

超小型衛星研究開発事業

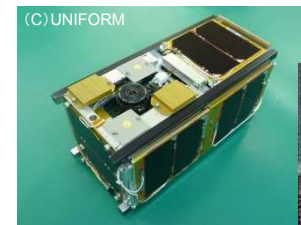
- 宇宙利用の拡大に向けた衛星の小型化（超小型衛星を含む）等によるコスト低減や、宇宙開発利用を支える人材育成等が必要（宇宙基本計画）
- 宇宙新興国の研究者や技術者の参画も得つつ、超小型衛星の研究開発を行うとともに、日本主導の技術開発・教育を通じたキャパシティ・ビルディングを進め、国際協力の推進、内外の人材育成、新たな市場開拓等に貢献

超小型衛星の特徴：

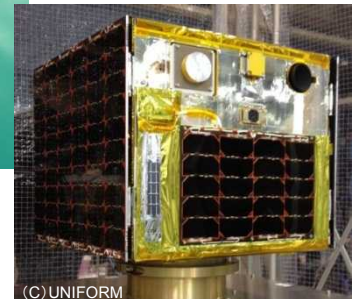
- 重量100kg以下の比較的小型の衛星であり、本事業ではサイズ一辺50cm以下、重量50kgを志向
（大型衛星：サイズ一辺2～3m程度、重量1～4t程度）
- 大型の人工衛星システムと比較し、開発期間が短く（約1/3の2～3年程度）、低コスト（約1/100の数億円程度）であり、加えて最新の研究開発成果を取り込むことが可能
- 大型衛星の開発に比べ、大学等の研究者が主体的に参画しやすく、実践的な教育効果も高い

事業期間： 平成22年度 ～ 平成26年度の5年間

予算総額： 約14億円（各年度約3億円 × 5年間）



本事業で開発・製作された超小型衛星
（左図 RAIKO、
右図 UNIFORM-1）



アジアなどの宇宙新興国との
協力（イメージ）



採択事業: UNIFORMプロジェクト概要

- 平成22年度に公募を行い、合計7件の提案
- 外部専門家により構成される超小型衛星審査評価会において審査を実施し、このうち、和歌山大学から提案のあったUNIFORMプロジェクトを採択

採択事業名：

「日本主導の超小型衛星網UNIFORM (UNiversity International FORMation Mission) の基盤技術研究開発と海外への教育貢献」 (UNIFORMプロジェクト)

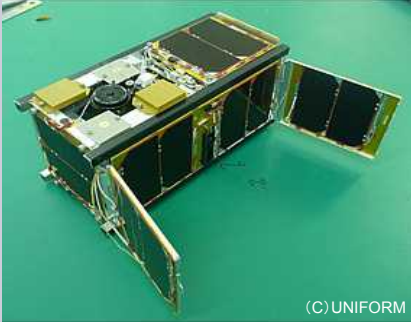
参画機関：

和歌山大学、東京大学、東京理科大学、東北大学、首都大学東京、北海道大学
など8機関

プロジェクト概要：

- ・ 大学を研究開発の拠点として、超小型衛星4基（実験機1機及びUNIFORM1～3号機）を開発・製作
- ・ 超小型衛星開発・製造を通じた人材育成手法を開発・整理
- ・ 海外大学や研究機関等と協力し、日本主導で宇宙新興国のキャパシティビルディングを推進

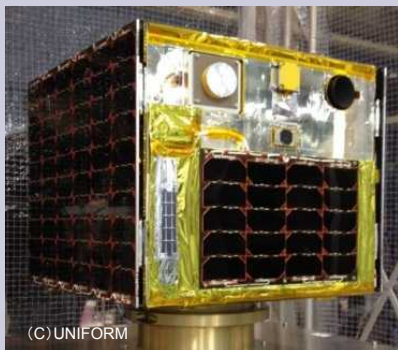
UNIFORM 開発衛星一覧

	RAIKO	UNIFORM-1	UNIFORM-2,3
写真・イメージ	 (C) UNIFORM	 (C) UNIFORM	 (C) UNIFORM
サイズ、重量	10 × 10 × 20cm、2.6kg	50 × 50 × 50cm、50kg	
スペック	発電能力: 4.7W 姿勢系: 回転抑制機能のみ 通信系: 上り 1kbps 下り 9.6~100kbps	発電能力: 100W以上 姿勢系: 3軸制御 通信系: 上り 10kbps 下り 64kbps(管制用)、10Mbps(ミッションデータ用)	
ミッション	Uniformに必要な要素技術(カメラ、スターセンサ、膜展開機構、13GHz帯送信機)の実証	熱赤外カメラ(地上分解能: 約200m)により森林火災・草原火災などを検知し、早期消火に貢献	
軌道	高度: 419km 軌道傾斜角: 51.6°	高度: 628km 軌道傾斜角: 97.9°	(未定)
稼働期間	H24.10.4 ~ H25.8.6 ※H24.7.1にHTV-3(こうのとり3号機)により打上げ後、国際宇宙ステーションより放出	H26.5.24 ~ ※だいち2号とのH2Aロケット相乗り打上げ	(未定)
備考	要素技術実験機	主に国内メンバー製作のモデル機	主に海外メンバーにより製作

UNIFORM 参画機関役割分担

UNIFORM計画の構成要素

衛星



和歌山大



地上局

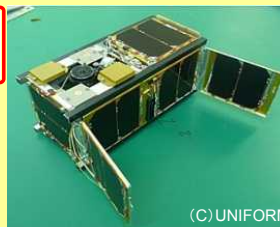
東京大・和歌山大・
北海道大



キャパシティ・ビルディング

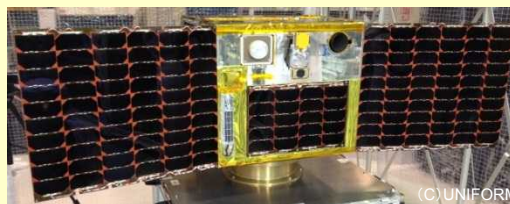
衛星

東北大



RAIKO

→ 要素技術を実証



UNIFORM-1

→ 衛星設計を確立



UNIFORM-2,3

→ キャパシティ・ビルディング
を実現

設計
組立



東京大・NESTRA*

ミッション
機器



北海道大

搭載
計算機



東京理科大

データ解析

北海道大

推進系※



首都大学東京

組立



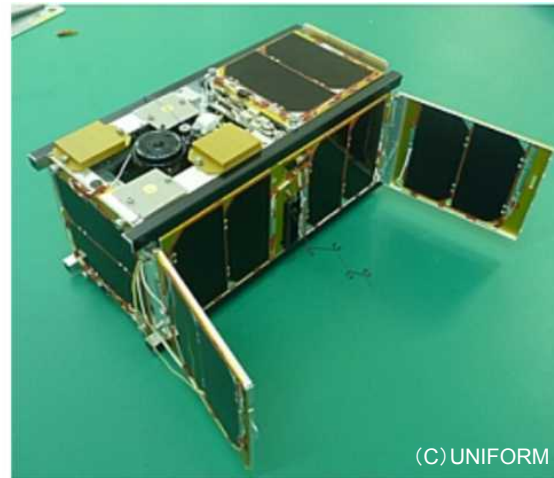
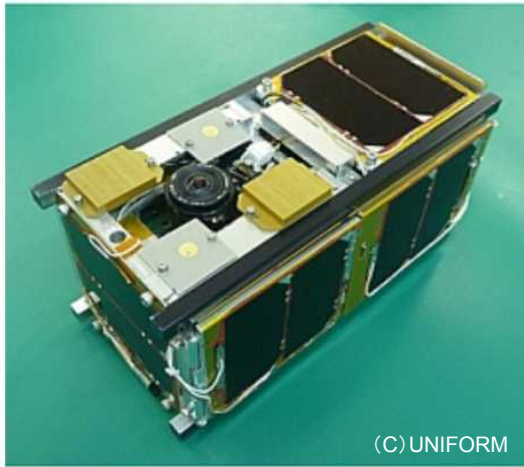
海外メンバー

* NESTRA: Next generation Space system Technology Research Association (次世代宇宙システム技術研究組合)

※ 打上げロケットの安全要求・投入軌道等に応じて搭載

RAIKO 概観

● RAIKO(完成品)



サイズ: 10 × 10 × 20cm、重量: 2.6kg



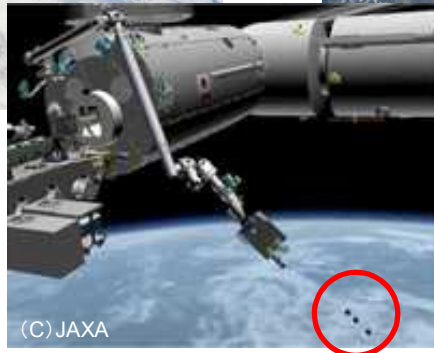
● 国際宇宙ステーション(ISS)からのRAIKO放出



左図: H2BロケットでISSに
輸送 (H24.5/28)

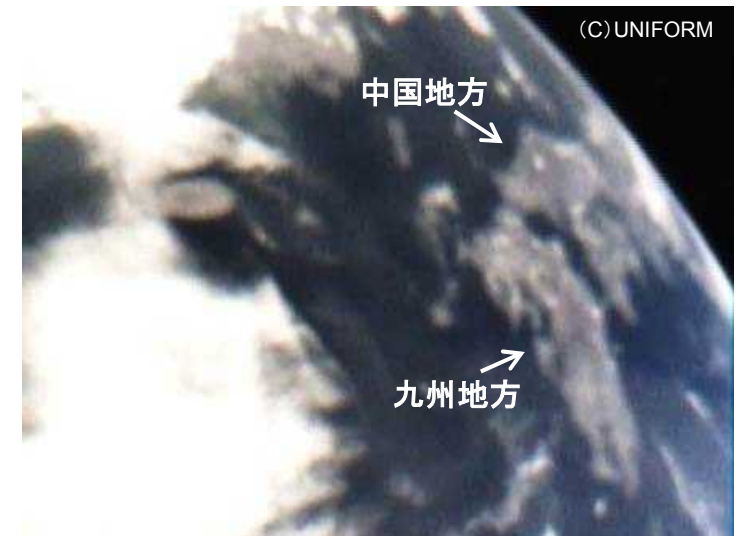


右図: ISSより放出されたRAIKO
(H24.10/4)



中央: ISSからの衛星放出
※イメージ図 (H24.10/4)

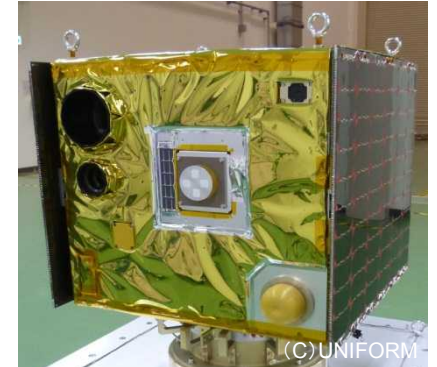
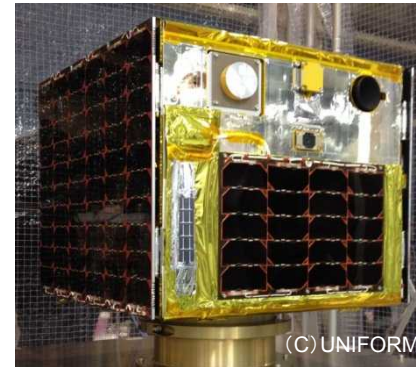
● 「RAIKO」が撮影した画像



RAIKOは平成25年8月6日に大気圏に突入し消失
平成24年10月4日にISSより放出されて以来、およそ10ヶ月の間に63枚の画像を撮影
100kbpsの高速通信実験にも成功し、ミッションを無事に終了

UNIFORM-1 概観

● UNIFORM-1 (完成品)

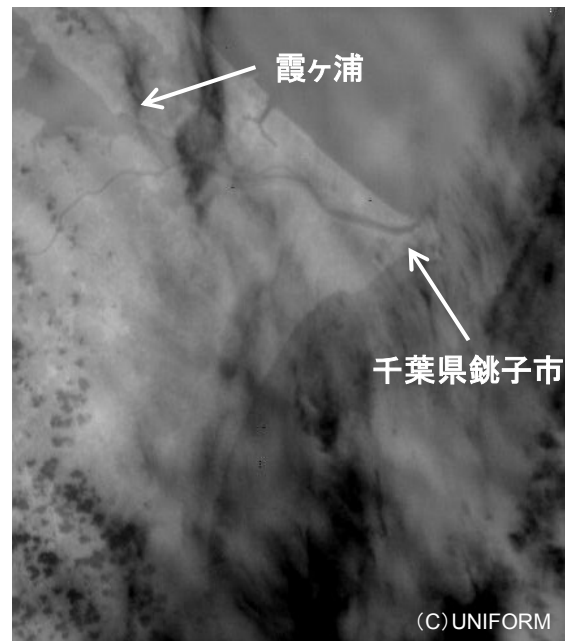


サイズ: 50 × 50 × 50cm、重量50kg

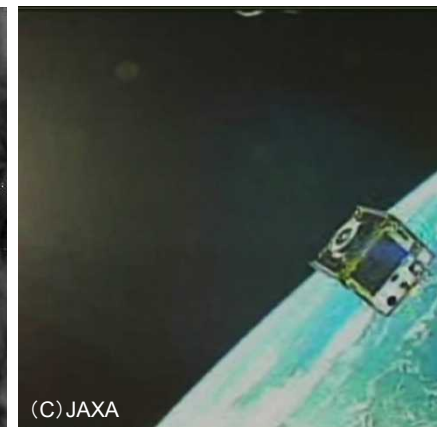
● UNIFORM-1 (製造過程)



● 「だいち2号」とのH2Aロケット相乗り打上げ



左図: 熱赤外カメラによる地上撮像に成功 (H26.5/28)



中央: UNIFORM-1分離の様子
(H26.5/24)

右図: H2Aロケット23号機打上げ
(H26.5/24)



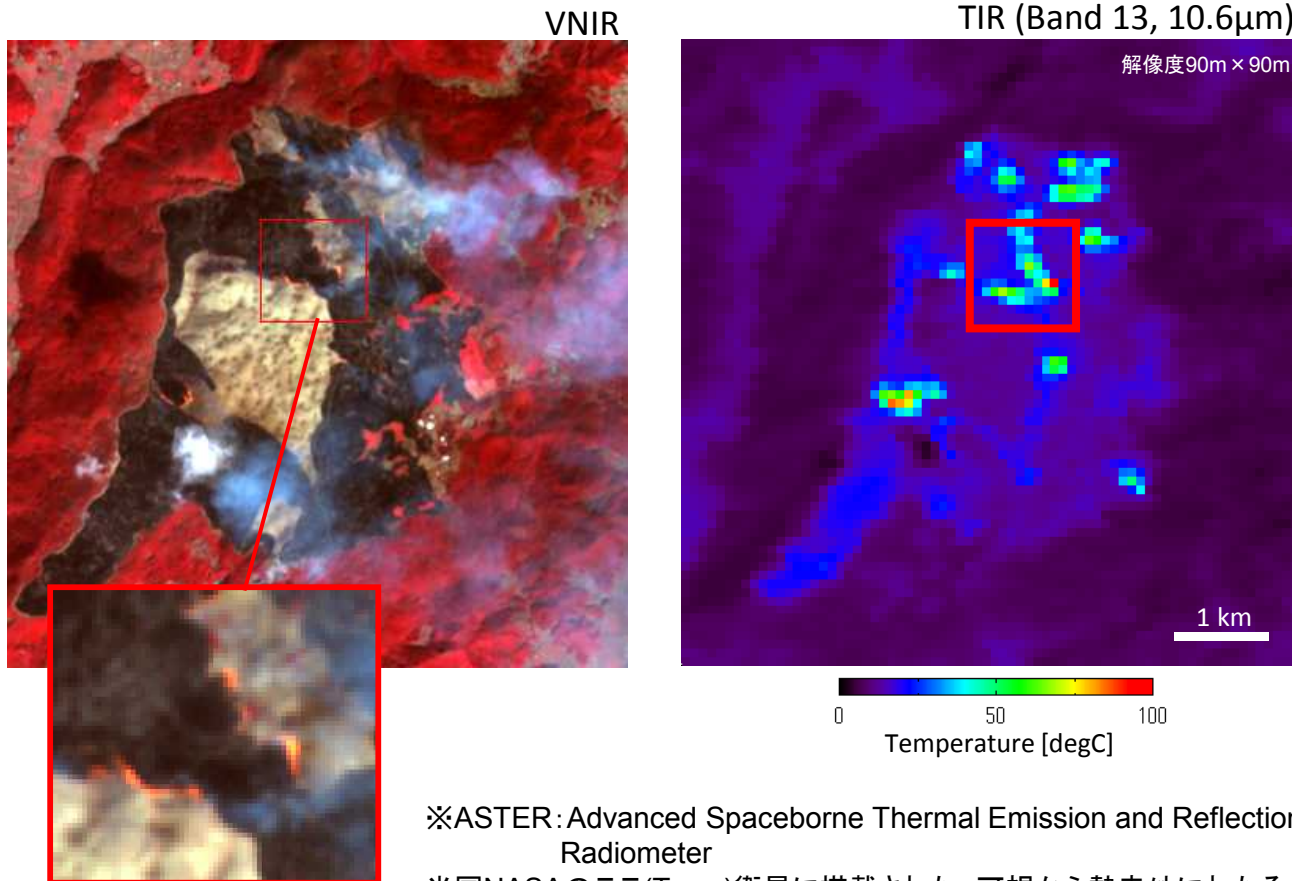
● UNIFORM基地局 (和歌山大)



想定されるUNIFORMの活用事例

UNIFORMに搭載された赤外線カメラ(ボロメータ)により、特に東南アジア諸国で需要のある山火事(ホットスポット)の検知が可能

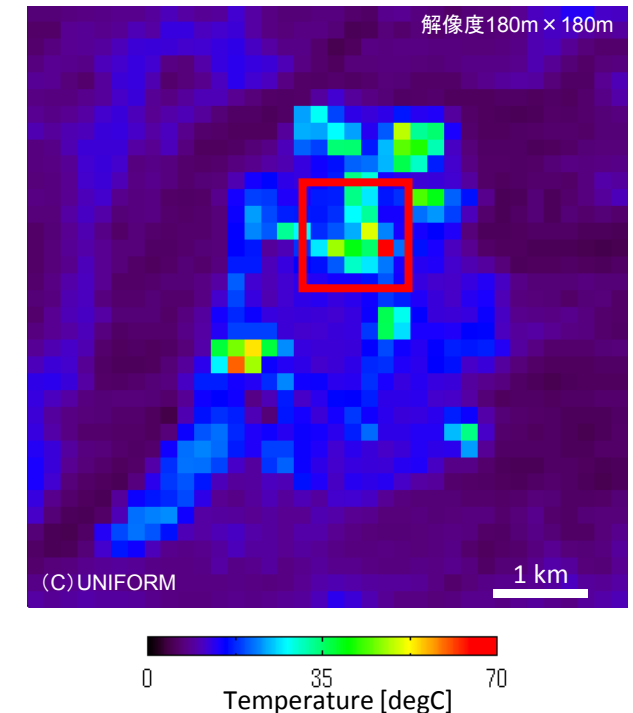
ASTER※による日本の山火事の画像



※ASTER: Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer

米国NASAのテラ(Terra)衛星に搭載された、可視から熱赤外にわたる14バンドの観測波長を持った日本の地球観測用センサ

UNIFORMシミュレーション画像



**低コストのUNIFORMでも
山火事(ホットスポット)の
検知は可能**

これまでに得られた成果例①

○UNIFORMによる独自開発技術(3件の特許を出願中)

- 非冷却でも精度の高い熱観測が可能となる熱赤外線カメラの光学系制御装置の開発
- 従来コストの1／5程度のパラボラアンテナ及びその駆動・制御システムの実現

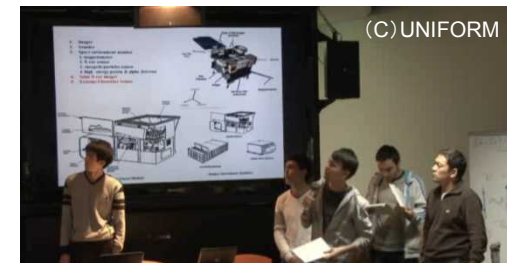
等

○国内外の人材育成

- 毎年、30～40名程度の国内若手人材を受入れ
- ベトナム、韓国、ブラジル、カザフスタンから、これまでに合計15名の海外人材を受入れ

○海外との連携基盤の構築

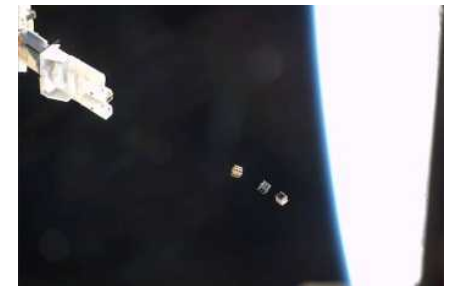
- 海外大学・研究機関と、UNIFORMのデータを活用した防災研究や人材育成等の相互協力に関するMOUなどをこれまでに4件締結
- 今後、さらに2件のMOU締結を予定しており、別途5件が締結に向け調整中



これまでに得られた成果例②

<事例1:ベトナム>

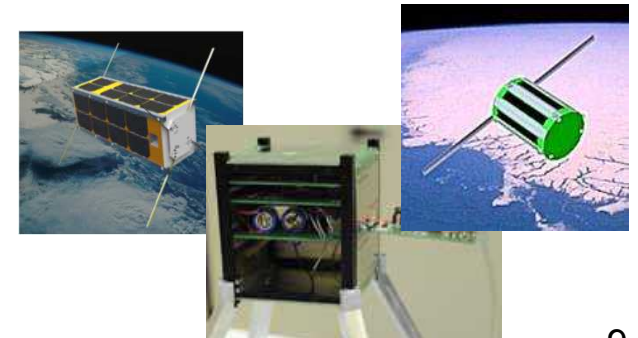
- 平成23年10月、日越首脳会談で合意されたODA案件として、地球観測衛星2機の調達、宇宙分野の人材育成等について、日越政府間で円借款契約を締結
- 本事業においては、ODA案件の事業主体であるベトナム国立衛星センター(VNSC)からも人材を受入れ、東京大学においてUNIFORMプロジェクトに参画
- UNIFORMプロジェクトによる連携等を踏まえ、東京大学とVNSCを中心とした日越共同プロジェクトとして、超小型衛星PicoDragonを製作
- 平成25年8月、HTV-4(こうのとり4号機)により打ち上げ、11月に国際宇宙ステーション(ISS)の日本実験棟「きぼう」より放出



PicoDragonの放出時の画像

<事例2:ブラジル>

- 平成26年5月、UNIFORMプロジェクトにより人材を受け入れていたブラジリア大学がとりまとめを行う大学コンソーシアム等により超小型衛星3機を開発し、これをISSの日本実験棟「きぼう」から放出したい旨、ブラジル政府より申し入れ
- これら3機の衛星の放出は、産業利用促進等の観点から設けた有償制度の活用によるものであり、ISS・きぼうの利用拡大に貢献



放出を検討中のブラジル超小型衛星

今後の成果の展開

本事業により蓄積された成果を更に発展させるため、人材育成も含めた宇宙分野の研究拠点としての大学の活性化や、超小型衛星の開発に限定しない地上側のデータ利用等も含めた幅広い取組を支援できるよう、発展的な方策を講じることにより、以下のような展開を促進

○国内における展開

- 超小型衛星の開発ノウハウ蓄積により、将来的な市場の拡大に対応
- 本事業を通じて質の高い衛星開発技術者が育成されることで、我が国の技術力を向上
- また、指導者として超小型衛星の人材育成に携わることで、更なる人材の確保に繋がり、我が国技術の高度化に向けた好循環を構築

○海外への展開

- 我が国の衛星システムに加えて、運用のノウハウや人材育成を含めたパッケージインフラとしての海外展開に寄与
- 宇宙新興国から受け入れた人材が、我が国での経験をもとに母国において宇宙開発を担う人材となり、世界的な宇宙利用の拡大と我が国の衛星技術を受け入れる素地が醸成

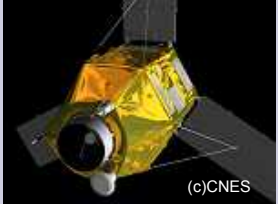
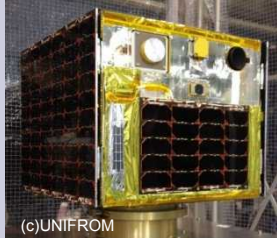
超小型衛星と大型衛星との比較

参考1

	超小型衛星(低軌道)	大型地球観測衛星(低軌道)
サイズ	一辺 10cm ~ 1m	一辺 2 ~ 3m 程度
重量	100kg 以下	およそ 1 ~ 4t
開発期間	およそ 2 ~ 3年	およそ 5 ~ 10年
1機あたり開発コスト	数億円	数百億円
特徴	・局所的な観測 ・打上げ費用が安価なため、多数機による高頻度観測の可能性	・広域かつ詳細な観測 ・長寿命・安定的な運用
宇宙政策における主要な役割	・大学等の若手人材の育成 ・宇宙新興国のキャパシティ・ビルディング	・環境観測・防災・安全保障など利用ニーズへの対応 ・産業基盤の維持・強化
利用分野(衛星画像)の市場規模	黎明期	1400億円程度(国内は約100億円) ※7割が安全保障分野での利用
主な事業主体	開発コストが安価なため、大学やベンチャー企業による取組が比較的容易	基本的に政府機関

最近の主な地球観測衛星一覧

参考2

	WorldView-3	Pleiades-1B	Sentinel-1A	「だいち2号」 (ALOS-2)	「だいち」 (ALOS)	UNIFORM
種別	大型衛星	大型衛星	大型衛星	大型衛星	大型衛星	超小型衛星
分類	光学衛星	光学衛星	レーダ衛星	レーダ衛星	レーダ & 光学衛星	光学衛星
軌道上 イメージ	 (c)Digital Globe	 (c)CNES	 (c)ESA	 (c)JAXA	 (c)JAXA	 (c)UNIFORM
国	米国	欧州	欧州	日本	日本	日本
打上年	2014(予定)	2012	2014	2014	2006 (2011年運用終了)	2014
重量	2.8t	1.0t	2.3t	2.1t	4.0t	50kg
分解能 / 観測幅	31cm / 13.1km	50cm / 20km	5m / 80km	1~3m / 25 ~ 50km	2.5m / 70km	180m / 115km
衛星 開発費	約298億円	約352億円	約384億円	241億円	485億円	約3.5億円 (4機の平均)

(データ出典:各衛星保有機関・業者のHP、SpaceNews等宇宙関連記事)

海外へのキャパシティビルディング、技術協力・提携の実績

参考3

国名		キャパシティ・ビルディング		技術協力・データ受信/利用に係るMOU等	
		人数	期間	ステータス	機関名
アジア太平洋	1. ベトナム	6	2~6ヶ月	締結済(H25.4)	ベトナム国立衛星センター
		4~5(計画中)	1週間(見込み)		
	2. タイ	-	-	締結済(H25.11)	タイ国立科学技術開発庁
	3. 韓国	1	1年	-	-
	4. モンゴル	-	-	準備中	-
中東	5. アラブ首長国連邦	-	-	締結予定(H26中)	先端科学技術研究所
南米	6. ブラジル	3	1週間	締結済(H25.2)	ブラジリア大学
		1	1年半		
		3(計画中)	半年(見込み)		
	7. メキシコ	-	-	準備中	-
北米	8. アメリカ	-	-	準備中	Plant Lab(民間)
欧州	9. カザフスタン	4	半年 (半年延長について調整中)	締結済(H26.2)	カザフスタン国立大学
	10. スペイン	-	-	準備中	-
	11. セルビア	-	-	準備中	-
	12. トルコ	-	-	締結予定(H26.9以降)	イスタンブール大学
		15人受入+7~8人計画中		締結4件、予定2件、準備中5件	