

# Hvor kommer magnetarstråling fra?

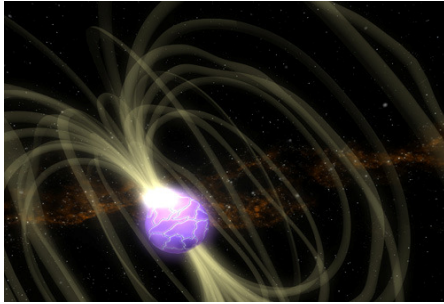


Fig 1 En nøytronstjerne

LA3EQ  
Jan Henning Holmedal Lustrup  
Stavanger 2007



Jeg kom over en interessant artikkel i januar 2008 nummeret av det norske bladet **Astronomi**<sup>(1)</sup> om magnetarstråling. Magnetarer er roterende nøytronstjerner med universets sterkeste magnetfelt. Astronomene har lenge lurt på om disse utbruddene med strålingen kommer fra overflater eller ifra atmosfæren av ladde partikler over nøytronstjernen. Nyere forskning tilskriver strålingens opphav til selv overflaten av stjernen.

En gruppe astronomer har studert magnetaren **XTE J1810-197**, som ble oppdaget i 2003. Den er 100000 lysår fra oss og er en anormal røntgenpulsar. Det er en roterende nøytronstjerne med usedvanlig kraftig magnetfelt. Rotasjonstiden er bare 5,5 sekunder.

Så plutselig i 2003 ble strålingsintensiteten hundre ganger høyere enn normalt. For å finne ut av hva som var årsaken måtte man lokalisere hvor strålingen kom fra ved å sammenligne de observerte egenskapene til ulike modeller av strålingsmekanismen med observasjonene. Det kom et forbausende presist svar ut av undersøkelsen. Strålingen kom ikke fra et plasma av ladde partikler over nøytronstjernen, men fra et område med utstrekning på 3,5 kilometer omtrent 2,5 meter under overflaten<sup>(2)</sup>.

## MAGNETARER

Av Øyvind Grøn<sup>(3)</sup>

5. mars 1999 var det 20 år siden det første myke gjentatte gammaglimtet (SGR) ble registrert. Dette var innledningen til oppdagelsen av en ny type objekter i universet: magnetarer. 20 års jubileet ble behørig feiret av NASA og ga anledning til en oppsummering av magnetar-forskningens historie.

Gammaglimtet 5. mars 1979 var meget kraftig og ble observert med detektorer i flere satellitter. Ved å sammenlikne tidspunktene for observasjonene i de ulike satellittene, var det mulig å bestemme retningen utbruddet kom fra. Det viste seg at kilden lå i retning av den Store Magellanske Sky, som er en dverg-galakse nær Melkeveien

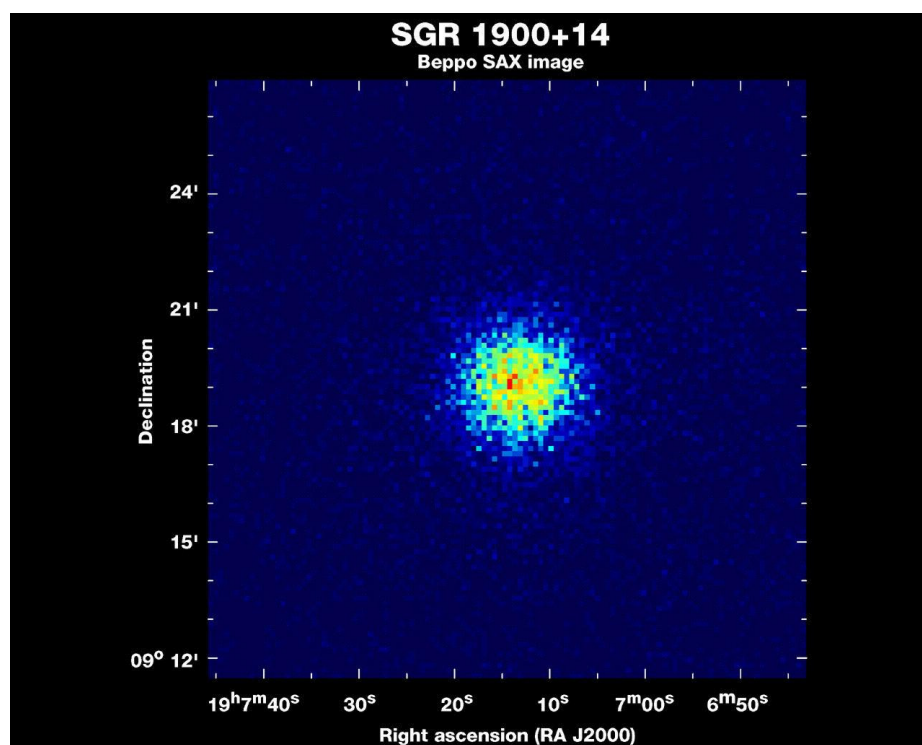
med avstand ca. 170.000 lysår fra solen. Selve glimtet varte i 1/5 sekund og kilden sendte i denne tiden ut like mye energi som solen sender ut i løpet av 1000 år.

Glimtet ble fulgt av en etterglød som varte i 100 sekunder. Denne varierte regelmessig i intensitet med en periode på 8 sekunder, og indikerte at kilden trolig var et roterende objekt. Etter nøye undersøkelser konkluderte man med at kilden måtte være en roterende nøytronstjerne, altså samme type kilde som for pulsarer.

Men pulsarstrålingen og de myke gjentatte gammaglimtene er svært forskjellige. Pulsarene sender ut regelmessige signaler jevnt og trutt. Gammaglimtene kommer i ny og ne. Pulsarene er roterende nøytronstjerner med sterke magnetiske felter. På overflaten av en pulsar-nøytronstjerne er magnetfeltet ca.  $10^{12}$  ganger så sterkt som på jordens overflate.

I 1990 var kun 3 kilder som sendte ut gjentatte myke gammaglimt, identifisert. For å finne ut mer om kildene til de myke gammaglimtene var det nødvendig med mer data. Dette ble fremskaffet ved nøye undersøkelser av ettergløden til glimtene. Det viste seg at perioden til intensitets-variasjonene økte langsomt, og man greide å bestemme hastigheten til denne endringen. Dette var nøkkelen til å løse mysteriet.

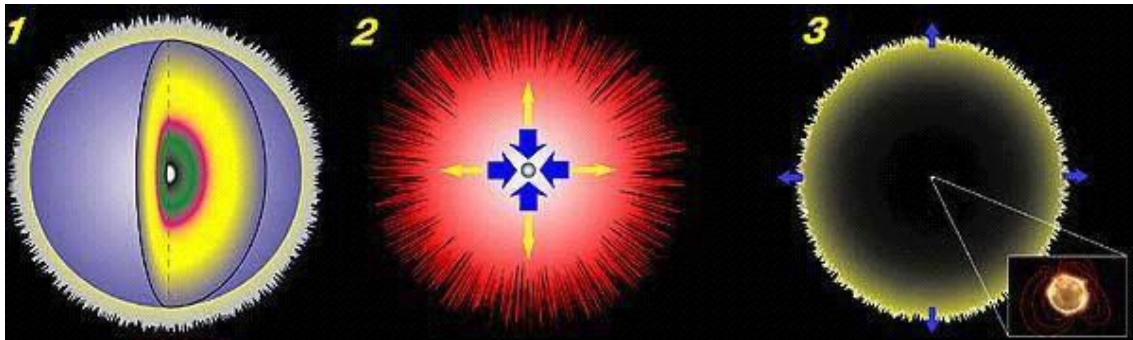
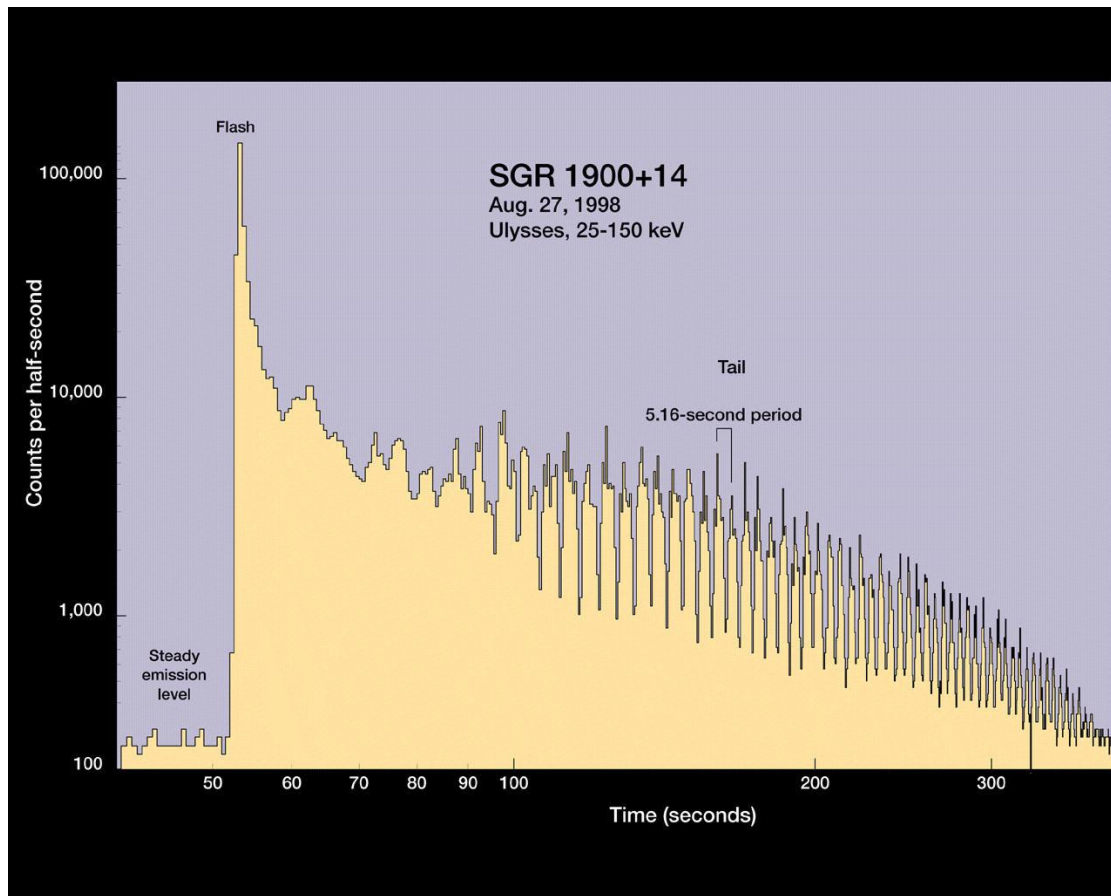
I 1992 utarbeidet Robert Duncan ved University of Texas og Cris Thompson ved University of North Carolina en teori som forklarte observasjonene. Kildene til de gjentatte gammaglimtene er roterende nøytronstjerner med magnetfelter fra 100 til 1000 ganger så sterke som dem til pulsarene. Slike nøytronstjerner kalles *magnetarer*.



Nye observasjoner i 1998 har bekreftet magnetar-teorien. 27. August fikk en kilde, SGR 1900+14, som man tidligere hadde observert gammaglimt fra, et nytt utbrudd. Observasjonen er vist på bildet.

Intensiteten til gammaglimtet og ettergløden som funksjon av tiden er vist på bildet på neste side. Med utgangspunkt i målinger av endringen til perioden med tiden

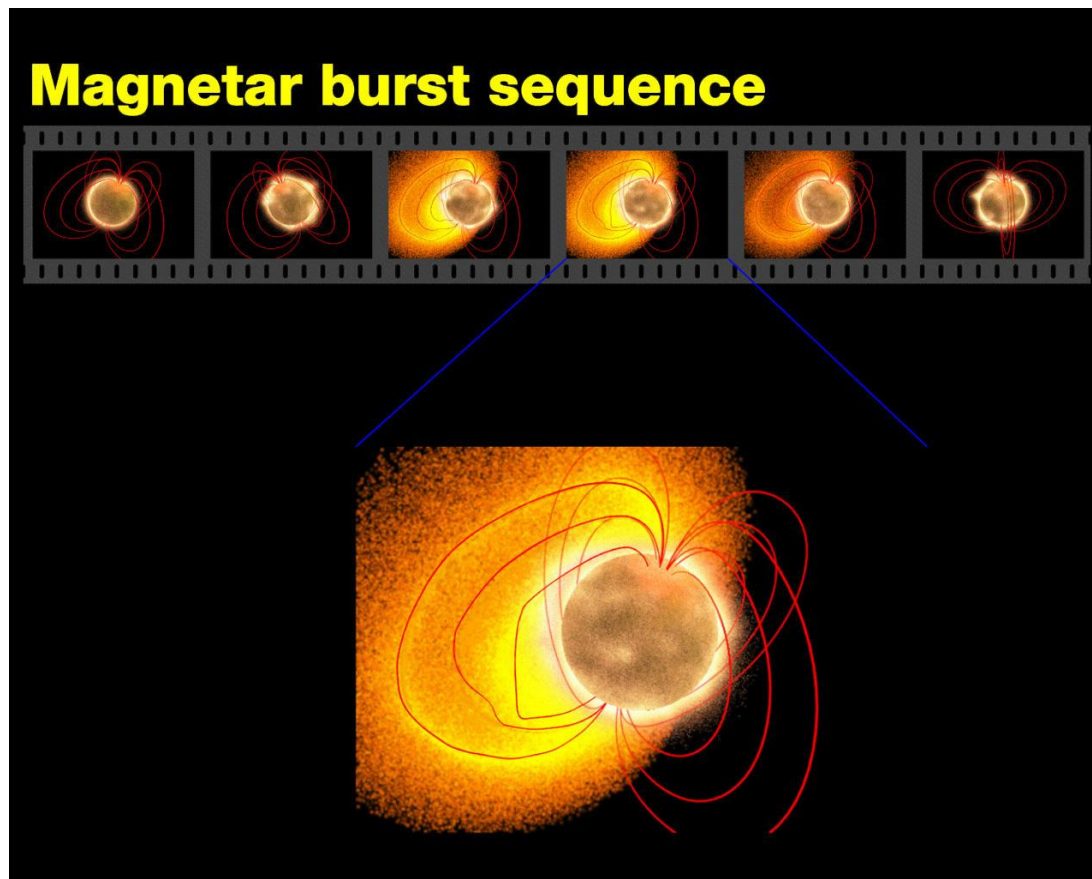
beregnet man at magnetfeltet til magnetaren som sendte ut strålingen, var 800 billioner ganger sterkere enn på jordens overflate.



Man mener nå i grove trekk å vite hvordan en magnetar dannes og utvikler seg.

1. En stjerne som har brukt opp hydrogenforrådet sitt begynner å forbrenne tyngre grunnstoffer. Prosessen brer seg innover og ender med at det dannes jern. Ytterligere fusjon av atomkjerner konsumerer istedenfor å frigjøre energi. Dermed stopper fusjonen og trykket synker dramatisk.
2. Det skjer en meget hurtig kollaps, som dernest forårsaker en enorm eksplosjon. Denne kan observeres som en supernova.
3. Det ytre laget av stjernen blåses vekk og den indre delen presses sammen til en nøytronstjerne som roterer raskt og gir opphav til et sterkt magnetfelt. Hvis nøytronstjernen roterer raskere enn ca. 200 ganger i sekundet kan

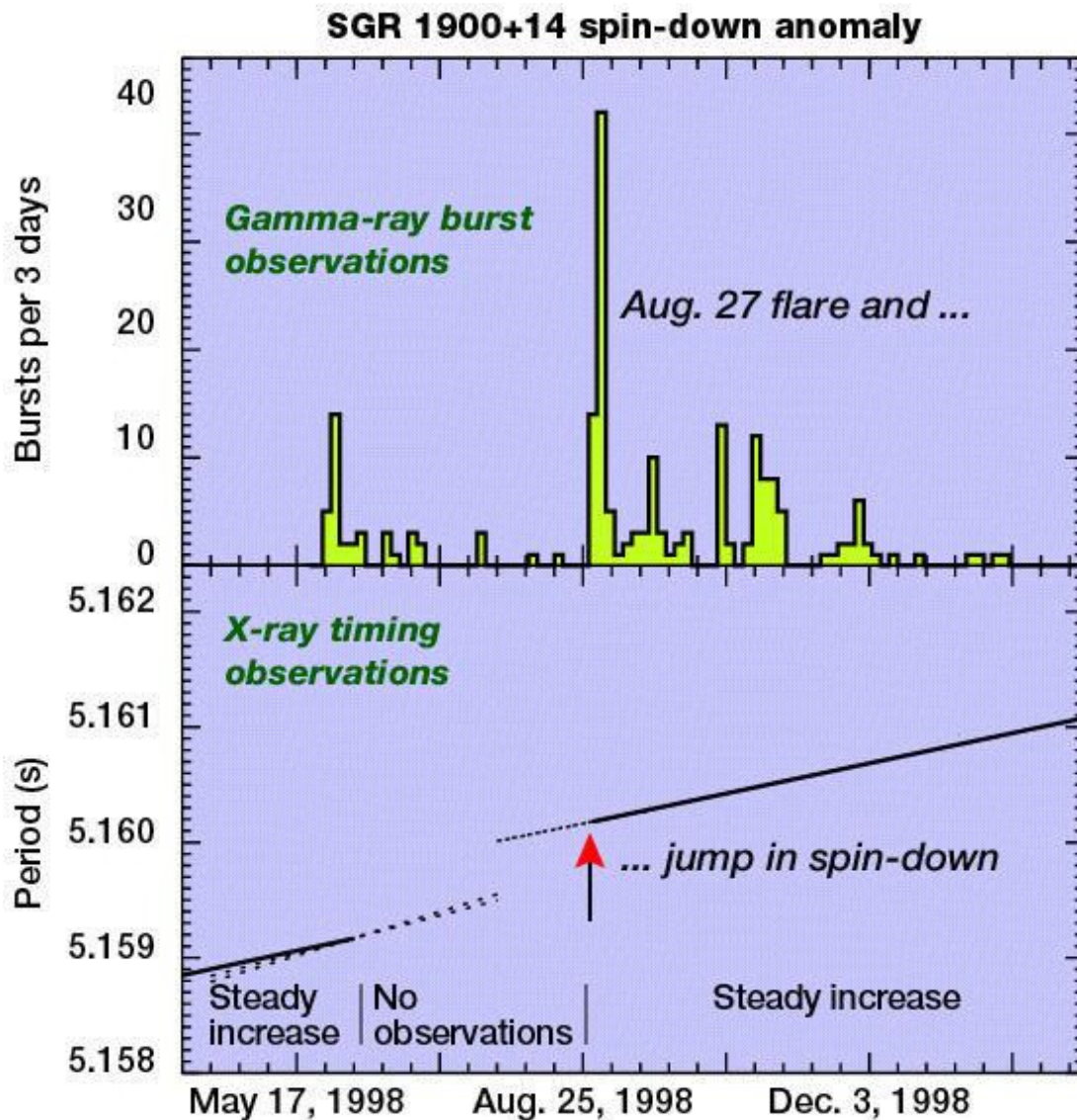
magnetfeltet bli hele  $10^{15}$  ganger så sterkt som på jordoverflaten, og det er dannet en magnetar.



Nedenfor er illustrert hvordan magnetfeltet kan endres etter hvert som magnetaren utvikler seg videre.

Den ytterste delen av nøytronstjernen består av et ca. 1 kilometer tykt krystallinsk skall som består av (positivt ladde) atom-kjerner, elektroner og nøytroner. Under dette er det et flytende område med ladde partikler som beveger seg meget raskt, og danner stjernens ekstremt sterke magnetfelt. Når strømningmønsteret endres, vil også magnetfeltet forandre seg. Dette gjør at nøytronstjernens skall utsettes for svære krefter, og det oppstår stjerneskjelv. Resultatet av en slik prosess er både at magnetfeltet svekkes og at stjernen begynner å rotere litt langsommere. Magnetisk energi går over til en type elektromagnetiske bølger som kalles Alfvén bølger. Når disse treffer plasmaet i oppsamlingskiven rett utenfor nøytronstjernen, oppstår et kraftig utbrudd av gamma-stråling.



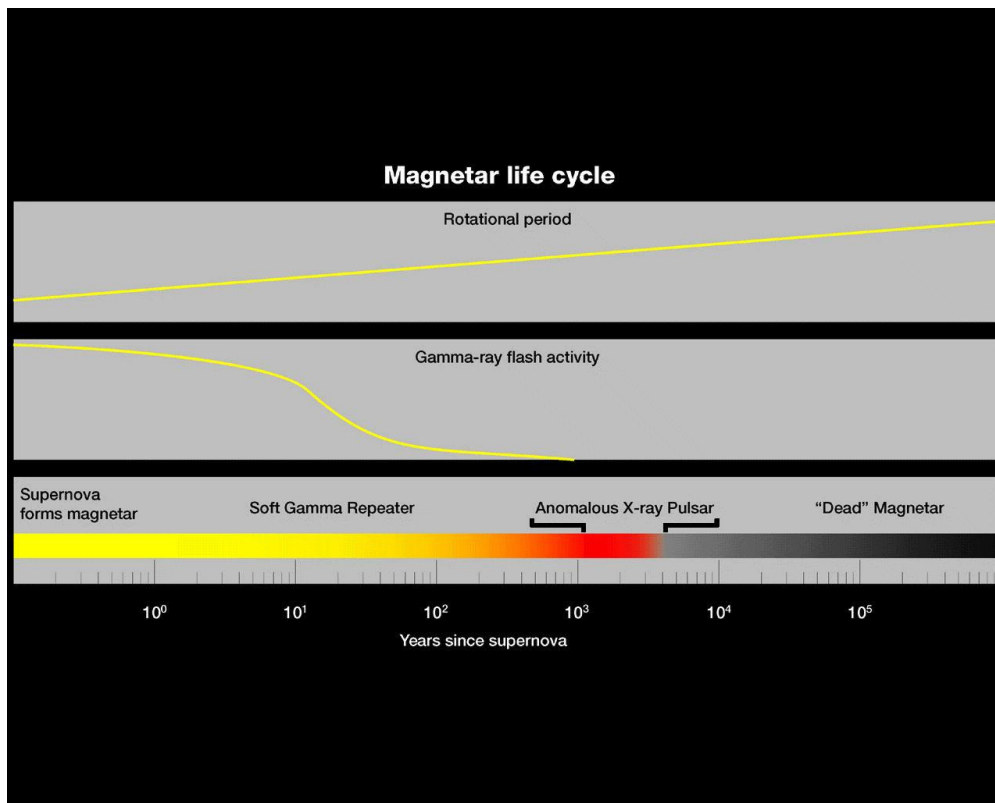


Observasjoner av et utbrudd i SGR 1900+14 sommeren 1998 samt av hvordan perioden til kilden endret seg denne sommeren, støtter opp om denne teorien. Figuren nedenfor viser observasjonene.

Slike stjerneskjelv kan skje med noen års mellomrom, og gir opphav til myke gjentatte gammaglimt. Uavhengig av disse prosessene sender stjernen jevnt og trutt ut røntgenstråling og stråling i det optiske området. Denne strålingen tar med seg endel av stjernens spinn. Derfor sakter rotasjonen av. Også dette svekker stjernens magnetfelt.

Når magnetfeltet ikke lenger er så sterkt at dets endringer kan forårsake stjerneskjelv, og stjernen roterer med en periode på ca. 10 sekunder (dette er langsom rotasjon til å være en nøytronstjerne), er stjernen blitt en såkalt *anomal røntgen pulsar*. (Dette er betegnelsen på langsomt roterende nøytronstjerner som sender ut stråling i røntgenområdet.) Både magnetarfasen av nøytronstjernens utvikling, og dens tid som en anomal røntgenpulsar varer bare i omtrent 10.000 år.

Etterhvert avtar strålingen og stjernen blir usynlig.



Utviklingen til en pulsar er illustrert på figuren nedenfor.

Bildet nedenfor viser at de myke gjentatte gammaglimtene og anomale røntgenpulsarene stort sett er observert i Melkeveiens plan.

Kilder:

- 1) "Hvor kommer magnetarstrålingen fra?", Øyvind Grøn, Astronomi, Jan 2008, pp57
- 2) "[http://www.esa.int/esaSC/SEMBNUB1S6F\\_index\\_1.html](http://www.esa.int/esaSC/SEMBNUB1S6F_index_1.html)"
- 3) "<http://www.iu.hio.no/~oyvindg/Articles/Magnetarer.html>"

