

第64回宇宙科学技術連合講演会

# 地球外惑星での都市開発手法の考察

ISRU (In-Situ Resources Utilization) に焦点を当てて

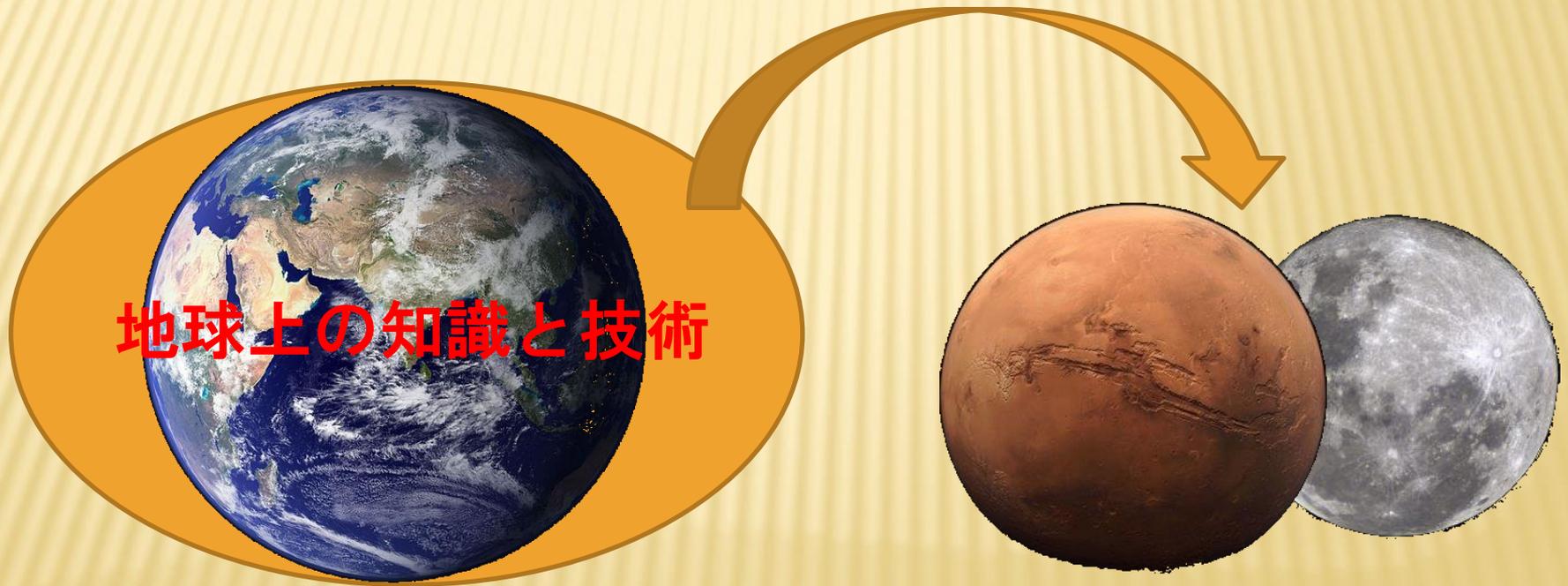
NPO 日本火星協会  
村川恭介

【講演番号】 3E04

【セッション】 OS12 宇宙旅行・建築・居住 ～地球近傍・月・火星を目指して～

# 地球外惑星での都市開発手法の考察

地球の知識と技術（+最低限の機器）と、  
惑星の資源（In-situ resources）を融合して都市開発を行われる



# 地球外惑星での都市開発手法の考察

- × in situ（イン・サイチュ）とは、ラテン語で「本来の場所で」という意味であり、種々の学問分野で「その場」という意味で用いられている。（Wiki）
- × **地球の都市や人間生活全ては、地球のin situ（イン・サイチュ）資源の利用で成り立っている。**（人類のすべての知識はISRUに起因している）
- × 地球のIn Situは、植物、動物、昆虫、**水、空気、鉱物、石油、砂と岩石、放射線（含電磁波）、太陽光、風、重力、磁力**
- × では、月や火星で人間が都市建設に利用できるISRUは何か？ 一水、砂と岩石、放射線（含電磁波）、太陽光、（火星の二酸化炭素等の）大気と風、（少ない）重力、（弱い）磁力、低い温度、
- × 現在、及び近未来の地球上の技術で、月や火星居住都市開発に応用できる技術は？
- × ISRUと地球の技術の融合で何が構築できるのか？
- × 地球から月や火星に輸送する最低限の機械や物資で、最大限の効果が得られるアーキテクチャーは何なのか？

# 地球外惑星での都市開発手法の考察

## ●都市開発を考える時の人間側の発想の限界又は制限

- × 地上のすべての技術は、「（地球環境での）人間拡張の原理」に基づいている。
- × ならば、月と火星でも「人間拡張の原理」に基づいて技術開発されるだろう。  
人間の機能：手、足、耳、口、目、鼻、頭脳、皮膚、爪、指、歯、毛髪、呼吸、汗、排尿排便、生殖行為等々の機能を拡張しようとする欲求と発想で技術開発
- × 人間のすべての知識と行動は、既知の知識から生まれる「求答本能」に基づいている。既知の知識以上の考察は不可能。
- × ならば、月と火星でも「（地球で考える）求答本能」に基づいて研究が行われるだろう。  
「（地球で考えれば疑問になる）何故だろう？」  
火星に生物はいたのか、いるのか？  
月と火星の液体の水はどこにあるのか、あったのか？  
月と火星の土壌はどんなものか？ 等々、無数の疑問



地球外惑星の都市開発には、この限界を超えた発想が必要がある

× 例えば：

× ●皮膚の拡張として服装だが、服装は地球ISRUの典型

× ⇒では、地球ISRUの無い火星では服は作れないか？

× ⇒ソリューション

× ・火星ISRUで服を作る

× ・皮膚機能の拡張が出来れば服は不要⇒洗濯不要⇒地球から輸送も不要

× ・皮膚のバイオ改造、バイোসーツ等々

× ●鉄は、地球の長い歴史の中で鉄と酸素の結合によって酸化鉄が堆積した結果の地球ISURである。

× ⇒では、火星や月のISRUで酸化鉄の堆積が無い（と考えられる）場合、鉄の抽出に膨大なエネルギーを必要とするため、構造物に鉄を使用する考えは非効率。

× ⇒ソリューション

× ・火星や月のISRUで鉄に代わる構造材を開発する

× ・原始的な手法で構造材を考える。（レンガ、土嚢、氷、コンクリート等々）

× ・太陽の放射線を利用した構造体を開発する、等々

火星と月の I S R U を強く意識した発想  
(地球からの輸送は最低限にする発想)



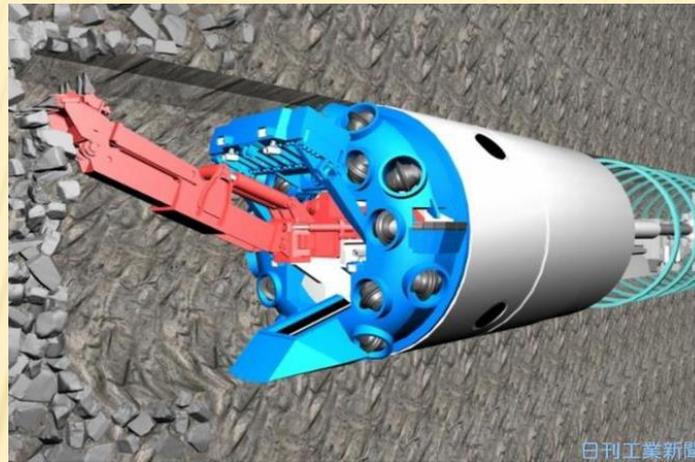
地球の I S R U 輸送を強く意識した発想  
(大部分の必要資材を地球から輸送する発想)

# 地下トンネル掘削方式

縦穴掘削機



横穴掘削機



気密チューブ



蟻の巣都市

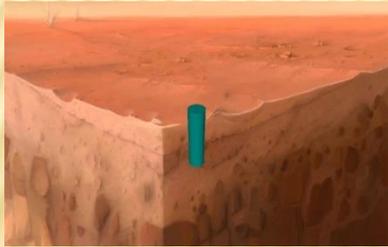


×

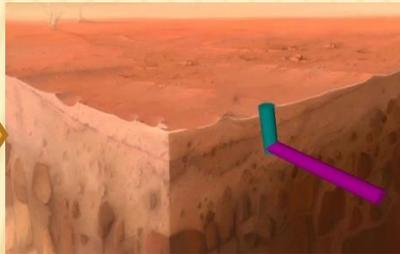
× 米国宇宙協会理事（National Space Society Board of Directors）のJohn Stricklandが提案する火星都市開発手法

事例：  
地下トンネルを掘削する掘削機は地球から輸送。この単一の機械を永遠に使い続ける手法

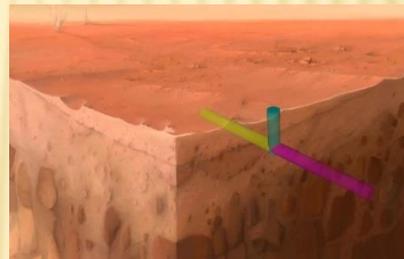
1：立坑掘削



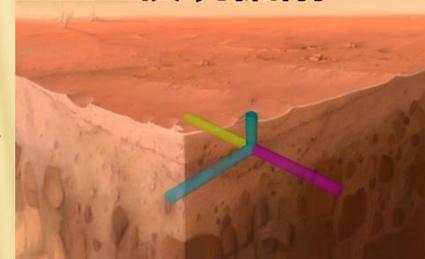
2：横坑掘削



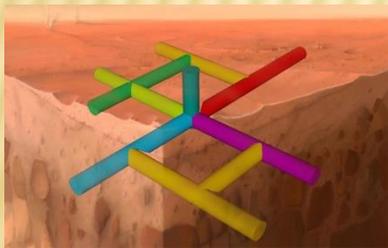
3：横坑掘削



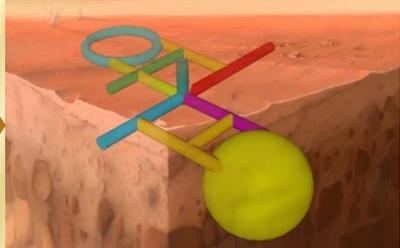
4：横坑掘削



5：横坑連結



6：ループやドーム掘削



7：気密チューブ挿入

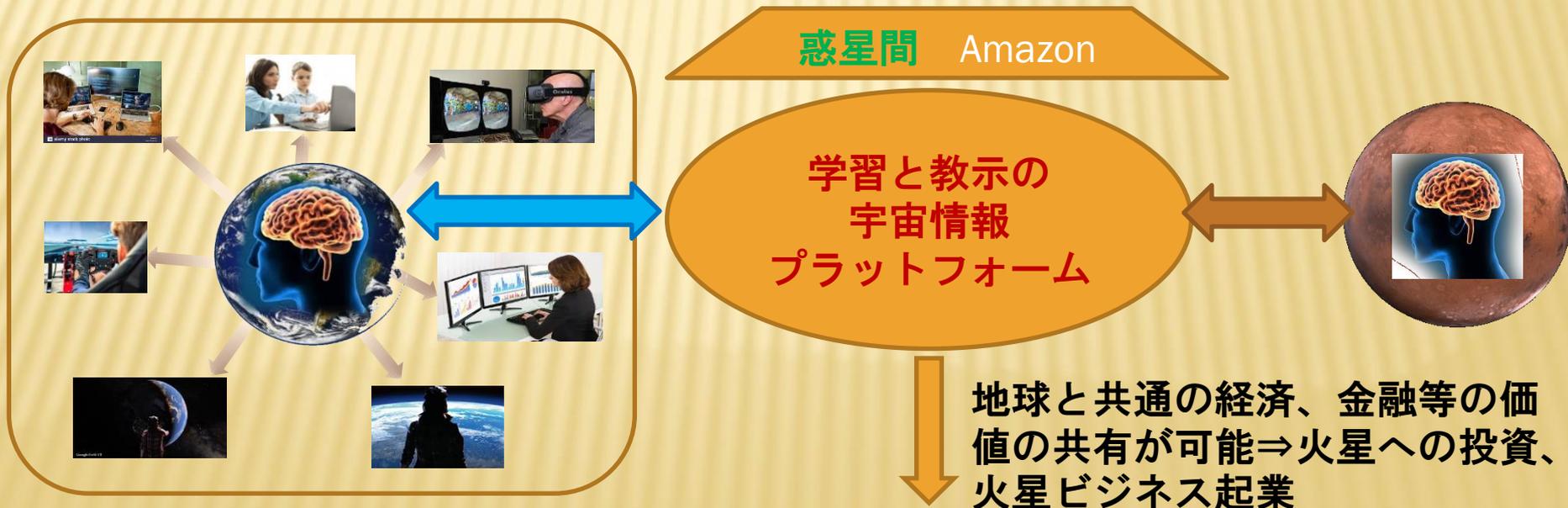


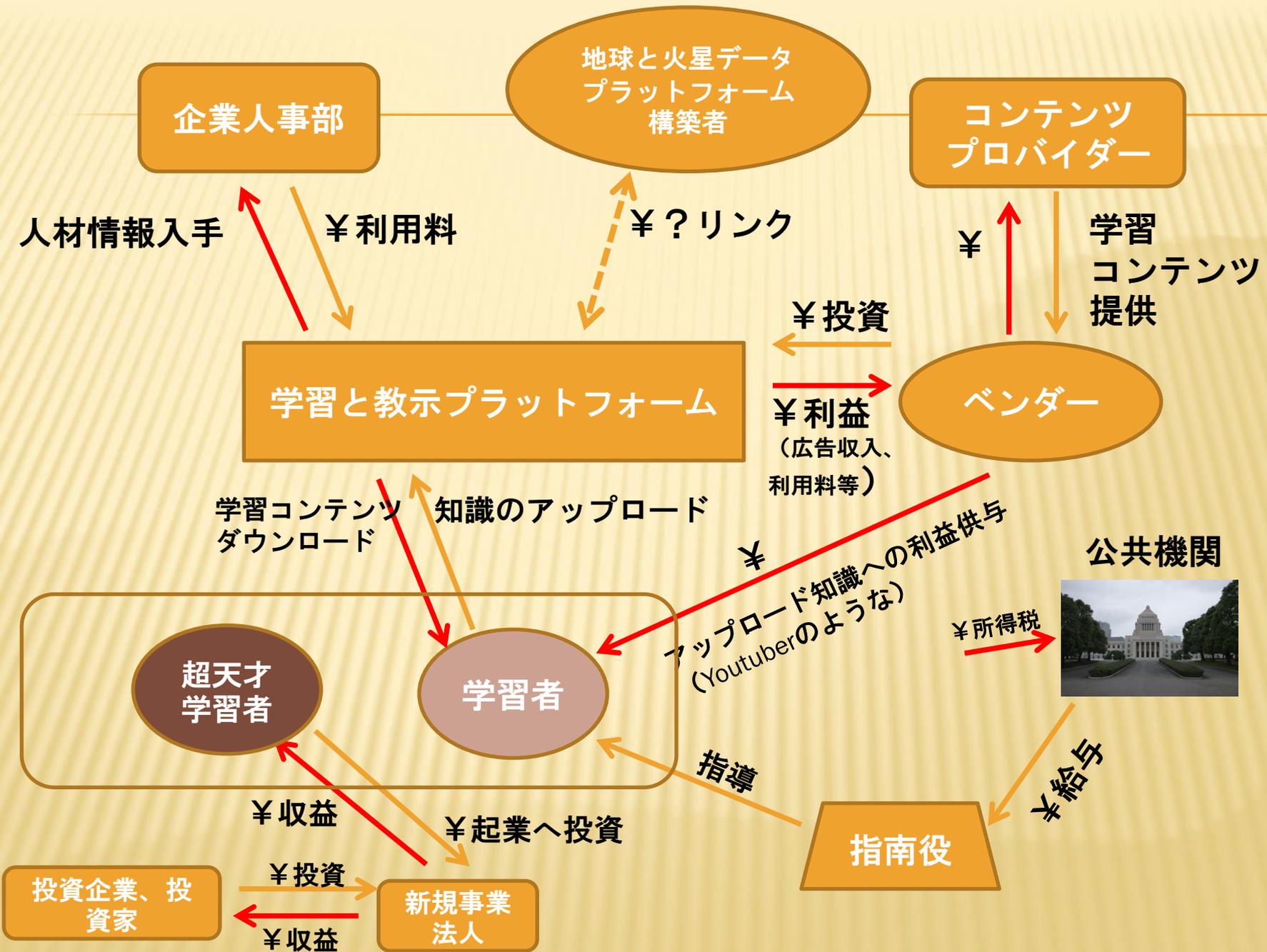
# 地球と火星の知識の共有

- 知識の輸送には費用が掛からないが、いかに効率よく地球との知見を火星と共有するのか。

例えば、教育（学習と教育）：

- 火星と地球をつなぐ情報プラットフォームを創設
- 地球の知恵を火星でも共有、火星の知恵を地球でも共有





# 地球外惑星での都市開発手法の考察

- × 人間側の思考の限界又は制限を超えるためには？



- × 地球では得られない新たな知見と知識を月や火星で入手することが必要



- × しかし、これでは事前に開発の準備ができない。



- × 地球上で模擬体験しながら新たな知見と知識を多少なりとも会得することは可能



- × シミュレーションによる月と火星環境を模擬体験して新しい知見と知識を獲得する



- × **地球上において月と火星の模擬都市開発実験が必要**

---

× ご清聴ありがとうございました

× NPO日本火星協会

× 村川恭介