



## JAXA 6.5m × 5.5m低速風洞における NASA CRM 160%模型ストラット支持試験について

廣谷 智成、香西 政孝、三木 肇、内山 貴啓、  
須谷 記和(宇宙航空研究開発機構)、  
秀徳 宏之(IHIエアロスペース・エンジニアリング)

2019.05.31

- 1 - 第95回風洞研究会議@防衛装備庁航空装備研究所



### 背景(試験設備)



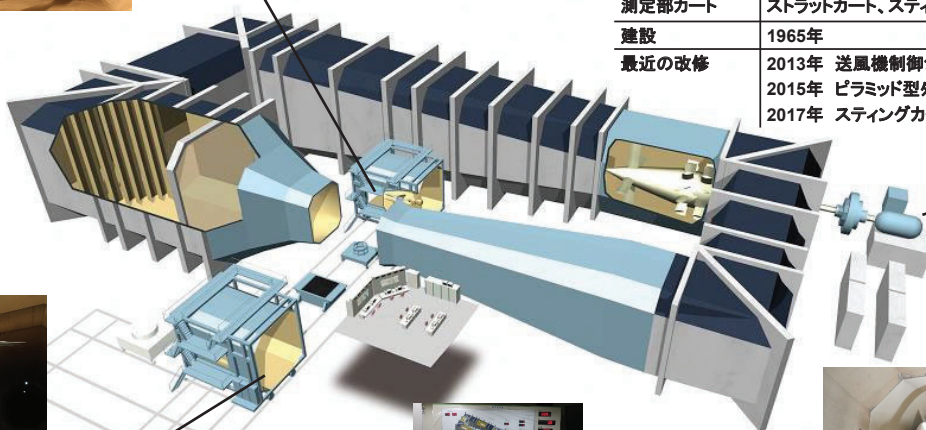
#### 6.5m × 5.5m低速風洞



ステイングカート



ストラットカート



項目	諸元
形式	連続循環式風洞(大気圧)
測定部	高さ 6.5m × 幅 5.5m (四隅に1mの切り欠きがある八角形)
縮流比	5.33(集合胴サイズ:高さ 15m × 幅 12.5m)
風速	~70 m/s
送風機	3,000kW電動機による駆動 可変ピッチ及び回転数による風速制御
測定部カート	ストラットカート、ステイングカート、開放
建設	1965年
最近の改修	2013年 送風機制御システム改修 2015年 ピラミッド型外挿式6分力天秤改修 2017年 ステイングカート改修

電動機  
3,000kW



制御盤



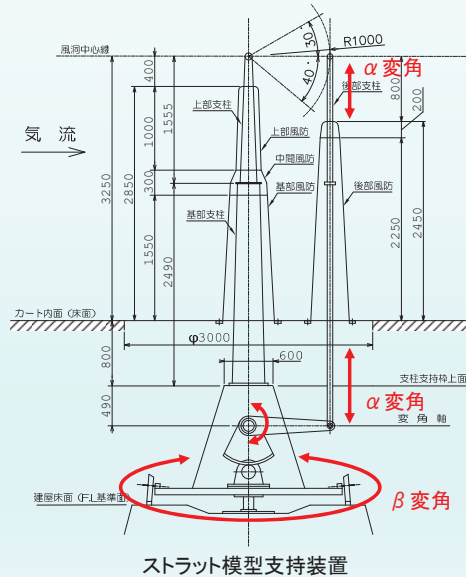
送風機  
φ9.3m

2019.05.31

- 2 - 第95回風洞研究会議@防衛装備庁航空装備研究所

## 背景 (試験設備 ストラット支持)

- 2本のストラット(前後)による下方支持での試験が最も多い  
(ピラミッド型外挿式6分力天秤により6分力を計測)
- 風洞建設当初からの支持方法



2019.05.31

- 3 - 第95回風洞研究会議@防衛装備庁航空装備研究所

## 背景

- JAXA 6.5m × 5.5m低速風洞は国内最大級の開発風洞の一つ
- 開発風洞における試験では、データの再現性が重要
- 気流の特性検討、維持管理を目的とした試験を定期的を実施
- 2017年にNASA CRM 160%模型を整備  
(NTFで使用されている模型の160%、オリジナル形状の4.32%)

### 本風洞の標準模型として利用

- ✓ 基本空力データを取得、蓄積
- ✓ 実施時期による差異にも注目  
(気流温度、湿度)
- ✓ 将来的には他風洞との比較

### スティング、ストラット両方での支持が可能

- ✓ 支持方式の差異
- ✓ ストラット支持の影響評価

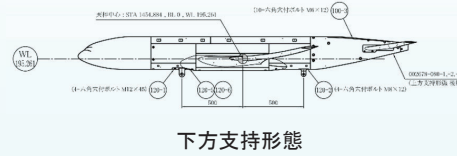
2019.05.31

- 4 - 第95回風洞研究会議@防衛装備庁航空装備研究所

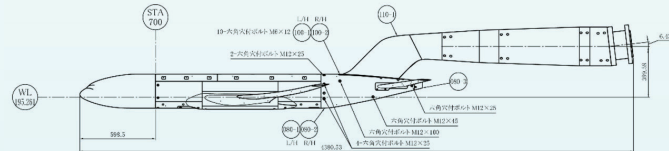
## 背景 (NASA CRM 160% 模型)

- 全長: 2.711[m]
- スパン長: 2.539[m]
- 基準面積: 0.716[m<sup>2</sup>]
- 縦基準長: 0.303[m]
- 横基準長: 2.539[m]
- ラフネス有り
  - ✓ 位置: 主翼、水平尾翼、ノーズ
  - ✓ 高さ: 11.4[in/1000]

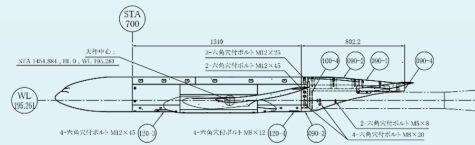
### ストラット支持



### ステイング支持



上方支持形態



後方支持形態

2019.05.31

- 5 - 第95回風洞研究会議@防衛装備庁航空装備研究所

## 目的

- 開発風洞では気流状態及び計測システムの定期的精度確認が必要
- LWT1において、NASA CRM160%模型の基本空力データを取得、蓄積



LWT1ストラット支持でのNASA CRM160%模型試験結果は未公開であるため、公開する

- NASA CRM160%模型では、ステイング、ストラット両方での支持が可能
- ステイング支持(上方支持)とストラット支持(下方支持)での計測結果の比較が可能



NASA CRM160%模型についてストラット支持の影響を把握

2019.05.31

- 6 - 第95回風洞研究会議@防衛装備庁航空装備研究所

- 試験期間: 2018年10月、2019年3月  
~4月
- 使用風洞: 6.5m × 5.5m低速風洞
- 使用カート: ストラットカート
- 使用模型: NASA CRM160%模型
- 支持方法: ストラット(下方)支持
- 計測項目: 風洞基準量、模型姿勢角、  
全機6分力、模型変形

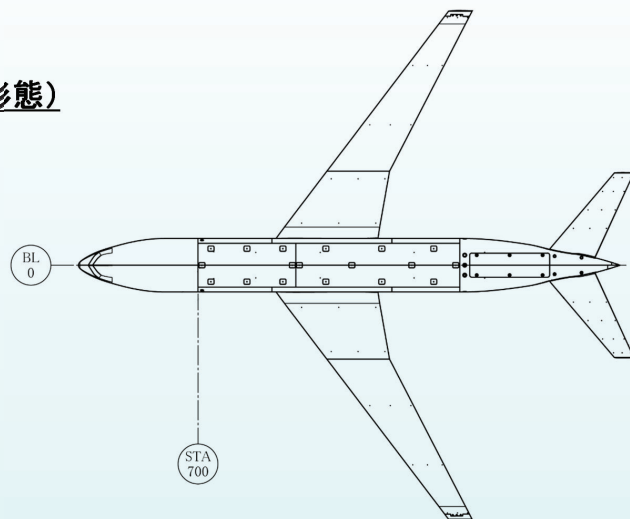


2019.05.31

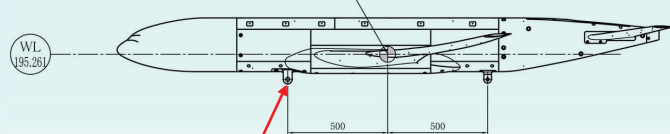
- 7 - 第95回風洞研究会議@防衛装備庁航空装備研究所

### NASA CRM 160%模型(下方支持形態)

- 全長: 2.711[m]
- スパン長: 2.539[m]
- 基準面積: 0.716[m<sup>2</sup>]
- 縦基準長: 0.303[m]
- 横基準長: 2.539[m]
- ラフネス有り
  - ✓ 位置: 主翼、水平尾翼、ノーズ
  - ✓ 高さ: 11.4[in/1000]



空力基準点: STA 1454.884, BL 0, WL 195.261



天秤中心: STA 954.884, BL 0, WL 70.26

2019.05.31

- 8 - 第95回風洞研究会議@防衛装備庁航空装備研究所

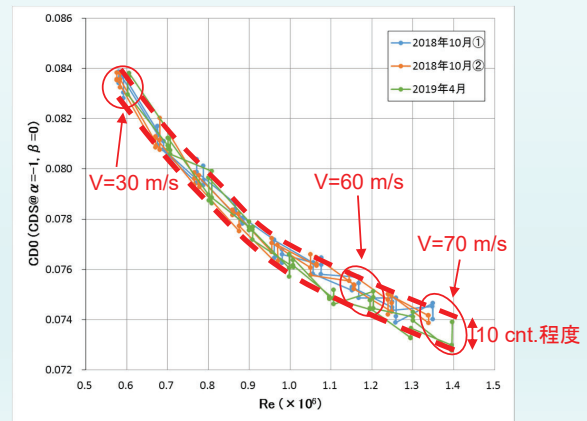
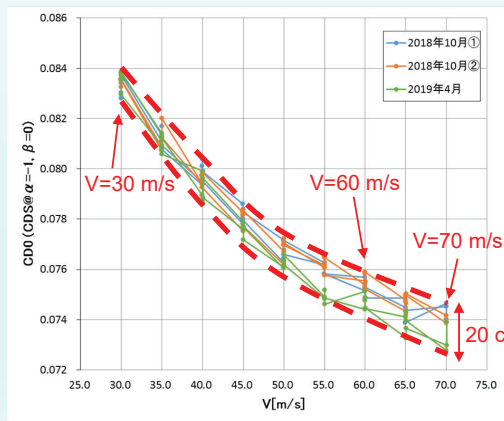


## 気流条件パラメータ



- 従来、試験間の再現性確認パラメータ(気流条件)として、風速を一致させていた
- 試験実施時期により、気流温度、湿度が異なり、Re数が異なる

気流条件パラメータの見直し  
Re数を一致させて、特に試験間の再現性を確認



NASA CRM 160%模型試験結果(後方支持)

2019.05.31

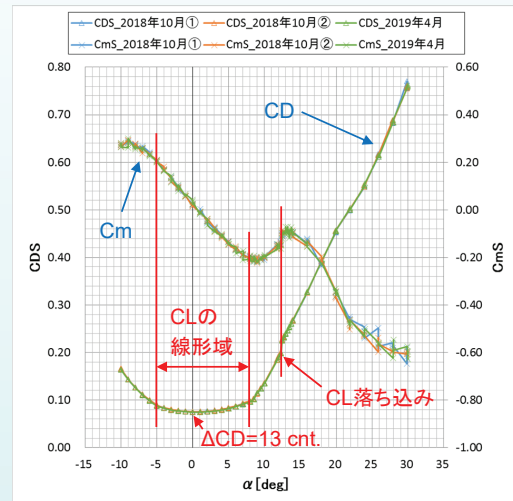
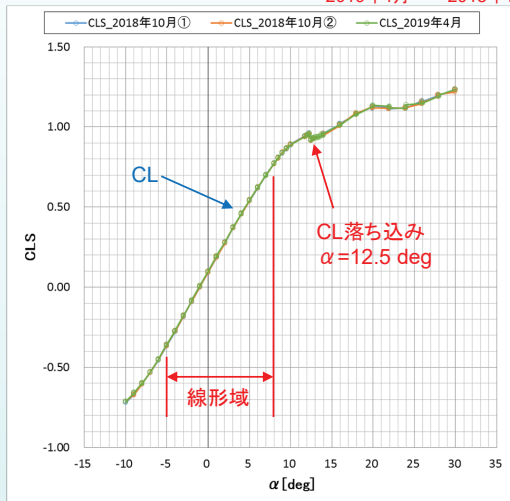
- 9 - 第95回風洞研究会議@防衛装備庁航空装備研究所



## 試験結果(基本特性、再現性)



Re=1.1 × 10<sup>6</sup> (V=52~53, 55~58[m/s])、β=0[deg]、α変角



- 良好な再現性
- CLが少し落ち込む迎角も再現(近傍の設定 Δα=0.25 deg)
- CLの落ち込みは스팅(上方)支持でも同迎角で確認

2019.05.31

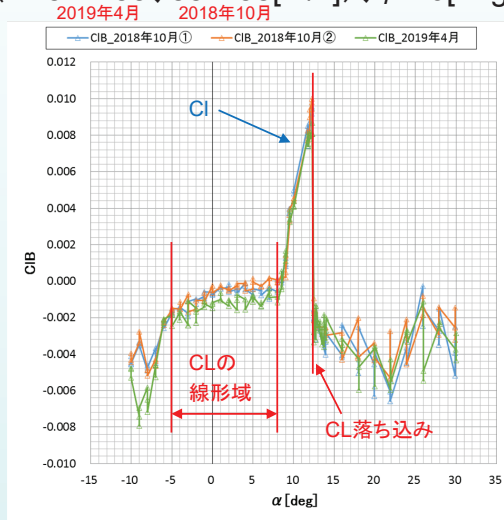
- 10 - 第95回風洞研究会議@防衛装備庁航空装備研究所



### 試験結果 (基本特性、再現性)



Re=1.1 × 10<sup>6</sup> (V=52~53、55~58[m/s])、β=0[deg]、α 変角



- CY、Cnも同様の傾向 (CYは正負が逆)
- 主翼の剥離状態が左右非対称 (α=8.0~12.5 deg) になっていると考えられる

2019.05.31

- 11 - 第95回風洞研究会議@防衛装備庁航空装備研究所



### 試験結果 (基本特性、再現性)



V=30 [m/s] (Re=0.56 × 10<sup>6</sup> ~ 0.57 × 10<sup>6</sup>)、β=0[deg]、α 変角



- 主翼の剥離状態が左右非対称となる迎角範囲はRe数に依存
- 非対称の向き、迎角範囲は風洞固有、模型固有か？
- 他風洞 (TWT1、LWT2) での結果と比較予定

2019.05.31

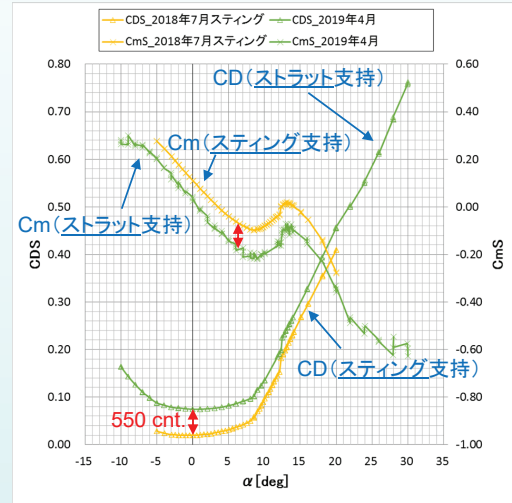
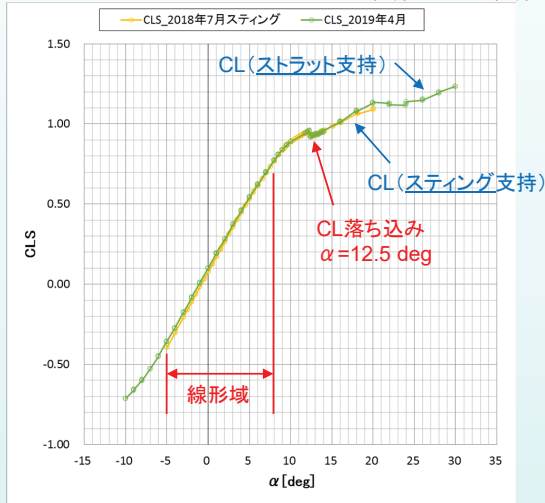
- 12 - 第95回風洞研究会議@防衛装備庁航空装備研究所

## 試験結果(ストラット支持の影響)

### スティング支持(上方支持)での計測結果と比較

Re=1.1 × 10<sup>6</sup> (V=52~53, 60~61[m/s])、β=0[deg]、α変角

2019年4月 2018年7月



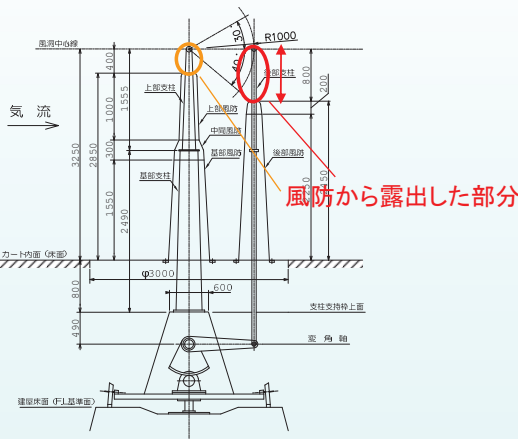
参考文献: Uchiyama, T. et al., "Experimental Investigation of a 160% Scaled NASA Common Research Model at Low Speed Conditions," AIAA SciTech 2019.

- 特にCD、Cmでは支持方法の差異が顕著に現れている
- CLの線形域、落ち込みがある迎角は同じ
- 主翼の剥離状態は再現していると考えられる(翼への影響は限定的)

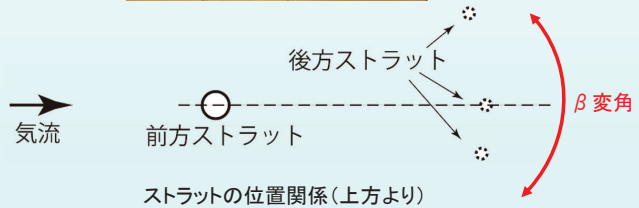
2019.05.31

- 13 - 第95回風洞研究会議@防衛装備庁航空装備研究所

## 試験結果(ストラット支持の影響)



ストラット模型支持装置



- ストラット(風防からの露出部)が受ける力が大きい
- β変角により、前方、後方ストラットの位置関係が変わる(後方ストラットの剥離状態も変化)

2019.05.31

- 14 - 第95回風洞研究会議@防衛装備庁航空装備研究所



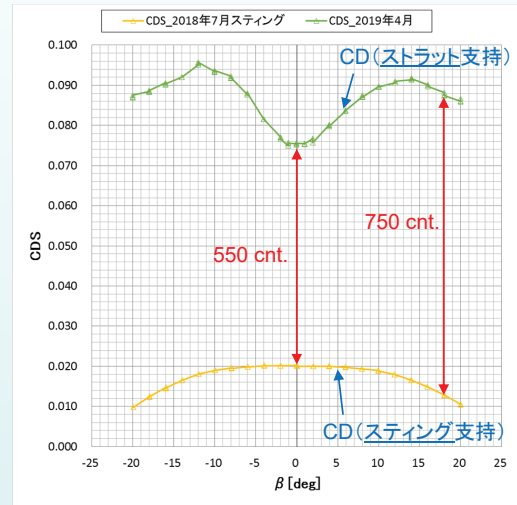
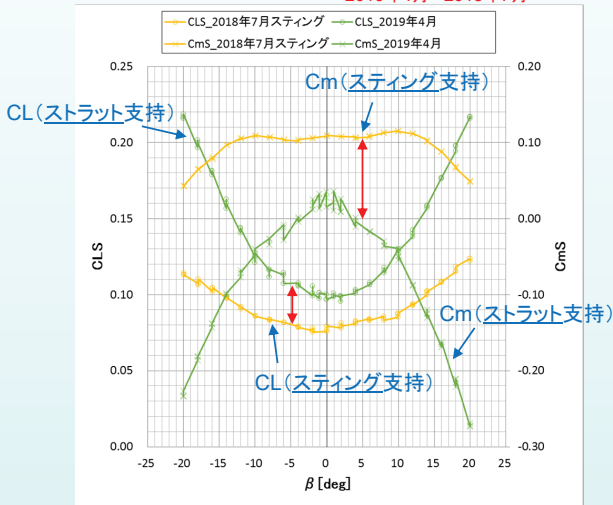
## 試験結果(ストラット支持の影響)



### スティング支持(上方支持)での計測結果と比較

Re=1.1 × 10<sup>6</sup> (V=53, 60[m/s])、α=0[deg]、β 変角

2019年4月 2018年7月



- 各分力とも支持方法の差異が現れている
- ストラット(風防からの露出部)が受ける力が大きい
- ストラット周りの現象、ストラットと供試体の干渉を理解する必要

2019.05.31

- 15 - 第95回風洞研究会議@防衛装備庁航空装備研究所



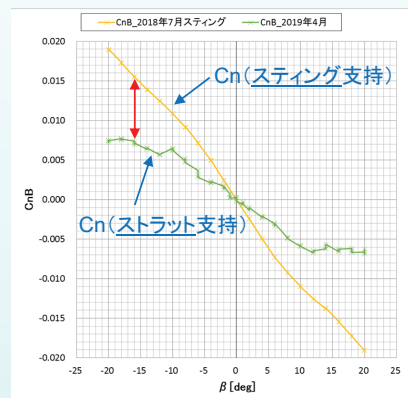
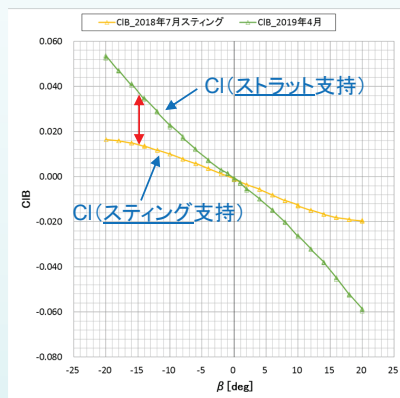
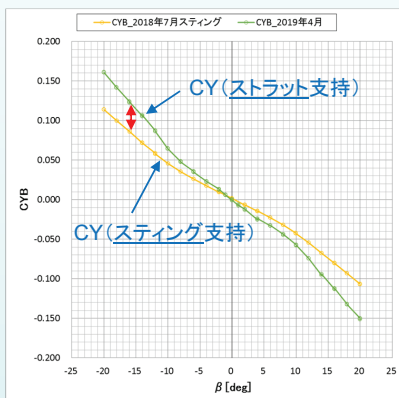
## 試験結果(ストラット支持の影響)



### スティング支持(上方支持)での計測結果と比較

Re=1.1 × 10<sup>6</sup> (V=53, 60[m/s])、α=0[deg]、β 変角

2019年4月 2018年7月



- 各分力とも支持方法の差異が現れている
- ストラット(風防からの露出部)が受ける力が大きい
- ストラット周りの現象、ストラットと供試体の干渉を理解する必要

2019.05.31

- 16 - 第95回風洞研究会議@防衛装備庁航空装備研究所





## まとめ

**• NASA CRM160%模型試験結果**

- ✓ LWT1ストラット支持でのNASA CRM160%模型の空力特性を取得
- ✓ 6分力の傾向を把握、公開

**• ストラット支持の影響**

- ✓ NASA CRM160%模型についてストラット支持の影響を把握
- ✓ ストラット(風防からの露出部)が受ける力が大きい
- ✓ 翼近傍の流れへの影響は限定的
- ✓ **ストラット周りの現象、ストラットと供試体の干渉を理解する必要**