

# 名古屋大学工学部「飛行ロボット設計製作」授業の国際展開可能性に関する調査研究

名古屋大学 大学院工学研究科 教授 原 進

## 1. これまでの取り組みについて

大学の機械航空工学系学科においては体験型教育プログラムが大きな役割を果たしている。すなわち、座学で学んだ4種類の力学（材料力学・熱力学・流体力学・機械力学）や制御工学に基づき、目の前で現象を再現して理論の妥当性や実際の様子を理解させ、実務において要望する仕様を満たす製品を作製するための素養を学生に身につけさせるのに欠かすことができない教育手段である。ところが、現実的には多くの教育現場において一種類の理論に対応した体験を行うために用意されるプログラムが多く、使用する機器・設備も先端とは程遠い「年代物」を用いることも少なくない。産業界での実務においては、複数の理論が複雑に絡み合うものづくりが主流で、かつCAD/CAMに代表される高度な計算機援用による解析・設計、3Dプリンター等のデジタル生産技術を活用した加工・製作がすでに常識的に行われている。これらの環境を使いこなすためには、本来、大学での座学の内容を十分に修得して、各理論間の関係も理解し、複数理論が統合化された実現象と現代的なデジタル生産技術を実体験できる教育を受けていることが望ましい。このような観点から、東海国立大学機構（以下、東海機構）が設置している名古屋大学（以下、名大）と岐阜大学（以下、岐大）の関係学科においては、東海機構直轄組織による連携教育プログラムの一環の意味も含めて、それぞれ2019、2020年度から「飛行ロボット（自律滑空機）」の設計・製作・評価を行うプログラムを立ち上げた。名大では、工学部機械・航空宇宙工学科3年生の必修科目「設計製図第3」の3種類用意された選択テーマの内の一つとして毎年度ほぼ50名の学生に対して実施され、岐大では工学部4年生の選択科目「航空宇宙生産技術（機械工学概論Ⅱ）」として2020年度に16名、2021年度に35名、2023年度に23名、2024年度に5名の学生に対して実施された。両大学の授業においては、複数の力学理論と制御工学を摺合せながら一つの目的を達成するためのものづくり体験型学習を、3Dプリンターやそれに関連するソフトウェアも使いながら実施している。ものづくりの対象となるのは図1のようなグライダー状の飛行ロボット（自律滑空機）であり、動力は持たないものの図2のように制御用機器を内蔵することにより、ピッチング、ヨーイング、ローリングなどの運動のいずれかについてPID制御の一部または全ての要素を適用することで飛距離が伸ばせるようにしている点で飛行ロボットないしは自律滑空機と称している。なお、従来から飛行ロボットを題材とした学生の取り組みの機会はよく知られており、多くの実績をあげてきた<sup>(1)</sup>、<sup>(2)</sup>。しかしながら、通常の大学の授業の一部、特に本報告で取り上げる名大のような必修科目の一部として導入する試みはまだ少ないと思われる。両授業の設計と製作ではものづくりの総合的な理解や決断が求められる。すなわち、機体強度と重量の関係を導く材料力学、機体（特に翼）形状とその空気力学的特性を考える流体力学、そして各運動に関するフィードバック制御を考えた機械力学・制御工学、それらを踏まえたCADを用いた設計、製作のし易さと製作精度を考慮した加工法や部品形状の検討、そして3Dプリンターやレーザーカッターなどを活用した製作（加工学）に至るまで、機械航空工学における複数の重要な理論と方法を活用し、統合化（摺合せ）することで良い評価（飛行距離や耐久性など）を得る機体を実現できる。両授業には多くの共通する部分があるものの、一部異なる点もあり、詳しい内容は文献<sup>(3)</sup>で説明してい

る。著者らは両大学で行われている授業の連携を図り、両授業の相違点も含めて、両大学学生の教育効果を向上させるための手段として、2021年9月29日に岐阜メモリアルセンターにおいて初めての合同競技会「東海クライマックスシリーズ」(以下、東海CS)を開催した<sup>(3)</sup>・<sup>(4)</sup>。以来、毎年9月に岐阜市内で東海CSを開催し、この内容は一般公開も行って大変好評である。

## 2. 国際展開について

飛行ロボット(自律滑空機)授業を開始して4年目が経過したところで、著者が申請した、一般財団法人新技術振興渡辺記念会科学技術調査研究助成(令和5年度下期)に採択された。それに続き、名大では大学院工学研究科が取りまとめ役となり、全学を対象として、文部科学省「令和5年度大学教育再生戦略推進費(R5-R9)大学の世界展開力強化事業“微分型成長を重視した分野横断型日米協創人材育成”」が採択された。これらの支援により、次段階の取り組みとして、名大・岐大発のこの工学教育プログラムを海外教育機関に展開することを目指した。まず始めに、工学教育の専門家が多数参加するトップカンファレンスの一つである国際会議IEEE TALEにおいて2件の助成事業の主旨と飛行ロボット教育の役割について発表したところ、大きな反響が得られた<sup>(5)</sup>。

そして、米国内で唯一の名大にとっての戦略的パートナーシップ大学であるノースカロライナ州立大学の3年生2名が2024年6~7月の2か月間、Summer Intensive Learning Project (SILP)として名大に滞在して、次の秋学期が名大授業のTAになる予定の日本人大学院生とともに「飛行ロボット(自律滑空機)」の設計・製作・評価を行うプログラムを体験した。名大では授業を秋学期(10~1月)に行っているため、実際の飛行は春学期(4~7月)に授業を実施している岐阜大学の自律滑空機授業最終週の競技会に参加した(図3)。わずか2か月間、その中には日本語のクラスもあるなど

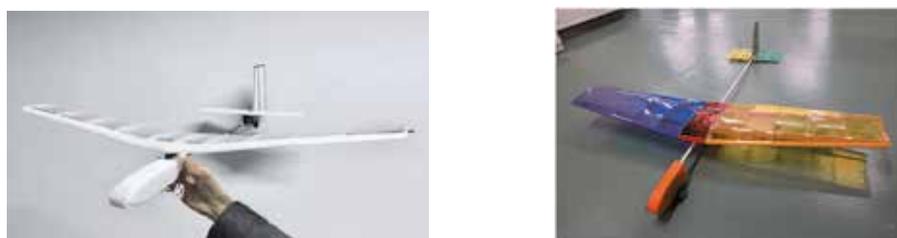


Fig. 1 Flying robot (autonomous glider) examples (Left: Nagoya University; Right: Gifu University).

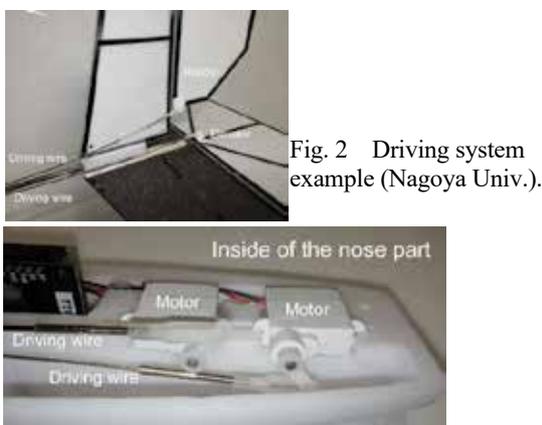


Fig. 2 Driving system example (Nagoya Univ.).



Fig. 3 Flying robot class competition (Gifu University).

タイトなスケジュールの下での設計や製作であったため飛行性能は高くはなかったが（最大飛距離 10 m 弱）、飛行ロボットを題材とした一連のものづくりの実体験については十分な経験が得られた。新技術振興渡辺記念会の助成金を活用して専門家英訳を行った授業テキストはこの2名に対して来日より十分前に提供して、事前に予習してもらおうとともに、質問とその対応のやり取りをメールにより行った。

並行して、著者は2024年3月にノースカロライナ州立大学工学部を訪問し、機械航空工学系や電気情報工学系の教員に著者らの工学教育における取り組みを紹介した、その中で電気コンピュータ工学科（ECE）でプロジェクト型教育を担当している Prof. Jeremy Edmondson らが関心を持ち、彼が主宰している学部4年生向けのキャップストーンスタディプロジェクトに相当する ECE Senior Design Project の一テーマとして2024年8月からの秋の Semester からスタートした。初年度となるこの Semester では、学部4年生4名から成るチームが2チーム立ち上がり、来年2025年4月に開催予定の全学のプロジェクト型教育の一斉デモンストレーションならびに最終審査日に相当する NC State Design Day でのお披露目に向けて飛行ロボットの設計・製作に取り組んでいる。この Project の開始とともに、Prof. Edmondson からのリクエストに応じて、著者ら（名大・岐大ともに）からさまざまな授業実施に必要な情報やノウハウ、例えば、現在、日本側で使用している発射台の図面から、制御系の設計のコツに至るまで提供している。また、先方大学と日本側大学との状況の違い、例えば、ECEの学生はものづくりよりもどちらかといえば制御系設計に主眼を置いていること、必要な備品・消耗品の入手可能状況の違い、プロジェクトで扱う実施内容に対する考え方の微妙な差（米国では当初履修学生に理解してもらった内容以上のことを途中で付け足して行くことは過度な負担と捉えられるので避けるべきである。）などについてメールを通じた議論を行っている。

2025年3月上旬に2024年9月の東海CSに出場した名大生・岐大生の内、各大学2名の計4名の学生と関係教職員がノースカロライナ州立大学を訪問し、実際に両国で製作された機体を飛行させる競技会や、その後のディスカッションにより相互に交流を深める機会を計画している。その後、2025年5月下旬に Prof. Edmondson が名大・岐大を訪問し、実際に授業を参加して、設計・製作の様子を見学することになっている。

### 3. おわりに

本報告では、著者らがこれまで取り組んできた「飛行ロボット（自律滑空機）」の設計・製作・評価を行うプログラムについて、これまでの東海CSにまで至る経緯、ならびにその後始めた国際展開の状況について報告した。特に国際展開では、現在のところ名大の戦略的パートナーシップ大学である米国ノースカロライナ州立大学からの名大・岐大での学生受入ならびに先方への学生派遣が中心である。一方、著者は2024年9月に新技術振興渡辺記念会の助成金を活用してニューヨーク大学工学部（New York University, Tandon School of Engineering）を訪問して、著者らの取り組みを紹介する機会も得ており、今後、新たなパートナーを含めた一層の国際展開が期待できる。

### 文 献

- (1) 鈴木ほか3名, “学生飛行ロボット大会を開催して”, 工学教育, Vol.57, No.3 (2009), pp. 4–7.
- (2) 全日本学生室内飛行ロボットコンテスト, <http://indoor-flight.com/> (参照日 2024年10月23日).
- (3) 渡口ほか5名, “機械航空工学を総合的に理解するための飛行ロボット教育 ～複数大学の連携した取り組み～”, *Technical Journal of Advanced Mobility*, Vol.3, No.2 (2022), pp. 13–26.
- (4) 渡口ほか5名, “複数大学で実施する飛行ロボット教育合同競技会の改善について”, *Technical Journal of Advanced Mobility*, Vol.5, No.2 (2024), pp. 2–14.
- (5) Ito, A., et al., “Incorporating Intercultural and Interdisciplinary Methods in a Project-based Learning Course to Foster Global Leading Engineers”, *Proc. 2023 IEEE Int. Conf. Teaching, Assessment and Learning for Engineering*, (2023), pp. 311–313.