



# 木星氷衛星探査計画JUICE —JAXAからの参加の現状と今後—

○齋藤義文<sup>1</sup>、関根康人<sup>2</sup>、東原和行<sup>1</sup>、藤本正樹<sup>1</sup>、JUICE ISAS PreProject  
<sup>1</sup>宇宙科学研究所  
<sup>2</sup>東京大学大学院理学系研究科

惑星の成り立ちと生命の可能性をもとめて木星へ

**JUICE**

**Jupiter Icy Moons Explorer**

**木星氷衛星探査計画 ガニメデ周回衛星**

—全世界的木星探査ミッションへの小規模プロジェクトによる参加—

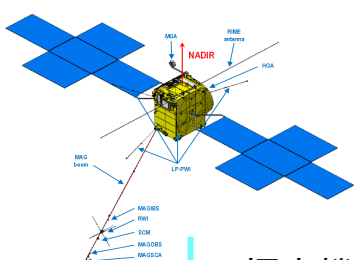
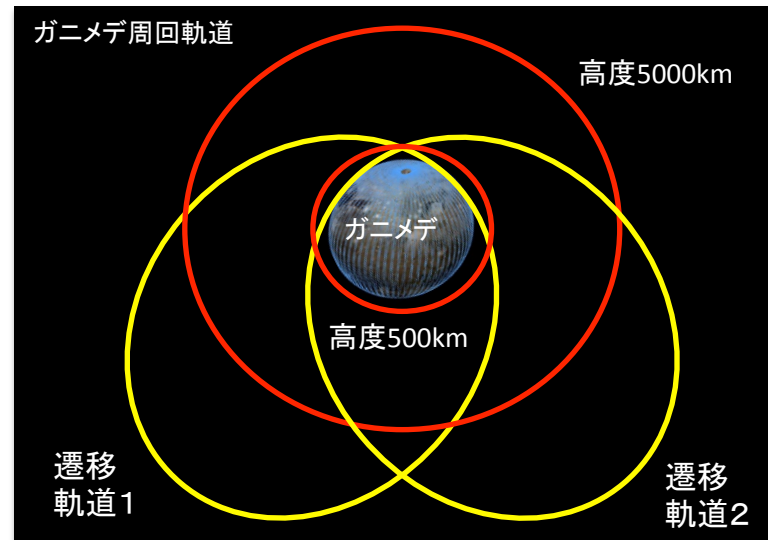
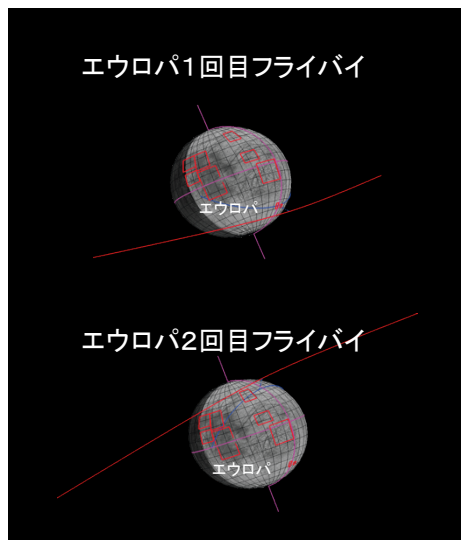
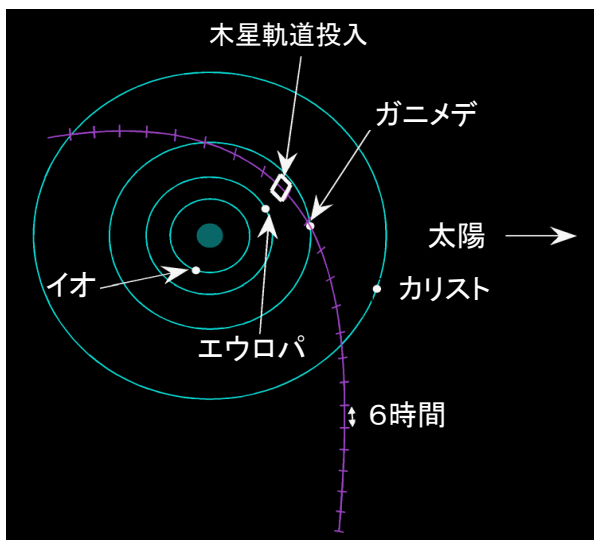
巨大ガス惑星系の  
起源と進化

氷衛星地下海の  
形成条件

太陽系最強の加速器木星磁気圏

# JUICE ミッション・タイムライン

2022年にアリアン5にて打ち上げ、2030年に木星系到着、2032年にガニメデ周回軌道に投入し、約8か月後の2033年6月にミッションを完了する。**世界初の氷衛星の周回機。**



探査機開発

2022.6

アリアン5にて打上  
(バックアップ2023.8)

地球→金星  
→地球→火星→  
地球→木星

2030.1

木星軌道投入

木星周回→  
エウロパフライバイ

2032.9

ガニメデ  
周回軌道投入

ガニメデ周回  
→高度5000km  
→高度500km

2033.6

ミッション終了  
(バックアップ2034.12)

# JUICE 探査機の主要諸元



## JUICE 探査機の設計制約

- ◆ 太陽からの距離が大きい
- ◆ 太陽電池の電力を使用する
- ◆ 木星の厳しい放射線環境に曝される

項目	諸元
姿勢制御方式	3-axis stabilised
電力	Solar Panels : <1000 W 97m <sup>2</sup>
ハイゲインアンテナ	3.2 m Body fixed X & Ka Band
ダウンリンク	データ総量 2 Tbit 以上
軌道変換能力	2700m/s
放射線レベル	240 krad/10mm Al solid sphere
打ち上げ時質量	5250kg
推進薬質量	2850kg
全ペイロード質量	219.45kg
ペイロード電力	180W-230W

システムメーカーは、2015.6に  
Airbus Defence & Space SAS  
が選定された

## JUICE 搭載の観測機器と日本の参加

観測機器の内、JAXAからは3機器にハードウェア提供・サイエンス参加、2機器にサイエンス参加

	観測機器	内容	担当国
1	JANUS	Camera system (カメラ)	イタリア
2	MAJIS	Moon and Jupiter Imaging Spectrometer (可視・赤外分光)	フランス
3	UVS	UV Imaging Spectrograph (紫外線分光器)	アメリカ
4	SWI(*1)	Submillimeter wave Instrument (サブミリ波観測機器)	ドイツ
5	GALA	GAlymede Laser Altimeter (レーザ高度計)	ドイツ
6	RIME	Radar for Icy Moons Exploration (氷衛星探査レーダー)	イタリア
7	J-MAG	A magnetometer for JUICE (磁力計)	イギリス
8	PEP(*2)	Particle Environment Package (粒子環境パッケージ)	スウェーデン
9	RPWI	Radio and Plasma Wave Investigation (プラズマ波動および電波観測機器)	スウェーデン
10	3GM	Gravity & Geophysics of Jupiter and Galilean Moons (木星およびガリレオ衛星の重力および地球物理学探査)	イタリア
11	PRIDE	Planetary Radio Interferometer & Doppler Experiment (惑星電波干渉計およびドップラー実験)	オランダ

\*1: SWIはNICTからハードウェア提供でJUICEに参加する。

\*2: PEPは6つの構成要素からなり、日本はそのうち、  
JNAと呼ばれる機器にて参加する。

凡例:

- 日本がH/W提供・サイエンス参加
- 日本がサイエンス参加

# JUICE所内プリプロジェクトの範囲

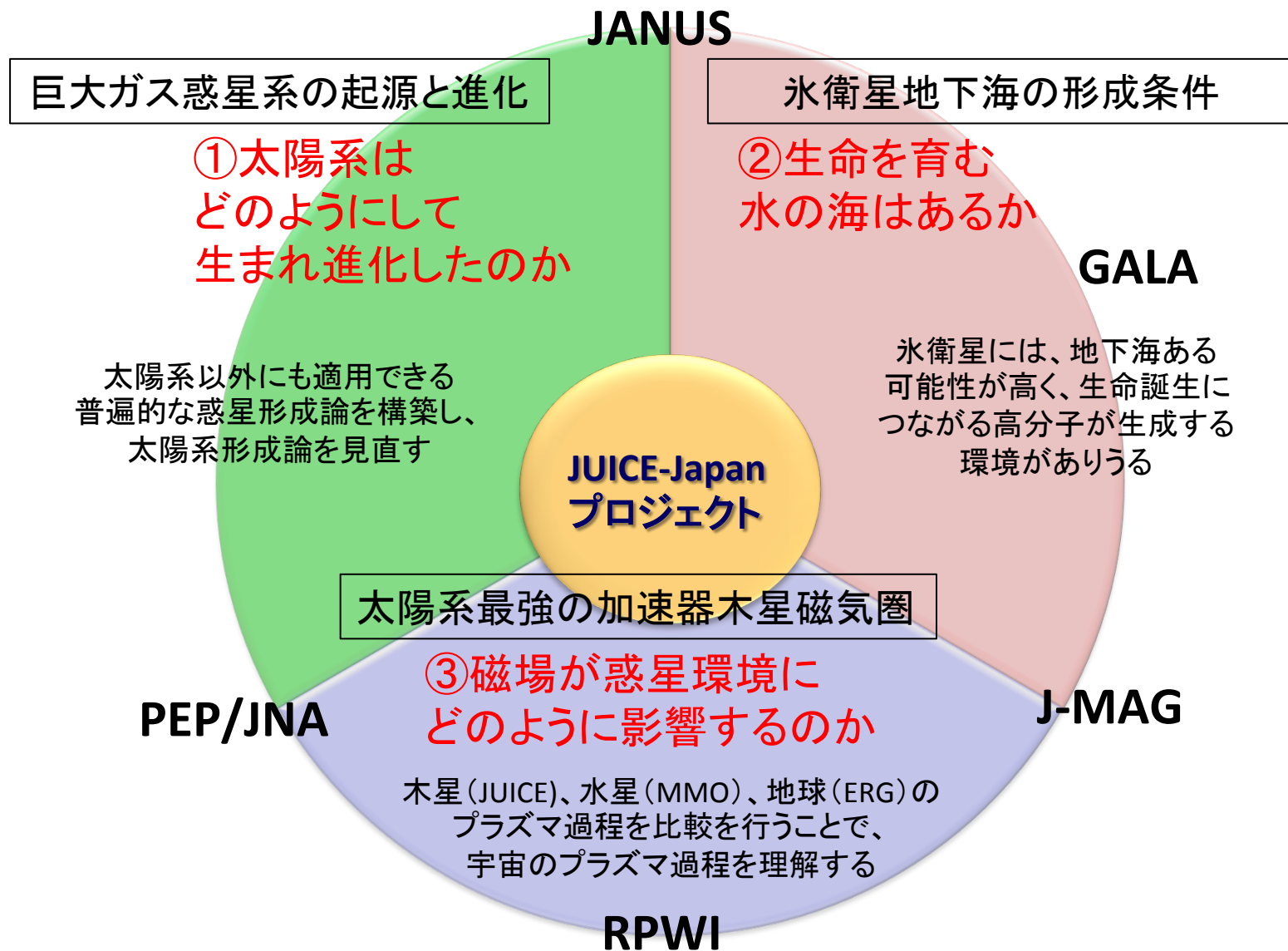
## ◆ ハードウェア開発の3チーム

	観測機器名称	責任者	PI所属機関	担当部位	Heritageとする観測機器
1	RPWI	東北大: 笠羽	Sweden IRF-Uppsala	<ul style="list-style-type: none"> <li>高周波受信部の電場3軸用プリアンプ</li> <li>高周波波動受信部</li> <li>データ処理ユニット搭載の高周波受信部ソフトウェア</li> </ul>	かぐや/LRS MMO/PWI ERG/PWE
2	GALA	ISAS: 塩谷	Germany DLR	<ul style="list-style-type: none"> <li>受光望遠鏡の反射光受光部 (後部光学系、アナログ回路)</li> </ul>	かぐや/LALT はやぶさ2/LIDAR MPO/BELA MMO/MDM
3	PEP/JNA	ISAS: 浅村	Sweden IRF-Kiruna	<ul style="list-style-type: none"> <li>非熱的中性粒子分析器の電子回路、および検出器</li> </ul>	MMO/MPPE/ENA Chandrayaan-1/ SARA/CENA

## ◆ サイエンス参加の2チーム

	観測機器名称	責任者	PI所属機関	担当作業	日本チームのHeritage
4	JANUS	ISAS: 春山	Italy University of Parthenope	<ul style="list-style-type: none"> <li>ガリレオ衛星の生命存在環境調査</li> <li>木星大気構造調査</li> </ul>	かぐや/LISM
5	J-MAG	ISAS: 松岡	UK Imperial College London	<ul style="list-style-type: none"> <li>木星磁気圏と氷衛星の相互作用によって生じるプラズマの物理過程の解明</li> </ul>	かぐや/LMAG MMO/MGF

# JAXAがJUICEミッションに参加する科学的意義

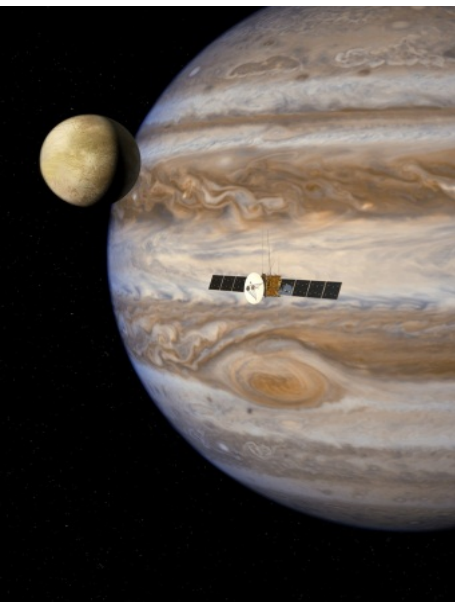


# 惑星探査における木星の重要性

木星は土星と共に巨大なガス惑星である。巨大ガス惑星は太陽以外の星の周囲にも見つかっている。

ガリレオ(木星)、カッシーニ(土星)のデータの集積により、巨大なガス惑星の周囲にある氷衛星における地下海への興味が高まっている。

氷衛星内部は海が存在し得る環境として、地球のように天体表層にある場合よりも安定な条件にあることがわかってきた。



系外惑星にも氷衛星は期待されることから、太陽系において氷衛星の世界を理解することが重要で、まずは、地下海があるという仮説を検証するべきである。

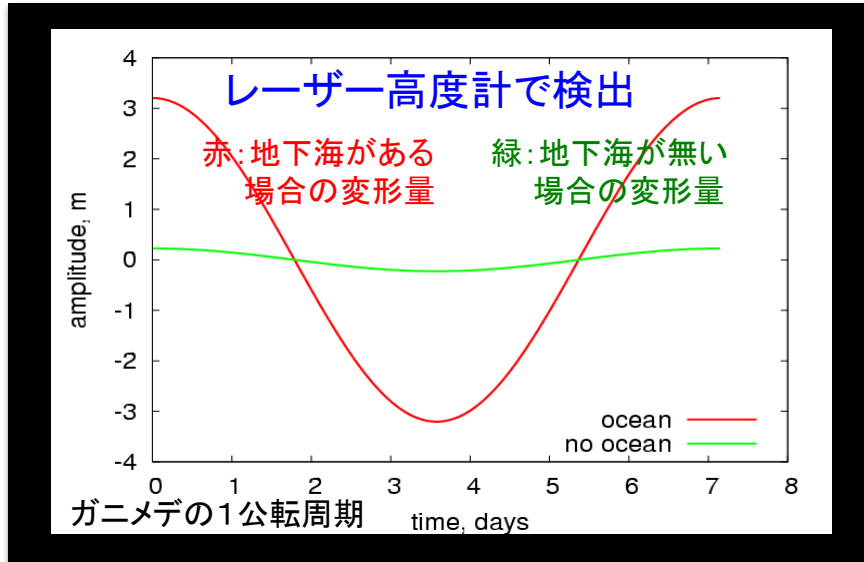
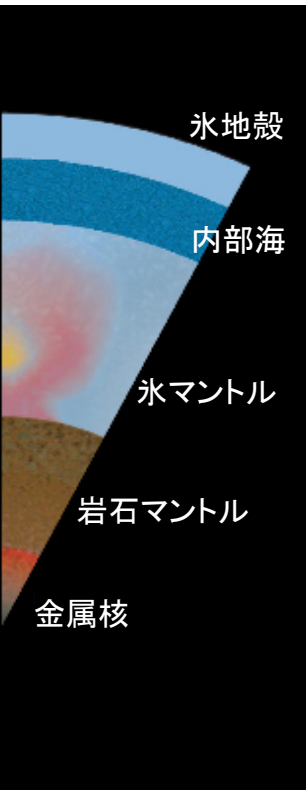




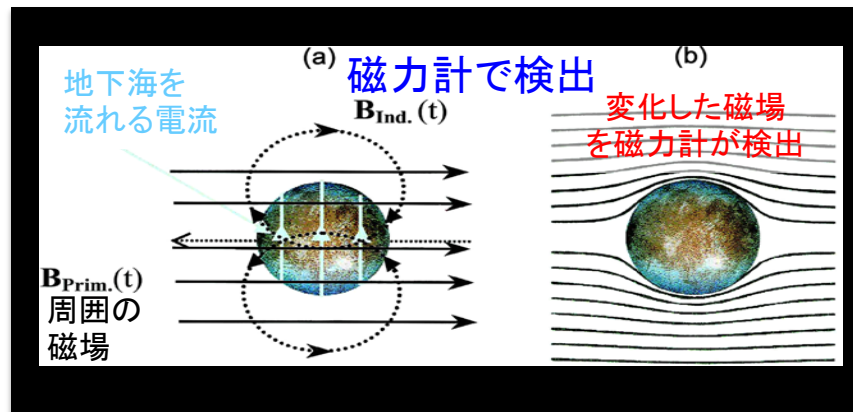
# レーザー高度計(GALA)と磁力計(J-MAG)が明らかにする氷衛星地下海

## 「氷衛星地下海の存在」仮説の検証

ガニメデ内部構造  
(仮説)



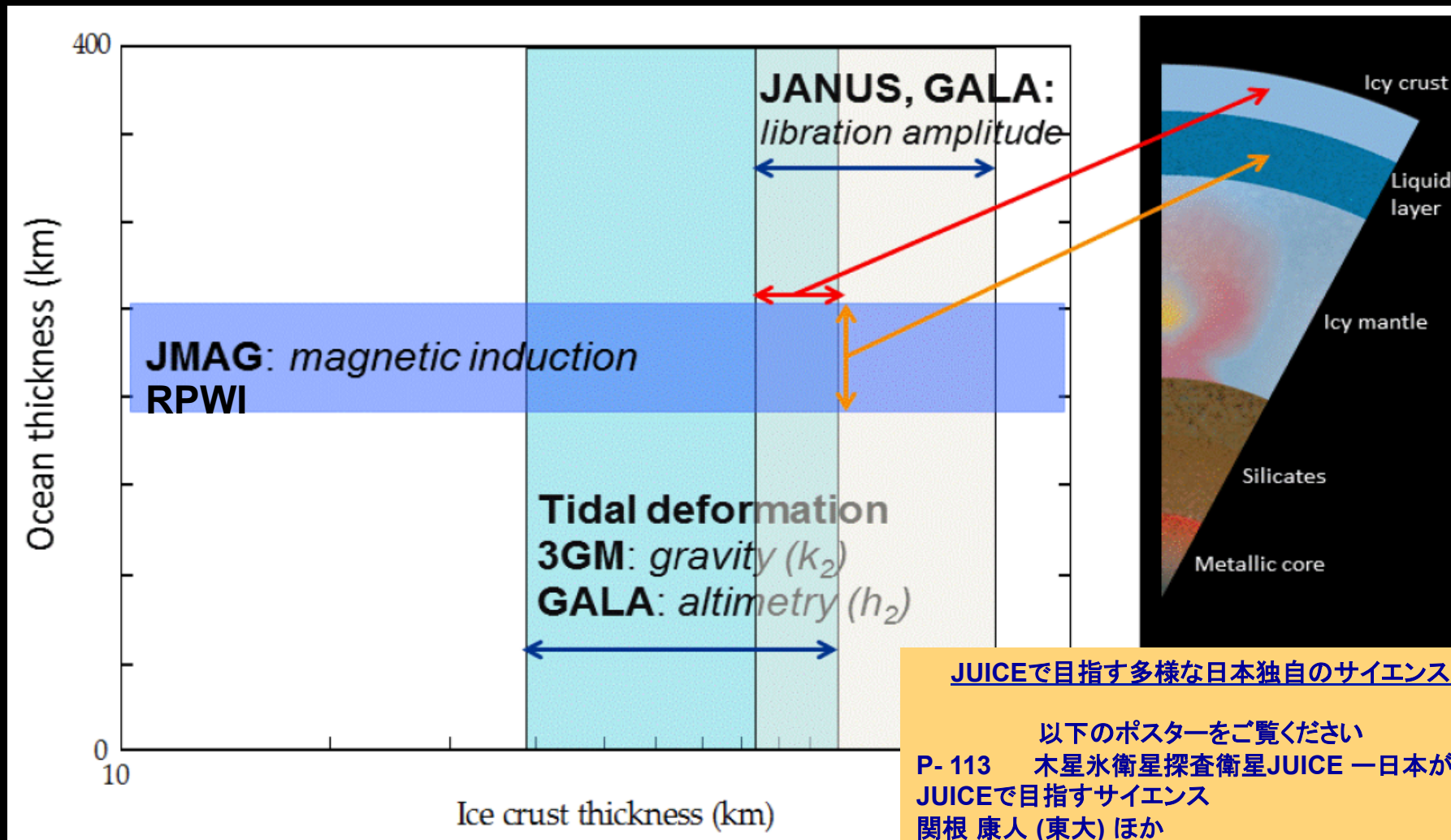
地下海がある場合と無い場合で、木星の強い重力を受けてガニメデが変形する(潮汐力による変形)量が異なることが予想されている。この**レーザー高度計**を用いてガニメデの変形量を検出できれば、**地下海存在の決定的証拠**となる。



地下海があると地下海の電気伝導度と地下海の厚さで地下海に流れる電流の強さが決まり、流れる電流の強さ次第で周囲の磁場の強さが変化する。**磁力計**を用いてこの磁場の強さの変化をとらえると、**地下海の電気伝導度と厚さを推定**することができる。

# Ganymede周回探査 (高度500km極軌道, 133日間, 1035周回)

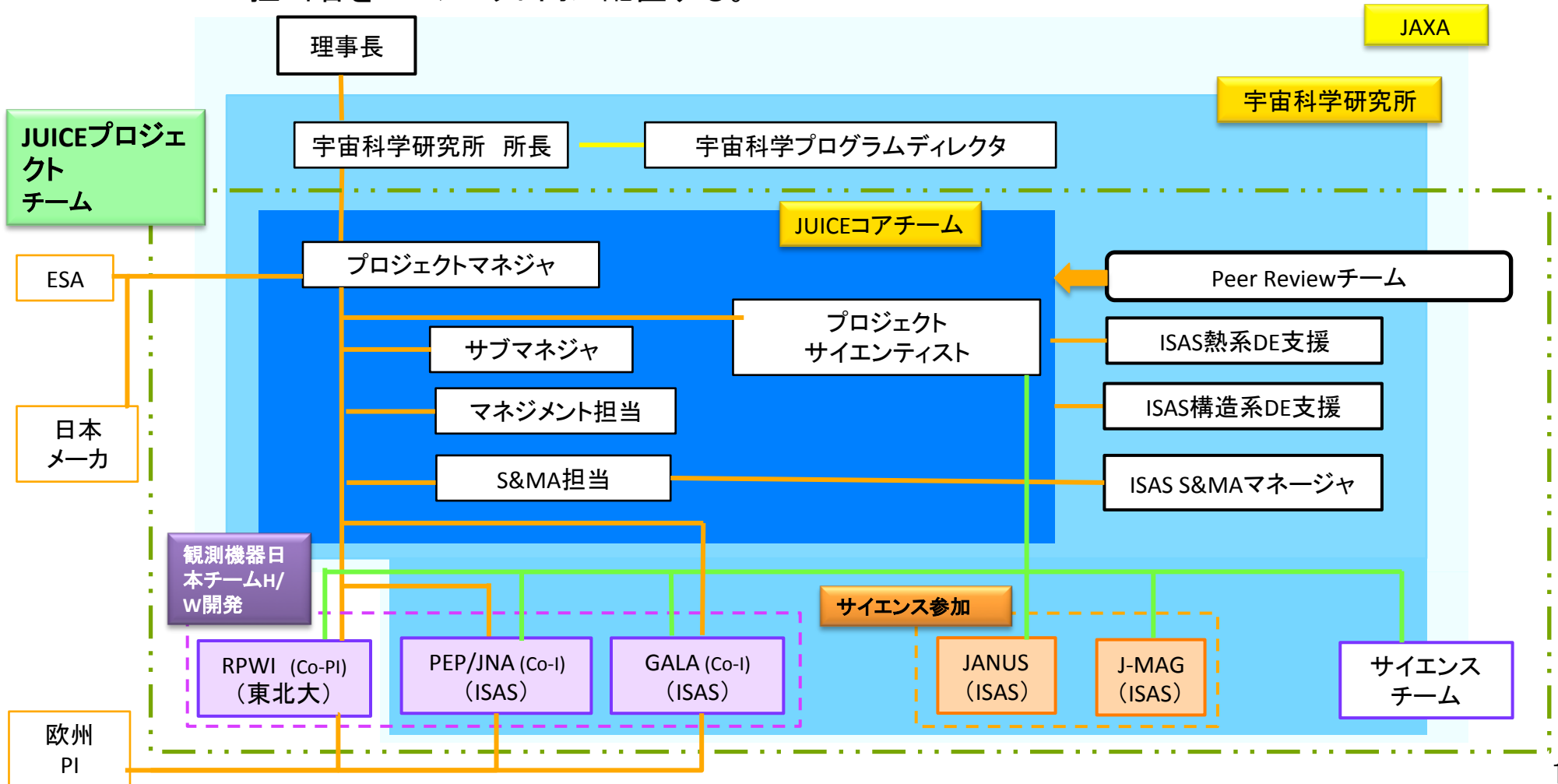
複数機器の連携によって地下海の特徴を複眼的に把握・理解



# JUICEプロジェクトの体制案

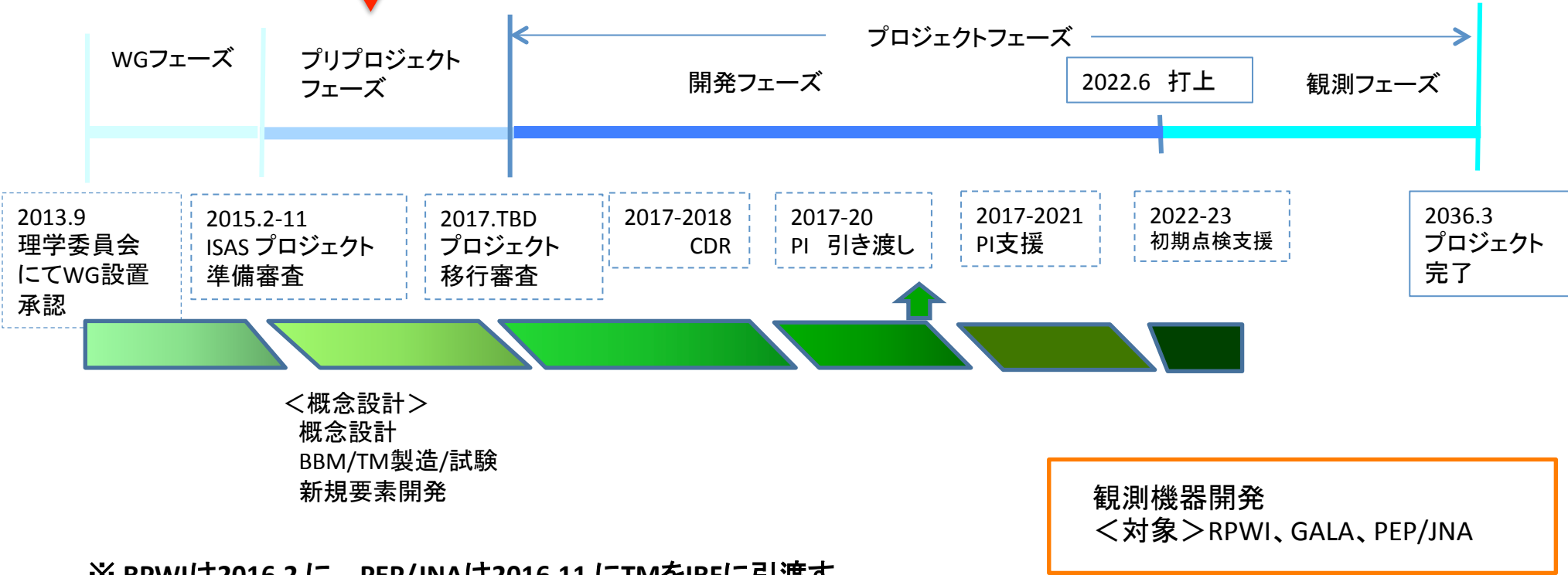
## 基本方針

- ◆ ISASが最終的な責任を持って、プロジェクトを遂行する体制とする。
- ◆ プロジェクト内の最終決断は、プロマネが行う
- ◆ ISASA内の熱・構造DEの支援をうける。
- ◆ ISAS内外の専門家チームによるPeer Reviewを実施する。
- ◆ 宇宙科学プロジェクトの実施におけるタスクフォース提言実行方策(最終報告)を踏まえて、S & MA担当者をプロジェクト内に配置する。

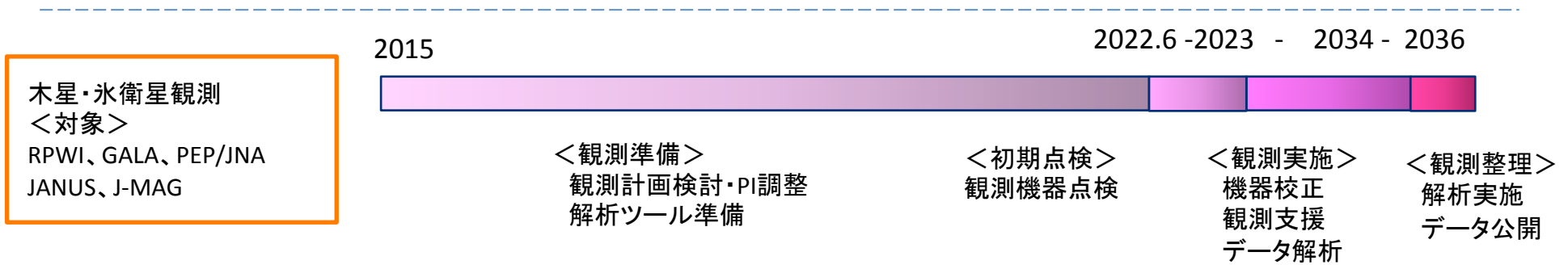


# プリプロジェクト・プロジェクトの期間と実施事項

本日 ↓



※ RPWIは2016.2 に、PEP/JNAは2016.11 にTMをIRFに引渡す。



# JUICEへのJAXAからの参加の現状

## JUICE経緯: 欧州側

- ・2006～ 日欧米共同してのオリジナル案(LAPLACE)提案等  
(JAXAでは理委の木星探査WGが活動主体)
- ・2012・5 ESAがLクラス第一号計画として木星系探査計画JUICEを選定
- ・2012・7 観測機器AO発行
- ・2012・10 観測機器AO締め切り
- ・2013・2 観測機器選定結果公表

## JUICE経緯: 日本側

- ・2012・6 理委にて、日本からのAO参加という枠組みの承認
- ・2012・9 理委にて、日本からAOに参加するチームの提案書審査が実施
- ・2013・9 理委にて、JUICE-JAPAN WG 設立提案 を行い、設立が認められた
- ・2014・2 宇宙研の小規模プロジェクトの募集に対し応募。審査実施。
- ・2014・9 小規模プロジェクトの審査結果受取。 SWIを除く3機器のハードウェア提供、2機器へのサイエンス参加の形態でのプロジェクト化が推薦された。
- ・2015・2 宇宙研所内SRR・所内経営審査実施  
特にGALAの成立性、予算見積もりに不確定性が大きいいため2015・4までに検討を進めて再審査を受けることとなった。

# JUICEへのJAXAからの参加の現状

## JUICE現状: 日本側

- ・2015・4 △所内SRR実施  
いくつかのAction Itemが発生したものの、合格
- ・2015・5 △所内プロジェクト準備審査実施  
条件付き合格 8月までの資金が認められた。
- ・2015・9 計画審査(その3)実施  
条件付きで合格し、JUICE所内プリプロジェクトとなった。  
RPWI・PEP/JNAについては3月までの資金が認められた。
- ・2015・11 計画審査(その4)実施  
条件付きで合格。  
GALAについても、3月までの資金が認められた。

# JUICEへのJAXAからの参加 今後の予定など

## 今後の予定

・2015・12 — 2016・2

所内プリプロジェクトとして活動して小規模プロジェクト枠の「国際戦略ミッション」として2017年度の概算要求にのることを目指すと共に、ハードウェア提供各機器の開発を進める。

・2016・2 (T.B.D.)

JAXALレベルプロジェクト準備審査を受けてJAXAプロジェクト化を目指す。

・2017・1—2017・3

SDR・JAXALレベルプロジェクト移行審査 を経て、JAXAプロジェクトへ。

## 1. 木星と氷衛星の探査

JUICE (Jupiter Icy Moon Explorer) ミッションは、ESAのLクラス第一号計画で、木星系および氷衛星ガニメデの周回観測が目的である。木星と氷衛星の探査は、普遍的な惑星形成論の確立、地球外の生命存在可能領域の解明、宇宙粒子加速の理解に極めて重要な意味を持つ。

## 2. 宇宙研所内SRR/所内プロジェクト準備審査の結果

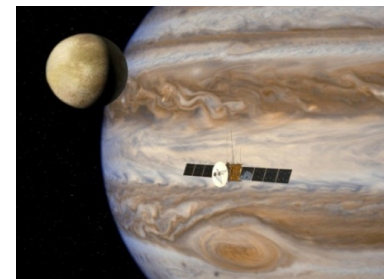
△所内SRR/△所内プロジェクト準備審査、計画審査(その3)、計画審査(その4)を経て、JUICE-JAPAN WGはJUICE所内プリプロジェクトとなり、平成27年度の予算が認められた。

## 3. 現状

計画審査(その4)のアクションアイテムへの対応を実施すると共に、RPWI・PEP/JNAのハードウェア開発を進めている他、GALAについて、詳細な開発計画の調整、メーカーとの調整、担当部分の開発を実施している。

## 4. 今後

2016・2 (T.B.D.) にJAXALレベルプロジェクト準備審査を受けてJAXAプロジェクト化を目指す。





## JUICE 関連ポスターも御覧ください

- P- 113 木星氷衛星探査衛星JUICE ー日本がJUICEで目指すサイエンス  
関根 康人 (東大) ほか
- P- 114 JUICE-木星氷衛星探査計画 - Radio & Plasma Wave Investigation (RPWI) :  
Contribution from  
Kasaba Yasumasa (東北大) ほか
- P- 115 木星氷衛星探査衛星JUICE ー粒子環境パッケージ 高速中性粒子計測装置  
PEP/JNA  
浅村 和史 (JAXA) ほか
- P- 116 木星氷衛星探査衛星JUICE ーガニメデレーザー高度計 GALA ー  
並木 則行 (NAOJ) ほか
- P- 117 木星氷衛星探査衛星JUICE ーサブミリ波観測機器 SWI  
笠井 康子 (NICT) ほか