

宇宙教育の意義と実施上の問題点

和歌山大学 宇宙教育研究所

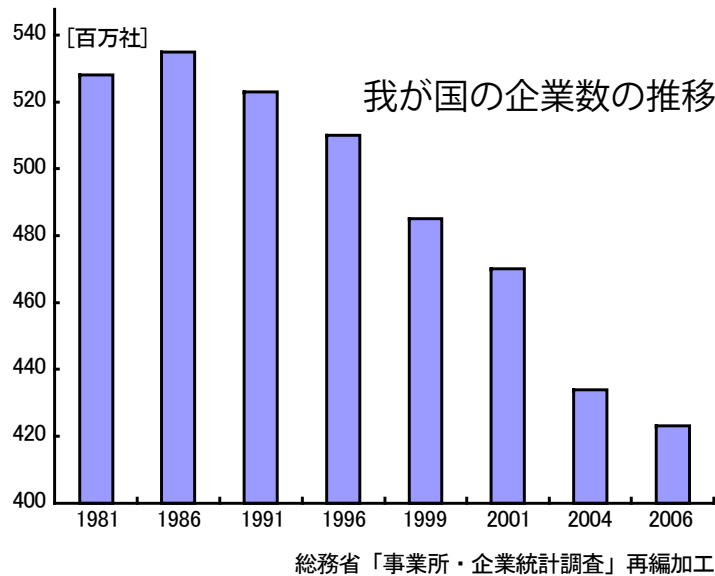
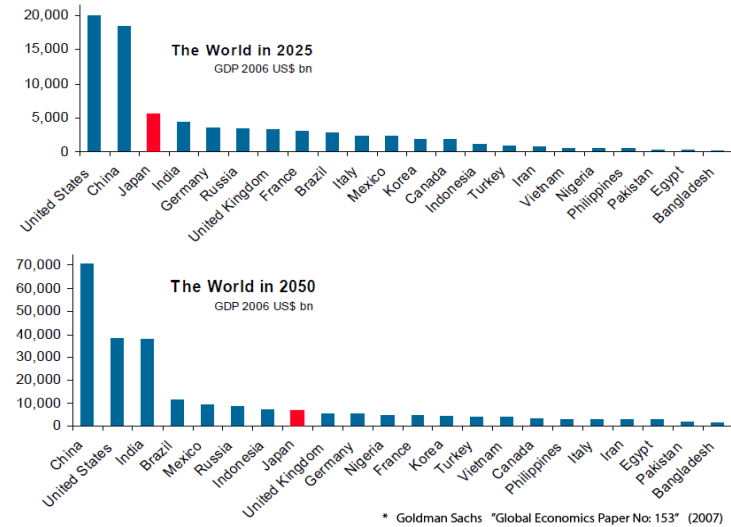
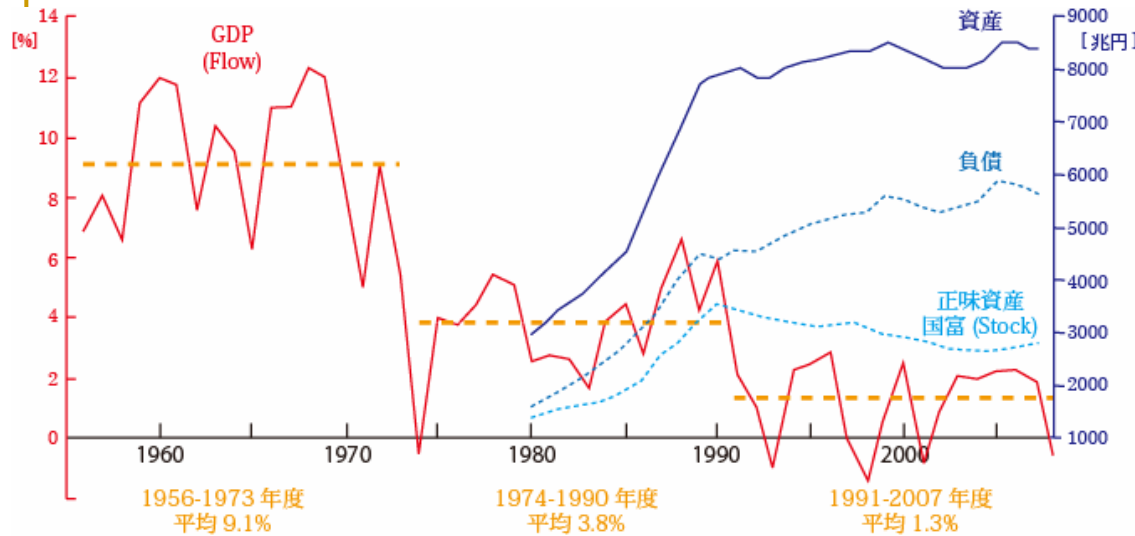
<http://www.wakayama-u.ac.jp/ifes/>

所長 / 特任教授 秋山演亮

Tel / Fax 073-457-8505 / 073-457-8535

E-mail : akiyama@center.wakayama-u.ac.jp

我が国における人材育成の必要性



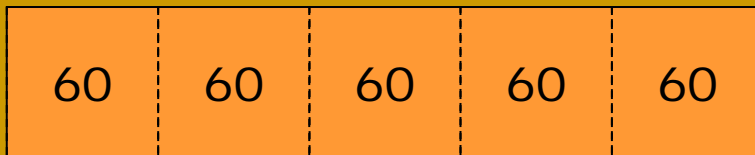
- 我が国の経済成長は長期にわたり低迷しており、国民総生産も2010年には世界第3位に転落しました。この傾向は将来にも改善されず、2050年には第8位にまで転落すると考えられています。
- 一方、我が国の企業数は1986年をピークに減少を続けています。(新規企業数<廃業企業数) これは我が国におけるチャレンジ精神の減少の一つの表れとも考えられます
- もちろんGDPの減少等は一つの『予測』にしか過ぎず、**我々はそれとは違う未来を作ることが可能です。しかし進取の気鋭に富む人材が減少を続ければ、事態を改善することは困難です。**

現在の人材・教育の問題点

- 従来の学校教育では「決められた(試験)範囲」の中で「決められた手順」に関して、「個人単位」で学んでいる(成績表は個人宛)ため、「出来る量を増やす」(短時間での処理量を増やす)「出来る事を増やす」(資格取得等)事に重点が置かれています。
- 全てが『**想定範囲内**』で実施される場合はこのような教育で十分ですが、『**想定されない事態**』が発生したときの対応方法に対しては脆弱です。

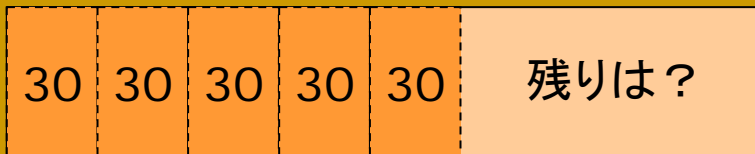
Ex.3/11の東北大震災/原発事故

仕事全体を見渡す考え方



全仕事量300を5人で実施→一人の仕事量は60

個人の積み上げで見る考え方

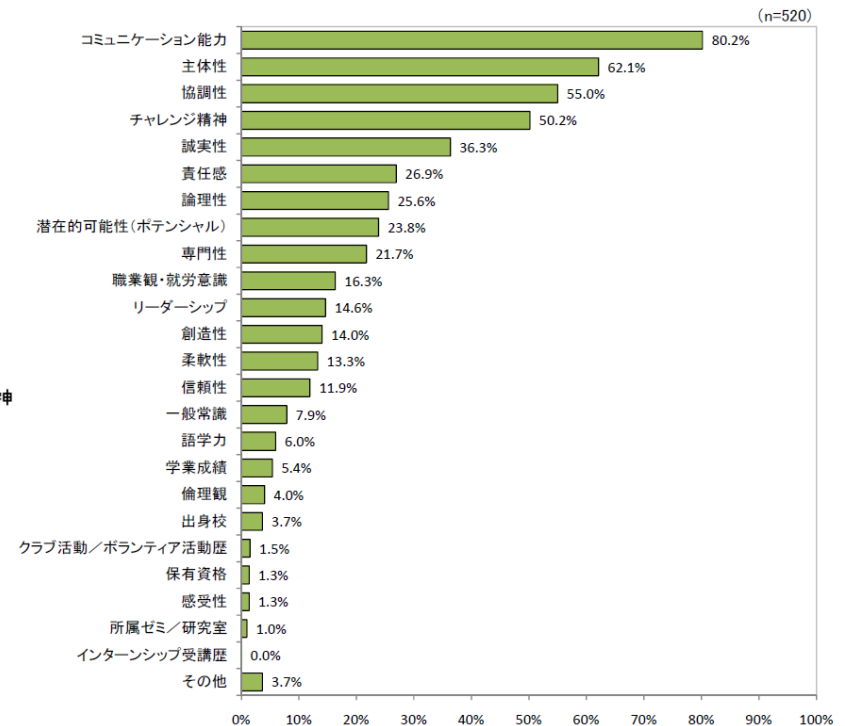
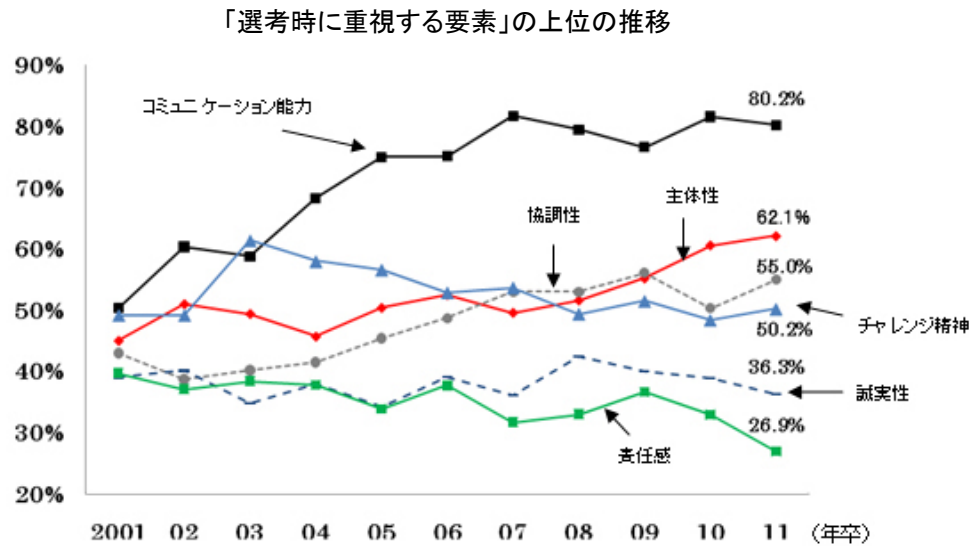


一人の仕事量は30で5人で実施→全仕事量150

- リソースが豊富であった時代は、様々な人材を必要なだけ組み合わせ、仕事を達成することが出来ました。しかし現在の日本では、**限られた人的・資金的リソース仕事を成し遂げる(1+1を2以上にすること)**が最重要の課題と成りつつあります。
- 『**仕事全体を見渡し、一人あたりの分担量や工夫による対応を考え、遂行できる人材やチーム**』が必要です。「自分はこれだけしか出来ない」「この人数では(従来のマニュアルでは)これだけしか出来ない」という考えを変える必要があります。

企業が求める人材像

企業が選考にあたって特に重視した点(5つ選択)[2011年3月卒]



資料:経団連「新卒採用に関するアンケート調査」(当該設問は2001年卒採用から調査開始)
 ※選考にあたって特に重視した点を25項目より5つ回答。全回答企業のうち、その項目を選択した割合を示している。

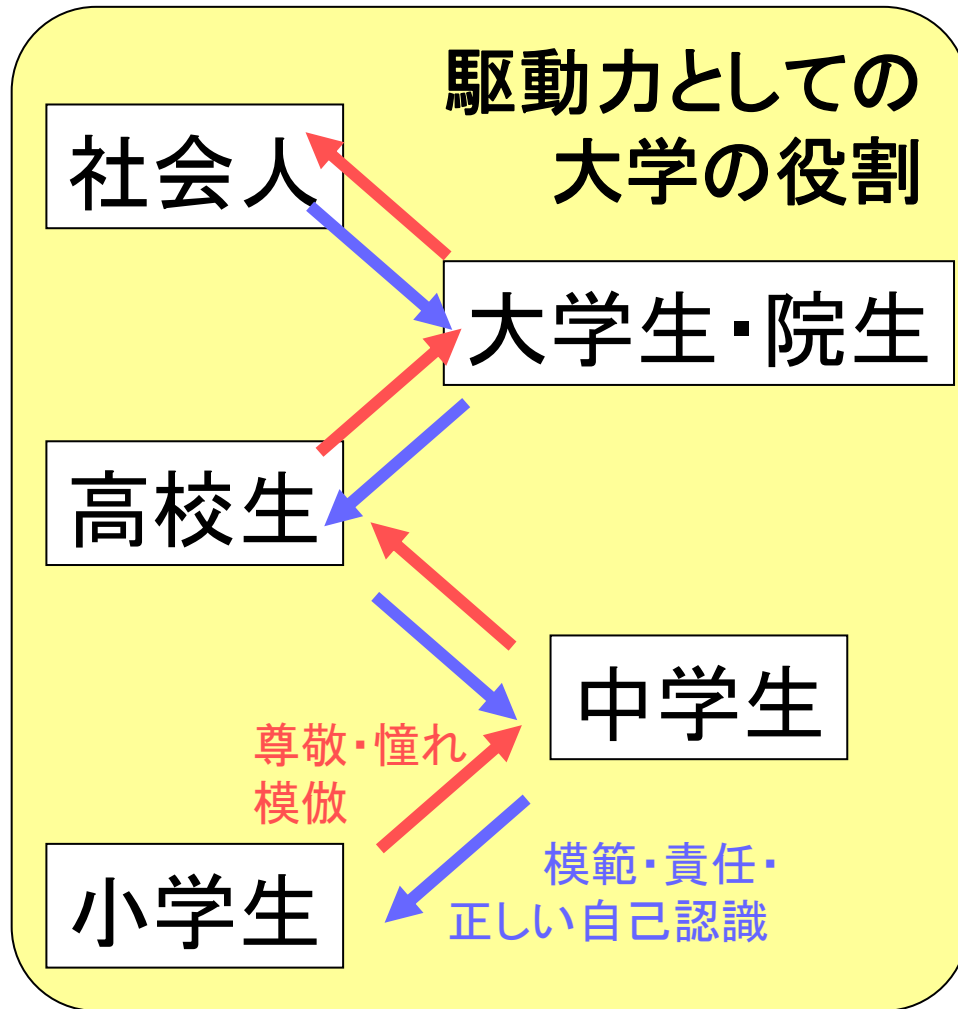
- 経団連が2001年卒から実施している「新卒採用に関するアンケート調査」では、コミュニケーション能力や主体性、協調性、チャレンジ精神など、従来の座学中心の専門教育ではメインターゲットとなっていなかった要素が上位を占めています。
- 2011年3月卒対象に行った同アンケートでも、論理性や専門性、創造性、一般常識、語学力、学業成績等はいずれも下位に留まっており、企業からも教育機関に対し、教育方針の変更が強く求められていることが読み取れます。

宇宙教育で目指すべき内容



- 『与えられた教材や手順』に留まらず、『自分で判断し臨機応変に対応できる』教育を実施するためには、生徒・学生が主体的に取り組む意欲が重要です。そのために、魅力的なテーマ選定が必要です。
- 過程を教えることは、『与えられた教材や手順』にしか対応できない人材育成に繋がるおそれがあります。そこで「達成すべき目標」のみを提示し、そこに至る過程に関しても自分自身で考える教育を行います。
- 「達成すべき目標」は同じでも、そのクォリティーは様々です。自分達自身の能力を良く見極め、度のレベルを目指すのか、実現が可能かも考えさせます。
- 個人ではなくチームで物事を成し遂げさせます。**1 + 1 が2にならない仕事の方法**を実践的に学びます。
- チームを競わせる、あるいは比較させます。過程や成果、そのクォリティーを含め、他者を見ることで自身の姿を良く認識することが出来ます。

『斜め視点』の教育による『任せられる』人材育成



- 先輩が後輩を指導する、後輩が先輩を見て学ぶ『斜め視点』の教育により、他者の模範になる事による責任感の育成、自己の知識・経験に対する正しい認識が得られます。
- 大学が中核となり、各地の「知の連携」を再構築できます。
- 各レイヤーの役割分担と、レイヤー間の協力が可能な地域社会を日本全国に構築出来ます。
- 「優秀な人材を輩出する地域」によって支えられる日本の全体社会を再構築できます。

宇宙基本計画 人材育成に関する内容

第3章 宇宙開発利用に関し政府が総合的かつ計画的に実施すべき施策

3-3. 宇宙空間の戦略的な開発・利用を推進するための8つの横断的施策

(2) 強固な産業基盤の構築と効果的な研究開発の推進

② 今後の在り方

b) 産業基盤の強化

特にアジア諸国を中心とした新興国では、自国の技術者や産業の育成等に関心が高いことから、こうしたニーズを踏まえた人材育成や技術協力を進めるなど、各国との協力関係を深めていく。

(3) 宇宙を活用した外交・安全保障政策の強化

(3-1) 宇宙外交の推進

① 現状と課題

開発途上国との宇宙協力は、相手国のニーズを踏まえ、我が国の宇宙インフラの提供のみならず、JAXA や国際協力機構(JICA)が人材育成や宇宙利用技術の共同研究などを積極的に推進している。このような途上国への支援に当たっては、我が国が外交の柱として掲げる「人間の安全保障」に留意した我が国らしい支援を実施しており、当該国の宇宙開発利用の促進を図っている。

(4) 相手国のニーズに応えるパッケージ型インフラ海外展開の推進

① 現状と課題

相手国は、衛星のみならず、人材育成や技術移転等を含めたパッケージとして提供されることを強く期待している。

② 今後の我が国宇宙システムの海外展開の在り方

相手国のニーズに応えるため、関係省庁間の協力を密にし、衛星の提供に留まらず、人材育成、技術移転、相手国政府による宇宙機関設立への支援等を含めたパッケージで取り組む。

(6) 宇宙開発利用を支える人材育成と宇宙教育の推進

① 現状と課題

今後、我が国宇宙開発利用を支える人材は、宇宙機器産業の人材のみならず、宇宙利用の拡大を担う研究者や宇宙開発利用を総合的に俯瞰しプロジェクトを企画立案し得る人材が必要になる。また、技術的な専門家だけではなく、国際的な宇宙法や安全保障にも精通した人材が必要とされている。

このような人材の確保・育成のためには、大学における教育機能の強化や宇宙を対象とする初等中等教育の充実も重要である。また、国際貢献や国際協力による効率的な宇宙インフラの構築の観点から、我が国の宇宙システムの導入に関心のある新興国の人材育成や宇宙教育も重要である。

1) 魅力ある教材としての宇宙の利用

2) 宇宙関連の技術者・研究者の育成

3) 我が国の宇宙外交 / 海外マーケット獲得
の戦略的ツール

② 今後の在り方

a) 宇宙開発利用を支える人材の育成

我が国の宇宙開発利用を支える人材の育成に関し、学術のための宇宙科学を含む宇宙開発利用全体の研究開発を引き続き先導する人材と、宇宙機器産業の人材に加え、宇宙利用の拡大を支える宇宙利用サービス産業やユーザー産業における人材、さらにはプロジェクトをまとめ上げる総合力を有する人材が求められており、政府、大学、JAXA、産業界等が連携し、人文・社会科学分野も含めた人材の育成や宇宙教育の強化を図る。また、科学技術に対するリテラシーを向上させる上で、宇宙は青少年期から興味や関心を持ちやすい分野であり、学習意欲の向上にも有効と考えられることから、宇宙教育を重要な手段として科学技術に関する初等中等教育を充実する。

b) 新興国の人材育成への協力

宇宙開発利用を推進する新興国は、宇宙政策や宇宙産業を担う人材育成に対するニーズが高く、アジア太平洋地域を中心に我が国への期待が大きい。そのため、新興国からの留学生の受け入れに対する政府支援を強化するとともに、大学レベルでの超小型衛星開発事業や国際宇宙ステーション計画(ISS)などの我が国宇宙開発利用プロジェクトの実施を通じ、新興国の人材育成に貢献する。

3-4. 宇宙関連施策を効率的・効果的に推進する方策の在り方

(4) パッケージ型インフラ海外展開

そのため、我が国の宇宙システムの海外展開に当たっては、我が国産業競争力の強化に加え、輸出金融などのファイナンスの供与、ODAによる途上国支援、APRSAFや国際宇宙ステーション(ISS)の活用、現在実施中の研究開発や人材育成事業との連携、政府によるトップセールスや在外公館の活用など、可能な限りの政府による支援策を効果的に組み合わせる。

文部科学省における 宇宙分野の推進方策について

- 1) 魅力ある教材としての宇宙の利用
- 2) 宇宙関連の技術者・研究者の育成
- 3) 我が国の宇宙外交 / 海外マーケット獲得の戦略的ツール

(2) 人材の育成

① 意義

我が国が宇宙先進国として宇宙開発利用を持続的に進めていくには、これらを支える人材育成が不可欠である。具体的には、様々なニーズに適切に対応し、優れたプロジェクトをまとめあげる総合力を持った人材、技術面で豊富な知見を有し、ロケット、衛星等の設計・製作等を的確に行える人材、更には新規利用分野の創出に貢献できる人材の育成が重要である。また、宇宙に関心を持つ一般の人々の増加は、宇宙開発利用を受け入れる社会的環境の醸成につながり、その推進に大きく貢献する。

② 具体的な推進方策

ア. 宇宙開発利用を支える専門人材の育成

宇宙開発利用を支える専門人材の育成は、量ではなく質が問われる状況にあり、魅力あるプロジェクトへの参加を通じた能力向上など宇宙開発利用の各事業が適切に実施される中で実経験による人材育成が図られることに加え、その前段階として以下のような人材の育成を図っていくことが重要である。

- 実利用までを見通してプロジェクトを適切にまとめあげる総合力を持った人材を育成するため、宇宙科学など先端科学技術の専門性に加えて、人文科学やリスク管理等の見識を修得する機会が提供されるよう、当該取組を行う大学院等に対して支援を行うなど配慮すべきである。
- 優れたエンジニアリング能力を発揮できる人材を育成するため、実際の衛星プロジェクトへの参加などを通じて実践的なスキルが修得されるよう、超小型衛星の製作支援や製作された衛星の打上げ機会の提供に配慮すべきである。
- 将来の新規利用分野の創出に貢献できる能力を有する人材を育成するため、新たな利用方策の開発や実証を経験できるよう、当該取組を行う大学院等に対して支援を行うなど配慮すべきである。

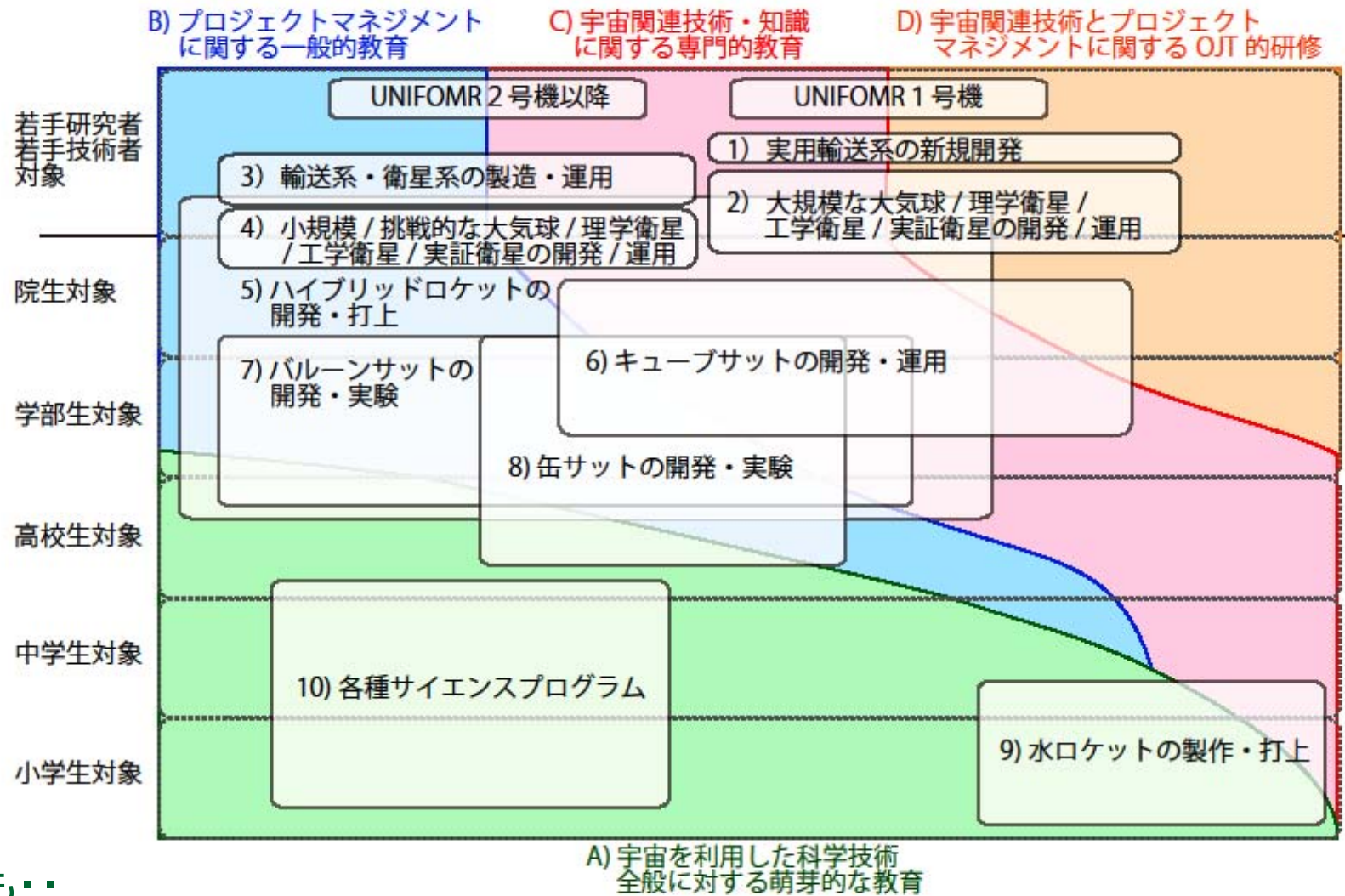
また、これら施策の実施に当たっては、国内の人材育成に加えて、宇宙新興国における人材育成にも配慮することで、海外における将来の宇宙利用拡大に貢献していくこととする。

イ. 関心を有する青少年の裾野の拡大

将来の宇宙開発利用を支える専門人材や宇宙に対する社会的理解を支える人材は一朝一夕に確保されるものではなく、幼少の頃からの関心等が大きく影響すると考えられる。したがって、科学技術や宇宙に関心を有する青少年の裾野の拡大に向けて、年齢層に応じたきめ細かな支援を実施することが有効である。

このため、小中学生等に対しては宇宙分野への関心の向上を主眼とした教材開発などの取組を、高校生・大学生等に対しては模擬のロケットや衛星の打上げ等の実体験を通じてより専門的な関心を高める取組などを支援すべきである。

宇宙教育の分類:ものづくり・ことづくり・萌芽的



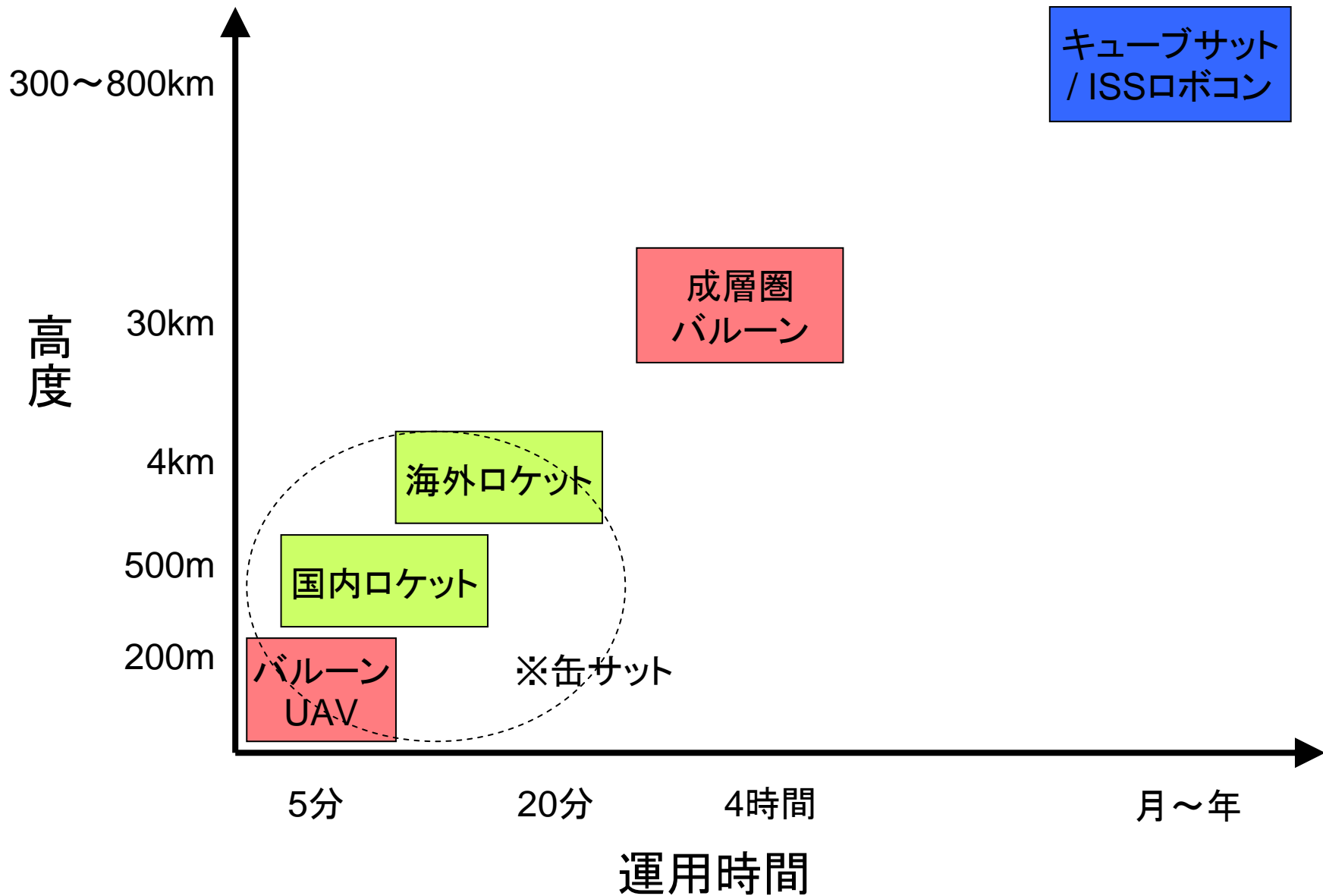
この他にも...

文化人類学的な観点からの取組

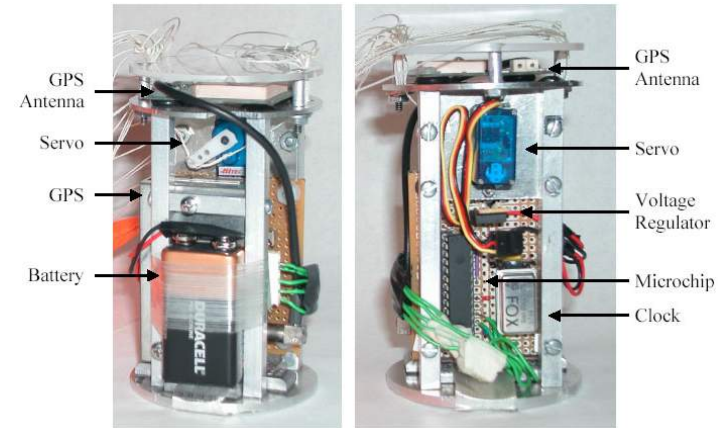
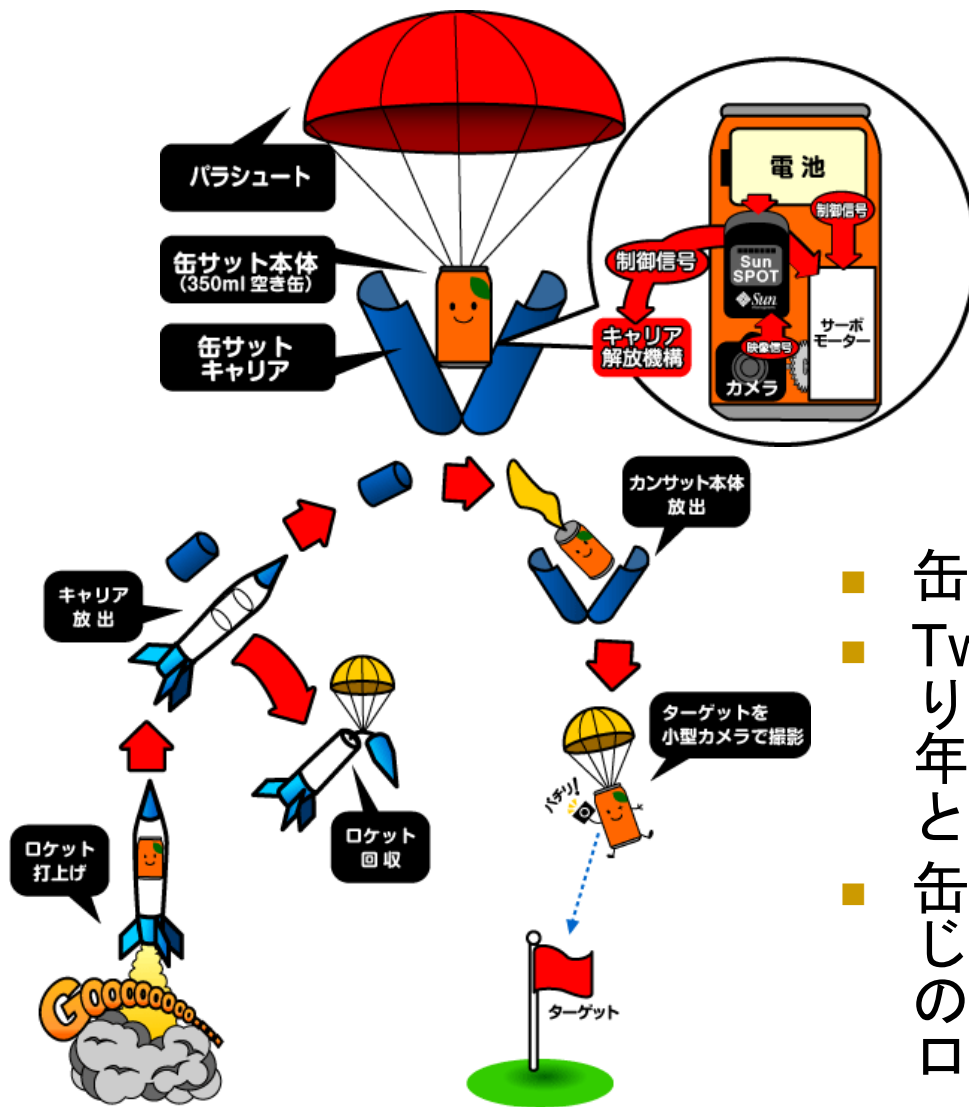
宇宙法的な観点からの取組

文理融合による宇宙利用の入門的な取組(『ものづくり』と『ことづくり』)

ものづくり分野での実践的宇宙教育教材

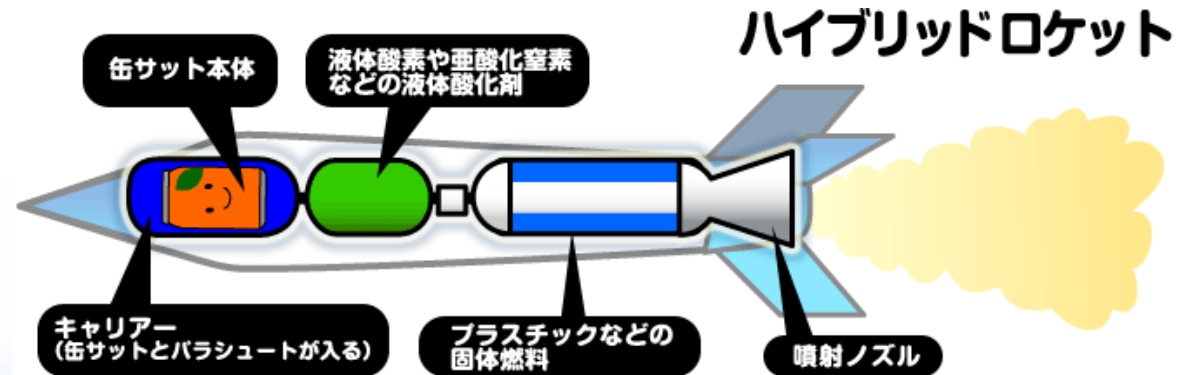


缶サット教材



- 缶サット = 缶サイズの模擬小衛星
- Twigs教授の発案により1999年より日米協力により開始。現在も毎年9月、アメリカで大学生を中心とした世界大会が開催されている。
- 缶サット教育では、衛星製造に通じる、決められたサイズ・電力での機器の作り込みや、実践的なプロジェクトマネジメントが学べる。

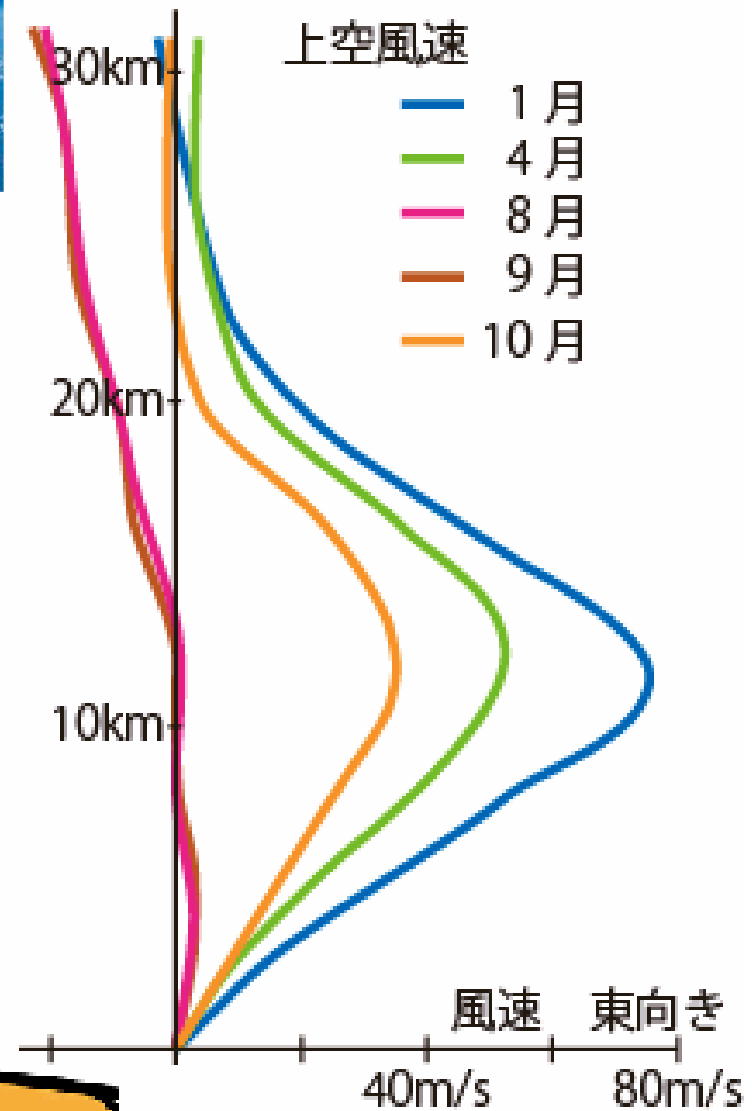
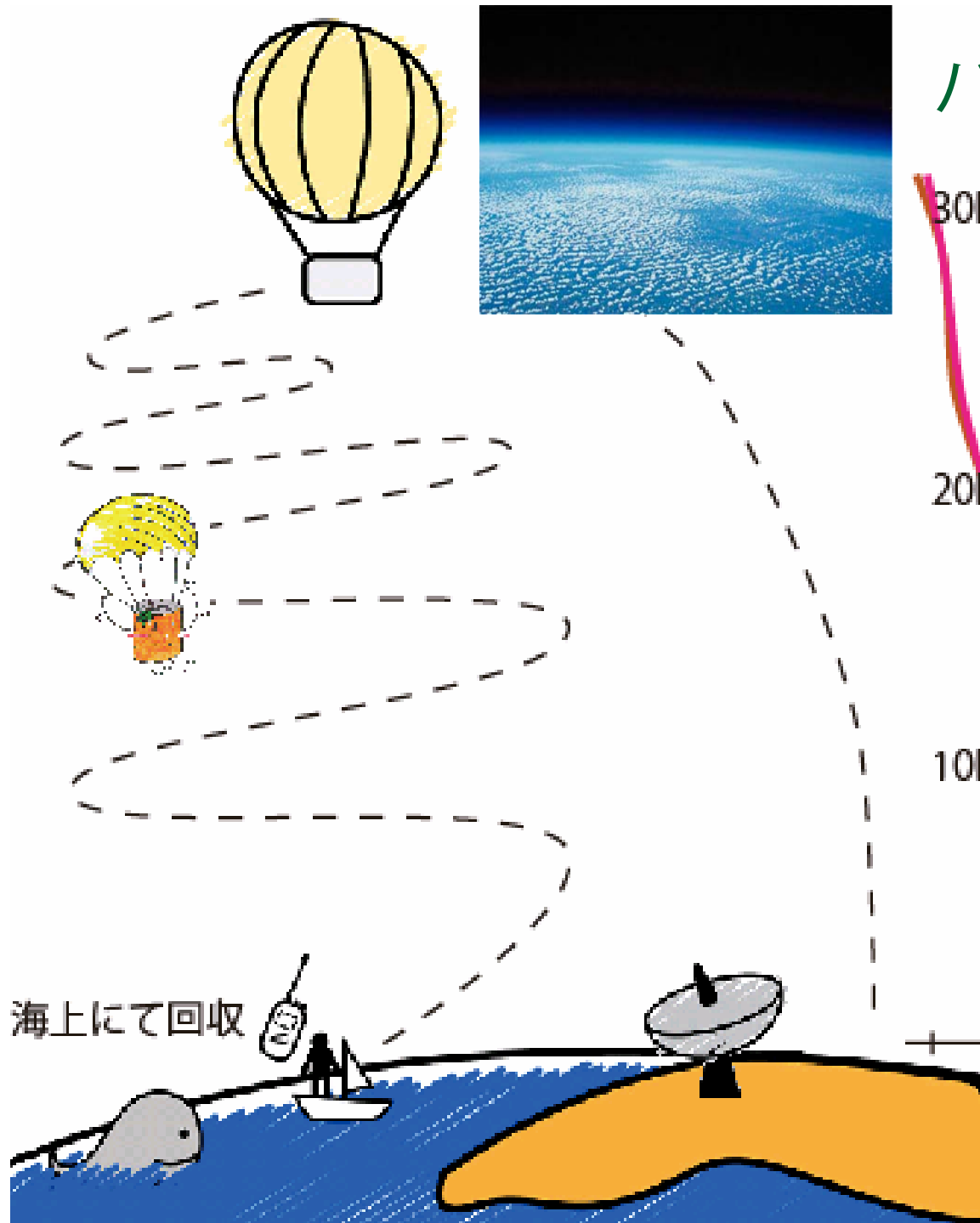
小型ロケットの打上/燃焼試験 教材



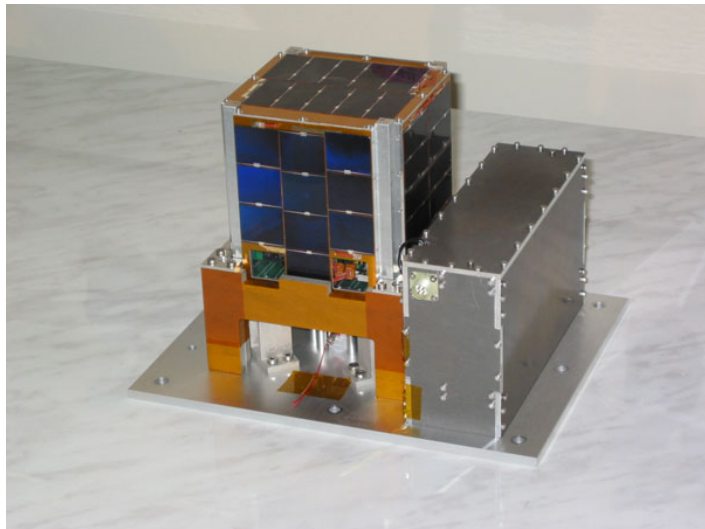
- ハイブリッドロケットは、爆発物・高圧ガスを使わない、安全なロケットです。
- 国内で十分な打上実績があり、打上に際しての安全基準も確立しています。
- 打上高度は、陸上発射/陸上回収の場合は500m～1km程度で、陸上発射 / 海上改修の場合は～20kmです。
- 輸送系のマネジメントに留まらず、搭載物(缶サット)との調整マネジメントなども実践できます。

※そのほか液体窒素+お湯を使ったコールドロケットも実績有り

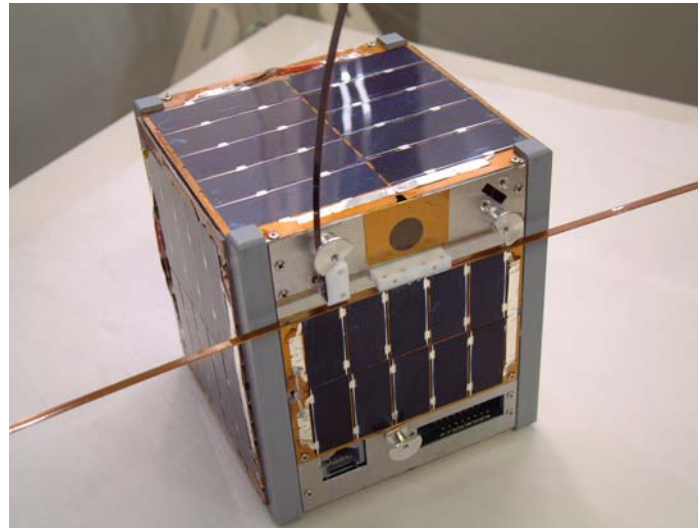
バルーンサット教材



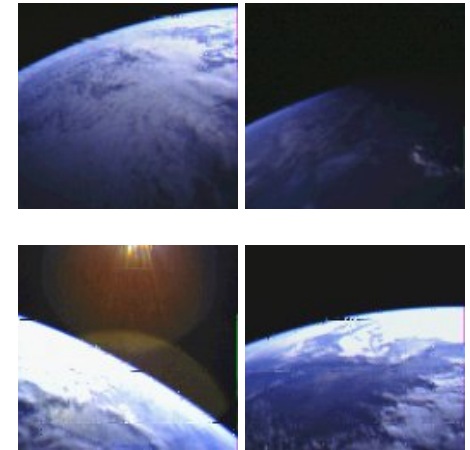
キューブサット教材



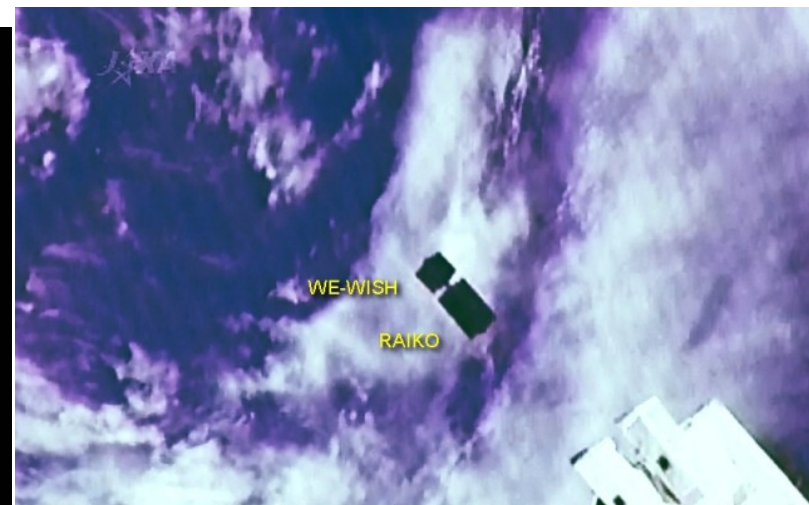
東工大 CUTE-I



東大 XI-IV



2003.6.30打上



ISSからの小型衛星放出(2012)

高校生・大学生等が利用出来る全国の宇宙関連実験場

- JAXA基準（失敗しないことが前提）施設では実施困難な、教育基準（失敗があり得る・失敗から学ぶことも前提）の実験を実施。
- 教育は「繰り返し」も重要。世代を超えて何度も繰り返される基本的なものから挑戦的な物までを運用
ex.あいのり衛星は教育？研究？
- 今後、各省庁の許認可権に係わる内容の調整が求められる
ex.電波・火薬類・高圧ガス
上空/会場使用（伊豆大島の環境保護区も含む）

	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	北海道大樹町	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	北海道大樹町	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
		各種衛星試験			通年	[九工大施設]
⑥	鹿児島県種子島	射場	陸	600m	3月	九大他十数大学
⑦	秋田県能代市	射場	海	10km	春・夏・秋	東海大・秋田大他
⑧	和歌山県串本	気球	海	30km	春・夏・秋	和歌山大
⑨	大阪府熊取	耐高エネルギー粒子試験			通年	[京大施設]
⑩	大分県日出生台	射場	陸	5km	通年	九工大
⑪	秋田県能代市	地上燃焼試験			通年	[JAXA施設]
⑫	鹿児島県内之浦	射場	海	5km以上	通年	[JAXA施設]
⑬	東京都伊豆大島	射場	陸	1km	通年	和歌山大



海外向け宇宙教育の目的と意義

現在 100-150
50年後 50

55
100

10
50



A) 宇宙を利用した科学技術全般に対する萌芽的な教育

※ 各種サイエンスプログラム

B) プロジェクトマネジメントに関する一般的教育

※ 缶サット / ハイブリッドロケット

C) 宇宙関連技術・知識に関する専門的教育

※ キューブサット / 大型気球 / 高高度ロケット

D) 宇宙関連技術とプロジェクトマネジメントに関するOJT的研修

※ 各種プロジェクト (はやぶさ・H-2A・ε等)

教育ツール

データ / 利用機会の開放

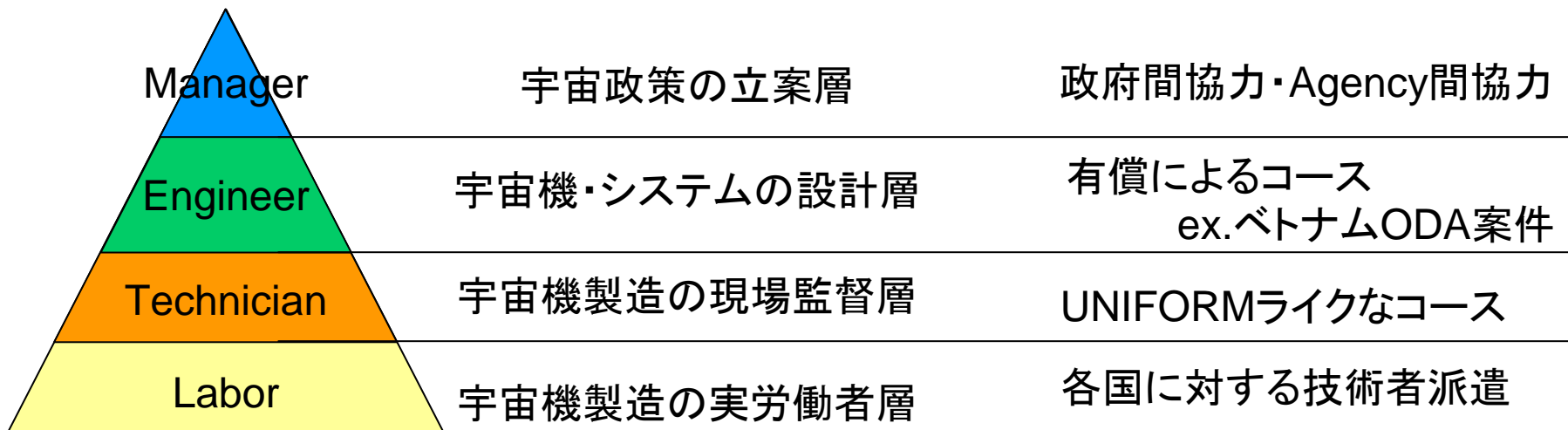
運用局の共通化

産業ツール

データプラットフォームの共通化

衛星技術の共通化

- 海外に日本の宇宙教育を輸出し、「共に学ぶ」事で強固な人的ネットワークの基盤を構築
- 我が国の技術 / 考え方を「国際的なスタンダード」として普及、海外戦略に寄与する
- 『教育で稼ぐ』のではなく、共通基盤・共通思考を持った国々と新たな宇宙クラスタを構築。共に支える宇宙インフラにより新しい宇宙利用を促進し、win-winな関係で『全体として稼げる』ビジネスモデルを目指す



缶サットリーダー養成プログラム(CLTP)

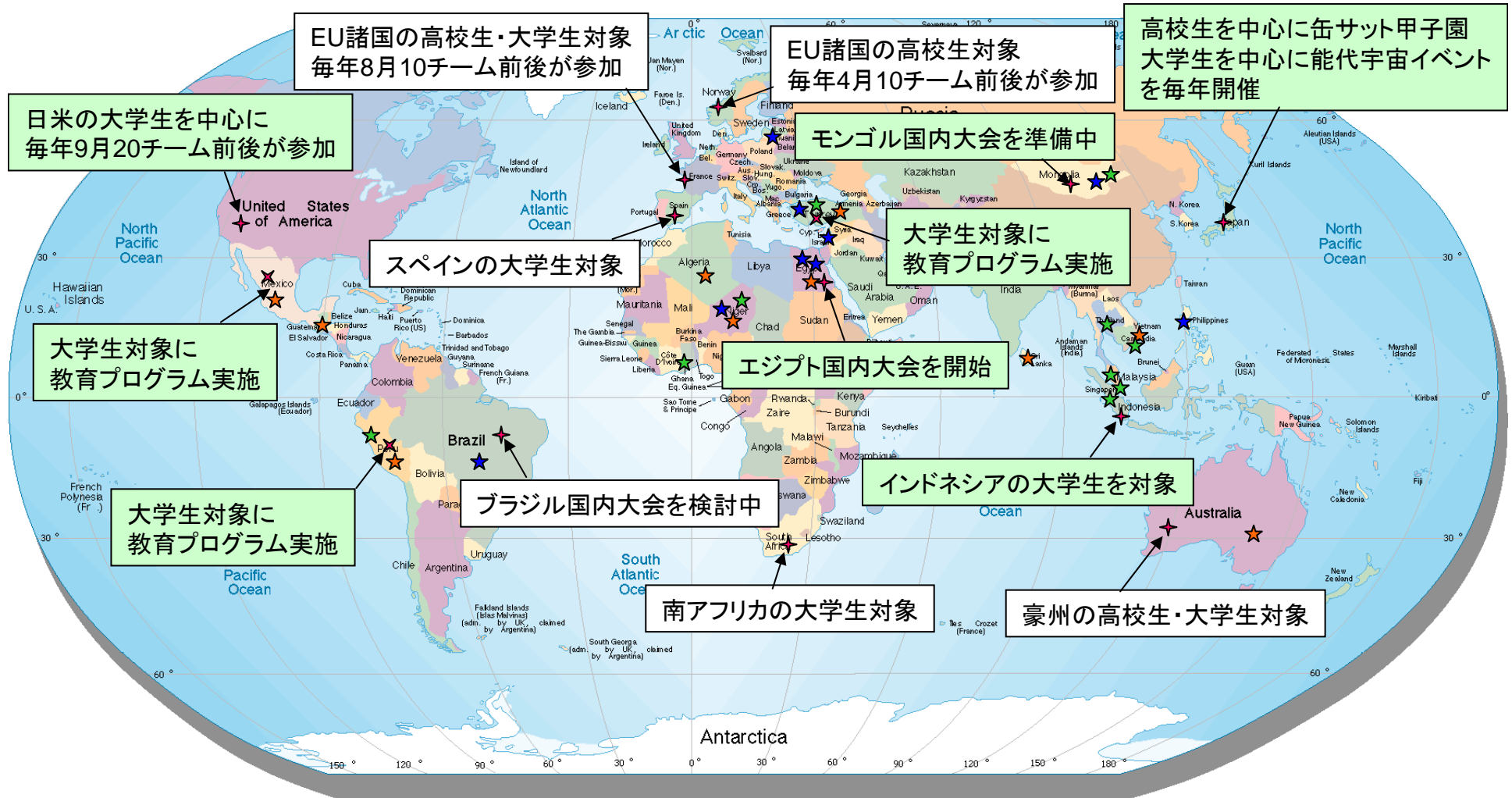


目的：我が国が国内で進める宇宙教育を広く宇宙開発新興国に普及させ、共通した人材育成基盤を構築する。我が国及び各国の若手人材を共に育成することにより、将来の宇宙開発クラスタ形成に必要な不可欠な人的ネットワークを構築すると同時に、我が国技術に親和的なマーケットを創出する。

手法：海外において宇宙教育を推進する教育・研究者を招き、我が国の宇宙教育の理念・手法、および缶サット教育を実践的に体験する。これを元に各国語で缶サット教育に関するテキストを作成、それぞれの国で缶サット教育を実施する。受講後も教育・研究者のネットワークを維持し、今後の宇宙開発クラスタ形成を指導するコア集団形成を目指す。

また缶サット教育の最終段階となる競技会を各国内で実施。その後、優秀チームによる世界大会を我が国が中心となって実施し、宇宙開発分野における優秀な若手人材の早期交流を実現する。

世界に広がる缶サット教育



★ CLTP1参加

★ CLTP2参加

★ CLTP3参加予定

★

缶サット大会開催(日本とは情報交換)

★

缶サット大会開催(日本と協力 / CLTP卒業生が運営に関与)

★

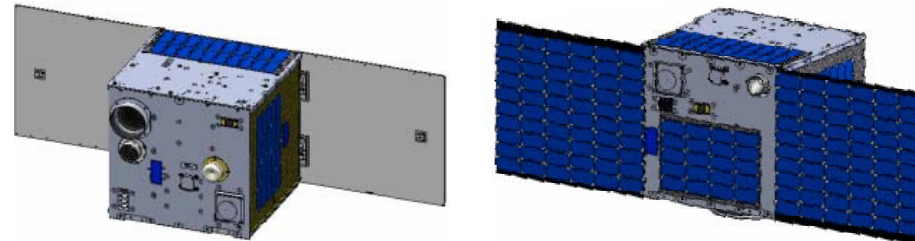
缶サット教育プログラム実施(日本と協力 / CLTP卒業生が運営に関与)

海外技術者養成の取組

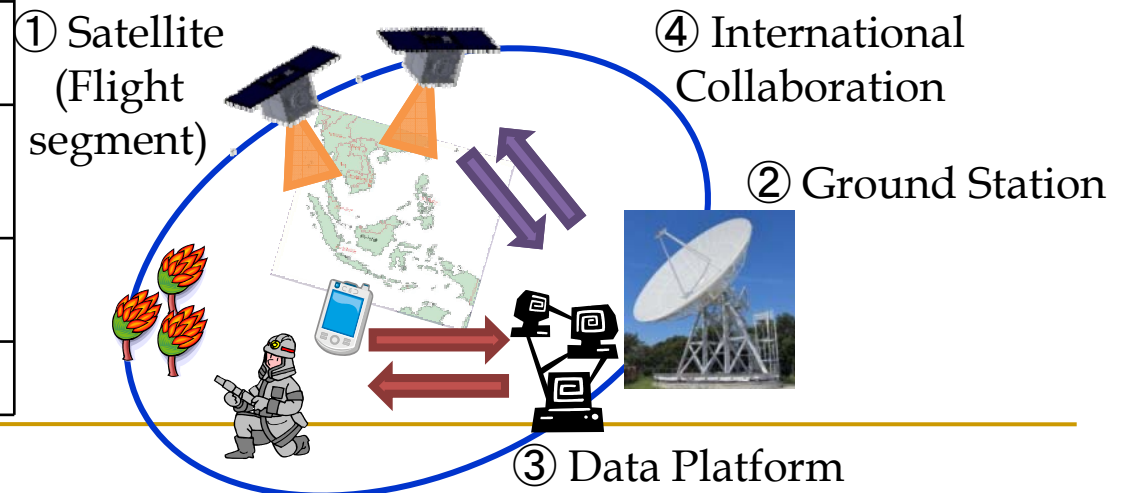
UNiversity International FOrmation Mission [UNIFORM] Project



Mass / Size	< 50 kg, < 50 x 50 x 50 cm
Mission Payloads	Microbolometer Array Sensor x 1 Visible Light Camera x 1
Onboard Computer	SOI-SOC Small Size OBC x 2, RS422, Discrete, Active Analog, Passive Analog, (SpW)
Communication	S-band Transmitter (HK) 64kbps S-band Receiver (HK) 10kbps S-band Antenna x 2 X-band Transmitter (Mission) 10Mbps X-band Antenna x 1 CCSDS compliant
Power	Max Generation > 100W, Solar Array : GaAs 20 series x 1 parallel (+x panel) 20 series x 2 parallel (-x panel) 20 series x 1 parallel (+y panel) 20 series x 1 parallel (-y panel) 20 series x 1 parallel (+z panel) 20 series x 7 parallel (-z panel) Max Consumption > 50W
	Li-ion Battery : 8 series x 2 parallel 2.5 ~ 4.2 x 8 = 20 ~ 33.6 V 2.9 x 2 = 5.8 Ah
Attitude Control Sensors	GPS Receiver (GPS Antenna x 2) Sun Sensors x 3, Star Tracker x 1 Fiber Optics Gyroscope x 1, Magnetometer x 1
Attitude Control Actuators	Magnetic Torquer Rods x 3 Reaction Wheels x 4
Propulsion	Hydrogen peroxide (H2O2), Isp > 80 sec



Mission	Establishment of high time-resolution earth observation system by microsatellite constellation through international collaboration.
Sponsor	MEXT, 5 years project (FY2010 to FY2014)
Launch	H-IIA piggyback in 2013
Project Leader	Prof. Hiroaki Akiyama @ Wakayama Univ.
Collaborator	University of Tokyo, Wakayama University, Tokyo University of Science, Tokyo Metropolitan University, Tohoku University, Hokkaido University, NESTRA, JAXA STAR Program And many more...



宇宙教育の意義

- 単なる宇宙人材育成だけでなく、広く現代に求められている新しい人材育成、教育手法としての優位性を持っている
 - 生徒や学生が興味を持てるテーマが多数存在
 - プロジェクトの始めから終わりまでを実践的かつ自主的に取り組める(失敗を恐れず安心して実施できる実験場の存在)
 - 先輩が後輩を教える事で学ぶ仕組み、後輩が先輩を見習って自主的に学ぶ仕組みが内包されている
- 海外に対する戦略的な位置づけが明確化されている
 - 「人脈」という外交にもっとも大切な基盤が幅広く形成される
 - 日本の技術・企画を標準化するのに最適なアプローチ

宇宙教育の問題点：位置づけ/ビジョンの明確化

- 文科省が位置づけ/ビジョンを明確化し、全体の指揮を執るべき
 - これまでボトムアップにより活動が活性化してきているが、有機的に統合された効率的な活動にして行くにはトップの意思の明確化が重要
- 教育局と研究開発局の協力体制の構築
 - たとえばJST等で配分される教育予算は、宇宙等の担当局/省庁が決まっている分野には配分されにくい。教育局と研究開発局の協力により上記のような縦割りを廃す、あるいは研究開発局で手当が必要(宇宙科学技術推進調整委託費 / 宇宙航空科学技術人材育成プログラムの充実が必要)
 - 学校教育(正規授業)の中に挑戦的な宇宙教育プログラムが取り込まれる余地が少なく、クラブ活動の一環として実施されている。そのため、PC環境やネット環境等のインフラ投資が行われにくい。また共同実験場への移動費等も不足しており、経済格差による教育格差が生じている。少額で多くの学校が使える予算化が必要。(ex.缶サット甲子園)
- 「宇宙教育」や「キャパシティービルディング」、「研究」概念の明確化
 - 『最先端研究≠教育』研究では「only one」が求められるが、教育は反復活動。例えばキューブサットは毎回、何か違うあいのり衛星が求められる。教育用であれば淡々と、機会が供給され続けることも重要
 - 『学校教育≠技術者育成』海外のキャパシティービルディングに貢献するとき、大学は必ずしも最善の受け皿ではない

宇宙教育の問題点：実施主体への予算配分・教員配置

- 大学生・院生の技術者・研究者育成支援 →「一定額予算」の再検討
 - 宇宙研や大学・大学院のコース等により実施（既に予算化され教員も配置されているが、最適化に関する検証が必要）
- 高校生・大学生教育の支援
 - 導入教育から様々な教育手法に関して、まだJAXAや一部大学で試行錯誤が続いている。小中学生向けのような、全国的な取組として再編すべき。
→当委員会を中心に活動のビックピクチャ策定と体制・予算化の作戦作り
 - 共同実験場の必要性和位置づけを明確にし、実務を実施可能な「教育担当大学」を共同利用機関として認定し、予算と教員を至急に配置すべき（現在は共同実験場の位置づけはテンポラリ / 運営はボランティア。）共同実験に参加する高校生（大学生）の交通費等の予算化も必要。
→文科省「教育系の共同利用拠点」の予算対象とするなど対策を講じる（対象カテゴリにその他を新設。現在は演習林や教育船のみ）
- 小中学生教育の支援
 - JAXA教育センターの活躍により、全国津々浦々に指導者やYAC等の実施団体が配置されつつある
 - 今後は各地での運営の自律化・自立化の実現に関する検討が必要