

# 「実機飛行を通じた航空実践教育の展開」の成果について

実施体制	主管実施機関代表者名	国立大学法人名古屋大学 教授 佐宗 章弘	実施期間	平成28年度～平成30年度 (3年間)	実施規模	予算総額(契約額)	43.1百万円		
	共同参画機関	国立大学法人東北大学、国立大学法人東京大学、国立大学法人信州大学、国立大学法人富山大学、国立大学法人金沢大学、学校法人名古屋電気学園愛知工業大学、国立大学法人京都大学、国立大学法人鳥取大学、国立大学法人九州大学、公立大学法人大阪府立大学、学校法人東海大学、学校法人金沢工業大学、一般社団法人日本航空宇宙工業会		1年目		2年目	3年目	14.1百万円	14.6百万円

## 背景・全体目標

日本の航空産業が競争力を維持強化するためには、革新的な技術に挑む技術者・研究者の育成が不可欠であるが、少子化のなか、航空分野の技術者・研究者を志す青少年が不足している。本課題は、産業界の協力および全国の関係大学の連携のもと、実機飛行を実践的な大学教育として活用し、生きた航空工学を学ぶ機会を提供するスキームを構築することを目的とする。これにより、学生の視野を広げ、向学心、産業へ意識を高め、航空分野の潜在的裾野の拡大、人材育成につなげる。また、全国の大学関係者が産官の支援を受けて情報・意見交換を行い、無人機飛行実験、風洞実験、数値シミュレーション、フライトシミュレーターを有機的に結び付けた魅力的な教育プログラムおよび教材を開発・試行し、教育の質と魅力を高める。さらに、将来世代である中学生、高校生等へも、産学官連携によるアウトリーチ活動を通して活動成果を展開し、潜在的な人材の発掘に努める。

## 全体概要・主な成果

産業界の協力および全国の関係大学の連携のもと、実機飛行を実践的な大学教育として活用し、生きた航空工学を学ぶ機会を提供するスキームが構築された。さらに、産学官連携によるアウトリーチ活動を通して、次の世代の潜在的な人材の発掘に寄与した。これらの実績は、我が国の航空教育プログラムの向上、優秀な人材の確保・育成につながるものとなった。

- ①大学生に対する実機飛行教育について、カリキュラムおよび教材を作成し、2年間で81名の大学生、2名の高等専門学校生が受講した。
- ②大学におけるフライト関連教育・ミニ実験の推進について、各大学が独自の小型飛行実践教育を検討・実施し、生きた航空導入教育を系統立って構築し、計1160名の学生が受講した。
- ③中学生・高校生等に対するアウトリーチ活動を、13共同参画機関が産学官協力のもと実施し、総計約700名が参加した。

大学・産業界・行政・自治体連携



# ① 大学生等に対する実機飛行教育（1）

## 実施内容・成果

・平成28年度：産業界の意見を取り入れつつ実機飛行実習カリキュラム・教材を作成した。

・平成29、30年度：ダイヤモンドエアサービス(株)MU-300機を使用し、1フライト7名、合計12回の実機飛行実習を実施した（大学生81名、高等専門学校生2名、大学教員1名が搭乗）。

・実施内容の概要は、右図、下表の通り。全体検討会を通して内容を見直した結果、平成30年度実習では、スマートフォン用「飛行データ計測アプリ」及びマルチロータードローン用MEMSセンサを応用した「機内持ち込み型システム」による計測を導入することによって、教育効果の格段の向上が実現した（山口、砂田、井戸田、辻本、佐伯「機内持ち込み型飛行データ測定システムの開発と実機飛行実習の学習内容充実への活用」日本工学教育協会工学教育誌、2019年8月）。

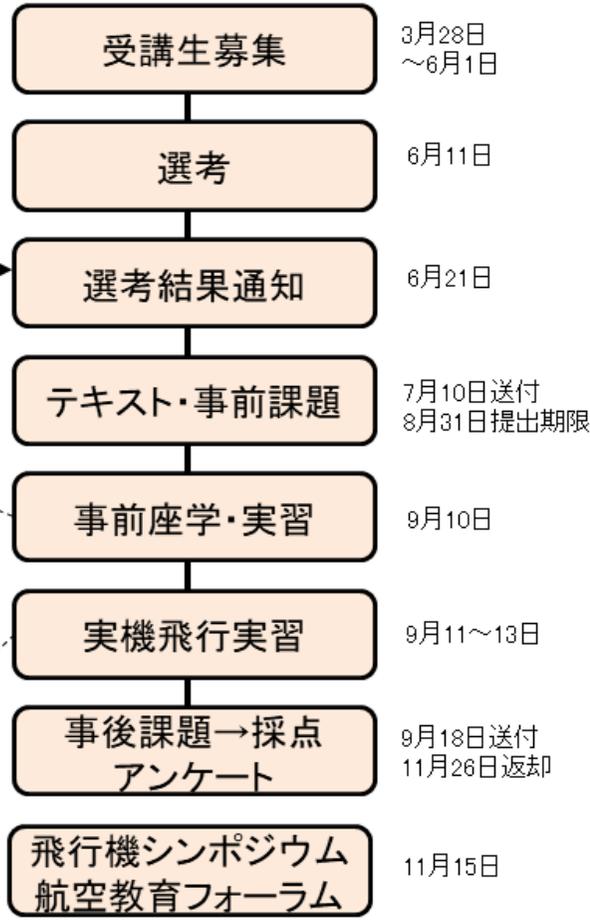
	平成29年度	平成30年度
参加者数	42	42(うち教員1名搭乗)
参加校数	19(全て大学)	18(大学17、高専1)
事前課題	なし	あり
事前座学	1.5時間×4コマ(2回開催)	1.5時間×2コマ(1回開催)＋操作訓練＋交流会
実機飛行実習内容	記録用紙への記入	記録用紙への記入、スマホ・PC持込計測(協力:三菱重工業(株)、(株)NTTデータMHIシステムズ)
事後課題・アンケート	あり、A1班のPOSデータ共有	あり、各フライトの全POSデータを解析
飛行機シンポジウムでの報告	松江市、平成29年11月21日(火)航空教育支援フォーラム第1部(75分)	山形市、平成30年11月15日(木)特別企画:航空教育支援フォーラム(90分)
学会誌記事・論文	「第55回飛行機シンポジウム:特別企画「実機飛行を通じた航空実践教育の展開」開催報告」(日本航空宇宙学会誌平成30年9月号)	「機内持ち込み型飛行データ測定システムの開発と実機飛行実習の学習内容充実への活用」、日本工学教育協会工学教育誌令和元年8月号

実習内容・教材改訂

4月～6月



平成30年度



POS: position orientation system

# ① 大学生等に対する実機飛行教育（2）

## 実施内容・成果

### 事前課題・直前の講義

飛行実習の約2カ月前に学習用のテキストを参加学生に事前配布し、実施内容の理解を促した。加えて、平成30年度は事前に提出を義務付けた数問の関連課題も課し、理解度のさらなる充実を図った。また、実習の前日に全員参加型の講義を行い、参加学生の学習機会を充実させた。

平成30年度には、学生自身が飛行データを取得し、事後のより発展的な学習に活用する機会の提供に努めた。このため、比較的安価なマルチロータードローン用MEMSセンサを応用した「機内持ち込み型システム」（p6参照）と、学生自身のスマートフォンに導入する「飛行データ計測アプリ」の2つを開発し、操作マニュアルを基に飛行実習前日の講義において各機器の操作説明を行い、加えて操作を実際に体験する練習会を設けた。

### 飛行実習の実施

実習当日は、飛行前ブリーフィングで、天候の状況、飛行試験実施区域、試験内容等に関する情報を、参加学生、パイロット、スタッフ間で共有した後、縦静安定、長周期特性、短周期特性、縦操縦性の4項目に関する飛行試験を行った。（図1、2）

参加学生は、パイロットから各試験に対応する記録項目伝達され、手元の用紙に記録する。平成29年度は、パイロットの肉声を直接聞き取り記録していたが、平成30年度からは、機内持ち込みPCによるインカム通信とデータ記録へと発展した。また、機内前方のPCでwebカメラを運用し、後方の席に座る学生が操作するPCに映像を配信することで、席順による飛行体験の偏りに対応した。（図3）

### 飛行データ解析を用いた事後学習・フィードバック

参加学生は実習中に取得した飛行データを解析し、座学の知識と飛行体験を結び付けた。平成29年度は、スタッフが飛行の未加工データをグラフ化して提供した。平成30年度は、未加工データの解析自体を実習生の課題とできるよう改善を図った。更に、機内持ち込み型システムで実習生が取得したデータ（図4、5）を提供し、より自由度の高いデータ解析の機会を提供した。また、実習生への詳細な事後アンケートを実施し、本取り組みを更に継続・発展させるための課題と改善点を取りまとめた。

平成29、30年度を通して、アンケートにおいては、約9割の実習生が、実習の意義を高く評価すると回答した。個別回答の中には、今後のキャリアパスにまで影響を与えた結果をうかがわせるものも少なくなかった。



©ダイヤモンドエアサービス(株)

図1. 飛行実習に用いたMU-300機



図2. 飛行実習中の機内の様子

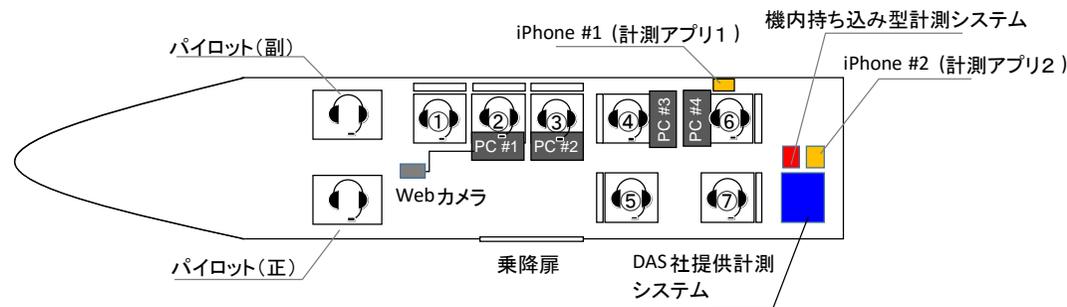


図3. MU-300機内の学生①-⑦とシステム配置

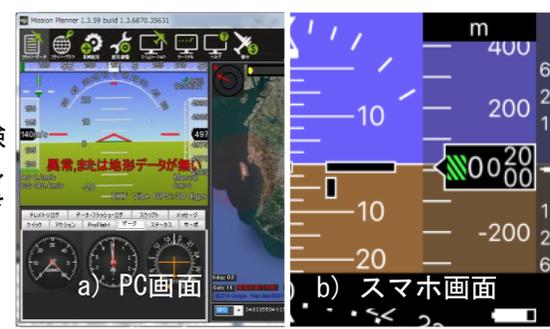


図4. 機内持ち込み型システムと、スマートフォンによるデータ計測の様子

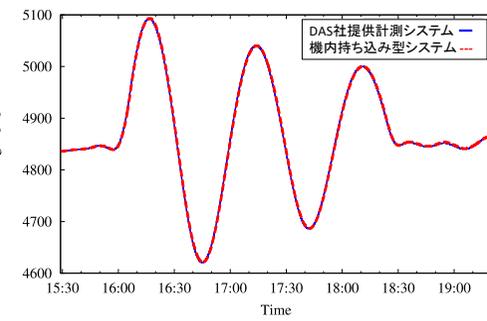


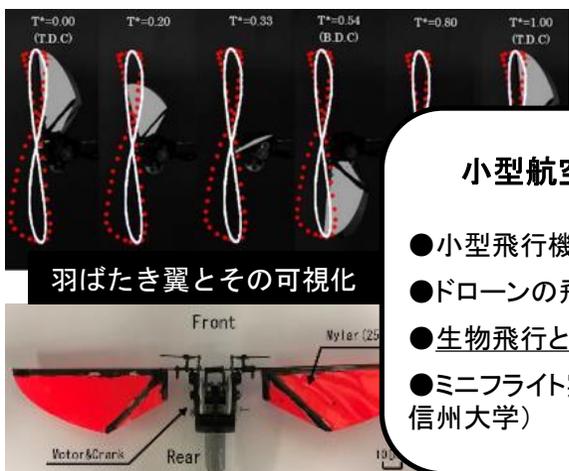
図5. DAS社提供 (POS) 飛行データと実習生が取得した高度データの比較

# ② 大学におけるフライト関連教育・ミニ実験の推進

## 実施内容・成果

大学におけるフライト関連教育・ミニ実験の推進について、各大学の専門性を活かして飛行関連教育の検討、実施し、年2回の全体検討会を中心に報告・意見交換を行った。

その結果、小型航空機、風洞実験、計算機、フライトシミュレーター等を組み合わせた航空教育スキームが共有・体系化され、実機飛行実習への導入としても、より教育効果を高めることができた。期間中3年間でこの教育を受けた学部学生数は、1160人に達した。



羽ばたき翼とその可視化

### 小型航空機を活用したフライト教育

- 小型飛行機の制御(東海大学)
- ドローンの飛行力学および制御(金沢大学)
- 生物飛行とのアナロジー(愛知工業大学)
- ミニフライト実験から実機飛行実験への展開(信州大学)

### 小型航空機実験と計算機・フライトシミュレーターを組み合わせたフライト教育

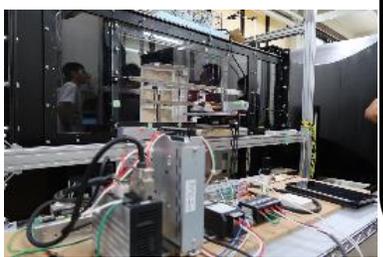
- 簡易小型飛行機教材の活用(金沢工業大学)
- 学生実験でのフライトシミュレーターの活用(名古屋大学)
- 航空機設計への数値流体力学シミュレーションリソースの活用(富山大学)



ペーパープレーン実習



フライトシミュレーター実習



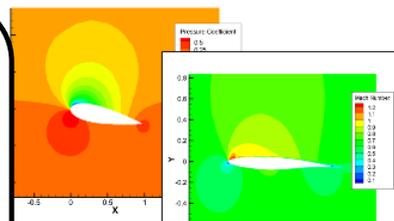
ファンウィングの風洞実験とそれを用いた小型航空機

### 小型航空機を活用した風洞実験教育

- 制御工学教育への適用(京都大学)
- 飛行力学教育への適用(大阪府立大学)
- 風洞実験と自由飛行(鳥取大学)

### 数値シミュレーションと風洞実験の複合活用によるフライト教育

- 飛行力学と流体力学の融合教育(東京大学)
- スーパーコンピュータの活用(東北大学)
- 空力特性の評価(九州大学)



風洞実験と数値解析



← 第15回全日本学生室内飛行ロボットコンテストユニークデザイン賞 受賞

※写真・図は下線部の成果より抜粋



### ③ 中学生・高校生等に対するアウトリーチ活動

#### 実施内容・成果

中学生・高校生等に対するアウトリーチ活動について、13共同参画機関（平成28年度5大学、平成29年度4大学、平成30年度4大学）により日本航空宇宙工業会など産学官協力（企業10、JAXA2、行政・自治体2、その他団体2、延べ数、公表可分のみ）のもとで実施し、総計約700名が参加した。これにより、中高校生ならびに保護者に対して「航空」の魅力を伝え、進路選択にも大きなインパクトがもたらされた。

平成28年度

- ・「中高生のための航空宇宙公開講座」名古屋大学東山キャンパス
- ・「ドローンの魅力と近未来技術としての活用「ドローンの実演を通してその有効性を探る」」東北大学片平キャンパスおよび流体力学研究所
- ・「体験講義を通して航空機を理解しよう ～ペーパープレーンから実機まで～」金沢工業大学扇が丘キャンパス
- ・「知の冒険「飛行機はなぜ飛ぶか？」」鳥取大学機械工学科
- ・「航空機の歴史と飛行原理、安全性と未来について」鳥取県立鳥取西高等学校
- ・「飛行力学実験実習」鳥取大学機械工学科
- ・「航空機開発」学校法人鶏鳴学園青翔開智中学校高等学校
- ・「飛行機が安定に飛ぶためのメカニズムの学習と模型実験」愛知工業大学八草キャンパス体育館



ペーパープレーン製作・飛行体験



ドローン操縦体験

平成29年度

- ・「中高生のための航空宇宙公開講座：ホンダジェットの開発」東京大学本郷キャンパス（5大学にネット配信）
- ・「航空機の外（大気）と内（航空機インテリア）の環境について考える」富山大学五福キャンパス
- ・「飛行機はどうして飛ぶの？」富山大学五福キャンパス
- ・「航空宇宙産業の概要」九州大学
- ・「飛行機のお話」大阪市立東高校

平成30年度

- ・「中高生のための模型飛行機の製作と飛行」金沢大学角間キャンパス
- ・「国産ジェット旅客機MRJの開発」京都大学桂キャンパス
- ・「航空科学の魅力と未来」東海大学湘南キャンパス、東京都立産業技術高専
- ・「信州大学航空機教室 ～飛行機っておもしろい！～」塩尻市市民交流センターえんぱーく

※写真は下線部について実施順に時計回りに掲載、



マルチコプターから記念撮影



実機を前に

2018/11/17



MRJ講演会



風洞を「体感」



飛行機はどうして飛ぶの？

# その他の成果

これまで得られた成果 (特許出願や論文発表数等)	特許出願	査読付き 投稿論文	その他研究発表	実用化事業	プレスリリース・取材対応	展示会出展
	—	国内：1	国内：10	—	国内：4	—
受賞・表彰リスト		第15回全日本学生室内飛行ロボットコンテスト ユニークデザイン賞「機体名：オルニス ハイレイ (鳥取大学)」2019年9月				

## 成果展開の状況・期待される効果

【実機飛行実習】本課題によって開発されたカリキュラム、教材、スマホやPCによる機内計測・記録、飛行データ解析を含む実機飛行実習プログラムは、飛行実習の機会が得られれば、今後も有効利用できる。この内容は、日本工学教育協会「工学教育」の論文「機内持ち込み型飛行データ測定システムの開発と実機飛行実習の学習内容充実への活用」(67-4、2019、pp. 49-55)として公表し、広く情報共有を行った。

【大学におけるフライト関連教育・ミニ実験】無人機、風洞等の実験装置、フライトシミュレーター、計算機などを有効利用した教育法を、関係機関全体で検討・情報共有したシナジー効果によって、今後全国の関連教育機関への波及が期待できる。

【次世代人材の発掘】日本航空宇宙工業会(SJAC)の参画によって、大学と産業界との連携を深め、人材育成に対する体制が強化され、オールジャパンで「航空」の魅力を次世代の人材およびその保護者にアピールできる礎が築かれた。



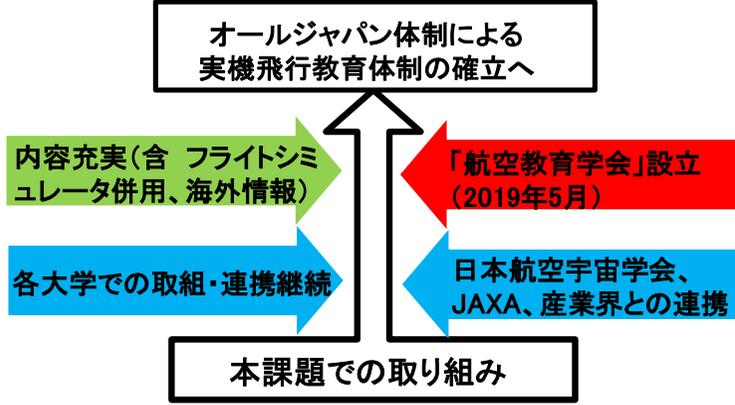
本課題で使用したMEMS装置

## 今後の研究開発計画

大学教育において「航空」を学ぶ喜びを体感させ、生きた「航空」の魅力を発信し、キャリアパス形成、ひいては日本の航空産業競争力向上につなげることを目指し、本課題で築いた産学官連携を一層強めつつ、下記を計画・実施中。

- 【実機飛行実習の継続的な機会作り】
- ・今後も、航空機関連企業・団体と協議を継続し、実機飛行教育の継続への協力を働き掛けていく。その中でも、本実習内容の充実に貢献した産業界からの協力者らが、「航空教育学会」を設立した。今後本学会とも連携し、実機飛行実習、フライト関連教育の充実を探っていく。
- ・本課題の共同参画大学、JAXA、日本航空宇宙学会が連携して、JAXA航空技術部門が調布航空宇宙センター飛行場分室で運用する実機による実験に、大学院生を参画させるプログラムを検討している。
- ・名古屋大学では、大学院工学研究科航空宇宙工学専攻科目大学院授業「航空機システム特論」受講者の一部希望者に実機飛行実習の機会を提供することを計画している。

- 【実習の効率化・低コスト化】
- ・スマートフォンや安価なMEMS基盤で飛行機の運動データが取得可能であることを実証した実績に基づき、航空大学校では同様のデータ取得装置を教育に取り込むことを検討している。特にスマートフォンによってパーソナルな飛行計測、複数人によるフォーメーション計測が可能であり、新しい飛行計測法開発が期待できる。
- ・実機飛行実習の必要経費削減及び、教育効果のさらなる向上のために、金沢工業大学が中心となって、フライトシミュレータ実習との併用効果の向上を検討している。
- ・今後の実機飛行教育内容の向上のために、関係者が先行機関(クランフィールド大学等)に滞在し、関連情報を収集する。



今後の展開

## 事後評価票

1. プログラム名	航空人材育成プログラム
2. 課題名	実機飛行を通じた航空実践教育の展開
3. 主管実施機関・研究代表者	国立大学法人名古屋大学 教授 佐宗 章弘
4. 共同参画機関	国立大学法人東北大学、国立大学法人東京大学、 国立大学法人信州大学、国立大学法人富山大学、 国立大学法人金沢大学、学校法人名古屋電気学園愛知工業大学、 国立大学法人京都大学、国立大学法人鳥取大学、 国立大学法人九州大学、公立大学法人大阪府立大学、 学校法人東海大学、学校法人金沢工業大学、 一般社団法人日本航空宇宙工業会
5. 実施期間	平成28年度～平成30年度
6. 予算総額（契約額）	43.1百万円
7. 実施結果	
(1) 達成状況	
「所期の目標に対する達成度」	
◆ 所期の目標	
	日本の航空産業が競争力を維持強化するためには、革新的な技術に挑む技術者・研究者の育成が不可欠であるが、少子化のなか、航空分野の技術者・研究者を志す青少年が不足している。本課題は、産業界の協力および全国の関係大学の連携のもと、実機飛行を実践的な大学教育として活用し、生きた航空工学を学ぶ機会を提供するスキームを構築することを目的とする。
①関連の大学及び産官が連携し、航空工学関連の学科のみならず、航空工学に関心のある全国の大学生等を対象に、実機飛行による実践的な教育を実施する。共同参画機関とともに情報・意見交換を行い、産学官が連携して実機飛行実習の教育内容を検討し、教材・教育プログラムを作成、実施し、その内容を検証する。	
②実機飛行実習の教育効果を高めるため、各共同参画機関（大学）にて独自の飛行関連教育、小規模実験（ミニ実験）を実施する。	
③多くの優秀な人材が航空科学技術分野を志すことを促すため、各共同参画機関を中心に産官学が連携	

して中高生を対象としたアウトリーチ活動を行い、本実機飛行実習の紹介を含めて航空科学技術の魅力をアピールする。アウトリーチ活動の実施目標は、全期間合計 13 件程度とする。

◆ 達成度

- ①【全般的に良好に達成】全国の大学生、そして一部は高等専門学校生を対象に、実機飛行による実践的な教育を、共同参画機関大学、日本航空宇宙工業会をはじめとする産業界と（アウトリーチでは自治体等とも）連携して実施した。
  - 【良好に達成】平成 28 年度に、共同参画機関とともに、2 回の全体検討会および個別の情報・意見交換を行い、産学官が連携して実機飛行実習の教育内容を検討し、教材・教育プログラムを作成した。
  - 【初期想定以上に充実した内容で達成、ただし実機飛行実習受講人数は当初想定より微減少】平成 29、30 年度には、実機飛行実習を実施し、その内容を検証した。受講生は、航空工学関連の学科のみならず、高等専門学校等も含めて、全国に広く募集した結果、受講者の受入れ数は年間 42 名となった。（当初の想定数（受け入れ可能数 50～100 名）より少なくなった理由は、裾野拡大を目指し、全国から受講生を得るためには、実機飛行実習のための経費のみならず、実験会場までの受講生の旅費も、本課題において支弁する方が効果的であるとの判断から、実機飛行実習の回数が減少したためである。）
- ②【良好に達成】実機飛行実習の教育効果を高めるため、各共同参画機関（大学）が各々の専門性を活かし、飛行関連教育、小規模実験（ミニ実験）を実施し、体系的な教育スキームを構築し、合計 1,160 名の学生が受講した。
- ③【良好に達成】中高生およびその保護者を対象としたアウトリーチ活動を行い、延べ 700 名の参加者を得た。全共同参画機関（大学 13 校）が、日本航空宇宙工業会の協力を得て実施した。

「必要性」

本課題は、以下の観点から、十分な必要性が認められる。

・社会的・経済的意義（経済活動の活性化・高度化（航空関連の若手人材の育成））

日本の航空産業が競争力を維持強化するためには、革新的な技術に挑む技術者・研究者の育成が不可欠であるが、少子化のなか、他の様々な分野と同様に、航空分野の技術者・研究者を志す青少年が不足している。本課題は、産業界の協力および全国の関係大学の連携のもと、実機飛行を実践的な大学教育として活用し、生きた航空工学を学ぶ機会を提供するスキームを構築することによって、学生の視野を広げ、向学心、産業へ意識を高め、航空分野の潜在的裾野の拡大、人材育成につなげることが可能となった。

・国際競争力の向上

欧米先進国では、「飛ぶ」という文化が定着しており、例えばイギリスでは航空宇宙工学科のある全大学において、実機飛行実習の履修が必修となっている。このことから、世界的には、航空を学ぶ者にとって、座学等で得た「飛行」の知識を実機飛行によって体感することは教育効果の面からも非常に

重要なことであり、日本の航空産業が国際競争力を維持強化するためには、こうした体感を通じて、生きた航空工学を会得している人材の活躍が必要不可欠である。一方、我が国の大学では、航空関連学科に入っても一度も実機飛行実習の経験を経ずに卒業する学生がほとんどであるため、このような現状に対して、本課題によって全国の大学生、高等専門学校生に実機飛行実習の機会を提供したことは、十分な必要性が認められる。

#### 「有効性」

本課題は、以下の観点から、十分な有効性が認められる。

##### ・人材の育成

平成 29 年度の実機飛行実習実施後のアンケートでは、実習を有意義と感じたとの回答が 90% (36 名)、意義に否定的な回答が 10% (4 名) であった。これを受け、平成 30 年度は、実習内容の改善に向け、受講生自身が飛行データを取得し、事後の発展的な学習に活用することができるよう、スマートフォン用「飛行データ計測アプリ」及びマルチロータードローン用 MEMS センサを応用した「機内持ち込み型システム」を開発し、実習内容を大幅に見直した。この結果、教育効果を飛躍的に向上させることに成功し、また、回収したアンケートにおいては実習の意義に否定的な回答は無かったことから、人材育成に非常に有益な教育カリキュラムを完成させることができた。

##### ・新しい知の創出

海外においては、飛行状態を常にモニター出力するなど、十分なインフラ投資による実習環境が充実している。本課題においても、担当者および企業関係者からの技術支援を得て、スマートフォン用アプリ及び機内持ち込み型システムを活用した計測・記録法を実現した。これは、正しく「知」と「努力」によって充実した実習を実現した成果と誇りを持っている。

#### 「効率性」

本課題は、以下の観点から、十分な効率性が認められる。

##### ・費用に関する効率性

通常、飛行データの計測は、航空機に常設の計測・表示・記録システムを用いるが、その代替として、簡易なシステム（スマートフォン用アプリ、機内持ち込み型システム）を数万円程度の費用で構築したことは、費用対効率のみならず、今後の展開の実現性の面でも大きな意義がある。

##### ・研究開発の手段やアプローチの妥当性

平成 29 年度の実機飛行実習では、飛行中の操作時刻の記録と共通の POS (Position Orientation System) データのみが事後解析のデータとなっていたが、これらは必ずしも有効なつながりを持っておらず、受講生のなかにはそれに不満を表した者もいた。これに対して平成 30 年度の実習に向けて実質わずか 5 ヶ月の短期間でスマートフォン、PC による飛行データの記録システムを構築し、その利用によ

って自己のフライトの POS データとの関連が密接となり、事後解析の内容も飛躍的に充実した。このような短期間で実習内容を充実させたことは、担当者の努力に加えて、このアプローチが極めて効率的かつ有効であったことを実証するものである。

## (2) 成果

### 「アウトプット」

#### 【育成した人材像】

航空機の運動特性について、自学・座学にて基礎を学んだ後、実機飛行実習によって体感することにより、生きた航空を学ぶことができ、航空に関する知識に加えて、その魅力、設計・製造の重要性、社会的インパクトについての視野が広がった人材を育成することができた。また、その中の4名は学部学生のうちから「日本航空宇宙学会飛行機シンポジウム」での発表の機会を得て、修得した内容・感想を航空の専門家に報告・アピールした。これによって、その後充実した意見交換を行うことができ、学部生の段階から専門家の有益なアドバイスと激励を受けるなど、学生の成長にとっても貴重な経験をすることができた。

また、各共同参画機関の大学では、フライト関連教育・ミニ実験によって実験、数値計算、フライトシミュレータ等を通じた高度な実験演習によって、自学・座学のみで得られない体感を体験し、航空に関する視野を広げることができた。

アウトリーチ活動を通して、全国の中高生およびその保護者に航空の魅力を伝え、進路選択に大きな影響を与えた（計約 700 名が参加）。

#### 【育成を行った人数】

- ・実機飛行実習 81 名（うち 飛行機シンポジウムでのプレゼンテーション 4 名）
- ・フライト関連教育・ミニ実験 3 年間で計 1160 名が受講
- ・アウトリーチ 計約 700 名

#### 【開発した教育教材、教育プログラム数】

- ・スマートフォン用「飛行データ計測アプリ」
- ・マルチロータドローン用 MEMS センサを応用した「機内持ち込み型システム」
- ・実機飛行実習テキスト 1 冊
- ・フライト関連教育・ミニ実験 教育教材 13、教育プログラム 9

#### 【アンケート結果】

・実機飛行実習に関して、平成 29、30 年度を通して、アンケート回答数のうち実習の意義を高く評価したものが、88%であった。特に、カリキュラム・教材の改訂を行った平成 30 年度については、92%が高い評価を下し、明白に意義が低いとした回答はなかった。また、個別回答の中には、以下のように、飛行を体感することの喜びについて語ったもの、今後のキャリアパスにまで強く影響を与えた結果をうかがわせるものも少なくなかった。

「... 実験の内容だけでなく航空機(特にコックピット付近)の仕組みをより深く知ることが出来ました。飛行中もパイロットの方が各計器の仕組みから、無線通信、オートパイロットについてなど多く

のことを説明してくださりととも勉強になりました…。事前に座学等で知識をしっかり持った上で臨むことが出来たため、チームメンバーとも随時「予想と違うね」など意見を交わしながら体験することができとてもよかったです…」

「…飛行前のブリーフィングも初めて味わうもので、航空機を飛ばすかどうかの判断に使う天気図や相談などが実際に目の前で行われていて、圧倒されました…」

「…正直なところ、教科書や説明スライドを読んだり、先生の説明を聞いて勉強してもいまいちイメージがつかず、理解が難しいところであった。しかし今回の飛行試験で長周期運動や短周期運動、増速や減速、定常旋回といった運動を、航空機の中から実際に体験することで、これまで座学で想像するしかなかった現象が腑に落ちただけでなく、今後の安定性の学習にも大きな助けとなる貴重な経験になった…」

「小型機に乗ったのは初めてであったし、普通の旅客機では行わないような飛行を行ったのは素晴らしい経験となった。やはり航空宇宙の勉強・研究をしていきたいという強い動機づけになった。」

「…飛行機が飛行特性要求値をクリアすることの重要性を再確認した。数値で表されても感じる事が出来ない、体験しなければ分からない飛行特性要求値の重要性は、今後技術者を目指す我々が深く理解しなければならぬと感じた。授業では得られない点は、その認識の重さであるため、航空産業を目指す学生はそれを理解するために是非とも参加すべきである。」

#### 【航空教育に関する学術論文】

平成30年度に導入した実機飛行実習における計測・記録システム（機内持ち込み型システム、スマートフォン用アプリ）は、妥当なコストで充実した実習を実現したものであり、その内容は学術誌論文として掲載された。（山口皓平，砂田茂，井戸田典彦，辻本邦之，佐伯達夫、「機内持ち込み型飛行データ測定システムの開発と実機飛行実習の学習内容充実への活用」、日本工学教育協会 工学教育誌令和元年8月号）

#### 「アウトカム」（令和元年10月末時点）

- ・本課題によって開発されたカリキュラム、教材、スマートフォンやPCによる機内計測・記録、飛行データ解析を含む実機飛行実習プログラムは、飛行の機会さえ得られれば、今後も有効利用できるため、今後の生きた航空教育の展開にも有用な財産となる。
- ・風洞などの実験装置、フライトシミュレータ、計算機などのインフラをフライト関連教育に有効利用する方法を、各自の分担に沿って模索し、内容の充実が図られるとともに、全国の大学が情報共有するシナジー効果によって、さらに充実した内容が共有された。
- ・日本航空宇宙工業会（SJAC）の参画によって、大学と産業界との連携が深まり、人材育成に対する体制が強化されたとともに、オールジャパンで「航空」の魅力や次世代の人材およびその保護者にアピールできた。
- ・本実機飛行実習内容の充実に貢献した産業界からの協力者らが、本課題により得た知見をもとに、航空の教育技法や理念などについて検討、研究を行うための組織として、「航空教育学会」を設立した。
- ・共同参画機関である信州大学では、平成28年10月に設置された信州大学航空宇宙システム研究センターにおいて、本課題での実機飛行実習参加経験、またフライト関連教育・ミニ実験における知見を

反映することによって、当該センターにおける学部段階での人材育成を充実させた。

### (3) 今後の展望

#### 【継続のための組織的、資金的、人的体制の方向性 等】

- ・名古屋大学では独自予算によって、大学院工学研究科航空宇宙工学専攻科目大学院授業「航空機システム特論」受講者の中から、成績優秀かつ希望者の一部に、本課題での教育プログラムを反映した実機飛行実習の機会を提供することを計画している。
- ・本課題の共同参画大学を中心として、JAXA、日本航空宇宙学会と連携して、JAXA 調布航空宇宙センター飛行場分室が所有する実機を活用し、大学院生に実機飛行実習に参画させる機会を提供するプログラムを検討している。また、そのプログラムに、本課題での人材育成の成果、実績を取り込むことを検討している。
- ・スマートフォンや安価な MEMS 基盤で飛行データが取得可能であることを実証した実績に基づき、本課題の実施に貢献した産業界からの協力者の活動により、航空大学校では同様のデータ取得装置を教育に取り込むことを検討している。特に、スマートフォンを活用することによって、パーソナルな飛行計測や複数人によるフォーメーション計測が可能であり、新しい飛行計測法開発が期待できる。
- ・実機飛行実習の必要経費削減及び、教育効果のさらなる向上のために、金沢工業大学が中心となって、フライトシミュレータ実習との併用効果の向上を検討している。
- ・今後の実機飛行教育内容の向上のために、関係者が先行機関（英国クランフィールド大学）を訪問し、関連情報収集している。
- ・産学官連携による生きた「航空」の魅力発信、大学教育において「航空」を学ぶ喜びを体感させ、キャリアパス形成にも良い影響を与え、延いては日本の国際産業競争力の更なる充実につなげる。それを目指して、本課題の関係機関のつながりを一層強める。

## 8. 評価点

A

評価を以下の5段階評価とする。

S) 優れた成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に著しく貢献した。

A) 相応の成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に貢献した。

B) 相応の成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に貢献しているが、一部の成果は得られておらず、その合理的な理由が説明されていない。

C) 一部の成果を挙げているが、宇宙航空利用の明確な促進につながっていない。

D) 成果はほとんど得られていない。

## 9. 評価理由

本課題は、実機飛行実習の教育プログラムを開発し、航空工学を学ぶ大学生・高等専門学校生約 80 名に対して実践するとともに、教科書を通じた学びや風洞、ミニ飛行実験、数値計算、フライトシミュレータ等を取り入れたフライト関連教育スキームを国内の大学における航空工学科で共有、体系化し、本課題実施期間中延べ約 1,160 名の学部学生に適用することによって、生きた航空教育の方策を具体的に提示・実施した。さらに、アウトリーチ活動として本課題実施期間中全国約 700 名の中高生へ「航空」

の魅力伝えることによって、次世代の人材育成にも貢献した。

所期の目標は十分に達成されており、特に以下は、特筆すべき成果であると認められる。

- 全国の大学・高等専門学校を学生を募り、我が国ではこれまであまり実施されてこなかった実機飛行により飛行ダイナミクスを理解する実践的な試みを成功させた。
- 実機飛行実習の試行における知見をもとに、大幅な内容改善を行い、スマートフォンや機内持ち込み型システムを活用した飛行データの計測・記録法を開発することにより、教育効果を飛躍的に向上させた。
- 「航空」を身近に感じられる環境が他国と比べて比較的少ない我が国において、中高生に対するアウトリーチ活動を産業界等と連携し、全国で広く実施した。

以上により、本課題は相応の成果を上げ、宇宙航空利用の促進に貢献したと評価する。

今後は、実機飛行による教育効果の評価手法の改善を踏まえ、教育システムを確立し、実機飛行を体験することの意義や有効性をさらに広く発信することを期待する。また、実機飛行実習に関するコストシェアなどの産業界との更なる連携強化や中高生へのアウトリーチ活動の継続的な実施を期待する。