

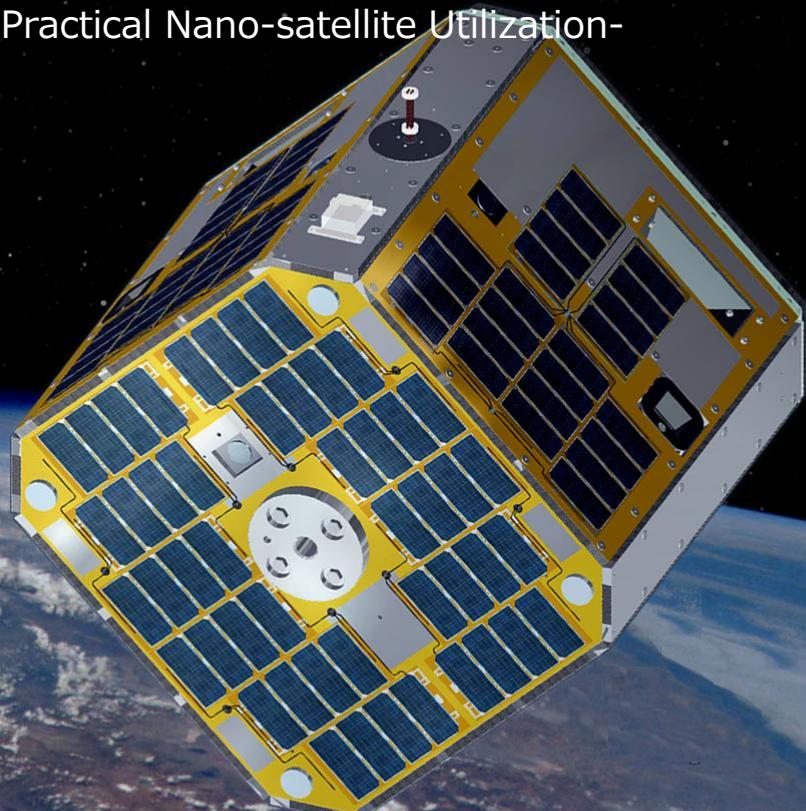
東京大学中須賀研究室活動報告

～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

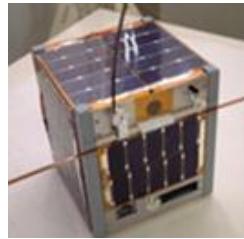
<http://www.space.t-u-tokyo.ac.jp/nanojasmine/Index.htm>

はじめに ~中須賀研究室の本年度の活動の背景~

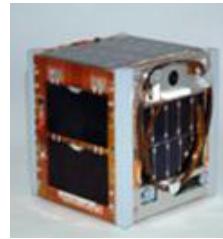
- 中須賀研究室はこれまでに3機の衛星を打ち上げ、運用。
 - CubeSat “XI-VI”, “XI-V”
 - 超小型リモートセンシング衛星 “PRISM”
 - さらに現在超小型赤外線位置天文衛星 “Nano-JASMINE”を開発中



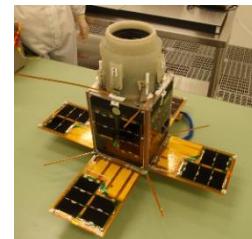
CanSat



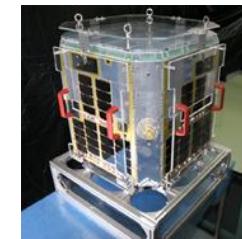
XI-IV



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**



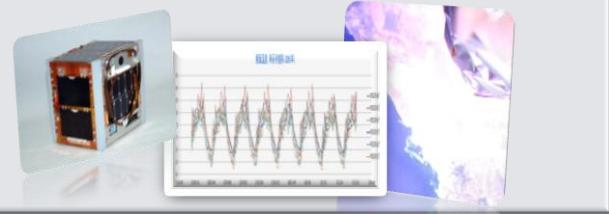
大学の1つの研究室が
衛星の利用について発信できることとは？

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>

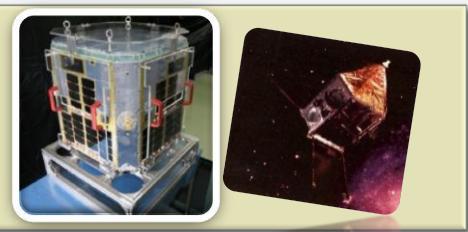
- ・宇宙からのつぶやき、世界初の人工衛星bot
- ・アート分野とのコラボ企画 @make



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

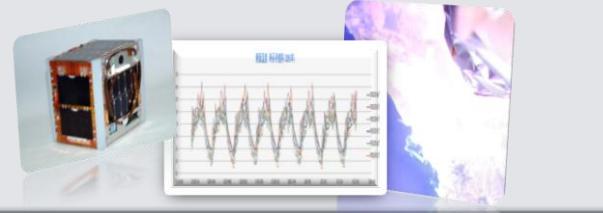


Contents

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>

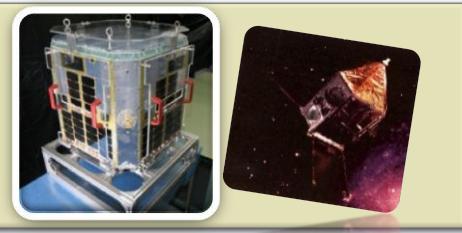
- ・宇宙からのつぶやき、世界初の人工衛星bot
- ・アート分野とのコラボ企画 @make



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



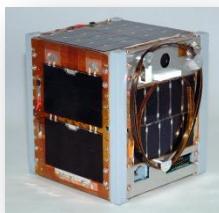
まとめ

- ・新たな利用に向けて
- ・今後の課題



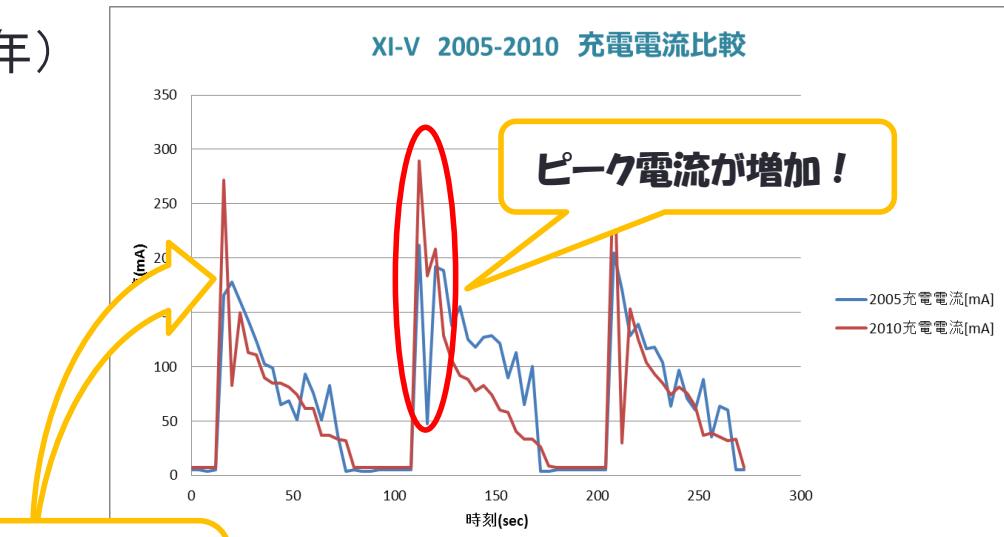
衛星の学術利用 ~データに見るXI-Vの5年間の変化(1)~

- XI-Vは打ち上げ5周年(XI-IVは7周年)

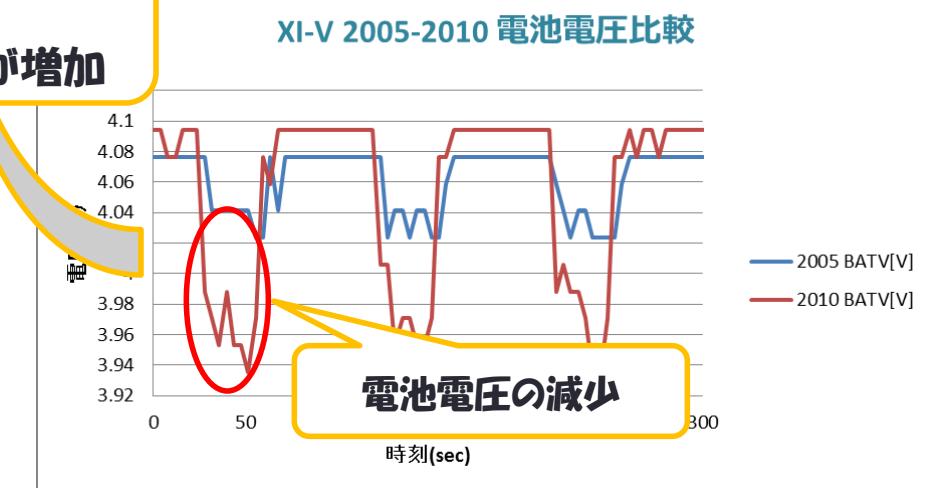


- XI-Vのミッション
 - 新規太陽電池の軌道上実証実験
 - 地球画像撮影

- 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



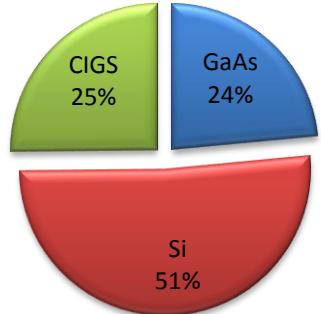
電池容量の低下
↓
初期充電電流が増加



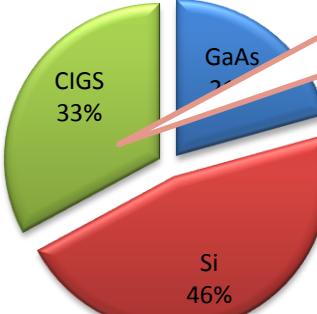
衛星の学術利用 ~データに見るXI-Vの5年間の変化(2)~

- 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%

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**

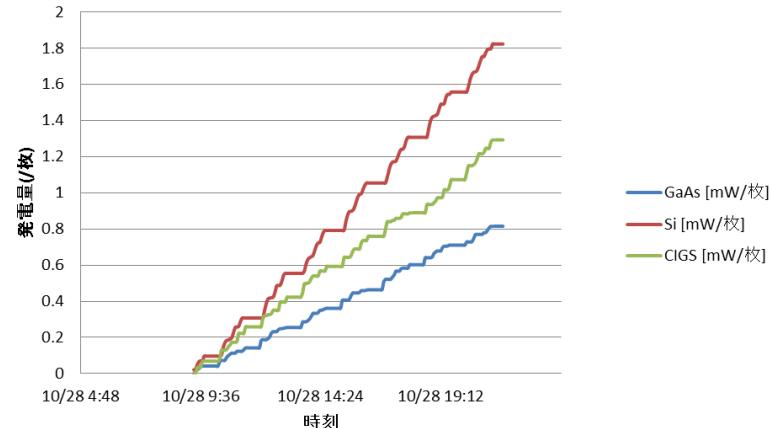
CIGS:Cu(In,Ga)Se₂ 太陽電池セル

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



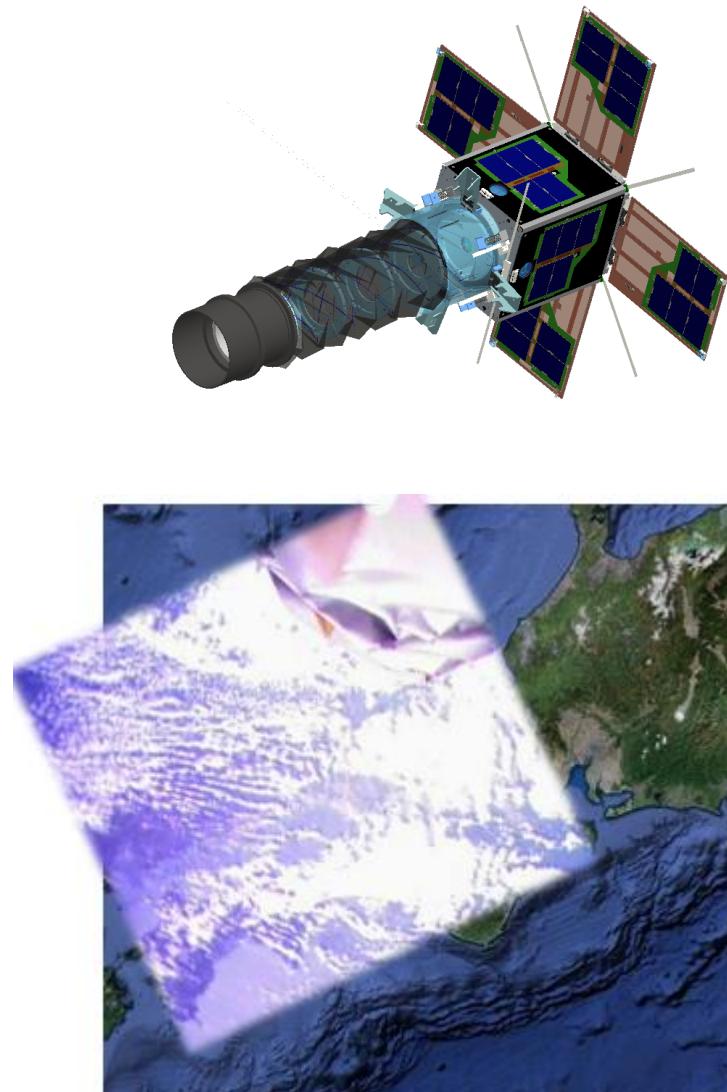
時刻
10/29 19:12 12/1 0:00 12/1 4:48

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)~

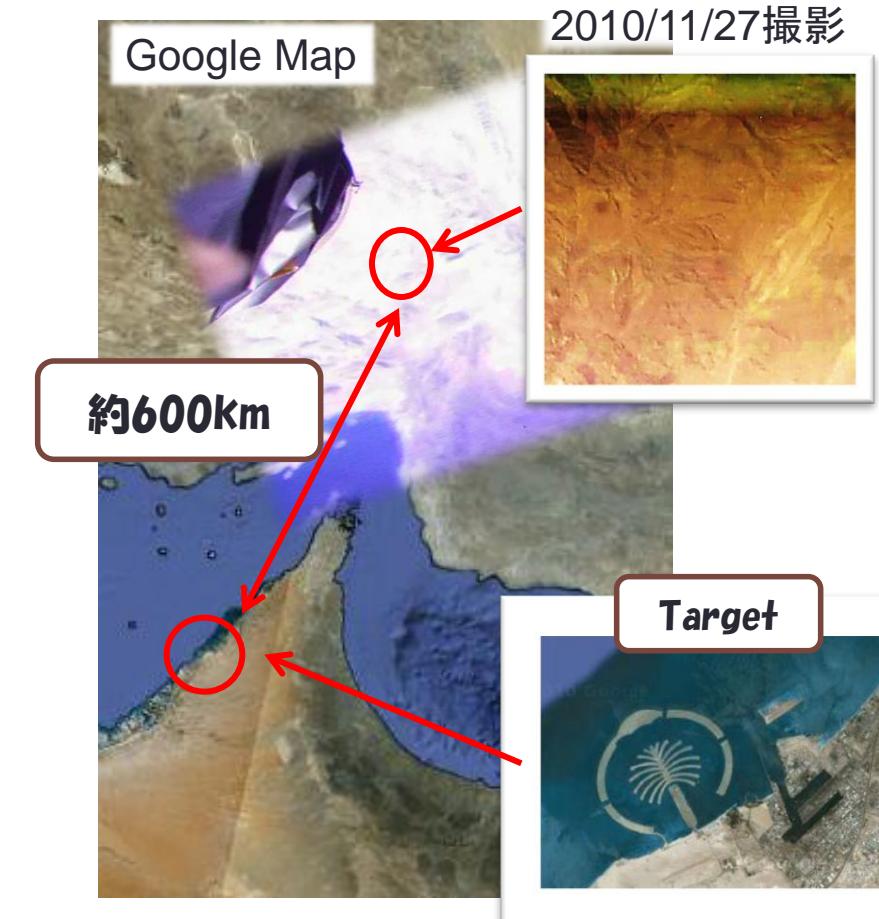
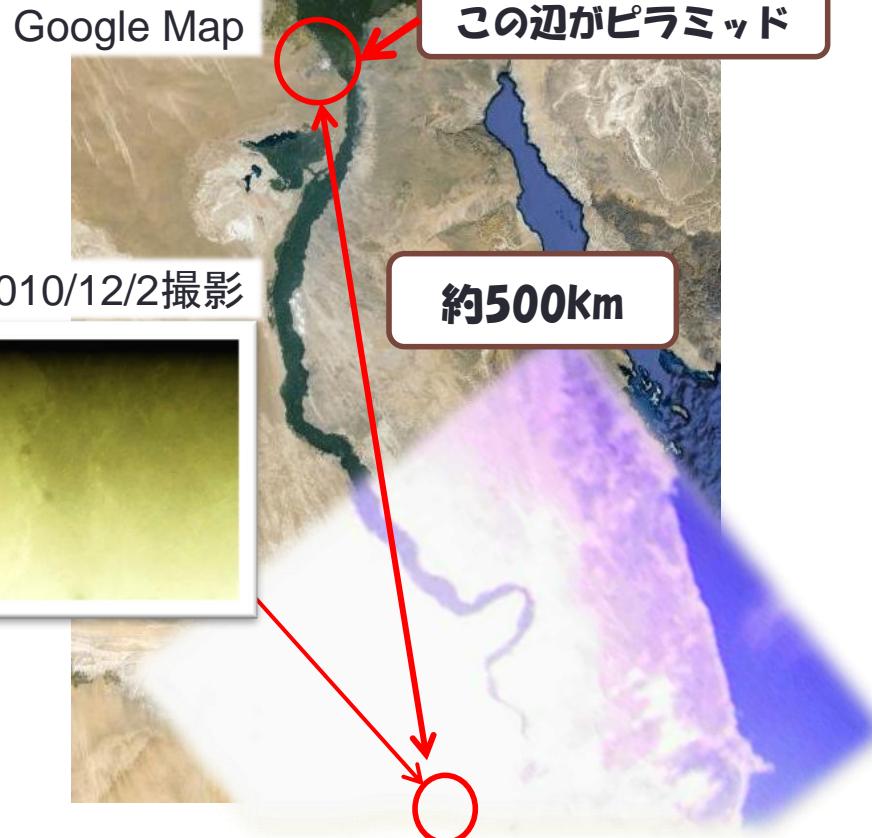
- PRISMは来月打ち上げ2周年、目標であった分解能30mの画像撮影に成功
- CANバスの一部が永久破壊
 - 部分的にコンポーネント間の通信不能
 - バックアップ用シリアルバスの利用によって機能をカバー
- 現在はさらなるチャレンジとして
 - 画像評価機能、姿勢制御を利用した**ランドマークの撮影への挑戦**
 - 各種のADCSの実験



衛星の学術利用 ~PRISMの新しい挑戦(2)~

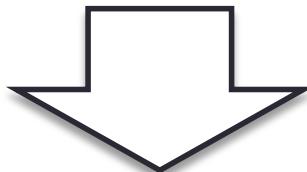
- ランドマーク撮影の挑戦

- 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。

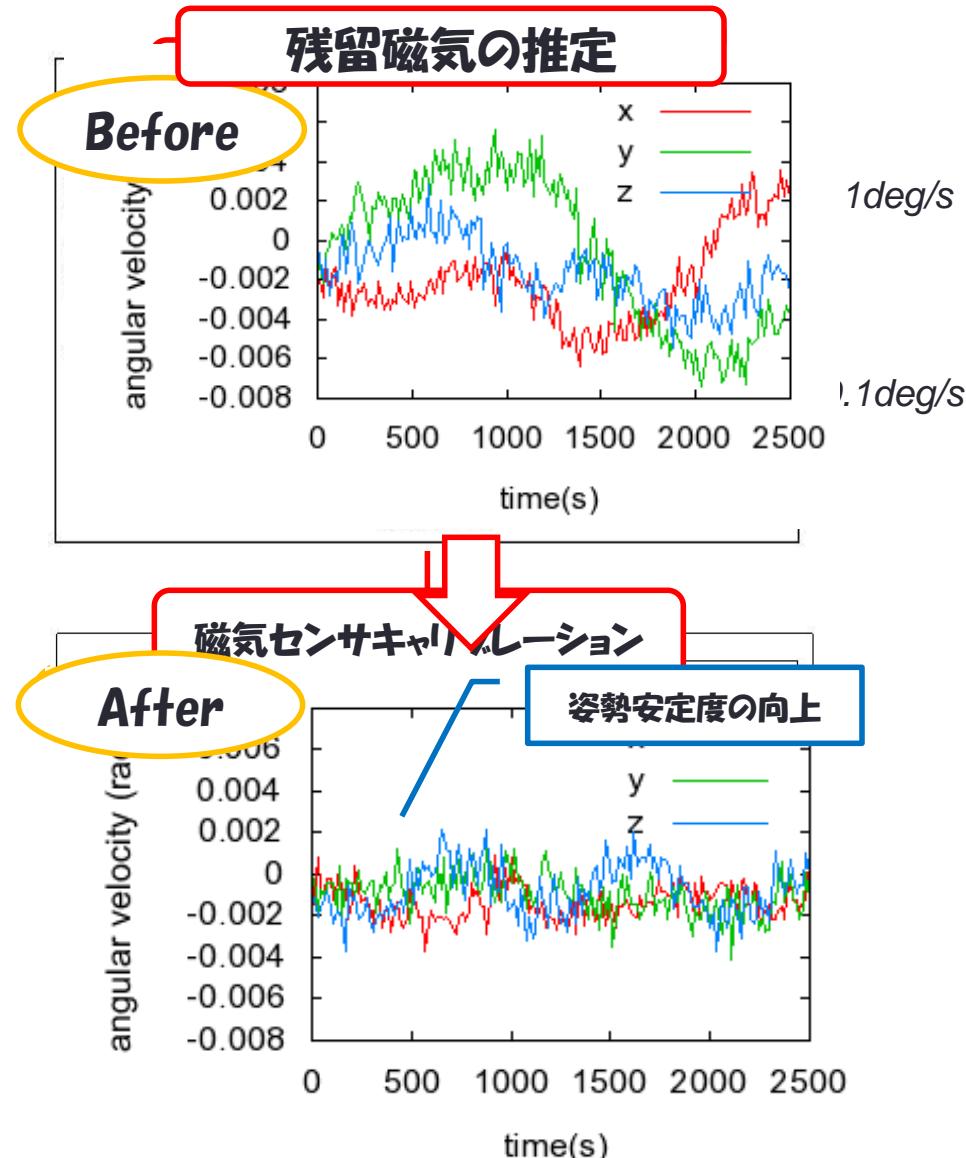


衛星の学術利用 ~PRISMの新しい挑戦(3)~

- 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
パスファインダーとしての役割

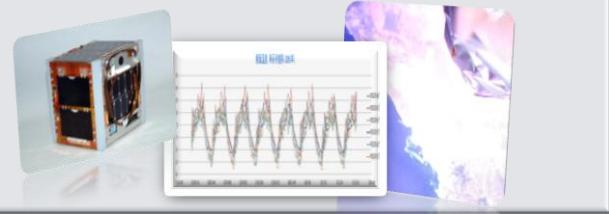


Contents

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>

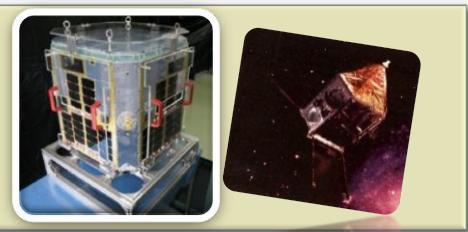
- ・宇宙からのつぶやき、世界初の人工衛星bot
- ・アート分野とのコラボ企画 @make



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

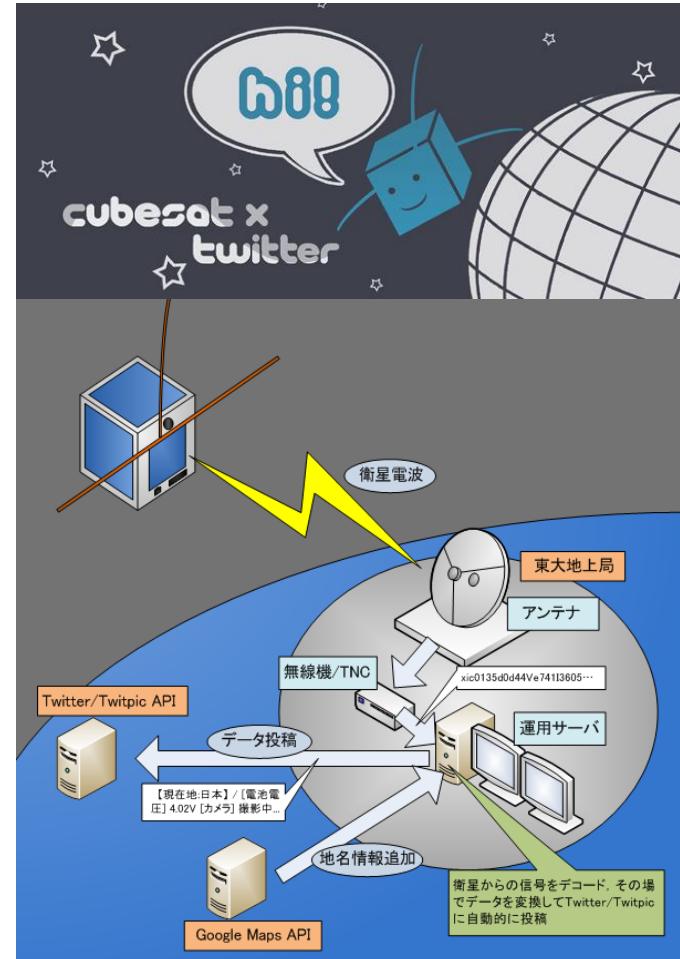


衛星のエンターテイメント利用 ~世界初の人工衛星bot(1)~

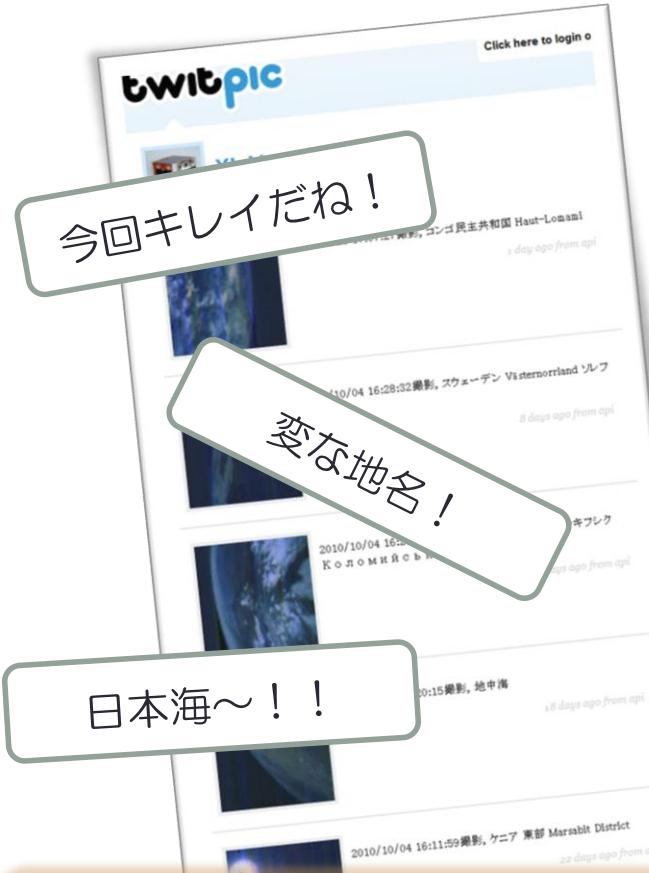
- これまでに人工衛星と人をつなぐ活動として「さいめーるステーション」のサービスを実施



- 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！



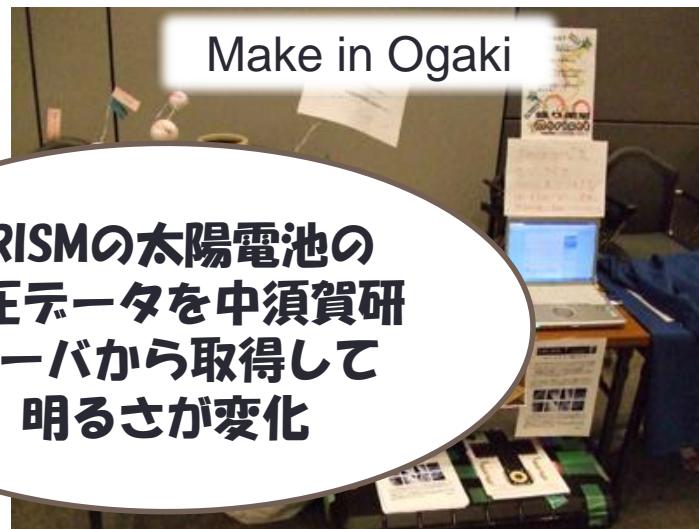
衛星のエンターテイメント利用 ~アートとのコラボ企画~



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



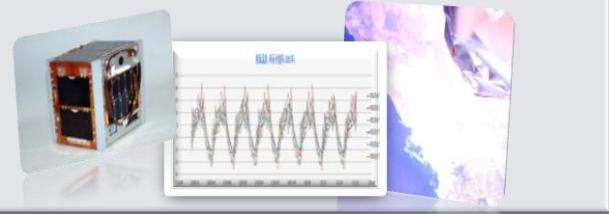
PRISMの太陽電池の
電圧データを中須賀研
サーバから取得して
明るさが変化

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>

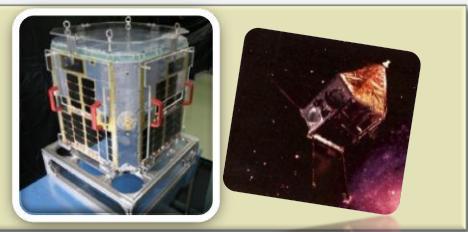
- ・宇宙からのつぶやき、世界初の人工衛星bot
- ・アート分野とのコラボ企画 @make



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



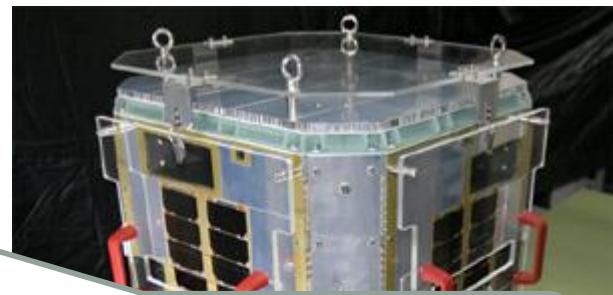
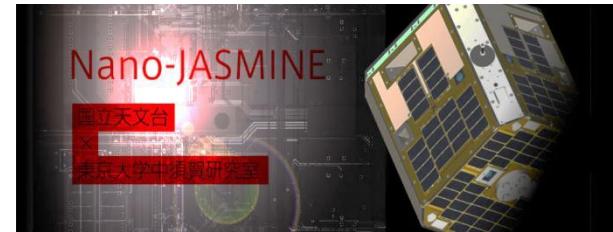
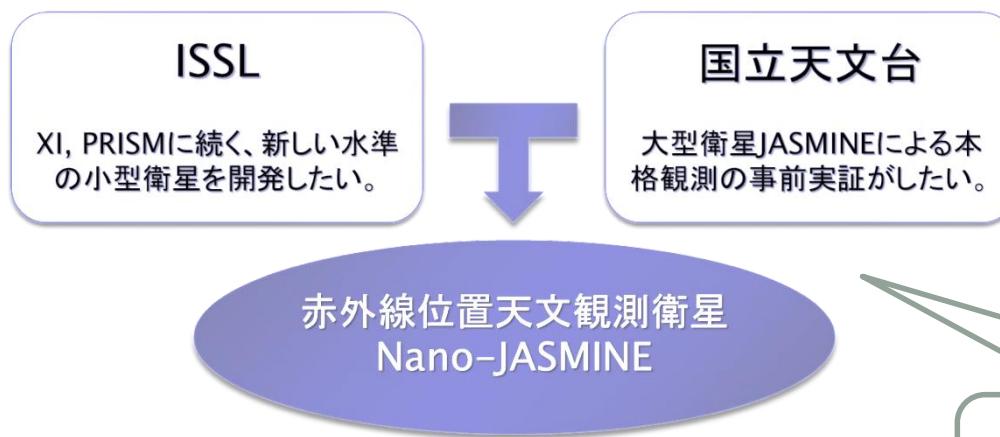
まとめ

- ・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~

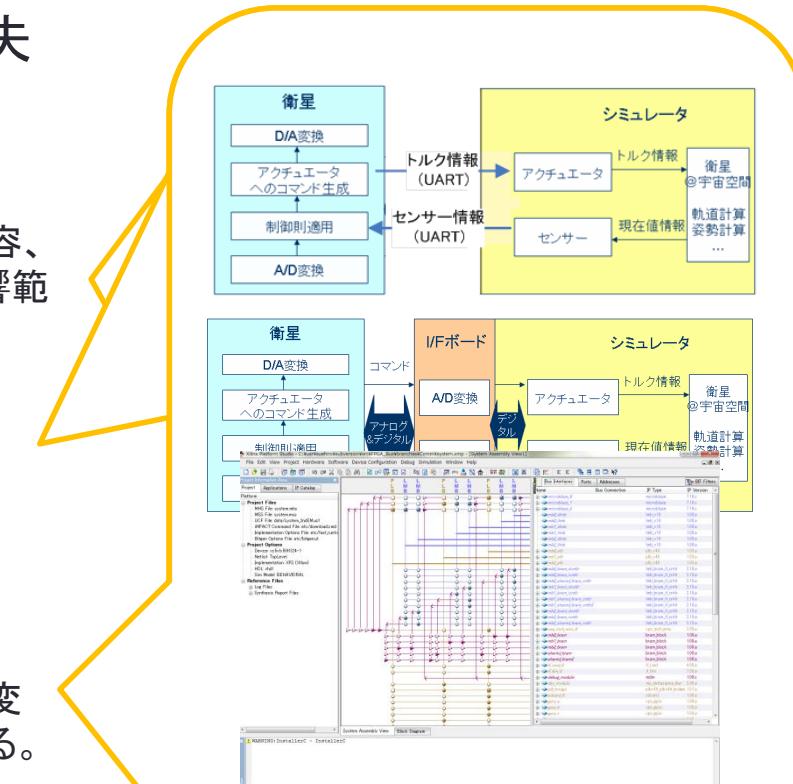
- 科学ミッションにおける壁を越えるための工夫

- 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



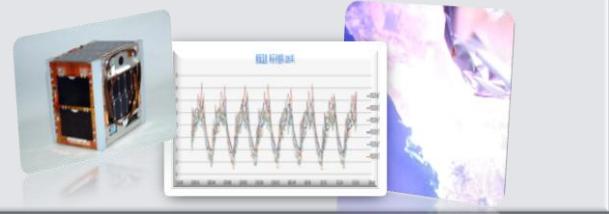
HILSの開発

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>

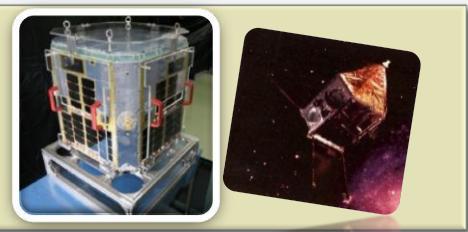
- ・宇宙からのつぶやき、世界初の人工衛星bot
- ・アート分野とのコラボ企画 @make



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



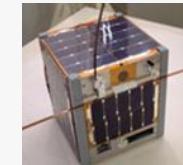
まとめ

- ・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~

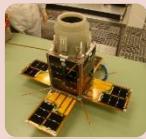
これまでの教育や技術実証の目的の超小型衛星



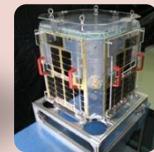
エンターテイメントやアート、科学ミッションの*Seeds, Needs*などの
実利用へのステップアップ



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



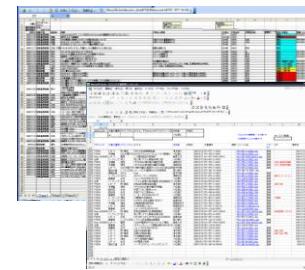
CanSat



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

