

産学協働プログラム
「持続可能な社会を支える都市・インフラ学」

フロンティア領域（宇宙）× 都市・インフラ

環境・社会理工学院 融合理工学系
秋田 大輔

2025年9月25日

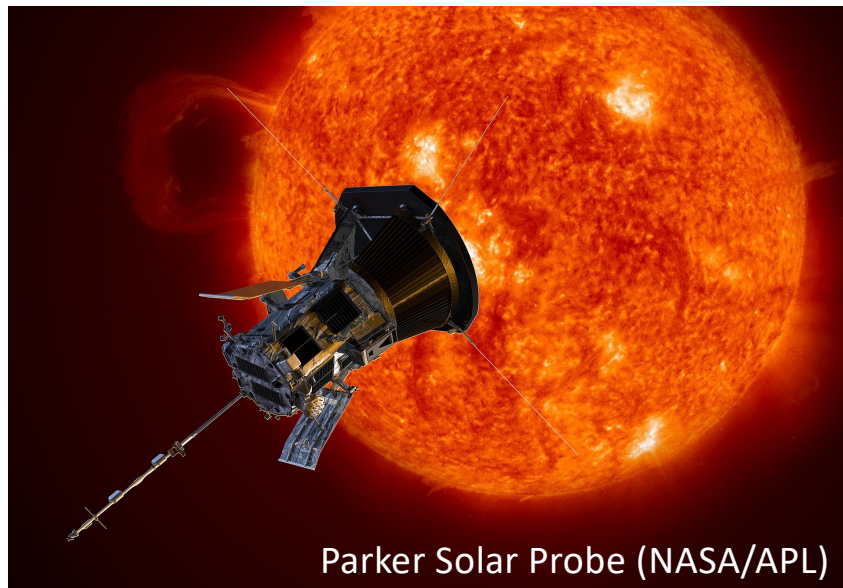


風に乗る 宇宙探査機

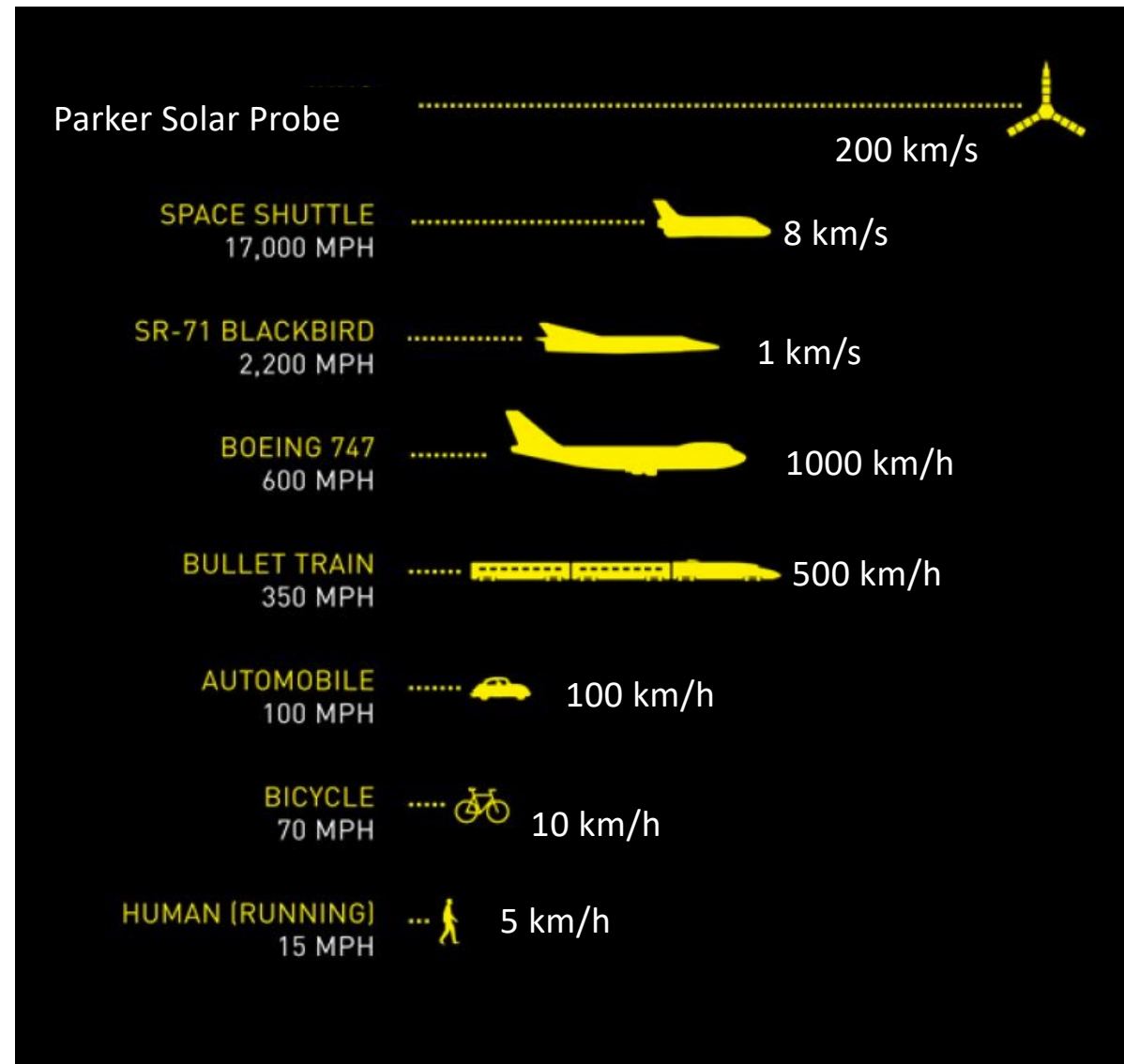
セイル、バルーン、カイト

セイル (ヨット)

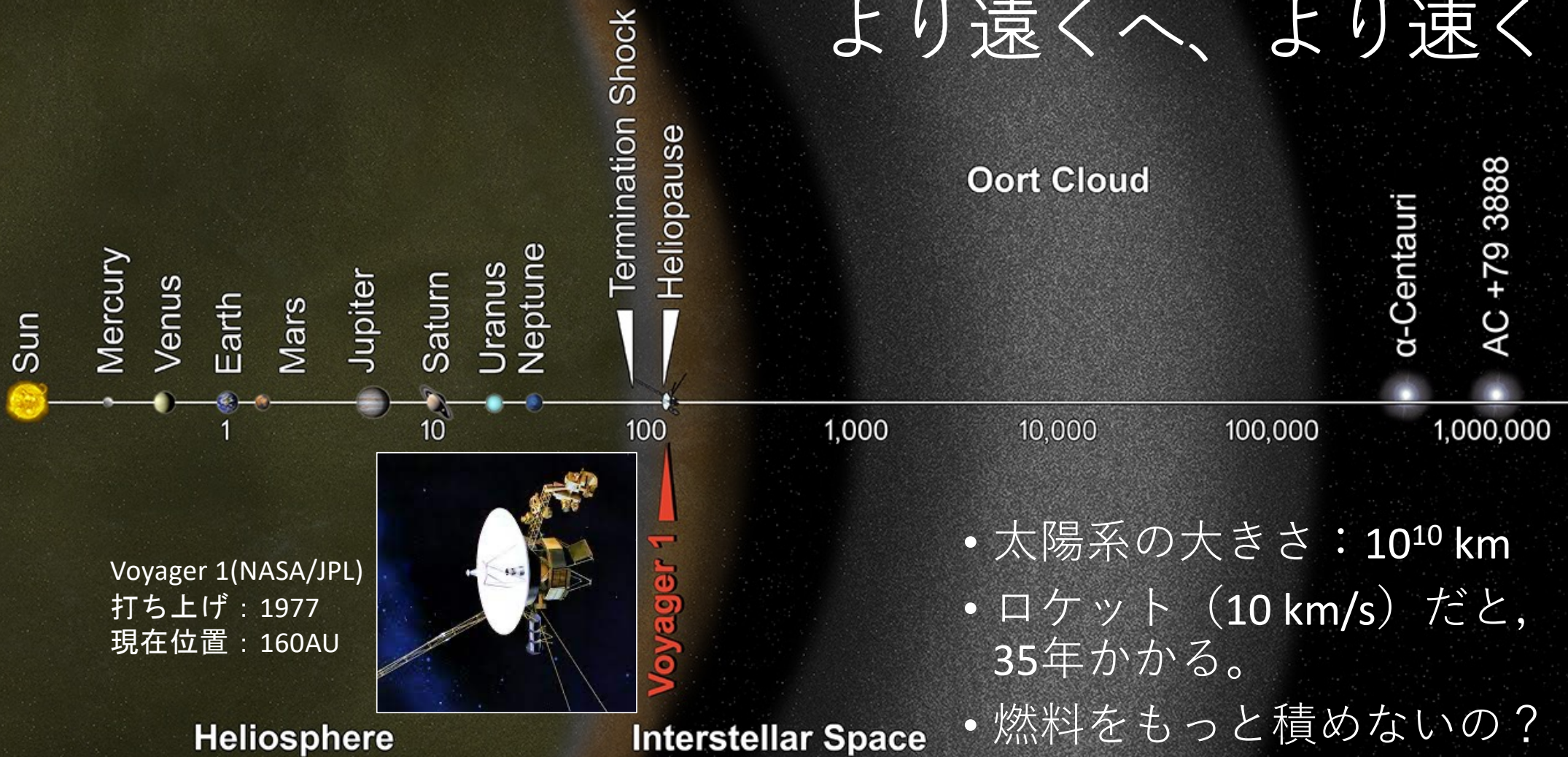
世界最速の乗りものは？



もっと燃料を積めないのか？



より遠くへ、より速く



積める燃料にも限界がある

- いまのロケットでも90%は燃料
- 燃料なしで加速できないか？

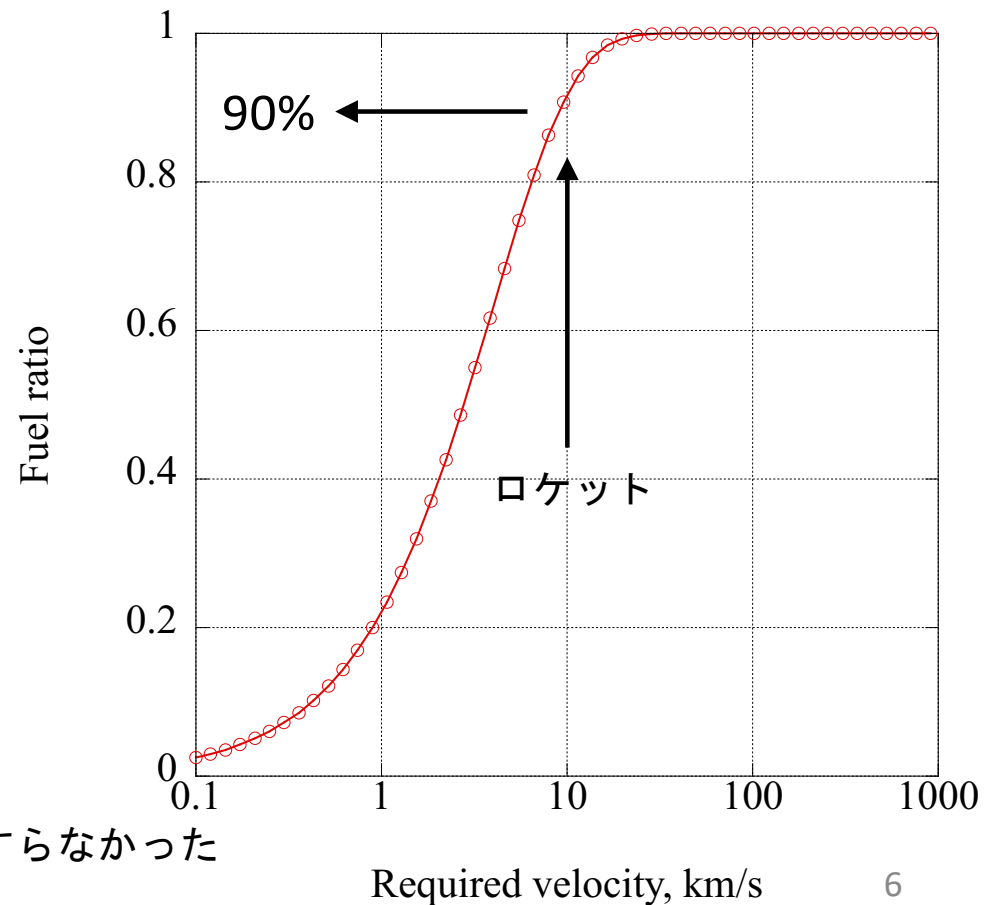


セイル

大航海時代も帆船だった。

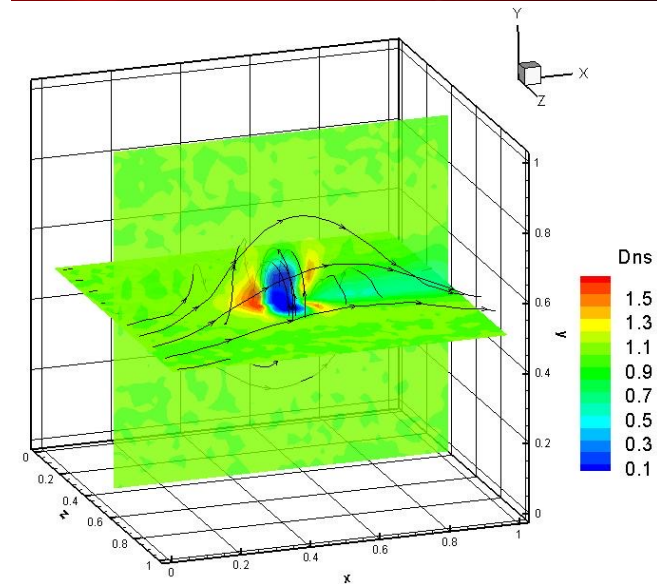
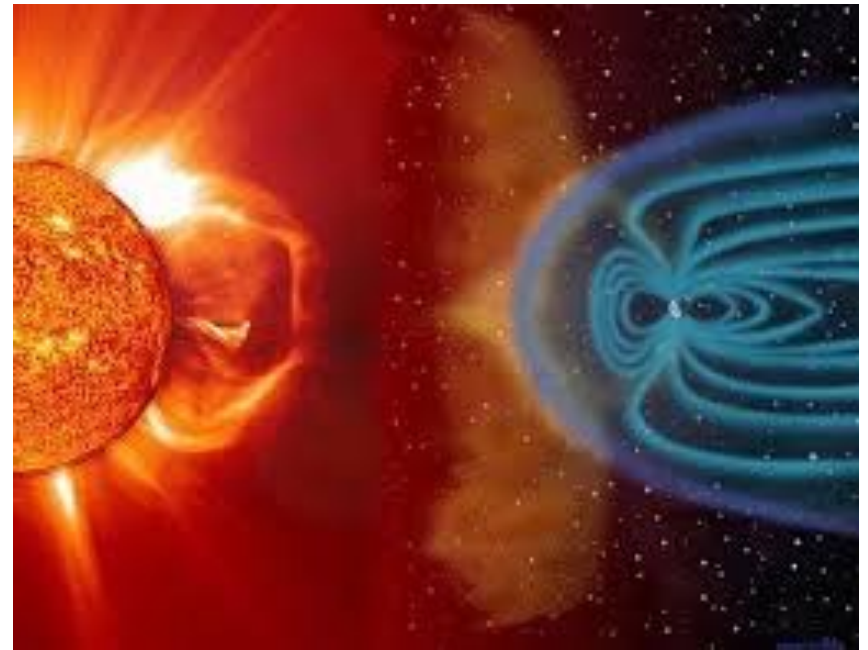
でも、「風」は？

コロンブスは蒸気機関や燃料があったら航海に出ることすらなかった
予定調和ではない真の冒険は現地調達が大事



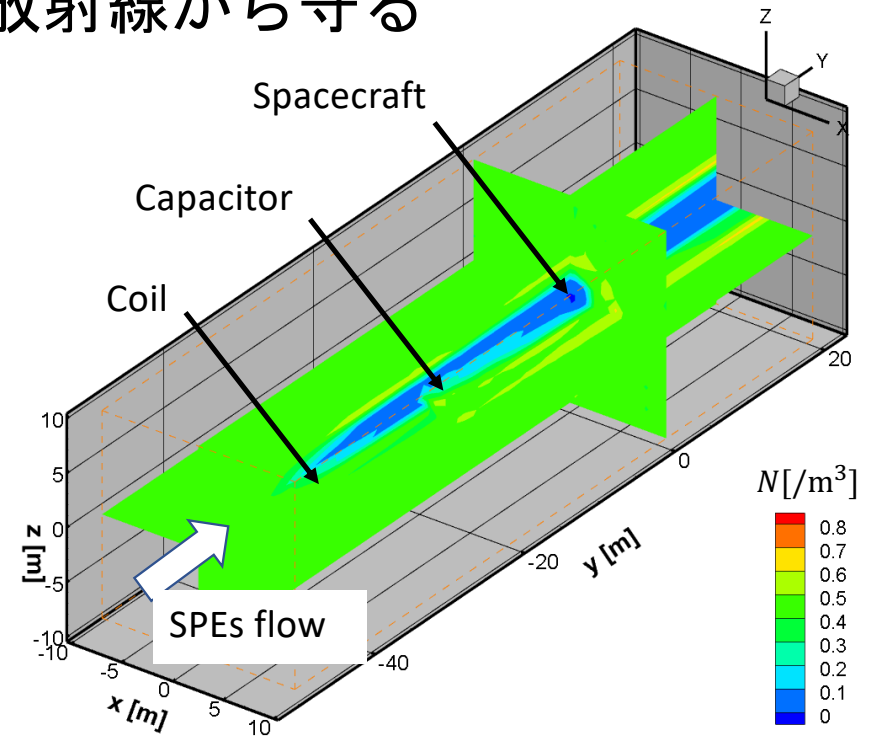
磁気セイル

- 太陽から吹く宇宙の「風」に乗る
 - 500 km/s, 陽子と電子が各5個/cc
 - オーロラの要因
- 探査機のまわりに磁場（バーチャルな帆）をつくれれば, ヨットのように進めるはず
- 世界最速の乗り物はヨット！？
 - 燃料がない
 - 東京－大阪間の距離を1秒で移動



宇宙放射線のシールドにも応用できる

- 電磁場のバリアで、宇宙飛行士を放射線から守る

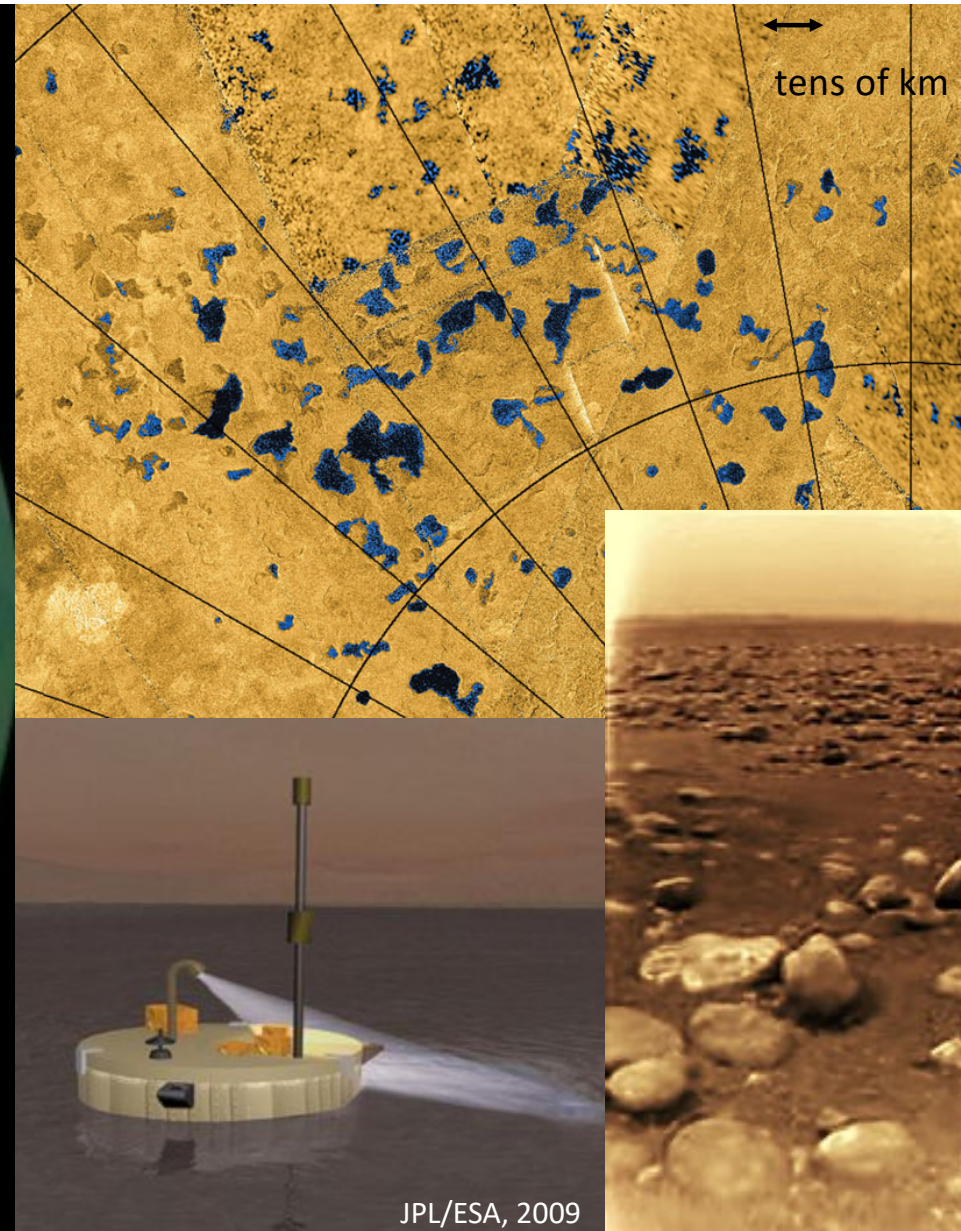


(Mean proton number density (40m))

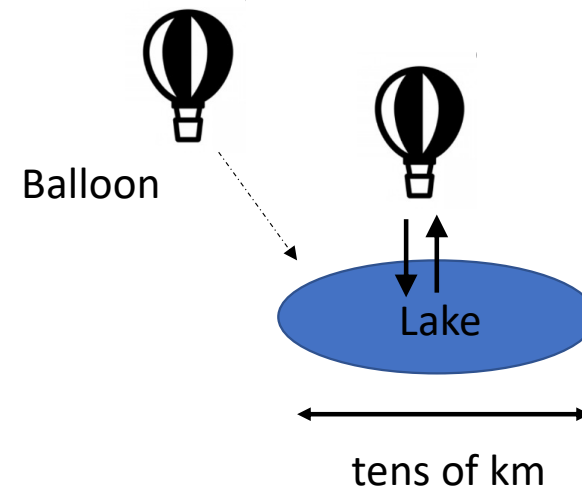
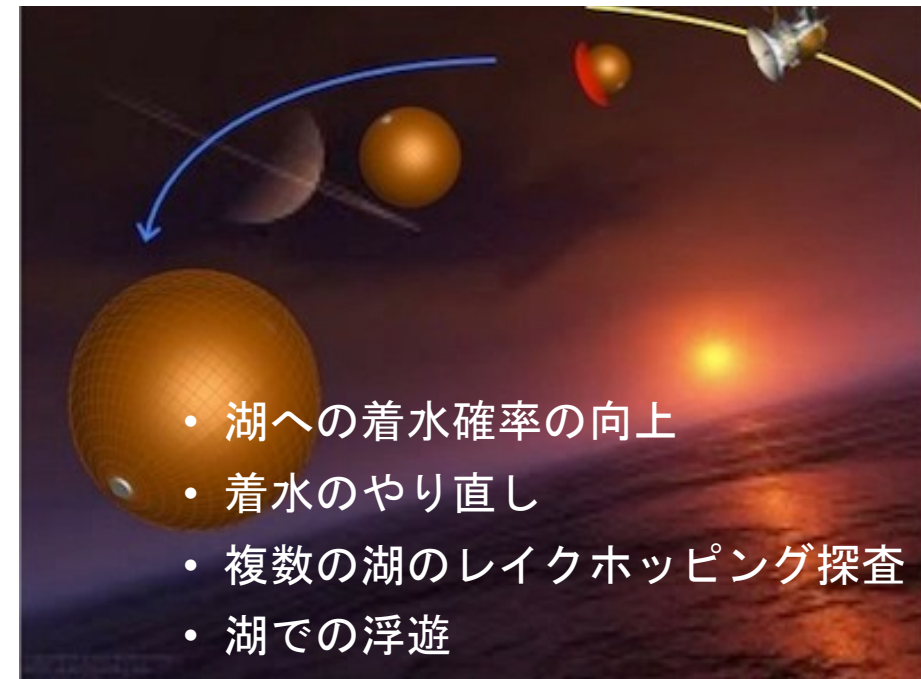
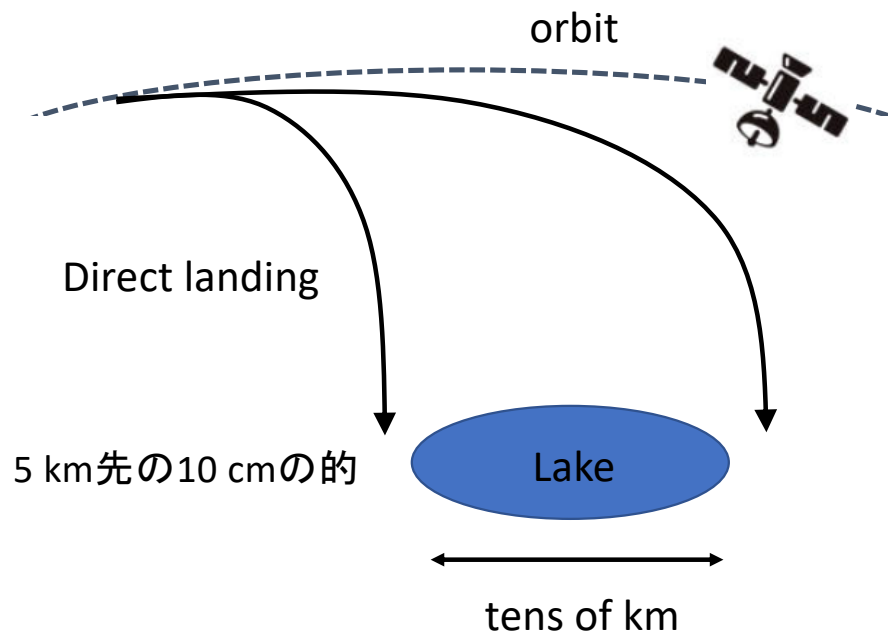
バルーン（気球）

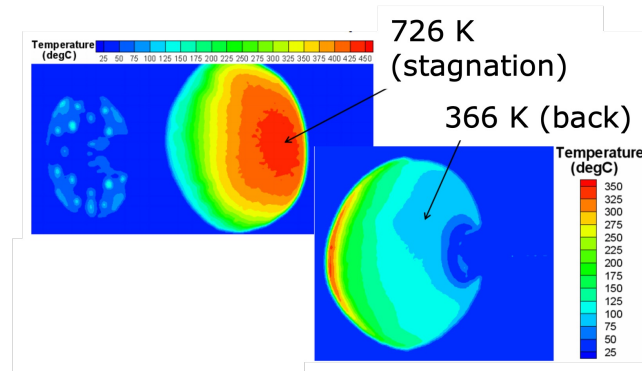
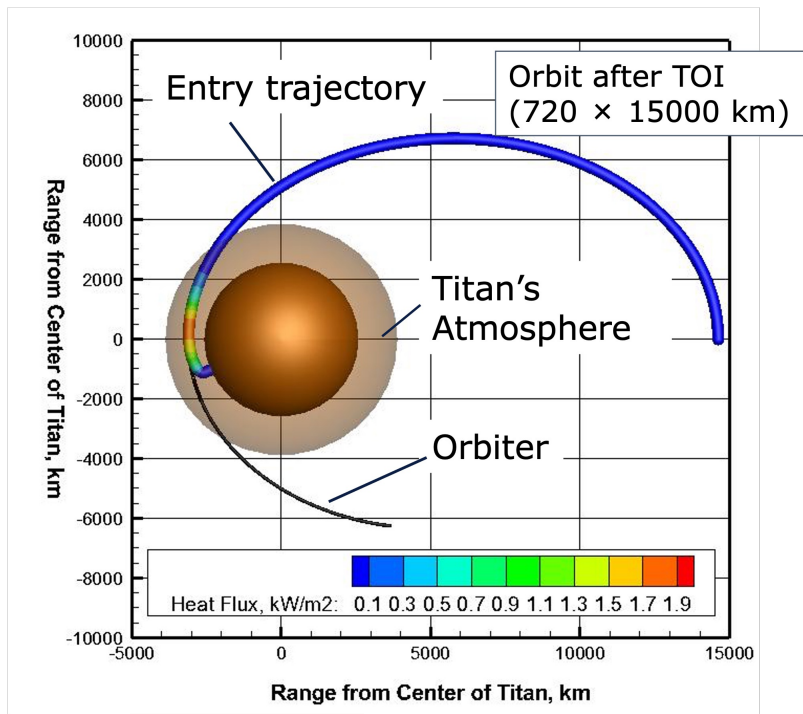
タイタン（土星の月）

- 地球より小さく、月より大きい
- 地球の4倍の窒素大気
- Huygens (ESA, 2005)
- Dragonfly (APL, 2028)
- 炭化水素の循環
 - 雨、川、湖、雲
- 太陽系で唯一、湖が存在する

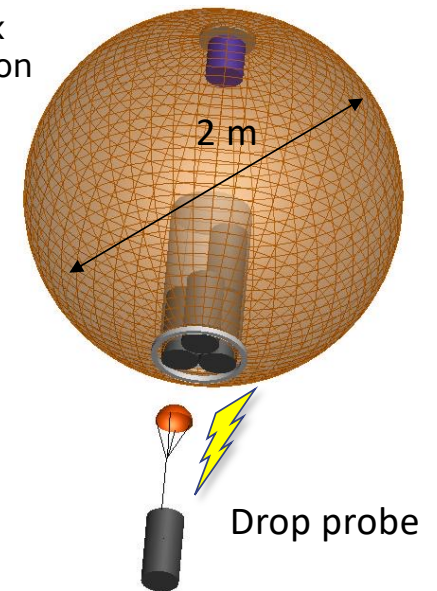
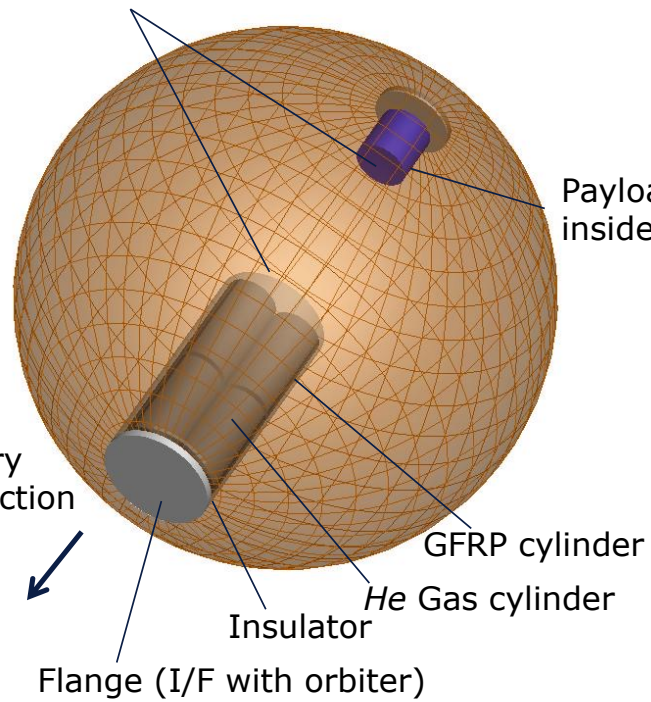
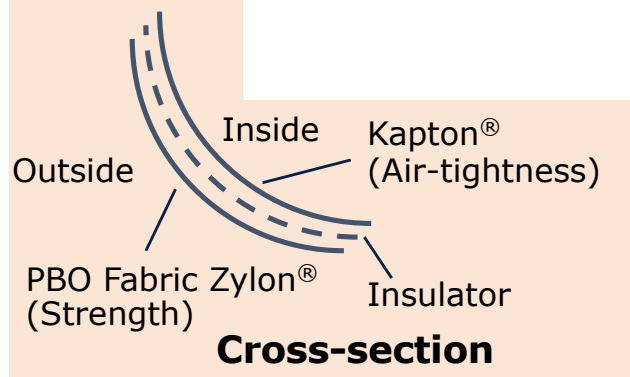
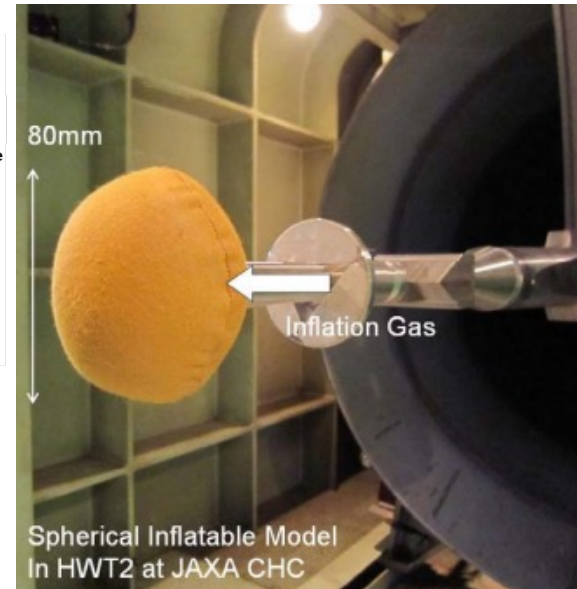


ホールインワン (池ポチャ?)





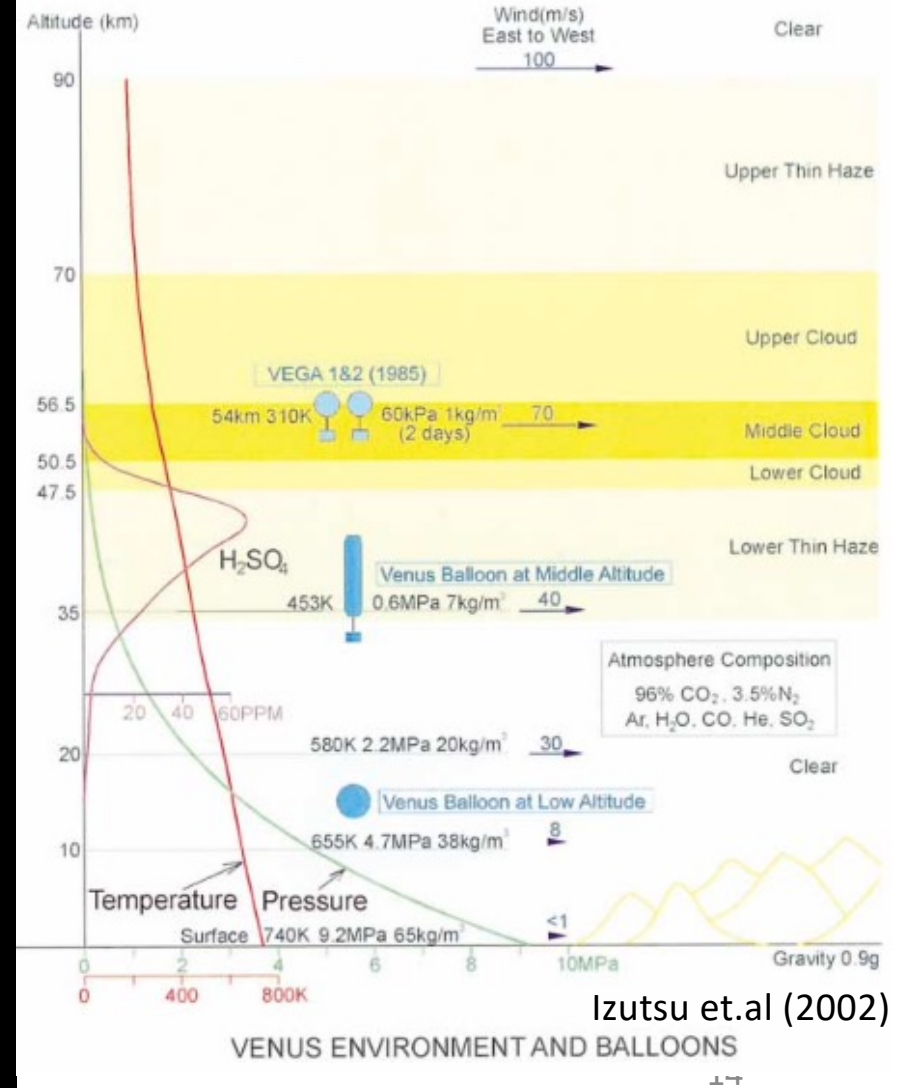
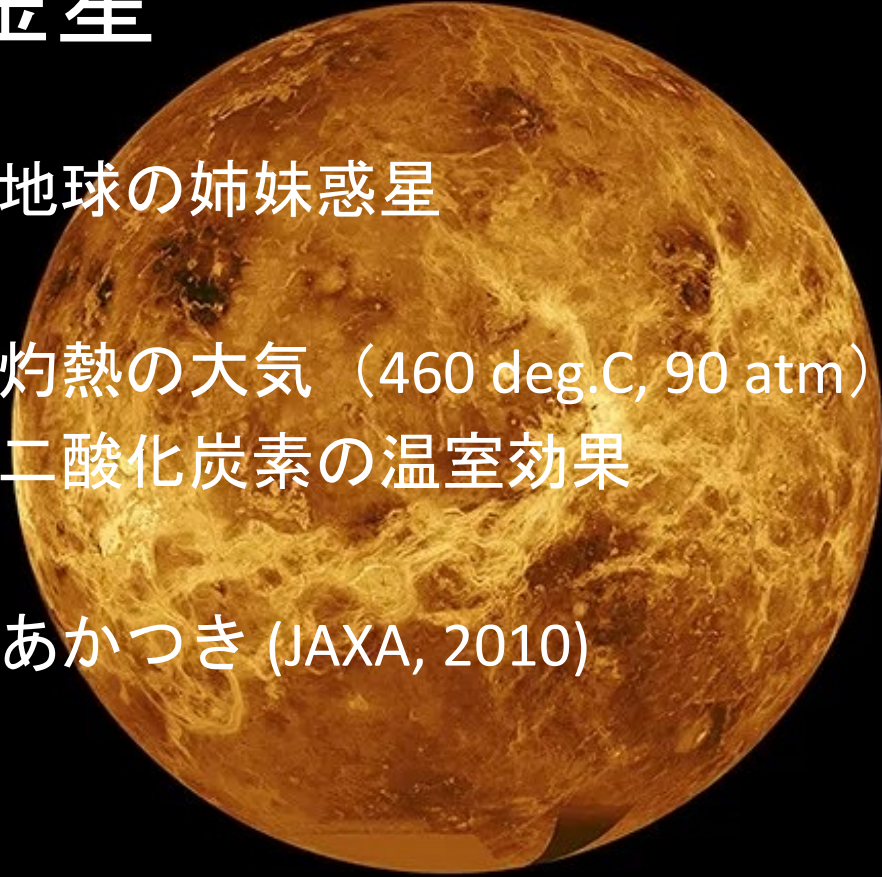
S-band patch antenna on payload box and gas tank



カイト (凧)

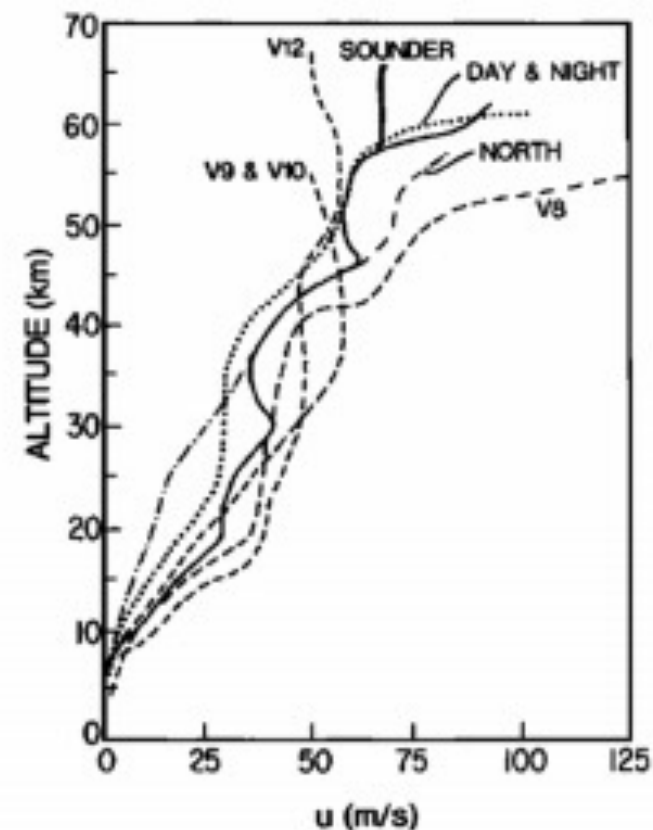
金星

- 地球の姉妹惑星
- 灼熱の大気 (460 deg.C, 90 atm)
- 二酸化炭素の温室効果
- あかつき (JAXA, 2010)



金星の着陸探査

- 観測時間はせいぜい2, 3時間
- 搭載機器をいかに冷やすか
- 硫酸の雲で太陽光発電は使えない
- 上空に莫大な風力資源
 - 地球の10倍の風力エネルギー
 - 風車では大きすぎる



風で発電

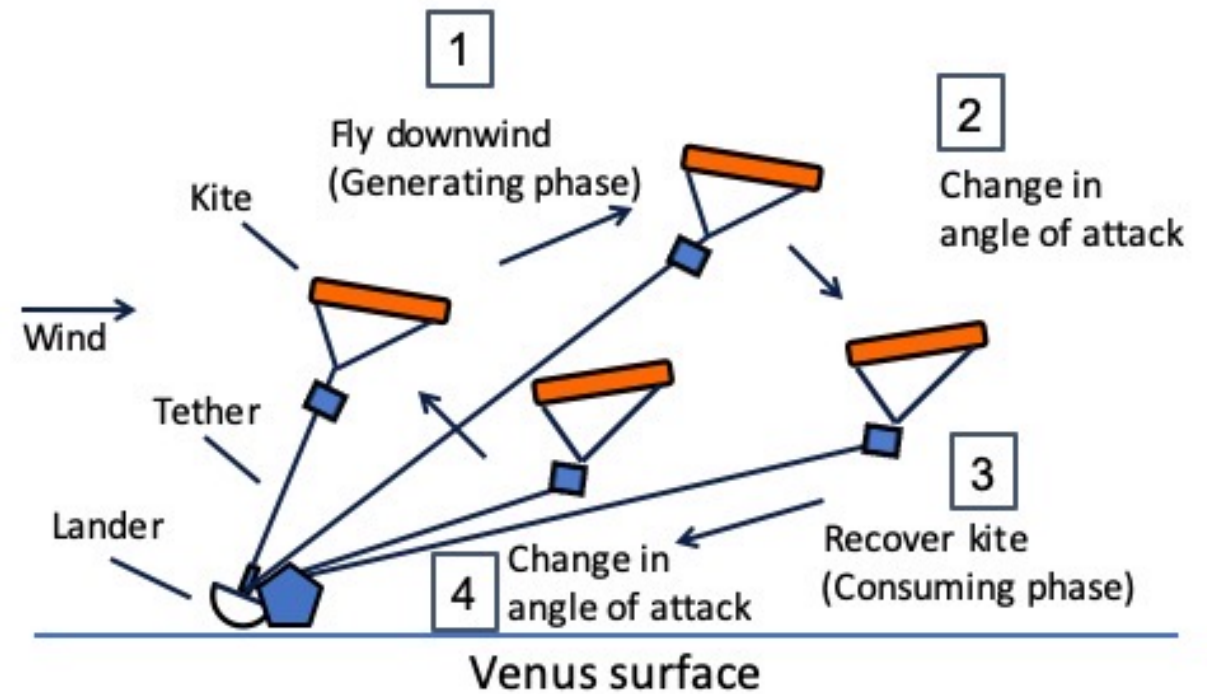
Earth

Under development by startup companies

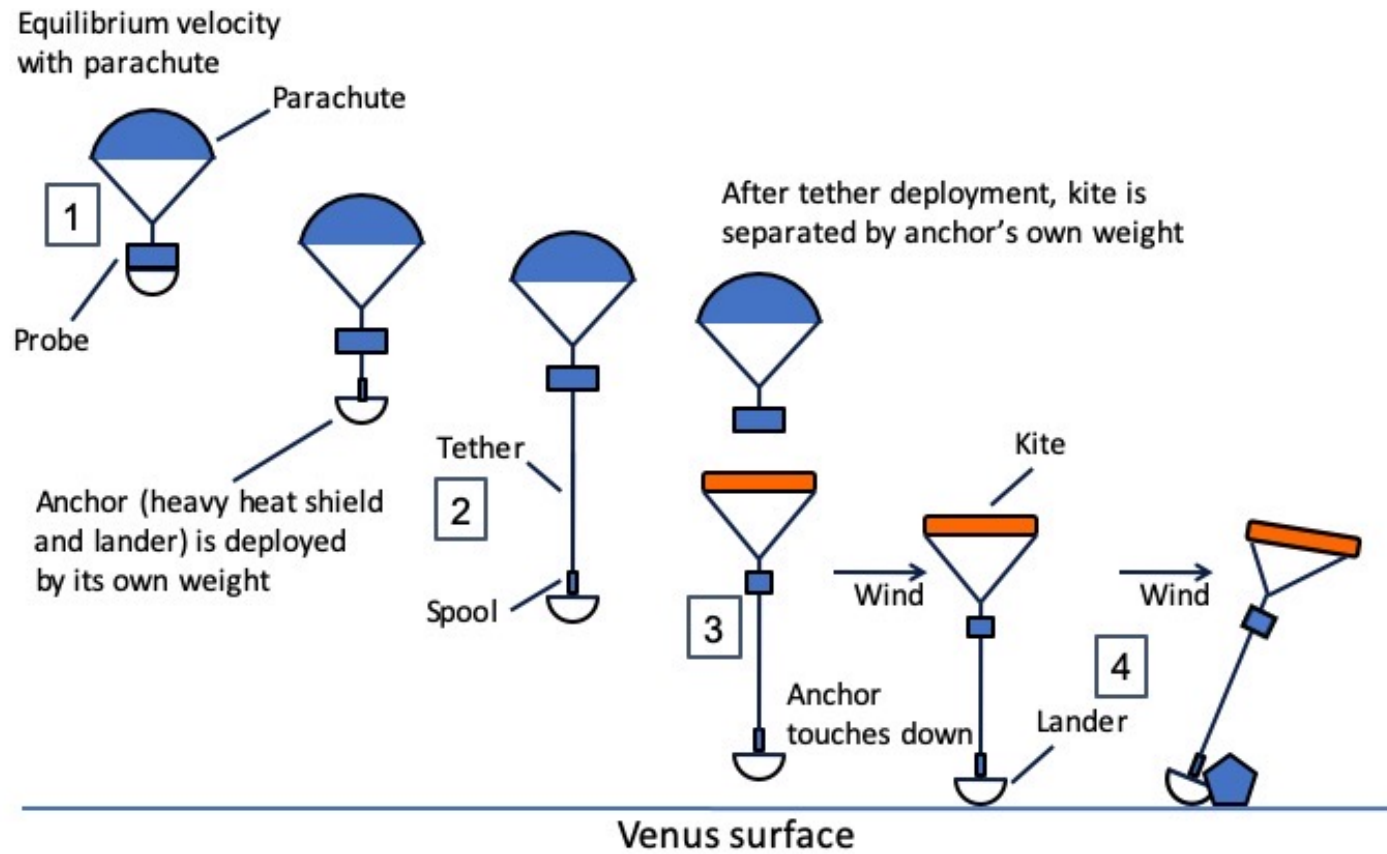


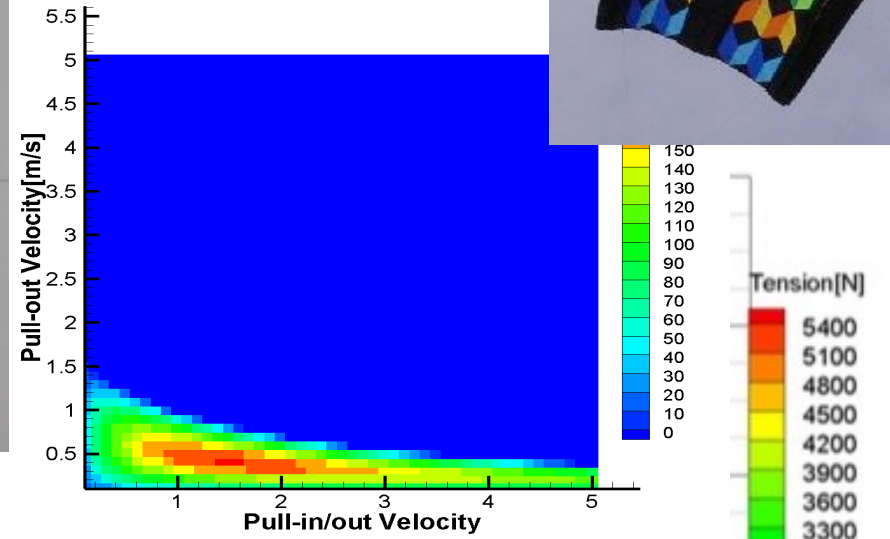
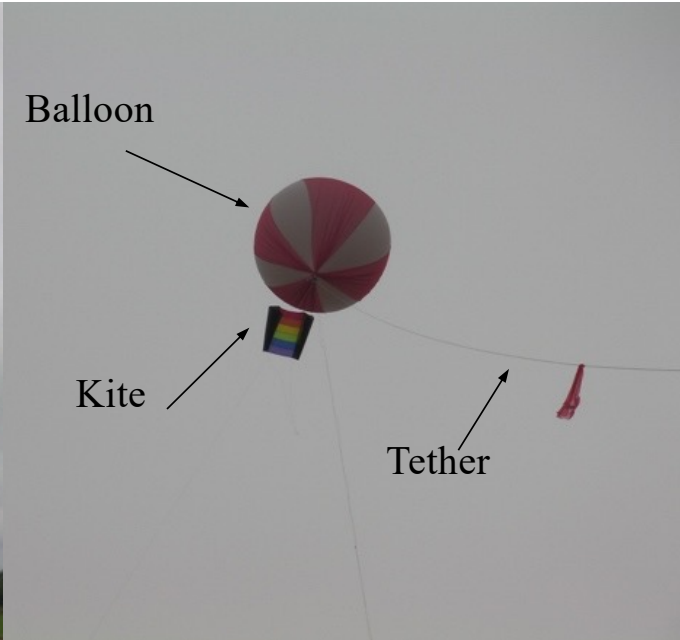
Venus

Simple and robust system at the expense of efficiency

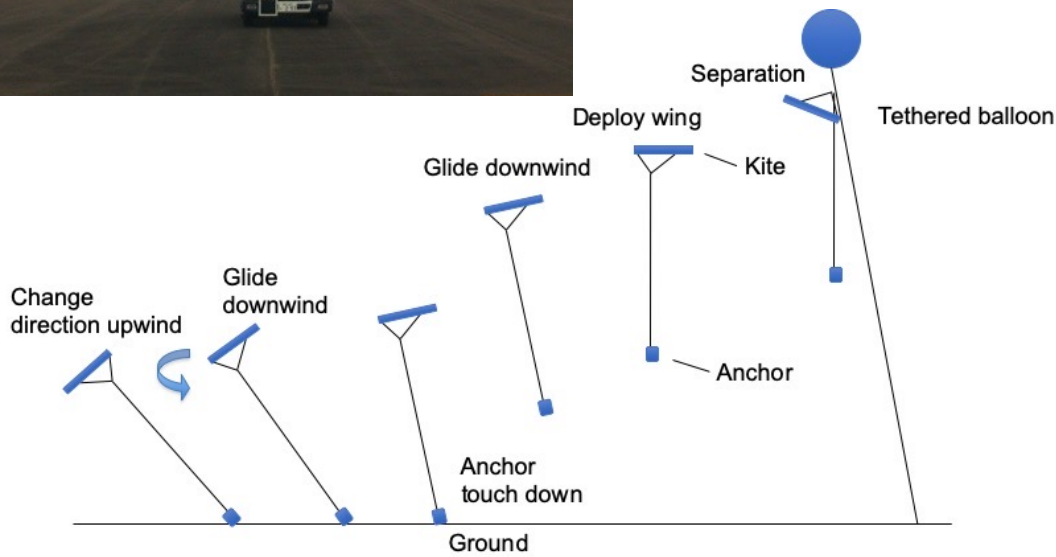
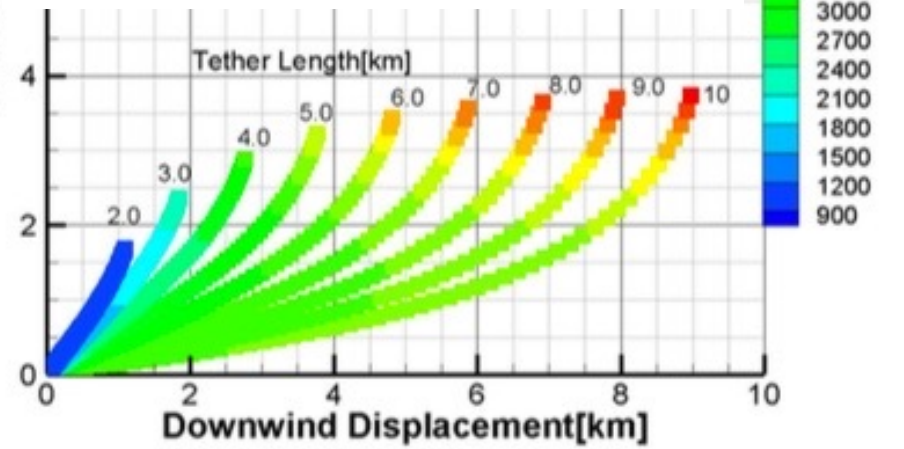


金星で凧揚げ





Altitude [km]



安全に地球に帰る方法

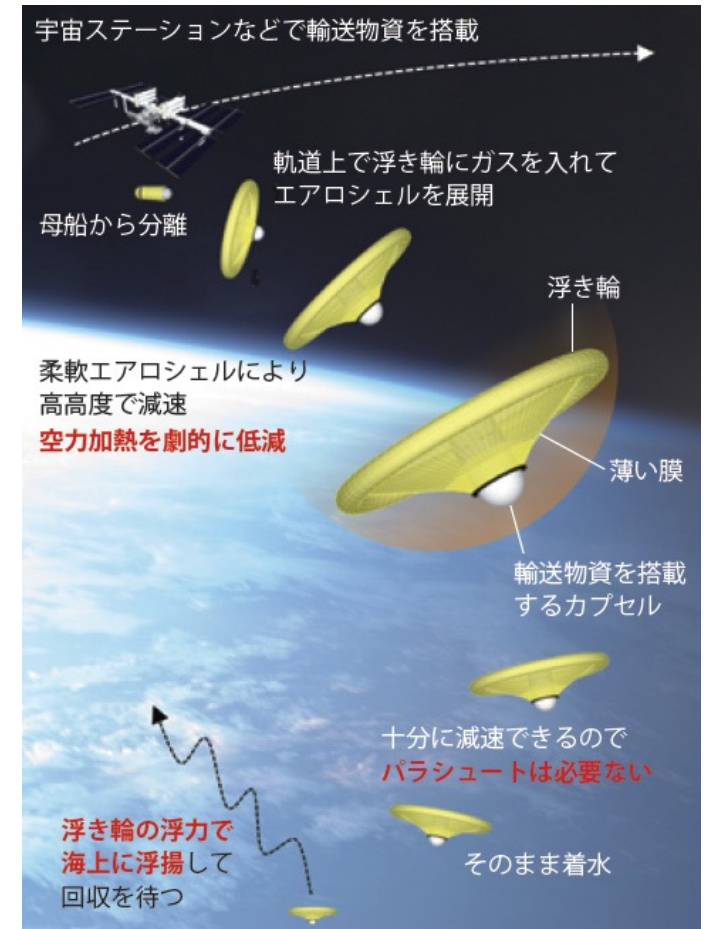
宇宙から傘を広げてフワッと帰ってくる



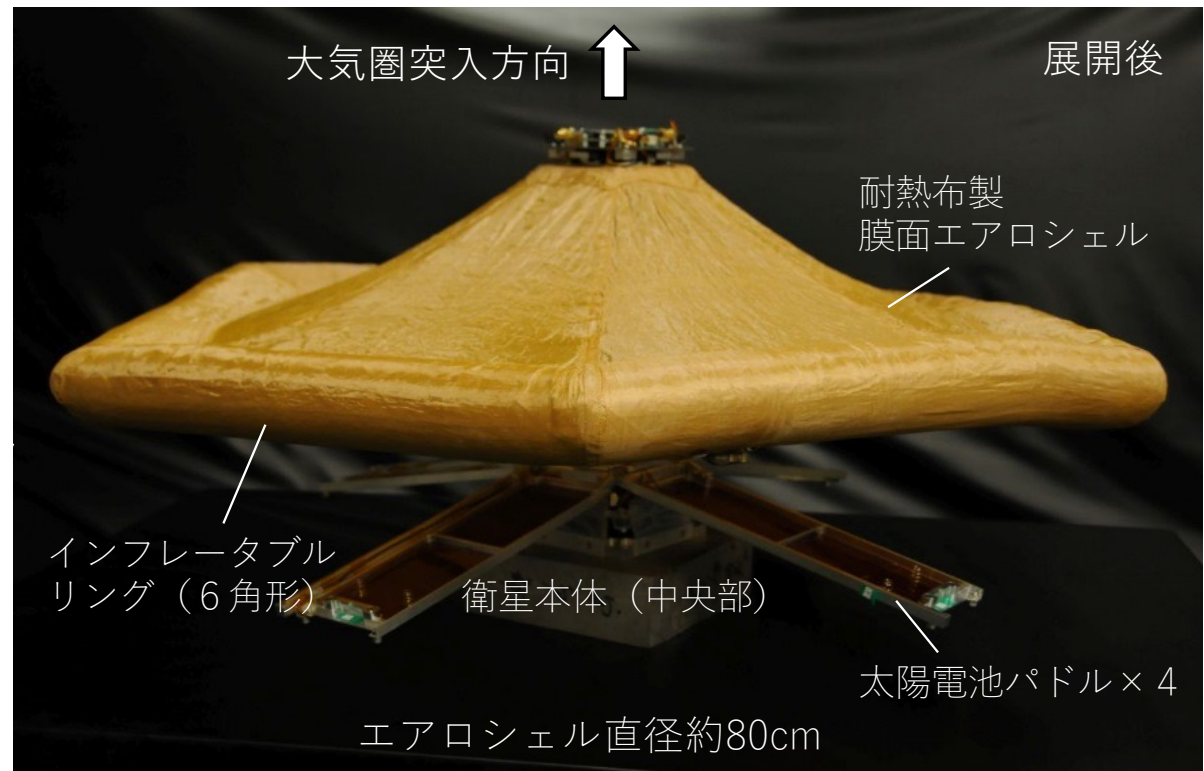
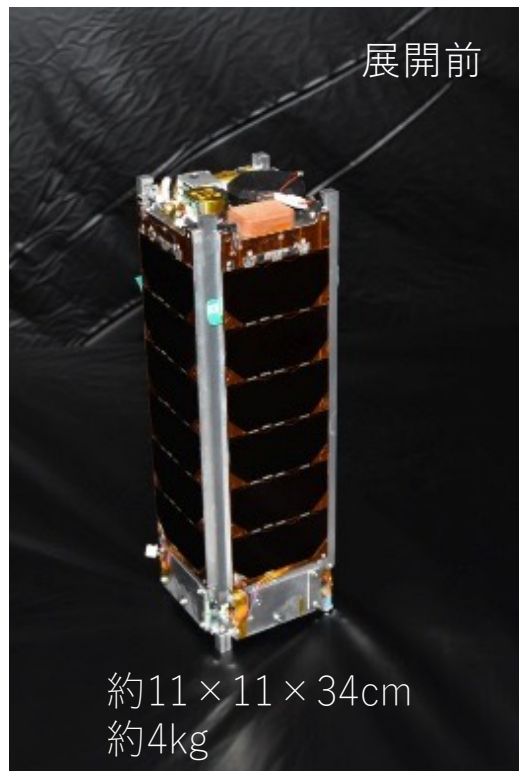
「耐える」



「避ける」

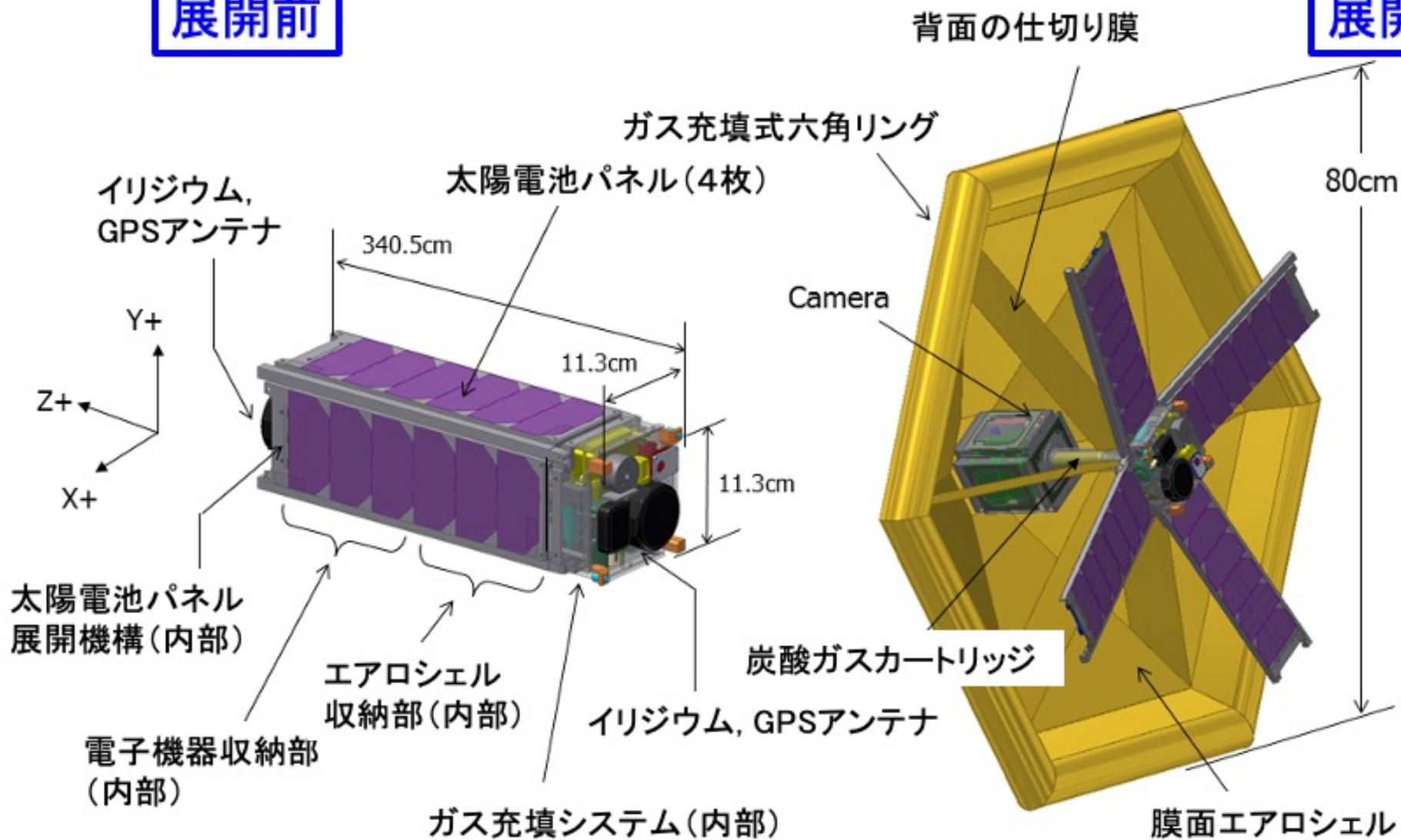


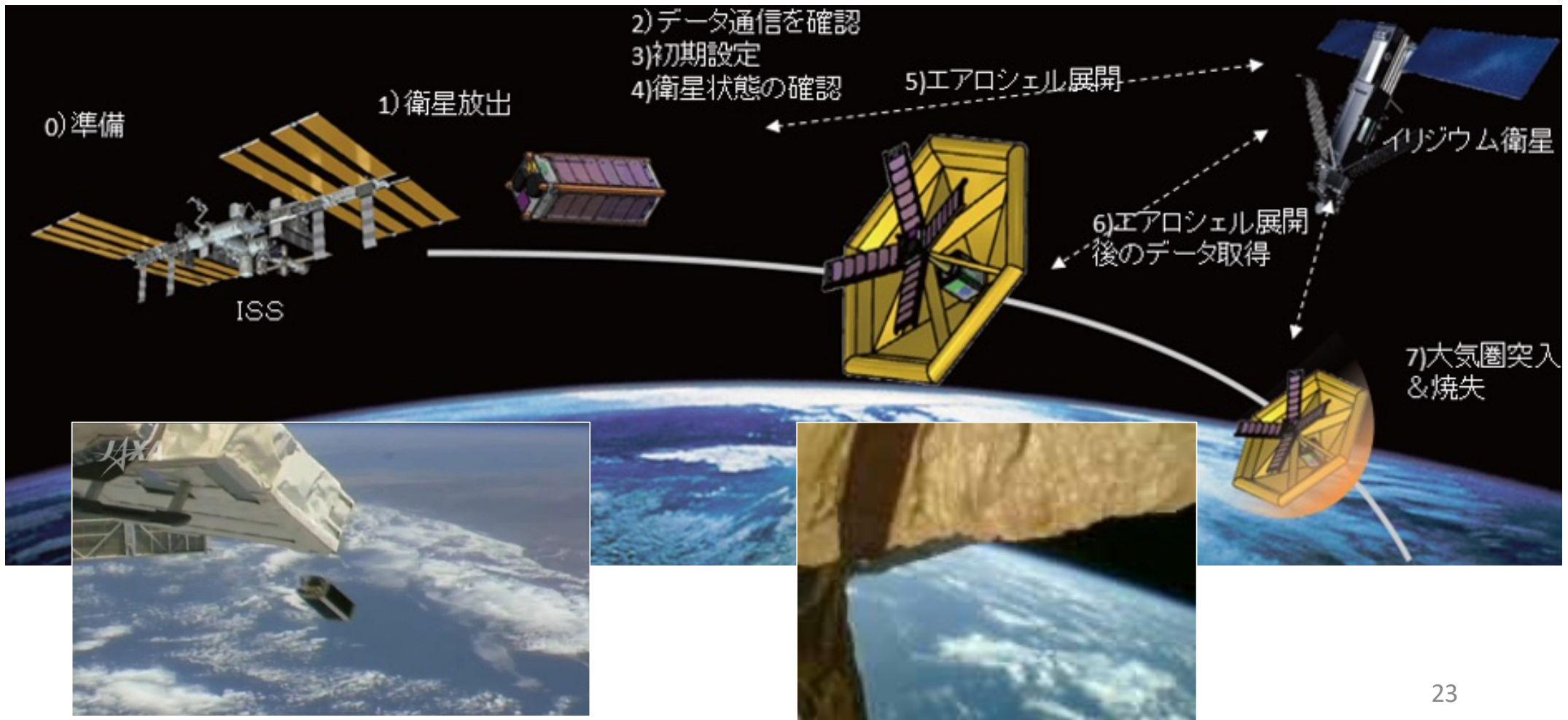
人工衛星を手作りして試す



展開前

展開後





社会インフラとしての宇宙

社会インフラとしての宇宙のいま

- 通信、測位、観測
 - グローバルでインフラフリーのインフラ
 - 「利用」のハードルは低い
- 大型オートクチュール衛星から小型プレタポルテ衛星へ
 - 開発、打ち上げ、運用のハードルが大きく下がる
 - 地上のシステムと競合できるレベルへ
 - 利用のアイデアが大事
- ロケットの大型化と再使用化による低コスト化
 - 打ち上げ費用は、数百万円/kgから数十万円/kgへ

