

理科 学習指導案

単元名：運動とエネルギー

弘前大学教育学部附属中学校 村田 正浩

対象：3年A組 日時：令和3年11月6日(土)

場所：第1理科室

【理科研究主題】科学的な探究心を深い学びにつなげる指導の工夫

1 本単元で実現したい「深い学び」

本校では、理科における「深い学び」を以下のように定義している。

- (1) 探究的課題において、科学的事象から課題を発見し、その課題を解決するために明確な目的のある観察や実験の方法を探ること。
- (2) 「理科の見方・考え方」を働かせて、得られた結果を分析・解釈し、科学的根拠に基づいた自分の判断・意思決定を十分に伝えること。
- (3) 探究の過程における妥当性を総合的に振り返り、新たな課題を見つけ、探究のサイクルを繰り返すこと。

以上をふまえて、運動とエネルギーでは、実験器具のはたらきや実験操作の目的を明らかにしたうえで、課題を解決する仮説や計画を立てたり、見通しをもった検証実験を行ったりすることで、観察・実験の知識や技能を身に付けさせたい。また、グループ内や他グループとの対話において、仮説や検証実験の妥当性について吟味し合うことにより、多角的な見方や多面的なとらえ方ができるようにする。さらに、検証実験で得られた結果から定量的な分析を行ったり、観察された事物・現象をモデル化して定性的な解釈を行ったりすることで、科学的根拠に基づいた自分の思考・判断を正しく表現できるようにしたい。検証実験の考察をした後は、探究の過程における妥当性を総合的に振り返ることで、新たな課題を見つけて探究のサイクルを繰り返す。このように探究のサイクルを繰り返す中で、粘り強く試行錯誤するようすや妥当性を吟味するようすを、他者評価したり自己評価したりすることを通して、主体的に学習に取り組む態度の育成につなげたい。

2 単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
物体の運動とエネルギーに関する事物・現象について、日常生活や社会と関連付けながら基本的な概念を理解し、知識を身に付けている。また、課題に対する仮説を検証するための、基本的な観察・実験の操作や、結果の記録の仕方を身に付けている。	物体の運動とエネルギーに関する事物・現象から課題を見だし、根拠を明確にして仮説を立てている。仮説を検証するための観察・実験を計画して実践し、その結果を分析して解釈し、定性的・定量的な視点から、規則性や関係性について科学的根拠を明確にして表現している。また、探究の過程において妥当性を吟味したり、総合的に振り返ったりする場面で、科学的根拠に基づいて表現している。	物体の運動とエネルギーに関する事物・現象に進んで関わり、それらを科学的に探究し、表現しようとしている。また、探究の過程において粘り強く試行錯誤したり、妥当性を吟味したり、総合的に振り返ったりすることで、物理分野への理解を深めようとしている。ふりかえりやOPPシートを活用して自らの学習を調整し、理解を深めようとしている。

3 単元について

小学校では、第5学年で「振り子の運動」について学習している。また、中学校では、第1学年の「(1)身近な物理現象」で力の基本的な働きや2力のつり合い、第2学年の「第2分野(4)気象とその変化」で圧力や大気圧につ

いて学習している。ここでは、理科の見方・考え方を働かせて、物体の運動とエネルギーについての観察、実験などを行い、力、圧力、仕事、エネルギーについて日常生活や社会と関連付けながら理解させるとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けさせ、思考力、判断力、表現力等を育成することが主なねらいである。¹⁾

本単元では、運動とエネルギーに関する現象について課題を見いだして仮説を立てたり、見通しをもって課題を解決する方法を計画したり、それらの妥当性を吟味し合って観察・実験を行うことにより、主体的に学習に取り組む態度を育成する。また、観察・実験の技能を習得させ、結果を分析して解釈し、物体の運動とエネルギーについての規則性や関係性を見いだして表現させる。その際、計画書・レポートの作成や発表を適宜行わせ、科学的な根拠に基づいて表現する力を育成する場とする。

本単元の学習内容は、力のつり合いと合成・分解、物体の運動、力学的エネルギーなど、観察したり計測したりできることが多いため、物理的な事物・現象の結果はモデル図や数値としてとらえやすい。しかし、物理的な事物・現象の成因となる規則性や関係性は、科学的根拠を明確にした分析や解釈を通して思考・判断することにより表現できるものである。そこで授業では、物体の運動とエネルギーに関する事物・現象から課題を見だし、根拠を明確にして仮説を立てさせ、仮説を検証するための観察・実験を計画して実践し、実験結果から定量的な分析を行ったり、定性的な解釈を行ったりする。そして分析・解釈したことを科学的根拠に基づいて説明したり、モデル図でかき表したりして伝え合うことにより、生きて働く知識・技能の修得と、未知の状況にも対応できる思考力・判断力・表現力を育成したい。

4 深い学びを実現するための工夫

本単元の学習前の生徒の姿 	(1) 物理的な事物・現象の成因や関連、ようすを捉えていない。 (2) 物理的な事物・現象に関する課題に対して、科学的根拠を明確にした仮説を立てたり、妥当性のある観察・実験方法を計画したりすることができない。 (3) 粘り強く妥当性を吟味して深め合うことができず、協働的な学び合いから規則性や関係性を導き出して表現できない。
期待する解答・生徒の変容の要素 	(1) 物理的な事物・現象の成因や関連、ようすを捉えているか。 (2) 物理的な事物・現象に関する課題に対して、科学的根拠を明確にした仮説を立てたり、妥当性のある観察・実験方法を計画したりすることができるか。 (3) 粘り強く妥当性を吟味して深め合うことができ、協働的な学び合いから規則性や関係性を導き出して表現できるか。
生徒の学びの深まりを把握する手立て 	(1) 探究的課題に対する、個人の仮説や検証実験計画の記述内容。… 【1】 (2) 仮説・計画の話し合いにおけるふりかえり（他者評価や自己評価）の記述内容。… 【2】 (3) 仮説・計画の中間報告における Google ジャムボードへの記述内容。… 【3】 ① ペア班の仮説や検証実験計画の妥当性を指摘する記述内容。 ② 自分たちの仮説や検証実験計画を修正する記述内容。 (4) 物理的な事物・現象を定量的・定性的に分析・解釈する実験の行動観察。… 【4】 (5) 検証実験後の考察における、科学的根拠を明確にした記述内容。… 【5】 (6) 探究の過程（仮説・計画・実験・考察）の妥当性を総合的に振り返る記述内容。… 【6】 (7) ふりかえりやOPPシートによる単元の学習前後の変容やメタ認知の記述内容。… 【7】
本単元の学習後に目指す生徒の姿	(1) 物理的な事物・現象の成因や関連、ようすを捉えている。 (2) 物理的な事物・現象に関する課題に対して、科学的根拠を明確にした仮説を立てたり、妥当性のある観察・実験方法を計画したりすることができる。

	(3) 粘り強く妥当性を吟味して深め合うことができ、協働的な学び合いから規則性や関係性を導き出して表現できる。
--	---

【引用文献】

1) 文部科学省「中学校学習指導要領解説 理科編」, 2017年6月

【参考文献】

- ◆文部科学省国立教育政策研究所.『学習評価の在り方ハンドブック 小・中学校編』.2019年6月,『「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料中学校理科』.2020年.
- ◆一般社団法人日本理科教育学会.『「主体的に学習に取り組む態度における指導と評価の一体化」理科の教育 2020/03,「探究のための理科教材とは」理科の教育 2019/11』.東洋館出版
- ◆田中耕治.『「学びに向かう力・人間性」を支える豊かな「分かる力」』.中学校No.813 全日本中学校校長会編集, 2021年.
- ◆木村富美子.『学生の相互評価における自己評価と他者評価に関する分析—プレゼンテーション演習における試み—』通信教育部論集.2006年

5 単元の指導プラン(30時間扱い, 本時は23・24時間目) **数字は「生徒の学びの深まりを把握する手立て」の番号を示す**

時	主な学習活動	評価規準〈評価方法〉	C評価の生徒への手だて
1 22	<ul style="list-style-type: none"> ・水中の物体にはたらく力と力のつり合いから浮力のしくみを見いだす。【1~6】 ・力の合成, 分解と作用・反作用について作図を通して理解する。【1~7】 	<ul style="list-style-type: none"> ・思<発表・行動観察・記述内容>水圧と浮力・重力の関係を科学的根拠に基づいて表現している。 ・知<行動観察・記述内容>力の合成, 分解と作用・反作用の作図の方法を身に付けている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・水圧, 浮力, 重力の関係について, 力の矢印と具体的な数値を示して説明する。 ・作図の方法と手順を, 趣意説明しながら実際にやってみせる。
	<ul style="list-style-type: none"> ・物体の速さの調べ方と計算の技能を身に付ける。【4・5】 ・物体にはたらく力と運動の関係を見いだす。【1~7】 	<ul style="list-style-type: none"> ・知<行動観察・記述内容>物体の速さを調べて計算する方法を身に付けている。物体にはたらく力を正しく作図する方法を身に付けている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・速さを表す単位が変わるときの数字の扱い方を示す。 ・作図の方法と手順を, 趣意説明しながら実際にやってみせる。
23 ・ 24 本 時 30	<ul style="list-style-type: none"> ・仕事の原理を理解し, 仕事率の計算の技能を身に付ける。【1~6】 ・力学的エネルギーとその保存のしくみを見いだす。【1~6】 ・いろいろなエネルギーの姿やエネルギーの移り変わりと, 熱について理解する。【7】 	<ul style="list-style-type: none"> ・思<発表・行動観察・記述内容>滑車や斜面を使ったときの仕事の原理や, エネルギーの保存について, 科学的根拠に基づいて説明したり, 表現したりしている。 ・主<発表・行動観察, 記述内容>生活の中からエネルギーの移り変わりについて具体例を挙げて見つけ出そうとする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・滑車の数を増やしたり, 斜面の角度を変えたりしたときに, 力の大きさや力を加える距離が変化する具体的な数値を用いて示す。 ・生活の中にあるエネルギー変換器を例示する。
	<ul style="list-style-type: none"> ・いろいろなエネルギーが移り変わるときの, 変換効率を調べる。(8時間) ① 仮説・検証計画 (2時間) 【1・2・3】 ② 検証実験・考察 (3時間) 【4・5】 ③ 探究活動のふりかえりとまとめ (3時間) 【6・7】 	<ul style="list-style-type: none"> ・思<発表・行動観察・記述内容>探究活動の妥当性を吟味したり, 総合的に振り返ったりする場面で, 科学的根拠に基づいて表現している。 ・主<発表・行動観察, 記述内容>探究活動で粘り強く提案したり, 妥当性を吟味したり, 探究的な学習を総合的に振り返ろうとする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・妥当性があった(うまくいった)部分と, 妥当性が無かった(うまくいかなかった)部分を区別する視点を与え, その理由を考えさせる。 ・班の活動に貢献するメンバーの発言や行動を想起させて, 実践を促す。

6 本時について

本時では、「エネルギーの変換で、もっとも効率が高いものを調べる実験計画書をつくろう。」という課題に対して、定量的な分析が可能である電気エネルギー・熱エネルギー・位置エネルギー・運動エネルギーの、4種類のエネルギー変換を扱った仮説と検証実験の計画書をつくる。エネルギーの組み合わせについては以下①～⑥の、6通りの組み合わせができる。

- ① 電気エネルギー ⇔ 熱エネルギー ※中学校2年の電力量と熱量で既習
- ② 電気エネルギー ⇔ 位置エネルギー
- ③ 電気エネルギー ⇔ 運動エネルギー
- ④ 熱エネルギー ⇔ 位置エネルギー
- ⑤ 熱エネルギー ⇔ 運動エネルギー
- ⑥ 位置エネルギー ⇔ 運動エネルギー ※中学校3年の力学的エネルギーで既習

①と⑥に関しては、これまでにエネルギー変換に関連する実験方法を学んでいるため、この2つを除いた②～⑤の4通りのエネルギーの組み合わせをそれぞれA～Dとし、エネルギー変換の方向を1, 2で区別すると、以下のA1～D2の8通りができることを確認する。

- A1 電気エネルギー → 位置エネルギー A2 位置エネルギー → 電気エネルギー
- B1 電気エネルギー → 運動エネルギー B2 運動エネルギー → 電気エネルギー
- C1 熱エネルギー → 位置エネルギー C2 位置エネルギー → 熱エネルギー
- D1 熱エネルギー → 運動エネルギー D2 運動エネルギー → 熱エネルギー

この中から、検証可能で変換効率をより正しく調べられそうな組み合わせを各班で選び、エネルギー変換効率を調べてパーセンテージで表す調べ方について仮説を立てさせる。仮説を検証する実験計画については、エネルギーの大きさを計算によってJ（ジュール）で表せる公式として、既習である電力量から電気エネルギー（ $W=Ps$ ）、中学校2年時の探究活動で扱った熱エネルギー（ $Q=mc\Delta t$ ）、発展内容の位置エネルギー（ $U=mgh$ ）と運動エネルギー（ $K=mv^2/2$ ）を情報として与え、定量的な分析方法に考えが及ぶようにしたい。

本時のねらいは、課題を多角的な見方や多面的なとらえ方をすることで、粘り強く妥当性を吟味し合って考えを深め、協働的な学び合いから主体的に学習に取り組む態度と、思考・判断・表現力を育成することである。そのための手立てとしてGoogle ジャムボードを活用し、グループ内や他グループとの対話において、仮説や検証実験の計画を深める過程での具体的な言動を評価させることにより、主体的に学習に取り組む意識を向上させ、未知の状況に対応しようとする思考力・判断力・表現力を高める授業としたい。

7 本時の展開（仮説・計画の2時間分）

段階	教師の働きかけ	予想される生徒の反応や活動	評価・留意点
導入 10分	1 既習事項を確認させる。(3分)	・四択クイズに答える。	・エネルギーの種類など。
	2 エネルギーの変換効率に関する問題提起をする。(2分)		
	3 8通りのエネルギー変換の組み合わせを確認し、さらに検証可能で変換効率をより正しく調べられそうな4通りの組み合わせから各班で選ばせる。(5分)	・エネルギー変換では、目的以外の光、音、熱によって効率が悪くなることを想起し、熱エネルギーが関連するものは変換効率が悪い（既習）ので選ばない。	・使用する器具や調べ方によって、摩擦や音が原因でエネルギー変換効率の良し悪しが変わることを留意させる。
展開 ①	4 学習課題の提示と授業の流れの説明 (5分)	・学習の流れを確認する。	・定量的な分析を示唆する。
	エネルギーの変換効率を調べる実験計画書をつくろう。		・単位がJで表せる公式を提示する。

展 開 ① 40 分	5 仮説を立てさせる [文章] (10分) ・個人→班内で共有→まなボードへ記入→chromeブックで画像記録→Google ジャムボードの自班のページへ画像を載せる。	・思考ツール(ステップチャートを活用)を応用)を活用する。 ・個人の仮説を立て, 意見交流後に班としての仮説を立てる。	電気エネルギー ($W=Ps$) ※電力量 位置エネルギー ($U=mgh$) 運動エネルギー ($K=mv^2/2$)
	<p><予想される仮説の例></p> <p>A1 電気エネルギー ⇒ 位置エネルギー ・モーターの電気エネルギー (電力量) と, モーターの軸の回転運動で持ち上げる糸をつけた物体の位置エネルギーを比較して調べる。</p> <p>A2 位置エネルギー ⇒ 電気エネルギー ・糸をつけた物体が落下するときの位置エネルギーと, モーターの軸が回転運動して発生する電気エネルギー (電力量) を比較して調べる。</p> <p>B1 電気エネルギー ⇒ 運動エネルギー ・電池駆動のモーターカーを静止状態から一定時間加速させて速さを測定し, モーターの電気エネルギー (電力量) とモーターカーの運動エネルギーを比較して調べる。</p> <p>B2 運動エネルギー ⇒ 電気エネルギー ・台車の運動エネルギーと, 衝突 (糸が引かれることによりモーターの軸を回転させる) による電力量を比較して調べる。</p> <p>※C1~D2については, 熱エネルギーは伝導・放射により損失が大きくなってしまふことを学んでいる。したがって, エネルギーの変換効率が悪く検証が難しいことから, 本時では選択させないで進める。</p>		
展 開 ② 40 分	6 検証実験を計画させる [文章+図] (12分) ・個人→班内で共有→まなボードへ記入→chromeブックで画像記録→Google ジャムボードの自班のページへ画像を載せる。	・個人の検証実験を計画してから班で共有し, 班としての検証実験計画をたてる。	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>評 価</p> <p>思考・判断・表現 <行動観察・ワークシート・Google ジャムボード></p> </div>
	7 中間報告①…ペア班 [前後] で仮説と検証実験を発表し, 妥当性を吟味させる。(10分) ・発表→疑問点や良い点を Google ジャムボードの付箋に記入→質疑応答や補足説明, 修正点を Google ジャムボードの付箋に記入。	・ペア班の仮説について妥当性を吟味し, 疑問点や良い点を Google ジャムボードの黄色付箋へ記入する。質疑応答や, 修正点は赤色付箋へ記入する。	
8 他者評価①…中間報告におけるペア班のメンバーについて, 思考が深まる言葉, 話す内容の妥当性, 積極性・粘り強さなどを具体的にかく。(3分)			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>評 価</p> <p>主体的に学習に取り組む態度<行動観察・ワークシート></p> </div>
※ここまでの仮説・計画の (1/2) 時間			
※ここからが仮説・計画の (2/2) 時間			
展 開 ② 40 分	9 自分の班の検証実験について, 準備物や操作方法の観点から, 検証可能であるかどうか検討させながら実験計画書 [大判] を作成させる。(15分)	・理科室にある物品や, 現実的に購入できるもので検証実験ができるかどうかを判断する。	・検証可能な準備物や操作方法になるように適宜アドバイスをする。
	10 中間報告②…ペア班 [横隣] で実験計画書 [大判] を発表し, 妥当性を吟味させる。(15分) ・中間報告①と同様に行わせる。	・中間報告①と同様に行う。	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>評 価</p> <p>思考・判断・表現 <行動観察・ワークシート・Google ジャムボード></p> </div>
	11 自分の班の実験計画書 [大判] の内容について調整・修正した内容を記入させる。(10分)	・調整, 修正した内容を実験計画書に記入する。	

ま と め 10 分	12 仮説・計画全体のふりかえり (10分)		<p style="text-align: center;">評 価</p> <p>主体的に学習に取り組む態度<行動観察・ワークシート></p>
------------------------	------------------------	--	--

8 オンデマンド配信映像撮影計画

撮影日程	単元の指導プランでの 時数 撮影場面	カット割り (撮影の詳細) ※班撮影は1・8班(又は4・5班)を中心をお願いします。	備考 撮り方
9/6 (月) 5 校 時	<p>23 仮説・検証計画(本時1 / 2)</p> <p>●導入1・2, 展開3・4</p> <p>●展開5…仮説を立てる</p> <p>①個人の仮説 ②班内で共有(1人15秒) ③まなボードへ記入 ④chromeブックで撮影 ⑤Google ジャムボードへ仮説の画像を貼付</p> <p>●展開6…検証実験の計画</p> <p>①個人の計画 ②班内で共有(1人15秒) ③まなボードへ記入 ④chromeブックで撮影 ⑤Google ジャムボードへ計画の画像を貼付</p> <p>●展開7…中間報告1</p> <p>①ペア班発表 ②疑問点や良い点をGoogle ジャムボードの付箋に記入 ③質疑応答や補足説明, 修正点をGoogle ジャムボードの付箋に記入</p> <p>●展開8…他者評価1</p>	<p>授業者・スクリーンに表示したスライドを中心に撮影。</p> <p>①個人の仮説を記入している場面を撮影。 ②班内での個人発表の場面を撮影。 ③班で話し合った仮説をまなボードへ記入する場面を撮影。 ④まなボードの仮説を生徒がchromeブックで撮影するようすを撮影。 ⑤生徒がGoogle ジャムボードへ画像貼付するようすを撮影。</p> <p>①個人の計画を記入している場面を撮影。 ②班内での個人発表の場面を撮影。 ③班で話し合った計画をまなボードへ記入する場面を撮影。 ④まなボードの計画を生徒がchromeブックで撮影するようすを撮影。 ⑤生徒がGoogle ジャムボードへ画像貼付するようすを撮影。</p> <p>①仮説はGoogle ジャムボードで, 検証実験の計画はまなボードを使ってペア班へ説明するようすを撮影。 ②ペア班どうしの発表後に, 生徒がGoogle ジャムボードの付箋へ記入しているようすを撮影。 ③生徒がGoogle ジャムボードの付箋へ質疑応答, 補足説明, 修正点を記入しているようすを撮影。</p> <p>中間報告におけるペア班のメンバーについての評価を, ワークシートへ記入しているようすを撮影。</p>	<p>全体</p> <p>個別 班 班 班</p> <p>個別</p> <p>個別 班 班 班</p> <p>個別</p> <p>全体・個別</p> <p>個別</p> <p>個別</p> <p>個別</p>
9/30 (木) 5 校 時	<p>26 検証実験・考察(3 / 3)</p> <p>①検証実験の道具を準備する ②検証実験を行う ③検証実験のようすをchromeブックで動画記録し, 検証報告の発表で解説する。</p>	<p>各班の検証実験のようすを撮影してください。実験準備・実験・考察で3時間の指導プランの2時間目なので, 多くの班が実験操作と実験撮影をする場面を想定しています。</p> <p>※各班それぞれで計画した実験方法で検証実験を行います。実験に使用する準備物がそろった班から検証実験を行うので, 準備物を確保するのが遅い班は, その分実験を始めるのが遅くなります。生徒はchromeブックで自分たちの検証実験のようすを動画記録します。そのようすも撮影してください。</p>	<p>班</p>



課題

エネルギーの変換効率を調べる実験計画書をつくろう。

自分の班が調べるエネルギーの組み合わせを○でかこみましょう。

- ▶A1 電気エネルギー ⇒ 位置エネルギー
- ▶A2 位置エネルギー ⇒ 電気エネルギー
- ▶B1 電気エネルギー ⇒ 運動エネルギー
- ▶B2 運動エネルギー ⇒ 電気エネルギー



仮説

「課題」に対してどのような仮説が考えられますか。またどんな理由からですか。文章でかきましょう。

- ▶この課題の仮説は～と考えました。
- ▶おそらく～と考えました。
- ▶理由は～と予想しました。
- ▶わたしは～と考えます。理由は～
- ▶ステップチャートを活用すると～

▶個人の仮説

↓

↓

▶班の仮説 ※時間配分は先生が指示します。

- (1) 個人の仮説を1人15秒ずつ発表する。
- (2) 班で話し合い、班の仮説をまなボードにかく。
- (3) まなボードをchromeブックで撮影し、Googleジャムボードの自班のボードに画像を貼る。



計画

「仮説」を確かめる、検証するためにどんな観察・実験を行いますか。図なども使って表しましょう。

- ▶仮説を確かめるために、次の手順を考えました。まず～、次に～、最後に～（まず～、さらに～）
- ▶変える条件は～、そろえる条件は～です。
- ▶図で表すと～。
- ▶操作～に対して予想される結果は～

▶個人の計画と予想される結果

▶班の計画と予想される結果 ※次回配分は先生が指示します。

- (1) 個人の計画を1人15秒ずつ発表する。
- (2) 班で話し合い、班の計画をまなボードにかく。
- (3) まなボードをchromeブックで撮影し、Googleジャムボードの自班のボードに画像を貼る。

●中間報告① [前後の班…1-2班・3-4班・5-6班・7-8班]

▶相互発表 ※時間配分は先生が指示します。

(1) ペアの班どうして仮説(ジャムボード)・計画(まなボード)を発表し合う。

(2) 質疑入力

① Googleジャムボードへ、【文頭に名前を明記】し、黄色付箋で入力する。

② 質疑の内容は、『他班の仮説・計画に対する、内容の妥当性・安全性など』についてかく。

(3) ペアの班どうして質疑(Googleジャムボードの黄色付箋)内容に口頭で回答・説明し、青色付箋で入力。

●仮説・計画の修正(中間報告①後の再検討・修正を、Googleジャムボードへ赤色付箋で入力。)

●中間報告①のふりかえり

▶他者評価①(中間報告における他の班のメンバーの言動について、思考が深まる言葉、話す内容の妥当性、積極性・粘り強さなどを具体的にかく。)

〈メンバー名〉	
中間報告で 良かったところ	

***** 1時間目はここまで *****

●実験計画書[大判]の作成 (黒ペンで記入)

●中間報告② [横隣の班…1-5班・2-6班・3-7班・4-8班]

▶相互発表 ※時間配分は先生が指示します。

(1) ペアの班どうして、実験計画書(大判)の仮説・計画(予想される結果)を発表し合う。

(2) 質疑入力

① Googleジャムボードへ、【文頭に名前を明記】し、黄色付箋で入力する。

② 質疑の内容は、『他班の仮説・計画に対する、内容の妥当性・安全性など』についてかく。

(3) ペアの班どうして質疑(Googleジャムボードの黄色付箋)内容に口頭で回答・説明し、青色付箋で入力。

●実験計画書[大判]の修正(中間報告②後の再検討・修正を、Googleジャムボードへ赤色付箋で入力。その後、実験計画書[大判]へ赤ペンで記入。)

●仮説・計画のふりかえり

▶他者評価②(仮説・計画・中間報告①②における自分の班のメンバーの言動について、思考が深まる言葉、話す内容の妥当性、活動がうまく進むための工夫や指示・行動、積極性・粘り強さなどを具体的にかく。)

〈メンバー名〉	
良かったところ (その場面)	

▶自己評価(仮説・計画全体における、活動をうまく進むための工夫や指示・行動、積極性・粘り強さなどについて、自分自身がどうであったかをかく。)

今日の学習の流れ

- ① 仮説を立てる⇒[文章]
- ② 検証実験計画⇒[文章+図]
- ③ 中間報告①⇒ペア班[前後]
- ④ 仮説・計画の修正
- ⑤ 他者評価①⇒ペア班[前後]

ヒント(公式)1

電気エネルギーWの式

$$W(J) = P \cdot s$$

P : 電力(w)

s : 時間(秒)

ヒント(公式)2

位置エネルギーUの式

$$U(J) = M \cdot G \cdot h$$

M : 質量(g)

G : 重力加速度 ≈ 9.8

h : 高さ(m)

ヒント(公式)3

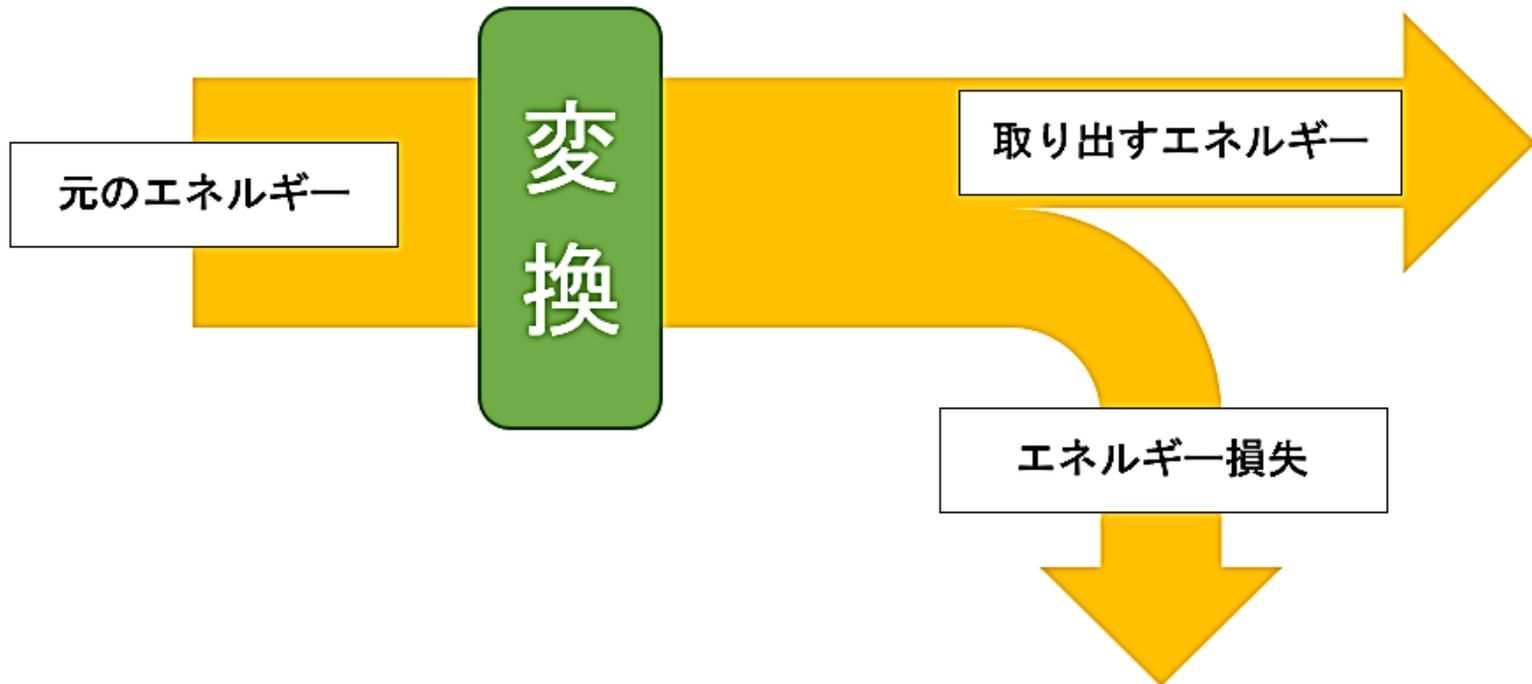
運動エネルギーKの式

$$K(J) = (M \cdot V^2) / 2$$

M : 質量(g)

V : 速さ(m/s)

探究活動①



$$\text{エネルギー変換効率} = \frac{\text{取り出すエネルギー}}{\text{元のエネルギー}} = 1 - \frac{\text{エネルギー損失}}{\text{元のエネルギー}}$$



ザ・クイズショウ

Q 1 : 仕事をすることができる
状態の物体がもっているのは？

▶ ヴァイタリティ
▶ エネルギー

▶ エネルギー

▶ 黒板爪ギ

Q 2 : 位置エネルギーと運動エネルギーの和は何エネルギー？

▶ 理科的

▶ 物理的

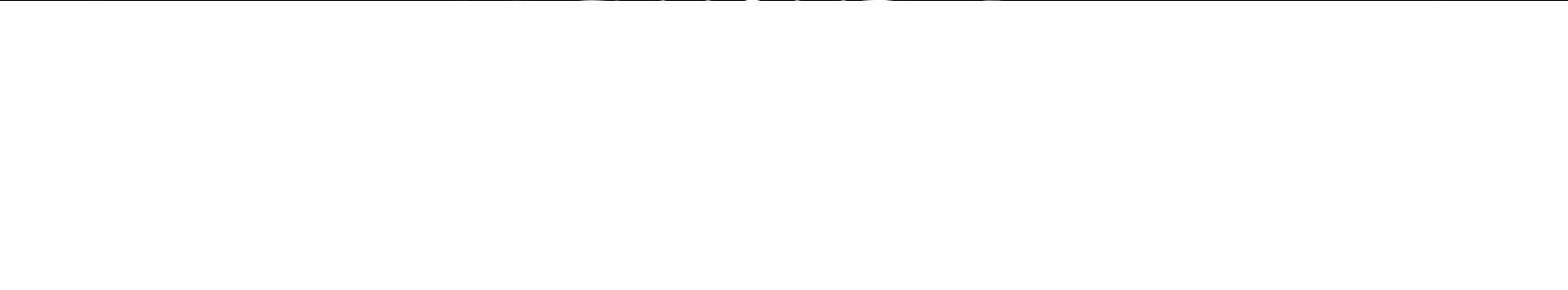
角速度

▶ 力学的

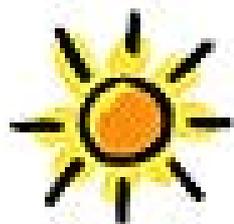
▶ 俺的に無敵

Q 3 : 力学的エネルギーの総量が一定になることを何という？

- ▶ 保留される
- ▶ 保護される
- ▶ 保存される
- ▶ 保育される

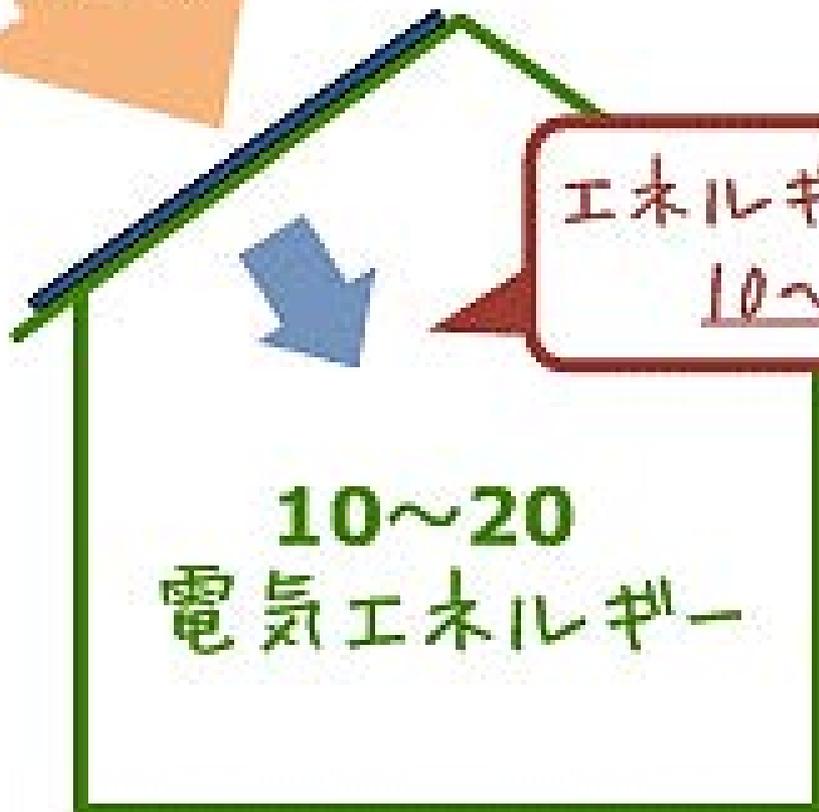


今日は…こんな
ことを深掘りし
ます。



太陽光発電の場合

太陽エネルギー
100





太陽熱温水器の場合

太陽エネルギー
100

エネルギー変換率
50~60%

50~60
熱エネルギー

いろいろなエネルギーの変換効率を調べよう。

エネルギー—変換効率= $\frac{\text{取り出しエネルギー}}{\text{元々消費したエネルギー}}$



定性的

【読み方】

ていせいてき

【対義語】

定量的

【意味】

性質に着目して分析する様

定量的

【読み方】

ていりょうてき

【対義語】

定性的

【意味】

ものごとを数値や数量で捉えること

これまで学んだ【定量的】な分析が可能なエネルギーは…

▶ 電気エネルギー

▶ 熱エネルギー

▶ 位置エネルギー

▶ 運動エネルギー

4つのエネルギーから2つ選んで変換の組み合わせを作ると…

① 電気 ⇔ 熱 ※中2既習

② 電気 ⇔ 位置

③ 電気 ⇔ 運動

④ 熱 ⇔ 位置

⑤ 熱 ⇔ 運動

⑥ 位置 ⇔ 運動 ※中3既習

※熱エネルギーは逃げやすく、
損失が大きい…

検証可能で、変換効率をより正しく調べられそうなエネルギーの組み合わせは…

A1 : 電気 ⇒ 位置

A2 : 位置 ⇒ 電気

B1 : 電気 ⇒ 運動

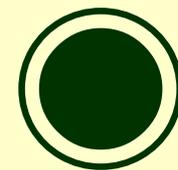
B2 : 運動 ⇒ 電気

A1 : 電気 ⇒ 位置
A2 : 位置 ⇒ 電気
B1 : 電気 ⇒ 運動
B2 : 運動 ⇒ 電気

自分の班で調べる組み合わせを
1つ選びましょう。



学習課題



エネルギーの変換効率を調べる実験計画書をつくらう。

1 時間目：学習の流れ

- ① 仮説を立てる⇒[文章]
- ② 検証実験計画⇒[文章 + 図]
- ③ 中間報告①⇒ペア班[前後]
- ④ 仮説・計画の修正
- ⑤ 他者評価①⇒ペア班[前後]

ヒント(公式) 1

電気エネルギーWの式

$$W(J) = P \cdot s$$

P : 電力(w)

s : 時間(秒)

ヒント(公式)2

位置エネルギーUの式

$$U(\text{J}) = M \cdot G \cdot h$$

M : 質量(kg)

G : 重力加速度 $\div 9.8$

h : 高さ(m)

ヒント(公式)3

運動エネルギーKの式

$$K(\text{J}) = (M \cdot V^2) / 2$$

M : 質量(kg)

V : 速さ(m/s)

* 仮説をたてよう *



1 時間目：学習の流れ

① 仮説を立てる[文章]

(1) 個人の仮説

(2) 個人の仮説の共有(各15秒)

(3) 班の仮説⇒まなボードへ

(4) 撮影⇒Gジャムボードへ

② 検証実験を計画[文章+図]

③ 中間報告①ペア班[前後]

④ 他者評価①ペア班[前後]

⑤ 他者評価①ペア班[前後]

1 時間目：学習の流れ

② 検証実験を計画[文章＋図]

(1) 個人の計画

(2) 個人の計画の共有(各15秒)

(3) 班の計画⇒まなボードへ

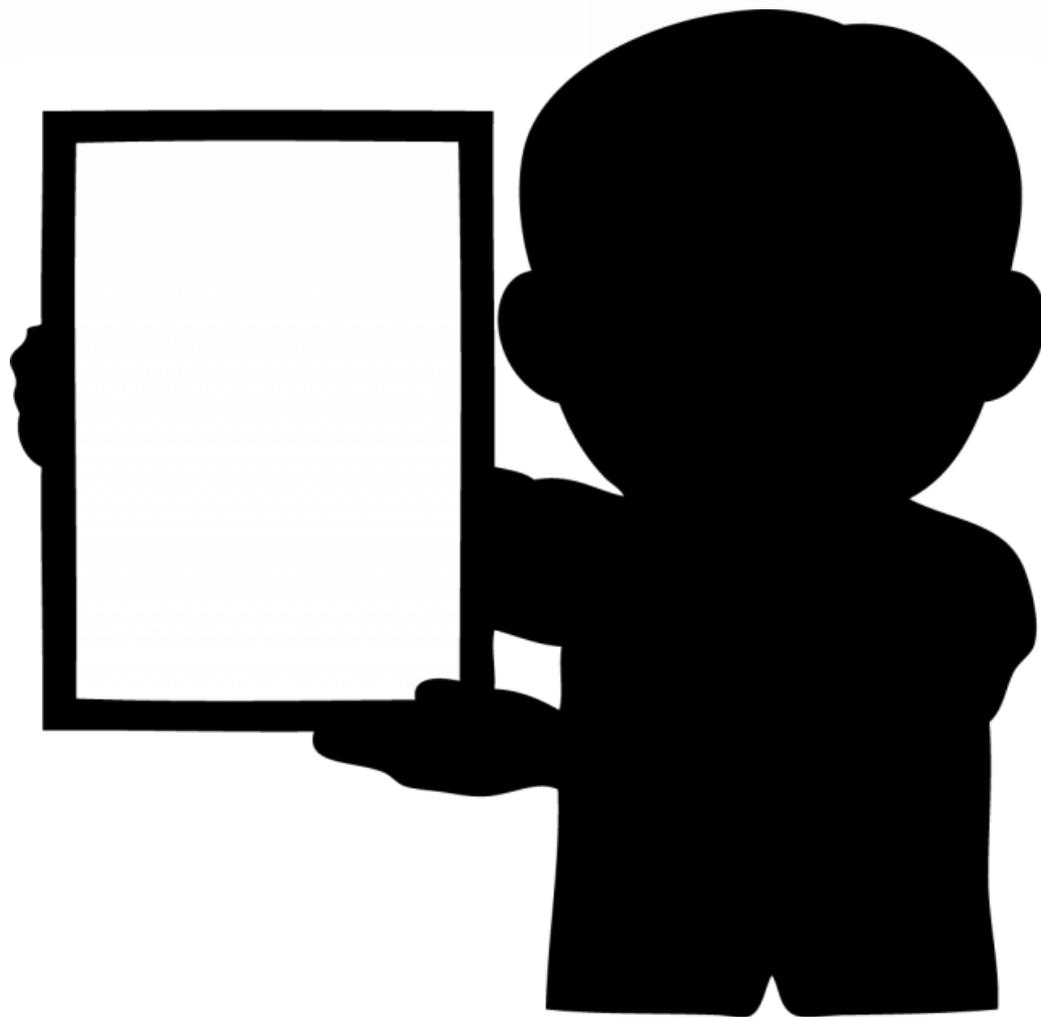
(4) 撮影⇒Gジャムボードへ

③ 中間報告①ペア班[前後]

④ 他者評価①ペア班[前後]

⑤ 他者評価①ペア班[前後]

* 中間報告です *



1 時間目：学習の流れ

③ 中間報告①ペア班[前後]

(1) 仮説・計画を発表し合う

(2) 質疑⇒Gジャムボード[黄]

(3) 回答⇒Gジャムボード[青]

④ 仮説・計画の修正

⑤ 他者評価①ペア班[前後]

1 時間目：学習の流れ

④ 仮説・計画の修正

(1) 修正⇒Gジャムボード**[赤]**

⑤ 他者評価①ペア班[前後]

1 時間目：学習の流れ

⑤ 他者評価①ペア班[前後]

- (1) ワークシートへ記入
- (2) ワークシートを提出
- (3) 授業終了

2 時間目：学習の流れ

- ① 検証可能であるかの検討
 - (1) 準備物や操作方法の観点から検証可能であるか判断。
- ② 実験計画書[大判]の作成
- ③ 中間報告②⇨ペア班[横隣]
- ④ 実験計画書[大判]の修正
- ⑤ 仮説計画全体のふりかえり

2 時間目：学習の流れ

② 実験計画書[大判]の作成

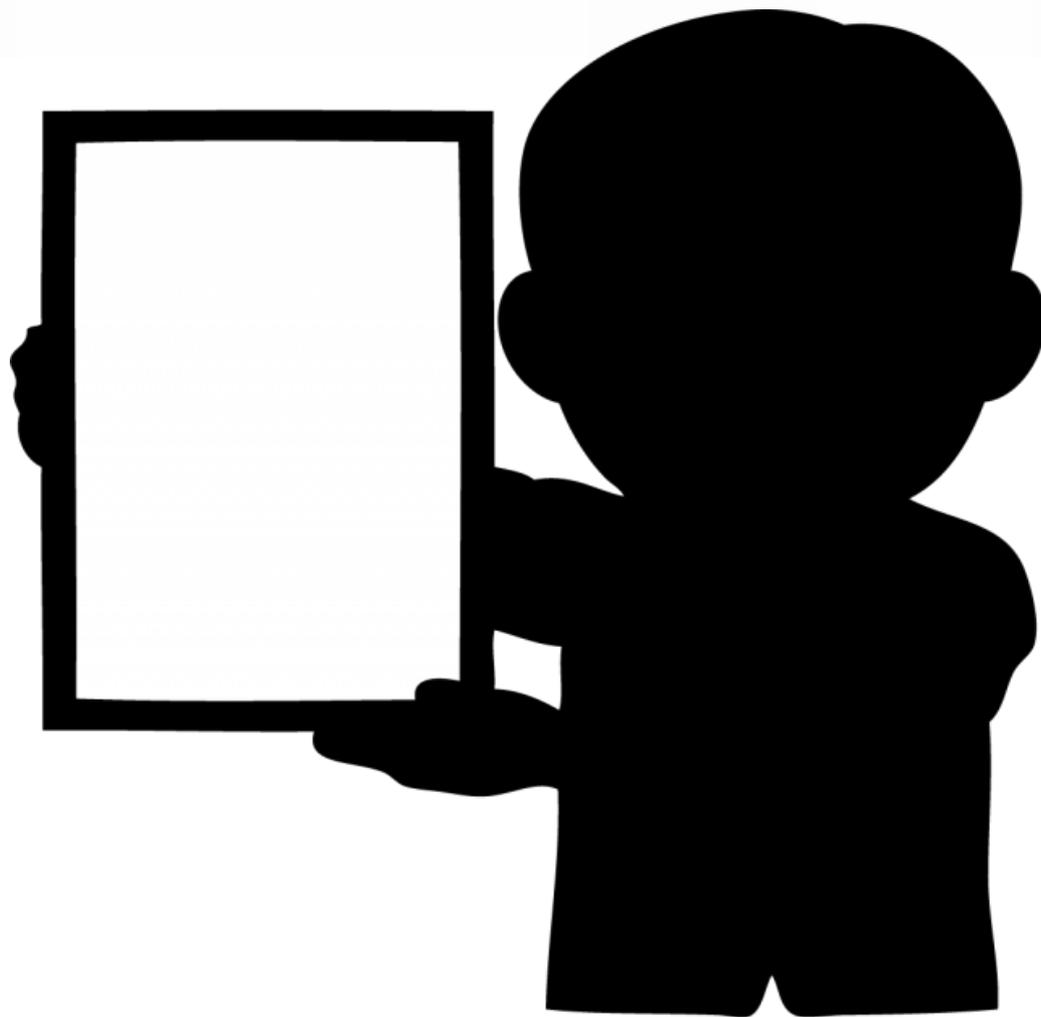
(1) 実験計画書 ⇨ 黒ペン記入

③ 中間報告② ⇨ ペア班[横隣]

④ 実験計画書[大判]の修正

⑤ 仮説計画全体のふりかえり

* 中間報告です *



3 時間目：学習の流れ

③ 中間報告②⇒ペア班[横隣]

(1) 実験計画書を発表し合う

(2) 質疑⇒Gジャムボード[黄]

(3) 回答⇒Gジャムボード[青]

(4) 修正⇒Gジャムボード[赤]

④ 実験計画書[大判]の修正

⑤ 仮説計画全体のふりかえり

3 時間目：学習の流れ

④ 実験計画書[大判]の修正

(1) 実験計画書 ⇨ 赤ペン修正

⑤ 仮説計画全体のふりかえり

3 時間目：学習の流れ

⑤ 仮説計画全体のふりかえり

- (1) 他者評価②をワークシートへ記入
- (2) 自己評価をワークシートへ記入
- (3) ワークシートを提出
- (4) 終了

●実験計画書：エネルギーの変換効率を調べるにはどうするか

(A) 組 (1) 班 【位置】 エネルギー → 【電気】 エネルギー

(1) 班の仮説 (まなボードにかいたものから調整したもの)

- 位置エネルギーは高い位置にあれば大きくなる。
- 高い位置から物体を落として、その力を電気エネルギーに変換する。

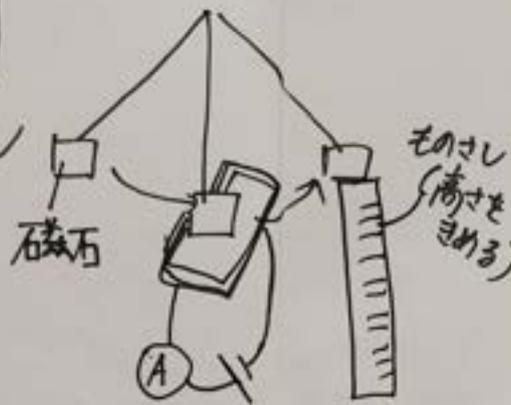
(2) 検証実験計画図 (操作や説明を文字で書く) 最初…黒 修正…赤

結果の先読み (予想される結果や、わかることを左に対応させてかく)

- 真ん中にきた時に一瞬だけはかるため、変換効率は8割をこえたと予想。

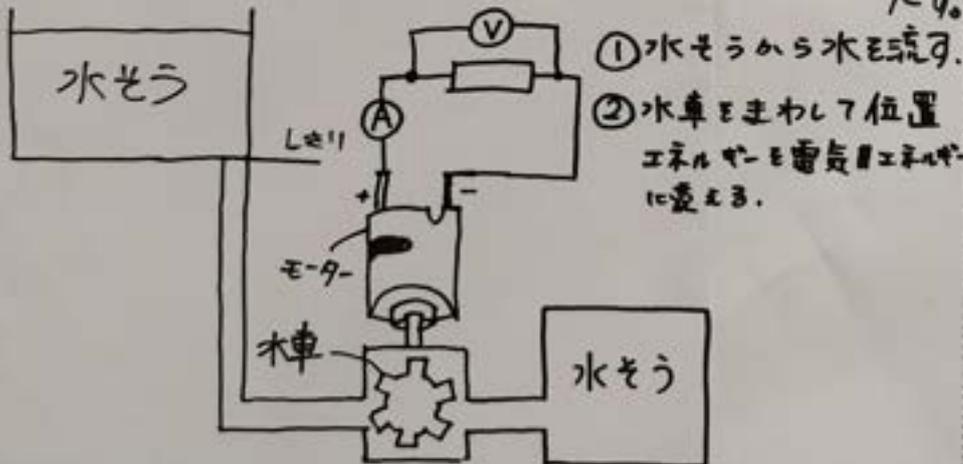
使用するもの

- ・磁石・ものさし
- ・電流計
- ・電圧計
- ・電源装置



- ①電圧を10Vにする
 - ②まわしコイルにおもりを入れる。
(振り子をつくる)
 - ③誘動電流を発生させる。
 - ④①~③を5回くりかえし、平均をだす。
- この時、電流計がふれた時間も確認

- 発電はできるが、変換効率は悪い。



- ①水そうから水を流す。
- ②水車をまわして位置エネルギーを電気エネルギーに変える。

(3) 実験に必要なもの (附中の理科室にありそうなもの、または容易に購入できそうなもの)

- ②・水そうx2・ガラス管
・水車・モーター・電圧計
・電流計・抵抗

①

●実験計画書：エネルギーの変換効率を調べるにはどうするか

(A)組(2)班 【電気】エネルギー⇒【運動】エネルギー

(1) 班の仮説 (まなボードにかいたものから調整したもの)

一定の時間でモーターで走る台車を走らせて距離を測る

(2) 検証実験計画図 (操作や説明を文字で書く) 最初…黒 修正…赤

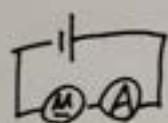
結果の先読み (予想される結果や、わかることを左に対応させてかく)

使用するもの

モーター 卓上電池1コ 記録タイマー

台車 (モーターで走るもの) 電流計 計量器

① 電池とモーターと電流計をつないで



電流の大きさを測る

→ 電力がわかる
(電流×電圧)

② 台車にモーターをつけてほしらせる (記録タイマーを)

1mで止める → 1m走るのにかかった秒数を測る

→ 距離と速さ
秒数がわかる

③ 台車の総量を測る

→ ① 電池に電流×電圧×②で出した秒数 = 電気エネルギー

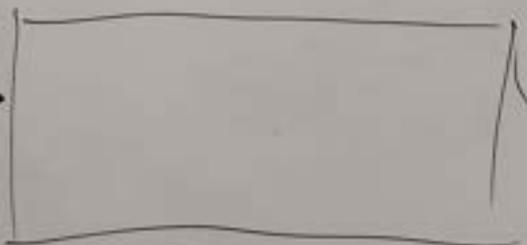
② ① 質量×① 高さ × 1/2 = 運動エネルギー

→ くらべることで
変換効率かわかる

実験の回数 → 測定終了まで

$$\frac{\text{電気エネルギー}}{\text{運動エネルギー}} \times 100$$

(3) 実験に必要なもの (附中の理科室にありそうなもの、または容易に購入できそうなもの)



●実験計画書：エネルギーの変換効率を調べるにはどうするか

(A)組(3)班 【位置】エネルギー⇒【電気】エネルギー

(1) 班の仮説(まなボードにかいたものから調整したもの)

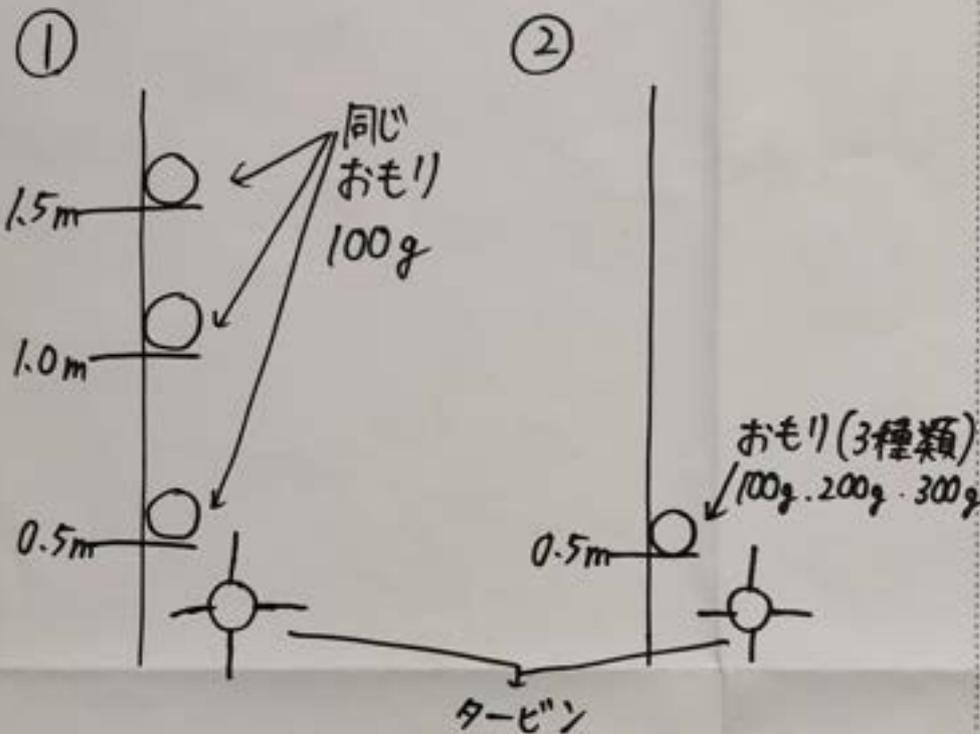
電気エネルギーはおもりの質量と高さそれぞれ比例する

$$\begin{cases} U(J) = M \cdot G \cdot H \\ W(J) = P \cdot s \end{cases} \Rightarrow M \cdot G \cdot H = P \cdot s$$

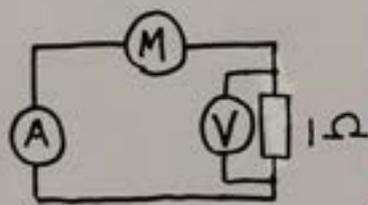
位置エネルギーをタービンの回転に変換して、電気エネルギーを取り出す

(2) 検証実験計画図(操作や説明を文字で書く) 最初…黒 修正…赤

結果の先読み(予想される結果や、わかることを左に対応させてかく)



①は高さで電気エネルギー、②は質量で電気エネルギーの実験それぞれ、タービンが回転した時間を記録する。



①, ②をそれぞれ10回実験し、平均値をとる。

それぞれに対し、電気エネルギーは比例する。

$$\begin{cases} U(J) = M \cdot G \cdot H \\ W(J) = P \cdot s \end{cases}$$

$$\rightarrow M \cdot G \cdot H = P \cdot s$$

変換効率(%)

$$\frac{P \cdot s}{M \cdot G \cdot H} \times 100$$

(3) 実験に必要なもの(附中の理科室にありそうなもの、または容易に購入できそうなもの)

- ・3種類のおもり(100g, 200g, 300g)
- ・モーター
- ・電流計
- ・ミルシクワット
- ・テッカのモノと
- ・厚紙
- ・電圧計
- ・ストップウォッチ
- ・棒(1.5m以上)
- ・接着剤
- ・支柱(1Ω)

●実験計画書：エネルギーの変換効率を調べるにはどうするか

(A)組(四)班 【運動】エネルギー⇒【電気】エネルギー

(1) 班の仮説(まなボードにかいたものから調整したもの)

モーター付きの車の質量、速度、時間などを決めて運動エネルギーを求め、電気でエネルギーを求め、電気でエネルギーを求め、運動エネルギーを求め。

(2) 検証実験計画図(操作や説明を文字で書く) 最初…黒 修正…赤

モーター付きの車に、導線を
つなぎ、電流計、電圧計
とつなく。モーター付きの
車に糸をつなげ、一定の速度
で巻き取る機械とつなげる。
質量を計算しやすいように、
おもりで調整。1mを走らせる。
(500g.仮)

電流(A) × 電圧(V) × 時間(s)

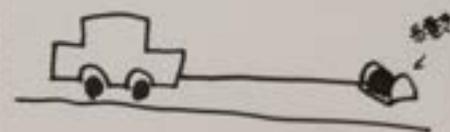
⇒ 電気エネルギー

質量 500g × 速さ(m/s) ⇒ 運動エネルギー

$\frac{\text{電流} \times \text{電圧} \times \text{時間}}{250 \times \text{速さ}} \Rightarrow \text{変換効率} \Rightarrow 50\% < 51\%$

結果の先読み(予想される結果や、
わかることを左に対応させてかく)

図



(3) 実験に必要なもの(附中の理科室にありそうなもの、または容易に購入できそうなもの)

モーター付き車、糸(2m)、おもり、計量器
電圧計、電流計、ぬちが長い導線、モーター
電源装置 (続き用)

●実験計画書：エネルギーの変換効率を調べるにはどうするか

(A) 組 (5) 班 【運動】エネルギー → 【電気】エネルギー

(1) 班の仮説 (まなボードにかいたものから調整したもの)

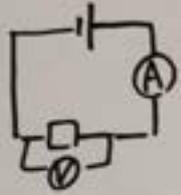
手回し発電機を使えば 運動エネルギー → 電気エネルギー
の変換効率も調べることができる

(2) 検証実験計画図 (操作や説明を文字で書く) 最初…黒 修正…赤

① 回す部分にたこ糸をまき ~~先はおもりの重り~~
(ハンドル) 先にモーターを付ける



② 回路をつくる → ~~回路図~~
モーターを回す



〈はかるもの〉
 ・ ~~ハンドル~~の質量・電圧
 ・ ~~落下時間~~ 高さ (流れた時間)
 ・ ~~落下時間~~ 一定の時間
 ・ 電流
 モーターの回転速度

③ 計算する

$$1 \text{ 運動エネ} = \frac{\text{ハンドルの質量} \times \left(\frac{\text{落下距離 (m)}}{\text{落下時間 (s)}} \right)^2}{2}$$

$$2 \text{ 電気エネ} = \frac{\text{電流 (A)} \times \text{電圧 (V)} \times \text{流れた時間 (s)}}{\text{したいグラフに比}} \left(\begin{array}{l} \text{微分・積分} \\ \text{正確に} \end{array} \right)$$

$$3 \frac{\text{電気エネ}}{\text{運動エネ}} = \text{変換効率}$$

④ ~~ハンドルの質量~~ (水の量) を変えて ①~③ をくり返す
同じ実験は3回

結果の先読み (予想される結果や、わかることを左に対応させてかく)

① ~~ハンドルが回ると~~ ハンドルが回り 発電される

② ↓ 電流が流れて 電流と電圧の大きさがわかる

③ 誤差あり → 何回か繰り返す

④ 変換効率には (質量や速度により) 変化する。

モーターの回転速度が一定になると 運動エネルギー・電気エネルギーが一定になる
↓
計算しやすい!!

(3) 実験に必要なもの (附中の理科室にありそうなもの、または容易に購入できそうなもの)

・手回し発電機の改良・回路一式

・たこ糸の長め

・~~ハンドル~~ モーター

・はかり

(
 ・導線
 ・検流計
 ・電圧計
 ・小さな抵抗 10Ωくらい

・9V2-x2 (→ ~~1.5V~~ 1.5V)

(スタンド)

・記録用紙 縦向き

・ものさし (メジャー)

・電卓 (70-4700)

・電流装置 (モーター用)

●実験計画書：エネルギーの変換効率を調べるにはどうするか

(A)組(6)班 【電気】エネルギー⇒【運動】エネルギー

(1) 班の仮説 (まなボードにかいたものから調整したもの)

変換効率がいいと長い時間使用できる。乾電池をふやすと、
悪いと使用時間が短くなる。走る距離が長くなり、
速さも速くなる。

(2) 検証実験計画図 (操作や説明を文字で書く) 最初…黒 修正…赤

結果の先読み (予想される結果や、
わかることを左に対応させてかく)

1. 乾電池1個の電流を電流計ではかる。(電圧も見る)

2. モーターカーを使って、動かす時間を一定にする。

3. モーターカーが走った距離 s をはかり、2で一定にした
時間の2つの値をつかて、速さを求める。
(\times ジャーで)

4. モーターカーの質量をはかる。(電子天秤で)

電圧 \times 電流
(V) (A)

直進するように、
脇にダンボールを置く

5. 電気エネルギーの公式 ($W(J) = P \cdot s$) を使って値を求める...①

運動 \ni ($K(J) = M \cdot V^2 / 2$) \ni ...②

6. $\frac{②}{①} \times 100 =$ 変換効率

7. 1~6の操作と同様に乾電池の数を変えて、
変換効率を求める。

乾電池の数を変えても
変換効率は変化しない。

(3) 実験に必要なもの (附中の理科室にありそうなもの、または容易に購入できそうなもの)

- モーターカー $\times 1$
- 乾電池 $\times 2$
- 電流計 $\times 1$
- 電子てんびん $\times 1$
- ダンボール $\times 1$
- 導線 $\times 2$
- ガムテープ $\times 1$
- \times ジャー $\times 1$

●実験計画書：エネルギーの変換効率を調べるにはどうするか

(A)組(7)班 【電気】エネルギー⇒【運動】エネルギー

(1) 班の仮説(まなボードにかいたものから調整したもの)

電力量を増やしたとき変換効率は上がる。→モーター車の場合
↳速くなる。

(2) 検証実験計画図(操作や説明を文字で書く) 最初…黒 修正…赤

そろえる条件→車体の重さ、走らせる距離

変える条件→電池の数

必要なもの

・モーター車 ・電池 ・記録タイマー

・記録テープ ・水平な場所 ・分銅

↓
ろうか

実験計画

①車に記録テープをつけ2m走らせる。

電池の重さを量ります。(+車の重さ)

②記録テープをもとに速度(~~cm/s~~) (cm/s)を出す。

直列と並列

③電池1個と2個の場合を調べ運動エネルギーを比べる

→何度もくりかえす。

→平均値を出す

結果の先読み(予想される結果や、わかることを左に対応させてかく)

(直列)
電池2個の車のほうが速い

並列 直列
1個にくらべて2個は2倍以上になる

(3) 実験に必要なもの(附中の理科室にありそうなもの、または容易に購入できそうなもの)

・モーター車 ×2

・記録テープ $\text{ま} + \frac{\text{ま}}{2} + \text{ま}$

・板 2m以上 ×2

・電池 ×6 (2個予備)

・分銅(おもり) 電池の重さ

・記録タイマー ×1

・水平な2m以上の床 ×2

●実験計画書：エネルギーの変換効率を調べるにはどうするか

(A) 組 (8) 班 【電気】 エネルギー → 【位置】 エネルギー

(1) 班の仮説 (まなボードにかいたものから調整したもの)

電流を流し、モーターを回して、物体を持ち上げたときの位置エネルギーを調べる。

(2) 検証実験計画図 (操作や説明を文字で書く) 最初…黒 修正…赤

1. 回路をつくる。
2. 電流を流して(10秒)、モーターを回す。そして、物体を巻き上げる。
3. 物体が巻き上がった高さをはかる。
4. 電気エネルギーと位置エネルギーの公式に当てはめて、比べる。

結果の先読み (予想される結果や、わかることを左に対応させてかく)

・電流の大きさによって位置エネルギーも変化する。

・電気エネルギー > 位置エネルギー

電気エネルギー W の式

$$W = P \cdot t \quad P \rightarrow \text{電力} \quad t \rightarrow \text{時間 (秒)}$$

位置エネルギー U の式

$$U = M \cdot G \cdot h$$

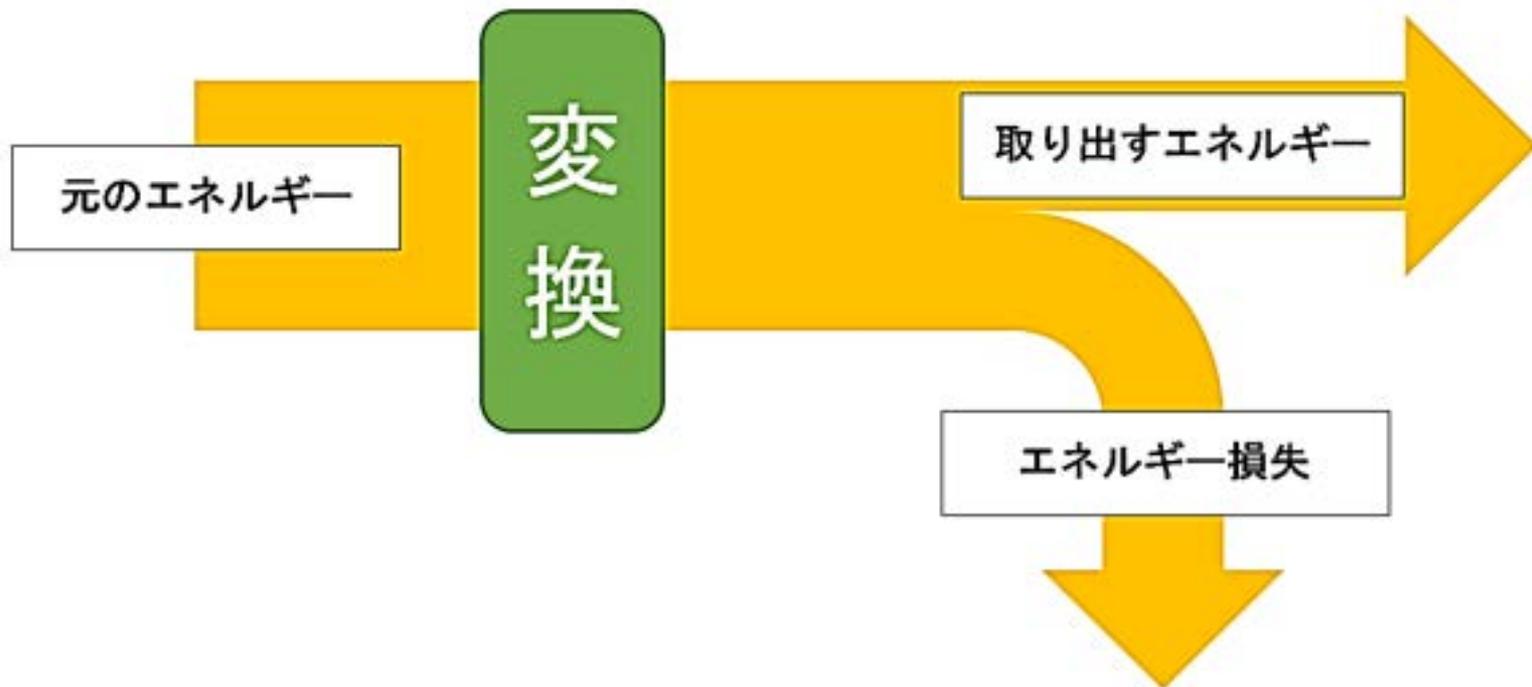
M 質量 G 重力加速度 h 高さ



(3) 実験に必要なもの (附中の理科室にありそうなもの、または容易に購入できそうなもの)

- ・机
- ・物体 (アルミニウム)
- ・モーター
- ・糸 (1m)
- ・電流計
- ・電圧計
- ・電源装置
- ・わに口クリップ
- ・定規 (1m)
- ・はかり
- ・気持ち
- ・タイマー (2年生の実験で使った円柱)
- ・計算機

探究活動②



$$\text{エネルギー変換効率} = \frac{\text{取り出すエネルギー}}{\text{元のエネルギー}} = 1 - \frac{\text{エネルギー損失}}{\text{元のエネルギー}}$$

4 時間目：学習の流れ

① 実験方法を確認する。

(1)手順・準備物の確認。

(2)撮影・記録の確認。

(3)安全性の確認

② 実験をする。

③ 結果を記録し考察する。

④ 発表スライドを作成する。

4 時間目：学習の流れ

- ① 実験方法を確認する。
- ② 実験をする。
 - (1) データは複数回記録する。
 - (2) 実験の動画をchromeブックで撮影する。
- ③ 結果をまとめて考察する。
- ④ 発表スライドを作成する。

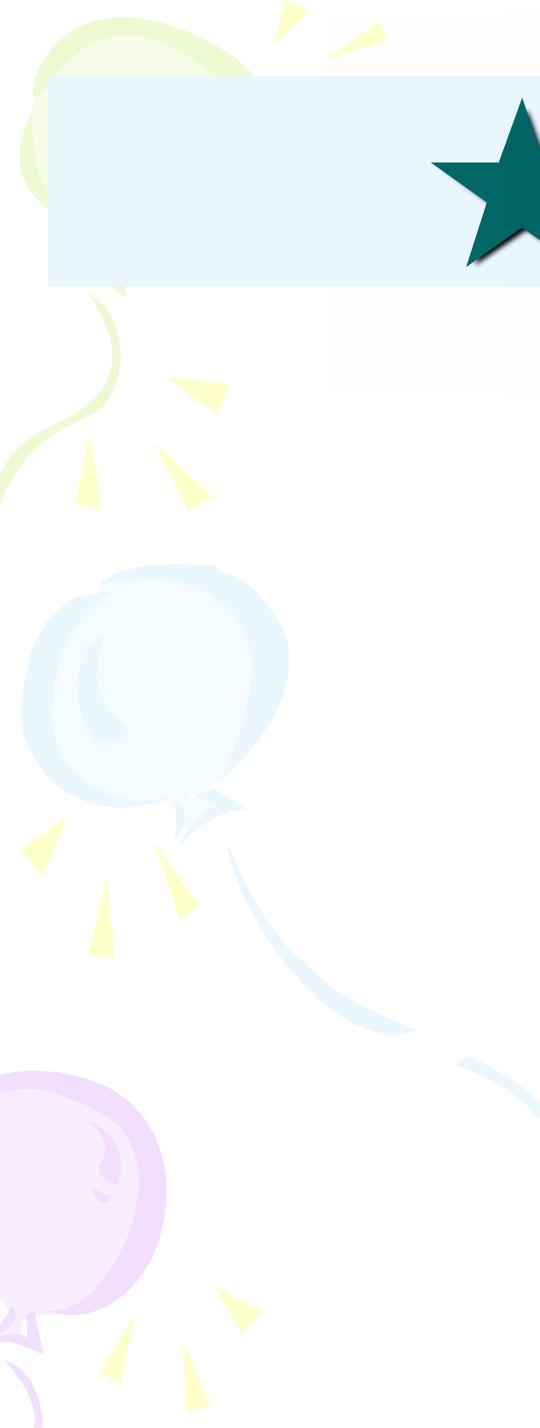
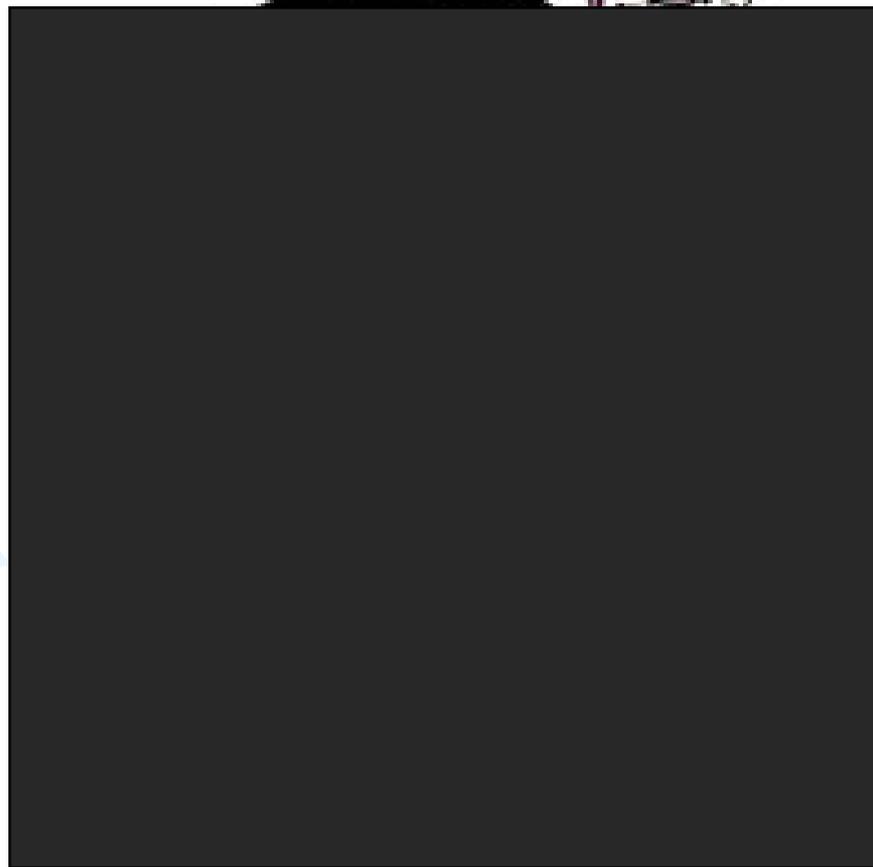
4 時間目：学習の流れ

- ① 実験方法を確認する。
- ② 実験をする。
- ③ 結果を記録し考察する。
 - (1) ワークシートに操作と結果をまとめる。
 - (2) 考察・相互評価をする。
- ④ 発表スライドを作成する。

4 時間目：学習の流れ

- ① 実験方法を確認する。
- ② 実験をする。
- ③ 結果を記録し考察する。
- ④ 発表スライドを作成する。
 - ・ クラスルーム「理科3A」で配付された班毎のスライドを共同編集する。

★実験開始★



《實驗開始》



▶調べたエネルギー変換…【 】エネルギー⇒【 】エネルギー

1 [仮説]

2 [実験操作・結果]

★実験のようすはchromeブックで録画しましょう。1つの動画は1分以内にしましょう。
⇒ダラダラ長く撮影するのではなく、実験のハイライト(見どころ)を残せるように、複数回に分けて撮影しましょう。
重要ではない映像は後で削除しましょう。

▶自分たちが考えた実験について、**操作**と**結果**をまとめましょう。

3 [考察]

▶検証実験で、 <u>仮説に対してどのような結果（法則・規則性）</u> が得られたかを <u>科学的根拠に基づいて</u> かきましよう。
▶自分たちの実験方法について、 <u>妥当性があったことと、妥当性がなかったこと</u> についてかきましよう。
▶自分たちの実験を行った <u>感想</u> を書いてください。

4 [評価]

【他者評価③】実験を通して、 <u>自分の班のメンバーの</u> 、思考が深まる <u>言葉</u> 、話す内容の <u>妥当性</u> 、活動がうまく進んだ <u>工夫</u> や <u>指示・行動</u> 、 <u>積極性・粘り強さ</u> などをかく。		
〈メンバー名〉		
良かったところ		
【KWL チャート】で自分自身の学びを確認ましよう		
K：知っていたこと	W：知りたかったこと	L：学んだこと
【自己評価】実験を通して、活動をうまく進める <u>工夫</u> や <u>指示・行動・積極性・粘り強さ</u> などについて、 <u>自分自身</u> がどうであったかをかく。		

固有番号(4桁) _____ 氏名 _____