2　米国

【要　旨】

米国の宇宙開発は、冷戦時代にスプートニク・ショックを契機として始まった米ソ宇宙競争を原動力として進められた。冷戦終焉後は国際宇宙協力と宇宙産業の強化が図られる一方で、通信、偵察・観測、気象、航法、警戒監視など宇宙の軍事利用が拡大した。

現行の宇宙政策は、オバマ大統領が 2010 年に発表した国家宇宙政策が基本であり、国際協力の拡大と国内宇宙産業の振興に重点が置かれている。その背景には、米国のみで宇宙空間利用の持続可能性と安定性を維持することは難しいとの認識がある。

安全保障については、2011 年の国家安全保障宇宙戦略において、人工衛星等の混雑、軍事的脅威の拡大、経済競争の激化といった宇宙空間への認識を示した上で、国家安全保障を支える宇宙産業基盤の活性化等の目標を掲げた。

また、民間宇宙産業の発展に伴い、低軌道の利用は民間が担い、宇宙探査は NASA と民間が協力して行うといった流れが生まれつつある。

はじめに

米国における宇宙活動は、1950 年代のドワイト・アイゼンハワー（Dwight Eisenhower）政権の時に始まった。1955 年 5 月、アイゼンハワー大統領は米国で最初の宇宙開発計画となる「米国の科学衛星計画」[(1)] と題する国家安全保障会議文書を承認した。これは国際地球観測年（International Geophysical Year: IGY）[(2)] への貢献として世界初の小型の人工衛星の打上げを決定し、宇宙における科学技術的な知見を得ようとするものであった。しかし、その 2 年後の 1957 年 10 月、旧ソビエト連邦（以下「ソ連」という。）が世界初の人工衛星スプートニク 1 号の打上げに成功した。この出来事はスプートニク・ショックとして米国を含む国際世論に大きな衝撃を与えた。1958 年 8 月、アイゼンハワー大統領は、「宇宙に関する米国の当面の政策」[(3)] と題する国家安全保障会議文書を発表し、「宇宙技術において強く大胆であることが世界の人々の間で米国の威信を高める」と述べた。また、1958 年に航空宇宙局（National Aeronautics and Space Administration: NASA）が発足し、NASA が民生分野の宇宙活動を行い、国防総省（Department of Defense: DOD）が軍事安全保障分野の宇宙活動を行うという体制が確立された。

1961 年 4 月、ソ連はユーリ・A・ガガーリン（Yuri A. Gagarin）宇宙飛行士を乗せた有人宇宙船ヴォストーク 1 号による人類初の有人宇宙飛行を成功させた[(4)]。その翌月、ジョン・F・ケネディ（John F. Kennedy）大統領は「この 10 年が終わるまでに人類を月へ送り、地球へ無事帰還させる」として、

---

*　本稿におけるインターネット情報の最終アクセス日は、2017 年 2 月 11 日である。

(1)　National Security Council, “U.S. Scientific Satellite Program,” NSC 5520, May 20, 1955. Marshall Institute website <http://marshall.wpengine.com/wp-content/uploads/2013/09/NSC-5520-Statement-of-Policy-on-U.S.-Scientific-Satellite-Program-20-May-1955.pdf>

(2)　世界の科学者コミュニティを代表する国際学術連合会議（ICSU）が、地球物理学的な現象の解明のため、1957 年 7 月～ 1958 年 12 月に実施した国際共同観測事業。

(3)　National Security Council, “Preliminary U.S. Policy on Outer Space,” NSC 5814/1, August 18, 1958.

(4)　翌月、米国ではアラン・シェパード（Alan Shepard）が宇宙船「マーキュリー 3 号」で弾道飛行を成功させている。

アポロ計画の実施を発表した[5]。以来、米国の宇宙開発は、単に宇宙空間に人類を送るだけではなく、別の天体に人類を到達させることが目標となった[6]。1969 年 7 月、アポロ 11 号が人類初の月面着陸に成功した。ソ連より先に月面着陸を成功させるという目的を達成したことで、アポロ 12 号以降の計画に対する世論の関心は急速に薄れ、巨額の財政支出を正当化する論理を見いだせなくなってきた[7]。

1969 年に就任したリチャード・ニクソン（Richard Nixon）大統領は、米国の宇宙開発を政治的に現実的な水準まで下げる必要性を強調し、アポロ計画をいきなり中止にするのではなく、アポロ 17 号以降はアポロ宇宙船を改良した「スカイラブ（Skylab）」と呼ばれる宇宙ステーション計画に応用するとした[8]。その後、NASA は当初の計画を大幅に縮小し、連邦議会の同意を得られる計画として、低コストの再利用型宇宙輸送機であるスペースシャトルの開発計画（以下「スペースシャトル計画」という。）を提出した。1972 年 1 月、ニクソン政権はスペースシャトル計画を承認した。その背景には、航空宇宙分野における雇用の確保や、低コストの再利用型宇宙輸送機として民生・軍事面での宇宙利用の拡大が期待されたことなどがある[9]。

一方、1970 年代にはデタントと呼ばれる冷戦の緊張緩和の時代に入り、ニクソン政権はソ連との宇宙協力を進め、米ソ宇宙船のドッキング計画である「アポロ・ソユーズテスト計画（Apollo-Soyuz Test Project: ASTP）」を実施し、1975 年 7 月にドッキングに成功した。ところが、1979 年、ソ連がアフガニスタンに侵攻したことにより、米ソは「新冷戦」と呼ばれる時代に入った。

NASA は、1981 年にスペースシャトルの運用を開始すると、次のステップとして、宇宙ステーションの開発を構想し、当時のロナルド・レーガン（Ronald Reagan）政権への働きかけを行った。レーガン大統領は 1984 年 1 月の一般教書演説において、宇宙ステーション計画を発表した[10]。そこには、新冷戦が続く中で、ソ連が建設を進めるミール（Mir）と呼ばれる宇宙ステーションへの対抗という側面や、宇宙ステーションの主要設備を米国が開発し、周辺設備の開発に西側諸国を参加させることで、米国のリーダーシップと西側諸国の結束を示す、という期待があった[11]。新冷戦は、米国の軍事面での宇宙開発にも大きな影響を及ぼした。レーガン政権は 1983 年に「スターウォーズ計画」と呼ばれた戦略防衛構想（Strategic Defense Initiative: SDI）を打ち出し、現在のミサイル防衛システムにつながる研究開発を飛躍的に進展させるとともに、宇宙空間におけるソ連のミサイル迎撃システムを開発した[12]。このように冷戦時代における米国の宇宙開発は、米ソ間の宇宙開発競争を原動力として進められた。

冷戦終焉後、1991 年にソ連は崩壊し、現在のロシアが誕生した。米国の宇宙ステーション計画は、ロシアが 1993 年に加わることにより、国際宇宙ステーション（International Space Station:

---

(5)　John F. Kennedy, “Special Message by the President on Urgent National Needs,” May 25, 1961, p.9. National Archives Catalog website <https://catalog.archives.gov/id/193915>

(6)　鈴木一人『宇宙開発と国際政治』岩波書店 , 2011, pp.27-30.

(7)　同上 , p.43.

(8)　同上 , pp.44-45. 当初、アポロ計画ではアポロ 20 号まで計画されていた。

(9)　同上 , p.48; 佐藤靖『NASA―宇宙開発の 60 年―』（中公新書）中央公論新社 , 2014, pp.108-109.

(10)　Ronald Reagan, “Address before a Joint Session of the Congress on the State of the Union,” January 25, 1984. Ronald Reagan Presidential Library & Museum website <https://reaganlibrary.archives.gov/archives/speeches/1984/12584e.htm>

(11)　鈴木　前掲注 (6), pp.50-51.

(12)　同上 , pp.54-55.

ISS）計画へと衣替えした。しかし、米ソ間の宇宙開発競争という宇宙開発の原動力が失われたことや、ロシアの参加に伴う設計変更や調整に膨大な時間とコストを要したことなどにより、ISS の完成（2011 年）は大幅に遅れることとなった[13]。

冷戦後の米国では、情報技術（IT）を中心とする民生部門の技術開発が進展した。安全保障面ではそれらの技術を取り込んだ軍事システムの開発が急速に進み、これに伴い、通信などの分野で宇宙の軍事利用に対するニーズが拡大した。

21 世紀に入り、米国の宇宙政策は多くの問題に直面した。前述したとおり ISS 計画のスケジュールが大幅に遅れたほか、2003 年 2 月にスペースシャトル・コロンビア号の事故が発生し、スペースシャトルの運用が一時中止された。安全保障面では、宇宙の軍事利用が拡大する中で、人工衛星等への攻撃や意図的な妨害といった事態も懸念されるようになった。米国の宇宙産業も、世界的に商業宇宙活動が拡大する中で、ますます厳しい競争にさらされた。

以下では、米国における宇宙開発利用に関わる法制度、近年の宇宙政策、主な関係機関・予算について整理するとともに、宇宙開発や宇宙産業に関する最近の動向を紹介する。

Ⅰ　宇宙開発利用に関わる法制度等

1　基本原則

米国では、1957 年のスプートニク・ショックにより、民生分野の宇宙活動において成果を挙げることが重要視されるようになり、国防総省とは独立した民生分野の宇宙活動機関の必要性が高まった[14]。そうした背景の下、1958 年に連邦政府による宇宙活動の基本原則を定めた国家航空宇宙法[15]が制定された。同法の制定は、1960 年代以降に宇宙条約[16]等の国際宇宙法が整備される前のことであり、米国における宇宙活動の歴史が長いことを示している。

国家航空宇宙法は、米国における宇宙活動の目的（第 102 条 (d) 項）[17]、定義（第 103 条）[18]について規定した。また、NASA の設立（第 202 条）について定め、NASA の宇宙活動を民生分野に限定するとともに、軍事・安全保障分野における宇宙活動については国防総省が責任を有すると規定した（第 102 条 (b) 項）。

---

(13)　佐藤　前掲注 (9), pp.167-177.

(14)　同上 , p.34-36.

(15)　National Aeronautics and Space Act of 1958 (Public Law 85-568)

(16)　Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies（1966 年 12 月 13 日採択、1967 年 10 月 10 日発効）。「月その他の天体を含む宇宙空間の探査及び利用における国家活動を律する原則に関する条約」（昭和 42 年条約第 19 号）。

(17)　制定当時は第 102 条（c）項。1984 年の改正で（d）項となった。目的としては、例えば、①人工衛星等の宇宙機の性能や安全性等の改善、②平和的及び科学目的での宇宙活動の利用により得られる潜在的な利益やその利用の機会等に対する長期的な研究の確立、③宇宙科学・技術及び大気圏内外における平和的な活動の実施に当たり科学・技術の応用における米国の指導的役割の保持等がある。

(18)　例えば、①地球の大気圏内外での飛行の問題の研究及び解決、②研究目的のための宇宙機の開発・製造・試験・運用。また、1983 年の改正で、③宇宙輸送システムの運用が追加された。

２　通信

通信事業については、1934 年通信法[19]に基づき創設された連邦通信委員会（Federal Communications Commission: FCC）が国内通信事業の規制とライセンス交付を行うこととされ、この権限に基づき、通信衛星に関する周波数の管理、無線局への免許付与[20]及び軌道位置の割当てを行っている[21]。

国際通信については、商業通信衛星システムの導入について定めた 1962 年通信衛星法（コムサット法）[22]に基づき、コムサット（Communications Satellite Corporation: COMSAT）社が創設され、国内の衛星通信業者及び許可を受けた団体に対し衛星通信回線の賃貸を行っている[23]。

３　商業打上げ

商業宇宙打上法[24]は、規制緩和や民営化を進めるレーガン政権の下、民間事業者による使い捨てロケットの商業打上げ促進を目的とし、1984 年に制定された。同法に基づき運輸省（Department of Transportation: DOT）に商業宇宙輸送室（Office of Commercial Space Transportation: AST）が設置され、商業打上げの推進を担うこととなった。商業打上げにはライセンス制が導入され、米国内で実施される商業打上げ・打上射場の運営及び米国市民[25]が国外で実施する商業打上げ・打上射場の運営について、ライセンス取得が義務付けられた。1995年、ASTは、DOTの機関である連邦航空局（Federal Aviation Administration: FAA）に移管された。

商業打上げに伴う第三者及び政府の財産の損害については、損害賠償責任保険への加入が義務付けられた。商業宇宙打上法の 1988 年改正[26]では、同保険の限度額を超過した額の賠償については一定額まで政府が保障することが明確になり、さらに打上関係者間や政府との間での損害賠償請求権を相互に放棄することが義務付けられた[27]。

商業宇宙打上法の 1998 年改正[28]では、FAA からのライセンス取得が義務付けられる対象と

---

(19)　Communications Act of 1934 (Public Law 73-416)

(20)　米国で人工衛星を運用するためには、原則として FCC から周波数の使用許可を受けなければならない。小塚荘一郎・佐藤雅彦編著『宇宙ビジネスのための宇宙法入門』有斐閣 , 2015, p.184.

(21)　「アメリカ合衆国（United States of America）―通信―」pp.1-2. 総務省ウェブサイト <http://www.soumu.go.jp/g-ict/country/america/pdf/001.pdf>; 村瀬信也・奥脇直也「宇宙関係諸条約の履行と国内法整備―民間宇宙活動をめぐる米国の法制―」『立教法学』36 号 , 1992.3, pp.76-77.

(22)　Communications Satellite Act of 1962 (Public Law 87-624); 鈴木　前掲注 (6), p.34;「アメリカ合衆国（United States of America）―通信―」同上 , p.8.

(23)　コムサット社は 2000 年 8 月にロッキード・マーティン（Lockheed Martin）社によって買収された。買収計画はすでに 1998 年 8 月には発表されていたが、その後押しとなったのが、2000 年 3 月クリントン政権下で制定された ORBIT 法（国際通信改善に向けた市場開放再編成法。Open-Market Reorganization for the Betterment of International Telecommunications Act, Public Law 106-180）であり、現在、米国内で国際衛星通信は自由化されている。“2000 Annual Report for Lockheed Martin Corporation,” pp.23-24. Lockheed Martin website <hhtp://www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed/data/corporate/documents/2000-Annual-Report.pdf>

(24)　Commercial Space Launch Act (Public Law 98-575)

(25)　同法では、「米国市民」の「市民」には、①個人、②米国法及び州法に基づいて存在する団体、③外国法に基づき組織され又は存在するが、①、②により支配的利権が保持されている団体、が含まれる（第 4 条 11 項）。

(26)　Commercial Space Launch Act Amendments of 1988 (Public Law 100-657)

(27)　慶應義塾大学宇宙法センター監修 , 編集『宇宙法ハンドブック』一柳みどり編集室 , 2013, p.274.

(28)　Commercial Space Act of 1998 (Public Law 105-303)

して打上機[29]の再突入及び着陸施設の運営が追加され、2004年改正[30]では、商業有人宇宙飛行が対象に加わった。これらの改正により、ライセンス取得の対象は、①打上機、②再突入機、③ペイロード[31]、④乗員及び宇宙飛行参加者を地球から弾道飛行[32]、宇宙空間における地球周回軌道、又は宇宙空間に、配置させる又は配置させようとする行為、及び帰還させる又は帰還させようとする行為、⑤米国打上射場における準備行為、となった。

また、2015年には商業打上競争力法[33]が制定された。同法では、米国市民が獲得した小惑星の資源及び宇宙資源[34]の占有（possess）、所有（own）、輸送（transport）、利用（use）及び売却（sell）の権利を有することが規定された（第402条）。

4　地球観測（リモートセンシング）

1970年代に入ると、地球観測衛星の民生化、商業化が進み[35]、1972年にはNASAがランドサット（LANDSAT）[36]と呼ばれる初の民生用地球観測衛星の初号機を打ち上げた。ランドサットの運用が進むにつれ、連邦政府は、ランドサットのような地球観測衛星の運用は民間の商業活動として行われるべきであると考えるようになった[37]。しかし、他方で公共財としてのデータ提供の継続性の維持も重要な課題であると考えていたため、ジミー・カーター（James Carter）政権は1979年に民営化に向けた段階的措置としてランドサットの運用と監督責任をNASAから商務省（Department of Commerce: DOC）の機関である海洋大気庁（National Oceanic and Atmospheric Administration: NOAA）に移した[38]。1980年代に入り、レーガン政権では、より一層民生宇宙活動における民間による投資と参加の拡大が進められ、1984年には地球観測事業の完全民営化を目指すべく陸域リモートセンシング商業化法[39]が制定されたが、その見通しが立たず、短期的な民営化の実現を断念した[40]。その後、1992年に制定された陸域リモートセンシング政策法[41]では民営化を長期的な目標とするとともに、公益目的での継続的なデータの取得、アーカイ

(29)　同法における「打上機」とは、①宇宙空間で運用し、又は宇宙空間にペイロード（後掲注(31)を参照）を輸送するために作られた機体、及び②弾道ロケットをいう（第2条(6)項）。

(30)　Commercial Space Launch Amendments Act of 2004 (Public Law 108-492)

(31)　ロケットで輸送される宇宙船、人工衛星、宇宙探査機等。

(32)　地球周回軌道より低い高度にある準軌道（suborbital）を飛行する有人飛行。

(33)　U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act (Public Law 114-90)

(34)　小惑星の資源（asteroid resource）とは小惑星上で見つかった資源を指す。宇宙資源（space resource）とは宇宙空間における水や鉱物などの非生物資源を指す（第402条）。

(35)　民生用の地球観測衛星については1960年代から研究が進められていたが、1973年の石油ショックを機に宇宙からの資源探査実施へのニーズが高まり、その開発のペースが早められた。鈴木　前掲注(6), p.36.

(36)　陸域観測のための人工衛星であり、農業、森林管理、土地利用、自然資源の探査等に用いられる。“Practical Uses.” NASA Landsat Science website <http://landsat.gsfc.nasa.gov/about/applications/> また、現在までに8機が打ち上げられ（6号機は失敗）、7号機、8号機が稼働中である。“Landsat: Earth Observation Satellites.” USGS website <https://pubs.usgs.gov/fs/2015/3081/fs20153081.pdf>

(37)　Joanne Irene Gabryowicz, “The Peril of Landsat from Grassroots to Globalization: A Comprehensive Review of U.S. Remote Sensing Law with a Few Thoughts for the Future,” *Chinago Journal of International Law*, vol.6 no.1, June 2005, pp.51-52. <http://chicagounbound.uchicago,edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1271&context=cjil>

(38)　The White House, “Civil Operatinoal Remote Sensing,” Presidential Directive/NSC 54, November 16, 1979. Jimmy Carter Presidential Library & Musium website <https://www.jimmycarterlibrary.gov/documents/pddirectives/pd54.pdf>

(39)　Land Remote-Sensing Commercialization Act of 1984 (Public Law 98-365)

(40)　宇宙開発戦略本部宇宙活動に関する法制検討ワーキンググループ「諸外国の宇宙活動法について」（第1回会合資料4）2008.11.19. 首相官邸ウェブサイト <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/utyuu/housei/dai1/siryou4.pdf>

(41)　Land Remote Sensing Policy Act of 1992 (Public Law 102-555). 同法により、陸域リモートセンシング商業化法は廃止された。

ブ化等は政府の義務とされた。またランドサットは、国家安全保障や地球環境問題における重要性が再認識されたことから、その管理運用責任が国防総省と NASA によって設立される統合的な計画運営機構に置かれることとなった。

同法では、地球観測事業を行う米国市民、及び米国の管轄権または管理に服する外国人に対し、データの送受信を全て米国外で行う場合も含め、ライセンスの取得を義務付けている。ライセンスの発行者は海洋大気庁である。ライセンス取得の要件には、①国家安全保障を確保すること、②外交政策を遵守すること、③合理的な条件の下で内務省（Department of the Interior: DOI）にデータを提供すること、④被撮像国の政府の要求に応じ、安全保障上問題ない範囲でデータを提供すること、等がある[42]。

また、米国の国家安全保障、国際的義務、外交政策などに鑑み、衛星画像の撮影・配布が可能な分解能（解像度）の範囲はライセンスの申請ごとに判断され[43]、分解能 25 センチメートルまでの衛星画像の配布が認められた事例がある[44]。また、イスラエル国内については、市場取引されている画像のうち最高の分解能を超える画像の撮影・配布は禁止されている[45]。

さらに、1994 年には、ビル・クリントン（Willian J. Clinton）大統領が「地理データの構築と利用の調整―国家地理空間データ基盤―」と題する大統領令 12906 号[46]を発令し、地球観測衛星から得られる地理空間データのクリアリングハウス[47]を設立することを定めた。また、2003 年にはジョージ・W・ブッシュ（George W. Bush）政権[48]下で打ち出された商業地球観測政策は、政策目標の 1 つに、連邦政府と商業地球観測を行う宇宙産業が長期的かつ持続的な関係を発展させることを掲げ、連邦政府が積極的に商業衛星画像を調達することを定めている[49]。

Ⅱ　宇宙政策

ここでは、2001 年 1 月に発足したブッシュ政権以降における、米国の宇宙政策の動向について述べる。

---

(42)　小塚・佐藤編著　前掲注 (20), pp.194-195.

(43)　“Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, 15 CFR Part 60, Licensing of Private Land Remote-Sensing Space Systems: Finale Rule,” *Federal Register*, Vol.71 No.79, April 25 2006, pp.24486, 24489.

(44)　デジタル・グローブ（Digital Globe）社によれば、同社が 2014 年に打ち上げた地球観測衛星「ワールドビュー 3（WorldView-3）」では、分解能 25 センチメートルの画像まで販売が認められたとされる。Warren Ferster, “Digital Globe Wins Approval of Relaxed Operating Restrictions, with Proviso,” *Space News*, June 13, 2014. <http://spacenews.com/40898digitalglobe-wins-approval-of-relaxed-operating-restrictions-with-proviso/>

(45)　National Defense Authorization Act for Fiscal Year 1997 (Public Law 104–201), §1064.

(46)　“Coordinating Geographic Data Acquisition and Access: The National Spatial Data Infrastructure,” Executive Order 12906, April 11, 1994. <https://www.archives.gov/files/federal-register/executive-orders/pdf/12906.pdf>

(47)　地理情報の所在調査やその内容・品質を評価するために使われるインターネット上の検索システム。「4・7 メタデータとクリアリングハウスとは ?」国土地理院ウェブサイト <http://www.gsi.go.jp/GIS/stdind/nyumon_0470.html>

(48)　以下、特に断りのない限り、「ブッシュ大統領」、「ブッシュ政権」は、2001 年に米国大統領に就任したジョージ・W・ブッシュ大統領又は同政権を指す。

(49)　“U.S. Commercial Remote Sensing Space Policy,” National Security Presidential Directive, NSPD-27, April 25, 2003. Office of Space Commerce website <http://www.space.commerce.gov/policy/u-s-commercial-remote-sensing-space-policy/>

1　ブッシュ政権の宇宙政策

2002 年 6 月、ブッシュ大統領は、クリントン政権下で 1996 年に策定された国家宇宙政策（National Space Policy）[50] の見直しを国家安全保障会議（National Security Council: NSC）に指示した [51]。2001 年 1 月、ブッシュ政権で国防長官に就任する直前であったドナルド・ラムズフェルド（Donald Rumsfeld）は、「宇宙のパールハーバー（Space Pearl Harbor）」[52] の発生に警鐘を鳴らすなど国家安全保障を重視する姿勢を示していた [53]。見直しの指示から 4 年後となる 2006 年 8 月、新たな国家宇宙政策 [54] が策定された。同政策が掲げた米国の宇宙政策の目的は次のとおりである。

(1) 宇宙におけるリーダーシップの強化

同政策は、米国の宇宙におけるリーダーシップの強化を通じて米国の国家安全保障、国土安全保障、外交政策を推進するため、随時の宇宙利用を可能にするとした。また、米国の宇宙におけるリーダーシップを実現するために、米国の宇宙産業を強化することが重要であり、米国の宇宙産業をダイナミックかつ国際競争力のあるものにするとした。

(2) 宇宙探査の推進

同政策は、革新的な有人又は無人の宇宙探査を実施し、これを継続していくことで、太陽系における人類のプレゼンスを拡大するとともに、非軍事の宇宙探査、科学的発見及び環境関連活動によりもたらされる利益を増加させるとした。

なお、同政策の策定に先立つ 2004 年 1 月、ブッシュ大統領は、ISS の完成を目指す [55] とともに、月及び火星への有人宇宙探査に向けた調査・準備を進める「コンステレーション計画（Constellation Program）」を示していた [56]。

(3) 宇宙活動の制限への反対

同政策は、「米国の宇宙アクセス又は宇宙利用を禁止又は制限しようとする新規の法的体制その他規則の形成に反対する」とする原則を掲げ、宇宙活動を制限する国際的取決めへの反対姿勢を明確にした。

---

(50) The White House, National Science and Technology Council, “Fact Sheet: National Space Policy,” September 19, 1996. 国家宇宙政策の文書そのものは通常、機密扱いであるため、内容を簡潔に記した Fact Sheet 等の形で公開されている。

(51) The White House, “National Space Policy Review,” National Security Presidential Directive, NSPD-15, June 28, 2002. Federation of American Scientits website <https://fas.org/irp/offdocs/nspd/nspd-15.pdf>

(52) 宇宙システムを攻撃したとしても、それだけで死者が出ることはなく、また攻撃されたことを直接目撃することもできないため、紛争の初期段階で隠密裏に敵の能力を劣化させる手段として対衛星兵器（ASAT）の使用が想定される。「宇宙のパールハーバー」は、そのことの例えである。

(53) “Report of the Commission to Assess United States National Security Space Management and Organization: Executive Summary,” January 11, 2001, pp.13-15. Department of Defense website <http://www.dod.mil/pubs/spaceintro.pdf>

(54) “U.S. National Space Policy (Unclassified),” August 31, 2006. NASA History website <https://history.nasa.gov/ostp_space_policy06.pdf >

(55) ブッシュ大統領は、ISS の完成と同時にスペースシャトルを運用停止することも示唆した。スペースシャトルの運用は 2011 年に終了した。

(56) “President Bush Announces New Vision for Space Exploration Program,” National Security Presidential Directive, NSPD-49, January 14, 2004. NASA History website <http://history.nasa.gov/Bush%20SEP.htm> なお、コンステレーション計画はオバマ政権において中止された。「II 2　オバマ政権の宇宙政策」を参照。

２　オバマ政権の宇宙政策

(1) 原則及び目標

2016 年末現在、米国の宇宙政策は、バラク・オバマ（Barack Obama）大統領が 2010 年 6 月に発表した国家宇宙政策[57]を基本としている。同政策は､5 つの原則と 6 つの目標を示した(表 1)。

表１　オバマ政権の国家宇宙政策における原則及び目標の概要

原則	①責任ある宇宙活動は各国共通の利益である。宇宙活動における長期持続性、安定性や宇宙への自由なアクセス及び利用は、米国の重要な国益である。 ②活発で競争力のある宇宙産業は宇宙における継続的な進歩に不可欠である。米国連邦政府は、国内の宇宙商業部門の成長を奨励・支援する。 ③各国は、国際法に則り、平和目的及び全人類の利益のために宇宙の探査・利用を行う権利を有する。その中には安全保障利用も含まれる。 ④いかなる国も宇宙空間又は他の天体に対する領有権を主張することはできない。全ての国の宇宙システムは、干渉を受けずに宇宙空間を通過し、宇宙空間で活動する権利を有する。宇宙システム等への意図的な干渉は国家権利の侵害と見なされる。 ⑤米国は、全ての責任ある国の宇宙利用を保証するとともに、自己防衛の権利の範囲内で他国からの干渉や攻撃を阻止し、米国の宇宙システム及び同盟国の宇宙システムを守り、抑止できなければ、攻撃を撃退する。
目標	①競争力ある国内宇宙産業の活性化 ②共通利益のある宇宙活動における国際協力の拡大 ③宇宙活動における安定性の強化 ④ミッションに不可欠な機能の確実性及び抗たん性の増強 ⑤有人及び無人活動における主導権の追求 ⑥宇宙を拠点とする地球観測及び太陽観測の改善

（出典）“National Space Policy of the United States of America,” June 28, 2010. White House website <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/national_space_policy_6-28-10.pdf> を基に筆者作成。

ブッシュ政権では、宇宙政策の原則において、宇宙における行動の自由を制限する国際的取決めへの反対姿勢を明確にしたが、オバマ政権の宇宙政策の原則では、「宇宙活動における自由なアクセス及び利用は米国の重要な国益」であり、「全ての国の宇宙システムが宇宙空間で活動する権利を有する」という表現にとどめている。また、全ての国が国際法に則った宇宙の探査・利用を行う権利を有するとしており、国際法による秩序を重視している。また、2015 年に発表された国家安全保障戦略（National Security Strategy）[58]においても、宇宙活動における透明性・信頼醸成に向けた措置を推進しつつ、あらゆる分野で宇宙活動の国際協力を拡大するとしている[59]。

また、オバマ政権の国家宇宙政策は、国内宇宙産業の振興にも重点を置いている。国際協力拡大の背景には、宇宙活動を行う国が増え、その活動が活発化するに伴い、宇宙空間利用の持続可能性と安定性を維持するため、国際協力が不可欠になったとの認識がある[60]。国内産業振興に関しては、米国の民間企業やベンチャー企業が国際競争力を有しているとの前提に

(57)　“National Space Policy of the United States of America,” June 28, 2010. White House website <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/national_space_policy_6-28-10.pdf>

(58)　The White House, “National Security Strategy,” February 2015. <https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/docs/2015_national_security_strategy_2.pdf >

(59)　*ibid.,* p.13.

(60)　2010 年の国家宇宙政策においては、①宇宙空間における無責任な行動は宇宙を利用又は活動を行う全ての国に損害を与える、②宇宙活動を行う国が増加するに伴い国家間で衝突する可能性が増している、③米国はこれらに対し関与はするが米国 1 国の責任にはなりえない、との認識を示している。“National Space Policy of the United States of America,” *op.cit.*(57), pp.1-2.

立ち、米国の宇宙産業の強化を通じた商業宇宙分野における米国の主導権の維持、増進を図っている。

国家宇宙政策の発表に先立つ2010年4月、オバマ大統領は新しい宇宙探査の方針を発表し、2030年代に火星に人類を送り込むという目標を示すとともに、宇宙産業の活性化と雇用創出を掲げた。この目標の達成に向け、オバマ大統領はNASAに対し、国内企業と連携しつつ、宇宙船や関連技術の開発を行うよう指示した。[61]

このほか、オバマ政権の宇宙政策が、宇宙デブリの軽減・除去に加え、宇宙状況監視（Space Situational Awareness: SSA）の強化について明記した点も注目される[62]。

なお、オバマ大統領は2016年10月に磁気嵐[63]や太陽フレア[64]等の宇宙気象による経済的損失や人的被害最小化のために政府レベルで対策を講じることを求める大統領令[65]を発している。

（2）安全保障政策

オバマ政権では国家宇宙政策とは別に、宇宙に関する安全保障面の指針として2011年にロバート・ゲイツ（Robert Gates）国防長官及びジェームズ・クラッパー（James Clapper）国家情報長官の連名で、「国家安全保障宇宙戦略（National Security Space Strategy: NSSS）」[66]を発表し、宇宙空間での軍事的優位を維持・拡大していく方針を示している。

同戦略は、現在及び将来の宇宙空間の戦略環境の特徴を3つの“C”で示した。すなわち、“Congested”（宇宙デブリや人工衛星等の軌道上にある物体の増加）、“Contested”（米国宇宙システムへの軍事的脅威や宇宙環境の安定性に対する懸念の増加）、“Competitive”（宇宙に関連する経済競争の激化）、である。こうした宇宙空間の戦略環境の認識を踏まえ、同戦略では、3つの戦略目標と、5つの戦略的アプローチを示している（表2）。

---

(61)　“Remarks by the President on Space Exploration in the 21st Century,” April 15, 2010. NASA website <https://www.nasa.gov/news/media/trans/obama_ksc_trans.html> 宇宙探査に関しては、「II 2　オバマ政権の宇宙政策」の「（3）宇宙探査」も参照。

(62)　“National Space Policy of the United States of America,” *op.cit.*(57), p.7.

(63)　磁気嵐とは、太陽風（太陽から吹き出した、電気伝導度の高いプラズマの流れ）の影響を受けて生じる地磁圏の大きな変動。「地球電磁気のQ&A」気象庁地磁気観測所ウェブサイト <http://www.kakioka-jma.go.jp/knowledge/qanda.html>

(64)　太陽フレアとは太陽表面で起きる爆発現象。太陽大気（コロナ）に蓄積された磁場エネルギの開放によって発生すると考えられている。「私たちに最も近い星、太陽の新しい素顔」JAXAウェブサイト <http://www.jaxa.jp/article/special/astro/shimizu02_j.html>

(65)　“Coordinating Efforts To Prepare the Nation for Space Weather Events,” Executive Order 13744, October 13, 2016. <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2016-10-18/pdf/2016-25290.pdf>

(66)　“National Security Space Strategy: Unclassified Summary,” January 2011. Department of Defense website <http://archive.defense.gov/home/features/2011/0111_nsss/docs/NationalSecuritySpaceStrategyUnclassifiedSummary_Jan2011.pdf>

表２　国家安全保障宇宙戦略における３つの戦略目標と５つの戦略的アプローチ

戦略目標	①宇宙の安全、安定、安全保障＊の強化 ②宇宙における安全保障上の戦略的優位の維持・強化 ③米国の安全保障を支える宇宙産業基盤の活性化
戦略的アプローチ	①責任ある平和的で安全な宇宙利用の促進 ②米国が有する高度な宇宙能力の提供 ③責任ある国家、国際機関及び企業との連携 ④米国の安全保障を支える宇宙インフラに対する攻撃の防止・抑止 ⑤悪化した環境下においても反撃及び作戦を遂行する準備

＊「宇宙の安全」とは宇宙での事故、損壊、意図的な干渉のリスクを最小化すること、「宇宙の安定」とは国が宇宙空間の管理者として行動し、行動規範に従うことで共通の責任を果たすこと、「宇宙の安全保障」とは責任ある国が、固有の自衛権を行使することなく宇宙にアクセスし宇宙活動の利益を享受すること、である。

（出典）“National Security Space Strategy: Unclassified Summary,” January 2011, pp.4-5. Department of Defense website <http://archive.defense.gov/home/features/2011/0111_nsss/docs/NationalSecuritySpaceStrategyUnclassifiedSummary_Jan2011.pdf> を基に筆者作成。

また、オバマ大統領は 2015 年に発表した「国家安全保障戦略」の中で、米国の宇宙システムへの攻撃を抑止及び撃退するための技術や戦術を開発すると述べている[67]。具体的には攻撃の兆候（indications）、警告（warnings）、帰属（attributions）[68]を明らかにするものであり、米国の宇宙空間での重要な能力の抗たん性を促進するものであると説明している[69]。アシュトン・カーター（Ashton Carter）国防長官によれば、オバマ政権は宇宙資産の抗たん性を保護及び改善するために 220 億ドル（約 2 兆 6629 億円[70]）を費やしたという[71]。

このほか、2015 年には、FAA との共管により SSA を担う「統合・機関間宇宙作戦センター（Joint Interagency Combined Space Operations Center: JICSpOC）」を設置したほか、宇宙企業に対する統率力を強化するため空軍長官を国防総省宇宙担当首席アドバイザー（Principal DoD Space Advisor: PDSA）に任命するなど組織や管理体制の変更を行った[72]。

（3）宇宙探査

2010 年 4 月、オバマ大統領はケネディ宇宙センターでの演説において、ブッシュ政権で提起されたコンステレーション計画の中止を発表した[73]。同計画は、当初から目標遂行のために

(67)　The White House, *op.cit.*(58), p.13.

(68)　攻撃の発生元を特定すること。

(69)　The White House, *op.cit.*(58), p.13.

(70)　本稿では 2015 年の年間平均レートに基づき、1 ドルを 121.04 円として換算した。OECD, “Exchange rates.” <https://data.oecd.org/coversion/exchange-rates.htm>

(71)　Ashton Carter, “Exit Memo: Department of Defense,” January 5, 2017, p.13. Department of Defense website <https://www.defense.gov/Portals/1/Documents/pubs/FINAL-DOD-Exit-Memo.pdf>; Marcia S. Smith, “Obama Administration Assesses Its Space Achievements in ‘Exit Memos’,” January 5, 2017. Space Policy Online.com website <http://www.spacepolicyonline.com/news/obama-administration-assesses-its-space-achievements-in-exit-memos>

(72)　Carter, *ibid.*; “News Release: New Joint Interagency Combined Space Operations Center to be Established,” September 11, 2015. Department of Defense website <https://www.defense.gov/News/News-Releases/News-Release-View/Article/616969/new-joint-interagency-combined-space-operations-center-to-be-established> この組織変更は、中国やロシアの宇宙能力の向上に対する懸念を背景に行われた 2014 年の宇宙に関する包括的な「戦略ポートフォリオ見直し（Strategic Portfolio Review: SPR）」の結果によるものとされる。ピーター・L・ヘイズ「第 1 章　米国の軍事宇宙利用―問題と課題―」防衛省防衛研究所『平成 27 年度安全保障国際シンポジウム報告書』pp.26-27. <http://www.nids.mod.go.jp/event/symposium/pdf/2015/j_01.pdf>

(73)　“Remarks by the President on Space Exploration in the 21st Century,” *op.cit.*(61)

必要な資源を有していないとの指摘があった[74]。2009年6月にNASAが設置した米国有人宇宙飛行再検討委員会（オーガスティン委員会）[75]は同計画について評価を行い、同年10月、コンステレーション計画は2020年までに月面着陸を行うだけでも大幅な予算拡大が必要になるなどと指摘した報告書[76]を取りまとめていた。

さらに、同大統領は、同演説にて新しい宇宙探査のアプローチを発表した[77]。その中で、国際宇宙ステーションの運用を5年以上延長することに加え、スペースシャトルの退役が近付く中、ISSへの輸送において民間企業の協力を得るなどの方針が示された。また、2025年までに、ブッシュ政権が示した月探査ではなく、史上初めて小惑星に向けて人類を送り出すことから始め、2030年代半ばに火星周回軌道に人類を送り込み、その後火星への有人着陸が行われるであろうと述べていた[78]。

3　NASAの役割の変化

前述のとおり、NASAは1958年に米国の民生宇宙活動を担う行政機関として設立された。省庁間の利害を調整できるよう、大統領直属の独立組織となっている。航空、地球観測、宇宙科学、有人活動、宇宙技術の5分野を、戦略的事業としている。これまで有人宇宙活動ではマーキュリー計画、アポロ計画、スカイラブ計画、アポロ・ソユーズテスト計画、スペースシャトル計画、国際宇宙ステーション計画（現行）が進められてきた。また、宇宙探査活動では月探査を行うサーベイヤー計画、火星探査を行うバイキング計画や、木星・土星・天王星・海王星・冥王星探査を行うボイジャー計画（現行）、ハッブル望遠鏡の軌道への設置などのミッションを行うディスカバリー計画（現行）等が進められてきた。[79]

従来はNASA自身が中心となってこれらの事業を実施してきたが、近年では、ISSへの宇宙飛行士及び物資の輸送は民間企業に委託し、宇宙探査については民間企業と協力して実施するという流れが生まれつつある。

ISSまでの物資輸送を民間企業に委託することに関して、NASAは「商業軌道輸送サービス（Commercial Orbital Transportation Services: COTS）」と「商業物資輸送サービス（Commercial Resupply Services: CRS）」という2段階の戦略を打ち出した。これは、まず前者においてISSへの人員と物資の輸送をデモフライトにより実証するよう求められ、次に後者によりISSまでの輸送サービスの契約を締結するというものである[80]。COTSに選定されたスペースX（SpaceX）社とオー

---

(74)　Committee on an Assessment of Balance in NASA's Science Programs, Space Studies Board, National Research Council, *An Assessment of Balance in NASA's Science Programs*, Washington D.C.: National Academy Press, 2006, p.2.

(75)　Review of U.S. Human Space Flight Plans Committee. コンステレーション計画を評価し、大統領に助言するため2009年6月に設置された。委員長はロッキード・マーティン社の元CEOであるノーマン・オーガスティン（Norman Augustine）であった。

(76)　Review of U.S. Human Spaceflight Plans Committee, "Seeking a Human Spaceflight Program Worthy of a Great Nation," October 2009, p.20.

(77)　"Remarks by the President on Space Exploration in the 21st Century," *op.cit.*(61)

(78)　なお、2016年10月、オバマ大統領は、宇宙に関する今後の目標について、2030年代までに火星に人類を送り安全に地球へ帰還させることであり、究極的には火星での長期滞在を可能にすることであると述べた。Barack Obama, "Barack Obama: America will take the giant leap to Mars," October 12, 2016. CNN website <http://edition.cnn.com/2016/10/11/opinions/america-will-take-giant-leap-to-mars-barack-obama/>

(79)　「アメリカ航空宇宙局」JAXA宇宙情報センターウェブサイト <http://spaceinfo.jaxa.jp/ja/nasa.html>

(80)　"Commercial Orbital Transportation Services (COTS)." NASA website <https://www.nasa.gov/commercial-orbital-transportation-services-cots>

ビタル ATK（Orbital ATK）社はデモフライトを成功させ[81]、2009 ～ 2016 年の間、ISS への無人物資輸送サービスを調達することになった[82]。宇宙飛行士の輸送について NASA は「商業乗員輸送開発（Commercial Crew Development: CCDev）」という宇宙技術開発計画を 2010 年に開始した[83]。同計画は、ISS 乗組員の交代を行うための民間の有人宇宙船の開発を目指すものである。

宇宙探査における民間企業との協力については、少なくとも火星への有人着陸については、NASA と民間企業が共同で進める予定であることが明らかになっている[84]。

Ⅲ　宇宙関係機関及び各機関の予算

1　宇宙開発利用に関わる機関とその役割

米国の宇宙政策は、大統領のリーダーシップの下、大統領府に設置された NSC、科学技術政策局（Office of Science and Technology Policy: OSTP）、及び歴代政権がそれぞれ設置した機関[85]により立案される。またこれらの機関は、米国の宇宙開発利用の黎明期から深く関わる国防総省や NASA を始め、商務省、内務省、運輸省等の宇宙政策の各分野（民生、軍事、情報、商業など）を担当する連邦行政機関の調整を行う。

上記機関の重点の置かれ方は政権によって異なる。例えばアイゼンハワー政権では、1958 年に大統領府の助言機関として「国家航空宇宙会議（National Aeronautics and Space Council: NASC）」が設置されたが、宇宙政策の検討の場としては NSC を好み、NASA 長官等を NSC に出席させて政策を検討していた[86]。クリントン政権では、OSTP が宇宙政策の形成において主導権を握っていたが、続くブッシュ政権では NSC がその主導権を握るようになった[87]。

宇宙政策形成に関する省庁間の調整機関としては、ブッシュ政権で「宇宙調整政策委員会（Space Policy Coordinating Committee: Space PCC）」が、続くオバマ政権では「宇宙に関する省庁間政策委員会（Space Interagency Policy Committee: Space-IPC）」が設置された。両者は名称が異なるものの類似した機関であると見られている[88]。

以下では、宇宙開発利用に関わる機関とその役割について具体的に説明する。その体制については図 1 のとおりである。

(1) 大統領府

NSC は、国家安全保障・外交政策について大統領に助言する立場から宇宙政策の形成に関

(81)　"COTS: Commercial Partners." NASA website <https://www.nasa.gov/content/cots-commercial-partners>

(82)　"NASA Awards Space Station Commercial Resupply Services Contracts," Dec.23, 2008. NASA website <http://www.nasa.gov/offices/c3po/home/CRS-Announcement-Dec-08.html>

(83)　"CCDev Information," NASA website <https://www.nasa.gov/offices/c3po/partners/ccdev_info.html>

(84)　Barack Obama, *op.cit.*(78) NASA や民間企業による宇宙探査の動向については、「Ⅳ 2　宇宙探査」を参照。

(85)　必ずしも政権ごとに新設されるとは限らない。例えば、アイゼンハワー政権が 1958 年に設置した国家航空宇宙会議（National Aeronautics and Space Council: NASC）は、第 2 期ニクソン政権まで継続されている。

(86)　John Logsdon, "Is creating a National Space Council the best choice?" January 3, 2017. The Space Review website <http://www.thespacereview.com/article/3137/1>

(87)　*ibid*.

(88)　*ibid.*

与しており、米国の最初の宇宙開発計画である 1955 年の「米国の科学衛星計画」[89] の時から関わっている。

OSTP は科学技術政策について大統領に助言する立場にある。OSTP は、1976 年にジェラルド・フォード（Gerald Ford）政権下で設置された。[90] 大統領への科学技術的な助言、政府部内の調整、科学に基づいた政策形成を行う機関として、国家科学技術政策・組織・優先事項法 [91] に基づき、大統領府内に OSTP が設置された。NASC とケネディ政権時に設置された科学技術局（Office of Science and Technology: OST）はニクソン政権下で廃止されていた [92]。

（2）国防総省

DOD は軍事・安全保障上の宇宙活動として、兵器システムの開発や軍事作戦等に関わる活動を担い、全地球測位システム（Global Positioning System: GPS）[93] のほか、軍事衛星（軍事通信衛星、早期警戒衛星等）の研究開発・運用を担っている。DOD 及びインテリジェンス・コミュニティ（Intelligence Community: IC）[94] の傘下にある国家偵察局（National Reconnaissance Office: NRO）は、主として偵察衛星の開発、打上げ、運用を行っている。NRO は、通信、電磁波、信号等を傍受する情報収集活動（Signals Intelligence: SIGINT）を行う国家安全保障局（National Security Agency: NSA）や、地理空間情報の収集分析（Geospatial Intelligence: GEOINT）を行う国家地理空間情報局（National Geospatial-Intelligence Agency: NGA）にデータを提供している。

---

(89)　National Security Council, *op.cit.*(1)

(90)　“About OSTP.” Office of Science and Technology Policy website <https://obamawhitehouse.archives.gov/administration/eop/ostp/about>; 科学技術振興機構研究開発戦略センター海外動向ユニット「主要国の政府科学顧問（米、英、韓、EU）」2013.4.17, p.3. <https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2013/FU/CP20130417.pdf>

(91)　National Science and Technology Policy, Organization, and Priorities Act of 1976（Public Law 94-282）

(92)　Richard Nixon, “Message to the Congress Transmitting Reorganization Plan 1 of 1973 Restructuring the Executive Office of the President,” January 26, 1973. The American Presidency Project website <http://www.presidency.ucsb.edu/ws/?pid=3819>“

(93)　クリントン政権下で 2004 年 12 月 15 日に発表された「米国衛星測位・航法・計時政策（U.S. Space-Based Position, Navigation, and Timing Policy）」により、GPS に関わる政策決定は「国家衛星測位・航法・計時執行委員会（The National Space-Based Positioning, Navigation, and Timing（PNT）Executive Committee）」が実施することになっている。“National Executive Committee.” GPS.gov website <http://www.gps.gov/governance/excom/> 同委員会は、国防副長官及び運輸副長官を共同議長とし、メンバーは国務省、内務省、農務省（US Department of Agriculture: USDA）、商務省、国土安全保障省（Department of Homeland Security: DHS）、統合参謀本部（Joint Chiefs of Staff: JCS）、NASA で構成される。その役割は、米国の測位、航法、計時サービスの維持・改善や安全性等の GPS に関連する政策や予算について各省庁の利害を調整し、行政府や各省庁に提言・助言を行うことである。“Charter National Space-Based Positioning, Navigation, and Timing Executive Committee.” GPS.gov website <http://www.gps.gov/governance/excom/charter/>

(94)　国家情報長官室（ODNI）、中央情報局（Central Intelligence Agency: CIA）、国防情報局（Defense Intelligence Agency: DIA）、連邦捜査局（Federal Bureau of Investigation: FBI）等 17 の情報機関から構成され、情報機関の活動の調整及び情報の一元化を図る。

（3）航空宇宙局

NASA は、他の関係国とともに ISS の運用を担っている[95]。ISS への物資輸送では、COTS や CRS などを通じて民間企業と連携している。

宇宙探査においては、多目的有人宇宙船であるオリオン宇宙船（Orion Multi-purpose Crew Vehicle: MPCV）と、スペースシャトルに代わる大型ロケットであるスペース・ローンチ・システム（Space Launch System: SLS）[96] の開発を進めている。

火星探査については、火星探査機「メイブン（MAVEN）」による火星観測のほか、火星に着陸し地下構造等を調査する探査機「インサイト（InSight）」の打上げを予定している。また、小惑星からの試料採取・回収（サンプルリターン）を目的とする探査機「オシリス・レックス（OSIRIS-REx）」による小惑星探査や、赤外線観測用の宇宙望遠鏡であるジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の開発なども行っている[97]。

（4）海洋大気庁

NOAA では主に気象観測・地球環境観測を行っている。観測に当たっては、静止軌道と極軌道を周回する気象衛星を組み合わせて運用している。また、NOAA の環境衛星データ情報局（National Environmental Satellite, Data, and Information Service: NESDIS）において気象・海洋関連データが管理されている。

（5）その他

DOI 傘下の米国地質調査所（United States Geological Survey: USGS）では人工衛星による陸域観測を行っており、ランドサットデータの管理を行っている。また、政府利用のために民間の衛星データを大量購入している（安全保障に関しては、DOD の NGA が購入している）[98]。

DOT 傘下の FAA は、人工衛星やロケット等の商業打上げの許可を行っている。

国務省（United States Department of State: USDS）は国際武器取引規則（International Traffic in Arms Regulations: ITAR, 22 CFR Parts 120-130）、商務省（Department of Commerce: DOC）は輸出管理規則（Export Administration Regulations: EAR, 15 CFR Parts 730-774）に基づき、それぞれ宇宙機器等の輸出管理を行っている。

---

(95)　“Partners Sign ISS Agreements.” NASA website <https://www.nasa.gov/mission_pages/station/structure/elements/partners_agreement.html>; ISS の参加国（米国、ロシア、欧州、カナダ、日本）は、ISS の運用の終了を 2020 年から 2024 年まで延長することに合意している。「米 NASA、ISS の運用を 2024 年まで延長へ」2014.1.9. CNN ウェブサイト <http://www.cnn.co.jp/fringe/35042281.html>; “Roscosmos, NASA agree on extending ISS operation until 2024,” March 28, 2015. Russia Beyond The Headlines website <http://rbth.com/news/2015/03/28/roscosmos_nasa_agree_on_extending_iss_operation_until_2024_44834.html>; “ESA commits to ISS participation through 2024,” December 4, 2016. Spaceflight Insider website <http://www.spaceflightinsider.com/missions/iss/esa-commits-to-station-participation-through-2024/>; “Canada to send two astronauts to space within the next decade,” June 2, 2015. Government of Canada website <http://news.gc.ca/web/article-en.do?nid=982979&tp=1>;「日米宇宙協力及び国際宇宙ステーション計画に係る文書の署名式」2015.12.22. 外務省ウェブサイト <http://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/press3_000177.html>

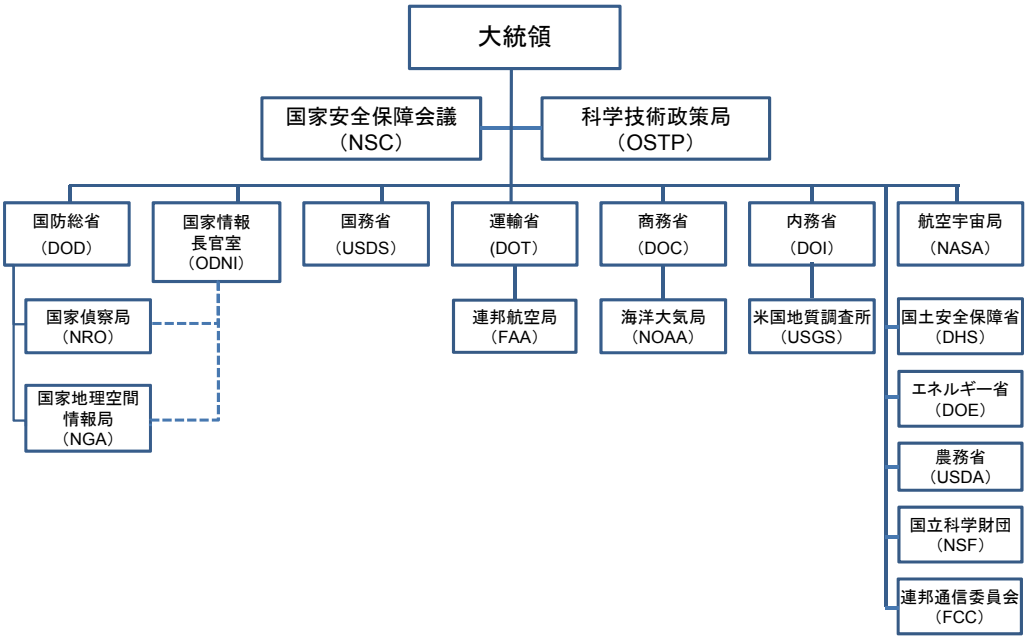
(96)　SLS については「IV 1　ロケット開発」も参照。

(97)　「米国の宇宙政策の概要」（内閣府宇宙戦略室宇宙政策委員会調査分析部会第 2 回会合（平成 25 年 4 月 25 日開催）資料）内閣府ウェブサイト <http://www8.cao.go.jp/space/comittee/tyousa-dai2/siryou1.pdf>

(98)　「我が国及び海外のリモートセンシングの現状と動向について」（内閣府宇宙開発戦略本部リモートセンシング政策検討ワーキンググループ 第 1 回会合（平成 23 年 1 月 31 日）資料 2）首相官邸ウェブサイト <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/utyuu/RSSkentou/dai1/siryou2.pdf>

国土安全保障省（Department of Homeland Security: DHS）では災害対応とテロ対策において、エネルギー省（Department of Energy: DOE）では核不拡散監視において、農務省（US Department of Agriculture: USDA）では農業統計等において、それぞれ衛星情報を利用している。

図１　米国の宇宙開発利用体制図



（出典）内閣府宇宙戦略室「海外主要国の宇宙政策及び宇宙開発利用の動向」（内閣府宇宙戦略室宇宙政策委員会調査分析部会第 1 回会合資料 4）2013.3.27. <http://www8.cao.go.jp/space/comittee/tyousa-dai1/siryou4.pdf>; 宇宙航空研究開発機構「米国の宇宙政策の概要」（内閣府宇宙戦略室宇宙政策委員会調査分析部会第 2 回会合資料 1）2013.4.25. 内閣府ウェブサイト <http://www8.cao.go.jp/space/comittee/tyousa-dai2/siryou1.pdf> を基に筆者作成。

２　宇宙関係機関の予算

米国宇宙財団[(99)]の推計によれば、連邦政府の 2015 会計年度の宇宙活動に関する予算実績は約 446 億ドル（約 5 兆 4000 億円）である[(100)]。

その機関別内訳は表 3 のとおりである。安全保障を担う DOD が全体の約 53% を占めている。民生利用で中心的な役割を果たしているのは NASA と NOAA であり、両者の合計で予算全体の約 45% を占めている。

(99)　1983 年に設立されたコロラドを拠点とする宇宙関連の非営利組織であり、商業、国家安全保障等あらゆる分野における宇宙活動の促進を目的としている。また、毎年宇宙シンポジウムを主催し、世界の宇宙関連主要機関や人物とのネットワークを構築するための場を提供している。“About the Space Foundation.” Space Foundation website <https://www.spacefoundation.org/about/about-space-foundation>

(100)　Space Foundation, *The Space Report 2016*, 2016, pp.24-25.

表３　連邦政府の機関別宇宙予算（2015 会計年度）

政府機関	予算（2015 年）	
	米ドル（百万ドル）	円換算（億円）
国防総省（Department of Defense: DOD）	23,572	28,532
航空宇宙局（National Aeronautics and Space Administration: NASA）	18,010	21,799
商務省（Department of Commerce:DOC）	2,223	2,691
国立科学財団（National Science Foundation: NSF）	478	579
内務省（Department of the Interior: DOI）	83	100
エネルギー省（Department of Energy: DOE）	165	200
農務省（United States Department of Agriculture: USDA）	18	22
運輸省（Department of Transportation: DOT）	17	21
合計	44,567	53,944

（注 1）端数調整のため、合計は必ずしも一致しない。
（注 2）商務省については NOAA、運輸省については FAA の予算額を記載している。
（出典）Space Foundation, *The Space Report 2016*, 2016, p.25; “Aeronautics and Space Report of the President Fiscal Year 2015 Activities,” p.168. NASA History website <https://history.nasa.gov/presrep2015.pdf>; “Budget Estimates：Fiscal Year 2016: Federal Aviatin Administration,” p.5. Department of Transportation website <https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/FY2016-BudgetEstimate-FAA.pdf> を基に筆者作成。DOD, NSF, DOE, USDA の数値は米国宇宙財団による推計値である。

Ⅳ　宇宙開発に関する最近の動向

１　ロケット開発

米国はこれまでに様々なロケットを開発してきた。1958 年、米国最初の人工衛星となるエクスプローラー 1 号（Explorer-1）をジュピター C（Jupiter-C）ロケット[101]で打ち上げた[102]。同ロケットは米国陸軍のレッドストーン（Redstone）ロケットを改良したものである[103]。さらに米国は月面着陸を目指して大型のサターン V 型ロケットを開発し、1969 年に有人月面着陸を達成した。1970 年代に入り、NASA はコストダウンを目指して、再使用可能な有人の宇宙往還機であるスペースシャトルを開発し、1981 年から打上げを開始した。しかし、整備費用が予想以上にかかったほか、1986 年と 2003 年の 2 度にわたって人命損失を伴う事故[104]を起こし、安全対策等の費用がかさんだ。その結果、スペースシャトルは、2011 年で運用を終えることになった。

2016 年末現在、米国は宇宙への有人輸送手段を保有しておらず、ISS への有人輸送はロシアに依存している。一方、無人輸送においては、20 トン以上の大型ペイロードから 100 キログラム以下の小型ペイロードに至るまで、各種の輸送手段を保有している。

(101)　ジュノー（Juno）ロケットとも呼ばれる。
(102)　“A Moment in Time: Explorer 1.” NASA website <https://www.nasa.gov/exploration/whyweexplore/Why_We_28.html?iframe=true>
(103)　“Historic - Jupiter-C Rocket.” NASA website <https://www.nasa.gov/audience/foreducators/rocketry/imagegallery/rh_Explorer.jpg.html#.WGx-ZBuLSUn>;「ジュピター C」JAXA ウェブサイト <http://spaceinfo.jaxa.jp/ja/jupiter_c.html>
(104)　「STS-51-L」JAXA 宇宙情報センターウェブサイト <http://spaceinfo.jaxa.jp/ja/sts_51_l.html>;「STS-107」JAXA 宇宙情報センターウェブサイト <http://spaceinfo.jaxa.jp/ja/sts_107.html>

（1）大型ロケット

米国の主な大型ロケットを表4に示す。米国は、大型ペイロード打上用にデルタIVロケットとアトラスVロケットを運用している。これらは、安価で確実な宇宙への輸送手段を確保するための「発展型使い捨てロケット（Evolved Expendable Launch Vehicle: EELV）」[105]として開発された。ボーイング（Boeing）社のデルタIVロケットは、9.1～28.3トンの人工衛星等を低軌道[106]へ投入する能力（低軌道打上能力）、4.2～13.8トンの人工衛星等を静止トランスファ軌道（Geostationary Transfer Orbit: GTO）[107]へ投入する能力（GTO打上能力）を有している。同様に、ロッキード・マーティン（Lockheed Martin）社のアトラスVロケット[108]は、9.8～18.8トンの低軌道打上能力、4.7～8.9トンのGTO打上能力を有している。なお、ボーイング社とロッキード・マーティン社はユナイテッド・ローンチ・アライアンス（United Launch Alliance: ULA）社を共同で設立して打上事業を一体的に行っている。

NASAは、スペースシャトルに代わる次世代の大型打上ロケットとして、スペース・ローンチ・システムを開発しており[109]、2018年に最初の打上げが計画されている[110]。SLSは、アポロ計画で用いられた史上最大の打上能力を持つサターンVロケットと同等又はそれ以上の打上能力が想定されており、オリオン（Orion）有人宇宙船（ロッキード・マーティン社が開発中[111]）を用いた小惑星や火星への有人宇宙飛行[112]や、火星、木星、土星に向かう無人探査機の打上げなどに使用される予定である[113]。

ULA社は、アトラスVロケットの後継となる次世代打上システム（Next Generation Launch System: NGLS）として、ヴァルカン（Vulcan）ロケットを開発しており[114]、2019年に最初の打上げを行うことを目指している[115]。

---

(105) EELVの開発計画は1994年に開始され、両ロケットとも2002年に初の打上げに成功した。“Evolved Expendable Launch Vehicle (EELV),” March 29, 2013. Air Force website <http://www.vandenberg.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/338338/evolved-expendable-launch-vehicle-eelv>

(106) 高度2,000キロメートル以下の地球周回軌道。

(107) 静止衛星を静止軌道に投入する際に一時的に使用される軌道をいう。楕円軌道の一種であり、近地点は高度200キロメートル程度の低軌道であるが、遠地点は高度約36,000キロメートルの静止軌道付近となる。

(108) アトラスVロケットはロシアのRD-180エンジンを使用している。米国はロシアに対し経済制裁を行っているが、例外的にロシアからの輸入が認められている。Bridget Johnson, ”Russia Keeps Profiting from U.S. Reliance on RD-180 Rocket Engine,” May 27, 2016. PD Media website <https://pjmedia.com/news-and-politics/2016/05/27/russia-keeps-profiting-from-u-s-reliance-on-rd-180-rocket-engine/>

(109) SLSの主契約会社（プライムコントラクター）はボーイング社である。“Building the Future of Human Spaceflight Beyond Earth.” Boeing website <http://www.boeing.com/space/space-launch-system/>

(110) Jeff Foust, “First SLS mission on schedule for fall 2018 launch,” July 26, 2016. SpaceNews website <http://spacenews.com/first-sls-mission-on-schedule-for-fall-2018-launch/>; Loren Grush, “NASA officials admit Space Launch System is a rocket without a plan,” Jan 12, 2016. The Verge website <http://www.theverge.com/2016/1/12/10758110/nasa-ksc-meeting-sls-rocket-uncertain-launch-dates>

(111) “Orion Multi-Purpose Crew Vehicle.” Lockheed Martin website <http://www.lockheedmartin.com/us/products/orion.html>

(112) その前段階として、オリオン有人宇宙船による月付近への飛行等も計画されている。“Space Launch System,” p.2. NASA website <https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/sls_october_2015_fact_sheet.pdf>

(113) *ibid.,* p.1.

(114) “Vulcan Centaur and Vulcan ACES.” ULA website <http://www.ulalaunch.com/Products_Vulcan.aspx>

(115) “United Launch Alliance Completes Preliminary Design Review for Next-Generation Vulcan Centaur Rocket,” March 24, 2016. ULA website <http://www.ulalaunch.com/ula-completes-Vulcan-Centaur-PDR.aspx>

表 4　米国の大型ロケット

ロケット名	メーカー	全長（メートル）	全備重量 (1)（トン）	打上能力（トン）		初打上年
				低軌道	静止トランスファ軌道	
デルタ IV (2)	ボーイング	63 ～ 72	257 ～ 732	9.1 ～ 28.3	4.2 ～ 13.8	2002 年 11 月
アトラス V (3)	ロッキード・マーティン	57.3 ～ 65.5	334 ～ 568	9.8 ～ 18.8	4.7 ～ 8.9	2002 年 8 月
SLS (4)	ボーイング	98.2 ～ 111.3	2,600 ～ 2,945	70 ～ 130	（不明）	2018 年（予定）
ヴァルカン (5)	ULA	（不明）	（不明）	（不明）	（不明）	2019 年（予定）

（出典）次の資料を基に筆者作成。
（1）ロケット本体と燃料を含む重量。ペイロードである人工衛星等は含まない。
（2）“DELTA IV.” ULA website <http://www.ulalaunch.com/Products_DeltaIV.aspx>; “Delta IV Launch Services User’s Guide,” June 2013. ULA website <http://www.ulalaunch.com/uploads/docs/Launch_Vehicles/Delta_IV_Users_Guide_June_2013.pdf>; “Delta IV Data Sheet.” Space Launch Report website <http://www.spacelaunchreport.com/delta4.html>
（3）“ATLAS V.” ULA website <http://www.ulalaunch.com/products_atlasv.aspx>; “Atlas V Launch Services User’s Guide,” March 2010. ULA website <https://web.archive.org/web/20130514051638/http://www.unitedlaunchalliance.com/site/docs/product_cards/guides/AtlasVUsersGuide2010.pdf>; “Atlas 5 Data Sheet.” Space Launch Report website <http://www.spacelaunchreport.com/atlas5.html>
（4）“Space Launch System (SLS) Overview.” NASA website <http://www.nasa.gov/exploration/systems/sls/overview.html>; “Space Launch System At a Glance.” NASA website <http://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/sls_at_a_glance_10202015.pdf>; “SLS Fact Sheet.” NASA website <http://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/sls_october_2015_fact_sheet.pdf>
（5）ULA のサイトでは詳細は公表されていない。“Vulcan Centaur and Vulcan ACES.” ULA website <http://www.ulalaunch.com/Products_Vulcan.aspx>

（2）中型・小型ロケット

米国の主な中型・小型ロケットを表 5 に示す。アンタレス（Antares）ロケットは、1 段目に液体燃料、2 段目に固体燃料を使用する 2 段式中型ロケットである。運用例として、ISS 補給用の輸送機であるシグナス（Cygnus）の打上げを行っている。

小型ロケットとしては、空中発射型のペガサス（Pegasus）ロケットと、大陸間弾道ミサイル（Intercontinental Ballistic Missile: ICBM）「ピースキーパー」(116) を転用したミノタウルス（Minotaur）ロケットがある。ペガサスロケットは航空機に搭載され、空中発射により小型衛星を打ち上げるために開発されたロケットである。1990 年から 2013 年までに、政府衛星の打上げを 42 回実施し、39 回成功している (117)。ミノタウルスシリーズは I 型から VI 型まであり、2000 年から 2013 年までに計 25 回の打上げを行い全て成功している (118)。

(116)　米国空軍が運用していた ICBM。1987 ～ 2005 年に運用された。“The Peacekeeper [MX] Missile.” National Park Service website <https://www.nps.gov/articles/mx-peacekeeper-icbm.htm>
(117)　“Pegasus History.” Orbital ATK website <http://www.orbitalatk.com/flight-systems/space-launch-vehicles/pegasus/docs/Pegasus%20Mission%20History.pdf>
(118)　“Minotaur Mission History.” Orbital ATK website <http://www.orbitalatk.com/flight-systems/space-launch-vehicles/minotaur/docs/MinotaurMissionHistory.pdf>

表５　米国の中型・小型ロケット

ロケット名	メーカー	全長（メートル）	全備重量（トン）	打上能力（キログラム）		初打上年
				低軌道	静止トランスファ軌道	
アンタレス[(1)]	オービタル ATK	42.5	290 ～ 310	6,173	―	2013 年
ペガサス XL[(2)]	オービタル ATK	16.9	23.1	450	―	1990 年
ミノタウルス VI[(3)]	オービタル ATK	32.3	135.9	3,144	866	2013 年

（出典）次の資料を基に筆者作成。
（1）“CSR Fact Sheet.” Orbital ATK website <http://www.orbitalatk.com/space-systems/human-space-advanced-systems/commercial-resupply-services/docs/FS003_08_OA_5033_CRS.pdf>
（2）“Pegasus User’s Guide,” October 2015. Orbital ATK website <http://www.orbitalatk.com/flight-systems/space-launch-vehicles/pegasus/docs/Pegasus_UsersGuide.pdf>; “Pegasus Fact Sheet.” Orbital ATK website <http://www.orbitalatk.com/flight-systems/space-launch-vehicles/pegasus/docs/FS002_02_OA_3862%20Pegasus.pdf>
（3）“Minotaur IV-V-VI User’s Guide,” August 2015. Orbital ATK website <http://www.orbitalatk.com/flight-systems/space-launch-vehicles/minotaur/docs/MinotaurIV_V_UG.pdf>; “Minotaur 6.” Space Launch Report website <http://www.spacelaunchreport.com/mintaur4.html>

（3）新規参入ロケット

米国の主な新規参入ロケットを表 6 に示す。スペース X 社は、ファルコン（Falcon）ロケットの運用を開始している。同社は 2006 年に実証機としてファルコン 1 ロケットを打ち上げ、これを大型化したファルコン 9 ロケットの試験機を 2010 年に打ち上げた後、運用段階に入り、NASA の人工衛星、各国の商業衛星などの打上げを行っている[(119)]。さらに大型のファルコン・ヘビーロケットを開発中であり、2017 年の打上げを目指している[(120)]。

また、スペース X 社はファルコン 9 ロケットの回収・再使用を計画しており[(121)]、第 1 段ロケットの地上回収[(122)]及び海上回収[(123)]にそれぞれ成功している。技術的に大きな成果であるが、回収・再使用のためには設計寿命の長期化、整備費など追加コストが発生することが指摘されており、コスト削減効果については議論の余地がある[(124)]。なお、後述するように、ブルー・オリジン（Blue Origin）社も回収・再使用計画を進めている。

ロケット・ラブ（Rocket lab）社はエレクトロン（Electron）ロケットを開発している。同ロケットは 2 段式小型ロケットで、150 キログラムの衛星を高度 500 キロメートルの低軌道又は太陽同期軌道に打ち上げることができる。ニュージーランドの打上射場が 2016 年 9 月に完成し、エレクトロンロケットによる打上げの準備を進めている[(125)]。小型衛星による各種データの提供事業を展開するスピア（Spire）社[(126)]は、キューブサット（cubesat）[(127)]級の超小型衛星 100 機以上を軌道に投入することを計画しており、ロケット・ラブ社と 2017 年までに 12 回の打上契約

(119)　“Space X.” Space X website <http://www.spacex.com/missions>
(120)　“Falcon Heavy.” SpaceX website <http://www.spacex.com/falcon-heavy>
(121)　Michael Belfiore, “SpaceX Set to Launch the World’s First Reusable Booster,” *MIT Technology Review,* March 13, 2014. <https://www.technologyreview.com/s/525426/spacex-set-to-launch-the-worlds-first-reusable-booster/>
(122)　Loren Grush, “SpaceX successfully lands Falcon 9 rocket on solid ground for the second time,” *The Verge,* July 18, 2016. <http://www.theverge.com/2016/7/18/12208560/spacex-falcon-9-ground-landing-success>
(123)　Loren Grush, “SpaceX successfully lands its rocket on a floating drone ship for the first time,” *The Verge*, April 8, 2016. <http://www.theverge.com/2016/4/8/11392138/spacex-landing-success-falcon-9-rocket-barge-at-sea>
(124)　本報告書のコラム③（高松聖司「商業宇宙輸送の動向について」）を参照。
(125)　“Rocket Lab Launch Complex 1 Complete,” 27 September 2016. Rocket Lab website <https://www.rocketlabusa.com/latest/rocket-lab-launch-complex-1-ready-for-launches/>
(126)　後述の表 9 も参照。
(127)　各辺が 10 センチメートルの立方体を最小単位とする超小型衛星。最小単位のキューブサットを連結することで、大きさを自由に変えることができる。

を結んでいる[128]。

ブルー・オリジン社はアマゾン（Amazon）社を設立したジェフリー・ベゾス（Jeffrey P. Bezos）氏が設立した企業であり、垂直打上・垂直着陸（vertical takeoff, vertical landing: VTVL）[129]が可能なニューシェパード（New Shepard）ロケットを開発中である[130]。同社は、第 1 ステップとして、人を乗せたカプセル状の機体（有人カプセル）を同ロケットで高度 100 キロメートル[131]まで打上げ、宇宙空間を体験したあとパラシュートにより地上に降下、回収する弾道宇宙飛行を計画している[132]。将来的には超大型のニューグレン（New Glenn）ロケットを開発し、低軌道に有人宇宙船を打ち上げることも計画している[133]。

表６　米国の主な新規参入ロケット

ロケット名	メーカー	全長（メートル）	全備重量（トン）	打上能力（トン）		初打上年
				低軌道	静止トランスファ軌道	
ファルコン 9[(1)]	スペース X	70	549	22.8	8.3	2010 年
ファルコン・ヘビー[(2)]	スペース X	70	1,420.8	54.4	22.2	2017 年（予定）
エレクトロン[(3)]	ロケット・ラブ	16	10.5	0.15	−	2017 年（予定）
ニューグレン[(4)]	ブルー・オリジン	82.4（2 段式） 95.5（3 段式）	（不明）	（不明）	（不明）	（不明）

（出典）次の資料を基に筆者作成。
（1）“Falcon 9.” SpaceX website <http://www.spacex.com/falcon9>
（2）“Falcon Heavy.” SpaceX website <http://www.spacex.com/falcon-heavy>
（3）“Electron.” Rocket Labs website <https://www.rocketlabusa.com/electron/>
（4）Chris Bergin and William Graham, “Blue Origin introduce the New Glenn orbital LV,” September 12, 2016. NASASpaceflight website <https://www.nasaspaceflight.com/2016/09/blue-origin-new-glenn-orbital-lv/>

２　宇宙探査

NASA は大型ロケットである SLS[134]の開発を進めるなど小惑星探査、火星探査に向けて取り組んでいる。

NASA の小惑星探査は、2030 年代に人類を火星に送るための前段階と位置付けられ、新技術の開発等を行っている。ロボット探査機を小惑星に送り、採集した石を月軌道まで運び、これを別途 SLS によって月軌道に打ち上げたオリオン宇宙船に乗せて地上に持ち帰るという探査計画（Asteroid Redirect Mission: ARM）を進めており、2020 年代中の実現を目指している。[135]

(128)　Jeff Foust, “Rocket Lab to launch Spire satellites,” February 15, 2016. SpaceNews website <http://spacenews.com/rocket-lab-to-launch-spire-satellites/>
(129)　ロケットを垂直に打ち上げたあと、垂直に着陸させる技術。“Blue Origin Technology.” Blue Origin website <https://www.blueorigin.com/technology>
(130)　*ibid.*
(131)　国際航空連盟（Fédération Aéronautique Internationale: FAI）は、高度 100 キロメートル以上を宇宙空間と定義している。ただし、国際条約等において明文化された定義は存在しない。
(132)　“Soar with Blue Origin.” Blue Origin website <https://www.blueorigin.com/astronaut-experience>
(133)　Loren Grush, “Jeff Bezos unveils the design of Blue Origin’s future orbital rocket: the New Glenn,” Sep 12, 2016, The Verge website <http://www.theverge.com/2016/9/12/12887580/blue-origin-orbital-rocket-design-announced-new-glenn>
(134)　「IV 1 ロケット開発」の「(1) 大型ロケット」及び表 4 を参照。
(135)　“Asteroid Redirect Mission.” NASA website <https://www.nasa.gov/mission_pages/asteroids/initiative/index.html>

NASAは2030年代に人類を火星に送る計画を立てている[136]。米国は過去数十年にわたり無人機による火星探査を行ってきたが、無人の火星探査車（Mars 2020 Rover）を新たに開発し、火星の探査をさらに進め、生物の有無、人間が居住するために必要な資源の有無などの探査を行い、人類の火星着陸に向けた準備を進める予定である[137]。また、2030年代に火星を周回する低軌道上に宇宙ステーションを設置し、火星着陸への足がかりにするとしている[138]。惑星探査としての火星探検は映画にも取り上げられており、NASAは関心を高めるための活動を推進している[139]。

民間における宇宙探査の動向としては、ディープ・スペース・インダストリ（Deep Space Industries: DSI）社が小型探査機プロスペクター1（Prospector-1）による宇宙探査及び小惑星での資源採集を計画している[140]。また、前述したように、スペースX社CEOのイーロン・マスク（Elon Musk）氏が2024年に人類を火星に送る計画を発表している[141]。さらに、2011年に設立されたマース・ワン（Mars One）社は、火星に居住施設（コロニー）を建設して移住する計画を発表している。既に宇宙飛行士を募集しており、2017年から訓練を開始し、2031年に打上げ、2032年に最初の有人火星着陸を目指している。[142]

３　人工衛星の維持管理

NASAはカナダ宇宙庁（Canadian Space Agency: CSA）と共同で、人工衛星の寿命を延ばすため、静止軌道上で人工衛星の修理・燃料補給を行うロボットの開発（Robotic Refueling Mission: RRM）を行っている。ISSにおいて2013年からフェーズ1の実証試験を開始し、2014年からフェーズ2に入っている。フェーズ1では個別の機能（ロックを外す、ガスの接続を外す、燃料を補給する、コネクタを外す、ネジを外す、熱防護テープを切って張り付ける。）を実証した。フェーズ2では機器交換、ケーブル接続などさらに複雑な機能の実証実験を進めている。[143]

Ⅴ　宇宙産業の動向

米国の宇宙産業は、従業員数がほぼ8万人であり、欧州（約3.6万人）、中国（約2.5万人）、日本（約8千人）を大きく上回っている。年間収益についても、米国（約360億米ドル）は、中国（約220億米ドル）、欧州（約88億米ドル）、日本（約26億米ドル）を上回っており、従業員数、収益と

(136)　“Journey to Mars Overview.” NASA website <https://www.nasa.gov/content/journey-to-mars-overview>
(137)　“Mars 2020 Mission Overview.” NASA website <http://mars.nasa.gov/mars2020/mission/overview/>
(138)　“Journey to Mars Overview,” *op.cit.*(136)
(139)　「オデッセイ（原題：The Martian）」20世紀フォックスウェブサイト <http://www.foxmovies-jp.com/odyssey/>; Ryan Bradley, ”Why NASA Helped Ridley Scott Create ‘The Martian’ Film,” August 20, 2015. Popular Science website <http://www.popsci.com/why-nasa-helped-ridley-scott-create-martian-film-and-what-means-future-sci-fi-space-movies>
(140)　“Deep Space Missions.” DSI website <https://deepspaceindustries.com/missions/>
(141)　Jeff Foust, “Musk plans human Mars missions as soon as 2024,” June 2, 2016. SpaceNews website <http://spacenews.com/musk-plans-human-mars-missions-as-soon-as-2024/>
(142)　“Mars One Roadmap.” Mars-One website <http://www.mars-one.com/mission/roadmap>
(143)　“Robotic Refueling Mission.” NASA Satellite Servicing Projects Division website <https://sspd.gsfc.nasa.gov/robotic_refueling_mission.html>

もに世界一の規模を誇っている[144]。世界の宇宙関連企業のうち収益の多い企業を見ると、ボーイング社をはじめ多くの米国企業が含まれている[145]。

前述したように、米国はオバマ政権の国家宇宙政策（2010 年）において、原則の一つに宇宙産業の育成を掲げており、米国における低軌道における新規の商業宇宙市場を活性化している[146]。ここでは、米国の主要な宇宙関連企業を紹介するとともに、宇宙産業の再編についても触れる。

1　ロケット製造メーカー

これまで米国の宇宙産業はロケット開発と人工衛星開発を車の両輪として発展してきた。デルタロケットは旧マクドネル･ダグラス（McDonnell Douglas）社が、タイタンロケットは旧マーティン・マリエッタ（Martin Marietta）社がそれぞれ開発・製造を手掛けた。また、月ロケットとして知られているサターン V ロケットは、NASA の下、多数の企業が参加して開発されたものである。しかし冷戦の終焉に伴い、航空宇宙産業や国防産業の再編が行われ、その一部を成す宇宙産業も集約されることとなった。

主要なロケットメーカーを表 7 に示す。ロケットメーカーはボーイング社とロッキード･マーティン社に集約され、さらに両社の打上事業部門はユナイテッド・ローンチ・アライアンス社に統合されている。一方、新しい動きとしてスペース X 社等の新興メーカーがロケット開発を行っている。

表 7　米国の主要なロケット製造メーカー

会社名	説明
ボーイング（Boeing）社	旧マクダネル・ダグラス社を買収し、デルタロケットを製造している。NASA 及び米国空軍向けの大型ロケットを主力としている。
ロッキード・マーティン（Lockheed Martin）社	ロッキード社とマーティン・マリエッタ社が合併して発足した。アトラスロケットによる大型衛星の打上げを実施している。
ユナイテッド・ローンチ・アライアンス（United Launch Alliance）社	ボーイング社とロッキード・マーティン社による合弁会社で、打上事業のほか、将来の大型ロケット開発を担当している。
スペース X（SpaceX）社	ファルコンロケットを開発している。将来的には火星探査を目指している。
オービタル ATK（Orbital ATK）社	アンタレスロケット､ペガサスロケット等の中型ロケットを開発している。また、固体燃料ロケットブースタの技術を有している。
エアロジェット・ロケットダイン（Aerojet Rocketdyne）社	ロケットエンジンメーカーが合併して発足した。液体燃料ロケットエンジンの中核的なメーカーである。
ロケット・ラブ（Rocket Lab）社	エレクトロンロケットの開発を進めており、1 機当たり 490 万ドルの打上費用で 2017 年からの打上げを目指している。

（出典）“Boeing in Space.” Boeing website <http://www.boeing.com/space/>; “Space Systems.” Lockheed Martin website <http://www.lockheedmartin.com/us/ssc.html>; “Quick Facts.” ULA website <http://www.ulalaunch.com/about_quickfacts.aspx>; “QUICK FACTS ABOUT SPACE X.” Space X website <http://www.spacex.com/about>; “Company Overview.” Orbital ATK website <https://www.orbitalatk.com/about/company-overview/>; “About.” Aerojet Rocketdyne website <http://www.rocket.com/about>; “About Us.” Rocket Lab website <https://www.rocketlabusa.com/about-us/> 等を基に筆者作成。

(144)　OECD, *The Space Economy at a Glance 2014*, Paris: OECD Publishing, 2014, p.50.

(145)　Dan Thisdell, “Top 100 Aerospace Companies 2014,” *Flight International,* 16-22 September 2014, pp.28-45. PWC website <https://www.pwc.com/im/en/publications/assets/shipping-aircraft-space/2014-aerospace-top100.pdf>

(146)　「II 2　オバマ政権の宇宙政策」を参照。

２　人工衛星メーカー

大型の人工衛星を開発・製造している主要な人工衛星メーカーを表 8 に示す。

表８　米国の主要な人工衛星メーカー

会社名	説明
ノースロップ・グラマン（Northrop Grumman）社	早期警戒衛星、地球観測衛星、ハッブル宇宙望遠鏡の後継となるジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡などを開発・製造している。
ロラール・スペース & コミュニケーションズ（Loral Space & Communications）社	放送衛星（日本向け衛星を含む）、通信衛星、政府向け地球観測衛星の開発・製造を手掛けている。
ボーイング（Boeing）社	軍用の測位衛星・通信衛星、商用の通信衛星、各国向け通信衛星等の開発・製造を手掛けている。
ロッキード・マーティン（Lockheed Martin）社	商用・軍用の測位衛星、通信衛星、観測衛星を開発・製造している。

（出典）“Space.” Northrop Grumman website <http://www.northropgrumman.com/Capabilities/space/Pages/default.aspx>; “Company Profile.” Loral Space & Communications website <http://www.loral.com/Company/Company-Profile/default.aspx>; “Boeing in Space.” Boeing website <http://www.boeing.com/space/>; “Space Systems.” Lockheed Martin website <http://www.lockheedmartin.com/us/ssc.html> 等を基に筆者作成。

３　宇宙関連ベンチャー企業

米国の主要な宇宙関連ベンチャー企業を表 9 に示す。小型衛星や超小型衛星を開発、利用することによって、従来よりも大幅に低いコストで、人工衛星を用いた通信事業や衛星画像、地球観測情報（データ）などの提供事業を実施する企業や、こうした事業に関連する企業が多い。民間向けの事業だけでなく、NASA やその他政府機関を顧客とする事業も少なくない。

また、宇宙観光に関わるベンチャー企業もある。ヴァージン・ギャラクティック（Virgin Galactic）社は、ニューメキシコ州にあるスペースポート・アメリカ（Spaceport America）[147] を拠点とした宇宙観光事業に乗り出している[148]。ビゲロー・エアロスペース（Bigelow Aerospace）社は、同社の膨張式モジュール[149] を用いた宇宙居住区を設置し、宇宙観光のためのホテルとして利用する構想を持っている[150]。

４　米国宇宙産業の再編

米国では冷戦の終焉とともに国防産業の再編が行われ、これに伴い、ミサイル開発など国防産業との関連が深い宇宙産業も再編された。米国の宇宙産業再編の経緯を図 2 に示す。

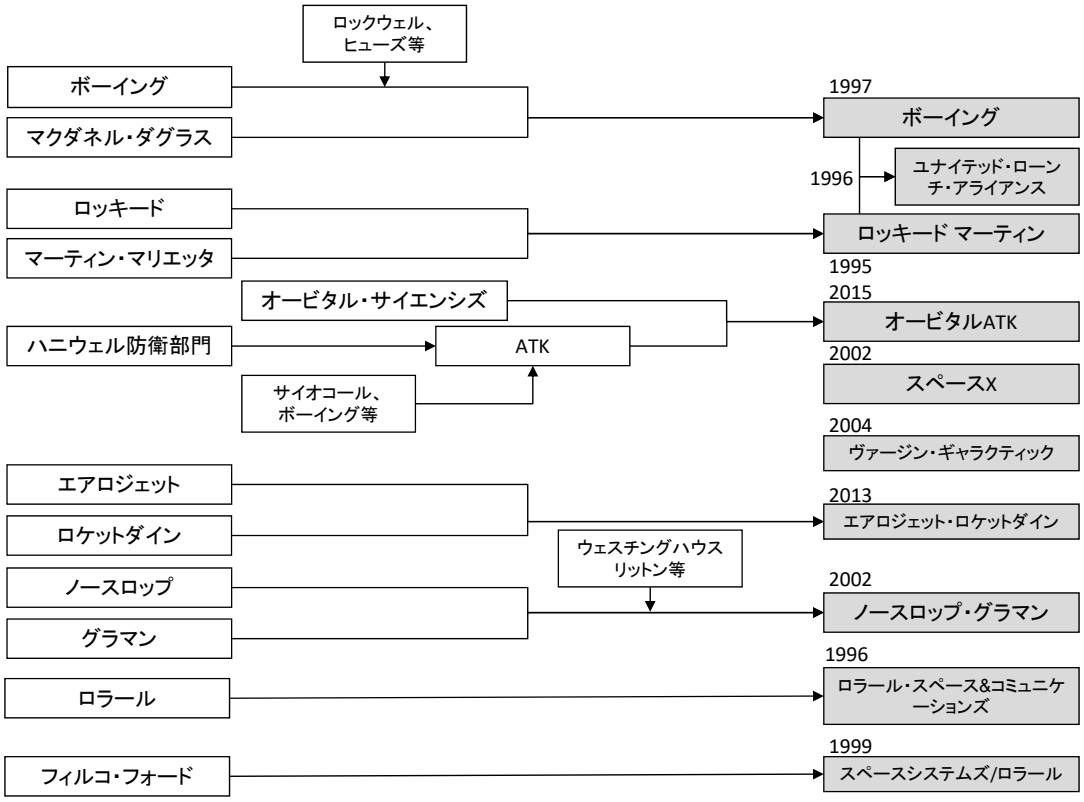
(147)　世界初の商業用射場とされ、2011 年までに滑走路、ターミナルビルが完成している。
(148)　“Human Spaceflight.” Virgin Galactic website <http://www.virgingalactic.com/human-spaceflight/our-vehicles/>
(149)　宇宙空間における居住空間の一種。折りたたんだ小さな状態で打ち上げたあと、宇宙空間で展開・拡張する方式を採用している。打上時は全長 2.2 メートル、直径 2.3 メートル、容量 3.6 立方メートルであるが、宇宙空間で膨張すると全長 4 メートル、直径 3.2 メートル、容量 16 立方メートルになる。質量は 1,400 キログラムである。
(150)　“Robert Bigelow Is Building Hotels in Space (No, Really).” Fortune website <http://fortune.com/2016/05/19/robert-bigelow-hotels-space>; “Inflatable space hotel to be tested by space station crew.” New Scientist website <https://www.newscientist.com/article/2083006-inflatable-space-hotel-to-be-tested-by-space-station-crew>

表９　米国の主要な宇宙関連ベンチャー企業

会社名	説明
ワンウェブ（OneWeb）社	648 機の小型衛星を低軌道に打ち上げ、衛星高速インターネット網を構築し、全世界に低価格のインターネットの提供を行う。英国ヴァージングループ、米国クァルコム社等と協力している。
プラネット（Planet）社	超小型衛星 150 機による衛星画像の提供を計画している。2015 年 11 月時点で、101 機を打ち上げ、約 50 機が稼働中である。超小型衛星は、大きさがキューブサット 3 個分、重量が数キログラムであり、ダブ（鳩）衛星と呼ばれている。
スピア（Spire）社	小型衛星のネットワークによりデータを収集し、海上監視データと気象データを提供する。2012 年設立。
アーデュサット（Ardusat）社	キューブサット開発を理解するための実証モデル、作製キットを販売している。実衛星作製の支援も行う。
ナノ・ラックス（NanoRacks）社	キューブサットを ISS から放出するシステムを提供している。
テラ・ベラ（Terra Bella）社	旧スカイボックス社。衛星画像の解析・販売のほか人工衛星の製作も実施している。2014 年、同社を米国グーグル社が買収し、名称をテラ・ベラ社に変更した。さらに 2017 年、テラ・ベラ社はプラネット社に買収されることになった。
ヴァージン・ギャラクティック（Virgin Galactic）社	2004 年設立。宇宙観光事業を推進している。航空機にスペースシップ 2（Spaceship Two）と呼ばれる有人ロケットを搭載し、航空機の離陸後に空中でロケットを打ち上げる方法を採用し、実機による飛行試験を行っている。
ビゲロー・エアロスペース（Bigelow Aerospace）社	1999 年設立。膨張型モジュール「BEAM（Bigelow Expandable Activity Module）」を開発している。2016 年 5 月、国際宇宙ステーション（ISS）で初の膨張実験を行い成功している。

（出典）“Solution.” OneWeb website <http://oneweb.world/#solution>; Mike Safyan, “Overview of the Planet Labs Constellation of Earth Imaging Satellites In Space to Help Life on Earth,” March 2015. ITU website <https://www.itu.int/en/ITU-R/space/workshops/2015-prague-small-sat/Presentations/Planet-Labs-Safyan.pdf>; “Our Vehicles.” Virgin Galactic website <http://www.virgingalactic.com/human-spaceflight/our-vehicles/>; “BEAM.” Bigelow Aerospace website <http://bigelowaerospace.com/beam/> 等を基に筆者作成。

図２　米国における宇宙産業再編の動き



（注）数字は設立年を示す。
（出典）各社ウェブサイトを基に筆者作成。

Ⅵ　今後の課題

米国は、2016 年末現在、自国による有人の輸送手段を保有しておらず、ISS への有人輸送はロシアに依存している。NASA は現在開発中のオリオン宇宙船により宇宙飛行士を独自に打ち上げる能力を持とうとしている。一方、民間企業であるスペース X 社は貨物輸送及び有人輸送も可能なドラゴン宇宙船を開発するなど、これまで NASA が行ってきた事業が商業化され、民間企業が実施する方向性も出てきている。今後、政府の役割が改めて見直されることになるであろう。

ISS は 2024 年までの運用延長が決まっており、参加国の同意も得られているが、中国が独自に宇宙ステーション構築を進める中、米国の宇宙ステーションの将来に関する方向性は必ずしも明確ではない。

宇宙探査については、NASA が火星探査の計画を進める一方で、その用途が定まらないまま SLS やオリオン宇宙船の開発を続けている。他方、民間にも火星探査計画があり、米国では宇宙探査も含めた宇宙開発を国全体として今後どのように進めていくかが大きな課題となるであろう。

また、安全保障の分野では人工衛星等への依存がますます強まっており、これらの人工衛星等が敵から攻撃を受けることを想定した抗たん性の強化等の対応が求められている。同時に、宇宙デブリへの対策も大きな課題となっている。

執筆：公益財団法人未来工学研究所　研 究 員　伊藤（いとう）　和歌子（わかこ）　（Ⅰ～Ⅲ）
同　上　研究参与　西山（にしやま）　淳一（じゅんいち）　（Ⅳ～Ⅵ）