

宇宙科学・探査の動向について

平成25(2013)年4月23日
宇宙航空研究開発機構

目次

1. 海外主要国の宇宙科学・探査の動向
 - 1-1. 宇宙科学の動向
 - 1-2. 宇宙探査の動向
 - 1-3. 宇宙科学・探査予算の推移と国際比較

2. 我が国の宇宙科学・探査の歴史と現状
 - 2-1. 日本の宇宙科学・探査の歴史
 - 2-2. 日本の宇宙科学・探査プログラムの実施状況

3. 長期的な宇宙科学・探査の在り方（JAXAが描く方向性）
 - 3-1. 宇宙科学の大きな方向性と多様化するプロジェクト
 - 3-2. 我が国の宇宙科学・探査の強みと戦略
 - 3-3. まとめ：宇宙科学・探査の実行のための今後の取り組み

1. 海外主要国の宇宙科学・探査の動向

1-1. 宇宙科学の動向(1/4)

(1) 米国

・10カ年計画(Decadal Survey)による優先付け

「全米研究会議」(NRC: National Research Council)が作成する「10カ年計画」(Decadal Survey)が、NASAの宇宙科学プログラムの優先付けに大きく影響する。現在、地球観測(2007年1月)、天文学(2010年8月)、惑星科学(2011年3月)、太陽・太陽地球系物理(2012年8月)の各分野が発表されている。

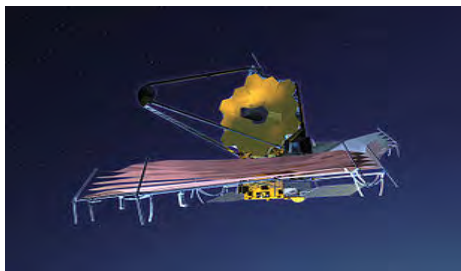
・米国は宇宙科学分野を網羅的にカバーし多種多様なミッションを実行

●天文学(Astrophysics):

ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡(JWST)は、NASAのFlagship Programと位置付け(総資金88億ドル超、2011年度予算で約4.8億ドル)

この影響により、JWSTを除く天文学は約6.3億ドル(2011年)に減少※するなど、米国の宇宙科学研究の動向にインパクトを与えているものの、米国は科学で世界をリードするためにJWSTを進めることを選択しているとも言える。

(参考)ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡(JWST: James Webb Space Telescope)



口径6.5mの光学～近赤外宇宙望遠鏡。
ハッブル宇宙望遠鏡(1990年打上げ)の後継機。
2018年以降の打上げを目指して開発中。

※ Paul Hertz, "Astrophysics Implementation of the Decadal Survey", 2012より

1-1. 宇宙科学の動向(2/4)

(1) 米国 (続き)

●天文物理(Astrophysics)(続き): JWST開発の他、日本のASTRO-HやSOFIA(航空機搭載の赤外線望遠鏡:独DLRとの共同計画)等に搭載機器開発で参画している。次のExplorer 2011ミッションは2013年中にダウンセクション予定。なお、次のフラッグシップミッション候補のWFIRST(広視野宇宙望遠鏡)はアセスメントフェーズのまま立上げられない状態が続いている。

●惑星科学(Planetary Science): LADEE(月周回、2013年打上げ予定)、MAVEN(火星周回で高層大気研究、2013年打上げ予定)、OSIRIS-REx(小惑星サンプルリターン、2016年打上げ予定)が開発中。

●太陽・太陽地球系物理(Heliophysics): Van Allen Probes(開発名RBSP、地球磁気圏観測:2012年打上げ)、IRIS(太陽物理:2013年打上げ予定)、MMS(地球磁気圏、2015年打上げ予定)の既存計画を実施。またSolarOrbiter(太陽物理:ESA主導ミッション:2017年打上げ予定)への参画を検討中。



ASTRO-H(日米共同)
米は観測装置を開発提供



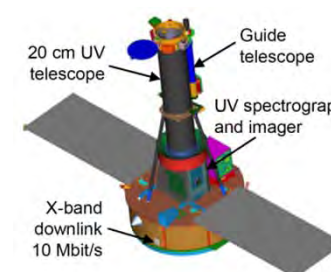
SOFIA(独DLR共同)
米は観測装置を開発提供



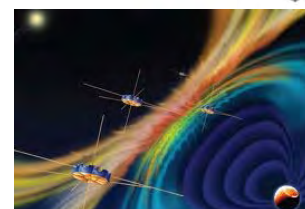
LADEE
(月周回衛星)



OSIRIS-REx(小惑星サンプルリターン)



IRIS(太陽の境界領域の撮像分光観測)



MMS(4機編隊で地球磁気圏観測)

1-1. 宇宙科学の動向(3/4)

(2) 欧州

- ・ ESAで宇宙科学分野は全加盟国の「必須プログラム」として実施
全加盟国がGNPに応じて資金を拠出し実施。ESA加盟国の意向が強く反映される仕組みとして科学プログラム委員会(SPC: Science Program Committee)による投票で科学ミッションは実施。
- ・ 「Cosmic Vision2015-2025」による各分野網羅的な科学プログラムを展開
欧州宇宙機関(ESA)の宇宙科学プログラムは、長期宇宙科学計画として事業を実施。
　　<「Cosmic Vision 2015-2025」の4つのキーテーマ>
 - ー 生命及び惑星形成のための条件はどのようなものか
 - ー 太陽系はどのように機能しているのか
 - ー 宇宙の基本的法則とはどのようなものか
 - ー いかに宇宙は創造され、宇宙は何でできているか
- ・ 大型から小型のミッションを実施
大型・旗艦ミッションである「Lクラス(フラッグシップ)」(900Mユーロ級)、中規模ミッション「Mクラス」(500Mユーロ級)、小型ミッション「Sクラス」(50Mユーロ級)に分類し実行

1-1. 宇宙科学の動向(4/4)

(2) 欧州(続き)

- ・ 前述のキーテーマの下、クラス別に複数のミッション候補の中からダウンセレクション方式によりミッションを選定。



JUICE(木星探査)

具体的には、Lクラスの1番目(L1)ミッションとして「JUICE」(旧称Laplace、木星探査:2022年打上げ予定)を、2012年5月に選定した。

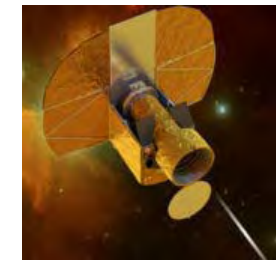
MクラスはM1として「Solar Orbiter」(太陽物理:2017年打上げ予定、NASAと共同)、M2として「Euclid」(暗黒物質・暗黒エネルギーの解明:2020年打上げ予定、NASAと共同)を2011年10月に選定した。



Solar Orbiter
(太陽物理)

Euclid
(宇宙望遠鏡)

SクラスはS1として「CHEOPS」(系外惑星観測:2017年打上げ予定)を、2012年10月に選定した。



CHEOPS(系外惑星観測)

(C)ESA

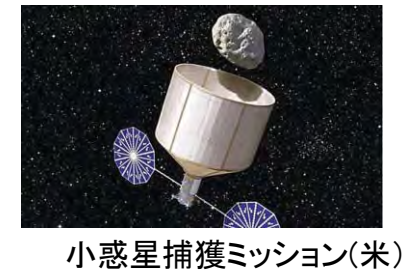
この他に、3つ目のMクラス計画(M3)を現在選定中であり、また、ESA以外の宇宙機関の計画に参画する「Mission of Opportunity」枠を設け、日本の「SPICA」(赤外線天文)が候補になっている。

- ・ 各加盟国は、ESA事業の他に独自(他国との個別国際協力を含む)の科学プログラムを有する場合がある。
(例)ドイツ:eRosita(X線望遠鏡)、イタリア:AGILE(ガンマ線・X線観測)、英国: MoonLITE(月探査計画)、等

1-2. 宇宙探査の動向(1/3)

(1) 米国

- LEO(地球周回低軌道)への輸送については民間企業へ委託する方向へ移行。2012年5月、米民間企業によるISSへの無人補給船「スペースX」成功。2013年3月に2度目の輸送に成功。
- 有人輸送に関しては、NASAはLEOを超えた探査ミッションに移行。次世代重量級ロケット(SLS)や多目的有人宇宙船(MPCV/ORION)を開発中。
- 2013年4月、小惑星捕獲ミッション(直径10m程度の小惑星を捕獲し、電気推進で月軌道近傍に移動させSLS/MPCVで有人探査を行う)計画を公表(FY2014予算:1億ドル)。NASA宇宙科学、有人探査、技術開発の3部局による組織横断的な計画。



(2) 欧州

- 米国の多目的有人宇宙船(MPCV)の一部である、電力、推進機能等を提供するサービスモジュール(SM)をESAが開発し提供。
- 無人火星探査ミッション“ExoMars”計画は当初NASAとの共同ミッションであったが米国が2013年に撤退。ESAはロシアとの協力に方針を変更(2016、2018年打上げ)。



1-2. 宇宙探査の動向(2/3)

(3) ロシア

- 2012年3月、ロシア連邦宇宙庁が政府に提出した宇宙戦略において、宇宙探査の目的地として「月」を目指すと宣言。従来計画を見直し、2015から2020年迄に4機の月着陸探査を計画。
- 有人月探査を目指した宇宙船の開発や、有人ロケットの検討を実施中。



Luna-Grunt1 (露)
(サンプルリターン)

(4) 中国

- 有人探査については2020年頃の恒久的な宇宙ステーション完成を目標。2012年6月、有人宇宙船「神舟9号」と宇宙ステーション「天宮1号」の有人ドッキングに成功。「神舟10号」は、2013年6-8月に打ち上げ予定。
- 月探査については、「周回」、「着陸」、「帰還」の3段階で進めており、嫦娥1号(2007年)、嫦娥2号(2010年)で周回探査を実施。現在は、月面着陸探査に向けて、嫦娥3号を開発中(2013年後半打ち上げ)。「嫦娥5号」(2017年打ち上げ)でサンプルリターンを実施予定。



天宮1号、神舟9号(中)



嫦娥3号(中)

(5) インド

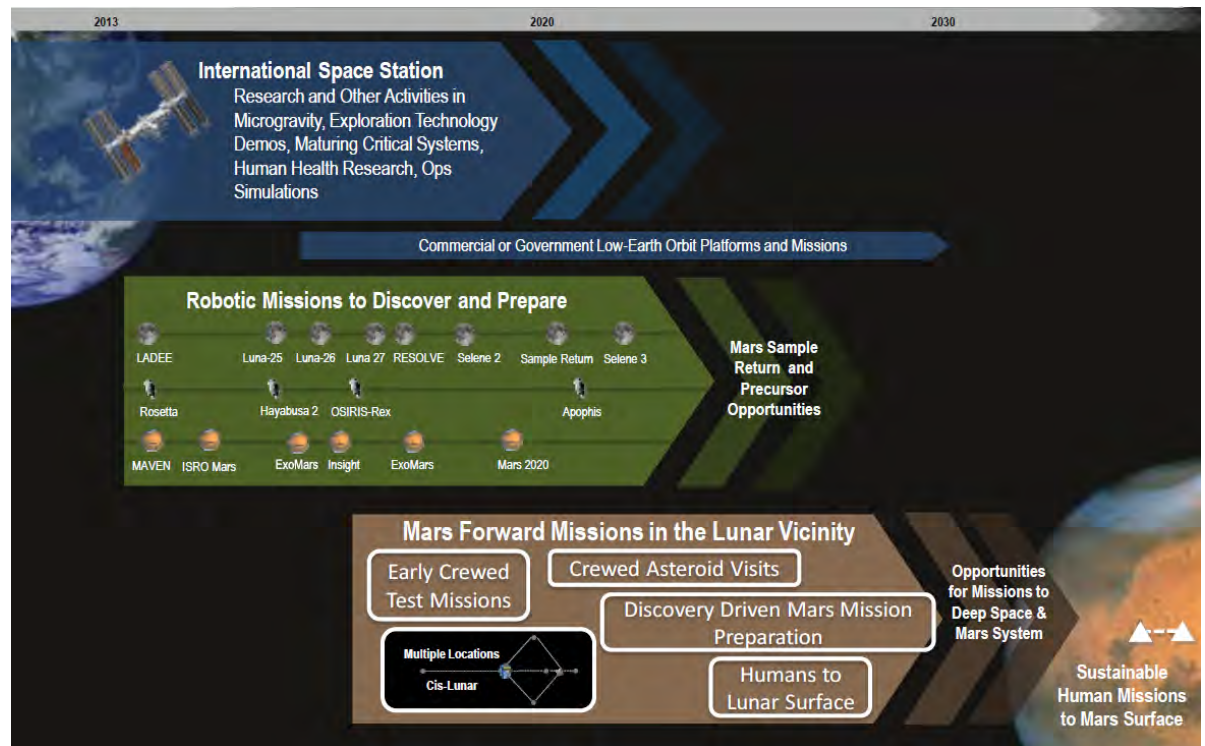
- 無人火星探査機打ち上げを計画(2013年11月打上予定)
- 月探査については、2008年の「チャンドラヤーン1号」(月周回ミッション)に続き、2015年予定の「同2号」にて月着陸機(月面探査ローバ)による土壌サンプル収集等を計画。

1-2. 宇宙探査の動向(3/3)

(6) 国際協働有人探査に係る国際協議

- 国際協働による有人宇宙探査に向けて技術検討を行う宇宙機関レベルのグループとして、2007年に14宇宙機関*からなる「国際宇宙探査協働グループ」(ISECG: International Space Exploration Coordination Group)が活動中。
- ISECGは法的に拘束されず (Non-binding)、推奨・見解 (Recommendation) 等を提示するもので、宇宙機関は自発的に参加し共同作業を実施。
- ISECGでは、有人火星探査を将来(2035~2040年頃)の目標として、実施の意義、実現への技術的道筋(ロードマップ)、実現に必要な宇宙システムなどを検討中。
- 2013年4月のモンリオール会合にてISSに続く有人火星探査実現までの技術実証の次のステップとして、「月周辺ミッション」を位置付けた。

右図: ISECGで検討中のロードマップ(第2版)



参加機関(14 宇宙機関): ASI(イタリア宇宙機関)、CNES(フランス国立宇宙研究センター)、CNSA(中国国家航天局)、CSA(カナダ宇宙庁)、CSIRO(オーストラリア連邦科学産業研究機構)、DLR(ドイツ航空宇宙センター)、ESA(欧州宇宙機関)、ISRO(インド宇宙研究機関)、JAXA(宇宙航空研究開発機構)、KARI(韓国航空宇宙研究所)、NASA(米国航空宇宙局)、NSAU(ウクライナ国立宇宙機関)、Roscosmos(ロシア連邦宇宙局)、UKSA(英国宇宙庁)

1-3. 宇宙科学・探査予算の推移と国際比較

海外主要国の宇宙機関の宇宙科学・探査予算(ユーロコンサルの調査による) (単位:百万USDドル)

	2007	2008	2009	2010	2011	2011全体 予算	2011年度 比率
NASA	4,727	3,970	3,521	3,251	3,680	17,915	20.5%
ロシア	92	102	186	178	198	2,829	7.0%
ESA	704	798	903	795	922	4,665	19.8%

JAXAの宇宙科学・探査予算(実績)

(単位:億円)

	2007	2008	2009	2010	2011	2011全体 予算※1	2011年度 比率
宇宙科学	198	151	171	203	142	1,726	8.2%
						1,224	11.6%
宇宙科学 +探査	198	154	179	220	177	1,726	10.3%
						1,224	14.5%

(※1)上段:JAXA全体予算。下段:うち運営費交付金のみ。

- ① 海外主要国の宇宙機関の宇宙科学・探査予算は、ある程度の範囲で増減している。
- ② JAXAの宇宙科学・探査予算比率(2011年度)は、NASA、ESAと比較して低い。

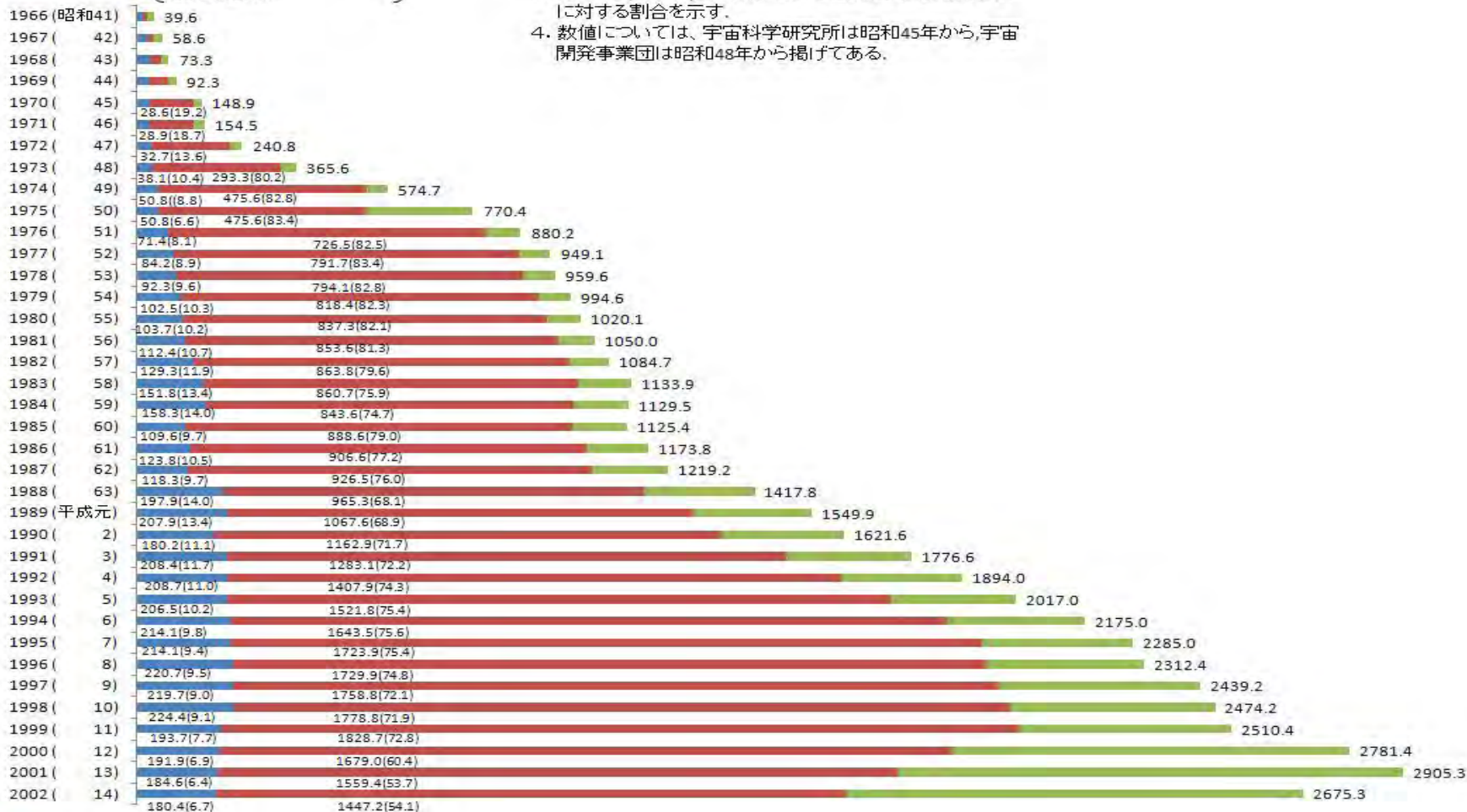
また、50年にわたる日本の宇宙開発の歴史において、日本の宇宙開発予算が増大してきた中で、宇宙科学予算はほぼ一定規模を維持してきている。(次頁参照)

宇宙科学政府予算の推移

【出典：宇宙科学研究所年次要覧】

■ 宇宙科学研究所 (昭和55年までは東京大学)
 ■ 宇宙開発事業団 (昭和43年度までは宇宙開発推進本部、昭和44年度は同本部及び宇宙開発事業団の計)

1. 年度当初の予算を掲げてある。(単位:億円)
2. 各年度の右端の数字は、その年度の宇宙関係政府予算を示す。
3. グラフの()内の数字は、その年度の宇宙関係予算に対する割合を示す。
4. 数値については、宇宙科学研究所は昭和45年から、宇宙開発事業団は昭和48年から掲げてある。



■ JAXA
 ■ その他

※左端列の宇宙科学予算(JAXA統合後)は、宇宙科学研究所所掌分の運営費交付金及び施設整備費補助金の合計額である。



宇宙関係政府予算

