

## 月面空洞におけるインフラ構築検討



**大野琢也**

鹿島建設 イノベーション推進室  
宇宙 担当部長

京都大学大学院 総合生存学館  
SIC有人宇宙学研究センター  
SIC特任准教授

2023/8/26 (土)

溶岩孔見学前にイメージしていた映像に近かったもの

円形、あるいは半円の断面形状に平らな床。

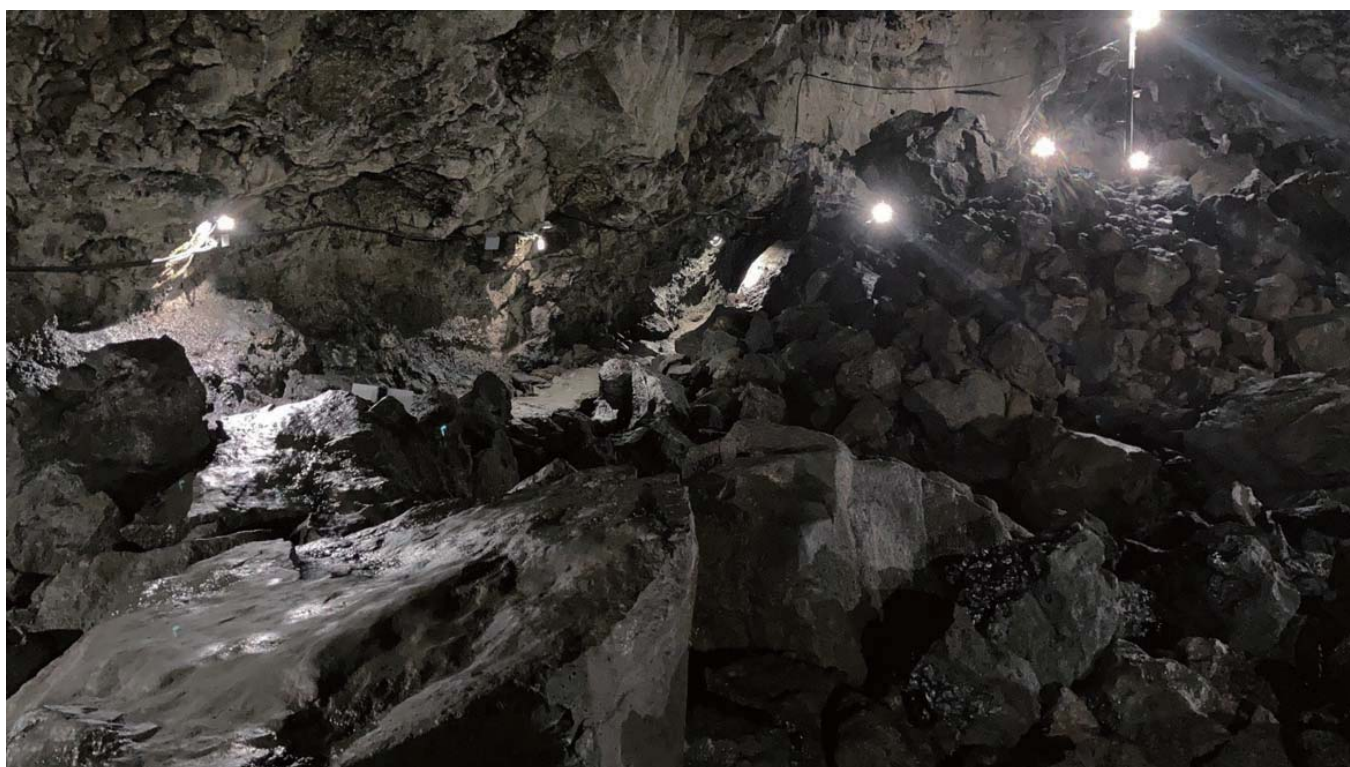
→ 実際にはそうでもない箇所も見受けられた。



駒門風穴（こまかどかざあな）



万野風穴（まんのふうけつ）







月面溶岩孔を利用するにあたり、今回の見学で考えたこと

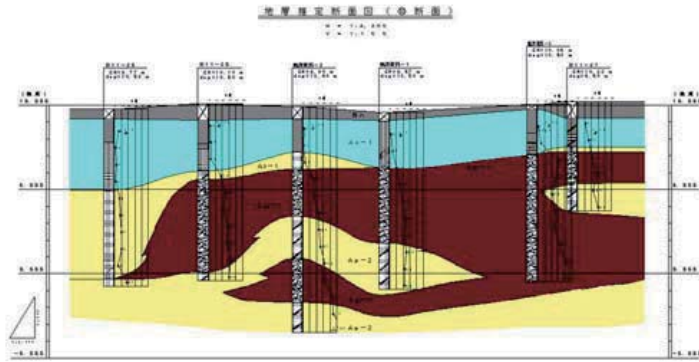
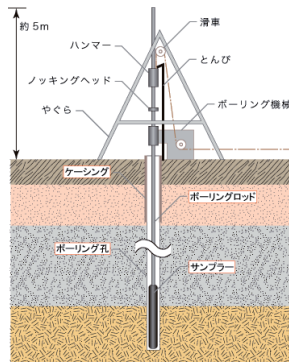
**インフラ網を天井面に構築してはどうか**

利点

- ・ **床面**が変化に富んでいた場合（波紋が大きくうねったり）でも構築可能
- ・ 初期開発において、**将来に制約をきたさない**  
各国が無計画に床にものを並べ始めると将来大規模なプロジェクトに制約
- ・ 溶岩孔の入り口（**人、モノの重要な搬入口**）をインフラで占有しない
- ・ 月面インフラ元から供給先まで**最短経路**を取ることができる。  
入り口から何十キロも離れた場所への供給が必要となる可能性に対応可
- ・ 開口を大きくすれば、溶岩孔への**避難ルート**となる  
太陽フレア活動時13時間以内に溶岩孔に逃げる必要がある

## 地盤調査のボーリング孔を利用

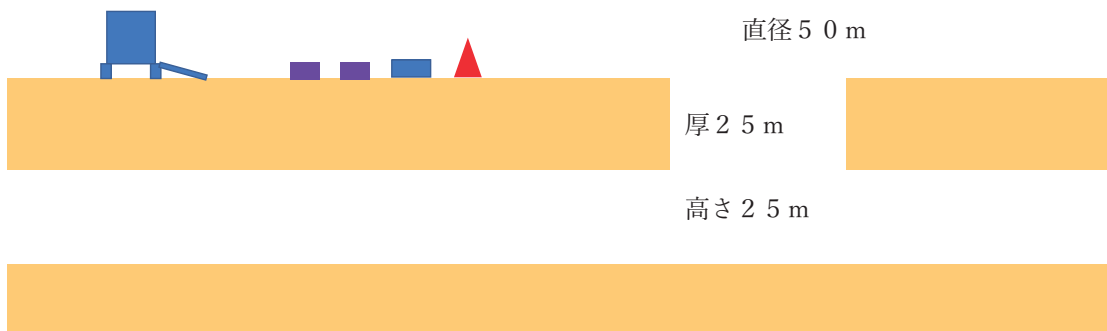
- ・ 地盤データを3次元で把握したい。
- ・ 大まかなレイヤー構成は非接触非破壊による探査によってもわかる可能性があるがそれぞれのレイヤーについての詳細データは得られない。
- ・ そこで、物理的なボーリング調査によって補完する。



## ■ フェーズ 1

### ① ランダーのランディング。

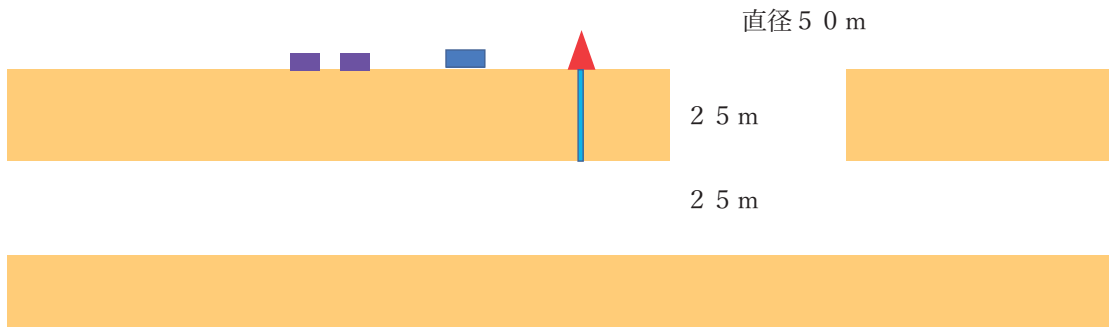
ボーリングマシン (赤△) 、ローバー (青□) 、巻き上げ機 (紫□)



## ■フェーズ1

### ②ボーリングマシン、月面へアンカー、ボーリング開始

#### 課題1 地盤調査（サンプル採取）

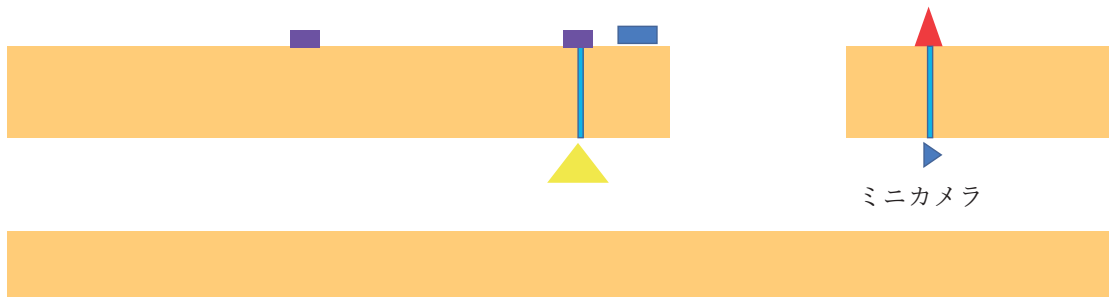


- ・他国より早く溶岩孔に到達し、世界に先駆けてイベントを行う  
日本のプレゼンスをアピール
- ・ボーリング孔から光源をぶら下げ、溶岩孔にファーストライトを導く

## ■フェーズ1

### ③巻き上げ機の設置、光ファイバーの降下、発光、ミニカメラでの撮影

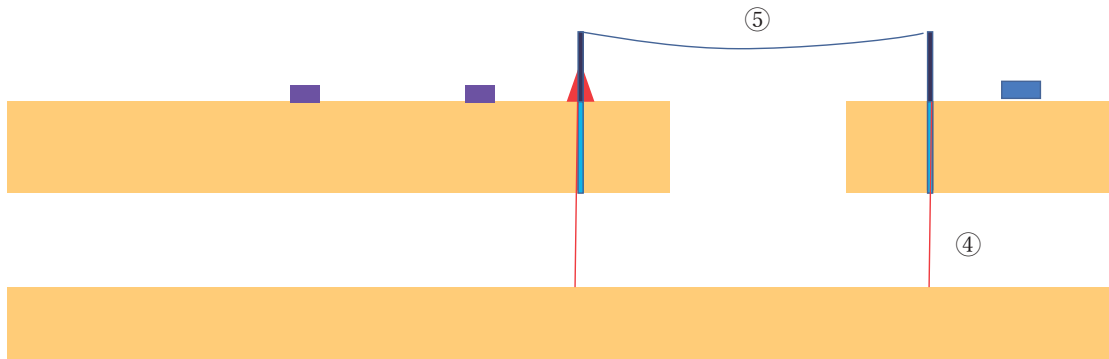
#### 課題2 ファーストライト



■フェーズ1

④支持ポール（青）敷設、テザー懸垂（赤）

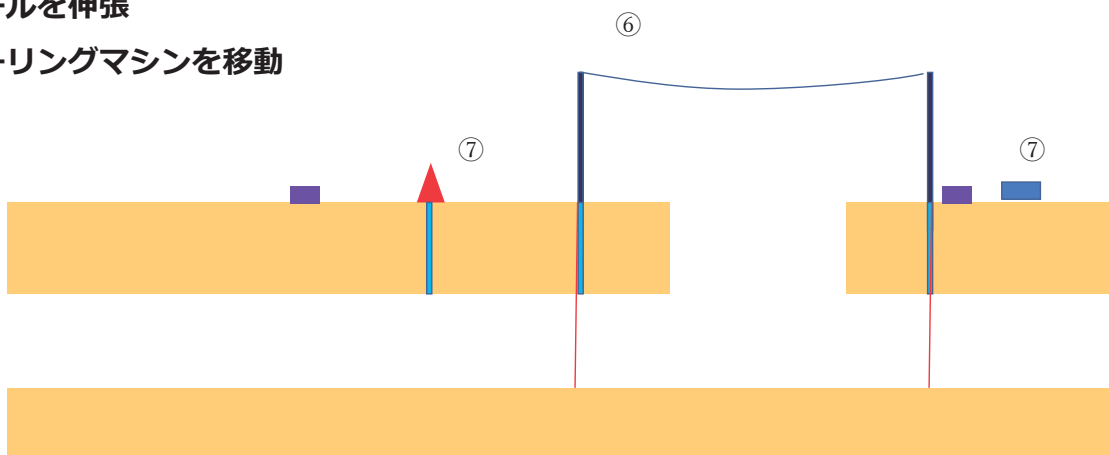
⑤ワイヤー伸張



■フェーズ1

⑥ポールを伸張

⑦ボーリングマシンを移動

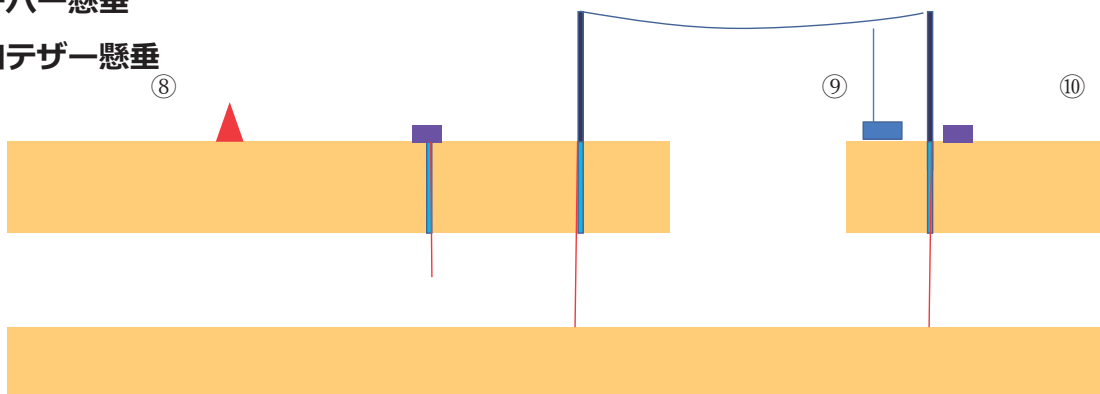


## ■フェーズ 1

⑧ ボーリング機、巻き上げ機移動

⑨ ローバー懸垂

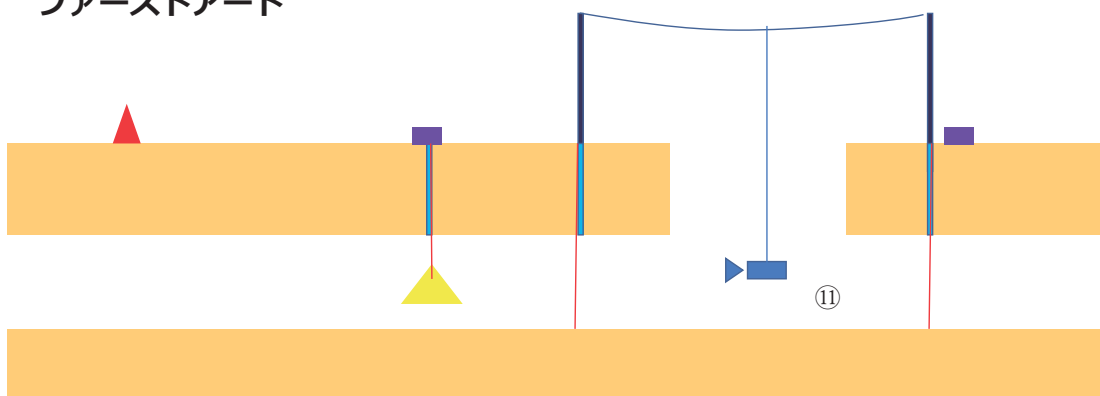
⑩ 追加テザー懸垂



## ■フェーズ 1

⑪ 光ファイバーからアートを投影。カメラで撮影

課題3 ファーストアート



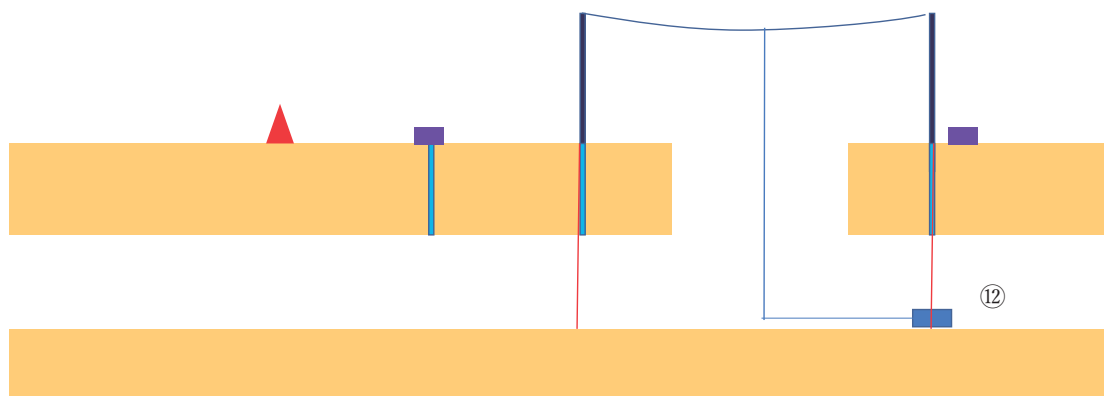


- ・プラネタリウムのようなアートにすれば話題性は大きい  
月面でのプロジェクションマッピング



### ■フェーズ1

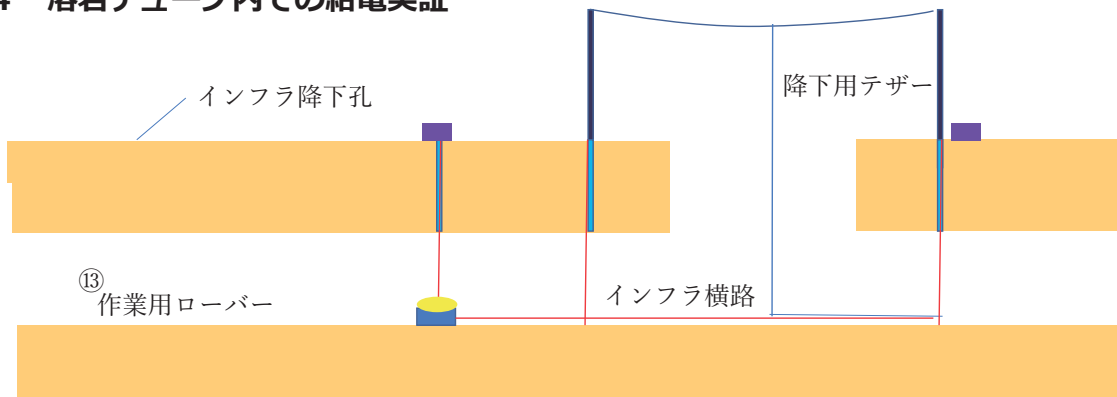
#### ⑫テザー結び



## ■フェーズ1

### ⑬テザー下部を順に結ってゆく

#### 課題4 溶岩チューブ内での給電実証



## ■フェーズ1

- ・課題1 地盤調査 (サンプル採取)
- ・課題2 ファーストライト
- ・課題3 ファーストアート
- ・課題4 溶岩チューブ内での給電実証

### ◆荷重

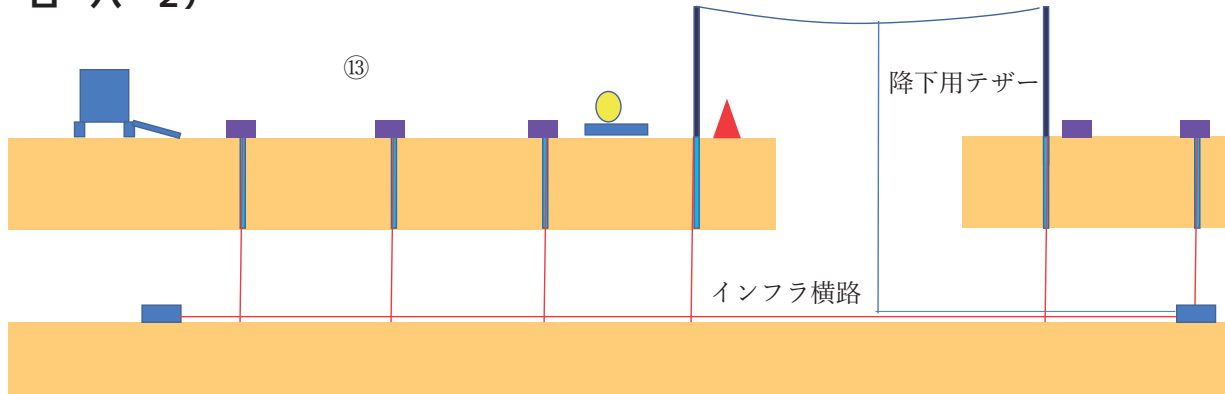
- 資材カーゴ (ランディング機能) 600kg
- ボーリング機 (自動継ぎ手、アースアンカー、自走を一つの回転機で賄う) 400kg
- 蓄電池と光学装置を含む
- ボーリング管 (75φ×2.5m×3本、5kg/m) 375kg
- 支持ポール管 (75φ×3.0m×2本、5kg/m) 300kg
- 太陽光発電装置 (120V) 300kg
- 送電設備 300kg
- 巻き上げ機 (自走、50kg×2) 100kg
- テザーワイヤー (0.5kg/m×800m) 400kg
- ローバー (自走・カメラ) 50kg
- 光ファイバー 20kg

合計2845kg

### ◆太陽光の利用できる昼間のみ稼働を想定

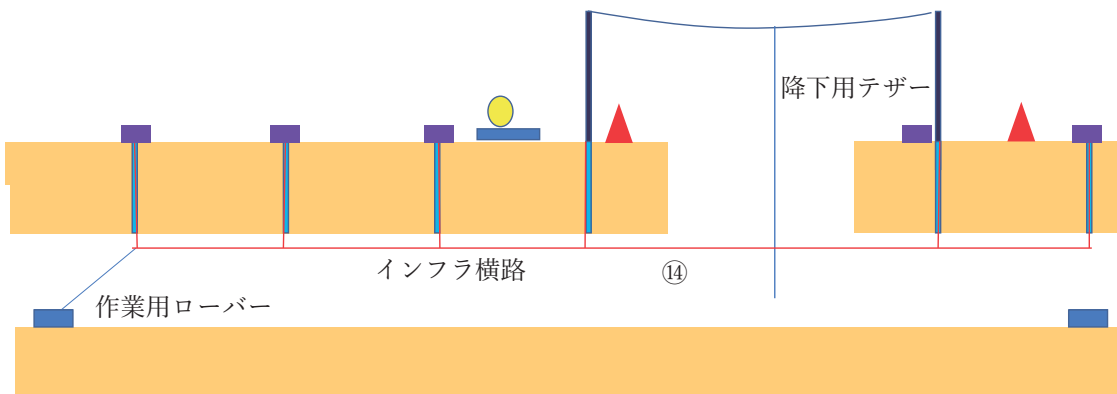
■フェーズ2

⑭ランダーからアンボード（運搬機（青□）、集光機（黄色）、巻き上げ機（紫）、ローバー2）



■フェーズ2

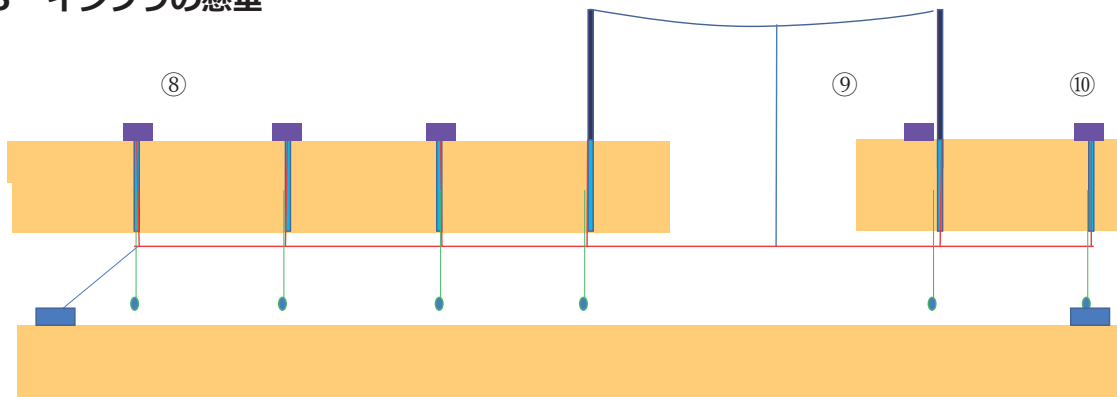
⑮テザー巻き上げ、インフラ横路の完成



## ■フェーズ2

### ⑩インフラの懸垂

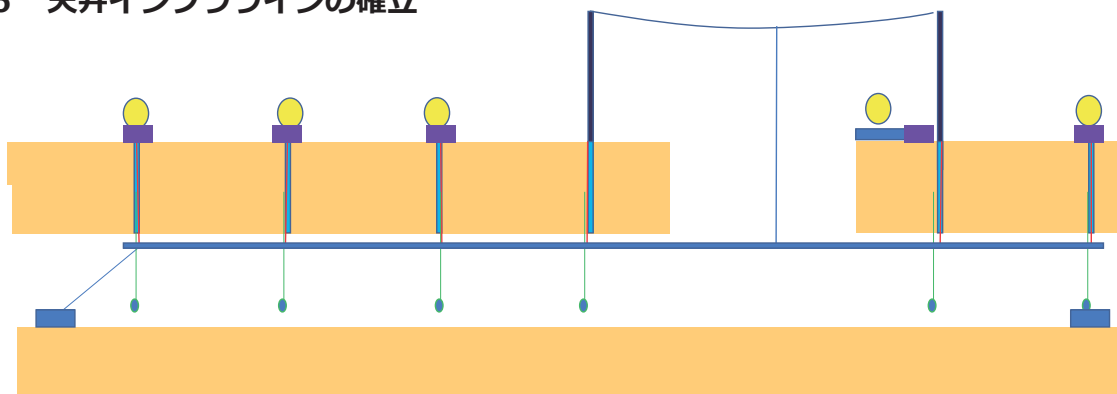
#### 課題5 インフラの懸垂



## ■フェーズ2

### ⑩インフララックの設置。(光、電気、空気、水等のラインとなる)

#### 課題6 天井インフララインの確立



## ■フェーズ2

- ・課題5 インフラの懸垂
- ・課題6 天井インフララインの確立

## ◆荷重

資材カーゴ (ランディング機能) 600kg  
 ボーリング管 (75φ×2.5m×3本、5kg/m) 375kg  
 運搬機 (自走、運搬機能) 350kg  
 巻き上げ機 (自走、50kg×4) 200kg  
 集光装置 (50kg×5) 250kg  
 太陽光発電装置 (120V) 300kg  
 送電設備 300kg  
 ローバー (自走・カメラ) 50kg  
 光ファイバー 80kg

合計2505kg

## ■フェーズ3

- ・課題7 各種インフラの供給確認
- ・課題8 インフラ販売開始

## ◆荷重

インフラ供給システム 2600kg  
 空気管 200kg  
 水パイプ 200kg

合計3000kg

- ・ 今後の探査について地盤調査とともに、基本的な物理挙動を確認したい  
 あらゆるものの月面での設計のために重要
- ・ ローバーを設計するにも重機を設計するにも建築を設計するにも、  
 低重力や真空状態の中での挙動を理解しておく必要がある。  
 基本 ⇒ 体験 ⇒ 応用 の手順を踏まなくては使える技術にはならない。  
 机上の検討、無人の実験施設、そして有人の娯楽、楽しみと実益をかねた施設が有用

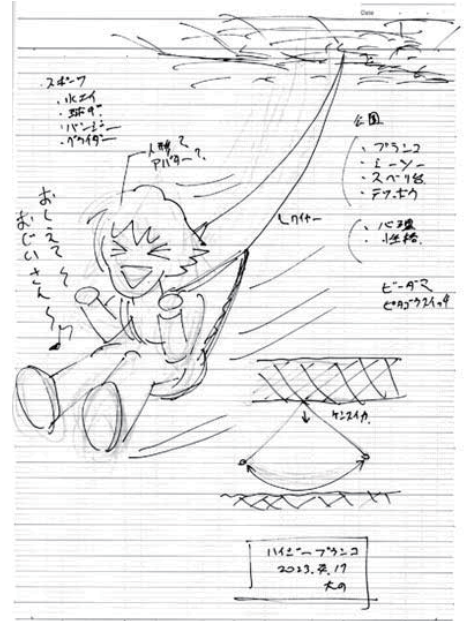
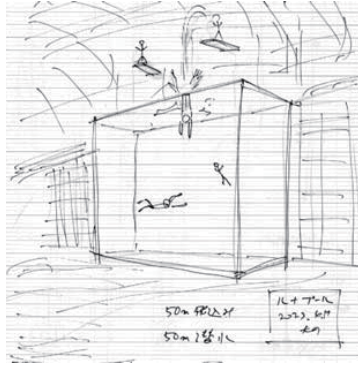
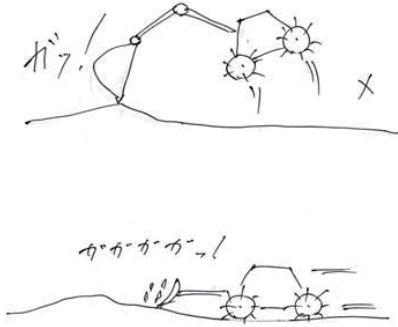
下記に 基本挙動 → 体験施設 → 応用 の関係例を列挙する。

振り子 → ブランコ → レッキングボールクレーン

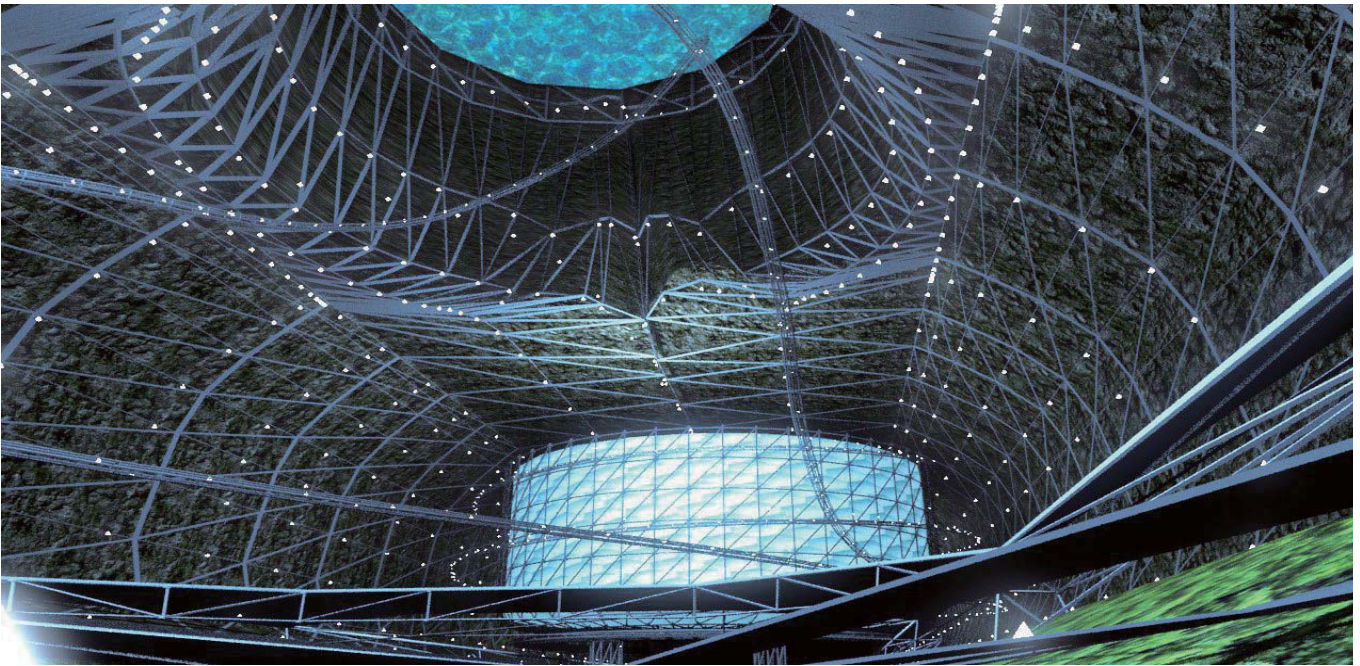
自由落下 → バンジー → 打撃構法

ビー玉転がし → ジェットコースター → 交通機関

天秤 → シーソー → 重機の反力



将来的には、溶岩孔に人工重力施設を設置したい。遊園地の空中ブランコの応用



大野の野望 : 溶岩孔内に施設を建築、安全で楽しい空間を提供する。

## 日常と未来とは両輪

将来、かならず誰かが宇宙進出を始める。

その時に、行きたい人は勝手に行ってらっしゃい、ではすまない

**第一世代** : 志願して行った人たち

➡ 月面や火星の過酷な環境で過ごすのは、ある程度は覚悟の上  
地球に戻れなくてもいい、という人もいるでしょう

**第二・三世代** : 宇宙で生まれ、育つ人たち

➡ 自分の意志に関わらず、宇宙に暮らす世代

自分たちはなぜ、かくも過酷な環境で生きていかななくてはならないのか  
しかも自分の足で地球に立てない。 ➡ 人類分断の始まり。

**次世代にも地球へ戻れる選択肢が必要。** ➡ **人工重力施設**



宣伝！！

有識者による宇宙居住に関する書籍が  
京都大学学術出版会より7月に刊行されました。  
ご興味ある方は  
ご購入読よろしくお願いたします！！

一部または全部の無断複製を禁じます

31

ご清聴ありがとうございました。

大野琢也 [takutaku@kajima.com](mailto:takutaku@kajima.com)

鹿島建設 イノベーション推進室 宇宙 担当部長

京都大学大学院 総合生存学館 SIC

有人宇宙学研究センター SIC特任准教授

一部または全部の無断複製を禁じます

32