

# 令和元年度 STEM講義テキスト

## I STEMものづくり講義

- 1 ペーパーブリッジチャレンジ
- 2 クリップモーターカーチャレンジ

## II STEM生物分野

- 1 ホタルミミズの採集と活用

フリーズドライによる保存と発光の観察

## III STEM情報分野（プログラミング）

- 1 レゴ・マインドストーム EV3
- 2 ビュートロローバーH8



愛知県立大府東高等学校

# I STEMものづくり講義

## 1 ペーパーブリッジチャレンジ

### (1) 目的

- ア アイディア創造→設計→製作→実験→評価→アイディア創造という「ものづくりプロセス」を疑似体験する。
- イ 材料の性質を生かしたものづくりの試行錯誤を行う。
- ウ 正解のない問題に直面したとき、何をどう考えたらよいか考える。

### (2) 授業の展開 (50分×3コマ×2日間)

1日目	2日目
<b>目的, ルール説明 チームビルディング (20分)</b>	<b>試作 (50分)</b>
<b>試作(110分)</b> 厚紙の使用枚数, おもりを使った実験回数に制限は無し ただし, 1つの橋に使用できる紙は1枚以内  <b>ヒント</b> 紙の性質をふまえ三角関数の計算	<b>製作【本番】 (50分)</b>  新たに厚紙を1枚配付 ※1日目に配付の紙は全て回収 ※配付後の紙の追加, 交換はなし
<b>振り返り (20分)</b>	<b>計測(30分)</b>
	<b>共有・振り返り (5分)</b>

### (3) 材料

A2サイズのケント紙1枚 (もしくはA3を2枚), 木工用ボンド, はさみ, 30cmものさし

### (4) 方法

ア チームビルディング\*<sup>1</sup>

(ア) 役割を決める。\*<sup>2</sup>

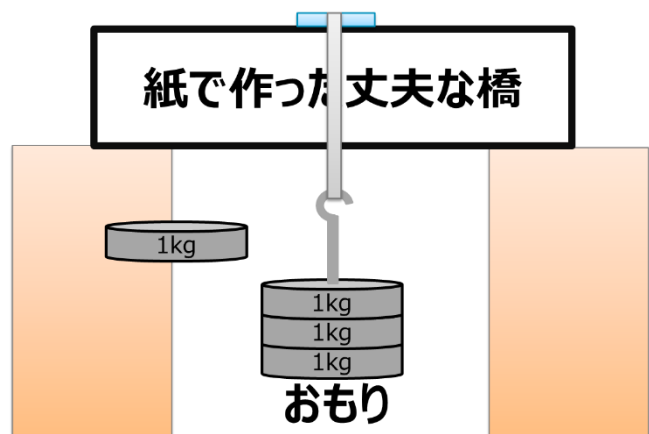
(イ) すごい結果が残せそうなチーム名を決める。

イ ルール

(ア) A2ケント紙1枚と木工用ボンドを使って, 40cmの間隔\*<sup>3</sup>を開けた2つの台の間に掛ける橋を製作する。

(イ) 橋の中央におもりをぶら下げ, どれだけの重さに耐えられるかを競う。

(ウ) 5秒耐えたらおもりを増やし, 下に敷いたクッションにおもりが触れたり, 橋が壊れたりしたら終了とする。



ウ 指導方法

(ア) 1日目の途中で紙(材料1)の性質(引っ張り>圧縮>曲げ)や、ボンド(材料2)の性質から、どう使用するのが最善か考えさせる(薄く塗る方が乾きが速いなど)。

(イ) 2日目の製作【本番】のあと、各班のプレゼンターが工夫した点を発表し、計測を行う。

\*1: 事前に4~5名の班を作っておく。

\*2: リーダー, 設計リーダー, タイムキーパー, プレゼンターなど1人1役

\*3: 間隔は生徒の実態に応じて45cmにしても良い。使用するケント紙の枚数を増やせば間隔を広げて大きくて強い橋を作ることもできる。

デンソーの新入社員研修では、上記の条件は個人課題で、その後チームで「A2ケント紙4枚以内に20kgの重りに耐える(間隔は70cm)」かつ「できる限り軽く」(材料費の節約)という課題を設定している。

(5) 振り返りシート

ア 1日目

振り返りシート(1日目) 良かった点と改善点をチームで振り返り、本番に活かそう

チーム名 \_\_\_\_\_

メンバー \_\_\_\_\_ 役割 リーダー \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 役割 設計リーダー \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 役割 タイムキーパー \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 役割 プレゼンター \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 役割 | \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 役割 \_\_\_\_\_

試作品の最高記録

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ kg

<p>①どこがどのように壊れたか?</p>	<p>②うまくいった部分</p> <p>【曲げ】</p> <p>【圧縮】</p> <p>【引張り】</p> <p>【その他】</p>	<p>③改善できる部分</p> <p>【曲げ】</p> <p>【圧縮】</p> <p>【引張り】</p> <p>【その他】</p>
-----------------------	--	---

## イ 2日目

振り返りシート（2日目） チームでのプロジェクトの進め方について振り返ってみよう。

チーム名 \_\_\_\_\_

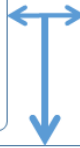
本人氏名 \_\_\_\_\_ 役割 \_\_\_\_\_ チームメイト \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

① 自分が活躍できたこと

② 自分の反省点と改善点



③ 今後、クラスや集団の一員として実践すること、心掛けること

## 2 クリップモーターカーチャレンジ

### (1) 目的

身近な製品に数多く使用されているモーターについてその原理を復習する。また、限られた材料を用い、素材の特性を理解した上で構造を工夫するとともに、自身の持つ理科の知識や数学の知識を駆使し、ものづくりを通して構造力学の基本的な考え方を学ぶほか、問題解決能力、創造的思考等、製品開発に必要なスキルを体感する。

### (2) 授業の展開 (50分×3コマ×2日間)

2 限	10分	・クリップモーターのしくみについての学習
	40分	・個人でクリップモーターカーを製作
3 限	100 分	・個人製作つづき (トライ&エラーで、たくさん失敗して、考えてください) ★上手く回転するモータが出来たら、先生へ報告して！ <b>(褒めてもらえる (^_^)/)</b> <u>モータの回転速度や電流を計測します</u>
4 限		

2 限	100 分	・個人製作つづき (トライ&エラーで、たくさん失敗して、考 えてください) ★上手く回転するモータが出来たら、先生へ報告して！ <b>(褒めてもらえる (^_^)/)</b> <u>モータの回転速度や電流を計測します</u>
3 限		
4 限	50分	・タイムトライアル！！

### (3) 材料

単3電池, 電池BOX, ネオジム磁石 (1~2個), クリップ, ビニールテープ, ビーズ  
エナメル線 (径 0.8mm, 1.0mm), 台 (プラダン), プーリー, 竹串, 輪ゴム

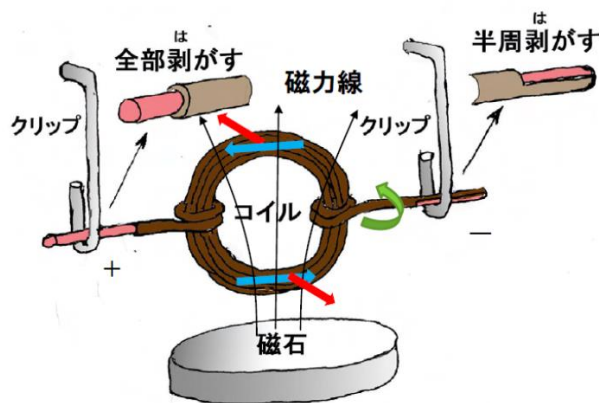
### (4) 方法

- ア モーターが使用されている製品の例を紹介する。
- イ フレミング左手の法則を用いて、モーターが回転する原理を復習する。
- ウ クリップモーターの作り方を説明し、1人1台製作させる。

(ア) エナメル線を乾電池（単1もしくは単2）に巻き付ける。この時、両端に回転軸を残す。

(イ) 回転軸の一方を紙やすりで全周を削り、もう一方は半周だけ削る。

(ウ) 回転軸を台（プラダン）に固定したクリップで支え、磁石を近づけると回転する。より良い回転が得られる場所に磁石を固定する。



出典：平成 30 年夏休み親子教室 No.6  
主催 麻布区文化協会, 川崎市教育委員会

エ 回転したら回転数や電流値を計測\*1し、車（クリップモーターカー）を製作する。

オ より速いタイムを目指す。

カ タイム上位者は工夫した点を発表し、全員で共有する。

\* 1：回転数や電流値を計測することで、モーターの径やエナメル線の太さ等と相関を考えるとという授業展開も考えられる。

## (5) ワークシート

令和元年度 あいちSTEMハイスchool事業 ワークシート 2019年10月18日・25日

テーマ：クリップモーターカーチャレンジ

【材料】  
単3電池、電池BOX、ネオジム磁石（1～2個）、クリップ、ビニールテープ、ビーズ、エナメル線（径0.8mm, 1.0mm）、台（プラダン）、プーリー、竹串、輪ゴム

【目標】

【モーター評価シート】 前回の反省を生かして、より良いモーターを目指そう！！

試作No.	エナメル線径	モーター径 (巻線径)	巻き数	モーター回転数 (rpm)	タイム(秒)
初号機					
二号機					
三号機					
四号機					

メモ 回転の様子など記載しておこう

2年1組 番氏名

【振り返り】1日目

失敗したこと

工夫したこと・改良したこと

【まとめ】2日目 ※具体的に書こう

工夫をした点

成功した点(改良がうまくいった点など)

学んだこと および 感想

(6) ルーブリック

達成目標

知識・理解	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フレミング左手の法則を理解している。</li> <li>・モーターが回転する原理を答えることができる。</li> </ul>
関心・意欲・態度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・積極的にモーター作製に取り組むことができる。</li> <li>・日常生活の中でモーターを使用している製品に関心を持つことができる。</li> </ul>
観察・実験の技能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・モーターの作製を丁寧に行うことができる。</li> <li>・電池とモーター、磁石の配置の仕方により、考えた通りに回転の方向を出すことができる。</li> </ul>
思考・判断・表現	<ul style="list-style-type: none"> <li>・回転数を増やしたり、消費電力を抑えたりなどの工夫をすることができる。</li> <li>・自分が考えたこと、工夫した点などを分かりやすく表現することができる。</li> <li>・グループで話し合ったり、助言したりすることができる。</li> </ul>

教員用ルーブリック

達成度 身に付けさせたい力	観点	レベル3 十分に満足	レベル2 概ね満足	レベル1 努力を要する	評価の資料
物理現象について、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識として活用する力	知識・理解	フレミング左手の法則を理解しているとともに、モーターが回転する原理を答えることができる。	フレミング左手の法則は理解しているが、モーターが回転する原理を答えることはできない。	フレミングの左手の法則が曖昧である。	プリント
日常生活や社会との関連を図りながら物理現象について関心をもち、意欲的に探究しようとする力	関心・意欲・態度	日常生活の中にあるモーターを使用している製品との関連を理解しながら、積極的にモーター作製に取り組むことができる。	日常の中にあるモーターを使用している製品に関心をもつとともに、モーター作製に取り組むことができる。	モーター作製に取り組むことができる。	実験の様子 プリント
観察・実験などを適切な操作・方法で主体的に行う力	観察・実験の技能	モーターの作製を丁寧に行い、考えた通りの回転を出すことができる。	モーターの作製を行い、回転させることができる。	モーターの作成を行うことはできるが、回転をさせることはできない。	実験の様子 プリント
既習事項を踏まえながら、観察・実験の計画、方法、結果などをグループで討議したり、実験の結果をまとめたりする力	思考・判断・表現	グループで積極的に話し合い、作製したモーターをより良くする努力をし、改良するとともに、工夫した点を表現することができる。	グループで積極的に話し合い、作製したモーターをより良くする努力をし、工夫した点を表現することができる。	グループで話し合うことはできないが、自身の作製したモーターについて工夫した点を表現できる。	実験の様子 プリント

## II STEM生物分野講義

### 1 ホタルミミズの採集と活用

#### (1) 目的

ホタルミミズは全長1～3 cmで冬場に見られる身近な発光生物である。このホタルミミズを採集することで、分解者の生活環境を確認するとともに、その発光を観察することで、発光生物が発光する仕組みを考察する。

#### (2) 材料

シャベル、プラスチックコップ、赤色のセロファンを貼った懐中電灯、ピンセット、キムワイプ

#### (3) 方法

ア 植込みの陰などの地面をよく見て、ホタルミミズの糞塊\*<sup>1</sup>を探す。

イ 糞塊の下の土を2～5 cmすくい、その中からホタルミミズを探し、見つけたら水を1～2 cm程度入れたプラスチックコップに入れる。

ウ 実験室（暗幕・遮光カーテンを閉めた状態）に持ち帰り、採集したホタルミミズをキムワイプの上に乗せ、赤い懐中電灯を照らした状態で実験室の電気を消す。

エ 懐中電灯の赤い光\*<sup>2</sup>をたよりにホタルミミズの尾端を確認し、懐中電灯を消したら尾端を刺激して発光を確認\*<sup>3</sup>する。

\*<sup>1</sup> ホタルミミズの糞塊：粒が小さく、1粒1粒は丸い。

参考文献「ミミズの謎」2015、柴田康平

\*<sup>2</sup> 赤い光：目の暗順応を妨げないため。ホタルミミズの光は弱いため、目が暗さに慣れている必要がある。

\*<sup>3</sup> 発光を確認：発光が確認されなかったらホタルミミズではない可能性がある。しかし冬場に活動するミミズはホタルミミズであることが多い。

#### (4) 活用

ア DNA解析を行う場合

発光が確認できた個体は、99.5%エタノールで保存すれば、DNA解析に使用することができる。

イ フリーズドライする場合

シリカゲルをチャック付きビニール袋（ジップロックのようなもの）に大量に入れ、そこに生きた状態のホタルミミズを入れ（50匹ぐらいは可能）、冷凍庫に保存する。1晩以上冷凍庫に入れておけば、ホタルミミズはフリーズドライされる。

フリーズドライホタルミミズをキムワイプに乗せ、スポイトで水をかけると尾端もしくは体全体が発光する。生きたホタルミミズによる発光確認よりも観察しやすい。



### Ⅲ STEM情報分野（プログラミング）

#### 1 レゴ・マインドストームEV3を用いたプログラミング講義

##### (1) 目的

講義・実習を通して、プログラミングの基本的な知識を学ぶとともに、身近にある家電製品等のプログラム制御の仕組みを理解する。また、プログラミング的思考により、実生活、実社会において生きて働く力を育てる。

##### (2) 実習内容

1回2時間の講義を全6回。

各回とも2～3人1グループで1台のレゴ・マインドストームEV3を使用する。

##### ア 第1回目

(ア) プログラミングとはどのようなものなのかを説明する。

(イ) レゴ・マインドストームEV3へのプログラミング方法を説明する。

(ウ) プログラミングを行い、正方形や円、8の字などに動かすことで、モーターの制御について体験的に学ぶ。

##### イ 第2回目

(ア) 「ロボットレース大会」を行う。スタートから決められたコースを通過して進み、再びスタート地点まで戻ってくるようプログラミングをする。

(イ) 各チーム、タイムを競う。挑戦と失敗を繰り返し、その度にどこを改善すべきなのかをチーム内で話し合い、プログラミングを修正する。

##### ウ 第3回目

(ア) ループとスイッチ、センサーの種類とその使い方を学ぶ。

##### エ 第4回目

(ア) じゃんけんゲームのプログラミングを行い、乱数について学ぶ。

イメージエディターを用いて、グー・チョキ・パーの絵を作成し、タッチセンサーをバンプするたびに「じゃんけん」という文字の後にそれらの絵がランダムに表示されるようにプログラミングを行う。

##### オ 第5回目

(ア) カラーセンサーの性質について学ぶ。

(イ) 楕円形に描かれた黒い線をたどるライントレースを行う。

##### カ 第6回目

(ア) 「ライントレース大会」を行う。スタートからゴールまでのコースを攻略したら、さらに追加課題（コースを戻って、別のゴールにロボットを入れる。）に挑戦し、そのタイムと追加課題達成の加算点で、順位を決める。

(イ) 「ベンチャーシミュレーション」と題して、プログラミング技術を取り入れた商品を開発するとしたら何を開発したいか、「商品名」、「概要：どのような機能をもったものなのか」、「実現性：どのような仕組みで商品開発を実現するか」、「収益性：どのくらいの収益を上げられる可能性があるか」、「社会貢献性：どのような社会貢献ができるのか」を考え発表する。

(3) 評価方法・評価

以下のルーブリックを用いて、生徒の活動を評価する。

達成目標

知識・理解	<ul style="list-style-type: none"> <li>・動作原理の理解</li> <li>・プログラミングの基本概念の理解</li> <li>・繰り返し、条件分岐などを用いたデータ処理の手順・アルゴリズムの理解</li> </ul>
技能・表現	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プログラミングの関連する操作技術の習得</li> <li>・繰り返し、条件分岐などを用いたアルゴリズムの構築の習得</li> </ul>
思考・判断	<ul style="list-style-type: none"> <li>・問題を解決するために必要となる処理手順を考え、プログラミングを行う技能の習得</li> </ul>

レゴ・マインドストームのプログラミングについて

達成度 身に付けさせたい力	観点	レベル3 十分に満足	レベル2 概ね満足	レベル1 努力を要する
プログラムの記述	知識・理解	要求仕様を完全に満たすプログラムを記述できる。	要求仕様の大半を満たすプログラムを記述できるが、一部の振る舞いが正しくない。	要求仕様の一部を満たすプログラムを記述できるが、全体として正しい振る舞いをしない。
応用	技能・表現	習得したプログラミングスキルを応用課題に適用できる。	習得したプログラミングスキルを一部の応用課題に適用できる。	習得したプログラミングスキルは限定的な用途にのみ適用できる。
課題解決	思考・判断	想定した動作をしなかった場合に、原因を発見し、プログラミングを正しく改善することができる。	想定した動作をしなかった場合に、原因を発見し、一部のプログラミングについて改善することができる。	想定した動作をしなかった場合に、原因を発見することはできるが、プログラミングを改善することができない。
積極性・協調性	関心・意欲・態度	自ら積極的に考え、行動し、他の生徒と協力して活動することができた。	他の生徒と協力して活動することができた。	他の生徒に助けられながら活動することができた。

## 2 ビュートローバーH8\*1を用いたプログラミング授業の展開について

ビュートローバーH8は、ヴィストンから発売されている中学校の技術家庭科の「プログラムによる計測・制御」や高校教科「情報」の教材に適したプログラミング教材ロボットである。

### (1) ビュートローバーH8とレゴ・マインドストームEV3の比較

#### ア 価格

レゴ・マインドストームEV3は1台が5～6万円と高額なため、2～3人で1台使用しても1クラス分の台数を準備することが難しい場合がある。一方、ビュートローバーH8は1台7000円弱で購入可能なため、比較的台数を揃えやすいというメリットがある。

#### イ 教材としての可能性

レゴ・マインドストームEV3はタッチセンサーやカラーセンサー、超音波センサー、ジャイロセンサーなど多種多様なセンサーが搭載可能であることや、インテリジェントブロックに液晶パネルが搭載されているため、イメージエディターを用いて画像を表示可能であることなどから教材としての可能性が幅広い上、NaRiKaから出ている「教育用レゴ・マインドストームEV3授業カリキュラム～ロボットで創る白熱授業（入門編）～」により授業案が提示されており、授業展開がしやすい。ビュートローバーも、もともと搭載されている2個の赤外線センサーにより障害物検知やライトレースをすぐに行うことができるのはもちろんのこと、センサーの追加や各種ロボットへの組み込みが可能で、こちらも教材としての可能性が幅広い。

#### ウ プログラミング方法

レゴ・マインドストームEV3はアイコンを並べたプログラミングとC言語を用いたプログラミングの両方が可能である。一方、ビュートローバーH8に組み込まれているのはH8マイコンという一般的なマイコンで、関連書籍による学習が容易であることと、プログラミングもC言語が使用可能なのはもちろんのこと、フローチャート形式のプログラミングも可能なため、各校の実態に合わせた授業展開が可能である。

\*1 大府東高校では、ビュートローバーH8は、パソコン部がロボコン出場の際に使用している。