

水素社会に対応するゼロエミッション航空機の研究開発

① ビジョンの概要

脱炭素化に資する水素燃料化・電動化技術を航空機に適用する。水素利用超電導・燃料電池技術開発の推進や水素の社会受容性強化・大気環境影響評価を行い、研究開発を通じ幅広い分野横断に取り組む人材育成を進める。

② ビジョンの内容

航空機ゼロエミッションに向けて、図1に示すように、水素燃料の特性を利用した水素電動航空機技術の研究開発を行うことによって当該要素・システム技術を獲得する。航空電動推進に用いる大動力モータ・発電機は、極低温の液体水素で冷却する超電導回転機を用い、冷媒として利用した水素をタービン発電機の燃料とすることによりシステム軽量化・信頼性に大きく寄与する。水素燃料電池も、ガスタービンとの複合サイクルが新しい航空機形態にも親和性が高く、液体水素利用技術として有望である。

これら技術開発を航空機の厳しい設計要件のもとで行うことで、他分野の環境適合性向上・運用面での価値向上にも貢献する。航空機運用面で専門職員による空港等限定された区域によるという前提から、水素社会インフラ構築の観点で先行的な技術実証・モデルとなる。

航空機排気に由来するCO₂や飛行機雲など、我が国が得意とする大気観測技術を適用することで航空機由来の温暖化効果を明らかにする。水素社会における社会受容性の向上や、航空機由来の大気環境の変動評価技術の向上は幅広く水素を基軸とした持続可能性研究開発の枠組みを拡充するものと期待される。

③ 学術研究構想の名称

水素社会に対応するゼロエミッション航空機の研究開発

④ 学術研究構想の概要

日本航空宇宙学会・航空ビジョンをベースラインとして、図2に示すように水素技術の中核として航空ビジョンが目指す社会の実現に資する学術研究構想を以下のように掲げる。

- 1) 極低温液体水素冷熱利用高効率エネルギー機器開発に係る研究開発を理工学横断の視点で推進する。
- 2) 機体設計・最適運航技術研究開発と飛行実証を行う。
- 3) 水素の社会受容性向上のため、空港を起点とした水素安全・信頼性向上に向けた技術研究を推進する。
- 4) 航空機排気の気候への影響評価を数値モデルと観測の2つの手段で行い、気候変動予測に貢献する。特に、高度方向の大気成分観測・評価技術の向上に取り組む。
- 5) 上記を通じて、学際領域や各科学技術分野における新規研究課題の発掘につなげる。基礎科学から学際領域分野にいたる先進技術に適應する次世代研究者の養成に貢献する。

⑤ 学術的な意義

有望な省エネルギー技術・環境適合技術として、燃料電池技術や超電導技術は多大な国費を投じて研究開発が進められ、両技術は我が国の得意とするところである。一方で、投資金額に比して、応用・実用例が限定されていることも指摘されている。エアバス社等すでに積極的に電動推進を含む水素航空機の開発に2020年着手しており、我が国が持つこうした優位技術を、巨大な部品点数と高い信頼性を要求する付加価値の高い最終製品適用をゴールに見据える絶好の機会である。

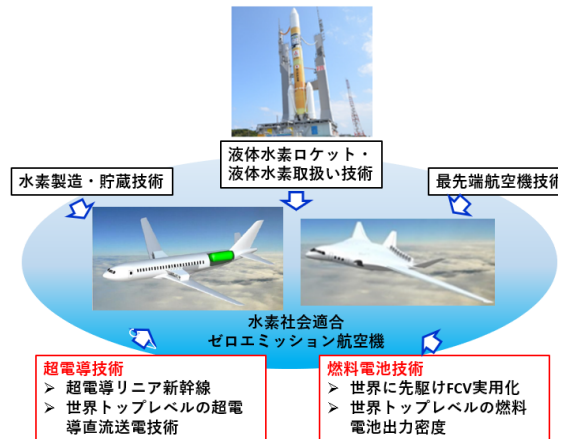


図1 日本の優位技術を活かした水素社会に対応するゼロエミッション航空機技術開発



図2 水素技術の中核とした技術連携を通じて航空ビジョンの目指す社会を実現

水素利用技術や、自動車ですでに利用されている電動化優位技術の多くは、我が国の幅広い産業界が有しており、こうした日本を支える技術分野の優位性向上や人材育成にも寄与すること大である。

学術研究は従来から比べるとますます複雑さを増しており、既存の単一分野の習得や研究経験からのみでは、こうした高度な技術を支える基礎研究成果や人材育成を期待することが困難である。本研究開発を糸口に研究開発分野を構築することは、我が国の航空機産業への参画機会を提供するのみならず、今後長期にわたって日本が科学技術立国として強い駆動力を確保することに直結すると考えられる。加えて、空港やその環境を水素の社会受容性向上に向けたプラットフォームとすることは、我が国が持つ水素安全や利用に資する我が国の基礎的基盤的知見を速やかに水素社会実現に向けた技術にまで向上させることが出来る。大気観測や衛星の地球観測を通じた気象科学・大気科学の研究に対しても、ローカル・グローバル両視点において研究開発力のさらなる向上につながると期待される。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

水素航空機は、2020年のエアバス社の水素航空機開発構想を皮切りに世界各国で研究開発が行われている。電動航空機は先行して2010年代から欧米中心に研究開発がなされており、一部小型機は実用化されている。我が国では、水素航空機向けエンジン・タンク技術等が宇宙往還機向け研究開発としてJAXAを中心に実施されている。電動航空機については、JAXAが2015年に電動航空機技術の有人飛行実証を成功させており、電動航空機技術に係る産学官連携の場として航空機電動化(ECLAIR)コンソーシアムが設立された。

欧米でも温暖化抑制に大きく寄与する革新的な水素航空機・電動航空機の研究がなされており、研究開発としては、エアバス社の水素航空機研究開発ZEROeにおける水素電動航空機技術開発、NASAの支援を受けたCHEETAプロジェクト等がある。

⑦ 社会的価値

水素社会の社会受容性を踏まえた実現、その中での水素燃料航空機という視点で研究開発がなされるべきである。こうした観点では、航空機に適用する日本の優位技術を発展させるのみならず、水素を利用した空港設備利用を通じた水素利用の安全性に関する理解を促す取り組みを行うという点で、航空機技術開発の枠にとらわれず、水素利用に向けた国民の理解促進に向けた活動を重要視して進めることから提案内容の社会的価値が高い。また、大気環境影響評価に資する気象学等の発展に貢献することは、我が国がSDGsに向け力強い行動を進めていることのアピールになる。

⑧ 実施計画等について

実施計画・スケジュール

R6-R7：水素電動航空機試作設計評価

R8-R9：スケールモデル試験(LN2/GH2)・評価実施、極低温

R10：システム検証モデル設計製作/空港モデル検証設備建設

R11：地上システム試験実施/航空機排気大気計測/空港モデル検証設備仮運用開始

R12-R13：高空環境試験実施/航空宇宙連携大気観測予備試験・本試験/空港モデル検証設備水素設備実証開始

R14-R15：飛行実証実施/空港水素設備運用実証継続・評価、成果のまとめ

実施体制として、機体技術・空港安全について日本航空宇宙学会を中核とし技術開発コンソーシアム等を活用した産官学の連携での実施を想定している。JAXAによるIFAR参画の枠組みを利用した国際連携を視野に入れる。大気観測・衛星利用にかかわる技術については、日本気象学会を中核とし公的機関や大学等の連携を想定する。総経費は160億円とし、内訳は以下とする：

水素航空機試作設計評価 25億円

液体水素試験設備整備 50億円

空港水素設備整備 40億円

航空機飛行実証/排気計測、高空環境試験 40億円

⑨ 連絡先

岡井 敬一（宇宙航空研究開発機構）