

# 宇宙開発利用の基盤技術について

平成18年10月26日(木)

宇宙航空研究開発機構

理事 堀川 康

チーフエンジニア 本間正修

# 宇宙の利用

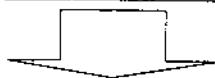
これまでの議論

第3回 計画部会(平成18年7月27日)

- (1)地球環境観測プログラム
- (2)災害監視プログラム

第4回 計画部会(平成18年8月25日)

- (1)衛星測位プログラム
- (2)災害対策・危機管理としての衛星通信技術の利用
- (3)宇宙活動を支えるデータ中継衛星



- ① これらの宇宙開発利用を支えるためには、各プログラムに共通する衛星技術を計画的に開発し、確実に維持発展させていく必要がある。
- ② 産業界、大学、研究機関などと連携し、JAXAは、個々の技術にとどまらず、システムから部品に至るまでの総合的な技術開発計画を構築し、これを推進する。



「基盤技術プログラム」として推進する

# 1. 基盤技術プログラムの基本方針

## (1) 我が国が必要とするミッションを確実に達成

JAXAの組織(総研本部の技術開発、科学本部での科学衛星開発、利用本部での利用衛星開発)および企業、大学、研究機関が有する我が国の衛星技術力を結集する。

## (2) 国際競争力を有する技術の獲得

戦略的、計画的な技術開発を効率的に行い、国際競争力を有する技術を獲得する。

### ① 高い開発目標の設定

新しく開発する基盤技術の目標設定は、現状技術を凌駕する高いレベルとする。これにより、長期間継続して、国際競争力を維持する。

### ② 技術開発の重点化

開発する技術は、衛星システムの機能・性能および信頼性を決定付ける戦略的に重要な技術に重点化する。

### ③ 技術の繰り返し利用

開発する基盤技術は一定期間継続使用し、技術の繰り返し利用による成熟を図る。これにより、信頼性の向上、コストの低減、開発期間の短縮を図る。

### ④ 技術実証の充実

技術実証の充実として、基盤技術を維持するための試験設備の充実を図ると共に宇宙実証を行う。

これらの基本方針に基づき、システム、コンポーネント・部品、先端的な技術の研究、技術の実証について具体的な取り組みを次項以降に示す。

## 2. システムレベルの開発戦略

(1) 高い開発目標設定の下、国際競争力のある衛星バスシステムを開発する。

(目標)5年後に開発着手する衛星において、

①信頼性の向上・長寿命化(静止15年以上、周回7年以上)、

②開発期間の短縮(新規開発4年、再製造2年)

③ペイロード比率の飛躍的向上

を図る。その際、コスト面にも十分配慮する。

(2) 信頼性向上の徹底

①開発した衛星バスシステムを一定期間は繰り返し使用する。

②ロバスト性・サバイバビリティの向上を図ると共に、

モニタ機能の強化により技術データの蓄積を行い、後続衛星へ反映する。

③試験・検査の充実を行う。特に、限界性能の把握に努める。

(3) システム技術の飛躍のための方策

①システム構成の大きな変更を要する新しいミッションへの対処  
実利用ミッションの前に宇宙実証を行う。

②新規システム開発を定期的(例えば10年毎)に行う。

一定期間使用し続けることによる技術の陳腐化への対処として  
一気に大きな性能向上(フルモデルチェンジ)を行う。

(4) 衛星開発手法の改良

①上述の目的を達成するために、衛星の設計手法、試験方法等を見直し、標準化する。

### 3. コンポーネント・部品の開発戦略

(1) 以下を戦略的に重要なコンポーネント・部品と位置づけ、重点的に研究開発投資を行い、企業・JAXAが協力して安定的な供給を維持する。

① 衛星システムが圧倒的な国際競争力(機能・性能、信頼性・長寿命化、コスト・納期)を得るためのもの

(例) 電源系機器・バッテリー(参考1)、トランスポンダ(参考2) 等

② 我が国の自在な宇宙活動に不可欠なもの

(a) 衛星の信頼性を決定付ける機器で我が国にノウハウの維持向上が必要なもの

(例) ホイール(参考3)、推進系部品 等

(b) 海外からの調達性に問題のあるもの

(独占的な供給状態、情報開示、納期・コスト等)

(例) FPGA(参考4) 等

③ 我が国の得意分野で、世界の宇宙活動に貢献できるもの

(結果として市場の一定シェアを獲得し企業の自立的な維持発展が期待できる)

(例) MPU(参考4)、太陽電池セル 等

(2) 一度開発した技術は、設計変更せず適切な期間使い続ける。

サブシステムやコンポーネント単位の変更もシステムレベルの不具合に至る可能性があるため、変更しない。

## 4. 先端的な技術の研究

宇宙利用としてもミッションのフロントローディングとして先端的な技術研究を行う。  
また、大学や研究機関等外部の研究者とも連携して、技術の大きな飛躍に備えた研究を進める。

例) ロボティクス, フォーメーションフライト, マイクロマシン技術の活用, 帯放電現象の解明

## 5. 技術実証の充実

新規技術の開発においては、地上で十分に検証を実施することを基本とする。そのため、地上試験設備の拡充を行う。

地上で検証できない項目については、宇宙実証を行う。

### (1) 地上試験設備の拡充

地上試験での検証を充実させるために、最新の設備の導入を行う。

例) 光学チャンバ、システムレベルの電波計測装置 など

### (2) 宇宙実証

宇宙実証は、実際に宇宙でしか得られない環境下での検証や総合的なシステムとしての検証が必要な場合に行う。(参考5)

このため、システムレベルの宇宙実証とコンポーネント・部品レベルの宇宙実証を実施する。

## 5. 技術実証の充実(続き)

### (2)-1 システムレベルの宇宙実証

#### ①全く新しいシステムアーキテクチャーの実証

宇宙の新たな利用を開拓するために、これまでのシステムから大幅な飛躍を行う必要がある場合。(例)超低高度衛星、フォーメーションフライトなど

#### ②システム構成の大きな変更を要する実利用ミッションの事前実証

実利用ミッションの前に、利用者が安心して利用できる様に事前に実証ミッションが必要な場合。(例)静止地球観測ミッション、危機管理通信ミッション等

#### ③衛星システムの飛躍的な性能向上

システムレベルの性能(例えばペイロード効率)等の大きな向上(フルモデルチェンジ)を行う場合。この場合の搭載ミッションについては、①や②と併せた計画とする。

これらを技術試験衛星(ETS)または実用実証衛星として計画する。(参考6, 7, 8参照)

### (2)-2 最先端のコンポーネント・部品の宇宙実証

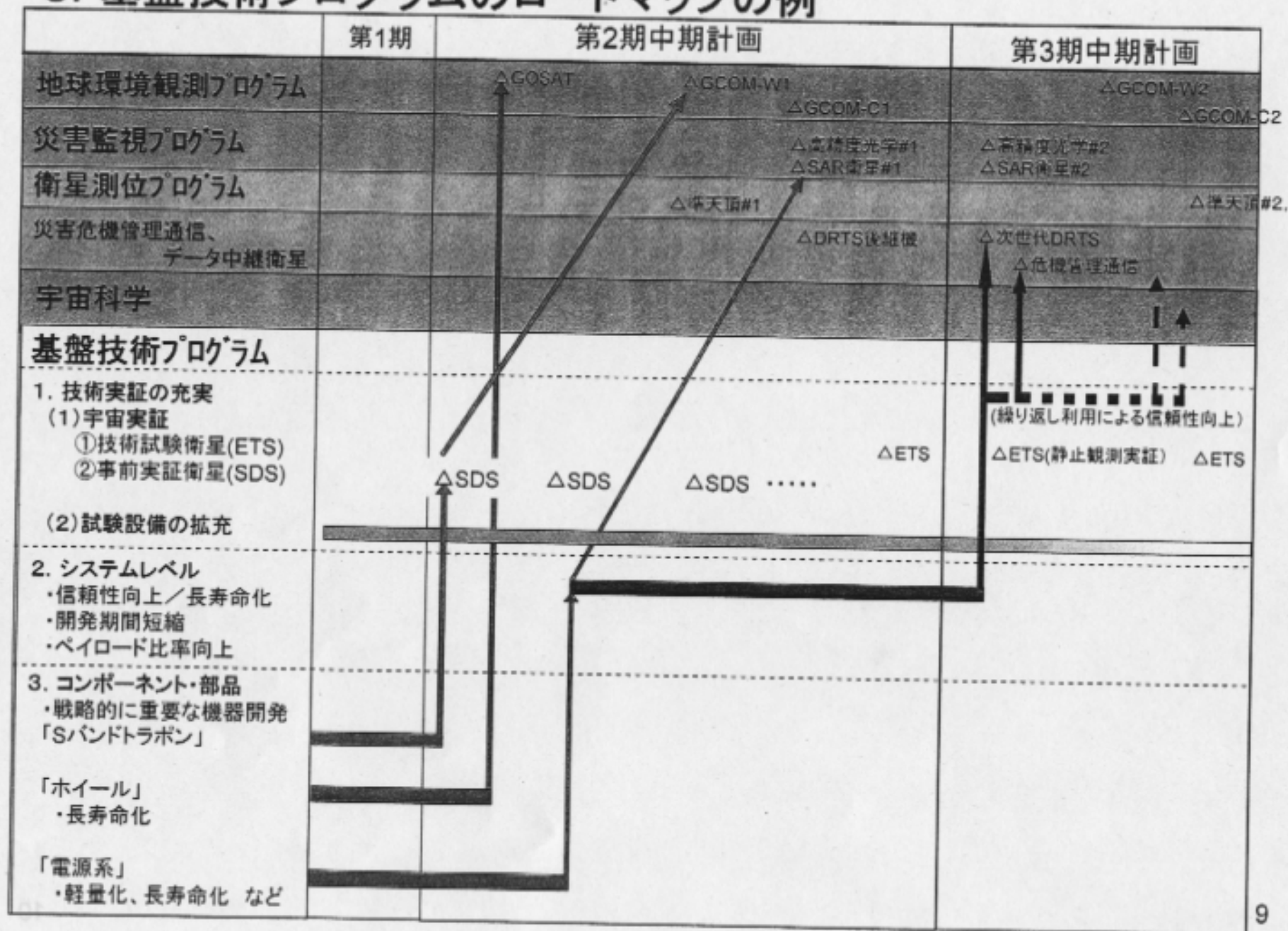
部品コンポーネント実証衛星(SDS)、ピギーバック等、安価で高頻度に打上げられる手段を確保し、最先端のコンポーネント・部品の宇宙実証を行う。

## 6. まとめ

- (1) 宇宙開発利用の基盤となる技術の開発・維持を行うために、従来の信頼性向上プログラムを更に進め、基盤技術プログラムを構築する。
- (2) 基盤技術プログラムのロードマップの例を次頁に示す。



## 6. 基盤技術プログラムのロードマップの例



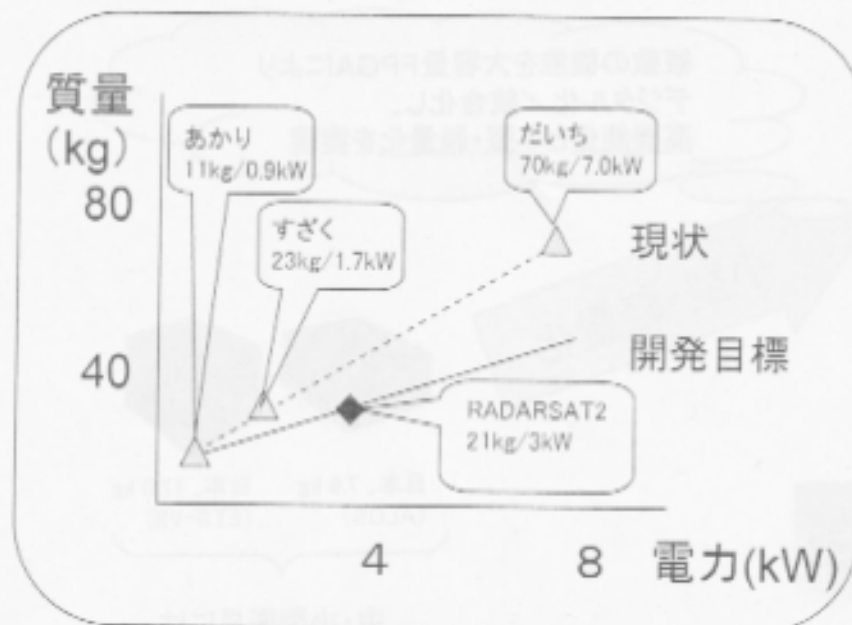


# 参考

# 参考1

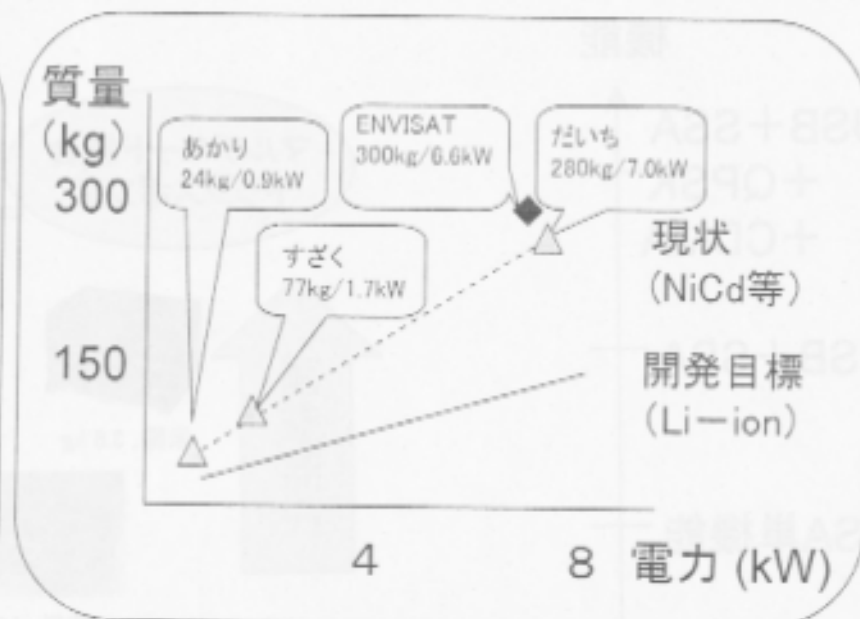
## 電源系機器・バッテリー

●世界の技術レベルを考慮し、大幅な軽量化を図る。



### 電源系機器の軽量化目標

回路方式の見直し・小型化により機器の一体化を図り軽量化を行う。



### バッテリーの軽量化目標

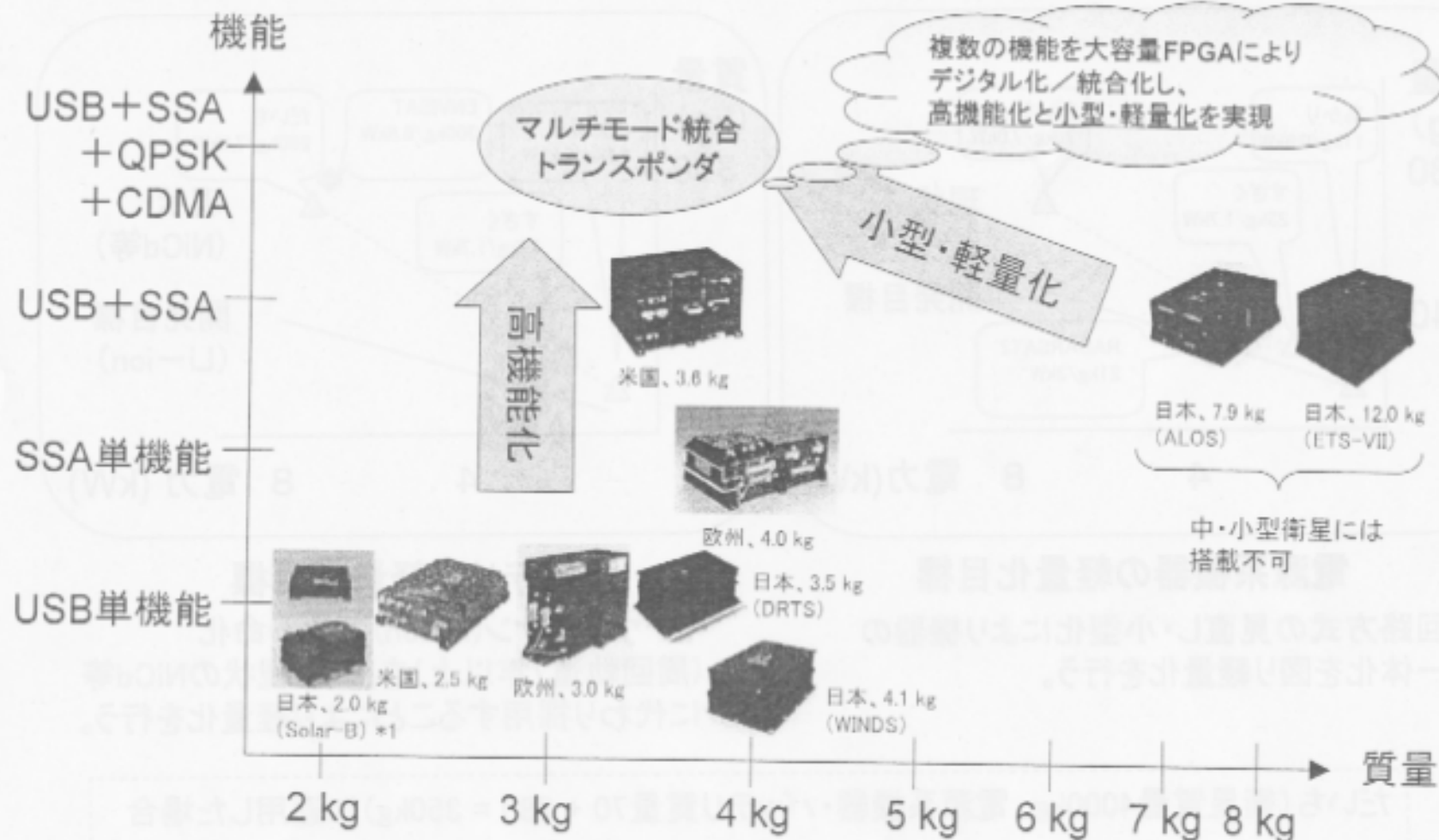
リチウムイオン(Li-ion)の長寿命化(周回軌道7年以上)を図り、現状のNiCd等に代わり採用することにより軽量化を行う。

だいち(衛星質量4000kg、電源系機器・バッテリー質量70 + 280 = 350kg)に適用した場合

350kg→190kg以下への軽量化が可能

# 参考2 テレメトリコマンド用トランスポンダ

●世界の技術レベルを考慮し、高機能化と小型・軽量化を実現



テレメトリコマンド用トランスポンダの開発目標

\*1) Solar-B送受信機の質量は送受1系統換算(DC/DCコンバータ、コマンド復調回路無し)

# 参考3

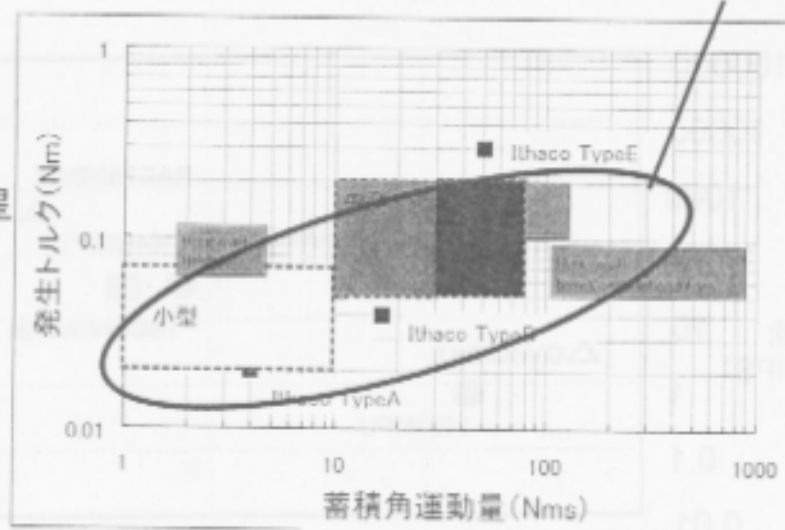
# ホイール

- ✓3軸衛星姿勢制御に不可欠。国内外でホイールに係わる不具合が発生しており、衛星開発の自在性、信頼性を確保する上で欠くことのできない基盤技術。
- ✓高性能・高信頼の国産ホイールの開発を実施。

## 世界の動向/状況

- ▶世界市場は欧米の少数メーカーにて寡占状況(ロシア、中国は不明)
- ▶海外主要メーカーでは、90年代より民生技術(ベアリング潤滑技術、パワーエレクトロニクス等)を活用し、高信頼化・長寿命化を図った次世代ホイールを開発
- ▶地球・天文観測ミッションからの姿勢制御の安定度・マヌーバ性能要求の高まりに伴い、ホイールへの高トルク化、低擾乱化等の要求もあり

主要な衛星用途の必要範囲  
に対応するホイールを開発



ホイールの技術ロードマップ

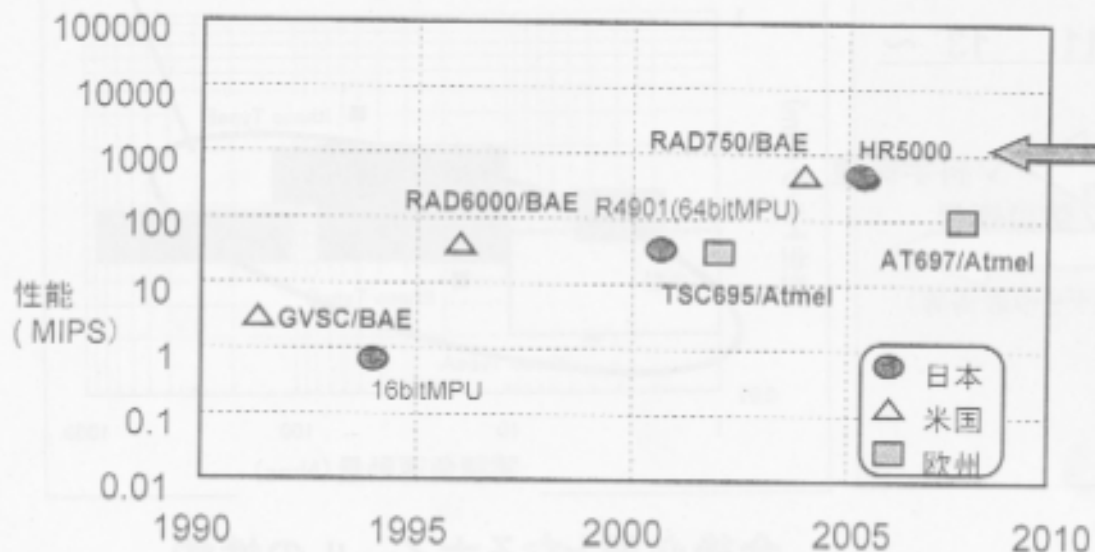
今後必要となるホイールの性能

# 参考4

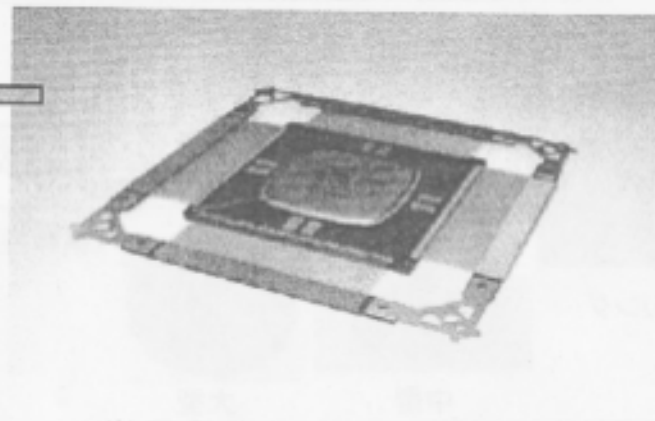
## 部品(FPGA、MPU)



FPGAの開発目標



MPUの開発目標



世界最高性能(320MIPS)の宇宙用MPU(HR5000)

# 宇宙実証の技術的必要性

レベル	必要性	宇宙でしか実証確認できない技術項目例
コンポーネント/ サブシステム	○宇宙でしか得られない 環境下の検証 （「微小重力環境」、 「広大な空間」、 「広い視野」等）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機構部品等の作動試験（大型展開アンテナ、ロボットアーム、アクチュエータ等の微小重力環境下での展開、作動状況）</li> <li>・地球観測センサ、宇宙センサ、放射線センサ （宇宙の広大な空間、実際の視野、対象物である必要）</li> <li>・高精度の歪の把握を必要とするアンテナ、ミラー等 （微小重力下での、軌道や実際の姿勢での熱歪制御の状態）</li> </ul>
システム	○総合的なシステムとして リスクが高いもの	<ul style="list-style-type: none"> <li>・衛星規模、構造様式の大幅な変更（システム・アップグレード）</li> <li>・フォーメーションフライト等の新たなシステムアーキテクチャ （誘導センサー、微小推進系、誘導ソフト等の組み合わせ）</li> <li>・制御ソフト、アルゴリズム（誘導各機器、推進システムとの組合せ）</li> <li>・データバス</li> </ul>
組み合わせや 統合システム	○地上システムを含めた トータルシステム	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地球観測機器、通信機器（光通信等含む）</li> </ul>

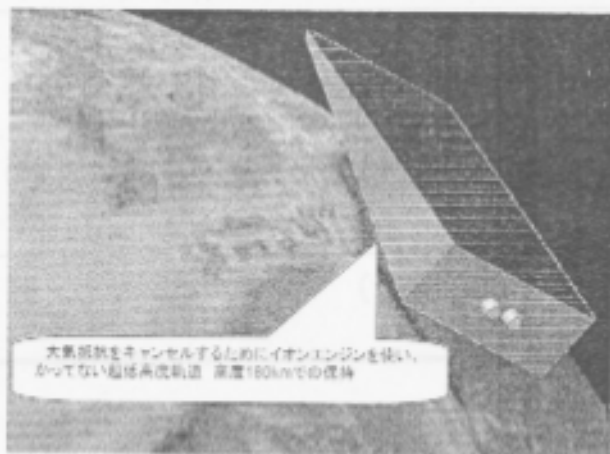
## 参考6

### 技術試験衛星の例

#### ① 全く新しいシステムアーキテクチャーとなるもの

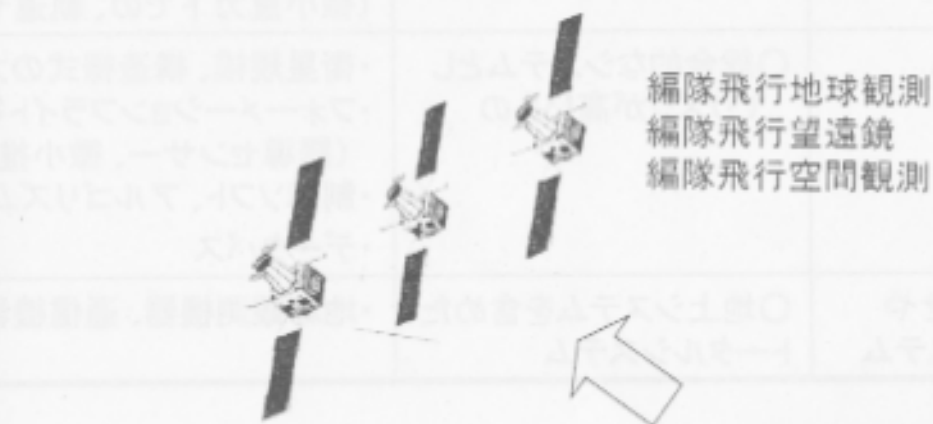
##### (例)「超低高度軌道の活用」

- ・高度150-200kmといった超低高度軌道では、光学衛星の空間分解能は4倍、SAR衛星センサの必要電力は64分の1という利点があることを活用して新たな宇宙利用を開拓する。



##### (例)「フォーメーション・フライトの活用」

- ・「おりひめ・ひこぼし」(ETS-VII)の技術を発展させ、複数衛星の編隊飛行による新たな観測により、地球観測や宇宙科学に資する。
- ・複数衛星の編隊飛行を利用した地球観測や科学ミッション提案は世界的に急激に増加している。





## 技術試験衛星の例

### ②システム構成の大きな変更を要する実利用ミッションの事前実証

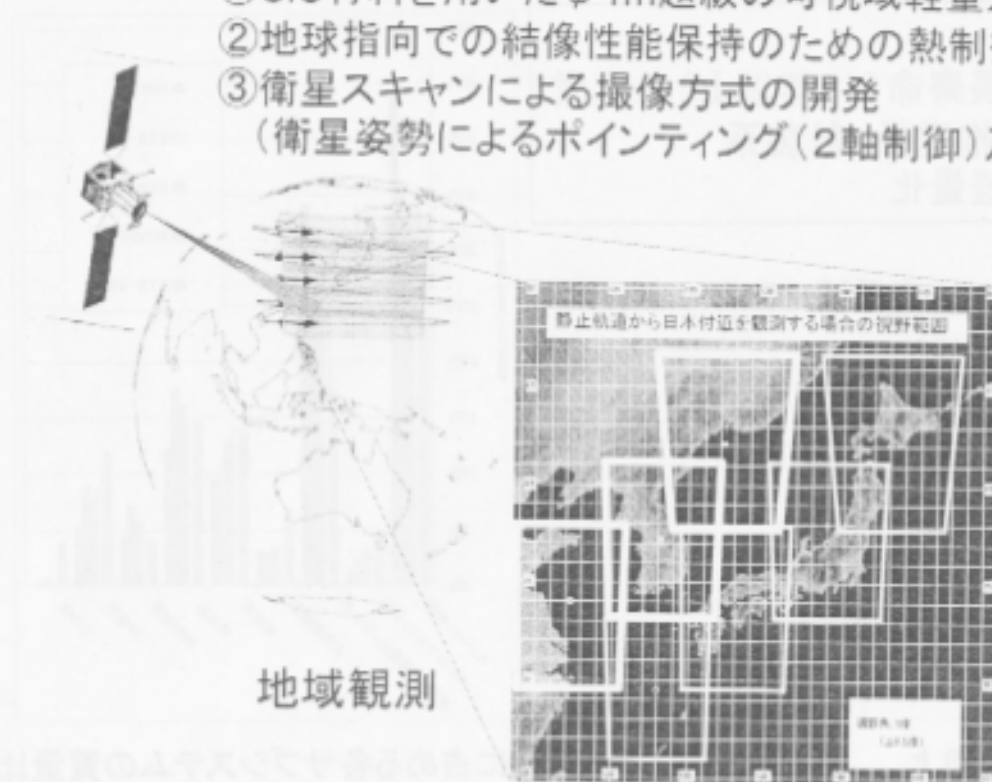
#### (例)「静止軌道からの常時地球観測技術の実証」

##### 1. 技術実証ミッション

可視(20m級分解能)～赤外(数100m分解能)イメージャによる  
洪水、山崩れ、山火事、火山噴火等の即時災害時状況把握

##### 2. 技術開発項目

- ①SiC材料を用いたφ1m超級の可視域軽量大型鏡の開発
- ②地球指向での結像性能保持のための熱制御技術の開発
- ③衛星スキャンによる撮像方式の開発  
(衛星姿勢によるポインティング(2軸制御)及びスキャン(1軸制御))



# 参考8

## 技術試験衛星の例

### ③衛星システムの飛躍的な性能向上。

#### 1. 静止衛星のニーズ:

- ①次世代データ中継衛星や危機管理通信システムの衛星システム
- ②商用衛星では移動体等高機能衛星(3-4トン)と従来型通信放送衛星(1-2トン)に分散(各50%)

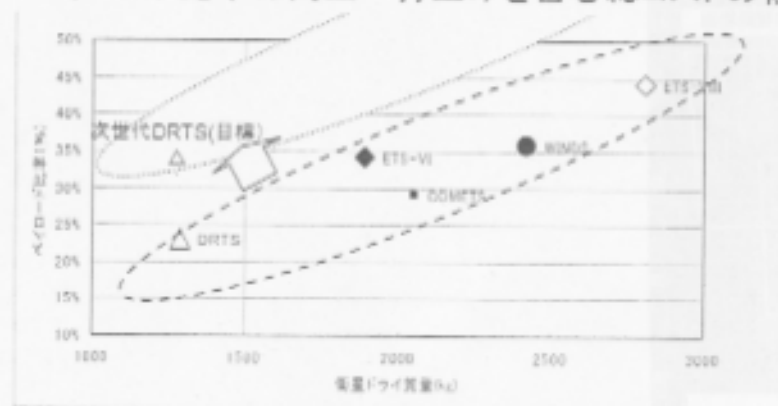
#### 2. 性能向上の必要性:

- ①第2期中期計画最終年(2012年)は、ETS-VI('94打上)から18年、DRTS('02打上)から10年。
- ②世界レベルの高信頼性、寿命15年以上を目標。
- ③世界レベルに向けたペイロード比率の向上の達成が必要。

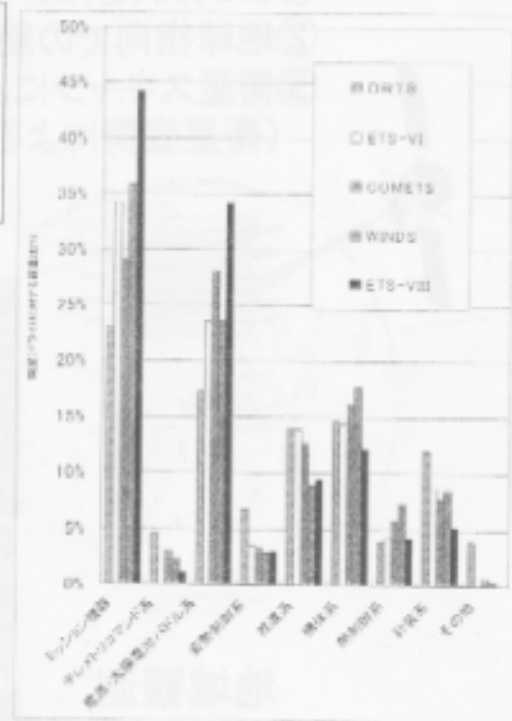
#### 3. 主な課題

- ①長寿命化・・・ホイール、ジャイロの長寿命(15年以上)の達成
- ②電源・太陽電池パドル系、構造系、推進系、計装系(現状は以上の合計で約50%)の軽量化

ペイロード比率の向上→打上げを含む総コストの低減



衛星ドライ質量に対するペイロード比率の向上



衛星ドライ質量に占める各サブシステムの質量比率 18