



宇宙探査

イノベーションハブ

INNOVATION HUB

2023年度 第1回
宇宙探査オープンイノベーションフォーラム

「日本の国際宇宙探査シナリオとその先に向けたエネルギーのテーマ」

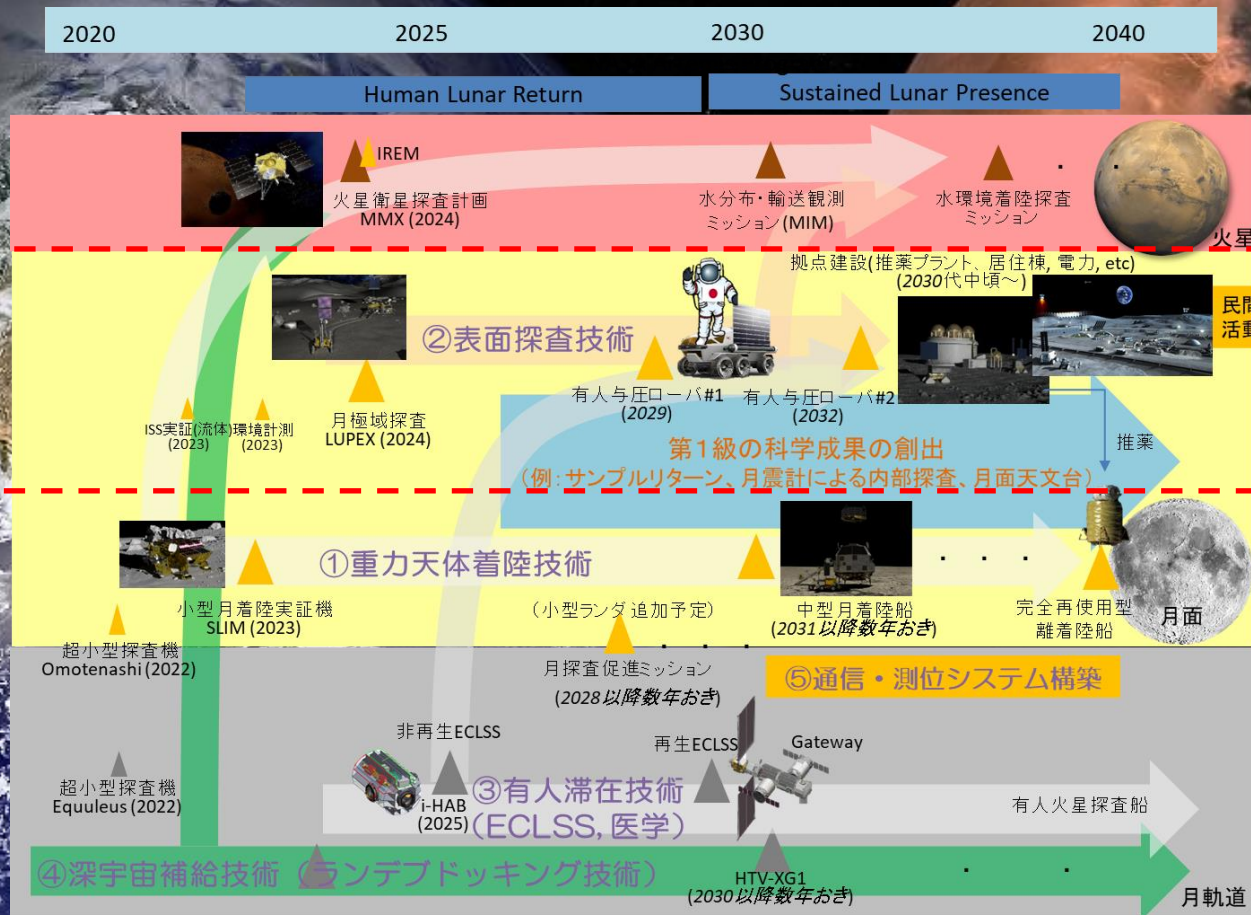
2023年5月26日

宇宙探査イノベーションハブ 川崎 治

「日本の国際宇宙探査シナリオ(案) 2021」(令和4年3月)

- JAXA国際宇宙探査センターより公開中
<https://www.exploration.jaxa.jp/news/20220427.html>
- 国際宇宙探査協働グループ(ISECG)が発行した国際宇宙探査ロードマップ(GER)にアルテミス計画動向及び日本のサイエンスコミュニティの月・火星の科学の検討進捗等を踏まえた総合シナリオ
 - 国際宇宙探査における目標
 - 全体アーキテクチャ
 - 環境データ分析
 - 科学・技術の各ロードマップ
 - 具体的ミッション





・月震計ネットワーク

- 月面の全球(裏側含む)へ多数の月震計の配置、長期間の計測による月内部構造の把握

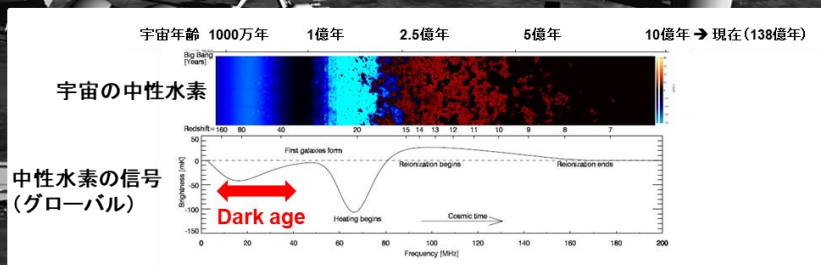
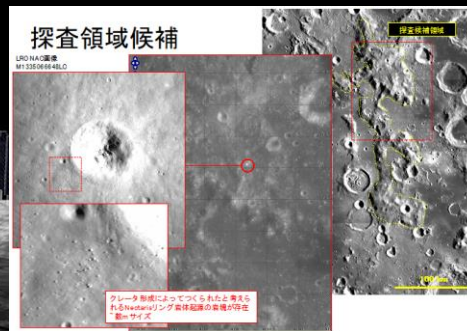
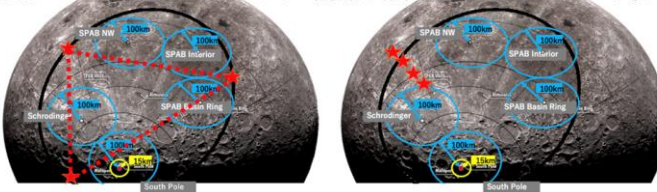
・月サンプルの採取・選別・地球帰還

- 月の形成ひいては地球地殻の形成や太陽系巨大ガス惑星軌道変化に関する知見をもたらす、複数の衝突盆地露頭サンプルの採取、その場分析、持ち帰り

・月面からの天文観測(月面天文台)

- 大気や人間の活動起因の擾乱のない月面裏側で波長1-40MHz帯の電波干渉計による観測(宇宙最初期の情報を得る中性水素21cm線の観測)

配置案1: アポロ観測網を越えるネットワーク 配置案2: 月深部構造にフォーカスしたアレイ (50~100km間隔)



「日本の国際宇宙探査シナリオ(案)2021」探査アーキテクチャ構成

月探査アーキテクチャ

月近傍拠点と
月近傍拠点まで
の貨物輸送

有人与圧ローバ

有人月着陸機

推薬生成プラント

火星探査アーキテクチャ

周回軌道への投入
表面着陸

エンジンと推薬

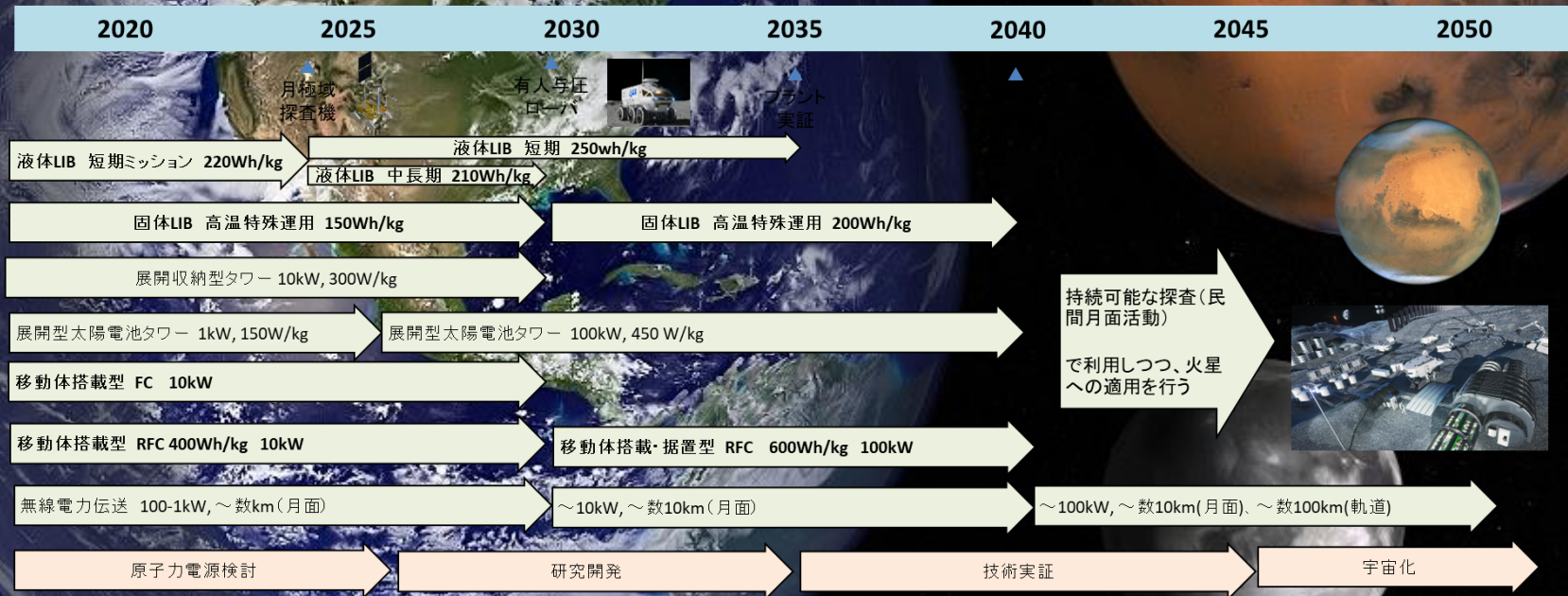
資源利用
(ISRU)

通信測位アーキテクチャ

月面では2030年代以降には300kWのエネルギーが必要な見込み
あらゆるエネルギーを「効率よく」利用し「無駄にしない」技術が重要

技術ロードマップの考え方:

- 月探査の本格化に向け、我が国の優れたエネルギー技術(薄膜太陽電池、リチウムイオン電池(全固体を含む)、燃料電池(再生型を含む)、省エネルギー技術等)を活用する。
- 火星探査に向け、原子力等の利用については、他国の情勢を見つつ、情報収集・調査検討を継続する。



探査ハブのRFP共同研究スコープ

過去のRFPにて手がけたもの

エネルギー源

太陽光

磁場・電場

重力・振動・歪

核分裂・核融合

生産

太陽電池

一次変換

コンバータ

貯蔵

バッテリー
(LIB/全固体)

輸送

配線
非接触電力伝送

二次変換

コンバータ

熱電変換

熱電子変換

利用

電力として
利用

熱として
利用

バッテリーレス
システム構築

燃料電池(再生型含む)

熱

貯熱材料

ヒートパイプ

ヒートポンプ

ハーベスタ

省電力チップ(信号処理・蓄電)

高効率な
信号送信/
アンテナ

システムエネルギーマネジメント技術

情報提供を期待するもの

あらゆるエネルギーを「効率よく」利用し「無駄にしない」技術イノベーション



探査活動に資する技術の創出
地上における技術課題解決

地上事業

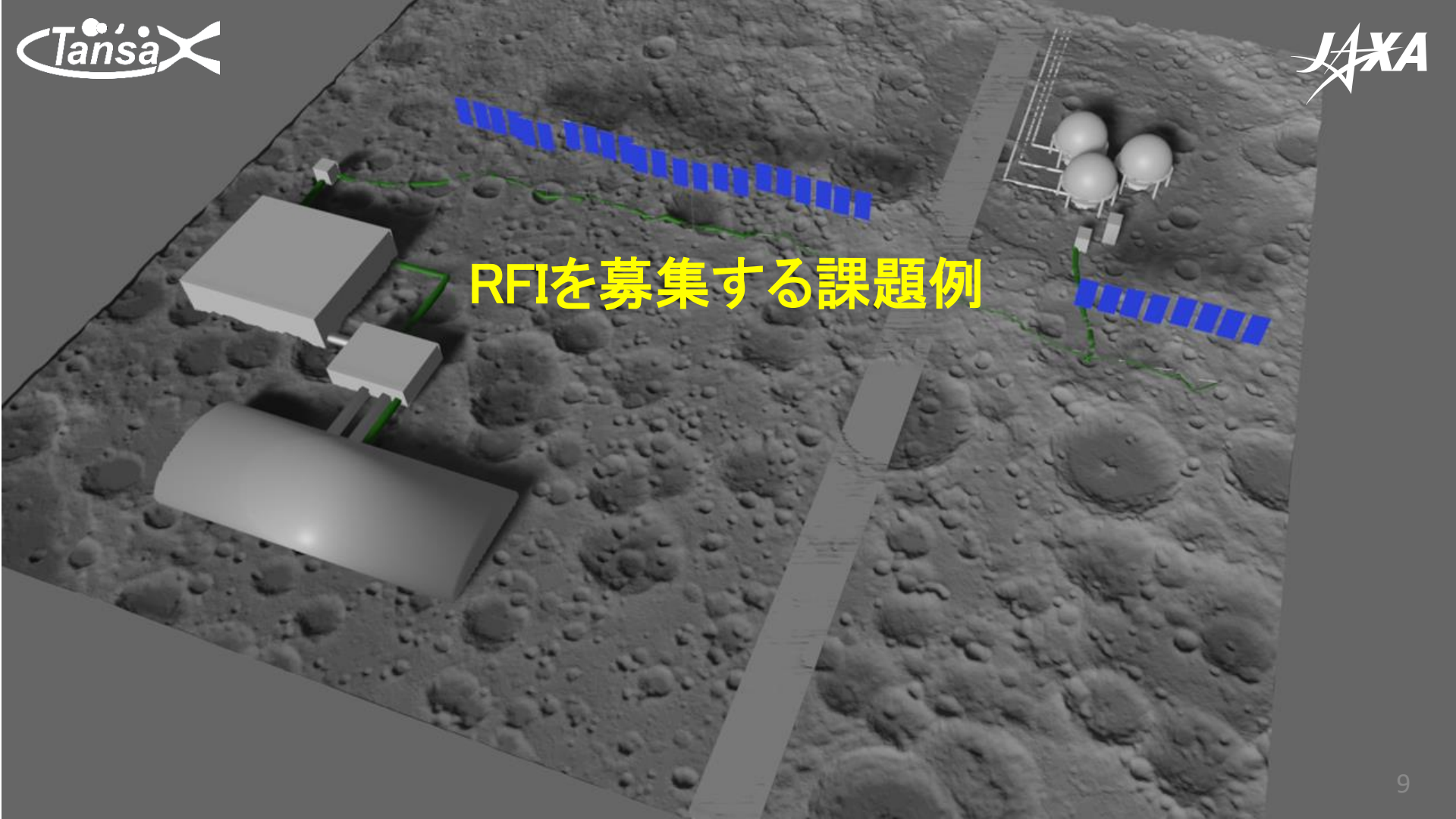
宇宙探査への応用

長寿命化
耐摩耗
交換頻度

耐放射線
ソフトウェア

高信頼性化
広温度範囲

地上での社会実装／イノベーション創出

A 3D perspective rendering of a lunar base on the surface of the Moon. The terrain is grey and covered in numerous craters of various sizes. In the upper left, a long, narrow solar panel array is deployed. In the upper right, there are three white, dome-shaped habitats connected by a network of lines. In the lower left, there are several rectangular structures, including a large one and a smaller one, with a green line connecting them. A green line also runs from the top left towards the center. The overall scene is set against a dark background.

RFIを募集する課題例

熱電変換技術・排熱リサイクル技術・熱光学技術

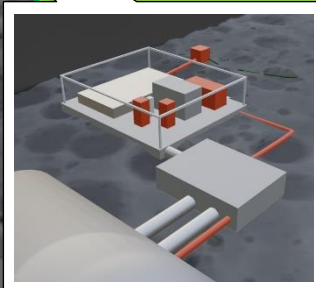
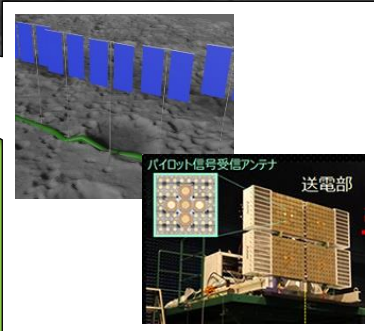
- ・熱電変換素子/材料
(300K~400K程度の低温領域)

Ex: 太陽電池の裏面からの放熱を利用した
熱電変換(所謂ハイブリッド太陽電池)

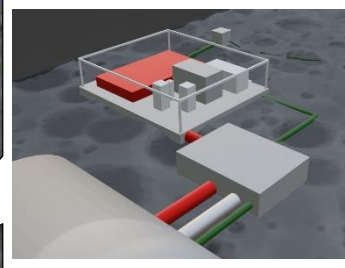
Ex: マイクロ波電力伝送の熱損失からの電力回収

Ex: 機器・配管からの排熱からの発電

- ・熱電変換を支える低吸収率/高放射率
な材料・材質・塗料
(効率的なラジエータ)



蓄熱技術・熱輸送技術



・蓄熱材料

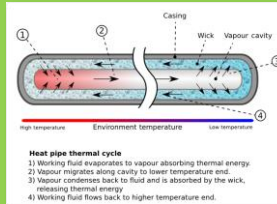
Ex: ISRUとしてレゴリス等を使用した日中の物理蓄熱

Ex: 高効率な化学蓄熱(相変化)材料

・熱貯蔵技術

Ex: 15日の夜間の効率的なエネルギー保持

Ex: JAXA研究中のヒートポンプと組み合わせた
高温蓄熱・低温蓄熱システム



出典: ja.wikipedia.org/wiki/ヒートパイプ

・熱輸送技術

Ex: ヒートパイプ(低温領域のもの高温領域のもの)

・熱エネルギー利用技術

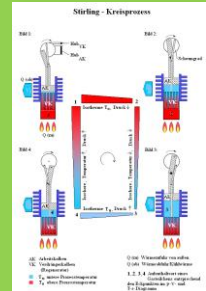
Ex: 低重力下での数100kW級のスターリングエンジン

Ex: 環境制御と組み合わせるコジェネ技術

・熱電変換素子/材料

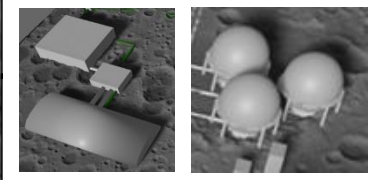
(数百K~1000K程度の中温/高温領域)

・熱電子変換技術



出典: ja.wikipedia.org/wiki/スターリングエンジン

エネルギーハーベスティング技術とIoTへの結合



- ・基地システムモニタリング

- ・環境計測(放射線等)

Ex: 小型高効率太陽電池とセンシング/
データ蓄積/送信処理のワンチップデ
バイス及び小型アンテナ

- ・振動/熱ひずみエネルギーの
電気エネルギー変換/蓄電/放出技術

Ex: 無給電による探査機各所の状況把握

Ex: 劣化診断システム



©TOYOTA

引き続き従来からのテーマについてもイノベータイプな技術情報をお待ちします

○太陽電池

- ・ペロブスカイト太陽電池の長寿命化/高信頼性化
- ・CIGS等、Si/GaInP/ペロブスカイト以外の新しい素材

○バッテリー

- ・出力密度・エネルギー密度の高い電池
- ・幅広い温度領域で使える電池
- ・安全性の高い電池

○非接触電力伝送

- ・効率の高い磁界結合型・電界結合型による近傍結合
- ・レーザエネルギー伝送