

NBU 日本文理大学  
NIPPON BUENAI UNIVERSITY

2021年度 7月14日 (水)  
**NBU CanSat Project**  
**PDR 設計基本審査会**



発表：吉田湧人 チーム代表

NBU CanSat Project 1

NBU 日本文理大学  
NIPPON BUENAI UNIVERSITY

**機体の要求仕様**

シーケンス	要求	仕様	完成度合い	リスク評価	検証方法	実現目標大会
キャリアから機体放出	機体が展開するまで、留まらせる	補助装置はキャリアに固定し、機体を支える	高い	小	試験	今大会
機体展開	滑空可能な形状にする。この時破損しないようにする。	キャリア収納時の形態から滑空可能な形態に変形する	低い	大	試験	今大会
機体分離	機体を投下する	機体が補助装置と分離する	高い	小	試験	今大会
垂直落下	機体上げできる程度の速度にする。(加速しすぎダメ)	加速させる	高い	中	解析	今大会
機首上げ	ゴールを目指すことが出来る姿勢にする。	滑空できる状態(姿勢、速度、機体形)にする	低い	大	解析	今大会
ゴールへ旋回	ゴールを目指す	進路変更する	未	大	解析	2022能代
滑空	落下することなく、ゴールを目指す	滑空する	低い	大	試験/解析	2022種子島
着陸	破損することなくゴール地点に着く	軟着地する	低い	小	試験/解析	2023種子島

■ 2021能代で特に改良したい部分  
■ 2021能代の時点では達成を目指さない

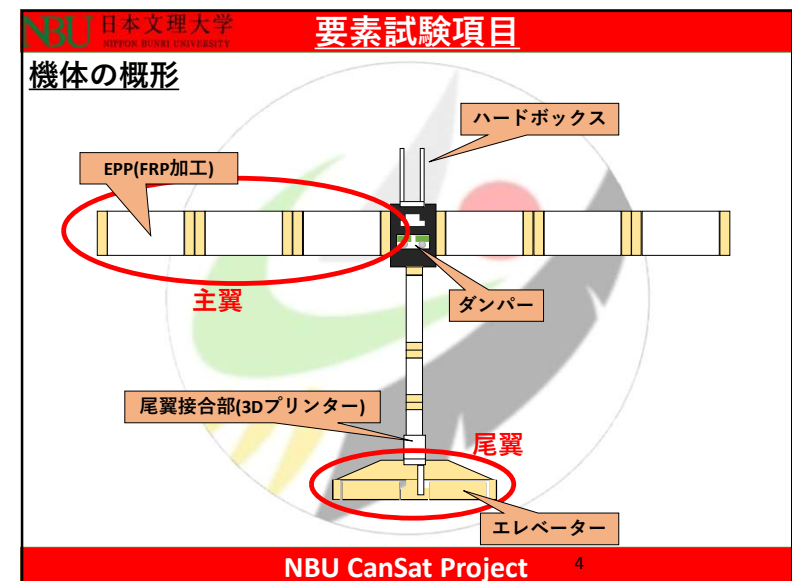
NBU CanSat Project 3

NBU 日本文理大学  
NIPPON BUENAI UNIVERSITY

**PDR**

- 機体の要求仕様
- 要素試験項目
- 要素試験 概要
- FMの設計方針

NBU CanSat Project 2



NBU 日本文理大学

## 要素試験項目

### MDR時点で予定していた要素試験

※優先度の高い順

- A 機体の展開維持の方法
- B ハードボックスの強度
- C 尾翼部分の改良
- D ジャイロセンサーと $\phi$ センサー

### 実際に行った要素試験

- A 機体の展開維持の方法

### 備考

項目B～Cについて行わなかった理由

今大会で1番優先順位の高い項目Aを実現するにあたって問題が多く発生したため、その問題を解決するほうを優先させた。  
その結果スケジュールに間に合わず、項目B～Cの実現は項目Aの実現の後にすることとした。

※遅らすことができると判断した根拠は次ページに追記

NBU CanSat Project 5

NBU 日本文理大学

## 要素試験概要

### A 機体展開維持の方法

シーケンス該当部分 ⇒ 機体展開、機首上げ

機体の該当部分 ⇒ 主翼 (No.3-R、No.3-L)

### < 必要な理由 >

設計上、要求を満たすには展開した形状を維持し続ける必要があるが、展開を維持することが現状出来ていないため。

### < 検証方法 >

主翼を揚力が加わる方向を向下にし、胴体を固定する。  
翼端に適切な荷重をかけ、ヒンジが曲がらないか、翼が折れないかを確認する。  
また、ヒンジは1部分のみある状態で、根元から中央、翼端側の、順で上記を確認し、最終的に全てヒンジがある状態で確認する。

NBU CanSat Project 7

NBU 日本文理大学

## 要素試験項目

### 遅らすことができると判断した根拠

### B ハードボックスの強度

項目Bと項目Cはどちらか一方を軽量化してしまうと重心位置が大幅に偏ってしまう  
現状では全体質量は重くなっているが、重心位置のつり合いはとれるように設計されているため

### C 尾翼部分の改良

項目Bと同じ

### D ジャイロセンサーと $\phi$ センサー

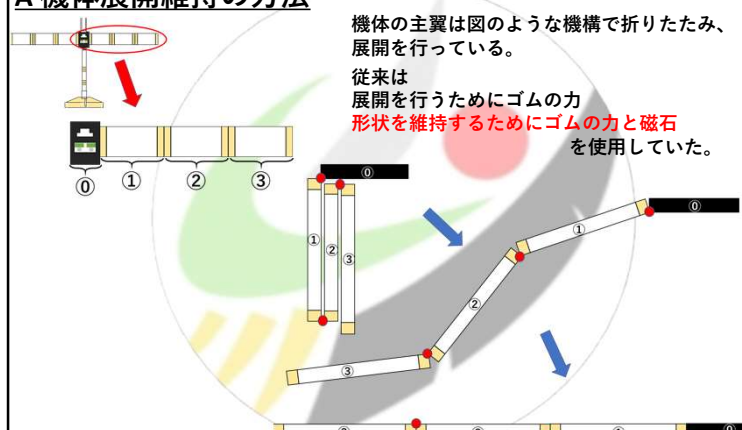
現状では構造がかかえる問題により、制御はほとんど関係がない状態である。  
シーケンス上では機首上げをしたのちに必要な仕様となるため、今大会では断念することとする

NBU CanSat Project 6

NBU 日本文理大学

## 要素試験概要

### A 機体展開維持の方法



機体の主翼は図のような機構で折りたたみ、展開を行っている。  
従来は展開を行うためにゴムの力  
形状を維持するためにゴムの力と磁石  
を使用していた。

NBU CanSat Project 8

NBU 日本文理大学 要素試験 概要

### A 機体展開維持の方法

今大会出場の機体では形状を維持する機構として  
結束バンドを用いる

NBU CanSat Project 9

NBU 日本文理大学 要素試験 結果

### A 機体展開維持の方法 ⇒ 荷重試験

#### ② 試験結果

I. ①と①の間

結果：クリア

しかし、ISTS2020の投下時は機体が反転してしまい、本来とは逆向きに荷重がかかり、根元から折れ曲がってしまった。

よって反転した向きでも試したところ・・・

結果：結束バンドの返しの部分が破損

NBU CanSat Project 11

NBU 日本文理大学 要素試験 結果

### A 機体展開維持の方法 ⇒ 荷重試験

主翼の片翼の翼端に荷重をかけ、ヒンジ（結束バンド）にかかる  
モーメント荷重の耐久性を測定する

#### ① 試験条件

荷重の錘の重量設定：機体全体質量を500gと考えると、片翼が支える重量は250g  
安全率として250gを1.8倍した450gと設定。  
ちょうどよい錘がない関係で実際は約480gの錘を使用（未開封のアルコールを使用）

※安全率は航空機で一般的な1.5倍よりやや大きく設定

負荷をかける位置：はじめに①と①の間のヒンジのみ負荷する。（他のヒンジは固定）  
次に①と②の間のみ、③と②の間のみ順で試験を行い、  
全てクリアした場合はすべて固定なしで実施する。

※クリアとは負荷した時に結束バンド、翼、ヒンジすべてが破損しないとき

NBU CanSat Project 10

NBU 日本文理大学 要素試験 結果

### A 機体展開維持の方法 ⇒ 荷重試験

右図のように結束バンドを2本用いて試した

結果：クリア

II. ①と②の間

結果：クリア

III. ②と③の間

結果：クリア

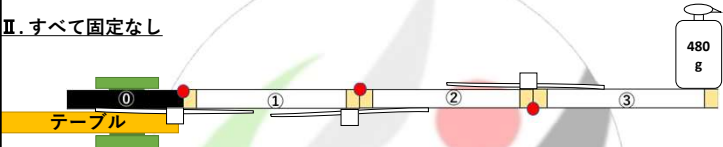
いずれも反転した場合も備えて検証した

NBU CanSat Project 12

NBU 日本文理大学 要素試験 結果

A 機体展開維持の方法 ⇒ 荷重試験

II. すべて固定なし



荷重試験 II 動画

結果：クリア

NBU CanSat Project 13

NBU 日本文理大学 要素試験 結果

A 機体展開維持の方法

②考察

- ・主翼の展開維持が不十分という問題は結束バンドを使うことにより解決。
- ・主翼を展開することにおいても問題はなく、結束バンドが緩衝材として働き、ダンパーがいらない可能性もある。

一方で、試験のように3つのヒンジに結束バンドを付けた結果 キャリアに入らないという問題が発生


荷重に耐える と キャリアに収める  
を実現させるために、お互いが上手く実現できる  
落としどころを探さなければならなくなった

NBU CanSat Project 15

NBU 日本文理大学 要素試験 結果

A 機体展開維持の方法 ⇒ 翼展開試験

結束バンドを付けてた状態で翼が十分に展開するかの確認



翼展開試験 動画

結果：3つの関節にそれぞれ2つずつの結束バンドを付けた場合でも十分な展開に成功

NBU CanSat Project 14

NBU 日本文理大学 FMの設計方針

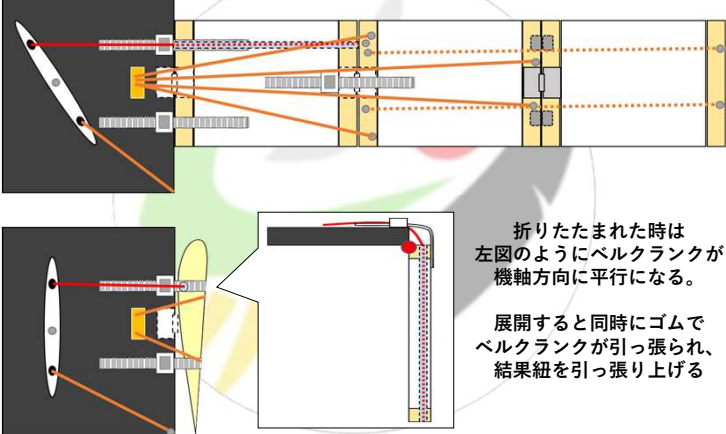
従来からの改善

全体スケール No.	小スケール No.	名称	前年度からの変更の有無	備考
No.3-R	No.3-R-①	主翼 右 ①	有り	要素試験項目Aに基づいて変更の予定
	No.3-R-②	主翼 右 ②	有り	
	No.3-R-③	主翼 右 ③	有り	
	No.3-R-①	ヒンジ①	無し	
	No.3-R-②	ヒンジ②	無し	
	No.3-R-③	ヒンジ③	無し	
	No.3-R-A	主翼接合部A	有り	紐を通すパイプを入れるため穴をあける (要素試験項目A)
	No.3-R-B	主翼接合部B	有り	
	No.3-R-C	主翼接合部C	無し	
	No.3-R-D	主翼接合部D	無し	
	No.3-R-E	主翼接合部E	無し	
	No.3-R-F	主翼接合部F	無し	
No.3-L	No.3-L-①	主翼 左 ①	有り	要素試験項目Aに基づいて変更の予定
	No.3-L-②	主翼 左 ②	有り	
	No.3-L-③	主翼 左 ③	有り	
	No.3-L-①	ヒンジ①	無し	
	No.3-L-②	ヒンジ②	無し	
	No.3-L-③	ヒンジ③	無し	
	No.3-L-A	主翼接合部A	有り	紐を通すパイプを入れるため穴をあける (要素試験項目A)
	No.3-L-B	主翼接合部B	有り	
	No.3-L-C	主翼接合部C	無し	
	No.3-L-D	主翼接合部D	無し	
	No.3-L-E	主翼接合部E	無し	
	No.3-L-F	主翼接合部F	無し	

NBU CanSat Project 16

NBU 日本文理大学 FMの設計方針

### 変更部分の設計方針



折りたたまれた時は左図のようにベルクランクが機軸方向に平行になる。

展開すると同時にゴムでベルクランクが引っ張られ、結果紐を引っ張り上げる

NBU CanSat Project 17

NBU 日本文理大学 FMの設計方針

### 変更部分の設計方針

- ・ ①と②の間のヒンジは試験通り2つの結束バンドを使用
- ・ ①と②の間のヒンジには、1つの結束バンドと②の翼に翼端方向のパイプを入れ、紐を通し、胴体のベルクランクで引っ張る機構を検討中
- ・ ②と③の間のヒンジは今まで通りゴムの力と磁石を用いるが、磁石の固定方法は見直す

NBU CanSat Project 18