

JETRO

Japan External Trade Organization

JETRO 航空宇宙調査シリーズ

スペース 4.0:インド宇宙産業における官民の取り組みと中長期的ビジネスチャンス

(2022年3月)

日本貿易振興機構 (ジェトロ)

インド・ベンガルール事務所

市場開拓・展示事業部

報告書の利用についての注意・免責事項

本報告書は、日本貿易振興機構（ジェトロ）ベンガルール事務所が現地調査会社 Arthur D. Little に作成委託したものであり、企業等の今後の事業展開に資する内容資料としてご活用いただくことを目的として提供いたします。

技術、民間資本、ビジネスフォーカスが収斂しつつある状況下で、全世界の航空宇宙業界は変革を迎えております。大規模な商業活動と、宇宙旅行や鉱業などの新しい宇宙活動の台頭によって、大きなチャンスが生まれました。

インド政府と宇宙産業のスタートアップエコシステムは、この業界の著しい成長に貢献しながら、人類の宇宙旅行実現に向けて、インドが貢献できるように取り組んでいます。インド宇宙研究機関の野心と能力、宇宙関連産業に対する政府支出の増加、民間宇宙産業への公的投資と活動の活発化、商業宇宙産業ベンチャーを増やすといったインド政府の政策により、インドは日本企業にとって、十分なビジネスチャンスを持つ潜在性の高い市場となっています。

本報告書では、インド市場に関心のある日本企業が検討すべき、衛星/宇宙船の製造、衛星部品の供給、ロケット、宇宙状況把握技術やスペースデブリの軽減技術、リモートセンシングと地球観測の分野でのビジネスチャンスについて概説します。

本報告書で得た情報を無断で第三者に提供する行為は固くお断りします。転載・翻訳される場合は、必ずジェトロの許諾を得たうえで改変を一切行わず、調査資料等の名称・出所を明示しておいてください。また、引用される場合は、改変を一切行わずに当該情報の出所を明示してください。万が一お客様が本規則を遵守せず、紛議が生じたとしても、ジェトロは一切責任を負わず、お客様に賠償していただきます。

ジェトロは、出来る限り情報の正確を期するよう努めますが、その後の現地情勢などによって情報は変わる可能性があります。最終的な利用の採否はお客様の責任と判断によります。掲載した情報・コメントは作成委託先の判断によるものですが、情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。

ジェトロが提供した情報により直接、間接に係わらず生じた結果について、万が一お客様が不利益を被る場合、ジェトロは一切責任を負いかねます。

本報告書に係る問い合わせ先：

◆日本貿易振興機構（ジェトロ）

市場開拓・展示事業部海外市場開拓課 E-mail: mono@jetro.go.jp

ジェトロ・ベンガルール事務所 E-mail: INL@jetro.go.jp

目次

委託先からのメッセージ.....	4
1. サマリー.....	5
2. 新時代の幕開け—スペース 4.0.....	8
3. インドとスペース 4.0：野心的な成長戦略.....	17
4. スペース 4.0：日本企業のビジネスチャンス.....	30
執筆者紹介.....	47
付属資料(インド主要関連機関・企業リスト)	

調査委託先からのメッセージ

インドの宇宙産業は、政府の後押しを受け、民間資本の流入が過去最高となるなど、急速に変化しています。Arthur D. Littleは、ジェトロと連携し、インドの宇宙市場をマッピングし、この分野における日本とインドの協力機会の可能性を特定する本取り組みに参加できることを嬉しく思います。

本レポートでは、インドの宇宙産業について、歴史的な動向、主要なプレイヤーと今後の新たなプレイヤー、モチベーションの変化、政策の変化などを詳細に解説しました。本レポートは、日本の関係者がインドの宇宙関連企業と提携する際に、適切で有利な機会とその開拓方法について説明することを目的としています。

本レポートの作成にあたり、多くの方々のご見識とご支援をいただいたことに感謝いたします。また、ジェトロ・ベンガルール事務所、Federation of Karnataka Chambers of Commerce and Industry（FKCCI、カルナータカ商工会議所連合会）に感謝いたします。

Barnik Chitran Maitra

マネージングパートナー、インド、南アジア

Arthur D. Little

1. サマリー

半世紀以上もの間、宇宙探査はインド政府の取り組み分野であり、政府は未踏の場所に到達するために必要な技術と資本を準備できる唯一の存在でした。

21 世紀に産業構造変化が起こり、民間企業が独自の参入を始めましたが、彼らの目的はそれほど遠大なものではなく、宇宙の商業的可能性を付加しようとする程度のものでした。これらの民間企業は政府のサポートを受けていましたが、今や、大きな資金源とイノベーションを提供できるのは、むしろ民間企業であると認識されています。

インドはこの動きの一翼を担い、過去 10 年間で合計 232 基もの国際衛星を宇宙に発射し、2013 年に費用対効果の高い火星ミッションを成功裏に収めました。米国やロシアのような大国の大きな偉業に比べれば、この成果は大きなものとは言えないかもしれませんが、しかし、インドは高度な宇宙研究や調査に対して、野心に満ちた計画を練っており、規制緩和と民営化によって、さらに取り組みのチャンスは広がると思われます。

日本の航空宇宙関連企業は、特に電子機器/光学機器の輸出や、より大型のロケット打ち上げに必要な技術移転などを伴う M&A によって、こういったインドの機会を自らのものにする可能性があります。この機会は、航空宇宙産業の新時代の幕開けとなるでしょう。私たちはこれをスペース 4.0 と呼んでいます。

新時代の頂点に立つ – スペース 4.0

航空宇宙産業は世界的に変化しており、一部の航空宇宙産業大国の政府による取り組みから、世界中の多様なプレイヤーが関与するイニシアチブへと転換しつつあります。これには、有人宇宙飛行だけでなく、宇宙開発、製造、電力、スペースデブリの除去などの分野も含まれます。

技術、民間資本、ビジネスフォーカスの融合によって、スペース 4.0 における新時代の幕開けが確信されています。宇宙開発の目的、産業に従事する企業、テクノロジーの変化に伴い、新しい機会が期待されますが、同時にリスクももたらされます。

これらのトレンドは、今後 20 年間の航空宇宙産業の成長にとって追い風になっています。スペース 4.0 につながる戦略的なターニングポイントは、(1) 商用衛星のマス利用、(2) 商用宇宙ステーションの開発、(3) 宇宙資源の開発、(4) 宇宙の軍事利用、の 4 つです。

また、これらのターニングポイントは、資金源（政府資金か民間資金か）とバリューチェーン構造に応じて、「商業化の追求」、「生産性の追求」、「政府機能の重要化」、「国際協力の拡大」という 4 つの展開につながる可能性があります。

インドとスペース 4.0

インドは、自らをスペース 4.0 における重要なプレイヤーとすべく、宇宙産業の成長機会を模索しています。政府は、自国産業の変革に責任を持ち、3つのコア領域に焦点を当てています。

1. **軍事、国家安全保障**：インドの平和追求戦略は、特に 2007 年に中国が行った人工衛星破壊実験の後、防衛的・抑止的な戦略へと発展しました。2019 年にインドが独自に行ったテストによって、宇宙を漸進的に軍事化する計画が示されました。
2. **民営化とグローバル化**：世界的競争力を維持するために、インドは航空宇宙関連の民間企業を積極的に取り込もうとしています。企業に対する需要を促進するために、新しい規制、機関の設立、投資の促進などが行われています。
3. **インドのグローバルな位置づけ**：宇宙資源探査、観光、スペースデブリの軽減といった宇宙での新しい機会に対しても、インドはこれらの産業シェアを獲得することを目指しています。また、インドは世界的な宇宙関連の枠組みへの参加を望んでいます。自国が宇宙大国であると世界に認識してもらうために、近い将来に人類による月面探査を計画しています。

Atmanirbhar Bharat（自立したインド）政策を通じて、政府は宇宙産業に対する規制緩和と民営化への道を開きました。これには、民間参加を支援、指導、促進するためのインド国立宇宙推進認可センター（IN-SPACe, Indian National Space Promotion and Authorization Center）の設立も含まれます。これらをサポートするための政策と優遇措置が推進力となっています。

成長を促進するために、現在、インド政府宇宙局と政府機関であるインド宇宙研究機構（ISRO, Indian Space Research Organization）のガイドラインに従い、政府の指導の下で、人工衛星の製造および運用事業に最大 100%の外国直接投資が許可されています。外国企業は、特に ISRO やインドの新興企業とのパートナーシップを通じて、インドの宇宙産業における有利な機会を探求できるようになりました。新しく設立されたインド宇宙協会（ISpA, Indian Space Association）は、近い将来、宇宙政策の中心的役割となり、国際協力プロジェクトの中核となるでしょう。この協会の主要メンバーは、Bharti Airtel、L&T、Nelco（TATA グループ企業）など宇宙産業に取り組み、かつ既に多国籍企業となっているインドのメジャー企業に代表されています。

インド宇宙研究機構（ISRO）は、深宇宙研究と宇宙探査に関する 10 年計画を持っており、2030 年までに独自の宇宙ステーションを建設することを目指しています。これらのプロジェクト全てに資金を提供すべく、政府は世界のトレンドに倣って宇宙関連の予算を増やしています。さらに、ISRO では 500 以上の技術移転の準備ができており、そのうち約 400 もの技術が 230 社以上のインドの民間企業に提供済みで、今後もさら

なる技術移転が行われる見込みです。外国企業もこれら技術移転の対象として認められますが、軍民両用技術や機密性の高い特許技術には利用制限があります。

既にいくつかの宇宙関連の新興企業がインドで躍進し、資金を確保して、宇宙に対する研究や革新を推進しています。2020～2021年度（インドの会計年度は4月～3月）は宇宙技術関連の新興企業への急速な投資の加速を記録し、調達資金は前年度の7倍以上にまで増加し、5案件で3,080万米ドルに上りました。インドの宇宙関連の新興企業は、これまでに少なくとも5,200万米ドルの資金を調達しています。彼らの事業計画は野心的であり、世界中のどこでも、いつでも衛星打ち上げを可能にする技術や、課題に直結し、信頼性が高く、コスト的に競争力のある技術開発、また、ハイパースペクトル小型衛星を製造して、現在では軌道上にある衛星では感知できない課題調査や、衛星や宇宙に関連するデータサービスをシンプルかつ利用しやすくする取り組みなどが含まれます。

日本の宇宙関連企業にとって、優先度、緊急度が高いインドの機会

日本は宇宙船、衛星、ロケットで世界トップレベルの輸出国であり、2019年の対世界輸出額は2,800万米ドルにも上ります。インドはこれらの製品の世界トップレベルの輸入国であり、2019年の輸入額は2,500万米ドルに上ります。しかし、日本は過去5年間で、インドの衛星、宇宙船、ロケットの総輸入量の約0.3%しか占めていません。インドは航空機、宇宙船、その関連部品を輸入していますが、同時に、これらの製品を日本へ輸出しています。日本は2019年のインドの総輸出の1%を占めるのに対し、同年のインドの総輸入のわずか0.1%に過ぎません。

日本企業は、以下のとおり、少なくとも5つの領域で潜在的なビジネス機会を追求することができます。

- 特に通信目的の衛星/宇宙船の製造企業や、グローバルナビゲーション衛星システムの通信会社、地上設備/ユーザー向けの関連部品の輸出。ISROやインド新興企業の衛星インターネットへの需要の高まりへの対応。
- 衛星部品、電子部品、科学機器関連のインド企業との合弁事業や合併買収を模索することで、より幅広く容易にインド市場へアクセス。
- 日本企業から技術を移転、日本のサプライヤーから部品を容易に調達するために、インドのロケット製造産業における新興の民間企業との合弁事業。
- 宇宙探査技術やデブリ軽減技術、深宇宙共同探査に関して、ISROとの提携。
- インド民間企業との合弁事業の機会を模索するほか、リモートセンシング、地球観測データインテリジェンス、消費者向け、政府向け、安全保障などの分野の取り組みで、ISROとの協力。

宇宙分野での両国の協力は既に始まっていますが、さらなる深化、発展が見込まれる宇宙ビジネスにおける民間企業連携に限界は存在しません。

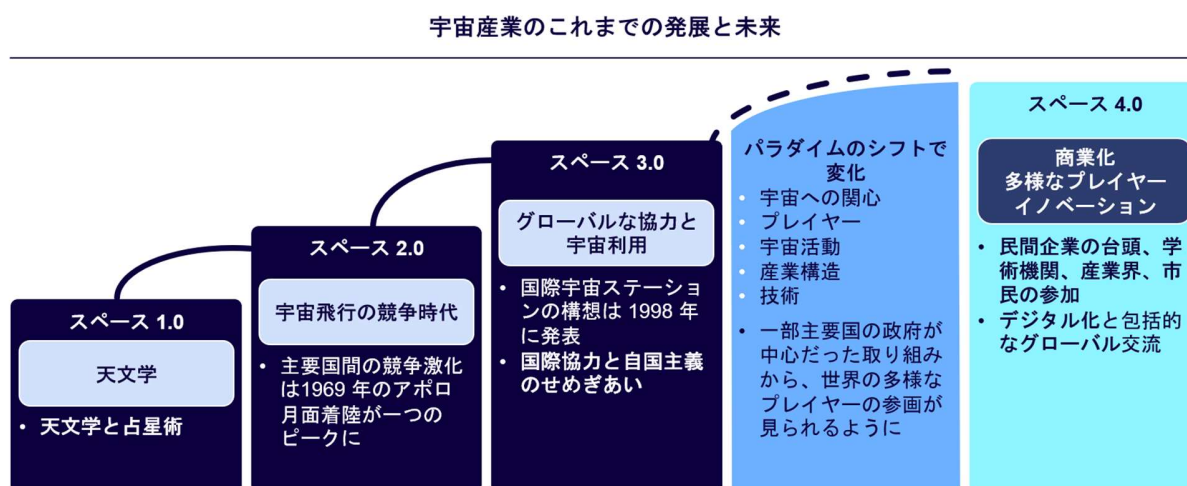
2.新時代の幕開け：スペース 4.0

宇宙産業は、一部の宇宙進出国による政府事業から、世界の多様なプレイヤーによる取り組みへと顕著に変化しており、グローバルに変革が進んでいます。有人宇宙飛行プロジェクトは大きな発展を見せていますし、宇宙採掘、製造、電力、スペースデブリの除去など、宇宙経済の発展も注目されています。

これらの動きを、テクノロジー、民間資本、規制緩和の融合であるスペース 4.0 と呼んでおり、これにより商業化が進み、世界中の様々な宇宙関係者、特に民間企業がより多く関与するようになりました。スペース 4.0 は、よりグローバルで包括的な相互作用につながるものです。

スペース 4.0 という新時代は、新たな動機、技術、資本の投入によって宇宙分野がさらに発展し、それゆえに新たなチャンスと脅威が生まれると考えられます。Arthur D. Little は、世界の宇宙産業の規模が 2040 年までにほぼ 3 倍、1 兆米ドル以上になると予想しています。多くのトレンドがこの変化を後押ししています。これまでの 4 つの注目すべき変遷は、今後 20 年間の宇宙産業の成長に影響を与える戦略的なターニングポイントとなる可能性があります。

図 1：宇宙産業の変遷



出典：European Space Agency（欧州宇宙機関）の情報を Arthur D. Little 分析

2040年には1.1兆米ドル産業へ

世界の宇宙経済規模は、2020年に3,710億米ドルに達しています。Arthur D. Littleの分析によれば、進化する宇宙分野は、衛星打ち上げ、通信、ナビゲーション、地球観測、宇宙航空、宇宙科学と探査、有人宇宙飛行を含む50以上の活動と9つのセグメントに分類されます（図2、図3）。

図2: 世界の宇宙産業の成長トレンド

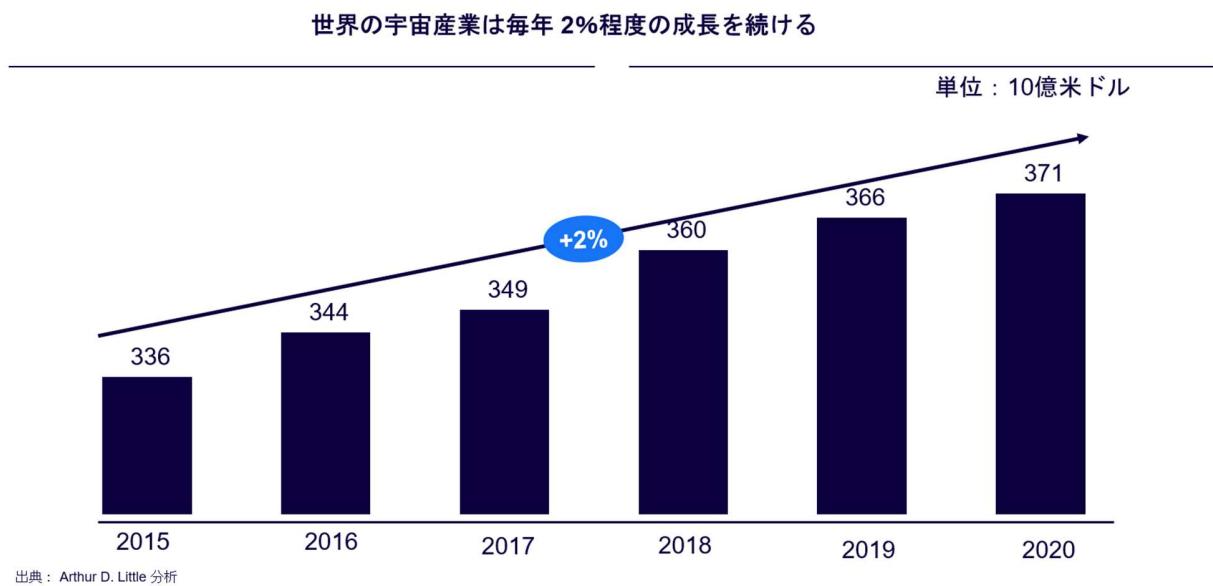
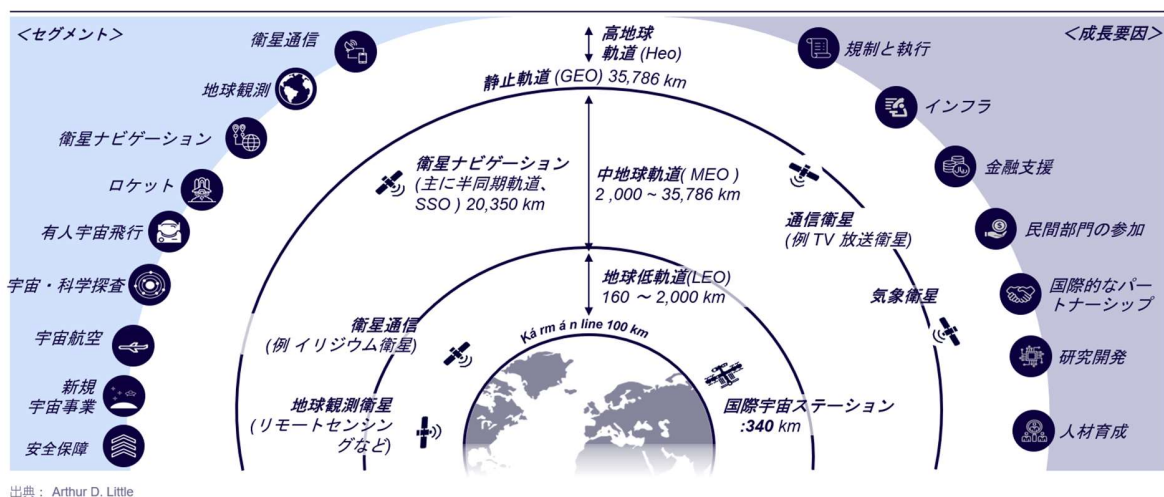


図3: 宇宙市場の構造 - 9つのセグメントと7つの要因



各国の宇宙予算は着実に増加し、民間企業の宇宙分野への参加も増えており、現実的なシナリオでは、世界の宇宙経済は2040年までに1兆1,000億米ドルに達するものと思

われます。現在、民間参入が進んでいる主な分野は、商業リモートセンシング、商業有人宇宙飛行、衛星製造、衛星ブロードバンド、その他の衛星サービス、地上設備です。

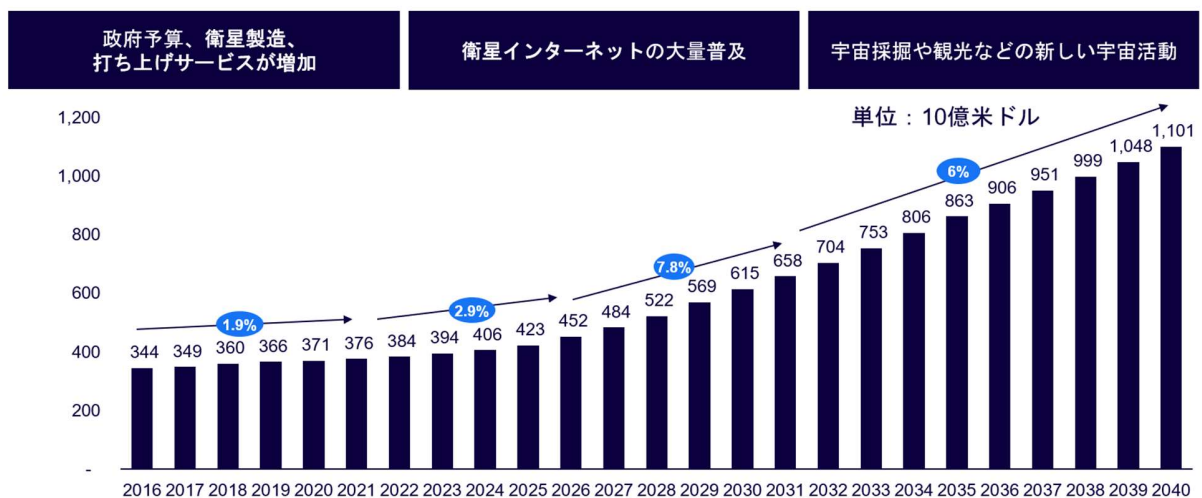
今後 20 年間は、政府予算も商業収入も増加することが予想されます。

世界的に見ると、宇宙産業は 2015 年の 3,360 億米ドルから 2020 年の 3,710 億米ドルまで、およそ 2%の年平均成長率（CAGR）で成長しています。

現実的なシナリオでは、世界の宇宙産業は 2040 年までに 1.1 兆米ドルに達し、2020 年から 2040 年まで年平均 5.6%で成長すると予測しています。2030 年には 6,150 億米ドルに達し、2025 年から 2030 年にかけて年平均 7.8%の成長を記録すると予測しています。この成長は、政府支出の増加により、より多くの国が率先して衛星製造や打ち上げを行うこと、衛星インターネットのブーム、宇宙採掘や宇宙旅行などの新しい宇宙活動の出現の 3 つの要因によって推進されるでしょう。

図 4: 世界の宇宙産業の成長予測 - 現実的なシナリオ

年平均成長率は最大 5.6%、2040年までに 1.1兆ドルに

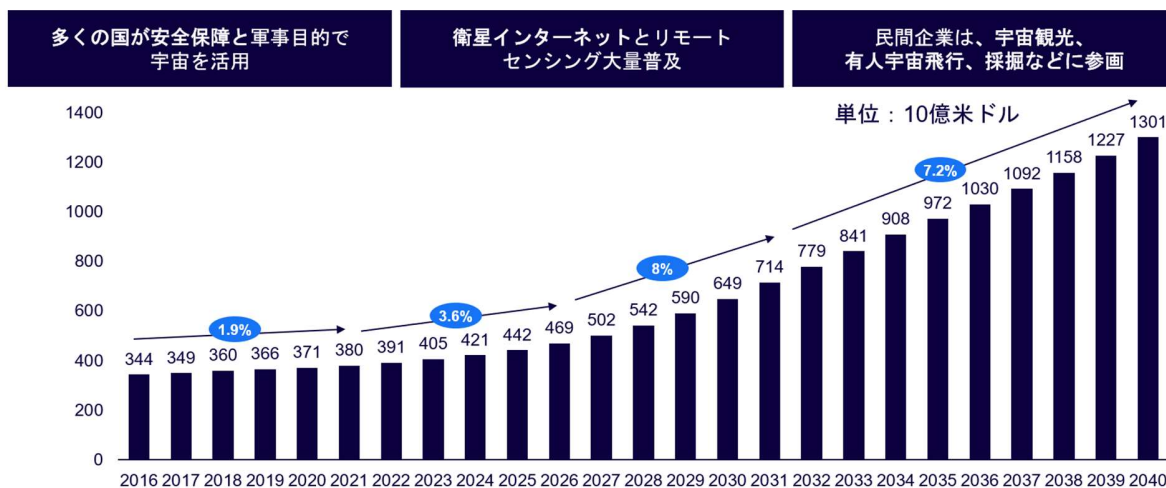


出典：Arthur D. Little 分析

より楽観的な見方をすれば、安全保障への懸念、衛星インターネットの大量導入、リモートセンシングの応用と利用の増加、有人宇宙飛行の急増などを背景に、宇宙産業は予想を上回る年率平均 6.5%で成長し、2040 年には 1 兆 3 千億米ドルに達する可能性があります。

図 5: 世界の宇宙産業の成長予測 - 楽観シナリオ

宇宙産業規模は2040年までに 1.3兆ドルに達すると予測

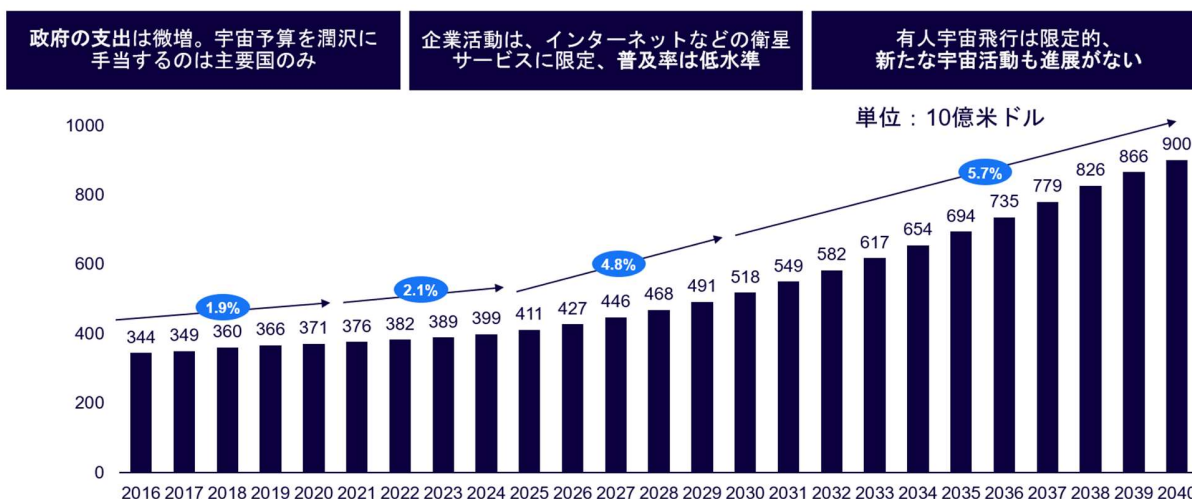


出典： Arthur D. Little 分析

一方、悲観的なシナリオでは、政府支出の増加は緩やかとなり、衛星インターネットやその他のサービスの普及率は伸びず、有人宇宙飛行プロジェクトも限定的で、新しい宇宙活動の拡大は見られない、といった要因により、宇宙産業の成長は年率平均 4.5%、2040 年までに 0.9 兆米ドルの産業規模にとどまることも予想されます。

図 6: 世界の宇宙産業の成長予測 - 悲観シナリオ

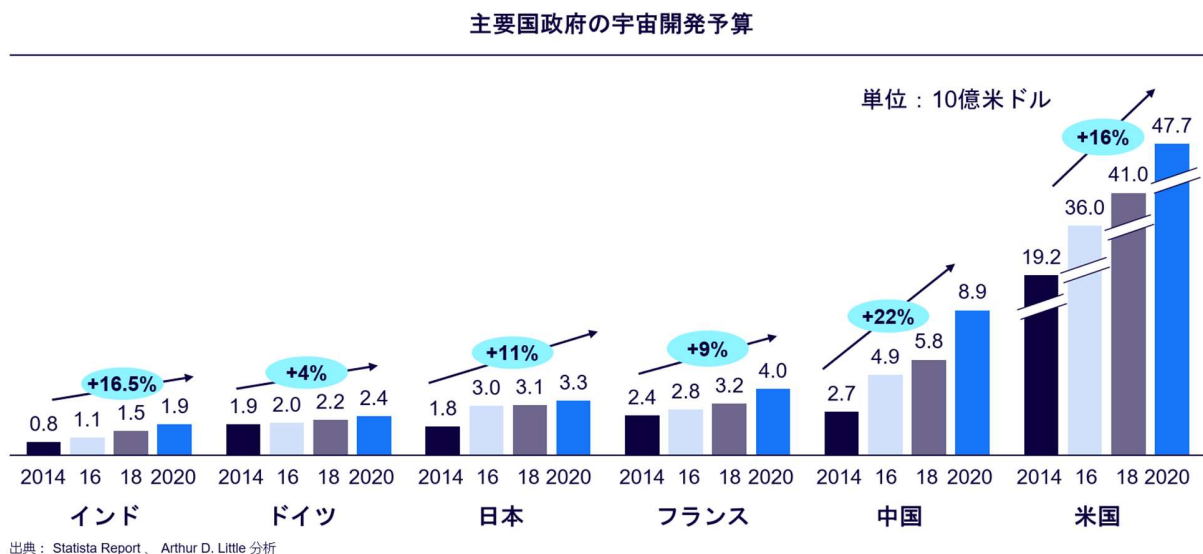
世界宇宙産業は、2040年までに 0.9兆ドル程度にとどまる



出典： Arthur D. Little 分析

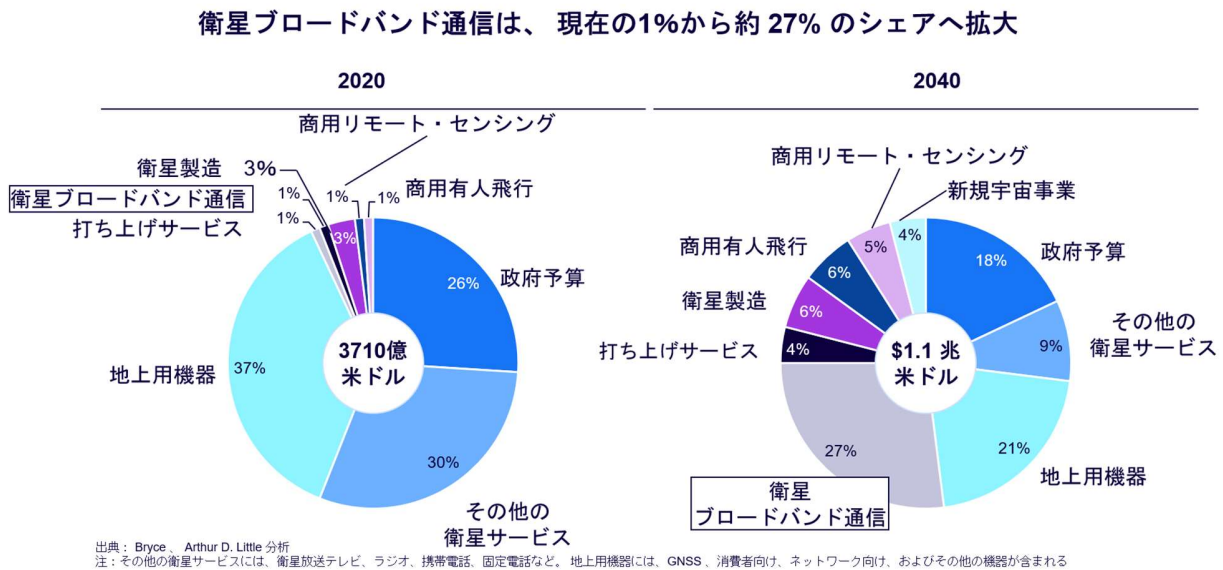
ここ数年、主要国における政府予算が増加していることが、宇宙産業の成長を後押ししています。例えば、米国の宇宙予算は2014年から2020年の間に毎年16%、中国は22%、日本は11%、インドは16%増加しています。しかし、Arthur D. Littleは、宇宙に対する政府支出は増加するものの、その成長の大部分は民間の参加によって担われると考えています。政府支出の構成比はむしろ、2020年の26%から2040年には18%に下がると予想されます。

図 7: 世界中で増加する宇宙開発への政府支出



Arthur D. Littleは、2040年には、世界の宇宙産業における衛星インターネット市場のシェアが、現在の1%未満から飛躍的に向上し、27%に達すると予測しています。さらに、衛星製造、打ち上げ産業、商業有人宇宙飛行、商業リモートセンシングも勢いを増すでしょう。宇宙採掘、製造、電力、スペースデブリ除去など、宇宙経済の発展に焦点を当てた新しい宇宙活動は、2040年までに宇宙経済の4%を占めることになると思われま

図 8: 宇宙事業のシェア: 2020 年と 2040 年の比較



この成長は、規制と執行、インフラ、金融支援、研究開発、国際的なパートナーシップ、民間部門の参加、人材育成、という 7つの要因について、各国がどのような成果を上げるかにかかっているのです。

戦略的ターニングポイント

スペース 4.0 では、先に述べたように、宇宙投資の動機の変化、新しいプレイヤーの出現、技術の継続的進歩により、新しい機会とリスクが併存します。Arthur D. Little は、世界中の多様な民間プレイヤーが、政府による宇宙産業の支配に取って代わると考えます。民間企業は、学界や産業界と連携し、宇宙エンターテインメントや宇宙観光の需要にも刺激されて、ターニングポイントの先陣を切ることとなります。より包括的なグローバル交流とデジタル化は、この新時代の大きな特徴です。

我々は、今後 20 年間の世界の宇宙産業の成長を規定しうる 5つの主要なトレンドを以下のとおり特定しました。

1. 衛星の配備と需要の変化

- i. 地上波通信技術の革新によって、ラジオ、テレビ、固定および移動衛星サービスのような衛星通信のプレイヤーは、地上波通信プレイヤーとの新たな競合に直面する
- ii. ブロードバンドやIoTなど、衛星を利用した新しいサービスの一般市場への導入が進むことによる、衛星サービスのさらなる普及
- iii. 衛星技術の標準化により、民間企業の参入と衛星製造が促進される

- iv. 低軌道周回/中軌道周回メガコンステレーション（大量の衛星によって構成される衛星網）が注目され、必要な技術開発への関心が高まる

2. 新たなフロンティア

- i. 科学の発展のために科学探査（月、火星）が増加し、民間プレイヤーがより多く関与するようになる
- ii. 研究開発や宇宙旅行で使用するための商業用宇宙ステーションの建設が進む
- iii. 月や火星での宇宙資源の革新的な利用により、宇宙資源の採取や探索が可能になる
- iv. データ解析と処理技術の進歩により、宇宙データのより高度な処理が可能になる

3. 新たな技術

- i. 衛星光通信または自由空間レーザー通信により、衛星からのデータ伝送をより速く、より安全に行うことができる
- ii. 持続可能な燃料の使用や宇宙船の再利用など、「グリーン」志向の高まり
- iii. 再使用型ロケットによる宇宙輸送の大幅なコストダウン
- iv. 極超音速飛行を含む準軌道宇宙飛行が、技術開発により可能になる

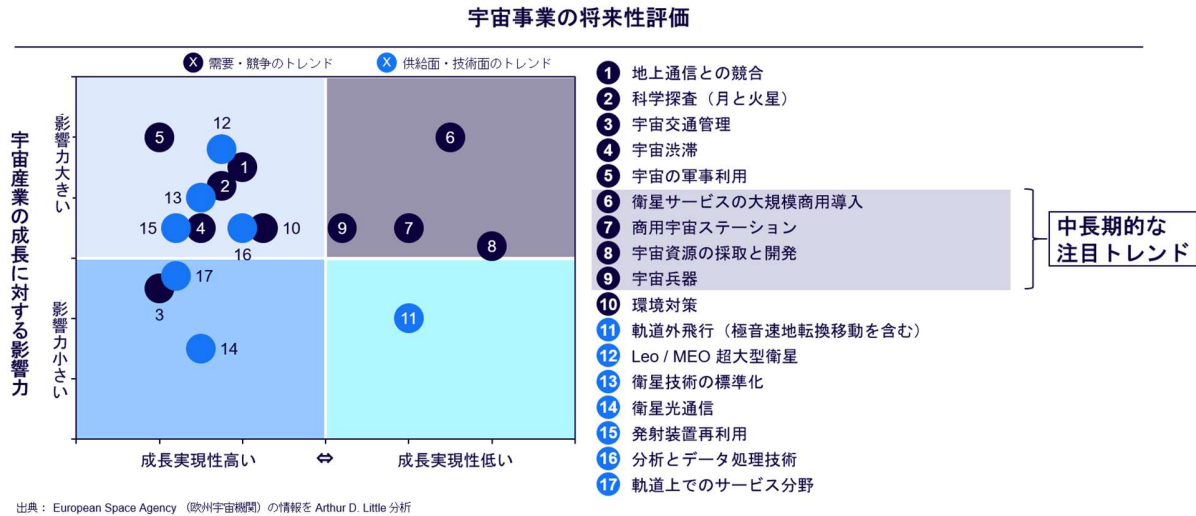
4. 安全保障関連

- i. 宇宙兵器開発を通じた宇宙の武装化
- ii. 多くの国が軍事戦略の軸足を宇宙に移し、国家的な宇宙安全保障のための予算を確保することによって起こる宇宙の軍事化

5. 宇宙管理対策

- i. 軌道上の物体追跡や位置予測技術が進んだことで高まっている宇宙混雑の懸念が、デブリ軽減技術の開発につながる
- ii. 宇宙空間にある物体の数が膨大になるため、宇宙交通管理が不可欠になる
- iii. 人工衛星の寿命を延ばすために、軌道上でのメンテナンス・修理サービスが開発される

図 9: 今後 20 年間の宇宙産業成長を牽引する 17 のトレンド

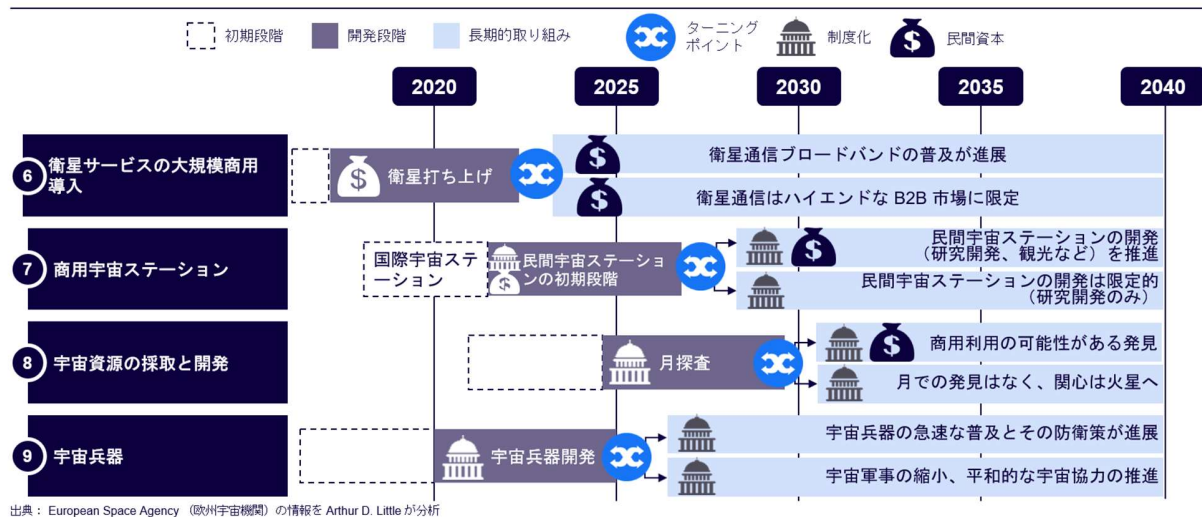


このうち、実際に起こる可能性が高く、インパクトが大きいと思われる以下の4つの事象が戦略的転換点となる可能性が高く、長期的に宇宙産業にさまざまな影響を及ぼすと考えられます。それらは：

1. **衛星サービスの大規模な商用導入:** 衛星通信ブロードバンドの大規模導入が起こるか、それともハイエンドの企業間取引にとどまるかどうかは、そのコストが主な要因となる。
2. **商業宇宙ステーション:** 民間宇宙ステーションの開発は、研究開発、観光、その他の商業利用を含めた本格的な取り組みか、もしくは研究開発のみに限定されたものとなる。
3. **宇宙空間での資源採取と利用:** 商業的に利用可能な資源が月で発見されるか、もしくは火星での採取に焦点が移る。
4. **宇宙の武装化:** 宇宙空間での兵器配備が急速に進む、もしくは、軍事化の縮小と平和的宇宙協力の拡大。

図 10: 「中長期的な4つの注目トレンド⑥⑦⑧⑨」のポイント

今後20年間に想定されるターニングポイントの概要とタイムライン



2040 年に向けて、これらのターニングポイントは、資金源（政府予算か民間資金か）とバリューチェーンの構造によって異なる以下の4つの展開を宇宙産業にもたらす可能性があります。

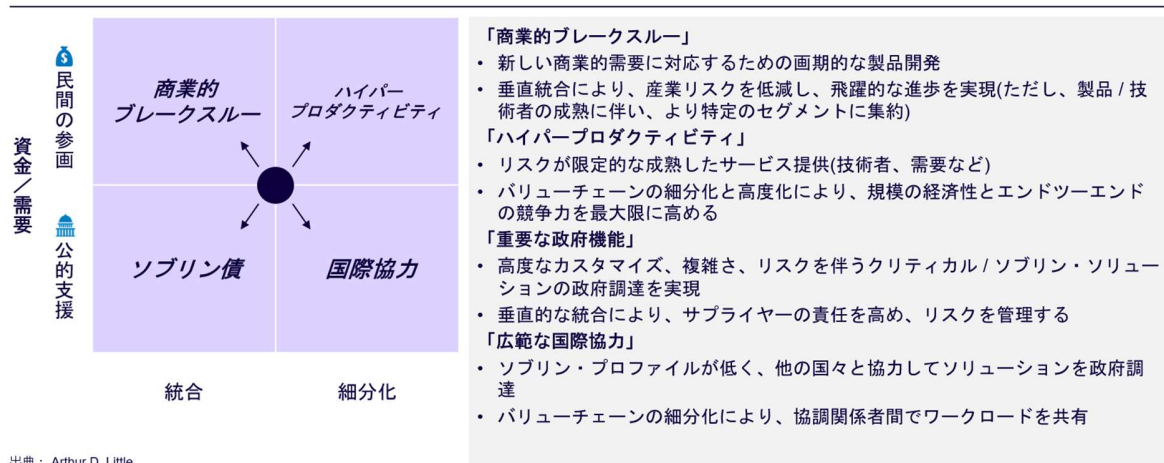
- 1. 商業化の追求:** 民間投資が可能な場合、民間企業は、新たなビジネスニーズに対応するために画期的な製品を開発し、サプライチェーンリスクを低減するために垂直統合を追求する。もしくは、既存製品/技術の成熟に伴って、バリューチェーンの特定セグメントに集約する。
- 2. 生産性の追求:** 民間投資が奨励され、宇宙産業のバリューチェーンが分散化される場合、民間企業はさらなる事業効率化を求められる。この場合、民間企業は、リスクが限定的な成熟したサービスを取り扱い、バリューチェーンの特定分野のみを追求する、もしくは、コスト削減と競争力を最大化するために高度な専門化を進める。
- 3. 政府機能の重要化:** 宇宙分野における投資が従前どおり政府予算中心である場合、市場は引き続き統合されたまま、自国の製品標準や、参入障壁の撤廃、安全保障や情報セキュリティ上のリスク対応を政府がリードする。また、自国産業の品質や安全性に対する信用度を高め、ビジネスリスクを管理するための、産業垂直統合化にも取り組む。
- 4. 国際協力の拡大:** 公的資金による投資計画において、費用対効果、品質保証、十分な経験値、自国産業の参画、といった点が重視される場合、政府は、機密度や重要性の低い分野において、協力関係にある他国との国際協力を推進する。この

場合、バリューチェーンは参加国間で分担される作業の内容によって分散化されるが、関係国の企業にとっては大きなビジネスチャンスとなる。

図 11：世界の宇宙産業進化に向けた 4 つの展開

2040年に向けて、資金源とバリューチェーン構造に変化

スペース2040 シナリオ-説明と根拠



どのような道を辿るにせよ、スペース 4.0 は必然であり、国や企業の運命を一変させる宇宙開発競争の新たな展開を示すことになるでしょう。

3.インドとスペース 4.0：野心的な成長戦略

インドの宇宙産業は、2020年の世界宇宙経済においてわずか2%の75億米ドルという小さな存在ですが、政府の宇宙予算は2015年から2020年にかけて年平均15%増加し、着実に成長しています。規制緩和と民営化により、インド宇宙産業の潜在性はさらに魅力的なものとなっており、スペース4.0の重要なプレイヤーになっていくことは間違いないものと思われます。政府は、宇宙産業の野心的な成長戦略を推進する主体として、宇宙産業におけるイノベーション創出、宇宙産業成長による経済面の効果、ひいては世界の宇宙分野でインドが主要なプレイヤーとなることを目指し、規制緩和と民営化を推進しています。これは、インドの宇宙分野への参入を希望する民間プレイヤーに対しても、多くの機会を生み出すこととなります。

図 12 : インド政府の宇宙予算規模推移

インドの宇宙予算は、毎年増加傾向



出典： Bryce、Business Standard、ISRO

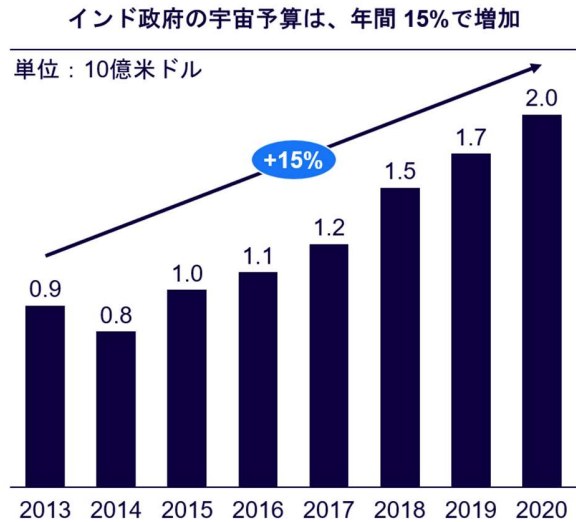
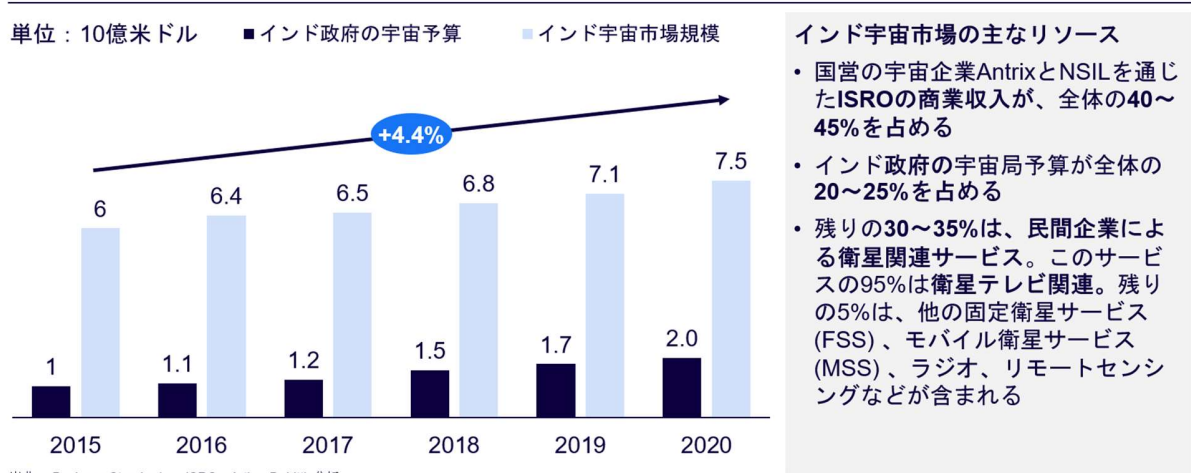


図 13 : インド宇宙産業の成長と政府予算の推移

インドの市場規模は、年間プラス4.4%で拡大し、政府の宇宙予算も年間プラス15%で拡大



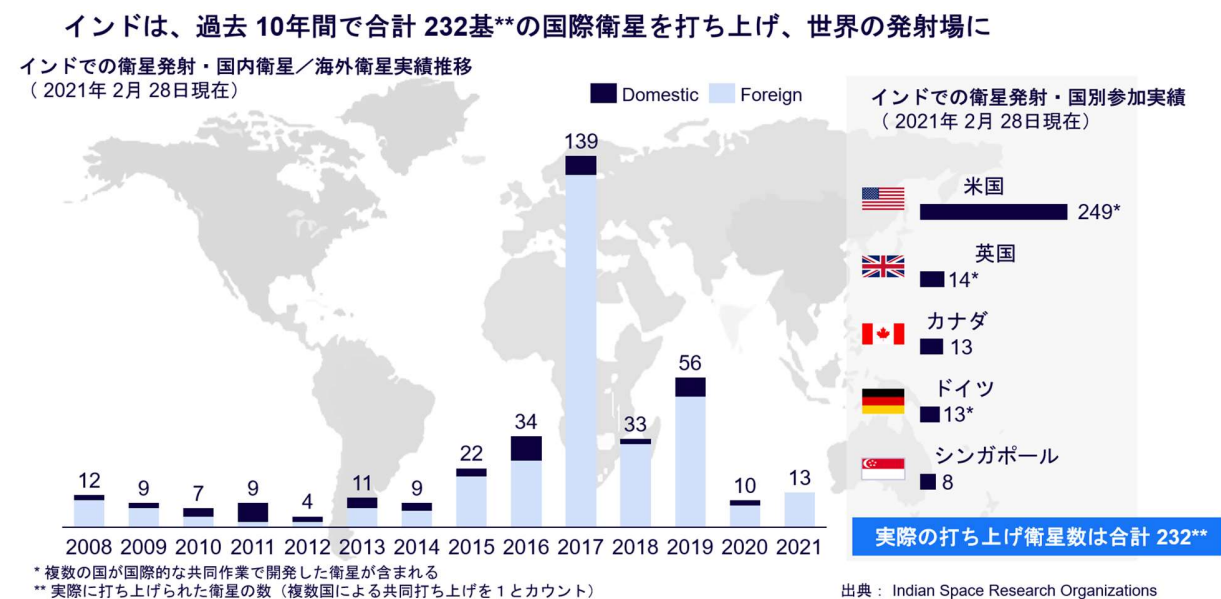
インドの宇宙産業-規制緩和と民営化で広がる大きな可能性

1980年の最初の衛星打ち上げ以来、インドの宇宙部門は目覚ましい発展を遂げ、人工衛星の製造、ロケットの開発、惑星間ミッションの展開へと成長していきました。その目的は、インドを宇宙大国として総合的な能力を持つ世界でも数少ない国のひとつにすることにあります。

進化するインド宇宙産業

これまで、インドの宇宙産業は、政府機関であるインド宇宙研究機構（ISRO）の存在が大きく、公的部門が牽引してきました。ISROは宇宙産業のバリューチェーン全体に関与しており、衛星通信、地球観測、衛星ナビゲーション、ロケット、宇宙・科学探査の分野で確固たる地位を築いています。特筆すべきは、インドを国際衛星の発射地として、実績を積み重ねてきたことで、過去10年間で合計232機の国際衛星を打ち上げ、そのうち139機が2017年に打ち上げられました。

図 14 : ISRO の国際衛星打ち上げ実績



研究を第一の目的とする ISRO は、インド国内に複数の拠点をもち、インド南部ケララ州とカルナータカ州にもスペースパークを設立する予定です。その目的は、ISRO の様々な部局や情報技術に深い専門性を持つ多くの専門家から得られるノウハウを活用

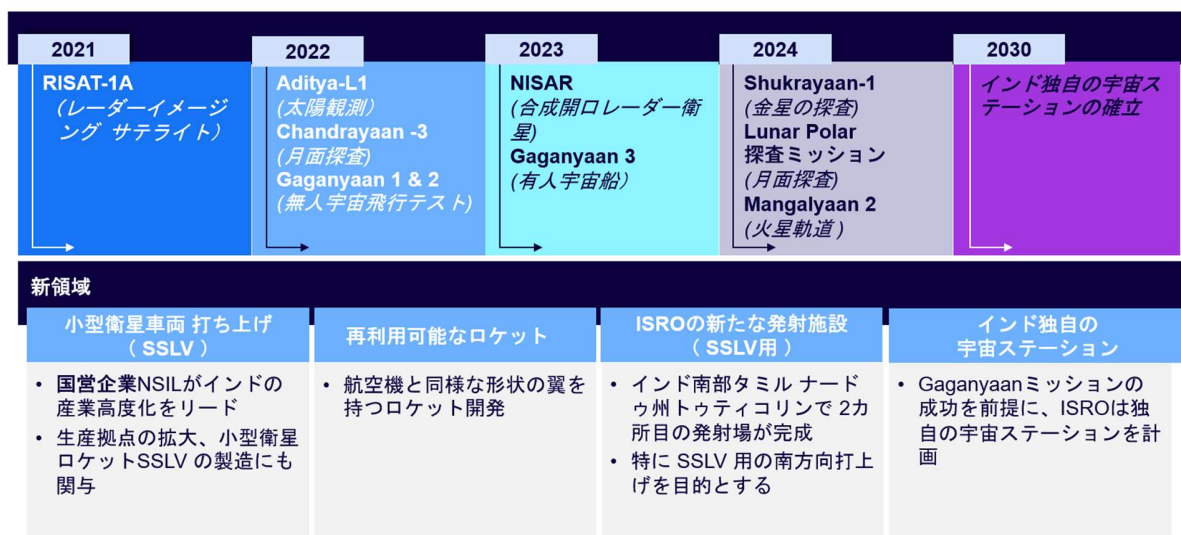
し、包括的な宇宙技術のエコシステムをインド国内に構築することです。ISRO はまた、2030 年までにインド独自の宇宙ステーションを作るという目標を掲げています。

ISRO は今後数年間、複数の宇宙ミッションを計画しています。月へのミッションであるチャンドラヤーン 3 は、2022 年後半に打ち上げが見込まれていましたが、2023 年に延期となりました（7 月 21 日付 Indiatoday が報道）。また、2014 年に成功を収めた最初の火星探査機ミッションに続き、近い将来に火星軌道船ミッションとなるマンガルヤーン 2 の計画を発表しました。そして、ISRO の最初の有人ミッションであるガガンヤーンは 2023 年初頭に予定されていましたが、2023 年に予定されている無人機打ち上げの成功（安全確認等）を踏まえ、2024 年以降の打ち上げになる見通しです（6 月 30 日付け The Times of INDIA が報道）。

これらの実績や今後の計画はすべて、ISRO が持つ優れた専門知識と経験を明らかにするものではありませんが、今後世界で急速に進むであろうスペース 4.0 サービスに対する需要に ISRO のみで応えることはできないでしょう。宇宙採掘、観光、スペースデブリの除去などの新しい機会が生まれつつあり、インドはこれらの新しい分野でのシェアを獲得したいと考えています。

図 15 : ISRO の今後の宇宙開発計画

2030年までにインド独自の宇宙ステーション構築、新たなプロジェクトを模索



出典： ISRO、Arthur D. Little 分析

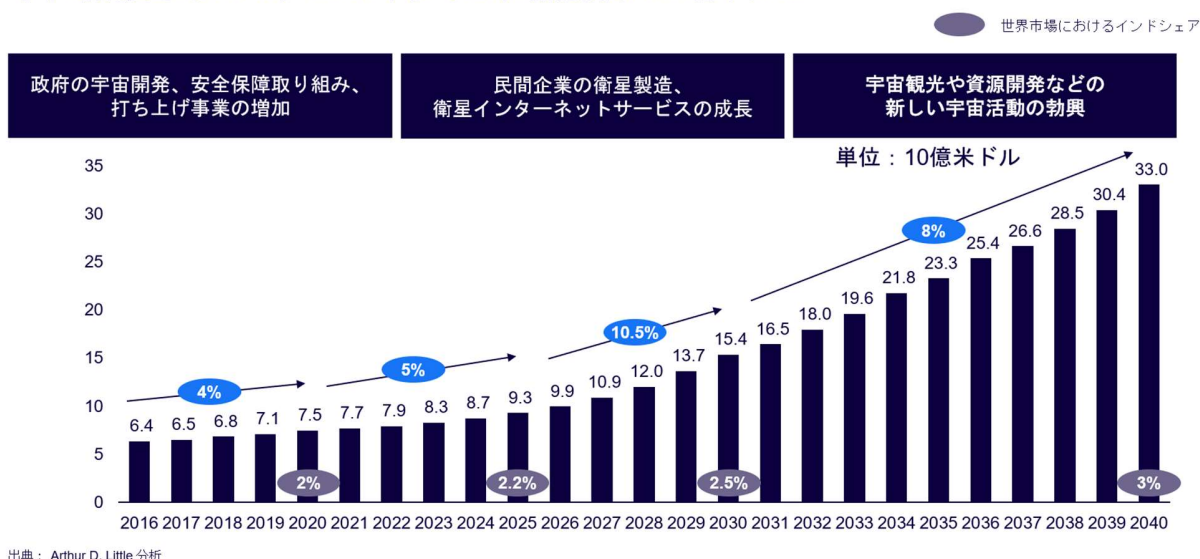
本章で後述するインド政府の大規模な規制緩和、民営化計画は、これらの野心的なプロジェクトを実現に導くための手段です。Arthur D. Little は、これらの動きを考慮し、

またインドの現在の宇宙開発能力を鑑みたく、インドの宇宙分野の成長について3つのシナリオを想定しています。

現実的なシナリオでは、インドの宇宙産業は、2020年から2040年の間に年率平均7.7%で成長し、その市場規模は2030年には154億米ドル、2040年には330億米ドルに達すると予想しています。宇宙開発、宇宙セキュリティ、打ち上げサービスに対する政府支出の増加、衛星製造や衛星インターネットにおける民間活動の活発化、宇宙採掘や宇宙旅行などの新たな宇宙活動の出現が成長の要因となります。

図 16：インド宇宙産業の成長予測 - 現実的なシナリオ

年平均成長率は7.7%、2040年までに市場規模は330億ドルに

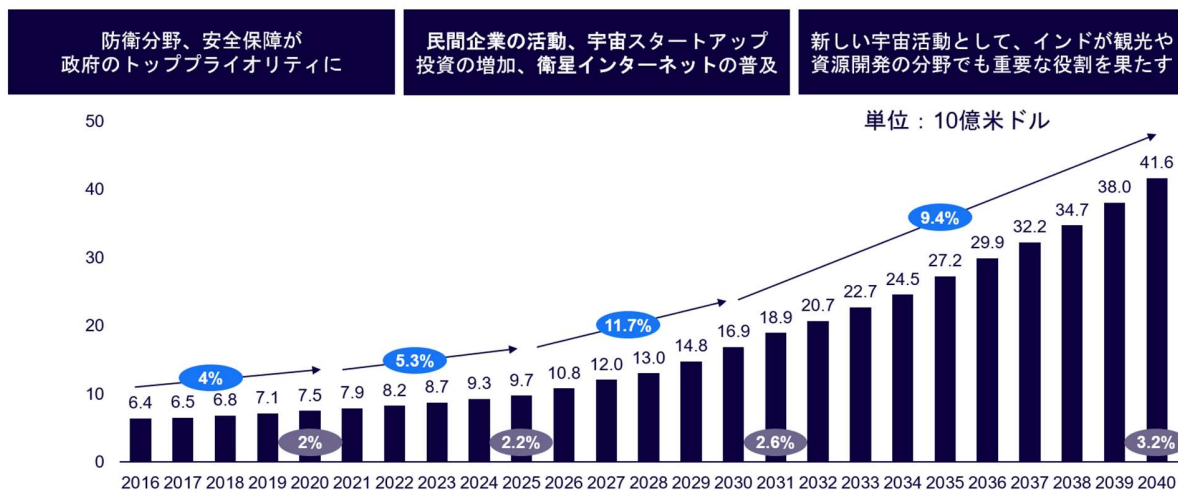


より楽観的な見方をすれば、安全保障上の懸念を背景とした政府支出の増加、衛星インターネットの大量導入、民間セクターの活動増加により、インドの宇宙産業は年平均年率平均9%で成長し、2040年には416億米ドルに達する可能性があると考えられます。これには、インドの宇宙関連スタートアップへの投資ブームや、インドが宇宙旅行や宇宙採掘などの新しい宇宙活動の主要なプレイヤーになっていくことも要因として含まれます。

図 17 : インド宇宙産業の成長予測 - 楽観シナリオ

年平均成長率は最大 9%、2040年までに市場規模は 416億ドル

世界市場におけるインドシェア



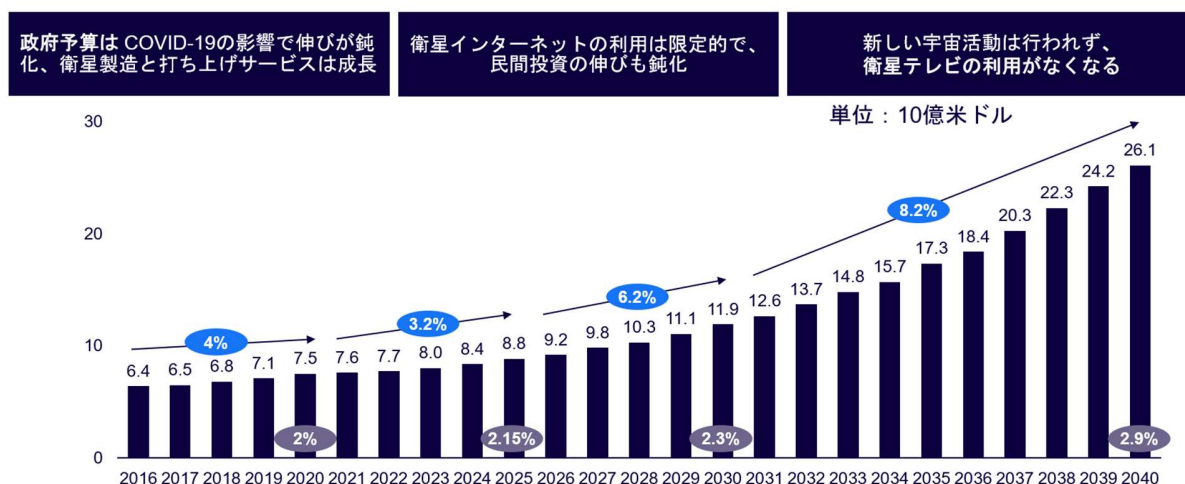
出典：Arthur D. Little 分析

一方、悲観的なシナリオでは、宇宙産業の年平均成長率は 6.5%と控えめで、2040年には 261 億米ドルの産業規模にとどまる見込みです。新型コロナウイルス（COVID-19）によるパンデミック後のインド政府予算の増加ペースの鈍化、衛星製造・打ち上げサービスの鈍化、衛星インターネットの普及が一部の目的のみに限定され、民間投資は緩やかな伸びにとどまり、宇宙関連の新規事業開発は進まず、衛星テレビも衰退する、といった想定がこのシナリオの要因となります。

図 18 : インド宇宙産業の成長予測 - 悲観シナリオ

年平均成長率は約 6.5%、2040年までに市場規模は 261億ドルにとどまる

世界市場におけるインドシェア



出典：Arthur D. Little 分析

変革に向けた動き 日本、中国、オーストラリア、韓国、シンガポールといった宇宙分野の新しいプレイヤー国と民間企業が、宇宙産業における地政学を多次元化させています。2007年に中国がASAT（対衛星兵器）の実験に成功したことは、インドにとって懸念材料となりました。インドは、2019年に独自のASATをテストし、初の軍事専用衛星であるインド海軍用のGSAT-7、軍用のGSAT-6、主にインド空軍向けですがインド陸軍も使用する高度軍事通信衛星GSAT-7A、偵察衛星EMISATを打ち上げています。また、インドは宇宙での軍事的な取り組みを進めるべく制度的な改革を行いました。2007年に中国がASAT実験を行った直後、インドは統合防衛幕僚本部（Integrated Defence Staff Headquarters）に特別な宇宙担当部門を設置しました。さらに、2019年には国防省の下に防衛宇宙庁（Defence Space Agency）と統合宇宙局（Integrated Space Cell）を設置しました。

インドが宇宙大国とみなされ、国際的な枠組みでの発言権を持てるようになることも政府の目指すところの一つとなっています。インドは宇宙活動の国際行動規範の起草に積極的な役割を果たし、宇宙の兵器化の禁止を提唱する国連決議、宇宙における軍拡競争の防止を支持しました。先に述べた火星と月のミッションの他に、インドは今後5年以内に金星への到達を目指しており、NASAが計画している月への帰還計画、アルテミスとも提携したいと考えています。

最後に、インド政府は、国際競争力を高め、宇宙分野の商業的機会を獲得するためには民間投資が必要であることを認識しています。また、宇宙分野への民間の参入を強化することは、自国内に数多く存在する才能ある人材を活用することにもつながることを認識しています。このような機会を捉えるには、革新的な強みを持つ民間プレイヤーが最も重要であると考え、政府はインドの宇宙分野の規制緩和と民営化を確信をもって進めています。



図 19 : インド政府の宇宙戦略の焦点

インド政府の宇宙戦略は、3つの中核分野に重点

① 軍事および国家安全保障	② 民営化と規制緩和	③ 世界におけるインド宇宙産業のプレゼンス向上
<ul style="list-style-type: none"> • インドの平和戦略は、特に2007年の中国のASATテストの後、防衛と抑止を目的とした戦略に転換 • 2019年のインドのASATテスト以降、さらなる軍事化への移行を示している 	<ul style="list-style-type: none"> • 世界の中での競争力を維持するために、より広い分野の民間企業の投資や参入を促進 • 新しい規制、新たな宇宙関連機関の設立、投資促進で、需要主導型の産業確立へ 	<ul style="list-style-type: none"> • 宇宙資源開発、観光、スペースデブリの問題などの新たな宇宙の機会に対して、グローバルに対応 • 有人宇宙船による月探査ミッションを計画するなど、宇宙分野の主要国となるべく意欲的な計画

出典：Arthur D. Little 分析、ORF

図 20 : 安全保障上のインド宇宙戦略ポイント

 安全保障を取り巻く環境変化に伴い宇宙戦略を再定義	 軍事的な宇宙利用に向けた制度変更を実施
<ul style="list-style-type: none"> • インドの安全保障戦略には既に宇宙も含まれる • 70年代以降の主要国である米国、ロシアのみならず、日本、中国、インド、オーストラリア、韓国、シンガポールなどの新たなプレイヤー国の出現や、民間企業の台頭は、宇宙に関する地理的政治を多次元化 • 2007年に中国がASATのテストに成功したことがインドにとっての懸念材料 • インドは2019年にASATをテストし、海軍初の専用衛星であるGSAT-7、初の軍用衛星GSAT-6、GSAT-7A、EMISATなどを打ち上げ 	<ul style="list-style-type: none"> • 2007年の中国ASATテストの直後、インドは統合参謀本部に特別な宇宙担当部門を設置 • 防衛省の下で、宇宙局(DoS)、ISRO、防衛研究開発機構(DRDO)、陸軍、海軍、空軍と連携するために、2019年に防衛宇宙庁(DSA)と統合宇宙局(ISC)を設立 • インドは、国際的に積極的な役割を果たすべく、宇宙活動の行動規範(ICOC)、宇宙空間での過度な開発の防止(Paros)を遵守 • 中国の脅威に対抗すべく、インド、日本、米国、フランスが協力

出典：Arthur D. Little 分析、ORF

規制緩和と民営化の推進

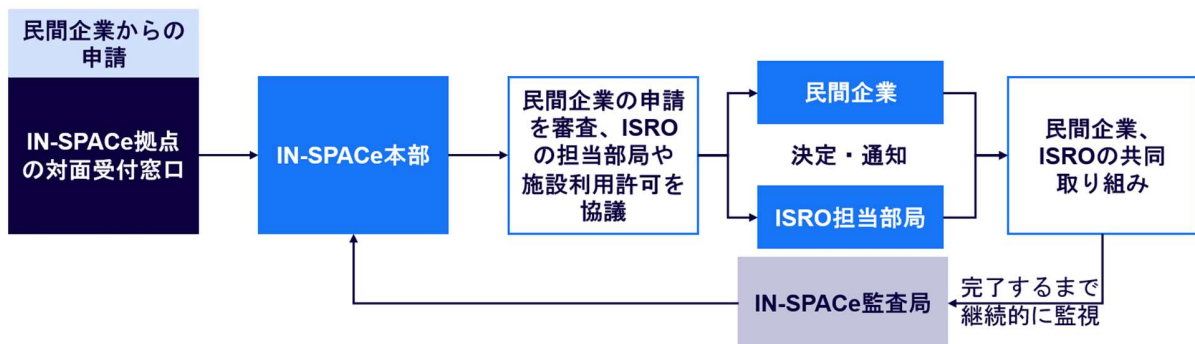
2020年6月、インド連邦内閣は宇宙事業への民間企業の参入を承認しました。外国企業が直接投資により、インドに施設やロケットを設置し、地上基地を建設することが認

められました。外国直接投資（FDI）が認められ、国際企業はインドにおいて宇宙関連の多くの活動に従事することができるようになりました。さらに、政府は宇宙予算を10%増加し、極軌道衛星ロケット30基、静止軌道衛星ロケット10基の建造と、インド初となる有人宇宙飛行ミッションのために十分な財源を確保しました。

2020年6月にIN-SPACe（インド国立宇宙促進認可センター）という新組織の設立が発表されました。IN-SPACeは、宇宙関連活動への参加やインドの宇宙資源の利用を希望する民間企業とISROとの間の調整機関・窓口となる予定です。また、安全保障、法務、プロモーション活動、監査を目的とした部門をそれぞれ設置する予定です。IN-SPACeはまた、ISROから民間プレイヤーへの技術的ノウハウのスムーズな移転をサポートする役割を担います。これらの活動により、インドの宇宙資源をより有効に活用することができ、企業が必要とするリソースや、ISROが長年蓄積してきた専門知識の提供が可能になります。ISROは少なくとも500の技術を移転する準備ができており、そのうち約400はすでに233以上のインドの民間企業に提供されており、さらに多くの企業が利用可能となっています。外国企業も、軍民両用技術やその他の機密特許技術に関する制限はあるものの、これらの技術のほとんどにアクセスできるようになりました。

図 21 : IN-SPACe の役割

民間企業とISROの活動をつなぐワンストップ



- ISROと民間企業をつなぐワンストップ窓口としての調整・監督機関
- 宇宙事業における民間部門の活動を管理・監督し、許認可を担う。安全保障、法務、プロモーション活動の推進、監査を目的とした部門を有する
- 民間企業の参加を促進するための規制緩和、ISROから民間企業への技術ノウハウのスムーズな移転を促進

出典：ISRO、Arthur D. Little 分析

インド政府では宇宙産業に関する4つの規則案が検討されています。IN-SPACeは、これらの規則の下で公的な中枢機関となります。2017年の宇宙活動法案（Space Activities Bill）は、国際条約の義務を遵守して民間企業の参加を促すことを目的とし

ています。この法案が可決されれば、包括的な国家レベルの宇宙活動に関する法制度が構築され、今後の宇宙スタートアップ企業を支援し、ISRO との連携を希望する衛星関連技術企業が政府と折衝する際の制約を緩和し、インド宇宙産業のすべてのプレイヤーのための法的枠組みを提供します。

宇宙輸送政策 2020 (Space Transportation Policy) は、インドの民間企業がロケットを開発し、インド領内から発射したり、国内外にロケット発射場を設置、運営したりするためのエコシステムを構築するものです。これにより、宇宙局が開発した打ち上げ技術や宇宙輸送技術を、商業利用することが可能になります。また、提案されている政策では、半乾燥燃料、液体酸素メタン、グリーン燃料による新しい推進装置の研究にも焦点が当てられています。

SpaceRS (宇宙を利用したリモートセンシング) ポリシー2020 は、宇宙技術の商業化を促進するために、宇宙を利用したリモートセンシングへの国内外企業の積極的な参加を奨励することを目的としています。また、機密性の高いデータや情報を除き、宇宙からのリモートセンシングデータへの容易なアクセスを目指すものです。




最後に、Spacecom (宇宙を利用したコミュニケーション) ポリシー2020 は、衛星放送、ネットワーク接続、個人レベルのグローバルモバイル通信の需要の高まりに対応するために策定されたものです。この政策により、民間事業者は、通信に必要な軌道枠の購入、衛星の建造・調達、地上局の設置により、宇宙を利用した通信サービスを提供できるようになります。ただし、対象となるのはインド法人のみであり、外国の衛星事業者はインドに現地法人を設立するか、インド法人を経由する必要があります。

宇宙の規制緩和と民営化は、モディ首相が謳う Atmanirbhar Bharat (自立したインド) 政策の一環です。自国製造業を育成、多角化し、国際的な競争力を得ることを目的としています。しかしながら、日本、イスラエル、フランスなど友好国とのノウハウ/技術移転がなければ、「自立したインド」の実現は叶いません。インド政府は、これまでの供給主導型から需要主導型の産業育成を目指し、宇宙活動に対する支援策や規制緩和を実施しています。

一連のインド政府の施策により、インドの宇宙産業はより民間企業の参入を推進し、政府の介入を最小化する方向へ向かっており、結果として、日本や欧米の宇宙関連企業にとって参入のチャンスになります。




図 22、23 : Atmanirbhar Bharat (自立したインド) 政策 : インドの宇宙部門の規制緩和と民営化

規制緩和と民営化、推進の背景と課題 (1/2)

民間部門の参入	宇宙関連スタートアップの成長	ISRO傘下国営企業の問題
 <ul style="list-style-type: none"> IN-SPACeの設立 民間産業の宇宙活動を、奨励策や規制緩和を通じて、支援、促進、監督 インド宇宙産業を「供給主導型」モデルから「需要主導型」モデルに転換、インドが有する宇宙産業のアセットの最適な活用を進める 	 <ul style="list-style-type: none"> インドの宇宙スタートアップは35社 : ロケットの設計に重点を置いた企業3社、衛星設計 14社、その他はドローンベースのアプリケーション・サービスが中心 (事例) ベンガルールに拠点を置く Pixxelは、人工衛星をロシアのロケット・ソユーズに搭載して打ち上げ、AI技術を用いた農地/気候観測、防衛監視、災害監視などのデータを収集 	 <ul style="list-style-type: none"> ISROの商業部門として2019年に設立されたNSILは、従前のISRO商業部門 Antrix Corporation (1992年設立)と事業が重複 ISROとDoS は、Antrix Corporationと ISNLとの差別化や必要性に対してコメントしていない Antrix Corp社は国外での訴訟問題で敗訴し、Devas Multimedia社へ多額の補償支払いの判決を受けている

出典 : Arthur D. Little 分析

規制緩和と民営化、推進の背景と課題(2/2)

政府機構の問題	民間新規参入の可能性	投資環境
 <ul style="list-style-type: none"> ISRO長官と宇宙局(DoS)次官、および宇宙委員会の委員長は兼任となっている これら組織の構造的な分離はなされておらず、IN-SPACeは単なるつなぎを担う機関であり、国家の宇宙機関ではない ISRO長官と宇宙局次官の責任・役割が分離されていない限り、IN-SPACeの自律性や公平性は確保できない 	 <ul style="list-style-type: none"> ISROは、約150の民間企業と既に提携済み(NASAは375を超える民間企業と連携) ISROの民間連携推進策は、技術的なノウハウや知的財産を民間企業に供与がメイン エアバス社などの外国企業は、インドへの進出と製造拠点の設立を検討 	 <ul style="list-style-type: none"> DoS/ISROのセクター別ガイドラインに基づき、衛星の製造・プロジェクト実施に対して100%の外国資本出資が許可されている 1994~2015年の間に51の海外顧客のオーダーに基づき84基のPSLV(Polar Satellite Launch Vehicle、極軌道打ち上げロケット)が打ち上げられている ISROは衛星、ロケットのTTC (Telemetry, Tracking and Command、観測/追跡/制御) サポートおよびコンサルティングサービスを国際的に提供している

出典 : Arthur D. Little 分析

こうした努力の結果、現在インドでは 40 社以上のスタートアップ企業が宇宙、衛星プロジェクトに取り組んでおり、今後もその数は増加すると思われます。これらスタートアップへの投資も急増しており、2020-21 会計年度 (1~12 月) には前年度比 7 倍以上に増加しています。直近 3 年間の資金総額は 520 億米ドルを超えました。これらスタ

ートアップの事業内容としては、独自のロケットエンジン開発（AgniKul Cosmos）、商業用ロケット打ち上げサービス（Skyroot Aerospace）、小型ハイパースペクトルカメラ搭載衛星の製造（Pixxel）、小型（ナノ・キューブ）衛星製造・打ち上げサービス（Vesta Space Technology）、ホールスラスタ推進機の開発（Bellatrix Aerospace）など意欲的なものが多くあります。

図 24：インドの宇宙関連スタートアップ企業への急激な資本流入

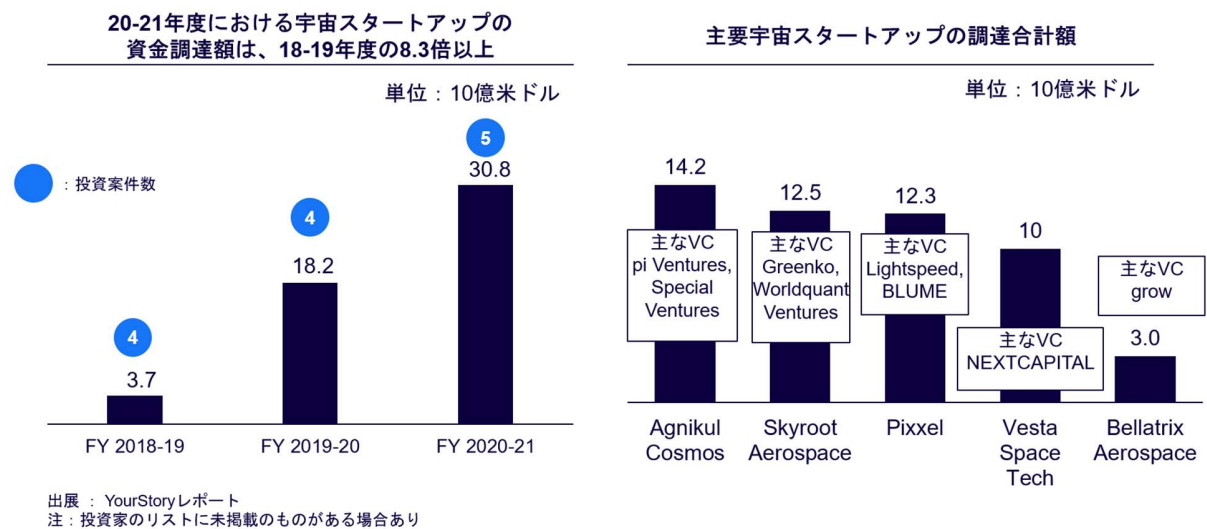


図 25：インドの衛星インターネット市場への参入を計画しているプレイヤー



図 26：インドの宇宙産業における主要プレイヤー

規制当局、政府機関、メーカー、スタートアップなど、様々なプレイヤーが存在



出典：Arthur D. Little 分析

2021年10月、インド宇宙協会（ISpA）が設立されました。宇宙・衛星関連企業で構成されるこの業界団体は、インド宇宙産業のエコシステム全体のステークホルダーと関わりを持つこととなります。その中核的な機能の1つは、インドを宇宙分野で自立させ、世界のリーダーにするという政府のビジョンを実現するために求められる政策を提言することです。設立メンバーには、Bharti Airtel、Larsen & Toubro、Nelco（TATAグループ）などのインド地場大手企業が含まれます。

直面している政策課題としては、宇宙事業の不確実性を最小化し、様々な係争の解決や各プレイヤーの説明責任を明らかにするために、包括的な規制の枠組みが必要となっています。例えば、ISROの施設を使用し、政府当局の認可を受けなければならない様々な検査は、手続きをさらに簡略化する必要があります。また、銀行やその他の資本市場がスタートアップなど新興企業に対する投融資をより積極的に提供できるよう、リスク評価を容易にする情報・データを整備、提供する必要があります。

また、ISROのミッションである関連機械・設備などの国産化を推進するため、2023年末までに一部の商業衛星（完成品）の輸入が禁止されることも投資家が留意すべき点です。基本的には防衛関連製品の輸入禁止措置ですが、一部の商業衛星（GSAT-6衛星端末は2020年12月より輸入禁止、GSAT-7C、GSAT-7Rは2023年12月より輸入禁止）の完全組立品の輸入を禁輸するものとなっています。ただし、これら衛星の部品、およびその他の禁止されていない衛星のサプライヤーとして参加する機会は依然として残されています。

図 27：輸入禁止の動き-インドの宇宙市場

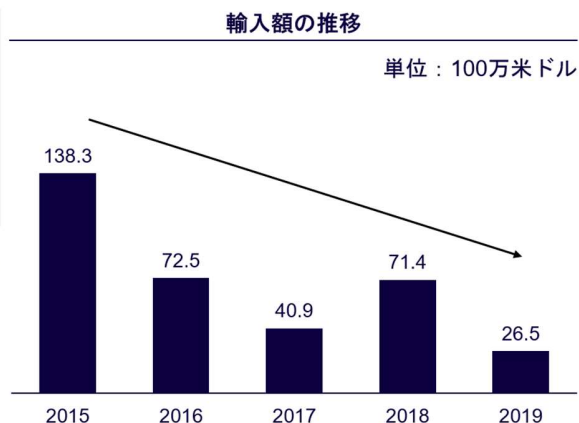
インドは防衛関連製品の輸入を制限、一部商用衛星の輸入も対象に

以下の商用衛星の輸入が禁止に

- GSAT-6衛星ターミナル(2020年12月より)
- 商用衛星GSAT-7C(2023年12月より)
- 衛星GSAT-7R(2023年12月より)

- ISROの宇宙関連資材国産化推進委員会は、150種類以上の素材と部品を対象に国産化に取り組む
- インドの関連企業がコンソーシアムを組むなどして、特に電子部品の製造に取り組むことが優先事項とされている
- インドは、宇宙分野における外国投資規制を緩和し、外国投資の拡大と、宇宙スタートアップへの投資促進を目指す

出典：ISRO ウェブサイト、Gol ウェブサイト、世界銀行取引データ
注：探査機、衛星、打上げ用車両はHSコード 880250



ISROの国産化推進により、インドの宇宙船、衛星、ロケットの輸入は、2019年には2015年の5分の1まで減少

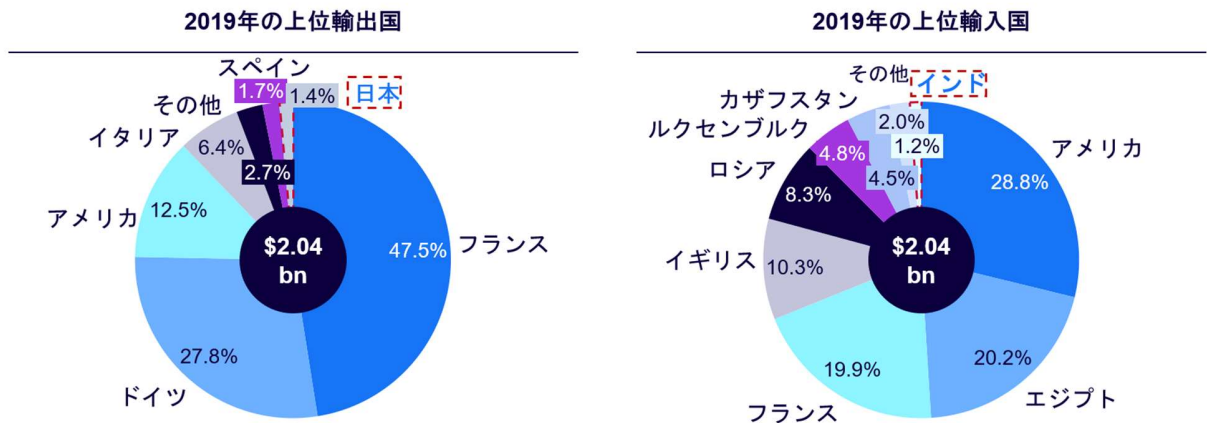
課題はありますが、インドの宇宙産業は野心的な成長戦略を掲げており、その潜在市場としての魅力は無視できません。

4.スペース 4.0：日本企業のビジネスチャンス

インドの宇宙開発は、日本企業にとって大きなチャンスとなります。

日本は宇宙船、衛星、ロケット（HS6 グループ）の世界上位の輸出国であり、2019年の輸出額は2,800万米ドルです。一方、インドはこれらの製品の世界トップの輸入国であり、輸入額は2019年に2,500万米ドルと、日本の総輸出額にほぼ匹敵します。しかし、日本は2019年のインドの輸入ニーズの0.3%にしか寄与しておらず、英国、シンガポール、米国からの輸入が大部分を占めています。2019年、インドは航空機、宇宙船、関連部品（HS2 グループ）分野で日本に対し690万米ドル相当の輸出実績があります。もっとも同年の実績を他国と比較すると、日本はインドの輸出の1%、インドの輸入の0.1%にしか寄与していません。

図 28：宇宙船、人工衛星、ロケットの輸入／輸出国概況（2019年）

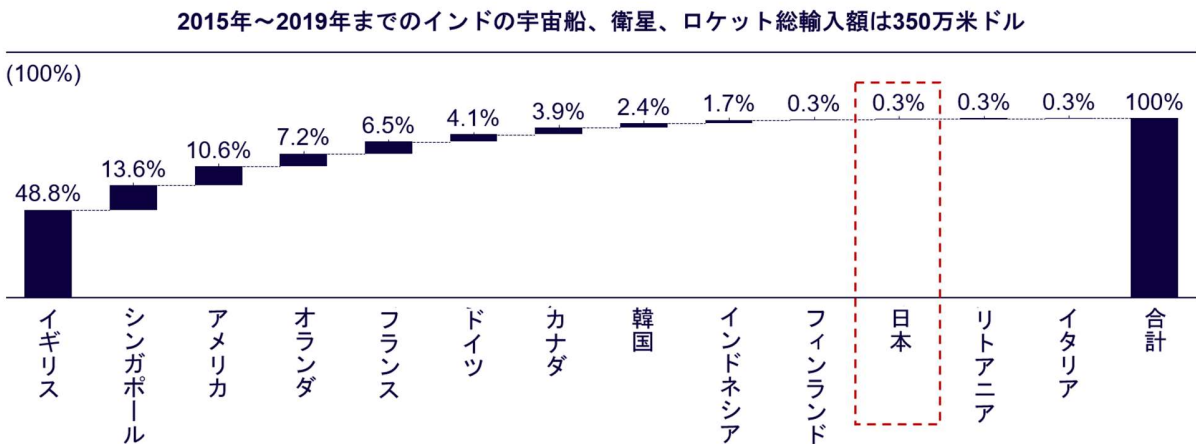


日本は宇宙船、衛星、ロケットの輸出で世界の1.4%を占め、2019年には2,800万米ドル相当を輸出。インドは同輸入で世界の1.2%を占め、2019年に2,500万米ドル相当を輸入。

出典：OEC
注：探査機、衛星、ロケットはHS6コード880250

図 29：インドの人工衛星、宇宙船、ロケットの輸入相手国：国別分布（2019年）

日本からインドへの輸出は、過去5年間で総額の約0.3%にとどまる

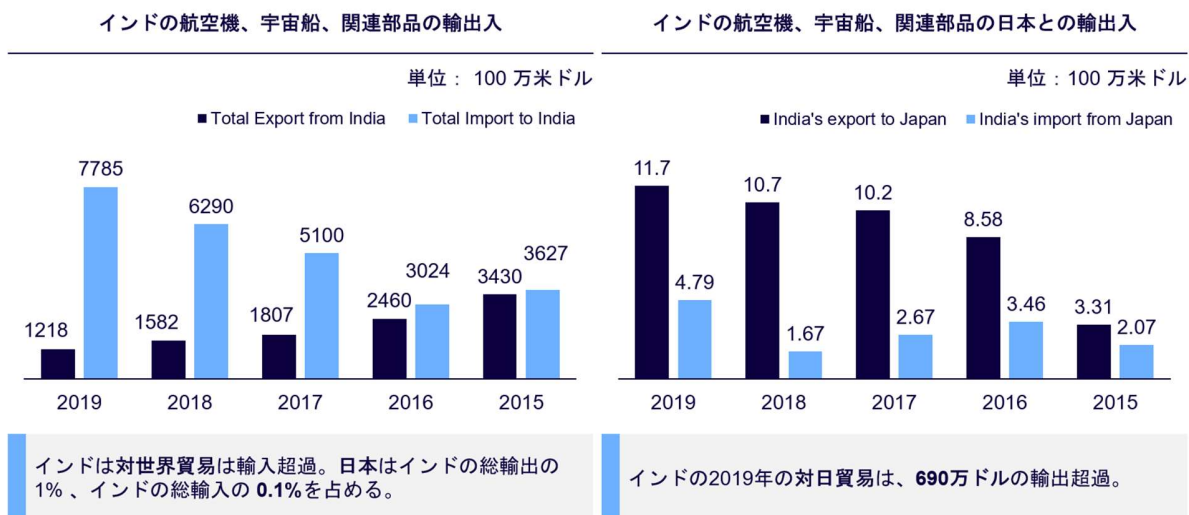


総額の82%は、ヨーロッパと北米が占める。

出典：世界銀行
注：探査機、衛星、打上げ車両はHS6コード880250

図 30：インドの航空機、宇宙船、関連部品の輸出入推移：世界と日本（2019年）

インドは輸入超過だが、対日貿易においては輸出超過



出典：OEC
注：航空機、宇宙船、および関連部品はHS2コード88

日本の航空宇宙企業は、インドが輸入に依存する、特に電子機器、光学機器分野でのシェア獲得が期待できます。また、重量型ロケット、打ち上げサービス、発射場などの技術移転を伴う合弁事業をインドで追求することも選択肢となります。

具体的には、以下の5つの分野で高い可能性があると思われます。

第一に、衛星／宇宙船関連の部品の輸出、特に全地球測位衛星システム（GNSS）の通信、地上、ユーザーセグメント用の部品のニーズが高いと思われます。これには次のようなアプローチが考えられます。

1. ISRO の宇宙アプリケーションセンターと部品要求仕様について協議
2. Pixxel、Dhruva Space、Azista-BST Aerospace、Bellatrix Aerospace、Manastu Space などのインドスタートアップ企業とのサプライヤー契約
3. Starlink、Nelco、Oneweb など今後の衛星インターネットプレーヤーとのサプライヤー契約
4. インドとの二国間貿易協議により、特に地上部門とユーザー部門における電気電子部品の日本からの輸出に優位な機会を得る

図 31：ISRO が調達を必要としている衛星通信関連部品

衛星通信	衛星ナビゲーション-地上セグメント	マイクロエレクトロニクス
<ul style="list-style-type: none"> • Cバンドレシーバ • KUバンドレシーバ • KUバンドLNA • KaバンドLNA • Ka x Ku Downコンバータ • Ku x Ka Upコンバータ • DC-DCコンバータ (70Vバス) • DC-DCコンバータおよびHMC(28-42Vバス) 	<ul style="list-style-type: none"> • KINTEX-7ベースのFPGA開発ボード (ADC/DACおよびCortex-A9プロセッサ内蔵) • 低コストGNSS信号シミュレータ • 低コストユーザーレシーバー • 統合LNA付マルチバンドGNSSアンテナ • ナビゲーションアプリケーション開発 • ユーザーモバイルデバイスに統合されたNavIC受信機 • NavICデータ暗号化アルゴリズム開発 	<ul style="list-style-type: none"> • SAWデバイスの設計、開発、製造、テスト • MMIC、RF MEMS、mm波コンポーネントの設計とテスト • キャリブレーションターゲット、マイクロレンズアレイ、オプティカルグレーティングなどのマイクロ光学素子の開発・製造 • MCM、LTCC、System in Package(SIP)、高度なSystem on Chip(SoC)、チップスケールパッケージングなどの扶桑技術を活用した設計、製造 • MIC、SAW、および LTCC ベースのサブシステムの製造と組み立て <ul style="list-style-type: none"> - MICおよびSAWデバイスの薄膜デポジションの基板処理 - MICおよびSAW用マイクロソグラフィ、光学DWL、Mask Fab、E-beam - LASER hermetic sealingを含む、MMIC、MIC、LTCC、SAWの組み立てとパッケージ

出典：ISRO SAC 公式ポータル

図 32 : ISRO が求めるマイクロ電子部品

衛星ナビゲーション	衛星ナビゲーション-地上セグメント
<ul style="list-style-type: none"> • Cバンドレンジのレシーバ • L5アップコンバータ • Sバンドアップコンバータ • L5バンドモジュレーターのローカル発振器 • Sバンドモジュレーターのローカル発振器 • 5W CバンドSSPA • L5バンドドライバアンプ • Sバンドドライバアンプ 	<ul style="list-style-type: none"> • 携帯端末用アンテナ(LおよびSバンド) • S/Lバンド用小型、低消費電力、低ノイズアンプ(LNA) • 小型、低消費電力リニアパワーアンプ(Sバンド、1/2、1、2ワット) • Sバンド/Lバンド/IF(70MHz)小型、低消費電力、帯域再構成可能型トランシーバ • マルチメディア機能(低消費電力、USB、イーサネットなどの一般的なユーザー・インターフェイスを備えた小型モジュール)を搭載したARM/DSP/FPGA/DM37xxなどに基づく再構成可能ベースバンド • SATCOMターミナルのパッケージ(ラピッドプロトタイプなど) • 次世代モバイルアプリケーション向けネットワーク管理システム • ビットレート効率に優れたコーデック(効率的な音声およびビデオコーデック)とトランスコーダの開発 • DVB-S/DVB-S2/DVB-SH(モジュレータ、IPカプセル化など)などのブロードキャスト標準の効率的な実装 • 衛星モバイルトークグループハブおよびターミナル • PCB設計、製造、およびRFサブシステムのテスト(地上システム向けに提案された設計に基づくターンキーソリューション) • グランドシステムの設計案に基づいた、ベースバンドサブシステムのPCB設計、製造、およびテスト • 衛星通信アプリケーション開発

出典：ISRO SAC 公式ポータル

図 33 : ISRO が求める電子光学画像関連部品

光学系	探知機	電子機器
<ul style="list-style-type: none"> ・ 軽量鏡の制作 ・ レンズアセンブリの制作 ・ 光学フィルターの開発 ・ 光学部品(立方体、小型ミラー、レトロリフレクタなど) ・ 薄膜コーティング ・ 光学計測ツール ・ 望遠鏡のアライメントとテスト ・ 光学式テストベンチの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・ CCDおよびCMOS探知器(小型から超大型までのリニアおよびエリアアレイ探知器) ・ TDI探知器(小型から大型のマルチライン探知器) ・ 探知器テストのセットアップ ・ 夜間撮影用カメラ ・ 赤外線探知器の開発 ・ フォーカルプレーンアレイ開発 ・ 一体型探知器の冷却アセンブリ ・ マイクロ・ボロメーター 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高速ビデオプロセッサ ・ ASIC開発 ・ デジタル制御および処理電子機器の開発 ・ PCB設計と製造 - 電子機器テストセットアップの開発 ・ 小型化 ・ 3Dパッケージ ・ 信号シミュレータ ・ 積層ポリマーPCB(ピッチが10MIL未満) ・ 1553、イーサネット、USB、CANバスのコア開発 ・ 小型化されたデータストレージ：32GB ・ 1TB、EDAC、TMRメソッド ・ Hi-Relパッケージ制作 ・ 試験ソフトウェアの開発 ・ パッケージの試験と評価 ・ パルスレーザー設計 ・ アバランシェフォトダイオードアレイ開発およびROIC
性能検査と評価	統合と試験	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 高速データ収集システム ・ ペイロードコマンドシステム ・ PCBの設計と製造 ・ データ処理および分析ソフトウェア開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ハーネスの製作 ・ 試験準備・設営 ・ ペイロード統合と試験 	

出典：ISRO SAC 公式ポータル

第二に、衛星部品、電子部品、科学機器などの分野で、インド企業との合弁やM&Aの可能性を模索し、より広範な市場参入を追求することです。これには次のアプローチが考えられます。

1. SASMOS HET Tech、Transpace Tech、Centum Electronics、Avasarala Techなどのインド・中堅中小企業とのM&A
2. Alpha Design、MTAR Tech、Paras Defence & Space、Godrej&Boyceなどの大手企業との合併や協業
3. インド現地法人を設立したうえで、カルナータカ州、テランガーナ州、タミルナドゥ州の各州政府と、生産拠点設立に向けた協議（州政府独自の優遇措置、工業用地がある）
4. エレクトロニクス、防衛、航空宇宙の製造活動に与えられる中央政府インセンティブを検討。インド国内生産に対する補助金（生産連動型インセンティブ、PLIスキーム）、生産活動に対する融資（技術開発基金、Technology Development Fund）、工業用地データベース（工業用地銀行、Industrial Land Bank）などのスキームがある

第三に、日本企業は、技術移転と日本のサプライヤーからの部品調達を推進するために、インドのロケット分野における新興の民間ベンチャー企業との合弁事業を検討することです。これには次のアプローチが考えられます。

1. Agnikul Cosmos、Skyroot Aerospace、Urvyam など、ロケット分野の民間新興企業との共同事業や技術提携の機会を模索する
2. 日本の民間企業が運営する日本の発射場からの打ち上げプロジェクトについて、インドスタートアップ企業と協力する
3. ロケット部品のサプライヤーとして、インドスタートアップへアプローチする
4. ISRO／スペースアプリケーションセンターへ、ロケット用エンジン、電子機器のサプライヤーとしてアプローチする

第四に、日本は ISRO と、宇宙状況把握やデブリ軽減技術、深宇宙での共同探査で提携する可能性があります。これには次のアプローチが考えられます：

1. 日本の JAXA が、ISRO のスペースアプリケーションセンターと深宇宙での共同探査ミッションで提携
2. 日本企業はデブリ軽減のために Digantara のようなインドスタートアップと協業
3. 日本企業は、宇宙状況把握に関するテーマについて、ISRO の関係当局の技術パートナーとしてアプローチ

最後に、日本企業がインドの民間企業との合弁事業の機会を模索したり、ISRO と共同でリモートセンシングや地球観測データ情報処理、消費者市場、政府向け、安全保障などの分野に共同で取り組むことも有望です。これには次のようなアプローチがあります：

1. 地球観測とその応用について、ISRO の国立リモートセンシングセンターのナレッジパートナーとなる
2. リモートセンシング、衛星ナビゲーション、および安全保障、気象学、その他の分野におけるベストプラクティスなどをテーマに、ISRO とともにインドでワークショップを開催することで関係を構築
3. Marvel Geospatial、Ambee、Pixxel、Earth Analytics India、Esri、Kawa Space、Geo Spoc などの民間プレイヤーとの合弁、協業の機会を模索する
4. データ処理に関するプレイヤーと連携することで、提携先の地球観測データ解析サービスを活用する



日印間の協力については、既に二国間の対話が始まっています。2021年11月に開催された、第2回日印宇宙対話では、双方の宇宙政策や優先プロジェクトや安全保障に加え、宇宙状況把握、衛星測位システムなどの技術面の対話や、ISROとJAXAの協力、貿易面などが議題となりました。

岸田首相は2022年3月にインドを訪問し、モディ首相との首脳会談において、宇宙分野を含めた各産業分野において、420億米ドル相当の日本からの投資を約束しました。インドの宇宙産業に関心のある日本企業は、ジェットロや、インド首相府の日本専用デスク「インベストインド・ジャパンプラス」(<https://www.investindia.gov.in/ja-ip/country/japan-plus>)を活用し、IN-SPACEやISpAとのパートナーシップを開始し、インド人スタッフを含めたインドプロジェクトチームを設立してISROやインドのベンチャー企業とより強い戦略的関係を構築することを提案します。

図 34、35：日本企業のインドアプローチのポイント

ISROとのパートナーシップを確立	インドのスタートアップとの合併	ISROのサプライヤーとなる
 <ul style="list-style-type: none"> インド首相府が設置する日本向けの専用デスクに照会 IN-SPACEとのパートナーシップ交渉 Agnikul Cosmos、Dhruva Spce、Pixxelなど、インドスタートアップはIN-SPACEを通じてISROと協業 	 <ul style="list-style-type: none"> インド人材も活用し、インドの専任チームを結成、より良い関係を築き、言語の壁を克服 インド宇宙協会(ISpA)へコンタクトして、適切なパートナー探しのサポートを受ける 事例として、Azista-BSTは、Azista IndiaとGerman BSTの合併会社 	 <ul style="list-style-type: none"> インド首相府が設置する日本向けの専用デスク「ジャパンプラス」に照会 ISRO SAC (Space Applications Center)にコンタクトして、サプライヤーになるための協議を行う

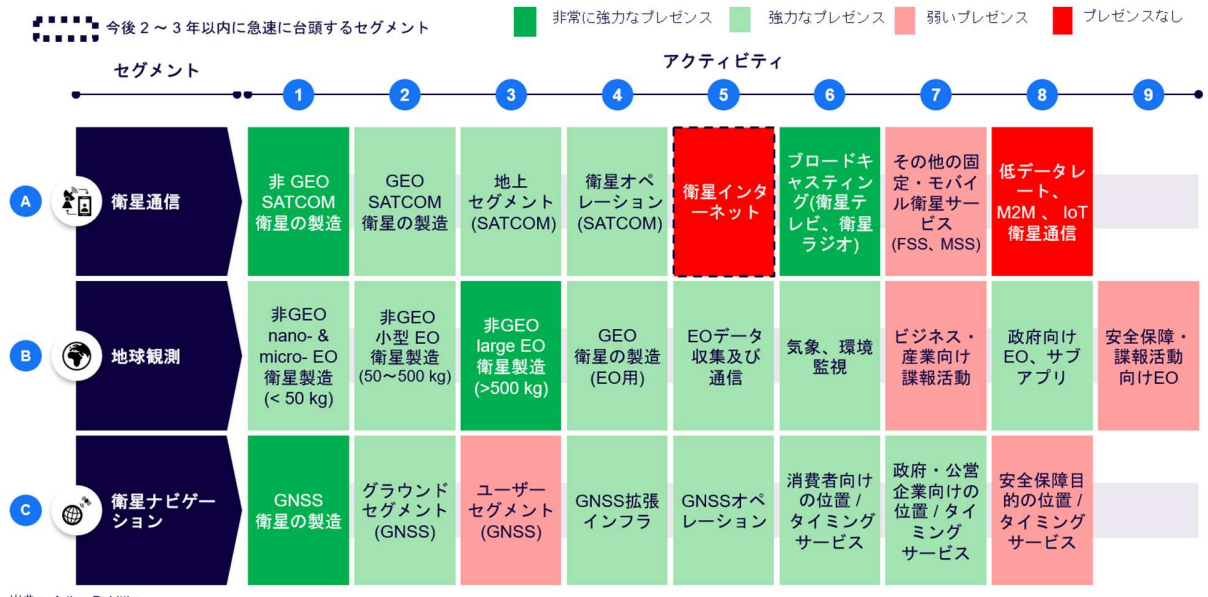
出典：Arthur D. Little 分析、Gol Website

インドのスタートアップのサプライヤーに	インドに生産拠点を設立
 <ul style="list-style-type: none"> • インド人材も活用し、インドの専任チームを結成、より良い関係を築き、言語の壁を克服 • インド宇宙協会(ISpA)へコンタクトして、適切なスタートアップ探しのサポートを受ける 	 <ul style="list-style-type: none"> • ドローン部品および電子機器メーカーであれば、インド中央政府の民間航空／電子機器省へコンタクトし、インド政府が提供している製造業向けインセンティブ(PLIなど)の活用を検討する • カルナータカ州、テランガーナ州、タミルナードゥ州など宇宙産業が集積するインド南部の主要州政府にコンタクトして、工場用地を確保する。これらの州には、電子メーカー向けの産業集積がある

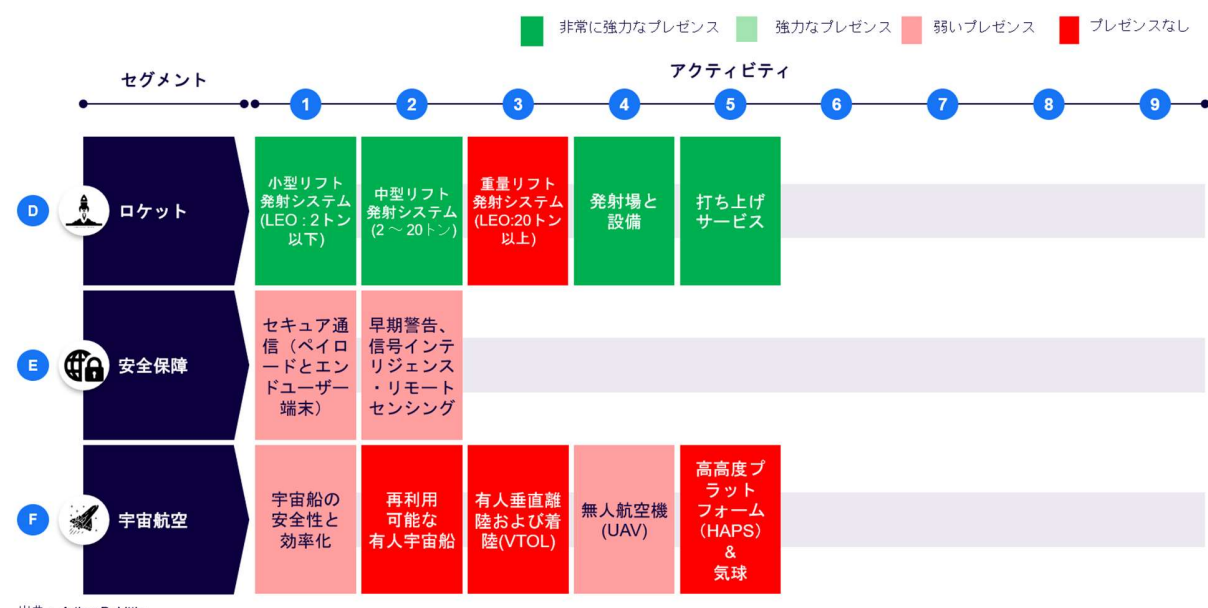
出典：Arthur D. Little、Gol Website

これらの機会を、Arthur D. Little 独自のマトリックスを用いて以下にまとめます。このマトリックスは、宇宙事業を 9 つの大分類（衛星通信、地球観測、衛星ナビゲーション、ロケット、安全保障、宇宙航空、有人宇宙飛行、宇宙・科学探査、新規宇宙事業）と 50 以上の小分類にわけ、インドの宇宙産業をこのマトリックスにマッピングし、小分類項目におけるインド官民プレイヤーのプレゼンスを整理しました。インド宇宙産業の強み、弱みを明らかにすることで、日本企業の参入チャンスの参考にしていただきたいと思います。

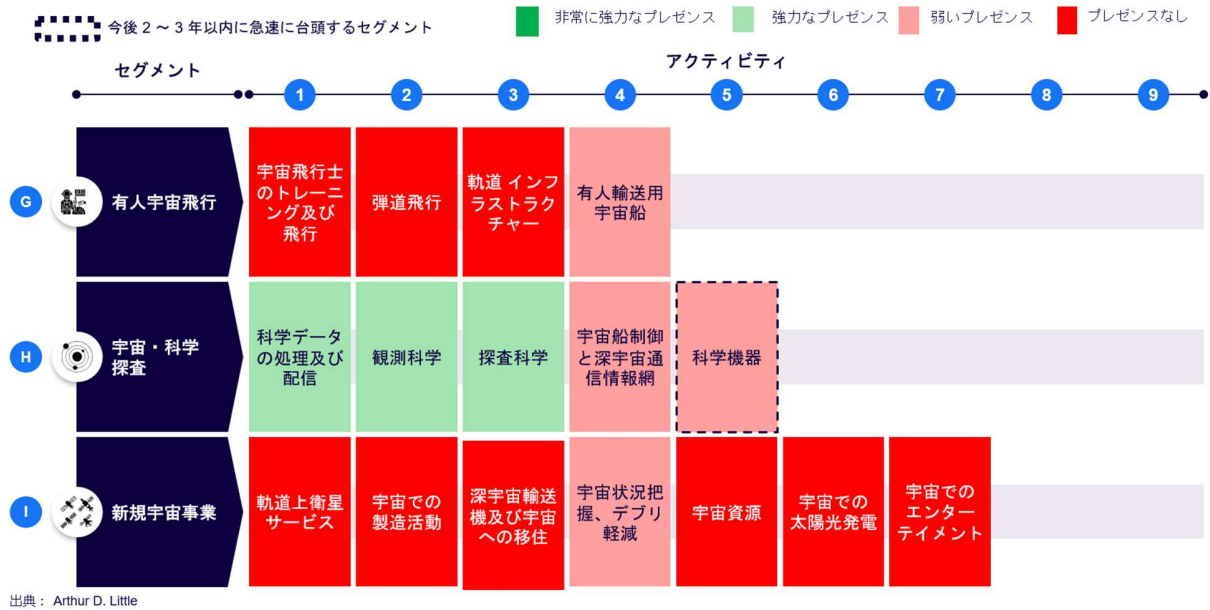
図 36、37、38：インドの宇宙産業のバリューチェーンマッピング



出典： Arthur D. Little

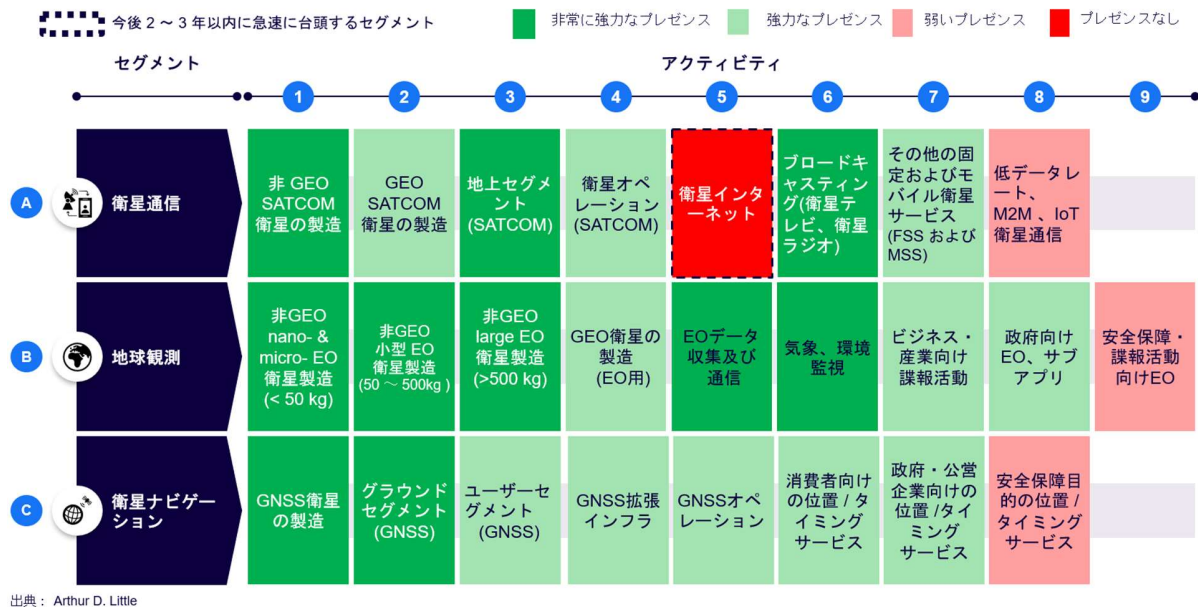


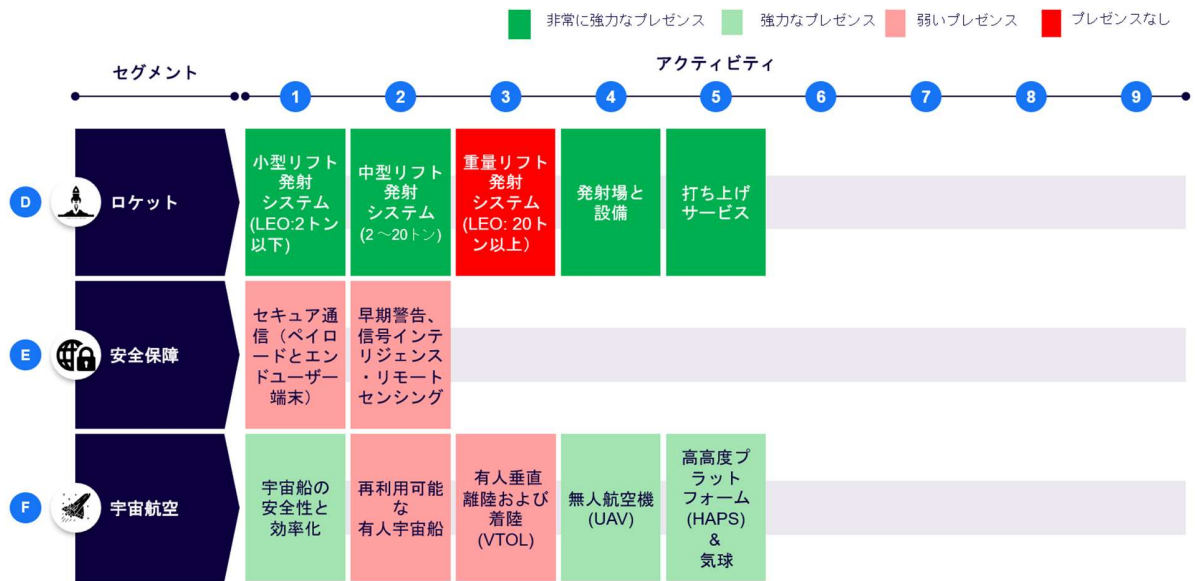
出典： Arthur D. Little



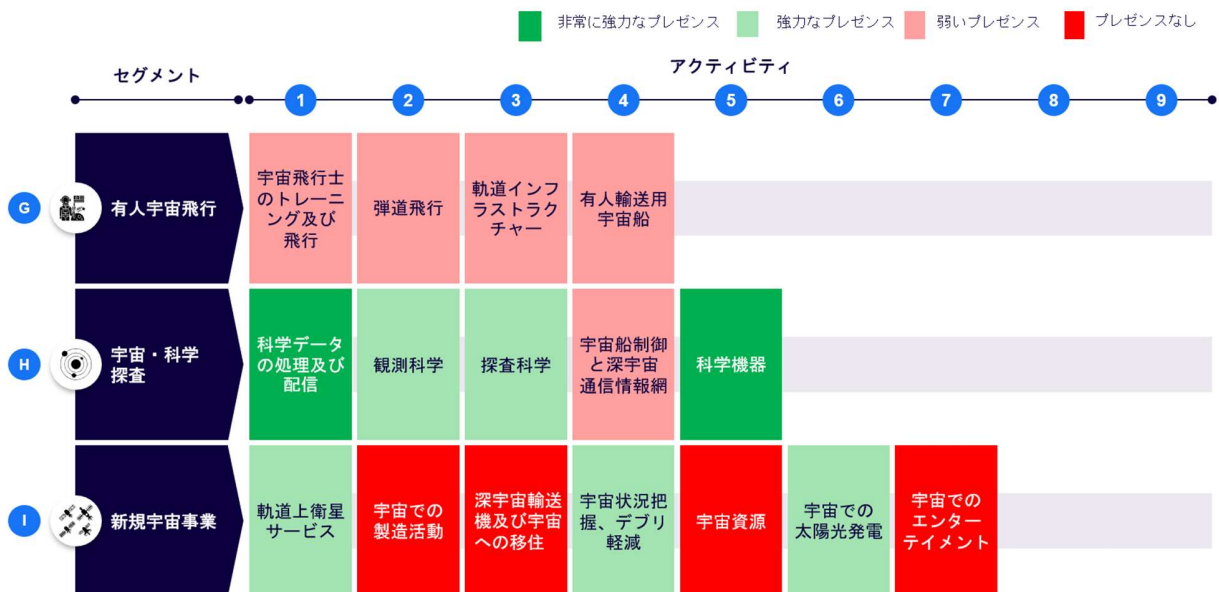
また、以下はインドの宇宙産業との対比の参考として、Arthur D. Little が分析した日本の宇宙産業における同様のマトリックスです。

図 39、40、41：日本の宇宙産業のバリューチェーンマッピング





出典: Arthur D. Little

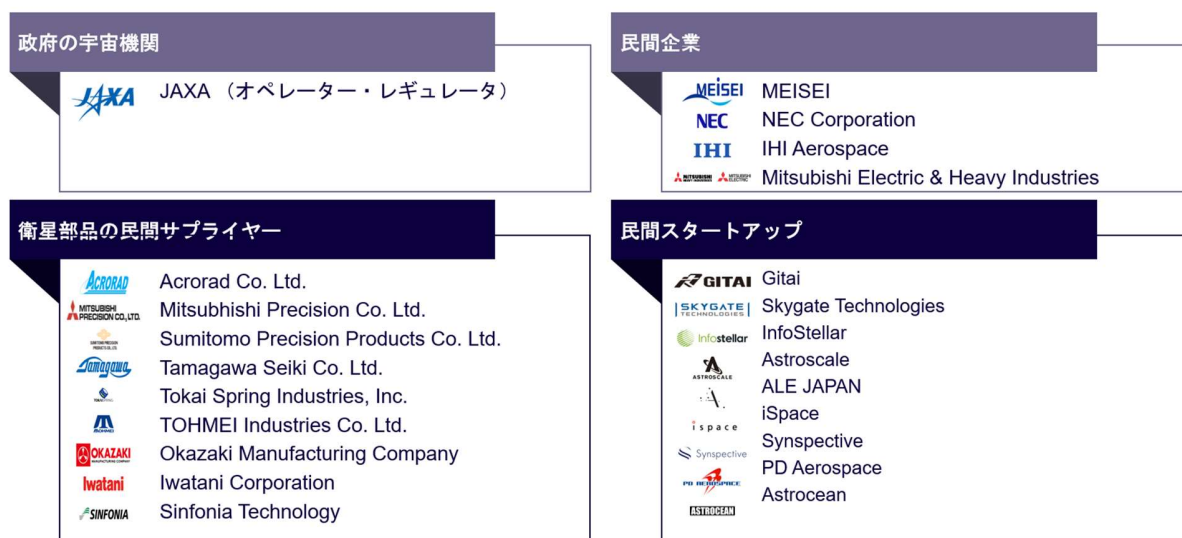


出典: Arthur D. Little

なお、Arthur D. Little が認識している日本の宇宙産業における主要なプレイヤーは以下のとおりです。

図 42：日本の宇宙産業における主要プレイヤー

日本においても規制当局、政府機関、製造業者、新興企業など、多様なプレイヤーが存在

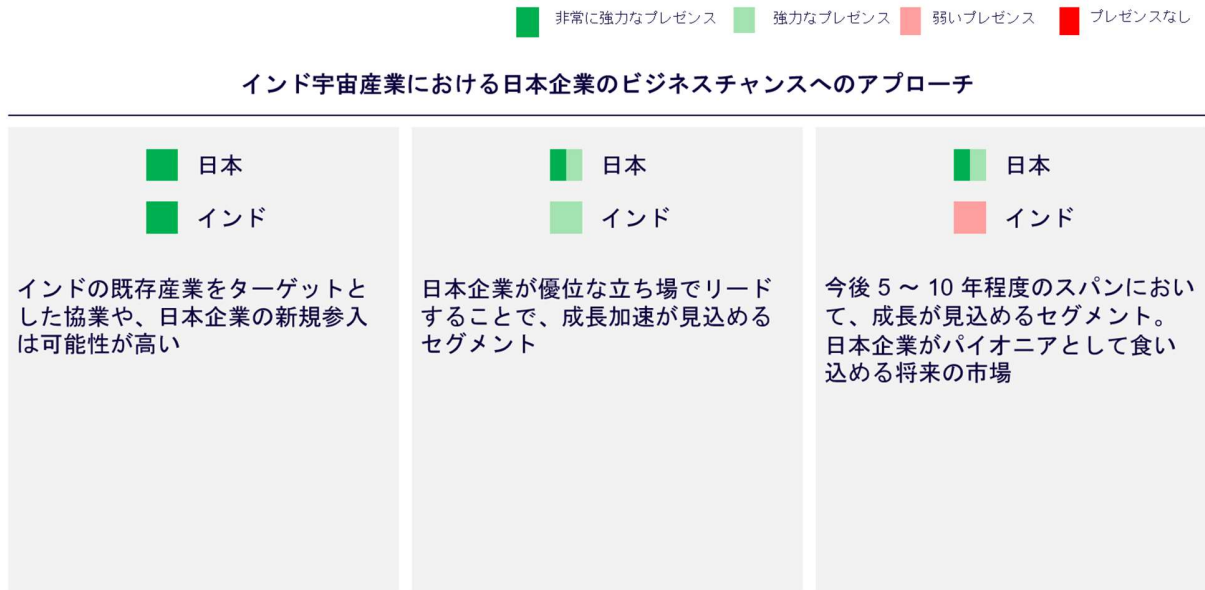


出典：Arthur D. Little 分析

以上の分析に基づき、Arthur D. Little は以下のような 3 つのパターンにおいて、日本企業のインド宇宙市場参入の可能性があると考えます：

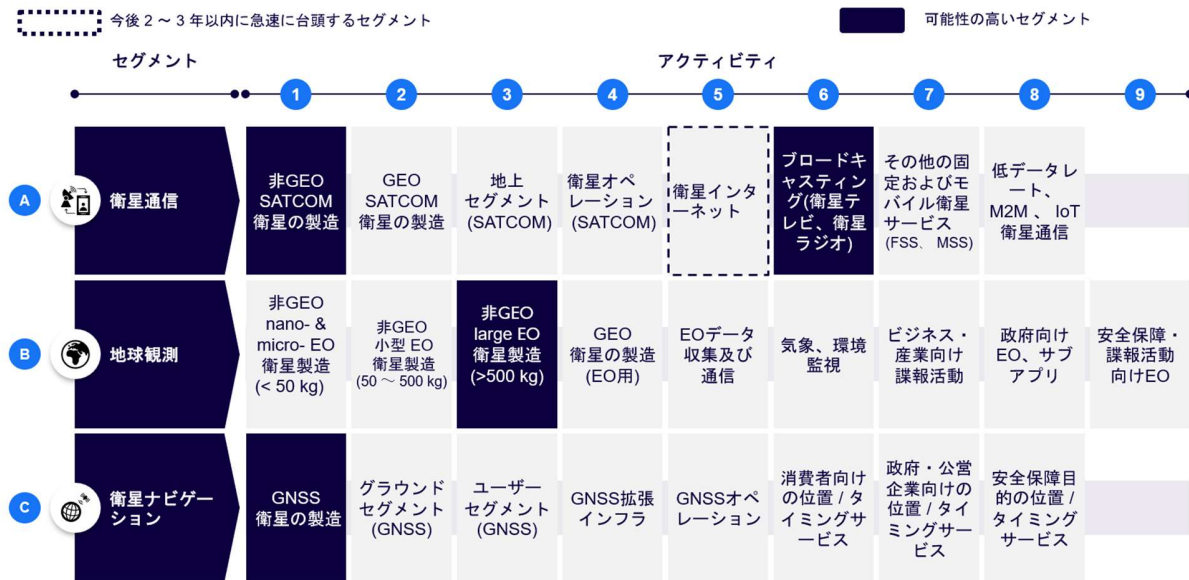
1. 日本もインドも既に大きなプレゼンスを有する分野：日本企業はインドの既存産業部門をターゲットに、輸出、協業、参入を目指すことが可能。
2. 日本が強いプレゼンスを有し、インドが比較的強いプレゼンスを有する分野：日本企業はその能力を活かして、潜在性の高いインド市場セグメントの成長をリードすることが可能。
3. 日本が強く、インドが弱い分野：バリューチェーンの中で、インドが今後 5～10 年の間に成長する可能性がある分野は、まさに未開拓の成長市場としてのポテンシャルを有する。

図 43 : マトリックスの結果に基づく日本企業のビジネス戦略

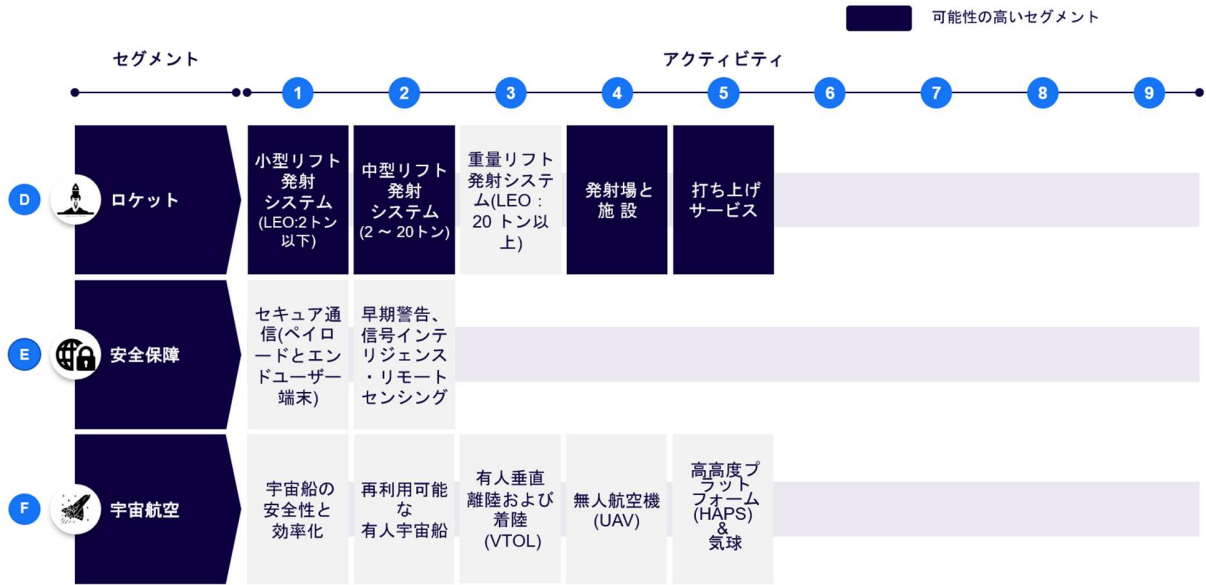


出典 : Arthur D. Little

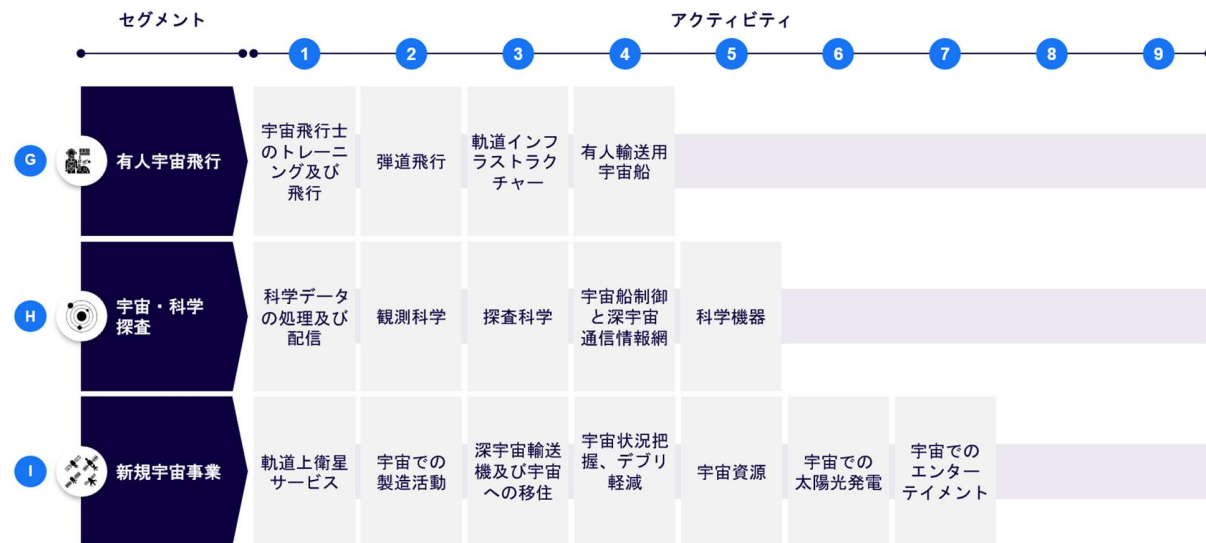
図 44、45、46 : パターン 1 日本もインドも既に大きなプレゼンスを有する分野（既存産業・技術）



出典 : Arthur D. Little

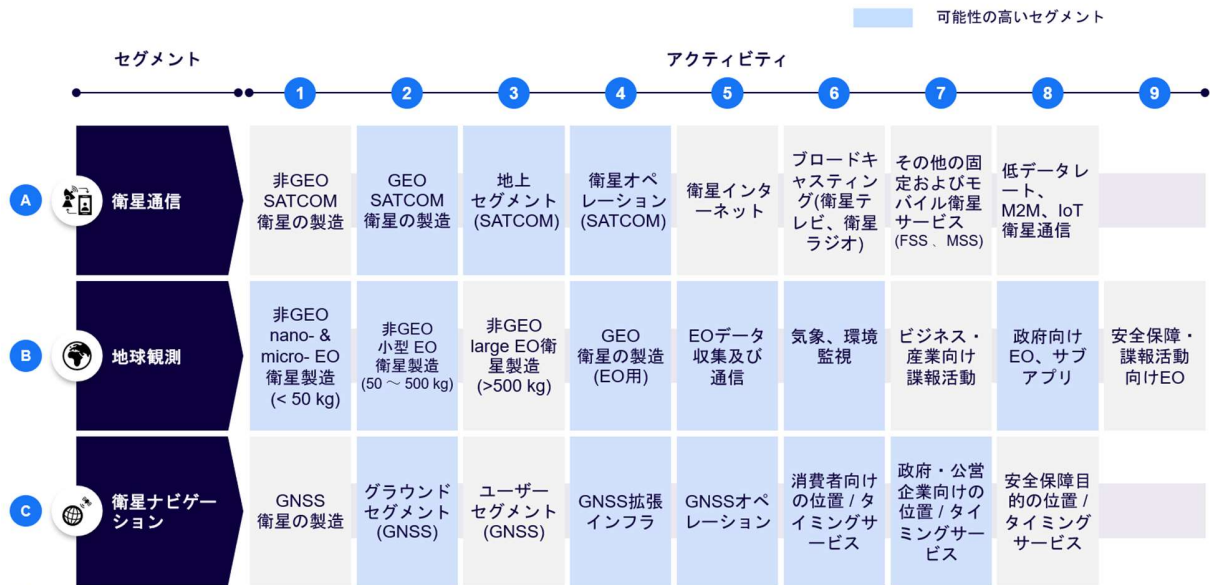


出典: Arthur D. Little

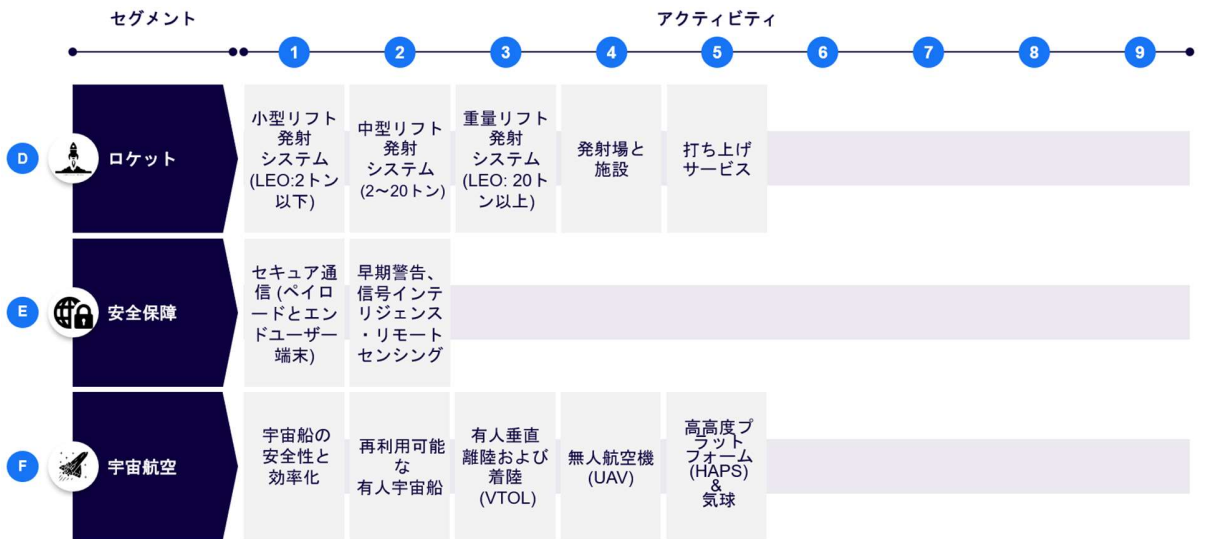


出典: Arthur D. Little

図 47、48、49：パターン2 日本が強いプレゼンスを有し、インドが比較的強いプレゼンスを有する分野（成長加速が見込めるセグメント）



出典：Arthur D. Little



出典：Arthur D. Little

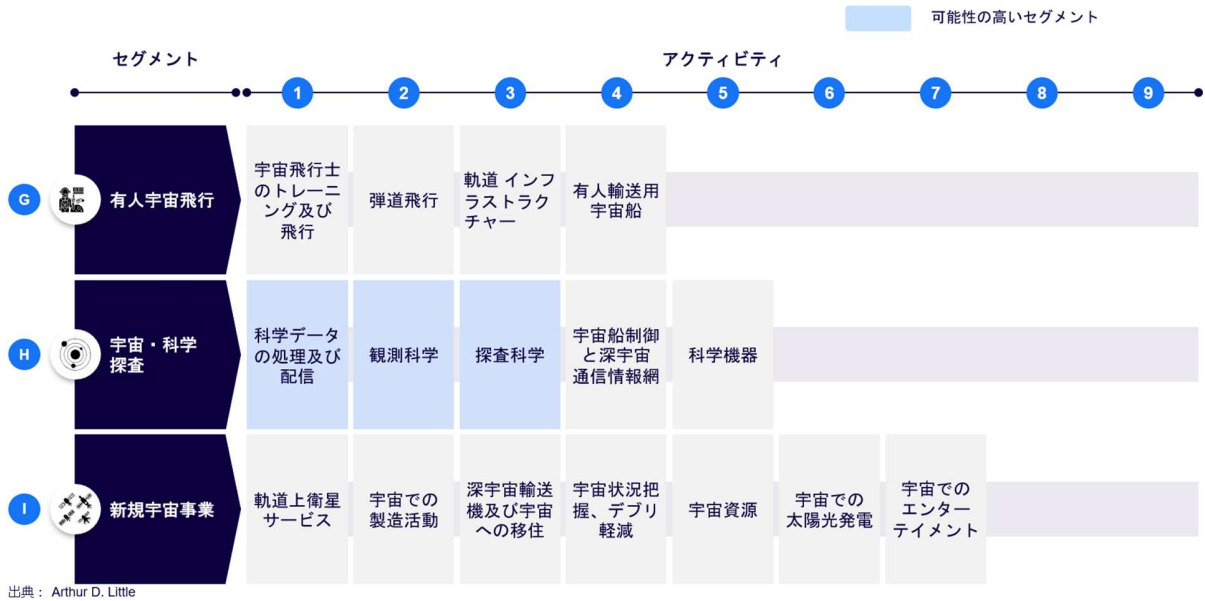
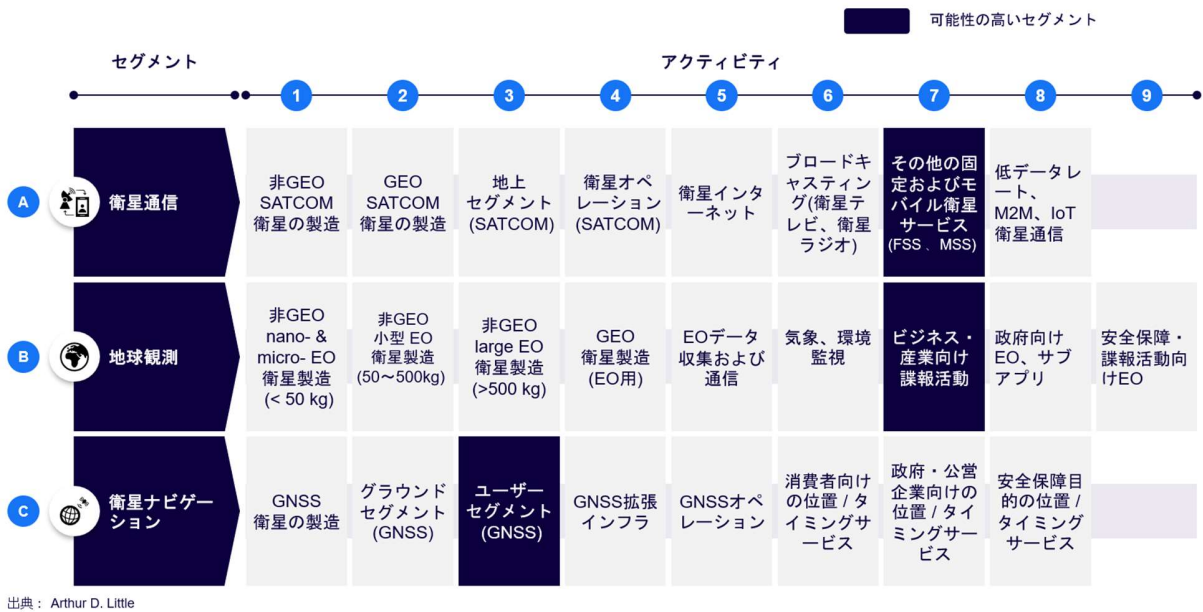
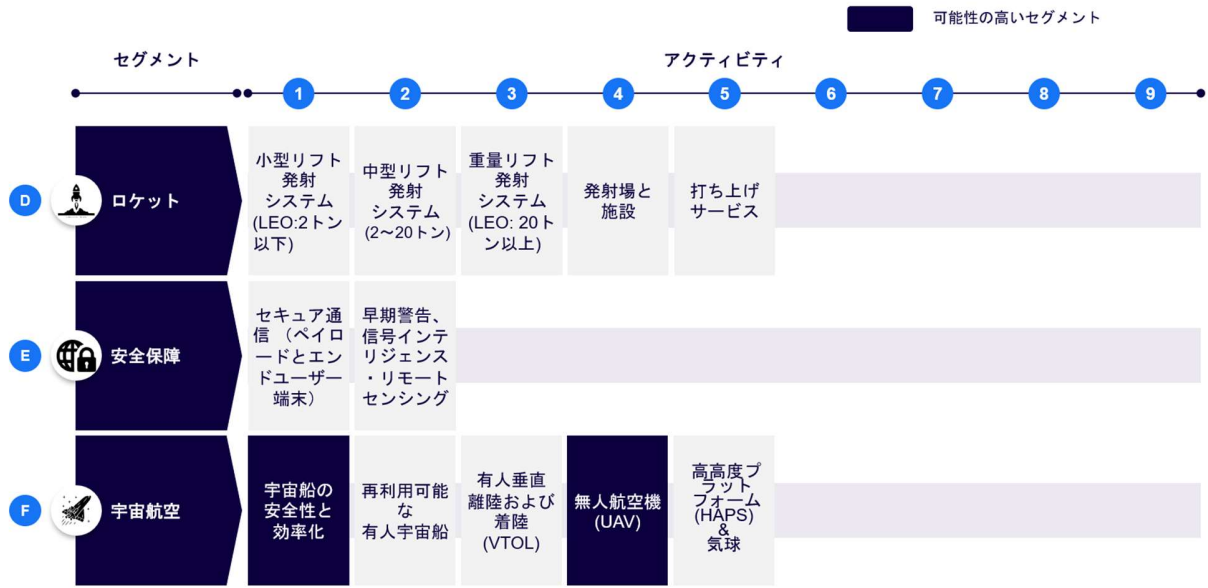
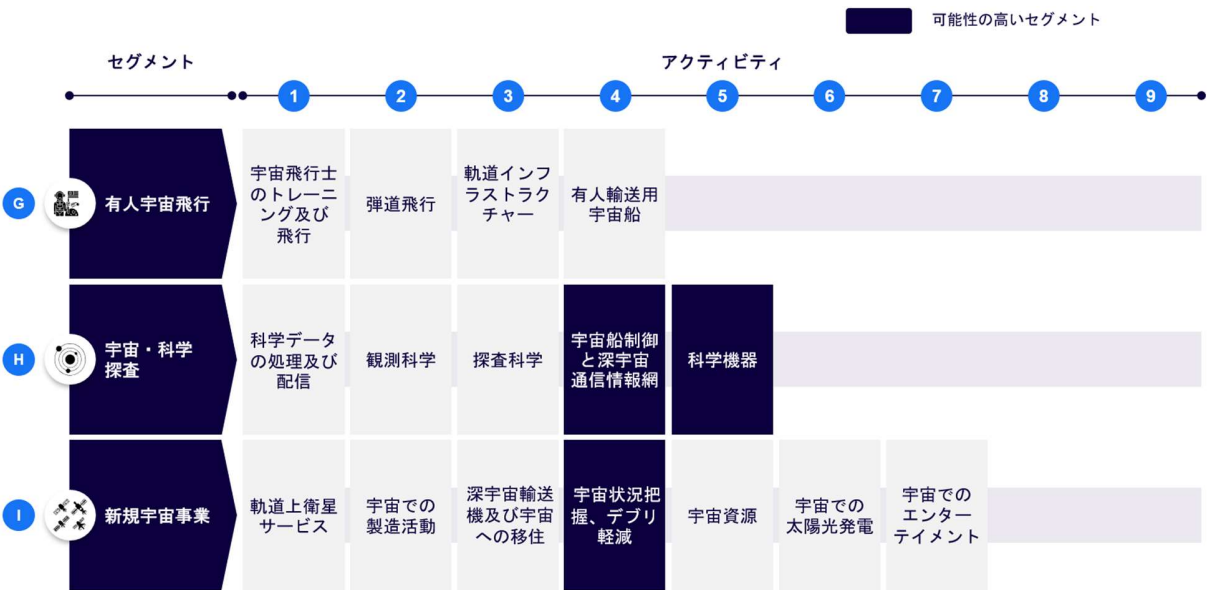


図 50、51、52：パターン3 日本が強いプレゼンスを有し、インドが弱いプレゼンスの分野（長期的なポテンシャルセグメント）





出典： Arthur D. Little



出典： Arthur D. Little

<付属資料> インド主要関連機関・企業リスト

執筆者紹介



バーニック・チトラン・マイトラ (maitra.barnik@adlittle.com)

Arthur D. Little、インド、南アジア地区マネージングパートナー

バーニック・チトラン・マイトラは、Arthur D. Littleにてインド、南アジアのマネージングパートナー。フォーチュン 500 社の CEO、主要投資家、政府首脳に対し、戦略、イノベーション、サプライチェーン・オペレーションに関するコンサルティングを行う。また、テクノロジーの専門家、シリコンバレーの投資家、新興企業や非営利団体の役員、ベストセラー作家（『Reimagining India: Unlocking the potential of Asia's next superpower, published by Simon & Schuster in 2014）、著名な講演者でもある。



ブラジェッシュ・シン (singh.brajesh@adlittle.com)

アソシエイトディレクター

Arthur D. Little・インド社のアソシエイト・ディレクターを務める。インフラ、公益事業（電力、水道、都市ガス、スマートメーター）、電気通信、消費者向け小売の分野で豊富な経験を持つ。20年以上にわたり、事業運営の指揮を執り、新市場の特定と開拓、製品・サービスの立ち上げ、部門を超えた成長の推進に携わってきた。また、インドの公共部門、州政府、中央政府、規制当局と幅広く連携してきた経験を持つ。



ラジーブ・ドラキア (dholakia.rajeev@adlittle.com)

コンサルタント

Arthur D. Little・インド社のコンサルタント。L&T や Essel グループの優良企業で25年以上の勤務経験を持ち、世界銀行の電気自動車プロジェクトでもコンサルタントを務めた。主なコンサルティング分野は、公益事業や再生可能エネルギー産業、スマートシティ、電動モビリティ、遺産・観光産業など。



ラディカア・シャー (shah.radhikaa@adlittle.com)

シニアビジネスアナリスト

Arthur D. Little・インド社のシニアビジネスアナリスト。金融サービス、エネルギー&ユーティリティ、サプライチェーン・オペレーションの分野で多様な経験を積んでいる。テクノロジーとデジタル化がもたらすスタートアップのエコシステムに深い関心を寄せている。



スリジット・モディ (modi.srijit@adlittle.com)

シニアビジネスアナリスト

Arthur D. Little・インド社のシニアビジネスアナリスト。エネルギー・公益事業、通信、社会的企業を対象に、デジタル変革、チェンジマネジメント戦略、市場評価などの分野で多様な経験を積んでいる。



サローニ・メータ (mehta.saloni@adlittle.com)

ビジネスアナリスト

サローニ・メータは、Arthur D. Little・インド社のビジネスアナリスト。アショカ大学の数学及びパフォーマンスアーツを卒業し、以前は Ed-tech 部門で勤務。テクノロジー、政策、及び偶然の一致によって業界全体にどのような影響がもたらされるかに強い関心を寄せている。

レポートをご覧いただいた後、アンケート（所要時間：約1分）にご協力ください。

<https://forms.office.com/r/65miXRET6B>



スペース 4.0:インド宇宙産業における官民の取り組みと中長期的ビジネスチャンス

2022年3月作成

日本貿易振興機構（ジェトロ）

市場開拓・展示事業部 海外市場開拓課/ベンガルール事務所

〒107-6006 東京都港区赤坂1丁目12番32号

E-mail: mono@jetro.go.jp | INL@jetro.go.jp

Copyright(C) 2022 JETRO. All right reserved.