

# 宇宙フロンティア

～日本が取り組むべき長期的テーマ～

The Space Frontier and Japan's Long-Term Focus

1969年7月20日にアポロ11号が月の「静かの海」に着陸して40年が経過した。これまで、米露欧を中心として、数多くのロケットや人工衛星が打ち上げられたことで、今では500人近くの間人が宇宙空間を体験し、宇宙のさまざまな神秘も解明されてきた。2001年4月28日には米国の大富豪デニス・チトーが民間人として初めて宇宙旅行を行ったが、日本でも宇宙旅行の発売が企画されるなど、人類のフロンティアであった宇宙は身近な存在となりつつある。

これまで日本にとって宇宙開発は、ロケット、人工衛星などの宇宙機器の開発が最大のテーマであったが、世界的には技術が確立したこと等から商業化の時代を迎えており、国際競争力が問われる状況となっている。こうした状況の中で、日本は宇宙基本計画を策定し、今後5年間で最大2兆5千億円の予算を投入して、宇宙産業を21世紀の戦略的産業として育成することを目指すこととなった。

本稿では、21世紀の戦略的産業として期待されている宇宙産業に注目して、日本が置かれた状況を整理したうえで、日本が取り組むべき長期的なテーマとして、宇宙太陽光発電と宇宙エレベータを提案するものである。日本が技術的な強みをもつこの2つのテーマに集中的に取り組むことでその実現を図り、以て人類社会の発展に貢献することを期待したい。



Forty years have passed since Apollo 11 landed on the Sea of Tranquility on July 20, 1969, and numerous rockets and satellites have subsequently been launched, mainly by the United States, Russia, and European nations. There are now approximately 500 people who have experienced outer space, and many mysteries about the universe have been solved. On April 28, 2001, the American millionaire Dennis Tito became the first civilian space tourist, and space – the frontier for mankind – is coming ever closer to our lives, as seen in, for example, planned sales in Japan of commercial space trips.

The development of spacecrafts such as rockets and satellites has been the main focus of Japan's space development programs thus far. However, since the technology involved at the international level is now well established, its commercialization is driving the next wave of development, a move which challenges Japan's international competitiveness. In view of these circumstances, the Japanese government has prepared a basic space plan and aims at fostering the space industry as a strategic industry of the 21st century with a budget of 2.5 trillion JPY (max.) for the next 5 years.

This article sheds light on the space industry anticipated to be a strategic, 21<sup>st</sup>-century industry, summarizes the situation that Japan faces, and proposes that a space photovoltaic system and space elevator should be part of Japan's long-term focus. The author hopes that Japan will succeed in developing these two devices, in which the country has technological advantages, by concentrating its energy and efforts on them; such efforts will contribute to a prosperous future of mankind.

# 1 | 宇宙基本法の概要

## (1) 宇宙基本法

日本の宇宙開発についての基本方針を定めた「宇宙基本法」が2008年8月に施行された。本法は、日本の宇宙開発と利用について、国としての取組みの理念と方針を初めて明示した法律である。宇宙基本法は、基本的な理念として、①宇宙の平和的利用、②国民生活向上、③産業の振興、④人類社会の発展への貢献、⑤国際協力の推進、⑥環境への配慮を掲げ、内閣総理大臣が本部長を務める宇宙開発戦略本部が施策を総合的、計画的に推進することとしている。これまで、日本には国家としての総合的な宇宙戦略がなかったが、本法の制定によって、米国、ロシア、中国などと同様、宇宙を国家戦略遂行のための重要な手段として位置づけ、国家として長期的、戦略的に取り組める形となった。宇宙基本法では、「平和の目的に限り」の解釈を、これまでの「非軍事」から世界標準の「非侵略」に変更したことで、軍民両用となる可能性があるロケットエンジンや衛星部品についても輸

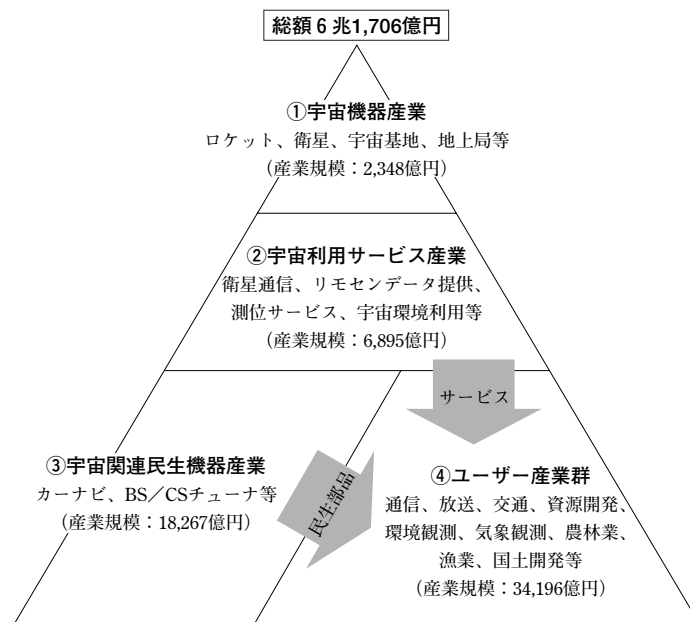
出することが可能となった。また、産業振興策として、諸外国が実施している一連の施策を採用するよう規定しており、基本法により宇宙産業を育成する環境が整うこととなった。

## (2) 宇宙基本計画

2009年6月、宇宙開発戦略本部は、宇宙基本法に基づき、今後5年間における日本の宇宙開発の取り組みを示した宇宙基本計画を策定した。基本計画では、日本の宇宙政策をこれまでの研究開発中心から利用重視に転換させることを基本方針として、宇宙利用に関する9つの社会的なニーズと、そのニーズに対応した宇宙機器等の開発計画を示した。

本計画は、今後5年間で小型衛星も含めて計34基の衛星打ち上げを目指しており、最大2兆5千億円の予算を投入する。さらに、政府関係の人工衛星等を打ち上げる場合には、国産ロケットを優先的に使用することとし、民間企業が人工衛星を打ち上げる場合にも、国産ロケットの使用を奨励することとした。その他、政府は国際市場の開拓支援、税制や金融面での優遇措置などを行うこと

図表 1 日本の宇宙産業規模



出典：社団法人日本航空宇宙工業会「平成19年度宇宙産業データブック 平成18年度宇宙産業規模調査結果」(平成20年3月)

で、日本の宇宙産業を電子・電機産業、自動車産業等に次ぐ21世紀の戦略的産業として育成し、国際競争力を強化していく方針を示した。

こうした政府の取り組みにみられるように、宇宙産業は今後の成長産業として日本の経済を牽引することが期待される。そこで、2章では日本の宇宙産業の現状を確認し、3章では宇宙機器産業が有する戦略的産業としての特徴を整理する。

## 2 | 日本の宇宙産業の現状

### (1) 宇宙産業とは

日本の宇宙産業は、4つの産業から構成されている。ロケット、衛星、地上局等の「宇宙機器産業」は、宇宙利用のインフラストラクチャーとなる産業である。この宇宙機器産業は、「宇宙利用サービス産業」と「宇宙関連民生機器産業」を通じて、通信、放送、交通、資源開発、環境観測などの「ユーザー産業群」を成り立たせている。視点を変えると、宇宙機器産業は通信、放送等の新産業をインキュベートする役割を担っていると言える。

日本の宇宙産業の規模（2006年度）は、宇宙機器産業が2,348億円、宇宙利用サービス産業が6,895億円、宇宙関連民生機器産業が1兆8,267億円、ユーザー産業群が3兆4,196億円であり、すべてをあわせると6兆円を超える一大産業である（図表1）。また、宇宙産業は、宇宙関連民生機器産業とユーザー産業群の2つの産業が大きく成長しており、売上高は2003年度から2006年度にかけて約2兆円も拡大している。

### (2) 宇宙機器産業の規模

宇宙機器産業は通信、放送等の新産業をインキュベートする重要な役割を担っているが、その売上高（2007年度）は2,264億円と小さく、売上高ベースでみると宇宙産業に占める割合は数%に過ぎない。その内、人工衛星は1,123億円、ロケットは366億円と、他の産業に比べても小規模な産業である（図表2、3）。

図表2 宇宙機器産業の分野別売上高（2007年度）

分 野		売上高 (百万円)	構成比 (%)	
飛 翔 体	ロ ケ ッ ト	固 体 ロ ケ ッ ト	9,267	4.1
		液 体 ロ ケ ッ ト	26,325	11.6
		打 ち 上 げ 関 連 経 費	984	0.4
		ロケット (小計)	36,575	16.2
	宇 宙 往 環 機	7,965	3.5	
	人 工 衛 星	シ ス テ ム ・ バ ス 機 器	67,843	30.0
		ミ ッ シ ョ ン 機 器	35,209	15.5
		追 跡 管 制 ・ 運 用 / そ の 他	9,267	4.1
		人工衛星 (小計)	112,319	49.6
	宇 宙 ス テ ー シ ョ ン	18,712	8.3	
飛 翔 体 (小計)	175,571	77.5		
地 上 施 設	開 発 試 験 用 装 置 ・ 設 備	4,305	1.9	
	ロケット打ち上げ支援用装置・設備	8,986	4.0	
	人工衛星追跡装置・設備	4,674	2.1	
	通 信 ・ 放 送 衛 星 利 用 設 備	157	0.1	
	観 測 衛 星 デ ー タ 処 理 設 備	4,097	1.8	
	G P S 利 用 設 備	16	0.0	
	地 上 に お け る 実 験 装 置	408	0.2	
	そ の 他 の 地 上 設 備	10,568	4.7	
地 上 施 設 (小計)	33,211	14.7		
ソ フ ト ウ ェ ア	ソ フ ト ウ ェ ア 開 発	8,293	3.7	
	デ ー タ 処 理 ・ 解 析	9,350	4.1	
	ソフトウェア (小計)	17,642	7.8	
宇宙機器合計		226,425	100.0	

出典：社団法人日本航空宇宙工業会「平成19年度宇宙機器産業実態調査報告書」概要（平成20年12月）

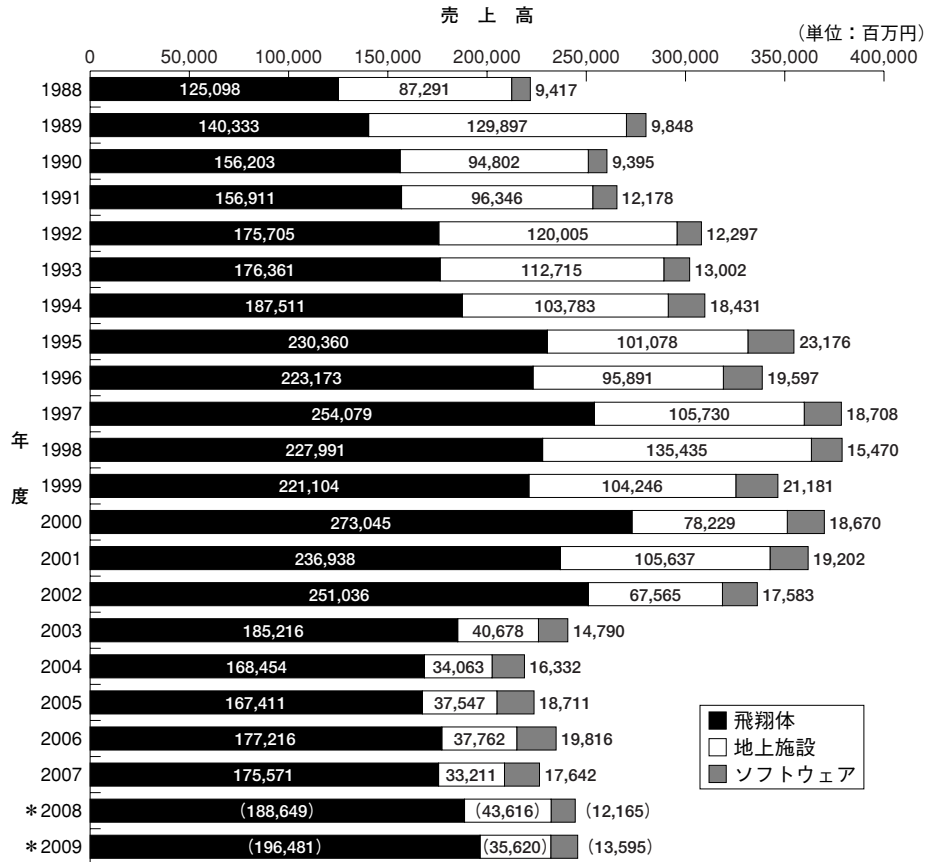
## 3 | 宇宙機器産業の特徴

### (1) 技術先進性

宇宙機器は、使用条件が地上とは異なり、無重力、高真空、耐放射線、高温差など特殊な環境での使用に耐えることが求められる。さらに、軽量性、省電力性、高信頼性という要求をも満たす必要がある。宇宙技術は、そうした特殊な要求に対して、最先端の科学技術を取り込み、研究開発と実証によって実用化される。また、電気、光学、計測、機械、化学、材料など幅広い技術を宇宙機器に結合させる形で発展してきた。

宇宙技術は、宇宙機器産業だけで利用されるのではなく、地上の民生機器技術の発展にともなって、一般の民生分野にも波及するという特徴がある。たとえば、現在

図表3 宇宙機器産業の売上高の推移



注：\*2008年度および\*2009年度は調査結果に基づく予測値  
 出典：社団法人日本航空宇宙工業会「平成19年度宇宙機器産業実態調査報告書」概要（平成20年12月）

急速に普及が進みはじめている燃料電池は宇宙船の動力源としてはじめて利用されたものである。また、医療分野で検査装置として利用されているCTスキャン(Computer-aided Tomography)と磁気共鳴画像(Magnetic Resonance Imaging)は、NASAがアポロ計画にて開発した画像処理技術が波及したものである(図表4)。この技術先導性は、宇宙機器産業の大きな特徴であり、世界各国では国の産業高度化の手段として、宇宙機器産業を戦略的に育成するよう取り組んでいる。

(2) 官需型・内需型

宇宙機器産業は、科学研究、地球観測、防衛などの需要が中心であり、官需依存度が高いという特徴がある。日本の2007年度の内需をみると、宇宙航空研究開発機構が全売上高の59.6%を占めており、研究開発用途が中心となっている(図表5)。また、輸出は87億円、輸入

は226億円と宇宙機器産業の売上高の1割以下であり、内需依存度が高いという特徴もある。

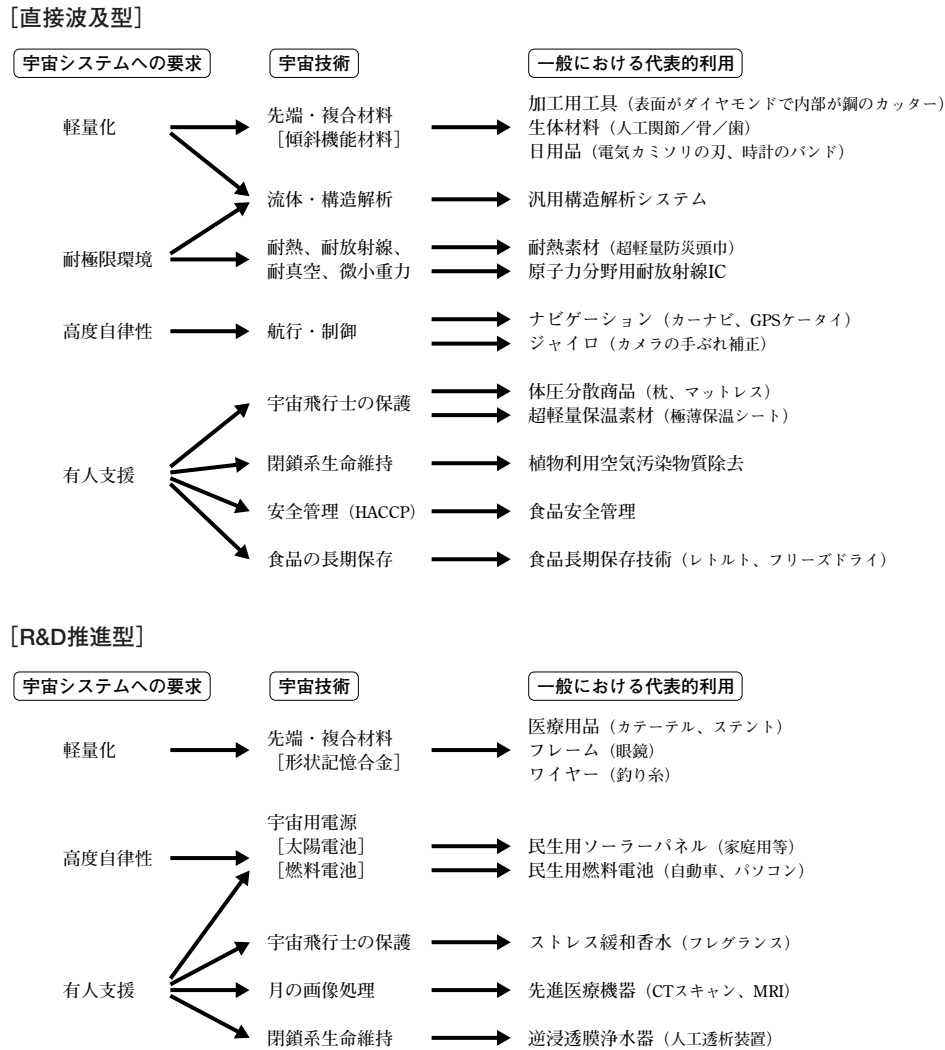
人工衛星、ロケット等の宇宙機器産業が今後産業として発展するためには、規模の小さい国内需要に留まらず、将来の成長が見込まれる海外需要を獲得することが必要である。そこで、4章で世界の宇宙産業の成長性をみたくうえで、5章にて日本の宇宙機器産業の国際競争力に焦点をあて、各種データをもとに考察する。

4 | 宇宙産業の成長性

(1) 世界の宇宙産業の規模

米国の調査会社Futronは衛星工業会(The Satellite Industry Association : SIA)の会員と主要企業を対象とした調査を実施している。そのデータによると、世界の宇宙産業の売上高は年々増加しており、2007年には

図表4 宇宙技術の民生分野への波及事例



出典：経済産業省宇宙産業室資料「宇宙産業の規模及び技術波及」(平成16年4月19日)より作成

1,230億US\$となっている。特に、携帯電話、衛星放送などの人工衛星サービス産業が739億US\$と約6割を占めている。また、同産業は成長率も高く、2002年から2007年にかけて売上が倍増している(図表6)。

宇宙機器産業についてみると、人工衛星製造業の売上高は116億US\$、打ち上げ産業は32億US\$ (スペースシャトル、国際宇宙ステーション等の政府需要を除く)となっており、それぞれ前年より4億US\$減、5億US\$増となっている(図表6)。

**(2) 宇宙機器産業の将来見込み**

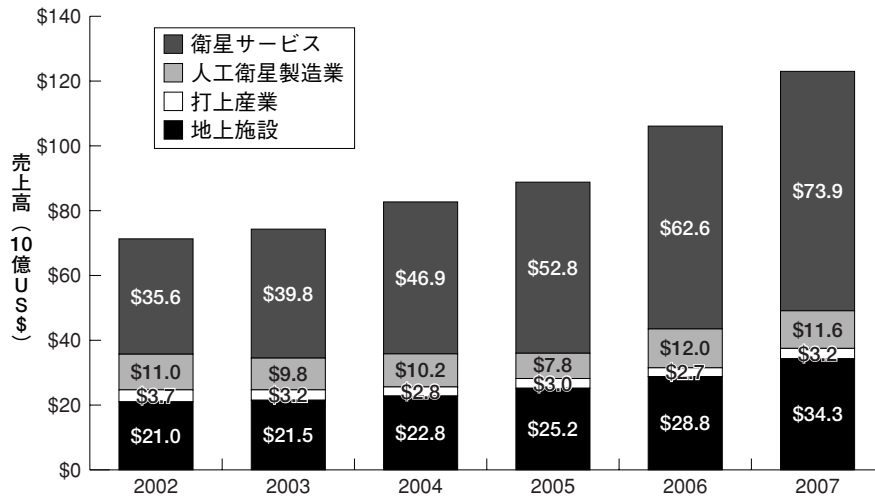
米国の連邦航空局(Federal Aviation Administration

図表5 宇宙機器産業の内需の需要先(2007年度)

区分	売上高 (百万円)	構成比 (%)
宇宙航空研究開発機構	129,763	59.6
その他の政府機関	7,745	3.6
宇宙関連の団体	1,157	0.5
宇宙専門特殊会社	4,354	2.0
衛星通信放送関連会社	2,366	1.1
大手ロケットメーカー	18,638	8.6
大手衛生メーカー	50,274	23.1
その他	3,427	1.6
合計	217,724	100.0

出典：社団法人日本航空宇宙工業会「平成19年度宇宙機器産業実態調査報告書」概要(平成20年12月)

図表6 世界の宇宙産業の売上高



出典：Futron 「State of the Satellite Industry Report」(2008年6月)より作成

図表7 人工衛星、打ち上げ需要の将来見込み

		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	合計	平均
人工衛星	静止軌道衛星	27	21	22	20	20	20	19	20	20	19	208	20.8
	非静止軌道衛星	19	53	26	12	14	37	41	36	12	10	260	26.0
	衛星合計	46	74	48	32	34	57	60	56	32	29	468	46.8
打上げ需要	静止軌道衛星(中大型)	21	16	17	15	15	15	14	15	15	14	157	15.7
	非静止軌道衛星(中大型)	6	10	6	7	8	12	12	11	6	5	83	8.3
	非静止軌道衛星(小型)	2	5	4	2	3	2	2	2	2	3	27	2.7
	打上げ合計	29	31	27	24	26	29	28	28	24	21	267	26.7

出典：FAA 「2009 Commercial Space Transportation Forecasts」(2009年5月)より作成

：FAA)と商業宇宙輸送諮問委員会(The Commercial Space Transportation Advisory Committee: COMSTAC)は、人工衛星と打ち上げの商業需要の見込みについて、21社から情報を収集した結果を公表している。それによると、人工衛星は、2009年から2018年の間に、静止軌道衛星が208基、非静止軌道衛星が260基の需要が予想されている。人工衛星の各年の需要をみると、74基(2010年)~29基(2018年)と大きく変動している。また、打ち上げ需要(2009年~2018年の合計)は、静止軌道衛星の中大型ロケット需要が157回、非静止軌道衛星の中大型ロケット需要が83回、同小型ロケット需要が27回と予想されている(図表7)。

## 5 | 日本の宇宙機器産業の国際競争力

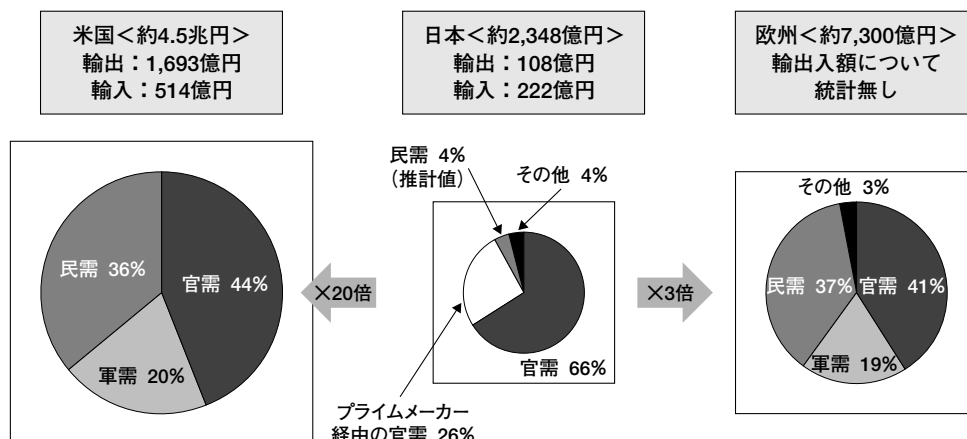
### (1) 産業規模

日米欧の宇宙機器産業の規模を比較すると、2006年度では、日本の約2,348億円に対して、米国は約4.5兆円、欧州は約7,300億円であり、産業規模に大きな差がある。さらに、日本は民需の割合が4%と少ないが、米国では36%、欧州では37%と多くなっている(図表8)。

また、米国の調査会社Futronが、主要10カ国を対象として、宇宙分野の国際競争力について、政府、人的資産、産業の3つの観点から評価しているが、この総合評価によると、日本は米国、欧州、ロシア、中国、インド、カナダに次ぐ7位と低く評価されている。とりわけ、米国、欧州、ロシアに比べると大きな開きがあると評価さ

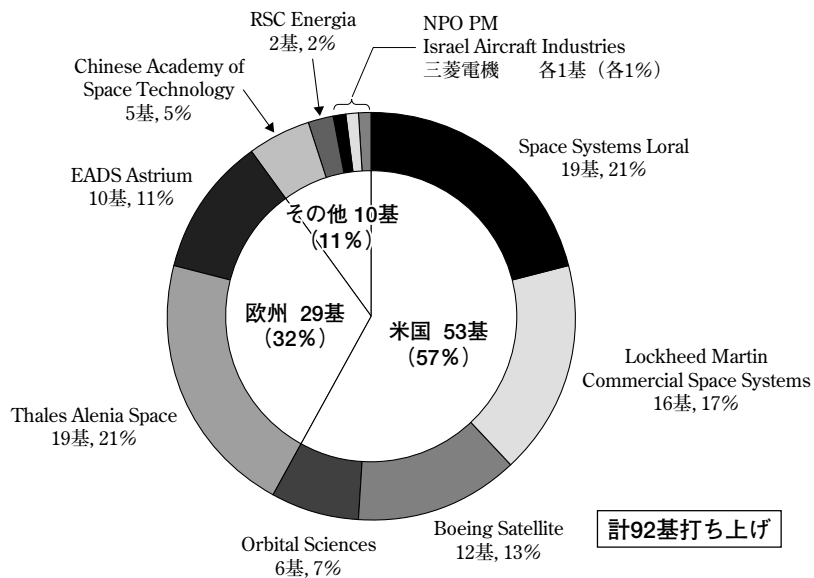


図表8 日・欧・米の宇宙機器産業の比較



資料：社団法人日本航空宇宙工業会 平成19年度宇宙産業データブック  
 日本：2006年度  
 米国：2006年度（金額）、2005年度（割合）（¥/\$=116.196）  
 欧州：2006年度（\$/€=1.266108）  
 出典：宇宙開発戦略本部事務局「我が国の宇宙開発利用を巡る状況について」（平成20年10月1日）

図表9 商業静止衛星企業別受注残・受注基数シェア（2003～2007年）



出典：宇宙開発戦略本部事務局「我が国の宇宙開発利用を巡る状況について」（平成20年10月1日）

れている。

(2) 人工衛星

商業静止衛星は、2003～2007年の間に世界で92基打ち上げられたが、そのシェアをみると、米国が57%、欧州が32%を占めており、日本は1%に過ぎない（図表9）。

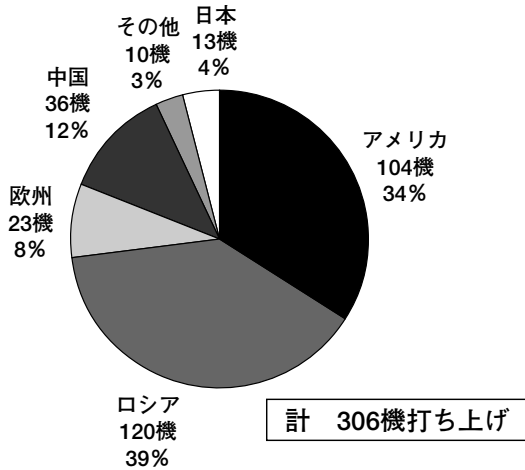
特に需要が高まっている通信・放送衛星は、米国企業

が高いシェアを占めている。部品、コンポーネントについても、全般的には米国のシェアが高いが、通信機器、地球センサ、太陽電池、推進系など一部のコンポーネントでは、日本は一定のシェアを獲得している。

(3) ロケット

ロケットは、2003年～2007年に306機の打ち上げがあったが、ロシアが39%、米国が34%のシェアを占

図表10 世界のロケット打ち上げ実績 (2003~2007年)



出典：宇宙開発戦略本部事務局「我が国の宇宙開発利用を巡る状況について」(平成20年10月1日)

めており、日本は4%に過ぎない(図表10)。特に、商業分野の打ち上げサービスでは、欧州のアリアンロケットのシェアが高いとされている。さらに、ロシア、中国、インドの低価格ロケットも実績を重ねており、市場競争が激しくなっている。

#### (4) 日本の宇宙技術の強み

日本の宇宙機器産業の国際競争力は、先にみたとおり、人工衛星、ロケットともに弱い状況にあるが、一部の技術では高い競争力をもっている。たとえば、通信関連では、大型展開アンテナ、広帯域衛星通信技術は世界最高レベルにあり、トランスポンダ<sup>(注)</sup>は、世界の200基以上の衛星に5000台以上の機器が搭載されている。ロケットについても、液体水素エンジン、固体ロケットモータの技術など、世界レベルの優れた宇宙技術も多くある(図表11)。

## 6 | 宇宙産業を巡る潮流の変化

### (1) 宇宙の商業化

アポロ計画の時代は、政府が主体となってロケットや人工衛星を開発したが、通信衛星など民間事業者の需要発生等により、宇宙の商業化が進展し、今では民間企業が宇宙機器を供給するうえで中心的な役割を果たすようになってきている。世界の宇宙産業をリードする米国では、

図表11 日本が優位性をもつ宇宙技術の事例

#### ■衛星技術

##### 【観測センサ関連】

Lバンド合成開口レーダの多偏波観測技術(世界最高レベルの高感度)

マイクロ波放射計の空間分解能観測技術(従来の2~3倍の空間分解能)

##### 【通信関連】

大型展開アンテナのモジュール構造技術(世界最高レベルの送受信能力)

1.2Gbpsの高速大容量通信技術(世界初)

衛星通信・放送のためのトランスポンダ(運用実績多数)

##### 【宇宙用電源関連】

宇宙用リチウムイオンバッテリーのエネルギー密度(世界最高レベル)

宇宙用SI太陽電池セル、太陽光パネルの光電変換率(世界最高レベル)

##### 【姿勢制御関連】

精地球センサ(世界シェア5割)

##### 【衛星用推進系関連】

2液エンジン/スラスターの推力(世界シェア2割)

イオンエンジンの寿命、性能

##### 【宇宙ロボティクス関連】

ETS-7の遠隔操作ロボット技術

はやぶさの天体への自律的接近・着陸探査技術

##### 【半導体部品】

電力用半導体素子の耐熱放射性、電力効率(世界的に優位)

マイクロプロセッサの処理性能(宇宙用で最高レベル)

#### ■ロケット

##### 【構造系技術】

大型タンクの創造技術(世界トップレベル)

##### 【推進系技術】

液体水素エンジン、固体ロケットモータ(世界トップレベル)

バルブ、熱交換機等のエンジン部品(米国へ供給)

出典：宇宙開発戦略本部事務局「我が国の宇宙開発利用における産業の育成方針について」(平成21年2月5日)より作成



1984年に商業宇宙打ち上げ法を制定し、1998年には商業的宇宙活動の促進と宇宙輸送サービスの政府調達促進の2つを目的とした商業宇宙法を制定するなど、いち早く商業化を進めた。その結果、民間需要については、世界の中で最適なロケット、人工衛星を調達できる市場が形成され、従来に比べて価格が重視されるようになってきている。

## (2) 企業の新規参入による競争激化

宇宙の商業化の進展にともない、米国では価格競争力に優れたベンチャー企業が宇宙機器産業に参入しはじめており、Orbital Sciences CorpがNASAの国際宇宙ステーションへの輸送業務契約を1億7,100万US\$で獲得するなど、ベンチャー企業が台頭してきている。また、Space Exploration Technologies (SpaceX) は、打ち上げ費用が910万US\$という低価格のファルコン1の開発に成功し、2010年までに9件、関連業務も含めて合計約2億US\$の受注を確保しているといわれており、今後の動きが注目されている。一方、大手企業のボーイングとロッキード・マーティンは、低コスト化等を目的として、2006年にULA (United Launch Alliance) を設立し、Delta とAtlas の打ち上げ活動を共同で実施しはじめるなど、受注を巡り、企業間の競争が激化している。

## 7 | 日本の宇宙産業の方向性

日本の宇宙産業は、今後の成長産業として期待されるが、先にみたとおり、宇宙産業の中心にある宇宙機器産業は、欧米に比べて競争力が弱い状況にある。特に、政府の宇宙予算では、日本は米国の12%、ESA (欧州) の70%程度にすぎず、少ない予算で国際競争力を強化することが求められる (図表12)。そのため、日本は技術

図表12 宇宙開発予算の比較 (2006年)

	日本	米国	ESA
予算 (億円)	2,514	20,207	3,550

出典：社団法人日本航空宇宙工業会「世界の航空宇宙工業」(平成20年3月)より作成

的強みを活かして、次世代の実用化が期待されるテーマに重点的に注力することで、国際競争力を高めることが必要であると考えられる。

上記の考え方を踏まえ、日本の宇宙産業が戦略的に取り組むべき長期的なテーマとして、本論においては、①宇宙太陽光発電、②宇宙エレベータの2つを提案する。

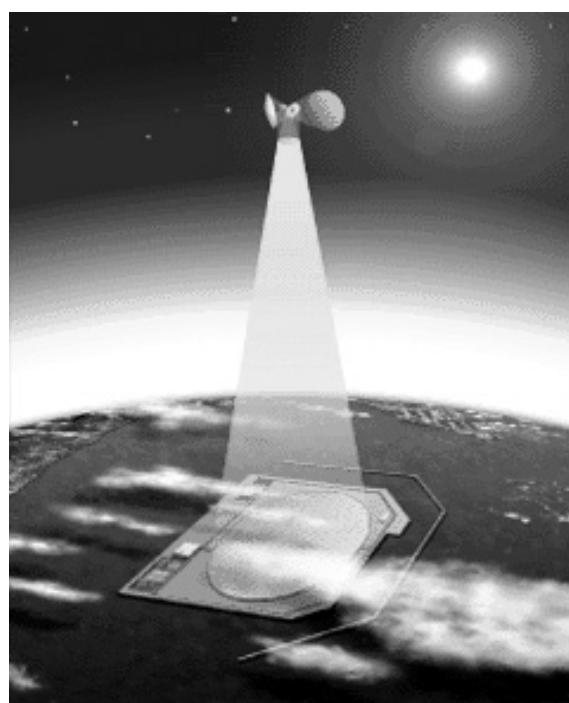
## 8 | 宇宙太陽光発電システム

### (1) 宇宙太陽光発電システムの概要

宇宙太陽光発電システムは、宇宙空間に太陽電池パネルを設置して、太陽光発電により得られる直流電力をマイクロ波に変換して地上に送信し、地上で直流電力に戻すという電力システムである。

このシステムは宇宙空間で太陽光発電を行うため、地上で太陽光発電を行うより8倍も発電効率が良く、究極のクリーンエネルギーシステムとして、低炭素社会の実現、エネルギー源の多様化に貢献しうる。さらに、システムが実用化した場合、基幹電力産業として大きな産業

図表13 宇宙太陽光発電システムのイメージ



出典：宇宙航空研究開発機構 研究開発本部 ウェブサイト  
<http://www.ard.jaxa.jp/res/amrc/ssps/03.html>

となる可能性をもっている。また、技術的には位相制御技術等の課題はあるものの、ブレークスルーが必要な大きな課題はなく、実現しうる可能性を秘めている。

### (2) 米国の開発動向

米国防総省は宇宙太陽光発電所の開発計画案（Phase 0 Architecture Feasibility Study）を公表した。計画が承認された場合には、今後10年以内に地上に5～10メガワットの電力を発電する太陽光宇宙発電所を目指している。試算では、資材の打ち上げと建設に必要な費用総額は約100億US\$と見積もられており、計画が実施された場合、巨大なプロジェクトが開始することとなる。

また、カリフォルニア州の電力ガス供給会社であるパシフィック・ガス・アンド・エレクトリック・カンパニー（Pacific Gas and Electric Company）は、宇宙太陽光発電の技術ベンチャー企業のソーラーエン（SolarEn）より、宇宙太陽光発電の技術を導入すると州政府に申請するなど、実用化に向けた動きが始まっている。

### (3) 日本に対する期待

日本は、32年間で160基以上の人工衛星に搭載実績を持つシャープをはじめ、太陽電池セルメーカーが多数あり、日本のシェアは世界トップクラスである。さらに、セルメーカーに原材料や装置を供給し、サポートするメーカーも数多く集積している。セル製造装置のアルバック、モジュール製造装置の日清紡、シリコンのトクヤマ、ウエハーのSUMCO、封止材の三井化学、バックシートの東レなど、太陽電池セルをサポートする部材メーカーはいずれも世界トップクラスの技術を有している。

こうした強みを活かして、民生・地上用太陽電池技術を利用を宇宙用に波及させ、大量、低コスト、軽量な太陽光発電システムを開発、実用化して、世界をリードすることが期待される。

## 9 | 宇宙エレベータ

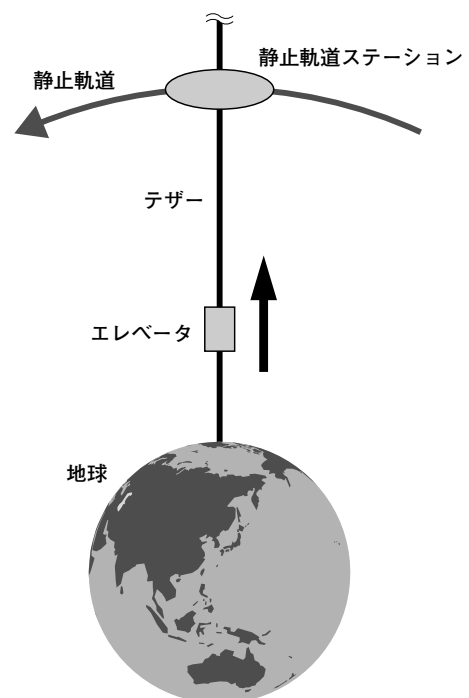
### (1) 宇宙エレベータの概要

ロケットは、本体の重量の90%以上を燃料が占めており、燃焼時の有毒物質の発生、爆音等、環境面で問題があり、打ち上げ失敗等、安全面でも不安がある。そのため、今後人工衛星や宇宙太陽光発電システム等、宇宙利用の需要増加が見込まれる中で、将来にわたって大量の人や物を輸送し続けるためには、ロケットに代わる経済的で無公害な輸送手段の実現が望まれる。

宇宙エレベータは、地上から約36,000kmの上空にある静止軌道まで延びたケーブルに沿って、人や物を運ぶ装置であり、電力を使って宇宙に輸送するため、ロケットよりも遥かに低エネルギーで往復でき、経済的に宇宙へ輸送できる手段として期待される。

宇宙エレベータの建設は、静止衛星から地上に向けてテザー（リボン状の紐）を伸ばしていきながら建設する。それと同時に地球と反対側にもテザーを伸ばしていき、

図表14 宇宙エレベータのイメージ



出典：各種資料をもとに作成

全体の重心をバランスさせる。

### (2) 宇宙エレベータ実現のための課題

宇宙エレベータは、静止軌道まで約36,000kmも伸ばしたケーブルが自重によって切れてしまうため、実用化は難しいとされていた。1975年のジェローム・ピアソンの研究によると、引張強度／密度が4,960kmほどのケーブル材料が必要と計算されている。1991年に飯島博士がカーボンナノチューブ（CNT）を発見し、強度に優れた材料が見つかったことから、米国を中心として宇宙エレベータの実現を目指した研究プロジェクトが開始された。NASAは宇宙エレベータの建設に必要な技術開発を目的として、2005年から宇宙エレベータ競技会を開催して、優勝者には数十万ドル以上の賞金を提供している。また、宇宙エレベータの建設を目的としたLiftport社が設立されるなど、官民の取り組みが行われている。

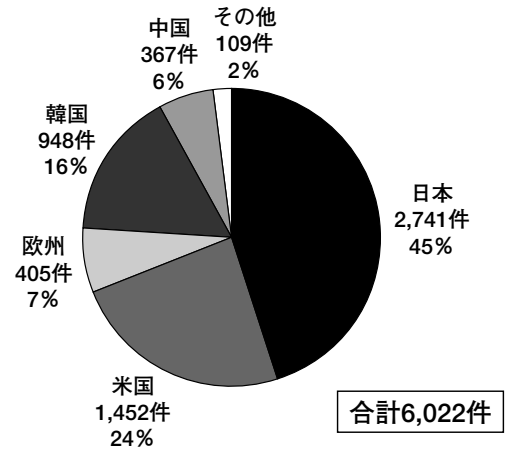
### (3) 日本に対する期待

宇宙エレベータの実現に不可欠なCNTについては、今のところ必要な強度をもつCNTの量産技術は開発されておらず、その実用化が不可欠である。

日本はCNT技術では世界トップの位置にあり、企業や大学などでその研究開発を実施している（図表15）。

さらに、宇宙エレベータの実現に必要な昇降機技術、

図表15 CNTの出願人国籍別出願件数構成比率



出典：特許庁「平成18年特許出願技術動向調査報告書 ナノテクノロジーの応用－カーボンナノチューブ、光半導体、走査型プローブ顕微鏡」（平成19年4月）

鉄道技術についても、モータや駆動装置などの分野で日本は世界のトップレベルにあり、宇宙エレベータを実現しうる高いポテンシャルをもっている。

宇宙エレベータは、CNTの量産技術開発など、実用化にはまだまだ時間がかかるものの、長期的にはロケットを代替する可能性を秘めており、宇宙への輸送コストと環境負荷が飛躍的に下げることが期待できることから、日本がリーダーシップをとって積極的に実現に向けて取り組むことが期待される。

#### 【注】

トランスポンダ（transponder）とは、人工衛星に搭載されている電波中継機器のこと