

米国における宇宙空間を使ったビジネスと IT に関する動向

八山 幸司
JETRO/IPA New York

1 はじめに

米国では、スペースシャトルの引退を受けて、オバマ政権下で民間企業による宇宙開発への参入が推進されたことなどを背景に、米電気自動車メーカー Tesla Motors 社の CEO、Elon Musk 氏が SpaceX 社を立ち上げてロケット開発・打ち上げ事業に参入するなど、民間企業の取組みが近年話題を集めている。SpaceX 社の成功は、宇宙産業への投資を促進するきっかけとなったが、実際に投資家から多大な投資を獲得しているのは、多数の同型の衛星を打ち上げて構築した「衛星コンステレーション¹」から様々な地球観測データを収集するリモート・センシング企業など、衛星データビジネスに従事する企業である。現在の宇宙ビジネスの成長は、IT 技術及びデータビジネスの発展と密接に関係しており、このことが特に IT 企業による宇宙産業への参入を後押しする一因と考えられる。今号では、このように、IT 企業の参入が進む米国宇宙産業の動向について紹介する。

まず、世界の宇宙産業の市場動向について紹介する。世界の宇宙産業市場全体の 62%は、衛星産業からの売上が占め、衛星産業の中で、最大の売上を有するのは、消費者向けサービス、固定衛星通信サービス、モバイル衛星通信サービス、リモート・センシングサービスの 4 分野から構成される衛星サービス事業である。近年、大手 IT 企業やベンチャーによる参入、大規模な資金投資などを背景に、消費者向け衛星ブロードバンドサービスとリモート・センシング分野の市場成長が特に期待されている。

次に、米国の新宇宙ビジネスをリードする主要 IT 系企業を、①ロケット開発・打ち上げ (SpaceX 社、Blue Origin 社)、②空中インターネット (SpaceX 社、OneWeb 社、Google 社、Facebook 社)、③リモート・センシング (Planet Labs 社、Spire Global 社) の分野別に紹介する。

最後に、トランプ政権下において推進される宇宙政策の展望と宇宙ビジネスへの影響を考察する。トランプ政権は 2017 年 3 月半ば、総額 1 兆 1,000 億ドル規模の 2018 年会計年度予算案の概要を発表したが、NASA に対する予算額は 191 億ドルで、前年度予算額 (193 億ドル) をやや下回るものの、ほぼ現行水準を維持した額が提示されている。トランプ政権は、オバマ政権下で推進された気候変動を観測するための地球科学研究プログラムなどを廃止し、NASA のミッションのフォーカスを宇宙探査・開発に戻す方針である。そして、有人火星探査を前提として、オバマ政権下で推進された民間による宇宙開発路線を一層強化することを目指している。そのためトランプ政権は、短期的な宇宙政策として、ブッシュ政権時に打ち出されたもののオバマ政権で打ち切られた 2020 年までの有人月探査計画を実現させ、民間運用の宇宙ステーションの建設や大規模な宇宙経済開発を行う可能性を模索している。



(Spire Global 社にて同社製の小型人工衛星と(筆者撮影))

¹ 低軌道又は中軌道に多数の小型人工衛星を打ち上げ、複数の衛星を同時に運用する手法

(Spire Global 社にて同社製の

小型人工衛星と(筆者撮影))

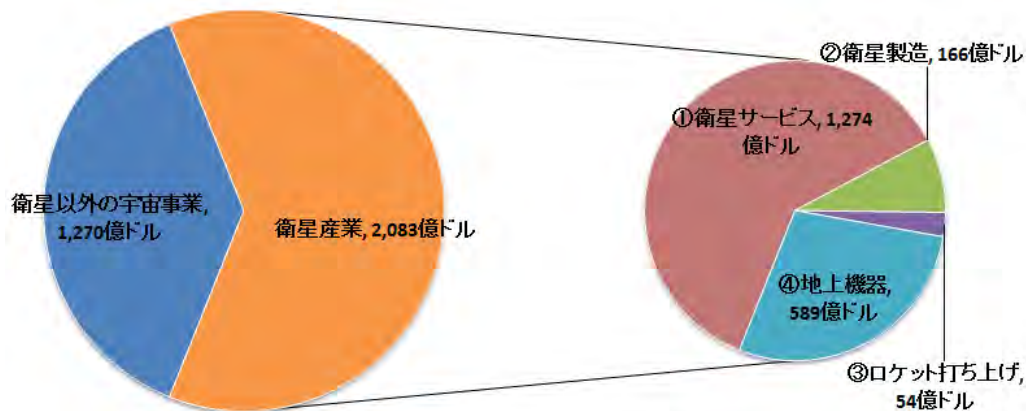
2 宇宙産業の市場動向

(1) 世界の宇宙産業の市場動向

米衛星産業協会(Satellite Industry Association:SIA)が2016年6月に発表した世界の宇宙産業に関する最新の調査レポート²によると、世界の宇宙産業の市場規模は、1)衛星産業と、2)政府の宇宙事業関連支出など衛星以外の宇宙事業の2種類に大別され、2015年時における世界の宇宙産業市場(3,353億ドル)全体の62%(2,083億ドル)は1)衛星産業からの売上が占める。衛星産業は、①衛星通信/テレビ/ラジオ、地球観測/リモート・センシング³といった衛星サービス、②衛星製造事業、③衛星を飛ばすためのロケット打ち上げ事業、④衛星を運用するためのアンテナ等を含む地上機器、の4分野に分かれており、①の衛星サービスが最大の市場規模(1,274億ドル)を有している⁴。

図表 1:世界の宇宙産業の分野別市場規模(2015年)

世界の宇宙産業3,353億ドル



※1 衛星以外の宇宙産業には、有人宇宙飛行や政府の宇宙事業関連支出が含まれる。

※2 ②の衛星製造事業は打ち上げが行われた年に記録されている売上高で、政府又は大学により製造された衛星は含まない。

※3 ④の地上機器は、全地球航法衛星システム(GNSS)とGNSS以外の消費者向け機器(衛星テレビ、ラジオ、ブロードバンド、モバイル機器)、ネットワーク機器から構成される。

※4 ①衛星サービスに含まれる具体的なサービス分野については後述(図表3)参照。

出典:SIAのデータを基に作成

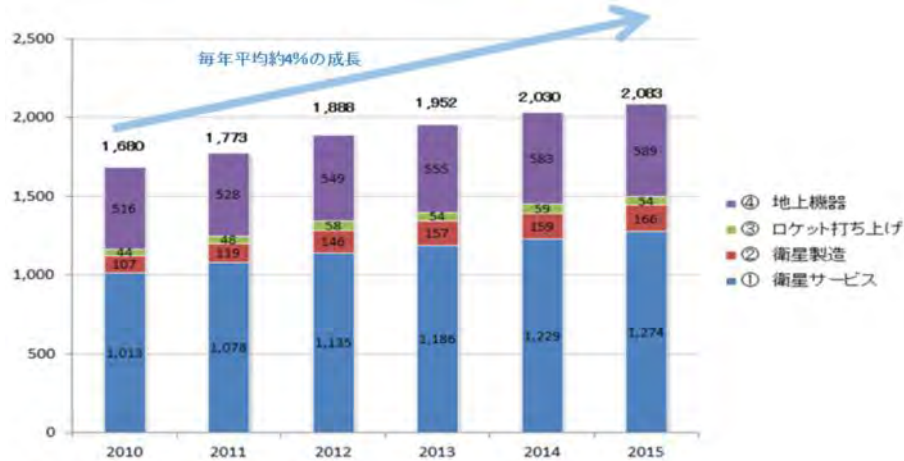
図2は、2010~2015年までの世界の衛星産業の総売上高及び分野別売上高の推移を示したものである。衛星産業の総売上高は2010年以降、毎年平均約4%の成長となっており、2015年は2010年比で19%増加、2014年比では3%増であるが、これは、2014年比の世界の経済成長率2.4%及び米国の経済成長率2.5%を上回る数字である。米国は、各年における衛星産業市場で平均43%の市場シェアを占め、同

² SIAは毎年、航空宇宙防衛産業分野に特化した米コンサルティング企業のTauri Groupに調査・研究を委託している。

³ 人工衛星を用いて、地球の陸上・海洋・大気などの現象を観測してデータを収集する技術。

⁴ <http://www.sia.org/wp-content/uploads/2016/06/SSIR16-Pdf-Copy-for-Website-Compressed.pdf>

市場の成長を牽引する。分野別では、上述の宇宙産業 4 分野のうち、③ロケット打ち上げ事業分野で 2013 年及び 2015 年に商用調達されたロケットの打ち上げ数が減少したことから売上が減少する一方、①衛星サービス、②衛星製造、④地上機器の 3 分野で一貫した成長が続いている。

図表 2: 世界の衛星産業の総売上高及び分野別売上高の推移(単位: 億ドル)


出典: SIA のデータを基に作成

(2) 衛星サービス事業において大手 IT 企業やベンチャー投資家の注目を集める分野

図表 3 に示すように、衛星産業で最大の市場規模を有する衛星サービス事業は、i) 消費者向けサービス、ii) 固定衛星通信サービス、iii) モバイル衛星通信サービス、iv) 地球観測(リモート・センシング)サービスの 4 分野から構成される。この内、衛星テレビ・ラジオ放送と衛星ブロードバンドサービスで構成される i) 消費者向けサービスが同事業最大のシェア(総売上高のおよそ 82%)を占め、米国でその利用率が最も高くなっている。2010~2015 年にかけて、各分野における売上高はすべて増加傾向にあるが、近年、大手 IT 企業やベンチャーによる参入、大規模な資金投資などを背景に、今後の市場成長が期待されているのが、消費者向け衛星ブロードバンドサービスとリモート・センシング分野である。

図表 3: 世界の衛星サービス事業における分野別売上高の推移(単位: 億ドル)

	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
i) 消費者向けサービス	831	886	933	981	1,009	1,043
衛星テレビ放送 (DBS/DTH)	791	844	884	926	950	978
衛星ラジオ放送 (DARS)	28	30	34	38	42	46
衛星ブロードバンド	12	12	15	17	18	19
ii) 固定衛星通信サービス	150	157	164	164	171	179
衛星中継器(トランスポンダ)契約 ※DTH 衛星テレビ及び移動サービスプラットフォーム向け容量を含む	111	114	118	118	123	124
マネージドサービス ※VSAT ネットワークを含む	39	43	46	46	48	55
iii) モバイル衛星通信サービス	23	24	24	26	33	34
音声	7	7	7	8	9	10
データ	16	17	18	28	23	24
iv) 地球観測(リモート・センシング)サービス	10	11	13	15	16	18
合計売上高	1,013	1,078	1,135	1,186	1,229	1,274
年間成長率	9 %	6 %	5 %	5 %	4 %	4 %

出典: SIA

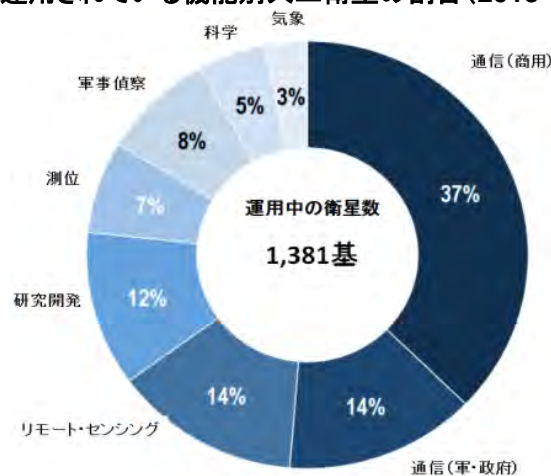
2015 年における消費者向け衛星ブロードバンドサービス市場の売上高は 19 億ドルで、衛星テレビ放送市場(978 億ドル)と比較すると、その市場規模は依然として小さい。しかし、次章で後述するように、米国の有

力なスペース・ベンチャーにより、地球低軌道の上に安価な小型衛星を多数打ち上げて「衛星コンステレーション」を構築し、これまで通信・インターネットサービスを提供できなかった地域を含む、世界の至る所でブロードバンドサービスを利用できるようにする計画⁵などが進展しており、こうした計画が実現すれば、現在、通信／ケーブル事業者が独占するインターネット市場に影響をもたらす可能性が高く、その行方が注目されている⁶。

また、リモート・センシング分野においても、小型衛星を用いた衛星コンステレーション構想を掲げて資本調達を行う新たなベンチャー企業の参入が続き、衛星データビジネスの発展と共に市場が拡大傾向にある。米市場調査会社の Global Industry Analysts 社によると、世界の衛星リモート・センシング市場は 2020 年までに 26 億ドル市場に成長する見込みである。衛星を用いて撮影・収集されたデータの需要は、気象予報や災害対策支援、農業・土地管理計画、自然資源管理・保全、土地利用・森林マッピング、農村・都市開発などに活用するため、主に政府機関で高まっている。一方で、民間部門においても、石油・ガス、鉱業、公益事業、保険、農業といった様々な業界においてこうした衛星データの利用が進みつつある。米国は、衛星リモート・センシング分野で世界最大の市場であるが、大気汚染問題が深刻な中国、台湾、インド、韓国などのアジア地域で、今後衛星リモート・センシング技術を用いた研究開発活動に大幅な投資が行われる見通しであり、2020 年にかけてアジア・太平洋地域市場は急速な成長（年平均成長率 8.6%）が予想されている⁷。

なお、SIA によると、世界で運用中の人工衛星のうち、通信用途が半数以上を占め、リモート・センシング向け衛星がそれに次ぐ割合を占めている。

図表 4: 世界で運用されている機能別人工衛星の割合 (2015 年 12 月末時点)



出典: SIA

(3) スペース・ベンチャー企業への投資規模推移

従来、宇宙産業は、政府出資による大規模宇宙開発プロジェクトを専門に受託してきた Lockheed Martin 社や Boeing 社などの米大手航空機・宇宙船開発製造企業がその成長を支えてきた。しかし、2000 年代に

⁵ 現在の衛星インターネット通信は、高度 3 万 5,000km の中軌道に衛星を配置し地球と通信を行っており、距離があることから、600 ミリ秒以上の遅延が発生する。これに対し、より地球に近い低軌道（高度 2,000km 以下）に衛星を配置することで、その遅延を 25 ミリ秒～35 ミリ秒（有線で接続しているインターネット網における遅延とほぼ同じ）に抑えられると考えられている。

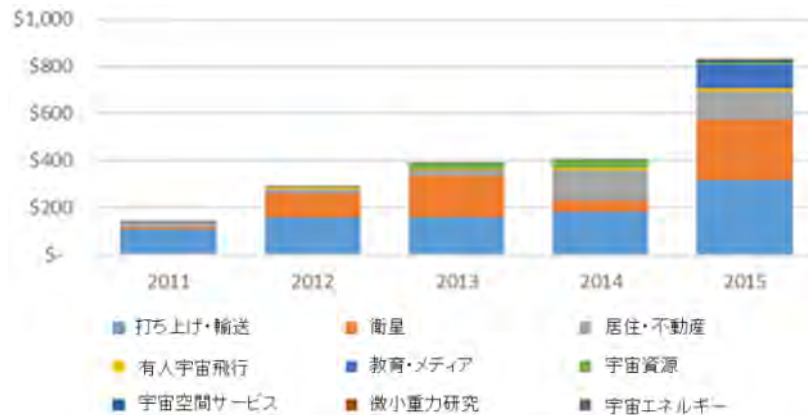
⁶ <https://phys.org/news/2017-01-satellite-constellations-poised-broadband-industry.html>

⁷ <http://www.strategyr.com/pressMCP-7064.asp>

入って数多くの宇宙ベンチャーが創設され、業界に大きな変化が生じている。宇宙ビジネスへの投資活動を行う米ベンチャー・キャピタルの Space Angels Network 社⁸によると、2007～2015 年にかけて、宇宙ベンチャーに投資する企業や個人投資家の数と投資額は急増しており、特に 2012～2015 年にかけての年平均成長率は 180%となるなど、近年、その投資活動は著しく拡大している⁹。

図表 5 に示すように、スペース・ベンチャーの手がける事業は、有人宇宙飛行や宇宙における居住空間の建設を目指す企業、宇宙資源開発企業など様々な分野にわたっており、打ち上げ・輸送、衛星関連のベンチャーを中心に投資家の支援を受けて成長している。なお、2015 年には、Google 社が SpaceX 社におよそ 10 億ドルの投資を行うことや、米半導体大手 Qualcomm 社や米 Coca-Cola 社などが計 5 億ドルを OneWeb 社に投資することを明らかにするなど、他業種の大手企業がスペース・ベンチャーに多額の投資を行う動きが相次ぎ、8 億ドルを超える過去最高額の投資資金が市場で注目を集めるスペース・ベンチャーに提供された。これらのスペース・ベンチャーについては次章で紹介する。

図表 5: スペース・ベンチャーの事業分野と投資額の推移(単位: 100 万ドル)



出典: Space Angels Network

(4) 米国で民間の宇宙ビジネス及び民間投資が拡大している背景

a. IT 技術と衛星データビジネスの発展

従来、宇宙産業は非常にリスクが高く、投資利益を得るまでにかかなりの期間を要する分野とみなされており、宇宙産業に投資する投資家は、衛星テレビ放送サービス事業者などの衛星通信ビジネスに係る企業や、次章で紹介する SpaceX 社を立ち上げた Elon Musk 氏や Blue Origin 社を創設した Jeff Bezos 氏をはじめとする宇宙開発に個人的な夢と野心を抱く富豪起業家など、一部に限られていた。こうした投資家の持つ宇宙産業に対する認識を変え、近年、より幅広い層の投資家が宇宙産業に多額の投資を行うようになってきているのは、SpaceX 社など、既存の IT 技術を活用して迅速な製品開発を行い、比較的短期間で収益を上げることに成功したスペース・ベンチャー企業の登場が大きく影響している。しかし、航空宇宙防衛産業分野を専門とする米コンサルティング企業 Tauri Group のマネージングパートナーを務める Carissa Christensen 氏によると、宇宙産業への幅広い投資家による投資のきっかけを作ったのは SpaceX 社であるが、実際に投資家から多大な投資を獲得しているのは、ロケット開発・打ち上げ事業ではなく、後述する Planet Labs 社や Spire Global 社といった衛星コンステレーションを構築・管理するリモート・センシング企業など、衛星データビジネスに従事する企業という¹⁰。

⁸ 2007 年創設。Space Angels Network 社は、米国を中心にエンジェル投資家の世界的なネットワークを有する。

⁹ <http://spaceangelsnetwork.com/2016/01/21/2015-an-epic-year-for-the-space-industry/>

¹⁰ <http://fortune.com/2016/02/22/vcs-invested-more-in-space-startups-last-year/>

IT・通信機器／技術の進歩と、「CubeSat¹¹」のような小型衛星の標準化イニシアチブにより、こうした新宇宙ビジネスに参入する企業は、安価な小型衛星を短期間に開発・製造し、これらの衛星を多数用いた衛星コンステレーションを構築することで、より安価かつ高頻度で衛星データを収集できるようになっており¹²、上述のように、政府機関や幅広い業界分野でこうしたデータが活用され始めている。衛星システムから収集される石油開発や船舶・海洋活動などに関する膨大な地球観測データは、ビッグデータ分析により政府や企業の政策方針に様々な洞察を加えられることから、その潜在的な価値は計り知れないと投資家はみている。近年、多額の投資を集めている衛星データビジネスを手がけるベンチャーは、システム開発コストを削減する一方で、当該システムから生成される新たな衛星データが非常に多くのユーザー層に活用される見通しであることを投資家に売り込むことに成功している¹³。このように現在の宇宙ビジネスの成長は、IT 技術の発展と密接に関係しており、このことが大手 IT 企業の宇宙産業への参入を後押しする一因と考えられる。

b. 連邦政府による宇宙ビジネスの産業化を後押しする動き

米国では、2011 年 7 月のスペースシャトル引退を受け、オバマ政権下で、国際宇宙ステーション (International Space Station:ISS)に宇宙飛行士を輸送¹⁴する有人宇宙船の開発に民間の宇宙事業者を積極的に活用し、宇宙開発事業に官民が連携して取り組む体制へと方針転換が図られた。米航空宇宙局 (National Aeronautics and Space Administration:NASA)では、かねてから ISS への物資及び宇宙飛行士の輸送を民間に委託しようという構想があり、2006 年 1 月に立ち上げられた 8 億ドルの「商用軌道輸送サービス (Commercial Orbital Transportation Services:COTS)」プログラム¹⁵において、その実現に向けた民間支援が開始された。NASA は 2008 年、SpaceX 社及び Orbital Services 社の 2 社と ISS への物資輸送契約を締結し¹⁶、SpaceX 社は 2012 年 10 月、民間企業として初めて ISS への物資補給ミッションを成功させた¹⁷。

図表 6:ISS へのドッキングを行う SpaceX 社の「ドラゴン(Dragon)」宇宙船



出典:NASA¹⁸

¹¹ 打ち上げ費用を抑制するため、1999 年にカリフォルニア・ポリテクニク州立大学とスタンフォード大学が開発した低軌道における科学研究向け小型人工衛星の仕様。COTS (commercial off-the-shelf) コンポーネントを活用することが一般的で、CubeSat の最小規格は 10×10×10 cm サイズ (重量 1.33kg 以下) である。

¹² 従来リモートセンシングに利用されてきた衛星は、1 基あたり 1 億ドル相当を要する大型衛星であり、収集される画像データは、高解像度であるが価格が高額であることや、人工衛星の基数が限られているため、データ提供の頻度が限定的であった。

¹³ <http://blog.criticalsoftware.com/space-2.0-advancements-and-strategic-moves-in-the-new-space-era>
<http://www.economist.com/technology-quarterly/2016-25-08/space-2016>

¹⁴ 1981 年に立案された火星への有人宇宙飛行計画を実現するためのスペースシャトル計画の終了は、2004 年にブッシュ前大統領により発表された。スペースシャトルの引退後、米国は ISS への宇宙飛行士の輸送をロシアに委託している。

¹⁵ <https://www.nasa.gov/commercial-orbital-transportation-services-cots>

¹⁶ NASA は、Orbital 社と 8 回、SpaceX 社と 12 回の ISS への物資補給ミッション委託契約を、それぞれ約 19 億ドル、16 億ドルで締結している。

¹⁷ <https://www.nasa.gov/content/nasa-releases-cots-final-report>

¹⁸ https://www.nasa.gov/mission_pages/station/multimedia/gallery/iss034e060718.html

オバマ政権では、こうした官民連携が一層強化され、安全で信頼でき、かつコスト効率の高い方法で宇宙飛行士を ISS に輸送することを目指す「商業乗員プログラム (Commercial Crew Program: CCP)」が立ち上げられた¹⁹。この取組みの一環で、NASA は 2010 年、民間企業による有人宇宙船とその打ち上げロケットの開発を支援する「商業乗員輸送開発 (Commercial Crew Development: CCDev)」計画²⁰を開始し、3 回の選考・入札プロセスを経て、2014 年 9 月、Boeing 社及び SpaceX 社の 2 社と、それぞれ 42 億ドル、26 億ドルの契約を締結した。契約には、最低 1 回の有人宇宙飛行をテスト実施することが定められており、同テストにより NASA の承認が得られれば、2 社は、宇宙飛行士を乗せた ISS までのミッションを最低 2 回実施することになる²¹。当初、両社は 2017 年までに有人宇宙飛行のテスト打ち上げを実施する計画であった。しかし、計画は遅延し、現在 SpaceX 社は 2017 年 11 月に有人宇宙船「クルー・ドラゴン (Crew Dragon)」を用いて、まずは無人でのテスト打ち上げを実施し、2018 年後半に有人宇宙飛行のテストを行う計画であり、Boeing 社も 2018 年 6~8 月にかけて同様のテスト実施を行う予定である。なお、NASA は 2017 年 1 月、両社のテスト飛行が成功すれば、宇宙飛行士を乗せた ISS までのミッションを最低 2 回から 6 回に増やす方針を明らかにしている²²。

CCP を通じた NASA による民間支援は、これまで 10 億ドル以上に上っている。オバマ政権は、こうした連邦資金による民間宇宙企業の育成に加え、2015 年 11 月、民間企業による小惑星や天体で発見された天然資源の採掘及び所有を認める「商業宇宙打ち上げ競争法 (Commercial Space Launch Competitiveness Act)」を成立させ、民間主導による小惑星・天体の資源探査活動を推進するなどしており、SpaceX 社をはじめとするスペース・ベンチャーの躍進は、同政権下で民間を支援する手厚い政策が一貫して推進されたことが大きく影響している²³。

c. 民間レベルで商業宇宙開発事業を支援する動き

連邦政府による宇宙企業の育成及び宇宙産業振興の動きと並行して、民間レベルにおいても商業宇宙開発事業を支援する動きがみられるようになってきている。

① 航空宇宙産業スタートアップの支援

航空宇宙産業におけるテクノロジースタートアップの事業成長を支援する Starburst Accelerator 社は、元 Airbus 社のエンジニア兼航空宇宙戦略コンサルタントの Francois Chopard 氏により 2012 年に創設された。同社は、米ロサンゼルス、仏パリ、独ミュンヘン、シンガポールに拠点を展開し、Thales 社、Panasonic Avionics 社、Boeing 社、Raytheon 社、Northrup Grumman 社を含む 30 社以上の大手航空宇宙関連企業から成るアクセラレータープログラムを通じて、航空宇宙産業に特化したテクノロジースタートアップが通常 100 万ドル以上に上るシード資金を獲得できるよう支援している²⁴。これまで同社が支援したスタートアップは、ドローン向けナビゲーションシステムの開発を手がける米 AirMap 社²⁵や、無人貨物航空機及び乗客の空輸も可能とするドローンの開発を行っている米 Natilus 社²⁶など、150 社以上に

¹⁹ <https://www.nasa.gov/exploration/commercial/crew/ccicap-announcement.html>

²⁰ https://www.nasa.gov/offices/c3po/partners/ccdev_info.html

²¹ <https://www.nasa.gov/content/nasa-chooses-american-companies-to-transport-us-astronauts-to-international-space-station>

²² <http://www.geekwire.com/2017/boeing-spacex-four-nasa-orders-space-taxis/>

²³ <http://www.space.com/35394-president-obama-spaceflight-exploration-legacy.html>

²⁴ 具体的に、Starburst 社は、航空宇宙関連の幅広いテクノロジーイノベーション企業を結集した多数の航空ショーを毎年開催している。

²⁵ <https://www.airmap.com/>

²⁶ <http://www.natilus.co/>

上る²⁷。Starburst 社は 2016 年 11 月、Starburst Venture と称する 2 億ドルのベンチャーファンドをカリフォルニア州サンフランシスコに創設しており²⁸、同ファンドを通じて、向こう 3 年間で世界のおよそ 35 社の関連スタートアップを対象に、技術開発などを支援する資金提供を行う計画である²⁹。

²⁷ <http://starburst.aero/>

²⁸ シンガポールのプライベート・エクイティ・ファンド Leonie Hill Capital 社を主要パートナーとして創設資金を獲得している。

²⁹ <https://techcrunch.com/2016/11/29/starburst-ventures-closes-200-million-debut-fund-to-back-space-tech-startups/>
<http://www.geekwire.com/2016/starburst-ventures-200-million-aerospace-startups/>

② 民間月面無人探査活動の支援

「Google Lunar XPRIZE」は、米非営利団体 X プライズ財団(X Prize Foundation³⁰)が 2007 年 9 月に立ち上げ、Google 社がスポンサーとして支援している民間による最初の月面無人探査を競う³¹賞金総額 3,000 万ドルのコンペである³²。期日までに月面に民間開発の無人探査機を着陸させ、着陸地点から 500m 以上走行し、指定された高解像度の画像・動画データを地球に送信するというミッションを最も早くクリアしたチームに優勝賞金 2,000 万ドル、準優勝チームには 500 万ドルが贈られるほか、各 100～400 万ドルに上る 5 つのボーナス賞金³³が用意されている³⁴。同コンペの目標は、宇宙探査活動におけるよりコスト効率の高い技術・材料の民間開発を促進すると共に、次世代の民間投資を助長することにある。当初、同コンペには国際色豊かな 34 チームが参加申請を行っていたが、途中で多数のチームが撤退・合併を強いられ、最終期限の 2016 年 12 月末までに打ち上げ契約を確定できたのは、米国の「Moon Express」や日本の「HAKUTO」を含むわずか 5 チーム(以下の表参照)となっている^{35 36}。各チームは 2017 年内の打ち上げを予定しており、10 年の歳月を経てようやく実現される打ち上げとミッションを達成するチームの動向に注目が集まっている。

図表 7: Google Lunar XPRIZE のファイナリスト 5 チームの概要

チーム名	国	探査機(イメージ図)	概要
Spacell	イスラエル		イスラエル及び世界のより多くの人々を科学・テクノロジー教育／産業に惹きつけることを目指す非営利機関チーム。探査機は、月面着陸後、500m の距離を月面から上方に跳ね上がることで、月面走行ミッションを達成する予定である。打ち上げには、SpaceX 社の「ファルコン 9(Falcon 9)」を使用し、2017 年末に打ち上げ予定。
Moon Express	米国		月の広大な資源を人類に開放し、軌道以遠の商業宇宙活動を開拓することを目標とする米スタートアップ企業のチーム。米国及びニュージーランドに拠点を有するロケット開発企業 Rocket Lab 社と、2020 年までに 3 度の打ち上げ契約を締結しており、2017 年末に最初の打ち上げを予定している。

³⁰ インセンティブに基づくコンペを通じて、人類の利益につながる劇的な技術革新を創出することを目的として 1995 年に創設された。X プライズ財団は、2004 年、民間による最初の有人弾道宇宙飛行を競うコンテスト(Ansari XPRIZE)を開催している。<http://www.xprize.org/>

³¹ 参加チームは、ミッションの実行にかかるコストの 90%を民間投資から得ていることを証明する必要がある。

³² <http://lunar.xprize.org/>

³³ ボーナス賞のミッションには、無人探査機で月面を 5km 以上走行させられること(200 万ドル)、月面における水の存在を科学的に証明できること(400 万ドル)などが含まれる。

³⁴ <http://lunar.xprize.org/about/guidelines>

³⁵ コンテストの期限はこれまで数回にわたり延期され、2015 年 5 月、ロケット打ち上げを 2017 年 12 月末までに打ち上げを実現できるチームのみが最終的にコンテストに参加できることになった。<http://lunar.xprize.org/news/deadline-30-million-google-lunar-xprize-extended-end-of-2017>

³⁶ <http://lunar.xprize.org/news/blog/meet-5-teams-are-launching-moon-year>

Synergy Moon	多国籍		同コンペに参加したチームの一部から構成される合併チームで、15 カ国以上の技術者メンバーが月面着陸機・探査機や打ち上げロケットの開発に関与している。打ち上げには、チームのメンバーである米 Interorbital Systems 社の「ネプチューン 8 (NEPTUNE 8) ロケットを使用し、2017 年後半の打ち上げを予定している。
TeamIndus	インド		インドの宇宙スタートアップ企業が開発を手がける月面着陸機に載った同社開発の重量 5kg の探査機が走行する予定。打ち上げには、インド宇宙研究機関の「PSLV (Polar Satellite Launch Vehicle)」ロケットを使用し、2017 年 12 月後半に打ち上げを予定している。
HAKUTO	日本		KDDI 社やスズキ株式会社などがパートナー企業として参加しており、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) の長期月資源探索計画への協力で覚書を締結している。月面着陸機を独自に持たないことから、別チーム (米 Astrobotic Technology 社) の着陸機に探査機を相乗りさせる契約を締結していたが、同社がその後同コンペからリタイアすることを表明したため、急遽相乗り先を TeamIndus に変更し、新たに契約を締結している。

出典: 各種資料³⁷を基に作成

3 米国の新宇宙ビジネスをリードする主要 IT 系企業

(1) ロケット開発・打ち上げ

SpaceX 社と Blue Origin 社は共に、大手 IT 企業を創設し、宇宙事業に個人的な野心を抱く起業家により創設されたスペース・ベンチャーであり、優秀なエンジニアの採用や再利用ロケットの開発等で歴史に残る成果を挙げるために熾烈な競争を繰り広げている³⁸。

図表 8: SpaceX 社と Blue Origin 社の概要

	SpaceX 社	Blue Origin 社
創設者	Elon Musk 氏 (PayPal 社、Tesla Motors 社、SolarCity 社 ³⁹ 創業者)	Jeff Bezos 氏 (Amazon 社創業者)
創設年	2002 年	2000 年
企業形態	私企業	私企業
本社所在地	カリフォルニア州ホーソーン	ワシントン州セント (Kent)

³⁷ <http://lunar.xprize.org/press-release/google-lunar-xprize-awards-1-million-diversity-prize-five-teams-move-forward>
<http://lunar.xprize.org/news/blog/meet-5-teams-are-launching-moon-year>
<http://spectrum.ieee.org/semiconductors/materials/finish-line-looms-for-google-lunar-xprize-finalists>

³⁸ <https://www.fastcompany.com/3060483/spacex-and-blue-origin-fight-to-win-the-modern-space-race>

³⁹ 2006 年に Musk 氏が創設した太陽光発電のソーラーパネルの導入及びバッテリーを生産する企業で、2016 年に Tesla 社と合併している。

	(Hawthorne)	
従業員数	5,000 人以上	600~1,000 人
事業目標	地球外の惑星(火星)への人類移住	安価な商業宇宙旅行の実現、他の惑星への人類移住
再利用ロケット	ファルコン 9(Falcon 9)、 ファルコン・ヘビー(Falcon Heavy)	ニュー・シェパード(New Shepard)、 ニュー・グレン(New Glenn)

出典: 各種資料を基に作成

a. Space Exploration Technologies (SpaceX) 社

SpaceX 社は、米オンライン決済サービスの PayPal 社や米電気自動車メーカー大手 Tesla Motors 社の創業者として知られる Elon Musk 氏が、自己資金 1 億ドルを拠出して 2002 年に立ち上げたロケットや宇宙船の開発・製造・打ち上げといった宇宙輸送業務を手がける企業である。同社は、設立からわずか 6 年後の 2008 年 9 月、3 回の打ち上げ失敗を経て、民間企業として初めて液体燃料ロケット「ファルコン (Falcon) 1」を地球の周回軌道に乗せることに成功し⁴⁰、民間企業として初めて ISS への物資補給や宇宙飛行士の輸送を請け負う計 42 億ドルに上る複数の契約を NASA と締結⁴¹、宇宙市場で一躍その名を高めている。SpaceX 社は、NASA との契約と並行して、通信・放送衛星の商業打ち上げで日本、フランス、米国を含む様々な国の企業の衛星打ち上げを多数受注するようになっているほか、2015 年には、それまで米 United Launch Alliance (ULA) 社⁴²の独占下にあった米軍事衛星の打ち上げ市場で受注を獲得⁴³するなど、軍事衛星の打ち上げサービス市場にも参入しており、同社が手がけた打ち上げ件数は、今後の予定も含め 70 件以上に上る⁴⁴。

図表 9: 「ファルコン 9」ロケットと Musk 氏



出典: The Next Web

こうした同社の宇宙市場における急成長の背景には、同社独自のロケット開発手法がある。地球外の惑星(火星)への人類移住という壮大な目標を掲げ宇宙ビジネスに参入した Musk 氏は、長期的に持続可能なビジネスモデルを策定する中で、宇宙飛行の低コスト化を図ることが不可欠と考え、「ファルコン 9 (Falcon 9)」ロケットの開発にあたり、モジュール構造の採用⁴⁵や、最新テクノロジーを駆使してエンジンを含むロケッ

⁴⁰ <http://www.spacex.com/press/2012/12/19/spacex-successfully-launches-falcon-1-orbit>

⁴¹ <http://spacenews.com/41891nasa-selects-boeing-and-spacex-for-commercial-crew-contracts/>

⁴² 2006 年 12 月に立ち上げられた Lockheed Martin 社及び Boeing 社の合併事業で、米国防総省 (DoD) や NASA を含む連邦政府を対象に打ち上げサービスを提供している。

⁴³ <http://fortune.com/2015/11/17/spacex-military-mission/>

⁴⁴ <http://www.spacex.com/missions>

⁴⁵ ISS への輸送業務、商業・軍事打ち上げなどに対応するために開発された 2 段式のファルコン 9 ロケットは、第 2 段部分の機体は第 1 段部分の機体より短いだけで、大部分は同じ工程、材料、技術を用いて製造できる設計となっている。

トのおよそ 80%の部品を自社で開発・製造することで、徹底した低コスト化と品質管理を行っている⁴⁶。ファルコン 9 の 1 回の標準打ち上げ価格は 6,200 万ドルで、既存の他の宇宙企業による同様の性能を持つロケットの打ち上げ価格が 1 億ドル以上かかることを踏まえると、非常に安価である⁴⁷。

⁴⁶ <https://hbr.org/2013/04/what-spacex-can-teach-us-about>

<http://time.com/space-x-ten-things-to-know/>

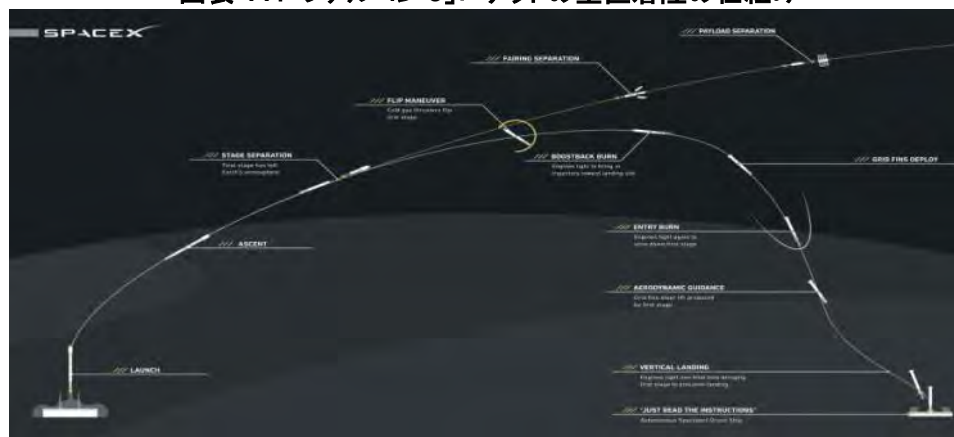
⁴⁷ <https://qz.com/153969/spacex-just-made-rocket-launches-affordable-heres-how-it-could-make-them-downright-cheap/>

図表 10:カリフォルニア州ホーソーンの製造工場で組み立てられる SpaceX 社の「ファルコン 9」ロケット

出典: SpaceX⁴⁸

Musk 氏は、6,000 万ドル相当のコストがかかるファルコン 9 ロケットの打ち上げにおいて、燃料費はわずか 20 万ドルにすぎず、ロケットを常に再利用できるようになれば、その打ち上げ費用を大幅に下げられると考えており、SpaceX 社は打ち上げコストをさらに低減するため、ロケットの再利用実験・開発を進めている⁴⁹。ロケットの回収・再利用は、打ち上げコストの低下や打ち上げ頻度の向上につながるとして、これまで数十年にわたり業界で議論されてきたが、その実現に漕ぎ着けた例はまだない。SpaceX 社は 2015 年 12 月、商業衛星を積んだファルコン 9 の打ち上げ後、再利用可能なロケットの 1 段目の機体（燃料ブースターを搭載）の垂直着陸を初めて成功させたのをきっかけに、これまで 8 回の 1 段目ロケットの回収に成功している。同社のプレジデント兼最高執行責任者（COO）を務める Gwynne Shotwell 氏は、2017 年 3 月はじめ、今後数週間以内に、回収した 1 段目の機体を再利用したファルコン 9 ロケットを初めて打ち上げる計画⁵⁰を明らかにしており⁵¹、これが成功すれば、ロケット再利用の道にまた一歩近づくことになる。

図表 11:「ファルコン 9」ロケットの垂直着陸の仕組み



※打ち上げに成功したファルコン 9 ロケットは、軌道に到達後、再利用可能な 1 段目の機体を、複数の通信衛星を積んだ 2 段目の機体と分離させ、2 段目の機体は軌道に通信衛星を投入する一方、1 段目の機体は発射地点に引き返し、燃料を逆噴射させて減速しながら降下、垂直着陸を果たす。

出典: SpaceX⁵²

⁴⁸ <http://www.spacex.com/news/2013/09/24/production-spacex>

⁴⁹ <http://www.theverge.com/2015/12/21/10640306/spacex-elon-musk-rocket-landing-success>

⁵⁰ 同ロケットは、2016 年第 4 四半期に打ち上げを予定していたルクセンブルクの通信衛星大手 SES 社の衛星を運ぶ予定。

⁵¹ <http://www.popularmechanics.com/space/rockets/a25615/spacex-date-first-reusable-rocket-flight/>

⁵² <http://www.spacex.com/news/2015/06/24/why-and-how-landing-rockets>

2015 年 6 月に ISS に物資を運送する予定のファルコン 9 ロケットが打ち上げ数分後に爆発したり、2016 年 9 月の打ち上げテスト中に、打ち上げ予定の人工衛星を積んだままファルコン 9 ロケットが爆発する⁵³など、SpaceX 社の打ち上げ実績は成功ばかりではないが、低価格を武器に、着実に宇宙ビジネスを拡大している。こうしたロケット開発・打ち上げ事業にとどまらず、2040 年までに火星に 8 万人を移住させる構想を掲げる Musk 氏は、2024 年に火星への有人探査機を打ち上げ、2025 年に火星着陸を目指す計画⁵⁴のほか、4,425 基の通信衛星を地球低軌道に打ち上げ、全世界のあらゆる場所をカバーする高速インターネットネットワークを構築する計画（後述参照）や、ISS への初有人飛行を実現後、2018 年中に民間人 2 名の搭乗する宇宙船を月まで打ち上げ、周回させて地球に帰還させる計画⁵⁵など、新たな宇宙開発／サービス計画を次々と発表し、業界を騒がせている。

b. Blue Origin 社

Blue Origin 社は、米 e コマースサイト大手 Amazon 社の創業者 Jeff Bezos 氏が 2000 年に創設した航空宇宙企業である。宇宙旅行を幼少の頃から夢見てきた Bezos 氏は、安価な商業宇宙旅行の実現を中心目標に据え、他の惑星への人類移住を最終目標として同社を立ち上げ、純資産額 467 億ドル相当といわれる同氏の自己資金のうち、2014 年までに 5 億ドル以上を投入している⁵⁶。Blue Origin 社のモットーは、ラテン語で「Gradatim Ferociter（『段階的にどう猛に』を意味する）」であり、多数の有能な人材を収集して急ピッチでロケット開発を進めてきた SpaceX 社と比較すると、その規模や開発のスピードは劣るが、独自技術を用いた再使用ロケットとエンジンの開発を着実に進め、成果を上げている⁵⁷。

図表 12: 初打ち上げ前の「ニューシェパード」ロケットと Bezos 氏



出典: Blue Origin⁵⁸

Blue Origin 社は、ロケットの再利用を可能にするため、垂直離着陸を行える機体・技術開発に特に注力している⁵⁹。同社は当初、準軌道（弾道）飛行に焦点を置いてロケット開発を行っており、2015 年 4 月に再使用型ロケットと乗員カプセルから構成される「ニューシェパード（New Shepard）」ロケットの初のテスト打ち上げを実施⁶⁰後、同年 11 月のテスト打ち上げで、SpaceX 社に先駆けて同再利用型ロケットの垂直着陸を世界で初めて成功させている⁶¹。この成功を受けて、SpaceX 社の Musk 氏がツイッターで祝意を示す一方、

⁵³ <http://money.cnn.com/2015/06/28/technology/spacex-rocket/>

<http://www.popularmechanics.com/space/rockets/a22660/possible-spacex-falcon-9-explosion-on-the-launch-pad/>

⁵⁴ <http://www.popsci.com/elon-musk-wants-to-put-humans-on-mars-by-2025>

⁵⁵ <http://www.spacex.com/news/2017/02/27/spacex-send-privately-crewed-dragon-spacecraft-beyond-moon-next-year>

⁵⁶ https://thenextweb.com/insider/2016/04/13/blue-origin-vs-spacex-2-billionaires-race-colonize-space/#.tnw_ytcJRzMB

<http://spacenews.com/41299bezos-investment-in-blue-origin-exceeds-500-million/>

⁵⁷ <https://www.fastcompany.com/3060483/spacex-and-blue-origin-fight-to-win-the-modern-space-race>

⁵⁸ <https://www.blueorigin.com/gallery>

⁵⁹ <https://www.blueorigin.com/technology>

⁶⁰ <https://www.nasaspacelflight.com/2015/04/blue-origins-new-shepard-test-flight/>

⁶¹ <https://www.blueorigin.com/news/blog/historic-rocket-landing>

準軌道に乗客を運ぶことを目指す Blue Origin 社のロケットと軌道上に衛星等のペイロードを輸送する SpaceX 社のロケットでは、必要とされるロケットの性能が全く異なることを指摘するツイートをを行ったことは、よく知られている⁶²。Blue Origin 社は 2016 年 1 月、垂直着陸に成功したロケットを用いたニューシェパードロケットの 2 度目のテスト打ち上げを成功させ⁶³、ロケットの再利用においても SpaceX 社に先んじている。同社はこれまでに同じブースターを用いた再利用ロケットの打ち上げに 5 回連続で成功しており、有人のテスト宇宙飛行を 2017 年中に実施し、2018 年に民間人を対象とする準軌道飛行ビジネスを開始する計画を明らかにしている⁶⁴。

図表 13:「ニューシェパード」ロケットの垂直着陸の仕組み



※打ち上げられたロケットは、高度およそ 100km を超える地点に達した後、乗員カプセルを分離させ、カプセルがパラシュートで地表に帰還する一方、ロケットは発射台に向け降下し、燃料を逆噴射させて垂直着陸を果たす。

出典: Blue Origin⁶⁵

Blue Origin 社は、2011 年以降、軌道周回飛行を目的とした技術開発にもフォーカスするようになっており、宇宙への物資及び人員輸送向け大型ロケット用の「BE-4」エンジンの開発を進めている⁶⁶ほか、2016 年 9 月には、同エンジンを搭載予定の大型軌道ロケット「ニュー・グレン (New Glenn)」を発表した⁶⁷。ニュー・グレンロケットは、2 段式(全高 82m)と 3 段式(全高 95m)の 2 種類あり、SpaceX 社のファルコン・ヘビー (Falcon Heavy) ロケット⁶⁸を上回り、3 段式ロケットは、アポロ計画で使用された NASA の「サターン V (Saturn V)」ロケットに匹敵する史上最大級のロケットとなる見込みである(図表 14 参照)。ニュー・グレンロケットは、1 段目のロケットが最大 100 まで再利用できる設計となっており、地球低軌道に 45 トンのペイロードの打ち上げ、静止トランスファ軌道(GTO)には 13 トンの打ち上げが可能である⁶⁹。Blue Origin 社は、2020 年までに同ロケットの打ち上げを目指しており、フランスの大手衛星通信事業者の Eutelsat 社を初の顧客として同社の衛星を 2022 年までに打ち上げ、商業衛星打ち上げ市場への参入を果たす計画である⁷⁰。また、2017 年 3 月はじめにワシントンポスト紙が報じたところによると、同社は、月への物資輸送サービス

⁶² <https://techcrunch.com/2015/11/29/dont-compare-blue-origins-success-to-spacexs-failures/>

⁶³ <https://arstechnica.com/science/2016/01/blue-origin-soars-again-successfully-reusing-its-new-shepard-rocket/>

⁶⁴ https://www.washingtonpost.com/news/the-switch/wp/2016/10/05/why-jeff-bezos-may-crash-his-historic-rocket/?utm_term=.9b3b5e6d8309

⁶⁵ <https://www.blueorigin.com/technology>

⁶⁶ 2014 年 9 月、Blue Origin 社と United Launch Alliance (ULA) 社は、ULA 社の「Atlas」及び「Delta」ロケット向けに同新型エンジンを搭載するための開発・供給契約を締結している。<https://www.cnet.com/news/jeff-bezos-blue-origin-to-develop-rocket-engine-for-boeing-and-lockheed-martin/>

⁶⁷ <http://www.space.com/34034-blue-origin-new-glenn-rocket-for-satellites-people.html>

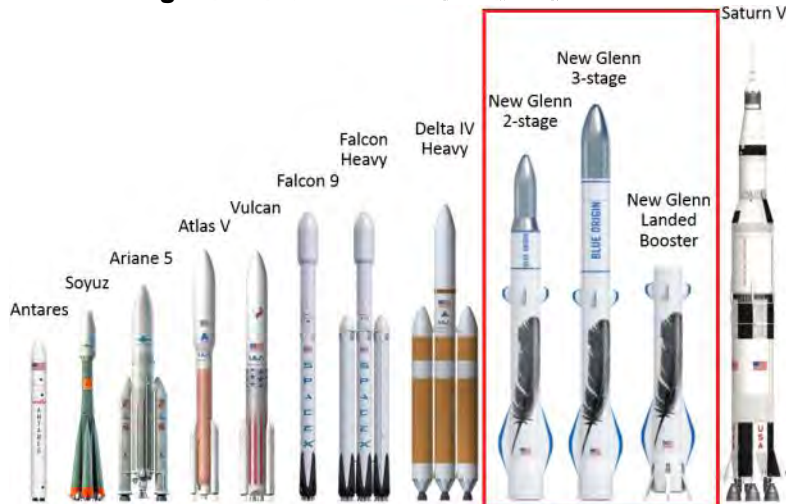
⁶⁸ 2017 年に初打ち上げが予定されているファルコン 9 より大型の再利用ロケット。

⁶⁹ <https://arstechnica.com/science/2017/03/blue-origin-releases-details-of-its-monster-orbital-rocket/>

⁷⁰ <http://fortune.com/2017/03/11/blue-origin-first-client/>

に民間の宇宙事業者を利用するインセンティブプログラムを設けるよう NASA に要請しており、有人月探査を短期的な宇宙政策目標として掲げるトランプ政権(後述参照)に対し、月への物資補給を行うためにニュー・グレンロケットを活用するよう売り込んでいる⁷¹。

⁷¹ https://www.washingtonpost.com/news/the-switch/wp/2017/03/02/an-exclusive-look-at-jeff-bezos-plan-to-set-up-amazon-like-delivery-for-future-human-settlement-of-the-moon/?utm_term=.5fc7a463b6bb

図表 14: Blue Origin 社が開発中の史上最大級の軌道ロケット「ニュー・グレン」

 出典: Blue Origin⁷²

(2) 空中インターネット(衛星、気球、ドローン等を用いたグローバルインターネット構築に向けた取組み例)

国際電気通信連合(International Telecommunication Union:ITU)によると、2016 年末時点で、依然としてインターネットを全く利用できない状況にある人の数は、途上国や遠隔地に暮らす人々を中心におよそ 39 億人で、世界人口の半数以上に上る⁷³。こうした地域の人々にブロードバンドサービスを提供できれば、医療アクセスや教育の機会の向上、貧困の解消につながるとして、その可能性がかねてから模索されてきたが、有線・無線通信システムインフラの構築が技術的に困難な地域やサービス提供に高額のコストがかかることなどが障害となり、その実現は困難とみなされてきた。ところが、近年、衛星、気球、ドローンなどを用いて無線インターネットを空から提供し、世界的なブロードバンドインターネット網を構築しようとする動きが、スペースベンチャーのほか、Google 社や Facebook 社といった大手 IT 企業の間でみられるようになっており、コスト及び技術面での各社のソリューションの実現可能性を含め、各社のサービス提供の行方に注目が集まっている。

a. SpaceX 社

Elon Musk 氏は 2015 年 1 月、複数の衛星を高度 1,200km 付近の低軌道に打ち上げ、光ファイバー並みの速度のブロードバンドインターネットサービスを途上国や遠隔地を含む世界中に提供し、ひいては火星で使用できるようにしたいとし、同計画の実現には 5 年間の歳月と計 100 億ドルのコストがかかるという、衛星インターネット構想を公表した⁷⁴。この発表の直後、同様のイニシアチブを独自に進める Google 社と、米大手投資ファンドの Fidelity 社が、同構想を支援するために計 10 億ドルを出資することが明らかになり⁷⁵、業界の関心を一気に高めることになった。

SpaceX 社は 2016 年 11 月、同計画に関連して通信衛星打ち上げに関する許可申請書を米連邦通信委員会(Federal Communications Commission:FCC)に提出している。同文書によると、同社はまず 800

⁷² <https://www.blueorigin.com/technology>

⁷³ http://www.unesco.org/new/en/media-services/single-view/news/broadband_commission_report_2016_more_than_half_of_the_world/

⁷⁴ <https://www.bloomberg.com/news/articles/2015-01-17/elon-musk-and-spacex-plan-a-space-internet>

⁷⁵ <https://www.wsj.com/articles/spacex-gets-1-billion-from-google-fidelity-1421795584>

基の衛星を打ち上げ、北緯 15~60 度及び南緯 15~60 度の地域をカバーするブロードバンドサービスを提供し、その後、段階的に衛星の数を増やし、最終的に 4,425 基の衛星を打ち上げて、赤道と両極地域を含む全米及び全世界を網羅する高速インターネット網を構築する予定である。下りの通信速度は 17~23Gbps で、レイテンシ⁷⁶は 25~35 ミリ秒で有線インターネット並みとなるという。各衛星の寸法は、4×1.8×1.2m、重要およそ 386kg で、太陽電池を搭載しており、稼働寿命は 5~7 年間と予測されている。衛星が使用する周波数帯は 10GHz~30GHz 帯の間で、コスト効率と信頼性を考慮して、同社はあらゆるコンポーネントを自社開発するとしている。同社は、商用サービスの具体的な開始時期については明らかにしていないが、最初の衛星の打ち上げを 2019 年頃に予定している⁷⁷。

b. OneWeb 社

OneWeb 社は、途上国でインターネットアクセスのない人々に同サービスを提供する事業に 15 年間従事してきた Greg Wyler 氏により創設されたベンチャー企業で、ワシントン DC、バージニア州、フロリダ州、カリフォルニア州に拠点を展開する⁷⁸。Wyler 氏は、2002 年にルワンダで光ファイバー及び 3G ネットワークを構築する通信事業を立ち上げたのをきっかけに、低軌道上に打ち上げた衛星を用いて途上国の人々に高速インターネットサービスを提供したいと考えるようになり、2007 年に O3b Networks 社を立ち上げた。同社は、Google 社等から資金援助を受けて、高度およそ 8,000km に打ち上げられた 12 の衛星を通じて、コンゴ民主共和国や小さな島々、クルーズ船などにインターネットサービスを提供しており、現在、太平洋地域で最大のインターネットプロバイダーとなっている。Wyler 氏は、2013 年に Google 社の消費者向け衛星インターネットサービス提供に向けたプロジェクトを主導するため Google 社に入社し、サービス提供に用いる Ku 帯の使用許可を取得するなど一定の進展をみせたが、コストやスケジュール上の問題が生じたことで、2014 年 9 月、Wyler 氏は Google 社を去り、WorldVu Satellites 社を創設⁷⁹、後に OneWeb 社に改名し、世界のあらゆる人々に衛星を用いたインターネットサービスの提供を目指している⁸⁰。

OneWeb 社は、重量およそ 130kg の衛星を高度 1,200km に 648 基打ち上げ、地上で衛星信号を受信する専用の小型アンテナ機器を個人、学校、企業、学校などに販売するビジネスプランを描いている。Wyler 氏は、同プロジェクトにかかるコストを 15~20 億ドルと見積もっており、2018 年に衛星の打ち上げを開始、2019 年にも商用ブロードバンドサービスの提供を開始する計画である⁸¹。同社は 2015 年 6 月、Qualcomm 社、Coca-Cola 社、Virgin Group 社、Boeing 社、Airbus 社などから 5 億ドルを調達しているほか⁸²、2016 年 12 月には、ソフトバンク社が同社に 10 億ドルを出資して同社最大の株主となることを発表し、同時に以前同社に出資していた企業から新たに計 2 億ドルの投資資金を獲得し、合計 12 億ドルの追加資金を得ている⁸³。OneWeb 社は Airbus 社と共同で、米フロリダ州に毎日 3 基の衛星を製造できる工場を建設中であり⁸⁴、この追加投資を受けて、同社の衛星コンステレーション計画に約 2,000 基の衛星を追加する

⁷⁶ 機器や装置の間で、一方がもう一方にデータや信号の伝送を要求してから、実際に送られてくるまでに生じる遅延時間のこと。

⁷⁷ <https://arstechnica.com/information-technology/2016/11/spacex-plans-worldwide-satellite-internet-with-low-latency-gigabit-speed/>

<http://www.geekwire.com/2016/spacex-fcc-application-internet-4425-satellites/>

⁷⁸ <http://oneweb.world/>

⁷⁹ Google 社を退社する際、Wyler 氏は Ku 帯の使用権を取得している。

⁸⁰ <https://www.wired.com/2015/01/greg-wyler-oneweb/>

<https://qz.com/294888/satellite-internet-is-a-space-business-widow-maker-so-why-does-elon-musk-want-in/>

⁸¹ <https://arstechnica.com/business/2015/01/satellite-internet-meet-the-hip-new-investment-for-richard-branson-elon-musk/>

⁸² <https://www.forbes.com/sites/alexknapp/2015/06/25/branson-backed-oneweb-raises-500-million-to-build-satellite-internet/#4c359f93502e>

⁸³ <https://www.wsj.com/articles/satellite-startup-oneweb-raises-1-2-billion-in-funding-round-led-by-softbank-1482142137>

⁸⁴ OneWeb 社は 2015 年 6 月、900 基以上の衛星製造契約を Airbus 社と締結している。

方針である⁸⁵。また、OneWeb 社は 2017 年 2 月末、米大手衛星通信事業者の Intelsat 社と合併することで合意したと発表しており、両社の運用する衛星の数は、予定も含め数百～数千基に上る見込みである⁸⁶。

図表 15: OneWeb 社が提供予定のユーザー端末の例

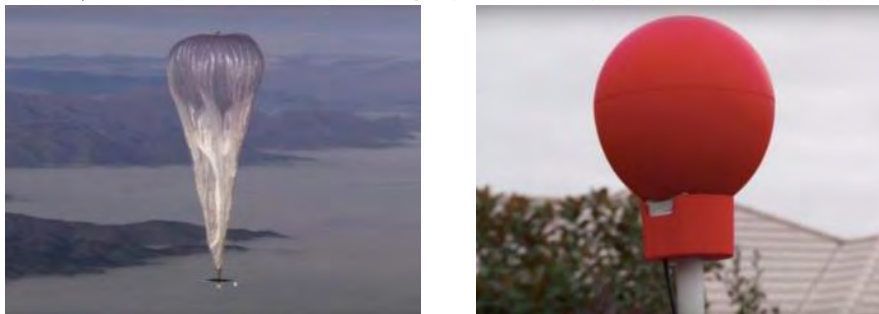


出典: OneWeb⁸⁷

c. Google 社

Google 社は 2013 年 6 月、途上国及び遠隔地に安価なインターネットサービスを提供するため、太陽光を動力とする巨大な気球を、商業飛行機が飛ぶ高さの 2～3 倍高い成層圏に複数飛ばし、地上に電波を発信してインターネット接続を可能にする「プロジェクト・ルーン (Project Loon)」を発表した⁸⁸。Google 社の親会社 Alphabet 社の研究開発部門 Google X において開発が進められている同計画は、直径 15 メートルの気球に携帯電話の基地局機能を搭載⁸⁹し、気球同士及び地上に設置したアンテナとを接続することでインターネット網を構築する仕組みである。気球単体で 5,000 km²の範囲をカバーできる。成層圏には一定の方向に風が吹く複数の層が存在し、各層の風の速さと向きが異なる。Google 社は、風の予測モデルに基づくアルゴリズムを用いて各層の風を利用して、各気球を制御し、電波を送る必要のある場所に気球を配置する方法を考案したとしている⁹⁰。

図表 16: プロジェクト・ルーンで試験中の気球 (左) と地上アンテナ (右)



出典: Business Insider⁹¹

<https://airbusdefenceandspace.com/newsroom/news-and-features/airbus-defence-and-space-selected-to-partner-in-production-of-oneweb-satellite-constellation/>

⁸⁵ <http://spacenews.com/oneweb-breaks-ground-on-a-florida-factory-that-will-build-thousands-of-satellites/>

⁸⁶ <http://www.reuters.com/article/us-oneweb-intelsat-m-a-idUSKBN1671CW>

⁸⁷ <http://oneweb.world/#solution>

⁸⁸ <https://googleblog.blogspot.fr/2013/06/introducing-project-loon.html>

⁸⁹ 搭載された通信機器は太陽光と充電電池で動作する。

⁹⁰ <https://x.company/loon/>

⁹¹ <http://uk.businessinsider.com/google-project-loon-2015-8?r=US&IR=T#loon-balloons-float-in-the-stratosphere-miles-above-earth-2>

本格的な商用サービス展開時期について Google 社は明らかにしていないが、同社はニュージーランドやブラジルで実証試験を行っており、気球を LTE 通信に対応し 10Mbps の速度で繋げることに成功しているほか、最近では、気球を周回させず、一定の期間一個所にとどめておけるアルゴリズムを発見したとし、これにより、計画に必要な気球の数とコスト低減につながることを期待されている⁹²。なお、Google 社は 2014 年に太陽光を動力とするドローンメーカー米 Titan Aerospace 社⁹³を買収しており、ドローンを用いて途上国にインターネットを提供する計画も同時に進めていたが、同社は 2017 年 1 月、プロジェクト・ルーンの方が技術的・経済的な実現可能性が高いとして、同計画を打ち切ることを発表している⁹⁴。

d. Facebook 社

Facebook 社の CEO、Mark Zuckerberg 氏は 2013 年 8 月、Google 社のプロジェクト・ルーン計画と同様に途上国を中心とするインターネット接続環境が整備されていない地域に暮らす人々がインターネットを利用できるようにするためのイニシアチブ「Internet.org」を、大手 IT 企業 6 社 (Ericsson 社、MediaTek 社、Nokia 社、Opera 社、Qualcomm 社、Samsung 社) と共同で立ち上げた⁹⁵。

同社は 2014 年 3 月、この取組みの一環で、世界の様々なコミュニティに安価なインターネットアクセスサービスを提供するため、高高度無人機、衛星、レーザーなどを用いた技術開発に取り組む新チーム「Connectivity Lab」を新設している⁹⁶。同時期、同社は英国の太陽光発電ドローンメーカー Ascenta 社を買収しており⁹⁷、同社は 2015 年 7 月末、Ascenta 社の技術を取り込み、レーザー及び無線信号を組み合わせ、上空から地上にインターネットサービスを提供できる高高度無人機「Aquila (ラテン語で鷲を意味する)」のプロトタイプ機が完成したと発表した⁹⁸。Aquila は翼の表面を覆う太陽電池板で稼働し、全翼 42m で Boeing 737 型機の翼幅と同程度の大きさであるが、重量は自動車よりも軽い。一度の飛行で最長 90 日間飛行し続けられる設計であり、高度 18~27km 地点を飛行して、地上の基地局の電波の届かない地域に、インターネットアクセスサービスを提供できる。また Facebook 社は、10Gbps のデータ通信を可能にする新たなレーザー技術の開発にも成功したとしており、現時点で 16km 以上離れた地点と通信できるという。

図表 17: Facebook 社が開発試験中の高高度無人機「Aquila」



出典: Facebook

⁹² <https://techcrunch.com/2017/02/16/how-googles-project-loon-balloons-learned-to-loiter/>

⁹³ 同社は、当初、Facebook 社も買収交渉中であると報じられていた。

⁹⁴ <http://www.nanalyze.com/2017/02/global-internet-everywhere/>

⁹⁵ Zuckerberg 氏は、インターネットへのアクセスを基本的人権の一つとみなし、世界中の全ての人々がインターネットにアクセスできるようにするため、同イニシアチブにおいて、①割安なインターネットアクセスサービスの提供、②アプリケーションの効率化による使用データ量の低減、③インターネットアクセスを容易にするための新ビジネスモデル及びサービスの開発、の 3 つの課題に注力して取り組むとしている。<http://newsroom.fb.com/news/2013/08/technology-leaders-launch-partnership-to-make-internet-access-available-to-all/>

⁹⁶ <https://info.internet.org/en/blog/2014/03/27/announcing-the-connectivity-lab-at-facebook/>

⁹⁷ <https://www.theguardian.com/technology/2014/mar/28/facebook-buys-uk-maker-solar-powered-drones-internet>

⁹⁸ <http://newsroom.fb.com/news/2015/07/new-milestones-in-connectivity-labs-aircraft-and-laser-programs/>

Facebook 社は、2016 年 6 月末にアリゾナ州ユマ(Yuma)で Aquila のテスト飛行を初めて実施し、それが無事に終了したことを報告していた⁹⁹が、後に、国家運輸安全委員会(National Transportation Safety Board)により、同機体は突風が原因で着陸に失敗し、翼が破損するなど大きな損傷を受けていたことが明らかになっている¹⁰⁰。同社は、これを受けて、機体設計を変更中であるほか、数カ月間飛行し続けるために太陽光バッテリー技術の開発をさらに進める必要があり、サービスの実現までには、まだ時間を要するとみられている。なお、Facebook 社は、Aquila の開発を進める一方、2015 年 10 月、フランスの通信衛星運営企業 Eutelsat 社と協力し、サハラ砂漠以南のアフリカ地域に衛星を用いてインターネット接続環境を提供するため、「AMOS-6」と呼ばれる人工衛星を 2016 年以降に打ち上げる計画を発表していたが、2016 年 9 月、同衛星を積んだ SpaceX 社の Falcon9 の爆発を受け、計画の遅延を余儀なくされている¹⁰¹

(3) リモート・センシング

リモート・センシングは新宇宙ビジネスにおいて、多数の投資家が注目する分野であり、多くのベンチャー企業が誕生している。以下では、主なベンチャー企業を紹介する。

a. Planet Labs 社

Planet Labs 社は、2010 年に元 NASA の科学者で、民生用の携帯電話を制御システムに用いた小型衛星プロジェクトに関する研究に従事していた Chris Boshuizen 氏と Will Marshall 氏らにより創設された。本社を米カリフォルニア州サンフランシスコに置き、カナダやドイツにも拠点を展開する¹⁰²。同社はこれまでに 1 億 8,000 万ドルに上る資金を調達しており、急速に拡大する小型衛星を用いたリモート・センシング市場におけるリーディング企業となっている。

Planet Labs 社は、同型の小型衛星を ISS 軌道及び太陽同期軌道(SSO)上に 100 基以上打ち上げ、地球上の様々な地点における観測データを毎日収集し、地球の自然・環境問題に人類が迅速に対応できるようにすることを目標として創業を開始し、ノートパソコンのバッテリーやスマートフォンの半導体に類似した民生機器を用いて、小型衛星「Dove」を低コストで自社開発している¹⁰³。同社は 2013 年 4 月に自社開発の小型人工衛星「Dove 1」と「Dove 2」の打ち上げに成功し、同年 6 月に多数の小型人工衛星を同時運用するコンステレーション計画「Flock-1」を発表した¹⁰⁴。同社は、2017 年 2 月に 88 基の Dove 衛星の打ち上げ成功を受けて運用する衛星の合計は 100 基以上となり、世界最大の衛星運用事業者となっている¹⁰⁵。同社の人工衛星により撮影・収集された画像データは、多数の政府機関及び企業により、気象情報のモニタリング、農業の作物生産量予測、都市計画、自然災害対策など幅広い分野で用いられている¹⁰⁶。

図表 18: Planet Labs 社が独自に開発する小型衛星「Dove」(上)と撮影画像(下)

⁹⁹ <https://newsroom.fb.com/news/2016/07/aquilas-first-flight-a-big-milestone-toward-connecting-billions-of-people/>

¹⁰⁰ <https://www.cnet.com/news/facebook-drone-investigation-wind-gust-led-to-broken-wing/>

¹⁰¹ <https://www.wired.com/2015/10/facebook-looks-space-bring-internet-everywhere/>

<https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-09-01/spacex-falcon-9-rocket-explodes-on-launch-pad-at-cape-canaveral>

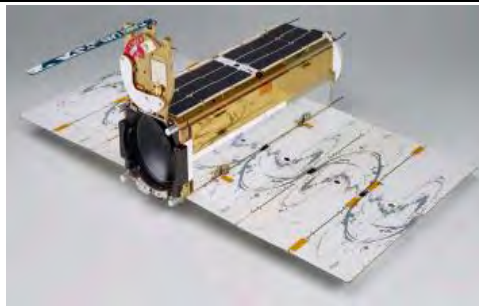
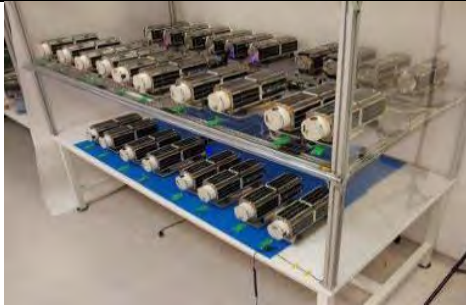
¹⁰² <https://www.planet.com/company/>

¹⁰³ https://www.nytimes.com/2014/03/17/technology/start-ups-aim-to-conquer-space-market.html?hpw&ref=business&_r=0

¹⁰⁴ <http://www.space.com/22622-planet-labs-dove-satellite-photos.html>

¹⁰⁵ <http://www.avweb.com/avwebflash/news/Planet-Labs-to-Acquire-Terra-Bella-and-Launch-Largest-Ever-228446-1.html>, <http://www.smithsonianmag.com/innovation/how-daily-images-entire-earth-will-change-way-we-look-it-180962467/>

¹⁰⁶ <https://www.planet.com/>



※小型の CubeSat 衛星「Dove」の外形寸法は 10x10x30cm、重量は 4~5kg。



※ルイジアナ州の洪水前(左)と後(右)に撮影された衛星画像

出典: Planet Labs¹⁰⁷、Smithsonian.com

Dove 衛星による地球観測画像の空間解像度は 5m で、非常に解像度の高い詳細画像とは言えないかもしれないが、Planet Labs 社の衛星データの強みは低コストであることと頻りにデータを取得できることにあり、工場の外に並んだトレーラトラックの数から出荷数を予測するなど、毎日得られる観測データの利用価値は非常に高い。一方で、同社は 2015 年 7 月にカナダの BlackBridge 社を買収し、6.5m の解像度を提供する「RapidEye」と呼ばれる 5 基の衛星コンステレーションを獲得している¹⁰⁸ほか、2017 年 2 月はじめ、Google (Alphabet) 社傘下の衛星企業 Terra Bella 社を買収し¹⁰⁹、1m の解像度を提供する 7 基の衛星も得ており、同社は、これらの衛星を組み合わせ、顧客のニーズに応じて、より高解像度の撮影画像を提供できるようになるとみられている¹¹⁰。

b. Spire Global 社

2012 年に創設され¹¹¹、米カリフォルニア州サンフランシスコに本社を置く Spire Global 社は、現在、米国内 2 箇所の他にスコットランドとシンガポールにも拠点を展開し、従業員は約 120 人である。小型衛星(衛星コンステレーション)を用いて船舶追跡データや気象データを専門に提供する衛星データサービス企業であり、人工衛星の設計・製造から、人工衛星から送られるデータの収集・分析・提供まで、人工衛星の打ち上げ以外は全て自ら行っており、これまで 6,500 万ドルの資金を調達している¹¹²。同社が独自に開発している商用衛星「Lemur」は、船舶自動識別システム(AIS)受信機及び GPS を用いた特殊アンテナを搭載しており、同

¹⁰⁷ <https://www.planet.com/company/approach/>

<http://lps16.esa.int/posterfiles/paper1053/1512.14%20One%20Sheet%20v4.pdf>

¹⁰⁸ <https://techcrunch.com/2015/07/15/satellite-maker-planet-labs-acquires-blackbridges-geospatial-business/>

¹⁰⁹ Planet Lab 社と Google 社は、複数年のライセンス契約に基づき、「Google Earth」向けに画像データを提供することで合意している。<https://www.planet.com/pulse/planet-to-acquire-terra-bella-from-google/>

¹¹⁰ <http://www.airspacemag.com/daily-planet/planet-labs-goes-record-88-satellite-launch-180962178/>

¹¹¹ 創設時の企業名は Nanosatsifi 社で、2014 年 7 月に Spire Global 社に改名された。

¹¹² <https://www.forbes.com/pictures/hdid45jqi/30-under-30-science/#1f680db9e0d2>

衛星により収集された地上受信機の電波の届かない場所にいる船舶の追跡データや、地球の大気計測データは、船舶による貿易、物流の管理、不法漁業・海賊対策、気象予報などに応用されている¹¹³。Spire 社は、Planet Labs 社同様、民生用ハードウェアを活用して衛星の開発を行っており、衛星 1 基当たりの製造から打ち上げ・配備にかかる費用は 100 万ドル以下で、2~3 年間の利用を想定した設計となっている¹¹⁴。同社は、低軌道上にこれまで 21 基の衛星を打ち上げており、2017 年末までに約 100 基の衛星打ち上げを計画している¹¹⁵。

図表 19: Spire Global 社が独自に開発する小型衛星「Lemur」



※「Lemur」の外形寸法は 10x10x30cm、重量は 4.6kg。

出典: Inc.com

Spire 社は 2016 年 9 月、米国海洋大気庁 (National Oceanic and Atmospheric Administration: NOAA) の商用気象データパイロット (Commercial Weather Data Pilot) プログラム¹¹⁶において、37 万ドルの気象データ提供契約を締結している¹¹⁷。また、同社は同年 12 月、今後打ち上げられる同社の衛星に放送型自動位置情報伝送・監視機能 (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast: ADS-B)¹¹⁸を搭載し、航空機追跡市場にも参入する意向を明らかにした¹¹⁹。2014 年 3 月にマレーシア航空 370 便が消息不明となった事件を受け、国際民間航空機関 (International Civil Aviation Organization: ICAO) は海洋上を飛行する商業航空機に対し 15 分毎に位置情報を提供することを義務付けており、同社は 2017 年末までに 25 基、2018 年末までに 50 基の ADS-B を搭載した衛星を打ち上げ¹²⁰、この義務付けが適用される 2018 年 11 月までに航空会社向けに航空機追跡サービスを提供する方針である。さらに同社に聞いたところでは、今後は農業、自然災害、保険などの分野にも関心を持っているとのことであった。

¹¹³ <https://spaceflightnow.com/2017/02/14/indian-rocket-set-to-place-104-satellites-in-orbit/>
<https://www.sprsa.org/sites/default/files/conference-presentation/SPRSA%20Conference%202015%20-%20Spire%20Final.pdf>

¹¹⁴ <http://www.inc.com/magazine/2016/10/david-whitford/spire-peter-platzer-flying-objects.html>

¹¹⁵ <http://www.satellitetoday.com/nextspace/2016/10/26/spire-ceo-launching-satellites-every-month/>

¹¹⁶ 民間衛星により取得された環境データが、政府の保有する衛星から得られるデータを補完し、NOAA の気象予報及び地球観測業務に利用可能かどうかを模索するプログラム。Spire Global 社のほか、GeoOptics 社も NOAA とデータ提供契約を締結している。<http://www.space.commerce.gov/business-with-noaa/commercial-weather-data-pilot-cwdp/>

¹¹⁷ <https://spire.com/company/insights/news/spire-awarded-commercial-data-contract-national-oc/>

¹¹⁸ 航空機が GPS 等から取得した位置情報を放送型データリンクにより送信するもので、地上の管制施設に加え、周囲を飛行する航空機にも同様の情報を提供することが可能。ADS-B は現在の航空機監視レーダーと比較して高機能かつ高性能であり、あらゆる空域に対して適用可能であることから、将来の航空機監視の中核をなすシステムとして期待されている。
http://www.enri.go.jp/news/osirase/pdf/e_navi10.pdf

¹¹⁹ <https://spire.com/company/insights/news/introducing-airsafe-aircraft-tracking-service/>

¹²⁰ <http://spacenews.com/spire-to-enter-aviation-tracking-market/>

4 トランプ政権下における宇宙政策の展望と宇宙ビジネスへの影響

トランプ政権は 2017 年 3 月 16 日、総額 1 兆 1,000 億ドル規模の 2018 年会計年度予算案の概要を発表した¹²¹。予算案では、国防総省(Department of Defense: DoD) 予算について 540 億ドルもの増額が提案される一方、同予算を増やすために大部分の省庁の予算を削減する内容となっている。NASA に対する 2018 年度の提案予算額は 191 億ドルで、前年度予算額(193 億ドル)をやや下回るものの、環境保護庁(Environmental Protection Agency: EPA)など一部の省庁で大幅な予算削減が提案されている¹²²のと比較すると、NASA への予算はほぼ現行水準を維持しているといえる。

米国では、ジョージ・W・ブッシュ政権下で、スペースシャトルに代わる NASA の新有人宇宙船開発計画である「コンステレーション(Constellation)プログラム」において、2020 年までに有人月探査を行い、その後、有人火星探査を目指す計画が打ち出されていたが、予算及びスケジュールの超過が問題となり、オバマ政権下で、これを打ち切る決定が行われた。オバマ政権下では、惑星等の宇宙探査予算が大幅に縮小され、代わりに、気候変動を観測するための衛星を用いた地球科学研究プログラム関連予算が 63%増額された¹²³。一方で、同政権は 2030 年代に有人火星探査を実現し、火星探査の前段階として、2025 年までに小惑星の有人探査を行う目標(アステロイド・リダイレクト・ミッション(Asteroid Redirect Mission: ARM¹²⁴))を新たに示し、これを実現するために、NASA による次世代大型ロケット「スペース・ローンチ・システム(SLS)」と新型宇宙船「オリオン(Orion)」の開発が進められることになった¹²⁵。

しかしトランプ政権になり再度方針が転換され、NASA に対する 2018 年度予算案で、オバマ政権下で推進された気候変動を観測するための地球科学研究プログラムや ARM、NASA の教育局(Office of Education)が管理するすべての教育プログラムを廃止することを提案し、NASA のミッションのフォーカスを宇宙探査・開発に戻す方針である。そして、有人火星探査を前提として、オバマ政権下で推進された民間による宇宙開発路線を一層強化する¹²⁶ことを目指している。そのためトランプ政権は、短期的な宇宙政策として、ブッシュ政権時に打ち出された 2020 年までの有人月探査実現の可能性を模索している。

2017 年 2 月はじめに米政治メディア Politico が報じたところでは、NASA のトランプ政権移行チームが 1 月末に作成した組織行動計画に関する内部文書において、同政権は、2020 年までに迅速且つ合理的な方法で有人月探査を実現し、民間運用の宇宙ステーションの建設と大規模な宇宙経済開発を NASA の主要任務として示したという。同文書の中でトランプ政権は、より野心的な目標として、2020 年までに米国の民間の宇宙飛行士と民間の宇宙船による月周回を実現させることや、月面着陸した民間企業が事実上、米国人を対象に月面上の土地の財産権を主張できるようにすることなどを掲げ、こうしたミッションを実施する企業は、NASA の従来契約受託企業である Boeing 社などの旧宇宙企業と、SpaceX 社などの新宇宙企

¹²¹ <http://www.nbcnews.com/politics/white-house/trump-s-1-1-trillion-budget-makes-dramatic-cuts-federal-n734271>

¹²² 特に、環境保護庁(Environmental Protection Agency: EPA)や国務省(Department of State)の予算はそれぞれ前年度比 31.4%、28.7%減となり、大幅に削減されている。

¹²³ <http://dailycaller.com/2017/02/09/dominated-by-america-how-trump-wants-to-send-nasa-back-to-the-moon-and-mars/>

¹²⁴ 地球に接近する地球近傍天体から小惑星を無人機で捕まえて月軌道まで運び、その後、月軌道まで宇宙飛行士が出向いて小惑星を探査することを目指すミッション。有人火星探査に必要な技術開発に向けた前段階ミッションとして 2011 年に立ち上げられた。<https://www.nasa.gov/content/what-is-nasa-s-asteroid-redirect-mission>

¹²⁵ <http://www.space.com/35394-president-obama-spaceflight-exploration-legacy.html>

¹²⁶ この背景には、トランプ大統領の経済諮問委員会のメンバーとして大統領と頻りに面談する機会のある Elon Musk 氏の関与も大きいとみられている。

業を内部競争プロセスで競わせ、選定するとしている。また同政権は、オバマ政権下で定められた ISS への物資・宇宙飛行士の輸送など、低軌道上の宇宙活動をなるべく民間に委託し、NASA は深宇宙探査に焦点を絞るという方針を踏襲・発展させ、低軌道上の宇宙活動をすべて民営化するとしている。トランプ政権は、これらの政策を適切に実行できれば、米国は年間 1 兆ドル規模の宇宙市場を生み出せると見込んでいる¹²⁷。

トランプ政権が NASA の新長官を任命するのはまだ数か月先のことと思われるが、現在、その第 1 候補者として挙げられているのが Jim Bridenstine 議員（オクラホマ州選出、共和党）である。同議員は、月のクレーターには数十億トンに上る氷が存在し、この氷からロケット燃料の原料となる液体水素／酸素を精製することで、火星などの深宇宙に向かう宇宙船の推進剤に利用できるとして、有人月探査を行う利点をブログなどで強調している¹²⁸。

図表 20: NASA の新長官として有力候補に挙げられている Jim Bridenstine 議員



出典: Business Insider

トランプ政権が発表した 2018 年度予算案は、有人月探査について言及していない。しかし、2017 年 2 月末、NASA の有人探査活動部門の副長官 William Gerstenmaier 氏により、トランプ政権は、当初示されていた SLS ロケット及びオリオン宇宙船を用いた 2021 年までの月への有人打ち上げ計画を前倒しすることを検討するよう NASA に指示した¹²⁹ことが明らかになるなど、トランプ政権が、月を経由して有人火星探査を進めようとしている可能性は高い。

5 終わりに

IT ビジネスの発展と共に必要とされるデータの量は飛躍的に増大しているが、IT ビジネスが更に拡大していくためには、地球上にある膨大なデータをいかに効率よく収集して分析できるかが重要となってくる。そして、そのためには宇宙空間を活用することが効果的であると考えられる。例えば、今回のレポートで紹介した船舶や気象情報を提供する Spire Global 社によれば、船舶の運行データを収集すると言っても地球上の 72% が海であり、また現在提供されている気象情報の 94% は宇宙からの情報であり、従って自ら人工衛星を打ち上げて、このようなデータを宇宙空間から収集し、そして提供することが最も効果的であるとのこ

¹²⁷ <http://www.politico.com/story/2017/02/donald-trump-space-war-234829>

¹²⁸ <http://uk.businessinsider.com/google-lunar-xprize-the-modern-race-to-the-moon-is-in-the-final-stretch-2017-3?r=US&IR=T>

¹²⁹ <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-02-24/nasa-studying-manned-trip-around-the-moon-after-prod-from-trump>

とであったが、まさにこのように IT 企業がビジネス拡大のために宇宙空間を活用したビジネスに進出していくことは自然の流れではないかと思われる。そしてその流れは、ここに来て急速に進んでおり、米国では多くの IT 企業やベンチャーによる宇宙ビジネスへの進出が顕著になっている。

このような流れは、宇宙ビジネスの主役が、従来の航空産業等から IT 産業に変わってきていることを示しているものと思われる。宇宙空間を活用したビジネスは、大きな成長が期待できるものの、本格的なビジネスとしての発展は、まだこれからだと思われる。IT 企業が、今後宇宙ビジネスをどのように拡大させていくのかは注目である。

※ 本レポートは、注記した参考資料等を利用して作成しているものであり、本レポートの内容に関しては、その有用性、正確性、知的財産権の不侵害等の一切について、執筆者及び執筆者が所属する組織が如何なる保証をするものでもありません。また、本レポートの読者が、本レポート内の情報の利用によって損害を被った場合も、執筆者及び執筆者が所属する組織が如何なる責任を負うものでもありません。