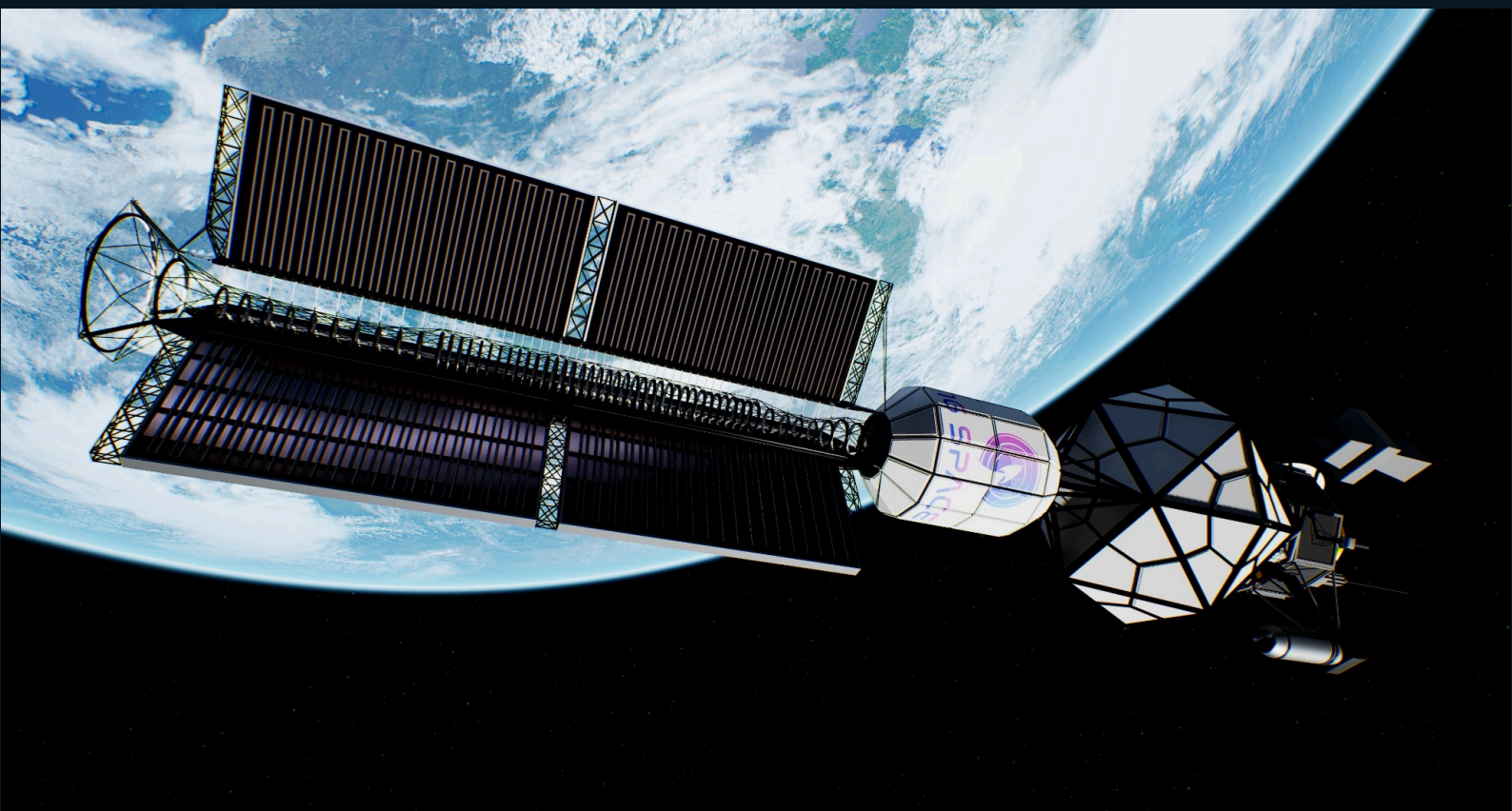


ACEP



ミッションと探査機

アルファ・ケンタウリ探査機



地球上空にいる探査機のイメージ

プロキシマ系を探る

ACEPは、プロキシマ・ケンタウリとその惑星プロキシマbを探索する無人科学探査機です。恒星間航行、軌道上からの観測、条件が整った場合の大気調査を、一つの自律ミッションで行います。

恒星間環境

恒星間の塵、粒子、放射線を測定します。

惑星観測

惑星を地図化し、表面と大気を調べます。

現地調査

Atmosが大気中を降下し、経路に沿って環境を調べます。

プロキシマbを探る意義

近距離での測定により、近傍の惑星が主星の影響をどう受け、大気を保持しているかを解明できます。

プロキシマ・ケンタウリ

活動的な赤色矮星



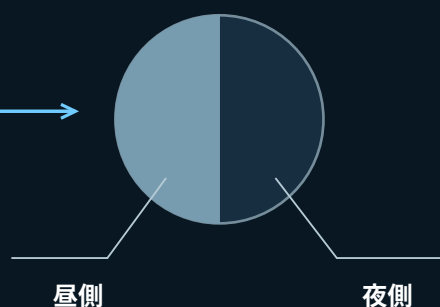
ほぼ円形の軌道

離心率0.02・軌道速度 ≈ 47 km/s

模式図。縮尺は正確ではありません。

プロキシマb

ACEPの目標天体モデル



0.0485 au

平均軌道距離

昼側

夜側

4.25

太陽からの距離（光年）

11.18

公転周期（地球日）

7.25

主星からの距離（百万km）

1年は11日

プロキシマ・ケンタウリは太陽に最も近い恒星です。プロキシマbは、地球と太陽の距離の約20分の1の、ほぼ円形の軌道を回ります。主星に近いものの、暗い赤色矮星から受ける単位面積当たりのエネルギーは地球の約64%にすぎません。主星のフレアのため、大気が残存できるかが科学上の重要な問いとなります。

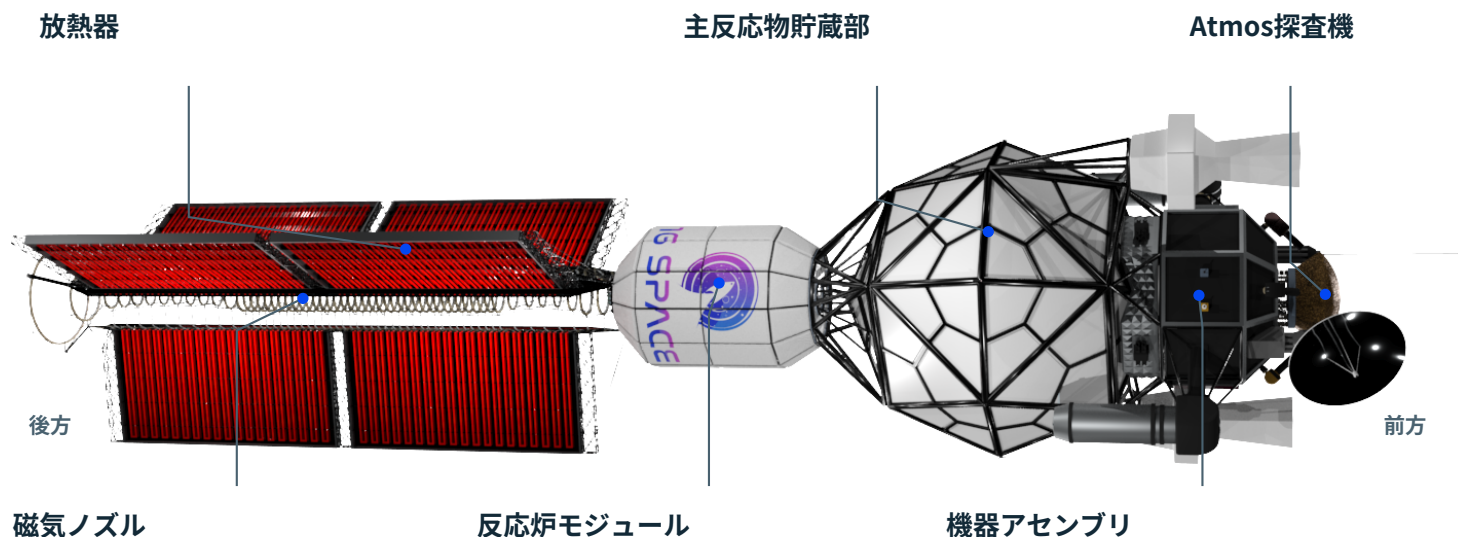
潮汐固定された世界

ACEPの目標天体モデルでは、プロキシマbは潮汐固定されています。公転1周につき1回自転し、常に同じ半球を主星に向けます。永続する昼側と夜側の境界を明暗境界線と呼びます。ACEPは両側の温度差と、大気が存在する場合に熱をどう再分配するかを調べます。

光年は距離の単位です。1天文単位（au）は地球と太陽の距離にほぼ相当します。離心率は軌道の細長さを表し、0なら円です。地球の1.06倍という最小質量は主星の運動から求められ、真の質量は軌道傾斜角に依存します。

探査機の各部を見る

構造トラスが推進設備、主反応物貯蔵部、前部機器アセンブリをつなぎます。



側面図。内部機器は表示していません。

16.80 m

全長

4.60 m

収納時の最大直径

1,000 kg

Atmosを含む乾燥質量

電力・熱制御系

熱電発電機3基の合計定格出力は100 kWです。
500 Whの電池パック2基による公称蓄電容量は1 kWh
です。放熱器の有効放射面積は54 m²です。

貯蔵する反応物

満載時質量は78,146 kgです。主原料77,100 kg、反陽
子32.0 kg、金属水素14.0 kgに機体の乾燥質量を加え
た値です。

搭載機器と外部システム

前部には計算、航法、科学観測の各システムを搭載し
ます。2基のMADSホーンが加速中の機体を防護しま
す。光送信機は地球へ送信し、無線でAtmosのデータ
を受信します。

補助マヌーバ

スラスタユニット3基は各4つの噴出口を持ちます。
必要な共用系が機能すれば、任意の2基で全機能を維
持できます。金属水素は酸化剤なしで推力と熱を供給
します。

MADS：マイクロ波能動デブリシールド。金属水素の安定化方式は非公開です。前方と後方は機体の固定された端を指し、姿勢反転により飛行経路に対する向きが変わります。

加速と減速

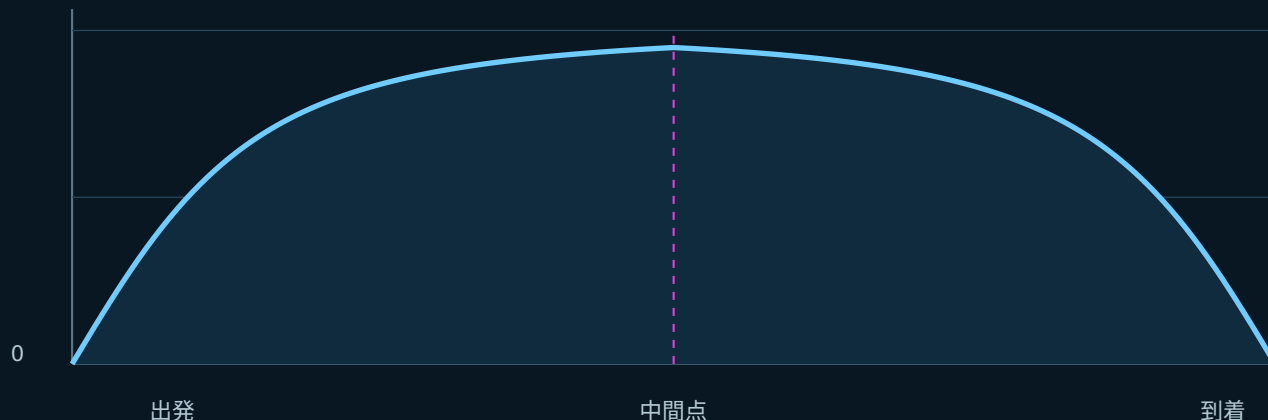
持続的な推力で航行前半のACEPを加速させ、中間点で姿勢を反転した後は減速させます。



姿勢反転で変わるのは機体の向きであり、進行方向ではありません。

地球基準系での速度

光速の94.9%



1,288日

ACEP船内の経過時間

5.8年

地球基準系での経過時間

この飛行プロファイルの固有加速度は1 gです。船内で測定され、その大きさは地球の標準重力加速度と等しくなります。644日目に姿勢を反転します。相対論により船内と地球基準系の経過時間は異なりますが、どちらの時計も正常に動作します。

MADSが往路の防護を担います。制御下で防護を引き継ぐ際は、姿勢反転中も十分な防護範囲を確保する必要があります。その後はMADSを停止したまま、進行方向に先行する排気が防護を担います。引き継ぎの詳細と遭遇条件の限界は非公開です。

横軸：地球基準系での経過時間。姿勢反転と到着時の現地マヌーバは省略しています。

二炉心反応炉の内部

二炉心磁場閉じ込め反陽子増強核融合炉（DCMCAFR）

C1・前部炉心

第1トーラス形チャンバー

磁気アセンブリ

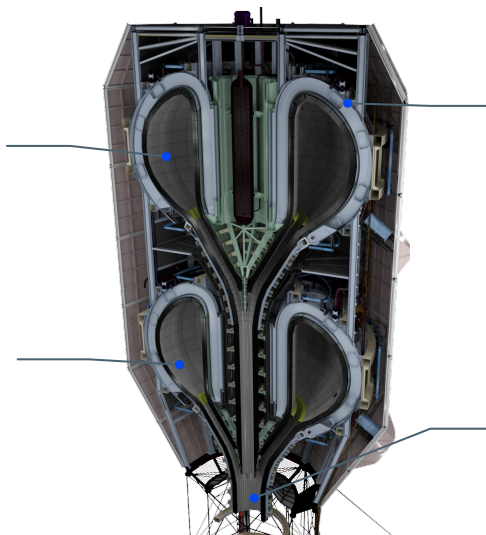
4種類、計126個のコイル

C2・後部炉心

第2トーラス形チャンバー

後部共通出口

磁気ノズルへ



図の膨らみの各対は、一つのトーラス形炉心を表します。

閉じ込めと抽出制御

二つのトーラス形チャンバーを機体軸に沿って並べます。超伝導磁気アセンブリが、電離した気体であるプラズマを閉じ込め、形状を整えます。引き出し用の場が両方の流れを後部共通接続部と磁気ノズルへ導きます。方向をそろえた排気により、逆向きの推力が生じます。

核融合と反陽子による増強

反応炉には陽子-ホウ素11の原料と、量を制御した反陽子を供給します。詳細な反応連鎖、エネルギー収量、変換過程は非公開です。ミッション性能は実効的な推進パラメータと反応物の保有量に基づきます。磁場が荷電したプラズマを誘導します。光子と二次粒子には遮蔽と熱管理が必要です。

制御と故障の分離

各炉心は独自の閉じ込め、注入、診断、防護機能を備えます。AURAIが設備の運転モードを選び、局所制御器が磁場、供給、プラズマを調整します。必要な補助系が制限内で機能する限り、いずれの炉心も設備全体の需要187.5 MWまで連続運転を支えます。安全状態に置いた機器でも、必要な冷却と封じ込めを維持します。

375 MW

反応炉設備の定格出力

100 kW

TEGモジュールの合計定格出力

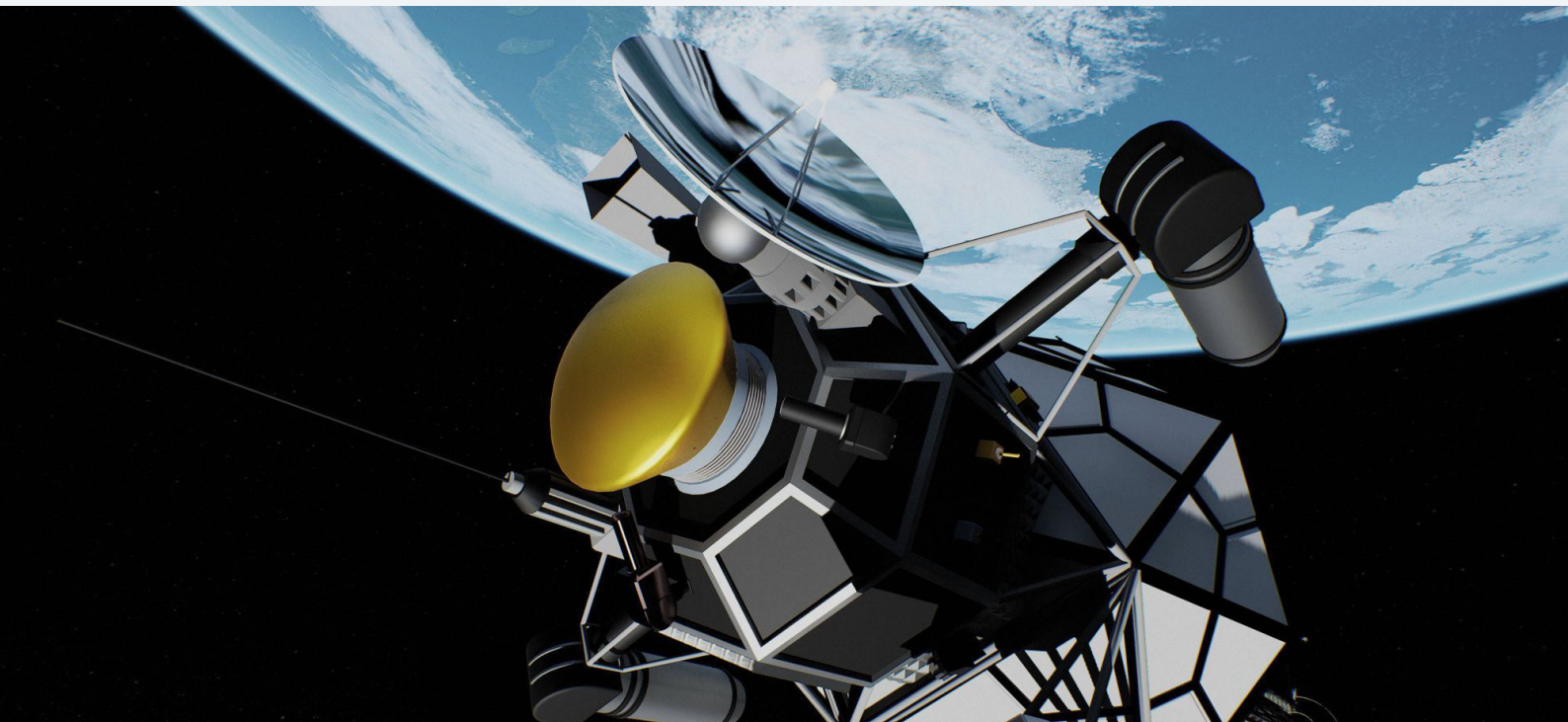
6 MW

1,300 Kでの放熱量基準値

熱発電機が回収熱を電力に変換し、放熱器が廃熱を放出します。設備出力と排気出力は別々に定義されます。詳細なエネルギー・熱収支、プラズマ結合、反陽子の封じ込めは非公開です。

軌道から大気へ

母機が惑星の広い範囲を観測し、Atmosが一本の降下経路に沿って直接測定を加えます。



前部アセンブリ

先端の金色の大気突入カプセルがAtmosです。

地球上空にいる探査機のイメージ。

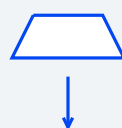


軌道上からの観測

公称高度200 km

ほぼ円形の極軌道から広範囲を地図化します。軌道運動は惑星の周囲を連続的に自由落下する運動です。実際に到達する軌道は、現地での重力と幾何学的条件の測定に基づきます。

画像と熱分布図から特徴と温度分布を調べます。分光観測では光から化学成分の特徴を識別し、レーザー測距で距離を測ります。



Atmosの降下

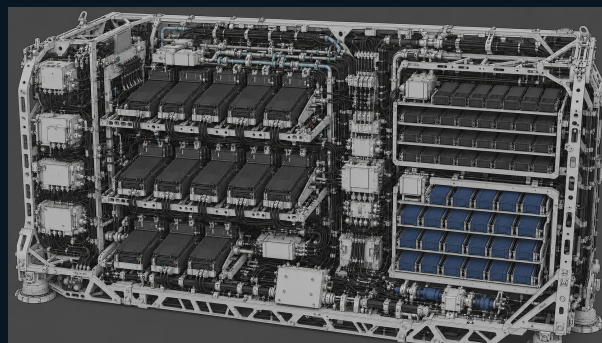
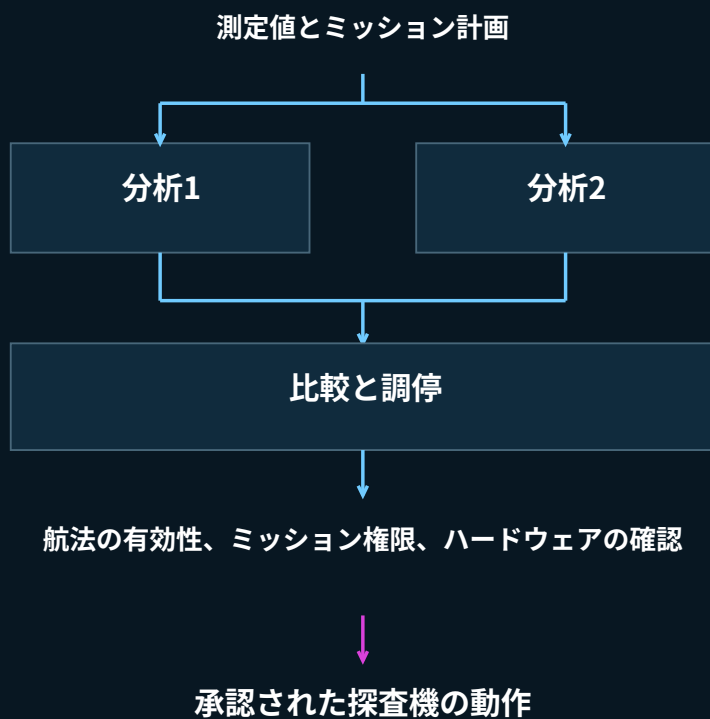
分離可能な50 kgの探査機

Atmosは圧力、温度、気体、粒子を測定します。アブレーション式熱防護材は自身の材料を失うことで突入時の熱を逃がします。電池が観測機器に電力を供給し、近距離無線リンクでデータをACEPへ送ります。

分離には適切な大気条件と突入条件が必要です。Atmosはパラシュート、着陸装置、回収装置を備えません。科学的成果は、ACEPが受信して船内に保持する記録です。

AURAIと船内の意思決定

自律統合冗長分析智能は、ミッションの判断材料を統合し、結果を予測して、発生しつつある故障を検知します。



AURAIの計算機群

計算基盤

3

CPUs

10

GPUs

32

SSDドライブ

20

アーカイブ装置

二つの論理的な分析インスタンスが評価を比較します。一部のハードウェアと入力を共有するため、一致しても共通の誤りは否定できません。不一致なら動作を延期するか、規定の安全応答を実行します。有効なインスタンスが一つの場合、保存済みのミッション手順を事前承認された制約内で継続し、重大な決定を独自に変更することはありません。

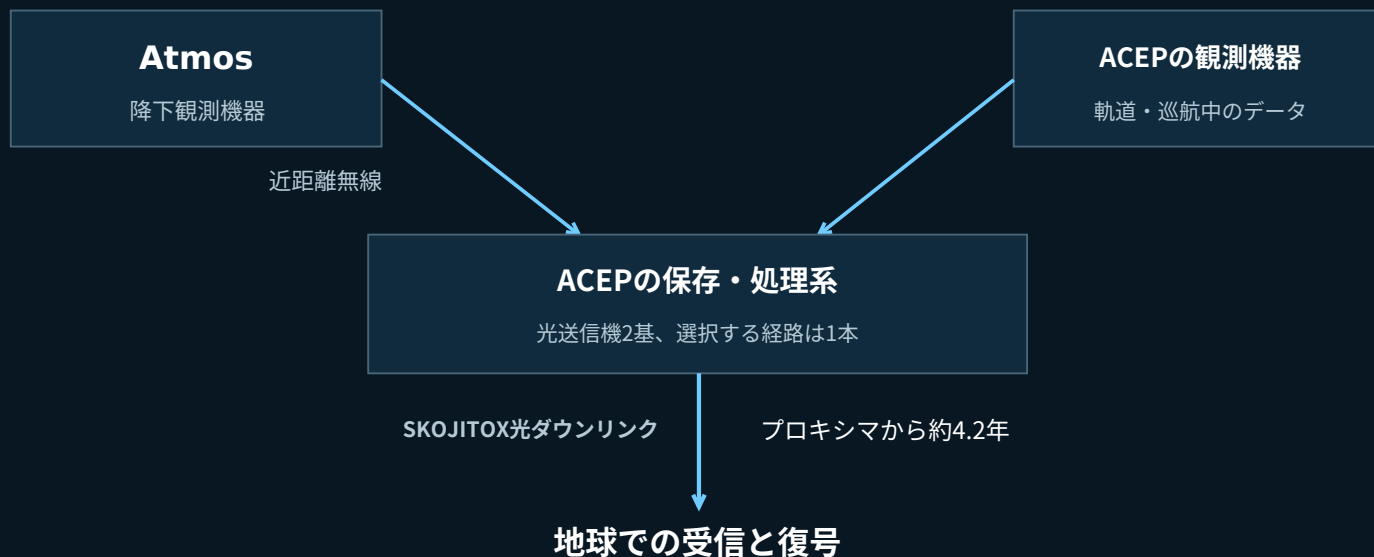
主アセンブリ2基+補助1基・電源4基
SSD制御器1基・ホログラフィックアーカイブ制御器1基

CPUが汎用処理を、GPUが並列計算を担います。SSDは半導体記憶装置として、ホログラフィック装置は長期保存に使われます。

AURAIの保護された航法情報統合機能は、慣性・光学測定と検証済みのX線パルサー測定を統合します。誘導・航法・制御系は、適格性を確認した状態推定値で探査機を導きます。パルサーは、規則的なパルスを観測できる自転する中性子星です。

探査機から地球へ

近距離無線、船内記憶装置、光ダウンリンクにより、ミッションの科学記録を保存し、送信します。



恒星間リンクは送信専用で、地球から探査機へ指令や受信確認を送る経路はありません。データ取得、送信、受信にはそれぞれ異なる時刻が付されます。信号を発信しただけでは到達は確認できません。



ミッション管制室

各値は背景情報とともに読む

出所と状態 / 事象の時刻と基準系 / 単位と不確かさ
測定値、再構成値、予測値、利用できない値を区別します。

ACEP Advanced Telemetry

ACEPは探査機です。ACEP Advanced Telemetryはそのミッション監視インターフェースであり、航法、推進、電力、通信、科学観測の状態を機体中心の視点で表示します。

画面をリアルタイムで更新しても、恒星間の信号遅延は変わりません。