

火星探査の新たな夜明け： AI「Claude」が拓いた 400メートルの旅路

NASAパーサヴィアランス × Anthropicによる
史上初のAI計画走行レポート

2025年12月 | Mission Update: Sol 1707 & 1709



史上初、AIが他惑星での探査機ナビゲーション計画を完遂

2025年12月8日および10日、NASAの火星探査車「パーサヴィアランス」は、AIモデルClaudeによって策定されたルートでジェゼロ・クレーター内の岩場を走行した。これはLLM（大規模言語モデル）が地球外で探査機の経路計画を担った歴史上初の事例である。

走行日

**Sol 1707
& 1709**

(2025年12月8日・10日)

総走行距離

約456m

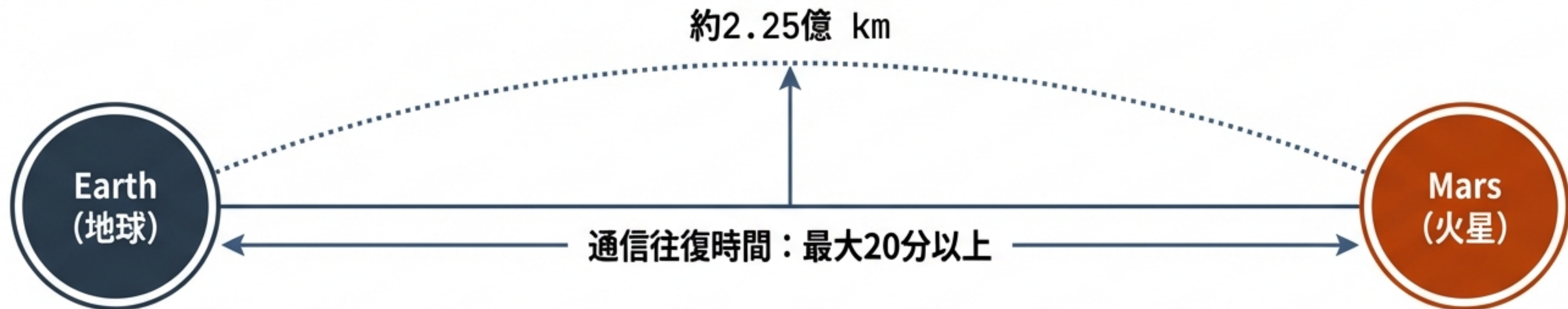
(公式発表：400m+)

成果

50%短縮

(計画策定時間)

2億キロメートルの壁と 「20分」の通信遅延



物理的制約

地球-火星間の通信往復には最大20分以上かかるため、ジョイスティックによるリアルタイム操縦は物理的に不可能。

従来手法（ボトルネック）

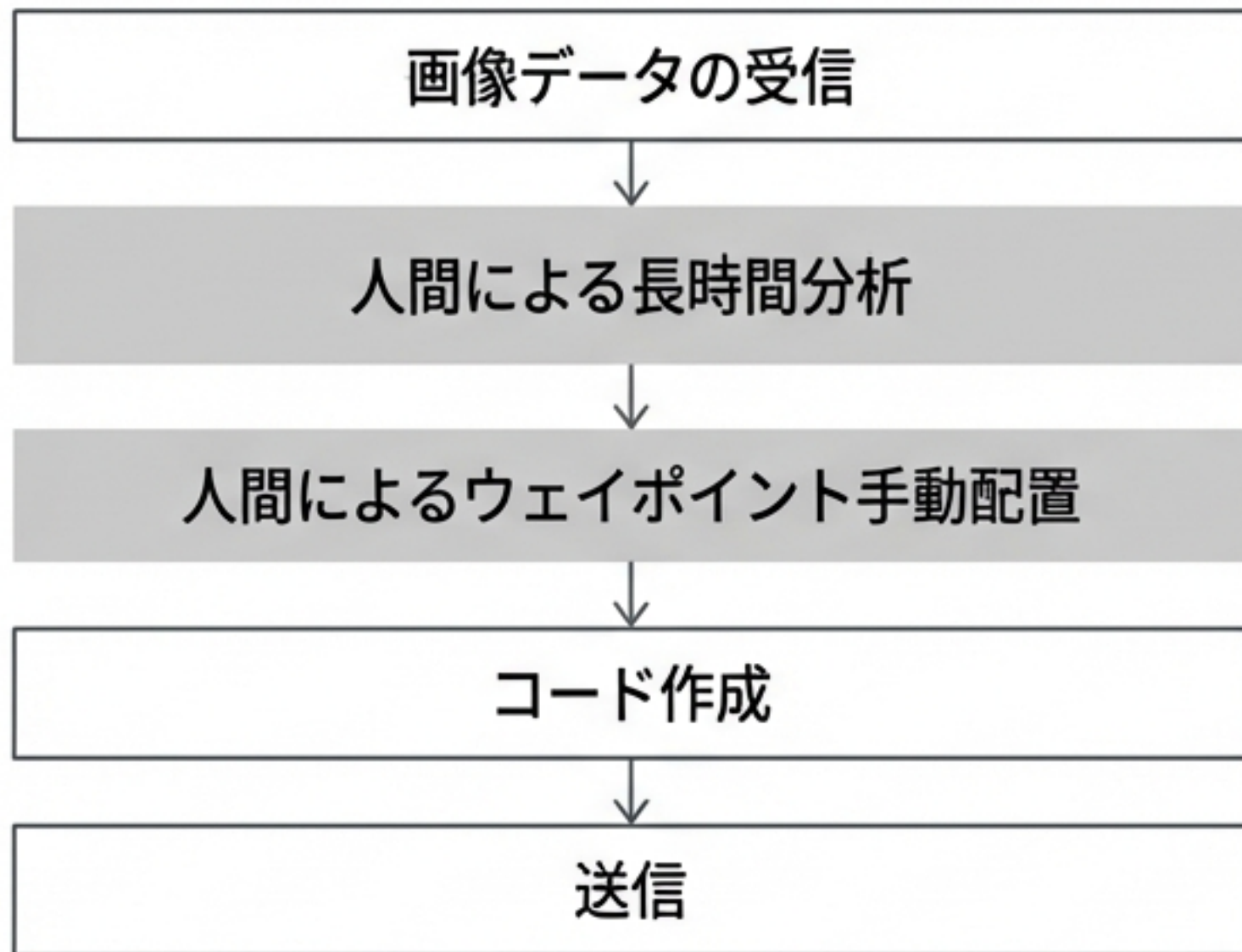
人間の「ローバー・ドライバー」が画像を分析し、安全なルート（パンくずリスト）を手動で設定する作業には、数時間から数日を要していた。

リスクと保守性

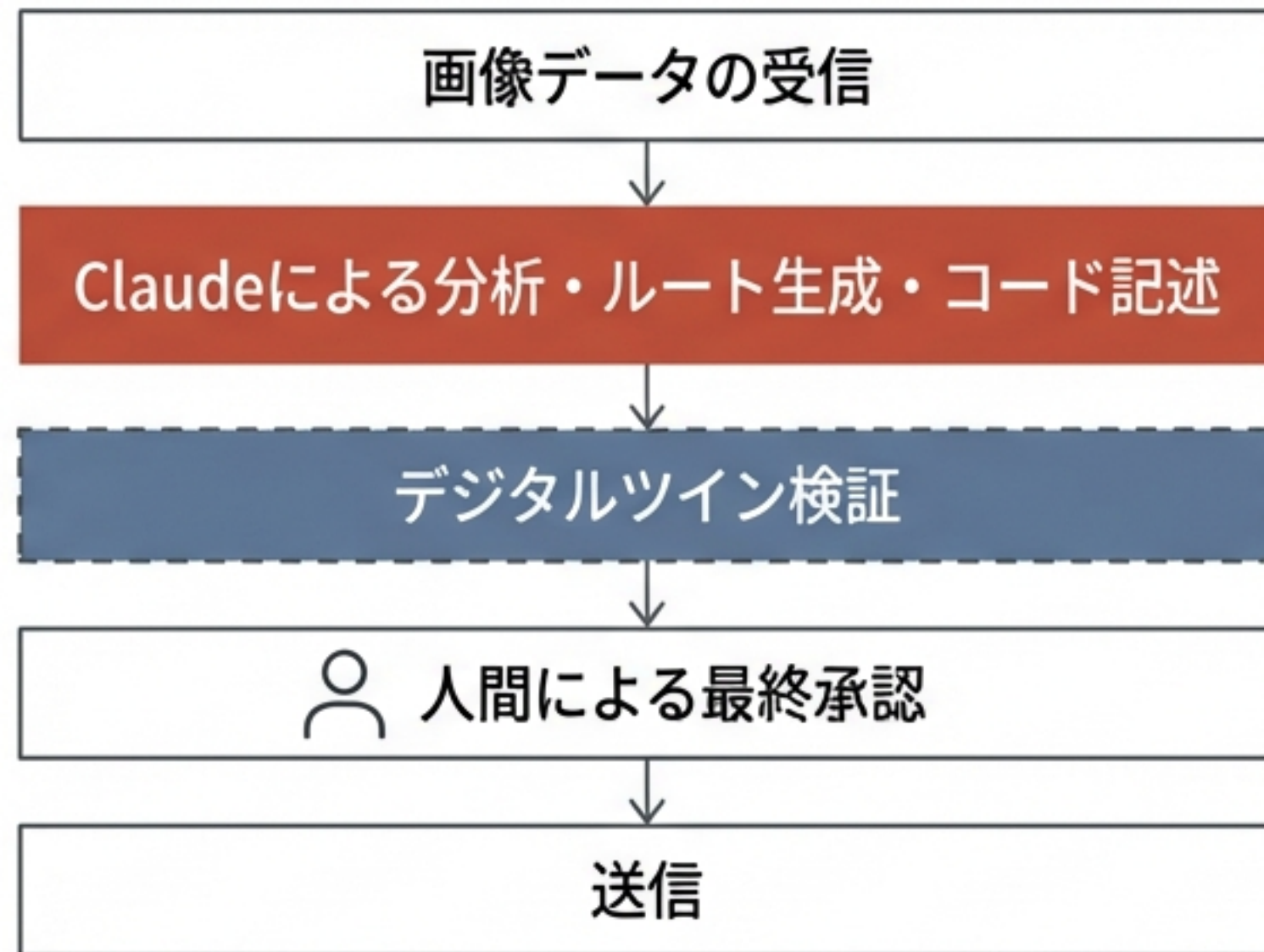
2009年のスピリット号のスタック（砂地での立ち往生）のような致命的失敗を避けるため、人間の計画は極めて保守的にならざるを得ない。

運用プロセスの変革：作成者から「監督者」へ

従来の手法 - Human Driven

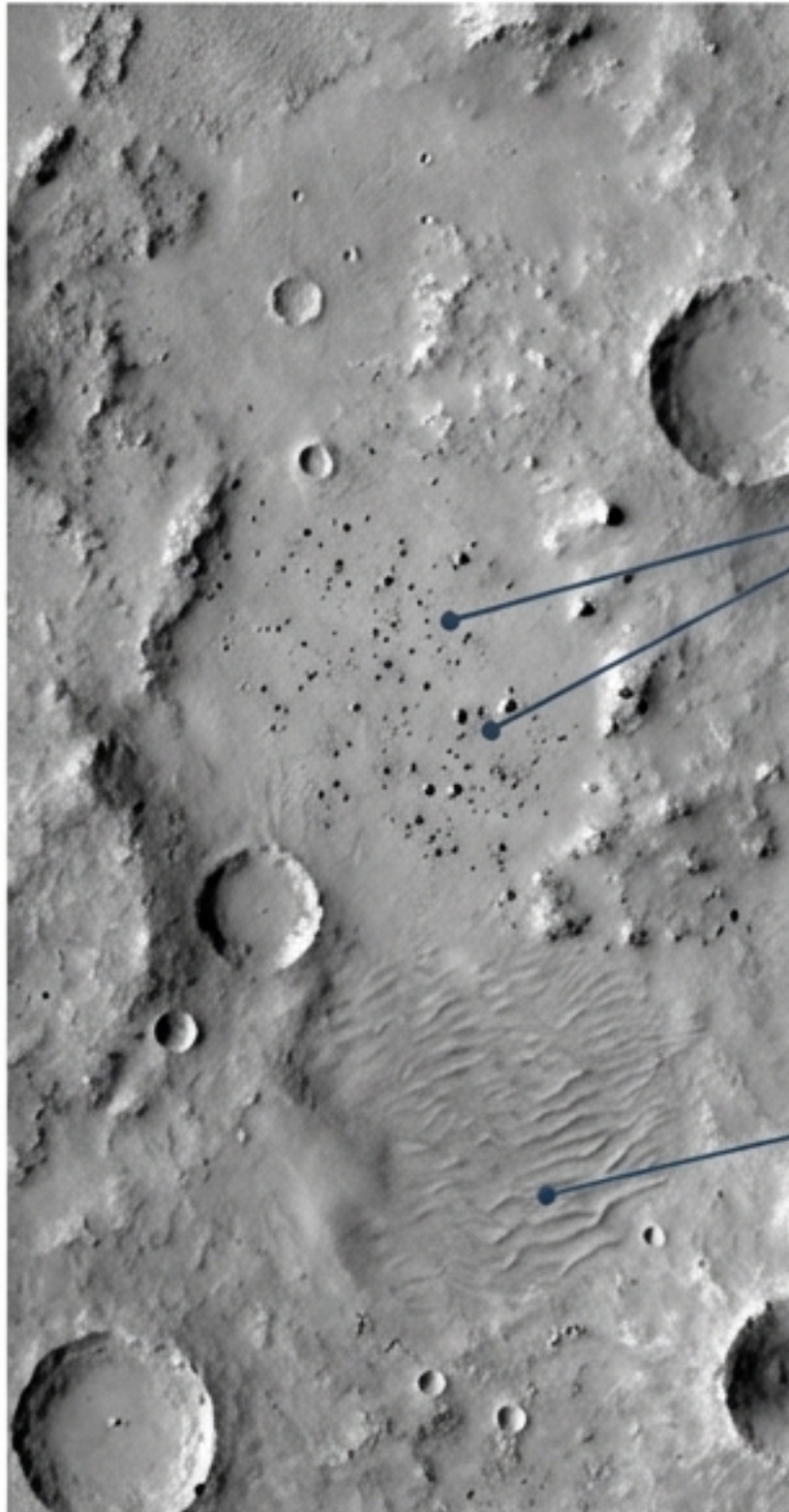


新しい手法 - AI Assisted



Key Insight: 人間は「ゼロから計画を作る」作業から解放され、「AIの成果物を検証する」役割にシフトした。これにより、計画策定時間が半分に短縮された。

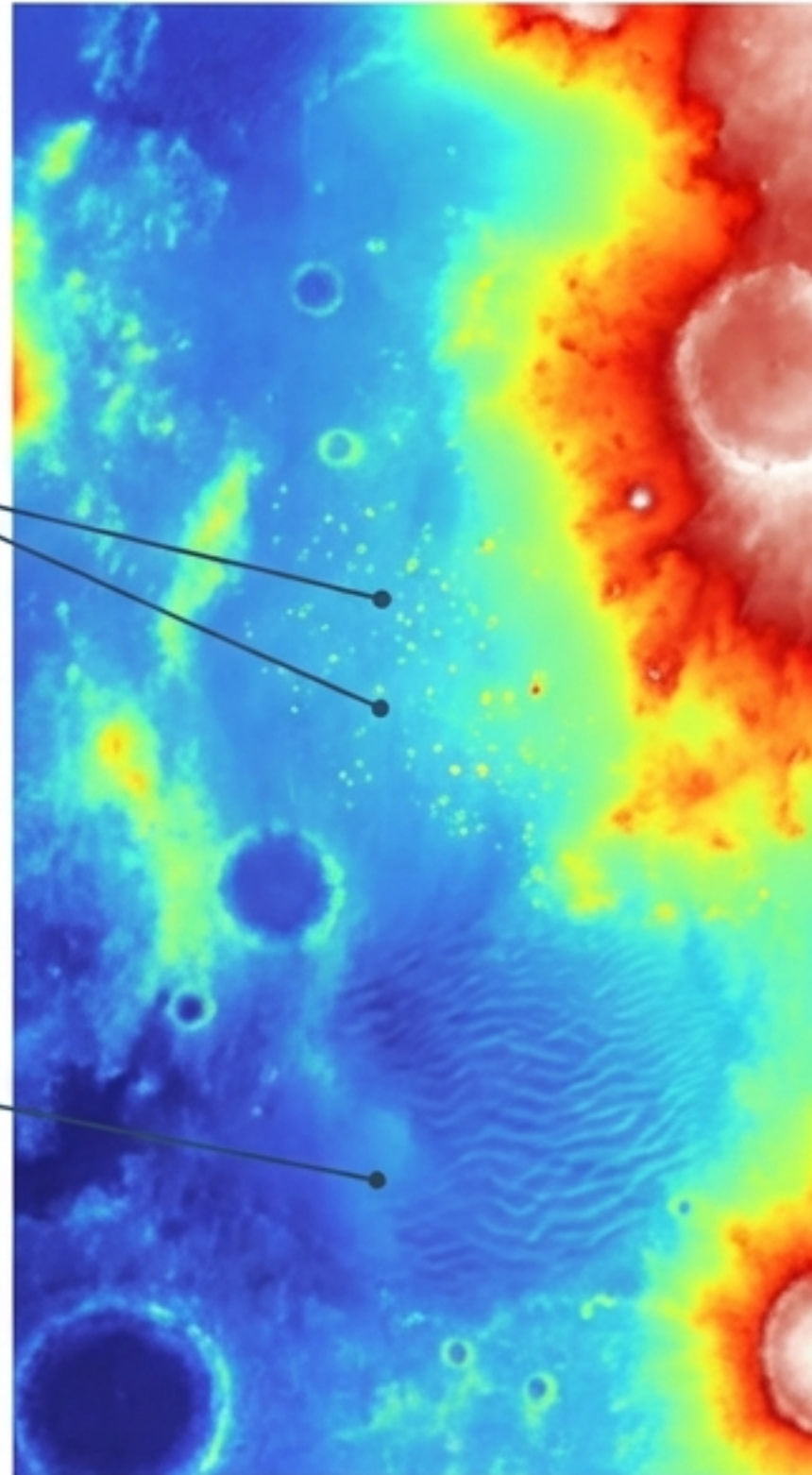
Step 1: 眼と頭脳 (データの入力と地形理解)



HiRISE軌道画像

岩盤の露出

砂の波紋
(サンドリップル)



デジタル標高モデル (DEM)

Input Data

HiRISE軌道画像: 火星偵察軌道船(MRO)からの高解像度画像。岩盤の露出や障害物の配置を把握する。

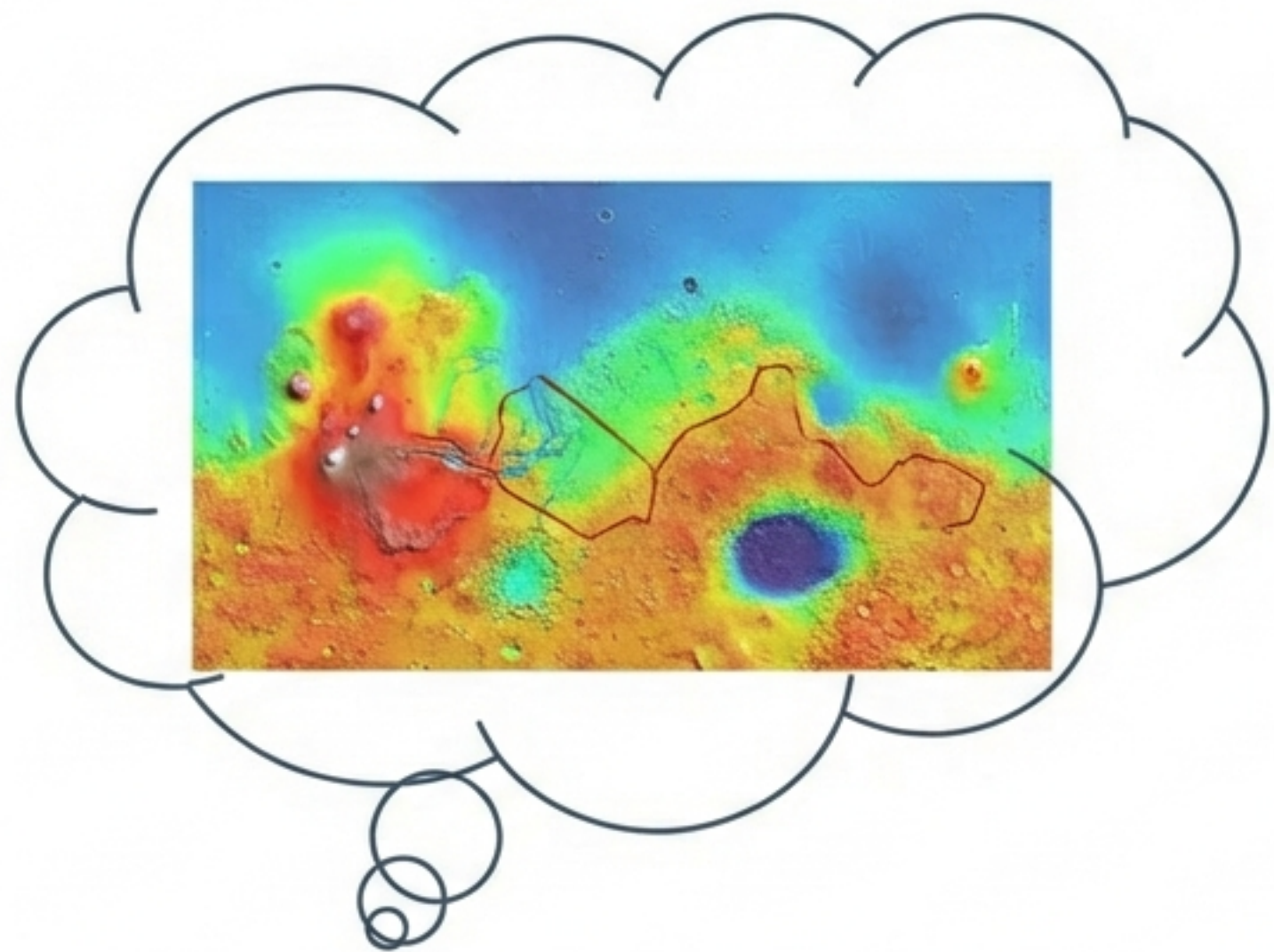
デジタル標高モデル (DEM): 地形の傾斜や高低差を含む3D情報。

Analysis

ClaudeはJPLの数年分の運用データを学習済み。「幾何学的な危険(急斜面)」だけでなく、車輪がスタックしやすい「砂の波紋」や、タイヤを傷つける「鋭利な岩」を視覚的に識別する。

注記: AIはローバー搭載ではなく、地球側のJPLサーバーで高度な推論を実行する。

Step 2: 思考から実装へ (RMLの直接生成)



Rover Markup Language (RML)

Claudeは単なる自然言語ではなく、探査車の制御に使われるXMLベースの専用言語 (RML) を直接生成する。

```
<drive>
  <arc>0.5</arc>
  <dist>10.0</dist> <!-- 10m segment -->
  <speed>max</speed>
</drive>
```

10mセグメント

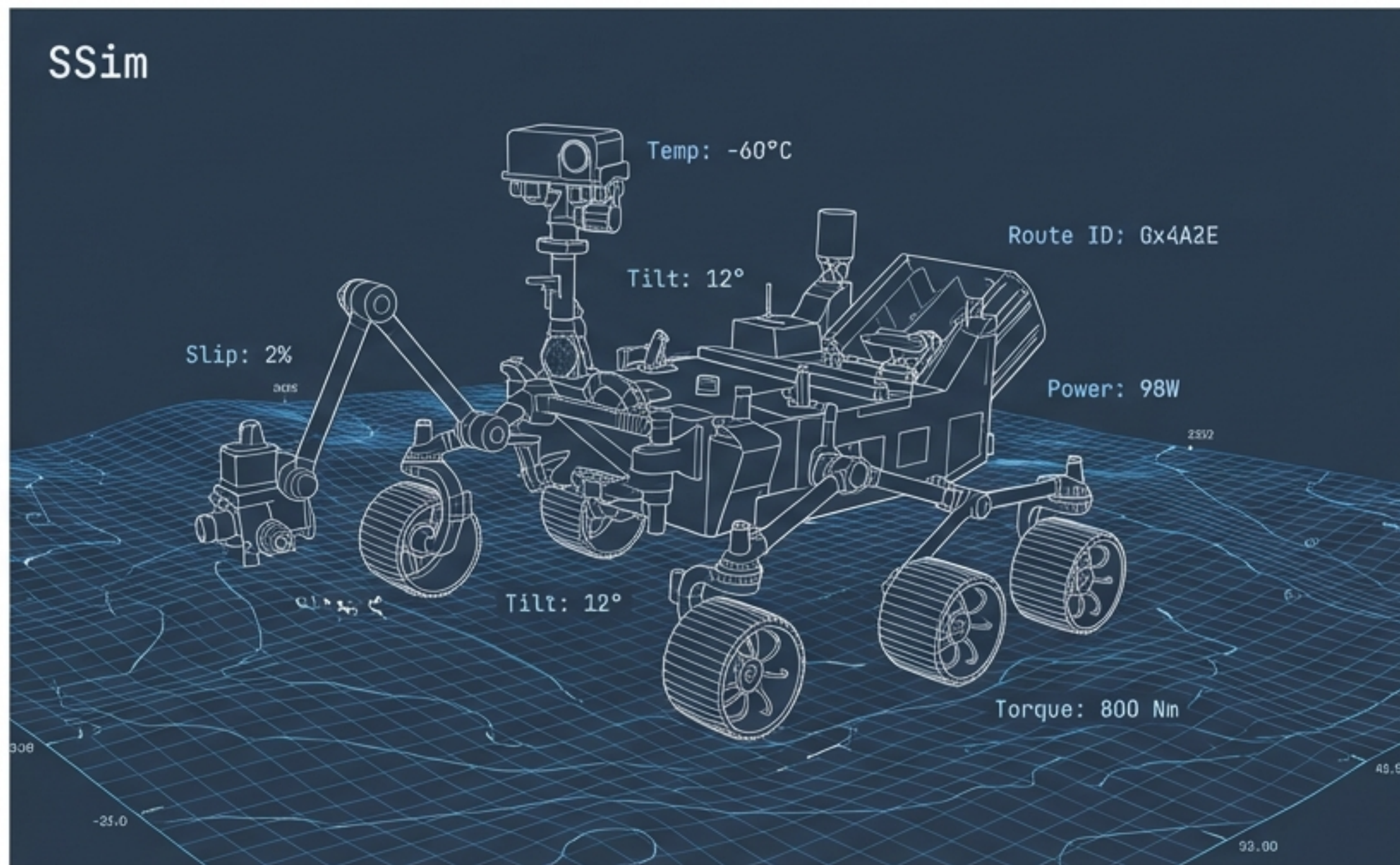
従来の手動ウェイポイントよりも細かい「約10メートル間隔」でセグメントを切り、連続したパスを構築する。

自己批判ループ

一発で出力するのではなく、生成したルートを実自身が批評し、物理制約 (サスペンション能力や安全マージン) に適合するか確認・修正してから人間に提示する。

Step 3: 絶対的な安全性の担保 (デジタルツイン検証)

デジタルツイン
Claudeが書いた
コードは、
火星の物理環境を模
したシミュレーター
に投入される。

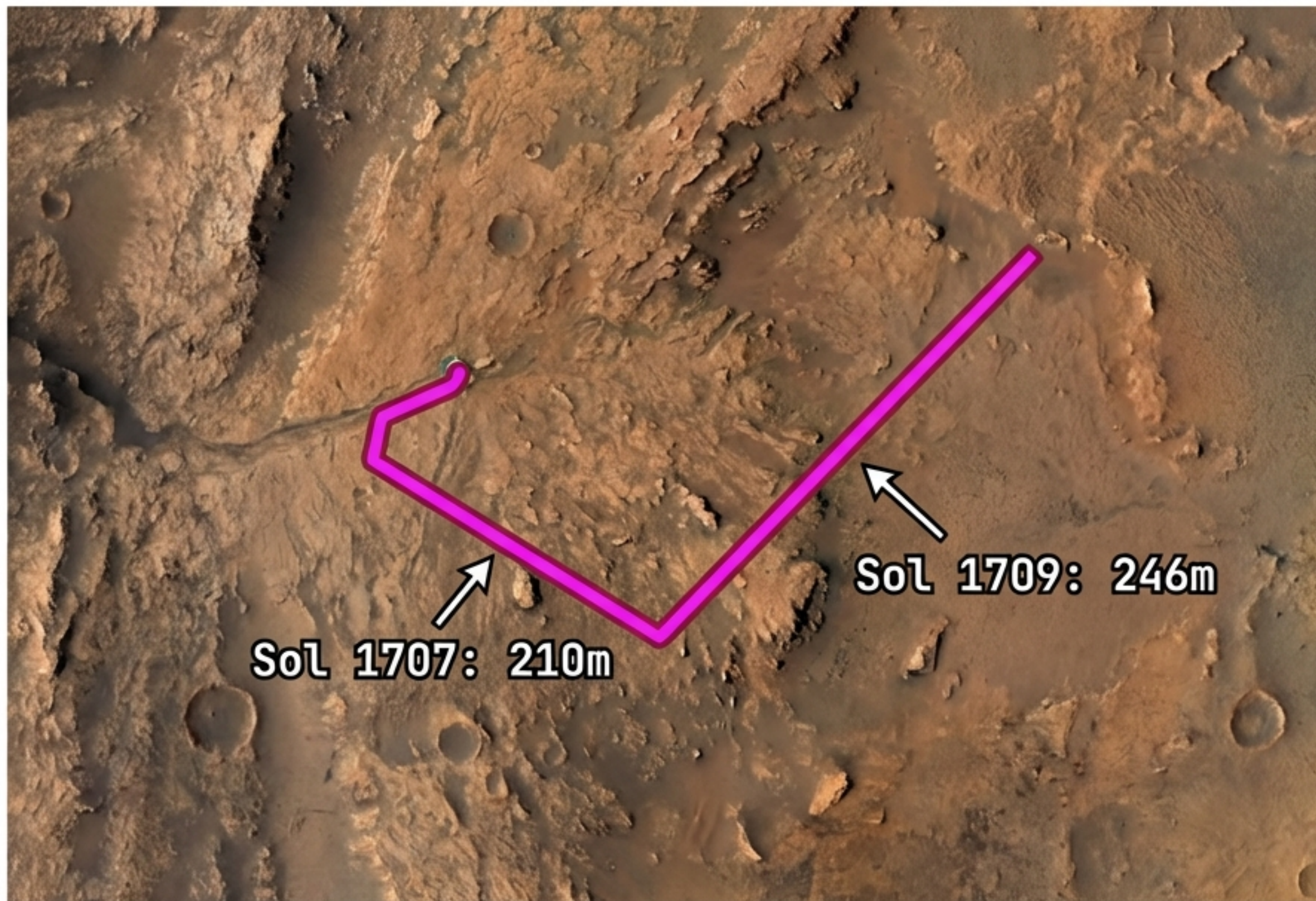


50万変数のチェック
電力消費、熱管理、
転倒リスク、スリッ
プ率など、50万以上
のテレメトリ変数が
検証される。

Human-in-the-Loop (最終防壁)

最後にJPLのエンジニアがレビューを行う。今回の実証でも、軌道画像には映らなかった「小さな砂の波紋」を地上の人間が発見し、1箇所のみ軽微な修正を行ってから送信された。

実証結果：ジェゼロ・クレーターでの456メートル



Drive Details

場所：ジェゼロ・クレーターの縁（リム）、通称「ルックアウト・ヒル」周辺の複雑な岩石地帯。

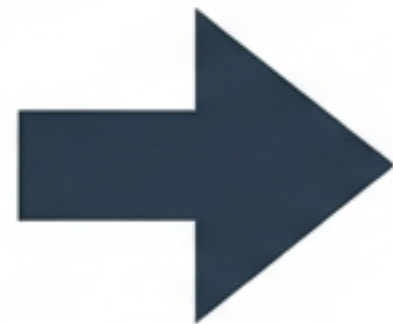
精度：AutoNav（搭載された障害物回避機能）による微細な調整を除き、AIが計画したマゼンタ色のルートと実際の走行軌跡はほぼ完全に一致した。

意義：難易度の高い地形で、長距離の自律計画走行を成功させたことは、技術の成熟度を証明している。

「50%短縮」がもたらす科学的価値



**計画時間
50% CUT**



**Science
Output UP**

- 計画時間の半減: 数時間かかっていた作業が数分～数時間に短縮。
- 科学へのリソース集中: エンジニアがコーディング作業から解放されることで、より高度な科学的判断（どの岩石を調査すべきか）や、複雑なサンプリング活動に時間を使えるようになる。

「より速く計画できれば、より多くの科学ができる」

(JPL関係者)

進化の軌跡：ゲームから火星へ



Spring 2024

Pokemon Red (Basic Navigation Struggles)

わずか1年半前、AIは8ビットゲームの攻略にすら苦戦していた。

Dec 2025

Mars Navigation (Complex Terrain)

現在、AIは「画像理解」「物理法則の考慮」「専用コード (RML) 記述」という専門家のタスクを実行できる「エージェントック (自律型)」な存在へと急成長した。

未来への展望：月、そして深宇宙へ

アルテミス計画（月）



永劫の影の領域など、GPSが使えない環境での位置推定とナビゲーション支援。

ドラゴンフライ（タイタン）



土星の衛星タイタンへのミッション。通信遅延は往復140~180分。地球からの指示を待つことは不可能なため、AIによる完全な自律判断がミッションの成否を握る。

必然性: 太陽系の深部へ行けば行くほど、AIは「便利なツール」から「生存のための必須機能」へと変わる。

結論：協調が拡張する探査のフロンティア

- **検証されたモデル:** 「AIによる生成 + デジタルツインによる検証 + 人間による監督」というワークフローは、高リスク環境におけるAI導入の黄金律となる。
- **探査の加速:** 通信の壁をAIというパートナーと共に乗り越えることで、人類はより遠く、より未知の領域へと足を踏み入れることができる。

2025年12月の400メートルは、宇宙探査における「AI時代」の幕開けを告げる一歩となった。