

第三章 望遠鏡 LAMOST と宇宙開発

中国は 2003 年、ソ連および米国に次いで有人宇宙ロケットの打ち上げに成功した。このことから、宇宙技術大国としてのイメージが強くなっている。しかしながら、軍事目的を中心に発展してきたがゆえに、機密保持の観点からオープンでない部分も多く、多くの情報が厚いベールに包まれている。このため、宇宙開発関連施設の訪問は困難であるが、宇宙科学の一部である天文学の施設は比較的オープンである。今回、中国が世界に誇る望遠鏡 LAMOST (The Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope : 広視野多目標光ファイバー分光観測天体望遠鏡) を調査できたので、本章では LAMOST について述べるとともに、公表資料をベースに中国における平和目的の宇宙活動の現状を併せて述べる。

一. 望遠鏡 LAMOST

LAMOST は、北京市に近い河北省にある中国科学院国家天文台の望遠鏡であり、約 4,000 個にのぼる天体の可視光スペクトルを一度に観測できる施設として、世界でもユニークな地位を占めている。

天文学の歴史

太陽系や銀河などの宇宙は、人類にとって大きな謎であるとともに、畏敬や恐怖の対象でもあった。この宇宙に科学のメスが入ったのは、ポーランドの天文学者ニコラウス・コペルニクス (1473~1543) や、イタリアの科学者ガリレオ・ガリレイ (1564~1642) の時代以降であり、ガリレオは自ら製作した望遠鏡により天体観測を行った。その後、レンズなどの光学技術の進展とともに、よりはっきり、より遠くまで見られる望遠鏡が開発され、宇宙観測に活用された。

20 世紀に入ると電波望遠鏡が開発され、宇宙観測は転換点を迎えた。また、ロケットや人工衛星の開発により、大気圏外での観測も可能となり、宇宙観測は飛躍的に拡大した。

中国の天文学の歴史は長い。天文学の目的は大きく二つあり、一つは正確な暦の作成、もう一つはときに政治を左右した占星術である。

中国史上の有名な天文学者を挙げると、後漢の張衡 (78~139) と、元の郭守敬 (1231~1316) ということになろう。張衡は天文・陰陽・暦算に通じ、宇宙生成説、宇宙論を論じている。一方郭守敬は、元の皇帝世祖フビライに仕え、彼の命を受けて他の学者とと

もに暦の改定作業を行った。当時の世界最先端であったアラビアの天文学を援用し、自ら観測装置を改良して天体観測を続け、1280年に新しい暦である「授時暦」を作成してフビライに提出した。郭守敬は現在の河北省邢台市出身であるため、同じ河北省に設置されたLAMOSTは、この偉大な天文学者にちなみ「郭守敬望遠鏡」とも呼ばれている。

なお日本でも江戸時代に、天文学者渋川春海（1639～1715）が授時暦を非常に優れた暦であるとしたうえで、地球の公転軌道の円から楕円への変更や中国と日本の経度の違いに関わる補正を加えて「大和暦」を作成している。これが1684年に、「貞享暦」として朝廷に採用された。補正と貞享暦採用の経緯に関わるエピソードは、2010年の吉川英治文学新人賞を受賞した小説『天地明察』（沖方丁著）で取り上げられ、また同名の映画が滝田洋二郎監督作品として2012年に公開されている。

過去に先進的な成果を残している中国の天文学であるが、他の科学技術分野と同様、近代的な天文学のレベルは現在世界トップレベルとはいえず、今後LAMOSTなどの大型装置や人工衛星などを用いた観測などで、欧米等の先進国に追いつこうとしている。

LAMOST とは

LAMOSTは、中国科学院国家天文台が所有する望遠鏡の一つである。設置されている河北省承德市興隆県は、北京市の東北約210キロメートルに位置し、北京市内での渋滞がなければ車で二時間程度である。このあたりは高原地帯であるため避暑地として有名であり、承德市内には世界遺産に登録されている「避暑山荘と外八廟」がある。北京市内から興隆県に入ると、リゾートマンションと思われる建物が多く建っていた。

興隆県の中心部の海拔は約400メートルとかなり高地にあり、LAMOSTは興隆県の東部に位置する山の頂（海拔約960メートル）にある。1993年にプロジェクトとして発足し、2001年に装置の製造建設が始まり、2008年に完成した。LAMOSTの特徴である全天サーベイ（空全体をくまなく観測すること）の運用開始は、2011年の10月であった。

LAMOST計画を積極的に進めた女性科学者に、現在中国天文学会理事長の要職にある崔向群（1951年～）博士がいる。彼女は内陸部の重慶市生まれで、1975年に南京理工大学光学機器専攻を卒業し、その後中国科学院紫金山天文台での研究により博士号を取得している。崔博士は、英国やドイツでの天文プロジェクトに参加するなど国際経験も豊富であり、LAMOST計画においても彼女の専門である光学技術を中心にプロジェクトを指導してきた。崔博士は、中国の望遠鏡の研究開発レベルを世界最先端に導いたこと、中国が将来の超大型望遠鏡を開発するための基礎を築いたことなどにより、国家科学技術進歩二等賞、江蘇省科学技術進歩一等賞などを獲得した。また2009年12月には、中国の研究者の名誉である中国科学院院士に、数学物理部門で選ばれている。



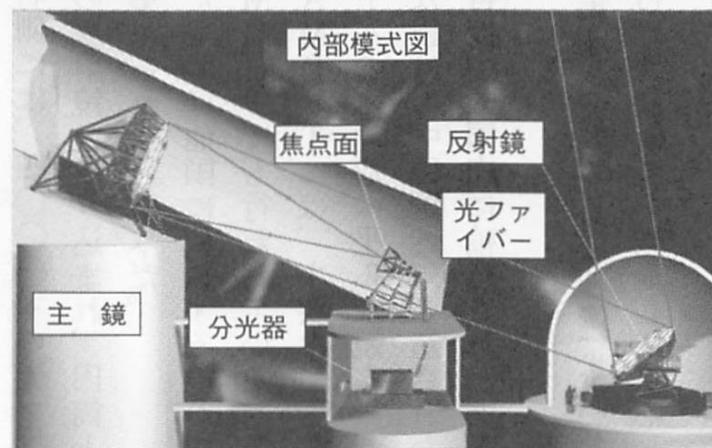
崔向群（写真：人民网）

建物構成と光学系構成

LAMOST の外観を写真に示した。右側の建物上部にある半球型のドームが二つに割れて、建物内にある実効口径 4 メートルの反射鏡（子鏡 24 枚をモザイク状につなげたもの）が露出し、宇宙からの光の取り込み口となる。左の建物には斜めの円筒があるが、これが宇宙から来た光の通り道であり、円筒の左側には主鏡（やはり子鏡 37 枚をモザイク状につなげたもの）が設置されている。円筒の右側には、4,000 本の光ファイバーを設置した焦点面がある。宇宙からの光は右のドームの反射鏡で取り込まれ、円筒上部の主鏡に導かれた後、さらに反射して円筒下部の焦点面に集められる仕組みだ。



LAMOST 外観



内部模式図 提供：中国科学院国家天文台

自国の技術でできないと判断したものは他国に依頼するのが中国の大型研究施設を建設する場合に共通するやり方で、LAMOSTでも行われている。具体的には、望遠鏡の最重要部分である主鏡の研磨である。LAMOSTには、主要な鏡として主鏡と反射鏡の二つがあつて、いずれも対角線 1.1 メートルの六角形の平らな鏡をモザイク結合して作製した合わせ鏡である。構成要素である小さな鏡は、中国国内で製造された。反射鏡は国内で研磨されたが、主鏡はロシアで研磨され、再度中国国内に輸送されたあと、モザイク状に組み合わされ据え付けられている。

鏡の研磨は望遠鏡開発の最重要事項であり、たとえば米国ハワイ州にある日本の「すばる」望遠鏡では、わざわざ日本から研磨技術者を派遣して対応した。そのような重要な技術であっても、抵抗なく他国に委託している。

光学技術レベルは高いが

LAMOSTの特徴は、同時に収集できる天体の可視光スペクトル数である。視野角 5 度の範囲内で、4,000 個の恒星や銀河などの天体を同時観測できる仕組みになっている。湿度が低く空気中のチリなどの不純物が少ない冬の夜であれば、一晩で 5 回の観測が可能となり、2 万個の天体データを収集できる。中国の関係者は、LAMOST が天体スペクトル数取得で世界一の天文台であることを強調している。LAMOST 設置前の記録は、後述する米国のアパッチポイント天文台の反射望遠鏡の例があるが、一回最大で 640 個であった。LAMOST において、大口径と広視野を両立させ大量の天体スペクトルを一度に取得しうるシステムを構築できたことは、中国の光学系を中心とした天文関連技術の高さを示す。

問題は、LAMOST を使って収集した多くの天体データで、何をしようとしているかである。国家天文台の資料には「銀河の赤方偏移の全天サーベイおよび物理的特性」、「恒星

と銀河の構造の特徴」、「可視光以外で発見された天体のクロス認証」の三点が研究のミッションとして挙げられている。しかし、天文学の専門家からは、LAMOST が具体的に何を狙っているのかわからないという意見が聞こえてくる。短時間にこれほど大量の天体データを収集できる望遠鏡は世界に例がないが、収集する科学的な意味がはっきりしない。

SDSS プロジェクト

ここで、宇宙構造全体に迫るプロジェクトとして、SDSS(Sloan Digital Sky Survey) というプロジェクトについて説明したい。このプロジェクトは、米国のスローン財団が資金援助し、米国、ドイツ、日本の三ヵ国共同プロジェクトとして 1990 年代末にスタートした。

2005 年には所期の目標であった全天の四分の一の領域を三次元地図で表すことに成功して、第一段階のプロジェクトを終えている。

SDSS プロジェクトに使われた望遠鏡は、米国ニューメキシコ州のアパッチポイント天文台にあり、口径 2.5 メートルの反射望遠鏡である。また CCD カメラは東京大学宇宙線研究所のグループが作製したもので、400 万画素の CCD が 30 個並んだ大規模カメラである。

SDSS プロジェクトの成果として、銀河は宇宙に一様に分布しておらず、集中している部分とほとんど何もない部分があることや、銀河の集団は洗剤の泡がつながったような形をしており、泡の大きさや膜の厚さもさまざまである、といったことがわかった。現在は第二段階に入っており、第一段階よりさらに広い銀河の三次元構造や宇宙膨張などの解明に取り組んでいる。

LAMOST は、SDSS プロジェクトを念頭に、宇宙の構造に迫るべく天体可視光スペクトルを大量に収集できる望遠鏡を計画したと思われる。ただ、SDSS プロジェクトと比較すると、観測精度・効率やデータ処理まで十分に手が回っておらず、スペクトル収集だけに終わっている可能性がある。

不安材料は観測精度・効率

天文関係の施設は、空気の揺らぎや汚れ、人工的な光の存在の有無、天候の安定性（晴天かどうか）によって大きく観測精度や効率が変わってくるため、できるだけ条件のよいところに設置することが望ましい。

日本の「すばる」天文台は、米国ハワイ州のマウナケア山山頂（4,200 メートル）に設置されている。日本や米国などが参加する国際共同プロジェクトであるアルマ望遠鏡（パラボラアンテナ 66 台を組み合わせた巨大電波望遠鏡）は、チリ共和国北部にあるアタカマ砂漠の標高約 5,000 メートルの高原にある。SDSS プロジェクトで使われているアパッチポイント天文台は、標高 3,000 メートル近い高地にあり、大気の状態もよく、夜空

の暗さでも米国最上位にあって立地条件がよい。さらにアパッチポイントの反射望遠鏡は、大気の揺らぎを抑えるために、LAMOSTのようなドームを持っておらず、格納庫から望遠鏡を引き出して観測している。

LAMOSTは、大都会北京市の近傍にあるので、人工的な光や大気汚染物質の存在が気になる。また河北省は、日本にも達する黄砂の通り道といわれており、黄砂とも戦う必要がある。さらにLAMOSTのある興隆県の晴天率は、冬こそ比較的高いものの、夏は低いといわれている。これらのことが、観測精度や効率に影響してくるのは間違いない。

LAMOSTでは2011年10月に全天サーベイが開始され、一年間で約100万個の恒星スペクトルを得ている。しかし、もともと一晩で2万個にのぼる恒星スペクトルの取得能力を持っているにもかかわらず、100万個のデータ取得に一年もかかっていることから、効率面で苦勞していることがわかる。

データの解析能力の問題

観測によって膨大な天体のデータを集積することはもちろん重要であるが、それをきちんと解析しないと宝の持ち腐れとなる。また観測したデータを迅速に解析して次なる観測目標を定める必要があり、たとえばSDSSプロジェクトの場合、一週間以内の処理を原則としている。アパッチポイント天文台で集められたデータは磁気テープに記録されて、ニューメキシコ州からイリノイ州にあるフェルミ加速器研究所のファイマン計算センターに運んで、スパコンと専用のソフトウェアを用いて解析されている。専用ソフトウェアは、SDSSプロジェクトの中心機関の一つである米国海軍天文台の科学者や、プリンストン大学、シカゴ大学などの科学者が分担して作製している。

LAMOSTの場合、約210キロメートル離れた北京市内にある国家天文台の建物にデータ処理用の計算機が設置されており、望遠鏡と計算機は専用回線で結ばれている。ただし、計算機は高速処理が可能なスパコンではなく、また解析用のソフトウェアも独自のものを開発しておらず、前述のSDSSプロジェクトとの協力に基づき提供されたソフトウェアを援用している。解析能力が十分でなければ、世界最大の天体光スペクトル取得量を誇るLAMOSTも、科学的にはあまり意義がなくなってしまう。LAMOSTは運用を開始したばかりであり、今後の成果を注意深く見ていかなくてはならない。

二. 宇宙開発

ここからはLAMOSTを離れ、中国の宇宙開発について述べたい。2003年の有人宇宙船「神舟五号」の打ち上げ成功が華々しかったので、中国の宇宙技術は有人技術を持たない日本や欧州を凌駕し、米国やロシアに近づいたと思われるかもしれない。本当のところどうなのかを詳しく見たい。

ロケットの打ち上げ

中国のロケット開発は、米ソと同様に軍事技術としてスタートした。1970年に自主開発したロケットである長征一型により、中国初の人工衛星東方紅一号を打ち上げた。その後は、長征シリーズ二型から四型まで、13種類のロケット開発を行っており、現在はそのうち8種類のロケットを実用に供している。

中国のロケットは、開発当初こそ打ち上げ失敗や、衛星の軌道投入失敗などに見舞われたこともあったが、徐々に技術的成熟を遂げ、とりわけ1996年以降75回連続で打ち上げに成功するという輝かしい記録を打ち立てた。しかし、2009年8月に行われた長征三B型ロケットの打ち上げで、三段目のエンジンの着火の不具合により予定の軌道への衛星の投入に失敗し、連続記録が途絶えてしまった。事故原因の究明を行った後、打ち上げを再開したが、それ以降も好成績を挙げている。中国のロケット打ち上げ技術についての信頼性は、非常に高い。



神舟打ち上げ用の長征二F型ロケットの模型
上海交通大学銭学森図書館で開催された展示会での出展物

ところが性能の面では、他の宇宙先進国と比べ、現時点で劣っている。ロケットの打ち上げ性能は、通常地上から宇宙へ輸送できる重量で比較する。米国のスペースシャトルは、過去に静止人工衛星3機を同時に搭載して、高度200キロメートルの軌道上から順次打ち上げるなど、世界最強の輸送手段であったが、運用経費の高さや安全上の懸念から2011年で運用を終了した。スペースシャトルの引退後は米国のデルタロケットが最高

峰であり、ロシアのプロトンロケット、欧州のアリアンロケットが肉薄し、日本のH-II Bロケットが続いている。具体的な数値で見てみよう。これらを地球近傍の低軌道へ投入可能な衛星重量で見ると、デルタが23トン、プロトンが21トン、アリアンが20トン、H-II Bが16.5トンである。中国のロケットでは、最大の打ち上げ性能を持つのが長征三型の11トンで、米国、欧州、ロシアの半分である。ただし中国は、搭載重量25トンを目標とする長征五型の開発を進めており、開発が成功し運用が進めば世界一となる。

中国には現時点で、ロケット打ち上げ射場が三ヵ所ある。酒泉（内モンゴル自治区）、西昌（四川省）、太原（山西省）である。酒泉射場は内モンゴル自治区のエジナにあるが、射場から最も近い都市が甘肅省酒泉市であるため、酒泉の名を冠して呼ばれている。主要国は、小さな実験用ロケット打ち上げ施設を別にすれば、一国一射場が標準的であり、中国のように三ヵ所も有している国はない。中国はその三ヵ所に加えて、最南部にあり静止衛星の打ち上げが有利となる文昌（海南島）に、現在射場を建設している。

なお、後述する有人宇宙船「神舟」の着陸場所は前記の射場ではなく、内モンゴル自治区にある四子王旗に設置されている。着陸場の要件として、広さが十分にあること、平坦であること、立ち木が少ないこと、民家がないことなどがあり、この四子王旗が選定された。

有人宇宙飛行の誇り

宇宙開発における中国の誇りは、ソ連。米国に続いて世界で三番目となった有人宇宙飛行の達成である。

人類が世界で初めて宇宙飛行を行ったのはソ連であり、1961年4月のことである。ユーリイ・アレクセーエヴィチ・ガガーリン（1934～68）宇宙飛行士は「地球は青かった」との言葉とともに、一躍世界の時の人となった。その約一ヵ月後に、米国のアラン・シェパード（1923～98）が宇宙飛行を行ったが、米国は人工衛星の打ち上げに次いで有人宇宙飛行でもソ連に完敗したことになり、これが月到達一番乗りを目指す原動力になっていく。そして1969年に、ニール・アームストロング（1930～2012）、エドウィン・ユージン・オルドリン（1930～）、マイケル・コリソズ（1930～）の3名の米国人宇宙飛行士が、アポロ11号により月に到達する。

中国の有人宇宙飛行の初成功は2003年で、米ソに比べて40年以上の遅れがある。また有人宇宙飛行に使用された宇宙船が、ソ連の宇宙船の技術をベースとしているため、独創性がないとの理由で中国の宇宙技術力を低く見る向きもある。しかしその批判は必ずしも妥当とはいえない。また有人宇宙飛行計画の実施には、中国の科学技術開発の特徴がいかに発揮されている。

用意周到な「神舟」計画

まず述べたいのが、中国の有人宇宙飛行が用意周到な計画により実施されていること

である。

中国の宇宙開発は軍事技術開発を中心に進められてきたが、その成果を踏まえて1980年代後半に有人宇宙技術開発を本格化させ、宇宙船の検討などを進めた。1992年に有人宇宙開発計画「神舟」計画を公表し、1993年には中国国家航天局を設置している。国家航天局は、中国版のNASAといえるが、自らはロケット打ち上げや、衛星追跡・管制などの実施部隊を持たず、企画や国際業務などの本部機能が中心である。

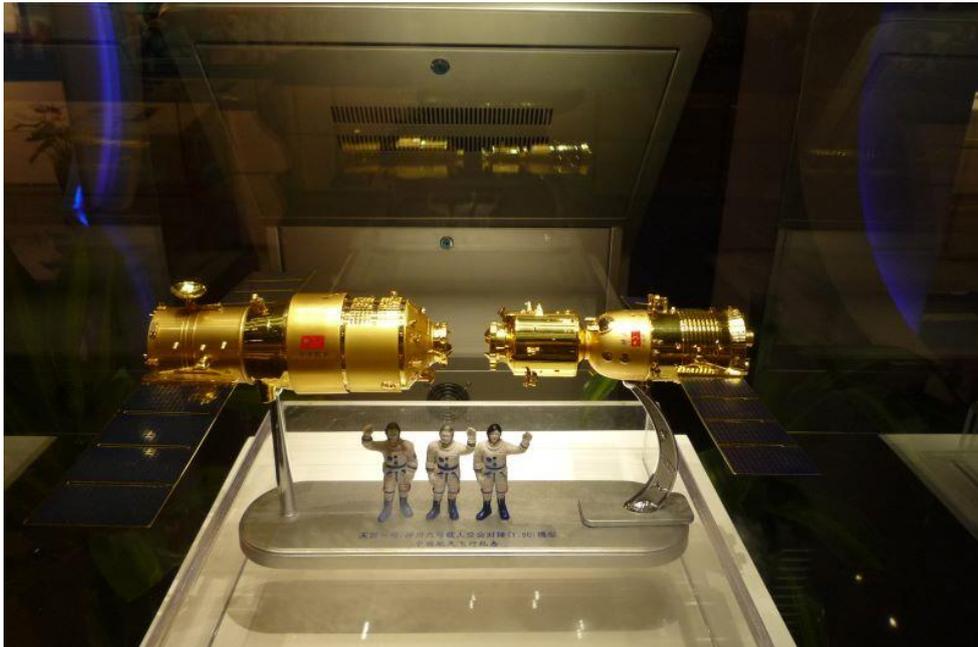
1999年に最初の試験機「神舟一号」を打ち上げ、地球に戻す帰還カプセルの実験を行い、無事に内モンゴル自治区に着陸させた。続いて2001年に、カプセル内の生命維持装置の確認のため、サル、イヌなどの動物を乗せた「神舟二号」を打ち上げ、動物を無事に地球に帰還させている。さらに2002年の「神舟三号」では、宇宙飛行士の代わりにダミー人形を乗せ、独自開発による宇宙服の作動確認を実施している。同じ2002年の暮れには、打ち上げ数時間前まで宇宙飛行士が「神舟四号」に搭乗して準備を行い、最終リハーサルを行った。「神舟四号」はその後、ダミー人形を搭載して打ち上げられ、搭載機器の作動確認を行った。

そして、2003年10月15日、中国人民解放軍の楊利偉（1965～）空軍中佐を搭乗させた「神舟五号」の打ち上げを実施した。日本のマスコミは、この「神舟五号」の打ち上げだけをセンセーショナルに報道したため、中国は国威発揚のため冒険的に有人宇宙飛行を行ったのではという懸念を持つ人も多かったが、実際は前記の通りであり、1992年の計画公表から10年以上、「神舟一号」打ち上げ開始からでも4年後、5度目にして初めて生身の人間を搭乗させている。

「神舟五号」の打ち上げ成功後も着実な実施は続き、2005年の「神舟六号」では宇宙飛行士を2名に増加させ、2008年の「神舟七号」では3名にするとともに、初めての宇宙遊泳を実施した。

中国版宇宙ステーション「天宮」

2008年に「神舟七号」の搭乗宇宙飛行士により宇宙遊泳を行った後、中国の有人宇宙独自の宇宙ステーション「天宮」の建設運用計画に移った。最初の目標は、宇宙船同士のランデブー・ドッキング技術の習得である。2011年に中国初の宇宙ステーション実験機「天宮一号」を打ち上げ、同年それにあわせる形で無人の「神舟八号」を打ち上げ、ドッキング試験を実施した。2011年6月、初めての女性宇宙飛行士劉洋（1978～）を含めた3名の宇宙飛行士を搭乗させた「神舟九号」を打ち上げ、「天宮一号」との自動および手動ドッキングを成功させた後、無事地上に帰還させている。



天宮と神舟の模型

上海交通大学展示会での出展物で、左が天宮、右が神舟

「天宮一号」はそれほど大きくない試験機であるため、「天宮二号」、「天宮三号」を順次打ち上げる。今後、「神舟十号」以降による中国の有人飛行は、「天宮」シリーズによる中国独自の宇宙ステーションの建設・運用を目指す。 「天宮」計画においても着実なステップを踏む中国流の技術開発の姿勢は変わらないであろう。

日米欧などにより国際宇宙ステーションの建設が計画された際には、無重力下での薬品開発や合金製造で画期的な成果がもたらされるとの期待が強かったが、その後の運用実績ではただちに成果の出る無重力実験はあまりないことがはっきりしつつある。このため、膨大な予算を使って国際宇宙ステーションを運用していくことが妥当かどうかの議論が、日本や米国などで常に存在している。一部の関係者には、国際宇宙ステーション計画は単に宇宙飛行士を量産しているに過ぎない、と酷評する人までいる。

中国においては、「天宮」を単独で建設運用することになっているため、多国間で運用する国際宇宙ステーションよりさらに予算的に厳しい状況となろう。現在の中国の技術力をもってすれば、世界トップレベルの科学技術の装置や施設の設置には、困難は伴わないか、運用利用を先進国並みにするには時間がかかる。単独で宇宙ステーション建設を進めるとすれば、利用方策をより幅広く検討しておかねばならない。

数十年の年月を超えて蘇るソユーズ

ところで、中国の宇宙開発で強調すべきは、自前の技術開発に固執しない点である。

1980年代後半に中国で有人宇宙計画が開始された際、大きな課題となったのは宇宙船

の型式の選定である。当時最先端であった、米国スペースシャトルのような有翼式で再使用可能な宇宙船開発も検討したが、結果として技術的に堅実なロシアのソユーズ型を選び、ロシアから技術導入した。すでに見てきたように、目標をはっきり定めたら、それを追求するためには自前技術にこだわらない。

ロシアが 1991 年のソ連崩壊後、外貨不足に悩んでいた時期で、技術導入の交渉は比較的順調に進み、1995 年には取り決めに結んでいる。こうしてでき上がった中国の「神舟」とロシアのソユーズは、数十年の時間差を超えて外見がよく似ているが、中国の「神舟」の方が居住空間は広く、宇宙飛行士にフレンドリーな設計となっており、搭載機器はもちろん最新鋭のものである。

人民解放軍の協力

中国の宇宙開発は、人民解放軍が全面的にバックアップしている。ロケットの打ち上げ射場の建設、整備、運用、維持や、打ち上げた人工衛星の追跡、管制は、宇宙開発の担当機関の国家航天局ではなく、人民解放軍が行っている。

日本のマスコミ等が中国の宇宙開発を報じる際、軍事的な脅威を強調することが多いが、宇宙開発の実施に人民解放軍が直接関与していることがその原因の一つである。確かに 2007 年、中国は人工衛星破壊実験を強行し、軍事的な意味合いで米国等に大きな衝撃を与えるとともに大量の宇宙ゴミを発生させており、そのような懸念は当然であろう。

しかし、他の国であれば軍事ではなく民生的に実施している活動でも、中国では人民解放軍が関与している場合が多い。もともと軍事で実施してきた活動を平和目的に展開する際、人民解放軍の組織力や機動力をそのまま活用したためである。

ちなみに、宇宙飛行をした中国の宇宙飛行士は 2013 年 5 月時点で、8 名（景海鵬〔1966～〕は神舟七号と九号で 2 度宇宙飛行しているため延べ人数では 9 名である）を数えるが、すべてが人民解放軍の空軍パイロットである。また、将来の宇宙飛行士を目指す候補生もやはり空軍所属であり、宇宙飛行士大隊に所属している。

中国版 GPS 計画

中国はまた、米国やロシアに対抗して中国独自の GPS システムを構築する計画のもと、その完成に向けて衛星を着々と打ち上げている。GPS とは、「Global Positioning System: 全地球測位システム」のことで、人工衛星を用いて地球上の現在位置を測定するシステムである。もともと米国の GPS システムは、軍事目的で構築されたものであり、これを一般の民生用に公開することによりカーナビなどの市場が形成された。しかし、より精度が高く軍事用にのみ利用する GPS システムを米国は持っており、さらに有事の際には、米国は一般に公開されている GPS 情報も止める可能性がある。このためロシアは独自に「グローナス」という GPS システムの構築を進め、完成まであと一步の段階にある。

「グローナス」に続くのが中国であり、2011 年末時点で合計 10 機の測位衛星「北斗」

により、中国全体をカバーするシステムの構築を終了している。今後 2020 年ごろまでに、米国の GPS と同様の世界全体をカバーするシステム（中国では「コンパス」と呼ぶ）の完成を目指し、衛星を順次打ち上げる予定である。

弱点を克服するには

中国の天文観測、月・惑星探査などの宇宙科学は、宇宙探査機開発などのハードウェアでも科学論文でも、低いレベルにある。宇宙科学分野では米国が抜きんでており、欧州、ロシア、日本がそれに続き、中国はこれらの国々からは離されている。

しかし、宇宙は広く、まだ解明されていないことが多い。したがって、独創的で優れた着想さえあれば、一気に世界レベルの研究や発見につながることもある。最近では、日本の国内を大いに沸かせた小惑星探査機「はやぶさ」の例がある。月以外の天体でのサンプル採集と地上への帰還という、世界を見渡しても「はやぶさ」チーム以外の誰も考えつかなかった独創的なアイデアと、長期間をかけ宇宙を旅し不慮の事故により満身創痕となりながらも小惑星の塵を持ち帰った快挙は、科学に比較的関心の薄い一般の日本国民をも熱狂させた。

中国には有能で意欲的な若い研究者が多いので、彼らが将来、日本の「はやぶさ」のような独創的なアイデアで、世界を驚かすことも夢ではない。

また、中国の弱点として、人工衛星の製造技術が挙げられる。衛星の基礎部分で共通して必要となる機体、電源、姿勢制御、推進、通信などの機能を組み合わせた衛星バスにおいては、中国は世界レベルに達している。一方、衛星バスに搭載する各種センサー、太陽電池パドル、部品などは、比較的弱い。ただし、衛星の製造実績に比例してレベルが上がっていくため、中国の驚異的な各種衛星打ち上げ実績を考慮すると、打ち上げや製造実績の少ない日本を飛び越し、米国や欧州の水準に近づくのは時間の問題であろう。

一方、宇宙平和利用の中心である衛星通信や衛星放送においても、中国は遅れてスタートしたため、実績面で劣る。しかし通信や放送分野では、中国内部の巨大マーケットの成長に伴い徐々に力をつけている。最近のトピックスとしては、2008 年に開かれた北京オリンピックを中継、放送するための衛星も打ち上げられた。

全般的な技術力評価

これまで述べてきたことを総合して、中国の宇宙開発の全般的な力はどの程度であろうか。JST 研究開発戦略センターは 2011 年に、主要国の宇宙関連科学技術力の比較調査を実施し、その結果を公表している（表 5）。これは、日本の宇宙開発関係者、研究者、メーカーの技術者などが集まって、宇宙開発に関するいくつかの分野での技術力評価を行い、とりまとめたものである。

表5 宇宙技術力比較調査 評価結果 (100点満点)

評価項目	満点	米国	欧州	ロシア	日本	中国	インド	カナダ
宇宙輸送分野	30	28	23	26	18	21	11	0
宇宙利用分野	30	28	23	14	18	11	8	7
宇宙科学分野	20	19	10	8	7	2	2	2
有人活動分野	20	20	9	17	10	10	1	3
合計	100	95	65	65	53	44	22	12
順位		1	2	2	4	5	6	7

(出典) JST 研究開発戦略センター 「世界の宇宙技術力比較」

これを見てわかるように、中国はそれほど高く位置づけられていない。米国があらゆる分野で圧倒的な力を持っており、それに続くのが欧州とロシアである。欧州は ESA という欧州全体の宇宙開発機関を有するとともに、フランスやドイツは独自の宇宙機関を持っており、有人打ち上げ技術こそないが、ロケット、衛星利用、宇宙科学などで高いレベルを誇っている。ロシアは、スプートニクの打ち上げやガガーリン飛行士を世界で初めて宇宙に運ぶなど、宇宙開発に先鞭をつけた国であり、ソ連崩壊後も依然として高いレベルの宇宙技術を持つ。その次を争うのが日本と中国であるが、この調査では中国は日本にかなりの差をつけられている。

中国は有人のロケット打ち上げができる国であり、その意味で米国、ロシアに次ぐ宇宙大国というイメージが定着しつつあるが、宇宙科学が主要国と比して弱いことや、通信、放送などの宇宙利用がまだ本格化していないため、低い評価をつけられたのである。最大の特徴であるはずの有人活動分野で、日本と同等となっている点に疑問を持つ向きもあろう。これは、有人活動分野が有人ロケット技術の有無で評価されているわけではなく、宇宙医学実験、微小重力科学実験など宇宙空間を利用した実験が現在中国ではほとんどなされていないことによる。

しかし、2012年に入り「天宮一号」が打ち上げられ「神舟」とのランデブー・ドッキング技術も確立されたため、「天宮」シリーズでの実験が近い将来に行われる可能性が出てきている。独自の宇宙ステーションでの実験成果が出てくれば評価が大きく変わってくるであろう。

なおこのような調査は、どのような項目を取り上げ、どのようなファクターで比較するかにより、大きく異なる結果となることが多い。また、これは2011年時点の評価であり、その後の中国の宇宙開発の成果が十分に考慮されていないことに注意する必要もある。

2013年6月、女性1名を含む3名の宇宙飛行士が「神舟十号」で打ち上げられ、「神舟十号」は「天宮一号」とのドッキングに成功し

た。その後、彼らは「天宮一号」に移り、地上の小中学生に向けて宇宙授業などを行った。宇宙開発における中国の着実な歩みは、現在も続いている。