

# 小型技術刷新衛星研究開発 プログラムについて

2021年12月13日

国立研究開発法人  
宇宙航空研究開発機構  
理事 張替 正敏

研究戦略部 計画マネージャ 加藤 松明

1. 本プログラムの位置づけ
2. 目的・目標の設定
3. 研究課題の設定
4. 今後の予定

# 1. 本プログラムの位置づけ

## 背景

### ● 課題1: 挑戦的な衛星技術の研究開発・採用機会の不足

- ✓ 政府における衛星開発においては、実利用が進むなか、成熟度の高い技術を活用した着実な開発が求められており、衛星システムの刷新や民間の競争力強化につながる挑戦的技術・先端技術を採用した研究開発・実証の機会が不足。

### ● 課題2: 衛星の開発・製造方式の刷新に取り組む機会の不足

- ✓ 欧米等で取組が進むなか、開発期間の短縮・低コスト化につながる新たな衛星開発・製造方式(開発プロセスのデジタル化や安全・信頼性の最適化等)の実現に取り組む機会が不足。

➡ 「小型・超小型衛星によるアジャイル開発・実証を行う技術刷新衛星プログラムを新たに構築」

※宇宙基本計画  
(令和2年度改定)  
に記載

(内閣府)衛星開発・実証プラットフォーム 産学官の議論による戦略立案・開発テーマ(方針)の設定

## 小型技術刷新衛星研究開発プログラム

### ① 小型・超小型衛星により、以下をアジャイルに開発・実証

A) 官民で活用可能な**革新的・基盤的技術**を官民連携で早いサイクルで実証(他分野の先端技術との融合)

➡ **挑戦的な衛星技術による競争力向上や新たなユーザーニーズ創出**

B) 衛星の新たな**開発・製造方式**(デジタル化等)、設計開発に関する**基準・標準**(安全・信頼性等)の試行・実証(作り方プロセスの刷新)

➡ **衛星の短期開発・低コスト化**

② 技術成熟度の低いものの国際競争力向上に貢献する**挑戦的な新規技術**は、衛星での実証に向けて、地上での官民共同開発を実施し、アイデアから宇宙実証の間のギャップを解消し、シームレスに研究開発を推進

我が国の実用衛星への成果適用を図るとともに衛星開発の国際競争力向上に貢献

### 【民間の宇宙活動】宇宙ビジネス拡大

- 民間単独での開発が困難な挑戦的技術による競争力の高いビジネスの展開
- 新開発・製造方式適用による低コスト化



### 宇宙産業振興

競争力・売上向上

### 小型技術刷新衛星研究開発プログラム

革新的・基盤的技術の地上での官民共同研究開発

- 民間宇宙ビジネスへの新技術・新開発方式の適用
- 宇宙ビジネスからの革新的技術ニーズの取込み

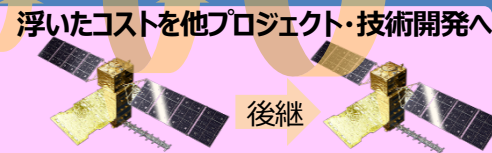


- 政府の衛星開発利用への新技術・新開発方式の適用
- 政府・公共利用ニーズの取込み

### 【政府の宇宙活動】宇宙利用拡大

- 挑戦的な新規技術の適用による価値創出
- 新開発・製造方式適用による低コスト化

➡ 政府利用の敷居低下・利用省庁主体の利用拡大



## 2. 目的・目標

- 前頁に示す本プログラムの政策的な位置づけである「**競争力向上**や**新たなユーザーニーズ創出**」、「**衛星の短期開発・低コスト化**」への貢献を目指し、昨今の宇宙事業を取り巻く環境(下記3つの視点)を踏まえて本プログラムの目的を以下のとおり設定。

### 宇宙市場の拡大、競争の激化

今後10年で大きな成長が見込まれる地球観測分野を中心に、堅調に成長する宇宙産業に対し、競争力のある技術・企業・サービスを産み出す

### コンステレーションニーズの拡大

コンステレーション事業が政府・民生で検討され、コンステレーションニーズが拡大。コンステレーションの能力を向上させる基盤技術を獲得する。

### デジタル化への期待

宇宙基本計画にも示されている、近年急速に進展が進む衛星のソフトウェア化、開発プロセスのデジタルイゼーション(デジタル化)に貢献する



### プログラムの目的

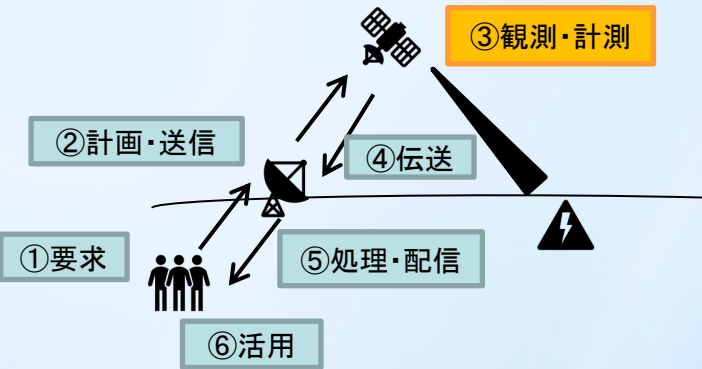
- 10年先に我国が世界トップレベルのコストパフォーマンスを持つ「衛星利用サービス」を享受。
- そのため、国際市場の中で競争力を持つ衛星技術を、新規企業の参入も促進して構築。
- 技術の対象領域は、衛星システムレベル技術＝「アーキテクチャ」、「設計・製造及び運用プロセス等」とし、これらの研究開発、実証及び成果の活用を促進。

# 2. 目的・目標

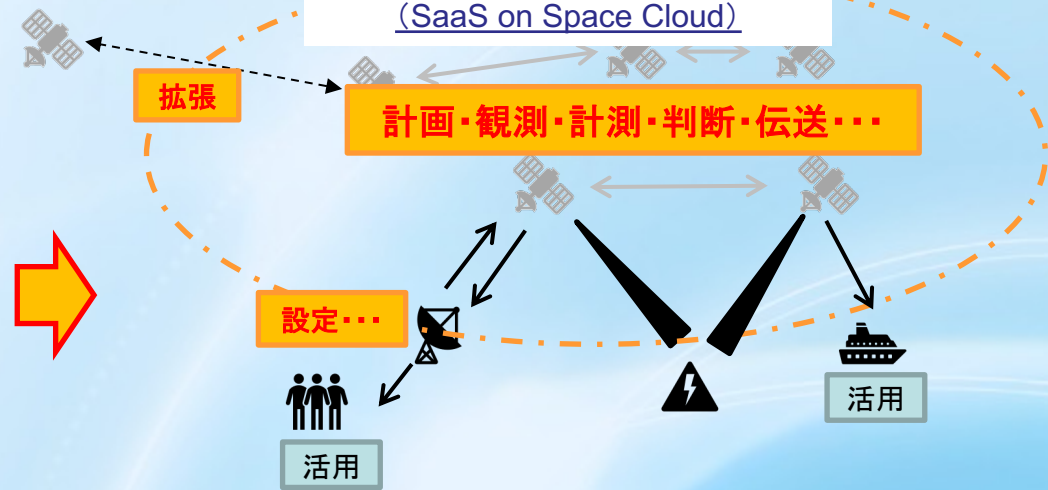
## 目標①: 新たな衛星利用サービス構想の実現

- a. 衛星サービスの拡大・進化の基盤となる機能(ネットワーク機能、サーバ機能、アプリケーション機能など)について、目標②で掲げる「ソフトウェア衛星」とともに接続する実証実験を将来発展・活用の意欲のある企業・組織とともに実施する。
- b. 本プログラムで実証した技術を取り込んだ【新たな衛星利用サービス】を実施する国内企業が存在している状態を目指す。

現状の衛星利用サービス  
(Satellite as a Service: SaaS)



衛星利用サービスの刷新のイメージ  
(SaaS on Space Cloud)



### 既存のサービスのアーキテクチャ

- ・ユーザニーズは大幅な変更はない前提でシステムがデザインされており、確定的
- ・機能の変更・追加・拡張は想定していない。ユーザニーズの大幅な変更への対応は不可

### サービスアーキテクチャの刷新

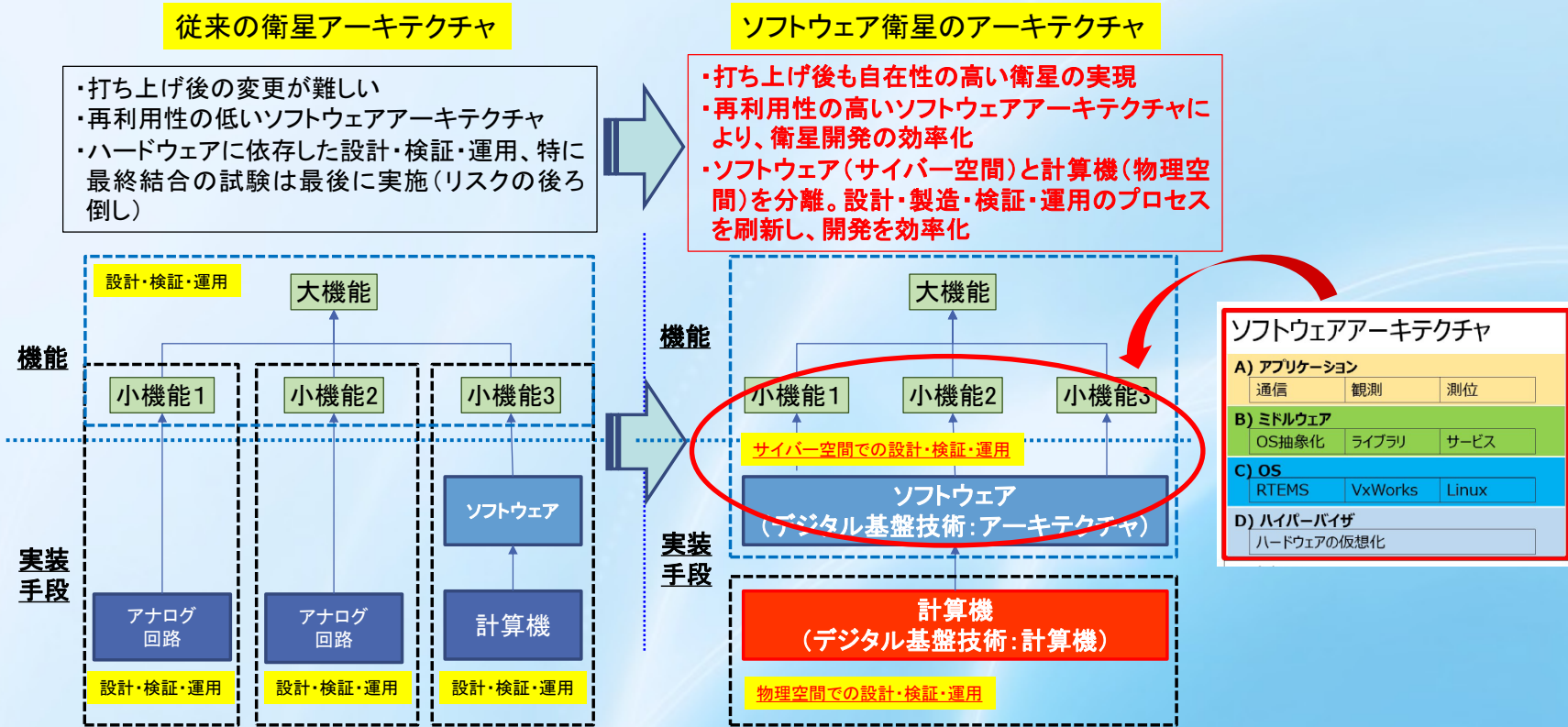
- ・ユーザニーズに応じて、衛星と地上の役割をダイナミックに変更可能。
- ・新たな機能を持つ衛星(観測機能やサーバ機能など)を自由に拡張し、サービスの質をフレキシブルに変更可能



# 2. 目的・目標

## 目標②:ソフトウェア衛星を目指したアーキテクチャの構築

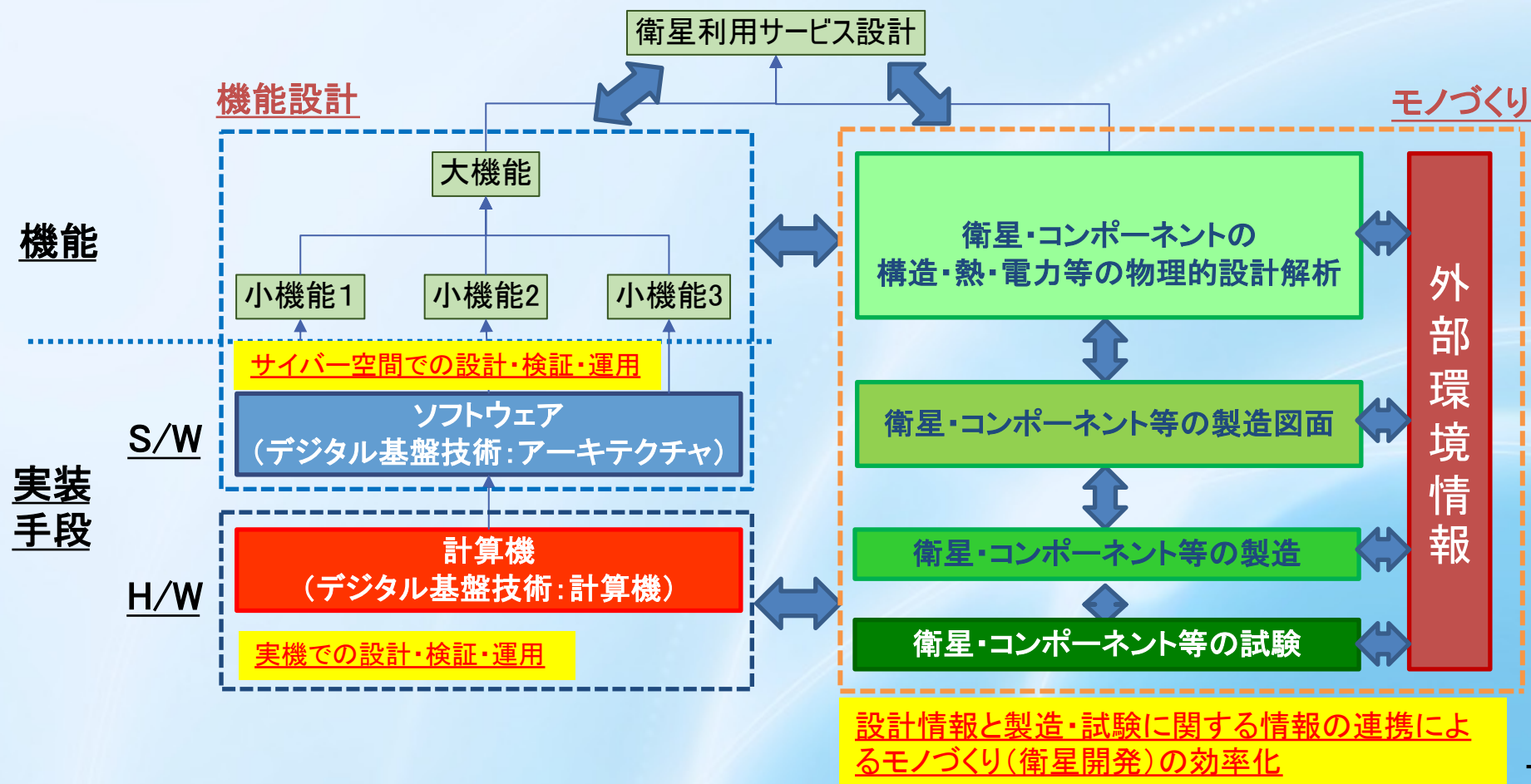
- a. ソフトウェア衛星のアーキテクチャの原型を構築し、衛星間や地上との連携を自在に行う技術を軌道上実証する。
- b. 2年毎の刷新衛星でMoore則に従う衛星搭載計算能力の確保と、それに見合う機能・性能の向上を可能とする衛星の開発手法を構築する。



# 2. 目的・目標

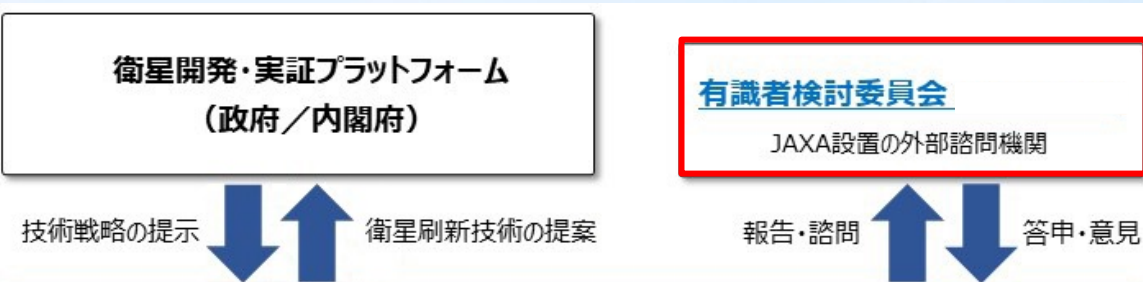
## 目標③: 衛星開発へのデジタル(DX)開発手法の浸透・効用の顕在化

- a. 2年で数十機程度(TBD)という我国の民生事業で構想されている小型衛星コンステレーションの開発・運用に対し、費用・期間並びに信頼性の要求を満足するDX開発・運用手法を実現する。



# 3. 研究課題の設定

## 本プログラム活動の構成



## 小型技術刷新衛星研究開発プログラム (JAXA/研開部門)

### ① 重点課題の識別・設定

政府・JAXAによる検討や、民間事業者・大学・研究機関等の意見を踏まえ、重点課題や具体的な研究開発テーマを設定

情報共有

### ② WG、コンソーシアム、RFI等

既存/新設の枠組みより、事業者の意見を集約

### ③ 地上での研究開発

戦略を踏まえてJAXAと民間事業者・大学・研究機関等が研究開発する、または、研究開発案件を公募するなど

### ④ 実証形態の策定・衛星開発・実証

- ・宇宙で実証する技術やその形態を決定
- ・衛星開発企業を選定の上、衛星開発・技術の宇宙実証
- ・民間衛星へのミッションの相乗りなど、タイムリーな実証機会を探索

① これまでの主な活動

## 有識者検討委員会の構成

氏名	所属	役職
委員長 中須賀 真一	東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻	教授
	宇宙政策委員会衛星開発・実証小委員会 大学宇宙工学コンソーシアム (UNISEC)	委員長 理事
副委員長 白坂 成功	慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科	教授
	宇宙政策委員会衛星開発・実証小委員会	委員
岩崎 晃	東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻	教授
中尾 彰宏	東京大学大学院情報学環・学際情報学府	教授
	Beyond 5G推進コンソーシアム国際委員会	委員長
木村 真一	東京理科大学理工学部電気電子情報工学科	教授
	大学宇宙工学コンソーシアム (UNISEC)	理事
石田 真康	A.T.カーニー株式会社	プリンシパル
	一般社団法人SPACETIDE	代表理事 兼CEO 委員
オブザーバ	宇宙政策委員会衛星開発・実証小委員会	
	(財)衛星システム技術推進機構 (ASTEC) 文部科学省	



# 3. 研究課題の設定

- 設定した目的、目標について事業者からの意見を収集すべく情報提供要請を2021年9月に実施。情報を提供いただいた事業者に補完的にヒアリングを実施。

意見カテゴリー	情報提供内容・ヒアリング結果	
	意見	研究課題設定の考え方
目標①	<ul style="list-style-type: none"> <li>地球観測データやIoTデータの<u>情報化・知識化を進め、データ利用者がより使いやすい方向に進化することが必要。</u></li> <li><u>地上処理を軌道上で行うことによるサービスの価値向上の可能性はある</u></li> <li>高頻度ではなく、<u>データ鮮度等の観点で衛星間ネットワーク、オンボード処理の高度化が重要。</u>そのためのシステムアーキテクチャ検討も重要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ミッションを対象に<u>オンボード処理能力の向上は価値がある。</u></li> <li>具体的な<u>サービス実証(POC)のための場が必要</u></li> <li>地球観測事業と新たな民生事業との連携については<u>引き続き検討が必要</u></li> </ul>
目標②	<ul style="list-style-type: none"> <li>衛星システムのソフトウェア化とこれをベースとした開発のDX化は重要。</li> <li>ソフトウェア化のアーキテクチャを定義するにあたり、「<u>ソフトウェア開発の効率化</u>」、「<u>衛星利用サービスのより高度な実現</u>」など、<u>目的の設定およびこれを維持する体制の構築が重要</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ソフトウェア化することで効果の高い領域の識別と、具体的な取り組み、実施体制について<u>引き続き検討が必要</u></li> </ul>
目標③	<ul style="list-style-type: none"> <li>(主に政府系衛星などでは)大規模、複雑な衛星システム開発において、<u>顧客－製造企業(企業内及び企業間)の認識・理解の齟齬に伴う課題</u>がある。モデル化等の何らかの技術により、これらの<u>情報の流れを整流化する取り組みは価値がある</u></li> <li><u>上流設計から製造までの一貫したDigital化は重要。</u></li> <li>敷居の高い開発のDXの敷居を下げる活動が重要。</li> <li>小型衛星コンステレーション事業では、<u>標準化のような中長期の取り組みよりも事業競争力の強化に直結するような取り組みが重要。</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本の宇宙システムのデジタル化(エコシステムの構築)について、中・大型衛星も含む中期的な目標、具体的な取り組みについて<u>引き続き検討が必要</u></li> <li>競争が熾烈な業界での<u>国際競争力強化に必要な衛星能力拡大、多品種への対応等の具体的テーマ設定が必要</u></li> </ul>

# 3. 研究課題の設定

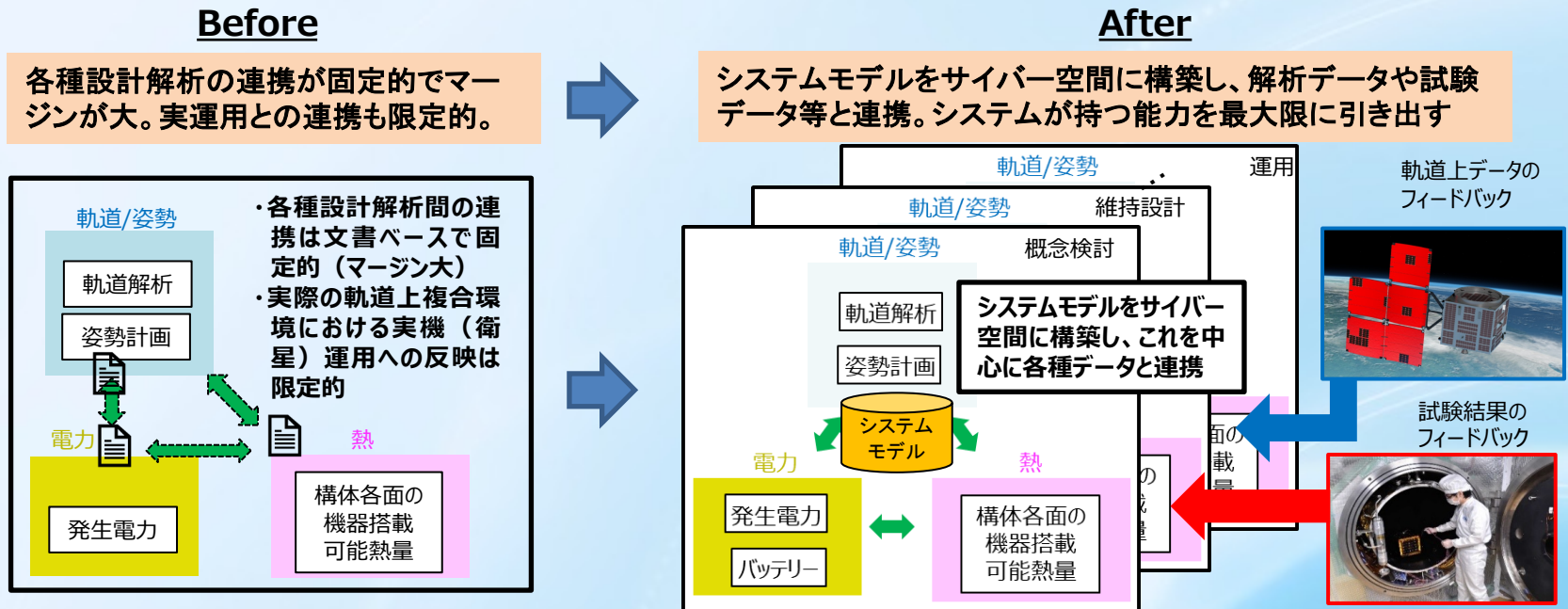
- 事業者からの意見を踏まえて研究課題を識別した。

研究課題のカテゴリ	具体的な研究課題の内容	関連目標
<b>研究課題(ア)</b> 小型衛星コンステレーションの観測能力の拡大と地球観測サービスの価値向上に向けた取り組み	<ul style="list-style-type: none"> <li>観測能力(時間・領域等)の拡張に資するシミュレーション技術とモデルベースの観測運用技術の獲得(下記技術も活用)               <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 軌道上エッジコンピューティングによるサービス環境の構築</li> <li>b. 衛星のオンボード処理能力の拡張</li> <li>c. 高発熱機器に対する新たな熱制御デバイス技術の獲得</li> </ul> </li> </ul>	① ② ③
<b>研究課題(イ)</b> 小型衛星コンステレーション事業の多種多様なミッションへの対応力向上とデリバリータイムの縮減	<ul style="list-style-type: none"> <li>システム成立性/仕様検討のモデルベース化、シリーズ衛星開発におけるモデル再利用による開発効率の向上</li> </ul>	③
<b>研究課題(ウ)</b> 新たな民生事業及び事業者の発掘	※政府の地球観測事業や民生分野におけるコンステレーションの活用といった動向も踏まえ、新たな民生利用事業と事業者の発掘に向けた検討を継続する。	①
<b>研究課題(エ)</b> 我が国の宇宙システム開発のデジタル化に向けた取り組み	※中・大型衛星の開発に関係する様々なステークホルダと連携し、衛星のソフトウェア化、宇宙システム開発のデジタル化に向けた課題の識別、具体的な研究課題の設定について検討を進める。	② ③

# 3. 研究課題の設定

## 研究課題(ア)小型衛星コンステレーションの観測能力の拡大と地球観測サービスの価値向上に向けた取り組み

- 熱、電力、姿勢などが複合的に関係する軌道上環境を必要な精度で模擬できるシミュレーション技術とこれを活用したモデルベースの観測運用技術の獲得を目指す。

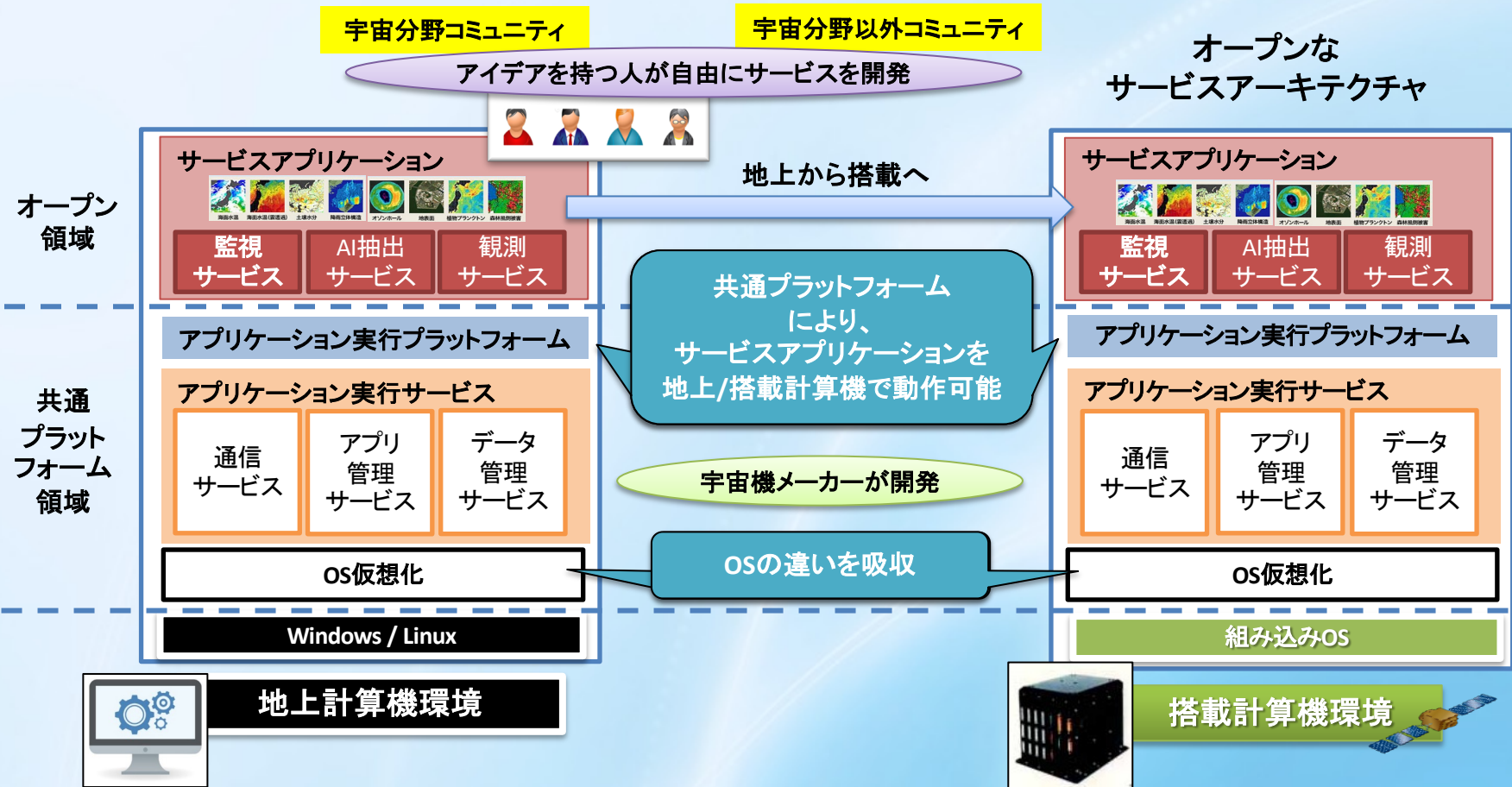


- AI処理や自律化機能等、地球観測サービス事業の拡大を支えるソフトウェア開発について、容易にかつ新たなプレーヤが参画しやすい環境の構築(P12参照)。
- 上記、軌道上でのAI処理、観測運用のインテリジェント化など、高度な機能を軌道上で行うことによる地球観測サービス事業の競争力向上に向け、Mooreの法則で進展する地上民生部品技術も取り入れた軌道上計算機の研究開発に取り組む(P13参照)
- 小型衛星の限られたリソース(搭載スペース等)の中で高性能化に伴う高発熱機器に対する新たな熱制御技術の獲得

# 3. 研究課題の設定

## 研究課題(ア)-a: 軌道上エッジコンピューティングによるサービス環境の構築

- ✓ 運用の自由度向上や新たな事業者によるサービス提供を容易に可能とするために、オープンな軌道上のエッジコンピューティングにおけるサービスアーキテクチャ環境を構築





# 3. 研究課題の設定

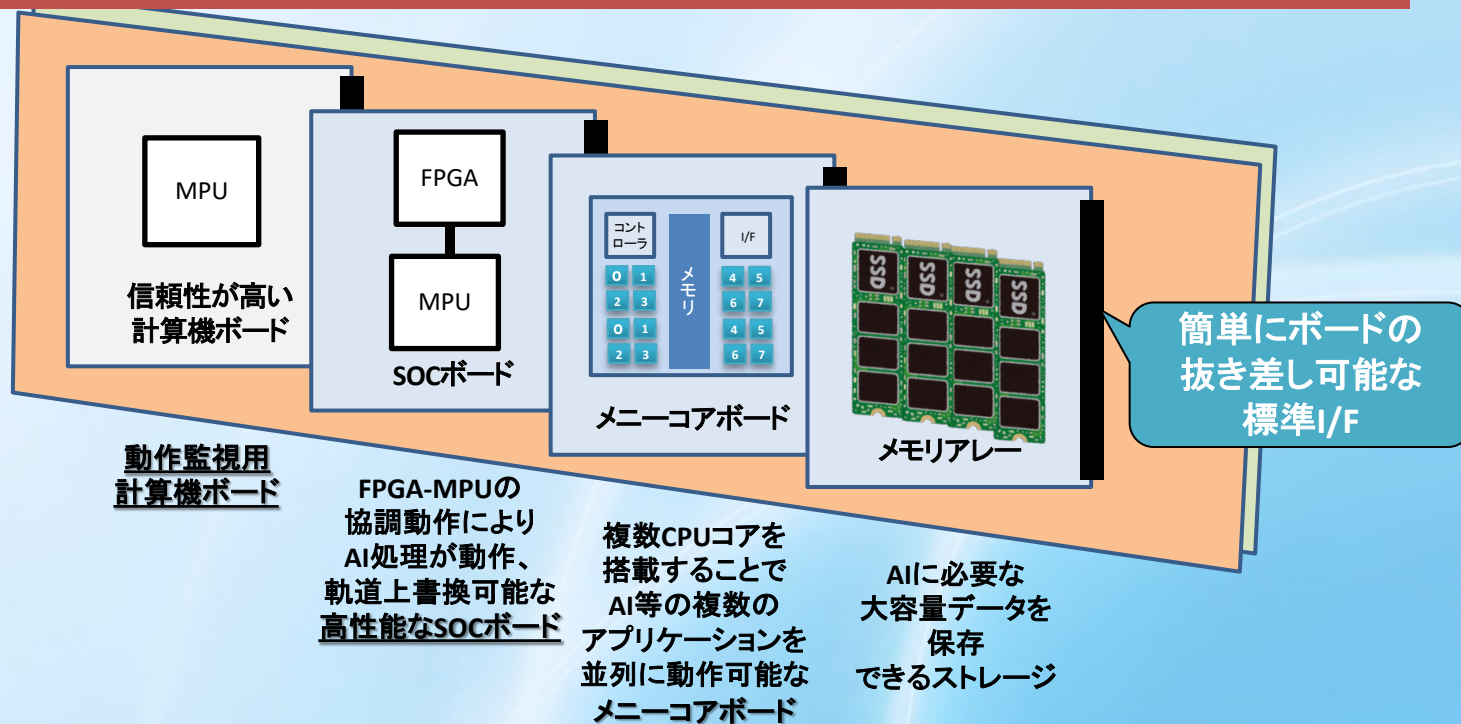
## 研究課題(ア)-b: 衛星のオンボード処理能力の拡張

- ✓ 民生部品等 (MPU\*を搭載したSOC\* FPGA、メニーコアプロセッサ\*など) を活用した高性能なオンボード計算機
- ✓ オンボード計算機に搭載するボードを容易に拡張・取替が可能な構成の実現

\* MPU: Multi Processor Unit、 SOC: System on Chip、

メニーコアプロセッサ: 1つのプロセッサ内に多数のコアが搭載されているプロセッサ

様々な計算機環境を発展的に試すことが可能な共通プラットフォーム(模式図)





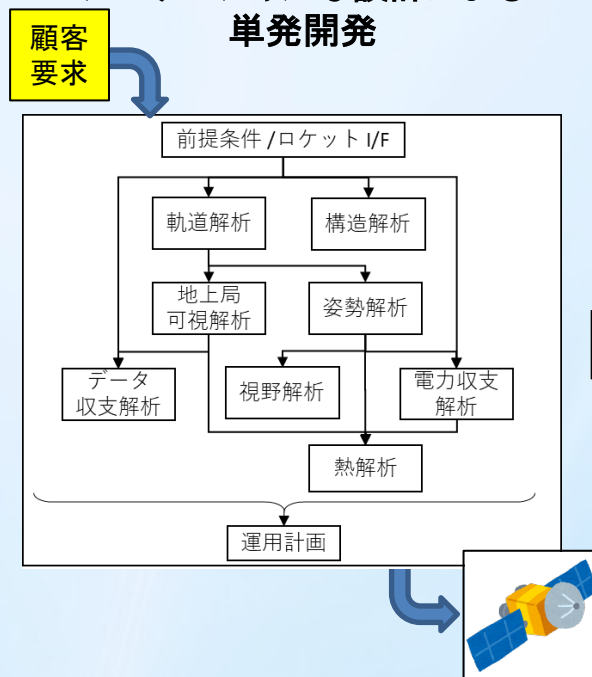
# 3. 研究課題の設定

## 研究課題(イ)小型衛星コンステレーション事業の多種多様なミッションへの対応力向上とデリバリータイムの縮減に向けた取り組み

- ▶ 様々な顧客要求を分析し、実現性評価と衛星仕様設定を短縮する技術として、システム成立性/仕様検討のモデルベース化と、シリーズ衛星開発におけるモデル再利用化に取り組み、顧客要求への対応力の向上とデリバリータイムを縮減を目指す。

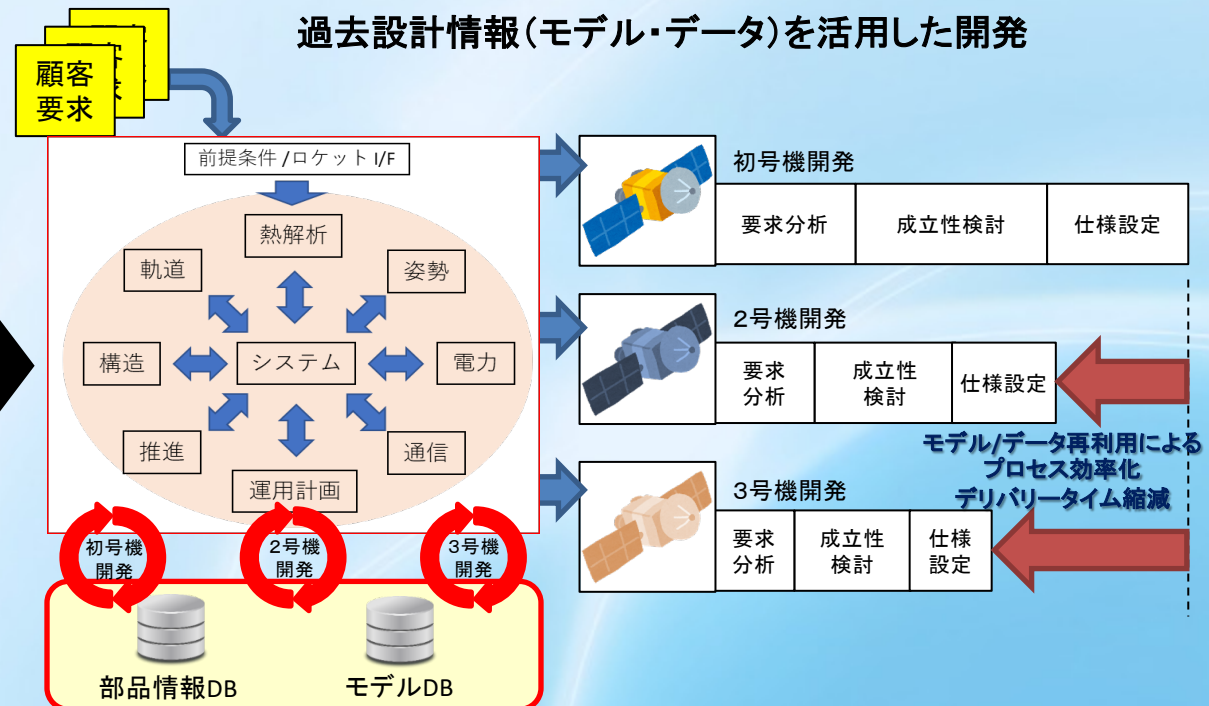
### Before

シーケンシャルな設計による  
単発開発



### After

過去設計情報(モデル・データ)を活用した開発



## 4.まとめ

- 2021年度より本格的に取り組みを開始した小型技術刷新衛星研究開発プログラムについて、本プログラムを取り巻く環境や最新の動向を踏まえた目的・目標を設定した。
- JAXAとして設定した目的・目標について、2021年9月に情報提供要請を実施。20社以上の宇宙事業者/非宇宙事業者からご意見をいただいた。
- 研究開発課題設定に向け、頂いたご意見の分析および事業者への補完的なヒアリングを実施した。
- 2021年12月に有識者検討委員会を開催し、研究課題として4項目を設定した。このうち具体化が進んだ2項目について、具体的な研究及び実証に向け、パートナーとなる事業者の選定を行い研究開発を進める。残る2項目については、研究課題の具体化について更に検討を進める。
- 研究開発課題の技術実証について、FY2024より2年毎に打ち上げる刷新衛星に加え、よりアジャイルに実証を行うため、民間衛星への搭載、大学・民間企業のCubeSat等と連携し、タイムリーな実証を行う。

(Blank)

# AXA 付録 政策文書における本プログラムの位置づけ

## I. 宇宙基本計画(令和2年6月30日)

「進展の早い先端技術や開発期間の短縮、省エネや低コスト化につながる新たな開発方式を官民双方の衛星に随時取り入れるため、従来の技術試験衛星に加え、小型・超小型衛星によるアジャイル開発・実証を行う技術刷新衛星プログラムを新たに構築するとともに、同プログラムを支えるAI やロボティクス、蓄電技術、半導体技術等の基盤技術開発を着実に実施する。(文部科学省等)」

## II. 宇宙基本計画工程表改訂に向けた重点事項(令和3年6月29日)

小型・超小型衛星によるアジャイル開発・実証を行う技術刷新衛星プログラムについて、2020 年度に検討したプログラムの進め方計画に基づき、官民で活用可能な挑戦的な技術や新たな開発・製造方式等に関する技術開発の検討(新たな安全・信頼性基準の検討を含む)などに 2021 年度から着手する。特に、重点課題として、衛星システムのデジタル化を支える基盤技術や衛星システム開発プロセス刷新(デジタル化)に関する技術に取り組む。また、2024 年度の初号機打ち上げに向けたミッション検討に 2021 年度から着手する。



# 付録 宇宙基本計画工程表

(5) 産業・科学技術基盤を始めとする宇宙活動を支える総合的な基盤の強化

令和2年6月30日版より抜粋

年度	令和2年度 (2020年度)	令和3年度 (2021年度)	令和4年度 (2022年度)	令和5年度 (2023年度)	令和6年度 (2024年度)	令和7年度 (2025年度)	令和8年度 (2026年度)	令和9年度 (2027年度)	令和10年度 (2028年度)	令和11年度 (2029年度)	令和12年度以降	
19 衛星関連の革新的基盤技術開発	<b>衛星開発・実証プラットフォームの下での革新的基盤技術開発・実証の推進</b> 【内閣府、総務省、文部科学省、農林水産省、経済産業省、国土交通省、環境省、防衛省等】											
	体制構築 → 調査分析・戦略立案											
	<b>量子暗号通信に関する研究開発</b> 【総務省、文部科学省、防衛省等】											
	衛星一地上層における基盤技術の研究開発【総務省】											
	グローバルな量子暗号通信網の実現に向けた研究開発等【総務省】											
	<b>宇宙光通信に関する研究開発</b> 【総務省、文部科学省等】											
	<b>光データ中継衛星の開発・運用</b> 【文部科学省、総務省】											
	<b>衛星コンステレーションに係る技術、ネットワークの連携技術等に関する研究開発</b> 【総務省、文部科学省、経済産業省、防衛省等】											
	<b>テラヘルツ通信・センシング技術に関する研究開発</b> 【総務省等】											
	<b>技術試験衛星(9号機)の開発</b> 【総務省、文部科学省】											
	衛星バス設計・製造【文部科学省】											
	衛星インテグレーション・試験【総務省、文部科学省】											
	技術試験衛星(9号機)の運用・実証実験【総務省、文部科学省】											
	ミッション機能設計・製造・調達【総務省等】											
	継続的なフォローアップ【内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省】											
<b>次期技術試験衛星(10号機)の検討等</b> 【内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省】												
<b>小型・超小型衛星によるアジャイル開発・実証を行う技術刷新衛星プログラム</b> 【文部科学省等】												
▲ 打上げ ▲ 打上げ ▲ 打上げ ▲ 打上げ ▲ 打上げ												
<b>超小型衛星を活用した宇宙用部品・コンポーネントの軌道上実証支援</b> 【経済産業省】												
<b>革新的衛星技術実証プログラム</b> 【文部科学省】												
▲ 2号機 ▲ 3号機 ▲ 4号機 ▲ 5号機 ▲ 6号機 ▲ 7号機												
イプシロンロケットイプシロンロケットイプシロンロケットイプシロンロケットイプシロンロケットイプシロンロケット												
による打上げによる打上げによる打上げによる打上げによる打上げによる打上げ												