



第2回将来宇宙輸送システム調査検討小委員会

将来宇宙ビジネスの展望（輸送ビジネス中心）

発表資料

2020年1月

資料2-3-2

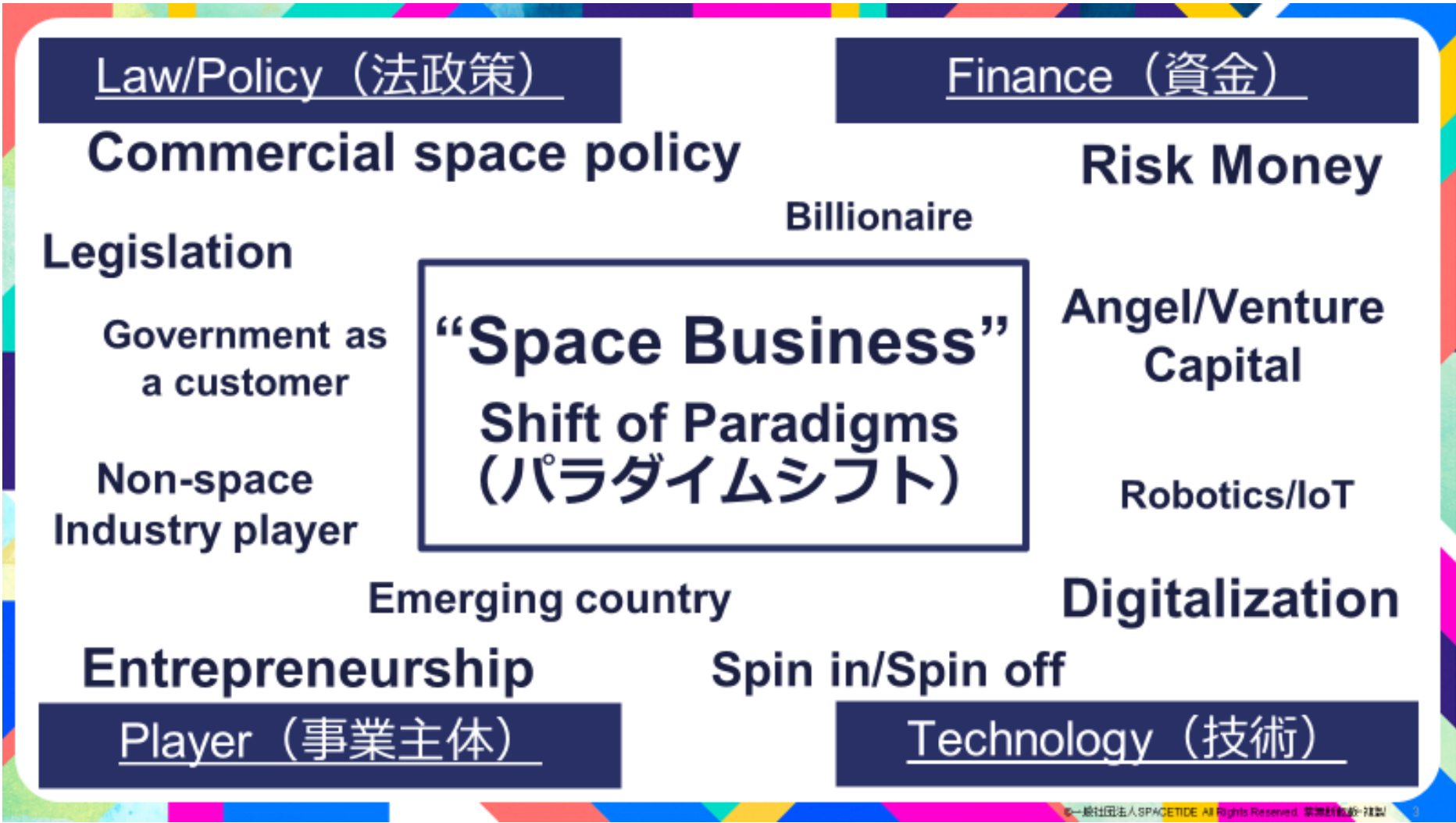
科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会
将来宇宙輸送システム
調査検討小委員会
(第2回) R2.1.30

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

世界の宇宙産業は大変革期にある

SPACETIDE2019より



多様な新しい事業が生まれつつある

SPACETIDE2019より

Space business contains magnificent visions 宇宙ビジネスには壮大な構想が存在

Access to Space (有人/無人輸送)

- Weekly Launch
- Reusable Rocket
- Commercial Space Flight

Satellite Infrastructure (衛星インフラ)

- Mega-Constellation
- On-Orbit Computing

Satellite Data Use (衛星データ利用)

- Autonomous Motion
- Geo-Intelligence
- Ubiquitous Connectivity

In-Orbit Servicing (軌道上サービス)

- Debris Removal
- Life Extension
- On-Orbit Manufacturing

Space Tourism (宇宙旅行)

- Sub-Orbital Space Flight
- Space Hotel

Space Exploration (宇宙探査)

- Gateway
- Moon Village
- Deep Space Habitation

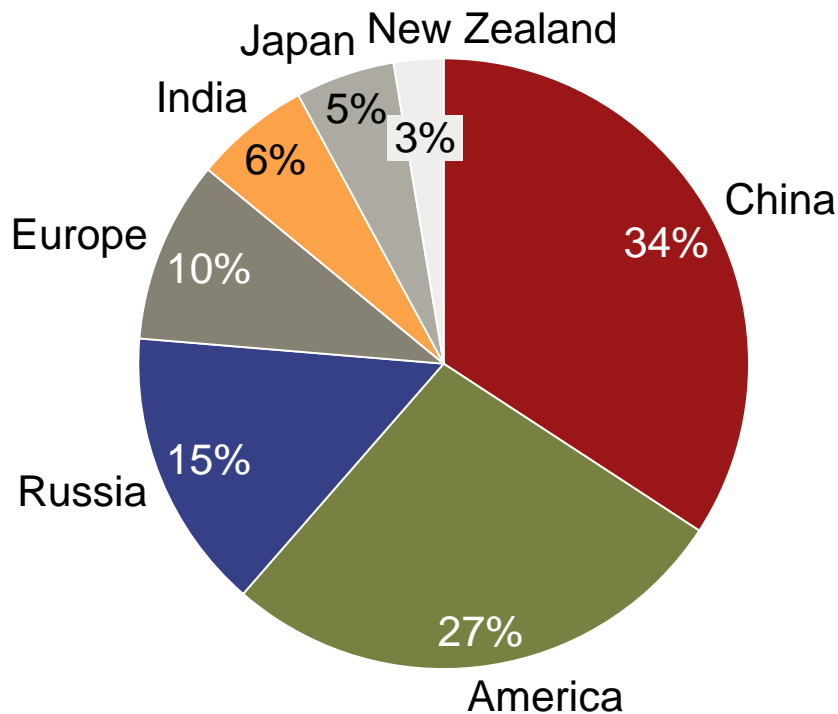
輸送サービスはニーズと手段が多様化しつつある

<p>深宇宙</p>	<p>月周回軌道・月面への輸送 官</p> <p>Super Heavy&Starship (SpaceX)</p> <p>SLS&Orion (NASA)</p> <p>New Glenn&Blue Moon (Blue Origin)</p>	
<p>低軌道 ～静止 軌道</p>	<p>(高軌道に有人拠点なし)</p>	<p>大型衛星打ち上げ(又は小型衛星の同時打ち上げ) 官 民</p> <p>Falcon9 (SpaceX)</p> <p>Ariane5(Ariane)</p> <p>H2A (MHI)</p> <p>PSLV(ISRO)</p> <p>NewGlenn(Blue Origin)</p>
<p>低軌道</p>	<p>国際宇宙ステーションへの有人・無人輸送 官</p> <p>Soyuz&Progress(Russia)</p> <p>Falcon9&Dragon (SpaceX)</p> <p>AtlasV&StarLiner(Boeing)</p>	<p>小型衛星打ち上げ 民</p> <p>Electron(Rocket lab)</p> <p>Launcher One(Virgin)</p> <p>Alpha&Beta(Firefly)</p> <p>SpaceOne</p> <p>IST-ZERO</p>
<p>準軌道</p>	<p>弾道宇宙旅行 民</p> <p>New Shepard(Blue Origin)</p> <p>Spaceship2(Virgin Galactic)</p>	<p>軌道上の実験環境提供 官</p> <p>Falcon9 or AtlasV&X-37 (NASA/Boieng)</p> <p>(既存の観測ロケット等が存在、BlueOriginなども微小重力実験環境を提供)</p>

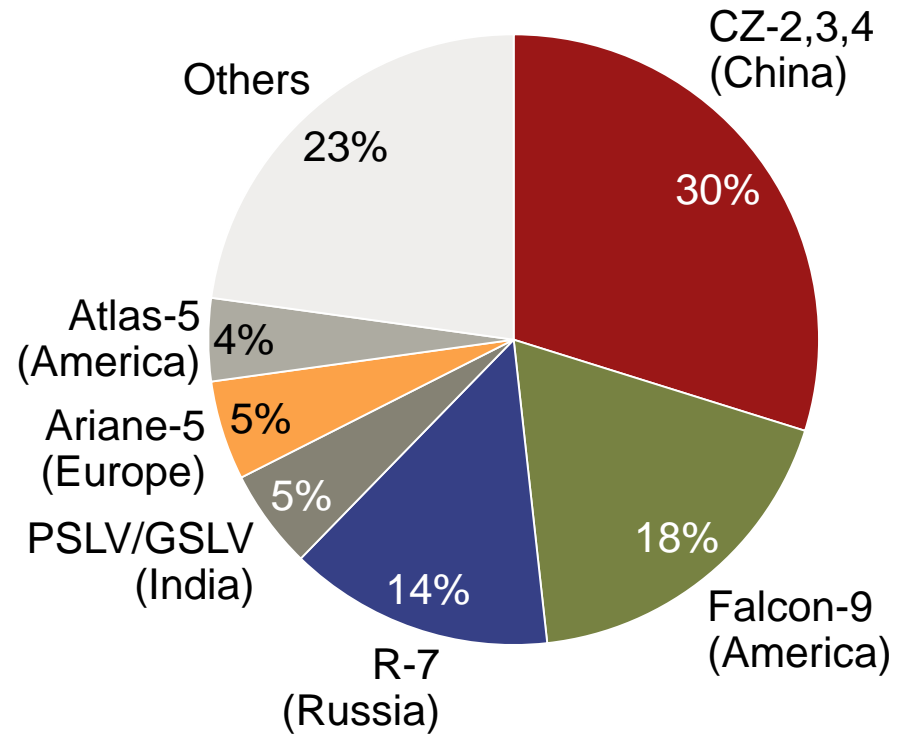
2018年には計114回の軌道打ち上げが実施。回数では中国が1位で、2位が米国。単一ロケットの打ち上げ回数ではSpaceXが最多

Total Orbital Launches in 2018 : 114

by Country



by Launch Vehicle Family



SpaceXは既存市場 (ISSや官需大型衛星) に切り込み事業基盤を構築、現在は有人輸送手段および深宇宙への輸送手段を開発

深宇宙

火星への有人輸送手段の開発 (月輸送にも対応)

- BFRの後継として、通称“Starship”を開発中
 - 狙い: 究極の目標は火星への人類移住
 - 乗客数: 最大100名 (ペイロード重量: 100t以上) ※Falcon Heavyは火星まで16.8t
 - 機体全長: 118m ※Falcon Heavyは70m
 - エンジン: 有人船 (Starship) Raptor Engine 6機
ブースター (Super Heavy) Raptor Engine 37機
 - 再利用: Starship及びSuper Heavyいずれも再利用可能
 - 参考) 元ZOZO社長の前澤氏が2023年の月旅行の際に使用する機体



Credit: SpaceNews Credit: SpaceX

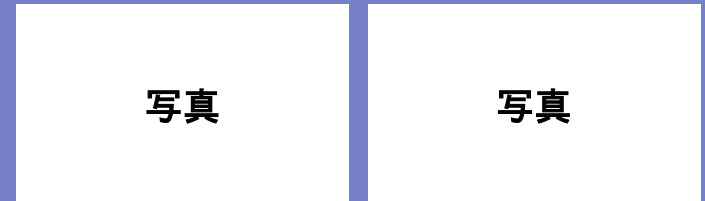
現在の事業基盤 (官需→民需)

- ISSへの物資輸送 (COTS/CRS)
- 民需・官需の大型衛星打ち上げ
 - 官需例) GPS III (2018/12); STP-2 (2019/6)
- メガコンステレーションの構築 (Starlink)
- 単一ロケットの打ち上げ回数では世界1位 (国別では中国が1位)
 - 商業打ち上げ市場でAriane Spaceとシェア互角

低～静止軌道

商業有人輸送手段の開発

- 緊急脱出実証実験の成功 (2020/1)
- ISSへの初の有人飛行を2020年Q2に予定



Credit: SpaceX

無人輸送

有人輸送

Rocket Labsは小型衛星の高頻度打ち上げサービス能力を確保すべく、ロケットの中量産および複数の射場保有を志向

事業概要

- 小型ロケットの開発及びローンチサービス
- 炭素繊維を使い軽量化・低燃費、さらに大量生産により、低コスト(5Mn USD(225kg)/回)を目指す
- これまでに47機の衛星を軌道投入

打ち上げ能力と射場

- 打ち上げの実績と計画
 - 2018年 3回(民3回)
 - 2019年 6回(民4回、米政府2回)
 - 2020年 十数回以上

射場

ニュージーランド

- Launch Complex 1 (Mahia, 2016/9)
- Launch Complex 1 – Pad B (同上, 2020末に完成予定)

アメリカ

- Launch Complex 2 (Virginia, 2019/12)

1st Stageの再利用の検討

- 1st Stageの再利用技術の開発に着手
- 燃烧後にパラシュートで滑降、空中でヘリコプターによるサルベージを行う
 - SpaceXやBlue Originのように射場に帰還させる機構は、大型化(推力up)が必要、コスト増の要因になるため採用しない方針

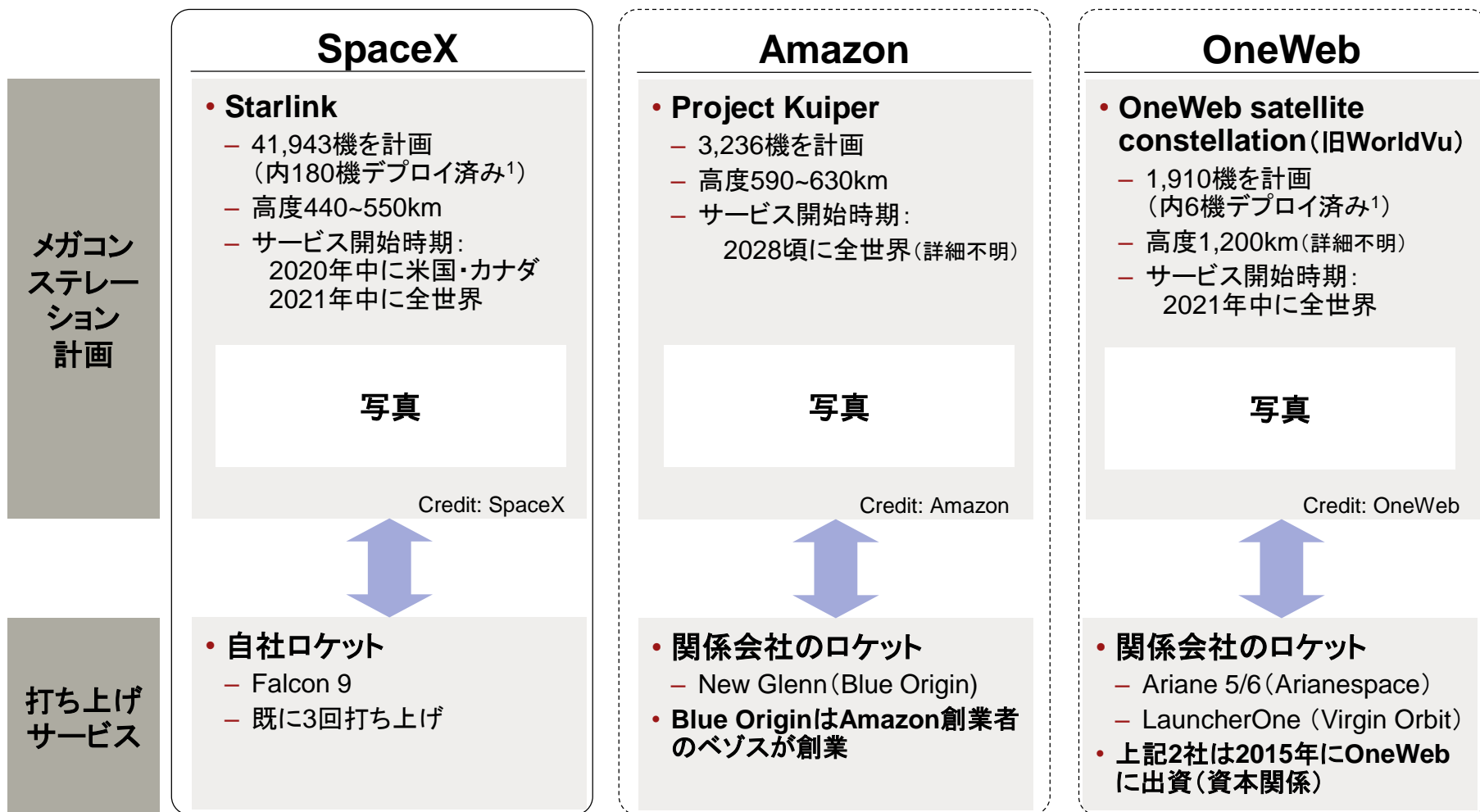
写真

Credit: Rocket Lab

写真

Credit: Rocket Lab

メガコンステレーション計画を推進する企業は打ち上げ手段を自社またはグループ内で確保、今後高頻度打ち上げが計画されている



世界では商業有人輸送サービスにむけた取り組みも進む
(市場により求められる技術やシステム等は異なる)

	宇宙空間への有人輸送			地球上の有人輸送
有人輸送サービスの類型	弾道宇宙旅行サービス	軌道上への輸送サービス	月や火星への輸送サービス	Point-to-Point輸送サービス
有人輸送サービス (例示)	<ul style="list-style-type: none"> Blue Origin Virgin Galactic など 	<ul style="list-style-type: none"> SpaceX Boeing など 	<ul style="list-style-type: none"> SpaceX Blue Origin など 	<ul style="list-style-type: none"> SpaceX Bristol Spaceplanes など
実現年	早ければ2020年商業サービス開始	ISSへの商業有人輸送は早ければ2020年に実施	各社の発表ベースでは2020年代を予定	未定

NASAの発注で米国民間企業が行ったLEOの将来プラットフォームとニーズ検討では、宇宙旅行に対する期待も高い

言及されている将来ニーズ

企業名	プラットフォーム形態	製品製造	研究開発	宇宙旅行	メディア/広告	衛星サービス	その他
Blue Origin	完全独立型	既存の市販ハードウェアとBlue Originの製造パーツを用い、スタートアップと協業して組立	短期的に見込みのある市場と言及		短期的に見込みのある市場と言及		
KBRWyle		要件定義後、プラットフォームを組立	ZBLANや医薬品の製造				
Sierra Nevada Corporation		ISSのエレメントや追加モジュールを受け入れ可能なモジュール式のプラットフォームを作成					月面開発活動のハブとして活用
NanoRacks	独立型 (適宜ISSと接続)	ロケットのupper stageを再利用し、モジュールとして用いる					
Northrop Grumman		月-軌道間輸送機を最適化したモジュールをfree-flyingプラットフォームとする					
Axiom Space	ISS上で開発後独立	モジュールをISS上で立ち上げ後、完全独立したAxiom stationとして操業					
Space Adventures		シグナス型輸送機を再利用したモジュールをISS上で作成、独立	市場規模は小さい見込み		個人旅行の市場規模は小さい見込み	市場規模は小さい見込み	
Boeing	既存ISS拡張	ISSが安全に運行できる限りISSの使用を継続					
Lockheed Martin		ISSを低軌道上の居住可能な商業プラットフォームへと発展	ZBLAN光ファイバーなど				
SSL		ISS上で衛星サービスを試験予定					静止軌道、TV、低軌道衛星
McKinsey	言及なし						
Deloitte			想定市場規模\$40M	想定市場規模\$519M	想定市場規模\$3,094M	想定市場規模\$579M	