

## 地産地消（資源利用）技術

発表者：金森 洋史

JAXA 宇宙探査イノベーションハブ  
ハブ領域インテグレーター

## 地域生産地域消費

### 適用条件

- 物資の移動に伴うコストや環境への負荷が効果的に低減できること。
- その地域における需要と供給がバランスすること。

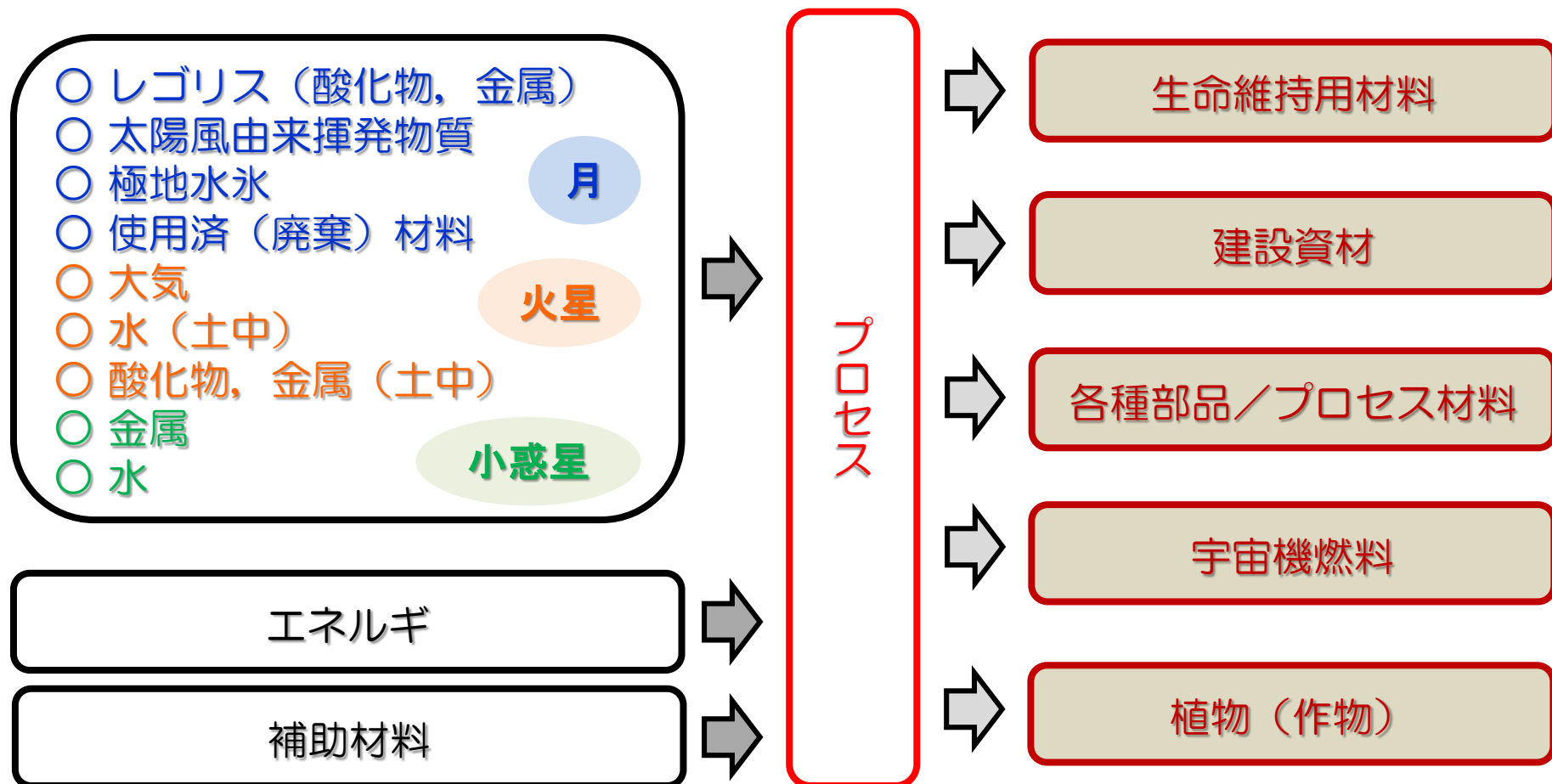
## 地産地消の必要性

- ◆ 地球から月までの運搬コスト：約1億円/kg

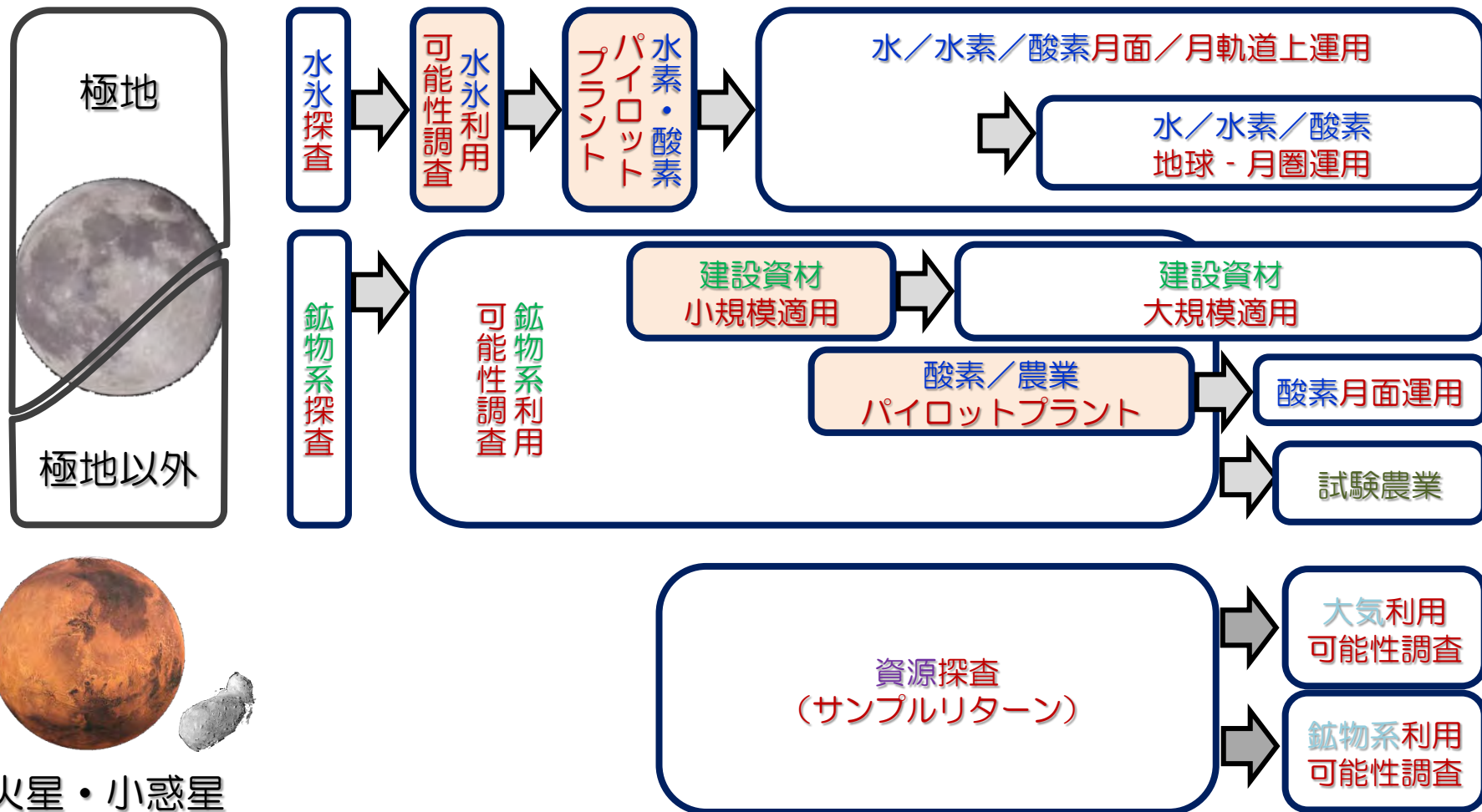


コンクリートブロック  
(10 × 19 × 39 cm)  
1個：10.3 kg = 約10 億円

## 宇宙資源物質の利用



## 宇宙資源物質の利用シナリオ例



## 地産地消研究のポイント（宇宙）

- ◆ 現地資源および環境情報の取得
  - ◆ 水・氷・揮発物質・種々鉱物などの量と質
- ◆ 限られたエネルギー／資源物質への対応
  - ◆ 高精度なセンシング
  - ◆ 高効率なプロセス（最小限の地球依存性）
- ◆ 宇宙環境の影響把握
  - ◆ センシング・プロセス・製品特性等への影響



- ◆ 経済性
  - ◆ 初期投資 ⇔ 利用効果

## 地産地消研究のポイント（地上）

- 既存の製品に対する優位性を示す
  - ＞これまでに無い性能・価値  
（小型・軽量・物性・・・）
- 既存手法の課題解決への有効性を示す
  - ＞低コスト／低環境負荷／低損失
  - ＞他センサ／他製品／他プロセスへの展開性

## 地産地消の課題設定

	RFP① (H27)	RFP② (H28-1)	RFP③ (H28-2)
共通技術	<ul style="list-style-type: none"><li>• 移動体搭載用の燃料再生可能な燃料電池システム</li><li>• 革新的蓄電池技術の実現</li><li>• 革新的移動機構を備えた共通台車の設計</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 防塵・除塵技術</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 次世代太陽電池デバイスの実現</li><li>• 高感度放射線検出デバイスの開発</li></ul>
センシング	<ul style="list-style-type: none"><li>• 水氷のセンシング技術の研究</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 高感度・高精度ガスセンサ</li></ul>	
プロセッシング	<ul style="list-style-type: none"><li>• 資源利用プロセス技術の研究</li><li>• 月面における建設資材の現地生産技術</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 水の効率的な分離技術</li><li>• 資源利用プロセス技術の研究</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 資源利用プロセス技術の研究</li><li>• 植物生産に適用可能なタンパク質素材の開発</li><li>• 月面農場を想定した新しい農作物の栽培実証</li></ul>



## 地産地消関連（水，資材系）の共同研究

募集型	研究課題	目的	探査関連技術分野
課題解決	小型2次元イメージング分光器の開発による水氷センシング技術の研究	2次元イメージング分光器の小型・軽量化	水氷探査
	液体を使わない建設資材の現地生産技術の研究	水などの液体を使わない新たな土木工法を創出する	建設資材製造
	現地資源からの建設資材の製造システム	地球や月表層の土から焼結体あるいはジオポリマー固化体を製造する	建設資材製造
	ガス中微量水分計の小型・軽量・ロバスト化技術の研究	小型軽量で高感度・高精度ガスセンサーの実現	水氷分析
	マイクロ波凍結乾燥技術（氷から水をつくる技術）	氷状態の水分子に直接マイクロ波を作業、効率的・短時間で水を分離する	水氷回収
アイデア	土砂や火山灰の形成技術の研究	砂や火山灰を自由な形に形成し固める技術を発展させ、適用範囲を拡大する	建設資材製造
	火成岩あるいは粘土鉱物を主体とする土質材料からの建設材料の作製	マイクロ波溶融およびコールドプレスの技術・コストの最適化による適用拡大	建設資材製造
	月土壌の水素還元システムの構築—低品位原料の工業的利用を目指して—	還元が難しい低品位の酸化物原料を対象とした反応炉の設計および反応条件の最適化	化学プロセス
	プラズマ・触媒ナノ粒子複合反応場によるCO2資源化技術の開発	プラズマによる二酸化炭素と水素からのメタン生成の原理検証	化学プロセス

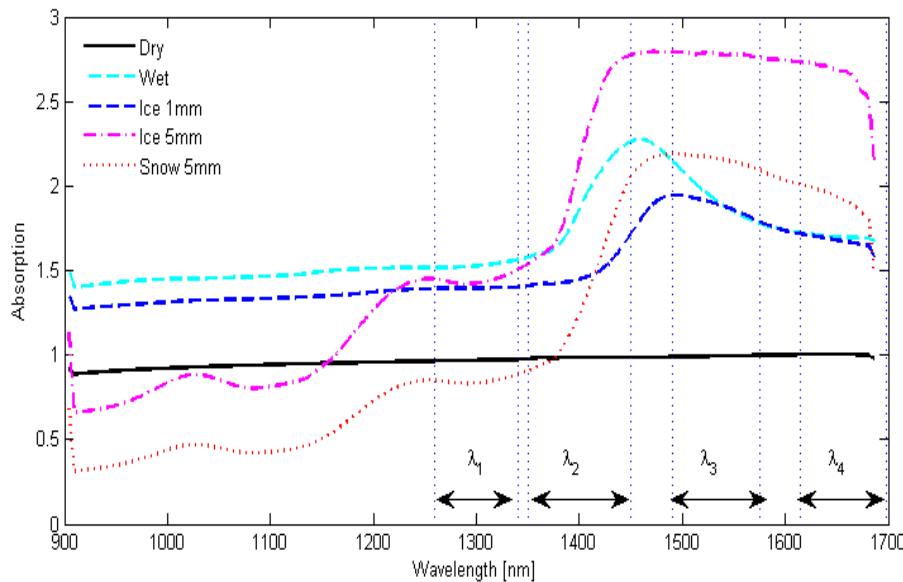
## 地産地消関連（農業系）の共同研究

募集型	研究課題	目的	探査関連技術分野
アイデア	植物生産へ適用可能な高性能人工構造タンパク質素材の開発	高性能タンパク質材料の宇宙領域における利用検討および宇宙ステーション外装/内装部品等へ実装可能な製品の提案	植物生産
	袋培養技術を活用した病虫害フリーでかつ緊急時バックアップも可能な農場システムの研究	袋培養技術による作物の栽培可能性の評価、パイロード低減策の成立性の基礎的確認および月面農場モデルの構築	月面農業
	穀物増産を実現する種子の処理技術開発	イネとジャガイモへのプラズマ照射による発芽・成長促進効果の最適化と大量処理実現の検討	月面農業
	月面農場における高カロリー作物栽培システムの要素技術開発	居住者への効率的な栄養提供ならびに特に重要な水・炭酸ガスの損失量を最小とする栽培システムの検討。	月面農業
	摂食可能なジャガイモの完全閉鎖型・完全水耕型人工栽培システムの基礎検討	完全閉鎖型・完全水耕型で、摂食可能な塊茎を形成できるジャガイモの人工栽培技術の確立と実用化	植物生産

# 小型2次元イメージング分光器の開発による 水氷センシング技術の研究

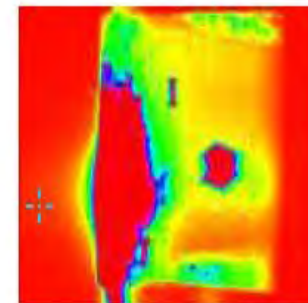
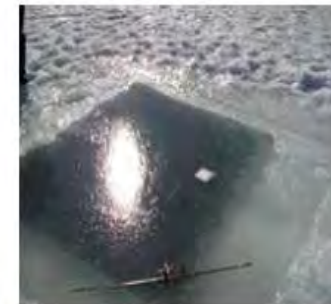
センテンシア

2次元分光による水面/結氷面/雪面  
での計測例 (センテンシア計測)

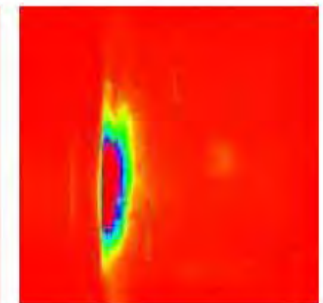


Patrik Jonsson, et al., 2014, Road Condition Imaging-Model Development

道路面上の水/氷の波長別反射率



1290nm



1370nm

# 液体を使わない建設資材の現地生産技術の研究開発

東急建設, 東京都市大学, 日東製網



シラス



細粒鹿沼土



福島県火山灰質砂



鹿沼土



シラス大

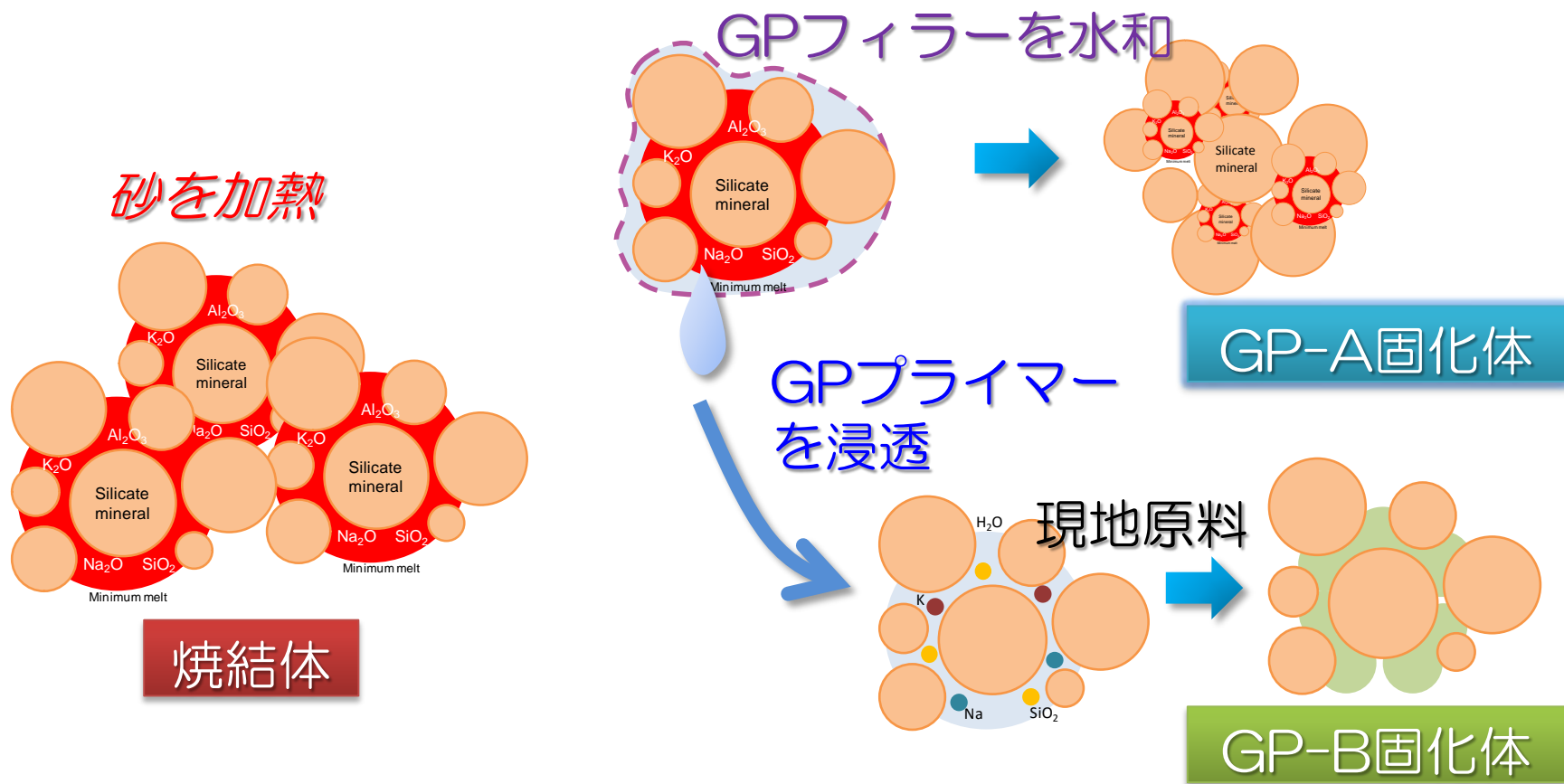


豊浦砂

1次元圧縮 (10MPa) 後の固結状態

# 現地資源からの建設資材の製造システム

三菱マテリアル, 北海道大学, 山口大学, 大林組  
 有人宇宙システム, IHI, IHIエアロスペース



# 砂や火山灰の形成技術の研究

## モルタルマジック



強度試験後の試験体



簡易強度試験装置

### 基本性能試験

- ① バインダ材の混入率を変えてベース試験体を形成
- ② ベース試験体表層に各種トップコート塗布し特性を把握



# 火成岩あるいは粘土鉱物を主体とする 土質材料からの建設材料の作製

大林組



左：マイクロ波利用作製材料

右：コールドプレス法利用作製材料

## コールドプレス法：手順

A. 原料混合



B. 容器への充填



C. 圧縮後、容器からの取り出し



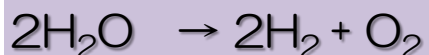
# 月土壤の水素還元システムの構築 —低品位原料の工業的利用を目指して—

九州大学, 若狭湾エネルギー研究センター, ヒロセ・ユニエンス

## <研究背景>

月面基地建設のために  
月土壤 ⇨ 水 ⇨ 酸素

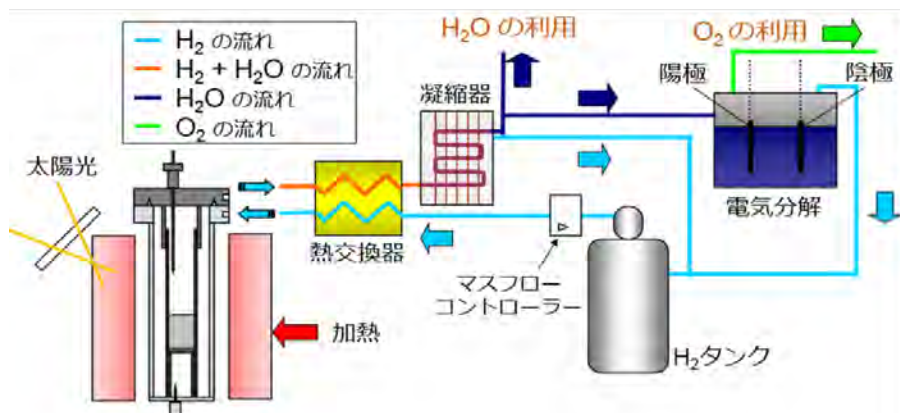
月の鉱物 → H<sub>2</sub>O



## <研究目的>

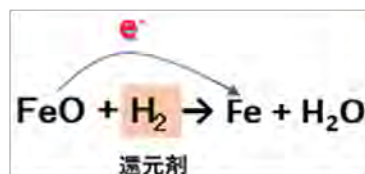
月資源の水素還元により水の製造  
プロセスを検討する

## システム全体図



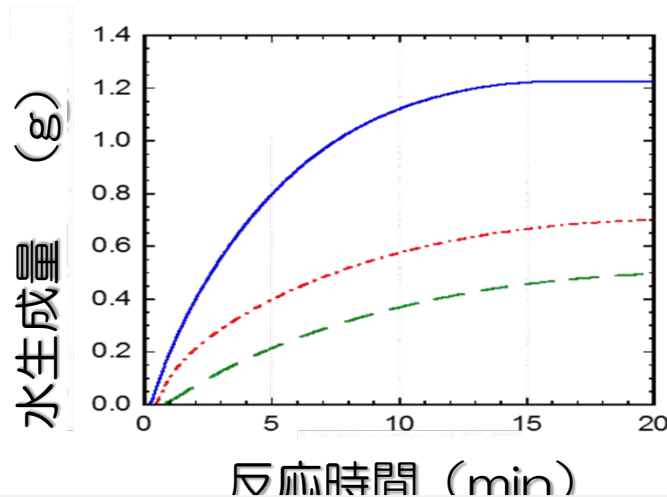
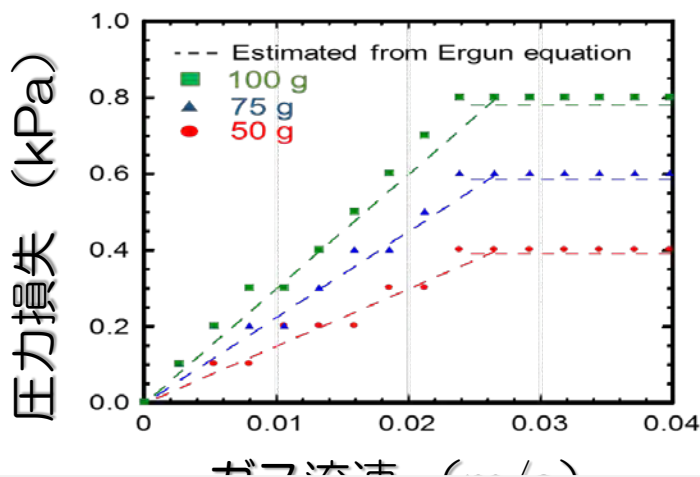
## <水素還元とは>

還元とは電子を受け取る反応  
還元剤 = 相手を還元させる物質  
(自身は酸化)



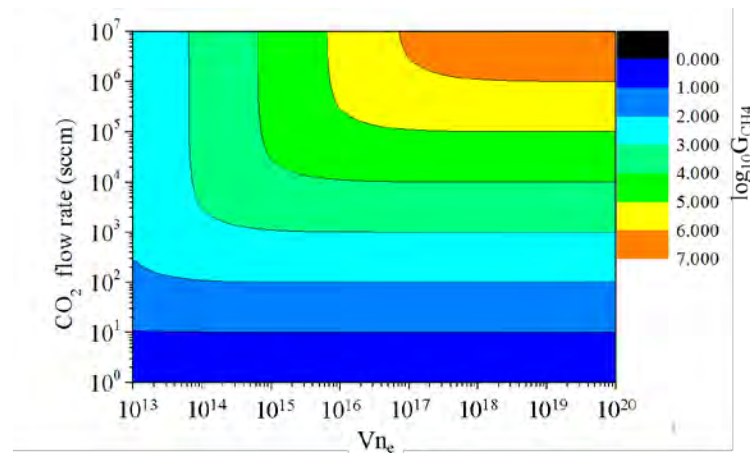
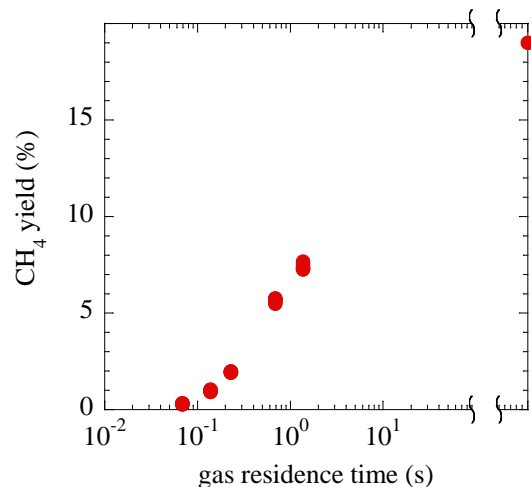
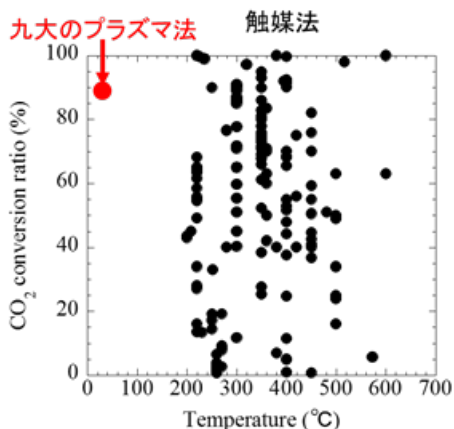


# 月土壌の水素還元システムの構築 —低品位原料の工業的利用を目指して—



# プラズマ・触媒ナノ粒子複合反応場による CO<sub>2</sub>資源化技術の開発

九州大学



- 室温でのCO<sub>2</sub>変換率90%を達成
- 火星大気圧条件下においてCH<sub>4</sub>収率19%達成
- 1,000kg/day の原料処理に必要なプラズマ体積：10m<sup>3</sup>

# ガス中微量水分計の 小型・軽量・ロバスト化技術の研究

神栄テクノロジー，産業技術総合研究所，大阪大学

# マイクロ波凍結乾燥技術 (氷から水をつくる技術)

マイクロ波化学，東京工業大学

## 地産地消技術分野における

### 「地上展開と宇宙利用の共通課題」

## について議論を実施

「平成29年度 課題設定ワークショップ  
自動・自律・地産地消合同分科会」

日 時：2017.11.30

場 所：TKP八重洲カンファレンスセンター 8C

共 催：JAXA宇宙探査イノベーションハブ  
土木学会建設用ロボット委員会

# 地産地消に関するご意見

## 本WSでは以下のご意見が得られた

- 地上の土木工事（ダム建設など）では資材（骨材など）の現地調達によるコストの低減化は必須
  - ⇒ 宇宙利用における地産地消と共通
  - ⇒ プラントのための「**資機材**」が必要
- 宇宙資源利用に関する**技術の実現性**（難易度）に関する見極めが必要
- 宇宙における資材の**適用用途**を絞った方が課題を設定しやすい（例えば「放射線遮蔽」など）
- 地上で使われている簡易**舗装**の技術・材料は月面においても有効
- 宇宙利用に関連した**ストーリー性**によって地上で展開する資材の高付加価値化も可能

# 地産地消に関するご意見(2)

## 月資源利用技術（建設資材系）マップの例

		酸素		非加工レゴリス		セラミックス		セメント		金属		複合材料	
		初期	発展	初期	発展	初期	発展	初期	発展	初期	発展	初期	発展
基盤技術	センシング												
	掘削, 採取, 運搬	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	エネルギー												
一次加工技術	分離精製	○		○			○		○	○	○	○	○
	加熱・冷却制御	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
	還元		○	○							○	○	○
	電気分解		○	○							○	○	○
	溶融・固化					○	○				○	○	○
	焼結								○	○	○		○
二次加工技術	高純度化						○		○			○	○
	複合材製造										○		○
	組立（溶接等）					○	○	○	○	○	○	○	○

## 地産地消の主な構成技術

共通技術	エネルギー 防塵・除塵 熱設計・制御 自動化システム
センシング	測位 地盤特性 探査（場所・量・質）
ハンドリング	掘削（切削） 資源採取（採掘） 表面搬送 投入 原料貯蔵

赤字：RFP①②③テーマの実施項目

緑字：「自動・自律」共通技術

プロセッシング	分級・分離・精製 加熱・冷却制御 分離・抽出 化学反応 電気分解 固化 成形 高純度化 複合材化
利用・再利用	組立・接合 貯蔵 分別
農業	栽培 環境システム 物質循環
廃棄	

ご清聴ありがとうございました