

特集

名古屋大学・岐阜大学における航空工学の 連携教育の実際

— 地理的距離を乗り越えるための新しい挑戦 —

砂 田 茂*
伊 藤 和 晃**

Received: 28 December 2022 / Accepted: 11 January 2023

— <要 旨> —

本稿の目的は、2020年4月から約2年半での、東海国立大学機構における名古屋大学・岐阜大学の航空工学人材育成における連携の実際を整理し、次のステップでより優れた連携教育を実現することである。本連携の活動を進めるにあたって、内閣府「地方大学・地域産業創生交付金」および、岐阜県「航空宇宙産業生産技術人材育成・研究開発事業費補助金」の支援は強力な推進剤となった。また、名古屋大学のフライト総合工学教育研究センター、岐阜大学で設立された航空宇宙生産技術開発センター（現在は、東海国立大学機構航空宇宙研究教育拠点の直轄組織）の存在が、2大学の連携をスムーズにした。単位互換、遠隔実習、リカレント教育等、より強い連携を目指し試行錯誤的に進めてきた実際を示す。教育において実習が多く含まれているが、遠隔での実習の実施技術の開発は大きなチャレンジであり、大学連携に留まらない大きな波及効果が期待できる。本稿は、今後の離れた大学の連携教育活動の一助となることも狙いとしている。

*名古屋大学大学院工学研究科・教授

**岐阜大学工学部・教授

1. はじめに

2020年、名古屋大学と岐阜大学が連携し東海国立大学機構がスタートした。同時に、同機構直轄の航空宇宙研究教育拠点もスタートした。同拠点は航空宇宙に関わるあらゆる事項を対象とした拠点である。2019年に岐阜大学では、内閣府「地方大学・地域産業創生交付金」および、岐阜県「航空宇宙産業生産技術人材育成・研究開発事業費補助金」の支援を受け、日本で唯一の航空機の生産技術に関する教育研究機関として航空宇宙生産技術開発センターをスタートした。産学官連携（金は金融界）による組織である。一方、名古屋大学では工学研究科航空宇宙工学専攻が航空宇宙工学の研究、教育を担っていたが、主に要素技術の研究、教育が中心であった。そこで、フライトに関して分野横断的な研究、教育を進めるため工学研究科附属フライト総合工学教育研究センターを2018年4月に創設していた。同センターは専任教員及び、航空宇宙工学専攻、マイクロ・ナノ機械理工学専攻、機械システム工学専攻、材料デザイン工学専攻、電気工学専攻、総合エネルギー工学専攻、物質プロセス工学専攻、未来材料・システム研究所、宇宙地球環境研究所の教員（兼任教員）により構成される。

2020年に東海国立大学機構航空宇宙研究教育拠点がスタートした際、岐阜大学の航空宇宙生産技術開発センターは同拠点の直轄組織となった。航空宇宙生産技術開発センターが進める、内閣府交付金並びに岐阜県補助金の支援を受けたプロジェクトに、名古屋大学の工学研究科、情報学研究科の教員が参加することになった。特に同プロジェクトの人材育成活動の名古屋大学側のとりまとめ、岐阜大学との窓口はフライト総合工学教育研究センターが担うことになり、フライト総合工学教育研究センターと航空宇宙生産技術開発センターが、上記プロジェクト並びに、東海国立大学機構航空宇宙研究教育拠点における航空宇宙人材育成の両輪となっている。本稿では、東海国立大学機構航空宇宙研究教育拠点における、名古屋大学と岐阜大学との人材育成活動における連携について紹介する。

2. 名大・岐大のこれまでの連携

2.1 航空宇宙設計・生産融合人材育成プログラム

航空機産業界の求める「設計マインドを理解できる生産技術型人材」と「生産マインドを理解できる設計技術型人材」を、両大学・産業界の協力的体制の下で育成することをねらいとして構築されたプログラムである。名古屋大学・大学院における設計教育、岐阜大学・大学院における生産教育を両大学・大学院の学生が学ぶことで、航空機の設計から製造、飛行実証・評価までの一連のプロセスを理解し、さらにその一端を実体験できる日本唯一のカリキュラムである。産業界の意見を取り入れたカリキュラムと、重工各社をはじめとする航空機産業界からの実務家教員の存在によって、航空機産業界で即戦力として活躍できる人材の育成を目指している。本プログラムの特徴をまとめると、次の3つに集約される。

特徴1 東海国立大学機構の強みを生かした教育体制の実現

- ・両大学の異なる教育の強みを生かした一貫プログラム
- ・両大学教員の参画による教育プログラムの運用
- ・単位互換制度による大学間の垣根を越えた自由な科目履修

特徴2 産業界の強い関与

- ・プロジェクト参画企業を中心とした産業界からの人材登用
- ・科目実施における産業界からの講師派遣
- ・カリキュラム策定への産業界の参画

特徴3 開発プロセスを一貫して実体験できる実践教育の実施

- ・企画、設計から製造、飛行実証・評価までモノづくりの一連プロセスを一気通貫で実体験

本プログラムの中で、生産技術を理解する設計技術型人材を主に育成する名古屋大学・大学院には「設計アーキテクトコース」を、設計技術を理解する生産技術型人材を主に育成する岐阜大学・大学院には「生産システムアーキテクトコース」を設置した。両コースとも、学部生用、大学院生用のコースからなる。生産システムアーキテクトコースは2019年4月に一部科目からスタートし、2021年3月に学部、2022年3月に大学院でそれぞれ

れ第1期修了生を輩出している。2022年3月末時点の累計で、学部44名、大学院4名の修了生を輩出した。設計アーキテクトコースは2021年4月にスタートし、2023年3月に第1期修了生が誕生する。

特徴1にあるように、双方の大学の学生が大学間の垣根を越えて他方の大学の授業を履修し単位修得できるよう、2019年に大学院（名古屋大学大学院工学研究科と岐阜大学大学院自然科学技術研究科）、2021年に学部（名古屋大学工学部と岐阜大学工学部）において単位互換協定を締結した。また、両大学の教員が連携して共同実施し、両大学の学生が受講する共同開講科目を2科目設置した。これは、県境をまたぐ複数の大学が共同で授業を開講する先駆的な取り組みである。道路移動距離で約50キロ、公共交通機関で片道約2時間を要する距離がある中で、遠隔講義の各種ツールの活用により、2022年度は共同開講科目の受講生延べ285名（名古屋大学227名、岐阜大学58名）、単位互換科目の受講生延べ100名（名古屋大学・大学院15名、岐阜大学・大学院85名）の実績を挙げている。表1に、両大学・大学院での共同開講科目・単位互換科目を、表2に上記両コースの修了要件を示す。

表1 両大学の単位互換科目・共同開講科目

	<u>学部</u>	<u>大学院</u>
[単位互換科目 (岐大提供)]	・航空宇宙生産技術（品質工学）[設計・生産] ・生産システム学[生産]	・航空宇宙生産技術（製造技術特論）[生産]
[単位互換科目 (名大提供)]	・航空宇宙機力学第1 [設計・評価] ・航空宇宙機システム [設計・評価]	・航空機設計開発特論 [設計] ・航空機飛行試験特論 [評価]
[共同開講科目]	・宇宙推進工学 [設計・評価] ・航空推進工学 [設計・評価]	

出所：筆者作成

表 2 コース修了要件

	「設計アーキテクトコース」	「生産システムアーキテクトコース」
学部	以下の単位を取得していること。 単位互換科目・共同開講科目、及び航空宇宙機力学第 2、航空宇宙構造工学から、航空宇宙力学第 1 を含む 7 科目以上。及び名古屋大学開講科目「設計製図第 3（飛行ロボットテーマを受講）と設計製図第 4（航空宇宙機のテーマを受講）。	以下の航空宇宙生産技術科目群 9 科目 17 単位を全て修得していること。（内 1 科目は単位互換科目を読み替え） ・航空宇宙生産技術概論 ・航空宇宙生産技術（品質工学） ・航空宇宙生産技術（経営工学） ・航空宇宙生産技術（生産管理工学） ・航空宇宙生産技術（学外研修） ※航空宇宙生産技術（機械工学概論Ⅰ） ・航空宇宙生産技術（機械工学概論Ⅱ） ・航空宇宙生産技術（情報工学概論Ⅰ） ・航空宇宙生産技術（情報工学概論Ⅱ） ※は単位読み替え科目
大学院	単位互換科目 3 科目全ての単位を取得していること。	以下の航空宇宙生産技術科目群 6 科目 9 単位を全て修得していること。（内 2 科目は単位互換科目を読み替え） ・航空宇宙生産技術（生産シミュレーション演習） ・航空宇宙生産技術（特別講義） ・航空宇宙生産技術（生産技術特論） ※航空宇宙生産技術（開発設計特論） ・航空宇宙生産技術（製造技術特論） ※航空宇宙生産技術（実証評価特論） ※は単位読み替え科目

出所：筆者作成

2.2 東海クライマックスシリーズ

名古屋大学の学部 3 年生（秋学期）の受講科目「設計製図第 3」では、3 種類の実習テーマから学生は 1 テーマを選択する。実習テーマの 1 つとして、姿勢センサ（IMU）、マイコン、サーボモータ、バッテリーを搭載し、自動制御により安定飛行する滑空機（飛行ロボットと呼称）を設計・製作する実習を 2019 年度からスタートしていた。岐阜大学での生産システムアーキテクトコース設置に伴い、名古屋大学での実習ノウハウの提供を受けて 2020 年度からスタートしたのが、岐阜大学の学部 4 年生（春学期）の受

講科目「航空宇宙生産技術（機械工学概論 II）」である。岐阜大学生の場合、滑空機の設計で必要となる航空機力学に関する知識は、単位互換科目である「航空宇宙機力学第 1」を受講することで補った。2021 年度からは、名古屋大学と岐阜大学の上記科目で優秀な飛行ロボットを製作した各 2~3 チームが、4 年生時に一堂に会し開発機体の性能の優劣を競う「東海地区国立 2 大学飛行ロボット授業優秀機選抜対抗戦 東海クライマックスシリーズ」を開催した。図 1 は、2022 年度の東海クライマックスシリーズの案内チラシである。本イベントの大きな特徴は、飛行ロボット競技会で各機体の飛行風景を動画撮影し、その後の大反省会において参加者全員で全飛行を振り返ることにある。両大学の学生がディスカッションを通じて、製作機体および、それらの飛行について互いの考えを知るだけでなく、航空機力学や制御工学、材料力学に対する理解を深めることができる。各大学の授業内容は大変類似しているものの、使用する材料や機体の大きさに微妙な相違点があり、大反省会を通じて両科目の改善点の明確化や、学生の意欲向上が図られている。2022 年度のダイジェスト動画をインターネット配信中である。是非ご覧いただきたい。

東海地区国立2大学 各大学の飛行ロボット授業で学生が作製した機体の東海No.1決定戦
東海クライマックスシリーズ
 Tokai Climax Series of Students' Handmade Flying Robots

9月22日 2022年 OKBぎふ清流アリーナ (オンライン同時配信/後日配信)
 (木) 13:00~16:00

緊急事態宣言等の行動制限等により、内容が変更される場合があります。
 詳細、および最新情報はQRコードからwebページをご確認ください。

航空機系の大学や大学院進学をお考えの高・大学生、工学教育に興味のある方など どなたでも観覧できます。
 ←から事前観覧予約が必要です(観覧無料) お問い合わせ先：航空宇宙生産技術開発センター
 Email: ipteca@gifu-u.ac.jp Tel: 058-293-3714

東海国立
 大学機構

名古屋大学

プログラム (Part 1 競技会は13:00開始です。詳しくはQRコードからwebページをご覧ください。)
Part 1 飛行ロボット競技会 各大学の飛行性能上位機体が集合！東海No.1を決定！
Part 2 飛行ロボット大反省会 全機体の全飛行動画を参加者全員で振り返ります。
Part 3 特別講演「エアラインエンジニアリング、ANAの翼を守るために」
 全日本空輸株式会社 松崎 実奈 様

主催：東海国立2大学機関 航空宇宙生産技術開発センター / 開催協力：川崎重工業株式会社 / 後援：岐阜県、岐阜市
 特別協賛：一般社団法人日本機械学会 東海支部 / 協賛：クラウドファンディング支援の機械、国際学協会 /
 大会クラウドファンディング：@MachWorks Japan / 大会映像制作：Cinematic Eyes
 航空宇宙生産技術開発センターは
 内閣府：地方大学、地域産業創生交付金「日本の航空宇宙産業クラスター形成も目指す生産技術の人材育成・研究開発」および
 岐阜県：航空宇宙産業生産技術人材育成・研究開発事業補助金の支援を受けています。

出所：航空宇宙生産技術開発センター

図 1 2022 年度東海クライマックスシリーズ案内チラシ

2.3 大学院講義

大学院で開講する 3 科目では、設計/製造/飛行実証・評価を一体として学ぶことが可能である。3 科目には、実習が含まれている。① 航空機設計開発特論では、電動模型飛行機（Freewing 製 Pandora）と PC を使用したフライトシミュレータ実習、② 航空宇宙生産技術（製造技術特論）では、ロボットによる上記電動模型飛行機の自動組み立て実習（図 2）、③ 航空機飛行試験特論では、室内飛行試験実習が行われる。室内飛行試験実習は、新設された名古屋大学飛行性能評価風洞施設の自由飛行スペース（図 3）で行われる。同施設は、広く全国の研究者に開放されている。利用希望の方は、名古屋大学フライト総合工学教育研究センターの HP をご覧下さい。これらの実習は、講義における座学内容を補うものである。① で取り上げたフライトシミュレータ実習では内容充実を目指して、操縦桿、ペダルを有し、3D ゴーグルで風景や計器の視覚情報を得られるフライトシミュレータを準備中である。このフライトシミュレータでは様々な飛行性能を有する飛行機の操縦が体験できるので、操縦者の視点で飛行機の性能を考える機会を得ることができる。2022 年度後期航空機飛行試験特論受講生が本シミュレータの最初の体験者になる予定である。なお、航空機飛行試験特論では、開発者の視点、操縦者の視点、研究者の視点での飛行試験について解説されている。様々な視点での飛行試験の考え方を知る機会を得られる点も、航空機飛行試験特論の特徴の 1 つと考えている。

上記大学院科目の中で「DX と空の移動革命」にフォーカスした講義を取り上げるための準備等、講義内容の一層の向上をねらった活動を現在も継続中である。



出所：航空宇宙生産技術開発センター

図 2 電動模型飛行機の自動組立装置



出所：名古屋大学大学院工学研究科長田孝二教授の御厚意による

図3 飛行性能評価風洞施設

2.4 リカレント教育

名古屋大学では平成22年から航空機産業人材の育成のためにリカレント教育を開始し、航空機開発グローバルプロジェクトリーダー（GPL）養成講座、航空機ビジネスプロフェッショナル（BP）養成講座を開講してきた。これらの講座推進のために、経済産業省中部経済産業局、文部科学省、厚生労働省、愛知県の御支援を受けた。主に社会人が対象であるが、名古屋大学大学院生も受講可能であった。岐阜大学大学院生も2020、2021年度には両講座が、2020年度にはBP講座が受講可能であった。BP講座、GPL講座はそれぞれ2020年度、2021年度をもって閉講したが、その後継的位置づけとして、遠隔講義によってどなたでも参加可能な講演会（主催：航空宇宙生産技術開発センター・フライト総合工学教育研究センター、協賛：東北大学流体科学研究所）を行っている。遠隔講義のため、講演参加のための交通費、移動時間が不要な点が受講生の増加につながっていると思われる。

2.5 遠隔実習

上記の様に名古屋大学、岐阜大学は約50km離れており、講義のために学生、教員が移動するためには片道約2時間の時間と1,000円以上の交通費が必要である。座学に関しては、コロナ禍で慣れた遠隔講義形式で対応可能である。もちろん、座学講義内容によって、対面の方が適しているもの、遠隔の方が適しているものがあるが、どちらの方式であっても一定以

上の講義レベルが確保可能と思われる。しかし、実習の場合は、遠隔方式で講義レベルを維持することは極めて難しい。名古屋大学の原教授、椿野准教授、本稿の著者の1人である岐阜大学の伊藤（和）は、上記、大学院講義の中で、名古屋大学、岐阜大学を遠隔でつなぎ、階層制御という制御手法を利用して、両大学で同時に同一の倒立振子の実験を実現する試みに取り組んでいる。この技術は両大学の連携に大きく資する技術であり、離れた2大学の連携に留まらない大きな波及効果を持ったもので、今後の進展が注目されている。同様の取り組みとしては、金沢工業大学の有するフライトシミュレータの画像、音声データを遠隔技術で名古屋大学に送り、名古屋大学にいながら金沢工業大学でのフライトシミュレータ実習とほぼ同一の実習を受講可能にする装置の開発があった。本開発は、文部科学省宇宙航空科学技術推進委託費プログラム「空飛ぶクルマ産業界構築のための人材育成プログラムの提案と実践」（令和2～4年度）で行われたもので、名古屋大生、実習等で名古屋大学を訪れた岐阜大生は金沢工業大学の御協力が得られる時であれば利用可能である。

コロナ禍で広がった遠隔技術は、これまでの座学教育を大きく変えたと言える。さらに上記の様な遠隔での実習実施技術が確立すれば、優れた実習教育を多地点で受講することが可能になり、これまでの実習教育の様々な常識を変える可能性を有していると思われる。座学教育だけでなく実習教育でも、教員、学生間距離に制約がなくなると、大学、大学院教育が劇的に変わる可能性がある。教育の質を維持、向上させながらの教育方法の変化であることはもちろんである。

3. 大学連携で直面する課題

第2節でこれまでの名古屋大学と岐阜大学の連携について紹介したが、最後に筆者らが直面した大学連携における難点を記す。東海国立大学機構の発足により同一法人となったことから、両大学における教員や事務職員の協力が得られやすい環境となり、単位互換協定の締結など教務上のルール作りが迅速に進められたことは大変ありがたく、関係者各位にこの場を借りて御礼申し上げたい。その上で、学生に当該科目を受講してもらうためには、必修科目の時間割が両大学で重ならないよう調整する必要がある。共同開講科目では複数の担当教員の重なった空き時間を捜す必要がある。講義科目については、オンデマンド講義により時間的制約を解消すること

もできるが、リアルタイムでのオンライン講義に比べて授業効果が下がらないよう配慮する必要がある。実験実習科目については、現状では決まった時間・決まった場所での実施が不可欠であることから、移動の負担を学生に強いることになる。借上バスを用意するなどして、学生の金銭面での負担を軽減することはできるが、学生は移動時間も大きな負担と感じている様である。実習内容そのものについての満足度は高い様子であることから、2.5 で述べた新しい遠隔実習の取り組みに加えて、最新デジタル技術（DX）を活用したバーチャル空間での実験実習など、空間と時間両方の制約を解消する方策について検討を進めたい。

4. まとめ

2022 年度に東海国立大学機構、さらに航空宇宙研究教育拠点がスタートし、名古屋大学、岐阜大学の航空宇宙の研究教育の連携が始まった。その成果拡大のために、内閣府「地方大学・地域産業創生交付金」および、岐阜県「航空宇宙産業生産技術人材育成・研究開発事業費補助金」が極めて有効に活用されてきた。また本稿が対象とする人材育成にフォーカスすると、その推進に名古屋大学フライト総合工学教育研究センターと岐阜大学で設立された航空宇宙生産技術開発センター（現在、航空宇宙研究教育拠点直轄組織）が両輪の役割を果たしてきた。試行錯誤的ではあるが、より良い人材育成スキームを目指し、両センターが連携してきた概要を記述した。本稿が、今後、大学連携を進める方々の参考に少しでもなれば望外の喜びである。

関係者各位のこれまでの御協力に深く感謝申し上げますと同時に、今後もより一層の御支援、御理解を頂きたく、内容の充実・拡大を目指した活動を継続して行く所存である。

参考文献

- 橋本和典、柳原正明、砂田茂、柳原正明、2022、「「空飛ぶクルマ産業界構築のための人材育成プログラムの提案と実践」の教育活動について（その2）」『日本航空宇宙学会第60回日本航空宇宙学会飛行機シンポジウム予稿集』4。
- 原進・中村亮介、2022、「名古屋大学工学部機械・航空宇宙工学科の飛行ロボット授業における3年間の変化について」『Dynamics & Design Conference 2022』443: 6。
- 原進・椿野大輔・赤井直紀・伊藤和晃、2021、「名古屋大学と岐阜大学で同じ振動制御実験授業を同時かつ一緒に行うことは可能か？－第1報：数値シミュレーションによる方針検討－」『第22回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会予稿集』2496-500。
- 伊藤和晃・服部一隆・渡口翼・上木諭・八田禎之・石原秀昭・川添博光・稲守孝哉・後藤圭太・椿野大輔・赤井直紀・山口皓平・砂田茂・佐宗章弘、2021、「東海国立大学機構における「航空宇宙設計・生産融合人材育成プログラム」」『第58回日本航空宇宙学会関西・中部支部合同秋期大会予稿集』SBM000029: 4。
- 航空宇宙生産技術開発センター（IPTeCA）、「東海クライマックスシリーズ2022 ダイジェスト動画」。(https://youtu.be/K13CHKil4wA, 2022.12.22)
- 下川広佳・小牧博一、2021、「日本一の航空宇宙産業クラスター形成を目指す生産技術の人材育成・研究開発」『産学連携学』17(1): 9-16。
- 砂田茂・柳原正明・橋本和典、2021、「「空飛ぶクルマ産業界構築のための人材育成プログラムの提案と実践」の教育活動について」『日本航空宇宙学会第59回日本航空宇宙学会飛行機シンポジウム予稿集』4。

執筆分担

なお、本稿の執筆分担は次のとおりである。

- 1、2、3、4、表2（共同執筆）
- 表1、図1、図2（伊藤和晃）
- 図3（砂田茂）