

我が国における人工衛星・ロケットの 開発・利用状況について

平成20年11月4日
宇宙開発戦略本部事務局

現在の人工衛星の利用について

- 人工衛星は、それ自体が最終目的ではなく、衛星からのデータ等を高度に活用することが目的である。
- これまで我が国では、各種の人工衛星を利用したシステムを構築してきており、例えば以下のように利用が図られてきている。

【地球観測分野】

- 地球観測分野の陸域・海面観測においては、「だいち」等により地図作成や資源探査、流氷観測等への利用が開始されている。また海外の大規模災害時には、国際貢献の一環として関係諸国へのデータ供与も行われている。
- 気象観測においては、「ひまわり」により、日々の天気予報など生活に密接に関係する利用が行われている(アジア太平洋地域の30数カ国22億人以上に活用されている)。

【安全保障・危機管理分野】

- 安全保障・危機管理分野では、「情報収集衛星」により、外交・防衛等の安全保障及び大規模災害等への対応等の危機管理のために必要な情報を収集し、関係省庁が利用している。

【通信・放送・測位分野】

- 通信・放送分野では、通信・放送事業者による商業ベースでの通信・放送事業としての利用が行われている(平成19年度契約数 NHK-BS 1,342.3万件、CSデジタル 350.1万件など。また、災害時通信のバックアップ等に企業等が使用)。
- 測位分野では、米国のGPS衛星の利用により、カーナビ、GPS機能付き携帯電話等の利用が進んでいる。

【宇宙科学分野】

- 宇宙科学分野では、太陽観測やX線観測等により天文分野において世界をリードする科学的成果を上げているとともに、小惑星や月探査ミッションにより、太陽系の起源等を探る科学的発見への挑戦が行われている。

我が国の宇宙開発利用の状況（例）

【情報収集衛星】

情報収集衛星は、外交・防衛等の安全保障及び大規模災害等への対応等の危機管理のために必要な情報の収集を主な目的として運用中。



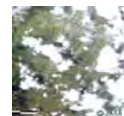
衛星からの撮像（イメージ図）



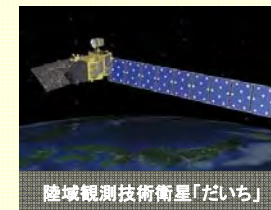
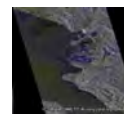
衛星「だいち」からのデータを元に作成された地図等

【だいちに搭載したセンサーの種類】

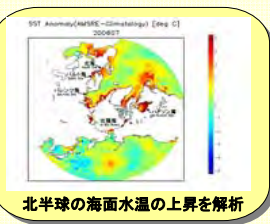
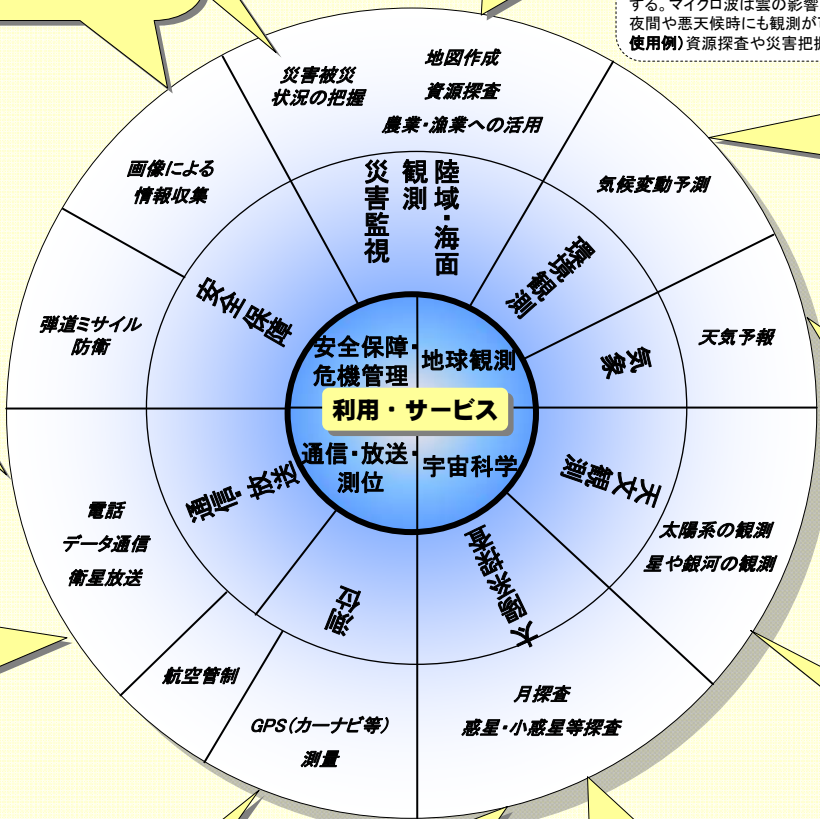
● **光学センサー**
太陽光が物にあたり反射した光や、対象物から放出（放射）する熱を測定することで、植物、森林、田畑等の分布状況や、河川、湖沼、市街地等の地上状態の観測が可能。
使用例）地図作成や地域観測など



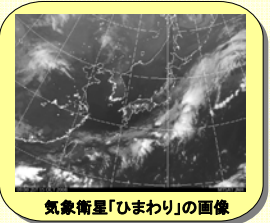
● **能動型レーザー**
対象物が反射するマイクロ波を測定することで、山や谷等の地形を観測するのに適する。マイクロ波は雲の影響が少ないため、夜間や悪天候時にも観測が可能。
使用例）資源探査や災害把握など



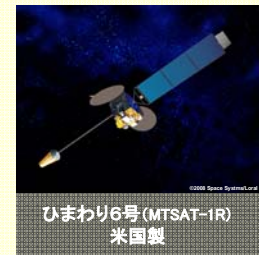
陸域観測技術衛星「だいち」



北半球の海面水温の上昇を解析



気象衛星「ひまわり」の画像



ひまわり6号(MTSAT-1R) 米国製

- ## 【天文観測の衛星の種類】
- 太陽観測衛星「ひので(SOLAR-B)」
 - 赤外線天文衛星「あかり(ASTRO-F)」
 - X線天文衛星「すざく(ASTRO-EII)」
 - 電波天文観測衛星「はるか(MUSES-B)」等



「ひので」で観測された太陽のプロミネンス



ひので(SOLAR-B)

- ## 【太陽系探査の衛星の種類】
- 月周回衛星「かぐや(SELENE)」
 - 小惑星探査機「はやぶさ(MUSEC-C)」



「はやぶさ」の試料採取のイメージ図



「かぐや」から見た地球



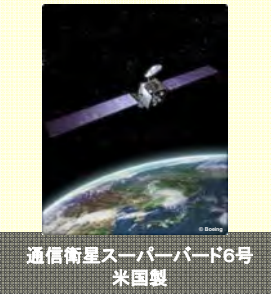
衛星を利用したデータ通信など



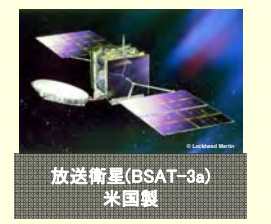
衛星を利用した放送



GPSを利用したパーソナルナビやカーナビ等(GPS:Global Positioning System)



通信衛星スーパーバード6号 米国製



放送衛星(BSAT-3a) 米国製



GPS衛星(NAVSTAR) 米国製

※ 写真・図表提供 ©JAXA

人工衛星の利用に関する今後の検討課題について (1/3)

■ 地球観測分野

- 陸域観測について、「だいち」以降の継続性の観点から、今まで育ってきたユーザの利用を促進するためにも、「だいち」の成果を踏まえつつ、シリーズ化の戦略を立て、持続発展的にデータ利用が進む仕組みを検討する必要があるのではないか。
- 「だいち」等の画像販売については、実利用促進の観点に基づくデータ提供の在り方と、商業ベースで世界的に展開されている市場とのバランスを考慮していく必要があるのではないか。
- 衛星から得られる画像は、我が国の国土にとどまらず、アジア・太平洋地域等もカバー可能。現在、「だいち」等のデータを活用した災害対応や森林監視等により国際貢献の取り組みを進めているが、アジア・太平洋地域等に対する積極的な外交手段としてより効果的に利用していく方策を検討する必要があるのではないか。
- 衛星データについては、新たな利用ニーズ創出の観点でも、ユーザがより使い易くする工夫(例えばアーカイブデータの処理や検索手段の提供方法など)を進めていく必要があるのではないか。



運輸多目的衛星新1号 ひまわり6号(MTSAT-1R)【運用中】
地球半球規模までの広域の雲、水蒸気などの分布を観測。このほか、航空管制にも利用。



地球観測衛星 TERRA(NASA衛星)【運用中、日本は一部センサ担当】
日本は資源探査用将来型センサ(ASTER)による資源調査



陸域観測技術衛星 だいち(ALOS)【運用中】
地図作成、地域観測、災害状況把握、資源調査など



小型地球観測衛星【開発中】
高分解能光学センサによる高精度観測



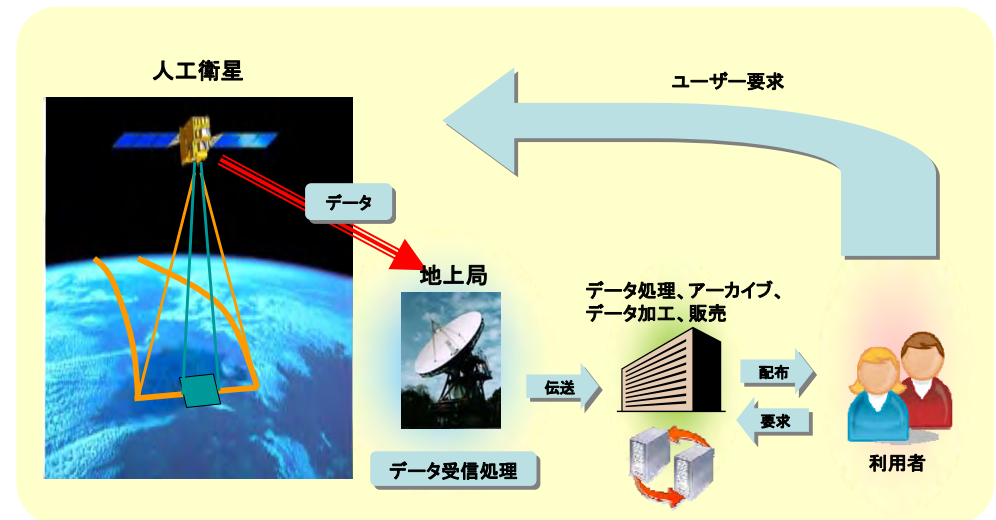
温室効果ガス観測技術衛星 いぶき(GOSAT)【開発中】
全球の温室効果ガス(二酸化炭素やメタン)の濃度分布の観測



地球環境変動観測ミッション GCOM【開発中】
降水量、水蒸気量、海洋上の風速や水温、陸域の水分量などを観測する衛星と、雲、エアロゾル、海色(海洋生物)、植生、雪氷などを観測する2つの衛星からなる。それぞれ、受動型センサにより全球の水平分布を計測



全球降水観測計画 GPM(NASA衛星)【開発中、日本は一部センサ担当】
降水について高精度、高頻度の観測。能動型センサにより鉛直分布を計測



人工衛星のデータ利用例

運用中、計画中の主な地球観測衛星計画の概要

人工衛星の利用に関する今後の検討課題について (2/3)

■ 安全保障・危機管理分野

- 専守防衛の範囲における防衛利用(早期警戒機能、通信手段の強化など)について検討を促進していく必要があるのではないかと。
- 防衛利用にかかる今後の研究開発活動において、宇宙機関との連携の方策について検討していく必要があるのではないかと。
- 災害監視衛星として計画されている衛星については、システム全体を検証すると、災害監視目的に特化した衛星ではなく、幅広い用途へのデータの利用を目的とした衛星と考えられることから、データの有効利用等について検討する必要があるのではないかと。



情報収集衛星 IGS【運用中】

外交・防衛等の安全保障及び大規模災害等への対応等の危機管理への利用

災害監視衛星【計画中】

災害時の情報収集・分析への利用の他、森林管理、流水観測等多様な分野で利用

運用中、計画中の主な安全保障・危機管理衛星計画の概要

■ 通信・放送・測位分野

- 国内通信・放送事業者による衛星調達において、現在まで全19機のうち1機しか国産衛星が受注できていないことから、競争力を高める必要があるのではないかと。
- 測位分野では、米国のGPS衛星に頼っている現状を踏まえ、GPSを補完・補強するシステムを目指した準天頂衛星の開発を、政府の「G空間行動プラン(*)」にも位置づけて進めているが、実証機での実証を前提に、新しいニーズを創出するなど、利用を促していく仕組みが必要ではないかと。

(*)G空間行動プラン

政府の地理空間情報活用推進会議が策定した「地理空間情報の活用推進に関する行動計画」(平成20年8月)を広く普及する目的で名づけられた愛称。「地理空間情報活用推進基本計画」(平成20年4月閣議決定)で定めた各施策を推進するため、各省庁が行う地理情報システムや衛星測位に関する具体的な目標やその達成期間等を取りまとめている。



通信衛星 スーパーバード(民間衛星)【運用中】

データ通信など



放送衛星 B-SAT(民間衛星)【運用中】

衛星放送



データ中継技術衛星 こだま(DRTS)【運用中】

中～低高度を周回する衛星などと地上局との通信を中継



技術試験衛星 きく8号(ETS-VIII)【運用中】

大型展開アンテナ等の技術で携帯端末による移動体通信の実現



超高速インターネット衛星 きずな(WINDS)【運用中】

国内のみならず国際的なインターネットアクセスの超高速化、デジタルデバイドの解消など



測位衛星 準天頂衛星(QZSS)【開発中】

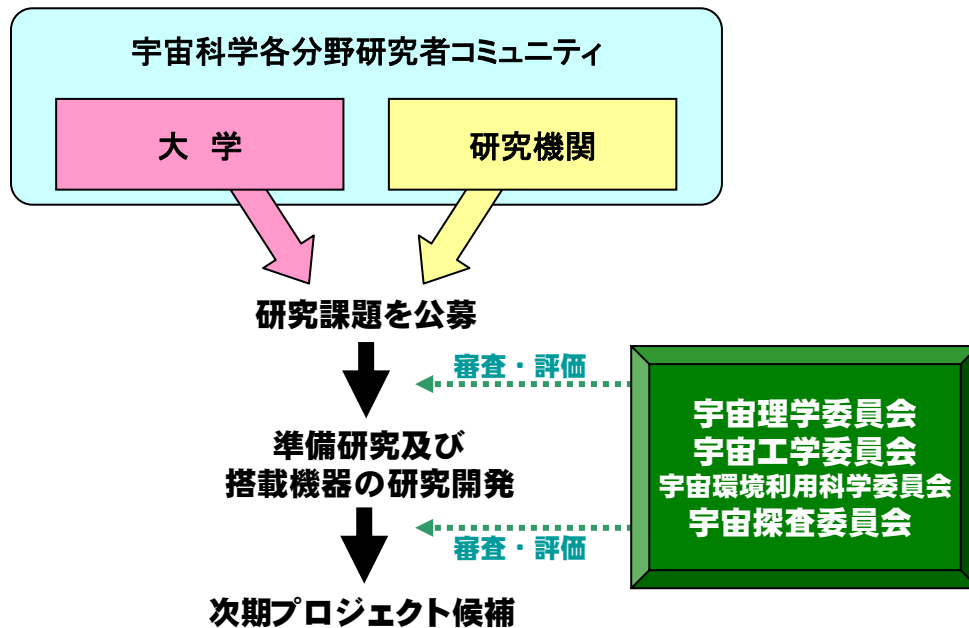
GPSを補完・補強し、広範な場所での高精度測位の実現

運用中、計画中の主な通信・放送・測位衛星計画の概要

人工衛星の利用に関する今後の検討課題について (3/3)

■ 宇宙科学分野

- ▶ 宇宙科学に関しては、大学共同利用機能を有する宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部 (ISAS) を中心として進められ、天文観測及び月・惑星探査分野において世界トップクラスの大きな成果を挙げてきており、今後ともこれらの分野における研究を進め、我が国のプレゼンスをより一層高める必要があるのではないか。



宇宙科学研究計画のレビューの仕組み

	磁気圏尾部観測衛星 GEOTAIL 【運用中】 地球磁気圏尾部を中心としたプラズマ現象の観測
	太陽観測衛星 ひので(SOLAR-B) 【運用中】 太陽の磁場分布や電流分布、速度分布の精密な観測
	小惑星探査衛星 はやぶさ(MUSES-C) 【運用中】 小惑星の観測・探査
	天文観測衛星 あかり(ASTRO-F) 【運用中】 銀河系の赤外線観測
	月探査衛星 かぐや(SELENE) 【運用中】 月の元素・鉱物組成、地形、地下構造、磁気異常、重力場等の観測
	惑星探査衛星 Planet-C 【開発中】 金星の気象現象や地表面の観測
	惑星探査衛星 BepiColombo 【開発中】 水星の磁場、磁気圏、内部、表層の観測
	天文観測衛星 ASTRO-G 【開発中】 スペースVLBI方式による銀河の高解像度の撮像など深宇宙の観測

運用中、計画中の主な宇宙科学衛星計画の概要

今後の人工衛星需要の展望について

- 我が国の人工衛星需要は、大きく「安全保障衛星」、その他の「公共衛星」、民間事業者の運用する「商業衛星」の3分野に区分される。今後の見通しとしては以下のとおりであり、これらを考慮して、将来の需要展望を俯瞰していくことが必要。
 - ① 安全保障衛星 … 外交・防衛等の安全保障及び大規模災害等への対応等の危機管理への利用に資する画像情報の収集を目的とした、内閣衛星情報センターが保有する情報収集衛星など。
 - 情報収集能力の継続的な確保と共に、宇宙基本法の成立により、専守防衛の範囲内での防衛目的での宇宙開発利用が可能となったことから、情報収集衛星以外にも防衛分野などでの宇宙利用の拡大の可能性が考えられる。
 - ② 公共衛星 …………… 気象衛星、陸域・海面観測衛星などの実利用目的、及び科学衛星や技術開発・実証衛星、環境観測衛星などの研究利用目的の衛星で、主に公共の利用に供されるもので、政府としての運用を指向するもの。
 - 今後も実利用の継続性や種々の目的の研究利用のために、一定の継続的需要が考えられるが、より一層の行政ニーズの掘り起こしとともに、実際に衛星データを活用する機会をより積極的に提供することで、今後衛星利用の拡大が考えられる。
 - ③ 商業衛星 …………… 商業ベースの利用に供される衛星で、国内では通信・放送サービス分野において、民間事業者により運用されているものが該当する。
 - 通信・放送サービス分野において商業ベースでの事業が成熟してきている。これらのサービスは今後も継続的に提供され、軌道上の衛星置き換えの需要が発生すると考えられるが、国内市場のみでは拡大は難しい可能性がある。ただし、高分解能リモートセンシング分野など、今後新たな衛星利用の拡大の可能性が考えられる。
- 諸外国においては、米国FAA(連邦航空局)報告などによると、伸びは少ないが、定常的な需要を予想している(p.8参照)。非静止衛星では、行政利用と商業サービスの目的を兼ね備えたデュアルユースの衛星や、小型衛星化などの傾向がある。
- 需要拡大の一環として、今後は海外の人工衛星需要へも対応していく必要があり、トップセールスや衛星利活用等に係るODAの活用等、外交面での支援等も考慮。例えば、フランスはタイ、韓国、台湾などの小型衛星を受注。中国はナイジェリア、ベネズエラ等から通信衛星・地上システム・打上げ等を受注し、資源外交の一環として宇宙技術を活用している。

我が国の衛星等需要の実績と展望について（現在構想段階のものを含む）

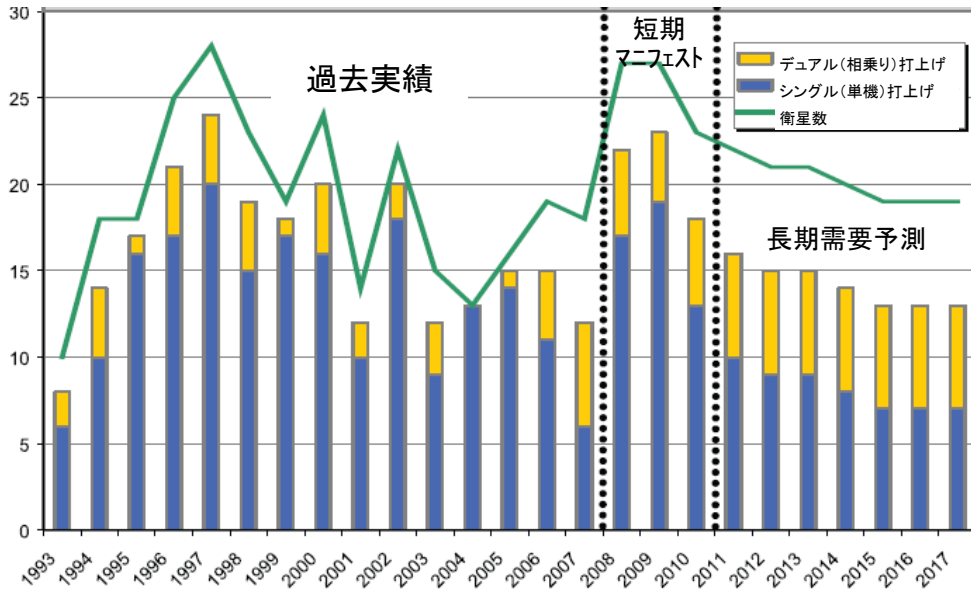
⋯ : 今後打上げ予定又は構想されている衛星

FY		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
分類		平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	
安全保障・危機管理	安全保障				情報収集衛星 光学2号	情報収集衛星 レーザ2号	情報収集衛星 実証衛星	情報収集衛星 レーザ3号	情報収集衛星 光学13号	情報収集衛星 レーザ4号	情報収集衛星 レーザ3号	情報収集衛星 新実証衛星	情報収集衛星 レーザ4号	情報収集衛星 光学15号				
	災害監視			だいち							METI/型		災害監視 (レーザ)					
地球観測	陸域・海面観測																	
	環境観測						いぶき (GOSAT)											
	気象		ひまわり6号	ひまわり7号						GOEM-W1		GOAT後継2 EarthCARE(欧) GPM(米) GOEM-C1		ひまわり8号	GOEM-W2	ひまわり9号	GOEM-C2	
通信・放送・測位	測位								準天頂衛星1									
	通信・放送	BSAT 2c Galaxy-XIII/ Horizon MBSAT	Superbird 6	あかり	JCSAT-3A JCSAT-5A	あかり BSAT 3a	Superbird 7	JCSAT-12	BSAT 3b	JCSAT-10R/BSAT-3c 次期DR								
宇宙科学	天文観測			はやぶさ れいめい あかり	うさぎ						JAXA/型 ASTRO-G	ASTRO-H	JAXA/型		JAXA/型	SPICA?	JAXA/型	
	太陽系探査	はやぶさ2				かぐや おきな			PLANET-C			EarthColumbo	はやぶさ2	かぐや2				
技術実証等	教育・技術実証	OUTE-1 Galaxy-XI-IV SERVIS-1		Outcast XI-V	HIT-SAT SSSAT LDREX-2		OUTE-1/74PDI ISOHLA-1(機5機) SDS-1(小型) SEEDS	SERVIS-2 SDS-2/2	SDS-2/2 SERVIS-2	SDS-2/2								
軌道上への物資等輸送	ISS物資輸送等					はやぶさ#1	はやぶさ#2	はやぶさ#3 HTV-TF#1	HTV#1	HTV#2	HTV#3	HTV#4	HTV#5	HTV#6	HTV#7	HTV#8	HTV#9	
(海外の衛星及びその打上げ)									今後、上記に加え、海外の商業衛星の受注、海外の衛星の打上げ受注が考えられる									

 大型ロケットでしか上げられない衛星
 中型ロケット以上、または大型ロケットの相乗り打上げ等
 小型ロケット以上、または大型・中型ロケットによる相乗り等

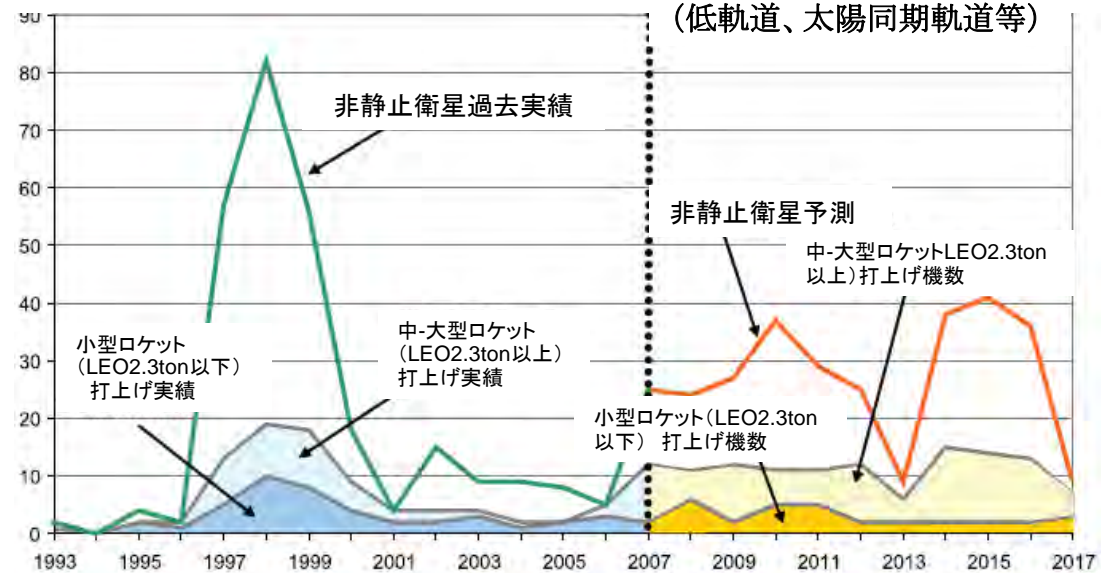
世界の衛星・ロケット需要の実績と展望について

■世界の商業静止衛星打上げ実績・展望



- 今後10年間、衛星数は20機/年程度で推移すると予測
- 一定規模の相乗り打上げを予測

■世界の非静止衛星商業打上げ実績・展望



- 2008年から10年間で112回の打上げ需要を予測。(次世代イリジウム、グローバルスター等の打上げ予測による増大)
- 同じ軌道面に複数の衛星を配備する場合は、相乗りで上げるのが主流。(今後10年間の衛星機数予測は276機、1機打上げ当りの平均衛星数2.5機)

■日米欧の過去のロケット打上げ実績

日米欧のロケット打上実績	CY2003	CY2004	CY2005	CY2006	CY2007
米国(商業打上)	5	6	1	2	3
米国(非商業打上)	18	10	11	16	16
欧州(商業打上)	4	1	5	5	6
欧州(非商業打上)	0	2	0	0	0
日本(商業打上)	0	0	0	0	0
日本(非商業打上)	3	0	2	6	2

- ◇米国は非商業打上げの割合が大
- ◇欧州はほぼ全て商業打上げ
- ◇日本は全て非商業打上げ

「商業打上」の定義は、
FAAの右の定義による

以下のいずれかの条件を満たすもの

- ①FAA/AST(商業宇宙輸送部門)に認可を受けた打上げ
- ②主衛星の打上契約が国際的に競争に付されたもの
- ③打上げが国の支援なしに民間資金で実施されたもの

出典：米国FAA(連邦航空局)報告
Commercial Space Transportation

我が国のロケットの開発・運用に関する今後の検討課題について

基本的認識

- ロケットは、我が国が必要なときに、独自に宇宙空間に必要な人工衛星等の打上げを行うために、我が国として最低限維持すべき技術(National Minimumの1つ)。そのような観点から、これまでH-II A/Bロケットを我が国の基幹ロケットとして開発・運用(H-II Aの運用は民間に移管して、打上げサービスの提供を実施中。H-II Bは開発中)。
- 今後の多様な衛星需要に対して、最適なロケットで効率的に対応するため、既に運用状態にあるH-II Aロケットに加えて、中小型のラインアップを国内で持つ必要があるのではないかと。ただし、人工衛星の需要、ロケットの開発経費等を検討することが前提。

H-II A/Bロケット (大型ロケット)

H-II Aロケットは、我が国の基幹ロケット(燃料:液体水素/液体酸素)。これまでに13回打上成功(成功率約93%)。

同ロケットを大型化(エンジンを2基にして、搭載燃料を増加)して、H-II Bロケットを開発中(平成21年度打上げ予定)。主に国際宇宙ステーションへの物資の補給に利用予定。

〔低軌道(約250km)への打上げ能力: 10トン~19トン〕



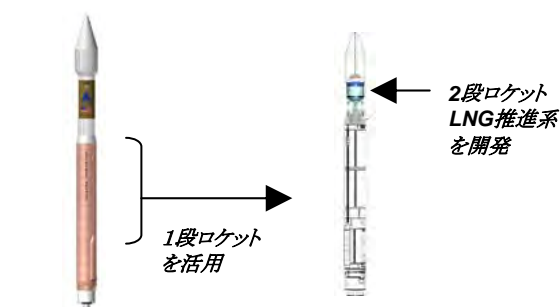
H-II Aロケット

H-II Bロケット

GXロケット (中型ロケット)

平成23年度の試験機打上げを目指し、官民が共同で開発を進めている中型ロケット。開発の遅れ等から、開発経費が増大し、民間が今後の開発経費を国が負担することを求めたことから、現在、文部科学省において技術的な観点等から評価中。

〔低軌道(約250km)への打上げ能力:4.4トン以上※〕
※打上げ能力については、現在行われている評価等で変わりうるもの



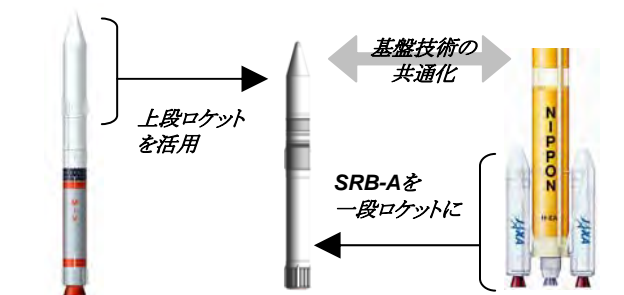
(米国)アトラスVロケット

GXロケット

次期固体ロケット (小型ロケット)

ペンシルロケットから培われた我が国の全段固体ロケットシステム技術を活用し、かつ、今後の衛星の小型化へも対応が可能な次期固体ロケットの研究開発を実施。H-II Aロケットとの部品の共通化等を通し、信頼性を高めるとともに、より運用性の高いロケットを目指す。

〔低軌道(約250km)への打上げ能力:1.2トン〕

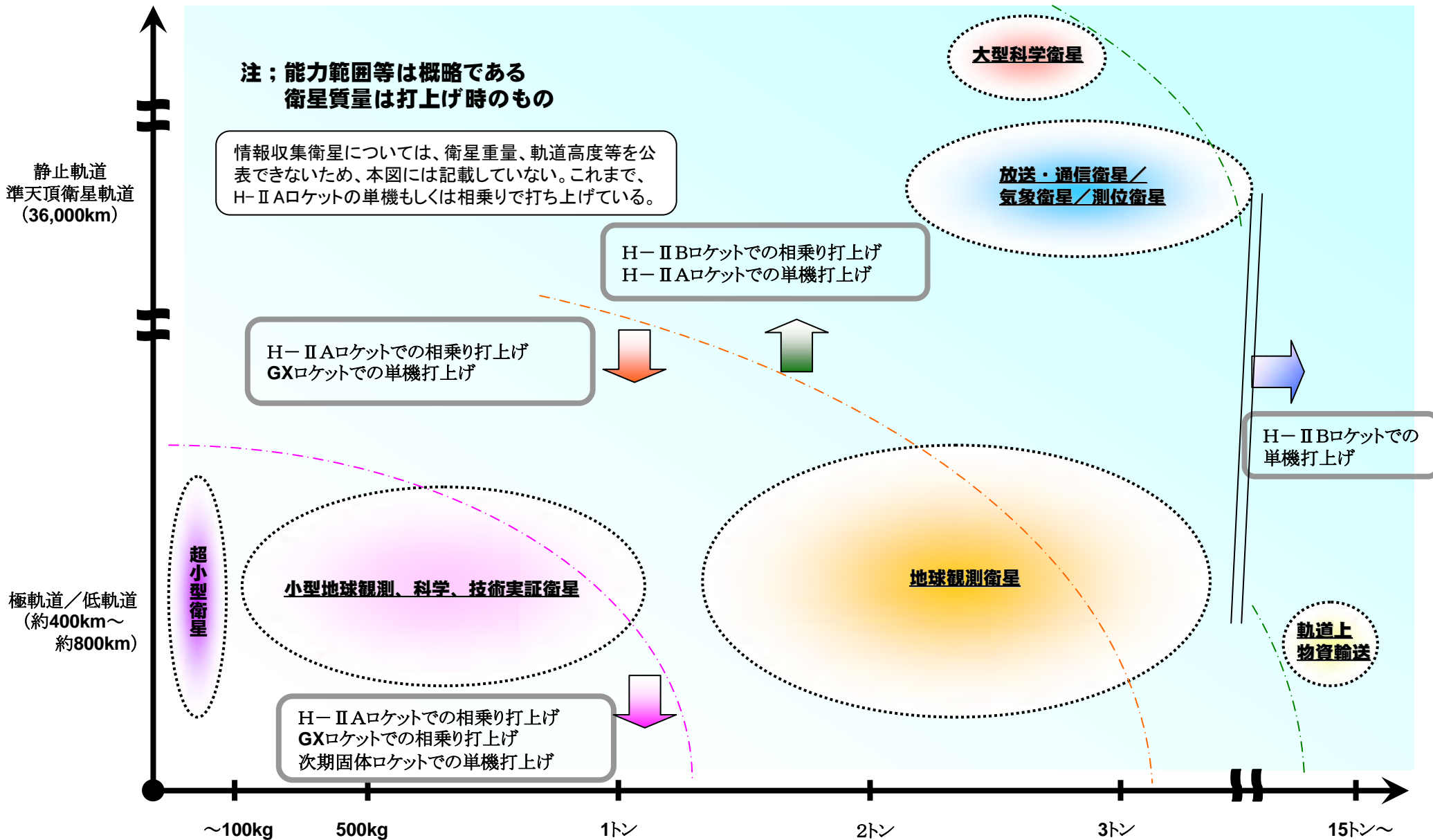


M-Vロケット

次期固体ロケット

H-II Aロケット

我が国のロケットの打上げ能力と人工衛星の関係



我が国の人工衛星・ロケットの産業の状況、その他の課題

前述の利用面における人工衛星・ロケットの状況や検討課題に加え、我が国の宇宙産業の状況や共通課題として以下などがある。

【我が国の宇宙産業の状況】

○我が国の宇宙産業の市場規模は欧米に比して格段に小さい(米国の1/20、欧州の1/3)。加えて、民需市場が小さく、官需がその大部分を占めている。

○ロケット、衛星等の宇宙機器産業の国際競争力が弱く、衛星については、政府や民間企業が調達する実用衛星で日本企業が受注したのは「ひまわり7号」と「スーパーバード7号」の2機のみ。ロケットについては、これまで打ち上げた13機のうち、商業ベースの衛星打上げサービスの受注実績なし。産業規模自体も10年程前のピーク時に比べ縮小している。

【その他の課題】

○小型衛星の活用

先端技術を短期間に開発・実証すること、及び米国等に比べ予算規模の小さい中で費用対効果の高い衛星利用を追求する必要があるため、大型・中型衛星に加え、観測目的に応じた適切な規模の小型衛星も含めて、バランスよく計画する必要があるのではないかと。

○シリーズ化

研究開発目的で単発の衛星計画が多かった点も踏まえ、利用面における継続性確保の目的に加え、低コスト化や信頼性の向上を図るため、衛星をシリーズ化する必要があるのではないかと。

○デュアルユース化

利用面での行政及び商業利用によるデュアルユース化、例えば、陸域観測における商業利用と公共利用を進める必要があるのではないかと。

○衛星技術等の高度化

人工衛星等について、我が国の優れた技術力を活かし、世界最先端の技術を維持・発展させる必要があるのではないかと。例えば、地球観測衛星センサでは、森林や起伏が多い我が国の地形観測に適しているLバンド合成開口レーダ、地表の物質を特定する機能を有する多波長光学センサ(ハイパースペクトル等)、海上の台風などの3次元構造、降雨の状況などを観測可能な降雨レーダ、マイクロ波放射計など。

前述の人工衛星、ロケットに関する検討課題、産業の状況、その他の課題などを俯瞰した上で、今後の日本の宇宙開発利用はどうあるべきか？