

宇宙科学研究所における AI技術の活用について

令和8年（2026年）10月15日

宇宙航空研究開発機構

宇宙科学研究所

プログラムディレクター 澤井秀次郎

- 近年、人工知能（Artificial Intelligence。以下「AI」と呼ぶ。）は、生成AIを筆頭に急速に発展し、AIエージェントやフィジカルAIなど、より自律的に情報収集・判断・行動を行う技術へと進展している。
- 宇宙科学研究所（ISAS）でも従来より、AIの活用をしてきている。たとえば、SLIM（小型月着陸実証機）においても、月面着陸誘導則の設計や月面地形認識などにAI技術を活用した。
- しかしながら、昨今、「生成AI」を中心にAIの技術進展は目覚ましいことを踏まえ、生成AIを利用した宇宙科学プロジェクト活動の確実性向上・効率化や科学データ利用効率化を目的とした検討を加速している。
- 宇宙機開発・運用の各フェーズにおいて、たとえば後述の生成AI活用が考えられる。これらは、今後、JAXAにて立ち上げようとしている「小規模宇宙実証実験」（参照：「宇宙科学・探査ロードマップE改訂」II-3）において活用検討・実証を進める構想であるが、一部については先行して予備検討を実施しているところである。
- なお、いずれの活用ケースにおいても、完全に生成AI任せにするのではなく、人間と生成AIの適切な役割分担による効率化を目指すことが重要と認識している。

世界的に宇宙開発においても、AIは宇宙機（衛星・探査機）の自律性向上、衛星データ解析、異常検知、運用最適化等の様々な領域へ適用領域を広げている

宇宙開発へのAI活用の海外事例

適用領域	AIの役割	活用事例
探査・自律運用	経路計画、障害物回避	<ul style="list-style-type: none">• Perseveranceの自律走行(図1) (NASA)• SLIMの着陸降下アルゴリズムの設計 (JAXA)
衛星画像・データ解析	画像認識、画像識別、特徴点抽出	<ul style="list-style-type: none">• Deep learningを用いたターゲット画像認識・識別技術の研究 (JAXA)• 衛星データ画像解析に基づく災害対応支援(NASA)• 機械学習に基づくHubble宇宙望遠鏡画像からの異常天体現象や系外惑星の発見 (図2)(NASA)• SLIM着陸降下での月面地形認識 (JAXA)
異常検知・故障診断	衛星状態診断、故障箇所推定	<ul style="list-style-type: none">• 再使用ロケット健全性確認のためのヘルスマネジメント技術(JAXA)• オンボード故障診断技術(JAXA)
運用・計画最適化	運用効率化、軌道予測精度向上	<ul style="list-style-type: none">• 機械学習を用いた高精度な大気密度予測・推定 (JAXA)

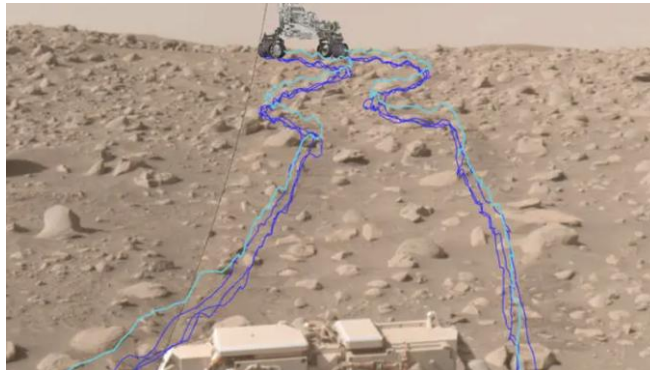


図1 Perseveranceの自律走行概念図

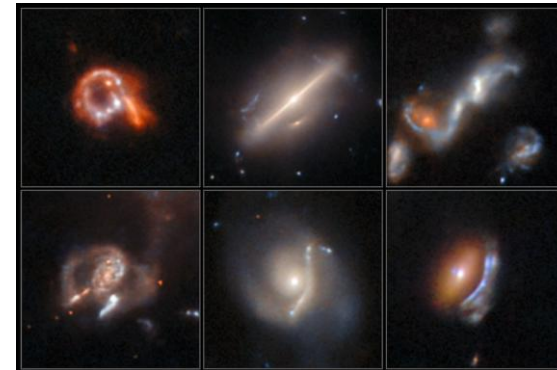


図2機械学習に基づくHubble宇宙望遠鏡画像処理概要

【生成AI活用事例】

【宇宙機開発の流れ】

構想・提案段階

開発段階

運用段階

データ利用段階

【生成AI活用領域】

- 過去ミッションとの比較
- 必要リソースの見積もり
- 検討の抜け・漏れチェック
- S/Wコーディングの効率化
- MBD連携による設計効率化
- 試験検証計画の立案
- 運用計画立案の効率化
- 宇宙機状態の自動監視
- 過去データの整備
- データ処理の効率化

【事例1】プロジェクト情報検索効率化および宇宙機設計検証支援

✓ プロジェクト文書（要求仕様書、システム仕様書など）から設計検証に必要な重要情報を効率的に抜き出し、開発における抜け漏れを防止

【事例2】搭載ソフトウェアの自動生成

✓ アルゴリズム記述書から複雑な搭載S/Wを信頼性高く自動生成させる枠組の検討

【事例3】衛星テレメトリ異常検知システム検討

✓ 衛星運用効率化を目指し、高度な異常診断自動化に向けた試行

【事例4】衛星取得情報の利用/検索効率化検討

✓ 将来的に衛星取得情報の処理をAIで実行させるための基盤整備

【事例 1】プロジェクト情報検索効率化および宇宙機設計検証支援



プロジェクトにおける共通課題：

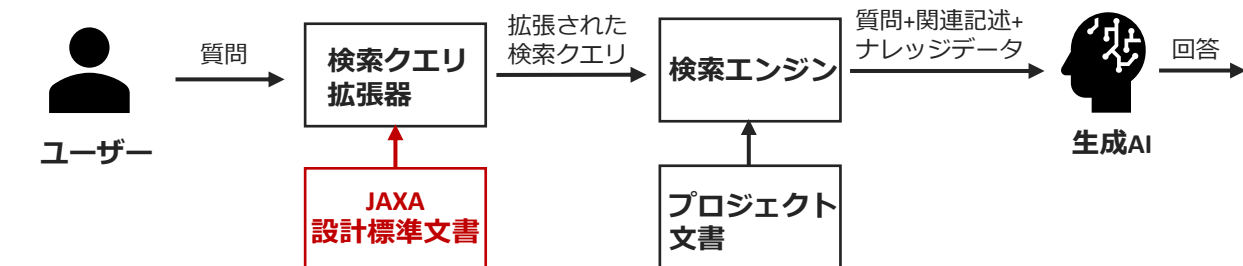
- 審査会業務負荷が大きい（大量文書作成、指摘票対応、レビュー等）
- 設計・検証の検討漏れ・見落とし
- 過去PJ等の有用知見の蓄積・再利用

AIで支援したいこと：

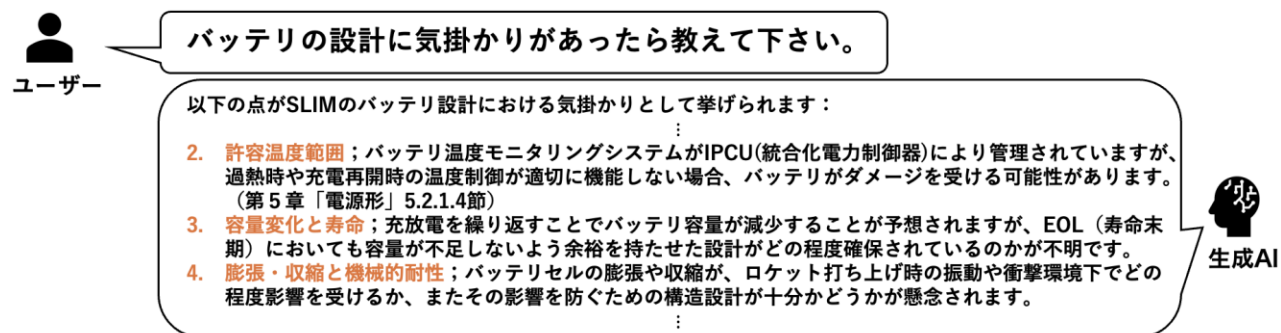
- **探索支援**：PJ文書・設計標準文書等の探索効率化
- **要約・整理支援**：PJ文書・指摘票生成支援、指摘票論点整理等
- **設計レビュー支援**：審査会文書のレビュー、JAXAノウハウ(設計標準文書等)を利用した設計上の懸念点抽出

【宇宙機設計検証の支援】

- ✓ 前提として、要求仕様、システム仕様（何をしたいか？、どんな衛星を作りたいか？）を規程した文書はプロジェクト（人間）にて用意する
- ✓ その上で、AIが、JAXAノウハウ（現在はJAXA設計標準文書類）を参照しながら、文書を網羅的にチェックし、重要事項を「**リスク識別情報**」や「**FMEA**」などの形式で整理する
- ✓ これにより、**検証の抜け漏れ防止効果**が期待できる



設計したアルゴリズムフロー図



質疑結果例

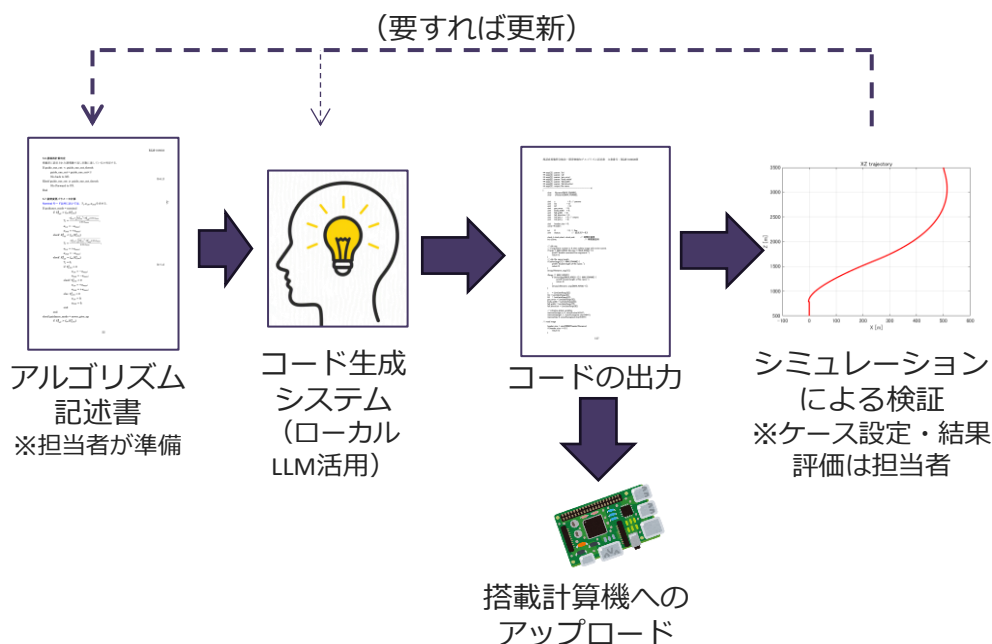


検証漏れ・設計漏れを防止し、宇宙機の安全性と信頼性の向上が期待

【事例2】 搭載ソフトウェアの自動生成



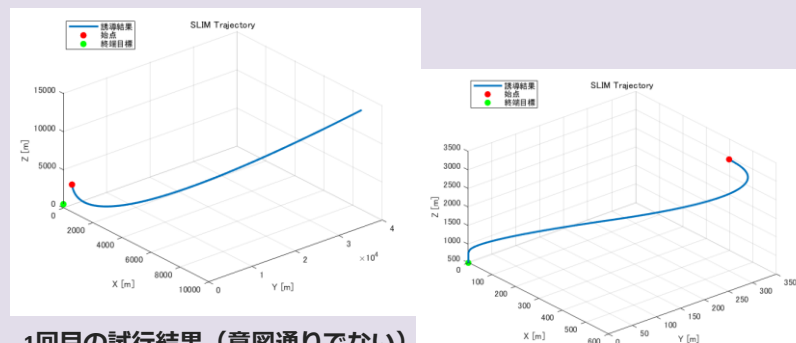
- 姿勢制御系などの搭載ソフトウェア (S/W) 開発は衛星・探査機開発におけるボトルネックの一つである
- 搭載S/Wの動作を規定する「アルゴリズム記述書」を元に生成AIにより、搭載S/Wおよびそのシミュレータが自動生成できるかを試行したところ、**適切な指示（手順）を生成AIにすることで、意図通りの動作をするS/Wコードを得ることができる**ことがわかった
- 今後、精度良いソースコードを得るための指示方法（プログラム生成手順）のブラッシュアップや、人間が読みやすく、かつ、精度良いソースコードが得られる「アルゴリズム記述書」の記載方法の検討を推進する予定
- ここで得られた手法は、まずは、小規模宇宙実証実験等にて軌道上実証を進め、中型・小型規模の科学衛星などに適用していく方針である



搭載ソフトウェアの自動生成プロセス概要

検証例：SLIM着陸誘導制御S/Wの自動生成の試行

「SLIM垂直降下誘導アルゴリズム記述書」(RLM-018003)を対象として、ソースコードを生成させた。記述書に記載されている一部の数式や記述を無視してソースコードを生成したこと等により、1回目は、正常に着陸するソフトウェアを生成できなかったと推測。**2回目の試行で正常に着陸するソースコードを生成成功**。検証の結果、当時のSLIMで想定した様々な誤差等に対し適切な動作をすることが確認できた。



注：SLIMアルゴリズムの内容は学術発表しており、公知の事実。
生成AIモデルが既に学習済みの可能性は否定できない



【事例3】衛星テレメトリ異常検知システム検討



宇宙機テレメトリ異常検知の現状と課題

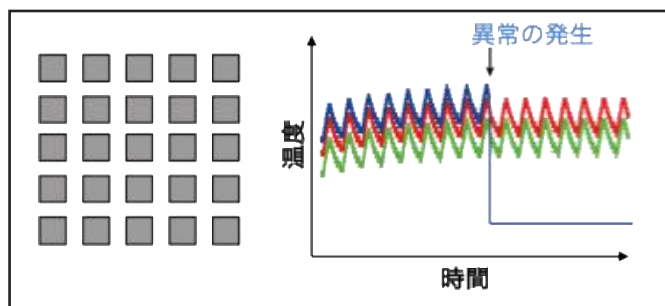
- 現状、ルールベースの監視により異常検知を実施している
- ルールベース手法のルールは膨大かつ複雑であり、これを全て人手で作成・維持管理するのは煩雑である

AIエージェントを利用した生成AIによる異常検知支援

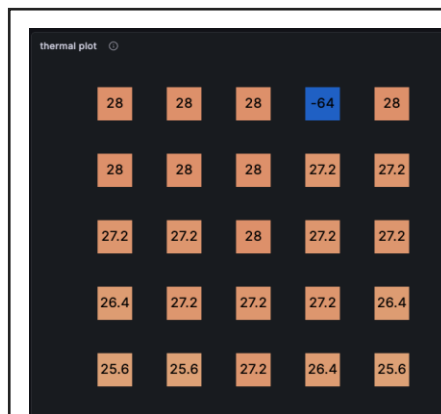
- 宇宙機のテレメトリをこれまで同様のルールベースでトリガし、設計情報と大規模言語モデル(LLM)が持つ理工学的知識や推論能力を組み合わせることで、異常の意味づけを自然言語で説明できる点が利点
- 人間とAIの両方にとって使いやすいQLシステムを基盤として、AIエージェントがテレメトリや監視画面情報を自律的に収集・解釈し、必要に応じて関連データを深掘りすることで要因推定を行い、異常兆候や想定原因の自然言語による提示から初動判断支援まで実現できるかを検討している。

【実例紹介：温度素子異常データの検出とAIによる考察】

- 実行例：5×5に空間配置した温度センサーを模擬し、1点(仮名称:HK2.TEMP_04)だけある時刻から突然低い異常値(-64)に張り付くダミーデータを参照させた場合に、AIが指摘できるかを検証
- 将来的には、衛星設計情報を本格的に参照しつつ、異常判定や対応策を提案できるシステム構築を目指す



模擬データの前提



25~28℃の中に1点のセンサだけ-64を表示

- Status: 異常
- 全体俯瞰: thermoのダッシュボードの"thermal plot"パネルにおいて、ほとんどのセンサーが25℃~28℃の範囲にある中、1箇所だけ-64という極端に低い値を示している箇所を発見。該当センサの時系列データを深掘りし、瞬間的な遷移を発見しました。
- 対象名: HK2_TEMP_04
- 解析: 周囲の温度分布と比較して完全に外れ値となっており、瞬間的な変化という観測を加味すると、物理的な温度変化ではなくセンサーの異常値である可能性が極めて高いです。
- 推奨アクション: 物理的なセンサーHK2_TEMP_04の接続状態および動作確認を推奨します。

LLMが判断レポートを作成



DARTS利用における課題

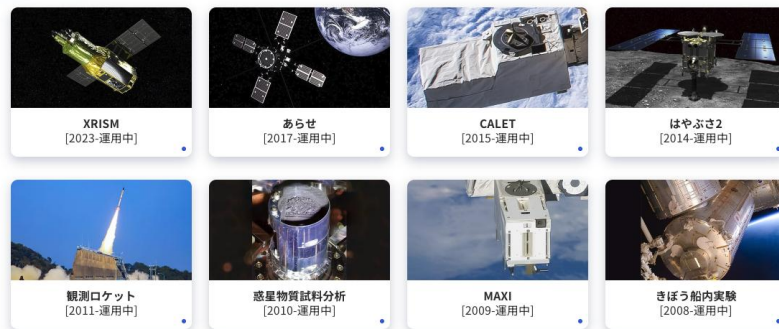
- DARTSとは、ISASにて管理・運営している衛星・探査機テレメトリなどのデータサーバーである
- 幅広い時代(1969-現在)と分野をまとめて扱う事で記述形式・整備方針が非統一で、情報が各所に散在
- 結果としてデータの発見や、利用方法の把握が困難

Mission Information

ソート 名前 運用開始 終了 ↓

絞り込み条件

運用中



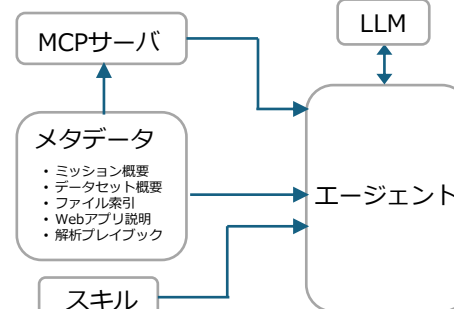
DARTSのHP

AIエージェントによるDARTSデータ探索支援

- 全ての情報AIから読みやすい構造化データとして整理し、ユーザによるデータ探索や解析を効率化する
- ユーザが多様なデータにアクセスする機会を提供し、過去のデータ、または分野を超えたデータの利用を促進し、当初の利用目的を超えた、データの新たな活用や研究価値の発見を期待する

JAXA提供

ユーザ環境



できること

- ・ 概要の把握
- ・ データセットの探索
- ・ データファイルの探索
- ・ データ解析コード生成

DARTSで提供する仕組みの概要



- 生成AI活用に向けたISASにおける取り組み・試行の状況を報告した
- 現在の生成AIは単体で信頼性高く機能するものではなく、適切な情報処理アルゴリズムの中に組み込み、生成AIが得意な情報処理を担わせることで各種宇宙活動を効率化できると考えている
- 現状の取り組みでは実利用に至っていないものの、過去の科学衛星プロジェクトの実データなどを利用した検証により、一定の有用性は確認できたと判断している
- 今後、生成AIを組み込んだ情報処理アルゴリズム全体の改良、人間が用意する情報の内容・書き方に対する考察を含めた技術検討を加えつつ、実プロジェクトへの適用を進めていきたい
- 適用に向けた実証は、まず、「小規模宇宙実証実験」で軌道上実証・検証を進める。その上で宇宙科学ミッションを含めた本格ミッションに範囲を拡げていく。