

# 小型ソーラー電力セイル実証機 IKAROS(イカロス)の紹介



宇宙航空研究開発機構(JAXA)  
月・惑星探査プログラムグループ(JSPEC)  
IKAROSデモンストレーションチーム

# IKAROSの概要



IKAROSは、太陽光圧の力を膜(ソーラーセイル)に受けて推進力を得る宇宙ヨットで、世界で初めて**“ソーラーセイル”による航行技術の実証**を目指します。ソーラーセイルのアイデア自身は100年程度前からあり、SFにもよく登場しますが、まだ実現されていません。IKAROSでこの航行技術を実証できると世界初の快挙になります。

IKAROSは、このソーラーセイル技術に加えて、膜面の一部に薄膜の太陽電池を貼り付けて電力の発電実証を同時に行います。単にソーラーセイルではなく、「**ソーラー電力セイル**」と呼ぶ理由がそこにあります。

ソーラーセイルは、太陽の光さえあれば燃料なしで宇宙空間で推進力を得ることができる技術です。ソーラー電力セイルはそれに加え、太陽から遠く離れた場所でも、大面積の薄膜太陽電池を利用して探査機に必要な電力を得ることができます。このように、IKAROS計画は、私たちが深宇宙へ乗り出すために必要な画期的な技術を、まとめて実証することを目指した野心的な計画なのです。

IKAROSはスピン型探査機であり、この**遠心力を用いて一辺14mの正方形(差し渡し20m)の膜面を宇宙空間で展開**します。展開完了後には、膜面に貼り付けた薄膜太陽電池による発電の性能を評価し、太陽光圧の力を受けて深宇宙を航行する実験を行います。IKAROSで用いているソーラーセイルは、アルミニウムを蒸着させたポリイミド樹脂製で、とても薄く、厚みはたったの7.5 μm(髪の毛の太さの1/10)です。その上に、薄膜太陽電池や、光の反射特性を変えて姿勢を制御するための液晶デバイス、温度センサ、ダストカウンターなど各種センサが搭載されています。

IKAROSで実証される技術によって、深宇宙へ**より大きい重量を運び、より大きな電力を得ることができるようになります**。そして、私たちはこの技術を用いて、ソーラーセイルと高性能イオンエンジンを組み合わせた木星圏探査を実現し、太陽系大航海時代を先導していきたいと思っています。

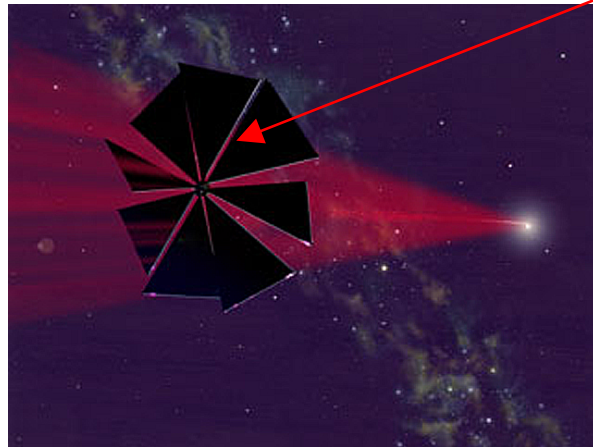
# ソーラー電力セイルとは？

## ◆ソーラーセイルとは・・・

風を受けて海を走るヨットのように、宇宙空間で大型の薄い膜面(セイル)を展開し、太陽からの光の粒子が反射する力で推進する宇宙ヨットです。ソーラーセイルのアイデアは100年程度前からあったが、極めて軽量かつ広い面積を保持できる薄膜鏡が必要であり、未だ実現されていない。

## ◆ソーラー電力セイルとは・・・

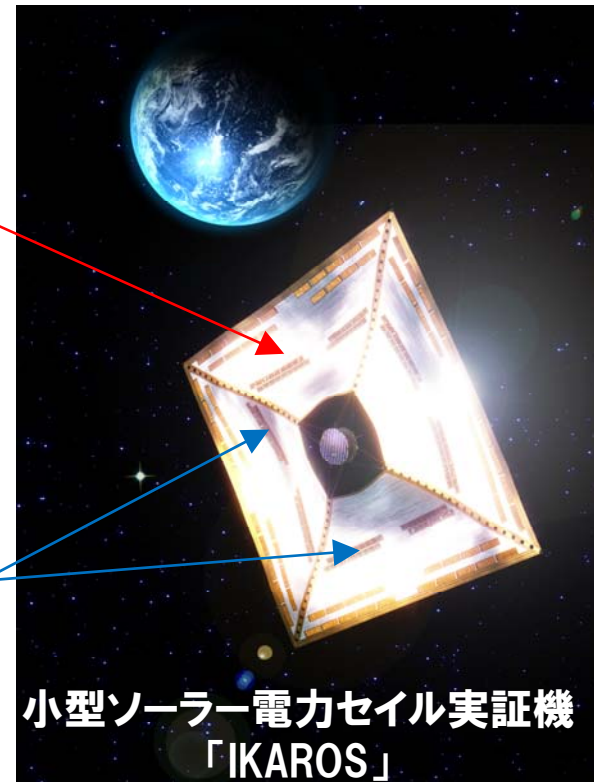
ソーラー電力セイルは、ソーラーセイルによる推進とセイルに貼り付けた薄膜太陽電池による発電を組み合わせた日本オリジナルのコンセプトであり、IKAROSにより実証する。将来的には、この電力を用いて高性能イオンエンジンを駆動することで、ソーラーセイルとのハイブリッド推進を目指した技術です。



ソーラーセイルイメージ  
 (米惑星協会)

超薄膜ソーラーセイル

薄膜太陽電池



小型ソーラー電力セイル実証機  
 「IKAROS」

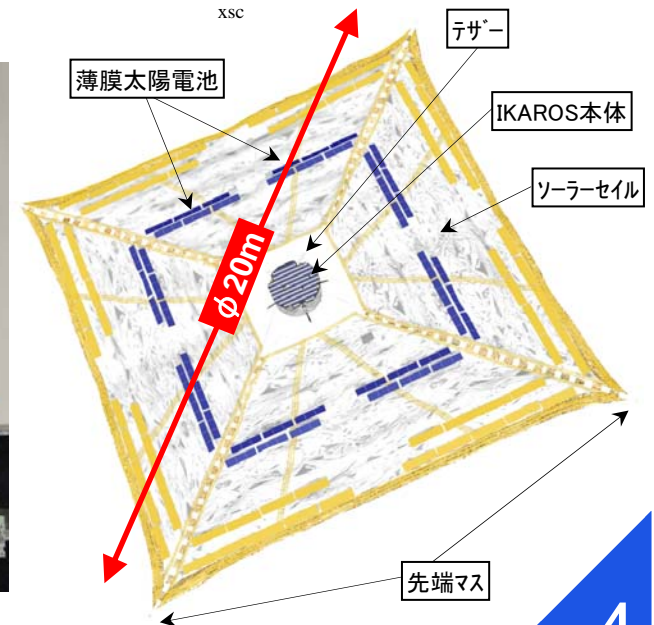
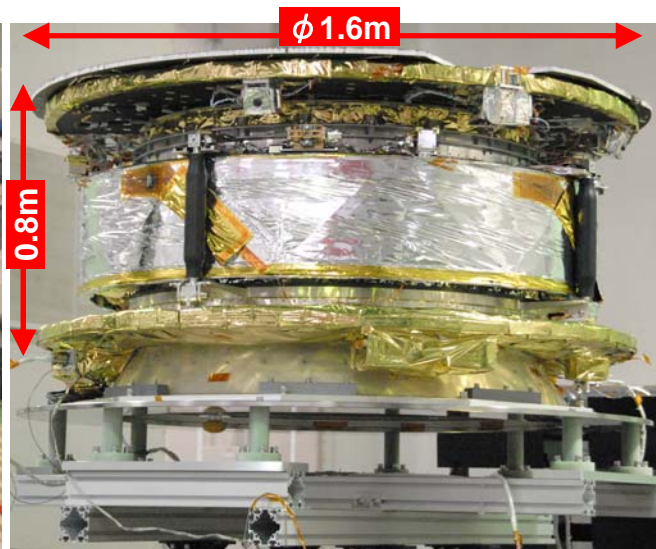
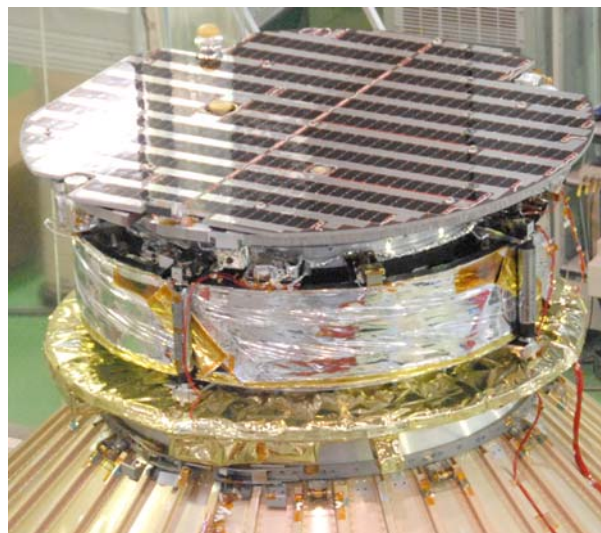
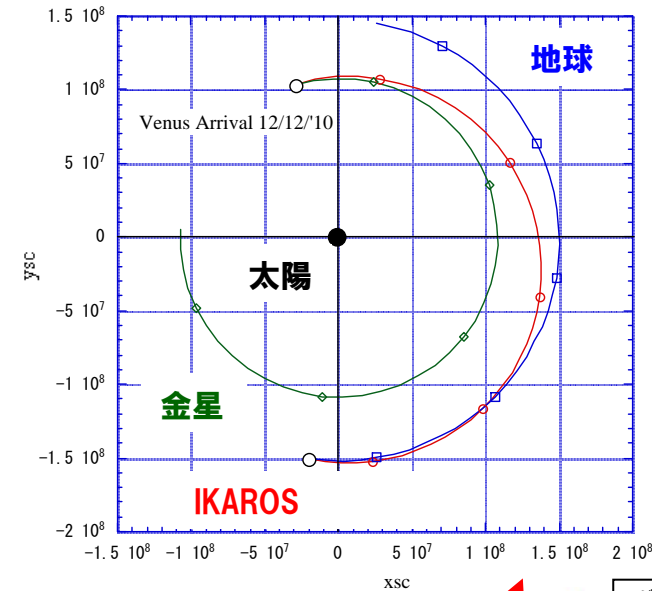
# IKAROSの諸元



## 【IKAROS主要諸元】

打ち上げ予定	2010/5/18 @種子島宇宙センター	
打ち上げロケット	H-IIA	
形状	本体	φ 1.6m × h0.8m 円筒型
	膜面	φ 20m 一辺14m 四角型(展開後)
重量	打上げ時	310kg ※膜面重量含む
	ドライ	290kg
	膜面	15kg ※先端マス4個 2kg含む
軌道	金星遷移軌道	
姿勢制御方式	スピン	

地球から金星までの軌道



# IKAROSのミッション



**ミニマムサクセス：**

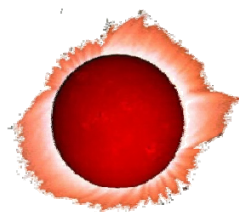
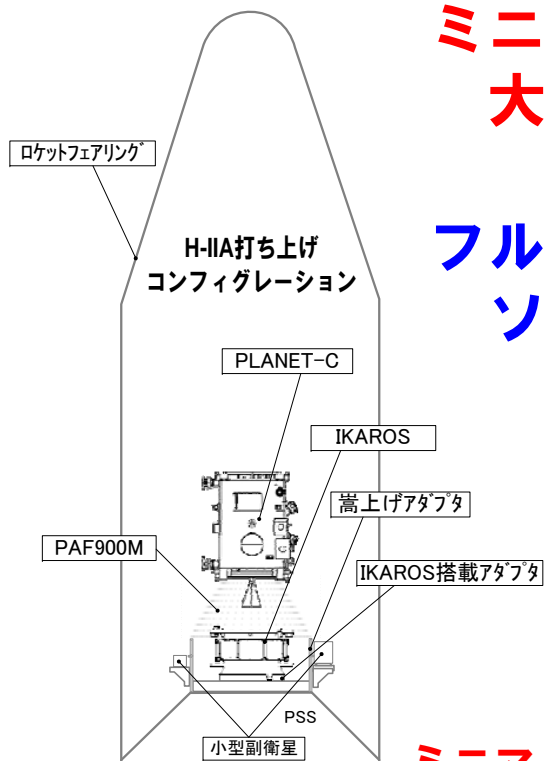
**大型膜面の展開・展張，薄膜太陽電池による発電**

→ 深宇宙で成功すれば，世界初の快挙となる！

**フルサクセス：**

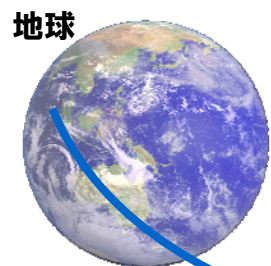
**ソーラーセイルによる加速実証・航行技術の獲得**

→ 加速実証，航行技術実証はそれだけで世界初!!



**フルサクセス達成  
 (半年間)**

**ミニマムサクセス達成  
 (数週間)**



① H-IIA打ち上げ  
 太陽指向・スピン分離(5rpm)

② 通信機ON  
 初期動作チェック  
 スピナップ(25rpm)後展開開始

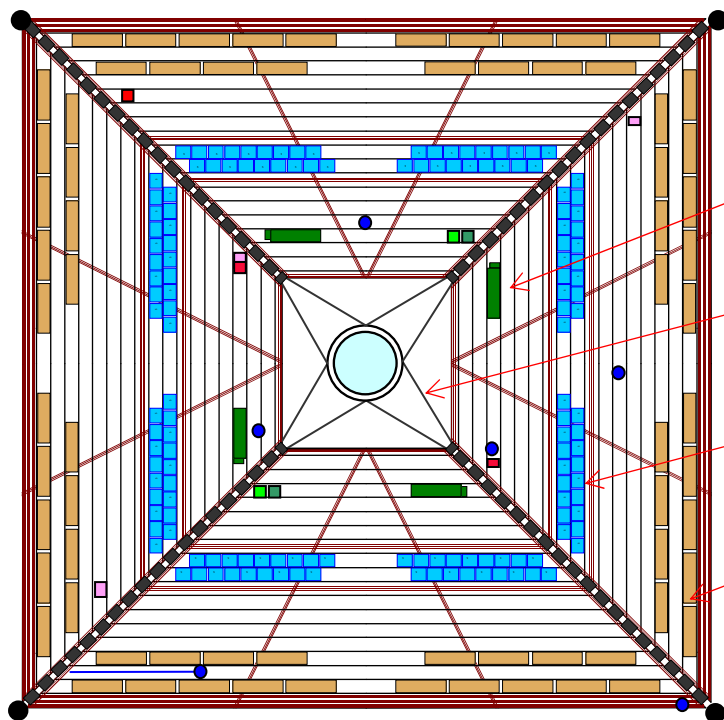
③ ソーラーセイルの展開実験  
 スピンドアウン(1~2rpm)  
 薄膜太陽電池による太陽光発電

④ ソーラーセイルによる  
 加速実証

⑤ ソーラーセイルによる  
 軌道制御・航行技術

金星

# IKAROSの膜面



**先端マス**: 0.5kgのおもりにより膜面の展開をサポート  
 (4個のマスのうち1個に加速度センサ搭載)

**ダストカウンタ**: 圧電素子により宇宙塵を計測する

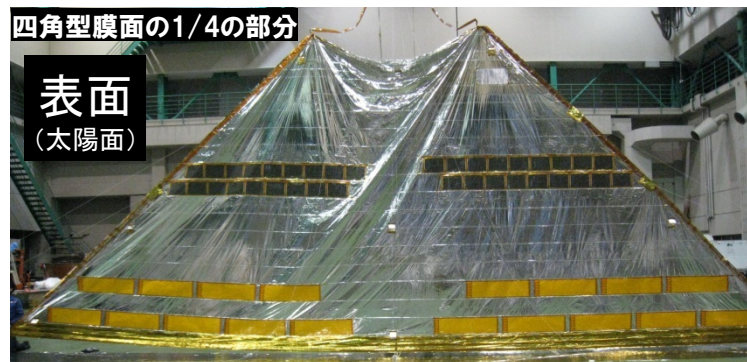
**テザー**: 膜面と本体を結合する

**薄膜太陽電池**: 厚さ25  $\mu\text{m}$ のアモルファス・シリコンセル

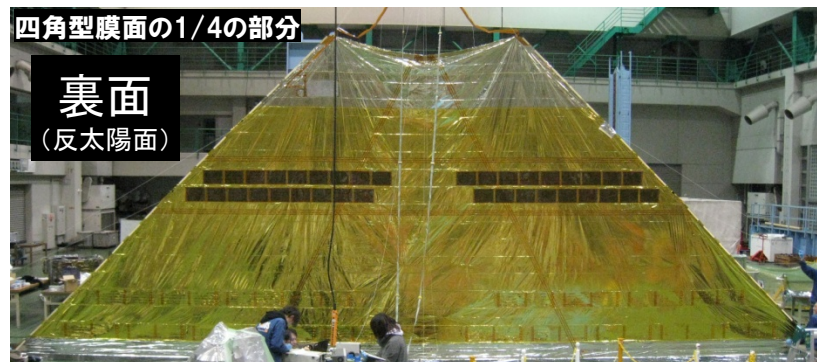
**液晶デバイス**: 反射率を変更して姿勢制御を行う  
 (その他, 帯電計測パッチ, 温度計も搭載)

**膜面**: 厚さ7.5  $\mu\text{m}$ のアルミニウムを蒸着させたポリイミド樹脂製で補強処理(亀裂進展防止)も施してある

四角型膜面の1/4の部分

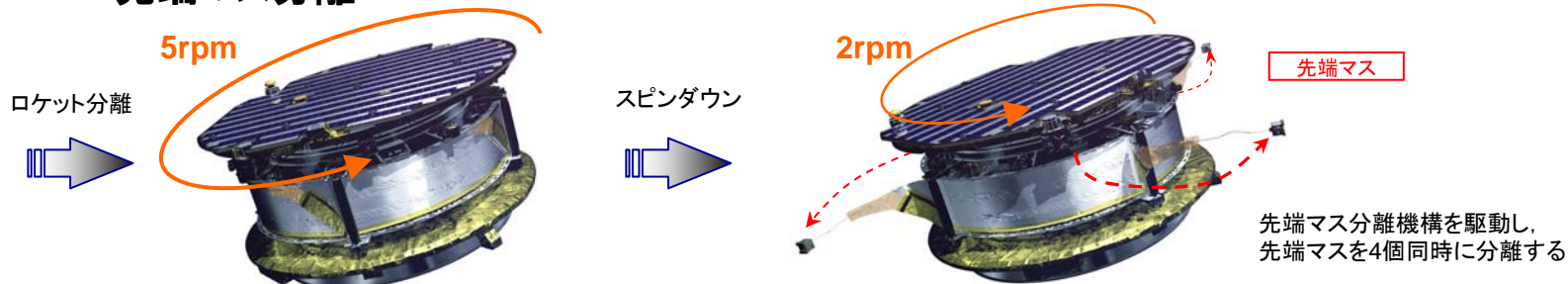


四角型膜面の1/4の部分



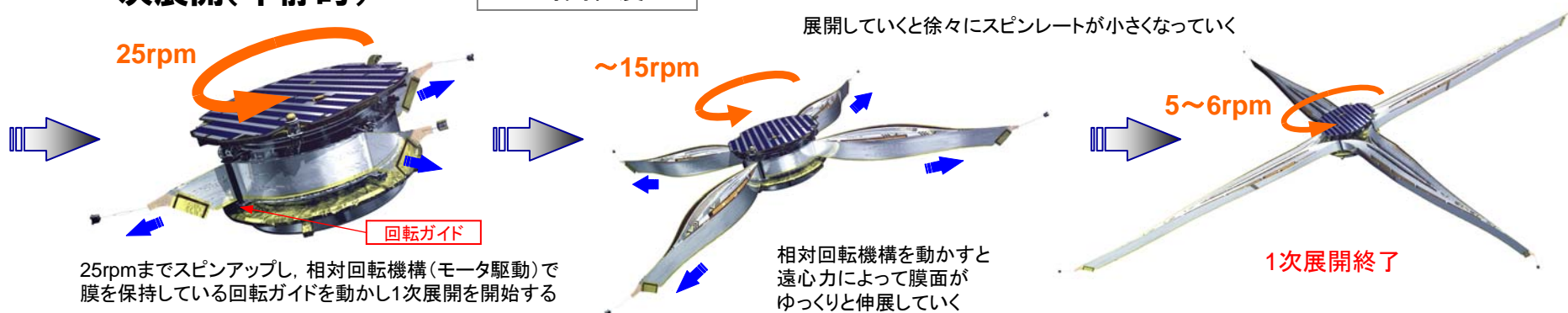
# 膜面展開手順・機構

## 先端マス分離



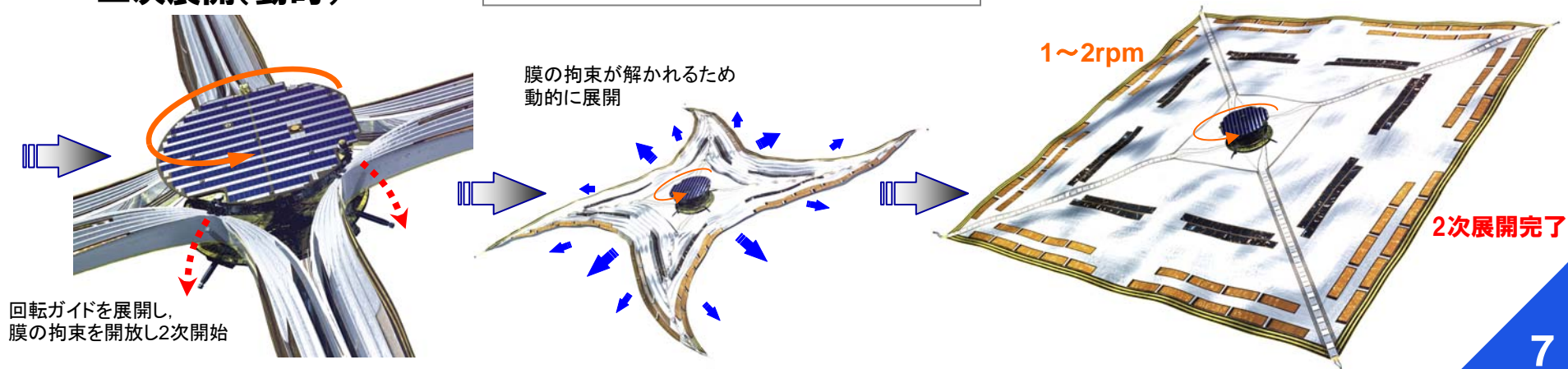
## 一次展開(準静的)

1時間程度



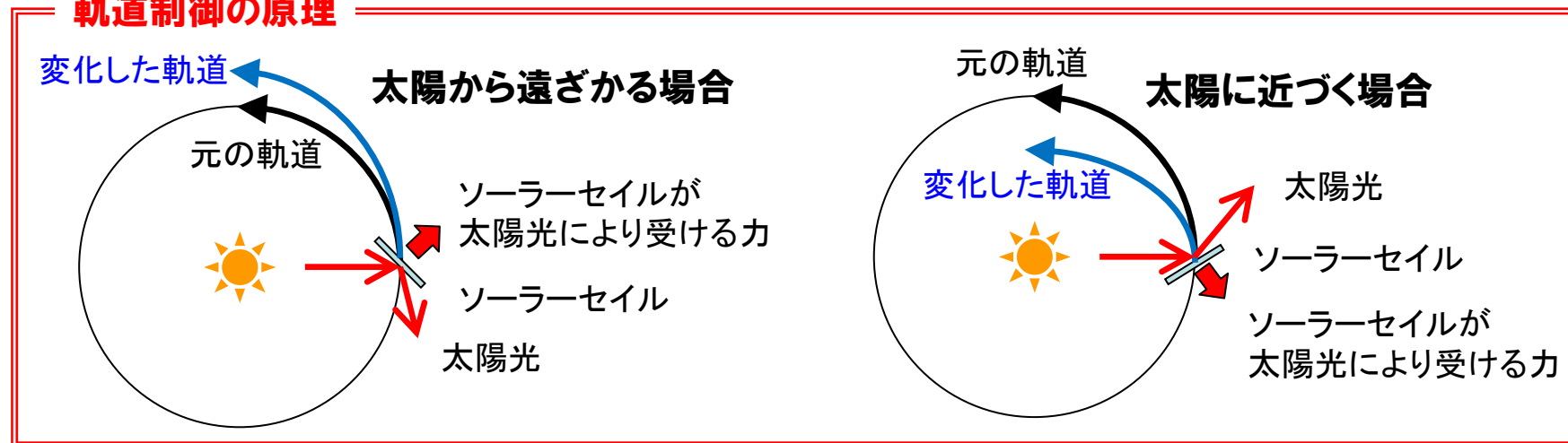
## 二次展開(動的)

5秒程度⇒振動が落ち着くまで数100秒程度



ソーラーセイルを用いれば燃料を用いずに軌道制御が可能となる。軌道制御をするためには太陽に対する膜面の向き(角度)を制御する必要があるが、スラスタ噴射し探査機本体の姿勢を変えることによって、膜面全体の姿勢を制御する。 ※IKAROSでは気液平衡スラスタを用いている

## 軌道制御の原理



## その他の工学/理学ミッション

IKAROSではソーラー電力セイルの展開、薄膜太陽電池による発電、ソーラーセイルによる加速・航行技術実証のミッションの他に下記の工学/理学ミッションも行なう予定である

### 工学ミッション

#### ◆姿勢制御デバイス(液晶デバイス実験)

通電することで表面の反射特性が変わる液晶デバイスを利用した姿勢制御実験

液晶デバイスON



液晶デバイスOFF



#### ◆VLBI実験

VLBIによる高精度軌道決定実験

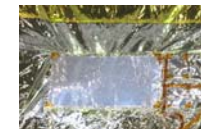
VLBI-TxとLGA



### 理学ミッション

#### ◆ALDN(ダストカウンタ)

PVDFを用いたダストカウンタによって、ダストの分布を観測



ALDNセンサー部

#### ◆GAP

偏光検出器によるガンマ線バースト観測実験

GAP検出器部

