

# IoT技術による風洞試験設備のスマート化



航空技術部門 設備技術研究ユニット 加藤裕之、廣谷智成、塩原辰郎、山下裕隆  
 研究開発部門 第三研究ユニット 濱戸昭太郎、堤誠司

## 研究背景

- JAXAの風洞群は、機構内の研究開発での利用はもとより、機構外のユーザにも広く供用されている。
- 風洞運転時間の制約により、これ以上の総運転時間の増加は困難であり、更なる利用ニーズに対応するためには、**風洞試験効率の向上**が必須の課題となっている。
- 設備の老朽化が進んでおり、不測の不具合により、長期に渡って風洞停止のリスクが増大しており、不具合を未然に防ぐための**予防保全技術の導入**が課題となっている。

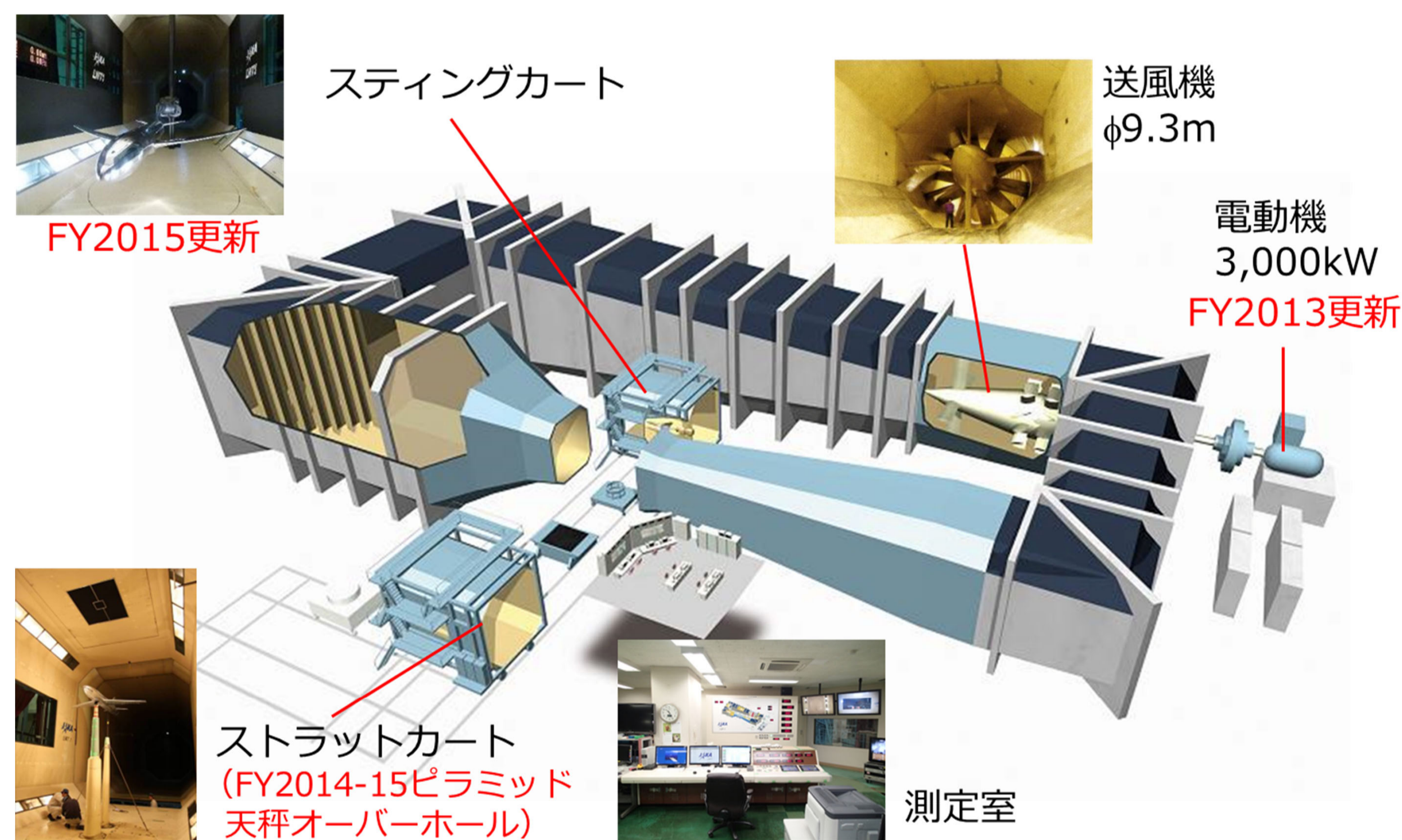
## 目的

JAXA低速風洞群において、風洞IoT技術を活用した**自動運転技術**、および、**異常検知技術**を確立することで、試験効率を向上、および、故障による運転休止を未然に防ぎ、低速特性に関する試験データを確実に迅速に提供する環境を実現する。

## 意義

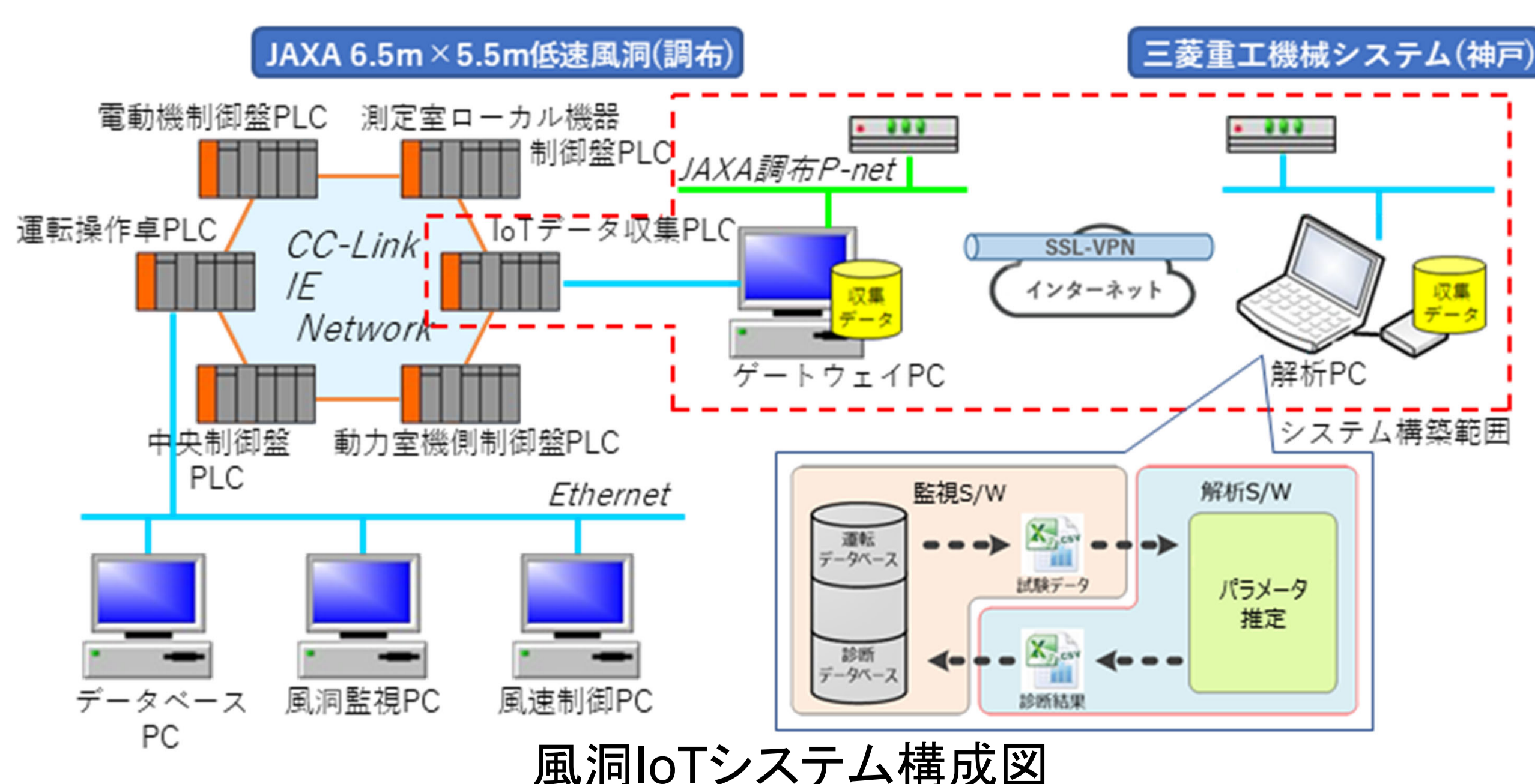
- 設備の朽化等による不測の不具合による停止リスクが低減し、**計画的な設備運用・維持管理が実現**できる。
- 風洞試験設備において、Digital Twinを用いた自動運転技術、異常検知技術を実証することで、**他設備への応用が可能**となる。
- 設備を運用・維持管理しているメーカーや研究機関においても解決が必要とされる技術課題であり、確立された技術は、それらの設備での利用が期待される。

## 開発対象の風洞試験設備



6.5m × 5.5m低速風洞 (LWT1)

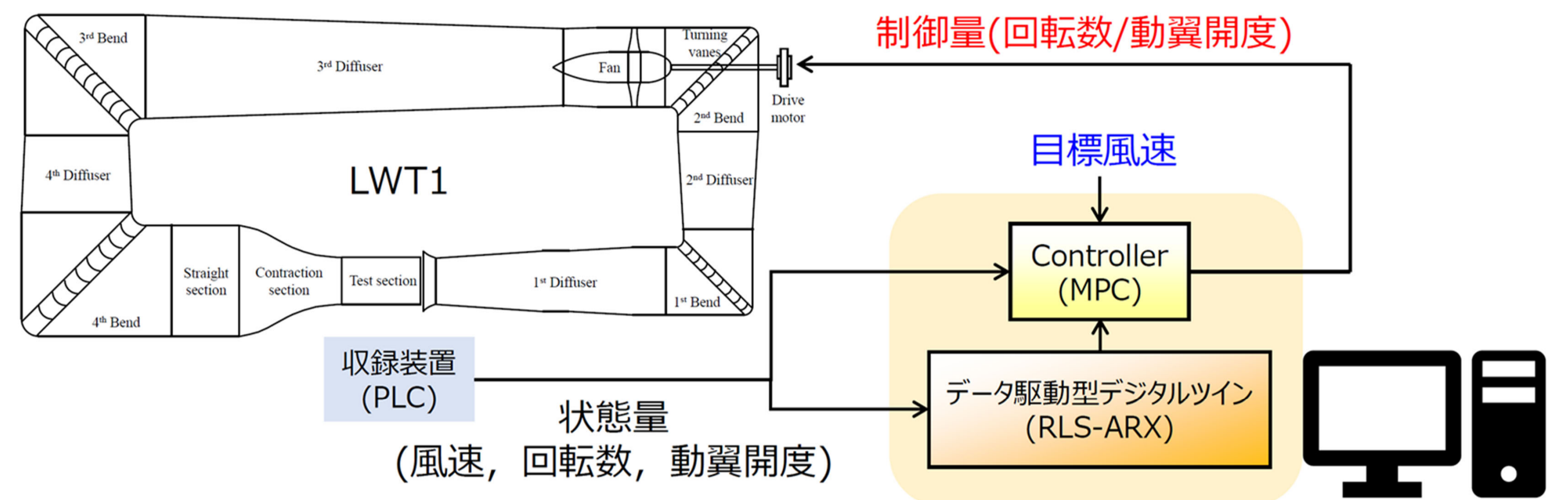
- LWT1は、航空宇宙分野の他、輸送機械 (新しいモビリティ)、ドローン、構造物/風工学、環境、スポーツ等のニーズがあり、継続して200日/年以上の利用実績あり



風洞IoTシステム構成図

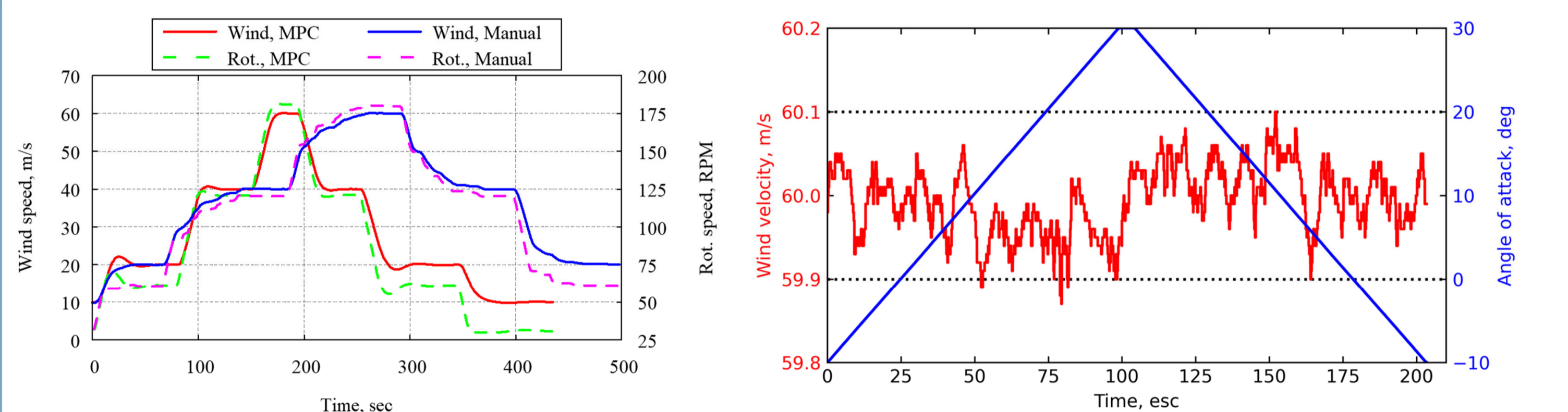
- 風速、動圧、静圧、送風機回転数、動翼開度の他、電動機電力・電圧・電流、軸受け温度等、約100項目のデータをリアルタイムで収集

## 自動運転技術



6.5m × 5.5m低速風洞風速自動制御システム

- データ駆動型デジタルツイン (逐次最小二乗法を使ったARXモデル) を用いた**モデル予測制御 (MPC)**により、目標風速に到達する最適な回転数/動翼開度を計算

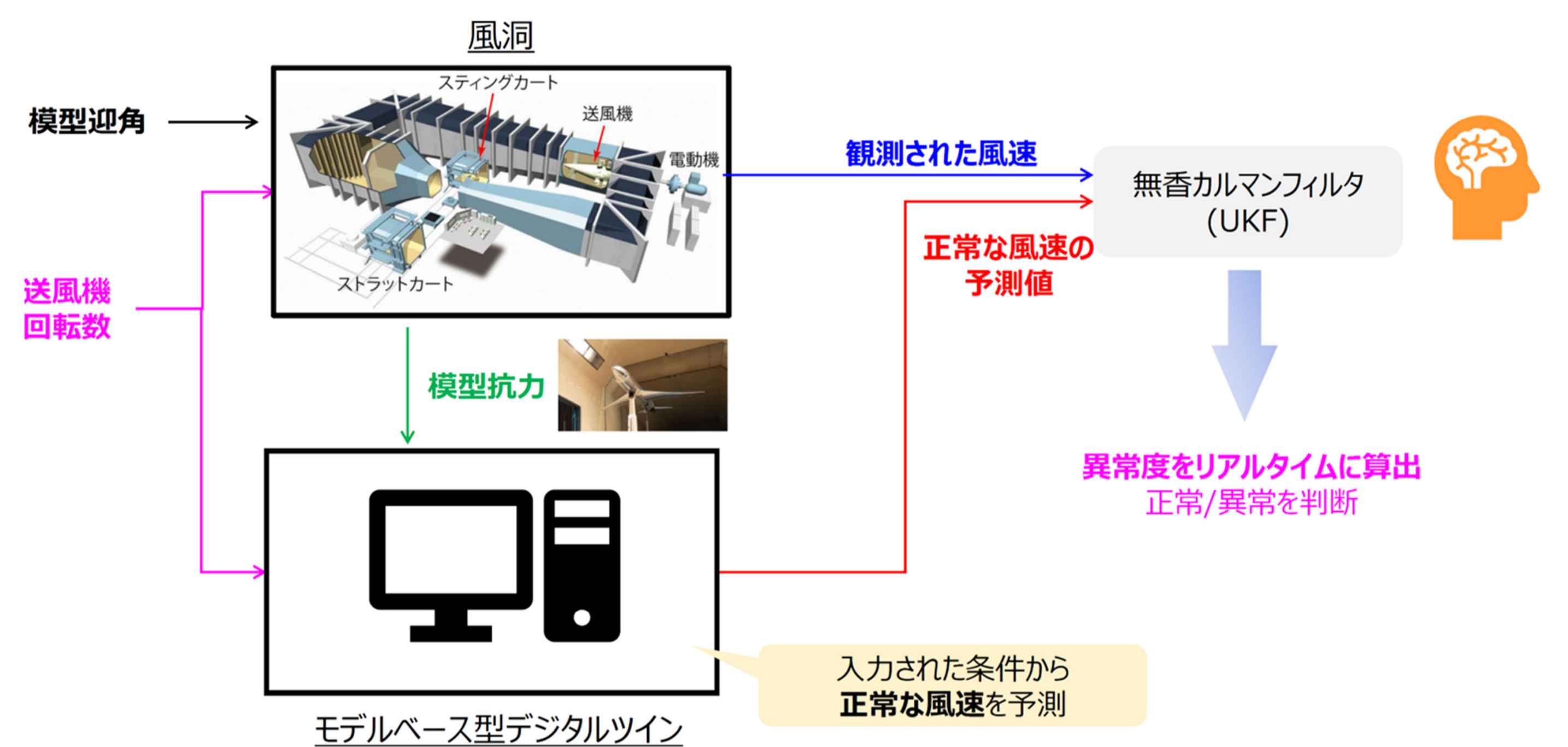


手動制御との静定時間の比較

模型姿勢角スイープ時の風速自動制御結果

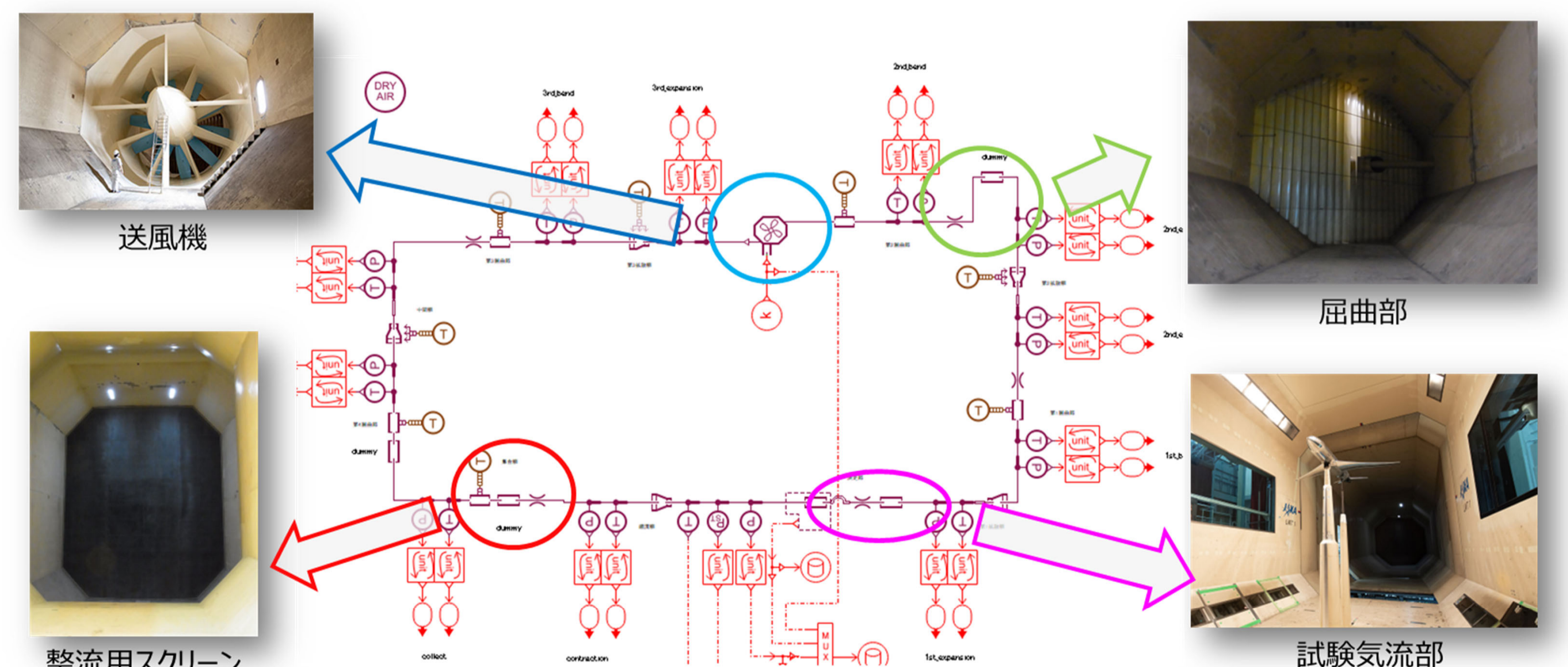
- 模型無しの条件におけるマニュアル操作との比較では、40m/s以上の風速では、自動制御 (MPC) による運転により、**気流静定までの時間が半減**
- スイープモードと自動運転の組合せにより、スイープモード時に発生する模型ブロッケージ変化による速度変化を低減し、**試験効率向上と高精度化の両立**と自動化による**オペレーション負荷低減と省力化**を実現

## 異常検知技術

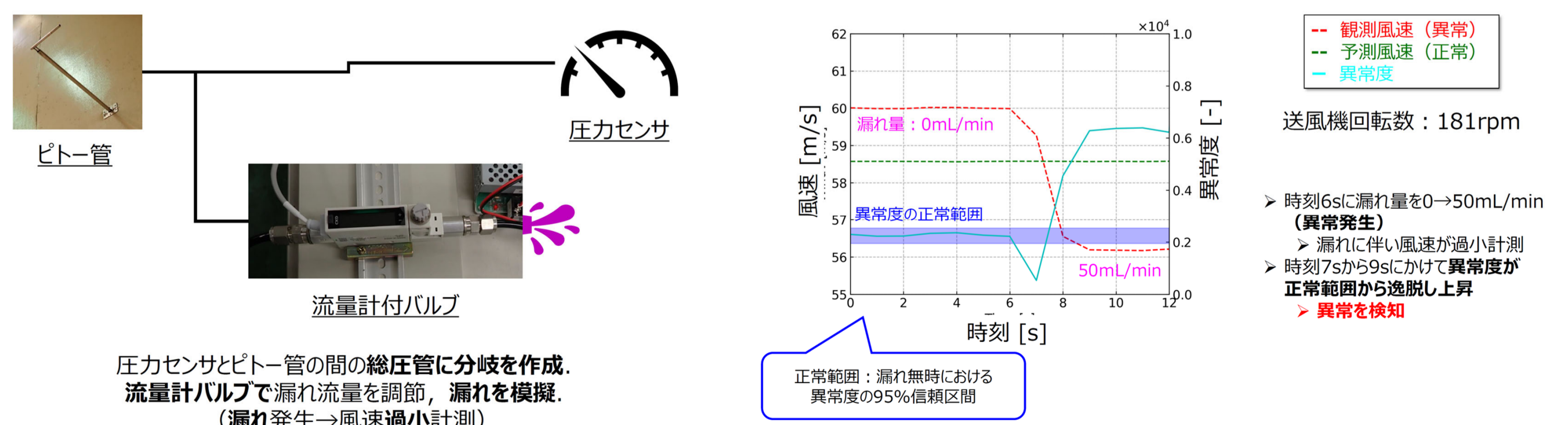


リアルタイム異常検知手法

Amesim (SIEMENS co.)を使用してLWT1のモデルベース型デジタルツイン (DT) を作成 #1



6.5m × 5.5m低速風洞デジタルツインモデル



ピトー管配管漏れによる異常模擬

ピトー管配管漏れ量と異常度の変化

- 異常検知では、**デジタルツインモデルから算出した風速との差異から異常度を算出し**、ピトー管配管漏れを模擬した条件で、配管漏れによる異常度の変化を確認