

太陽の光の力で推進する宇宙帆船の先駆者 ソーラー電力セイル実証機イカロス

運用中

◆イカロスとは？

イカロスは、2010年5月21日に種子島宇宙センターからH2Aロケットで打ち上げられ、世界で初めて「ソーラーセイル」による宇宙航行を実証した宇宙機です。ソーラーセイルとは、太陽の光の力を大きな帆(セイル)に受けて燃料なしで推進力を得る、新しい宇宙航行の方式です。

イカロスは、セイルの一部に薄膜の太陽電池を貼り付けて太陽光発電も同時に行う「ソーラー電力セイル」の実証機でもあります。太陽から遠く離れた場所でも、その大きなセイルを利用して探査機に必要な電力を効率よく得ることができます。

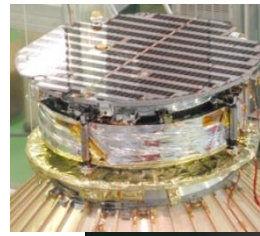
イカロス計画は、私たちが深宇宙へ乗り出すために必要な画期的な技術を、まとめて試してみよう、という野心的な計画なのです。

◆セイルはどのように開いたの？

イカロスは、スピンによる遠心力を使ってセイルを展開する、スピン型ソーラーセイルです。大きなセイルを広げるために重いマストなどを必要としないので、探査機をととも軽くすることができます。

2010年6月2日～9日にかけて、イカロスは世界で初めてセイル展開運用を実施し、14m四方のセイルを宇宙空間で展開させることに成功しました。

セイル展開は一次展開と二次展開に分かれており、探査機全体がスピンすることで生まれる遠心力を使って実施しました。セイル展開状況は、固定カメラ4台で撮影することで把握しました。さらにセイル展開後には小型の無線カメラ2台をイカロス本体から放出し、イカロス自身の全景を撮影しました。



←セイル展開前のイカロス



→宇宙空間でセイルを広げたイカロス(分離カメラで撮影)

◆イカロスのこれまでの成果は？

セイル展開後に軌道を測定した結果、イカロスは理論通り太陽の光の力により加速されていることが確認できました。また、搭載されている薄膜太陽電池による発電も確認しました。さらにその後、液晶デバイスによって帆の向きを調整し軌道制御にも成功しました。2010年12月8日には金星付近を通過し、ソーラー電力セイルとして必要な技術の実証に成功しました。

2011年からは、セイルの運動や光による力についてより詳しく調べるために、太陽に対してセイルの姿勢を大きく傾けたり、スピンを遅くする運用、さらには逆回転させる運用にも成功しました。これらの運用により、スピン型ソーラーセイルの運動について理解を深め、「太陽系の航海術」をみがいてきました。

他にもオプション機器による工学実験や理学観測として、VLBIによる高精度軌道決定実験やガンマ線バースト観測、ダスト観測などを行い、世界第一級の成果をあげてきました。

2018年度も運用を継続しており、ソーラーセイルの挙動について更なるデータ取得が期待されます。



金星通過時に撮影したイカロスのセイルと金星

◆イカロスの技術が切り拓く未来

イカロスで実証した電力セイルは面積を広くすれば、大電力が得られるようになります。この電力を用いて高性能なイオンエンジンを駆動すれば、ソーラーセイルとイオンエンジンのハイブリッド推進が可能になります。JAXAではこのコンセプトを踏まえ、ソーラー電力セイルによる外惑星領域探査の実現を目指しています。

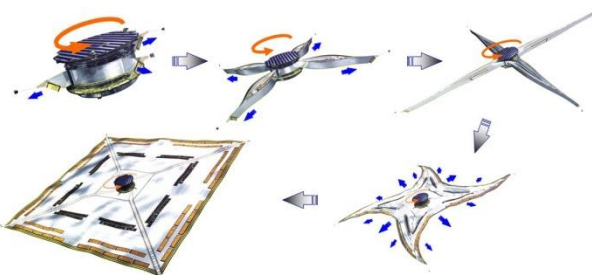
また、大型のセイルを広げる技術や、薄膜太陽電池による大電力発電技術は、大型膜面アンテナや宇宙太陽光発電衛星などにも応用できる、大きな可能性を秘めた技術です。

◆もっと詳しく知りたい人のために

<http://www.isas.jaxa.jp/j/enterp/missions/ikaros/index.shtml>



- ① 打ち上げ スピン分離
 - ② 先端マスト分離
 - ③ 大型膜面の展開・展張
薄膜太陽電池による発電
 - ④ ソーラーセイルによる加速
 - ⑤ ソーラーセイルによる航行技術の獲得
 - ⑥ 金星最接近
- フルサクセス達成 (半年間)
ミニマムサクセス達成 (数週間)
- ↑イカロスのミッション



↑イカロスのセイル展開シーケンス

ソーラー電力セイルで太陽系大航海へ乗り出す オケアノスによる外惑星領域探査

計画中

◆ソーラー電力セイルとは？

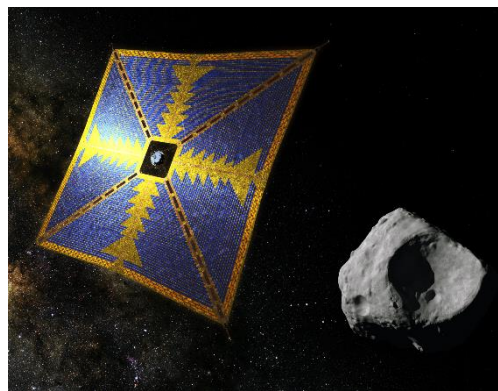
風を受けて海を走る帆船のように、宇宙空間で大型の薄い帆(セイル)を展開し、太陽からの光の粒子を反射する力で推進する方式を、「ソーラーセイル」といいます。このセイルに薄膜太陽電池を貼りつけてたくさんの電力を発電させる方式を、「電力セイル」といいます。この2つのセイルを組み合わせる、日本オリジナルの新しい宇宙船が、「ソーラー電力セイル」です。ソーラー電力セイルの基本的な技術は、2010年に打ち上げられた小型ソーラー電力セイル実証機「イカロス」によって実証されました。

ソーラー電力セイルは、太陽から遠く離れた場所でもその大きな帆で探査機に必要な電力を効率よく得ることができます。この電力により高性能イオンエンジンを駆動し、ソーラーセイルとのハイブリッド推進によって太陽系大航海へと乗り出す「宇宙帆船」を実現します。

◆木星圏探査計画とは？

「イカロス」の成功を受けて、2020年代半ばの打ち上げを目標に、ソーラー電力セイル「オケアノス」による木星トロヤ群小惑星探査計画が進められています。「オケアノス」は、太陽から遠く離れた外惑星領域でも十分な電力を獲得するために、40m級の大きさのソーラー電力セイルを展開します。

まず打ち上げ後すぐセイルを展開し、イオンエンジンを駆動するために必要な電力を確保します。2年後に、イオンエンジンを使った地球スイングバイによる加速で木星へと向かいます。木星へ向かう軌道上で、宇宙赤外線背景放射の観測、太陽系ダスト分布の観測、ガンマ線バーストの観測、磁力計による磁場観測を行います。木星スイングバイを経て、打ち上げから約10年後、世界で初めて、トロヤ群小惑星のランデブー観測を行います。その後着陸機を着陸させて、小惑星の表面・地下からのサンプル採取、及びその場での質量分析を行います。さらにオプションとして、採取した小惑星のサンプルを地球に持ち帰る計画(サンプルリターン)も検討しています。



◆どんな新しい技術がある？

ソーラー電力セイル「オケアノス」による外惑星領域の探査を行うために、たくさんの新しい技術の研究を進めています。

まず、40m級の大きさのセイルが必要となるため、これを製造する技術、セイルを収納・展開する技術、燃料を使わずに自在にセイルの向きや形状を操る技術などの研究を進めています。

また、軽くて効率よく発電できる「薄膜太陽電池」や、はやぶさ2よりも高効率の「高性能イオンエンジン」の開発も進めています。

さらに、小惑星へ降り立つための着陸機、小惑星の地下サンプルを採取する新型サンプリングデバイス、サンプルをその場で分析する質量分析器、着陸機が探査機へ再ドッキングしてサンプルを受け渡すための航法技術・サンプル搬送技術の検討も進めています。

◆太陽系大航海時代に向けて

ソーラーセイルは米国・欧州でも検討されていますが、ソーラー電力セイルは日本のみが研究を進め、「イカロス」により世界で初めて実証しました。これに「はやぶさ2」以上のイオンエンジンを組み合わせることで、日本独自の外惑星探査技術を確認し、太陽系大航海時代に向けて世界をリードしていきます。

