

i s p a c e

# 改善タスクフォース 報告会

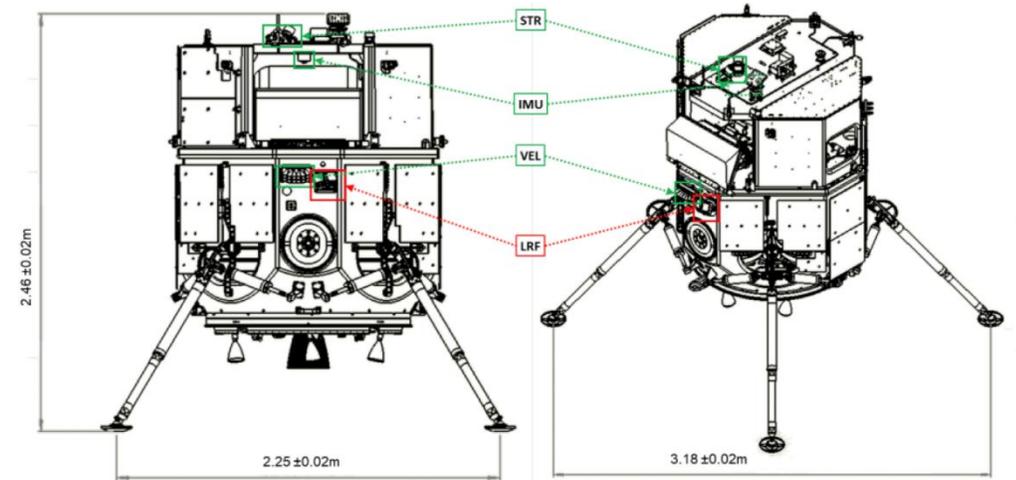
2026年3月27日



# 改善タスクフォース立ち上げの背景

- ❁ 2025年6月6日、ispaceのミッション2による月面着陸は失敗
- ❁ ispaceは着陸失敗の直前まで取得していた飛行データを直ちに分析。  
その結果、レーザーレンジファインダー（LRF）の不具合が着陸失敗の技術的な要因であることを、2025年6月24日に発表。
- ❁ ispaceは、2度目の着陸失敗を重く受け止め、第三者の意見を求める必要性を認識し「改善タスクフォース」を立ち上げ。

STR = Star Tracker/ スタートラッカー  
IMU = Inertial Measurement Unit/ 慣性計測装置  
VEL = Radar Velocimeter/ レーダー速度計  
LRF = Laser Range Finder/ レーザー測距機



HAKUTO-R M2 Lunar Lander and key sensors

# 改善タスクフォースの目的

- ❁ ミッション2着陸失敗に関する社内の技術的要因分析内容の妥当性について、独立した第三者の視点から検証するとともに、欠けている可能性のある技術的・システムの要因について追加の知見を提供すること。
- ❁ 今後のミッションに向けた第三者による提言および月面着陸技術の成熟度を商業化に十分なレベルまで高めること。
- ❁ 第三者専門家の視点から、ispaceの現状（達成出来ていること・出来ていないこと）を明確にし、それを透明性高く開示するとともに、株主、顧客、政府関係者などすべてのステークホルダーとの信頼関係を維持すること。

# 改善タスクフォースの活動概要

- ❁ 本タスクフォースは12名のメンバーで構成されている。（詳細は次頁）
- ❁ タスクフォースメンバーは2025年9月10日から約100日間にわたり活動し、期間中、5回のディスカッションセッションを開催
- ❁ タスクフォースメンバーは、ispaceが作成した技術文書のレビューを行い、詳細確認のため、質疑応答や議論を実施。
- ❁ 共同議長からの意見に基づき、ミッション2着陸失敗の分析および提言策定には、CAST手法（システム理論に基づく因果分析）を採用した。

# 改善タスクフォースメンバー

 2名の共同議長を含む、8名の外部専門家および4名の社内関係者で構成された改善タスクフォース



**オリヴィエ L. デ・ウェック**

アポロ計画記念宇宙工学・工学システム教授  
マサチューセッツ工科大学



**神武直彦**

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  
スタンフォード大学 デザインリサーチセンター 招聘教授



**山中浩二**

宇宙探査センター長  
JAXA



**クリストファー・N・ドスザ**

NASA 誘導・航法・制御技術フェロー



**ミゲル・サン・マルティン**

チーフエンジニア、ガイダンス・制御  
NASA ジェット推進研究所



**オリヴィエ・デュボワ=マトラ**

誘導・航法・制御システムエンジニア  
ESA



**牧野隆**

ispace 社外取締役  
元 IHI エアロスペース CEO



**ケビン・デュダ**

プログラム・マネージャー  
ドライバー



**氏家亮**

CTO  
ispace



**ジェレミー・フィックス**

チーフエンジニア  
ispace-US



**ダビ・ルスロ**

安全・製品保証マネージャー  
ispace - タスクフォース連絡担当



**日立佳嗣**

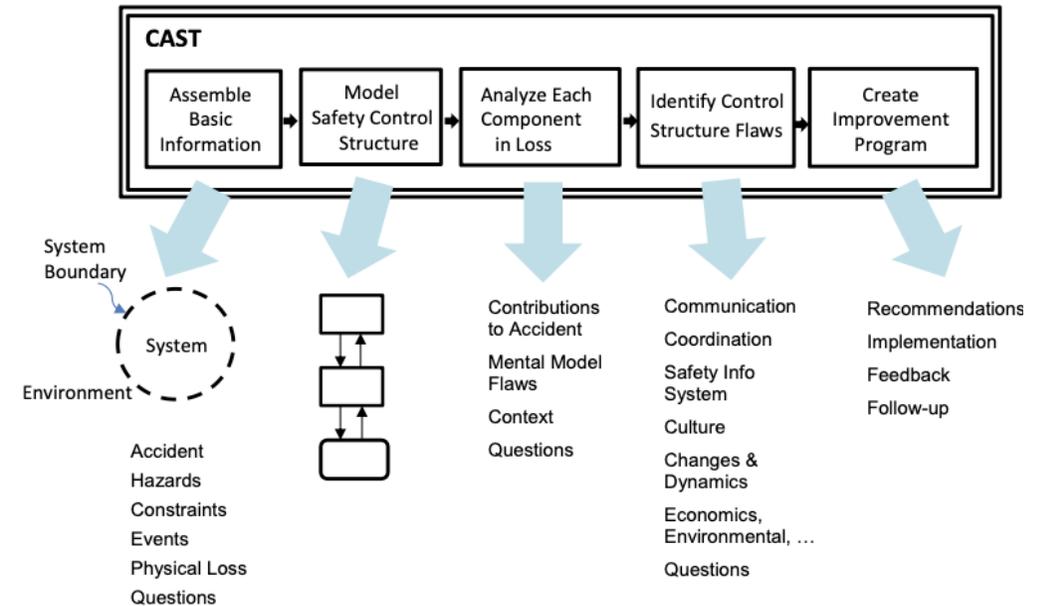
JP Engineering Office EVP  
ispace

# CAST手法について

**CAST手法(Causal Analysis based on Systems Theory)**とは、複雑な社会技術システムにおいて、なぜ事故や損失が発生したのかを理解するための分析手法である。この手法は、システム理論に基づく、事故モデルとプロセス (STAMP : System-Theoretic Accident Model and Processes) に基づき、安全を単なる個々の部品の故障としてではなく、人的行動、管理監督、安全文化を含む、システム全体の制御の問題として捉える。

(出典 [CAST HANDBOOK: How to Learn More from Incidents and Accidents, by Nancy G. Leveson](#))

このアプローチの目的は、事故やインシデントから最大限の教訓を得るために、技術的および組織的な制御の失敗を、可能な限り網羅し、特定することにある。**CASTの目的は、責任追及ではなく、将来に向けた説明と改善にある。**



## 7

## Recommendations

## (A) 運用レベル

1. 地形相対航法の  
導入(TRN)

2. 着陸運用時の  
残燃料の活用

(B) システム開発  
レベル

3. ベンダー選定プロ  
セスの改善

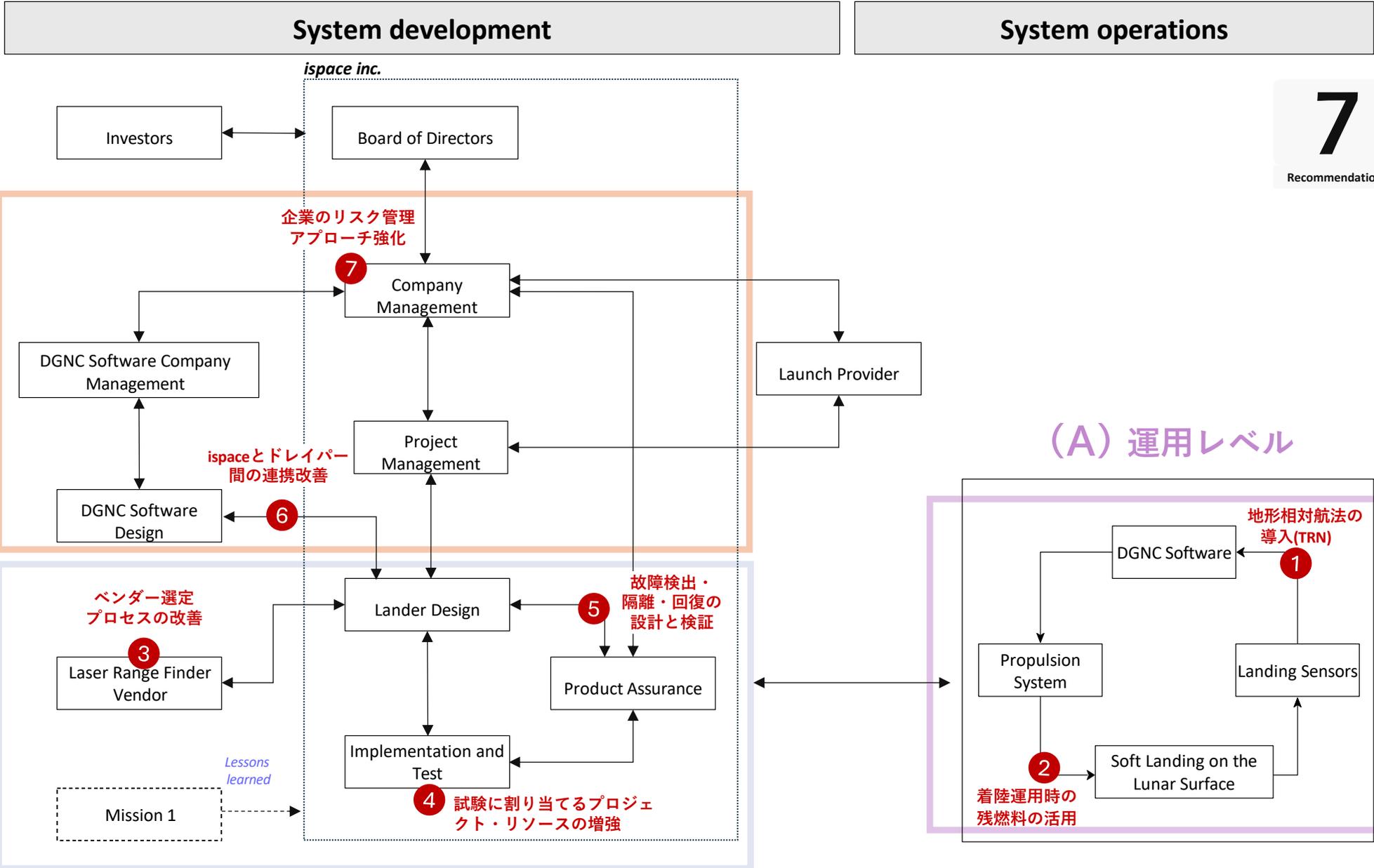
4. 試験に割り当てる  
プロジェクト・リ  
ソースの増強

5. 故障検出・隔離・  
回復 (FDIR) の設計と  
検証 - プランB

(C) 経営判断  
レベル

6. ispaceとドライバー  
間の連携改善

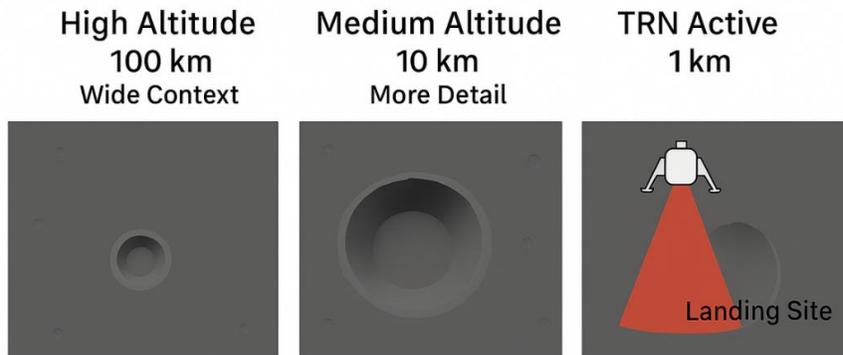
7. 企業のリスク管理  
アプローチ強化



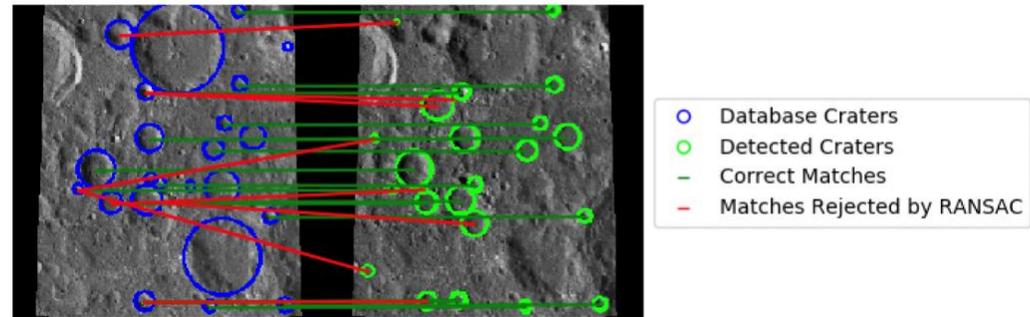
7  
Recommendations

# 1: 地形相対航法の導入(TRN)

- 降下中の高度推定において、ミッション2のランダーは状態推定ドリフトの不確実性に影響を受けるIMU（慣性計測装置）と、絶対的な地表データを提供する唯一のセンサーであるレーザーレンジファインダーの測定値に依存していた。
- 地形相対航法（TRN）は、高度に依存しない形で機能することが望まれる。既存の高度推定や測定結果に依存せず、独立した高度情報の取得手段として使用可能。
- 改善タスクフォースとしては、将来のランダーでは、高度と速度（水平・垂直）を推定する第三の手段として、地形相対航法を活用し、単一センサータイプやIMUへの依存度の低減をすべきと推奨。



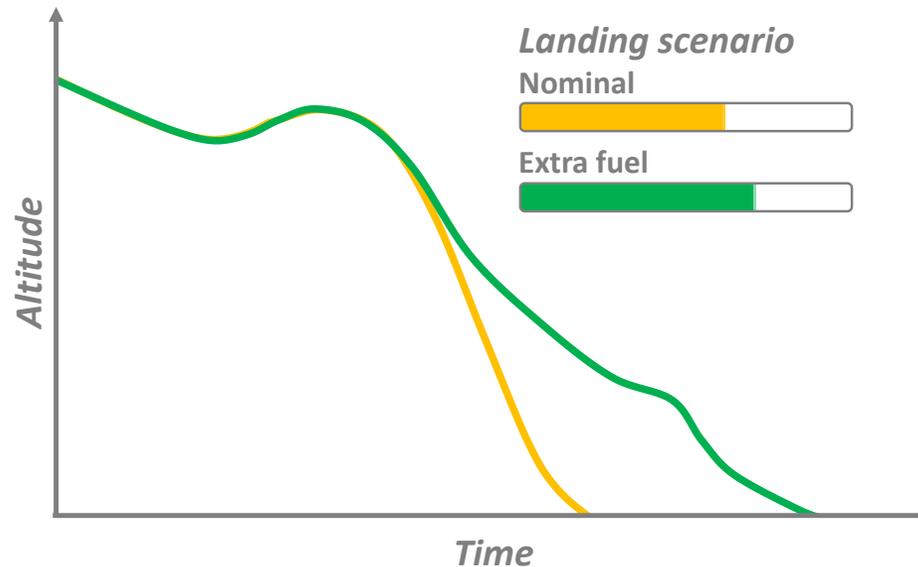
Terrain Relative Navigation (TRN): camera image features are matched to an onboard lunar terrain map to estimate position and altitude.



Downes, Lena M., Ted J. Steiner, and Jonathan P. How. "Lunar terrain relative navigation using a convolutional neural network for visual crater detection." In 2020 American Control Conference (ACC), pp. 4448-4453. IEEE, 2020.

## 2: 着陸運用時の残燃料を活用

- ☀ EDL移行時（降下シーケンス開始時）、ランダーのタンクには、ドライバー社に提示された最大使用可能推進剂量と比較して、約4%（kg）の余剰推進剤が残存していた。
- ☀ プログラム開始時点では、予想最小値から得られる可能性のある余剰推進剤を利用できることが特定されておらず、ドライバー社への要求仕様として定義されていなかった。
- ☀ 改善タスクフォースとしては、降下設計において予想される余剰推進剤の利用を活かし、「より安全」な着陸アプローチ設計を可能とすることを推奨。



### 3: ベンダー選定プロセスの改善

- ☀️ 宇宙機用センサーの購入は、単なるセンサー購入ではなく、そのセンサーを支える企業とその専門知識の購入を意味する。
- ☀️ 通常、地上用途（主に軍用）向けのブラックボックスとして調達され、メーカーは宇宙環境か着陸環境での使用に関する、追加試験の実施や技術的な問い合わせへの対応が消極的。
- ☀️ 宇宙機に搭載する重要な用途では、センサーの正確な理解やモデリングを確保するため、メーカーからの最低限の協力が不可欠。
- ☀️ 改善タスクフォースとしては、一般的な提言として、センサーの技術仕様に関わらず、そのメーカーが協力を拒否し、ブラックボックスとしての販売にとどまる場合には、別のセンサーの採用を検討することを推奨。

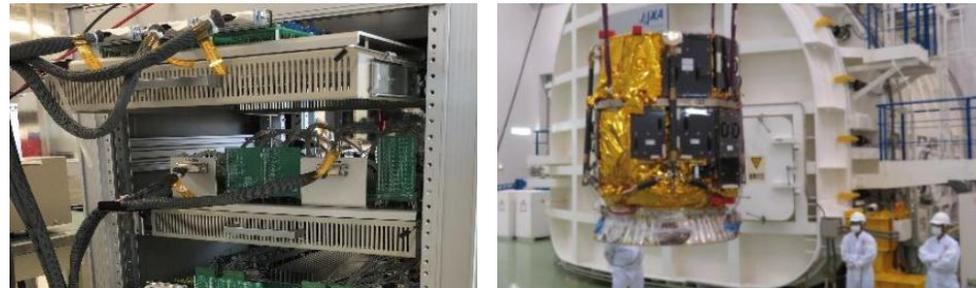
	Unit A	Unit B
<b>Technical Spec.</b>		
• Requirement A	✓	✗
• Requirement B	✓	✓
• Requirement C	!	✓
<b>Cost</b>	✓	!
<b>Schedule</b>	✗	✓
<b>Vendor Assessment</b>		
• Quality	✓	✓
• Willing to support?	✗	!

## 4: 試験に割り当てるプロジェクトリソースの増強

- ☀ センサーの検証試験およびモデル相関については、プロジェクト初期のリソース配分を見直すべき。
- ☀ ミッション2では、LRFは性能仕様のみに基づくブラックボックスとして、試験およびモデル化が行われた。
- ☀ 一般的な推奨事項として、着陸センサーを含むあらゆるユニットは、代表的な条件下で試験及び検証がされるべきである。(TEST AS YOU FLY)  
一方で、試験の制約により、現実的な条件を達成できない場合があるため、検証済みの最小条件下でも正常に動作するよう、システムを設計するべきである。(FLY AS YOU TEST)
- ☀ 改善タスクフォースとしては、宇宙用途の、一般的ではない着陸センサーについては、厳密な試験に基づく、物理ベースモデルの開発を推奨。これにより、想定される降下条件下での挙動をシミュレーション可能とするとともに、潜在的な制限をより体系的に特定できる。

TEST AS YOU FLY

FLY AS YOU TEST



M2 ground testing

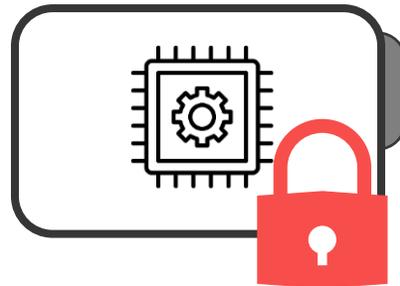
## 5: 故障検出・隔離・回復 (FDIR) の設計と検証 – プランB

- ☀ ispaceがDGNC（誘導航法制御）ソフトウェア設計において定義した故障検出・隔離・回復 (FDIR) 要件は、各センサータイプにおける単一センサー故障の検出のみが想定されており、LRFのように両ユニットの系統的故障は含まれていなかった。
- ☀ そのため、LRFの性能低下リスク辞退は認識されていたにも関わらず、ミッション2の降下時に発生したような異常動作に対応するための代替案やシナリオは、DGNCソフトウェアに組み込まれていなかった。
- ☀ 改善タスクフォースとしては、着陸センサーの性能不足、劣化モード、または共通故障モードをカバーする、より堅牢なFDIR戦略を実施することを推奨。これにより、ランダーシステム設計やセンサー性能要件に反映し、異常の体系的な検知、およびシナリオ設計が可能になる。

### DETECTION



### ISOLATION



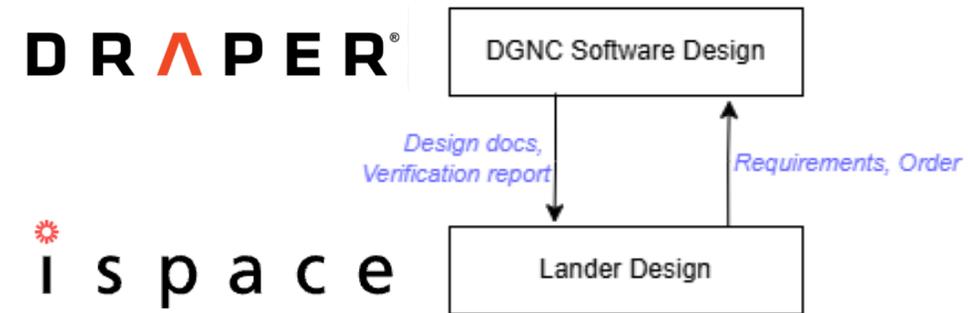
### RECOVERY



## 6: ispaceとドレイパー社間の連携改善

☀ ドレイパー社とispaceの業務関係は、異なる拠点での活動であったにも関わらず、エンジニア間で活発かつ円滑なコミュニケーションが行われ、良好であった。

☀ GNC（誘導航法制御）の開発をドレイパーに委託したispaceの判断について、2018年当時の状況を踏まえると、事業戦略上妥当な選択であったと評価できる。

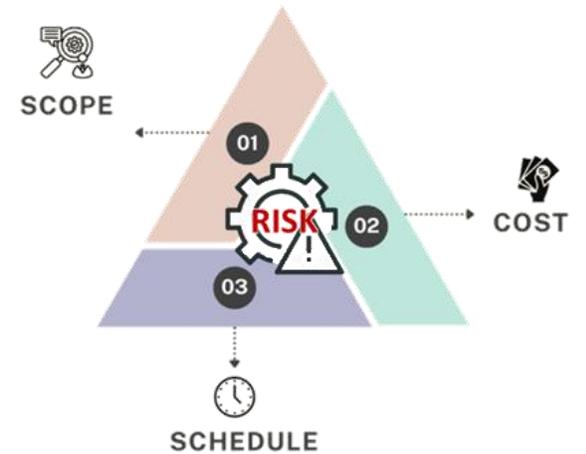


☀ しかし、GNC（ソフトウェアを含む）は単なる汎用品ではなく、システムの中核を成す要素である。GNCはランダーの飛行に直接影響を及ぼすものであり、独立したサブシステムとして切り離して扱うべきではない。

☀ 改善タスクフォースとして、ispaceがより広範な故障・性能劣化シナリオを考慮できる経験豊富なGNCエンジニアを追加採用するか、あるいは、ドレイパー社に対して、プログラム内においてより大きな責任を付与し、システムエンジニアリングチームの一員として要求定義、センサー選定、性能検証、モデル検証を行うことを推奨。

# 7: 企業のリスク管理アプローチ強化

- ☀️ LRFの性能低下という特定リスクと、ミッションへの壊滅的影響については、DGNCソフトウェアの詳細設計審査会（CDR）およびデルタCDRの段階で残存リスクとして認識され、ドライバー社からispace管理部へ伝達されていた。
- ☀️ しかし、このリスクに対する経営層の認識、特に発生確率の評価については、適切ではなかった。
- ☀️ 改善タスクフォースとしては、エンジニアリングレベルおよび経営レベルの双方において、リスク処理および評価の強化を図ることを推奨。特に経営層は、ミッションの延期という選択肢も含めて残存リスクを評価し、ミッションリスクの更なる低減を図るべきである。



# 7

## Recommendations

### (A) 運用レベル

1. 地形相対航法の導入(TRN)

2. 着陸運用時の残燃料の活用

### (B) システム開発レベル

3. ベンダー選定プロセスの改善

4. 試験に割り当てるプロジェクト・リソースの増強

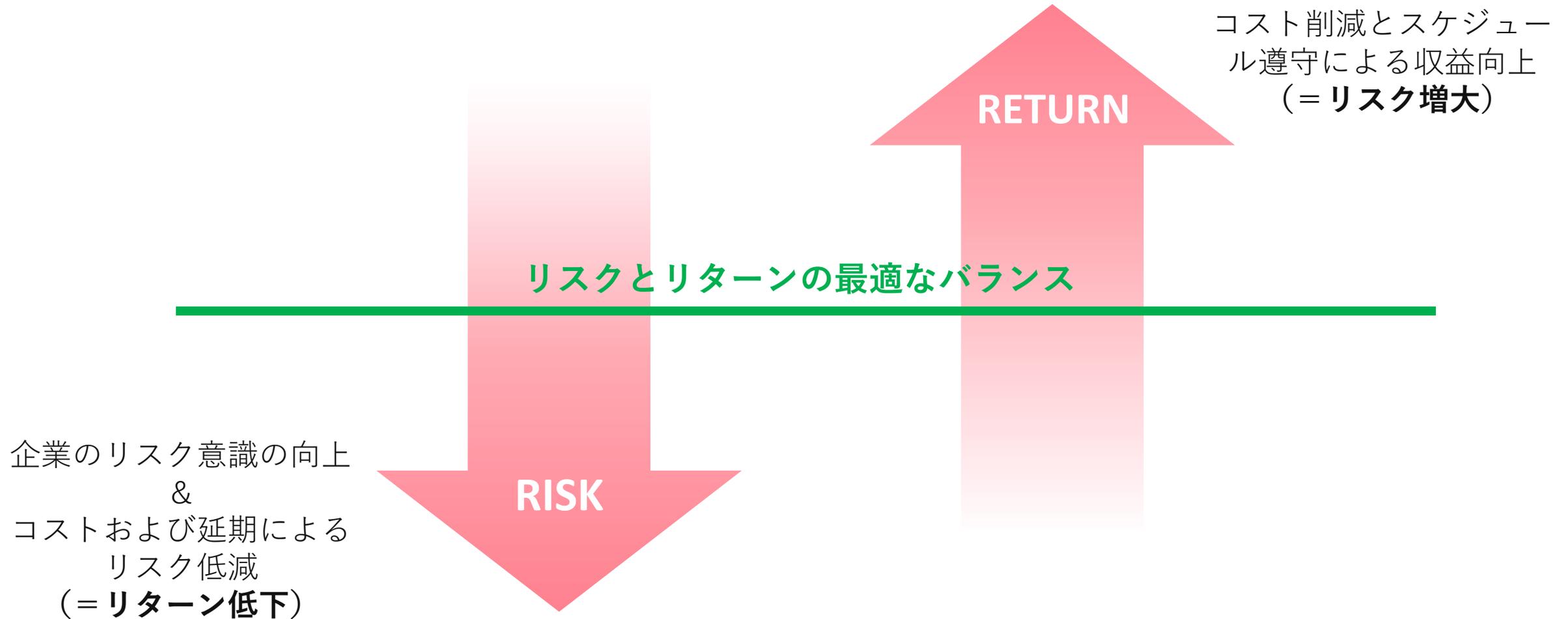
5. 故障検出・隔離・回復 (FDIR) の設計と検証 - プランB

### (C) 経営判断レベル

6. ispaceとドライバー間の連携改善

7. 企業のリスク管理アプローチ強化

# 商業プレイヤーとしての本質的な課題



# ispaceとしての改善策

## ispaceとしての改善策

### (A) 運用レベル

1. 地形相対航法の導入(TRN)

2. 着陸運用時の残燃料の活用

### (B) システム開発レベル

3. ベンダー選定プロセスの改善

4. 試験に割り当てるプロジェクト・リソースの増強

5. 故障検出・隔離・回復(FDIR)の設計と検証-プランB

### (C) 経営判断レベル

6. ispaceとドレイパー間の連携改善

7. 企業のリスク管理アプローチ強化

1. JAXA/SLIMの知見に基づき、後続ミッションでTRNを導入

2. 最悪条件下だけでなく、計画通りの条件下において、より堅牢・より安全な異常・故障への対策なシナリオ設計を追加する

3. 重要機器について、協力体制や透明性をベンダー選定基準を導入し、重要機器の「ホワイトボックス化」を図る

4. フライトオペレーション部門を「テスト&フライトオペレーション部門」へ拡張し、システム・ミッションレベルでの試験準備および実行機能を強化する

5. FMECAおよびFDIR設計プロセスに「ミッションクリティカル故障分析」を追加する

6. JAXA、ドレイパー社などの専門家の支援を基に、着陸誘導制御開発を一貫して担う選任組織をispaceに新設する

7. 「技術リスク評価委員会」を新設し、取締役会への独立した技術リスクの報告機能を追加する。併せて、リスクの特定、分類、低減プロセスを強化し、より良いリスクマネジメント文化を確立する

# WE-GO-BEYOND

- ❁ 限られた資源の中で挑戦と改善を繰り返すことが、新しい時代のフロントランナーとして民間企業での宇宙事業を切り拓かねばならない、ispaceの本質的な挑戦
- ❁ 重要なことはリスクをゼロにして避けることではなく、客観的な検証と学習を通じて、リスクを管理可能な形に変えていくこと。それこそが、ispaceの競争力と中長期的な企業価値につながる
- ❁ 私たちは失敗から真摯に学ぶ責任を果たす。引き続き叱咤激励と温かい応援で、私たちの挑戦を支えていただきたく、何卒お願いいたします

# 事業戦略アップデート

2026年3月27日



# 本日のサマリー

- ❁ 開発遅延が生じていたエンジン「VoidRunner」から、代替エンジンへの変更を決定
- ❁ ミッションクオリティと開発効率を求める市場ニーズの高まりから、日米ランダーモデルを統合し、新モデルへの変更を決定
- ❁ 以上二点の変更により、次期米国ミッション計画の打ち上げを2030年に修正（<sup>(1)</sup> ispaceの次のミッションは2028年）
- ❁ 2030年までに少なくとも計5基の自社衛星を月周回軌道に投入し「ルナ・コネクト」サービスの提供開始を目指す

# 日米を中心に加速する月面開発



Credit: The white house

## トランプ政権による大統領令

- 2028年までに有人月面着陸、2030年までに月面基地と月面用原子炉の準備<sup>(1)</sup>
- 2028年までに\$50Bの追加資金を宇宙産業に誘致<sup>(1)</sup>



Credit: NASA/Joel Kowsky

## NASAによる民間月面探査の加速

- 今後7年間で約3兆円を投じ、月面基地建造を進める
- CLPSプログラムを活用し、無人月面着陸を加速させる



Credit: 内閣府

## 日本成長戦略会議の開催

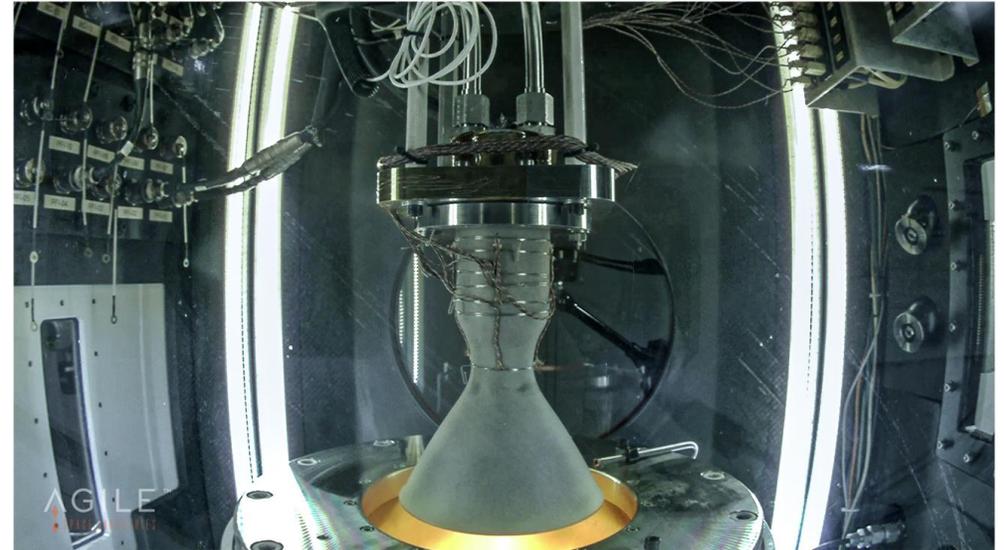
- 小野田内閣府特命担当大臣を座長とする航空宇宙ワーキンググループが開催
- 当社より、外貨獲得できる月事業に対して政府のサービス調達による官民投資加速を提言

(1) <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/12/ensuring-american-space-superiority/>

(2) <https://www.nasa.gov/commercial-lunar-payload-services/>

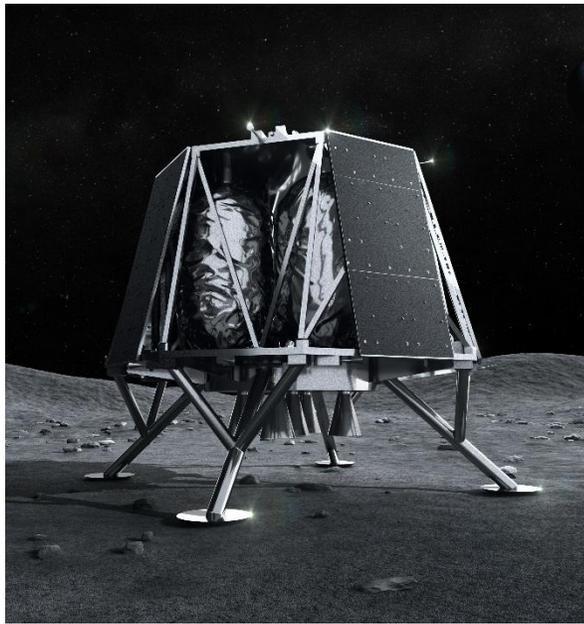
# 搭載エンジンの変更

- ❁ M3以降での搭載に向け米Agile社で開発中のエンジン「VoidRunner」に開発遅延が発生
- ❁ 新たな代替エンジンへの変更を決定により、M3の開発計画も見直しへ
- ❁ M4以降で使用するランダーについても新エンジン搭載へ変更予定



# 日米ランダーモデルの統合

- ❁ これまでは戦略的に日米でランダーモデルを開発
- ❁ 月面開発需要の加速から、顧客のミッションクオリティと開発効率向上への期待が高まる



APEX 1.0



SERIES 3 LANDER

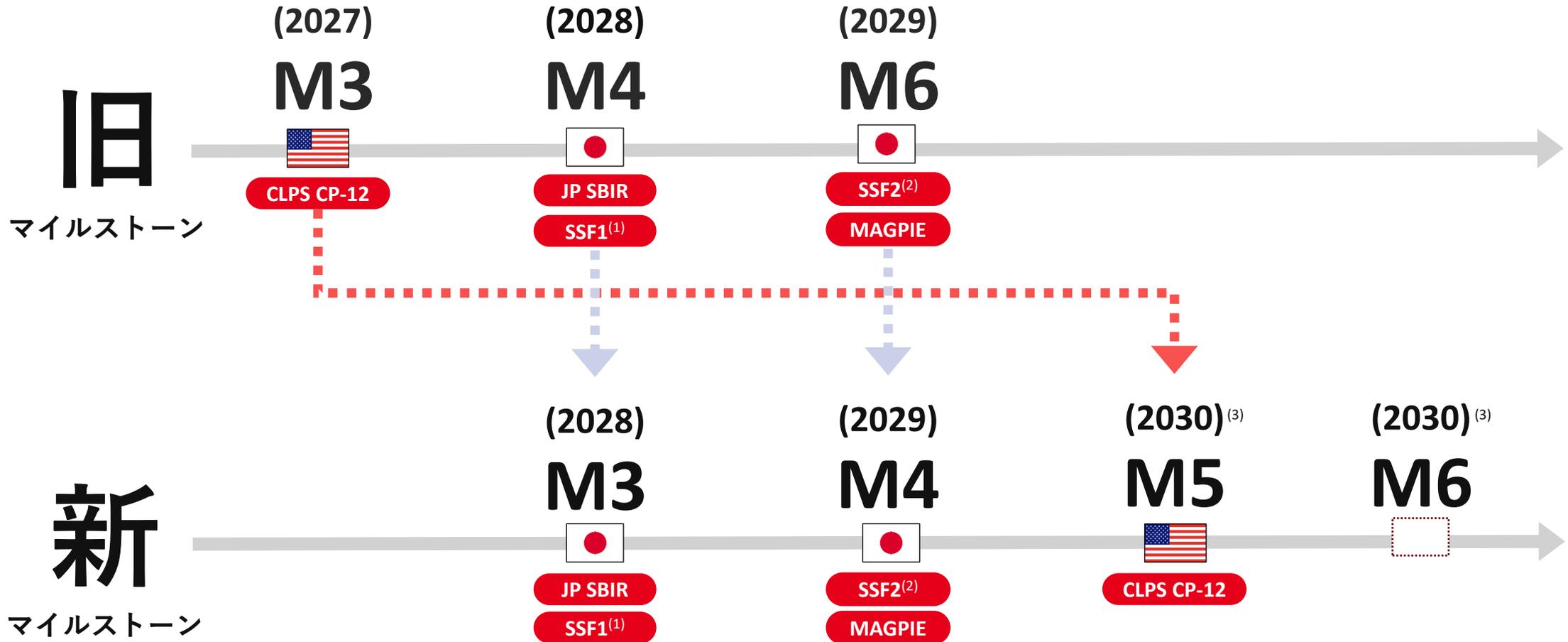
APEX 1.0を新モデルへ  
変更することにより、  
M3開発計画を見直し

# M3スケジュールの変更

2027年  再設定  
2030年<sup>(1)</sup>

- ・ 搭載エンジンの変更
- ・ 日米ランダーモデルの統合  
(APEX 1.0を新モデルへ変更)

# M3スケジュールの変更



(1) JAXAによる宇宙戦略基金 (Space Strategy Fund) 第1期を指す

(2) JAXAによる宇宙戦略基金 (Space Strategy Fund) 第2期を指す

(3) 本米国ミッションは当社がTeam Draperの一員としてNASAのCLPSタスクオーダーCP-12に採択されているミッションであり、新スケジュールの下でのCP-12実行に関してはNASAからの正式な承認待ちとなります

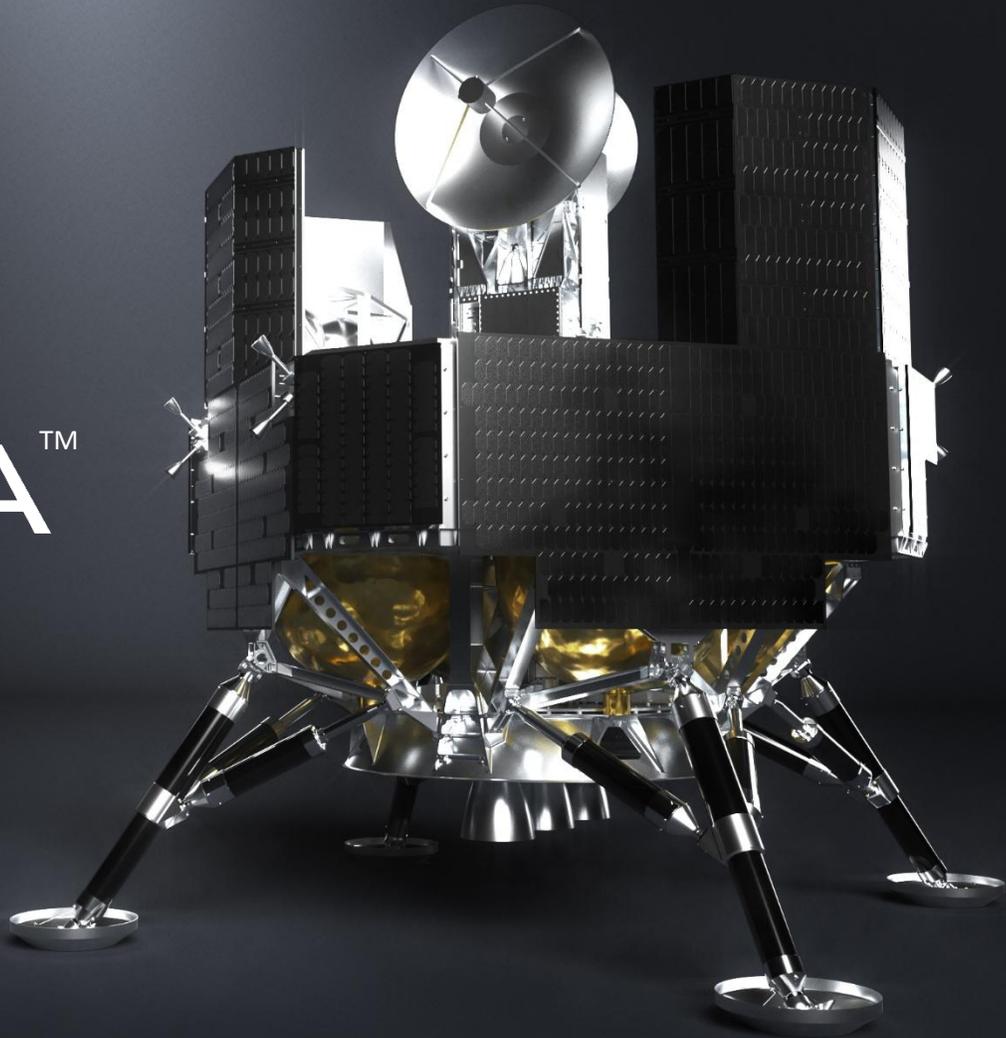
# パイロード顧客への影響

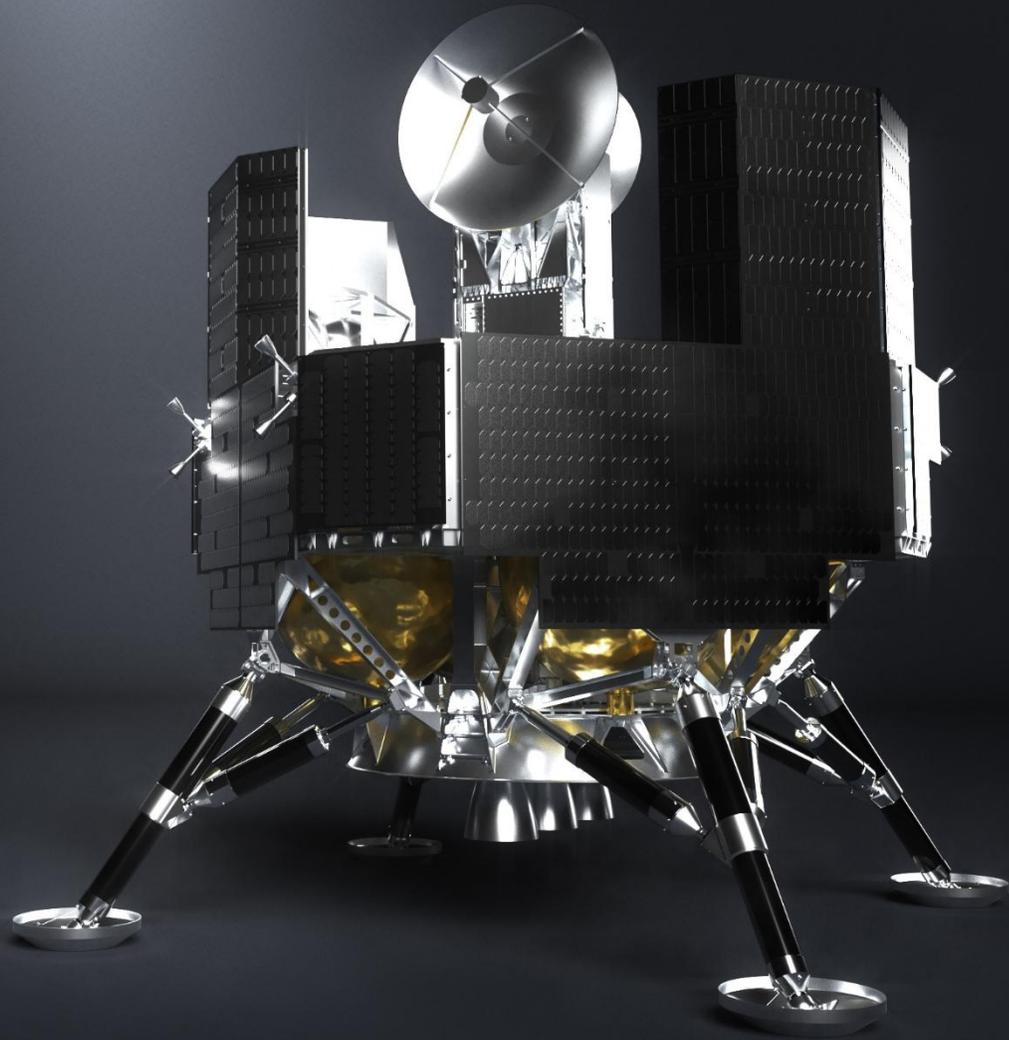
- ❁ M3は（Team Draperの一員として）NASA CLPSタスクオーダーCP-12に採択されているミッション。  
今後NASAと具体的な契約内容の修正を予定
- ❁ 変更後は過去2回の月面着陸ミッションを通じて得た技術的・運用的知見と実績を最大限に活用可能なミッションを目指す
- ❁ その他、契約済のM3顧客とも、今後パイロード輸送サービス契約の修正を順次実施予定

# 財務への影響（コスト）

- ❁ 今年度および来期以降の業績影響を精査中
- ❁ エンジン変更およびM3モデル変更、スケジュール遅延による追加コストが発生予定

# ULTRA™

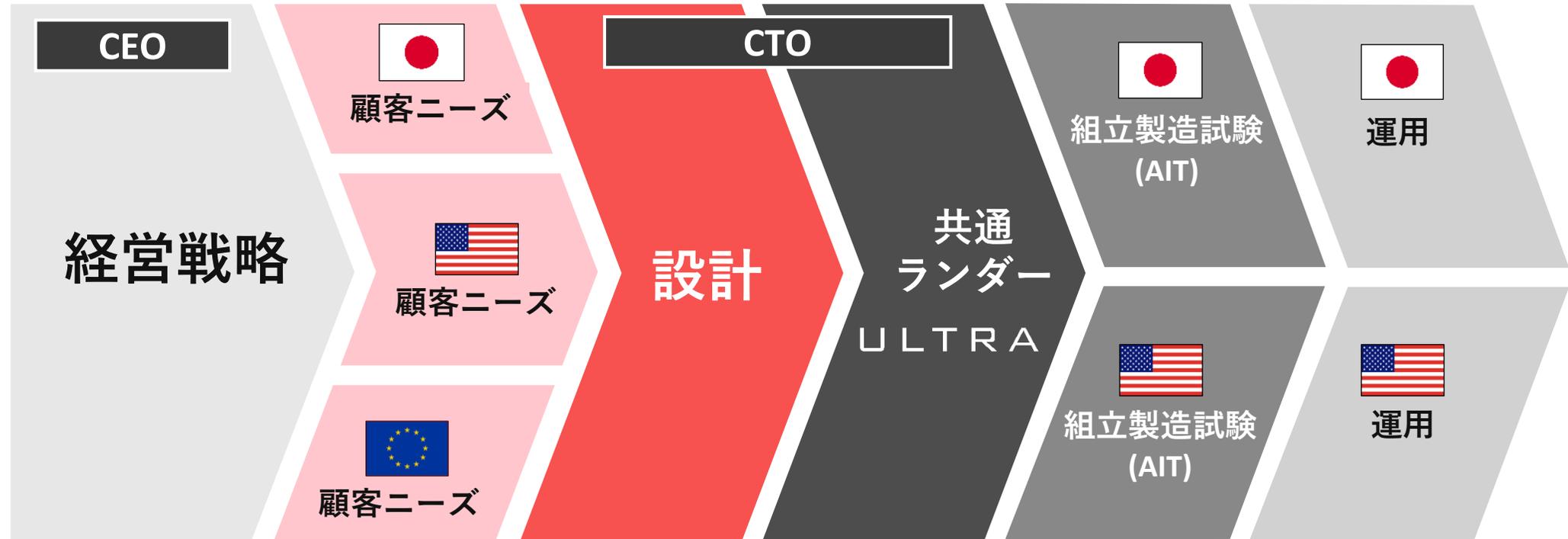




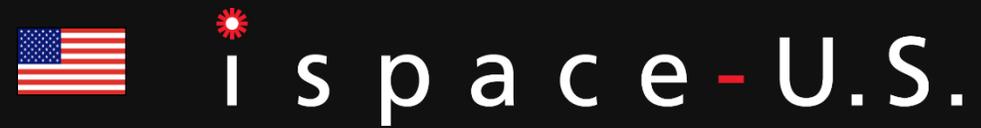
ULTRA™

- ❁ APEX1.0が先行する大型ランダーの開発ノウハウ
  - ❁ 過去2回のミッションで得た知見が最大限反映されたSeries3
- ▼
- ❁ 統合によるランダー品質の最大化
  - ❁ 共通モデルによる開発効率の向上

# グローバル開発体制の構造改革



- ❁ 構造改革の実施により、日米両拠点の開発体制について人員数・人員配置の最適化を進め、ランダー品質の最大化と、全社的なコスト低減を目指す



☀ 米国での製造体制構築により、  
domestic sourcing requirement（国内調達要件）にも対応可能な体制に

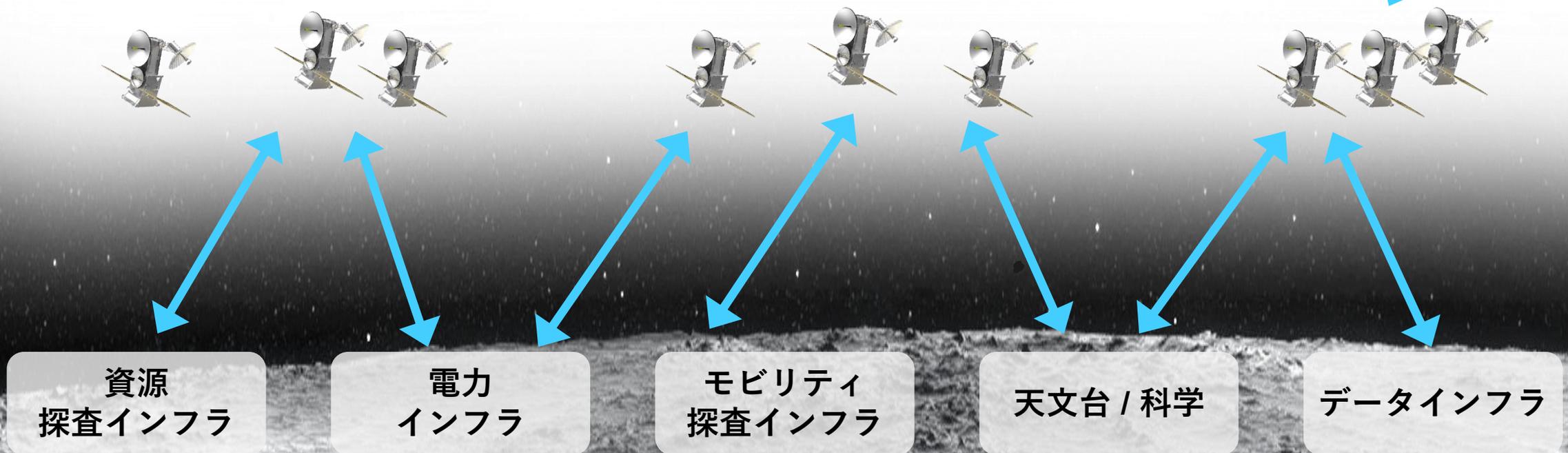
i s p a c e

自社の月周回衛星を活用した  
ルナ・コネクト サービス



# 月面活動を支える月周回衛星等によるサービス

- ☀ 月への輸送および月面インフラ構築の本格化に伴い、月周回衛星等を活用したサービス需要が加速する見込み
- ☀ 通信・測位、観測、宇宙状況把握（SSA）等



# Lunar Connect Service

ルナ・コネクト・サービス

# 自社の月周回衛星を活用して提供可能なサービス i s p a c e

## データサービス

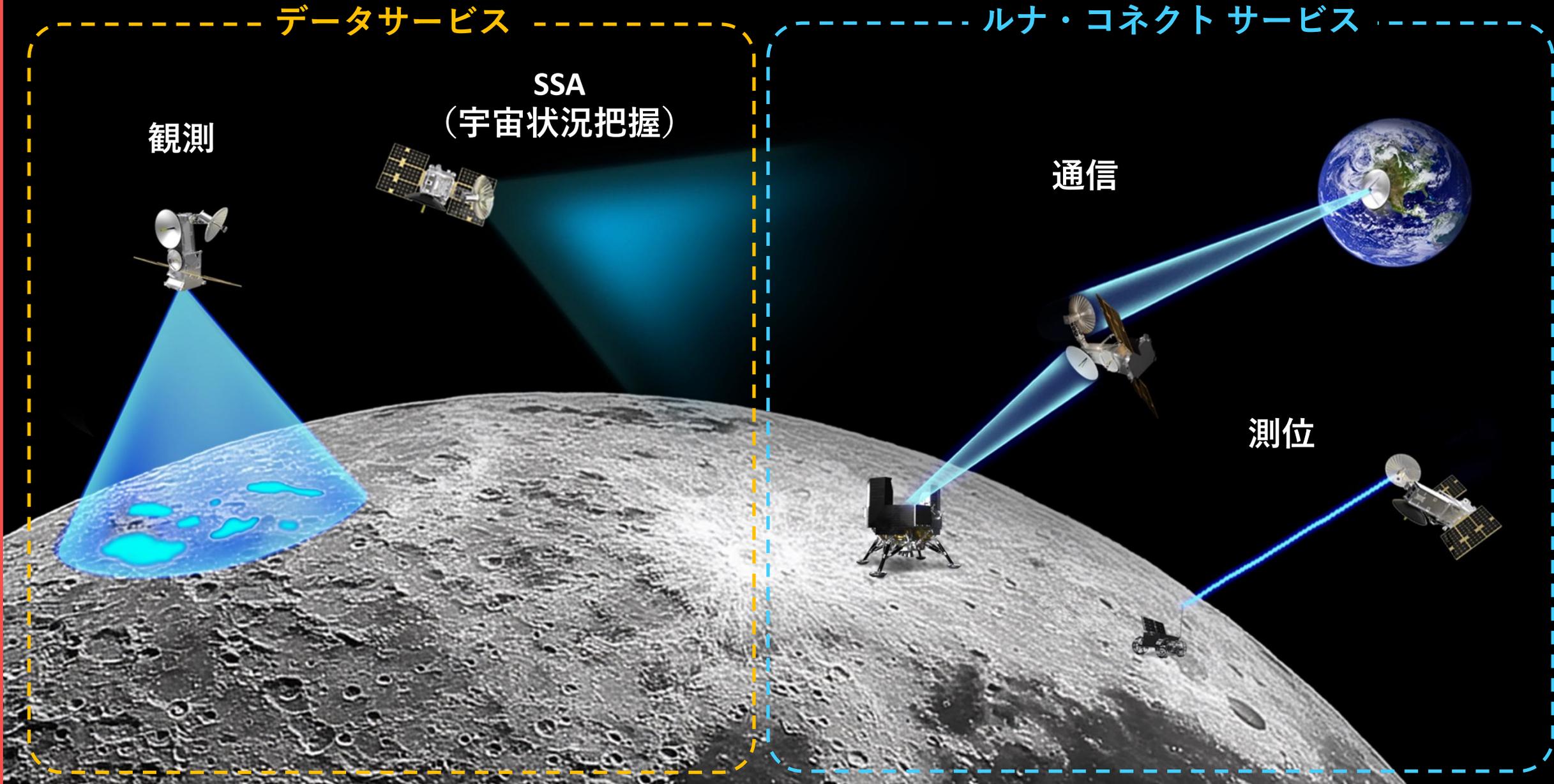
観測

SSA  
(宇宙状況把握)

## ルナ・コネクトサービス

通信

測位



# 2040年代の推定年間市場規模（当社試算）

i s p a c e

約400～  
億円

約1,500～  
億円

約1,800～  
億円

約900～  
億円



当社試算では2040年代に少なくとも年間4,500億円超の市場を見込む

- ・ 通信サービス：2040年代に想定される通信レート需要（Gbps）と想定単価を、米国のコンセプト検討（Luna-10）の情報を元に参照して当社試算
- ・ 測位サービス：2040年代に想定される測位ノード（ユーザー数）と想定単価を、米国のコンセプト検討（Luna-10）の情報を元に参照して当社試算
- ・ 観測・SSAサービス：2040年代に想定される本サービス提供に係る契約件数・単価を当社想定にて設定して当社試算

# 最速2027年から順次サービスを開始予定

## Phase 1

最速2027年から

通信サービス参画  
(トライアル要素含む)

## Phase 2

2030年前半

国際標準に準拠した  
通信・測位サービスの  
トライアル開始

## Phase 3

2035年以降

測位サービス開始  
技術的優位性を高めた  
サービス化

- 2030年までに少なくとも5基の自社衛星を月周回軌道に投入予定
- 月極域・裏側を中心に広いカバレッジを持つ、通信・観測サービスの早期開始を計画

- 最速2027年に**米Argo Space Corp.の宇宙輸送サービス**を利用し、衛星1基を月周回軌道へ投入することを合意

(M2.5) **ARGO**  
SPACE CORP

- 地球側の地上局の運用および利用について、**KDDIとの間で、共同検討を進めるべく基本合意書を締結**

**KDDI**

# 当社の新たなミッション・マイルストーン

	(実施完了) 「R&Dフェーズ」	商業ランダーと衛星による 「商業化初期フェーズ」	収益性の改善が見込まれる 「量産化フェーズ」				
軌道間輸送機 (OTV)							
月周回衛星							
月着陸船 (ランダー)	  (2022/12) <b>M1</b> 	 (2025/1) <b>M2</b> 	  (2027) <b>M2.5</b> 	  (2028) <b>M3</b> 	  (2029) <b>M4</b> 	  (2030) <sup>(3)</sup> <b>M5</b> 	  (2030) <b>M6</b> 
主要顧客 補助金	Private	Private	JP SBIR SSF1 <sup>(1)</sup>	SSF2 <sup>(2)</sup> MAGPIE	CLPS CP-12		

(1) JAXAによる宇宙戦略基金 (Space Strategy Fund) 第1期を指す

(2) JAXAによる宇宙戦略基金 (Space Strategy Fund) 第2期を指す

(3) 本米国ミッションは当社がTeam Draperの一員としてNASAのCLPSタスクオーダーCP-12に採択されているミッションであり、新スケジュールの下でのCP-12実行に関してはNASAからの正式な承認待ちとなります

# 本日のサマリー

- ❁ 開発遅延が生じていたエンジン「VoidRunner」から、代替エンジンへの変更を決定
- ❁ ミッションクオリティと開発効率を求める市場ニーズの高まりから、日米ランダーモデル「ULTRA」を統合し、新モデルへの変更を決定
- ❁ 以上二点の変更により、次期米国ミッション計画の打ち上げを2030年<sup>(1)</sup>に修正（ispaceの次の月面着陸ミッションは2028年）
- ❁ 2030年までに少なくとも5基の自社衛星の月周回軌道投入による「ルナ・コネクト」サービス開始を発表

**WE - GO - BEYOND**

# ULTRA™

