

技術的側面から未来の宇宙 探査と生活を想像してみる

京都大学
生存圏研究所・宇宙総合学研究ユニット・工学研究科

山川 宏

<http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/~yamakawa>

平成22年1月9-10日
第3回宇宙ユニットシンポジウム

自己紹介を兼ねて:今まで携わってきたこと (人工衛星、惑星探査機の研究)



宇宙望遠鏡衛星の開発(鹿児島・内之浦)



無重力実験
(愛知・名古屋)



火星探査機の軌道決定(NASA・JPL)

自己紹介を兼ねて:今まで携わってきたこと (ロケットシステムの研究)



大気球を使った工学実験(岩手・三陸)



再使用型ロケットの実験(秋田・能代)



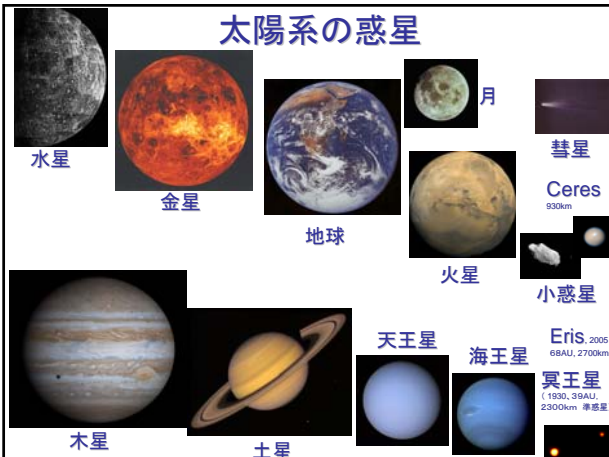
M-Vロケット軌道計画・衛星打上・追跡(鹿児島・内之浦)



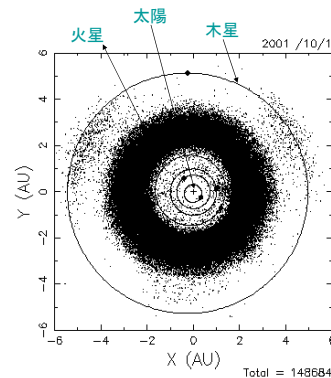
宇宙探査の行き先: 地球、月、そして、太陽系



太陽系の惑星



小惑星



2009年1月の時点で、発見され軌道が求められている小惑星 約44万個
軌道が確定(番号付き) 約20万個
地球軌道に接近するもの 約5900個

小惑星図
(提供: JAXA吉川真 助教授)



月惑星探査の歴史

過去、現在、未来

携帯電話の世界

23年前(1987年)
 まだ使っています

13年前(1997年)

現在(2010年)

宇宙開発の世界

約50年前
 1957年 スプートニク1号
 1961年 ガガーリン宇宙飛行

約40年前
 1969年 アポロ月面着陸
 1970年 人工衛星おすみ

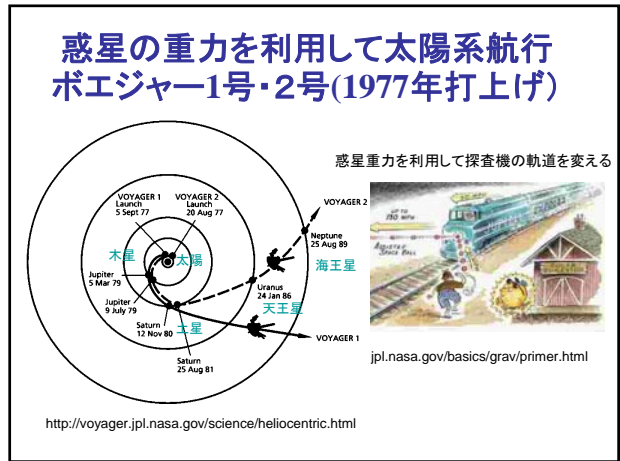
現在
 2010年 天気予報、GPS衛星
 月、惑星探査

未来
 2050年 ??????????

人類は、これまで、何機ぐらい月・惑星に探査機を送ったのか？

水星	1機	Mariner 10
金星	約40機	Venera, Mariner, Kosmos, Pioneer-Venus, Magellan, Galileo
月	約110機	Pioneer, Luna, Ranger, Surveyor, Apollo, Hiten, Clementine
火星	約30機	Mars, Mariner, Viking, Phobos, Pathfinder
小惑星	2機	Galileo, Near
木星	6機	Pioneer 10, 11, Voyager 2, 1, Ulysses, Galileo
土星	4機	Pioneer 11, Voyager 2, 1, Cassini
天王星	1機	Voyager 2
海王星	1機	Voyager 2
彗星	5機	ICE, Vega 1, 2, Sakigake, Suisei, Giotto

(2000年時点)



日本の月惑星探査の歴史

1985 さきがけ(ハレー彗星)

1985 すいせい(ハレー彗星)

1990 ひてん(月)

1992 GEOTAIL(地球、月)

1998 のぞみ(火星) 残念

2003 はやぶさ(小惑星)

2007 かぐや(月)

2010 PLANET-C(金星)

2013 BepiColombo(水星)

BepiColombo (JAXA)

KAGUYA (JAXA)

現在(2010) →

日本初の月周回衛星 工学実験衛星「ひてん」 惑星間航行技術の習得(1990-1993)

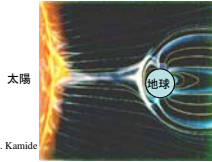
<http://www.isas.ac.jp/center/missions/completed/hiten.html>

「ひてん(探知)」
第1回スイングバイ後の軌道

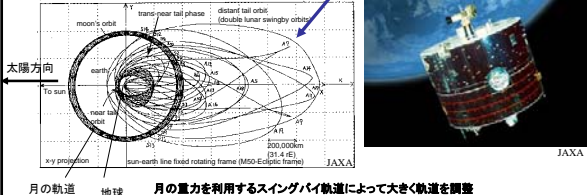
スイングバイ技術
月惑星重力の積極的利用による軌道制御

Copyright JAXA

地球・月を飛びまわり宇宙環境を探る GEOTAIL衛星(1992-現在)



太陽から来るプラズマ流(太陽風)と地球磁場が作る磁気圏(地球のしっぽ)を観測する衛星



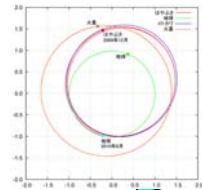
火星までの厳しい旅を経験した 火星探査機「のぞみ」(1998-2004)



小惑星探査機「はやぶさ」(2003-)



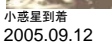
打ち上げ
2003.05.09



地球スイングバイ
2004.05.19



表面物質の採集

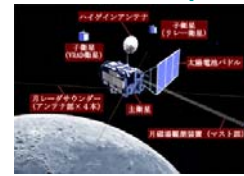


小惑星到着
2005.09.12

地球帰還
2007.06
⇒ 2010.06

JAXA 吉川真氏提供

月を徹底的に探査した 月周回衛星「かぐや」(2007-2009)

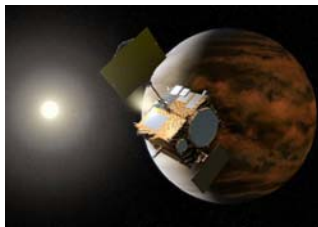


JAXA

http://www.selene.jaxa.jp/ja/about/about_sat_j.htm



金星大気の謎を解明する 金星探査機「あかつき (PLANET-C)」



- 金星周回軌道から、雲の下まで透視するリモートセンシングによって地球の兄弟星の気候の成り立ちに迫る
- 地球に無い高速大気循環「超回転」はなぜ起こる?
- 全球を隙間無くおおう雲はどう作られるのか?
- 氷晶の生じない大気に雷は起こるか?
- 活火山はあるか?



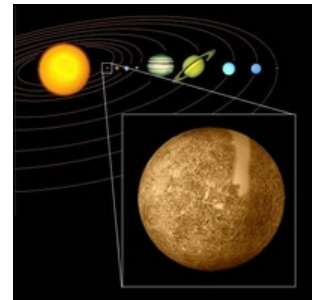
JAXA 石井慎明氏提供

水星探査の難しさ

太陽からの距離
地球: 1.0
火星: 1.5
金星: 0.7
水星: 0.3
木星: 5.0

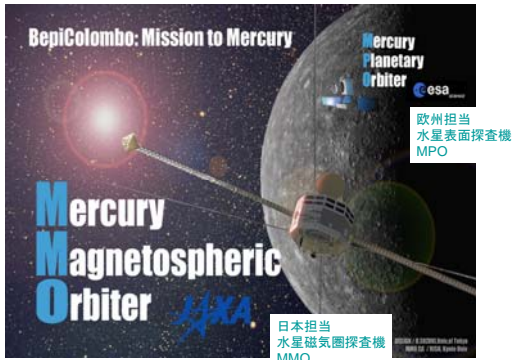
- 水星に到達するのに多くの燃料が必要
- 高温、高放射線環境

- なぜ行くの?
- まだ何もわかっていない
 - 水星にも磁場があるかも



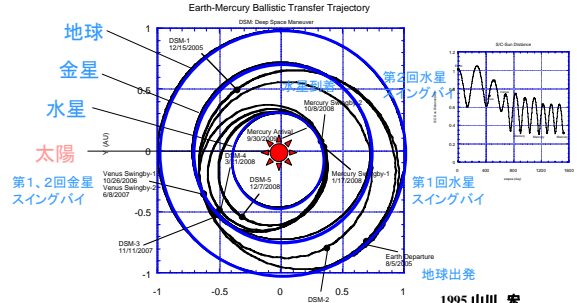
ESA提供

日欧国際共同計画BepiColombo
2014年Arianeロケットで打上げ予定

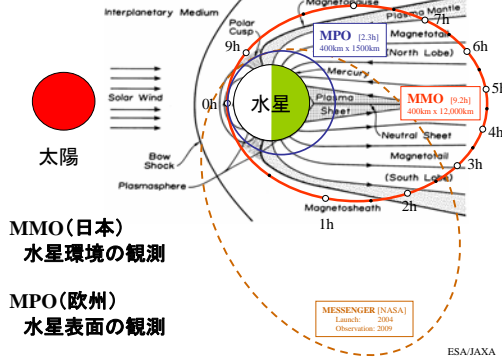


水星に行くまでの道のりの一例

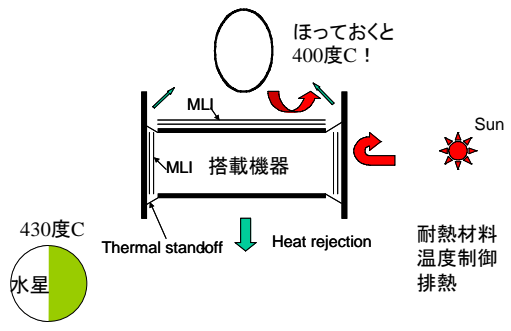
化学推進エンジン
地球出発→金星→金星→水星→水星→水星到着



日欧国際共同計画BepiColombo
水星周回軌道



MMO探査機は温度対策が命



近未来の月惑星探査
～小惑星～



小惑星

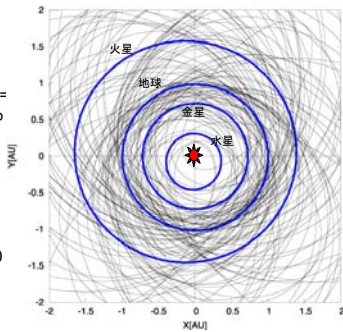
隕石のふるさと、恐竜の絶滅、宇宙時代の資源の宝庫。隕石から生命に必要な水、塩、糖が見つかる



地球近傍の小惑星の分布

・近日点距離が1.3 AU(1 AU=太陽-地球間距離)以下である地球接近小惑星(Near-Earth Asteroids)は約5,400個。

・そのうち、地球軌道に0.05AU以内に接近する要注意の小惑星PHA (Potentially Hazardous Asteroids) は940個存在。



地球を含む内惑星近傍の小惑星群 (青:内側から水星、金星、地球、火星の軌道) JAXA菅川真氏

ツングースカ隕石 (シベリア、1908年、直径60-100m程度)

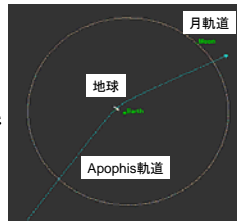
- ・地球に落下した天体が爆発したとみられる。
- ・半径約 30 kmの森林が炎上し、約 2,150 km²の範囲の樹木が倒壊。
- ・質量約 10万トン・直径 60-100メートルの天体が地表から 6-8 キロメートル上空で爆発か。



http://10e.org/m2/archives/200706/292229.php

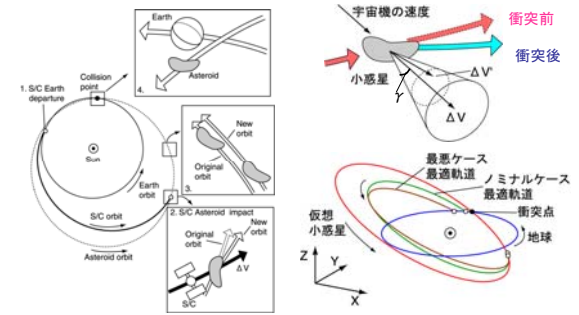
小惑星 Apophis(アポフィス)

- ・ 2004年、Tholenらが発見
- ・ 直径約270m
- ・ 2029年4月、GEOの内側で地球に再接近。その際、軌道が変更される。
- 2036年に地球に再接近する際の、現段階の推定確率
- 数万分の1(ゼロではない)



(A. Carusi) April 2029 Encounter

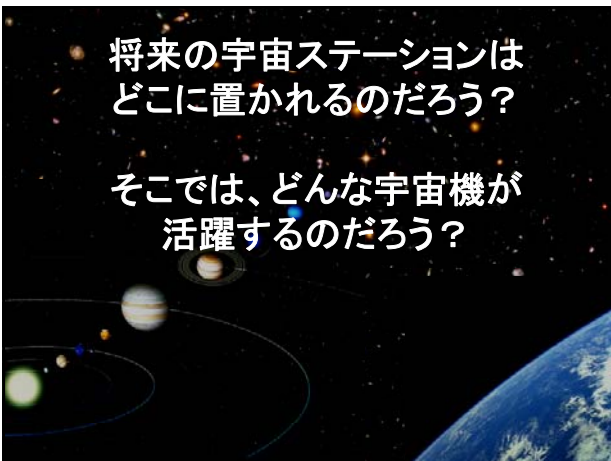
検討中:地球接近小惑星の軌道変更ミッション 探査機(1ton)衝突による地球衝突回避



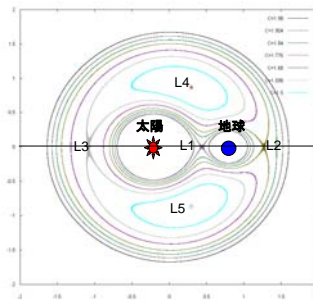
山口(総研大)、山川(京大)、小木曾(大阪府立大)、吉川(宇宙研)

将来の宇宙ステーションはどこに置かれるのだろうか？

そこでは、どんな宇宙機が活躍するのだろうか？

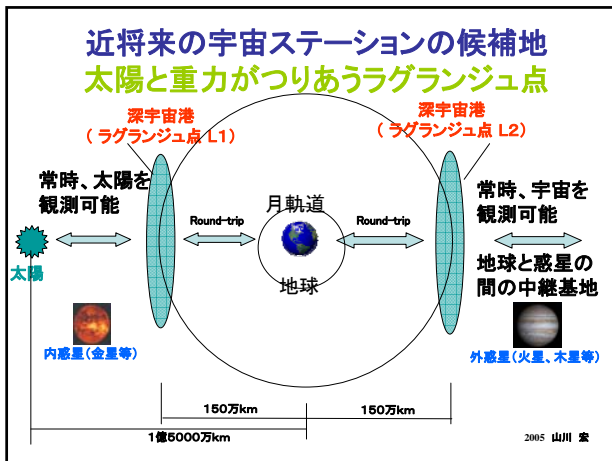


重力の釣り合い点: 5つのラグランジュ点



- L1:地球から太陽側に150万km
- L2:地球から反太陽側に150万km
- L3:太陽と反対側
- L4, L5:太陽、地球と正三角形をつくる

2つの天体を結ぶ方向を固定した回転座標系における5つのラグランジュ点と等ポテンシャル線。回転座標系で定義されたエネルギーに対応した到達可能な領域を表す。 M.Nakamiya, H. Yamakawa



ラグランジュ点に置かれる衛星

SPICA衛星外観図 (JAXA, 提案中)

SOHO	ESA/NASA	太陽を詳細観測する宇宙望遠鏡 (ラグランジュ点)
JASMINE	NAOJ/JAXA	世界で最も遠くの星の運動を調べる赤外線望遠鏡 (情報の宝庫“天の川”を探り基礎物理を解明する)
XEUS	ESA/NASA/JAXA	宇宙最初のブラックホールを探すX線宇宙望遠鏡
JWST	NASA	初期の銀河と星を見る赤外線宇宙望遠鏡
HERSCHEL	ESA	初期の銀河と進化を見る遠赤外線宇宙望遠鏡
PLANCK	ESA	宇宙背景放射を観測する宇宙望遠鏡
GAIA	ESA	スターカタログのための可視光宇宙望遠鏡
DARWIN	ESA	編隊飛行による第2の地球の探索望遠鏡

