



日本の宇宙研究

池内了

いけうち さとる 1944年生
日本学術会議第4部会員、早稲田大学国際教養学部教授
専門：天体物理学、宇宙論

日本の天文学の簡単な歴史

日本の天文学は、明治21年(1888年)に東京帝国大学附属東京天文台の発足に端を発し、明治23年に帝国大学に講座制が設けられたとき星学に二講座が割り当てられて正式に発足した。二講座の配分は異例ともいべき比重の重さであったが、長い間理学の周辺分野であったのも事実である。暦学や測地学、経緯度の測定、報時や保時など、実学としての天文学が主であり、業務中心の「お役所天文学」であったからだ。

世界的には、1920~30年代に、物理学の手法で天体現象を解析する天体物理学の分野が切り開かれ、宇宙論もターゲットになりつつあった。19世紀のレンズによる屈折望遠鏡の時代から20世紀の鏡による反射望遠建設が主流になるにつれ、宇宙を対象とする天文学研究が本格化したのである。

日本においては、第二次世界大戦後によりやく天文学研究がスタートを切ったが、位置天文学、天体力学、測地学が中心であって、世界の大勢から取り残されていた。報時や保時を主業務とする東京大学東京天文台が一大勢力で、それ以外には東大、東北大、京大の3大学に2~3部門程度しか天文学の講座が設置されず、それが長い間続いてきたためだ。

日本の天文学研究が大きく展開し始めたのは、1960年代であった。1つは、東京天文台岡山観測所

に口径188cmの望遠鏡が建設され、ようやく観測的事実を下にした実証的研究が可能になったためである。もう1つは、物理学の応用分野として天体物理学が注目されるようになり、物理学教室に天文学研究を行う講座が増えたことだ(北海道大学、名古屋大学、京都大学など)。これらの新興勢力は、従来の手法や対象にとらわれず、星や銀河の形成や進化理論に挑み(京都大学基礎物理学研究所の研究会が大きな牽引車となった)、気球やロケットなどを用いたスペース天文学を開拓して(東京大学宇宙航空研究所が先導した)、新しい風を日本の天文学に吹き込んだのである。

それが1970年代から花開くことになった。天体物理学の多くの理論家が育って学問を牽引する一方、旧来の天文学から電波天文学のような物理的発想を重視する研究者が輩出し、スペース天文学は人工衛星を軌道に乗せることに成功したからだ。多くの大学で、規模は小さいけれど、天体物理学を指向する講座が急増した。学問の実勢が一肌脱げたと見えよう。むろん、それは世界的な傾向を反映してもいる。宇宙の研究が物理学の重要な柱として位置づけられるようになったからだ。

むろん、天文学の観測的研究を進めるには、独自の装置が必要である。日本では、まずスペースからの人工衛星による観測が進展し(最初のX線衛星は1979年の「はくちょう」)、東京天文台が野辺山に口

径45mの電波望遠鏡を建設(1982年)して、世界に確たる業績を挙げるようになった。自前のデータを用いた研究が可能になり、宇宙研究において世界の重要な一角を占めるに至ったのである。

大学共同利用機関と「すばる」望遠鏡

日本が、基礎科学の分野において、その存在感を見せつけるだけの実力を発揮するようになった背景には重要な施策があった。世界に伍する大型設備の建設は大学共同利用機関に集中し、全研究者が平等に使える共同利用施設としたことであった。それは、限られた予算の効率的な使用であっただけでなく、誰でもがプロポーザル次第で一流の研究施設を使用でき、世界をリードする成果を挙げることを可能にしたのだ。特筆されることは、プロポーザルを出す上で厳しい競争原理が働くとともに、少人数の研究グループであっても各地の研究者とチームを組んで共同研究を行う機会を多く提供した点である。「競争」と「共同」が現在の研究状況の特徴づける言葉だが、共同利用の施設はそれを先取りした優れた施策であったと思う。

天文学研究では、全国の過半数を占める研究者を擁する東京天文台が国立天文台に改組され大学共同利用機関となった(1988年)ことが大きなステップとなった。口径8mの「すばる」望遠鏡を建設することが可能になったからだ。

1980年代まで、光学望遠鏡はまだ3~4mクラスのもものが活躍していた。CCD(電荷結合素子、デジカメの原理)が天文学に応用され、それまでのフィルム上に感光させる方式の100倍の効率が達成できたので、大望遠鏡は必要がなかったのだ。それにより、遠くの天体の鮮明な画像が得られたのである。しかし、90年代に入って、各国とも8~10m級の大望遠鏡計画を精力的に進めるようになった。CCD

の開発がほぼ量子限界に達し、もはや望遠鏡を大きくする以外に宇宙の果てにある天体を捕らえることが不可能だと判明したからだ。

日本も、その路線に沿って大望遠鏡計画(JNLT、日本国立大望遠鏡)が10年近くにも渡って議論され、ようやくまとまって建設されたのが「すばる」望遠鏡であった。世界最大の1枚鏡、国外(ハワイ)での設置、数々の観測装置建設(今や望遠鏡に匹敵するくらいの費用を要する)など、数々の困難を乗り越えて完成したのは1999年である。日本もやっと、天文学研究という文化にのみ寄与する基礎科学分野に投資が行えるようになったとも言えるだろうか。

今や、世界中で10台以上もの8~10m級の望遠鏡が活躍している。それらと肩を並べて「すばる」望遠鏡が大活躍をしていることは誠に喜ばしい。宇宙最遠方の銀河の発見、赤外線観測の威力を示した宇宙赤外線背景光の観測、多数の超新星の発見など、世界を瞠目させる研究成果を挙げている。「すばる」望遠鏡にも「競争」と「共同」の精神が貫徹されており、名実ともに世界の頂点に立っているのだ。

さらに、国立天文台は日本を代表する研究機関として国際協力にも力を入れており、ヨーロッパ連合と北アメリカ(USAとカナダ)とともに、総額1,000億円を超える「ALMA(アタカマ・ミリ波サブミリ波大型干渉計)」プロジェクトに参加している。南米チリの高度5000mのアタカマ山地に総計80台の電波望遠鏡を並べ、直径が10kmの望遠鏡に匹敵する性能を発揮する予定である。既に建設は始まっており、日本も大きな寄与をしている。この望遠鏡が完成すれば、天文学における最後の波長域であるサブミリ波領域の観測が可能になり、太陽系外の惑星探しや宇宙最初の天体の発見を可能にするだろう。

問題は、いよいよ天文学研究もビッグサイエンス

となり、1国の財力では進めづらくなっていることだ。この点については最後の節で述べる。

スペース天文学

一方、日本のスペース天文学は独自の道を歩んできたと言える。日本の宇宙開発が、実用衛星は宇宙開発事業団、科学研究は宇宙科学研究所、という住み分けを行ったことである。実用衛星は単能だがロケットの推力を大きなものとしなければならない。そのため費用が莫大にかかる。他方、科学研究は複雑な機能を備えているが比較的小型のロケットでも用が足りる。これを住み分けることによって、大型ロケットを使わずに科学研究に専心できたのだ。欧米では、すべて一緒に大型化が優先されたため頻繁にロケットが使えず、必然的に大艦巨砲主義にならざるを得なかった。日本のスペース天文学は、小型ロケットを毎年のように打ち上げ、それぞれの分野で成果を挙げるという独自路線を着実に進めてきたのである。

例えば、日本のX線観測衛星は、「はくちょう」(79年)、「てんま」(83年)、「ぎんが」(87年)、「あすか」(93年)、と途切れなく打ち上げることができた。(2000年の打ち上げは失敗に終わったが、その代替機が2005年7月に成功して「すざく」と命名された。)そのため、X線天文学研究者も途切れることなく育ち、何より技術がきちんと継承されてきた。欧米の大艦巨砲主義では、10年に1回の打ち上げがせいぜいであり、技術が途絶えることが多かったのだ。それを反省してNASA(アメリカ航空宇宙局)は、日本を見習い、「クイック&スモール イズ ビューティフル」を標語にして特殊目的の小型人工衛星を打ち上げる方針に変更したほどである。

X線衛星以外に、太陽観測衛星として「ひのと」(81年)、「ようこう」(91年)が打ち上げられた。

また、地上の電波望遠鏡と結びつけて直径3万kmの望遠鏡に匹敵する電波天文学衛星「はるか」(97年)、ハレー彗星の探査のために打ち上げられた「さきがけ」と「すいせい」(共に85年)など、目的を絞り込んで特化した衛星を打ち上げるという方針は、日本の特色を活かした行き方と言えるだろう。(もっとも、失敗もある。先に述べたX線衛星はロケットの不具合で空中爆発をさせ、火星探査衛星「のぞみ」は火星の周回軌道へ投入するのに失敗した。宇宙開発技術はまだ万全ではない証拠である。)

現在建造中で、数年以内に実現が期待できる計画として、赤外線による宇宙観測を行う「ASTRO-F」、次期太陽衛星「SOLAR-B」がある。(人工衛星は、無事上空に上がって所定の軌道に達したのが確かめられてはじめてニックネームがつく。それまでは、プロジェクトのシリーズ名で呼ばれるのが通例である。)また、現在議論中の計画(10年先の計画を今から準備している)では、X線衛星「ZEUS」、電波天文学衛星「HALCA II」、赤外線衛星「SPICA」、月探査衛星「SELENE」、位置天文衛星「JASMINE」、惑星探査衛星「JTPF」などがある。(まだ紙の上での準備中の計画には、人工衛星の英語名の頭文字をとった名前と呼ぶのが通例である。)スペース天文学は将来計画が目白押しなのだ。

スペース天文学の悩みは2つある。まず、計画を立ち上げてから実現するまでに10年は要するということだ。そのため、研究者として油が乗り切った時代に衛星製作に没頭せざるを得ず、それが成功した頃はピークを過ぎており、みすみす研究生命を絶たれるということがある。成功した場合はまだ救いがあるが、失敗でもすれば(それもロケットの不具合のような自分の責任ではない場合)失われた膨大な時間に呆然となってしまうのだ。実際に、失敗の確率はかなり高いから、その道へ進もうとするには相

当の決心を要することになる。これを救うためには、気球や使い捨てロケットの使用などにより、複数のプロジェクトを並行して進めるという配慮が必要になってくる。1つが失敗しても、保険となるべき小さなプロジェクトで全部がムダにならないようにすることである。

もう1つの悩みは、いったん上空に上がってしまうともはや手が出せないから、確立した（その意味では古い）技術しか使えないことだ。いくら最上級の検出器が発明されても、過酷な宇宙空間で安定的に稼働することが保証されない限り使うわけにはいかない。そのため、二流の装置で満足せざるを得ず、欲求不満が残ってしまうのだ。であればこそ、地上観測の重要性が失われなとも言える。地上では、いつでも部品を取り換えたり、修理したりできるから、常に最善の装置で勝負できることになる。地上観測とスペースからの観測を組み合わせることが大切なのである。

今後の展望

まず、天文学研究がビッグサイエンスの道を歩みつつあることを指摘しなければならないだろう。例えば、ALMA計画は、総予算が1,000億円を超え、もはや1国の経済力では実現不可能なレベルに達している。さらに、口径30m（あるいは50m）クラスの超巨大光学望遠鏡が構想され、国際的な共同研究で調査が始まっている。日本でも、国立天文台の研究者が中心となって20年先の「ポストすばる」計画として議論に参加している。多国間協力が必然なのである。「すばる」の後継を考えるなら、当然30～50mクラスに想像が及ぶのだが、果たして天文学という分野に数千億円もの投資が期待できるのだろうか。それとも、目標や対象を絞り込んで特化した低予算の望遠鏡作りに専心すべきなのだろうか。ピッ

グサイエンス化をどう考えるか、今後検討が必要だろう。

このことは、加速器の建設において議論されてきたことである。アメリカで2兆円もの予算を必要としたSSC（超伝導超大型粒子衝突器）は、議会の反対によって中止に追い込まれた。これに匹敵する計画はヨーロッパ連合が進めているLHC（大ハドロン衝突器）だけであるが、予算オーバーに苦しんでいる。おそらく、このプロジェクトが（少なくとも50年のスケールでは）最後の到達点になるだろう。天文学もそれに近づいているのである。（加速器と比べて金額は1桁少ないが）

スペース研究にも同様の限界が見え始めている。科学衛星は1機200億円を要するようになったため、毎年1機を打ち上げていたのが、3年に2機、2年に1機というふうにならなくなってきた。すると、同じ分野（X線、太陽、赤外線など）の衛星の打ち上げが、10年ごと、15年ごとになり、研究の継続が困難になる恐れがある。若手研究者も悠長に待っておれなくなるからだ。研究予算が増えているにも関わらず、研究が先細りになる、というパラドックスが生じつつあると言える。

もっとも、別の考え方もある。日本が打ち上げた査察衛星は3,000億円もかかっている（らしい—正確な金額はわからないからだ）。それを節約すれば科学衛星を10機も上げられることになる。お金は使いたいのである。さらに敷衍して言えば、戦争には何十兆円というお金が遣われている。それを無くせば加速器も巨大望遠鏡も建設できることになる。世界の平和こそが科学（広く文化）を花開かせるというべきなのかもしれない。

最後に、宇宙開発の未来について述べておきたい。アメリカではブッシュ・ドクトリンで月や火星への有人飛行を目指して宇宙開発計画の再編成が行

われている。これは大国のパフォーマンスであって、科学的な目標は皆無に等しいことを指摘しておきたい。それによってハッブル宇宙望遠鏡が見捨てられるなら、天文学研究にとって大きな損失となるだけである。私は、月や火星への飛行は無人の探査機で十分であると考えている。数百億円で実現可能であり(人間が行くとなれば、その10倍の費用が必要である)、科学的な成果も大きい。遠隔操作技術は格段に進歩しているからだ。順に段階を踏んでゆっくり無人で探索を続けられればいいと考えている。それが真に科学に寄与する道なのである。

日本の有人飛行については、これも急ぐ必要はないという意見である。そもそも10回に1回以上ロケットの打ち上げに失敗しているのだから危険ではない。まず、ロケットの信頼度を上げることが先決なのである。また、有人飛行の意味をじっくり考えてみることも必要である。科学的目的を犠牲に

して、国家の威信のためのパフォーマンスには同意できないからだ。国家の威信を高めるには、もっと社会保障を充実させるなど他にやるべきことは多くあるはずである。将来、多くの人が宇宙旅行に行けるための準備というのも夢物語でしかない。ロケットを1万回発射して1回の事故も起こらないくらい安全性が保たれねばならず(現在の飛行機だってもっと安全である)、それが達成されるのはほとんど不可能に近いだろう。宇宙旅行は気楽な旅ではないのである。

私は、現在の日本がやっているように、限られたエリートがアメリカのロケットに乗せてもらう程度がいいのではないかと思っている。肩肘を張って日本独自の有人飛行を目指すのは、無理な背伸びでしかない。査察衛星などに金を遣わず、科学衛星を充実させて成果を挙げるこそが、真の文化国家としての日本の方向なのである。

『学術の動向』

平成17年 10月号以降の特集テーマ (予定)

『学術の動向』では、今後の各号の特集テーマを以下のように予定しておりますので、ご期待ください。

平成17年 10月号	「日本学術会議第145回総会」 「犯罪を科学する」
11月号	「第19期の活動を振り返って」 「新日本学術会議における人文・社会科学系の活動について」
12月号	「日本学術会議第146回総会」