第八章　有人宇宙技術

行人宇宙飛行は、宇宙開発の華である。ここでは、ガガーリン以来の世界の有人宇宙技術の進展と中国の有人宇宙技術を概観し、各国の技術力比較を見たい。

1　有人宇宙飛行の歴史

（1）ガガーリンによる世界初の宇宙飛行

冷戦下における米国とソ連の宇宙開発競争は、国家の威信、それぞれの属している陣営の優劣、国防・安全保障技術の優劣などに直結しており、極めて熾烈であった。1957 年 10 月、ソ連は世界初の人工衛星となるスプートニク 1 号を打ち上げたが、これをきっかけに米国でスプートニク・ショックが起き、米国も NASA を設立して本格的な宇宙開発を始める。

ソ連はその直後の 1957 年 11 月に、犬ライカを搭載した人工衛星スプートニク 2 号の打ち上げにも成功する。さらにソ連は 1960 年 9 月、スプートニク 5 号で 2 匹の犬やラットを地球周回軌道に乗せ、これらの動物を無事地球に帰還させることにも成功した。一方米国は、1961 年 1 月マーキュリー計画により人工衛星 MR2 号にチンパンジーを搭載して打ち上げ、16 分間の弾道飛行の後、大西洋上で無事回収した。ところが 1961 年 4 月、ソ連のガガーリンがボストーク 1 号により世界初の有人宇宙飛行を達成したことにより、米国はソ連に再度敗北することになった。

（2）アポロ計画

ガガーリンの宇宙飛行の一か月後には、米国のシェパード飛行士がマーキュリー計画で宇宙飛行に成功したが、スプートニクに続き有人飛行でも敗北したことは米国政府に深刻な影響を与えた。これを払拭すべく 1961 年 5 月、ケネディ大統領は上下両院合同議会での演説で、「私は、今後 10 年以内に人間を月に着陸させ、安全に地球に帰還させるという目標の達成に米国民が取り組むべきと確信する」と述べ、アポロ計画の実施を宣言した。それまでのマーキュリーやジェミニといった有人飛行計画やその他の月探査計画は、月に人類を送り込むアポロ計画のための技術開発や飛行士訓練、現地調査の一環となった。

米国のアポロ計画は、発射台での火災に巻き込まれ宇宙飛行上 3 名が犠牲になった 1967 年 1 月のアポロ 1 号の事故などにも屈せず着実に進められ、当時としては最強となるサターンⅤ型ロケットが開発され、これを用いて 1967 年 11 月に無人のアポロ 4 号の打ち上げが成功した。その後アポロ 5 号から 7 号までで、様々なテストが実施され、1968 年 12 月には 3 名の宇宙飛行士を乗せたアポロ 8 号が月の周回軌道に入り、無事地球に帰還した。

さらに 1969 年 7 月、アポロ 11 号の 2 名の宇宙飛行士が着陸船で月面に到着し、月面を歩いた初めての人類となった。

（3）デタント

1970 年代に入り、米ソ冷戦の緊張緩和（デタント）が進み、また米ソ以外の国が宇宙開発に参入するとともに、2 つの超大国が競争を続けることへの注目は薄らいでいった。米国の宇宙科学者たちの関心は、様々なデータを集めるスカイラブや宇宙との往復・再利用が可能なスペースシャトルに移っていった。一方ソ連は、米国のアポロ計画に対抗してソユーズ計画を進め月着陸を目指していたが、アポロ計画の成功を受けて月到達を諦め、サリュート、ミールなどの地球近傍の宇宙ステーション建設を目標にしていった。

（4）サリュート

サリュートは、人類初の長期宇宙滞在型ステーションとしてソ連により開発され、合計 7 機が打ち上げられている。ちなみに、サリュートとはロシア語で「礼砲」「花火」を意味する。

1971 年に打ち上げられたサリュート 1 号から 5 号までがほぼ同一の機体であり、6、7 号はこれを改良した機体となっているが、大きさはほとんど変わらない。サリュート 1 号の外形は、全長約 13 メートル、直径が約 4 メートル、重量が約 18 トンで、3 名が搭乗できた。搭乗員の打ち上げ・帰還にはソユーズが使用され、荷物の運搬はプログレスが使われた。

サリュート 2、3、5 号の 3 機は軍事目的であり、アルマースという別名を有し、地上偵察用の大型光学望遠鏡が搭載されており、軍人による情報収集活動がなされたほか、自衛用に 23 ミリ機関砲まで搭載されていた。

サリュートによるフライトは、サリュート 7 号が廃棄される 1986 年まで続けられ、その後のソ連の宇宙活動は後継のミールに引き継がれた。

（5）スカイラブ

米国はアポロ計画で人類の月到達ではソ連に勝利したが、ソ連がサリュートにより長期宇宙滞在を目指したことに対抗してスカイラブ（Skylab）計画を実施した。ラブは「laboratory」の略で、スカイラブは宇宙実験室を意味する。1973 年 5 月に本体が打ち上げられ、その 11 日後にアポロ宇宙船で 3 名の宇宙飛行士が本体に向かい、無事ドッキングして 28 日間宇宙に滞在して帰還した。その後、同様の実験を同年の 7 月と 11 月に実施し、人類の宇宙滞在日数を 84 日間まで伸ばしている。本体の機体はサターンロケットの第 3 段を改造して製造されたもので、全長約 25 メートル、直径約 6.6 メートル、総重量は 68 トンであった。

（6）スペースシャトルとスペースラブ

スペースシャトルは第二章で述べたように、再使用をコンセプトとして米国が開発した有人宇宙船であり、打ち上げ装置でもある。主な使用目的は、数々の人工衛星や宇宙探査機の打ち上げ、宇宙空間における科学実験、国際宇宙ステーションの建設などであり、初飛行の 1981 年から最終飛行の 2011 年まで、合計 135 回打ち上げられた。

スペースラブ（Spacelab）は、スペースシャトルに積み込まれる再利用可能な宇宙実験室である。

与圧モジュール、非与圧のキャリア、その他関連する機器などの複数の構成要素からなり、宇宙の軌道上の微小重力状態で実験を行うことができる。前述のスカイラブは 1973 年に実施されたのみで、その後の米国の宇宙実験はこのスペースラブにより実施された。1983 年 11 月、スペースシャトル運用の 9 回目である STS-9（コロンビア号）のミッションでスペースラブが搭載されて以降、1998 年の STS-90（コロンビア号）のミッションまで合計 22 回のシャトル・ミッションで使われた。しかし、国際宇宙ステーションで科学的な研究を行うことになったため、スペースラブは引退することになった。

スペースラブのモジュールは、巨大な円筒形をした実験室で、スペースシャトルの貨物室に積み込まれる。実験室の外径は約 4 メートルで、与圧部とパレットの 2 区画があり、各区画の長さは約 2.7 メートルである。与圧部は空気があり、シャトルの乗務員室とトンネルで接続されている。もう一つの区画であるパレットは、宇宙空間への曝露が必要な機器、望遠鏡などの広い視野を必要とする機器などを取り付けるための U 字型のプラットフォームである。

（7）ミール

ミールは、ソ連によって 1986 年 2 月に打ち上げられた宇宙滞在型ステーションで、サリュートの後継機である。ミールという名前は、ロシア語で「平和」「世界」を意味する。ミールはサリュートと異なり、複数のドッキングポートを備え、区画の増設が容易になっている仕様であった。最初に打ち上げられたのは、宇宙飛行上が寝食を行う居住空間を提供する部分であり、「コアモジュール」と呼ばれている。1996 年までの 10 年間に 5 つの大型モジュールを打ち上げ、規模を拡大した。増設に増設を重ねたため非常に複雑な形状になっており、重量は約 124 トン、太陽電池パネルだけでも 15 枚に上った。

ミールは日本とも関係があり、1990 年 12 月、当時 TBS 社員の秋山豊寛氏が宇宙特派員として日本人初の宇宙飛行を達成し、ミールに搭乗して 9 日間にわたる宇宙リポートを行っている。

後述する国際宇宙ステーションにロシアが参加することが 1993 年に決定したことや、ミール本体の老朽化などにより、これを廃棄することとなり、2001 年 3 月に大気圏に突入した。打ち上げられてから 15 年間、旧東側諸国を中心に米国やヨーロッパからも 100 人以上の宇宙飛行士が訪れ、米国のスペースシャトルも 8 回のドッキングを行った。

（8）国際宇宙ステーション

国際宇宙ステーション（International Space Station：ISS）は、米国、ロシア、日本、カナダおよび欧州宇宙機関（ESA）が協力して運用している宇宙ステーションで、地球および宇宙の観測、宇宙環境を利用した様々な研究や実験を行うための巨大な有人施設である。地上から約 400 キロメートル上空を秒速約 7.7 キロメートルで飛行し、地球を約 90 分で 1 周、1 日で約 16 周する。

この計画が最初に持ち上がったのは 1980 年代初期で、レーガン米国大統領による「フリーダム計画」である。この計画は、西側の結束力をアピールしてソ連に対抗する政治的な意図が非常に強いものであった。しかし、米国や欧州の財政難やスペースシャトル「チャレンジャー」の爆発事故があり、一方で 1991 年末にソ連が崩壊してロシアとなり、その混乱と財政難でミールは老朽化したまま放置に近い状態となっていた。そこで米国は、ロシアに対しフリーダムとミールを統合する ISS 計画を持ちかけ、ロシアもこれに応じ、1998 年から計画が開始された。1999 年から軌道上での ISS の組立が開始され、2011 年 7 月に完成した。現在の関係国の了解では、2024 年まで運用を継続する方針である。

ISS は、重量約 420 トン、トラス（横方向）の長さ約 108 メートル、進行方向の長さ 74 メートルと巨大であり、最大滞在人数は 6 名である。

2　中国の有人宇宙飛行

（1）有人飛行計画の前段階

1960 年前後の有人宇宙飛行における米ソ先陣争いは、極めて急激で熾烈なものであったが、30 年ほど遅れてスタートした中国の有人宇宙飛行は、しっかりとした計画に基づき地道に時間をかけて達成されている。

中国における有人宇宙飛行計画は、初めての人工衛星の打ち上げ後の比較的早い時期である 1971 年に計画が策定され、人民解放軍により宇宙飛行士の選考も行われていた。しかしこの時期は、1966 年から始まった文化大革命の真っ只中であり、文革の前に決められていた両弾一星計画は共産党幹部の強い意向により大きな影響を免れたものの、新たな計画の実施は困難であり、有人宇宙飛行計画は結局中止に追い込まれた。

その後再び有人宇宙飛行に向けて動き出したのは文革終了後であり、1986 年に策定されたハイテク科学技術開発の国家計画である 863 計画の中で有人宇宙飛行が取り上げられ、以降人民解放軍が中心となり関係部局の協力を受けて検討が行われてきた。

（2）有人宇宙船「神舟」の開発

1992 年 4 月に中国独自の有人宇宙計画がスタートしたが、最初の重要な開発項目は有人宇宙船の選択であった。1981 年に米国 NASA が有翼式の再使用型宇宙往還機であるスペースシャトルの初飛行に成功していたこともあり、中国の技術者にとっても再使用型の宇宙船は魅力的な開発目標であった。しかし、宇宙往還機は非常に複雑な技術であったこともあり、結果として堅実なソ連型のソユーズ方式を宇宙船として選んだ。中国式の有人宇宙船は「神舟」と命名された。神舟の命名は、当時の中国共産党総書記であった江沢民によるといわれている。

中国の有人飛行達成にとって幸運だったのは、ソ連が 1991 年に崩壊したことである。ロシアはソ連崩壊後の経済的混乱を経験することになり、中国はこの時期にロシアと交渉し、ソユーズ宇宙船の技術提供を受けることとなった。ただし、開発された神舟はソユーズとまったく同一のものではなく、例えば神舟は全体に大きく宇宙飛行士の居住空間が広くなっている点や、宇宙飛行士の代わりに宇宙実験装置が搭載できる点など、様々な工夫が凝らされた。

（3）無人飛行での周到な準備

1995 年には人民解放軍の中で宇宙飛行士の選抜プロセスが開始され、選ばれた宇宙飛行士候補生 14 名からなる「人民解放軍航天員大隊」が 1998 年に発足している。

1999 年 11 月に神舟 1 号は、酒泉衛星発射センターから長征 2F ロケットにより打ち上げられた。ミッションは、ソユーズの技術を導人して一部改良した宇宙船神舟が十分な性能を発揮できるかどうか、また、地上側の追跡管制のシステムが神舟の飛行をサポートできるかどうかを確認することであった。神舟 1 号は、打ち上げ後所定の軌道に投入され、地球を 14 周、時間で 21 時間 11 分飛行して、無事内モンゴルに帰還した。

神舟 1 号の成功から 1 年 2 か月後の 2001 年 1 月、神舟 2 号が打ち上げられた。神舟 2 号では、神舟の生命維持装置をテストするため、再突入カプセルの中にサルとイヌとウサギ各 1 匹が入れられた。また、64 種類の観測機器、実験装置も持ち込まれ、これらの中には無重力結晶学の実験装置、6 匹のマウス、宇宙線検出器、ガンマ線検出器等があった。神舟 2 号は、6 日間と 18 時間、地球を 108 周して積還した。

続いて 2002 年 3 月、神舟 3 号が打ち上げられた。神舟 3 号では、宇宙で人が生存するのに必要な生命維持装置の試験を行うことを主目的とし、動悸、脈拍、呼吸、食事、代謝、排泄といった人間の生理現象を模した機能を備えたダミーの人形を搭載した。また打ち上げ直後の事故に備え、神舟 3 号は打ち上げ脱出システムを備えた長征 2 号によって打ち上げられた。ミッションでは、雲の測定、宇宙線の測定、紫外線の観測、大気の構成の分析、大気の密度の観測、タンパク質の結晶化などの実験が行われるとともに、搭載されたビデオカメラにより宇宙船の窓を通して地球が撮影された。

2002 年 12 月、有人宇宙飛行へ向けての最終試験である神舟 4 号が打ち上げられた。神舟 4 号は、寝袋、食品など有人飛行に必要な装備がすべて積みこまれ、有人飛行の本番となる神舟 5 号で使われるものとほとんど変わらなかった。生命維持システムのテストのため、2 体の宇宙飛行士のダミー人形も乗せられた。有人飛行に必要なシステムがすべて備えられており、このシステムに馴れるため宇宙飛行士候補者は打ち上げの一週間前に神舟 4 号に乗り込み、船内で訓練を行っている。また、植物の生育実験を始めとして、物理学、生物学、医学、地球観測、材料科学、天文学などの実験も行われた。

（4）楊利偉飛行士

すでに序章で紹介したとおり、2003 年 10 月、楊利偉を乗せた神舟 5 号は、酒泉衛星発射センターから打ち上げられ、地球を 14 回周回し、翌日の早朝に内モンゴルの四子王旗に着陸した。この宇宙飛行により、楊利障は一躍時の人となったが、ここで、この楊利偉について少し触れたい。



中国初の宇宙飛行士　楊利偉　©百度

楊利偉は、1965 年 6 月に中国東北部に位置する遼寧省葫芦島市で、地方の特産品会社勤めの父と高校の教師である母の間に生まれた。遼寧省には瀋陽市や大連市などの大都市があるが、葫芦島市は遼寧省の西北に位置し北京市に近接していて、人口は約 260 万人である。18 歳となった 1983 年に人民解放軍に入隊し、空軍第 8 飛行学院に学んだ。1987 年には空軍航空大学を卒業し、戦闘機のパイロットとして空軍での勤務を開始している。1998 年には、有人宇宙飛行計画での宇宙飛行士審査に合格し、人民解放軍航天員大隊所属となって宇宙飛行士としての訓練を積んだ。2003 年 10 月、神舟 5 号により中国初の有人宇宙飛行を成功させ、宇宙飛行士となった。

楊は、葫芦島市の海岸近くに住んでいた幼い頃、空を飛ぶカモメを眺め、自分もカモメと同様に自由に空を飛ぶことを想像したという。小さい時の読書好きで内気な性格を心配し

た父は、楊を山登りや川泳ぎに積極的に連れ出したため、後にはスポーツや冒険が大好きな少年となった。少年時代になりたかった将来の職業は、意外にも鉄道の運転手であった。

（5）さらなる有人技術の習得

神舟 6 号は 2005 年 10 月に打ち上げられ、2 度目の有人宇宙飛行となった。神舟 6 号には、費俊龍と聶海勝の 2 人の宇宙飛行士が搭乗し、5 日間宇宙に滞在した。彼らは改良により軽くなった新宇宙服を着て様々な科学実験を行い、初めてトイレ付きの軌道モジュールに乗った。

神舟 7 号は、2008 年 9 月に打ち上げられ、翟志剛、劉伯明、景海鵬の 3 名が搭乗した。ミッションは 3 日間続き、翟志剛、劉伯明の 2 名がソ連、米国に次いで世界で 3 番目となる宇宙船外活動（宇宙遊泳）に成功した。

神舟 6 号、7 号の成功を経て、中国の有人飛行計画の重点は、独自の宇宙ステーション計画に移っていった。

3　天宮 1 号

中国は、かつてのソ連サリュートや米国スカイラブなどと同様に、中国独自の宇宙ステーション「天宮」の保有を目指している。宇宙ステーションの建設・運用のためには、大型打ち上げロケットの開発、宇宙船同士のランデブー・ドッキング技術、長期運用可能な生命維持システム、そして物資の補給船といった技術が不可欠である。神舟計画は、まず世界で 3 番目となる有人宇宙飛行技術の習得を目指したが、次のステップとして「天宮」の建設と運用に向けた技術習得を実施していった。

（1）実験機「天宮 1 号」と神舟 8 号の打ち上げ

2011 年 9 月、中国は初の宇宙ステーション実験機「天宮 1 号」の打ち上げに成功した。天宮 1 号は、全長 10.4 メートルの円筒形で、打ち上げ時の燃料を含む重量は 8.5 トンと比較的小型で、実験装置室と物資保管室を持っている。宇宙飛行士も乗り移り滞在できるが、滞在可能期間はそれほど長くない。旧ソ連のサリュートの全長約 13 メートル、直径約 4 メートル、重量約 18 トンの外形と比較して、かなり小ぶりである。

直後の 2011 年 10 月には、すでに軌道上にあった天宮 1 号を追尾しドッキングを行うため、神舟 8 号が無人宇宙船として打ち上げられた。神舟 8 号には、ダミーの人形やドイツとの共同実験装置も搭載されていた。天宮 1 号と神舟 8 号のドッキング試験は、テレビのほかにインターネットやラジオなどで国内外に中継される中で見事に成功した。さらに、両宇宙船はいったん切り離されて移動した後、難易度の高い太陽光に照らされた場所で 2 回目のドッキングを行い、これも無事成功している。神舟 8 号は 2 度にわたるドッキング

実験を終了し、およそ 2 週間後に無事に地球に帰還した。一方天宮 1 号は、さらなる実験に備え軌道上での待機体制に入った。

（2）神舟 9、10 号と初の女性宇宙飛行士

2012 年 6 月、再び天宮 1 号とのドッキングを目指し、神舟 9 号が打ち上げられた。今度は有人で 3 名の宇宙飛行士、具体的には、景海鵬、劉旺、劉洋で、景海鵬は神舟 7 号での搭乗に続き 2 度目、劉洋は中国発の女性宇宙飛行士となった。打ち上げられた神舟 9 号は、軌道上に待機させてあった天宮 1 号との自動ドッキングに成功した。これにより中国は、米国、ソ連に次いで有人宇宙船とのドッキングを成功させた 3 番目の国となった。神舟 9 号に搭乗していた宇宙飛行士 3 名は天宮 1 号に乗り移り、約 2 週間滞在し、将来の長期滞在に備え身体への影響などの医学的調査を行った。さらに、両宇宙船を一度分離し、非常事態に備えた手動による再ドッキングにも成功した。その後、宇宙飛行士は全員再び神舟 9 号に乗り移り、無事に地球に帰還している。



中国初の女性宇宙飛行士　劉洋（左）　ⓒ百度

ここで、中国初の女性宇宙飛行士である劉洋を簡単に紹介すると、劉は 1978 年 10 月に河南省鄭州市に生まれている。鄭州市は、中国大陸の中心部である中原の古都であり、3,500 年前の伝説上の王国である殷の都が置かれたといわれている。現在でも約 1,000 万人の人口を擁する大都会で、河南省の省都である。

地元の高校を卒業した劉洋は、1997 年に人民解放軍の空軍に入隊し、空軍長春飛行学校に入学している。2001 年に同校を卒業の後、パイロットとして活躍していたが、2010 年に宇宙飛行士候補として選抜され、以降訓練を重ね、2012 年 6 月の神舟 9 号のミッションにより中国発の女性宇宙飛士となったのである。父親の劉士林は鄭州市の食品機械企業の技師、母親の牛喜雲は軽自動車製造工場の従業員という家庭に育っている。

中国初の宇宙飛行士で宇宙飛行士選抜の面接試験官でもあった楊利偉は、劉洋の面接の際に誠実でチャーミングであるとの印象を持ち、ともに宇宙で仕事をするための相性の良さを感じたと述べている。

2013 年 6 月には、聶海勝、張暁光、王亜平の 3 名の宇宙飛行士を乗せた神舟 10 号が打ち上げられた。聶海勝は神舟 6 号での搭乗に続き 2 度目の宇宙飛行であり、王亜平は劉洋に続いて中国で 2 人目の女性宇宙飛行士であった。打ち上げ後に、軌道上で待機していた天宮 1 号との自動ドッキングを、さらに手動ドッキングをそれぞれ行った後、15 日間の飛行を終えて帰還している。宇宙滞在 15 日間は、神舟 9 号の 13 日間を超え、中国の有人宇宙船の最長記録を更新した。

（3）天宮 1 号の落下

天宮 1 号は、神舟 10 号によるドッキング実験や有人滞在試験などを終了しすべてのミッションを終えた後も軌道上に留まっていた。しかし、2016 年 3 月に国外の科学者より天宮 1 号が制御不能に陥ったとの指摘が出され、同年 9 月には中国政府も、機械的または技術的な理由から制御不能となったと発表した。地球近傍で制御不能になった天宮 1 号は、軌道上に留まることができず、大気上の空気抵抗により次第に高度が下っていった結果、2018 年 4 月 2 日午前 8 時 15 分（日本時間同 9 時 15 分）頃、南太平洋中部上空で大気圏へ再突入した。機体の大部分は突入時に燃え尽きたと考えられる。

4　天宮 2 号

（1）天宮 2 号の打ち上げ

中国は、中国独自の宇宙ステーション建設を目指し、2016 年 9 月に「天宮 2 号」を打ち上げた。天宮 2 号は、全長 10.4 メートル、最大直径 3.35 メートル、展開時の太陽電池パネルの長さは約 18.4 メートル、重量は 8.6 トンであり、長征 2 号 F ロケットを用いて打ち上げられた。天宮 1 号と比較をすると、サイズ的にはほとんど変わらないが、天宮 1 号は主としてドッキング技術習得のための標的だったのに対し、天宮 2 号は宇宙実験室と位置付けられていて、様々な実験が行えるように改良されており、さらに輸送・補修用に 10 メートル級のロボットアームが取り付けられた。宇宙飛行士の滞在期間も天宮 1 号に比較して長くなり、最長 1 か月程度の滞在が可能な設計となっている。

（2）神舟 11 号の打ち上げ

2016 年 10 月、天宮 2 号とのドッキング、宇宙滞在、宇宙実験を目的とし、神舟 11 号が景海鵬、陳冬の 2 人の宇宙飛行上を乗せて打ち上げられた。景海鵬は、神舟 7 号、神舟 9 号に続いて 3 度目のミッションとなった。打ち上げ 2 日後には、神舟 11 号は天宮 2 号とドッキングに成功し、宇宙軌道上での実験を開始した。そしてドッキング開始から 30 日後に両宇宙船は切り離され、地球に帰還した。天宮 1 号内での有人滞在の日数は最大で 15 日間であったことと比較すると、2 倍に延びたことになる。

中国では、この神舟 11 号が一番直近のものであり、これまで神舟 5 号から 11 号までで 11 名の宇宙飛行士が誕生しており、そのうち 2 名が女性である。

（3）無人補給船「天舟」の打ち上げ

無人補給船「天舟」は、天宮 1 号を改良する形で開発されたもので、全長 10.6 メートル、最大直径は 3.35 メートル、宇宙への物資運搬能力が 6.5 トン、推進燃料を最大で 2 トン搭載でき、3 か月間の単独飛行能力を有している。天舟は使い捨て型であり、宇宙に物資を運搬した後は、地球の大気圏に再突入して燃え尽きる設計となっている。

2017 年 4 月、天舟の初号機が打ち上げられた。この打ち上げは、海南島にある中国文昌航天発射場から、新しく開発されたロケット長征 7 号を用いて行われた。打ち上げ後、軌道に待機していた天宮 2 号と無人での自動ドッキングに成功し、所定の任務を終了した後、およそ 5 か月後の 2017 年 9 月に大気圏に突入して燃え尽きた。

5　「天宮」の建設～将来計画

中国は、これまでの天宮 1 号、天宮 2 号の実績を踏まえ、本格的な宇宙ステーション「天宮」の建設を 2018 年頃から開始することとしている。順番で行けば、次に打ち上がるのは天宮 3 号となるはずであるが、これまでの天宮 1 号、天宮 2 号による実験段階は終了したとして、将来打ち上げる施設を改めて「天宮」と呼んでいる。この天宮のコアとなるモジュールが「天和」であり、それに 2 つの実験モジュールが追加されて完成する。現在の予定では 2022 年の完了を目指している。打ち上げ用のロケットは、長征 5 号が使用される予定である。建設段階や完成後の運用段階で用いられる有人飛行船は神舟であり、また物資運搬船にはすでに一度打ち上げられ実験に成功している天舟が用いられる。

コアモジュールの天和は、全長が約 18 メートル、直径が約 4 メートル、重量が約 22 トンといわれており、神舟や天舟とのドッキングをするためのポート、実験モジュールを接続するためのポートを備えている。一方、実験モジュールの 2 つはそれぞれ約 20 トンの重量を持ち、完成された天宮は合計で約 60 トンとなり、これは国際宇宙ステーションよりかなり小さいものの、旧ソ連のミールに匹敵する規模となる。

6　国際的な比較

以上が中国の有人宇宙技術の現状であるが、他の主要宇宙開発国と比較して、どの程度の実力かを見ていきたい。JST 報告書では、有人宇宙船運用、宇宙飛行士運用、長期有人宇宙滞在、宇宙環境利用実験、有人宇宙探査の 5 つの技術的な側面から評価している。

有人宇宙船運用技術に関し、有人宇宙船の飛行実績のある国は、ロシア・米国・中国の 3 か国のみであり、そのうち米国だけが人類を月面に送り込むことに成功している。一方、有人宇宙船飛行回数では、ロシアと米国が累積で 100 回以上の実績を有しており、中国は神舟による 6 回の飛行にとどまる。

宇宙飛行士運用技術に関しては、旧ソ連のミールや国際宇宙ステーションなどの運用が行われてから、自国で有人宇宙船を所有していない国でも宇宙飛行士の養成や訓練が行われ、有人宇宙活動が行われるようになった。宇宙飛行士数で見ると、米国は 334 人、ロシアは旧ソ連時代も含めて 119 人、欧州は 47 人、日本は 12 人、中国は 11 人である。また累積滞在日数では、米国は 18,000 日超、ロシアもソ連時代も加えると 27,000 日超、欧州はドイツの 654 日、イタリアの 628 日、フランスの 567 日等を合算し、2,500 日超である。日本は、2015 年に油井宇宙飛行士の ISS 長期滞在中に 1,000 日を超え 1,184 日であるのに対し、中国は「神舟 11 号」の飛行後で 168 日である。

長期有人宇宙滞在技術として、システム統合技術、有人モジュール技術、生命・環境維持技術、衛生・健康管理、物資補給技術、物資回収技術、ロボティクス技術などがある。中国はロボットアーム技術を有しない（JST 報告書の評価時点）ほか、他の項目でも米国やロシアと比較して実績が足りない。

宇宙環境を利用して様々な実験を行うことは、有人宇宙活動の一つの大きな目的である。旧ソ連と米国は、古くは 1970 年代のサリュート 1 号、スカイラブの有人宇宙船から現在の国際宇宙ステーションに至るまで宇宙環境利用実験を実施している。また欧州、日本も 1990 年代前半のユーレカや FMPT 以降、継続的に宇宙環境利用実験を実施している。一方中国は、2000 年前後から神舟シリーズで宇宙環境実験を行っているが、実績が少ない。

有人宇宙探査では、米国のアポロ計画による月探査しかないが、将来の有人探査を目指しての無人機での実績は中国を含めて他の国も有している。

以上の個々の評価を基にした、有人宇宙探査活動の評価結果を表 12 に示す。

表 12　有人宇宙技術　評価結果（2015 年版）

評価項目	満点	中国	米国	ロシア	欧州	日本
有人宇宙船運用技術	8	4	7	7	0	0
宇宙飛行士運用技術	10	7	10	10	7	7
長期有人宇宙滞在技術	14	9	14	12	7	9
宇宙環境利用実験技術	4	2	4	4	4	4
有人宇宙探査技術	4	1	3	1	2	1
合計	40	23	38	34	20	21

（出典）『世界の宇宙技術力比較（2015 年度）』を基に作成

米国とロシアが先行しており、その後中国、日本、欧州と続いている。中国は、独自の有人宇宙飛行技術を有しているが、これまでの蓄積が米国やロシアと比較して少ないことからそれほど高く評価されていない。とりわけ、宇宙環境利用実験や有人宇宙探査技術で後れを取っている。

しかし、今後独自の宇宙ステーション天宮を建設・運用する計画が進めば、急速に米国やロシアに近づいてくると想定される。