

ウェポンベイ周りの空力現象

航空装備研究所 航空機技術研究部

航空機空力・制御研究室

防衛技官 菊本 浩介

発表内容

- 目的
- 研究の流れ
- 風洞試験
- 数値解析
- まとめ

ウェポン内装化

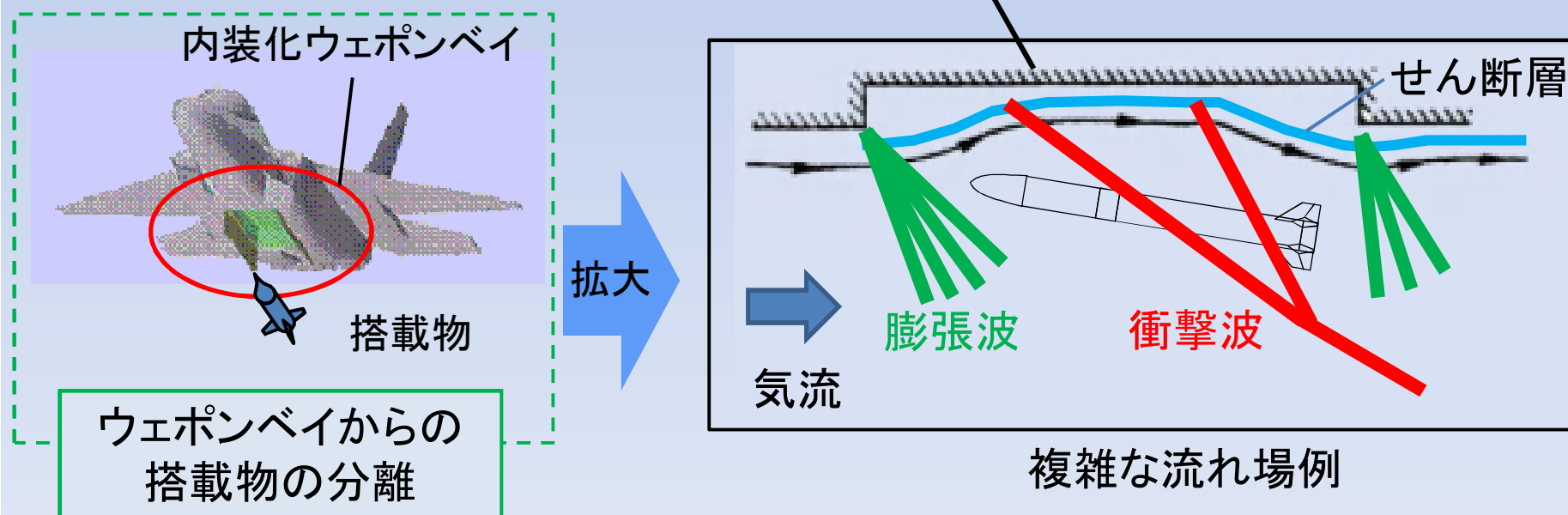
将来の戦闘機が保有すべき能力の1つに高いステルス性が挙げられる。これを実現するための有効性が高い手段の1つとして、**各種搭載物を機体胴体内に搭載するウェポン内装化**がある。

F-35やF-22は、ウェポン内装化がなされた航空機として知られている。

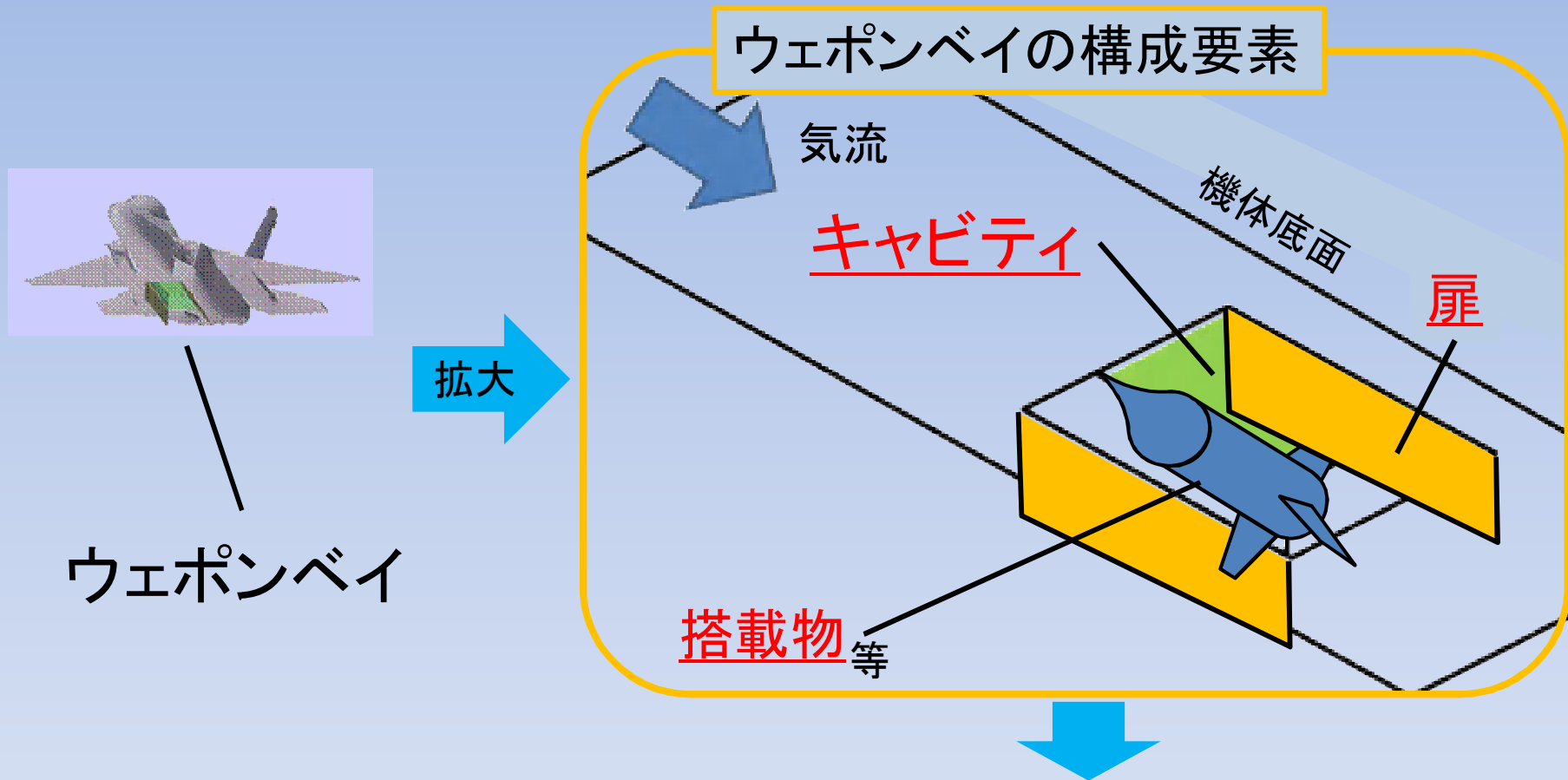
ウェポンベイ周りの空力現象

遷音速及び超音速領域で、内装化ウェポンベイから搭載物を分離する場合、ウェポンベイ周りは衝撃波等を伴う複雑な流れ場となるため、**搭載物の挙動に流れ場との干渉による変化が生じ、母機と接触するような危険な状況が生じる可能性がある。**

遷音速や超音速で搭載物を安全に分離するには**複雑な空力現象を把握することが重要**



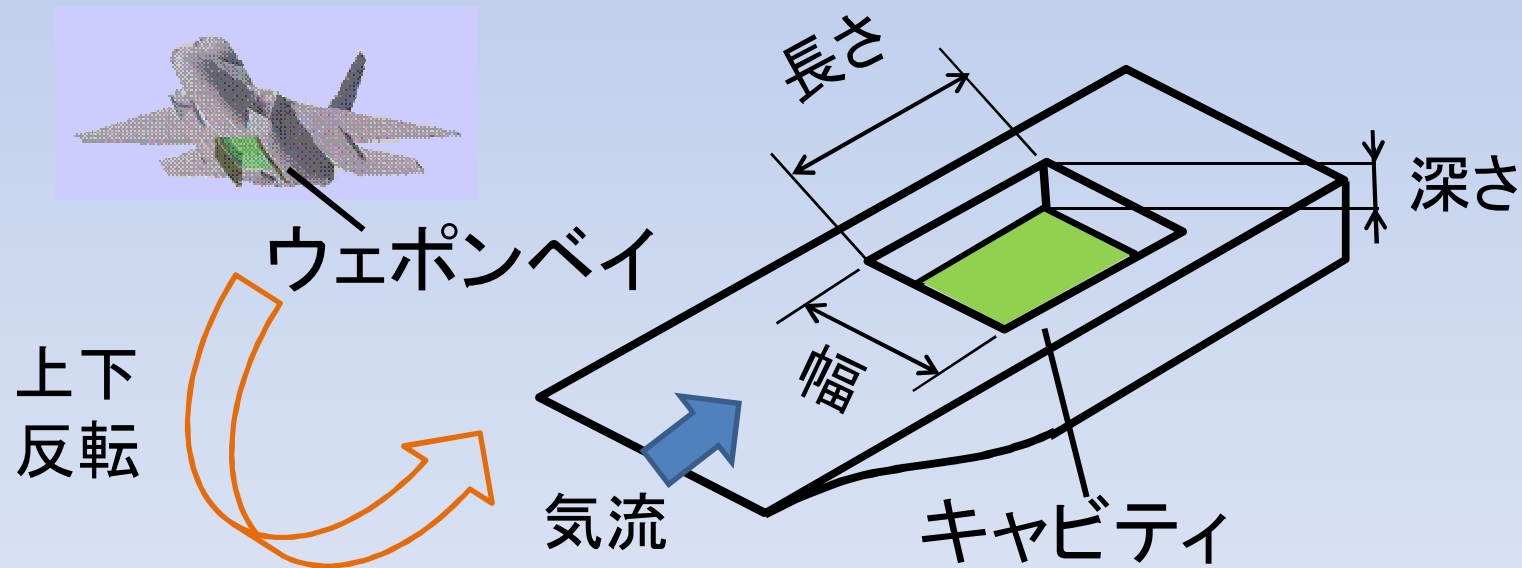
空力現象把握へのアプローチ



キャビティの影響が扉及び搭載物等のウェポンベイ周りの流れ場に対して最も大きいと考えられるので、一番最初に把握する必要がある。

目的

ウェポンベイ周りの流れ場に対して最も支配的
と考えられる、キャビティ(空洞)の影響を詳細に
把握する。

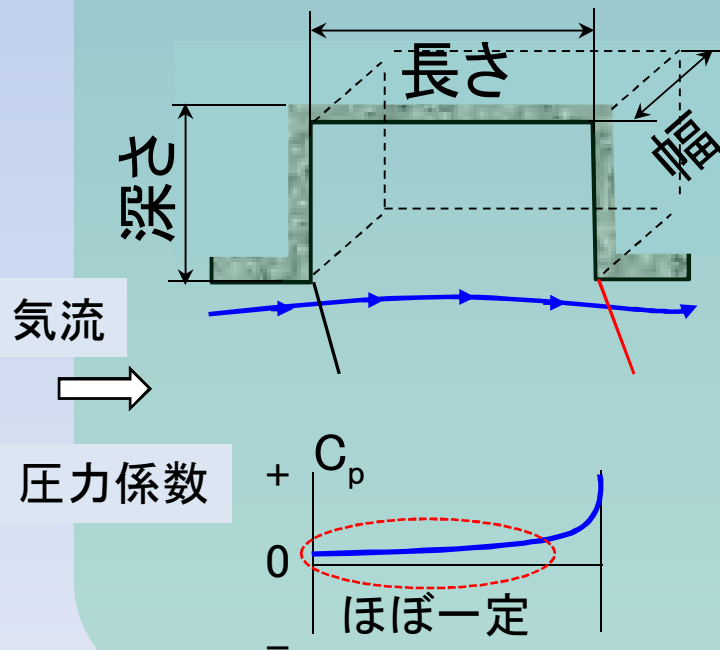


キャビティ流の分類

流れ場は、以下の3タイプに分類される。

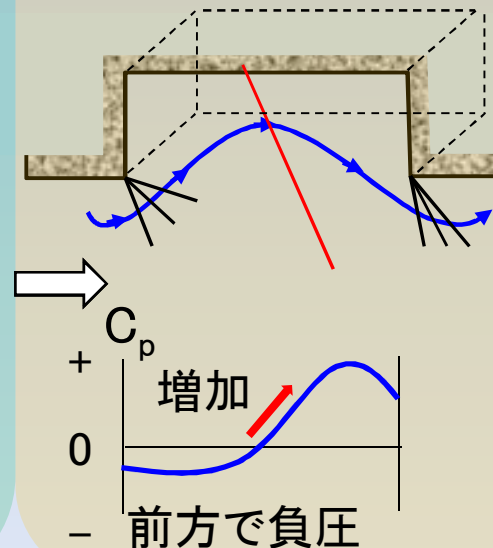
流れが、キャビティに
ほとんど入り込まない

Open



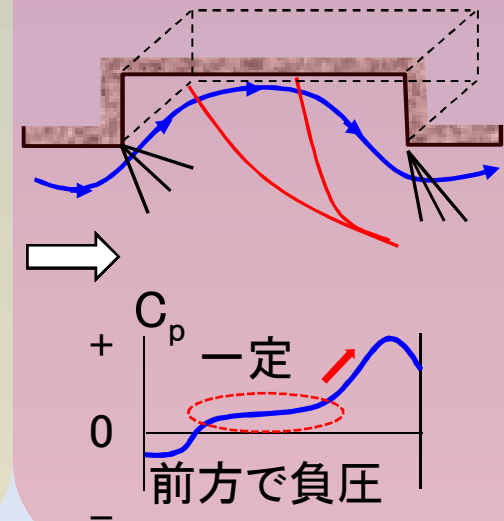
流れは、キャビティに
入り込むが底面には
付着しない

Transitional



流れは、キャビティに
入り込み、底面に
付着する

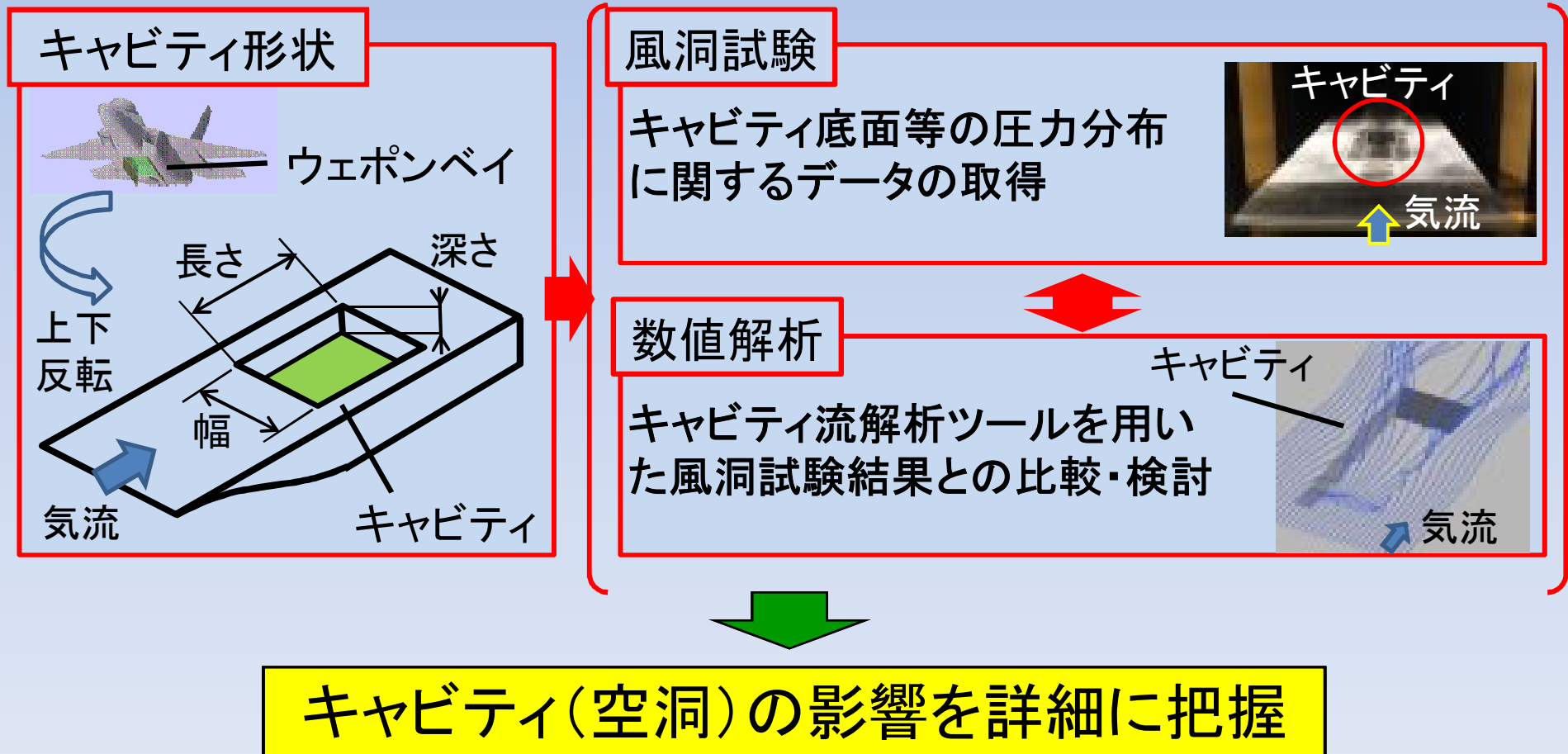
Closed



※黒は膨張波 赤は衝撃波

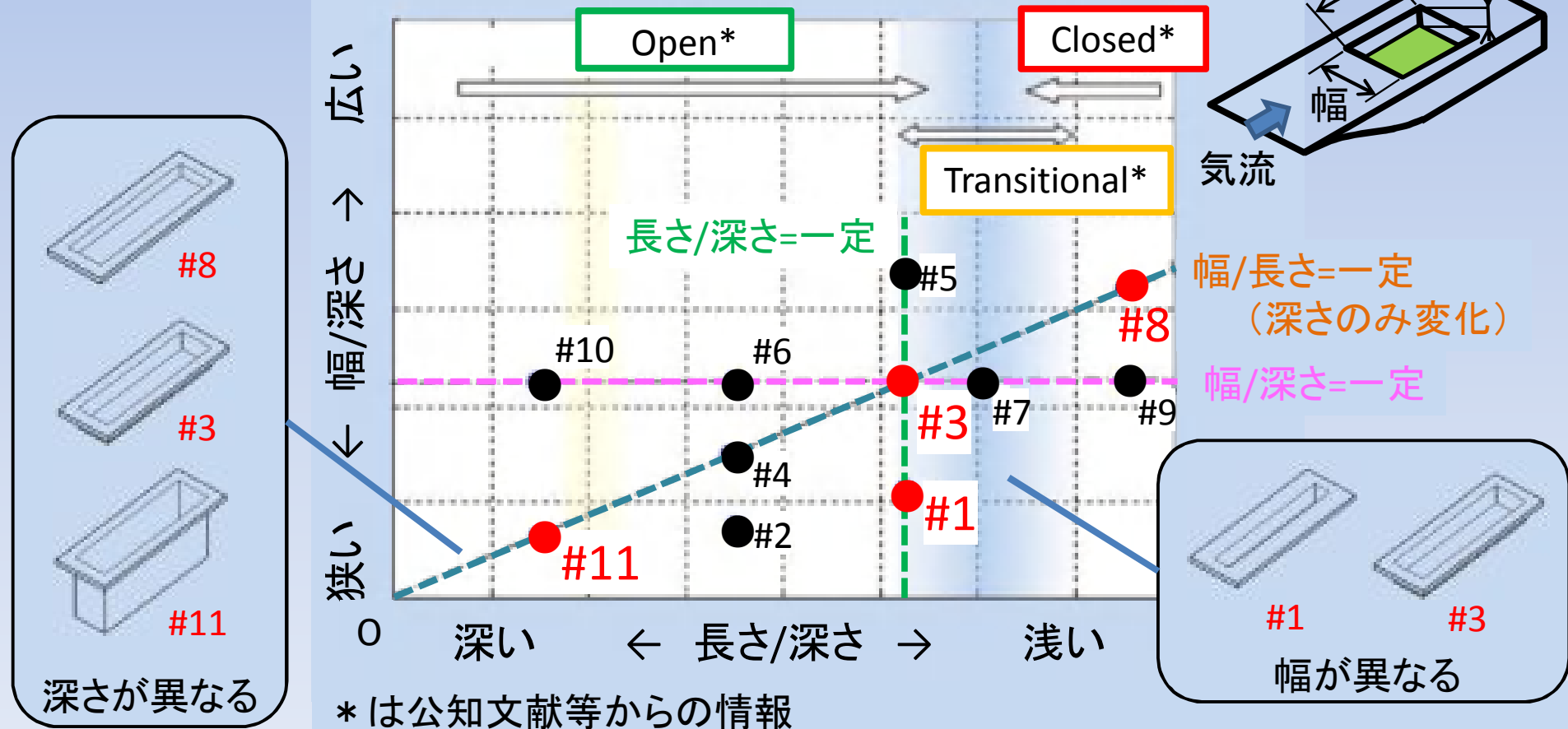
研究の流れ

幅、長さ及び深さが異なる複数のキャビティ形状について、風洞試験及び数値解析(CFD解析)を実施した。



キャビティ形状の選定

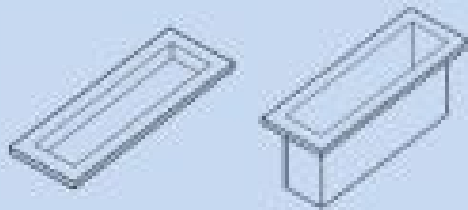
流れ場の特徴 (Closed, Transitional, Open) が捉えられる形状をキャビティ形状候補の中から選び風洞試験を実施した。



風洞試験 (1/2)

試験概要及び試験条件

実施場所	技術研究本部札幌試験場 三音速風洞
マッハ数	0.3, 0.85, 1.4, 2.0, 2.5 等
レイノルズ数	13×10^6 (キャビティ長基準)
取得データ	定常圧力分布 非定常圧力分布 シュリーレン画像 等

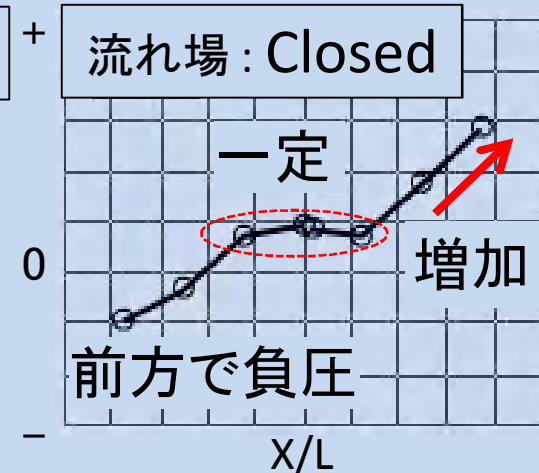
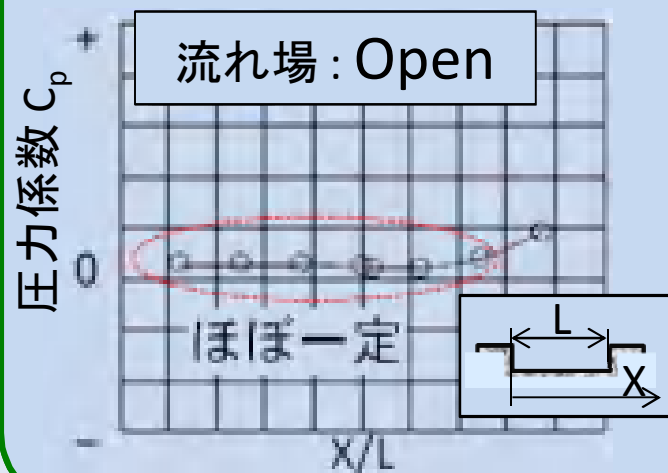
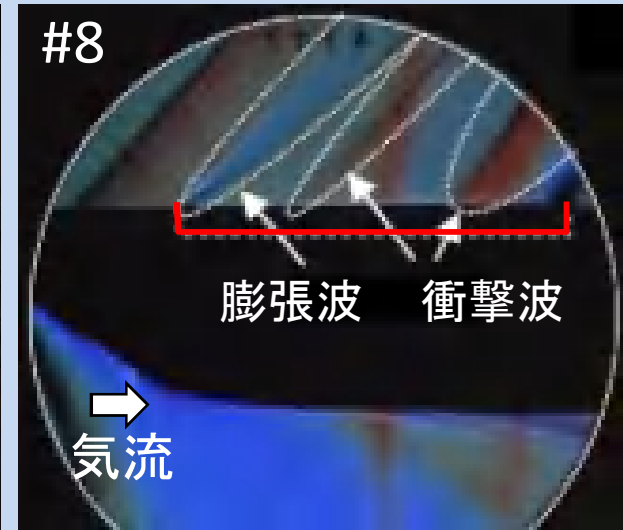
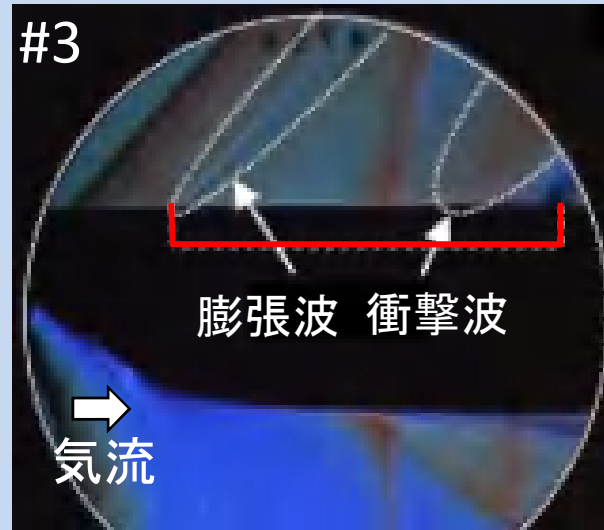
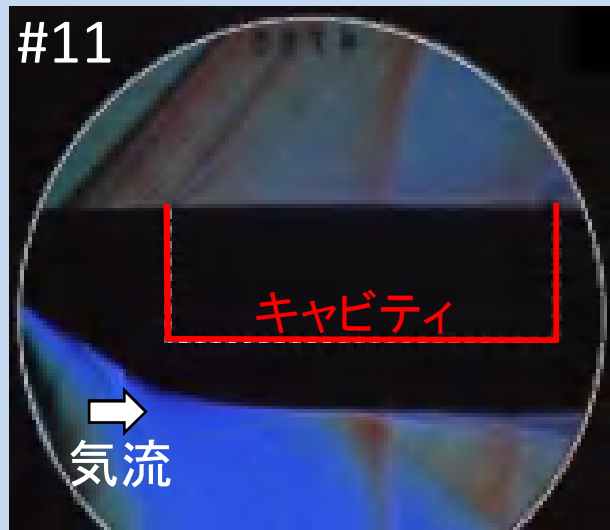


キャビティ形状に応じて
この部分の模型を付け
替える。

風洞試験 (2/2)

試験結果 ($M=1.4$)

シュリーレン画像とキャビティ底面圧力分布図

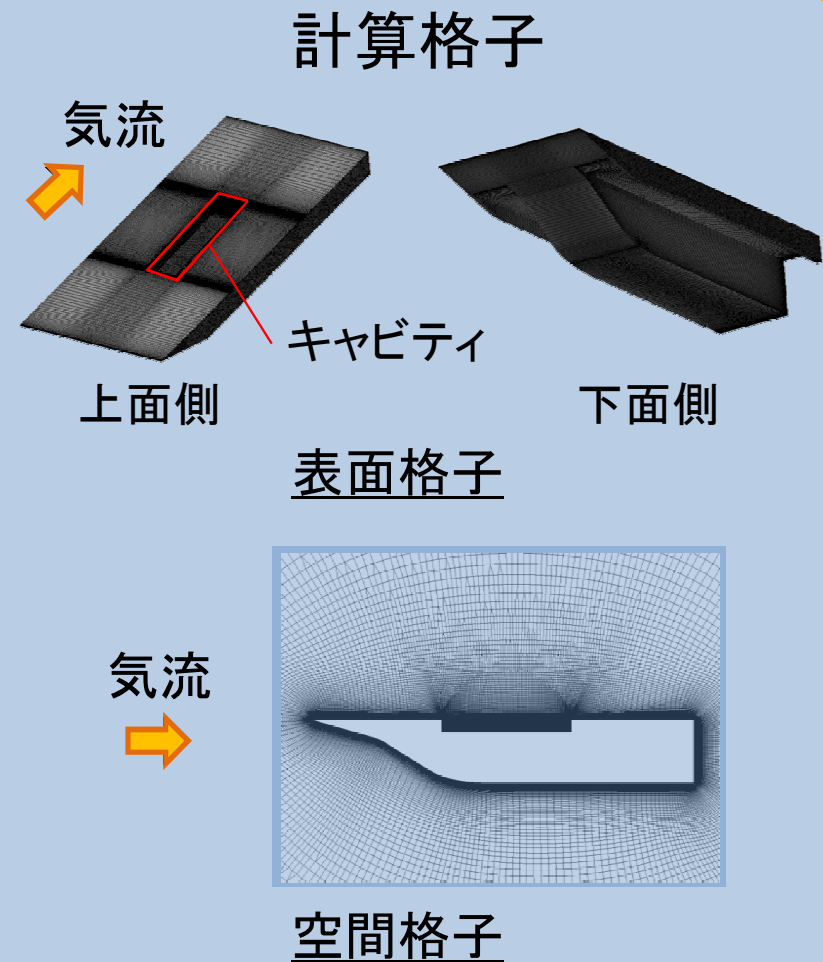


数値解析 (1/2)

解析条件

風洞試験供試体と同じ形状で解析

マッハ数	0.3, 0.85, 1.4, 2.0, 2.5
レイノルズ数	13×10^6 (キャビティ長基準)
計算格子 及び 格子数	非構造格子 最大で表面格子: 17万、 空間格子: 1,800万
乱流モデル	DES 又は DDES
開始条件	定常インパルシブ (定常解を求めた後に、 非定常の解析を実施する)



DES: Detached Eddy Simulation

DDES: Delayed Detached Eddy Simulation

数値解析 (2/2)

	底面の圧力分布	マッハ数分布
形状#11 M=1.4	圧力係数 C_p ■ 風洞試験 Open — 数値解析 Open 0 X/L 1	Openタイプ マッハ数 2.0 0.0
形状#8 M=1.4	圧力係数 C_p ■ 風洞試験 Closed — 数値解析 Closed 0 X/L 1	Closedタイプ マッハ数 2.0 0.0

まとめ

風洞試験及び数値解析を実施し、ウェポンベイ周りの流れ場において最も支配的と考えられるキャビティの影響について把握した。

この結果を将来の内装ウェポンベイを持った航空機などの研究開発に活用できるよう、より実機に近い形状での研究を進めていきたい。

本研究の成果を元に、扉や搭載物等も対象とする、キャビティ流解析ツールの拡張・整備を現在実施中である。

