

## 0. 自己紹介（スライド1・2）

ただ今ご紹介にあずかりました、元 JAXA 国際部参事の辻野照久でございます。本日は一般財団法人霞山会から午餐講演会の講師としてお招きいただき、大変光栄に存じます。

## 1. はじめに（スライド3）

米国がアポロ 11 号で人類を初めて月に着陸させた 1969 年はちょうど 50 年前になります。この年は宇宙関係の重要な出来事として、ドイツが世界で 8 番目の独自衛星を米国ロケットにより打ち上げ、わが国では実用衛星の開発を担う宇宙開発事業団（NASDA）という特殊法人が発足しました。翌 1970 年には 2 月に日本の東大宇宙航空研究所（現 JAXA 宇宙科学研究所）がわが国初の衛星を打ち上げ、少し遅れて 4 月には中国が最初の衛星を打ち上げました。日本も中国も独自のロケットで自力打ち上げを行ったので、日本はソ連・米国・フランスに次ぐ世界 4 番目、中国は 5 番目の自力打ち上げ国となりました。それから 50 年の間に、中国の宇宙開発は 2012 年頃を境に飛躍的に発展し、ついに米国と対等に競うほどの宇宙強国となりましたが、日本はインドにも追い上げられており、6 強の最下位クラスとなっています。

## 2. 「世界初」の重み

中国は最近までずっと米国・ロシア・欧州などの宇宙開発先進国の後塵を拝するような形でキャッチアップ型の宇宙活動を行ってきました。現在でも多くの分野でその状況が続いています。少し前までは宇宙 6 強の下位クラスにありましたが、1 つでも「世界初」の成果をだせれば、フロントランナーの仲間入りができます。

「世界初」というのはそう簡単には手に入れない、重みのある称賛の言葉であります。そこで中国は「月の裏側着陸」という「世界初」を目指しました。昨年 12 月に打ち上げられた、「嫦娥（Chang'e、じょうが）4 号」という月探査機が、米国やロシアもまだ実現していない、月の裏側への着陸に世界で初めて成功したのです。月の裏側は地球から見えることは絶対なく、探査機だけが単独で着陸できたとしても、地球に何も情報を送ることができないのです。見えない場所から地球に情報を送信するという難しい課題を、中国はどのようにしてクリアしたのか、これから謎解きをしていきたいと思えます。

## 3. 中国の宇宙開発の目的

「嫦娥 4 号」の詳しい話に入る前に、皆様の素朴な疑問として、中国はなぜこれほど宇宙開発を熱心にやっているのか、このような場ではよく質問されますので、中国の宇宙開発の目的や国家戦略を簡単に説明してみたいと思えます。

1949 年 10 月 1 日、毛沢東は天安門広場で中華人民共和国の建国を宣言し、1950 年代に

は毛沢東の指示により「両弾一星（核爆弾、導弾、衛星）」のスローガンの下、原子爆弾及び水素爆弾・ミサイル・人工衛星の開発を推進しました。米ソ冷戦時代にあつて、中国も米ソに対抗できるような軍備を拡大する中で、人工衛星を軍事利用することも視野に入れて、国家安全保障と国威発揚のために宇宙開発競争に参入しようとしてきました。

1970年に初の人工衛星の軌道投入に成功して以来、打上げ失敗などの大事故を経験しながらも、着々と技術力を蓄積し、2003年には米露に次ぐ有人宇宙飛行に成功しました。そこから急速な発展が開始され、2015年には国家安全法や宇宙インフラ整備計画が制定されて、衛星保有の実用的な価値と、維持の必要性が明確に示され、現時点では2020年までに「小康社会」の実現を目指すことが、国威発揚のスローガンになっています。2018年12月に世界初の月の裏側着陸に成功したことは、これからさらに発展する中国の宇宙開発の序章であり、2049年の建国100周年頃には、火星に人を送り込むほどの宇宙強国を目指すという目標が掲げられています。

#### 4. 嫦娥計画

それでは、「嫦娥4号」を含め、中国の月探査プログラム「嫦娥計画」について説明します。

そもそも「嫦娥」とは、中国の神話に出てくる女性の名前です。仙女からもらった不死の薬を飲み、月に昇ったという伝説があります。約2000年前の後漢の時代の石に彫られた絵で、「嫦娥奔月」つまり嫦娥が月に昇る様子が描かれています。北京の国家天文台には雕塑（レリーフ）が屋外に設置されています。

##### 4. 1 月の表と裏

また素朴な疑問ですが、月の裏側が絶対見えないのはなぜかということです。簡単に言えば月の自転周期が地球を公転する周期と全く等しいため、その意味は後で図解して説明します。

##### 4. 2 「嫦娥4号」は三步走の第2段階

中国の月探査プログラムは鄧小平が1987年に提示した「三步走」、すなわち3段階に分けて完成を目指す戦略を取っており、各段階は「繞（によう）・落・回」と名付けられています。

「繞」というのは巻き付くという意味で、月を周回した「嫦娥1号」と「嫦娥2号」がこれに当たります。「落」は月への着陸を意味し、2013年に「嫦娥3号」でソ連と米国に次ぎ世界で3番目に月面軟着陸を成功させました。「嫦娥4号」は「嫦娥3号」のバックアップとして同時に製作していたものですが、世界初となる月の裏側着陸が成功した時に行いたい科学実験機器を世界中から募集しました。中国はこのことを「嫦娥1号」の時から考えており、「嫦娥1号」はすべて中国の力で開発するが、それ以後は外国と協力すると明言していました。「嫦娥5号」は今年の12月頃に打ち上げられる予定で、最後の段階である

「回」すなわち月の試料を地球に持ち帰る、月サンプルリターンというミッションに挑戦します。次の「嫦娥 6 号」は 2023 年頃に予定されており、月の南極に着陸します。さらに「嫦娥 7 号」、「嫦娥 8 号」と計画されており、その次は有人月着陸を目指す可能性があります。

「嫦娥 1 号」は周回高度が 200km と少し高く、十分な科学的成果が得られませんでした。しかし、「嫦娥 2 号」は日本の月周回衛星「かぐや」と同じ 100km の高度で観測を行い、着陸地点の選定などに役立つ観測データをいただけでなく、ロケットの性能をあげて燃料を多く積み、周回観測で余った燃料をフルに活用して、地球-月系第 2 ラグランジュ点への投入や、小惑星の接近撮影にも成功しました。「嫦娥 4 号」による世界初の月の裏側着陸成功の裏には、「嫦娥 2 号」での実験が大いに貢献しています。

#### 4. 4 月裏側探査機データ中継衛星「鵲橋」

さて、「嫦娥 4 号」を打ち上げるに先立って、中国は昨年 5 月にこの場所へデータ中継衛星「鵲橋」を送り込みました。「かささぎの橋」というと、百人一首の大伴家持の歌が連想されます。いわば織姫・彦星が月と地球で、その間を取り持つ橋という意味です。データ中継衛星は、国際通信やテレビ放送を中継する通信放送衛星と全く同じ機能なので、主要な機器は直径 4.2m のアンテナと、中継器です。その他に月探査と別の宇宙科学の機器として、オランダが提供した低周波観測装置 (NCLE) も搭載されています。

「鵲橋」を打ち上げたロケットは長征 4C (四丙) 型で、地球脱出軌道への打上げは初めてでした。また通常この型のロケットは山西省の太原 (Taiyuan、たいげん) 衛星発射センターから南の方向へ打ち上げられますが、この時は東へ打ち上げるため初めて西昌 (Xichang、せいしょう) 衛星発射センターから打ち上げられました。打上げロケットについては後程もう少し詳しく説明します。

#### 4. 5 地球-月系ラグランジュ点

ここで、あまりおなじみではない用語ですが、三体問題の 5 つの平衡点を指す「ラグランジュ点」について、説明します。大小 2 つの天体があって、大きい天体の周りを小さい天体が周回していると、2 つの天体の引力が釣り合って重力がゼロになる場所が 5 か所あり、これらをラグランジュ点といいます。大きい天体が太陽で、小さい天体が地球の場合は「太陽-地球系 (SE)」のラグランジュ点といい、第 1 ラグランジュ点は太陽と地球の中間で、地球からの距離は約 100 万 km、第 2 ラグランジュ点は地球の外側でやはり 100 万 km の彼方、第 3 ラグランジュ点はもっと遠くて、太陽の反対側の地球公転軌道上、第 4 ラグランジュ点と第 5 ラグランジュ点は太陽と地球を底辺とする正三角形の頂点で、これらも地球の公転軌道上にあり、先行している方が第 4、後に続く方が第 5 となっています。これと同じことが、地球と月の間 (地球-月系 (EM)) でも成り立ち、第 2 ラグランジュ点は月から 6 万 km 先にある地球公転軌道ということになります。もし月がなければもっと遅い

速度で周回しますが、月と同じ角速度で飛行することにより、ずっと月と地球が両方見渡せる場所にいられるという仕組みになっています。いわば月の裏側に対する静止軌道です。

#### 4. 6 嫦娥 4 号を月周回軌道に投入

「鵲橋」打上げの約半年後の 12 月 7 日には、「嫦娥 4 号」が長征 3B（三乙）型ロケットにより打ち上げられました。「嫦娥 4 号」は「嫦娥 3 号」の予備機として製造されたので、ローバの「玉兔 2 号」も含め基本的な設計は変わっていませんが、月の裏側に着陸するので、その場所にふさわしい科学観測機器が搭載されました。「嫦娥 4 号」の重さは打上げ時点で 3,780kg、着陸までに燃料を噴射するので、着陸時には約 3 分の 1 の 1,320kg になります。そのうち、ローバが 120kg で、着陸機は 1,200kg です。中国では ABC のような順序を表す漢字として、甲・乙・丙・丁・戊（ぼ）・己（き）といった十干が使われます。「長征 2F」型は「長征二己」と表記します。長征 3B はエンジンなどの改良によって性能を向上させており、「嫦娥 4 号」では G3Z という「嫦娥 3 号」で初めて登場した最新バージョンを使用しました。

打上げから 5 日後の 12 月 12 日、26 日後の 1 月 3 日、月を周回していた嫦娥 4 号は、いよいよ着陸態勢に入りました。

地球からは直接見えない場所で、電波交信も時間差が 3 秒近くありますから、着陸機は計画された区域で速度をゼロにしてホバリングし、自律的に適切な着陸地点を見つけます。

中国が搭載した科学機器は、低周波スペクトル分析器、天文観測用低周波電波検知器、動植物実験のための容器などです。

#### 4. 7 「嫦娥 4 号」と「玉兔 2 号」

「嫦娥 4 号」から放出された「玉兔 2 号」は既に月の 5 日目を迎えており、少しずつ走行距離を伸ばしています。搭載機器としては月面 3 次元撮影用パノラミックカメラ 地中探査用レーダ、赤外線イメージング分光器、中性原子検出器、放射線量検出器などを備えています。

#### 4. 8 外国が提供した嫦娥 4 号・鵲橋・龍江の機器

中国は世界初の月の裏側着陸に当って、科学観測機器を世界中から募集しました。

「嫦娥 4 号」の着陸機に、国際協力で提供されたのはスウェーデンの中性原子検出器（ASAN）とドイツの月中性子・放射線量検出器（LND）です。

「鵲橋」にはオランダの低周波観測装置が搭載されました。また「鵲橋」と同時に打ち上げられた 2 機の月周回天文観測衛星には、サウジアラビアの小型光学月撮像装置が搭載されました。

龍江はハルビン工業大学が製作しました。

## 5. 嫦娥 4 号につながる宇宙技術のルーツ

このような嫦娥 4 号の成功の背景にある、中国の宇宙開発の過去の成功や失敗の跡を、少し振り返ってみましょう。大きく分けて、衛星・ロケット・着陸の 3 つのテーマに分けてお話しします

### 5. 1 人工衛星の技術

まず衛星ですが、基本的な知識として、最初に人工衛星はどのような技術的要素で構成されているかを簡単にご説明します。人工衛星のミッションの種類として、①観測、②通信、③有人宇宙飛行、④微小重力実験、⑤ロケットの性能評価などに分類されます。衛星バスの主要な要素は 6 つあり、①構体系、②電力系、③推進系、④熱制御系、⑤誘導制御系、⑥計測・追跡・管制系 (TT&C 系) で、量産される衛星はこれらがだいたい既製服のように設計が確立されており、標準バスと呼ばれます。衛星毎にミッション機器を搭載することで、人工衛星の種類として、地球観測衛星・通信放送衛星・航行測位衛星・宇宙科学衛星・有人宇宙船・技術試験衛星・その他に分類されます。次に軌道の種類を説明します。地球を周回する衛星の軌道は、地球の中心を含む平面上の楕円形です。これは自然天体である月も同様で、その軌道は遠地点・近地点・軌道傾斜角などの軌道要素で表現することができます。

人工衛星の中で、地球の自転と同じ周期すなわち 23 時間 56 分で地球を 1 周回し、軌道傾斜角が 0 度つまり赤道面のものは「静止衛星」と呼ばれます。静止衛星の時速は約 1 万 km で、1 日に 24 万 km を飛行しますが、衛星の真下の場所が常に同じなので、地球から見るとこの衛星は静止しているように見えます。静止軌道は地表面からの距離が約 35,800km の高度ですが、この高度を 1895 年に最初に計算した人はスロベニア出身、当時はオーストリア・ハンガリー帝国の一部だったので、オーストリアの軍人のヘルマン・ポトクニックです。静止軌道は非常に利用価値が高く、有限の資源であることから静止位置の権利は売買や国際協力の対象となっています。中国も、地上の通信インフラが非常に貧弱な状態から、地上インフラではなく衛星通信で国土の隅々まで電話が通じるようになったので、通信衛星の実用的な価値や災害にも強いインフラとしての重要性をよく理解しており、自力での静止衛星打上げ能力を持つことと、外国の通信衛星を打ち上げて産業を発展させることを目標にしてきました。この表は中国が打ち上げた静止通信衛星の一覧です。

次に南北の極付近を通過する衛星の軌道は「極軌道」と呼ばれ、軌道傾斜角は 90 度前後です。常に太陽が見える場所を周回し、ある緯度での衛星の真下の時刻が常に同じ時刻になるような軌道は特に「太陽同期極軌道」と呼ばれ、多くの地球観測衛星がこの軌道を採用していて、毎日決まった時間に観測データを受信できる仕組みになっています。また、射場から真東にロケットを打ち上げると、軌道傾斜角が射場の緯度に等しい周回軌道になります。この場合がロケットの性能をフルに引き出せるので、各種のロケットの性能比較

を行う場合は、低軌道を周回する衛星の質量で比べることがよくあります。

### 5.1.2 ミッション種類別の中国の衛星

次に中国の場合はどのような衛星を打ち上げているかを見てください。

① 地球観測衛星 高分・遥感・資源・海洋・風雲・環境・高景・吉林・珠海・張衡・返回式衛星など

② 通信放送衛星 中星・Asiasat・APStar など

③ 航行測位衛星 北斗

④ 宇宙科学衛星 嫦娥・悟空・慧眼・墨子など

⑤ 有人宇宙飛行 神舟・天舟・天宮

⑥ 技術試験衛星 東方紅・実践・試験などこのようにあらゆる種類の衛星を打ち上げているフルセットの国は米国・ロシア・中国の3つしかなく、それに準じる欧州・日本・インドは有人宇宙船を打ち上げた実績がないことでトップの3国よりも下位のグループということになります。有人宇宙船については、米国も実績豊富ながら今すぐ宇宙飛行士を打ち上げられるロケットがなく、今年中に試験的にでも有人打上げができるかどうかという状況です。

## 5. 2 ロケット技術

次にロケットについてです。

この表は世界の主要国のロケット打上げ数を比較したものです。6つの主要国はいずれも静止衛星を打ち上げた実績があります。これ以外に自力でロケットを打ち上げた国はイスラエル、イラン、韓国などがありますが、低軌道への小型衛星の打上げにとどまっています。

長征3B型ロケットについて詳しく説明します。中国の長征ロケットは1970年4月に中国初の人工衛星「東方紅1号」(173kg)を長征1型ロケットで打ち上げたことに始まります。このロケットの土台になったのはソ連から技術導入した東風型ミサイルです。

次に2段式の長征2型で低軌道への投入が次々に行われましたが、当時の中国の大きな目標は静止衛星の実現でした。そのためにはもう1段、静止トランスファ軌道へ投入するための3段目のロケットを追加した3段式ロケットが必要だったのです。静止トランスファ軌道というのは地球の周回軌道と、静止軌道を楕円で結んだ形をしていて、衛星が静止軌道の高度に達した瞬間に衛星自身のエンジンあるいはロケットの4段目のエンジンを使って静止軌道に投入することができるので。中国は、1984年に静止軌道への衛星投入を目指して3段式の長征3型ロケットの初打上げを行いました。技術試験衛星「実用通信衛星T1号」の静止トランスファ軌道への投入には失敗しました。この衛星は現在も中途半端な軌道を周回していて、近地点高度が約480km、遠地点高度が約6300km、軌道傾斜角が約36度で、いわゆる宇宙デブリとなっており、地球観測衛星の軌道と交差するので、確率は非常に低いと思いますが運用中の衛星と衝突する可能性があります。初の静止衛星は同

年の「同 T2 号」です。この時も同じ衛星とロケットを同時に製造して、1 回目が失敗するとすぐに改良して 2 回目で成功したことが窺えます。

長征 3 型ロケットは、その後 3A で性能を向上し、3B でブースターを 4 機取り付け大幅に性能を向上し、世界水準に並ぶような大型ロケットになりました。しかも商業打上げの商談を進め、長征 3B の最初の打上げで、当時世界最大級だった「インテルサット 7」シリーズの衛星打上げを受注しました。このシリーズは 4 トン前後の質量で、欧州のアリアン 4LP 型ロケットや米国のアトラス 2AS 型ロケットで 7 機打ち上げられており、8 機目の打上げに中国のロケットが選ばれたのです。

1996 年、「Intelat 708」衛星 (4,180kg) を搭載した初の長征 3B 型ロケットは、打上げ直後に姿勢が変わり、地上に落下し、数名が死亡しました。その原因はずっと不明でしたが、2016 年にロシアがプロトンロケットを打ち上げた際に、中国の失敗と全く同じように姿勢が変わって地上に墜落したので、20 年前の中国の失敗はこれと同じ原因ではないかと連想されました。ロシアが発表したプロトンロケットの失敗の原因は、何と、加速度計を上下逆に取り付けたためということでした。つまり上に向けて打ち上げたときに下の方へ飛んでいるというデータが来たため、あわててロケットの向きを上下逆に 180 度変えようとしたということです。長征 3B の最初の打上げは惨憺たる失敗に終わりましたが、その後はほとんど完全成功しています。2008 年にインドネシア衛星を打ち上げた際、静止軌道まで届かず、衛星の燃料を消費して静止化には成功しました。私は「部分失敗」と評価しましたが、中国は「基本成功」という新しい四文字熟語を作って、失敗という言葉は使いませんでしたので、さすがは文字の国だと感心しました。

長征 3B 型ロケットは、通信衛星の打上げ能力を少しずつ向上させていて、G2 (G は改 gai の意味)、G3 というバージョンがあります。2013 年 12 月の嫦娥 3 号の打上げには長征 3B/G3 型をベースに、さらに月軌道まで到達できるようにロケットの 3 段目のエンジンを改良した G3Z 型というバージョンを採用しました。

### 5. 3 着陸技術

次に着陸の話です。1975 年、中国初の回収式衛星 (FSW) が打ち上げられました。周恩来首相からは、必ず中国の領土に着陸させよ、という指示が出されました。計画では四川省に着陸する予定でしたが、実際には 400km 離れた貴州省の炭鉱入口付近に落下しました。この時ちょうど炭坑から出て休憩していた炭坑夫が火の玉を発見し、あわてて坑道に戻って避難しましたが、その間に衛星が近くの林に墜落しました。回収担当者はいつまでたっても衛星が帰ってこないことで焦っていましたが、炭坑夫の通報により現場に急行しました。そして偵察写真フィルムの回収に無事成功し、初の回収ミッションは成功しました。

回収式衛星は 22 回打ち上げられ、偵察衛星の役割が終わるころには微小重力実験衛星として動植物や物理学の実験試料の回収を行っていました。1999 年には、有人飛行技術試験衛星「神舟」の回収に成功し、「神舟 3 号」には人形を搭載して有人飛行に備えた着陸時の

リハーサルを行い、医学データも取得しました。

2003年、中国初の有人宇宙船「神舟5号」で中国人初の宇宙飛行士が帰還に成功しました。

2013年、中国初の月着陸機「嫦娥3号」が月の表側への着陸に成功し、世界で3番目の月着陸国となりました。「玉兔」の放出にも成功しました。2019年1月、「嫦娥4号」が世界初の月の裏側着陸に成功したことで、三步走の落のフェーズが完了しました。

## 6. これからの課題

それでは、これまでの中国の躍進の実績を踏まえて、これからどのような動きがあるか、中国宇宙開発にとっての課題、すなわち温故知新の「知新」という観点から、中国が公式発表した情報や、さまざまな分析サイトで見かけて確度が高いと思った情報をいくつかご紹介します。

まず、中国は2020年から中国宇宙ステーション「天宮 (Tiangong、てんきゅう)」の打上げを開始する計画ですが、そのためには試験2号機が失敗した長征5型ロケットの試験3号機の海南島からの打上げを7月頃に行うようです。今年の12月頃には月サンプルリターンミッション「嫦娥5号」の打上げを長征5型で行いますし、2020年には「天宮」の最初のモジュールとなる「天和 (Tianhe、てんわ)」を長征5型ロケットで打ち上げます。

これからの中国の宇宙開発は、長征5型を主力ロケットとして進めていきます。中国の最大のライバルである米国のスペースX社は、既に再使用型ロケットの技術を確立しましたが、中国はパラシュートの利用や海中での回収などいろいろな方法を考えていますが、実用化されるのはまだ先の話です。

2020年には初の火星探査機「中国版火星2020」を打ち上げるという計画もあります。

中国が世界で一步先んじているのが宇宙経由の量子暗号通信です。既に中国とオーストラリアの間で7000kmという遠距離間の通信実験に成功しており、次の課題は静止衛星による実利用を実現することです。

これまで遅れていた宇宙科学プロジェクトは、悟空・慧眼などの天文観測衛星が順調に科学成果をあげていて、勢いづいています。いくつかのミッションが同時進行しており、中国の衛星打上げ需要がどんどん膨らんできています。

宇宙産業という観点では、商業打上げに特化した中量級の長征8型ロケットを開発中で、欧州のアリアン6型ロケットや日本のH-3型ロケットなどの改良型ロケットと衛星打上げサービス市場での争奪戦になりそうです。超大型となる長征9型ロケットは、有人火星探査や小惑星から資源を採取する時代に中国の主力ロケットとなるかもしれません。

民間新興企業による小型衛星群と打上げロケットもまだ初期段階ですが、本格的に発展する可能性を秘めており、現時点で独自のロケットを持たない英国・ポルトガル・カナダなども各国の射場から小型ロケットを競って打ち上げるようになりそうで、中国の新興企業も激しい競争に巻き込まれるかもしれません。



2030年代くらいには有人月探査、将来的に月面基地の構築といったまだ今すぐ実現できないような目標が間近になって来るでしょう。

#### 6. 1 長期的な課題 — 火星移住

この後に続く長期的な課題は火星移住という壮大なプロジェクトです。

火星は月と異なり多少は大気があり、短時間で自転しているので地球化（テラフォーム）しやすいと考えられています。重力は地球の半分程度で、火星からの打上げにはかなりの推進力が必要です。これまでに米国の火星探査機が着陸に成功していますが、火星から1グラムでも試料を持ち帰ったことはありません。米国や中国も含め、世界初の火星サンプルリターンを狙っている国がいくつかあります。

火星に向けて打ち上げるチャンスは2年に1回しかありません。火星は地球の2年間で太陽を公転しており、最も近い時と最も遠い時では1億kmと4億kmという約4倍の差があります。目新しいところでは昨年が打ち上げに適した都市で、米国は「INSAIGT」という探査機を打ち上げました。

アラブ首長国連邦も2020年に「Al-Amal」という火星探査機の打上げを予定しています。

中国の火星有人着陸は2008年に策定された科学技術ロードマップによれば、2050年の目標として記載されておりました。

#### 7. まとめ

最後に、まとめとして中国の宇宙開発のどこがよかったのか、私なりの分析をご紹介します。

最初の静止衛星の成功までに、失敗があったこととお話ししましたが、中国は目標を立てたら仮に失敗があっても必ずそれをやり遂げるという「有言実行」の精神があります。中途半端では終わらせないという執念が感じられます。当然ながら、失敗があった時に、原因を究明して対策を施してから再挑戦するのは当然です。そのような失敗は教訓となり、別の事例でも活用できる可能性があるのも、技術者の財産として蓄積していきます。また同じミスを起こさないように、再発防止を徹底することも大事です。

中国は先進国、特に欧州諸国から地球観測の応用や解析ソフトの利用などで謙虚に学んでいます。自分たちは発展途上国であるとよく言っており、いわば途上国の特権として、最新の技術やノウハウを教えてもらうという姿勢です。

中国は日本の10倍以上の人口があり、技術的に優秀な人もそれだけ多くいます。現在ではなくなりましたが、以前は農村籍の優秀な人材を発掘し、ハングリー精神をもって宇宙技術の開発にまい進する人材を登用していました。また外国で宇宙プロジェクトに携わっている技術者を高待遇で中国に呼び戻す「Haigui（ウミガメ）政策」も人材糾合に役立ちました。宇宙開発の底辺を支える部品の供給を見ますと、日本では宇宙産業に数えられていないネジやバネを製造する中小企業が中国の二大国有宇宙企業の傘下にあり、そのよう

な中小企業の技能工は日本の 3 割以下ほどの低廉な人件費で、宇宙以外の仕事もして宇宙産業の中で裾野を支えています。このため日本では全コストの 7 割くらいにも達するプロジェクトの人件費が中国では大幅に安くなります。また人民解放軍がロケットの打上げに関連する輸送などの作業や射場の警備などを行ってくれるので、これも一つ一つ契約を行う日本に比べて手間も省け、直接コストが低下する要因になります。例えば、月探査機の費用は、地下鉄を 1km 修理する程度の額だと言っています。

米国では大統領と議会のねじれなどがあって、方針が一定しないというリスクがありますが、中国は共産党政権による迅速な意思決定が安定したプロジェクト遂行の上で大きな強みとなっています。

もう一つ、自力更生という以前は中国人だけで作り上げるという意味でしたが、現在では新しい感覚で、国際調達や国際協力も中国人の意思の反映であればそれは「自力更生」というのだというように変化してきています。

中国はこれからもフロントランナーとして挑戦の価値があるテーマを追求していくと思います。まだまだ目が離せないということで中国建国 100 周年の 2049 年、生きていれば 99 歳を迎えますが、それまで健康でいられる限り中国の宇宙開発動向をウォッチし続けたいと念願しています。

## 8. 謝辞

以上で私の講演を終わります。長時間ご清聴いただき、ありがとうございました。

