

宇宙科学・探査ミッションの実情

日本と欧米の技術水準の格差

一例：通信系技術（木星圏）

はやぶさ2：2Kbps v.s. New Horizons：38Kbps

日本と欧米の資金規模の格差

中型計画でも300億円

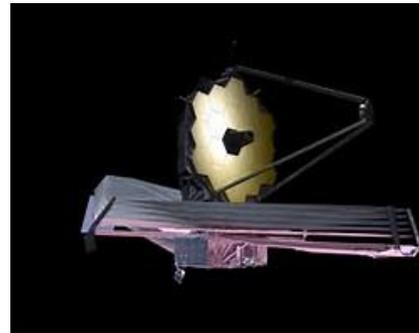
Rosettaは3000億円，JWSTは1兆円



New Horizons



Rosetta



JWST

様々な挑戦的ミッション

技術水準と資金規模の格差を埋める ⇒ 新技術をリーズナブルに挑戦する

- ・**ピギーバックミッションによる挑戦(大学主体)**

→ CubeSATなど

大学からの
アプローチ

- ・**相乗り・副衛星ミッションによる挑戦**

→ IKAROS, PROCYONなど

- ・**主衛星ミッションによる挑戦(JAXA・宇宙研主体)**

→ 中型計画(300億円)

MUSES, OKEANOS(ソーラー電力セイル)など

→ 小型計画(150億円)

SLIM, DESTINY+など

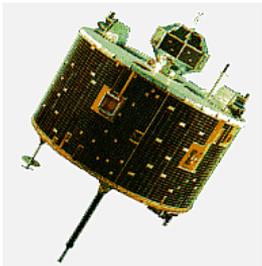
宇宙研からの
アプローチ

主衛星ミッションによる挑戦 実験機によるミッションシナリオの実証

姉妹機(シリーズ化): 実験機と本番機の組み合わせ

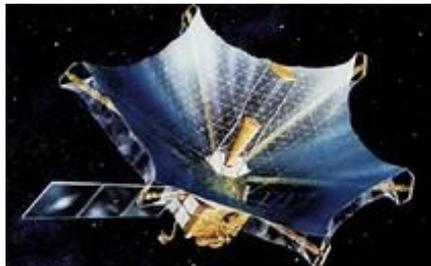
- ・実験機に続いて本番機を投ずるという戦略.
- ・実験機であっても本番機で想定している理学観測を同様に実施する.
- ・理学成果の保証は求めない(できない).
はやぶさは500点満点に理学成果は含まれていない.
- ・繰り返しにより, 不確定要素を取り除き, 信頼性を高める.
ただし, 最低限のミッション成果は確実に達成できるような仕掛けとする.

MUSES-A



ひてん

MUSES-B



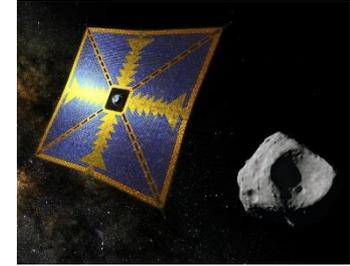
はるか

MUSES-C



はやぶさ

MUSES-D



ソーラー電力セイル



GEOTAIL



ASTRO-G

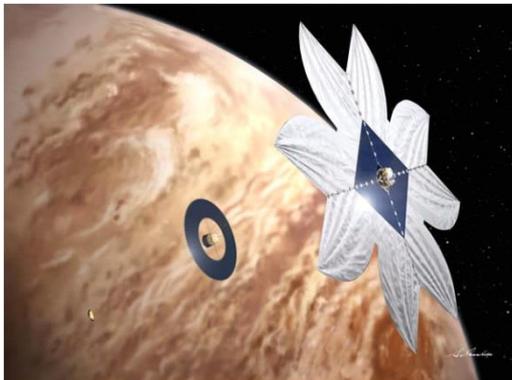


はやぶさ2

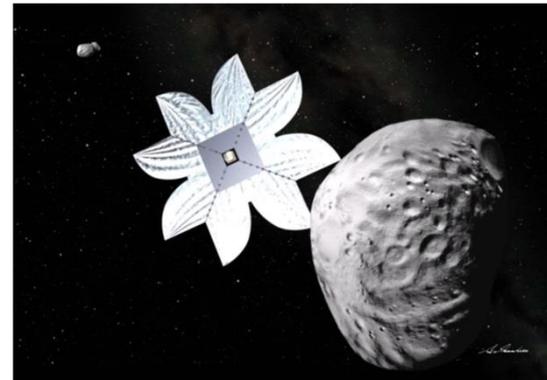
相乗りミッションによる挑戦

短期間・低価格での重要技術の実証

- 2001年に宇宙工学委員会にソーラーセイルWGを発足した。
- 2003年10月にMUSES-Dとしてミッション提案を行い，宇宙工学委員会から次期工学ミッション候補として推奨された。
- 2006年2月に第25号科学衛星のフェーズAを開始する候補として選ばれなかった（ASTRO-Gが選定された）。
技術的なリスクについて指摘された（実験機をやるにも技術実証が必要）
- 2007年6月にイプシロンロケットを使った小型計画（60億円規模）を提案したが，コストが高いという点で認められなかった。
- 2007年7月にあかつきとの相乗りでの小型計画（15億円規模）を提案し，理事会にて認められた。



木星周回機



トロヤ群小惑星到達

IKAROS開発の制約と方針

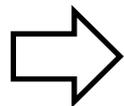
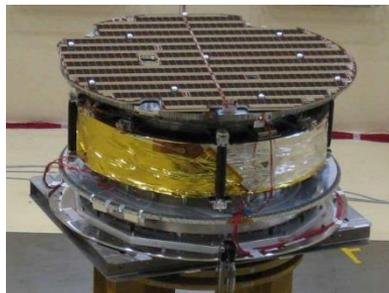
<制約>

- ・コストは非常に小さく15億円程度(従来の科学衛星の1/10規模).
- ・計画開始から打ち上げまでわずか2年半(従来の科学衛星の1/2~1/3).

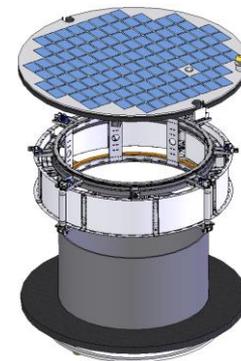
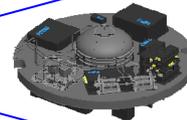
<方針>

- ・バス部とミッション部のI/Fを明確にして, それぞれ独立に開発できるようにし, マンパワーをミッション部に集中した(CDRも別々に実施した). バス部は試験モデルを作らない.
- ・非標準品部品の使用も可とし, 他プロジェクトからの既存品・既開発品を多く採用した. 冗長設計も要求しなかった(安全要求は満足した).
- ・ミッション部は若手職員, 学生が主体的に設計・製作・試験・運用を実施した. ソーラーセイルWGにおいて事前研究をしっかりと行った.
- ・ベテランの担当者に加わってもらい, 技術相談にのってもらった.

年度	2007				2008								2009								2010									
月	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05
開発フェーズ	詳細設計								フライトモデル製作・単体試験								総合試験				予備		射場作業							
イベント					▲ロケットI/F確定				▲バス系CDR				▲ミッション系CDR						打上▲											
					▲コンフィギュレーション確定																									



バス部



ミッション部

若手職員・学生によるミッション部の開発



セイルの開発



セイルの収納



セイルの展開運用

若手職員・学生が中心となることで小規模でタイムリーな開発が実現できた。人材育成でも効果あり。IKAROS経験者がはやぶさ2の主要メンバーになった。IKAROSに加わった学生/PDが、**JAXA職員(宇宙研勤務)となった人数は8名**

ソーラーセイルWGでの大型膜面展開実験

逆傘型
(動的展開)



真空槽 (φ0.8m)

クローバ型
(動的展開)



スピントーブル (φ2.5m)

四角型
(準静的展開)



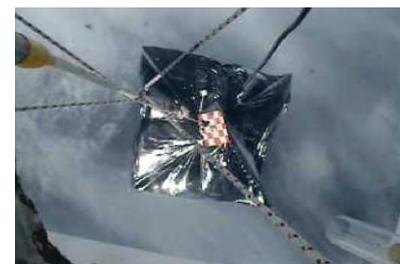
スケートリンク (φ10m)



大気球B30 (φ4m)



S-310観測ロケット (φ10m)



大気球B200 (φ20m)

2003.8

2004.8

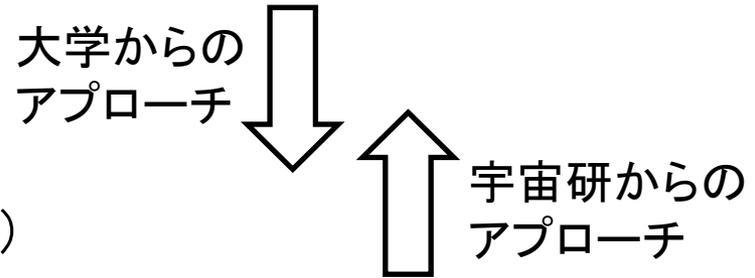
2006.8

ソーラーセイルWGでの研究成果をIKAROSミッションに集約することで
IKAROSは非常に短い開発期間(2.5年)にもかかわらず、成功することができた。⁷

まとめ

技術水準と資金規模の格差を埋める ⇒ 新技術をリーズナブルに挑戦する

- ・ピギーバックミッションによる挑戦(大学主体)
- ・相乗り・副衛星ミッションによる挑戦
- ・主衛星ミッションによる挑戦(JAXA・宇宙研主体)



相乗り・副衛星ミッションの枠組みを用意すべき.

規模の観点からも大学とJAXA・宇宙研と一緒に活動しやすい。
思い切って信頼性が落とせる。若手・学生が活躍しやすい。
ロケットの高機能化・低価格化により、相乗りしやすい状況となった。

ミッションを提案する前に研究開発を十分に行う必要がある.

気球実験や観測ロケット実験など大規模な実験まで実施し、
極力、無謀な挑戦とならないようにすべき。

挑戦的ミッションによって継続的に技術実証を実施することで、 日本が今後の宇宙科学・探査を先導すべき.