



宇宙政策委員会
第2回宇宙科学・探査部会

資料2

宇宙科学の現状と 今後の進め方

平成25年4月23日

文部科学省
研究開発局

項目

1. 宇宙科学分野の現状について
2. 文部科学省 宇宙科学小委員会について
3. 宇宙科学予算に関する「一定規模の資金」の考え方について

1. 宇宙科学分野の現状について

● 我が国の宇宙科学

日本における宇宙科学研究は、以下の視点から、宇宙科学研究所 (ISAS) を中心として、ロケット・衛星・探査機などの宇宙飛翔体を用いて先端的な学術研究を実施してきた。

(1) 人類共通の知的資産の獲得

宇宙飛翔体を用いた観測や探査によって、宇宙や太陽系の起源、構造及びその進化、そして生命の成り立ちの理解の増進を目指すなど、人類の知的資産の増進を図る。

(2) 挑戦的な宇宙工学研究によるブレークスルーの実現、フロンティアの拡大

工学的課題に挑戦し、飛翔ミッションによって実証する。宇宙や太陽系の理解を深めるための工学研究を行うとともに、宇宙開発利用の将来を切り開き、人類のフロンティアの拡大及び人類的課題の解決に貢献する。

(3) 先端的な研究開発の現場における人材の育成

日本の宇宙開発の先端的な研究開発の将来を支える研究者や技術者の育成を行う。

(4) 宇宙科学成果による国のプレゼンスの向上

世界最先端の成果創出によって宇宙科学分野で国際的リーダーシップを実現することにより、世界における日本のプレゼンス向上に貢献する。

日本の宇宙科学のこれまでの成果

日本の宇宙科学はその創生期から、一貫して「宇宙理学・工学の一体運営」や「大学共同利用」という学術研究の競争的環境の中で、これまで理工両面の様々な世界最先端の成果を創出してきた。その過程で次世代の研究者・技術者を教育・育成し、継続的な進歩を実現。

• 宇宙飛翔体工学（Mロケットの開発と科学ミッションの推進）

- ペンシルロケットに始まり、日本初の人工衛星「おおすみ」から全段固体で世界最大の打ち上げ能力を有するM-Vロケットへと発展
- 宇宙輸送、化学・非化学推進、航法誘導制御、超軽量・耐熱技術、深宇宙航行、再突入飛行など先進宇宙工学技術の獲得と工学実証および科学ミッションにおける実践
- 小型ロケット、大気球などによる飛行実証機会の保持と技術革新の実践

• 先進宇宙工学（特に、衛星・探査機工学）

- 日本の衛星の先駆けから地球周回衛星による高度な衛星運用、通信、制御、観測・望遠鏡技術などの獲得
- 月・惑星間航行・深宇宙航法誘導制御・自律化技術などの獲得と工学実証および科学ミッションによる実践

• 宇宙物理学・天文学

- 「はくちょう」から「すざく」へ続く衛星と観測装置により世界の宇宙X線観測をリード
- 「あかり」による全天マップなど宇宙赤外線観測による世界的貢献
- 世界初のスペースVLBI衛星「はるか」による活動銀河中心のジェットの内
部構造解明
- 大気球・観測ロケットを用いた先駆的観測研究

• 太陽物理学・太陽系探査科学

- 太陽地球磁気圏の探査とオーロラなど太陽風磁気圏の相互作用の解明
- 「さきがけ」「すいせい」「ひてん」「のぞみ」による太陽系探査技術を礎とし「はやぶさ」による小惑星探査の成功。「かぐや」による月面詳細観測、「あかつき」金星大気現象の解明への挑戦
- 「ようこう」「ひので」により世界の太陽物理研究をリード

• 宇宙環境利用科学

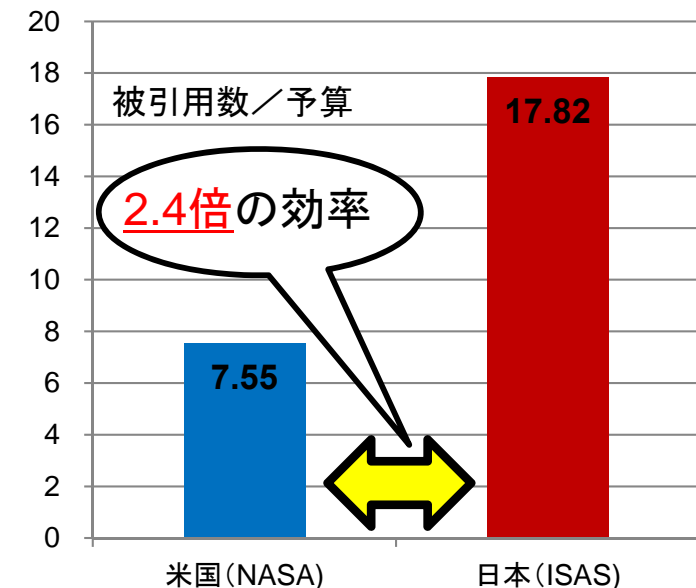
- 宇宙環境の特徴である微小重力・真空・宇宙線等を利用して、物質科学・基礎科学・生命科学他の科学実験

宇宙科学論文の被引用数

論文統計に見る研究の生産性とインパクト: 国際比較

国	年次	宇宙科学予算 (億円)	論文数	被引用数	被引用数 ／予算
米国 (NASA)	2009	3,946	2,440	41,597	13.00
	2010	3,201	2,585	29,919	9.78
	2011	3,198	2,673	19,606	6.13
	2012	3,313	2,650	4,240	1.28
日本 (ISAS)	2009	171	314	5,716	33.43
	2010	203	346	4,610	22.72
	2011	142	366	1,795	12.64
	2012	182	341	458	2.50

- ・NASA予算はNASA公表データより作成。Science区分のうち、Planetary Science, Astrophysics, Heliophysics, JWST(2010,2011,2012)の経費を計上、1ドル=100円で計算
- ・論文数及び被引用数は、web of science/Thomson Reuters調べ(2013年3月)による。



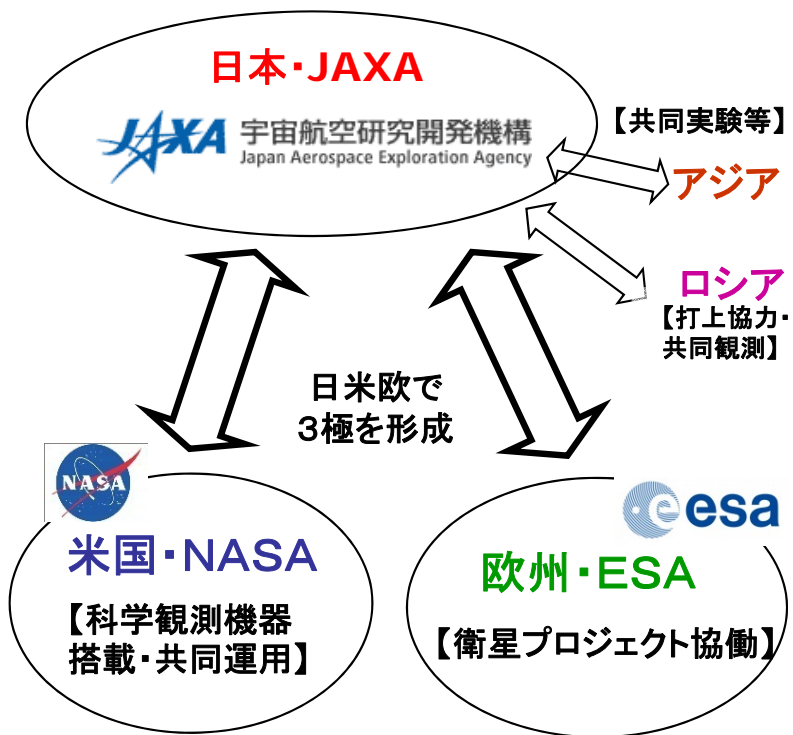
※2009年～2012年の平均値にて算出

宇宙科学における国際協力

国際協力の現状

ほとんどの宇宙科学プロジェクトは国際協働下で実行され、より大規模かつ高度な国際協力の方向が指向されている

「世界の三極」の構図とアジア・ロシア等との関係



これまでに宇宙科学研究所が主導してきたプロジェクト・研究協力

	米国 (NASA)	欧州 (ESA等)	ロシア	アジア
GEOTAILプロジェクト				
あけぼのプロジェクト				
はやぶさプロジェクト				
すざくプロジェクト				
あかりプロジェクト				韓国
れいめいプロジェクト				
かぐやプロジェクト				
ひのでプロジェクト				
あかつきプロジェクト				
大気球を用いた観測研究				インド
ロケットを用いた理工学実験研究				韓国

宇宙科学の実施手法

- 宇宙科学研究所では、理学・工学研究者が一体となって研究活動やプロジェクトを実施

宇宙工学研究

「より遠く」、「より自在に」、「より高度な」観測・探査や宇宙利用などの活動を可能とし、宇宙開発利用全体の将来や人類的課題の解決に向けた先駆けとなる事を目指す。様々な宇宙科学の飛翔機会を活用して実証的に行う。

宇宙理学研究

「宇宙物理・天文学」と「太陽系探査科学」の2つの分野に大別。工学研究との一体的連携による観測・探査手段の獲得により実施。

宇宙物理学・天文学

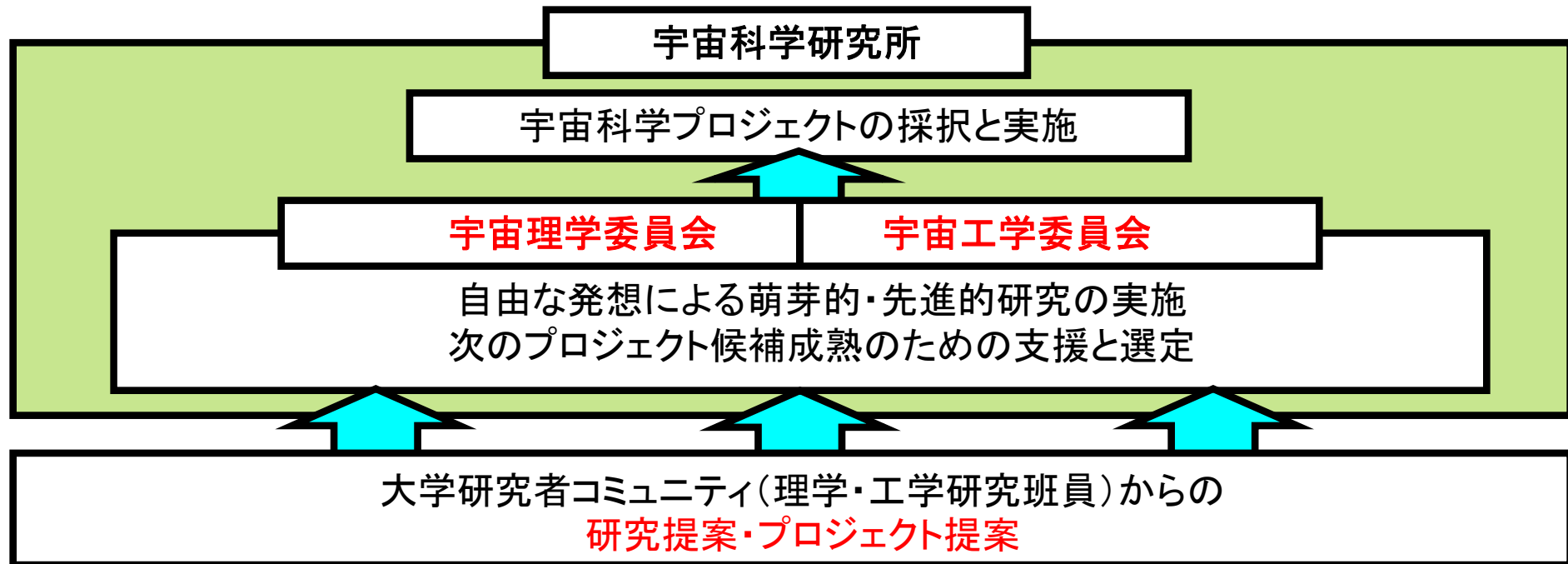
宇宙空間における物理学・天文学の実験的・観測的手法による宇宙の包括的理解
宇宙の構造、始まりと運命の理解
宇宙・天体・物質の進化の把握
宇宙における生命の探査と理解

太陽系探査科学

恒星としての太陽活動の理解と、地球周辺空間における太陽の影響の理解
太陽系における固体、流体、気体、プラズマの相互作用の理解
惑星系形成プロセスの理解
系外惑星系における惑星存在の多様性と、生命発生の可能性がある惑星の探索

我が国の宇宙科学プロジェクトの選定方法

●大学共同利用システムによる研究活動、プロジェクト創出と競争的選定の環境



●大学院教育・実践的人材育成機会の提供

小型宇宙飛行体による実験機会、衛星・探査プロジェクト参加による実践的研究機会、大学共同利用システムによる公募と競争的採択と実行

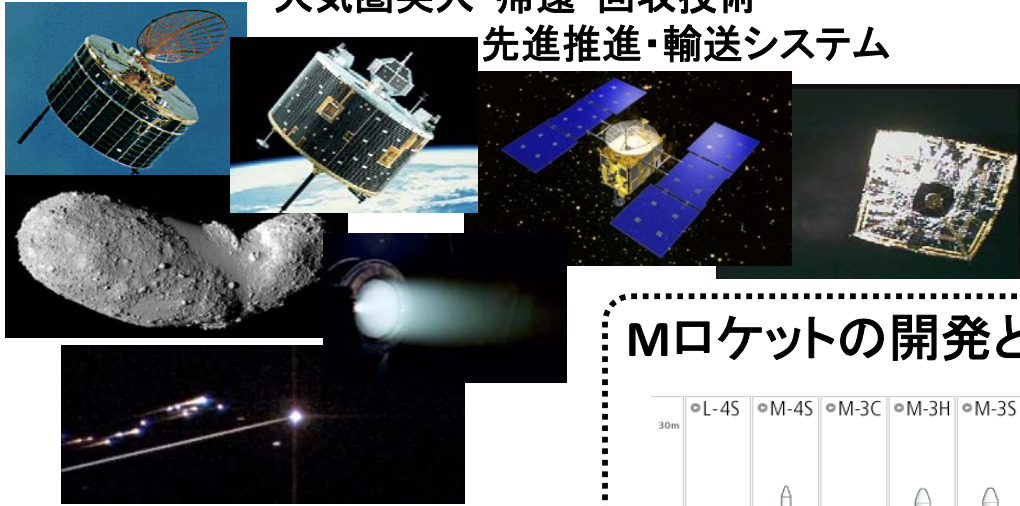


ISASの取組

(ISAS資料)

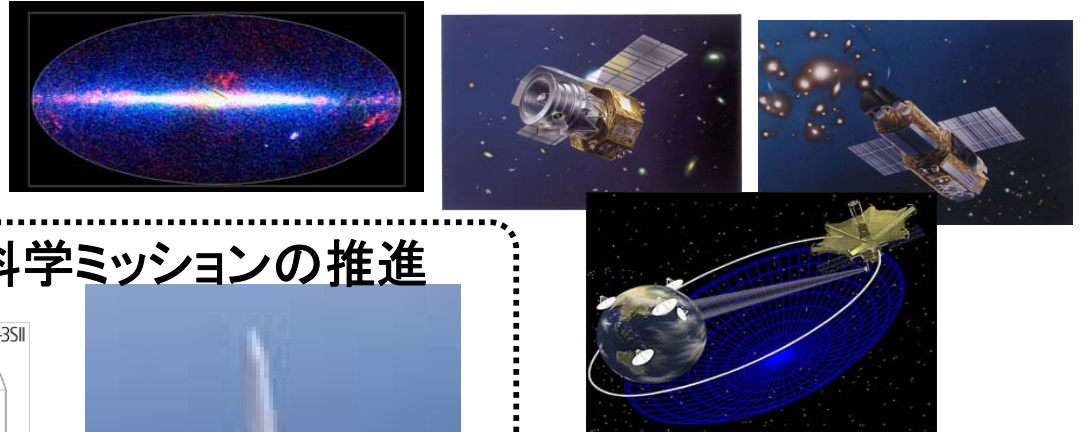
先進宇宙工学

衛星技術・深宇宙航法誘導自律制御・超遠距離通信
大気圏突入・帰還・回収技術
先進推進・輸送システム

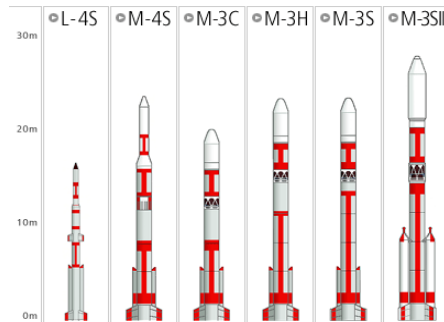


宇宙物理・天文学

ブラックホールの発見・超新星残骸での粒子加速の観測
赤外線全天マップ
活動銀河中心の内部構造解明



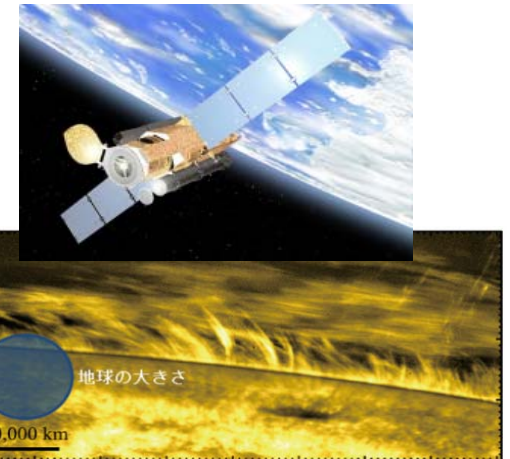
Mロケットの開発と科学ミッションの推進



世界水準の固体ロケット推進・システム技術
M-Vロケットへと結実しイプシロンへと進展

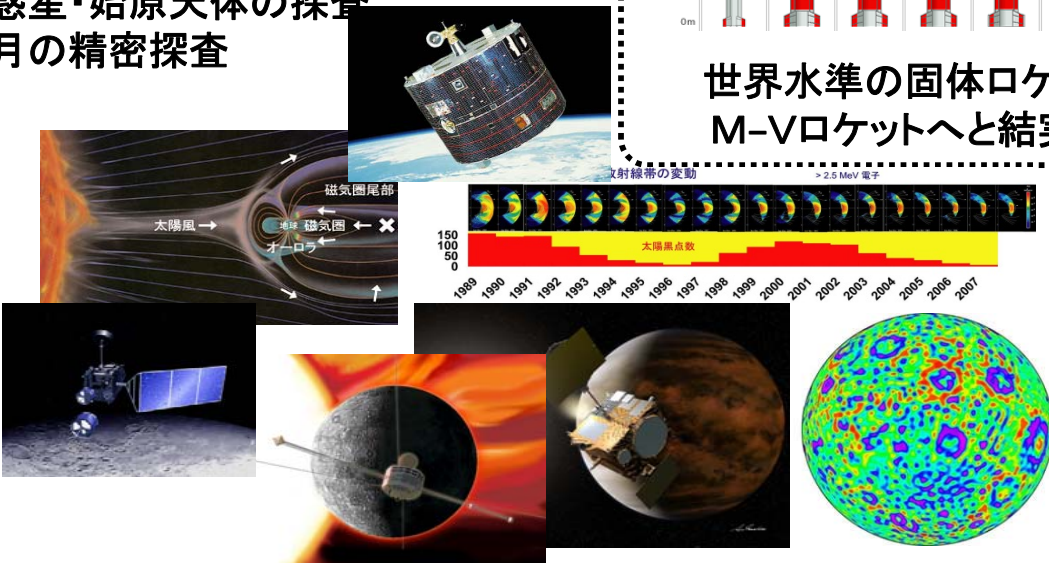
太陽物理学

極限的なプラズマ物理の世界
太陽活動の理解の深化
宇宙天気予報への貢献



太陽系探査科学

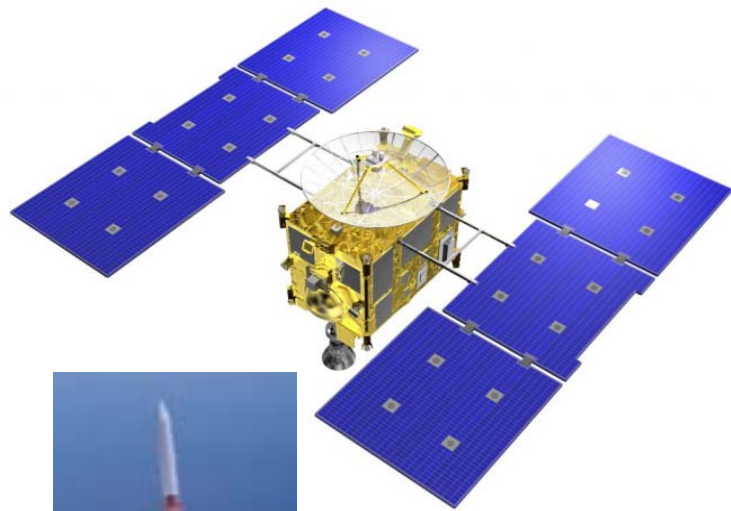
太陽地球磁気圏・プラズマ観測
惑星・始原天体の探査
月の精密探査



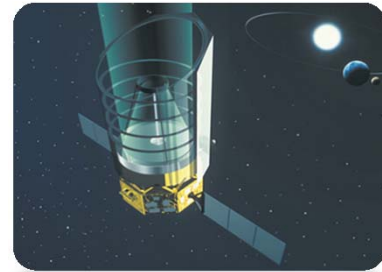
多様化する宇宙科学プロジェクトとその実行

(ISAS資料)

- 世界レベルの成果創出のための観測・探査の高度化
 - ミッションの大型化とより大規模な国際協力
 - 機動的成果創出、分野ごとの実行頻度の要求、コミュニティ・人材の連続性
 - 多様な飛翔実験要求・挑戦的な目標設定とリスク・コストとのバランス

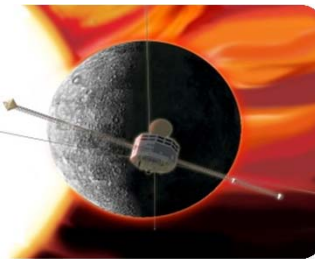


大型



次世代赤外線天文衛星SPICA

中型



水星探査機BepiColombo

世界レベルの
成果を生み出す
多様なミッション



次期X線天文衛星ASTRO-H

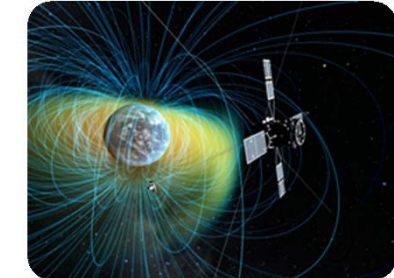
小型



2000年代前半までの
典型的な科学衛星ミッション(中型)
M-Vロケットによる打ち上げ



再使用観測ロケット



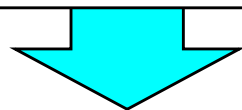
小型科学衛星:ERG

2010年代以降のプロジェクトの多様化の例

多様化する状況下での持続的な宇宙科学プロジェクトの実行規模 (ISAS資料)

● 宇宙科学実行の継続的発展の要件

- 持続的な理工学成果の創出による世界的競争力の確保
- 予見的に計画立案ができる状況の創出(10年間の計画をセットで決定)
- コミュニティにおける人材の連続性の確保と一定頻度のプロジェクト実行と成果創出
- 自由な発想による持続的研究活動のクリティカルマス
- 研究活動・プロジェクト実行基盤の維持整備・更新・発展



衛星・探査機ミッション規模の多様化と望まれる実行頻度

2010年以前 中型ミッション(200億程度) 約1年に1機

今後

* 打ち上げロケットの経費を含む

中型ミッション(300億程度)*	従来実施してきた世界レベルの成果創出を目指す	4回/10年
小型ミッション(100億以下)*	目標を絞り機動的・高頻度な成果創出を目指す	6回/10年
大型ミッション(500億以上)*	フラッグシップ的ミッションを国際間のリーダとして牽引	1回/10年

小型飛翔体各種実験	継続的に実施	(観測ロケット2機/年、気球10機/年、宇宙環境利用実験等)
多様な小規模プロジェクト	検討中	

2. 文部科学省 宇宙科学小委員会について

■ 宇宙科学小委員会

- 文部科学省 宇宙開発利用部会※が昨年12月にとりまとめた「文部科学省における宇宙分野の推進方策について」を踏まえ、宇宙科学分野の適切な推進等のための方策について調査検討する場として、宇宙開発利用部会の下に宇宙科学小委員会を設置（本年4月）

※科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 宇宙開発利用部会

・ 調査検討事項

- ① 宇宙理学及び宇宙工学を含む宇宙科学のコミュニティが世界のトップサイエンスセンターとして機能するための方策
- ② 宇宙関連分野の人材育成のための方策
- ③ その他宇宙科学研究の適切な推進のための方策

※本年7月を目途に中間とりまとめを作成予定

- ・ 宇宙科学小委員会での検討結果については、中間とりまとめの方向性が見えた段階で、主査又は委員から本部会の場で説明する機会をいただきたい

宇宙科学小委員会 委員名簿

秋山 演亮

(和歌山大学宇宙教育研究所 所長／特任教授)

磯部 洋明

(京都大学学際融合教育研究推進センター 特任准教授)

井上 一

(独立行政法人宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所
名誉教授)

小川 博之

(独立行政法人宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所
准教授)

川合 眞紀

(独立行政法人理化学研究所 理事／東京大学大学院新
領域創成科学研究科 教授)

北野 和宏

(日本放送協会制作局科学・環境番組部 チーフ・プロデュ
ーサー)

久保田 孝

(独立行政法人宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所
教授)

高藪 縁

(東京大学大気海洋研究所気候システム研究系 教授)

瀧澤 美奈子

(科学ジャーナリスト)

常田 佐久

(独立行政法人宇宙航空研究開発機構 理事／宇宙科学
研究所 所長)

永田 晴紀

(北海道大学大学院工学院 教授)

永原 裕子

(東京大学大学院理学系研究科 教授)

野崎 光昭

(高エネルギー加速器研究機構共通基盤研究施設 教授)

秦 重義

(日本航空宇宙工業会 常務理事)

藤井 孝藏

(独立行政法人宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所
教授)

山田 亨

(東北大学大学院理学研究科 教授)

横山 広美

(東京大学大学院理学系研究科 准教授)

吉田 哲也

(独立行政法人宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所
教授)

渡邊 誠一郎

(名古屋大学大学院環境学研究科 教授)

(五十音順)

3. 宇宙科学予算に関する「一定規模の資金」の考え方について

(1) 大規模なプロジェクトの扱い

学術としての宇宙科学・宇宙探査に係る「一定規模の資金」の検討に当たっては、まず、「大規模なプロジェクト」の扱いを明らかにすることが必要。

文部科学省としては、以下の観点から、「大規模なプロジェクト」は「一定規模の資金」の枠外の資金で担うべきと考える。

① 宇宙基本計画において、

「宇宙科学・宇宙探査のうち大規模なプロジェクトについては、学術のみの目的では実施が困難になりつつある面があり、国際協力や産業競争力強化など、多様な政策目的との連携など、プロジェクトの企画・立案や選択に当たり、学術コミュニティと政策担当者との十分な検討が必要である。」

とされており、学術の視点のみで判断できないこと。

- ② 大規模プロジェクトに係る経費は、その時々の方策判断により変動するものであり、これを含める場合には、「一定規模」と言いつつも毎年度大きく額の変動が生じることになる。
宇宙基本計画で「一定規模」とした趣旨には、宇宙科学コミュニティに予算規模をわかりやすく示し、計画的遂行を促すことも含まれていると理解しており、方策判断により大きく変動するような整理は馴染まないと認識。
- ③ 運営費交付金は独立行政法人の裁量により業務を行うための経費であり、国の個別方策判断を的確に反映するためには、運営費交付金以外の経費による措置が好ましい。



「大規模なプロジェクト」は「一定規模の資金」の枠外とし、さらに運営費交付金以外の経費により確保すべきと考える。

具体的には、国際宇宙ステーション計画に係る経費のように補助金といったスキームによりJAXA (ISAS) に措置する仕組みを検討することとしたい。

※ 「はやぶさ2」は、宇宙科学としても意義があるものの、平成22年の宇宙開発戦略本部決定により予算化された経緯があるように、方策判断が加わった取組であり、新たな補助金に振替えることが妥当と考える。

(2) 「一定規模の資金」

これまでの宇宙科学に係る予算規模は、平均すると以下の通りであり、この資金規模が一定規模の資金の目安。

JAXAにおける宇宙科学分野の予算推移

(単位：億円)

	FY15	FY16	FY17	FY18	FY19	FY20	FY21	FY22	FY23	FY24	FY25	各年平均
① 宇宙科学	217	199	215	260	198	151	171	203	142	182	142	189
② 運営費交付金	1,435	1,373	1,314	1,383	1,288	1,302	1,397	1,304	1,224	1,300	1,098	1,311
①／②	15.1%	14.5%	16.4%	18.8%	15.3%	11.6%	12.2%	15.6%	11.6%	14.0%	13.0%	14.4%



○一定規模の資金については、以下によるものとしたい。

原則年度当たり190億円程度 (or運営費交付金の15%程度)

但し、弾力性を持たせる観点から中期目標期間の総額の範囲内において各年度の資金の増減を調整することは可能。

参考：宇宙科学分野予算の内訳

(単位：百万円)

	FY15	FY16	FY17	FY18	FY19	FY20	FY21	FY22	FY23	FY24	FY25
宇宙科学関連経費	21,727	19,899	21,486	26,030	19,757	15,069	17,083	20,291	14,164	18,220	14,246
第17号衛星(LUNAR-A)	10	1,412	41	49	27	0	0	0	0	0	0
第20号衛星(MUSES-C)	543	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
第21号衛星(ASTRO-F)	3,721	1,020	2,584	0	0	0	0	0	0	0	0
第22号衛星(SOLAR-B)	2,326	2,680	6,108	5,756	0	0	0	0	0	0	0
第23号衛星(ASTRO-E II)	5,729	4,984	0	0	0	0	0	0	0	0	0
月周回衛星(SELENE)	3,979	3,970	4,799	10,492	9,176	1,310	772	498	201	0	0
第24号科学衛星(PLANET-C)	96	536	600	1,949	1,984	4,152	6,063	9,709	0	0	0
Bepi Colombo	93	195	706	706	706	2,010	2,010	1,810	2,993	2,993	644
第25号科学衛星(ASTRO-G)	0	0	0	0	600	600	817	0	0	0	0
衛星運用	985	878	1,008	1,283	1,419	1,420	1,548	1,548	1,699	1,667	1,651
宇宙科学施設維持	1,959	1,858	2,115	1,992	2,245	2,039	2,157	2,066	2,227	2,645	2,115
学術研究・実験等	2,287	2,365	3,524	3,803	3,599	3,513	3,491	4,159	3,574	3,501	3,565
小型科学衛星	0	0	0	0	0	25	200	400	463	3,744	2,601
第26号科学衛星(ASTRO-H)	0	0	0	0	0	0	25	100	3,008	3,670	3,670