

# 東北大学 活動予定

～ARLISS2009とUNITEC-1/UOBC開発～

東北大学 工学研究科 航空宇宙工学専攻

吉田・永谷研究室

博士課程前期1年 中野 壽彦

# 2009年度 UNISEC関連活動

## ARLISS 2009

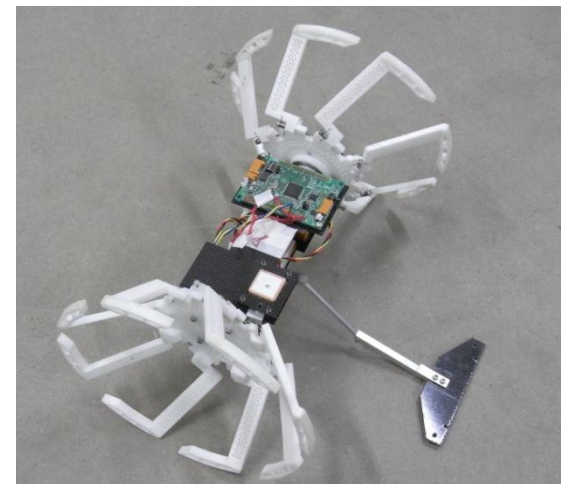
- ・展開車輪型移動ロボット「Wind Mill」の開発
- ・砂漠環境下でのGPS無し自律走行システムの開発
- ・インフレーターブル車輪機構の開発

## UNITEC1/UOBC

- ・東北大 UOBC 開発

ARLISS 2009

# ・展開車輪型移動ロボット「Wind Mill」の開発



*YOSHIDA-NAGATANI Lab*

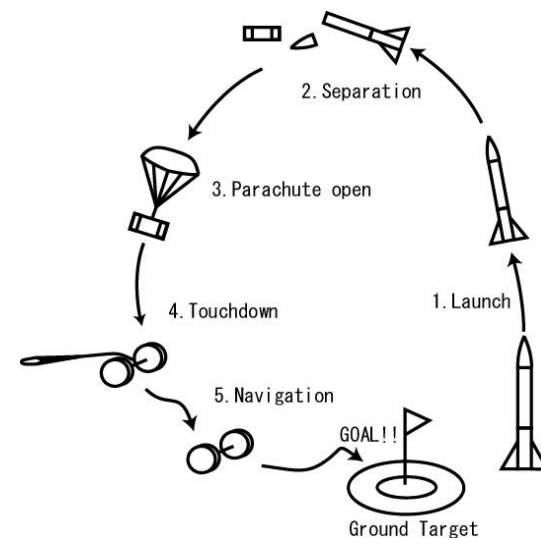
# ARLISS Comeback Competition

吉田・永谷研では, **ARLISS**(**A Rocket Launch for International Student Satellites**) **Comeback Competition** に2002年から参加している.

## ARLISS Comeback Competition とは?

ペイロード(小型ロボット)をロケットで上空4000mまで打ち上げ, ロケットから放出後, 地上に設けられたゴールへの到達を競う競技会.

主にGPSを利用し, 上空から飛行制御を行う「Fly back 方式」, または, 軟着陸後に地上を走行する「Run back方式」でゴールへの到達を目指す.



ミッションシーケンス

我々は, 惑星探査ロボットの技術開発を目指し, Run back方式で参加

# Runback方式の技術課題

- 重量**1050g**以下, 内径**146mm**, 長さ**240mm**の円筒に収納
- ロケットの打ち上げ振動に耐える「耐振動性」や着地時の「耐衝撃性」
- 着地後の安定したパラシュート分離
- 不整地での高い走破能力及び長距離・高速走行能力



円筒



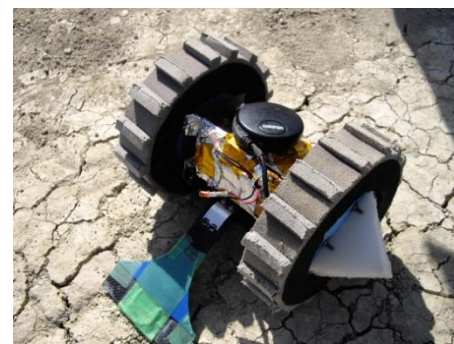
ロケット打ち上げ

# ARL ISS2009 / 東北大学のアプローチ

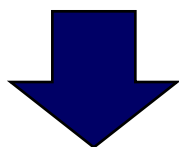
## 昨年の対向二輪型ローバー

スポンジ車輪により車輪径拡大

2008年度優勝



昨年のローバー

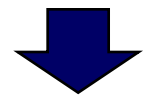


今年は、

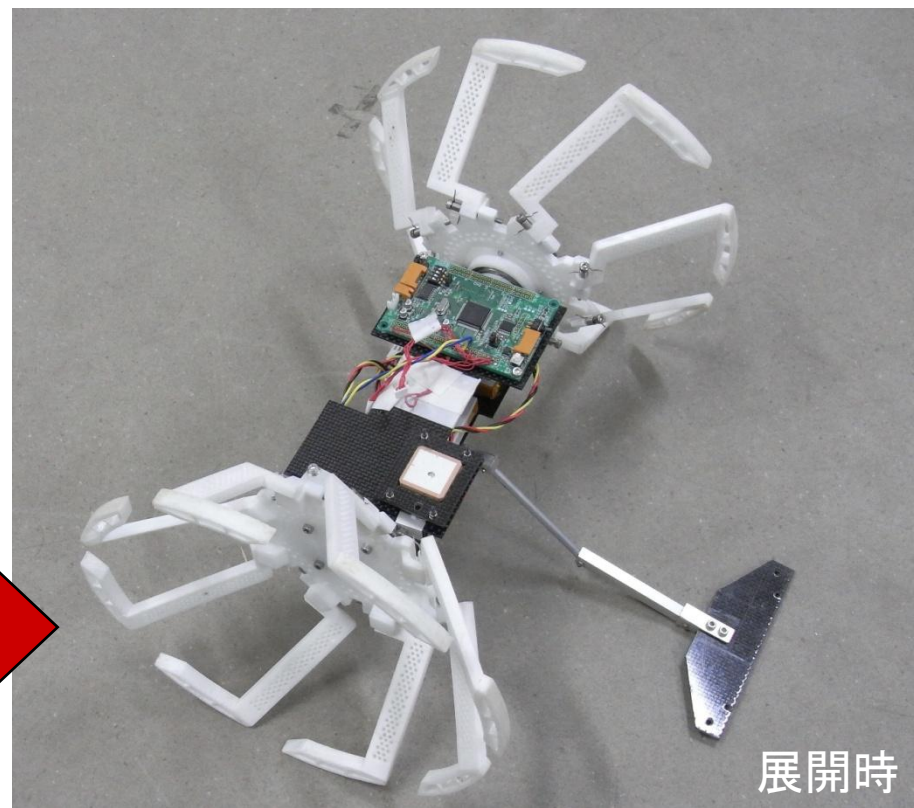
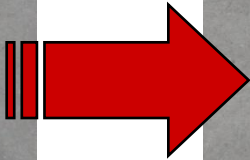
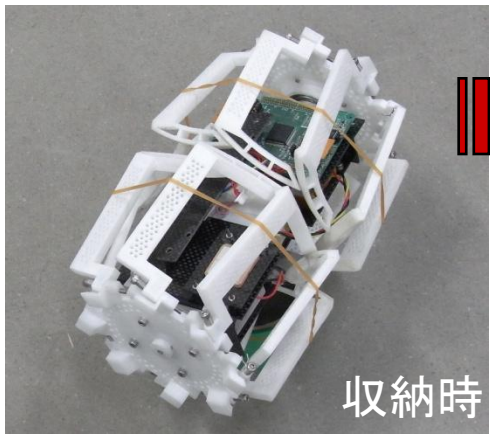
さらなる踏破性能，安定性の向上を  
目指し，新たな機構で挑戦

# 展開車輪型移動ロボット「Wind Mill」の開発

車輪径 (Wheel Diameter) の拡大  
&  
輪距 (Tread) の拡大



高い走破性能かつ安定性が期待できる



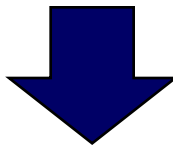
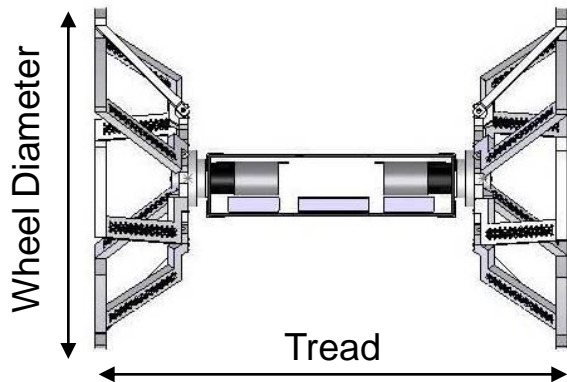
# 技術的チャレンジ (1/2)

## 車輪径及び輪距の拡大

内径150mm, 長さ240mmの円筒に収納可能であり, 展開時には, 車輪径 (Wheel Diameter) が**240mm**, 輪距 (Tread) が**330mm**まで拡大

昨年のローバーとの比較

	車輪径の拡大	輪距の拡大
スポンジ車輪(昨年)	φ145mm→φ180mm	210mm→220mm
展開車輪(今年)	φ140mm→ <b>φ240mm</b>	220mm→ <b>330mm</b>



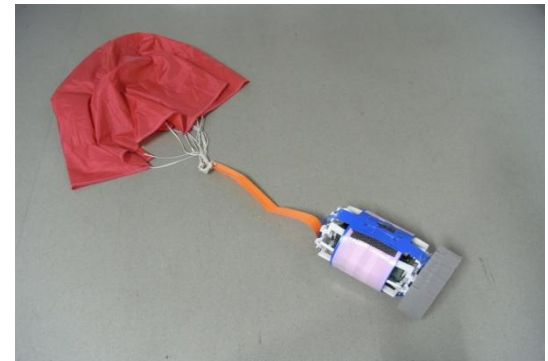
昨年の機体に比べて, 不整地での踏破性能及び安定性が向上



# 技術的チャレンジ (2/2)

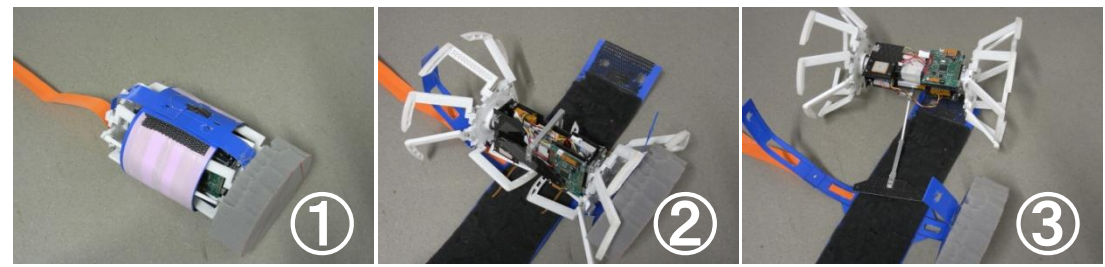
## パラシュート分離機構

着地時に、パラシュートをできるだけ機体から遠ざけ、切り離れたパラシュートの紐が車輪に絡まらないようにする



パラシュート&分離機構

ニクロム線に電流を流し、その熱でパラシュートを繋ぎとめる糸を焼き切り、パラシュートの分離と同時に車輪を展開させる



① 軟着陸

② 分離&展開

③ 走行開始

# 進捗状況と今後の課題

## 進捗状況

GPSを用いた走行制御実験，パラシュート落下試験などにより，制御プログラム，耐衝撃性の検証を行った。

## 今後の課題

- 重量の削減
- 振動試験
- 全体を通じた動作実験

## ARLISS 2009

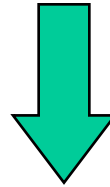
- 砂漠環境下での  
GPS無し自律走行システムの開発



# — Introduction —

## 背景

月・地球の誕生と進化の成り立ちを探るため、  
JAXAを始め世界中の研究機関において、  
月面探査プロジェクトが進行中...



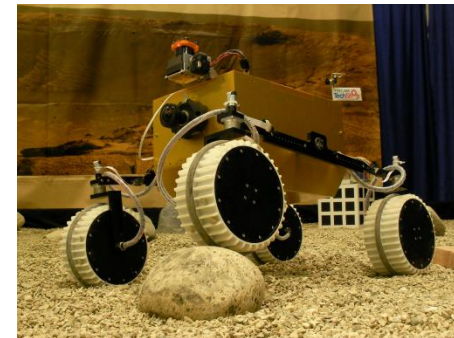
## 技術課題と目的

広範囲の地質調査には、地表移動が不可欠

→ **移動探査ローバー**の必要性

位置推定にGPSの利用が不可能

→ 新たな位置推定手法の構築

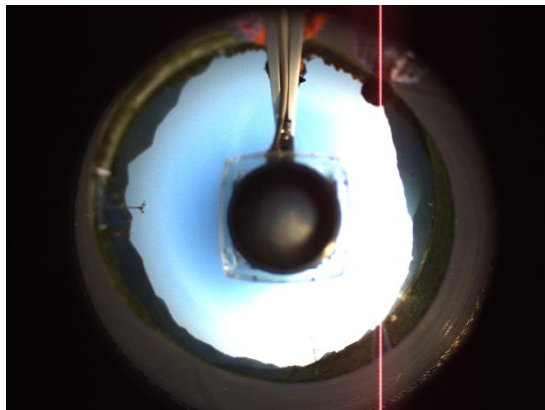


# — Introduction —

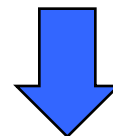
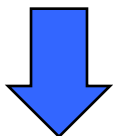
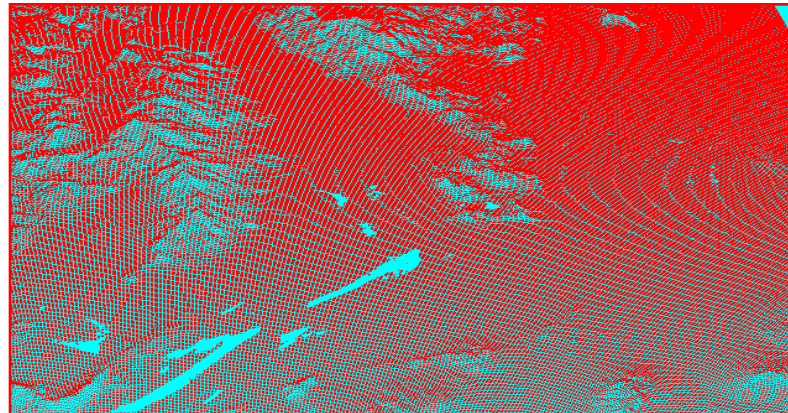
<新たな位置推定手法の提案>



カメラで獲得した環境情報

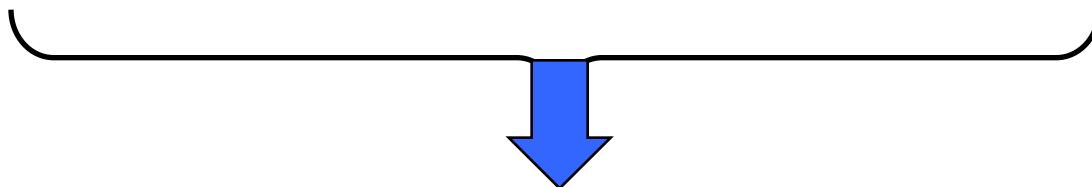


人工衛星から得た地形情報 (DEM)



地平線形状 (Skyline) の抽出

予想地平線形状 (Skyline) の算出



マッチングにより位置推定を実行



# — Target Robot —



機体名称:『LANTERN-1』

全長:

W325[mm] × D505[mm] × H415[mm]

総重量:約6[kg]

目標走行速度:5[km/h]

全方位カメラ

:VISTON VS - C14U-80-ST

解像度 最大 1024 × 768 (30fps)

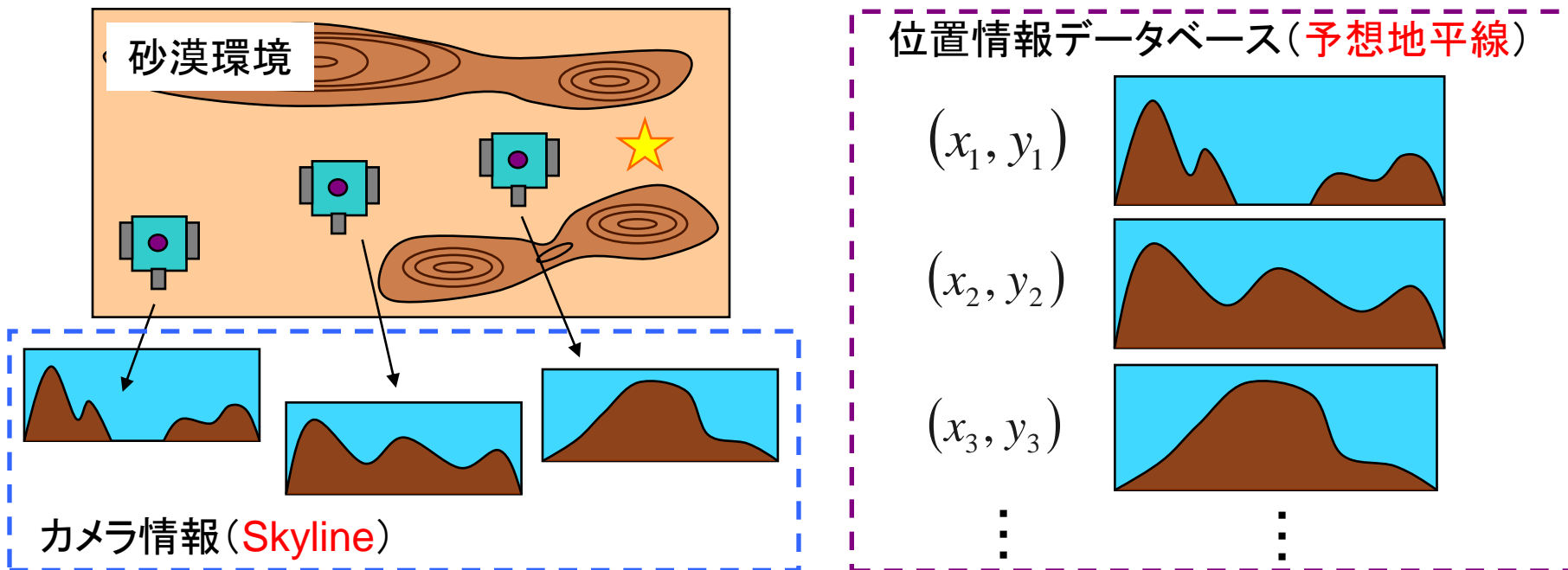
CPU: Intel ATOM Z530 1.6GHz

Memory: 2GB

『LANTERN- I 』を利用し  
砂漠環境下での自己位置推定の評価を実施

*YOSHIDA-NAGATANI Lab*

# — Localization overview —

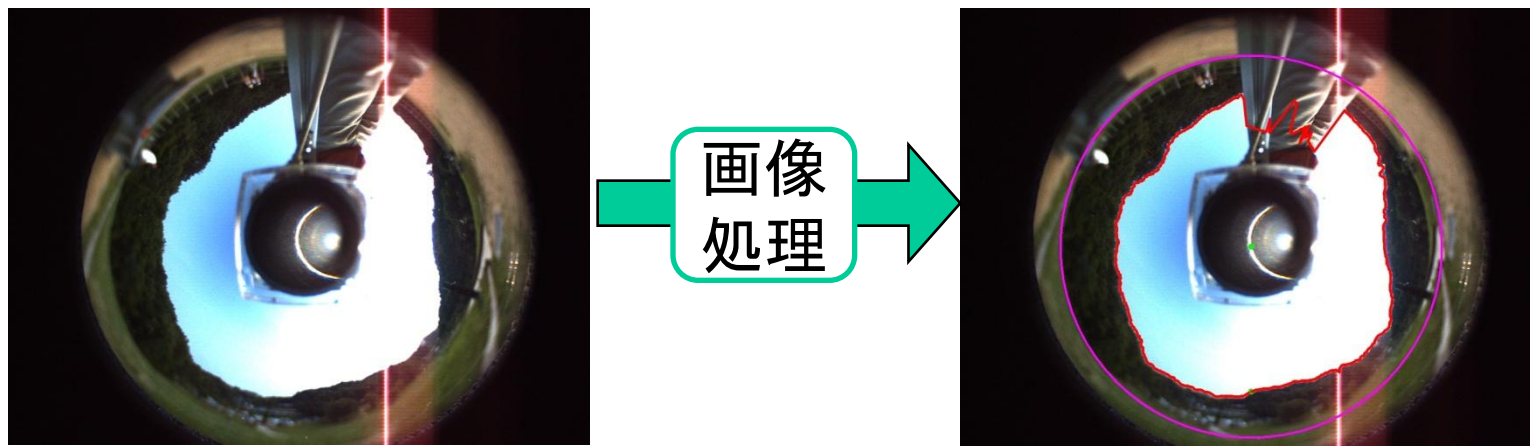


カメラから取得した画像から地平線(Skyline)を抽出し、予めローバーが有する地形情報(Digital Elevation Map)を用いて構築する予想地平線とマッチングを行うことで、ローバーの現在位置を推定する

## 技術的課題

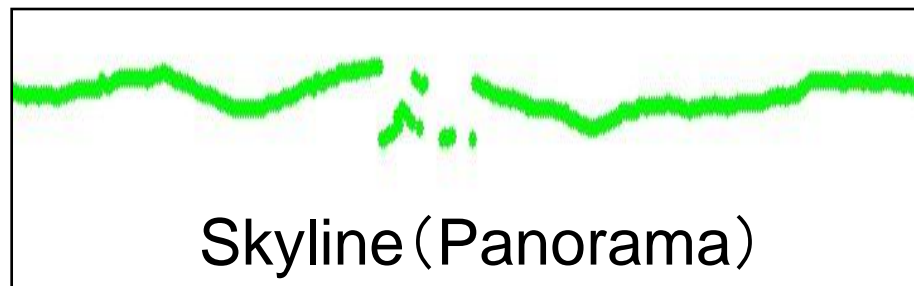
- ・カメラ情報をどのように利用するか
- ・位置情報データベースをどのように構築するか

# — Extraction of SKYLINE —



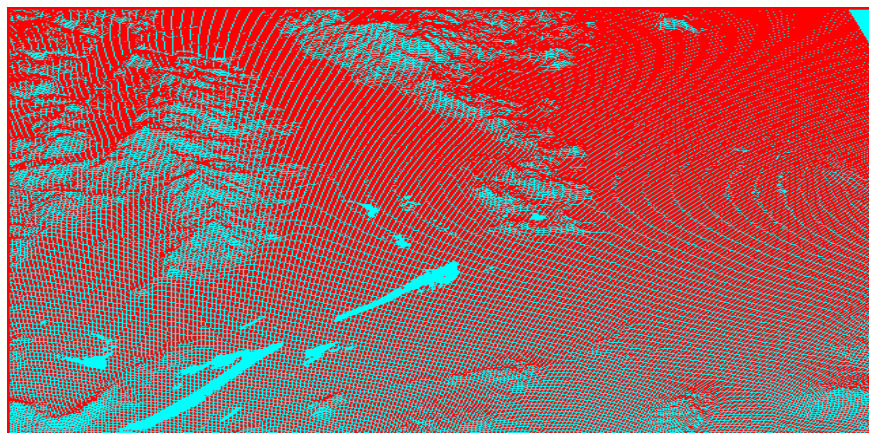
全方位カメラから得た画像情報より比較対象であるSkylineを画像処理で抽出する。

抽出したSkylineを推定Skylineと対応させることで、ローバーの現在位置を自律推定させる



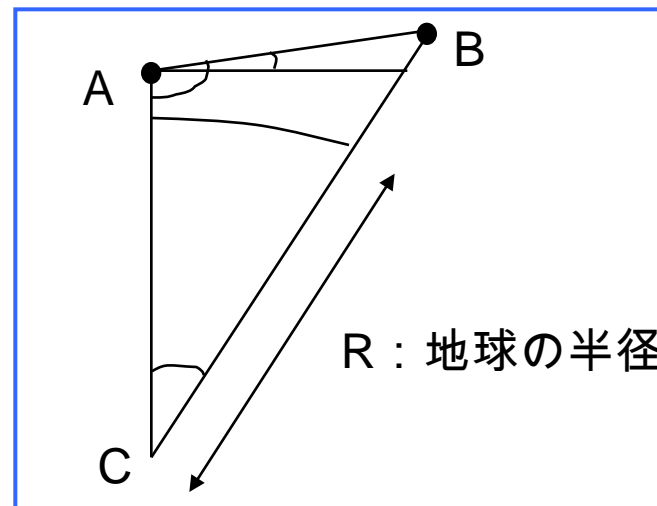
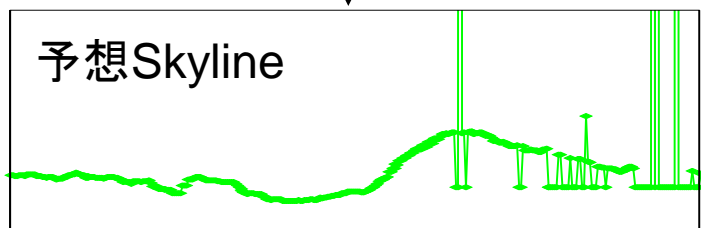


# — DEM: Digital Elevation Map —



NASAがSTS-99スペースシャトルを利用して全世界の1秒メッシュ(約30m毎)の地形高度情報を構築した。本プロジェクトでは、この情報を利用し、左図のDEMをOpenGLで表現した。

このDEMを利用することで、ある地点A, Bから見えると予想されるSkylineが計算できる。



# — Next Plan —



## 自己位置推定部門 今後の予定

**2009/08**

- 全方位カメラ, DEM, それぞれからのSkyline取得アルゴリズムの改善および改良を行う
- 自律で位置推定ができるように試みる
- 全方位カメラからのSkylineとDEMからの予想Skylineを肉眼で確認し, 本システムの有効性を検証する

**2009/09/12~21**

Black Rock Dessert, NV, U.S.A. にて実証実験

ARLISS 2009

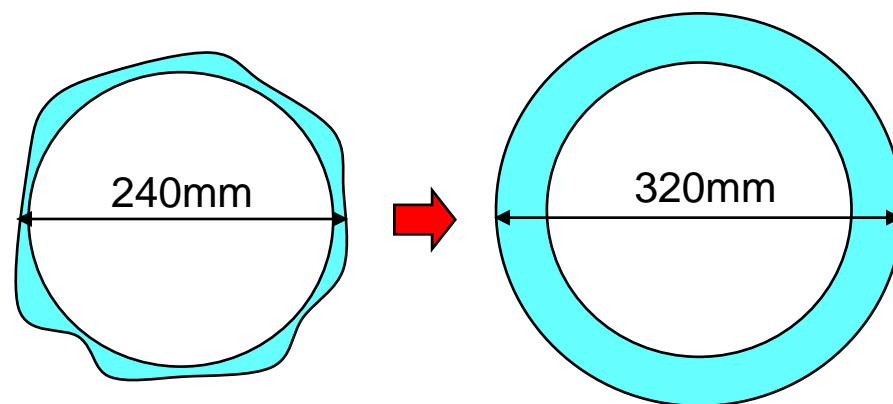
- ・ インフレーターブル車輪機構の開発



# プロジェクト概要

**インフレータブル**方式を利用して、車輪径が拡大する車輪の開発

圧縮空気が注入されたエアタンクと電磁弁を利用し、車輪を膨張させる

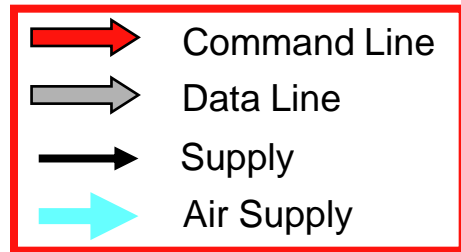
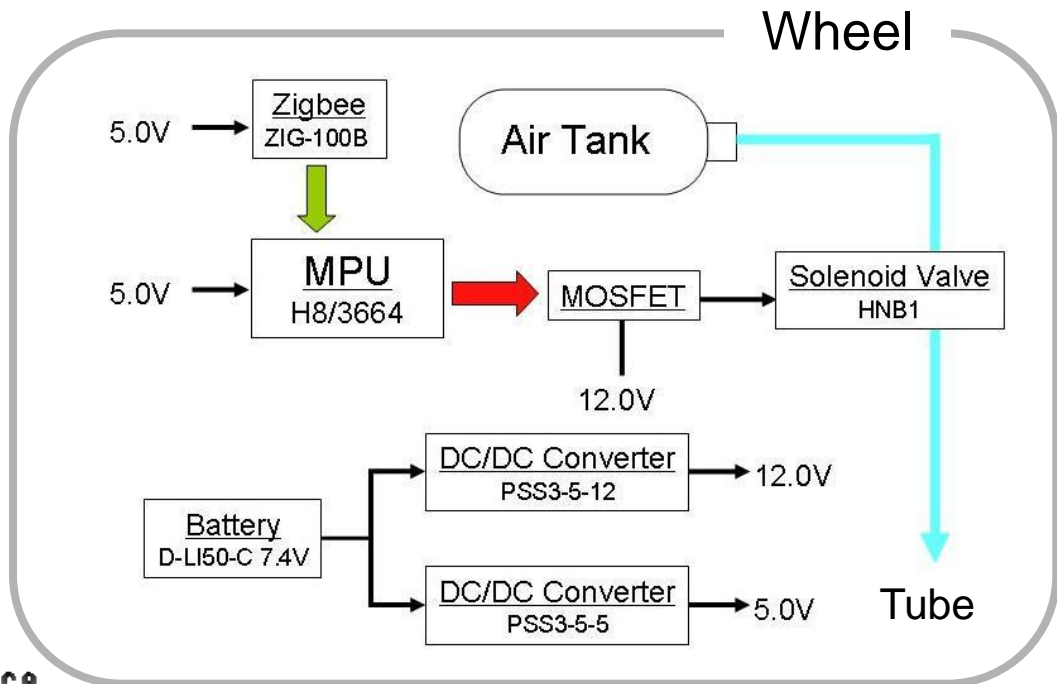


成功すれば、

小型探査ローバーにおけるインフレータブル車輪  
実現への大きな一歩となることが期待される

# インフレーターブル車輪の構造

- 車輪内部にタンク及び機器類を格納
- 本体から車輪内部のマイコンに指令を送り, 電磁弁を制御
- 機体は「LANTERN-1」を使用



# 進捗状況と今後の課題

## 車輪膨張試験

ZigBeeとマイコンを用いて電磁弁を遠隔制御し、車輪の膨張に成功



## 今後の課題

- 機器類をすべて車輪内部に収納
- タイヤチューブの固定方法
- パンク防止策の考案



## UNITEC-1/UOBC

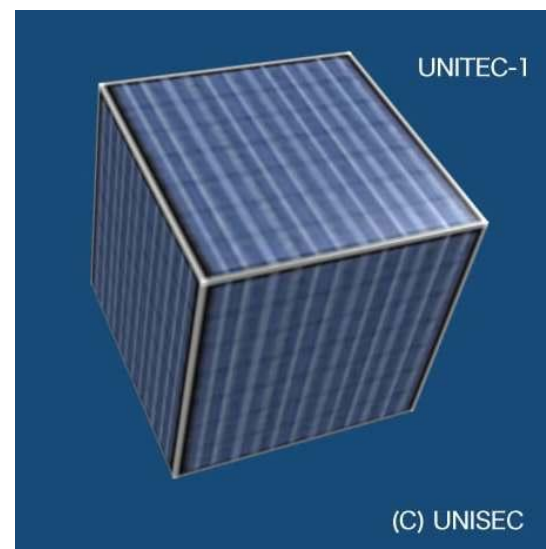
- ・東北大 UOBC開発

# UNITEC-1 UOBCコンペ (1/2)

-UNITEC-1とは、2010年5月頃にJAXAの金星探査機「Planet-C」の相乗りとして打ち上げ予定の衛星。

-地球重力圏を離れ、金星に向かって打ち出される世界初の大学開発の深宇宙衛星

-各大学が開発したオンボードコントローラ(UOBC)を6台搭載。深宇宙環境でいかに長く正常動作し続けられるかを競う**サバイバルコンペ**を実施する。



東北大で独自のUOBCを開発し、コンペに参加する



# UNITEC-1 UOBCコンペ (2/2)



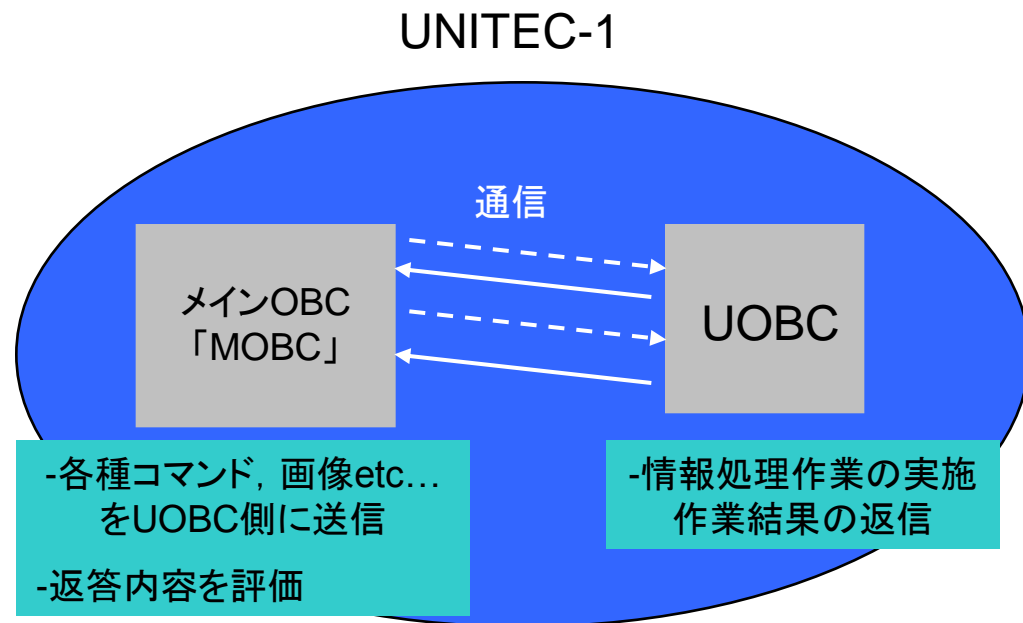
## <コンペの流れ>

金星に向かう軌道上, UNITEC-1本体のコンピュータ(MOBC)が定期的に各UOBCを順次起動.

各UOBCに対して, 特定の**情報処理作業(タスク)**を実施させる.  
作業結果をMOBCがモニターし, 評価点をつける.

### タスク内容

- ・一定間隔でテレメトリパケットを送信
- ・コマンドに対して一定時間内にACKパケットの返信
- ・画像パケットのCRCチェック
- ・画像データに対する何らかの演算結果の返信

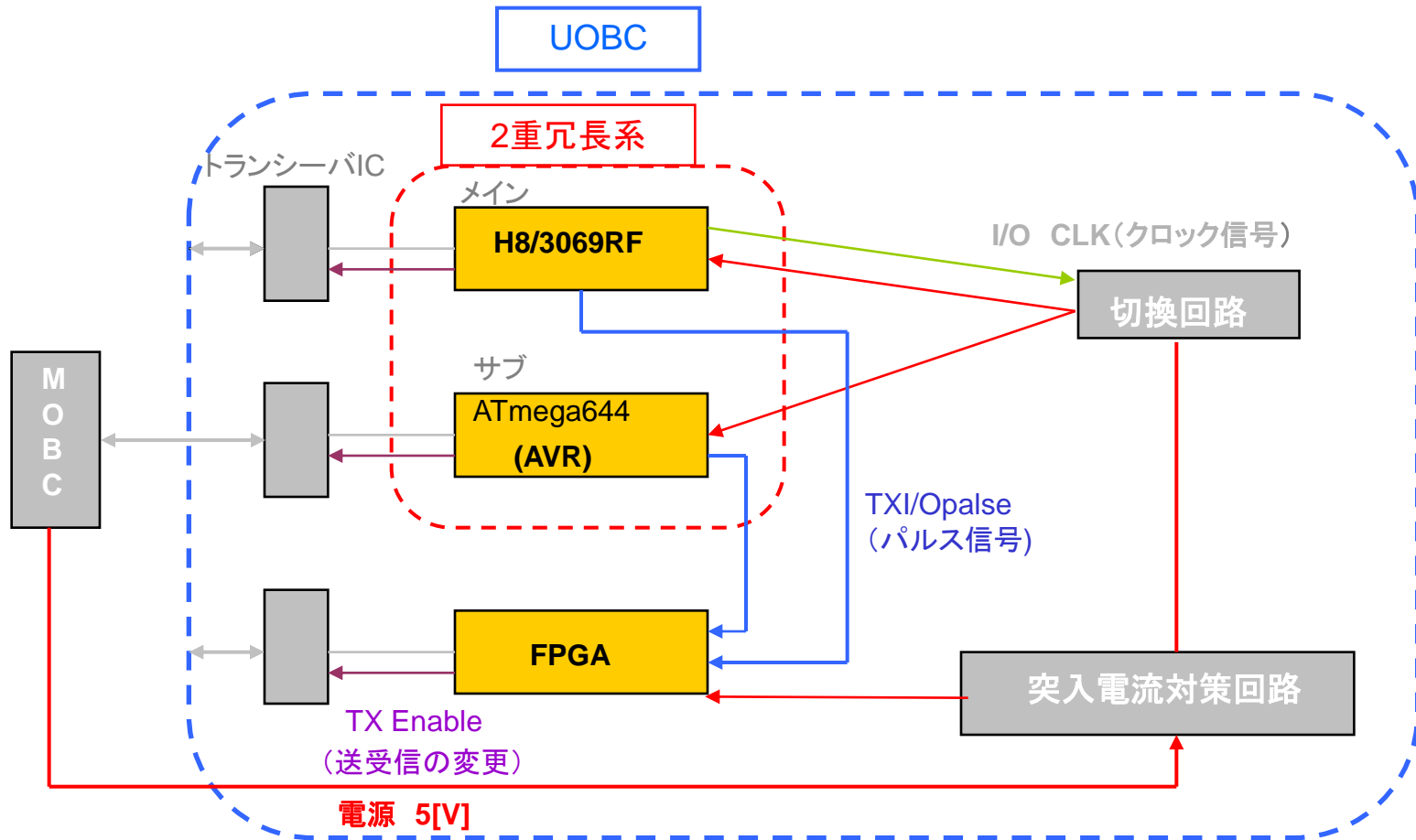


# 東北大 UOBC開発方針



東北大ではUOBC開発にあたって、以下の方針に沿って進めた。

- ・UNITEC-1のミッションの一つである「各種半導体部品や機器の宇宙環境下での特性を広く把握し、今後の宇宙開発につなげる」に則り、これまでの大学衛星開発で使用実績の無いMPUの搭載に挑戦する
- ・宇宙空間の放射線による誤動作(SEU), 故障に対して強くするために、なるべくアナログ回路を用いて回路設計を行う
- ・MOBCからの星画像パケットに対する演算処理は各UOBCごとの自由
  - スターセンサを開発, 搭載し, 処理を行う



# 東北大UOBC - 電源切換 2重冗長 -

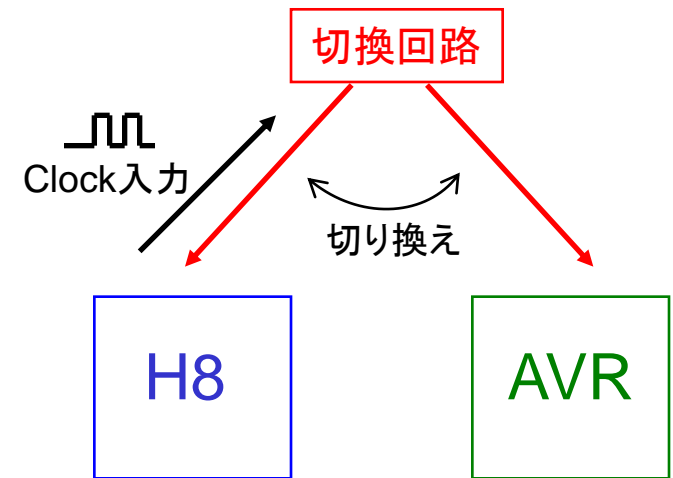
タスク処理用として、マイコンを2台搭載(H8, AVR). 誤作動, 故障の際に電源を切り換える切換2重冗長を構成する

## <特徴>

- ・切換回路を半導体ICを用いずに, アナログ回路で構成する
- ・これまで宇宙で使用実績のないAVRマイコンを冗長系に使用

### 冗長処理の流れ

- 電源投入後, H8が起動, AVRは電源OFFで待機
- H8は動作中, 常に一定のクロックを切換回路に入力
- 誤作動, 故障等によりクロックが消滅(一定時間High, またはLow)すると切換回路によりH8がOFF, AVRがONになる
- AVRが処理を継続する



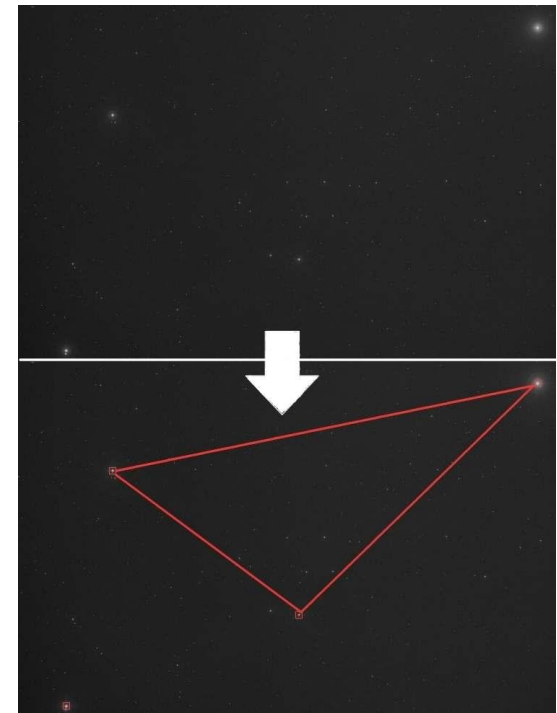
FPGA評価ボードを用いて、星の検出、データベースとの照合をおこなうスターセンサを独自に開発し、搭載する。



G-XCM-008 (FPGA評価ボード) を使用

## スターセンサ処理内容

- MOBCより送信される星画像から $5 \times 5$ ピクセル以上の大きさの星を検出
- 検出された星間の距離を計算し、フラッシュメモリ内のスターカタログと照合
- 星間の距離の組み合わせから、画像中の星のIDを求める



# 東北大UOBC開発 スケジュール



## - 進捗状況 -

- 4月 … マイコン等の学習, 使用MPUの選定
- 5月 … H8, AVR, FPGAコード作成
- 6月 … システム設計, BBMの作成, 構造解析
- 7月 … スターカタログ作成, EM基板回路設計,  
構体設計, 熱解析

## 今後の予定 …

8月第一週にEMを完成

東京理科大でのかみ合わせ試験の実施 (8/5~8/7)

九工大で振動試験, 熱真空試験の実施 (8/10~8/15)



7月現在の東北大UOBC