

# 持続的な宇宙活動を支える 宇宙輸送系

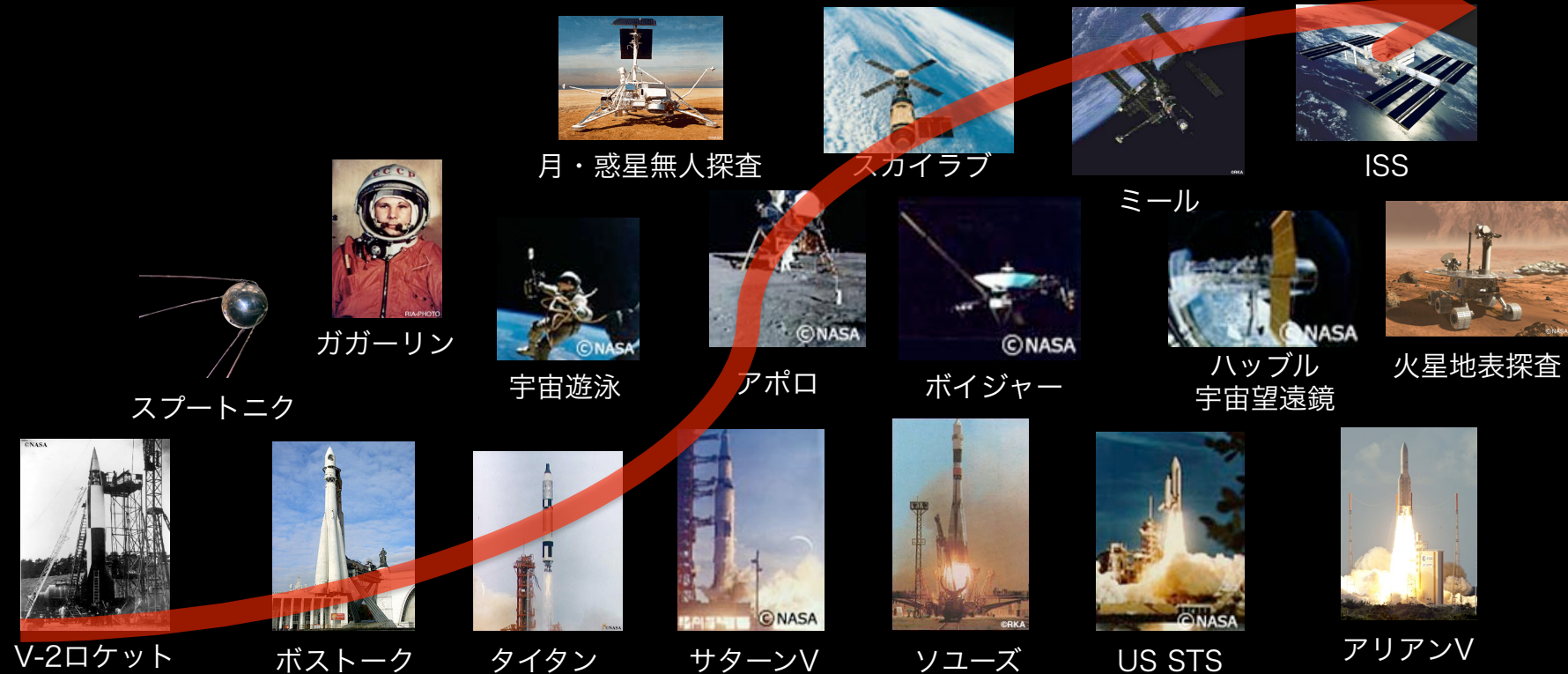
JAXA宇宙科学研究所  
宇宙航行システム研究系  
丸 祐介

# まえおき

- 宇宙輸送系は，将来の宇宙活動や宇宙科学の世界のなかで，どのように展開していくべきかについて私見を述べる.
- ここで話す「輸送系」は，地上-地球周回軌道の輸送に限る.
  - 低コストの輸送系を考えるとき，Earth to Orbit輸送とIn-Space輸送を分けることが効率的と考えるため.

# 宇宙活動とそれを支える輸送系の発展

輸送系の進歩



ドライブしてきたのは、軍事・国威発揚

# 日本の宇宙科学とそれを支える輸送系の発展

弾道飛行による  
高層大気観測



IGY高層物理観測



ペンシル



カップパ

地球周回人工衛星



おおすみ



大型化・高性能化

SHINSEI | MS-F2

JIKIKEN | EXOS-B

HAKUCHO | CORSA-b

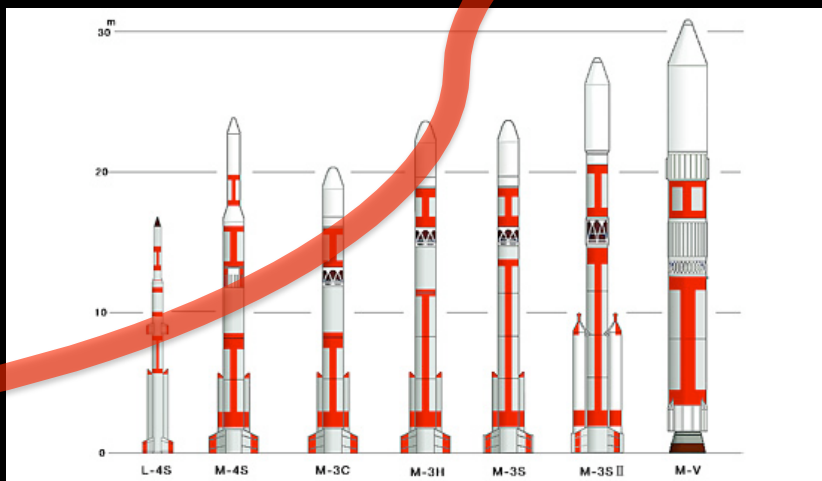
惑星探査

SUISEI | PLANET-A

NOZOMI | PLANET-B

HAYABUSA | MUSES-C

輸送系の進歩



M-3SII



M-V

1950

1960

1970

1980

1990

2000

ドライブしてきたのは、**良いサイエンス**

# 輸送系は宇宙活動とリンクする

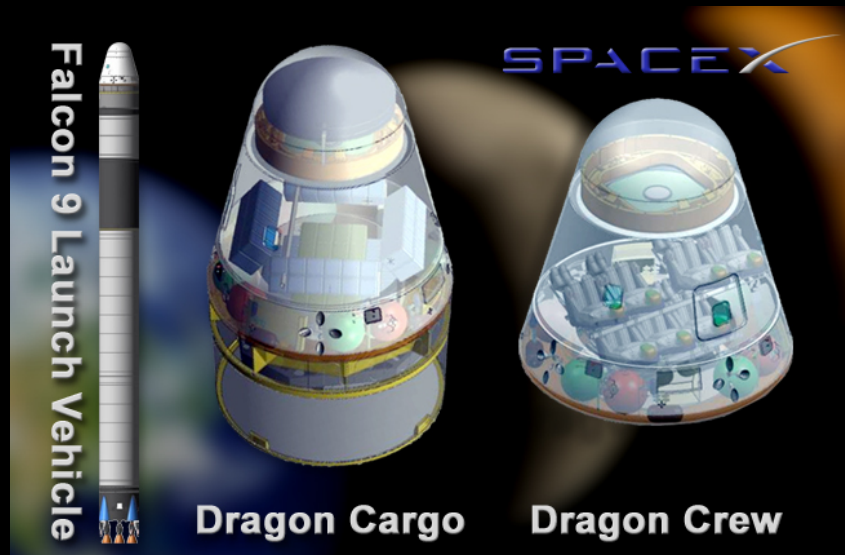
- 輸送系は、駆動力が何であるにせよ、宇宙活動を行うための手段として発展してきた。
- ここ10年くらいの輸送系の停滞感は、新しい輸送系を必要とする新しい需要が生まれてきていないから。



# “将来”輸送系の研究



# アメリカでは、輸送は民間の仕事 になりつつある



- 民間企業が、**今ある技術**で、**今ある需要を捉えた輸送**を、低コストで提供
- 軌道上への人の輸送まで民間が行う.
- サブオービタルでは宇宙旅行の市場が誕生間近



- 同じことを国でやるべきか？やり続けられるか？
- 国が・宇宙科学の世界がやるべきことは何？

# 宇宙科学の将来像？

- 今より良い衛星を打ち上げて、もう少し良い・もう少し多くの観測データを得たい。
- 今より良い探査機をもう少し遠くまで、もう少し正確に送り込みたい。
- 打ち上げ機会をせめて年1回は欲しい。
- その前に1回、技術実証の場が欲しい。

- 「将来」 輸送系は実現しないし、不要。
- 今のような宇宙科学が続いていく。

# 一般の宇宙活動では

- 「宇宙旅行」というニーズがある.
- エアライン的な宇宙輸送が求められる
  - 大量輸送・高頻度に繰り返し
  - 人が気軽に宇宙に行ける
  - 2桁コストダウン



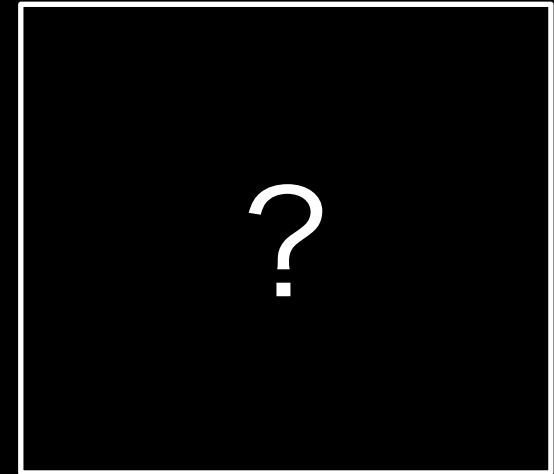
大量高頻度輸送を必要とする大規模な需要  
が前提

# 宇宙科学が今の続きではなく、 次の世界にjump upするには？

- 今とは異なる宇宙の使い方を考える必要がある。
- 例えば、宇宙旅行用の輸送システムを使うとすると・・・
- 大量・高頻度・有人のメリットを活かせるサイエンスの姿は？

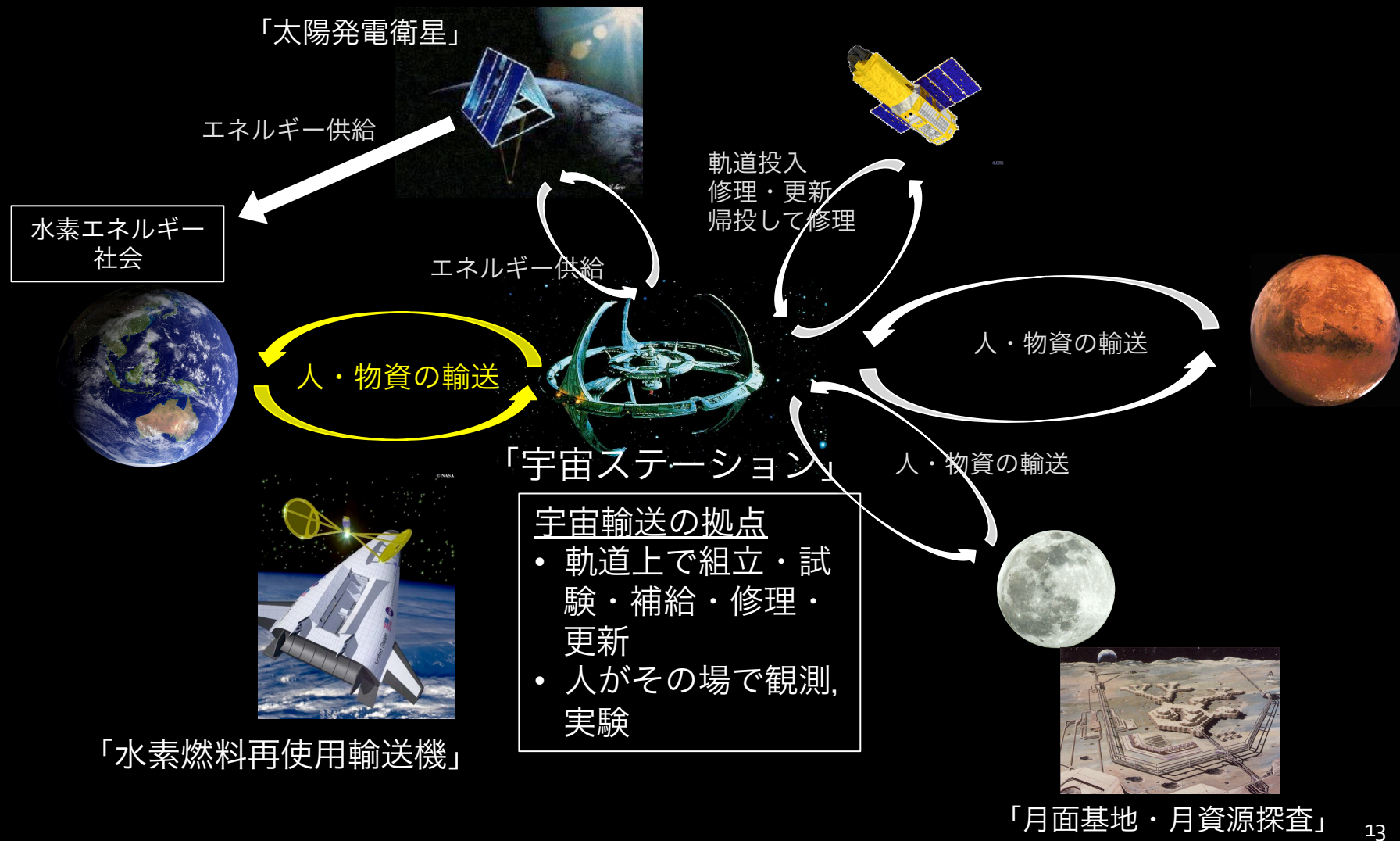
# 大量・高頻度・有人輸送による宇宙科学

- 今と桁違いに大きい宇宙機
- 今と桁違いに多くの衛星群
- 人が直接行って観測・探査



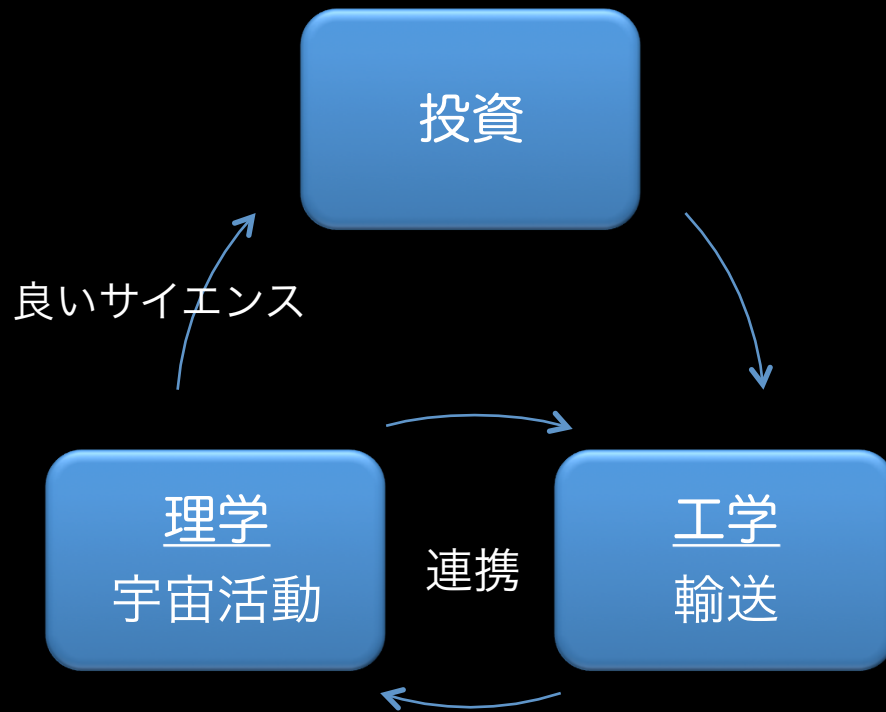
- 今より桁違いに安いコストで実現する
  - 輸送ではなく、衛星・探査機が
  - 軌道上での補給・修理・更新で変わる？

# 持続的な宇宙活動の世界





# 宇宙科学の世界で始める



- 日本で、持続的な宇宙活動に向けて動き出すには？
- これまでの宇宙科学の発展のしくみに学ぶ
- 良いサイエンスがあれば、サイエンスに対して投資が得られる。
- 輸送はサイエンスを実現するのに必要な手段として開発できる。
- 良い循環スパイラル

# 地上～軌道輸送系の目標

有人

## 完全再使用輸送機

- 飛行技術の観点
  - 軽量な構造
  - 再突入技術
  - 推進システム
- 高頻度運用の観点
  - Airline-likeな運用
- 持続するための観点
  - 水素エネルギー技術

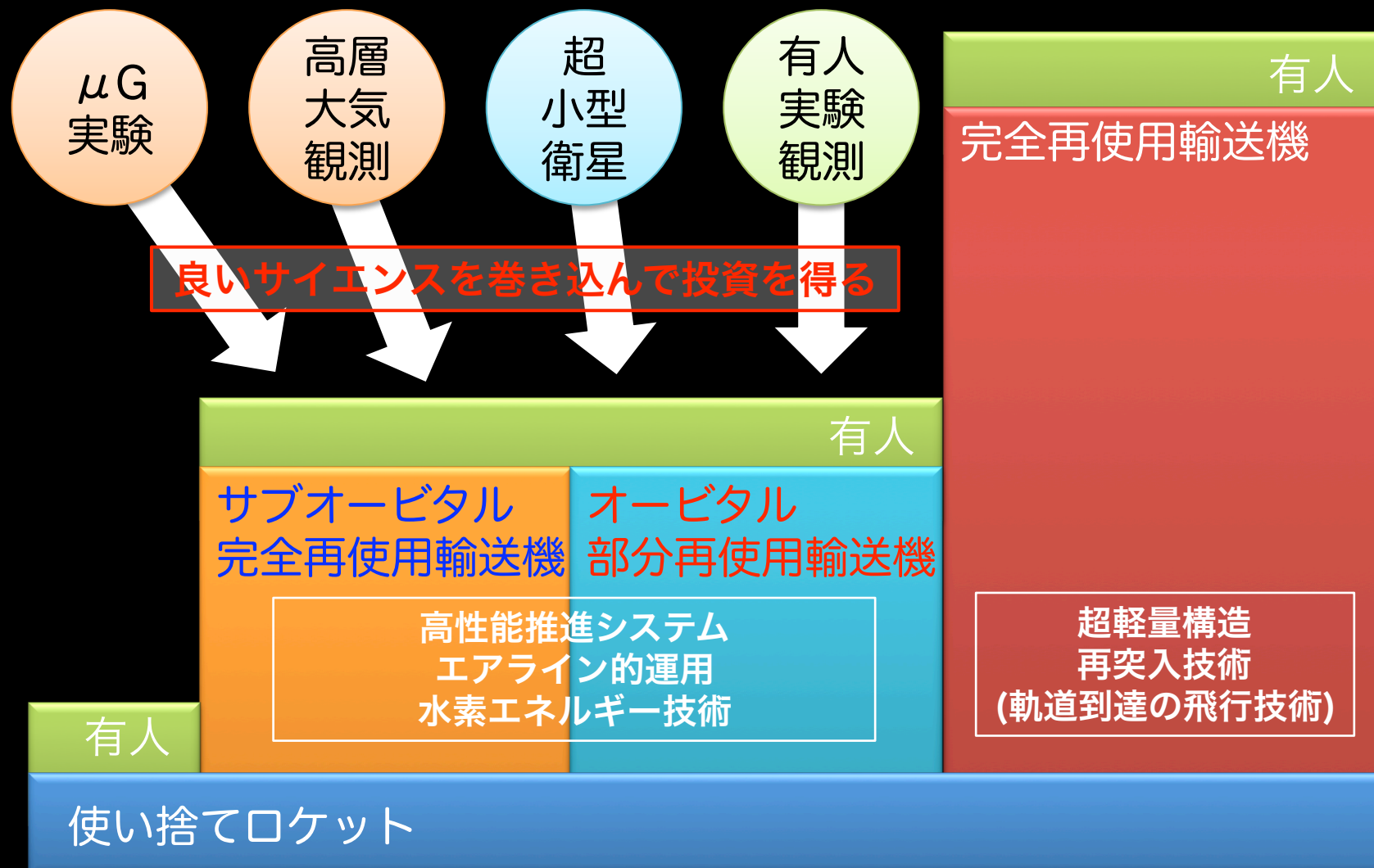


有人

使い捨てロケット

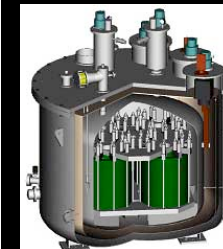


# 再び、理学と工学のスクラムで



# 社会との接点

## 水素エネルギー社会のプレイヤーとして



- 石油はいつかなくなる。
- 持続可能な宇宙輸送系のためには、水素のエネルギーを利用
- 水素エネルギー社会構築の重要な役割を果たしうる

# まとめ

- 低コストの輸送系は大量・高頻度の需要が必要十分条件であり，これを用いる宇宙活動も低コストでなくてはならない.
- 目指すべき将来の宇宙利用の姿を共有した上で，理工の連携により，宇宙科学が日本の宇宙の未来を切り開く力になれるのではないか.

# 宇宙エレベーター



- 軌道上のステーションに人・物資を輸送する.
- 軌道上ステーションを拠点する考えは同じ
- 完全無欠のカーボンナノチューブが必要.
- エネルギーは外部供給.

