\sin^2 \theta$ függvény illesztésénél (azaz volt-e súlyozás)? Ez a kérdés vonatkozik a többi, $\sin^2 \theta$ függvénnyel végzett illesztésre is.

Az 52-59. oldalakon az ábrákat meglehetősen nehéz összehasonlítani az egyes képek közötti alig észrevehető apró különbségek és az elkerülhetetlen oda-vissza lapozás miatt. Talán össze

lehetett volna vonni a 2.13-2.14 ábrákat (a tesztképek alig különböznek) és ugyanígy a 2.17 és 2.20 ábrákat. Az ábraalírásoknál is elkerülhető lett volna a felesleges ismétlődés (pl. 2.6, 2.7 és 2.8 ábra). Az áttekinthetőség szempontjából talán az is szerencsésebb lett volna, ha a 2.13/2.14 ábra után rögtön a 2.17/2.20 következik, ill. a 2.15 és 2.16 után jön a 2.18 és 2.19 ábra.

A 64. oldalon: Mi a feltétele a nyírt kép módszer alkalmazhatóságának a poláris folt alakjára nézve? Történt-e próbálkozás az átlagolt keresztkorreláció módszer alkalmazására a V889 Herculisnál? Az erre a csillagra kapott eredmények alapján lehet-e arra következtetni, hogy a fiatal Napon gyengébb lehetett a differenciális rotáció?

A 81. oldal 2.35 ábráján és ugyanígy a 2.37 ábrán feltűnően nem jó az illesztés az $1 - \alpha \sin^2 \theta$ alakú rotációs függvényvel, ahogy az a szövegben is olvasható. Nem próbálkozott egy szélességben eltolt a függvényvel, amely jobb illeszkedést adna az egyenlítőnél? Ez feltehetőleg jóval nagyobb α értéket is szolgáltatna, összhangban az említett újabb eredményekkel.

A 87. oldal 2.38 ábráján a színskála milyen hőmérsékleteknek felel meg?

A 97. oldal 2.44 ábráján a $a > b$ esetén a (2.10) képlet ε -ra imaginárius értéket ad, fel kellene cserélni a-t és b-t.

Az eredményekhez felhasznált TempMap ε inverziós kód továbbfejlesztése mennyiben volt a jelölt munkája?

Permanens aktív hosszúságot jelenlétére utaló jeleket találtak már a Napon és RS CVn típusú kettőscsillagokon is, mi a helyzet a ζ Andromedaeval?

A 109. oldalon a 2.55 ábra fontos eredményeket, következtetéseket foglal össze, amelyeket érdemes lett volna egy külön konklúzió, vagy összefoglalás fejezetben részletezni, megemlítve, hogy melyik esetben melyik mechanizmus érvényesül, illetve melyik modell magyarázza a legjobban a megfigyeléseket.

Az ábrával kapcsolatban a kérdésem az, hogy az α nyírási paraméter és a forgási periódus közötti, lineárisnak tűnő összefüggés mennyiben lehet kiválasztási effektus eredménye, esetleg más-más arányosság érvényes-e a törpe- és az óriáscsillagokra?

Milyen következtetéseket lehet levonni a működő dinamómechanizmusokra nézve a vizsgált 4 csillag esetében, mennyire lehet például különbséget tenni a Babcock-Leighton és az átlagtér közelítés dinamó között? Hol működhetnek jobban az $\alpha\Omega$ vagy $\alpha^2 / \alpha^2\Omega$ dinamók?

A 112. oldalon a 3.1 ábra nem jelöli meg a Betelgeuzet a bal felső sarokban az aláírás ellenére.

A 117. oldal 3.5 ábráján az interferometriával és Doppler-leképezéssel készült két kép olyan mértékben különbözik, hogy az északi poláris foltot leszámítva igen nehezen lehet pozitív korrelációt felfedezni, negatívát annál inkább. A Doppler-kép valóban megbízhatóbb?

A 119. oldalon a 3.3 pont részletesen kifejti új generációs eszközök alkalmazásait, kérdésem, van-e lehetőség az ezekbe a kutatásokba való bekapcsolódásra?

Publikációk

A dolgozatban tárgyalt eredményeket a jelölt 19 tudományos cikkben publikálta, melyek közül 16-ban első szerző, a 19 közül 13 lektorált nemzetközi folyóiratban jelent meg, köztük egy Nature cikkben. Összes tudományos cikkeinek független idézettsége meghaladja az 500-at, a tézisekben felsorolt cikkekre ez a szám az MTMT szerint 107, de a több, nemrég megjelent publikáció révén ez a szám még jelentősen növekedhet.

Értékelés

A doktori értekezésben közzétett eredeti és önállóan elért tudományos eredmények teljesítik az “MTA doktora” cím megszerzéséhez szükséges feltételeket. Ennek alapján javaslom a dolgozat nyilvános vitára bocsátását és sikeres védelem esetén az MTA doktora cím odaítélését.

Budapest, 2017. február 14.

Kecskeméty Károly
az MTA doktora