

惑星科学分野コミュニティーに おける将来構想検討状況

宇宙科学・探査小委員会委員 倉本 圭

日本惑星科学会

- 1992年設立
- 正会員一般525名, 学生85名
主要機関の一般会員数
 - 北大16 (教授5)
 - 東北大17 (教授4)
 - 東大28 (教授11)
 - 東工大12 (教授3)
 - 名大12 (教授4)
 - 京大14 (教授3)
 - 阪大14 (教授5)
 - 神戸大12 (教授4)
 - 岡山大5 (教授1)
 - 九大14 (教授5)
 - 会津大8 (教授1)
 - 千葉工大13 (上席研究員8)
 - 宇宙研31 (教授5)
 - 国立天文台25 (教授7)(名簿検索結果:含誤差)

日本の惑星科学は伝統的に理論と分析が強い。データ解析や飛翔体観測については、地球を主対象とする研究者が多くを占め、太陽系探査を推進するための機器開発基盤が弱い。理論や実験研究者の太陽系探査との結びつきがゆるやかな傾向(天文学や地球科学など、他の連携可能分野がある)。太陽系探査の推進には、戦略性を持った強化策が必要。

教授の主たる専門の内訳

理論	14
分析・実験	23
データ解析	7
飛翔体観測	12
天文	10

日本惑星科学会の探査検討の経緯

「96年報告」に盛り込んだ探査計画は難航、その下支えに集中していた期間があった。2009年に新規太陽系ミッションを立案する活動を開始した。

- 1989 宇宙研相模原に移転
 - さきがけ・すいせいの成功(1985)
 - 月, 小惑星, 惑星大気探査の立案(80年代)
- 1992 日本惑星科学会創設
- 1996 **日本惑星科学会将来計画委員会報告書**
 - M-Vロケットによる月, 小惑星, 火星大気探査計画の推進
 - 探査に閉じず, 新しい学問を展開するための諸提言
- Lunar-A, のぞみ, SELENE, はやぶさの苦闘と成功
 - この間JAXA発足(2003), コミュニティによる新探査立案はやや停滞
- 2009 **日本惑星科学会 月惑星探査の来る10年活動の開始**
 - 2014 最終報告として月年代学・火星生命・トロヤ群の探査ミッションコンセプトを提案
- 2014 宇宙研より「研究領域の目標・戦略・工程表」(RFI= Request For Information) 募集
 - 2015 日本惑星科学会会長からRFI回答を提出
- 2017
 - 惑星探査専門委員会を設置。RFI回答文書の自主改訂(年一度)。

月惑星探査の来る10年活動 2010～2014

- 目的:日本の惑星科学推進の中期ビジョンを共有し, 統合的で説得力のある「惑星探査ミッション・コンセプト」を作り上げる
- 第一段階: トップサイエンスの抽出
- 第二段階: ミッション提案と実現のための再構成
- 第三段階: 科学的価値・面白さと実現可能性の裏打ちのあるミッション提案の創出
- 提案・コメントを各段階で公募、パネラ・委員による集約, 再構成, フィードバック

第三段階最終案

- 大テーマ1: 月惑星の構造と進化の比較学
- 大テーマ2: 生命に至る宇宙物質の進化学
 - 大気・プラズマ科学については地球惑星圏学会 (SGEPSS) における検討を尊重
- 今後10年程度の戦略的中型ミッション候補
 - 火星着陸機・ローバ生命探査を主とする複合科学探査
 - ソーラー電力セイル探査機によるトロヤ群小惑星探査
 - その場年代計測装置による月惑星年代学探査

日本惑星科学会RFI回答の作成 2014～2015

- 総勢十数名の検討・情報収集チーム(全国の中堅・若手)により作成
 - 期間が二か月未満と短いために提案の公募は行わず, 来る10年検討で培った資源を最大限に活用
 - 作業過程は会員に随時メール報告、質疑・コメントに対応
- 運営委員会にて承認, 会長案として宇宙研へ提出

境界条件

- 2013年10月 宇宙研「宇宙科学・探査ロードマップ作成の基本となる考え方」
 - 太陽系探査科学分野については, 「最初の約10年を機動性の高い小型ミッションによる工学課題克服・技術獲得と先鋭化したミッション目的を立て, 10年後以降の大型ミッションによる本格探査に備える」
- RFI募集もこの基本となる考え方に基づく
 - 来る10年とは前提条件が異なり, 抜本的な再検討が必要
 - ただし来る10年活動で培った科学検討には意義があり, これを活かす

CHASE-PBEE

惑星科学100年の大目標

Continuous HAbitable Solar system Environment

- 生命に至る惑星系・惑星の起源と進化
- 生命保有惑星の条件と普遍性・特殊性

今後20年の太陽系探査の目標

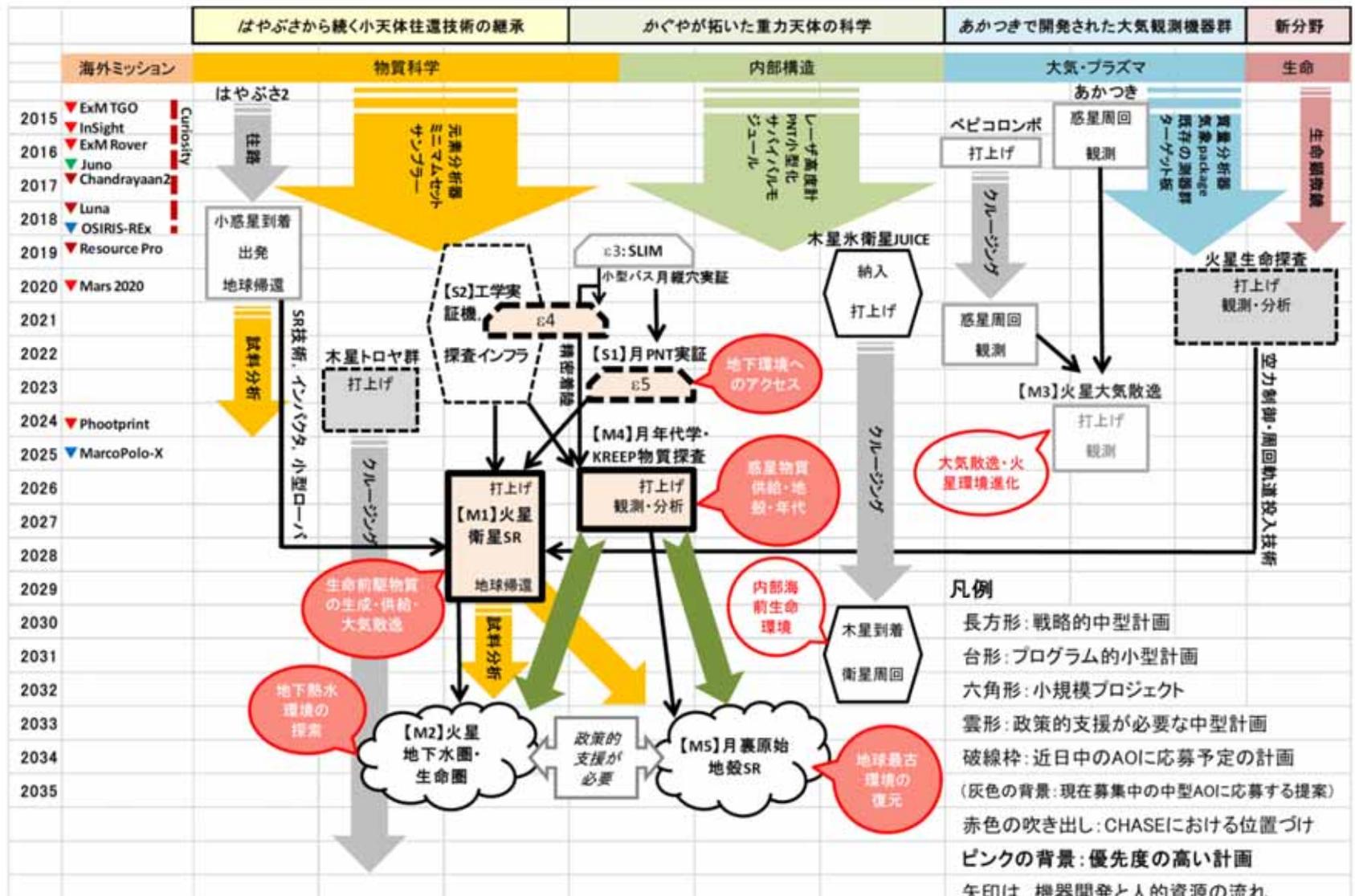
PreBiotic Environmental Evolutions

- 太陽系における前生命環境の進化—生命圏の誕生・持続に至る条件の解明
- 前生命環境=生命が関与しない有機反応ネットワークをもつ天体環境

ブレイクダウンした研究項目と探査天体

C1	生命前駆物質の形成・進化	彗星, 始原的小惑星, 惑星間塵
C2	惑星材料物質・生命前駆物質の分布・移動, 天体への供給	月, 小惑星, 水星
C3	惑星・衛星の形成・初期分化	月, 水星, 火星, 分化小惑星(ベスタ, E型小惑星など)
C4	地下熱水環境: 鉱物-水-有機物反応系	火星, 氷衛星, 始原的小惑星
C5	大気(海洋)散逸・光化学反応	火星, 金星, タイタン, 系外惑星(大気)

日本惑星科学会：研究領域の目標・戦略・工程表(2015.2)



火星・小惑星・月を対象に小型から中型へステップアップし、研究項目C1～C5を相補的に解明する。火星衛星探査で、多項目をカバー。かぐやの切り拓いた月原始地殻の科学を伸ばし(月着陸)、月裏側SRと火星地下水圏着陸探査へと発展させる。

RFI回答文書改訂

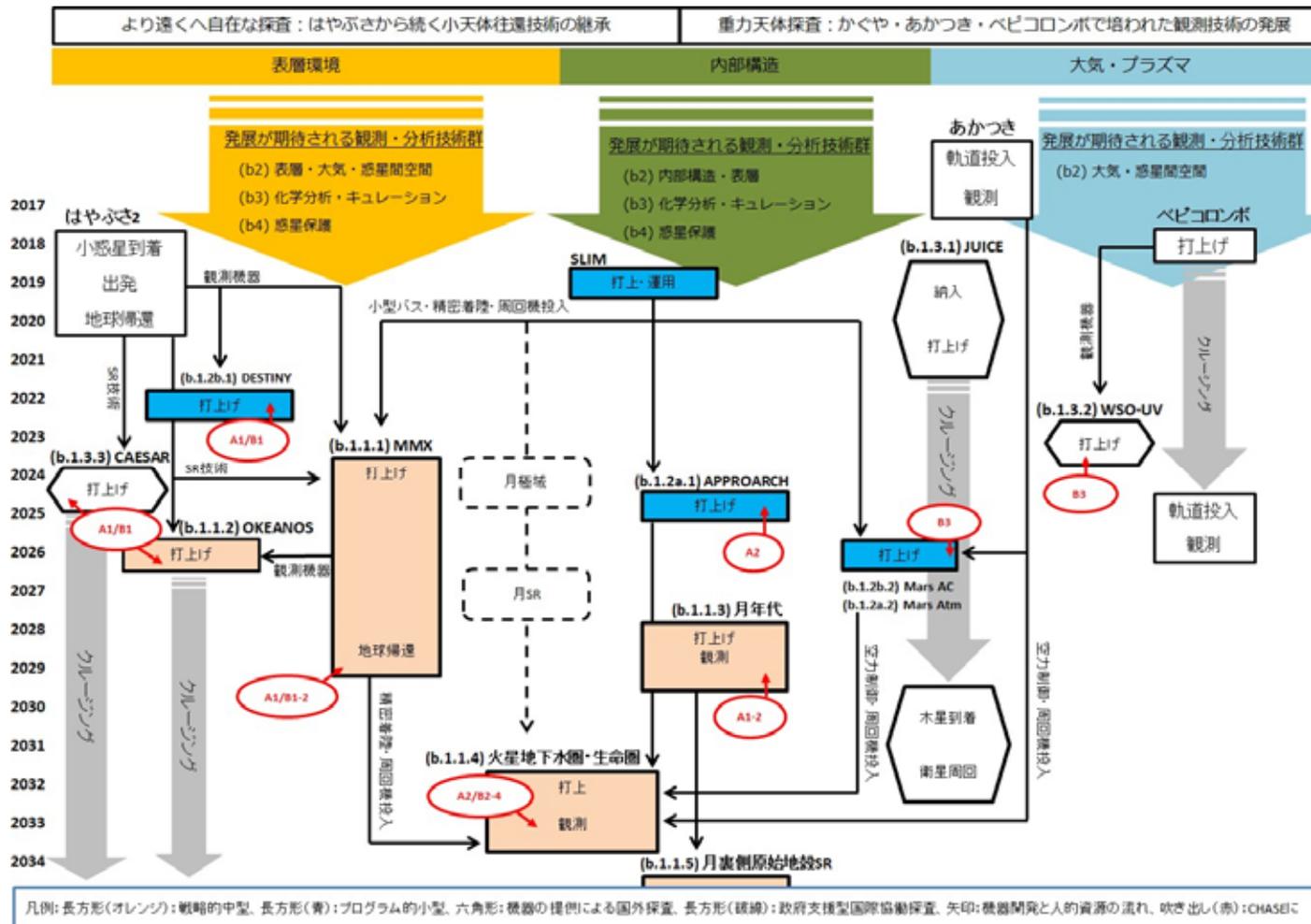
国内外の動向、科学知見の進展、新規提案を反映

CHASE-PBEEをupdate

コミュニティ中堅を中心に、40名超で作業

A. 生命生存可能環境の普遍性	
A1 惑星材料物質・生命前駆物質の分布・移動、天体への供給	月、小惑星、彗星
A2 惑星・衛星の形成・初期分化	月、水星、火星、分化小惑星(ベスタ、E型小惑星など)
B. 生命生存可能環境の多様性	
B1 生命前駆物質の形成・進化	彗星、始原的小惑星、惑星間塵
B2 地下熱水環境: 鉱物-水-有機物反応系	火星、氷衛星、始原的小惑星
B3 大気(海洋)散逸・光化学反応	火星、金星、タイタン、系外惑星(大気)
B4 生命およびその痕跡	火星、氷衛星、タイタン

日本惑星科学会による，月・惑星・小惑星探査ロードマップ 2017



日本惑星科学会は、2017年10月から翌1月にかけて、月・惑星・小惑星探査のロードマップの見直し(改訂)作業を行った。

作業は、2015年1月に惑星科学会長名で宇宙科学研究所に提出した「惑星科学/太陽系科学 研究領域の目標・戦略・工程表」をベースとして、この文書を改訂・アップデートする形で、およそ40名の自薦・他薦の会員の参加によって行われた。その後会員からの意見公募を経て、日本惑星科学会のウェブサイトで公開されている。

https://www.wakusei.jp/~RFI/kaitei2017/for_all/

この文書には惑星探査を取り巻く現状、現在または近い将来申請するミッション、開発中の装置、惑星科学会が考える惑星探査のロードマップが含まれている。左に、我々が提案する月・惑星・小惑星探査のロードマップを示す。

このロードマップは日本惑星科学会員の貢献、コミュニティからの支持を鑑み、以下を方針として定められた

- 2030年代の**火星地下水圏・生命圏探査**火星着陸探査を今後20年のマイルストーンとする
- 2020年代の戦略的中型ミッションとして以下を据える
 - ✓ 火星衛星探査 (MMX)
 - ✓ OKEANOS (ソーラー電力セルによる外惑星領域探査)
 - ✓ 月面その場観測によるKREEP物質・年代測定
- 2020年代のプログラムの小型探査として以下を据える
 - ✓ SLIM (月ピンポイント着陸探査)
 - ✓ DESTINY+ (マルチフライバイによる地球接近小天体探査)
 - ✓ APPROACH (月ベネトレータ探査)
 - ✓ 火星エアロキャプチャオービタ

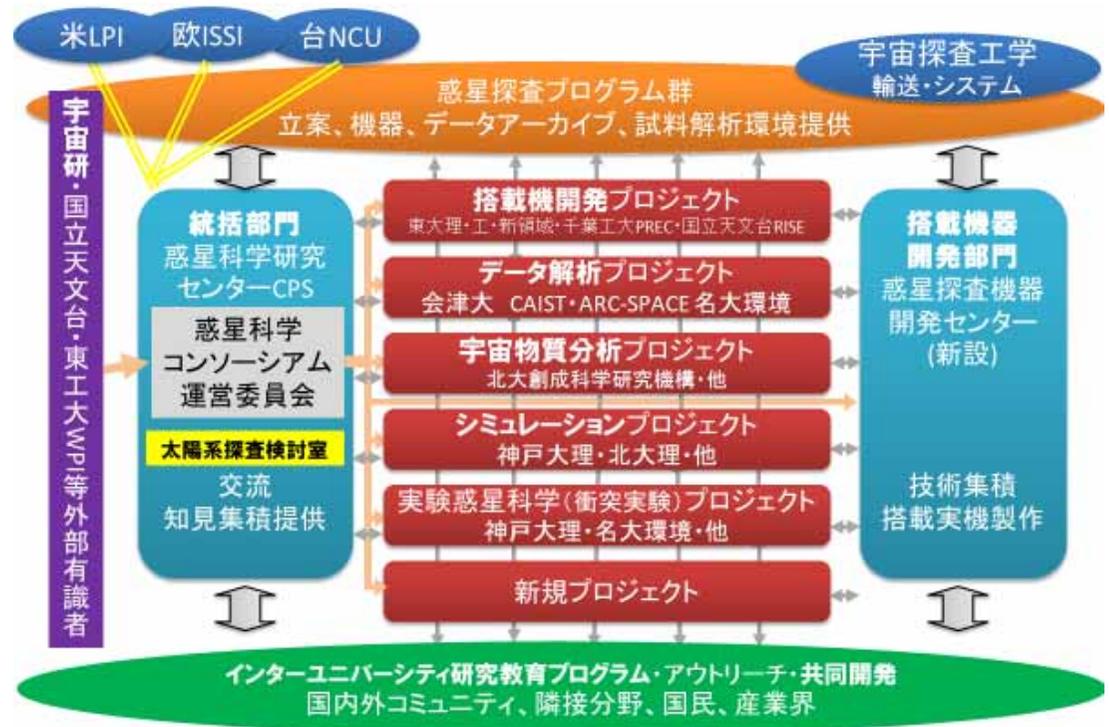
文書にはこの他の探査コンセプト、探査機に紐づけられない装置開発紹介している

推進体制案：惑星科学研究コンソーシアム

大型計画マスタープラン2014 (代表 田近英一)、2017(代表 倉本圭)

太陽系探査の科学研究を統合し、探査データ・帰還試料から最大限の科学成果を導くとともに、観測シナリオ構築や搭載機器開発を通じて次の探査プログラムを創出。太陽系における生命生存可能環境の形成と進化を統合的に解明。ネットワーク型の研究体制の整備によりこれを進める。

- 機能分化した拠点を配置、プロジェクトとして役割分担。研究資源を全国の研究者に提供
 - ex. 地理情報化データ解析システム 会津大、コミュニティ惑星循環シミュレータ 神戸、同位体顕微鏡 北大
- 統括部門CPS: 統合研究をドライブ
- 開発部門(未設): 基盤計測技術、搭載機器、リターン試料キュレーション技術の開発環境を提供



並走する探査計画をつなぎ、科学成果を最大化
 実現性(技術・人材)と高い科学意義・価値を兼ね備えた、次期計画の立案
 すでに新規惑星探査ミッション立ち上げに貢献 (MMX, Destiny+)

惑星探査コンソーシアム

ミッション立案 (JAXA-コミュニティ連携)

サーベイ・先鋭化活動

研究開発

コンソーシアム

JAXA

拠点大学
研究機関

A: 宇宙探査機器技術プロジェクト

B: 宇宙物質分析・実験P

C: 宇宙探査データ活用P

D: 宇宙探査シミュレーションP

宇宙科学
研究所

国際宇宙
探査センター

人材育成プログラム(スクーリング)

人材育成 (大学間連携)