

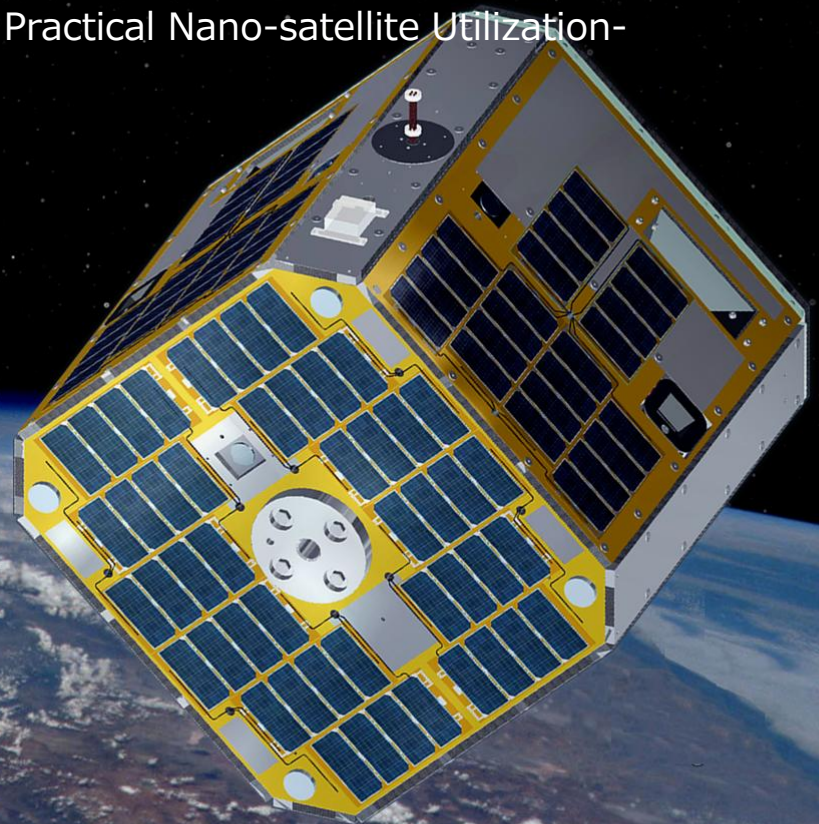
東京大学中須賀研究室活動報告

～超小型衛星の教育目的から実利用に向けてのステップアップ～

ISSL M1 末廣 知也

Intelligent Space Systems Laboratory

-The Activity Report Stepping up from Education to Practical Nano-satellite Utilization-



Nano-JASMINE

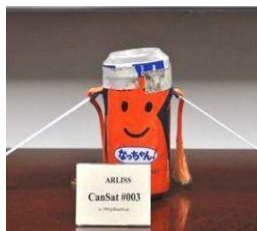
Japan Astrometry Satellite Mission for INfrared Exploration

Intelligent Space Systems Laboratory / National Astronomical Observatory of Japan

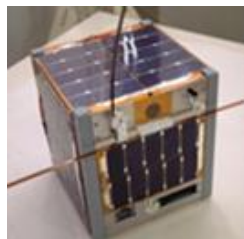
<http://www.space.t.u-tokyo.ac.jp/nanojasmine/Index.htm>

はじめに ～中須賀研究室の本年度の活動の背景～

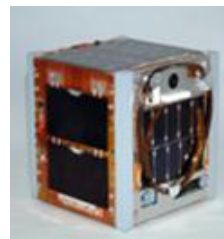
- 中須賀研究室はこれまでに3機の衛星を打ち上げ、運用。
 - CubeSat “XI-VI”, “XI-V”
 - 超小型リモートセンシング衛星 “PRISM”
 - さらに現在超小型赤外線位置天文衛星 “Nano-JASMINE”を開発中



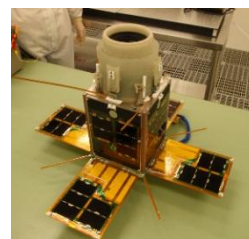
CanSat



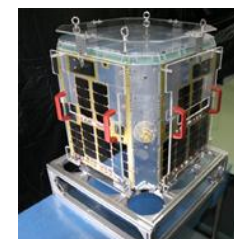
XI-IV



XI-V



PRISM



Nano-JASMINE

衛星の開発のレベルが教育レベルから**実用レベル**へとシフトしつつある。
衛星の長期間の軌道上運用の中で「衛星をどう利用するか」の重要性を再認識



利用に対する強いモチベーション

大学の1つの研究室が
衛星の利用について発信できることとは？

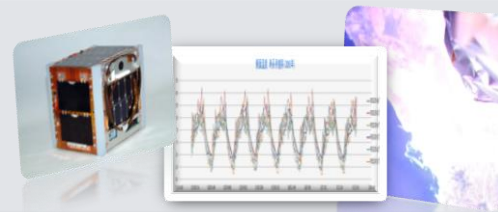


Contents

学術利用

<Topics>

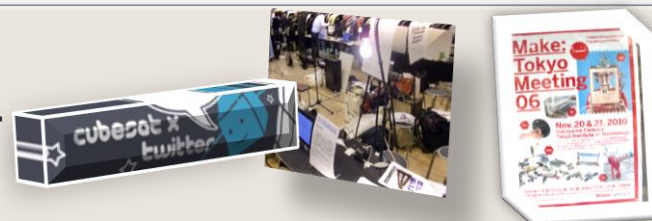
- ・ 本邦初公開！データに見るXI-Vの5年間の変化
- ・ ピラミッド、ドバイ・・・PRISMの新たなチャレンジ



エンターテイメント利用

<Topics>

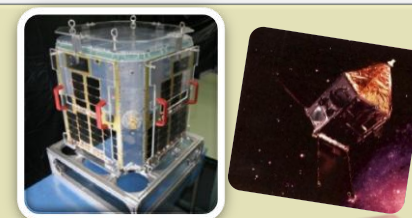
- ・ 宇宙からのつぶやき、世界初の人工衛星bot
- ・ アート分野とのコラボ企画 @make



科学利用

<Topics>

- ・ トップサイエンスを目指すNano-JASMINE
- ・ 科学ミッションゆえの苦悩



まとめ

- ・ 新たな利用に向けて
- ・ 今後の課題

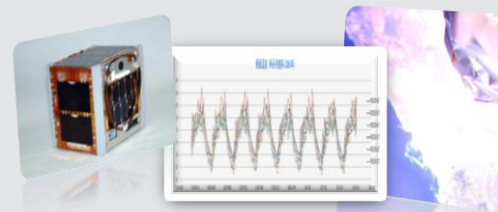


Contents

学術利用

<Topics>

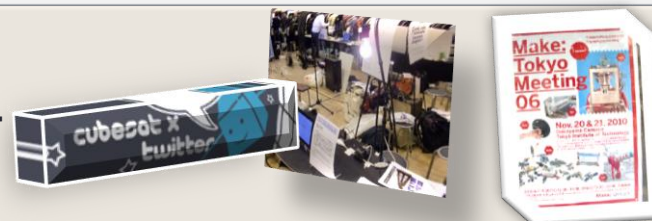
- ・ 本邦初公開！データに見るXI-Vの5年間の変化
- ・ ピラミッド、ドバイ・・・PRISMの新たなチャレンジ



エンターテイメント利用

<Topics>

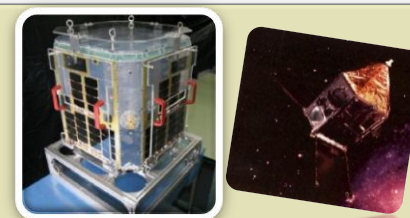
- ・ 宇宙からのつぶやき、世界初の人工衛星bot
- ・ アート分野とのコラボ企画 @make



科学利用

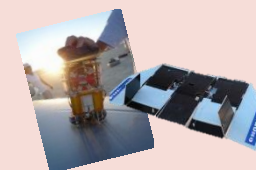
<Topics>

- ・ トップサイエンスを目指すNano-JASMINE
- ・ 科学ミッションゆえの苦悩



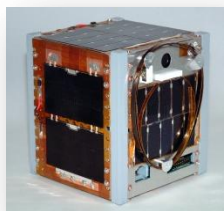
まとめ

- ・ 新たな利用に向けて
- ・ 今後の課題



衛星の学術利用 ～データに見るXI-Vの5年間の変化(1)～

- XI-Vは打ち上げ5周年(XI-IVは7周年)



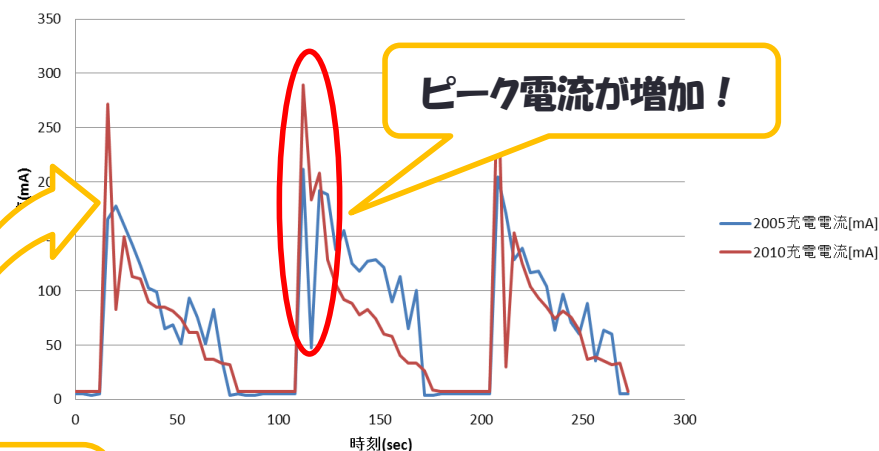
- XI-Vのミッション

- 新規太陽電池の軌道上実証実験
- 地球画像撮影

- 5年間のテレメトリ比較を

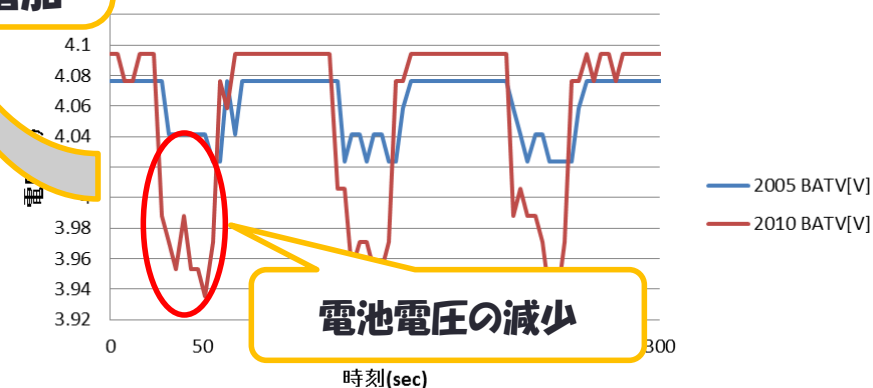
- 充電電流の変化
 - 充電電流の最大値が50~100mA大きい
- 電池電圧の変化
 - 最大電圧が0.02V上昇
 - 最低電圧が0.1V減少
- 太陽電池の劣化
- 機器温度の上昇

XI-V 2005-2010 充電電流比較



電池容量の低下
↓
初期充電電流が増加

XI-V 2005-2010 電池電圧比較

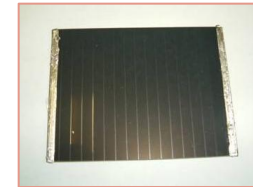


衛星の学術利用 ～データに見るXI-Vの5年間の変化(2)～

- XI-Vは3種の太陽電池を搭載
 - ±Y,-Z面 →GaAs 発電効率16%
 - +X,+Z面 →Si 発電効率12%
 - -X面 →CIGS 発電効率10%

CIGS:Cu(In,Ga)Se₂ 太陽電池セル

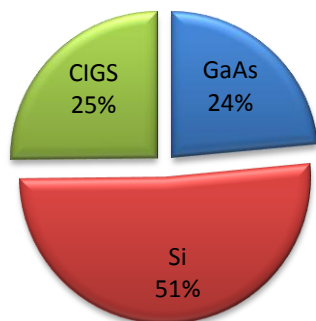
宇宙利用用途に
注目されている
新型太陽電池。



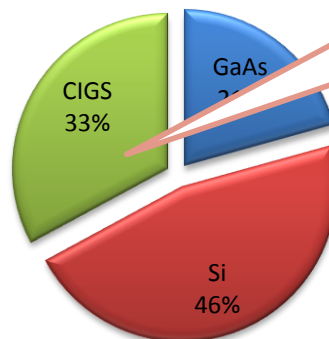
薄膜化が可能で耐放射線性能も高い。
JAXAとの共同研究で提供を受け、
XI-Vに搭載

W/枚]
枚]
W/枚]

2005 発電寄与割合

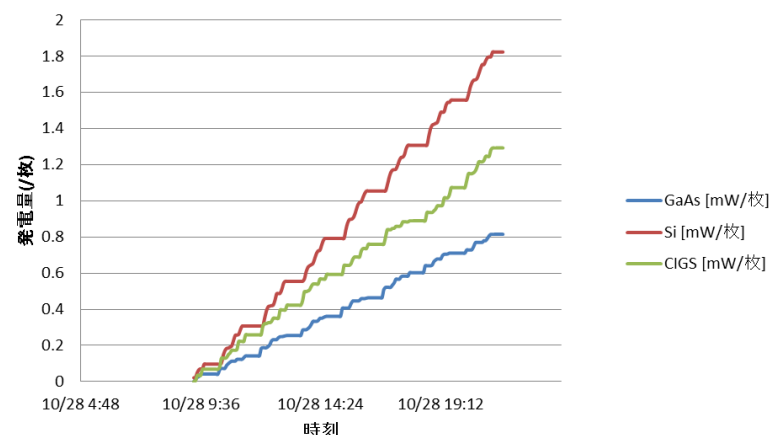


2010 発電寄与割合



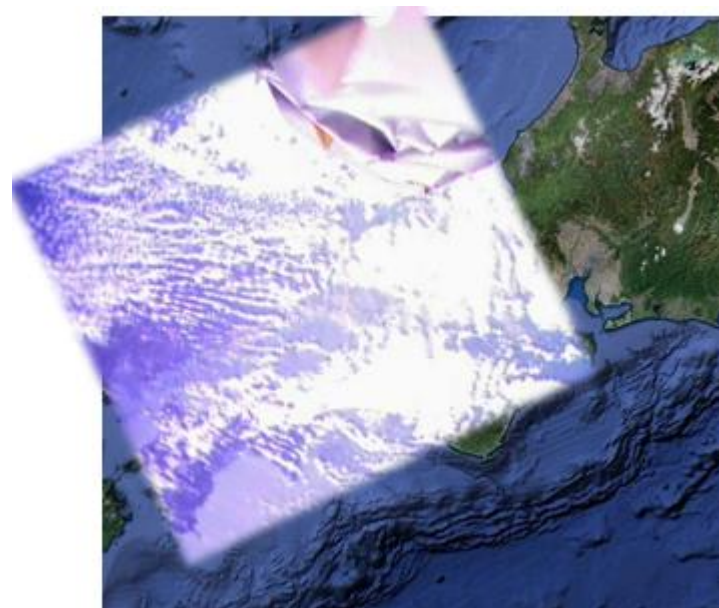
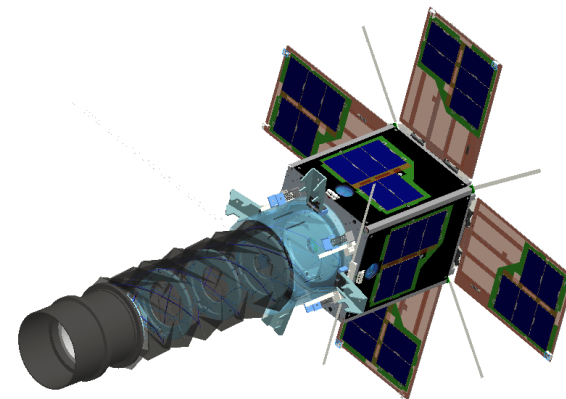
**CIGS太陽電池の発電寄与割合が増加
耐宇宙環境性能の良さを実証**

種類別 太陽電池発電寄与 時系列推移 (2010年)



衛星の学術利用 ～PRISMの新しい挑戦(1)～

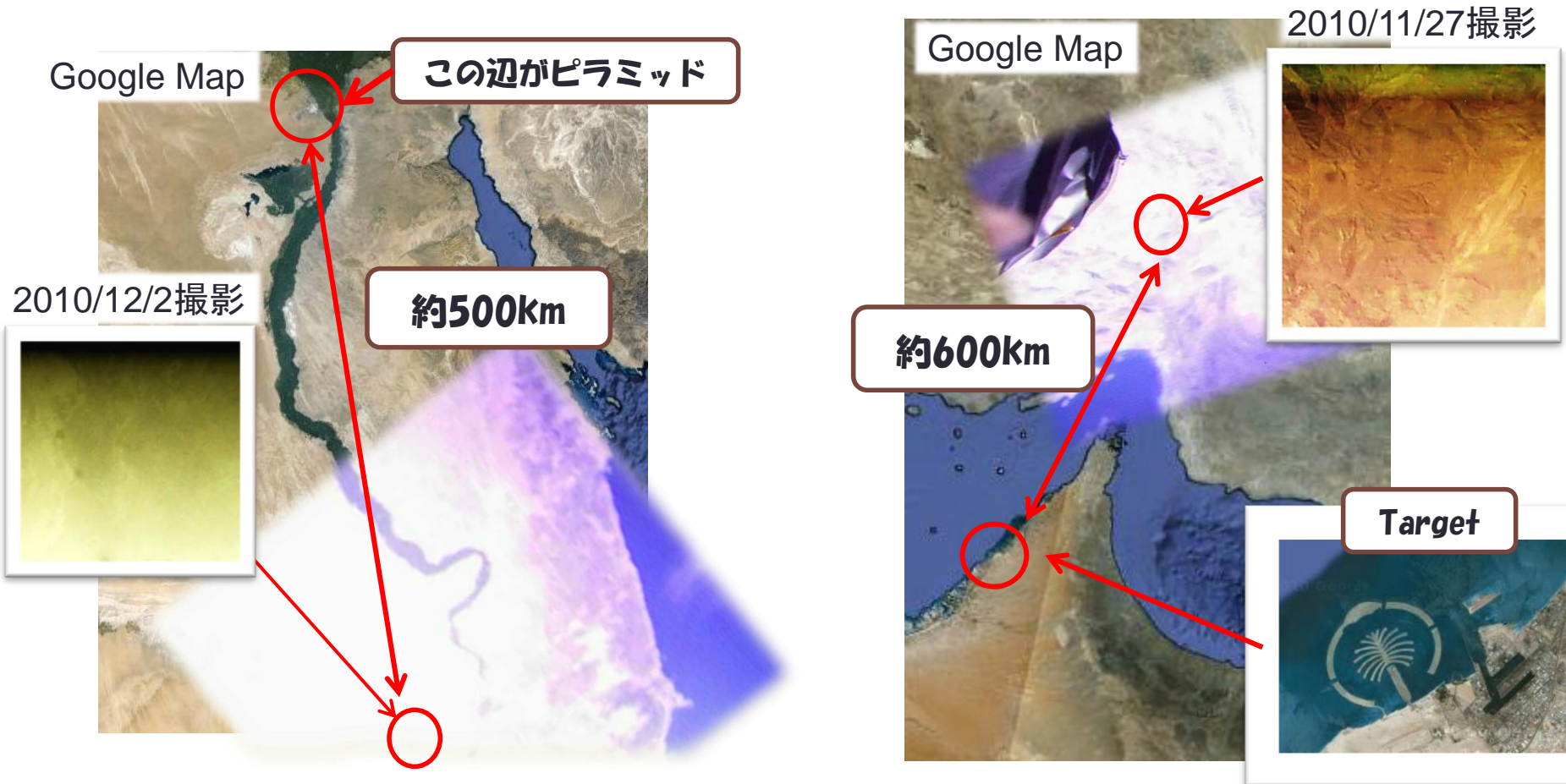
- PRISMは来月打ち上げ2周年、目標であった分解能30mの画像撮影に成功
- CANバスの一部が永久破壊
 - 部分的にコンポーネント間の通信不能
 - バックアップ用シリアルバスの利用によって機能をカバー
- 現在はさらなるチャレンジとして
 - 画像評価機能、姿勢制御を利用したランドマークの撮影への挑戦
 - 各種のADCSの実験



衛星の学術利用 ～PRISMの新しい挑戦(2)～

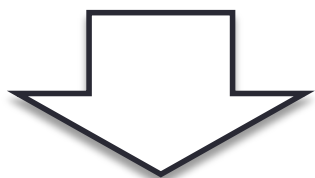
・ランドマーク撮影の挑戦

- ・ 撮影場所(ピラミッド、ドバイ等)を決めて狙い撃ち
- ・ 撮影日に合わせ、軌道情報設定、画像評価の設定を行う。

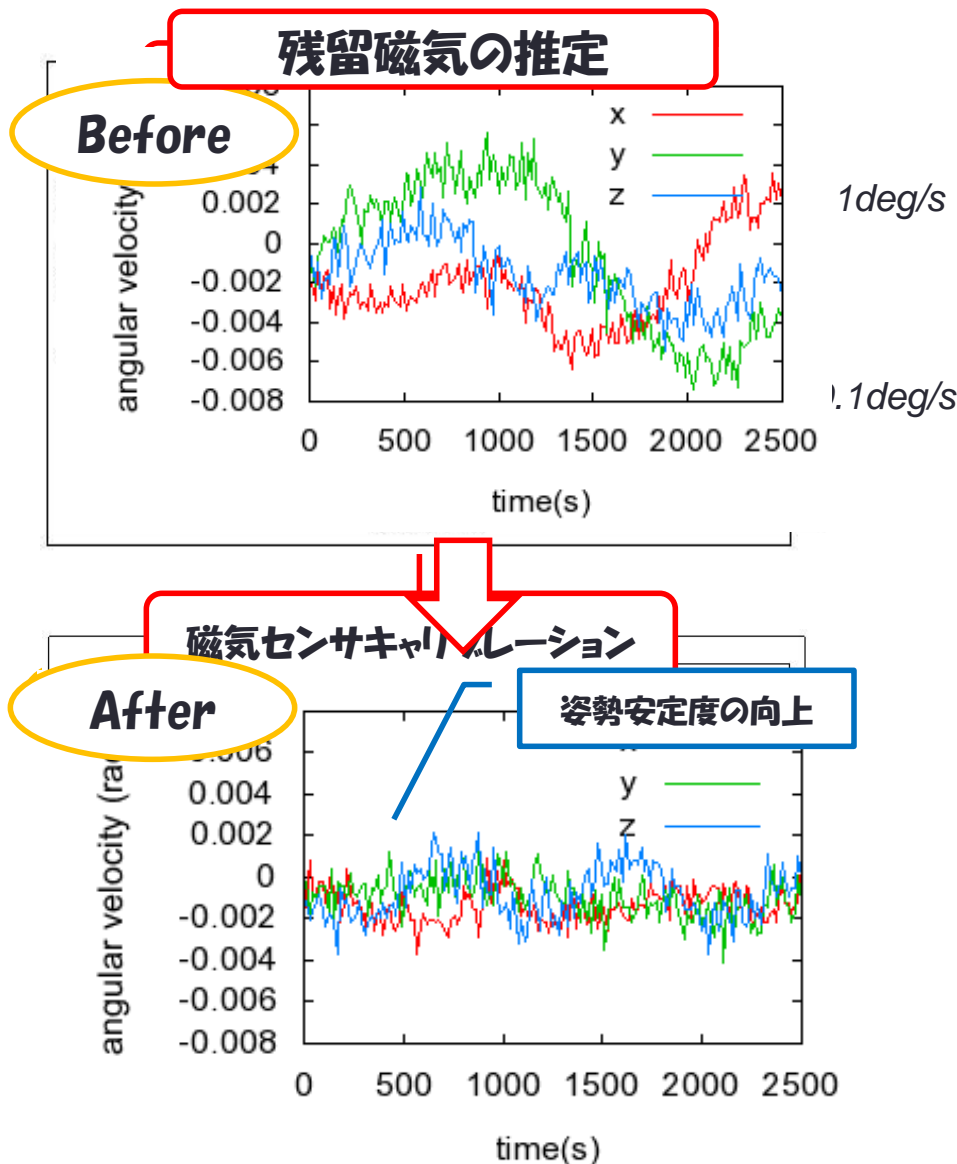


衛星の学術利用 ～PRISMの新しい挑戦(3)～

- 姿勢制御系の実験の実施
 - センサーキャリブレーション
 - ジャイロのスケールファクターとバイアスの除去
 - 経年変化の除去
 - 姿勢制御側の実証
 - クロスプロダクト則の実証
 - 残留磁気モーメントの推定と補償
 - EKFを使っていたが、最小二乗法も



次の衛星のための技術実証
パズファインダーとしての役割

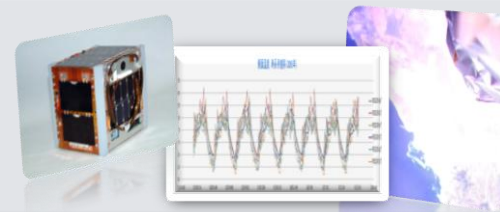


Contents

学術利用

<Topics>

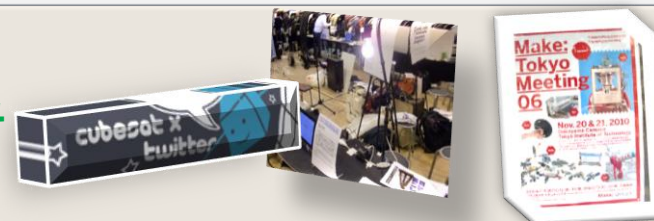
- ・ 本邦初公開！データに見るXI-Vの5年間の変化
- ・ ピラミッド、ドバイ・・・PRISMの新たなチャレンジ



エンターテイメント利用

<Topics>

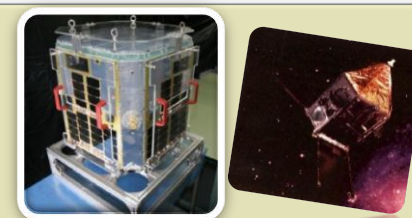
- ・ 宇宙からのつぶやき、世界初の人工衛星bot
- ・ アート分野とのコラボ企画 @make



科学利用

<Topics>

- ・ トップサイエンスを目指すNano-JASMINE
- ・ 科学ミッションゆえの苦悩



まとめ

- ・ 新たな利用に向けて
- ・ 今後の課題

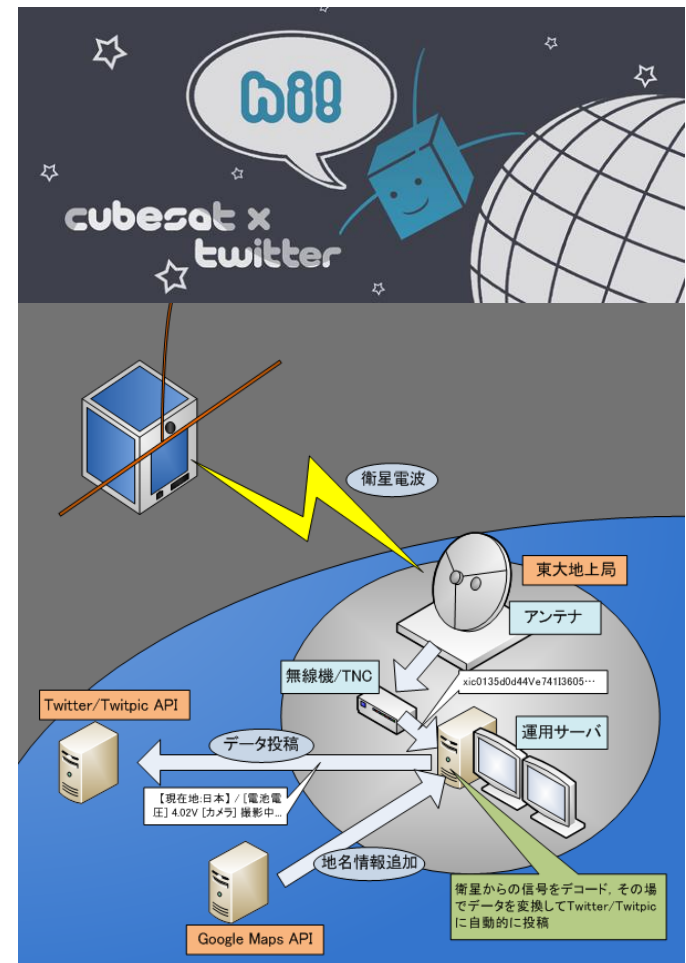


衛星のエンターテイメント利用 ～世界初の人工衛星bot(1)～

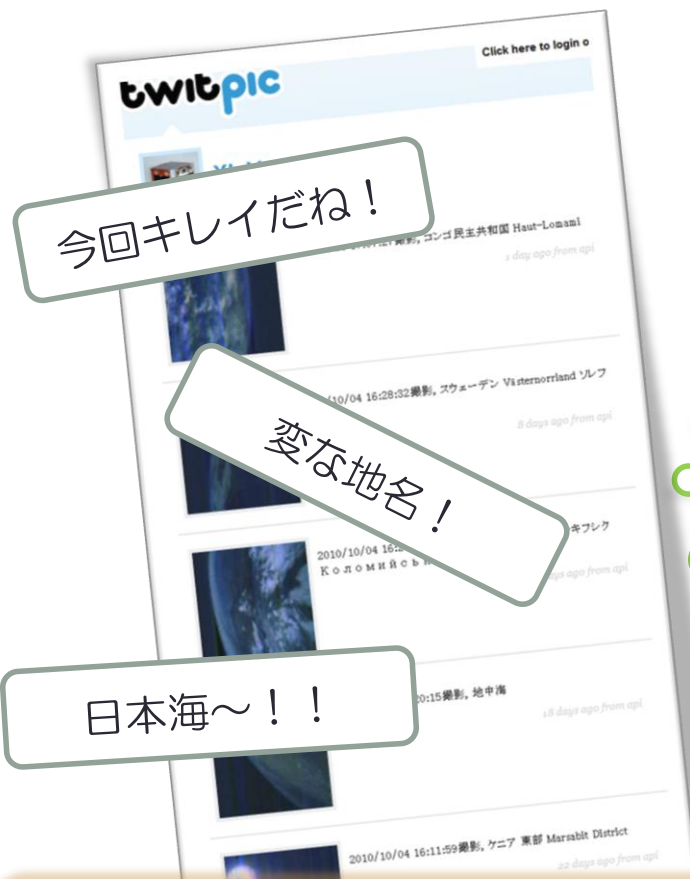
- これまでに人工衛星と人をつなぐ活動として「さいめーるステーション」のサービスを実施



- Twitterを利用し人工衛星から送られた温度情報やバッテリー情報、画像などをリアルタイムにツイートする世界初の人工衛星BOTをスタート
 - 受信したデータを自動的に解析、変換して位置情報などを付加して投稿



衛星のエンターテイメント利用 ～世界初の人工衛星bot(2)～



これまでの情報の「発信」だけでなく
「受信」もできるようになった！

ikishichi @XIV 打上げ5周年おめでとうございます！さいのーる来ましたよー
6:02 PM Oct 27th Echofonから

d.ariel @XIV because you do not follow anyone?? follow me I'm cool
9:46 PM Oct 23rd webから

hitomi_j3 日本海ー！もっとこっちーい！ RT @XIV: 【現在地:日本海】 / 打ち上げから1821日 / [カメラ] スタンバイ中, [内部時計] 14348023 秒, [バッテリー] 3.95V, [太陽電池電流] 0mA, [平均温度] 0.26°C, [運用モード] 画像取得
10:55 PM Oct 22nd twittie☆から

semichin 中二が好きな名前だw RT @XIV: 2010/10/04 16:24:23撮影, ウクライナ イヴァノフランクフシク Коломыйський
<http://twitpic.com/2yvd6l>
1:09 PM Oct 19th tGadestから

hi karu 彩しくちゃんとした写真だ RT @XIV: 2010/10/04 16:24:23撮影, ウクライナ イヴァノフランクフシク Коломыйський
<http://twitpic.com/2yvd6l>
12:18 PM Oct 19th www.movatwipから

ikariparko おお、今回きれいに撮れたね RT @XIV: 2010/10/04 16:24:23撮影, ウクライナ イヴァノフランクフシク Коломыйський
<http://twitpic.com/2yvd6l>
10:51 AM Oct 19th www.movatwipから

ponpon0614 一度、地球を見てみたい！ RT @XIV: 2010/10/04 16:24:23撮影, ウクライナ イヴァノフランクフシク Коломыйський
<http://twitpic.com/2yvd6l>
10:18 AM Oct 19th www.movatwipから

atsushiikehara おおー、なんかはじめてぐらいいかな？この宇宙からの人工衛星botからの写真はw RT @XIV: 2010/10/04 16:24:23撮影, ウクライナ イヴァノフランクフシク Коломыйський
<http://twitpic.com/2yvd6l>
10:09 AM Oct 19th HootSuiteから

antlers19932007 RT @XIV: 【現在地:北太平洋】 / 打ち上げから1815日 / [カメラ] スタンバイ中, [内部時計] 13766034 秒, [バッテリー] 4.09V, [太陽電池電流] 116mA, [平均温度] 20.2°C, [運用モード] 画像取得
9:35 AM Oct 16th ついぶる/twippleから

衛星のエンターテイメント利用 ～アートとのコラボ企画～

Make in 東工大

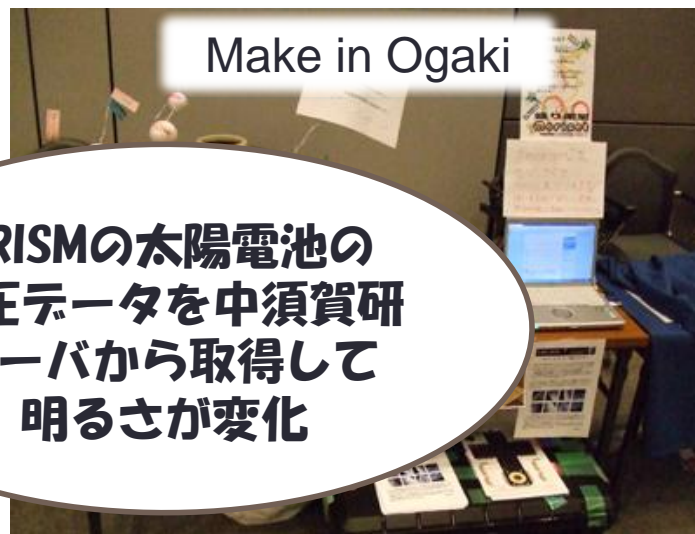


その名も「**衛星家具**」

- 多摩美術大学とのコラボ企画で、PRISMを**アート**に利用
- もの作りが大好き人間が集まるイベント“Make”に出典
 - 理系な人間では思いつかないような「自由」で「意力的」な発想



Make in Ogaki



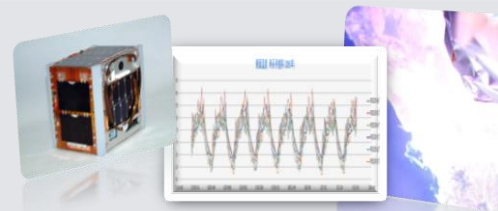
PRISMの太陽電池の
電圧データを中須賀研
サーバから取得して
明るさが変化

Contents

学術利用

<Topics>

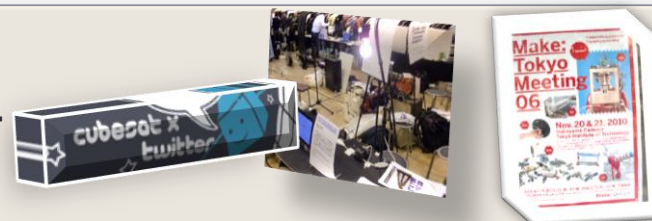
- ・ 本邦初公開！データに見るXI-Vの5年間の変化
- ・ ピラミッド、ドバイ・・・PRISMの新たなチャレンジ



エンターテイメント利用

<Topics>

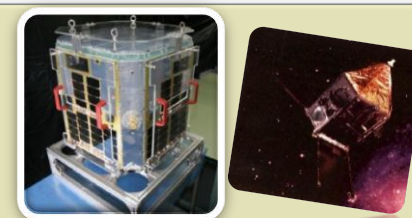
- ・ 宇宙からのつぶやき、世界初の人工衛星bot
- ・ アート分野とのコラボ企画 @make



科学利用

<Topics>

- ・ トップサイエンスを目指すNano-JASMINE
- ・ 科学ミッションの苦悩



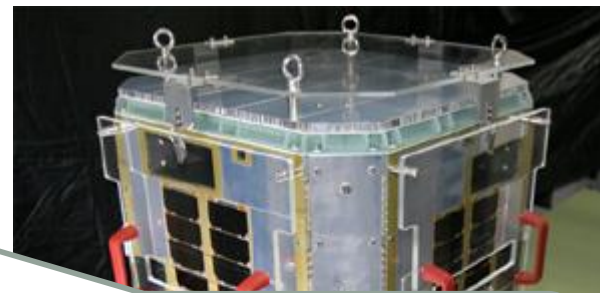
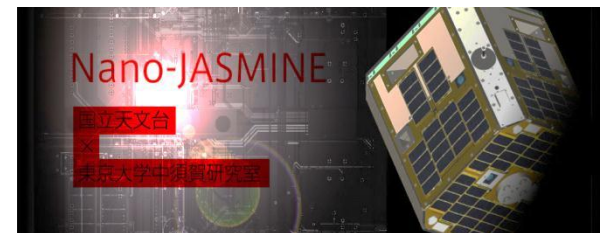
まとめ

- ・ 新たな利用に向けて
- ・ 今後の課題



衛星の科学ミッション利用 ～トップサイエンスを目指すNano-JASMINE～

- 現在中須賀研は国立天文台と共同で赤外線位置天文衛星Nano-JASMINEを開発中
 - 星の3Dマップを更新するための科学的意義をもったミッション



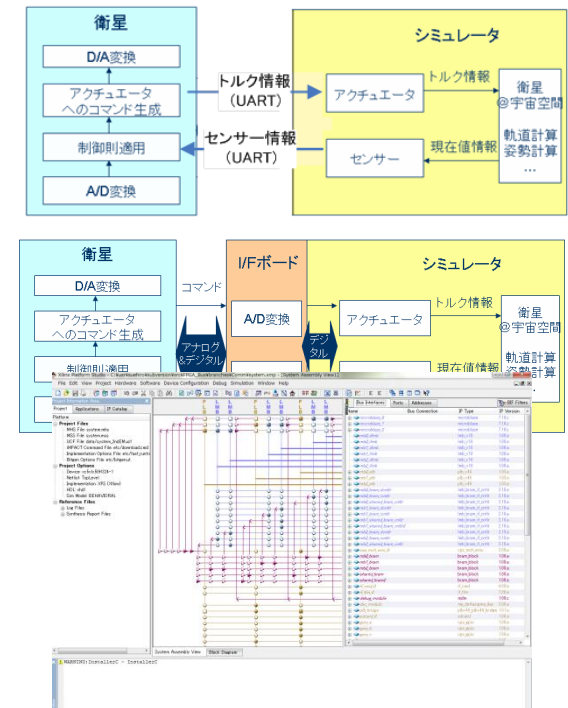
**Seedsであった超小型衛星が
Needsへ！！**

- 本年度FMフェーズに突入、構体組み上げ完了
 - 環境試験のスタート
 - 熱試験
 - 振動試験
 - 質量特性試験 etc...
 - AOCS系の試験も並行してスタート



衛星の科学ミッション利用 ~科学ミッションの苦悩~

- 科学ミッションにおける壁を越えるための工夫
 - システムの複雑さ
 - アノマリー対応規定
 - 全てコンポーネントに分担を割り当て、アノマリー内容、原因、検知方法及びコンポーネント、対応方法、影響範囲を整理
 - 現時点で約300項目
 - 衛星の標準化やモジュール化、設計支援の研究
 - 要求精度やシステムの検証の難しさ
 - HILS(ハードウェア組み込み込みシミュレータ)
 - PC上のシミュレーションでなく、実際のOBCや、AD変換を組み込むことで、より信頼性の高い検証ができる。
 - できるだけシミュレーションに頼らず試験を実施
 - STTに実際の星像を取らせ、FOGのキャリブレーションを模擬試験



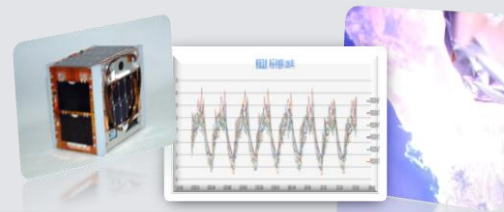
HILSの開発

Contents

学術利用

<Topics>

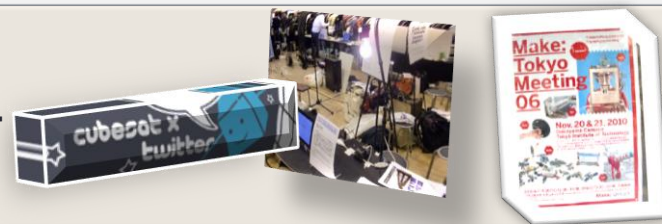
- ・ 本邦初公開！データに見るXI-Vの5年間の変化
- ・ ピラミッド、ドバイ・・・PRISMの新たなチャレンジ



エンターテイメント利用

<Topics>

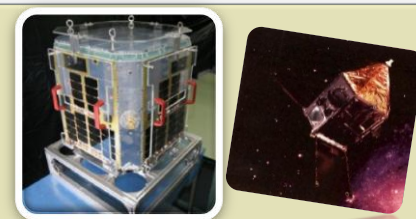
- ・ 宇宙からのつぶやき、世界初の人工衛星bot
- ・ アート分野とのコラボ企画 @make



科学利用

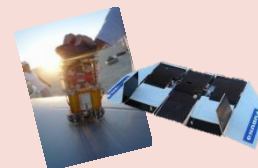
<Topics>

- ・ トップサイエンスを目指すNano-JASMINE
- ・ 科学ミッションゆえの苦悩



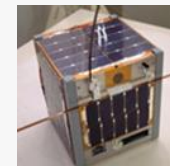
まとめ

- ・ 新たな利用に向けて
- ・ 今後の課題



まとめ ～超小型衛星の新たな利用にむけて～

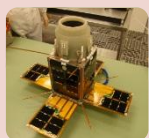
これまでの教育や技術実証の目的の超小型衛星



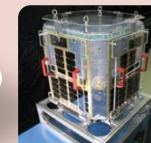
エンターテイメントやアート、科学ミッションのSeeds, Needsなどの
実利用へのステップアップ



国や企業でもなく「UNISECだからできる衛星」の利用の拡大



より豊かでより丸い宇宙利用の世界

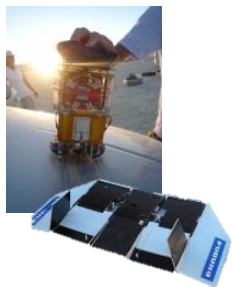


まとめ ～これからのUNISECの課題～

**新しい利用を実現化していくための
UNISEC全体の技術や知識の土台作りがもっと重要に**



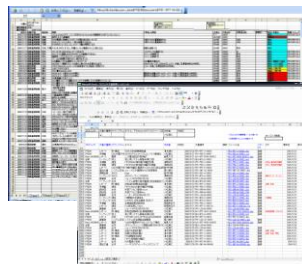
CanSat



人材育成



知識の構造化



交流やネットワーク



UNISEC規模での衛星基盤づくり

ご清聴ありがとうございました

- PRISMホームページ

- <http://www.space.t.u-tokyo.ac.jp/prism/>

- Nano-JASMINEホームページ

- <http://www.space.t.u-tokyo.ac.jp/nanojasmine/Index.htm>

- 中須賀研究室ホームページ

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

- 研究室連絡先

- nlab_info@space.t.u-tokyo.ac.jp

