

平成27年度 射場の在り方に関する検討のための論点整理

内閣府宇宙開発戦略推進事務局
平成28年4月14日

本論点整理は内閣府の調査事業として平成27年度に実施した「国内外における射場等に関する状況調査等」の成果である。

経緯

- 宇宙基本計画(平成27年1月9日宇宙開発戦略本部決定)

- 4.(2))宇宙輸送システム

「我が国の宇宙システムの抗たん性の観点から、射場の在り方に関する検討に平成27年度に着手する。(内閣官房、内閣府、文部科学省、防衛省等)」

- 宇宙基本計画工程表(平成27年度改訂)(平成27年度12月8日宇宙開発戦略本部決定)

- 1.9 射場の在り方に関する検討

- 平成27年度末までの達成状況・実績

スペースポート等を含む国内外の主要射場等の状況調査を行い、抗たん性、老朽化対策の強化、即応型小型衛星の打ち上げ、宇宙ベンチャー等の振興等や整備主体(民間、自治体、JAXA、政府等)等の幅広い観点から論点の整理に着手した。

上記に基づき、平成27年度内閣府調査事業として、担当府省(内閣官房、文部科学省、防衛省)と連携しつつ、射場の在り方に関する検討のための論点の整理等を行うため「国内外における射場等に関する状況調査等」を実施した。

論点概要

1. 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

2. 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期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

老朽化は、抗たん性で考慮すべきハザードをもたらす重大な原因の一つ。

3. 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

4. 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

5. 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、複合的な観点での検討が必要、など

6. 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

1. 抗たん性に関する論点

■ 宇宙活動における抗たん性の一部を成すものとして、政府が行う宇宙活動の維持に必要な打上げ機能の確保

米国国防総省は、宇宙能力の抗たん性(レジリエンス)を「敵対行為や悪条件下においても、任務を達成するために必要な機能を提供するアーキテクチャの能力」とし、陸、海、空、宇宙、サイバー空間に展開された各種システムの領域横断的な活用や、他省庁や他国政府、民間が有する能力の代替手段としての活用も包含するものとしている。(FACT SHEET: Resilience of Space Capabilities DOD, 2011)
宇宙基本計画工程表(平成27年度改訂)「宇宙システムの全体の抗たん性強化」では、平成28年度中に、抗たん性強化に関するコンセプトを策定することとしている。

論点1: 抗たん性の確保のために考慮すべき事項

- 宇宙活動における抗たん性については、そのコンセプトも含めて今後の議論が必要。ここでは、政府が行う宇宙活動の維持に必要な打上げ機能の確保に関する重要な事項を検討。
- 政府が行う宇宙活動の維持に必要な打上げ機能については、安全保障分野、民生分野を含めて今後の宇宙活動の方向性を考慮して要求条件を明確にすることが必要。また、必要な打上げ機能については、必ずしも一律に決められるものではなく、必要性や重要性に応じたプライオリティとして検討が必要。
- 打上げ機能の抗たん性の検討にあたっては、射場以外に検討が必要な要素(ロケット、警戒区域/保安距離の確保、飛行経路(空域、海域)、国内外地上局のロケーション、輸送経路、サプライチェーン等)があり、これらの要素も含め、考慮すべき事項を洗い出し、バランスよく打上げ機能全体の抗たん性を高める検討が必要。
- 抗たん性確保のための具体的な施策では、打上げ機能の効率化・見える化を進め、打上げプロセス全体で管理する方法の検討が必要。

1. 抗たん性に関する論点(続き)

論点2: 想定するハザードと対策

- 想定する具体的なハザードに対して、事前防止(システムの強化等)、機能の維持・防護(冗長化等)、他システムによる補完等の対策を、その費用対効果、回復に要する時間及び実行可能性を考慮して検討することが必要。
 - ハザードの例: 物理的破壊(テロ、大災害、事故等)、機能喪失・不全(サイバー攻撃、老朽化、第3者侵入等)、社会的ハザード(情報漏えい等)
- 単一原因(例:大規模地震、津波、等)により複数の射場の打上げ機能を同時に喪失する事態を避ける対策とすることが重要。前例のないハザードでは深刻な影響を与える可能性があることから、ハザードの想定にあたっては、可能性の低いもの、前例のないものも含めて検討することが必要。
- ハザードへの対策の検討にあたっては、地域住民を含め打上げ事業の関係者の理解と協力を得ることが不可欠。

論点3: 技術の多様化による抗たん性の確保

- 実行可能性を考慮して、単一のシステム・技術に偏ることなく、系統の異なる複数種類の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。
 - 例えば、米国のCygnusはAntaresだけでなくAtlas Vでも打上げ可能な設計・インタフェースとなっており、Antaresが事故により運用停止状態に陥っても、物資補給サービスの提供を継続することができた。欧州では、ロシアのロケットであるSoyuzを打上げ可能とすることで、Arianeの打上げに支障が生じた場合でも、一部機能の代替として利用可能となっている。
 - 米国のORSでは、超小型衛星の活用や移動式打上げシステムの検討など、様々な種類の技術による即応型小型衛星システムの実現に向けた研究を行っており、技術の多様化の考え方が反映されていると見られる。

1. 抗たん性に関する論点(続き)

論点4: セキュリティの確保

- セキュリティの確保については、外部からの侵入に対するセキュリティ、内部脅威に対するセキュリティ、サイバーテロや情報漏えいに対する情報セキュリティの3つの側面から検討が不可欠。
- 諸外国の射場では広大な敷地や海岸等の地理的な環境そのものが、物理的なセキュリティを高めている。我が国の限られた射場エリアのなかで同等のセキュリティを確保する方策の検討が必要。
- 人工衛星によって、その目的から考慮すべきハザードや求められるセキュリティ水準が異なる場合がある。例えば、安全保障や民生などの用途に応じた対応、同一射場での両立の可否等を検討することが必要。

2. 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、今後の課題及び対策等

論点1: 老朽化で増加する不具合への対応

- 施設・設備の老朽化によって、塩害による腐食、経年劣化による不具合、計算機等の保守期限満了、交換部品の供給停止などの問題が生じている。時間の経過に伴い、これらの問題が増加することから、サプライチェーンの維持も含め、打上げ射場を継続的に運用するための対策が必要。
 - 初年度整備から20年以上経過した種子島射場の場合、年間約700件発生している射場の不具合のうち7割が経年劣化が原因。経年劣化が占める割合は、増加傾向にある(整備後15年のときは、不具合のうちの経年劣化によるものは5割程度)。
 - 具体的には、高圧ガス設備のバルブ等に塩害腐食による機能不全が発生したり、高圧ガス貯蔵・供給所等では経年劣化による不適合が頻発しているなど、打上げや安全に影響を与える懸念・リスクが増加している。
 - 老朽化に伴い、施設・設備の維持管理に必要な技術・能力が変化することにも留意が必要であり、維持管理者の教育・訓練にも工夫が必要となっている。
- 施設・設備の老朽化に伴う修理等の維持管理コストの増大や老朽化更新が特定時期に集中することの回避などを考慮し、10、20年といった長期間を見据え、計画的な施設・設備の更新が必要。

論点2: 新技術の開発・導入による施設・設備の効率化・高機能化

- 新技術の開発・導入により、射場の施設・設備そのものを効率化・高機能化することで、老朽化に伴うリスクや運用・維持費用を削減していくことが必要。
 - ロケットの飛行安全管制において、老朽化した地上レーダ局に代わる新たな技術の開発導入、ロケットの開発と併せてシステムを刷新し、アンテナの小型化・装置数等の削減等の取組を実施。
 - H3ロケットの開発では、射場での整備方式の変更や点検の自動化等を導入することで、運用・維持費用の削減を計画。
- 効率化・高機能化の推進にあたっては、無人化やIoT化が考えられることからセキュリティ面での脆弱性が高まる面があることに留意することが必要。

3. 国際競争力に関する論点

■ 国際競争力の観点からグローバルスタンダードとしての射場の機能 / 設備等の在り方

論点1： 打上げサービスの国際競争力

- 打上げサービスの国際競争力について射場に関わる部分として、打上げ能力(打上げ制約に伴う能力損失等)、価格(飛行安全管理コスト等)、信頼性(ON TIME打上げ等)、利便性(打上げ機会の確保、航空路等との干渉など立地環境、規制等)があり、これらの観点から検討が必要。
 - 例えば、打上げ能力はロケット自体の能力に加えて、地上安全要求、ロケット第1段等の落下領域など、射場等の制約を受けること。
 - 我が国の既存射場について諸外国の主要射場と比べて射場面積が狭く(諸外国の50分の1以下)、ロケット打上げ初期方向等の制約や地上、空域及び海域の飛行安全管理コストに影響を与える要因を含む。
 - 外国衛星を国内射場で打ち上げる場合に、衛星の搬入・整備等の工程で必要とされる手続や規制について継続的に点検し、必要な見直しを検討することが必要。

論点2： 国際標準の設備・インフラ

- 諸外国の射場と比較し、我が国の射場設備のあるべき姿の検討が必要。その際、国際標準との不足箇所を単に補うのではなく、日本の信頼性に関する強みを維持・向上する観点での検討が必要。
 - 衛星輸送について、近隣空港に直接空輸するのが国際標準。海上輸送、陸送は時間やハンドリング増に伴うリスクが懸念。
 - 射点から保安距離が保たれた衛星整備・オペレーションの専用建屋、緊急対応(医療施設、救急車等)等の環境が国際標準。
 - 商用衛星の打上げ射場では、通信ネットワーク環境、宿泊施設等、衛星関係者が業務を行うための射場関連インフラが整備。

論点3： 日本の宇宙活動の自立性

- 産業としての国際競争力に加えて、国の宇宙活動の自立性の確保も重要であり、産業競争力と宇宙活動の自立性確保の双方を考えることが必要。
 - 国の競争力の観点から必要とされる、空港、港、橋等の社会インフラについては、国のインフラとして整備することの検討が必要。
 - 宇宙活動の重要性や意義について、打上げの見学用施設を充実するなど、国民の理解や関心を高めていくことが必要。その際、セキュリティ等の確保には十分留意する。

4. 即応型小型衛星の打上げ射場に関する論点

■ 即応型小型衛星の打上げ基地としての射場について、必要な機能

米国の即応型小型衛星に関するプロジェクト(ORS: Operationally Responsive Space)では、これまで超小型衛星の活用やレール発射システムの開発などの多様な試みを行ってきている状況。米国国防総省は正式な即応型小型衛星へのニーズを把握できておらず、今後、国防総省がインテリジェンス機関の調査結果を受け、将来の即応型小型衛星への要求を検証するとしている(GAO報告書(GAO-16-156R) 2015年10月)。

宇宙基本計画工程表(平成27年度改訂)「即応型の小型衛星等」では、平成28年度に性能・コストの両面から実現し得る即応性を備えた小型衛星等の運用上のニーズや運用構想等について検討を行うこととしている。

論点1: 即応型小型衛星としての要求条件の具体化

- 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。
 - 例えば、米国の射場であるPSCA(Pacific Spaceport Complex - Alaska)では、ミッションの要請後、24時間で打ち上げることを目指して、2~3機のペイロードおよびロケットを同時に保管、組み立て可能な状態とすることを目指している。また、ORSでは、統合軍の司令官のニーズをタイムリーに満たすための保障された宇宙能力と定義し、より短い時間軸での打上げを達成するようなオプションについて研究が進められている。
- 即応型小型衛星では、そのサイズによって従来型の打上げシステム以外にも、空中発射や米国のORSプロジェクトなどの移動型打上げシステムの活用も検討に含めることが必要。
 - ORSプロジェクトの移動型打上げシステム: ORSプロジェクトでは、小型の衛星を低コストかつ短期間で打ち上げることを目指し、射点を固定させない移動型打上げシステムを開発中。

論点2: 即応型小型衛星の打上げの実現方策

- 即応型小型衛星の打上げ射場の検討にあたっては、ニーズの具体化、衛星サイズ等の基本仕様、打上げまでの許容時間等のシステム要件等の検討、打上げ形式や実現可能性の検討、既存射場の作業短縮も含めた対応策の検討等、の段階を経て具体化に向けた検討が必要。

5. 宇宙ベンチャー等の振興に関する論点

- ベンチャー企業等の民間の宇宙活動の進展に対応して、「人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律案」では、産業振興の制度インフラとして民間による人工衛星等の打上げに係る許可制度等を創設
- 諸外国の実情及び我が国の制度インフラ整備を踏まえ、我が国における宇宙ベンチャーの基地としての射場の在り方、考慮すべき事項等

論点1： ベンチャー事業者の打上げ射場の整備

- ベンチャー事業者の打上げ射場では、事業への制約が少ない射場であることが必要。
 - 米国のスペースX社は、既存射場に自らの射点を整備して打上げを実施しているが、別射点からの政府衛星の打上げによる事業への影響が少ない専用射場の整備を推進。また、ブルーオリジン社は、自社開発の垂直離着陸型のサブオービタル機のために、実験段階から専用の射場を保有。
- ベンチャー企業等の射場を整備する際、法成立・施行後に射場の認定を受けることから、ベンチャー事業の振興につながるよう、打上げ施設の安全に関する基準、設備の利用方法及び条件等の明確化を行うことが必要。
 - 「人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律案」では、公布後2年以内に施行することとし、その間にロケットの安全に関する基準、打上げ施設の安全に関する基準を定めることとしている。
- ベンチャー企業等の射場を整備する際、地域住民を含め打上げ事業の関係者の理解と協力を得ることが不可欠。

5. 宇宙ベンチャー等の振興に関する論点(続き)

論点2: ベンチャー事業者が利用するスペースポートの在り方

- 現状では未だベンチャービジネスだけでスペースポートの成立は難しい。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検討するなど、複合的な観点での検討が必要。
 - 米国では、FAAの認可を受けているスペースポートはあるが、水平離着陸型機の機体開発の遅れもあり現時点では事業に至っていない。英国では政府のトップダウンで既存の空港からスペースポートの候補地の選定を進めている段階。
 - 米国では、既存施設を活用し、ベンチャーだけでなく企業誘致、雇用創出の観点から州政府や自治体が支援を行っている事例が多い。例外として、ヴァージンギャラクティックが使用する前提で、ニューメキシコ州が専用のスペースポート(スペースポートアメリカ)を整備している。
- 諸外国におけるスペースポートの今後の利用動向を踏まえつつ、将来的にはグローバルなスペースポート間の輸送の実現についても検討が必要。
- スペースポートにおける水平着陸型機体の場合、着陸時に超音速(高速)で高度を下げてくる必要があり、スペースポート到達までの進入飛行経路を考慮したエリアの検討が必要。

6. その他

論点： 論点間の相互関係を考慮した検討

- 個別の論点だけでなく、優先度を十分考慮して論点間の相互関係(トレードオフ/シナジー)や対策の実現可能性を踏まえて検討することが必要。
 - 例えば、多数の見学者を誘致すると国民の理解や関心は高まるが外部からの侵入に対する抗たん性は低くなる。無人化やIoT化を推進すると効率化・高機能化は進むがセキュリティ面では弱くなる面もある、など。