ब्रह्मांडातील एक अद्भुत आश्चर्य: एका दुर्मिळ न्यूट्रॉन ताऱ्यामधून येणाऱ्या अति-तीव्र रेडिओ लहरीं चा भारताच्या uGMRT ने लावला शोध!

अपग्रेडेड जायंट मीटरवेव्ह रेडिओ टेलिस्कोप (uGMRT) वापरून भारत, अमेरिका, जर्मनी आणि यूके मधील खगोल शास्त्रज्ञांच्या एका आंतरराष्ट्रीय टीमने एका दुर्मिळ प्रकारच्या न्यूट्रॉन ताऱ्यामधून अतिशय तेजस्वी आणि अति-सूक्ष्म (मायक्रोसेकंद) कालावधीच्या रेडिओ लहरीं च्या फ्लॅशेसचा शोध लावला आह. जीएमआरटी (जायंट मीटरवेव्ह रेडिओ टेलिस्कोप) ही अणुऊर्जा विभागाच्या (डीएई) अंतर्गत असलेल्या टाटा इन्स्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च (टीआयएफआर) या अनुदानित संस्थेचा एक भाग असलेल्या नॅशनल सेंटर फॉर रेडिओ ॲस्ट्रोफिजिक्स (एनसीआरए) द्वारे चालवली जाणारी एक जागतिक दर्जाची, कमी-वारंवारतेची रेडिओ दुर्बिण आहे. आजही, ही जगातील सर्वात संवेदनशील रेडिओ दुर्बिणीं पैकी एक असून, तिने महत्त्वपूर्ण शोधांमध्ये निर्णायक भूमिका बजावली आहे.

पल्सार म्हणजे नक्की काय? न्यूट्रॉन तारे म्हणजे स्फोट झालेल्या महाकाय ताऱ्यांचे अत्यंत घन (dense) अवशेष असतात. 'पल्सार' हा अत्यंत वेगाने फिरणारा आणि उच्च चुंबकीय क्षेत्र असलेला न्यूट्रॉन तारा असतो, जो आपल्या दोन्ही चुंबकीय ध्रुवां मधून (magnetic poles) रेडिओ लहरी उत्सर्जित करतो. जसा एखाद्या दीपगृहाचा (lighthouse) प्रकाश ठराविक वेळे नंतर फिरून आपल्याकडे येतो, तसेच या पल्सारचा प्रकाशही ठराविक अंतराने पृथ्वीवर पोहोचतो, ज्यावरून त्याच्या फिरण्याचा वेग समजतो.

प्रमुख लेखक सप्तर्षी सरकार आणि त्यांच्या टीमने 'PSR J1227-4853' या ताऱ्याचे निरीक्षण केले. हा एक 'ट्रान्झिशनल मिलिसेकंद पल्सार' आहे, म्हणजेच असा तारा, जो आपल्या साथीदार ताऱ्यावरील पदार्थ स्वतःकडे खेचून घेणे आणि वेगाने फिरणारा रेडिओ पल्सार म्हणून चमकणे, या दोन अवस्थां मध्ये सतत बदलत असतो. ताऱ्याला या स्थित्यंतराच्या (transition) टप्प्यात पकडल्यामुळे खगोल शास्त्रज्ञांना न्यूट्रॉन ताऱ्यांचा विकास कसा होतो हे अभ्यासण्याची एक अत्यंत दुर्मिळ संधी मिळाली आहे.

हा PSR J1227-4853 तारा एका सेकंदात तब्बल ५९२ वेळा स्वतःभोवती फिरतो (हा वेग आपल्या घरातील नेहमीच्या मिक्सरच्या वेगापेक्षाही जवळपास दुप्पट आहे!). टीमने सलग अनेक वर्षे, तब्बल १७४ तास या ताऱ्याचे अत्यंत संयमाने निरीक्षण केले आणि या महाकाय माहितीतून २३५ 'महाकाय रेडिओ पल्सेस' (giant radio pulses) शोधून काढले.

या अभ्यासाचे प्रमुख लेखक आणि NCRA-TIFR मधील पीएचडीचे विद्यार्थी, सप्तर्षी सरकार सांगतात:

"या पल्सेसची तीव्रता आणि त्यांचा अति-अल्पावधी खरोखरच थक्क करणारा आहे. काही लहरी या पल्सारच्या नेहमीच्या उत्सर्जना पेक्षा जवळपास १०,००० पटींनी अधिक तेजस्वी होत्या, तर सर्वात लहान लहर केवळ १.२८ मायक्रोसेकंद टिकली, जी डोळ्याची पापणी लवण्याच्या वेळेपेक्षा सुमारे १,००,००० पटींनी कमी आहे! न्यूट्रॉन ताऱ्यामधून इतक्या तीव्र आणि संक्षिप्त रेडिओ लहरींचे उत्सर्जन पाहणे ही खरोखरच एक अद्भुत गोष्ट आहे."

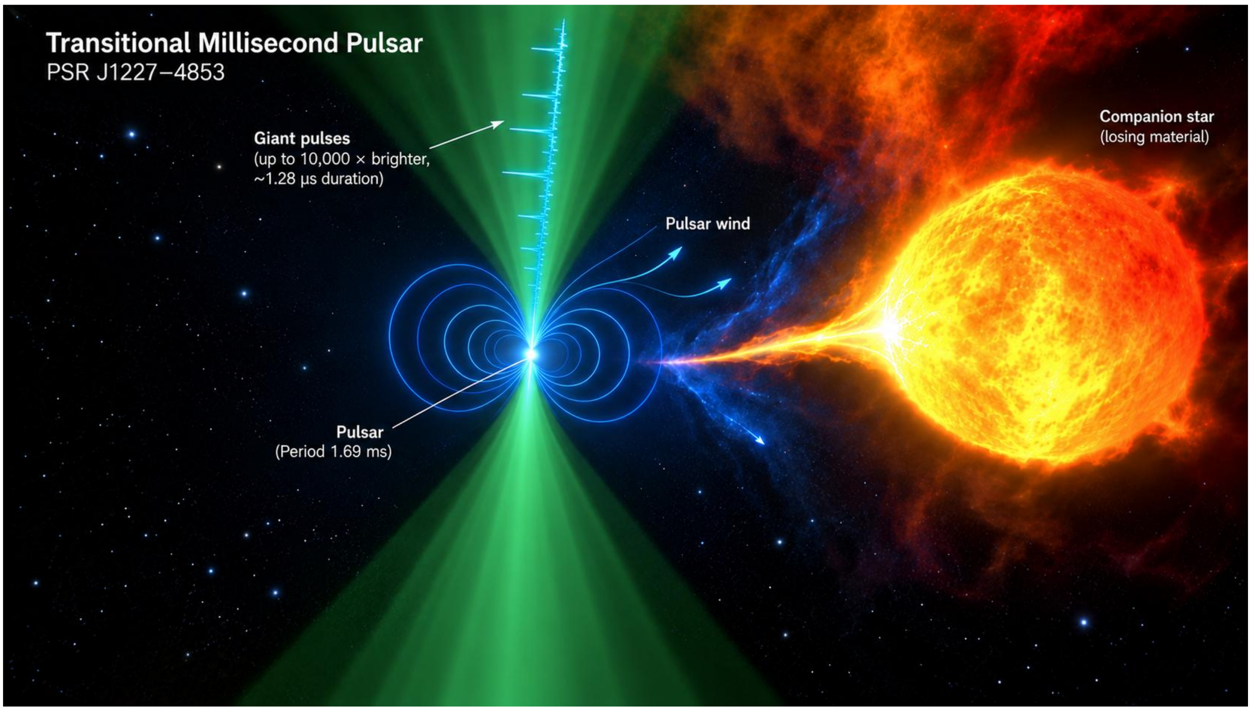
रहस्यमय उगम आणि 'बर्स्टस्टॉर्म' हे महाकाय पल्सेस पल्सारच्या दोन पैकी फक्त एकाच चुंबकीय ध्रुवावरून उत्सर्जित होताना दिसले. यावरून असे सूचित होते की हे पल्सेस दोन्ही ध्रुवांवर समान प्रमाणात तयार होत नाहीत, ज्यामुळे त्यांच्या उगमाचे नेमके ठिकाण शोधण्यास मदत होऊ शकते. शिवाय, या लहरी शांततेच्या

काळानंतर अचानक एका मोठ्या समूहात (clustering) येतात. उदाहरणार्थ, ६ डिसेंबर २०२० रोजी uGMRT ने एका तासात तब्बल ११४ महाकाय पल्सेस टिपले होते, जे पल्सारमधील अत्यंत तीव्र घडामोडी दर्शवतात.

हा आकृतीबंध आपल्या आकाशगंगेबाहेरून येणाऱ्या 'FRB 20200120E' या फास्ट रेडिओ बर्स्ट (FRB) च्या 'बर्स्टस्टॉर्म' (burst storm) सारखाच आहे. (FRB) हे प्रामुख्याने आपल्या आकाशगंगे बाहेरून येणारे अत्यंत तेजस्वी आणि संक्षिप्त रेडिओ लहरींचे आणखी एक रूप आहे.) जरी या समानतेचा अर्थ असा नाही की या दोन्ही घटनांचे मूळ एकच आहे; परंतु या पूर्णपणे वेगळ्या दिसणाऱ्या वैश्विक रेडिओ लहरीं मागील भौतिकी नियमां मध्ये काही समान दुवे असू शकतात, अशी एक रंजक शक्यता यातून निर्माण झाली आहे.

नॅशनल सेंटर फॉर रेडिओ ॲस्ट्रोफिजिक्स (NCRA) मधील सहयोगी प्राध्यापक आणि या अभ्यासाचे सह-लेखक जयंता रॉय यांनी सांगितले की, "uGMRT ची उच्च संवेदनशीलता, मायक्रोसेकंद वेळेची अचूकता आणि दीर्घकालीन निरीक्षण मोहिमा राबविण्याची क्षमता यामुळेच हा शोध शक्य झाला आहे."

हा महत्त्वपूर्ण अभ्यास 'द ॲस्ट्रोफिजिकल जर्नल' मध्ये प्रकाशित झाला असून, यातून वेगाने फिरणारे न्यूट्रॉन तारे अशा अत्यंत तेजस्वी आणि वेगवान रेडिओ लहरी कशा निर्माण करतात हे शोधण्यासाठी PSR J1227−4853 चा एक नवीन प्रयोगशाळा म्हणून वापर करता येणार आहे. तसेच, विश्वातील सर्वात तीव्र रेडिओ बर्स्ट्स मागील विविध यंत्रणा समजून घेण्यास खगोल शास्त्रज्ञांना मोठी मदत होणार आहे.



● **अंतराळातील बहुरूपी तारा (कॉस्मिक शेप-शिफ्टर) महाकाय रेडिओ पल्सेस फायर करत आहे**: PSR J1227-4853 या वैश्विक "शेप-शिफ्टर" पल्सारचे कलात्मक चित्र. uGMRT चा वापर करून, खगोल शास्त्रज्ञांनी प्रथमच अशा प्रणालीतून महाकाय रेडिओ पल्सेस शोधून काढले आहेत. काही पल्सेस नेहमीपेक्षा १०,००० पटींनी अधिक तेजस्वी होते, तर सर्वात लहान पल्स केवळ १.२८ मायक्रो सेकंदांपर्यंत टिकणारा होता.
मूळ चित्र सौजन्य: नासाचे गोडार्डस्पेस फ्लाइट सेंटर (NASA's Goddard Space Flight Center).

● संशोधन प्रकाशन (Publication): "Detection of Giant Pulses from the Transitional Millisecond Pulsar J1227-4853", सप्तर्षी सरकार, जयंता रॉय, भास्वती भट्टाचार्य, पॉल एस. रे, संजय कुदळे, पाउलो सी. सी. फ्रेरे, पॅट्रिक वेल्टेव्रेडे, आणि मॅथ्यू केर, २०२६, द ॲस्ट्रोफिजिकल जर्नल, खंड १००७, क्रमांक १. DOI: 10.3847/1538-4357/ae8798.
Link : https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-4357/ae8798

● संपर्क:

सप्तर्षी सरकार :	ईमेल : sarkar@ncra.tifr.res.in	मोबाईल: +91 8777582430
जयंता रॉय :	ईमेल : jroy@ncra.tifr.res.in	मोबाईल: +91 9423577604
भास्वती भट्टाचार्य:	ईमेल : bhaswati@ncra.tifr.res.in	मोबाईल: +91 7262843643
संजय कुदळे :	ईमेल : ksanjay@gmrt.ncra.tifr.res.in	मोबाईल: +91 9552658776