JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	欧米との比較に見る日本の宇宙イノベーション政策動向
Author(s)	佐藤，啓明；桑島，修一郎
Citation	年次学術大会講演要旨集，37：323-326
Issue Date	2022-10-29
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/18539
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

１Ｄ２１

欧米との比較に見る日本の宇宙イノベーション政策動向

○佐藤啓明，桑島修一郎（京都大学大学院総合生存学館）
sato.hiroaki.37c@st.kyoto-u.ac.jp

1. 序論

従来国家による開発が中心であった宇宙開発において、近年民間企業の積極的な参入が進んでいる。2020 年時点で 3500 億ドルであった宇宙産業市場は 2040 年には 1 兆ドルに達するとされている(1) 。この発展を支えていくとされるのはこれまで宇宙開発の中心であった大企業だけではなく、衛星やロケットの小型化、データ処理技術の向上による参入障壁の低下によって勢力を増している宇宙ベンチャー企業である(2)。Blue Origin 社による宇宙旅行や SpaceX 社による火星移住計画などに代表される有人宇宙開発から、OneWeb 社や Synspective 社など人工衛星の開発、運用を行う会社まで様々な業態が存在する(2–4)。これらの企業には IT 長者や投資家からの資金提供が行われている一方で、宇宙開発には高い初期費用が求められるが利益は長期的にしか享受されないといった特徴があり(5)、公的機関によるサポートが重要視されている(6,7)。本論考では、公的機関が今後新たに宇宙開発を行おうとする民間企業に対してどのような政策を打ち出しているのか、日本、米国、欧州の宇宙イノベーション政策の比較を通し考察を行う。

2. 日米欧の公的宇宙開発

これらの国と地域にはそれぞれ宇宙開発を中心になって行う公的機関が存在し、その予算規模や開発目標には違いが見られる。日本の宇宙航空研究開発機構（JAXA）、米国のアメリカ航空宇宙局（NASA）、欧州の欧州宇宙機関（ESA）が各国、地域の宇宙機関である。それぞれの 2021 年度予算は、JAXA 2,144 億円、NASA 約 2 兆 6 千億円、ESA 約 8437 億円となっており(7,8)、NASA と ESA は JAXA のそれぞれ約 10 倍、4 倍の規模である。

また、それぞれ宇宙機関への予算の他にも宇宙開発に資金を投入している。日本は JAXA 予算も含めた宇宙開発利用関係の予算は、2022 年度において補正予算 1340 億円を含め 5219 億円となっている(9)。内訳としては、アメリカが中心となって月探査などを目指す有人宇宙探査計画、アルテミス計画へ向けた研究開発や H3 ロケットの開発に関する予算を計上している文部科学省が 2212 億円と最も多く、宇宙空間を利用した通信や情報収集能力の向上を目指す防衛省が 969 億円と続く。米国においては、NASA への予算の他に、国防省関連組織や大学などへも宇宙予算を支出しており、2022 年度において合計で約 350 億ドル（うち NASA の予算は約 250 億ドル）にのぼる(10)。NASA の予算内訳を見ると、惑星科学や地球科学など科学関連予算が 79 億ドルと最も多く、続いてアルテミス計画のための宇宙船開発などの深宇宙探査が 69 億ドルとなっている(11,12)。さらに、国防総省の 2022 年度宇宙関連予算案では、技術開発に 47 億ドル、ロケット打ち上げに 17 億ドル、人工衛星に 16 億ドルなど合計 167 億ドルが計上されている(12)。続いて、ESA の予算内訳は、地球観測が 16 億ユーロ、衛星測位システムなどのナビゲーションが 15 億ユーロと続く(13)。また、ESA の中心国家はフランス、ドイツ、イタリアであるが、それぞれ年間予算額が 10〜30 億ユーロ規模の宇宙機関を有しており、国内の宇宙産業推進や研究開発をおこなっている。(14)。このようにそれぞれ宇宙開発の規模や目的は異なっている。

3. 宇宙イノベーション政策

日本の宇宙政策

日本における宇宙計画の方向性は宇宙基本計画によって定められており、2009 年の第 1 期宇宙基本計画に始まり、2020 年には第 4 期宇宙基本計画が閣議決定された(15,16)。また、本年度 5 月に提示された重点事項のうち、イノベーションに言及した「4. 宇宙を推進力とする経済成長とイノベーションの実現」には、

> ・準天頂衛星システムや衛星データを利用した製品・サービスの開発・事業化を目指すベンチャー企業等への支援を強化し、地域の課題解決につながるデータ利用ソリューションなど、宇宙利用の拡大を図る。・政府によるサービス調達等によるベンチャー企業等の新たな取組を促

進する。・宇宙港の整備などによるアジアにおける宇宙ビジネスの中核拠点化を目指して、必要な制度環境を整備する。・軌道利用ルールなど宇宙交通管理の国際的なルール整備に向けて取り組む。

の 4 点が挙げられている(17)。これらのうち、最初の 2 項目、衛星データ利用の促進と政府によるベンチャー企業の支援は、欧米における宇宙イノベーション政策においても取り組まれている内容である。以下ではこの二つの分野において日本がどのような政策を行っているのかに注目する。

日本における人工衛星データの利用促進

人工衛星によるリモートセンシングデータは地表の色や温度、人工衛星までの距離などを観測することができ(18)、農林水産業、都市開発、防災など様々な応用先が考えられ、今後の宇宙産業においても非常に注目されている分野である。宇宙基本計画(19)においても

> 災害時においても、宇宙システムの重要性は高まると考えられる。……地上の状況に左右されずに機能が継続し、広域な観測や通信が可能な宇宙システムのポテンシャルは大きい。実際……活用は始まっているが、今後の防災・減災・国土強靭化における宇宙利用の一層の拡大が期待されるところである。
>
> また、宇宙システムの持つ広域的な機能は、地球規模課題の解決においても活用が期待される。例えば、我が国の温室効果ガス観測技術衛星(GOSAT) が取得した温室効果ガス発生量のデータが気候変動問題への対策に活用されているが、エネルギー、気候変動、環境、食糧、公衆衛生、大規模自然災害等の地球規模課題の解決や国連の持続可能な開発目標(SDGs)の達成に我が国が貢献し、外交力の強化にもつなげていく手段として、我が国の優れた宇宙システムを積極的に活用していくことが重要となる。

との記述があり、リモートセンシングの災害対策や環境問題への有用性が期待されている。さらに、近年では従来のように大型の人工衛星を打ち上げ、一つの衛星を運用するだけではなく、小型の衛星を複数打ち上げ、それらを一体となって活用する衛星コンステレーションが注目されている(20)。多数の人工衛星を用いることで、同一地点の観測頻度が高まり、より効率的に地球観測を行うことができるようになるため、人工衛星データの更なる活用が見込まれる。第 3 次宇宙基本計画において言及のなかった衛星コンステレーションであるが、第 4 次では宇宙政策の目標として「衛星コンステレーション等の先端技術を、失敗を恐れずに挑戦的に取り入れた衛星の開発・実証」が掲げられておりその注目度の高さがうかがえる(19,21)。

このような人工衛星の利用を促進するため、日本では人工衛星の運営、データ処理だけでなく、民間へのデータ利用を開くプラットフォームの開発を行っている。2022 年の宇宙基本計画重点事項において、政府が持つ人工衛星のデータに関して、民間の地球観測事業や安全保障に留意しつつも、活用が容易な形式でデータの無償公開を進めることが記述されており、GCOM-C など JAXA の持つ衛星データが公開されている G-portal(22)や政府の衛星データプラットフォーム Tellus(23)などがある(24)。Tellus に関しては経済産業省の令和 3 年度宇宙産業プログラムに関する事業評価検討会において、当初の目標である令和 2 年度までにユーザ登録件数 12,000 件を達成し、登録件数が 20,724 件に達したこと、2030 年代初期の宇宙利用産業に 3400 億円（約 20%）程度の貢献が見込まれるとの評価が行われている(25)。

JAXA と民間事業者の新たな連携

2022 年に発表された宇宙基本計画重点事項にて「JAXA において、宇宙イノベーションパートナーシップ(J-SPARC)及び宇宙探査イノベーションハブの取組を引き続き推進し、異業種やベンチャー企業の宇宙分野への参入を促進するとともに、民間事業者との共創、オープンイノベーションにより、宇宙技術の他分野への転用も含め、新たな事業創出を加速する。」との記述があるように(24)、日本においても民間企業との連携によって宇宙イノベーションを促進しようとする仕組みが存在する。宇宙探査イノベーションハブは JST のイノベーションハブ構築支援事業の一つとして 2015 年に、J-SPARC は 2018 年に立ち上がったものであり、どちらも従来の日本における宇宙開発、つまり研究開発を JAXA が行い民間企業の参入は JAXA からの発注や事業化の部分に限られていた、に対し官民の連携を強めようとするものである(26,27)。

宇宙探査イノベーションハブは公募課題を提示する前に民間からも広く情報提供を募り、それらをもとに研究提案を募集し、審査の末共同研究を行い社会実証や宇宙での探査での利用を目指す(26)。一方の J-SPARC には①JAXA と民間事業者が共同で市場調査や事業立案を行うコンセプト共創タイプと②

すでに出来上がった事業計画をもとにその実現可能性や共同開発を行う事業共同実証タイプの二種類の連携があり、事業化促進のためマーケット創出やコミュニティーの形成などを行っている(27,28)。

欧米の Mission-Oriented な宇宙イノベーション政策

前述のように、予算面から見ると、米国は深宇宙探査など科学探査をリードしており、欧州は地球観測に力を入れているように見えるが、Robinson と Mazzucato によると、米国と欧州の宇宙イノベーション政策は、それぞれタイプの異なる Mission-Oriented なアプローチであることが指摘されている(29)。NASA はアポロ計画に代表されるように従来はトップダウン的に開発の方向性を示し直接投資を行い、技術革新の管理を行なってきた(29,30)。しかし、最近では地球低軌道や国際宇宙ステーション ISS の商業化という目標の中で、新しい持続的な経済性の創出に焦点を置き、ISS における管理権 50%の NPO への委任や、民間企業への宇宙機の開発権限の委譲によって、NASA が負うコストを削減しながらも、民間企業の積極的な参画を促してきた(29)。現在も NASA は同様の方針によって月面でのサービスや基地建設を推進しようとしており(10)、更なる発展が見込まれる。また、国防総省も独自に大型の宇宙開発プログラムを立ち上げ、民間企業との契約を結んでいる(10)。このようにアメリカでは政府機関が開発目標を打ち出すものの、その開発の大部分を民間企業に委託することで、民間の活力を借りながら宇宙イノベーションを生み出している。

一方、ESA はバリューチェーン全体に着目しより広範かつ複雑なイノベーションエコシステムの構築を目指している(29)。ESA が注力している分野の一つは地球観測衛星技術であった(13)。ESA はコペルニクス・プログラムを立ち上げ、民間企業との連携によって打ち上げられた地球観測衛星のプラットフォームを提供し、気候変動防止や地球環境監視、人道支援といった目的を掲げデータを無料で公開している(14,29)。それらのデータは適切なアルゴリズムの開発によって付加価値を生み出し新しいビジネスにつなげていく必要があるが、その推進のため、ESA は都市計画やデジタル農業などのテーマを設定し、challenge-driven なコンテストを開催することで民間企業への資金提供を行っている(29)。そのほかにも地域の産業や大学、投資家、行政と結びついた ESA Business Incubation Centres を欧州の各地に設置し、宇宙関連事業を志す起業家に対し支援を行っており、欧州全体で宇宙開発の土台を作り上げている(31)。欧州の宇宙開発において ESA は、NASA のトップダウン的アプローチと比べ、ボトムアップ的に民間企業の支援や競争を刺激することで宇宙開発を推進していると言える。

4. 考察のポイント

日米の比較

日本と米国の宇宙イノベーション政策を比べるにあたり、注目しなければならないのはその予算規模の違いであろう。単純に数字を比較しても米国の宇宙開発予算は日本の約 10 倍である。さらに、開発の中身においても、米国はアルテミス計画を率いる立場であるが、日本は当該計画に部分的に参画するにとどまる。米国はその潤沢な予算に基づき巨大なプロジェクトを実施することができ、契約した民間企業にとっては要求水準を満たすことができれば利益が見込める。一方で、日本の公的機関にはそこまでの資金力はなく、ベンチャー企業の事業化を支援はするが、その先のリターンまでを見通せる中長期的なビジョンまでを示すことができているわけではない。仮に国と民間企業との連携が当初の目的を達したとしても、持続的な収益を生み出す市場創出をどのように設定するのかが論点となる。

日本と欧州の類似点と相違点

欧州と日本の予算規模は米国と日本ほどの開きはなく、人工衛星データの活用や官民連携による宇宙ビジネスの促進など類似した政策を打ち出しているが、その施策には違いが見られる。欧州の宇宙プログラムが明確な目的を掲げた challenge-driven な開発を目指す一方で、日本の宇宙開発は目標設定の段階から公的機関と民間企業の連携が試みられている。欧州は米国に次いで世界第 2 位の宇宙産業市場を有しており(14)、前述のように地域との連携による宇宙ベンチャーの支援体制が構築されている。Mission-Oriented な政策におけるトップダウンとボトムアップの適切な組み合わせによるアプローチが欧州の宇宙開発の発展に寄与していることが推察される。

今後の日本における宇宙イノベーション政策

日本の宇宙開発は予算規模や市場の成熟度において欧米に遅れをとっている中、日本はその現状に適した独自の宇宙イノベーション政策をとっていく必要があるだろう。日本の宇宙産業はまだ規模が小さ

いが故に、公的機関と民間企業との連携の余地があるとも言える。前述のように、宇宙探査イノベーションハブにおいて初期段階から民間からの意見を取り入れていることで、互いの技術やアイデアを擦り合わせ効率的かつ実現可能性の高い宇宙開発の実現に貢献していると見ることもできる。一方で、宇宙基本計画には「宇宙防衛を主眼におく狭義の安全保障及び宇宙の産業利用や国際宇宙探査の拡大に集中し、 持続的な人間社会の基盤としての地球衛星観測計画の将来を十分に見通すことができない」といった言及があるように(32)、開発の目的設定の段階から民間の意見を取り入れていることで、ともすればビジネスに結びつきづらい気候変動対策などの価値が過小評価されているのではないだろうか。民間企業の介入の利点でもある競争原理を維持していくことも必要であり、どの程度の連携が最適であるのかについては更なる考察が必要である。

また、宇宙産業の拡大のため、国内では産官学の連携によって人工衛星による観測を推進するための政策提言を行うことを目的としたコンソーシアム CONSEO が設立されるなど(33)、宇宙開発を発展させるためのエコシステムの構築が進められている。これまで宇宙開発に関わってこなかった主体を巻き込み、新たなイノベーションの創出が望まれる。同時に、日本一国だけでの市場の拡充だけだはなく、欧州のように周辺諸国を巻き込んだ開発も必要となってくるであろう。宇宙基本計画にも、海外での市場開拓や他国との連携強化、さらには「アジアとの連携を強化した宇宙を活用したビジネスアイデアコンテスト(S-Booster)」の実施が謳われており(19)、今後の発展が期待される。他国との連携には安全保障や法律といった障壁もあるだろう。連携促進のためには、公的機関や民間企業が国際的な開発を行うにあたりどの様な規制を乗り越える必要があり、またその連携にどのような利点があるのかを示さなければならない。

5. まとめ

本稿では欧米と日本における宇宙イノベーション政策の比較を元に日本の宇宙イノベーション政策の今後について考察を行った。欧米と比べ日本の宇宙予算や産業市場は規模が小さいため、他国との連携によって市場を拡大していくことや、小規模であることの強みを活かしていくことが求められよう。

参考文献

1. Space: Investing in the Final Frontier [Internet]. Morgan Stanley. [cited 2022 May 19]. Available from: https://www.morganstanley.com/ideas/investing-in-space
2. 斉藤由佳, 金岡充晃, 金山秀樹. 世界の宇宙ベンチャーへの投資動向調査分析. 宇宙科学技術連合講演会講演集CD-ROM. 2021;65th:7.
3. 宇宙にはいくらで行ける？ 「宇宙旅行ビジネス」の現状と目的地別の費用、代表企業まとめ [Internet]. 宙畑. [cited 2022 Jul 26]. Available from: https://sorabatake.jp/12241/
4. Musk E. Making Humans a Multi-Planetary Species. New Space. 2017 Jun;5(2):46–61.
5. Shabbir Z, Sarosh A, Nasir SI. Policy Considerations for Nascent Space Powers. Space Policy. 2021 May 1;56:101414.
6. 武裕川原, 憲熊田. 2c07 産学官連携宇宙開発プロジェクトによる波及効果に対する評価(<ホットイシュー> イノベーションその計測・評価 (3)). 年次大会講演要旨集. 2006;21.2:658–61.
7. 黒根祥行. 宇宙ビジネスの拡大と宇宙法整備の必要性 [Internet]. 甲南大学法科大学院; 2022 [cited 2022 Sep 3]. Available from: https://doi.org/10.14990/00004156
8. JAXA | 2021年（令和3年）1月理事長定例記者会見 [Internet]. [cited 2022 Sep 11]. Available from: https://www.jaxa.jp/about/president/presslec/202101_j.html
9. 内閣府 宇宙開発戦略 推進事務局. 令和４年度当初予算案および令和３年度補正予算における宇宙関係予算 [Internet]. [cited 2022 Sep 11]. Available from: https://www8.cao.go.jp/space/budget/r04/fy4_yosan_fy3hosei.pdf
10. Eddie K, Timothy L. 米国における宇宙政策・産業動向及び小型衛星市場の調査. 日本貿易振興機構（ジェトロ）; 2022.
11. NASA. FY2022 Budget Request [Internet]. [cited 2022 Sep 11]. Available from: https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/fy2022_budget_summary.pdf
12. 米国2022会計年度予算教書(国防総省、NASA関係). 航空と宇宙 日本航空宇宙工業会会報 日本航空宇宙工業会 編. 2021 Jul;811:4–15.
13. ESA. ESA budget by domain 2022 [Internet]. [cited 2022 Sep 11]. Available from: https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2022/01/ESA_budget_by_domain_2022
14. 日本貿易振興機構（JETRO）. 欧州宇宙産業調査. ジェトロ海外市場開拓課、ジェトロ・パリ事務所; 2021.
15. 浩崇渡邉. 日本の宇宙政策の歴史と現状：自主路線と国際協力. 国際問題 Int Aff 『国際問題』編集委員会 編. 2019 Sep;(684):34–43.
16. 宇宙基本計画 - 内閣府 [Internet]. [cited 2022 Sep 5]. Available from: https://www8.cao.go.jp/space/plan/keikaku.html
17. 内閣府 宇宙開発戦略推進事務局. 宇宙基本計画工程表改訂に向けた重点事項のポイント [Internet]. 2022 [cited 2022 Sep 5]. Available from: https://www8.cao.go.jp/space/plan/plan2/kaitei_fy04/juten_gaiyo.pdf
18. 地球観測衛星の種類 [Internet]. JAXA 第一宇宙技術部門 Earth-graphy. [cited 2022 Sep 13]. Available from: https://earth.jaxa.jp/ja/eo-knowledge/eosatellite-type/index.html
19. 内閣府. 宇宙基本計画. 2020.
20. 松井雄史. コンステレーションビジネスで広がる 中小企業の宇宙産業への参入機会. 2021.
21. 内閣府. 宇宙基本計画. 2016.
22. JAXA. G-Portal トップ [Internet]. [cited 2022 Sep 11]. Available from: http://gpraps01.gportal.jaxa.jp/gpr/index.php
23. トップページ｜Tellus [Internet]. Tellus｜日本発の衛星データプラットフォーム. [cited 2022 Sep 11]. Available from: https://www.tellusxdp.com/ja/
24. 宇宙開発戦略本部. 宇宙基本計画工程表改訂に向けた重点事項. 2022.
25. 製造産業局宇宙産業室. 第1回宇宙産業プログラムに関する 事業評価検討会 中間評価/終了時評価 補足説明資料 資料8-1. 2022.
26. 川崎一義. 宇宙探査イノベーションハブの活動状況について. 宇宙環境利用シンポジウム 第 32 回 平成 29 年度. 2018;32.
27. 岩本裕之. JAXA と民間企業の共創活動について. 宇宙航空研究開発機構特別資料 第 17 回 「宇宙環境シンポジウム」 講演論文集. 2021;25–33.
28. OUTLINE | JAXA宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC） [Internet]. JAXA新事業促進部. [cited 2022 Sep 11]. Available from: https://aerospacebiz.jaxa.jp/solution/j-sparc/outline/httpsaerospacebiz.jaxa.jp/solution/j-sparc/outline/
29. Robinson DKR, Mazzucato M. The evolution of mission-oriented policies: Exploring changing market creating policies in the US and European space sector. Res Policy. 2019 May 1;48(4):936–48.
30. Mowery DC, Nelson RR, Martin BR. Technology policy and global warming: Why new policy models are needed (or why putting new wine in old bottles won't work). Res Policy. 2010 Oct 1;39(8):1011–23.
31. ESA Business Incubation Centres [Internet]. ESA Commercialisation Gateway. [cited 2022 Sep 13]. Available from: https://commercialisation.esa.int/bic/
32. 持続可能な人間社会の基盤としての我が国の地球衛星観測のあり方. 学術の動向. 2020;25(9):9_116-9_117.
33. 衛星地球観測コンソーシアム [Internet]. 衛星地球観測コンソーシアム. [cited 2022 Sep 12]. Available from: https://earth.jaxa.jp/conseo/