



超小型衛星利用へ のお誘い

2012/8/4

夏の学校 三国観光ホテル

信州大学 酒匂信匡

本日のテーマ

- 超小型衛星とは
 - 歴史的経緯
 - 大型衛星と違い
 - どのように作られるか？
- 理学との協調
 - 工学が得意とすること
 - 工学の望むこと

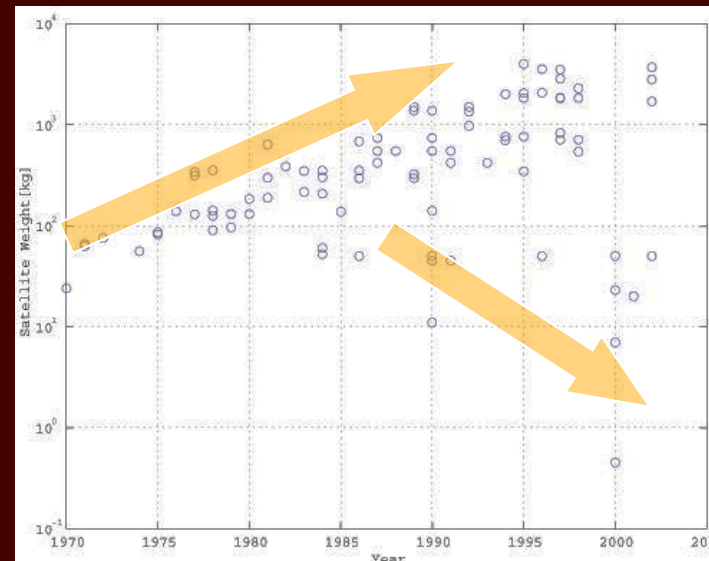
人工衛星

- 1957年ソ連のスプートニク以来、種々の仕事(ミッション)を行う衛星が作られてきた。
 - 地球観測・気象観測
 - 通信・放送
 - 誘導・航法
 - 宇宙観測・宇宙探査
 - 宇宙実験
 - 軍用

ロケットと宇宙科学の話はまたの機会に

人工衛星の傾向

- 衛星の大型化(数100kg～数1000kg)
 - オーバヘッドの共有:効率的
 - 高コスト(数100億円)、高信頼度要求、長期開発(10年):弊害
- ↓
- 単機能、短期ミッション用の小型衛星(50-100kg級)が注目を集める。



年代と日本における衛星重量変遷

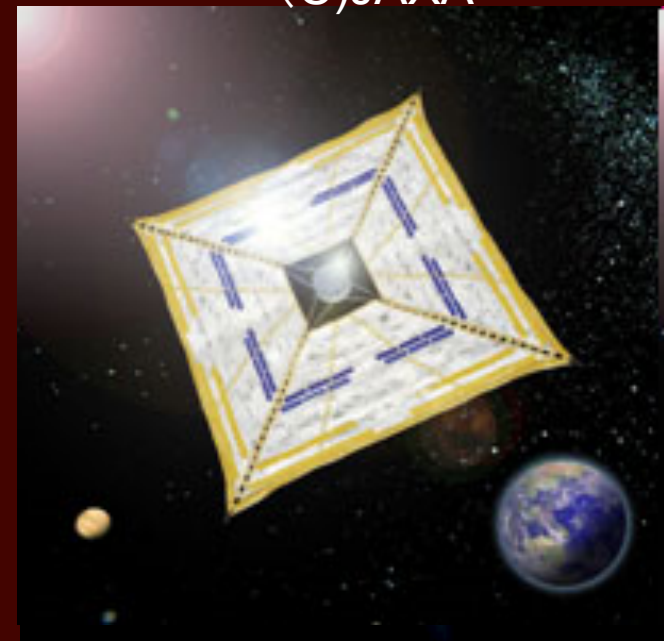
超小型衛星の台頭

- 小型衛星(100kg)といえども、宇宙機関や大企業の開発であることには変わりない。
- もっと気軽に宇宙開発ができないか？
- 1998年に、酒匂他 東大の学生がとても小さな(1kg)手作り人工衛星を開発した。
- 小さく、簡単なことを、素早くやろう。
 - 学校を卒業するまでにつくろう。

CanSat “月下美人”

- 350ml缶サイズの衛星
 - 1年で開発打ち上げを目指す。
- 大きくて薄い膜を宇宙で広げる

(C)JAXA



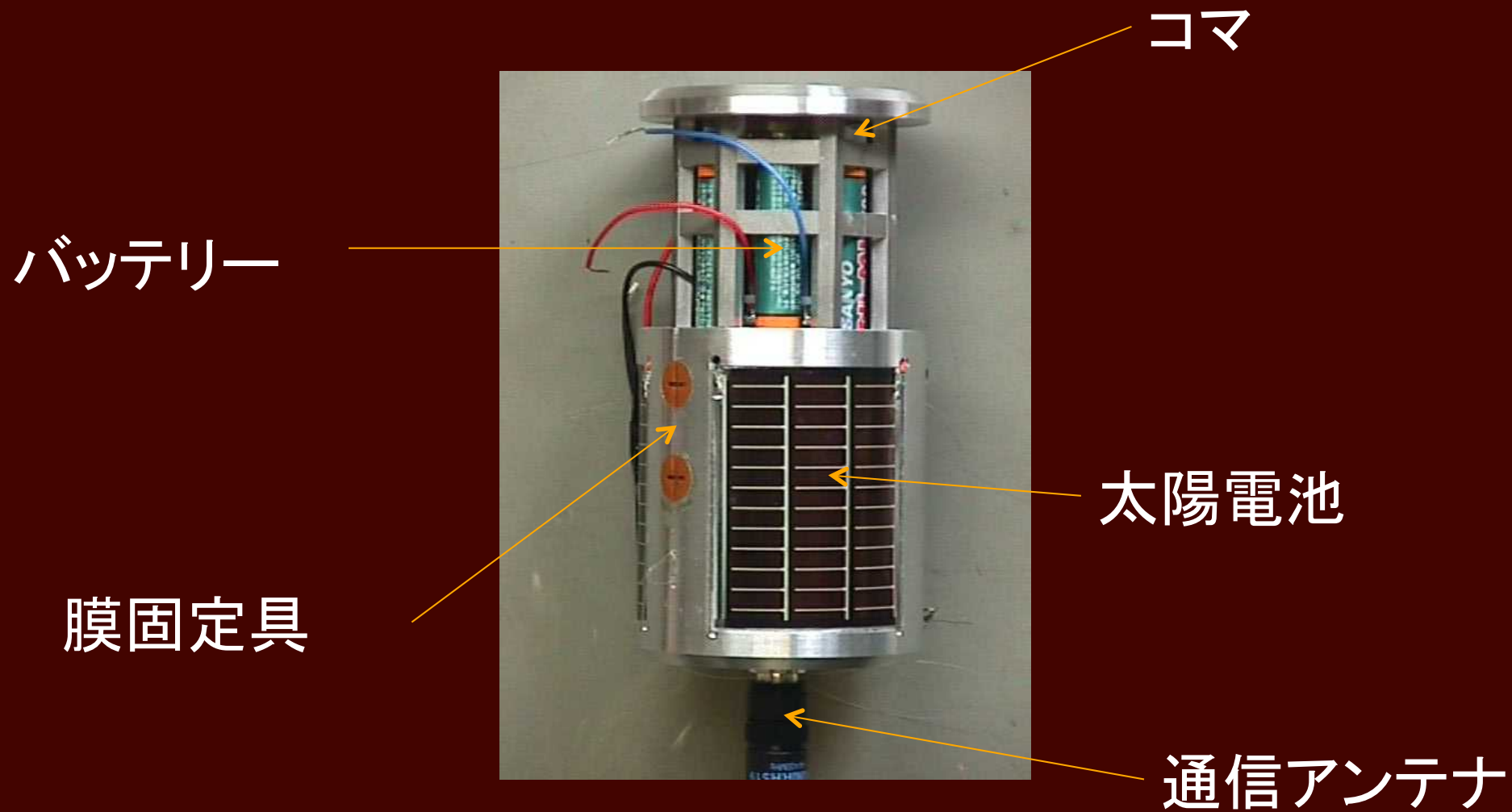
収納状態

展開中

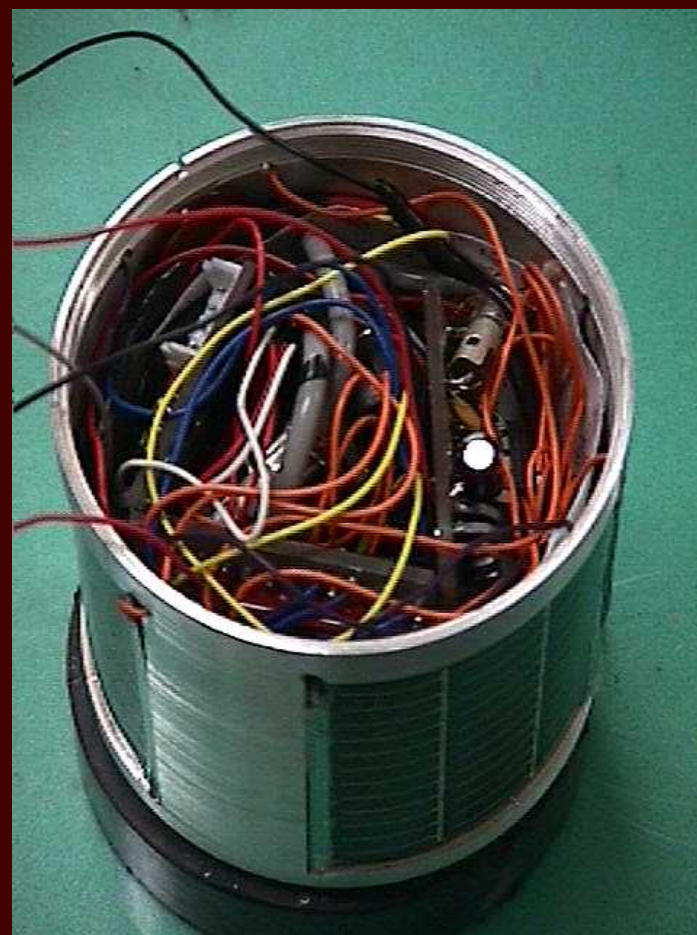
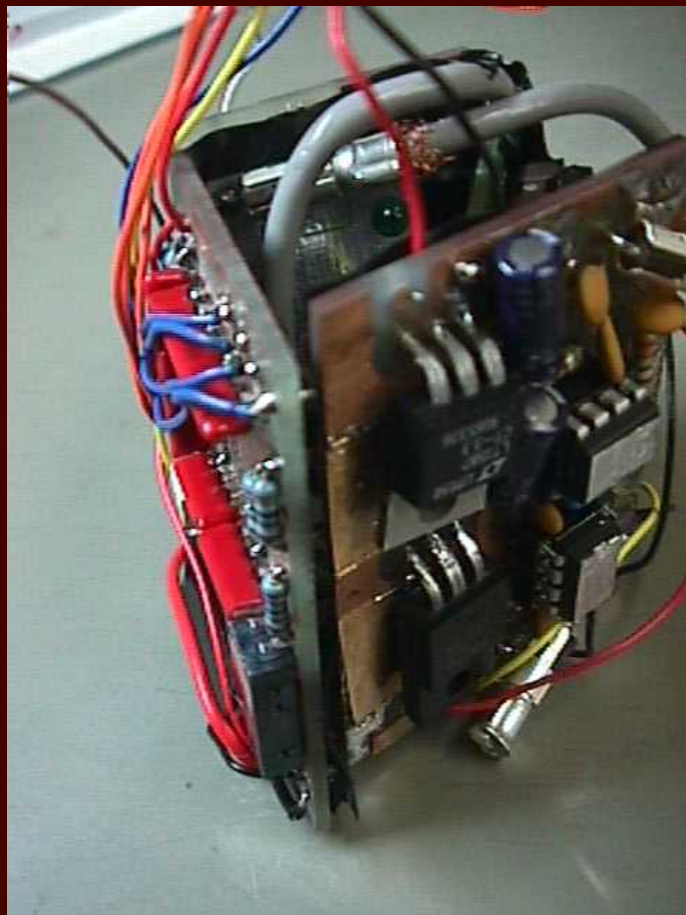
展開完了



CanSat#001



中身

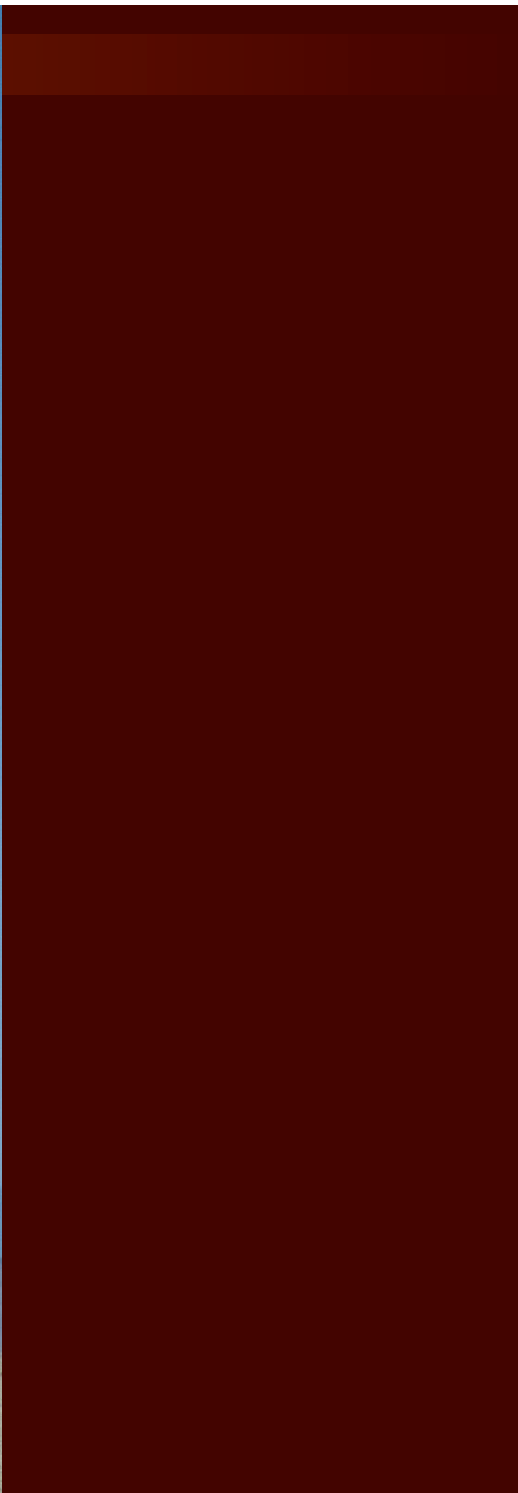


CanSat#003

- CCDカメラ搭載
- 飛行中の映像をリアルタイムで送信





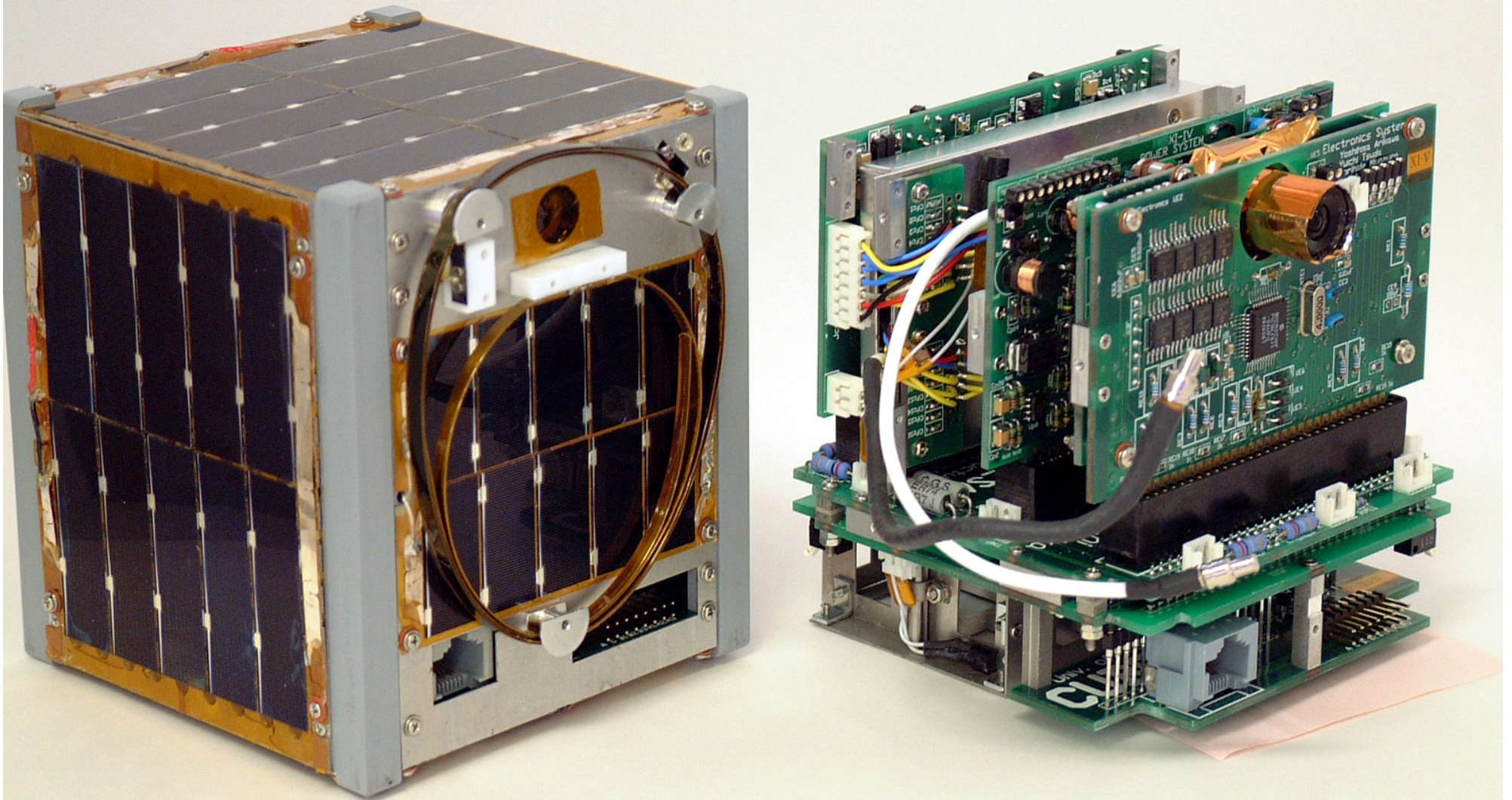


CubeSat Project [1999～]

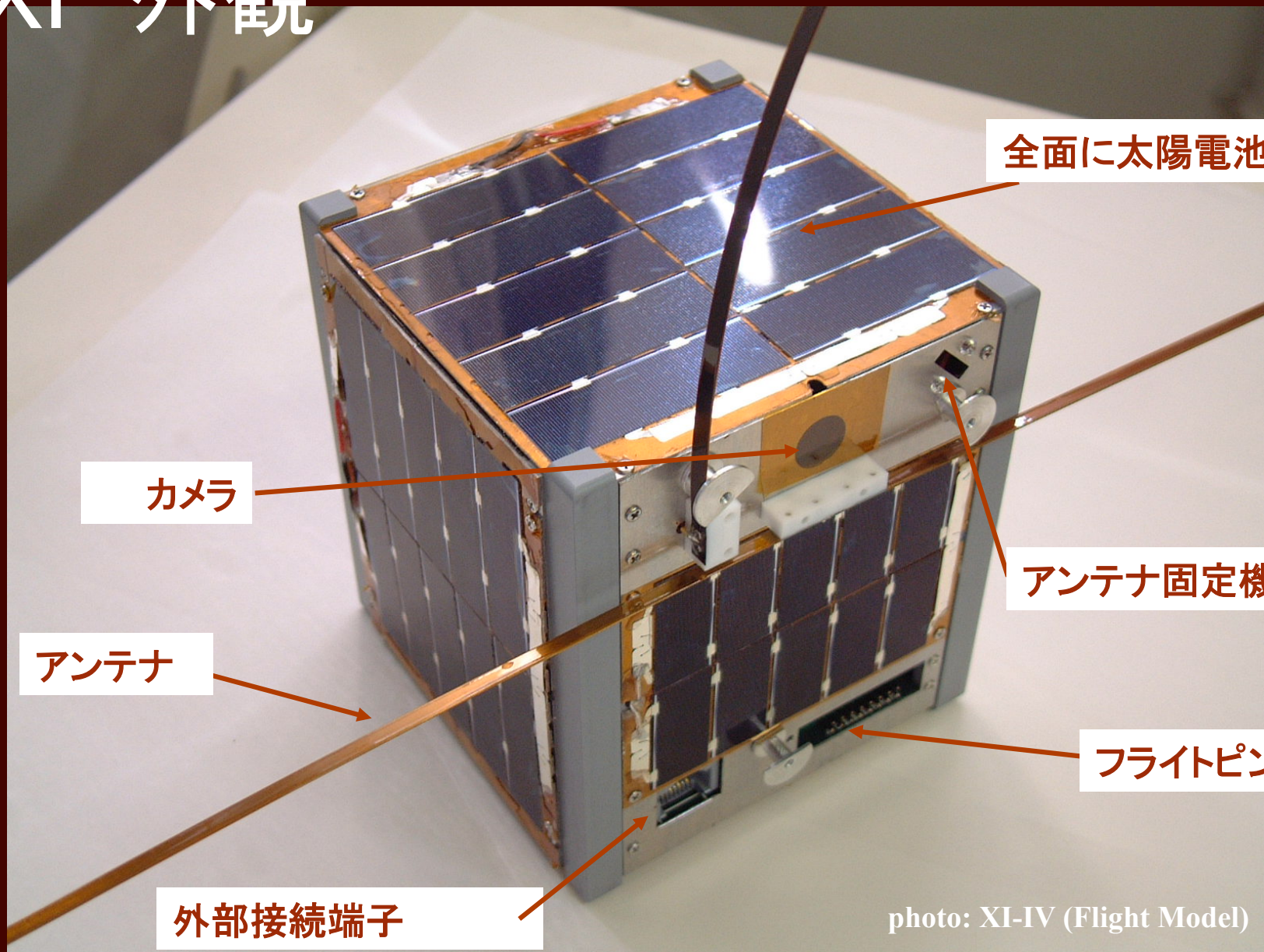
- 10cm級超小型衛星バス実証
- 小さくても、本物の人工衛星であることを示す。



東京大学CubeSat “XI(サイ)”



“XI” 外観



内部構造

通信系

電源系

コンピューター

蓄電池

外部接続端子

カメラ

マザーボード

プライトピン

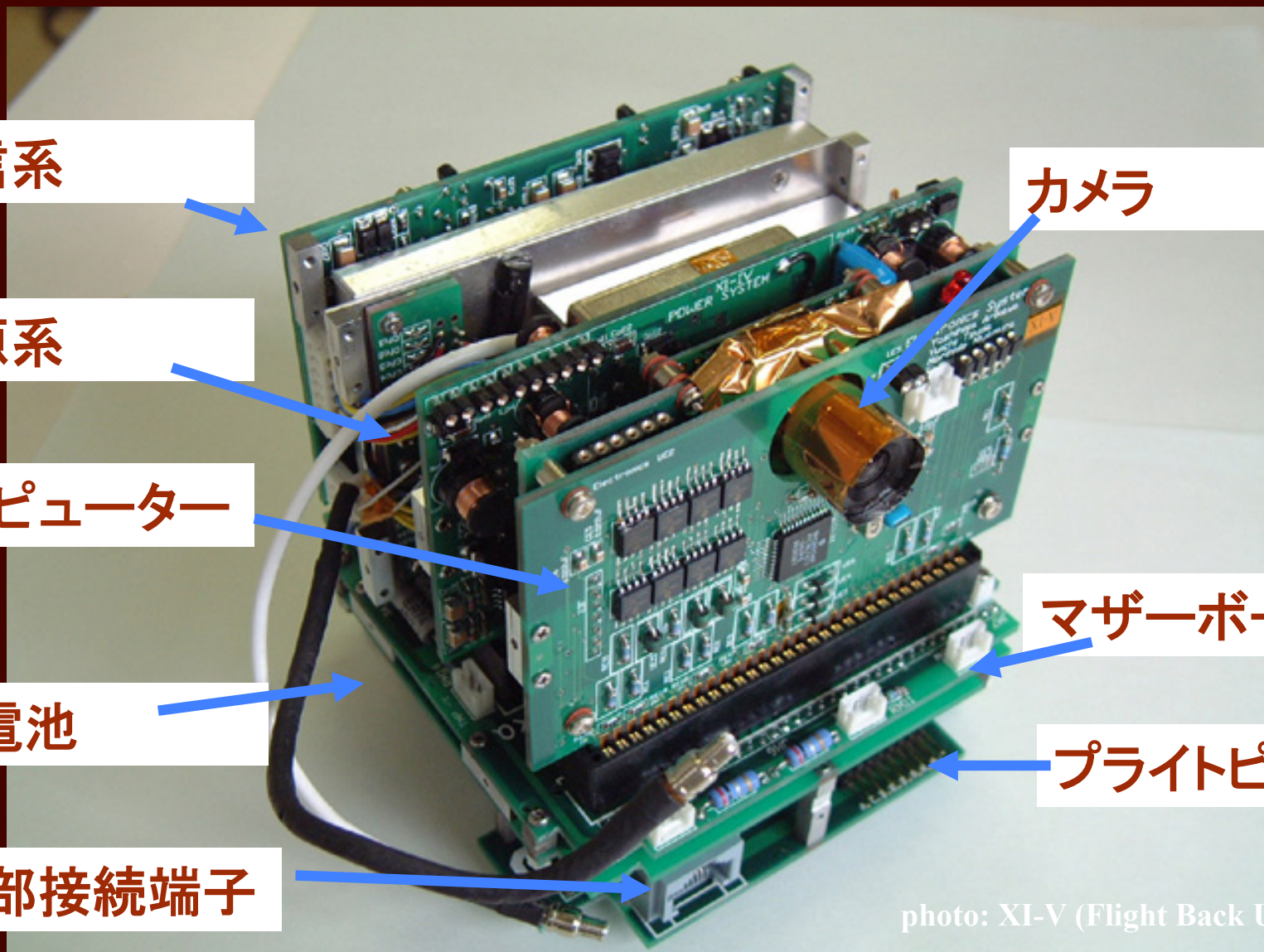


photo: XI-V (Flight Back Up Model)

打上げ: MOM (Multiple Orbit Mission)

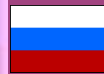


打上げ

日時: 2003 6/30
23:15:26 (JST)
場所: Plesetsk
軌道: 830km SSO



Launch Vehicle Provider



Eurockot



other satellites

60kg級

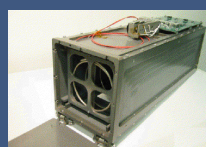


16

Separation System Developer



CalPoly



CubeSat Developer



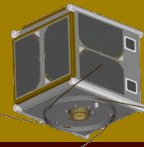
Stanford Univ.



U of Toronto



Aalborg Univ.



CubeSat & Separation System Developer



U of Tokyo



Tokyo Inst. Tech.



上段ロケットBREEZE-KM
により8個の衛星を順次
分離

打ち上げ

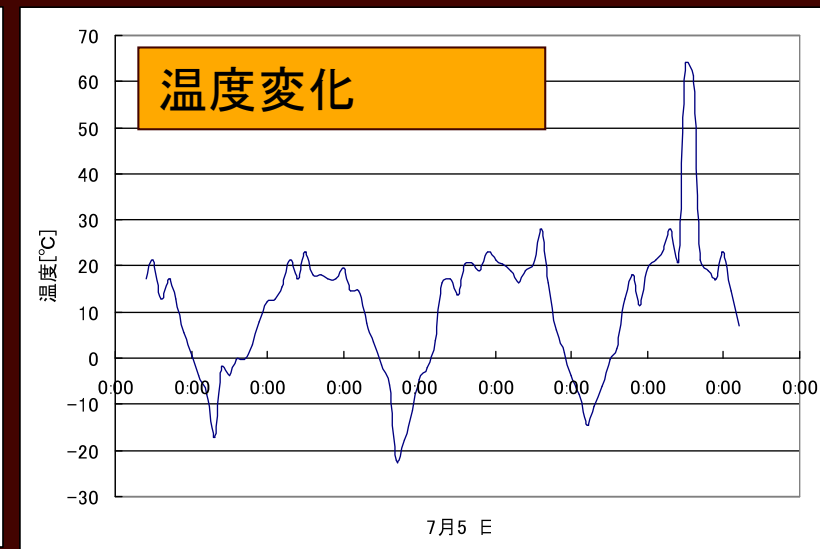
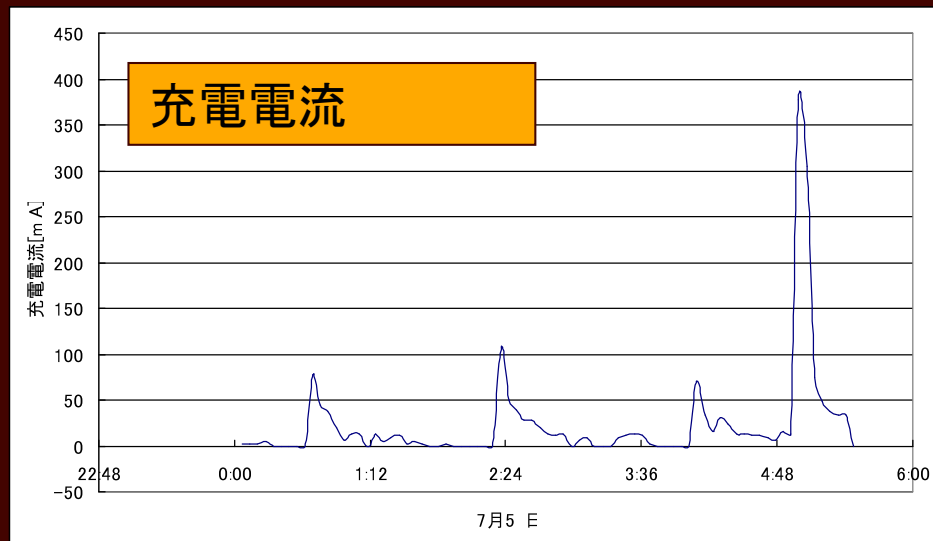
2003/06/30 18:15:26 (現地時間)



(C)EUROCKOT

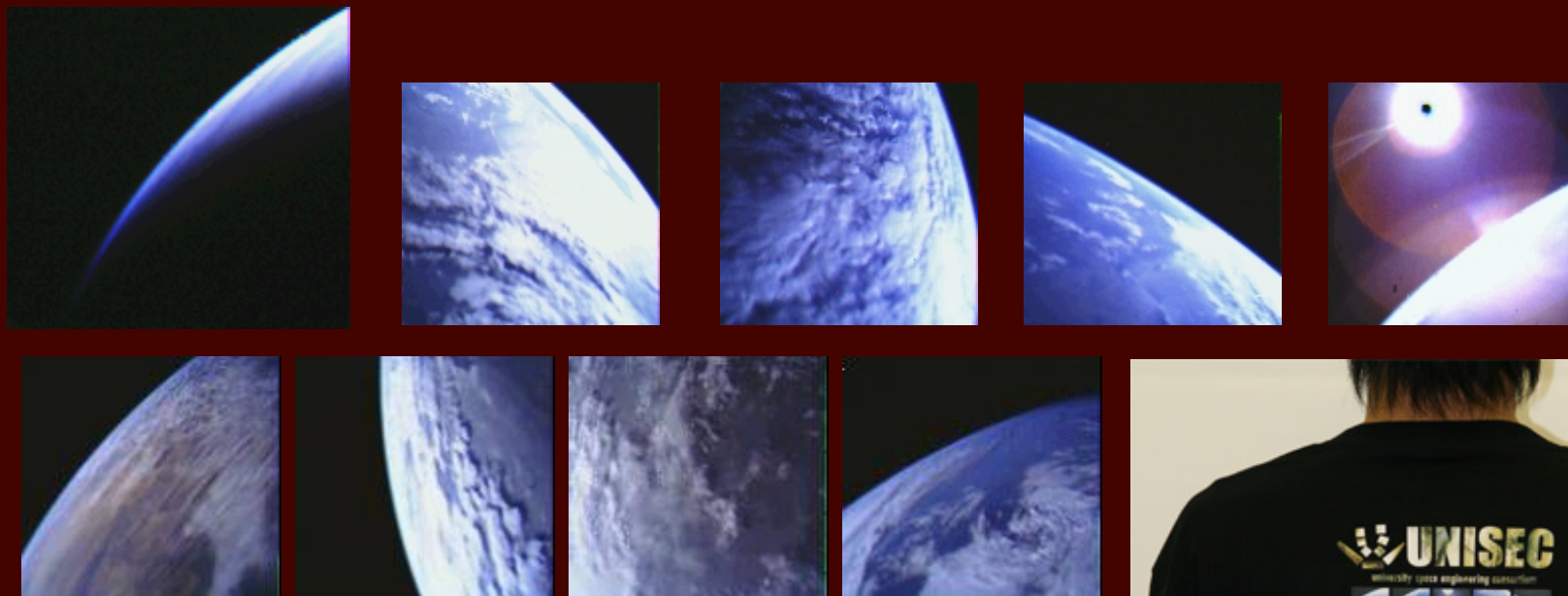
ミッション遂行状況

間もなく軌道上にて9年経過するも全ミッションを正常に遂行中。



超小型衛星のバス技術が実証された。

地球を撮影



「さいめーる」という形で、衛星健康状態・写真をメールで送信するサービスを行っている。

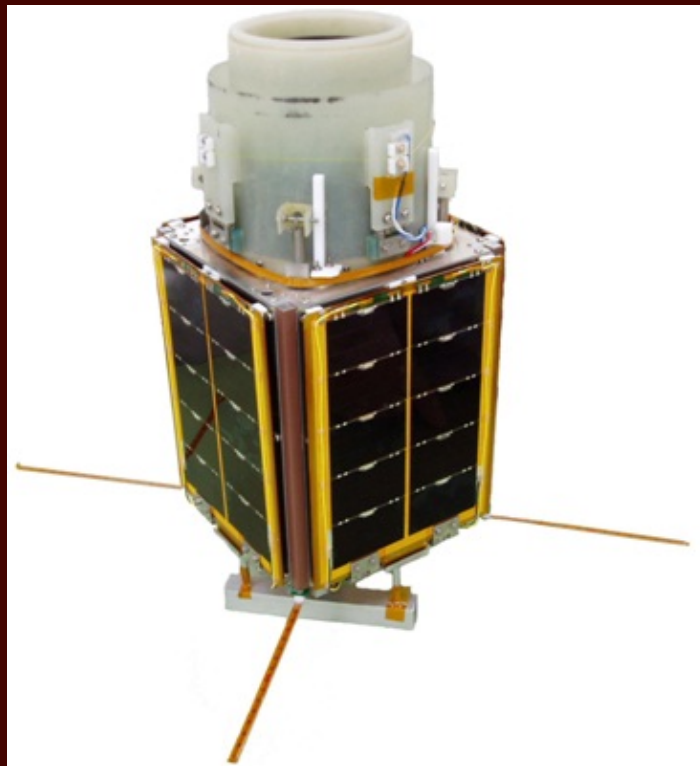
<http://www.space.t.u-tokyo.ac.jp/ximail/top.html>



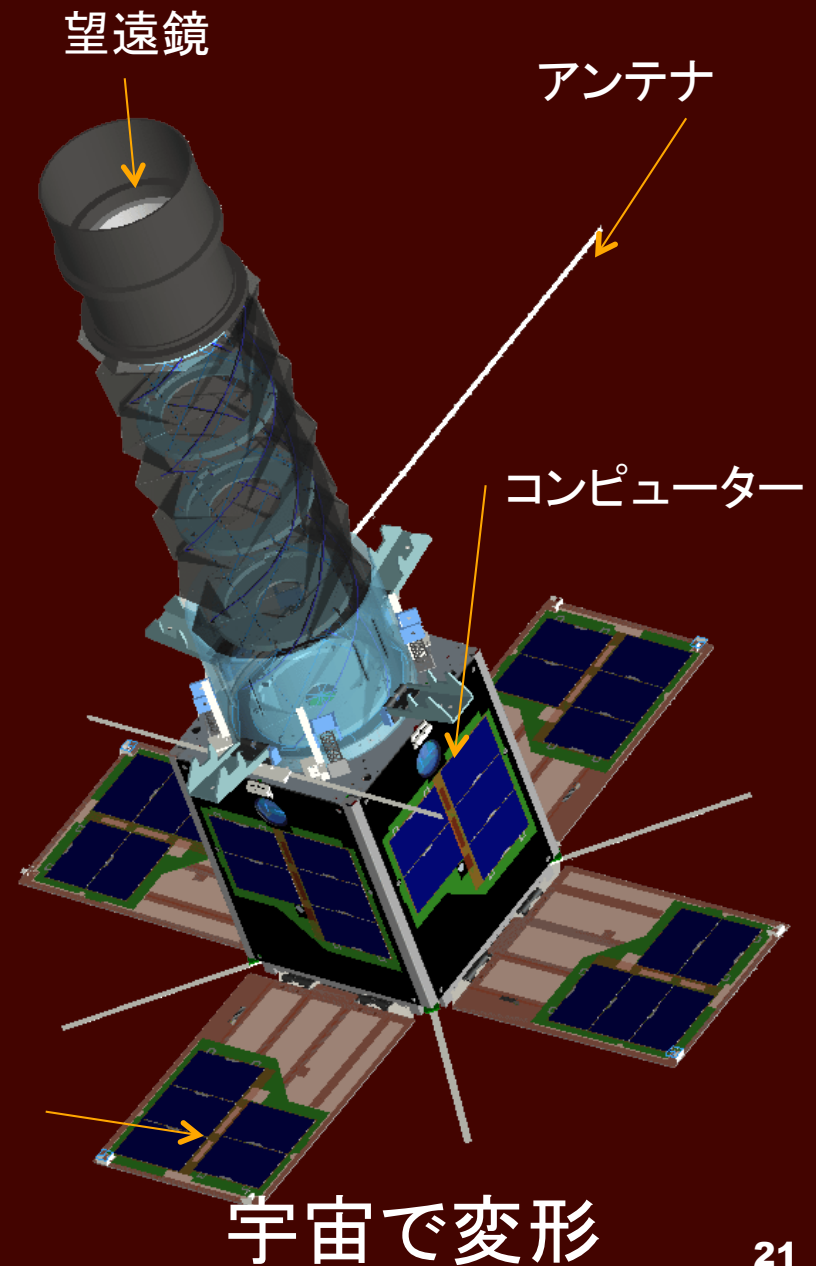
次の挑戦

- 詳しい地球の絵を撮ろう。
- 打ち上げ前はコンパクトで、宇宙で大きく変形する衛星 PRISM
 - 空間分解能: 10[m]程度
 - サイズ: 20×20×40[cm]
 - 総重量: 10[kg]程度 ←大型衛星なら500kg

PRISM外観



打ち上げ前



太陽電池

宇宙で変形

打ち上げ

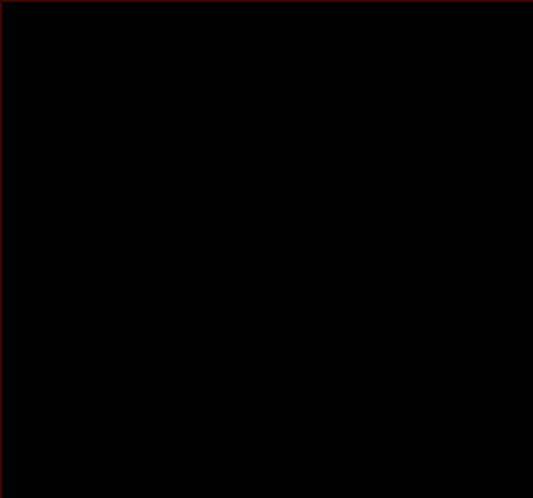
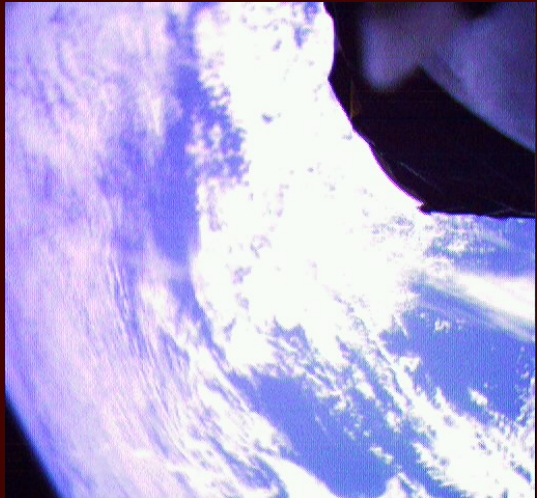
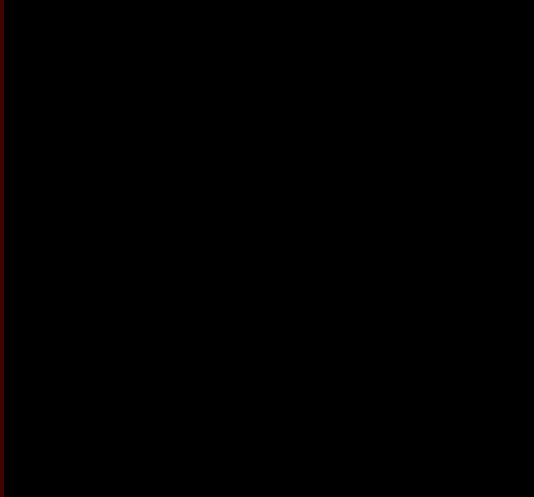
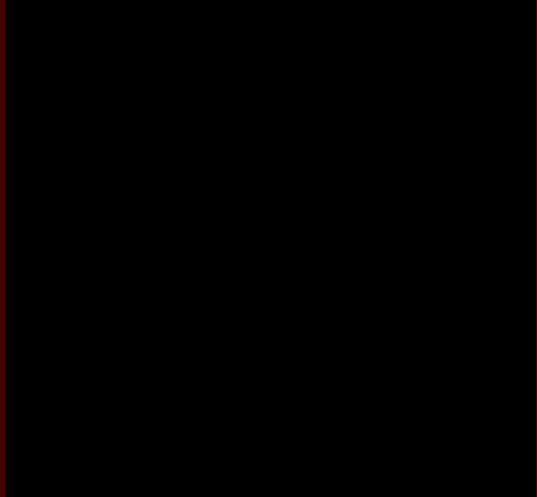
■ 2009年1月23日 12:54(JST)に打ち上げ

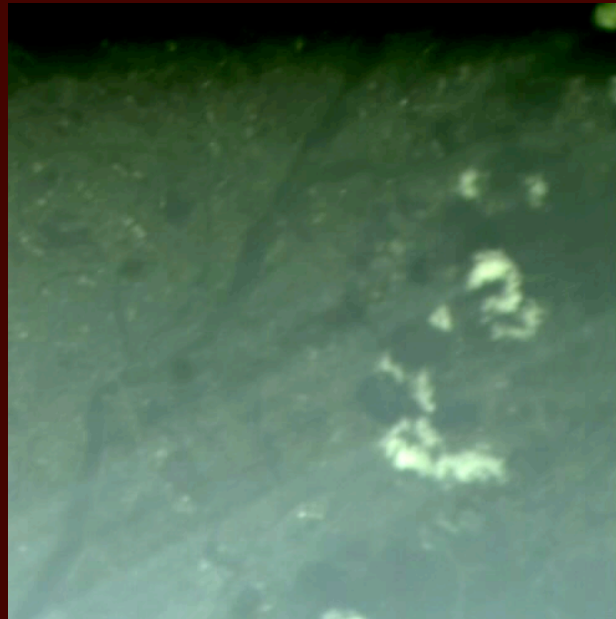
EOSATにより撮影された
分離前のPRISM



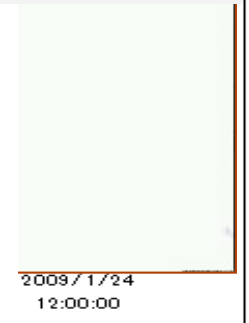
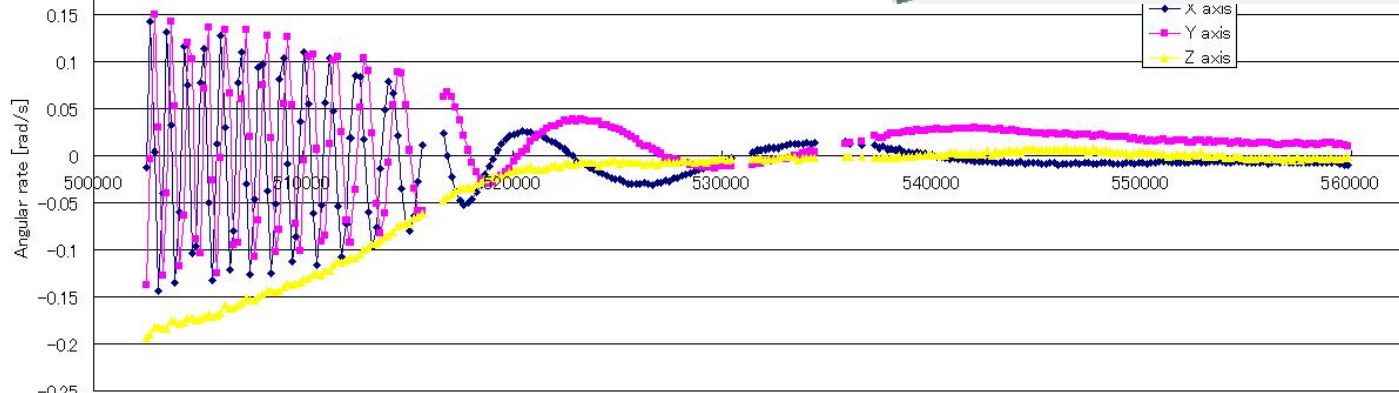
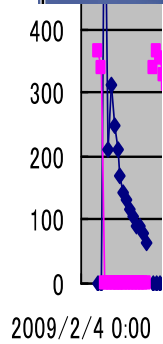
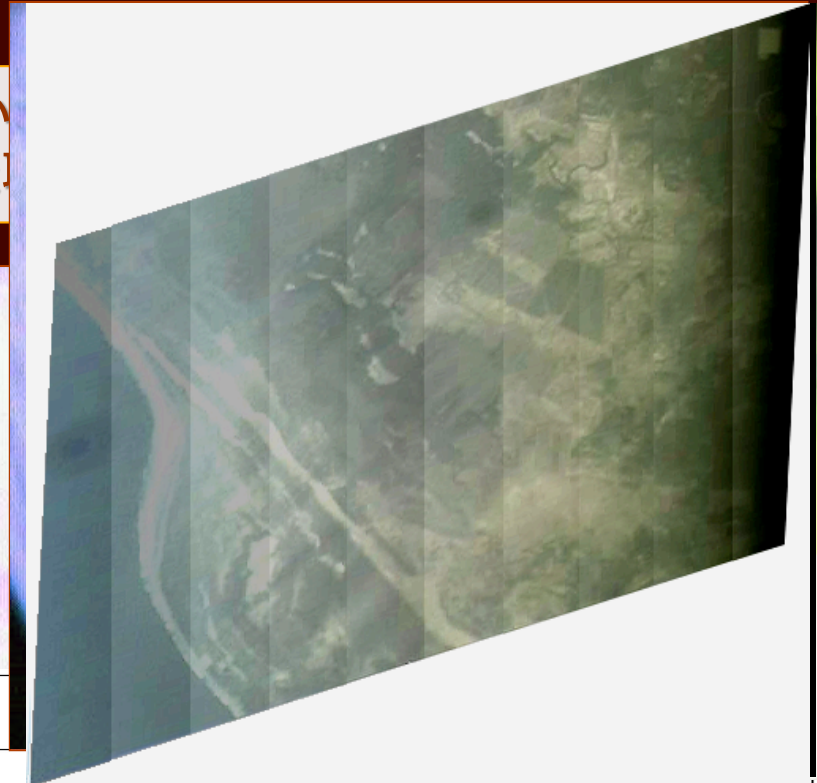
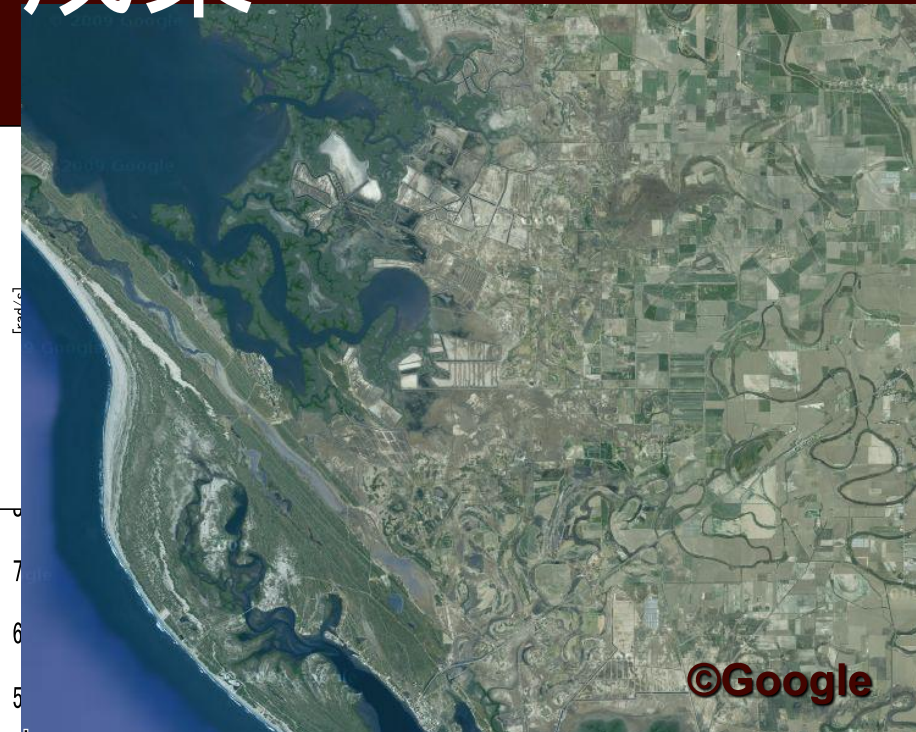
「いぶき」搭載カメラによる
衛星分離の様子
(2009年1月23日) ©JAXA

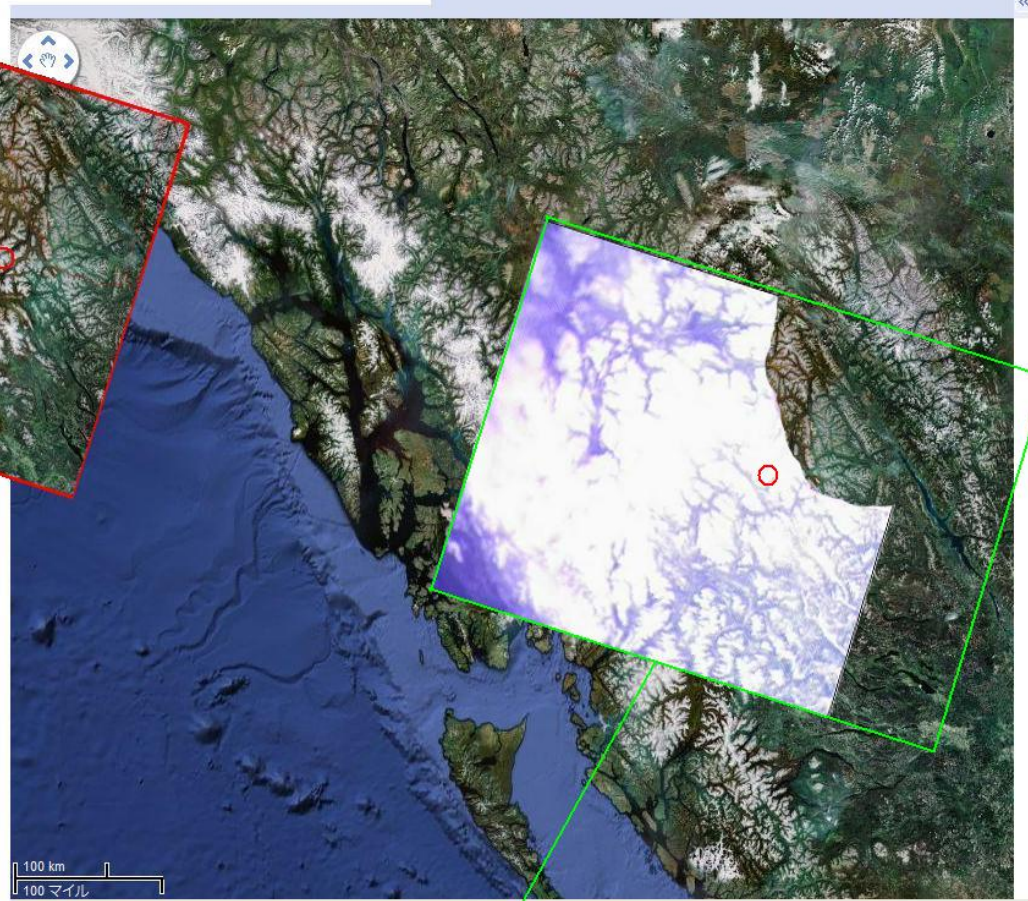
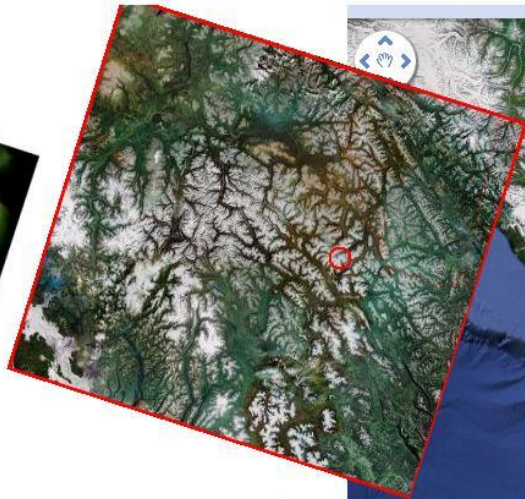
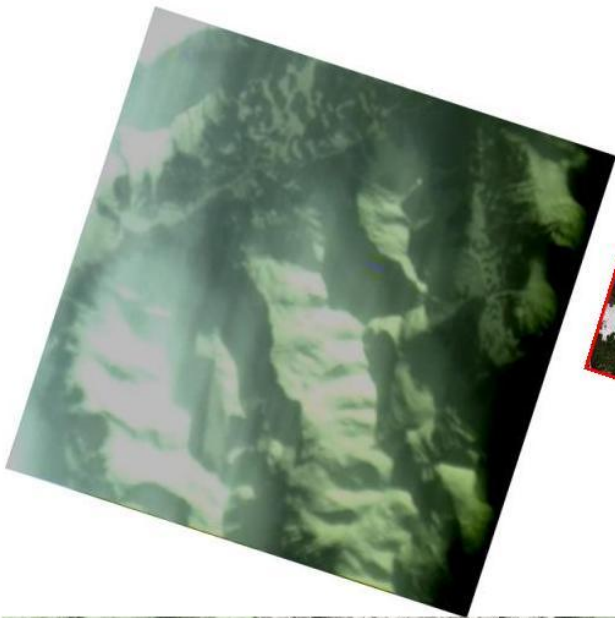






成果



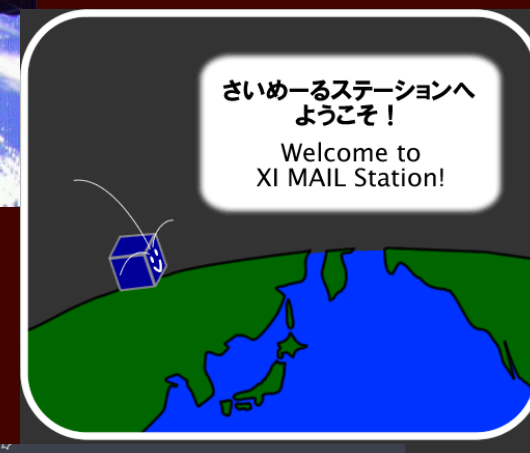


おおよその
WAC切り出し稼動範囲



Webサービス

- PRISMAP
 - PRISMの撮影した画像をGoogleMap上で見られる、探せるサイト。
- XI-MAIL
 - XIやPRISMの撮影した画像と宇宙からのメッセージが配信されるメールサービスです。
- Twitter XI-V
 - XI-Vの位置情報や体調、写真をリアルタイムでつぶやくBotです。



PRISMその後

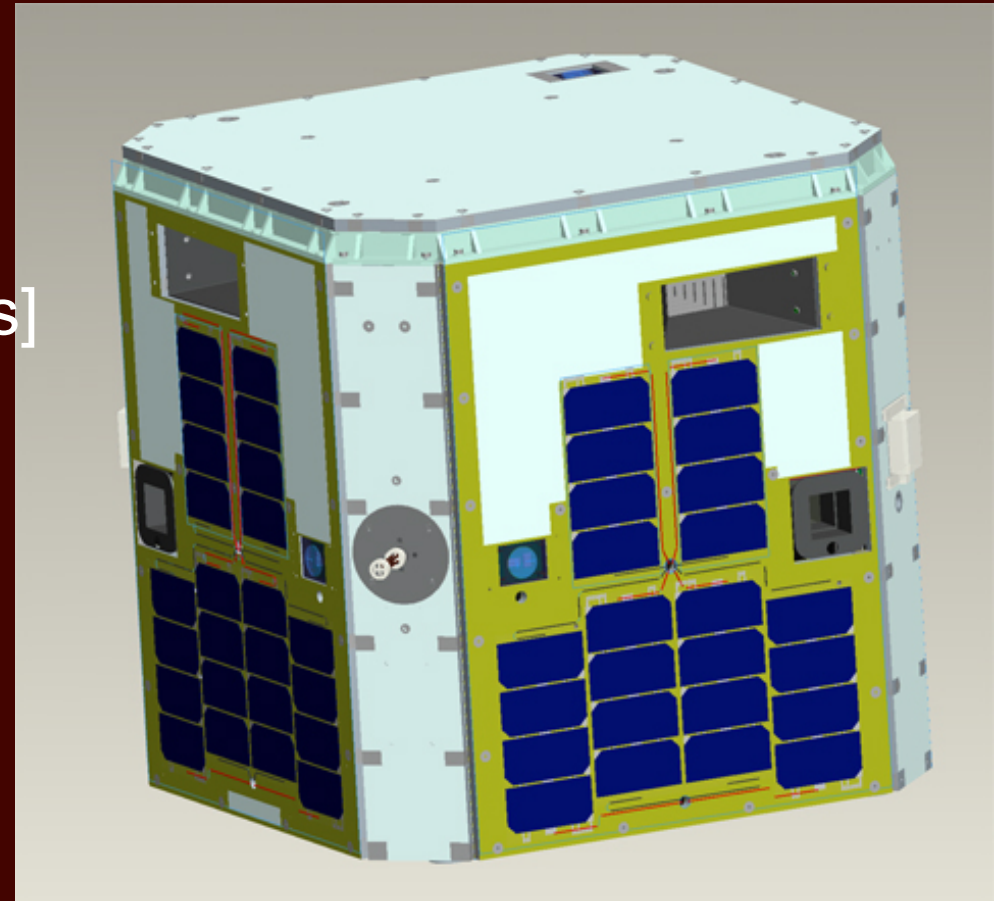
- 小さな衛星でも立派に仕事ができることが分かった。
 - 小さい衛星を作る専門の会社を立ち上げた。
 - 世界中の国々で、小さい衛星を作るブームが起きている。

超小型赤外線位置天文観測衛星 Nano-JASMINE

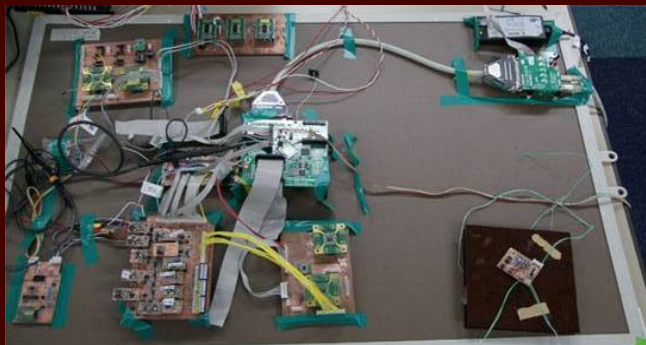
- 国立天文台・京都大学との共同で、世界最先端の科学ミッションを行う。
- ISSLにとってみれば初の完全外部依頼任務

衛星諸元

- 目的 赤外線位置天文観測
- 大きさ 50[cm立方]
- 質量 30[kg]
- 姿勢制御 3軸
- 通信 S帯/100[kbps]
- ミッション期間 2[年]
- 軌道 太陽同期
- 打ち上げ 2011年度



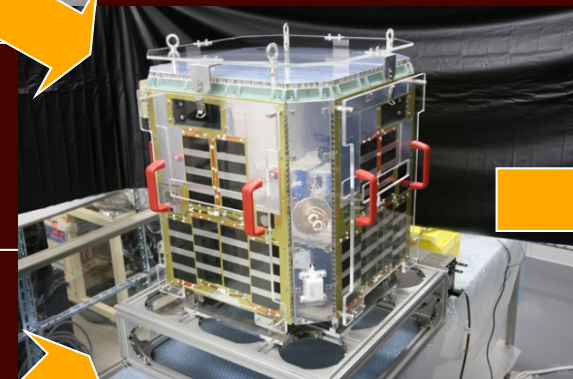
衛星ができるまで



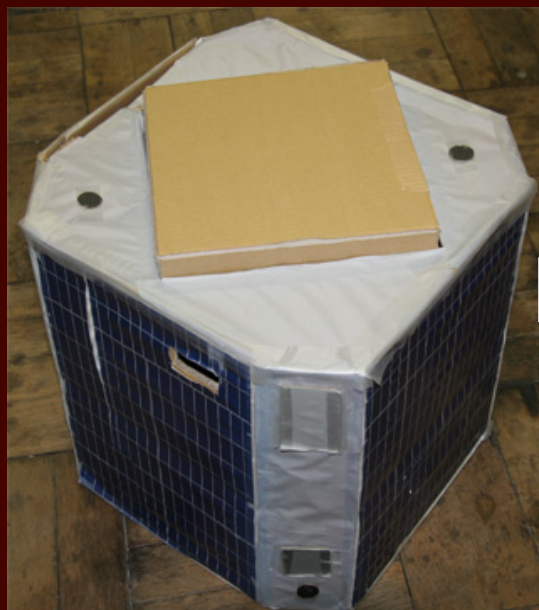
BBM(一部)
2008年初頭
ダンボール模型



BBM
2008年後期
STM



EM
2009年

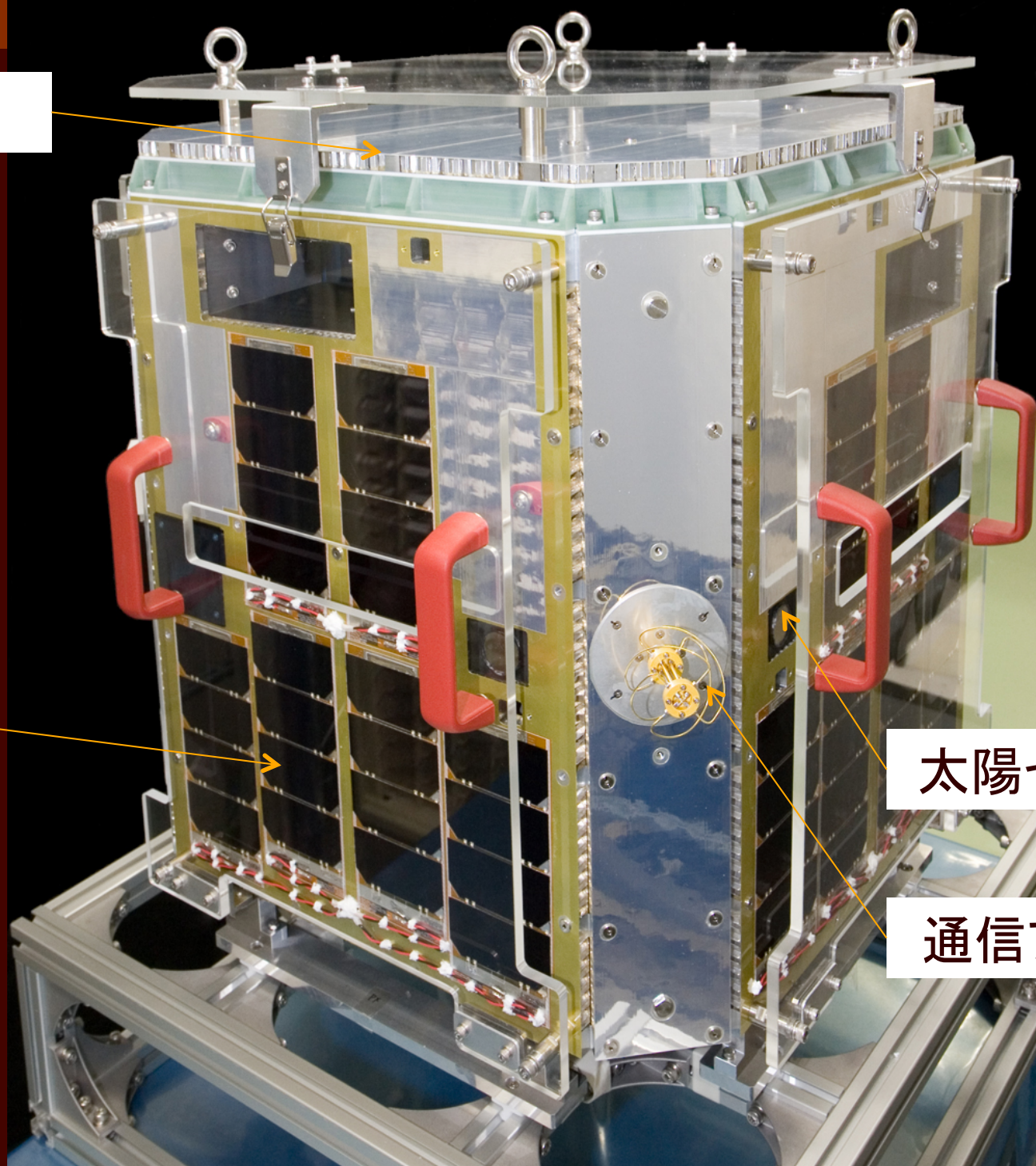


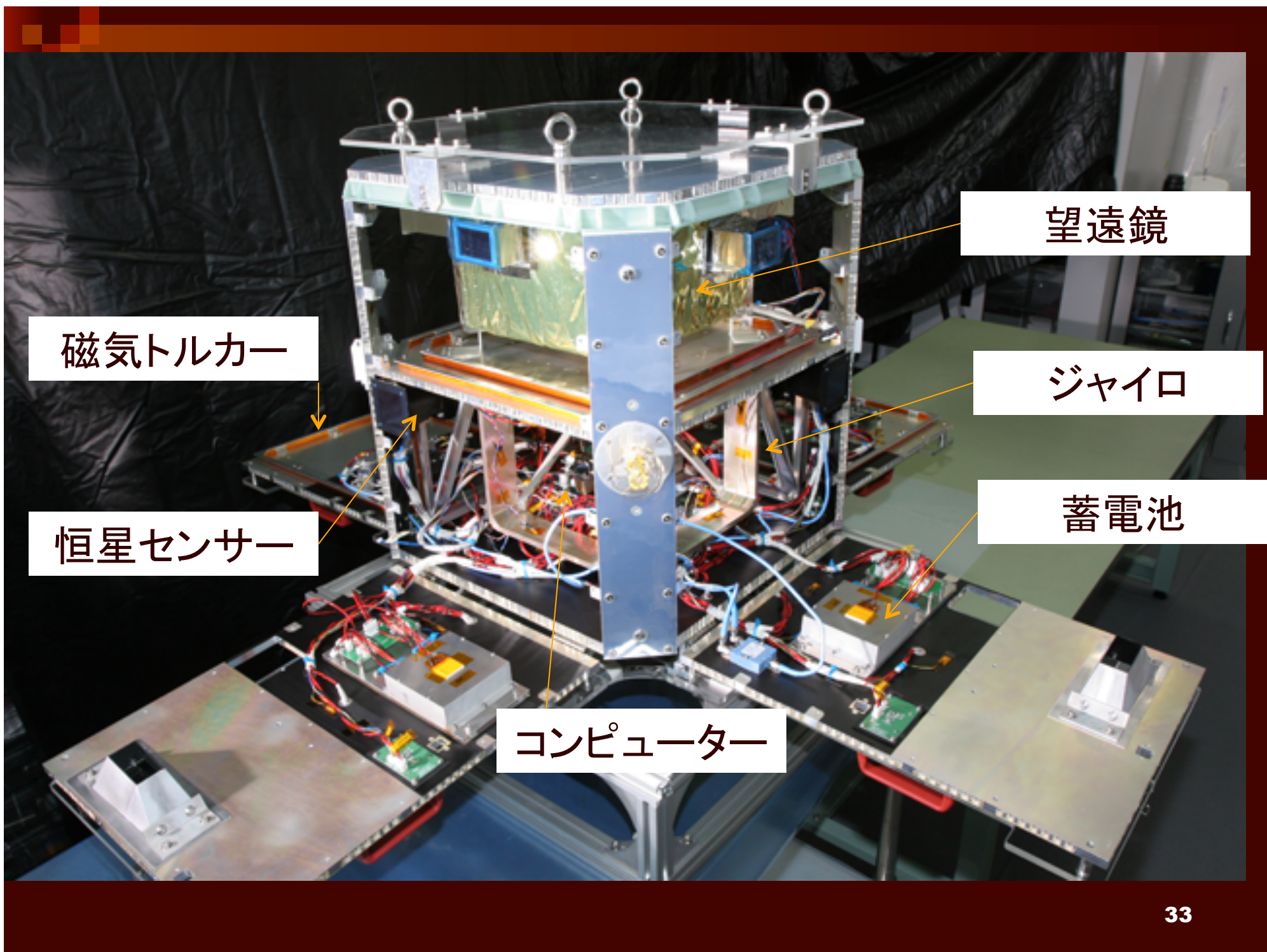
放熱面

太陽電池

太陽センサー

通信アンテナ





望遠鏡

ジャイロ

蓄電池

コンピューター

磁気トルカー

恒星センサー

衛星運用と地上局

- 地上局も衛星同様に自前で用意する。
- ハードウェアとソフトウェアの整備
- 運用サービスの管理



超小型衛星の特徴

- 設計が練り込まれている。
 - 限られたリソースで任務を遂行するべくシステム全体が最適化されている。
- 高い信頼性。
 - 部品点数が減ること、検証項目が減り、設計通りに実力を発揮できるシステムを実現する。
- 高いリスク耐性を有する。
 - (今のところ) 失敗しても怒られない。
 - でも、上記理由で大型衛星よりも信頼性高い...

超小型衛星の特徴[2]

- 学生が設計・開発・試験・運用を行う。
 - 上司は居らず、自分たちで考えて自分たちのために自分たちで決める。
 - 予算はないが、お金で買えない意欲あふれる頭脳で問題突破。
 - 腹を割った話ができる。
- 設計・開発方法論はまだ模索中であるが、同時に過去の柵がなく常に変化が許されているとも言える。

理学ミッションの採用

- 小型衛星の進化が2方向に分岐した。
 - コスト度外視の最高性能一品物@大学
 - ビジネス@会社
- 自分たちの(工学方面の)ミッションだけでは、飽きてきた。
 - 他の人の希望を聞いた。
 - 地球観測などは、面倒な点はあるがやればできる世界。
 - 宇宙科学だけは別格。

工学系が燃えること

- 提案者が面白いとおもっていること。
 - 我々はお祭り好きなので、本人が面白いと思っていることには敏感に反応する。
- 新しい物
 - 我々にとって目新たらしいこと。
 - それを観測して何が起きるか・何の役に立つのかわからないこと。
- 難しいこと
 - できると分かっていることはJAXAに任せておけばOK.
- 我々が必要とされている
 - 「世界でこの問題を解決できるのはあなた達だけだ」というのは、一番の殺し文句

工学系が燃えること[2]

- 「小型衛星はできない・意味がない」と、お年を召された方々から言われてきたのを悉く退けてきた。
- 同様に、自分の研究に命がけで挑戦したいが手が足りないというなら、我々も命を懸けて手伝おう。

工学とのプロジェクトの進め方

- 言葉が違う。
 - 単純な言葉の意味の違いから始まり、考え方が異なりなじみがない。
 - 自分達の常識は普遍ではなく、意外と相手に自分の考えは理解されていない。
 - 「読書百遍」というように、繰り返し相手に伝える。

工学とのプロジェクトの進め方[2]

- 風習が違う。
 - それぞれに歴史的経緯はあるだろうが、歩み寄り重要。
- サイエンス側もシステム全体を見る。
 - 小型衛星は1人の人間でもほぼ全体を把握できる。
 - 致命的な問題はI/F部に生じる。
 - できあがった機体から、120%の能力を引き出すために必要。

工学とのプロジェクトの進め方[3]

- 組織体制は柔軟に。
 - メンバー全員が、あるときは指揮官となり部隊を率いる。またあるときは兵隊として作業に関わる。
 - 問題が発生(しそうな)時は仲間のカバーを。(システム全体を理解していることが役に立つ)
 - 他人の仕事を勝手に横取りするぐらいが丁度良い。

最後に

- 超小型衛星が宇宙科学ミッションを遂行できる水準に到達した。
- 日本の宇宙開発には方針がないので、自由に宇宙へ挑戦できる。

おまけ

- 多くの大学(の学生)が小型衛星を作り始めている。
- 彼らはUNISECというNPOを組織している。
- 夏の学校の宇宙工学版 + α
 - 彼らから皆様への接触希望あり。
 - 東大側はいつでもOKだが、UNISECとしては7月後半にワークショップ・総会が行われる。