

紙飛行機を通じた科学教育 「総合的な学習の時間」の一例として

丹波 純

1. はじめに

小中学校では教育課程の改変により、2002年より「総合的な学習の時間」が始まる。これに先立ち、茨城県北相馬郡守谷町立郷州小学校の6年生(154人)には、1999年より導入されている。ここでは児童のアンケートにもとづき、歴史、国際、福祉・環境、情報、理科という5つのコースが設けられ、興味のあるコースに分かれて学習する。このうち理科コースでは、児童の話し合いの結果、「空への挑戦」というテーマのもとで紙飛行機の研究が行われた。10～11月の全15時間で、希望した42人が7グループに分かれ、担当教諭の指導により、それぞれが立てた計画に沿って調査、研究が進められた。折り紙飛行機(図1)の作り方を考え、実際に飛ばして良く飛ぶものの特徴を調べ、また、図書館などで揚力の発生原理などを調べた。

筆者は10年ほど前より、科学館、市民センター、学校行事などで、紙飛行機教室を行ってきた。今回の郷州小学校の場合には、「総合的な学習の時間」の終盤の1回にゲスト・ティーチャーとして、組立式紙飛行機(図2)の作り方、飛ばし方を説明し、また、簡単な実験により飛行原理の紹介を行った。

2. 紙飛行機について

図1のような「折り紙飛行機」は、薄い一枚の紙を折って作る。ベランダや屋上などから飛ばすと、ふわふわと飛ぶ。反面、地上から上空めがけて強く投げても、到達高度は3～5mと低いため、滞空時間は5～10秒程度である。

一方、図2に示す、ケント紙を用いた組立式紙飛行機は、手で力強く投げ、あるいはゴムカタパルトで射出すると、到達高度は10～20mに達し、滞空時間は10～30秒、気象条件がよければ1分以上飛ぶ(図3)。このような高性能紙飛行機⁽¹⁾は、趣味として大人の愛好者も多く、全国規模の競技会も行われている。

いずれの紙飛行機においても、基本的な飛行の原理、すなわち、揚力の発生原理や機体の操縦原理などは、実際の飛行機と同じである。このため、紙飛行機という「遊び」を通してハイテク航空機と同様の「科学」を紹介することができる。組立式紙飛行機は、子供たちが持つ実機のイメージに近いので、科学的な説明も行い

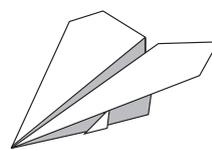


図1 折り紙飛行機

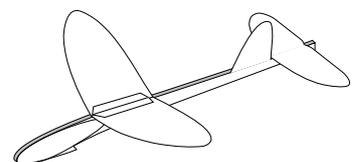


図2 組立式紙飛行機

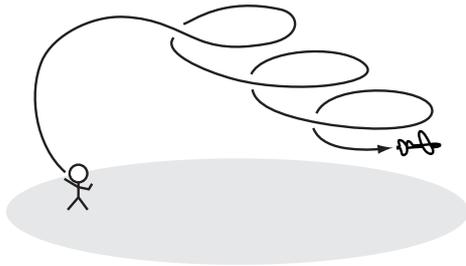


図3 高性能紙飛行機の飛行

やすい。また、製作には接着剤を使用するなど手間はかかるが、完成した時の達成感が折り紙飛行機に比べ、はるかに大きい。

今回の授業では、筆者が初心者向けに設計した組立キット「フリー・フライト Jr.」を使用した(図4)²⁾。これは、胴体にバルサ材、翼に厚手のケント紙を用いたものである。いずれの部品もあらかじめ型抜き(プレカット)をしてあるため、切り抜きの不正確による飛行性能の低下を避け、また、製作時間も節約できる。接着には「工作用セメダインC」を使用し、乾燥後の硬化による強度向上も期待している。

授業後に行ったアンケートによれば、図2のような組立式紙飛行機を「作った経験がある」は27%、「見たことはあるが作ったことはない」51%、「初めて見た」22%となった。

3. 紙飛行機の製作

授業は全体で2時間30分(3校時分)で、製作が1時間30分、飛行原理説明のための実験(乾燥時間を兼ねる)が30分、さらに調整方法の説明や各自の自由飛行を30分とした。製作、実験は教室で行い、飛行は校庭で行った。また、製作指導には、アシスタント・ティーチャーとして児童の保護者6名にお手伝いいただいた。

紙飛行機は、翼の角度やねじれにより飛び方

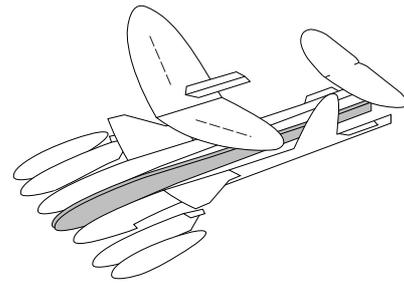


図4 「フリー・フライト Jr.」の組立図

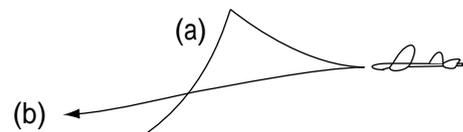


図5 重心の実験

が大きく変わる。また、接着不良による強度不足は破損に至る場合もある。このため、接着の仕方などは実演を交えて説明した。

4. 実験

飛行機が持つ「科学」を紹介するため、以下のような、直感的に理解できる実験を行った。

4.1 重心の実験 機首部におもりを付けていない機体を飛ばす。おもりがないと重心位置が後方すぎるため、水平に飛ばすと機首が上がり、やがて失速する(図5(a))。一方、完成している機体は、滑らかに飛ぶ(図5(b))。両者の飛び方の違いを確認させ、なぜ前者が安定した滑空をしないのかを問い、「おもりが足りない」、「後ろが重い」などの答えを導き、おもり、すなわち重心位置の重要性に気付かせる。

4.2 スプーンの実験 数百トンのジャンボ機が飛ぶのも、紙飛行機が飛ぶのも、翼に揚力が発生するからである。実機の翼の断面(翼型)は図6のような形状であり、この周囲を空気が流れる際、上方に揚力が発生する。一方、横から見ると翼型に類似しているスプーンを、図7のように、水道の蛇口から流れ落ちる水に触れ

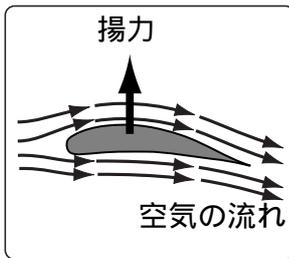


図6 翼の断面

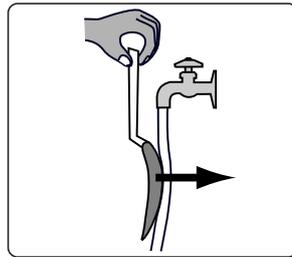


図7 スプーンの実験

させると、流水側に引き寄せられる。この実験を教室内の流しで児童全員にやってもらい、流れている水、あるいは空気の中に翼型のような形状をしたものがあると、流れに直角な力、すなわち揚力が発生することを説明した。図7を描いたイラストボードを左に90度回転させて、図6と並べると効果的である。予想以上に強い「揚力」を指先で体験できるため、「磁石みたいにくっついた」などの大きな歓声が上がった。

なお、紙飛行機の主翼には、図6の翼型のような厚みはないが、わずかにわん曲を付けることで、揚力の発生を促進させている。

4.3 船の実験 飛行機を左右に旋回させる場合には、主に垂直尾翼の方向舵を操作するが、これを船の舵(かじ)に対応させ、実際に水槽で模型の船を航行させて説明する。乾電池とモーターで動く模型船には、あらかじめ大きな舵を取り付けておく。

実験の導入としては、身近な自転車および自動車の進行方向を変える操作について考えさせた後、船の場合について質問し、「舵」という言葉が出た段階で模型船を見せる。そこで、「舵を左に曲げると、この船は左右のどちらに進むか」を考えさせ、挙手で予想を聞く。この時点

での正解率はおよそ6割であった。

実験では、まず、舵が真っ直ぐの場合には船が直進することを示した後、舵を左、さらに右に傾けた場合を行い、その相違点を確認させる。この実験では、船と飛行機とに操縦に関して類似性があることを示し、科学における横のつながりにも関心を持ってもらう。

5. 飛行

校庭において、児童が斜め上方に向けてゴムカタパルトにより飛ばした紙飛行機は、良く飛んだもので高度10～15mまで上がり、滞空時間は15秒程度、飛行距離は風の影響(風速2～3m/s)もあり、およそ30mになった。一方、ゴムで射出後、急旋回して墜落するなど、飛ばないものも見受けられた。その原因は、主翼、尾翼のねじれ、接着不良による強度不足であった。なるべくその場で筆者が調整、助言した。

6. 児童の感想

授業後のアンケートでは、自分の作った飛行機が「すごく良く飛んだ」20%、「良く飛んだ」46%、「まあまあ飛んだ」29%、「良く飛ばなかった」5%となり、ほとんどの児童は飛んだと感じていた。飛んだ、あるいは飛ばなかった理由としては、「丁寧に作ったから」、「接着剤の付け具合」などの製作について挙げたものが15%であったのに対し、「翼の角度がよかったから」、「翼が曲がっていたから」など、翼の調整について挙げたものは54%に達し、その重要性が認識されたと考えられる。

全体的な感想では、「予想以上に良く飛ん

だ」、「翼の角度が変わると飛び方が変わるのが不思議だった」などが多く、「自分で調整したらすごく良く飛んだ」、「作るのに時間がかかり、難しかった」、また、スプーンや船の実験が面白いと述べたものもあった。

この授業に先立ち、児童は独自に試行錯誤しながら紙飛行機を製作し、研究していたため、「飛ぶ」ことへの目的意識が強く現れている。

7. おわりに

紙飛行機を上手に飛ばすためには、重心位置や翼の角度などの科学的条件が満たされていなければならない。そのため、製作・調整技術を理解した者による適切な指導や助言が必要となるが、同時に、参加する児童も、自ら飛ばない理由を考え、調整していくことが重要である。

このように専門的知識にもとづく指導が不可欠で、かつ児童自身の思考力が求められるテーマは紙飛行機以外にも多数あると思われるが、今後「総合的な学習の時間」等でそのようなテーマを扱う場合には、筆者のこれまでの経験より、以下の2点が重要となるであろう。

第一は、積極的に外部の人間の協力を得ることである。ゲスト・ティーチャーのような制度の利用実績がさらに増え、その予算等も拡充されれば、学校側も外部の講師に依頼しやすくなり、また依頼される側も責任とやりがいをもって臨むことができるはずである。

第二は、観察力や思考力を養う基礎的な学習の充実である。紙飛行機のような簡単なものであっても、上手に飛ばすためには、正確な観察

力および論理的な思考力が必要である。すなわち、よく飛ばない飛行機を飛ばるように調整する場合、まずそれがどのように飛んでいないかを観察し、それに応じた対処をする。たとえば、「左旋回し、墜落する」場合、機体を調べると「垂直尾翼が左にねじれている」ので、「ねじれを直す」「真っ直ぐよく飛ぶ」となる。このような観察力や論理的な思考力は、算数や理科といった基礎教科の中で養われるものであり、それらの基礎的な学習が十分に行われてはじめて、「総合的な学習の時間」が単なる「遊び」ではなく「学習」となるはずである。

今回の紙飛行機の授業は、旧来の区分では「図工」、「理科」そして「体育(校庭で、走って追いかける)」に関連している。理工系離れが危惧されている昨今、紙飛行機のような「遊び」と「科学」の橋渡しとなるテーマが取り入れられ、少しでも多くの子供が「科学」を体で楽しんでくれることを切望する。

筆者の本稿執筆を快諾し、助言をいただいた郷州小学校の先生方に深く感謝いたします。

参考文献 (1) 例えば、二宮康明：よく飛ぶ紙飛行機、Vol.1～5、誠文堂新光社、二宮康明：White wings シリーズ、エージー社。(2) 丹波、小松：第4回スカイスポーツシンポジウム、日本航空宇宙学会、1998、pp.32-35.

たんば じゅん 1968年横浜市生まれ。1994年全日本紙飛行機選手権大会で優勝。つくば市内の研究機関に勤務する傍ら、各地で親子を対象とした『工作・実験、紙飛行機教室』を行っている。工学博士。

URL : <http://www.ne.jp/asahi/tamba/aircraft/>

E-mail : tamba@jun.email.ne.jp