

人材育成の課題

太陽系探査の将来構想を踏まえて

倉本 圭 日本惑星科学会

日本惑星科学会

- 1992年設立
- 正会員一般529名, 学生65名
主要機関の一般会員数
 - 北大19(教授5)
 - 東北大13(教授4)
 - 東大25(教授8)
 - 東工大13(教授2)
 - 名大16(教授6)
 - 京大10(教授2)
 - 阪大11(教授4)
 - 神戸大18(教授5)
 - 岡山大5(教授1)
 - 九大12(教授6)
 - 会津大8(教授1)
 - 千葉工大11(上席研究員7)
 - 宇宙研28(教授3)
 - 国立天文台27(教授5)(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ぜい弱。また理論や実験研究者の太陽系探査との結びつきが必ずしも強くない(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	22
データ解析	7
飛翔体観測	9
天文	7

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を提出
- あかつき, はやぶさ2 実施中, Beppi Colombo, JUICE, MMX準備中

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

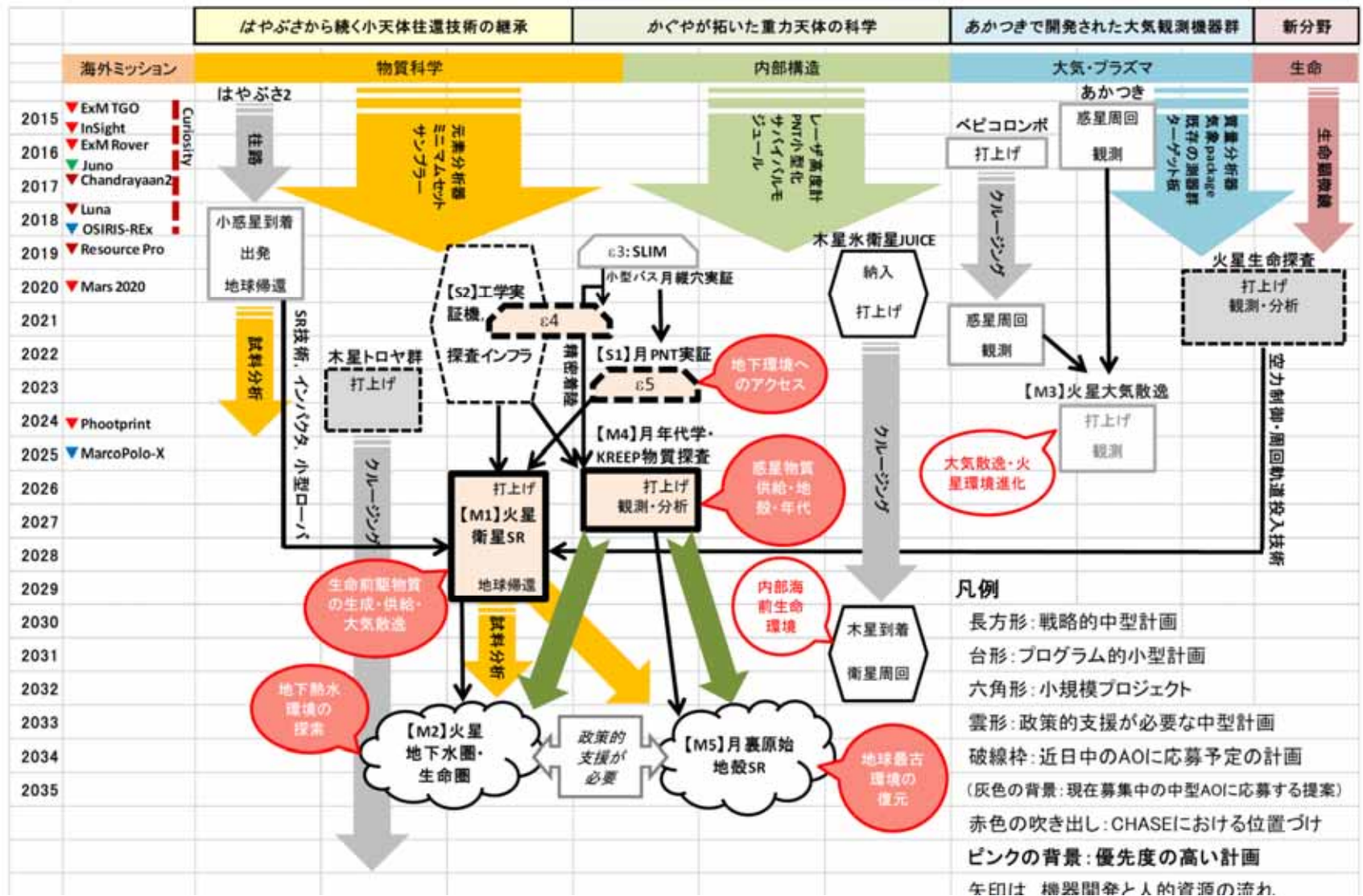
PreBiotic Environmental Evolutions

- 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。

推進体制：研究教育ネットワーク

惑星科学コンソーシアム構想

- 学術会議マスタープラン2014に「太陽系生命前駆環境の実証的解明のための統合研究プログラム」の実行組織として提案
- 機能分化したハブ拠点を全国に配置し、これらを有機的に結ぶことで戦略的に探査研究と人材育成を展開する

- 太陽系探査の科学の最大化
 - 統合研究の促進
- 太陽系探査ミッションの創成
 - アイデア・技術の芽だし(各機関)
 - 実現可能性・学術的意義の定量的・多角的な検討
- 太陽系探査を支える多様な人材の育成
 - 機器開発人材、リーダー人材、...
 - パイロット事業：宇宙研大学連携拠点(東大, 神戸)

惑星科学研究コンソーシアムの概要



火星衛星探査計画の重要性

- 多様な惑星科学研究者が有機的に連携することのできるミッション
 - 太陽系形成論、宇宙物質分析、惑星地質、惑星大気
- コミュニティの参画の広がり
 - ミッション要求の練り上げをAll Japan的に進めた
 - 搭載ミッション提案の募集に対して、多数応募(非惑星科学会会員を含む)があり、ミッション要求をカバーするものとなっている

次の戦略的ミッションの構築も念頭に、人材育成を含めた、太陽系探査推進基盤の強化に活かすことが重要



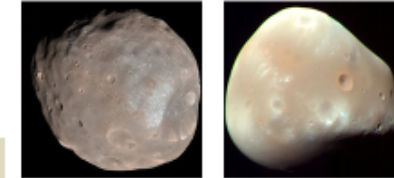
C1	生命前駆物質の形成・進化	彗星, 始原的小惑星, 惑星間塵
C2	惑星材料物質・生命前駆物質の分布・移動, 天体への供給	月, 小惑星, 水星
C3	惑星・衛星の形成・初期分化	月, 水星, 火星, 分化小惑星(ベスタ, E型小惑星など)
C4	地下熱水環境: 鉱物-水-有機物反応系	火星, 氷衛星, 始原的小惑星
C5	大気(海洋)散逸・光化学反応	火星, 金星, タイタン, 系外惑星(大気)

共同研究展開のイメージ

- 最新の科学知見に照らした、観測シナリオや予測データについてのアセスメントの場を統括部門が提供 (全Pが連携)、機器・データアーカイブシステムの開発をプッシュ
- 周回時のリモートセンシングデータをデータ解析Pが解析し、シミュレーションPと共同で、Phobosの物質を制約し地質構造を解明
- 宇宙物質分析Pが、有機物を含むリターンサンプルのキュレーション・初期分析に必要な技術要素を抽出、機器開発Pとの共同で技術開発
- 帰還後分析を実施、リモートセンシングデータ、他ミッションデータ、太陽系進化モデリングと合わせ、Phobos、Deimos、火星の起源、初期太陽系進化の統合的な解明を推進

火星衛星探査計画 (MMX)

- リモートセンシング、サンプルリターン、表層・内部構造探査により、衛星の起源を解明し、太陽系の初期進化、ハビタブル惑星の形成進化論において最重要探査対象である火星の起源と進化に迫る



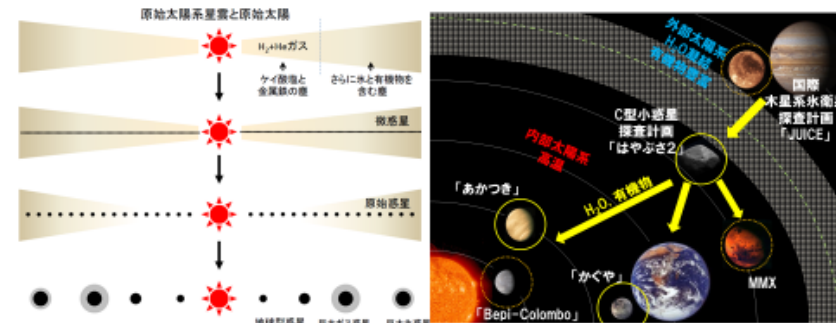
フォボス(左:直径20km)とダイモス(右:直径12km)。起源論が二分。表面スペクトルは始原的小惑星の捕獲起源を示唆。軌道は低離心率かつ赤道軌道であり、巨大衝突起源を示唆。理論的にはどちらの説が優位とは言えない。

ミッションの大目的(要旨)

- 火星の衛星が小惑星が捕獲されたものか、火星への巨大衝突で生じた破片が集合し形成されたものかを明らかにし、火星そして地球型惑星の形成過程に対する新たな描像を得る。
- 火星衛星および火星表層の変遷をもたらすメカニズムを明らかにし、火星衛星を含めた“火星圏”の進化史に新たな知見を加える。

火星(圏)の惑星形成論における意義

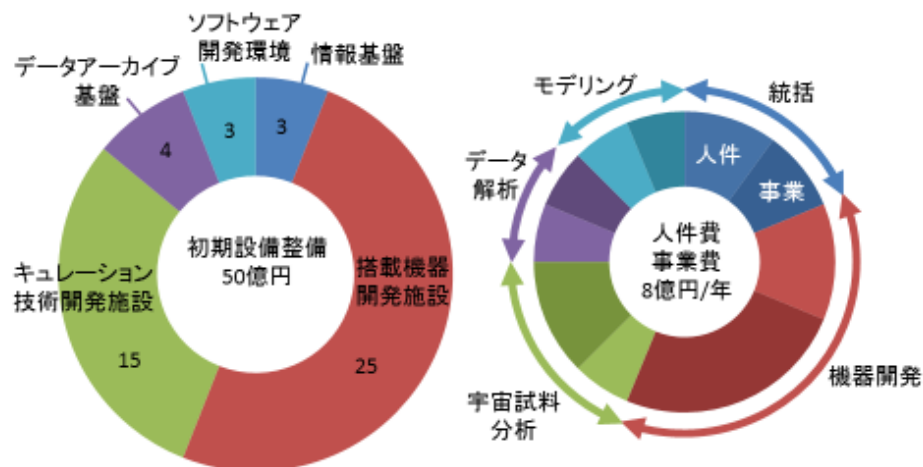
- 地球型惑星の中では最も外側にあり、水や有機物に富む外惑星系からの物質供給の最前線に位置する
- 質量や隕石年代学から、原始惑星の生き残りとの説も有力視されている
- 水や有機物の内惑星系への供給、原始惑星の形成過程、分化過程のすべてに、実証的制約を得られるシステムは火星圏しかない



主要経費内訳

- [統合部門] 情報基盤整備3億円 ホスティングサーバ・遠隔会議システム他、人件費0.8億円/年、事業費0.7億円/年 運営委・研究会・高度人材養成スクール開催、招聘・交換プログラム、知見ライブラリ事業
- [搭載機器開発] 搭載機開発施設整備25億円 機器加工・組立室、天体表層環境模擬装置群、試験装置他、人1億円/年、事業2億円/年 搭載機、試作実証機開発
- [宇宙物質分析] キュレーション技術開発施設整備15億円 宇宙極低温物質有機物マニピュレーションチャンバー、無汚染環境ストレージ、同位体ナノスコープ等先端分析装置群、人0.5億円/年、事業1億円/年 機器オペレーション、機器更新、微小試料分析技術開発
- [データ解析] データアーカイブ基盤構築4億円 PBストレージ他、人0.5億円/年、事業0.5億円/年 配信オペレーション、データ高次解析プログラム開発
- [モデリング] ソフトウェア開発環境整備3億円 高速計算システム・大容量ストレージ他、人0.5億円/年、事業0.5億円/年 開発環境保守更新

- 10年計画
- 初期設備投資に50億円、運用に毎年8億円の総額130億円



太陽系生命前駆環境の実証的解明のための
 統合研究プログラム(第22期学術の大型研究
 マスタープラン[マスタープラン2014])