

# 宇宙関連の人材育成にあたっての 要検討事項

和歌山大学 教授

千葉工業大学 惑星探査研究センター 主席研究員  
宇宙開発戦略推進事務局 宇宙政策委員会専門委員

秋山 演亮

# ポイント

- 1955年～1995年まで、我が国は経済的余力により宇宙開発を推進することができた。しかしバブルの崩壊により宇宙関連就業人口も減少する。その後、2008年の宇宙基本法の制定、2010年の有識者会議以降、産業化の指向により一時上昇傾向にあったが、近年また減少傾向にある。
- 研究者層だけではなく、産業化を意識した高度技術者層（現場監督層）や一般技術者のピラミッド構造を形成、他分野からの参入を進める必要がある。
- 我が国のソフトパワー維持のため、宇宙関連分野のPrime維持は重要。一方で国際的な宇宙活動が広まる中、他国PrimeのTier1/2におけるシェアを獲得することも重要である。

# 今後の宇宙政策の在り方に関する有識者会議(2010/03) 提言

## 提言1

『自在な宇宙利用能力』\*は、我が国の「外交力・ソフトパワーの維持」および「安全保障」のために「戦略的に維持すべき政策課題」である。

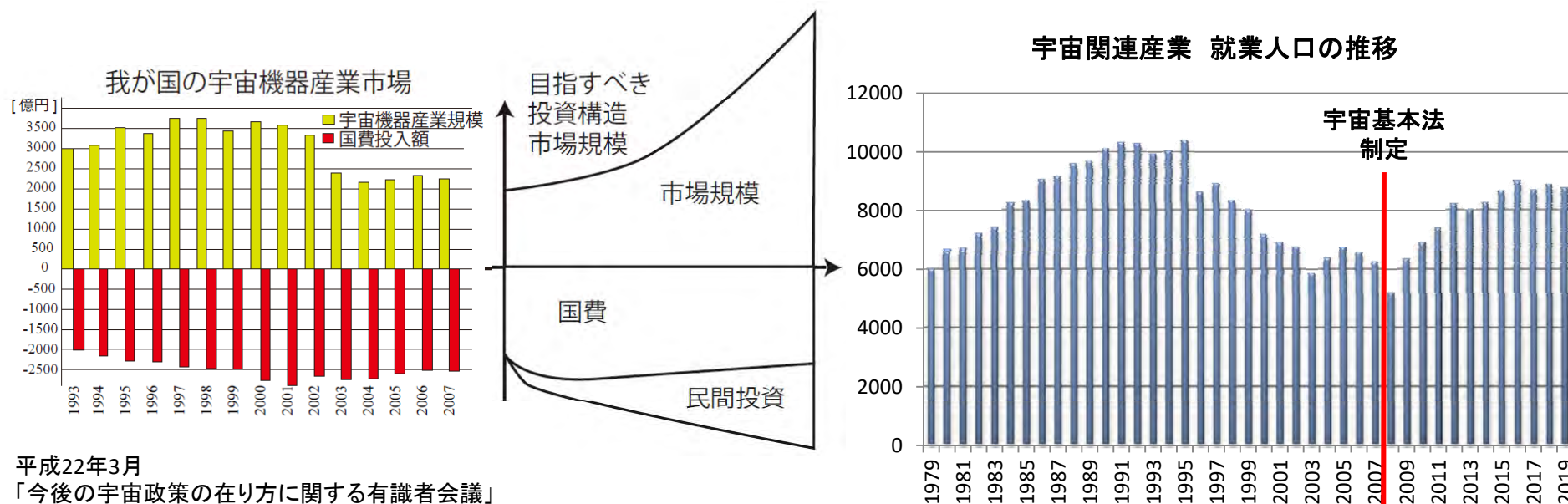
## 提言2

国の投資が効果的に宇宙政策の実現に寄与し、さらに新規参入を含めた民需の拡大に繋がる施策が緊急かつ最重要な課題である。

## 提言3

我が国の宇宙政策の透明化、および意思決定と予算執行の一元化を促進するために、内閣府の下に宇宙庁(仮称)を設立するべきである。

⇒ 「目標達成のために、**国内の宇宙産業(人材・技術と製造ライン)の成長が必要**」とされていた



# 4兆円規模の宇宙産業を支える人材育成プラン

～2050年世界シェア4%以上 研究者3万人高度技術者2万人その他就業者11万～

2050年における宇宙ビジネス市場規模(グローバル)



\*1 三菱UFJリサーチ&コンサルティングウェブサイトから2016年における平均TTMを算出(1ドル=108.84円)

- 2050年には世界の宇宙ビジネス市場規模は200.7兆円。波及的産業を除く宇宙関連産業83.1兆円のうち日本が各分野**最低4%シェア獲得**を目指す場合の市場規模は**約4.4兆円**。(現状4%以上のシェア獲得分野は現状維持を想定)
- 宇宙機器産業(輸送系 / 宇宙機 / 地上系)だけで約5万人、観測分野で約2万人、電気通信事業 / コンシューマサービスで約9.3万人、合計で**16万人**(**研究者約3万人、高度技術者2万人、その他就業者11万人**)にもおよぶ人材が必要。

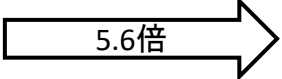
# 市場規模予測からみる従業員数推定

赤字は予測・推定

	2016
■ ロケット/宇宙ステーション補給機	1,356 <sup>*3</sup>
■ 人工衛星/宇宙ステーション	1,556 <sup>*3</sup>
■ 地上設備 *1	357 <sup>*3</sup>
■ 観測分野	16
■ 電気通信事業	1,254
■ コンシューマサービス (BS・CS放送事業)*2	6,554

売上 3269億円  
内研究開発費 70億円  
従事者 8980名

従事者1人あたりの売上げ0.36億  
研究開発費 78万円  
cf. 全産業では売上げ0.24億円 / 1人



2050年予測  
売上 1兆8329億円  
内研究開発費 392億円  
従事者 50,288名

	2050(予測)
	3,665
	2,633
	12,031
	4,523
	4,983
	16,097

2018年度の科学技術研究費は全体で19兆5260億円。研究者数は87万4800人。一人当たりの研究費は2232万円となるので、**宇宙関連の研究開発費70億円から考えると研究者数は313名が妥当。しかし実際の内訳では4000名近くと研究開発偏重が続いている。**



19,665名  
0.23億/人

13,467名  
0.37億/人

80,485名  
0.2億/人

合計 163,905名

統計局2016資料 産業別売上げ・従業員数

	売上げ(億円)	従業員数(人)	1人あたり売上げ
全産業	16,247,140	56,873,000	0.29
農林漁業(個人経営を除く)	49,940	363,000	0.14
鉱業, 採石業, 砂利採取業	20,440	19,000	1.08
建設業	1,084,510	3,691,000	0.29
製造業	3,962,750	8,864,000	0.45
電気・ガス・熱供給・水道業	262,420	188,000	1.40
情報通信業	599,460	1,642,000	0.37
運輸業, 郵便業	647,910	3,197,000	0.20
卸売業, 小売業	5,007,940	11,844,000	0.42
金融業, 保険業	1,251,300	1,530,000	0.82
不動産業, 物品賃貸業	460,550	1,462,000	0.32
学術研究, 専門・技術サービス業	415,020	1,843,000	0.23
宿泊業, 飲食サービス業	254,810	5,362,000	0.05
生活関連サービス業, 娯楽業	456,610	2,421,000	0.19
教育, 学習支援業	154,100	1,828,000	0.08
医療, 福祉	1,114,880	7,375,000	0.15
複合サービス事業	95,960	484,000	0.20
サービス業(他に分類されないもの)	408,540	4,760,000	0.09

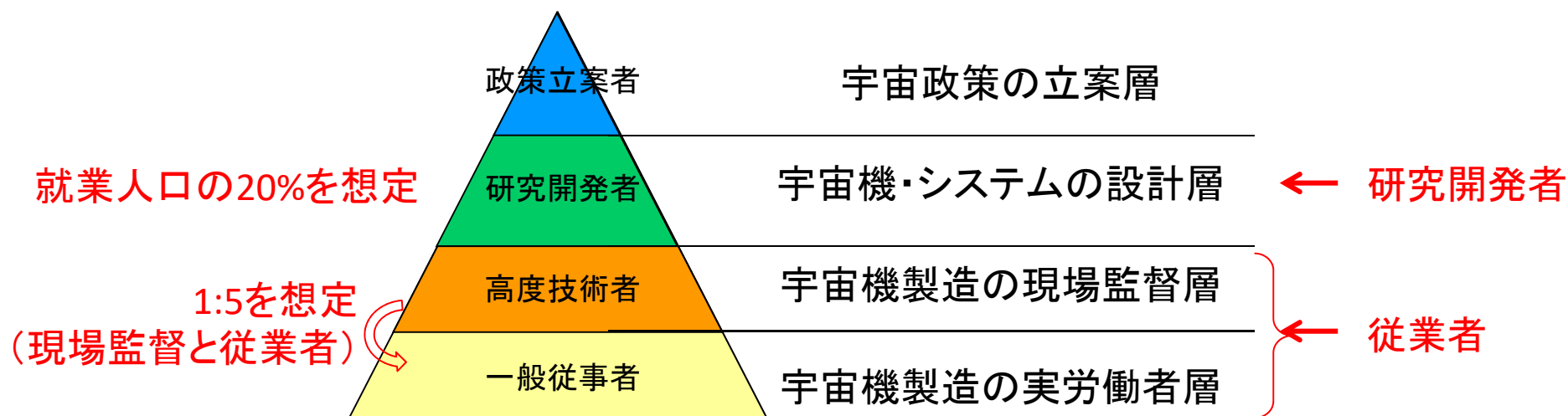
研究開発費から見た研究者数は1756名が妥当だが、2015年度割合(48.6%)で考えると2050年度には79,658人も必要となる。

一方、全産業で見た場合、研究者数の割合は平均8.79%、製造業だけに限っても10.52%、専門技術サービス業では19.27%に留まっている。

産業として機能するためには20%程度まで抑える必要がある(32,781人)が、そもそも2012年段階で宇宙関係学科の入学定員は博士450名(学部1,681名・修士1,819名)に過ぎず、博士卒が全員研究者に成り就労年数を40年としても18,000人に留まる。(この場合の研究者割合は10.98%)

**他分野からの研究者の新規参入を進める必要がある。**

# 想定される必要人材数



レイヤー	2020年代 前半	2020年代 後半	2030年代 前半	2030年代 後半	2040年代 前半	2040年代 後半
研究開発者	4374	4,499	5,499	8,874	16,874	32,499
高度技術者	771	816	1,442	3,889	9,941	21,847
一般従事者	3,855	4,078	7,211	19,446	49,704	109,234
合計	9,000	9,393	14,152	32,209	76,519	163,580

市場規模は指数関数的に増加すると仮定し、2020年代前半と2040年代の市場規模から従業員数を算出。

# 対策案

- 2050年に日本が4兆円規模の宇宙産業(宇宙機 / 輸送機 / 地上系 / 利用系のみ。波及的産業は除く)を目指す場合、合計で16万人(研究者約3万人、高度技術者2万人、その他就業者11万人)にもおよぶ人材が必要。宇宙機 / 輸送系 / 地上系だけで見ても5万人(研究者約1万人(現在約4千名)、高度技術者及びその他就業者約4万人(現在約5千名))の人材育成が必要。他分野からの研究者の導入が必要不可欠。また産業育成のためには研究者だけではなく高度技術者の育成が必要。
- 探査小委にとどまらない宇宙関連産業全体の人材育成WGの設置により、研究者の出口戦略のみならず高度技術者を含めた産業界への出口戦略に基づくオープンな議論による予算分配が必要。
- 人材育成の手段を研究機関に限定するのではなく、目的に応じて企業リソースと使い分け、効率的な予算執行を進めるべき。また人材育成機会が研究拠点形成や企業のアンカーテナンシー確保と連動することが重要。

例) ISAS観測ロケット S-310 (150km/40kg)は約2.5億円、S-520(300km/80kg)は約4億円  
→宇宙ベンチャーIST 弾道ロケットMOMO(100km/20kg)は約7千万円  
イプシロン(LEO/1.5t)は約38億円 →宇宙ベンチャーIST ZERO(LEO/150kg)は約6億円  
ISAS大気球 約5~6千万円(約500kg) →千葉工大気球 約4百万円(約50kg)



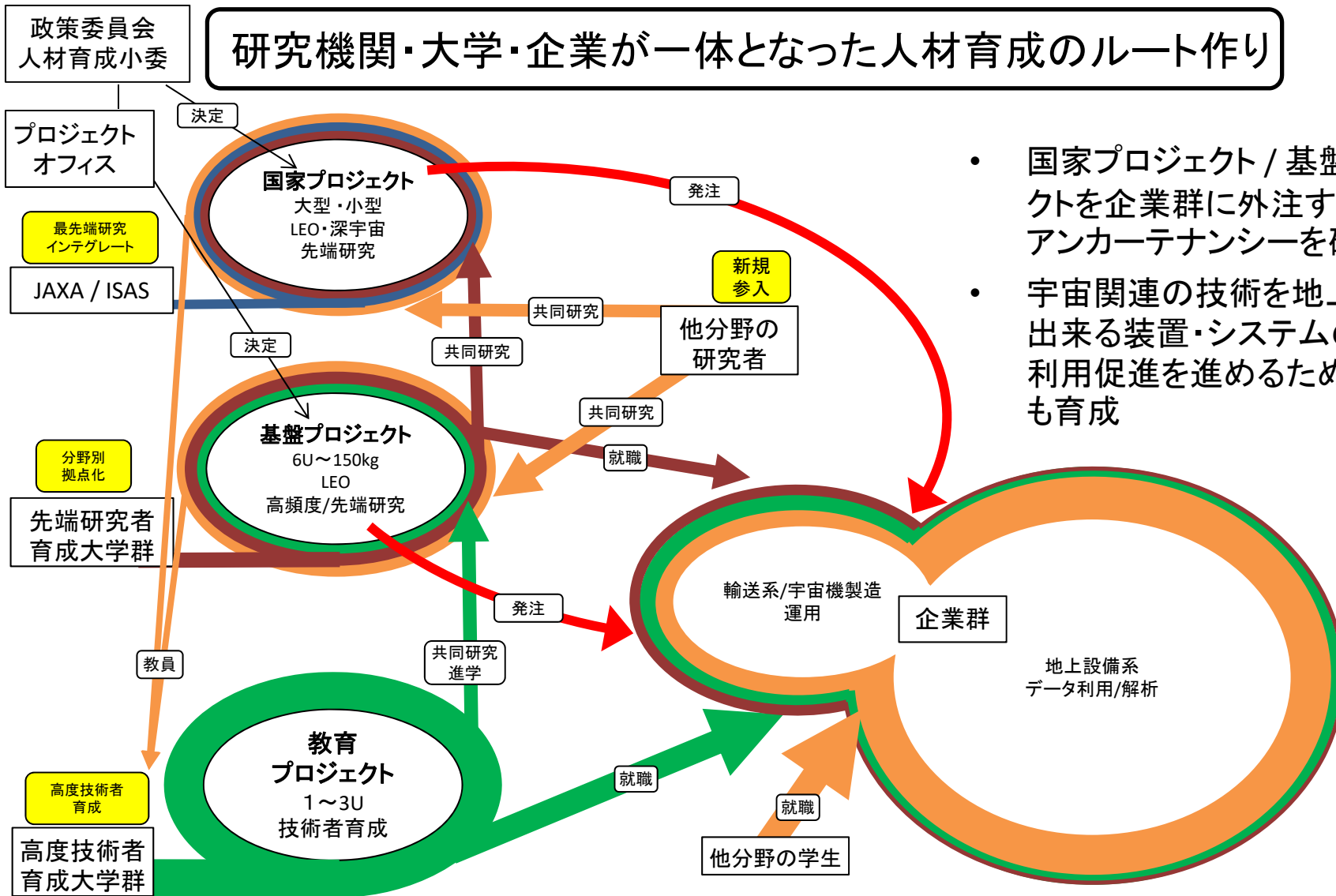
## 実施方法

		インテグレータ	分野A	分野B	分野C	
研究者育成 拠点形成	国家プロジェクト1	JAXA / ISAS	○大学	△大学	×大学	いわゆる大型プロジェクト。 提案を受け政策委員会で実施を決定。 JAXA / ISASがインテグレーターとなるが、 <b>各分野は拠点大学が協力・分担。</b>
	国家プロジェクト2	JAXA / ISAS	○大学	△大学	×大学	
	国家プロジェクト・・・	JAXA / ISAS	○大学	△大学	×大学	
	プロジェクトオフィス	プロジェクトのマネジメント(基盤プロジェクトの調整・公募・選定、低コスト/高頻度の飛翔/実証機会の公募・選定。基盤プロジェクト/高度技術者育成プログラムへの機会提供)				
	基盤プロジェクト1	○大学	○大学	△大学		技術動向と戦略に基づき、政策委員会/ プロジェクトオフィスが公募、選定。 <b>各分野の拠点の形成</b> も合わせて実施。
	基盤プロジェクト2	×大学	○大学		×大学	
	基盤プロジェクト・・・	△大学		△大学	×大学	
国家プロジェクトも基盤プロジェクトも、分野は担当大学を固定化し拠点形成を進める						
高度技術者 育成	高度技術者育成プログラム	□大学	▽大学	☆高専	ISS放出や政府関連衛星のピギーバック、民間飛翔・実証機会時などの宇宙実証機会を、 <b>研究開発ではなく高度人材育成を掲げる大学・高専等に教育機会として定常的に提供。</b>	

- 提案に基づき政策委員会が決定する国家プロジェクト、技術動向や戦略に基づき人材育成小委が内容を調整・公募・選定/プロジェクトオフィスが取りまとめる基盤プロジェクト共に、**各分野担当を固定化し拠点形成**を目指す。各分野担当については大学等との協議により、得意分野に基づいて1~2拠点を決定する。
- いわゆる**研究開発ではない高度技術者育成教育拠点**を数拠点決定し、1~3Uクラスの**宇宙実証機会**を定常的に提供する。



# 研究機関・大学・企業が一体となった人材育成のルート作り



- 国家プロジェクト / 基盤プロジェクトを企業群に外注することでアンカーテナンシーを確保。
- 宇宙関連の技術を地上で利用出来る装置・システムの構築や利用促進を進めるための人材も育成

- 最先端研究をインテグレートするISAS研究者、個別の最先端研究により分野別に拠点化を目指す大学研究者、それらを支える高度技術者を、企業への出口戦略も踏まえて育成。
- 宇宙以外の様々な分野の研究者を引き込み、また企業にもこれら様々な分野からの学生の就職を促す魅力(収益力)のある企業群を育成。

# 関連資料

# 宇宙関連技術の社会実装プランに基づく人材育成計画

## 基本的な考え方(現状の問題点)

- 宇宙関連産業の就業人口は1990年代前半には1万人を超えたが、バブルの崩壊と共に減少。宇宙基本法の制定、その後の宇宙関連法案の制定以降再び上昇に転じたが、近年再び頭打ちの状況がみられる。
- 宇宙関連法案の制定時には、「国費のほか民需(外需)」を取り込むことによる市場規模の拡大を目指していた。国内においても、近年ではいわゆる「宇宙レガシー企業」に加えて「宇宙ベンチャー」企業も、数としては増加傾向にある。しかしまだ目に見えて市場規模を増加させるまでには至っていない。
- 世界の宇宙関連産業は引き続きマーケットを拡大しており、長年に渡り宇宙開発に関する知識・ノウハウを蓄積してきた我が国の成長余地はまだあると考えられる。また「宇宙ベンチャー」数も増加(ちゃんと統計取れてないですが)している。しかしながら現場レベルを俯瞰すると、2010年代初頭に宇宙分野が獲得した「ほどよし」「UNIFORM」の合計数十億円の予算で育った30台半ば～後半の人材が払底してしまい、これらベンチャーを支える中核技術者の不足が問題となっている。多くはレガシーで働いていたシニア層によりこれらの問題に対応しているが、人数的にも問題があり、また年次を経るに従いこれら人材層も枯渇しつつある。
- 今後発展する分野を見極め、それぞれに必要となる人材層(研究/開発レベル・高度技術者レベルなど)を見極めた長期視点に立った人材育成が必要である。
- 現行の教育体制では、特に研究者を支える高度技術者に加えデータ解析、地上系が圧倒的に不足。役割分担などによる対策検討が必要。

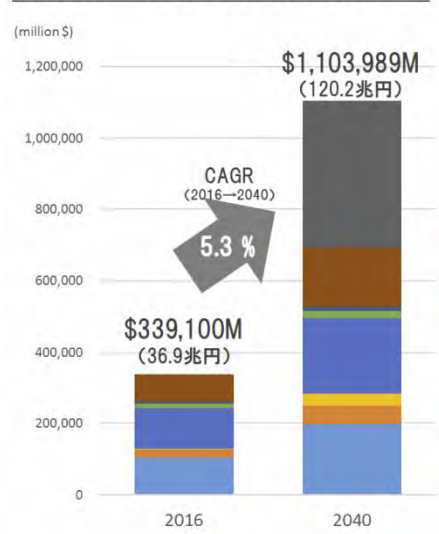
## 方針

- 我が国のソフトパワー維持のため、国際市場でもPrimeを維持する。そのために研究者層を継続的に育成し、20%程度確保する。
- 他国PrimeのTier1/2(サブシステム / パーツ・デバイス / 加工 / 材料・基盤技術・電子部品)を取りに行くために、現在はあまり重要視されていない高度技術者層を育成する(10~20%程度を目標)。

# 「宇宙ビジネス」市場規模の予測

総務省 宙を拓くタスクフォース(第6回)(株)NTTデータ経営研究所資料より抜粋

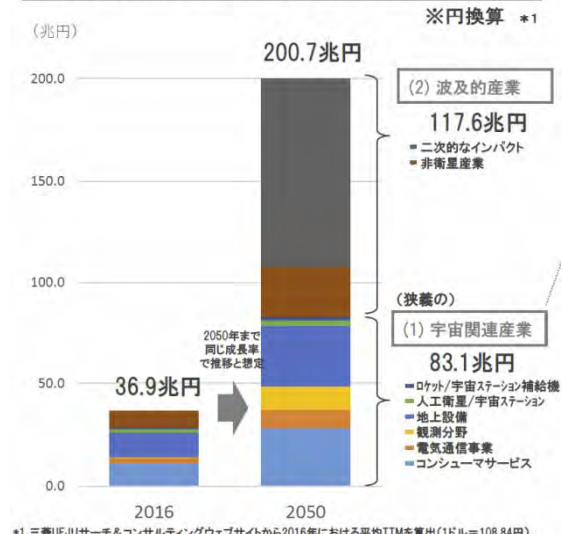
宇宙ビジネス市場規模予測(モルガン・スタンレー)



インダストリー毎の市場見通し

インダストリー毎の見通し	CAGR (2016→2040)
二次的なインパクト	-
非衛星産業	3.1%
ロケット/宇宙ステーション補給機	3.0%
人工衛星/宇宙ステーション	1.6%
地上設備	2.7%
観測分野	12.4%
電気通信事業	4.1%
コンシューマサービス (TV, ラジオ, ブロードバンド)	2.7%

2050年における宇宙ビジネス市場規模(グローバル)

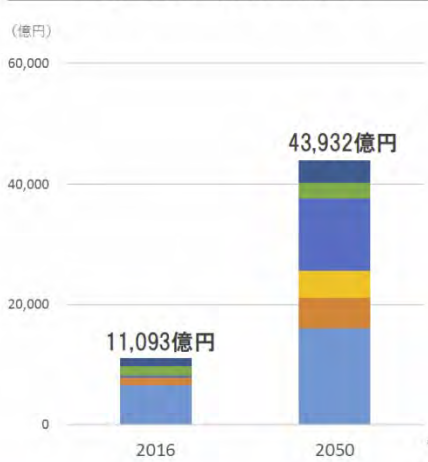


2040年の世界市場規模予測

推定

2050年の国内市場規模予測

国内市場予測 - (1)宇宙関連産業



各セグメントにおける内訳

セグメント	国内市場規模(億円)		グローバルシェア (2016時点)	年平均成長率 CAGR (2016→2050)
	2016	2050(予測)		
ロケット/宇宙ステーション補給機	1,356 <sup>*3</sup>	3,665	22.7%	3.0%
人工衛星/宇宙ステーション	1,556 <sup>*3</sup>	2,633	10.3%	1.6%
地上設備 <sup>*1</sup>	357 <sup>*3</sup>	12,031	0.3%	10.9%
観測分野	16	4,523	0.7%	18.1%
電気通信事業	1,254	4,983	5.5%	4.1%
コンシューマサービス (BS・CS放送事業) <sup>*2</sup>	6,554	16,097	5.8%	2.7%

Space-X等が安価な輸送系を実用化することで現状のシェアを維持できるのか?

MELCOのロラール衛星受注が終了し、HTVの打上げが止まると大きくシェアが落ちる?

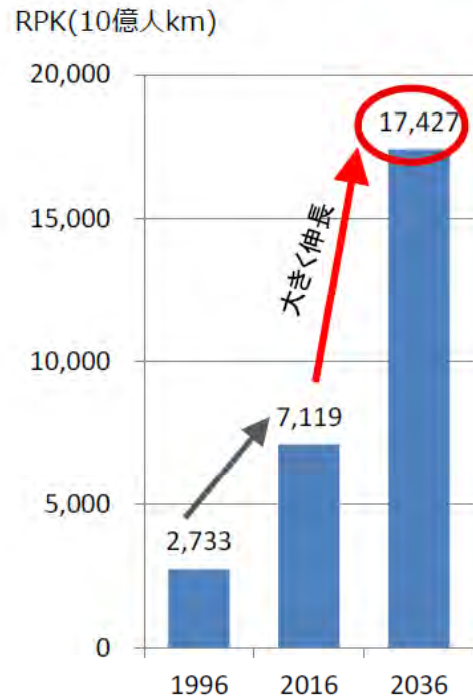
<sup>\*1</sup> グローバル市場側の「地上設備」にはGNSSチップセット等、日本航空宇宙工業会「宇宙産業データブック」の分類における「民生機器」の一部が含まれているとみられるため、実際の世界シェアはもっと高い可能性がある。  
<sup>\*2</sup> グローバル市場側の「コンシューマサービス」にはブロードバンドサービスも含まれており、国内でも当該セグメントの今後の成長においてはブロードバンドサービスの出現・成長が寄与すると考えられる。  
<sup>\*3</sup> 日本航空宇宙工業会「宇宙産業データブック」の分類では、宇宙機器産業において「ソフトウェア」分野が独立して示されているため、グローバル市場の分類と平仄をとるため2016年時点の他分野市場の構成比に応じて振り分けを実施。



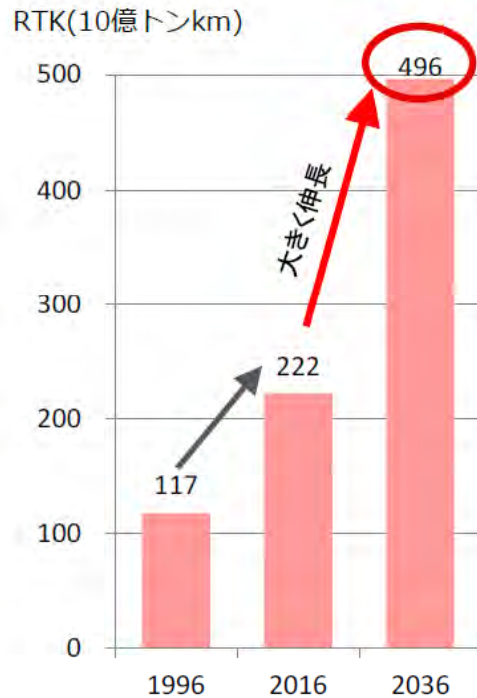
2050年 狭義の国内宇宙ビジネス市場

# 民間航空機市場の成長見込みとの比較

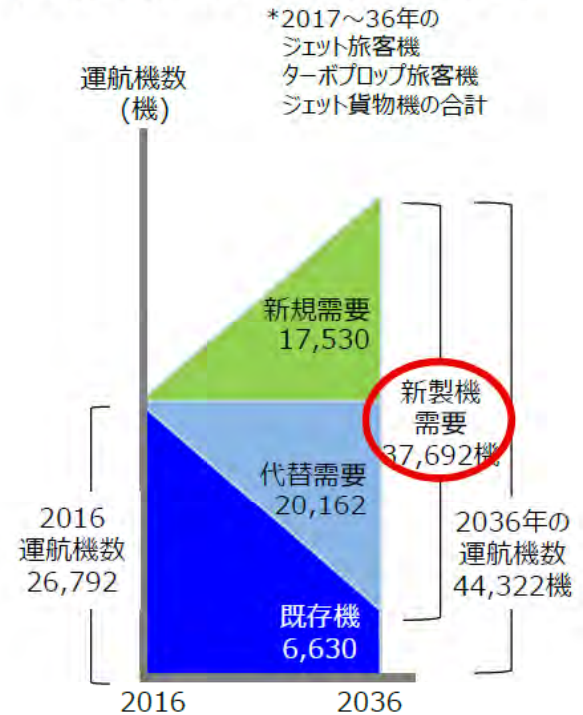
【図表1.世界の航空旅客需要予測】



【図表2.世界の航空貨物需要予測】



【図表3.航空機の機材別納入機数\*】

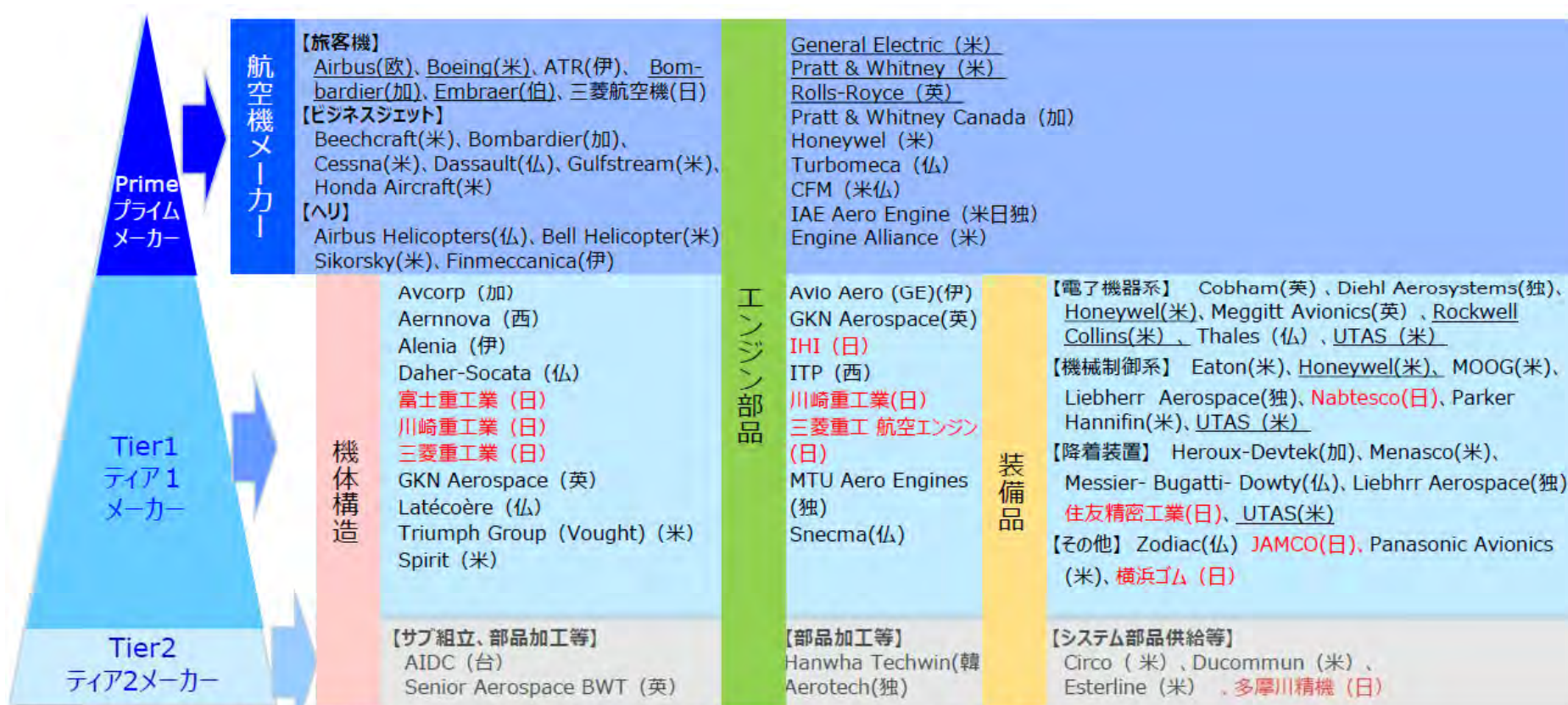


注釈) RPK (Revenue Passenger Kilometers) : 有償旅客キロメートル、RTK (Revenue Ton Kilometers) : 有償貨物トンキロメートル  
資料) 日本航空機開発協会(JADC)「民間航空機に関する市場予測2017-2036」2017.3より三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

- 民間航空機市場は年率約5%での成長が見込まれており、宇宙産業市場と類似している。(宇宙産業市場も5.3%の成長見込み)
- 市場成長は幾何級数的ではなく、指数関数的な増加が見込まれている。産業を支える人口に関しても指数関数的な増加を見込むべき。



# 民間航空機製造にみる業界構造



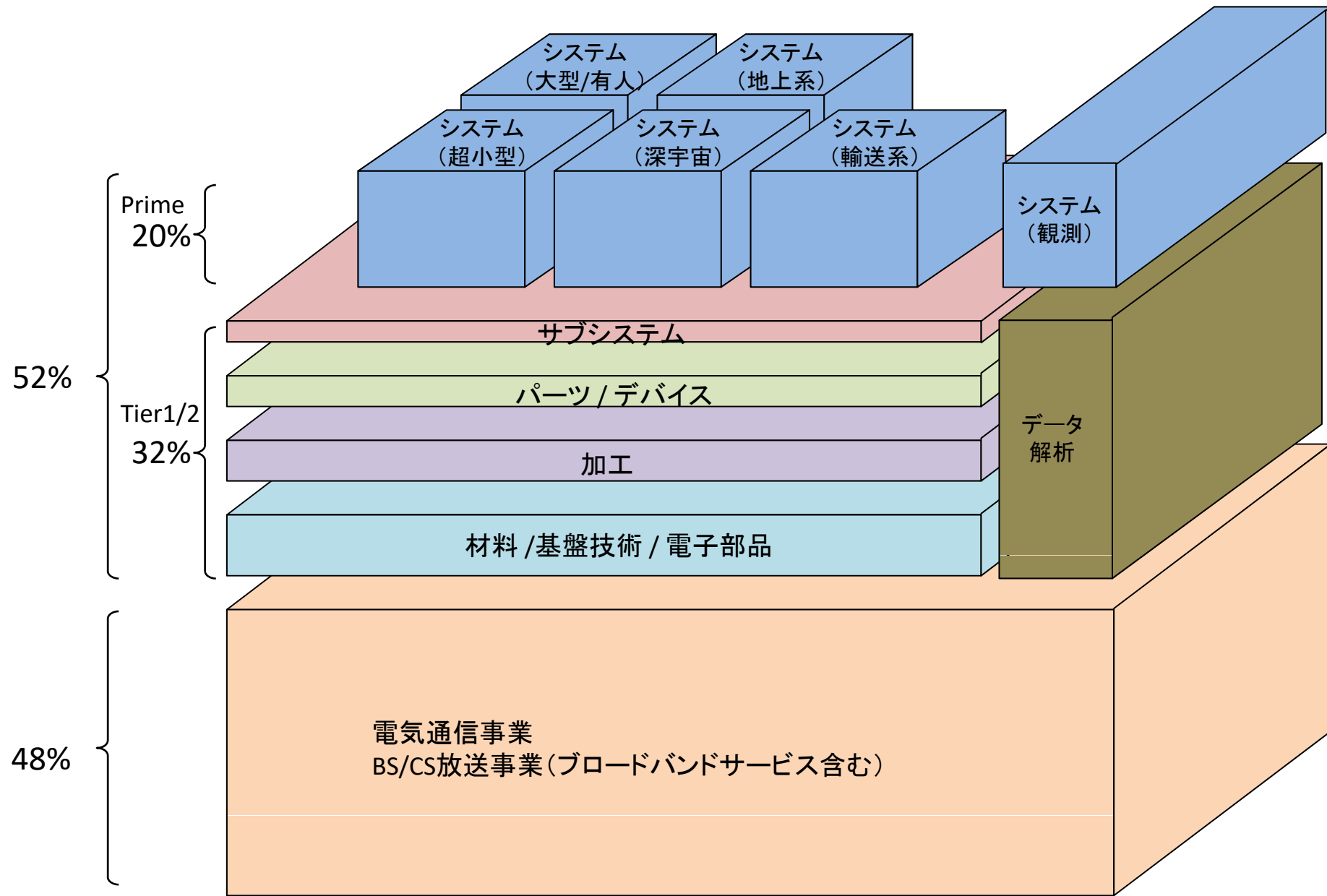
資料) 中部経済産業局「航空機産業海外ビジネスのヒントと知財対策」2017.2 より三菱UFリサーチ&コンサルティング 作成

- 民間航空機製造分野では国際分業が進んでおり、日本企業はPrimeでは無くほとんどがTier1。
- 我が国として衛星系 / 輸送系のPrimeを維持すべきであるが、海外企業PrimeのTier1・Tier2としても参画すべき。
- Prime、Tier1/2に供給される人材像は、必ずしも同一では無い。



# 2050年における狭義の宇宙関連分野就業人口内訳

(就業人口 163,580人 / 市場 43,932億円 / 世界シェア分野別に最低でも4%確保した場合)



## 高度技術者層の育成例

- 2005年より大学共同実験として、秋田県能代市や和歌山市加太、伊豆大島、御宿、北海道などで全国の大学が参加するロケット打上等の実験を実施。のべ9千人以上が参加し、ISTなど宇宙ベンチャー企業の多くに参加者が就職している。研究活動というよりは実践的な宇宙ものづくり活動・社会参加(実験環境の整備や地元との調整も行う)経験として、宇宙関連企業に必要となる経験を積んでいる。平成29年度宇宙航空科学技術推進委託費を受け、共同実験実施に向けた企業からのサポート体制や、就職協定後の新しい就職活動のツール(一般的な履歴書では見えない能力/経験をタレントブックとして企業に提供)としての利用も進めている。第4回宇宙開発利用大賞では総務大臣賞を受賞した。また新たな取り組みとして、大学と高校・高専等が協力した中・小型成層圏気球を用いた共同実験も始めている。
- 2021年度より、千葉工大では宇宙産業を支える高度技術者育成プログラムとして、「衛星の設計」ではなく「確実に動く衛星の試験・製造」に力点を置いた学内教育プログラムを開始している。

