



射場システム整備 に関する提言

平成28年6月

NPO宇宙利用を推進する会

目次

はじめに	1
今なぜ射場システムの再構築が必要なのか	2
射場システムの定義	3
射場システムの要件	4
宇宙の成長産業化を阻む要因	5
打開のカギは「宇宙産業ビジョン」	6
宇宙の成長産業化のステップ	7
MDAから進めることが第一歩	8
基幹ロケットの衛星打上げ能力	9
衛星と軌道、打上ロケットの関係	10
衛星打上げ予測(大型ロケット)	11
衛星打上げ予測(小型ロケット)	12
衛星打上げ可能な日数/年間	13
現用射場の現状	14
主要国の射場との比較	15
射場システム整備に関する提言	16
射場システムの運用イメージ	18
附録	

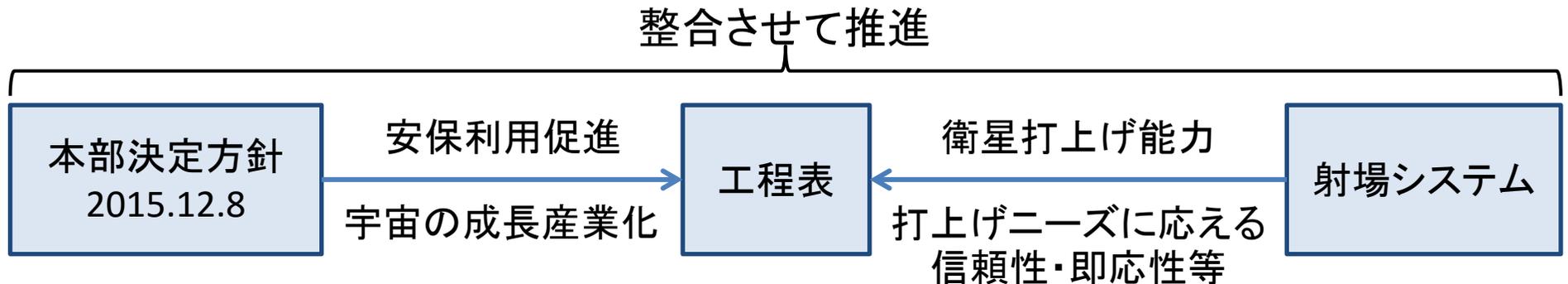
はじめに(今、なぜ射場なのか)

半世紀の間に宇宙を巡る環境は激変した。我が国でも工程表が年々改訂され、宇宙政策の全体像と長期計画が明示されるようになったが、射場が取り残されている。

米国、ロシア、欧州等、宇宙先進国では衛星とロケット開発は当初から安全保障目的で政府(特に軍)が推進してきた。現代でも政府がアンカーテナンシーとなり、衛星画像の過半数を長期購入する体制を構築して、産官連携で宇宙利用を推進している。

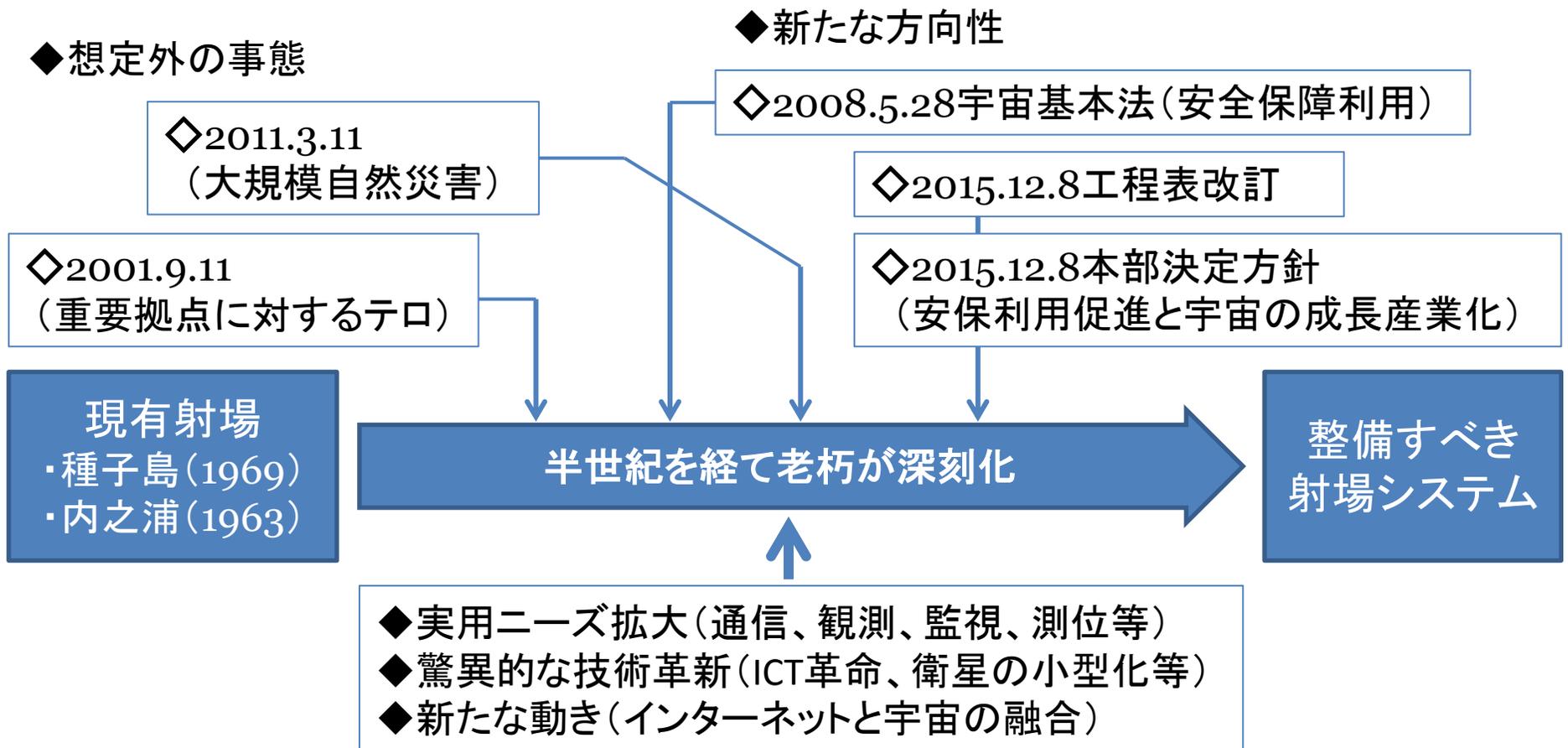
我が国では最近の情報収集衛星とXバンド通信衛星など、安全保障用途の衛星は限定的で、アンカーテナンシー体制は未整備である。

工程表へ昨年12月の宇宙開発戦略本部決定方針を反映させるとともに、工程表を実行する射場システムとして、工程表と射場を一体で推進しなければならない。



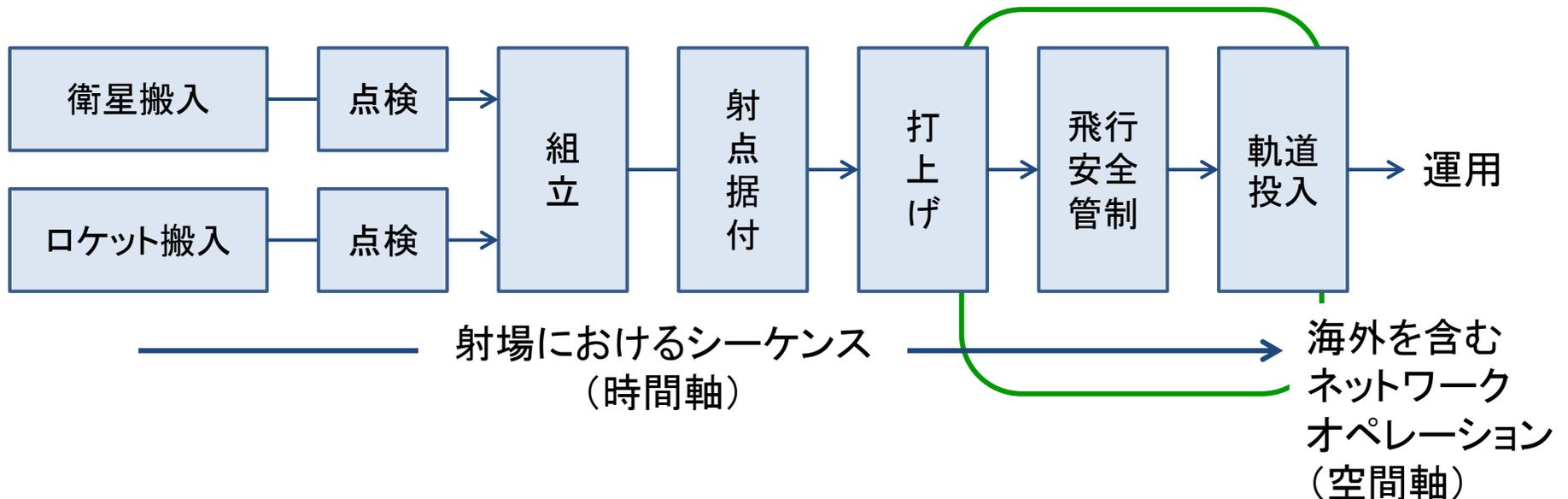
今なぜ射場システムの再構築が必要なのか

- 現用射場は、半世紀の間に起こった変化から取り残されている。
- 老朽化が進んでおり、工程表どおり衛星打上げができない事態が起こり得る。



射場システムの定義

- ◇1960年代に現用射場が建設されたとき、射場は単体の施設だった。
現代において、射場は複数のシステムからなる複合システムである。
- ◇射場システムとは、「ロケット及び衛星等の機材搬入以降、ロケット及び衛星の組立、各種点検調整等の打上げ準備、ロケット発射、打上げ後のロケット追跡、飛行安全管理を行い、衛星を分離し所定の軌道へ投入するまでのミッションを確実に安全に遂行するシステム」である。



射場システムの要件

	現用射場 → 射場システム〔現用射場(能力向上)＋新射場〕
能力	<ul style="list-style-type: none"> ◇基幹ロケット(大型、小型)打上げ: →工程表打上げ計画の遂行 ◇拡張性: →ロケットの進化、多様化に応じた射点の追加、 即応性ニーズへの対応(安全保障) 将来ニーズへの対応(実証実験・システム試験等)
機能	<ul style="list-style-type: none"> ◇打上げに係る諸機能: →老朽化設備の更新 ◇基盤的機能: →即応性ニーズ対応、ロジスティクス強化 ◇保安機能: →物理的セキュリティ、情報セキュリティ、抗たん性 及びレジリエンス(復元力、射点の複数化等)
立地条件	<ul style="list-style-type: none"> ◇地盤・地勢: ・自然及び人為的脅威に対する防護適性 ◇地理的要件: ・静止/周回、その他軌道への打上げに適した地理 ◇周辺環境: ・飛行安全対策上の適地 ◇インフラ基盤: ・ライフライン、通信、物流インフラ整備

〔注〕青字は現用射場の欠落機能・能力

□世界の現状

- ・宇宙産業は拡大傾向
- ・中心は利用産業で、宇宙機器産業では政府用途が7割で、その半数が安全保障

□日本の現状

- ・成長産業化⇔財政健全化のジレンマ
 - ・「安全保障利用促進と宇宙の成長産業化」という本部決定方針
 - ・一方では、「予算は増やさない」という財政健全化方針
 - このままでは「政府用途7割、半数が安全保障」が起こり得ない
- ・ベンチャー参入も支援環境も未成熟
- ・市場規模の割にリスクが大きい宇宙産業で、産業界は投資に踏み切らない。
- ・現用射場が老朽化し、打上げ能力・信頼性・抗たん性で国際水準に大きく遅れ

◇囚人のジレンマ構造の打破が課題

- ・ゼロサム予算を巡る関係府省間
- ・お互いに相手が動くことを期待する政府⇔産業界

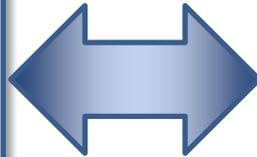
打開のカギは「宇宙産業ビジョン」

◇打開のカギは、全体像の明確化・共有を促す「宇宙産業ビジョン」

- ・挑戦意欲を駆り立てる宇宙の将来像と、それを実現する戦略の明確化
- ・政府と産業界が果たすべき役割と実行計画
- ・産と官が戦略的に連携するスキーム

◇政府の役割

- ・安全保障利用の促進
- ・長期アンカーテナンシーを保証



◇産業界の役割

- ・小型軽量化による、「衛星＋打上げコスト」の大幅低減を実現
- ・オペレーショナルな監視・観測
コンステレーション衛星群の実現
- ・安全保障に資する高頻度監視、
準リアルタイム画像情報の提供

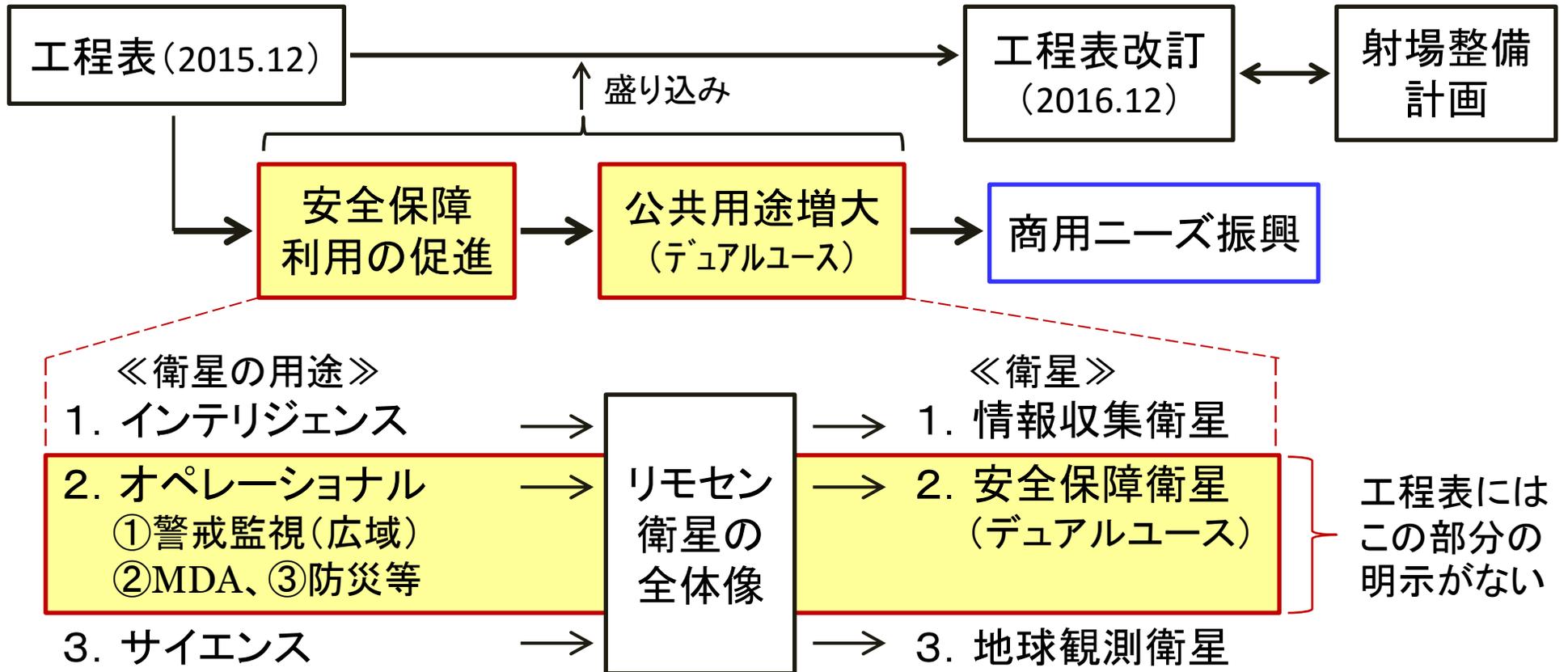
◇明白な事実：

- ①宇宙利用の市場が一段と大きく育つには、高頻度観測・監視かつ準リアルタイムでの情報提供の実現が不可欠
- ②それを実現するには、従来の衛星・打上げコストは高すぎる
- ③世界の動向を踏まえたビジョンでなければ、成長産業化は画餅で終わる

(附録参照)

宇宙の成長産業化のステップ

①安全保障利用の促進→②デュアルユース化→③商用ニーズ振興の動きを顕在化
 ◇同時並行で、工程表を整齊と実行できる射場システムを整備



MDAを進めることが第一歩

《関係府省等連絡調整会議》 「我が国におけるMDAについて」を昨年10月に取りまとめ、海洋事象全般に係るMDA(広義のMDA)を推進することを明示した。

《総合海洋政策本部事務局参与会議》 「さらに顕在化している海洋脅威に対処するため、MDAを1年前倒しで整備すべき」という意見書を取りまとめ、5/19に安倍総理に提出した。

《G7環境大臣会合(5/15-16、富山)》 「持続可能な開発のためのアジェンダ2030、生物多様性、気候変動、海洋ゴミ等」の議題が話し合われた。グローバルな海洋の一元的把握と、海洋の包括的管理(海洋ガバナンス)の必要性に対する認識が高まった。

→ MDA(安全保障)

- ・我が国周辺海域を航行する船舶の監視
- ・航行の自由と安全を管理
- ・不審船に対する国益保全と不測事態の発生を抑止

MDA(海洋事象全般)

- ・領海、EEZ海域内の海洋資源(エネルギー、金属、生態系)を一元的に管理(国益保全)
- ・海洋事象(気象、海象)情報を一元化して、生物多様性と持続可能な地球環境を保全

第1段 →

第2段 →

基幹ロケットの衛星打上げ能力

◇「液体燃料のH-2A/B、後継のH-3、固体燃料のイプシロンロケットを基幹ロケットして位置づけ、双方の産業基盤を確実に維持する」ことが閣議決定された。(昨年1/9)

静止トランスファー 軌道:GTO [注2]			3-4t	4.8-6t	8t		6.5t
太陽同期軌道: SSO(500km円)	>450kg	>590kg	5.1t			4t	
低軌道:LEO (300km)	>1200kg		10t	15t	19t 16.5t [注3]		
ロケット ブースタ数→	初号機	強化型	2	4	4	0	4
	イプシロン		H-2A		H-2B	H-3	

[注1]数値は、基幹ロケットの打上げ能力の公表値、H-3の能力は目標値

[注2]静止トランスファー軌道は、静止軌道(約36,000km)にのせる前に一時的に投入される楕円軌道
数値は楕円軌道の近地点が250mと2700kmの2ケース

[注3]国際宇宙ステーション(高度約400km)への輸送機「こうのとりの場合、H-2Bは16.5tの打上げ能力がある。

出典:(1)強化型イプシロンロケット移行審査の結果(H26.10.30、JAXA)、(2)H-2A User's Manual, V4.0(MHI)

(3)H-2Bロケット試験機プロジェクトに係る事後評価(H22.9.21、JAXA)、

(4)新型基幹ロケットの開発状況(H27.7.2、JAXA)

衛星と軌道、打上げロケットの関係

- ◇衛星質量と投入する軌道(高度)は、ロケットの打上げ能力に依存
- ◇衛星の小型化とコンステレーションの動きが顕在化しており、大型と小型、二つの輸送手段を保持しておくことが戦略的に重要

静止軌道、準天頂軌道		大型ロケット (H-2A/2B、H-3)			
月/惑星探査					
その他地球周回軌道		小型ロケット (イプシロン)	↔		
低軌道	複数衛星 [注2]		↔		
極軌道	1衛星 [注3]		↔		
衛星質量→		100kg級	500kg級	1t級	1t超

[注1]図は強化型イプシロンの能力を中心に表現したもの

[注2]コンステレーションの場合、同一軌道上へ複数衛星を同時に打上げることが可能

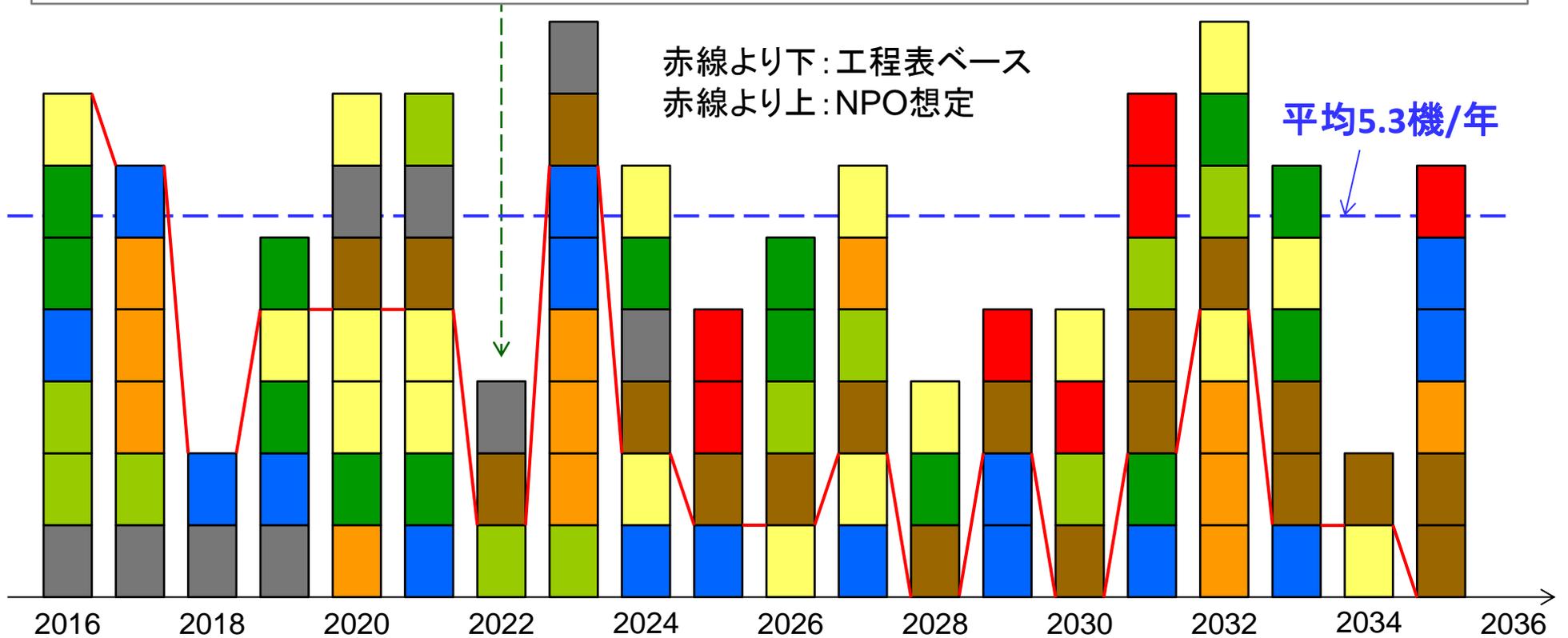
[注3]小型ロケットの極軌道1衛星の場合、「南打ちの制約」がない場合を想定

[注4]実際には、衛星質量、軌道、複数打上げ等の組合せで、大型/小型の境界はケースバイケースで入り組んだものとなる。

衛星打上げ予測(大型ロケット)

◇需要は長期的に安定、平均5.3機/年、多い時で7-8機/年の打上げが予測
(2022年までにH-2A/2B→H-3へ順次移行し、2022年以降H-3が実運用へ)

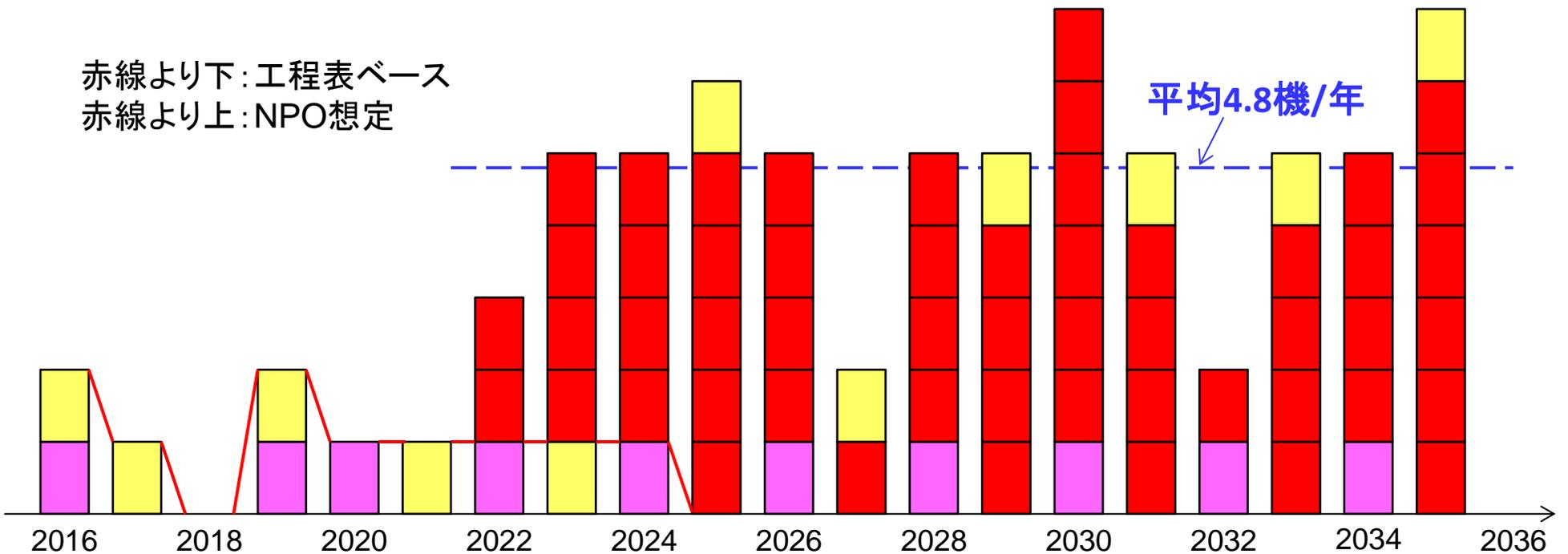
凡例: 商用 HTV 地球観測 探査 準天頂 情報収集 通信 警戒監視 技術実証



衛星打上げ予測(小型ロケット)

◇工程表に盛り込まれた需要が殆どない。オペレーショナルな警戒監視衛星を計画に盛り込み、デュアルユースとして公共用途(MDA、防災等)へ展開し、商用ニーズの振興が必要

凡例: 商用 HTV 地球観測 探査 準天頂 情報収集 通信 警戒監視 技術実証



衛星打上げ可能な日数 / 年間

◇一般に、射場の打上げ可能な回数/年間

$$N(\text{回数/年}) = (365 - D4) / (D1 + D2 + D3)$$

- ・D1: 打上げ準備に要する日数
- ・D2: 打上げ予備の日数(天候条件等)
- ・D3: 打上げ後の撤収に要する日数
- ・D4: 定期整備等、打上げに供しない日数

ロケット	打上げ回数	準備	予備	撤収	整備
—	N	D1	D2	D3	D4
小型	7.4回/年	30日	10日	5日	30日
大型	6.1回/年	40日	10日	5日	30日

[注]衛星の軌道と地球の自転とで決まる、打上げに適したウィンドウは考慮していない。

◇現用射場の場合には、さらに以下の制約があり、打上げ日数が減少する。

- ・老朽化の進行により、部品の故障・製造中止等の理由から、整備日数等が増大
- ・種子島にはH-2A用、H-2B用の射点が各一基、内之浦にはイプシロン用の射点が一基しかなく、何れも代替の射点がない。不測の事態が発生すると、打上げが長期に及び使用不能となる危険性がある。

現用射場の現状

◇老朽化は言うに及ばず、過去半世紀の環境変化への対応が出来ていない。
 直ちに対策を講じなければ、工程表の遂行に重大な支障をもたらす恐れがある。

項目	現状・課題
老朽化	<ul style="list-style-type: none"> ・塩害による腐食等、施設全般にわたり老朽が深刻化 ・部品等の生産停止により保守が困難化
テロ対策	<ul style="list-style-type: none"> ・テロ脅威を想定しておらず無防備 ・自衛隊/海保による輸送時及び射場の警備体制
安保利用 (セキュリティ等)	<ul style="list-style-type: none"> ・最新の情報セキュリティシステム構築と維持 ・打上げから軌道投入まで、外国に依存しない管理体制 ・即応性ニーズに対する拡張性
激甚化災害対策	<ul style="list-style-type: none"> ・地震、津波等に対する抗たん性とレジリエンス対策
技術革新対応	<ul style="list-style-type: none"> ・敷地に拡張余裕がなく、新たな射点や設備の増設が困難
実用ニーズ 拡大への対応	<ul style="list-style-type: none"> ・海外からの衛星打上げ受注に必要な空港等物流インフラ整備 ・今後増大が予想される商用ニーズに応える拡張性

[注1]特に、内之浦射場の老朽化が深刻で、敷地に余裕がないため対策には限界がある。

主要国の射場との比較

- ◇主要国では軍用衛星の射場の全てが軍事基地内、もしくは軍の警備下にある。
 また、敷地は桁外れに広大で、射点も多数あり、増設も容易である。
- ◇安全保障の宇宙インフラへの依存とテロ脅威が同時に増大しつつある現代において
 外国に依存しない、かつ警備の万全な射場の建設が不可欠である。

国	射場	立地	管理	用途	射点数	敷地面積
日	種子島	鹿児島	JAXA	H-2A/H-2B	2	9.7km ²
米	ケープカナベラル	フロリダ	空軍	軍用(静止、ISS)	3	570km ²
	ケネディ宇宙センター	フロリダ	NASA	公共(静止、ISS)	3	
	ヴァンデンバーグ	カリフォルニア	空軍	軍・公共・商用(極)	5	400km ²
	ワロップス	ヴァージニア	NASA	公共	6	25km ²
欧	ギアナ宇宙センター	赤道	CNES	軍・公共・商用	3	900km ²
露	バイコヌール	カザフスタン	軍	静止軌道	9	5000km ²
	プレセツク	ロシア西部	軍	極軌道	5	1750km ²

[注1]米国にはこれ以外に商用のPSCA射場(旧コーディアック)がアラスカにある。ロシアは東部ポストーチヌイに
 新射場を建設中。中国は三カ所あり、四番目の新射場を海南島に建設中。[注2]CNES: フランス宇宙庁
 [注3]種子島の面積は400km²。

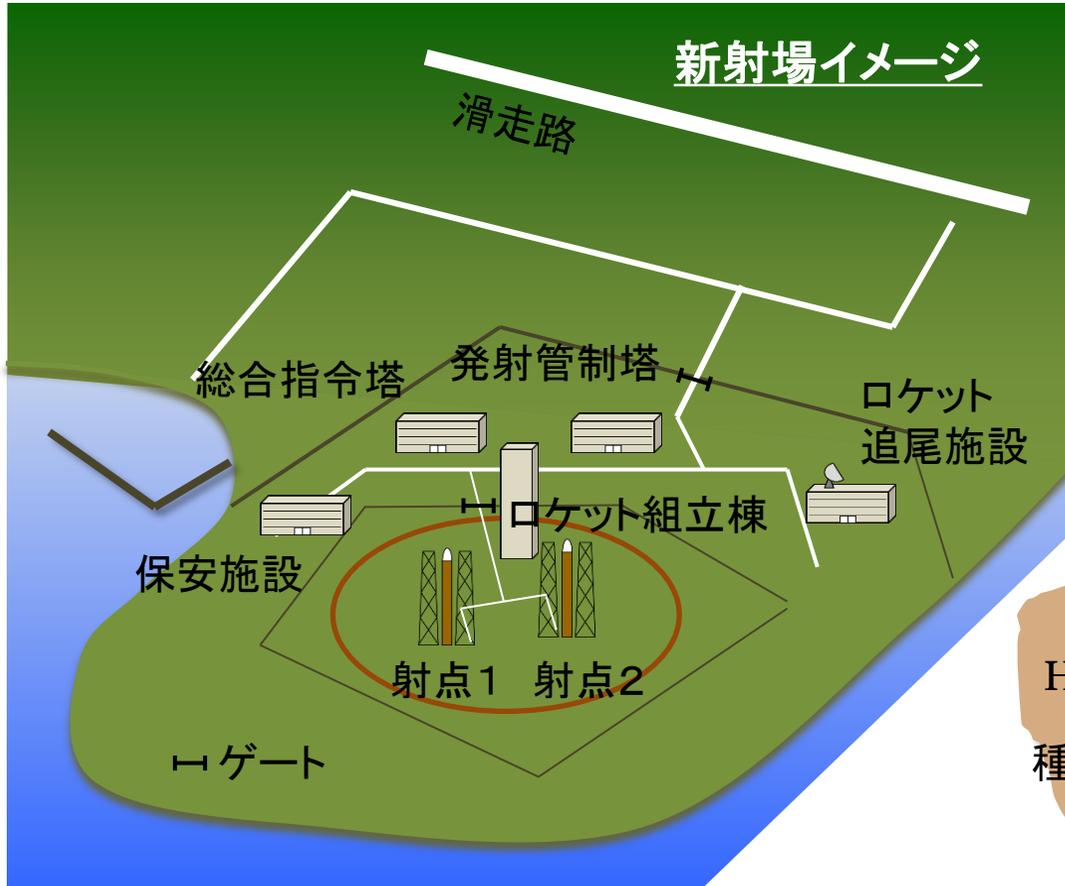
射場システム整備に関する提言

1. 現有射場に新射場を加えた「射場システム」の整備に、早急に着手すべきである。
 - ①宇宙開発戦略本部決定方針である「安保利用促進と宇宙の成長産業化」を具体化して工程表に反映し、それを実行する射場システム整備計画を作ること。
 - ②現有射場の老朽化対策を急ぐこと。同時に、H-2A/2Bに代わりH-3が実運用に入る2022年までに、種子島射場にH-3の2射点化を実現すること。
 - ③新射場建設には10年程の歳月が必要であり、最新のセキュリティ、抗たん性、レジリエンス(復元力)を備えた新射場の建設に直ちに着手すること。
 - ④早い時期に新旧射場での射点の2地点化を実現し、打上げ機能の同時喪失リスクを解消すること。
2. 安全保障用衛星に関しては、生産～打上げ～運用の全工程を、基本的に自己完結で遂行する体制、外国に依存しない体制を整備すべきである。

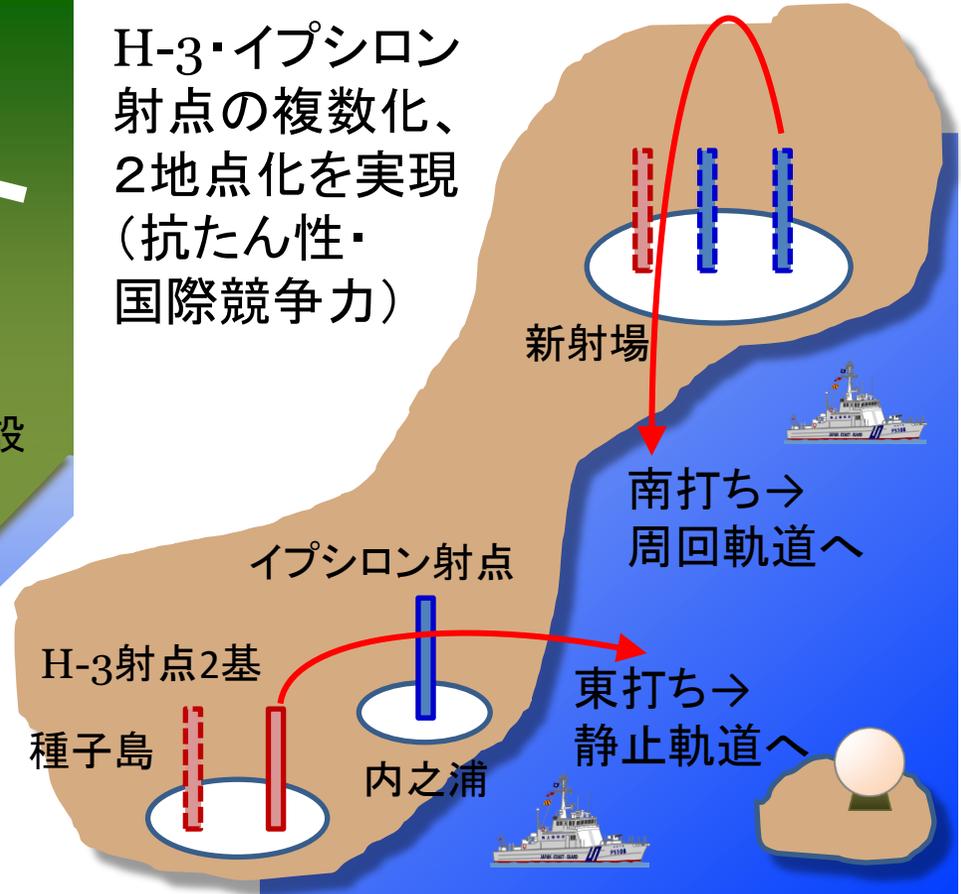
射場システム整備に関する提言

3. 射場システム全体としての機能・能力を、早急に諸外国と同等水準に引き上げ、国際競争力の強化を図るべきである。
 - ①老朽化対策の実施・射点の複数化により、打上げの信頼性に関わる脆弱点を補強し、同時に短期間での連続打上げを可能とすること。
 - ②射点増設・即応型小型衛星対応等、将来の新ニーズに対する拡張性を備えた新射場を整備すること。
 - ③自衛隊基地内での建設、もしくは自衛隊・海保による警備（基地・海上輸送）等万全のセキュリティ対策を講じた新射場を整備すること。
 - ④外国衛星の打上げを含め、新射場は物流インフラの利便性を満たす立地であること。

射場システムの運用イメージ



H-3・イプシロン
 射点の複数化、
 2地点化を実現
 (抗たん性・
 国際競争力)



種子島 老朽化対策、抗たん性強化、H-3 2射点化

新射場 射場建設、イプシロン2射点 → H-3射点増設 → 拡張性(新ニーズ)対応

附 録

1. リモセン衛星の小型化・超小型化

- ・従来の1t超の大型衛星から、→100kg級→10kg級→キューブサット級(数kg)へ
 - ・米国NRO(国家偵察局)が、キューブサットを実用機として採用の方向
- ・多数機コンステレーションの実現による高頻度観測サービスが現実
 - ・小型軽量化による衛星・打上げ費用の大幅低減により可能に

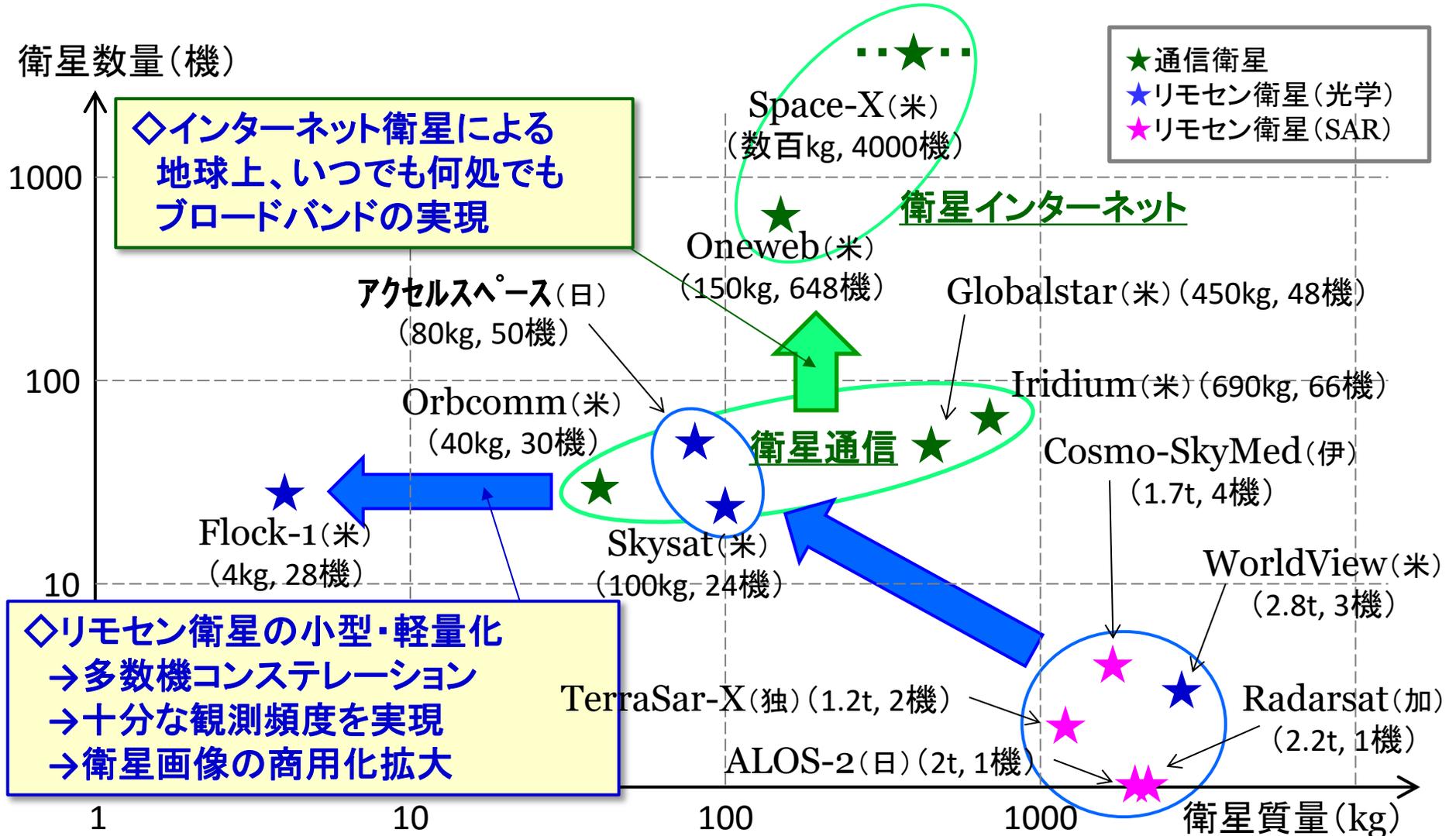
2. ブロードバンド・インターネット衛星の実用化

- ・100kg～数100kgの衛星を数百機超打上げて、「世界中いつでも何処でもブロードバンド」を実現しようとする動き

3. インターネット企業が宇宙へ参入

- ・グーグルによるSkyBox買収等、インターネットが宇宙を取り込む動きが顕在化

低軌道周回衛星の世界動向(参考)



安全保障に必要な宇宙システム

◇平成25年に当NPOがまとめた提言書〔注1〕に基づいて想定

衛星の種類	用途等	軌道	質量	寿命	機数	打上げ時期	補足
画像情報収集 (IMINT)	SAR衛星	SSO	500kg	5-6年	12機	2023から3機ずつ	DUCSベース 〔注2〕
	光学衛星						
電波情報収集 (SIGINT)	ELINT	LEO	1t	5-6年	2機	2022実証、25実用	
	COMINT	GEO	5t	7-10年	2機	2029実用	
通信	X帯通信衛星	GEO	3-4t	10-15年	3機	2016年に2機	シリーズ化
データ中継(光)	収集情報のリアルタイム伝送				1機	2019年に1機	
早期警戒	弾道ミサイル発射の探知	GEO	2-3t	7-10年	2機	2025に2機	先進光学衛星評価後
即応型	即応運用	—	500kg以下	1年	—	2022から実証 2026から実用	

〔注1〕『我が国の安全保障のための宇宙利用推進に関する提言』、平成25年12月、NPO宇宙利用を推進する会

〔注2〕DUCS: Dual Use Conformation System