

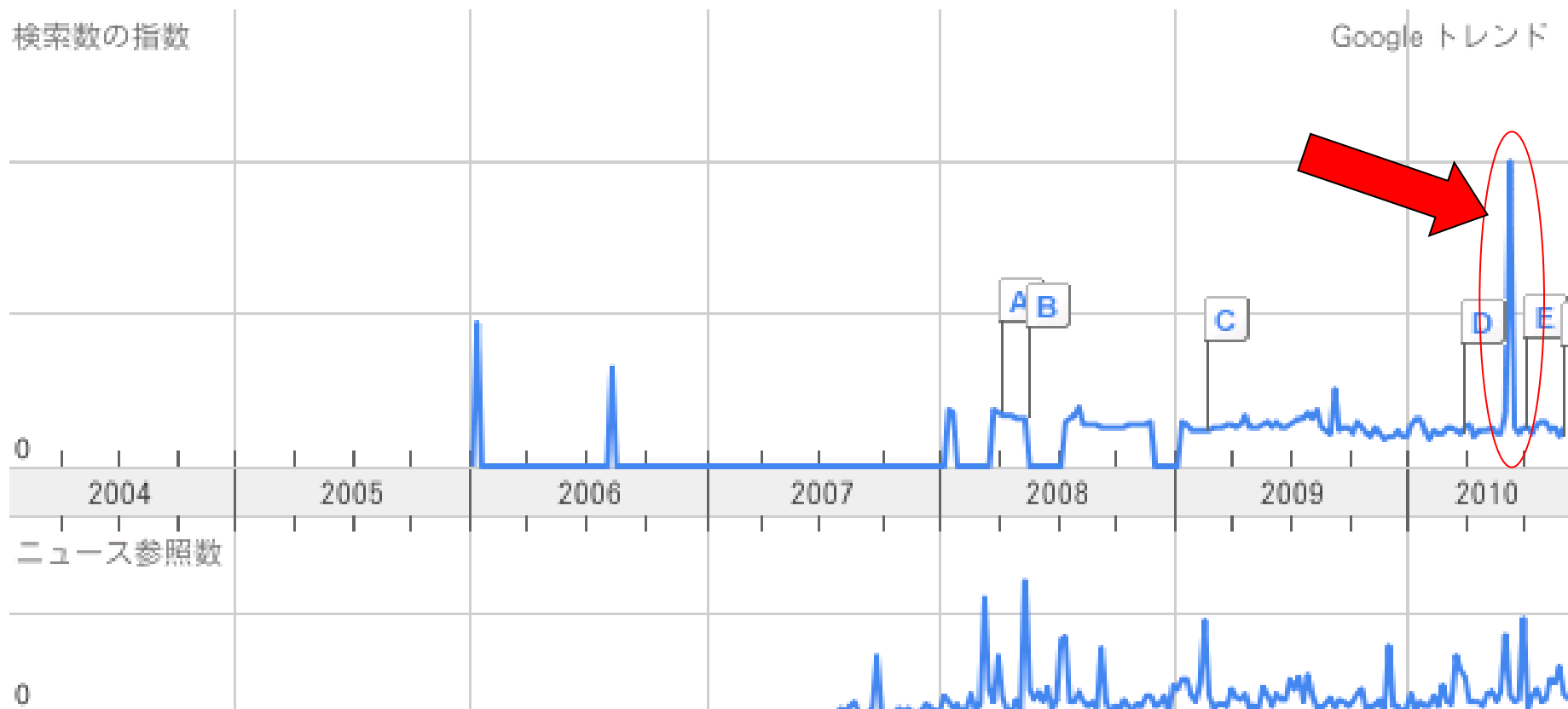
宇宙教育をめぐる最近の状況

和歌山大学 宇宙教育研究所
所長 / 特任教授 秋山 演亮



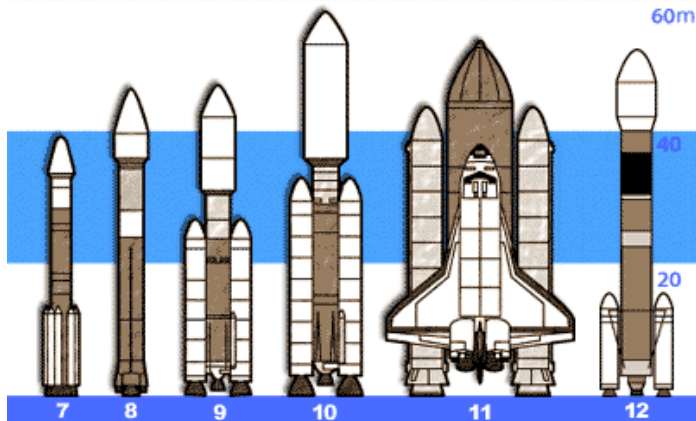
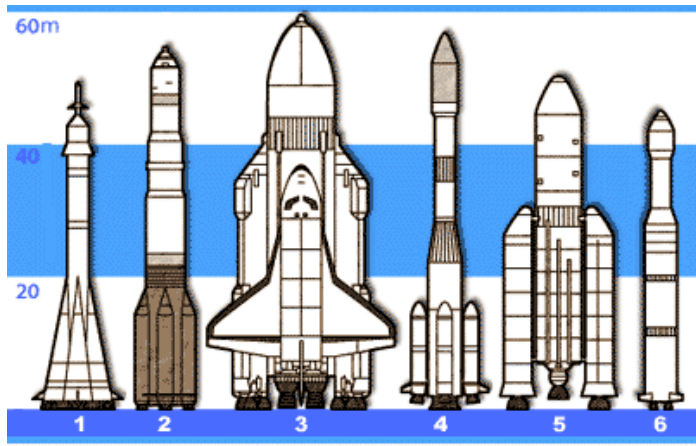
和歌山大学宇宙教育研究所

Google 和歌山大検索数



脱 スプーンフィーディング

Game Changeを思いつく人材・実施できる人材

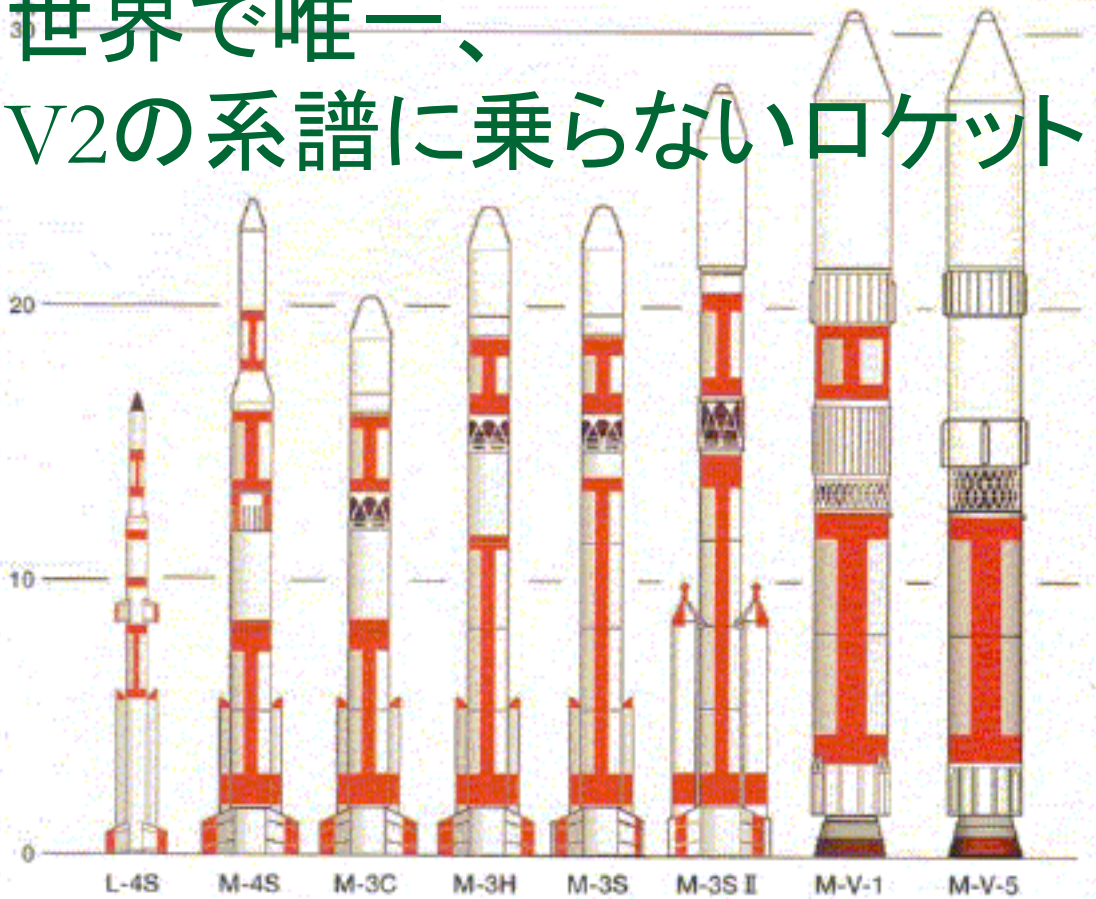


- 1. ソユーズ 2. プロトン 3. エネルギア/ブラン
- 4. アリアン4 5. アリアン5 6. 長征3号
- 7. デルタII 8. アトラスII 9. タイタンIII
- 10. タイタンIV 11. スペースシャトルH-2A

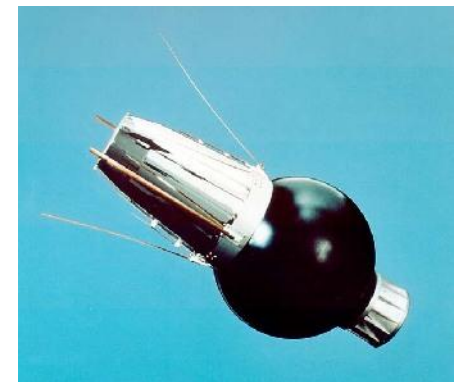


ドイツのフォン・ブラウンが作ったV2ロケットが起源

世界で唯一、 V2の系譜に乗らないロケット



	L-4S	M-4S	M-3C	M-3H	M-3S	M-3S II	M-V-1	M-V-5
全長 (m) Total Length	16.5	23.6	20.2	23.8	23.8	27.8	30.7	30.8
直径 (m) Diameter	0.735	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	2.5	2.5
全重量 (ton) Total Weight	9.4	43.6	41.6	48.7	48.7	61	139	140.4
打ち上げ能力 (kg) Payload to LEO	26	180	195	300	300	770	1,800	1,850



1970年2月11日 打上



A. Akshita / MEF / ISAS

世の中の動き

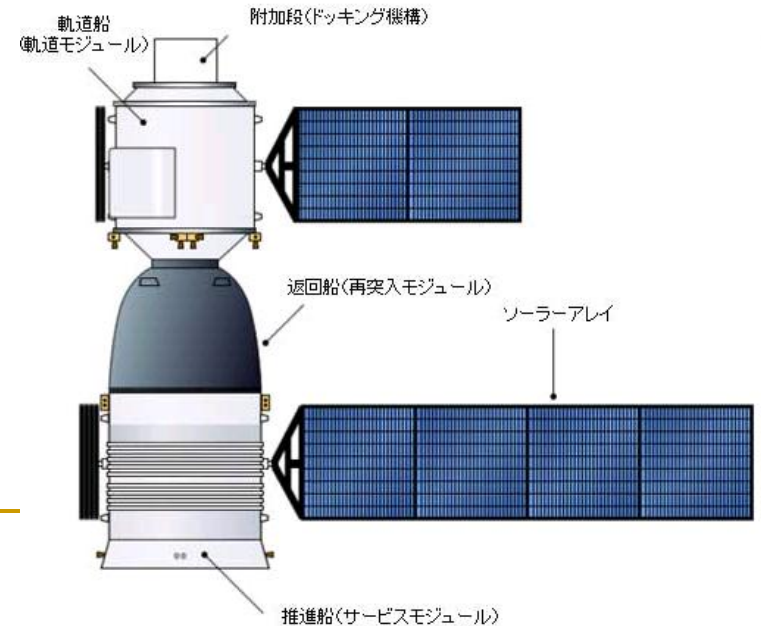
- 1996 X-Prize 開始
- 1999.11.20 神舟1号 打上
- 2003.3.1 嫦娥計画開始
- 2003.10.15 神舟5号 有人打上
- 2004.6.21 Space Ship One フライト成功
- 2007.9.14 かぐや 打上
- 2007.10.24 嫦娥1号 打上
- 2008.10.22 チャンドラヤーン1号 打上

中国・インドに加えて、民間の宇宙開発も躍進

中国 神舟5号

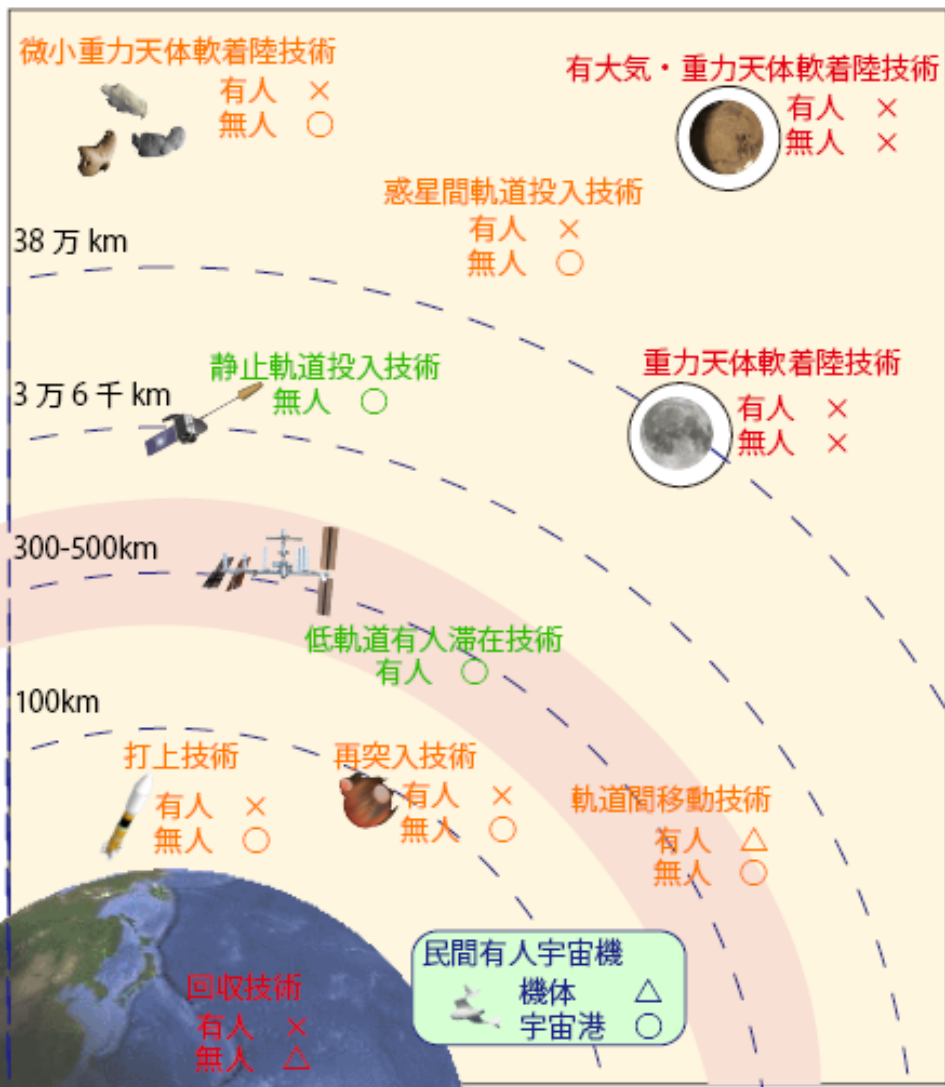


神舟有人宇宙船の機構図



日本の独自宇宙技術と活動領域

- (無人) 日本独自技術で到達 / 滞在可能領域
- (有人) 日本独自技術で滞在可能領域
- 技術を有する
- × 技術を有しない
- △ 開発中 or 既存技術で応用可能

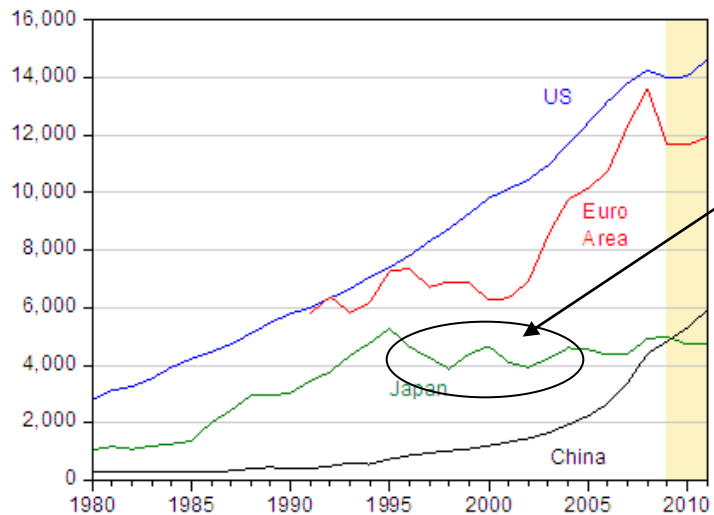


各国の技術保有状況

技術		保有国										
		アメリカ	ロシア	ESA	日本	中国	インド	ブラジル	韓国	イラン	イスラエル	
無人	打上	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
無人	再突入	■	■	■	■	■	④					
無人	静止軌道投入	■	■	■	■	■	③					
有人	打上 / 再突入 / 回収	■	■	①	■	■	③					
有人	宇宙滞在	■	■	■	■	■	③					
有人	軌道間移動	■	■	②	②	■	③					
有人	重力天体軟着陸	■	■	■	■	■	③	③				
無人	惑星間軌道投入	■	■	■	■	■						
無人	重力天体軟着陸	■	■	■	■	■	③	③				
無人	微小重力天体軟着陸	■	■	■	■	■						
無人	有大气重力天体軟着陸	■	■	■	■	■						

- ①ソユーズの打上により可能 (ギアナ射場に打上設備有り)
- ②余圧可能な無人機の改造により可能
- ③開発計画が進行中
- ④弾道軌道からのみ実施





~~失われた10年~~

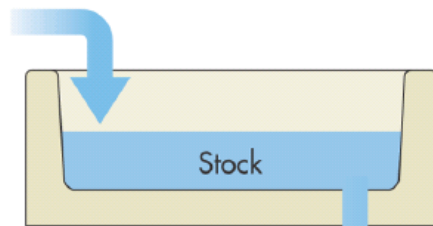


失われた20年

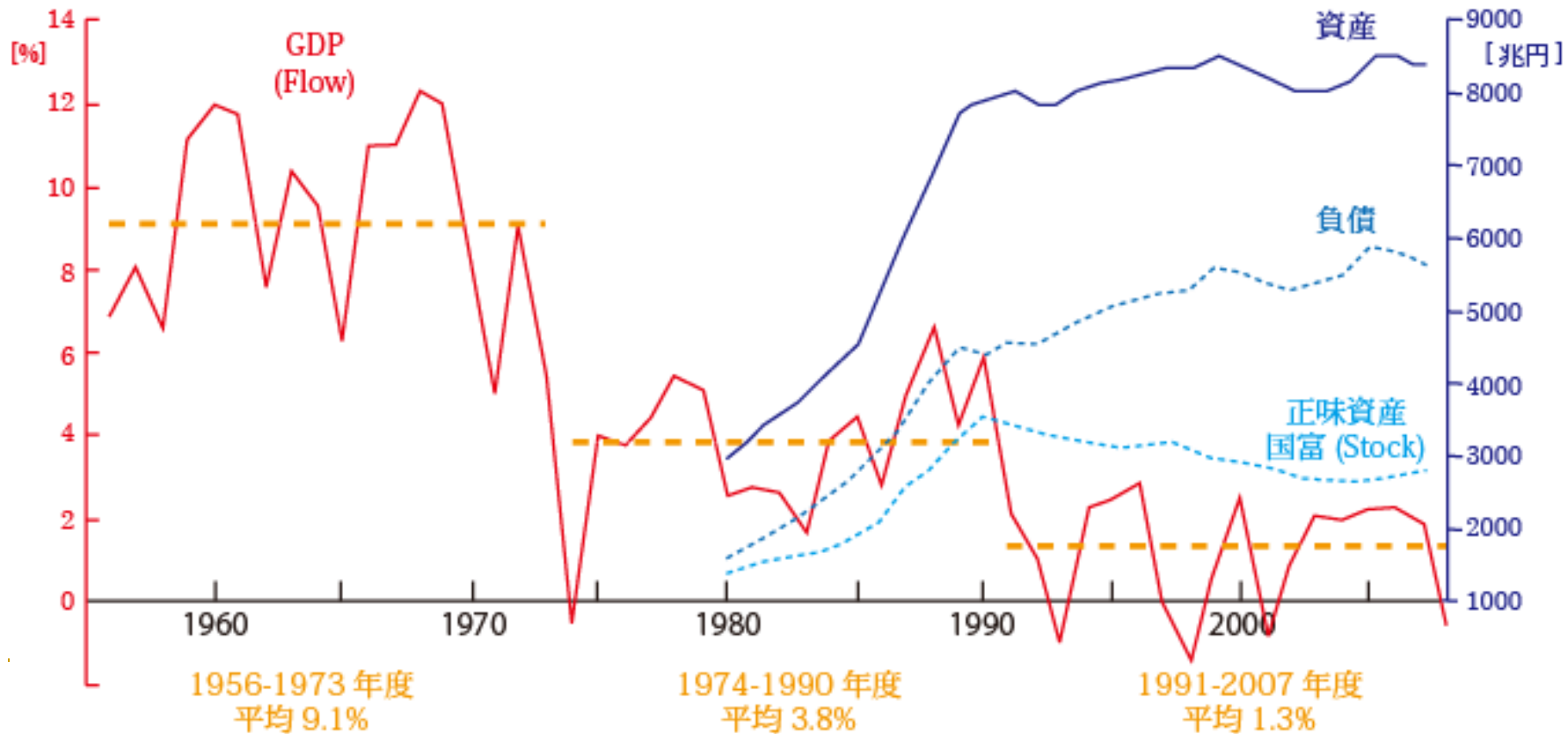


失われた30年

Additions or Inflows



Subtractions or Outflows



経産省産業競争力部会

一人当たりGDPの世界ランキング推移

2000年	2008年
3位	23位

【出所】IMF World Economic Outlook Database

世界GDPに占めるシェアの推移

1990年	2008年
14.3%	8.9%

【出所】IMF World Economic Outlook Database

IMD国際競争力順位の変遷

1990年	2008年
1位	22位

【出所】World Competitiveness Yearbook

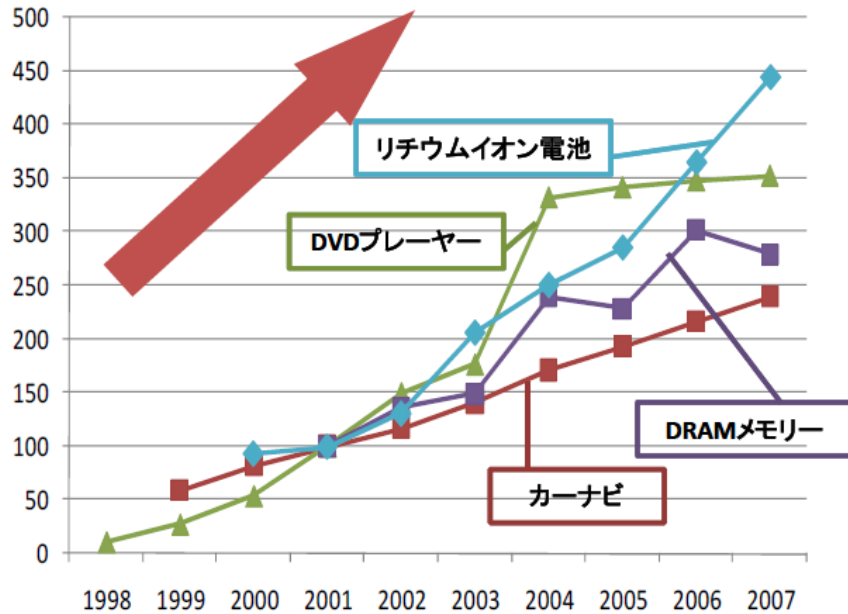
- 日本経済の行き詰まりは深刻。
- この行き詰まりは一過性のものでなく、3つの構造的問題が存在。
 1. 産業構造全体の問題
 2. 企業のビジネスモデルの問題
 3. 企業を取り巻くビジネスインフラの問題
- この構造的問題を克服するためには、単なる対症療法ではなく、政府と企業が持ちうるすべての叡智を結集する必要がある。

「今後、日本は、何で稼ぎ、雇用していくのか？」

世界市場の伸びに伴い、日本のシェアが急速に縮小

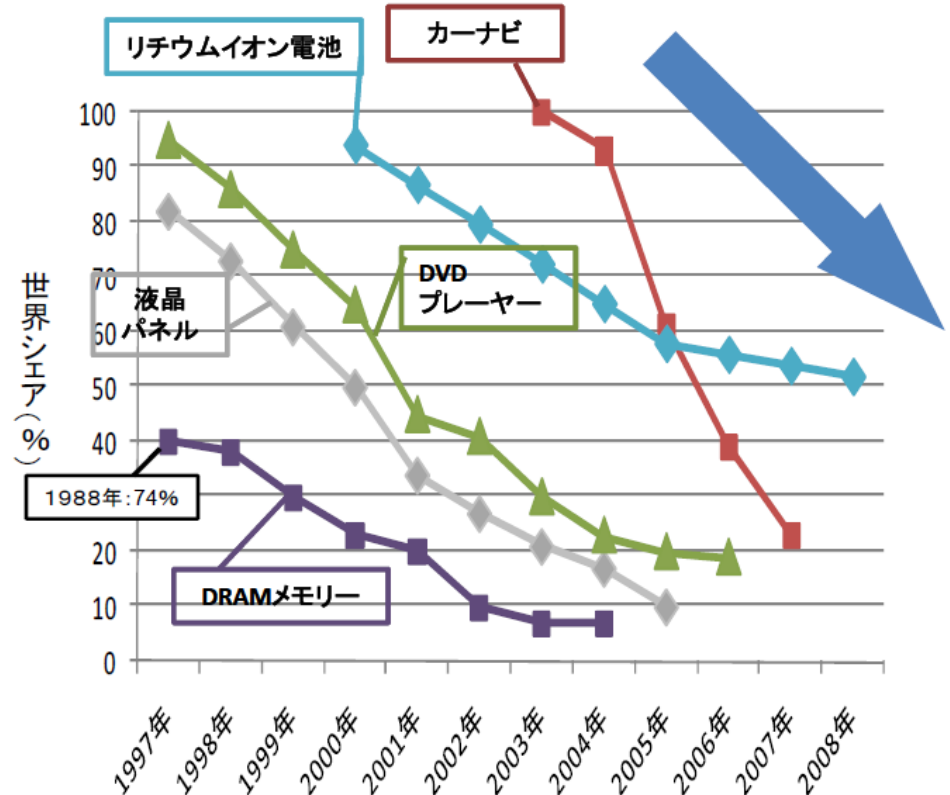
➡ 特定企業や特定製品の問題ではなく、日本企業のビジネスモデルの問題

世界市場の伸び (2001年を100とした場合)



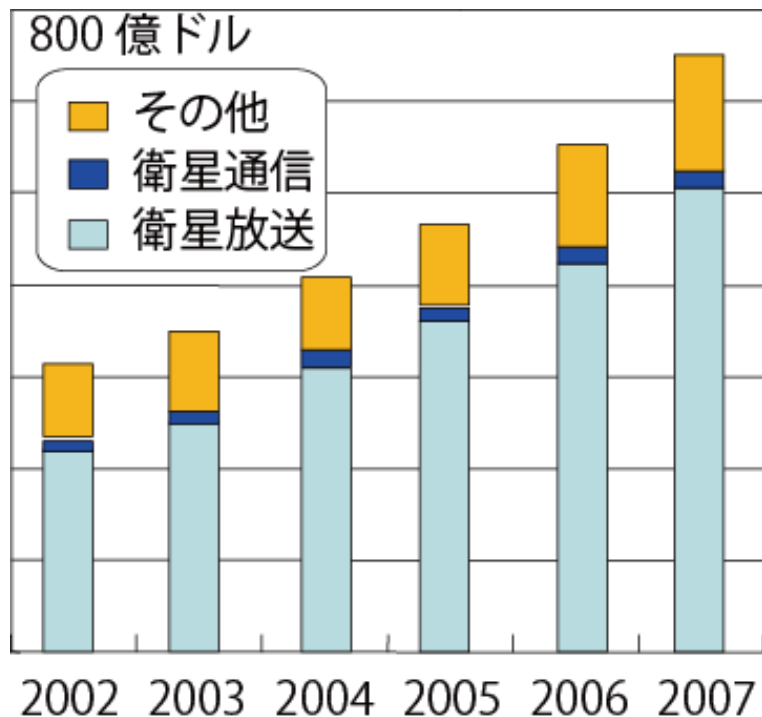
出所 DVDレコーダー : JEITA「主要電子機器の世界生産状況」
 DRAMメモリー : WSTS
 携帯電話 : JEITA「主要電子機器の世界生産状況」
 リチウムイオン電池 : IT総研資料を加工
 カーナビ : JEITA「主要電子機器の世界生産状況」

日本の世界市場のシェア

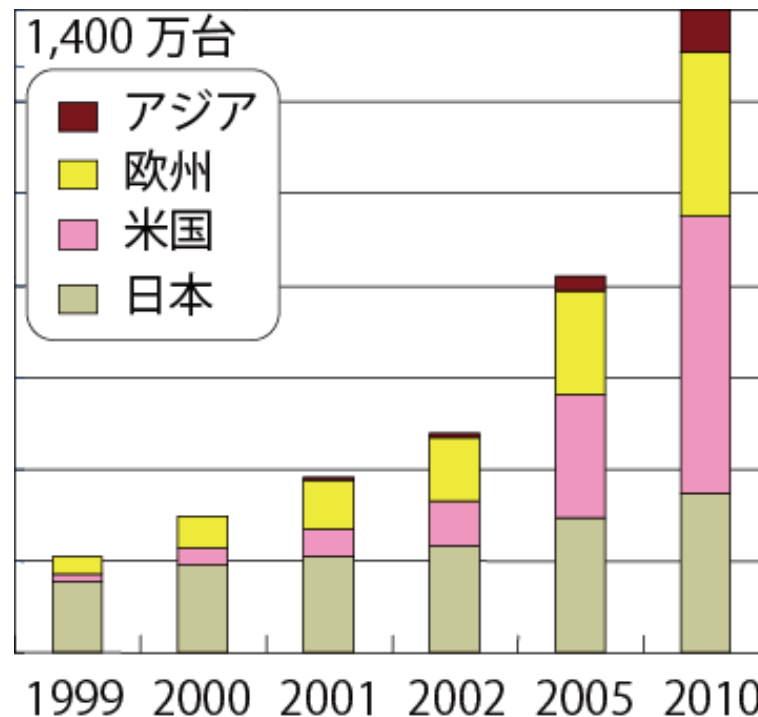


出所 小川紘一「プロダクト・イノベーションからビジネス・イノベーションへ」
 (IAM Discussion Paper Series #1)
 JEITA「主要電子機器の世界生産状況」
 IT総研資料を加工

世界の宇宙利用産業



世界のGPS受信器



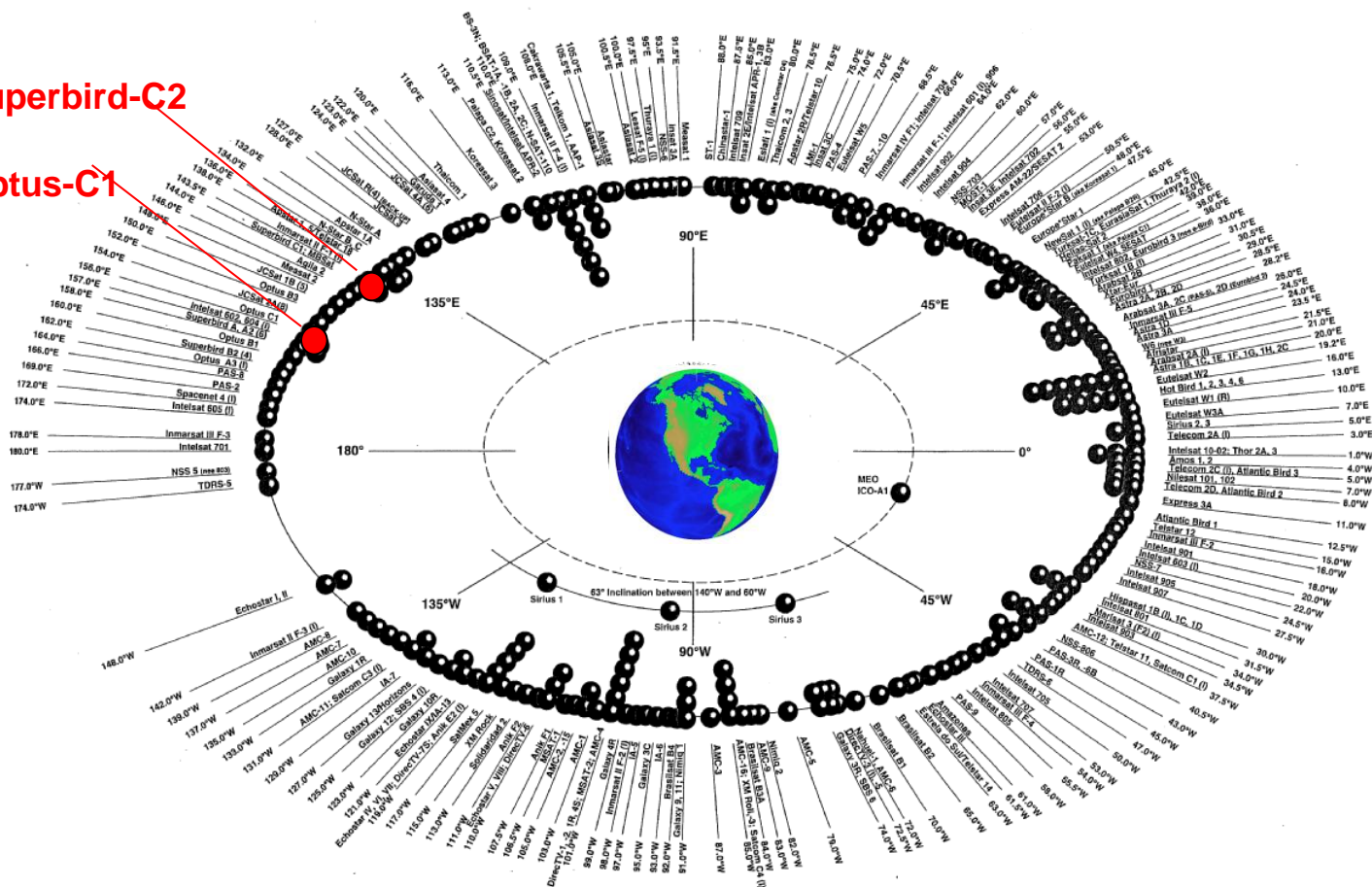
- 宇宙利用産業は年14%、5年で倍増する急成長市場
- GPS/ 衛星通信等の宇宙技術が生活に必須となり、宇宙関連地上機器市場も急成長

➡ 今後の日本を支える有望市場の一つ

世界の静止商用通信衛星

Superbird-C2

Optus-C1

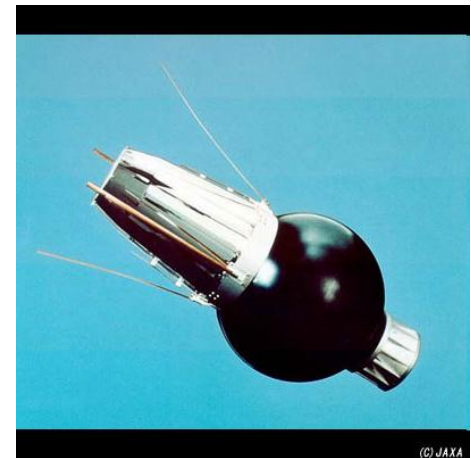


出典:BSS (Boeing Satellite Systems) http://www.boeing.com/defense-space/space/bss/launch/980031_001.pdf

260機運用中、日本企業が主契約者となった衛星は
米国製Optus-C1（豪）、日本製Superbird-C2の2機だけ

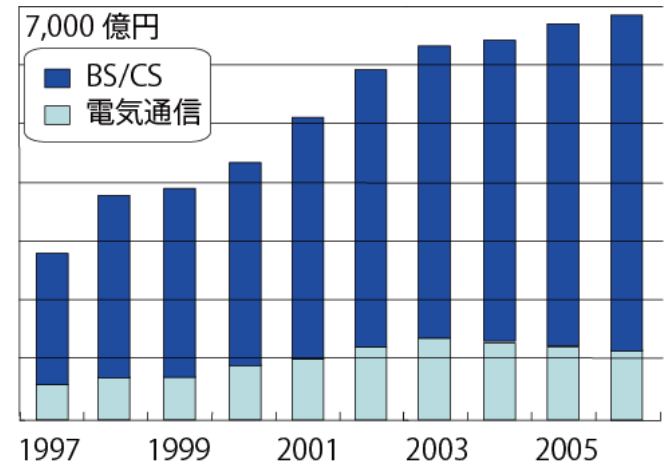
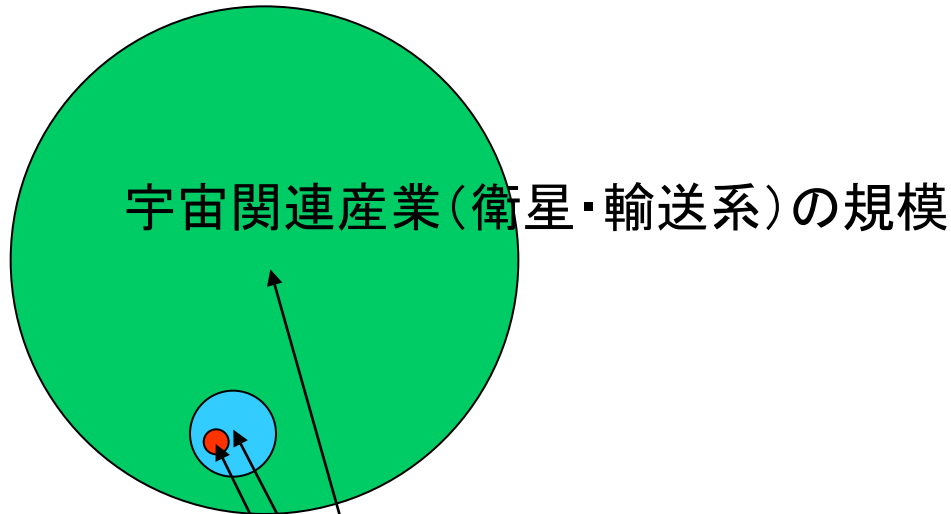
日本は世界有数の宇宙技術保有国

- 独自技術でロケット開発に成功
- 史上4番目の衛星打上国
- 射場を有する12カ国/地域※の一つ
- 世界第3位の衛星打上数
- 「はやぶさ」等先端科学探査の成功
- HTVによる軌道遷移技術の保有



※ 日本・米国・CIS・フランス・イタリア・豪州・スウェーデン・ノルウェー・インド・中国・ブラジル・イスラエル

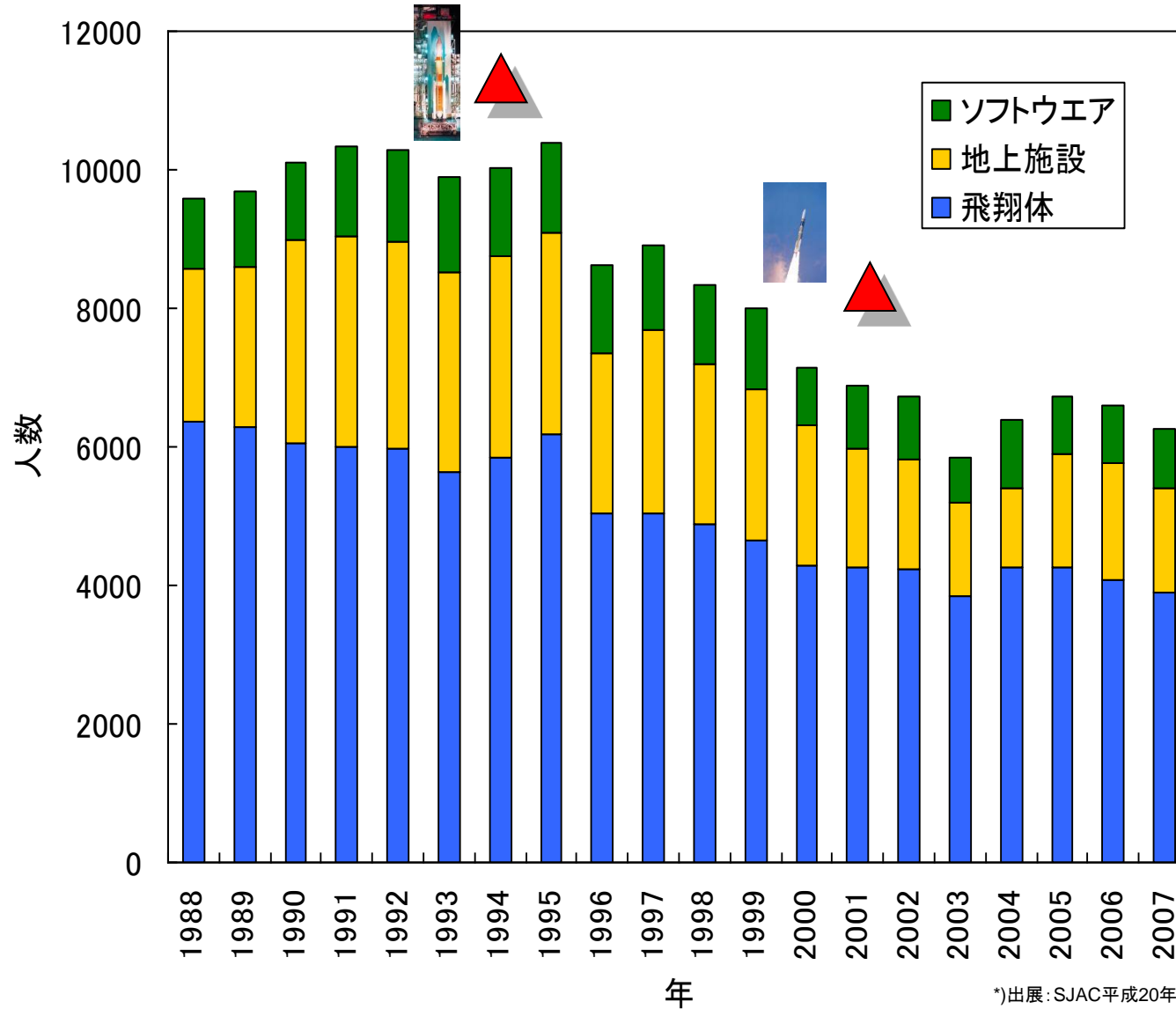
日本の宇宙利用産業



	市場規模	官需	軍需	民需	その他
米国	4兆5000億円	44%	20%	36%	0%
欧州	7300億円	41%	10%	37%	3%
日本	2348億円	92%	0%	4%	4%

- 日本はこれまで研究開発を中心に進めてきたため技術力は高いが、宇宙インフラの構築(利用)・産業化(民需)が大きく出遅れている。
- 世界では宇宙インフラが全ての経済活動の基盤となりつつあるが、地上インフラの整備が進んでいる日本では宇宙インフラの整備が進まない
- 日本では省庁横断型の宇宙戦略不在のため研究開発から実利用に進まない。
- 実際的な利用を目的とした開発、多目的衛星の推進等も実現出来ない。
- 「はやぶさ」等の成功により国民的関心は高いが、財政危機下でもはや「官需」のみにより宇宙開発を支えられず、技術力も低下する恐れが大きい。

宇宙産業 従事者推移



ロケット部品・コンポーネント開発・製造メーカ(中小企業等)の窮状

1. 事業規模が小さく、採算性確保に苦労

- 売上げが小さく宇宙機器事業だけでは一人立ちできない。
- 寡少な生産量に対して専用の生産ラインを維持する負担が過大。
- 製品価格に比べ、トラブル時の仕損リスクが高い。
- 品質・信頼性管理要求が他事業に比べ厳しい。
(逆に、厳しい管理要求への対応はノウハウとして他事業への遡及効果が高いと認識する企業もある)
- 以上の通り事業としての魅力が少ない割に価格的な配慮もない。

2. 具体的な開発生産計画が見えず、事業縮小の傾向

- 多くの企業が技術開発にこそ事業価値を見出しているが、具体的な開発計画が見えない。
- 宇宙事業の将来性が見えず、企業の経営方針として縮小の傾向
(技術者の他事業への配置転換、設備更新への対応遅れ等)

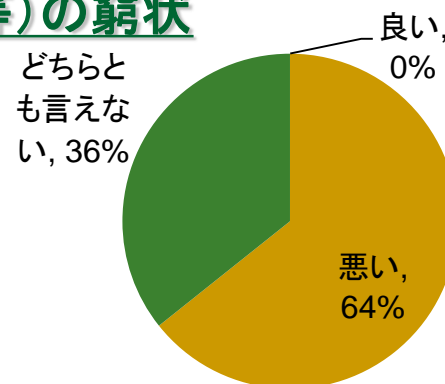


図1: 宇宙機器事業の状況*

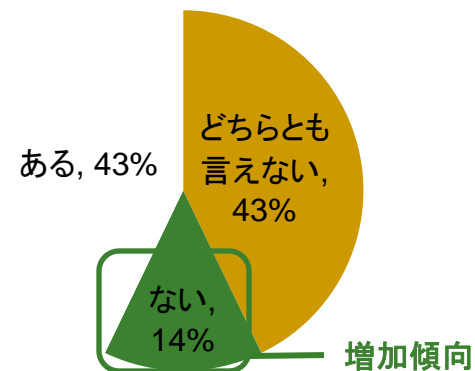
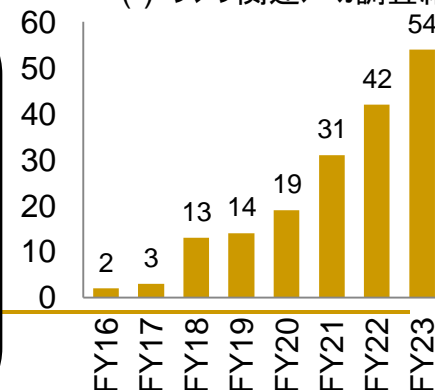


図2: 宇宙機器事業にメリットはあるか*

(*)エンジン関連メーカ調査結果



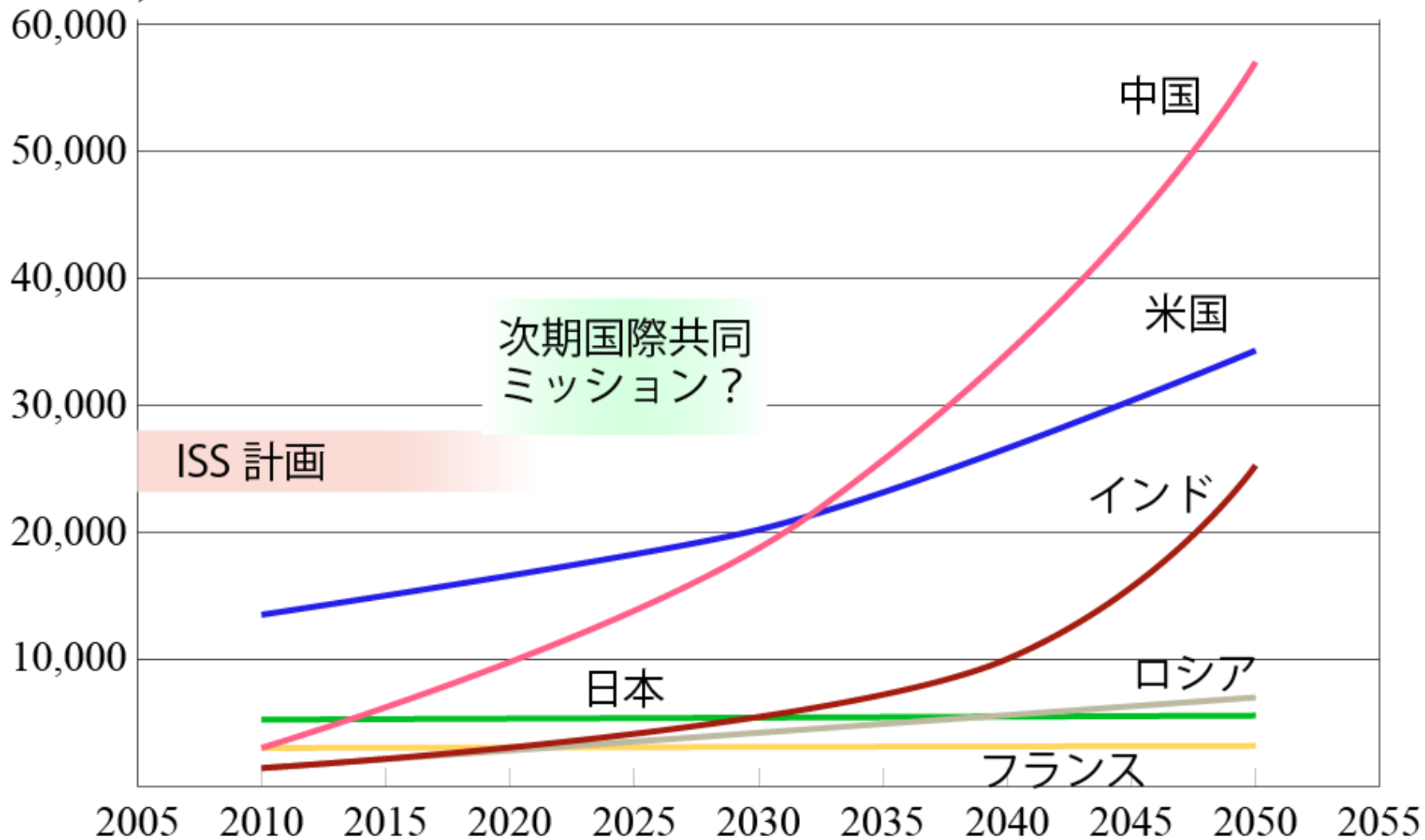
最近8年間の事業撤退社数推移(累積)

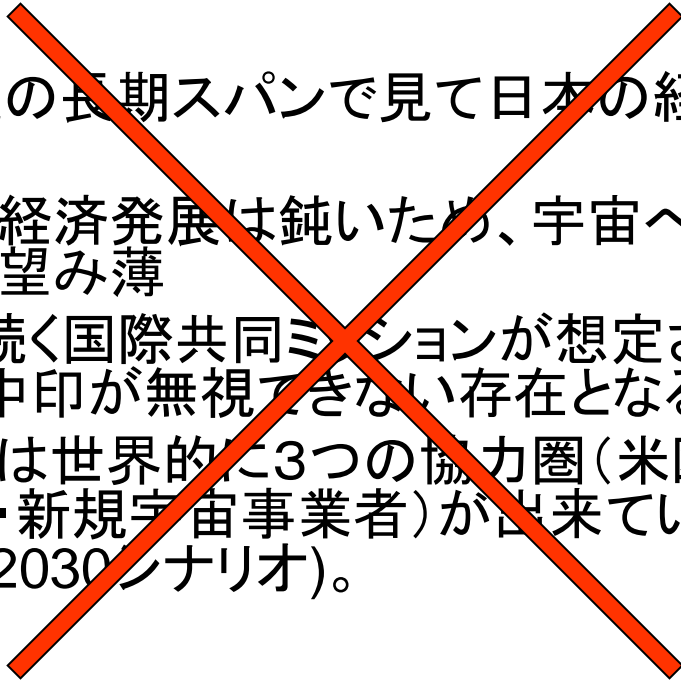
- ⇒ 企業における宇宙機器事業の価値が他の民生事業と比較し相対的に低下。それに伴い、人や資金といったリソース投入が途絶え、技術の継承断絶、設備更新の遅れなど、問題が顕在化してきている状況。
- ⇒ 更に企業経営状況の悪化を背景に、事業継続する意義・メリットを感じない企業が増加(これまでに54社以上の企業が事業撤退)。

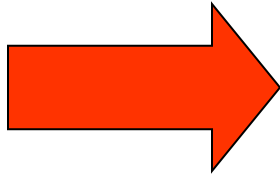
何故、宇宙教育が
必要なのか？

宇宙関連国の GDP 予測 (Goldman Sacks)

GDP
(Bil US\$)

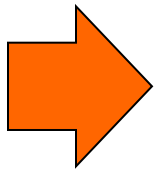


- 
- 20年超の長期スパンで見て日本の経済的地位は低下
 - 日本の経済発展は鈍いため、宇宙への大規模投資は望み薄
 - ISSに続く国際共同ミッションが想定される時期には、中印が無視できない存在となる
 - 宇宙には世界的に3つの協力圏(米欧日 / 中露 / 印・新規宇宙事業者)が出来ていく(OECD Space2030シナリオ)。

- 
- 必要なのは経済分析ではなく、我が国をどう導くかの意思
 - 「出来ない理由」ではなく、「どうすれば出来るか」

脱 スプーンフィーディング

- やらなくても良いけど、ついついワクワクしてやりたくなってしまおう事柄
- いったん手をつけてしまうと、すっかり引き込まれて抜けられなくなってしまう事柄
- 最後はシビアな判断が下されてしまおう事柄
 - 何故かみんながワクワクしてしまおう宇宙
 - チーム全員が一丸となり、一人も欠けられないプロジェクト活動
 - 判断するのは教員ではなく「冷たい方程式」
ロケットはボタンを押したら止まらない

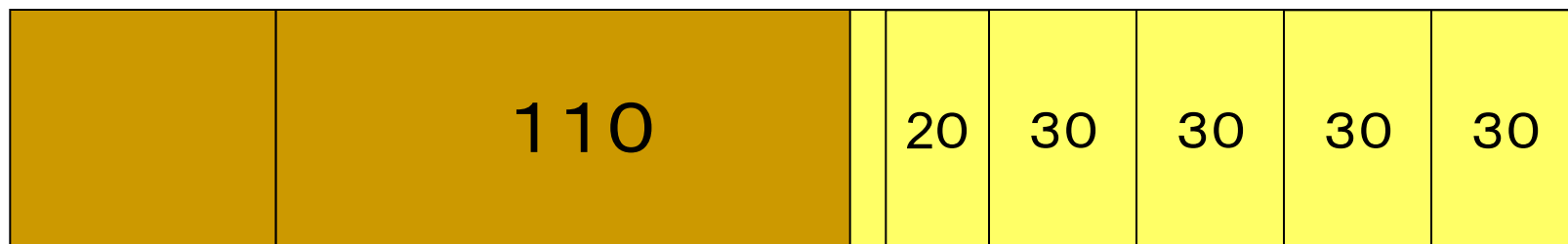


プロジェクトマネージメントとは？

昨今の学生の特徴

- 割り振られた仕事しかできない
- 自分の仕事しか見ない
- 自分の仕事も終われない
→後はよろしく！ スミマセン！
- 全体の仕事量の把握ができない

自分の仕事・やり遂げないといけない仕事としての理解・認識がない



250 ⇨ 300

チームはどう作られるか？

■ 成立期

チーム形成の初期段階。メンバーが集まり、自己紹介が終わり、プロジェクトの目的が説明された状態。メンバー間の行動はよそよそしく、人が話したことについて批判したりはしない。

■ 動乱期

メンバー各自が自分の立場を作ろうと縄張り争いを行い、対立が発生する段階

■ 安定期

メンバー各自が自分の立場を確保し、他のメンバーの考え方にある程度理解できるようになった状態。ようやく共同でプロジェクトを進めようという意識が出てくる。

■ 遂行期

メンバーが互いに尊重し合い、プロジェクトの各種問題について全員が共通の問題意識を持ち、前向きに対処する状態。生産性が高い段階。

斜め視点の教育

- 小学生「中学生ってすごい！」
- 中学生「高校生ってかっこいい！」
- 高校生「大学生って大人！」
- 大学生「大人ってスケールが違う！」

それぞれの年代に適合したテーマに取り組むこと
背伸びをしすぎない

後輩の面倒を見ることで、自分の知識・経験を再確認

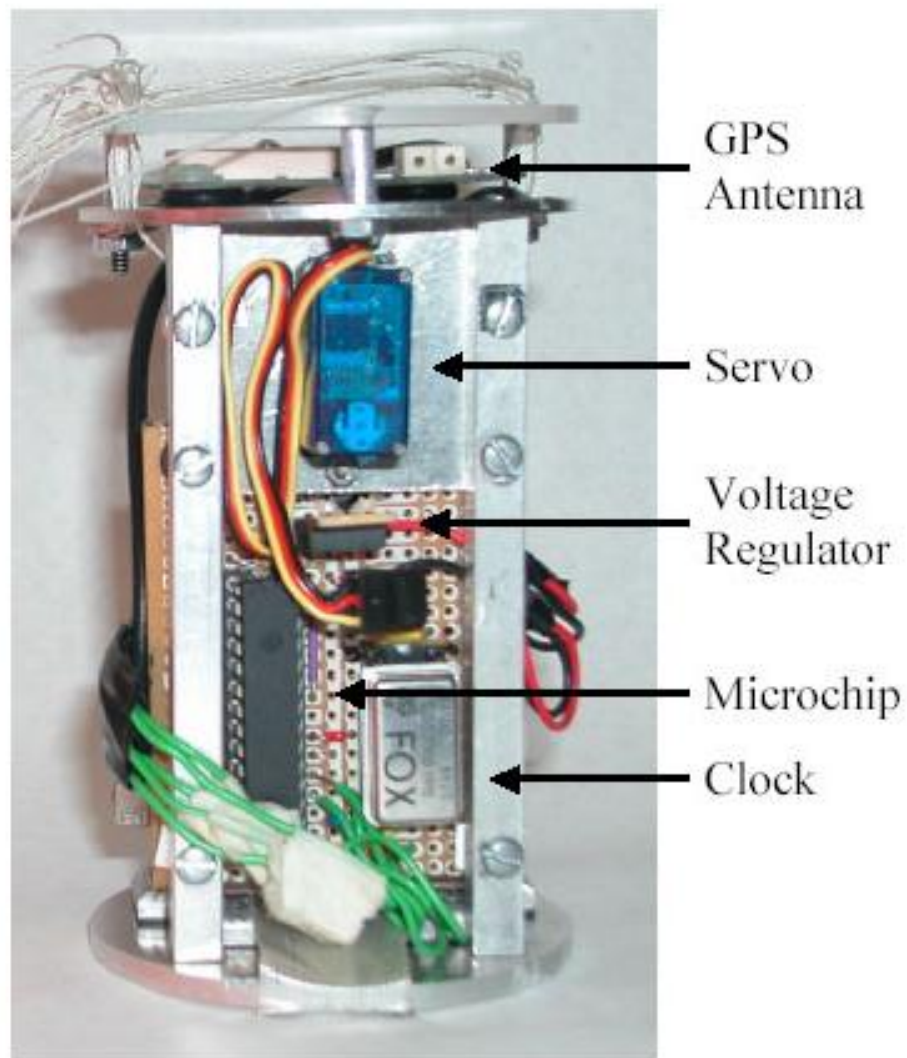
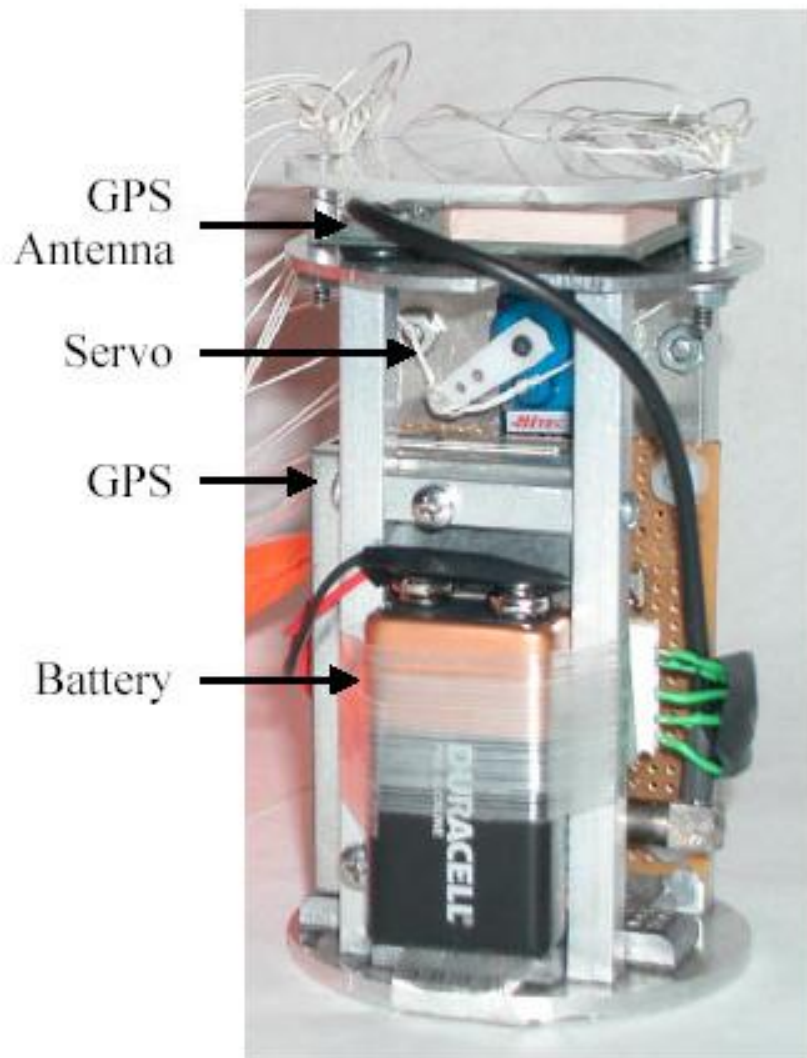
缶サット甲子園とは？

- 提供されたハイブリッドロケットに、高校生が自作したキャリア・缶サットを搭載し、定められた技術課題を競う競技会です。
- 競技の様子は既存のメディアに加え、インターネットを利用した学校放送を利用し、「理科に関心のある生徒」だけでなく「理科に関心が無かった生徒」にも理数系の面白さを伝えます。
- チームワークとものづくりを柱としたプロジェクトマネジメントのOJTを通じ、現代日本が必要とする理工系人材の育成を目指します。

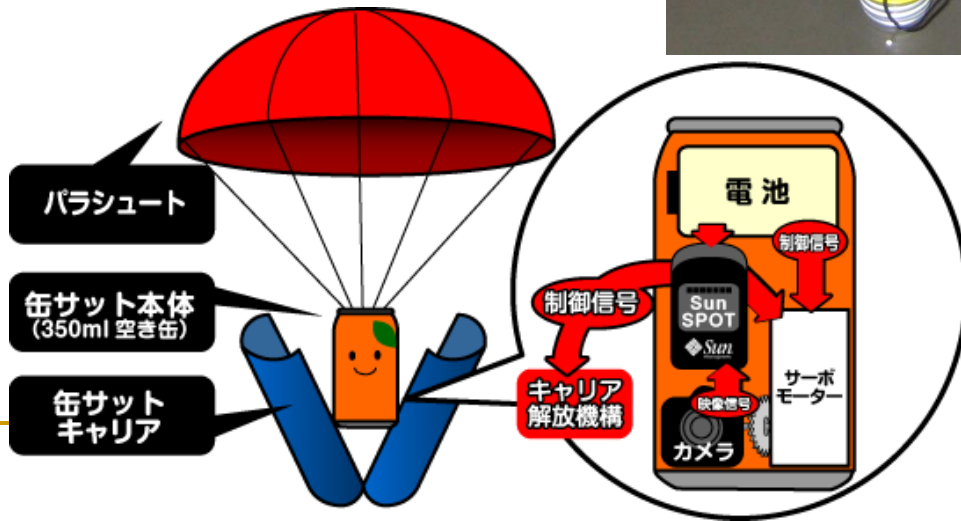
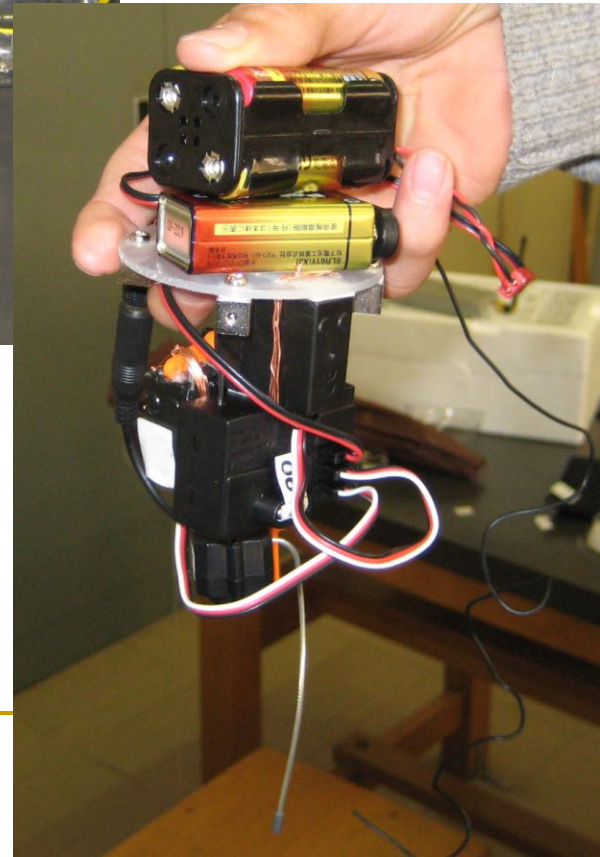
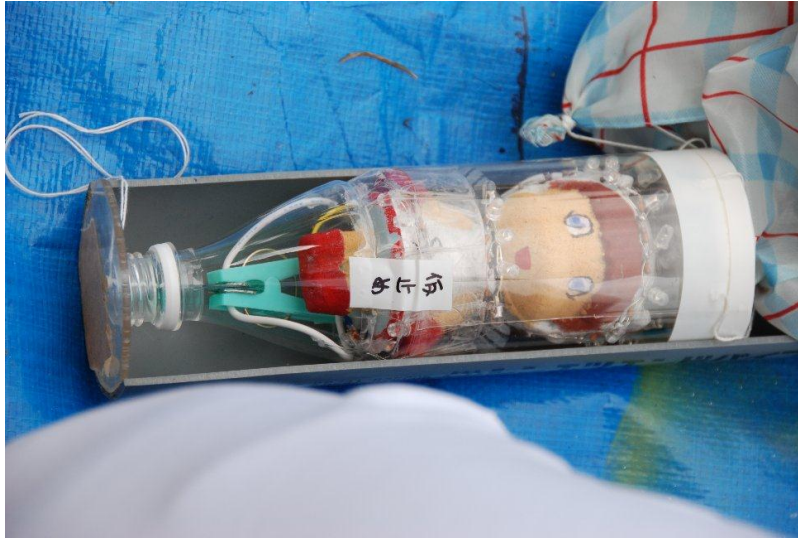
缶サット甲子園が目指すもの

- 複数人からなるチームが、決められた期日に向かって一つの物を作り上げる、プロジェクト体験により、計画力・問題発見能力・問題解決能力・交渉能力などの工学基礎力を育成する。
- 同じ高校生が真剣に取り組むものづくりの現場に触れることで、理数系への興味を広く喚起する。
- 日本の様々な地方において、新しい理数系教育を普及する。

大学生が作る缶サット



高校生がつくる缶サット



高校生が作る缶サット



ロケットガール養成講座



世の中には2種類の間人が...

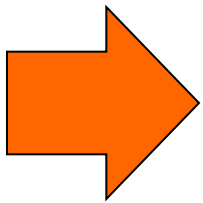
- ロケットを上げたことがある人
- ロケットを上げたことがない人

危険なことをやっちゃいけないのではない。
危険なことを、何が危険で、どうその危険を回避
できるかをわからないままではいけない

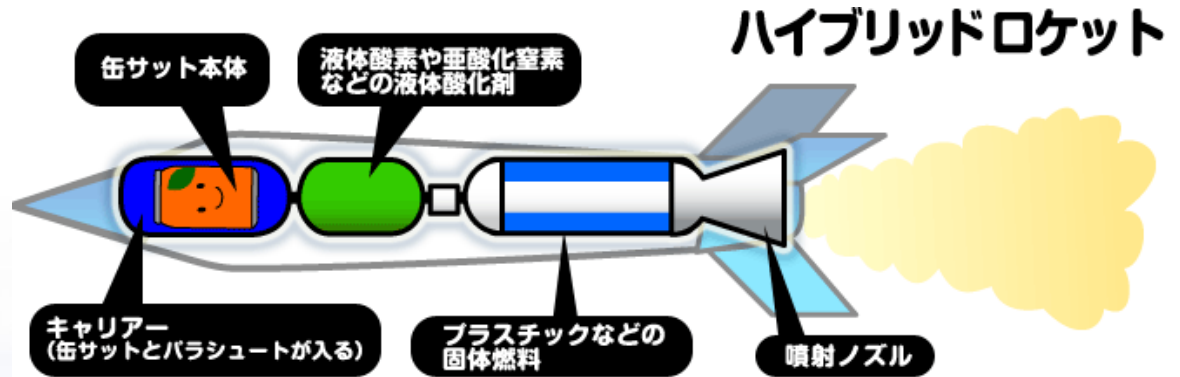
きちんと自分の頭で考え、体で理解して、危険
なことを克服して、先に進めるかどうか重要

ロケットは何が危ないのか？

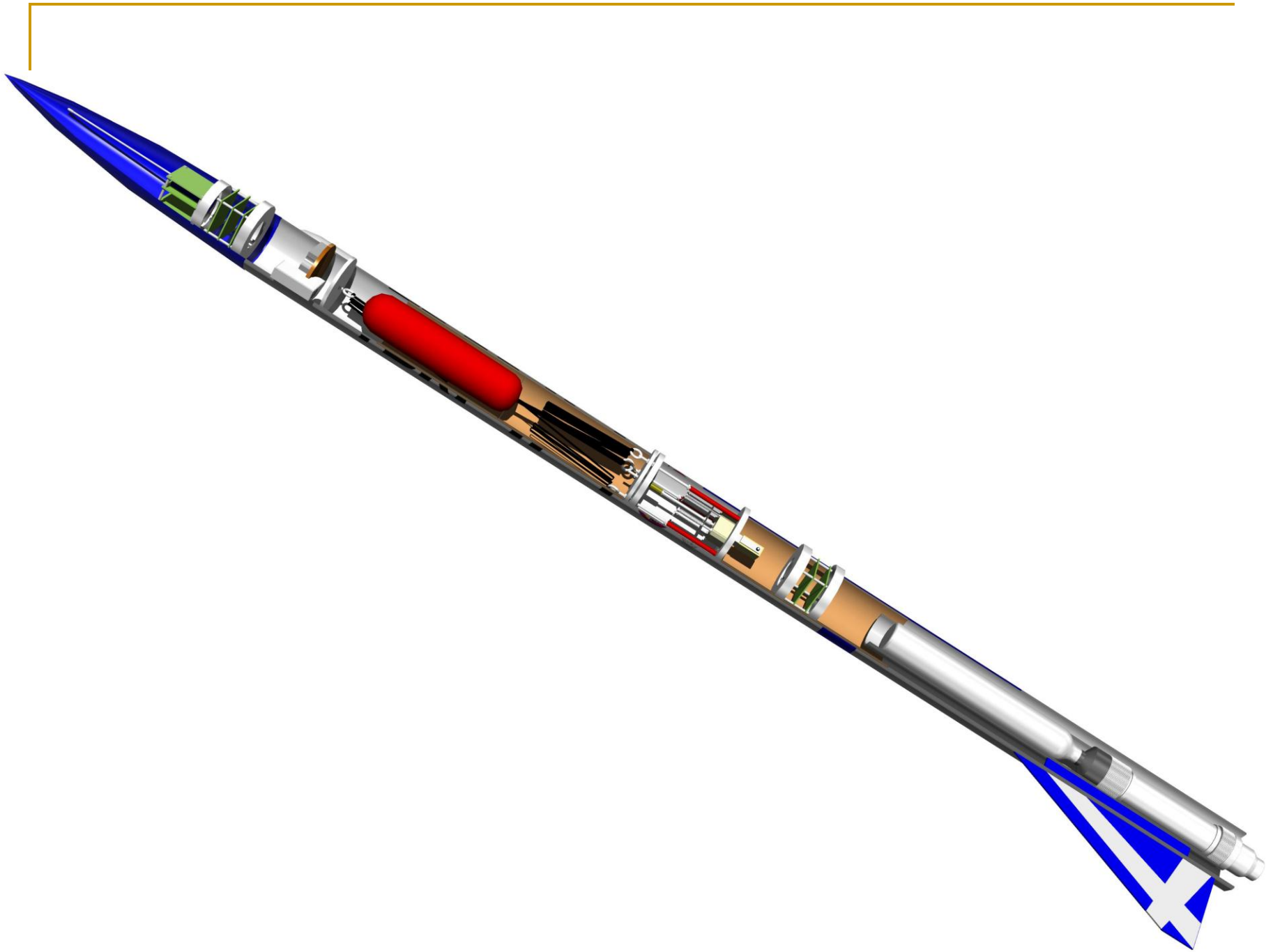
1. 点火時の引火事故
2. 爆発 / 破片飛散
(燃焼時 / オープニングショック・滞空時)
3. 衝突
 1. 点火者とロケットに十分な距離を取る
 2. 点火時に十分な距離を取る / 落下位置を予測、人を立ち入らせない
 3. 飛距離範囲内に人を立ち入らせない
特に弾道落下に注意



小型ロケットの打上/燃焼試験

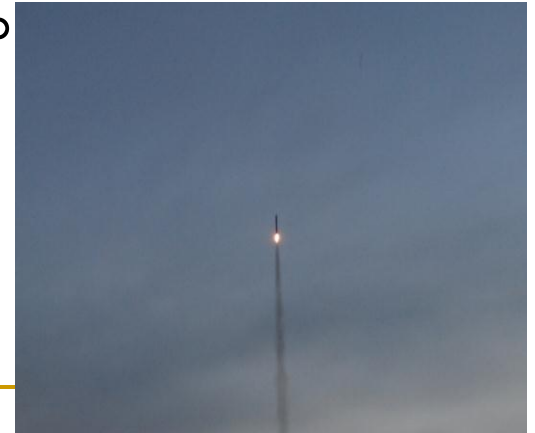


- ハイブリッドロケットは、爆発物・高圧ガスを使わない、安全なロケットです。
- コールドロケットは、火を使わない安全なロケットです。
- いずれも国内で十分な打上実績があり、打上に際しての安全基準も確立しています。
- 打上高度は、陸上発射/陸上回収の場合は500m程度です。



ロケットガール養成講座

- 平成18年度より秋田大学が実施している女子の理工系進路選択支援事業。ロケット打上をテーマとし、大学生のサポートを受けた高校生が高さ約2m、全重約7kgのハイブリッドロケットを製作。
- 設計図は渡さず、高校生が自分達でロケットを設計・製作。打上成功が目的ではなく、製作の過程での学びの喜びを学ぶ。



宇宙教育研究拠点ネットワーク構想

【目的】

次世代を支える**技術者・研究者の育成**を行うために宇宙教育拠点を設置する。また**留学生の受入**により、**宇宙外交分野におけるリーダーシップの維持**に務める。教育拠点ではロケットの打上や衛星の運用試験など、宇宙関連機器の製作・試験・実験による**実践的なものづくり人材育成**を行う。同時に、これを全国から集まる交流人口の増加を地域振興の核とし、**地方における教育拠点の経済効果を実証**する。

拠点を利用する教員・学生は地域住民とも十分な議論を行い、周囲には安心でき、内部に入る学生には安全な実験環境を整える。この過程を通じて、**任せられる人材の育成**にも努める。

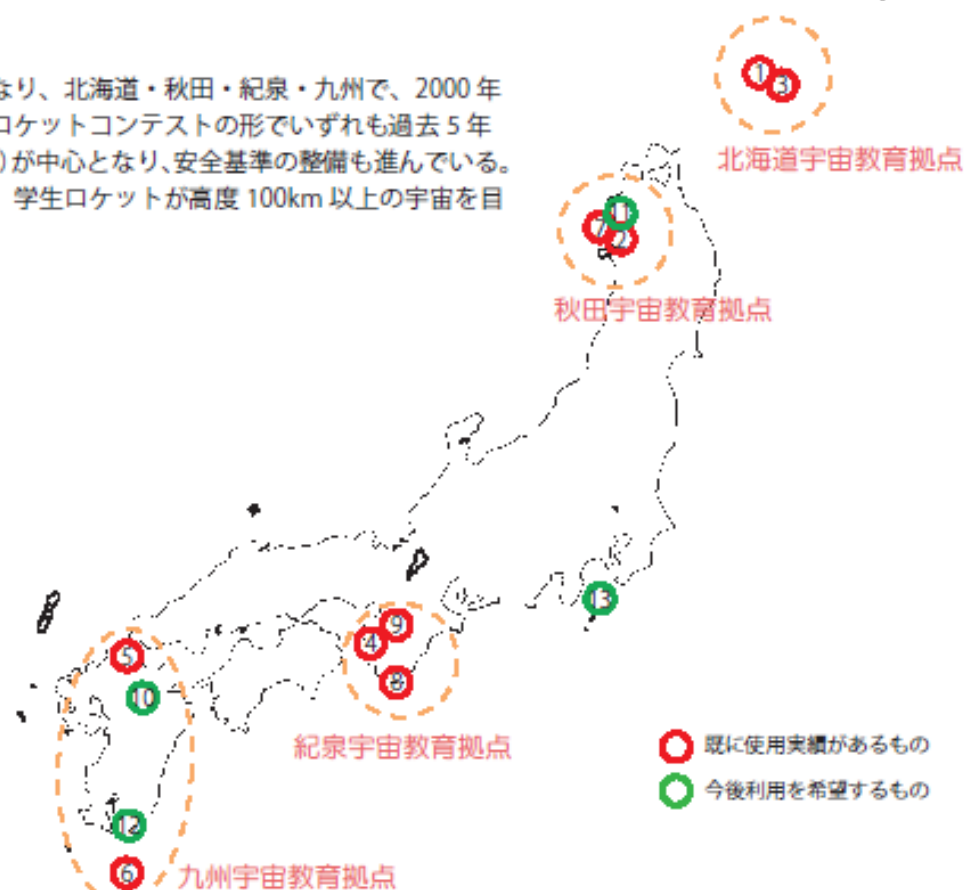
【現状】

北海道大学・秋田大学・和歌山大学・九州大学・九州工業大学が中心となり、北海道・秋田・紀泉・九州で、2000年頃より宇宙教育拠点の運用（秋田・種子島では能代宇宙イベントや種子島ロケットコンテストの形でいずれも過去5年間運用実績有り）が進められている。UNISEC(大学宇宙工学コンソーシアム)が中心となり、安全基準の整備も進んでいる。①～⑥の拡張整備に加え、新たに⑦～⑫の教育拠点を整備することにより、学生ロケットが高度100km以上の宇宙を目指す教育環境を整えることが出来る。

【課題】

- ・用地の確保と常勤職員の設置による恒常的な使用。
- ・JAXA 関連施設との協力によるより高度で専門的な教育拠点化
- ・留学生の受入体制の整備
- ・ネット通販等による、全国的な電子部品販売網の整備

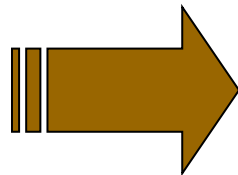
所在地	種類	着地点	高度規制	利用時期	管理校/主な使用校
① 北海道大森町	射場	陸	1km	3月	北海道大・東海大
② 秋田県能代市	射場	陸	400m	春・夏・秋	秋田大他十数大学
③ 北海道大森町	射場	海	10km	春・夏・秋	北海道大
④ 和歌山県加太	射場	陸	400m	通年	和歌山大・大阪府大
⑤ 福岡県北九州市	射場	陸	800m	通年	九州工大
⑥ 鹿児島県種子島	各種衛星試験			通年	[九工大施設]
⑦ 秋田県能代市	射場	陸	600m	3月	九大他十数大学
⑧ 秋田県能代市	射場	海	10km	春・夏・秋	東海大・秋田大他
⑨ 和歌山県串本	気球	海	30km	春・夏・秋	和歌山大
⑩ 大阪府熊取	耐高エネルギー粒子試験			通年	[京大施設]
⑪ 大分県日出生台	射場	陸	5km	通年	九工大
⑫ 秋田県能代市	地上実験試験			通年	[JAXA施設]
⑬ 鹿児島県内之浦	射場	海	5km以上	通年	[JAXA施設]
⑭ 東京都伊豆大島	射場	陸	1km	通年	東海大・九工大・都市大



2011年3月 伊豆大島が熱い！

- 海外の宇宙教育家達による缶サット打上
(3月18日～20日予定)
 - ロケットガール&ボーイ養成講座によるハイブリッドロケットの打上
(3月19日～21日予定)
 - 大学生によるハイブリッドロケットの打上
(3月22日～)
-

アポロから40年。どうして誰も月にいかないのか？



強固な意志の不在。

時代を突き動かすマネジメント力の不在

We choose to go to the moon.

We choose to go to the moon in this decade and do the other things, not because they are easy, but because they are hard, . . .

超小型衛星研究開発事業

平成23年度概算要求額 287百万円（平成22年度予算額 300百万円）

○「新成長戦略」(平成22年6月閣議決定)

V 科学・技術・情報通信立国戦略～知恵と人材のあふれる国・日本～

5. フロンティアの創出 「宇宙開発利用の推進」

- ・ 小型衛星・小型ロケットの開発
- ・ アジアを中心とした需要の取込み
- ・ リアルタイム地球観測網の構築

○「宇宙分野における重点施策」

(平成22年5月宇宙開発戦略本部決定)

- ・ 小型衛星(含:超小型衛星)・小型ロケットによる新たな市場の開拓
- ・ 宇宙外交の推進(東アジア地域での高頻度な災害監視 等)
- ・ 宇宙システムのパッケージによる海外展開の推進(キャパシティ・ビルディングのための技術協力等による海外需要の取込み 等)

■事業概要

大学や中小企業が参画し易い超小型衛星による高頻度な地球観測の実現に向けた研究開発を、アジアなどの宇宙新興国との協力によるキャパシティ・ビルディングと組み合わせて行うことにより、新たな市場開拓、宇宙外交の推進、国内外の宇宙人材の育成などの複数の政策目的に貢献することを旨とする。

■事業により期待される効果

- アジアなどの宇宙新興国の人材育成と研究開発とのパッケージによる海外展開を通じた、宇宙新興国の需要の取込み
- 大型衛星では困難な高頻度（準リアルタイム）観測の実現



アジアなどの宇宙新興国との協力(イメージ)



■事業計画（平成22年度～26年度の5年計画）

和歌山大学、東京大学等による大学連合において実施

平成22年度

平成23、24年度

平成25、26年度

- ・ 超小型衛星による高頻度観測の実施に必要な信頼性の高い人工衛星バスシステムの開発
- ・ APRSAF(アジア太平洋地域宇宙機関会議)等を活用したアジア等新興国とのミッション検討
- ・ 宇宙人材育成のための教育プログラム開発
- ・ アジアなどの宇宙新興国との具体的な協力を開始(1～2カ国程度)
 - EM(地上試験モデル)、FM(飛行モデル)の開発(1号機、2号機)
 - 宇宙教育プログラムの実施
- ・ 開発した超小型衛星(1号機、2号機)の打上げ、運用開始
- ・ 新たな別の国との協力を開始
 - EM、FMの開発
 - 宇宙教育プログラムの実施

UNIFORM (UNiversity International Formation Mission) as a new scheme of *International Community*

- Each country develops one micro-satellite (< 50kg)

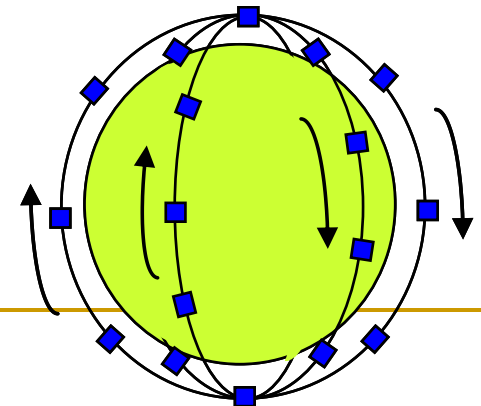
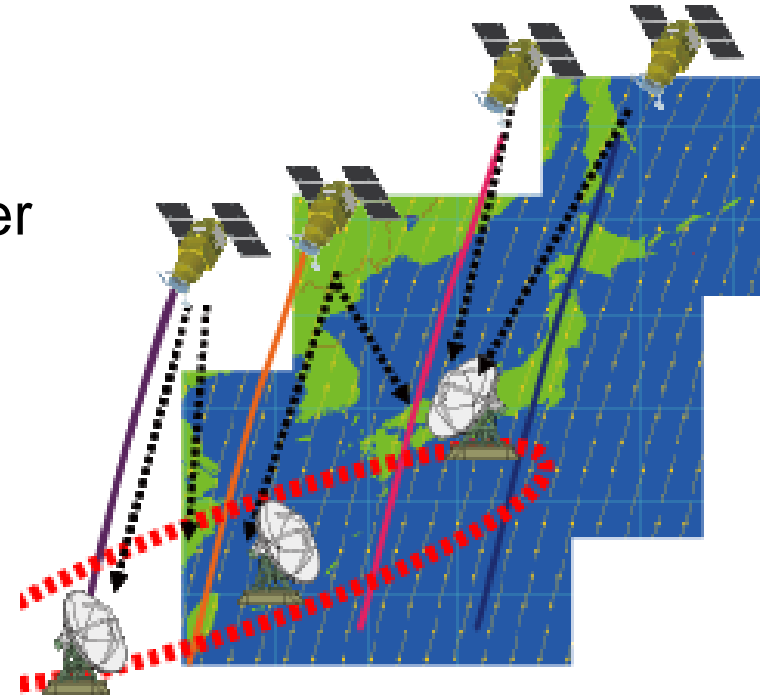
- To be operated in constellation manner
- Standardization of bus/component
- Training of satellite development is supported by Japanese Universities
- Equipment cost partially supported by MEXT

- Ground Station Network

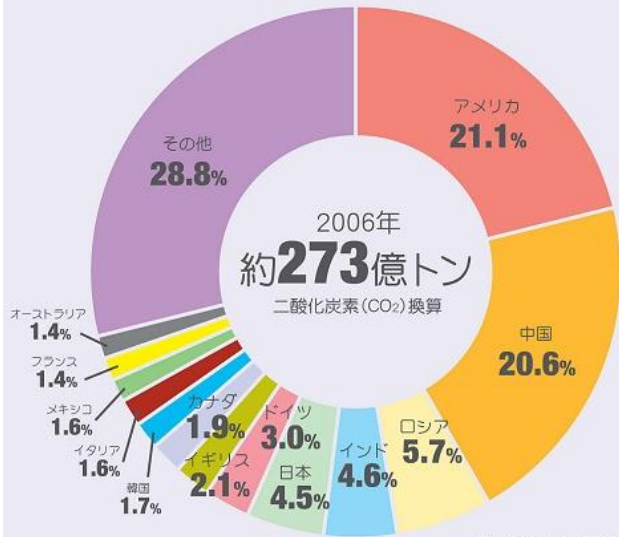
- Low-cost GS is developed to realize one GS in each country (S/X-band)

- Missions

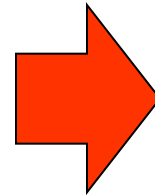
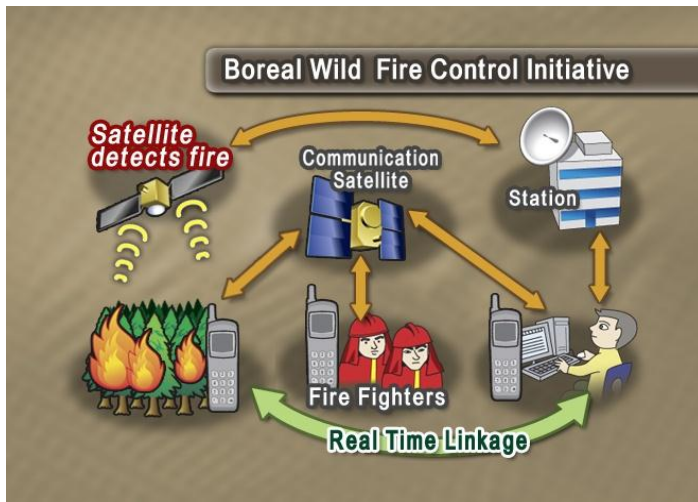
- Common mission + individual mission
- Common mission will be determined by discussions within community



世界の二酸化炭素排出量
— 国別排出割合 —



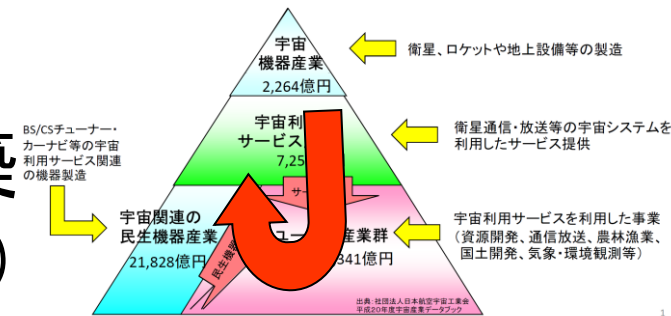
- 森林火災 / 泥炭火災で発生するCO₂量は年間約80億トン
- 森林火災は極めてゆっくりと拡大
- 現在は1km解像度の衛星しかない
→ 地上で発火点の発見が困難
- 200m解像度で毎日観測ができれば、地上でも発火点を早期に発見することが出来、十分に鎮火することが可能



地球温暖化対策やグリーンイノベーション等、『需要に直結した利用』に係わることで社会インフラとしての宇宙アセット構築費用を捻出。ロケットや衛星等の直接的な宇宙開発市場よりも、さらに巨大なマーケットを開拓・シェア獲得

UNIFORMがやるべき仕事

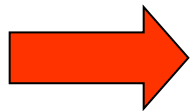
- 各国が共同して利用できるハードウェアの開発
- 国際協力体制の確立
- 共同データ利用システムの構築
(データ集積 / 解析ツール開発)
- 地上システムとの連携 (ex. 消防隊)
- 宇宙インフラ / 地上の支援インフラ費用の捻出
- 将来の宇宙ビジネスを見据えた展開



世界で成立している宇宙機産業は 大型静止衛星市場のみ（年30機前後）

「ロッキード / ボーイングの衛星をアリアンで
打ち上げる」スキームからの脱却・市場奪取

1. 超小型/小型衛星を使った日本の技術/データ利用に親和的な市場の形成、宇宙市場の拡大
2. 短サイクルによる衛星の技術更新を可能とする技術風土の熟成・確立
3. 域内優先調達によるアンカーテナンシーの確保
4. 世界市場におけるシェアの奪取



次ぎに必要なのは輸送系の改革 ！