

平成 24 年 5 月 16 日

## 50kg 級小型人工衛星「ChubuSat-1」 打上げロケット決定

名古屋大学太陽地球環境研究所の田島教授、大同大学工学部総合機械工学科の溝口教授、および中部地方の航空宇宙産業中小企業連合体である MASTT からなるグループは、50kg 級の小型の人工衛星を開発してきましたが、この度、その第一号機である「ChubuSat-1」を、国立大学法人東京大学大学院工学系研究科中須賀研究室と次世代宇宙システム技術研究組合の仲介により今年(2012 年)末、ロシアのドニエプル(Dnepr)ロケットを使ってロシア国内のヤスネ基地からクラスター打上げ(複数の衛星を同時に打上げること)することが、正式に決定致しました。

ChubuSat-1 は、重さ約 50kg・一辺約 50cm の立方体形状で、東京理科大学の木村研究室が開発した可視光カメラ及び市販の赤外線カメラを搭載し、大気中の二酸化炭素量の監視、宇宙ごみのデータベースの作成、隔離された施設の稼働状況の確認や、災害発生時の遠隔モニタ等を目的としています。

また、一般のアマチュア無線ユーザに対するメッセージ中継サービスも提供します。ChubuSat-1 は試作品を用いた試験も完了し、現在軌道上に投入するための実機の製造及び各種の試験を実施中です。

## 50kg 級小型人工衛星「ChubuSat-1」 打上げロケット決定

### 【ポイント】

- 名古屋大学太陽地球環境研究所、大同大学、および中部地方の中小企業連合体によるグループである**中部地区小型衛星開発連合**は、50kg 級の小型の人工衛星を開発しています。
- 小型の人工衛星が実用化されると、これまでよりはるかに低い費用(たとえば 1/100 以下)で宇宙からの観測が可能になります。
- 中部地区小型衛星開発連合はその第一号機である「ChubuSat-1」の開発を進めてきましたが、国立大学法人東京大学大学院工学系研究科中須賀研究室と次世代宇宙システム技術研究組合の仲介により、ロシアのドニエプルロケットを使ってロシア国内のヤスネ基地からクラスター打上げ(複数の衛星を同時に打上げること)することに決定しました。
- 「ChubuSat-1」の開発は順調に進んでおり、現在、衛星に搭載する部品大部分の組立を終了し、環境試験を実施しています。

### 【背景】

この小型人工衛星は、我が国の航空宇宙産業の中核地域である中部地方を活動拠点とした産学の両組織が協力し、同じく中部地方を代表する航空宇宙メーカーである三菱重工業からもサポートを受けることにより、開発を進めています。将来的には、小型人工衛星の量産化により費用を低下させることで、衛星による宇宙・地球環境の観測が容易になり地上からの観測と組み合わせることでより包括的な宇宙・地球環境の研究を可能にするなど、「宇宙利用による大学の研究活動の拡大」を見込んでいます。また、これまで中部地方の企業が航空宇宙分野での製品開発を通して培ってきた各種加工技術を活用して独自の衛星を開発することで、地域内での機運を盛り上げると共に、我が国航空宇宙産業の中心地として広く外部にアピールすることにより、「中部地方中小企業の活性化」を目指します。これらの思いを込めて、今回の第一号機を「ChubuSat-1(中部地方衛星 1 号機)」と名付けました。

### 【衛星の構成】

ChubuSat-1 は、重さ約 50kg・一辺約 50cm の立方体形状で、3 つの面に太陽電池パネルを搭載しています。観測機器として可視光カメラ及び赤外線カメラを搭載するほか、地上との通信手段としてアマチュア無線通信機を搭載しています。可視光カメラは東京理科大学 木村研究室において開発されたもので、10 メートル程度の分解能で建物を識別することが出来ます。赤外線カメラは、波長 7.5~13.5 ミクロン帯に感度があり、大気中の二酸化炭素量や地表の温度の大まかな測定を可能としています。

### 【衛星の意義】

ChubuSat-1 は、可視光カメラ及び赤外線カメラによって以下のようなサービスを提

供します。

- 地球上の様々な地点での大気中の二酸化炭素量を定期的に測定し、地球温暖化の理解に役立てます。
- 衛星運用の障害となる宇宙ごみのデータベースを作成し、今後の衛星運用に役立てます。
- 上空から地上の施設の温度が測定できることから、災害等で隔離された施設の稼働状況の確認が可能となります。
- 災害発生時の被災領域の定期的な遠隔モニタが可能となります。

また地上との通信手段として搭載したアマチュア無線通信機を利用して、一般のアマチュア無線ユーザに対するメッセージ中継サービスも提供します。

### 【打ち上げ】

「ChubuSat-1」は、国立大学法人東京大学大学院工学系研究科中須賀研究室と次世代宇宙システム技術研究組合の仲介により、ロシアのドニエプルロケットを使ってロシア国内のヤスネ基地からクラスター打上げ（複数の衛星を同時に打上げること）することに決定しました。ドニエプルロケットの第3段の下部に組み込まれて、ヤスネ基地（ロシアのオレンブルグ州）のサイロ（地下発射装置）から打上げられ（添付資料1, 2）、約15分後、高度500km - 600kmの太陽同期軌道に投入される予定です。この打上げでは「ChubuSat-1」以外の小型衛星として、東京大学の「ほどよし1号機」、東京工業大学の「TSUBAME」衛星、九州大学の「Qsat-EOS」衛星が同時に軌道投入されます。

**ドニエプルロケット**は、ロシアの戦略ミサイルSS18を平和転用したもので、1999年の初号機の打上げ以来、18回の打上げのうち17回成功し、高信頼性や高精度の軌道投入、多数のクラスター打上げの実績があります。同ロケットはJAXAのOICETSやISASのINDEXを含め、これまでに17カ国の計62機の衛星を打上げてきました（添付資料3）。ロケットの製造はウクライナのユジノエ社で、文部科学省 web ページでもその概要が紹介されています。  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/uchuu/gijiroku/h17/suishin01/002\\_b.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/uchuu/gijiroku/h17/suishin01/002_b.htm)

### 【開発状況】

衛星に使用するコンポーネントや衛星本体の試作品の環境試験（打ち上げ時の振動を想定した試験や、軌道上での熱真空を想定した試験など）も無事終了し、設計の確認を完了しました。それを受けて、軌道に投入する衛星の実機に搭載するコンポーネントの製造が予定通り進んでおり、順次環境試験を実施中です。この夏には衛星本体も完成し、環境試験を実施する予定です。（添付資料4）

### 【用語説明】

**太陽同期軌道**：人工衛星の軌道面と太陽光の角度が、常に一定となるように周回する軌道。

この軌道では、人工衛星への太陽光の当たり方が限定されるので、発電や熱制御がし易くなります。また、観測時の地球表面への太陽光の入射角が一定となるため、地球表面の観測に適しています。高度500km - 600kmの場合、約90分で地球の周りを1周しますが、その間に地球が自転しますので、周回毎に地球上の異なる地域を観測することになります。

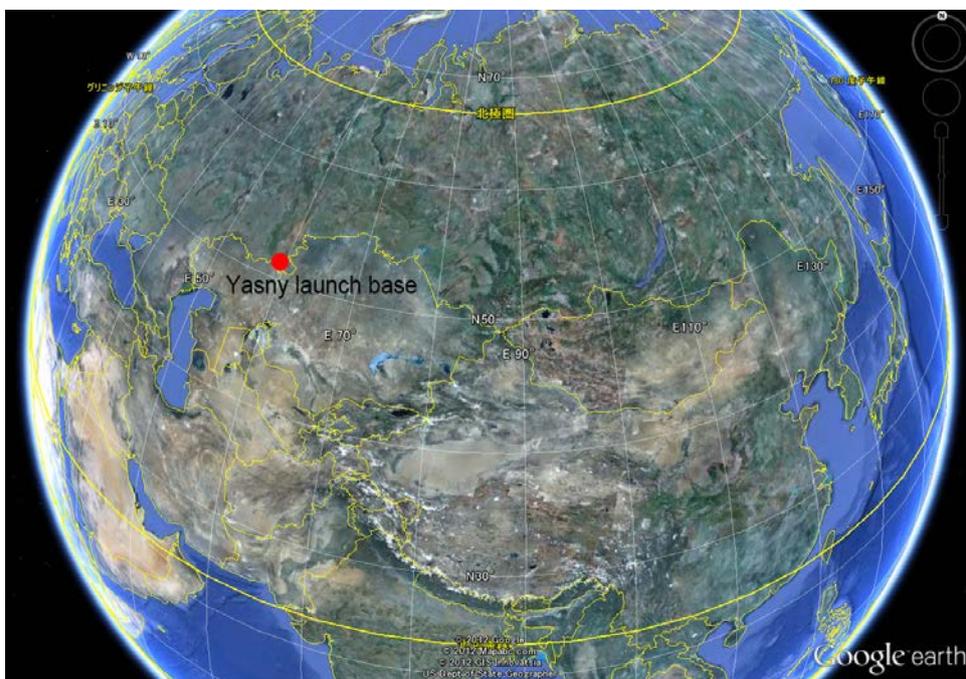
**宇宙ごみ**：地球表面や衛星軌道上を周回運動する**人工物体**。過去に打ち上げられた人工衛星やロケットの部品やその破片が主で、宇宙ごみどうしの衝突で生じた微細な破片も含まれます。天然の隕石や宇宙塵は、**流星物質（メテオロイド）**と呼ばれ区別されています。宇宙ごみは、衛星などに衝突するとその機能に障害を与えることもあるため、衛星運用においては重要な問題となっています。宇宙開発に伴って宇宙ごみは年々増加しており、宇宙ごみの監視は重要性を増しています。

**MASTT**：中部航空宇宙産業中小企業連合体（**Meiyu Aerospace Support Technology Team**）三菱重工業（株）名古屋誘導推進システム製作所（略称「名誘」）の部品製造、組立をサポートしてきたサプライヤー24社が活躍の場を世界規模に広げるべく立ち上げた「企業団体」。航空宇宙分野で培った高い技術力により、主にロケット推進システムなどを製造している。

## 添付資料 1



ドニエプルロケットのサイロからの打上げ (コスモトラス社提供)



ロシアのヤスネ基地 (earth image from Google earth)



ヤスネ基地の衛星試験棟 (コスモトラス社提供)

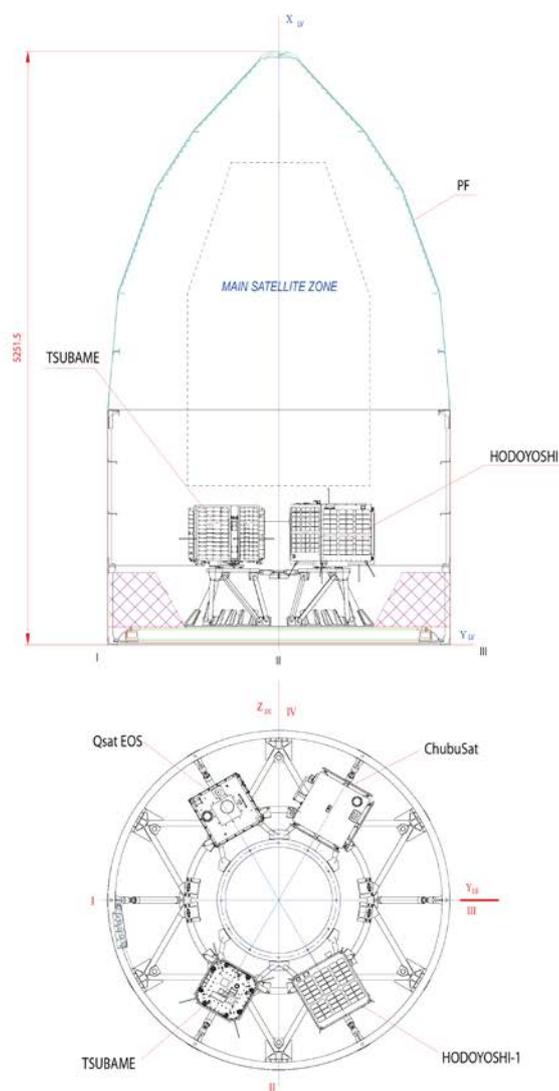


4機の超小型衛星のチェックとロケットへの組込み作業を行うクリーンルーム (コスモトラス社提供)



クラスター打上げの設計審査

## 添付資料2



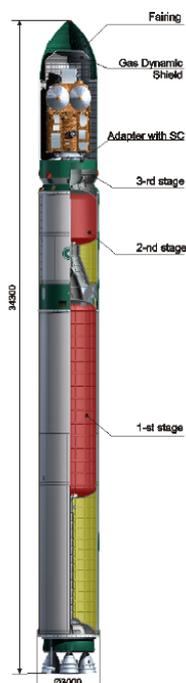
4機の超小型衛星のドニエプルロケット搭載状態

(コスモトラス社提供)

## 添付資料3

### ドニエプルロケットの概要

(コスモトラス社提供)



### Main Specifications of Dnepr LV

- 1st and 2nd LV stages are unmodified standard SS-18 ICBM stages.
- 3rd stage is a standard SS-18's 3rd stage with the modified control system flight software.
- Space Head Module design is based on the SS-18 front section with several design variations.
- At the stage of development and production-run manufacture SS-18 rocket underwent a great number of flight tests and today it is truly one of the most reliable LVs on the launch services market.

### Dnepr LV Basic Data

Total launch mass	210 tons
Propellant components for all stages	Amil + Heptyl
Number of stages	3
Spacecraft injection accuracy	
•For altitude	4,0 km
•For inclination	0,04 deg
•For the right ascension of the ascending node	0,4 min
Orbit inclination	98°, 64,5°
Flight reliability	0,97
Loads affecting the spacecraft:	
•Maximum axial quasi-static g-loads	7,5
•Maximum lateral quasi-static g-loads	0,8
•Integral level of sound pressure	140 dB

## ドニエプルロケットの打ち上げ実績

(コスモトラス社提供)

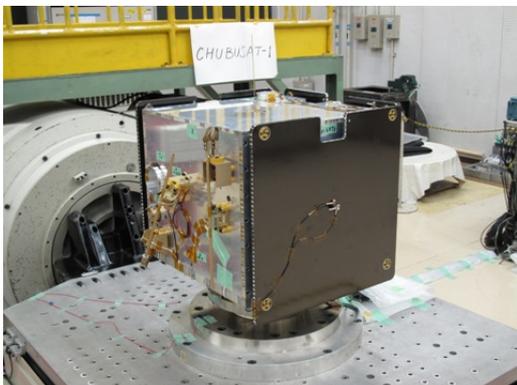
Launch No.	Satellite	Customer	Launch date / Launch Base/ Orbit (LEO) / Remarks	Total
1	UoSat-12	SSTL, UK	21.04.1999 / Baikonur / 65° / Successful launch	1 SC
2	MegSat-1	MegSat s.P.a Company	26.09.2000 / Baikonur / 65° / Successful launch	5 SC
	UniSat	"La Sapienza" University of Rome, Italy		
	SaudiSat-1A	SRI, Saudi Arabia		
	SaudiSat-1B	SRI, Saudi Arabia		
	TiungSat-1	ATSB Company, Malaysia		
3	UniSat-2	"La Sapienza" University of Rome, Italy	20.12.2002 / Baikonur / 65° / Successful launch	6 SC
	Rubin-2	OHB-System, Germany		
	SaudiSat-1C	SRI, Saudi Arabia		
	LatinSat-A and -B	Space Quest, USA		
	SC simulator	Trans Orbital, USA		
4	Demeter	CNES, France	29.06.2004 / Baikonur / 98° / Successful launch	8 SC
	SaudiSat-2 and SaudiComSat-1, -2	SRI, Saudi Arabia		
	LatinSat-C, -D and AmSat-Echo	Space Quest, USA		
	UniSat-3	"La Sapienza" University of Rome, Italy		
5	OICETS INDEX	Japan Aerospace Exploration Agency, Japan	24.08.2005 / Baikonur / 98° / Successful launch	2 SC
6	Genesis -1	Bigelow Development Aerospace Division, LLC, USA	12.07.2006 / Yasny/ 65° / Successful launch	1 SC
7	BelKA	Academy of Sciences, Republic of Belarus	26.07.2006 / Baikonur / 98° / Launch failure	18 SC
	Baumanets	NPO Mashinostroeniya, Russia		
	UniSat-4	"La Sapienza" University of Rome, Italy		
	PicPot	"La Sapienza" University of Rome, Italy		
	P-Pod containers with CubeSat satellites	Cal Poly Corporation, USA		

8	EgyptSat-1	SDO Yuzhnoe, Ukraine	17.04.2007 / Baikonur / 98° / Successful launch	14 SC
	SaudiSat-3, SaudiComSat-3,-4,-5,6,-7	SRI, Saudi Arabia		
	P-Pod containers with CubeSat satellites	Cal Poly Corporation, USA		
9	Genesis-2	Bigelow Development Aerospace Division, USA	/ Yasny/ 65° / Successful launch	1 SC
10	TerraSAR-X	EADS Astrium, GmbH	15.06.2007 / Baikonur / 98° / Successful launch	1 SC
11	RapidEye constellation	SSTL, UK	29.08.2008 / Baikonur / 98° / Successful launch	5 SC
12	THEOS	EADS Astrium	1.10.2008 / Yasny/ 98° / Successful launch	1 SC
13	DubaiSat-1	EAST, United Arab Emirates	29.07.2009 / Baikonur / 98° / Successful launch	6 SC
	Deimos-1	Deimos Imaging, Spain		
	UK-DMC-2	SSTL, UK		
	NanoSat-1B	INTA, Spain		
	AprizeSat-3, -4	SpaceQuest, USA		
14	CryoSat-2	EADS Astrium, GmbH	8.04.2010 / Baikonur / 92° / Successful launch	1 SC
15	PRISMA	Swedish Space Corporation, Sweden	15.06.2010 / Yasny/ 98° / Successful launch	2 SC
	PICARD	CNES, France		
16	Tandem-X	EADS Astrium, GmbH	21.06.2010 / Baikonur / 98° / Successful launch	1 SC
17	SICH-2	SSAU, Ukraine	Yasny/ 98° / Successful launch	7 SC
	NIGERIASAT-2	SSTL, UK, Nigeria		
	NIGERIASAT-X	SSTL, UK, Nigeria		
	RASAT	TUBITAK UZAY, Turkey		
	EDUSAT	"La Sapienza" University of Rome, Italy		
	APRIZESAT-5,-6	SpaceQuest, USA		
<b>Total spacecraft launched: 62</b>				

## 添付資料 4

ChubuSat の開発状況

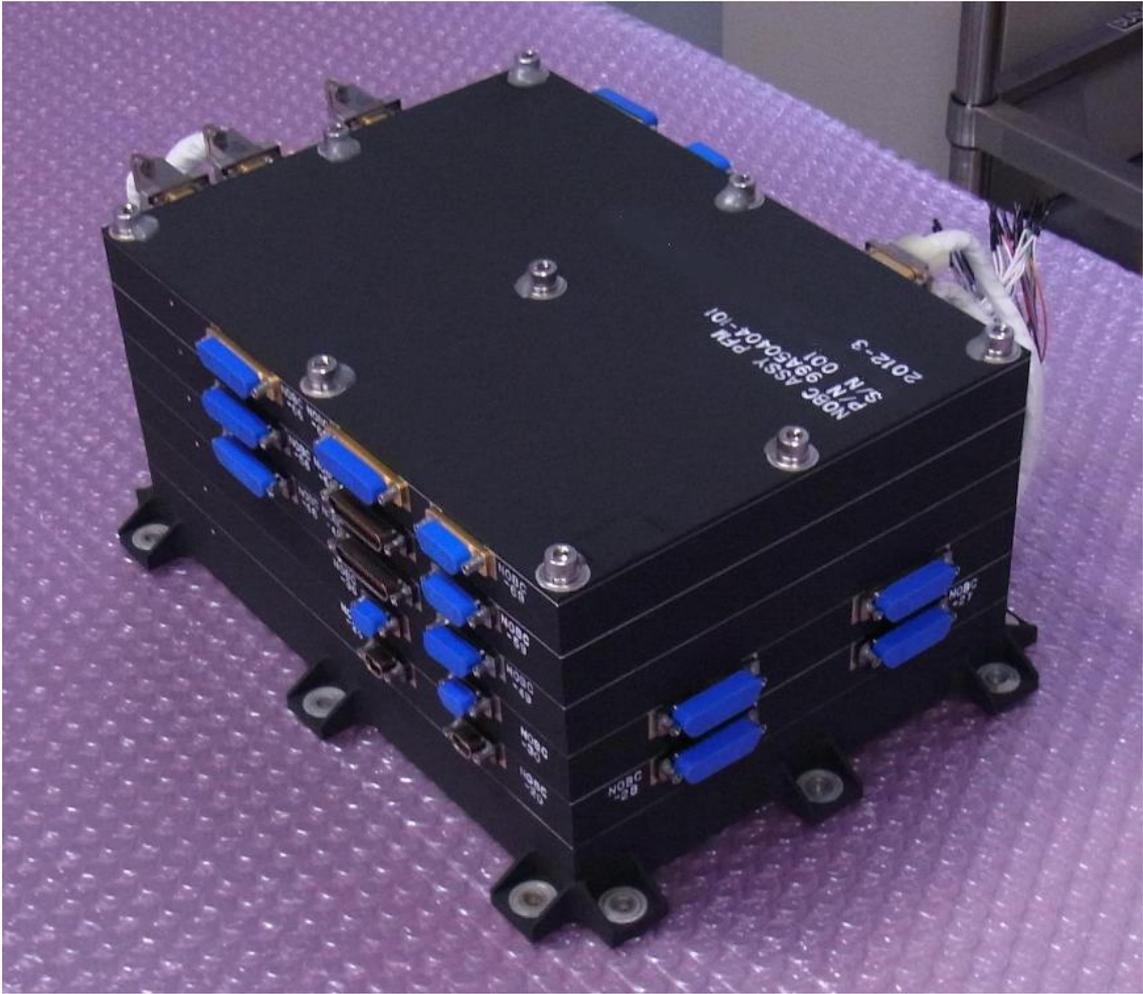
振動試験用プロトタイプ



衛星搭載用アマチュア無線通信機

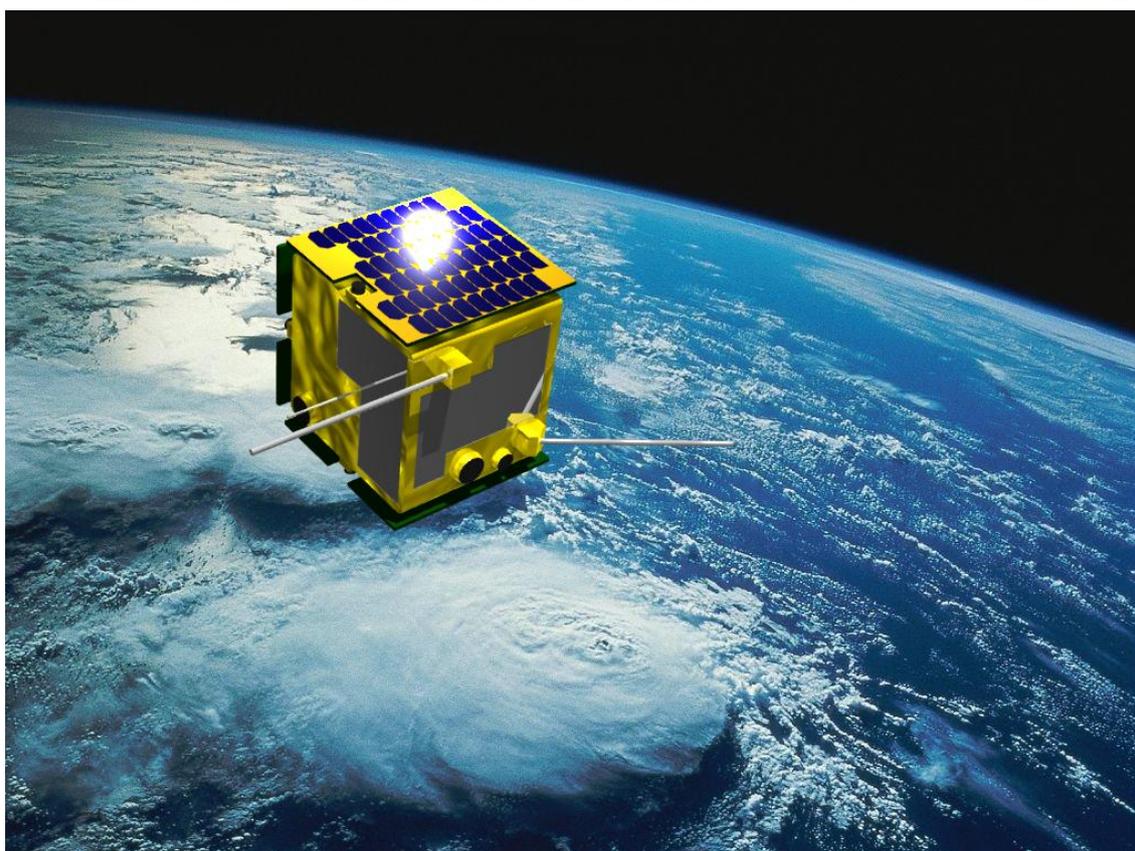
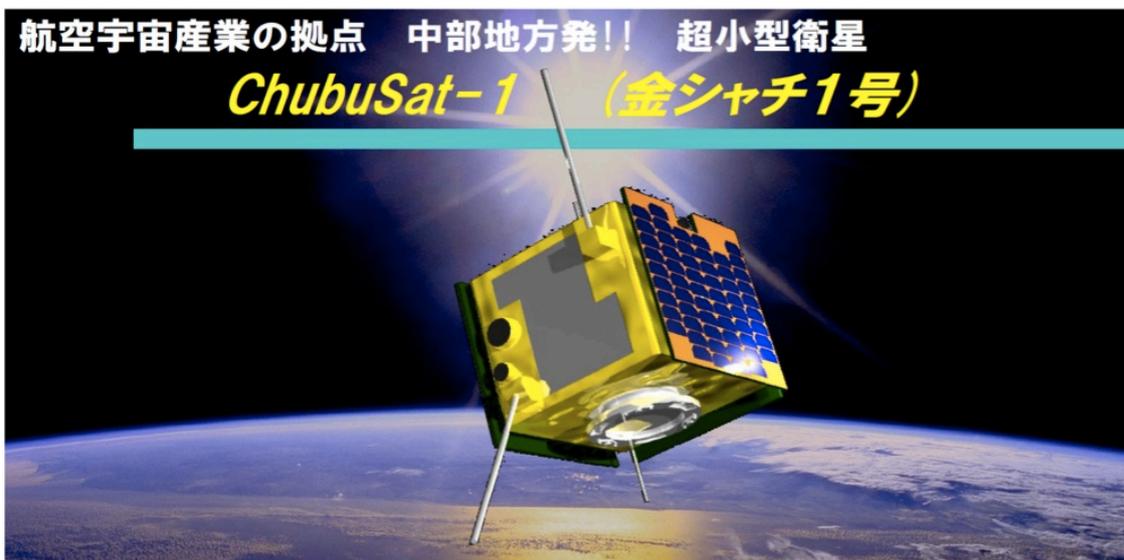


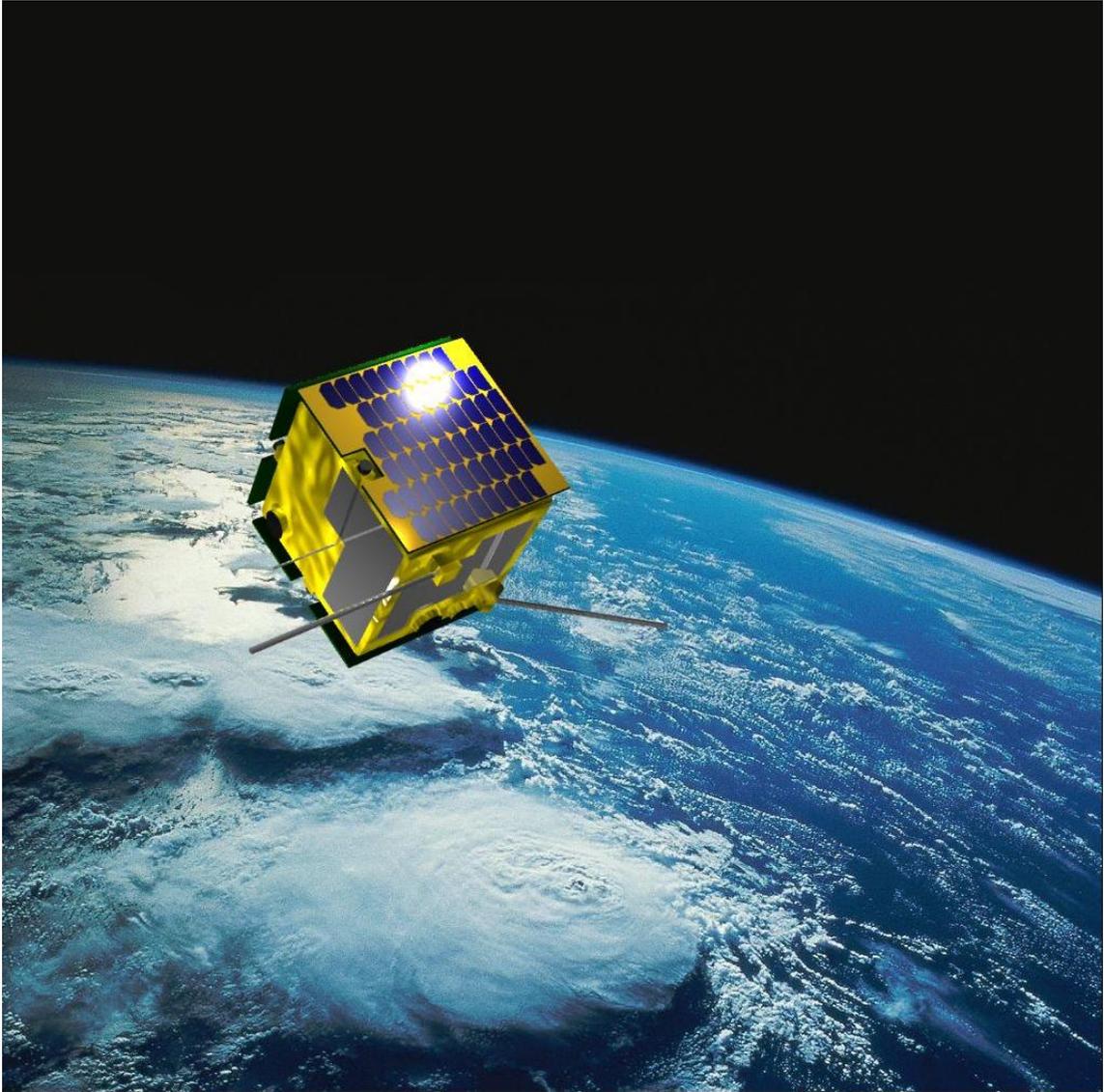
衛星搭載コンピュータ



添付資料 5

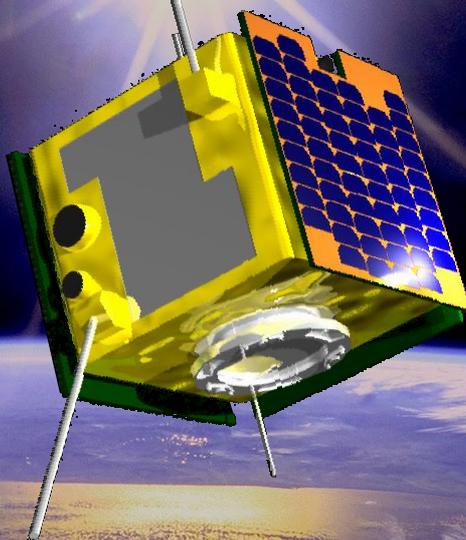
ChubuSat-1 の想像図





航空宇宙産業の拠点 中部地方発!! 超小型衛星

# ChubuSat-1 (金シャチ1号)



## 開発の背景

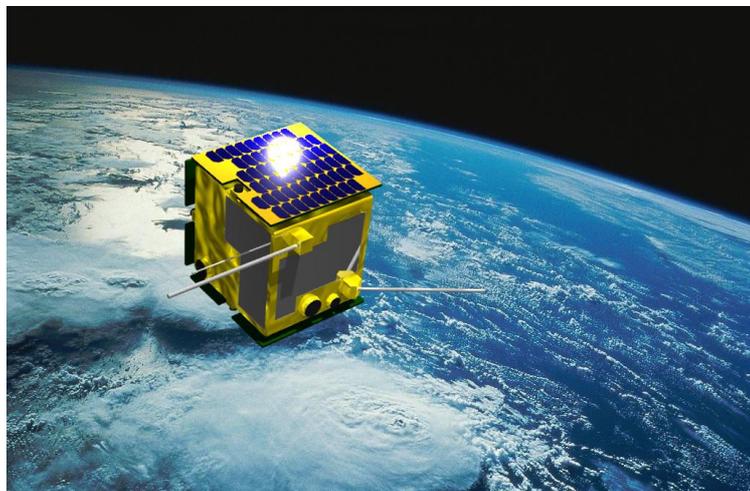
この小型人工衛星は、我が国の航空宇宙産業の中核地域である中部地方を活動拠点とした産学の両組織が協力し、同じく中部地方を代表する航空宇宙メーカーである三菱重工業からもサポートを受けることにより開発を進めています。将来的には、小型人工衛星の量産化により費用を低下させることで、衛星による宇宙・地球環境の観測が容易になり地上からの観測と組み合わせることでより包括的な宇宙・地球環境の研究を可能にするなど、「宇宙利用による大学の研究活動の拡大」を見込んでいます。また、これまで中部地方の企業が航空宇宙分野での製品開発を通して培ってきた各種加工技術を活用して独自の衛星を開発することで、地域内での機運を盛り上げると共に、我が国航空宇宙産業の中心地として広く外部にアピールすることにより、「中部地方中小企業の活性化」を目指します。これらの思いを込めて、今回の第一号機を「ChubuSat-1 (中部地方衛星1号機) - 通称:金シャチ1号」と名付けました。

## ミッション概要

ChubuSat-1に搭載している可視光カメラの分解能は、10メートル程度で、建物を識別することが出来ます。また、赤外線カメラは、波長7.5~13.5ミクロン帯に感度があり、大気中の二酸化炭素量や地表の温度の測定を可能としています。この2つのカメラを用いて以下のミッションを実施します。

- ・ 大気中の二酸化炭素量を定期的に測定し、地球温暖化の理解に役立てます。
- ・ 衛星運用の障害となる宇宙ごみのデータベースを作成し、今後の衛星運用に役立てます。
- ・ 上空から地上の施設の温度が測定できることから、災害等で隔離された施設の稼働状況の確認が可能となります。
- ・ 災害発生時の被災領域の定期的な遠隔モニタが可能となります。

また、アマチュア無線通信機を利用して、一般のアマチュア無線ユーザに対するメッセージ中継サービスも提供します。



名古屋大学



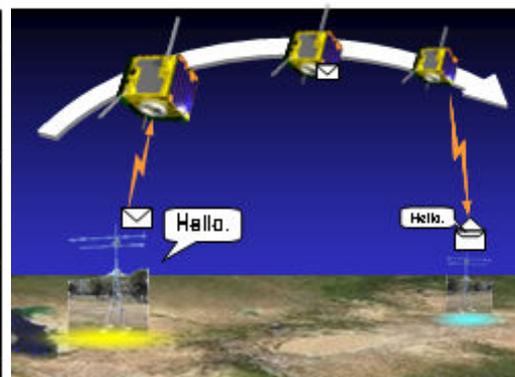
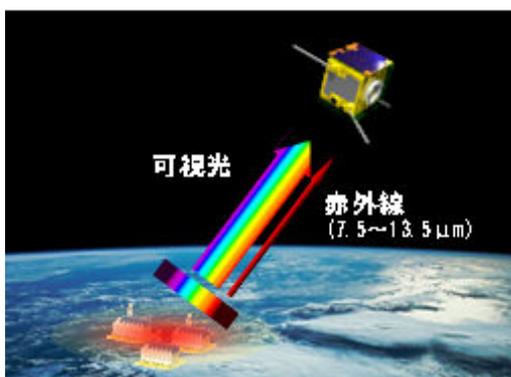
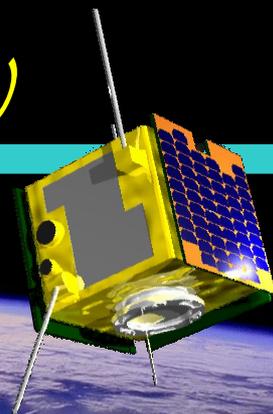
大同大学  
DAIDO UNIVERSITY

MASTT

(Meiyu Aerospace Support Technology Team)

# 航空宇宙産業の拠点 中部地方発!! 超小型衛星

## ChubuSat-1 (金シャチ1号)



### ① 地表面のリモートセンシング

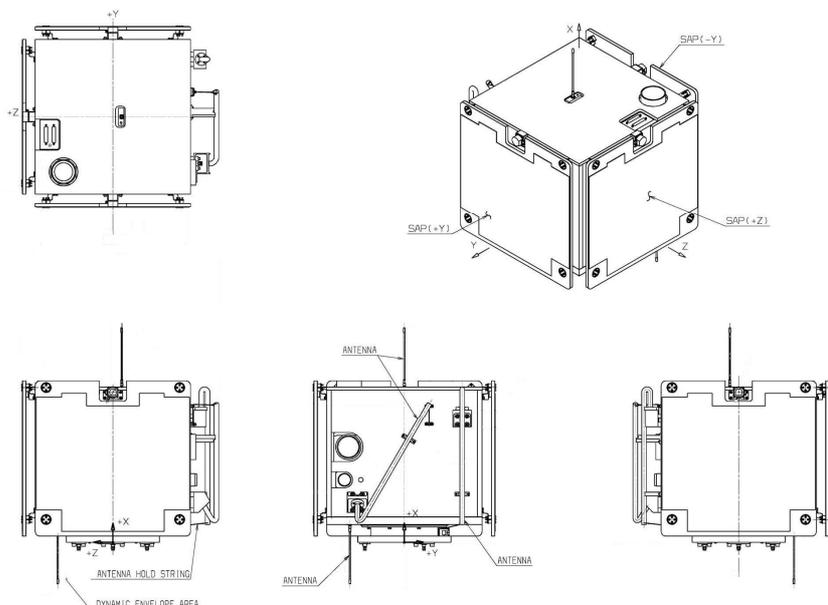
可視光カメラと赤外線カメラで地球表面を撮影し、撮影対象の可視光画像と温度分布を同時に取得することで、地球温暖化の理解や、災害時のモニタに役立つものと期待されます。

### ② スペースデブリ [宇宙ゴミ] の観測

赤外線カメラを使用して、スペースデブリの撮像を試みます。成功すれば、軌道上からのスペースデブリ観測の先駆となり、日本独自のデータベースの充実に貢献するものと期待されます。

### ③ アマチュア無線通信の中継

衛星に搭載のアマチュア無線通信機を活用して、一般のアマチュア無線家間でメッセージを交換してもらうことで、アマチュア無線の利用機会拡大に貢献するものと期待されます。



外形形状

主要諸元	
質量	約50kg
寸法	一辺約50cmの立方体形状
軌道	高度約500kmの極軌道を予定
ミッション期間	6ヶ月
ミッション機器	
可視光カメラ	分解能:最高10m程度
赤外線カメラ	波長帯:7.5~13.5μm
姿勢制御系	
姿勢制御システム	3軸制御、ゼロモーメント方式
姿勢制御精度	0.1度以下
電力系	
発生電力	最大約70W
消費電力	最大約40W
太陽電池パネル	GaAs トリプルジャンクション型セル
二次電池	NiMHタイプ
通信系	
使用周波数帯	アマチュア無線帯