

宇宙インフラとAIの未来展望

軌道上データセンター（ODC）の全貌と日本経済への波及

エグゼクティブ・サマリー： 計算基盤の軌道上拡張がもたらす構造的変化



課題：地上インフラの限界

AI需要による電力・冷却資源の高騰と用地の枯渇。



解決：軌道上データセンター (ODC)

宇宙空間の無尽蔵な太陽エネルギーと冷却（熱放射）環境の活用。



波及：日本経済と産業への影響

「宇宙戦略基金」を起点とした資本流入と特定産業（半導体・通信等）の特需。



戦略：企業経営への実装

スピンイン、データ駆動型SaaS、マルチレイヤーBCPの構築。

地上AIインフラが直面する物理的限界 (Earth's Bottleneck)



電力の枯渇

1,000 TWh超 (2026年予測)

世界のデータセンター電力需要。日本一国の総電力消費量に匹敵。一部地域で新規接続のモラトリアム（一時停止）が発動。

冷却資源の限界

水と空調の枯渇

大規模言語モデル（LLM）の学習・推論に伴う急激な発熱密度の増加。従来型の空冷・水冷インフラの許容限界。

物理的用地の制約

建設ハードルの高騰

広大な土地取得の困難化、地域住民との摩擦、および複雑な環境規制による拡張ペースの鈍化。

インフラ要件の比較：地上 vs. 宇宙空間の資源的優位性

評価軸	地上インフラ (Terrestrial)	宇宙空間インフラ (Orbital)
エネルギー源	化石燃料・限られた再エネ供給	無尽蔵の太陽エネルギー（大気減衰なし、地上の約5倍の効率）
冷却方式	空気・水を利用した「対流」	真空下での「熱放射（赤外線放出）」と受動的冷却モジュール
物理的制約	土地取得、地域摩擦、環境規制	用地制約なし（無限の空間拡張性）
システム保守	定期的なオンサイト・メンテナンス	ソフトウェアによる分散処理と、3~5年周期のハードウェア継続交換

宇宙環境における技術的要件：熱管理とレジリエンス

パワー半導体の進化

高効率な炭化ケイ素 (SiC) や窒化ガリウム (GaN) を採用し、電力損失と発熱を根本から抑制。

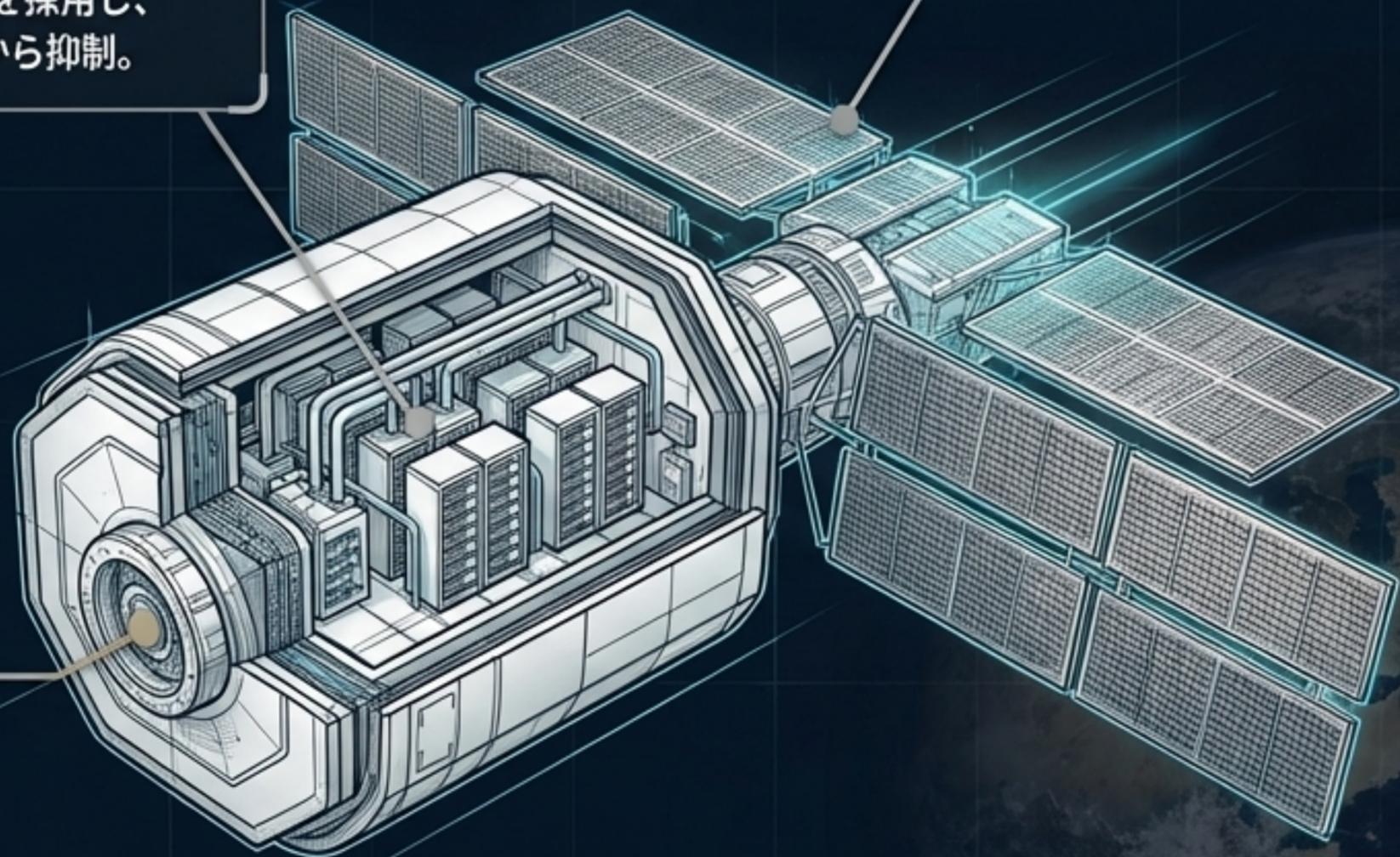
真空下での排熱 (熱放射)

対流が使えないため、排熱は赤外線放出に依存。1MWの廃熱処理に約1,200㎡ (35m×35m) のラジエーターが必要。

質量の制約 (マス・ペナルティ) を克服する次世代モジュール式タイルの導入。

システムレベルのレジリエンス

宇宙線によるハードウェアの単一障害 (シングルイベントアップセット等) を前提とした設計。高価な耐放射線ハードから、ソフトウェアと分散アーキテクチャによる稼働維持へ移行。



軌道上エッジコンピューティングを牽引する次世代半導体

NVIDIAが展開する宇宙向けAIプラットフォームアーキテクチャ

Space-1 Vera Rubin Module

ターゲット：大規模データセンター / LLM推論

SWaP（サイズ・重量・電力）制約に最適化。前世代H100比で最大25倍の推論パフォーマンス。膨大なセンサーデータを軌道上でリアルタイム処理。

IGX Thor

ターゲット：ミッションクリティカル・自律動作

宇宙船内のセンサーデータ処理、機能安全、セキュアブートを提供。自律的な宇宙空間オペレーションを支援。

Jetson Orin

ターゲット：制約の厳しい小型衛星

衛星軌道上でのビジョン処理、ナビゲーション、データルーティング管理を実行。

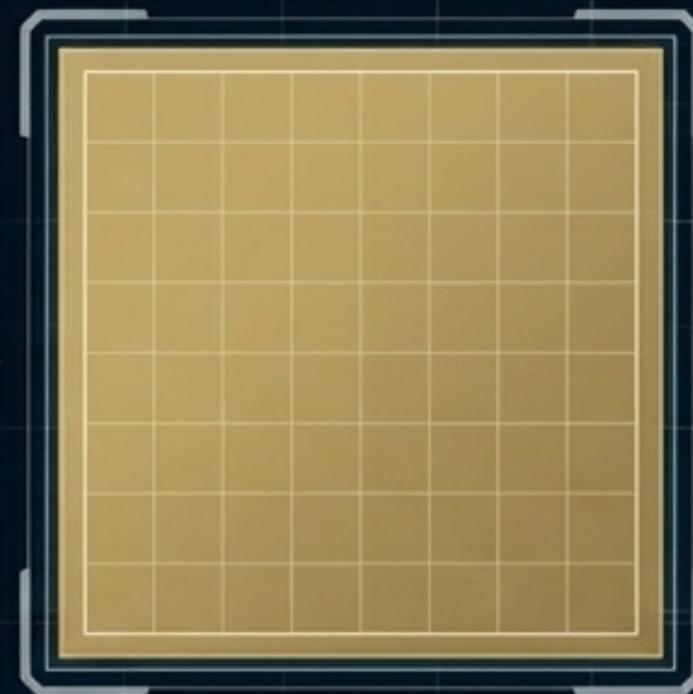
垂直統合型ファブ「Terafab」の始動と1TW構想のスケール

Key Facts

- 主体：テスラ、SpaceX、xAIの合同プロジェクト（テキサス州）
- 規模：初期投資200億~250億ドル、2nmプロセス採用
- 能力：最終目標 月産100万枚ウェーハ、年間「1TW（テラワット）」の計算能力出力



x50



現在世界全体のAI半導体生産量：
年間約20GW相当

Terafab目標：年間1TW
(現在の世界生産量の50倍)

1TWの出力先

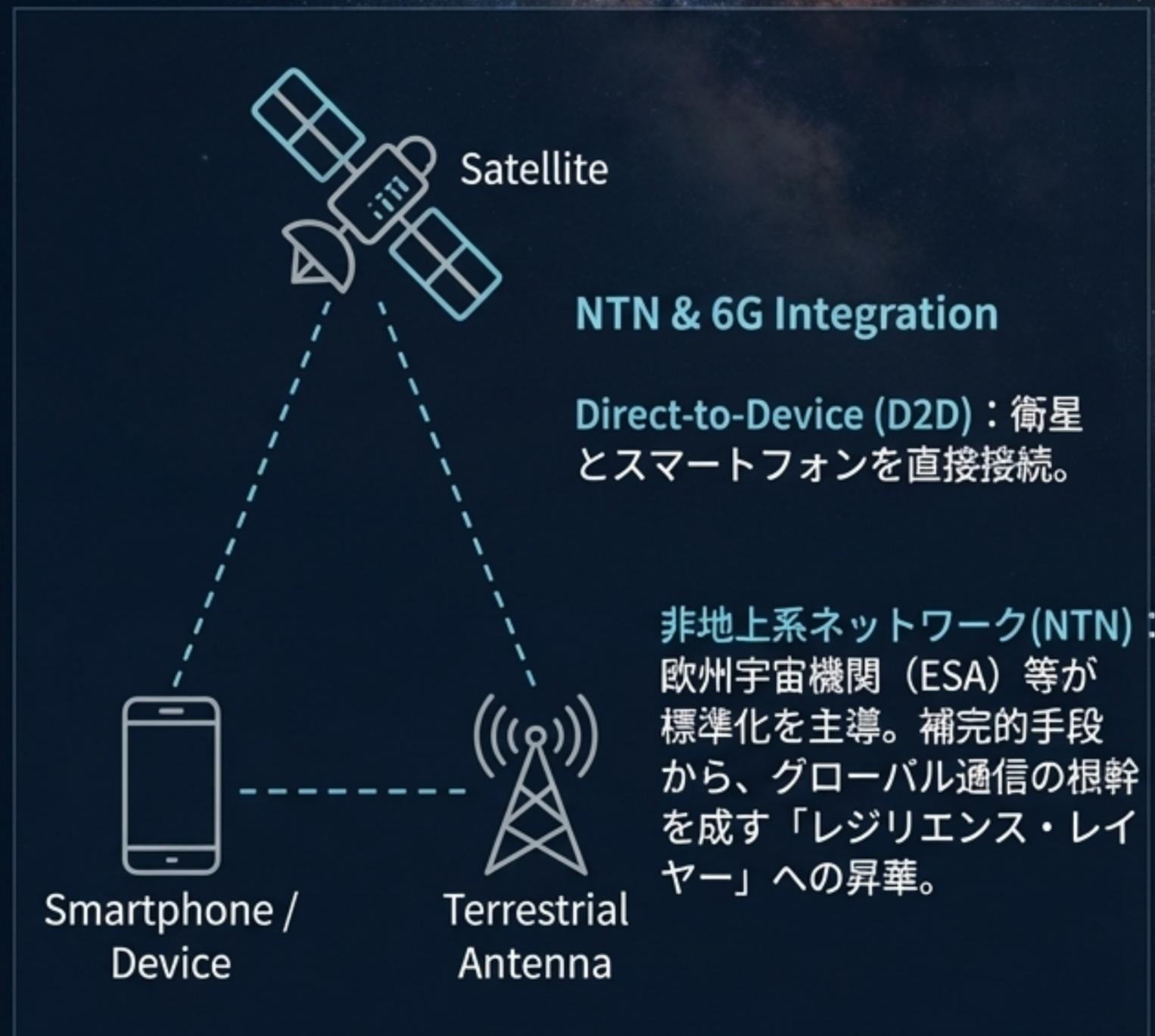
80%：軌道上AIデータセンター構築のための専用チップとして宇宙空間へ打ち上げ（SpaceX連携）。

20%：テスラの自動運転（FSD）やヒト型ロボット向け地上エッジ推論へ。

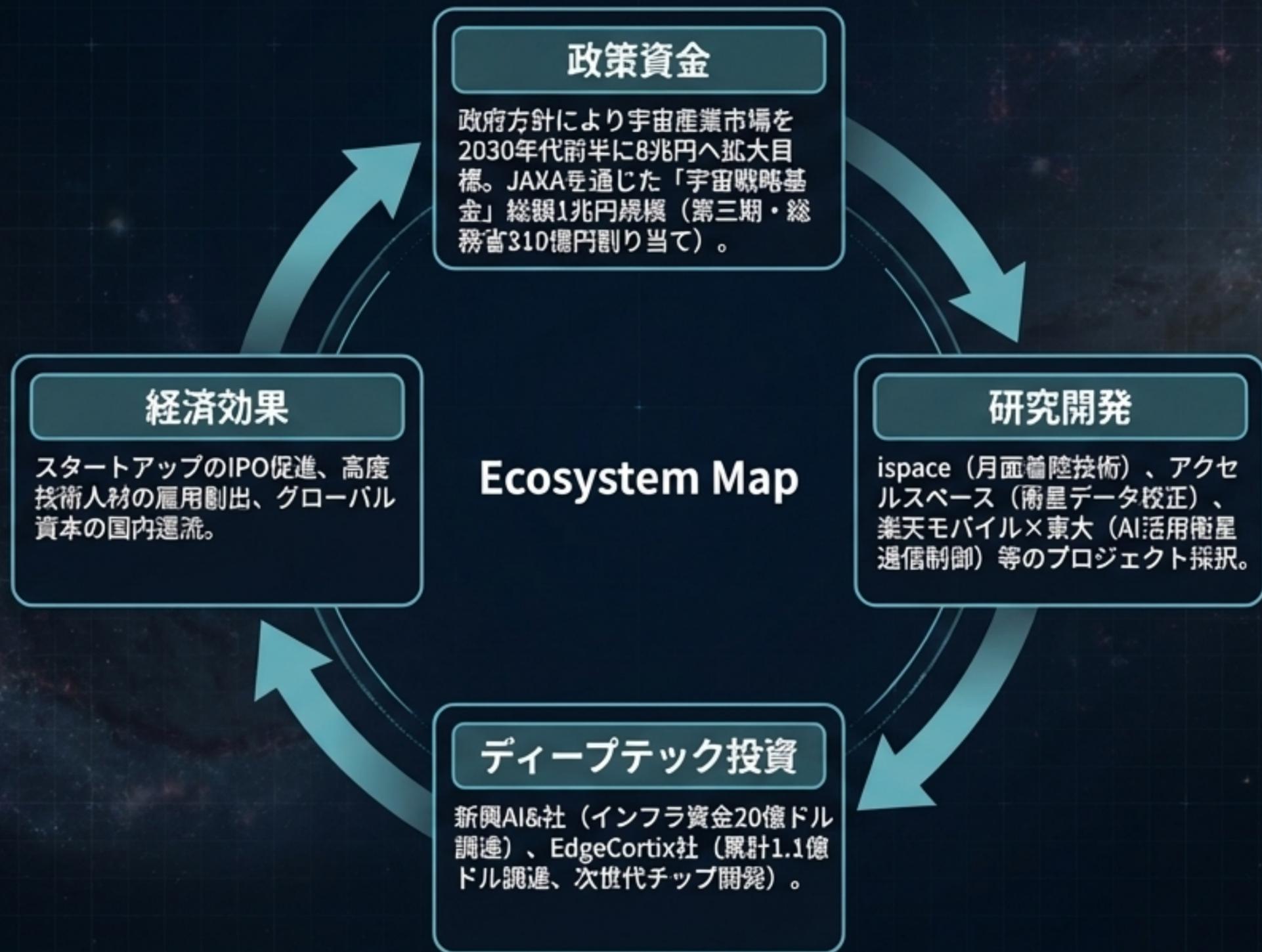
軌道上データセンター市場の成長予測と NTN/6Gの標準化



投資動向：Aetherflux (20億ドル評価)、SpaceXのIPO準備 (評価額1.75兆ドル見込み) など巨額の資本流入。



日本経済への波及：「宇宙戦略基金」を中核とする資本還流



国内インフラの再構築： 地方分散の限界と「宇宙へのオフロード」

現状：日本のAIインフラ市場は2026年に55億ドルを突破。
現在、国内データセンターの約90%が東京・大阪圏に集中。

政策介入：「光・電力連携」による北海道・九州等への
計算リソース分散化を推進。

構造的限界：地方分散により地域経済効果は生むが、日本
全体の「総発電能力の限界」という根本課題は解決不可能。

戦略的転換：国内電力網に依存しない「軌道上データセン
ターへのコンピュータのオフロード」が、日本のAI経済を
持続させるための不可欠な選択肢。

宇宙へのオフロード
(Offloading to Space)



産業別の技術革新：軌道上インフラがもたらす直接的特需

半導体素材・熱制御デバイス

過酷環境耐性と電力効率が必須。三菱電機（12インチSiCウェーハによるパワー半導体量産）、古河電工（平面ヒートパイプ）、TOSYS（ドライクーラー冷却）等、サプライチェーンへの直接組み込み需要。

次世代通信・クラウドサービス

NTTドコモや楽天モバイルによるLEO/HAPSインフラ構築。「ハイブリッド・スペース・クラウド」への移行：軌道上でインサイトを抽出し、低遅延で地上へ下ろす新アーキテクチャ。

宇宙領域把握（SDA）・地球観測（EO）

軌道上渋滞とデブリ対策の急務（回避猶予3.8日の危機）。アストロスケール（デブリ除去）、QPS研究所/Synspective（小型SAR衛星とAIによるリアルタイム画像解析）。

社会・生活への還元①：究極の防災インフラと「通信の死角」の解消



究極の防災インフラ

地震・津波等で地上の通信・電力網が物理的破壊を受けても機能するレジリエンス。

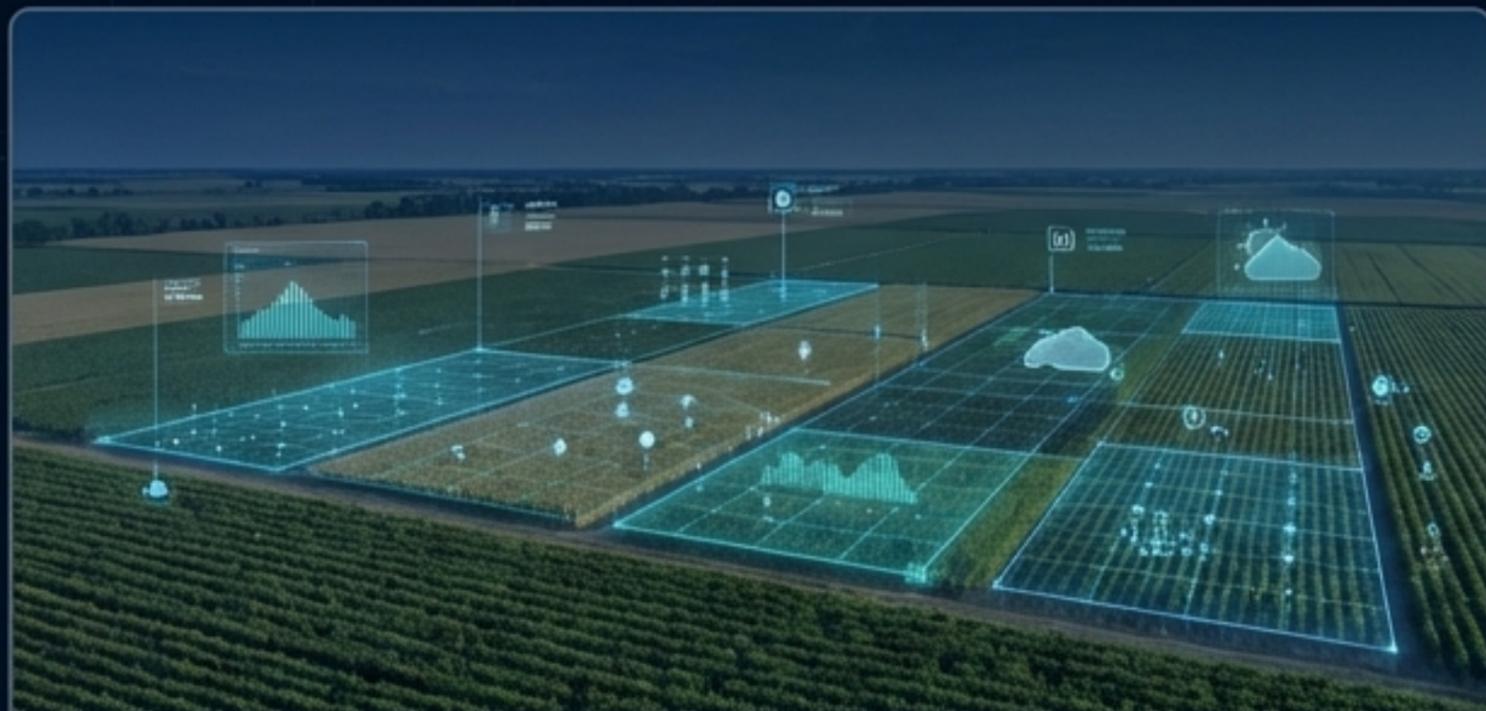
Spectee社等のAI危機管理サービス：SNS、気象データ、カメラ映像を統合し、衛星経由でリアルタイム被害状況マップを生成。遅延なき避難ルート提示。



「圏外」の完全消滅

6GとNTNの統合により、山間部、離島、洋上においても「空が見える限り」通信網を維持。過疎地における情報格差の解消と、インフラ未整備地域への均等なサービス提供。

社会・生活への還元②：産業の最適化と次世代生活基盤



スマート農業と物価安定

地球観測衛星とAIの融合による精密農業。土壌水分量や局地気象の高精度予測に基づき、肥料配置や収穫時期を最適化。気候変動による不作リスクを軽減し、食料品価格の安定化とフードロス削減に直結。



次世代モビリティとウェアラブルの進化

完全自動運転車や過疎地向けドローン配送を支える途切れない低遅延通信（NTN）。スマートグラス等AIウェアラブルのデータ処理を軌道上エッジへ分散。バッテリー消費を抑制しつつ高度なパーソナルアシスタント機能を提供。

日本企業における事業戦略：宇宙データセンター時代を勝ち抜く3つの柱

柱1: 垂直統合エコシステムへの「スピンイン」

巨大な垂直統合モデルに対し、自社の地上向けコンポーネント技術（液浸冷却、高効率熱伝導素材、耐放射線パッケージング等）を宇宙仕様に最適化。代替不可能な「隠れたチャンピオン」として参画。

柱2: データ駆動型 SaaSビジネスの創出

非宇宙企業（金融、保険、農業等）が対象。軌道上AIが解析したリアルタイム地球観測データを活用し、先物取引アルゴリズム、ダイナミック保険商品、インフラ劣化監視SaaSなど、インサイトを提供するレイヤーへ移行。

柱3: インフラのマルチレイヤー化 (BCP強化)

特定地域のメガデータセンターへの依存を脱却。6G/NTNを見据え、自社のデータバックアップや通信経路に衛星通信網を組み込み、広域災害に対する企業のレジリエンスを抜本的に強化。

まとめ：次世代「インフラのインフラ」への戦略的参画

計算資源の主戦場は、地上から軌道上へと急速に移行している。日本企業はこれを単なるトレンドではなく、自社の生存戦略として捉える必要がある。

⚡️ • 物理的制約からの解放：ODCは地上の電力・冷却問題を解決する経済的合理性を伴った必然的帰結。

👤 • エコシステムの形成：「宇宙戦略基金」とグローバル資本の流入が、日本のディープテックとコンポーネント産業に特需を創出。

🚀 • 経営のパラダイムシフト：地上技術の宇宙転用（スピンイン）と宇宙データの活用を通じて、国際競争力の中核的プレイヤーへ変革する好機。