

# 風と流れのプラットフォーム 事業の取組みと成果

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構  
航空技術部門 空力技術研究ユニット

○ 矢島 卓、浜本 滋、加藤 裕之、廣谷 智成、  
口石 茂、鈴木 康司



2019/5/30-31 第95回風洞研究会議 1

## 目次

1. 風と流れのプラットフォーム概要
2. 事業の取組みと成果
3. 3年間の成果まとめ
4. 今後の課題と計画



2019/5/30-31 第95回風洞研究会議 2

# 1. 風と流れのプラットフォーム概要

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)として、2016年度より開始し**3年が経過**。(事業は5年間)

風と流れに関する様々な課題に対応した  
風洞試験・数値シミュレーションの高度利用支援サービス

## 概要

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、**分野を問わず**、風と流れに関する様々なユーザーニ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旨とした事業。



2019/5/30-31 第95回風洞研究会議 3

# 1. 風と流れのプラットフォーム概要

「風と流れのプラットフォーム」の意義

## 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諦める(問合せ不明等)
- ・新規利用者は近郊の大学施設に対して相談を行うのみ

### 【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に試験を断念
- ・課題と予算にあった試験方法の提案が思うようにできない
- ・試験できない内容として施設側に断られる

## 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



2019/5/30-31 第95回風洞研究会議 4

# 1. 風と流れのプラットフォーム概要

## 共用体制(プラットフォームの形成)

日本国内にある、代表的かつ特徴のある風洞群を共用化し、またJAMSTECにあるスパコンも利用できる体制を作り、プラットフォームを形成した。

利用者は、JAMSTECにある **ワンストップサービス窓口** に問い合わせるだけで、目的や予算に応じた実験設備の提案や技術支援が受けられるサービス。

これにより、相談者・利用者は、地域と実験方法にとらわれない提案を速やかに提示できる仕組みを確立した。



# 1. 風と流れのプラットフォーム概要

## プラットフォーム形成の効果

- ・民間企業の製品・研究開発に最先端の風洞実験施設やスーパーコンピュータが利用可能になった。(対象分野は限定しない)
- ・利用課題に適した施設の紹介と実験方法(風洞、スパコン)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可能



**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

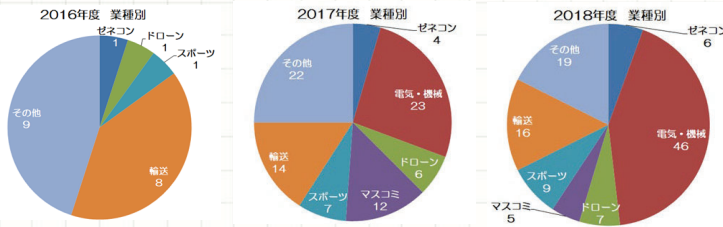




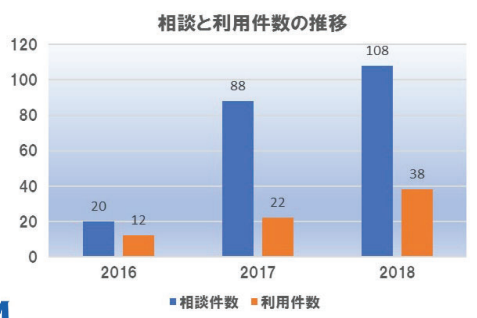
## 2. 事業の取組みと成果

### 進捗状況(外部利用実績)

**外部利用実績は、利用相談と利用件数は共に順調に増えている。**



**【対象分野】**  
 物理・気象・海洋・天文などの理学や、航空・機械・土木・船舶・建築・化学工学などの工学、さらに医学・生物学・農学・スポーツ科学など



- 外部利用実績は、広報活動の効果もあり、利用相談と利用件数は順調に増えている。
- 利用業種も多岐にわたり、「風」にかかわる課題のすそ野の広さを実感
- 「風」に起因する“安全・安心”課題が急増 ⇒ 初めての利用・相談案件が多く、PFの活動によって、元々ある需要を発掘できたのではと予想

## 2. 事業の取組みと成果

### 特定利用課題

プラットフォームの連携効果を最大限に生かすため、風洞施設とスーパーコンピュータを両方活用する課題を公募

【平成28年度採択課題】

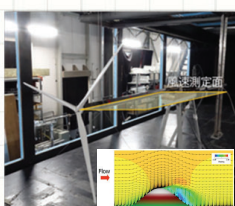
申請機関	課題名
株式会社 東芝	実風車模型を用いた風車後流風速の定量的評価手法の開発

【平成29年度採択課題】

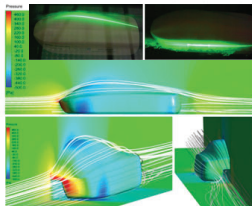
申請機関	課題名
沖縄県農業研究センター	耐風性に優れたネットハウスの開発
慶応義塾大学	ハイパーloopポッドの空力特性に関する研究

【平成30年度採択課題】

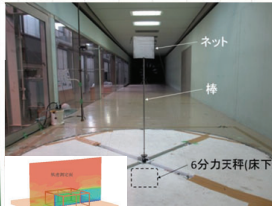
申請機関	課題名
近畿大学	噴石などの不整形物体の空力特性の解明



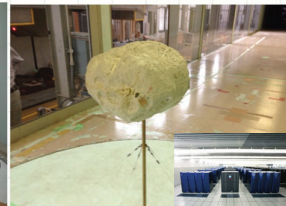
平成28年度



平成29年度



平成29年度



平成30年度

## 2. 事業の取組みと成果

### JAXAでのPF試験例

#### 【成果】 自転車エアロフレームの実験 -エアロフレームはエアロか!?-

【利用期間:2017年度,自転車メーカー】

平成28年度3月末にJAXA2m×2m低速風洞において、自転車メーカーによる自転車の車輪単体（車輪駆動）、及び自転車全体にかかる空気力を様々なデザインで比較し計測するとともに、煙による車輪、車体周りの流れの可視化を実施した。（試験の様子と、職員へのインタビューが雑誌「BiCYCLE CLUB」7, 8月号に掲載された）。風洞試験経験はなく、全面的な技術支援を要した。



試験状況 (JAXA 2m×2m低速風洞)



「BiCYCLE CLUB」7月号

#### 【成果】 未来の高速鉄道の実験 -ハイパーループ・コンペに挑戦-

【利用期間:2017年度,慶応義塾大学大学院 システムデザイン・マネジメント研究所】

イーロンマスク氏が社長のSpace X社が主催する「ハイパーループ・コンペ」（真空チューブを高速で移動する未来の高速鉄道）出場予定の供試体の実物大風洞試験で、空気力計測（主にDrag）と煙可視化試験を実施。試験は2017年7月下旬JAXA6.5m×5.5m低速風洞で実施された。TV東京のクルーが試験状況を撮影し10月にBSジャパンで放映された。風洞試験経験はなく、全面的な技術支援を要した。



JAXA6.5m×5.5m低速風洞での試験風景



慶応大学PODのチューブ内走行映像（実際の走行映像）

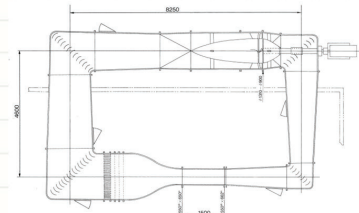


## 2. 事業の取組みと成果

### 技術の標準化／高度化

#### 【風洞設備の標準化例】

##### JAXA 0.65m×0.55m小型低乱風洞



目的・意義	気流の速度変動を極めて低く抑えることで、従来、精密流体計測を必要とする境界層遷移等の研究に使用が可能。また、気流乱れの小ささに加えて、手軽に試験を行えるサイズ、及び運転の容易さから無人航空機、自動車模型等の空力試験、感圧塗料などの先進流体計測技術の開発、風速計等の各種計測機器の検定等に利用されている。
建設・完成	1964年度 6.5m×5.5m低速風洞のパイロット風洞として建設 1988年度 小型低乱風洞として完成

形式	連続循環式
測定部寸法	高さ0.65 m、幅0.55 m、長さ1.5m
風速	5~75m/s(連続)
送風機動力	55kW
主流速度変動レベル	0.05%程度(風速30m/s時)
計測機器	6分力センサ、3分力センサ 汎用プローブ用2軸トラバース装置





## 2. 事業の取組みと成果

### 技術の標準化／高度化

#### 【風洞設備の標準化例】

##### <問題点>

- ・設備(電源等)の老朽化(安全、ノイズ問題)
- ・ケーブル類の煩雑さ(安全性問題)
- ・マニュアルがない(汎用性に問題)
- ・モータ更新工事後、気流特性の正確な把握ができていない。



改修前

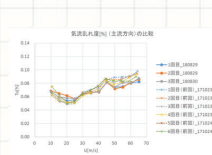
##### <改善内容>

2016年度に改修

- 分電盤、電源盤の全面更新
- 天井ケーブルラックの設置
- ユーザーズマニュアルの整備(試験効率化と汎用性向上)
- 気流特性の把握(風洞健全性の担保)
- PIV試験後の風路内清掃の徹底(気流精度の確保)
- ノイズ対策(アース、ノイズカットトランスの設置等)



マニュアル類の整備



気流検定試験



安全対策



改修後



2019/5/30-31 第95回風洞研究会議 11

## 2. 事業の取組みと成果

### 技術の標準化／高度化

#### 【ユーザの利便性向上に向けた機器活用のための技術の高度化】

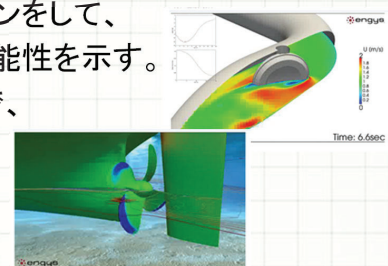
- 先端的な風洞試験・計測技術・スーパーコンピュータをユーザに提供できるよう、技術の標準化、パッケージ化を図っている。(全機関)
- 実験装置、計算機、アプリケーションソフトの操作マニュアルの作成を行い、ユーザの利便性に呈している。(全機関)

#### 利便性向上の具体例:

- 数値流体解析ソフトHELIXの導入(JAMSTEC)

ユーザが数値シミュレーションを行う際に自由に利用できる流体解析ソフトを導入

- ・利用者相談の際に、簡易的な数値シミュレーションをして、試験方法の選択枠としてのシミュレーションの可能性を示す。
- ・シミュレーションを風洞試験前の検証に使うことで、準備期間の短縮と効果的な試験に貢献する。

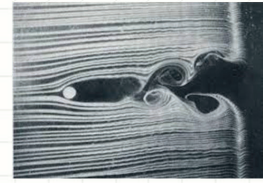


2019/5/30-31 第95回風洞研究会議 12

## 2. 事業の取組みと成果

### 技術の標準化／高度化

- ▶ 低乱熱伝達風洞では利用者からの要望が高い煙を用いた計測(PIV等)を禁止していた。(東北大学)  
(風洞性能に関わる風路内の汚染回避の為)



- この問題に対し利便性向上に向け、風路を遮断し、スモークワイヤー法など少量の煙を用いた可視化を可能とした。
  - 最新の煙発生器であるヘリウムソーブバブルを使用し、金網の汚染を低減できないか評価を進めている。
- ▶ 磁力支持天秤装置の活用に向け、高迎角での模型支持・計測技術や三軸制御による回転物体の制御手法の構築など、民間からの要望が高い利用を想定した技術の高度化を目指している。(東北大学)



6軸を制御することによる浮遊している有翼模型 (AGARD-B model)

- 三軸制御による回転物体の制御手法については、技術職員がH30科学研究費助成金若手(B)を獲得し取り組んでいる。
  - H30科学研究助成金基盤(A)「非定常3次元渦流れシミュレーション法の開発」を獲得し、計測技術の高度化に努めている。



## 2. 事業の取組みと成果

### 技術の標準化／高度化

#### 【ノウハウ・データの蓄積・共有】

- ▶ 各施設の相談実績・利用実績を集計し、プラットフォーム内での情報共有を実施。(全機関)
- ▶ 試験の様子や試験の概要をまとめた動画データベースの構築を進めている。(JAMSTEC、動画の提供は全機関)



動画データベース画面例

- どういう風に試験をするのか、どんなことができそうかを**見える化**することで、風洞試験の理解・利用につなげるための活動
  - 最近ニーズの多い、風災害・対策に関連する動画を用意することで、安全安心につながる活動(京都大学)





## 2. 事業の取組みと成果

### 人材育成

#### ➤ 利用者の技術教育

- －企業などの風洞試験経験の少ない技術者の育成をPF事業を通して実施(全機関)
- －「風と流れのプラットフォーム体験学習会」と称して、座学と実習に焦点を当てた構成で学習会を実施(東北大学)
- －数値シミュレーションの技術教育として、流体シミュレーションプログラムの開発企業と連携して利用講習会を実施予定(JAMSTEC)

#### ➤ 次代を担う若手への技術教育

- －学内学生向けに「PIV講習会」(東北大学)
- －インターンシップの既存の制度を活用し、学生向けの風洞技術者育成研修を企画・実施(JAXA、東北大学)



#### ➤ 技術継承

- －風洞技術者育成のための教育・訓練コンテンツを検討・作成中(JAXA、全機関)
- －講習会や学会参加を通じて高度技術指導員の技術向上、維持に努めている。(全機関)



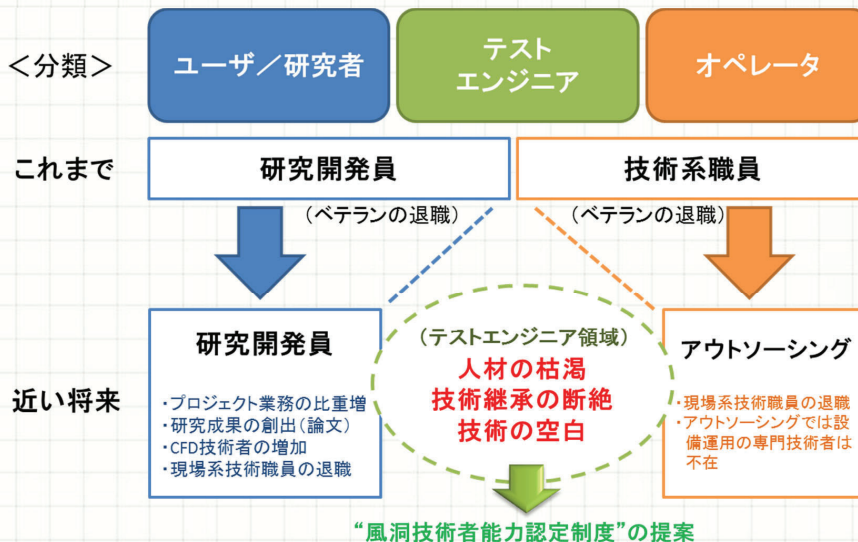
2019/5/30-31 第95回風洞研究会議 15

## 2. 事業の取組みと成果

### 人材育成

- 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



2019/5/30-31 第95回風洞研究会議 16



## 2. 事業の取組みと成果

### 人材育成

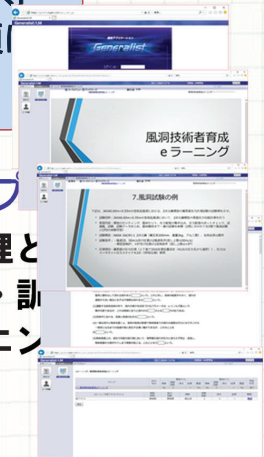
#### ・風洞技術者能力認定制度の基本コンセプト

##### 【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
- ✓ ②テストエンジニアを育成するために必要な教育・訓練
- ✓ ③教育・訓練カリキュラムの作成と共有（eラーニング）
- ④風洞能力認定制度の提案（目指すゴール）



2019/5/30-31 第95回風洞研究会議 17

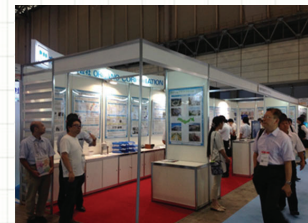
## 2. 事業の取組みと成果

### 広報活動

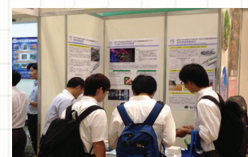
- 事業説明パンフレットを作成し、シンポジウムや展示会等で配布・紹介し、事業の理解に努めた。
- プラットフォームに関するシンポジウムを実施機関と協力して開催した。
  - 「風と流れのプラットフォーム・シンポジウム2017」(参加者110名)
  - 「第2回風と流れのプラットフォーム・シンポジウム」(参加者160名)
  - 文部科学省「風と流れのプラットフォーム」および「ポスト京」課題6Cの合同シンポジウム
  - 「第3回風と流れのプラットフォーム・シンポジウム」(参加者120名)
- その他、各種展示会、学会等での広報活動を実施した。



第2回風と流れのプラットフォーム・シンポジウム



各種展示会、学会等での広報活動



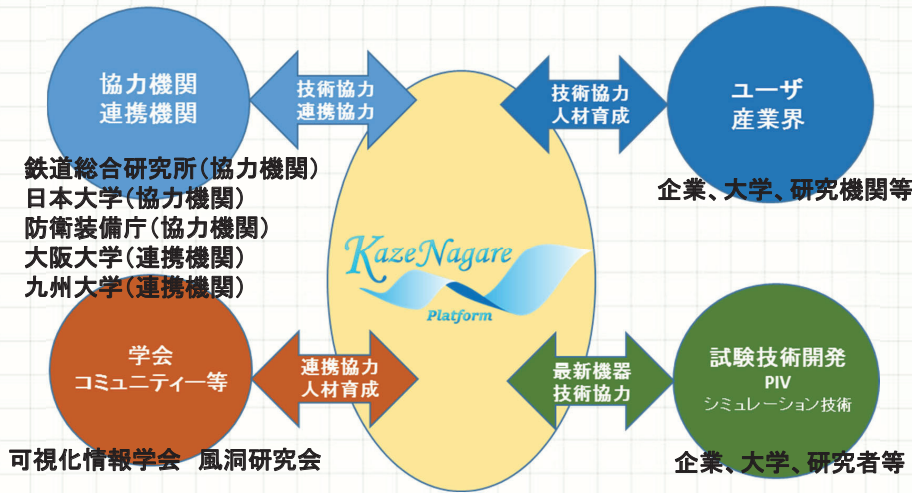
2019/5/30-31 第95回風洞研究会議 18

## 2. 事業の取組みと成果

### コミュニティ形成

プラットフォームが中核となって風洞・シミュレーションに関するコミュニティを形成した。

ユーザーの発掘や技術情報交流、システムの高度化・発展に貢献する体制を構築した。



## 2. 事業の取組みと成果

### 分野融合、進行領域

産業界等からは、これまで接点がなかった分野・領域などからのニーズがある。

【例】

・マルチコプター型ドローンの開発において、飛行安全の面から空気力学的な考察が必要と認識されるようになり、風洞試験が行われるようになった。



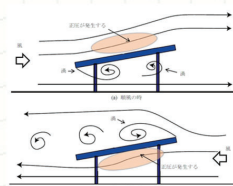
防衛装備庁風洞を利用したドローン試験

・農業分野、気象レーダー開発等の共同研究を行うなど、新たな領域への利用拡大。

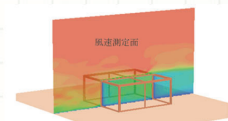
・「安全安心」視点からの風洞を用いた耐風試験の産業界らの大きなニーズ

「境界層風洞」による試験と「航空用風洞」による試験のちょうど中間に位置する試験試験の信頼性確保にとって、両者の融合は将来必須の課題と考える。

東北大学はこのテーマへの取組みとして、人材育成、広報活動も兼ねて「太陽光発電システム風荷重評価研究会」に平成28、29年度参加



アレイ周りの風の流れのイメージ  
(出典:「太陽光発電システム耐風設計マニュアル」  
太陽光発電システム風荷重評価研究会編)



「耐風性に優れたネットハウスの開発」

「太陽光発電システム耐風設計マニュアル」の作成に貢献(2017年2月発刊)



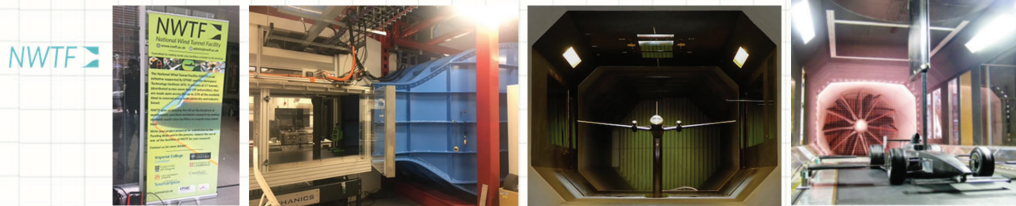


## 2. 事業の取組みと成果

### 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	Institution	Name	Designation
Cambridge	Supersonic Tunnels 1 & 2 (TS1, TS2)	Transonic/supersonic, open return blow down: two identical facilities	Imperial	Low Speed 10x5 Low Speed Wind Tunnel (LS6)	Low Speed closed return
City	Transonic/Supersonic T5 Tunnel (TS3)	Transonic / Supersonic closed return induction driven	Imperial	Supersonic Wind tunnel (TS4)	Intermittent hybrid blow-down / subsonic arrangement
City	Low Turbulence Wind Tunnel (LS1)	Low Speed closed return	Imperial	Hypersonic Gun tunnel (HS1)	Hypersonic Intermittent impulsive facility
Cranfield	Low Speed 8x8 Wind Tunnel (LS2)	Low Speed closed return	Oxford	Hypersonic Gun tunnel (HS2)	Hypersonic Intermittent blowdown
Cranfield	Low Speed 8x4 Boundary Layer Wind Tunnel (LS3)	Low Speed closed return	Oxford	Low Density tunnel (HS3)	Hypersonic rarefied flow
Cranfield	Low Speed Icing Tunnel (LS4)	Low Speed closed return	Oxford	High Density tunnel (HS4)	Hypersonic Heated Ludwieg tube
Glasgow	Low Speed 9x7 Wind Tunnel (LS5)	Low Speed closed return	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



2019/5/30-31 第95回風洞研究会議 21

## 2. 事業の取組みと成果

### 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)

人的交流を開始

#### 【日本のPFとの比較】

##### <類似点>

- ・7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

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】

- ・本年度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)に資する計画。
- ・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。



2019/5/30-31 第95回風洞研究会議 22

## 3. 3年間の成果まとめ

### 事業開始3年の活動まとめ

昨年度末に事業3年目の文科省中間審査を無事通過し、A評価を頂いた。

- プラットフォームの運営体制の構築
  - 共同体制を“実施機関”・“協力機関”・“連携機関”という緩やかな枠組みの連携として、情報共有や技術支援、利用課題の受入れの体制を構築した。
  - これにより試験相談、試験件数が大きく増えた
- 利用支援体制の構築
  - ポータルサイトを用意し、ワンストップサービスを構築したことで相談や申し込みの一元化が行われ、支援の効率化が行われた。
- 人材育成
  - ・ 技術職員が高度技術指導員と協力して業務することで、維持管理、試験技術の伝承を進めた。(今後も継続)
  - ・ インターンシップなどを利用して、次代を担う若手への技術教育を実施
  - ・ 利用者のすそ野を広げるために、企業の利用者に対する技術教育を実施
  - ・ 風洞技術者の認定制度への準備
- ノウハウ・データの蓄積・システムの高度化
  - ・ 高度技術指導員の交流により、異なる施設・試験に対するノウハウが蓄積された。
  - ・ それらの経験を元にした研究費の獲得や支援につながり始めた。



2019/5/30-31 第95回風洞研究会議 23

## 4. 今後の課題と計画

### 残り2年間の課題と計画

活動の拡大と加速

- プラットフォームの運営体制の構築
  - ・ プラットフォームに協力して頂ける施設や機関のさらなる拡大(分野も拡大)
  - ・ 施設の維持、高度化、ネットワーク持続に向けた協議の開始
- 利用支援体制の構築
  - 相談から試験までに時間がかかる側面があり、この効率化を図り、更なる利用者拡大につなげる。
- 人材育成
  - ・ 高度技術指導員の連携で、維持管理、試験技術の伝承を継続、加速する。
  - ・ 次代を担う若手への技術教育を実施継続
  - ・ 企業の利用者に対する技術教育を実施継続
  - ・ 風洞技術者の能力認定制度 実施に向けての調整開始
- ノウハウ・データの蓄積・システムの高度化
  - ・ 高度技術指導員の交流により、異なる施設・試験に対するノウハウの蓄積継続
  - ・ 他機関への展開とシステム高度化につながる技術の検討開始



2019/5/30-31 第95回風洞研究会議 24



ご清聴ありがとうございました。

