



**ムーンビレッジ・リファレンスモデルを作ってみる**

**動機と問題意識**

**第23回 月惑星に社会を作る勉強会**  
**2022年7月29日**

**稲谷芳文**

# ムーンビレッジ・リファレンスモデルを作ってみる

## 動機と問題意識

Moon Villageや月での社会構築とか言っても、多くの議論では現実と非現実が錯綜している。ぼんやりしたまま話を続けるのも悪くはないが、それぞれイメージがバラバラでは、きれいな絵は描けても、議論が進んでいく感じがしない。

国家のプログラムの話をするのか、ビジネスの議論をするのか、夢だけを語っておればよいのかさえもはっきりしない、と言う批判もある。

議論の土俵をそろえ、物事を定量化し、月での社会構築をどのようにしたら実行できるのか、何が課題で何を解決すれば現実のことになるのかをあぶり出しておくことは有意義だろう。

合意可能な仮定をおいて、前提条件を整え、物事を定量化した上で、技術の問題もそれ以外の問題についても、何が課題なのかを抽出できるようにしてみてもどうか？

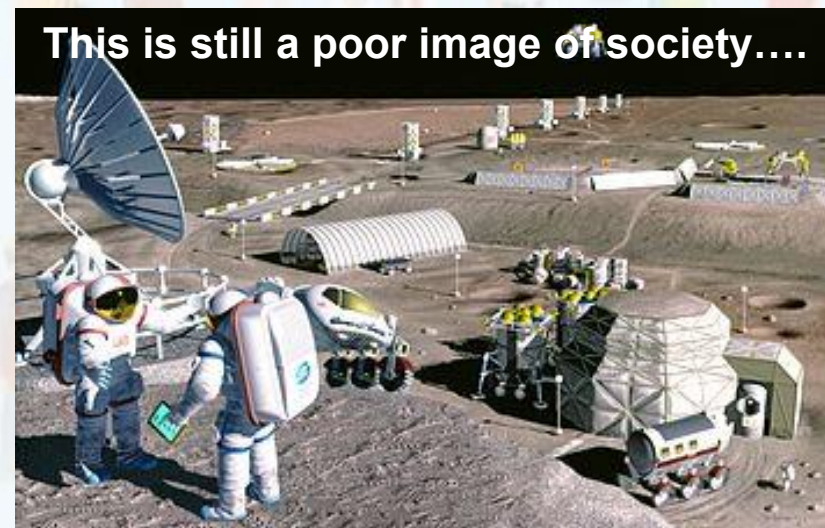
これをリファレンスモデルと呼ぶことにして、このモデルを作ってみたら、議論が具体化し、課題の抽出や実行の方法論の議論などが具体的に出来るだろう。

# 月の上に社会を作る

いろいろな視点・疑問……

1. ソサエティの目的は？そもそも目的は必要か？
2. 持続的に滞在できる仕掛けは？技術的・経済的に可能なのか？
3. どのような活動をする？どのような価値を生み出す？
4. ソサエティの規模？どれくらいの長期？仕事？移住？永住？
5. 人間は超長期間の持続的滞在に適応できる？
6. ソサエティ運営のルールは？
7. 地球との関係は？
8. 世代を継ぐ，新しい人類？

.....



# 有人探査から持続的滞在の規模感・・・ソサエティのサイズ

アポロ計画



国際宇宙ステーション



アルテミス計画



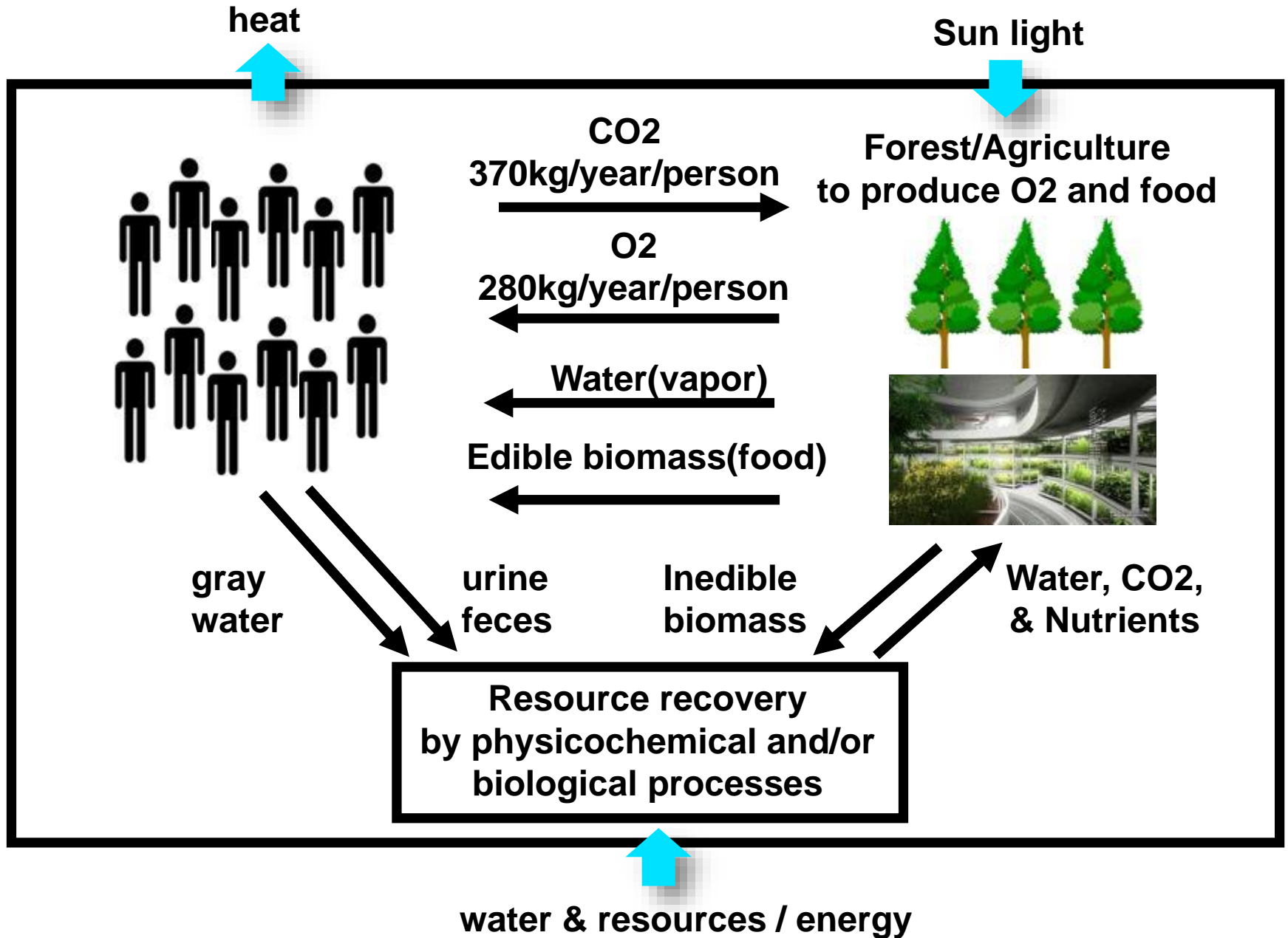
初期の持続的人類滞在？



1000人の  
月面人類社会??



# 持続的有人滞在のための生命維持・宇宙農業・食料生産・現地資源利用(ISRU)



# 地球外・月火星・深宇宙における持続的有人滞在の システムアーキテクチャー

故障しない信頼性, 冗長性と, 故障に対する耐性から  
現地での再構成, 修理, 製造へ

**Survivability**



**Flexibility**



**Reliability**

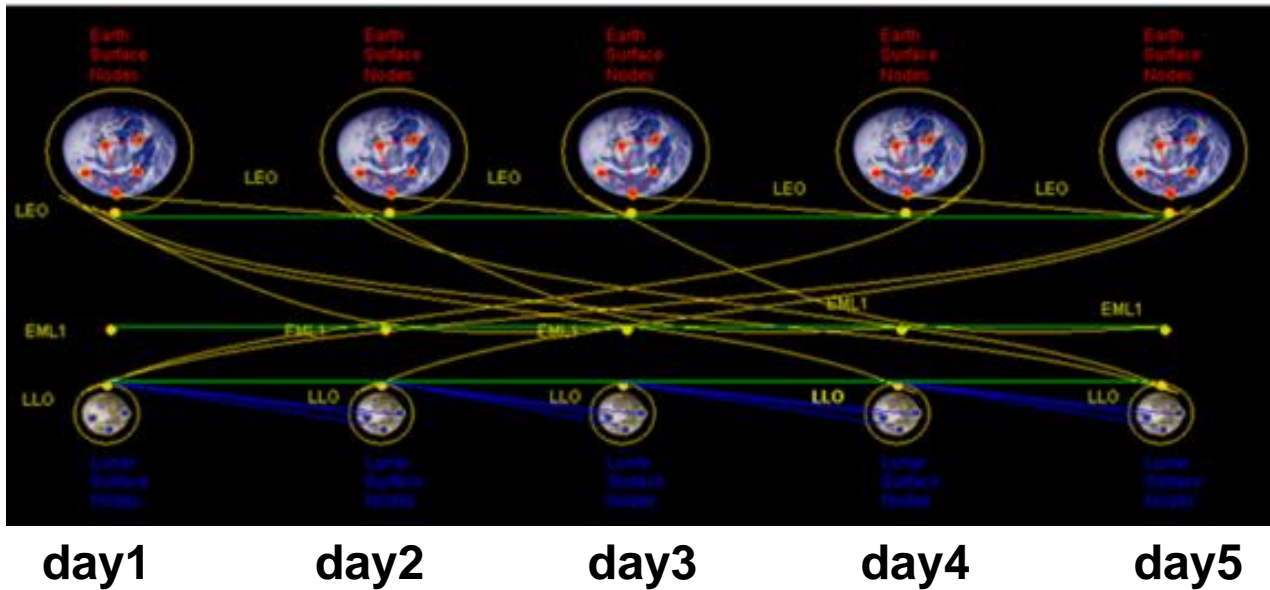
**In-situ. Materials /  
Repair Tools / 3D printing**

**Spare System elements  
Re-planning Capability**

**Redundant parts,  
components, Subsystems**



# 大規模かつ持続的な月面上での社会的活動＝より高頻度な物資や人の移動・・・



持続的有人滞在



Space Logistics and  
Supply Chain Management



新しい輸送アーキテクチャ



地球・月間でのトラフィックネットワーク＝1000人規模の社会の運営のためには定期便の運航のような姿にしないとダメそう・・・月社会の構築のためのサプライチェーンや年間1万人の観光客の輸送とはどんな姿になるか考えてみる。

# 月・火星上で何をして価値を生み出すのか？

---

科学探査

資源探査・採掘・・・水資源の利用

旅行・観光

教育・広告・宣伝

エンターテインメント

テレオペレーション・ゲーマー

セメタリーサービス

ツーリスト・ビジターへのサービス

ビジネスサービス

生産・建設, 維持管理サービス

.....



# 月での社会と経済活動との相似性？

## 地上の孤立した社会，資源ビジネスと規模感（年間生産額）の例

南極基地



アムンゼンスコット極点基地  
200人(夏), 100人(冬期=孤立)

クルーズライナー



乗客 = 3000人  
運用クルー = 1000人

与論島



人口 = 5000人, 観光客 = 15万人  
年間総生産 = 130億円



Vale:  
ブラジルの鉄鉱石採掘  
鉄, 非鉄資源採掘  
年間生産額 = 4000億円



Mirny: ロシアの  
ダイヤモンド鉱山  
年間生産額  
= 数千億円

エネルギービジネス(石油・LNG)  
いわゆるスーパーメジャー(世界に10社以上)  
年間生産額(1社当たり) = 10兆円の規模  
ISSやArtemisなど建設費・運用費に比べても巨大



# How the Accommodation on the Moon looks like?

## Living quality issues....who are the habitants....Population distribution



ISS  
private space



Hotel room



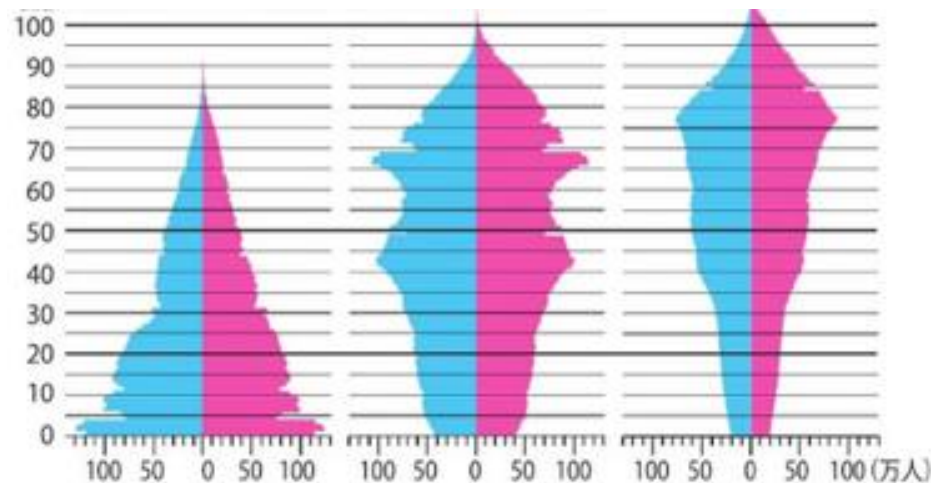
Resort hotel



Flats



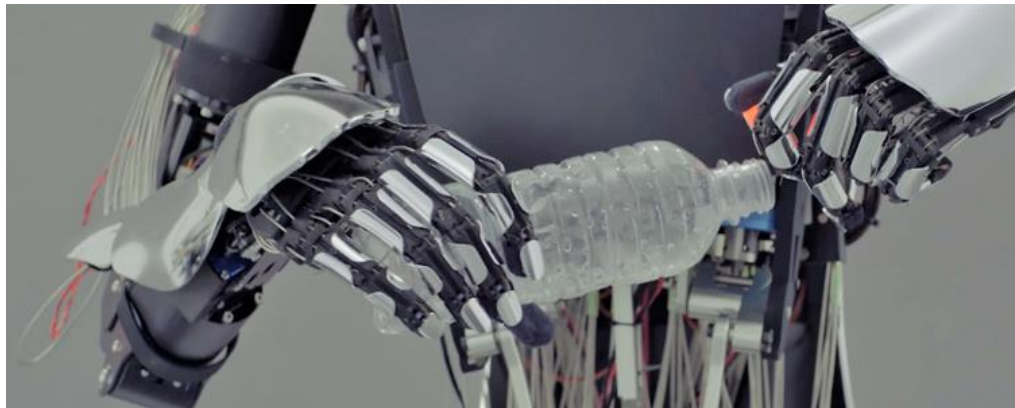
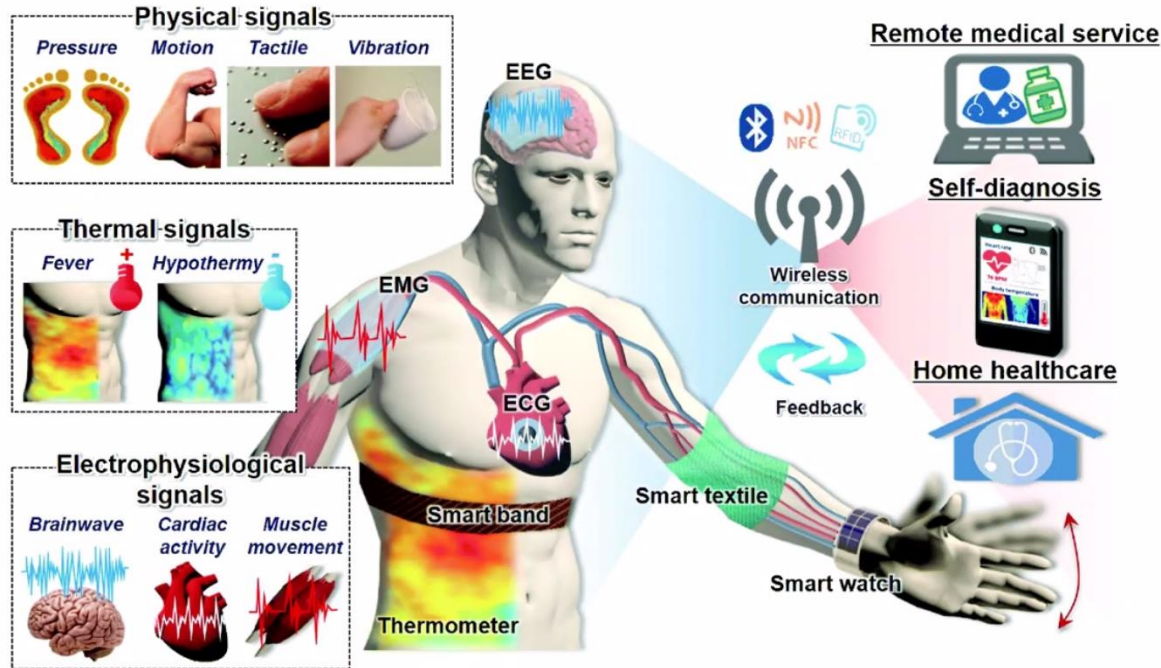
Single house



Habitants Population Pyramid ?

# Life-Science & beyond Life-Science

## Sustainable human presence in Space & Augmented human ??



## リファレンスモデル考察の仮定・試案の提案(1/2)

何人の規模の社会を想定？……1000人

…この規模の持続的有人活動の社会運営のための様々な課題を抽出してみる

滞在している人は？

……仕事集団, 訪問者, 住人, 定住移住者? …以下のような場合を考えて見る

A. 1000人のワーカー(30代—50代)……滞在1年?

B. ワーカーとその家族(ワーカー, 家族(配偶者, 子供, 親?)数年の赴任

C. 定常的社会: 年齢構成=10人x100世代(0-100歳)=持続的人口ピラミッド?

居住・生活の質は？

…アポロ級, ISS級, ホテルルーム級, アpartment, マンション, 一軒家…?

10000人のビジター(=地球からの観光客)

……毎日30人 \* 10日 = 300人の滞在施設, 輸送システムとセットで考える

## リファレンスモデル考察の仮定・試案の提案(2/2)

### アーキテクチャの視点

- ・この前提で施設, インフラ, サプライチェーンなどの規模を定量化してみる

### 何を生産し価値を生み出すか? ・ビジネスの視点

- ・人類の活動範囲の拡大の価値? 投資・維持経費に見合う事業か? の観点
- ・まずは資源と観光ビジネスの事業規模とサービスなどを定量化してみる?

### 地球から離れた自立的社会運営・・・社会運営のルール of 視点

- ・民主的, 国際的運営, 民間事業のために普遍的に必要な運営ルール
- ・社会を運営するためのルールとシステム(課税, 行政, 公共サービス・・・)?
- ・現在の世界の地政学的・経済的対立状況を持ち込まない前提ではどうか?

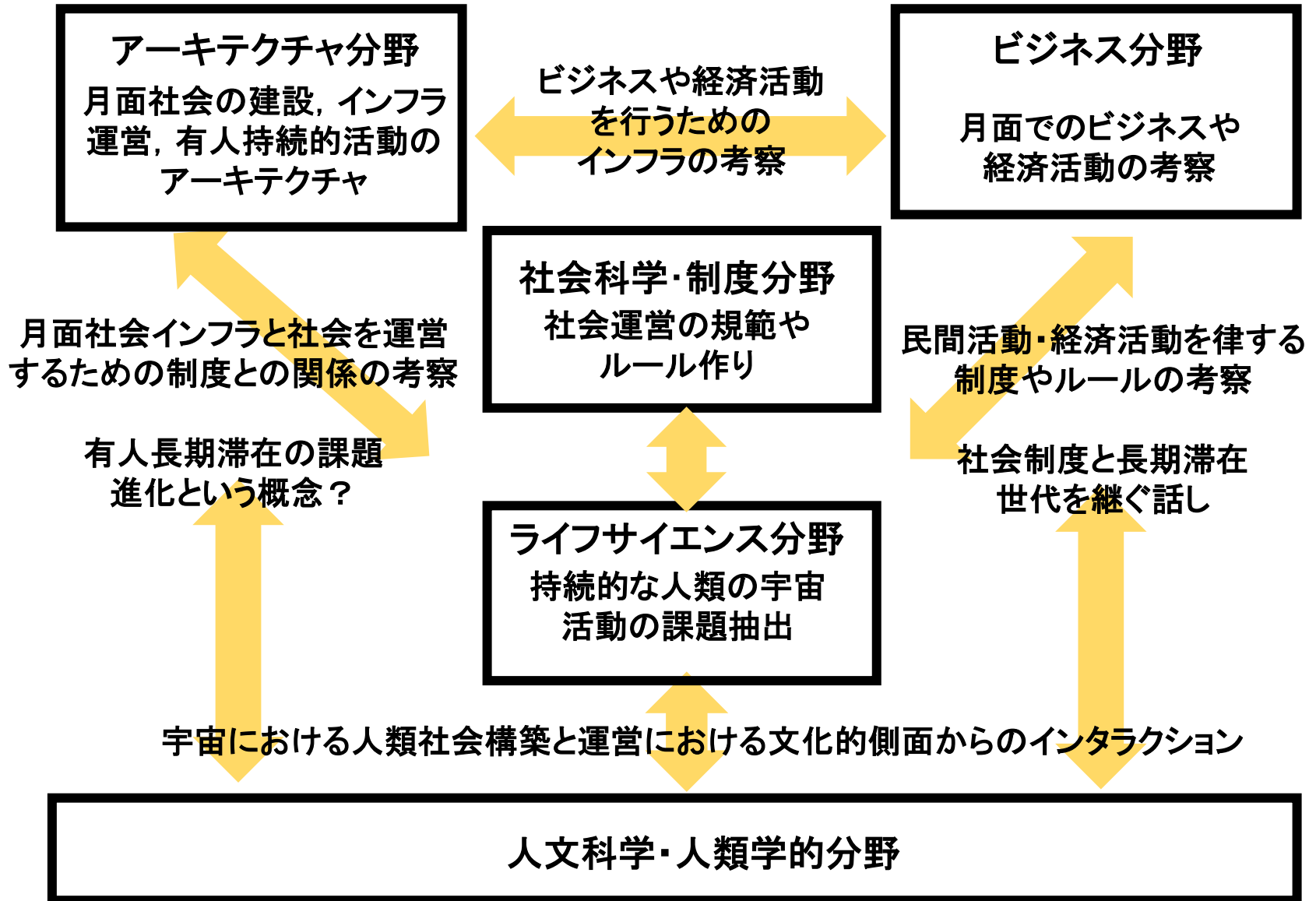
### ライフサイエンスの視点

- ・この規模の持続的社会ではヒトの生活や健康や医療上の課題は何か?
- ・世代を継ぐ, 進化という所まで考える?

### 人文科学・文化人類学的側面

- ・月の社会で生まれる新しい文化, 新しい人類, 子孫, 教育などについて考える.

# 5つの分科会相互のインタラクション



# リファレンスモデル検討分科会メンバ(敬称略)

## ●全般

稲谷芳文, 樋口清司, 稲富裕光(JAXA宇宙研)

## ●アーキテクチャー分科会

システム,輸送,エネルギー=坂本勇樹, 小林弘明(JAXA宇宙研),岩崎祥大(YSpace)

インフラ建設居住・都市計画=鶴山尚大, 福島渚(清水建設)

宇宙農業・ISRU=北宅善昭(大阪府立大学), 後藤琢也(同志社大学)

月面居住システム=齋藤晃央, 岡本有生(IA), 森田 健(高砂熱学経営企画部)

## ●ビジネス分科会

内田敦, 間宮一誠(MRI), 朝妻太郎(ispace), 大貫美鈴(SPARX)

## ●社会科学・制度分科会

北村尚弘(GHRS法律事務所), 大段徹次(森・濱田松本法律事務所)

小塚荘一郎(学習院大学), 税所大輔(JAXA探査センター), 笹村舞美(JAXA広報部)

## ●ライフサイエンス分科会

泉龍太郎(日本大学), 高橋昭久(群馬大学)

## ●人文科学・文化人類学分野

岡田浩樹(神戸大学宇宙人類学研究会), 三井雅美(JAXA探査センター)

# ムーンビレッジリファレンスモデル分科会活動報告予定

---

7月29日      リファレンスモデルの動機と考え方  
アーキテクチャ分科会報告

9月2日      ビジネス分科会報告  
社会科学・制度分科会報告

9月 \* 日      ライフサイエンス分科会報告  
人文・文化人類学分科会報告

ラップアップ／報告書作成

---