

宇宙と宇宙開発に関心をお持ちの ところざわ倶楽部の皆様へ

この資料は私が活動しておりますNPO法人宇宙アドバイザー協会が今年の1月に倉敷研究センターにて「宇宙・科学教室 in 倉敷」と題してプレゼンしたものです。

活動の主たる目的は子供たちを対象に、ロケットの飛翔原理や模型ロケット製作と飛行実験等を教えて宇宙に興味を持ってもらう事です。

この添付資料はこの会で「宇宙と宇宙開発について」と題して講演したものです。もし興味をお持ちの方は一読願えればと考えます。

私は今はNPO法人宇宙アドバイザー協会正会員として活動の他に、所沢では所沢市生涯学習ボランティア人材バンク登録して活動しております。

もし皆様の中で「宇宙・科学教室」なるイベントをお望みの場合は遠慮なくお申し込みください。

ところざわ倶楽部、地球環境に学ぶサークル所属

小嶋一郎

2019年5月

取扱注意

「宇宙と宇宙開発について」

1. 宇宙とはどんな所
2. 国際宇宙ステーションと日本実験棟「きぼう」
3. 日本の宇宙飛行士と宇宙での生活
4. 日本の有人ロケット開発
5. 小惑星探査機「はやぶさ2」
6. 人類の夢「有人火星探査」
7. 誰でもが行ける宇宙旅行

平成31年1月

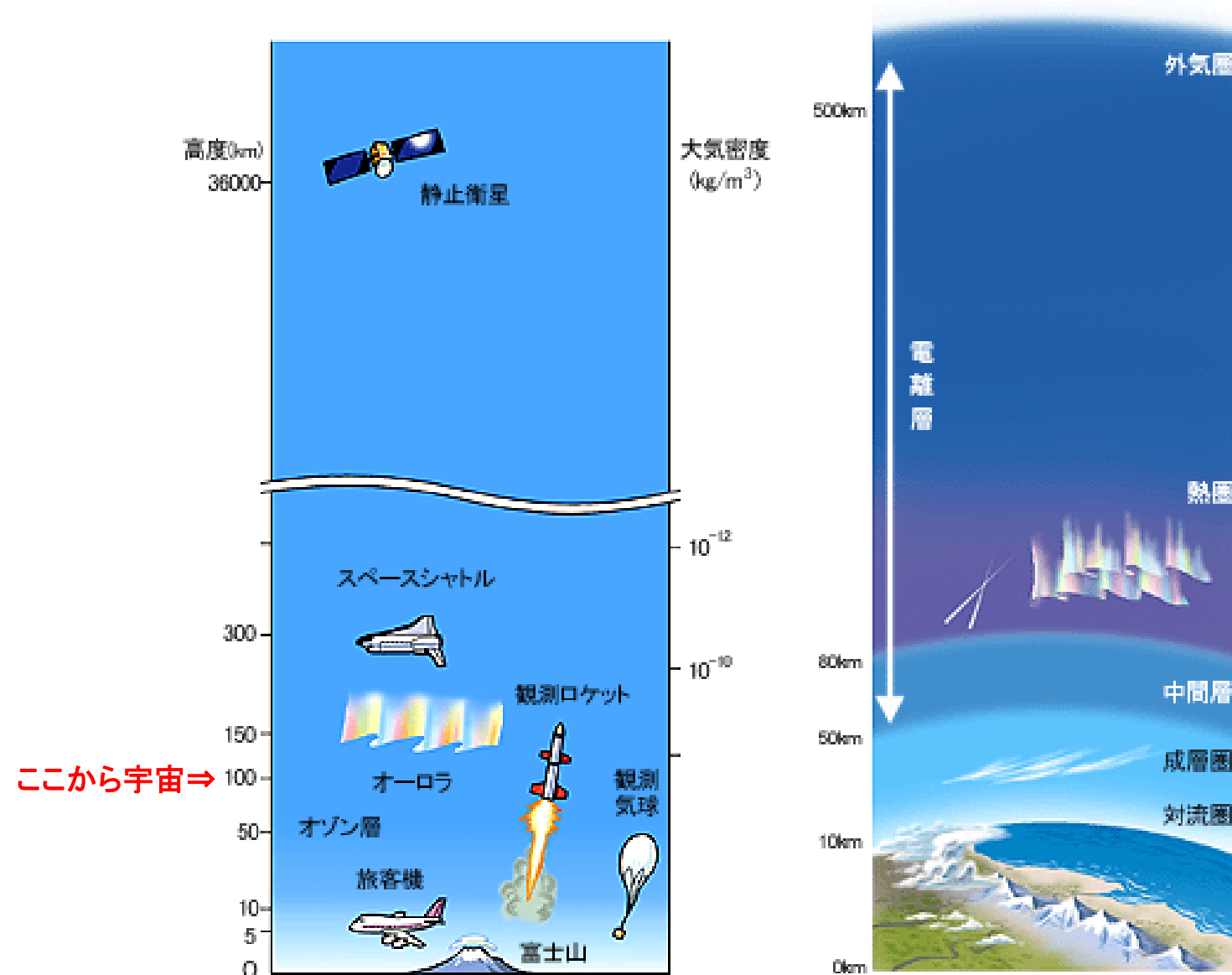
NPO法人 宇宙アドバイザー協会正会員

大嶋 龍男、小嶋一郎

注:この資料は倉敷科学センターでプレゼンした作品です

1. 宇宙とはどんな所

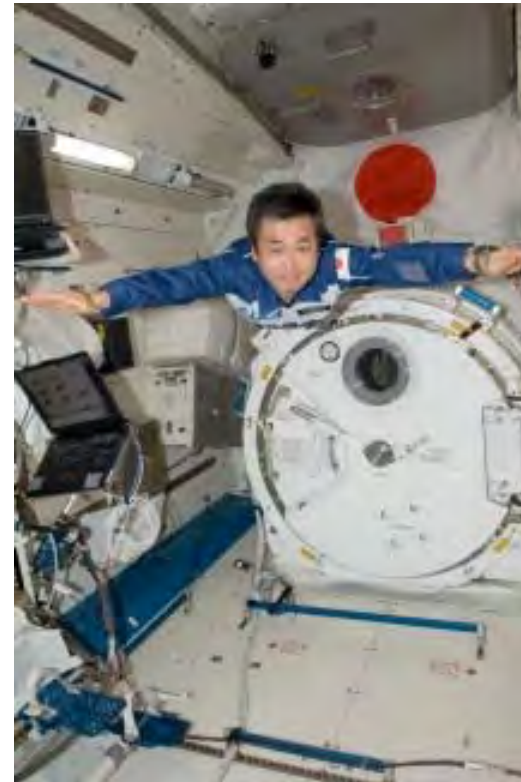
宇宙とは？（私たちの地球の大気）



宇宙とは？（宇宙で体験することは？）

(a) 空気(くうき)がない真空状態

(b) 無重力(日本実験棟で一人野球は可能か？)



太陽の影響（地球の周り）

(c) 温度差がはげしい

日当たりと日陰で約200℃以上の温度差

太陽の影響のない宇宙空間温度：約-270℃

(d) 有害な宇宙放射線が直接ふいそそぐ

1日で地上で浴びる放射線の半年分を浴びる

(0.5~1.0ミリシーベルト/日)

(e) 高速で宇宙デブリ(ゴミ)が飛び交う

全部で約1億個、総重量6000トン、秒速10km猛スピード

(直径10cm以上:約16,000個、1cm~10cm:約60万個

1cm以下:約1億個)

○2007年中国衛星破壊実験で約3000個増

○2009年衛星同士衝突で約2000個増

地球と他の惑星のちがい

	水星	金星	地球	火星
直径	5000km	1万2000km	1万3000km	7000km
太陽からの距離	6000万km	1億1000万km	1億5000万km	2億3000万km
表面の温度	-140～360℃	450～500℃	-70～55℃	-120～25℃
表面の気圧	大気はほとんどない	90気圧	1気圧	1/100気圧
大気的主要成分		二酸化炭素	窒素と酸素	二酸化炭素
磁場	太陽風のバリアとなる磁場がある	ほとんどない	太陽風のバリアとなる磁場がある	ほとんどない
1日の長さ	昼と夜はそれぞれ88日間続く。	金星の1日は地球の243日。	24時間	25時間
特徴	太陽に近く、昼はとても暑く、夜はとても寒い。	太陽に近く、二酸化炭素の温室効果によってとても暑い。	太陽までの距離と大きさがちょうど良い。海があり、生命が誕生した。	昔は濃い大気と豊富な水があったが、重力が弱いので、宇宙に逃げて行った。



2. 国際宇宙ステーション と日本実験棟「きぼう」

国際宇宙ステーション (1998年～)

大きさはサッカー場にほぼ同じ
完成時重量: 420トン ⇒ B747-400離陸重量
発生電力(平均): 110キロワット ⇒ 一般家庭36軒分
完成時与圧空間: 935立方メートル ⇒ 400平米以上
速度約8km/秒、高度約400km、重力地球の100万分の1

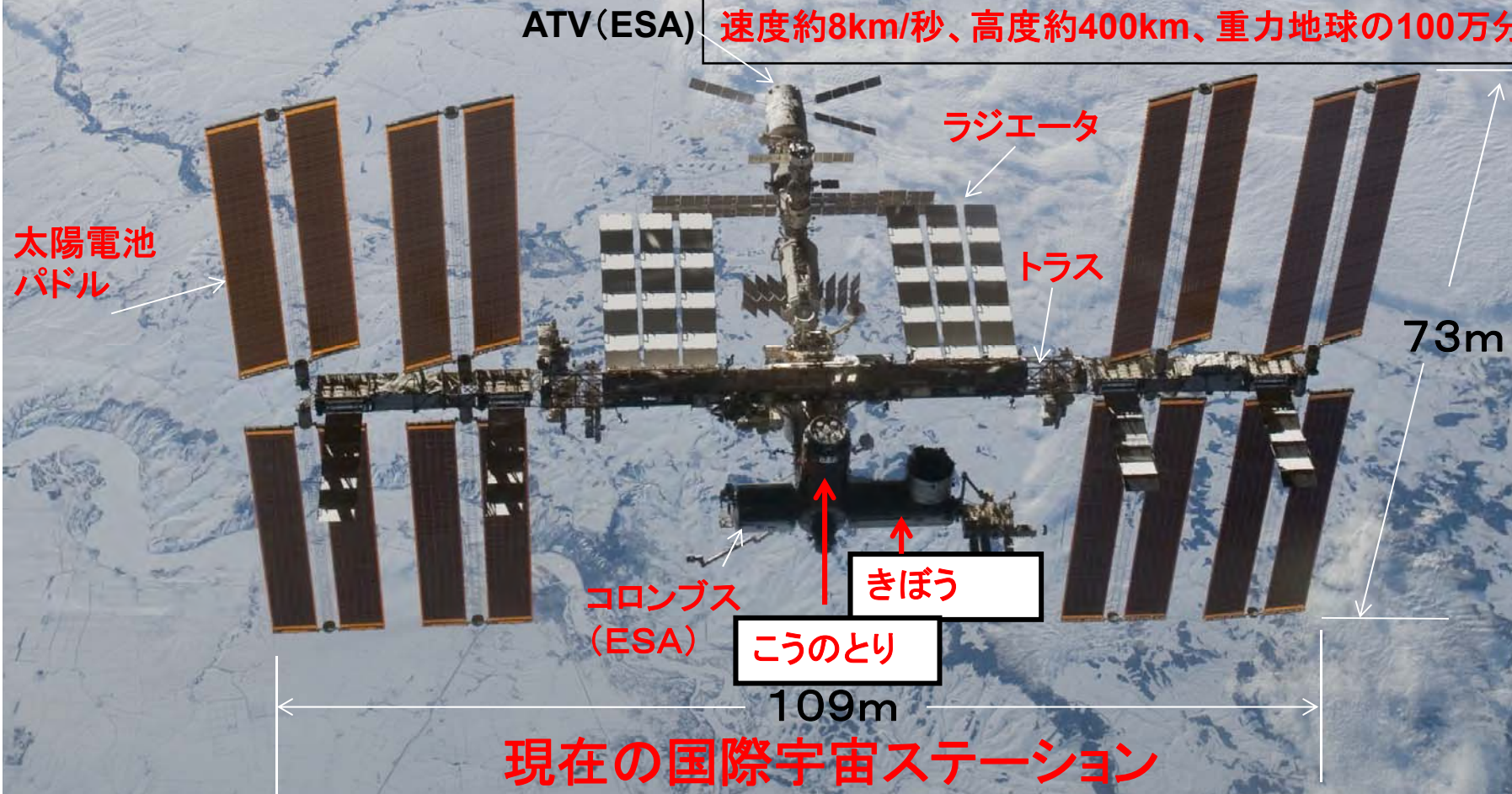


写真 NASA提供
現在の国際宇宙ステーション
(2011年3月7日スペースシャトルより撮影)

宇宙ステーション計画は、1984年にレーガン米大統領が提唱し、1998年から軌道上での建設着手。
日本、米国、ロシア、欧州、カナダの世界15カ国が協力して、2011年7月組立完成。

日本の実験棟「きぼう」(JEM) 2009.7 完成

船内保管室

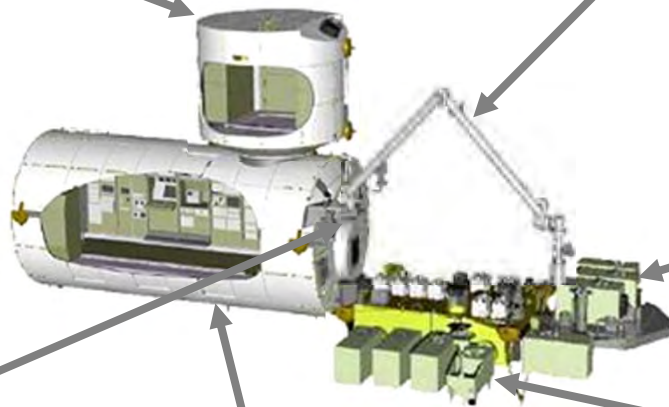


船内実験装置/試料/消耗品などの地上-ISS間輸送及び軌道上保管に用いる。保管ラック8個を搭載可能。



ロボットアーム

船外実験プラットフォームのシステム機器及び実験装置等
を移設/交換する宇宙マニピュレータ。
テレビカメラから取得される画像を基に、船内実験室から
搭乗員が手動で操作を行う。
最大7tまでの重量物の取扱いが可能。



船外パレット(持ち帰る)

船外実験装置/試料/消耗品等の地上-ISS間輸送及び軌道上保管に
用いる。
船外実験装置3個を搭載可能。

船内実験室



1気圧の環境下で、微小重力環境を利用した各種実験を行
うことができる実験棟。船内実験ラック10個を搭載可能。

エアロック

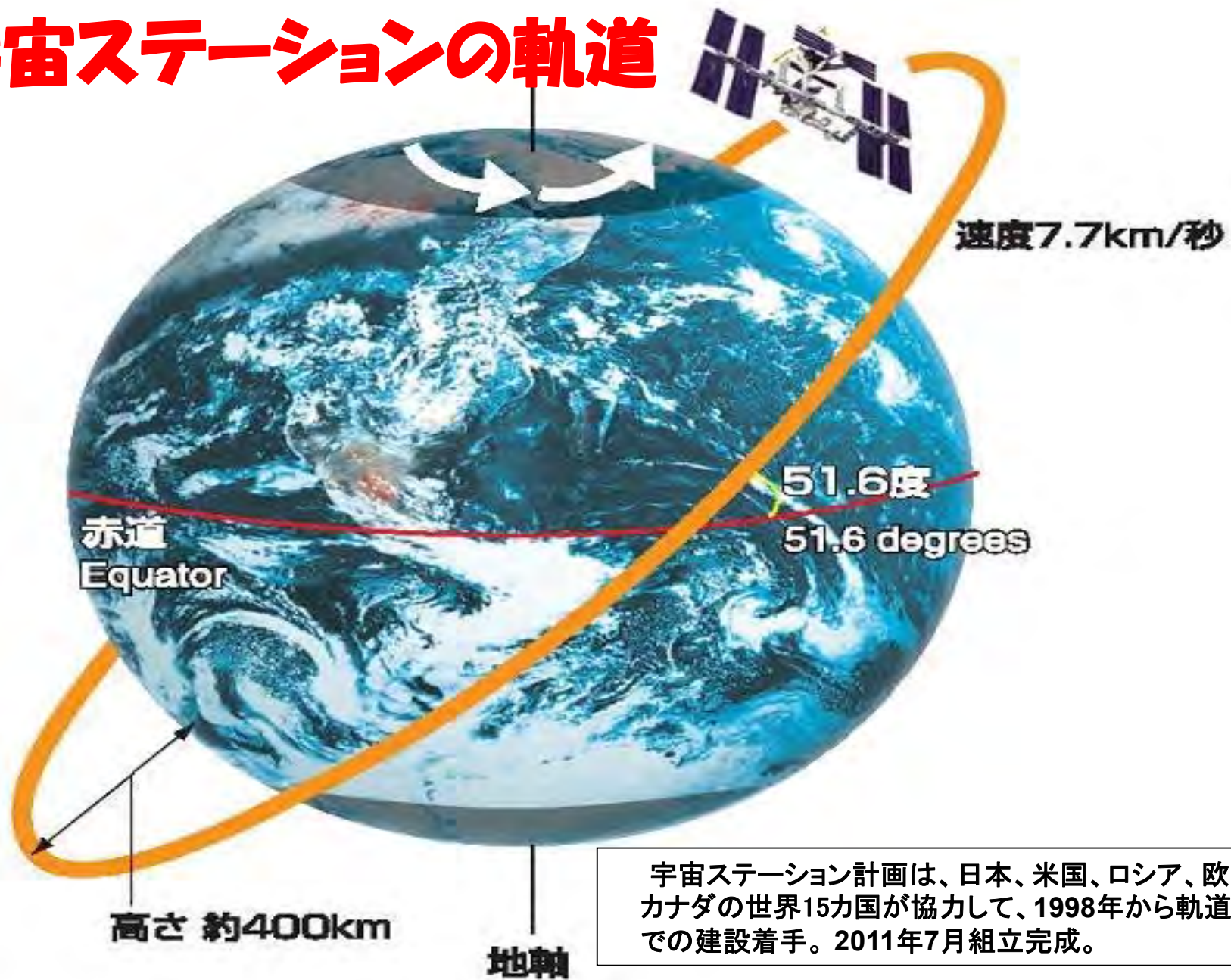


船内実験室と
船外プラッ
トフォーム間での
実験装置、シス
テム機器等の
搬出入に用い
る。

船外実験プラットフォーム

宇宙空間にさらして、無重量、高真空
等の地上では得難い環境を生かした
実験等を行う。
船外実験装置10個を搭載可能。

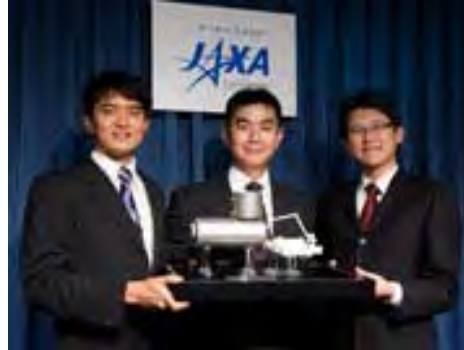
宇宙ステーションの軌道



宇宙ステーション計画は、日本、米国、ロシア、欧州、カナダの世界15カ国が協力して、1998年から軌道上での建設着手。2011年7月組立完成。

3. 日本の宇宙飛行士 と 宇宙での生活

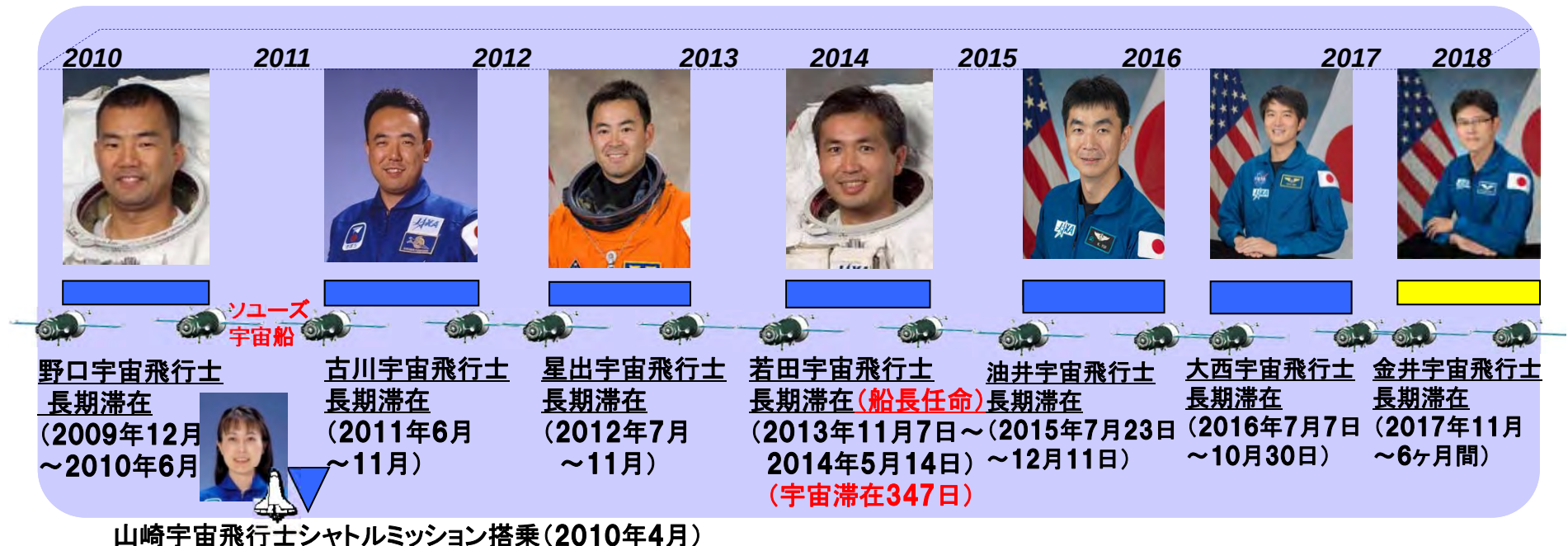
国際宇宙ステーション(ISS)計画(日本人宇宙飛行士宇宙滞在計画)



宇宙飛行士の募集条件(主要)H20.4.1

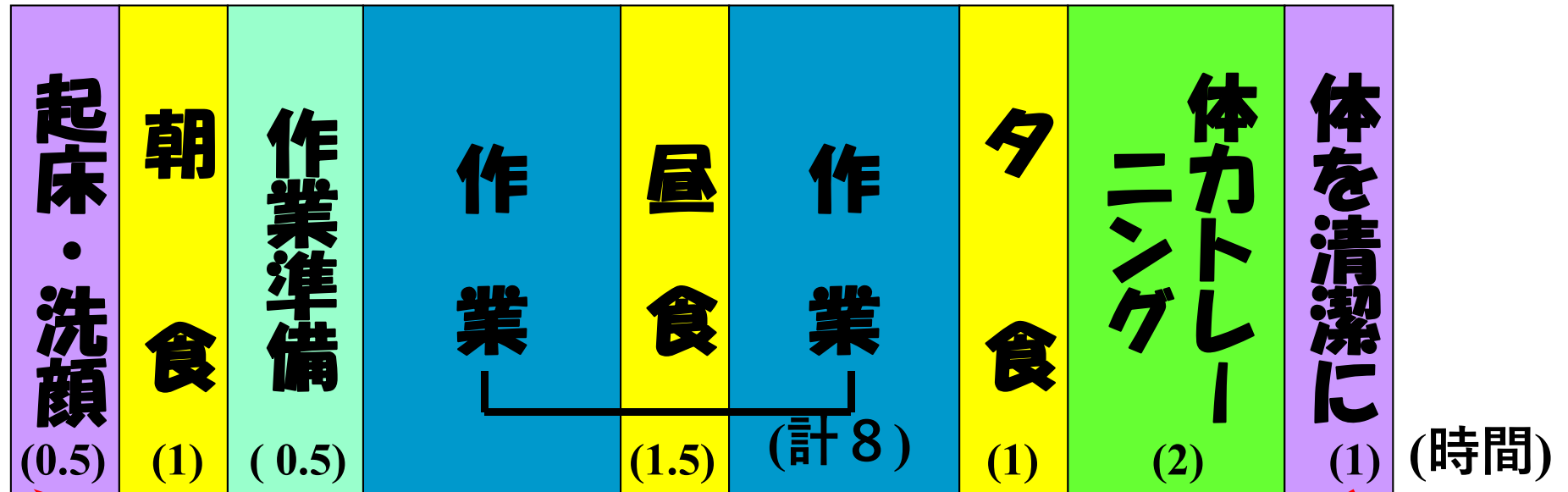
- ①大学(自然科学系)卒業以上
- ②3年以上の実務経験(自然科学系分野)
- ③科学知識と技術(宇宙飛行士活動の為)
- ④訓練時に必要な泳力、10分立ち泳ぎ
- ⑤英語能力(意思の疎通が図れる)
- ⑥身長:158~190cm、体重:50~95kg

注記:秋山氏(元TBS記者)が、1990年12月、旧ソ連国家審査委員会から宇宙飛行士の承認を受ける。
1990年12月2~10日、宇宙飛行を実施。
第一声は、「これ、本番ですか？」



日本政府として2024年まで運用延長を決定(平成27年12月)

宇宙ステーションの1日



起床(日本時間 15 : 30)

就寝(日本時間 07 : 30)

週休2日

3~6ヶ月勤務

起床(自分の個室から目覚)洗顔と 歯磨き(一日のスタート)



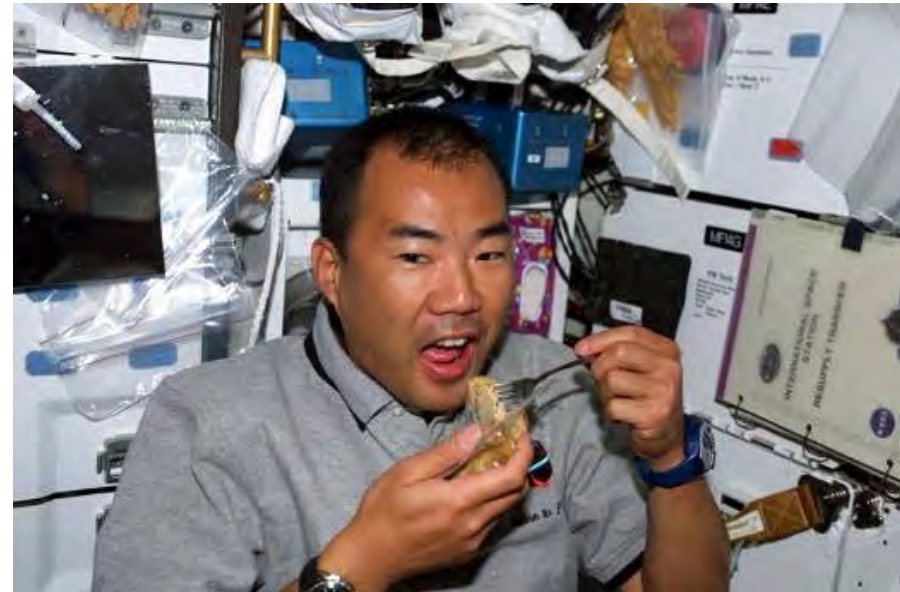
ISS019E014672



宇宙で食事(朝食等の風景)



ISS020E006349



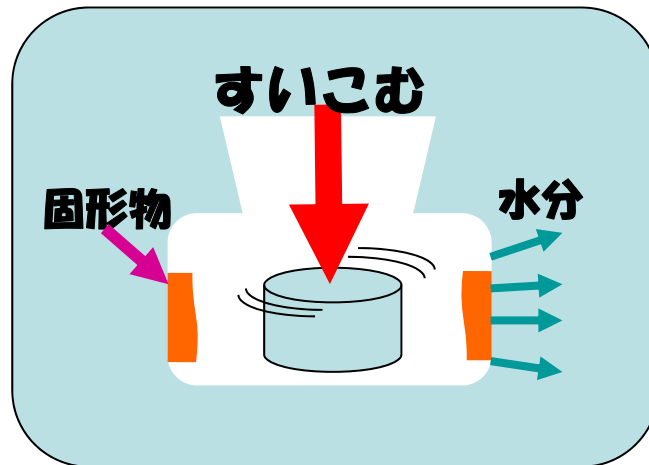
[宇宙食の調理方法]

- ・ そのまま食べる
- ・ 水、お湯を加えて食べる
- ・ オーブンで温めて食べる
- ・ 砂糖、塩、コショウ等は
しぼり出し容器に入れる



ISS020E005082

宇宙ステーションのトイレ



仕事の様子と船外活動

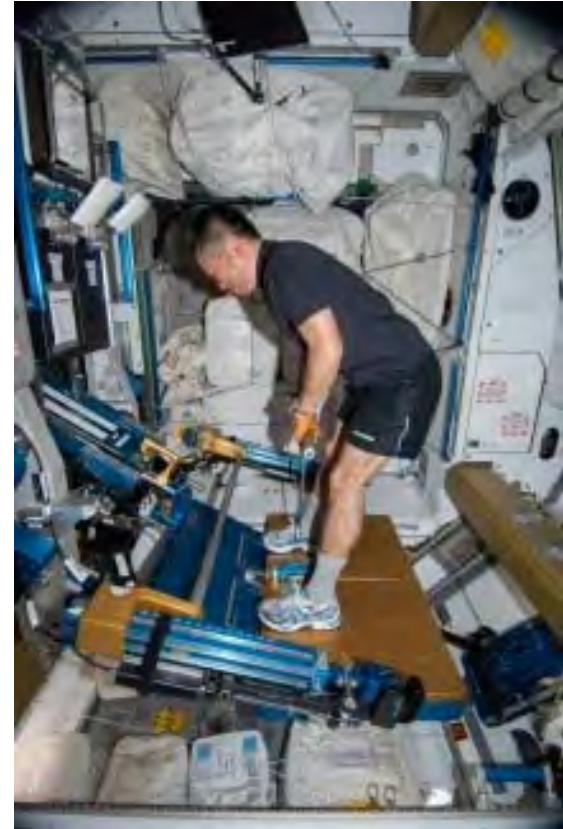
日本人通算最長記録

星出宇宙飛行士(3回)

21時間23分
(H24.11.10現在)

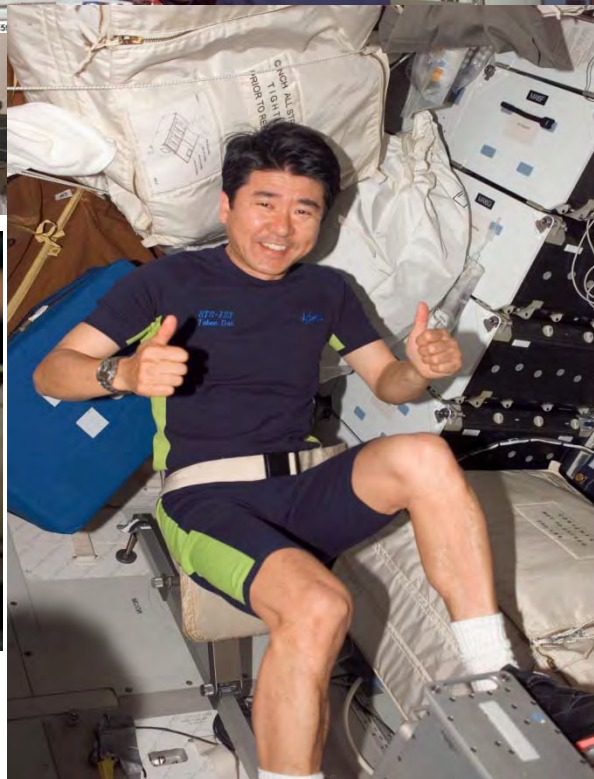


体カトレーニング



自由時間及び休日の過ごし方

[地上での休日の過ごし方とほぼ同じ]



キューポラ(観測窓)から大西宇宙飛行士とソユーズ宇宙船(47S)(背景)

大西宇宙飛行士無事地球帰還

(H28.7.7 打上げ、H28.7.9長期滞在開始、H28.10.30地球帰還、115日宇宙滞在)

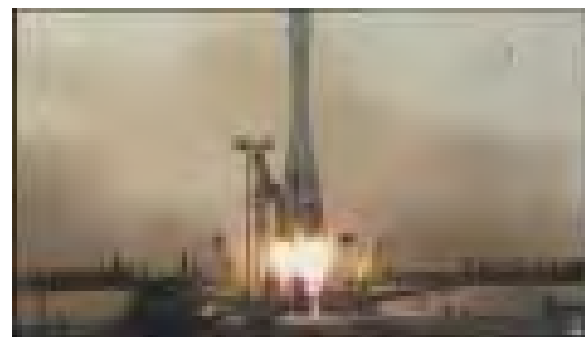
ISS48次／第49次長期滞在クルー



左: キャスリーン・ルビンズ(NASA)
中: アナトーリ・イヴァニシン(ロシア)
右: 大西卓哉宇宙飛行士(JAXA)



宇宙船を搭載したソユーズロケット打上げ



大西宇宙飛行士の訓練の様子



緊急事態発生時訓練



NASA極限環境訓練



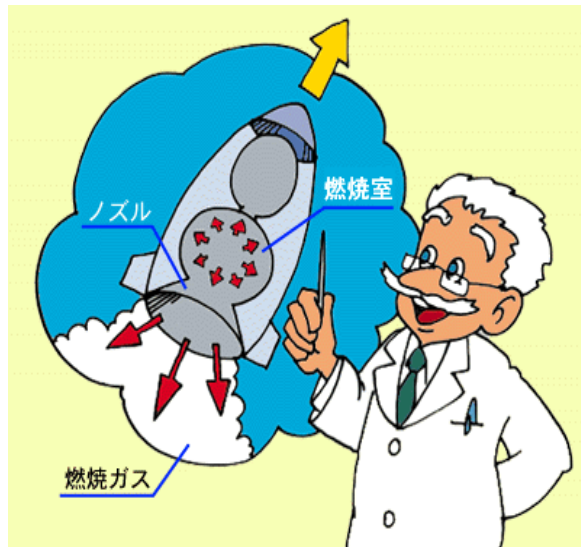
船外活動訓練



森林サバイバル訓練

4. 日本の有人ロケット開発

ロケットの原理



ロケットとジェット機の違い



現在の大型ロケットの運用・開発・研究状況

H-IIAロケット



- ・我が国の基幹ロケット。
- ・三菱重工業(株)に打上げ輸送サービスを移管。(平成19年度打上げより)
- ・韓国衛星(KOMPSAT-3) 打上げサービス受注 (H24.5.18打上げ成功)
- ・H29.6.15現在、**34回打上げ、成功33回。成功率97%。**6号のみ失敗。

H-IIBロケット



- ・官民共同開発により、H-IIAロケットの技術を基に、打上げ能力を倍増。
- ・**宇宙ステーション補給機「こうのとり」打上げに対応。**
- ・三菱重工業(株)に打上げ輸送サービスを移管済。
- ・H29.6.15現在、**6回連続打上げ成功。成功率100%。**

イプシロンロケット



- ・小型衛星の打上げに適した機動的・効率的な小型ロケットを開発。
- ・我が国独自に培ってきた固体ロケット技術結集。
- ・H25.9.24打上げ成功。
- ・**H28.12.20強化型イプシロン2号機(打上げ能力向上)打上げ成功。(ジオスペース探査衛星)**

H3ロケット



- ・官民共同開発により、H-IIA/Bロケットの技術を基に、新型基幹ロケット(H3ロケット)を開発中。
- ・コスト半減(H-IIA半額)
- ・種子島整備作業短縮。(H-IIAの半分程度)
- ・新型1段エンジン(LE-9)
- ・改良型2段エンジン
- ・**2020年度試験機打上げ**

H-II Bロケットの概要

開発目的

- H-II Bロケットは、宇宙ステーション補給機 (HTV) 打上げに対応するとともに、国際競争力を確保することを目的として、H-II Aロケット標準型を基本として開発を実施。
- 官民が共同で開発を行なうこととし、民間の主体性・責任を重視した開発プロセスを採用。

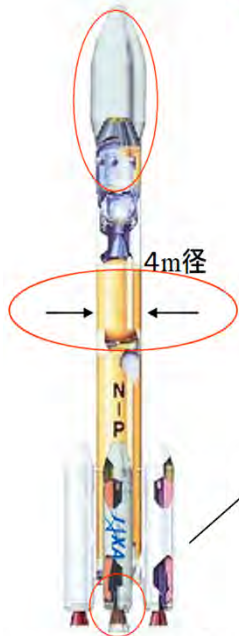
【H-II AからH-II Bの主な変更点】

既存技術の活用

- ◇ フェアリングを大型化 (HTV対応)
- ◇ 第1段コア機体の直径 5.2m化
- ◇ 第1段大型化に伴う射点設備の改修

新規技術

- ◇ 第1段エンジンの2基同時燃焼



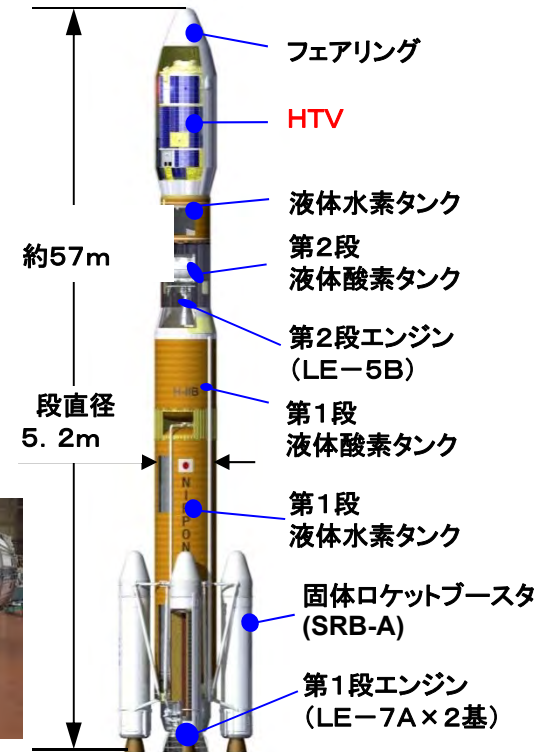
H-II Aロケット204型

約 5.8トン



H-II Bロケット

約 8 トン



		H-II Bロケット	H-II A204型 (参考)
全 長 全備質量		約57m 約530 ^ト	約53m 約445 ^ト
1段	タンク直径 推進薬質量 エンジン 推力	5.2m 176 ^ト LE-7A x 2基 112 ^ト x 2	4m 100 ^ト LE-7A x 1基 112 ^ト
2段	タンク直径 推進薬質量 エンジン 推力	4m 16.7 ^ト LE-5B x 1基 14 ^ト	同左
SRB-A	推進薬質量 装着基数	66 ^ト /本 4本	同左

静止トランスファー軌道打上げ能力 (GTO)

宇宙ステーション補給機「こうのとり」(HTV)の概要

国際約束に基づき、「きぼう」の維持・運用を行いつつ、国際宇宙ステーション(ISS)の運用に必要な物資輸送(実験装置、水、食料等)を行うために、「こうのとり」(HTV)を年に1機ずつ打ち上げる。

先進の宇宙技術の取得と発展

我が国の宇宙産業への貢献

国際標準の有人安全要求を満たす我が国宇宙企業による国内開発・製造

国際交渉力と主体性の確保

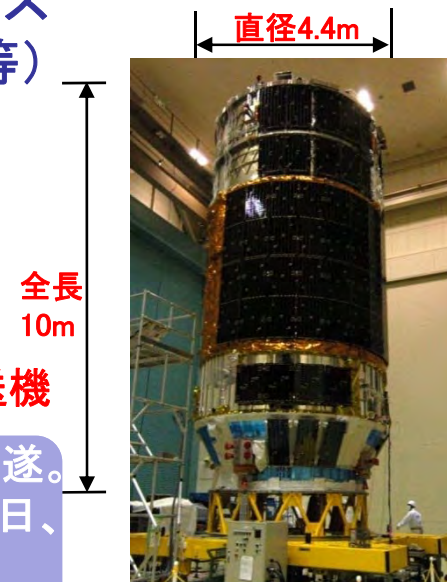
シャトル退役後は、船外機器や大型船内装置をISSへ輸送できる唯一の輸送機

技術実証機は、2009年9月11日に打上げられ、ISSへの物資輸送ミッション完遂。

2号機:2011年1月22日、3号機:2012年7月21日、4号機:2013年8月4日、

5号機:2015年8月19日打上げ、ミッション完遂。

6号機:2016年12月9日打上げ、ミッション完遂。



「こうのとり」
(HTV)



H-IIロケットにより打上げ



ISSに接近



ロボットアームで把持



ISSと結合



「こうのとり」の技術を基礎とし、物資回収機能を付加した無人回収機の研究中

種子島宇宙センターの概要

概要

1969(昭和44)年、旧宇宙開発事業団の発足とともに設立された種子島宇宙センターは、総面積約970万平方メートルにもおよぶ日本最大の宇宙開発施設である。

3.液体エンジン試験場

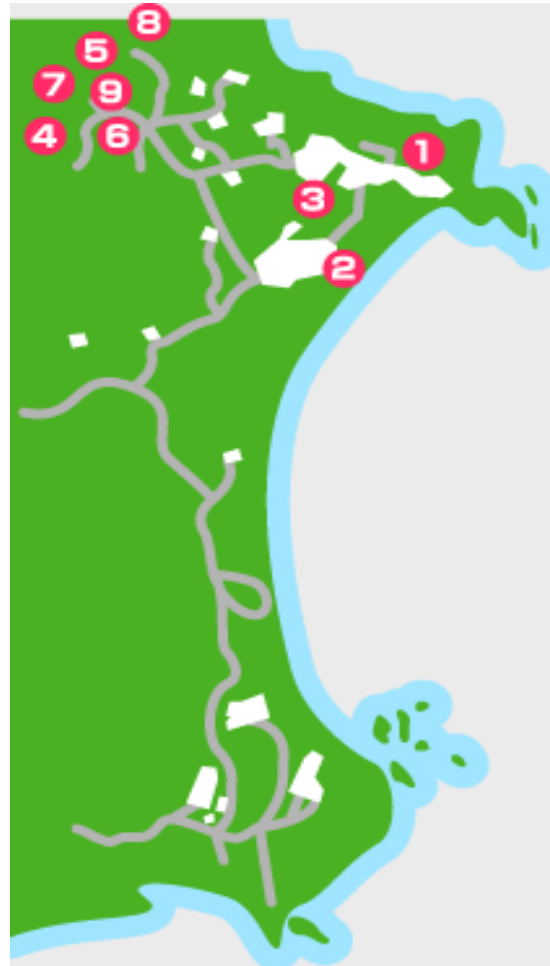


純国産のH-IIロケットの心臓部ともいえる第1段エンジン(LE-7)の地上燃焼試験を行った設備で、現在はH-IIAロケットの第1段エンジン(LE-7A)の地上燃焼試験を行っている(現在休止中)

4.衛星フェアリング組立棟



大型ロケットで打上げられる大型人工衛星の組立・整備・各種試験を行う施設



1.大型ロケット発射場



種子島宇宙センターには、第1射点(静止2トン級衛星の打上げに対応)と、第2射点(静止2~4トン級衛星の打上げに対応)の2つの大型ロケット発射塔が整備されており、ここでH-IIA・H-II Bロケットの打上げを行う。

- 1.大型ロケット発射場
- 2.中型ロケット発射場
- 3.液体エンジン試験場
- 4.衛星フェアリング組立棟
- 5.X線検査棟
- 6.第1衛星組立棟
- 7.第2衛星組立棟
- 8.広田光学観測所
- 9.大崎発電所



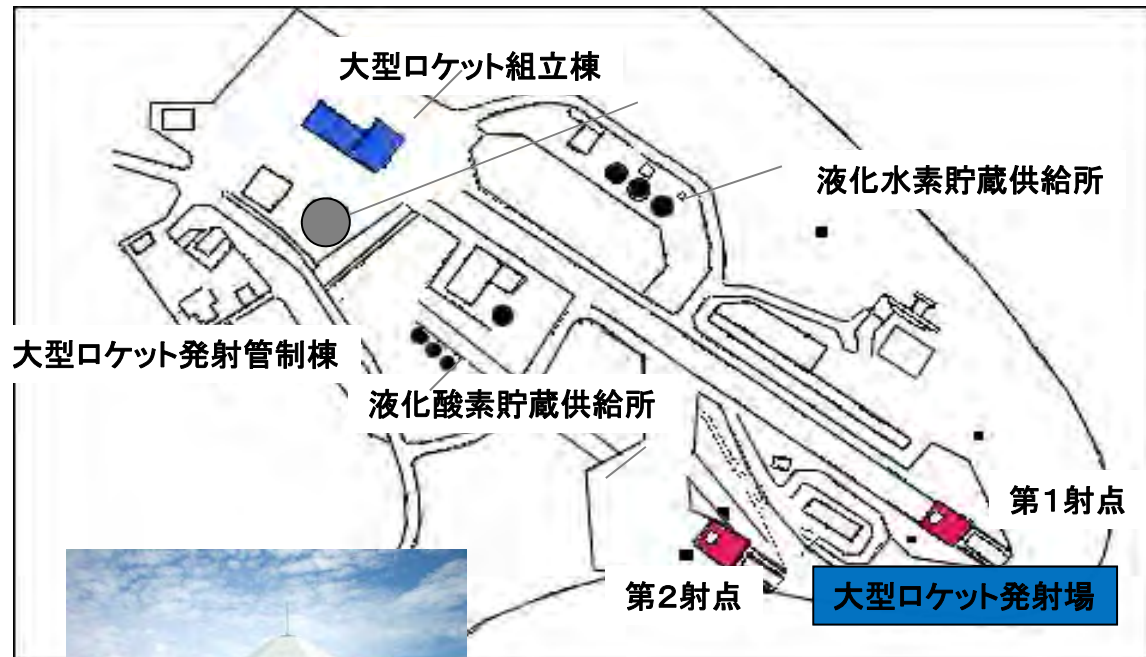
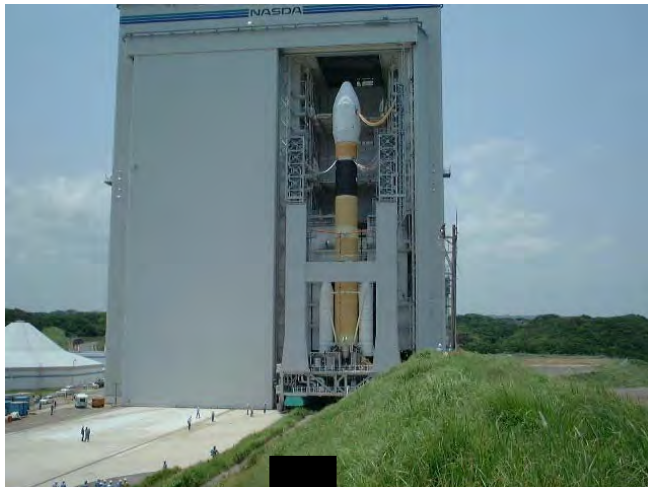
大型ロケット発射場



ロケットの打上げ作業(1/2)

Y-O : 打上げ当日 機体移動

打上げ約12時間前 ロケットは大型ロケット組立棟から射点に運ばれる



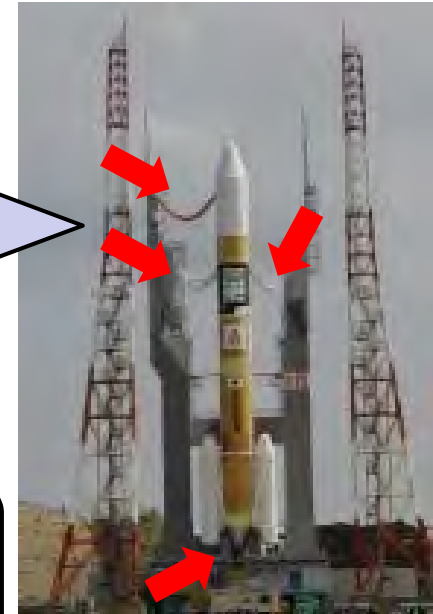
大型ロケット発射管制棟

総員退避
打上げ約7時間前
射点周辺3kmは誰も
入れなくなる。

ロケットの打上げ作業(2/2)

- ・推進薬充填
- ・データ受信局準備
- ・ロケット系機能点検

射点のロケットはいろいろなところで地上の設備とつながっていて、燃料・電気・空調などが供給されている。アンビリカルケーブル（ヘその緒という意味）と呼ぶ。打上げと同時に離れる仕組み。



X-60分ターミナル・カウントダウン

- ・推進薬100%充填維持
- ・風観測
- ・プログラムレート再設定
- ・推進薬最終充填

発射指揮者により
スイッチ・オン

X-270秒自動カウントダウン シーケンス発令



自動カウントダウンシーケンス

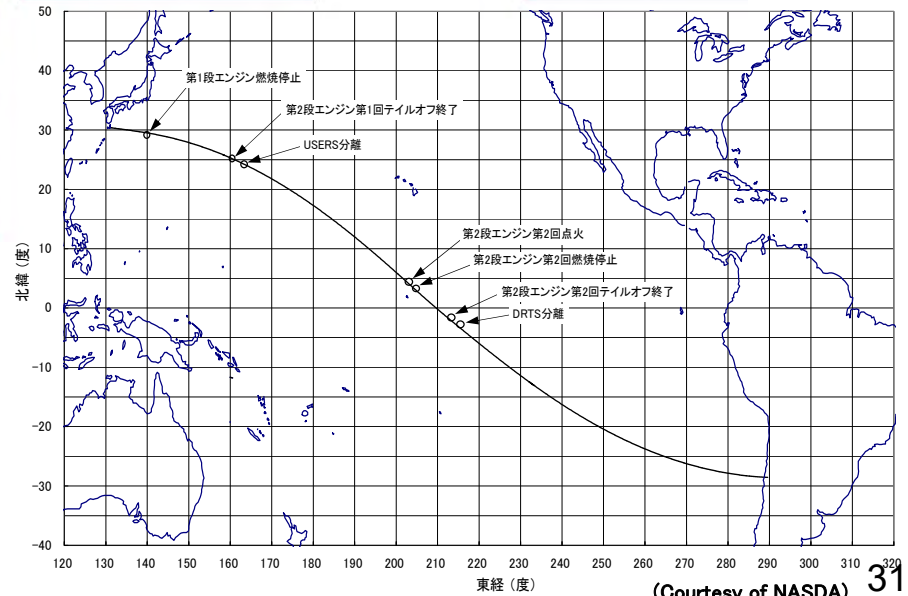
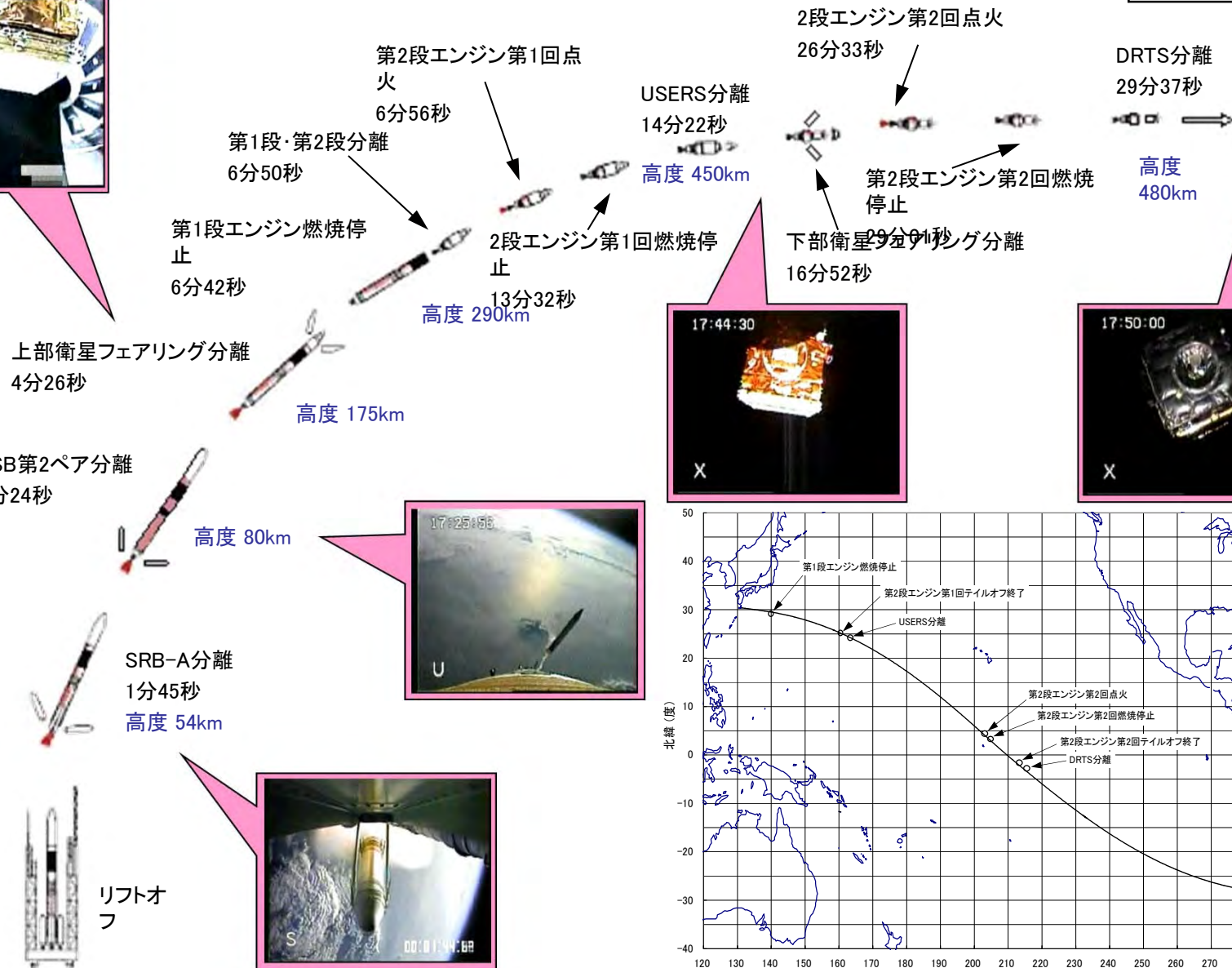
作業は自動で進行。
問題が発生したら
「緊急停止」する。

X-0秒リフト・オフ！

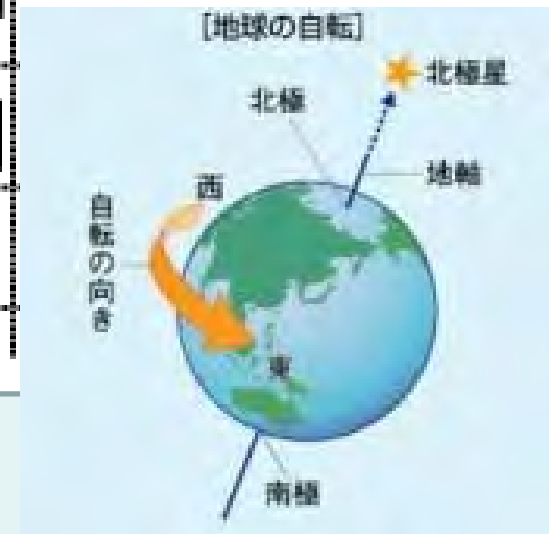
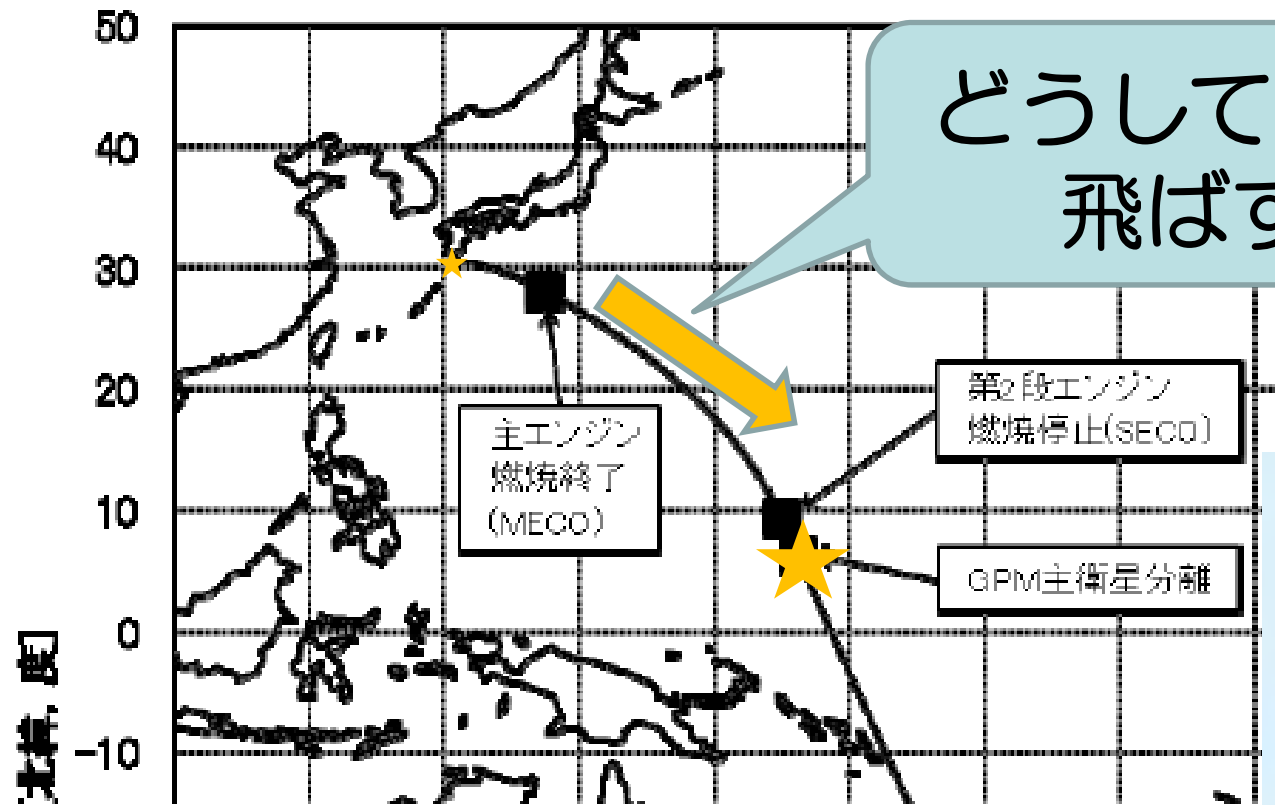
代表的なフライトシーケンス (3号機)

MHI提供

出典：JAXA HP



ロケットの飛行経路

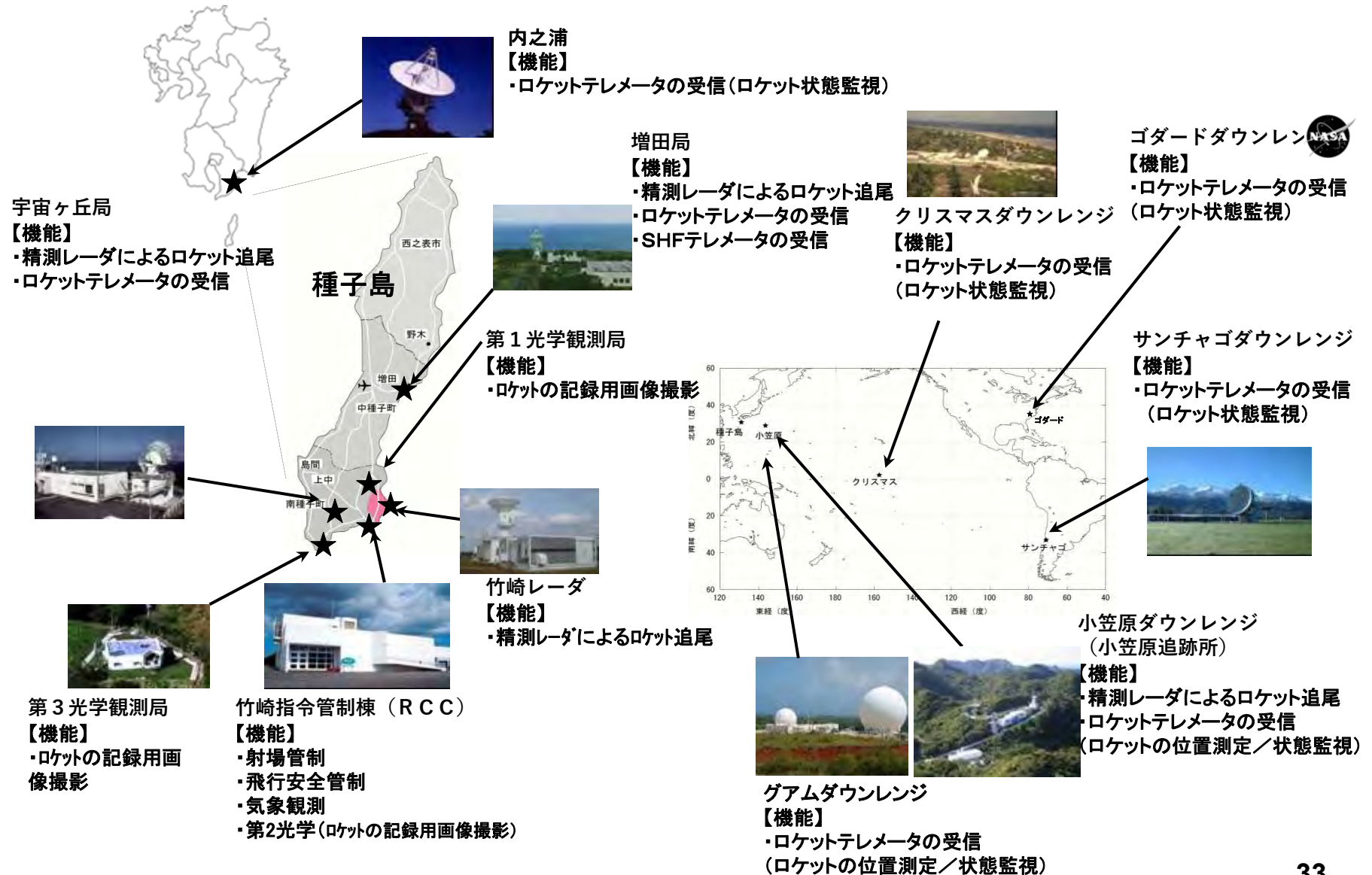


答え

地球の自転の力を最大限利用するため。

地球が回っているのと同じ方向（東→西）に飛ぶと、地球との回っている速さを利用できる。
地球表面が自転によっての回っている速さは赤道上が一番速い。

ダウンレンジ局の概要



JAXAの有人輸送機 開発構想案

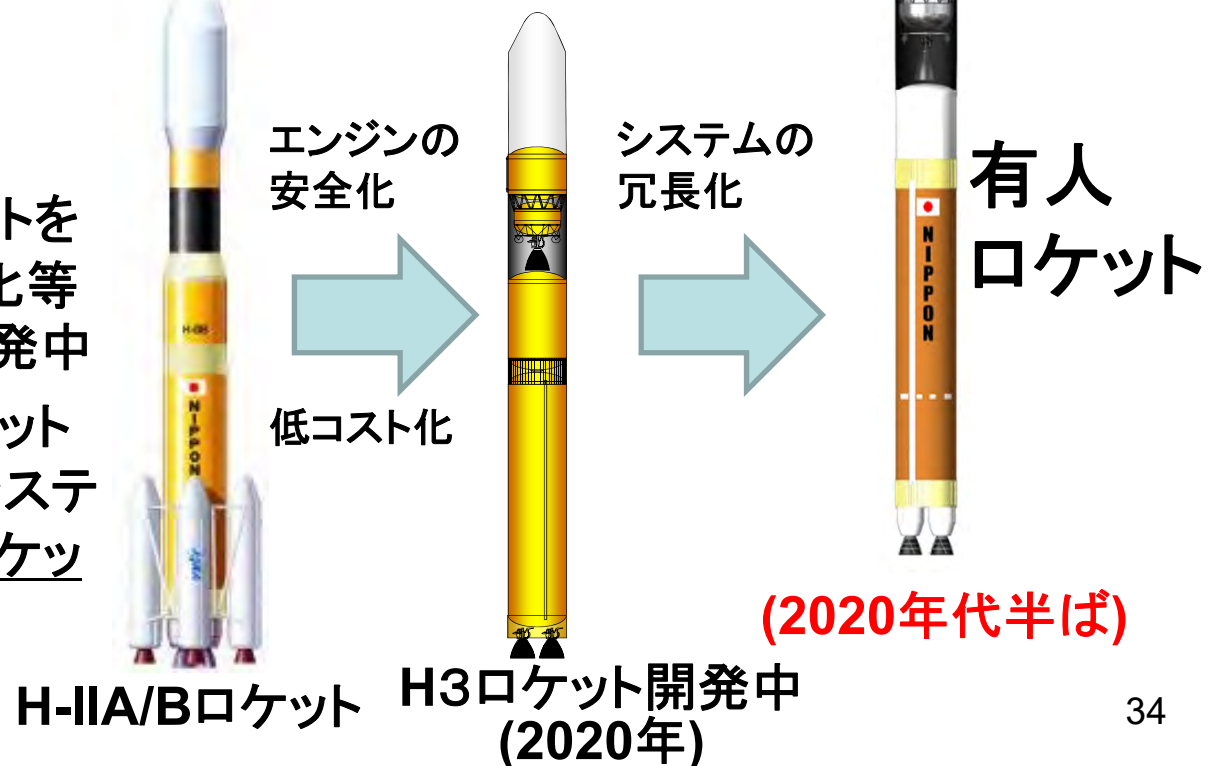
有人宇宙船

- 第1ステップ:「このとり」に帰還モジュールを付加したHTV-Rにより帰還技術を獲得。
- 第2ステップ: HTV-Rを発展させて有人宇宙船を開発。

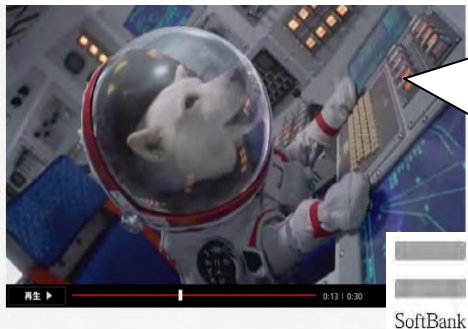


有人ロケット

- 第1ステップ: H-IIA/Bロケットをベースに、エンジンの安全化等で次期基幹(H3)ロケット開発中
- 第2ステップ: 次期基幹ロケットに緊急脱出装置の追加、システムの冗長化を行い、有人ロケットを開発。



将来の有人ロケット打上げの前に、「お父さん」を打上げる(?)



白戸家のコマーシャルをみんな見てくれたかな？
実はあの映像に出てくるロケットこそがH-II Bロケットなんだ。
んっ？、何でロケットを打ち上げたのかって！？
とってもとってもだいじなミッションがあったからなんだ！！

5. 小惑星探査機「はやぶさ2」

「はやぶさ2」のアプローチ(52億kmの旅)

ミッション：地球接近小惑星1999JU3(C型で、イトカワより始原的な小惑星。有機物や含水鉱物に富んでいる。)のサンプルリターン

2014年12月3日 打上げ

2015年12月3日 地球スイングバイ
(小惑星に向かう)
太陽に対する速度30.3→31.9km/s
2018年6-7月 小惑星到着

約18ヶ月 小惑星滞在期間

衝突装置の衝突

2019年11-12月 小惑星出発
(地球に向かう)

2020年11-12月 地球帰還

2021 詳細分析公募



電気推進
動力飛行



科学観測・
試料採取



電気推進
動力飛行



採取試料
初期分析・
キュレーション



採取試料
初期分析・
キュレーション



衝突装置が小惑星に衝突

探査機によるリモートセンシング観測では、光学カメラ、赤外線分光計、LIDAR(距離測定)などの機器を用いて、小惑星の特性を調べる。その後小惑星の近接観測、探査ロボットの投下、表面試料の採取を行う。



衝突体の衝突による小惑星表面地形の変化や形成された人工クレーターなどを探査機が観測することで、小惑星の地下物質、内部構造、再集積過程に関する新たな知見を得 安全が確認できれば、人工クレーター近傍での試料採取にも挑む。



なぜ小惑星を調べるのか？

① 太陽系の理解

小惑星とはどういう天体か

太陽系の誕生のカギをにぎる化石

② 地球防衛

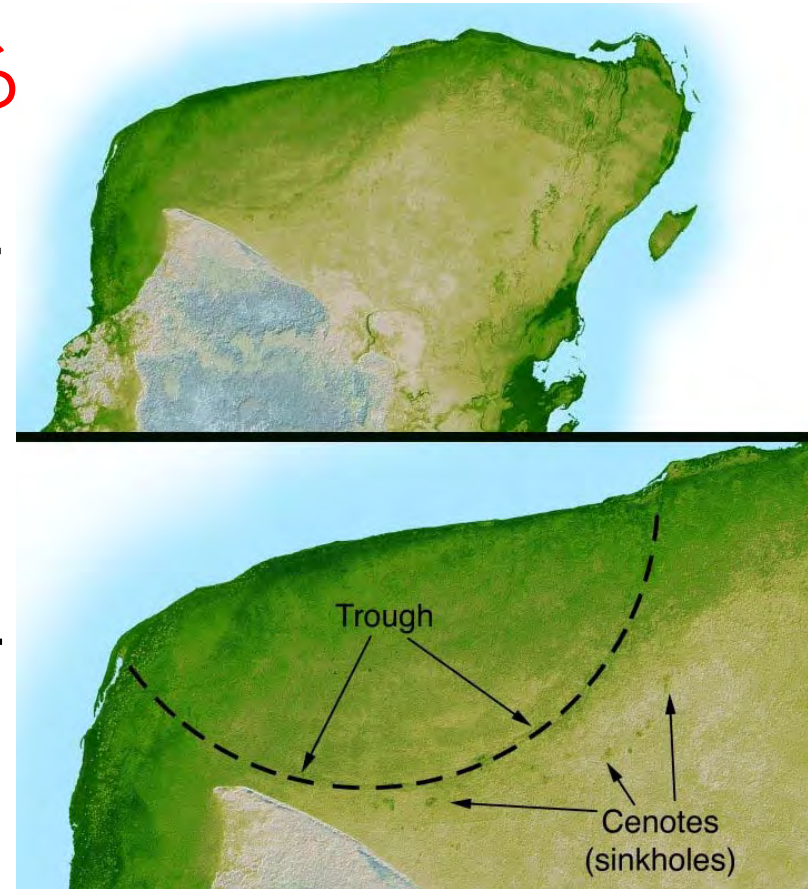
地球にぶつかってくる「敵」を知る

③ 資源

宇宙利用の拠点・資源

チクシュルーブクレーター

- メキシコのユカタン半島にある、恐竜絶滅の原因とされる隕石衝突の跡
- クレーターそのものは、地下1000mに埋没
- 6500万年前に直径約10kmの小惑星が衝突
- 衝突時のエネルギーはTNT火薬換算で8000万MT (広島型原爆が約0.015MTで、その50億発分以上)



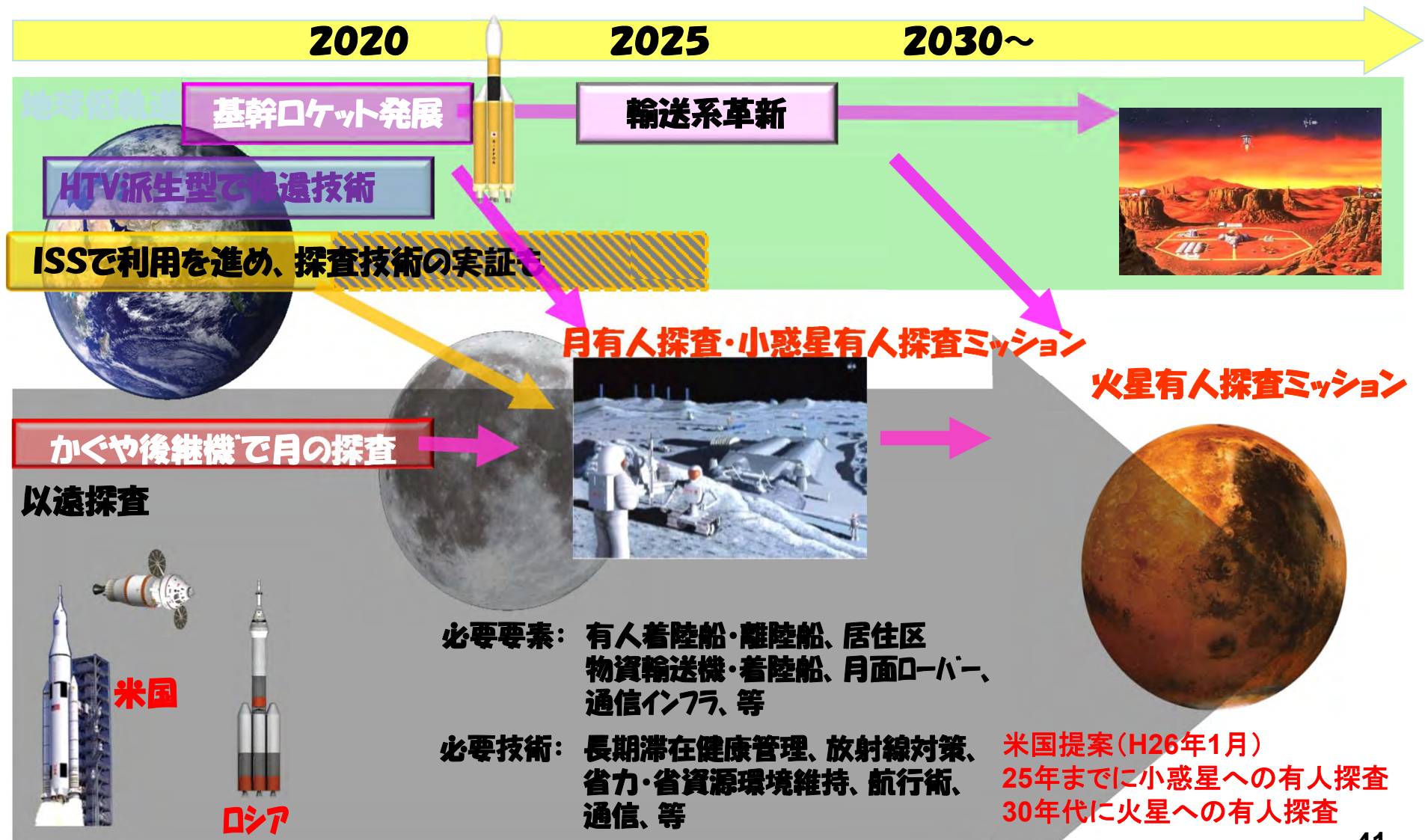
6. 人類の夢「有人火星探査」



映画「オゼッセイ」

火星に残された宇宙飛行士の想像を絶するサバイバル・ストーリー（必ず地球に帰るという強い意思を持って科学的思考とユーモアでサバイバルを行い、無事地球に帰ってきた。技術と精神の勝利）

有人火星探査のロードマップ



世界一の火星探査機「キュリオシティ」

NASA火星探査機「キュリオシティ」(好奇心)(2011年11月26日打上、2012年8月6日軟着陸)

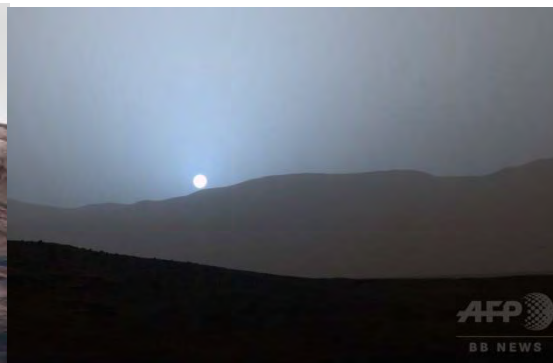
- ①長さ3m、重さ900kg、②電源:原子力電池(プルトニウム238、4.8kg)、平均速度:30m/h程度、
③火星の表面と内部を解析。生命を保持できる可能性を調査。④期間は最低、1火星年(2.2地球年)



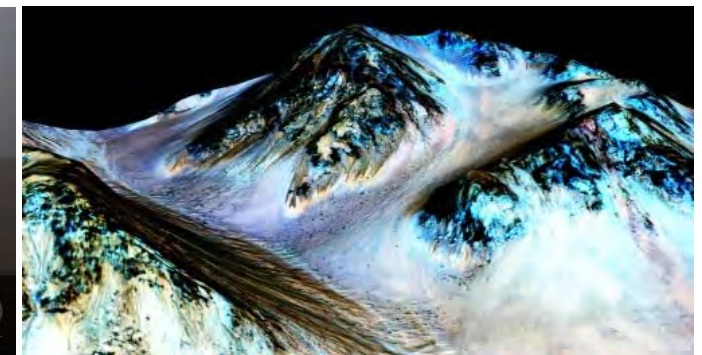
火星のシャープ山をゆっくり登りながらバクノルド砂丘の調査(2016年1月14日)
(地球の砂丘より重力が小さい大気が薄い環境での砂丘のでき方を調査)



水の流れの痕跡発見
(2012年9月28日)



火星の青い夕焼け
(2015年5月14日)



液体の水が流れている証拠発見
(2015年9月29日)

観測衛星: マーズ・リコネサンス・オービター
黒い縞模様で「過塩素酸塩」検出 42

現在の訓練様子(その1)

1. 火星や月を想定したフィールド試験(NASA、1回/年)

- ①アリゾナ州の砂漠を舞台に実施。2週間。「Desert-RAT」と呼ばれている。
- ②有人探査に欠かせない乗り物、ロボット、居住設備の試験と操作訓練。
- ③居住施設を空気で膨らまし建設。強い放射線遮断機能を持つ。

2. 仮想の有人火星探査機での試験(ロシア、2010年6月～2011年11月の520日間)

- ①往路250日、火星周回軌道30日、復路240日の想定。「Mars500」と呼んでいる。
- ②参加者は6名(ロシア、イタリア、フランス、中国の研究者、エンジニア、医師など)
- ③1人3.4m²の個室、リビング、医学実験の医療室、倉庫、ジム、野菜育成室等。
- ④閉鎖環境での生活の身体や精神へ及ぼす影響調査。最終日に全員元気な姿。



現在の訓練様子(その2)、その他



ハワイ島の専用施設

3. 疑似火星基地の「隔離生活実験」(NASA)

- ①ハワイ島のマウナロア火山を舞台に実施。
- ②1階:3LDK程度、共有スペース、2階:個室、トイレ
- ③6名で約1年訓練実施済。
- ④閉ざされた空間の宇宙飛行士への精神面の影響調査。
- ⑤外部との接触は最低限。(食糧の差し入れの受取)
- ⑥船外活動服を着ての岩石採集、機器修理等実施。



JAXAの閉鎖環境適応訓練設備

4. 有人閉鎖環境滞在試験(JAXA)

- ①JAXA筑波宇宙センターの閉鎖環境適応訓練設備を使用。
- ②2015年度1回、2016年度3回、各回約2週間閉鎖試験。
- ③被験者8名(成人男性のみ)。
- ④被験者が感じるストレスを反映する客観的指標(ストレスマーカ)を抽出するのが目的。将来の超長期有人宇宙滞在にも適用可能な精神心理健康管理手法を獲得する。
- ⑤ISS滞在を模したストレス負荷を受けつつ、課題を実施。



左図:(開発中)次世代宇宙船「オリオン」想像図

- ①2014年12月初期モデル打上げ
(機体の耐久性データ等の取得)
- ②2回目打上げ予定: 2018年
- ③最初の有人宇宙飛行予定:2023年



右図:火星探査で使用する予定の宇宙服(Z-2)

7. 誰でもが行ける宇宙旅行



宇宙旅行とは？

地上より高度100km以上（宇宙空間）の場所に短時間でも滞在し、地上へ戻ってくれば、宇宙旅行をしたことになる。（国際航空連盟）

宇宙旅行の種類

- ①弾道飛行が一番簡単な宇宙旅行
- ②地球を周回する宇宙旅行
- ③国際宇宙ステーションに宿泊する宇宙旅行
- ④月、火星に滞在する宇宙旅行
- ⑤宇宙エレベーターを利用した宇宙旅行

スペースシップ2

(スペースブレン)
(H26.11.1事故発生)
(運用開始:2018年末)
(予約:900名超、H25.1)

ヴァージン・ギャラクティック社のH/Pより



ヴァージン・ギャラクティック社

宇宙港: スペースポートアメリカ

ヴァージン・ギャラクティック社のH/Pより



米ニューメキシコ州完成、2011.10.17

宇宙旅行の概要(年間500名の観光客)

乗客6名、全フライト時間約2時間の飛行

①無重力体験: 約4分間、②窓から観望: 宇宙空間と美しい地球、③重力加速度体験: 約6G

宇宙船: スペースシップ2の形状

翼長: 約8.2m、全長: 約18.3m、高さ: 約4.6m

客室長さ: 約3.7m、客室直径: 約2.7m

使用する宇宙空港

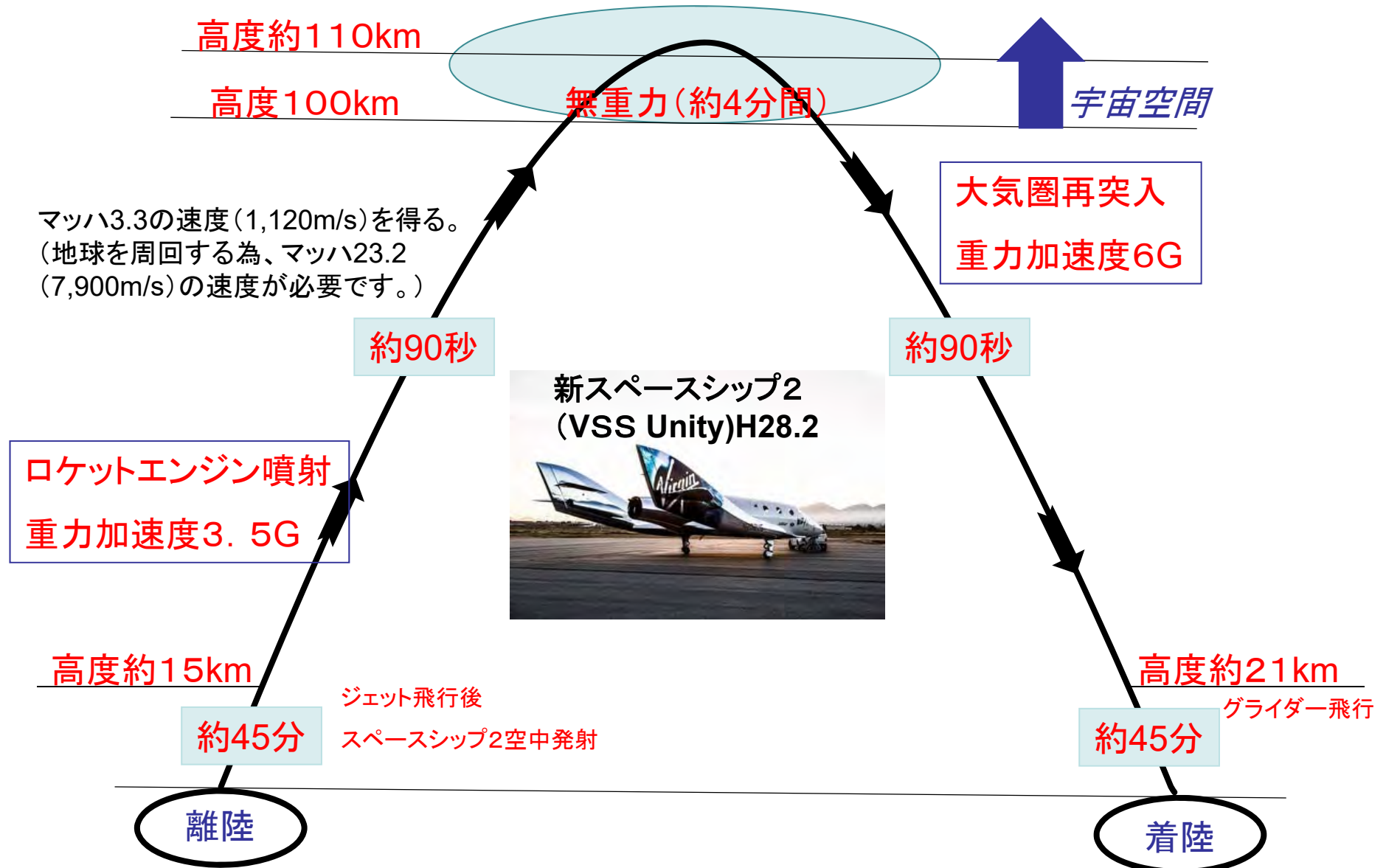
ニューメキシコ州ヴァージンギャラクティック社宇宙旅行基地
(スペースポートアメリカ)

費用の概要(含: 3日間の訓練参加費用)

発売当初: 25万USDドル(約2800万円)

将来: 2.5万USDドル(約280万円) (1\$=112円)

フライトスケジュール(スペースシップ2)



月から見た美しい地球



「宇宙・科学教室 in 倉敷」に参加した皆さんへ

皆さん一人ひとりが、友達と仲良くし、自分の夢を持って勉強、遊び、スポーツに頑張ってください。宇宙には知らない事が多いのです。先生や友達に聞いたり、色々な本を読んで調べて下さい。

君たちが宇宙で活躍する日を楽しみに待っています。

NPO法人 宇宙アドバイザー協会

©JAXA/NHK

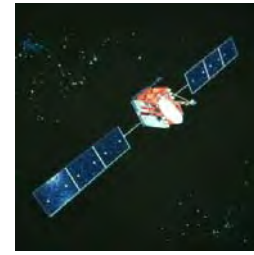
(おまけ)

生活に役立つ実用衛星

①準天頂衛星(日本版GPS)

②宇宙太陽光発電衛星

人工衛星の種類



通信・放送

気象

地球観測

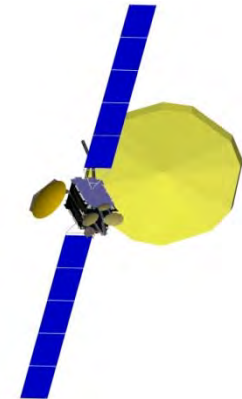
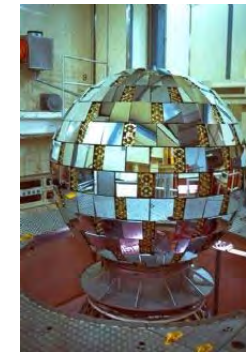
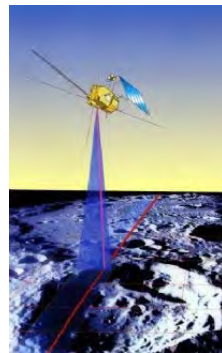
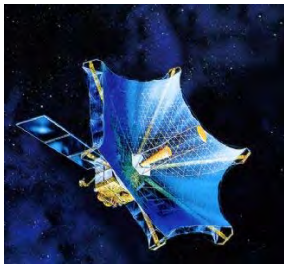
生活に密着したニーズある衛星開発へ...

科学

測位・測地

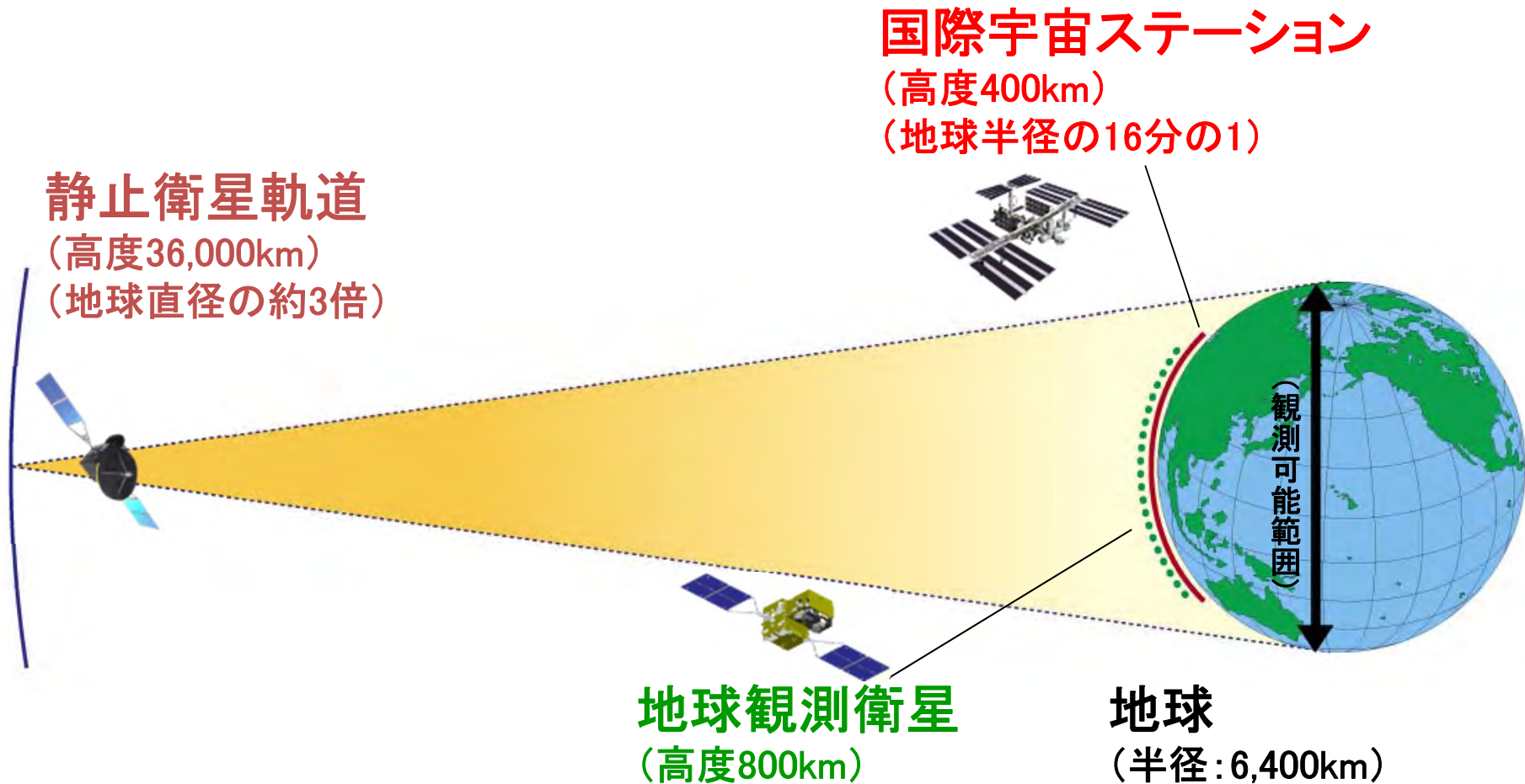
(月・惑星探査)

技術開発

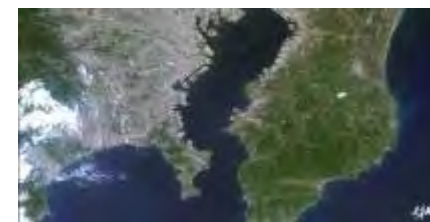
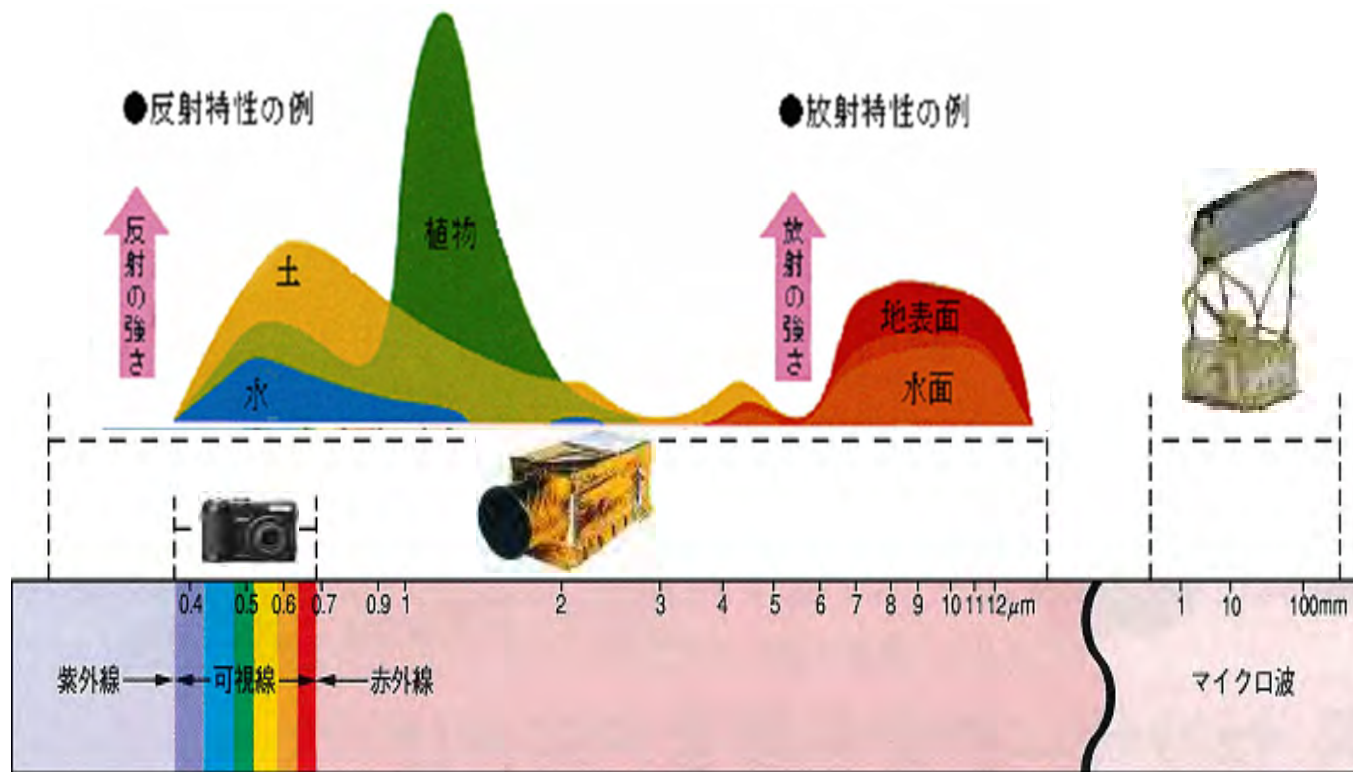


目的(しごと)に応じて様々な種類の人工衛星がある!!

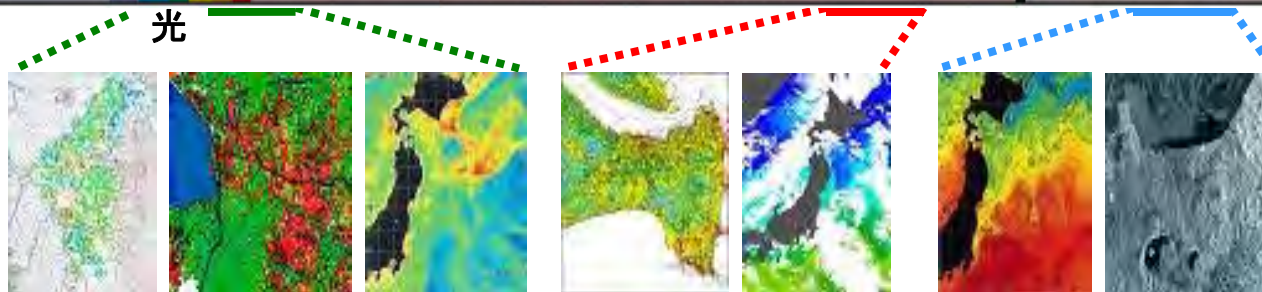
人工衛星・宇宙ステーションの高さ



宇宙から何が見えるか？



・人の見た目と同様の画像(関東地方)



・植物活性度

・森林/風倒被害

・水色
(植物プランクトン)

・地表面温度

・海面温度

・海面温度
(雲透過)

・海水分布



・マイクロ波の画像

①準天頂衛星「みちびき」 （日本版GPS）

2018年度：4基体制を構築

2010年9月11日 1号機打上げ
2017年6月 1日 2号機打上げ
2017年8月11日 3号機打上げ予定
2017年度中 4号機打上げ予定
(注) 3号機のみ静止衛星軌道

25.3m

外観形状	2.9m×3.1m×6.2m (打上げ時)
質量	約4トン (打上げ時)
発生電力	約5kw
寿命	10年以上
軌道高度	約40,000km

「みちびき」を使った精密測位

「みちびき」からの補強情報を使って測位
(基準点を必要としない単独の精密測位)



- 現状、精度30cmまで達成
- 精度10cm以下に向けた研究開発

アンテナ・受信機を持ってロータリーを道路の縁に沿って移動



測位結果(リアルタイム)



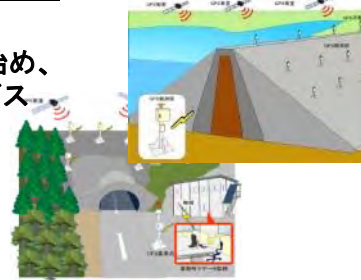
...単独測位
...精密測位
(LEX-PPP)

道路内(道幅7m)の
どこにいたがわかる

衛星測位の利用分野(精密測位 数cm~10cm)

変位観測(ダム・大型橋梁、 地滑り監視)

国際航業と古野電気を始め、
民間企業複数社がサービス



©計測ネットサービス(株)

<http://www.keisokunet.com/>

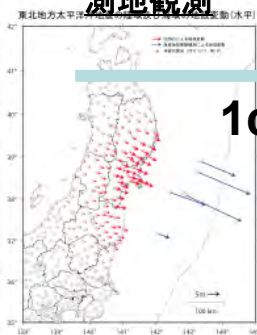
精密農業(農機自動制御)



米国や豪州では、cm級の補正情報サービスとともに普及
日本では、北海道大や、農研機構(中央農業総合研究センター)が研究実施



地殻変動観測・ 測地観測



国土地理院・気象庁



波浪・津波監視ブイ

国交省港湾局:15基を設置リアル
タイムにデータ公開。気象庁も利用



精密地図(三次元点群データ)

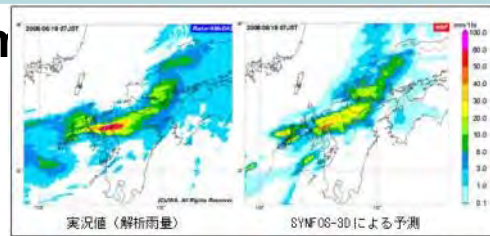
三菱電機、トプコン、ニコントリニブルが
ハードウェアを販売、
測量会社・レンタル会社などが運用



鉱山:自動ダンプ運行

コマツ+トプコン:チリと豪州で運用中

1cm



6月19日7:00の観測値 6月19日3:00に行った7:00の予測結果

©日本気象協会

可降水量推定

- ・気象庁、気象協会: GPSによる推定値
を初期値として数値天気予報精度改善
- ・京都大: みちびきを用いたより詳細な
可降水量分布に関する研究

数cm



測量

パスコ、ジェノバ他: 電子
基準点データを使った補
正情報配信サービス

10cm



©計測ネットサービス(株)

<http://www.keisokunet.com/>

情報化施工(建設機械制御)

国交省が情報化施工戦略に基づき推
進会議を設置、産官学で普及を推進

位置情報サービス分野での利用(例)

既サービス(例)

携帯電話、スマートフォン内蔵のGPSによる位置情報を用いたサービスが実用化され、普及している。

歩行者ナビ

気象・地震ニュース配信

観光ナビ

見守りサービス

位置に応じた公告・クーポン

グルメナビ

SNS 位置ゲーム

ランニング・登山記録管理

カメラ

AR(拡張現実)



位置情報に応じたグルメナビの実用例:
「食べログ」

AR(拡張現実)を使った観光ナビのイメージ

「みちびき」でより便利に

★利用エリアの拡大(測位率の改善)

ビル街や山間でのサービス利用性アップ

★地上インフラに依存しない精密測位

正確な道案内、障害者支援

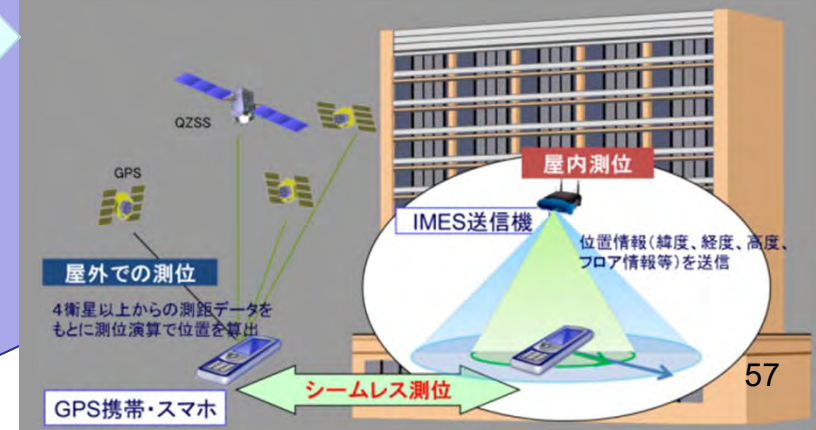
★衛星経由の災害情報の配信

地上インフラ ダウン時の災害情報入手

★信号認証

特定エリアに限定するセキュリティ設定

さらに、IMES(屋内測位システム)と組み合わせることで
屋内外でシームレスに位置情報の入手が可能
→その他、公告やマーケティングにも応用可能



農業分野での利用(例)

既サービス(例)

現在の普及状況(国内)

農業人口200万人

・軌跡表示2,000台

・運転支援200台

精密農業

- ・農機の走行軌跡表示
- ・農機の走行支援(ナビ)
- ・農機の自動走行(無人走行)

※研究段階



自動走行実験@北海道大学

地上回線経由での精密測位により実現はしつつあるが、携帯通信網のない場所や、通信費(コスト)の問題もあり、普及していない。



精密測位による
無人運転

※研究段階

田植機

「みちびき」でより便利に

★基準点のいない精密測位

★通信網(携帯回線)のいない精密測位

★山間部などエリアの拡大(測位率の改善)

精密農業のエリアの拡大

農業人口の高齢化、
人手不足への貢献

②宇宙太陽光発電衛星

(低炭素社会を支えるエネルギーの実現)



宇宙空間において太陽エネルギーを集め、そのエネルギーを地上へ伝送して、地上において電力等として利用する新しいエネルギーシステム。

関係機関が連携しシステム検討を実施。

エネルギー伝送技術について地上技術実証を進める。その結果をふまえ、「きぼう」や小型衛星を活用した軌道上実証に着手する。