「次世代空モビリティの社会実装に向けた実現プロジェクト」（ReAMOプロジェクト）

研究開発項目〔1〕「性能評価手法の開発」
（2）空飛ぶクルマの性能評価手法の開発

「次世代空モビリティの電動推進システムの設計・製造承認に向けた環境試験技術の研究開発」

令和6年5月10日

国立大学法人信州大学 / 株式会社デンソー / 多摩川精機株式会社

次世代空モビリティの

電動推進システムの設計・製造承認に向けた環境試験技術の研究開発

1. 背景
2. 目的 及び 目標と進捗状況
3. 実施体制
4. 信州大学と長野県飯田市における航空装備品研究開発
5. まとめ

1. 背景

2. 目的 及び 目標と進捗状況

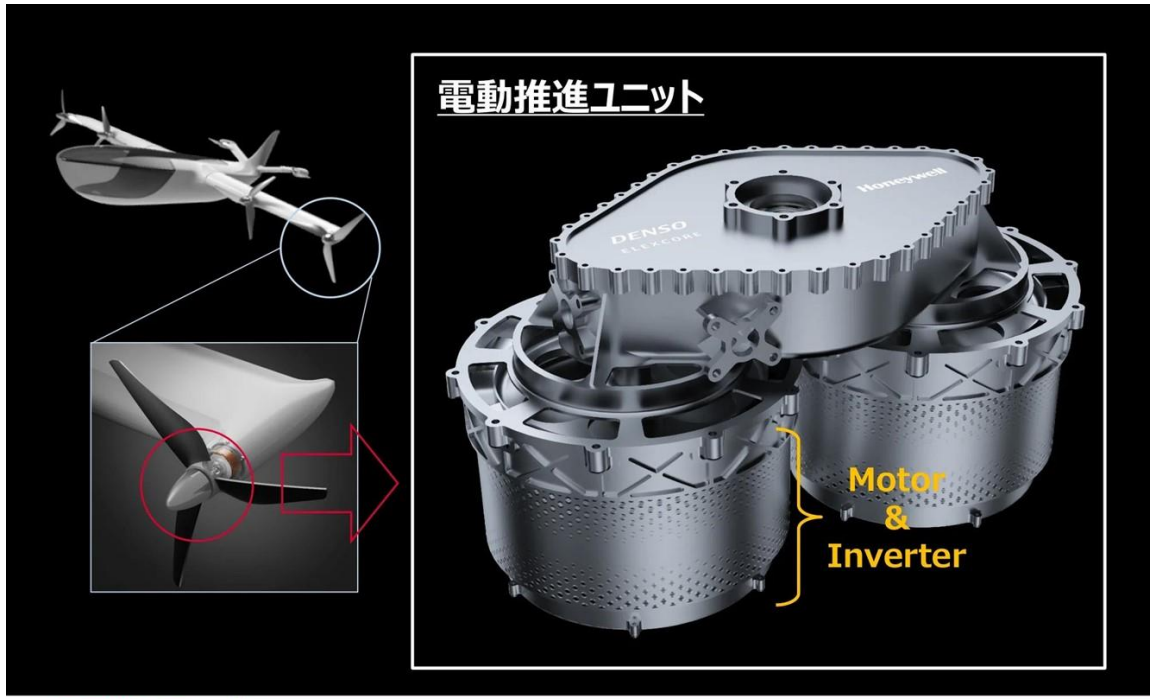
3. 実施体制

4. 信州大学と長野県飯田市における航空装備品研究開発

5. まとめ

1. 背景

- 空飛ぶクルマでは民間航空機と同様，機体不具合が発生した場合にカタストロフィック（致命的な）ハザードを誘発しないように安全性を定量的に担保する設計開発が必要
- 既存の航空機と大きく異なる空飛ぶクルマの安全性の評価法は，欧米においても未だ検討段階
- 機体システムとしての安全性の確保方策に加えて，既存の航空機と同様に**機体の構成品単体での安全性を証明**し，その積み上げにより高い信頼性を伴って全機レベルの安全性証明を行う事が必須
- 空飛ぶクルマの構成品の中でも，機体成立のためのキー技術であり，かつ安全性に大きな影響を持つ**電動推進システム**の安全証明が極めて重要
- 安全性証明では，実飛行環境を模擬した条件下で性能を評価する**環境試験**が必須



DENSO Crafting the Core

https://www.denso.com/jp/ja/driven-base/tech-design/techlinks_air-mobility_1/
©DENSO CORPORATION All Rights Reserved.

空飛ぶクルマ電動推進システム

1. 背景

2. 目的 及び 目標と進捗状況

3. 実施体制

4. 信州大学と長野県飯田市における航空装備品研究開発

5. まとめ

2. 目的及び目標と進捗状況

● 目的

下記目標を達成することにより，空飛ぶクルマ関連の **国内産業振興に貢献**

● 目標

空飛ぶクルマ **電動推進システム** を対象とし

1） **環境試験技術**（試験設備 及び 試験手順）を確立

2） 策定した環境試験手順の **国際標準としての採択** を目指す

3） その過程で得られた **基盤技術をデータベースとして蓄積** すると共に，**国内企業に開示**

2. 目的及び目標と進捗状況

● 目的

下記目標を達成することにより，空飛ぶクルマ関連の 国内産業振興に貢献

● 目標

空飛ぶクルマ **電動推進システム** を対象とし

1） **環境試験技術**（試験設備 及び 試験手順）を確立

2） 策定した環境試験手順の 国際標準としての採択 を目指す

3） その過程で得られた 基盤技術をデータベースとして蓄積 すると共に，国内企業に開示

1）環境試験技術の確立 ： 目標

● 環境試験設備の整備

以下の機能を有する設備を国内に整備

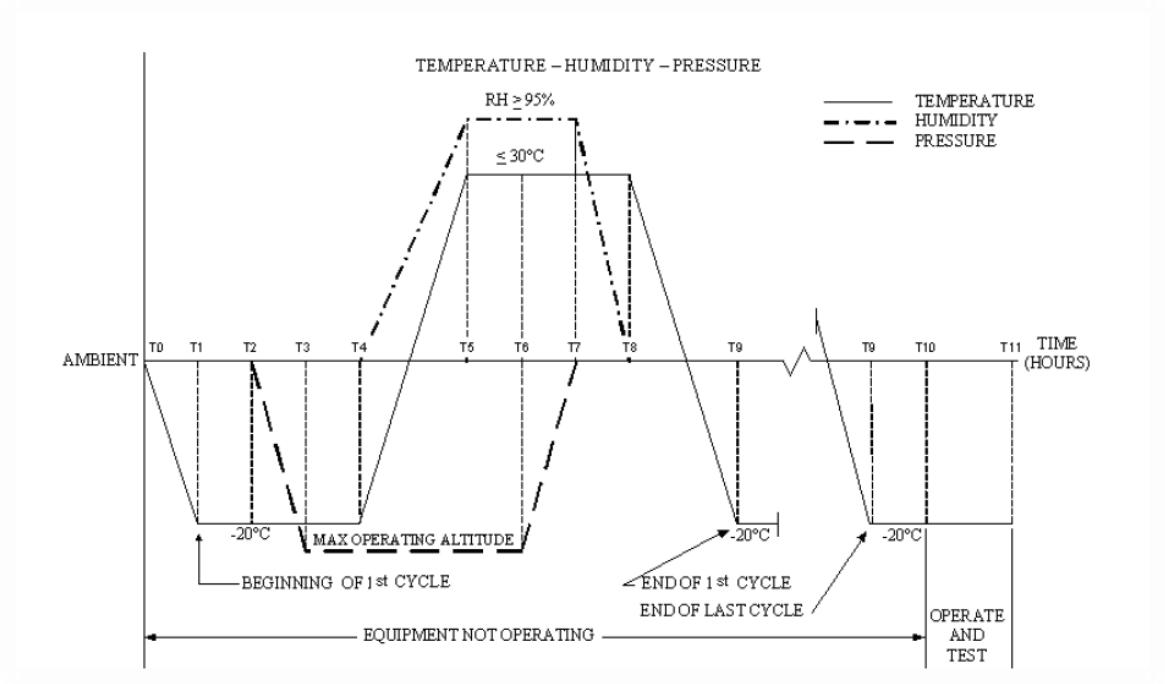
・空飛ぶクルマの飛行環境（温度・湿度・圧力）を再現

・槽内で電動推進システムの性能評価が可能

環境試験設備の例（飯田 S-BIRD）

● 環境試験手順の策定

電動推進システムの性能評価試験手順，すなわち試験槽内の環境と供試体の稼働状態 のパターンを策定（複数ケース）



環境試験手順の例（RTCA DO-160）

1）環境試験技術の確立：進捗状況

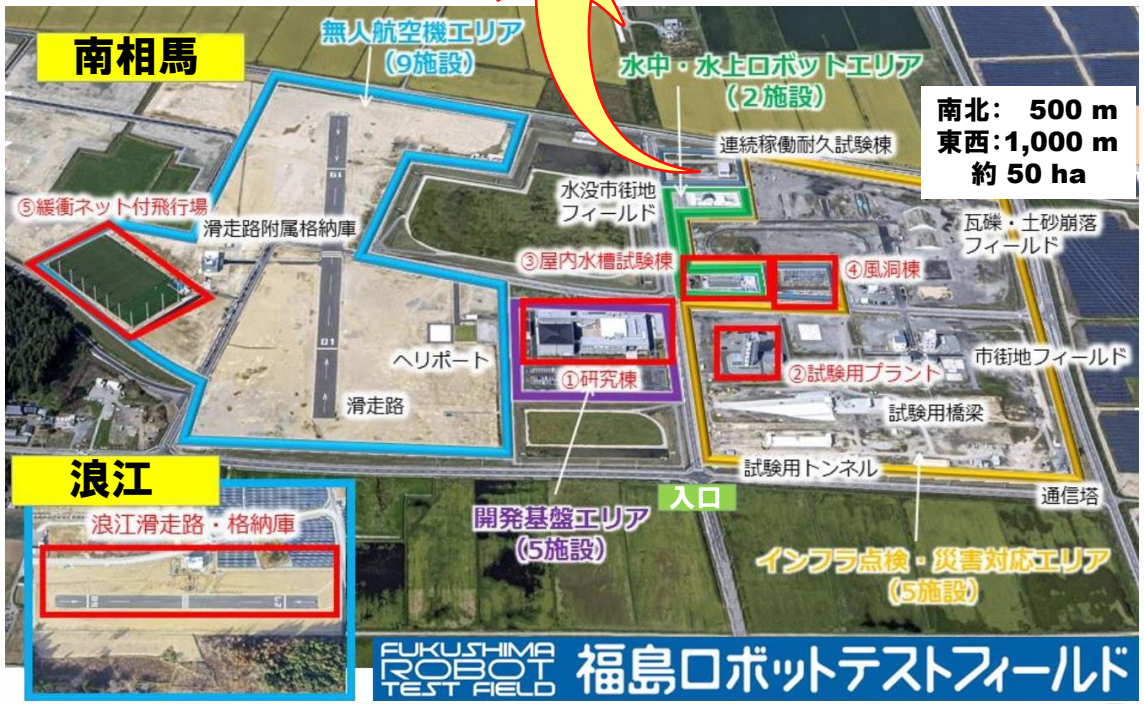
● 飯田S-BIRDに既存の設備を改修

- 既存設備を改修，小型電動推進システムの試験が実施可能な環境を整備
- 2023年12月：改修完了

温度・高度・湿度耐候性着氷試験装置
（内寸 = W:1,500mm × H:1,500mm × D:4,000mm）
飯田S-BIRD設置

● 福島ロボットテストフィールドに設備を新設

- 大型電動推進システム用の試験設備を新設
- 2024年度中頃：稼働開始
- 2025年度初頭：完成

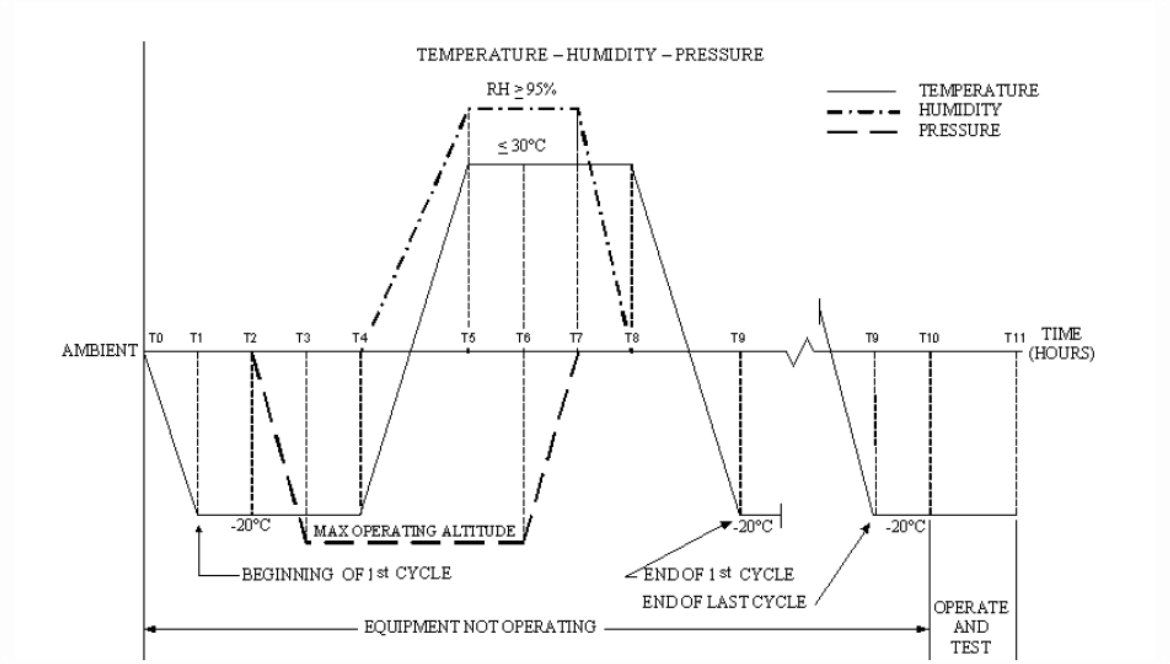


1）環境試験技術の確立 ： 進捗状況

● 環境試験手順の策定

航空装備品環境試験の国際標準であるRTCA DO-160の

・着氷試験手順（下図）を元に，空飛ぶクルマ電動推進システムに適した試験手順を考案済み



RTCA DO-160 航空装備品用 着氷試験手順

・温度・高度試験手順について，空飛ぶクルマメーカ数社と議論しており，2024年度初頭に空飛ぶクルマ電動推進システム用手順の初案を策定予定

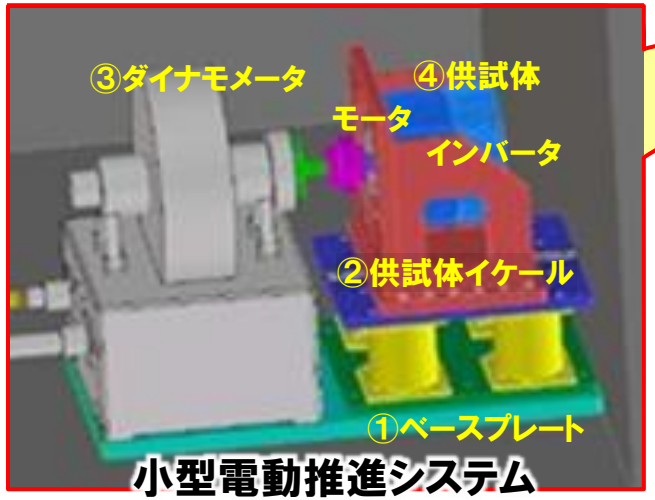
1）環境試験技術の確立 ： 進捗状況

● 小型電動推進システムの実証試験

改修したS-BIRD設備 及び 策定した着氷試験手順 を用いて実証試験を実施

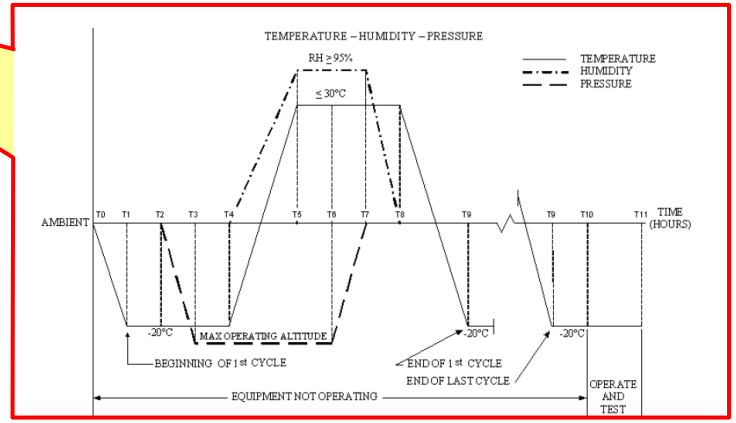
⇒ 以下を確認し，**試験システムと手順の有効性を実証**（2024年1月）

- 試験手順に基づいて各試験項目の評価が実施できること（プロファイル通り試験ができること）
- 供試体と負荷装置を組み合わせた形態で試験が実施できること
- 負荷装置（ダイナモ試験装置）の冷却が行えること
- 供試体へ高電圧電源が供給できること
- 温度制御，湿度制御，気圧制御が正しく行えること



小型電動推進システム
実証試験用供試体

温度・高度・湿度耐候性着氷試験装置
（飯田S-BIRD），2023年12月 改修完了



策定した着氷試験手順のイメージ

2. 目的及び目標と進捗状況

● 目的

下記目標を達成することにより，空飛ぶクルマ関連の 国内産業振興に貢献

● 目標

空飛ぶクルマ **電動推進システム** を対象とし

1）環境試験技術（試験設備 及び 試験手順）を確立

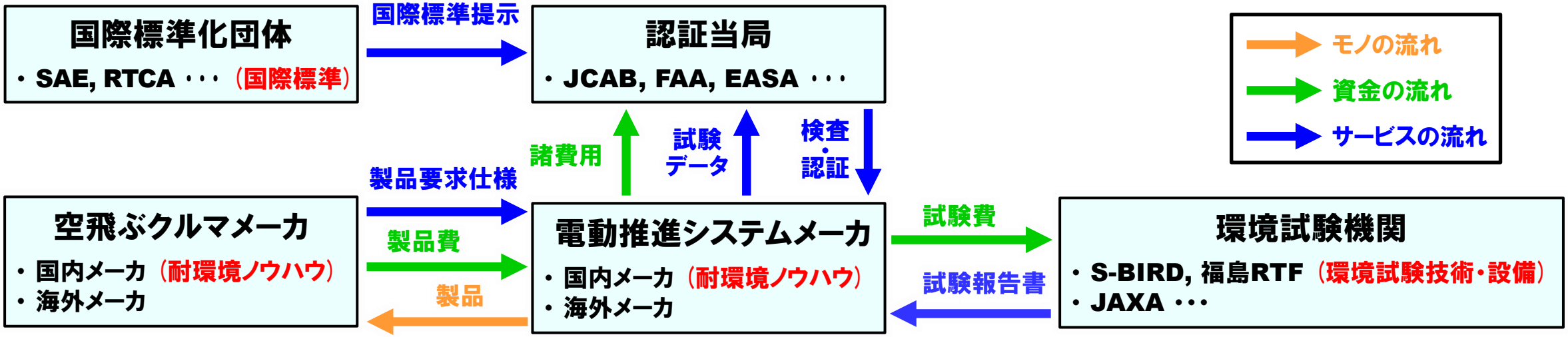
2）策定した環境試験手順の **国際標準としての採択** を目指す

3）その過程で得られた 基盤技術をデータベースとして蓄積 すると共に，国内企業に開示

2）環境試験手順の国際標準化：目標

● 国際標準

- 認証当局が対象品を評価・認証する際の基本となる標準
- 国際標準化団体によって制定
- 航空関係では我が国から提案・採択された例はなく，当該分野での我が国の遅れの一つの要因
- 環境試験手順の国際標準化が達成されれば，空飛ぶクルマの開発において我が国が主導的に活動可能



（赤字）は本事業の成果

我が国が，これらの優位技術を有する事により，空飛ぶクルマ電動推進システムの設計開発・認証において他国より有利に事業を展開
また国際標準化団体での我が国の位置づけが高まることにより，空飛ぶクルマ開発において国内企業がイニシアティブを取れる可能性

2）環境試験手順の国際標準化：進捗状況

国際標準化団体での電動推進システム環境試験に係る標準提案の状況

● SAE AE-7（Aerospace Electrical Power and Equipment Committee）

2024年1月の実証試験により**有効性を実証した着氷試験手法**について

- 2024年4月の全体会議において**AIR（SAE発行の技術レポート）新設について議論**
- AIRの新設が決定した場合 ⇒ 信大コンソを中心にAIR制定に向けた活動を推進

● SAE AE-10（High Voltage Committee）

- **温度・高度試験手順**の議論に新しい手順を提案する計画
- 2024年4月の全体会議において，取りまとめ担当者と調整

● RTCA SC-135

- 環境試験の国際標準 DO-160 の改定における次世代エアモビリティの環境試験の議論に参加
- 上記の 着氷試験 及び 温度・高度試験 に係る活動と連携，DO-160 の議論に成果をインプットすべく検討

2. 目的及び目標と進捗状況

● 目的

下記目標を達成することにより，空飛ぶクルマ関連の 国内産業振興に貢献

● 目標

空飛ぶクルマ **電動推進システム** を対象とし

1）環境試験技術（試験設備 及び 試験手順）を確立

2）策定した環境試験手順の 国際標準としての採択 を目指す

3）その過程で得られた **基盤技術をデータベースとして蓄積** すると共に，**国内企業に開示**

3）ノウハウの蓄積と国内企業への開示：目標

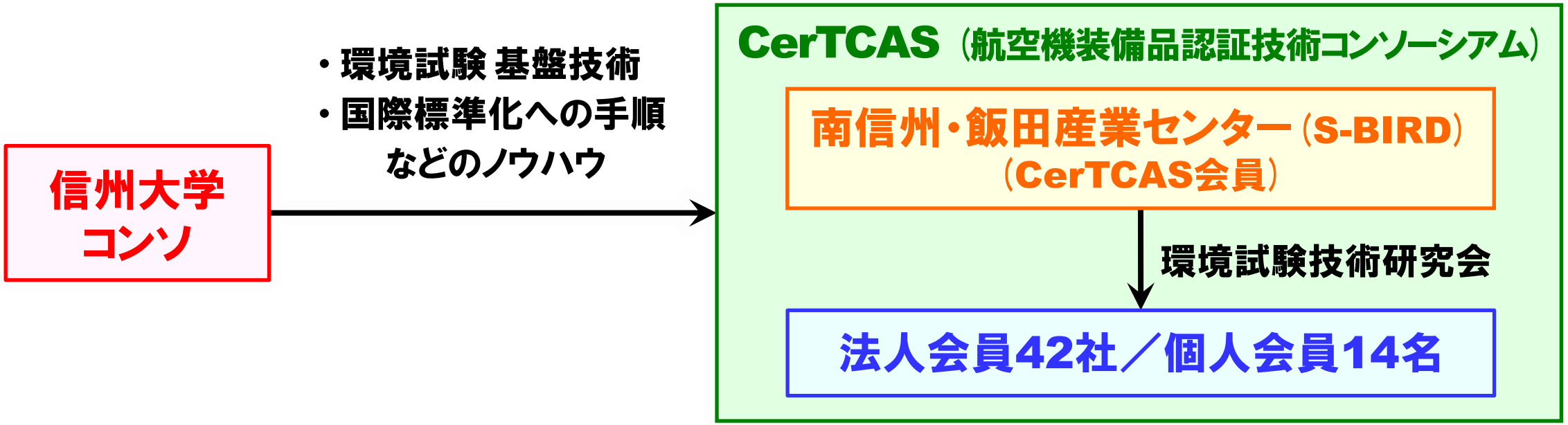
・技術確立・国際標準化の過程で得られた基盤技術・国際標準化への手順などのノウハウは極めて有用

⇒ 国内で蓄積・共有すべき

⇒ 南信州・飯田産業センター（S-BIRD）が，CerTCAS研究会などによって同会員に開示

CerTCAS（本事業協力機関）：航空機装備品認証技術コンソーシアム

S-BIRD（本事業再委託先）　：我が国唯一の環境試験設備を複数有する環境試験技術のトップランナー



1. 背景

2. 目的 及び 目標と 進捗状況

3. 実施体制

4. 信州大学と長野県飯田市における航空装備品研究開発

5. まとめ

3. 実施体制

（国研）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

研究開発統括責任者
信州大学 特任教授
柳原正明

研究開発評価委員会 → 評価

指示・協議

【委託先】

多摩川精機（株）
1）環境試験技術の確立
（小型電動推進システム）

（国大）信州大学
● 全体取り纏め
2）環境試験手順の国際標準化
3）ノウハウ蓄積・開示

（株）デンソー
1）環境試験技術の確立
（大型電動推進システム）

【再委託先】

（公財）南信州・飯田産業センター
（S-BIRD）

（公財）福島イノベーション・コースト構想推進機構
（福島ロボット・テスト・フィールド）

信州大学コンソ

装備品認証技術の観点での助言 ← （一社）航空イノベーション推進協議会（AIDA）
航空機装備品認証技術コンソーシアム（CerTCAS）

航空機用電動推進システムの観点での助言 ← シンフォニアテクノロジー（株）

空飛ぶクルマ 機体システムの観点での助言 ← （株）SkyDrive

環境試験技術 及び 航空機用電動推進システム の観点での助言 ← （国研）宇宙航空研究開発機構（JAXA）
環境試験技術ユニット／航空技術部門

1. 背景

2. 目的 及び 目標と 進捗状況

3. 実施体制

4. 信州大学と長野県飯田市における航空装備品研究開発

5. まとめ

長野県航空機産業振興ビジョン（2016.5）

Ⅲ 長野県が目指す姿　2025年

飯田下伊那地域を核として形成

航空機システム関連の企業や研究開発の機能が集積する
「アジアの航空機（装備品）システム拠点」づくり

目標① 航空機システムに係る人材育成から研究開発，実証実験までの一貫体制の構築

Ⅳ ビジョン推進に向けたシナリオ

1 「航空機システム」に係る総合的な試験研究開発支援機能」の構築

3つの機能

① 高度人材育成・供給機能

短期　信州大学航空機システム共同研究講座の実現
長期　航空機システム研究を進める大学との連携

② 試験研究開発支援機能

南信州・飯田産業センター等の集約化
国や県の研究開発機関の連携強化

→ 信州大学 航空機システム共同研究講座

S-BIRD

③ 航空機システム実証試験機能

専門実証試験機器（国内唯一の機器）の整備

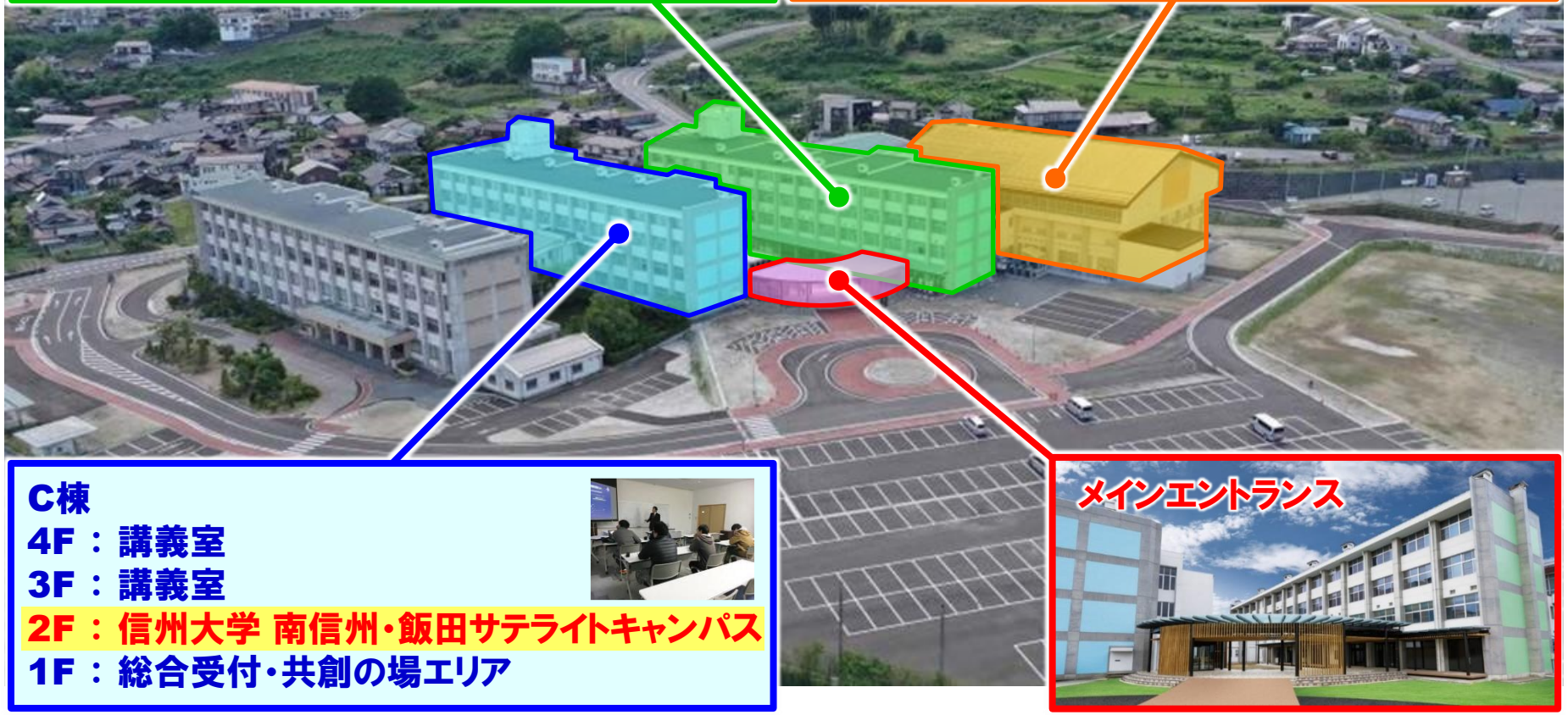
→ 飯田 工業技術試験研究所

https://www.pref.nagano.lg.jp/mono/sangyo/shokogyo/gijutsu/h28may_naganoplanevision.html

4. 信州大学と長野県飯田市における航空装備品研究開発 S-BIRD（エス・バード）
産業振興と人材育成の拠点

B棟
4F ： 企画懇話室ほか
3F ： 長野県工業技術総合センターサテライト
2F ： 飯田産業センター，会議室
1F ： 売店，食堂，体験・展示コーナー

A棟
2F ： ホール
1F ： 工業技術試験研究所
着氷試験施設／防爆性試験施設ほか
EMC施設（電波暗室）



C棟
4F ： 講義室
3F ： 講義室
2F ： 信州大学 南信州・飯田サテライトキャンパス
1F ： 総合受付・共創の場エリア

4. 信州大学と長野県飯田市における航空装備品研究開発
航空機システム共同研究講座

ASL

● 開設目的

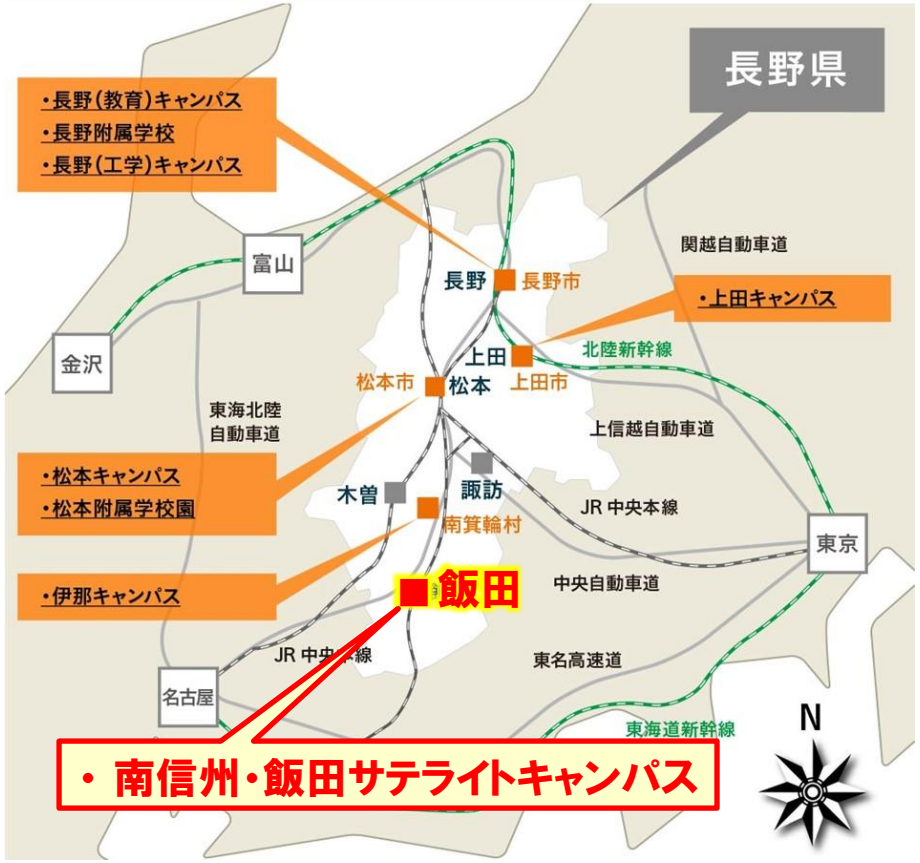
- 長野県 航空機産業振興ビジョンのシナリオ ① 及び ② の実現
  ① 航空機（装備品）システムに係る高度な**人材の育成**
  ② 航空機（装備品）システムに係る新規技術の**研究開発**
- それを通して，地元を始めとする 航空装備品産業の発展に貢献

● 開設場所　信州大学 南信州・飯田サテライトキャンパス

● 開設時期　2017年4月

● 教員　6名

● 学生



年度	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024年度 在学生		
	大学院修了生						大学院 修士課程（飯田）		学部（長野）
							2年生	1年生	4年生
人数	2	6	3	4	5	10	6	1	5

4. 信州大学と長野県飯田市における航空装備品研究開発
航空機システム共同研究講座

国土交通省
運輸安全委員会（JTSB）

（国研）新エネルギー・産業技術総合開発機構
（NEDO）

（国研）宇宙航空研究開発機構（JAXA）
航空技術部門／研究開発部門

ハイインパクトな技術の開発と実用化

（公財）南信州・飯田産業センター

（公財）福島イノベーションコースト構想推進機構

多摩川精機（株）

（株）デンソー

（株）協和精工

セイコーエプソン（株）

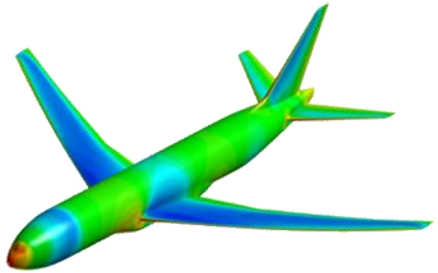
（国大）信州大学
航空機システム共同研究講座

日本無線（株）

（株）クエストコーポレーション

（一社）航空イノベーション推進協議会（AIDA）
航空機装備品認証技術コンソーシアム（CerTCAS）

ReAMo 信大コンソ事業 「数学モデルベース設計・認証技術」

		実環境試験	モデルベースでの試験
航空機開発試験	空力特性推定		 CFD (Computational Fluid Dynamics)
	飛行特性評価		飛行シミュレーション試験
装備品開発試験	開発・認証		将来 MBD (Model Based Design) CbA (Certification by Analysis)

大部分の試験はモデルベースで実施，結果の一部を実環境試験で確認

- 開発試験の時間・コストが大幅に縮減
- Off Nominal ケースでの評価が可能

1. 背景

2. 目的 及び 目標と 進捗状況

3. 実施体制

4. 信州大学と長野県飯田市における航空装備品研究開発

5. まとめ

5. まとめ

1. 背景

空飛ぶクルマの安全性の評価法は世界的に検討段階であり，機体の構成品単体の環境試験 が重要

2. 目的 及び 目標と進捗状況

目的 ：下記目標を達成することにより，空飛ぶクルマ関連の 国内産業振興に貢献

目標 ： 空飛ぶクルマの電動推進システムを対象として

1） 環境試験技術の確立 ： 環境試験設備の整備と，それを用いた試験手順の策定
⇒ 小型電動推進システム用設備（飯田）の整備完了，実証試験により着氷試験手順の有効性確認
大型電動推進システム用設備（福島）の整備は順調に進捗

2） 環境試験手順の国際標準化 ： 策定した試験手順の国際標準化を目指す
⇒ 国際標準化団体 SAE AE-7 において，着氷試験手順の提案実施（2024年4月）

3） ノウハウの蓄積と国内企業への開示 ： その過程で得られたノウハウを研究会などを通して国内で共有

3. 実施体制

直委託 ： 信州大学／デンソー／多摩川精機

再委託 ： 南信州・飯田産業センター／福島イノベーションコースト構想推進機構

4. 信州大学と長野県飯田市における航空装備品研究開発

- 長野県は航空装備品の拠点を 飯田・下伊那地域 に構築する計画
- その一環として，飯田市の S-BIRD に，我が国唯一の環境試験設備を複数整備
- 信州大学は飯田市に「航空機システム共同研究講座」を設置し，出口志向の研究開発を推進
- ReAMo において，信州大学はコンソの 全体取りまとめと 国際標準化 に加えて，「数学モデルベース設計計・認証技術」を担当

信州大学
SHINSHU UNIVERSITY

DENSO
Crafting the Core

Tamagawa

公益財団法人
南信州・飯田産業センター
Minami-Shinsyu Iida Industry Center

福島
イノベーション
コースト
構想推進機構