

Gamma

Gammablixtarna från yttre rymden har äntligen avslöjat sin sanna natur. Efter mer än trettio års spekulationer om deras orsak har vårt spaningsarbete nu lyckats binda en misstänkt vid utbrottsplatsen, en exploderande stjärna.

av Jesper Sollerman

Det var amerikanska spionsatelliter som först upptäckte gammastrålningsutbrotten från rymden. Gammastrålar är den mest energirika formen av strålning och skapas exempelvis vid atombombexplosioner. Det var just för att kontrollera att ryssarna inte provade några bomber som en armada av gammakänsliga satelliter sändes upp. Eftersom denna strålning inte kan tränga igenom jordens atmosfär var det alltså först i slutet av 1960-talet som astronomerna insåg att jorden kontinuerligt utsätts för skurar av gammastrålning från rymden. Utbrotten varar oftast några få sekunder, och man hade inte en aning om var de kunde komma ifrån.

Sparsamt med observationer innebar fritt spelrum för teoretiskt lagda forskare. Under drygt tjugo år lades hundratals teorier för gammablixtarnas ursprung fram. Den allra första handlade om gammastrålning från supernautbrott, dvs. från exploderande stjärnor. Den amerikanske forskaren Stirling Colgate, som var verksam vid Los Alamos (det forskningsinstitut där de amerikanska atombomberna utvecklades) har ägnat hela sin vetenskapliga karriär åt att räkna på atombomber och supernovor och har lanserat en lång rad mer eller mindre spekulativa teorier inom astronomin. Det var till viss del Colgates teorier som fick hans kollegor vid Los Alamos att söka efter utomjordiska gammasignaler i sina spionsatellitdata. Colgates teori hamnade dock snabbt i malpåse, eftersom man inte lyckades hitta något samband mellan de gammablixtar som observerades och de supernovor som man hittade. Andra spekulationer var mer fantasifulle, exempelvis den om kometer som krockar med Vintergatans neutronstjärnor. Man visste faktiskt inte om blixtarna kom från vårt eget solsystem, från Vintergatan eller möjligen från platser ännu längre bort i kosmos. Nya satelliter skulle avslöja mer om blixtarnas härkomst.

Satelliten med CGRO (*Compton Gamma Ray Observatory*) sändes upp 1991 och kunde observera gammablixtar i nästan tio år innan NASA bestämde sig för att dumpa det 140 ton tunga teleskopet i Stilla havet. Un-

der dessa år hittade CGRO drygt 2 700 blixtar, nära nog ett utbrott varje dag. Det visade sig att blixtarna kommer från alla möjliga håll på himlen. De var alltså varken koncentrerade till planeternas banplan i solsystemet eller till vintergatsplanet. Detta verkade tyda på att blixtarna härrör från mycket stora avstånd. Men om de ligger så långt borta måste utbrotten vara utomordentligt kraftfulla, vilket gjorde att vissa astronomer ändå trodde att de kom från någon slags halo kring vår egen galax. Satelliten Beppo-Sax, som sändes upp 1997, gav svaret.

Gammastrålningsteleskop har dålig upplösning och kan inte bestämma exakt var på stjärnhimlen en signal kommer ifrån. Beppo-Sax löste detta problem med hjälp av en medföljande detektor för röntgenstrålning. När en gammablixt registrerats vändes röntgendetektorn snabbt mot samma plats, och lyckades då finna en källa som långsamt falnade. Röntgenteleskopets bättre upplösning gav möjligheten att ge optiska teleskop på marken exakta koordinater för denna så kallade efterglöd. GRB 970228, dvs. utbrottet som registrerades den 28 februari 1997, var det första som kunde fotograferas också i synligt ljus med markbundna teleskop. Plötsligt stod hela världens armada av teleskop och sofistikerade instrument till gammablixtforskarnas förfogande. Sådana observationer av GRB 970508 var de första att bestämma ett avstånd till en gammablixt. Den visade sig ligga mycket långt borta, den exploderade då universum bara var ungefär hälften så gammalt som det är nu. En del av gåtan var löst – blixtarna härrör verkligen från yttre rymden.

Idag har mer än trettio blixtar avståndsbestämts, och samtliga ligger på mycket stora avstånd. För att kunna synas på så stora avstånd måste utbrotten vara fantastiskt energirika. Man skulle behöva förinta hela solen i en gigantisk explosion för att få en tillräckligt kraftig smäll. Detta utesluter nästan alla de teorier som hittills lagts fram. De två populäraste förklaringarna

blixtar

A deep space photograph showing a galaxy cluster. The background is dark with numerous stars of various colors (white, yellow, orange, red, blue). In the center, there is a bright, multi-colored galaxy. A white arrow points from the bottom right towards a bright blue star in the center of the cluster.

Supernovan SN 1998bw = GRB 980425
(GRB = Gamma Ray Burst = gammablixt)

idag inkluderar kolliderande neutronstjärnor eller supernovaexplosioner.

Att supernovor faktiskt skulle kunna ha med saken att göra visade sig i april 1998. GRB 980425 påvisades av Beppo-Sax, och som vanligt inleddes ett intensivt sökande efter efterglöden på många teleskop runt om i världen. På NTT-teleskopet på La Silla-observatoriet i chilenska Atacamaöknen fann man inte den vanliga svaga suddiga fläck som brukar karakterisera efterglöden till en gammablixt många miljarder ljusår bort. Istället fann man ett klart lysande objekt nära centrum av en tämligen närbelägen galax.

Min kollega Nando Patat arbetade då på det närliggande 3,6-meter-teleskopet och berättade hur astronomerna från NTT kom springande med sina märkliga observationsdata och undrade vad det kunde vara.

– Eftersom ni frågar mig som är supernovaforskare, svarade Nando, så måste det väl vara en supernova.

Och så var det. Supernova 1998bw, som den sedan kom att kallas, visade sig vara en mycket ovanlig supernova, ljusstark och energetisk. Nando och jag kom att ägna flera år åt att studera denna supernova närmare. En supernova som exploderade på samma plats och på samma tidpunkt som en gammablixt var en stark

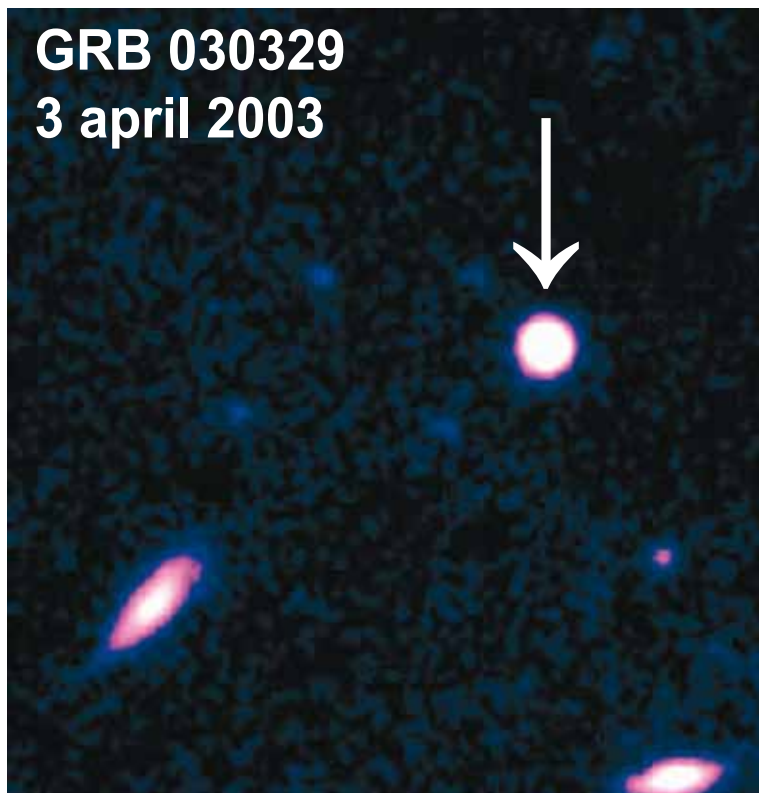
indikation på att dessa fenomen är relaterade. Plötsligt började forskare som ägnat sig åt gammablixtar att samarbeta med oss supernovaforskare. Men långt ifrån alla var övertygade om något samband.

GRB 980425 är den mest närbelägna av alla gammablixtar, men var inte särskilt intensiv i gammastrålning. Det innebär att den måste varit tiotusentals gånger ljussvagare än sina mer avlägsna kusiner. De flesta ville nog mena att SN 1998bw var en ovanlig supernova som på något sätt lyckats avge lite gammastrålar, men att den inte hade något gemensamt med de gammablixtar vi observerar från de mer avlägsna delarna av kosmos. De senaste fem åren har dock frammanat flera indicier till förmån för supernovornas betydelse i gammablixtsagan.

Skarpa bilder med Hubbleteleskopet har visat att blixterna kommer från områden där stjärnor föds – precis som supernovor gör. Observationer av den falnande efterglöden till gammablixtar visade även att dessa ibland åter blev ljusstarkare efter 10–20 dygn. Eftersom en supernova är som ljusstarkast efter just 10–20 dygn kunde detta tyda på att en supernova exploderat samtidigt som gammablixten detekterats. Men detta var bara indicier. Bindande bevis saknades fortfarande.

Den 29 mars 2003 påvisade satelliten HETE-II, Beppo-Sax' efterföljare, en mycket kraftig gammablixt. Endast en och en halv timme senare

hade efterglöden hittats och ett spektrum som togs natten efter visade att gammablixten låg knappt 3 miljarder ljusår bort. Det är visserligen ganska avlägset, men faktiskt väsentligt närmare än alla andra gammablixtar. Om GRB 030329 var associerad med en supernova av samma kaliber som SN 1998bw, så borde man kunna observera supernovan med ett bra teleskop sisådär 10–20 dygn efter smällen. Här gällde det att handla snabbt.



Gammablixten GRB 030329 observerad med Very Large Telescope på Paranalobservatoriet i Chile strax efter utbrottet. Denna gammablixt visade sig vara associerad med en supernovaexplosion. På föregående sida syns supernovan SN 1998bw som exploderade i april 1998. Även denna energetiska supernova spelade en betydande roll i avslöjandet av gammablixtarnas ursprung.

För att kunna detaljstudera efterglöden behövs observa-

tionstid på ett stort teleskop. Sådan söker man vanligtvis nästan ett helt år i förväg. Det duger naturligtvis inte i den snabba gammablixtforskningen. Därför tilläts vissa speciella program som kan aktiveras direkt om något spännande skulle ske ute i rymden. Då en gammablixt detekteras får observatörerna på teleskopet släppa vad de håller på med och istället ägna sig åt denna. Sedan flera år har ett stort forskarlag förfogat över sådan *target of opportunity*-tid på Paranalobservatoriets fyra stora teleskop i Chile. Forskarlaget har grenar i flera europeiska länder och har ett snabbt och effektivt nätverk, där en av noderna ständigt har 24-timmars jour för att direkt kunna agera när ett ny gammablixt detekterats. På grund av mitt intresse för SN 1998bw hade jag sedan

flera år knutits till den danska noden i Köpenhamn, men jag hade tidigare inte tagit aktiv del i deras arbete.

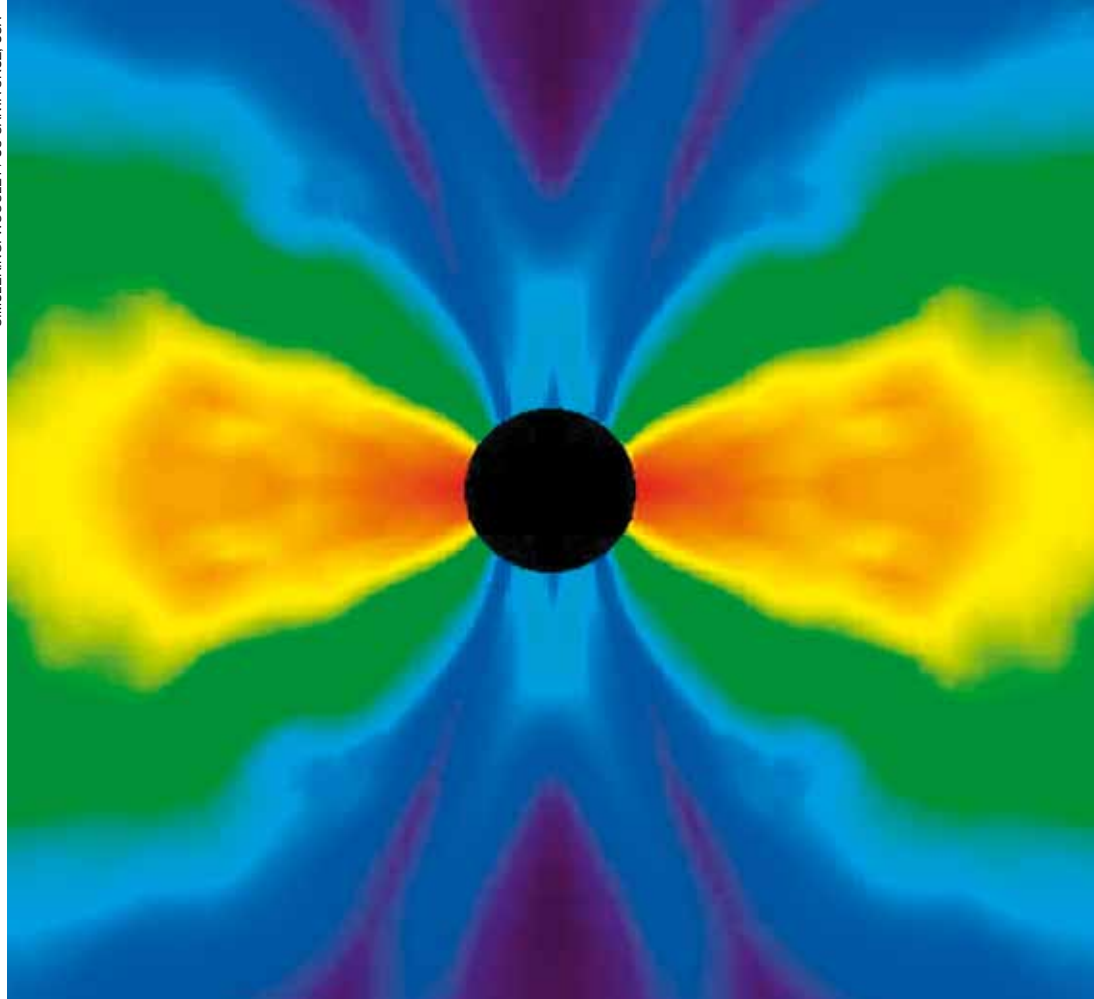
Nu ringde jag upp Jens Hjorth i Köpenhamn för att poängtera att detta var den stora chansen att faktiskt detektera en supernova i en gammablixt. Jens höll med – och snart hade han arrangerat så att vi kunde börja observera GRB 030329. Vi insåg också att vi knappast var de enda astronomerna i världen som ville försöka att spektroskopiskt identifiera en supernova i GRB 030329, så vi borde observera GRB 030329 så snart som möjligt.

Vårt första spektrum fick vi den tredje april, fem dagar efter utbrottet. Det visade ett plant spektrum, typiskt för efterglöden från gammablixtar. Nästa observation, fem dagar senare, var mycket intressantare.

Då vi subtraherade bort bidraget från efterglöden liknade vårt nya spektrum precis det som observerats i den mycket energetiska SN 1998bw. Det var just det här vi letade efter, men när jag först fick fram dessa data på min datorskärm trodde jag knappt det var sant. Här var det slutgiltiga beviset för att gammablixtar är associerade med supernovor. Vi var dock inte de enda som observerat GRB 030329 just den natten. Ett amerikanskt forskarlag hade tagit ett spektrum nästan exakt samtidigt som vi. Under natten knåpade de snabbt ihop en kort artikel om denna upptäckt och skickade den till en vetenskaplig tidskrift. På morgonen när jag vaknade hade de lagt ut sin artikel på nätet för allmänt beskådande. Vi lät oss dock inte nedslås.

VLT är ett bra teleskop och våra data höll mycket god kvalitet. Efter ett tredje observationstillfälle, som konfirmerade likheten med SN 1998bw, ägnade vi några dagar och nätter åt att analysera våra observationer och skriva ihop en artikel till den brittiska tidskriften *Nature*. Vi kunde bland annat konstatera att supernovan verkligen var ovanligt ljusstark, precis som SN 1998bw, samt att de hastigheter som den utslungade supernovagasen rörde sig med var större än 35 000 kilometer i sekunden. Det var till och med snabbare än i SN 1998bw. Denna analys tillät oss att avfärda flera populära teorier om gammablixtarnas ursprung. GRB 030329 verkar istället stämma väl överens med förutsägelser från teorin om kollapsarer, ursprungligen framlagd som misslyckade supernovor.

SIMULERING: WOOSLEY / UC SANTA CRUZ, USA



Ovan ses en datorberäknad bild av en kollapsar och dess närmaste omgivning. Den kollapsande stjärnan bildar en insamlingskiva, de brandgula områdena i bilden, innan allt material faller in i det svarta hålet i mitten som är ca tre gånger så tungt som solen. Bilden är ca 600 km tvärsöver.

En kollapsar börjar med en tung stjärna som exploderar som en supernova. En supernova lämnar oftast kvar en neutronstjärna, men i en kollapsar faller så mycket materia tillbaka på neutronstjärnan att den faller samman till ett svart hål. Mer materia suges in i det svarta hålet via en insamlingskiva, och det är materia som suges in i det svarta hålet som verkar som själva motorn för gammautbrottet.

Strax efter det att vi skickat in vår artikel till *Nature* var det en stor konferens om supernovor och gammablixtar i Valencia. Nando Patat skulle föreläsa om SN 1998bw och jag skickade honom våra nya spektra av dess tvilling, GRB 030329.

– Under alla år jag arbetade med SN 1998bw så trodde jag faktiskt aldrig riktigt på sambandet med gammablixten, erkände Nando Patat till min förvåning. Men nu tror jag det definitivt.

Kvällen innan Nando skulle presentera våra nya data ringde han också Stirling Colgate, numera pensionerad från laboratoriet i Los Alamos, och berättade att nu verkade det faktiskt som om hans teori bekräftats.

– Fantastiskt, svarade Stirling Colgate. Förresten, vilken av mina teorier är det du menar? ♦

JESPER SOLLERMAN är docent i astronomi vid Stockholms universitet och han ägnar sig åt supernovor och kosmologi.