

ドローンの制御原理を小学生に理解させる教材の検討

○本間 理久(学), 水谷 好成, 中山 慎也

宮城教育大学

1. はじめに

2020 年度から小学校においてプログラミング教育が必修となり、様々な教科での学習が充実している。プログラミング教育にはコンピュータ内の仮想空間だけでプログラムの結果を確認する学習もあるが、現実世界の物体を制御するフィジカルプログラミングがある。プログラムをモーターで動かして確認できる装置を扱う学習では、プログラムによる動作を試行錯誤させて課題解決するスキルの習得ができる。ロボットカーを扱う学習は以前から行われていたが、最近、教育用ドローン (Tello) を用いた制御の学習も扱われている。ロボットカーの 2 次元の動きに対し、ドローンは 3 次元の動きができるため、より児童の興味を惹きやすいと考えられる。また、現代社会で活用方法が注目されていることから、ドローンに触れる機会は有用である。しかし、風を用いて空中を移動するドローンの動きや飛行原理の説明や理解は教員にとっても簡単ではない。小学校の学習範囲を超えるため、小学生にもわかりやすく説明できるようにすることが望ましい。本報告では、風で動く工作の難しさを検討し、ドローンの制御方法を実験的に理解させる教材の検討を行う。

2. 風を利用して動く工作学習の難しさ

小学校理科において風を動力源として扱う学習は、3 学年の「風とゴムの働き」で扱われている¹⁾。ここでは、風によって物を動かすことができることを学習する。動作原理の理解を目的とはしていないが、児童の納得する説明をすることが望ましい。物体の動く方向で考えた場合、水平方向と上下方向の動きがある。たとえば、風で動く車の場合、基本として水平方向の運動が扱われている。地面上での動きに関しては、摩擦による影響を考える必要はあるが、重力の影響をあまり考

えなくても良いので、上下方向の動きよりも説明は容易である。

風によって得られる推進力の方向としては、風の方向と進行方向の 2 つの関係で考える必要がある。すなわち、うちわなどで風を送って風を受けることで風と同じ方向に進む方法、プロペラなどで自身が作った風と逆方向に進む方法である。小学校段階では作用・反作用の関係は扱っていないが、対象物に対して水平方向に風を送る方法は、風が物体を押すとして理解しやすい。一方、物体に取り付けられたプロペラが作る風と反対方向に進ませる場合は、空気の動きである風が視覚的に認識できない空気を押していることになるため、実際には風が何を押しているかを説明しにくい。しかし、経験を通して、風で動いていることは理解することは可能と考えられる。

水平方向の動きに対して上下方向の動きは、重力に逆らって上方向の力を説明する必要がある。小学校では重さの学習は扱われており、軽い機体が浮かぶということは概念的に説明されるが、重力に対する浮力の考え方や揚力による浮上原理は扱われない。原理的な説明ではなく、実験を用いて概念的な理解をさせることが望ましいと考えられる。

動作原理の詳細な学習は扱われないが、紙飛行機のような風に乗って飛ぶおもちゃの工作を大半の児童は経験している。風 (空気の動き) を使った飛行原理の理解は簡単ではなく、物体が空中を飛ぶ仕組みを説明できる教員も多くない。しかし、フィジカルプログラミングではトイドローンを使った学習が行われている²⁾。ドローンは、プロペラで空気を下方に押し出して浮力を得て、浮上・水平移動・水平回転などの制御ができる。プロペラを用いた動力においては、風が押し力以外

に、プロペラの回転と逆方向の反トルクの影響がある。地上面での水平移動を考えた場合、地上面に対して直角方向の回転で生じる反トルクによる回転力は地上面の抗力によって相殺されるため、影響は考えなくてもよい。しかし、地上の平行面でプロペラを回転させて上下移動の動きをさせる場合、プロペラの反トルクを打ち消す力がないため、本体が逆方向に回転する力を無視できなくなる。例えば、ドラえもんの便利アイテムであるタケコプターのような1つのプロペラで浮上するには反トルクが問題となるため、逆方向に回転する2つのプロペラを組み合わせたおもちゃが製作されている。ヘリコプターでは、メイン・ロータに対してテール・ロータを組み合わせる工夫がされている。ドローンにおいても、逆方向に回転するプロペラが組み合わせて用いられている。小学校段階では作用・反作用の学習を必要としないので、実験的に児童に理解させる工夫をすれば、児童の発想力を高められると期待できる。

3. プロペラによる反トルクの確認実験

モータによるプロペラの回転と本体が逆に回る反トルクを感覚的に理解させるための実験をして、水に浮く円形の土台（本体）に水平回転するプロペラを1個取り付けたモデル（図1(a)）を製作した。水面上に浮かせる方法によって、地上面の動作で問題になる摩擦の影響を軽減でき、本体がプロペラの回転と逆方向に回転することを確認できる。プロペラの回転方向を逆にすると、本体はそのプロペラと逆方向に回転する（図1(b)）。

次に、図2(a)のように対角に逆回転するプロペラA・Bを取り付けたモデルを製作した。図2(b)のようにAまたはBの片方のプロペラのみを回転させた場合、回転するプロペラと逆方向に本体が回転する。A・Bを同じ回転数で逆方向に回転させた場合は各プロペラによる反トルクが相殺されて本体は回転しない。この実験によって、ドローンの水平回転させる仕組みを説明できる。

実際のドローンでは、4個以上の偶数のプロペラ（Telloは4個）を組み合わせ、上方の浮力の

みを作っている。その場合は、対角のプロペラが同一回転方向で隣同士が逆回転になっている。

4. まとめ

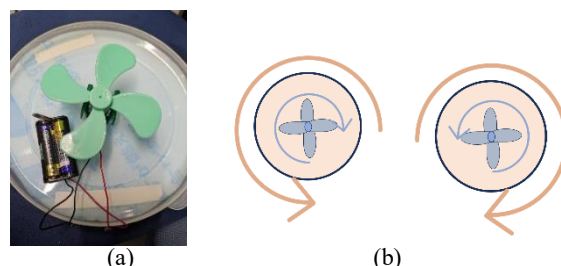


図1 プロペラ1個のモデルにおけるプロペラと本体の回転

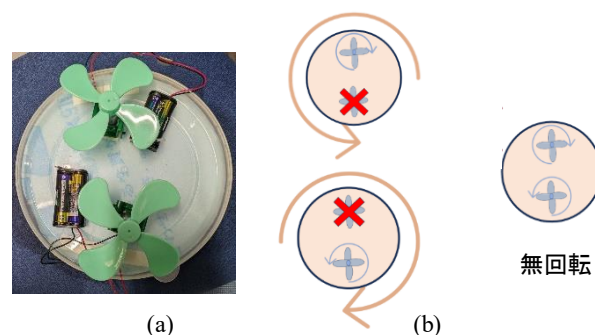


図2 プロペラ2個のモデルにおけるプロペラと本体の回転

プロペラの回転で本体が逆方向に回転する動きは、児童にとって想像しにくい動作である。実験によって、予想しにくい動作を示して、児童に不思議さを考えさせることができる。小学校では動作原理の詳細を十分に理解できなくても、実験を段階的に進めることによって、次の実験結果を推測させることができる。その推測の結果を実験で確認することで理解を深める有用な学習になると考えられる。

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP22K02939 の助成を受けた

【参考文献】

- 1) 鶴岡義彦：小学校理科「風やゴムの働き」の問題点と改善の方策—主としてエネルギー・エネルギー問題の視点から考える—、千葉大学教育学部研究紀要，Vol.63，pp.169-173 (2015)
- 2) 安納駿・川島芳昭・松原真理：ドローンを用いた小学生を対象にしたプログラミングの授業実践，宇都宮大学教育学部教育実践紀要，Vol.8，pp.421-424 (2021)