

इंडियन पल्सार टाइमिंग अँरे (InPTA) डेटा रिलीझ २ जाहीर: नॅनोहर्ट्झ गुरुत्वीय लहरींचा शोध गतिमान

इंडियन पल्सार टाइमिंग अँरे (InPTA) ने आपला दुसरा आणि आतापर्यंतचा सर्वात प्रगत डेटासेट प्रकाशित केला असून, नॅनोहर्ट्झ-वारंवारितेच्या गुरुत्वीय लहरींच्या जागतिक शोधामध्ये भारताने एक महत्त्वपूर्ण टप्पा गाठला आहे. InPTA डेटा रिलीज २ (DR2) हा डेटासेट २७ न्युट्रॉन तारे, मिलीसेकंद पल्सारांच्या (स्पंदक) सात वर्षांहून अधिक कालावधीचे निरीक्षण समाविष्ट करतो. हे निरीक्षण भारतातील सर्वात मोठी रेडिओ दुर्बीण असलेल्या सुधारित जायंट मीटरवेव्ह रेडिओ टेलिस्कोप (uGMRT) वापरून १.२ ते ७.३ वर्षांच्या कालावधीत करण्यात आले आहे.

uGMRT सारखी कमी आणि जास्त अशा दोन्ही प्रकारच्या रेडिओ वारंवारिता एकाचवेळी नोंदविण्याची अद्वितीय क्षमता सध्या जगातील इतर कोणत्याही पल्सार टाइमिंग अँरे प्रयोगांमध्ये उपलब्ध नाही. या क्षमतेचा उपयोग करून खगोलशास्त्रज्ञांनी आंतरतारकीय ढगांमधील विद्युतभारित कणांमुळे पल्सारच्या स्पंदन आगमन वेळेत होणारा विलंब मोजला आणि सुधारित केला आहे. ही घटना अपस्करण (Dispersion) म्हणून ओळखली जाते. हिचे परिमाण अपस्करण मोजमाप (Dispersion Measure - DM) या द्वारे केले जाते. या अभ्यासात, DM चे मोजमाप अभूतपूर्व अचूकतेने करण्यात आले — काही प्रकरणांमध्ये दशलक्षात एका भागाइतके — आणि त्यामुळे पल्सार टाइमिंगसाठी एक नवा मापदंड प्रस्थापित झाला. अशा प्रकारची अचूकता ही आंतरतारकीय माध्यम (Interstellar medium) आणि सौर वाऱ्याच्या परिणामांना कमी करण्यासाठी अत्यंत आवश्यक आहे, ज्यामुळे गुरुत्वीय तरंगांच्या शोधाची धार अधिक तीक्ष्ण होते. या डेटासेटमधून वार्षिक सौर वाऱ्यातील बदल तसेच एका पल्सारच्या DM मध्ये अचानक झालेला संभाव्य बदल असे सूक्ष्म नमुनेही दिसून येतात, जे अवकाशातील गतिशील प्रक्रियांकडे इशारा करतात.

याशिवाय, डेटा रिलीज २ (DR2) मध्ये पहिल्या InPTA डेटा रिलीज (DR1) पेक्षा १३ अधिक पल्सार समाविष्ट करण्यात आले आहेत. काही पल्सारमधील विकीरणामुळे (Scattering) होणारे विकृतीकरण कमी करण्यात आले असून, काही स्रोतांसाठी वेळेचे मापन दशलक्षव्या सेकंदापेक्षा अधिक अचूकतेने साध्य करण्यात आले आहे. DR1 ने आंतरराष्ट्रीय अभ्यासांमध्ये योगदान देऊन अतिमहाकाय कृष्णविवर जोडीच्या (सुपरमॅसिव्ह ब्लॅकहोल बायनरी) परिभ्रमणामुळे निर्माण होणाऱ्या "ब्रह्मांडीय गुंज" चे प्रारंभीचे पुरावे उपलब्ध करून दिले होते, तर DR2 हे आंतरराष्ट्रीय पल्सार टाइमिंग अँरेच्या (IPTA) आगामी DR3 मध्ये महत्त्वपूर्ण ठरण्याची अपेक्षा आहे.

“हा नवीन माहितीसंच InPTA प्रयोगासाठी एक मोठी झेप दर्शवतो आणि जागतिक पल्सार टाइमिंग संशोधनात भारताच्या भूमिकेला अधोरेखित करतो. आमच्या निरीक्षणांचा कालावधी सात वर्षांपर्यंत वाढवून आणि आमच्या निरीक्षणात २७ पल्सार्सचा समावेश करून, जो पहिल्या प्रकाशनाच्या तुलनेत जवळपास दुप्पट आहे. आम्ही आता नॅनोहर्ट्झ गुरुत्वीय लहरींच्या पार्श्वभूमीचा स्वतंत्रपणे शोध घेण्यासाठी सक्षम स्थितीत आहोत. uGMRT द्वारे एकाच वेळी दोन बँडमध्ये करण्यात आलेल्या निरीक्षणांच्या माध्यमातून आमच्या निरीक्षण पद्धती आणि डेटा विश्लेषणामध्ये झालेली लक्षणीय प्रगती, आंतरतारकीय माध्यमाच्या (Interstellar medium) समजुतीला अधिक सखोल करेल आणि परिणामी गुरुत्वीय लहरींच्या शोधाला अधिक गती देईल” असे DR2 संशोधनाच्या प्रमुख डॉ. प्रेरणा राणा यांनी सांगितले.

गुरुत्वीय तरंगांच्या संशोधनाशिवाय, DR2 आंतरतारकीय प्लाझ्मा, विकीरण परिणाम आणि सौरवाऱ्याच्या अभ्यासाला गती देईल. या संशोधनाने वाइडबँड टाइमिंग विश्लेषण, दुर्मीळ खगोलभौतिकीय घटनांचा शोध, तसेच पुढील पिढीच्या स्कवेअर किलोमीटर अँरे (SKA) मधील भविष्यातील योगदानासाठी भक्कम पाया घालते. यामुळे या जागतिक वैज्ञानिक उपक्रमात भारताची केंद्रीय भूमिका सुनिश्चित झाली आहे.

हे संपूर्ण प्रकाशन खालील ठिकाणी सर्वांसाठी खुले उपलब्ध आहे :

<https://doi.org/10.1017/pasa.2025.10066>

अधिक माहिती साठी, संपर्क :

- प्रेरणा राणा – prerna.rana92@gmail.com, prerna.rana@uct.ac.za – केपटाऊन विश्वविद्यापीठ, South Africa; +९१ - ८९७१८३०४१५ (whatsapp, signal only)
- प्रतीक तरफदार – pratik.tarafdar@inaf.it – INAF-OAC, इटली, +९१-८३३४०५३६८२
- पी. अरुमुगम – arumugam@ph.iitr.ac.in – IIT रुर्की
- मंजरी बागची – manjari@imsc.res.in – IMSc, चेन्नई
- शंतनु देसाई – shantanud@phy.iith.ac.in – IIT हैद्राबाद
- ए. गोपाकुमार – gopu.tifr@gmail.com – TIFR, मुंबई
- यशवंत गुप्ता – ygupta@ncra.tifr.res.in – NCRA-TIFR, पुणे
- भालचंद्र जोशी – bcj@ncra.tifr.res.in – NCRA-TIFR, पुणे / IIT रुर्की
- योगेश मान – ymaan@ncra.tifr.res.in – NCRA-TIFR, पुणे
- टी. प्रभु – prabu@rri.res.in – RRI, बंगळूरु
- मयुरेश सुरनीस – msurnis@iiserb.ac.in – IISER भोपाळ (७२२४८५१५८८, ७६६६१८३०७७ WhatsApp)