

宇宙開発の素晴らしさ



2014年5月

講演の内容

(全般的な紹介)

1. 宇宙開発の現状とJAXAの取り組み

(個別のテーマ)

2. 宇宙科学・月惑星探査の最近の話題

- ・小惑星探査機はやぶさの冒険
- ・月の本格的な探査

3. 宇宙開発が拓く将来の夢

- ・新しいロケットと宇宙旅行
- ・宇宙の発電所

宇宙開発の現状とJAXA の取り組み

(最近の話題)

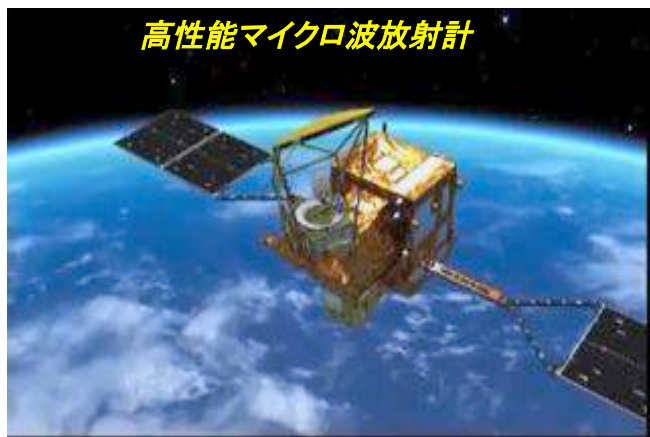
- ・人工衛星の利用
- ・宇宙科学の研究・月惑星探査
- ・宇宙環境の活用
- ・地球と宇宙を結ぶ輸送システム

人工衛星の利用

地球を見守り 暮らしを支える

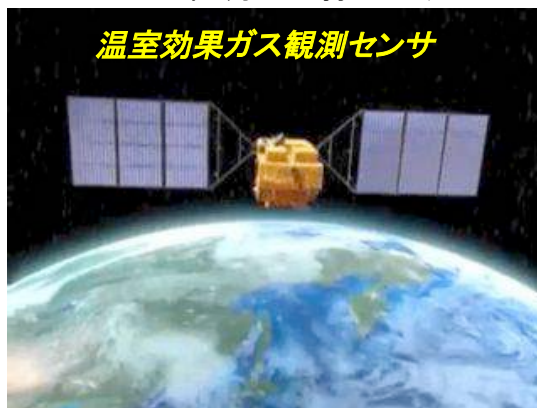
陸や海を観測し、資源開発や温暖化などにおける地球規模の課題解決に貢献する地球観測衛星。交通から防災まで多方面への応用が期待される測位衛星。地球を回る人工衛星は、私たちの暮らしと深く関わっています。

第一期水循環変動観測衛星「しずく」
2012年5月18日打ち上げ

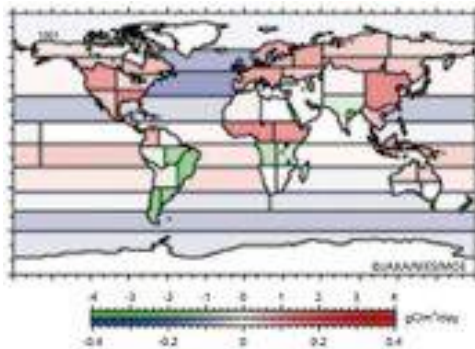


高性能マイクロ波放射計

温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」
2009年1月23日打ち上げ

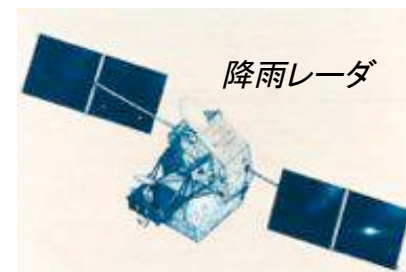


温室効果ガス観測センサ

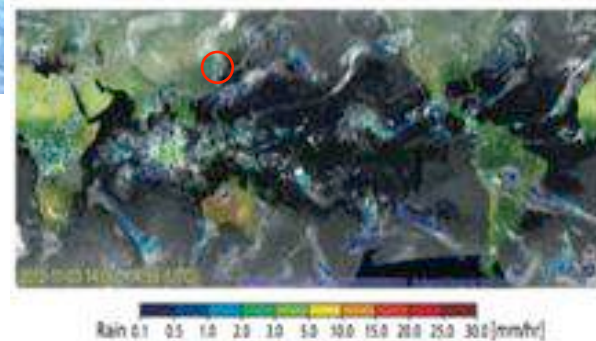


2010年1月のCO₂吸収排出量の推定結果。気候変動予測の精度が向上し、将来の地球温暖化対策に貢献。

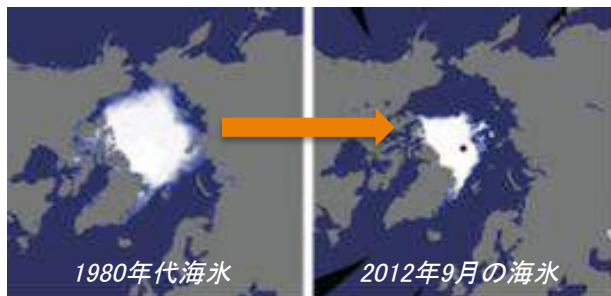
熱帯降雨観測衛星「TRMM」
1997年11月28日打ち上げ



降雨レーダ



2012年11月3日14:00~14:59の全球降水マップ。中国北京付近で広範囲にわたって、雨雲が発達している。気候システムの理解、数値天気予報、災害防止のための洪水予警告などに貢献。

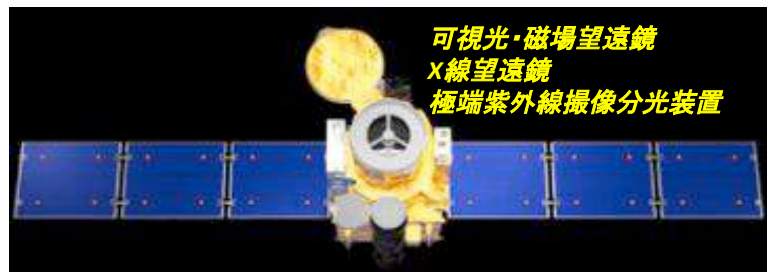


2012年9月16日北極海の海水面積が観測史上最小になったことを捉えた。

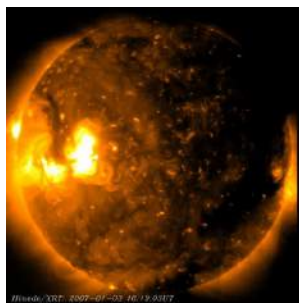
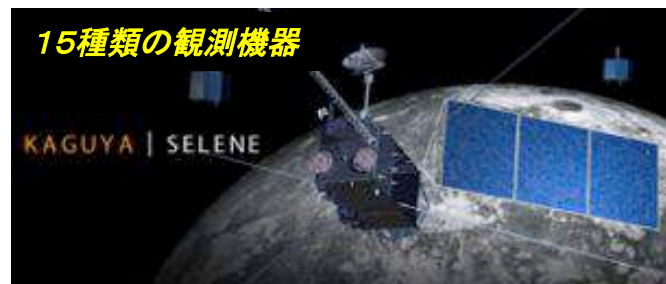
地球のなりたち 生命誕生の謎を追う

広大な宇宙は、私たちが知らない多くの謎に包まれています。太陽系の惑星やその衛星、小天体を調べることは、地球の起源、生命誕生の謎を解く手がかりにもなります。天文観測から惑星探査まで、さまざまな分野でフロンティアに挑みます。

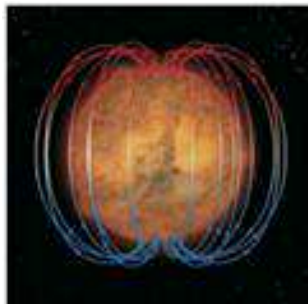
太陽観測衛星「ひので」



月探査衛星「かぐや」



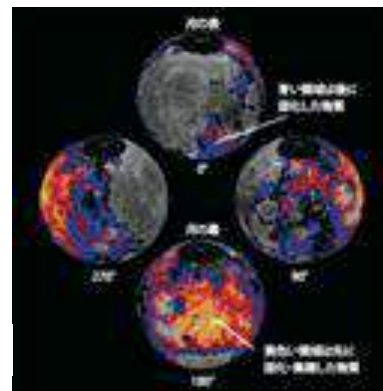
X線望遠鏡による太陽表面高温プラズマの観測



2008年(極小期)の大規模磁場の様子



近未来の大規模磁場の予想



太陽は、活動が活発な極大期と活動が穏やかな極小期を周期的に繰り返し、北極と南極の磁場も反転することが知られている。極域磁場の極性が通常より早く反転しつつあることを世界で初めて捉えた(2012年4月)。

月のマグマの海の表面に表側から裏側に向かうマグマの流れができ、固体物質が流水のように流されて集まって地殻を作り始め、成長していったと考えられるようになった。

宇宙環境の活用

宇宙環境を利用し 地上の暮らしに役立てる

高度約400kmの軌道を回る国際宇宙ステーションでは、微小重力や高真空などの宇宙環境を利用して、さまざまな実験が行われています。地上に持ち帰った実験結果をもとに、新材料開発から医療分野まで私たちの暮らしをより良いものに導く研究開発が進められています。



国際宇宙ステーション



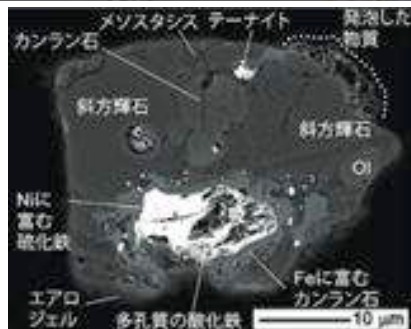
星出宇宙飛行士の船外活動



地上での生成。結晶
同士がくっついている。



宇宙での生成
きれいな結晶



エアロゾルによる地球外物質の採取による太陽系起源の研究



際宇宙ステーション船長の交代式
本時間2014年3月9日午後6時

若田船長の就任、国際協力で行われる宇宙活動への寄与。

微小重力を利用した高品質のタンパク質の結晶生成(筋ジストロフィーに有効な薬剤など)

地上と宇宙を結ぶ輸送システム

独自の輸送システムで 宇宙開発に貢献する

人工衛星の打ち上げや国際宇宙ステーションの組み立て、物資補給を担う輸送システムは、宇宙開発を継続し発展させていくためになくてはならない存在です。高い技術力と信頼性を持つロケットや輸送船が、地上と宇宙を結びます。

H2Bロケットによる「こうのとりのとり」打ち上げ



次期固体ロケット・イプシロンの開発と打ち上げ



新型ロケットエンジン(LNG推進系)の開発



国際宇宙ステーションに補給物資を搬送するための補給機「こうのとりのとり」。国際宇宙ステーションにドッキングする「こうのとりのとり」4号機。



イpsilonロケット試験機は、平成25年9月14日に打ち上げられ、惑星分光観測衛星「ひさき」を目的の軌道に投入。M-Vロケットの約3分の1のコスト、打ち上げオペレーションを約4分の1の時間、にすることを目標。



LNG推進系は、宇宙空間で長期間運用する軌道間輸送機や惑星探査機に適している。設計の妥当性を確認するための燃焼試験が行われた。

宇宙科学・月惑星探査の最近の話題

1. 小惑星探査機はやぶさの冒険
2. 月の本格的な探査

宇宙科学・月惑星探査の最近の話題(1)

小惑星探査機 はやぶさの冒険

「はやぶさ」計画の概要と目的

探査の概要

近地球型とよばれる小惑星「イトカワ」の探査。この計画により、小惑星から表面の物質（サンプル）を地球に持ち帰る技術を確立。

なぜ小惑星をめざすのか

小惑星は惑星が誕生するころの記録をとどめている化石のような天体。サンプルを持ち帰ることにより、「惑星や小惑星を作るもとになった材料がどんなものだったか」「惑星が誕生するころの太陽系星雲内の様子がどうだったか」についての手がかりを得る。



原始太陽系

「はやぶさ」の搭載機器

イトカワに接近した時の観察用

AMICA(可視分光撮像カメラ)

色フィルターを用いたカラー情報を取得する。7バンドの色フィルターと偏光子を搭載。小惑星表面のわずかな色の違いを判別できる。

LIDAR(レーザ高度計)

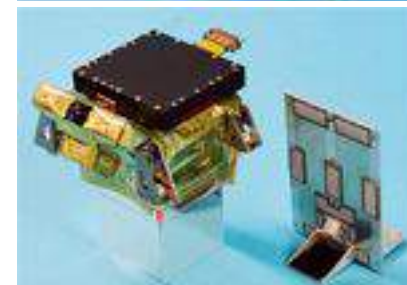
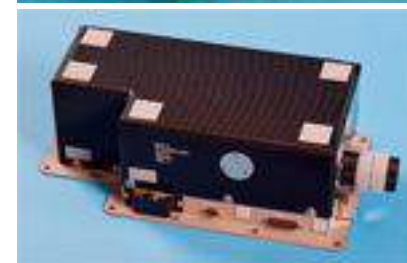
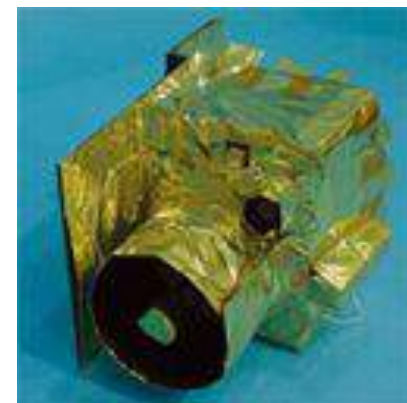
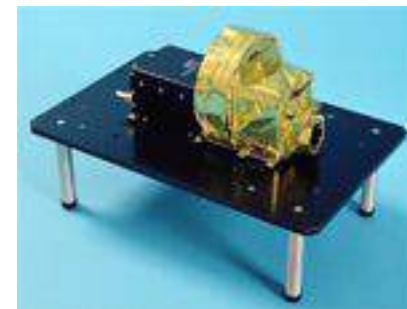
レーザパルスを発射して探査機と小惑星の距離(50kmから50m)を測定。接近・着陸ための航法センサーの役割とともに、表面形状測定、重力測定などの科学観測を行う。

NIRS(近赤外線分光器)

太陽光がイトカワの表面で反射した光を分光する装置。小惑星表面の色を近赤外の波長で調べることで、小惑星表面の鉱物の種類や表面の状態を知る。

XRS(蛍光X線スペクトロメータ)

主要元素(岩石の分類に重要なマグネシウム、アルミニウム、ケイ素、硫黄、カルシウム、チタン、鉄など)の組成を調べる装置。



「はやぶさ」の軌道

緑:地球の軌道
青:イトカワの軌道
赤:はやぶさの軌道

○:出発
○:到着



往路(2年4ヶ月)



帰路(3年5ヶ月)

「はやぶさ」の宇宙航行用エンジン

探査機は、M-Vロケットによって地球引力から脱出するが、その後の地球と小惑星との往復の軌道上では、電気推進が軌道変更を担う。

電気推進エンジンは、マイクロ波によって推進剤のキセノンをイオンに電離し、イオンを強力な電場で加速、高速で噴射させ、その反動を利用して推進力を得る。

電気推進エンジンは、従来の(燃料と酸化剤を燃焼させるような)化学推進エンジンと比べ、燃料の効率が良い。ただし非常に長い時間、連続して作動させる必要がある。はやぶさでは、18,000時間を超える寿命試験を実施した。



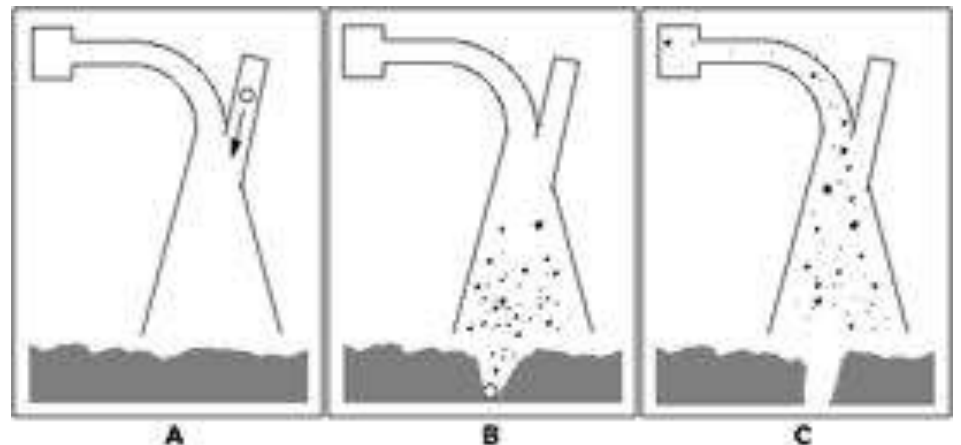
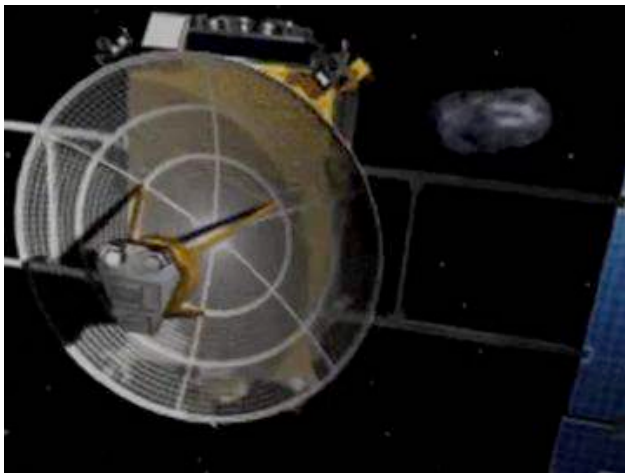
「はやぶさ」の着陸とサンプル採取

降下の手順

高度30mで人工の灯台ターゲットマーカを小惑星に投下。ターゲットマーカは、10cmくらいの大きさで、小惑星表面で明るく輝く。航法用カメラでターゲットマーカを見ながら小惑星へ接近。最終的な接地を前に、推進エンジンを停止、自由落下。サンプラー・ホーンが小惑星表面に接地したことが確認されると同時にサンプル収集、少し遅れて探査機はエンジンを噴射、小惑星表面から離脱。

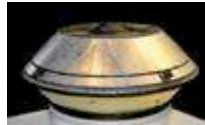
サンプル採取の方法

重さが数グラムの金属球を秒速300m位の速度で打ち出す。金属球は、小惑星の表面を破碎し、その結果、かけらが飛び散る。小惑星の重力はとても小さいため、飛び散った破片は、サンプラー・ホーンに導かれ、探査機内の収集箱へとこのぼっていく。



はやぶさの帰還とサンプル回収

小惑星のサンプルを搭載した直径40cmの回収カプセルは、惑星間軌道から秒速12kmを超える速度で地球大気圏に再突入。



再突入中にカプセルの受ける最大空力加熱量はスペースシャトルの場合より何十倍も大きく、月から戻ってきたアポロの場合よりも数倍大きい過酷な環境。

カプセルは大気による減速後、パラシュートを放出して地上に軟着陸。その際、カプセルからのビーコン信号によって地上で位置を割り出し回収。

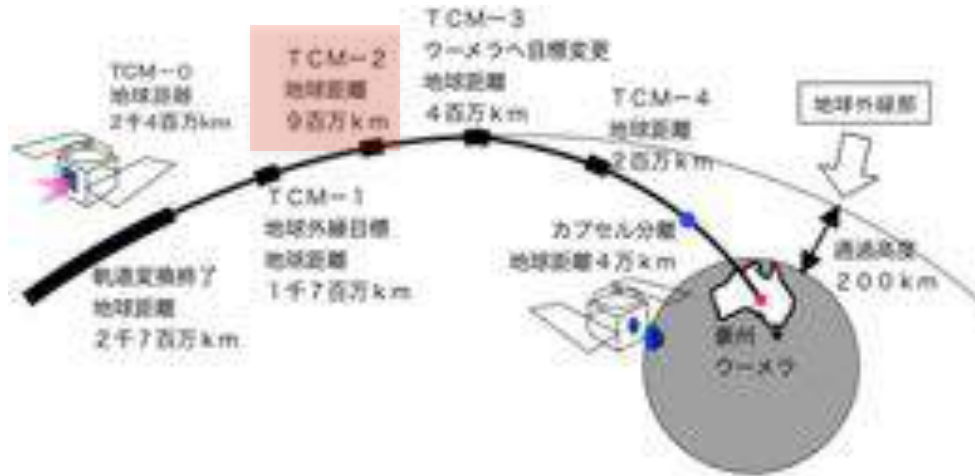


はやぶさの冒険/不具合を乗り越えて

- 2003年5月 鹿児島宇宙空間観測所より打上げ
- 2005年7月 **リアクションホイール不具合(3基の内1基)**
- 2005年9月 イトカワに到着(20km地点)
- 2005年10月 **リアクションホイール不具合(別の1基)**
- 2005年11月 2回目のタッチダウン
- 2005年12月 **燃料漏れ、姿勢が不安定、地球との通信断**
- 2006年1月 通信が復活
- 2007年2月 イオンエンジンの再点火
- 2007年4月 地球帰還に向けた本格巡航運転開始
- 2009年2月 第2期軌道変換開始・イオンエンジン再点火
- 2009年11月 **イオンエンジンに異常発生**
- 2009年11月 2台のイオンエンジンを組み合わせて推進力
- 2010年3月 第2期軌道変換完了・イオンエンジン連続運転終了
- 2010年6月 地球帰還・カプセル回収
- 2010年7月 カプセル内のサンプルコンテナに微粒子を確認



はやぶさの冒険/不具合を乗り越えて



5/11 のエンジンの起動試験(川口教授の回想)

夕方国中さんが、青い顔で飛び込んできました。うなだれながら、「エンジンが起動できないんです。」

いつこういう事態が起きてもおかしくないと思っていた私は、「とうとうか」と覚悟を決めました。

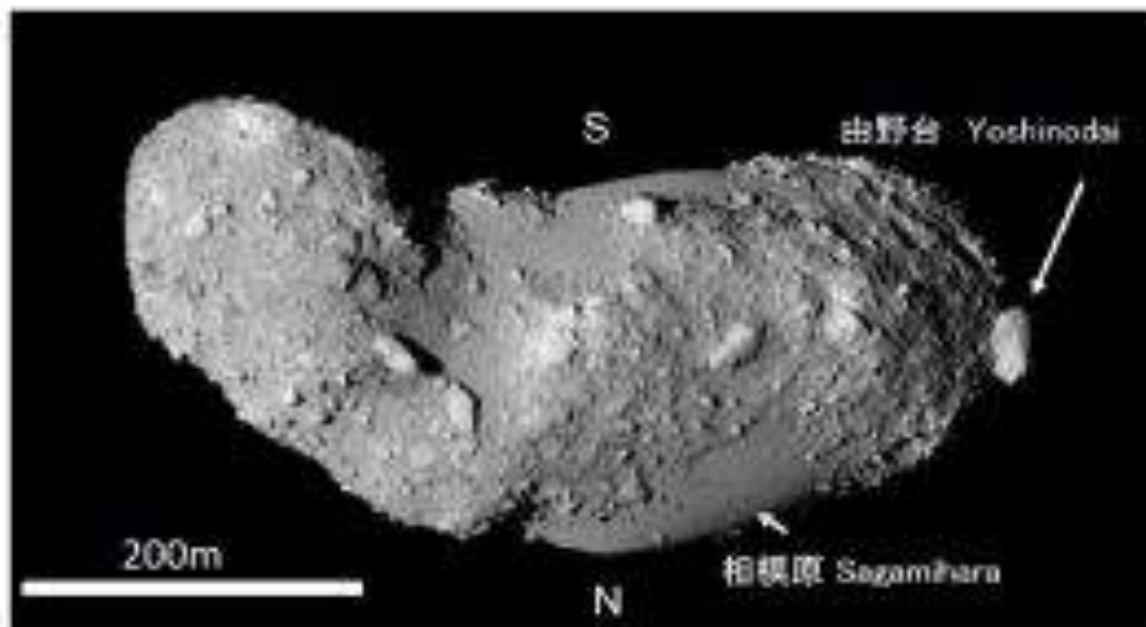
「起動の条件を変えてトライしてみて。時間は十分あるので。後で行くよ。」と言うのが精一杯でした。

その後、しばらくして管制室におもむくと、国中さんの顔色は少し明るくなっていました。試験結果を再生してみて、起動できない原因にころあたりがあったようでした。

実際、私も立ち会うなか、イオンエンジンは再度起動してくれました。

「ああ、良かった。」思わず国中さんから声が漏れました。

「太陽系における天体の形成・進化・衝突史」の理解 (近傍観測の成果)



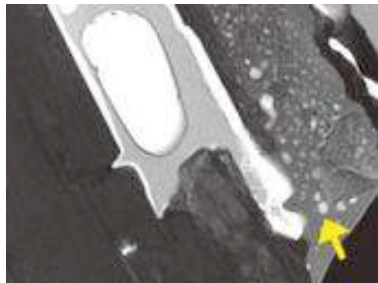
イトカワ“ラッコ”

- **いびつな形** → 天体の全溶融を経験していない証拠
- **大きな岩塊の存在** → 大規模な衝突を経験している証拠
- **低い密度(重力測定)** → 内部に空隙が残っている証拠
- **ラブルパイル(瓦礫の寄せ集め)天体がイトカワの姿であり、太陽系初期の天体の姿である**
(Fujiwara et al. 2006 Science)

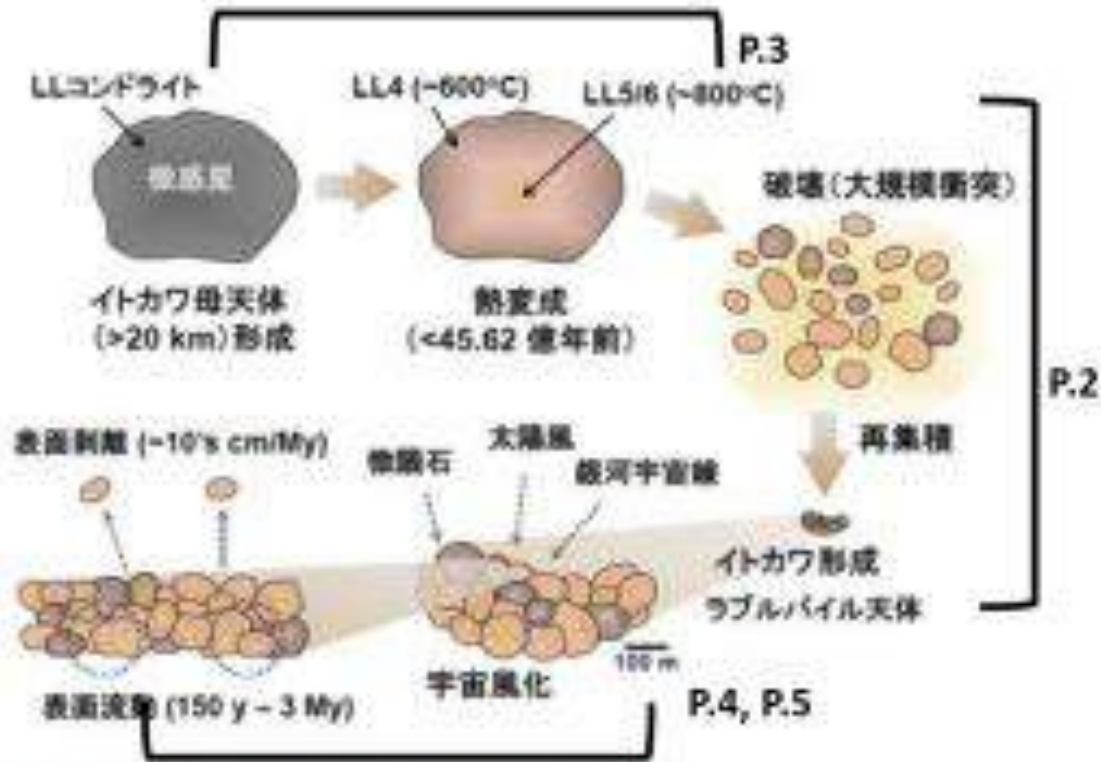
太陽系天体形成の新しい描像



持ち帰ったサンプルの分析



電子顕微鏡による画像。白い粒(矢印)は泡が発生したあと(提供:東北大学/JAXA)。



- 衝突破壊・再集積過程という微惑星から惑星への進化過程が明らかになった。
- 仮想天体であった微惑星の姿について、瓦礫の寄せ集めである「ラブルパイル天体」と類似であるという認識が強まった。
- 今後は、天体形成年代や大規模な衝突イベントが起きた時代がいつだったのかを明らかにするための研究の成果が期待されている。
- また、初期分析で見つけられていない熱変成度の低い始原物質や有機物や水の存在の検証も今後進む予定である。

「はやぶさ2」

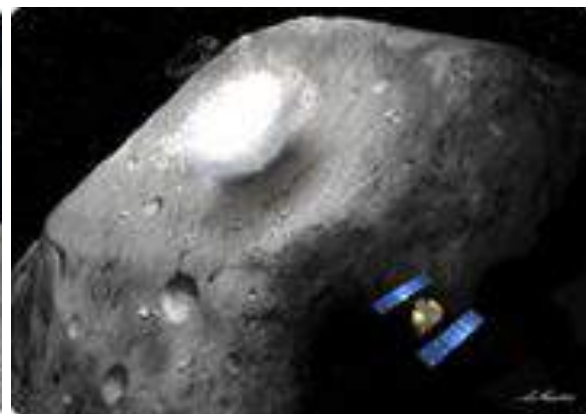
—太陽系の起源・進化と生命の原材料物質の解明を目指して—



小惑星1999 JU3(C型、大きさ900m程度)到着



小さな着陸機(移動探査機)の投下



“衝突装置”(2kg程度)を切り離し、人工的なクレーター生成(直径数m)



人工クレーターの様子を観察、可能ならばその近辺からの物質採取。

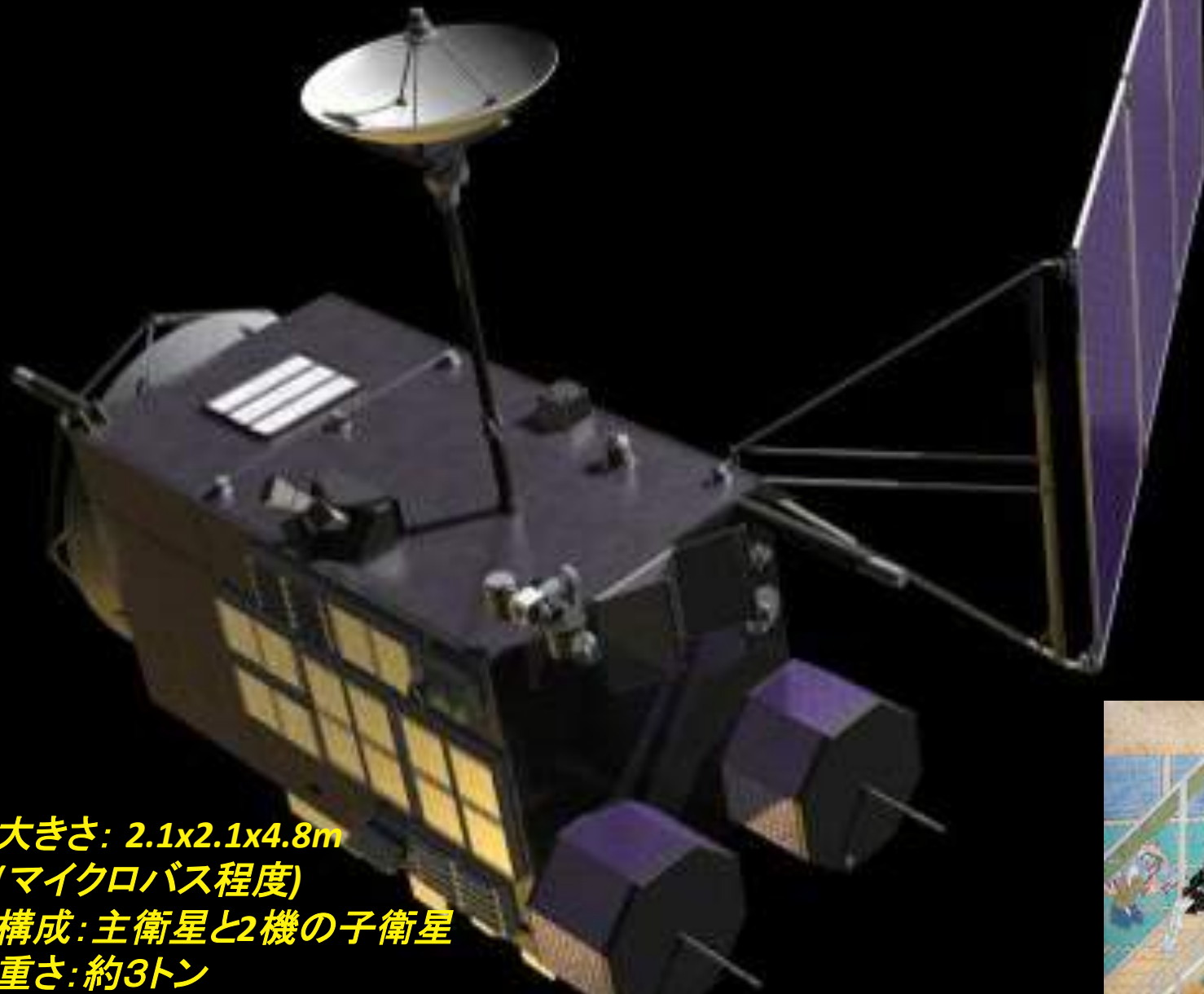
「はやぶさ2」スケジュール(予定)

2014年度	打上げ
2018年	1999JU3到着
2020年	地球帰還
2020年～	サンプル分析

宇宙科学・月惑星探査の最近の話題 (2)

「かぐや」による本格的な月探査

月探査機 “かぐや”



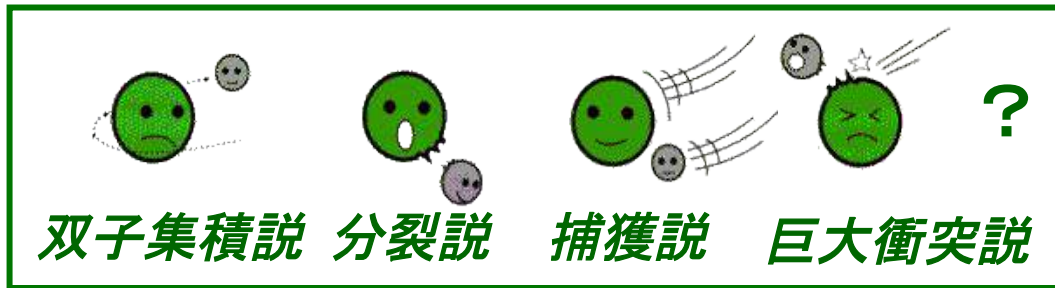
たけとり物語



大きさ: 2.1x2.1x4.8m
(マイクロバス程度)
構成: 主衛星と2機の子衛星
重さ: 約3トン

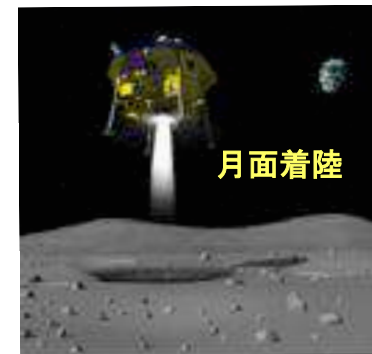
“かぐや”の目的

1. 月がどのように生まれ、どのように進化して今の
ような状態になったのか(起源と進化)の解明



原始地球に火星くらいの大きな天体が衝突？

2. 将来、人類が月で活動したり、月を利用するための
調査(月のどこに基地を作れば良いか？等)



月利用のための調査技術

3. 月探査・開発のための技術の習得

4. 宇宙科学・開発の面白さの社会へのアピール



宇宙への興味と感動

“かぐや”の歴史

1995-1998年

準備・提案



1999-2004年

衛星本体・観測機器の製作



2005-2006年

組立・試験



2007-2009年

打上・運用



国際的な月探査
ブーム(競争・協力)
のもとで行われた。

2007年9月打ち上げ
かぐや(日本)(2885kg) ▲

10月打ち上げ
嫦娥1号(中国)(2350kg) ▲

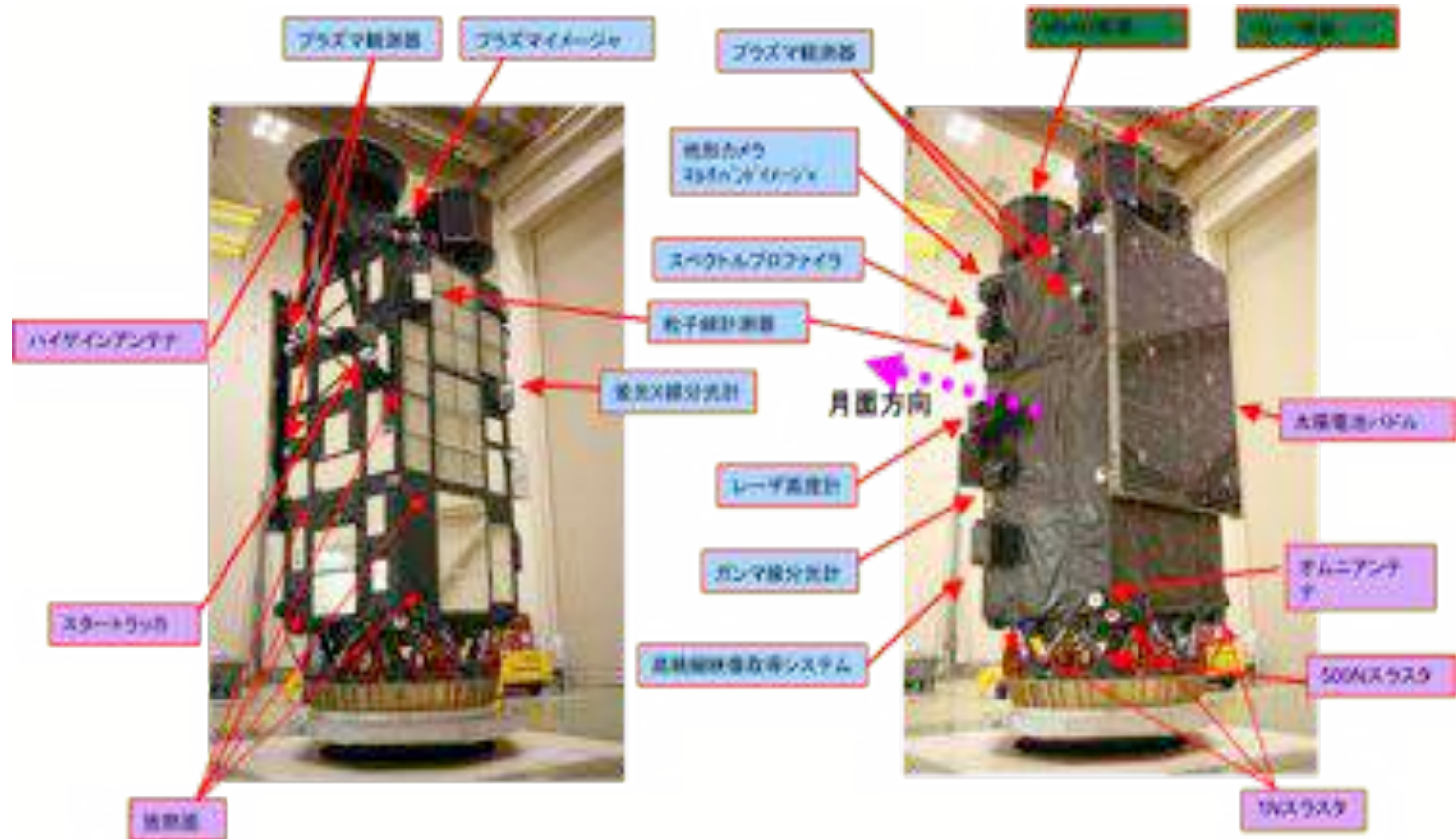
2008年4月打ち上げ
チャンドラヤーン1号(インド)(1050kg) ▲

2009年6月打ち上げ
LRO(米国)(1000kg) ▲

主な観測機器と配置

表面の元素、鉱物の組成を調べる機器・・・4台
表面の地形と地下の構造を調べる機器・・・3台
重力場を調べる機器・・・2台
環境を調べる機器・・・5台(1台は重力場用機器と同じ機器)
広報用機器(ハイビジョンカメラ)・・・1台

観測機器の開発と運用には200名程度の大学、研究機関の研究者が参加



“かぐや”の開発と打ち上げ

我が国で最大級の科学衛星



試験中のかぐや



試験の様子



打ち上げ前の組み立て



2007年かぐやの打ち上げ

打ち上げ



9月14日

軌道投入 10月5日



10月19日



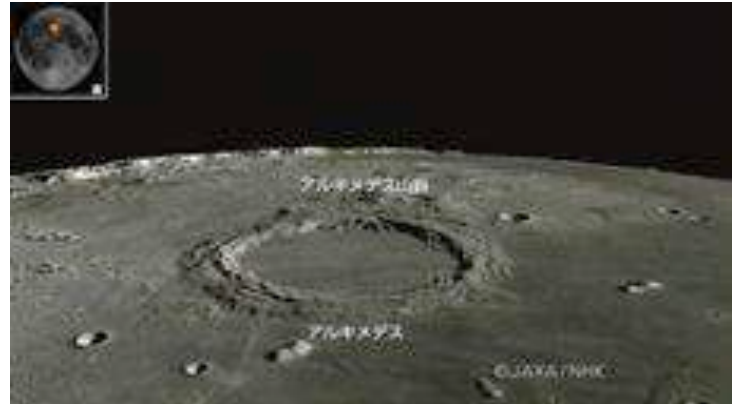
最も緊張した20分: 月軌道投入

失敗ケース

ハイビジョンカメラによる観測



満地球の出

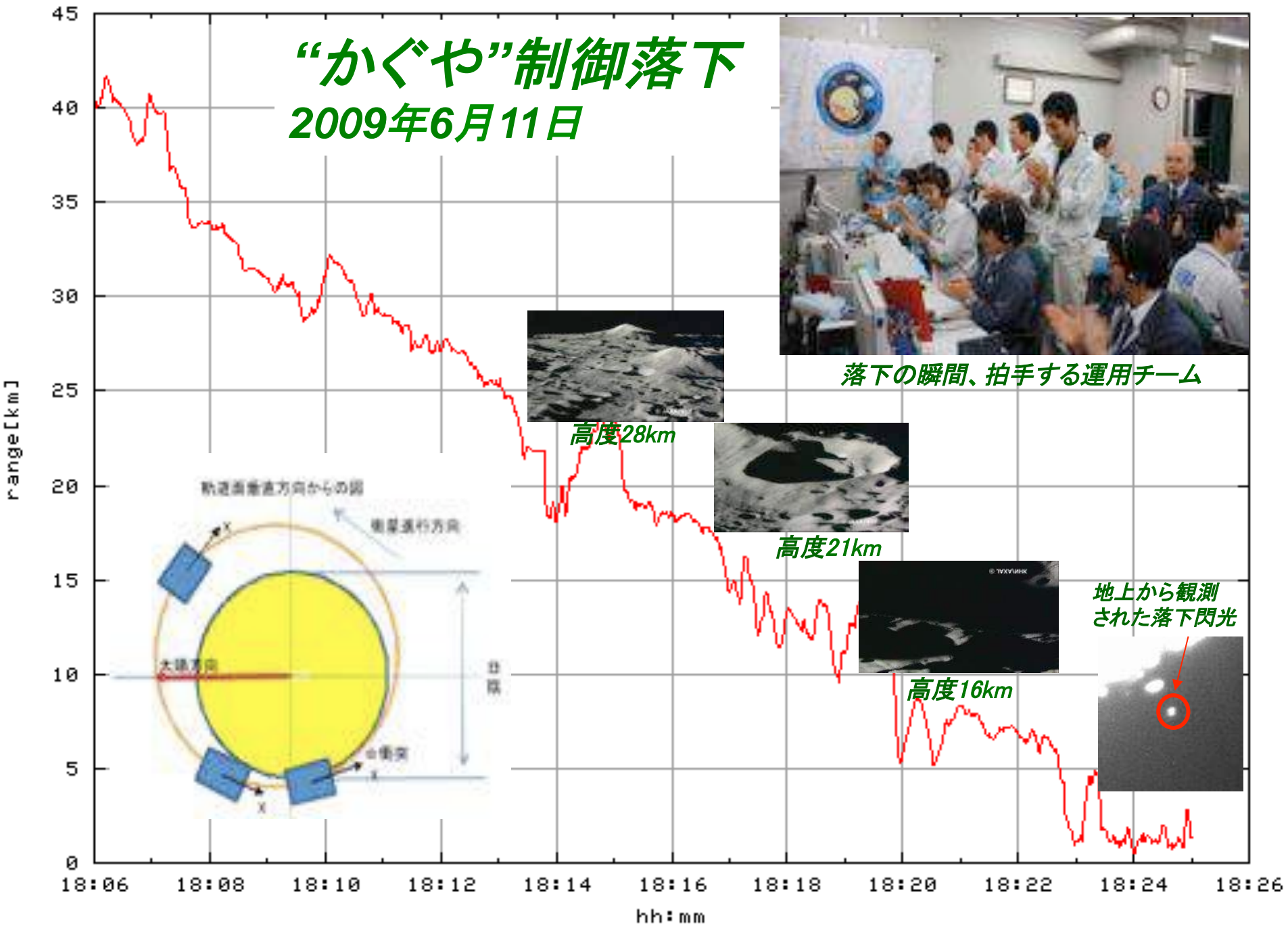


アルキメデス山脈(多くの地形の観測)



ダイヤモンドリング
(地球による太陽の蝕)

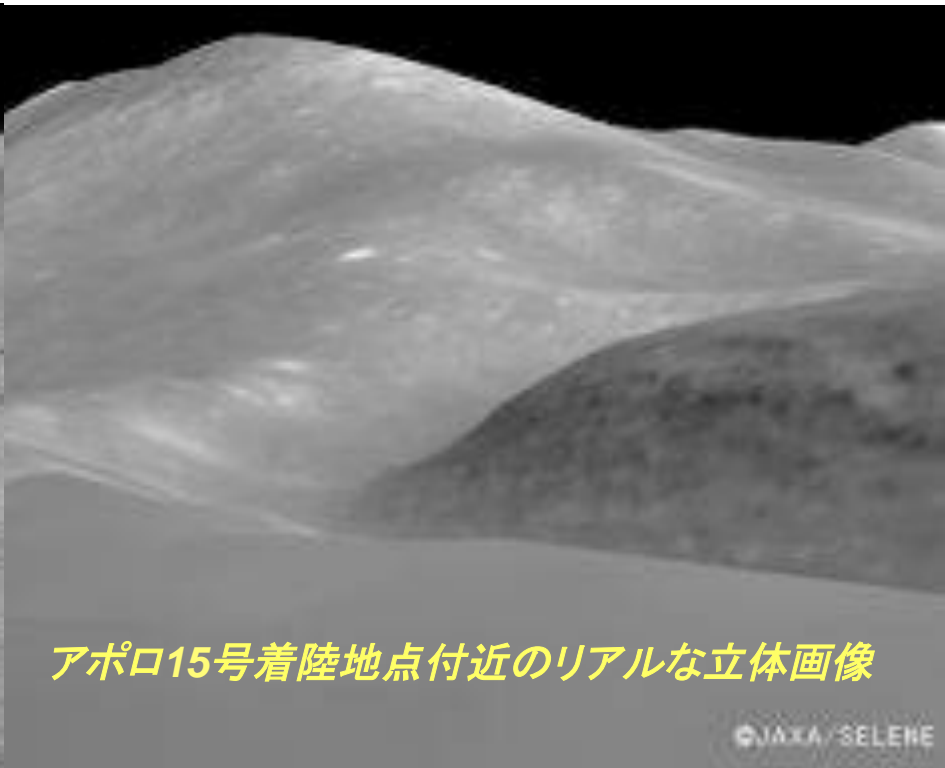
“かぐや”制御落下 2009年6月11日



地形カメラ(ステレオカメラ)



アポロの写真

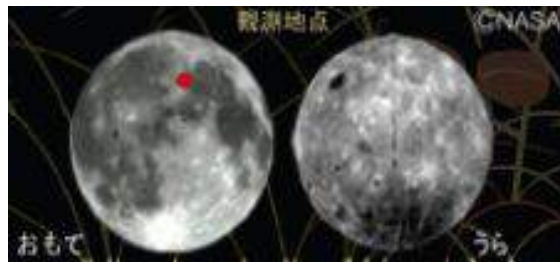


アポロ15号着陸地点付近のリアルな立体画像

©JAXA/SELENE



科学観測用高性能カメラ

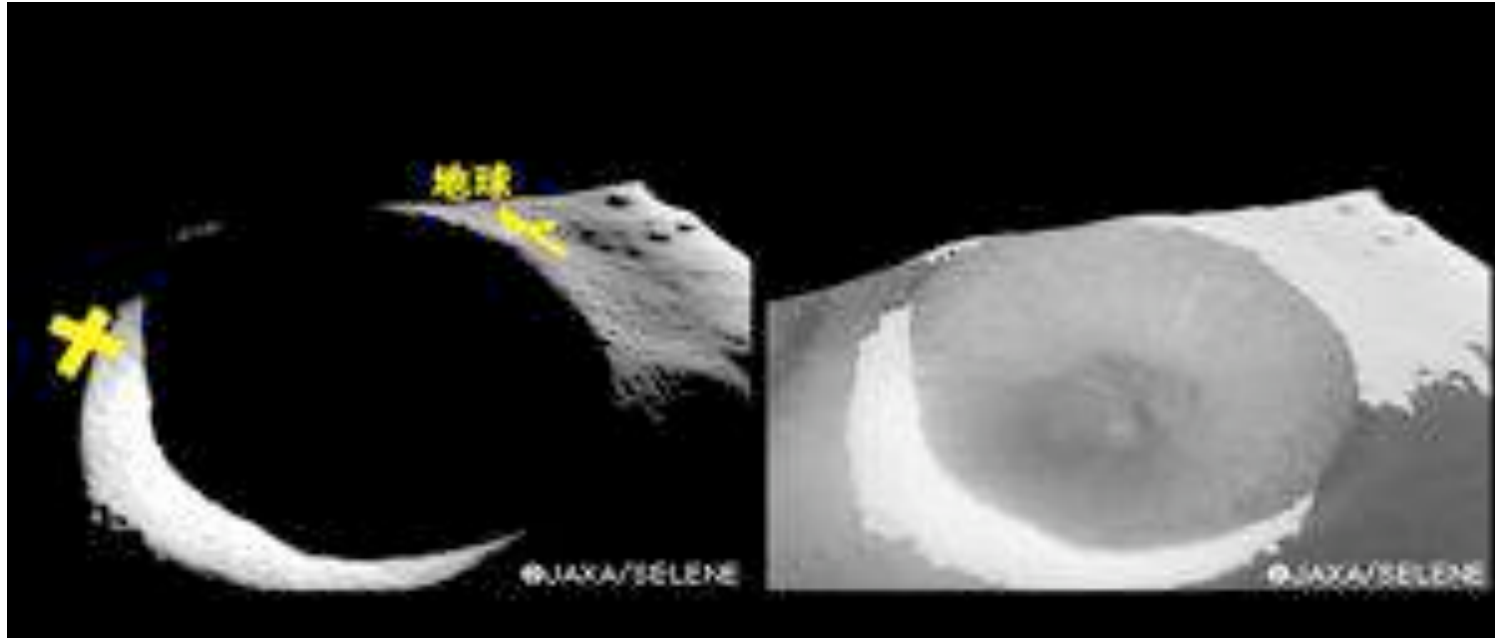


● 観測点



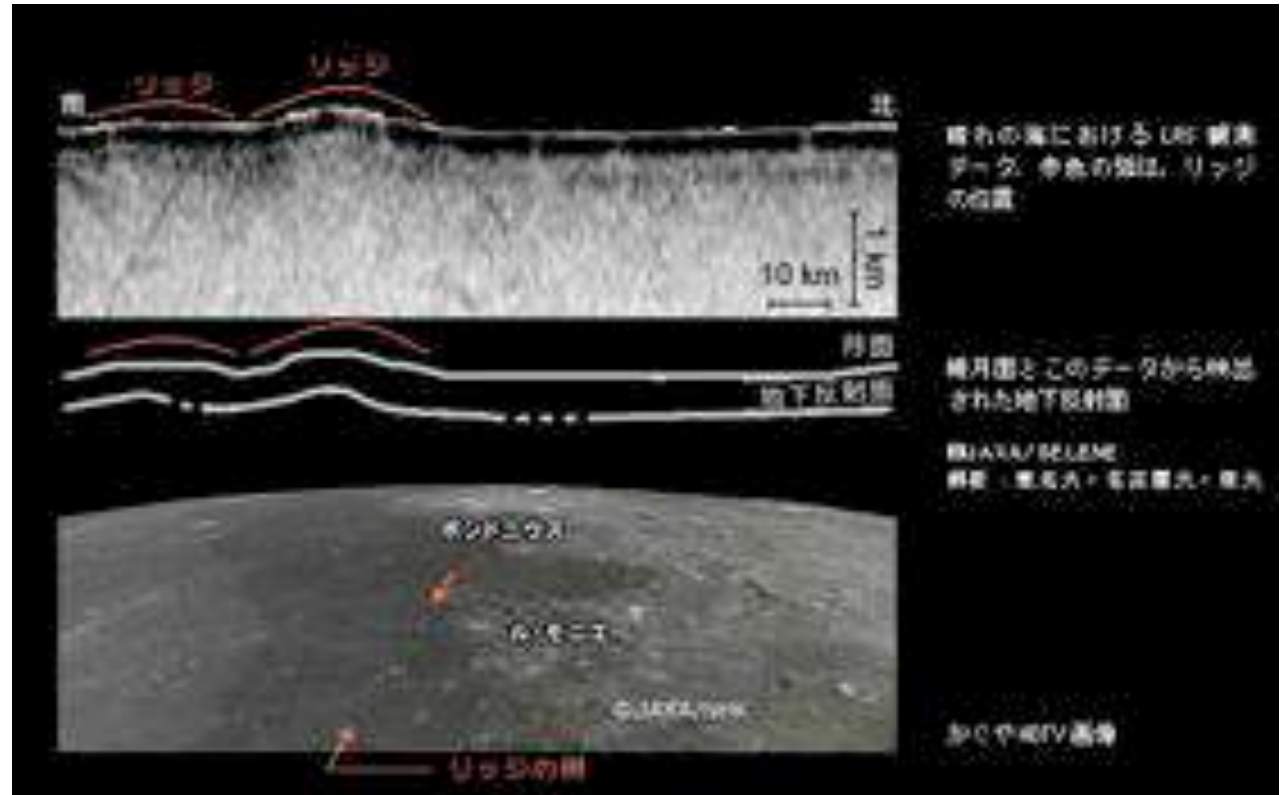
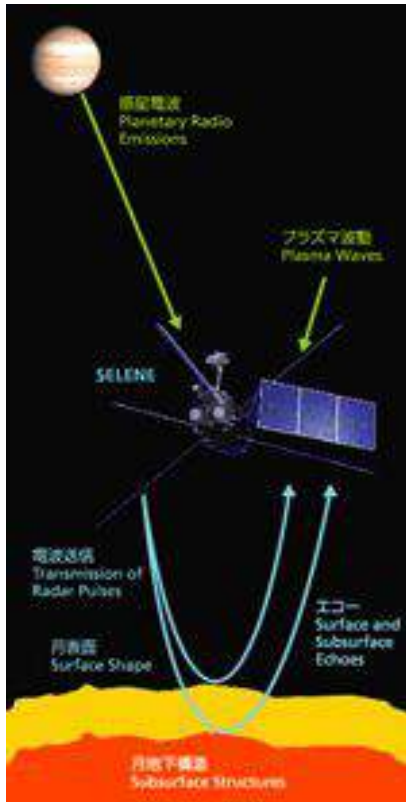
チコクレータ

極域の永久陰の水氷



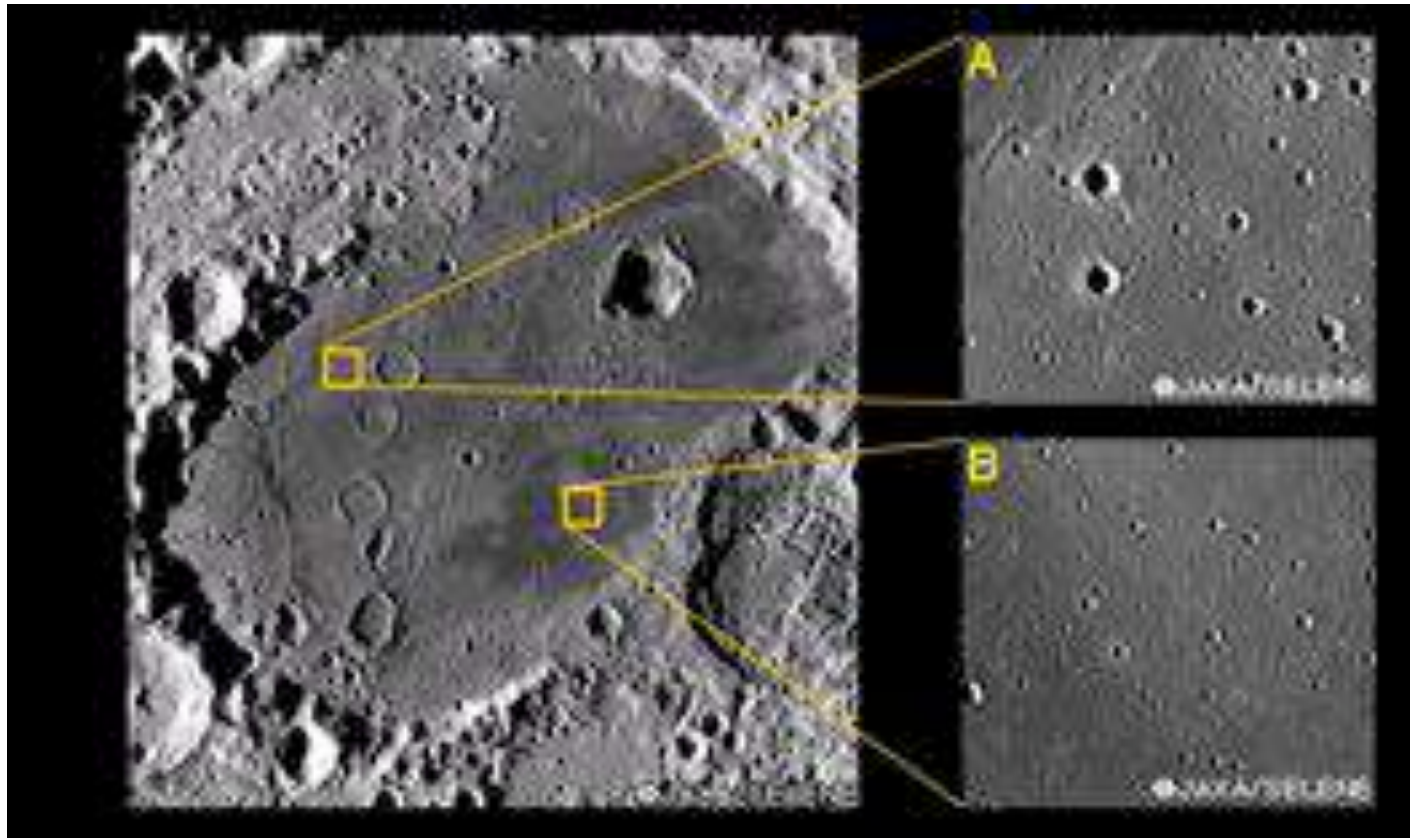
永久に太陽光が当たらない極域のクレーターの内部は極低温状態であることから、水分子が捕らえられ水氷が存在している可能性があると考えられている。しかし、地形カメラが映し出した南極付近のシャックルトンクレータの内部には、**水氷による高い反射率の場所は存在せず、クレータ底部には水氷は露出した形で大量には存在しないことが判明した。**以前の月探査機のデータからの推定では、水氷はあっても数パーセントとされており、「かぐや」の観測結果と一致している。

月の地下構造の探査



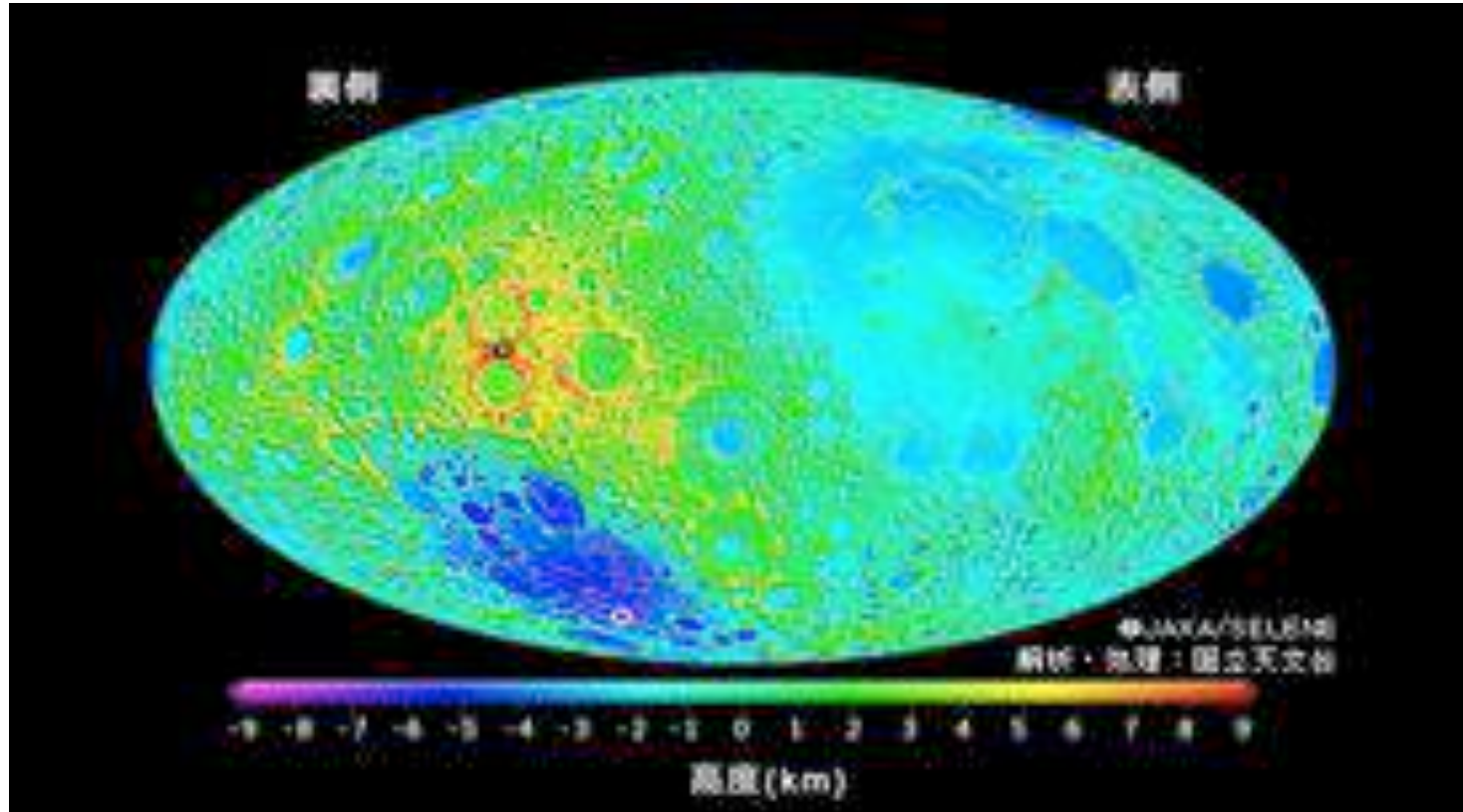
月の地下の構造はこれまで殆ど調べられていない。「かぐや」は月面に向けて電波を発射し、その反射を調べる方法により地下の構造を探査した。その結果、細長く盛り上がったリッジと呼ばれる地形は、その地下構造から、冷却により月全体が収縮したためにできた表面の皺であることが判明した。年代を推定した結果、これまで考えられたよりも遅い時期まで月の冷却がおきていたことが示された。

クレータの分布観測を利用した月面の年代推定



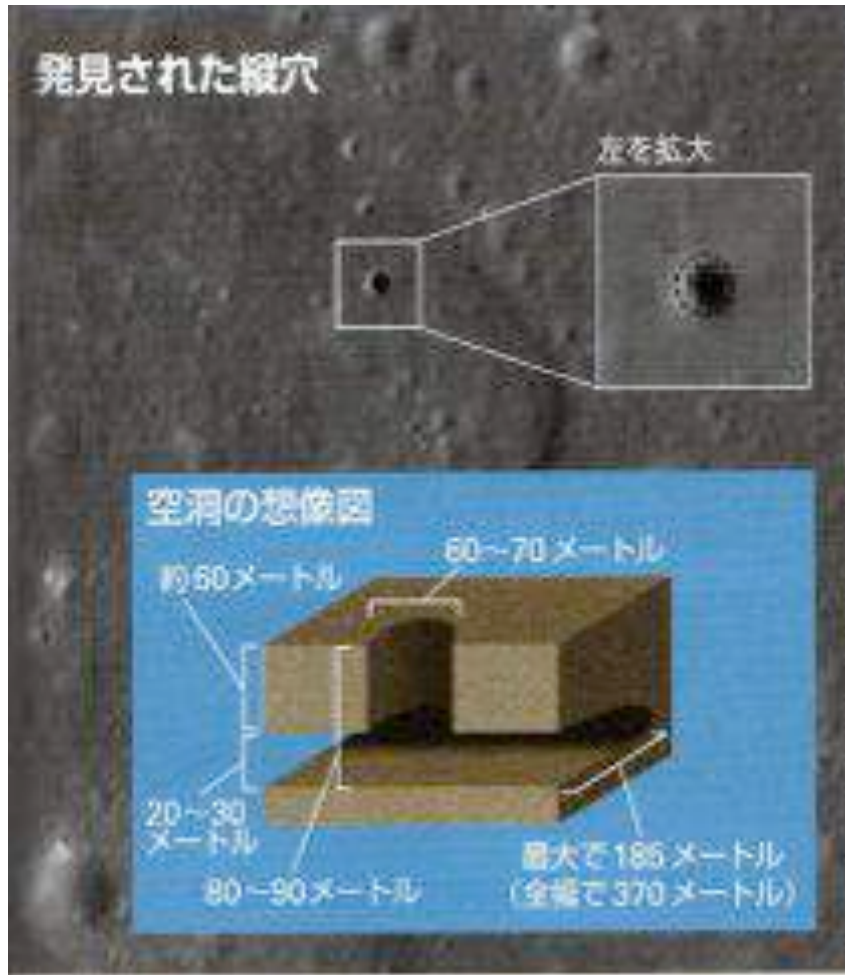
10m分解能の地形カメラによって得られた画像データをもとに、クレータ年代学の手法により、月の裏側の海(モスクワの海など)の形成年代を調べた。その結果、月の裏側で、25億年前までの長い期間にわたりマグマの噴出活動があったことが判明した(図中A領域は35億年前、B領域は25.7億年前)。従来の観測データから推定されていたモスクワの海の年代は、30数億年前とされていた。

月の精細な高度地図



レーザ高度計により高い分解能の月全球地形図を取得した。従来の地形図と比べて200km-300km以下のサイズの地形が鮮明に見えるようになった。月の最高地点は+10.75 km、最低地点は-9.06 km、**高度差は従来考えられていたよりも2km以上大きく、19.81km**であることがわかった。

月で発見された縦穴



かぐやのデータから月の表面に、地下深くに通じる直径60~70メートルの縦穴が開いている場所が見つかった。場所は、月の表側の、嵐の大洋のほぼ中心、マリウス丘付近。縦穴は、その下に存在している空洞である「溶岩チューブ」につながっている「天窗」である可能性が高い。溶岩チューブは、最大370mにも及びうるということがわかった。



地上にもある溶岩チューブ

これからの月探査

2007年

2010年代中頃

将来

●月探査計画

「かぐや(SELENE)」
衛星による全体観測



SELENE-2
着陸による表面探査



SELENE-X
有人月探査を実現した
ミッション(検討中)



日本人が月面上で長期
滞在を果たし、科学探査
及び月の利用を推進
している。(検討中)

日本人クルーの
参加の判断(状況に応じて)

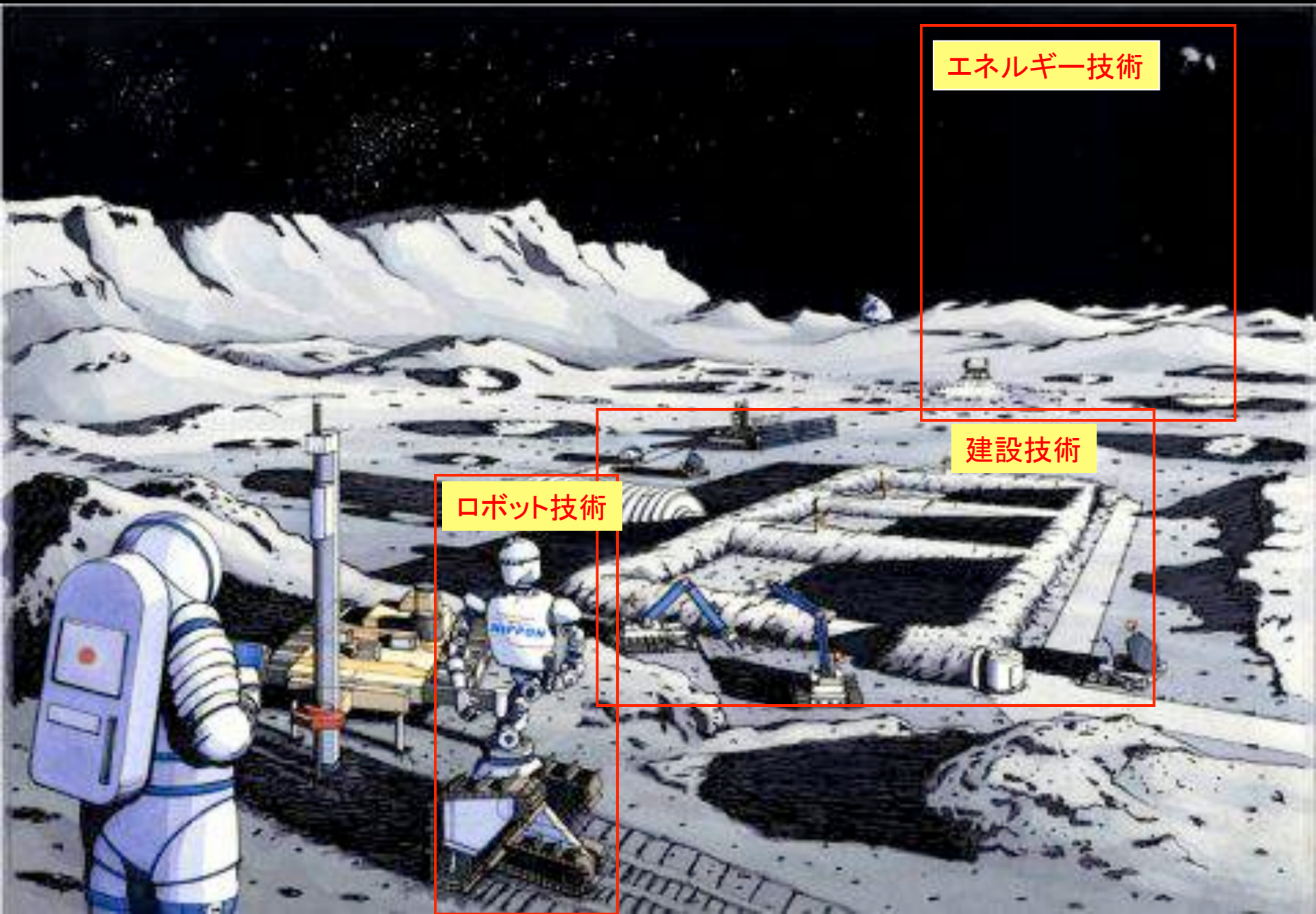
●有人技術

ISS・月での運用・利用等を通じて、
有人基盤技術を維持・発展

国際月面探査プログラム
へ参加し、日本人が月面
へ派遣される。(検討中)



将来の日本の有人月探査イメージ



エネルギー技術

建設技術

ロボット技術

宇宙開発が拓く将来の夢

1. 新しいロケットと宇宙旅行
2. 宇宙の発電所

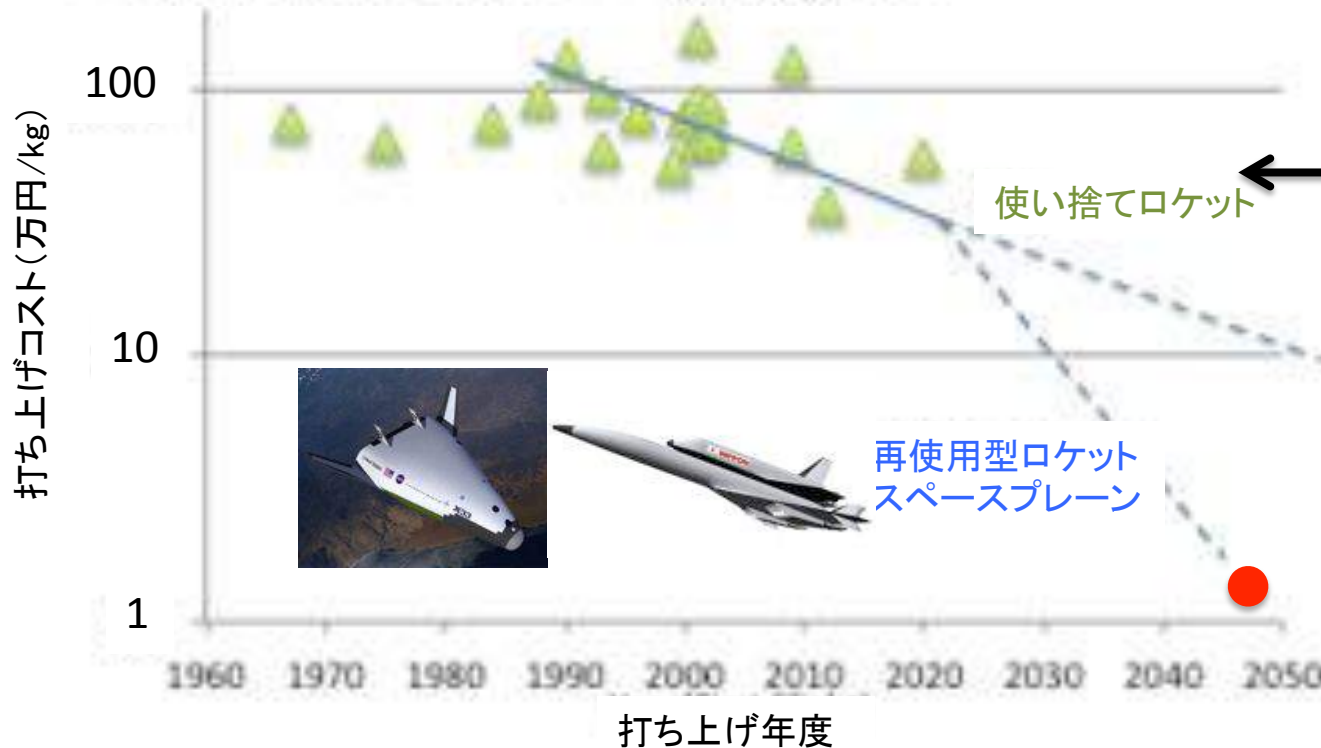
宇宙開発が拓く将来の夢 (1)

新しいロケットと 宇宙旅行

打ち上げロケットの輸送コスト



	低高度	GTO	重量単価(LEO)
スペースシャトル	28.8トン	5.9トン	100万円/kg
H2B	19トン	8トン	63万円/kg
LM-5	25トン	14トン	43万円/kg
アリアン5G	18トン	6.8トン	92万円/kg
プロトン	19.8トン	4.6トン	43万円/kg
スペースX/ファルコン	9.9トン	4.9トン	35-100万円/kg
ファルコンヘビー	53トン	19.5トン	20万円/kg



1人宇宙に行くだけで
2500万円。
...特殊な世界(辺境)

輸送コストの目標
50~100万円/人
...身近な世界

再使用できるロケットの歴史と構想



部分的な再使用機だが、新しい宇宙輸送系として1981年に登場したスペースシャトル。経済性の点からは当初の目標は達成できず、135回の飛行運用後、2011年に退役（15兆円、1200億円/回）。（終了）



宇宙航空機NASP(National Aero-Space Plane)(米国)。1980年代以降、各国でスペースプレーンという完全再使用ロケットの研究が行われた(1990年代半ばまで)。（構想）

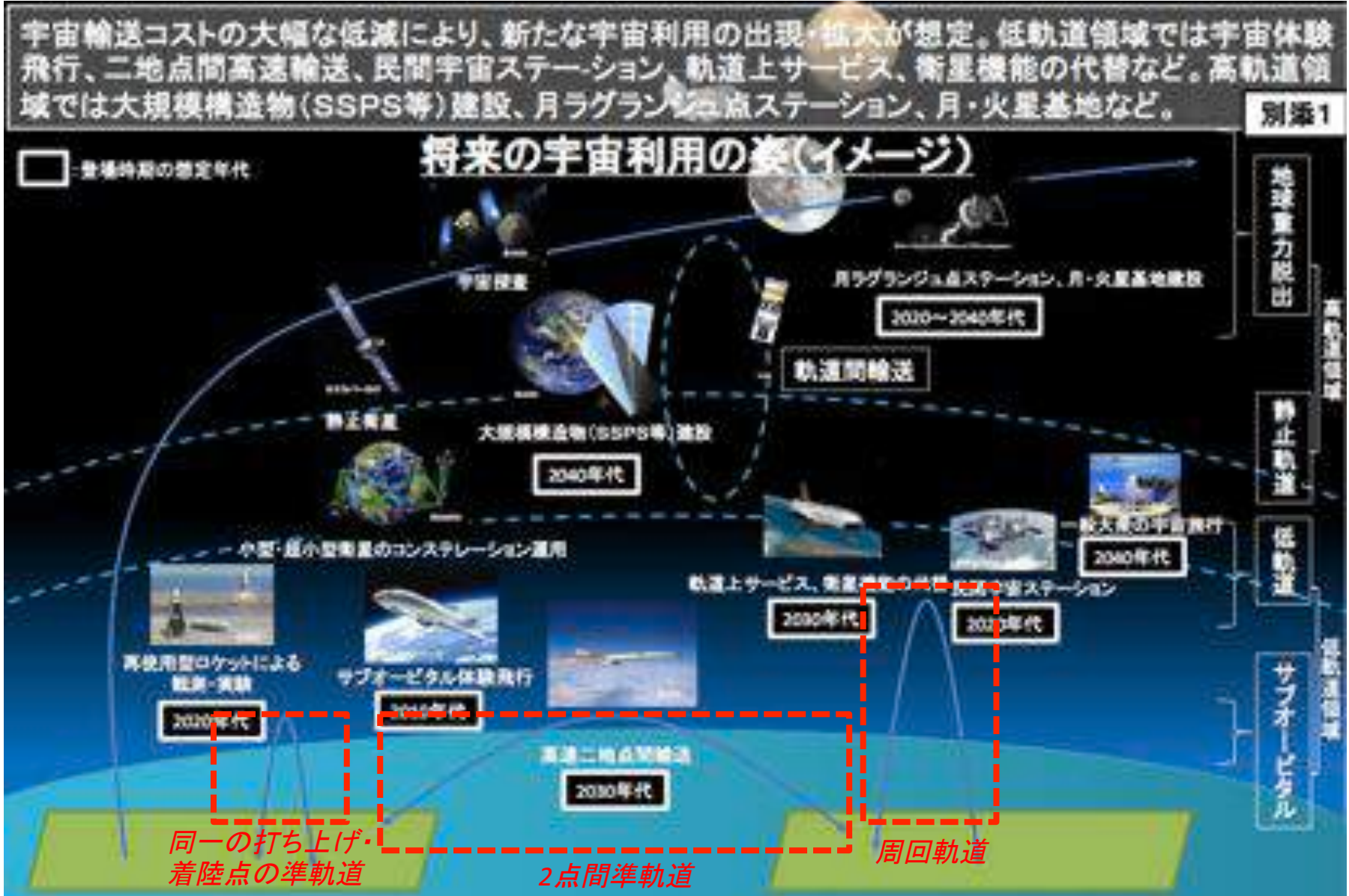


JAXAの2段式ロケット型宇宙航空機の検討例(シャトルロケット)。完全再使用型の前段階の位置づけ。打ち上げコストを従来の1/10に、信頼性を航空機並みにすることを目標。（構想）



2000年以降、周回軌道には達しないサブオービタル機の登場。Virgin Galactic社の参入によりSpaceShip2の開発が進行中。純民間の宇宙ビジネスが開始されようとしている。（準備中）

我が国の宇宙輸送システムの長期ビジョン(素案)



JAXAでの再使用ロケットの研究



能代で行われている再使用ロケットの飛行実験

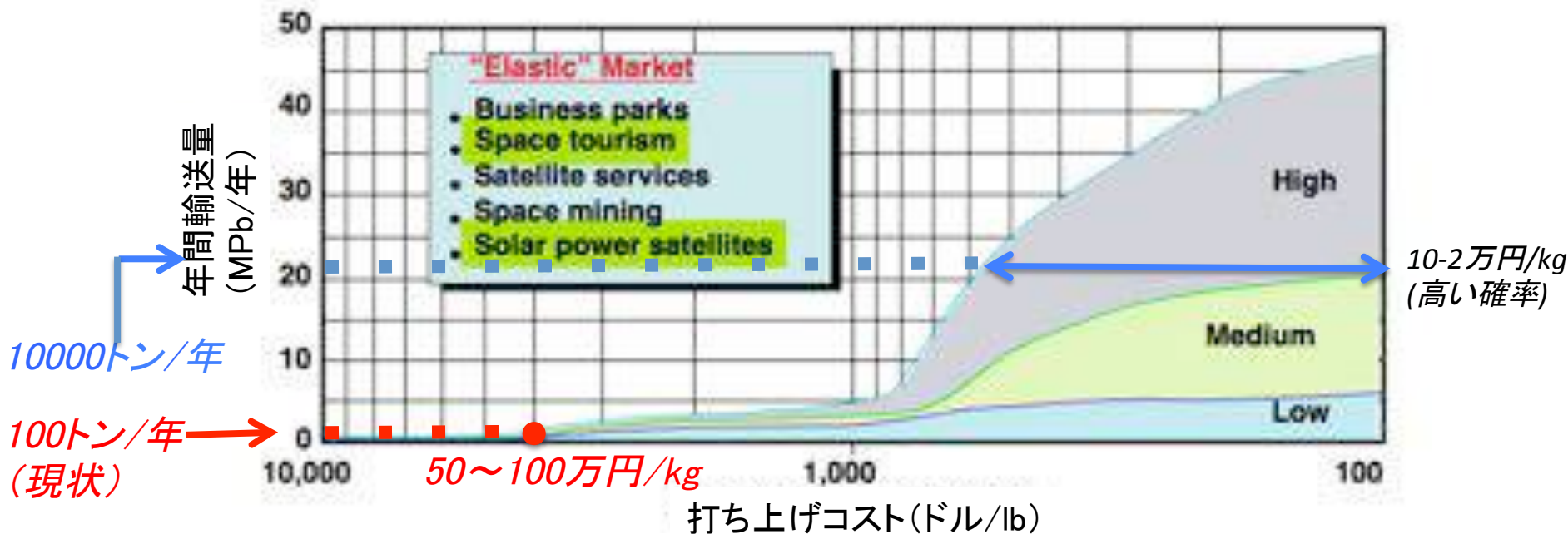


再使用ロケットの実験 重量: 500kg、全長3.5m

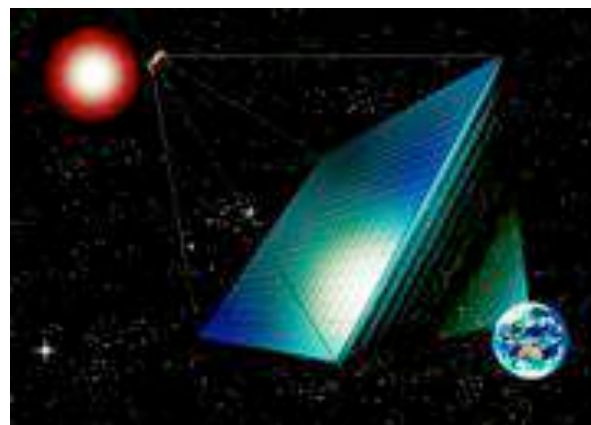


再使用ロケット将来の運用想像図
(航空機の運用のようなイメージ)

物流量に対する打ち上げコスト予測



宇宙観光旅行



太陽発電衛星(宇宙の発電所)

民間の宇宙観光旅行計画の例

クラブツーリズムのホームページより引用



マザーシップ(ホワイトナイト2号)にて、高度16km付近までスペースシップ2を運び、その後切り離し、ロケットエンジンが点火。音速の3倍のスピードで、高度110kmの宇宙空間へ。約4分間の無重力体験をしながら、窓の外に広がる宇宙空間と地球の姿を楽しむ。その後、地球に帰還。全フライトタイムは約2時間。一人当たり25万米ドル(1ドル100円換算で2,500万円)。

Space Future Japanのホームページより引用



離陸重量550t、全長22m、直径18m。何時どのエンジンが故障しても安全なように12基を持つ。垂直に離着陸し、地上200kmの周回軌道まで上昇。運航費用8000万円、定員50人、費用は1人200-300万円。乗客は宇宙からの地球展望や無重力体験など3時間の宇宙観光旅行を楽しむ。

宇宙開発が拓く将来の夢 (2)

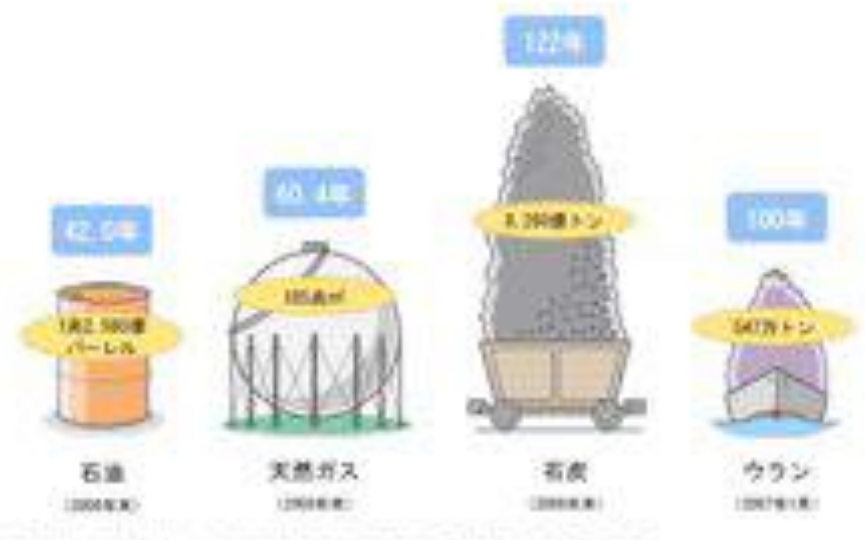
宇宙の発電所

資源問題と地球環境問題

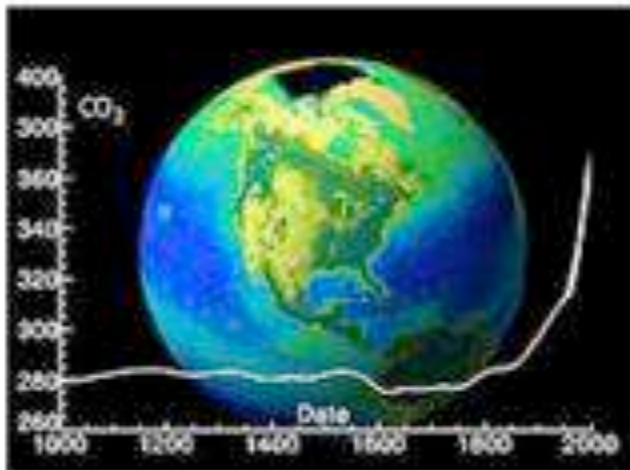
人口の増大



限りあるエネルギー資源



CO₂ 問題



- ・化石燃料は0.02%の変換効率で太陽エネルギーを**2億年**かけて蓄積。人類はこれをわずか**100~150年**で使い切ろうとしている。
- ・石油の残存量(1兆バレル)は**富士山**を逆さにした容器として見立てるとその**1/8程度**しかない。

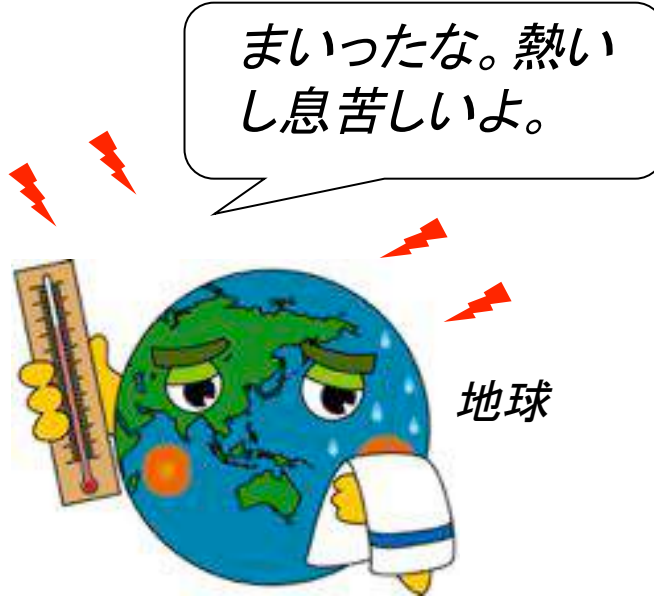
地球環境問題：人類は地球にとってウイルス？



氷河融解？



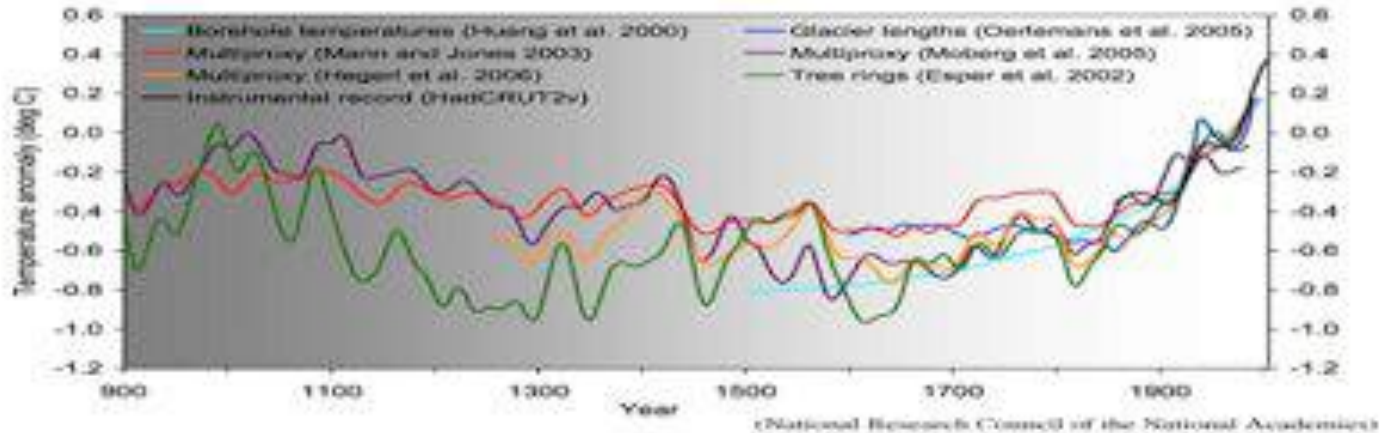
砂漠化？



地球



他の惑星



注意：国連の「気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」では、地球の温暖化を予測しているが、今後寒冷化すると考えている研究者も多い。いずれにしても、大気中の人為的な(不自然な)CO₂濃度の増大は地球環境にとって望ましくない。

宇宙空間における太陽エネルギーの獲得による問題の解決

何故太陽か？

太陽からの地球へのエネルギーは

$1.77 \times 10^{17} \text{Watt}$

現在の人類のエネルギーの消費量の1万倍

➡ 太陽エネルギーは人類のエネルギー源として大きな可能性を持っている(お天道様)

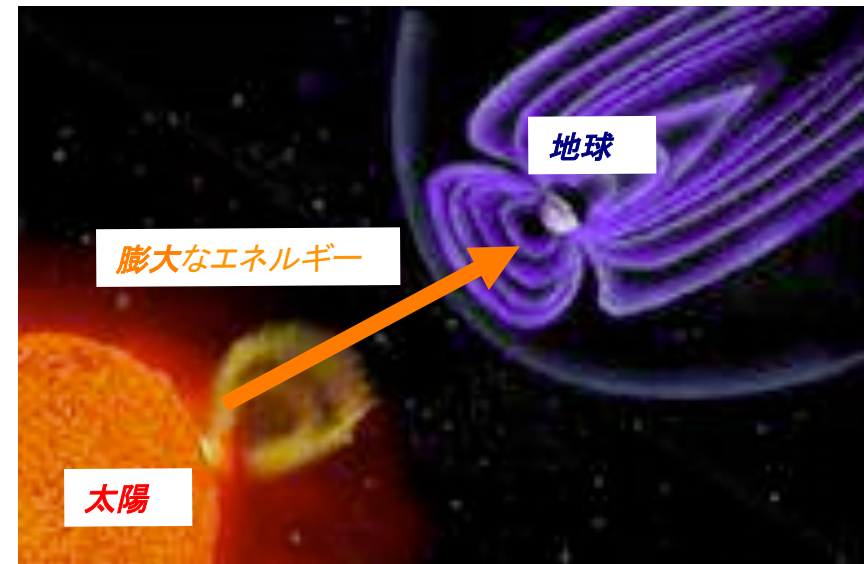
何故宇宙か？

地球周辺の宇宙空間での太陽光のエネルギー密度は $1,350 \text{W/m}^2$

地上での太陽光の年間平均エネルギー密度は $100 \sim 200 \text{W/m}^2$

理由: 夜の存在、曇天・雨天の存在、大気による減衰

➡ 宇宙空間から地上への効率の良い電力輸送が可能であれば宇宙空間を太陽エネルギー取得の場として利用することが望ましい。



太陽光発電衛星 (SPS)

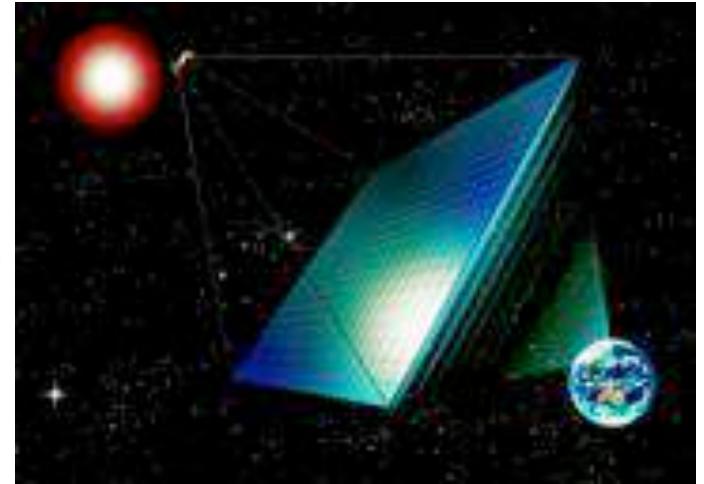
環境問題、エネルギー問題という地球規模の問題に対し、地球閉鎖系の中ではなく、地球の外即ち宇宙空間に解決を求めようとするもの。

宇宙の太陽光発電所

何度も使用できるロケット
で宇宙に運ぶ



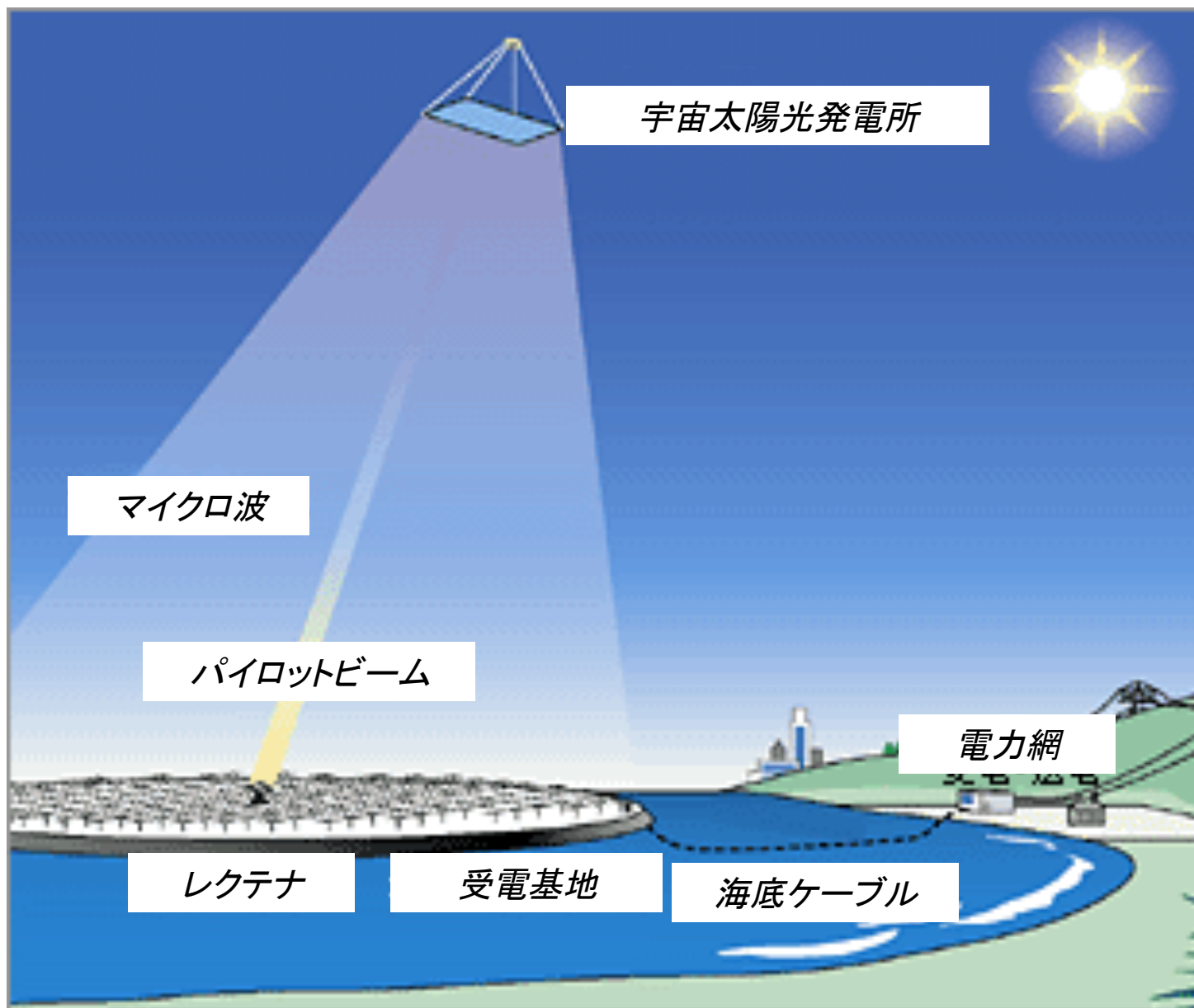
宇宙で組み立てられた
太陽光発電所



地上の太陽光発電所

小さく折りたたんで宇宙に運ぶ。
宇宙で組み立てる。
発生した電気は電波で地上におくる。

宇宙の太陽光発電所の想像図



宇宙の太陽光発電所の利点

地上の太陽光発電所



雨や曇りの日がある。



夜がある

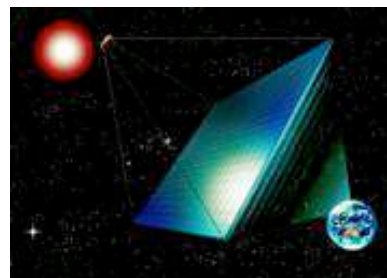


広い土地を探
すのが大変

宇宙の太陽光発電所



雨が降ったり曇ったりしない。



夜がない



宇宙は広い

比較



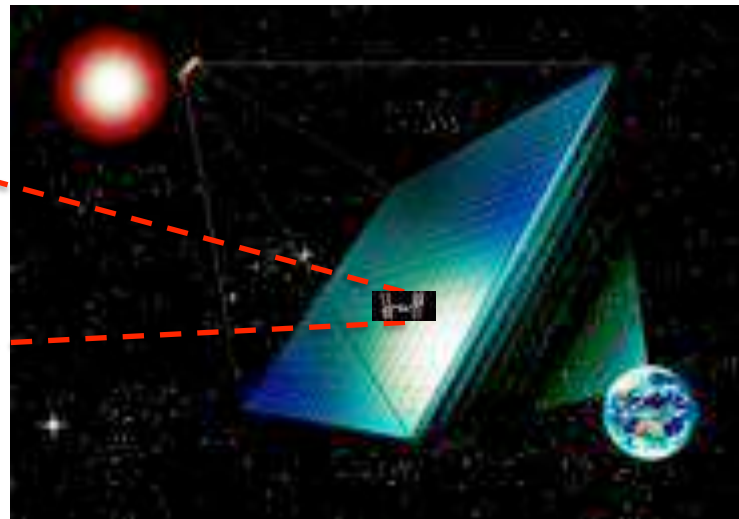
太陽発電衛星実現のための主な技術 (目標と現在の實力)

主要な技術	現状の到達レベル	目標レベル	ファクター
宇宙太陽光発電	数十kW (国際宇宙ステーションで80kW)	GW	10,000
マイクロ波送電	数十kW (地上)、1kW (宇宙)	GW	100,000
レーザー送電	数kW (地上)、1W以下 (宇宙)	GW	1,000,000
排熱	数十kW	数百MW	10,000
大型構造物	100mクラス (国際宇宙ステーション)	数km	10
宇宙輸送のコスト	100~200万円/kg	2万円/kg	1/100-1/50

1GW=30~50万世帯分



国際宇宙ステーション 100m サイズ



太陽発電衛星 1-2 km サイズ

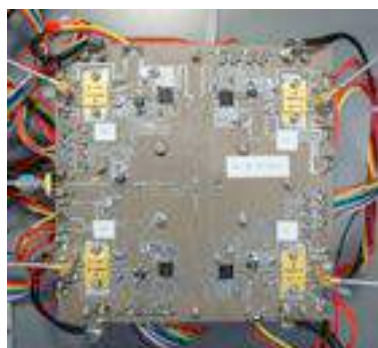
送電システムの研究開発



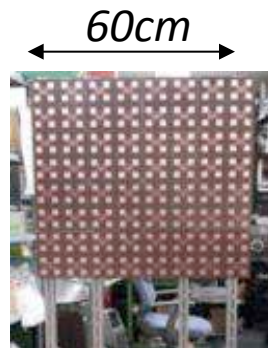
地上でのマイクロ波送電実験の計画(本年度に実施)



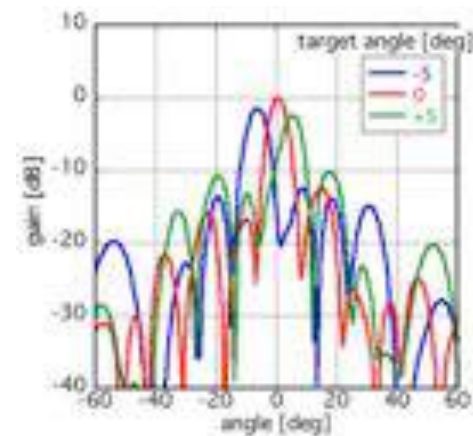
室内の送電実験



移送器/増幅器の回路の試作

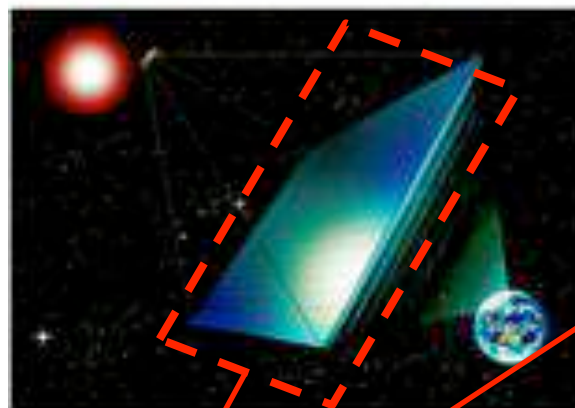


送電アンテナの一部



送電実験

宇宙大型構造物の自動展開技術の研究開発



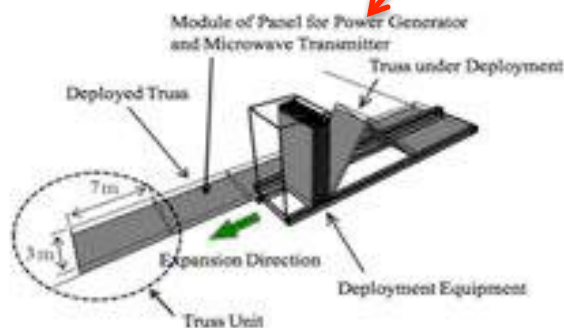
実験室実験



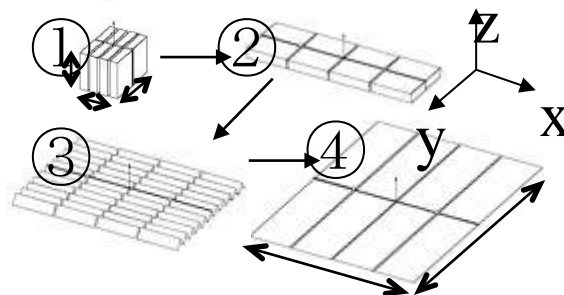
CG©NYAISAS
(宮崎氏製作)

数百m～数kmサイズの厚みのあるパネル構造

数百～数kmサイズの軽量薄膜ミラー



トラスとパネルを組み立てながら展出する展開方式 (JAXA/ARD)



組み込みアクチュエーターを用いた二次元展開 (JAXA/ISAS)



薄膜膨張(硬化)型構造物 (NASA, JAXA/ARD)

宇宙ゴミ（デブリ）の衝突の影響を最小限にとどめる設計のための超高速衝突実験



JAXA宇宙科学研究所の超高速衝突実験設備 二段式軽ガス銃(0.3gの物体を秒速5km以上に加速可能)

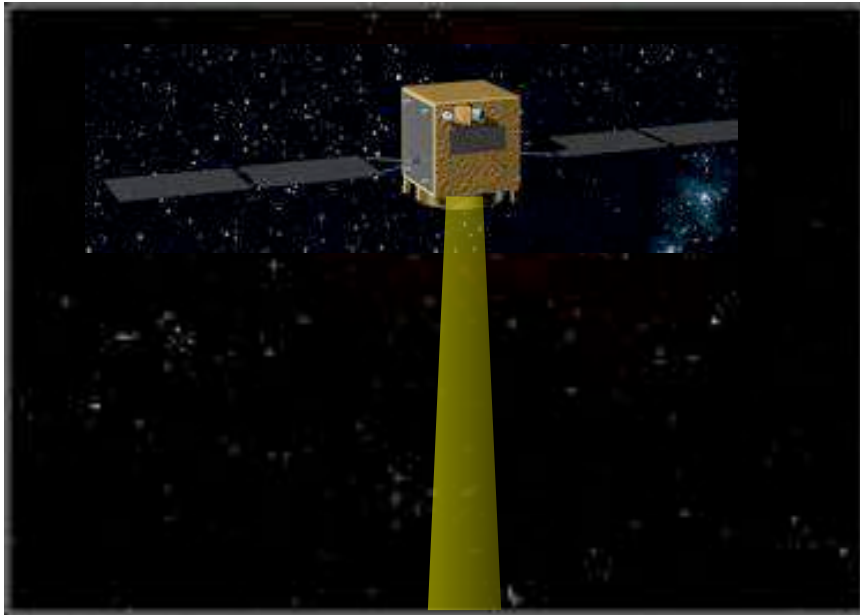


超高速衝突による破壊



爆発的な超高速衝突現象

無線送電技術実証のための宇宙実験の提案



小型衛星を用いた実験

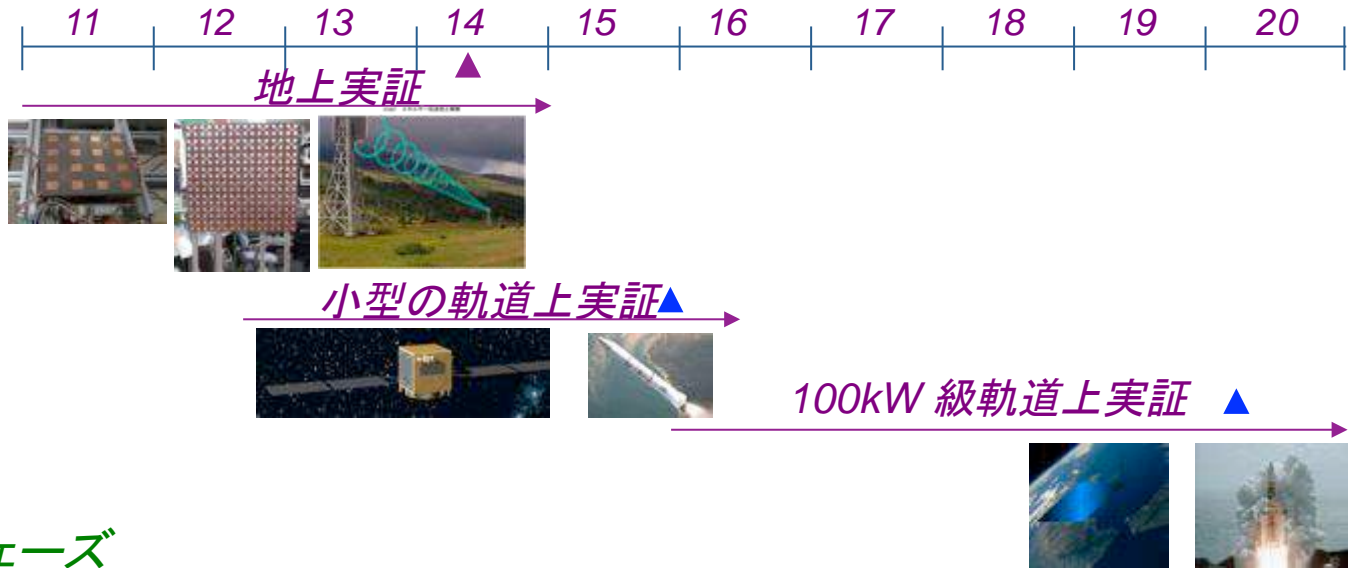


国際宇宙ステーションを用いた実験

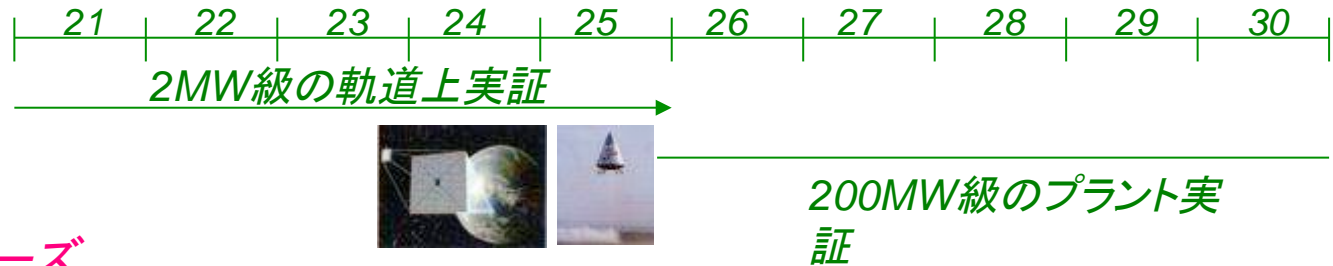
高度:400km程度、電力レベル:1-5kW程度
送電ビーム(マイクロ波またはレーザー)の精密方向制御技術の実証
電離層(マイクロ波の場合)及び大気(レーザーの場合)の通過実証

今後の研究開発の計画(提案)

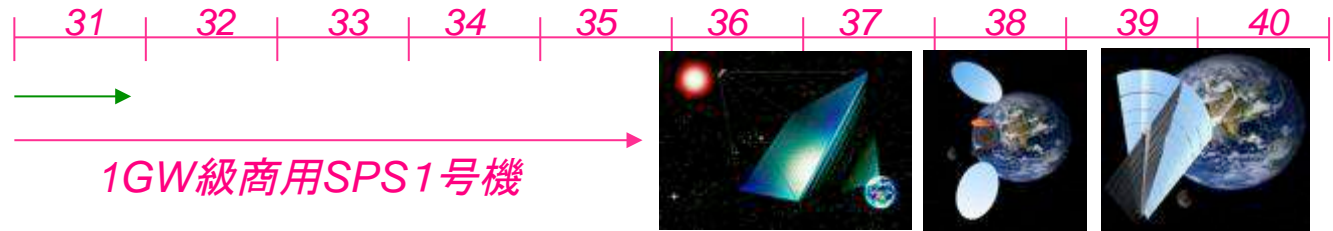
研究フェーズ



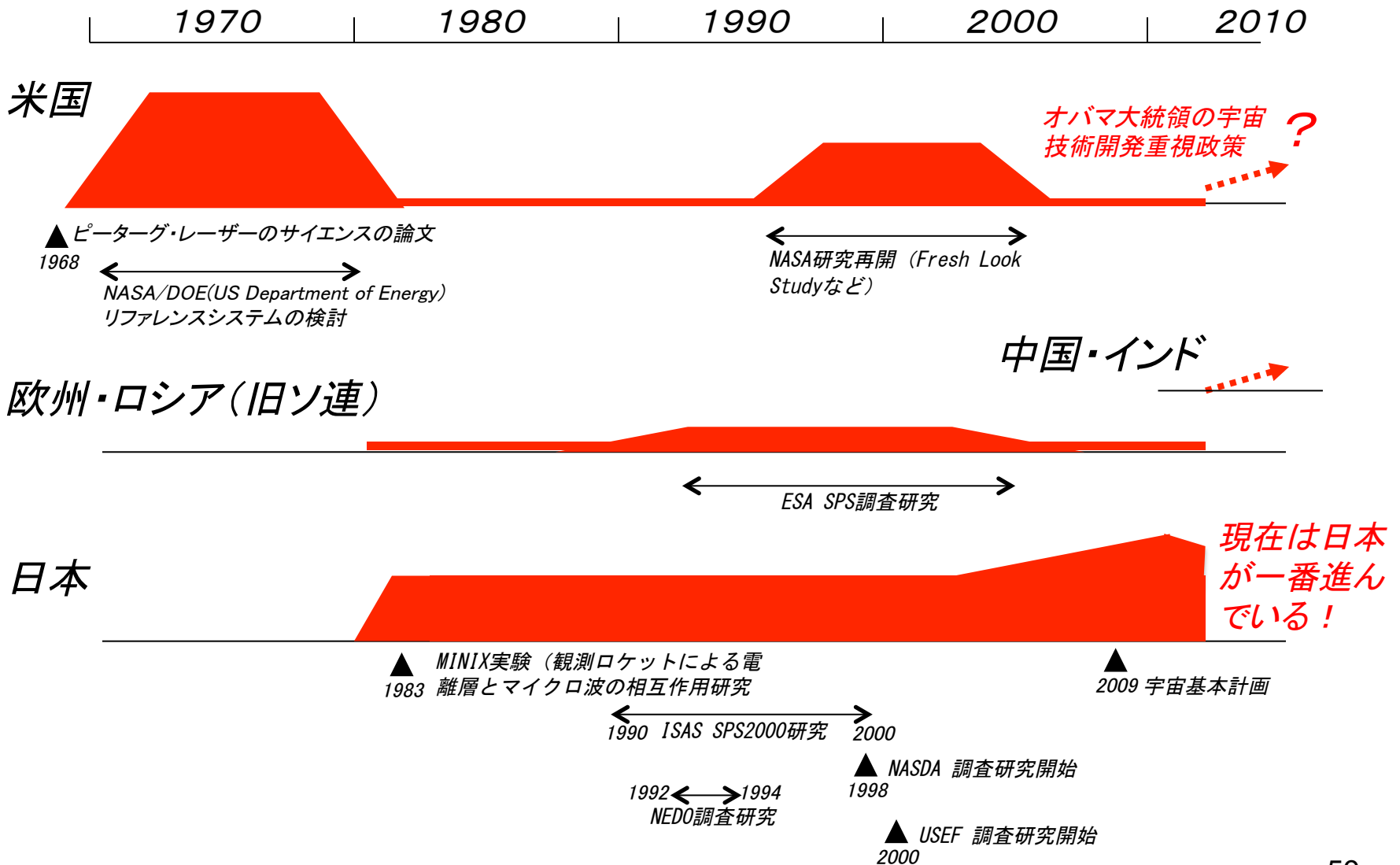
開発フェーズ



実用フェーズ



太陽発電衛星研究の歴史



宇宙太陽光発電が実現したら・・・



環境に優しいエネルギーがふんだんに得られる
地球環境が修復され自然そのままに維持される
偏在するエネルギー資源をめぐる争いの終焉
豊富なエネルギー資源がもたらす穏やかで創造的な社会
新しい社会の活力による宇宙への発展が生み出す新しい
文明と文化……

講演のまとめ

— 宇宙開発の面白さと素晴らしさ —

1. 宇宙開発の現状とJAXAの主な取り組み:
 - ・人工衛星の利用、月惑星探査、宇宙環境の活用、輸送システム
2. 宇宙科学・月惑星探査の最近の話題:
 - ・困難を乗り越えて大きな科学成果を挙げた“はやぶさ”
 - ・世界を先駆けての本格的な月探査を行った“かぐや”
3. 宇宙開発が拓く将来の夢:
 - ・再使用型ロケットによる画期的な低コスト輸送と宇宙旅行の可能性
 - ・地球環境問題とエネルギー問題解決のための宇宙発電所の構想