

小型衛星合成開口レーダ アンテナパネルの地上展開実験

Ground simulation test of SAR antenna panel deployment for small SAR satellite

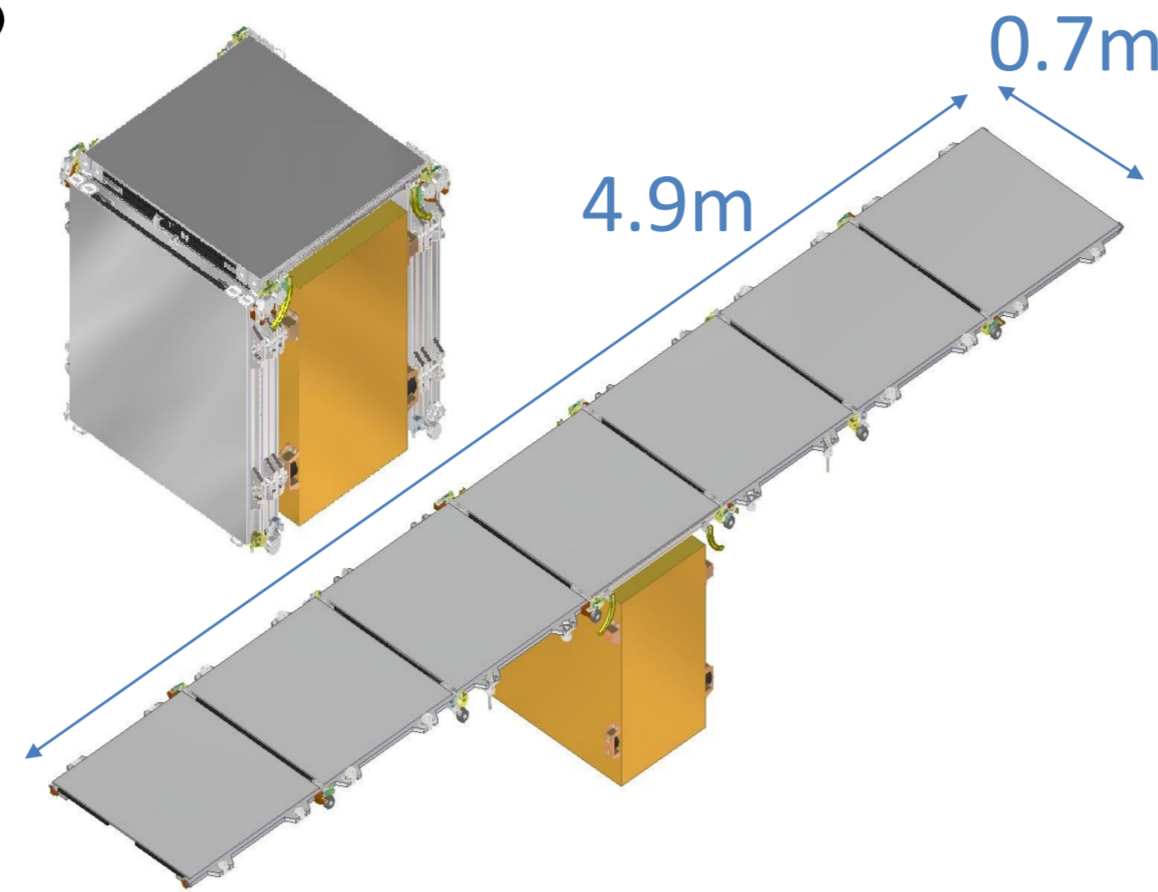
友田孝久⁽¹⁾ 和田紗希⁽²⁾ 中村和行⁽³⁾ 松村健三⁽³⁾ 竹内伸介⁽⁴⁾ 田中宏明⁽⁵⁾ 金子智喜⁽⁶⁾ 齋藤宏文⁽⁴⁾
(1)トコム (2)東京大学 (3)株式会社テクノソルバ (4)JAXA (5)防衛大学校 (6)日本大学

1. はじめに

小型衛星合成開口レーダのアンテナの特徴:

- (1) 100kg級の小型衛星に搭載
- (2) 0.7m x 0.7m平面アンテナパネルが中央と左右両翼3枚ずつ
- (3) アンテナは打ち上げ時には、片翼厚み15cmに収納されているが、展開後には、0.7m x 4.9mのサイズとなる

アンテナ展開機能確認モデルを使って、地上展開試験を実施したので、その実験手法及び結果について報告する。



2. アンテナパネルの機構設計

アンテナの機構設計の方針:

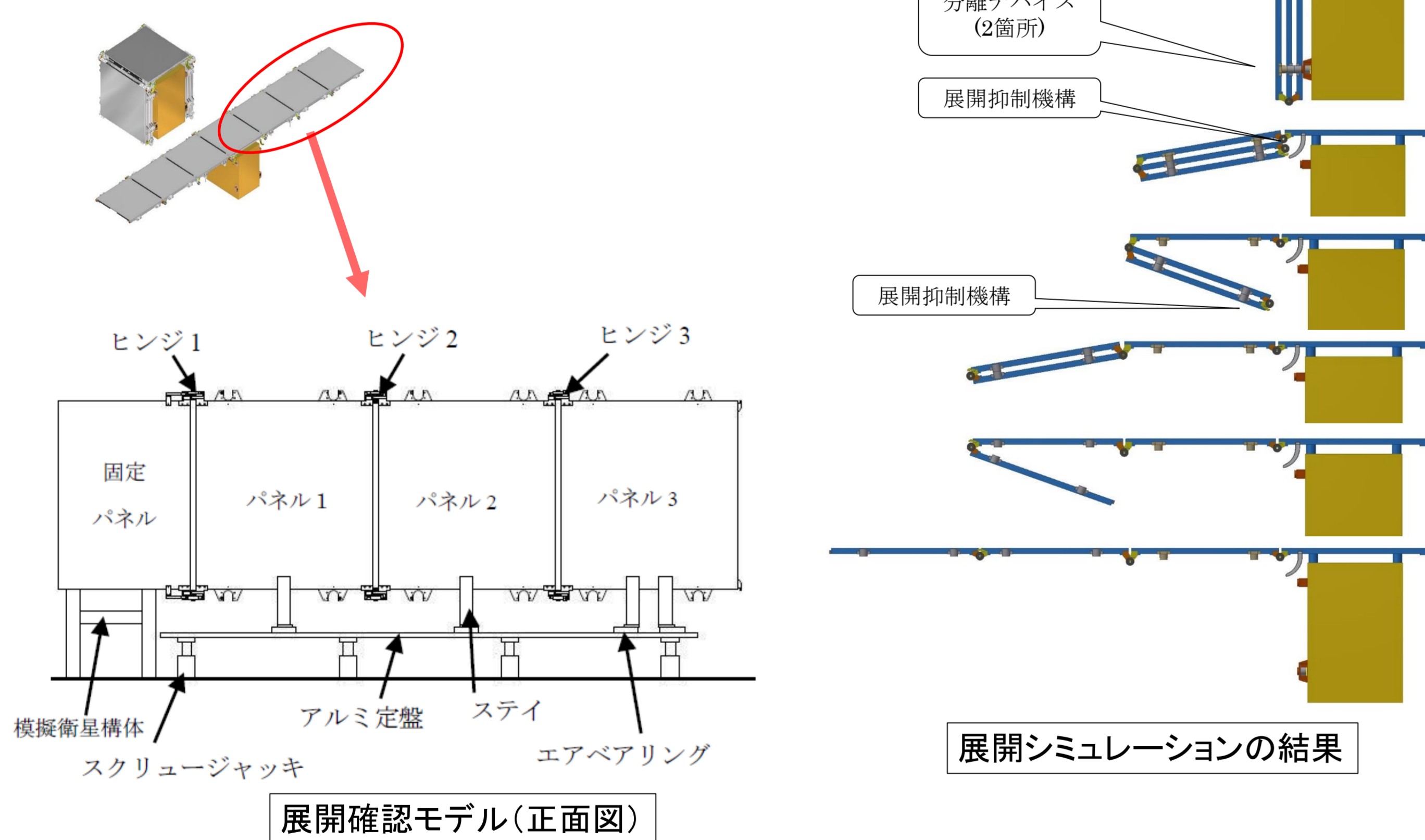
- (1) アンテナの電波の放射面側に突起が無いこと → 巻き込み型の展開方式を選択
- (2) 簡便でシンプルな機構 → 機械式の展開抑制機構の採用 (同期機構無し)

3. アンテナパネル面精度

面精度の要求値は1.0mmRMS以下
その誤差要因と目標値の内訳は下表

パネル製造時の面精度	0.2mmRMS以下
パネルの熱歪変形	0.6mmRMS以下
ヒンジ展開角再現性	1/100度以下 (0.3mmRMS以下)
ヒンジ熱変形	TBD

4. 展開機能確認モデル



展開機能確認モデルは、衛星の片翼部分を想定。固定パネルは、衛星構体に固定され、それにアンテナ模擬パネルが1, 2, 3と接続されている。



5. 展開確認モデルのセッティングと展開試験

浮上させない状態で、エアベアリングの下面の全面をアルミ定盤に水平に接しさせる

- ① パネルを収納状態と
- ② 展開状態で
- ③ 4つのエアベアリングとも

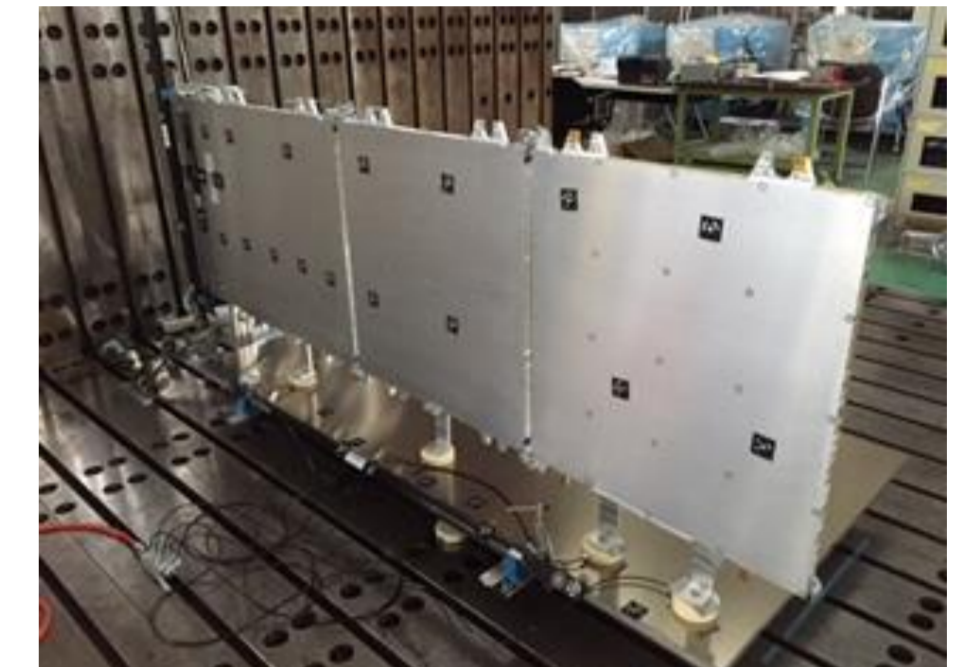
<具体的な対応>

- (1) アルミ定盤が水平になるように、8個のスクリージャッキで調整
- (2) 4つのエアベアリングとアルミ定盤との隙間が0.03mm以下になるように、シムを入れて調整
- (3) 各パネルが垂直であるように調整する

閉じた状態



開いた状態

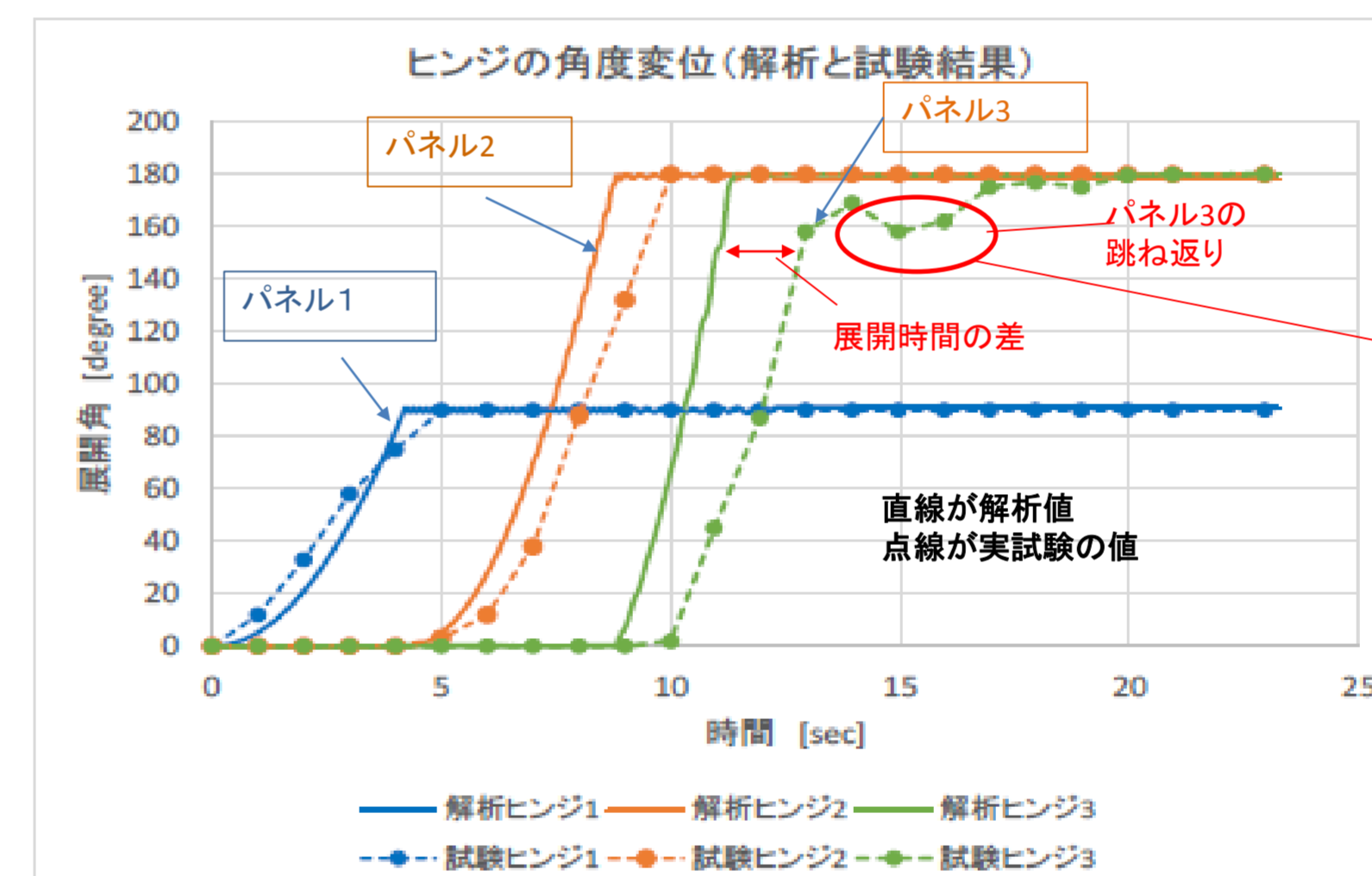


6. 評価結果

(A) 展開挙動評価

おおよそ、設計通りの展開挙動の確認ができた。

<角度変位のシミュレーションと試験結果の比較>



展開静定角

	平均値 [deg.]	標準偏差 [deg.]
固定パネル-パネル1間	-0.179	0.0027
パネル1-パネル2間	-0.374	0.0033
パネル2-パネル3間	-0.764	0.0070

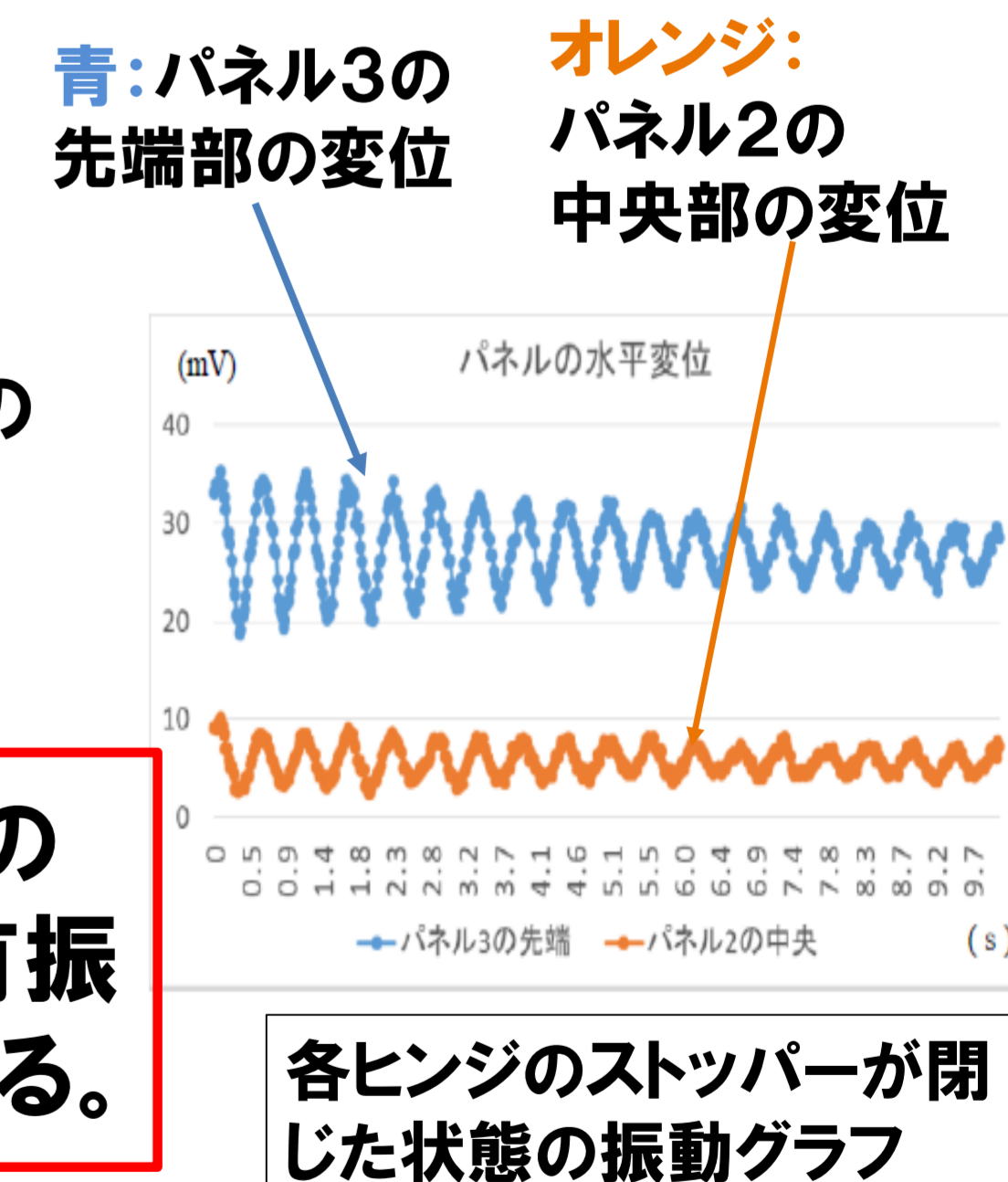
(B) 展開静定角評価

- ・20回のパネル展開試験を実施
- ・エアベアリングの浮上をさせたままの状態での測定 (建物設備圧縮空気の使用)

角度標準偏差が最大でも、7/1000度程度であり、各ヒンジの角度目標である1/100度以下を満足できる見通しがついた。

(C) 展開後の固有振動数評価結果

- ・展開後、エアベアリング浮上状態で測定
- ・軽く先端部をタップしてパネルを変位させ、10秒経過後、各ヒンジのストッパー同士が接触した後のパネル全体での固有振動数を測定



このグラフをFFTで解析したところパネルの固有振動数は約1.81Hz。解析による固有振動数の値(1.96Hz)と近い数値となっている。

結果まとめ

- (1) 今回の展開機能確認モデルにより、展開基本動作の確認をすることができた。
- (2) ヒンジの角度目標に対して、良好な値の展開角度再現データを取得することができ、目標達成※のめどがついた。
- (3) アンテナ展開後の固有振動数を測定し、解析結果(1.96Hz)とほぼ一致した値(約1.81Hz)が得られた。
- (4) エアベアリングのステイについて、今回低コスト化のためにバネと球形軸受を省いたが、今後はそれらを盛り込んだステイを作製し、精度の高い実験環境の構築を進め、次期モデルの評価に繋げていきたい。

※:面精度1.0mmRMS以下