

〔事例報告〕

STEM 教育の教材としての紙飛行機の活用

大 森 正 勝*

*日本文理大学工学部航空宇宙工学科

Application of the Paper Airplane as the Teaching Materials of the STEM Education

Masakatsu OMORI*

*Department of Aerospace Engineering, School of Engineering, Nippon Bunri University

1. はじめに

近年、高等学校の先生方と話をすると「理系を選択する生徒」や「ものづくりを目指す生徒」が減少していると聞く。米国では10年以上前から、優れた科学者やイノベーターを育成し、産業競争力を高めることにつながるSTEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) 教育の重要性が認識され⁽¹⁾、日本でも科学、技術、工学、数学の内容を統合したSTEM教育やArtsの要素を加えたSTEAM教育を指向した種々の実践が試行されている⁽²⁾。

筆者は中学生の時に、ケント紙に描いた部品を接着剤で組み立てて飛ばす紙飛行機に出会い、上手く調整すれば数十秒も空を滑空する紙飛行機に夢中になった。その後、大学で航空工学を学び、航空会社に就職して実際の旅客機をモデルにして設計した紙飛行機を用いて紙飛行機教室を開催し、子供から大人まで多くの参加者が喜んで「制作」と「飛行」に取り組む姿を見てきた。2022年に本学の教員となってからは、航空工学を学ぶ学生の研究用教材として紙飛行機を使用し、学生の協力も得て、高等学校の「総合的な探求の時間」や地域のイベントの機会に未就学児～高校生を対象とした紙飛行機教室を開催してきた。

紙飛行機を教材に研究する学生や紙飛行機教室に参加する子供たちの様子を観察すると、紙飛行機が「STEM/

STEAM教育の教材」に適しているのではないかと考え、その活用について検証を行った。

2. STEM/STEAM教育の現状

文部科学省の資料⁽³⁾によると「理科の勉強は楽しい」と答えた日本の中学生の割合は2019年で70%となっているが中学校国際平均の81%に比較して少なく、小学生の92%から大きく低下している。「理科を使うことが含まれる職業につきたい」と答えた日本の中学生の割合は27%で国際平均の57%の半分以下となっている。この資料に掲載されている中央教育審議会答申(2021年1月26日)でも、STEAM教育は「高等学校における教科等横断的な学習の中で重点的に取り組むべきものであるが、その土台として幼児期からのものづくり体験や科学的な体験の充実、小学校、中学校での各教科等や総合的な学習の時間における教科等横断的な学習や探究的な学習などの充実に努めることも重要」とされている。

一方、2015年～2022年に発表された論文に記載されている総合的な学習及び探究の時間を活用した授業実践の分析⁽⁴⁾によると、小中学校に比べて高等学校における実践の報告が少なく、STEAM教育の視点から抽出された課題を分類するとリベラルアーツ(A)に関する活動が中心となっており、科学(S)、技術(T)に関する実践は一部に限られ、数学(M)や工学(E)に関する活動はほとんど取り扱われていないとされており、学校教

育における STEM 教育の実践に課題があることが窺える。

3. 教材としての紙飛行機の特徴

紙飛行機を教材として考えた場合の最大の特徴は、誰でも手軽に制作、飛行の工程を試行錯誤できる点である。制作工程においては、紙という身近な材料を「折る」「曲げる」「切る」「貼る」を組み合わせて、手軽に簡単な折り紙飛行機から立体的な組み立て式の飛行機まで生み出すことができる。飛行工程も、どの角度に向かって、どのくらいの速度で発射するのか、を自由に選択することができる。自分で制作した紙飛行機を飛行させ、飛行状態を観察し、必要な調整を施して再度飛行させる試行錯誤のプロセスを短時間で何度でも繰り返すことが可能である。

紙飛行機を真っ直ぐに安定して滑空させるためには、揚力と重力という力のつり合い、重心まわりのモーメントのつり合いという科学 (S)、材料と道具を用いて制作した物を飛行させるという技術 (T)、飛行・観察・調整を繰り返す「ものづくり」の工程という工学 (E) が関係している。

航空工学を学ぶ学生が対象であれば、制作、飛行の工程の前に、設計の工程を加えて、材料や構造、揚力と抗力、安定性と操縦性などの理論と実験を通じた研究にじっくり取り組むこともでき、数学 (M) の要素も関係してくる。

このように紙飛行機は、対象者の年齢層や知識レベル、教育の目的、かけられる時間やコストに応じて、自由に手軽に対応でき、STEM 教育の教材に適していると考えられる。

4. 教材としての活用に関する検証

筆者は2022年度に本校に着任してから、未就学児から高校生までを対象として紙飛行機教室を表1の通り、開催してきた。

標準的な紙飛行機教室は、「制作」と「飛行」で構成され、所要時間は約1時間である。前半の30分で参加者は作業机に向かい紙飛行機の「制作」を行う。指導役は「制作」後、「飛行」のための調整の方法や注意事項までを着席状態で説明する。

その後、参加者は各自の紙飛行機を持って「飛行」を行う場所に移動し、後半の20分程度を使って、紙飛行機を「飛行」させて、飛行状態を観察して、必要な調整を行い、再度「飛行」させることを繰り返す。

最後の10分間は、参加者に「制作」や「飛行」の振り返りを行って貰い、アンケートの記載や片付けを行う。

「制作」の工程で、ハサミを用いて部品を切り出した後、接着剤を用いて貼り合わせて組み立てる機体の場合には、制作時間をさらに長めに確保する必要がある。また、誰が一番遠くまで飛ばすことができるか、コンテスト形式で「飛行」試験を実施する場合もある。教室の主催者の希望に応じて、揚力の発生や飛行の安定など、飛行の原理に関する説明を行う場合もあるが、その場合には所要時間が90分以上必要となるのが一般的である。

4-1. 高校生を対象とした STEM 教育

筆者が高校1年生の「総合的な探究の時間」に実施した紙飛行機教室の例を表2に示す。

高校生を対象とする紙飛行機教室は、図1のように揚力と重力の関係（力のつり合い）や重心位置と尾翼の役

表1 紙飛行機教室開催実績

年月日	イベント名	対象者	原理説明	制作指導	飛行指導	時間
2022年10月22日(土)	一木祭(日本文理大学学園祭)2022	付属高校生徒154名他		○	○	五月雨
2023年3月23日(木)	大分県立国東高等学校「総合的な探究の時間」	高校(普通科)1年生63名	○	○	○	110分
2023年9月10日(日)	大分空港「空の日」	来場小学生未就学児20名×2回		○	○	60分
2023年10月14日(土)~15日(日)	OITAものづくり展2023	事前申し込み小学生20名×2回		○	○	60分
2023年10月21日(土)~22日(日)	一木祭(日本文理大学学園祭)2023	来場小学生未就学児20名×4回		○	○	60分
2024年10月19日(土)~20日(日)	一木祭(日本文理大学学園祭)2024	来場小学生未就学児20名×3回		○	○	60分
2024年10月26日(土)	OITAものづくり展2024	事前申し込み小学生20名×2回		○	○	60分
2025年2月22日(土)	空フェスおおいた2025	来場小学生未就学児20名×2回	○	○	○	60分
2025年2月23日(日)	明治クラフト	事前申し込み小学生30名	○	○	○	90分

表2 高校生向け紙飛行機教室の例

	実施項目	所要時間
1	自己紹介/進め方の説明	5分
2	紙飛行機の制作	30分
3	飛行に関する説明 (制作した紙飛行機の接着剤乾燥時間を兼ねる) ①揚力発生の原理 ②飛行機の安定と主翼・尾翼の役割 ③飛行試験に向けた調整方法	30分
4	体育館への移動	10分
5	紙飛行機の飛行試験	30分
6	振り返り	5分
	合計	110分

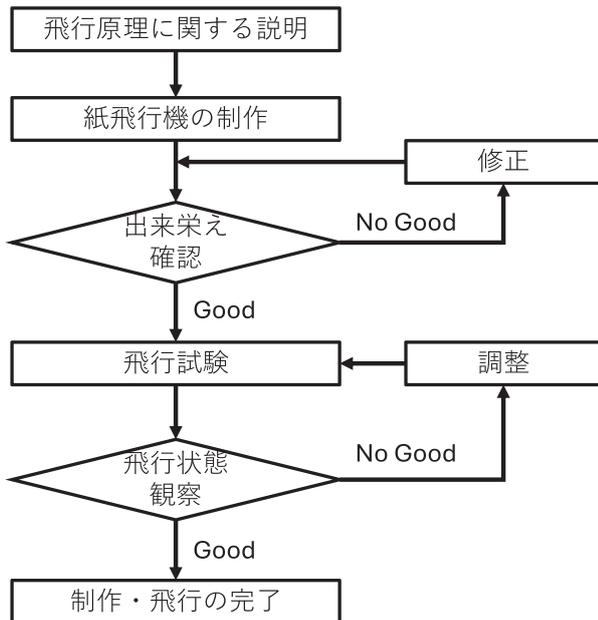


図1 高校生向け紙飛行機教室のプログラム

割（モーメントのつり合い）などの物理現象の理解と制作の出来栄や飛行試験での状態観察を行いながら修正、調整を繰り返すものづくりのプロセスを体験できるプログラムとし、科学（S）、技術（T）、工学（E）の要素を取り入れている。

理系と文系の生徒がおり、理系であっても物理を選択していない生徒も多く含まれていることから、説明の理解度にはバラツキも感じられるが、興味を持った生徒はしっかりと説明を聞いた上で飛行・観察・調整のプロセスを繰り返し、それなりの距離を飛ばすことができるようになる。講義後の感想を読むと「飛行の原理を説明と実験で理解することができた」、「丁寧な制作と微細な調整が飛行性能に繋がることを実感することができた」、「試行錯誤を繰り返す中で飛行距離を延ばせて興味が深まった」などの記載が多く見られ、紙飛行機を通じて科学（S）、技術（T）、工学（E）への関心が高まった様子を感じることができる。

4-2. 小学生等を対象としたSTEM教育

飛行機やものづくりに関するイベント時に紙飛行機教室を実施する機会は多く、小学生が主対象となる。イベントのひとつとして実施する紙飛行機教室は、1時間程度の限られた時間内に制作から飛行までを体験して貰う必要があること、参加者の多くが小学校低学年であるのに対して、学校で「てこの原理」を学ぶのが小学校6年生、「力のつり合い」を学ぶのは中学校3年生であることから飛行原理に関する説明は実施しない。典型的な小学生向け紙飛行機教室の例を表3に示す。

表3 小学生向け紙飛行機教室の例

	実施項目	所要時間
1	自己紹介/進め方の説明	5分
2	紙飛行機の制作	30分
3	紙飛行機の飛行試験	20分
4	振り返り	5分
	合計	60分

参加者の様子を観察すると、対象者が小学校低学年以下の場合には、純粋に紙飛行機を制作するという「ものづくり」の工程と自分が制作した紙飛行機が飛ぶ様子を観察して楽しんでいる子供が多いことが良くわかる。

対象者が小学校高学年になると、指導役の説明を真剣に聞いて、丁寧に正確に制作し、根気良く飛行・観察・調整を繰り返す子供が現れる。彼らは、自分が制作した飛行機の飛び方を慎重に観察し、紙飛行機のどの部分をどのように調整すると、飛び方がどのように変わるかを見極め、調整のコツを習得し、飛行距離を少しずつ確実に伸ばしていくことができる。また、教室が終わる時間には指導役の見本と同等の距離を飛ばすことができるようになる子供もいる。飛行の原理を理解した訳ではないが、科学の不思議さと面白さを体験したものと思われる。

典型的な小学生向けの紙飛行機教室の例として、図2に「OITAものづくり展2024」、図3に「空フェスおおい2025」で実施した紙飛行機教室のアンケート結果を示す。紙飛行機教室の参加者アンケートの結果からは、毎回、「とても楽しかった」と「まあまあ楽しかった」の合計は90%以上であり、全体として高評価を得ている。参加者は、紙飛行機教室を通じて科学の不思議さや楽しさを実感しており、紙飛行機がSTEM教育の良い教材として幼児期からのものづくり体験や科学的な体験の充実に活用できていると考える。

4-3. 大学生を対象とした STEM 教育

筆者は、高等教育機関である大学においても、STEM 教育は重要であり、その教材としても紙飛行機が活用できると考えている。近年、理系を選択する、ものづくり

を目指す高校生が減少していると前述したが、工学部に入学した学生も必ずしも高校時代に物理を選択した訳ではなく、小学校～高校までに、ものづくりのプロセスを経験してきた訳でもないからである。

私の研究室では、学生が「紙飛行機教室に適した紙飛行機の最適設計」というテーマで研究に取り組んでいる。学生は材料力学、構造力学、流体力学、飛行力学など航空工学の基礎知識を講義で学んだ後に研究に取り組む。

学生の場合には、取り組む期間が長いので、図4に示すように設計の段階から制作、飛行に至るサイクルを何回か繰り返して改良を図っていく。同時に、実際の紙飛行機教室の指導役やアシスタントを経験して貰う。

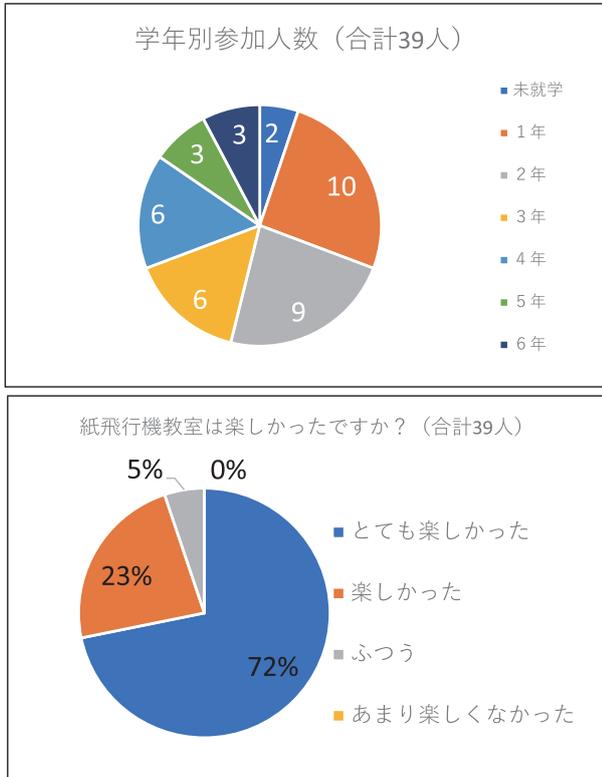


図2 OITA ものづくり展2024参加者アンケート結果

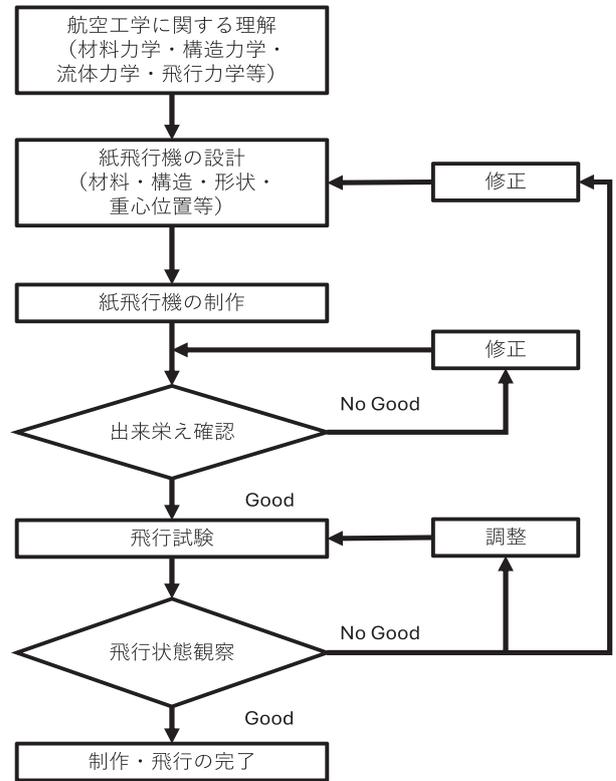


図4 大学における STEM 教育

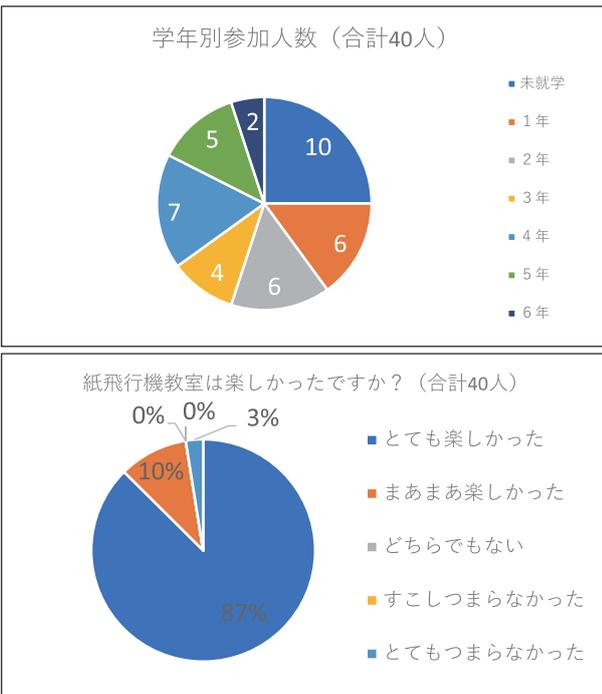


図3 空フェスおおいた2025参加者アンケート結果

航空工学の観点からは、実際の飛行機と紙飛行機では大きさと飛行速度が異なることから、レイノルズ数（空気の粘性の影響）の違いを理解した設計が求められ、紙飛行機の形状や重心位置が実機と大きく異なる理由を科学 (S) 的に理解する必要がある。また「紙飛行機教室に適した」設計という制約条件により制作時間や調整の容易さを考慮する必要に迫られ、技術 (T) 的な工夫が求められる。

航空工学の知識だけではなく、自分で考えて「設計」「制作」「飛行」のプロセスを繰り返して改良を図る必

要があり、企画力、構想力、観察力、分析力、課題発見力、課題解決力が求められる。また、小学生を対象とした紙飛行機教室で指導役やアシスタントを行うためには、自身が紙飛行機の特徴を十分に理解した上で、参加者に紙飛行機を楽しんで貰うためのコミュニケーション力や表現力も求められることになる。工学（E）的なものづくりのプロセスに加えて、リベラルアーツ（A）的な取り組みも必要となる。

この様に紙飛行機は、大学生を対象としたSTEM/STEAM教育の教材としても有効に機能していると考えられる。

5. 結論

高校生の「総合的な探究の時間」を活用した紙飛行機教室、小学生を中心としたイベント時の紙飛行機教室、そして大学生を対象とした「紙飛行機教室に適した最適設計」という教育の場面で、紙飛行機がSTEM/STEAM教育の教材としての活用に適しているかを検証した。

高校生を対象とした「総合的な探究の時間」を活用した紙飛行機教室では、文部科学省が推進する「探究活動の充実を通じて、試行錯誤しながら新たな価値を創造し、よりよい社会を実現しようとする態度を育成する」ために紙飛行機が有効な教材のひとつとして活用できることを示したと考えている。

小学生を中心としたイベント時の紙飛行機教室は、幼児期からのものづくり体験や科学的な体験の充実のひとつの場面として紙飛行機が活用できることを示している。

大学生を対象とした「紙飛行機教室に適した最適設計」の研究では、設計・制作・飛行試験のプロセスを繰り返すことが求められ、実社会でのものづくりのプロセスの縮小版を、紙飛行機を教材とすることで体現できていると考える。

この様に紙飛行機は、STEM/STEAM教育の教材として適していると考えられる。

6. 終わりに

これまでも紙飛行機を教員養成課程の学生向けの科学教育に導入した事例⁽⁵⁾や航空工学を学ぶ学生が主体となって紙飛行機教室を開催した事例⁽⁶⁾については、その有効性が報告されているが、日本の初等中等教育にお

けるSTEM/STEAM教育の授業実践については試行の段階にあり、今後の取り組みと研究が期待されている。

筆者は米国の航空機メーカーであるボーイング社が2024年11月に日本各地で実施したSTEMプログラム⁽⁷⁾のひとつを見学した。これはボーイング社がシアトル航空博物館と協力して、空飛ぶおもちゃを使用して飛行の原理を楽しく学ぶサイエンスショーであるが、参加した小学生からは大好評であった。大分県には航空博物館や科学博物館は設置されていないが、大学がサイエンスショーを開催するような試みがあっても良いと考える。このような場面においても、紙飛行機はSTEM教育の手軽な教材のひとつとして活用できるであろう。

参考文献

- (1) これまでのSTEM教育と今後の展望, 新井健一, STEM教育研究 Vol. 1 (2018)
- (2) 科学教育の研究におけるSTEM/STEAM教育を指向した取り組みの動向に関する整理, 丸山雅貴, 森田裕介, 日本科学教育学会第44回年会論文集 (2020)
- (3) STEAM教育等の教科等横断的な学習の推進について, 文部科学省初等中等教育局教育課程課, 文部科学省, https://www.mext.go.jp/content/2024_0401-mxt_kyouiku01-000016477.pdf (2025年5月26日閲覧)
- (4) STEAM教育の視点から分析した総合的な学習および探究の時間における授業実践と課題, 大谷忠・田中若葉・木村優里・原口るみ, 東京学芸大学紀要 教職大学院 75 (2024)
- (5) 教員養成課程学生のための科学教育における「ものづくりの過程」の導入, 千葉大学教育学部研究紀要 第64巻 (2016)
- (6) 学生を主体とした小学生向け理科講座の教育効果—航空工学を学ぶ大学生による紙飛行機教室の開催と運営に向けた取り組み—, 佐々木大輔, 河野昭彦, 平澤一樹, 須田達, 公益社団法人日本工学教育協会 平成27年度工学教育研究講演会講演論文集
- (7) 小中学生対象のSTEMプログラム, 日本の教育機関との連携, Boeing <https://www.boeing.jp/boeing-in-japan/education> (2025年6月9日閲覧)

