

# ISSACにおけるフラッタ現象の予測に向けた研究



数値解析技術研究ユニット/空力技術研究ユニット/構造・複合材技術研究ユニット

○有菌 仁, 齊藤 健一, 中北 和之, 口石 茂, 石田 崇, 津島 夏輝

## 背景

飛行範囲内でのフラッタは決して起ってはならない現象であり, 開発にあたっては, フラッタが発生しないよう十分な安全マージンを取った空力弾性設計を行う. 設計時には精度の低い解析が用いられており, これによって必要以上の構造重量が発生しており, 燃費悪化や製造費増などの航空機の価値低下の要因となっている.

## 目的

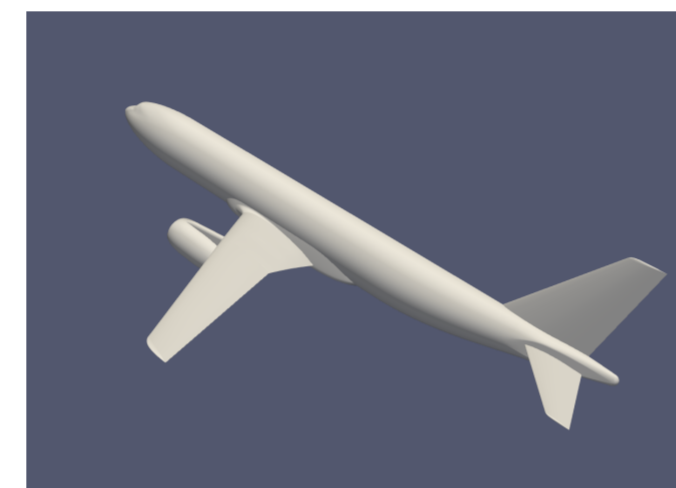
開発機体の設計段階での候補機体形状に対して, 迅速かつ高精度にフラッタ境界を特定する技術を組み込んだ実用的な空力構造最適設計によって, 必要にして十分なフラッタ安全率と構造重量を備えた高性能な機体を実現し, また開発コストの削減を図る.

## キー技術

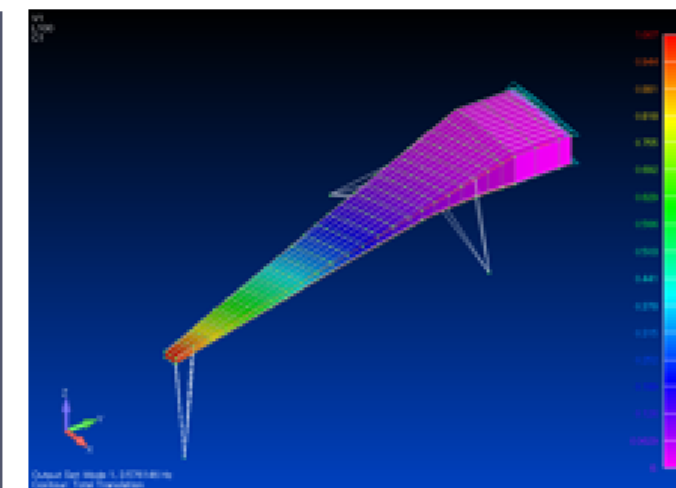
### フラッタ風試模型設計技術の獲得

#### ■ 弾性体翼模型の設計技術獲得

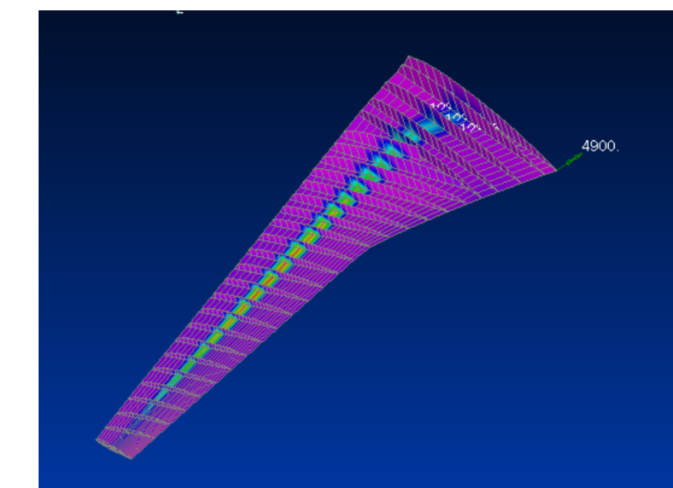
- ◇ TRA2012A (JAXA技術参照機体) 強度サイジングモデルをベースとして風試用空力弾性模型の構造を設計
- ◇ クリーン主翼形態およびナセル付主翼形態の模型を製作予定



ベース機体 (TRA2012A)



強度サイジングモデル



風試用模型 (シェル/リブモデル)

模型製造技術

## キー技術

### 3Dプリンタを活用した模型設計法

- フラッタ模型製作の効率化によるデータ生産性向上

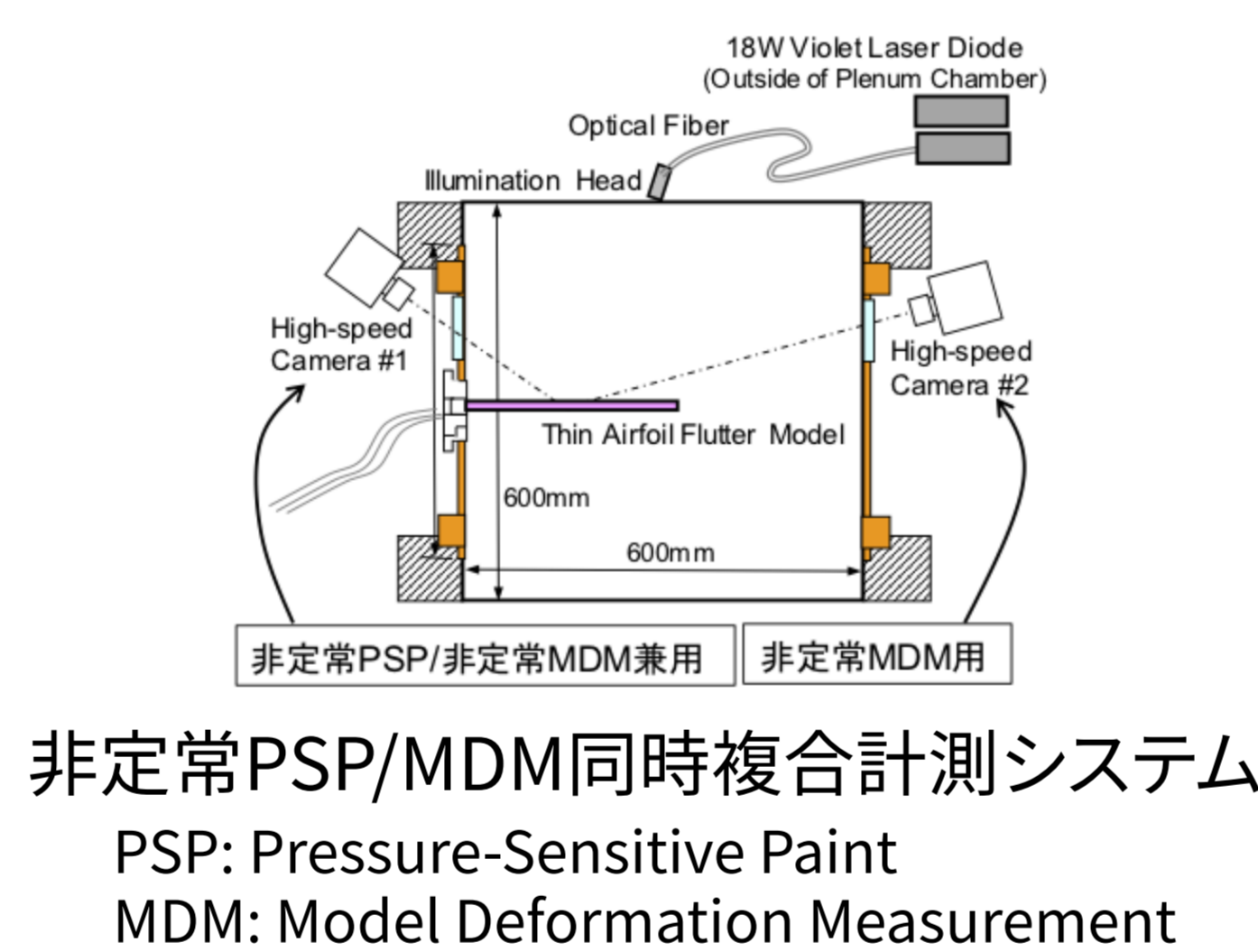
風試模型

## キー技術

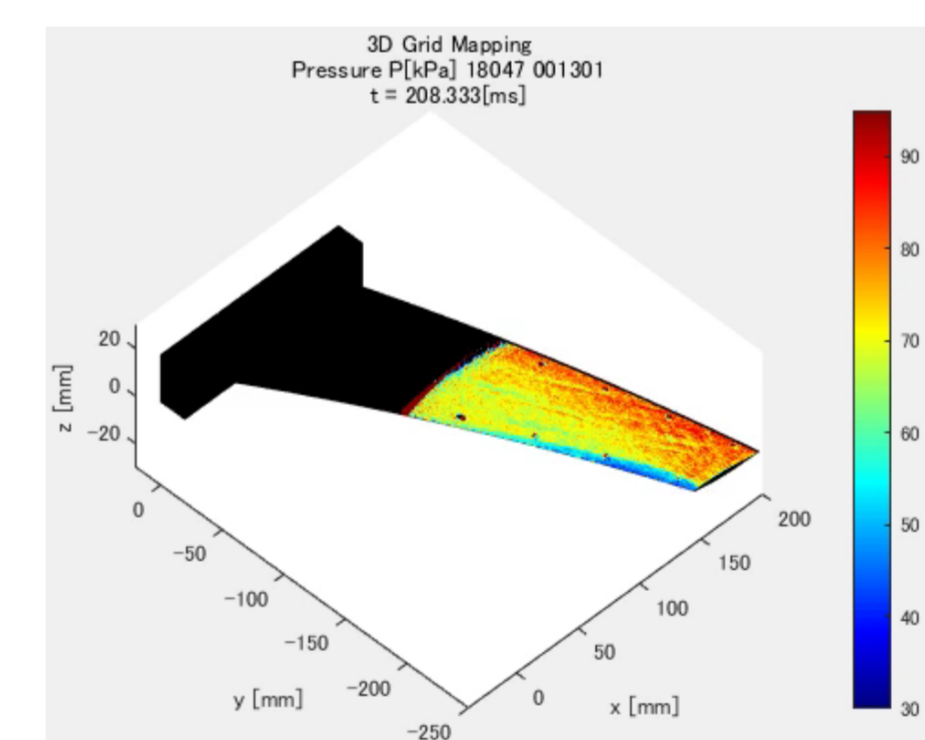
### フラッタの詳細検証データ取得

- フラッタ境界近傍での基本データ取得
- 空力と構造の同時計測技術

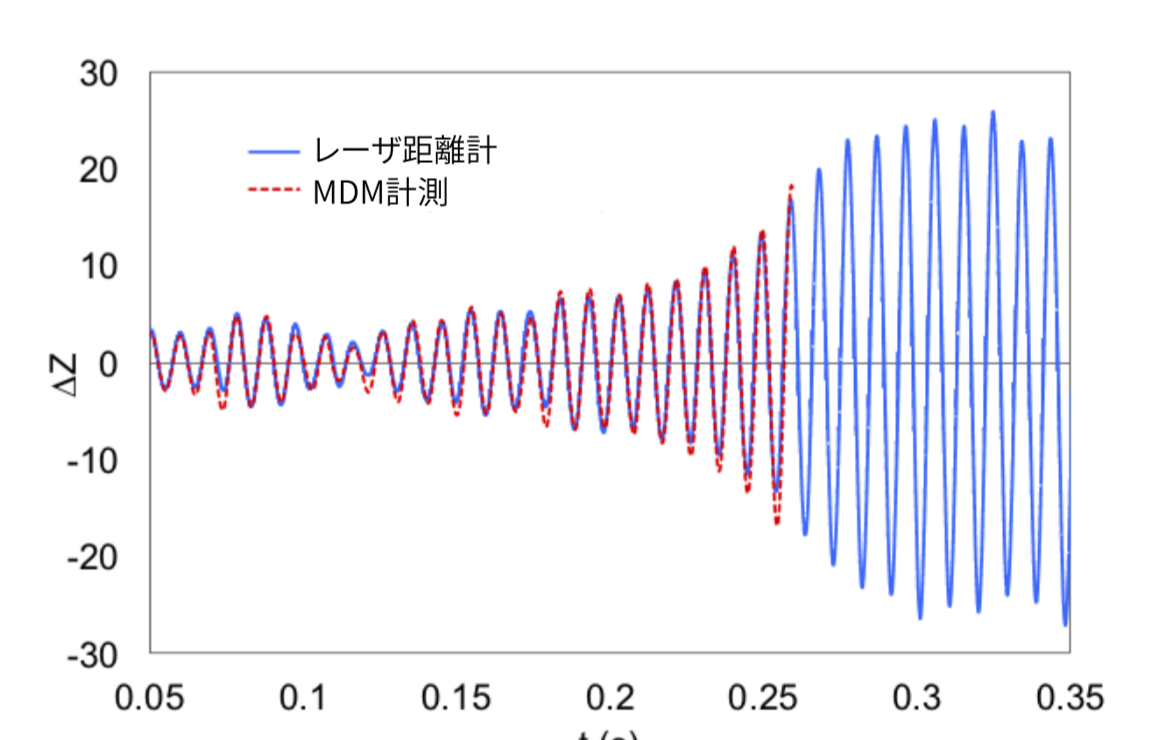
- ◇ 6.25kHzで非定常Lifetime PSP計測と構造変形の同時計測に成功
- ◇ クリーン主翼形態およびナセル付主翼形態の風試模型を用いた検証データ(非定常空力, 変形量, フラッタバウンダリ)の取得予定



非定常PSP/MDM同時複合計測システム  
PSP: Pressure-Sensitive Paint  
MDM: Model Deformation Measurement



フラッタ発生時の非定常圧力(PSP)/変形量(MDM)同時計測



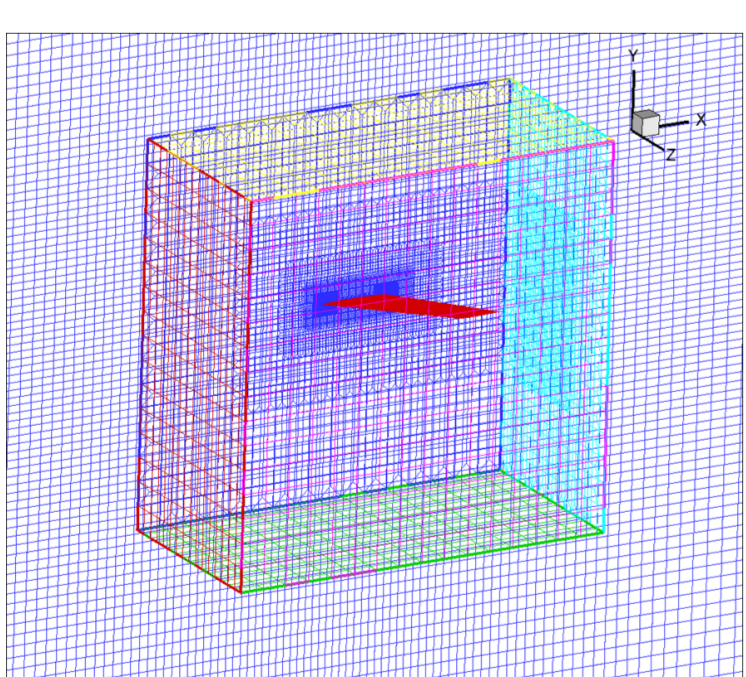
MDM計測とレーザー距離計との比較

検証データ

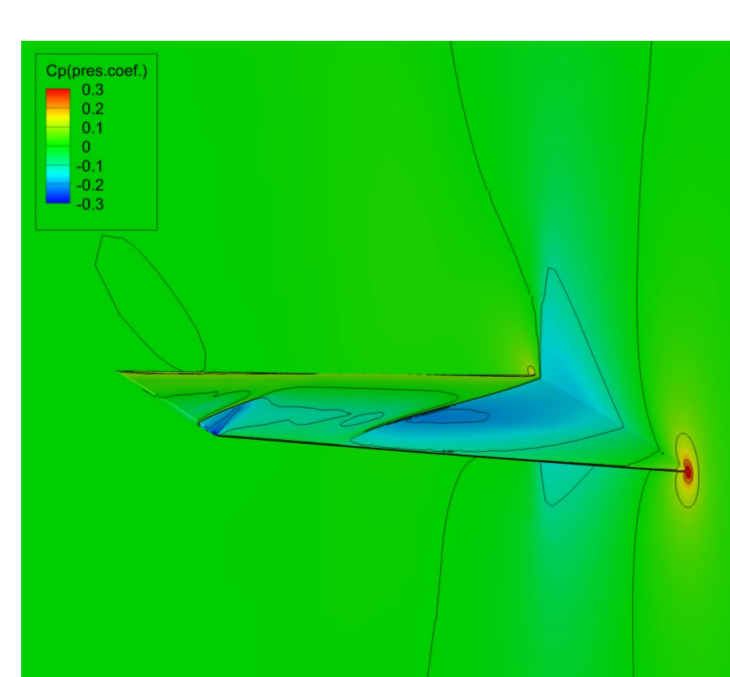
## キー技術

### フラッタの予測

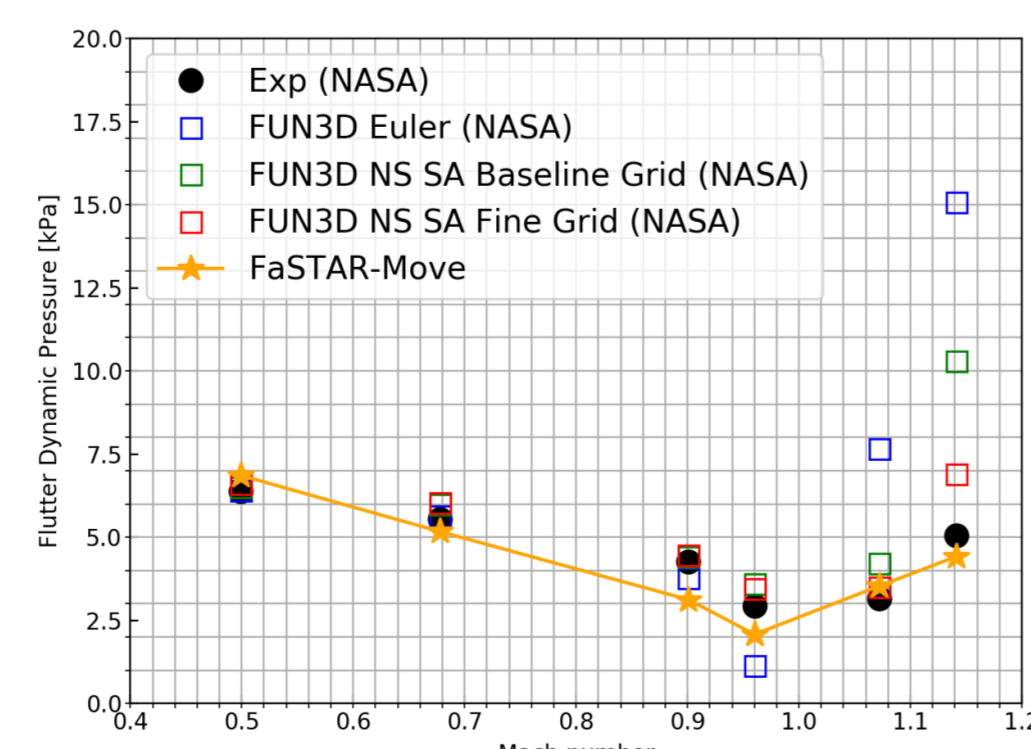
- 高精度高速空力弾性ソルバの開発
- Reduced Order Modelingによる高速化
- 移動格子にロバストな格子生成・変形手法



AGARD445.6モデル



フラッタ解析結果



フラッタバウンダリ比較

- ◇ JAXAで開発を進めている移動物体流れ解析ツールFaSTAR-Moveに, フラッタモードを固有振動数の重ね合わせで近似する方法を用いた空力弾性解析機能を追加
- ◇ AGARD445.6モデルを用いた検証解析を実施
- ◇ 他のソルバよりも, 試験結果と良い一致

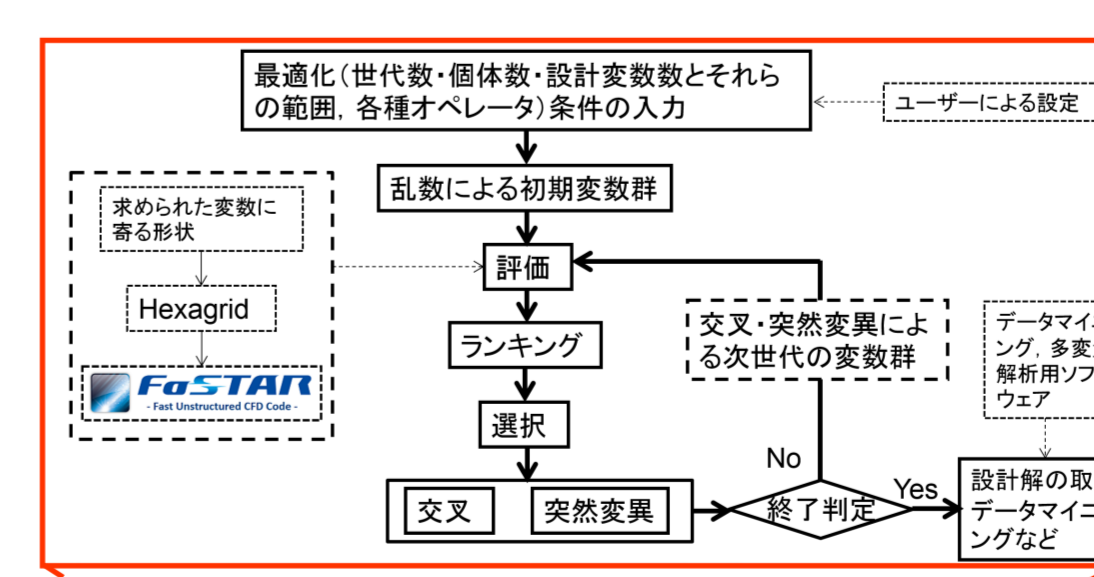
高速空弾解析技術

## キー技術

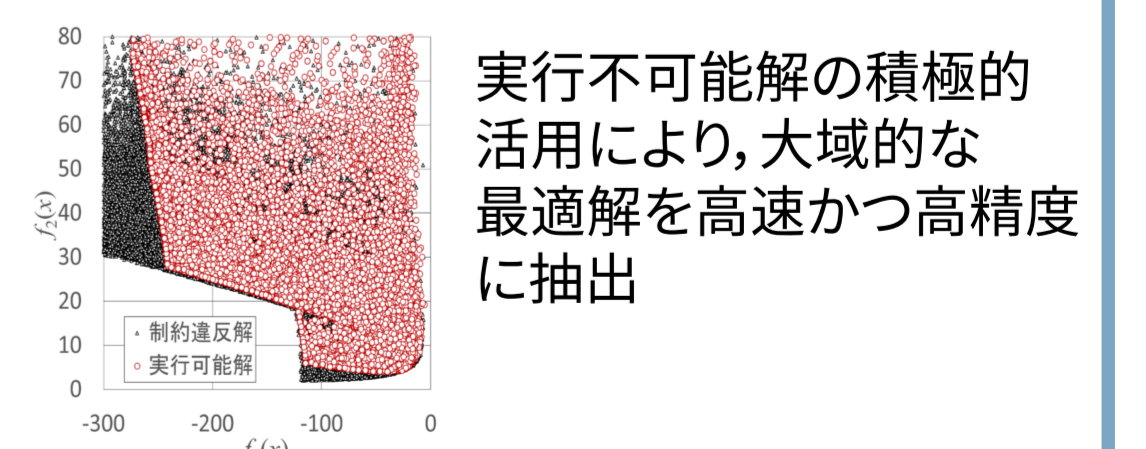
### 機体形状と構造の同時最適化

- 空力・構造統合最適化ツールの開発

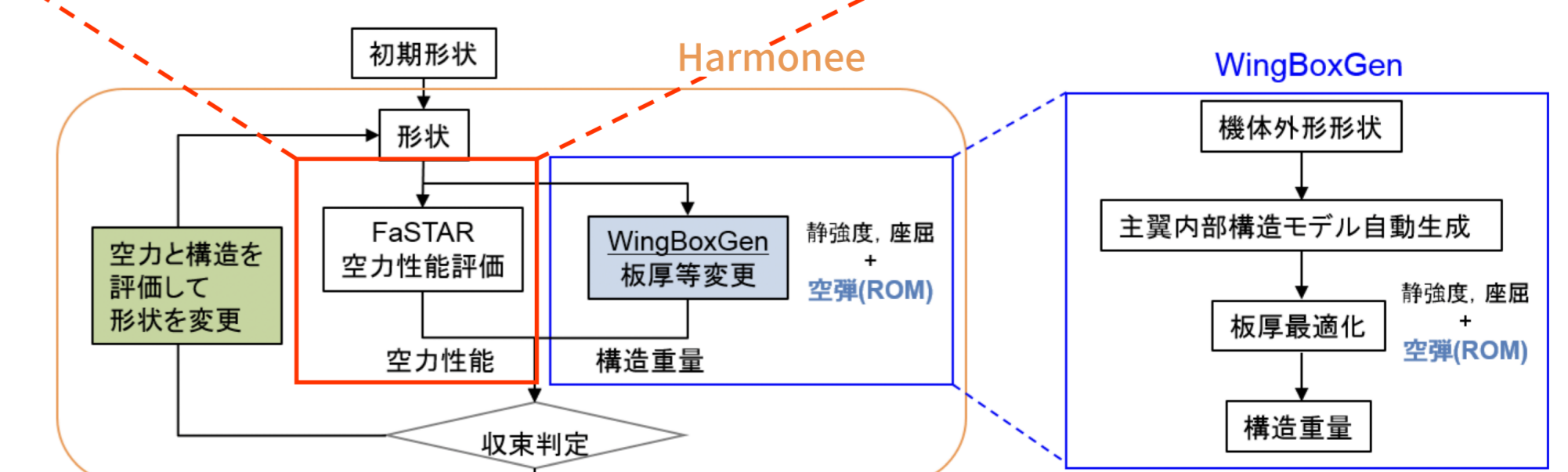
- ◆ 空力最適化ライブラリ **Harmonee**
  - ・ 遺伝的アルゴリズムを用いた多目的最適化ライブラリ
  - ・ 実行不可能解も活用した大域的最適化



テスト関数による制約条件付き2目的最適化問題



実行不可能解の積極的活用により, 大域的な最適解を高速かつ高精度に抽出



空力/構造最適設計ツール

- ◇ これまで開発してきた最適化ライブラリHarmoneeに, 構造サイジングツールWingBoxGenを組み込み, 空力性能と構造重量を最適化する設計ツールを開発する