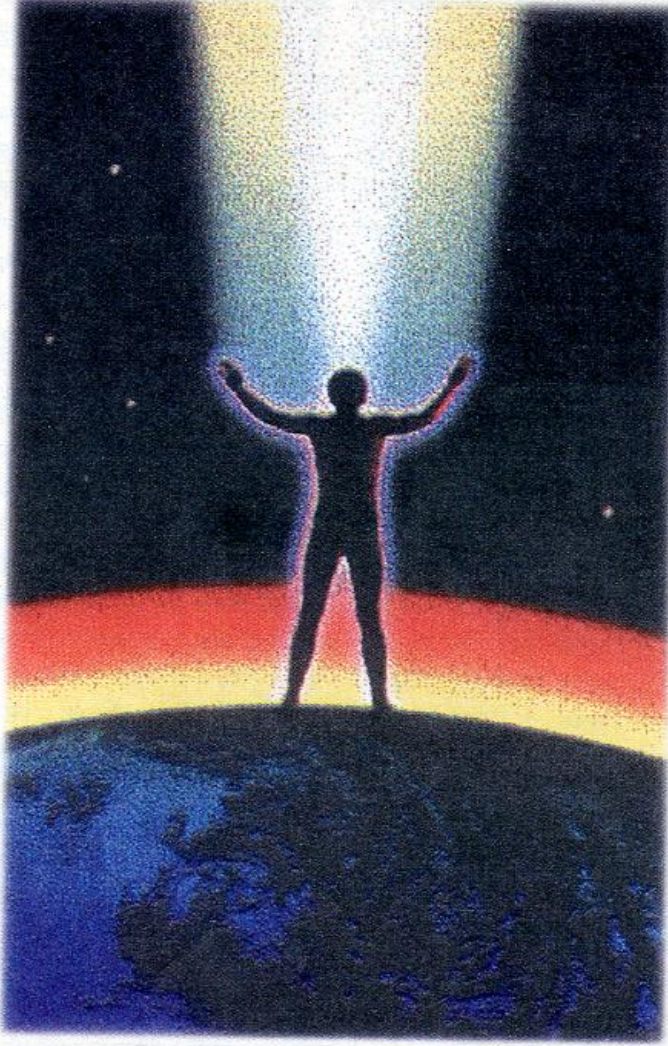


पुढल्या दशकातील खगोलविज्ञान आणि विश्वरचनाशास्त्र



डॉ. जयंत नारळीकर
संचालक, आयुका, पुणे.

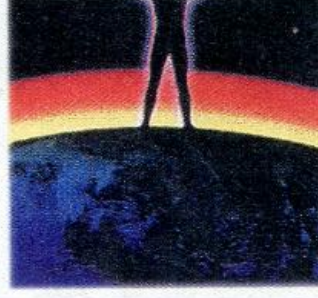
तंत्रज्ञानाची गरुडझेप
खगोल विज्ञानात निरीक्षणे आणि सैद्धांतिक अटकळी यांची शिवाशीव सतत चालू आहे. कधी कधी निरीक्षणे थोडी - थोडकीच असतात आणि अटकळींचे प्रमाण खूप असते, तर कधी अटकळी थोड्याच आणि निरीक्षणे पुष्कळ अशी स्थिती असते. मी संशोधनाच्या क्षेत्रात नव्याने सुरुवात केली तेव्हा, म्हणजे १९६० मध्ये, वरीलपैकी दुसरी परिस्थिती होती, तर सध्या चार दशकांनंतर पहिली परिस्थिती दिसून येते.

यामागे मुख्य कारण आहे निरीक्षणाच्या तंत्रज्ञानाने केलेली विलक्षण झपाट्याची प्रगती. इलेक्ट्रॉनिक्स, मटेरियल सायन्स, अंतराळ तंत्रज्ञान, माहिती वेगाने इकडून तिकडे पाठविण्याचा आवाका, संगणकांची नेत्रदीपक कार्यक्षमता आदींमुळे निरीक्षणे अधिक दूरगामी, सखोल आणि विनचूक

होऊ शकतात. दृश्य प्रकाशाच्या क्षेत्रात आठ ते दहा मीटर व्यासाचे आरसे असलेल्या दुर्बिणी आता वापरात येत आहेत. रेडिओ दुर्बिणीचे जाळे वेगवेगळ्या महाद्वीपांना जोडून आहे. इन्फ्रारेड, अल्ट्रा व्हायलेट, क्ष आणि गामा किरणे आदी प्रकाशाच्या विभिन्न रूपांनी विश्वाकडे पाहू शकणाऱ्या दुर्बिणी अंतराळात आहेत.

आणि केवळ उत्कृष्ट दुर्बीण असून भागत नाही. खगोल निरीक्षणे अधिकाधिक कार्यक्षम व्हायला, दुर्बिणींना जोडलेल्या उपकरणांची उत्कृष्टता आवश्यक आहे. दुर्बिणी प्रकाश ग्रहण करून एकत्र साठवतात. हा दुरून आलेला प्रकाश त्याच्या स्रोतांची आणि वाटेत लागलेल्या आसमंताची माहिती घेऊन आलेला असतो. त्याची कसोशीने छाननी झाली तरच उपयोग. या दृष्टीने स्पेक्ट्रोग्राफ, फोटोमीटर, सीसीडी कॅमेरा, ग्रेटिंग प्रिझम, ऑप्टिकल फायबर आदी उपकरणांचा खगोल निरीक्षक पुष्कळ उपयोग करीत आहेत.

पुढील दशकात ही गरुडझेप कायम राहिल यात शंका नाही. 'मॅप' आणि 'प्लॅक' नावाचे दोन अंतराळ प्रकल्प पुढील काही वर्षांतच विश्वात सभोवताली पसरलेल्या सूक्ष्मतरंगांच्या प्रारणाची मोजमापे घेणार आहेत. या मोजमापातून दिसून येणाऱ्या अतिसूक्ष्म परिणामांवरून खगोलशास्त्रज्ञ विश्वाच्या रचनेच्या



आदिकाळाबद्दल काही स्पष्ट विधान करू शकतील.

'चंद्रा' नावाची क्ष-किरणांची दुर्बीण भारतात जन्मलेले नोबेल पारितोषिक विजेते सुब्रह्मण्यन चंद्रशेखर यांचे नाव धारण करून अंतराळात झेपावली आहे. क्ष-किरणांचे स्रोत आपल्या आकाशगंगेच्या आत-बाहेर किती प्रमाणात किती वेगवेगळ्या रूपांत पसरलेत याची जाणीव पूर्वीच्या क्ष-किरणांच्या दुर्बिणींनी दिली होती. त्यांत 'चंद्रा' निश्चितच भर घालील. तारायुगले, स्फोटात्मक केंद्र असलेल्या आकाशगंगा, क्वेसार, आकाशगंगांचे विशाल समूह आदी स्रोतांतून क्ष-किरणे येतात. त्यांचे बारकाईने निरीक्षण नासाची 'चंद्रा' दुर्बीण आणि युरोपची 'एक्स एम एम न्युटन' दुर्बीण करील, यांत शंका नाही.

पण त्याचबरोबर इतर प्रकाशरूपांच्या दुर्बिणी-जमिनीवर आणि अंतराळात-येणार आहेत. त्यांच्या माध्यमातून आपले विश्वाचे आकलन सुधारे ल हे नक्की. त्याचप्रमाणे नवी माहिती नवी रहस्येही आणिल. सध्या ज्या दिशेने खगोल विज्ञान जात आहे त्यावरून पुढचे काही आडाखे बांधायचे धारिष्ट्य आपण करूया.

नव्या ग्रहमाला

१९९१-२००० च्या दशकात प्रथमच आपल्याला नव्या ग्रहमाला सापडल्या व 'ग्रह असणारा एकमेव

तारा' हे सूर्याचे विरुद्ध जिरले! 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 बदलावरून मोजता येते. आता असे सूक्ष्म बदल टिपू शकणाऱ्या अनेक दुर्बिणी कार्यरत असल्यामुळे पुढील दशकात पुष्कळ ताऱ्यांभोवती ग्रहमालांचे अस्तित्व दिसू शकेल.

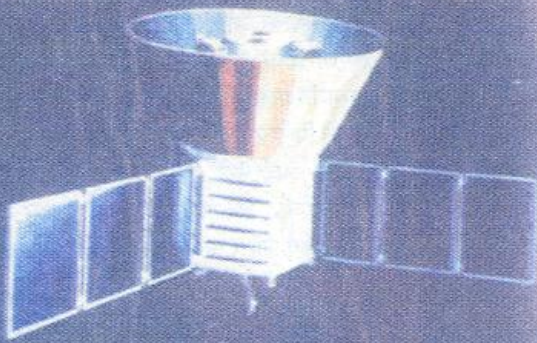
मंगळाची सविस्तर माहिती

१९९९ मध्ये काही अडचणींमुळे मंगळाचे अभियान यशस्वी झाले नाही, परंतु जर 'नासा'ने दोन वर्षांतून एक अशी स्वाऱ्यांची परंपरा चालू ठेवली तर आपल्या शेजारच्या ग्रहांची बरीच माहिती येत्या दहा वर्षांत मिळावी. मंगळावर माणूस जाईल का - आणि केव्हा जाईल - असे प्रश्न अनेकदा विचारले जातात. मला वाटते, तसे घडायला अजून दोन दशके तरी उलटायला हवीत.

अंतराळातले रसायनशास्त्र

१९६०-७० 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 आहे त्यावरून आकाशगंगेचा इतिहास कळू शकतो. परंतु त्याहीपेक्षा रोचक माहिती आकाशगंगेतल्या विशाल वायुमेघात प्रचंड संख्येने सापडणाऱ्या विविध रेणूंतून मिळते. केवळ सामान्य रेणूच नव्हे तर कार्बनिक रेणूदेखील विविध रूपांत अशा ढगांत सापडतात. काही कार्बनिक रेणू तर आपल्या पृथ्वीवरील जीवनाचे घटकरेणू म्हणून आपल्याला परिचित आहेत. म्हणून प्रश्न उद्भवतो की काय पृथ्वीशिवाय इतरत्र जीवसृष्टी आहे? या प्रश्नाचे होकारार्थी उत्तर मिळेल असा ठोस पुरावा पुढल्या दशकात नाही तरी पुढल्या शतकात मिळी असे काही आशावादी वैज्ञानिकांचे मत आहे.

परंतु काही झाले, तरी पुढल्या दशकात 'मॉलेक्युलर



ॲस्ट्रॉनमी' हा विषय पुष्कळ पुढे जाईल अशी लक्षणे आहेत.

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 रूपांमागे 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 रूपांतरित होतात का? आकाशगंगांचे आकार ठरवण्यामागे दृश्य वस्तुमानाप्रमाणे अदृश्य वस्तुमानाचा कितपत सहभाग असतो? पुढल्या दशकात हे प्रश्न सुटले नाहीत, तरी त्यांच्या उत्तरासाठी पुष्कळ 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 पदार्थांचे, म्हणजे न्यूट्रॉन, प्रोटॉन, इलेक्ट्रॉनचे बनले आहेत. प्रकाश संपलेले तारे, ग्रहांसारखे गोळे, ताऱ्यांच्या रूपात 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 पदार्थांचाच या अदृश्य वस्तूत भरणा आहे. पाहूया पुढल्या दहा वर्षांत या प्रश्नाचा काय निकाल लागतो ते!

विश्वाची रचना

सर्वात गहन आणि मूलभूत प्रश्न म्हणजे विश्वाची रचना कशी झाली. या प्रश्नावर सतत वाद चालू असतात. नव्या माहितीने ते सुटतातच असे

नाही. आता हबलचा नियम वापरून जवळपासच्या आकाशगंगांची अंतरे मोजायचे काम चालू आहे. संगणकीय आणि यांत्रिक मार्गाने एकाचवेळी अनेक आकाशगंगांची अंतरे मोजण्याचे काम चालू आहे. हे 'रेडशिफ्ट सर्व्हे' पूर्ण झाले की निकट विश्वाचा नकाशा मिळे ल. आकाशगंगांचे समूह आणि समूहांचे समूह, यांच्या दरम्यान मोकळ्या पोकळीवजा जागा असे ते रूप असेल. नेमके तसे रूप 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 ॲस्ट्रॉनॉमी अँड ॲस्ट्रॉफिजिक्स) आदींचा सहभाग आहे. भारतातील वैज्ञानिक जास्त करून सैद्धांतिक संशोधनात अग्रेसर असायचे. आता निरीक्षणाच्या जागतिक सुविधांत भाग घेण्याची संधी मिळाल्यामुळे आणि भारतातही नव्या दुर्बिणी कार्यरत होत असल्याने हे चित्र पालटत आहे आणि पुढल्या दशकात निरीक्षणात्मक संशोधनातदेखील भारतीय शास्त्रज्ञांचा ठसा उमटलेला असेल. तसेच आयुकाच्या प्रयत्नांमुळे विद्यापीठ क्षेत्रात खगोल संशोधन जोर पकडत आहे.

जाता जाता आणखी एका नव्या तंत्रज्ञानाचा उल्लेख करतो. गुरुत्वाकर्षणाच्या लहरी शोधण्याचे तंत्रज्ञान प्रगतिपथावर आहे आणि पुढल्या दशकात त्याचा वापर झाल्याचे पाहायला मिळेल असा विश्वास वाटतो. स्फोट होणारे तारे, वेगाने फिरणारी तारायुगले, 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 आहे त. पुण्यात आयुकाचा त्यात सहभाग आहे. पाहू... या नव्या प्रकारच्या लहरींचे अस्तित्व पुढल्या दहा वर्षांत सिद्ध होते का! ✨

