

京都精華大学 2012年前期

自然科学論

担当教員：磯部洋明

京都大学宇宙総合学研究ユニット・特定講師

京都精華大学・非常勤講師

第11回「宇宙開発」

第11回 2012年7月3日

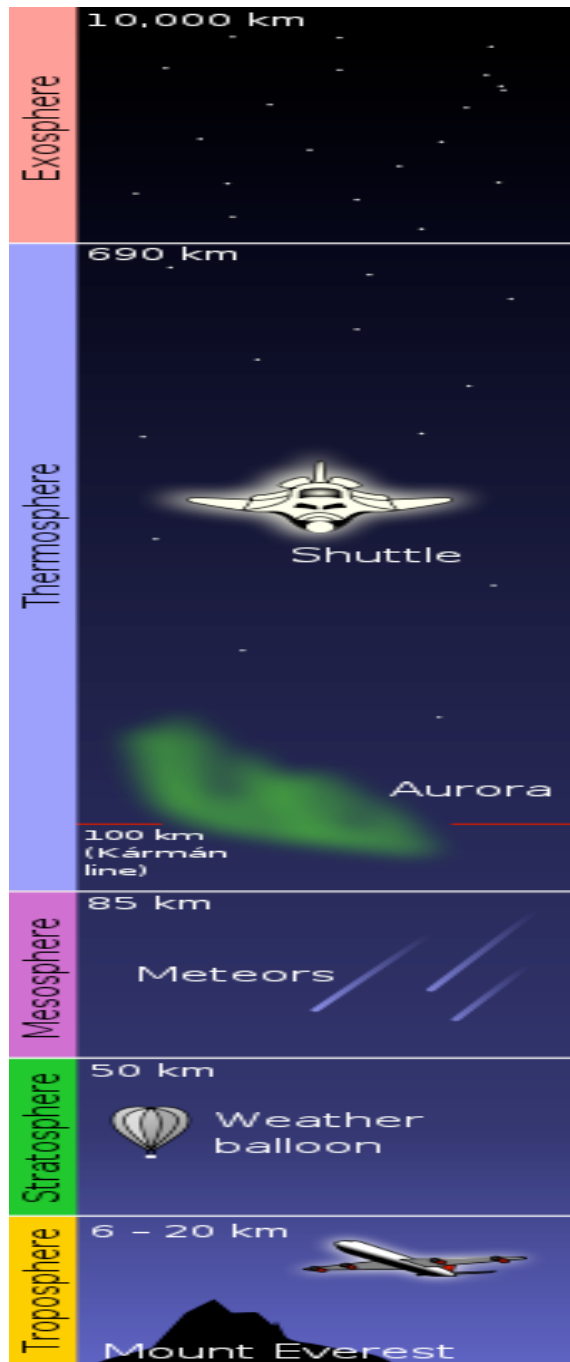
参考文献



宇宙からの帰還
立花隆 著、中公文庫



月の記憶—アポロ宇宙飛行士たちの「その後」(上下)
アンドリュー スミス著、(ヴィレッジブックス) [文庫]



宇宙とはどこから？

外気圏>600km

熱圏(電離圏)~600km

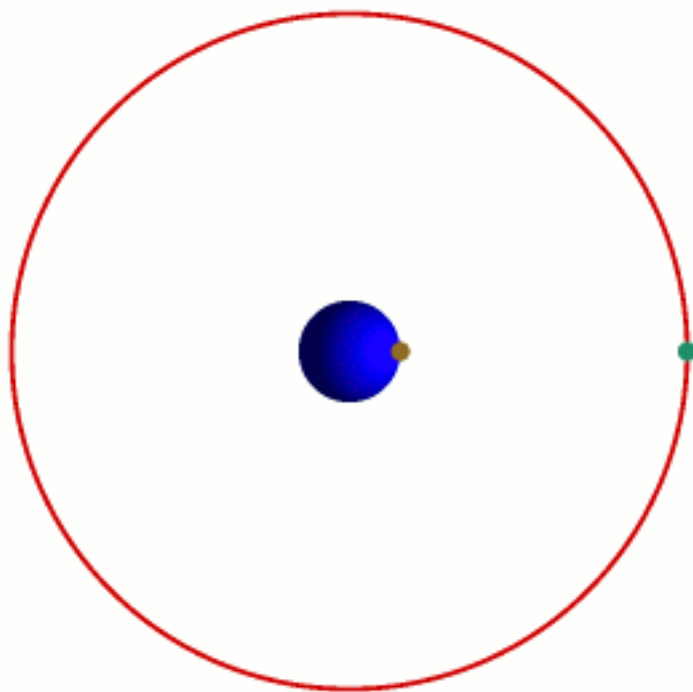
スペースシャトル、宇宙ステーション、オーロラ

中間圏~85km 流れ星

成層圏~50km オゾン層

対流圏~11km 飛行機

人工衛星と軌道



静止軌道 = 常に地球の同じ場所の
上空を飛んでいる軌道
高度3万6千km
(地球の半径は6500km)
気象衛星など



低軌道(宇宙ステーションなど)
高度数100km

人が宇宙へ行く

人類初の宇宙飛行は1961年、ソ連のユーリ・ガガーリン

帰国後、英雄として共産党の広告塔に。その後精神的な衰弱。
1968年、飛行訓練中に事故死。

これまで宇宙へ行ったことある人はざっと500人

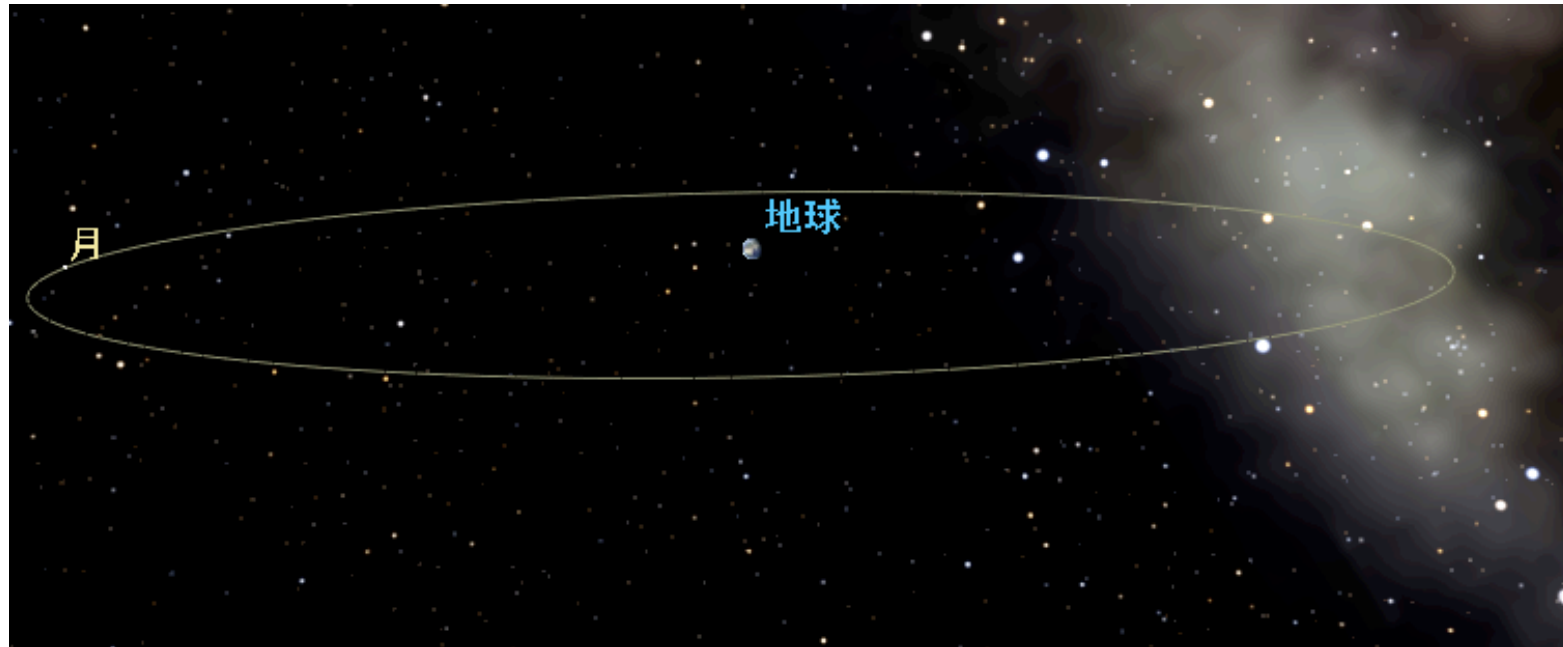


ユーリ・ガガーリン(ソ連)

この風景を見た人は、27人



月へ行くとは



月までの距離: 約38万km

地球周回軌道(例: 国際宇宙ステーション): 数100km



人類を月へ... アポロ計画

1961年5月、アメリカ初の有人宇宙飛行の直後、ケネディ大統領の議会での演説

"I believe that this nation should commit itself to achieving the goal, before this decade is out, of landing a man on the Moon and returning him safely to the Earth."



- ただし、この時点でアメリカは地球周回軌道に乗せることすらできておらず、「10年以内」という目標の実現性には疑問もあった。
- 宇宙開発での優位性は軍事的優位性に直結。ソ連との競争。

1962年ライス大学での演説:

We choose to go to the moon in this decade and do the other things, not because they are easy, but because they are hard...

アポロ司令船



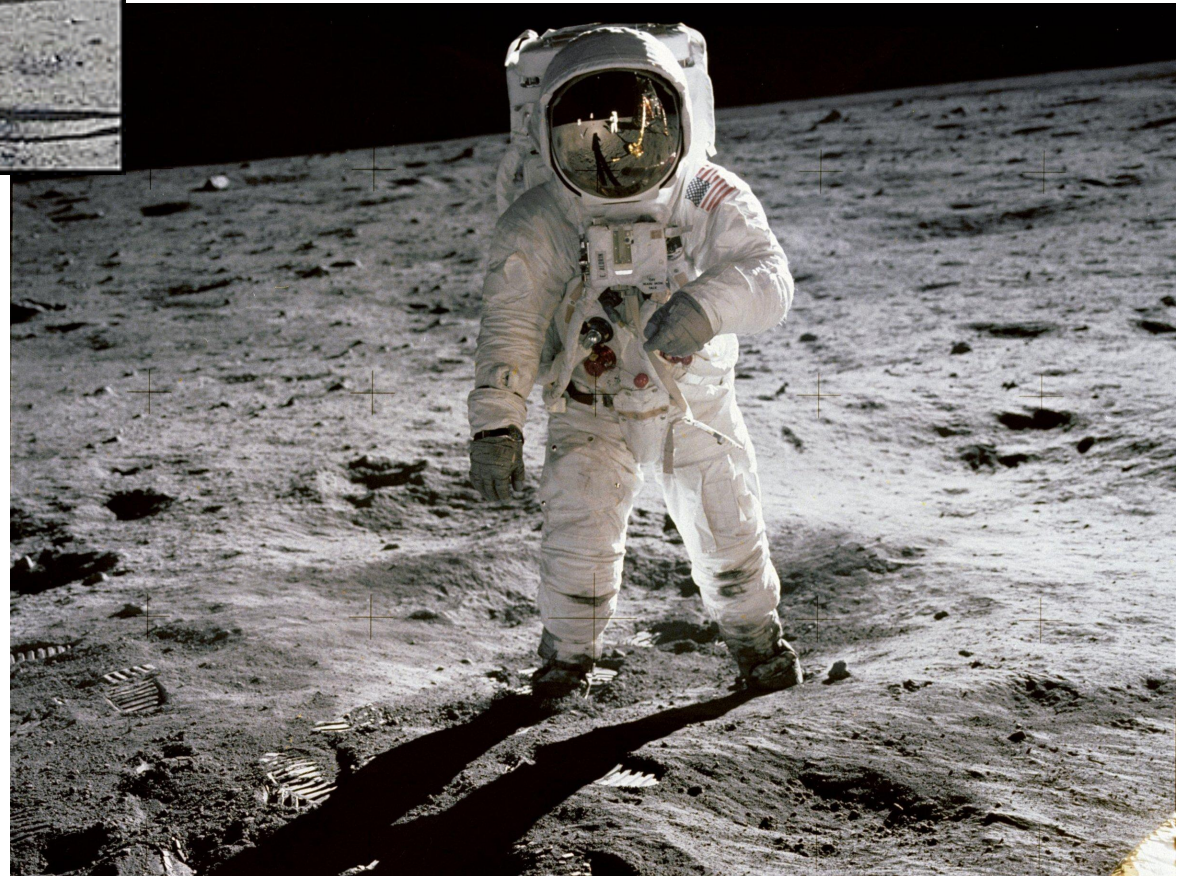
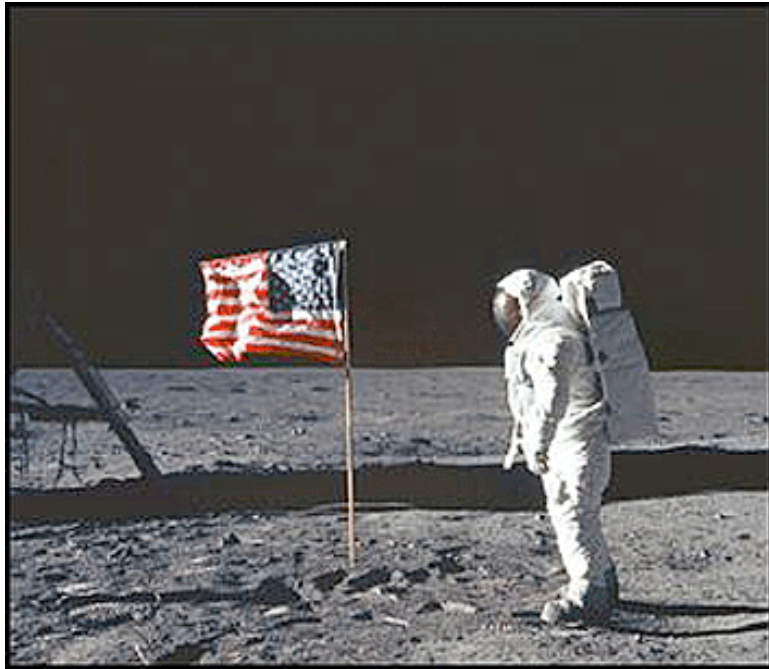
帰還した司令船を海上で回収

明治製菓お客様相談センターHPより
1969(昭和44)年に発売。
アポロの形は、同じ年に月面に着陸した
宇宙船「アポロ11号」帰還船の先端部分
の形をイメージしています。

アポロ11号月面着陸



"That's one small step for man. One giant leap for mankind" ... Neil Armstrong
<http://www.youtube.com/watch?v=uxlp1Xhb6z4>



アポロ11号クルー



最初に月に降り立った
ニール・アームストロング船長

月に降り立つことはなかった
マイク・コリンズ

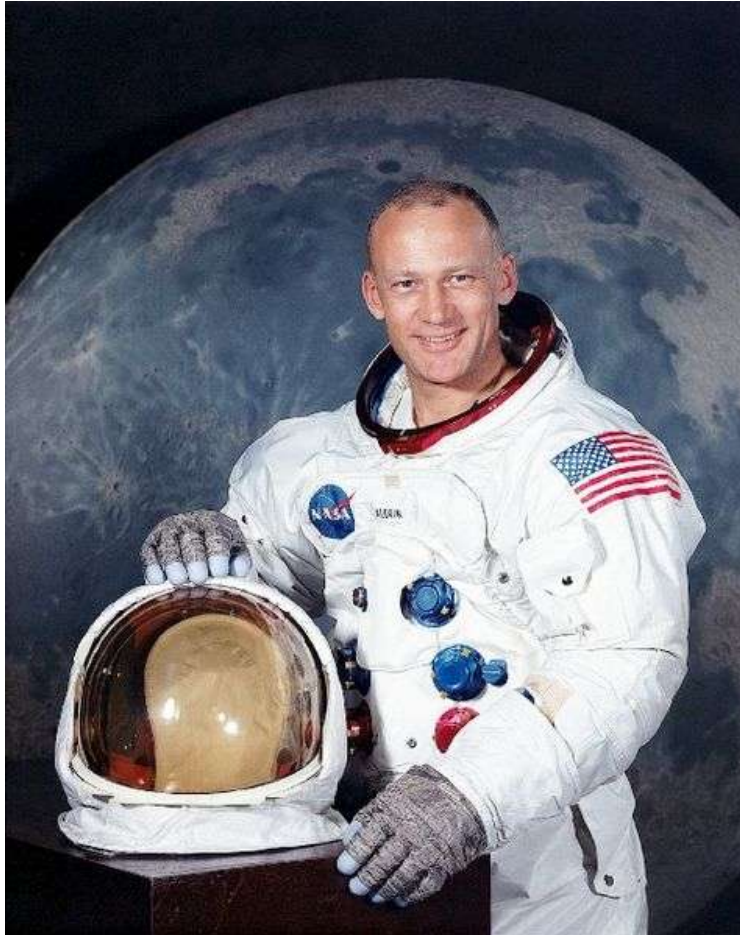
2番目の男
バズ・オルドリン

ニール・アームストロング



アポロ11号の船長、最初に月に降り立った男
月から帰還後、ほとんどの取材を断り、隠遁生活が続ける

バズ・オルドリン



モデル



<http://disney.go.com/toystory/>

“2番目の男”

月から帰還後、しばらく抑鬱症状に苦しむ。
復帰後、執筆活動や宇宙開発運動に携わる

アポロ12号



左から:ピート・コンラッド船長:1998年死去
リチャード・ゴードン 司令船パイロット
アラン・ビーン月着陸船パイロット ... 月面での体験を描くアーティストに転身

Alan Beanの描いた絵



アポロ14号クルー



左から:

スチュワート・ローサ司令船パイロット

アラン・シェパード船長... キツイ正確だったがが帰還後人が変わったように穏やかに。

ビジネスで成功

エドガー・ミッチェル月着陸船パイロット ... 飛行中に「宇宙知性」を感じた

エドガー・ミッチェル



宇宙飛行中に「宇宙知性」を感じ、帰還後、その正体を探る
「超常体験研究所」を設立

<http://www.inrees.com/en/membres.php?page=5>

アポロ15号クルー

左から:

デイヴィッド・スコット船長
宇宙に販売目的の封筒を
持ち込んだスキャンダル
が発覚。姿を消す

アル・ウォーデン司令船パイロット

ジム・アーウィン月着陸船パイロット
...月で神の声を聞く。帰還
後、キリスト教布教の道に。





アポロ16号クルー

左から:

ケン・マッティングリー司令
船パイロット

ジョン・ヤング船長...今も
NASA勤務

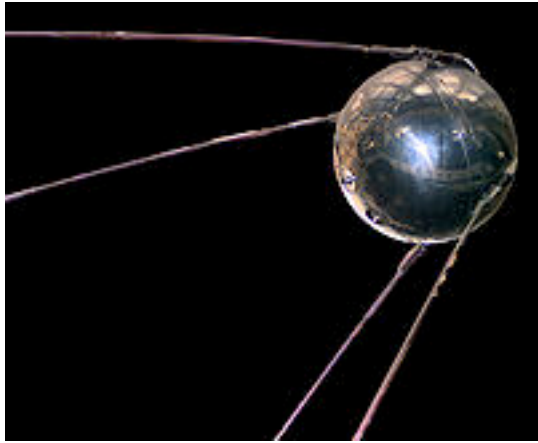
チャーリー・デューク月着
陸船パイロット
...帰還後精神的に落ち込
み酒に溺れる。信仰に救
われて立ち直り、ビジネス
で成功



世界の宇宙開発超略史

- 1200年頃 世界最初のロケットとして、火薬を使った「火せん」が発明された(中国)
- 1903年ライト兄弟、初飛行成功(アメリカ)
- 1926年 ロバート・ゴダードが、世界最初の液体燃料ロケット打ち上げに成功(米)
- 1942年 世界初のミサイルV-2の試験飛行に成功(ドイツ)
- 1957年 世界初の人工衛星「スプートニク」打ち上げ(ソ連)
- 1961年 ソ連のガガーリンがボストーク1号で人類で始めて宇宙へ
- 1969年 アポロ11号で宇宙飛行士2人が月面に着陸(アメリカ)
- 1979年 欧州宇宙機関(ESA)がアリアンロケット打ち上げ
- 1980年 インドが初の自力で人工衛星打ち上げ
- 1981年 世界初の有人再使用型ロケット「スペースシャトル」初飛行
- 2003年 宇宙飛行士1人を乗せた中国の神舟5号が打ち上げ、帰還成功。
- 2010年 国際宇宙ステーション完成

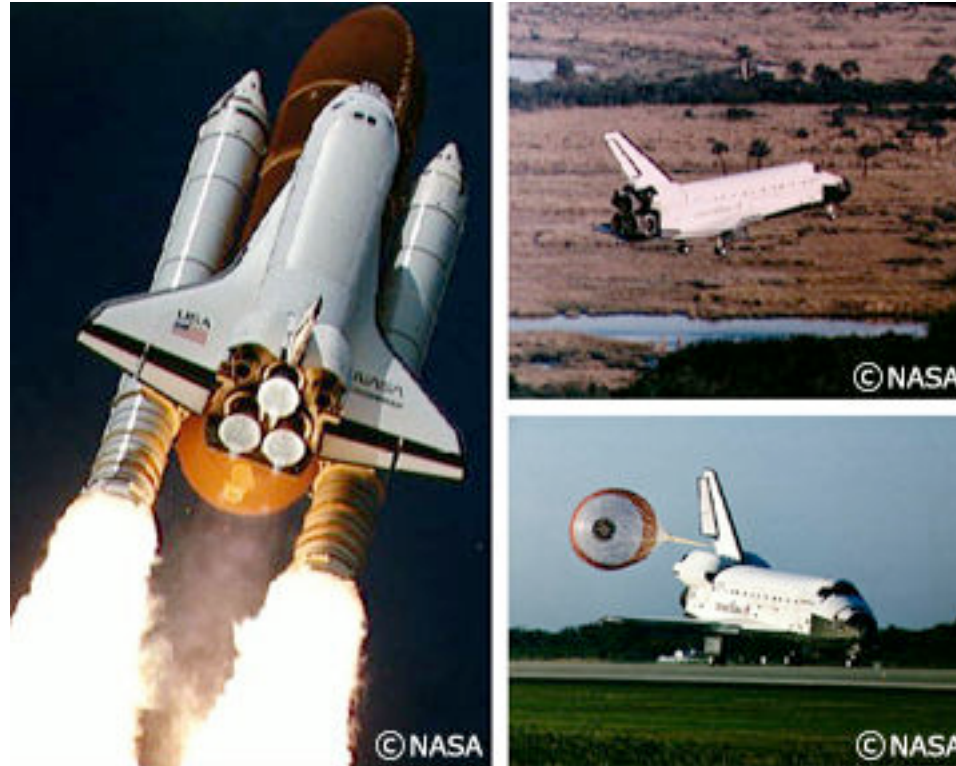
スプートニク1号



1957年に打ち上げられた世界初の人工衛星。球体の大きさ58cm、重さは約83kg。遠地点約950km、近地点約230km、軌道傾斜角65°の楕円軌道を96.2分で周回し、57日後に大気圏突入
衛星から出した電波を地上で受信することで、地球の高層大気(電離層)を観測。

ソ連が宇宙開発でアメリカに先んじていることが明らかになり、アメリカは大きな衝撃を受けた(スプートニク・ショック)

スペースシャトル(1981-)



アメリカが開発した、初の有人再使用型宇宙輸送機。
ロケットで垂直に打ち上げられて、飛行機のように滑空してかえってくる。
2011年、運用終了予定。

ソユーズ

ソ連／ロシアのロケット／宇宙船

開発初期を除き、数十年間死亡事故なし

(スペースシャトルは2度死亡事故を起こしている)

基本的に開発当初の古い技術(＝枯れた技術、安定した技術)

今国際宇宙ステーションに人間を送り込めるのはソユーズのみ



日本の宇宙開発略史

- 1952年 糸川英夫教授率いる東大生産技術研究所発
- 足、ペンシルロケットの開発に着手
- 1969年 宇宙開発事業団発足。主に宇宙の実利用を担う
- 1970年 東京大学宇宙航空研究所が日本初の人工衛星「おおすみ」打ち上げ
- 1981年 東京大学宇宙航空研究所を母体として宇宙科学研究所 (ISAS) 設立。主に宇宙科学を担う。
- 1990年 TBS社員の秋山豊寛宇宙特派員、ソ連のソユーズTM11宇宙船に搭乗。日本人で始めて宇宙へ
- 1992年 日本人初の職業宇宙飛行士である毛利衛宇宙飛行士がスペースシャトル搭乗
- 2003年 宇宙3機関(宇宙開発事業団、宇宙科学研究所、航空宇宙技術研究所)が統合し、独立行政法人「宇宙航空研究開発機構」(JAXA)発足
- 2010年 国際宇宙ステーション・きぼう日本実験棟完成

日本のロケット



HIIロケット(液体燃料)



MVロケット(固体燃料)

打ち上げ動画 http://www.youtube.com/watch?v=ACI0hyU_D4U&feature=channel

ロケットとジェット機の違い

空気から酸素を取り込むのがジェットエンジン

酸素も一緒に持って行くのがロケットエンジン

今のロケットは燃料と酸化剤を燃焼させる「化学推進ロケット」。



コンスタンチン・ツィオルコフスキー

(1857 – 1935)



ロケットの理論、宇宙服、宇宙遊泳、人工衛星など、現在の宇宙開発に現れる概念のほとんどを最初に着想した

ツィオルコフスキーの公式

$$v = w \ln \frac{m_0}{m_T}$$

V : 出発からある時間たった時の速度

W : 推進剤の噴出速度

m_0 : ロケットの最初の重さ

m_T : ある時間たった時のロケットの重さ

ロケットの重量はほとんど燃料

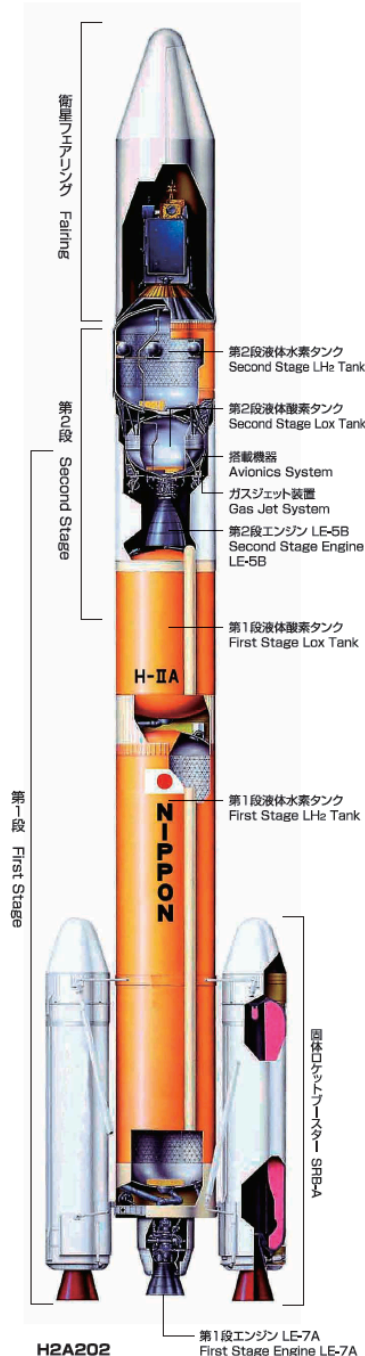
日本のHIIロケット
重さ～261トンのうち、

燃料質量：84%

機体質量：14.5%

ペイロード(積荷) 1.5% (～4トン)
(静止軌道に打ち上げる場合)

打ち上げ費用を約100億円(今はもう少し
安くなっている)とすると、1kgあたり2万5
千円

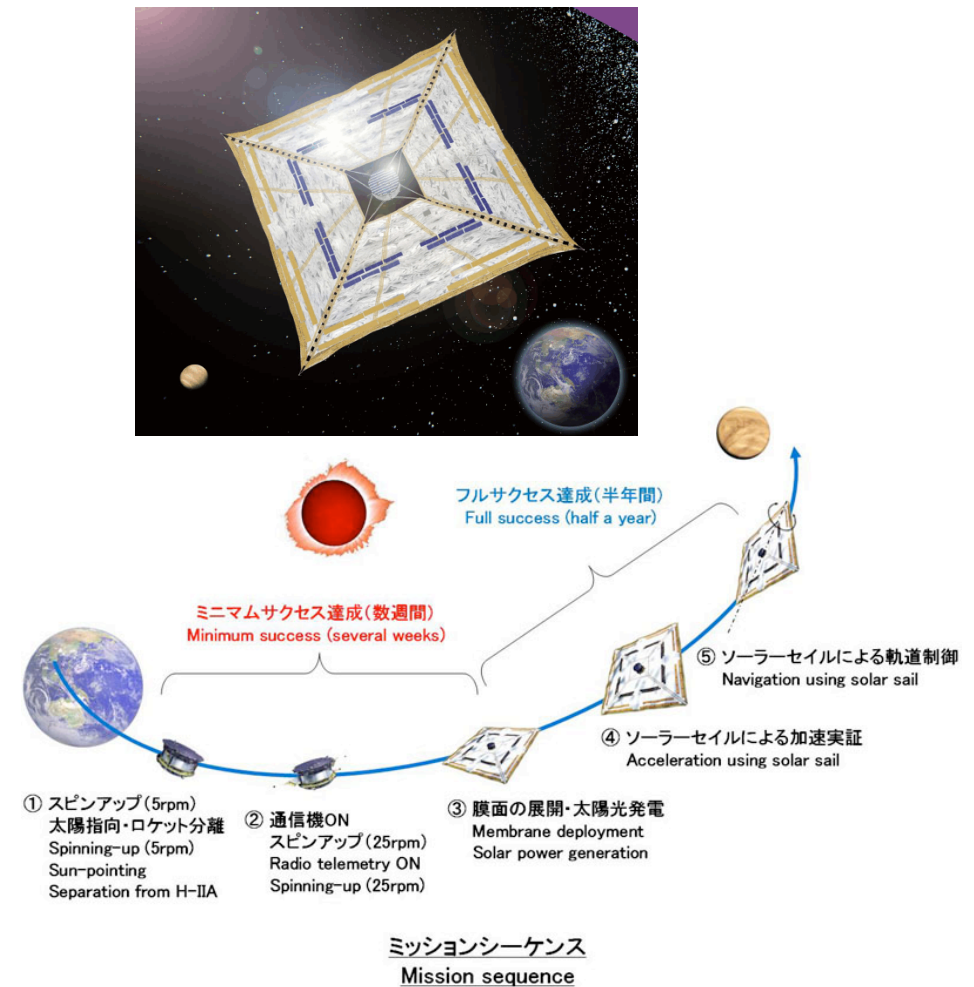


未来のロケット

- 電気ロケット(イオンエンジン)
 - イオンロケット推進剤をイオン化またはプラズマ状態にし、電気や磁気の利用して噴射。小型のものは衛星の制御用として実用化済(例:はやぶさ)
- 原子力ロケット
 - 原子炉の熱で推進剤を加熱し、噴射する。実験段階のみで実用化はされていません。
- 核分裂／核融合パルスロケット
 - 小型の原爆や水爆を連続的に爆発させ、その反動で推進
- レーザー推進ロケット
 - 地上からロケットにレーザーを照射し、それを受けて推進
- ソーラーセイル
 - 太陽光や太陽風の圧力を帆で受けて推進
- 核融合ロケット
 - 水素等の核融合物質を噴射して推進。宇宙空間の水素を集める場合も
- 光子ロケット
 - 物質と反物質を反応させ、光に変えて、それを噴射して推進

小型ソーラー電力セイル実証機 IKAROS

- 光も弱い「力」がある。空気抵抗のない宇宙空間では、太陽光の弱い光を受けることで帆船の用に進むことができる。
- IKAROSは太陽光による推進による技術実証のため、2010年に金星探査機「あかつき」と同時に打ち上げ。実験は成功。

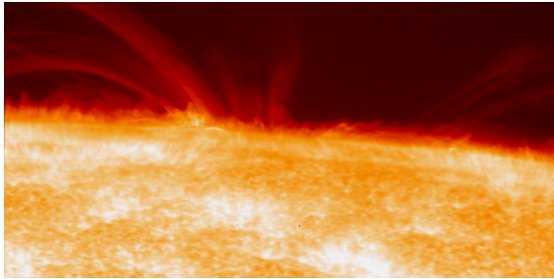


@ikaroskun

宇宙でいったい何をしているのか？

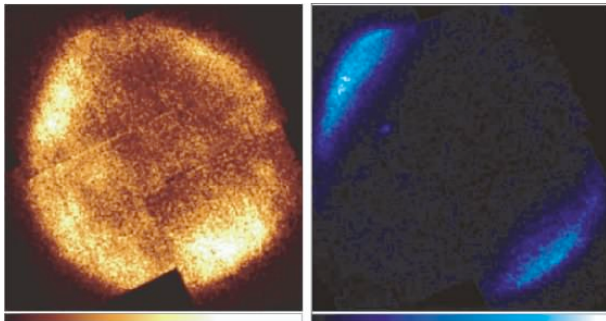
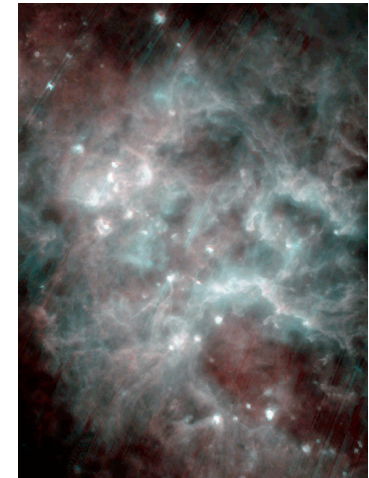
- 基礎科学・技術開発
 - － 天体観測、地球観測、太陽系探査
 - － 無重力中、宇宙放射線下での実験（宇宙ステーション）
 - － 技術実証衛星
- 実利用
 - － 放送衛星（BS）、通信衛星、GPS、気象衛星
 - － 情報収集衛星（軍事利用）
 - － ...

基礎科学・技術開発の人工衛星・探査機



太陽観測衛星 ひので

赤外線天文衛星 あかり

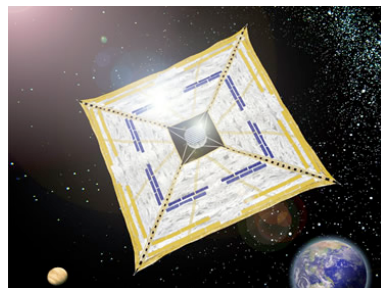


X線天文衛星 すざく

地球磁気圏観測衛星
GEOTAIL



小惑星探査機 はやぶさ



ソーラー電力セイル実証機
IKAROS

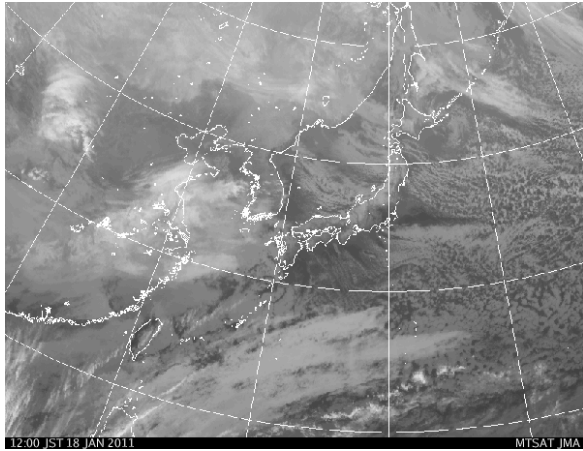
金星探査機 あかつき



実用のための人工衛星

(実用に向けた技術実証含む)

気象衛星 ひまわり7号(気象庁)



地球観測衛星 だいち(JAXA)



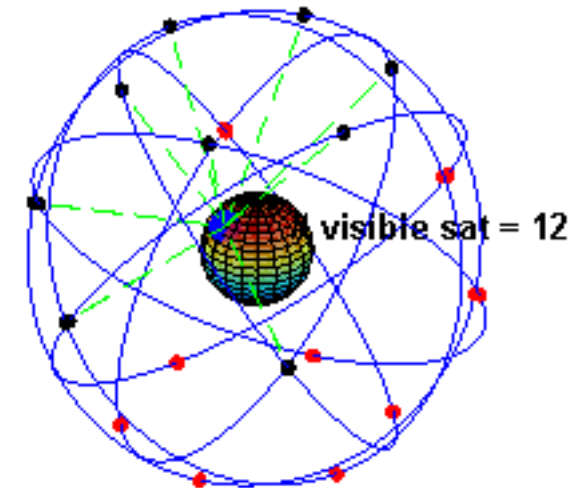
超高速インターネット衛星 きずな(JAXA)

放送衛星、通信衛星
BS、スカパー、WOWOW...

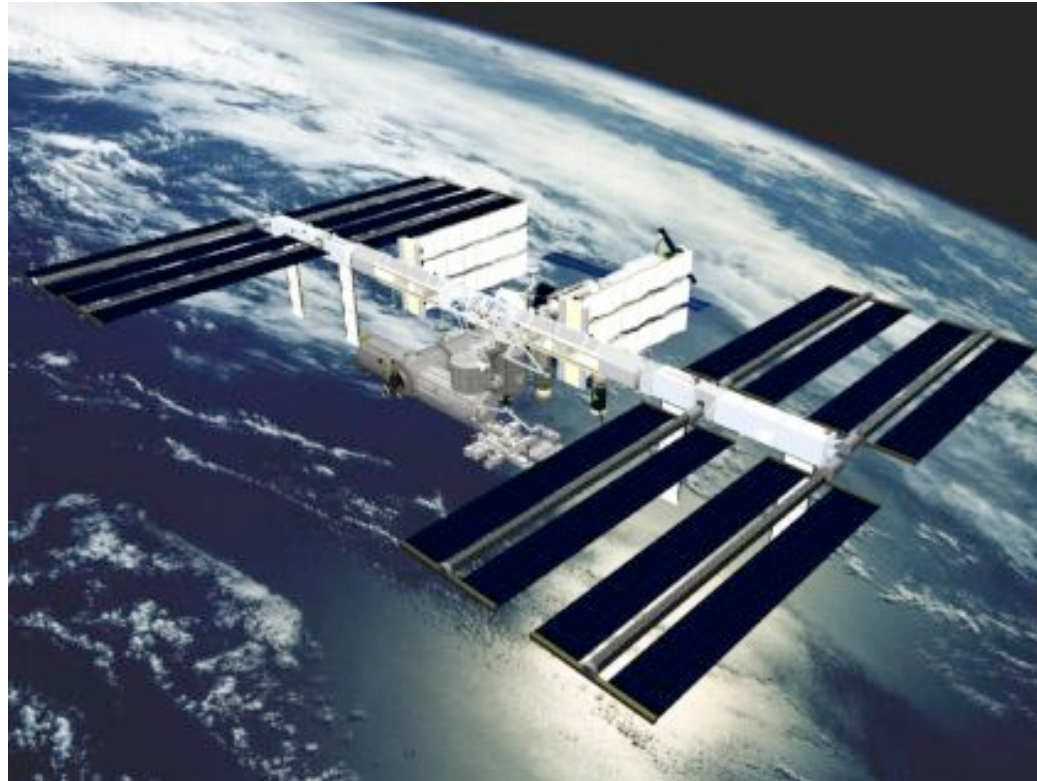
測位衛星(GPS、みちびき)

Global Positioning System (GPS: 全地球測位システム)

- 地球周回軌道をにある約30個の人工衛星のうち、数個から電波を受信することで、自分のいる位置を計算できる
- 衛星が送るのは、時刻と軌道の情報。
- 電波が届くまでの時間が衛星からの距離によって異なることを使い、位置を計算する(GPS衛星は電波を**送っているだけ**なので、追跡されているわけではない)
- 用途: 携帯、カーナビ、航空機や船舶の運行など
- 本来は**軍事用**にアメリカが打ち上げたシステム。非軍事目的に「も」使われている



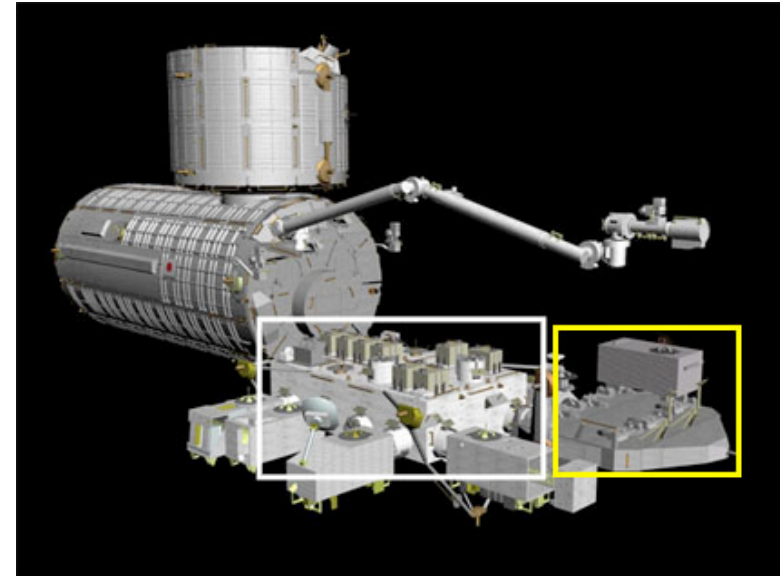
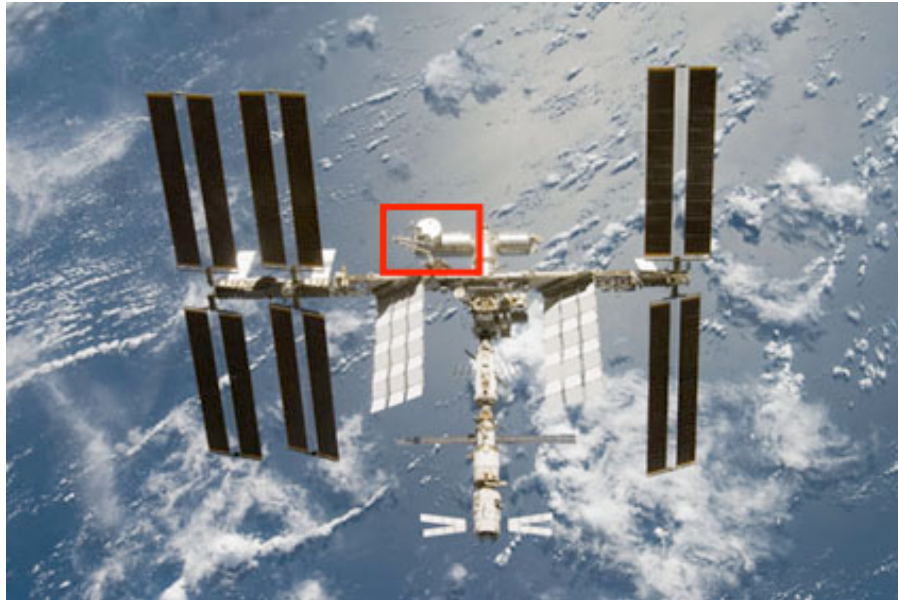
国際宇宙ステーション



1984年にアメリカのレーガン大統領(当時)が承認。当時はソ連に対抗した西側の計画。90年代にロシア(当時はミールを運用していた)が参加決定。現在、米国、日本、カナダ、欧州各国(イギリス、フランス、ドイツ、イタリア、スイス、スペイン、オランダ、ベルギー、デンマーク、ノルウェー、スウェーデン)、ロシアが参加。2010年完成。2015年まで運用決定。2020年まで延長を検討中。

日本の実験棟「きぼう」

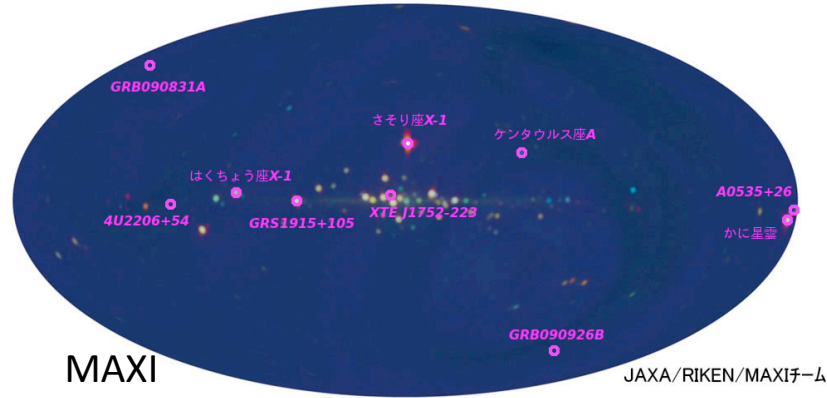
JAXA



2009年7月に完成。一番広い実験室は長さ11.2m、質量15.9t。
様々な実験のための暴露部(宇宙空間にさらされた場所)

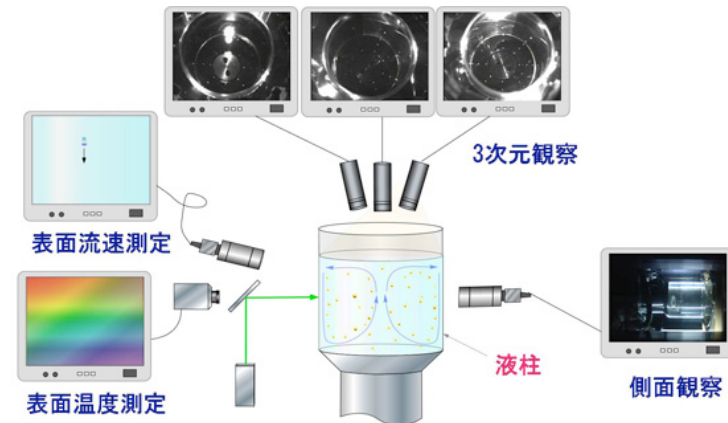
きぼうで行っている実験の例

天文観測、地球観測



JAXA/NASA

無重力中での物理(流体の運動)や
化学(結晶の作り方)



無重力、宇宙放射線の生命への影響

その他、無重力ならではの新しい物質(材料、薬品)の研究や、教育ミッションなど

平和利用に限る。

宇宙にモノを持って行くのにいくらかかるか

- HIIAの打ち上げ費用:~100億円
(現在約85億円)
- 日本のHTV(愛称:こうのとり):
本体140億円
- 高度400kmの地球周回軌道(国際宇宙ステーション)へ、最大6トンの物資を補給する
- 1kgあたり400万円！
- 世界的な傾向としては、民間主導の開発が進み、価格は下がってくるだろうと期待される



宇宙分野でも存在感を増す中国、インド



2008年 神舟7号、宇宙遊泳成功
Image credit CCTV

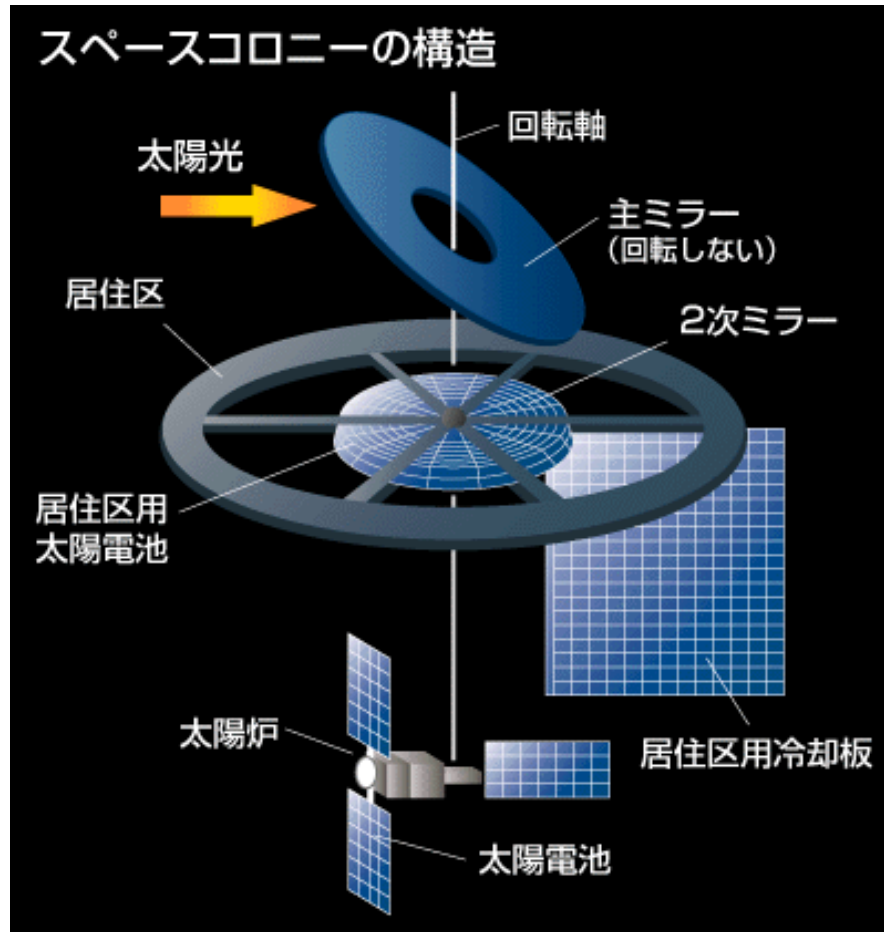


月周回探査機チャンドラヤーン1号打ち上げ
Image credit ISRO

人は宇宙に「住む」ようになるか？

- 候補地
 - 宇宙空間に浮かぶ人工物(宇宙コロニー)
 - 火星
 - 小惑星
- これまでの最長滞在は437.7日(ソ連、ワレリー・ポリャコフ宇宙飛行士)
- 問題点
 - 技術的問題
 - 医学的問題(無重力、宇宙放射線)
 - そもそも何のために？

宇宙コロニー



回転により重力を作る
(=外側ほど重力が強く、中心部
は重力がない)

エネルギー源は(恐らく)太陽光

物質(食料)、水、大気は中で循環させる
(今の宇宙ステーションは全て地球から補給)

宇宙コロニー = ミニ生態系？



アンケート設問

1. 宇宙に行きたいと思いますか？宇宙に住みたいと思いますか？
2. 宇宙に住むとなったら、どんなことが問題となると思いますか？
3. 今日の感想