# येत्या दशकातील खगोलविज्ञान आणि विश्वरचनाशास्त्र

खगोल विज्ञानात निरीक्षणे आणि सैध्दांतिक अटकळी यांची शिवाशीव सतत चालू असते. कधी कधी निरीक्षणे थोडी-थोडकीच असतात आणि अटकळींचे प्रमाण अधिक असते, तर कधी अटकळी थोड्याच आणि निरीक्षणे पुष्कळ अशी स्थिती असते. मी संशोधनाच्या क्षेत्रात नव्याने सुरुवात केली तेव्हा, म्हणजे 1960 मध्ये, वरीलपैकी दुसरी परिस्थिती होती, तर सध्या चार दशकांनंतर पहिली परिस्थिती दिसून येते.

## तंत्रज्ञानाची गरुडझेप

यामागे मुख्य कारण आहे निरीक्षणांच्या तंत्रज्ञानाने केलेली विलक्षण झपाट्याने प्रगती. इलेक्ट्रॉनिक्स, मटेरियल सायन्स, अंतराळ तंत्रज्ञान, माहिती वेगाने इकडून तिकडे पाठविण्याचा आवाका, संगणकांची नेत्रदीपक कार्यक्षमता इत्यादींमुळे निरीक्षणे अधिक दूरगामी, सखोल आणि बिनचूक होऊ शकतात. दृश्य प्रकाशाच्या क्षेत्रात आठ ते दहा मीटर व्यासाचे आरसे असलेल्या दुर्बिणी वापरात येत आहेत. रेडिओ दुर्बिणीचे जाळे वेगवेगळ्या महाद्वीपांना जोडून आहे. इन्फ्रारेड, अल्ट्रा व्हायलेट, क्ष आणि गॅमा किरणे आदी प्रकाशाच्या विभिन्न रुपांनी विश्वाकडे पाहू शकणाऱ्या दुर्बिणी अंतराळात आहेत.

आणि केवळ उत्कृष्ट दुर्बिण असून भागत नाही तर खगोल निरीक्षणे अधिकाधिक कार्यक्षम व्हायला, दुर्बिणींना जोडलेल्या उपकरणांची उत्कृष्टता आवश्यक आहे. दुर्बिणी प्रकाश ग्रहण करुन एकत्र साठवतात. हा दुरुन आलेला प्रकाश त्याच्या स्त्रोतांची आणि वाटेत लागलेल्या आसमंताची माहिती घेऊन आलेला असतो. त्याची कसोशीने छाननी झाली तरच उपयोग. या दृष्टीने स्पेक्ट्रोग्राफ, फोटॉमीटर, सीसीडी कॅमेरा, ग्रेटिंग प्रिझम, ऑप्टिकल फायबर आदी उपकरणांचा खगोलनिरीक्षक बराच उपयोग करीत आहेत.

'मॅप' आणि 'प्लँक' नावाचे दोन अंतराळ प्रकल्प

पुढील काही वर्षातच विश्वात सभोवताली पसरलेल्या सूक्ष्मतरंगांच्या प्रारणाची मोजमापे घेणार आहेत. या मोजमापातून दिसून येणाऱ्या अतिसूक्ष्म परिणामांवरुन खगोलशास्त्रज्ञ विश्वाच्या रचनेच्या आदिकाळाबद्दल काही स्पष्ट विधाने करु शकतील.

'चंद्रा' क्ष किरण दुर्बिण भारतात जन्मलेले नोबेल पारितोषिक विजेते सुब्रम्हण्यन् चंद्रशेखर यांचे नाव धारण करुन अंतराळात झेपावली आहे. क्ष-किरणांचे स्त्रोत आपल्या आकाशगंगेच्या आत-बाहेर किती प्रमाणात किती वेगवेगळ्या रुपात पसरलेत याची जाणीव पूर्वीच्या क्ष-किरणांच्या दुर्बिणींनी दिली होती. त्यांत 'चंद्रा' निश्चितच भर घालेल. तारायुगले, स्फोटात्मक केंद्र असलेल्या आकाशगंगा, क्वेसार, आकाशगंगाचे विशाल समूह आदी स्त्रोतांतून क्ष-किरणे येतात. त्यांचे बारकाईने निरीक्षण नासाची 'चंद्रा' दुर्बिण आणि युरोपची 'एक्स एम एम न्यूटन' दुर्बिण करील, यात शंका नाही.

पण त्याचबरोबर इतर प्रकाशरुपांच्या दुर्बिणी जमिनीवर आणि अंतराळात येणार आहेत. त्यांच्या माध्यमातून आपले विश्वाचे आकलन सुधारेल हे नक्की. त्याचप्रमाणे नवी माहिती, नवी रहस्ये जाणली जातील. सध्या ज्या दिशेने खगोल विज्ञान जात आहे, त्यावरुन पुढचे काही आडाखे बांधायचे धारिष्टय आपण करुया.

## नव्या ग्रहमाला

1991-2000 च्या दशकात प्रथमच आपल्याला नव्या ग्रहमाला सापडल्या व ग्रह असणारा एकमेव तारा हे सूर्याचे बिरुद विरले! एखाद्या ताऱ्याभोवती बऱ्यापैकी वस्तुमानाचा ग्रह (शनि किंवा गुरुइतका) जवळून परिक्रमा करत असेल तर त्या ग्रहाच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे तो तारा थोडा थरथरतो. या थरथरण्याचे प्रमाण ताऱ्याच्या वर्णपटातील बदलावरुन मोजता येते. आता असे सूक्ष्मबदल टिपू शकणाऱ्या अनेक दुर्बिणी कार्यरत असल्यामुळे पुढील दशकात बऱ्याच ताऱ्यांभोवती ग्रहमालांचे अस्तित्व दिसू शकेल.

## मंगळावरील सविस्तर माहिती

1999 मध्ये काहीअडचणींमुळे मंगळाचे अभियान यशस्वी झाले नाही, परंतु जर नासाने दोन वर्षांतून एक अशी स्वाऱ्यांची परंपरा चालू ठेवली तर आपल्या शेजारच्या ग्रहांची बरीच माहिती येत्या दहा वर्षांत मिळेल. मंगळावर माणूस जाईल का-आणि केव्हा जाईल-असे प्रश्न अनेकदा विचारले जातात. मला वाटते, तसे घडायला अजून दोन दशके तरी उलटावी लागतील.

## अंतराळातले रसायनशास्त्र

1960-70 च्या दरम्यान बाल्यावस्थेत असलेले रेणूंचे खगोल विज्ञान आता जोर पकडत आहे. आपल्या संपूर्ण आकाशगंगेत केंद्रापासून परिघापर्यंत (आकाशगंगेचा आकार चकतीसारखा आहे) रासायनिक जडणघडण कशी बदलत गेली त्यावरुन आकाशगंगेचा इतिहास कळू शकतो. परंतु त्याहीपेक्षा रोचक माहितो आकाशगंगेतल्या विशाल वायुमेघात प्रंचड संख्येने सापडणाऱ्या विविध रेणूंतून मिळते. केवळ सामान्य रेणूच नव्हे तर कार्बनिक रेणूदेखील विविध रुपांत अशा ढगांत सापडतात. काही कार्बनिक रेणू तर आपल्या पृथ्वीवरील जीवनांचे घटकरेणू म्हणून आपल्याला परिचित आहेत. म्हणून प्रश्न उदभवतो की पृथ्वीशिवाय इतरत्र जीवनसृष्टी आहे? या प्रश्नाचे होकारार्थी उत्तर मिळेल असा ठोस पुरावा पुढील दशकात नाही तर पुढील शतकात मिळेल असे काही आशावादी वैज्ञानिकांचे मत आहे.

परंतु काही झाले, तरी पुढील दशकात 'मॉलीक्युलर ॲस्ट्रॉनॉमी' हा विषय खूपच पुढे जाईल असे चित्र आहे.

## आकाशगंगांची रचना

विसाव्या शतकात ताऱ्यांच्या रचनेचा प्रश्न बहुतांशी सुटला. तारे कसे जन्मतात, कसे चकाकतात, त्यांच्यात कालमानाने बदल कसे घडून येतात, त्यांचा विनाश वा शेवट कसा होतो आदी प्रश्नांची उत्तरे मिळाली आहेत. आता तसेच प्रश्न आकाशगंगांच्या बाबतीत विचारले जात आहेत. आकाशगंगांचे विविध प्रकार

आहेत. आपल्या आकाशगंगेत सर्पिल भुजा आहेत आणि ती चकतीप्रमाणे आहे. काही आकाशगंगा अंडाकार असतात, तर काहींना खास आकार नसतो. या विविध रुपांमागे सृष्टीचे कोणते नियम काम करतात? आपल्या आकाशगंगेत शंभर ते दोनशे अब्ज तारे असावेत. हे सरासरी वस्तुमान असेल. पण ते कसे ठरते? कालांतराने सर्पिल आकाशगंगा अंडाकार आकाशगंगांत रुपांतरित होतात का? आकाशगंगाचे आकार ठरवण्यामागे दृश्य वस्तुमानाप्रमाणे अदृश्य वस्तुमानाचा कितपत सहभाग असतो? पुढील दशकात हे प्रश्न सुटले नाहीत, तरी त्यांच्या उत्तरासाठी बरीच प्रगती झाली असेल.

## अदृश्य वस्तुमान

सध्या न सुटलेला प्रश्न म्हणजे विश्वात अदृश्य वस्तुमान किती प्रमाणात आहे आणि नेमके कशाचे बनलेले आहे? एक मतप्रवाह असा की ते सामान्य पदार्थाचे, म्हणजे न्यूट्रॉन, प्रोटॉन, इलेक्ट्रॉनचे बनले आहेत. प्रकाश संपलेले तारे, ग्रहांसारखे गोळे, ताऱ्याच्या रुपात प्रकाशण्यासाठी लागणारे कमीत कमी वस्तुमान सूर्याच्या दहा टक्के असते, त्याहून कमी वस्तुमानाचे गोळे आदी पर्याय आहेत, तर दुसरा अधिक रूढ मतप्रवाह असा की, आजवर माहीत नसलेल्या पदार्थाचाच या अदृश्य वस्तूंत भरणा आहे. पाहूया पुढील दहा वर्षांत या प्रश्नाचा काय निकाल लागतो ते ?

## विश्वाची रचना

सर्वांत गहन आणि मूलभूत प्रश्न म्हणजे विश्वाची रचना कशी झाली. या प्रश्नावर सतत वाद चालू असतात. नव्या माहितीने ते सुटतातच असे नाही. आता हबलचा नियम वापरुन जवळपासच्या आकाशगंगांची अंतरे मोजायचे काम चालू आहे. संगणकीय आणि यांत्रिक मार्गाने एकाच वेळी अनेक आकाशगंगांची अंतरे मोजण्याचे काम चालू आहे. 'रेडशिफ्ट सर्व्हे' पूर्ण झाला की निकट विश्वाचा नकाशा मिळेल. आकाशगंगांचे समूह आणि समूहांचे समूह यांच्या दरम्यान मोकळ्या पोकळीवजा जागा असे ते रुप असेल. नेमके हे रुप कसे तयार झाले ते सांगण्याचे आव्हान विविध सिद्धांतांपुढे आहे, मग ते महास्फोटाच्या संकल्पनेवर आधारित असोत वा अन्य कुठल्या.

## भारताचा संशोधनात सहभाग

भारतात अनेक संस्थांत आणि विद्यापीठांत खगोल विज्ञानावर संशोधन चालू आहे. संस्थांमध्ये बंगलोर येथील इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ ॲस्ट्रॉफिजिक्स, रामन रिसर्च इन्स्टिट्यूट आणि इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्स, मुंबईत टाटा इन्स्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, अहमदाबाद येथे फिजिकल रिसर्च लॅबोरेटरी तर पुण्यात नॅशनल सेंटर फॉर रेडिओ ॲस्ट्रॉफिजिक्स आणि 'आयुका' (इंटर युनिवर्सिटी सेंटर फॉर ॲस्टॉनॉमी ॲण्ड ॲस्ट्रॉफिजिक्स) आदींचा सहभाग आहे. भारतातील वैज्ञानिक जास्त करुन सैद्धांतिक संशोधनात अग्रेसर असायचे. आता निरीक्षणाच्या जागतिक सुविधांत भाग घेण्याची संधी मिळाल्यामुळे आणि भारतातही नव्या दुर्बिणी कार्यरत होत असल्याने हे चित्र पालटत आहे आणि येत्या दशकात निरीक्षणात्मक संशोधनातदेखील भारतीय शास्त्रज्ञांचा ठसा उमटलेला असेल. तसेच आयुकाच्या प्रयत्नांमुळे विद्यापीठ क्षेत्रात खगोल संशोधन जोर पकडत आहे.

जाता जाता आणखी एक नव्या तंत्रज्ञानाचा उल्लेख करतो. गुरुत्वाकर्षणाच्या लहरी शोधण्याचे तंत्रज्ञान प्रगतीपथावर आहे आणि पुढील दशकात त्याचा वापर झाल्याचे पहायला मिळेल असा विश्वास वाटतो. स्फोट पावणारे तारे, वेगाने फिरणारी तारायुगुले, कृष्णविवरांच्या टकरी आदींमुळे उमटणाऱ्या गुरुत्वीय लहरी पकडू शकणारी संयंत्रे जगात चार-पाच ठिकाणी (अमेरिका, युरोप, जपान आणि ऑस्ट्रेलिया) तयार होत आहेत. लहरी पकडल्या की नाही हे ठरवायला अत्याधुनिक गणिती आणि संगणकीय पद्धती आवश्यक आहेत. पुण्यात आयुकाचा त्यात सहभाग आहे. पाहूया नव्या प्रकारच्या लहरींचे अस्तित्व पुढील दशकांत सिद्ध होते का!★

**...... डॉ. जयंत नारळीकर**
**संचालक - आयुका**