



将来の小天体探査に向けた 構想と戦略



坂本 尚義 (北海道大学)

橘 省吾 (東京大学)



杉田精司 (東京大学)



小天体探査

✓ 太陽系の起源

✓ 物理過程の階層性と時間発展

✓ 物質進化・化学進化

隕石スタンダードからの脱却（隕石に束縛されない思考手段の確立）

隕石の役割の正しい評価

対象試料の多様性と量

S型⇔C型⇔D型⇔P型

小惑星⇔彗星⇔氷衛星・リング⇔EKB天体

⇔オールト天体⇔星間物質⇔恒星物質

✓ 遠隔分析, その場分析

✓ サンプルリターン





月・惑星サンプルリターン探査

- ✓ **20世紀**：月物質サンプルリターン&分析は世界観
(地球-月系の誕生)を変えた (米)
隕石スタンダードの確立



- ✓ **21世紀**：隕石のナノスケール分析は太陽系起源
(46億年)の先時代への扉を開いた (日)

21世紀のサンプルリターン探査**スターダスト** (米)
はやぶさ (日)はこの延長線上にある



- ✓ **サンプルリターン&ナノスケール分析こそが
太陽系の起源と進化解明に迫る21世紀型科学手法**



サンプルリターン 探査戦略

- ✓ 火星無着陸サンプルリターン探査による
火星大気進化と火星大陸進化の解明
- ✓ 小惑星・彗星サンプルリターン探査による
太陽系の起源と進化の解明



問題点

サンプルリターン惑星探査**科学拠点の不在**

- ▶ サンプルリターン探査機が必要とする
科学計測器開発環境の未整備
- ▶ リターンサンプルの**分配・分析機能の未整備**



サンプルリターン惑星探査科学拠点の構築

- ✓ サンプルリターンに主眼をおいた月・惑星探査のサイエンスで世界を主導
- ✓ 探査機搭載科学計測器開発と宇宙物質ナノ分析の機能を装備
- ✓ 産学連携による構築
 - ➡ 最先端科学と最先端技術の融合および異文化交流による人材育成

産学連携：産業界



✓ 宇宙物質ナノ分析

– Atomic level characterization 産業において
日本の企業は世界トップ

» 日本電子, 日立ハイテク, 島津, ニコン,
オリンパス, SIIナノテク, アルバックファイ etc



✓ 科学計測機器開発

– 世界トップレベルの技術力を持つ日本企業
省電力・小型化は日本のお家芸

» 三菱電機, NEC, 住友重機, 三菱重工, NT-Space,
IHI Aerospace etc

産学連携：学界



✓ 宇宙物質ナノ分析

- Atomic level characterization において
日本の研究は世界トップ

- » 日本地球化学会, 日本鉱物科学会, 日本惑星科学会,
日本学術振興会マイクロビームアナリシス第141委員会

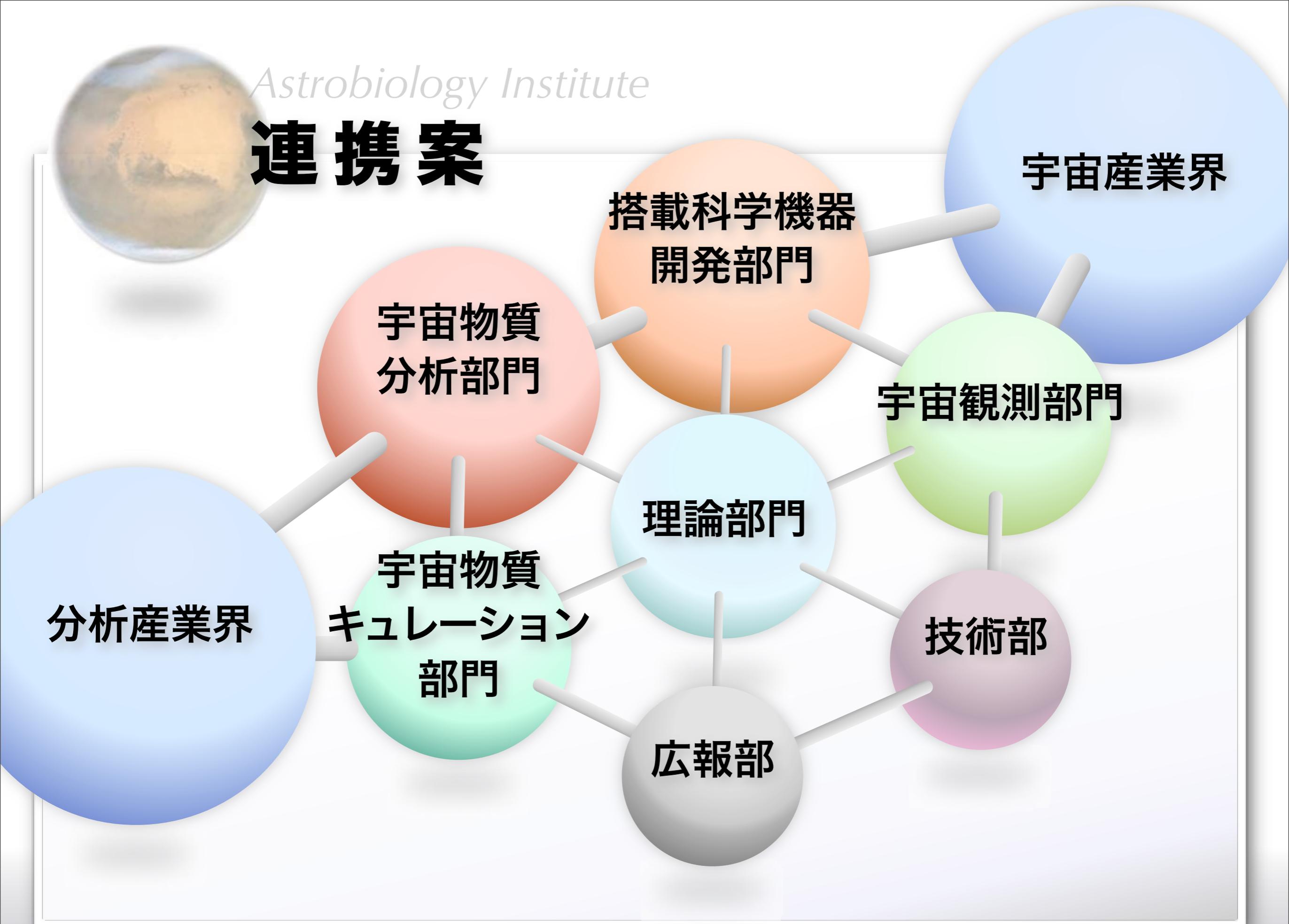


✓ 科学計測機器開発

- 「のぞみ」「はやぶさ」「かぐや」搭載の
科学機器は日本の科学者が提案・作成

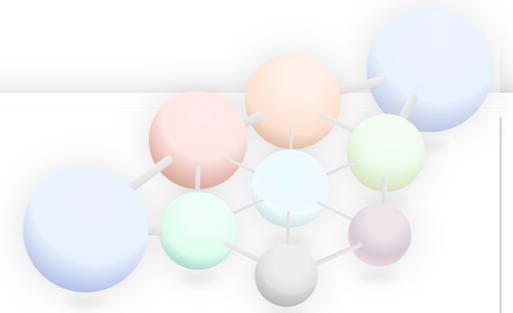
- » 日本惑星科学会, 地球電磁気学会, 日本天文学会 etc

連携案





各部門の研究内容 - 1



✓ 宇宙物質キュレーション部門 – Nano-particle Curation

雰囲気制御保管装置, サンプルカプセル開封装置,
マニピュレーション・マウント装置, 宇宙物質手術装置

✓ 宇宙物質分析部門 – Atomic-level Characterization

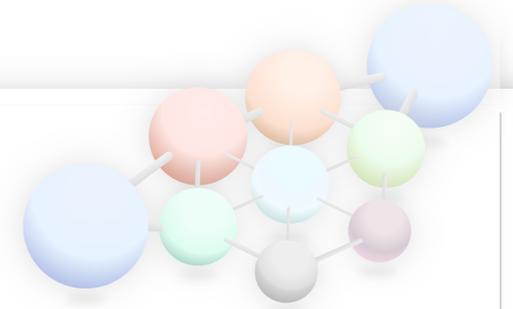
微粒子観察, 粒子サイズ分布測定, 結晶同定, 主成分分析,
微量成分分析, 質量分析, ガス分析, 有機物構造分析

放射光X線CT・有機物顕微分析 @SPring-8

中性子CT @J-PARC



各部門の研究内容 - 2



✓ 搭載科学機器開発部門 – **Macro-scale On-site Analysis**

サンプルリターン機器 (鉱物・氷・有機物・液体・大気),
化学分析装置 (鉱物・元素・同位体), 環境センサー,
ダスト分布計測器, ダスト衝撃カウンター, 光学カメラ,
地震計, 熱流量計, 地下探査レーダー, ロボティクス

✓ 理論部門 – **Theoretical Prediction and Data Synthesis**

✓ 宇宙観測部門 – **Deep-Space Observation**

効果

- ✓ 太陽系の起源と進化という人類の究極の謎の解明に**日本がリーダーシップ**をとり、世界からの尊敬を獲得
- ✓ サイエンスを媒介とした宇宙産業と分析産業のコラボレーションによる**次世代産業イノベーション(次世代ものづくりに活用)**
- ✓ 科学先進国としての**日本のブランド力の維持**

期待される成果 - 科学・教育

- ✓ 人類の根源的疑問を解明し，21世紀の新しい世界観が構築される
- ✓ 科学先進国としてのリーダーシップと世界の尊敬の獲得
- ✓ アポロやボイジャーを見て，科学や技術開発をめざした世代がいるように，世界トップレベルで実施される日本の宇宙探査を見て，科学研究，技術発展に貢献しようと思う人材が育まれる

期待される成果 - 産業・社会

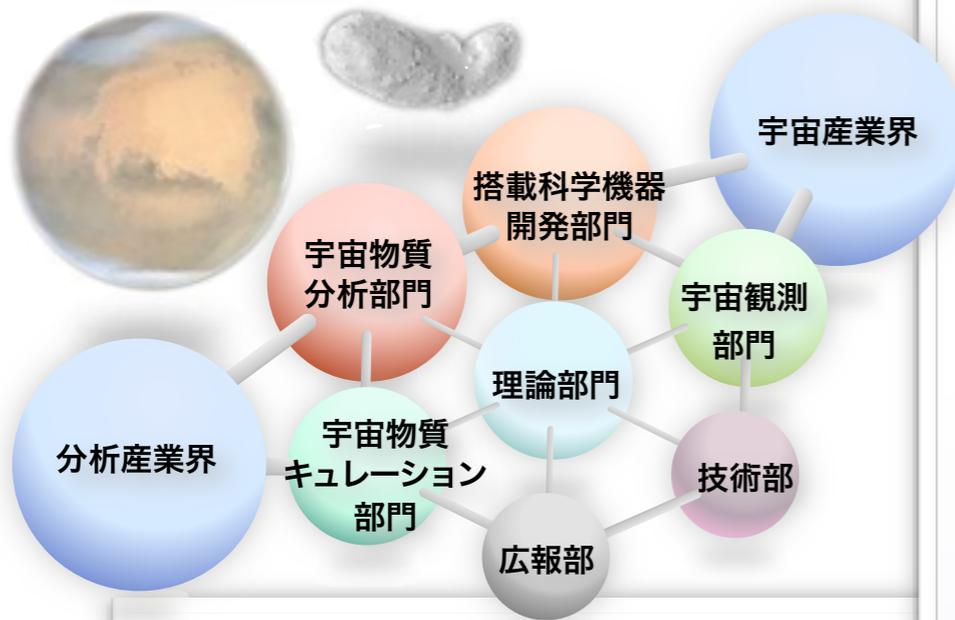
- ✓ 稀少微量微小物質を分析する技術の開発, 1億km先の極限環境でも動作する機器の開発, それに関わる人材の育成は, **将来の産業イノベーションの基礎体力**となる
- ✓ 微量微小物質の分析技術, 小型・省電力設計の分析機器は, **産業イノベーション**を通じて, 官公庁, 病院, 学校, 家庭などに普及し, **国民生活の向上に資する**

アストロバイオロジー研究所

目的：我が国の**サンプルリターンに主眼をおいた月・惑星探査のサイエンスを主導する拠点**の構築

国が実施する意義：

1. 太陽系の起源と進化，宇宙における**生命の普遍性**という人類の究極の謎の解明に日本がリーダーシップをとり，**世界から尊敬される国になるため**
2. この最先端科学をするために開発された**最先端技術をシードとする新しい産業イノベーション(次世代ものづくりの必須技術)**を振興するため



具体的な施策案：

1. 国内に産学連携を基礎とする探査機**搭載サイエンス機器開発と惑星物質分析の機能を備えた研究教育拠点**を形成
2. 産学連携による**最先端技術開発と最先端科学実施**および人的な交流を行うプラットフォームを形成し，学界のみならず**産業イノベーションの発信**により産業界にフィードバック
3. 産学連携の革新的な環境で，国内および国外より学生を受け入れ，**次世代の人材育成**を学界・産業界に向けて実施

メリット：

1. **21世紀の新しい世界観の構築**および**科学先進国**としての**リーダーシップと世界の尊敬**の獲得
2. 世界トップの日本の宇宙探査を見て，**科学研究，技術発展に貢献しよう**と思う人材が育まれる
3. 稀少微量物質を分析する技術の開発，1億km先の極限環境でも動作する機器の開発，それに関わる人材の育成は，**将来の産業イノベーションの基礎体力**となる
4. 微量物質の分析技術，小型・省電力設計の分析機器は産業イノベーションを通じて，官公庁，病院，学校，家庭などに普及し，**国民生活の向上に資する**