

ReAMoプロジェクト シンポジウム

実施者名：信州大学コンソーシアム

研究・調査開発項目①（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**

2023年3月10日

1.事業概要説明

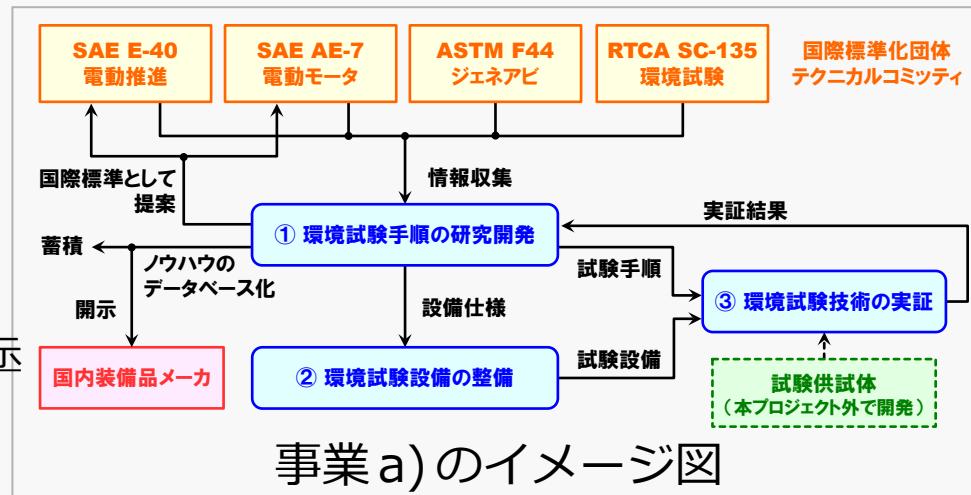
次世代空モビリティの電動推進システムの

設計・製造承認に向けた環境試験技術の研究開発

事業内容

a) 環境試験手法の国際標準化と ノウハウのデータベース化・蓄積及び国内企業への開示

- ① 環境試験手順の研究開発
 - i) 国際標準化団体での情報収集
 - ii) 環境試験設備の仕様と試験手順の策定
 - iii) 策定した試験手順の国際標準化及び国内企業への情報開示
- ② 環境試験設備の整備
大型設備の新設 及び 既存小型設備の活用
- ③ 環境試験技術の実証
上記設備と実際の開発供試体を用いた実証試験

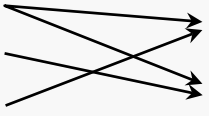


b) サイバー空間での装備品実証技術の開発

- ④ HILSによる評価手法の検討
HILS/MILS*)による電動推進システムCbA*)技術の確立

*) HILS : Hardware in the Loop Simulation
(評価対象のみ実物を組み込んだ数学シミュレーション)
MILS : Model in the Loop Simulation
(全ての要素が数学モデルのシミュレーション)
CbA : Certification by Analysis (解析による認証)

実施体制

信州大学	a) ①, ③, b)		(再委託) (公財) 南信州・飯田産業センター
(株) デンソー	a) ①, ②, ③		(再委託) (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)	a) ①, ②, ③		

達成目標

中間目標 (2024年度)

- a) : 2024年度初頭に試験設備の整備が完了し, 実証試験を開始
- b) : HILS/MILSによる電動推進システム評価の実用性確認

最終目標 (2026年度)

- a) : 試験手順の国際標準化及び蓄積ノウハウの国内企業への開示
- b) : HILSによる電動推進システムの認証データ取得技術 及び MILSの数学モデル化技術の確立

実施計画

2022年度 : 2024年度初頭の設備完成・試験開始に向けた仕様確定と導入開始

2023年度 : 2024年度初頭の設備完成・試験開始に向けた設備導入と試験手順策定

2024年度 : 設備完成, 実証試験による試験手順の見直し

2025年度 : 試験手順確定, 国際標準化団体に国際標準として提案

2026年度 : 策定した試験手順の国際標準としての採択

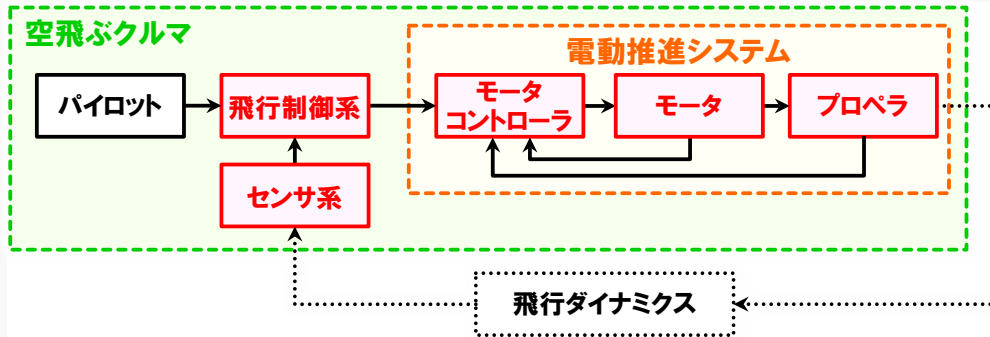
事業項目	2022年度				2023年度				2024年度				2025年度				2026年度			
	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4
① 環境試験手順の研究開発																				
i) 国際標準化団体での情報収集																				
ii) 環境試験設備の仕様・試験手順の策定																				
iii) 国際標準化団体での提案																				
② 環境試験設備の整備																				
③ 環境試験技術の実証																				

b) サイバー空間での装備品実証技術の開発

● 電動推進システムCbA (Certification by Analysis) の研究開発

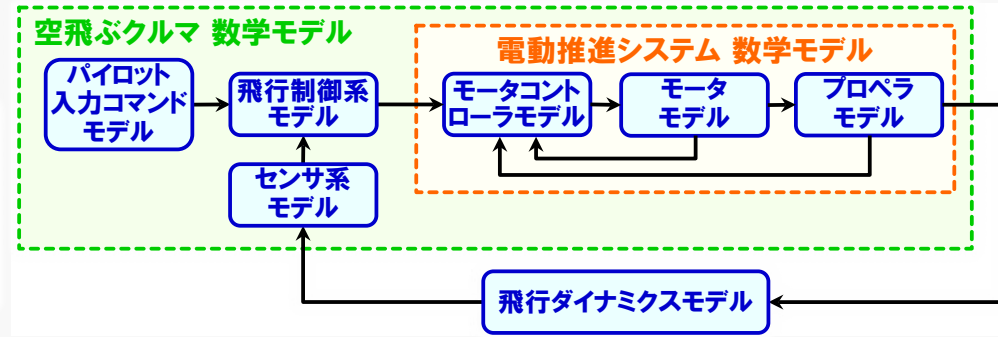
(a) 現状

全て実物ハードウェアを用いて
飛行試験(実環境試験)により証明



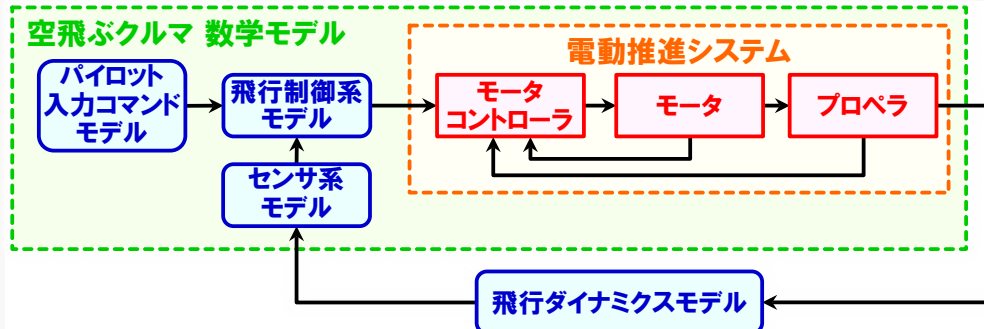
(c) 将来目標

全ての要素を数学モデルとした解析(MILS)
により証明 ⇒ CbA



(b) 本事業の目標

評価対象の電動推進システム以外は数学モデルと
した地上試験(HILS)により証明



HILS : Hardware in the Loop Simulation
MILS : Model in the Loop Simulation
CbA : Certification by Analysis

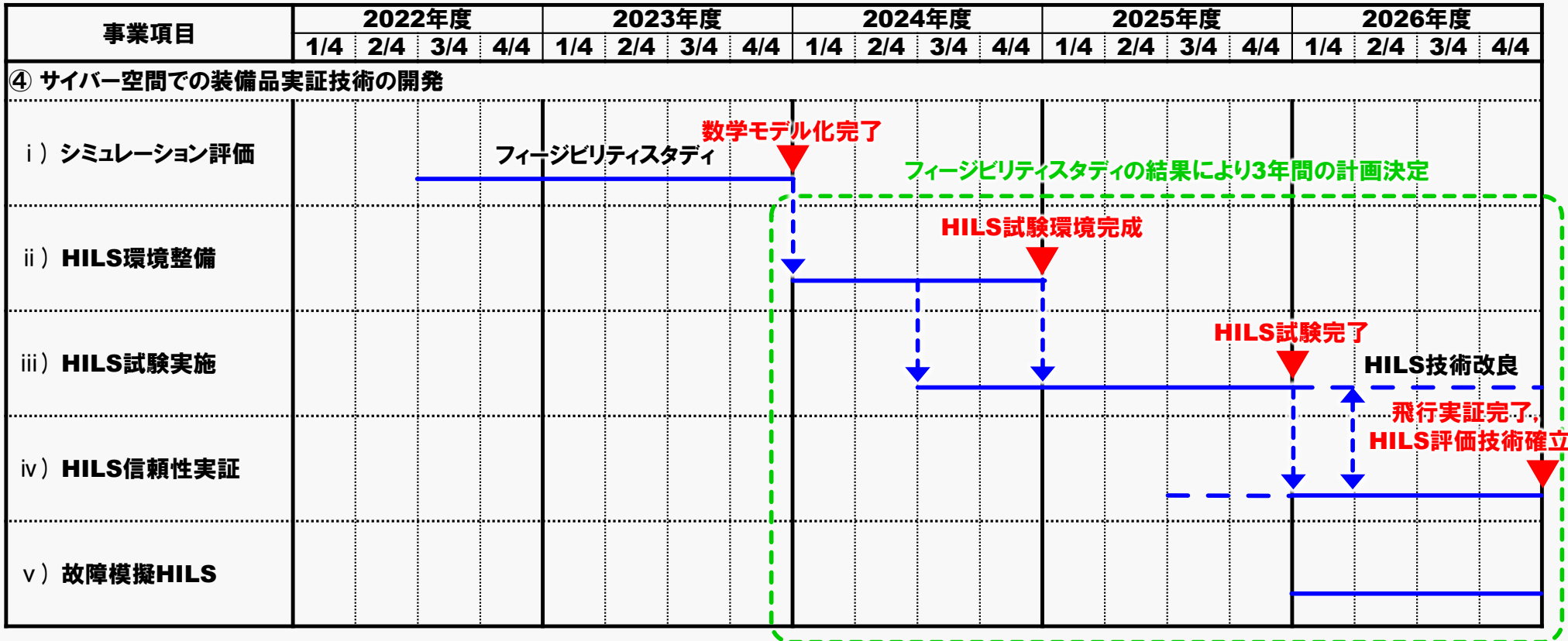
b) サイバー空間での装備品実証技術の開発 実施計画



2022年度：数学モデルのベースライン完成，シミュレーション解析開始

2023年度：数学モデル最終版完成，
シミュレーション解析によるHILS/CbAの有効性及び実現性の確認

2024年度～：2022・2023年度のフェジビリティスタディ成果により計画決定



2. 今年度(2022年度)の取組内容と成果

2022年度の取り組み内容と成果



事業内容（2022年度）	取り組み内容	本年度の成果（2022年度2月末現在）
①- i) 国際標準化団体での情報収集 実施内容：情報収集 担当：信州大学（CerTCAS*） *) 航空機装備品認証技術コンソーシアム	SAE E-40, SAE AE-7, ASTM F44, RTCA SC-135 (全体会議及び小委員会) に参加, 情報を収集	左記のとおり実施中 E-40及びAE-7の全体会議(3月)では我が国の状況を発表予定
①- ii) 設備仕様と試験手順の策定 実施内容：設備の仕様確定 担当：デンソー/多摩川精機	試験設備仕様を確定, 「②環境試験設備の整備」に反映	左記の内容を完了済み
①- iii) 国際標準化/情報開示 実施内容：作業なし 担当：信州大学（CerTCAS）	/	/
② 環境試験設備の整備 実施内容：施設構築 担当：デンソー/多摩川精機	冷却水・電力等のユーティリティー施設の設計を完了, 整備を開始(福島RTF)	左記の内容を完了済み
③ 環境試験技術の実証 実施内容：作業なし 担当：デンソー/多摩川精機/信州大学	/	/
④ サイバー空間での装備品実証技術 実施内容：フィジビリティスタディ 担当：信州大学	MILS要素の数学モデルのアルゴリズムを完成 FSの成否判断基準の策定	機体及び電動推進システムの基本数学モデルを完成, 3月中に統合予定 FSの成否判断基準策定済み

① 環境試験手順の研究開発 (1/4)

①-i) 国際標準化団体での情報収集：信州大学

● SAE E-40 (Electrified Propulsion Committee)

ペイロードが150lb/70kgを超える航空機の電動推進に関して、標準的な用語の定義、アーキテクチャ、安全性、テストに関するガイドライン(ARP)、技術報告書(AIR)を検討

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

航空機での電力生成と制御、貯蔵、変換、分配、負荷管理、利用に関する規格と仕様を検討
電動モータ、パワーエレクトロニクス、バッテリー等に関してE-40と連携して議論

● ASTM F44 (General Aviation Aircraft)

ジェネラルアビエーションの設計及び構造、システム及び性能、品質受入試験、安全監視に関する事項を扱う

● RTCA SC-135

民間航空機の環境試験に対するガイドラインであるDO-160の改訂について議論

① 環境試験手順の研究開発 (2/4)

①-i) 国際標準化団体での情報収集：信州大学

● 2022年度成果：

- ・ 調査対象として SAE E-40, SAE AE-7, ASTM F44 及び RTCA SC-135 を選定
- ・ CerTCAS (航空機装備品認証技術コンソーシアム) と連携, 上記に参加して情報を収集 (全体ミーティング及び小委員会, 下図は参加計画と実績)
- ・ 調査結果 取り纏め中 ⇒ 来年度の活動に反映

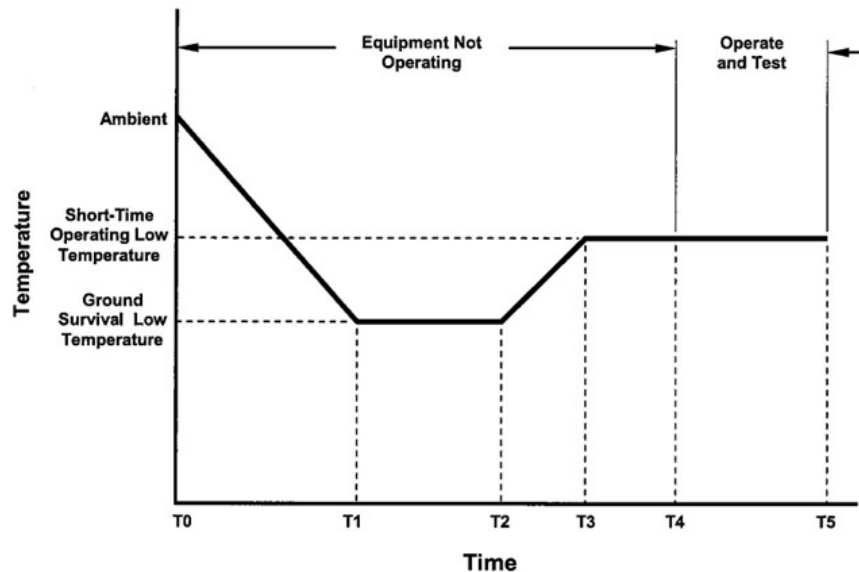
テーマ	日程	9月			10月			11月				12月				1月				2月		3月						
		Week 39	Week 40	Week 41	Week 42	Week 43	Week 44	Week 45	Week 46	Week 47	Week 48	Week 49	Week 50	Week 51	Week 52	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5	Week 6	Week 7	Week 8	Week 9	Week 10	Week 11	Week 12	Week 13
SAE AE-7A	計画				Plenary meeting活動報告会																							
	実績				Plenary meeting活動報告会																							
SAE AE-7X	計画				Plenary meeting参加	報告書まとめ	Plenary meeting活動報告会																					
	実績				Plenary meeting活動報告会																							
SAE E-40	計画	Plenary meeting報告資料作成		Plenary meeting活動報告会																								
	実績			Plenary meeting活動報告会																								
RTCA SC-135	計画				ARP8689 WGでの情報収集																							
	実績																											
ASTM F44	計画				Plenary meeting参加	報告書まとめ	Plenary meeting活動報告会																					
	実績				Plenary meeting活動報告会																							

① 環境試験手順の研究開発 (3/4)

①-ii) 環境試験設備の仕様と試験手順の策定：デンソー／多摩川精機

[①- i) 国際標準化団体での情報収集]の結果と

南信州・飯田産業センターに蓄積された「航空装備品の環境試験技術に関する知見」を元に空飛ぶクルマの電動推進システムに必要な環境試験技術の検討を行いそこに必要となる **試験設備の仕様** と **試験手順** を策定



Note: 1) Temperature change rate from T0 to T1 is not specified.

2) T1 to T2 is time for equipment temperature stabilization time, plus a minimum of three hours.

3) T2 to T3 is at a minimum rate of 2°C/minute

4) T3 to T4 is 30 +5/-0 minutes or the time for internal stabilization.

5) T4 to T5 is 0.5 hours, minimum.

6) If the Short-Time Low and Ground Survival Low Temperatures are identical, the time from T2 to T4 is zero.

7) See Note 2 of the test procedure if the short-time low operating temperature is the same as the operating low temperature.

Figure 4-1 Ground Survival Low Temperature and Short-Time Operating Low Temperature Test

航空装備品環境試験手順の一例：RTCA/DO-160G Section4 “Temperature and Altitude”

● 2022年度成果：

- ・ 試験手順を考慮しつつ、環境試験設備の仕様を確定、「② 環境試験設備の整備」に反映

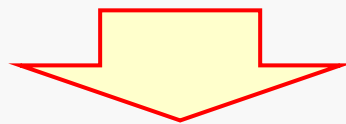
① 環境試験手順の研究開発 (4/4)

①-iii) 策定した手順の国際標準化 及び 国内企業への情報展開 : 信州大学

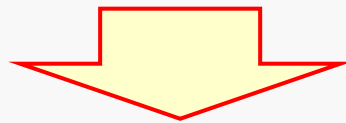
[①- ii) 環境試験設備の仕様と試験手順の策定] の過程で得られた情報に基づいて国際標準化団体のコミッティにおいて発言, **コミッティ内での信頼を獲得**

航空機の電動推進システムを扱う SAE E-40 , SAE AE-7 において **策定した試験手順** の **国際標準化** を目指す

本事業で得られたノウハウ を **データベースとして蓄積** ⇒ **国内の電動推進システム関連企業へ開示**, 産業育成に貢献



次世代空モビリティ電動推進システム開発において**国内企業がイニシアティブ**を取る可能性



航空産業の発展に大きく貢献

● **2022年度** : 作業なし (2023~2024年度開始)

② 環境試験設備の整備 (1/3)

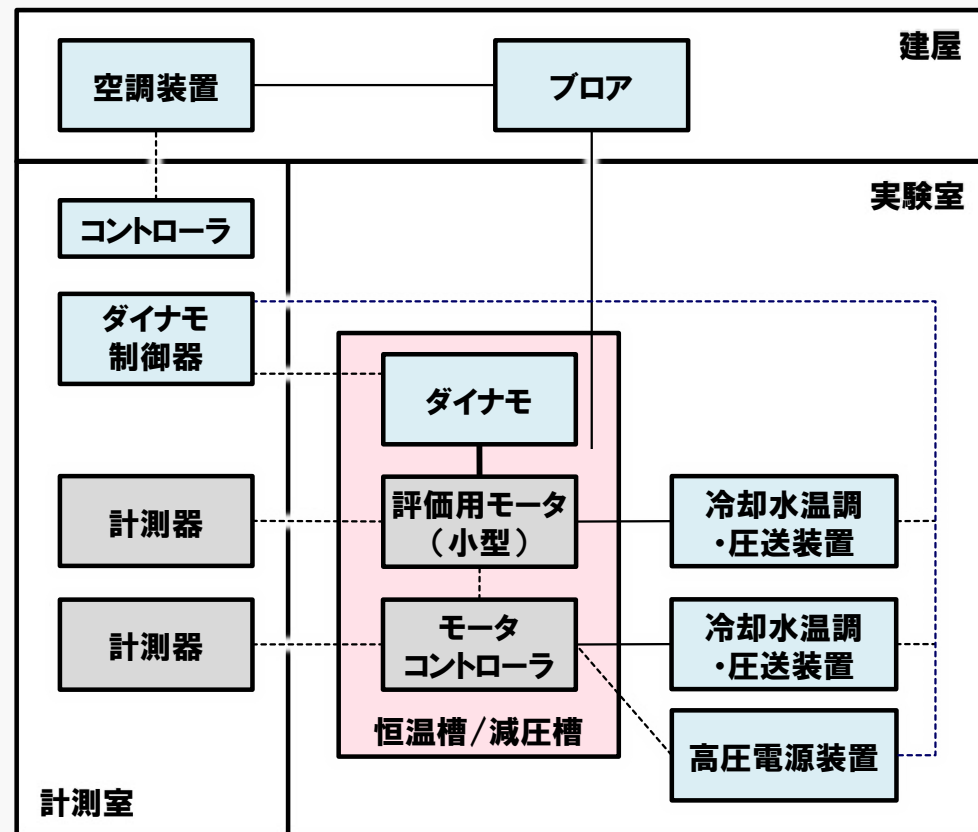
● 小型供試体用試験設備：多摩川精機/南信州・飯田産業センター

現有設備：飯田S-BIRD(産業振興と人材育成の拠点)

- ・ 想定する試験を実施した実績なし
 - ・ 大型供試体の試験には規模が小さい
- ⇒ 小型供試体の試験に活用



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)
 (公財) 南信州・飯田産業センター設置



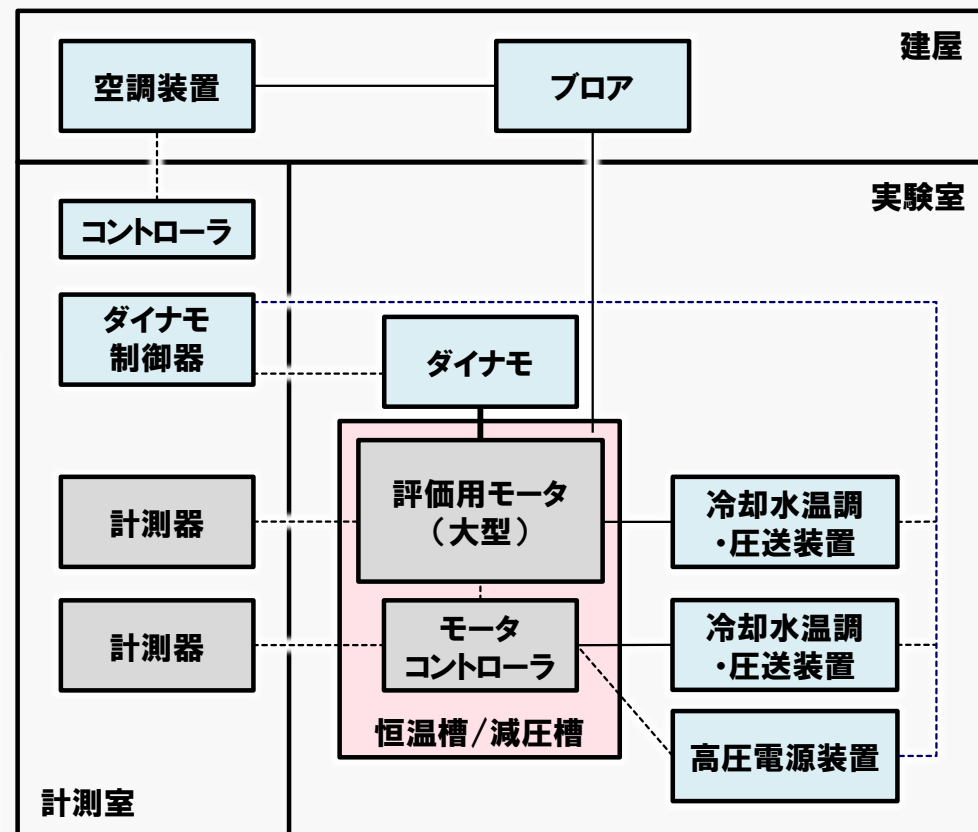
**S-BIRDの設備を用いた
 電動推進システム環境試験の構成**

② 環境試験設備の整備 (2/3)

- 大型供試体用試験設備：デンソー/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に新規設備を整備



連続稼働耐久試験棟



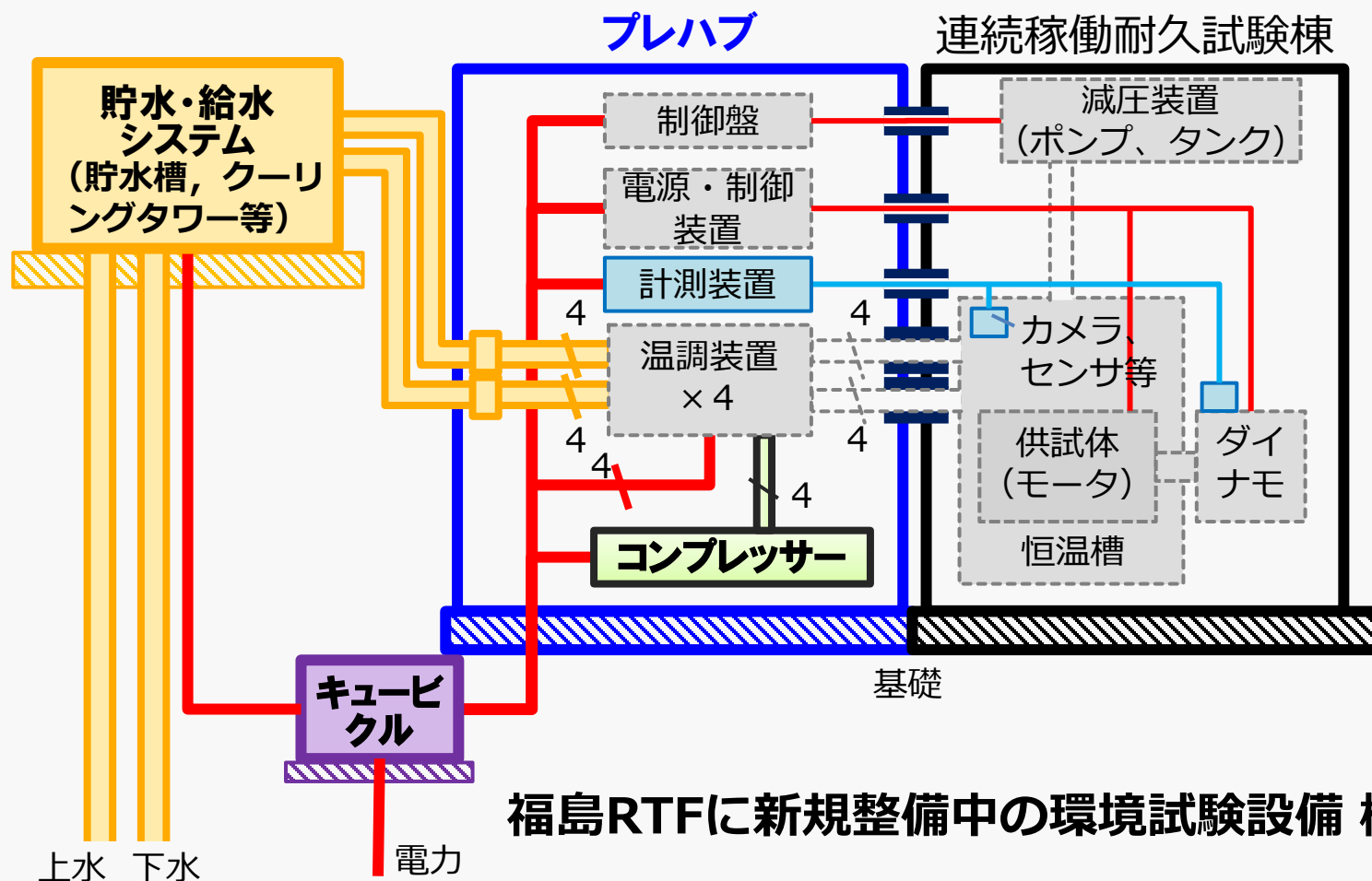
新規整備する設備を用いた
電動推進システム環境試験の構成

② 環境試験設備の整備 (3/3)

● **大型供試体用試験設備**：デンソー/福島イノベーション・コースト構想推進機構

● **2022年度成果**：

ユーティリティ施設の整備：施設・設備収納用プレハブ及び関連施設(下図太字)を整備中

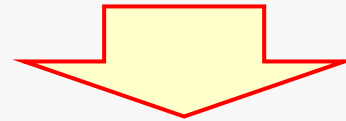


福島RTFに新規整備中の環境試験設備 概略構成図

③ 環境試験技術の実証

● 電動推進システムの開発の一環として環境試験技術を実証：デンソー／多摩川精機

空飛ぶクルマ用に実開発する電動推進システムを対象として
開発最終段階での**認証取得に必要な環境試験**を
[① 環境試験手順の研究開発]で設定した手順と
[② 環境試験設備の整備]で整備した試験設備を活用して実施



試験過程で、試験技術(試験設備, 試験手順)に何らかの不都合が発見された場合
[① 環境試験手順の研究開発], [② 環境試験設備の整備]にフィードバック
試験技術を確立

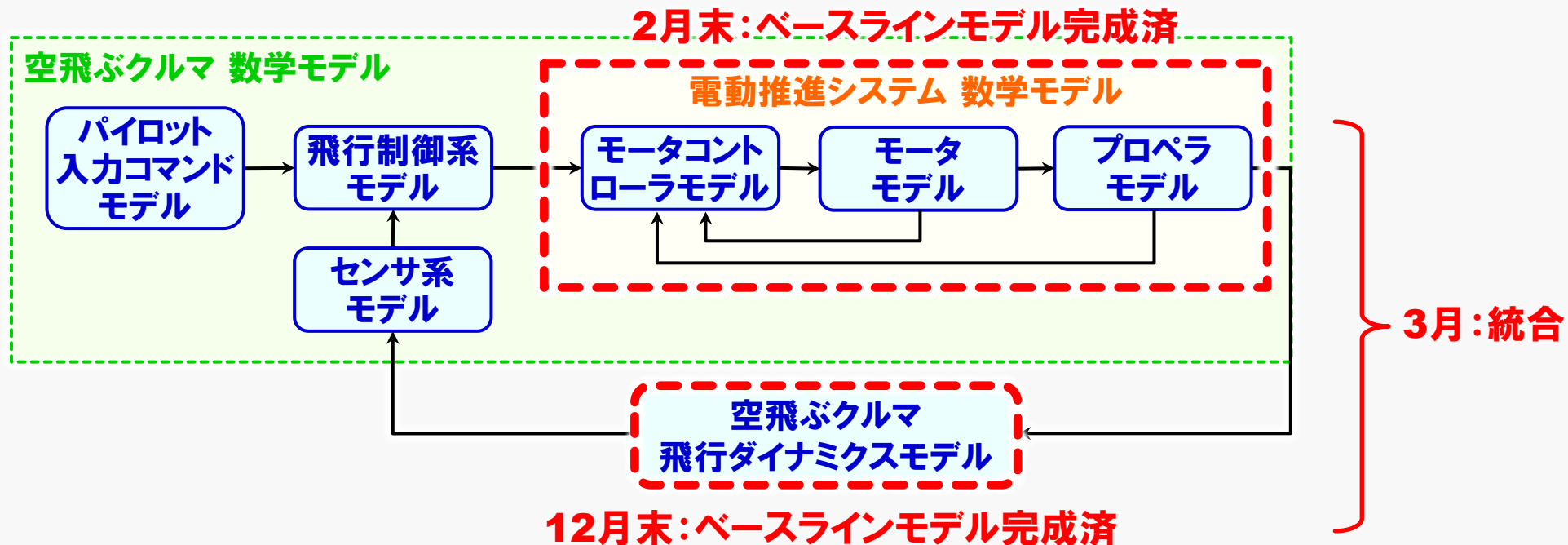
● **2022年度**：作業なし（2023年度開始）

④ HILSによる評価手法の検討

● **CbA(解析による認証)**：信州大学／福島イノベーション・コースト構想推進機構

● **2022年度成果**：

フィジビリティスタディの一環として、MILS(Model in the Loop Somulation, 下図)のベースラインを作成中、機体及び電動推進システムの基本数学モデルを完成、3月中に統合予定



3. 次年度以降の取り組み

次年度以降の取り組み



事業内容（2022年度）	次年度以降の取り組み
①- i) 国際標準化団体での情報収集 実施内容：情報収集 担当：信州大学（CerTCAS）	SAE E-40, SAE AE-7, ASTM F44, RTCA SC-135 (全体会議及び小委員会)へ参加し，情報収集を継続
①- ii) 設備仕様と試験手順の策定 実施内容：設備の仕様確定 担当：デンソー/多摩川精機	②の2024年度初頭の設備整備完了を前提とし，実証試験実施に向けた試験手順の初案を策定（2023）／③の環境試験技術の実証の成果を反映して 試験手順を確立 （2024～）
①- iii) 国際標準化／情報開示 実施内容：作業なし 担当：信州大学（CerTCAS）	①の4つの会議（全体会議及び小委員会）において積極的に発言することにより， コミッティ内での信頼の獲得 を目指す（2023）／①- ii）の結果を 国際標準とすべく提案 （2024～）
② 環境試験設備の整備 実施内容：施設構築 担当：デンソー/多摩川精機	ユーティリティ施設及び設備の， 2024年度初頭の整備完了 の目処を付ける（2023）／ 設備完成 （2024）
③ 環境試験技術の実証 実施内容：作業なし 担当：デンソー/多摩川精機/信州大学	②の2024年度初頭の設備整備完了を前提とし，実証試験開始に向けた準備を完了（2023）／環境試験技術の実証を行い，①- ii）の 試験手順の策定にフィードバック （2024～）
④ サイバー空間での装備品実証技術 実施内容：フィージビリティスタディ 担当：信州大学	MILS (数学モデルのみによるシミュレーション) の試行により 技術課題を抽出し，後半3年間の目標と研究開発計画を策定 してFSを完了（2023）／FSの結果に従い，研究開発を実施（2024～）

