

2017年5月
(株)日本政策投資銀行 北海道支店
北海道経済連合会

北海道大樹町に新射場を整備した場合の道内経済波及効果 -経済波及効果推計 年間267億円-

近時、世界的に民間による宇宙ビジネスが活発化している。我が国においても、官需依存の宇宙開発から脱却し、民間による宇宙利用拡大を図るべく、宇宙産業への新規参入を後押しする取り組みが進められており、その中において新射場の整備についても検討が進められている。そこで本調査では、宇宙産業の世界的な動向及び我が国の宇宙政策の動向について概観した上で、30年超に亘り宇宙産業誘致を進めている北海道大樹町の射場候補地としての優位性・課題を整理すると共に、同町に新射場を整備した場合の道内への経済波及効果について試算し、その効果をさらに拡大させるための方策について考察した。

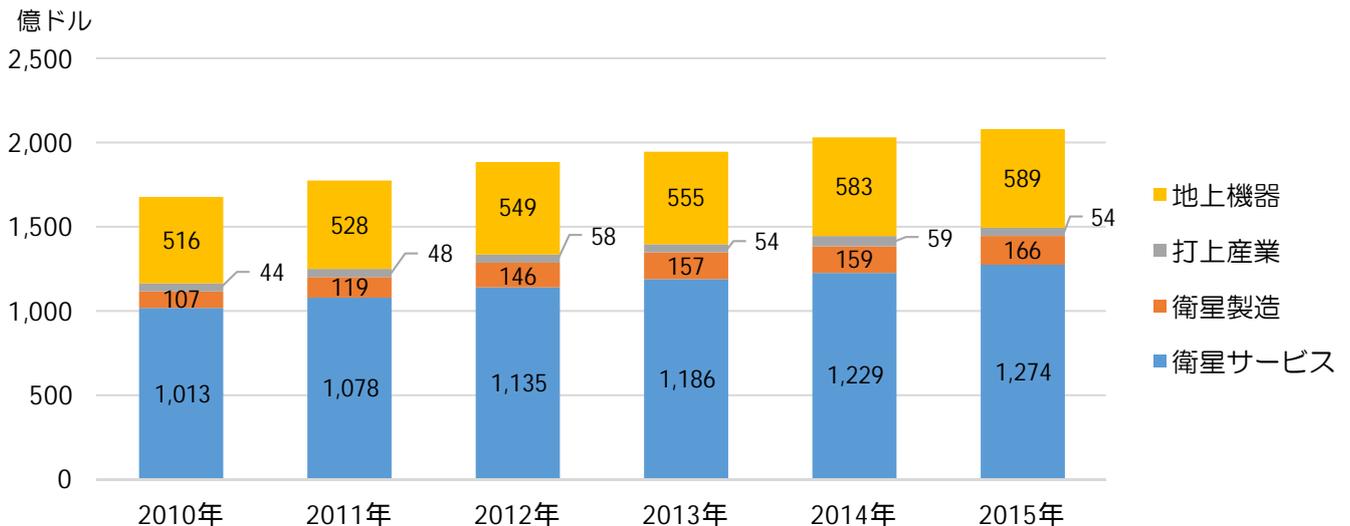
1. 宇宙産業の世界的な動向をみるに、欧米を中心とする海外市場は巨額の政府需要をベースに民需の拡大・外需の取り込みにより成長を継続しているのに対し、日本の宇宙機器産業市場は約9割を官需が占めているため、市場の成長は政府予算規模に依存している状況にある。一方、宇宙産業の新たな潮流として、人工衛星の小型化・低コスト化やコンステレーションによる定常的観測・監視の実現などのパラダイムチェンジが起きており、これに伴い、小型衛星を高頻度で打ち上げるための小型ロケットの開発も世界中で進んでいる。今後の宇宙産業においては、小型衛星・小型ロケット市場や衛星データを活用した新たな情報サービス産業が伸長するものと見込まれる。
2. 我が国の宇宙政策をみるに、従来の国主導による宇宙科学・技術開発から民間による宇宙開発利用への転換を進めており、平成27年に、民間事業者による宇宙産業への参画が容易となるよう、今後10年間の宇宙プロジェクトを示した宇宙基本計画を策定した。また、同計画の工程表には、種子島・内之浦に所在する既存射場の老朽化対策・抗たん性確保の観点から、新射場の在り方検討や射場認定の基準整備等を促進することが記載された。平成28年には、宇宙二法（宇宙活動法、衛星リモセン法）を制定し、射場を含む宇宙産業への民間企業の新規参入を積極的に後押ししている。
3. このように新射場整備の検討が本格化する中、長年に亘り宇宙産業誘致を行ってきた大樹町の射場候補地としての優位性を整理すると、①東・南方向への広い打上方位角、②拡張余地のある広大な敷地、③航空宇宙実験施設として30年を越える実績、④射場に対する地元の理解と協力体制、⑤ロケット打上に適した気候条件、⑥宇宙機器輸送の容易さなどが挙げられる。一方、今後必要な取組としては、①漁業関係者との協力体制構築、②観光客・出張者のアクセス利便性の向上などが挙げられよう。
4. 本調査において、一定の前提に基づき、大樹町に新射場を整備した場合の道内への経済波及効果（射場建設コストを除く）について試算したところ、年間267億円との結果を得た。射場による経済波及効果をさらに拡大するためには、①観光客・出張者の受入拡大、②開発型企業・研究機関の立地促進、さらには③衛星データを活用した新たな情報サービス産業の創造・育成の取り組みが重要であると考えられる。

1-1.宇宙産業 - 国際市場

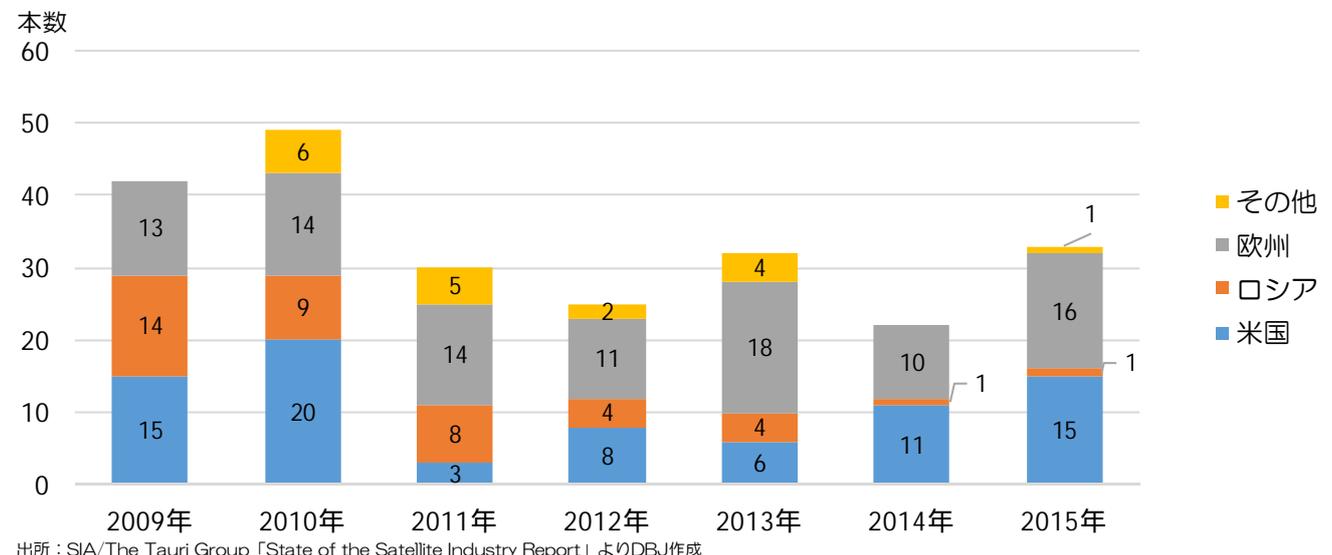
本調査で新射場整備による経済波及効果を試算するに際し、前提条件となる射場規模や年間のロケット打上本数の検討を行うための背景知識として、まず世界と日本の宇宙産業及び近年の業界の潮流について概観する。

- ・ 2015年の世界宇宙産業規模は約23兆円であり、そのうち宇宙機器産業（衛星製造、打上産業、地上機器）は約9兆円と大きな市場を形成している（図表1-1,1ドル=110円換算）。産業規模の6割超を占める衛星サービス市場では8割以上を通信・放送サービスが占めており、通信・放送サービスが衛星通信・衛星放送の世界的な普及に伴い宇宙産業の拡大を牽引している。
- ・ 通信・放送衛星は、通信・放送業者が高機能衛星を長期間運用することにより経済性向上を図ろうとしているため、高機能化・長寿命化が進んでいる。今後の商用大型衛星の打ち上げ需要については、かかる高機能化・長寿命化を背景に能力増強を目的とする新規衛星の打ち上げ増加は見込まれないものの、既存衛星のリプレース需要を背景に打ち上げ回数は安定的に推移するものと見込まれている。
- ・ 商用ロケットの打上回数は、年30回程度で推移している（図表1-2）。数年前までは米・露・欧でシェアを三分していたものの、近年はロシアの度重なる打ち上げ失敗の影響からSpaceX社（米）のFalcon9およびAriane space社（欧州）のAriane5にシェアが集中している。

（図表1-1）世界の宇宙産業規模推移



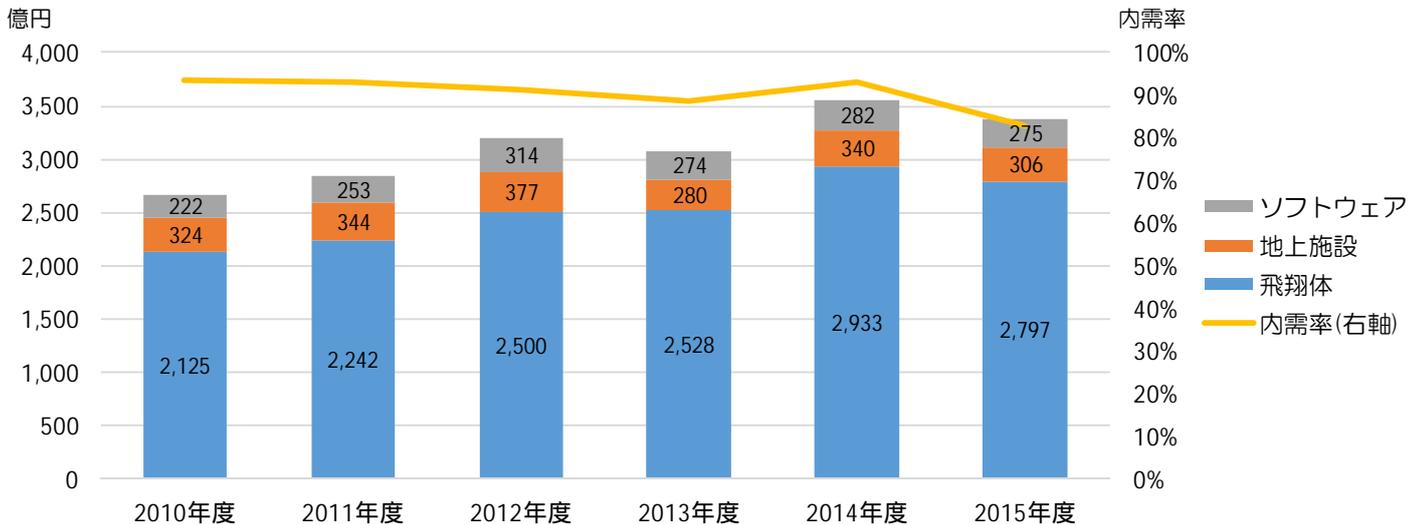
（図表1-2）世界の商用ロケット受注本数



1-2.宇宙産業 - 国内市場

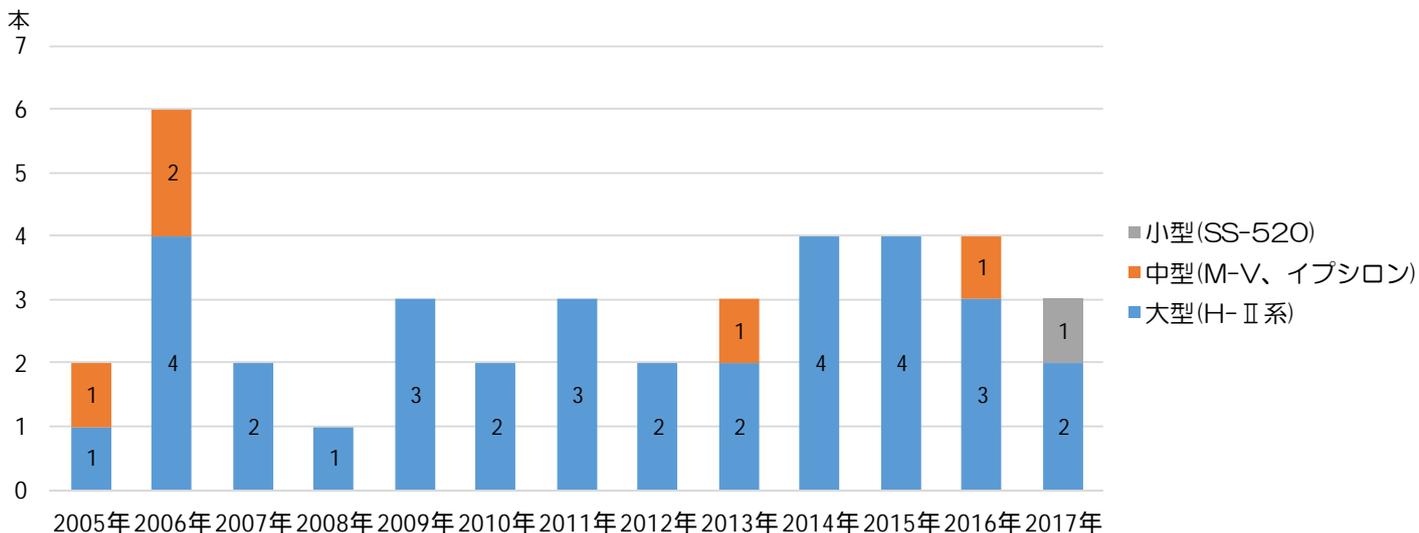
- ・日本の宇宙機器産業規模は約3,000億円（図表1-3）であり、宇宙航空研究開発機構（以下「JAXA」）および防衛省・気象庁等による官需が約9割を占めている。近年は政府の宇宙開発関連予算の増加に伴い産業規模は拡大しているものの、民需の増加による世界市場の拡大とは性格が異なっており、今後の国内市場拡大の為に国内宇宙産業の活性化および海外の民需取り込みが鍵と考えられる。
- ・日本のロケット（観測ロケット除く）の打上回数（図表1-4）は、平均して年に3回程度の打ち上げで安定的に推移している。ほぼ全てが官需による打ち上げであるものの、H-IIAロケットの商用打ち上げを行う三菱重工業が過去に2回（いずれも海外からの受注）商用打ち上げを実施しており、更に受注済みの衛星も複数あるなど、今後はより一層の海外民需の取り込みが期待される。
- ・JAXAは大気観測や微小重力実験等を目的とした小型観測用ロケットも打ち上げており、現在運用されているロケットはS-310、S-520、SS-520の3機種である。かつては技術確立のため小型観測用ロケットが数多く打ち上げられていたが、ロケット技術の発達に伴い打上回数は漸減し、2010年以降のJAXAの観測用ロケットの打上回数は年平均約1.6本となっている。

（図表1-3）日本の宇宙機器産業市場規模推移



出所：（一社）日本航空宇宙工業会「平成27年度 宇宙機器産業実態調査報告書」概要よりDBJ作成

（図表1-4）日本のロケット打上本数推移（2017年3月時点）



※打上失敗を含む。
出所：JAXA等公表資料より集計

1-3.宇宙産業市場-業界の潮流

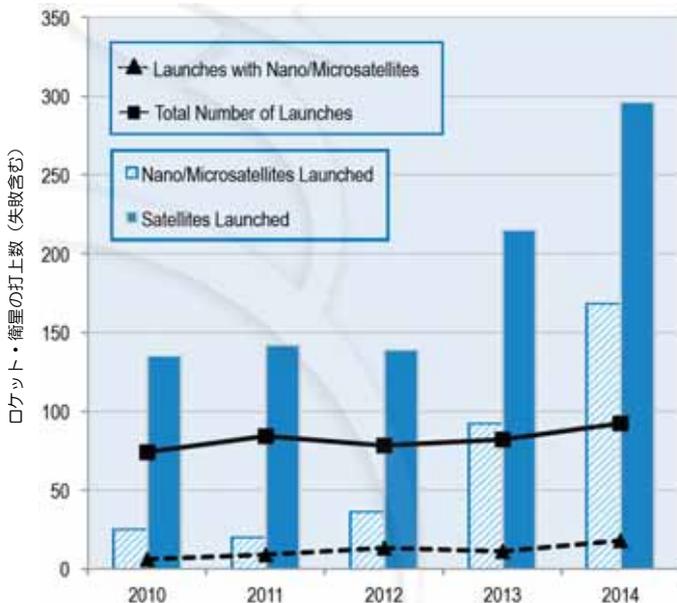
①小型衛星の増加

- ・世界の商用ロケット打上回数はほぼ横ばいである一方、打ち上げられる人工衛星数は小型衛星の増加を背景に劇的に増加している（図表1-5）。
- ・近年増加している小型衛星は、資源探査、災害監視、農業利用、漁場推定等を目的とした地球観測衛星が中心である。小型の地球観測衛星では、広範囲の観測や同一エリアを頻繁に観測する等の付加価値の高いサービスを顧客に提供するため、相互に通信可能な数十～数百の小型衛星を周回させるコンステレーション方式が増加しており、小型衛星増加の一因となっている。さらに、高速通信用に数百～数千機の衛星をコンステレーションさせる計画も複数進行しており（図表1-6）、今後数年は地球観測用衛星、それ以降は通信用衛星の増加により、打ち上げられる小型衛星数は今後も高い成長率を継続する見込みである（図表1-7）。

②小型ロケットメーカーの出現

- ・現在は実用化されている小型衛星専用ロケットが存在しないため、小型衛星は大型ロケットに積載される主衛星と相乗り（ピギーバック方式）で打ち上げられている。大型ロケットでは一度に10機以上の小型衛星をピギーバック打上げることや世界的に大型ロケットが供給過剰になっていることを背景に、小型衛星を打ち上げる機会は一定程度確保されており、そのため、小型衛星の激増にも関わらず現時点ではロケットの打上回数増加には至っていない。
- ・一方、ピギーバック打上には、打上時期や投入軌道が主衛星の打上時期・投入軌道により制限されるというデメリットが存在する。さらに、主衛星の開発遅延等により打ち上げ自体が延期となることや、逆に小型衛星の開発が遅れても打ち上げスケジュールを変更出来ないなど、大型ロケットに相乗りしているが故のデメリットは大きく、現在はこれらの問題を解決するために小型衛星専用の小型ロケットの開発が世界中で進められている（図表1-8）。
- ・オペレーションの簡易化やスケジューリング・投入軌道の柔軟性、形状・材料の制限緩和によるミッションの多様化などの点で小型ロケットには優位性がある一方で、現時点で開発中の小型ロケットについては、重量当たりの軌道投入コストが大型ロケットを上回ることが予想されている（図表1-8）。上述のメリットを重視する顧客から既に受注を獲得している小型ロケットもあるものの、価格重視でロケットを選択する顧客への訴求力は低いものと見られるため、今後広く小型ロケットが受注を獲得するためには、価格水準を大型ロケットに近づけるため更なるコスト低減や、即応性向上、サプライチェーンのカバレッジ強化等、更なる付加価値付けが必要となろう。

（図表1-5）世界のロケット・衛星打ち上げ数推移



出所：SpaceWorks「Launch Report:2014 Year in Review」

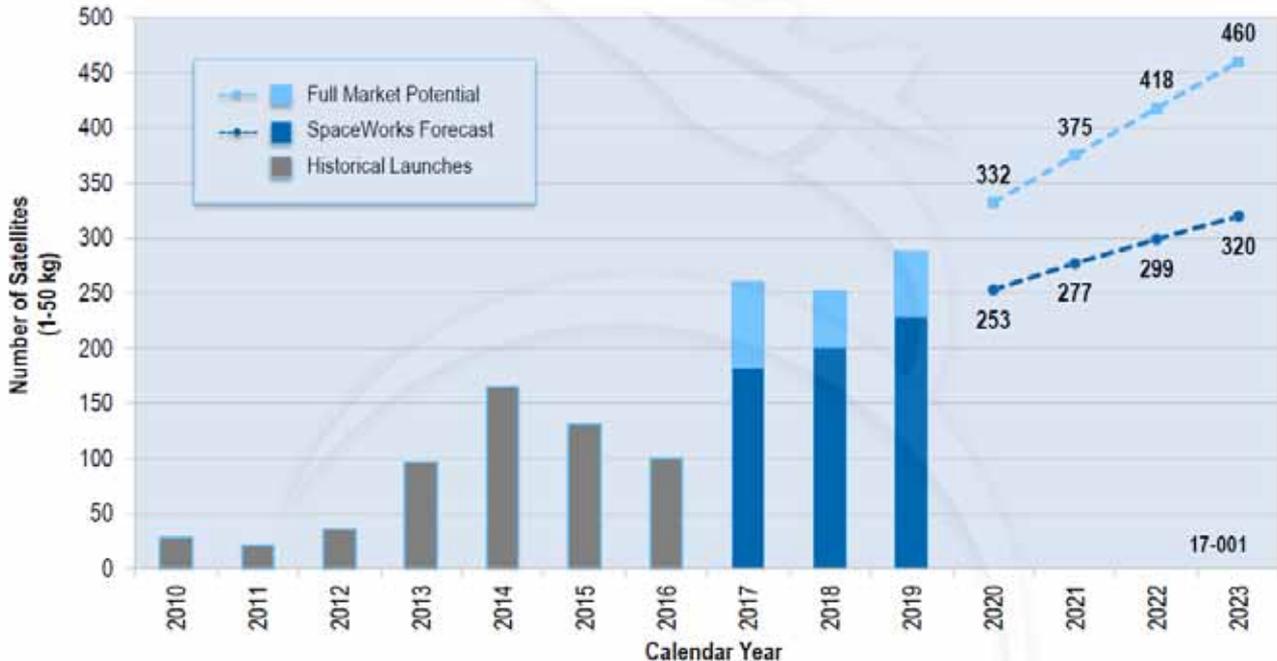
（図表1-6）小型衛星の打上計画（一部実績）

企業	国	用途	概要
Planet Labs	米国	リモセン	2017年2月に88機を打ち上げ済み
アクセルスペース	日本	リモセン	2020年までに50機を打ち上げ予定
OneWeb	米国	通信	2020年までに648機を打ち上げ予定、更に、1,972機の追加を検討中
Boeing	米国	通信	約3,000機を打ち上げる計画
SpaceX	米国	通信	2025年までに4,425機を打ち上げ予定、更に、7,518機の追加打ち上げを計画中
LeoSat	米国	通信	2021年までに120~140機を打ち上げ予定
Iridium	米国	通信	2018年までに66機を打ち上げ予定
Telesat	カナダ	通信	117機を打ち上げ予定
SKY AND SPACE GLOBAL	英国	通信	2018年より約200機を打ち上げ予定

※リモセン = リモートセンシング。対象物に直接触れずに対象物の大きさ、形及び性質を観測する技術。

出所：各社公表資料・報道資料、Federal Communications Commission (FCC) 資料

(図表1-7) 世界の小型衛星打ち上げ実績・予測



出所：SpaceWorks「Nano/Micro Satellite Markets Forecast 2017」

(図表1-8) 主な打ち上げシステム一覧

サイズ	打ち上げシステム	製造者	国	低軌道 (LEO) 投入能力[kg] (一部SSO)	価格[千ドル]	投入能力当たり価格 [ドル/kg]	初飛行 (失敗・予定含む)
小型	Electron	Rocket Lab	米/NZ	150 ^{*1}	4,900	32,667	2017
	LauncherOne	Virgin Galactic	米国	400	10,000	25,000	2017
	IST軌道用ロケット	インターステラテクノロジズ	日本	< 100	< 5,000 ^{*2}	TBD	2020
	SS-520	IHI	日本	> 4	5,000 ^{*2}	< 1,250,000	2017
	Bloostar	Zero 2 Infinity	スペイン	90	TBD	TBD	2017
	Kuaizhou 1A	ExPace	中国	250 ^{*1}	14,250	57,000 ^{*3}	2017
	Vector-R	Vector Space Systems	米国	28 ^{*1}	1,512	54,000	2018
	Intrepid-1	Rocket Crafters Inc.	米国	376 ^{*1}	5,400	14,362	2018
	Arion 2	PLD Space	スペイン	93 ^{*1}	3,534	38,000	2021
	Super Strypi	Aerojet Rocketdyne等	米国	300	16,200	54,000	2015
GOLauncher2	Generation Orbit	米国	44 ^{*1}	2,508	57,000	2019	
中型	Dnepr	PA Yuzhmash	ロシア	3,200	29,000	9,063	1999
	PSLV-CA	ISRO	インド	2,100	33,000	15,714	1993
	イプシロン (試験機)	IHI	日本	700-1,200	39,000	32,500-55,714	2013
大型	Atlas V (401)	ULA	米国	9,797	110,000	11,228	2002
	Delta IV heavy	ULA	米国	28,370	375,000	13,218	2004
	Falcon9 FT	SpaceX	米国	22,800	62,000	2,719	2015
	Ariane 5 ECA	Airbus Safran Launchers	欧州	21,000	178,000	8,476	2002
	Proton M	Khrunichev	ロシア	23,000	65,000	2,826	2001
	H-IIA(202)	三菱重工業	日本	10,000	90,000-112,500	9,000-11,250	2001
	H-III	三菱重工業	日本	10,000	65,000	6,500	2020

※1：500km SSO payload

※2：価格は各種報道より(予想含む)。1ドル=100円換算。

※3：SpaceWorks予想。

出所：各社公表資料、報道資料、FAA「The Annual Compendium of Commercial Space Transportation:2016」、SpaceWorks「Nano/Micro Satellite Market Forecast 2017」、SIA「State of the Satellite Industry Report」等よりDBJ作成

2-1.日本政府の宇宙関連動向-宇宙基本計画

前章で見たような民間による宇宙開発の活発化や国家安全保障上の宇宙利用の重要性拡大に伴い、日本政府も制度面での環境整備を進めている。本章では近年における日本政府の宇宙関連動向について概観するとともに、大樹町への射場整備を考える参考として内閣府が行った射場に係る論点整理を紹介する。

宇宙基本計画

- ・ 政府は平成20年に成立した宇宙基本法に基づき、国全体の宇宙に対する総合戦略を定め、計画的に推進するためのものとして平成21年に宇宙基本計画を策定した。これは、それまでの科学技術目的中心の宇宙開発利用から安全保障の確保や災害対策、農業・漁業の生産性向上等の宇宙利用を重視する政策に転換し、国が行うべき研究開発に加えて民間の活力を最大限活かす環境の整備等を目的としたものであった。
- ・ その後、宇宙を取り巻く劇的な環境変化に対応するため、政府は平成27年1月に大幅に改定を加えた宇宙基本計画および宇宙基本計画工程表を策定した。新しい宇宙基本計画は、宇宙の安保利用の拡大および日米協力の強化を盛り込むと同時に、今後10年の衛星運用計画や宇宙関連産業を官民合計で5兆円規模とする目標を明示するなど、安倍内閣総理大臣が平成27年12月の本部会で「GDP600兆円に向けた生産性革命において、宇宙分野を柱の一つとして推進する」と発言した通り、産業育成にも力点が置かれたものであり、平成28年4月には新しい宇宙基本計画が閣議決定された。
- ・ 宇宙開発の基盤インフラである射場に関しては、新しい宇宙基本計画の中で射場の在り方に関する検討に平成27年度に着手することが示され、平成28年4月に検討結果が内閣府より公開された。この検討により整理された射場に係る論点の概要を図表2-1に示す。

(図表2-1) 内閣府による射場に係る論点整理

抗たん性に関する論点（政府が行う宇宙活動の維持に必要な打上げ機能の確保方策として検討）

- ・ 射場以外の要素（ロケット、飛行経路、サプライチェーン等）を含め、打上げ機能全体の抗たん性を高める検討が必要
- ・ 大規模災害やテロ等に対する予防や機能維持等の対策について回復時間や実行可能性等を考慮した検討が必要
- ・ 単一システム・技術に偏らず、系統の異なる多様な技術を保有することによって抗たん性を高める検討が必要
- ・ 外部脅威に加えて、内部脅威やサイバーテロ等の情報セキュリティも含めた3つの側面からの検討が必要、など

老朽化対策の強化に関する論点（既存の射場（種子島、内之浦射場）の老朽化に関する対策等）

- ・ 維持管理コストの増大、老朽化更新が集中することの回避等を考慮して長時間を見据えた計画的な更新が必要
- ・ 新技術の開発・導入による効率化・高機能化によって、老朽化に伴うリスクや運用・維持費用の削減が必要、など

国際競争力に関する論点

- ・ 打上げサービスの国際競争力について、打上げ能力、価格、信頼性等の観点から射場が係る部分の検討が必要
- ・ 射場設備について、諸外国の射場との不足箇所を補うだけでなく、日本の信頼性に関する強みを活かした検討が必要
- ・ 国の宇宙活動の自立性確保も重要であり、産業競争力と宇宙活動の自立性確保の双方を考慮した検討が必要、など

即応型小型衛星の打上げ射場に関する論点

- ・ 具体的な即応小型としての衛星ニーズ及びそのニーズを満たす要件の具体化が必要
- ・ ニーズ等の具体化後、移動型打上げ方式を含め打上げ形式や実現可能性の検討など段階的な検討が必要、など

宇宙ベンチャー等の振興に関する論点

- ・ 人工衛星等の打上げに係る法案の成立・施行後、事業の振興につながるよう基準や利用方法等の明確化が必要
- ・ スペースポートについては、既存施設のバックアップ、地域活性化でのベンチャーの取り込み、様々な宇宙以外での利用シーンも含めて、複合的な視点での検討が必要、など

その他論点

- ・ 個別の論点だけでなく、優先度を考慮して論点間の相互関係（トレードオフ/シナジー）等を踏まえた検討が必要

2-2.日本政府の宇宙関連動向-宇宙二法

宇宙二法

・ 昨今日本でも、新興企業の宇宙開発参加が頻繁に見られるようになった。宇宙基本計画で宇宙産業の育成を掲げる政府は、事業の予見可能性を高め、民間事業を後押しするための制度インフラとして、「人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律」（以下「宇宙活動法」）及び「衛星リモートセンシング記録の適正な取扱いの確保に関する法律」（以下「衛星リモセン法」）を新設した（2016年11月国会成立）。この二法は、これまで明確なルールが定められていなかった民間企業による宇宙開発に対しルールを新設するものであるため、規制法という捉え方をされることがあるが、第三者損害賠償制度創設による被害者保護や、根拠法の新設によるリーガルリスクの排除という面を考えれば、事業者・投資家ともに安心して事業に取り組める基盤整備という意味合いが強いものと考えられる。

①宇宙活動法

・ 宇宙条約等の国際約束では民間事業者等の宇宙活動に対し国の許可及び継続的監視が必要であると定められている一方、日本が宇宙3条約に加盟した当時は、ロケットの打上機関がJAXA(当時はNASDA・ISAS)に限られていたため、宇宙諸条約の担保法は制定せず、既存の法令の範囲内で対処することにしていた。しかし、日本を除く世界21ヶ国（米仏露中韓等）では、民間事業者の宇宙活動に関して規定する宇宙活動法が既に存在しており、日本でも同様に民間宇宙活動が活発化しているため、日本の民間事業者の育成のための制度インフラとして本法が整備されることとなった。主な制度内容を図表2-2に示す。

②衛星リモセン法

・ リモセン衛星による観測データは、農業、資源、防災等の様々な分野で活用されており、既に現代の生活に欠かせないものになっていることに加え、今後もデータ利用の拡大やデータを活用した新サービス出現が予想されている。リモセン技術は、近年の半導体・ソフトウェア技術のめざましい発展により急速な高性能化や低コスト化が進んでおり、広い顧客層から手の届きやすいものになってきているものの、同時にテロリスト等の悪意ある使用者にデータが渡った場合の危険性も著しく高まっている。このようなリスクを排除するため、安全保障上の観点からデータを適切に管理する制度として本法が制定された。なお、観測データの管理・利用に関する国際的ルールは定められておらず、同様の規制を要する国はそれぞれ国内法で個別対応している。主な制度内容を図表2-3に示す。

(図表2-2) 宇宙活動法の主な内容

人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律（宇宙活動法）		
人工衛星等の打上げに係る許可制度	人工衛星の管理に係る許可制度	第三者損害賠償制度
<ul style="list-style-type: none"> 人工衛星等の打上げを許可制とし、飛行経路周辺の安全確保、宇宙諸条約の的確かつ円滑な実施等について事前審査 ロケットの型式設計、打上げ施設の基準への適合性について事前認定制度を導入 	人工衛星の管理を許可制とし、以下の事項等について事前審査 ①宇宙諸条約の的確かつ円滑な実施 ②宇宙空間の有害な汚染等の防止 ③再突入における着地点周辺の安全確保	<ul style="list-style-type: none"> 人工衛星等の打上げおよび管理に伴い地上で発生した第三者損害を無過失責任とし、打上げ実施者に責任を集中する 打上げ実施者に第三者損害を賠償する保険の締結等を義務づけ 上記損害賠償担保措置でカバーできない損害について政府が補償契約を締結できる制度を導入

出所：内閣府各種資料よりDBJ作成

(図表2-3) 衛星リモセン法の主な内容

衛星リモートセンシング記録の適正な取扱いの確保に関する法律（衛星リモセン法）		
衛星リモセン装置の使用に係る許可制度	衛星リモセン記録保有者の義務	衛星リモセン記録を取り扱う者の認定
<ul style="list-style-type: none"> 高分解能の衛星リモセン装置の使用を許可制とし、①不正使用防止措置、②申請受信設備以外での使用禁止、③申請軌道以外での停止、④使用終了時の措置等の義務を課す 	<ul style="list-style-type: none"> 衛星リモセン記録保有者は、本法の認定を受けた者、特定取扱機関に適正な方法により行う場合等を除き、高分解の衛星リモセン記録を提供してはならない 	<ul style="list-style-type: none"> 衛星リモセン記録を取り扱う者は、記録の区分に従い、衛星リモセン記録を適正に取り扱うことができる旨の認定を受けることができる

出所：内閣府各種資料よりDBJ作成

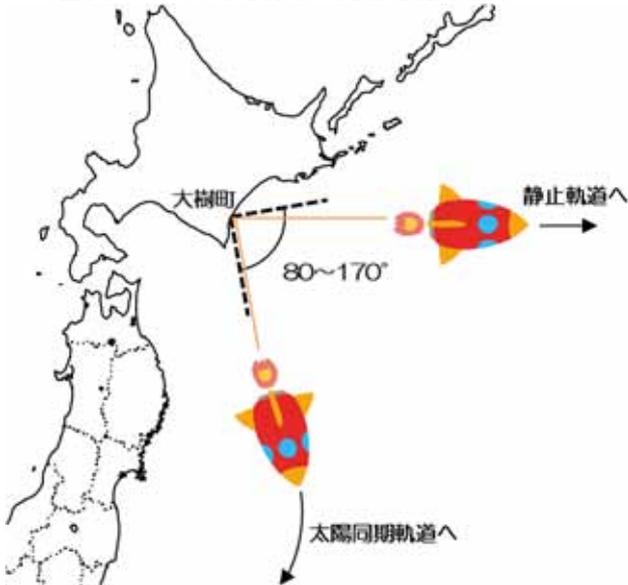
3-1.射場候補地としての大樹町の優位性と課題

前章まで見てきた通り、将来的には小型ロケットを中心に打上回数増加が見込まれているため、これに対応する射場の整備ニーズが存在し、わが国においても既存射場の老朽化や自然災害・テロに対する抗たん性への対応の観点から新射場の整備が検討されている。かかる状況下、長年に亘り航空宇宙関連の実験を受け入れ、射場誘致を行ってきた大樹町の射場立地としての優位性と課題について以下で述べる。なお、以下で想定している射場はNPO法人北海道宇宙科学技術創成センター（以下「HASTIC」）の北海道スペースポート計画を参考にしている。

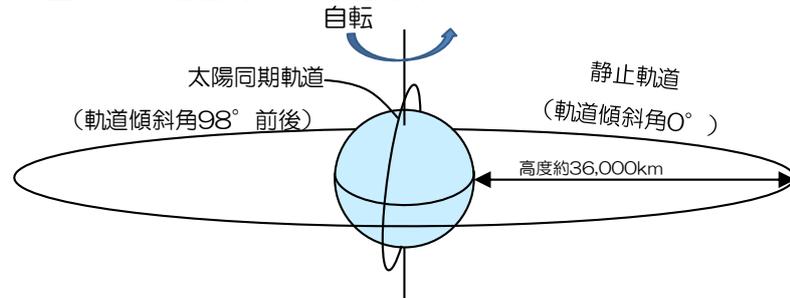
①東・南方向への広い打上方位角

- ・通常、静止軌道へ人工衛星を投入する場合は、低緯度地点から真東（発射方位角 90° ）方向へのロケット打ち上げが高效率である一方、地球観測衛星によく用いられる太陽同期軌道の場合は、ロケットの発射方位角を南南西（ 180° 以上）に取ることが望ましいとされている。
- ・種子島・内之浦射場はどちらも真東（ 90° ）への打ち上げが可能である一方、南方向の最大発射方位角はそれぞれ 115° 、 130° であり、太陽同期軌道へ打ち上げる際は打ち上げ後の軌道変更に大きなエネルギーを要する。
- ・HASTICによれば大樹町射場の発射可能方位角は $80^\circ \sim 170^\circ$ （図表3-1）と見込まれており、真東への打ち上げが可能なおに、南方向へも既存射場より広い範囲に打ち上げられるため、太陽同期軌道については既存射場より高效率に打ち上げを行うことができる。HASTICの試算によれば、大樹町射場から太陽同期軌道へ人工衛星を投入する場合の打上能力（ペイロード）は、種子島・内之浦射場のそれぞれ2倍、1.4倍になるとされている。
- ・過去の国産ロケットを主衛星の投入軌道別に集計すると太陽同期軌道への打ち上げが最も多い（図表3-3）ことに加え、今後増加が予想される小型衛星の多くも太陽同期軌道への投入が予想されており（図表3-4）、多くのロケットにとって大樹町射場からの打ち上げが有利であることが見込まれる。
- ・また、既存射場より高緯度に所在する大樹町からの静止軌道投入は既存射場と比較して不利ではあるものの、一定の性能での静止軌道投入が可能であるため、種子島・内之浦射場がキャパシティ超過した場合や大規模改修等で使用不能になった場合の代替として一つの選択肢となりうるだろう。

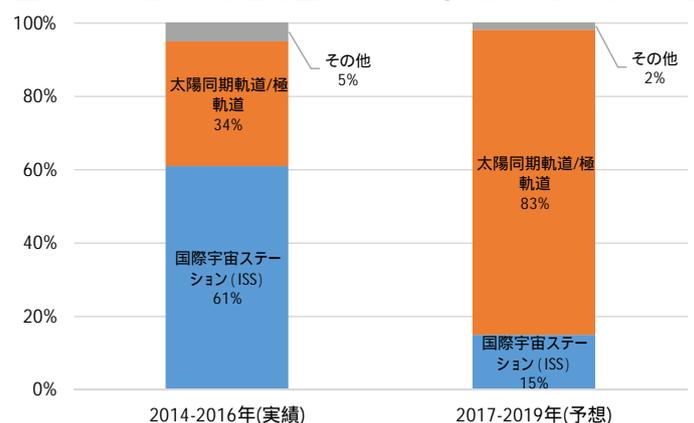
（図表3-1）大樹町射場の発射可能方位角



（図表3-2）静止軌道と太陽同期軌道

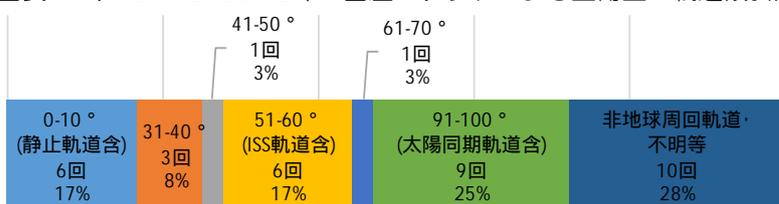


（図表3-4）世界の小型衛星（1～50kg）投入軌道の実績・予測



出所：SpaceWorks「Nano/Micro Satellite Markets Forecast 2017」よりDBJ作成

（図表3-3）2005-2016年の国産ロケットによる主衛星の軌道傾斜角



出所：JAXA等の公表資料より集計

3-2.射場候補地としての大樹町の優位性と課題

②拡張余地のある広大な敷地

- ・ 新たな射場を整備する場合、目的別に複数の射点を整備できるスペースがあること、打ち上げ時の保安距離確保等の観点から、広大な敷地を確保できることは重要な要件となる。
- ・ 大樹町に所在する「大樹町多目的航空公園」の面積は0.7km²であるが、広大な後背地を有しており、HASTICによれば種子島宇宙センターの約7倍以上となる60km²以上の敷地を確保可能であるなど、将来的な発展性を有している（図表3-5）。
- ・ また、大樹町の人口密度（7.06人/km²）は種子島宇宙センターが立地する南種子町（51.1人/km²）と比較しても低く、人口密集地である帯広市中心までの距離が70kmという立地条件も保安距離の確保等の面でも優位性がある。

③航空宇宙実験施設として30年を超える実績

- ・ 大樹町は、1984年に北海道東北開発公庫（現 ㈱日本政策投資銀行）が「北海道航空宇宙産業基地構想」を発表した翌年より航空宇宙産業基地の誘致を開始し、以降30年超に亘り活動を継続している。これまでの誘致活動の中で、1995年に1,000m滑走路を備えた「大樹町多目的航空公園」を整備し、2003年に成層圏プラットフォーム定点滞空飛行試験のための大型格納庫・飛行管制塔等の整備を進め、2008年にJAXAと連携協力協定を締結して「大樹航空宇宙実験場」を整備、2014年には観光客・視察者向けの施設として「宇宙交流センターSORA」を整備している。
- ・ 「航空公園」や同じく町内にある旧防衛省エンジン試験場跡地では、JAXAをはじめ、国、大学、民間企業により各種の航空宇宙関連実験が行われている。近年は、北海道大学・㈱植松電機（赤平市）やインターステラテクノロジズ㈱（大樹町）がロケットの打上げ実験やエンジン燃焼試験を繰り返しているほか、ドローンや固定翼小型無人飛行機等の飛行実験、各種落下実験等が行われている（図表3-6、図表3-7）。

（図表3-5）主な射場の面積

射場	国	面積[km ²]	緯度(北緯)
種子島宇宙センター	日本	8.64	30.2°
内之浦宇宙空間観測所	日本	0.71	31.1°
大樹町	日本	0.7 (60以上まで 拡張可能)	42.3°
NASAケネディ宇宙センター ケープカナベラル空軍ステーション	米国	400	28.5°
バンデンバーグ空軍基地	米国	399	34.4°
NASAワロップス射場	米国	25	37.8°
PSCA（旧コティアック打上センター）	米国	125	56.5°
プレセツク射場	ロシア	1,762	62.8°
バイコノール宇宙センター	カザフスタン	約5,000	45.6°
ギアナ宇宙センター	欧州	~900	5.2°

出所：世界の主要打ち上げ射場一覧（JAXA Note 2008.（財）日本宇宙フォーラム、宇宙航空研究開発機構、pp.418-419）よりDBJ作成

（図表3-6）大樹町多目的航空公園の主な利用実績（平成28年度）

実施機関	使用期間	実験概要
JAXA	80日程度	大気球実験、小型回収カプセル高空落下試験、ロケット再突入データ取得研究等
インターステラテクノロジズ	30日程度	姿勢制御ロケット打上げ実験、推力1.2t級ロケットエンジンの燃焼実験 等
PDエアロスペース	5日	無人プロペラ機の遠隔操縦試験
ソフトバンク	5日	災害対策用係留気球実験
ゼノクロス航空宇宙システム	6日	固定翼小型無人飛行機の自動操縦飛行実験
北海道大学*植松電気	1日	2段式CAMUI型ハイブリッドロケット打上げ実験
電気通信大学	25日	小型飛行ロボット自律飛行制御実験
東海大学学生 ロケットプロジェクト	9日	ハイブリッドロケット打上げ実験

出所：大樹町「平成28年度航空宇宙に関する活動等報告書」よりDBJ作成

（図表3-7）大樹町多目的航空公園の利用実績推移

	利用団体数	利用件数	利用延べ人数
平成26年度	10	19	4,156
平成27年度	10	29	4,005
平成28年度	13	27	4,358

出所：大樹町「平成28年度航空宇宙に関する活動等報告書」

3-3.射場候補地としての大樹町の優位性及び課題

④射場に対する地元の理解と協力体制

- ・ 前述の通り、大樹町では長年に亘って宇宙の町づくりを推進しており、JAXA等から講師を招いて宇宙セミナーや子供向け宇宙イベントの開催など、地域住民向けに宇宙産業への理解を深めるための活動を継続している。
- ・ JAXA、大学、民間企業等がロケット等飛翔体の飛行実験を行う際には、大樹町役場が広報、交通規制、周辺漁協との調整等の支援を行っている。なお、今後ロケットの打上高度が増すにつれて海上警戒区域も拡大することから、漁業関係者から理解を得て、より一層の協力体制を構築する努力が必要となろう。
- ・ また、十勝管内の市町村・経済団体等49団体により「とち航空宇宙産業基地誘致期成会」が結成されていることに加え、北海道の経済団体である北海道経済連合会においても「航空宇宙産業整備促進特別委員会」が設置されるなど、地元だけではなく、全道的にも射場受入、航空宇宙産業誘致の機運が醸成されつつある。

⑤ロケット打上に適した気候条件

- ・ 大樹町は、晴天が多い、冬季でも雪が比較的少ない、風が弱い等、ロケットを打ち上げるにあたり気象的に優れた条件を有している。
- ・ 平均気温が低く、寒暖差が激しい（平成27年：平均気温6.6℃、最高気温35.8℃、最低気温-23.8℃）点については、低温条件に対応した機材・部材を用いれば問題なく機器類は動作することに加え、冬期も打ち上げを行っているバイコヌール宇宙センター（年平均気温13℃、最高気温45℃、最低気温-40℃）の気象条件等も勘案するに、激しい寒暖差も射場運営に大きな支障をきたすものではないと考えられる。

⑥宇宙機器輸送の容易性／アクセス利便性

- ・ 衛星の輸送は射場の近隣空港に空輸することが国際標準となりつつあり、射場選定の際には衛星輸送のハンドリングの容易さが重要視されている。大樹町多目的航空公園はとち帯広空港から約50km、車で約40分の立地にあることに加え、射場エリア内には専用滑走路を整備することも可能な広大な敷地を有している。
- ・ 海上輸送を想定する場合も、重要港湾である十勝港（広尾町）まで国道経由で約30kmの距離にある。
- ・ 観光客・出張者のアクセス利便性については、とち帯広空港は羽田空港への直行便が就航（JAL・AIRDO、7便/日、105分）していること、帯広から札幌へは鉄道で約150分で移動が可能であるなど、東京・札幌から帯広へのアクセスの利便性は比較的高いものの、空港・駅から大樹町までの二次交通は利便性の向上を図ることが課題である。

（図表3-8）大樹町多目的航空公園



出所：大樹町HP

（図表3-9）大樹町へのアクセス



4-1.大樹町に射場を整備した場合の経済波及効果-前提条件

経済波及効果計算の前提となる射場

- ・ 経済波及効果算出に当たっては、今後の増加が見込まれる小型ロケット及び一定の需要が見込まれる観測ロケット用の射点を整備した場合を想定した。中・大型ロケットについては、種子島・内之浦射場の代替・補完用途や新たな民間ロケットの開発などにより新射場が必要になるケースも想定されるが、今回の試算には含めていない。
- ・ なお、小型ロケット及び観測ロケットについては、射場近接地に立地するロケット開発会社が以下のスペックで開発・製造を行う想定としている。

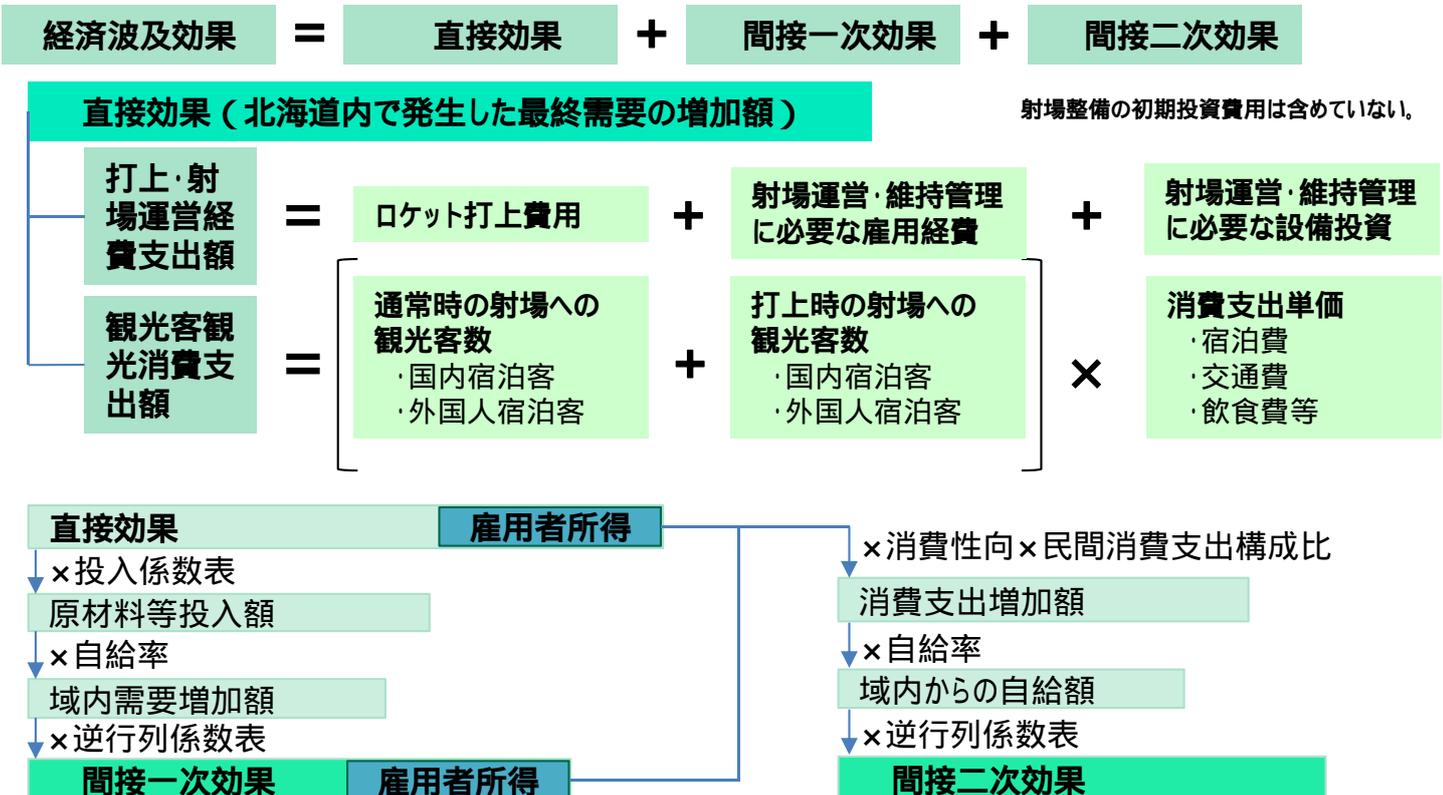
小型ロケット：LEO投入能力が数百kg以下であり、価格は5億円程度、年10回の打ち上げを想定

観測ロケット：大気観測や微小重力実験等を目的とし、価格は3千万円程度、年2回の打ち上げを想定

経済波及効果の算出プロセス（図表4-1）

- ・ 大樹町に設置した射場が北海道内に及ぼす経済波及効果は、打上サービス提供・射場運営に必要な経費支出および道内に来訪した観光客等（以下、「観光客」）による消費支出により発生する「直接効果」と、直接効果に誘発される「間接波及効果」の合計として算出している。なお、今回の経済波及効果の試算にあたり射場整備に要する初期投資費用は含めていない。
- ・ 直接効果のうち打上サービス提供・射場運営に必要な経費支出は、ロケット打上費用、射場の運営・維持管理に必要な雇用費用及び維持更新投資等を推定して算出した。
- ・ 直接効果のうち観光客による消費支出額は、想定される観光客数を「国内宿泊客」、「外国人宿泊客」に分類し、それぞれに宿泊費、飲食費、交通費、買物代等の消費支出単価を掛けて算出した。
- ・ 間接効果は、直接効果に伴う原材料等の購入（投入）によって誘発される財・サービスの生産額である「間接一次効果」と、直接効果や間接一次効果による雇用者所得増加により消費支出が増加することで誘発される財・サービスの生産額である「間接二次効果」の合計として算出した。

（図表4-1）射場による経済波及効果の計算プロセス



支出項目ごとに産業連関表の各産業分類への割り振りを実施。

出所：宇宙産業関連機関・企業および自治体等へのヒアリング、平成27年家計調査年報家計収支編（総務省）、第6回北海道観光産業経済効果調査報告書（北海道庁）、宇宙開発の経済効果に関する調査（日本経済研究所）、平成23年北海道産業連関表（北海道開発局）等。一部DBJ推計

4-2.大樹町に射場を整備した場合の経済波及効果-試算結果

- ・前頁の方法に従い試算を行った結果、大樹町に射場を整備した場合の道内経済波及効果は、年間267億円（直接効果：155億円、間接一次効果：66億円、間接二次効果：46億円）となった（図表4-2）。
- ・これは道内総生産を151億円押し上げ、2,299人（直接効果：1,568人、間接一次効果：428人、間接二次効果：303人）の新規就業を誘発する。
- ・試算の過程において、射場整備による観光客（宿泊客）の増加人数を17万人/年と推計した（図表4-3）。この増加人数は十勝管内の宿泊客数のピーク時（1998年度、197万人）から2015年度までの減少分（▲28万人）を6割程度リカバリーする規模に相当する（図表4-4）。
- ・なお、本調査では小型・観測ロケット用射場の運営を前提に経済波及効果を試算しているが、さらに中・大型ロケットをそれぞれ年間1本ずつ打ち上げた場合に経済波及効果に与える感応度をみると、46億円（直接効果：27億円、間接一次効果：11億円、間接二次効果：8億円）増加するとの結果を得た（図表4-5）。

（図表4-2）大樹町に射場を整備した場合の道内経済波及効果

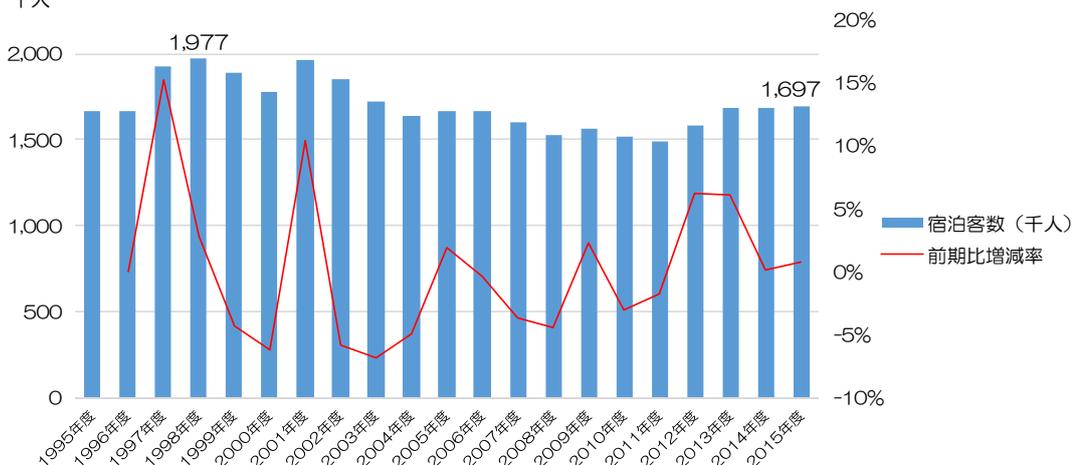
	直接効果	間接一次効果	間接二次効果	合計
経済波及効果	155億円	66億円	46億円	267億円
粗付加価値額 誘発額	86億円	37億円	28億円	151億円
雇用者 誘発人数	1,568人	428人	303人	2,299人

＜参考＞道内総生産：18兆4,846億円（2014年度） 十勝管内総生産：1兆557億円（2013年度）

（図表4-3）射場整備による増加観光客数

国内宿泊客	外国人宿泊客	合計
123,868人/年	47,519人/年	171,387人/年

（図表4-4）十勝管内観光宿泊客数推移
千人



出所：十勝総合振興局「観光客入込数等について」各年版よりDBJ作成

（図表4-5）中・大型ロケットをそれぞれ年間1本ずつ打ち上げた場合の経済波及効果の増加分（感応度）

	直接効果	間接一次効果	間接二次効果	合計
経済波及効果	+27億円	+11億円	+8億円	+46億円

5-1.射場の経済波及効果を拡大させるために

本調査では大樹町に射場を整備した場合に北海道内に及ぼす経済波及効果を試算したが、その効果をさらに拡大させる方策について検討する。

①観光客・出張者の増加

- ・本調査の過程で、射場に関連して直接需要（＝消費支出）が発生する産業部門について着目したところ、「その他の対個人サービス」（＝土産品・身の回り品等）、「飲食サービス」、「道路輸送」（＝バス、タクシー）といった産業部門の道内自給率が高く、かつ生産誘発効果が大きいことが分かった（図表5-1）。何れの部門も観光客やロケット関連事業の出張者による消費支出項目であることから、観光客・出張者を増加させることが、最も効果的な経済波及効果の拡大策と考えられる（図表5-2）。
- ・観光客を増加させる方策としては、射場見学を十勝・道東地域の観光周遊ルートに組み込むなど、魅力ある周辺観光地との組み合わせにより、潜在的な観光客への訴求力を高める誘客策が考えられよう。射場自体も見学コースの整備や場内見学ツアーの開催等、見学客の受入体制が求められる。また、ロケット打ち上げの際には、多くの見学客が押し寄せることが予想され、自治体が射場周辺に展望所等のインフラ整備を行う必要があろう。
- ・また、想定される観光客・出張者の増加に対応したインフラを整備する必要がある。射場整備を想定する大樹町は、交通インフラが乏しく、観光・ビジネス面でのアクセス面の利便性は低い状況にある。より多くの観光客・出張者を受け入れるには、ゲートウェイとなるJR帯広駅や帯広空港からの移動手段の多様化、輸送量拡充等のアクセス向上が必要になると考えられる。また、宿泊客の増加に備え、大樹町周辺における宿泊能力の増強や、既に宿泊施設が集積している帯広市や音更町等との間のアクセス拡充など受入体制の整備が課題となろう。

②開発型企業・研究機関の誘致

- ・本調査の過程で、射場に近接してロケット開発会社が試験研究・開発等を行った場合、「研究」等の産業部門において、道内自給率はさほど高くはないものの、生産誘発額が大きいことが分かった（図表5-1）。
- ・宇宙機器の開発には試験を繰り返し実施できる環境が必要であり、エンジン燃焼・ロケット打ち上げ試験が可能な実験場が所在する大樹町には既にロケット開発会社が拠点を設けている。開発型企業や研究機関が立地すれば、雇用創出や出張者の増加による経済波及効果の拡大が見込まれる。
- ・射点と開発拠点の近接という大樹町の優位性を活かし、自治体が中心となって開発型企業や研究機関の誘致を推進する必要がある。また、道路、通信、水道、電気等の社会インフラの整備に加え、住居・商業施設等の生活インフラの充実など、立地企業の円滑な企業活動や人材確保に繋がる支援策を継続することも重要であろう。
- ・現在、北海道において宇宙関連の製造業の集積は殆どないが、射場近隣でロケットの開発・生産が増加すれば、長期的には、ロケット部材・部品の製造・加工を中心とする宇宙機器産業の集積化も期待できる。

（図表5-1）射場整備にかかる生産誘発額上位の産業部門

	産業部門	道内自給率	生産誘発額	総生産誘発額に占めるシェア
1	その他の対個人サービス	99.5%	48億円	18.0%
2	宿泊業	66.9%	28億円	10.5%
3	飲食サービス	92.8%	24億円	9.0%
4	研究	62.2%	20億円	7.5%
5	道路輸送	91.0%	15億円	5.6%

（図表5-2）観光客が100人/日増えた場合の経済波及効果の増加（感応度分析）

直接効果	+27億円
間接一次効果	+12億円
間接二次効果	+7億円
経済波及効果	+46億円

（図表5-3）小型ロケット打ち上げが1本増えた場合の経済波及効果の増加（感応度分析）

直接効果	+4億円
間接一次効果	+2億円
間接二次効果	+1億円
経済波及効果	+7億円

5-2.射場の経済波及効果を拡大させるために

③衛星情報サービス産業の創出・育成

- ・ 地域産業振興の観点からみて、観光客等の増加、開発型企业等の進出のみでは経済波及効果としては限定的であり、北海道としては、射場を軸とした宇宙産業の創出・育成を目指すべきである。
- ・ 宇宙産業のバリューチェーン（図表5-4）を俯瞰した場合、今後は衛星で収集したリモートセンシングデータ等を解析・統合、アプリケーション化してエンドユーザーに提供する衛星情報サービスの創造・発展が期待される。
- ・ 衛星情報サービスの創造に当たっては、官需中心の宇宙開発から民間による宇宙利用への事業構造の転換に伴い、これまでの技術に合わせたサービスを提供するプロダクトアウト型から、エンドユーザーが必要とするサービスを提供するマーケットイン型へ発想の転換が求められる。
- ・ 北海道は、急速な人口減少・高齢化の進展や広大な土地における人口・産業の分散等を背景に、基幹産業たる一次産業における労働力不足、交通・物流ネットワークや社会インフラの維持・管理、災害対応の脆弱化等の様々な課題を抱えているが、衛星データの活用によりこれらの課題に対するソリューションを提供できる可能性がある。北海道には衛星情報サービスに対するエンドユーザーの潜在的ニーズを把握できるフィールドが広がっている。
- ・ また、道内においては札幌市を中心にIT産業が集積しており、情報サービス産業の土壌があることに加え、北海道大学や室蘭工業大学などの研究・教育機関において宇宙開発にかかる研究シーズを保有している。
- ・ これらの事業環境や優位性を最大限に活かし、産学官が連携してエンドユーザーのニーズの掘り起こしを行うと共に、衛星情報サービスの創造・育成を促進することが、更に経済波及効果を拡大すると共に、射場を軸とした北海道における宇宙産業の集積・拡大に資すると期待される。

（図表5-4）宇宙産業のバリューチェーンと道内のプレーヤー / シーズ



出所：左から北海道大学大学院（以下「北大院」）工学研究院、インターステラテクノロジズ㈱、北大宇宙ミッションセンター、北大院農学研究院、北大院北極域研究センターの発表・公表資料



©Development Bank of Japan Inc.2017 © Hokkaido Economic Federation 2017
本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引等を勧誘するものではありません。
本資料は(株)日本政策投資銀行および北海道経済連合会が信頼に足ると判断した情報に基づいて作成されていますが、(株)日本政策投資銀行および北海道経済連合会はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しましては、ご自身のご判断でなされますようお願い致します。
本資料は著作物であり、著作権法に基づき保護されています。本資料の全文または一部を転載・複製する際は、著作権者の許諾が必要ですので、(株)日本政策投資銀行および北海道経済連合会までご連絡下さい。著作権法の定めに従い引用・転載・複製する際には、必ず、『出所：日本政策投資銀行・北海道経済連合会』と明記して下さい。

<お問い合わせ先>

株式会社日本政策投資銀行 北海道支店企画調査課

(執筆者：松村智巳、山川将人)

〒060-0003

札幌市中央区北3条西4丁目1 日本生命札幌ビル

Tel： 011-241-4117

E-mail： hkinfo@dbj.jp

北海道経済連合会

〒060-0001

札幌市中央区北1条西3丁目3 札幌MNビル8階

Tel： 011-221-6166