

かさ袋を用いた飛行機製作

～創造性を育むものづくり教室～

松田雄二* 渡邊定和** 松田陽一**
山口 翼** 小田健二** 宗次将之**

Making airplane with umbrella bags
～To foster creativity～

Yuji MATSUDA* Sadakazu WATANABE** Yoichi MATSUDA**
Tsubasa YAMAGUCHI** Kenji ODA** Masayuki MUNETSUGU**

Everyone has experienced making a paper plane and many are very much interested in an airplane. Here, we designed the airplane using umbrella bags. In the training subject of our department, students considered how to fly longer with good performance. We also held the events to make the umbrella bag airplanes in many places. Having these events, we experienced the pleasure of making the planes and also teaching how to make them. We report some examples of umbrella bag airplanes in the events.

1. はじめに

近年の小・中学生を対象としたものづくり教室の題材には、デジタル技術を用いた電子工作に人気が集まっている。一方、元来のからくりやアナログ仕掛けのものづくりは、創造性を育む教材として有益であり、今後も参加者の世代背景や要望に応じて、題材の工夫や新たな開発が必要である。また、大学では、流体力学の導入部分において、専門分野に対する目的意識を持たせるために、紙飛行機の製作体験から学ぶことを実践しているところもある^[1]。本報では、子供から大人まで比較的人気の高い飛行機をテーマに、雨天時にかさに付いた雨の雫を屋内に落とさないために使用する「かさ袋」を用いた飛行機（図1：以下、かさ袋飛行機と記す）を、ものづくり教材として探求した。一般的に紙飛行機は、1枚の紙を巧みに折り曲げ、手投げやゴムカタパルトによって、上昇気流などを利用しながら滞空時間や飛行距離を楽しむことができ、基本的な折り方・飛ばし方・調整方法によってある程度の飛行性能が保障されている^[2]。これに対し、かさ袋飛行機は、胴体、主翼、尾翼などのそれぞれの独立したパーツで構成され、翼の形状や重心位置などの力学的な要

素を設計しながら各パーツの機能と作用を体感することができる。ここでは、かさ袋飛行機を創造性を育むものづくり教材として活用した事例について、機械工学科2年次の工学基礎実験、平成22年度中学校技術教員夏季実技研修会、校外のイベント出展、平成23年度海外研修旅行（オーストラリア）において小学校を訪問した際に行った飛行機製作教室について報告する。

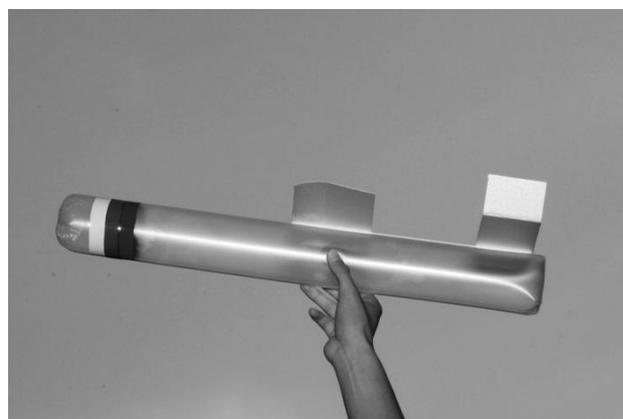


図1 かさ袋飛行機

平成24年9月20日受付 (Received Sep.20, 2012)
新居浜工業高等専門学校 *機械工学科、 **ものづくり教育支援センター 技術室
(Department of Mechanical Engineering, Niihama National College of technology, Niihama, 792-8580 Japan)

2. かさ袋飛行機の仕様と作り方

かさ袋飛行機の製作に必要な材料と工具は、身近で入手が容易な材料と文房具である(図2)。機体は、かさ袋に空気を入れて膨らませたものを胴体とし、軽量で落下や衝突においてもクッション性があることから、素材として安全である。なお、空気の送入は、子供でも口による吹込みは簡単にできるが、空気感染などの衛生面に配慮して電動エアポンプを用いて膨らませている。かさ袋の空気を入れていない状態での一般的なサイズは、750mm×115mm×t0.012mmである。これに空気を吹込み、かさ袋の弾力と形状を保ち空気が漏れないように口の部分を30回程度ねじってセロハンテープで幾重にも固定すると、長さ:約700mm、外径:約80mmの胴体ができる。主翼と尾翼にはスチレンペーパーを用い、原型となる推奨形状として、主翼:300mm×100mm×t1mm、尾翼:300mm×50mm×t1mmの仕様とした。尾翼は、両翼端から約5cmのところまで直角近く上方に折り曲げ、セロハンテープで固定し、水平尾翼と垂直尾翼の要素を持たせた。翼の取り付け部分には、スチレンボードを300mm×10mm×t5mmのスティック状に切り出し、主翼と尾翼を固定する機体の背骨部分に相当するベースとした。スティックの片面の両端を基準に、主翼と尾翼を両面テープで接着し、翼部をユニット化することによって、翼の固定による安定飛行、工作手順の効率化、翼の位置決めを簡略化、さらには、比較的頻度の高い胴体の空気漏れに対する不具合に対して、かさ袋のみの交換により作り直しに対応できる構成とした。飛行機の重心位置は、一般的に主翼の前縁から約20%後方の位置に設定されている^{[3][4]}。翼のユニットは、胴体の後縁を基準に両面テープで取り付けるため機体の重心が機体の後方に偏り、このままでは機首が上がりうまく飛ばない。そこで、色付けのデザイン要素も兼ねたカウンターウェイトにビニルテープを用い、機体先端部分に様々な色を3本巻き付けて完成となる。材料の準備時間を除くと、基本的な製作時間は約10分である。

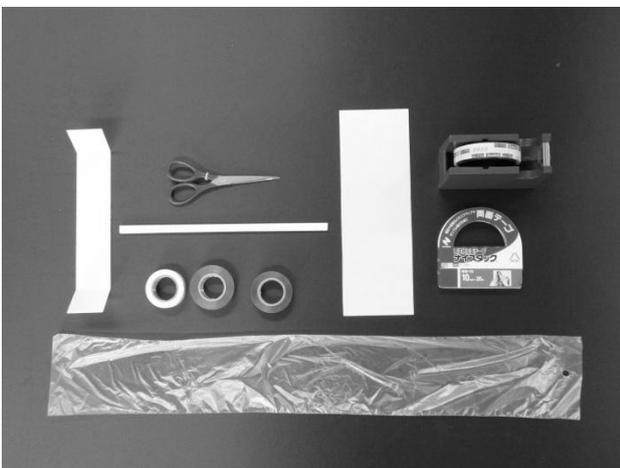


図2 組立てに必要な材料・工具

3. 工学基礎実験

本校の機械工学科では、機械工学のあらゆる分野を学習する上で必要とされる力学(力、運動、エネルギー)について、実験を通じて理解することを目的として、工学基礎実験(2年次、後期、1単位、必須科目)を開講している。全日程のうち10回は、班別に5つの実験テーマを2週にわたり履修し、その後、それらに応用する実験として、重心をテーマとしたものづくりのテーマを設定している。平成22年度までは、厚紙に各自が自由に描いた図形の重心位置を、理論的または実験的に見つけ出し、その手法とその解を実演して紹介し、実演結果についての考察を課していた。平成23年度も「重心」のテーマを継承し、新たに、坂道を重心移動によって二足で下るおもちゃの製作(約10名)と、かさ袋飛行機製作(約30名)の2テーマを選択制にして開講した。実験の2回分を製作時間に割り当て、その後の1回を全員が製作物のプレゼンテーション(図3)とパフォーマンスを実演(図4)する時間とした。製作においては、材料と工具のみを提供し、学生の創造性を発揮させるため、原型となる実物(図1)を事前に紹介することなく、白紙の状態から、次のような実演による導入を行った。初めに名刺を1枚、腕を伸



図3 自分の作品をPRしている様子



図4 飛行性能の実演の様子

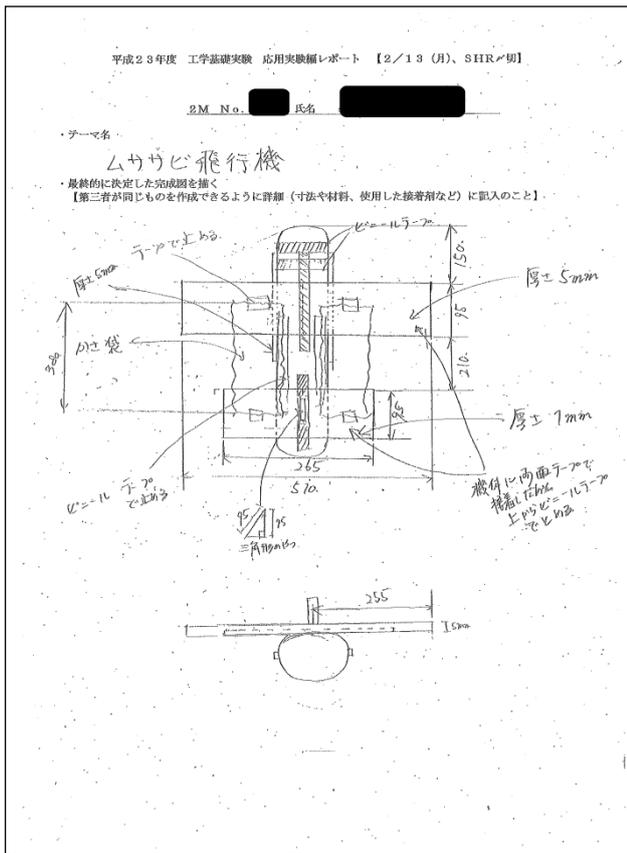


図5 応用実験編レポート（表面）

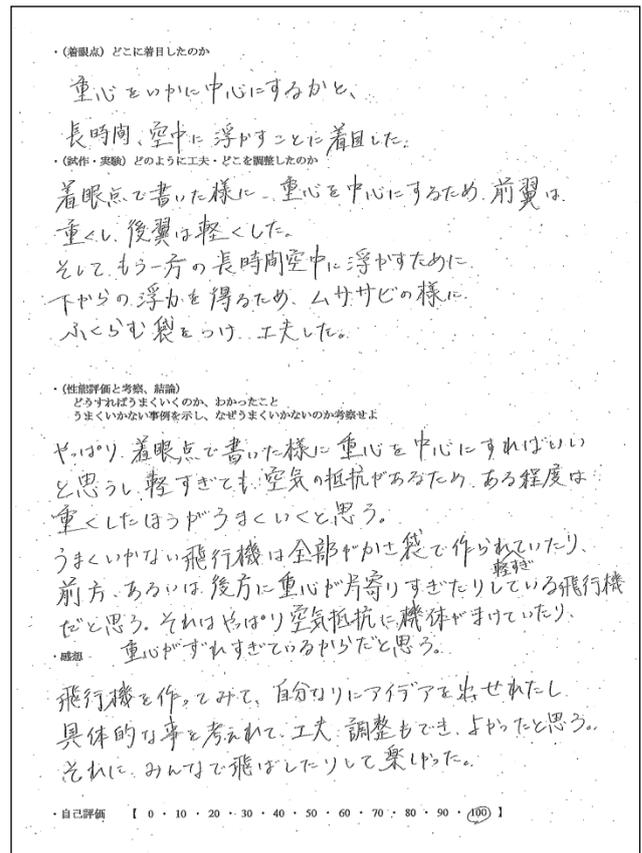


図6 応用実験編レポート（裏面）

ばした高い位置から放して、木の葉のようにひらひらと舞い降りる様子を見せる。次に、クリップを1つ名刺の長辺の中央部分に取付け、ややV字型に上反角を付けるよう折り曲げて同様に放つと、名刺は滑らかに滑空する。このことから、飛行姿勢は、重心の位置が重要なポイントであることを実感させた。事実、航空機の燃料タンクは主翼内に設置されており、飛行による燃料消費に伴う重心の移動が少ないように設計されている。その他の指導は、安全面などの必要最小限とし、学生からの翼形状やアイデアの相談についても否定せず、自らが試行して確認させることを徹底した。試行錯誤して製作した後、プレゼンテーションの準備と並行して製作レポートを作成した(図5,6)。テーマ名には、自分の作品に名前を付けさせることによって、機体のパフォーマンスを象徴し、何より自分の機体に愛着が湧くように誘導した。機体図面はポンチ絵ではあるが、第三者がその図を見て同じものを製作できる情報を書き込むよう指導した。さらに、着眼点、試作・実験・調整において工夫した点、性能評価と考察、結論、感想をまとめさせた。提出されたレポートを分析すると、着眼点には重心の調整を試みた記述が多く、学生が経験した失敗事例として、軽量ではあるが軟質な材料とテープを用いた簡易接着のため、調整時に墜落の度に、機体に変形したり破損してしまったりと、飛行の再現性を得ることが難しかったようである。さらに、実演時には、室内の暖房空調



図7 翼形にこだわった作品

機の吹き出しによる飛行への影響や、室内外の温度変化で機体内の空気が膨張し機体の変形に伴い空気が漏れる事態となった。学生にとって想定外のトラブルも多く発生したが、それが一つの経験となり、参加者全員が各々の工夫とこだわりの作品を達成感を持って披露することができた。レポートの最後に応用実験に対する自己評価点を記入させた結果、平均は83.8点(26名回答)であった。友人との競争心もモチベーションとして相乗効果を生み、シンプルな企画にこそ創造性を育む「種」が多く隠されていることを再認識でき、かき袋飛行機が魅力ある教材として活用できることが分かった。

4. 中学校技術教員夏季実技研修会

本校のものづくり教育支援センター（以下、当センターと記す）では、平成15年度より、理科・技術の教育教材の開発支援、ものづくりを通しての青少年育成教育、小、中、高専間の情報交換および教員間のつながりを目的に、新居浜市近郊の小・中学校教員を対象として、「新居浜高専小中学校教員実技研修」事業に取り組んでいる。ここでも、動くものや空を飛ぶものは、生徒のみならず教える側にとっても大きな夢があり、趣味に限ることなく教材としても活用事例は多様に存在している。そこで、平成22年度の技術教員を対象とした研修会（参加者：9名）では、飛行機をテーマとし、市販の科学教材を用いたモーター飛行機と、かさ袋を用いた飛行機を製作する講座を開講した。研修の導入部において、かさ袋飛行機は紙飛行機と異なり、各部の要素（胴体、主翼、尾翼）で構成されていることと、それぞれが安定飛行のために重力と揚力が力学的バランスの下で機能的に作用していることを示し、飛行の原理^{[3][4]}と作り方を簡単に説明した（図8）。製作方法においては、翼の形など参加教員の発想の自由度を大きくとれるよう考慮した（図9）。そして、研修会の仕上げには、比較的広い教室において、教室の端から端までの飛ばす距離の目標を定めることによって製作のモチベーションを高めると同時に、試行と調整によって飛行の原理や直進性、安定性などの探求へと発展させた（図10）。製作中、参加者から、かさ袋にヘリウムを入れたらどうなる？、翼はどこまで小さくできるのか？、逆さ（斜め）に投げたらどうなる？など、力学的な疑問が種々飛び交った。疑問に対する事例紹介や理論的な説明は、真の解を得るヒントになったと思われるが、最終的には「やってみないと分からない！」という探求心と高揚感に満ちた研修会となった。一方、飛行機そのものよりも投げ方の工夫にこだわる参加者もいて、機体の尾部をたたいて飛ばす方法も新しい発見であった。以下に、研修会参加者のアンケートによる感想・コメントを抜粋して紹介する^[5]。

- ・短時間でしかも加工が簡単、動作も楽しい教材でした。選択教科のなどの少人数での教材としては良いものだと思います。
- ・手軽に始められて、内容的にも深いもので、大変良かったと思います。ものづくりの楽しさを味わうことができました。生徒も喜んで取り組めるものであったと思います。
- ・大変楽しい実習でした。説明もわかりやすく、短時間で作業を終えることができました。生徒が工夫して、そして楽しめる教材の提供をありがとうございました。
- ・大変楽しく遊び心の中、流体力学を学べた研修でした。ものづくりとしていろいろな要素を含んでおり、簡単な製作からいろいろな応用へと発展していけると感じました。選択授業の中でやってみようと思います。



図8 飛行原理の説明の様子



図9 かさ袋飛行機製作風景



図10 飛行試験風景

- ・指導者として何か、初心に帰ったような教材でした。
- ・空を飛ぶ人間の夢を広げる一歩を体験させていただきました。
- ・模型飛行機を飛ばすということは、子供たちの関心が高いので、ものづくりの導入の材料としてとても良いと思いました。理論（知識）を得て、作る技術を学んで、体験（実践）して、改善するといった活動の流れが問題解決的な学習になってとても参考になりました。

5. イベント・出前講座

当センターでは、学外における各種イベントにおいて、ものづくり教室や化学実験などの出張を行っている。毎回、主催者や参加者の要望に応じて、全体の構成や内容を企画すると同時に、毎年の企画が単調にならないよう、新しいものづくりの教材の開発を行っている。その中で、平成21年度11月に地元の金子校区文化祭（約150機製作）、また、平成22年度2月に愛媛県総合科学博物館（2日間：約350機製作）において、かさ袋飛行機の製作教室を開催した。基本的なこのイベントも参加者は、小学生とその保護者が多く、紙飛行機を作った経験はあるが、かさ袋飛行機の製作は初めてのようであった。小学生から見ると、かさ袋飛行機は、紙飛行機と比べて大きい質感・量感があり、製作は簡単であり予想外に軽量なのに安定してよく飛ぶことから、驚きと歓声の響くイベントになっている。製作後、かさ袋飛行機を使って、直線的な飛行性能を競う的あて競技（図11）を行ったり、双方でかさ袋飛行機のキャッチボールを行ったり、また翼の部分に色付けや絵柄を書き込むなどして、自分のオリジナルデザインを楽しむことができる創造性を育む教材となっている。

6. 海外研修旅行における小学校訪問

筆者は、平成24年3月4日～12日の海外研修旅行において、オーストラリア・サザンクロス大学（学生21名、教員2名）に引率として参加した。その研修プログラム（5日目）には、地元の小学校訪問（BEXHILL PUBLIC SCHOOL）が予定されていた。これまでの海外研修時の訪問では、参加学生の個性や特技を活かして合唱の披露や校庭での遊戯や会話による交流を行ってきたが、今回は、参加学生と相談した結果、本校の特徴を活かしたものづくり教育を実践することを目標に、かさ袋飛行機製作教室を開催することとした。製作に必要な材料や工具は全て日本から持参した。オーストラリアでは日常生活において、かさ袋を使用する習慣がないため、かさ袋の本来の使用方を紹介すると、かさ袋はidea goodsとして絶賛された。訪問前日に試作しながら製作手順を習得し、引率の平田隆一郎教員（一般教養科：英語）のご指導の下で、製作方法を伝える英文を準備した（表1、図12）。訪問当日、約100人の児童に迎えられ、約2時間ほどの滞在において製作教室を行った。児童たちは、日本人学生に関心を持ちながら、飛行機製作という内容は伝わっているものの、どんなモノができるのか、期待の眼差しで親しんで参加していただいた。本校学生は、英語でうまく伝えることができるかという不安の中で、身振り手振りを交え、児童の反応を伺いながらも、なんとか完成にたどり着いた（図13）。



図11 完成後、的当てを楽しむ様子

表1 How to assemble the plane.

1. Blow up the umbrella bag.
2. Twist the top.
3. Put the tape around the top.
4. Put tape on the sides of the tail.
5. Prepare the stick, main wing(10cm) and tail wing(7cm) the tail assembly.
6. Attach the wing assembly with double-sided tape.
7. Put the colored tape on the nose of plane.



図12 サザンクロス大学にて小学校訪問前の試作風景



図13 英語を使っでの製作指導風景



図 14 完成後の記念撮影



図 15 全校児童による一斉飛行風景

VISITING JAPANESE STUDENTS

The children amongst other activities were involved in the making of these fantastic aeroplanes this morning with our visitors. At the end of the session was the ultimate test, the flying of the machines!



図 16 BEXHILL PUBLIC SCHOOL HOMEPAGE COMMUNITY ANNOUNCEMENTS

完成後は、児童から機体に日本語でのサインを求められ、記念撮影を行った(図 14)。最後に、青々とした丘のような校庭に出て、児童が一斉にかさ袋飛行機を大空に向けて放った(図 15)。文化や言語が異なっても、かさ袋飛行機のものづくり教育が、作る側、教える側に共通して工夫と創造性を生み、さらにはコミュニケーションを介して、共に完成後の達成感を味わえることを実感することができた。この訪問の様子は、ホームページ^[6]にも紹介され、記憶に残る海外研修旅行となった(図 16)。

7. あとがき

ものづくり教育において、創造性を育むことを目的に、様々な取り組みがなされている。ここでは、一般的に関心が高く容易に導入が可能な、かさ袋を用いた飛行機について、その製作方法の探求や製作教室の開催を通じて、創造性を育む教材としての有効活用を試みた。製作教室の対象として、本校学生、中学校技術教員、地域の小学生や保護者さらには海外の小学生と、幅広く開催することができた。その結果、かさ袋飛行機が、年

齢や地域・文化を問わず、飛行機に対する興味・関心が高いと同時に、ものづくりとして作る側と指導する側の双方が共感して楽しめる教材になると確信した。今後は、高専教育において流体力学、航空力学などの専門的な教材として活用できるように設計の見直しや改良を加え、講義の導入部や工学実験にも取り入れていくことを検討する。そして、かさ袋飛行機を参考に、エンジニアリングデザイン能力や問題解決能力の涵養のために、創造性を育むものづくり教材が進化していくことを期待する。

参考文献

- [1] 神山新一、須知成光：平成 17 年度 工学・工業教育研究講演会講演論文集、pp.316-317、(社) 日本工学教育協会
- [2] 小林昭夫：図解 飛行機はなぜ飛ぶか？、(2002)、講談社
- [3] 輪栗雄太郎：模型飛行機の科学、(2005)、養賢堂
- [4] 東 昭：模型航空機と風の科学、(2008)、電波実験社
- [5] 平成 22 年度 新居浜工業高等専門学校 中学校技術教員夏季実技研修会報告書
- [6] <http://www.bexhill-p.schools.nsw.edu.au/>