

第 18 号科学衛星 (PLANET - B) 「のぞみ」の概要

- ・開発の背景
- ・探査目的
- ・搭載観測器

計画段階 (1990-1992)

諸外国の火星探査計画

1988	Phobos1 & Phobos2	旧ソ連
1992	Mars Observer	米国
1996	Mars96	旧ソ連

宇宙研(ISAS)の科学衛星

1989	Akebono	準極軌道、オーロラ観測 (M-3S2)
1990	Hiten/Hagoromo	工学試験衛星 (M-3S2)
1991	Yohkoh	太陽物理 (M-3S2)
1992	Geotail	磁気圏物理 (delta 2)
1993	Asca	X-線天文 (M-3S2)

M-3S2型 --> M-V型 打ち上げ能力が3倍に向上

太陽系探査が可能になった

可能となった惑星探査ミッション

M-Vの打ち上げ能力で可能となった探査対象

月、金星、火星、近地球の小惑星

研究対象

1) 惑星の内部構造

地震観測：月ペネトレーター

--> Lunar A (1997-->2004) (ペネトレーターの開発)

2) 始原天体

近地球小惑星からのサンプルリターン

--> MUSES-C「はやぶさ」(2003年5月打上げ)

3) 惑星環境

金星・火星：Planet-B (「のぞみ」1996 -->1998) (M-Vの開発)

金星か火星か？

(「のぞみ」のターゲット)

研究対象： 惑星の上層大気と太陽風との相互作用

○ 金星

PVO* の観測で問題は特定されている。

PVO: Pioneer Venus Orbiter

NASAの金星探査機。10年以上に渡り金星の観測を行った。

○ 火星

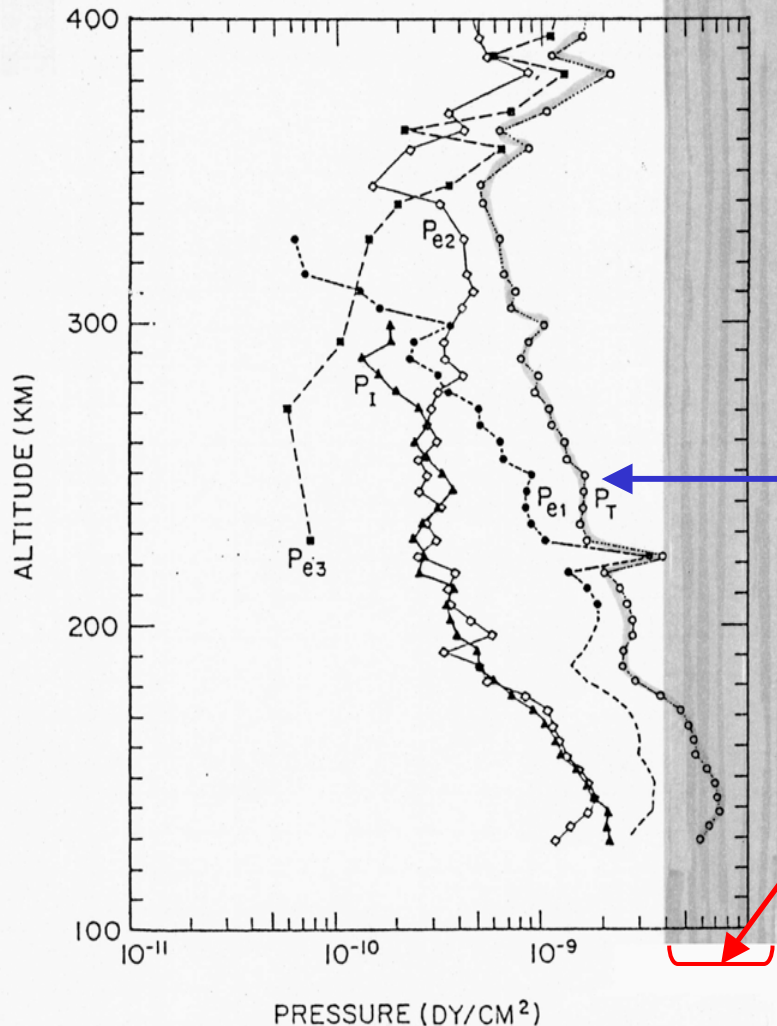
「のぞみ」の計画段階では観測は殆ど無かった。

「のぞみ」は火星での PVO となる事を目指した。

1年に渡る議論の結果、「のぞみ」は火星を観測対象とする事に決定した。

火星の大気構造に関する問題点(1)

-- 圧力バランスの問題 --



火星の大気は太陽風を支えきれない
何が支えているのか？
固有磁場の存在？

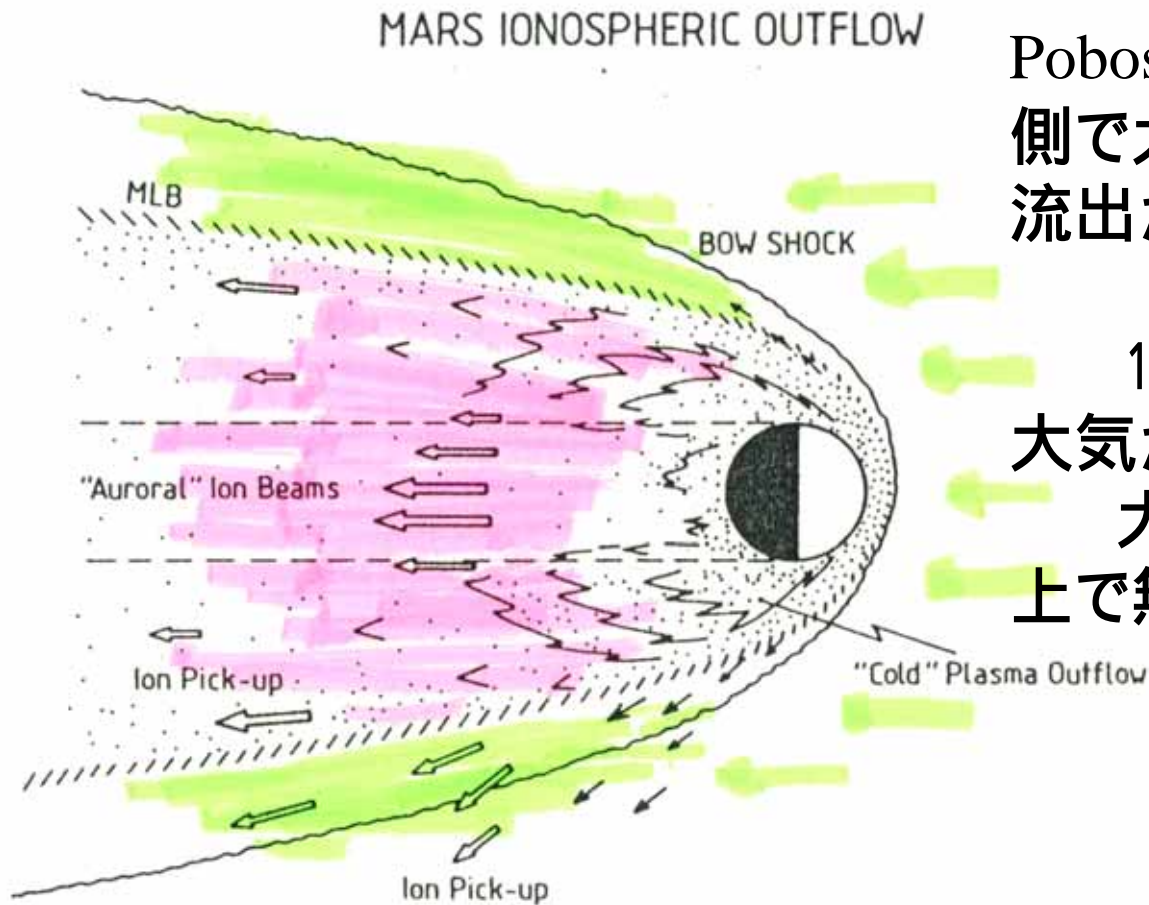
Vikingランダーの観測

太陽風動圧の変動範囲

Fig. 5. Plots of the partial pressures of the ions and three electron gases, and their sum, versus altitude.

火星の大気構造に関する問題点(2)

-- 酸素イオンビームの生成 --



Pobos2によって、火星の夜側で大量の酸素イオンの流出が観測された。

1億年程度で火星の大気が入れ替わる量。
大気の進化を考える上で無視できない。

Fig. 4. Diagrammatic representation of the ionospheric ion outflow from Mars.

「のぞみ」の研究対象

火星大気・電離圏と太陽風との直接の相互作用

+

は以下を含む

- 1) 他の分野の科学
- 2) 将来の惑星(深宇宙)探査の為の工学技術の取得

NOZOMI搭載観測機器 ~ 総計15の観測手段 ~

[巡航期間中に観測を実施したもの]

成果

MIC	火星撮像カメラ [神戸大・ISAS/JAXA・東大・京都学園大・京大・九州東海大・CNRS]	月の裏を日本で初観測 ^{など}
UVS	紫外光撮像器 [東北大・極地研・北大]	太陽系外の星間風を観測 ^{など}
XUV	極端紫外光撮像器 [名大・立教大・通総研・ボストン大]	地球プラズマ圏を初撮像 ^{など}
MDC	ダストカウンター [ミュンヘン工科大・東大・ISAS/JAXA・LFM・MPIK・STMS・神戸大・独協医大・東京海洋大・ESA]	恒星間ダストを検出 ^{など}
EIS	高エネルギー粒子計測器 [玉川大・早大・立教大・ISAS/JAXA・東工大・MPIA]	太陽フレア現象を観測 ^{など}
ESA	電子エネルギー分析器 [京大・ISA/JAXA・立教大・東大・通総研・東工大]	月ウェイクの観測 ^{など}
ISA	イオンエネルギー分析器 [ISAS/JAXA・京大・立教大・東大・通総研・東工大]	星間風の観測 ^{など}
IMI	イオン質量分析器 [IRF・立教大・ISAS/JAXA]	太陽風の長期モニター ^{など}
MGF	磁場計測器 [ISAS/JAXA・名大STE研・岡山大・東海大・NASA/GSFC]	太陽風の長期モニター ^{など}
RS	電波科学観測 [ISAS/JAXA]	太陽のコロナの構造を観測 ^{など}

NOZOMI搭載観測機器 ~ 総計15の観測手段 ~

[火星周回軌道投入後の観測開始を予定していたもの]

周回では・・・

- | | | |
|-----|--|---------------------------|
| PWS | プラズマ波動サウンダー
[東北大・福井工大・通総研・極地研・富山県立大・ISAS/JAXA] | 電離層をレーダー探査 ^{など} |
| LFA | 低周波波動観測器
[京大RASC・富山県立大・大阪工大・京大・金沢大・京産大・ISAS/JAXA・通総研・技研本部/JAXA] | 電離層などの擾乱を探査 ^{など} |
| PET | 電子温度プローブ
[ISAS/JAXA・通総研・群馬大・名大STE研・ミシガン大・MPIA・韓国宇航研] | 電離層の電子温度を探査 ^{など} |
| NMS | 中性粒子質量分析器
[NASA/GSFC・ミシガン大・グラーツ大・アリゾナ大・ISAS/JAXA・東大・ハワイ大] | 上層大気の成分を観測 ^{など} |
| TPA | 熱プラズマ分析器
[カルガリー大・ISAS/JAXA・NRC・CSA・ビクトリア大・通総研・西オンタリオ大・アルバータ大・名大STE研・北大] | 電離層の成分の観測 ^{など} |

赤字は海外機器

緑字は圧縮チップが海外提供

「のぞみ」搭載科学観測器の性能

Instrument Name		Specification
1) MGF	Magnetometer	3axis with <0.1 nT accuracy
2) ESA	Electron Spectrum Analyzer	12eV - 15keV , 3D upto 8sec
3) ISA	Ion Spectrum Analyzer	6eV/q - 16keV/q, 3D upto 8sec
4) IMI	Ion Mass Imager	10eV/q - 35keV/q, 3D upto 4sec
5) EIS	Electron and Ion Spectrometer	30-350keV for e ⁻ , 30-1000keV for p ⁺
6) TPA	Thermal Plasma Analyzer	Drift velocity, 0.1 - 100 eV
7) PET	Probe for Electron Temperature	500 - 10,000 K
8) NMS	Neutral Mass Spectrometer	1 - 60 Daltons with M/ M = 8
9) MIC	Mars Imaging Camera	Color Images upto 1024x1024
10) UVS	Ultraviolet Imaging Spectrometer	H,O,CO,CO ₂ Imaging, D/H ratio
11) XUV	Extreme Ultraviolet scanner	HeI, HeII scanner
12) PWS	Plasma Waves and Sounder Experiment	HF waves, Electron density Altimeter
13) LFA	Low Frequency Wave Analyzer	VLf/ELF waves
14) MDC	Mars Dust Counter	10 ⁻¹⁰ - 10 ⁻⁵ g at 1km/s, 10 ⁻¹⁸ - 10 ⁻¹³ g at 100km/s

連続運用を行っていた機器 : 1), 2), 3), 5), 7), 14)

間欠運用を行っていた機器 : 4), 9), 10), 11)

海外機器 4):スウェーデン、6):カナダ、8):米国、14):ドイツ
9)の圧縮チップはフランスが供給

NOZOMIの工学上の目標

わが国初の惑星ミッションを支える、工学的な技術を開発し、その成果を軌道上で確認すること。

今後我が国が惑星探査を展開するための重要な基礎となる。

・ミッション解析

限られたリソース、時間の制約の下に工学技術を総合的にトレードオ

フして、最適なミッションシナリオを作成する技術。

・軌道計画

月、地球などの天体のスイングバイ技術を中心とした惑星探査特有の軌道設計技術。

・精密軌道決定

地上からの電波を用いて視線方向の距離、速度データを収集し、精密な力学モデルにより深宇宙探査機の軌道を精密に決定する技術。

NOZOMIの工学上の目標(続)

・自律化技術

探査機の搭載コンピュータに一定の判断を任せるための智能化技術。

・超遠距離通信

最大4億キロメートル弱にもおよぶ超遠距離の通信を実現するための通信機器技術および運用技術。

・搭載機器軽量化

近地球に比して格段に大きな打ち上げエネルギーを必要とする深宇宙探査機のために、エレクトロニクス、電池、アンテナ、太陽電池、推系を含む全ての搭載機器を極度に軽量化する技術。

・地上支援ソフト

長期の巡航フェーズを含みかつ複雑な制約条件下で安全な運用を続けるために必要な地上ソフトウェアの人工智能化技術。
(運用計画作成及び運用時の診断)

軌道、重量

火星周回軌道

近火点高度

150 km

遠火点距離

15 Rm

質量

乾燥重量

255.86 kg

内、科学観測器

35 kg(伸展物重量を含む)

燃料

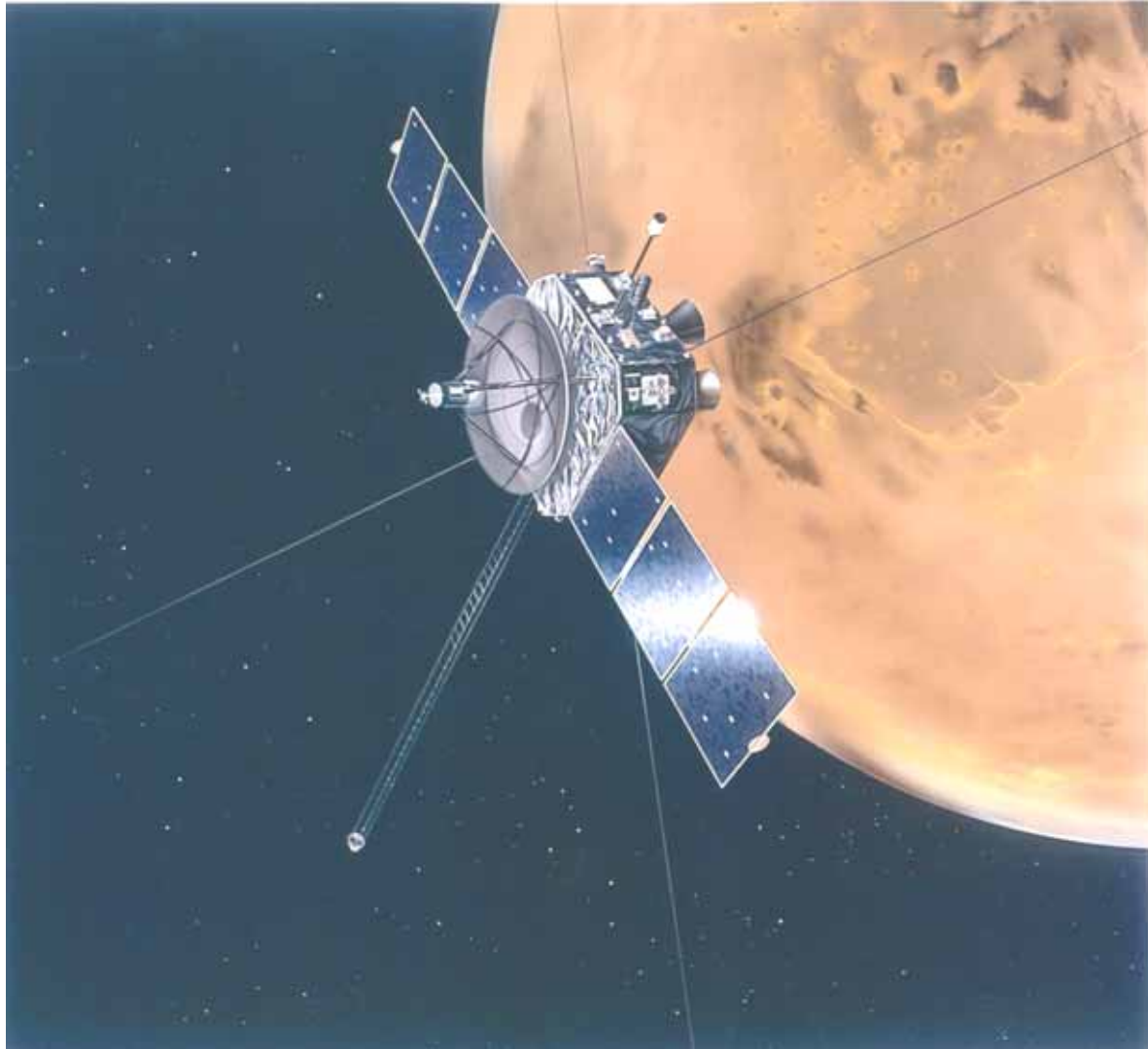
279.5 kg

火星周回での観測計画

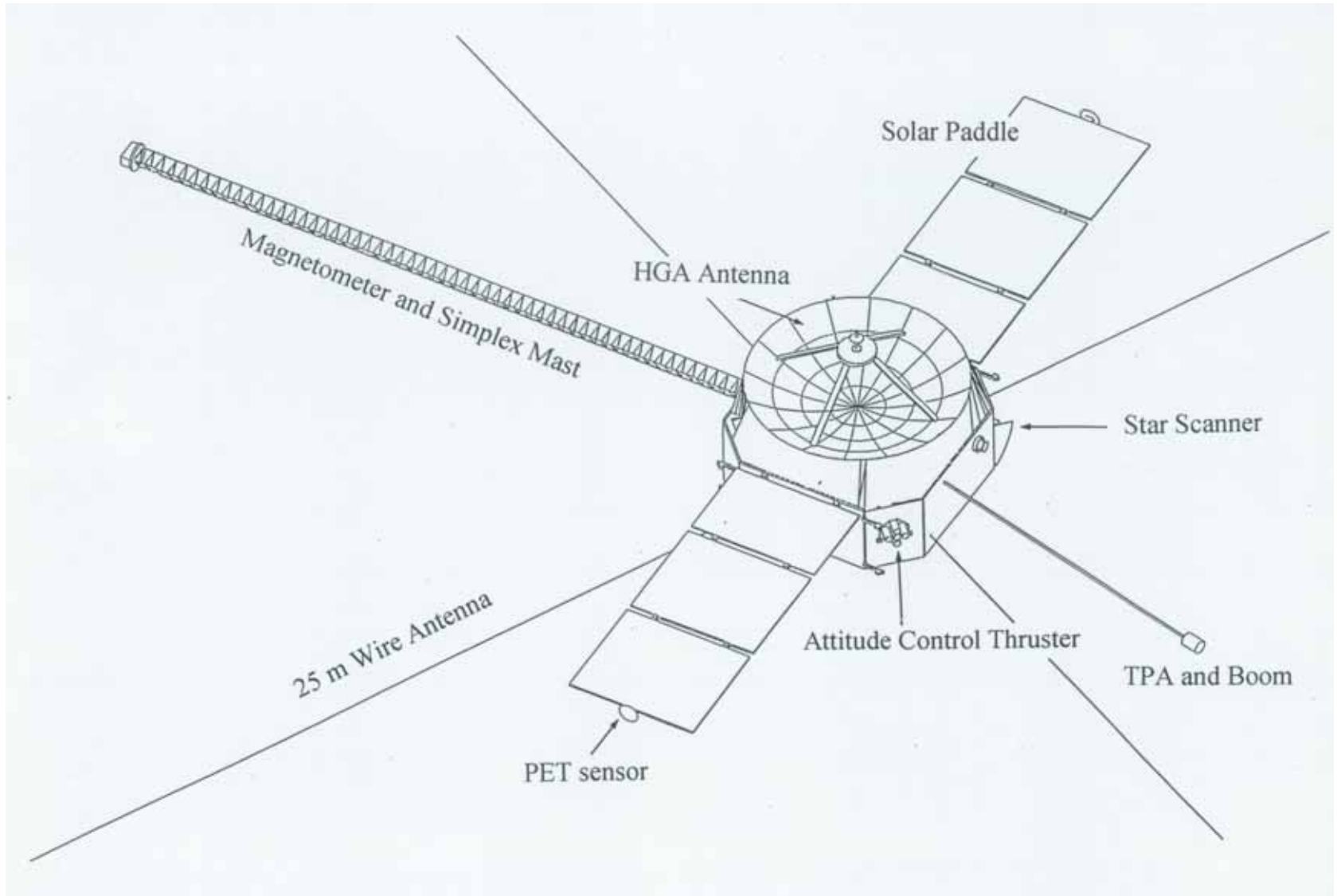
- ・近火点付近では100Mビットのデータレコーダーの利用しバーストモード(16 - 64kbps)の観測
- ・それ以外の領域では低レートでの連続観測
観測レートは地上とのデータ伝送レートを考慮して決定
(64bps - 512bps)

地上とのデータ伝送レートは 4 - 32 kbps
(地球－衛星間の距離に依存)

火星周回軌道における最終形状(想像図)



「のぞみ」の全体図



Scientific instruments onboard Planet-B

