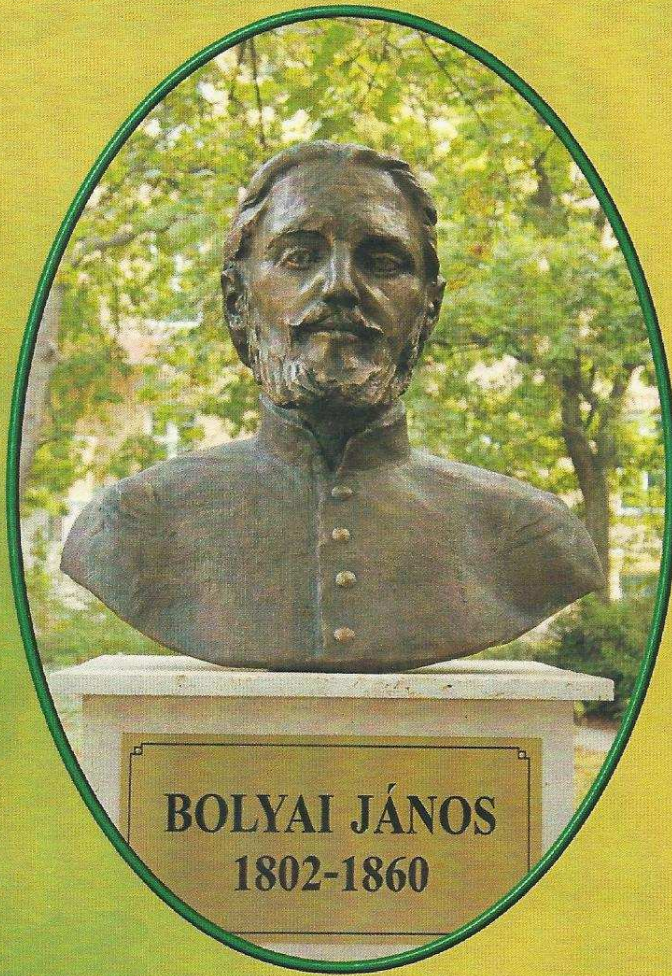




BOLYAI SZEMLE



2009

1. szám

Tartalomjegyzék

Hadművészet

PROF. LAJOS BEREK—MAJOR ZOLTÁN DETRE
The process of selection, physical and
psychical training for manned security service7

JUHÁSZ LÁSZLÓ
Rendezvények fajtái, biztosításának sajátosságai 15

Természettudomány

HANKA LÁSZLÓ
Gamma-spektrumok kiértékelésének
matematikai módszerei III. A maximum entrópia módszer 27

SZÉCSI DOROTTYA
A swift műhold és a gammakitörések 47

Védelem gazdaságtan

NAGY JÓZSEF
A katonai objektumok fenntartásának új követelményei
az önkéntes haderőre történt áttérés után 57

Biztonságtechnika

SZABÓ KÁROLY
A vagyonvédelem ellentmondásai 71

Védelmi elektronika

BÁRDOS ZOLTÁN MK. ALEZREDES
A villamosenergia-ellátás biztonságáról 77

SZÉCSI DOROTTYA

A SWIFT MŰHOLD ÉS A GAMMAKITÖRÉSEK

THE SWIFT SATELLITE AND THE GAMMA RAY BURSTS

A Swift műhold 2004-es indulása óta több mint 400 gammakitörést figyelt meg. Áttekintjük a műhold legfontosabb eredményeit, tulajdonságait, felépítését, és a gammakitörések eredetének magyarázatát.

There has been more than 400 gamma ray bursts detected by the satellite Swift since its launch in 2004. We consider the most important results, the properties and the conformation of the Swift, and we review the explanation of the GRB's procession.

Bevezetés

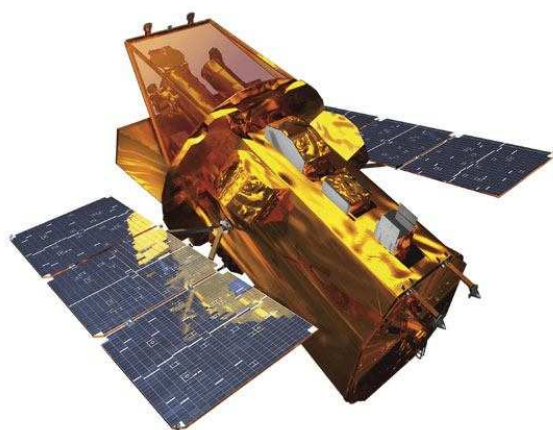
A hidegháború során állították Föld körüli pályára a Vela-műholdakat azzal a céllal, hogy szovjet atomkísérleteket leplezzenek le. Ehelyett azonban az űr mélyéről érkező nagyenergiás, gamma tartományban detektálható villanásokra lettek velük, és 1973 óta folyik is ezek tudományos vizsgálata [1]. Mára több műhold is kering, melyet gammakitörés-detektáló műszerrel is felszereltek, illetve sok akad, melyet kifejezetten ezzel a céllal indítottak. A Swift műhold is egyike ezeknek.



1. ábra: A Swift logója a sarlósfecskével

A Swift logóján látható madár egy sarlósfecske (angol nevén swift), róla kapta a nevét a műhold. Jellemző rá, hogy kicsi, fürgé, és nagyon gyorsan elkapja a repülő rovarokat a levegőben. A névadás arra utal, hogy a Swift műholdat úgy építették, hogy fürgé legyen, és gyorsan megfelelő irányba forduljon a teleszkópjaival, amint a főműszer detektál egy gammakitörést [17].

A Swiftet a NASA indította útjára 2004. november 20-án az Explorer műholdcsalád tagjaként. Ezen belül az ún. Középosztályú Felfedezők közé tartozik (Medium-Class Explorer, MIDEX), melyekre mindenestül 180 millió dollárt fordíthatnak [6].



2. ábra: Számítógépes fantáziarajz a Swift-ről

A műhold tömege 1500 kg, pályamagassága 586-601 km, ami azt jelenti, hogy ún. alacsony föld körüli pályán kering (200 és 2000 km között keringő műholdak pályája), 90 perces periódussal.

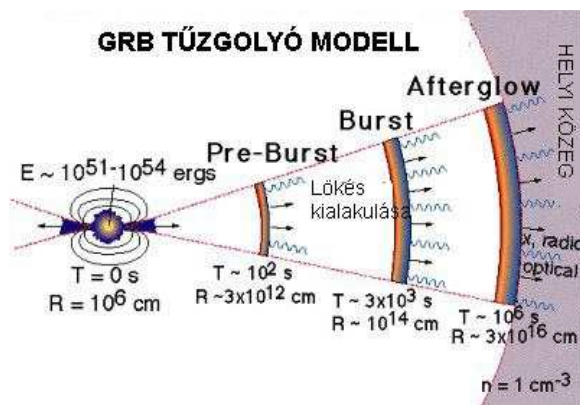
A küldetés célja – a gammakitörések

A Swiftet azért indították, hogy a gammakitörések (Gamma Ray Bursts, GRB) még szélesebb körű detektálásában részt vegyen. Eredményeire támaszkodva elsősorban a kitörések helyét és távolságát tudják meghatározni, ezáltal pedig a szülőgalaxist is. A galaxis jellemzőinek (pl. csillagkeletkezési ráta, csillagok életkora) ismeretében, pedig közelebb kerülhetünk a gammakitörések rejtélyének megfejtéséhez is.

Eddigi tudásunk alapján úgy tűnik, hogy a GRB-k két nagy csoportba tartoznak a kitörés időtartamát illetően, attól függően, hogy 2 másodpercnél rövidebb vagy hosszabb-e a kitörés. A rövid időtartamú, erős spektrumú kitörések a rövid kitörések (short-hard bursts), a hosszú időtartamú, lágy spektrumú kitörések a hosszú kitörések (long-soft bursts). Az utóbbi időben felmerült egy harmadik fajta, az úgynevezett közepes idejű gammakitörés létezésének lehetősége is [9-11]. Nem tudjuk biztosan, honnan ered ez a jelenség, és van-e köze az előző két említett kitörésfajtaéhoz [3], [13], [14], [21].

A hosszú gammakitörések a kb. 30 naptömegnél nagyobb csillagok összeroskadásakor jönnek létre. A tűzgolyó-modell szerint ekkor egy akkréciós korong keletkezik az egyenlítő mentén az impulzusmomentum-megmaradás miatt, ahol az anyagbehullás csökken, és két, forgástengely-irányú nyaláb (jet) indul a központban létrejövő fekete lyukból kifelé két irányba relativisztikus sebességgel. A gammasugárzás eredete egy belső lökéshullám (internal shock), mely során a kidobott relativisztikus nyaláb gyorsabb részei utoléri a lassúbbakat, és összeütköznek. Ekkor az itt lévő elektronok szinkrotron sugárzással (amely a mágneses tér által relativisztikus sebességre gyorsított részecskékre jellemző) bocsátják ki a gammasugárzást [4], [12].

Az utófény (afterglow) eredete egy külső lökéshullám (external shock), mely során már a külső közeggel (pl. csillagközi anyag) ütközik a kilövellt nyaláb. Az itt kibocsátott összenergia lényegesen kisebb, mint a belső lökéshullám esetén.



3. ábra: A tűzgolyó modell

A rövid gammakitörések objektumok összeütközésekor jönnek létre. Amikor pl. neutroncsillag–neutroncsillag, fekete lyuk–neutroncsillag vagy fekete lyuk–fehér törpe párok spirális pályán megközelítik egymást, majd összeolvadnak, az anyag nagy része a végső fekete lyukba kerül. Emellett létrejön egy 0,1 naptömegű, spirális pályán befelé mozgó korong is, melyből a kitörés táplálkozik. A kibocsátott energia szintén relativisztikus nyalábokban hagyja el az objektumot a tengely irányában [1]. Földi körülmények között nyilvánvalóan nem tudunk ilyen hatalmas energiákat előállítani. (Mindkét típus esetén 1053 erg nagyságrendű energiákról van szó. A Nap 1033 erg energiát termel percenként, ez ennél tehát 20 nagyságrenddel nagyobb!) Az egyetlen esélyünk a folyamatot megérteni, ha részletes információkat szerzünk az objektum fizikai paramétereiről (pl. sűrűség, hőmérséklet, ionizáció, áramlási jellemzők), miközben zajlik a kitörés.

A gammakitörések megértésével és megmérésével pedig talán közelebb jutunk az Univerzum történetének feltérképezéséhez is, mivel ezek az eddig ismert legfényesebb objektumok. Sugárzásuk elnyelődését vizsgálva különböző korok (a csillagok távolsága a korukat jellemzi) történelmét ismerhetjük meg.

A műszerek

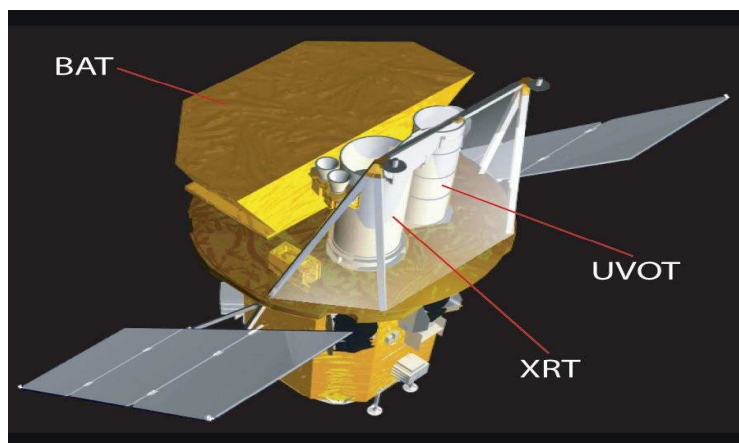
A Swift műszereit nemzetközi kutatócsoport fejlesztette, mely elsősorban az USA, az Egyesült Királyság és Olaszország kutatóiból állt, de részt vettek francia, japán, német, dán, spanyol és dél-afrikai tudósok is. Három nagy teleszkópot vitt magával a Swift, melyek mérési tartománya az elektromágneses spektrum igen nagy részét lefedi: a látható fény, az ultraibolya-, a röntgen- és a gammasugarak is detektálhatók velük [16].

Burst Alert Telescope (BAT): A Swift legnagyobb műszerének neve magyarul Kitörésriasztó Teleszkóp, gammatartományban érzékel, 15–150 keV-os méréshatárral.

A 15–150 keV energia 3,6–36 EHz frekvenciának felel meg, ami a látható fény frekvenciájának nagyjából százmilliárdszorosa. Ez azt is jelenti, hogy kb. 8–80 pikométer hullámhossz közé eső elektromágneses hullámokat képes detektálni. (A gammatartomány határait általában 0,05–100 pm között állapítják meg.)

A BAT észleli először a gammakitörést, és a számított égi koordinátákat a másik két teleszkópnak elküldi, így azok is azonnal az adott kitörés

felé fordulhatnak. Látószöge 2 szteradián, vagyis a teljes éggömbnek egyhatodát képes lefedni. Évente kb. 100 kitörést detektál.



4. ábra: Felépítése

X-ray Telescope (XRT): Az XRT egy Wolter röntgenteleszkóp, energia-tartománya 0,3–10 keV. Működési elve azon alapszik, hogy a röntgensugárzás teljesen visszaverődik, amikor a fémfelszínre közel érintőirányban esik be; egy nagy pontosságot igénylő tükörelrendezés (parabola- és hiperbolatükrök szoros egymásutánja) használatával ez a távcső olyan leképezési tulajdonságokkal rendelkezik, mint a látható fény tartományában működő távcsövek. (Például a híres Chandra röntgenteleszkóp is ilyen elrendezést használ.)

A BAT riasztását követően az utófényt érzékeli (akár több napon át), felvételeket készít, és szinképi analízist végez (tehát több hullámhosszon is méri az utófény görbéjének változását). Ezen adatok alapján a kitörés helyét is pontosabban meghatározza.

UV/Optical Telescope (UVOT): Ahogy a neve is mutatja, az UVOT ultraibolya és optikai tartományban gyűjt adatokat (170–650 nm), és még napokon keresztül figyeli az utófényt. Az előállított spektrum alkalmas a vöröseltolódás (és ezáltal a távolság) meghatározására is.

Ezen kívül a BAT és az XRT pozícióméréseire támaszkodva tovább pontosítja ezen adatokat, így végül a földi obszervatóriumok egy 0,3–2,5 ívmásodperc pontosságú térképet kapnak, ami alapján tovább folytatódhat a megfigyelés – immár a Földön lévő nagy teleszkópokkal.

| | BAT | XRT | UVOT |
|--------------------------------------|-------------------------------------|--|---|
| Teleszkóp | | Wolter I | Ritchey-Chrétien (speciális Cassegrain) |
| Detektor | CdZnTe: Kadmium- cinktellurid | XMM EPIC CCD | Felerosított CCD |
| Detektor művelet | Foton számolás | Foton számolás, integrált leképe- zés és gyors időzítés | Foton számolás |
| Érzékelő felület, nyílásszélesség | 5200 cm ² | 135 cm ² | 1,5 keV-on 30 cm átmérő |
| Látómező | 2 szteradián | 23,6×23,6 szögperc | 17×17 szögperc |
| Elemek detektálása | 256 modulusz 128 elemből | 600×600 pixel | 2048×2048 pixel |
| Pontkiszélesedési függvény | 17 szögperc | 18 szögmásodperc 1,5 keV-on | 0,9 szögmásodperc 350 nm-en |
| Helymeghatározási pontosság | 1-4 szögperc | 3-5 szögmásodperc | 0,3 szögmásodperc |
| Energiatartomány | 15-150 keV | 0,2-10 keV | 170-650 nm |

A műszerek jellemzői¹

Az eredmények

Egy aktív műhold eredményeiről nehéz naprakészen írni, mivel óráról órára frissülhet a kitörési adatbázis.²

A Swift legelső gammakitörését a BAT a fellövés után két és fél héttel, december 7-én észlelte, azonban egy kisebb műszaki hiba folytán még nem tudott a kitörés irányába fordulni. (Az XRT termoelektromos hűtőjének energiaellátásával volt a gond, de utóbb kiderült, hogy az eszköz enélkül is működhet; a problémát valószínűleg egy apró meteor okozta [20].)

¹ Bővebben: http://swift.gsfc.nasa.gov/docs/swift/about_swift/

² A legfrissebb eredmények megtekinthetők az interneten, a http://swift.gsfc.nasa.gov/docs/swift/archive/grb_table/ oldal keresőjét használva.

Ezért az első, valóban a Swift által megfigyelt gammakitörés a GRB 050117 névre hallgat. A Swift a kitörés ideje alatt éppen a Dél-atlanti Anomália területén tartózkodott, ahol a Föld mágneses mezejének védőpajzsa az átlagosnál gyengébb. Ezen régióban szálló műholdak elektronikus berendezéseit is komoly meghibásodás érheti a megnövekedett sugárzási szint miatt, gyakran az észlelést le is állítják. A Swift azonban észlelte a kitörést, odafordult, és az XRT le is fényképezte a forrást, mely az első felvételen igen fényesnek bizonyult. A megfigyelt kitörés helye a Cygnus X-2 lehetett, mely egyike a legfényesebb és legkiterjedtebb röntgenforrásoknak (kb. fele akkora, mint a Rák-köd). [7]

Egyéb eredményei között szerepel, hogy ez a műhold határozta meg legelőször egy rövid gammakitörés helyzetét (GRB 050509b) [8], detektált több mint 70 szupernóva-robbanást [18], valamint ultraibolya tartományban fényképezte a Triangulum-galaxist, mely tőlünk 2,9 millió fényévre van, és ugyanúgy spirális szerkezetű, mint a Tejútrendszer. 13 külön felvételtől állították össze a teljes fényképet, amely az eddigi leg-részletesebb, egy teljes galaxist lefedő, UV-tartományban készített kép: a csillagképződési aktivitást is részletesen lehet rajta tanulmányozni [19].



5. ábra: A Triangulum-galaxis (M33)
a Swift ultraibolya tartományban készült mozaikképén

Legfrissebb eredményei közül említést érdemel az Eridanus csillagképben bekövetkezett, GRB 080913 katalógusjellel ellátott gammavillanás, melynek érdekessége, hogy távolsága az eddig megfigyelt legnagyobb:

12,8 milliárd fényév körül van. Ez azt jelenti, hogy a Világegyetemnek alig több mint 800 millió éves korában történt. Az objektum, melynek halálát jelezte, az Univerzum legelső csillaggenerációinak egyikébe tartozott [5].

Egy másik fontos eredmény a GRB 080319B nevet kapta, mely fényességéről nevezetes: 5,8 magnitúdó, vagyis akár szabad szemmel is megfigyelhető lett volna. E rendkívüli fényességre többféle magyarázat van: a kilövellő energianyaláb (jet) éppen felénk mutatott; a csillag amúgy is nagy tömegű volt; vagy forgási, mágneses jellemzőiből adódhatott [15].

E néhány példából is kitűnik, hogy a Swift műhold jelentősen hozzájárul a gammakitörések tudományos vizsgálatához és a világegyetem megismeréséhez. Adatbázisa egyre gyarapszik [2], és remélhetően még hosszú évekig gyűjt információt a távoli galaxisokban zajló nagyenergiájú folyamatokról.

Felhasznált irodalom

- [1] Bagoly, Z., 2005, Meteor Cs. É. 233
- [2] Bagoly, Z., et al. 2009, A&A, 493, 51
- [3] Balázs, L.G., et al. 1998, A&A, 339, 1
- [4] Balázs, L.G., et al. 2003, A&A, 401, 129
- [5] Baldwin, E., Swift sees most distant gamma-ray burst: <http://www.astronomynow.com/080923Swiftseesmostdistantgamma-rayburst.html>
- [6] Explorers Program: <http://explorers.gsfc.nasa.gov/history.html>
- [7] GRB 050117A and 050117B:
<http://gcn.gsfc.nasa.gov/other/050117.gcn3>
- [8] GRB 050509a, 050509b, and 050509c:
<http://gcn.gsfc.nasa.gov/other/050509.gcn3>
- [9] Horváth, I., 2002, A&A 392, 791-793
- [10] Horváth, I., et al. 2004, Baltic Astronomy, 13, 217
- [11] Horváth, I., Balázs, L.G., et al. 2006, A&A, 447, 23
- [12] Mészáros, A., Mészáros, P., et al. 1996, J Korean Astr S, 29, 43
- [13] Mészáros, A., Bagoly, Z., et al. 1998, IAU
- [14] Mészáros, A., et al. 2000, ApJ, 539, 98
- [15] NASA Satellite Detects Record Gamma Ray Burst Explosion Halfway Across Universe:
http://www.nasa.gov/home/hqnews/2008/mar/HQ_08086_Swift_Detects_GRB.html
- [16] SSC: About Swift
http://swift.gsfc.nasa.gov/docs/swift/about_swift/

- [17] Swift: - What's in a name?
http://swift.sonoma.edu/about_swift/name.html
- [18] Swift Supernovae:
<http://swift.gsfc.nasa.gov/docs/swift/sne/swift/sn.html>
- [19] Szalai, T., Meglepően sok csillag keletkezik a Triangulumban (MCSE):
http://hirek.csillagaszat.hu/kulonleges_galaxisok/20080229-swift-felmerte-m33-at-ultraibolyaban.html
- [20] Szupernóva-robbanás az első felvonás elejétől: <http://www.gothard.hu/astronomy/astronews/html/2008/20080522-szupernova-robbanas-az-első-felvonas-elejetol.html>
- [21] Vavrek, R., et al. 2008, MNRAS, 391, 1741