



अंतर-विश्वविद्यालय केंद्र : खगोलविज्ञान और खगोलभौतिकी

IUCAA

Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics

An Autonomous Institution of the University Grants Commission

अद्भूत, शीतल मीरा तारों ने रखी ब्रह्मांडीय विस्तार के स्वतंत्र दर की आधारशिला

सत्रहवीं शताब्दी में मीरा उर्फ ओमिक्रॉन सेटी वो पहला परिवर्तनशील तारा था जो आवधिक द्युति परिवर्तन करने के लिए जाना गया। मीरा (लॅटिन में जिसका अर्थ अद्भूत होता है) उन सितारों के वर्ग का आद्यरूप है जो 100 और 1000 दिनों के बीच की स्पंदन अवधि के साथ नियमित रूप से प्रसरित होते हैं और सिकुड़ते हैं। ये शीतल (पृष्ठीय ताप $\sim 3000\text{K}$) विशाल तारे अपने विकास के अंतिम चरण में होते हैं और अपनी द्युति तथा स्पंदन अवधि के बीच प्रबल सहसंबंध प्रदर्शित करते हैं। यह संबंध मीरा तारों को परागांगेय दूरियों का मापन करने के लिए उत्कृष्ट तारकीय द्युति मानक बनाता है।

परागांगेय दूरी के पैमाने विभिन्न द्युति मानकों का उपयोग अत्यधिक दूरी तक पहुंचने के लिए करते हैं, अंततः वो हबल प्रवाह तक पहुंचते हैं, जहाँ ब्रह्मांड का विस्तार दर निर्धारित किया जाता है। ब्रह्मांड का वर्तमान विस्तार दर, हबल नियतांक, ब्रह्मांड की आयु एवं आकार का मापन करने के लिए ब्रह्मांडविज्ञान में एक महत्वपूर्ण मापदंड है। समकालीन शोध के अनुसार "हबल तनाव" हबल नियतांक मान में एक बड़ी विसंगति है, जो प्रारंभिक ब्रह्मांड के प्रेक्षणों पर प्रतिमान-आश्रित अनुमान और सिफ़ीड एवं टाइप Ia सुपरनोवा द्युति मानकों पर आधारित हबल नियतांकों के मध्य है। हबल तनाव यह सूचित करता है कि स्थानीय ब्रह्मांड में ब्रह्मांडीय विस्तार दर मानक ब्रह्मांडीय प्रतिमानों द्वारा अनुमानित दर की अपेक्षा अत्यधिक गतिशील है।

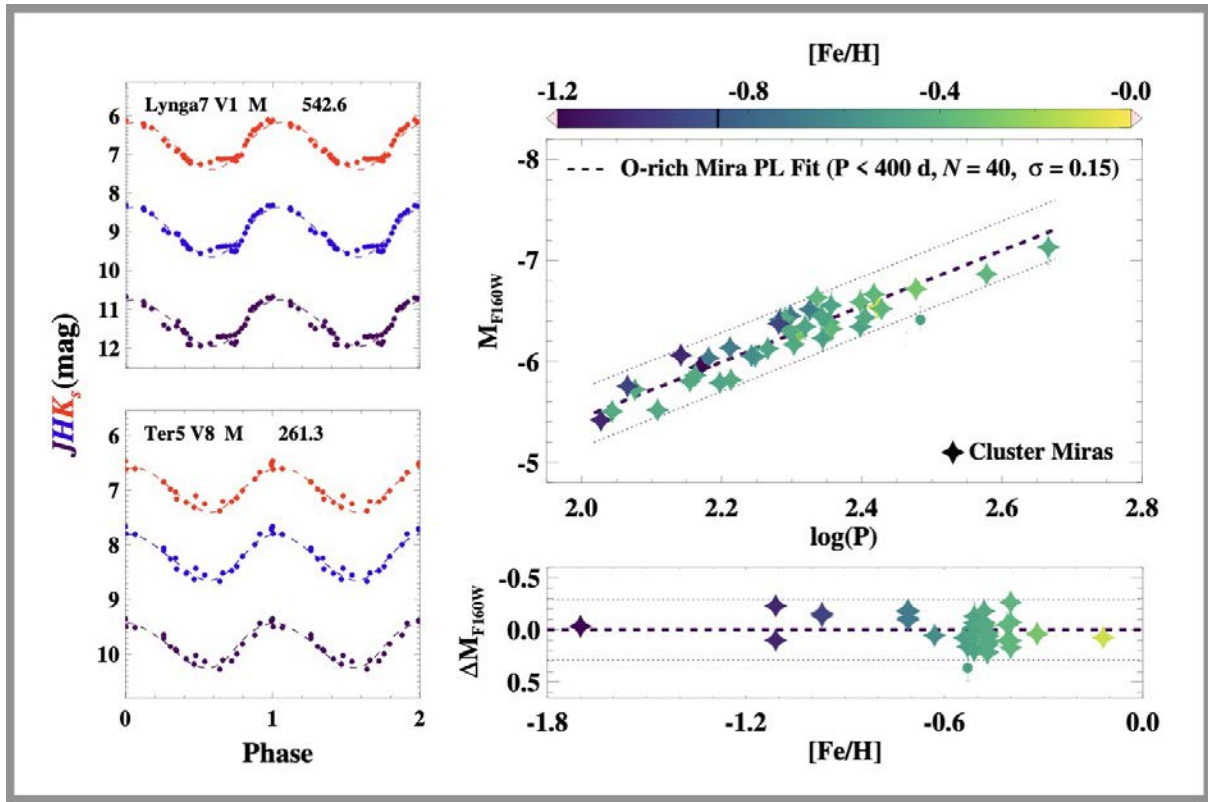
आयुका संकाय प्रो. अनुपम भारद्वाज ने हाल ही में हमारी आकाशगंगा के 18 तारकीय पुंजों में 40 ऑक्सीजन-युक्त मीरा परिवर्तनशील तारों पर एक अंतराष्ट्रीय अध्ययन का नेतृत्व किया। इन मीरा तारों का लंबे समय तक अध्ययन करने के उपरांत उनकी प्रेक्षित औसत ज्योति और अवधि निर्धारित की गई। यूरोपियन अंतरिक्ष एजेंसी का Gaia मिशन हमसे 13000 से 55000 प्रकाश वर्षों की दूरी पर स्थित इन तारा पुंजों की सटीक ज्यामितिय दूरी प्रदान करता है, जो उनके तारकीय ज्योति के निरपेक्ष अंशांकन को सक्षम बनाता है। तारा पुंजों में मीरा तारे का निरपेक्ष अवधि-ज्योति संबंध दूरी के पैमाने में सुपरनोवा के लिए एक सिफ़ीड-स्वतंत्र अंशांकन प्रदान करता है। इसके कारण 3.7% सटीक हबल नियतांक का निर्धारण हो सका है।

एस्ट्रोफिजिकल जर्नल में प्रकाशित अध्ययन के प्रमुख लेखक प्रो. भारद्वाज ने कहा कि "हमने पहली बार हमारी आकाशगंगा में शीतल मीरा तारों का उपयोग कर अत्यधिक सटीक ब्रह्मांडीय विस्तार दर को निर्धारित किया है। सिफीड की तरह हमारी आकाशगंगा के पुंजों में स्थित मीरा तारों ने दो बाह्य आकाशगंगाओं में मीरा तारों के साथ मिलकर परागांगेय दूरी पैमाने के त्रि-आधारी सीमा रेखा अंशांकन को संभव किया है। यह त्रि-आधारी समाधान दर्शाता है कि मीरा तारों की ज्योति पर धातू-बाहुल्य का प्रभाव सिफीड की अपेक्षा तीन गुना कम होता है, इसी कारण से वे हबल नियतांक निश्चित करने के लिए उत्कृष्ट विकल्प बनते हैं।"

इस अध्ययन के सह-लेखक अंतरिक्ष दूरबीन विज्ञान संस्थान और बाल्टीमोर, अमेरिका स्थित जॉन्स हॉपकिन्स विश्वविद्यालय के नोबेल पुरस्कार विजेता एडम रीस के मतानुसार, "सिफीड और मीरा द्वारा मापे गए हबल नियतांक मान की संगति यह दर्शाती है कि हबल तनाव मापन त्रुटियों के कारण होना असंभव है और यह एक अधिक बुनयादी कारण की ओर इशारा करता है जिसमें नई भौतिकी की संभावना शामिल है।"

डॉ. मरीना रेज्कुबा, यूरोपीय दक्षिणी वेधशाला, गार्चिंग, जर्मनी की स्टाफ खगोलशास्त्री ने कहा कि "यह अध्ययन तारकीय खगोलभौतिकी एवं ब्रह्मांडविज्ञान के क्षेत्रों को जोड़ता है। मुझे आशा है कि इसका दीर्घकालिक प्रभाव होगा क्योंकि यह मीरा परिवर्तनशील तारों के विभव को एक नए बेहतरीन अंशांकन आधार के रूप में सुनिश्चित करता है, जो हबल नियतांक निर्धारण में सहायक हो सकते हैं।"

दूरी के पैमानों के पहले चरण में मीरा तारों का निरपेक्ष अंशांकन सिफीड की तुलना योग्य परिशुद्धता तक पहुँच गया है। वर्तमान में ज्ञात मीरा तारों की केवल दो सुपरनोवा मेजबान आकाशगंगाओं में उपलब्धता मीरा आधारित हबल नियतांक पर कुल त्रुटि को प्रभावित करता है। रुबिन वेधशाला द्वारा सुपरनोवा मेजबान आकाशगंगाओं में बड़ी संख्या में मीरा तारों की खोज करने की आशा है, जो ब्रह्मांड की आयु तथा आकार का सटीकता से मापन करने के लिए नए मार्ग उद्घाटित करेगा।




चित्र: बायां पैनल 542.6 एवं 261.3 दिनों के आवर्ती द्युति परिवर्तनों के साथ दो मीरा तारों के प्रकाश वक्रों को दर्शाता है। नजदीकी अवरक्त (JHKs) प्रकाशमापीय प्रणालियों में ज्योति स्पष्टता के लिए ऑफसेट है। दायां पैनल हबल अंतरिक्ष दूरबीन प्रकाशमापीय प्रणाली में परिवर्तनशील मीरा तारों के लिए आवर्ती-ज्योति संबंध का निरपेक्ष अंशांकन दर्शाता है। शेष मीरा द्युति धात्विकता के एक फलन के रूप में प्रदर्शित है।

संदर्भ :

अब्सोल्यूट कैलिब्रेशन ऑफ क्लस्टर मीरा वेरिअबल्स टू प्रोवाइड ए न्यू अंकर फॉर द हबल कॉन्स्टन्ट डिटरमिनेशन; अनुपम भारद्वाज, नोरियुकी मात्सुनागा, कैरोलिन डी. हुआंग, एडम जी. रीस, मरीना रेजकुबा, द एस्ट्रोफिजिकल जर्नल

द एस्ट्रोफिजिकल जर्नल- [<https://arxiv.org/abs/2507.10658>]

अनुसंधानकर्ताओं से संपर्क :

	<p>प्रो. अनुपम भारद्वाज आयुका, पुणे ई मेल: anupam.bhardwaj_at_iucaa.in</p>
---	--