

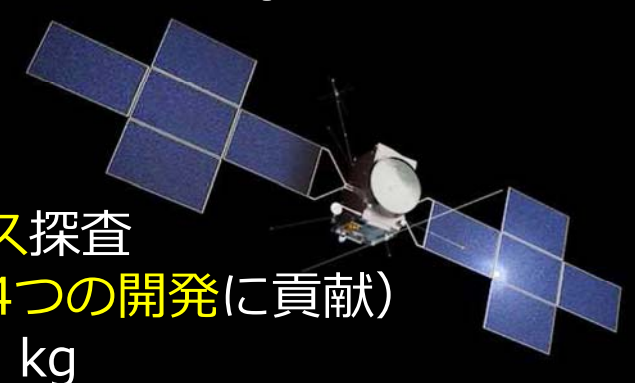
木星氷衛星探査衛星 JUICE —日本がリードするサイエンス—



関根 康人 (東京大学)

木村淳、並木則行、浅村和史、笠羽康正、
松岡彩子、高橋幸弘、春山純一、塩谷圭吾、
小林正規、笠井康子、東原和行、齋藤義文、
藤本正樹、生駒大洋、佐々木晶

JU piter ICy moons Explorer

- ESAによる初の **L クラス** 探査
 - **11の観測機器** (日本は**4つの開発**に貢献)
 - 総観測ペイロード: 219 kg
 - **2022年** 打ち上げ
 - **2030年** 木星軌道投入、**2032年** ガニメデ周回
 - 2033年 ミッション終了予定
- 

* 現在は観測機器の開発と軌道決定・リソース分配

JUICE by ESA は何をを目指すか

氷衛星：ガニメデ (+エウロパ、カリスト)

- 表面の地質学と物質 (無機・有機)
- 現在の活動：氷火山、希薄大気、固有磁場
- 液体の海を含む内部構造の決定

木星本体

- 大気の循環と気象、化学、雲分布：データベース
- 磁場-プラズマ圏と衛星との相互作用

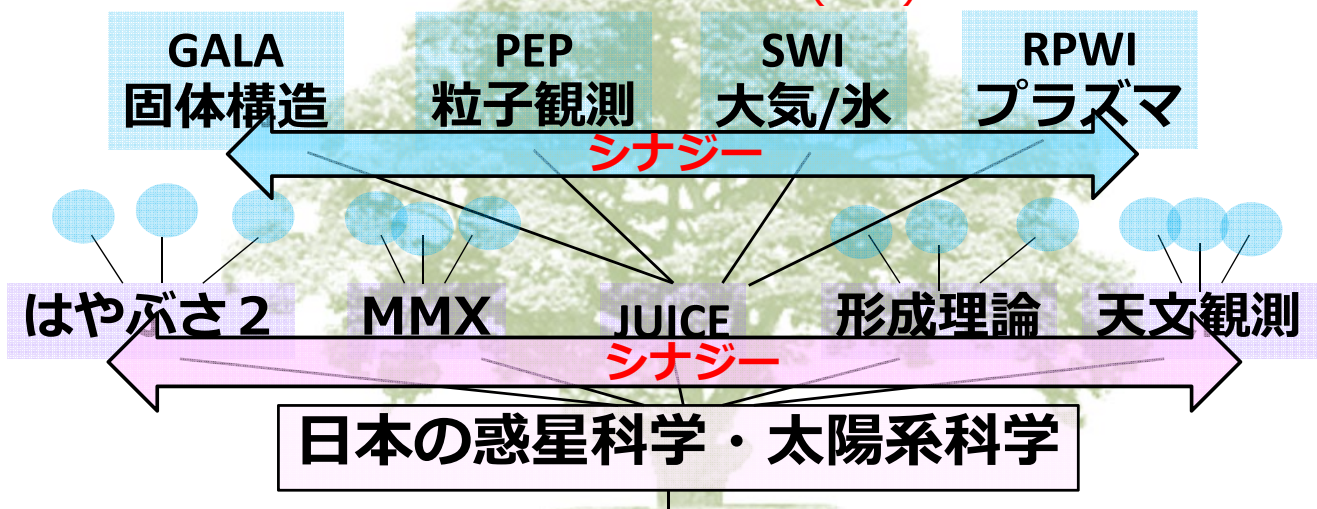
・ **ガス惑星周りのハビタブル環境の調査**
内部海の物理・化学キャラクタリゼーション
ガス惑星環境のキャラクタリゼーション

我々は大きなデザインを描けるか？

- ・ **継続性と連続性**
- ・ **階層構造の構築**

「JUICE by ESA」ではただの手伝い
考えられてない重要なことは多くある

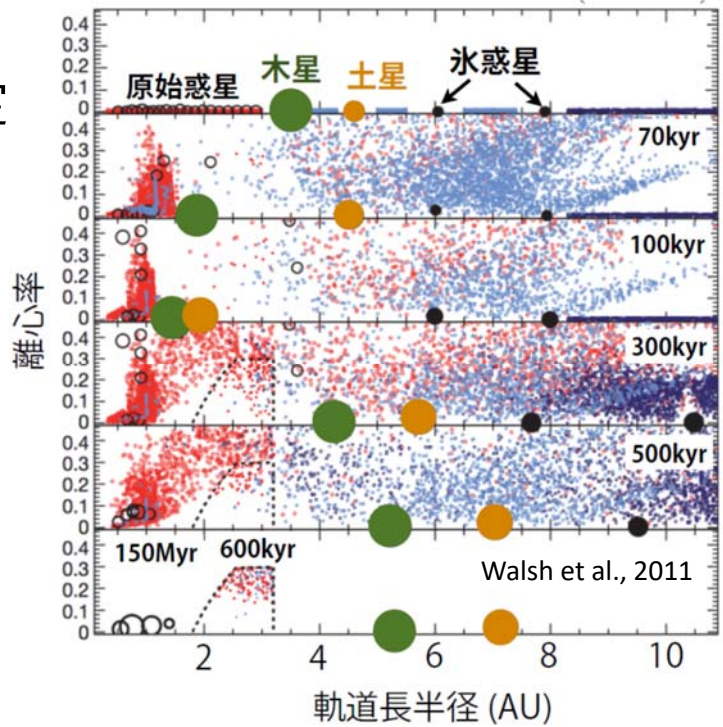
「JUICE by Japan」 = 起源 “太陽系創世記”
= 前生命環境の探査 (RFI)



木星系：太陽系創世記

惑星の配置や物質分配
⇒ 巨大ガス惑星が決定

なぜ地球は今の位置に？
海や生命の材料は？



木星がどこでどうできたかを知る鍵はその材料物質
衛星には当時の材料物質が残る

JUICE by Japan: 惑星形成論とのシナジー

惑星・衛星形成論

円盤での衛星形成

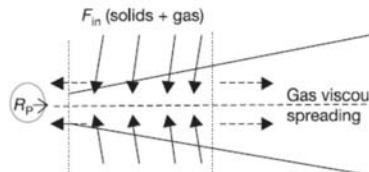
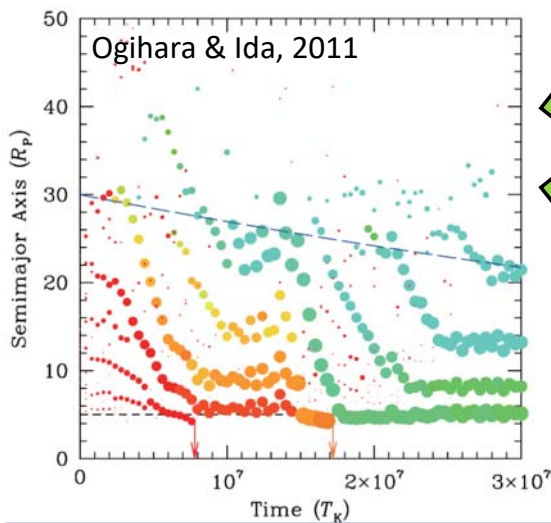
物質を考慮した衛星形成モデル

JUICE

SWI + PEP + GALA + J-MAG

各衛星の水／化学組成, 内部構造

D/H, C, N



原始太陽系円盤から
原始木星への物質供給



各衛星の組成・内部 ⇒ 円盤温度・降着率・化学組成
衛星をレコーダーとして原始木星の形成過程を紐解く

JUICE by Japan: 天文観測とのシナジー

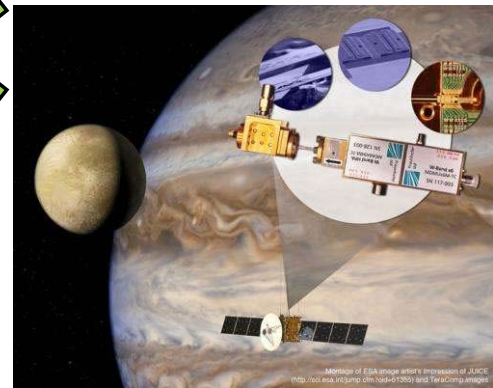
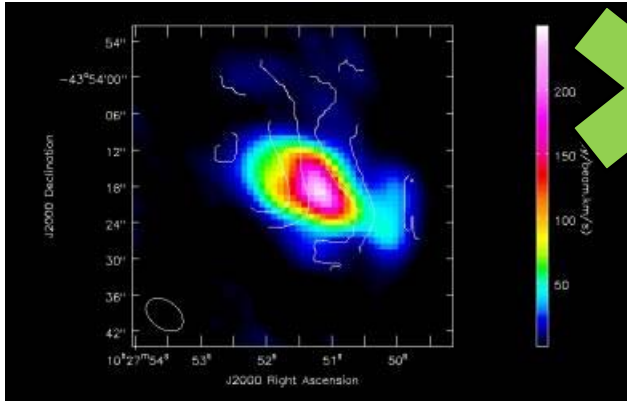
系外円盤観測

原始惑星系円盤温度
雪線分布

JUICE

SWI + PEP + GALA + J-MAG
各衛星の水/化学組成, 内部構造

D/H, C, N



原始木星系の材料物質の降着率・化学組成の変化
原始惑星系の天文観測との比較：木星の位置と移動

JUICE by Japan: 地球/火星科学とのシナジー

地球・火星化学 固体地球物理

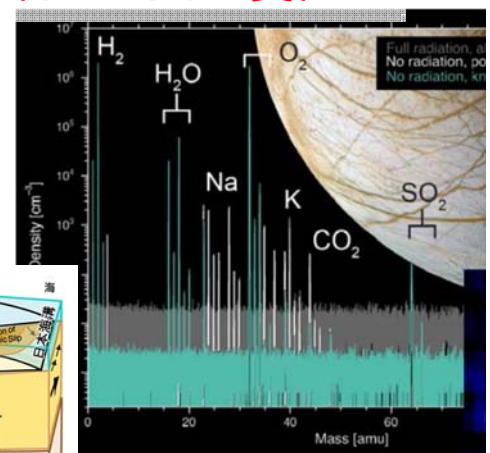
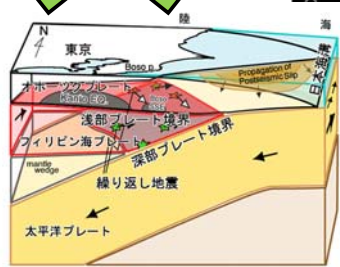
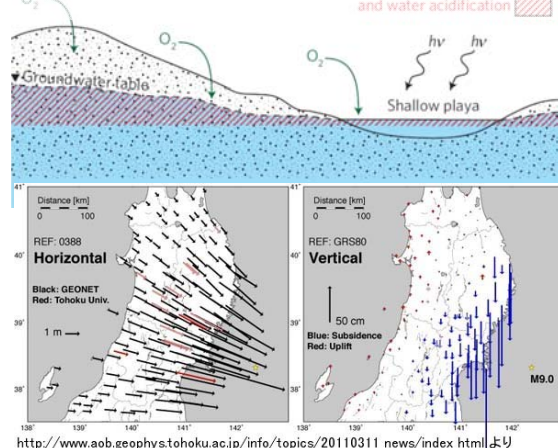
水-岩石反応モデル・実験

表面変位のインバージョン解析

JUICE PEP + SWI + GALA

ガニメデ・エウロパの塩

表面氷の測地・変位



エウロパ：海の化学状態 ⇒ 生命存在可能環境 (RFI)
ガニメデ：氷のテクトニクス・地下構造

どうシナジーを育むか？：技術

- 豊富な計算資源



次世代地球シミュレータ（ベクトル計算）

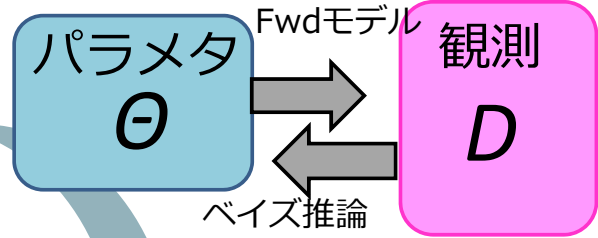


GRAPE（N体計算）
京コンピュータ



JUICE

- 機械学習・逆問題



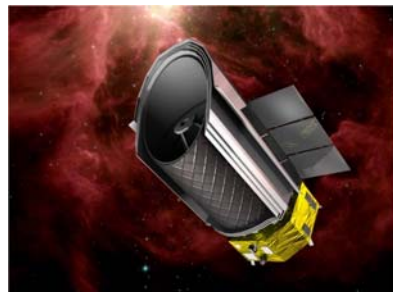
$$p(\Theta | D) = \frac{\text{事後確率 } p(\Theta) \text{ 尤度関数 } p(D|\Theta)}{\text{事前確率 } p(D) \text{ (=}\sum_{\Theta} p(\Theta)p(D|\Theta)\text{)}}$$

同時確率の和

- 成長戦略の利用「日本再生計画」 ICTの活用
ビジネスだけじゃない、面白いサイエンスの弾

どうシナジーを育むか？：人材

- 天文学



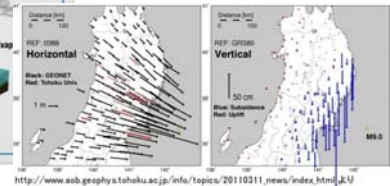
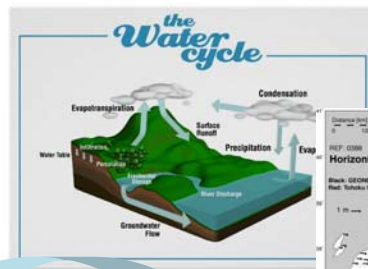
原始惑星系円盤モデル



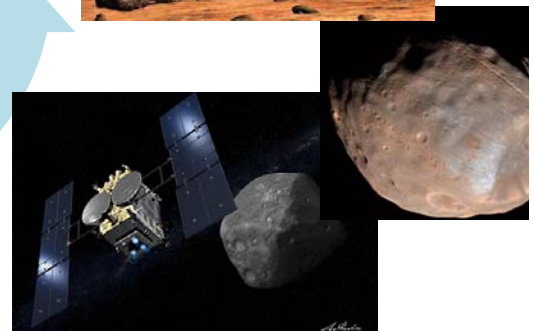
太陽系探査

探査間での人材・
組織の継続

- 地球科学



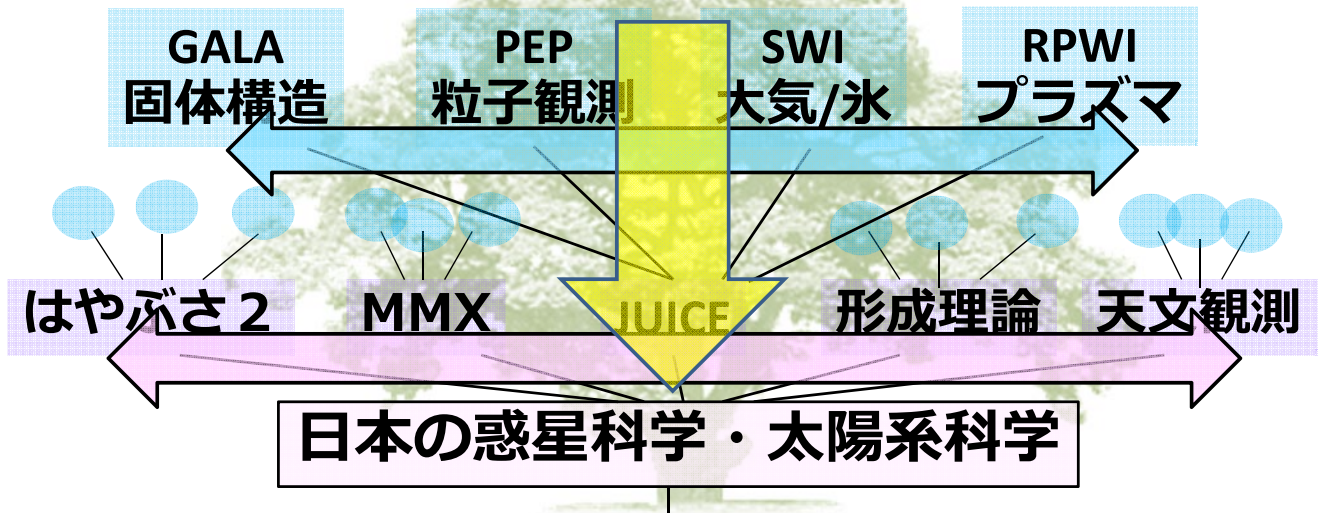
地球化学・測地モデル



まとめ：我々はデザインを描けるか？

・ 継続性と連続性 ・ 階層構造の構築

「起源と普遍性」という根源問題に迫る
 JUICEによる収穫と「他の幹とのシナジー」
 技術の獲得と人材の育成・循環



2030年代：宇宙における生命生存環境の探索

環境(大気・海洋)の形成・進化

生命への化学進化

原始惑星系円盤
 (ALMA, SPICA)

揮発性分子はどこで生成？ どう分布？
 惑星形成の場の観測
 太陽系の揮発性分子の多様性は普遍か？

小天体探査
 (はやぶさ2 + 海外)

原始太陽系での揮発性分子の分布と移動
 小惑星内での化学進化：“鋳物-水”の役割

火星探査
 (SR, ローバ+日本)

40億年前：気温、酸化還元，“地表海”の維持
 火星での化学進化：“鋳物-水-海洋-光”の役割

系外惑星・形成論
 (すばる, TMT)

系外地球型惑星の大気 (+水) の観測・理論
 “惑星大気”の維持の条件 (恒星、惑星、etc)

ガス惑星系探査
 (JUICE + 海外)

木星の形成過程と衛星系形成
 内部海での化学進化：“鋳物-水-海洋”の役割

生命や大気・海洋の材料となる揮発性分子

太陽系内の分布と移動、天体上での化学進化の理解