

### JUICE = Jupiter ICy moon Explorer

- ESAが2012年5月初旬に選定したLクラス計画
- 木星系、および、ガニメデ周回観測が目的:
  - 系外惑星を意識した、巨大ガス惑星の世界の理解
  - アストロ・バイオロジーを意識した、氷衛星の探査 (ガニメデ、エウロパ、カリスト)
- 2022年打ち上げ、2030年木星系到着

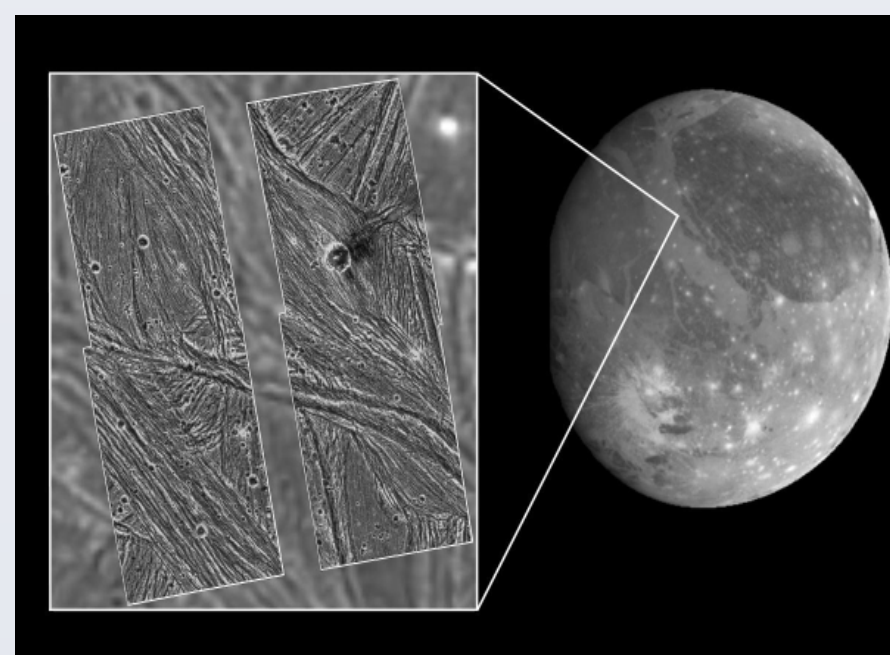


**木星** Voyager, Galileo, JUNO探査  
 Galileo探査は通信制約・機器トラブルのため成果は限定的  
 衛星周回探査は行われていない。(地下海は未検出)

**JUICE** 以前の探査結果に加え、内部生命圏(地球の熱水鉱床の生態系の発見)、系外惑星の発見を踏まえつつ、将来の宇宙生命学の発展を展望する、「人類として実施すべきミッション」である。日本の積極的な参加は、次世代を見据えれば、惑星科学分野のみならず重要である。

### なぜ、ガニメデか？

- 巨大氷天体で内部が分化
- 系外氷惑星のモデル
- 内部海が存在
- アストロバイオロジーの場
- 自励磁場の存在

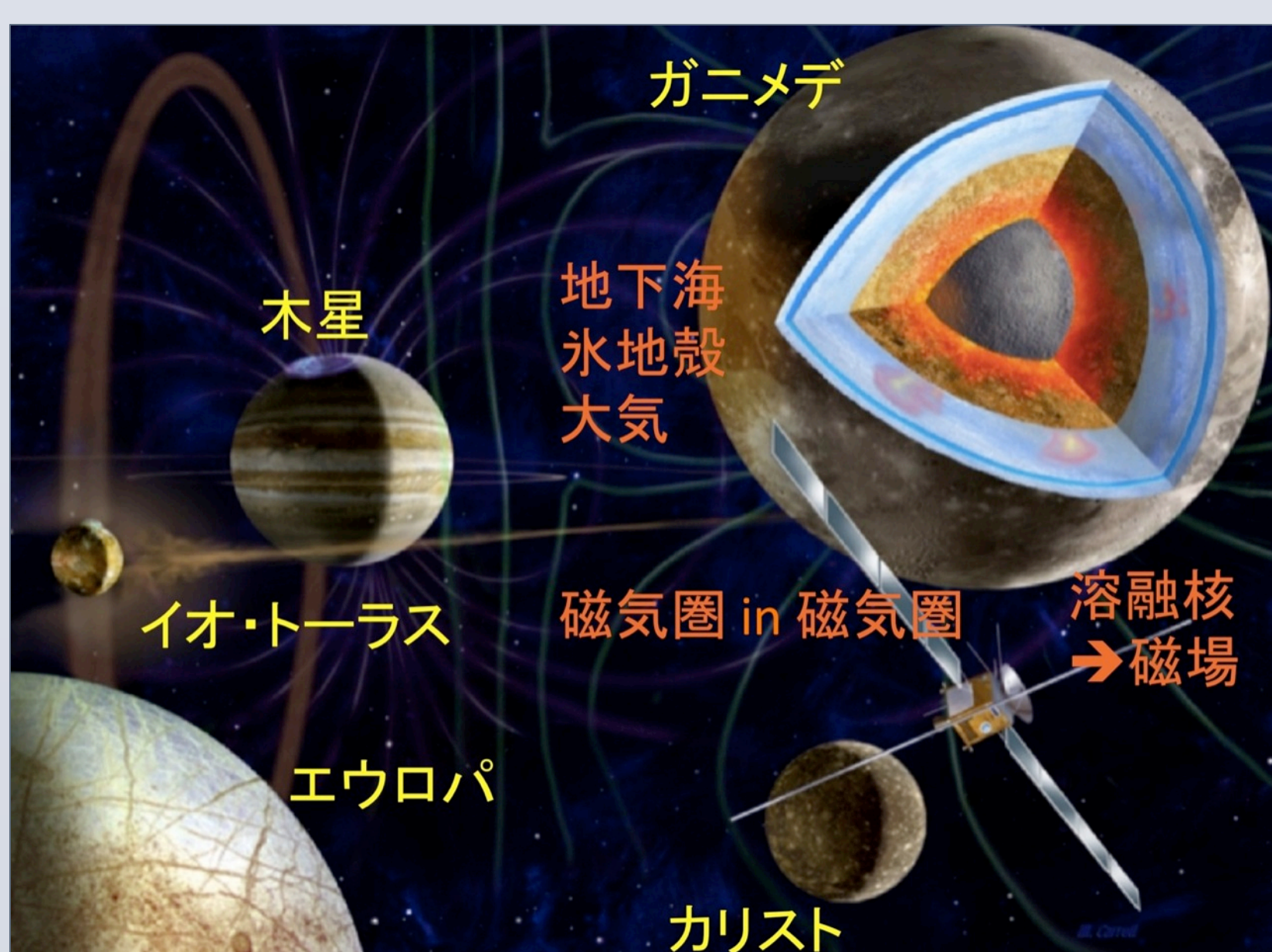


ガニメデは太陽系で最大の衛星であり、水星よりも大きい。しかし質量は水星の半分以下で、平均密度も1940 kg/m<sup>3</sup>と小さいことから、衛星の約半分をH<sub>2</sub>Oが占めている予想される。H<sub>2</sub>O主体の氷からなる表面は、衝突クレーターで飽和したかなり古い年代を持つ暗い領域と、比較的クレーターが少なく無数の溝が縦横に走った明るい領域とに二分される。明るい領域は、高さ数十～数百mの細い起伏が帯状に束になり、幾重にも重なり合うことで全体として皺が寄ったような外見を作り出している。溝地形が古いクレーターを引き裂いている構造も見られることから、これらの地形を形成したのは表面の伸張応力であると解釈されている。プレートテクトニクスがないガニメデでは内部の温度変化や液体水の固化に伴う体積膨張、内部氷の上昇など、応力源に関する様々な仮説が提案されているが、いまだ結論は出ていない。

またガニメデは、固有磁場を持つ唯一の衛星である。この磁場は表面で750 nTの強度(赤道表面の強度で地球の約40～80分の1)を持ち自転軸から約10度傾いた双極子磁場である。その起源は地球と同じく金属核内部での対流運動(ダイナモ運動)だと考えられている。ガニメデの内部構造は、ガリレオ探査機の重力場測定にもとづき、厚さ約1,000 kmのH<sub>2</sub>O層の下に岩石質のマントルがあり、中心の金属核は半径600～1200 kmと推定される。エウロパと同様、地下海が存在を示唆する誘導電流の徴候も捉えられている。H<sub>2</sub>O層が非常に厚く、地下海があるとすれば深さ約150 kmの付近にあり、海上部の氷地殻と下部の高圧氷層に挟まれる。

地下海が存在が示唆されて生命存在可能天体と位置づけられるガニメデに対し、JUICEは最終的にガニメデの周回極軌道に投入されて、全球的な調査が行う。地下海は表面下深部に存在するとの予想からレーダーでの地殻透過探査は困難だが、潮汐にともなう重力変化および変形、回転変動、さらに誘導磁場の精密な測定によってその存在を確定させたい。

ガニメデ磁気圏の詳細な構造の把握やその時間変化を調査することによって、金属核の組成や核内部の構造、活動度、ダイナミクスに関する情報が得られるだけでなく、金属核でのダイナモ運動を起源とする磁場成分と地下海での誘導電流を起源とする磁場成分とを明確に分離することで、地下海が存在領域や電気伝導度に関する知見の獲得が期待される。こうした観測は、なぜ衛星の中でガニメデだけが磁場を持つに至ったか、という問題にとどまらず、ガニメデより大きいにも関わらず現在は磁場を持たない火星との対比といった比較惑星磁場学ともいえるべき新たな分野を拓く。



### まだ木星系には未知の謎が多い

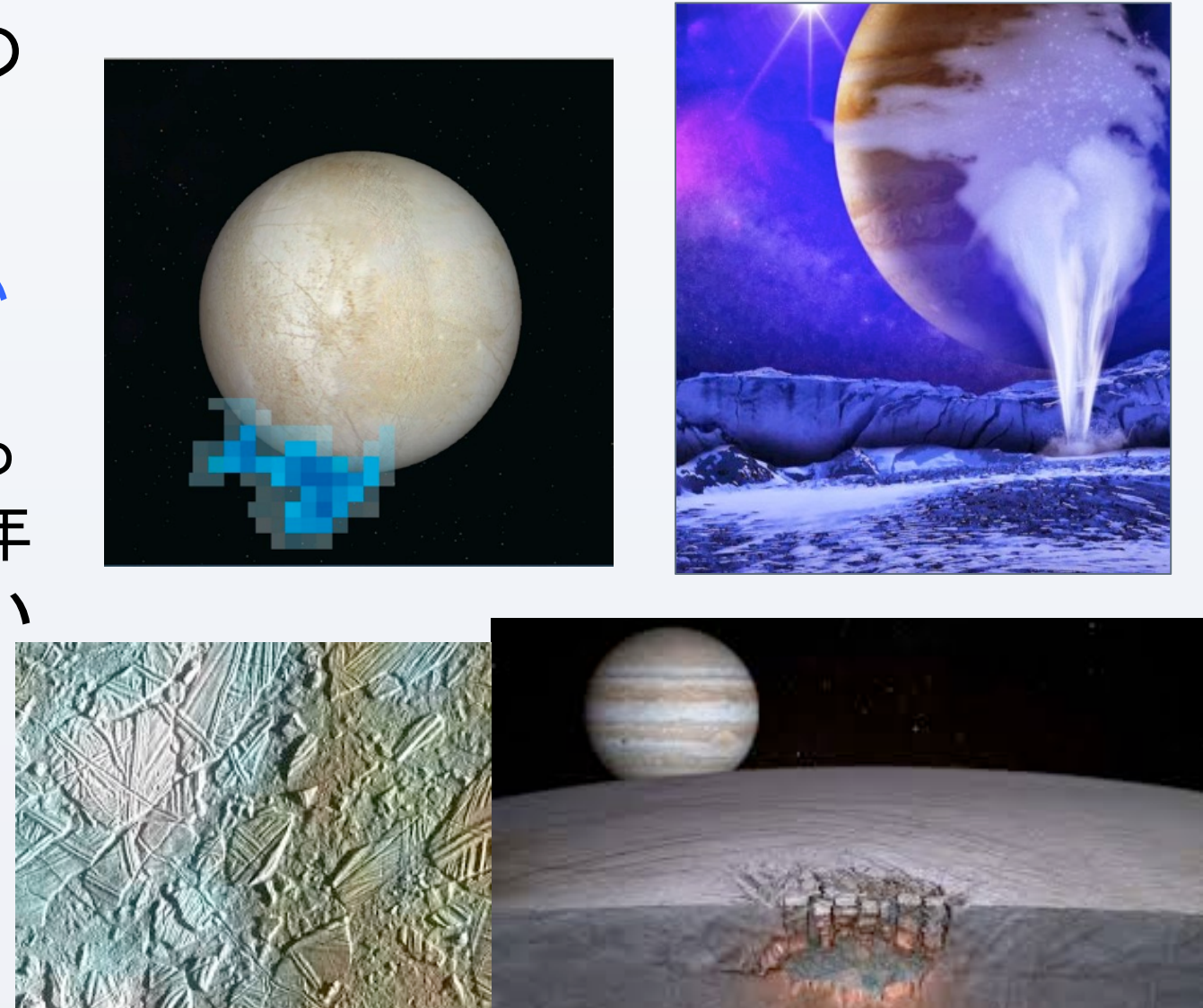
#### エウロパでH<sub>2</sub>Oのプリュームを観測

ハッブル宇宙望遠鏡の紫外観測により、エウロパの南極地域から水蒸気の噴出が確認された。  
 Roth et al. (2013) Science

土星の衛星エンセラダスに続き、なぜ南極地域からかは大きな謎。

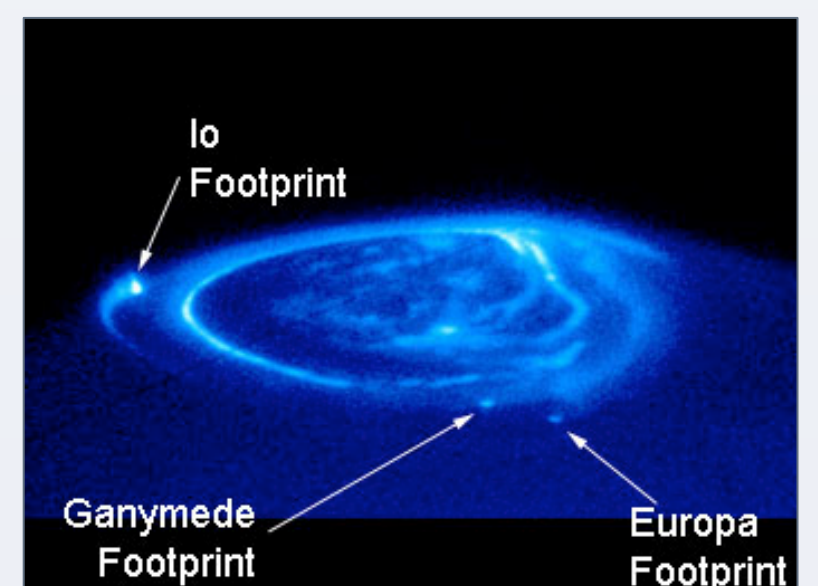
水蒸気の大きな雲は約200kmの高さまで立ち上っていて、水の噴出量は毎秒3000kgにも上る。2012年12月には観測されているが、11月には確認されていないことから、断続的な噴出と考えられている。

エウロパ表面のカオス地形(氷山ブロックが分裂、回転、移動、傾斜した地形)は、浅い内部湖の存在を示唆。プリューム源の可能性はある。



#### 木星と衛星を結ぶ磁力線

ハッブル宇宙望遠鏡の紫外線観測では、木星の極域のオーロラに、衛星のフットプリントがきれいに捉えられている。衛星(周囲)からのプラズマが磁力線に沿って流れてきていると考えられている。



#### 水以外の氷成分は？

土星系以外では、H<sub>2</sub>O以外に、NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, COなどの氷成分が、含まれていて、低温環境で形成された氷が原材料だと考えられる。木星の衛星でも、CO<sub>2</sub>が氷として加わっている可能性はある。氷成分の同定は、木星系の形成場所、円盤の状態などを制約する。

### JUICE観測機器開発への参加

ヨーロッパ宇宙機構(ESA)の木星系探査ミッションJUICEが2012年5月に選定された。エウロパ、カリストのフライバイ観測、木星観測の後、ガニメデ周回観測を行う。当初は、ヨーロッパと日本のコミュニティから議論を開始した国際共同計画LAPLACEにはじまり、アメリカが加わりEJSMという形を経て、木星系探査計画の議論を、5年以上続けてきた。アメリカはエウロパ周回機、日本は磁気圏探査機を提供する計画であったが、実現にいたらず、ESAのガニメデ周回機が、エウロパフライバイ、高緯度観測のシナリオを加える形で、プロジェクトとして承認された。これがJUICEである。

ESA側の機器開発候補グループからの誘いがあり、ESAの観測機器公募を経て、モデルペイロードに含まれる、以下の4機器の開発への参加が決定した。この他に、春山純一(ISAS)、高橋幸弘(北大)がカメラ(JANUS)のCo-IIに、松岡彩子(ISAS)が磁力計のCo-IIに選ばれている。これらを含めて、JUICE-JAPANとして、ISASの小規模プロジェクトに応募予定である。

#### 開発参加予定機器

##### <固体惑星科学分野>

##### ○レーザー高度計 Ganymede Laser Altimeter (GALA)

潮汐変形、回転変動計測によるガニメデ地下海検出、表層地形の生成機構

[日本側代表者] 並木則之 千葉工大 [nori.namiki@perc.it-chiba.ac.jp](mailto:nori.namiki@perc.it-chiba.ac.jp)

[全体代表者][ドイツ] Hauke Hussmann, DLR

##### <惑星大気科学分野>

##### ○サブミリ波観測器 Submillimetre Wave Instrument (SWI)

氷衛星希薄大気の生成機構、直接風速観測による木星大気大循環構造の解明

[日本側代表者] 笠井康子 NiCT [ykasai@nict.go.jp](mailto:ykasai@nict.go.jp)

[全体代表者][ドイツ] Paul Hartogh, MPI-Solar System Science

##### <磁気圏科学分野>

##### ○中性粒子観測器 PEP/JNA

木星磁気圏内の物質輸送において衛星が果たす役割、ガニメデ磁気圏構造

[日本側代表者] 浅村和史 ISAS/JAXA [asamura@stp.isas.jaxa.jp](mailto:asamura@stp.isas.jaxa.jp)

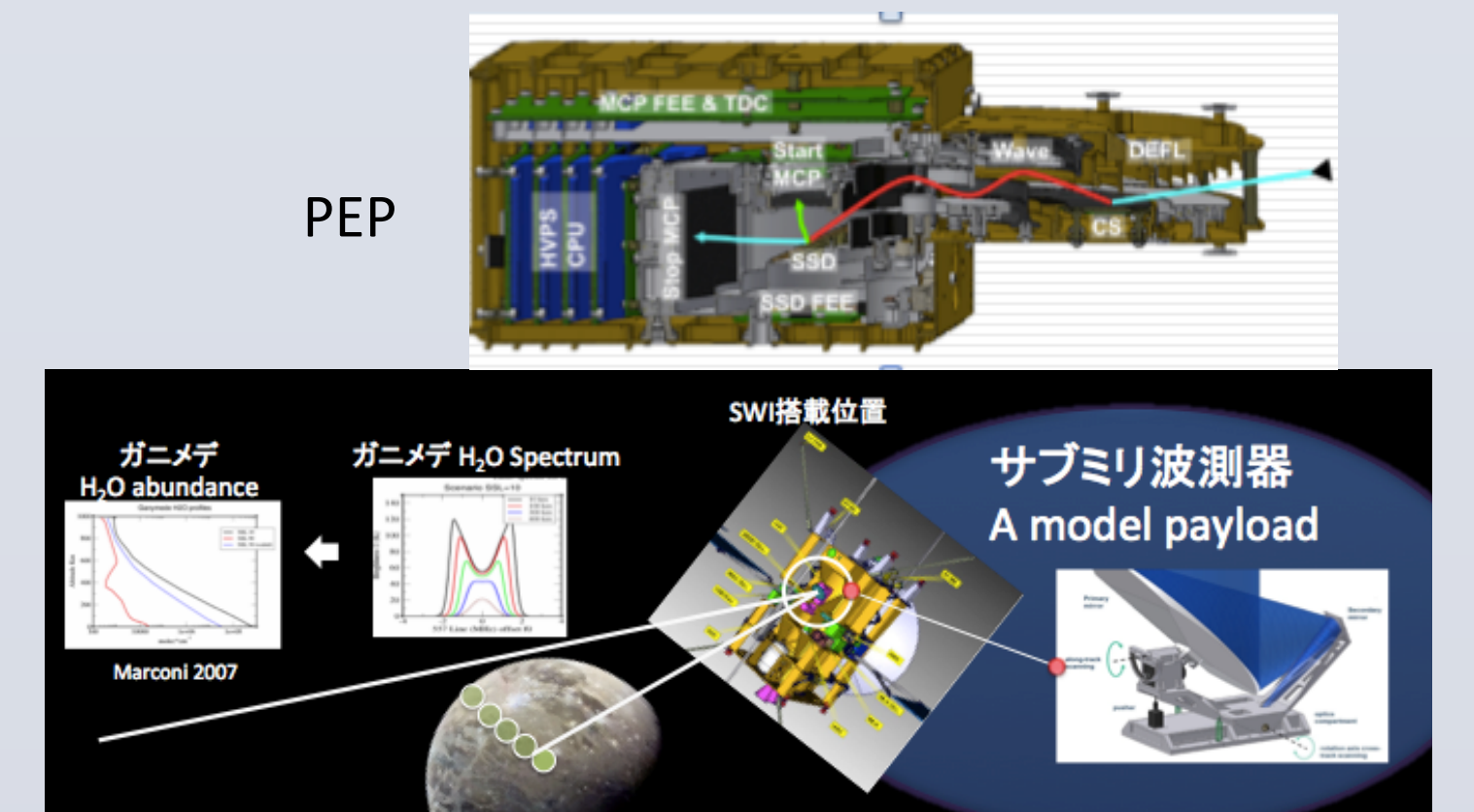
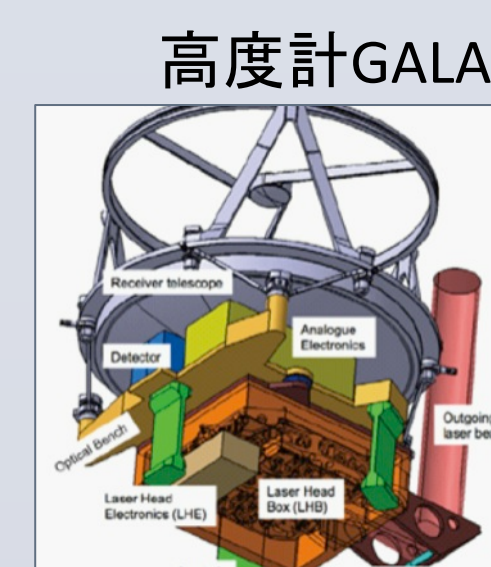
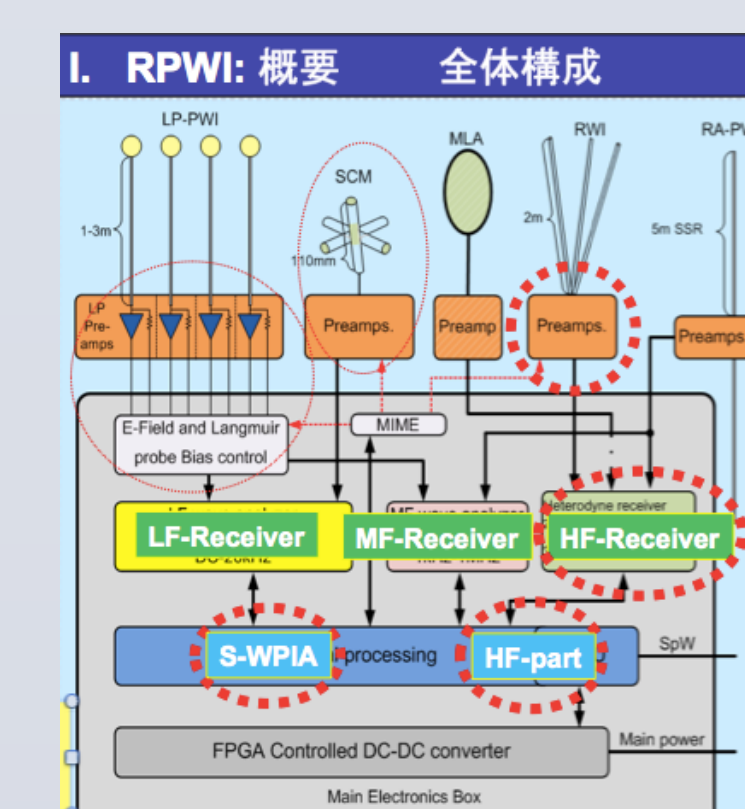
[全体代表者][スウェーデン] Stas Barabash, IRF

##### ○プラズマ波動観測器 RPWI

木星磁気圏の高エネルギー粒子加速機構、磁気圏へのエネルギー供給

[日本側代表者] 笠羽康正 東北大理 [kasaba@pat.gp.tohoku.ac.jp](mailto:kasaba@pat.gp.tohoku.ac.jp)

[全体代表者][スウェーデン] Jan Erik Wahlund, IRF



JUICEへの日本チームの参加は、日本の惑星科学の広いコミュニティに支えられることが無ければ成功しません。興味ある方々、特に若い方々の参加を期待します。興味ある方は、日本側代表者・関係者にコンタクトをお願いします。