

JAXAシナリオにおける水資源利用の質量/電力サイジングについて

- JAXAで構想する、月面資源を利用した推進剤プラントは以下のステップに分解してシステム検討を実施している。
- 各ステップで必要となる質量、電力の見積もりを次ページに示す。

◆ ステップ1 : 掘削 (Regolith Excavation)

◆ ステップ2 : 運搬 (Regolith Collection)

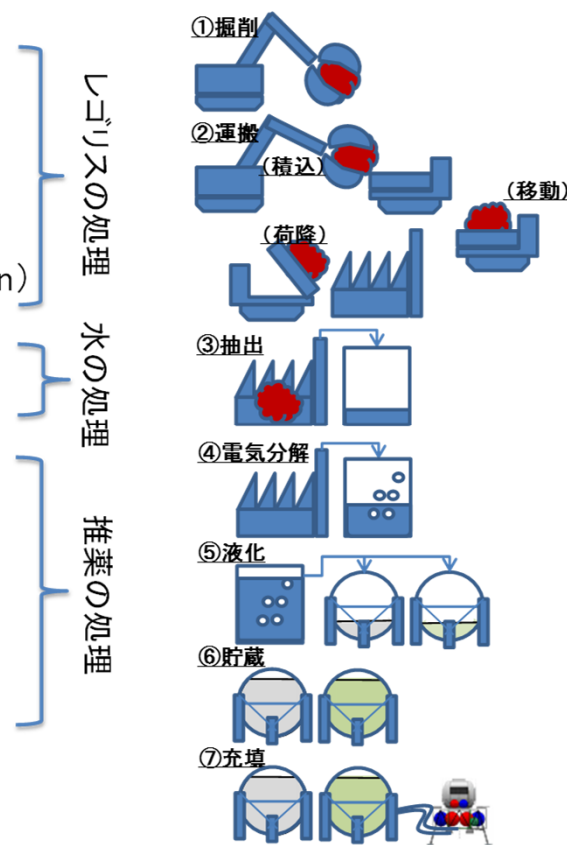
◆ ステップ3 : 抽出 (Water/Gas Extraction)

◆ ステップ4 : 電解 (Electrolysis)

◆ ステップ5 : 液化 (Liquefaction)

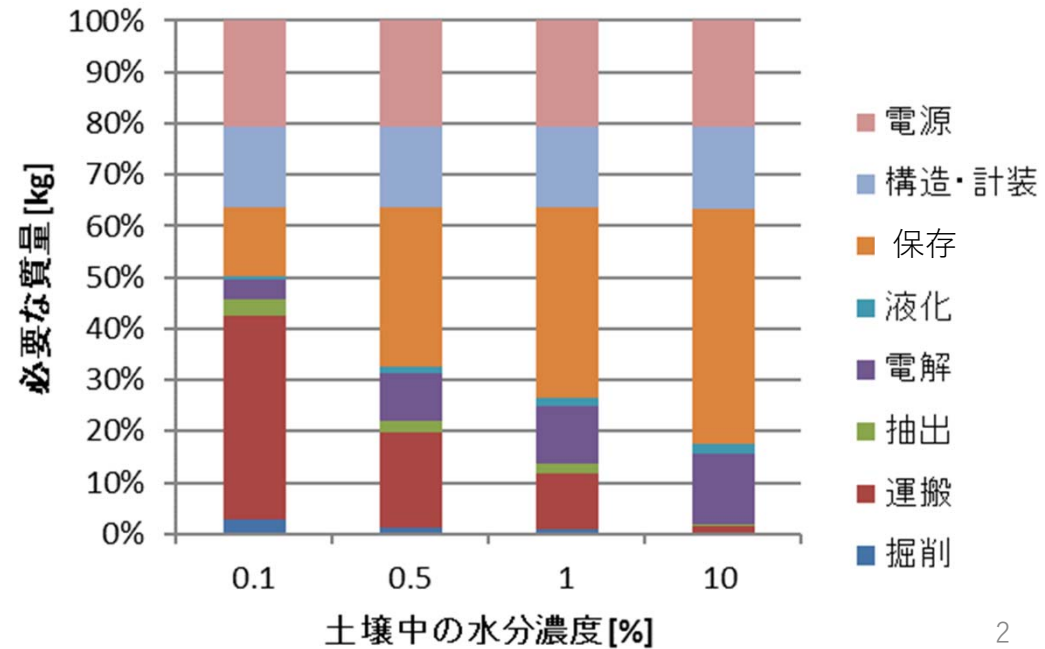
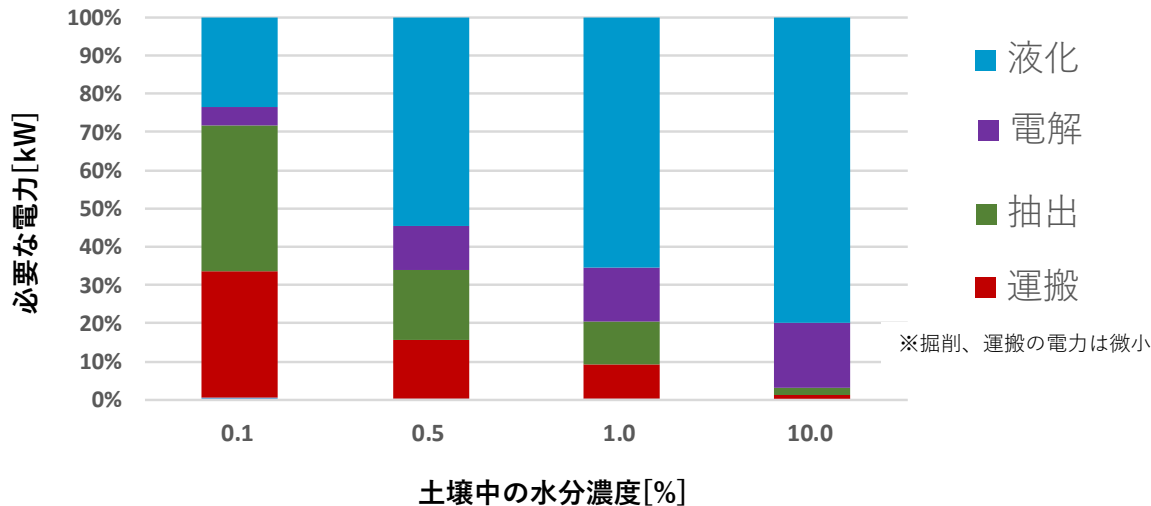
◆ ステップ6 : 保存 (Storage)

◆ ステップ7 : 充填 (Fuel Load)



JAXAシナリオにおける水資源利用の質量/電力サイジングについて（続き）

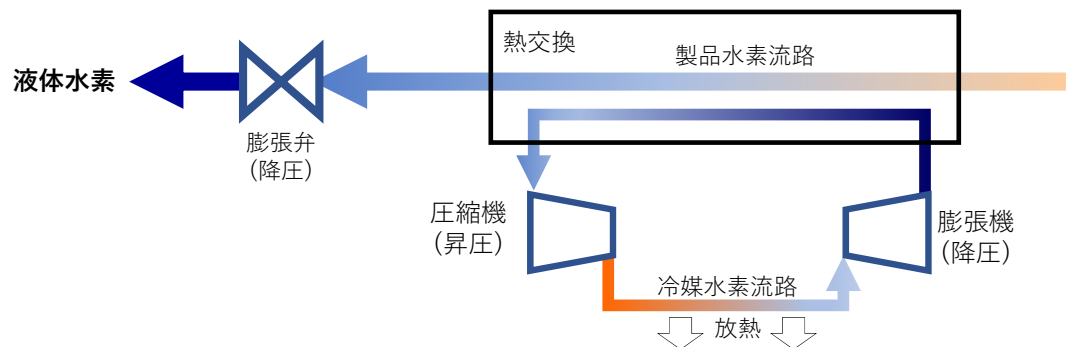
- 各ステップに必要な電力見積を下左図、質量見積を下右図に示す。
- 土壌中の水分含有率に応じて各ステップが占める割合は変化するが、
電力については液化が大きくなり、質量については保存が大きくなる傾向があると言える。
- これらより、本RFIでは液化の電力の低減、保存の軽量化に関する技術、並びにこれらステップに関連する課題について注目することとする。
- JAXAシナリオにおける液化電力及び貯蔵質量のサイジングの考え方の概要を以降に示す。



液化システムのサイジングの考え方

■ 比電力の設定

- 装置能力（1時間あたりに処理できるH₂Oの質量 [kg water/h]）あたりの消費電力として定められる指標、“比電力” [kW/(kg water/h)]を用いて液化システムの必要電力を見積もる。
- 水素自体を、水素の液化に用いる冷媒として用いるブレイトンサイクルを想定する。
- JAXAで行った水素冷媒ブレイトンサイクルで水素を液化するために必要なエネルギーは、10.72kW・h/kgと見積もった。
- 効率30%を考慮して、本方式の比電力は**34.9** kW/(kg water/h)



冷媒	液化のための冷却	予冷のための冷却	Total	水素流量	平均
H ₂	0.04kW	0.78kW	0.82kW	0.08kg/h	10.72 kW・h/(kg water)

■ 液化システムのサイジング

- 本システムで処理する水の量は、75.0ton(別紙1より)であるので、システムの電力は以下の様に算出した。

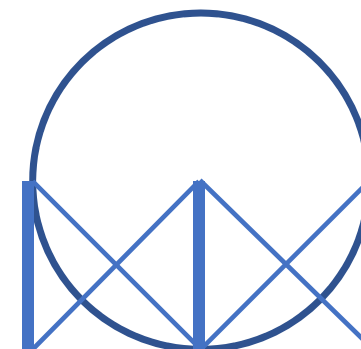
$$(34.9_{\text{比電力}} \times 75_{\text{処理水量}} \times 10^3) / (365_{\text{days}} \times 24_{\text{hours}}) \doteq 300\text{kW}_{\text{必要電力}}$$

- なお、システムの質量については、地上で利用されている液化装置の比質量を引用し**53.8**[kg water/h]とし、処理する水の量から、約**460kg**と算出している。

保存システムのサイジングの考え方

- 保存する推薬総質量は57.6ton（別紙1より）。推薬混合比から、H2：4.8ton、O2：9.6tonである。
- タンク材料はチタンとする。
- 地上の極低温液体貯蔵では真空二重層で断熱するタンクが用いられるが、月面は真空であるため単層のタンクとする。なお、タンク表面に現在JAXAで開発中の高性能MLIで覆うことで断熱する。
- これら条件からタンクの質量見積を下表に示す。

推薬量				根拠・備考
推薬総質量	57600	kg		離着陸機(36.8t)+曝ホッパ(20.8t)より
エンジンの推薬質量混合比	5	1		LE-7より
質量	酸化剤	48000	kg	混合比より
	燃料	9600	kg	混合比より
燃料・酸化剤の密度	酸化剤	1140.00	kg/m ³	
	燃料	71.40	kg/m ³	
燃料・酸化剤の体積	酸化剤	42	m ³	
	燃料	134	m ³	
タンクサイジング				
タンク半径	酸化剤	2.16		球タンク体積 $V=4\pi r^3/3$ より
	燃料	3.18		
タンク表面積	酸化剤	58.53	m ²	球タンク表面積 $A=4\pi r^2$ より
	燃料	126.92	m ²	
チタン密度		4506.00	kg/m ³	SP700(AMS4899)
タンク肉厚		0.007	m	
タンク質量	酸化剤	1846	kg	表面積*肉厚*チタン密度より
	燃料	4003	kg	表面積*肉厚*チタン密度より
断熱材サイジング				
高性能MLI諸元		2.40	kg/m ²	
燃料・酸化剤のMLI質量	酸化剤	140	kg	面密度*表面積より
	燃料	305	kg	面密度*表面積より
タンク質量合計				
	酸化剤	1987	kg	タンク質量+断熱材より
	燃料	4308	kg	タンク質量+断熱材より
	合計	6.3	ton	



※球状タンクを想定
 ※支持柱の質量は未検討

- 以上より、タンクに必要な質量は**6.3ton**と算出した。