

宇宙政策委員会 宇宙民生利用部会

---

# 宇宙ビジネスの新潮流 -米国発の宇宙ビジネスビッグバン-

2015年4月21日

A.T. カーニー プリンシパル 石田 真康

第三者による、文書の無断転用、引用を禁ず

本レポートの部分的、断片的な文章や図表が、プレゼンテーション全体の内容を十分に説明するものではありません

# 米国では他国より宇宙商業化が進み、民間宇宙ビジネスが興隆



- EU/ESA中心の宇宙開発。アリアンロケットが商業打ち上げをリード
- 英国は小型衛星中心に強み。UKSA（英国宇宙局）中心に官民一体で2030年に世界シェア10%を目指す



- 1980年代から商業宇宙に関する法整備
- NASAが地球低軌道(LEO)を中心に、過去10年間商業宇宙政策を推進
- ロケット、衛星、宇宙旅行、惑星探査など多様な分野で新旧企業の協業・競争が活発化



- 国家主導の宇宙開発
  - ISRO(インド宇宙研究機関)を中心とした宇宙開発
  - 第12次5カ年計画(~2017年)までを推進中



- 国家主導の宇宙開発
  - 2013年に月面無人探査実施
  - 2020年以降に独自の宇宙ステーション「天宮」を計画



- 「宇宙基本計画」では今後10年間に5兆円規模の産業に育成
- 2016年をめどに民間事業者による宇宙活動を支えるための宇宙活動法案を通常国会に提出予定

# 近年、テクノロジー界 & ビジネス界の巨人による宇宙ビジネス分野の起業・投資・支援が加速

## 著名人と宇宙ビジネス投資(例示的)

### イーロン・マスク

- Tesla Motors 創業者兼CEO
- 【宇宙】
- SpaceX (ロケット製造・打上など)

### ラリー・ページ

- Google 共同創業者兼CEO
- 【宇宙】
- Planetary Resources (小惑星探査) 支援
- Google Lunar XPRIZE (月面無人探査) 支援

### エリック・シュミット

- Google 会長
- 【宇宙】
- Planetary Resources (小惑星探査) 支援
- Google Lunar XPRIZE (月面無人探査) 支援

### ポール・アレン

- マイクロソフト 共同創業者
- 【宇宙】
- Stratolaunch Systems 創業
- Space Ship One (宇宙船) 出資

### ジェフ・ベゾス

- Amazon.com 創業者兼CEO
- 【宇宙】
- Blue Origin (宇宙船) 創業

### リチャード・ブランソン

- Virgin 創業者兼会長
- 【宇宙】
- Virgin Galactic (宇宙旅行) 創業
- OneWeb (衛星インターネット) 出資

### スティーブ・ジャーベソン

- DFJ Ventures パートナー
- 【宇宙】
- SpaceX (ロケット製造・打上など) 出資
- Planet Labs (超小型衛星) 出資

### ギー・ラリベルテ

- Cirque du Soleil 共同創業者兼CEO
- 【宇宙】
- 民間宇宙旅行者 (国際宇宙ステーション滞在)

# シリコンバレーVCも宇宙ビジネスの技術変化・産業変化を捉えて 自らの投資ポートフォリオに組み込み

## VCと特徴(例示的)

## 宇宙関連投資実績

Space  
Angels  
Network

- エンジェル投資家と起業家の橋渡しをするネットワーク
- 投資分野は宇宙に特化

- Astrobotic Technology(惑星輸送)
- Deep Space Industries(小惑星資源探査)
- Planetary Resources(小惑星資源探査)
- Firefly Space Systems(小型ロケット)
- Nanoracks(宇宙ステーション実験・衛星放出)

DFJ  
Ventures

- 1985年創設のVC
- ソフトウェア、エンタープライズ、エネルギー、航空宇宙など400社以上に投資(Baidu、Skype、Twitterなど含む)

- SpaceX(ロケット) Planet Labs(小型衛星)



スティーブ  
ジャーベソン氏

ソフトウェア産業として投資している。  
衛星事業は今後データインテグレーションとアプリケーションの勝負になる

Khosla  
Ventures

- 米サンマイクロの共同創業者ビノッド・コースラ氏が創設
- ヘルスケア、金融、農業、エネルギー、航空宇宙、ロボットなど150社以上投資

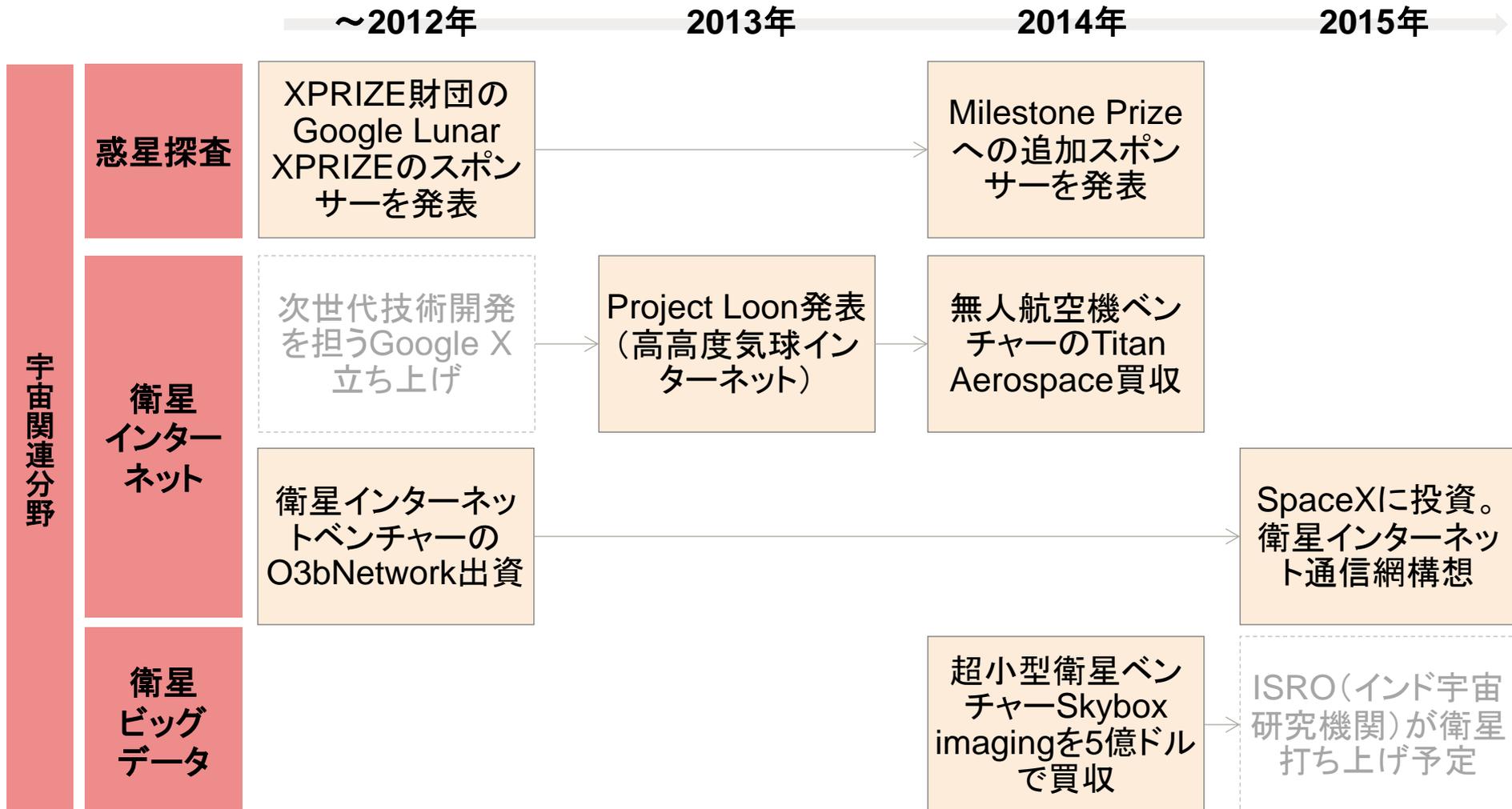
- Skybox Imaging(小型衛星) Rocket Labs(小型ロケット)



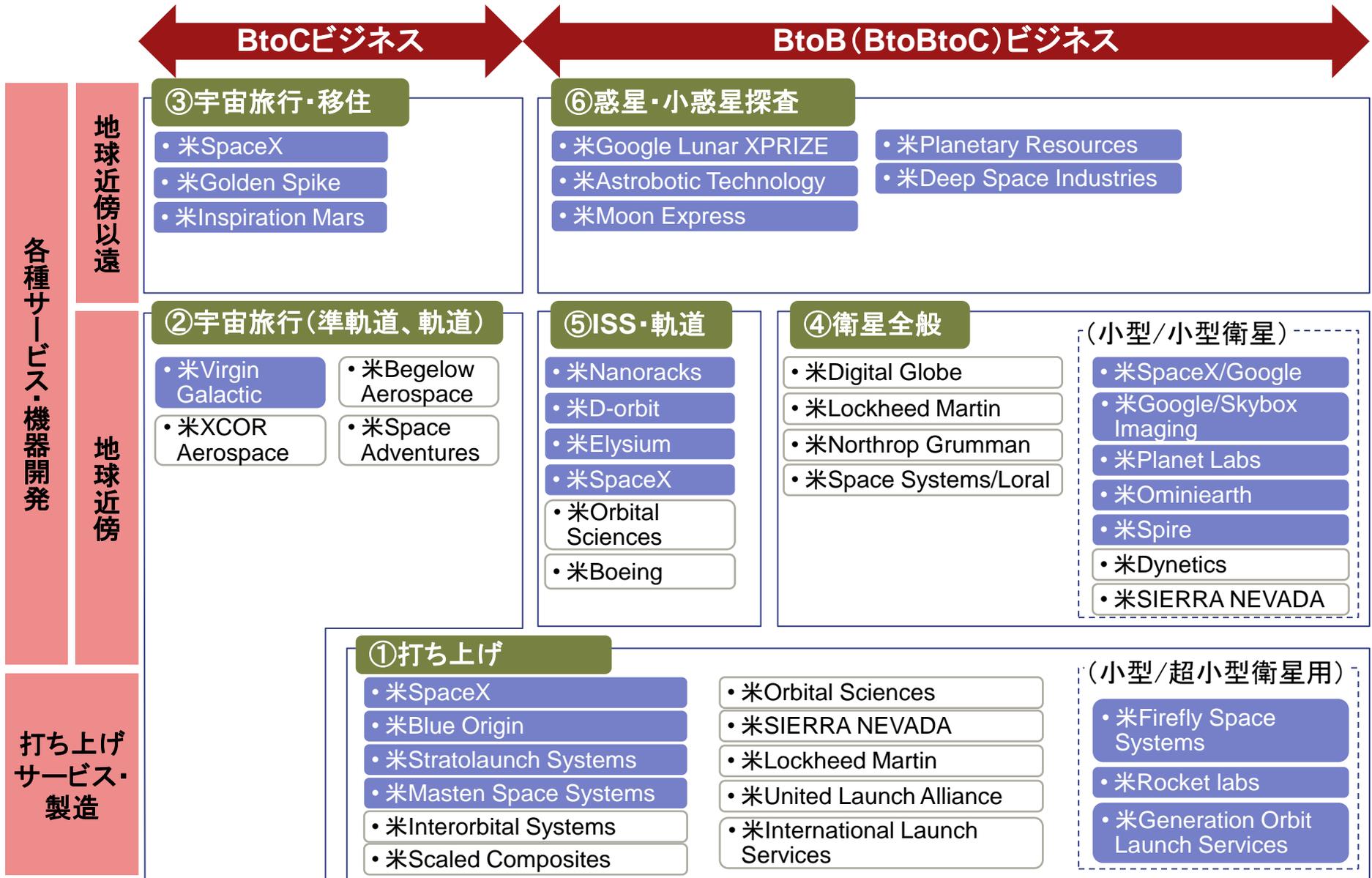
ビノッド  
コースラ氏

Rocket Labの技術イノベーションにより、打ち上げコストが下がり、宇宙へのアクセスが拡大し、宇宙産業の変革が起きる

# IT巨人のGoogleも惑星探査、衛星インターネット、衛星ビッグデータの領域に近年投資を加速



# こうした流れもあり、2000年以降に米国民間宇宙ビジネスは拡大



# 【打ち上げ】SpaceXはロケット製造・打ち上げで低コストを実現し、巨額の輸送契約を受託済み。衛星インターネットにも領域を拡大

## ロケット製造・打ち上げ

- 打ち上げロケットFalcon/Falcon9および宇宙船Dragonを開発
- ロケットエンジンに安定した枯れた技術を活用し、モジュール構造として量産効果を実現
- 主要部品の80%以上を自社で内製化して外注コスト低減と品質管理を徹底

## 衛星インターネット

- 地球規模の衛星インターネット構想
- 高度1200キロメートルの軌道に数百機の小型衛星を配備し、高速でレイテンシが低い衛星インターネット通信網を構築
  - Googleら複数企業から10億ドルを調達

## SpaceXの 宇宙事業ドメイン

- NASAと国際宇宙ステーションへの物資等の輸送のための宇宙船開発および輸送契約を受託済み
- ISSへの宇宙飛行士輸送のための宇宙船開発委託先に選定 (SpaceXとBoeing) 契約規模は26億ドル

- 長期的に火星に80,000人のコロニー建設を標榜 (地球環境の悪化から人類を救うためには長期的には火星移住が必要との見解)
- 火星に第二のインターネット網を構築するビジョンも保有

国際宇宙ステーションへの無人・有人輸送

火星移住

# 【リモートセンシング】衛星システムそのものに加えて、ビッグデータやソフトウェアと融合することで付加価値領域が拡大

	Skybox Imaging	Omni Earth	Planet Labs
付加価値	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Data analytics</b>が強み</li> <li>• 分散処理基盤「<b>Apache Hadoop</b>」を画像データの貯蓄、解析、処理に活用</li> <li>• <b>他センサー</b>（無人航空機やほかの衛星）からの<b>画像データも統合</b>することを視野</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Business solution</b>が強み</li> <li>• IRISmaps（地球観測画像と他データを統合した<b>ビジネスソリューション</b>を農業、林業、エネルギー、公的セクター向けにクラウドで提供）を買収</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Agile development</b>が強み</li> <li>• 創業からわずか<b>数年で10回バージョンアップ</b></li> <li>• 農業化学メーカー<b>Wilbur-Ellis</b>と提携。収穫量モニタリングや作付けマップなどに地球観測画像を提供</li> </ul>
	+	+	+
衛星システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 24機からなる高分解画像（1メートル）および動画の地球観測用システムを計画</li> <li>• 今後は<b>衛星の製造自体は外注</b>する計画</li> <li>• <b>100億円以上</b>を調達済み</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 18機から構成される地球観測用システムを計画</li> <li>• 衛星設計・製造をDynerics、システムエンジニアリングをDraper Laboratoryと提携するなど<b>パートナーシップ重視</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 70機以上から構成される分解能3～5メートルの地球観測用システムを構築</li> <li>• 専用設計でない<b>カタログ品</b>、や<b>民生電子品</b>などを活用</li> <li>• <b>100億円以上</b>を調達済み</li> </ul>

# 【衛星インターネット】SpaceX/Google陣営とOneWeb/Qualcomm陣営との間で攻防が激化

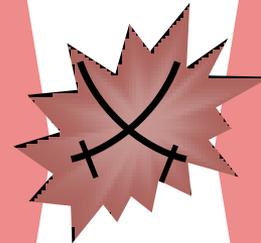
## SpaceX陣営

- イーロン・マスク氏 (SpaceX) 主導
  - Google、Fidelityが10億ドル出資
- 1200キロメートルの軌道に数百機の小型衛星を配備し、高速でレイテンシが低い衛星インターネット通信網
- 対象市場は、ネット環境未整備地域、既存長距離トラフィック
- 60人でオフィス立上げ、3-4年以内に1000人に拡大
- 部分的にレーザー技術活用か



イーロン・マスク氏

SpaceXにとって衛星インターネット事業は長期的収入源と見ており、将来的な人類の火星移住計画の資金源になる



ワイヤー氏はかつてGoogleに参画したが後に離脱  
その後にはマスク氏と協業を模索したが至らず

## One Web陣営

- グレッグ・ワイヤー氏 (OneWeb) 主導
  - Qualcomm、Virginが支援
- 1200キロメートルの軌道に648機打ち上げ、地上に専用ターミナルを設置（顧客はLTE/3Gなどを介して接続）
- 対象市場は“Other three billions”、ワイヤー氏は10年前から取り組み
- 30人程のエンジニアで衛星、地上局、ソフトウェアなどの開発を推進
- ワイヤー氏は米SkyBridgeが保有していた周波数帯域の権利を獲得



リチャード・ブランソン氏

ワイヤー氏は周波数帯域権利を有しており、論理的に考えればSpaceXはOneWebと協業せざるを得ない

# 【月・惑星探査】NASAを中心とした伝統的宇宙開発ノウハウと地上のロボット技術の融合により、ビジネスが加速

## Google Lunar XPRIZE (XPRIZE財団が主催する2016年 末までの民間月面無人探査レース)

### 【参戦チーム】

- ANGELICVM(チリ)
- **ASTROBOTIC(米国)**
- BARCELONA MOON(スペイン)
- EUROLUNA
- **MOON EXPRESS(米国)**
- HAKUTO(日本)
- INDEPENDENCE-X(マレーシア)
- OMEGA ENVOY(米国)
- PART-TIME-SCIENTIST(ドイツ)
- PEN STATE LUNAR LION TEAM  
(米国)
- PLAN B(カナダ)
- SPACEIL(イスラエル)
- SPACE META(ブラジル)
- STELLAR
- SYNERGY MOON
- TEAM INDUS(インド)
- TEAM ITALIA(イタリア)
- TEAM PURI(ハンガリー)

### 【Astrobotic Technology】

- 月面着陸船と月面ローバーを開発。
- 自社のビジネスを“月面版のDHL、FedEx”と定義。電気系・通信系含めた月面輸送サービスを120万ドル/kgで提供
- 技術責任者のウィリアム・レッド・ウィタカー教授は、フィールドロボティクスの権威で、DARPA Urban Challengeでも優勝
- NASAとILDD<sup>1</sup>やLunar CATALYST<sup>2</sup>を契約

### 【Moon Express】

- 月面着陸船「MX-1」とローバーを開発
- 「MX-1」は月着陸以外に小型衛星放出やデブリ除去など多様な用途に対応するマルチプラットフォームとして設計
- NASA Ames Research Parkに本社。伝統的な宇宙開発ノウハウとシリコンバレーのイノベーション手法の融合を掲げる
- 自社を“ソフトウェア企業”と定義し、着陸船の制御に強み
- 長期的には白金族金属やヘリウム3などの資源開発を目指す

1 Innovative Lunar Demonstrations Data

2 Lunar Cargo Transportation and Landing by Soft Touchdown

# 米国における民間宇宙ビジネス興隆の背景

## 宇宙ビジネスビッグバン

- 民間宇宙ビジネス分野の拡大
- 異業種やベンチャーなど多様な企業・人材の参入
- シリコンバレーをはじめとする大規模な民間資本の流入
- 新しいビジネスモデルの台頭

起業家のフロンティア精神とリスクテイク

産業を育むためのプラットフォーム拡大(各種カンファレンス、XPRIZE、NewSpaceGlobalなどの情報サイト)

伝統的宇宙開発ノウハウと新技術(IT、ロボット等)の融合

打ち上げコストの低下による参入障壁低下

NASAによる地球低軌道(LEO)中心とした商業化政策

1980年代からの商業宇宙関連の法整備

A.T. Kearneyは先進性とクライアントとの協働作業を特徴とするグローバル・チームです。短期間で有意義な結果をもたらし長期的には大きな変革を実現します。

A.T. Kearneyは1926年の創立以来、CEOアジェンダについて、世界のあらゆる産業や業界における主要企業ならびに政府・公共機関に対しコンサルティングを行ってきました。現在では世界38カ国の主要都市に拠点を置いています。

<b>Americas</b>	Atlanta Calgary	Chicago Dallas	Detroit Houston	Mexico City New York	San Francisco São Paulo	Toronto Washington, D.C.	
<b>Asia Pacific</b>	Bangkok Beijing	Hong Kong Jakarta	Kuala Lumpur Melbourne	Mumbai New Delhi	Seoul Shanghai	Singapore Sydney	Tokyo
<b>Europe</b>	Amsterdam Berlin Brussels Bucharest	Budapest Copenhagen Düsseldorf Frankfurt	Helsinki Istanbul Kiev Lisbon	Ljubljana London Madrid Milan	Moscow Munich Oslo Paris	Prague Rome Stockholm Stuttgart	Vienna Warsaw Zurich
<b>Middle East and Africa</b>	Abu Dhabi Dubai	Johannesburg Manama	Riyadh				

