



防衛大学校高速風洞の 最近の話題について

○田口正人, 樫谷賢士
防衛大学校 システム工学群 航空宇宙工学科

2019.5.30

第94回風洞研究会議 @防衛装備庁航空装備研究所

1



本発表の内容

- 防衛大学校高速風洞の概要の紹介
- 超音速風洞の改修状況について

2019.5.30

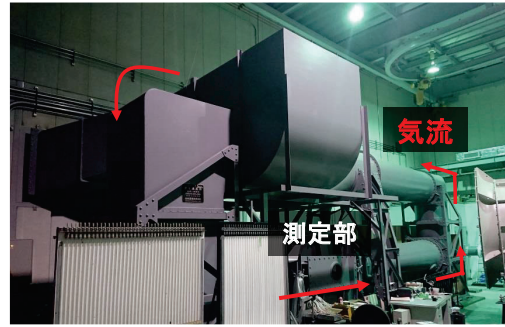
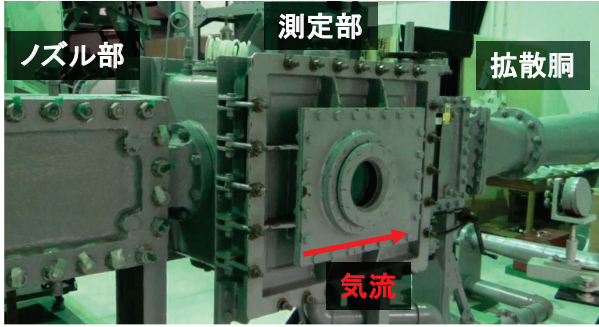
第94回風洞研究会議 @防衛装備庁航空装備研究所

2



防衛大学校 高速風洞の概要

- 昭和34年設置，共通空気源の超音速風洞・遷音速風洞
- これまでに建屋移設，空気源改修などを経ている



超音速風洞(改修前)

- 150mm × 150mmの試験部断面
- M1.2 - 4 (ノズル交換式)
- Blowdown方式

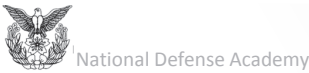
遷音速風洞

- 400mm × 350mmの試験部断面
- M0.4 - 1.2 (Slotted wall)
- 誘導(大気開放・回流)方式

2019.5.30

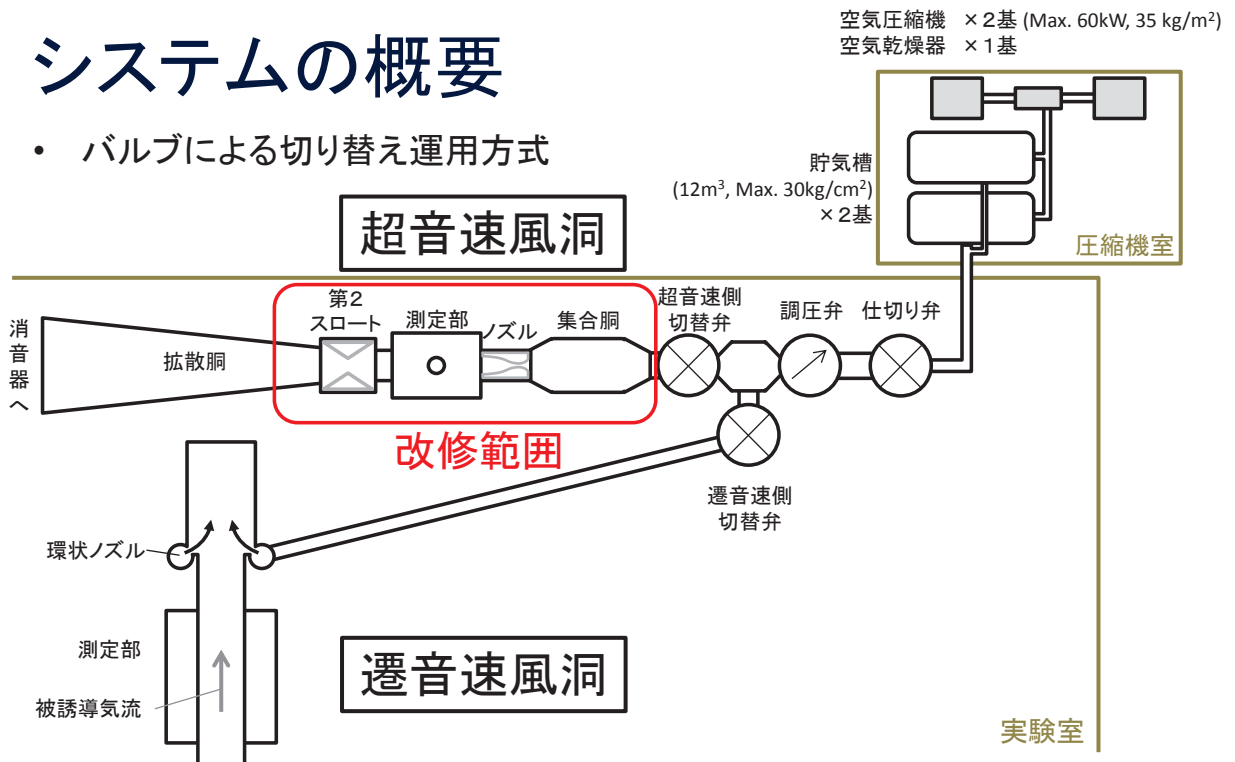
第9回風洞研究会議 @防衛装備庁航空装備研究所

3



システムの概要

- バルブによる切り替え運用方式



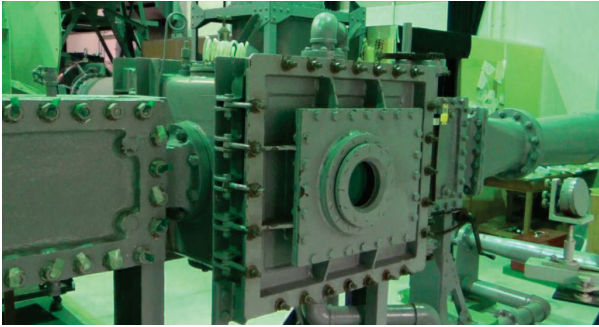
2019.5.30

第9回風洞研究会議 @防衛装備庁航空装備研究所

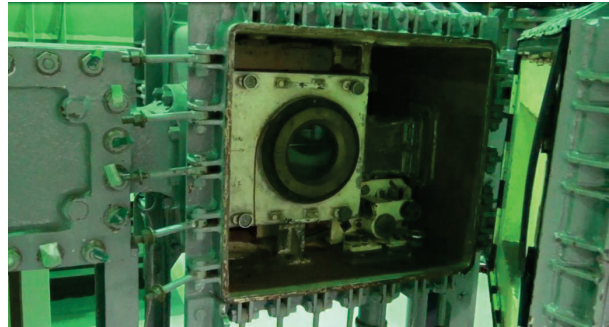
4



改修前の状況(測定部)



測定部外観



測定チャンバ内部(2重構造)

- 重厚なチャンバ扉, 大量のボルト
⇒ 模型交換など測定部へのアクセスが煩雑
- 2重構造(M1.2 - 1.9 設定時に使用)
⇒ 現状, あまり使用しない.
⇒ 光学計測に不向き

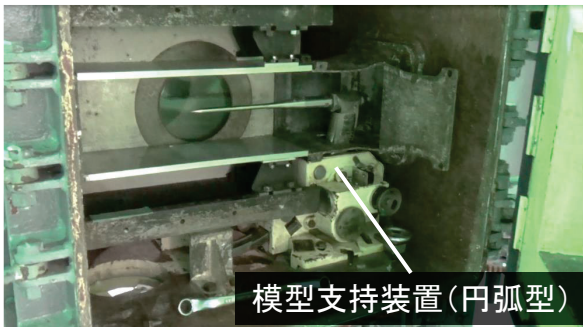
2019.5.30

第94回風洞研究会議 @防衛装備庁航空装備研究所

5



改修前の状況(流路)



測定部(内部)



流路(測定部からノズル方面)

- ノズルの終端から模型までが遠い
- 流路の塗装剥げなどの老朽化が否めない

2019.5.30

第94回風洞研究会議 @防衛装備庁航空装備研究所

6



改修の目標

測定部へのアクセス

- 測定部のチャンバを廃止
- テレスコ機構(前後スライドによる測定部開閉)

試験気流

- ノズルから測定部の距離を短縮
- 流路断面積の拡大(150×150 ⇒ 160×160 mm²)

計測

- 6分力天秤の導入
- 観測窓の視野改善(感圧塗料などの光学計測を想定)

2019.5.30

第94回風洞研究会議 @防衛装備庁航空装備研究所

7



分解搬出 / 搬入据え付けの様子



旧 集合胴の搬出



新 測定部の搬入



旧 測定部の搬出



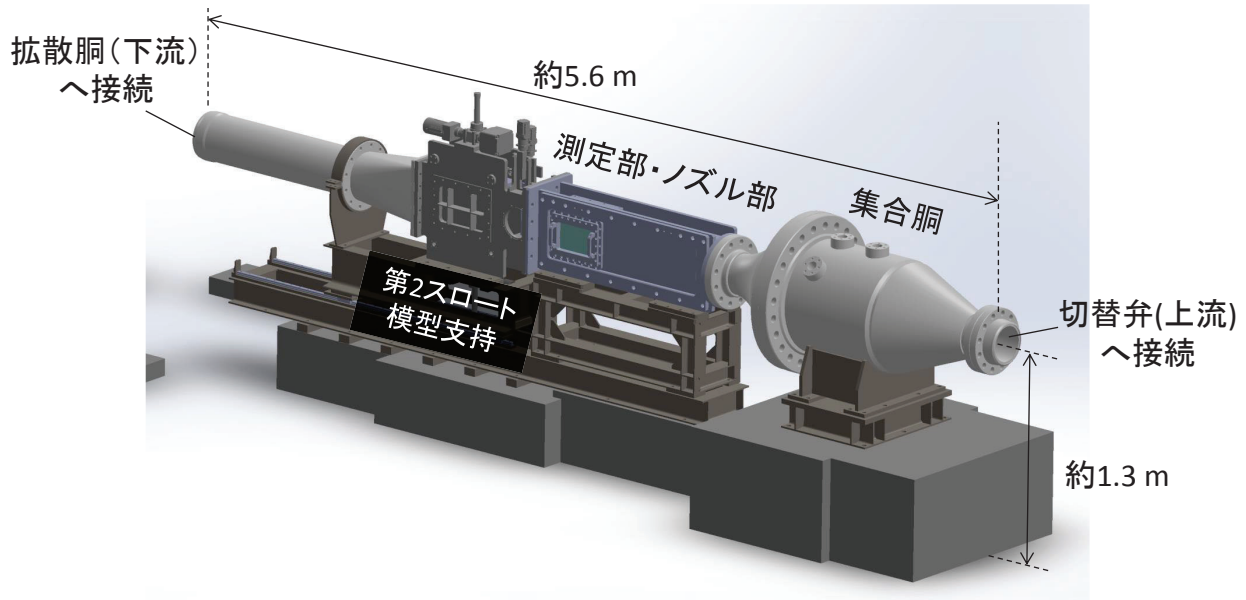
新 測定部の据え付け

2019.5.30

第94回風洞研究会議 @防衛装備庁航空装備研究所

8

改修後の外観 (CAD)



2019.5.30

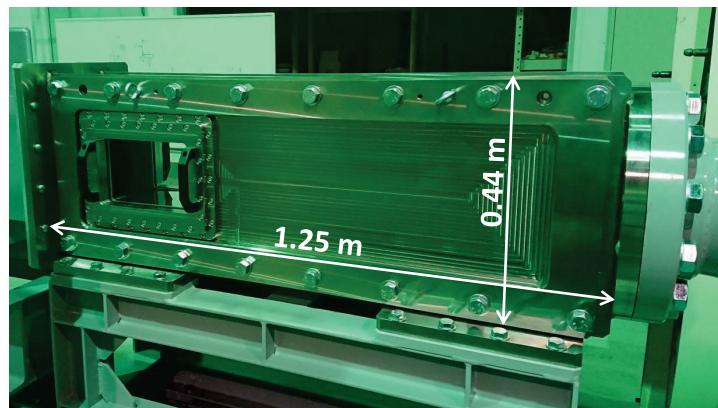
第94回風洞研究会議 @防衛装備庁航空装備研究所

9

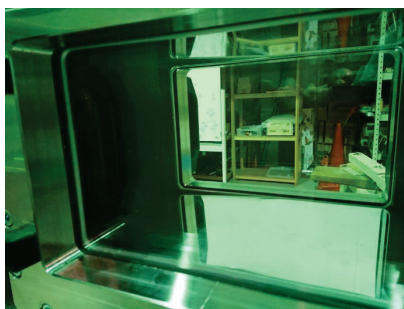
測定部 (外観)

側面はボルト固定

- ノズル交換時に開く
- 常時運用 (模型交換等) はテレスコ機構 (後述) で行う



測定部



矩形窓の視野

矩形観測窓 (250 mm × 160 mm)

- 広い視野の確保
- 例えば, 感圧塗料法など模型表面の撮影に有効
⇒ 励起光照射と撮影を一つの窓から

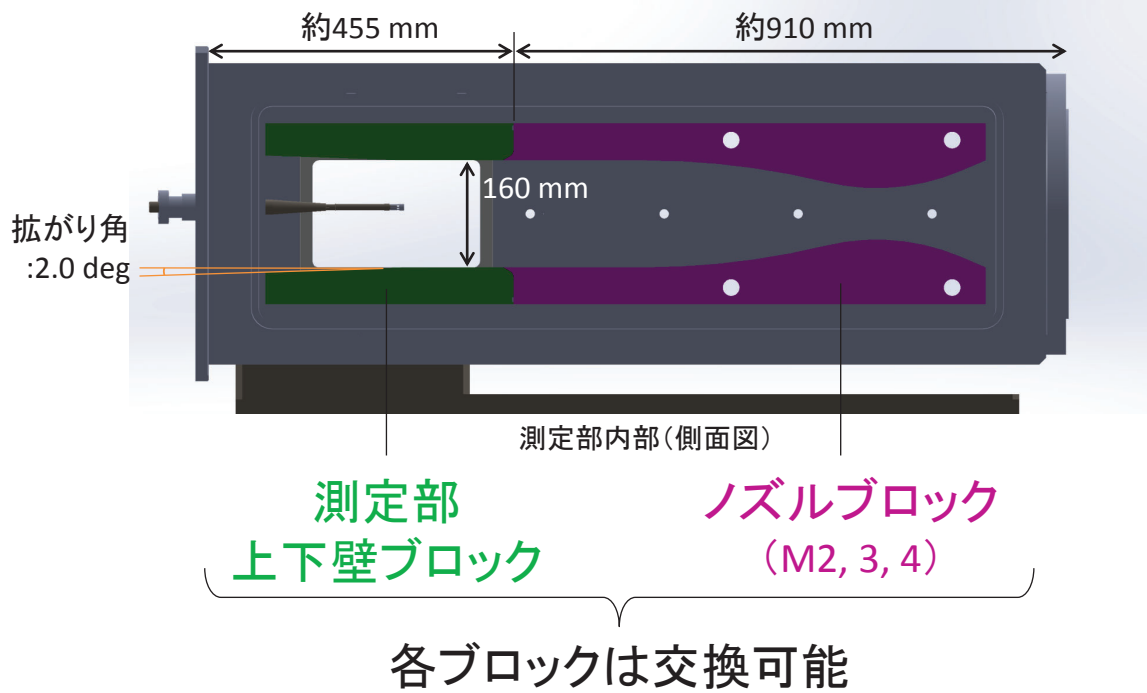
2019.5.30

第94回風洞研究会議 @防衛装備庁航空装備研究所

10



測定部 及び ノズル部の構成



2019.5.30

第9回風洞研究会議 @防衛装備庁航空装備研究所

11

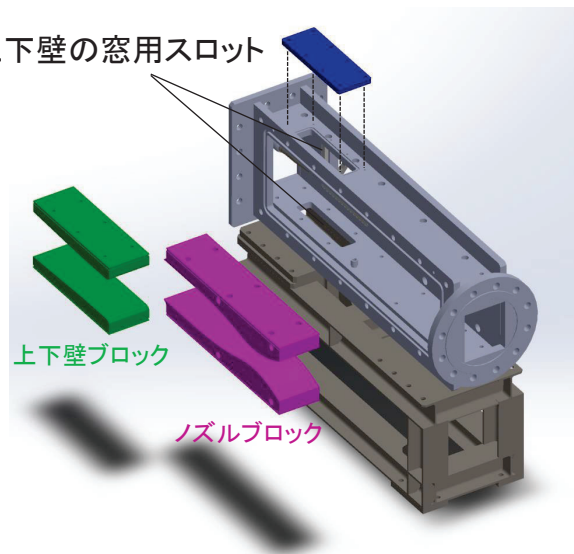


測定部 及び ノズル部の構成

必要に応じて、
上下壁に窓を設置可能

- 撮影, レーザー導入などに有効
- 上下壁ブロックにも窓を設置する必要がある

上下壁の窓用スロット



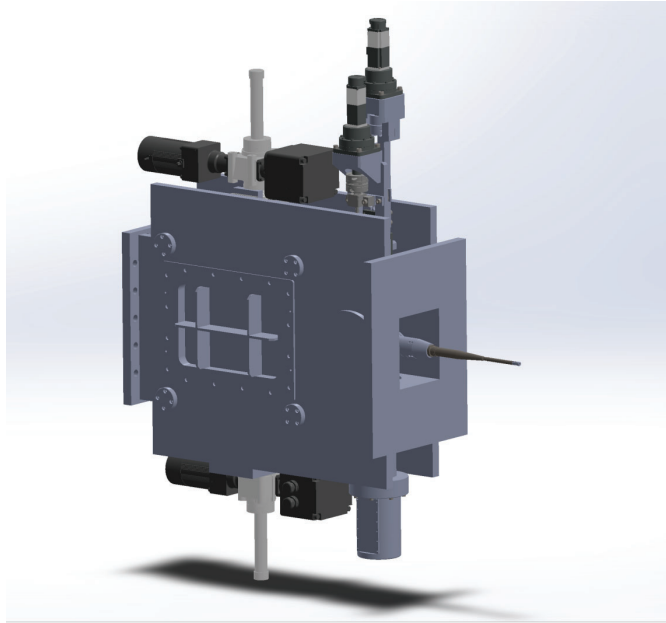
2019.5.30

第9回風洞研究会議 @防衛装備庁航空装備研究所

12



第2スロット & 模型支持装置 (外観)



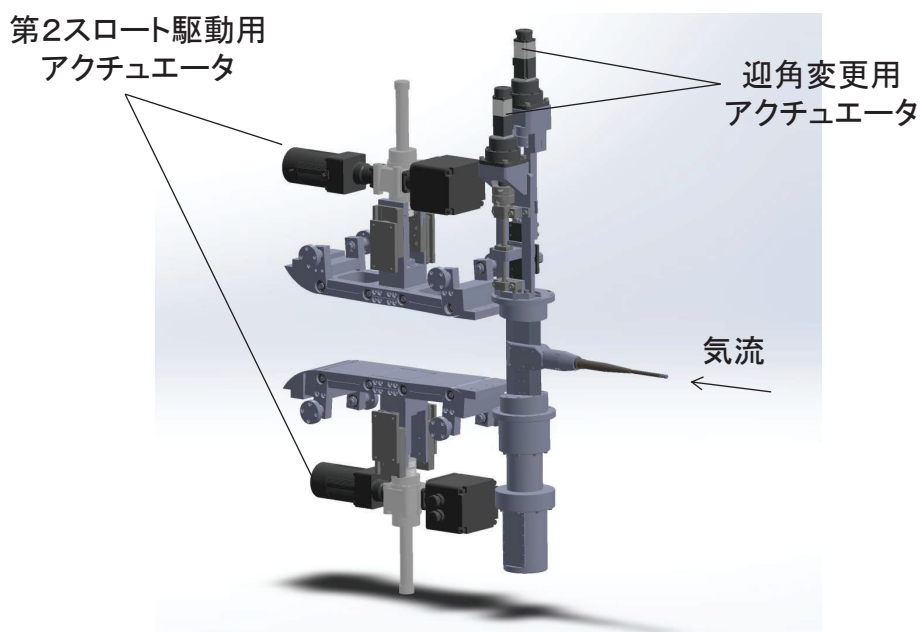
2019.5.30

第94回風洞研究会議 @防衛装備庁航空装備研究所

13



第2スロット & 模型支持装置 (内部)



2019.5.30

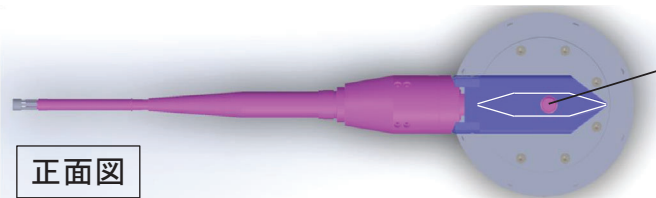
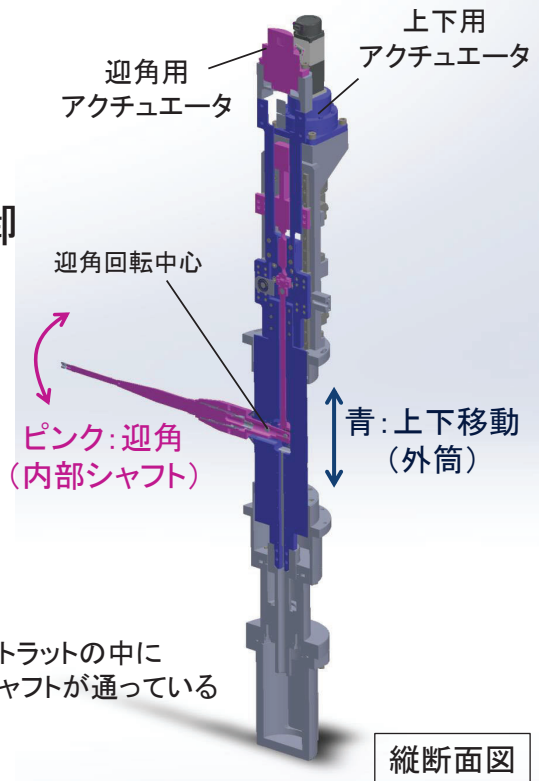
第94回風洞研究会議 @防衛装備庁航空装備研究所

14

模型支持装置の構造

- 2重筒のストラット方式
- 2基のアクチュエータによる制御

模型支持装置 設定可能角度	
パラメータ	範囲
迎角 α	± 10 deg
ヨー角 β	± 2 deg
迎角変角速度	2 deg/s

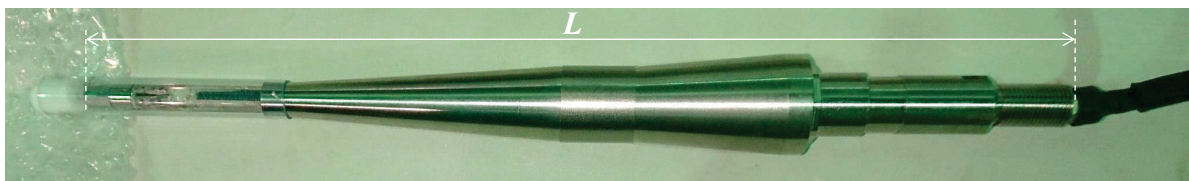


2019.5.30

第9回風洞研究会議 @防衛装備庁航空装備研究所

15

6分力内挿天秤



天秤容量		
方向	定格荷重	許容過負荷 (150%RO)
Fx [N]	25	37.5
Fy [N]	35	52.5
Fz [N]	35	52.5
Mx [N m]	0.5	0.8
My [N m]	1.0	1.5
Mz [N m]	1.0	1.5

緒元	
パラメータ	値
直径 ϕ	10.0 mm
全長 L	390 mm
模型固定	八角コレット

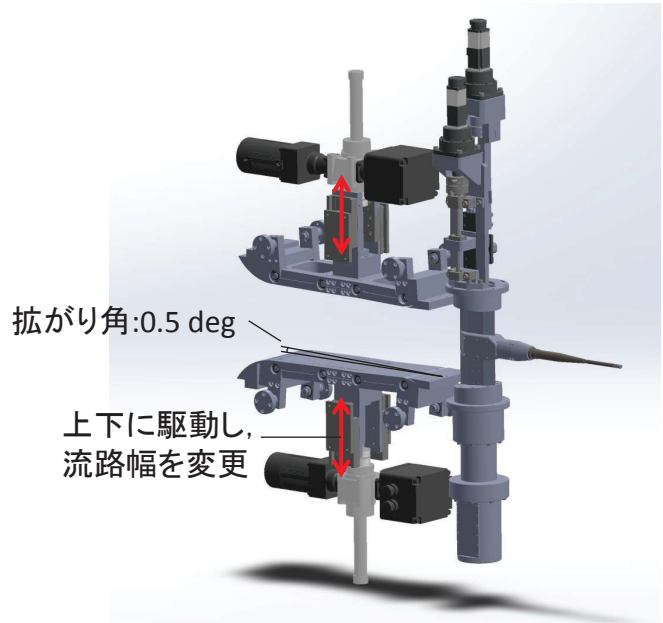
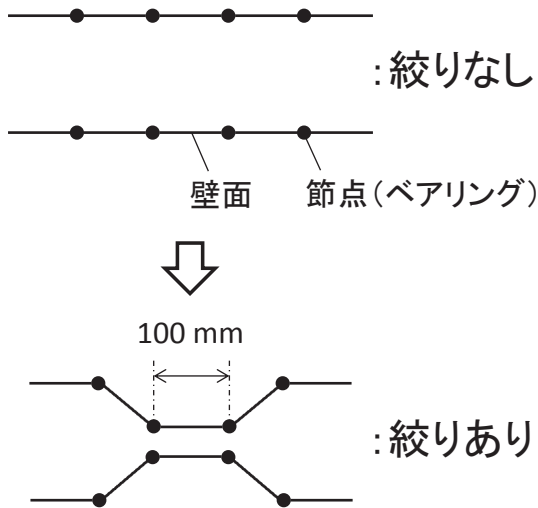
2019.5.30

第9回風洞研究会議 @防衛装備庁航空装備研究所

16

第2スロートの構造

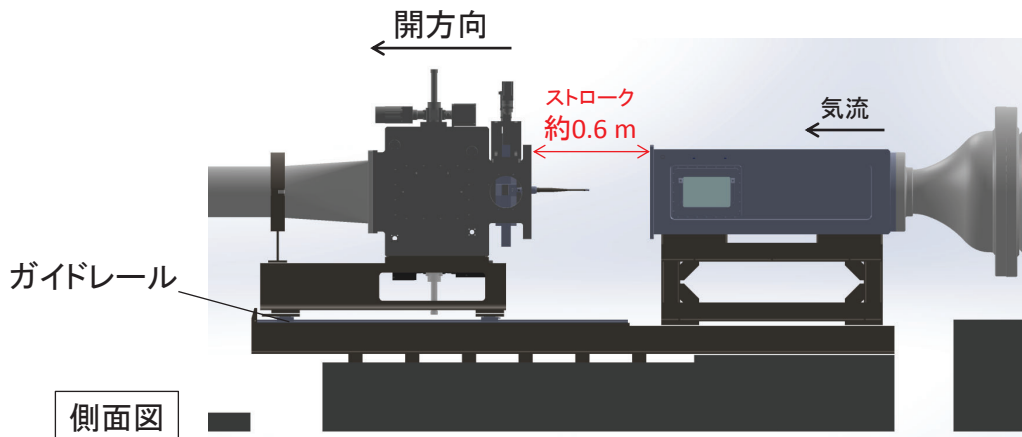
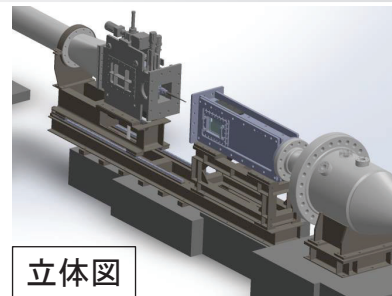
- 基本構造は教科書*通り



*High Speed Wind Tunnel Testing, Alan Pope and Kenneth L. Goin, Wiley, 1965.

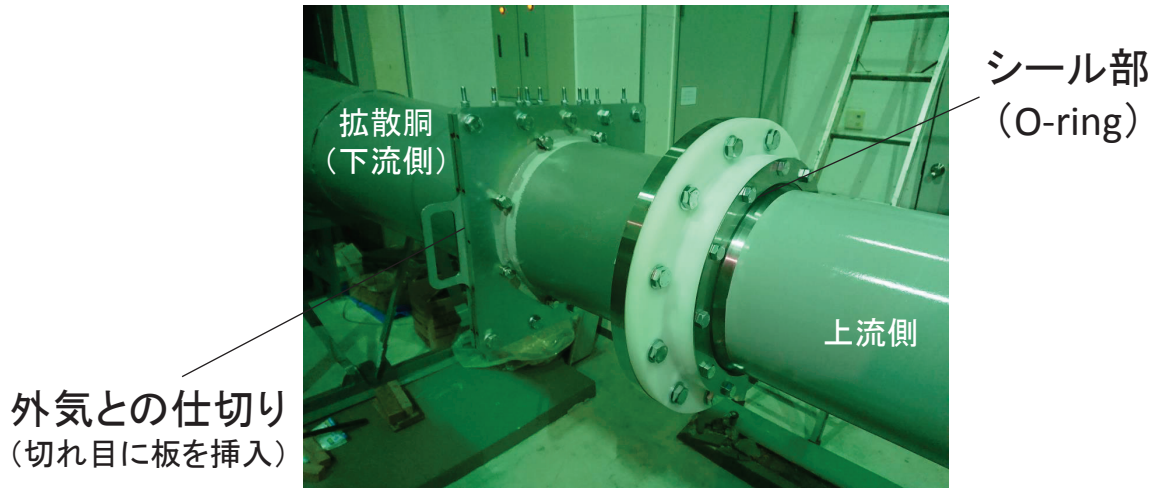
測定部開閉機構

- 模型へのアクセスが容易になった.
- 下流の拡散胴との接続部は稼働となるため、シールする必要あり





テレスコ機構（拡散胴との接続部）



2019.5.30

第9回風洞研究会議 @防衛装備庁航空装備研究所

19



試験気流

Mach Number	2.0	3.0	4.0
P_0 [MPa]	0.12 – 0.79	0.23 – 2.7	0.53 – 2.7
P_∞ [kPa]	15.5 – 101	6.2 – 15.5	3.3 – 17.8
T_0 [K]	300	300	300
Re [10^6 m^{-1}]	15 – 96	17 – 199	23 – 121
Re [10^6] ($L_{ref} = 160 \text{ mm}$)	2.4 – 15	2.7 – 32	3.6 – 19

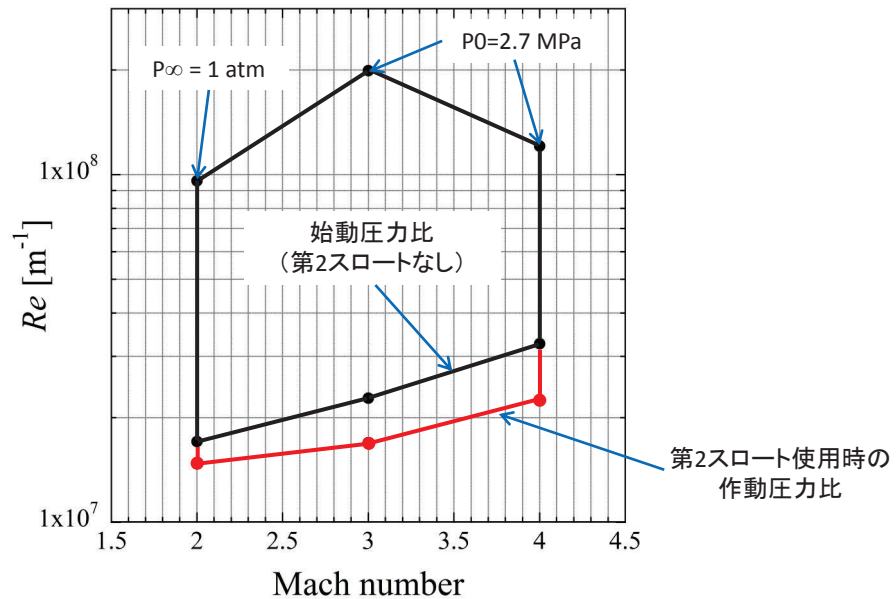
2019.5.30

第9回風洞研究会議 @防衛装備庁航空装備研究所

20



風洞動作範囲の予測(理論値)



おわりに

- 防衛大高速風洞の概要を紹介した.
- 超音速風洞の改修状況を紹介した.
 - 集合胴から拡散胴接続部まで大幅な改修を実施
 - 現在, 調整を加えながら初期運用中
- 今後
 - 気流検定の実施
 - 第2スロートの効果確認
 - 6分力天秤の運用準備



謝辞

- 本稿で示された装置図面は、株式会社関東技研により作成されたものである。
- 本風洞を設計するにあたり、情報交換及び施設見学を通じて、JAXA、小松製作所のご協力を賜った。

ここに心からの感謝の意を表します。