

信州大学航空機システム共同研究講座 ～地域と連携した8年間の取組みと今後の展開～

信州大学航空宇宙システム研究拠点長 佐藤 敏郎
信州大学工学部長 香山 瑞恵

1. まえがき

4～5年間にもおよぶコロナ禍によって航空旅客需要が激減し、関連産業は大打撃を被ったが、2024年には世界の総旅客数は2019年の45億人を越えて過去最多の約47億人となり（2025年は50億人を越えると予測されている）、運航便数も2019年の3890万便を上回る4010万便になると見込まれ、航空機産業はコロナ禍を乗り越え、今や、世界的な成長産業と期待されたかつての地位を取り戻しつつある。

我が国の航空機産業は機体やエンジンの国際共同開発を主軸に海外企業のOEMとして着実に成長を続け、コロナ禍前の2019年時点では年間売上高ベースで2兆円規模にまで発展してきた。

図1は旅客機1機あたりのコスト構造を示すものであり、胴体や翼を含む機体・構造で約35%、エンジンで約25%を占めるが、残りの約40%は図2に示すような様々な装備品で占められている。海外の航空機産業は図1のコスト割合に応じてそれぞれの市場が確立されているが、我が国の装備品産業の規模は航空機産業全体の約10%程度であり、諸外国に比べて脆弱であることが課題である。

2. 航空機システム共同研究講座の設置

2.1. 背景

政府は航空宇宙産業を自動車産業に続く我が国の基幹産業の一つに位置づけ、2011年に愛知県、岐阜県を中心とする中部地域を対象にアジア No.1 航空宇宙産業クラスター形成特区を設けるなど、様々な施策を国策として進めてきた。2014年には長野県飯田・下伊那地域に特区が拡大されたことを契機に地域企業や自治体が連携し、金融機関の支援を受けて航空機部品のモジュール化など付加価値の高い航空機産業創生^[1]が進められ、2016年5月には航空機産業を全県へ波及させることを目指し、長野県は航空機産業振興ビジョンを策定した。現在では、アジア No.1 航空宇宙産業クラスター形成特区は長野県広域に拡大されている。

政府や自治体による航空宇宙産業振興が推進される中、長野県、飯田・下伊那地域の行政・産業界は地域産業の強みである航空機装備品の一層の拡大・振興を目的として内閣府地方創生交付金事業に応募し、「航空機装備品システムをベースにした産業振興」が採択された。地方創生交付金を原資に旧長野県飯田工業高校

の施設を改修するとともに、航空機装備品の環境試験インフラが整備され、産業振興と人材育成の拠点エス・バード（図3参照）が開設された^[2]。

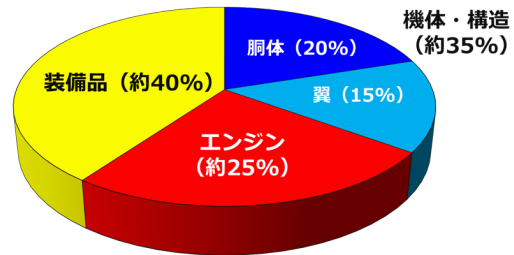


図1 旅客機1機あたりのコスト構造



図2 様々な航空機装備品



図3 産業振興と人材育成の拠点エス・バード（長野県飯田市座光寺3349-1）

2.2. 航空機システム共同研究講座

内閣府地方創生交付金「航空機装備品システムをベースにした産業振興」の大きな柱として航空機装備品に係る研究開発と人材育成が本学に強く要請され、これらを推進する取組みとして2016年3月に信州大学航空機システム共同研究講座コンソーシアムが組織され、2017年4月に本学工学部に共同研究講座が設置された。共同研究講座の発足と同時に、産業振興と人材育成の拠点エス・バード内に信州大学南信州・飯田サテライトキャンパスが開設され(図4参照)、共同研究講座はサテライトキャンパスを拠点に教育・研究を推進してきた。また、これらの取組みを支援・連携する組織として前年の10月に信州大学工学部に航空宇宙システム研究センターを設置し、2019年4月には信州大学第2期先鋭領域融合研究群の航空宇宙システム研究拠点へと発展的に組織整備された。

図5に示すように、航空機システム共同研究講座は同コンソーシアム(会員:南信州広域連合、飯田市、長野県、(公財)南信州・飯田産業センター、多摩川精機、八十二銀行、長野銀行、飯田信用金庫、長野県信用組合)のご支援で運営されており、飯田・下伊那地域の市町村、産業界の強い期待を背景に、信州大学航空宇宙システム研究拠点航空機システム部門と連携し、関連企業はもとより、宇宙航空研究開発機構(JAXA)や国内外の大学・研究機関と連携して活動を推進している。また、2021年4月にはJAXAとの連携大学院をスタートし、実践的な教育の充実にも努めている。

航空機システム共同研究講座は国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)航空技術部門、ならびに地元の多摩川精機株式会社から招聘した2名の教員体制でスタートし、第1期(2017年4月~2021年3月)の4年間を経て、第2期(2021年4月~2025年3月)では元JAXA職員1名と防衛省技術研究本部から1名を迎え、4名体制となって現在に至っている。8年間を一貫して航空機装備品システムに係る研究開発と人材育成を推進してきたところであるが、近年は次世代空モビリティに関連するプロジェクト研究がスタートしている。図6は2023年度の航空機システム共同研究講座の学生諸君、教職員の面々を産業振興と人材育成の拠点エス・バードのエントランスをバックに撮影したものである。

3. 共同研究講座における研究開発

共同研究講座ではJAXAをはじめ、大手重工メーカーや航空機装備品メーカーとの連携のもと、様々な研究開発を推進している。これらの二三の事例を以下に紹介する。

3.1. 航空機の電動化技術関連

航空機のCO₂削減を目的に、推進動力やランディン



図4 信州大学南信州・飯田サテライトキャンパスを拠点に航空機システム共同研究講座がスタート(2017年4月)

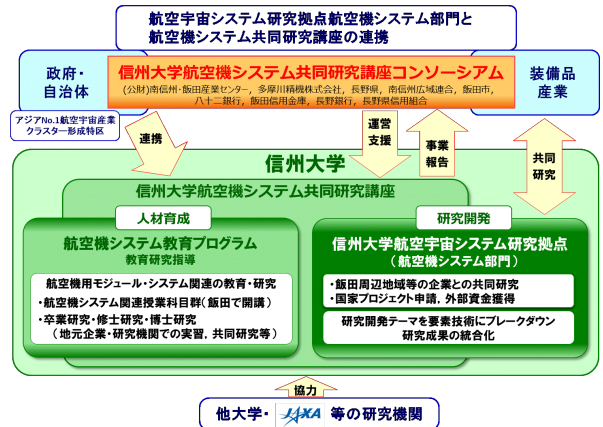


図5 航空機システム共同研究講座における連携体制



図6 航空機システム共同研究講座の学生諸君、教職員(2023年度)

グギアや翼などの駆動油圧系などを対象に電動化への要求が高まっており、機内電装系の小型軽量化を含めて航空機の電気駆動の割合が高まっている。

共同研究講座設置後、最初の研究ターゲットとなったのが防爆型の燃料タンク油量計の開発である。従来は静電容量式油量計が主流であったが、電極間のリーク電流による発火・爆発のリスクが大きく、空気と油の屈折率の違いを利用した光学式油量計が試作・開発され、関連企業に技術移転された。

次いで、従来のカーボンコンポジット(CC)デイス

いる。ハイブリッド電動ブレーキは航空機だけでなく、地上のシステムへの様々な応用が考えられ、現在は、関連企業との共同研究をととして製品化の検討が進められている。

また、民間旅客機では世界的にも導入されていない慣性航法と GPS 航法を組み合わせた GPS/INS 複合航法システムの開発を JAXA、民間企業との三者連携で推進している。さらには、小型航空機の事故の大半を占めるパイロットのヒューマンエラーを防止するための技術開発として、国土交通省運輸安全委員会の委託を受け、「FDM (Flight Data Monitoring) 装置の記録を航空事故調査に活用するための要求事項に関する研究」を推進している (図8参照)。

3.2. 次世代空モビリティ関連技術

ドローンや空飛ぶクルマによる「空の移動革命」が世界的潮流となっており (図9参照)、我が国においても「空の移動革命に向けた官民協議会」で様々な検討が進められている。長野県においても「信州次世代空モビリティ活用推進協議会」が設置され、本学に対し空の移動革命「信州モデル」エコシステムの中心的役割が期待されている。

信州大学航空宇宙システム研究拠点や航空機システム共同研究講座では内外の次世代空モビリティの動向に合わせる形で、これまでの航空機の電動化の要素技術をベースに次世代空モビリティシステムに関連する研究開発がスタートしている。

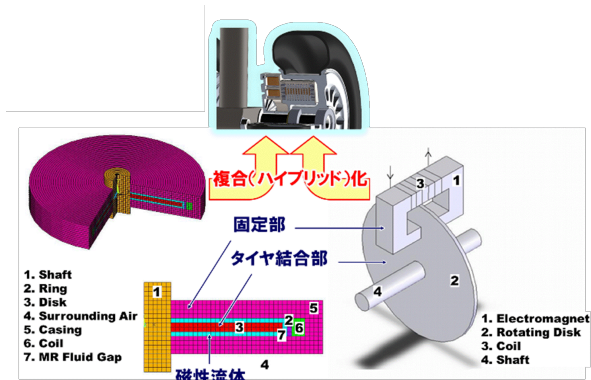


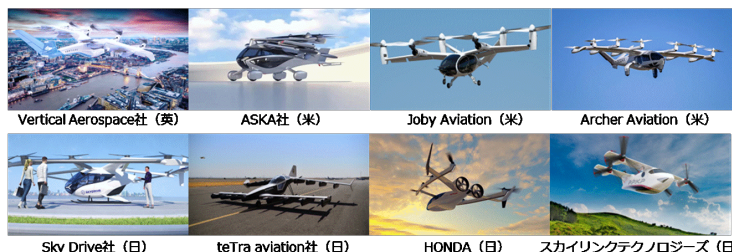
図7 ハイブリッド電動ブレーキの原理



図8 小型航空機を対象にした FDM 装置の事故調査への活用

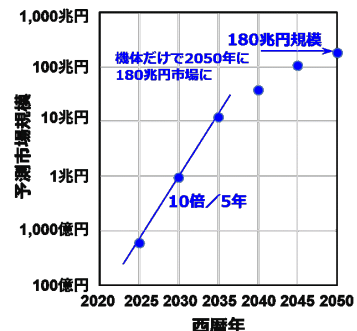
クブレーキに代わるメンテナンスフリーの電動ブレーキが開発された。機体着陸時の高速制動に有利なうず電流制動と低速から停止時に有利な磁性粘性流体制動を用いたハイブリッド電動ブレーキである(図7参照)。縮小モデルとして試作されたハイブリッド電動ブレーキを実スケールに拡大した場合の数値シミュレーションによれば、乗客 100 人程度のリージョナルジェットに十分に適用可能な制動力を有することが実証されて

ドローンや空飛ぶクルマによる「空の移動革命」が世界的潮流に！



空堀用小型ドローンが先行して利用が進む。大型ドローンや空飛ぶクルマはこれから本格化 (2023年6月時点で世界で28社が開発中、日本は4社)

飯田・下伊那は県内航空機産業の集積地
⇒ 次世代空モビリティのエコシステム形成として適地



空飛ぶクルマの世界市場予測；販売金額ベース (矢野経済研究所)

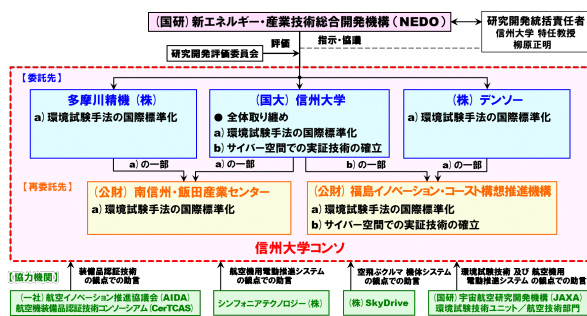
図9 ドローンや空飛ぶクルマによる「空の移動革命」が世界的潮流に

図10はJAXAが研究開発中のQTW(4発ティルトウィング型無人航空機VTOL(垂直離着陸))を示すものである。研究拠点航空機システム部門ならびに共同研究講座はJAXAと連携して研究開発を進めるとともに、長野県世界市場展開のための研究開発支援事業に採択されている。本支援事業による「無人航空機のホバリング機能と高速飛行性の両立」では、VTOL/ホバリング中にエンジンが故障・停止した場合の安全確保を目的とした制御系の設計などの安全性向上技術の研究を実施中である。

図11はNEDO次世代空モビリティの社会実装に向



図10 JAXAが研究開発中のQTW(4発ティルトウィング型無人航空機VTOL(垂直離着陸))



(a) 連携体制

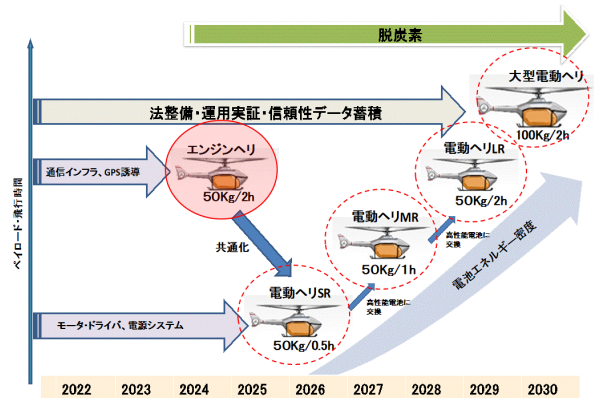


(b) 産業振興と人材育成の拠点エス・バード内の温度・高度・湿度耐候性着氷試験装置

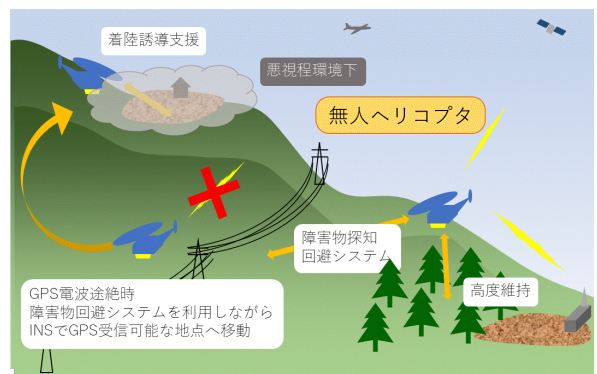
図11 NEDO次世代空モビリティの社会実装に向けた実現プロジェクト「次世代空モビリティの電動推進システムの設計・製造承認に向けた環境試験技術の研究開発」

けた実現プロジェクト(ReAMo)に代表機関として採択された「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, 2022~2026年度」の概要を示したもので、産業振興と人材育成の拠点エス・バード内には小型電動推進システムの試験が実施できる環境整備を図るとともに、福島ロボットテストフィールドに大型電動推進システムの試験が実施できる環境を新規整備している。本プロジェクトでは空飛ぶクルマの電動推進システムの環境試験手法の国際標準化を目指した研究開発を進めている。

図12(a)は山岳物資輸送の課題を解決する無人航空機による安全安心な輸送を実現することを目的として進められている長野県「航空機の電動化プロジェクト」のロードマップを示すものであり、信州大学はミリ波レーダ技術を活用した無視界進入技術の開発を分担して推進している(図12(b)参照)



(a) ロードマップ連携体制



(b) ミリ波レーダ技術を活用した無視界進入技術

図12 長野県「航空機の電動化プロジェクト」への参画

表1 信州大学大学院総合理工学研究科 工学専攻「航空機システム教育プログラム」

分類	授業科目名
材料・構造	構造強度・振動学特論
力学・設計	航空機力学特論Ⅰ
"	航空機力学特論Ⅱ
"	航空機・次世代空モビリティ設計特論
システム・デバイス	航空機電気力学システム特論
"	航空機センサ特論
"	次世代モビリティシステム・デバイス特論
安全・認証	航空機装備品認証・システム安全特論Ⅰ
"	航空機装備品認証・システム安全特論Ⅱ

・航空機装備品認証・システム安全特論；日本の航空機産業の弱みはまさに認証取得であり、国内の大学で初めての開講となる目玉科目と言えます。
 ・7科目（14.単位）以上の習得によってプログラム修了証明書を授与します。

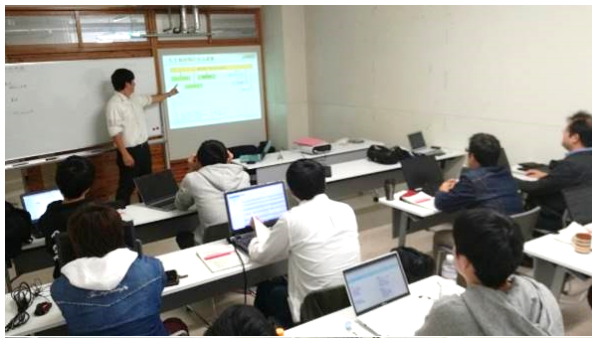


図13 航空機装備品認証・システム安全特論の講義風景（航空機装備品認証を直接経験された産業界実務家を招聘して開講）

4. 共同研究講座における人材育成

4.1. 航空機システム教育プログラム

2021年4月に信州大学大学院総合理工学研究科の工学専攻に航空機システム分野横断ユニットが新設され、同時に航空機システム教育プログラムが開設された。表1は2024年4月時点での授業科目群を示すもので、航空機技術の基礎科目群と並んで航空機装備品認証やシステム安全に関連する2科目を含むことが大きな特徴となっている。航空機に搭載される装備品は厳しい航空機規格の認証取得が必須であり、海外機体メーカーに製品が採用されるためには相手国の認証を取得す

る必要があり、このことが新規参入の障壁となり、我が国航空機装備品産業が脆弱である理由の一つとなっている。航空機に関心を持つ学生が将来、関連産業に就職すれば、認証を意識しながらの技術開発は必須であり、学生時代に認証関連の基礎知識を身に付けておくことは非常に重要であると言える。航空機装備品認証科目の導入は教育プログラム開設時には国内の大学で初めてであり、国交省関係者や航空機認証に直接関わった産業界の方々をゲストスピーカーに招いて開講しているところである（図13参照）。

ドローンも空飛ぶクルマも旅客機も広義には空モビリティであり、規模の違いはあれ、特に電動化の部分では共通する技術が多い。共同研究講座内でも次世代空モビリティシステムに関連する研究開発が増えてきたこともあり、最近になって、次世代空モビリティに関連する授業科目が新設されている。

2021年度の教育プログラム開設以来、2025年3月修了予定の学生を含めると累積で25名がプログラムを修了し、さらには教育プログラム開設前の共同研究講座の修了生を含めると2025年3月には35名が修了の予定となっている。社会に巣立った修了生の多くは航空機関連の企業に就職し、飯田の地で学んだ知識やスキル、経験を存分に活かして活躍している。

2024年11月16日（土）、産業振興と人材育成の拠点エス・バードを会場に、「航空機システム共同研究講座の8年間を振り返って、そして今後の展開」をテーマに信州大学航空宇宙システム研究拠点年次シンポジウムが開催された。図14はシンポジウム当日の様子を撮影したもので、航空機システム共同研究講座、ならびに航空機システム教育プログラム修了生の中から4名をお招きして、飯田で学んだ当時のトピックや現在の業務内容、さらには今後の展望についてご講演いただいた。シンポジウムには、共同研究講座コンソーシアム会員団体の皆様を含め100名を越える参加者があり、飯田で学んだかつての学生諸君の立派な成長を実感いただいたのではないかと考えている。

4.2. JAXA 連携大学院

2021年4月の航空機システム教育プログラムと時を同じくしてJAXA連携大学院がスタートした。連携大学院の開設にあたり、JAXA航空技術部門次世代航空イノベーションハブ主幹研究開発員の跡部隆氏を特任教授に委嘱した。東京都調布市の航空技術部門に大学院生を派遣して教育研究を推進する計画であったが、2021年はコロナ禍2年目にあたり、学生は南信州・飯田サテライトキャンパス-JAXA航空技術部門とのオンラインで指導をいただいた。現在ではコロナ禍も明け、学生は刺激的な環境の中、現地で研究指導を受けている。



図 14 「航空機システム共同研究講座の 8 年間で振り返って、そして今後の展開」をテーマに開催された信州大学航空宇宙システム研究拠点年次シンポジウムの様子 (2024 年 11 月 16 日 (土), 産業振興と人材育成の拠点エス・バード)

5. まとめと今後の展開

コロナ禍や M 社の国産旅客機事業からの撤退など、一時的に我が国航空機産業の行く末が危ぶまれ、航空機システム共同研究講座や航空宇宙システム研究拠点の運営にも少なからず影を落としたが、前述したように、これらの壁を乗り越え、航空機産業は世界的な有望産業と期待されたかつての地位を取り戻しつつあり、ドローンや空飛ぶクルマを含め、今後、空モビリティはすそ野の広い世界的な産業へと発展していくものと考えられる。

信州大学航空機システム共同研究講座、ならびに航空宇宙システム研究拠点のいずれもこれまでの地域との繋がりを土台に地域の強い要請(地方創生)にもとづいて設立され、地域とともに歩んできた。今後は、共同研究講座ならびに研究拠点はこれまでの航空機への関りに加えて、ドローンや空飛ぶクルマを含む次世代空モビリティシステムへと発展的に活動を展開していく予定である。

本文で述べた様々な取り組みは信州大学航空宇宙シ

ステム研究拠点ホームページ (<https://www.shinshu-u.ac.jp/institution/surcas/topics/>) に掲載されており、関心のある方は是非ご覧いただきたい。

参考文献

- [1] https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/chii_ki_keizai/pdf/010_06_00.pdf
- [2] 日本経済新聞, 航空・宇宙産業の研究拠点到 駅周辺で先進技術活用, 2019 年 9 月 26 日.