



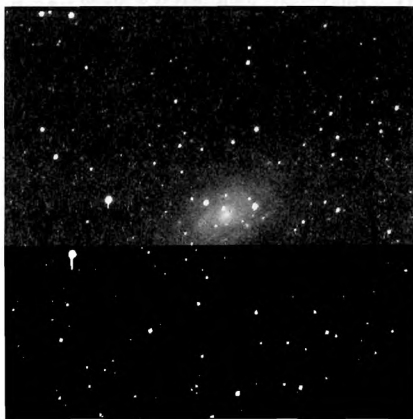
Változócsillagok

Fényes vendég a Camelopardalisban

Idén augusztusban volt szerencsém egy hetet eltölteni Piskés-tetőn, ahol – Sárneckzy Krisztián útmutatásai alapján – a 60 cm-s Schmidt-teleszkóp révén megismerkedhettem az égbolt nagytávcsöves felfedezésével és a célzott, tudományos megfigyelések menetével. Különböző objektumokról készítettünk CCD-felvételeket (üstökösök, kisbolygók, gömbhalmazok), de számomra egy – alig néhány nappal korábban talált – extragalaktikus szupernóva volt a legegzotikusabb példány. A Camelopardalisban található NGC 2403-ról csak hajnalban tudtunk képeket készíteni, de megérte a várakozás: az egyik spirálkarban felfénylő „vendégcsillag” imponáns látványt nyújtott. Az SN 2004dj névre keresztelt objektumról azóta számtalan szebbnél szebb felvétel, fényességbecslés, mérési adat született (nem utolsósorban hazai amatőrök jóvoltából is). Felfedezéséről már a Meteor szeptemberi számából értesülhettek kedves Olvasóink; most egy kicsit részletesebben foglalkozunk az utóbbi 10 év legfényesebb szupernóvájával kapcsolatos vizsgálódásokkal, eredményekkel.

Az új csillag

A szupernóvát egy japán amatőr csillagász, Koichi Itagaki találta július 31-én éjjel, az NGC 2403 jelű spirális galaxisban (ez az M81 galaxishalmaz tagja; távolsága mindössze 3,3 Mpc, azaz kb. 11 millió fényév). Itagaki egy 60 cm-es tükrös távcsővel készített szűrő nélküli felvételeket az adott égterületről, s ezeken találta meg az új csillagot, melynek fényességét $11^m,2$ -nak mérte. Ennél fényesebb szupernóvát utoljára 11 éve fedeztek fel: az M 81-ben talált SN 1993J egészen $10^m,5$ -ig fényesedett fel. Az első spektroszkópiai vizsgálatok elvégzése után F. Patat és munkatársai megállapították, hogy egy II-es típusú szupernóváról van szó; egészen pontosan egy II-P (ún. „plató”) típusúról. Az elnevezés onnan ered, hogy a II-P típusú szupernóvák fénygörbéjén egy jellegzetes, másodlagos púp jelentkezik a maximum után. Az SN 2004dj az egyik



A már erősen elhalványodott szupernóva november 7-én 19:00 UT-kor. 150/1200 TMB Apo, Fli CM-9 CCD, 4x4perc, G-41 (Dán András felvétele)

legjobban megfigyelt II-P típusú szupernóva, így részletes vizsgálata választ adhat több nyitott kérdésre is az ebbe a családba tartozó szupernóvákkal kapcsolatban. A színképelemzés alapján sikerült meghatározni, hogy a szupernóva kb. 3 héttel a felfedezés előtt robbant fel; a színképvonalak P Cygni vonalprofilja 4–6000 km/s-s távolgási sebességet jelzett a ledobódott anyagfelhőre.

Szülőobjektum: csillag vagy halmaz?

A szupernóvák esetében az egyik legfontosabb és egyben legnehezebb feladat a szülőobjektum (progenitor) meghatározása, ill. tulajdonságainak feltárása. A II-es típusú szupernóvák szülőcsillagai – ahogy ez a tankönyvekben is szerepel – vörös óriások, melyek magja a csillag életének utolsó fázisában fokozatosan összehúzódik, majd bekövetkezik a gravitációs összeomlás, melynek hatására a csillag gigászi hidrogénbombaként felrobban. A robbanás során hatalmas energia szabadul fel, a csillag külső héja ledobódik, a mag helyén pedig – a kezdeti csillagtömegtől függően – neutroncsillag vagy fekete lyuk keletkezik. Mindez egy kellően megalapozott elméletnek tűnik, azonban az általánosítással van egy kis probléma: eddig mindössze három alkalommal sikerült azonosítani II-es típusú szupernóva szülőcsillagát – az SN 1987A, az SN 1993J és az SN 2003gd esetében –, s csak a legutóbbi szülőobjektum volt vörös óriás.

Az SN 2004dj esetében a progenitor kilétének vizsgálata igencsak érdekesen alakult. A történet elejéig pontosan 20 évet kell visszaugornunk az időben: 1984-ben Alan Sandage amerikai csillagász az NGC 2403 legfényesebb kék és vörös óriáscsillagai után kutatott, s az általa talált objektumokat katalógusba rendezte. A katalógus már csaknem feledésbe merült, de két évtized múltán – egy szupernóva kapcsán – Sandage listája ismét a figyelem középpontjába került. Az SN 2004dj felfedezését követő napokban megindult a lázas kutatás a szülőcsillag után. Először H. Yamaoka és munkatársai (Kyuchu University), majd H. Bond, M.H. Siegel és J. Maiz-Apellániz (STScI) jelentették be, hogy azonosították a szülőobjektumot, amely egy, a Sandage-katalógus 96-os számú objektumaként besorolt kék szuperóriás. Az utóbb említett kutatók a Kitt Peak-i obszervatórium 4 m-es távcsövére szerelt CCD kamerával készítették felvételeket az adott égiterrületről 1999 januárjában, melyeket az Y. Lipkin, D. Maoz, E.O. Ofek és D. Poznanski (Tel-Aviv University) által a Wise Obszervatórium 1 méteres távcsövével 2004. augusztus 4-én készített képekkel vetettek össze. Az elemzés után megállapították, hogy a Sandage 96 mindössze 0,07 ívmásodpercre van a szupernóva pozíciójától.

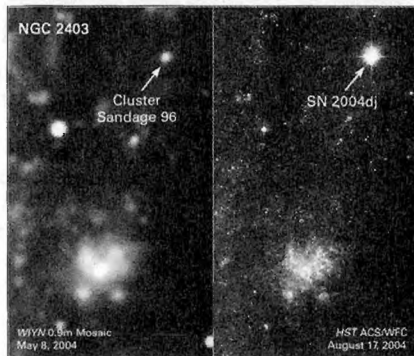
A Sandage 96-os objektummal kapcsolatos korábbi tanulmányokat átböngészve azonban (ahogyan ezt Bondék cikke is részletezi) meglepő eredményekre bukkanhatunk. Humphreys és Aaronson 1987-ben megjelent írásukban kifejtették, hogy a Sandage 96 spektruma nagyjából egy korai A-típusú csillag színképére emlékeztet, ugyanakkor a túl széles hidrogén Balmer-vonalak, valamint a He I vonalak megjelenése egy B-típusú csillag jelenlétére is utal. A kutatók nem találták H α emisszió nyomát, így arra a következtetésre jutottak, hogy a kérdéses objektum egy H II régió nélküli nyílthalmaz. 1999-ben Larsen már egyértelműen fiatal nyílthalmazként azonosította a Sandage 96-ot, és saját katalógusába n2403-3866 jelöléssel vette fel. A korábbi vizsgáldások ismeretében a szupernóvával foglalkozó szakemberek több archív felvételt átnéztek az NGC 2403 galaxisról, hogy további információkat gyűjtsenek a Sandage 96-ról. Néhány képen (így a Tautenburgi Obszervatórium 2 m-es, ill. a

Subaru Observatórium 8,2 m-es távcsövével H α szűrőn keresztül készített, 2003-as ill. 2004-es felvételeken; valamint Bondék Kitt Peak-i felvételein) látszik, hogy az objektum nem teljesen csillagszerű. A Subaru-teleszkóp képéről kimért adatok és a galaxis távolságának ismeretében a Sandage 96 átmérőjére kb. 4 pc adódott, ami az elméleti számítások szerint megfelel egy fiatal nyílthalmaz méreteinek.

A kutatók a spektroszkópiai és fotometriai adatok alapján modellszámításokat végeztek, hogy meghatározzák a halmaz hozzávetőleges korát, tömegét, valamint a benne lévő csillagpopuláció összetételét és tulajdonságait. A Sandage 96 korára – két különböző módszer alapján – kétféle eredmény adódott: egy idősebb (kb. 29 millió éves) és egy fiatalabb (kb. 13,6 millió éves) halmaz modellje. Az adatokat a korábbi színképelemzésekkel összevetve Bondék csoportja arra a megállapításra jutott, hogy nagy valószínűséggel az utóbbi feltevés a helyes. A távolságból és a mért vizuális fényességadatokból a halmaz tömegére kb. 24 000 naptömeget kaptak a szakemberek, ami nagyjából félúton van az NGC 2403-ban található, igen nagy tömegű fiatal halmazok és az átlagos galaktikus nyílthalmazok tömege között. Úgy tűnik, ez a tömeg nem elég nagy ahhoz, hogy a Sandage 96 végül gömbhalmazzá fejlődjön, így egy idő múlva az asszociáció tagjai szét fognak oszlani a galaxis csillagmezijében.

Sandage 96: a végleges válasz?

A Sandage 96-os halmaz és az SN 2004dj kapcsolatát több szakember is megkérdőjelezte. A Filippenko, W. Li (Berkeley) és S.D. Van Dyk (California Institute of Technology) augusztus 15-én keltezett cikkükben arról számoltak be, hogy a szupernóva rádiótávcsövekkel meghatározott pozíciójától mindössze 0,3 ívmásodpercre egy 21^m,1 vizuális fényességű csillagot találtak egy 1999-es archív felvételen. A nagyjából 17 naptömegű vörös óriás – a kaliforniai kutatók szerint – jó eséllyel pályázhatott volna a szülőobjektum titulusra. Azonban két nappal a tanulmány keltezése után Filippenkóék felvételeket készítettek az SN 2004dj környékéről a Hubble Űrtávcsövel, s az eddigi legjobb felbontású képek alapján a szupernóva és a Sandage 96 pozíciója esik legközelebb egymáshoz (ezt utólag a röntgentávcsöves megfigyelések is igazolták). A vita tehát eldőlt, de az SN 2004dj szülőobjektumának meghatározása továbbra is nyitott kérdés. Most csak annyit tudhatunk biztosan, hogy a halmaz valamelyik csillaga robbant fel szupernóvaként, ám a szülőobjektum tulajdonságairól eddig nem lehetett túl sokat kideríteni. Bond és Siegel munkacsoportja kidolgozott egy modellt a Sandage 96 csillagpopulációjának összetételéről, hogy közelebb kerülhessenek a szülőcsillag kiletének meghatározásához. Számításaik alapján a halmazban kb. 12–15 vörös óriás és 2–3 kék szuperóriás csillag található; eszerint a szülőobjektum jó eséllyel egy vörös óriás, de ezt eddig semmilyen más módszerrel nem erősítették



Az NGC 2403 a Kitt Peak-i 90 cm-es WIYN teleszkóppal, 2004 májusában (balra), illetve az SN 2004dj augusztus 17-én, a HST-vel (jobbra)

meg. Abban mindenki egyetért, hogy részletesebb információkat csak a szupernóva elhalványodása után (ami hónapokig vagy akár 1–2 évig is eltarthat) tudhatunk majd meg a halmazról. Ezután válik ugyanis csak lehetővé a Sandage 96 szín-fényesség-diagramjának a felvétele, valamint ekkor nyílik esély arra is, hogy nagy felbontású felvételeken közvetlenül is be lehessen azonosítani a halmaz egy-két csillagát.



Az NGC 2403 egy 2003-as felvételen, a tautenburgi 2 m-es Schmidt-távcsővel, H α szűrőn keresztül (balra). Ugyanaz a terület ugyanazzal a műszerrel, 2004. augusztus 10-én (jobbra)

Az SN 2004dj vizsgálata mindenesetre jó lehetőséget biztosít arra, hogy új információkat nyerjünk a II-es típusú szupernóvákról, s hogy talán sikerül egy újabb szülőcsillag beazonosítása. Mi mást is kívánhatnánk a híres Kepler-féle szupernóva felfedezésének pontosan 400 éves évfordulóján? Talán csak annyit, hogy a híres csillagászhoz és kortársaihoz hasonlóan nekünk is legyen részünk egy Tejútrendszerben felvillanó – de azért lehetőleg nem túl közeli – szupernóva látványában és tanulmányozásában...

SZALAI TAMÁS

YY Dor: újabb visszatérő nóva a Nagy Magellán-felhőben

William Liller (Vina del Mar, Chile) okt. 20,193 UT-kor készített fotókon egy új csillagot fedezett fel a Nagy Magellán-felhőben, 10^m,8-s fényességnél. A 20 cm-es Schmidt-kamerájával okt. 17,181 UT-kor felvett fotón még semmi nem látszott a jövevény helyén. A G. Monard dél-afrikai amatőr által kimért koordináták jó egyezést mutattak az 1937-es nóva (=YY Dor) pozíciójával, így senkit nem ért meglepetésként, amikor H.E. Bond és munkatársai bejelentették a Cerro Tololo-i spektroszkópai méréseiket, melyek a visszatérő nóvákra jellemző erős és több ezer km/s-s kiszélesedésű emisziós vonalakat mutattak a színeképben. Ezzel kettőre nőtt a Nagy Magellán-felhőben ismert visszatérő nóvák száma. November legelején gyors halványodás kezdődött, jó összhangban az 1937-es kitörés lefutásával. (IAUC 8422, 8424 – Ksl)