



先端研究基盤共用促進事業シンポジウム2020

「風と流れのプラットフォーム」 これまでの成果と今後の展望

国立研究開発法人海洋研究開発機構
坪井誠司

風と流れのプラットフォームの意義

民間企業や大学等が単独で保有することが困難な先端研究施設として、流体技術研究で相補的關係にある『風洞試験設備(アナログ風洞)』と『スーパーコンピュータ(デジタル風洞)』を共用に供し、流体科学に立脚する科学技術イノベーション促進することを目指す。

利用者：従来の利用状況と問題点

【従来】

- ・ 風洞施設やスパコンの利用経験者は、交流のある施設に利用を申し込んでいた
- ・ 新規利用者は利用するという発想に至らないか利用をあきらめる（人的資源、問合せ先等）

【問題点】

- ・ 試験内容にあった風洞施設を利用できない
- ・ スケジュールが合わず試験を断念
- ・ 課題と予算にあった試験方法の提案ができたか
- ・ 試験できない内容として断られる

施設側：問題意識

【近年の課題】

- ・ 風洞施設に従事する技術者の高齢化、人員減
- ・ 技術の継承ができない
- ・ 人材の育成、キャリアパスの道筋
- ・ システムの高度化
- ・ 風洞試験と数値シミュレーションの融合が進まない

これらを克服するための
プラットフォーム形成



風と流れのプラットフォームの効果

- 民間企業の製品・研究開発に最先端の風洞実験施設やスパコンを利用
- 利用課題に適した施設の紹介と実験方法を提案
- 施設の利用が未経験という企業でも手厚い技術支援で安心して利用



連携効果

- 全国レベルで利用者ニーズに対応
- 目的と予算に応じた適切な実験施設の提案・支援
- 風洞実験と数値シミュレーションの融合による新たな価値の創出
- 技術の継承に向けての取組
- 高度化に向けての技術の蓄積

プラットフォームの活動

「風と流れのプラットフォーム」のホームページ上に活動状況と成果の一部を掲載。ワンストップサービス窓口を設置。



「風と流れのプラットフォーム」では、
風洞・スーパーコンピュータの利用技術支援を提供します

風と流れのプラットフォームとは？

風と流れのプラットフォームは、産学官が共用可能な研究施設・設備等の整備・運用を含めた施設側のネットワークを構築し、高度な計測分析機器・計算機を中心としたイノベーション創出のためのプラットフォームを形成するとともに、日本の研究開発基盤の持続的な維持・発展に貢献することを目的としています。

[続きを見る](#)

ご利用いただける施設

全国の共用施設

ニュース

2018年4月26日 [ニュース](#)
本事業の平成30年度特定利用課題の公募を開始いたしました。

[続きを見る](#)

2018年3月5日 [ニュース](#)
日本航空宇宙学会誌 第68巻 第3号の「年報展望 (2017)」で風と流れのプラットフォームが紹介されました。

2018年1月22日 [イベント](#)
第2回 風と流れのプラットフォーム・シンポジウムを開催しました。

テレビ大阪での放送

京都大学 境界層風洞実験室で実験、撮影された模様を放送されました。

テレビ大阪 6月11日(日) あさ7時15分～
かがくdeムチャミタス!



実験の様子がテレビ大阪で放送されました(リンク先: 京都大学)

特定利用課題

平成30年度 風と流れのプラットフォーム 特定利用課題の公募について

風と流れのプラットフォームの特定利用課題を募集いたします。風と流れのプラットフォームは文部科学省 先端研究基盤共用促進事業(共用プラットフォーム形成支援プログラム)の支援を受けて国内4機関が実施する受託事業です。今回の公募では2件程度の特定利用課題を募集いたします。

[募集のご案内](#) [申請書](#) ([申請書記入例](#))

1. 特定利用課題の募集期間
特定利用課題の募集期間は

イベント

第5回 風と流れのプラットフォーム・シンポジウム



風と流れのプラットフォームは、国内有数の風洞試験設備とスーパーコンピュータをセットで供用し、分野を問わず、風と流れに関する様々なユーザーズに対応した高度利用支援を行い、流体科学に立脚する科学技術イノベーションを強力に促進することを目指しています。

本シンポジウムでは「風洞実験と流体シミュレーションの連携」をテーマとして令和元年度特定利用課題報告、プラットフォーム事業のこれまでの成果をご紹介します。また、「ポストコロナ時代の共用事業の在り方について」をトピックとし、様々な分野における

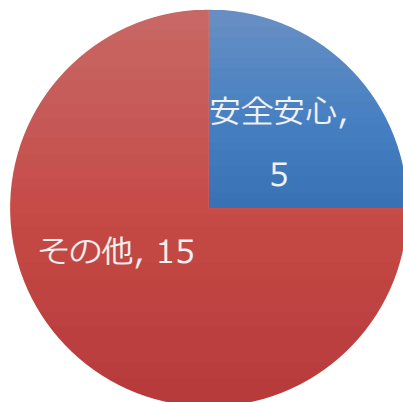
相談件数・利用件数の推移

	相談件数	利用件数
FY2016	20	12
FY2017	88	22
FY2018	108	38
FY2019	113	46

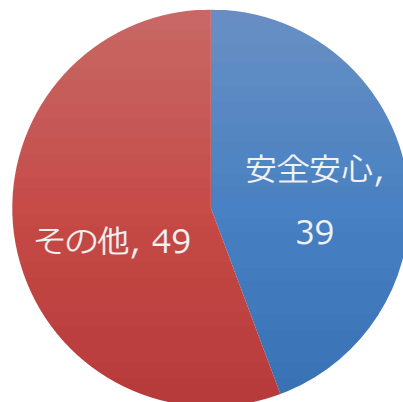
相談件数・利用件数は年々増加

相談案件の分野・業種別推移

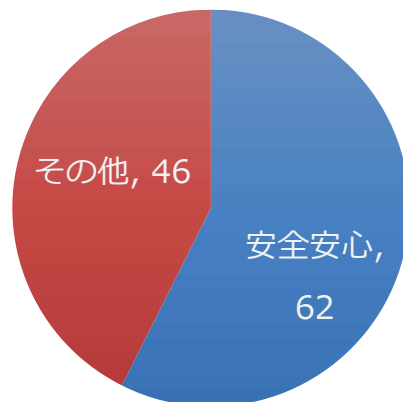
FY2016



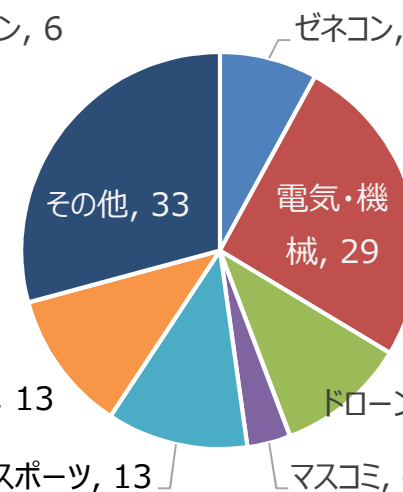
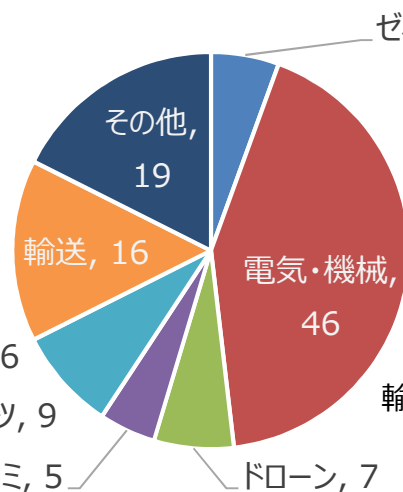
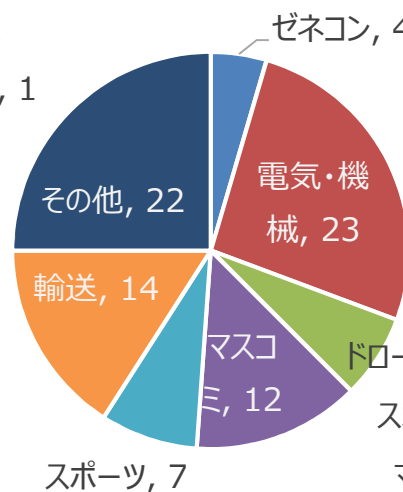
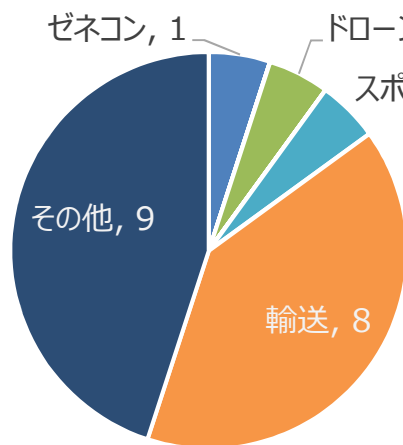
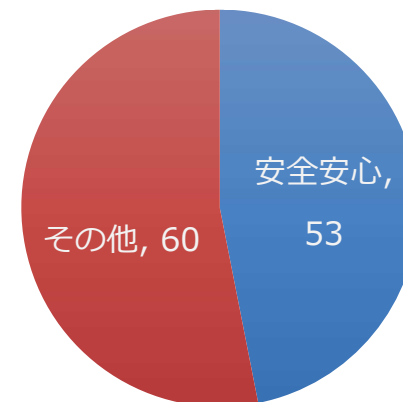
FY2017



FY2018



FY2019

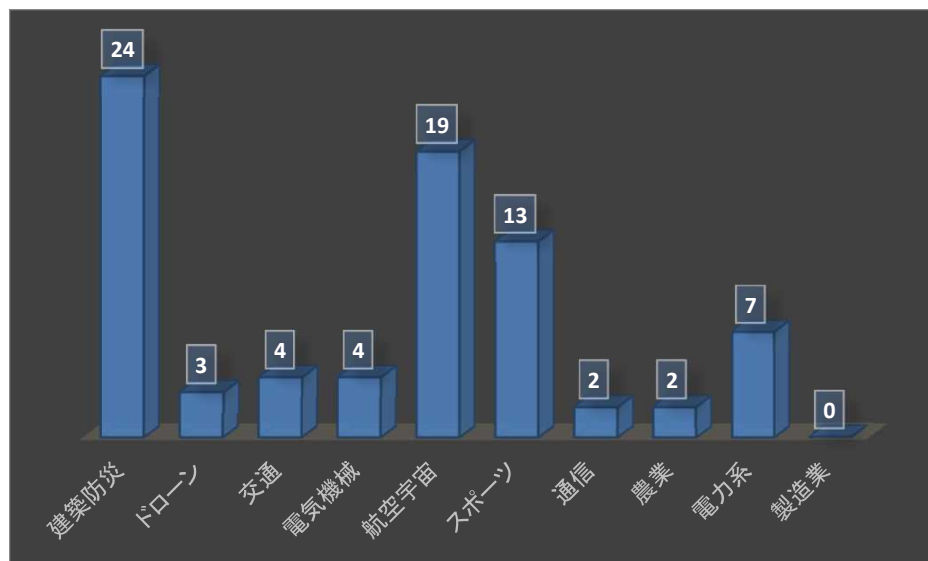


安全安心分野の利用が多く、業種は多様

共用施設の利用分野推移

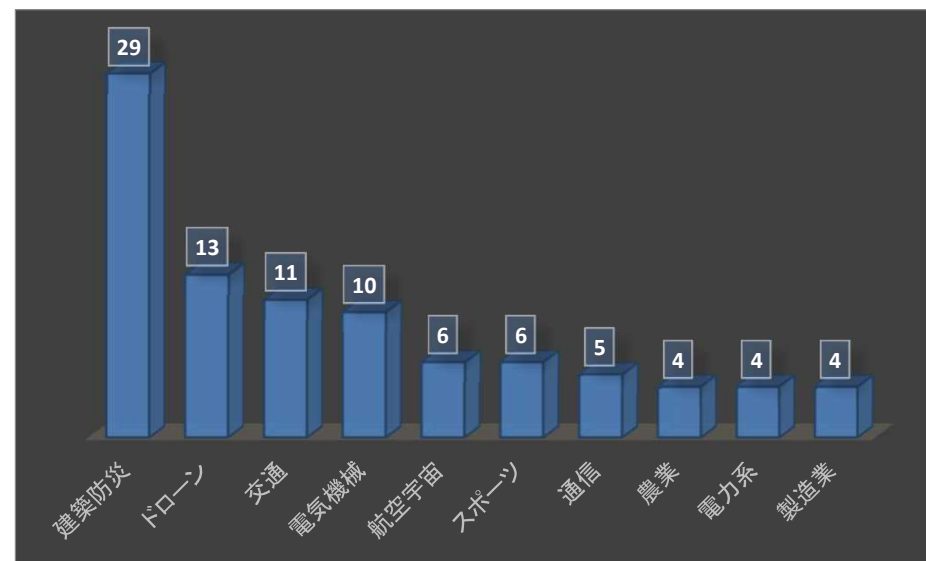
PF事業前 (FY2013~2015)

利用件数：78件



PF事業後 (FY2016~2018)

利用件数：92件



PF事業により利用分野の裾野が拡大

特定利用課題の推進

**風洞試験と数値流体シミュレーションを融合した、
製品開発や研究に資する意欲的な機関間連携課題を推進
(2機関以上のプラットフォーム構成機関を利用を想定した課題)**



+



= 新たなイノベーションへ

- **課題の支援体制**
 - ・ プラットフォームから技術的・研究費支援
 - ・ 施設の優先的利用
- **課題の選定・評価・成果の発信**
 - ・ 選定課題は利用終了時には委員会で評価される
 - ・ 得られた成果は、成果報告書や報告会にて発信する

毎年、1～2課題を公募

特定利用課題事例一覧

プラットフォームの連携効果を最大限に生かすため、 風洞施設とスパコンを両方活用する課題を公募

【平成28年度採択課題】

申請機関	課題名
株式会社 東芝	実風車模型を用いた風車後流風速の定量的評価手法の開発

【平成29年度採択課題】

申請機関	課題名
沖縄県農業研究センター	耐風性に優れたネットハウスの開発
慶応義塾大学	ハイパーループポッドの空力特性に関する研究

【平成30年度採択課題】

申請機関	課題名
近畿大学	噴石などの不整形物体の空力特性の解明

【令和元年度採択課題】

申請機関	課題名
宇宙航空研究開発機構	カプセル動安定解析に向けた振動する低細長比円柱の流れ場解析

特定利用課題(平成30年度)

『噴石などの不整形物体の空力特性の解明』

一 課題申請機関: 近畿大学

- 近年、火山噴火時の噴石による建物や人の被害が発生している。火山付近の建物や避難所への噴石の落下衝突に対する被害を低減するには、噴石の空力特性を把握することが必要。
- 風洞実験と流体シミュレーションにより、不整形物体の空力特性を明らかにし、飛散性状の予測精度向上に貢献。

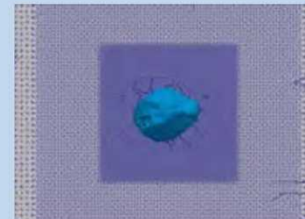
風洞実験



写真一風洞実験状況

形式	単回路吹出型境界層風洞
測定胴寸法	2.5m(w)×2m(H)×21m(L)
風速	0.2~25m/s
所有者	京都大学防災研究所

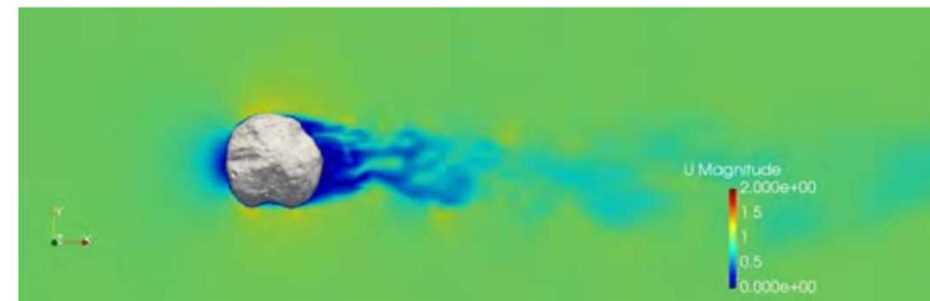
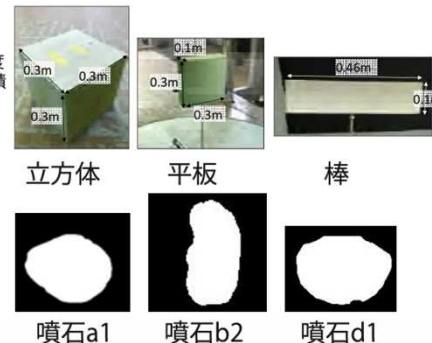
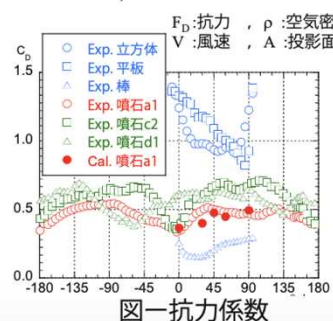
数値流体解析



図一計算格子状況

計算コード	HELYX Core(OpenFOAM)
計算領域	x(主流方向):-1.6~2.4m y(直交方向):-1.2~1.2m Z(鉛直方向):-1.6~1.6m
乱流モデル	標準Smagrinisky
対流項離散化	TVD (limitedLinear)
時間進行法	2次後退差分 (backward)
圧力解法	PISO法

$$C_D = \frac{F_D}{1/2 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot A}$$



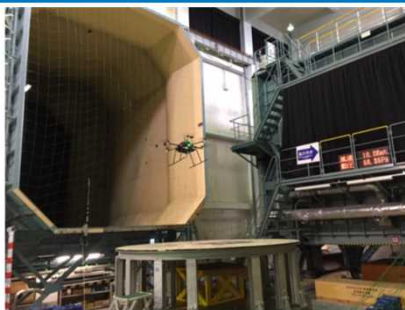
図一噴石(a1)周りの瞬間風速分布

引用: 平成30年度地球シミュレータシンポジウム ポスター集

JAXAでのプラットフォーム試験例

■ 実機ドローンの空力性能実験

JAXA6.5m×5.5m低速風洞において、ドローンメーカーの自社開発品の実機フリーフライト試験を実施し、機体の空力特性を計測した。



■ 自転車レースウェアの開発

JAXA6.5m×5.5m低速風洞において脚駆動のダミー人形にて各ロードサイクル用のウェアの空力特性取得試験を実施した。



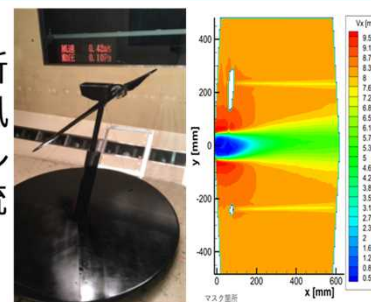
■ 鉄道警標空力性能実験

JAXA6.5m×5.5m低速風洞において、鉄道用警標の実機にて外形状変更による空力特性を取得した。



■ 洋上風車の空力実験

JAXA6.5m×5.5m低速風洞において新規開発の洋上発電風車のスケールモデルで空力特性試験と流れの可視化(PIV)を実施した。



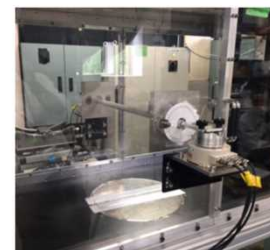
■ ゴルフクラブの空力実験

JAXA小型低乱風洞においてゴルフクラブの空力特性試験を行い、各ヘッド形状の違いによる比較を実施した。



■ 電線の空力実験

JAXA小型低乱風洞において電線（空中線）空力特性試験を行い表面形状の違いによる比較を実施した。

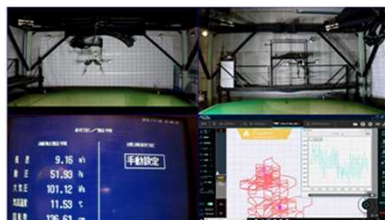


協力機関（JAXA支援）のプラットフォーム試験支援例

防衛省 防衛装備庁 航空装備研究所
垂直兼用風洞での試験実績

■ ドローンの吹上風特性試験

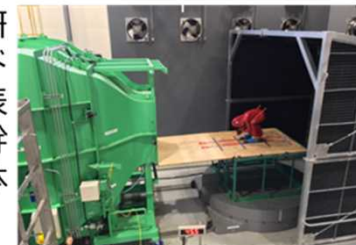
無人航空機（ドローン）の飛行安定性に影響を与える、吹上風による渦輪状態（VRS : vortex ring state）の発生境界に対する各種パラメータ確認試験。落下終端速度確認、落下分散等の垂直風洞でしか出来ない試験を実施した。



一般財団法人建材試験センター
中央研究所 大型送風散水試験装置

■ スピードスキーの空力実験

建材センター中央研究所においてスピードスキーW杯日本代表選手が合宿前の体幹筋力確認の為風速体験を実施。



■ オリンピック自転車競技試験

自転車競技用風洞(選手乗車)は日本ではJISSにしかなく、これまでオリンピック候補選手の多くは海外の専用風洞を使って練習していた。これを日本で出来ないかとの要望があり、設備と試験装置企業と検討・調整中。

京都大学防災研究所でのプラットフォーム試験例

ウインドウフィルム貼りガラスのJIS R 3109 に基づく防災性能(耐衝撃性能)評価



衝撃試験装置を用いたウインドウフィルム貼りガラスに対する衝撃試験

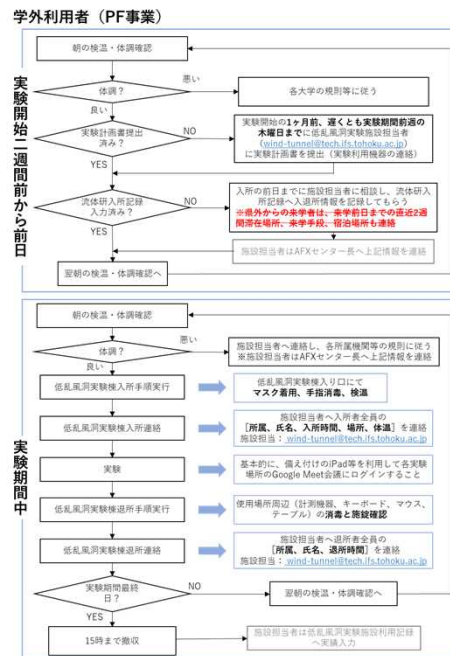
◆令和元年度成果

ウインドウフィルムを貼りつけたガラスの、飛散物に対する耐衝撃性能を明らかにするために、ウインドウフィルムを貼りつけたガラス試験体をアルミサッシュに組み込んだ試験体を用いて衝撃試験を行った。

ウインドウフィルムを貼りつけたガラスの耐衝撃性能を明らかにし、製品開発につなげた

新型コロナウイルスへの対応：施設利用

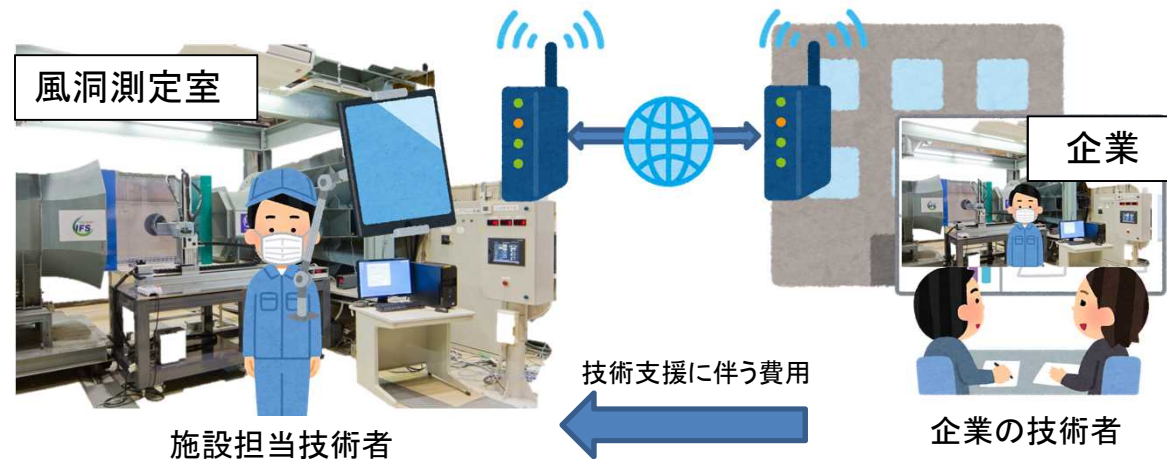
- 東北大学BCPLレベルに応じた施設の対応方針を作成リモートでの受託利用の試み
- リモートでの受託利用の試み



利用者向けフローチャート例
(2021年1月12日現在)

リモートでの受託利用の試み(6月に1件実施)

- 測定室の状況確認・コミュニケーションのためタブレット端末を用意し、web会議システムを利用してコミュニケーション
- 受託利用に伴う技術支援料を徴収できるシステム作り



- 受託利用へ向けて一定の成果は得られた。
- より充実したサービスとするためには、技術者の不足を解消が必要。合わせて施設の自動化・遠隔化にも期待

人材育成：活動実績事例（東北大学）

各学会などで実施されている座学による学習では分からない点を

- ①専門ではない方にはイメージを持って頂く。
- ②専門とする技術職員・学生には技術を身に着けて頂く。
ことを目的に実習形式の学習機会を設けて来た。

- **体験学習会の実施（H28年度，H29年度）計32名参加**
- **高専生などのインターンシップ受入（H28年度、H29年度、H30年度）**
 - 参加校：八戸高専(2名)、福島高専(2名)、仙台高専(1名)、山形大学(2名)、宇都宮大学(1名)
- **PIV講習会(H29年度より年1, 2回)累計54名参加**
- **技術職員への技術指導**
 - **施設担当技術職員へ技術の継承（PSP計測技術、PIV計測技術、MSBSの高度化）**
 - 科研費若手研究の獲得（H30年度～現在）
 - 科研費Aへの共同研究者としての参加（H30年度～現在）
 - 論文6件（共著含む）、国際会議3件（筆頭のみ）、国内学会2件（筆頭のみ）
 - **他大学技術職員への個別指導**
 - 東北大工学部、岩手大学工学部、宇都宮大学工学部



体験学習会の様子

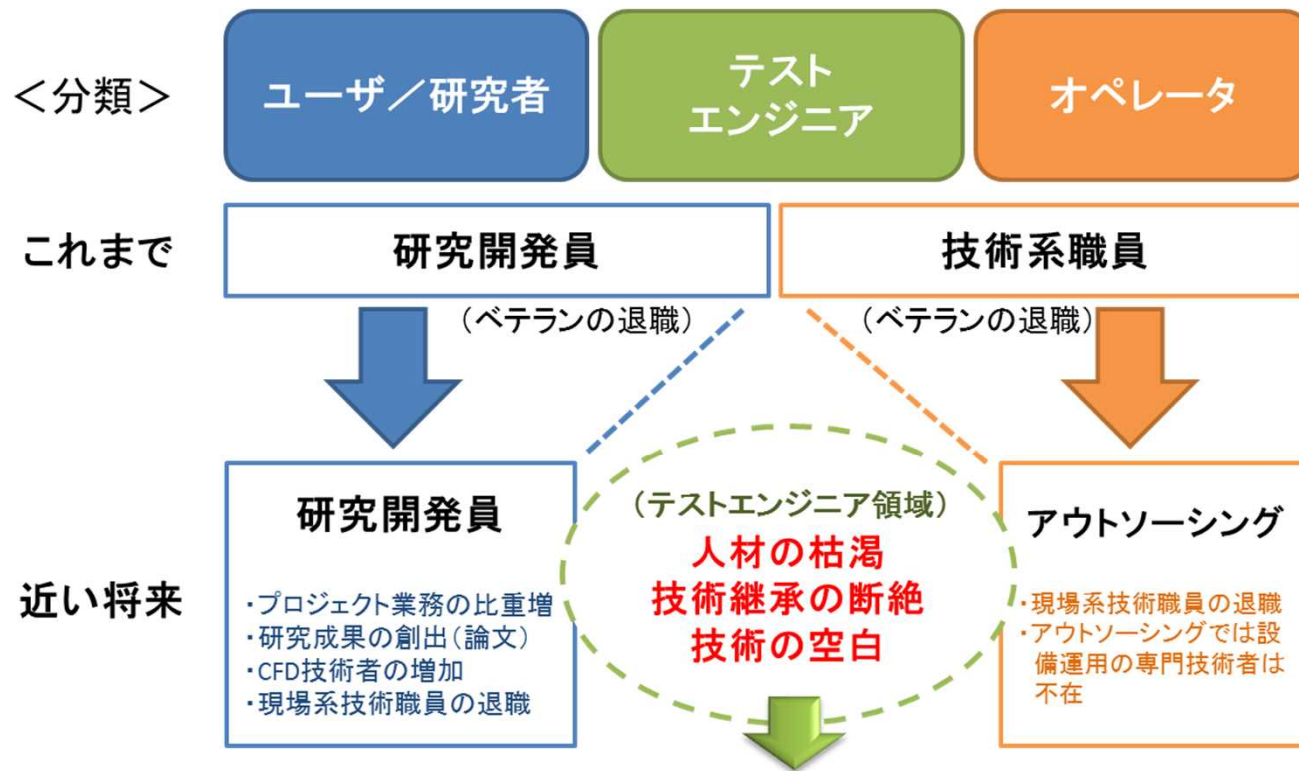


高専生インターン
（風洞施設）

人材育成：風洞技術者能力認定制度（JAXA）

高度技術者に代表される風洞技術者（テストエンジニア）の育成を目指して、教育・訓練カリキュラム作成、及び風洞技術者能力認定制度の検討を開始。

【背景】 JAXAの実例



“風洞技術者能力認定制度”の提案

人材育成：風洞技術者能力認定制度（JAXA）

・風洞技術者能力認定制度の基本コンセプト

【目的】

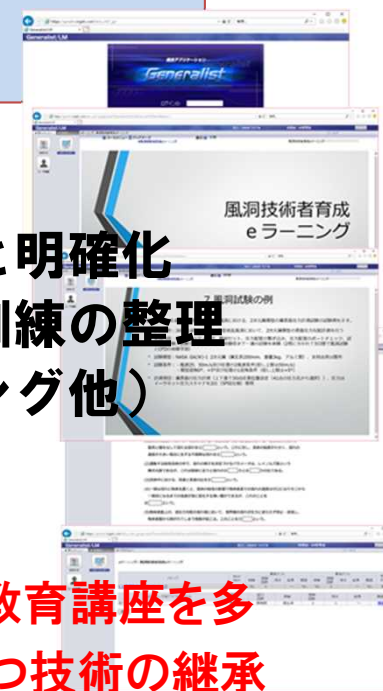
風洞試験結果の品質を保証する為に、風洞試験を実施する際のテストエンジニアが必要とする**技術力の基準を明確に定め**、その基準に照らし合わせてテストエンジニアの**技術力を評価・認定**し、風洞試験依頼に応じた高信頼度試験データの提供に資すること

・風洞技術者能力認定制度構築のステップ

- ✓ ①テストエンジニアに求められる能力・資質の整理と明確化
- ✓ ②テストエンジニアを育成するために必要な教育・訓練の整理
- ✓ ③教育・訓練カリキュラムの作成と共有（eラーニング他）
- ④風洞能力認定制度の提案（目指すゴール）

↑ 制度設計をどうするか今後の方向性

認定制度の運用はかなり難しく、企業などの協力も得て風洞教育講座を多く設けて(初級～上級)風洞従事者のインセンティブを重視しつつ技術の継承と能力の向上を目指すところにまずは進む。



コミュニティの形成：風洞データベースの作成

利用相談を受けるうちに、特徴のある風洞施設で形成したプラットフォームであっても十分に対応できない。希望日程を確保できない。という現実と直面することとなった。打開に向け、国内の風洞データベースを作成し全国レベルでのコミュニティ形成の模索を開始した。

これまでの調査

航空宇宙学会
 1974年 国内現有風洞一覧
 1996年 新しい空力研究設備と試験技術(その1、その2)
 2008年 超音速関係を中心にデータベース作成
<https://branch.jsass.or.jp/aerocom/activities/database/>

可視化情報学会
 1994年 日本の低速風洞
 調査期間：93/春～94/4末まで
118機関175風洞

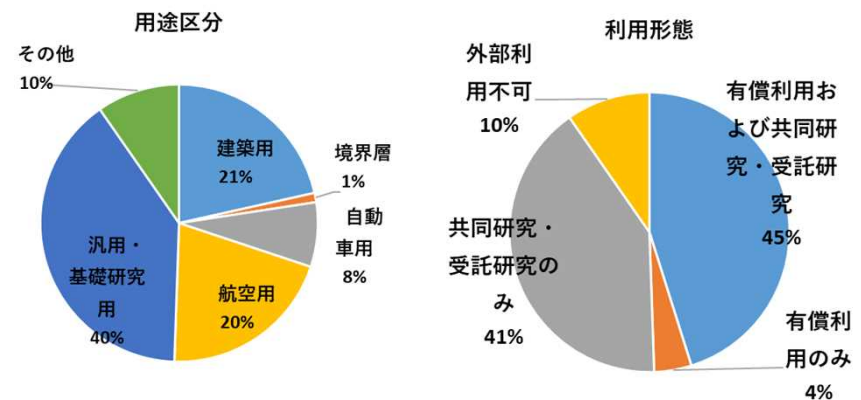
可視化情報

JOURNAL OF THE VISUALIZATION SOCIETY OF JAPAN 学会誌

1994 Vol.14 Suppl. No.3

日本の低速風洞

調査期間：2020/4-2020/6
66機関85風洞から回答を得た



(アンケート)運転のための専属の研究員・技術職員は配属されているか？

されている	25
されていない	51

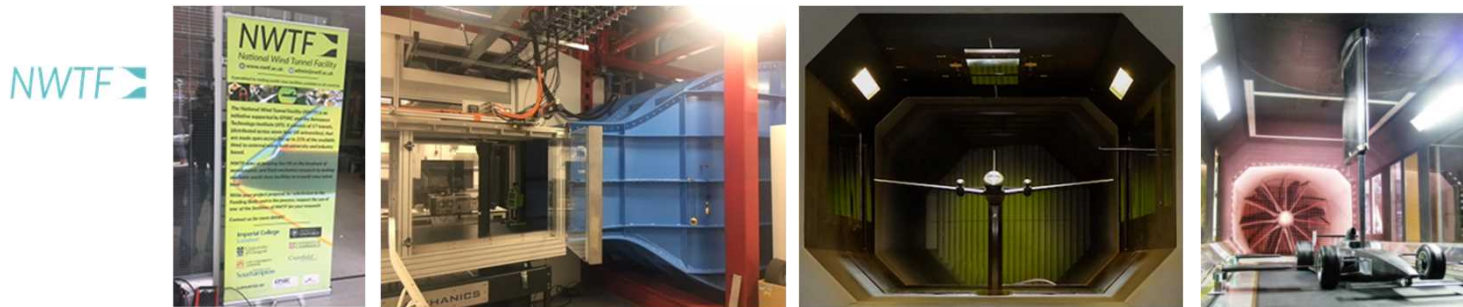
大学を中心に技術職員が不足している実態。

有償利用可能な設備については、今年度の特定利用課題成果報告書の付録として掲載予定

国際的なネットワーク構築

・英国の風洞プラットフォーム(NWTF)

- 名称: National Wind Tunnel Facility(略称:NWTF)
- 設立目的: 英国の空気力学の世界的な地位向上を図る為の国家プロジェクトとして、2014年に英国内の代表的な7つの大学にある17の風洞設備をネットワーク化し(現在は12大学22の風洞)大学産学官の研究者に利便性良くかつ最適な風洞設備を広く使ってもらう取組み。政府からの大きな資金援助もあり、これら設備の整備、改修や最適・最新化も行っている



NWTF Wind tunnels available

Institution	Name	Designation
Cambridge	Supersonic Tunnels 1 & 2, (TS1, TS2)	Transonic/supersonic; open return blow down: two identical facilities
City	Transonic/Supersonic T5 Tunnel (TS3)	Transonic / Supersonic closed return induction driven
City	Low Turbulence Wind Tunnel (LS1)	Low Speed closed return
Cranfield	Low Speed 8x6 Wind Tunnel (LS2)	Low Speed closed return
Cranfield	Low Speed 8x4 Boundary Layer Wind Tunnel (LS3)	Low Speed closed return
Cranfield	Low Speed Icing Tunnel (LS4)	Low Speed closed return
Glasgow	Low Speed 9x7 Wind Tunnel (LS5)	Low Speed closed return

Institution	Name	Designation
Imperial	Low Speed 10x5 Low Speed Wind Tunnel (LS6)	Low Speed closed return
Imperial	Supersonic Wind tunnel (TS4)	Intermittent hybrid blow-down / start-down arrangement
Imperial	Hypersonic Gun tunnel (HS1)	Hypersonic Intermittent impulsive facility
Oxford	Hypersonic Gun tunnel (HS2)	Hypersonic Intermittent blowdown
Oxford	Low Density tunnel (HS3)	Hypersonic rarefied flow
Oxford	High Density tunnel (HS4)	Hypersonic Heated Ludweig tube
Southampton	R J Mitchell Wind Tunnel(LS7)	Low speed, closed return
Southampton	Anechoic Wind Tunnel (LS8)	Anechoic Wind Tunnel
Southampton	Hydroscience Tank (LS9)	Towing and wave tank

国際的なネットワーク構築

人的交流を開始

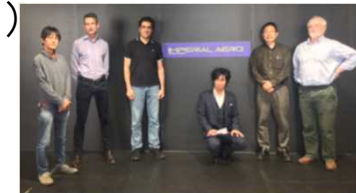
【・英国の風洞プラットフォーム(NWTF)と日本のPFとの比較】

＜類似点＞

- ・大学の風洞をネットワーク化し、調整窓口をインペリアルカレッジのスタッフが行う。(日本でいうワンストップサービス)
- ・各大学でユーザに最適な技術支援を行う。(日本でいう高度技術指導員)

＜異なる点＞

- ・試験内容はアカデミックなものが多い(但し年間25%は企業枠)
- ・風工学風洞、防災関連の耐風試験のできる風洞がない。
- ・予算規模。政府からの資金支援として5年間で£13.3millionの助成、2019年からは新たな資金と企業の参加で風洞も増強され更に現在も発展中。



2018年NWTFへの訪問

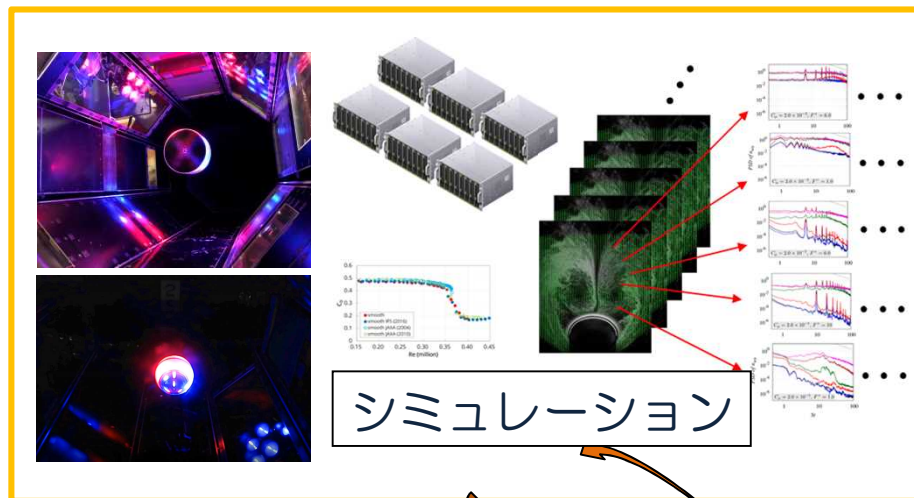
NWTFは日本に先んじて2014年から事業開始され、先陣としてその事業経験や知見(成功や失敗)を日本は学ぶことができる。

【協力の可能性と実施】

- ・2019年NWTF代表者を日本へ招聘し、講演、PF各設備視察と情報交換を行い、風と流れのプラットフォームの活動発展(高度化や効率化ノウハウ)を開始した。
- ・英国風洞とのネットワークも広げることで技術面、人的交流が進むことで新たな研究テーマ発掘や、基礎研究の共同作業などが期待できる。
- ・2020年にはNWTFよりJAXAのPF実施責任者宛てに諮問委員への就任依頼があり受諾。7月以降も運営委員会(Web会議)に出席し、風洞ネットワークの運営上の課題などを共有している。

今後の展望：達成目標、達成された際の絵姿

データ同化により風洞計測の自動最適化を実現



計測の自動化とデータ同化による最適化 → シミュレーションと計測の同時自動最適化₁

今後の展望：達成目標、達成された際の絵姿

<各機関の施設・設備の連携の更なる推進>

- ・安心安全な社会の構築に向けて風と流れの経験と技術を適用し貢献する。
- ・産業界との連携で、より高度な風洞試験と数値解析を組み合わせ利用できる体制を構築し、自立化を模索する。
- ・各機関専門家による「リエゾンチーム」を結成しEFD/CFDの融合を加速する。
- ・風洞データベースを運用し、学会と連携して全国的にプラットフォーム連携機関を拡大する。

<遠隔地からの利用・実験の利用等に係るノウハウ・データの共有>

- ・データ同化を用いてシミュレーションと融合した風洞実験最適化により実験の遠隔化を実現する。コロナ対策と共に風洞試験効率化が図れる。
- ・シミュレーションとの融合を進め、計算資源の提供およびデータの共有を安全に実現する。

[コロナ状況の見通し]今後数年間はコロナ禍が継続し、実験の実施への影響が懸念される。DXの導入による対応が必須となる。

<専門スタッフの配置・育成の強化>

- ・多種多様なユニーズに対応する為、ユーザの要求に応じた風洞試験、数値シミュレータ、AIを使いこなせる高度技術を持った人材の確保・維持に努める。(高度技術者の育成・強化)
- ・国際連携により技術者の能力向上に努める。



終わり

図一噴石(a1)周りの瞬間風速分布