



Science & Technology Trends

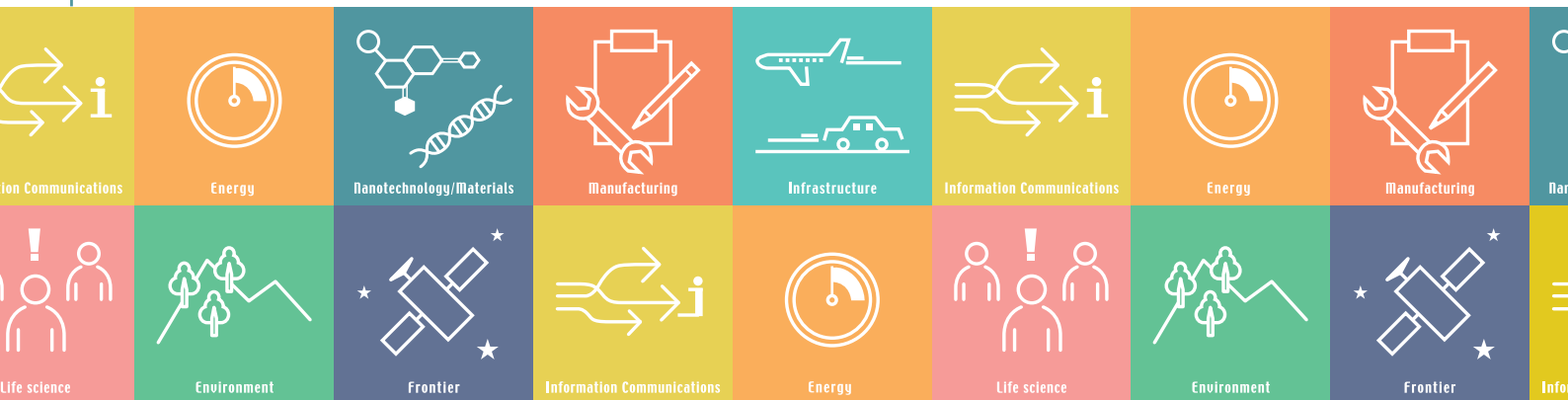
科学技術動向

5-6
2013
No.135

レポート・トピックス タイトルをクリックすると各項目にジャンプします

■ レポート

- p2,6** 官民が競う津波救命艇の開発
- p3,10** 2014年度NASA予算要求の概要
— 有人小惑星探査戦略を発表 —
- p4,17** コンピュータシステムの性能指標の変化
— ビッグデータ処理システムの性能ランキングリスト作成の動き —
- p5,22** バックキャストिंगに適した科学技術予測の方法論
— 課題解決志向を重視した研究開発の推進 —



官民が競う津波救命艇の開発

国土交通省四国運輸局は、地震による津波被害の軽減対策として高台までの避難を補完する「津波救命艇」の開発を行っている。その試作艇が完成し、高知港湾合同庁舎で2013年6月末までの予定で一般公開している。

津波対策は、津波が来る前に安全な高台に避難することが基本であるが、高台までの避難に時間を要する地域の住民、災害時要援護者がいる地域、沿岸部で働く人々、また、避難誘導に携わる警察・消防等の保安職員には、津波救命艇が有効な避難手段の1つとなる。

今回、国土交通省で開発している津波救命艇は、乗船者として一般住民や災害時要援護者等を対象としているため、船舶の全周に衝突時の衝撃を緩和する緩衝材を設置し、座席シートにはクッション性のシートを採用している。さらに、船底に津波が引いた後の着地用防舷材を設置し、平常時の移動を考慮してトラックでの陸送が可能な大きさとするなど、細かな所まで津波対策用としての配慮がなされている。

民間においても津波対策用の救命艇がいくつも開発されており、仕様は各社のコンセプトに従い製造されている。そのため、乗船人数・船体の材質（FRP、ステンレス鋼、硬質ウレタン等）・エンジンの有無・最大漂流日数等はそれぞれ異なっている。既に民間の保育園に納入している救命艇もあり、各社は今後の需要を見込んで更なる開発を進め、HPや展示会等で積極的なPRを行っている。

津波救命艇は現在のところ非常に有効な手段として期待されており、今後、津波被害が想定される地域で防災計画に位置付けられる可能性がある。国土交通省による有識者・自治体の意見を取り入れた津波救命艇の開発は、民間開発にとっても新たな目安となる。官民が互いに競い、さらに新たな技術を加え、より安全でより安価な津波救命艇を開発することが望まれる。

図 国土交通省の津波救命艇（試作艇）



提供：国土交通省四国運輸局

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

コンピュータシステムの性能指標の変化 —ビッグデータ処理システムの性能ランキングリスト作成の動き—

コンピュータシステム（以降、システム）間の性能比較は難しい課題である。システムは、社会・市場からの要請に適合すべくその活用領域を拡大（新展開）している。システム間の性能比較には、そうした新展開に沿った適切な指標が必要となる。近年、デジタルデータの爆発的増加に伴い、収集された膨大なデータからの価値創出や、蓄積されているデータ資源を別目的のために再利用（リパーピング）するなど、ビッグデータの活用に向けた研究開発の動きが欧米を中心に活発化している。このような動きは、システム活用の新しい展開である。

現在、カリフォルニア大学サンディエゴ校のサンディエゴ スーパーコンピュータセンター（SDSC と略す）が中心となり、ビッグデータ用のアプリケーションを処理するシステムを性能順にランキングすることをめざし、そこで使用されるベンチマークを設定すべく検討が開始されている。このビッグデータの性能ランキングリスト「BigData Top100 List」は、ビッグデータ処理用のシステムに焦点をあてた世界で最初の試みである。システムの新しい活用に沿った「システムの性能指標の変化」の動きと捉えられる。

ビッグデータ分野は日進月歩に変化を遂げており、今までとは異なる様々な課題も発生している。それらの解決にはグローバルなコラボレーションは必須であり、今回の動きからはグローバルな連携がうかがえる。そして、産業界はもとより、SDSC のリーダーシップをはじめとして学界からの関心の高さと積極的な姿勢もうかがえる。「ベンチマークの存在は、テクノロジーやソリューション開発での健全な競争を可能とし、最終的に製品の改善や新テクノロジーの革新を生む」との意見もある。こうした動きに日本からの参加も望みたい。

図表 ベンチマークのワークロード仕様の候補

Data Analytics Pipeline (DAP)	BigBench
データの取り込み、テーブルの結合、モデル構築や評価などを含む8ステップからなる処理のパイプラインからなり、前ステップから次ステップにデータが供給される。各ステップでのワークロード仕様が定められる。	トランザクション処理性能評議会 (Transaction Processing Performance Council: TPC) が定める既存の意思決定支援ベンチマークであるTPC-DSを半構造化、非構造化データに対応できるように拡張している。

(ここで使用されている用語の内容)

構造化データ : リレーショナル (関係) データ

非構造化データ : テキスト、ビデオ、音声

半構造化データ : XML、ウェブログ、センサーからの情報

参考文献⁷⁾(本文 21 ページ掲載) を基に科学技術動向研究センターにて作成

バックキャストिंगに適した科学技術予測の方法論 —課題解決志向を重視した研究開発の推進—

近年日本では個々の技術には先駆的で非常に大きな強みを持つが、最終製品、システムの段階、市場拡大期には国際競争力を失ってしまうという、イノベーションの成果占有の問題が生じている。

各所で指摘されているアップルの iPod、iPad 中の部品の多くは日本製であるが、なぜそのような最終商品を出せないのかという議論はその一例でもある。

日本では技術を中心に将来像を描くことには長けているが、周辺環境の変化、技術体系の変化によってどのようにライフスタイルが変化し、需要構造が変化してゆくかという論点での将来予測には十分に対応できていなかったのが従来状況であった。

文部科学省では科学技術庁時代の 1971 年より約 5 年に 1 回の頻度で 3000~4000 名の専門家（大学教授、助教授、公的研究機関所長、主幹研究員・主任研究員、民間企業研究所長、研究部長等）に対し、デルファイ法と言われるアンケート調査で大規模な科学技術予測調査を行っているが、1996 年の第 6 回調査まではこのデルファイ法を主体とした技術を中心とした予測であった。

そこで 2000 年の第 7 回調査では「新社会・経済システム」、「少子・高齢化」、「安全・安心」等の社会ニーズを考慮した予測の導入を試みたが、同時期に行われた英国の技術予測である UK Foresight とともに、単に社会ニーズを問うだけでは社会課題が発散してしまうという現象が見られた。

そのため社会の将来像をまず十分に議論して社会課題を抽出し、それをどのように解決、実現してゆくかという「社会課題解決型」の予測が世界的に求められるようになってきた。

2005 年の第 8 回調査ではデルファイ法での予測結果を社会課題解決型に再構築した「イノベーション 25」の検討を行い、さらに 2010 年の第 9 回調査では従来の分野の概念もリセットして社会課題解決型に転換しつつある。

現在 2016 年の次期基本計画に向けて第 10 回の技術予測調査設計を行っている段階であるが、将来の科学技術、社会ニーズを俯瞰するだけでなく、それをある特定の年限までに達成をするという、バックキャストिंगの概念を導入した課題解決の目標とマイルストーンが明確になったロードマップの構築、SciREX（Science for RE-designing Science, Technology and Innovation Policy：科学技術イノベーションにおける「政策のための科学」）の一環として、将来の社会・経済的波及効果を推定する産業連関分析まで含めた予測を試みる計画である。

経済産業省の技術戦略マップをはじめ他府省とも連携を取りつつその確立を行い、課題解決志向を重視した研究開発の推進の一助となることを望む次第である。

官民が競う津波救命艇の開発

坪谷 剛
上席研究官

1 はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災における全国の死者は15,854人、行方不明者は3,155人、負傷者は26,992人(2012年3月11日現在)となっているが、死者の90%以上の死因は溺死によるものであった¹⁾。津波災害は、負傷者数に比べて死者・行方不明者の割合が他の災害よりも高いことが特徴である。

国土交通省四国運輸局は、地震による津波被害の軽減対策として、高台までの避難に時間を要する場合や乳幼児・お年寄りなどの災害時要援護者等を対象とした、高台避難を補完する「津波救命艇」の開発を行っている。今回、津波救命艇の試作艇が完成し、高知港湾合同庁舎で2013年6月末までの予定で一般公開している²⁾。製品としての完成は秋頃を目指して

いる。

開発中の津波救命艇は、2012年2月から検討会で議論を重ねてきており、南海トラフ地震による津波の影響が想定される自治体のアンケート結果(有効回答数:314自治体)では、6割以上の自治体が「高台やビルが近隣にない地域対応」や「高齢者・幼児・身障者・病人等の弱者避難」の対応に困っており、また、約6割の自治体が津波救命艇に「関心がある」と回答している³⁾。

津波対策は、津波が来る前に安全な高台に避難することが基本であるが、高台までの避難に時間を要する地域では、民間で開発された「津波避難タワー」を設置している自治体や企業もある。しかし、津波避難タワーは規模にもよるが数千万円と高額であり、設置には

相応の敷地が必要であるため、予算措置や敷地の確保には時間がかかる。このような高台までの避難に時間を要する地域の住民、災害時要援護者がいる地域、沿岸部で働く人々、また、避難誘導に携わる警察・消防等の保安職員には、津波救命艇が有効な避難手段の1つとなる。

民間でも津波救命艇がいくつも開発されている。2013年2月にパシフィコ横浜で開催された「第17回震災対策技術展⁴⁾」では、津波救命艇や津波シェルターが多数展示され、報道でも取り上げられた。収容可能人数や大きさもさまざま、動力を備えたものもある。

本稿では、国土交通省や民間で開発されている津波救命艇について紹介する。

2 船舶用救命艇と津波救命艇の違い

船舶における救命艇の設置は「船舶救命設備規則(国土交通省令第65号)」で義務づけられており、国際航海に従事する船舶のうち、すべての旅客船および総トン

数500t以上の船舶(漁船を除く)に備え付けなければならない。このうち旅客船以外は全閉囲型救命艇を備え付ける事になっている。

国土交通省で開発している津波

救命艇は、「災害避難用施設・設備」であり船舶関係法令の適用外である。本救命艇は、高台施設への避難を補完する施設として、巨大津波発生時の水流や瓦礫等から

乗船者を安全に守ることを目的として新たに開発されたものであり、船舶で設置が義務づけられている「船舶用救命艇」を応用し津波対策用として改良を加えたもの

である。船舶用救命艇との違いは、乗船者として一般住民や災害時要援護者等を対象としているため、船舶の全周に衝突時の衝撃を緩和する緩衝材を設置し、座席シート

にはクッション性のあるシートおよびヘッドレスト等を採用していることである。さらに、船底に津波が引いた後の着地用防舷材を設置している。

3 国土交通省の津波救命艇

国土交通省が開発した津波救命艇の試作艇は、平常時の移動を考慮してトラックでの陸送が可能な全長約9m、幅約3m、高さ約3m、重さ3.5tとなっている(図表1)。座席は25席だが定員以上の乗り込みを考慮し、最大35名が乗船した場合も想定している(図表2)。

(1) 安全性確保に関する要件

- ①巨大津波で流されて(設計津波流速10m/s)構造物に衝突しても安全な強度を有している(図表3)。(船艇全周に緩衝材設置)
- ②転覆しても元に戻る復原性能を有している(図表4)。
- ③浸水しても沈まず、出入口の開閉が可能な不沈性能を有している。

- ④火の粉を浴びても炎上しない難燃性能を有している。(難燃性素材の採用、散水装置の設置)
- ⑤鉄筋等の貫通による被害を防ぐため、座席シートの座面・背面に貫通防止板を設置。
- ⑥着底時に安定性を有している。(船底に防舷材を2列配置)

(2) 機能性確保に関する要件

- ①1週間程度の水や食料を備えている。
- ②快適性を考慮し、採光窓・トイレを設置している。
- ③自船の位置を通報するシステムを搭載している。
- ④流出防止用の係留索を設置している。(予定)

(3) その他の要件

- ①船体の色は船舶用救命艇と同じ

- オレンジ色
- ②シリアルナンバー(登録番号)を船艇の見やすい場所に大きく記載
- ③自走性能なし(乗船者は一般住民を想定)
- ④耐用年数は40年以上

販売当初の目標価格は1隻700万円程度であるが、大量生産でコストを下げ、更なる普及を目指している。今後、津波救命艇の安全性・機能性の確保、維持管理等に関するガイドラインを作成する予定である。

本事業は内閣府の「災害対策総合推進調整費」により、(株)IHIに委託し開発・建造を行ったものである。

図表1 試作艇の外観



図表2 試作艇の内観



図表3 落下試験



図表4 復原性試験



提供：国土交通省四国運輸局

4 民間開発の津波救命艇

民間においても津波対策用の救命艇がいくつも開発されており、仕様は各社のコンセプトに従い製造されている。そのため、乗船人数・船体の材質（FRP、ステンレス鋼、硬質ウレタン等）・エンジンの有無・最大漂流日数等はそれぞれ異なっている。

小規模なものでは、収容人数が最大4名でどれもエンジンは付いていない。種類はいくつかあり、カプセル型の全閉囲救命艇で、価格は50万円程度から250万円程度となっている。

中規模なものでは、収容人数は25名程度で基本的にエンジンは付いていない。価格は250万円程度～500万円程度で開放型救命艇もあれば全閉囲救命艇もある。

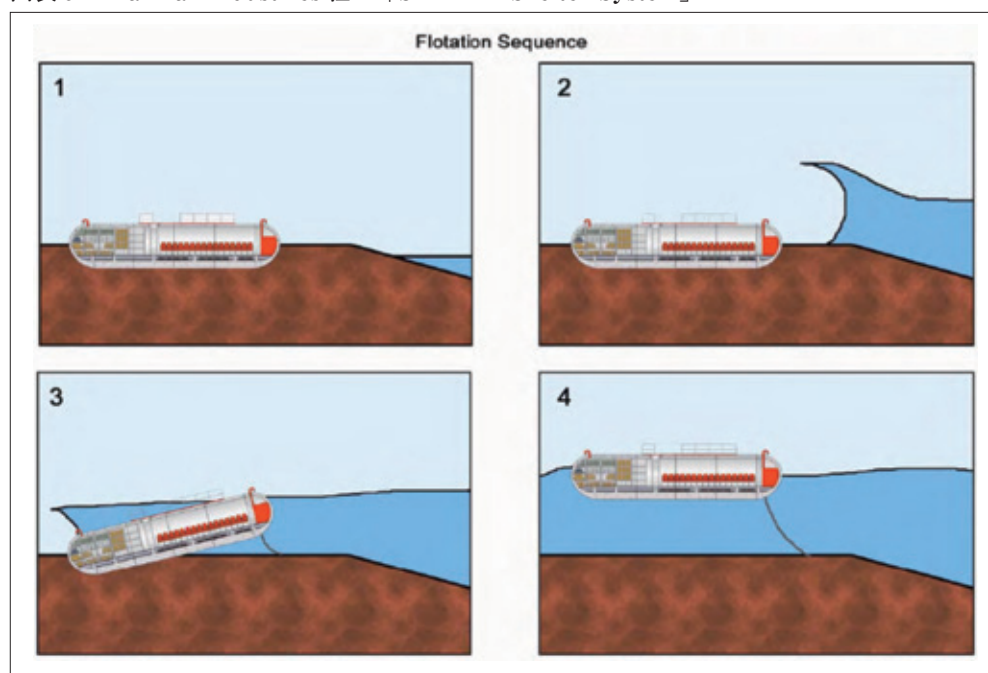
大規模なものでは、収容人数は最大50名でエンジンも付いている。そのため流されても燃料がある限り帰港が可能である。基本的に全閉囲救命艇で、オプションでトイレを付けることもできる。価格は700万円程度からである。

既に民間の保育園に納入している救命艇もあり、各社は今後の需

要を見込んで更なる開発を進め、HPや展示会等で積極的なPRを行っている。

米国のBrahman Industries社は、内陸用救命艇を2012年に開発した。船体がモジュール（14人/1モジュール）式になっているため収容人数を必要に応じて増減させることができる。基本的に係留式であるため、津波襲来時に図表5のように海面に浮上し、津波が引けばこの逆の順で元に戻る。米国で特許を取得しており、他に14ヶ国で特許申請中である⁵⁾。

図表5 Brahman Industries社の「STATIM Shelter System」



出典：参考文献⁵⁾

5 まとめ

津波救命艇の設置場所としては、避難困難区域、福祉施設・病院・幼稚園・保育園等が考えられるが、津波はいつ来るかわからないため救命艇を設置してもその存在や使用方法がわからなければ意

味がない。そのため、普段から慣れ親しんでおく必要があり、平常時の使用方法や維持管理を十分に検討し、緊急時に慌てずに使えるようにする必要がある。平常時の使い方としては、防災訓練や防災

教育施設としての使用、学校における課外授業での使用、地域の集会所としての使用などが考えられる。

津波救命艇は現在のところ非常に有効な手段として期待されており、今後、津波被害が想定される

地域で防災計画に位置付けられる可能性がある。そのためにも、非常時だけでなく通常時の使用方法も考慮した開発が行われること

で、更なる普及が見込まれる。国土交通省による有識者・自治体の意見を取り入れた津波救命艇の開発は、民間開発にとっても新たな

目安となる。官民が互いに競い、さらに新たな技術を加え、より安全でより安価な津波救命艇を開発することが望まれる。

参考文献

- 1) 警察庁「平成 23 年東日本大震災と警察」焦点第 281 号 平成 24 年 3 月：
<http://www.npa.go.jp/archive/keibi/syouten/syouten281/index.html>
- 2) 国土交通省四国運輸局「津波救命艇試作艇公開のご案内」：
<https://www.tb.mlit.go.jp/shikoku/kyumei/img/kengaku01.pdf>
- 3) 国土交通省四国運輸局「第 2 回津波対応型救命艇に関する検討会」平成 24 年 5 月 31 日：
https://www.tb.mlit.go.jp/shikoku/kyumei/img/02_02_01.pdf
- 4) 第 17 回震災対策技術展：<http://www.exhibitiontech.com/etec/>
- 5) Brahman Industries LLC「STATIM Shelter System」：<http://www.statimshelter.com/>

執筆者プロフィール



坪谷 剛

科学技術動向研究センター 上席研究官
<http://www.nistep.go.jp/>

専門は土木工学。主に河川における治水計画や治水対策に関する業務に長く携わる。
2012 年 4 月より現職にて、科学技術動向の調査研究に従事。

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、ジェームズウェッ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 (旧称トーラス 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。

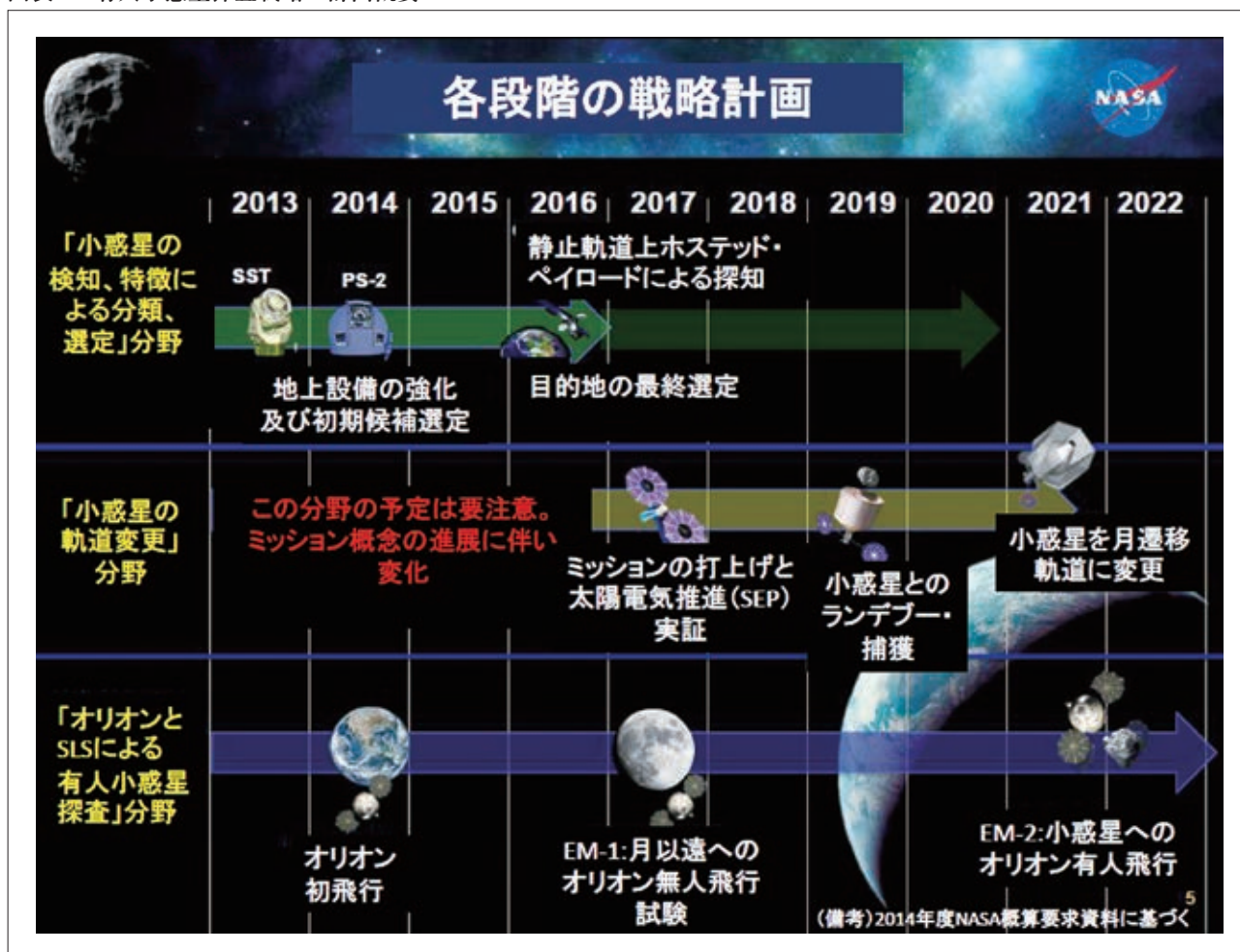
小惑星を月の近くまで移動させることができれば、人間は月の近くまで数日間飛行するだけです

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

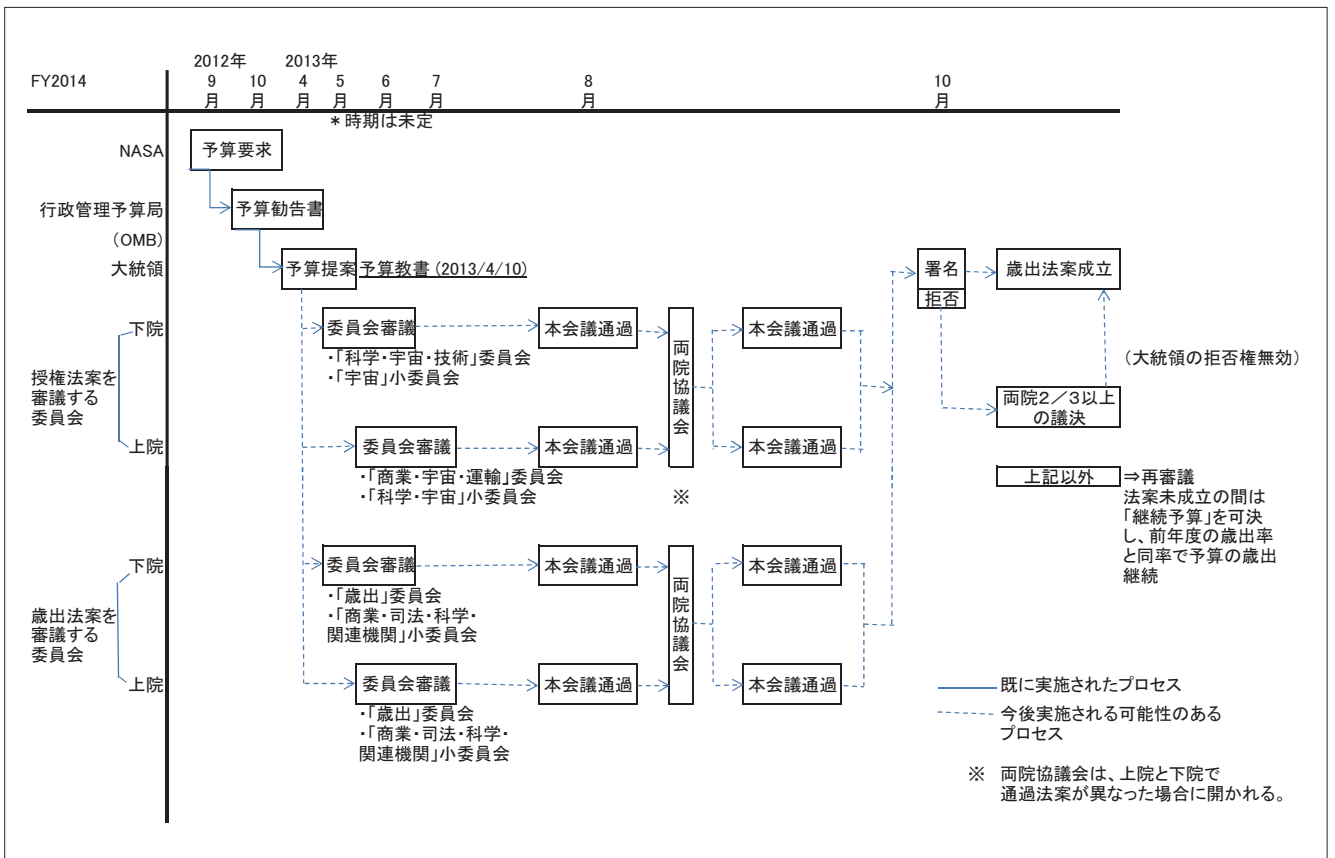
今回予算要求された有人小惑星探査戦略は、これから議会との折衝を経て実施するかどうかが決まる。議会では有人宇宙飛行に巨費を投じることへの反対論や、有人宇宙飛行賛成派でも小惑星より月を目指すべきという意見もあり、要求通り予算決議されるかどうか不透明である。米国議会 (Congress) における予算審議は、上院 (Senate) と下院 (House Representative) でそれぞれ授権 (Authorization) 法案を審議する委員会と歳出 (Appropriation) 法案を審議する委員会

があり、各委員会の下には小委員会 (Subcommittee) があって、NASA に関する授権法案および歳出法案で計4法案が同時に審議される。NASA の授権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、

授権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権法に修正 (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。

コンピュータシステムの性能指標の変化

—ビッグデータ処理システムの性能ランキングリスト作成の動き—

野村 稔
客員研究官

1 はじめに

コンピュータシステム（以降、システム）間の性能比較は難しい課題である。システムは、社会・市場からの要請に適合すべくその活用領域を拡大（新展開）している。システム間の性能比較には、そうした新展開に沿った適切な指標が必要となる。近年、デジタルデータの爆発的増加に伴い、収集された膨大なデータからの価値創出や、蓄積されているデータ資源を別目的のために再利用（リパーキング）するなど、ビッグデータの活用に向けた研究開発の動きが欧米を中心に活発化している。このような動きは、システム活用の新しい展開である。

米国政府は、2012年3月にビッグデータの利活用を目的とした研究開発イニシアティブを発表している。これは、オバマ政権の科学技術政策を推進する5つのイニシアティブのひとつとして位置づけられており、6つの政府機関が2億US \$以上を投じ、大規模

なデジタルデータの取り扱いに必要とされる技術の向上を図っている¹⁾。2013年4月に発表された2014年予算教書には、国立衛生研究所（NIH）でのバイオ医薬品に関するビッグデータの活用や、ネットワークングおよび情報技術研究開発（NITRD）プログラムにおけるビッグデータからの価値創出や科学的推定機能を改善する研究の重要性などが記載されており、ビッグデータへの継続した注力がみられる²⁾。

欧州においては、「ビッグデータに関しては、ほとんどの公的な研究計画が、まだプロジェクト募集段階が終わったか、予算の割り当てが決まった段階で、具体的な成果は今後になる。しかし、一般の関心も確実に高まってきており大きな発展を遂げる可能性がある」との報告がある³⁾。日本においてもビッグデータ活用の重要性は認識されており各種推進策がみられる¹⁾。これらは政府関連の

動きであるが、産業界ではビッグデータを大きなビジネスチャンスと捉え、一歩進んだソリューション開発に注力している。

こうした中、米国では、カルフォルニア大学サンディエゴ校のサンディエゴスーパーコンピュータセンター（SDSCと略す）が中心となり、ビッグデータ用のアプリケーションを処理するシステムを性能順にランキングすることをめざし、そこで使用されるベンチマーク（後述）を設定すべく検討が開始されている。これはビッグデータ処理用のシステムに焦点をあてた世界で最初の試みであり、システムの新しい活用に沿った「システムの性能指標の変化」の動きと捉えられる。

本紙では、現在検討が進められているビッグデータの性能ランキングリスト「BigData Top100 List」の内容を紹介する。（なお、「ビッグデータとは何か」については、参考文献¹⁾を参照願いたい）

2 BigData Top100 List 作成の動き

SDSC を中心にした BigData Top100 List (以下、新リストとする) 作成に向けた動きから、その提案内容について示す^{4)~8)}。

2-1

背景

新リスト作成の背景として、過去数年、ビッグデータを処理対象とした様々なシステムが登場しているが、それらシステムを比較する手段がなかったと SDSC は述べる。

システムの性能を比較するためには共通ベンチマークプログラム (以下、ベンチマーク) が設定され、そのベンチマークの処理性能順にランク付けがなされるのが一般である。ベンチマークとは、コンピュータやネットワークなどの性能評価のために用いられるテストプログラムのことで、演算処理性能、入出力性能、ネットワーク性能など、多様な指標を相互比較するために、多くのベンチマークが既に開発されている。ランキングリストの具体例としては、スーパーコンピュータの処理性能ランキングである TOP500、データインテンシブアプリケーションに関する性能ランキングである Graph500 などが挙げられ、各々異なるベンチマークを使用して測定された性能を基にシステムを比較している⁹⁾ (これらは一部であり、これら以外にもトランザクション処理性能計測の TPC ベンチマークなどもある)。今回検討しているビッグデータ領域に適したベンチマークは、ある特定機能の性能評価に限定されたものではなく、ダイナミックで頻繁に変化

する実態に合った特性を備えるべきとし、TOP500 や Graph500 を補完するものと位置づけている。

2-2

目標

新リスト作成プロジェクトのミッションは、アカデミア (学界とする) にはビッグデータのための新しいテクニックを現実的環境下で評価する方法を提供すること、インダストリ (産業界とする) には開発をドライブするためのツールを提供すること、そして顧客にはビッグデータへのシステムの適否を判断できる標準的な方法を提供すること、である。

本ベンチマーク作成上で特に考慮すべき点は、ビッグデータの世界はダイナミックにかつ頻繁に変化しており、あるデータセットだけに有効な固定したベンチマークを作成してはならないこととしている。そのため、このプロジェクトは、変化に適合するための工夫を盛り込むことを目指している。具体的には、最初のベンチマークを次のベンチマークのベースとし、変化に追従するベンチマーク (constantly-shifting benchmark: 絶えず変化していくベンチマーク) を生成するまで、反復を繰り返すとしている。そして、産業界と学界の視点のバランスをとったオープンなベンチマーク開発プロセスをとるとしている⁴⁾。

2-3

経緯

新リスト作成への経緯としては、2011 年末に SDSC の大規模データシステム研究センターが、産業界の専門家と協力して本ベンチマーキングに関するコミュニティを形成して検討を開始した。その後、米国科学財団 (以降、NSF) と企業の後援によるワークショップが連続して開催された。最初のワークショップは、2012 年 5 月初旬に米国で行われた。このワークショップへの参加者は、ビッグデータの管理、データベースシステム、性能ベンチマーク、ビッグデータアプリケーションなどの領域での経験や専門性を基に選定されている。その後、幾つかの会合を経て、第 2 回目が同年 12 月中旬にインドで行われた。技術やプラットフォームを公平に比較するために必要となる、データ生成処理とデータ定義、典型的なビッグデータアプリケーションのワークロード (作業負荷)、指標・実行規則・完全公開レポート (Full Disclosure Report) などが検討された。図表 1 は、これら 2 回のワークショップへ出席した組織、国別・セクター別の分布を示す。図表から明らかな様に 52 の組織からの出席が見られる。産業界から 75%、学界から約 20% の参加である。そこには Facebook, Inc.、Google, Inc.、Twitter, Inc.、LinkedIn Corporation なども名を連ねており、ビッグデータへの注力がうかがえる。国別では米国が圧倒的だが、インド、欧州からの参加がありグローバルな動きが見える。

図表1 ワークショップへ出席した組織、国別・セクター別の分布

組織名	
Actian	MapR/Mahout
AMD	Mellanox
Anna University	Microsoft
BMMsoft	NSF
Brocade	NetApp
CA Labs	NetApp/OpenSFS
Cisco	Oracle
Cloudera	Persistent
Convey Computer	Red Hat
CWI/Monet	San Diego Supercomputer Center
DBSync LLC	SAS
Dell	Scripps Research Institute
EPFL	Seagate
Facebook	Shell
Google	SNIA
Greenplum	SoftCorner
Hewlett-Packard	Teradata Corporation
Hortonworks	Twitter
Indiana Univ / Hathitrust Research Foundation	UC Irvine
IIT Chicago	Univ. of Minnesota
InfoSizing	University of Passau
Informatica	Univ. of Toronto
Infosys	Univ. of Washington
Intel	VMware
Jacobs University	WhamCloud
LinkedIn	Yahoo!

国	セクター別分布				合計
	産業界	学界	政府機関	研究機関	
米国	35	6	1		42
インド	3	1			4
オランダ	1			1	2
ドイツ		2			2
カナダ		1			1
スイス		1			1
合計	39	11	1	1	52

参考文献⁸⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

2-4

ベンチマークの特徴

本ベンチマークは、システムの各要素レベル（例えば、ハードウェアの要素）を評価するものではなく、システムのエンドツーエンド（全領域）をアプリケーションレベルで評価するものであると

提案している。そして「対照的に、ファンクショナルベンチマークは、特定の機能にフォーカスする（例えば、TeraSort）；データジャンルベンチマークは、データの特定な分野（ジャンル）の操作にフォーカスする（例えば、Graph500）；マイクロベンチマークは、より下位レベルのシステム操作にフォーカスするものである。また、TPCベンチマークもアプリケーションレ

ベルのものであるが、それらは構造化（リレーショナル）データにフォーカスしている」と述べており、これらのベンチマークとは異なるものとして本ベンチマークを位置づけている。そして、ビッグデータベンチマークを定義するためのガイドラインとして「簡潔さ」「ベンチマーク容易性」「タイムツーマーケット」「結果の検証可能性」を設定している。

「ベンチマークの各バリエーションは、ビッグデータ領域における急激な市場変化に歩調を合わせるためにタイムリーなリリースが必要である。3年から4年も開発に要するとそのベンチマークは時代遅れとなる」とし、リリースのタイムリー性を重要視している。

ビッグデータ処理は多様であり、単一のベンチマークでは多数の使用事例を代表することができない。そのため、オンライン広告業界、銀行業界、保険業界、医療業界などの幾つかの使用事例を調査し、それらが共通のステージと共通な処理アルゴリズムから構成

されることを認識したとある。そして、その共通性を基にしてベンチマークのワークロード仕様を提案しようとしている。

現在、ベンチマークのワークロード仕様の候補としては、図表2に示す2案が挙げられている。

図表2 ベンチマークのワークロード仕様の候補

Data Analytics Pipeline (DAP)	BigBench
データの取り込み、テーブルの結合、モデル構築や評価などを含む8ステップからなる処理のパイプラインからなり、前ステップから次ステップにデータが供給される。各ステップでのワークロード仕様が定められる。	トランザクション処理性能評議会 (Transaction Processing Performance Council: TPC) が定める既存の意思決定支援ベンチマークであるTPC-DSを半構造化、非構造化データに対応できるように拡張している。

(ここで使用されている用語の内容)

構造化データ : リレーショナル (関係) データ

非構造化データ : テキスト、ビデオ、音声

半構造化データ : XML、ウェブログ、センサーからの情報

参考文献⁷⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

ベンチマークの実行に対しては、次のような主要な4ステップを挙げている。

- ①システムのセットアップ (被試験システムの環境設定とインストール)、
- ②データの生成 (ベンチマーク仕様に合ったデータセットの生成)、
- ③データのロード (データをシステムにロードする)、
- ④アプリケーションワークロードの実行 (クエリやトランザクションのセットからなるビッグデータワークロードの実行)

ここでベンチマークメトリック (指標) としては、③と④のステップを完了するために必要とされた時間が対象とされ(①、②のステッ

プに要した時間は含まれない)、再現性保証のため試行回数は3回とし、その中で最遅の計測結果を報告することなどが検討されている。新リストは、合計時間順にシステムをランク付けし、合わせて価格性能比 (システム効率) も示す予定である。この案はコミュニティに開示され、意見を反映する作業が進められている。

2-5

推進体制と今後の予定

2013年2月に開催された、O'Reilly Strata Conferenceで、新リストの作成を主導するBigData

Top100 List イニシアティブが発表された。新リストの最初のステアリングコミティには、SDSC、Greenplum, Inc.、Facebook, Inc.、Mellanox Technologies, Ltd.、IBM Corporation、Cisco Systems, Inc.、Seagate Technology、Brocade Communications Systems, Inc.、Oracle Corporation、トロント大学、NetApp, Inc.、Google, Inc. からのメンバーが名を連ねている。

今後の予定として、第3回目のワークショップが2013年7月に中国の西安で、第4回目が2013年10月に米国で開催される。また、2013年の8月末には最初のベンチマーク仕様をリリースすると計画している。

3 おわりに

米国を中心に現在進められているビッグデータ処理用のシステムの性能ランキングリスト作成という動きについて述べた。SDSCは

主にNSFから資金の助成を受けた研究組織として、データインテグレーションコンピューティング、データ統合、データマイニング等を含

むビッグデータ関連に力点を入れている。今回のSDSCの動きからは、システムの新しい活用に沿ってシステムアーキテクチャが

変化しつつある様子がうかがい知れる。そしてその変化に適合するための「システムの性能指標の変化」の動きと捉えられる。NSFは、昨年発足した米国政府のビッグデータイニシアティブで挙げられた政府機関のひとつでビッグデータの研究開発に注力している。今回の新リスト作成へのサポートもその一環であろう。

この動きとは別であるが、2013年4月からは、NSFのBIGDATA AND EXTREME-SCALE COMPUTING (BDEC) ワークショップ¹⁰⁾が設けられ、日本、米国、欧州の研究者によっ

てビッグデータを含めた高性能コンピューティングの検討が開始されている。スーパーコンピュータの世界でも膨大な計算結果をはじめとしたビッグデータの問題に直面している。ビッグデータ処理は多様であることを前記した。扱うデータの種類も多様である。ビッグデータへの対応はこのように様々な領域からの多面的な研究成果の融合で進められることになろう。

ビッグデータ分野は日進月歩の変化を遂げており、今までとは異なる様々な課題も発生している。それらの解決にはグローバ

ルなコラボレーションは必須であろう。上記したワークショップへの出席組織名からはグローバルな連携の動きがうかがえる。そして、SDSCのリーダーシップをはじめ、ワークショップやステアリングコミティーへの学界からの出席があることを見ると、学界の関心の高さや積極的な姿勢もうかがえる。「ベンチマークの存在は、テクノロジーやソリューション開発での健全な競争を可能とし、最終的に製品の改善や新テクノロジーの革新を生む」との意見もある⁶⁾。こうした動きに日本からの参加も望みたい。

参考文献

- 1) 「米国政府のビッグデータへの取り組み」、科学技術動向 2012年9・10月号
- 2) Fiscal Year 2014 ANALYTICAL PERSPECTIVES budget of the U.S. Government : <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/BUDGET-2014-PER/pdf/BUDGET-2014-PER.pdf>
- 3) NICT 欧州連携センター、「欧州のビッグデータ利活用とサイバーフィジカルシステムの研究開発・標準化動向の調査」、2013年3月28日
- 4) A New Benchmark for Big Data : http://www.datanami.com/datanami/2013-03-06/a_new_benchmark_for_big_data.htm
- 5) Big Data Top100 (<http://www.bigdatatop100.org/>)
- 6) SDSC Coordinates Effort to Establish the BigData Top100 List 02/28/2013
- 7) BENCHMARKING BIG DATA SYSTEMS AND THE BIGDATA TOP100 LIST、BIG DATA MARCH 2013、2013.02.13
- 8) Chaitan Baru et al., The BigData Top100 List Initiative、2013年3月
- 9) 「スーパーコンピュータの新たな性能リスト Graph500 の登場」、科学技術動向 2011年2月号
- 10) <http://www.exascale.org/bdec/>

執筆者プロフィール



野村 稔

科学技術動向研究センター 客員研究官

<http://www.nistep.go.jp/index-j.html>

企業にてコンピュータ設計用 CAD の研究開発、ハイ・パフォーマンス・コンピューティング領域、ユビキタス領域のビジネス開発に従事後、現職。スーパーコンピュータ、ビッグデータ、半導体技術、LSI 設計技術等の科学技術動向に興味を持つ。

バックキャストिंगに適した科学技術予測の方法論

—課題解決志向を重視した研究開発の推進—

小笠原 敦
センター長

1 はじめに

2013年6月の閣議決定に向けて「成長戦略」の策定が進められている。4月19日の安倍総理大臣のスピーチでは成長戦略の3つのキーワードとして、「挑戦：チャレンジ」、「海外展開：オープン」、「創造：イノベーション」が挙げられており、人材、資金、土地など、あらゆる資源の活用を意図する「挑戦：チャレンジ」、従来のモノの貿易ルールを超えて、知的財産や投資、標準といった新たな分野のルールの創出を意図する「海外展開：オープン」、市場と技術の大きな出会いにより革新的な「価値」創造を意図する「創造：イノベーション」への展開が求められている。

その3つのキーワードの中で「挑戦：チャレンジ」については、2013年3月12日に、補正予算を投入して1500億円の資金規模を持つ「競争力強化ファンド」を日本政策投資銀行に創設（日本政策投資銀行500億円、補正予算からの産業投資借入1000億円）、リスクマネーの潤沢な供給を目指すとともに、「海外展開：オープン」については3月15日の安倍総理大臣によるTPP参加表明等、着実にかつ迅速な対応がなされている。

一方「創造：イノベーション」についても、1月25日の第3回日本経済再生本部での会合での安倍総理大臣指示「内閣府特命担当大臣（科学技術政策）は関係大臣

と協力して、課題解決志向を重視した研究開発を推進する科学技術・イノベーション立国を実現するため、総合科学技術会議の司令塔機能の抜本的強化を図ること。これにより、世界で最もイノベーションに適した環境を整え、世界から最高水準の人材が集積するような社会を実現することを受け、イノベーションの基盤を整備するとともに新たな施策の提案がなされつつある。

特に「健康長寿社会」の実現や「攻めの農業」に見られるように、3つのキーワードを全て内包したイノベーションが具体的に提案されている。

2 課題解決志向の考え方

この「創造：イノベーション」において最も重点を置いて考えなくてはならない視点は、「課題解決」である。

従来日本は個別要素技術に関しては強いものを持ちながら、トータルなソリューション提供では弱いという特徴を有していた。米国

アップル社の iPod、iPad 中の部品、韓国サムスンの携帯端末中の部品は日本製で占められているという強さを持つにも関わらず、なぜそのような最終製品を産み出せないのか？というところにもつながる論点でもある。

現在の延長での技術を予測し、

そのロードマップを着実に達成してゆくことには強いが、周囲の環境の変化により求められる技術のパラダイムシフトが起きた時に技術的フォロワーであった他国に技術の主導権も市場も奪われてしまうという、MOT（技術経営）におけるイノベーションの成果占有

の問題とも重なってくる。

技術のみの進展に基づいた技術予測では、他の環境の変化からのソリューションの変化やパラダイムの変化が予測できない。

例えば最もわかりやすい携帯音楽プレーヤーの場合では、ウォークマンのような携帯可能な音楽プレーヤーの出現がオーディオ産業を一変させた。それまでの音楽は家に置いた据え置きオーディオセットで聴くという概念は大きく変化し、オーディオ専門メーカーの衰退とLPレコード産業の衰退を迎えた。日本ではこの変革期にカセットテープやCDに始まるディスクメディアを武器とした小型オーディオで世界を席巻した。この時代では記録メディアの規格を制した国、企業が世界の主導権を握り、その技術をリードしていれば世界のトップを維持できるというシナリオで日本メーカーは研究開発を行っていた。

しかしアップルはそのパラダイ

ムを大きく転換する。音楽を記録メディア経由ではなくネットワークを介して携帯プレーヤーに送る、あるいはCDのようなディスクメディアの音楽をパソコン上でデータとして吸い上げ、さらにそれを圧縮して携帯プレーヤーに送る、という手法を提案し、世に送り出してきた。

日本メーカーの多くはディスクメディアのさらなる発展のロードマップ、ディスクの記録密度の限界に達したら半導体メモリの発展のロードマップの中で優位性を保とうと考えてきたが、それは、音楽は有形のモノ（記録メディア）と一体で存在するという固定概念から離れられなかったことに起因する。ネットワークの発展という記録メディアの外側での技術変化によって、他の技術体系がどのように変化し、社会がどのように変化し、人々のライフスタイルが変化して需要構造そのものが大きく変わるというところまで予測でき

なかったことが大きい。

音楽をデータという無形資産で捉える、その無形資産に付加価値が移行するというトレンドを把握できたか、という点が重要であったのである。

そのように技術は次々に進化・成熟し、さらには他の技術、概念に置き換えられてゆく。しかし変化の激しい音楽プレーヤーの世界においても、人々の「音楽を聴きたい」というニーズは普遍、不変である。

現在技術の延長の技術予測は社会におけるイノベーションとの乖離が大きくなりつつあるが、普遍、不変なニーズ（社会課題）をもとに将来を予測することによって、そのギャップを埋めることが可能となる。

それが「課題解決志向」の考え方、研究開発戦略の推進の基本となる。

3 バックキャストとは何か？

文部科学省では科学技術庁時代の1971年より約5年に1回の頻度で大規模な科学技術予測調査を行っている。3000~4000名の専門家（大学教授、助教授、公的研究機関所長、主幹研究員・主任研究員、民間企業研究所長、研究部長等）に対し、デルファイ法と言われるアンケート調査を二回行って何年にどのような技術ができるかを中心に、シナリオプランニングやネットワーク分析の手法も取り入れながら将来を予測してきた。

しかし多くの技術が人々のニーズを十分充足しない発展途上になり、技術発展の方向性が一義的（より大きく、より速く、より強く等）な方向性であった20世紀の時代には現在技術の延長の技術予測で

よかったが、多くの技術が人々のニーズを充足し、方向性が多様となった現代では、現在技術の延長の技術予測だけでは不十分になりつつある。そして2節の課題解決志向の考え方で述べたような、技術のパラダイムシフト、概念変化、付加価値の移行等も考慮しなくてはならない時代が到来している。

従来技術予測は英語では「Technology Forecast」と訳してきた。それは天気予報がWeather Forecastと訳されるように、客観的に天候の状況を把握し、その結果数日後の天気予報が晴れになる、曇りになるという予測をするのと同様に、~のような世の中になるというのがアウトプットであった。科学技術庁時代に行った

第6回（1996年）の技術予測調査まではデルファイ法のみによる客観的な予測調査であった。このTechnology Forecastの時代にも世代論はあって、完全に技術の予測のみに立脚した時代が第一世代の技術予測と呼ばれ、研究者・技術者のみの参画による予測であった（1970年代）。そして、1980年代頃には市場予測の概念も必要になり、産業界からの参画、マーケティングの関係者も加わった第二世代へと移行（1980年代）しているが、基本的には世の中は~のようになるという受動的な予測であった。

しかし1990年代後半から2000年代にかけて、大きな変化が訪れる。技術予測の世界では第三世代

と言われる変化で、人々の顕在的なニーズがほぼ充足され、潜在的なニーズ、将来のニーズの予測の重要性が謳われた時代である。英語では「Technology Foresight」と訳されるこの世代はいったいどのようなものであろうか？

単に辞書的な訳では違いが見え難いが、端的に言うならば意思決定を含む将来予測である。すなわち、将来は～のようになるので～をしなくてはならない、ではなく将来を～のようにする、という能動的な概念である。そのためには数年後、何十年後といった将来ニーズ、潜在ニーズを想定しなくてはならない。

日本の技術予測調査では、2000年の第7回技術予測調査から「Technology Foresight」のコンセプトに転換を行ったが、ニーズ系分科会として立ち上げた「新社会・経済システム」、「少子・高齢化」、「安全・安心」の委員会運営は困難を極め、議論の発散が生じ

た。同様の傾向はほぼ同時期に社会ニーズを導入しようとした英国でも見られ (UK Foresight)、議論が収束しない事態を招いた。

議論が発散してしまうのは、議論するメンバー個々にとって将来重視すべき視点が異なり、多種多様なニーズが噴出してしまふからである。そのため何をベースとして議論をすべきか、社会の将来像そのものをまず十分に議論して社会課題を抽出し、それをどのように解決、実現してゆくかが鍵となる。それが「課題解決型」の予測の原点である。

2005年の第8回科学技術予測調査では、従来のデルファイ法をベースとした予測とともに、デルファイ法での予測結果を社会課題解決型に再構築したイノベーション25の検討を行った。2010年の第9回科学技術予測調査では従来の分野の概念もリセットして、さらに社会ニーズに適応した手法を試みたが、まだ課題解決型への転

換への過渡期の状態であった。

現在社会においても科学技術政策の意思決定においても最も求められているのは、将来の科学技術、社会ニーズを俯瞰するだけでなく、それをある特定の年限までに達成をするという、課題解決の目標とマイルストーンが明確になったロードマップである。そのためには、ニュートラルな視点で将来の科学技術、社会ニーズを予測すると並行して、将来のビジョン、社会課題を議論し、いつまでにどのような社会を実現するという目標を明確に定める必要がある。そして、社会課題で2030年に実現をするという目標を立てたならば、ニュートラルな視点での予測では2040年に実現するとなっていた技術課題を早く実現するためには何をなすべきかを抽出することが政策オプションとなる。それがバックキャストの概念である。

4 科学技術政策、産業技術政策への展開

科学技術政策、産業技術政策への展開を考えた場合、技術の実現がナレッジ・ストック (知的資産) の集積の結果であると仮定されるとすれば、期間短縮には研究開発投資の増額・集中投資が必要だと判断になる。

また実現に複数の技術選択が存在する場合には、いつその判断を

すべきリアルオプション的な判断や、競合がある場合にはゲーム理論的な判断も政策的意決定となる。そして、ある程度の社会・経済的波及効果を推定するためには将来の技術体系を前提とした産業連関分析も必要となってくる。

現在文部科学省で行っている、SciREX (Science for RE-

designing Science, Technology and Innovation Policy : 科学技術イノベーション政策における「政策のための科学」) で検討されているエビデンス・ベースドで定量性のある政策的意決定に資する方法論として科学技術予測を展開してゆく必要がある。その全体像を図に示す。

5 おわりに

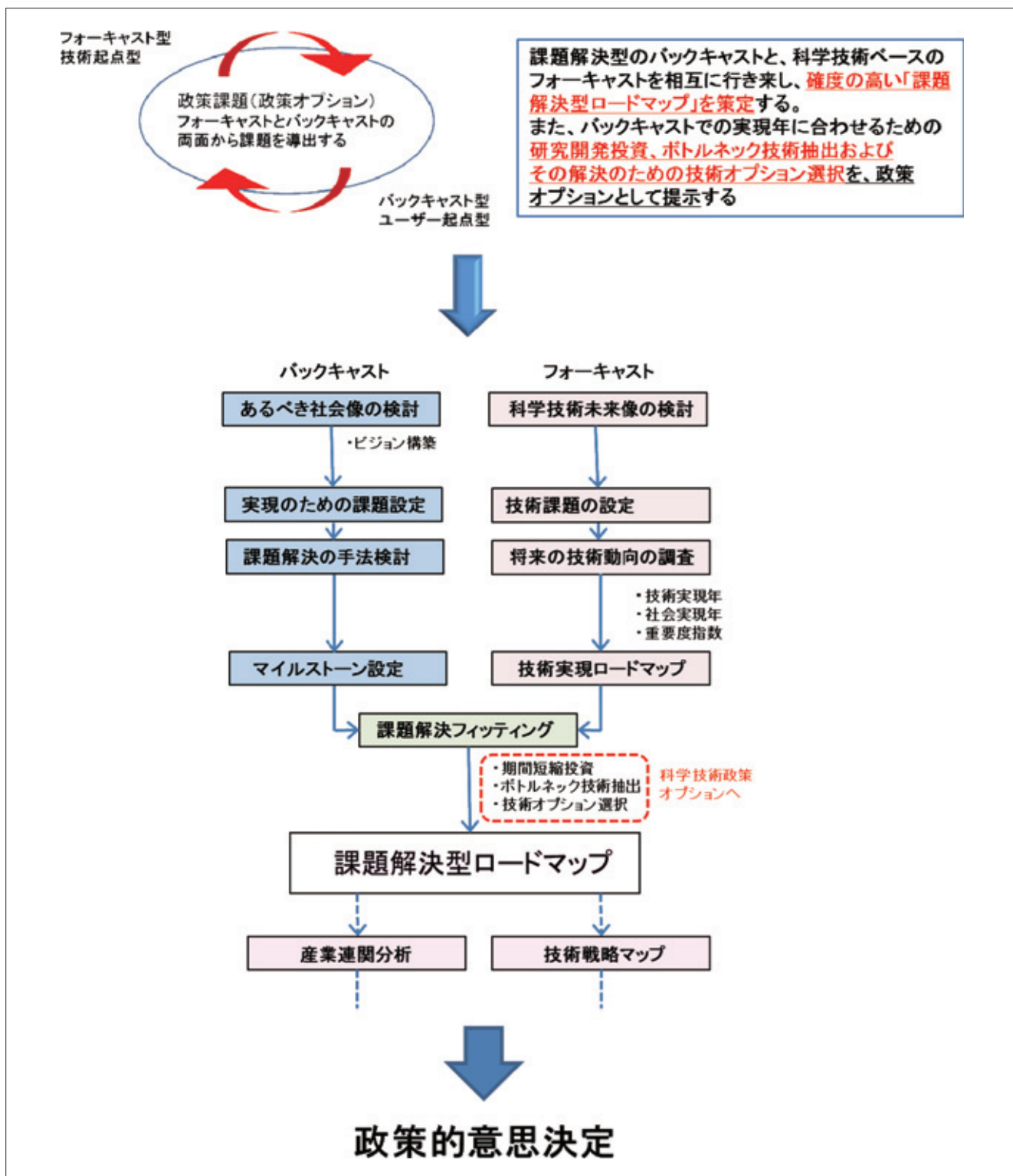
現在文部科学省科学技術政策研究所科学技術動向研究センターでは、2016年度からの次期科学技術基本計画策定および成長戦略の着実な遂行に資する目的で、第

10回科学技術予測調査の設計を行っている。

今回の調査では将来の科学技術を着実に予測するとともに、課題解決型およびバックキャスト

の手法論の確立が最大のテーマとなる。

経済産業省の技術戦略マップをはじめ他府省と連携を取りつつ、その確立を行ってゆく次第である。



執筆者プロフィール



小笠原 敦

文部科学省科学技術政策研究所科学技術動向センター長

ソニー株式会社にて SOI MOS デバイス、半導体レーザの研究に従事した後、本社 R&D 戦略部にてコーポレートラボのマネジメント、CTO 補佐に従事。その後経済産業省、独立行政法人産業技術総合研究所の技術革新型企業創生プロジェクト（ルネッサンスプロジェクト）、サービスイノベーション、国際産学官連携拠点つくばイノベーションアリーナの立ち上げに携わった後、独立行政法人独立行政法人理化学研究所を経て現職。