

京都文教大学 2016年秋学期

# 宇宙の科学

担当教員：磯部洋明

京都大学大学院総合生存学館 准教授

京都文教大学・非常勤講師

第12回「宇宙開発利用」

2016年1月18日

# 人類と宇宙の関わり

- 宇宙へ行く
  - 宇宙飛行士、民間宇宙旅行
- 宇宙を利用する
  - 気象、測位、安全保障...社会インフラとしての宇宙
- 宇宙を知る
  - 宇宙に開かれた地球環境

# 宇宙とはどこから？

外気圏 > 600km

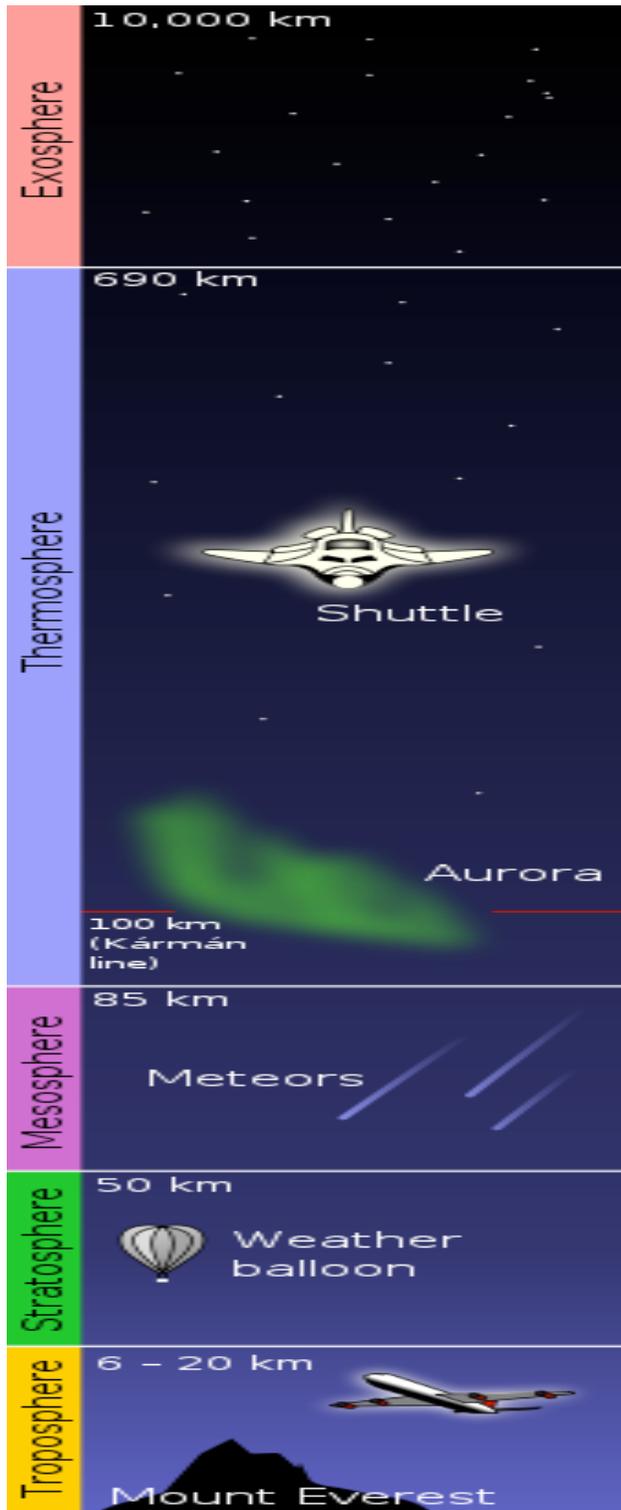
熱圏（電離圏） ~ 600km

スペースシャトル、宇宙ステーション、オー

中間圏 ~ 85km 流れ星

成層圏 ~ 50km オゾン層

対流圏 ~ 11km 飛行機



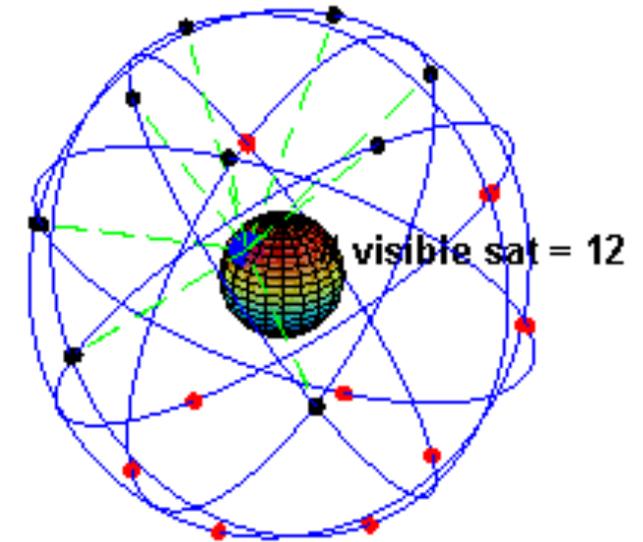
# 今、人類は宇宙で何をしているのか

## (ざっくりと投資金額ランキング)

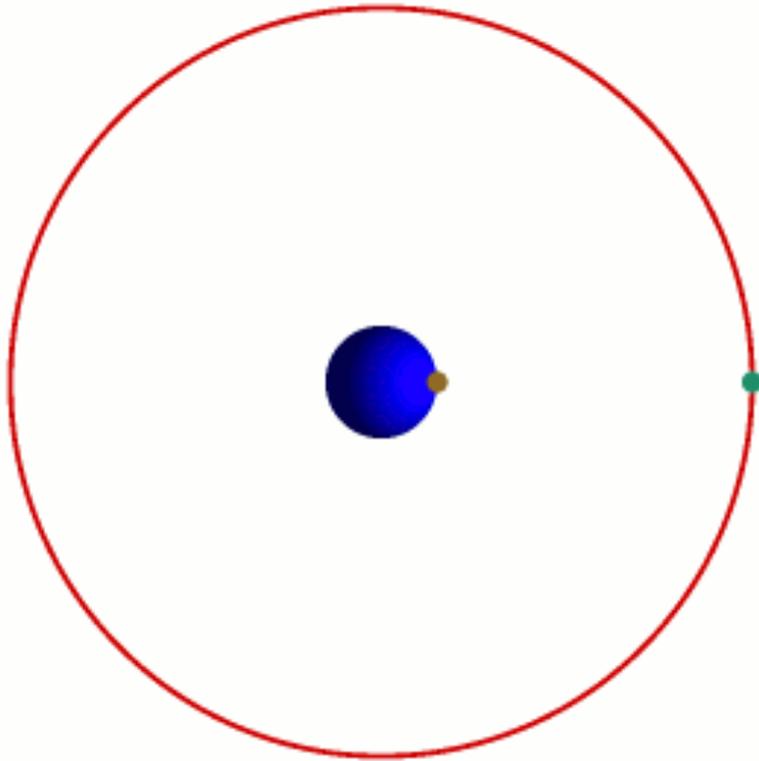
- 安全保障利用
    - 測位 (GPS)、偵察、大陸間弾道ミサイル
    - 測位は民生利用が急拡大中
  - 衛星通信・放送
    - 大部分が民業ビジネスとして成り立っているのはこれだけ
  - 地球観測 (安全保障利用以外)
    - 気象
    - 防災、環境監視、Google Earth
  - 有人活動
    - 国際宇宙ステーション (米ロ欧日加)
    - 中国の独自宇宙活動、民間の観光宇宙旅行
  - 科学・探査
    - 宇宙望遠鏡
    - 惑星探査
- 全ての活動を支えるのが輸送系 (ロケット)
  - 実際には地球観測、通信、測位な様々な利用が軍民のデュアルユース
  - 日本は例外的に安全保障利用に極めて抑制的であったが、最近方針が変わっ

# 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



# 人工衛星と軌道

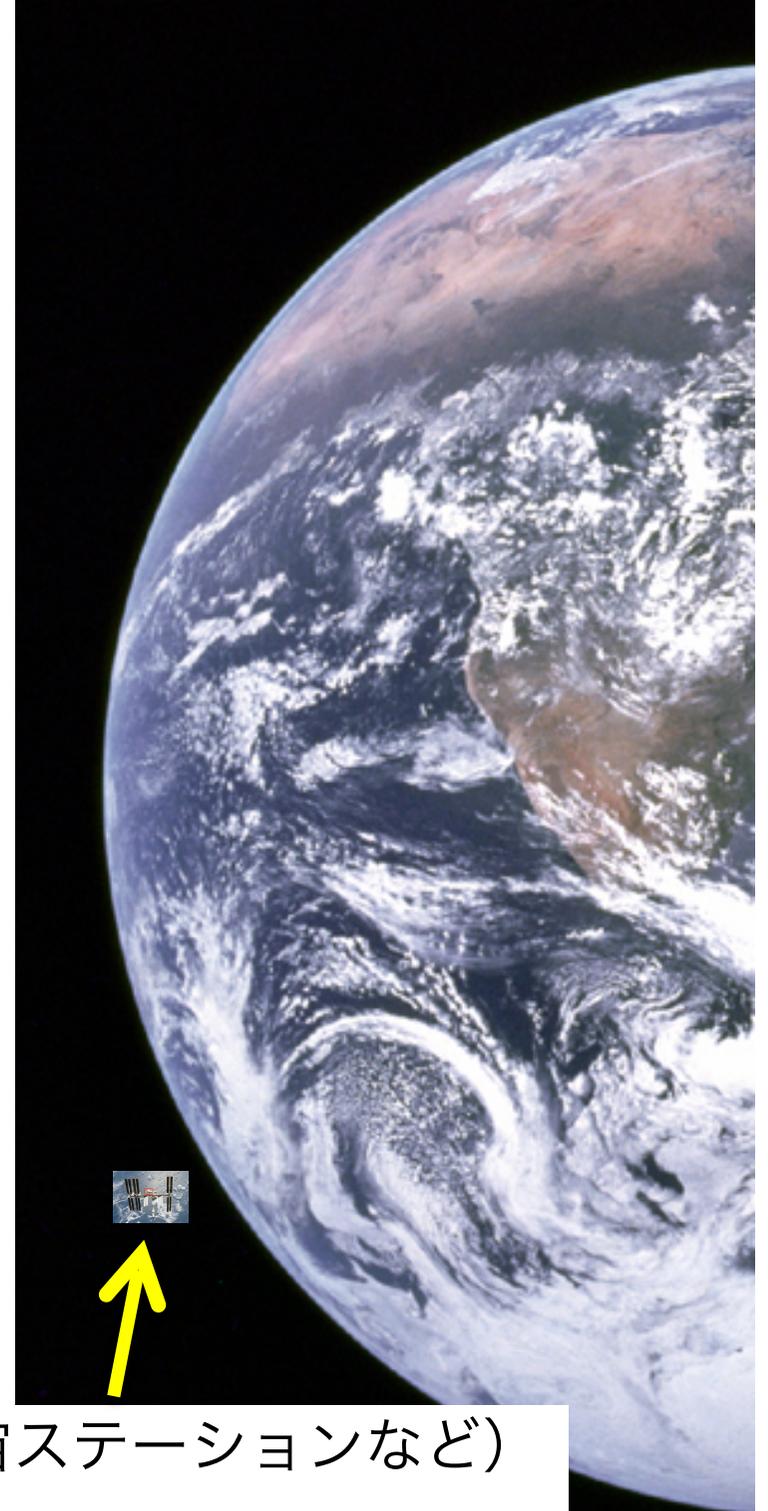


静止軌道 = 常に地球の同じ場所の  
上空を飛んでいる軌道

高度3万6千km

(地球の半径は6500km)

気象衛星など



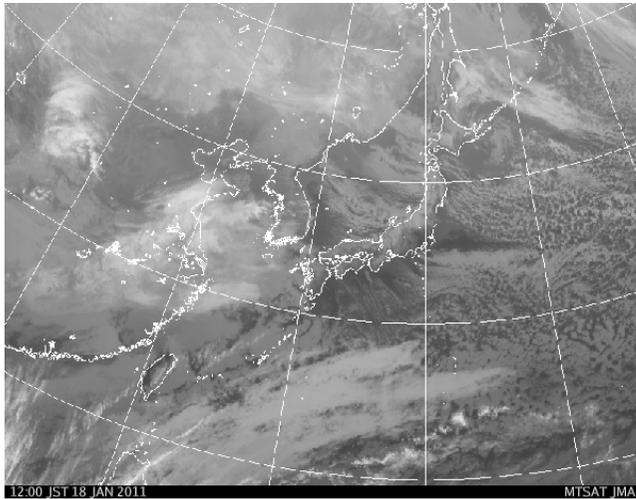
低軌道 (宇宙ステーションなど)

高度数100km

# 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)

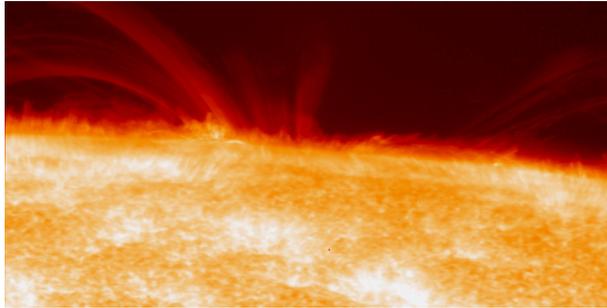


放送衛星、通信衛星

BS、スカパー、WOWOW...

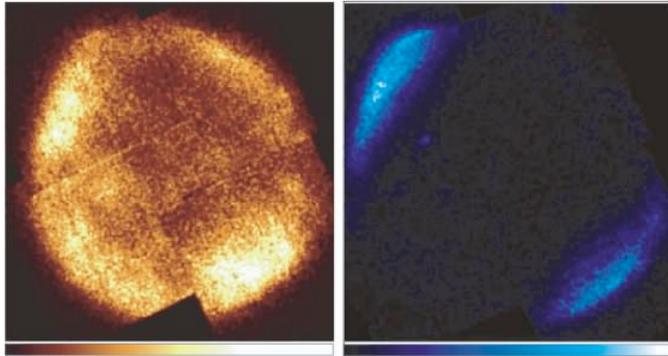
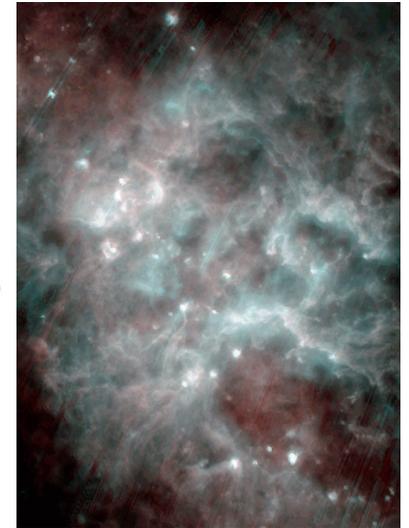
超高速インターネット衛星 きずな (JAXA) 測位衛星 (GPS、みちびき)

# 基礎科学・技術開発の人工衛星・探査機（無人）



太陽観測衛星 ひので

赤外線天文衛星 あかり



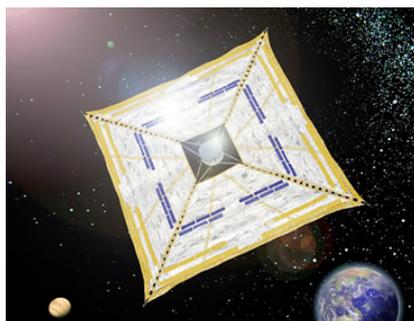
X線天文衛星 すざく

地球磁気圏観測衛星  
GEOTAIL



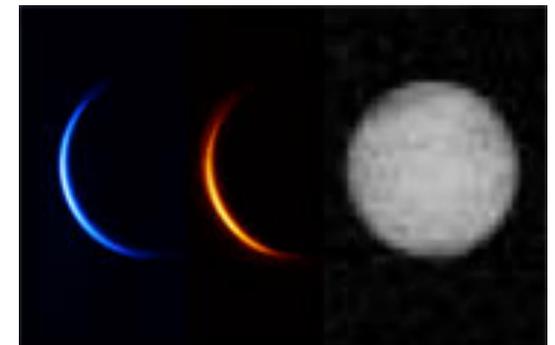
小惑星探査機 はやぶさ

金星探査機 あかつき



ソーラー電力セイル実証機

IKAROS



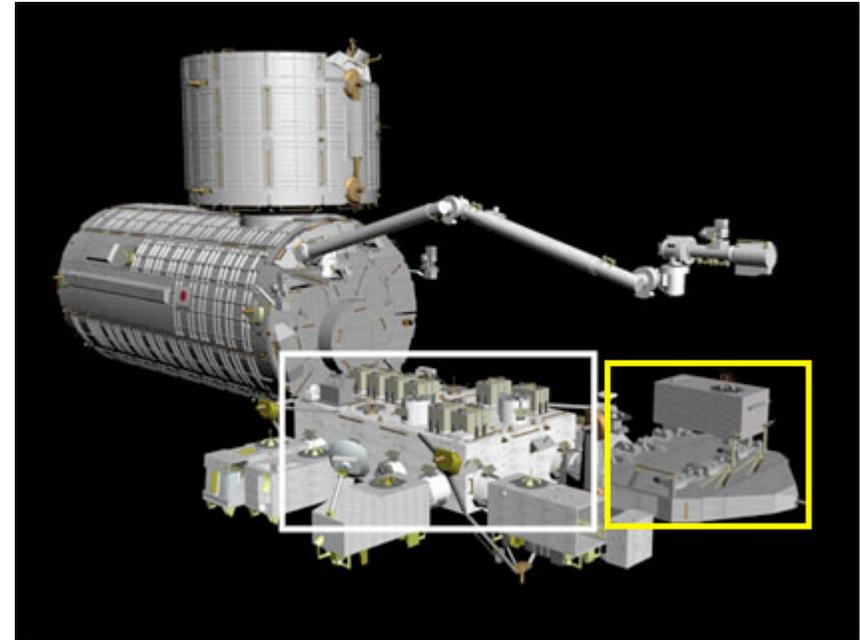
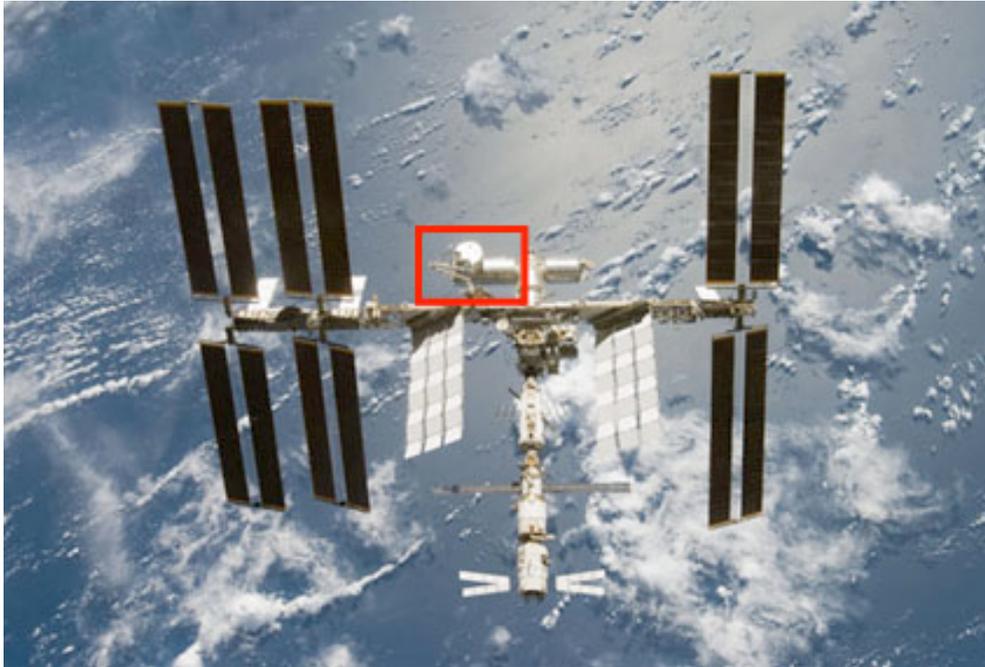
# 国際宇宙ステーション



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）とロシアが参加

# 日本の実験棟「きぼう」

JAXA



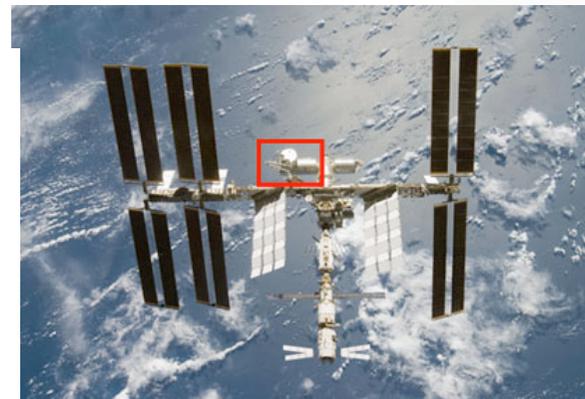
2009年7月に完成。一番広い実験室は長さ11.2m、質量15.9t。  
様々な実験のための暴露部（宇宙空間にさらされた場所）

# 人が宇宙へ

- ガガーリン 初の宇宙飛行 (1961)
- アポロ11号月面着陸(1969)
- 日本人初の宇宙飛行 (TBS記者 秋山豊寛, 1989)
- 国際宇宙ステーション (now)



日本人初の宇宙飛行士 秋山豊寛



職業宇宙飛行士以外が  
宇宙へ行く時代



# 世界の宇宙開発超略史

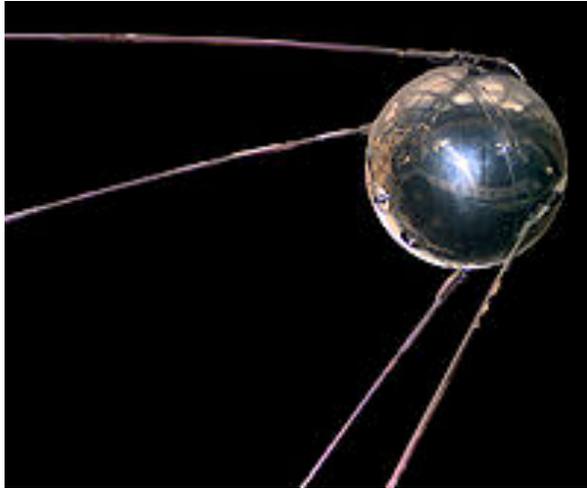
- 1926年 ロバート・ゴダードが、世界最初の液体燃料ロケット打ち上げに成功。宇宙空間には届いてない。(米)
- 1930年代～40年台初頭：宇宙旅行協会（愛好家の団体）
- 1942年 世界初のミサイルV-2の試験飛行に成功(ドイツ)
- 1957年 世界初の人工衛星「スプートニク」打ち上げ(ソ連)
- 1961年 ソ連のガガーリンがボストーク1号で人類で始めて宇宙へ
- 1969年 アポロ11号で宇宙飛行士2人が月面に着陸（アメリカ）
- 1979年 欧州宇宙機関(ESA) がアリアンロケット打ち上げ
- 1980年 インドが初の自力で人工衛星打ち上げ
- 1981年 世界初の有人再使用型ロケット「スペースシャトル」初飛行
- 1990年頃 冷戦崩壊、ロシアが国際宇宙ステーション参加
- 2003年 宇宙飛行士1人を乗せた中国の神舟5号
- 2010年 国際宇宙ステーション完成

愛好家による黎明期

米ソ軍事競争  
としての宇宙

国際協調と  
中印・民間の  
台頭

# 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。

# 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

# 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

# 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

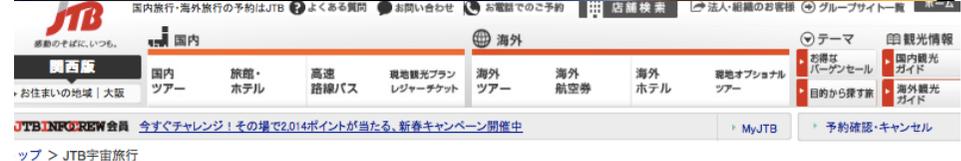
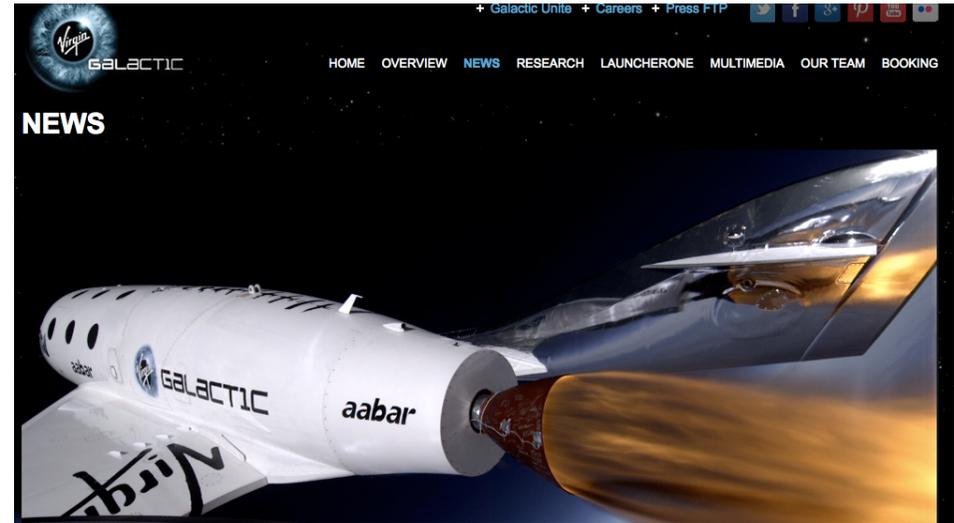
今のロケットは燃料と酸化剤を燃焼させる「化学推進ロケット」。



# 民間の宇宙開発



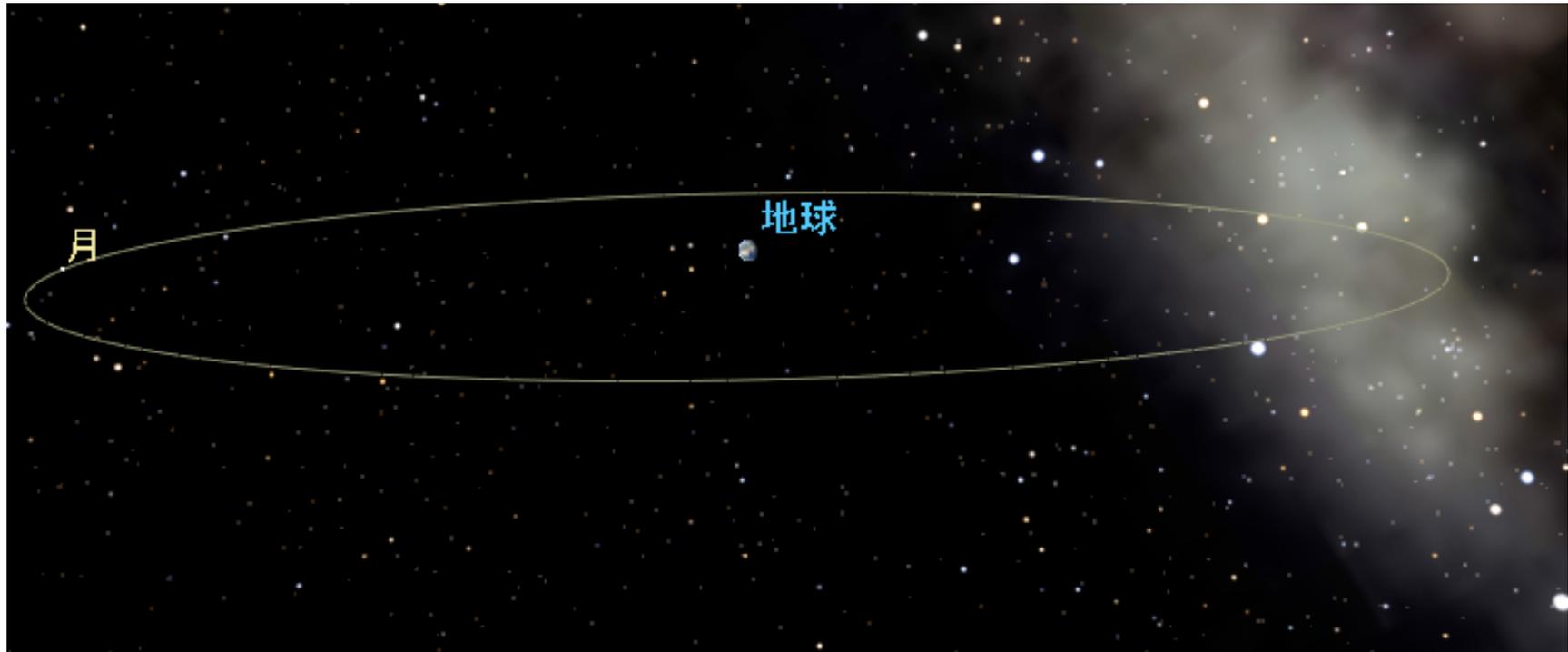
Space X



この風景を見た人は、27人

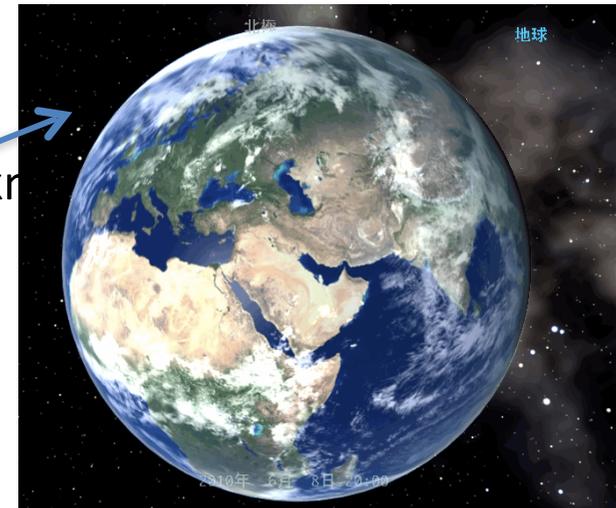


# 月へ行くとは



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

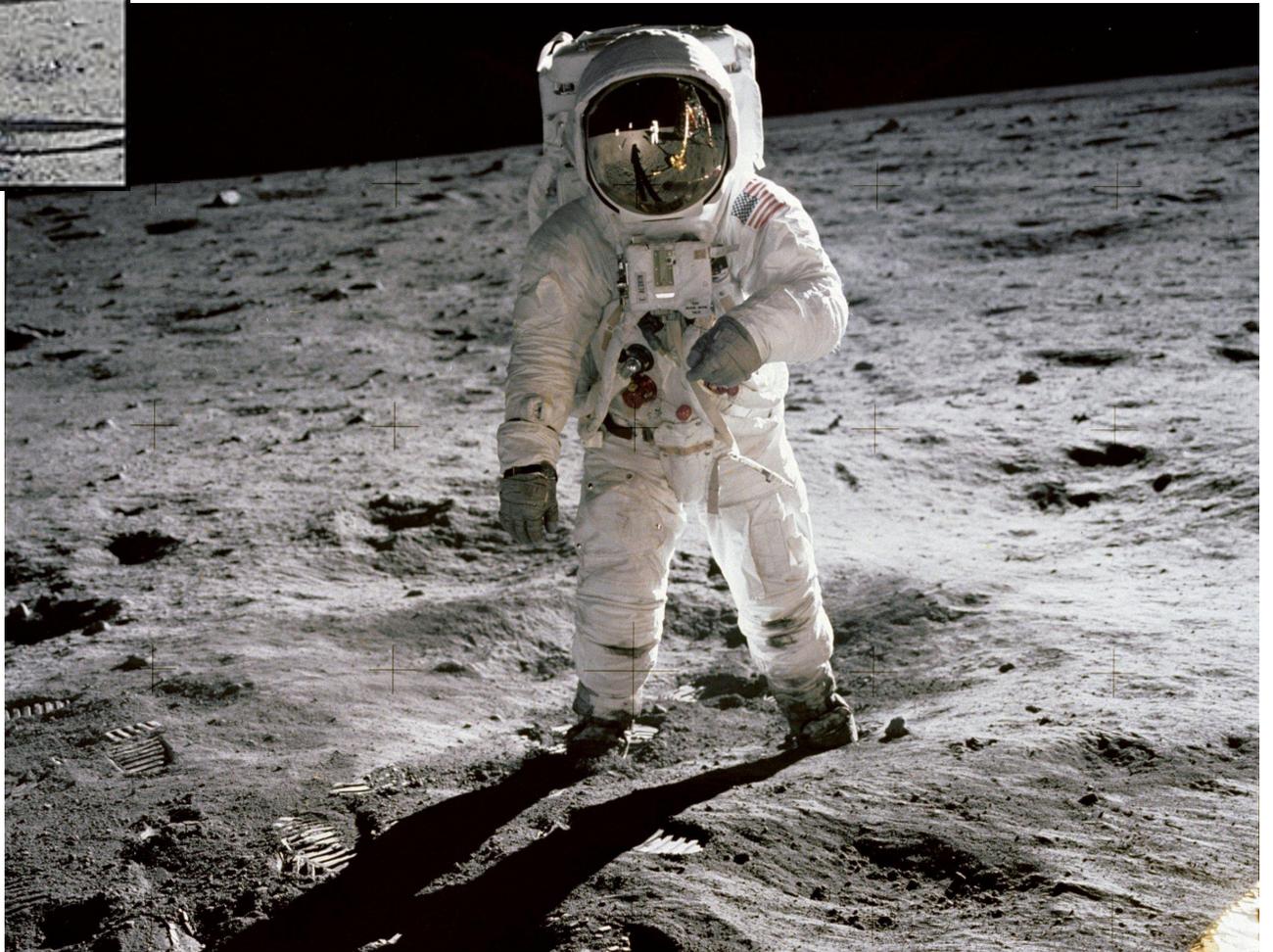
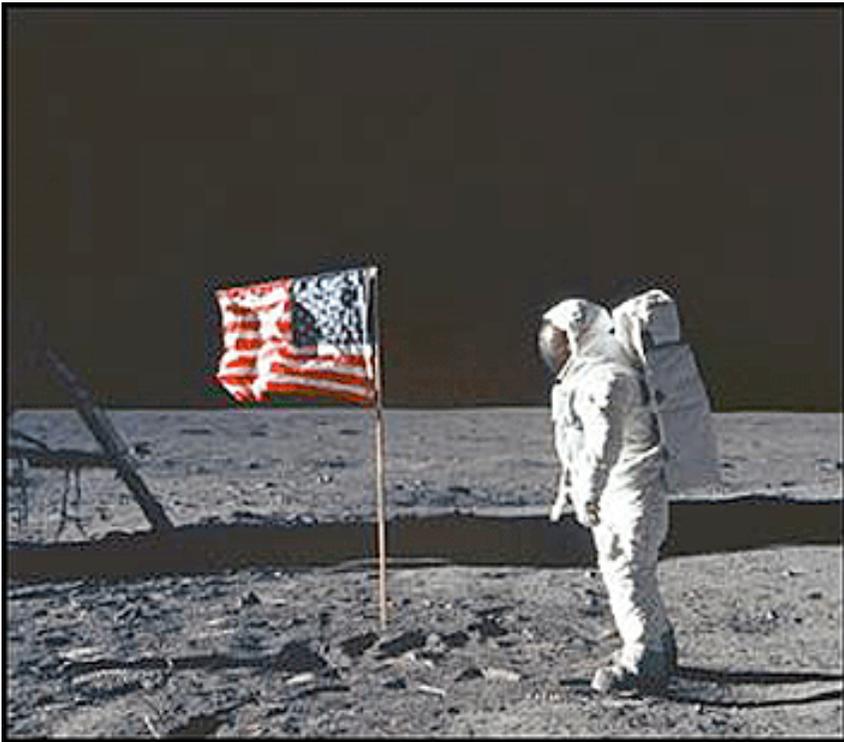


明治製菓お客様相談センターHPより  
1969（昭和44）年に発売。  
アポロの形は、同じ年に月面に着陸した宇宙船「アポロ11号」帰還船の先端部分の形をイメージしています。

# 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

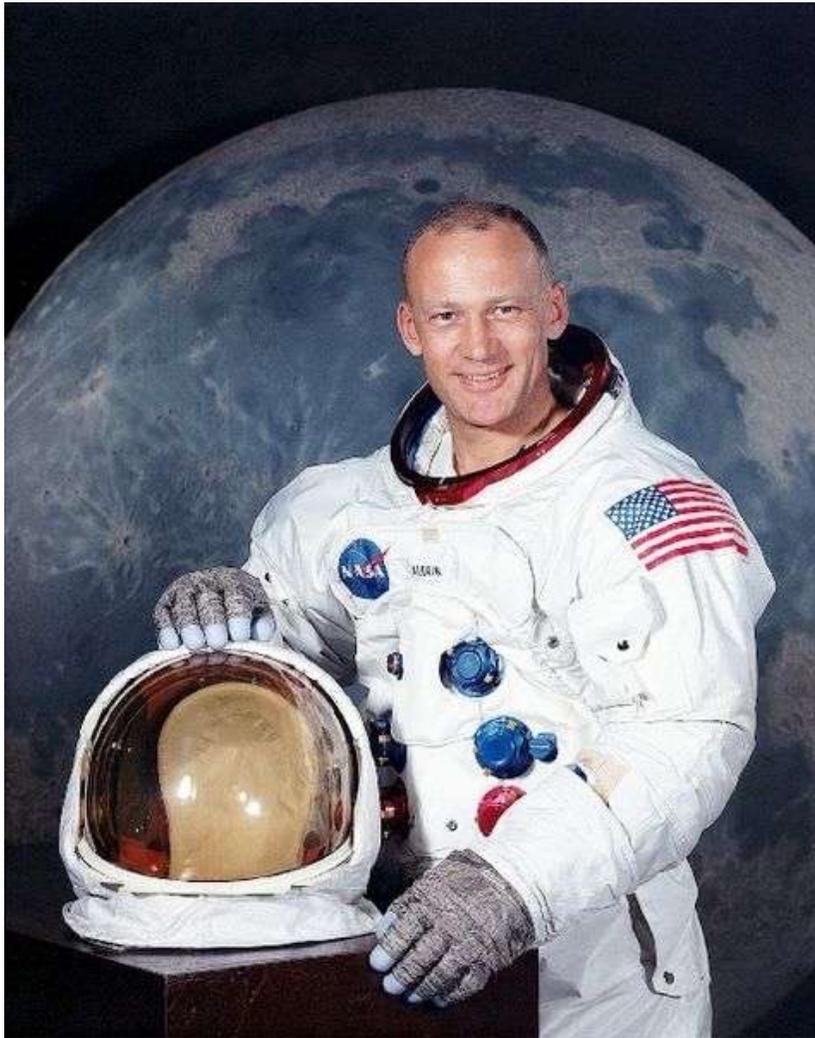
2番目の男  
バズ・オルドリン

# 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

# 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



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

