

航空機用先進システム基盤技術開発 革新的防氷技術 の概要について

平成27年11月16日

経済産業省製造産業局航空機武器宇宙産業課

富士重工業株式会社

目次

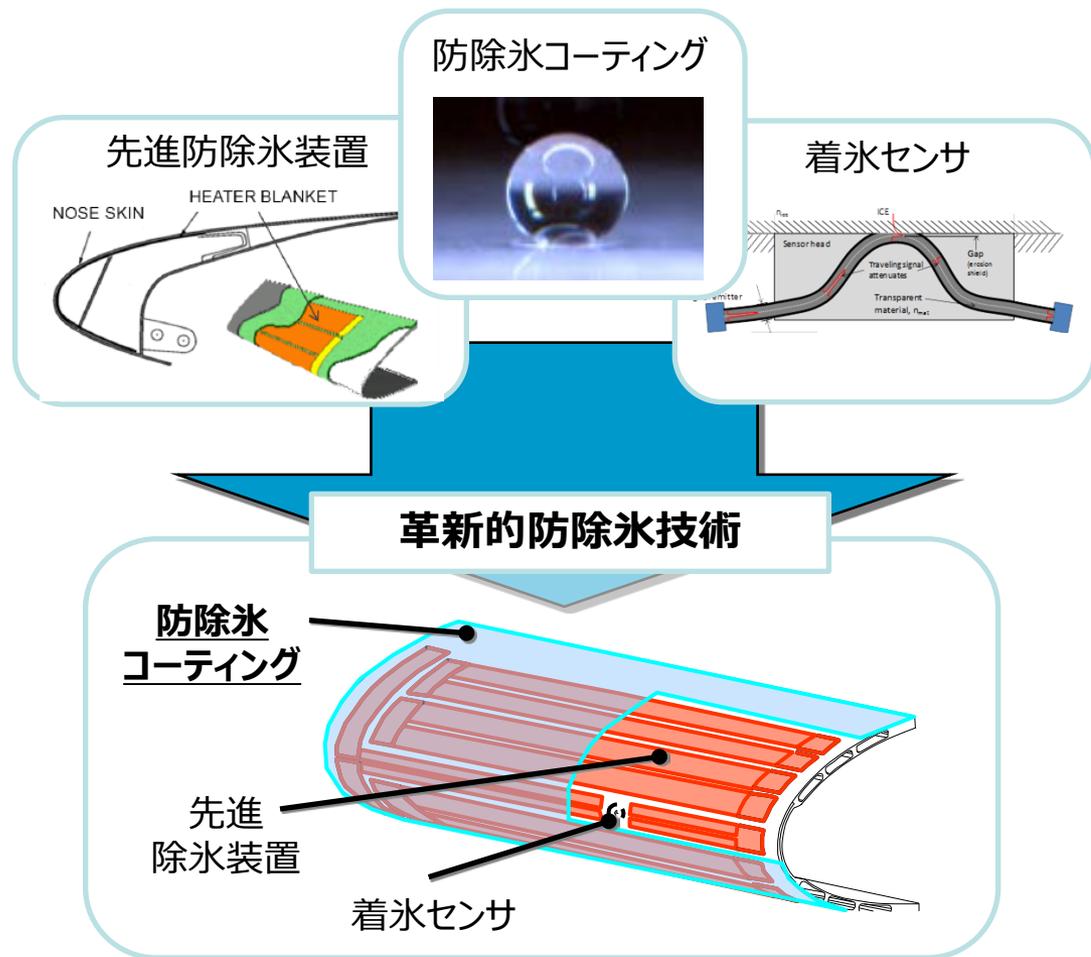
1. プロジェクトの概要
2. 目的・政策的位置付け
3. 目標
4. 成果、目標の達成度
5. 事業化、波及効果
6. 研究開発マネジメント・体制等

1. プロジェクトの概要

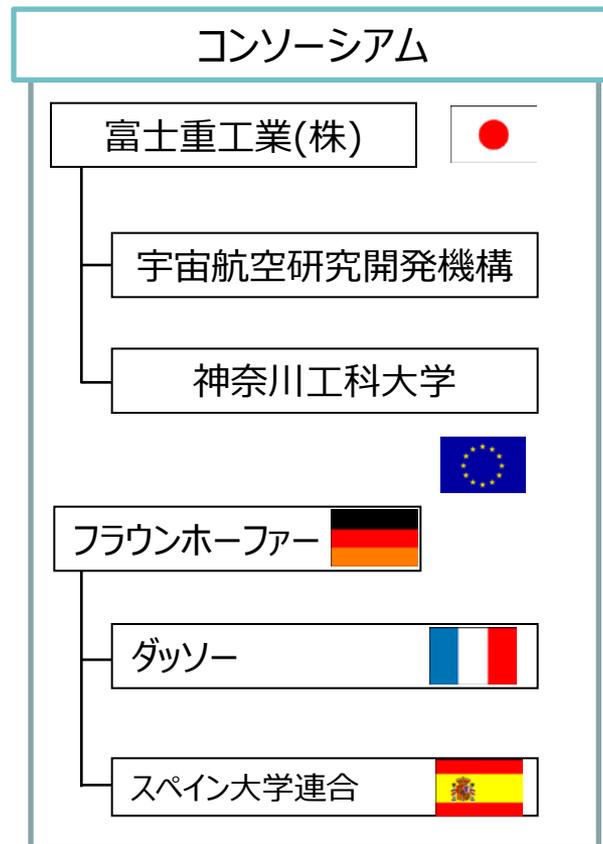
概要	「安全性向上, 燃費効率改善, 環境負荷低減」を実現するための革新的な防除氷システムを提案し、その有効性を実証する。なお、本開発は、欧州第7次研究枠組み計画(FP7)で選定された日欧合同研究事業の1つである。
実施期間	平成24年度～平成26年度 (3年間)
予算総額	1. 2億円(委託) (平成24年度:0.4億円 平成25年度:0.4億円 平成26年度:0.4億円(税込))
実施者	富士重工業株式会社 航空宇宙カンパニー
プロジェクトリーダー	村田 巖 富士重工業(株)航空宇宙カンパニー研究部 部長

2. プロジェクトの目的・政策的位置付け

「安全性向上，燃費効率改善，環境負荷低減」を実現するための革新的な防除氷システムを提案し、飛行時の着氷条件を模擬した地上実証試験において、その有効性を実証する。



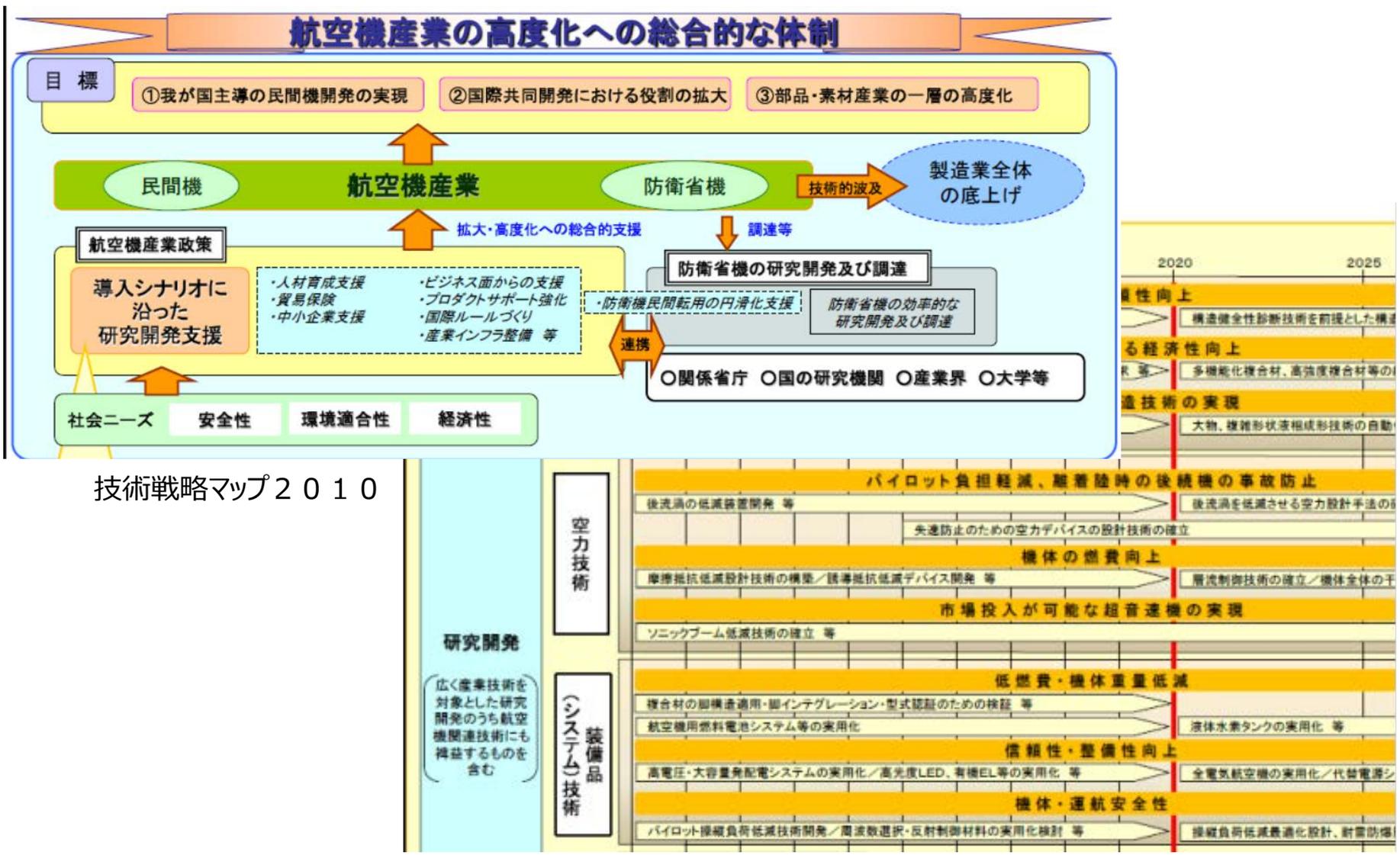
革新的簿除氷システムの概要



日欧コンソーシアムの開発体制
(欧州第7次研究枠組み計画(FP7))

2. プロジェクトの目的・政策的位置付け

本技術開発は、安全性、環境適合性、経済性などに貢献。



3. 目標(1/2)

革新的な防除氷システムを提案し、飛行時の着氷条件を模擬した地上実証試験において、その有効性を実証する。

要素技術	目標・指標	妥当性・設定理由・根拠等
<p>省エネルギーな革新的防除氷システムコンセプトの有効性を実証する</p>	<p>防除氷コーティング、防除氷装置、及び着氷センサを組み合わせた革新的な防除氷システムのコンセプトを立案し、各種地上試験にて、その有効性を実証する</p>	<p>飛行安全上大きな脅威と成り得る着氷現象に対して、着氷に伴う事故防止の観点から、より過酷な着氷環境にも対応可能な防除氷システムが求められている</p> <p>既存の防除氷システムは、エンジン抽気熱を利用するシステムをはじめ、燃費低減をきたすものである</p> <p>このようなシステムの改善を図ると共に、防除氷コーティング、及び着氷センサを組みわせることにより省エネ化と安全性を同時に両立できるシステムは革新的な技術と考えられる</p>

3. 目標(2/2)

革新的な防除氷システムを提案し、飛行時の着氷条件を模擬した地上実証試験において、その有効性を実証する。

要素技術	目標・指標	妥当性・設定理由・根拠等
防除氷コーティングの耐久性を向上する	撥水性： ・接触角 $>130^{\circ}$ ・転落角 $<10^{\circ}$ 耐久性： ・レインエロージョン試験後撥水性を維持していること	富士重工業(株)が開発した超撥水コーティング(世界トップレベル)をベースに、その撥水特性を保ちつつ、耐久性の向上を主目的として開発を行うこととした
防除氷システムの地上評価を可能とする試験法、及び、規定の着氷現象を再現できる試験法を設定する	防除氷コーティングの標準的な評価法、及び、米国耐空性審査基準※1の着氷条件を再現できる信頼性の高い試験法を設定する	航空機への適用実績がなく、その評価方法も設定されていない防除氷コーティングの特性を評価するための専用装置を開発し、標準的な評価法を設定すると共に、米国耐空性審査基準に基づく着氷条件を実現し、防除氷システムの評価を可能とする試験法を設定することとした

※1 FAA FAR Part 25: Federal Aviation Administration Federal Aviation Regulation Part 25。

米国連邦航空局が定める規格で、Part 25は輸送機に関連する規格がまとめられている。

4. 成果、目標の達成度(1/4)

FHIが開発した超撥水性を有する防除氷コーティングを用いて、革新的な防除氷システムのコンセプトを立案し、その有効性実証した。

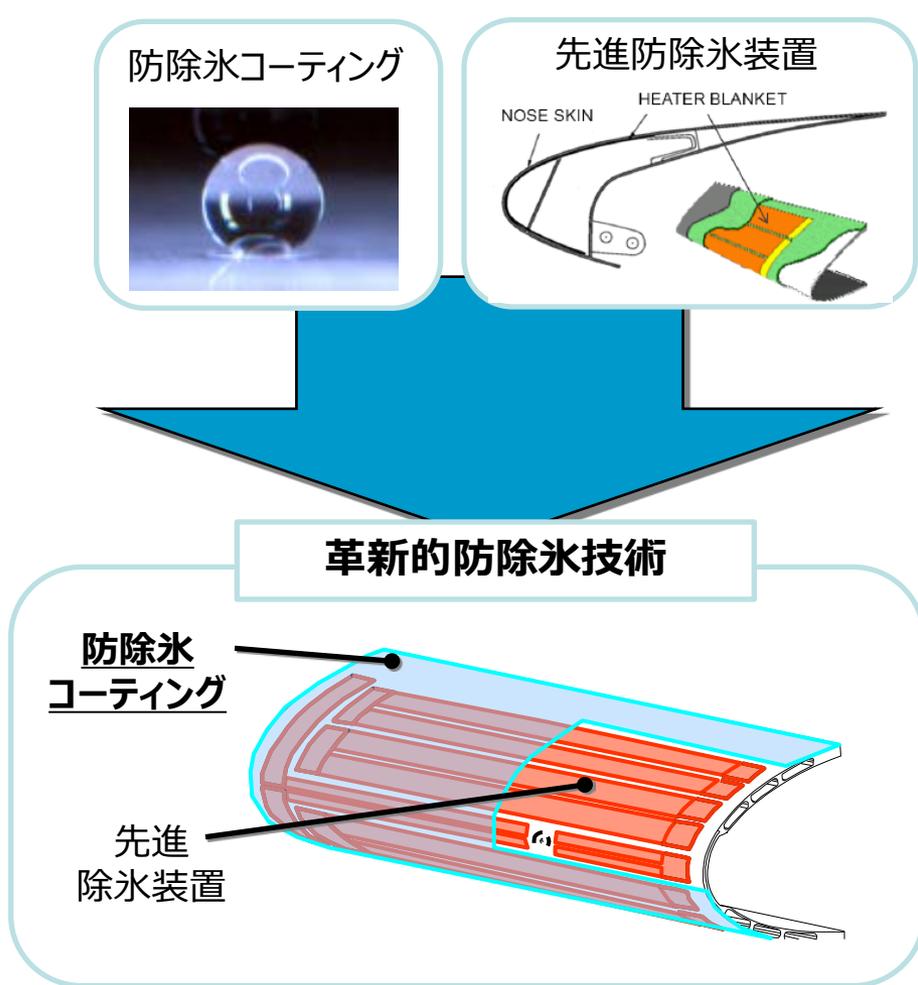
要素技術	目標・指標	成果	達成度
省エネルギーな革新的防除氷システムコンセプトの有効性を実証する	防除氷コーティング、防除氷装置、及び着氷センサを組み合わせた革新的な防除氷システムのコンセプトを立案し、各種地上試験にて、その有効性を実証する	翼最前縁部に高耐久性塗料を、それより後縁部に超撥水性コーティングを適用するというDual surface ^{※1} と、電熱ヒータによる除氷システムとを組み合わせた革新的な防除氷システムを提案し、風洞試験にて、7割の消費電力低減が可能なことを実証した	達成 ^{※2}

※1 Dual surface: 翼前縁部分には耐久性の高い塗膜または素材を適用し、それより後縁表面に撥水性に優れる開発コーティングを適用する方法。「着氷防止構造を有する翼構造体(特開2010-234989)」に基づく。

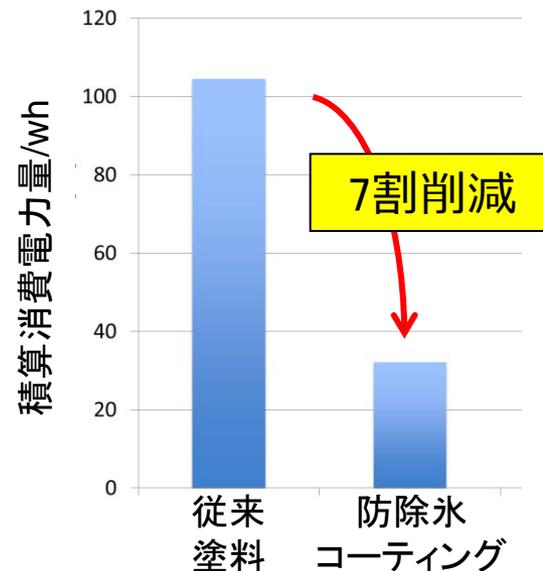
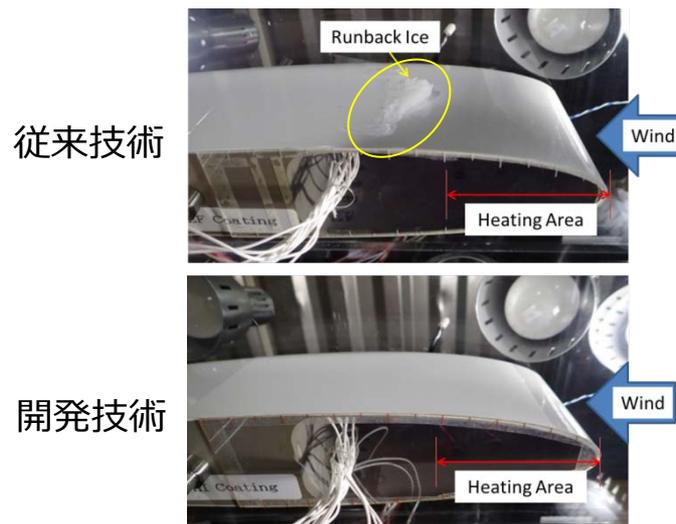
※ 日本側の開発項目については達成。欧州側主導で開発を進めてきた「リアルタイム着氷センサ」については、欧州側でコンセプト実証のための風洞試験を実施中であり、H27年度末までの目標達成を見込んでいる。

4. 成果、目標の達成度(2/4)

FHIが開発した超撥水性を有する防除氷コーティングを用いて、革新的な防除氷システムのコンセプトを立案し、その有効性実証した。



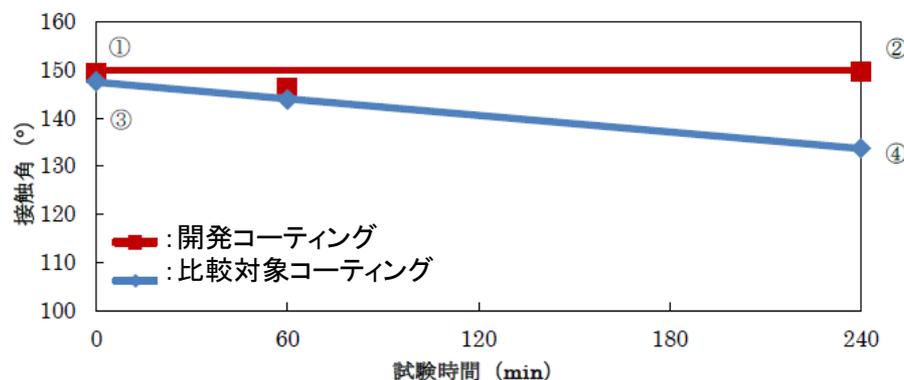
革新的防除氷システムの概要



4. 成果、目標の達成度(3/4)

耐久性と超撥水特性を両立し、航空機の防除氷システムに適用できる防除氷コーティングを開発した。

要素技術	目標・指標	成果	達成度
防除氷コーティングの耐久性を向上する	撥水特性: ・接触角 $> 130^\circ$ ・転落角 $< 10^\circ$ 耐久性: ・レインエロージョン試験後撥水性を維持していること	開発品の撥水特性: ・接触角 $= 154.1^\circ$ ・転落角 $= 4.2^\circ$ 耐久性: ・レインエロージョン試験後の撥水性に変化は見られず、高い耐久性を確認した	達成



レインエロージョン試験における接触角の変化

サンプル名	試験前	試験後 (240min)
開発コーティング		
比較対象コーティング		

4. 成果、目標の達成度(4/4)

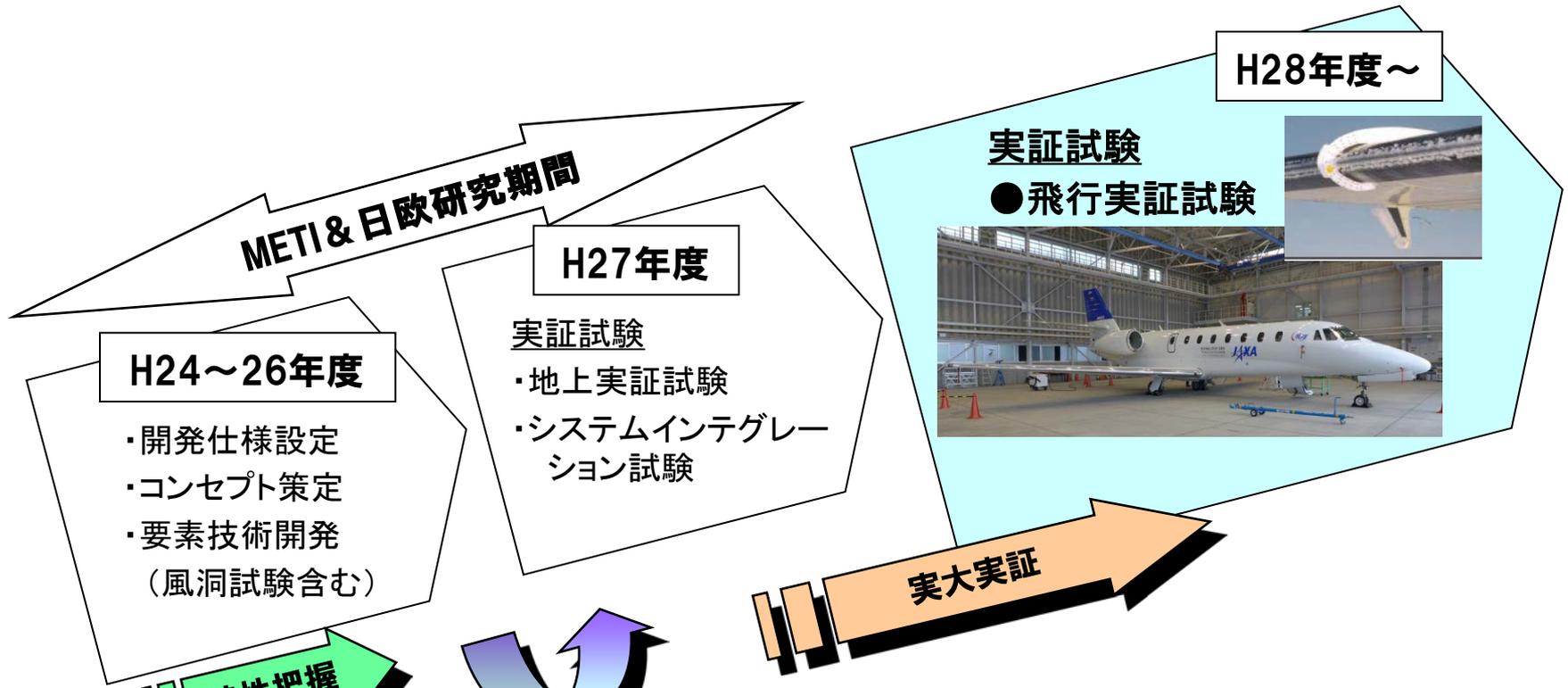
防除氷コーティングの特性を評価するための評価法を設定すると共に、所定の着氷条件を設定できる風洞試験法を設定した。

要素技術	目標・指標	成果	達成度
防除氷システムの地上評価を可能とする試験法、及び、規定の着氷現象を再現できる試験法を設定する	防除氷コーティングの標準的な評価法、及び、米国耐空性審査基準※1の着氷条件を再現できる信頼性の高い試験法を設定する	防除氷コーティングの特性を評価するための評価法を設定すると共に、米国航空規格に基づく着氷条件を設定できる風洞試験法を設定した	達成

※1 FAA FAR Part 25: Federal Aviation Administration Federal Aviation Regulation Part 25。
米国連邦航空局が定める規格で、Part 25は輸送機に関連する規格がまとめられている。

5. 事業化、波及効果

H28年度に飛行実証を行うべく、開発計画を策定中である。



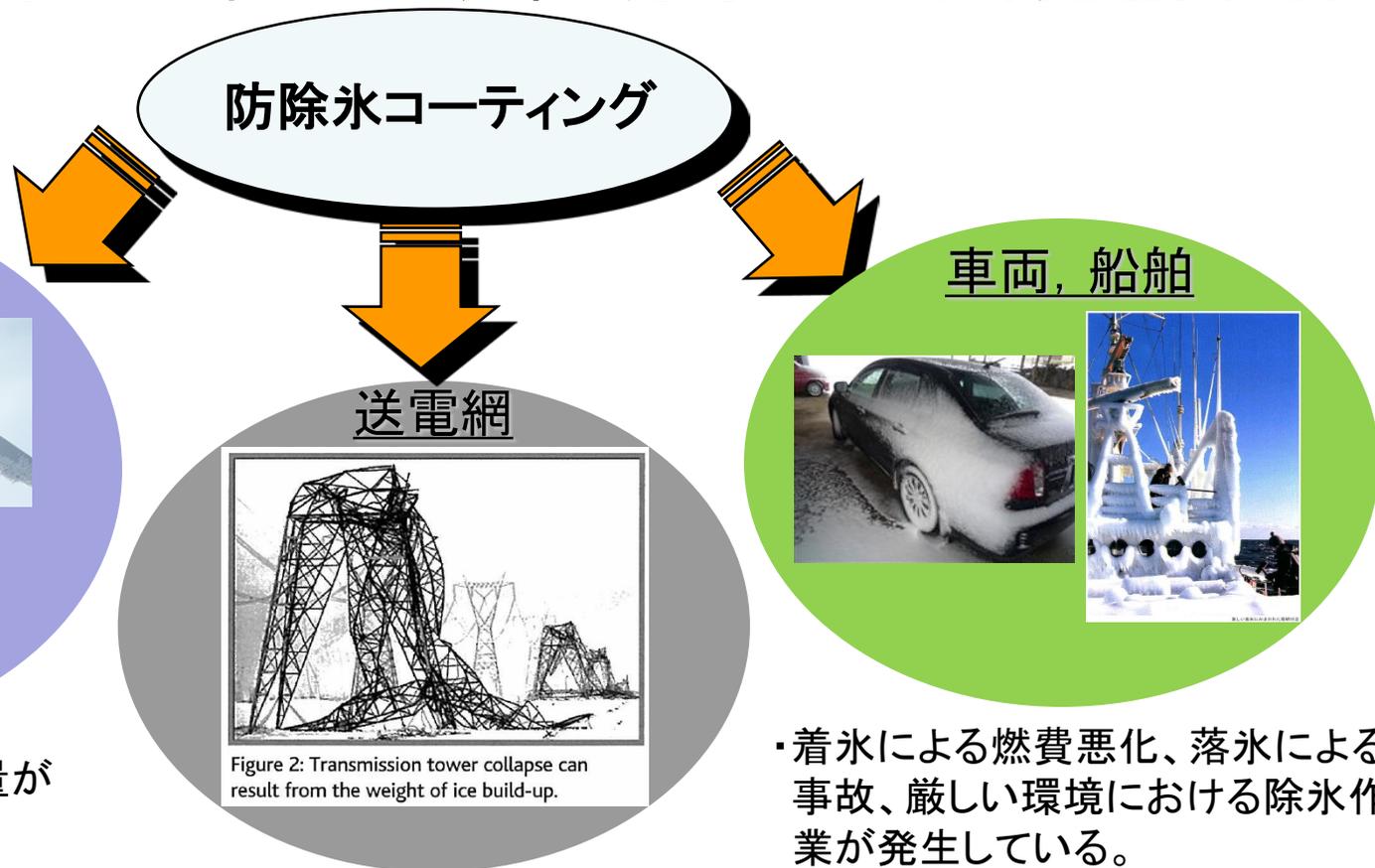
平板等での評価

部分構造レベルでの実証評価

KAIT Icing Wind Tunnel test section

5. 事業化、波及効果

着氷に伴う経済性の損失は、航空機のみならず、風力発電ブレード、送電線、車両、船舶等多くの産業分野に影響を与えている。本研究で開発された防除氷コーティングは、以下の分野への波及が見込まれる。



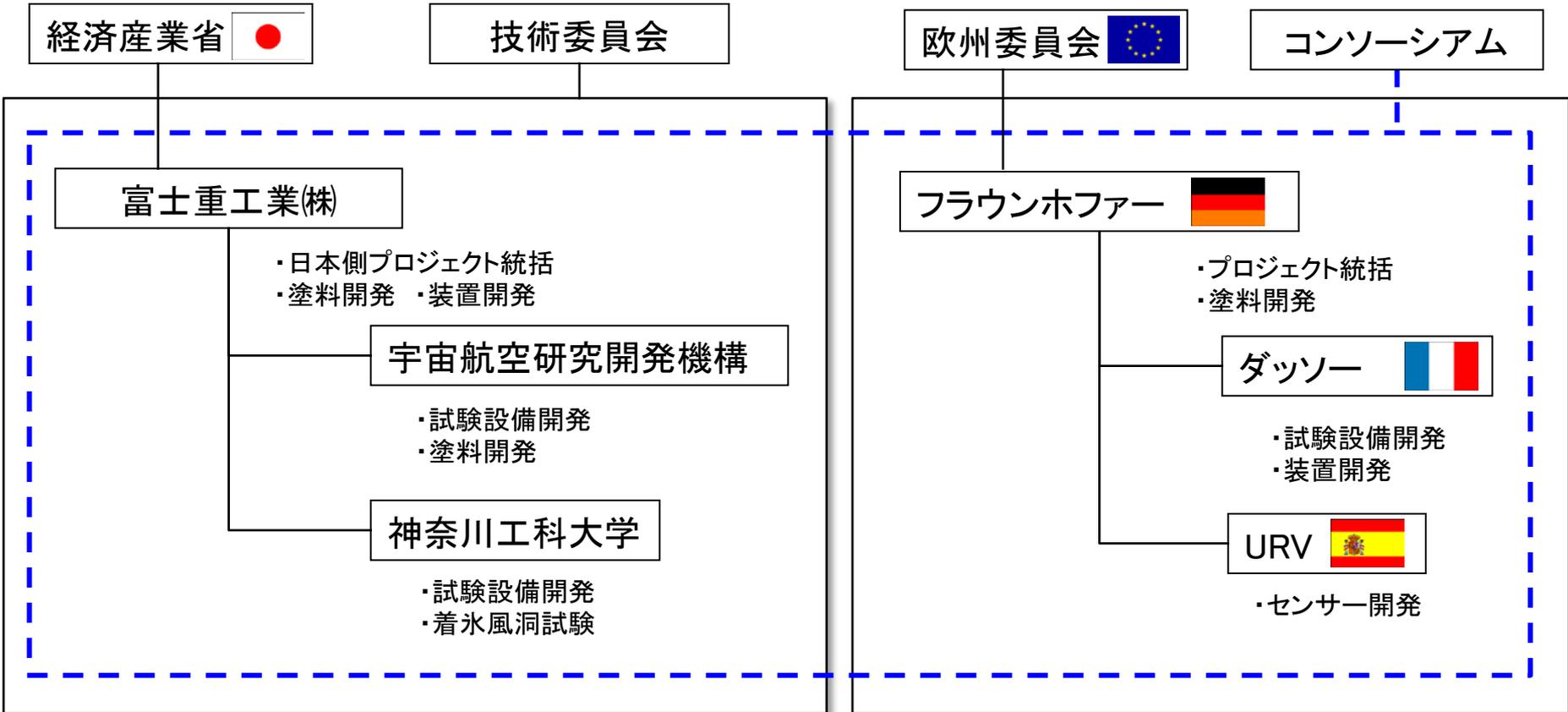
・冬期着氷によって発電量が約20%低下している。

・送電線への着氷によって倒壊の可能性があるため、目視による点検が行われている。

・着氷による燃費悪化、落水による事故、厳しい環境における除氷作業が発生している。

6. 研究開発マネジメント・体制等(1/2)

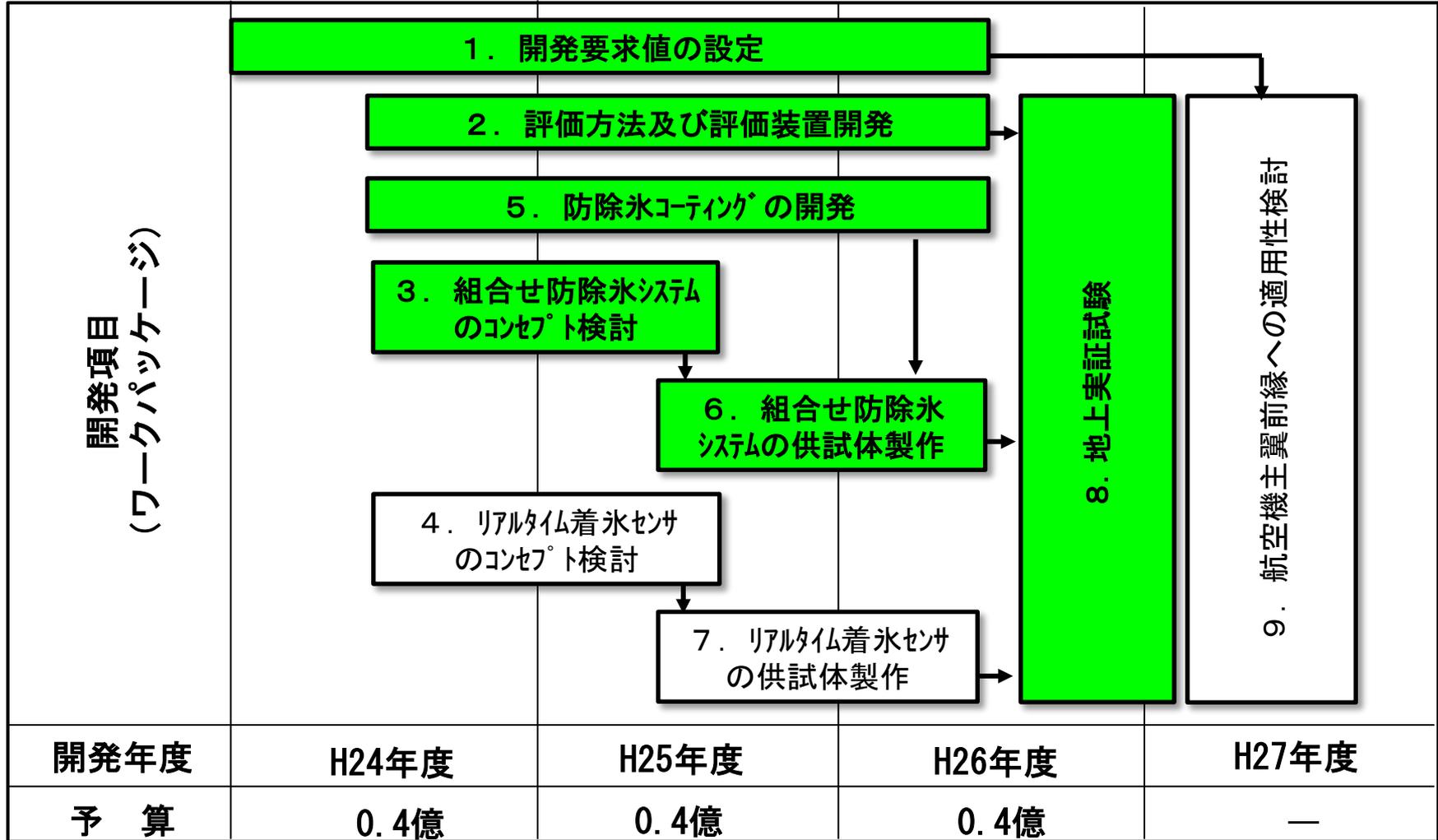
目標達成のために、以下に示す研究開発体制を構築した。また、国内の参画機関と技術委員会を、欧州パートナーと日欧合同会議を開催し、計画調整／進捗確認／情報共有等を行い、効率的に開発を進めることができた。



研究開発体制

6. 研究開発マネジメント・体制等(2/2)

開発項目を9つのワークパッケージに分けて取り組んできた。



※表中の緑色の部分を、日本側にて主導的に実施した。
 ※平成27年度については富士重工業(株)の持ち出しで実施中である。