



衛星DX研究会 紹介

JAXA研究開発部門 システム技術ユニット長 小松 雄高

JAXA研究開発部門 第三研究ユニット 研究開発マネージャ 堤 誠司

株式会社アクセルスペース 宇宙機技術本部長 倉田 稔

衛星DX研究会の概要

● 衛星DXの定義・目的

- 「衛星DX = 日本の衛星産業として目指すデジタルトランスフォーメーション」と定義し、以下の目的を設定して検討を進めている
 - 「衛星のソフトウェア化」を進めることにより新しい宇宙利用サービスが実現すること
 - 「衛星のソフトウェア化」を含むデジタル技術を適用した開発プロセスの刷新により、ミッションへの適応力向上、開発コスト・開発期間が大きく改善すること

● 衛星DX研究会の活動内容

- 以下の活動を通じ、衛星DXに関して競争力強化に向けた課題やDX施策等について議論している
 1. 日本の宇宙産業の産業競争力の強化へ資する目標の検討
 2. 目標を実現するための具体的施策の立案と、JAXA-STEPS等への取組みの提案
 3. JAXA-STEPSで設定された衛星DXに係る課題スコープに関し、アジャイルに開発・実証するための具体的施策の立案
 4. 各取組等を通じた衛星DXに係る知見の共有

衛星DX研究会の概要

● 活動状況

- 2022年2月にキックオフを開催して、研究会の活動を立上げ
- 研究テーマの設定や進捗の共有等を行う全体会合と、研究テーマ毎にメンバを絞って集中議論を行う検討会を開催し、衛星産業の競争力強化を図る取組みを推進
- 現在、宇宙関連企業・ツールベンダ等の計46社が参加している（2026年4月時点）

全体会合（研究テーマの設定・進捗の共有等）

- 衛星サービス提供までの期間（TTM）の短縮、及び変化の速いユーザニーズへの対応が最重要課題。
- 個社の事業を伸ばすだけでなく、協調領域を形成・拡大し、国内衛星産業の強化を図る。

これまで7回の全体会合を開催
（2022年：4回、2023年：1回、
2024年：1回、2025年：1回）

研究テーマの検討会（テーマに応じてメンバを絞った集中議論の場）

テーマA

デジタルモデルによる組織間インターフェースの改善

テーマB

軌道上エッジコンピューティングを使った新たなサービスの提供

テーマC

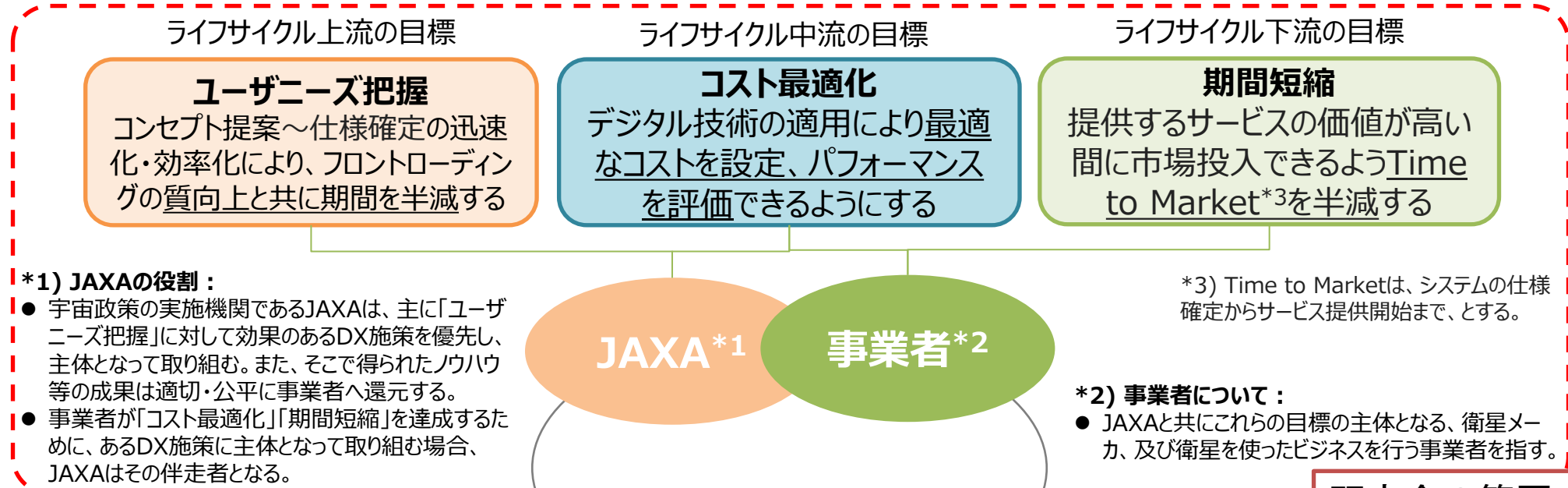
3DPの活用によるプロセスの刷新

※今後も研究課題の検討・具体化の中で新たなテーマを検討していきます

衛星DX研究会の概要

衛星DX研究会全体会合#2
(2022.6.3) より

● 衛星DXの全体目標（案）



また、事業者/JAXAのみの取組みでは実現が難しいことも既知であるため...

研究会の範囲

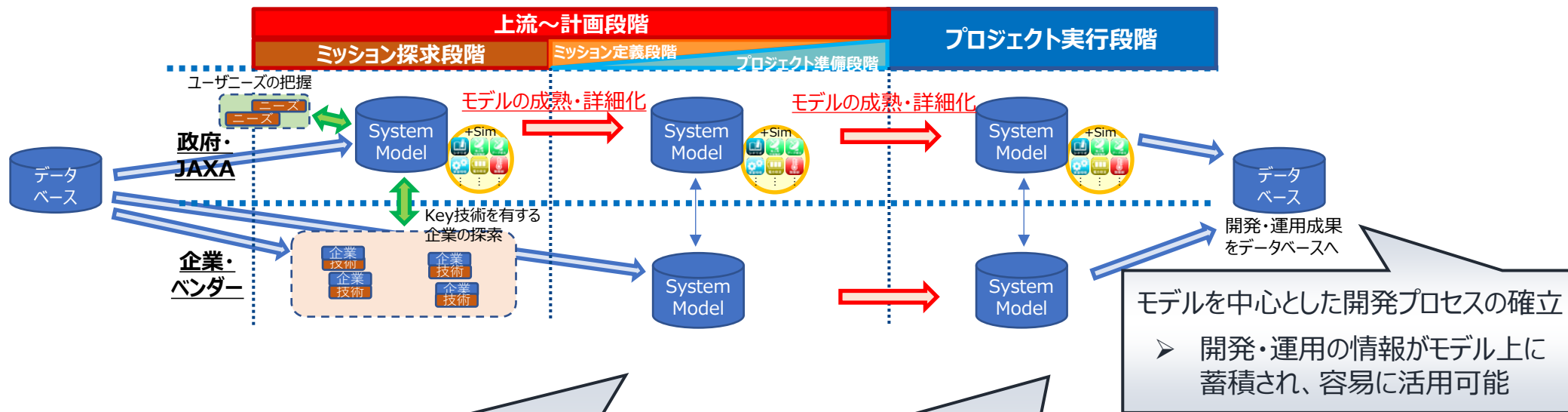
JAXA²
/政府

² 実施機関として、政府と共に調達等に関わる立場

産業競争力強化に資する
新たな政府衛星の調達の仕組みを実証・定着させる
例) 企業側にインセンティブを与える契約方式の採用など

衛星DX研究会の概要

- テーマA（デジタルモデルによる組織間インタフェースの改善）の活動概要
 - テーマAの「ありたい姿」



上流～計画段階における組織間コミュニケーションの改善と設計検討の効率化

- ① モデルを用いた要求事項の共有と、それに基づく設計検討の仕組みの構築
- ② 過去資産（設計情報等）を活用するための仕組みの構築
- ③ モデルとシミュレーションの連携による実現性検討の効率化
- ④ 概念設計／RFP提案のプロセスの効率化

実行段階における高品質なSEの実現と、設計検証の効率化

- ① 要求～設計～検証に至るまでの効率的なトレース確認
- ② 要求漏れやインタフェース不整合の防止の仕組みの構築
- ③ 組織間インタフェースの改善につながるシステムモデルの共有方法の確立

衛星DX研究会の概要

- テーマA（デジタルモデルによる組織間インタフェースの改善）の活動概要

【目標】 デジタルモデルを用いた組織間での情報共有の仕組みを構築することで、組織間インタフェースの改善や設計検討の効率化を目指した実証を行い、この成果を踏まえて、モデル構築方法や開示範囲に関する標準化を目指す。また、デジタル技術の開発フェーズへの利活用を普及・促進することで、メーカーを含む業界全体の競争力強化を図る。

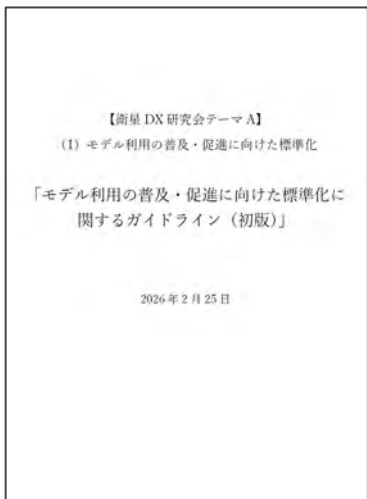
- FY2025よりJAXA・衛星メーカー7社・ツールベンダが連携し、以下の3つの活動を実施中
 - ① モデル利用の普及・促進に向けた標準化
モデル利用を業界全体へ普及・促進し、価値を生み出していくために「標準化」が重要（アーキテクチャ／インタフェースやプロセスの標準化を見据えた取組みが必要）
 - ② 過去資産の活用
組織内に眠る過去資産を最大限に活用できる仕組み作りが重要（人材育成の観点でも重要）
 - ③ Digital Engineeringを目指した活動（MBSE-MBD連携・モデル流通を含む）
MBSEとMBDの連携や組織間でのモデル流通を推進し、より大きな効果が得られる取組みへ発展
- 昨年度末時点での成果を以下2件の「ガイドライン」にまとめた
 - モデル利用の普及・促進に向けた標準化に関するガイドライン（初版）
 - 宇宙業界におけるDigital Engineering適用に向けたガイドライン（初版）

衛星DX研究会の概要

● テーマA（デジタルモデルによる組織間インタフェースの改善）の活動概要

「モデル利用の普及・促進に向けた標準化に関するガイドライン」

「宇宙業界におけるDigital Engineering適用に向けたガイドライン」



目次

- 1. はじめに..... 3
- 2. モデル利用の普及・促進に向けた標準化に関するガイドラインの概要..... 5
 - 2.1. 背景..... 5
 - 2.2. 目的..... 5
 - 2.3. 記述範囲..... 5
- 3. 業界における課題と解決策..... 7
 - 3.1. 業界における課題..... 7
 - 3.2. 課題に対する解決策..... 9
- 4. 効果的なモデル構築・利用に向けたリファレンスモデル、標準プロファイル、標準ライブラリ..... 10
 - 4.1. 想定するモデル活用プロセス..... 10
 - 4.2. プロセスの実現に必要なリファレンスモデル、標準プロファイル、標準ライブラリの全体像..... 13
 - 4.3. リファレンスモデルの紹介..... 14
 - 4.4. 標準プロファイルの紹介..... 24
 - 4.5. 標準ライブラリの紹介..... 25
- 5. リファレンスモデル、標準プロファイル、標準ライブラリの活用ケース例..... 27
 - 5.1. 要求に対する設計結果の対比表..... 27
 - 5.2. インタフェース情報の共有..... 28
 - 5.3. 导出要求を下流モデルにコヒーシ、関係性を付与..... 29
 - 5.4. モデリングツールによるインタフェース不整合の検出..... 30
 - 5.5. 情報の可視化..... 34
- 6. モデル活用ケースとプロセスの関係..... 36
- 7. 次年度に向けた課題、及び、見直し..... 44
- 8. 用語集..... 45
- 9. 参考文献..... 45

【APPENDIX1】 衛星システムモデル、サブシステムモデルの設計プロセス..... 46

【APPENDIX2】 想定するモデル活用プロセスとリファレンスモデルの関係..... 49

【APPENDIX3】 標準ライブラリ インタフェース、性能パラメータ例..... 53



目次

- 1. はじめに..... 3
- 2. 宇宙業界における Digital Engineering 適用に向けたガイドラインの概要..... 5
 - 2.1. 背景..... 5
 - 2.2. 目的..... 5
- 3. Digital Engineering, MBSE/MBD, プラットフォームの定義..... 7
 - 3.1. Digital Engineering の定義..... 7
 - 3.2. MBSE / MBD の定義..... 7
 - 3.3. デジタルプラットフォーム・過去併用プラットフォームの定義..... 8
 - 3.4. 開発プロセスにおけるMBSE・MBD・プラットフォームの対応関係..... 9
- 4. 記述モデル及び解析モデルの構築・連携手法の基本方針..... 10
 - 4.1. 記述モデル及び解析モデルの構築・連携手法の基本方針..... 10
 - 4.2. 記述モデル及び解析モデルの構築・連携手法の基本方針..... 11
- 5. プラットフォームの機能要件..... 18
 - 5.1. デジタルプラットフォームの機能要件..... 18
 - 5.2. 過去併用プラットフォームの機能要件..... 23
 - 5.3. デジタルプラットフォームの機能要件..... 26
- 6. 次年度に向けた課題、及び、見直し..... 28
- 7. 用語集..... 29
- 8. 参考文献..... 30

【APPENDIX1】 衛星DX研究会 セアリンク回答結果（デジタルプラットフォーム）..... 32

【APPENDIX2】 衛星DX研究会 セアリンク回答結果（過去併用プラットフォーム）..... 37

【APPENDIX3】 デジタルプラットフォームと過去併用プラットフォームの解決策検討プロセス..... 42

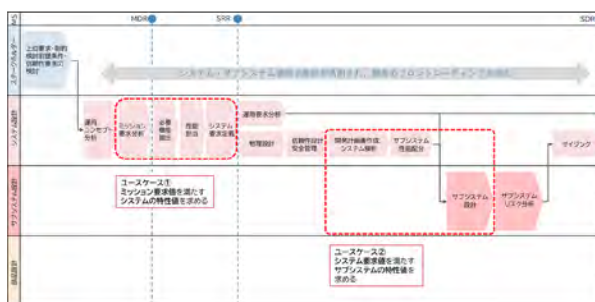
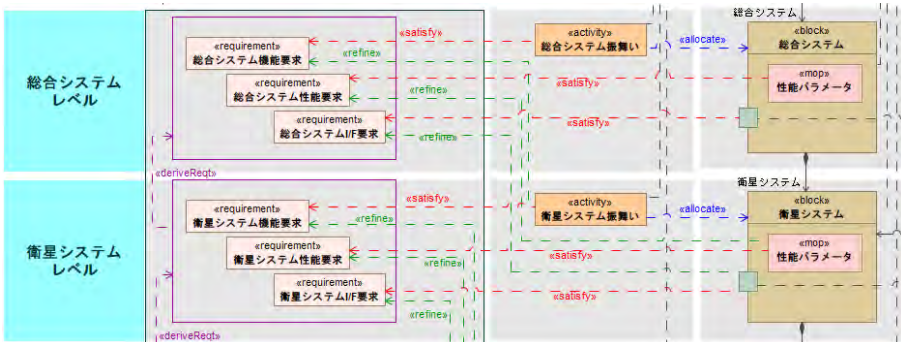
【APPENDIX4】 デジタルプラットフォームと過去併用プラットフォームの課題、解決策、機能要件、構成要素..... 49

【APPENDIX5】 課題を解決するためのアプローチ及び他業界事例調査結果..... 54

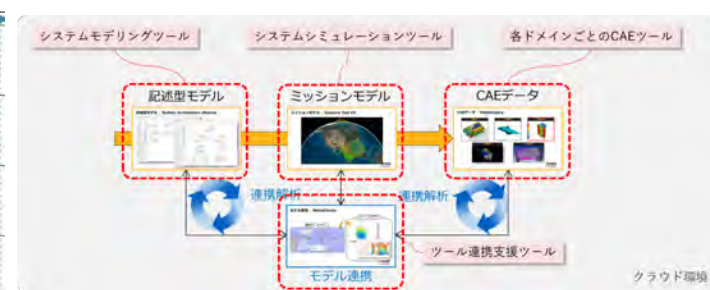
【APPENDIX6】 衛星DX研究会 セアリンク回答結果（プロトタイプモデル）..... 67

- 衛星開発プロセス上の課題やモデル利用が効果的なユースケース、モデル構築・利用に必要なメタモデル等を定義
- これらを実装したリファレンスモデル・標準ライブラリ等を構築

- 過去資産活用の課題やユースケースを識別し、機能要件を定義
- MBSE-MBD連携を含め、デジタルプラットフォームのユースケースを特定し、機能要件やツール連携の実装例などを定義



①各プロセスでのユースケースの特定



②特定したユースケースにおけるツール連携

衛星DX研究会の概要

- テーマB（軌道上エッジコンピューティングを使った新たなサービスの提供）の活動概要
 - 高度な衛星利用サービス実現に必要なエッジコンピューティングを支える技術（ソフトウェアプラットフォーム、オンボード処理能力）の獲得を目指す

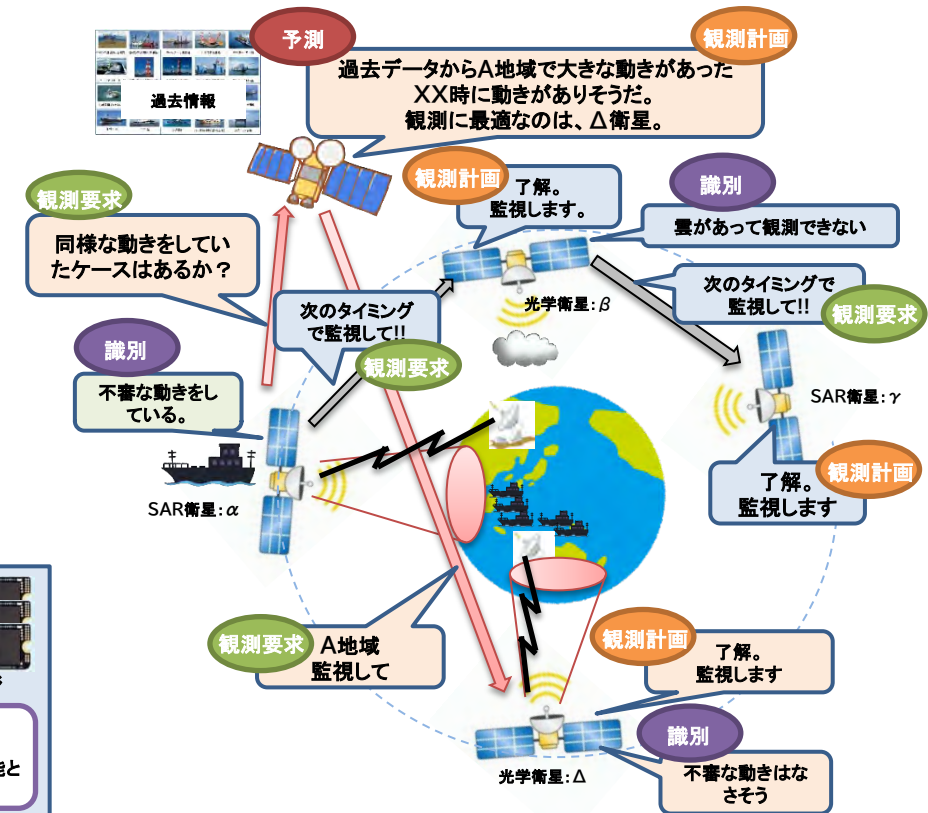
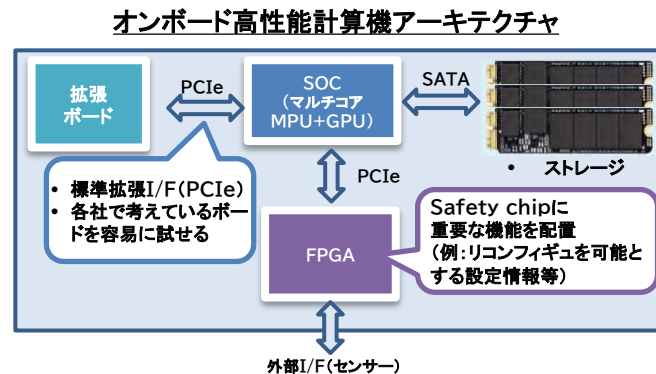
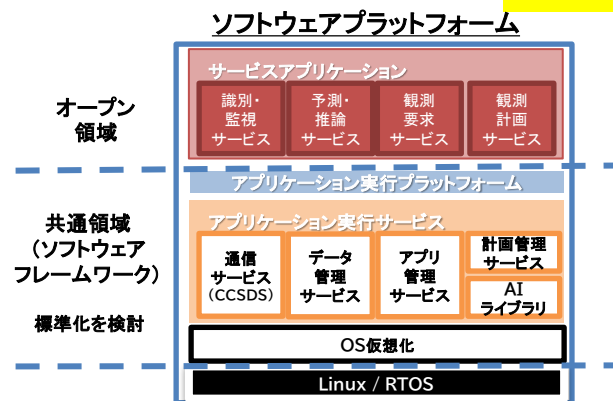
高度な衛星利用サービスを実現する機能の例

- ① 識別・監視： 衛星データから対象物を識別・監視
- ② 予測： 衛星データと過去情報を使い将来状況を予測
- ③ 観測要求： 識別結果、推論結果をもとに観測要求を生成
- ④ 観測計画： 推論結果をもとに最短/最適な観測衛星と運用計画を立案
- ⑤ 学習： 取得したデータをオンボードでAI学習

機能を組み合わせ
て高度なサービス
を実現



高度な機能を実装し、連携可能な
ソフトウェアフレームワークとオン
ボード処理能力向上への取り組み



衛星DX研究会の概要

● テーマB（軌道上エッジコンピューティングを使った新たなサービスの提供）の活動概要

● ソフトウェアプラットフォーム

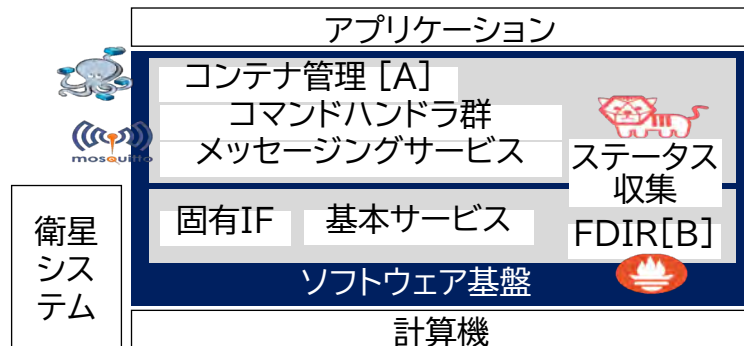
- サービスを提供したい人が、開発したアプリケーションを軌道上で容易に動作させ、短期間で実証できる
- 動かしたい環境「地上・軌道上（計算機・衛星）」を自由に選ぶことができる（環境を気にせず動かせる）
- それぞれのアプリケーションは独立もしくは連携して動作する

● オンボード高性能計算機

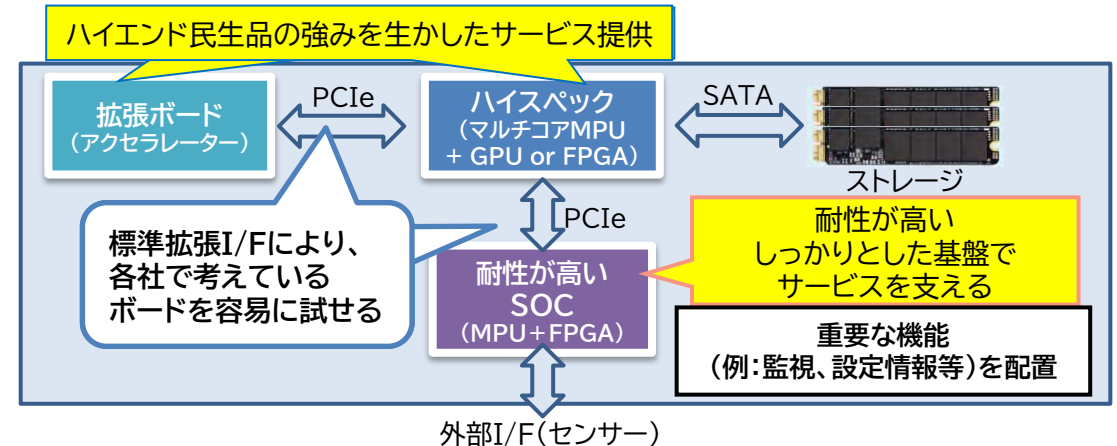
- 画像データ等の軌道上データを用い複雑なAI処理、最適化を高速・高頻度で動作可能なヘテロジニアス計算機
- 容易にアプリケーション開発を行える開発環境・言語をサポートしているデバイス
- 観測データ・AI処理データ保存先に大容量ストレージを具備
- 民生部品ベースの計算機動作状態を監視する機能を持つことで、計算機の信頼性を確保

新たに利用する人への壁を低くするため **一般ソフトウェア技術（地上のクラウド技術）を最大限利用したソフトウェア基盤**を構築

- A) カプセル化(コンテナ型仮想化)により、動作環境を仮想化し、**軌道上環境で容易にアプリケーションを動作**
- B) アプリ開発者が衛星システムを意識せずとも**アプリ異常がシステムへ影響を及ぼさない**ようFDIRを用意





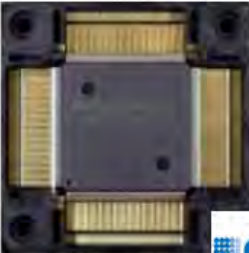



高性能計算機プラットフォームアーキテクチャ



衛星DX研究会の概要

- テーマB（軌道上エッジコンピューティングを使った新たなサービスの提供）の活動概要
 - 高性能ヘテロジニアス計算機の更なる発展

名称	H2-OBC	RH2-OBC	DH2-OBC(仮)
概要	AI処理に特化した海外製民生計算機をベースとした地上クラウド環境と親和性の高いCPU/GPUベース計算機	SOC-FPGAを用いた1デバイスによるヘテロジニアスなアクセラレーションを可能とする国産計算機	国産 第3世代NB-FPGAを用いた数Wクラス国産計算機
主要デバイス	海外製(AMD,Intel) CPU+ビジョンプロセッサ	海外製(AMD) CPU+AI Engine+FPGA	国産 CPU+FPGA
ステータス	軌道上実証 (2025~6年度)	計算機EM開発中 (2027年度軌道上実証目指す)	デバイス開発中 (2028~9年度軌道上実証目指す)
計算機	 	 	 

参考) 革新4号機搭載実証計算機(AIRIS)



JAXA開発次世代宇宙用MPU(SOISOC4)とAIチップを搭載した計算機(MHI開発)

衛星DX研究会の概要

- テーマC（3DPを活用した開発プロセスの刷新）の活動概要
 - 衛星開発におけるTTM（Time To Market）の半減を目標に掲げ、モノづくりフェーズ（設計・調達・製造・試験）の一連の流れを短縮する方法の一つとして、3Dプリンタの活用による開発プロセス刷新を目指す

光終端器内部複雑構造の造形と3DP出力特性の利用



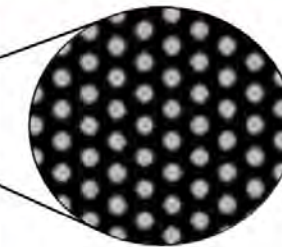
© NECスペーステクノロジー(株)

- ・ 機械加工工数・コストの削減
- ・ 3DP造形に特有の出力粗さを終端器内部に必要な表面粗さに利用
- ・ 黒色アルマイト処理を加え、熱放射率要求および 光反射減衰特性(一般的な衛星間通信波長)の要求満足

蓄熱器内部構造の高精細化による高性能化



© (株)オービタルエンジニアリング



内部フィンの緻密化による蓄熱量・熱交換効率高度化を実現

トポロジー最適化適用による一次構造部材のプロセス改善



© 日本電気(株)

従来モデル

(大型複雑構造のトラスフィッティング)



© 日本電気(株)

トポロジー最適化適用モデル

- ・ 設計手法の確立から造形品質確認まで一連を検証
- ・ 剛性・強度を担保し30%以上の質量削減を実現

複合材(ハイブリッド)造形の技術検討



© NECスペーステクノロジー(株)

ハウジング形状を模した複合材造形品

- ・ 衛星機器ハウジングへの適用
銅合金/Al合金 複合造形による排熱と軽量性の追求
- ・ 複合材造形に必要な検証項目および課題の抽出

衛星DX研究会の概要

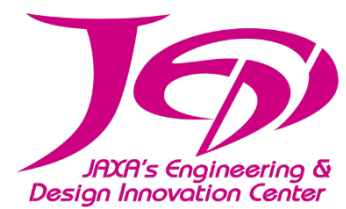
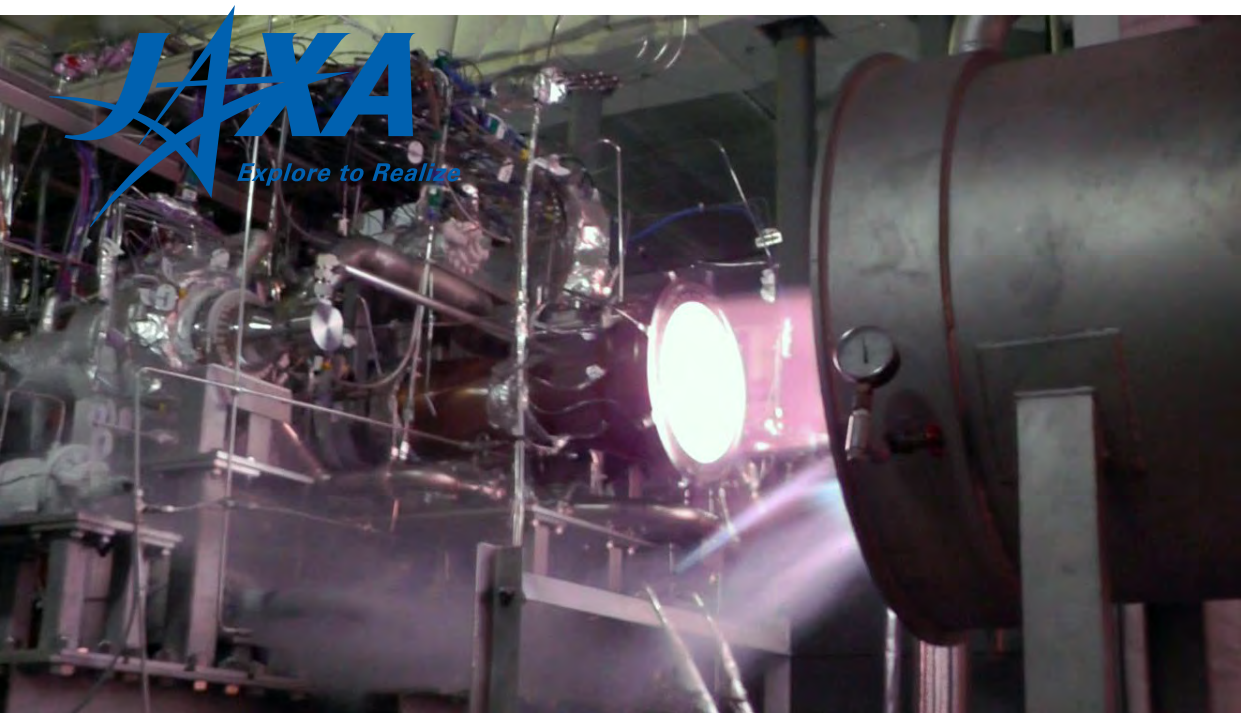
- 今後の活動方針（案）
 - これまで数年かけて全体目標の設定や個別の施策（テーマA～C）を進めてきたが、参加企業も増え、また業界全体を取り巻く環境も変化している中で、改めて今後の活動の方向性を見定めていく必要がある
 - 最も重要なのが、衛星開発の競争力強化（特に協調領域の技術力向上）につながることであり、全体目標は大きく変わらないが、以下のような課題なども検討していく必要があるのではないかと
 - 量産化への対応： 衛星コンステレーションの構築に向けて衛星を量産化していく事業が増えつつあり、これまでのように一つ一つの衛星を手作業で作り上げていくことは難しい
 - 人材育成： 多数の衛星を開発・運用するために人員を増やしたいが、業界全体で人材不足の課題があり、知見・ノウハウを引き継いでいくことが難しい
 - 今後の衛星DX研究会の活動に向けて議論していきたいこと
 - 上記のような新しい施策として取り組むべき課題や方向性の議論
 - その課題の解決に向けたキー技術の識別と体制構築
（事業者や衛星メーカーが持つニーズ（やりたいこと）とツールベンダが持つシーズ（できること）のマッチング）
 - JAXA-STEPSでの実証に向けた研究計画や構想の具体化



2026/06/04

JAXA-STEPSシンポジウム

衛星開発の刷新に向けた デジタルエンジニアリング技術



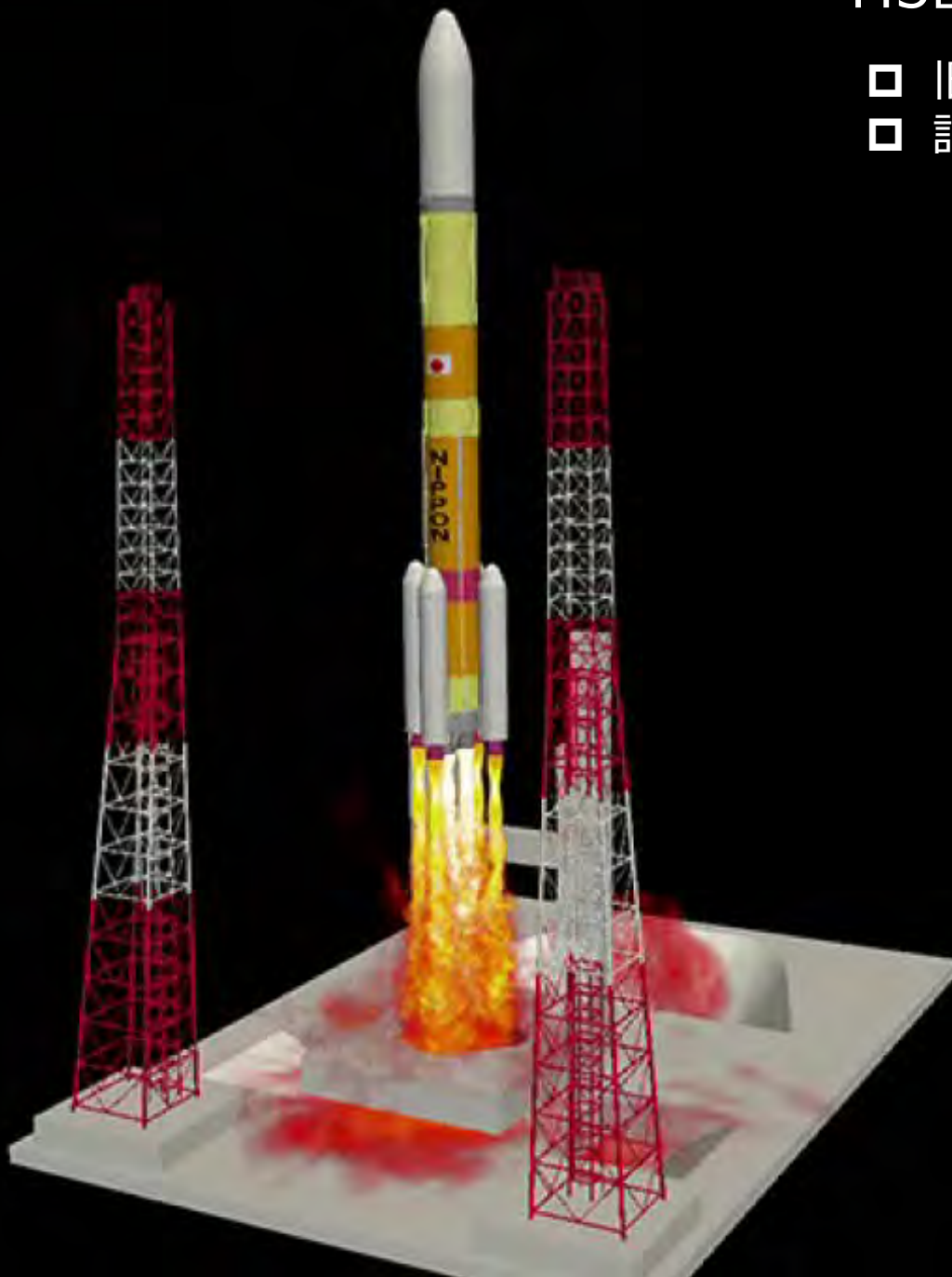
JAXA 研究開発部門
第三研究ユニット
堤誠司

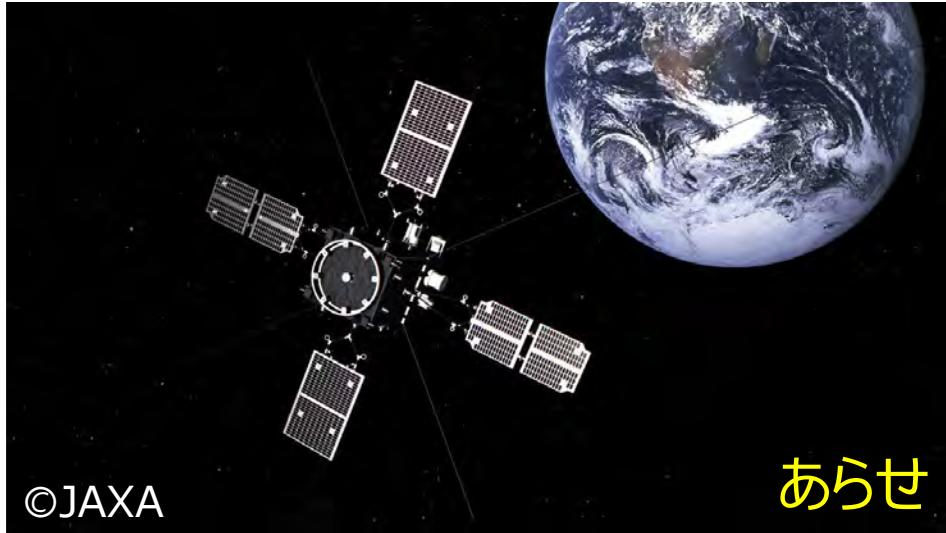
情報技術とシミュレーション技術 による宇宙開発への貢献

2026年4月現在
職員32名
(出向, 招聘, プロジェクト研
究員を含む)

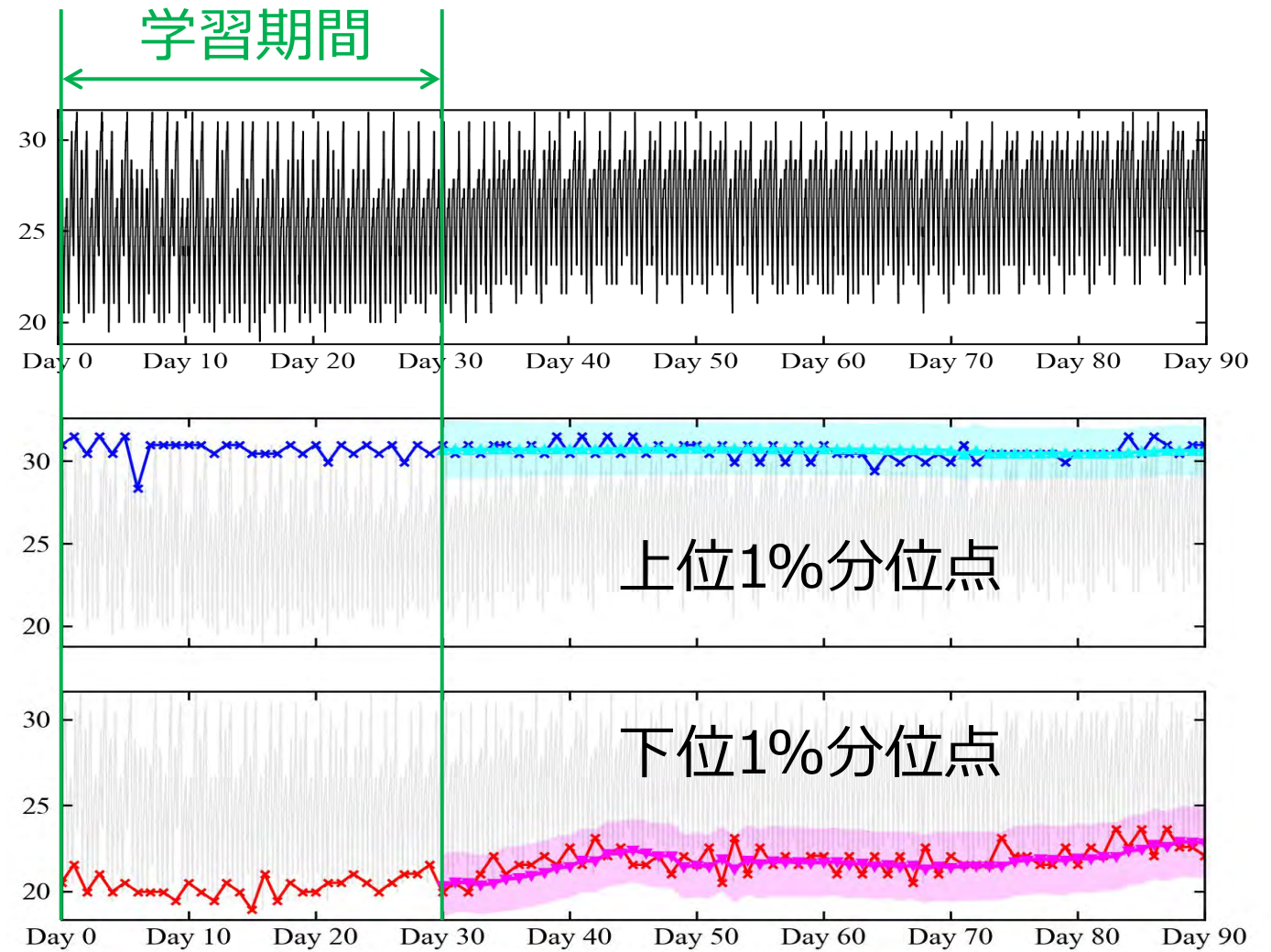


- 旧JAXAスパコン 3.2Kコアを利用
- 計算時間: 1.5 months



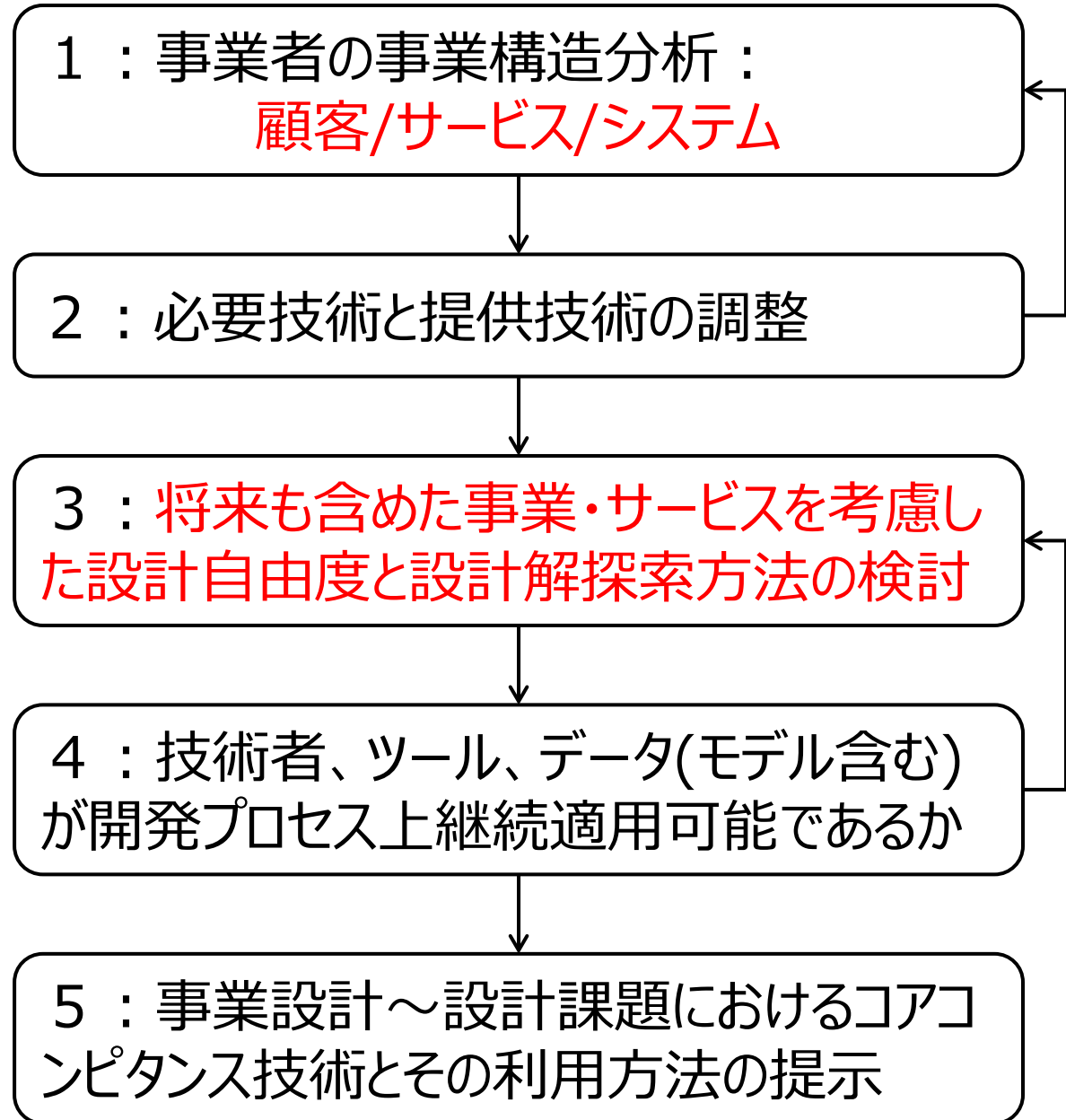


JAXA衛星うあ公開データを利用して実証中. 運用者(人)と比べ, 遜色ない精度を達成



アーキテクチャ駆動型アプローチ

- 単なるニーズ型・シーズ型ではない。
- システムズエンジニアリングを活用し、衛星事業者の事業構造を分析。
 1. 顧客価値創出
 2. サービス提供能力の向上
 3. システムの設計能力向上
- 事業者が継続的に採用する新規技術は、システム層だけでなく顧客層やサービス層からも検討が必要。



国産オープンソース大規模並列
FEMプログラム (FrontISTR)

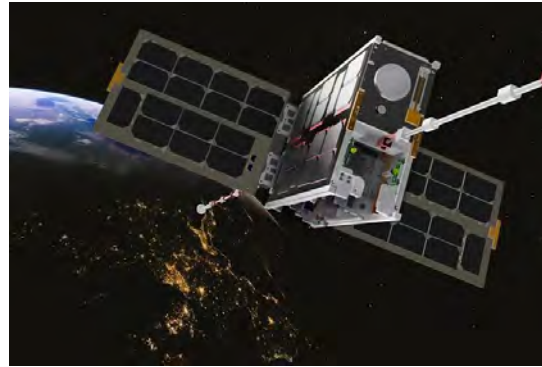
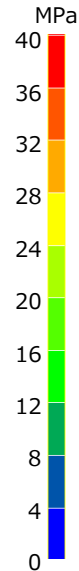
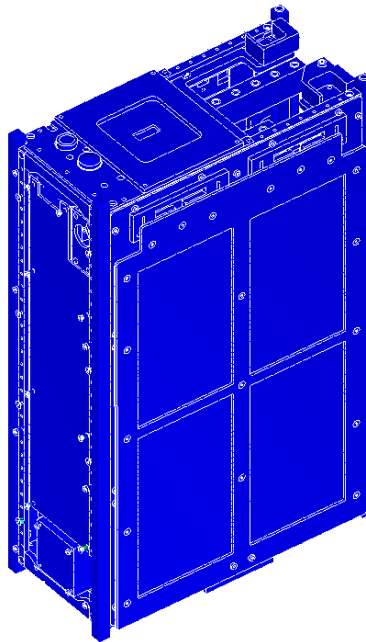
衛星用に機能拡張
by JAXA

検証
日大・東大と共研

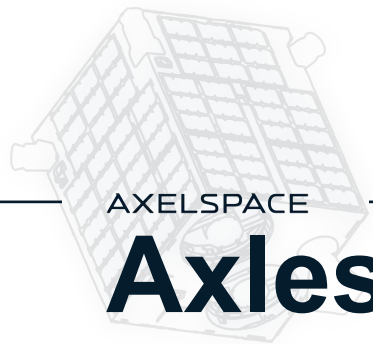
アーキテクチャ駆動型
アプローチ
×
大規模/大量解析
×
AI/機械学習



<https://www.frontistr.com/>



日本大学PRELUDE



AXELSPACE

Axlespace軌道上実証サービスの ご紹介と技術課題

株式会社アクセルスペース 宇宙機技術本部長 倉田稔

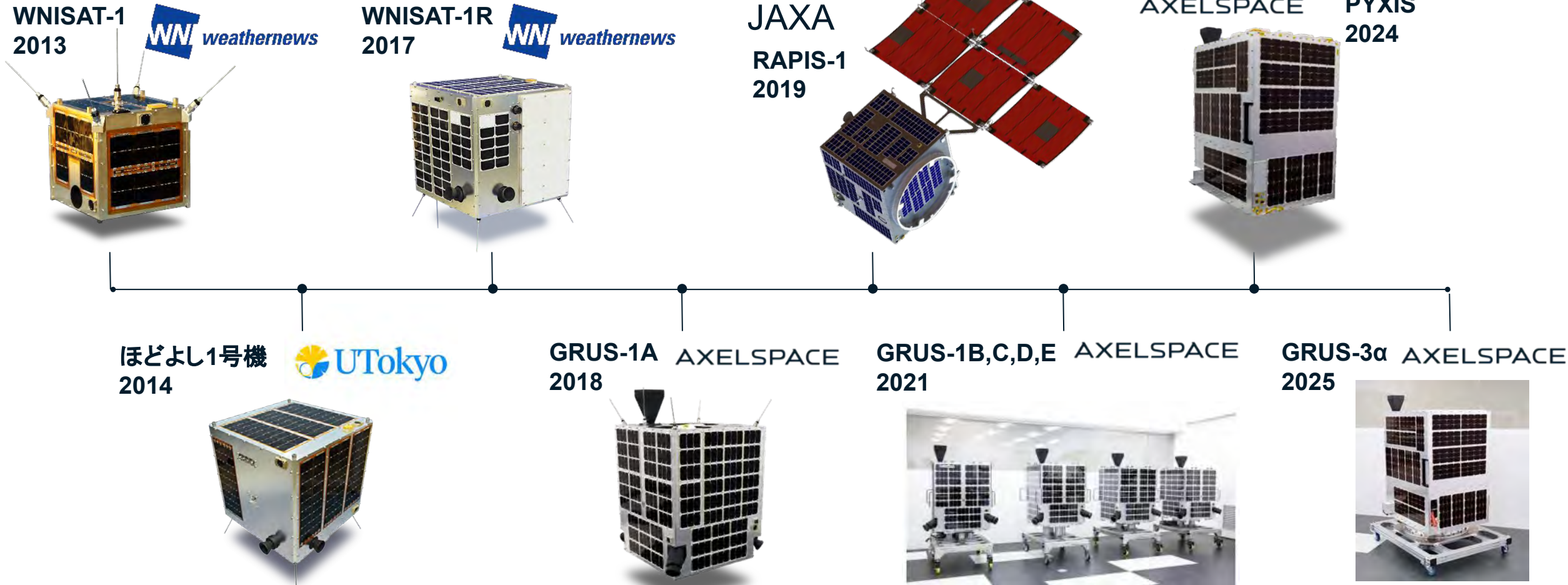
会社概要

商号	株式会社アクセルスペース 株式会社アクセルスペースホールディングス
所在地	東京都中央区日本橋本町三丁目3番3号
創業	2008年8月8日(HDは2020年3月設立)
事業内容	AxelLiner: 宇宙ミッション実現のための衛星開発・運用 AxelGlobe: 自社の光学衛星コンステレーションによる 地球観測プラットフォームの提供
資本金	連結4,067百万円(2025年9月10日現在)
上場市場	東京証券取引所グロース市場
従業員数	連結182名(2025年5月末現在)
売上高	連結1,586百万円(2025年5月期)



沿革

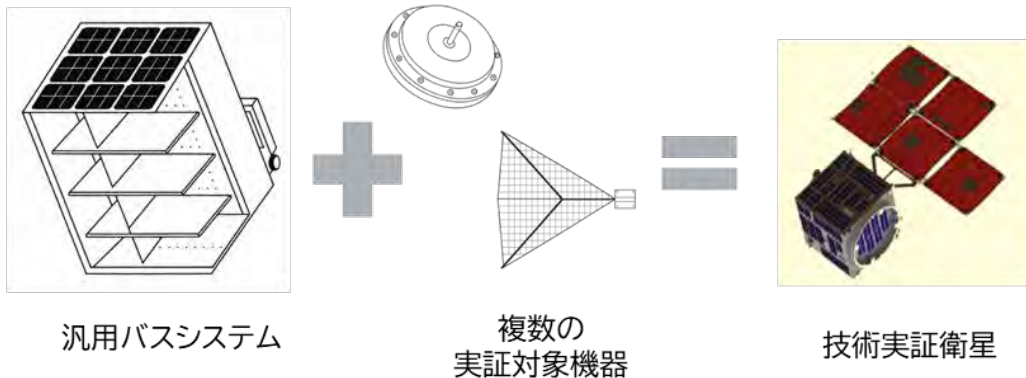
日本のスタートアップで初めてJAXAの衛星開発を受託する等、創業以来11機の小型衛星を設計製造、運用した実績を保有。技術の蓄積と社会ニーズの変化に合わせて着実に事業を拡大



2022年、日本初の小型衛星量産体制を活用した新サービス「AxelLiner」を発表

汎用小型衛星バスの活用により、最短1年での打上げを実現し、民間企業の宇宙ビジネス参入を支援。

AxelLiner Laboratory(「AL Lab」)



宇宙用コンポーネントの軌道上実証を支援

AxelLiner Professional(「AL Pro」)

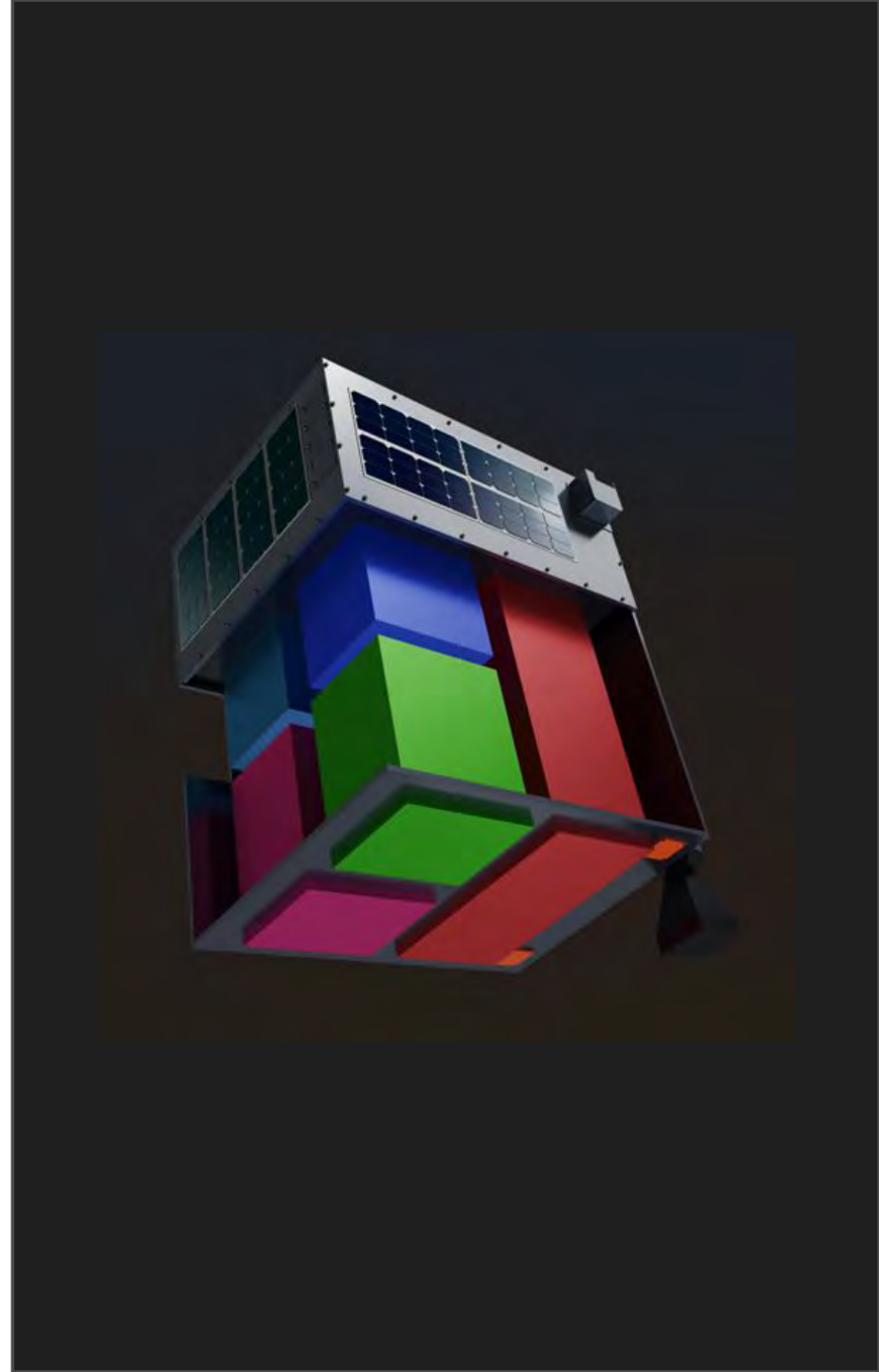


顧客の独自ミッションを実現する
専用衛星の開発を支援

AxelLiner Laboratory:

軌道上実証が拓く、宇宙イノベーションの加速

～革新的な衛星コンポーネントやシステムの市場投入までの時間を最小化したい組織のために設計された、迅速な宇宙技術検証のための包括的ソリューション～



軌道上実証で直面するお客様の課題

限られた実証機会

適切なタイミングでの軌道上実証の機会が限られており、多くの組織が開発の遅れに直面しています。

インタフェース調整による遅れ

新しい技術を既存の衛星システムに統合する際の複雑なインタフェース調整が、開発を遅らせる要因となっています。

ニーズと提供価値の乖離

衛星運用者が求める信頼性の実績と、メーカーが示せる実績の間に差があることが、多くの開発を難しくしています。

これらの課題は、変化の激しい宇宙技術分野で挑戦するイノベーターにとって、大きな壁となっています。

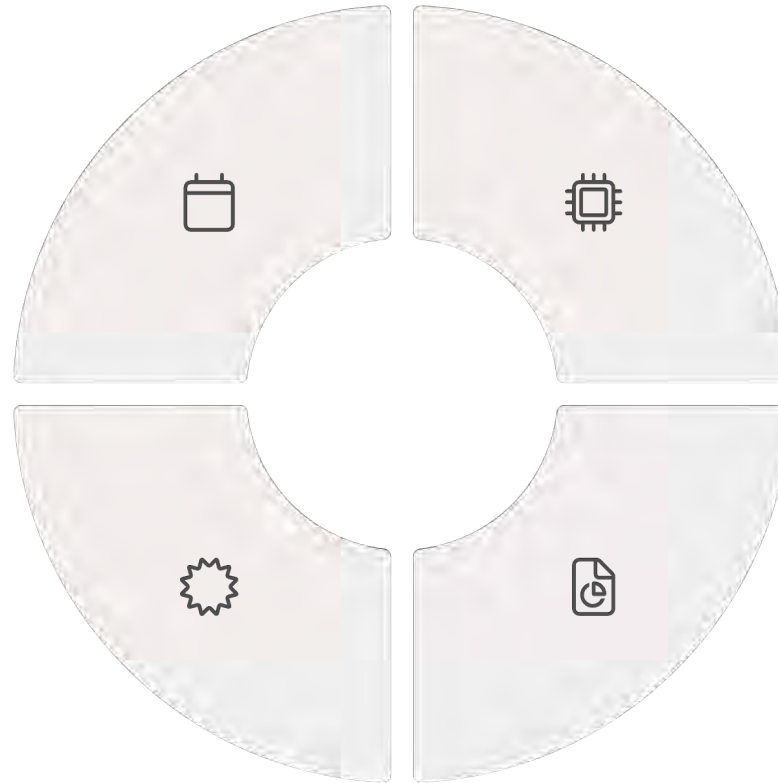
4 Key Features

Regular Flight Schedule

定期的な打上げ機会があることで、開発を終えた技術をすぐに宇宙で実証できる環境を実現します。

Independent Certification

独立した第三者による軌道上実証結果の検証が、技術への信頼を高め、市場での採用を後押しします。



Pre-Launch Support

専用エミュレータで試験を行うことで、複雑なインタフェース調整をスムーズにし、技術的リスクを最小化します。

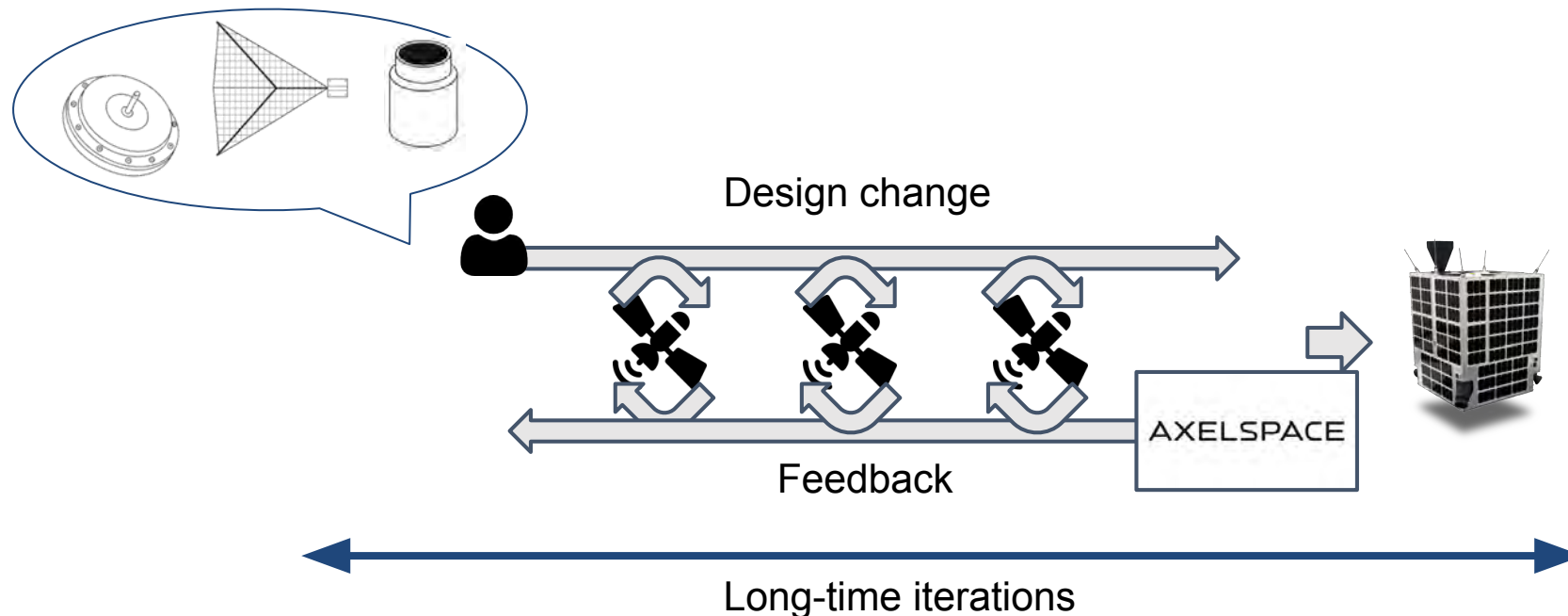
Validation Plan/Guidance

技術実証をビジネス成果へ。軌道上での支援によって、確実なミッション成功を実現します。

ミッション機器の衛星搭載の課題

【衛星搭載前の長期化が、お客様のビジネスチャンス进行逃す】

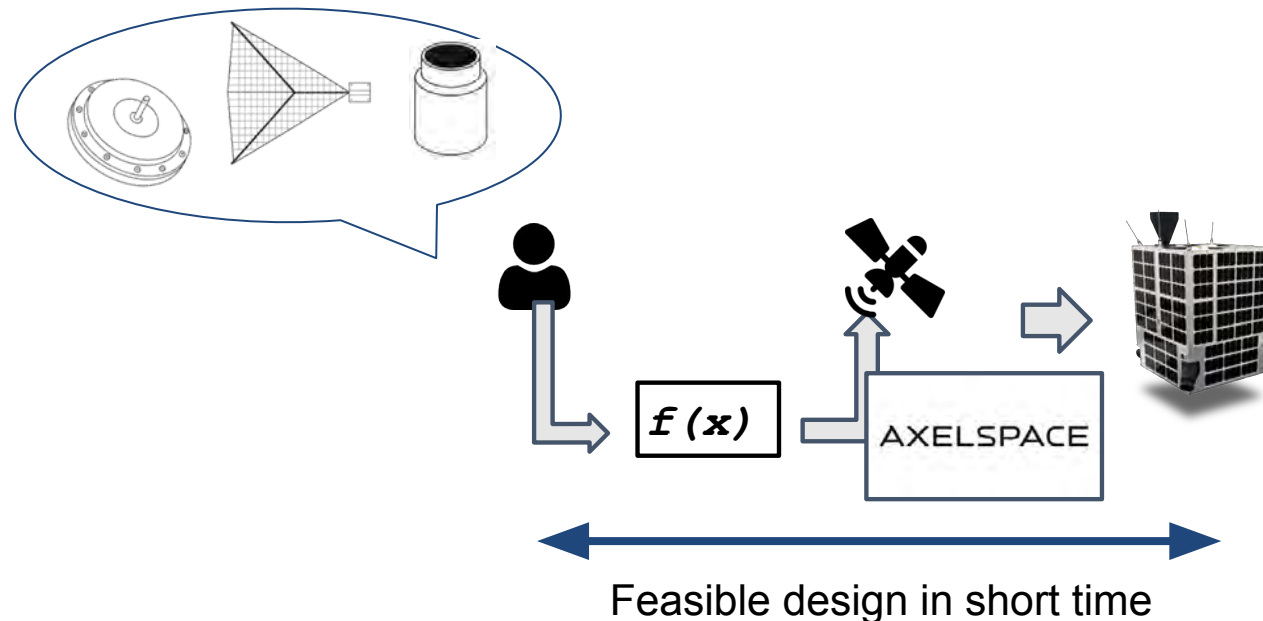
衛星に搭載するお客様のミッション機器の種類、動作は多岐にわたるため、当社の衛星バスに搭載可能か、運用可能なのか適合性（振動、熱、その他）の判断を案件ごとに行う必要があります。しかし従来ミッション機器と衛星バスの適合性の確認にEM等の数学モデルによる解析を必要とし、時間がかかるという課題がありました。また解析の結果、適合性がないと判定された場合にはミッション機器の設計変更と数学モデルの修正、再解析が必要になり、都度衛星バス側とミッション機器側のやりとりが発生するためさらに時間がかかるという課題がありました。



解決方法のアプローチ

【迅速な搭載検証で、開発・実証の機会を最大化】

その解決策としてお客様のミッション機器の主要なパラメータを入力すれば、数学モデルの準備や時間のかかる解析を行うことなく即時に適合性を判定する方法の研究に取り組んでいます。これによりお客様に短時間で見積もりを提示することができ、衛星バス側としても適合性の判定にかかるコストを抑えられます。また適合性が無いと判定された場合でも、お客様は複数の設計修正案を短時間のうちに、衛星バス側とやりとりすることなく試すことができ、これによりミッション機器の開発をより効率的に行うことが可能になります。



AXELSPACE