



Változócsillagok

Változós érdekességek innen-onnan

E havi rovatunkban az utóbbi hónapok csillagászati szakirodalmában megjelent új eredmények között tallózunk, melyek mindegyike világszerte amatőr csillagászok százai által követett változócsillagokkal kapcsolatos. Először megvizsgáljuk, mit is jelent az a kijelentés, hogy az RX And egy új VY Sct típusú csillag, majd spektroszkópiai mérések segítségével meglátogatjuk az elmúlt év legfényesebb növőjét, a V2275 Cygnit. Ezek után kitekintést teszünk a természet egy széles körűen előforduló jelensége, az akkréció felé. Végül a „hagyományos” változók közül az S Orionis mira változó belsejébe vetünk egy pillantást, ahol az évtizedes fénygörbe alapján energia-termelésben jelentkező instabilitást sejtünk.

RX Andromedae, a letörő kitörő

A katalizmusos változócsillagok olyan kölcsönható szoros kettőscsillagok, melyekben a főkomponens fehér törpe anyagot kap a kistömegű fősorozati törpecsillag kísérőjétől, aminek oka a kísérő ún. Roche-térfogatának kitöltöttsége. Létrejön a fehér törpét övező akkréciós korong, és az ebben lejátszódó folyamatok okozzák a csillagok látványos fényváltozását. A katalizmusos változóknak egy jelentős hányada mutat hosszabb-rövidebb ideig tartó elhalványodásokat, amikor a rendszer fényessége több magnitúdóval a tipikus, nyugalmi állapot alá kerül. Amíg ez a jelenség igen gyakori az erős mágneses terű fehér törpéket tartalmazó rendszerekben, addig a gyenge mágnességű csillagoknak csak egy viszonylag kis hányada mutatja az elhalványodásokat. A VY Sculptoris típusú csillagok olyan nagy tömegátadási sebességű növőszőrű változók, melyekre, éppen az alosztály definíciója szerint, váratlan elhalványodások jellemzők. Ezek oka a hirtelen lecsökkenő tömegátadási sebesség a fehér törpe és a kísérője között.

A VY Scl-csillag keringési periódusa 3 és 4 óra közé esik, ez éppen a periódusúrral fölötte van (2 és 3 óra közé eső orbitális periódussal gyakorlatilag csak egy-két katalizmusos változót ismerünk, amit csillagfejlődési okokra szokás visszavezetni). Éppen ezért a VY Scl-jelenséget olyan speciális evolúciós állapotban levő csillagoknál tételezik fel, amelyek a periódusúrral felé fejlődnek. Egy 1994-es modell szerint a „normális” törpe növők életük során a rövidebb periódusok felé haladnak és közvetlen a periódusúrral elött a fősorozati mellékomponens erős foltaktivitást kezd mutatni. Ha a tömegátadási területre belül egy nagyobb foltcsoport, akkor az lecsökkentheti az anyagátadást, és ezzel kialakulhat a VY Scl-viselkedés. Ugyanakkor egy 1998-ban közölt tanulmány elvetette ezt az elképzelést, azzal érvelve, hogy nem ismerünk olyan átmeneti objektumot, ami mind a törpe növő, mind a VY Scl-csillagok tulajdonságait egyaránt mutatná.

Nevada-i Observatóriumban. A bő háromhetes hír-írség elmúltával bosszankodva vettem tudomásul, hogy teljesen lemaradtam egy majdnem szabad szemes fényességű nőváról, de még a főműszerként használt 20x60-as binokli hatótávolsága is kevésnek bizonyult már akkor. Így egyfajta személyes vigaszként szolgált, hogy a csillag komplex spektroszkópai és fotometriai analizisét elvégezhettem kollégák és egyetemi hallgatók segítségével. Ennek ellenére legalább 3 spektrumot elcseréltem volna egy pillanatnyi binoklis látványért, még ha ezzel kevesebb információhoz is jutottunk volna a tavalyi év legfényesebb nővájáról... (Kiss L.L. és munkatársai, 2002, *Nova Cygni 2001/2 = V2275 Cygni, A&A, 384, 982*)

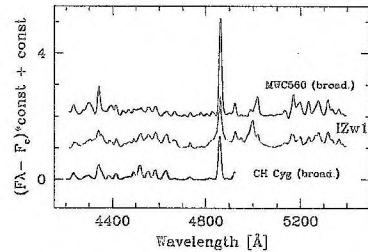
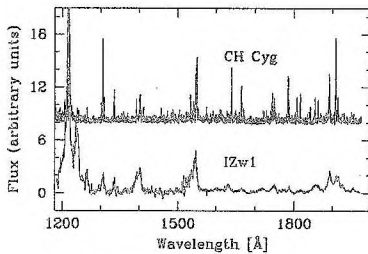
Nanokvazárok nyomában: CH Cygni és V694 Monocerotis

Az akkréciós jelenségek a tömegbefogó objektumok tömegétől függetlenül nagy hasonlóságot mutatnak a legkülönbözőbb égitestekben. Az utóbbi években több olyan galaktikus röntgenkettőt fedeztek fel, melyekben fekete lyuk, vagy neutroncsillag főkomponens körül alakul ki egy akkréciós korong, melynek forrása egy kísérő másodkomponens. A korong mellett több objektumnál sikerült kimutatni nagy sebességű gázkidobásokat, jeteket, így nem véletlen, hogy ezeket a rendszereket összefoglaló néven mikrovazárként szokás emlegetni. Tanulmányozásukkal az aktív galaxismagok (a kvazárokat is lefedő általános elnevezés) jelenségeit érthetjük meg, hiszen a mikrovazárok nagyon hasonló viselkedésűek, csak éppen az események sokkal kisebb energiákon és rövidebb időskálákon játszódnak le.

R. Zamanov és P. Marziani (Padovai Csillagászati Observatórium) érdekes hasonlóságot figyelt meg tömegbefogó fehér törpék és távoli kvazárok színképe között. Annak ellenére, hogy a központi objektumok tömege $1 M_{\odot}$ és $10^6-10^9 M_{\odot}$ között változik, érdekes módon az akkréciós jelenségek nagyon hasonló szerkezeteket hoznak létre.

Az olasz csillagászok két kölcsönható kettőt vizsgáltak meg, a CH Cygnit és a V694 Monocerotist (MWC 560). Előbbi szabálytalan fényváltozásokat mutat 5 és 9 magnitúdó között, és az egyik legnépszerűbb változó a magyar amatőrök között (is). Ultraibolya és optikai színképeik mellékelt ábránkon láthatók, ahol a két csillag mellett az I Zw 1 nevű Seyfert 1 típusú aktív galaxismag spektruma is tanulmányozható.

A hasonlóság roppant meglepő. Gyakorlatilag az aktív galaxismag bármely színképvonalának megtaláljuk a párját a csillagok spektrumában, így adódik, hogy a két változóban ugyanolyan felépítésű a csillagkörüli anyag, mint a kvazárok széles



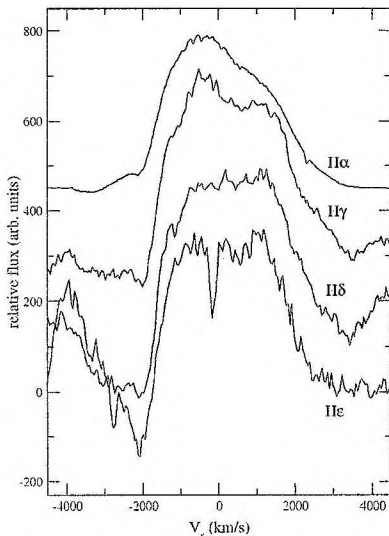
A CH Cyg és V694 Mon változócsillagok és az I Zw 1 Seyfert-galaxis ultraibolya (felül) és optikai (alul) színképeinek összehasonlítása

szorpciós gödör a -2100 km/s eltolódásnál a legerősebb, így ezt feleltethetjük meg a lerobbanó gázfelhő tágulási sebességének is.

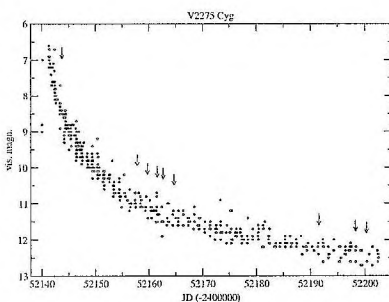
A csillag halványodásával párhuzamosan a spektruma is erős változásokat mutatott. Néhány színképvonal azonban változatlan maradt, ezek nem a nóva rendszerében keletkeztek, hanem a csillagközi tér fényelnyelő por és gáz anyagában. Ezen speciális vonalak erőssége alapján meg tudtuk becsülni a csillagközi anyag vörösítő és fényelnyelő hatását. Eredményeink szerint a mért B–V színindexet $1,0 \pm 0,1$ magnitúdóval vörösítette a galaktikus por, míg a halványító hatás kb. 3 magnitúdó volt. Azaz ha a nóva és köztünk üres csillagközi tér lett volna, maximumában szabad szemes látványként gyönyörködhattünk volna benne $3^m,8$ -s maximumfényességénél!

A VSNET-en elektronikusan publikált vizuális fényességbecslések alapján megrajzoltuk a kitörés fénygörbéjét (l. ábra) és meghatároztuk a halványodási ütemeket. A V2275 Cygni nagyon gyors nóva volt: a 2 magnitúdónyi halványodáshoz szükséges t_2 idő csak $2,9 \pm 0,5$ nap volt, míg a hasonló értelmezésű t_3 7 ± 1 nap volt. A 20. században alaposan megfigyelt nóvák közül csak három volt nála gyorsabb (V1500 Cyg, V838 Her és MU Ser). Mivel t_2 és t_3 a nóvarobbanás maximális abszolút fényességétől függ (a nagyobb energiájú robbanás nagyobb sebességgel, gyorsabban szétoszlik, gyorsabb halványodási ütemet diktálva), így a V2275 Cygni a valaha észlelt egyik legnagyobb maximális abszolút fényességű nóva volt. Különböző irodalmi kalibrációk alapján augusztus 19,9 UT-kor $-9,7 \pm 0,7$ magnitúdó volt vizuális abszolút fényessége, amit összevetve a maximális látszó fényességgel, becslést kaphatunk a csillag távolságára. A statisztikus módszer, ill. a csillagközi fényelnyelés bizonytalanságai miatt csak annyit lehetett levonni, hogy a távolság 3 és 8 kpc között van.

Végezetül egy szubjektív megjegyzés a szerzőtől. A V2275 Cygni felfedezése körüli időszakban egy internetmentes spanyol tanulmányúton tartózkodtam éppen a Sierra



Hidrogén vonalprofilok. A P Cygni-vonalprofil alapján a tágulási sebesség 2100 km/s



A V2275 Cygni vizuális fénygörbéje 2001. október végéig. A nyilak a színképek készítésének időpontjait jelzik

emissziós vonalaiért felelős régióiban, egyedül a karakterisztikus méretek különböznek sok nagyságrendnyit.

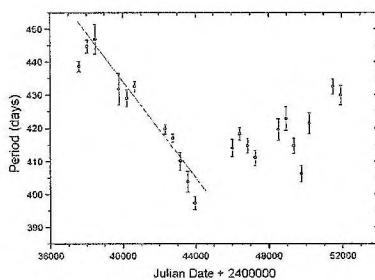
Zamanos és Marziani részletesebb számításokkal is igazolták, hogy a nagy mértékű hasonlóság egyik fő oka az, hogy miként a kvazárokban, úgy a CH Cyg-ben és a V694 Mon-ban is a korábbiól jól ismert jetek energiaforrása a központi objektum forgási energiája. A mikrokvizárokhoz hasonlóan pedig az akkréciós koronggal övezett és jeketek kilövellő fehér törpéket teljes joggal hívhatjuk nanokvizárokknak (a nanosz szó görögül törpét jelent). Az eredmények egyik lehetséges alkalmazása a kvazárok optikai színképének pontosabb értelmezése, felhasználva a nano- és mikrokvizároknál talált összefüggéseket. (Zamanov, R., Marziani, P., 2002, *Searching for the physical drivers of Eigenvector 1: from quasars to nanoquasars, ApJ Letters* 571, L77)

Az S Orionis periódusváltozásai

Az S Orionis a Változócsillagok Általános Katalógusa (GCVS) szerint egy 414 nap periódusú mira csillag, M6.5e-M9.5e színképtípussal. Átlagos amplitúdója 4,5 magnitúdó, fényváltozása 8,0 és 13,0 között történik. P. Merchán Benítez és M. Jurado Vargas (Universidad de Extremadura, Badajoz) spanyol kutatók a csillag 71 év hosszú vizuális adatsorát vizsgálták meg esetleges periódusváltozás(ok) kimutatása céljából.

Egy mira típusú változó egyik legfontosabb paramétere a pulzációs periódus. Ahogy a vörös óriás mirák fejlődnek a Hertzsprung–Russell-diagram aszimptotikus óriáságán, periódusuk jelentős változásokat mutat. Ennek egyik oka lehet a csillag magját övező hélium- és hidrogénhéjak instabil energiatermelése. A számítások szerint néhány százézer évenként a különböző héjakban fellobbanhat az energiatermelés, ami azt okozza, hogy a csillag belseje jelentősen átrendeződik. Ennek eredményeképpen a rezgés periódusában megfigyelhető változást tapasztalunk, ami évtizedes időskálán jelent 20–30%-os relatív periódusváltozást.

A kutatók az S Ori elmúlt 40 évének fénygörbéjét vizsgálták. A teljes adatsor az AAVSO, VSOLJ és AFOEV adatbázisaiból származik, összesen 8861 egyedi fénybecslés. A vizsgálat legfontosabb eredménye, hogy a csillag periódusa az adatsor első felében erős változást mutatott, amikor bő 15 év alatt 450 napról 396 napra csökkent. Az elméleti modellekkel való összehasonlítás alapján adódott a következtetés, hogy az S Ori magja körül egy kisebb héliumhég-lobbanás történt. A megfigyelések is sugallják, hogy ezután a periódus ismét növekedni kezdett, összhangban a modell jóslataival, ám biztosabb következtetések még további 20–30 év fénygörbéjét igénylik. (Merchán Benítez, P., Jurado Vargas, M., 2002, *S Orionis: A Mira-type variable with a marked period decrease, A&A*, 386, 244)



Az S Orionis periódusának változása
1960 és 2001 között

KISS LÁSZLÓ