

StarRoad：概要

StarRoadは、地上から宇宙へ至る超重量級の電磁輸送回廊構想である。発想は単純だ。ロケットに打上げ用推進剤を積む代わりに、全長約2,050 kmの地下真空磁気浮上トンネル内で再使用型シャトルを約11 km/sまで加速する。重量級のAstroLinerは、その後50～60秒で慣性によって大気圏を通過し、低地球軌道の中継点とせず高エネルギー軌道へ入る。StarRoadでは、質量は問題ではなく利点である。

本計画の目的は、まれな記録的打上げではなく、軌道発電所、データセンター、軌道間タグ、造船所、月面インフラ、小惑星採掘、大規模産業施設を運ぶ継続的な貨物流を実現することにある。

主要諸元

- 加速器全長：約2,050 km。
- 加速トンネル断面：約17.5 × 12.5 m（楕円形）。
- 真空トンネルの最大深度：5～8 km。
- 出口ゲートウェイ：海拔約3,400 m。
- 出口速度：約11 km/s。
- AstroLinerの寸法と形状：全長約150 m、楕円断面約10 × 15 m、極超音速ウェッジ形状。
- AstroLinerの打上げ時質量：約15,000 t。
- 基準ペイロード：最大約10,000 t。
- 運用初期：年間12～24回。
- 成熟運用：年間1,000回以上、その後1,500回以上。
- 実証段階の打上げ費用：80～120ドル/kg。
- 成熟段階の目標費用：1～10ドル/kg。ネットワーク拡大に伴い、さらに低下する可能性がある。
- 推定CAPEX：約3,000億ドル。

ロケットとの根本的な違いは、StarRoadが「巨大ロケット」ではなくインフラである点だ。鉄道や電力網と同じく建設費は高いが、繰り返し運用し、輸送能力を高め続けるために設計されている。

StarRoadが解決する課題

宇宙経済を制約するのは、1 kg当たりの費用だけでなく輸送能力である。ロケットは安価になり得るが、搭載量が限られ、準備が複雑で、推進剤、射場、物流に依存する個別の打上げであることに変わりはない。

StarRoadは複数の課題を同時に解決する。

1. **大規模な貨物流** — 1回当たり数十・数百トンではなく数千トン。
2. **機体に打上げ用推進剤を搭載しない** — 加速エネルギーは地上側に置く。
3. **高軌道へ直接到達** — 低地球軌道での燃料補給、ドッキング、曳航を必要としない。
4. **インフラによる投資回収** — 打上げ市場だけに依存する必要がない。
5. **技術的現実性** — 既存の技術的解決策を基礎とする。

エネルギーに支えられた自立性

StarRoadには地熱自律熱エネルギーシステムが組み込まれる。このシステムは深部トンネルを冷却し、温度状態を安定させると同時に発電する。約2.5 GW級のターミナル40基で、合計約100 GWを供給できる。電力をインフラ料金で販売すれば、年間数百億ドル規模の独立した収益源になる。

第二のエネルギー循環は宇宙太陽光発電所で構成される。1回の打上げで約2 GW級の発電所を投入でき、高い稼働率なら年間約17.5 TWhを発電する。これにより打上げそのものの市場と、新たな電力収益源が生まれる。

他方式との比較

構想	主要課題	StarRoadが変えるもの
化学ロケット／ Starship	推進剤消費、多段式、燃料補給、限られた輸送能力、低地球軌道以遠の高価な物流	固定設備が加速を担い、1回で数千トンを高軌道へ輸送する
StarTram Gen2	大気中の真空管、懸架式経路、プラズマ窓、極端な外部構造	主要経路は地下にあり、周囲の岩盤が真空を保護し、高地の地上ゲートウェイから射出する
Launch Loop	能動的な動的ループ、常時安定化、構造全体に及ぶ故障リスク	受動的に保護された地下インフラ。連続的な能動支持ではなくパルス運転
宇宙エレベーター	テザー材料の限界、途方もない長さ、宇宙デブリや流星物質への脆弱性、遅い貨物輸送	超材料は不要。トンネル、磁気浮上、エネルギー設備、重土木を利用
スカイフック／軌道 テザー	捕捉地点まで到達するには依然ロケットが必要。頻度が限られ、軌道力学も複雑	StarRoadは、重量貨物を高エネルギー軌道へ大量に運ぶ流れを直接生み出す
SpinLaunch	極めて大きな加速度荷重、小さなペイロード、必須の上段ロケット	StarRoadは超重量級ペイロードと完成済み大型構造物を対象とする
軌道リング	高い輸送能力が期待できるが、成熟した宇宙産業が既に必要	StarRoadは、その産業を生み出す移行期インフラになり得る

最大の利点

StarRoad最大の利点は、**拡張可能な輸送能力である**。軌道リングを除くほぼすべての代替案は、とりわけ質量輸送量でStarRoadに劣る。ロケットが安価になっても、個別の「打上げ」から年間数百万トンの連続貨物流へ移行するのは難しい。StarRoadは当初から産業回廊として設計される。初期には高価だが、やがて自立し、成熟段階では宇宙経済の基盤となる。