

宇宙科学・探査プログラムの検討状況

平成30（2018）年11月29日

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構

理事・宇宙科学研究所長 國中 均

目次

1. 経緯
2. 世界情勢とJAXA宇宙科学現状
3. JAXA宇宙科学の更なる先
4. 我が国として開発すべき技術(有望技術領域)候補
5. それにより実現がみこまれる将来ミッション候補

参考

- A: JAXA宇宙科学現状の詳細
- B: 更なる先の宇宙科学・探査プログラム詳細
- C: 我が国として開発すべき技術の個別例
- D: 今までの進め方の課題と対策(過去の探査小委資料再掲)
- E: 現在研究/検討中のRG/WG等各種計画
- F: 宇宙科学・探査プログラム実施体制

1. 経緯

これまで宇宙研のミッションは、研究者によるミッション提案の中から、競争的プロセスにより、その都度最適なミッションを理・工学委員会が選考し、実質的にその選考結果を尊重して実施してきたが、この方法(局所最適)では、いくつかの課題が顕在化していくことが危惧され、全体最適を目指す為のプログラム化を行うために、「戦略的シナリオ」や「フロントローディング」を用いてPDCAを回すなどの実現手段について、本委員会で説明し、議論していただいていた(参考資料参照)。

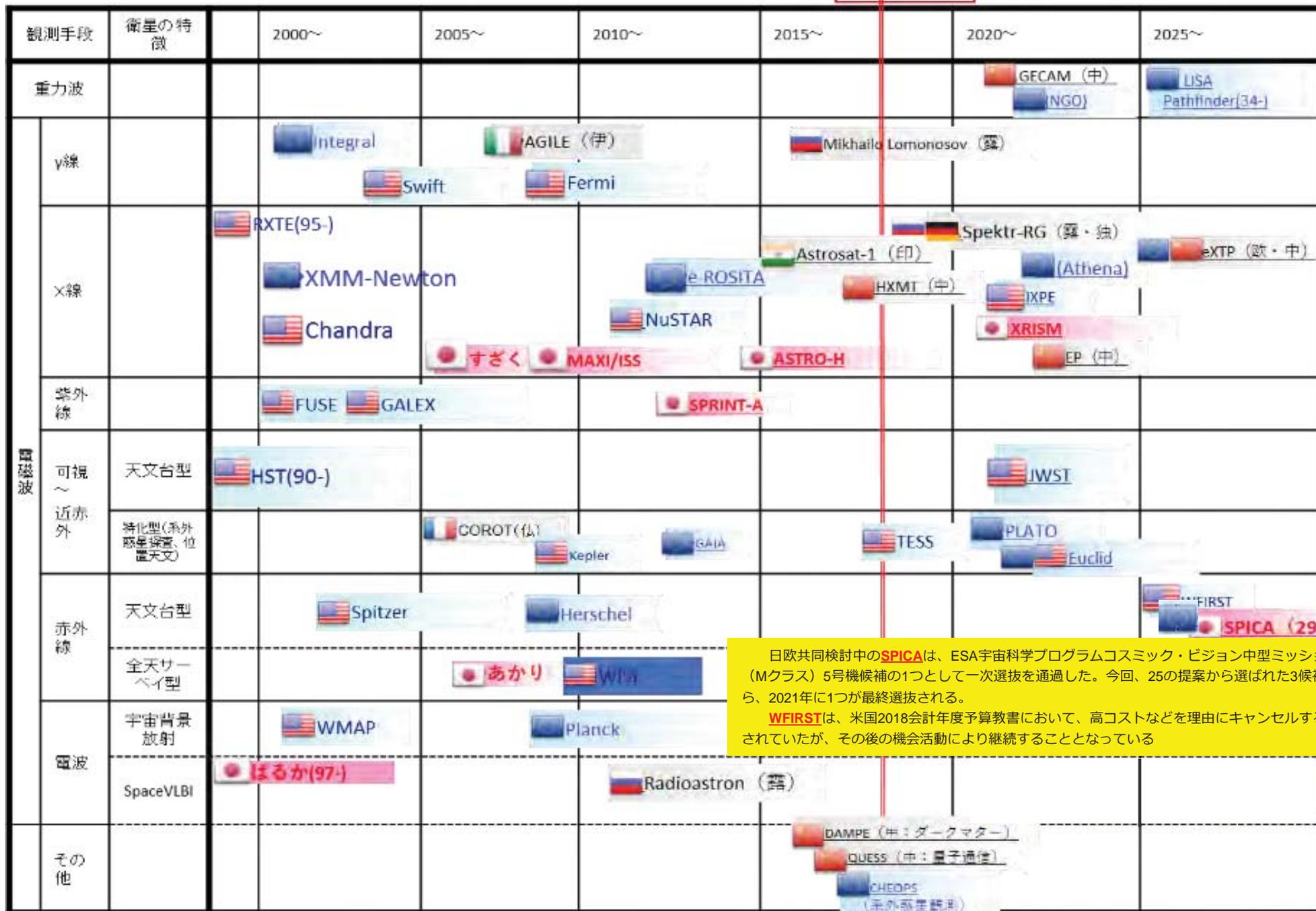
今回は、諸外国の動向と、それを踏まえたJAXAの当面の科学・探査プログラム、また、我が国として開発すべき技術(日本が強み・優位性を有し世界を先導できる技術等)について報告する。

2. 世界情勢とJAXA宇宙科学現状：天文分野

宇宙科学・探査小委員会
(第22回)資料再掲・更新

宇宙物理・天文ミッション

現時点



日欧共同検討中のSPICAは、ESA宇宙科学プログラムコスミック・ビジョン中型ミッション(Mクラス)5号機候補の1つとして一次選抜を通過した。今回、25の提案から選ばれた3候補から、2021年に1つが最終選抜される。
WFIRSTは、米国2018会計年度予算教書において、高コストなどを理由にキャンセルするとされていたが、その後の機会活動により継続することとなっている

2. 世界情勢とJAXA宇宙科学現状：天文分野

<世界情勢>

- 欧米では可視光・近赤外領域での大型宇宙望遠鏡計画が並び、地上設備（電波観測を含む）も充実。
- 重力波の初検出は、マルチ・メッセンジャー研究を焦点に。
- 系外惑星研究は、「発見」から「惑星表層環境の記載」の時代へ。

<JAXAの方針>

より感度を求める大口径化・高精度化に対しては国際協力に主軸をおき、衛星の規模にはよらず知恵や斬新な発想に基づく新たな観測手法の開発等では主導的役割を担う。

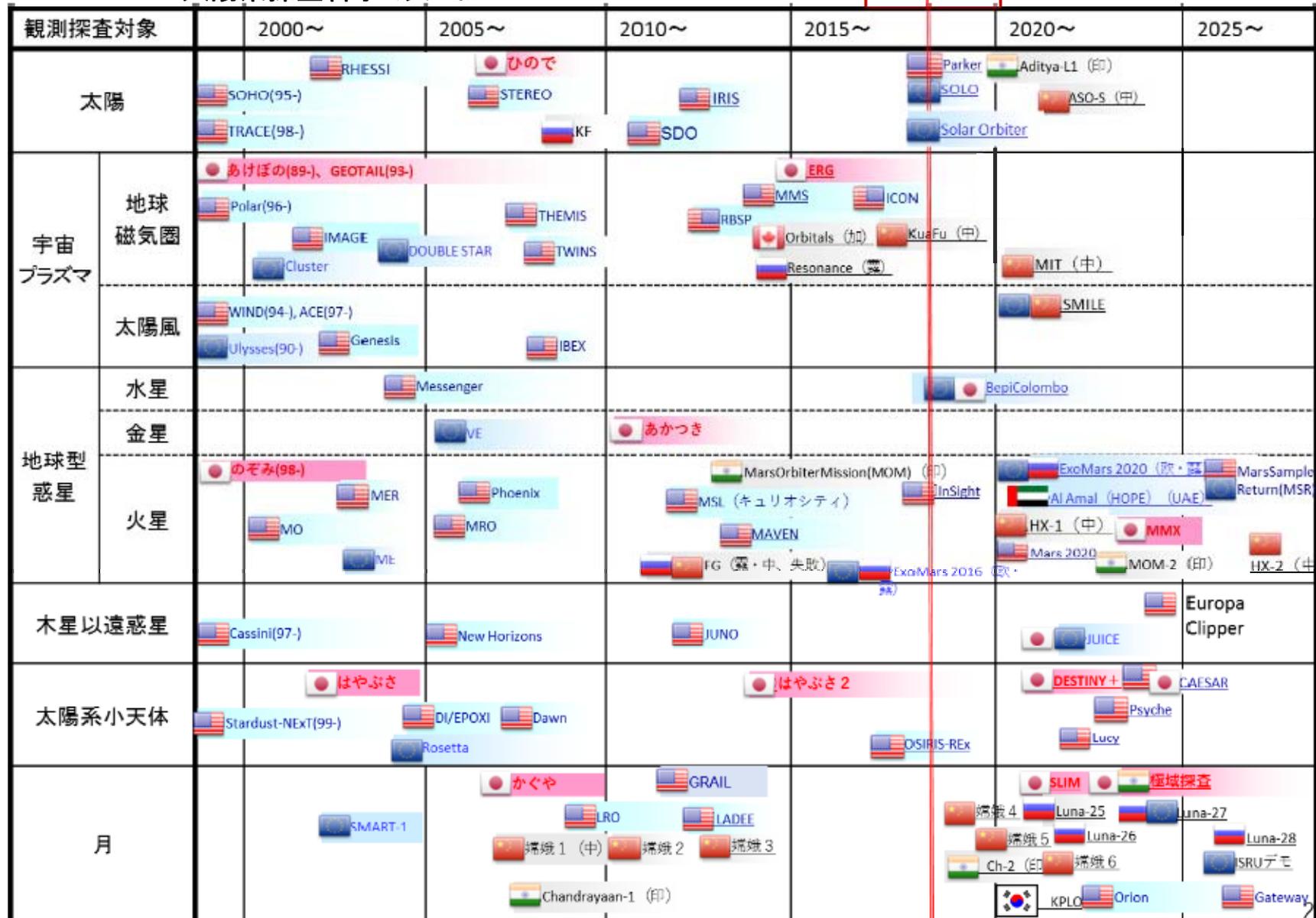
- X線/赤外線では、次々世代大型計画の先駆けとして、高感度観測を中型規模で先導。
- 初期宇宙（インフレーション過程）への観測的アプローチを、新しい手法の開発を進めて主導する。
- 系外惑星観測の将来像（生命居住可能領域にある惑星表層環境の記載）を見据え、そこにおいてJAXAが貢献するためのパスを構築。

2. 世界情勢とJAXA宇宙科学現状：太陽系科学分野

宇宙科学・探査小委員会
(第22回)資料再掲・更新

太陽系探査科学ミッション

現時点



2. 世界情勢とJAXA宇宙科学現状：太陽系科学分野

<世界情勢>

- 系外惑星の発見による太陽系形成論の活性化。
- 「生命」を意識したテーマを掲げる探査計画構想の発表(小天体探査を含む)。

<JAXAの方針>

小惑星SRに象徴される「適正規模で挑戦的な計画の機動的実行」(日本の強み)。

- 国際宇宙探査と連携して月を舞台に技術ステップアップ、それを踏まえて火星衛星表面探査計画を構想、将来の国際共同大規模着陸探査において効果的なパートナーとなるため「その場」分析装置を新規開発。
- 「生命必須物質(水、有機物)の由来」に注目して、SRを含む小天体探査をシリーズ的に実施。海外計画への帰還カプセルの提供も。
- 系外惑星観測の将来像を見据え、宇宙物理分野と連携しつつ、これを促進。

2. 世界情勢とJAXA宇宙科学現状

🇺🇸:NASA 🇪🇺:ESA 🇯🇵:JAXA

| Category | | FY 2017 | FY 2018 | FY 2019 | FY 2020 | FY 2021 | FY 2022 | FY 2023 | FY 2024 | FY 2025 | FY 2026 | FY 2027 | FY 2028 | FY 2029 | FY 2030 |
|----------|-----|---------|-----------------------------------|---------|-------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------------|---------|-------------------|------------------------|---|-----------|---------|
| 戦略的中型計画 | 天文 | | | | XRISM X線分光撮像衛星 | | | | | | 宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星 | LiteBIRD (検討中) | SPICA (検討中) | 次期赤外線天文衛星 | |
| | 太陽系 | | Bepi Colombo 水星探査計画 / 水星磁気圏探査機 | | | | | MMX 火星衛星サンプルリターン計画 | | | | | OKEANOS (検討中) ソーラー電力セイル探査機による惑星領域探査の実証 | | |
| 公募型小型計画 | 天文 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 太陽系 | | 公募 | | | SLIM 小型月着陸実証機 | DESTINY+ 深宇宙探査技術実証ミッション | | | | 打上予定 | 打上予定 | 打上予定 | 打上予定 | 打上予定 |
| 多様な小規模計画 | 天文 | | | | | | | | WFIRST (検討中) 広視野赤外線サーベイ望遠鏡 | | | ATHENA (検討中) X線天文衛星 | | | |
| | 太陽系 | | | | | JUICE 木星氷衛星探査計画 | | | CAESAR (検討中) 彗星サンプルリターン計画 | | | | | | |

3. JAXA宇宙科学の更なる先

- 「戦略的中型」「公募型小型」「戦略的海外共同」というプログラム要素において、天文・太陽系分野がそれぞれ何をすべきか、という観点から将来構想を整理。
- 「適正規模で挑戦的な計画を機動的に」という日本の強みを太陽系探査でさらに生かすには「(超)小型機の活用」ということが明確に。
- それを加速するしくみとしての「技術のフロントローディング」スキームの設置を提案（従来のボトムアップ経路は、そのまま残す）。
- このスキームを（小型化に限らず）複数の有望技術領域に適用するプログラムを展開することで、日本の強みを生かし、波及効果の大きい技術を獲得することを組織的に行う。
- 有望技術領域は、将来において実施すべき計画を見据えて制定される。

期待される効果：有望な計画が提案されることへのハードルが下がる。

プログラム全体として総資金の低下が図れる。

3. JAXA宇宙科学の更なる先 ～技術のフロントローディング～

- 技術のフロントローディング成果の出力先は、(1)直近の個別計画のためのフロントローディングであると同時に、(2)その後、プログラム中にある複数の計画が提案される際にも活用される。

(1) 計画提案の出発点が、より成熟した地点となる

→有望計画の提案がより容易に/総資金の低減が図れる

(2) リスクを前倒して潰し、着実なプロジェクト進行

→総資金の低減が図れる

- 「戦略シナリオ」等の長期ビジョンの共有が前提。大学との連携や人材育成の促進においても活用すべき枠組みである。
- 本資料では、「日本の強み」「大きな波及効果」という観点から、有望技術領域候補を列挙した。また、それらの技術が成熟することでどのように有望な計画が生み出されるのかを、年表形式で示した。

4. 我が国として開発すべき技術候補

① 我が国として実績を有し優位性“強み”が見込まれる技術

国力の維持・強化の観点から、科学技術力の強化、活動領域の拡大等も加味して、日本が強み・優位性を有し世界を先導できる技術、日本が独自性を発揮できる技術を中心に、日本の自国技術の維持・強化、主導的なミッションの遂行等を図れる技術。また、国際協力ミッションにおいて日本も強みを活かして積極的に関与していくことが可能な技術。

- ・小天体着陸技術/サンプルリターンカプセル(SRC)技術【MMX、CAESAR、OKEANOS】
- ・展開型柔軟エアロシェル(バリュート)による大気圏突入技術【火星探査】
- ・薄膜軽量太陽電池/電力セイル技術【DESTINY+、IKAROS、OKEANOS】
- ・検出器を極低温に冷却する冷凍機技術【SPICA、LiteBIRD、ATHENA】
- ・画像処理解析等による航法誘導技術【SLIM、MMX、DESTINY+】
- ・高放射線環境下での観測技術【ERG、BepiColombo、JUICE】

② 波及効果が大きいいため我が国として獲得すべき技術

波及効果の大きいミッションを実現することで、幅広い分野での技術力向上に貢献し、国力の維持・強化に繋げる。

これら活動において、従来の宇宙分野だけでなく関連分野の牽引、産業力強化に向けた民間企業等の積極的参加の促進、人材育成等にも留意して進める。さらに、日本における研究開発・ミッションを効率的・効果的に進めるために、関連する国際宇宙探査とも密接に連携し、相互に貢献・活用を図る。

➤ 探査機の小型化技術 / より機動性のある挑戦的技術

- ・耐低温姿勢制御用推進系技術
- ・安定性を確保した半永久的発電技術
- ・極小待機電力システム技術等
- ・コンパクトアビオ

} 将来木星以遠探査に必須技術

➤ 産業界等への技術移転による貢献

- ・観測ロケットをベースとした開発

➤ 国際宇宙探査への貢献

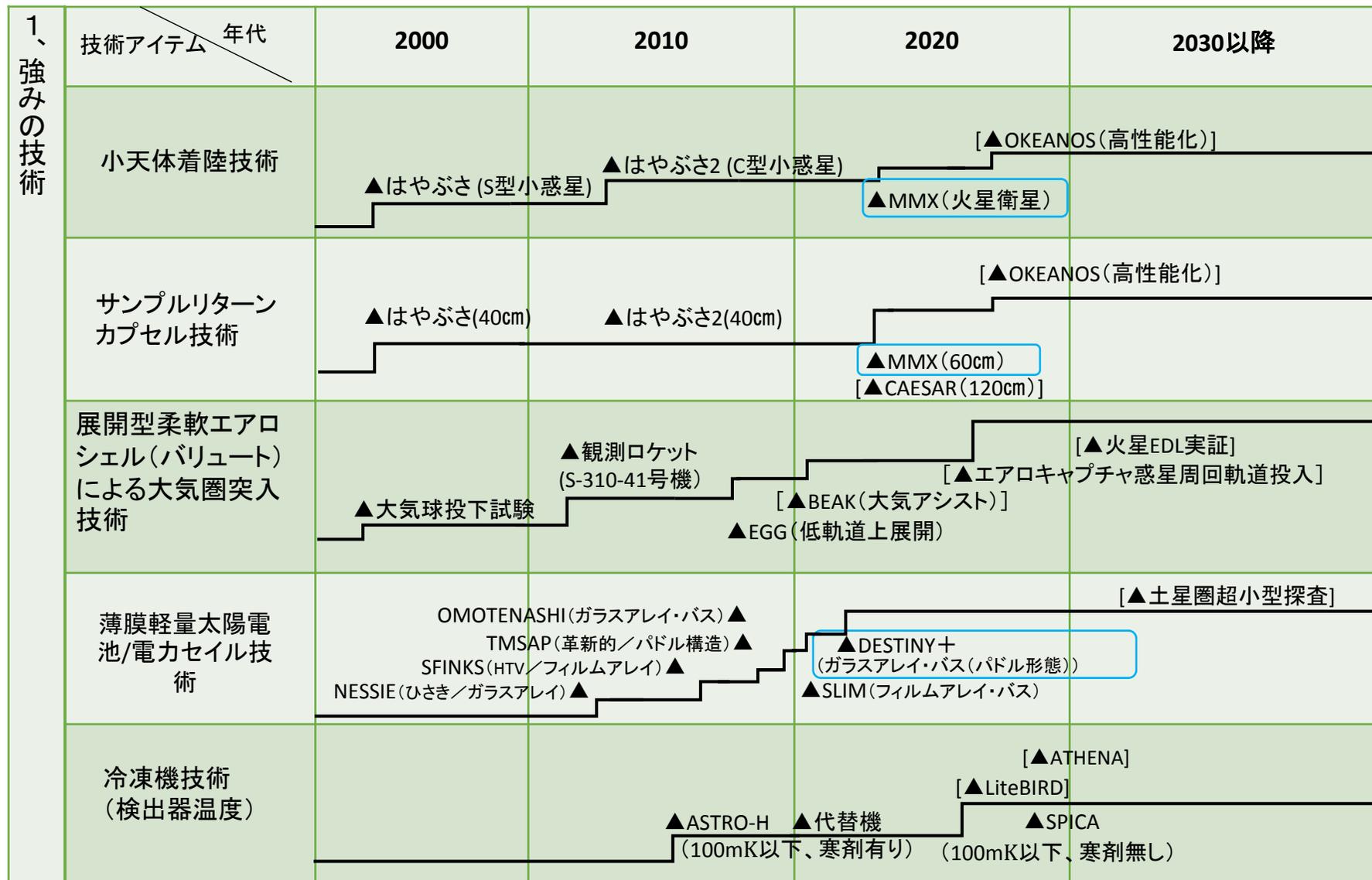
- ・Gateway時代において月面で展開される小型機による探査網

5. それにより実現が見込まれる将来ミッション候補

宇宙科学・探査小委員会
(第23回)資料を更新

(技術ロードマップイメージ) (1/3)

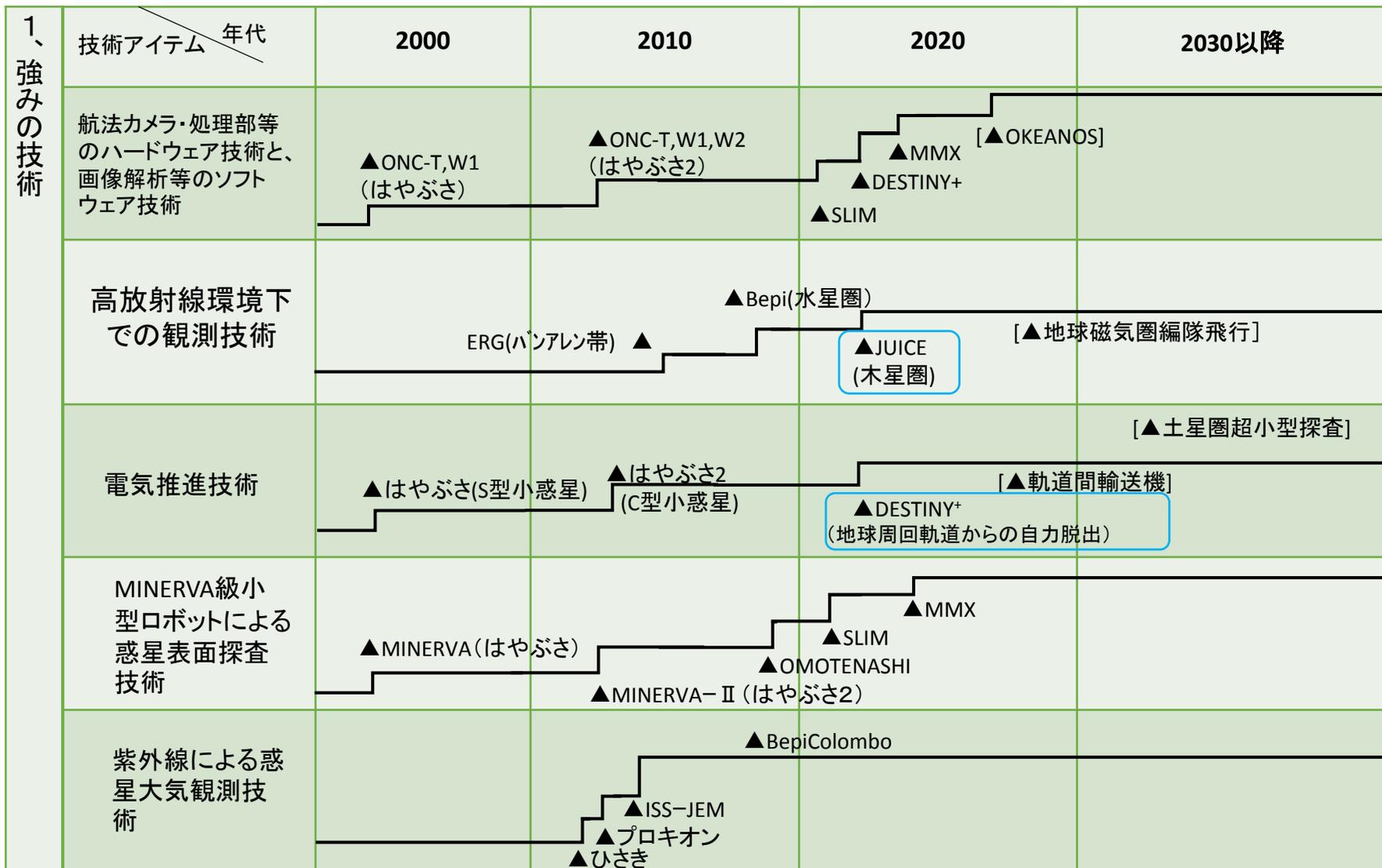
将来の科学衛星や探査機を支える肝となるキー技術(クリティカル技術)の研究開発および実証を、戦略的に進める。メインミッションのオプション実験や海外ミッションへの参加要請などの様々な場を積極的に活用して研究や軌道上実証を行い、キー技術の成熟を図る。



※括弧内は、構想検討中のミッション

5. それにより実現が見込まれる将来ミッション候補 (技術ロードマップイメージ) (2/3)

宇宙科学・探査小委員会
(第23回)資料を更新



※括弧[]内は、構想検討中のミッション

5. それにより実現が見込まれる将来ミッション候補 (技術ロードマップイメージ) (3/3)

宇宙科学・探査小委員会
(第23回)資料を更新

| 技術・機動性のある挑戦的技術 | 技術アイテム | 年代 | 2000 | 2010 | 2020 | 2030以降 |
|---------------------|-----------|----|-------------------------------|-------------------------|--|--|
| 2-1 ①波及効果大 探査機の小型化 | 超小型SC技術 | | | | [▲編隊飛行実証実験] | [▲土星圏超小型探査] [▲赤外線干渉計実証機] [▲重力波干渉計実証機] [▲トランジット分光] |
| | 通信等支援技術 | | | | | [JAXA深宇宙局のネットワーク化] [電波と光回線を融合した通信] |
| 2-1 ②産業界への技術移転による貢献 | 発展型観測ロケット | | ▲SS-310 ▲SS-510 ▲SS-520 | | ▲SS-520-5 | [▲新型ロケット] |
| 2-1 ③国際宇宙探査への貢献 | 重力天体着陸技術 | | *カプセル直径 | (±100m, 月面中緯度) SLIM▲ | [月年代測定(ローバ)▲] [▲月極域探査ミッション] [▲MMX(火星衛星)] | [▲火星地下水圏(斜面着陸+ローバ)] [▲再使用型惑星間輸送システム] |
| 3、その他 | 軽量光学系技術 | | | | [▲WFIRST] [▲HiZ-GUNDAM] [▲JASMINE] | [▲広視野X線分光探査] [▲広視野赤外線探査] [▲広視野硬X線探査] |

※括弧[]内は、構想検討中のミッション