

物理法則の有用性を実感させ、 興味・関心を高める高等学校「物理」の研究

—日常生活とのつながりを重視した教材の開発と活用を通して—

《補助資料目次》

資料1	学習指導案「コンデンサー」2時間分	
1.	前半（1時間）	1
2.	後半（1時間）	4
資料2	生徒用ワークシート「コンデンサー」	
1.	前半用ワークシート	6
2.	後半用ワークシート	14
資料3	学習指導案「抵抗の測定」2時間分	
1.	前半（1時間）	24
2.	後半（1時間）	28
資料4	生徒用ワークシート「抵抗の測定」	
1.	前半用ワークシート	30
2.	後半用ワークシート	40
資料5	事前アンケート	50
資料6	事後アンケート1「コンデンサー」	57
資料7	事後アンケート2「抵抗の測定」	61
資料8	事後アンケート3	66

平成 30 年 3 月
岩手県立総合教育センター
長期研修生
所属校 岩手県立大槌高等学校
柿 木 康 児

資料1 学習指導案「コンデンサー」2時間分

1. 前半（1時間）

高等学校物理学学習指導案						
1. 単元 (題材)	教科書：東京書籍「物理」4編 電気と磁気 1章 電界と電位 5 コンデンサー 学習指導要領：(3) 電気と磁気 ア 電気と電流 (ウ) コンデンサー					
2. 目標	電気容量の測定実験やコンデンサーマイクの作成などを通して探求し、コンデンサーに関する基本的な概念や原理・法則を系統的に理解するとともに、それらを日常生活や社会と関連付けて考察できる。					
3. 基盤	<p>①教材観 コンデンサーについて、生徒は、小学校6年生理科の単元「電気の利用」で、コンデンサーが電気を蓄えるものであることを学んでいる。その後、高校物理の小単元「コンデンサー」に入るまでは、コンデンサーについて学ぶ機会はなく、生徒にとってなじみのない単元である。しかし、コンデンサーは、電子素子そのものだけでなく、その性質を活用した電子部品が多く存在し、私たちの生活に欠かすことができないものになっている。</p> <p>②生徒観 これまで講義形式の授業が多く、実験する機会が少ないこともあり、生徒は実験結果をまとめることに慣れていない。また生徒は、教員の話をよく聞き、実験する際は懸命に取り組むなど、授業態度は良好である。授業中の発言は少なく、全体的に大人しい印象があるので、実験結果から自らの考えを持ち、自信を持って発表することが求められる。</p> <p>③指導観 コンデンサーの電気容量の測定の仕方が分かるように、一度演示する。また、ワークシートにグラフの書き方などのポイントを箇条書きにまとめて情報を補う。さらに、コンデンサーマイクの作成では、面積が異なる極板や、材質の異なる誘電体、また極板と誘電体の間に置くスペーサーをいくつか準備しておき、生徒が自由に考え実験できるようにする。</p>					
4. 指導と評価の 計画	小単元・内容	時間	関心・意欲・ 態度	思考・判断・ 表現	観察・実験の 技能	知識・理解
	1. コンデンサーの充電・放電と電気容量	1	・コンデンサーについて関心をもち、学習に取り組もうとしている。 【行動観察】			・コンデンサーの充電、放電の仕組みについて理解している。 【ワークシート】 ・コンデンサーに蓄えられる電気量と極板間の電位差の関係について理解している。 【ワークシート】
	2. 平行板コンデンサーの電気容量	2 本時 (前半)	・コンデンサーについて関心をもち、意欲的に探求しようとしている。 【ワークシート】	・電気容量の測定結果から、極板の面積や極板間距離と電気容量の関係について考えを表現している。 【ワークシート】	・自作の平行板コンデンサーの電気容量を測定し、結果を的確に記録、整理している。 【ワークシート】	
		3 本時 (後半)		・コンデンサーに関する関係式の活用方法について考えを表現している。 【ワークシート】	・資料を参考にし、コンデンサーマイクを作成している。 【行動観察】	・コンデンサーに関する関係式の活用方法について理解している。 【ワークシート】
	3. コンデンサーに蓄えられるエネルギー	4		・コンデンサーを充電する際に電池がする仕事と静電エネルギーの差について考え、まとめた後、発表した		・静電エネルギーの関係について理解している。 【ワークシート】

				りしている。 【ワークシート】		
	4. コンデンサーの接続	5				・コンデンサーを直列、または並列に接続した場合の合成容量について理解している。 【ワークシート】

5. 本時

(1) 目標

- ・コンデンサーについて関心をもち、意欲的に探求することができる。【関心・意欲・態度】
- ・電気容量の測定結果から、極板の面積や極板間距離と電気容量の関係について考えを表現できる。
【思考・判断・表現】
- ・自作の平行板コンデンサーの電気容量を測定し、結果を的確に記録、整理することができる。【観察・実験の技能】

(2) 展開

学習内容・学習活動	時間	指導上の留意点と支援・評価【観点】と方法	資料、教材・教具
1 電解コンデンサーの電気容量を測定し、ワークシートに測定値を記入する。	導入 1 0 分	発問「電子部品としてのコンデンサーを見たことがありますか。」 ○各班に電解コンデンサーと電解コンデンサーを分解したものを配付し、コンデンサーの中には金属板とその間に紙が挟まっていることを説明する。 指示「実際に、電気容量を測定しよう。」 (デジタルテスターの使い方を実演して見せる)	静電容量メーター、電解コンデンサー(10 μ F, 470 μ F, 1000 μ F), 電解コンデンサーを分解したもの、ワークシート
2 電解コンデンサーの観察と測定値から気づいたことを書き出す。		発問「電気容量を測っていて、気づいたことはありますか。」 (想定される回答) ・電気容量が増えるとコンデンサーのサイズが大きくなる。 ・同じ電気容量でも、コンデンサーの大きさが違うものがある。 発問「どうしてこのような違いがあるのだろうか。」	

学習課題：平行板コンデンサーの電気容量は、どんな条件で変わるのだろうか。

授業の手立て①「基本的な生徒実験」

生徒は、基本的な物理法則を理解する。

3 アルミ箔と紙で作成した平行板コンデンサーの電気容量を測定する。	展開 3 5 分	○アルミ箔と紙を重ねて平行板コンデンサーを作り、アルミ箔の大きさや挟む紙の枚数を変えながら、デジタルマルチメーターを用いて電気容量を測定させる。 【関心・意欲・態度】 ○測定結果をワークシートの表に記録させ、グラフを描かせる。 【観察・実験の技能】 ○極板全体に十分な力を加えると、極板間距離が小さくなり、電気容量が大きくなり正しい値に近づくことを知らせる。 ○測定結果から、極板の面積や極板間距離とコンデンサーの電気容量の間にどのような関係があるか、自分の考えをワークシートに書かせる。 【思考・判断・表現】 ○その後、班内やクラス内で意見を発表し合うことで考えを共有し、関係式 $C = \epsilon S/d$ が成り立つことを確認させる (ϵ は比例定数)。	アルミ箔 (面積の異なるもの5種類), 厚い本, 静電容量メーター, ワークシート
-----------------------------------	-------------------	---	---

		○最後に、極板間に挟む誘電体ごとに比例定数 ϵ が異なることに触れ、誘電体の働きとして、誘電体を極板間に挟むことでより多くの電気を貯めることができるようになることを説明する。	
3 振り返りを行う。	終 末 5 分	○この実験を通して、学習課題に対して、何が分かったのかワークシートに書かせる。	ワークシート
(3) 評価			
本時の評価規準	<p>【関心・意欲・態度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンデンサーについて関心を持ち、意欲的に探求しようとしている。 <p>【思考・判断・表現】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電気容量の測定結果から、極板の面積や極板間距離と電気容量の関係について考えを表現している。 <p>【観察・実験の技能】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自作の平行板コンデンサーの電気容量を測定し、結果を的確に記録、整理している。 		
十分満足できると判断される生徒の姿	<p>【関心・意欲・態度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・周囲と話し合いながら、積極的に測定を行っている。 <p>【思考・判断・表現】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電気容量の測定結果から、極板の面積や極板間距離と電気容量の関係について考えを表現し、根拠をもって説明している。 <p>【観察・実験の技能】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自作の平行板コンデンサーの電気容量が正しく測定できるよう工夫し、測定結果を的確に記録、整理している。 		
支援が必要とされる生徒への支援方法	<p>【関心・意欲・態度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・測定に参加しようとしめない。 →班内で役割を決めて、参加するようにする。 <p>【思考・判断・表現】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンデンサーの観察と測定値の結果から、両者の間にどのような関係があるか見出すことができない。 →比例・反比例について話し、どれに当てはまるのか確認させる。 <p>【観察・実験の技能】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自作の平行板コンデンサーの電気容量が正しく測定できていない。また、結果からグラフを正しく書くことができない。 →電気容量を正しく測定するためのヒントを伝える。 →グラフの書き方について指導する。 		
その他：			

2. 後半（1時間）

5. 本時			
(1) 目標			
<ul style="list-style-type: none"> ・コンデンサーに関する関係式の活用方法について考えを表現できる。【思考・判断・表現】 ・資料を参考にして、コンデンサーマイクを作成することができる。【観察・実験の技能】 ・コンデンサーに関する関係式の活用方法について理解することができる。【知識・理解】 			
(2) 展開			
学習内容・学習活動	時間	指導上の留意点と支援・評価【観点】と方法	資料、教材・教具
1 コンデンサーマイクを用いた演示実験を見る。	導入 5分	<ul style="list-style-type: none"> ○前時の測定結果から、コンデンサーの性質として、関係式 $C = \epsilon S/d$ が成り立つことを口頭で確認する。 ○コンデンサーマイクを見せるとともに、それをオシロスコープにつないで、音が電気信号（電圧の変化）になっていることを見せて確認させる。 ○これがコンデンサーになっていて、関係式 $C = \epsilon S/d$ を活用したものであることを伝える。 <p>発問「このコンデンサーマイクは、どんな仕組みで、音が電気信号になっているのでしょうか。」</p>	コンデンサーマイク、オシロスコープ、マイクアンプ、電池
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>学習課題：コンデンサーマイクは、どんな仕組みで、音が電気信号になっているのか。 ～コンデンサーマイクの正体を確かめよう～</p> </div>			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>授業の手立て②「STEM教材を用いた生徒実験」 生徒は、物理法則の活用に関して理解をする。</p> </div>			
2 二つの関係式を用いて、コンデンサーの電気量が一定の場合に、電圧が変化する条件について考える。	展開 ① 3分 2分	<ul style="list-style-type: none"> ○関係式 $Q = CV$ を提示して、コンデンサーに電圧をかけると、極板に一定の電気量 Q が溜まることを復習させる。 発問「極板に一定の電気量 Q が溜まっているとき、電気容量 C が2倍になると、電圧 V は何倍になりますか。」 ○生徒に口頭で聞いた後、$V = Q/C$ と式変形をして、C が2倍になったときは V が $1/2$ 倍になり、ともに反比例の関係になることを確認する。 ○（質問があった場合）もしコンデンサーに電圧をかけなかった場合は、移動する自由電子がないため、電気信号が生じないことも伝える。 ○音が電気信号に変換されるためには、電気容量が変化することが必要であることを伝える。 発問「では、音によって電気容量 C が変化するためには、何が変わればよいのでしょうか。前回実験で確認した関係式 $C = \epsilon S/d$ を参考にして、自分の意見とそう考える理由をワークシートに書いてください。」 ○その後、班内、クラス内で意見を発表し合い、考えを共有するとともに、最終的に音が極板間距離 d の変化となり、それによって電気容量が変化することを理解させる。 【思考・判断・表現】 	ワークシート
3 コンデンサーマイクを作成し、音が電気信号になっていることを確認する。		<ul style="list-style-type: none"> ○上記の内容を踏まえて、振動板、刺繍枠等を用いて、コンデンサーマイクを作成し、音が電気信号になるかどうか確認させる。【観察・実験の技能】 ○基本的な構造については、あらかじめプリントに 	振動板、刺繍枠、導電シート、紙、塩化ビニル板、オシロスコープ、PC用スピー

		<p>記載しておき、生徒が作成しやすいようにする。</p> <p>○途中で、アルミ箔だけでは信号が非常に弱いので、誘電体を間に入れることで、信号が大きくなることを伝える。</p> <p>○机間巡視をし、すべての班が作成したコンデンサーマイクで音が電気信号になることを確認できるよう、適宜助言を行う。</p> <p>○音が電気信号になることを確認できた班に、PC用のスピーカーを通して再び音に変わることを実感させる。</p> <p>○面積が異なる振動板や、材質の異なる振動板、また振動板と誘電体の間に置くスペーサーを各2種類準備しておき、生徒が自由に考え材料を組み合わせて実験できるようにする。</p>	カー、電池
<p>授業の手立て③「日常で見られる部品の演示実験」 生徒は、物理法則の実用面に関する理解をする。</p>			
4 再度コンデンサーマイクを用いた演示実験を見るとともに、それがどのように利用されているか考える。	展開②8分	<p>○体育館で使用されるマイクに使用されているものと同サイズのコンデンサーマイクを使用して演示実験を行い、音が電気信号になり、再び音に変換されることを確認させる。</p> <p>○さらに、導入時に演示実験で示した小型のコンデンサーマイクでも同様の確認を行う。</p> <p>○これらが実社会でどのように用いられているか、考えさせて、ワークシートに書き出させる。</p>	コンデンサーマイク、オシロスコープ、マイクアンプ、PC用スピーカー、電池、ワークシート
5 振り返りを行う。	終末5分	<p>○この授業を通して、学習課題に対して、何が分かったのかワークシートに書かせる。</p> <p>○その際に、コンデンサーの関係式がどのように活用されているか理解できているか確認する。</p> <p style="text-align: right;">【知識・理解】</p>	ワークシート
(3) 評価			
本時の評価基準		<p>【思考・判断・表現】</p> <ul style="list-style-type: none"> 音によってコンデンサーマイクの電気容量が変化するためには、極板面積、極板間距離、誘電体のどれが影響するか、考えを表現している。 <p>【観察・実験の技能】</p> <ul style="list-style-type: none"> 資料を参考にして、コンデンサーマイクを作成している。 <p>【知識・理解】</p> <ul style="list-style-type: none"> コンデンサーの関係式がどのように活用されているか理解している。 	
十分満足できると判断される生徒の姿		<p>【思考・判断・表現】</p> <ul style="list-style-type: none"> 音によってコンデンサーマイクの電気容量が変化するためには、極板面積、極板間距離、誘電体のどれが影響するか考えを表現し、根拠を持って説明している。 <p>【観察・実験の技能】</p> <ul style="list-style-type: none"> より振幅の大きな電気信号になるよう、工夫してコンデンサーマイクを作成している。 <p>【知識・理解】</p> <ul style="list-style-type: none"> コンデンサーに関する関係式の活用方法について理解し、新しい活用方法について考えている。 	
支援が必要とされる生徒への支援方法		<p>【思考・判断・表現】</p> <ul style="list-style-type: none"> 音によってコンデンサーマイクの電気容量が変化するためには、極板面積、極板間距離、誘電体のどれが影響するか考えを表現できない。 →音が空気の振動であることを確認するとともに、空気の振動は、極板面積、極板間距離、誘電体のどれで表すことができるか気づかせる。 <p>【観察・実験の技能】</p> <ul style="list-style-type: none"> コンデンサーマイクを作成することができない。 →ワークシートの資料で確認しながら、目の前でやり方の一部を説明する。 <p>【知識・理解】</p> <ul style="list-style-type: none"> コンデンサーに関する関係式の活用方法について理解できない。 →音が空気の振動であることを確認するとともに、空気の振動は、極板面積、極板間距離、誘電体のどれで表すことができるかを再度考えさせる。 	
その他：			

資料2 生徒用ワークシート「コンデンサー」

1. 前半用ワークシート

月 日 () ワークシート「コンデンサー」(前半)

No. 1

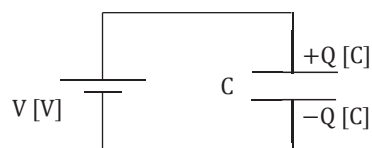
____年 ____組 名前_____

【前時までの復習】 教科書 pp. 218-219

- ・コンデンサーは、充電・放電することができる。
- ・コンデンサーの2つの極板に蓄えられる電気量 $+Q$ [C], $-Q$ [C]は、極板の間の電位差 V [V]に比例し、

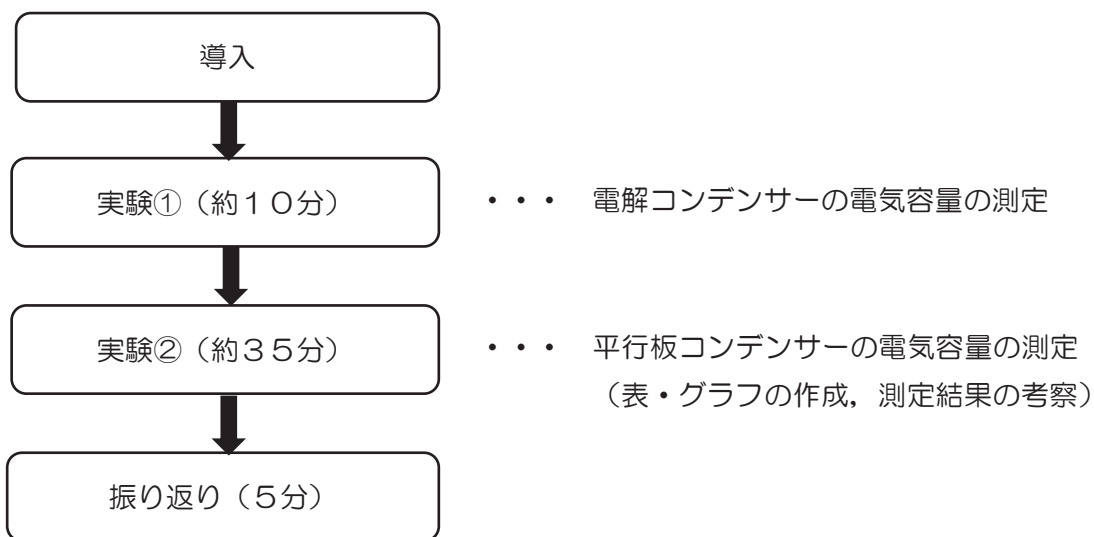
$$Q = CV$$

の関係がある。



- ・このとき、比例定数 C を電気容量といい、単位はファラド[F]である。

【本時の流れ】



***** この授業は、次の内容で評価します *****

- ・コンデンサーについて関心をもち、意欲的に探求しようとしている。
【関心・意欲・態度】
- ・電気容量の測定結果から、極板の面積や極板間距離の関係について考えを表現している。
【思考・判断・表現】
- ・平行板コンデンサーの電気容量を測定し、結果を的確に記録、整理している。
【観察・実験の技能】

【本時の学習内容】

実験① 電解コンデンサの電気容量を測定する。

＜準備するもの＞

- ・電解コンデンサ 各1個
10 μF ,
470 μF ,
1000 μF
- ・静電容量メーター 1個



＜測定手順＞

手順①

測定対象のコンデンサから、電気容量を読み取り、静電容量メーターのダイヤルを適当な位置に合わせる。

手順②

電解コンデンサを静電容量メーターにつなぐ。
マイナスのケーブル（黒）は、コンデンサの短い方の足につなぐ。

手順③

電気容量を測定し、ワークシートに値を記入する（終了後、ダイヤルをOFFにする）。

＜測定結果＞

Q1 電解コンデンサの形状と測定した電気容量の値から、気づいたことを書き出そう。

- _____
- _____
- _____

【本時の学習課題】

平行板コンデンサの電気容量は、どんな条件で変わるのだろうか。

実験② 平行板コンデンサーの電気容量を測定する。

【関心・意欲・態度】，【観察・実験の技能】

<準備するもの>

- ・アルミ箔 各2枚
 - 縦 10 cm × 横 18 cm
 - 縦 10 cm × 横 15 cm
 - 縦 10 cm × 横 12 cm
 - 縦 10 cm × 横 9 cm
 - 縦 10 cm × 横 6 cm
- ・厚い本 (A6 版, 約 380 ページ) 1 冊
- ・プラスチック薄板 (硬質塩化ビニル) 1 枚
 - 縦 10 cm × 横 18 cm, 厚さ : 0.4 mm
- ・静電容量メーター 1 個

<測定手順>

手順①



アルミ箔を本の
外側の端と揃える

アルミ箔2枚 (10 cm×18 cm) を準備して, そのうち1枚厚い本の間 (中央部) に隠れるようにはさむ。

その際, アルミ箔の端を, 本の外側の端に合わせる (矢印)。

手順②



逆側にくる

上から1ページめくり, アルミ箔の上に紙を載せて, その上に残ったアルミ箔を細い部分が逆側になるように載せる。

その際, 下のアルミ箔と上のアルミ箔がきれいに重なるように揃える (ずれると測定値が変わるので注意)。

手順③



アルミ箔がずれないように, ゆっくり本を閉じる。

手順④



本の上に人が乗って面全体に力を加える (均等に力がかかるようにする)。必ず, 同じ人が乗ること。

細いアルミ箔に, 静電容量メーターの鱈口クリップを付けて, 測定値を測定し, 一番大きな値を記録する。(スイッチは 20 nF にする。)

手順⑤

さらに, アルミ箔の間にはさむ紙の枚数を2枚, 3枚, 4枚, 6枚, 8枚, 10枚と増やして, 手順①～④を繰り返す。

手順⑥

今度は, アルミ箔の間にはさむ紙を1枚にして, アルミ箔の大きさを小さいものに変えて, 手順①～④を繰り返す。

10 cm×15 cm, 10 cm×12 cm, 10 cm×9 cm, 10 cm×6 cm の4種類ある。

手順⑦

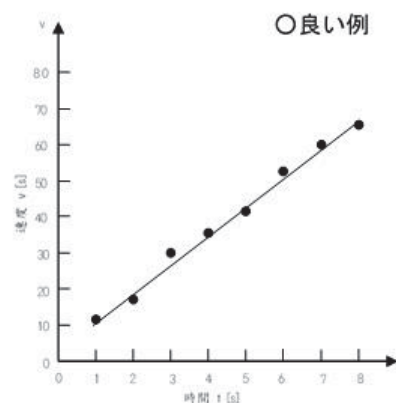
アルミ箔2枚 (10 cm×18 cm) を準備して, 間にプラスチックの薄板を挟む。それを本の中に挟んで, 上に乗り, 電気容量を測定する。

<この後の流れ>

- ① 全て測定して, 表に記録します。(テキパキとね。)
- ② 測定が終わったら, 次のページのグラフ用紙にグラフを描きます。

※※※※※ グラフ作成の注意 ※※※※※

- ① 測定値は, ●などの印ではっきり描く (直径約 2 mm)。
- ② グラフの形を見極める。(直線?, 曲線?)
- ③ できるだけ測定値の近くを通る線を引く。
(折れ線グラフにはしない)
- ④ 変化した横軸の範囲内で線を引く。
(測定していない範囲には線を引かない)



<測定結果>

①はさむ紙の枚数を変えた場合

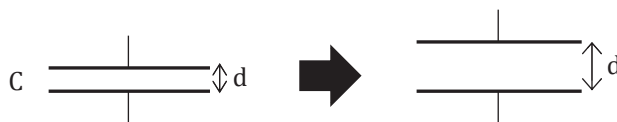


表 1. 極板間距離と電気容量の関係

紙の枚数	1枚	2枚	3枚	4枚	6枚	8枚	10枚
紙の厚さ (極板間距離) d [mm]	0.1						
測定値 (電気容量) C [nF]							

*アルミ箔の大きさは、縦 10 cm ×横 18 cm。

*紙 1 枚の厚さは、0.1 mm。

②アルミ箔の面積を変えた場合



表 2. 極板の面積と電気容量の関係

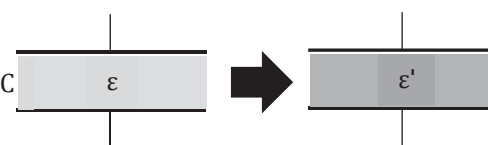
アルミ箔の 大きさ	縦 10 cm × 横 18 cm	縦 10 cm × 横 15 cm	縦 10 cm × 横 12 cm	縦 10 cm × 横 9 cm	縦 10 cm × 横 6 cm
面積 S [cm ²]					
測定値 (電気容量) C [nF]					

③紙の代わりにプラスチックを挟んだ場合

*誘電体として、プラスチック（硬質塩化ビニル）を用いる。

*その厚さ（極板間距離）は、0.4 mm。→ 紙 4 枚分

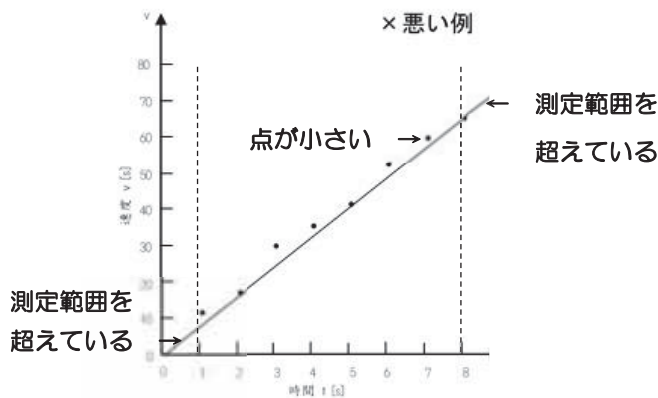
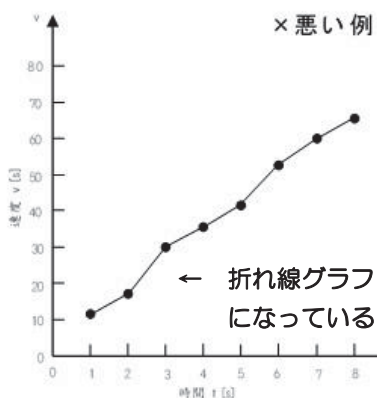
*アルミ箔の大きさ：縦 10 cm ×横 18 cm。



*表 1 より、書き写そう。

測定値 C [nF] (プラスチック, d = 0.4 mm)

(参考) 測定値 C [nF] (紙, d = 0.4 mm)



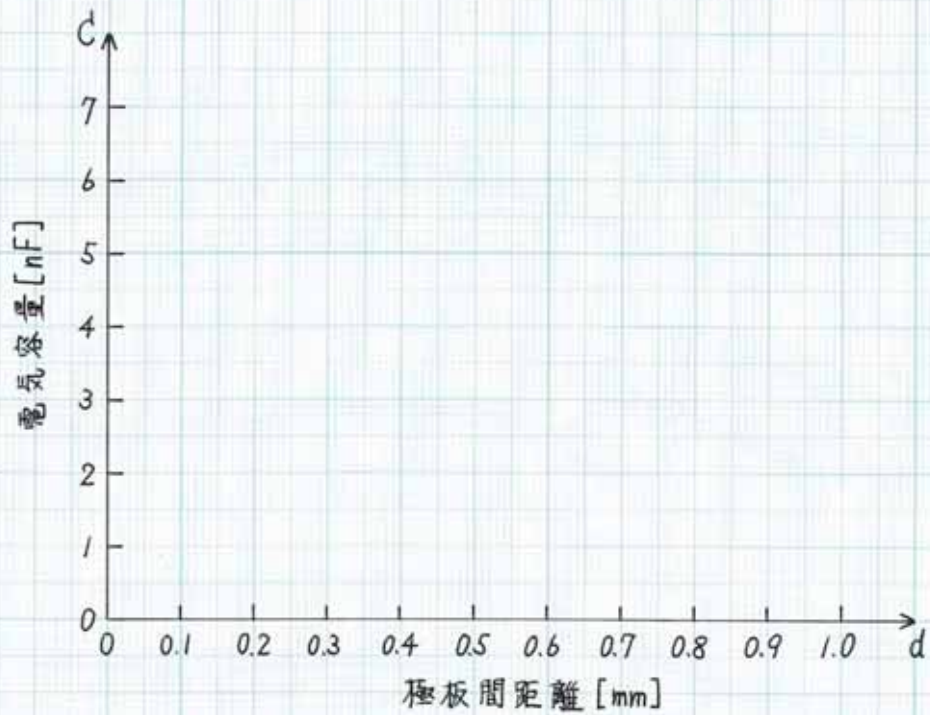


図1. 極板間距離と電気容量の関係

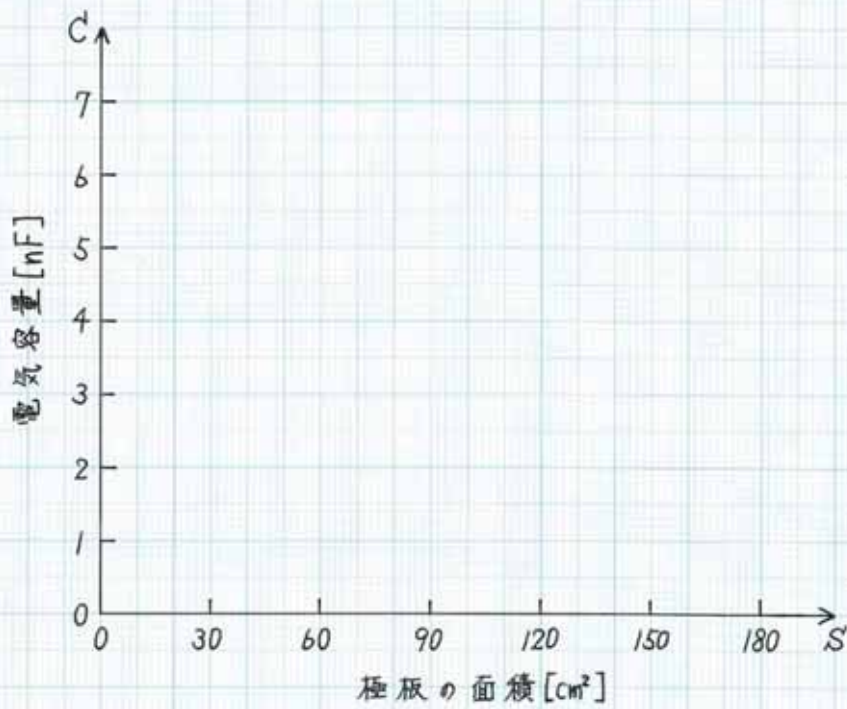


図2. 極板の面積と電気容量の関係

Q2 表とグラフから、極板間距離と電気容量にはどのような関係がある

【思考・判断・表現】

(自分の考え)

- 極板間距離 d と電気容量 C には、「_____」の関係がある。

(そう考える理由)

(他の人の考え)

式で表すとどうなる? $C =$

- 極板間距離 d と電気容量 C には、「_____」の関係がある。

(理由)

Q3 表とグラフから、極板の面積と電気容量にはどのような関係があると考えられるか?

(自分の考え)

- 極板の面積 S と電気容量 C には、「_____」の関係がある。

(そう考える理由)

(他の人の考え)

式で表すとどうなる? $C =$

- 極板の面積 S と電気容量 C には、「_____」の関係がある。

(理由)

まとめ 「平行板コンデンサーの電気容量」

- 極板間距離 d と電気容量 C には、「_____」の関係がある。

- 極板の面積 S と電気容量 C には、「_____」の関係がある。

この関係を式にまとめると、

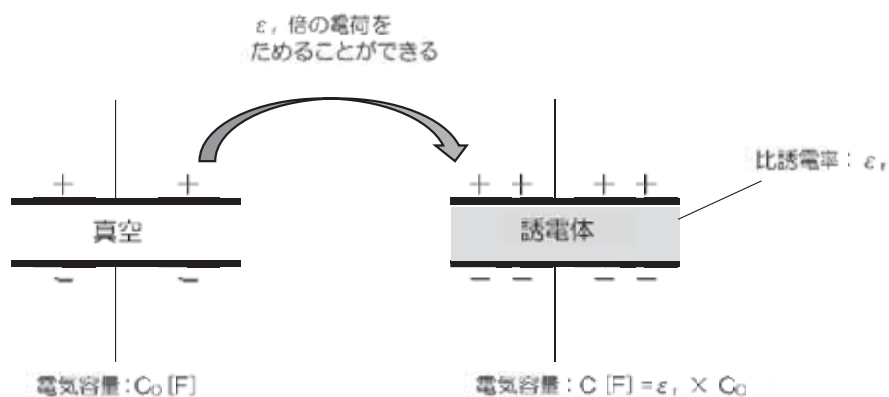
このときの比例定数 ϵ を誘電率といい、 ϵ は間に挟む誘電体ごとに値が異なる。

～誘電体の役割～ 教科書 p.222

電界コンデンサーの中には、アルミの板と紙が交互に入っていましたね。
この紙の部分を誘電体といいます。誘電体には、電気を通さない物質（不導体）が使われます。
極板間に誘電体を挟むと、何も挟まない場合（真空）に比べて、多くの電荷を極板に集めることができます。すなわち、誘電体の役割は、真空のときより多くの電荷を極板にためることができることです。

真空の場合の誘電率を ϵ_0 とします。極板間に誘電体を挟むと、極板には真空の場合の ϵ_r 倍電荷をためることができるので、そのときの誘電率 ϵ は $\epsilon = \epsilon_r \times \epsilon_0$ で表すことができます。このときの ϵ_r を比誘電率といいます。

誘電体ごとに極板にためられる電荷の量が変わるので、誘電体ごとに ϵ_r の値は変わります。紙の比誘電率は2.0～2.5ですから、紙を挟むことで真空のときの2.0～2.5倍の電荷をためることができるのです。



真空のときの電気容量を C_0 [F] とすると、 $C_0 = \epsilon_0 \frac{S}{d}$ となります。

一方、誘電体を挟んだときの電気容量 C [F] は、

$$C = \epsilon_r \times \epsilon_0 \frac{S}{d} = \epsilon_r \times C_0$$

となり、誘電体を挟むと電気容量も真空の ϵ_r 倍になることが分かります。

詳細は、教科書を読んでください。

この授業の「振り返り」

【本時の学習課題】

平行板コンデンサーの電気容量は，どんな条件で変わるのだろうか。

【授業を通して分かったこと】

平行板コンデンサーの電気容量は，

- _____
- _____
- _____

の三つの条件で変わり，その関係式は

で表される。

2. 後半用ワークシート

月 日 () ワークシート「コンデンサー」(後半)

No. 1

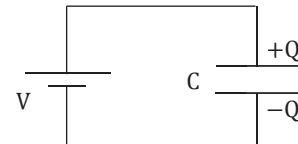
年 組 名前 _____

【前時までの復習】 教科書 pp. 218-219

- ・コンデンサーの2つの極板に蓄えられる電気量 $+Q$ [C], $-Q$ [C]は, 極板の間の電位差 V [V]に比例し,

$$Q = CV$$

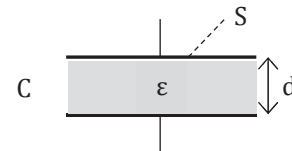
の関係がある。



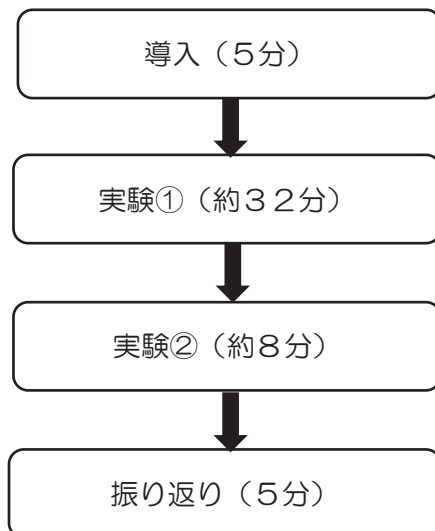
- ・平行板コンデンサーの電位容量 C [F]は, 極板間距離 d [m], 極板の面積 S [m^2], 誘電率 ϵ を用いて,

$$C = \epsilon \frac{S}{d}$$

で表すことができる。



【本時の流れ】



- ・・・ コンデンサーマイクの作成
(電気容量の関係式の活用に対する理解と実践)
- ・・・ コンデンサーマイクの演示実験
(実社会でどのように用いられているか考察する)

***** この授業は, 次の内容で評価します *****

- ・コンデンサーに関する関係式の活用方法について考えを表現している。【思考・判断・表現】
- ・資料を参考にして, コンデンサーマイクを作成している。【観察・実験の技能】
- ・コンデンサーに関する関係式の活用方法について理解している。【知識・理解】

【本時の学習課題】

コンデンサーマイクは, どんな仕組みで, 音が電気信号になっているのか。
～コンデンサーマイクの正体を確かめよう～

皆に与えられた任務

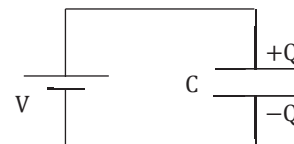
「コンデンサーマイクの正体確かめること」

ここから先は、任務完了に向けて取り組んでほしい。そのための手がかりは2つある。
それらをもとに、コンデンサーマイクを作成し、自分の声の電気信号をオシロスコープで確認してほしい。

手がかり① 「コンデンサーマイクには電圧がかかけられている。」

先ほど見たコンデンサーマイクには、単3乾電池3本が直列につないである。
すなわち、コンデンサーマイクには4.5 [V]の電圧がかかっているのである。

ここで、コンデンサーの関係式「 $Q = CV$ 」で考えてみよう。
この関係式は、電気容量 C [F]のコンデンサーに、電圧 V [V]を加えると、
コンデンサーには Q [C]の電気量がたまることを表している。
つまり、コンデンサーマイクには、4.5 [V]に応じた Q [C]の電気量がたまっていることになる。

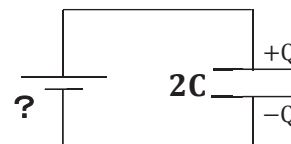


Q1 「このようにコンデンサーに一定の電気量 Q がたまっているときに、

何らかの要因で電気容量 C が2倍になったら、電圧 V は何倍になるだろうか？」

(自分の考え)

- 電気容量 C が2倍になったら、電圧 V は_____倍になる



(答え) 先ほどの「 $Q = CV$ 」で考えると、「 $Q = \text{一定}$ 」だから、「 $CV = \text{一定}$ 」ということになる。

このことから、電気容量 C が2倍になったら、電圧 V は_____倍になる。

先ほど、オシロスコープで見た音の電気信号は、コンデンサーマイクの電圧が変化したものである。
すなわち、音がコンデンサーマイクの電気容量 C を変化させたことで、電圧 V が変化して、
私たちはそれを音の電気信号として見る事ができたのである。

では、音はどうやってコンデンサーマイクの電気容量を変化させたのだろうか？

手がかかり② 「コンデンサーマイクは、音で電気容量が変化する。」

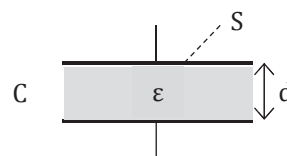
【思考・判断・表現】

前時に行った平行板コンデンサーの電気容量の測定実験では、コンデンサーの電気容量が変わるためには3つ条件が必要でした。すなわち、極板の面積 S と、極板間距離 d , そして誘電率 ϵ の3つです。

Q2 「音によって電気容量 C が変化するためには、3つのうちの何がかわればよいのだろうか?

前回の実験で確認した関係式 $C = \epsilon \frac{S}{d}$ を参考にして、自分の意見とそう考える理由を書き出そう。

<考える視点> ・音(音波)はどんな現象か? → 音波は_____波で、空気の_____が変化する。
・耳はどうして音を聞くことができるのだろうか?



(自分の考え)

- 音で電気容量 C が変わるためには、_____がかわればよい

(そう考える理由)

(他の人の考え)

- 音で電気容量 C が変わるためには、_____がかわればよい

(理由)

「音がコンデンサーマイクの電気容量を変える仕組み」

- 音で電気容量 C が変わるためには、_____がかわればよい。

(理由)

実験1 コンデンサーマイクを作成して、音が電気信号になるか確認しよう。

【観察・実験の技能】

<準備するもの>

- | | | |
|-------------|------------------------|--------------------|
| ・アルミ箔 | 約 40 cm (厚さ：薄い方がよい) | ・マイクアンプ等 一式 |
| ・刺繍枠 | 2種類 (φ = 10 cm, 15 cm) | マイクアンプ 1個 |
| ・スペーサー | 2種類 (φ = 3 mm, 6 mm) | ブレッドボード 1枚 |
| ・硬質塩化ビニル板 | 1枚 (厚さ：0.4 mm) | コンデンサー 1個 (1 [μF]) |
| ・オシロスコープ | | 単3形電池 3個 |
| ・リード線 (ワニ口) | | ステレオミニジャック 1個 |
| ・はさみ | | |

<コンデンサーマイクの仕組み>

図1. コンデンサーマイクの断面図

図2. 手づくりコンデンサーマイク (上から見たもの)

<STEP1: 振動板の作成> この部分は作成済み

手順①

刺繍枠、アルミ箔とはさみを準備する。

手順②

刺繍枠を外し、小さい方の枠よりも大きめにアルミ箔を切り取り、小さい方の枠の上にかぶせる。
その際、小さい方の枠に合わせて、アルミ箔を横から押えておくとうい。

手順③

アルミ箔の上から、大きい方の刺繍枠を被せ、調節ねじを少し締めて外れないようにする。
その際、枠内のアルミ箔に折り目がついたり、破れたりしないように注意する。

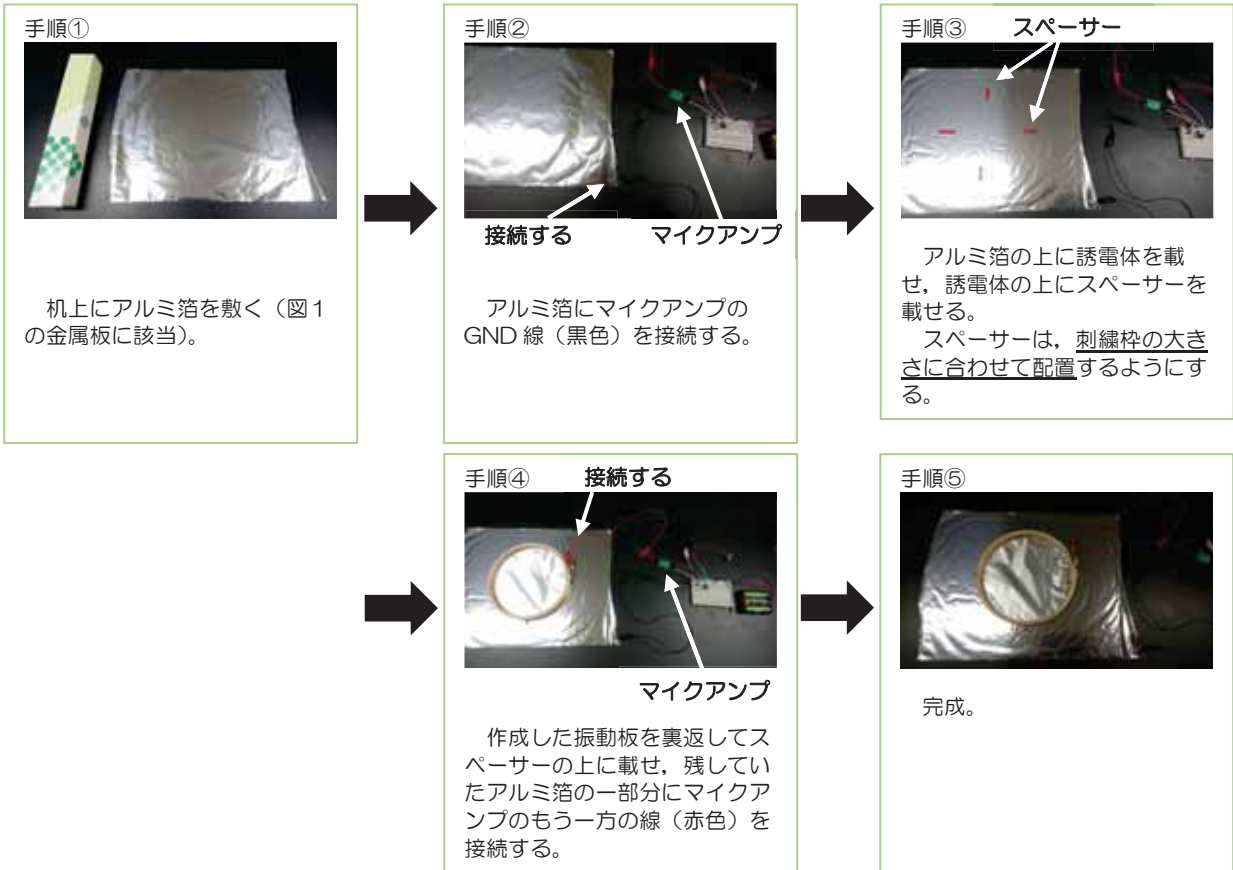
手順④

刺繍枠を裏返し、一部分（調節ねじの付近）を残して、枠に沿ってアルミ箔を切り取る。

手順⑤

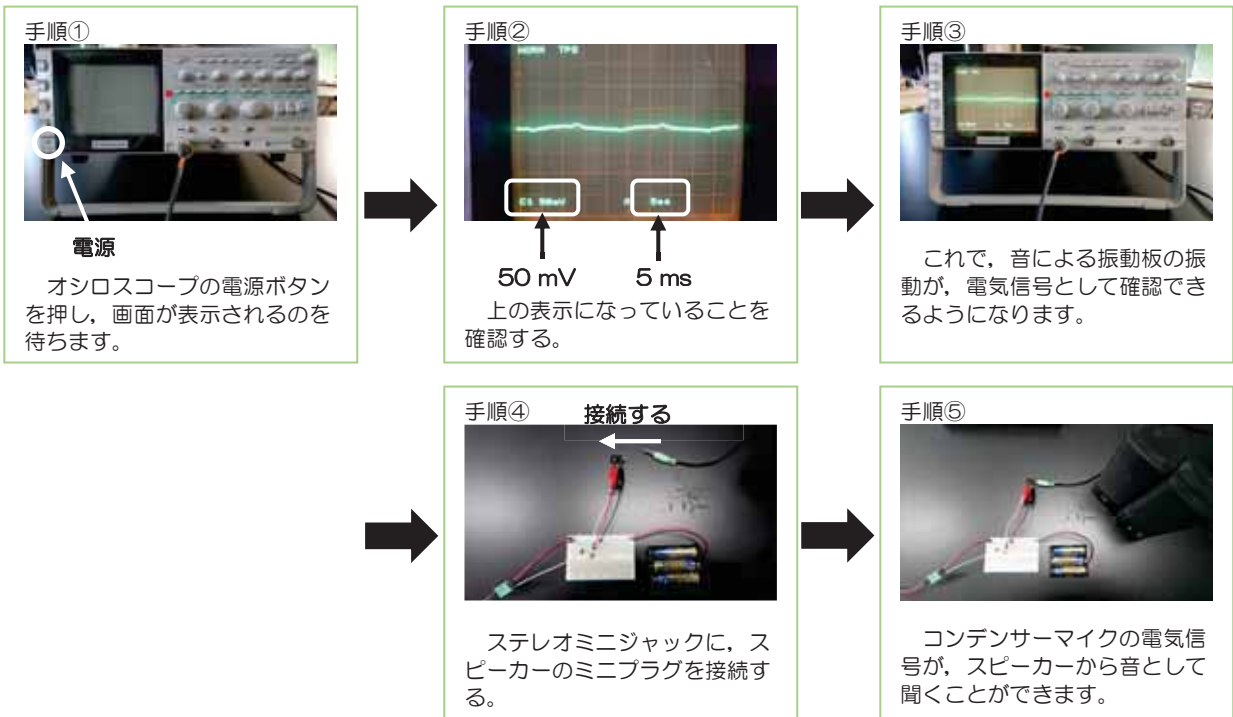
完成。

<STEP2: コンデンサーマイクの作成・接続> 皆さんはここから実験スタートです！



* ここで使う「マイクアンプ」は、電気信号を増幅する（振幅を大きくする）装置です。

<STEP3: 音声信号の確認方法>



使える素材

- ・ 振動板の素材： アルミ箔, 導電シート（アルミ蒸着シート）
- ・ 振動板の大きさ： 直径 15 cm, 直径 10 cm
- ・ スペーサーの大きさ： 直径 3 mm, 直径 6 mm
- ・ 音さ： 360 Hz

Q3 上の素材を組み合わせてコンデンサーマイクを作成した場合、電気信号が大きくなるのは、次の三つのどのときだろう？（そのときの現象についても説明してみよう）

① 誘電体を使わない場合

金属板（アルミ箔）と振動板（刺繍枠のアルミ箔）の間に何も挟まない。

【説明】このときのコンデンサーマイクの電気容量は、誘電体が空気になっているため、真空のときとほぼ同じになる。

② 誘電体を使う場合

金属板（アルミ箔）と振動板（刺繍枠のアルミ箔）の間にプラスチックの板を挟む。

【説明】誘電体を使うと、コンデンサーマイクの電気容量は（減る・変わらない・増える）。

$Q = CV$ の関係式から、誘電体を使わない場合と比べて、

電気信号の振幅は（小さくなる・変わらない・大きくなる）。

③ 帯電させた誘電体を使う場合

金属板（アルミ箔）と振動板（刺繍枠のアルミ箔）の間に帯電したプラスチックの板を挟む。

【説明】誘電体を帯電させる前と後で、コンデンサーマイクの電気容量は

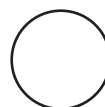
（減る・変わらない・増える）が、帯電した誘電体とアルミ箔の間に（引力・斥力）

がはたらくため、誘電体とアルミ箔の間の接触面積が（減って・増えて）、電気信号の振幅は

（大きく・小さく）なる。

実験結果より、

電気信号が大きくなるのは、



番だと分かった。

その時、使用した振動板とスペーサーの組み合わせは、

振動板： _____ cm,

スペーサー： _____ mm である。

<メモ>

～ オシロスコープの使い方 ～

• 電圧の測定範囲を変える場合
(電気信号の振幅が小さいときに使用します)

• 「CH1 VOLTS/DIV」を
「右にまわす」と測定範囲が小さくなります。

(例) 50 mV → 20 mV

「左にまわす」と逆に大きくなります。



実験2 日常で使用される小型のコンデンサーマイクで音の電気信号を確認しよう（演示実験）。

技術の発展により、現在コンデンサーマイクは_____が進み、ワイヤレスマイクなど様々な場面で用いられるようになっている。

Q4 これらのコンデンサーマイクは、実社会でどのようなものに使われているだろうか？
いくつか書き出そう。

この授業の「振り返り」

【本時の学習課題】

コンデンサーマイクは、どんな仕組みで音が電気信号になっているのだろうか。

【授業を通して分かったこと】

【知識・理解】

- コンデンサーマイクは、
_____の関係式（_____ = _____）を活用したものである。
- その仕組みは、音によって空気の_____が変化して、
_____が変わり、電気信号が生じることである。
- 技術が発展し、現在コンデンサーマイクは、_____が進んでおり、
_____や、_____などに用いられている。

～コンデンサーマイクの電気容量～ 教科書 p.224

今回作成したコンデンサーマイクの断面（図1参照）を見ると、二つの極板（金属板と振動板）の間には、上側に空気の層があり、下側に硬質塩化ビニルでできた誘電体があります。

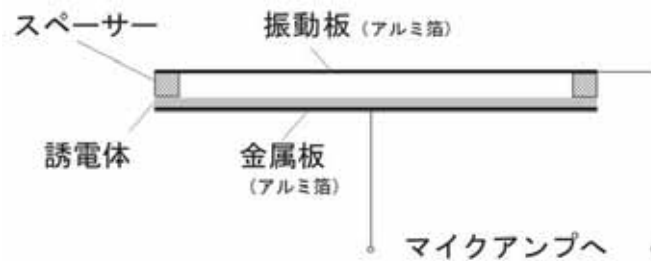


図1. コンデンサーマイクの断面図（再掲）

このコンデンサーマイクの電気容量を求める場合、二つのコンデンサーが直列に接続されたものと考えることができます（図2）。すなわち、誘電体が空気だけのコンデンサーと誘電体が硬質塩化ビニルだけのコンデンサーです。この二つのコンデンサーの電気容量を別々に求めることで、全体としての電気容量（合成容量といいます）を求めることができます。詳細は、この後学習します。

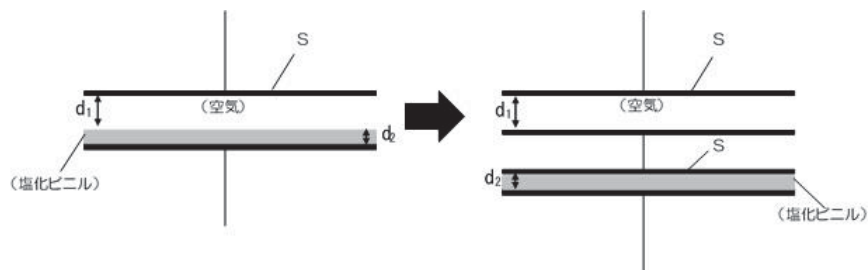


図2. 電気容量を求める場合の考え方（直列接続）

資料3 学習指導案「抵抗の測定」2時間分

1. 前半（1時間）

高等学校物理学習指導案						
1. 単元 (題材)	教科書：東京書籍「物理」4編 電気と磁気 2章 電流 2 直流回路 学習指導要領：(3) 電気と磁気 ア 電気と電流 (エ) 電気回路					
2. 目標	ホイートストンブリッジによる抵抗値の測定などを通して探求し、電気回路に関する基本的な概念や原理・法則を系統的に理解するとともに、それらを日常生活や社会と関連付けて考察できる。					
3. 基盤	<p>①教材観 電気回路について、生徒は、小学校3年生から電気や電流の働き等について学び、中学校2年生には直列回路や並列回路に流れる電流について学習した後、オームの法則について学ぶ。高校の物理基礎では、電流が流れる仕組みや抵抗率、また直列と並列を組み合わせた回路について学習するが、扱うのは電流の流れをイメージしやすい単純な電気回路であった。しかし、物理では取り扱う電気回路がより複雑なものになるため、生徒は電流の流れをイメージしにくくなり、理解が難しくなる。その一例が今回学習するホイートストンブリッジに代表されるブリッジ回路である。</p> <p>②生徒観 前回の実践では、電気容量を測定する回数が少なかったことで、テンポよく実験を進めることができた。今回の実践では、デジタルテスターを用いた測定が多くあるので、テンポよく進めることが求められる。また前回の実践で授業中の発言が少なかったことから、今回の実践では、自分の考えを他の人に伝えることが求められる。</p> <p>③指導観 未知の抵抗値を求めるためには、測定で用いている任意の閉回路の起電力と電位降下の関係式をキルヒホッフの第2法則を用いて立式する必要がある。その際、閉回路における起電力と電位降下の概念図を描かせることで、式が表す物理的な意味を理解しやすくする。これによって、並列回路の間にある検流計の両端の電位差と検流計の針の振れ方について理解することが期待される。そのために、測定実験ではニクロム線と検流計の接点を動かしながら、検流計の針の触れ方と検流計の両端の電位差を求めるとともに、各抵抗の両端の電位差を求めるようにする。</p>					
4. 指導と評価の計画	小単元・内容	時間	関心・意欲・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解
	1. 電流と電気抵抗の温度変化	1				・物質の電気抵抗が温度によって変化することを理解している。 【ワークシート】
	2. 電池の内部抵抗と端子電圧	2			・乾電池の起電力及び内部抵抗の測定をし、結果を的確に記録、整理している。 【ワークシート】	・電池の起電力と内部抵抗の関係について理解している。 【ワークシート】
	3. 電流計・電圧計の内部抵抗	3	・電流計と電圧計の仕組みについて関心をもち、学習に取り組もうとしている。 【行動観察】	・電流計と電圧計を電気回路に正しく接続し、その理由を説明している。 【ワークシート】		
	4. キルヒホッフの法則	4		・回路中の任意の閉回路について起電力と電位降下の関係を式で表している。 【ワークシート】		・キルヒホッフの法則について理解している。 【ワークシート】
	5. 抵抗の測定	5 本時 (前半)	・メートルブリッジの仕組みについて関心をもち、学習に取り組もうとしている。 【行動観察】	・メートルブリッジ中の任意の閉回路について起電力と電位降下の関係を式で表し、測定結果から未知の抵抗の値を求めている。 【ワークシート】	・メートルブリッジを用いて電位差などを測定し、結果を的確に記録、整理している。 【ワークシート】	

	6 本時 (後 半)		・ホイットストンブリッジ中の可変抵抗の値が変化した際の検流計の針の振れ方について考えを表現している。 【ワークシート】	・ホイットストンブリッジの活用方法について理解している。 【ワークシート】
6. コンデンサーを含む回路	7		・コンデンサーを充電・放電した際の電気量の時間変化と、電流または電圧の時間変化をグラフで表している。 【ワークシート】	・コンデンサーを充電・放電した際の過渡現象について理解している。 【ワークシート】
7. 非線形抵抗を含む回路	8		・非線形抵抗の電流-電圧特性グラフを読み取り、非線形抵抗を含む直流回路に流れる電流等を求めている。 【ワークシート】	・白熱電球やダイオードが非線形抵抗であることを理解している。 【ワークシート】

5. 本時

(1) 目標

- ・メートルブリッジの仕組みについて関心をもち、意欲的に探求することができる。【関心・意欲・態度】
- ・メートルブリッジ中の任意の閉回路について起電力と電位降下の関係を式で表し、測定結果から未知の抵抗の値を求めることができる。【思考・判断・表現】
- ・メートルブリッジを用いて電位差などを測定し、結果を的確に記録、整理することができる。【観察・実験の技能】

(2) 展開

学習内容・学習活動	時間	指導上の留意点と支援・評価【観点】と方法	資料, 教材・教具
1 オームの法則について簡単に確認する。 2 未知の抵抗を接続したメートルブリッジで、接点を変化させた場合に、検流計の針の振れが変化することを見る。	導入 1 5 分	<p>○物理基礎までは電圧という言葉を使用していたが、物理では電位差を用いることに触れる。</p> <p>○電位差が電位（電气的位置エネルギー）の差になっていることを説明し、電位の高い方から低い方に電流が流れることを確認する。</p> <p>○電池とニクロム線、電流計をつなぎ、電流の流れる向きを確認する。電流の流れを示した矢印を描いた付箋を貼る。</p> <p>○電池とニクロム線の間から分岐するようリード線をつなぎ、それに抵抗箱とすべり抵抗器を接続して並列回路を作り、電流の流れる向きを確認する。電流の流れを示した矢印を描いた付箋を貼る。</p> <p>○電流計を全て外し、抵抗箱とすべり抵抗器の間から分岐するようリード線をつなぎ、それに検流計の負の端子に接続する。検流計の正の端子にリード線をつなぎ、その先にカーボン抵抗をつけ、カーボン抵抗の端子をニクロム線に触れさせる。</p> <p>○検流計の針の振れ方（正負）と電流の流れる向きについて説明する。</p> <p>○接点を動かすと、検流計の針の振れ方に変化が生じ、電流の流れる向きが逆転したり、電流が全く流れなくなったりすることを示す。</p> <p>発問「どうして検流計に流れる電流の向きが変わるのでしょうか？」</p> <p>○検流計に流れる電流の向きは接点の位置変化によって生じていることから、ニクロム線上の接点の位置によって何が変わるのか抵抗値を測定して見せる。</p> <p>○結果から、ニクロム線の長さによって抵抗が異なることを確認させ、抵抗の大きさが変わるによって検流計に流れる電流の向きが変わることを伝える。</p>	ワークシート ニクロム線（1m）、検流計、抵抗箱、すべり抵抗器、カーボン抵抗5kΩ、リード線、電流計

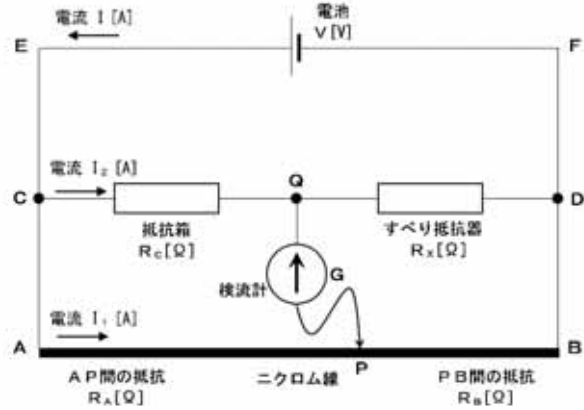
発問「では、メートルブリッジにおいて、検流計に電流が流れない条件は何でしょうか。未知の抵抗の値も求めよう。」

学習課題：メートルブリッジにおいて検流計の針が振れない条件は何だろうか。」

授業の手立て①「基本的な生徒実験」
生徒は、基本的な物理法則を理解する。

3 メートルブリッジを用いた未知の抵抗値の測定実験を行う。

展開
30分



【関心・意欲・態度】

- 生徒に、ニクロム線上で検流計との接点 P を自由に動かして、検流計の針の振れ方を確認するよう伝える。
- 検流計の針が正に振れる点、針が振れない点、針が負に振れる点を 3 点決めさせる。

- 接点 P の点 A からの距離は 30 cm から 70 cm の間とする（検流計の針が振り切れない範囲とする）。
- それらの点での線分 AB と線分 PB の距離を測定するとともに、デジタルテスターを用いて、点 P と点 Q の間（ブリッジ間）の電位差 V_{PQ} を測定させ、記録させる。
- 同様に AP 間と PB 間、CQ 間、QD 間の電位差を測定し、記録させる。
- また、抵抗箱（10 Ω）の抵抗値を測定して記録させる。

【観察・実験の技能】

4 キルヒホッフの法則を用いて、ホイートストンブリッジの関係式を導出し、未知の抵抗の値を求める。

- キルヒホッフの第 2 法則から、閉回路 EABF と閉回路 ECDF についてそれぞれ式を立てさせ、電流 I_1 と電流 I_2 を求めさせる。
- 立てた式から起電力と電位降下の模式図を描かせ、それを基に、点 P と点 Q のそれぞれの電位 V_P と V_Q を求め、電位差 V_{PQ} を計算させる。
- このとき、測定メモから PB 間の電位差 V_{PB} と QD 間の電位差 V_{QD} の差が PQ 間の電位差 V_{PQ} になっていることを確認させる。
- さらに、ブロックで作成した起電力と電位降下の立体模型を用いて説明する。
- 針が振れない点では $V_{PQ} = 0$ になることから、抵抗値どうし関係（ホイートストンブリッジの関係式）を求め、未知の抵抗の値を求めさせる。

【思考・判断・表現】

- 最後に、すべり抵抗器の抵抗値を測定させ、計算値と比較させる。

ニクロム線（1 m）、検流計、抵抗箱、すべり抵抗器、カーボン抵抗 5 k Ω リード線、デジタルテスター

ワークシート、計算機

5 振り返りを行う。

終末
5分

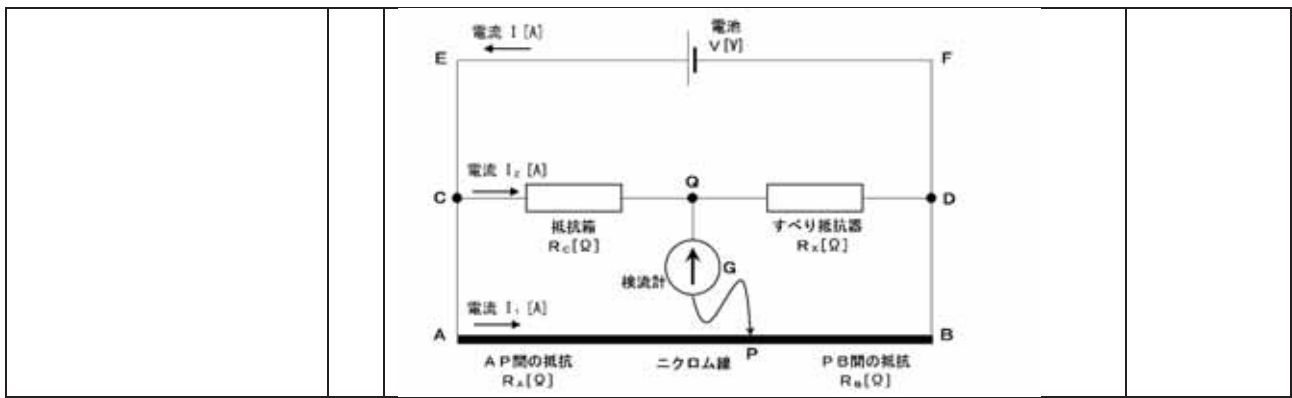
- この実験を通して、学習課題に対して、何が分かったのかワークシートに書かせる。

ワークシート

(3) 評価	
本時の評価規準	<p>【関心・意欲・態度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・メートルブリッジの仕組みについて関心をもち、意欲的に探求しようとしている。 <p>【思考・判断・表現】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・メートルブリッジ中の任意の閉回路について起電力と電位降下の関係を式で表し、測定結果から未知の抵抗の値を求めている。 <p>【観察・実験の技能】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・メートルブリッジを用いて電位差などを測定し、結果を的確に記録、整理している。
十分満足できると判断される生徒の姿	<p>【関心・意欲・態度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・周囲と話し合いながら、積極的に測定を行っている。 <p>【思考・判断・表現】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・メートルブリッジ中の任意の閉回路について起電力と電位降下の関係を式で表すことができ、かつ模式図に表している。測定結果から未知の抵抗の値を求めている。 <p>【観察・実験の技能】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・メートルブリッジを用いて電位差などを測定し、結果をもれなく的確に記録、整理している。
支援が必要とされる生徒への支援方法	<p>【関心・意欲・態度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・測定に参加しようとしめない。 →班内で役割を決めて、参加するようにする。 <p>【思考・判断・表現】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・メートルブリッジ中の任意の閉回路について起電力と電位降下の関係を式で表すことができない。 →オームの法則やキルヒホッフの法則について確認し、考え方を伝える。 ・測定結果から未知の抵抗の値を求めることができない。 →式変形などで計算ミスがないか確認し、計算ができない場合は計算過程を見て助言する。 <p>【観察・実験の技能】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・デジタルテスターを用いた電位差の測定ができない。 →測定の方法を確認し、修正点があれば伝える。
その他：	

2. 後半（1時間）

5. 本時			
(1) 目標			
・メートルブリッジ中の可変抵抗の値を変化させた際の検流計の針の振れ方について考えを表現できる。 【思考・判断・表現】 ・ホイートストンブリッジの活用方法について理解することができる。【知識・理解】			
(2) 展開			
学習内容・学習活動	時間	指導上の留意点と支援・評価【観点】と方法	資料, 教材・教具
1 ロードセルを用いた 演示実験を見る。	導入 5 分	○前時のメートルブリッジを用いた測定結果とキルヒホッフの第2法則で得られた式から、検流計の針が振れない場合にはホイートストンブリッジの関係式が成立することを復習させる。 ○ロードセルを見せるとともに、それをオシロスコープにつないで、力を加えることで電位差が変化していることを見せて確認させる。 ○ロードセルが、ホイートストンブリッジを活用したものであることを伝える。 発問「このロードセルは、どんな仕組みで力が電気信号に変化しているのでしょうか。」	ロードセル, 電池[9V], ブレッドボード, 電解コンデンサー[1μF], ジャンパー線, オシロスコープ
学習課題：ロードセルは、どんな仕組みで、力が電気信号になっているのか。 ～ロードセルの正体を確かめよう～			
授業の手立て②「STEM教材を用いた生徒実験」 生徒は、物理法則の活用に関して理解する。			
2 歪みゲージが変形した場合の抵抗値を測定する。	展開 ① 3 0 分	○歪みゲージは、変形すると抵抗値が変わる電子部品であることを伝える。 ○歪みの定義にも触れる。 ○変形しない場合、表側に曲げた場合、裏側に曲げた場合の抵抗値を測定させる。	歪みゲージ, デジタルテスター
3 前時に求めた未知の抵抗値の値から、値が大きくなったり、値が小さくなったりする場合に、検流計の電流はどのように流れるか考える。		○前時の測定実験では、未知の抵抗としてすべり抵抗器を用いていたが、本時ではすべり抵抗器の値を変えた場合に検流計の針がどのように振れるか考えさせる。 発問「メートルブリッジにおいて、検流計の針が振れない状態から、すべり抵抗器の抵抗値を変化させた場合、ブリッジ間の電位差 V_{PQ} はどのようなようになるのでしょうか。前回の実験で確認した関係式を参考にして、自分の意見とそう考える理由をワークシートに書いてください。」 【思考・判断・表現】 ○その後、班内、クラス内で意見を話し合い、考えを共有させる。	ワークシート
4 メートルブリッジを用いて、すべり抵抗器の抵抗値が変わった場合の検流計の針の振れ方について確認する。		○前時の測定結果を見て、すべり抵抗器の摺動（しろうどう）部を動かさないときのブリッジ間の電位差 V_{PQ} , PB間とQD間の電位差, すべり抵抗器の抵抗値を確認させ、測定メモに記入させる。 ○生徒に、検流計が0を示す状態からすべり抵抗器の摺動部が増加するようを自由に動かすよう伝える。 ○その後、すべり抵抗器の抵抗値を増加させた場合の検流計の針の振れ方や、ブリッジ間の電位差, PB間とQD間の電位差, すべり抵抗器の抵抗値を測定させ、メモに記入させる。 ○同じ測定を、抵抗値が減少した場合でも行わせる。 ○ブロックで作成した起電力と電位降下の立体模型を用いて説明する。	ニクロム線[1m], 検流計, 抵抗箱, すべり抵抗器, リード線, デジタルテスター



授業の手立て③「日常で見られる部品の演示実験」
生徒は、物理法則の実用面に関する理解をする。

<p>5 ロードセルに力を加え変形させた場合の電気信号を演示実験で確認し、その使用例について話しを聞く。</p>	<p>展開 ② 1 0 分</p>	<p>○再度、オシロスコープ上でロードセルに力を加えて電位差が変化することを見せる。 ○生徒にも体験させる。 発問「ロードセルはどのようなことに使われているのでしょうか。ワークシートに書いてください。」 ○ワークシートに意見を書かせる。 ○キッチンスケールを分解したものを見せて、ロードセルが使われていることを示すとともに、キッチンスケールのロードセルを押したり引いたりして表示値がどう変化するか見せる。 ○今日学んだことが日常生活のさまざまな場面で使われていることを話す（力を測定を行っているところ。重量計→果物等の選別に利用、力の測定→プレス加工（どの程度の力を加えるか））。</p>	<p>ロードセル、電池[9V]、ブレッドボード、電解コンデンサー[1μF]、ジャンパー線、オシロスコープ、キッチンスケール、ワークシート</p>
<p>6 振り返りを行う。</p>	<p>終末 5 分</p>	<p>○この実験を通して、学習課題に対して、何が分かったのかワークシートに書かせる。 【知識・理解】</p>	<p>ワークシート</p>

(3) 評価

<p>本時の評価規準</p>	<p>【思考・判断・表現】 ・メートルブリッジ中の可変抵抗の値を変化させた際の検流計の針の振れ方について考えを表現している。 【知識・理解】 ・ホイートストンブリッジの活用方法について理解している。</p>
<p>十分満足できると判断される生徒の姿</p>	<p>【思考・判断・表現】 ・メートルブリッジ中の可変抵抗の値を変化させた際の検流計の針の振れ方について考えを表現し、根拠をもって説明している。 【知識・理解】 ・ホイートストンブリッジの活用方法について理解し、他の活用方法についても考えている。</p>
<p>支援が必要とされる生徒への支援方法</p>	<p>【思考・判断・表現】 ・メートルブリッジ中の可変抵抗の値を変化させた際の検流計の針の振れ方について考えることができない。 →ブリッジ間の電位差の式と、起電力と電位降下の模式図を示し、すべり抵抗器の抵抗値が増加したときに、ブリッジ間の電位差がどう変化するか確認させる。 【知識・理解】 ・ホイートストンブリッジの活用方法について理解することができない。 →ホイートストンブリッジの活用には二種類あることを確認する。一つ目は各抵抗の値のみで未知の抵抗の抵抗値を正確に求めることができること（前半の内容）であり、二つ目は、可変抵抗の抵抗値が変化することでブリッジ間の電位差が変化することを用いたロードセルである。</p>
<p>その他：</p>	

資料4 生徒用ワークシート「抵抗の測定」

1. 前半用ワークシート

月 日 () ワークシート「抵抗の測定」(前半)

No. 1

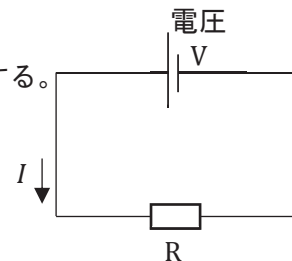
年 組 名前 _____

【復習1】

<オームの法則> 「物理基礎」

導線を通る電流の大きさ I [A] は、導線の両端の電圧 V [V] に比例する。
このときの比例定数 R [Ω] を電気抵抗という。

$$V = RI$$



<オームの法則> 「物理」

導線を通る電流の大きさ I [A] は、導線の両端の電位差 V [V] に比例する。
このときの比例定数 R [Ω] を電気抵抗という。

$$V = RI$$

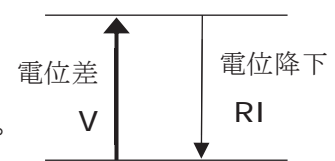
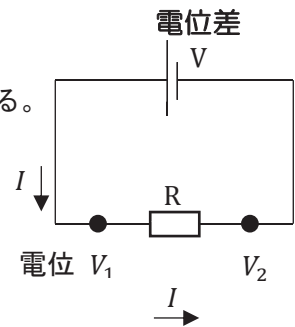
電位差は、電位（電気的な位置エネルギー）の差で表され、

$$V = V_1 - V_2$$

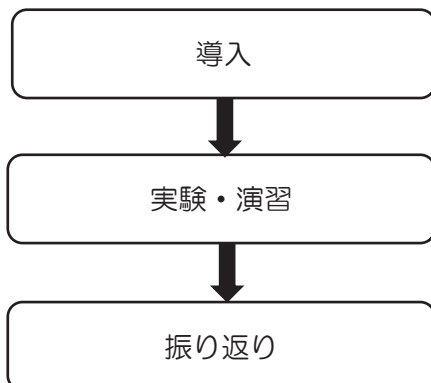
となる。

このとき、

電流は電位の高い方から低い方に向かって流れる。



【本時の流れ】



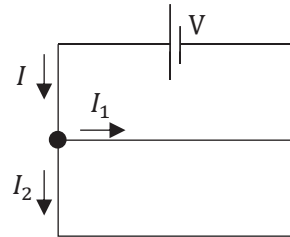
- ・・・
- 1) メートルブリッジの電位差の測定
 - 2) キルヒホッフの法則を用いて、ブリッジ間の電位差を導出
 - 3) 未知の抵抗値を求め、測定して確認する

【復習 2】

<キルヒホッフの法則>

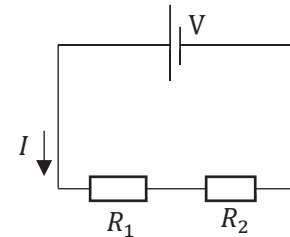
- ・第 1 法則：回路中の任意の点について、
流れ込む電流の和と流れ出る電流の和は等しい。

$$I = I_1 + I_2$$

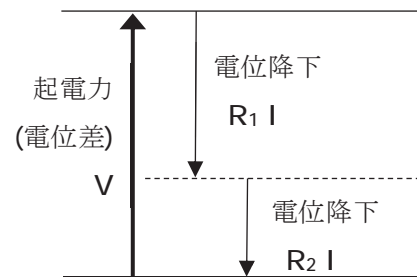


- ・第 2 法則：回路中の任意の閉回路について
起電力の和と電位降下の和は等しい。
(反時計回りを正の向きとすると)

$$V = R_1 I + R_2 I$$



<起電力と電位降下の模式図>



***** この授業は、次の内容で評価します *****

- ・メートルブリッジの仕組みについて関心をもち、学習に取り組もうとしている。
【関心・意欲・態度】
- ・メートルブリッジ中の任意の閉回路について起電力と電位降下の関係を式で表し、
測定結果から未知の抵抗の値を求めることができる。 【思考・判断・表現】
- ・メートルブリッジを用いて電位差などを測定し、結果を的確に記録、整理している。
【観察・実験の技能】

演示実験 ブリッジ回路には、どのように電流が流れるのか？

＜電流の流れ方の確認＞ 電流の向きを矢印で書き込もう。

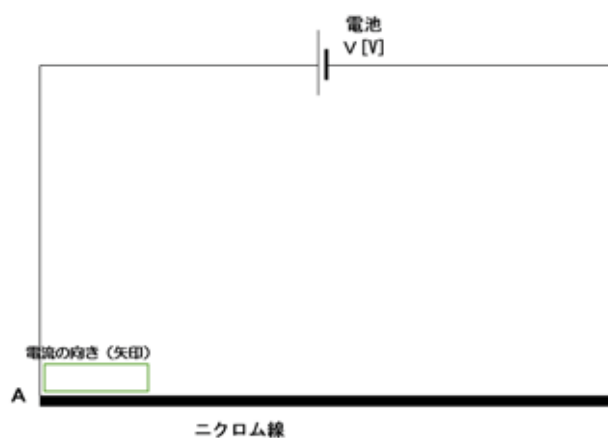


図1 ニクロム線をつないだだけの回路

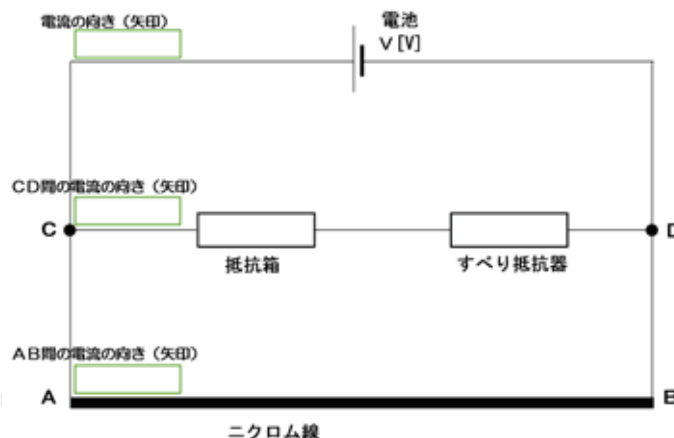


図2 並列回路

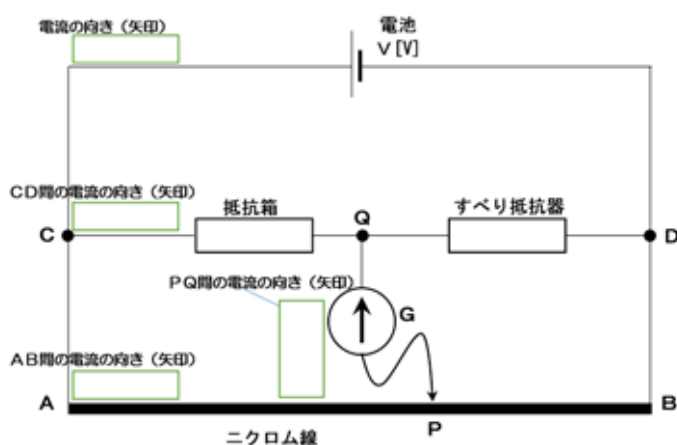
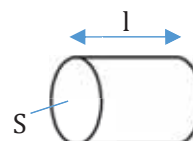


図3 ブリッジ回路 (メートルブリッジ)

＜ニクロム線の長さとの抵抗の関係＞

＜物質の抵抗＞ 「物理基礎」教科書 pp. 171



同じ材質の場合、電気抵抗 $R[\Omega]$ は、物質の長さ $l[\text{m}]$ に比例し、断面積 $S[\text{m}^2]$ に反比例する。

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

演示実験より分かること

- ・ 検流計を流れる電流の向きは、ニクロム線と検流計の接点Pの位置に関係がある。
- ・ 接点Pの位置を変えると、AP間とPB間の長さが変わる。
- ・ AP間とPB間の長さが変わると、AP間とPB間の抵抗が変わる。

これらより、

「検流計の両端であるPQ間の電位差と、AP間とPB間の抵抗に関係がある」

→→→ 「つながっているのに、どうして検流計の針が振れなくなるのだろう？」

- ・ 検流計の針が振れない（電流が流れない）ときは、検流計の両端の電位差が0になる。

【本時の学習課題】

メートルブリッジにおいて、検流計の針が振れない条件は何だろうか。

実験・演習 メートルブリッジにおいて、検流計の針が振れない条件を探し出し、未知の抵抗値を求めよう。

【関心・意欲・態度】，【思考・判断・表現】，【観察・実験の技能】

＜準備するもの＞

- ・ 目盛り付きニクロム線（1m） 1本
- ・ 検流計 1個
- ・ 抵抗箱 1個
- ・ すべり抵抗器 1個
- ・ デジタルテスター 1個
- ・ 電池（単3形） 1個
- ・ リード線

＜メートルブリッジ＞

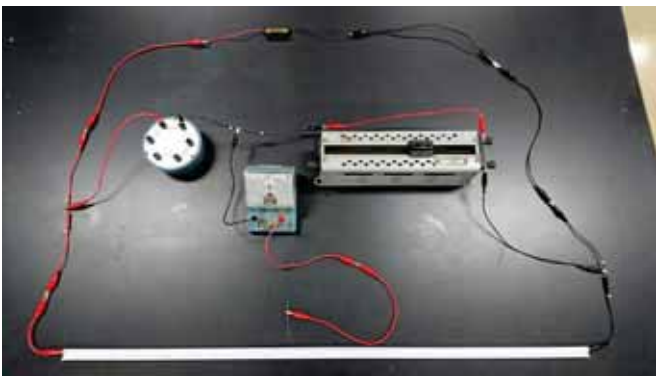


図4 メートルブリッジの全体像

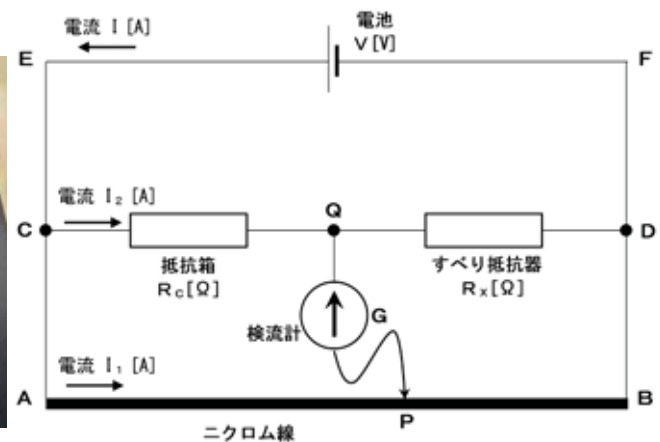


図5 メートルブリッジの回路図

＜測定手順＞

手順①

ニクロム線上で検流計との接点Pを動かして、検流計の針が正に振れる点、針が振れない点、針が負に振れる点を3点決める。

※ 接点を動かす範囲は、ニクロム線の左端の30 cm～70 cmの範囲とする。

手順②

手順①で決めた3点について、それぞれ以下の測定を行い、表に記録する。ただし、測定の優先順位は、1) 検流計の針が振れない点、2) 針が正に振れる点、3) 針が負に振れる点とする。時間内に必ず1を測定し終わるようにしてください。

- (1) 線分APと線分PBの距離
- (2) 点Pと点Qの間（ブリッジ間）の電位差 V_{PQ}
- (3) 点Aと点Pの間の電位差 V_{AP}
- (4) 点Pと点Bの間の電位差 V_{PB}
- (5) 点Cと点Qの間の電位差 V_{CQ}
- (6) 点Qと点Dの間の電位差 V_{QD}

※ブリッジ間の電位差 V_{PQ} を測定する際は、デジタルテスターを使用し、赤いリード線が点P側になるようにすること。

手順③

最後に、抵抗箱につながったリード線を外し、デジタルテスターを抵抗値（10 Ω ）の端子につないで、抵抗値を測定する。

正に振れる場合



図6 検流計

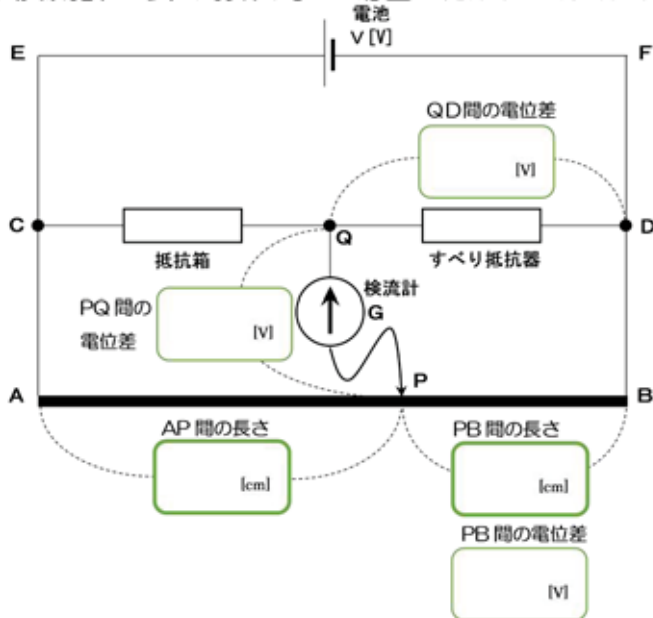
<検流計の針の振れ方について>

検流計が正の向きに振れた場合，電流の流れる方向は，
 「正(+)の端子から入り，負(-)の端子から，電流が出て行く方向」

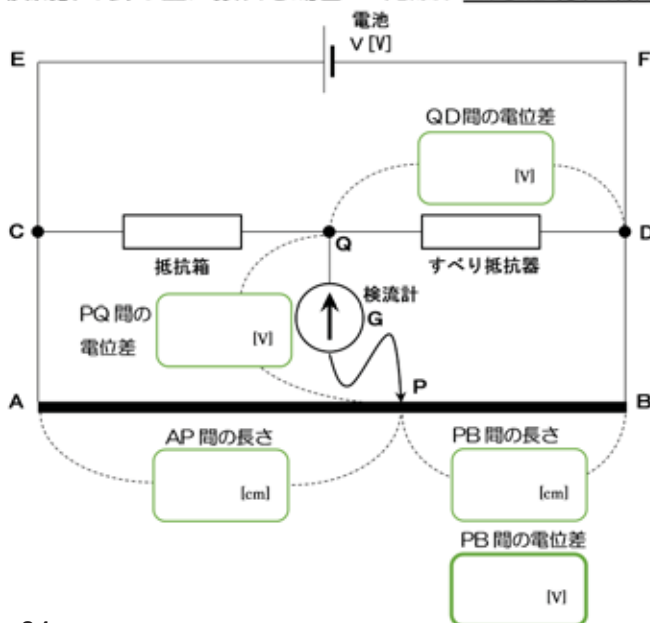
逆に，検流計が負の向きに振れた場合，電流の流れる方向は，
 「負(-)の端子から入り，正(+)の端子から，電流が出て行く方向」

<測定メモ>

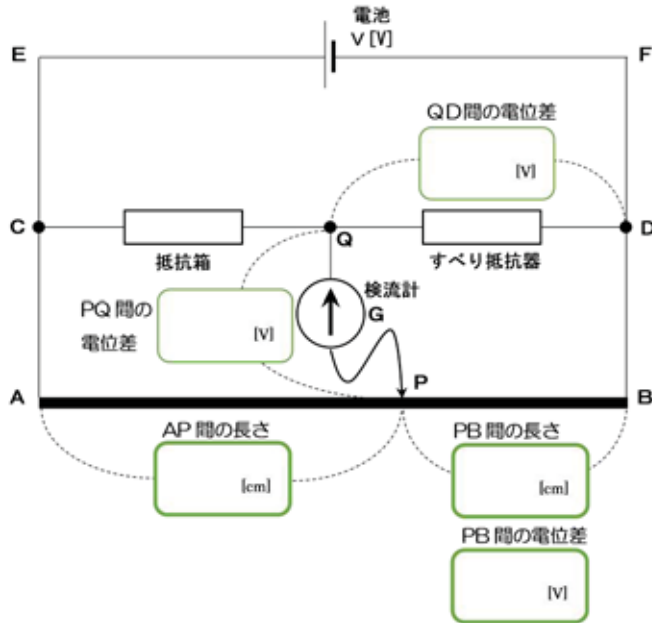
○検流計の針が振れない場合 (電流は、PQ間を流れない)



○検流計の針が正に振れる場合 (電流は、PからQに向けて流れる)



○検流計の針が負に振れる場合 (電流は、QからPに向けて流れる)



<測定結果>

検流計の針の振れ方	線分 AP の長さ l_A	線分 PB の長さ l_B	PQ 間(ブリッジ間)の電位差 V_{PQ}	PB 間の電位差 V_{PB}	QB 間の電位差 V_{PB}
正に振れる	[cm]	[cm]	[V]	[V]	[V]
全く振れない (0になる)	[cm]	[cm]	[V]	[V]	[V]
負に振れる	[cm]	[cm]	[V]	[V]	[V]

※ 電位差は、小数点以下第2位まで書くこと。

抵抗箱 (10Ω) の測定値

[Ω]

※ 小数点以下第1位まで書くこと。

測定結果は、演示実験で分かったことを数値としてまとめたものです。

しかし、これだけでは、

「なぜ検流計の両端の電位差と AP 間または PB 間の抵抗に関係があるのか」その根拠は分かりません。

そこで、キルヒホッフの第2法則を用いて、ブリッジ間の電位差 V_{PQ} を求め、AP間の抵抗とPB間の抵抗との関係を明らかにしましょう。

AP間の抵抗を R_A [Ω], PB間の抵抗を R_B [Ω], CQ間の抵抗を R_C [Ω], QD間の抵抗を R_X [Ω]とし、キルヒホッフの法則の第2法則を用いて、起電力と電位降下の関係を求めます。

(分からない人は、復習2を参照すること)

1. 閉回路EABFについて

AB間を流れる電流を I_1 [A] とすると、

$$V = \text{起電力} + \text{AP間の電位降下} + \text{PB間の電位降下} \quad \dots \textcircled{1}$$

2. 閉回路CABDについて

CD間を流れる電流を I_2 [A] とすると、

$$V = \text{起電力} + \text{CQ間の電位降下} + \text{QB間の電位降下} \quad \dots \textcircled{2}$$

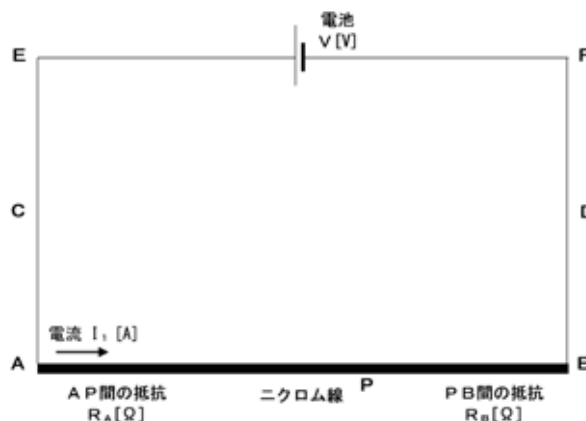


図7 閉回路EABF

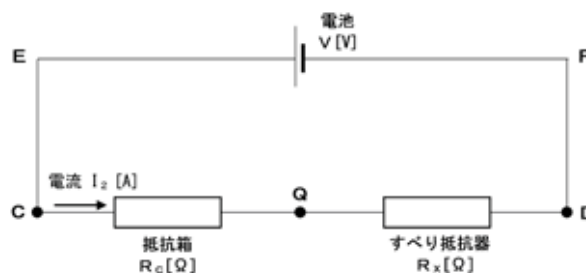
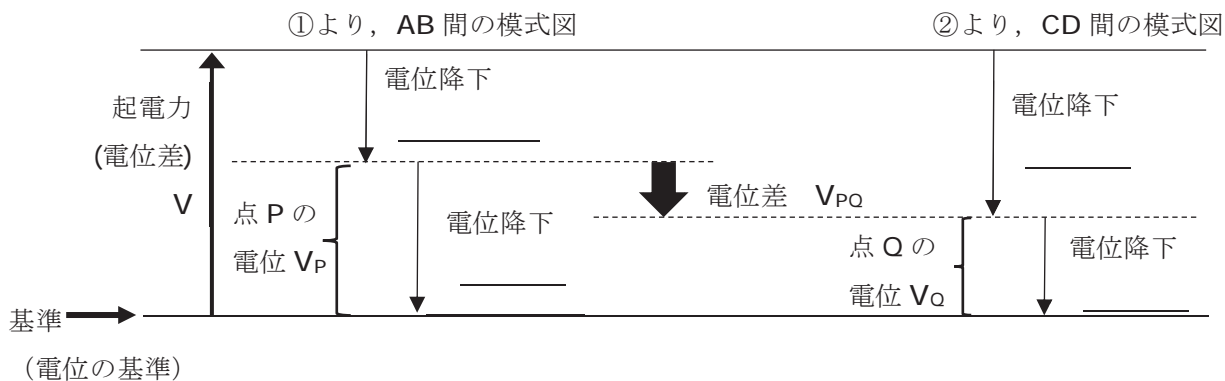


図8 閉回路ECDF

①, ②式より起電力と電位降下の模式図は、以下のようになります。

下線部に適切な文字を入れて図を完成させてください。



①より,

$$V = (\quad + \quad) \times I_1 \quad \therefore I_1 =$$

②より,

$$V = (\quad + \quad) \times I_2 \quad \therefore I_2 =$$

起電力と電位降下の模式図より, $V_P =$ _____, $V_Q =$ _____ だから

$$V_{PQ} = V_P - V_Q$$

$$= \text{_____} - \text{_____}$$

I_1 と I_2 を代入して,

$$V_{PQ} =$$

よって,

$$V_{PQ} = V \times \frac{\text{_____}}{(R_A + R_B)(R_C + R_X)}$$

検流計の針が振れない条件は, P Q間 (ブリッジ間) の電位差が0になること ($V_{PQ} = 0$) である。

ここで, $V \neq 0$ かつ $(R_A + R_B)(R_C + R_X) \neq 0$ だから,

$$\text{_____} = 0$$

よって, 検流計の針が振れない条件
(検流計に電流が流れない条件) は,

$$\text{_____} = \text{_____}$$

この関係式は、メートルブリッジを含む右の図のような回路で、未知の抵抗の正確な測定に用いられる。

このような回路を「_____」と呼ぶ。

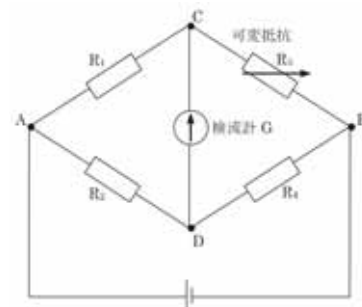


図9 ホイートストンブリッジ

最後に、求めた関係式を用いて、未知の抵抗の値 R_X を求めよう。

線分 AP と線分 PB の長さをそれぞれ l_A , l_B とすると、

電気抵抗の関係式 ($R = \rho \frac{l}{S}$) から、 $R_A : R_B = l_A : l_B$ となり、

③式より、 R_X は、 R_C , l_A , l_B を用いて表すことができる。

$$R_X =$$

測定結果より、抵抗箱の測定値は_____ Ω なので、
右上の式に代入すると、

【計算値】

$$R_X = \quad [\Omega]$$

※ 小数点以下第1位まで書くこと。

実際に、すべり抵抗器の抵抗値を測定し、確認しよう。

【測定値】

$$R_X = \quad [\Omega]$$

※ 小数点以下第1位まで書くこと。

この授業の「振り返り」

【本時の学習課題】

メートルブリッジにおいて、検流計の針が振れない条件は何だろうか。

【授業を通して分かったこと】

・ _____ の法則から、

ブリッジ間（PQ間）の _____ を求めることができる。

これより、メートルブリッジにおいて、

検流計の針が振れない条件は、

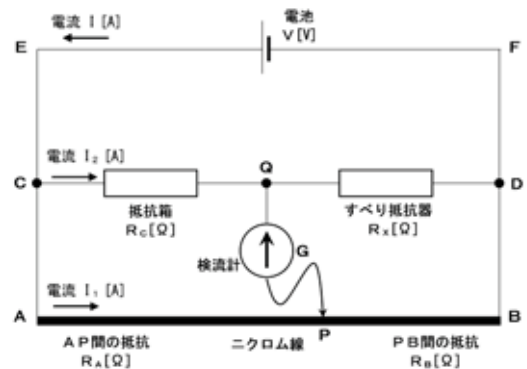
抵抗値のみを用いて

=

と表すことができる。

この関係を用いると、未知の _____ を正確に求めることができる。

このような回路を「 _____ ブリッジ」と呼ぶ。



2. 後半用ワークシート

月 日 () ワークシート「抵抗の測定」(後半)

No. 1

年 組 名前

【前時までの復習】

<メートルブリッジ> 「物理基礎」教科書 pp. 169

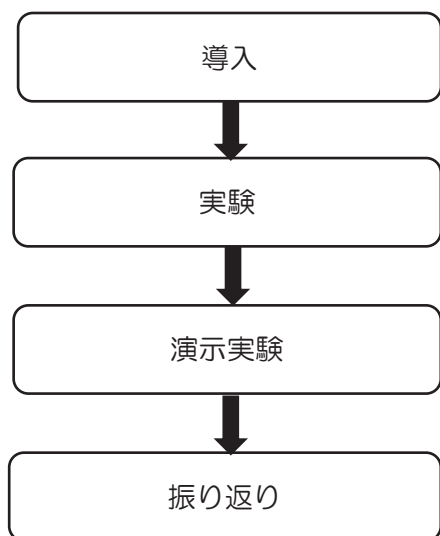
検流計の針が振れない(検流計に電流が流れない)条件は、「ブリッジ間の電位差 V_{PQ} が0になること」

$$V_{PQ} = V \times \frac{R_B R_C - R_A R_X}{(R_A + R_B)(R_C + R_X)} = 0$$

これより,

$$\frac{R_C}{R_A} = \frac{R_X}{R_B} \Leftrightarrow R_B R_C - R_A R_X = 0$$

【本時の流れ】



- ・・・ 1) 歪みゲージの測定
- 2) すべり抵抗器の抵抗値が変わった場合のブリッジ間の電位差の測定(思考を含む)
- ・・・ ロードセルに力を加えた場合の電気信号について

***** この授業は、次の内容で評価します *****

- ・メートルブリッジ中の可変抵抗の値が変化した場合の、検流計の針の振れ方について考えを表現できる。 【思考・判断・表現】
- ・ホイートストンブリッジの活用方法について理解している。 【知識・理解】

【本時の学習課題】

ロードセルは、どんな仕組みで、力が電気信号になっているのだろうか。
～ロードセルの正体を確かめよう～

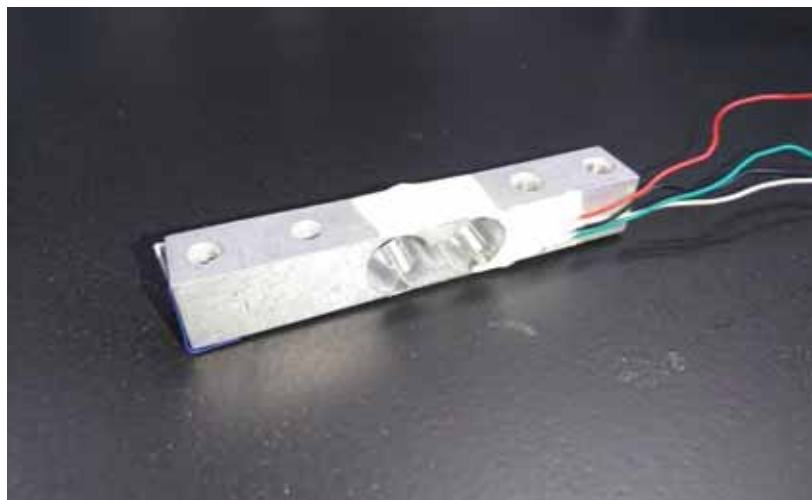


図1 ロードセル

皆に与えられた任務

「ロードセルの正体を確かめること」

手がかり① 「ひずみゲージが使われている。」

〈ひずみ（歪み）とは〉

物体は、力が加わると変形します。

長さLの物体に力を加えて、
物体の長さが ΔL 変形したとすると、

ひずみ ε は、 $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$ で求めることができます。

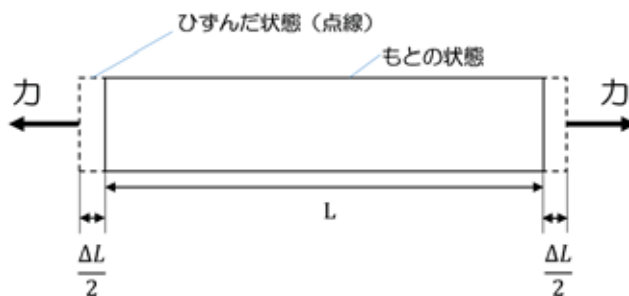


図2 力を加えたときの物体の変形（ひずみ）

〈ひずみゲージの仕組み〉

導体である金属は、伸び縮みすることでその抵抗値が変わります。

すなわち、ひずむ前の状態と後の状態では、
ひずみ ε だけ変形することで抵抗値が変化することになります。

この原理を利用したものを「ひずみゲージ」といいます。



図3 ひずみゲージ

ひずみゲージは、力が加わると抵抗値が変化する。

(実験) 力を加えたときにひずみゲージの抵抗値がどのくらい変化するか測定しよう。

【注意】ひずみゲージは非常に小さいものです。取り扱いには十分注意しましょう。

- ・力を加える前の抵抗値： _____ [Ω]
- ・導線が出ている部分を固定し、反対側を上下に曲げると、抵抗値はどうなりますか？
抵抗値は、曲げる方向によって _____, _____ する。

手がかかり② 「ホイートストンブリッジが使われている。」

【思考・判断・表現】

ロードセルには，ホイートストンブリッジが使われていて，その抵抗の一つにひずみゲージが用いられています。

これは前回使用したメートルブリッジで例えれば，

ひずみゲージはすべり抵抗器にあたります。

力が加わっていないときは，

検流計の針が振れていない状態（電位差が0）になっています。

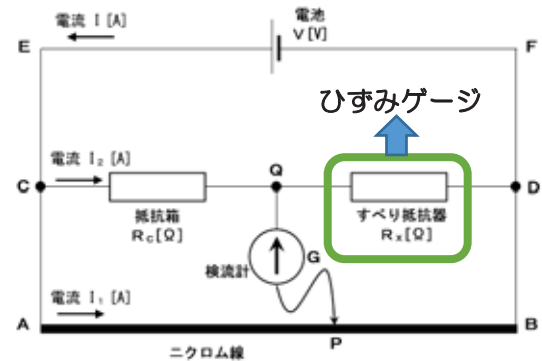


図4 メートルブリッジの回路図

では，力を加えることでひずみゲージの抵抗値が変わると，

ブリッジ間の電位差 V_{PQ} はどうなるのでしょうか。

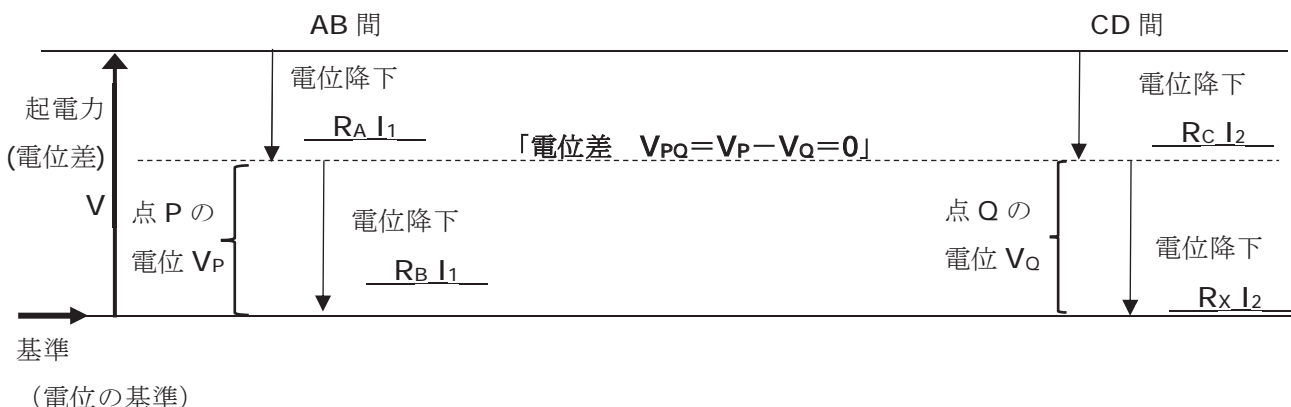
Q1 「ひずみゲージに力が加わり，抵抗値が増加したら，ブリッジ間の電位差はようになるだろうか？」

前時の内容を参考にして，自分の意見とそう考える理由を書き出そう。

<考える視点> ・ブリッジ間の電位差は，
$$V_{PQ} = V \times \frac{R_B R_C - R_A R_X}{(R_A + R_B)(R_C + R_X)}$$
 。

- ・このときの起電力と電位降下の関係は下図のようになります。
- ・抵抗値 R_X が増加したら，起電力と電位降下の関係はようになるのだろうか。

検流計の針が振れていないときの起電力と電位降下の模式図



(自分の考え)

- ひずみゲージの抵抗値 R_x が増加したら、ブリッジ間の電位差 V_{PQ} は0より { 大きく ・ 小さく } なる。

(そう考える理由)

R_x が増加すると、 _____ 間の電位差 (_____) が { 大きく ・ 小さく } なり、
_____ 間の電位差 (_____) に比べて { 大きく ・ 小さく } なるから。

(他の人の考え)

- ひずみゲージの抵抗値 R_x が増加したら、ブリッジ間の電位差 V_{PQ} は0より { 大きく ・ 小さく } なる。

(理由)

R_x が増加すると、 _____ 間の電位差 (_____) が { 大きく ・ 小さく } なり、
_____ 間の電位差 (_____) に比べて { 大きく ・ 小さく } なるから。

実験① メートルブリッジにおいて、すべり抵抗器の抵抗値を変化させた場合のブリッジ間の電位差を確認しよう。

<メートルブリッジ>

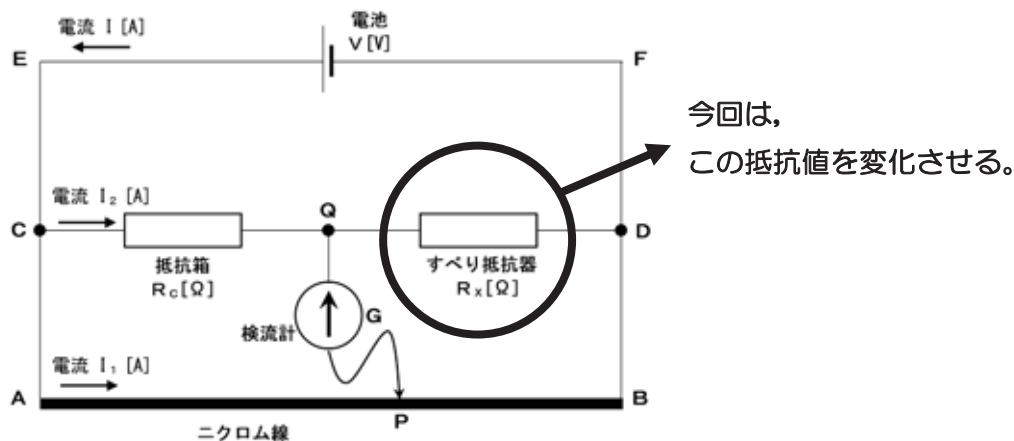


図5 メートルブリッジの回路図

<測定手順>

手順①

前時の測定結果を見て、すべり抵抗器の抵抗値を変えないときの、AP間とPB間の長さ、ブリッジ間の電位差 V_{PQ} 、PB間とQD間の電位差、すべり抵抗器の抵抗値を確認して、測定メモに記入する。



手順②

すべり抵抗器の値を増加させ、その際の検流計の針の振れる方向を確認するとともに、デジタルテスターでPQ間の電位差を測定し、結果を表に記録する。

- (1) 検流計の針の振れる方向
- (2) 点Pと点Qの間（ブリッジ間）の電位差 V_{PQ}
- (3) 点Pと点Bの間の電位差 V_{PB}
- (4) 点Qと点Dの間の電位差 V_{QD}
- (5) すべり抵抗器の抵抗値 R_x

※電位差 V_{PQ} を、測定する際は、デジタルテスターを使用し、赤いリード線が点P側になるようにすること。

※電位差 V_{PB} （または V_{QD} ）測定する際は、電位の高い点P（または点Q）を赤いリード線で接続すること。

※すべり抵抗器の抵抗値を測るときの手順

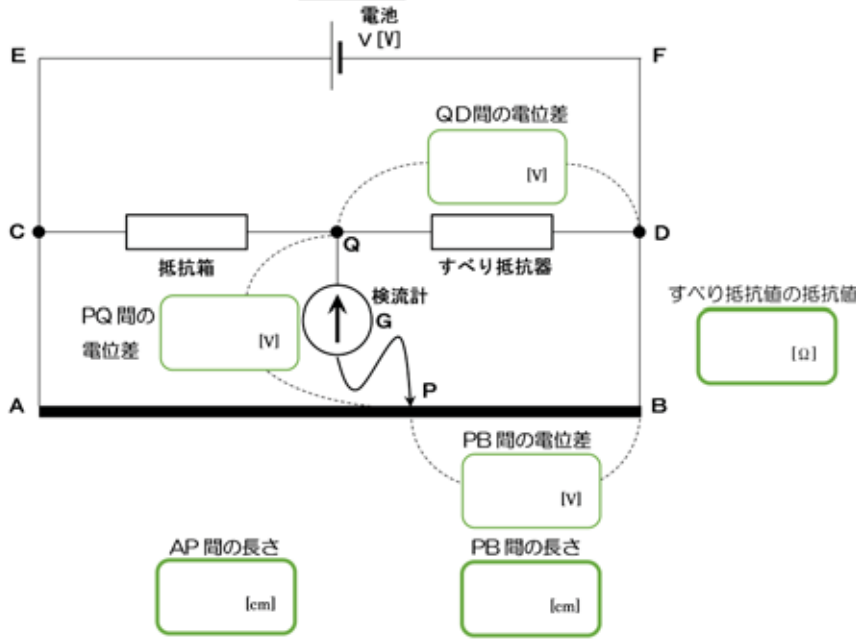
- ①電池に接続されているリード線の接続を外す。
- ②すべり抵抗器に接続されているリード線の接続を外す。
- ③デジタルテスターをつなぎ、抵抗値を測定する。
もとに戻す際は、②→①の順で接続する。



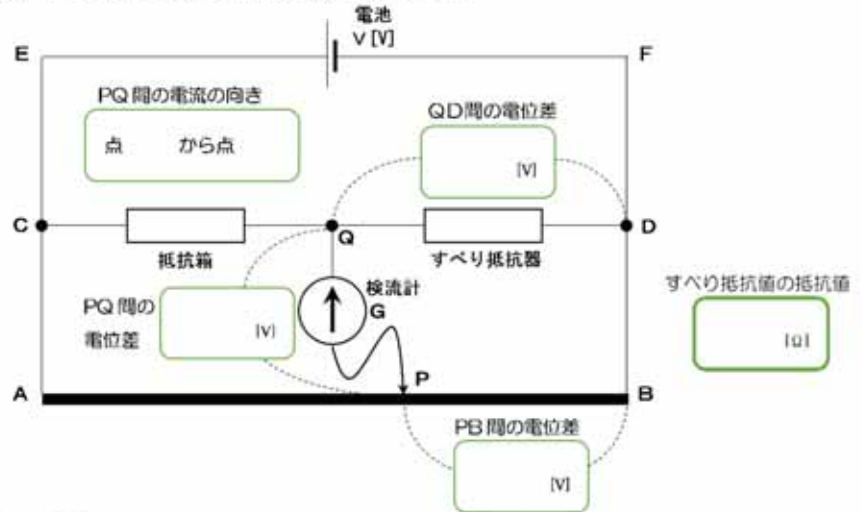
手順③

手順②と逆に、すべり抵抗器の値を、検流計の針が振れないときの抵抗値より減少させ、針の振れる方向を確認するとともに、デジタルテスターでPQ間の電位差を測定し、結果を表に記録する。

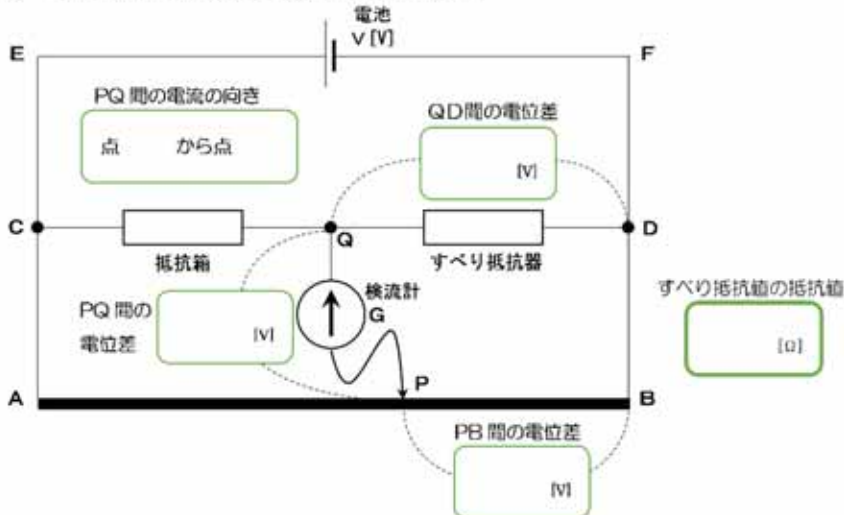
○すべり抵抗器の抵抗値を変える前の状態



○すべり抵抗器の抵抗値を増加させた場合



○すべり抵抗器の抵抗値を減少させた場合



<測定結果>

	すべり抵抗器の抵抗値 R_X	検流計の針の振れ方	PQ間の電位差 V_{PQ}	PB間の電位差 V_{PB}	QD間の電位差 V_{QD}
もとの値	[Ω]	振れない	[V]	[V]	[V]
増加させた場合	[Ω]	→	[V]	[V]	[V]
差 (もとの値－増加させた場合の値)					

	すべり抵抗器の抵抗値 R_X	検流計の針の振れ方	PQ間の電位差 V_{PQ}	PB間の電位差 V_{PB}	QD間の電位差 V_{QD}
減少させた場合	[Ω]	→	[V]	[V]	[V]

「力が加わることで、ブリッジ間の電位差が変化する理由」

- ひずみゲージの抵抗値 R_X が増加したら、

ブリッジ間の電位差 V_{PQ} は 0より { 大きく ・ 小さく } なる。

(理由) R_X が増加すると、 _____間の電位差 (_____) が { 大きく ・ 小さく } なり、

_____間の電位差 (_____) に比べて { 大きく ・ 小さく } なるから。

実験② ロードセルに力を加えて、電圧の変化を確認しよう (演示実験)。

- Q2 「見てもらったように、ロードセルは、力を電位差（電気信号）に変換する装置になります。
このロードセルはどのようなものに使用されているでしょうか。
また、それによってどんなことができるようになると思いますか。」

自分の意見を書き出そう。

(自分の考え)

- ロードセルは、 _____ に使用されている。

それによって、 _____ ができるようになる。

この授業の「振り返り」

【本時の学習課題】

ロードセルは、どんな仕組みで、力が電気信号になっているのだろうか。

【授業を通して分かったこと】

【知識・理解】

- ロードセルは、
_____ブリッジを活用したものである。
- その仕組みは、ひずみゲージに力が加わることで、
ひずみゲージの _____ が変わり、
それによって、ブリッジ間の _____ が変わることである。
- ロードセルは、具体的に _____ などに使われている。

～ロードセルを使うとできること～

ロードセルは、力を電気信号に変換することができる装置で、力の測定を行う場面で用いられています。

使用例① 「重量計」

- ・キッチンスケール、体重計など重量を測定する。

(それによってできること)

- ・魚介類や野菜、果物の選別（サイズごと）
- ・袋や缶に入った食品の重量チェック（品質管理）
- ・etc

私たちが重量を測るために使用するだけでなく、普段購入する商品の生産やその品質管理などで用いられています。

使用例② 「プレス加工の機械」

- ・金属の薄板やプラスチックを成形加工する。

(それによってできること)

- ・せん断加工（金属板の切断，分離）
- ・曲げ
- ・絞り（底つきの容器状に加工する）

身の回りにはあるさまざまな製品（小さな物から大きな物まで）は、プレス加工された部品を組み合わせて作られているものが非常に多く、私たちの生活には欠かすことができないものです。

資料5 事前アンケート

事前アンケート調査（教養コース）

3年 _____ 組 _____ 番 名前 _____

問1 あなたは、次のことにどのくらい関心がありますか。

(1)～(5)のそれぞれについて、当てはまるものを一つ選び、□をチェックしてください。

	非常に 関心が ある	関心が ある	ほとんど 関心が ない	関心が ない
(1) 生物圏（例：生態系，持続可能性）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(2) 運動と力（例：速度，摩擦，磁力，重力） . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(3) エネルギーとその変換（例：保存，化学反応）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(4) 宇宙とその歴史	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(5) 科学による病気の予防	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

問2 あなたは、「理科」についてどのように思っていますか。

(1)～(8)のそれぞれについて、当てはまるものを一つ選び、□をチェックしてください。

	当てはまる	どちらかと いえば、当 てはまる	どちらかと いえば、当 てはまらない	当てはまら ない
(1) 理科の勉強は好きだ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
【理由】 _____				
(2) 理科の勉強は大切だ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
【理由】 _____				
(3) 理科の勉強の内容はよくわかる	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(4) 理科の授業で学習したことを，普段の生活の 中で活用できないか考える	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(5) 理科の授業で学習したことは，将来，社会に 出たときに役に立つ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(6) 将来，理科や科学技術に関係する職業に就き たい	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(7) 理科に関する観察や実験を行うことは好きだ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

問3 あなたは、「理科」で学んだ内容が、日常でどのように役立っていると思いますか。

ご協力，ありがとうございました。

事前アンケート調査（文理コース，生物選択者）

3年 _____ 組 _____ 番 名前 _____

問1 あなたは，次のことにどのくらい関心がありますか。

（1）～（5）のそれぞれについて，当てはまるものを一つ選び，□をチェックしてください。

	非常に 関心が ある	関心が ある	ほとんど 関心が ない	関心が ない
（1） 生物圏（例：生態系，持続可能性）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
（2） 運動と力（例：速度，摩擦，磁力，重力） . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
（3） エネルギーとその変換（例：保存，化学反応）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
（4） 宇宙とその歴史	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
（5） 科学による病気の予防	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

問2 あなたは，「理科」についてどのように思っていますか。

（1）～（8）のそれぞれについて，当てはまるものを一つ選び，□をチェックしてください。

	当てはまる	どちらかと いえば，当 てはまる	どちらかと いえば，当 てはまらない	当てはまら ない
（1） 理科の勉強は好きだ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
【理由】 _____				
（2） 理科の勉強は大切だ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
【理由】 _____				
（3） 理科の勉強の内容はよくわかる	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
（4） 理科の授業で学習したことを，普段の生活の 中で活用できないか考える	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
（5） 理科の授業で学習したことは，将来，社会に 出たときに役に立つ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
（6） 将来，理科や科学技術に関係する職業に就き たい	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
（7） 理科に関する観察や実験を行うことは好きだ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

問3 あなたは、「生物」についてどのように思っていますか。

(1)～(8)のそれぞれについて、当てはまるものを一つ選び、□をチェックしてください。

	当てはまる	どちらかといえ ば、当てはまる	どちらかといえ ば、当てはまらない	当てはまらない
(1) 生物の勉強は好きだ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
【理由】	_____			
(2) 生物の勉強は大切だ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
【理由】	_____			
(3) 生物の勉強の内容はよくわかる	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(4) 生物の授業で学習したことを、普段の生活 中で活用できないか考える	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(5) 生物の授業で学習したことは、将来、社会に 出たときに役に立つ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(6) 将来、生物や科学技術に関係する職業に就き たい	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(7) 生物に関する観察や実験を行うことは好きだ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

問4 あなたは、「生物」で学んだ内容が、日常でどのように役立っていると思いますか。

ご協力、ありがとうございました。

事前アンケート調査（文理コース，物理選択者）

3年 _____ 組 _____ 番 名前 _____

問1 あなたは，次のことにどのくらい関心がありますか。

(1)～(5)のそれぞれについて，当てはまるものを一つ選び，□をチェックしてください。

	非常に 関心が ある	関心が ある	ほとんど 関心が ない	関心が ない
(1) 生物圏（例：生態系，持続可能性）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(2) 運動と力（例：速度，摩擦，磁力，重力） . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(3) エネルギーとその変換（例：保存，化学反応）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(4) 宇宙とその歴史	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(5) 科学による病気の予防	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

問2 あなたは，「理科」についてどのように思っていますか。

(1)～(8)のそれぞれについて，当てはまるものを一つ選び，□をチェックしてください。

	当てはまる	どちらか といえば， 当てはまる	どちらか といえば， 当てはまらない	当てはま らない
(1) 理科の勉強は好きだ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
【理由】 _____				
(2) 理科の勉強は大切だ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
【理由】 _____				
(3) 理科の勉強の内容はよくわかる	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(4) 理科の授業で学習したことを，普段の生活の 中で活用できないか考える	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(5) 理科の授業で学習したことは，将来，社会に 出たときに役に立つ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(6) 将来，理科や科学技術に関係する職業に就き たい	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(7) 理科に関する観察や実験を行うことは好きだ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

問3 あなたは、「物理」についてどのように思っていますか。

(1)～(7)のそれぞれについて、当てはまるものを一つ選び、□をチェックしてください。

	当てはまる	どちらかといえ ば、当てはまる	どちらかといえ ば、当てはまらない	当てはまらない
(1) 物理の勉強は好きだ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
【理由】	_____			
(2) 物理の勉強は大切だ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
【理由】	_____			
(3) 物理の勉強の内容はよくわかる	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(4) 物理の授業で学習したことを、普段の生活 中で活用できないか考える	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(5) 物理の授業で学習したことは、将来、社会に 出たときに役に立つ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(6) 将来、物理や科学技術に関係する職業に就き たい	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(7) 物理に関する観察や実験を行うことは好きだ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

問4 あなたは、「物理」で学んだ内容が、日常でどのように役立っていると思いますか。

具体的に書いてください。

問5 あなたは、「物理」のどのようなところがおもしろいと思いますか。
語群の言葉を参考にして、できるだけ多く記述してください。
語群にない言葉を用いてもかまいません。

【語群】

実験	観察	器具	道具
実物	本物	見る	触れる
理解	知る	わかる	驚く
物理法則	関係式	意味	仕組み
予測	予想	考える	話し合い
問題	計算	解く	役立つ
生活	経験	関係	つながり

- (1) _____
- (2) _____
- (3) _____
- (4) _____
- (5) _____
- (6) _____
- (7) _____

ご協力、ありがとうございました。

資料6 事後アンケート1「コンデンサー」

事後アンケート調査（文理コース，物理選択者）

3年 _____ 組 _____ 番 名前 _____

今日受けた授業の内容をもとに，以下の問いに答えてください。

問1 物理法則（または関係式）は，実社会・実生活でどのように役立っているか，
以下の下線部に言葉や数式を書き加えて，具体的に説明してください。

コンデンサーの _____ の関係式（ _____ = _____ ）は，

実社会・実生活では，

例えば _____ の仕組みとして活用されており，

それは具体的に，

_____ や， _____ に使われている。

問2 今日の授業から，あなた自身は物理法則（または関係式）の有用性を実感できましたか。
当てはまるものを一つ選び，丸で囲んでください。

実感できた ・ 実感できなかった

問3 あなたは、「物理」のどのようなところがおもしろいと思いますか。
語群の言葉を参考にして、できるだけ多く記述してください。
語群にない言葉を用いてもかまいません。

【語群】

実験	観察	器具	道具
実物	本物	見る	触れる
理解	知る	わかる	驚く
物理法則	関係式	意味	仕組み
予測	予想	考える	話し合い
問題	計算	解く	役立つ
生活	経験	関係	つながり

- (1) _____
- (2) _____
- (3) _____
- (4) _____
- (5) _____
- (6) _____
- (7) _____

問4 今授業を終えたこのクラスについて、それぞれの項目がどのくらい当てはまるか、1から5の数字から一つ選んで教えてください。

あなたが本当はこうあってほしいと思うことや、他の人がこう期待しているだろうと思うことではなく、あなた自身にとって本当に当てはまる答えを選んでください。

それぞれの項目について独立して考えて、それがどの程度当てはまるのか示してください。あなたが
ある項目に回答した内容によって、他の項目の回答が影響されないようにしてください。

各項目への回答には、以下の数字を用いてください。

- 1 . . . まったく当てはまらない
- 2 . . . わずかに当てはまる
- 3 . . . 半分くらい当てはまる
- 4 . . . かなり当てはまる
- 5 . . . とても当てはまる

質問項目の中には、今日の2時間の授業では答えにくいものが含まれていると思いますが、そのまま回答を続けてください。

No.	質問項目	回答欄
1	先生は、この授業で私たちが熱中させるような方法を知っていた。	
2	この授業で学習している内容は、私にとって役に立つだろう。	
3	私はこの授業を上手くやる自信があった。	
4	この授業には注意をひきつけられることはほとんどなかった。	
5	先生はこの授業の内容が重要だと感じさせていた。	
6	この授業でよい成績をとるには運が必要だった。	
7	私がすでに知っていることと、この授業の内容にどのような関係があるのかわからなかった。	
8	この授業でよい成績がとれるかどうかは私自身にかかっている。	
9	先生は重要なポイントに向けて話を盛り上げていった。	
10	この授業の内容は、私にとってあまりにも難しかった。	
11	私はこの授業にとっても満足している。	
12	この授業で、私は高い基準(目標)を立てて、それを達成しようとしていた。	
13	私の成績やその他の評価は、他の生徒と同様に公平だったと思う。	
14	生徒たちは、内容に興味を持っているようだった。	
15	私はこの授業を楽しんだ。	
16	私が思っていた課題の評価と比べ、先生の評価には満足している。	
17	私はこの授業から学んだことに満足している。	
18	この授業の内容は、私の期待や目的に沿っていた。	
19	先生は、普段と違うことや驚くようなことをして授業をおもしろくした。	

20	生徒たちはこの授業に積極的に参加した。	
21	自分の大きな目標を達成するには、この授業でよい成績をとることが重要だ。	
22	先生は、いろいろなおもしろい教え方を使っていた。	
23	私はこの授業から何か得るものがあるとは思わなかった。	
24	この授業の間、私はぼーっとすることが多かった。	
25	この授業を受けていて、一生懸命やればよい成績がとれると信じていた。	
26	この授業から個人的に得られるものは、はっきりしていた。	
27	この授業の質問や課題は私の好奇心を刺激することが多かった。	
28	この授業の難易度はやさしすぎも難しすぎもせず適切であった。	
29	この授業にはかなりがっかりしている。	
30	成績やコメント、その他のフィードバックによって、この授業への取り組みが十分評価されていると思う。	
31	この授業で私がしなければならない課題の量は適切であった。	
32	自分がどれくらいうまくやっているかを知るために、十分なフィードバックをもらった。	

今日の授業に対する感想を書いてください。

ご協力、ありがとうございました。

資料7 事後アンケート2「抵抗の測定」

事後アンケート調査（文理コース，物理選択者）

3年 _____ 組 _____ 番 名前 _____

今日受けた授業の内容をもとに，以下の問いに答えてください。

問1 物理法則（または関係式）は，実社会・実生活でどのように役立っているか，
以下の下線部に言葉を書き加えて，具体的に説明してください。

_____ の法則を用いると，

ホイートストンブリッジでは，

未知の _____ を正確に求めたり，

ブリッジ間の _____ を求めたりすることができる。

ホイートストンブリッジは，実社会・実生活では，

_____ の仕組みとして活用されており，

それは具体的に，

_____ に使われている。

問2 今日の授業から，あなた自身は物理法則（または関係式）の有用性を実感できましたか。
当てはまるものを一つ選び，丸で囲んでください。

実感できた ・ 実感できなかった

問3 あなたは、「物理」のどのようなところがおもしろいと思いますか。
語群の言葉を参考にして、できるだけ多く記述してください。
語群にない言葉を用いてもかまいません。

【語群】

実験	観察	器具	道具
実物	本物	見る	触れる
理解	知る	わかる	驚く
物理法則	関係式	意味	仕組み
予測	予想	考える	話し合い
問題	計算	解く	役立つ
生活	経験	関係	つながり

- (1) _____
- (2) _____
- (3) _____
- (4) _____
- (5) _____
- (6) _____
- (7) _____

問4 今授業を終えたこのクラスについて、それぞれの項目がどのくらい当てはまるか、1から5の数字から一つ選んで答えてください（質問文を正しく読み取ってください）。

あなたが本当はこうあってほしいと思うことや、他の人がこう期待しているだろうと思うことではなく、あなた自身にとって本当に当てはまる答えを選んでください。

それぞれの項目について独立して考えて、それがどの程度当てはまるのか示してください。あなたが
ある項目に回答した内容によって、他の項目の回答が影響されないようにしてください。

各項目への回答には、以下の数字を用いてください。

- 1 . . . まったく当てはまらない
- 2 . . . わずかに当てはまる
- 3 . . . 半分くらい当てはまる
- 4 . . . かなり当てはまる
- 5 . . . とても当てはまる

質問項目の中には、今日の2時間の授業では答えにくいものが含まれていると思いますが、そのまま回答を続けてください。

No.	質問項目	回答欄
1	先生は、この授業で私たちが熱中させるような方法を知っていた。	
2	この授業で学習している内容は、私にとって役に立つだろう。	
3	私はこの授業を上手くやる自信があった。	
4	この授業には注意をひきつけられることはほとんどなかった。	
5	先生はこの授業の内容が重要だと感じさせていた。	
6	この授業でよい成績をとるには運が必要だった。	
7	私がすでに知っていることと、この授業の内容にどのような関係があるのかわからなかった。	
8	この授業でよい成績がとれるかどうかは私自身にかかっている。	
9	先生は重要なポイントに向けて話を盛り上げていった。	
10	この授業の内容は、私にとってあまりにも難しかった。	
11	私はこの授業にとっても満足している。	
12	この授業で、私は高い基準（目標）を立てて、それを達成しようとしていた。	
13	私の成績やその他の評価は、他の生徒と同様に公平だったと思う。	
14	生徒たちは、内容に興味を持っているようだった。	
15	私はこの授業を楽しんだ。	
16	私が思っていた課題の評価と比べ、先生の評価には満足している。	
17	私はこの授業から学んだことに満足している。	
18	この授業の内容は、私の期待や目的に沿っていた。	
19	先生は、普段と違うことや驚くようなことをして授業をおもしろくした。	

20	生徒たちはこの授業に積極的に参加した。	
21	自分の大きな目標を達成するには、この授業でよい成績をとることが重要だ。	
22	先生は、いろいろなおもしろい教え方を使っていた。	
23	私はこの授業から何か得るものがあるとは思わなかった。	
24	この授業の間、私はぼーっとすることが多かった。	
25	この授業を受けていて、一生懸命やればよい成績がとれると信じていた。	
26	この授業から個人的に得られるものは、はっきりしていた。	
27	この授業の質問や課題は私の好奇心を刺激することが多かった。	
28	この授業の難易度はやさしすぎも難しすぎもせず適切であった。	
29	この授業にはかなりがっかりしている。	
30	成績やコメント、その他のフィードバックによって、この授業への取り組みが十分評価されていると思う。	
31	この授業で私がしなければならない課題の量は適切であった。	
32	自分がどれくらいうまくやっているかを知るために、十分なフィードバックをもらった。	

問5 前回の授業内容について答えて下さい。

(授業を受けていない方は、未記入のままでかまいません。)

物理法則（または関係式）は、実社会・実生活でどのように役立っているか、以下の下線部に言葉や数式を書き加えて、具体的に説明してください。

コンデンサーの_____の関係式（_____ = _____）は、

実社会・実生活では、

例えば_____の仕組みとして活用されており、

それは具体的に、

_____や、_____に使われている。

今日の授業に対する感想（思ったこと・感じたことなど）を書いてください。

ご協力，ありがとうございました。

資料8 事後アンケート3

事後アンケート調査（文理コース，物理選択者）

3年 _____ 組 _____ 番 名前 _____

問 あなたは、「物理」についてどのように思っていますか。

(1)～(7)のそれぞれについて、当てはまるものを一つ選び、□をチェックしてください。

	当てはまる	どちらかといえ ば、当てはまる	どちらかといえ ば、当てはまらない	当てはまらない
(1) 物理の勉強は好きだ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
【理由】 _____				
(2) 物理の勉強は大切だ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
【理由】 _____				
(3) 物理の勉強の内容はよくわかる	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(4) 物理の授業で学習したことを、普段の生活 中で活用できないか考える	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(5) 物理の授業で学習したことは、将来、社会に 出たときに役に立つ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(6) 将来、物理や科学技術に関係する職業に就き たい	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(7) 物理に関する観察や実験を行うことは好きだ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ご協力，ありがとうございました。