

我が国における天文学研究の推進について（報告）

平成 12 年 11 月 24 日
学術審議会特定研究領域推進分科会
宇宙科学部会

1. はじめに

世界における天文学研究は、日進月歩の勢いで急速に発展している。その背景には、通信技術や半導体素材などの様々な工学的技術の発達、観測装置の大型化と特殊化の推進、人工衛星などの飛翔体による観測の進展などがあり、従来では観測不可能であった微光天体を捉えることが可能になったためである。さらに、波長分解能や空間分解能の高度化が進み、新たな波長域や電磁波以外の粒子線による観測も精度が向上して、人類の目の及ぶ範囲が急速に拡大したこともある。

その中で、日本における天文学研究も大きな広がりを見せ、今や質・量ともに世界の天文学研究の第一線を担うようになってきている。大学や研究機関では、理論的研究だけでなく、独自の観測装置を開発したり特色ある望遠鏡を設置して研究実績を積み上げるとともに、若手研究者を育て天文学研究の裾野を広げてきた。また、主として電波や可視光線の地上からの観測を行う国立天文台と飛翔体を用いて X 線や赤外線を観測を宇宙空間から行う宇宙科学研究所が、それぞれ大学共同利用機関として整備され、大型装置を全国の研究者のために運用して数多くの成果を挙げた。さらに、東京大学宇宙線研究所も全国共同利用の研究所として、粒子線やガンマ線による高エネルギー天文学の分野を切り拓いてきた。これらの研究体制の整備と設備の充実によって、研究者の数も増加し、数々の重要な業績を挙げている。日本における天文学研究の特色は、地上からの観測と宇宙空間からの観測の調和的な発展の中で、それぞれの特徴を活かした研究成果を多く生みだしてきたことにある。天文学の多面的な発展のためには、地上からの観測と宇宙空間からの観測のいずれをも欠かすことなく、車の両輪として整備・充実されることが重要である。

天文学研究の推進の方策については、学術審議会より平成 2 年 7 月に「天文学研究の推進について（報告）」が出され、様々な天文学研究の分野の現状を整理しつつ、特に、国立天文台の大型光学赤外線望遠鏡計画及び東京大学宇宙線研究所の大型水チェレンコフ宇宙素粒子観測装置計画が、「早期に実現すべき」喫緊の課題として挙げられていた。この報告より 10 年を経た今日において、この 2 つの計画は、「すばる望遠鏡」及び「スーパーカミオカンデ」としてそれぞれ順調に実現の道を歩み、以下に述べるような世界に冠たる成果を生みだしている。さらに、より一層の発展を目指すためには、天文学研究の様々な分野における新たな課題を検討し、将来計画を具体的に策定することが肝要である。

本報告書においては、まず自然科学における天文学研究の意義と課題をまとめた上で、日本における地上及び宇宙空間からの天文学研究の現状と成果を概観する。宇宙空間からの観測については長期構想を検討中であり、本報告では、地上からの観測に絞って、緊急性が要求されている装置計画の具体的な提言を行うこととする。

2. 天文学研究の意義と課題

天文学は、時間と暦を決定する最古の自然科学として発祥したが、現在においては次のような

意義を有する最先端の科学である。

その第1に、天文学は、物質の極限状態や物質や時空そのものの起源を探る基礎物理学と強く関連し合っており、宇宙そのものが巨大な物理学実験の場となっていることである。例えば、宇宙の大規模構造の観測は宇宙における物質の起源や存在量の問題と深く絡んでおり、ニュートリノ振動の観測は従来の加速器を用いた素粒子実験では探ることができなかった微視的世界の新しい姿を明らかにすることができる。

第2に、天文学は、物質進化と星や惑星系の形成の研究を通じて、地球型惑星や宇宙において生命が発現する可能性についての知見と強く関係し合っており、宇宙史における地球、地球史における生命、生命の進化における人間、とつながる連鎖をたどる重要な糸口を与えてくれることである。天文学は、宇宙・地球・生命を一体として捉える新しい自然観を築く基礎となるのである。

第3に、いつの時代も天文観測は時代が持つ技術の限界に挑戦してきたが、現在においては信号受信及び処理・望遠鏡などの観測装置・コンピュータ制御やデータ解析・大型ロケットと人工衛星など、最先端のハイ・テクノロジーの実験場ともなっている。これらによって、従来人類が目にすることができなかった宇宙の果ての天体を捉えることが可能になるとともに、超微弱信号の捕捉に関する工学の発展を促す契機ともなっている。

天文学研究の大きな課題は、「起源」の解明にあると言える。現代においては、宇宙そのものの起源、宇宙における構造の起源、星・惑星系の起源、ひいては宇宙における生命の起源の問題が具体的な課題となるに至っている。これらの問題が、理論的な考察のみならず、観測的な実証によって解き明かされる道が見え始めているところに、21世紀初頭の天文学研究の著しい特徴がある。宇宙の起源の解明においては、素粒子物理学と密接に絡み合った理論的研究とともに、重力波やニュートリノ・超高エネルギー宇宙線などによる一般相対性理論や素粒子理論の基礎づけとなる観測が進められている。宇宙の構造の起源に関しては、宇宙進化の理論的なモデルとともに、X線・可視光・赤外線・電波など多波長による遠宇宙の微光天体の観測が重要な情報をもたらしている。星・惑星系の起源の研究は、赤外線や電波による詳細な観測と数値シミュレーションを使ったモデル、そして太陽系科学との照合が、今後急速に進展すると考えられる。このように、共通する大きな課題を、電磁波や粒子線を用いた観測、地上及び宇宙空間からの観測、そして理論的研究との共同と、様々なアプローチを結合させて総合的に研究を推進する体制を強化する必要がある。その意味で、将来計画を策定するに当たっても、各研究機関からの横並びの研究計画ではなく、共通する課題に対して各々の問題意識や研究の手法と目的が明確に位置づけられることが重要である。

3．日本の天文学研究の現状と成果について

日本における天文学研究は、大学における中小規模の観測装置や独自の検出器開発及び理論的研究と、3つの大学共同利用機関（国立天文台と宇宙科学研究所）・全国共同利用研究所（東京大学宇宙線研究所）における大型装置の開発・共同利用運用、という2本柱で行われてきた。この2本の柱が互いに相補的な関係を保ちつつ有効に機能したことが、日本の天文学研究の広がりや活力の源泉となってきた。以下に、日本の天文学研究の現状と成果について、大学における研究と3つの共同利用研究機関における研究の概要をまとめる。

(a) 大学における天文学研究について

1980年代半ばから、日本における天文学研究の裾野が大きく広がってきた。その1つの要因は、新しい観測手段やコンピュータの発達によって、大学等の研究機関で天文学研究のグループが増加したためである。共同利用研究機関の大型設備を利用するとともに、シミュレーションや理論研究、中小規模だが占有できる観測装置の建設、特色ある検出器の開発など、少人数のグループでも研究が進められる課題が多くあり、また研究環境も整備されてきたことが背景にある。

例えば、名古屋大学の電波天文学グループは、南米チリに4 m望遠鏡を移設して、マゼラン星雲の星生成領域の系統的な観測を行ってきた。また、東京大学の初期宇宙研究センターは、クーサー専用望遠鏡などにより、多角的な天文観測を行っている。京都大学ではX線や赤外線での先端的な観測装置を開発しており、鹿児島大学では電波干渉計によりメーザー天体の観測を行っている。その他、多数の大学等の研究機関において、独自の観測装置の製作・専用計算機の開発・小型望遠鏡の海外設置など、特色ある研究を行ってきた。一方、理論天文学の研究者は、全国の50を越す大学や研究機関に広がり、天体力学・太陽物理・星生成・星の進化・宇宙論などの分野で研究成果を挙げている。それとともに重要なことは、大学の研究者が、大学共同利用機関との強い連携の下に、「すばる」望遠鏡や科学衛星の検出装置開発の一翼を担ったり、大型装置を用いた共同利用観測を行うことによって天文学研究を推進することを通じ、また上記のような独自のプロジェクトによって、若手研究者を育成するという重要な役割を担ってきたことである。その結果として、天文学研究者の増加及び天文学教育の充実により、各地の科学館や天文台を第1級のものとする力となっている。今後、それぞれの大学が特色を活かした独自の中小望遠鏡を持ち、それらによる創造的開発研究を通じて教育と研究を推進することはますます重要である。

(b) 国立天文台における天文学研究について

大学共同利用機関として昭和63年に発足した国立天文台は、天文学及び関連する設備の共同利用や共同研究、天文学の国際協力事業等を推進する日本の中枢機関である。可視光・赤外線望遠鏡や電波望遠鏡等を用いた地球・太陽から膨張宇宙までを含む宇宙の諸天体・諸現象の観測的研究、スーパーコンピュータ等を使用した理論的研究、天文観測の先端的装置開発等を推進しつつ、大学院生の教育や社会への天文学の普及にも力を注いでおり、日本の天文学研究を国際レベルに高める上で大きな寄与をしていると評価される。

特に、電波天文学分野では、野辺山の高精度大型電波望遠鏡の実現によって、1980年代からミリ波天文学で世界のトップレベルに立った。多くの星間分子の発見、惑星形成の母体である原始惑星系円盤の発見、銀河中心核における巨大ブラックホールの観測的検証、生まれたばかりの銀河の確認など、宇宙理解の重要なキーとなる多くの成果を含め、1000編を越える高水準の学術論文を発表してきた。その他、可視光観測・太陽物理学・地球科学・理論天文学などの分野でも先端的な研究活動が行われているが、以下では、現在の重点課題であるすばる望遠鏡及びVERA計画について記述する。なお、天文学・物理学における共同研究として進められている重力波望遠鏡TAMAについては、東京大学宇宙線研究所の項において記述する。

大型光学赤外線望遠鏡「すばる」は、平成3年より建設を開始して完成に至り、平成12年4月より試験的運用期に入った。その後、平成12年12月からは本格的観測研究を推進するための「共同利用」運用が開始される。

「すばる」は試験観測の結果、地上望遠鏡では最高の解像度を実現し、当初目標を上回る性能を達成したことが確認された。結像性能は極めて優れており、赤外線領域においては、ゆらぐ大気を通しての観測であるにも拘わらず、ハッブル宇宙望遠鏡に優越する画像が得られた。初期観測の成果は、オリオン大星雲の赤外線観測や主焦点カメラによる広域可視光観測などを含め、すでに約20編の論文として出版されている。これらの初期的成果はめざましいものであり、大きな社会的関心も呼び起こした。すばる望遠鏡建設のプロジェクトは、極めて高いレベルで成功したと評価される。今後は、共同利用観測により、また、すばる望遠鏡の一層の性能向上により、世界最高水準の優れた観測研究による成果が生みだされることを期待する。

一方、測地学審議会（平成7年）においてプロジェクトの推進が建議された国立天文台の天文広域精測望遠鏡（VERA）は、人類史上初めて、銀河系の全域で天体の距離と三次元速度を直接計測する装置である。日本独自のアイデアで開発された大気のゆらぎを除去する相対VLBI（超長基線電波干渉計）観測により、三角測量の原理で銀河系の立体地図を作成して渦巻き構造と星々の分布を明らかにし、さらに全体の運動から暗黒物質（ダークマター）の分布を求めるなど、わが銀河系の基本的な問題の解明を目標とし、現在、4つの観測局（岩手県水沢市、鹿児島県入来町、東京都小笠原村父島、沖縄県石垣市石垣島）の建設を進めている。

（c）東京大学宇宙線研究所の天文学研究について

宇宙線は宇宙から地球に飛来する粒子線である。宇宙線による天文学研究とは、発生源である活動天体、宇宙空間や地球大気を伝播する際に引き起こされる素粒子反応等を精密に観測することにより、極限状態の天文学的知見や加速器実験では得られない素粒子物理学的知見を得る研究である。

東京大学宇宙線研究所は、宇宙線の総合的研究を行う全国共同利用研究所である。その主要な研究対象は、ニュートリノ、ガンマ線、超高エネルギー宇宙線、重力波である。以下では、ニュートリノ、超高エネルギー宇宙線、重力波に関する研究の現状について記述する。

ニュートリノに関しては、研究所附属神岡宇宙素粒子研究施設の大型水チェレンコフ宇宙素粒子観測装置「スーパーカミオカンデ」を用いて、宇宙線が大気中の核反応で作る大気ニュートリノ、太陽中心で作られる太陽ニュートリノ、超新星爆発の際バースト状に発生する超新星ニュートリノを観測している。大気ニュートリノの上下非対称性の精密観測等からニュートリノ振動の証拠を見出し、その直接的原因であるニュートリノの有限かつ微小な質量の存在の可能性を示唆した。さらに精密な研究のため、高エネルギー加速器研究機構（KEK）と共同で、KEK陽子シンクロトロンで作られた人工ニュートリノ・ビームを、250 km離れたスーパーカミオカンデに向けて発射し、ニュートリノ振動による反応数の減少を検証する実験を開始し、95%の確率でニュートリノ振動が起きていることを支持する成果を得た。ニュートリノの有限質量は素粒子の標準理論に収まらず、素粒子の大統一理論に大きな足がかりを与えたものと評価される。スーパーカミオカンデでは、陽子崩壊の探索も継続している。また、太陽ニュートリノの観測は、その解決に向け着実にデータを積み重ねている。

10の20乗電子ボルト以上の超高エネルギー宇宙線は、宇宙背景放射との反応のために非常に遠方で発生した場合地球に届かず、その頻度が大幅に減るといふ、いわゆるGZKカットオフが予言されている。研究所附属明野観測所の広域空気シャワー観測装置「AGASA」を使った9年間に及ぶ観測により、GZKカットオフ・エネルギーを越えた10の20乗電子ボルト以上の宇宙線が8例検出された。これらの超高エネルギー宇宙線の発生源は銀河系近傍でなけれ

ばならないが、宇宙線の到来方向には期待される活動的な天体は見つからず、種々の理論的推測がなされている。

ブラックホールや中性子星など極限状態の天体が関与するダイナミックな現象に伴って時空の歪みが生じ、重力波と呼ばれる波動が発生する。重力波の検出は、強い重力場のもとでの一般相対性理論の検証であるとともに、新たな天文観測の手段として重要な意義がある。重力波観測のためのレーザー干渉計建設計画は世界的に進められているが、日本では、東京大学宇宙線研究所・国立天文台・高エネルギー加速器研究機構などの密接な協力により、TAMA（基線長300m、国立天文台三鷹）が世界に先駆けて完成し、わが銀河内（10万光年）で発生する重力波をとらえる感度で観測を開始した。より高感度の海外の装置が本格観測を始める数年先までは世界で唯一の重力波観測装置である。

（d）宇宙科学研究所の天文学研究について

宇宙科学研究所を中心に推進されている科学衛星を用いた天文学研究は、打ち上げロケットの能力向上に伴い科学衛星の規模・質の向上が図られてきた。その結果、科学衛星が対象とする研究領域も、当初のX線天文学及び地球周辺空間の物理学という限られた領域から、幅広い波長域にわたる天文学・太陽物理学、さらには惑星科学にまで拡大してきている。

これらの科学衛星による国際的にも高く評価されている成果としては、「我が国における最近10年間の科学衛星の評価について」（平成10年 学術審議会特定研究領域推進分科会 宇宙科学部会）においてまとめられている。その例を挙げれば、X線天文衛星「あすか」では、銀河団における高温プラズマの発見、超新星残骸の詳細観測による宇宙線の加速機構の解明、ブラックホール周辺部のX線分光観測による一般相対性理論の検証、SFUでは、搭載した赤外線望遠鏡「IRTS」により、近赤外線背景放射を発見し、銀河系内に有機物が普遍的に存在することを明らかにし、太陽物理学の分野では、太陽観測衛星「ようこう」が世界の共通資産として活躍を続け、太陽活動の鍵を握る磁気リコネクションを観測的に実証したことなどである。

しかし、本年2月のM-Vロケットの不具合によるX線天文衛星「ASTRO-E」の打ち上げ失敗は、日本のみならず世界のX線天文学への大きな損失となった。このことを踏まえ、同研究所では、打ち上げ失敗の原因究明で得られた知見等の結果を十分認識し、今後の打ち上げを一層確実なものとするべくロケットの信頼性向上に努めるとともに、ASTRO-Eの再挑戦ミッションであるX線天文衛星「ASTRO-E」の早期実現を目指している。

同研究所では、今後、X線、赤外線、電波（スペースVLBI）の3波長域での観測を中心に天文学研究を進めていくこととしており、前述した「ASTRO-E」の早期実現と併せて、赤外線天文衛星「ASTRO-F」、太陽観測衛星「SOLAR-B」を平成17年度までに打ち上げる予定である。

また、同研究所を中心に、重要性が一層高まっていくと考えられる天文学と太陽系科学の両分野の今後20年間にわたる科学衛星長期構想を検討している。そこでは従来のM-Vによる中型衛星計画とともに、大型衛星計画、外国との共同ミッション等新たな枠組みが提案されている。今後、国立天文台・各大学との連携・協力を一層深め、計画の具体的検討を進めることが望まれる。

4. 今後推進すべき計画について

上に述べたように宇宙空間からの天文観測については長期構想が検討されている最中でもあり、本報告では、地上からの観測に絞って今後推進すべき計画をまとめることとした。以下では、(A)準備は整っており、早急に実現に向けて推進すべき計画と、(B)当面は技術開発を強力に推進しつつ、早期の着手を目指す計画、の2つに区分して報告する。科学目標の重要性と緊急度、装置開発の進捗状況、研究者集団や研究組織体制などを総合的に検討した結果である。また、(A)の計画においては、(A1)地上天文観測の主流を画期的に広げることを目指す大型計画と、(A2)中型の規模であるが野心的で新しい物理に挑戦する計画、の2つを並行して推進すべきと考える。世界的なレベルの先端的な研究成果を生み出しつつ、若手研究者を育成し特色ある研究者集団を作り上げるには、大学等における研究体制の整備とともに、共同利用のための大型計画・中型計画のいずれもが欠かせないためである。これらの装置計画は、それぞれの特色を活かして、宇宙そのものの起源、宇宙構造の起源、星・惑星系の起源、という現代天文学が挑戦している課題を飛躍的に進めることを主要な目標としている。

(A) 早急に実現に向けて推進すべき計画

(A1) アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計 (ALMA、従来の日本独自計画段階の名称では LMSA) 計画

ALMAは、天文学分野として野辺山のミリ波天文学開拓の成果を引き継ぐべく準備された大型計画で、電波により宇宙を飛躍的に深く広く探るための巨大電波望遠鏡である。日・米・欧の三者対等の国際協力により、80基を越える高精度パラボラアンテナを南米チリ・アンデス5000mアタカマ高地の10km四方に設置して、「人類最大の電波の目」を作る画期的な計画として、長年にわたり準備・開発・国際協議が続けられてきた。

ALMAは、光学や赤外線望遠鏡では観測不可能な宇宙の姿を、ミリ波に加えてサブミリ波という未開拓の電磁波を使って鮮明に描き出す装置である。ALMAとすばる望遠鏡など大型光学赤外線望遠鏡との共同観測の実現は、宇宙の諸現象の時間的にも構造的にも包括的な理解を初めて可能とするものと考えられる。世界の様々な分野の天文学研究者は、ALMAが21世紀の天文学に必須の画期的装置となるものと期待している。

特に、ALMAの実現によって、近傍の星形成領域にある原始惑星系円盤の構造が詳細に観測可能となり、円盤内の惑星の形成過程がはじめて明らかとなる。惑星の軌道や形成時間などの基本量が観測的に得られ、地球と太陽系の研究は、宇宙で唯一の「太陽系」から、たくさんの惑星系を観測研究する「比較惑星系科学」へと飛躍的展開がもたらされる。また、ミリ波・サブミリ波に特有の電波分子分光観測によって、惑星の形成過程が分子レベルから解明できると予想される。日本の星形成の研究は、野辺山の電波望遠鏡を中心に世界をリードする科学成果をあげてきたが、それらをベースに「惑星の誕生の謎」を解き、「宇宙における生命の起源」にも迫ることが可能となる。また、可視光ではとらえることが難しい原始銀河の詳細な観測を通じて、膨張宇宙初期における銀河形成過程の観測により、「宇宙構造の起源」を初めて明らかにすることができると予想される。ALMA計画は、新千年紀の初頭を飾るに相応しい国際プロジェクトである。

既に国立天文台では、技術面での準備及び実証確認は、ほぼ完了しており、特にサブミリ波では、米欧をリードする優れた開発成果を重ねている。また、国際協力の面においても、北米

および欧州との間で協力と共同開発が重ねられてきており、共同建設に進む態勢は十分に整っていると判断される。日・米・欧三者による対等かつ真にグローバルな共同建設・共同運用が実現すれば、科学の世界においては画期的なことである。また、三者の共同により、負担の軽減を図りつつ、大きな成果が実現されるという利点も、極めて大きい。

日本のこの分野における技術的な先進性、本計画の世界的な規模と意義に鑑み、日本が米欧とともに、歩調をそろえて建設に着手することが望まれる。

(A2) 宇宙線望遠鏡(TA)計画

本計画は、規模そのものはそれほど大型ではないが、AGASAが検出したGZKカットオフ・エネルギーを越えた宇宙線の観測例数を大幅に増加させ、併せて入射宇宙線の粒子同定を行うことにより、超高エネルギー宇宙線の発生源の謎や超相対論的エネルギー領域での新しい物理学の発見という野心的な課題に挑戦することを目指している。そのため、ユタ大学等と共同で、米国ユタ州の砂漠地帯に10基の望遠鏡ステーションを建設し、大気蛍光法によって空気シャワーを観測する。各ステーションには口径3mの広視野反射式望遠鏡群を設置し、空気シャワーから発生する紫外蛍光を光電子増倍管カメラで高速連続撮像する。

TAは、10年間の観測で、AGASAの70倍を越える600例以上の超高エネルギー宇宙線を観測することができる。また、大気蛍光法では大気中でのシャワー発達の全過程が観測できるので、地表に到達する粒子のみを検出する他の装置(AGASAや後述の水チェレンコフ空気シャワー観測装置網「Auger」)に比べて、宇宙線のエネルギーや到来方向決定の信頼度が格段に向上する。さらに、シャワー形状の違いから宇宙線粒子種の識別を行うことができる。特に、ガンマ線やニュートリノの同定が期待されている。

GZKカットオフ・エネルギーを越えた超高エネルギー宇宙線の研究において、各国でもAGASAよりも大型化と高性能化を進めたAugerと呼ばれる新計画や、宇宙空間からの大気蛍光観測計画が始動しつつある。特に、国際的に組織されたAuger計画は、南米アルゼンチンに地表粒子検出器群を建設し2005年に観測を開始する予定となっている。TAの建設予定地が北半球であるため南天で観測するAugerとは相補的であり、かつTAの粒子識別性能はAugerを凌ぐとはいえ、AugerはTAの強力なライバルである。

AGASAによって芽を出した新研究領域の超高エネルギー宇宙線研究をさらに押し進め、その起源の解明という大きな収穫を他に先んじて得るため、宇宙線望遠鏡(TA)を早急に建設することが望まれる。

(B) 当面は技術開発を強力に推進し、早期の着手を目指す計画

大型低温重力波望遠鏡(LCGT)計画

現在稼働している重力波検出装置TAMAではごく近傍の重力波現象しか捉えられないが、わが銀河系内での重力波現象であれば十分な精度で捉えられるほどの感度向上の余地がある。しかし、重力波が検出可能な中性子星の合体過程はわが銀河系内ではごく希にしか起こらず、TAMAは機能試験段階の観測装置と言える。重力波検出を確実にし、定常的な重力波観測を可能とするためには、さらに高感度の装置が必要である。LCGT計画は、7億光年内の銀河で起こる中性子星合体による重力波を1年に数回捉える感度を実現することを目指し、TAMAによる観測技術の向上を踏まえ、さらに低温鏡を世界に先駆けて取り入れた3km基線長の大型レーザー干渉計を建設する計画である。本報告書では、現在の進捗状況やTAMAの稼働状況が

ら判断して、当面はTAMAなどをベースとして技術開発を強化しつつ、早期の着手を目指す計画として位置づける。

米国では重力波天文台「LIGO」、欧州では英独合同重力波検出計画「GEO」、仏伊合同重力波観測計画「VIRGO」と呼ばれる、基線長600 - 4000 mの重力波観測装置の建設が既に開始されている。特にLIGOは、最終的にLCGTと同程度の感度を2007年頃に達成することを計画している。LCGT計画は日本独自の低温鏡により、LIGOに遅れることなく重力波検出を目指すとともに、これらと協力して国際的な同時観測を行うことも視野に入れている。重力波の同時観測は、重力波発生天体の位置決定や重力波の偏波の測定に必須であり、LCGTはLIGOと同時期に計画感度を達成することを目標にすべきと考える。なお、本計画は、東京大学宇宙線研究所が中心となり、国立天文台・高エネルギー加速器研究機構などとの密接な協力のもとで進めるべき、共同計画と考えている。

5. まとめ

日本の基礎科学研究は、研究体制の整備や研究費の措置などによって着実に強化され、様々な分野で世界のリーダーとなっており、天文学においても、研究の進展がめざましい。研究が最先端に進むにつれ、装置は大型化し、その建設に多くの費用と時間を必要とするようになったが、その困難を乗り越えて地上及び宇宙空間からの観測のための日本独自の大型装置が共同利用研究機関に建設され、重要な成果を挙げてきた。それと同時に、研究者の裾野が広がり、大学における中小規模の多様な装置も活躍して幅広い分野の研究がなされるようになった。

大型装置を必要とする科学研究の第一線においては、国際的な「共同」と「競争」がキーワードになっている。研究の最先端課題や解決の手法は、目標が鮮明になるにつれ類似化するか、新しいアイデアや新技術の導入によってユニークな装置を建設して特殊化するかの、いずれかの方向を進むのが常である。それらの方向に応じて、互いの「共同」によって推進するか、国あるいは地域の間での「競争」によって推進するか、のいずれかの道を選択せざるを得ないからである。天文学も例外ではない。特に、この10年間の研鑽によって日本の天文学は急速な進展を見せ、21世紀の世界の天文学を担う中心メンバーとして国際的な共同あるいは競争の重要な一翼を担うようになっている。

その具体的現れが、本報告において「今後推進すべき計画」として採り上げた3つの装置計画である。中でも、日・米・欧の3極対等な共同計画として推進されようとしているALMAと、日本の独自技術を基礎に推進を計画しているTAは、いずれも緊急性が高い国際共同計画である。また、米のLIGOと競合しつつ同時観測により共同することを目指すLCGT計画も、早期の実現を期待している。