

गॅमा-किरण स्फोटांविषयीच्या दशको वर्षांच्या निष्कर्षावर जीएमआरटी ने केलेल्या निरीक्षणांनी प्रश्नचिन्ह

रविवार, ९ ऑक्टोबर, २०२२ रोजी, तीव्र गॅमा-किरण किरणोत्सर्गाचे स्पंदन (pulse) आपल्या सौरमालेला छेदून गेले, यामुळे असंख्य कृत्रिम उपग्रह व अवकाश उपकरणांवरील शोधकयंत्रांची (डिटेक्टर्सची) कार्यक्षमता बाधित झाली आणि जगभरातील खगोलशास्त्रज्ञांची वेगवान आणि शक्तिशाली दुर्बिणींना त्यावर रोखून अभ्यास करण्यासाठी चढाओढ सुरु झाली. GRB 221009A ह्या नावाचा हा नवीन स्रोत, आतापर्यंत निरीक्षण केलेल्या स्रोतांमध्ये सर्वात तेजस्वी गॅमा किरण स्फोट आहे. खगोलभौतिकीच्या नियतकालिकेत (Astrophysical Journal Letters) मध्ये प्रकाशित झालेल्या एका नव्या अभ्यासानुसार जीएमआरटी ने केलेल्या या अपवादात्मक घटनेच्या रेडिओ निरीक्षणांनी या घटना त्यांच्या बहु-रंगीत फटाक्यांमध्ये कशा प्रकारे स्फोट होतात याविषयीच्या आपल्या अनेक दशकांपासूनच्या समजावर प्रश्नचिन्ह निर्माण केले आहे.

९ ऑक्टोबर, २०२२ रोजीचे गॅमा किरण उत्सर्जन ३०० सेचकंदांपेक्षा अधिक काळ टिकले, आणि हे गॅमा किरण स्फोटांच्या इतिहासात सर्वात तेजस्वी उत्सर्जन होते. एक अपवादात्मक आणि रोमहर्षक घटना म्हणून याकडे पाहावे लागेल. खगोल शास्त्रज्ञांच्या मते असे दीर्घ कालावधीचे GRB म्हणजे नवजात कृष्णविवराचे रडणे (आवाज) आहे. जेव्हा एखादा विशाल तारा स्वतःच्या वस्तुमानाने स्वतःतच कोसळतो तेव्हा त्याच्या गाभ्यामध्ये हे कृष्णविवर तयार होते. हे नवजात कृष्णविवर जवळपास प्रकाशाच्या वेगाने प्लाज्मा (पदार्थाची ४थी अवस्था जी अतुच्छ्य तापमानाला तयार होते.)चे फवारे सोडते, जे कोसळणाऱ्या ताऱ्याच्या आवरणाला छेदून गॅमा किरणांमध्ये प्रकाशतात.

GRB 221009A हा आतापर्यंतचा ज्ञात असलेला सर्वात तेजस्वी स्फोट असल्याने, खरे रहस्य आता सुरुवातीच्या गॅमा किरणांच्या स्फोटानंतर काय होते याचे आहे. “हे फवारे/झोत जेव्हा मरणोसन्न ताऱ्या भोवतालच्या वायूमंडलात घुसतात तेव्हा संपूर्ण प्रकाशाच्या वर्णपटावर (light spectrum) एक प्रखरअशी चमक (afterglow) तयार होते,” असे उटाह विद्यापीठातील भौतिकशास्त्र व खगोलशास्त्राचे सहाय्यक प्राध्यापक, तसेच ह्या अभ्यासाचे प्रमुख संशोधक, तन्मय लास्कर हे म्हणाले. “हि GRB नंतर तयार झालेली चमक खूप वेगात मंदावते, त्यामुळे याचे गूढ उकलण्यासाठी, हा प्रकाश अदृश्य होण्याआधी जलद हालचाली कराव्या लागतात.”

लास्कर आणि त्यांच्या सहकाऱ्यांनी जायंट मेट्रोवेव्ह रेडिओ टेलिस्कोप (जीएमआरटी), तसेच दक्षिण आफ्रिकेतील मीरकॅट अरे , न्यू मेक्सिको (यूएसए) येथील यूएस नॅशनल सायन्स फाउंडेशनचे कार्ल जी. जान्स्की व्हेरी लार्ज अरे (व्हीएलए), चिलीमध्ये अटाकामा लार्ज मिलिमीटर अरे (एएलएमए) आणि हवाईमध्ये सबमिलीमीटर अरे (एसएमए) अशा अनेक निरीक्षण सुविधांसह निरीक्षण करण्यास त्वरित सुरुवात केली. संशोधकांनी संकलित केलेल्या रेडिओ निरीक्षणांमध्ये आता GRB आफ्टरग्लोसाठी सर्वात तपशीलवार अशा माहिती संचापैकी हा एक आहे.

या सर्व दुर्बिणीमधील माहितीचे एकत्रीकरण आणि विश्लेषण केल्यानंतर खगोलशास्त्रज्ञ आश्चर्यचकित झाले.: ह्या आफ्टरग्लो च्या क्ष-किरण आणि दृश्यमान प्रकाशाच्या निरीक्षणांच्या आधारे जी अपेक्षित मोजमापे काढली होती. त्यापेक्षा रेडिओ प्रकाशातली मोजमापे हि अधिक तेजस्वी होती. "सुरुवातीला आम्ही खूप उत्साहित होतो, कारण आम्हाला वाटले कि, आम्ही कदाचित 'रिव्हर्स शॉक' - एक शॉक वेव्ह(प्रचंड वेगाने जाणार्या फवाऱ्यामुळे उत्पन्न होणारा आत्यंतिक तीव्र असा हवेच्या दाबाचा प्रदेश) फवाऱ्यामधून मागे जाते जी रेडिओ तरंगामध्ये प्रकाशमान होते, तिचे क्षणिक संकेत पकडले असतील " असे केट अलेक्झांडर, ॲरिझोना विद्यापीठ येथील खगोलशास्त्राचे सहायक प्राध्यापक आणि अभ्यासाचे सह-लेखक म्हणाले. असे संकेत रेडिओ फ्रिक्वेन्सीवर दिसण्याचा अंदाज वर्तवण्यात आला असताना, त्याची उपस्थितीबाबत केवळ काही प्रकरणांमध्येच पुष्टी झाली आहे. आजवरच्या सर्वात उज्वल GRB मध्ये असे संकेत पकडणे संशोधकांना GRB च्या झोतांची रचना शोधण्यात मदत करू शकले असते, जे आजतागायत फारसे न समजलेले एक कोडे आहे. "

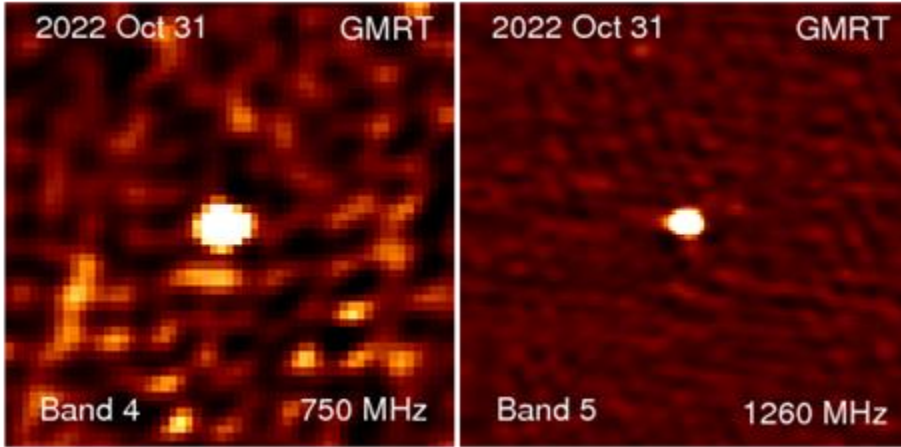
"आम्हाला रेडिओमध्ये जे आढळले ते रेडिओ फ्रिक्वेन्सीवर (वारंवारता) अतिरिक्त उत्सर्जन होते या अर्थाने ते 'रिव्हर्स शॉक' असल्यासारखे दिसते", लस्कर म्हणाले. "परंतु आमच्याकडे रिव्हर्स शॉक स्पेक्ट्रम कालांतराने कसे विकसित व्हायला हवे याचे मॉडेल (प्रतिकृती) देखील आहेत आणि GRB 221009A चा रेडिओ स्पेक्ट्रम खूप हळू हळू कमी होत गेला. त्यामुळे एकतर आम्हाला रिव्हर्स शॉक समजले नाहीत किंवा आम्हाला पूर्णपणे नवीन उत्सर्जन घटक सापडला आहे."

"आमची जीएमआरटी निरीक्षणे या अभ्यासासाठी आवश्यक होती", अलेक्झांडर म्हणाले, "कारण, उर्वरित माहितीसंचासह हि निरीक्षणे एकत्रित केल्यावर, या उत्सर्जन घटकाची कमाल वारंवारता आणि कमाल चमक शोधण्यात महत्वाची मदत झाली. त्यातून, आम्हाला हे समजण्यास मदत झाली की हा प्रकाश निर्माण करणार्या बाहेर पडणाऱ्या घटकात कमी प्रमाणात परंतु प्रकाशाच्या वेगाच्या ९९.४% वेगाने वाहणारे वस्तुमान असले पाहिजे."

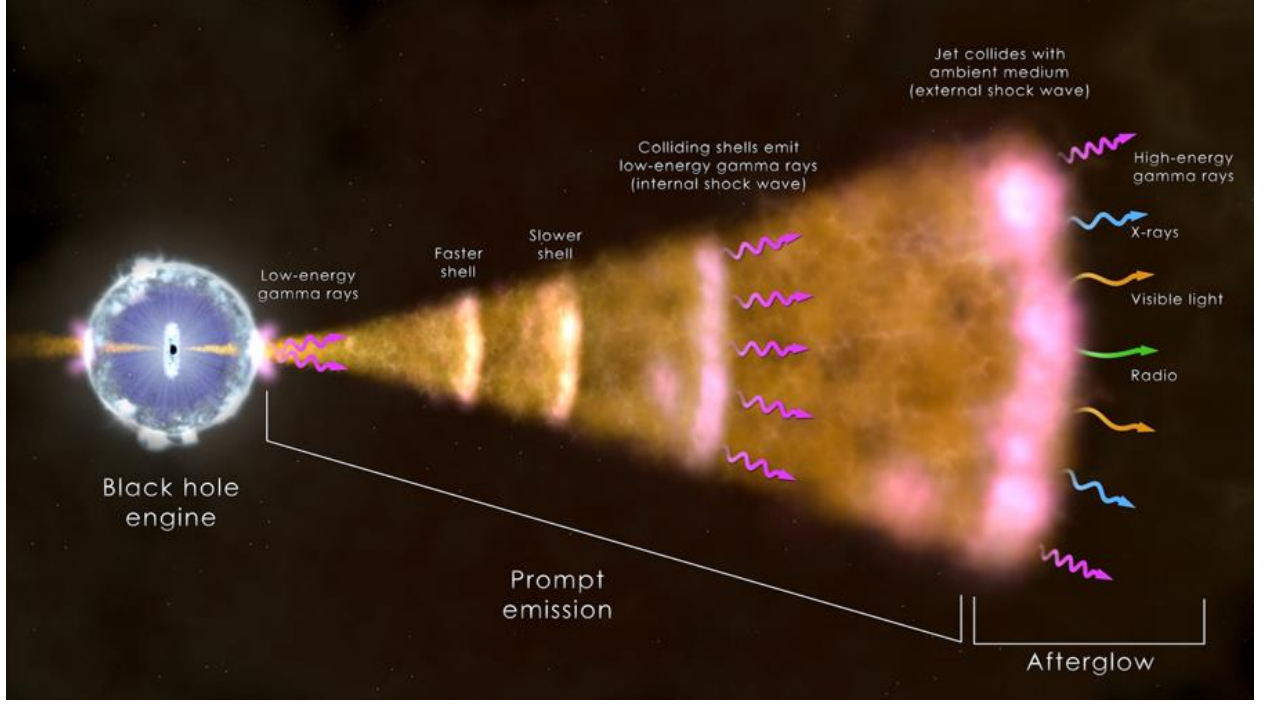
जरी ते बऱ्याच खगोल भौतिक वस्तूसाठी वेगवान असले तरी, ते इतर GRB फवाऱ्यांपेक्षा खूपच हळू आहे. "आम्हाला वाटते की येथे अजूनही एक अतिशय वेगाने जाणारा फवारा आहे जो आफ्टरग्लोमध्ये क्ष-किरण आणि दृश्यमान प्रकाश निर्माण करत आहे," कॅलिफोर्निया विद्यापीठ, बर्कले येथील खगोलशास्त्र आणि भौतिकशास्त्राच्या सहयोगी प्राध्यापक आणि अभ्यासाचे सह-लेखक, राफेला मार्गुटी म्हणाल्या. "परंतु आमचे मॉडेलिंग सूचित करते की दुसरे काहीतरी पूर्णपणे रेडिओ प्रकाश तयार करत आहे." एकतर असे असू शकते, किंवा GRB झोत प्रकाश कसा निर्माण करतात याबाद्दलची खगोलशास्त्रज्ञांची समज उलथून टाकली जाणार आहे. दोन्ही प्रकरणांमध्ये, या जिएमआरटी च्या निरीक्षणांवरून असे सूचित होते की GRB फवाऱ्यांच्या दशकापूर्वीच्या सिद्धांताचा पुन्हा नव्याने अभ्यास करणे आवश्यक आहे.

"रेडिओ उत्सर्जन कशामुळे होत आहे हे आम्हाला अद्याप माहित नाही, परंतु आम्ही अद्याप माहिती गोळा करत आहोत आणि हे शक्य आहे की आणखी काही सैद्धांतिक तपासणी आणि संख्यात्मक सिम्युलेशन (गणिते) एकत्रितपणे आम्हाला अधिक चांगल्या प्रकारे समजून घेण्यास मदत करू शकतात," पुढे म्हणाल्या. "परंतु आतासाठी हे अजूनही एक गूढ आहे."

"जीएमआरटी च्या निरीक्षणांशिवाय, आम्ही अजूनही या नवीन उत्सर्जन घटकातील अनिश्चिततेच्या अनेक पातळ्यांवर अंधारात असतो," लास्कर यांनी निष्कर्ष काढला. "काय चालले आहे ते समजून घेण्यासाठी आम्हाला पुन्हा पहिल्यापाहून सुरुवात करावी लागणार आहे. त्यासाठी आमच्याकडे मोजमापांच्या विलक्षण संचापासून एक उत्कृष्ट सुरुवात आहे, त्याबद्दल जीएमआरटीचे आभार. "



GRB 221009A चा रेडिओ आफ्टरग्लो जीएमआरटी- बँड ४ (७५० मेगाहर्ट्झ; डावी प्रतिमा) आणि ३१ ऑक्टोबर २०२२ रोजी स्फोटानंतर २२ दिवसांनी बँड ५ (१२६० मेगाहर्ट्झ; उजवीकडे प्रतिमा). ह्या आफ्टरग्लो च्या तेजस्वी पनाच्या काही काळ मागोवा घेतल्याने संशोधकांना उर्जावान ताऱ्याच्या स्फोटामध्ये रेडिओ उत्सर्जनातील नवीन घटक शोधता आले. दोन्हीमध्ये केंद्रस्थानी बिंदूसारखा स्रोत म्हणून आफ्टरग्लो स्पष्टपणे दिसत आहे. क्रेडिट: टी. लास्कर, के. अलेक्झांडर, एनसीआरए/जीएमआरटी.



कॅप्शन: हे चित्रण सर्वात सामान्य प्रकारचे गॅमा-किरण स्फोटाचे घटक दर्शविते. एका विशाल तार्याचा (डावीकडे) गाभा कोसळला आहे, ज्यामुळे एक कृष्णविवर तयार झाले आहे जे कोसळणार्या तार्यामधून कणांचे फवारे प्रकाशाच्या वेगाने अंतराळात पाठवते. नवजात कृष्णविवराच्या परिसरातील गरम आयनीकृत वायू (प्लाझ्मा), फवाऱ्यांमधील जलद गतीने चालणाऱ्या वायूच्या कवचांमधील टक्कर (अंतर्गत शॉक वेव्ह) आणि जस जसे फवारे/जेट बाहेर येतील तसे सभोवतालच्या वातावरणाशी संपर्क करतात (बाह्य शॉक) या सर्व कारणामुळे प्रकाशाच्या संपूर्ण वर्णपटावर उत्सर्जन होते.

क्रेडिट: नासाचे गोर्डॉन स्पेस फ्लाइंग सेंटर

अतिरिक्त माहिती:-

“The Radio to GeV Afterglow of GRB 221009A,” Laskar et al (2023), The Astrophysical Journal Letters, (<https://iopscience.iop.org/journal/2041-8205/acbfad>)

GMRT हे अणुऊर्जा विभागाच्या अंतर्गत टाटा इन्स्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, भारताच्या राष्ट्रीय रेडिओ खगोल भौतिकी केंद्राद्वारे (नॅशनल सेन्टर फॉर रेडिओ अॅस्ट्रोफिजिक्स) चालवले जाते.

MeerKAT दुर्बिणी दक्षिण आफ्रिकन रेडिओ अॅस्ट्रॉनॉमी ऑब्झर्व्हेटरीद्वारे चालवली जाते, जी नॅशनल रिसर्च फाउंडेशनची सुविधा आहे, जी विज्ञान आणि नवोपक्रम विभागाची एजन्सी आहे.

नॅशनल रेडिओ अँस्ट्रॉनॉमी ऑब्झर्व्हॅटरी ही नॅशनल सायन्स फाऊंडेशनची सुविधा आहे जी असोसिएटेड युनिव्हर्सिटीज इंक द्वारे सहकारी करारानुसार चालवली जाते. ALMA ही ESO (त्याच्या सदस्य राज्यांचे प्रतिनिधित्व करणारी), NSF (USA) आणि NINS (जपान) यांची भागीदारी आहे, NRC (कॅनडा), MOST आणि ASIAA (तैवान), आणि KASI (कोरिया प्रजासत्ताक), चिली प्रजासत्ताकाच्या सहकार्याने. संयुक्त अल्मा वेधशाळा ESO, AUI/NRAO आणि NAOJ द्वारे चालविली जाते.

सबमिलीमीटर अँरे हा स्मिथसोनियन अँस्ट्रोफिजिकल ऑब्झर्व्हॅटरी आणि अँकॅडेमिया सिनिका इन्स्टिट्यूट ऑफ अँस्ट्रॉनॉमी अँड अँस्ट्रोफिजिक्स यांच्यातील संयुक्त प्रकल्प आहे आणि त्याला स्मिथसोनियन संस्था आणि अँकॅडेमिया सिनिका यांनी निधी दिला आहे. मौनाकेआ हे स्थानिक हवाईयन लोकांसाठी सांस्कृतिकदृष्ट्या महत्वाचे ठिकाण आहे; आम्हाला त्याच्या शिखरावरून ब्रह्मांडाचा अभ्यास करण्याची संधी मिळाल्याबद्दल आम्ही भाग्यशाली आहोत.

या कामात NuSTAR मिशन, कॅलिफोर्निया इन्स्टिट्यूट ऑफ टेक्नॉलॉजीच्या नेतृत्वाखालील प्रकल्प, जेट प्रोपल्शन लॅबोरेटरीद्वारे व्यवस्थापित आणि नॅशनल एरोनॉटिक्स आणि स्पेस अँडमिनिस्ट्रेशन द्वारे वित्तपुरवठा केलेल्या माहितीचा वापर केला गेला.

संपर्क:

तन्मय लास्कर, उटाह विद्यापीठ (tanmoy.laskar@utah.edu)

केट डी. अलेक्झांडर, अॅरिझोना विद्यापीठ (kdalexander@arizona.edu)

यशवंत गुप्ता (ygupta@ncra.tifr.res.in); फोन: ०२०-२५७१९२४२

निस्सीम काणेकर (nkanekar@ncra.tifr.res.in); फोन: ०२०-२५७१९२४६,

सीएच. ईश्वर-चंद्र (ishwar@ncra.tifr.res.in); फोन: ०२०-२५७१९२२८

जे. के. सोलंकी (solanki@ncra.tifr.res.in); मोबाईल : ९८९०४४७८८८

अनिल राऊत (anil@gmrt.ncra.tifr.res.in); मोबाईल : ८६०५५२५९४५