

2014 年度 NASA 予算要求の概要 — 有人小惑星探査戦略を発表 —

米国の 2014 年度の予算教書が 2013 年 4 月に発表された。その中で、米国航空宇宙局 (NASA) の予算要求額は 177.15 億ドルであった。この予算による NASA の主要な活動として以下のような項目がある。

- ・ 科学分野：地球科学、惑星科学、天体物理、ジェームズウェッブ宇宙望遠鏡 (JWST) の開発など。
- ・ 航空研究分野：航空機運用の安全、高度に効率的な商業航空輸送の研究など。
- ・ 宇宙技術分野：太陽エネルギーによる大出力電気推進システムの開発など。
- ・ 探査分野：有人宇宙船「オリオン」、宇宙打上げシステム (SLS)、商業輸送システムなどの開発。
- ・ 宇宙運用分野：国際宇宙ステーション (ISS) の運用、衛星管制、宇宙飛行士の訓練など。
- ・ 教育分野：STEM 教育の取組みや競争的資金の提供など。

今回の NASA 予算要求の特徴は、ユニークな有人小惑星探査戦略が提案されたことである。これまでは有人小惑星探査というと、複数の宇宙飛行士が小惑星に近付くために 150 日から 200 日も飛行するミッションだと思われていた。そのためには大掛かりな有人宇宙船の装備が必要になる。

しかし今回の新たな戦略は、捕獲可能な小惑星を特定して無人探査機でランデブーを行い、その小惑星を月軌道の外側にある重力的に安定した場所まで牽引し、そこで探査を行うことを提案している。探査の対象となる小惑星を月の近くまで移動させることにより、人間は数日間月の外側まで飛行するだけですみ、また有人宇宙飛行システムの開発期間も経費も大幅に少なくすることができる。

NASA は有人小惑星探査の各段階の戦略計画として、2014 年に「オリオン」宇宙船の無人試験飛行、2017 年に SLS による無人の「オリオン」宇宙船の試験打上げ、2021 年に SLS による「オリオン」宇宙船初の有人試験飛行 (目的地は月の外側にある捕獲した小惑星) を予定している。

今回予算要求された有人小惑星探査戦略は、これから議会との折衝を経て実施するかどうかが決まる。議会では反対派からの有人宇宙飛行に巨費を投じることへの異議や、小惑星より月を目指すべきという有人宇宙飛行賛成派からの意見もあり、要求通り予算決議されるかどうか不透明である。だが審議結果によっては我が国の有人宇宙探査戦略を考える契機になる可能性もあるため、今後の推移を注視する必要がある。

図表 有人小惑星探査戦略の計画概要 (NASA の予算説明資料より)



参考文献⁵⁾を和訳

2014年度NASA予算要求の概要

—有人小惑星探査戦略を発表—

辻野 照久
客員研究官

1 はじめに

2013年4月10日、米国の2014年度（2013年10月1日～2014年9月30日）予算教書が、通常の年よりも2か月以上遅れて発表された¹⁾。米国連邦政府予算要求の総額は3.77兆ドルで、富裕層に対する増税、社会保障費の抑制などを通じた財政赤字1.80兆ドル削

減のための10年計画の一部をなし、9月末までに議会と合意に達しない場合は2013年3月に始動した強制歳出削減(sequestration)が引き続き適用となり、各政府機関は数%の強制削減を余儀なくされる。その中で、米国航空宇宙局(NASA)の予算要求額は

177.15億ドル（前年度要求より4百万ドル増）であった²⁾。本稿では2014年度NASA予算要求の主な項目と、新たなイニシアチブとなる有人小惑星探査戦略についてその概要を紹介する。

2 NASAの個別分野の予算要求状況

NASAの宇宙活動の主要分野は、科学・航空研究・宇宙技術・探査・宇宙運用の5つである。そのほかに、教育・分野横断的支援・建設・監察総監などの予算項目がある。それらの分野の2014年度予算要求額を昨年度要求額と対比して図表1に示す。今回の予算要求で注目されるのは、新たに有人小惑星探査構想（新イニシアチブともいう）を掲げたことである。この新イニシアチブの概要については別項で概説する。

2-1

科学 (Science)

NASAの科学分野には、地球科学、惑星科学および天体物理などが含まれている。2014年度要求額は50.18億ドルで、前年度要求比2.2%増となっている。ただし、強制歳出削減が適用された場合、優先度の高いプロジェクトはほぼ予算額が守られる一方で、優先度の低いプロジェクトは平均以上に削減される可能性がある。特に科学分野では、ジェームズウェブ宇宙望遠鏡以外は優先度が低いといわれている。

(1) 地球科学 (2014年度要求 18.46億ドル、前年度要求比 3.4%増)

2014年に軌道上炭素観測衛星「OCO-2」および全球降水観測計画の最初の衛星である「GPM Core」を打ち上げる予定である。予算要求にはその後に打ち上げられる予定の衛星の開発費も計上されている。2015年打上げ予定の土壤水分観測ミッション「SMAP」および成層圏エアロゾル・ガス実験装置「SAGE III」、2016年打上げ予定の地球観測衛星「ICESat-2」、2017年打上げ予定の重力場観測衛星「GRACE Follow On」の開発のほか、地球観測データ継続ミッション

図表 1 2014 年度 NASA 予算要求

単位：百万ドル

| 予算要求事項 | 2012 年度予算 | | 2013 年度 予算 | 2014 年度 予算 |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 要求額 | 実績額 | 要求額 | 要求額 |
| 科学 (Science) | 5,016.8 | 5,073.7 | 4,911.2 | 5,017.8 |
| 地球科学 (Earth Science) | 1,797.4 | 1760.5 | 1,784.8 | 1,846.1 |
| 惑星科学 (Planetary Science) | 1,540.7 | 1501.4 | 1,192.3 | 1,217.5 |
| 天体物理 (Astrophysics) | 682.7 | 648.4 | 659.4 | 642.3 |
| ジェームズウェッブ宇宙望遠鏡 | 373.7 | 518.6 | 627.6 | 658.2 |
| 太陽物理 (Heliophysics) | 622.3 | 644.8 | 647.0 | 653.7 |
| 航空研究 (Aeronautics research) | 569.4 | 569.4 | 551.5 | 565.7 |
| 宇宙技術 (Space Technology) | 1,024.2 | 573.7 | 699.0 | 742.6 |
| 探査 (Exploration) | 3,948.7 | 3,707.3 | 3,932.8 | 3,915.5 |
| 探査システム開発 | 2,810.2 | 3,001.6 | 2,769.4 | 2,730.0 |
| 商業宇宙飛行 (有人) | 850.0 | 406.0 | 829.7 | 821.4 |
| 探査研究・開発 | 288.5 | 299.7 | 333.7 | 364.2 |
| 宇宙運用 (Space Operations) | 4,346.9 | 4,184.0 | 4,013.2 | 3,882.9 |
| スペースシャトル | 664.9 | 596.2 | 70.6 | 0.0 |
| 国際宇宙ステーション | 2,841.5 | 2789.9 | 3,007.6 | 3,049.1 |
| 宇宙・飛行支援 | 840.6 | 797.9 | 935.0 | 833.8 |
| 教育 (Education) | 138.4 | 136.1 | 100.0 | 94.2 |
| 分野横断的支援 (Cross-Agency Support) | 3,192.0 | 2,993.9 | 2,847.5 | 2,850.3 |
| 建設 (Construction) | 450.4 | 494.5 | 619.2 | 609.4 |
| 監察総監 (Inspector General) | 37.5 | 7,538.3 | 37.0 | 37.0 |
| NASA 合計 | 18,724.3 | 17,770.0 | 17,711.4 | 17,715.4 |

出典：OMB 資料²⁾、2012 年度 NASA Budget Estimate を基に科学技術動向研究センターにて作成

「LDCM」の後継機および「OCO-3」の機器の開発などが主たるプロジェクトである。

また、海洋大気庁 (NOAA) および科学技術政策局 (OSTP) と共同で、気候変動の予測の精度を向上させるためのモデリング能力を維持することや、15機の地球観測衛星の運用の費用なども計上されている。

(2) 惑星科学 (2014 年度要求 12.18 億ドル、前年度要求比 2.1% 増)

危険な地球近傍物体 (NEO) の特定に関する取組みの予算を 40 百万ドルへ倍増し、小惑星検知能力を強化する。なお、新イニシアチブとして提案された有人小惑星探査戦略の約 1 億ドルの予算のうち、新たに積み増されたのは

この予算増加分の 20 百万ドルのみである。

2014 年打上げ予定の火星探査機「MAVEN」、2016 年打上げ予定の小惑星サンプルリターン機「OSIRIS-REx」、および火星ローバ「InSight」関連の開発予算を含んでいる。

既に打ち上げられた木星探査機「JUNO」や火星探査ミッション「MSL」を含め 15 機近い惑星ミッションの運用を行う費用も計上されている。

(3) 天体物理 (2014 年度要求 6.42 億ドル、前年度要求比 2.6% 減)

天文観測衛星「ハッブル」、「ケプラー」、「チャンドラ」などのミッションを継続する。

(4) ジェームズウェッブ宇宙望遠鏡 (JWST) (2014 年度要求 6.58 億ドル、前年度要求比 4.8% 増)

JWST は地球から約 150 万 km 離れた太陽—地球系の第 2 ラグランジュ点 (SEL-2) に配備される大型天文観測衛星である。2018 年 10 月 (2019 年度) の打上げを目指して順調に開発が進んでおり、2014 年には主鏡の組立て、衛星バスの詳細設計、科学機器の製作と試験などが実施される予定である。

(5) 太陽物理 (2014 年度要求 6.54 億ドル、前年度要求比 1.0% 増)

太陽観測衛星「IRIS」を 2013 年 6 月に、磁気圏プラズマ観測ミッション「MMS」を 2015 年

に打ち上げる予定である。また、欧州宇宙機関 (ESA) と共同で進めている太陽観測衛星「Solar Orbiter」共同ミッションの開発にも継続して取り組む。15機以上の太陽物理ミッション衛星の運用も行う。

(6) 共同衛星プログラム

NOAA と共同で、地球観測衛星「JPSS-1」、環境観測衛星「GOES-R」、海洋観測衛星「Jason-3」、地球観測衛星「DSCOVER」といったミッションの開発に取り組む。

2-2

航空研究 (Aeronautics research)

NASA の航空研究は、宇宙開発が始まる前から行われていた。2014年度要求額は5.66億ドルで、前年度要求比2.6%増である。

2014年度の重要分野として、a) 航空機運用の安全かつ効率的な発展、b) 高度に効率的な商業航空輸送、c) 低炭素型の推進方法への移行、d) リアルタイムの広域安全確保システムの開発、e) 無人飛行機の国家航空システムへの統合、f) 革新的な複合材料の研究などを推進する。

特に、超高バイパス比エンジンなど、燃料消費・騒音・排気を格段に減少させる画期的な新エンジン技術や、革新的な複合材料と構造材、他省パートナーとの協力による将来型の回転翼機 (ヘリコプタ) の開発・研究を行う。

2-3

宇宙技術 (Space Technology)

NASA の宇宙技術分野は、NASA のミッションを達成するために必要な最先端の宇宙技術を開発することを目的としている。2014年度要求額は7.43億ドルで、前年度要求比6.2%増である。

有人小惑星探査戦略の中で、無人での小惑星捕獲ミッションなどで利用される太陽エネルギーによる大出力電気推進システムの開発を加速する。

この他、個別の革新技术の開発・試験・実証として、以下のような項目が挙げられている。

- ① 複合材による5.5m極低温燃料タンクの製造
- ② 宇宙放射線計測用小型衛星コンステレーションの打上げ
- ③ 国際宇宙ステーション (ISS) における先進ロボット技術の実証
- ④ 宇宙で運用された過去最大のソーラー・セイルの開発^{注)}

2-4

探査 (Exploration)

NASA の探査とは、有人宇宙飛行を伴う探査活動を意味する。無人探査は科学分野に属している。2014年度要求額は39.16億ドルで、前年度要求比0.4%減である。

- (1) 探査システム開発 (2014年度要求27.30億ドル、前年度要求比1.4%減)

NASA の探査計画の中核をなすものは、多目的有人宇宙船

(MPCV=Multi-Purpose Crew Vehicle)「オリオン (Orion)」と重量級の宇宙打上げシステム (SLS=Space Launch System) である。オリオン宇宙船は、4名の飛行士が搭乗可能なカプセル、緊急脱出システム (LAS) およびサービスモジュールの3つの要素で構成される。

「オリオン」宇宙船の無人打上げ試験 (EFT-1=Exploration Flight Test-1) は2014年9月にボーイング社のデルタ4H重量級ロケットにより打ち上げられる予定で、「オリオン」宇宙船開発の主契約者である米ロッキード・マーチン (LM) 社が製造を進めている。

一方、SLSの初の試験打上げ (EM-1=Exploration Mission-1) は、2017年に無人の「オリオン」宇宙船を搭載して行うことが予定されている。EM-1が成功すれば、SLSの2回目の飛行試験として、宇宙飛行士が搭乗する「オリオン」宇宙船を打ち上げるEM-2ミッションを2021年に行うことを予定している。

今回の予算要求では、既存の探査予算枠の中から新イニシアチブに含まれる小惑星捕獲ミッションのための計画検討と初期開発に着手することとしている。

また、関連する探査地上システム (EGS) の整備費なども含まれる。MPCV/SLS 無人試験飛行 (EM-1) の2017年の打上げに向けたケネディ宇宙センター (KSC) の射点の改修も含まれる。

- (2) 商業宇宙飛行 (2014年度要求8.21億ドル、前年度要求比1.0%減)

低軌道および国際宇宙ステーションへの安全かつ安価なアクセ

注 ソーラー・セイルとはヨットの帆のような大面積の膜を展開した宇宙機が太陽風や太陽光を利用して宇宙を航行する推進力を得る方式。我が国が2010年に打ち上げた「IKAROS」は現時点で過去最大のソーラー電力セイル機で、膜面は約14m×14mの正方形。

スを可能とする商業宇宙飛行の開発を促進し、有人宇宙飛行におけるロシアへの依存を減らしていく。そのため、商業輸送および商業クルー開発 (CCDev) を継続する。商業輸送は既にスペース X 社のファルコン 9 ロケットによりドラゴン宇宙船の打上げと国際宇宙ステーション (ISS) へのドッキングおよび宇宙船の回収に 2 回続けて成功している。またオービタルサイエンシズ社 (OSC) は 2013 年 4 月 21 日にアンタレス (旧称トールス 2) ロケットの初飛行でシグナス宇宙船重量模擬衛星の打上げに成功した。CCDeV ではスペース X 社がドラゴン宇宙船の有人打上げ、ボーイング社やシエラ・ネバダ社 (SNC) が既存ロケットによる有人打上げを目指している。ボーイングは「CST-100」宇宙船を開発中であり、SNC は最大 7 人乗りの有翼型「Dream Chaser」宇宙往還機を開発している。

(3) 探査研究開発 (2014 年度要求 3.64 億ドル、前年度要求比 9.1% 増)

新イニシアチブ関連としては、小惑星捕獲、軌道変更技術、宇宙飛行士の船外活動技術の概念検討のための投資を増額する。

有人研究計画 (HRP) では、安全かつ信頼性・生産性の高いミッションのための方法・知識・技術・ツールを提供するシステムを研究する。

応用探査システム計画 (AES) では、小惑星の捕獲やサンプル・リターンミッションなど、将来の有人ミッションのプロトタイプ・システムの迅速な開発、主要能力の

実証、運用コンセプトの保証のための新しいアプローチを推進する。

2-5

宇宙運用 (Space Operation)

NASA の宇宙運用分野には、国際宇宙ステーション (ISS) の運用と衛星打上げや衛星管制の実施、宇宙飛行士の訓練などが含まれる。2014 年度要求額は 38.483 億ドルで、前年度要求比 3.2% 減である。スペースシャトルミッションは、2013 年度まで残務整理的な予算があったが、今年度から予算措置はなくなる。

(1) 国際宇宙ステーション (2014 年度要求 30.49 億ドル、前年度要求比 1.4% 増)

ISS の搭乗員 6 人体制を維持し、ロシア・欧州・日本・カナダとの国際パートナーシップの継続を図るとともに、長期滞在に関する研究を実施する。具体的には、船外活動 (EVA) を含めた ISS 運用活動、必要に応じた変則運用・不具合原因究明、植物研究／微小重力環境／生命科学に係る機器開発および利用、海上の風速等を観測する「ISS-RapidScat」の打上げに係る機器の再利用、ISS への物資補給などを実施する。

(2) 宇宙・飛行支援 (2014 年度要求 8.34 億ドル、前年度要求比 10.8% 減)

KSC における次世代ロケット向けの地上設備の更新、ミッションを支える宇宙通信・測位能力の維持、継続的な宇宙飛行士の訓練／

健康管理、商業打上げにおける安全／信頼性／コスト面からの支援などを行う。

2014 年度は、火星大気ミッション「MAVEN」、データ中継衛星「TDRS-L」、「OCO-2」の打上げおよび「GPM Core」打上げ (日本の H-IIA ロケットによる) のアドバイザー支援を提供する。NASA のエンジン試験設備を民間事業者が利用する場合の支援も行う。

2-6

教育 (Education)

その他の項目 (宇宙教育・分野横断的支援・建設・監察総監) の中で、宇宙教育は科学技術政策との関連が深い。連邦政府における STEM (科学・技術・工学・数学) 教育プログラム再編の枠組みの中で、STEM 教育の取組みを再構成し、戦略的な STEM 教育委員会 (CoSTEM=Committee on STEM Education) の計画に沿って教育への投資を行う。

また、NASA の教育室 (Office of Education) による競争的プロセスを通じた NASA 内の最良の教育およびパブリック・アウトリーチ活動プログラムの選定や統合型の教育プログラムを創出する。

スペース・グラント (競争的研究資金)、EPSCoR (産学官連携の競争的研究資金)、MUREP (少数民族支援) および GLOBE (ハンズオン・アウトリーチ活動支援) のプログラムやコミュニティ・カレッジの活動を継続する。

3 有人小惑星探査戦略

2010年に策定されたオバマ大統領の新国家宇宙政策において、将来の有人宇宙探査の目的地として小惑星が候補の一つに挙げられていた³⁾。有人火星探査を標榜した新宇宙政策において、火星の前に小惑星を有人で探査する理由は、火星よりも飛行期間が短いために開発負担が少なくすむことや、将来の小惑星の地球衝突回避方策の検討に役立つことなどである⁴⁾。これまでは有人小惑星探査というと、複数の宇宙飛行士が小惑星に近付くために150日から200日も飛行するミッションだと思われていた。そのためには大掛かりな有人宇宙船が必要になる。実際にこれまでは大掛かりな有人

宇宙飛行を前提として検討が行われてきたが、今回策定された有人小惑星探査戦略では、有人飛行に対する要求が劇的に小さくなった。新たな戦略とは、まずこれまでより小さい小惑星を観測するための衛星システムを開発し、捕獲に適した小惑星を特定し、無人探査機でその小惑星ヘランデブーを行い、小惑星全体を捕獲して、月軌道の外側にある重力的に安定した場所（地球-月系第2ラグランジュ点=EML-2）まで無人探査機で牽引し、この場所で有人探査を行うというものである。

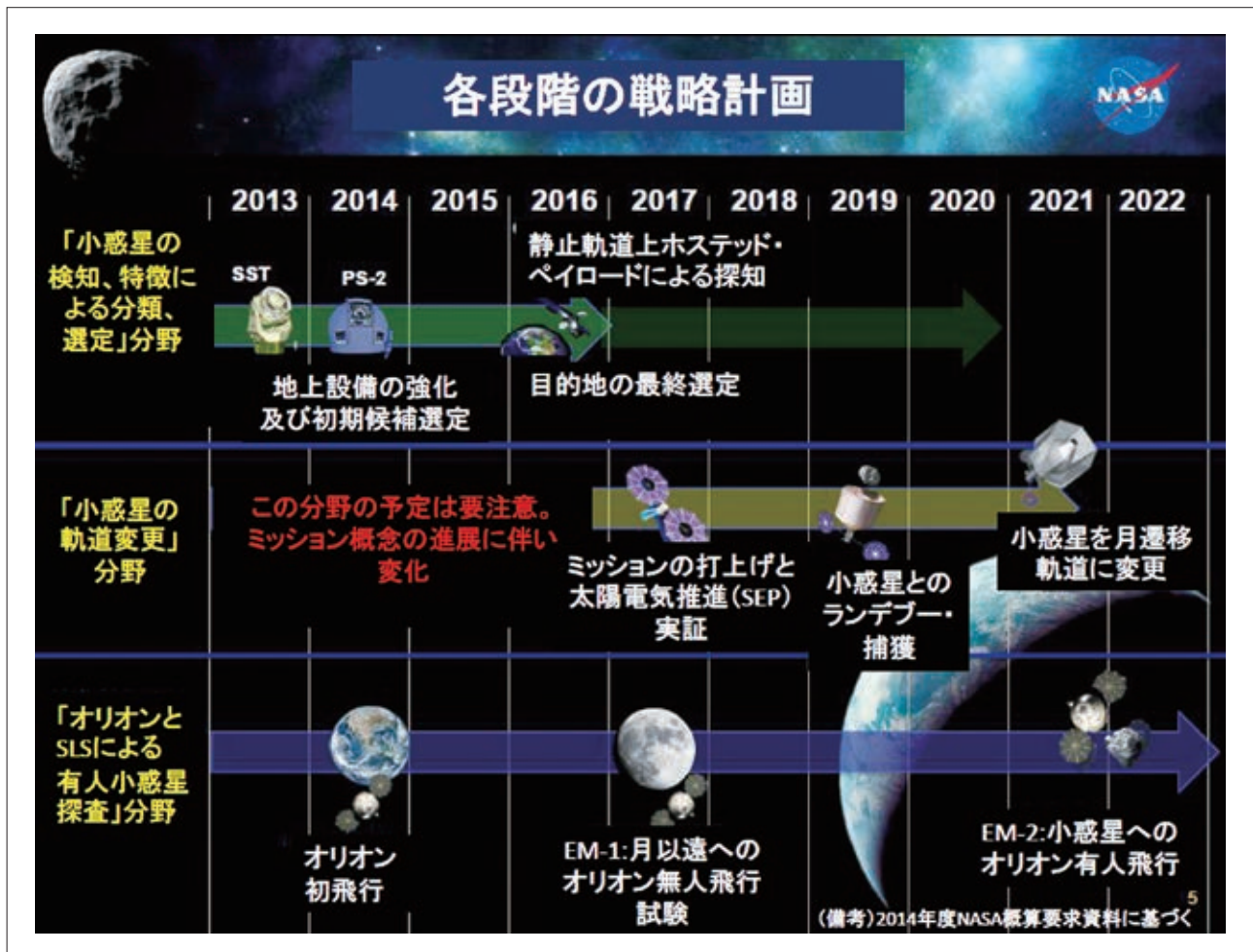
小惑星を月の近くまで移動させることができれば、人間は月の近くまで数日間飛行するだけです

み、有人宇宙システムの開発期間も経費も大幅に少なくできる。短期間でいつでもアクセス可能な小惑星に宇宙飛行士が着陸して、岩石などのサンプルを採取するというミッションも実現できる。月面での有人探査と異なり、地球と月の引力が釣り合っているために重力がゼロに近いEML-2であれば、探査活動を終えた後に地球へ帰還することも容易である。

図表2にNASAが予算説明のために発表した「有人小惑星探査の各段階の戦略計画」を示す⁵⁾。

この戦略を実施する上で、有人宇宙船オリオン（MPCV）と重量級ロケット（SLS）の開発が順調に進められている。2021年に

図表2 有人小惑星探査戦略の計画概要



出典：参考文献⁵⁾を和訳

オリオン宇宙船初の有人試験飛行 (EM-2) を予定しているが、実際に小惑星の捕獲と月軌道への移動が実現するかどうか不確実性がある。オバマ大統領の新宇宙政策

では2025年までに有人小惑星探査という目標が設定されていたので、今回の計画は4年前倒しといわれているが、惑星捕獲ミッションや小惑星への有人飛行の打上げ

などの遅れが4年以内であれば、この政策目標を実現したものとして評価されるであろう。

4 今後の議会審議

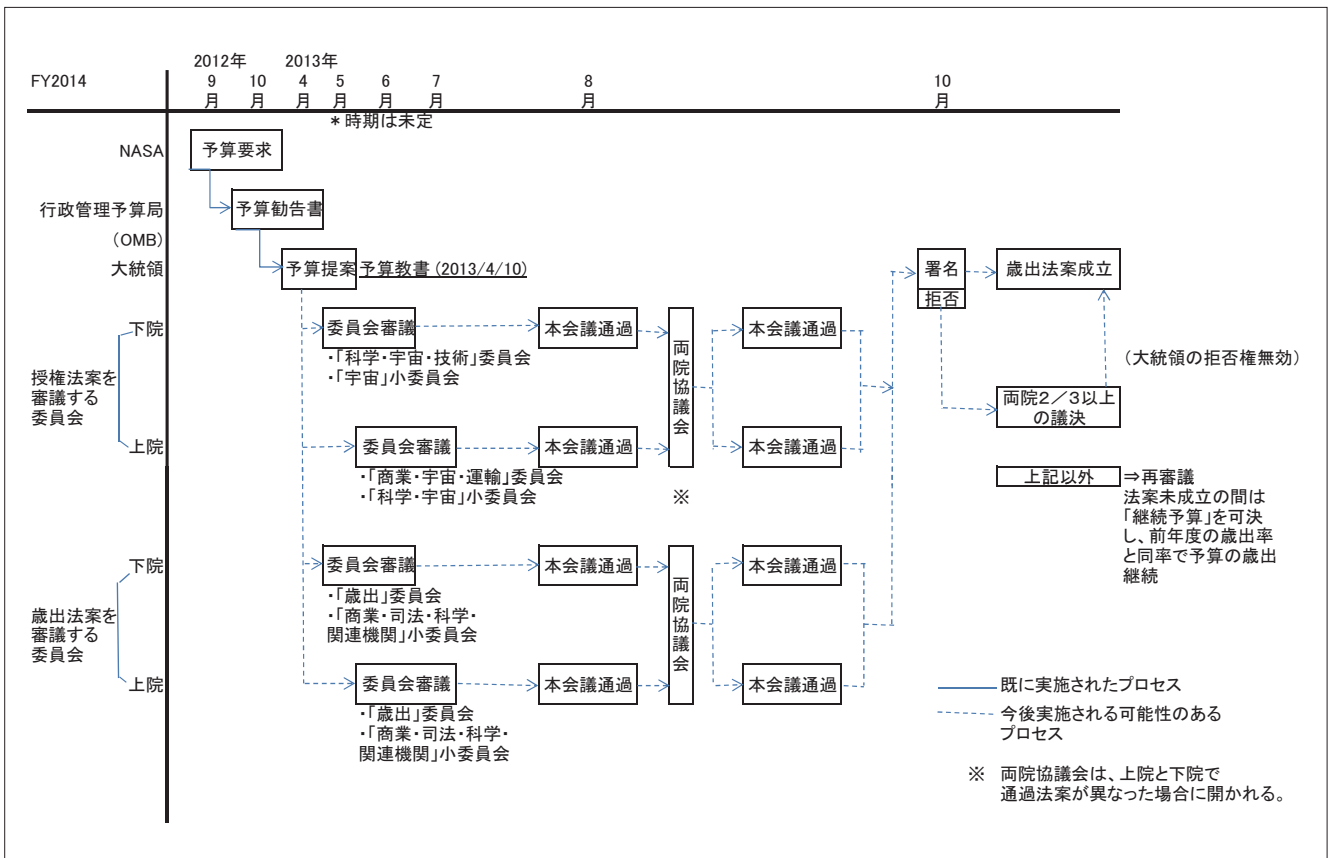
今回予算要求された有人小惑星探査戦略は、これから議会との折衝を経て実施するかどうかが決まる。議会では有人宇宙飛行に巨費を投じることへの反対論や、有人宇宙飛行賛成派でも小惑星より月を目指すべきという意見もあり、要求通り予算決議されるかどうか不透明である。米国議会 (Congress) における予算審議は、上院 (Senate) と下院 (House Representative) でそれぞれ授權 (Authorization) 法案を審議する委員会と歳出 (Appropriation) 法案を審議する委員会

があり、各委員会の下には小委員会 (Subcommittee) があって、NASA に関する授權法案および歳出法案で計4法案が同時に審議される。NASA の授權法案を審議する委員会と小委員会は、上院は「商業・宇宙・運輸」委員会と「科学・宇宙」小委員会、下院は「科学・宇宙・技術」委員会と「宇宙」小委員会である。NASA に関係する歳出法案は上下両院とも「歳出」委員会と「商業・司法・科学・関連機関」小委員会で審議される。図表3にNASA 予算案を議会が審議するプロセスを示す。なお、

授權法案は必ずしも毎年提出されるとは限らないが以前に成立した授權法に修正 (amendment) を加えた修正法案が審議される場合もある。

上下両院の審議結果に対し、最終的に大統領が署名することによって歳出法案が成立する。議会が大幅な修正を行った場合、大統領は拒否することができる。しかし、両院で3分の2以上の議決がなされた場合は大統領の拒否権が無効になり、議会が修正した歳出法案が成立することになる。

図表3 米国議会における NASA 予算審議プロセス



5 おわりに

スペースシャトル退役以降、米国は有人宇宙飛行能力の空白期間が続いている。新しい有人宇宙船とそれを打ち上げるロケットの開発には長い期間と多額の予算を要する。米国の財政的な制約のためにNASAはつねに予算節減や実施計画見直しを迫られている。4

月下旬に行われた下院宇宙小委員会におけるNASA予算のヒアリングでは、共和党所属の議長から今回の有人小惑星探査戦略に対する懐疑的な質問がなされ、NASAのポールデン長官より今回の戦略は大統領の宇宙政策を実現するものであるとの答弁がなされた。こ

のように議会での審議の行方は予断を許さないが、その結果によっては我が国の有人宇宙探査戦略を考える契機になる可能性もあり、今後の推移を注視する必要がある。

参考文献

- 1) The President's Budget for Fiscal Year 2014, 米政府行政管理予算局 (OMB), 2013年4月10日
<http://www.whitehouse.gov/omb/budget>
- 2) FY2014 Budget Presentation, NASA, 2013年4月10日
http://www.nasa.gov/pdf/740427main_NASAFY2014SummaryBriefFinal.pdf
- 3) Obama Aims to Send Astronauts to an Asteroid, Then to Mars, Space, 2010年4月15日
<http://www.space.com/8222-obama-aims-send-astronauts-asteroid-mars.html>
- 4) 火星の前に有人小惑星探査をするワケとは?, 林公代, 三菱電機サイエンスサイト, 2010年4月
http://www.mitsubishielectric.co.jp/dspace/column/c1004_2.html
- 5) NASA's 2014 Asteroid Strategy, NASA, 2013年4月
http://www.nasa.gov/pdf/740684main_LightfootBudgetPresent0410.pdf

執筆者プロフィール



辻野 照久

科学技術動向研究センター 客員研究官
<http://members.jcom.home.ne.jp/ttsujino/space/sub03.htm>

専門は電気工学。旧国鉄で新幹線の運転管理、旧宇宙開発事業団で世界の宇宙開発動向調査などに従事。現在は宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 調査国際部調査分析課特任担当役、科学技術振興機構 (JST) 研究開発戦略センター特任フェローも兼ねる。中国語の科学技術文献読解を得意とする。