

第1回 宇宙輸送システム部会

民間宇宙輸送システムの海外動向

PDエアロスペース株式会社

代表取締役社長

緒川 修治

平成25年3月28日

Summary

(詳細は、附則データシート参照)

飛行形態	企業数	対象とするサービス
オービタル	8社	物資・有人輸送(COTS、CCDev) 衛星打上 その他(宇宙葬、宇宙旅行など)
サブオービタル	5社	宇宙旅行 その他(宇宙葬、科学実験、CRuSRなど)
軌道遷移	4社 3社	宇宙採掘 月へ物資輸送 ※Google Lunar X Prize
二地点間	(1社)	貨物・旅客輸送

※月に無人探査機を着陸させ、月ならびに地球の画像を送る賞金レース。参加23チームのうち、3チームが独自にロケット開発中。

近年の特徴

- 賞金レースで培われた技術が、実運用レベルに達しつつある。
- 空中発射、再使用ロケットなど、コスト低減に向けた技術開発が進んでいる。
- 宇宙鉱物資源の採掘ビジネスへの参入が始まった。

米国の民間宇宙ビジネスの潮流

1) 大富豪が宇宙ビジネスに参入

- ・IT長者が直接起業 : SpaceX / イーロン・マスクなど
- ・メガ・ギガエンジェル : Scaled Composites / ポール・アレンなど
- ・Private equity : XCOR / Desert Sky Holdingsなど

2) 賞金レースによる喚起

- ・X Prize 賞金10億円 ※リバース保険を適用
- ・Lunar Lander Challenge 賞金2億円
- ・Google Lunar X Prize 賞金32億円+オプション

3) オバマ大統領の新宇宙政策

- ・NASAと民間の実施事項 / 領域の棲み分け
- ・国(NASA)の民間支援策(機会購入)

今後の計画 (民間主導のもの)

	2015年	2020年	2030年	
オービタル	<ul style="list-style-type: none"> ・OSC シグナス宇宙船打上 ・SpaceX ファルコンヘビー 初打上 	<ul style="list-style-type: none"> ・SpaceX ファルコンヘビー 火星有人飛行 ・ビゲロー 宇宙商業モジュールサービス開始 ・Scaled ランチャーワン打上 ・ATK 有人ロケット:リパティ打上 	<ul style="list-style-type: none"> ・S3 テスト打上 	
サブオービタル	<ul style="list-style-type: none"> ・XCOR サービス開始 ・Virgin サービス開始 			
軌道間遷移		<ul style="list-style-type: none"> ・DSI マイクロサット打上 ・DSI サンプルリターン ・UPIエアロスぺース 月葬 ・GLXP 期限 	<ul style="list-style-type: none"> ・マーズワン 火星移住 	明確な予定無し
二地点間				明確な予定無し

傾向予測

飛行形態	活動事項
オービタル	有人輸送システムの安定化、低コスト化に伴い、ISS以外の宇宙商業モジュールの活用が活発化する。 小型、超小型衛星の需要増に対応するため、小型ロケットへの投資、開発が高まる。
サブオービタル	科学系ミッションよりも旅行が大きな市場割合(約80%)を占める。但し、市場規模は大きくなり、サービス開始10年後において、年間\$70M~\$200M程度 (Tauri group予測)
軌道間遷移	探査衛星の打上、運用は始まるものの、商業規模での採掘活動には当面至らない。一方で、宇宙資源利用に対する法整備が本格化する。
二地点間	大量輸送よりも小規模輸送に需要が見込まれるが、投資規模に対して売上が立たず、民間の市場参入は、かなり厳しい。

日本のとるべき施策(案)

～ 宇宙関連分野への投資を呼び込むために ～

➤ 民間プロジェクトへのJAXA参加 ⇒ マネジメントチームの強化

COTS、CCDevといった資金を伴った機会購入がベストだが、現状の予算状況では期待できない。また、棲み分け(民独自で活動)が出来るほど、民側の体制が整っていない。

そこで、事業検討段階の民間プロジェクトをJAXAプロとして認証し、共同実施体制を構築することが望ましい。必要に応じて大学の研究室を参加させる。あくまでも実施／主導を民間が行い、JAXAはアドバイザーの位置づけとする方式。(無償支援。JAXA内評価制度)

➤ 宇宙開発特区の設立 ⇒ 開発リソースの集中

日本には、米国のように、試作機を自由に飛ばし、気兼ねなく燃焼実験を出来る場所、環境が無い。特に、成長戦略として発達を促そうとしている中小企業やベンチャーが、これを確保することは不可能。そこで、国内既存インフラを開発環境として開放し、宇宙開発特区とする。日本のモハベを構築する。

※モハベ:米国カリフォルニア州の宇宙港。宇宙ベンチャーの集積地

候補地:下地島空港、大樹町多目的航空公園、など

- ・ JAXA施設の安価／無償貸出
- ・ 航空機認可以外の機体(海外宇宙機を含む)離発着許可
- ・ 打ち上げ規制の緩和 ... など

➤ 出資保証、債務保証などの金融政策 ⇒ 新しいお金の流れを

航空宇宙機開発プロジェクトは、資金調達規模が大型案件化するため、一企業では賄えない。

そこで、国(JAXA)による新規宇宙事業／プロジェクトへの債務保証を行う。最初から資金投下するのではなく、立ち行かなくなった場合のみに資金発生する方式。

※JOGMECでの事例：サハリン石油ガス開発(株)が参画するサハリン1プロジェクトなど

日本のとるべき施策(案) (つづき)

➤ 海外機の導入支援 ⇒ ビジネスの早期スタート

宇宙機器産業への波及、技術力向上を狙い、自国開発を奨励することも必要であるが、宇宙関連ビジネスの創出においては、機体システムは購入(海外機の導入)し、サービスを展開することが近道である。運用することで、様々な気づきも生まれ、自国開発へのフィードバックも期待できる。

海外機導入に当たっては、相手国の法規制も考慮する必要があるが、運用面における自国の体制作り(特に、宇宙港の認定や法制面に関して)は、対象を明確にした先行検討が出来る。

参考

オバマ大統領の新宇宙政策

～ オーガスティン・レポート ～

- 2010年4月15日発表
- 政府(太陽系有人探査)と民間企業(地球・月有人飛行)の棲み分け
- 老朽化しスペースシャトルは2011年初頭にすべて引退
- 国際宇宙ステーションは2020年まで使用を延長
- 地球低軌道への有人宇宙活動は完全に民間企業へ
 - ⇒ COTS、CCDev プログラム
 - 今後5年間で\$ 6.0bil(約5,400億円)を支援

地球低軌道: 高度350km～1400km程度

COTS : Commercial Orbital Transportation Services

CCDev : Commercial Crew Developments

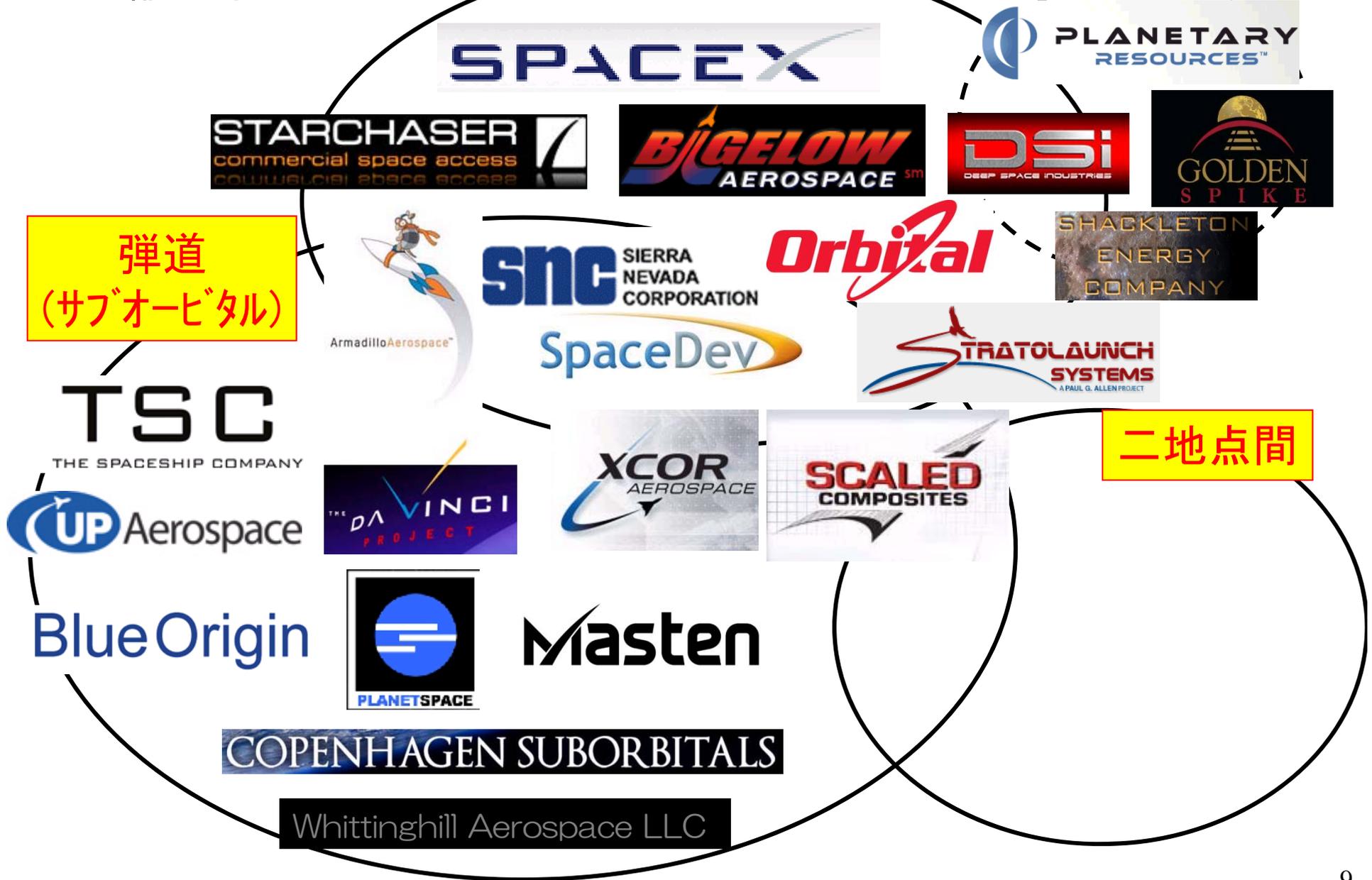
海外宇宙ベンチャー (輸送系)

軌道投入
(オービタル)

軌道遷移
(宇宙探掘)

弾道
(サブオービタル)

二地点間



宇宙港

米国(射場タイプ、滑走路タイプ含む)



米国外

- ◆シンガポール
- ◆アラブ首長国連邦
- ◆スペイン
- ◆英/ケント
- ◆スウェーデン/キルナ
- ◆蘭/キュラソー島
- ◆仏/モンペリエ
- ◆韓国
- ◆ドバイ

日本国内で、宇宙港として認可を受けたところは無い。

打上アレンジサービスの例 (Spaceflight Services社)

▶ 今後の打ち上げ予定を公開、どれを選んでも同一価格、同一インターフェイスを提供

▼ 価格表をウェブで公開

Date (CY)	Orbit	Type	Containerized Payloads					Adapter Diameter		
			1U	3U	6U	12U	24U	8-15 in	15-24 in	24 in
Q2 2012	250 x 265 km, 51.6°	US						SOLD OUT		
Q2 2012	650-700 km circular, SSO	Russian						SOLD OUT		
Mid 2012	550-600 km circular, 65°	Russian						SOLD OUT		
H2 2012	600x700-900 km, SSO	Russian						SOLD OUT		
H1 2013	600 km circular, 52°	US	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
H1 2013	750-800 km circular, SSO	Russian	Y	Y						
H1 2013	600-800 km circular, SSO	Russian	Y	Y	Y	Y		Y	Y	
H1 2013	800-850 km circular, SSO	European	Y	Y						
Mid 2013	600-700 km circular, SSO	Russian	Y	Y						
H2 2013	~2000 x 36000 km, GTO	Russian	Y	Y	Y	Y	Y			
H2 2013	600-700 km circular, 8°	Indian	Y	Y						
H2 2013	650-700 km circular, SSO	European	Y	Y						
H2 2013	450-550 km circular, 79°	Russian	Y	Y	Y	Y		Y		
Q4 2013	600 x 700-900 km, 97.8°	Russian	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Q4 2013	600 km circular, 52°	US	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
H1 2014	600-700 km circular, SSO	Russian	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
H1 2014	400-450 km circular, SSO	Russian	Y	Y						

Payload Type	Containerized Payloads					Adapter Diameter		
	1U	3U	6U	12U	24U	8-15 inch	15-24 inch	24 inch
Length (max) cm	10.0	34.0	36.6	36.6	68.0	70	98	125
Height (max) cm	10.0	10.0	10.0	22.6	22.6	30	60	80
Width (max) cm	10.0	10.0	22.6	22.6	22.6	30	60	80
Mass (max) kg	1.0	5.0	10.0	20.0	40.0	70	190	300
Price – Orbital (LEO)	\$125k	\$325k	\$595k	\$995k	\$1,795k	\$2,950k	\$4,950k	\$6,950k
Price – Orbital (GTO)	\$250k	\$650k	\$995k	\$1,950k	\$2,950k	\$5,500k	\$7,950k	\$9,960k
Price – Orbital (GSO / LLO)	\$490k	\$995k	\$1,990k	\$3,250k	\$5,950k	\$9,950k	\$15,900k	\$19,900k

サブオービタル市場予測

2012/08/01

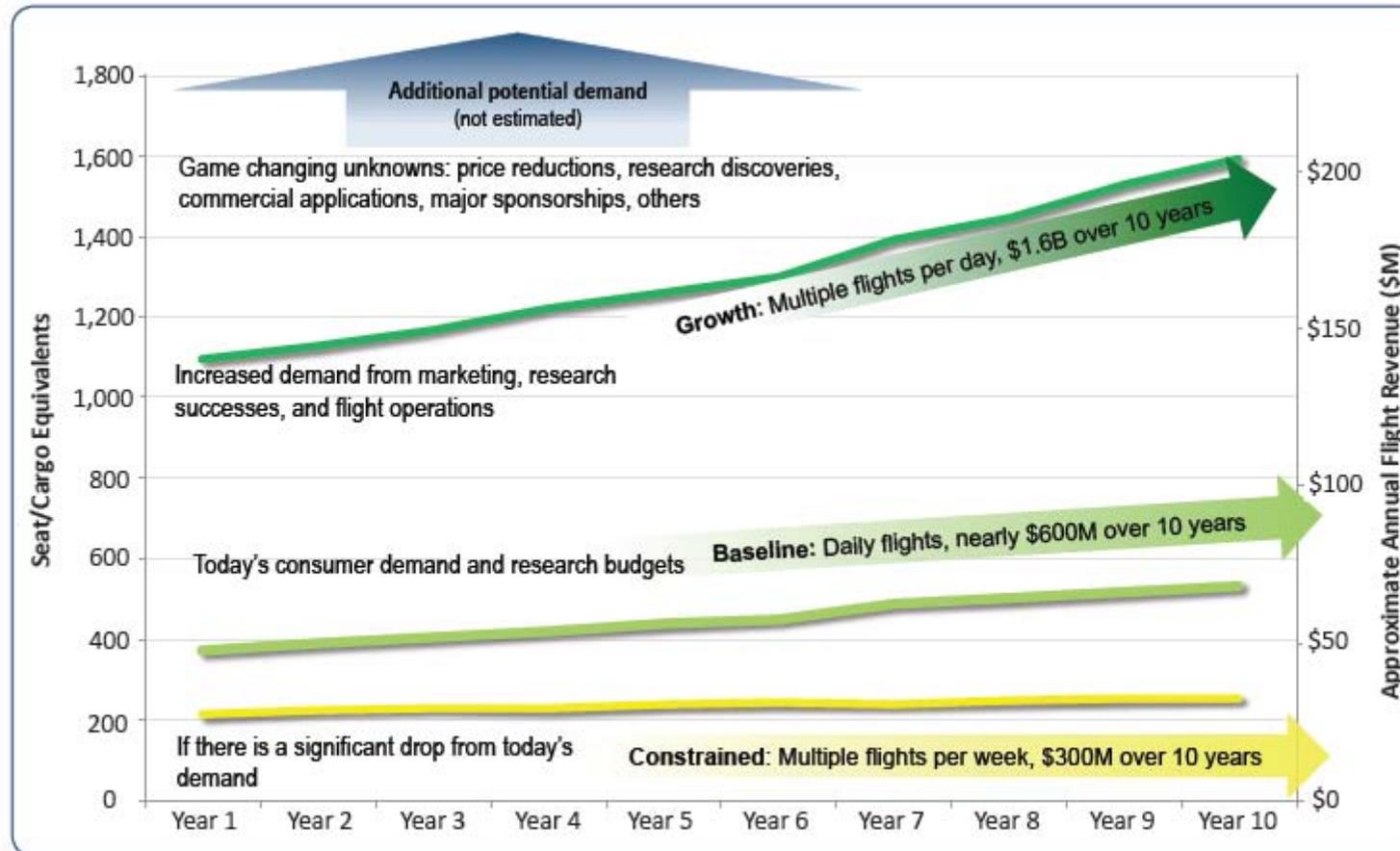
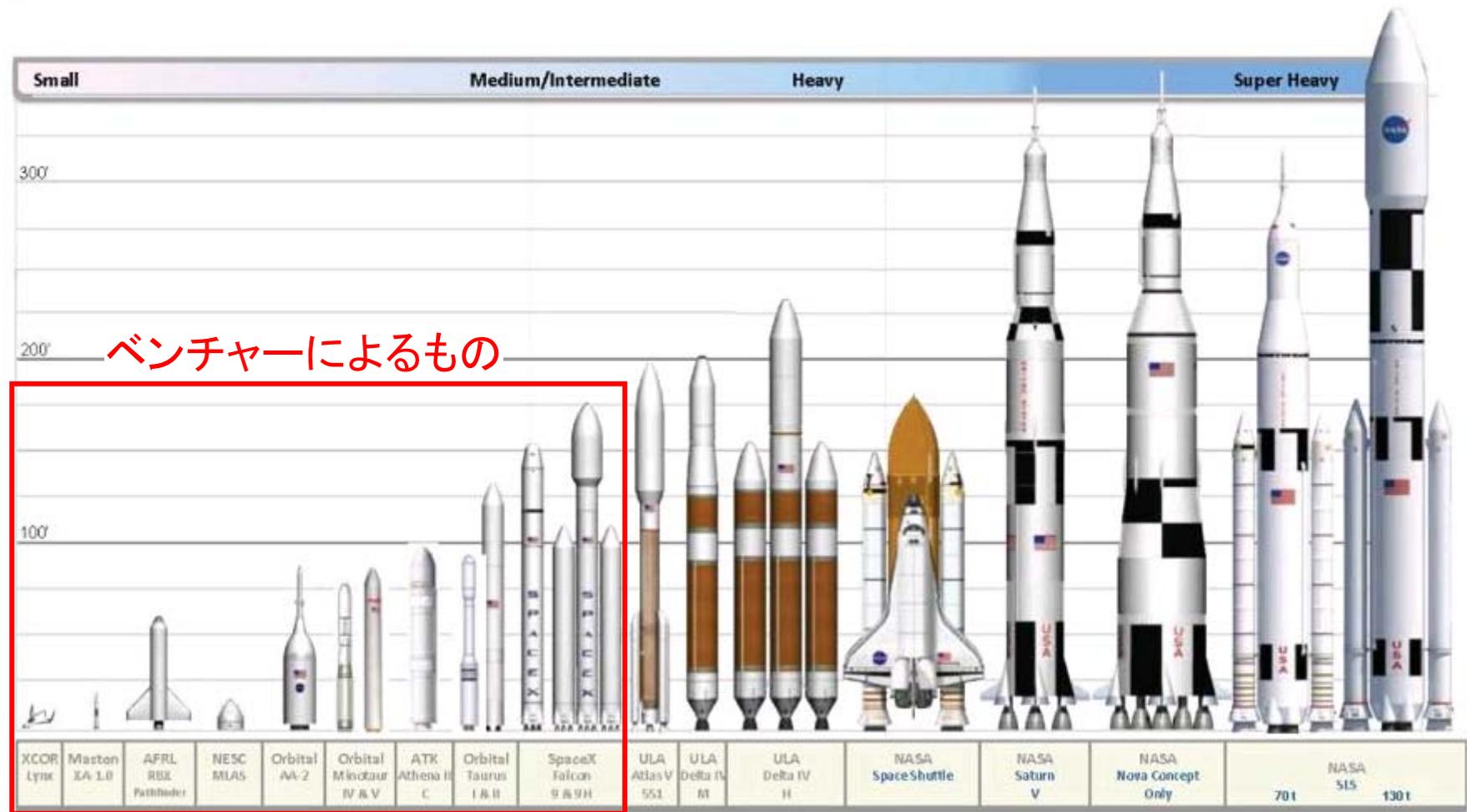


Figure 42: 10-year SRV demand forecast

Market	Percentage
Commercial Human Spaceflight	80
Basic and Applied Research	10
Aerospace Technology Test and Demonstration, Education, Satellite Deployment, Media and PR	10
Remote Sensing, Point-to-Point Transportation	0
TOTAL:	100



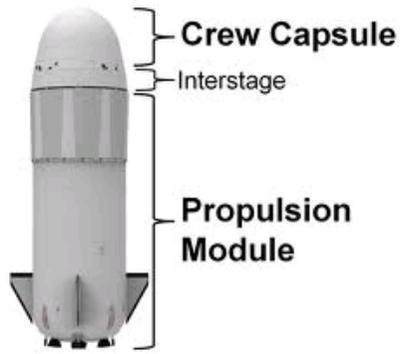
Space Launch System



ベンチャーによるもの

Sample of Proposed and Fielded U.S. Systems

様々な機体形態



海外の宇宙輸送系民間企業の動き(1)

オービタル		用途・目的	方式
1 スペースX	従業員数 3000人突破('13年2月時点) ファルコン9で、320人分の宇宙葬(サブミッション) 再利用ロケット:グラスホッパーの実証テスト(40m、29秒) CTS-100 440M\$ COTS 278M\$ ⇒ 396M\$ '13年末 ファルコンヘビー打上(インテルサット社と契約) 100M\$ '18年1月 ファルコンヘビーで有人火星飛行。デニスチトー氏 8万人を火星移住構想	宇宙葬 (低コスト化) CCDev2 COTS 衛星打上 宇宙旅行 移住	
2 オービタルサイエンス	Hot Firre Test完了 '13年4月中旬 アンタレスロケットで、シグナス宇宙船打上 今年2回のテスト後、サービス開始	COTS	
3 ブルーオリジン	NASAと契約延長 BE-3エンジン燃焼テスト(100k lb, 40秒) ※LOX-LH2	CCDev2	
4 ストラトローンチシステムズ	'11年12月設立。母機:スケールド、ロケット:オービタルサイエンスが担当 '16年 打上	衛星打上	空中発射
5 TSC (ヴァージンギャラクティック)	ランチャーワン(空中発射式2段ロケット)、225kg-LEO、100kg-SSO、10M\$以下 '16年 サービス開始。アブダビ投資グループより資金調達。4社と契約済み	衛星打上	空中発射
6 ボーイング	DARPAと空中発射システムの開発契約	衛星打上	空中発射
7 ATK、EADSアストリウム	商業有人ロケット:リバティ CCDev2のマイルストーン達成 ※シャトルSRB+アリアンメインステージ+クルーカーゴ '15年 サービス開始。	CCDev2	
8 S3(Swiss Space Systems)	A300からサブオービタルシャトルを空中発射。高度80kmでロケット放出。250kg、700kmへ	衛星打上	空中発射
(米空軍OSR)	ハワイ大学、カウアイ島からSPARKロケットで、小型衛星打上(250kg、SSO、400km)	衛星打上	
(英ーインド)	サリー大学とサリーサテライトテクノロジー社がスマホ衛星をPLSVで打上	衛星打上	

海外の宇宙輸送系民間企業の動き(2)

		用途・目的	方式
サブオービタル			
1 TSC (スケールドコンポジット)	上空からの滑空試験(昨年12月時点で23回) ハイブリッドロケットエンジンの燃焼実験最終段階(3/8に26回目のテスト実施)	宇宙旅行	空中発射
2 エックスコア	翼設計をATKに、コックピット設計をアダムスワースへ発注 製造ラインをテキサスに建設、まもなくロールアウト '14年 サービス開始。(カリブ海キュラソー、モハベ、KSCで運航)	宇宙旅行	
3 アルマジロエアロスペース	FAAから認可取得、STIG-B打上。50kg、100km。商業打上(独と米の実験)	科学実験	
4 UPエアロスペース	スペースロフト小型観測ロケット(SL-6)打上。117km	宇宙葬	
5 プロジェクトエンタープライズ (イラン)	ドイツ、スイス、オーストリア共同会社。130km、2~5人 120kmのサブオービタル飛行。サルを打上、帰還	宇宙旅行 (開発)	
(スウェーデン)	(スペースポート誘致)	宇宙旅行	
軌道間遷移			
1 プラネタリーリソーシーズ	ジェームスキャメロン監督、GoogleやMSの創始者、ロシアなどから資金調達 LEO望遠鏡のプロトタイプ開発 Arkyd-100	宇宙採掘	
2 ディープスペースインダストリー	'15年 マイクロサット打上 '16年 サンプルリターン	宇宙採掘	
3 シャクルトンエネルギーカンパニー	月の資源採掘。2020年目標	宇宙採掘	
4 ゴールデンスパイク マーズワン(蘭)	有人月探査、資源採掘 火星移住者募集 (2023年復路無し)	宇宙採掘 移住	
GLXP			
1 ARCA	EXECUTORロケットエンジン(推力 24t)、VENTORロケットエンジン、HAAS 2Cロケットの開発	月輸送	
2 Synergy Moon	IOSのNEPTUNE36(1000kgペイロード)を利用	月輸送	
3 長城工業公司	'14年6月打上	月輸送	
二地点間			
スケールドコンポジット	スペースシップ3(構想のみ)	輸送	