# 第３学年理科（物理）学習指導案

１　単元

電気と磁気（電気回路）

２　単元の目標

(1) 電荷同士の相互作用や電荷と電場の関係を理解できる。（知識・理解）

(2) 電場と電位の関係を理解できる。（知識・理解）

(3) コンデンサーに蓄えられる電気量と，極板面積，極板間距離との関係を考えることができる。（思考・判断・表現）

(4) コンデンサーの回路を組み立て，実験結果をグラフに表すことができる。（観察・実験の技能）

(5) 電池の起電力，内部抵抗と端子電圧の関係を考えることができる。（思考・判断・表現）

３　指導計画

電気と磁気（計１１時間）

(1) 電荷と電界（２時間）

(2) 電界と電位（２時間）

(3) コンデンサー（３時間）

(4) 電気回路（４時間）（本時４／４）

４　本時の指導

(1) 本時の指導目標

・電池の起電力と内部抵抗について，実験により求めることができる。（観察・実験の技能）

・電池の起電力，内部抵抗と端子電圧の関係を考えることができる。（思考・判断・表現）

(2) 準備

教科書，実験プリント，すべり抵抗器，電流計，電圧計，乾電池，導線，スイッチ，方眼紙

(3) パフォーマンス課題について

電池と抵抗からなる回路について電圧と電流の関係をグラフで示し，電池の起電力と内部抵抗を求める活動から，「観察・実験の技能」を評価する。また，古い電池の起電力と内部抵抗について考察し，グラフの概形を予想する活動から「思考・判断・表現」を評価する。

(4) 指導過程

| 過　程 | 学習活動 | 指導上の留意点 | 評価の観点 |
|---|---|---|---|
| 導　入<br>（5分） | 電池の起電力と内部抵抗の復習<br>・起電力と端子電圧の違いについて復習する。 | ・起電力の測定方法について確認する。 | |
| 展　開<br>(40分) | 【実験１】<br>・指定された方法で新しい電池の起電力と内部抵抗を調べる。<br>【予想】 | ・新しい電池のみを渡し，古い電池は渡さない。 | 【観察・実験の技能】 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | ・古い電池の端子電圧が小さくなる原因を予想し，グラフの概形を書く。<br>【実験２】<br>・古い電池の起電力と内部抵抗を調べる。 | | 【思考・判断・表現】 |
| まとめ<br>（５分） | 本時のまとめ<br>・新しい電池と古い電池の違いを，起電力や内部抵抗と関連づけて表現する。 | ・古い電池が使えないのは，どういう事かを考えさせる。<br>・レポートを回収する。 | |

(5) 評価

・回路を正しく組み，電流と電圧を正しく測定することができたか。（観察・実験の技能）

・古い電池の端子電圧が小さくなる原因を予想し，予想される I-V グラフを作成することができたか。（思考・判断・表現）

ルーブリック「電池の起電力・内部抵抗の測定実験」

〇パフォーマンス課題の内容

電池に接続するすべり抵抗器の抵抗値を変えて，電流と電圧の関係を測定し，グラフを作成する。作成したグラフを用いて，電池の起電力と内部抵抗を求める。

新しい電池と古い電池を用いて起電力と内部抵抗を測定し，古くなった電池の端子電圧が小さくなる原因を考察する。

| 達成度<br>評価のポイント | 観　点 | レベル３<br>（十分に満足） | レベル２<br>（おおむね満足） | レベル１<br>（努力を要する） | 評価の資料 |
|---|---|---|---|---|---|
| 回路を正しく組み，電流と電圧を正しく測定することができる。 | 【観察・実験の技能】 | 電流・電圧の両方をすばやく測定することができ，グラフを作成することができた。 | 電流・電圧の両方を測定することができ，グラフを作成することができた。 | 電流・電圧の両方を測定することができた。 | 授業者の記録<br>授業プリント |
| 古い電池の端子電圧が小さくなる原因を予想し，予想される I-V グラフを作成することができる。 | 【思考・判断・表現】 | 理由をつけて，古い電池の端子電圧が小さくなる原因を予想し，原因にふさわしい I-V グラフを作成できた。 | 古い電池の端子電圧が小さくなる原因を予想し，原因にふさわしい I-V グラフの概形を作成できた。 | 古い電池の端子電圧が小さくなる原因を予想できた。 | 実験プリント |

物理「探求活動：電池の起電力・内部抵抗」

３年　　組　　番　　氏名　　班

１　目的

(1) 電池の起電力と内部抵抗を実験から求める。

(2) 新しい電池と古い電池の違いを予想し，実験で確かめる。

２　準備

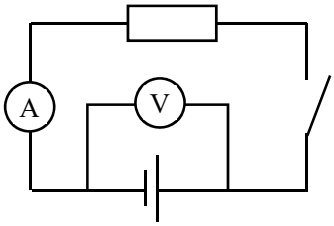
（新しい）電池，（古い）電池，すべり抵抗器，電流計，電圧計，スイッチ，導線

３　操作

①右の回路図のように，（新しい）電池，すべり抵抗器，電流計，電圧計，スイッチを導線で接続する。

②すべり抵抗器の抵抗を最大にし，電流と電圧をそれぞれ同時に測定する。

③すべり抵抗器の抵抗を少しずつ減らし，電流と電圧をそれぞれ同時に測定する。




４　結果

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 電流[mA] | | | | | | | | | |
| 電圧[V] | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 電流[mA] | | | | | | | | | |
| 電圧[V] | | | | | | | | | |

※実験結果を、グラフ用紙に記入せよ。

５　考察

(1) この実験において特に気をつけたことは何か。

(2) 新しい電池の起電力と内部抵抗はいくらか。

起電力・・・・・

内部抵抗・・・

(3) 古い電池は，新しい電池と比べ，端子電圧が小さくなる。これは，どういう原因と予想できるか。次の【ア】～【ウ】および【カ】～【ク】より選べ。

| | |
|---|---|
| | |

起電力が{【ア】大きくなる / 【イ】変化しない / 【ウ】小さくなる}ため、また内部抵抗が{【カ】大きくなる / 【キ】変化しない / 【ク】小さくなる}ために起こる。

(4) (3)の原因である場合，「４　結果」の ***I-V*** グラフはどのようになると予想されるか。「４　結果」のグラフに赤で書き込め。

6　古い電池の起電力と内部抵抗

「３　操作」を参考にし，古い電池の起電力と内部抵抗を測定し，グラフに図示せよ。

| 電流[mA] | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 電圧[V] | | | | | | | | | |

| 電流[mA] | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 電圧[V] | | | | | | | | | |

※実験結果を、グラフ用紙に記入せよ。

7　考察

(1) 古い電池の起電力と内部抵抗はいくらか。

起電力・・・・・
内部抵抗・・・

(2) 電池が古くなって使えなくなるのは，何が起こっているのか。

「電池の起電力・内部抵抗の測定」実践報告

愛知県立小牧南高等学校
櫻井正昭

## 1　実験について

電流の単元がすべて終了後，復習として実験を行った。次のような手順で行った。

①新しい電池を用いて，起電力および内部抵抗の測定を行う。

②古い電池で端子電圧の小さくなる原因を予想し，***I-V*** グラフを作成する。

③古い電池を用いて，起電力および内部抵抗の測定を行う。

指導案およびルーブリックは，別紙のとおりである。

## 2　実践報告

(1) 概要

４人班×１０班で別紙指導案に沿って，授業を行った。実験操作の速い２つの班では最後まで実験を行うことができたが，多くの班では「①新しい電池での起電力・内部抵抗の測定」までしか終わらなかった。

このため，「②古い電池で端子電圧の小さくなる原因を予想し，***I-V*** グラフを作成する」については，自宅での課題として，次の授業で実験プリントを回収した。

(2) 評価規準①「回路を正しく組み，電流と電圧を正しく測定することができるか」

ア　ルーブリック【観察・実験の技能】

| 評価 | レベル３<br>（十分に満足） | レベル２<br>（おおむね満足） | レベル１<br>（努力を要する） | 評価の資料 |
|---|---|---|---|---|
| | 電流・電圧の両方をすばやく測定することができ，グラフを作成することができた。 | 電流・電圧の両方を測定することができ，グラフを作成することができた。 | 電流・電圧の両方を測定することができた。 | 授業者の記録<br>授業プリント |
| 人数 | ３ | ３１ | １ | |

イ　各評価の具体例

レベル２と３は，「すばやく測定したか」どうかで判断した。これは，新しい電池と古い電池の比較を目的としているため，長時間かけて測定すると，新品ではなく

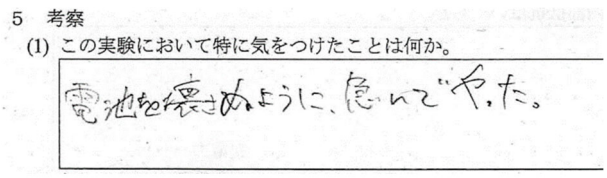

5　考察
(1) この実験において特に気をつけたことは何か。
電池を痛めないように、急いでやった。

図１　規準①レベル３の例

なってしまうからである。具体的には，レポートの考察内容で判断した。

多くの生徒は，電池の消耗を防ぐという意識はなく，読み取り以外の時間も電流を流しっぱなしのまま，装置の操作をしていた。また，ワークシートでは，小さな電流から測定を開始し，徐々に大きな電流を測定するように記載しておいた。これは電池の消耗をなるべく抑えるためのヒントのつもりで指定しておいた。しかし，多くの生徒は意図を理解しておらず，レポートで言及されていなかった。一部の生徒に至っては，大きな電流から測定を開始している班もあった。

レベル１とした１名については，４人班で実験を行っているにも関わらず，一人だけ起電力と内部抵抗が異なっていた。電流と電圧の測定値は班員と同一だったため，起電力および内部抵抗の求め方を理解していないと思われる。

(3) 評価規準②「古い電池の端子電圧が小さくなる原因を予想し，予想される ***I-V*** グラフを作成することができるか」

ア　ルーブリック【思考・判断・表現】

| 評価 | レベル３<br>（十分に満足） | レベル２<br>（おおむね満足） | レベル１<br>（努力を要する） | 評価の資料 |
|---|---|---|---|---|
| | 理由をつけて，古い電池の端子電圧が小さくなる原因を予想し，原因にふさわしい ***I-V*** グラフを作成できた。 | 古い電池の端子電圧が小さくなる原因を予想し，原因にふさわしい ***I-V*** グラフの概形を作成できた。 | 古い電池の端子電圧が小さくなる原因を予想できた。 | 実験プリント |
| 人数 | ０ | ２７ | ８ | |

イ　各評価の具体例

起電力・内部抵抗の変化を理由をつけて予想するというレベル３の生徒はいなかった。ワークシートに理由を書く欄を設けると，多少レベル３の生徒が出るかもしれない。また，考察でも起電力・内部抵抗の変化理由に言及しているレポートはなかった。

レベル１とした８名の生徒のうち，１名は ***I-V*** グラフの概形を作成できず，グラフが白紙であった。他の７名については，予想と ***I-V*** グラフが矛盾していた（図２，起電力が正しく図示できていないグラフ）。掲載していないが，内部抵抗の予想と ***I-V*** グラフの傾きが矛盾しているものも多かった。

古い電池は，新しい電池と比べ，端子電圧が小さくなる。これは，どういう原因と予想できるか。
次の【ア】～【ウ】および【カ】～【ク】より選び、記号に〇をつけよ。

起電力が｛【ア】大きくなる／【イ】変化しない／【ウ】小さくなる｝ため、また内部抵抗が｛【カ】大きくなる／【キ】変化しない／【ク】小さくなる｝ために起こる。

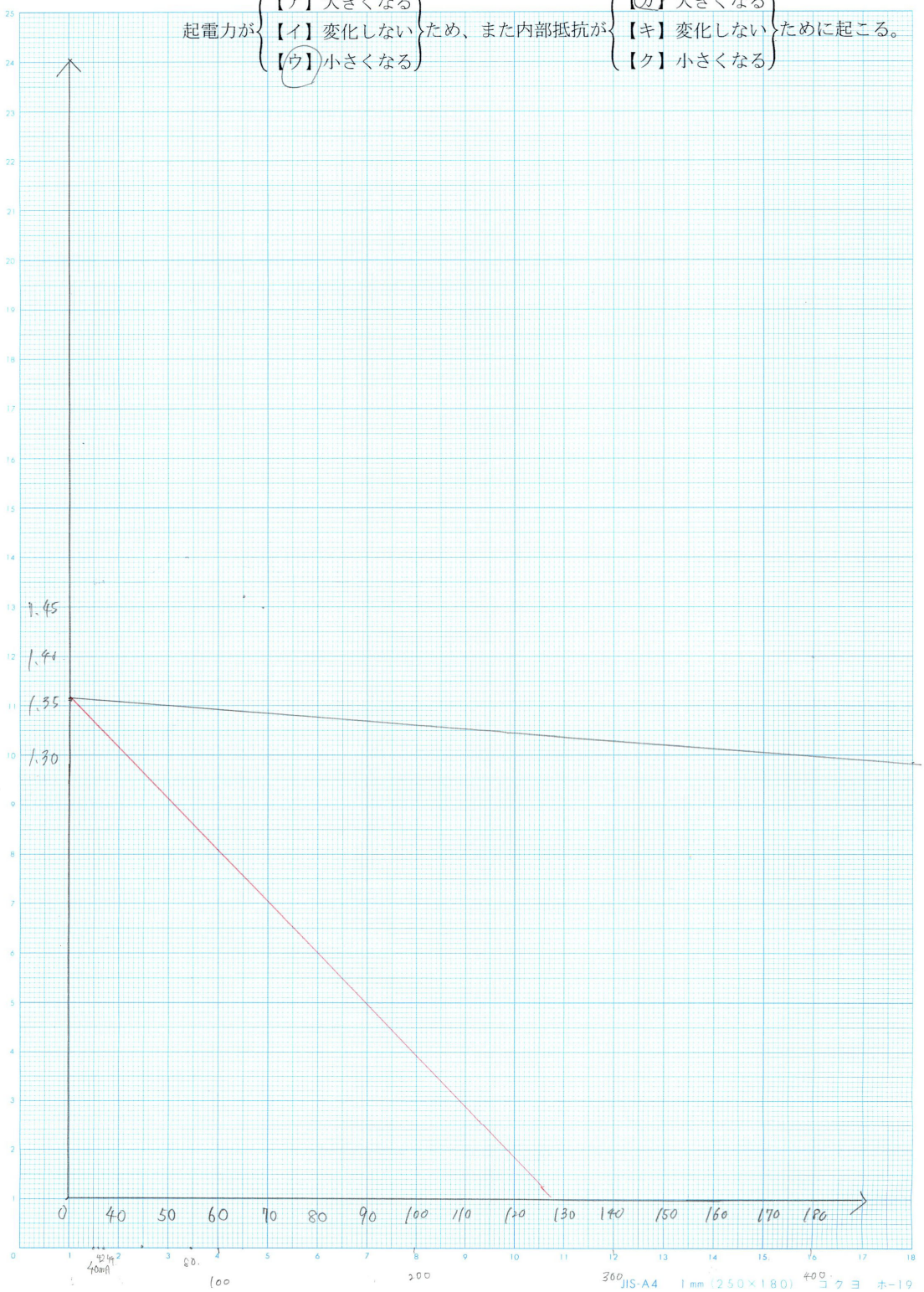



図２　規準②レベル１の例

## ３　生徒の実験で気になった点

今回の実験では，すべり抵抗器を用いて，回路に流れる電流を調整した。すべり抵抗器の抵抗値が小さくなると，ほんの少しスライドを動かしただけで，電流が大きく変化してしまう。これにも関わらず，スライドを等間隔で動かして測定している班があった。

図３は，とびとびで測定してしまった例である。横軸の電流値が，小さいところにはデータ点が密集しており，多くのデータがあるが，電流値の大きい右の方では，矢印で示した２点しか存在しない。このため，この実験の精度は，右の２つのデータに大きく左右されてしまう。ワークシートには「電流を少しずつ変えて電圧を測定する」と記述した方が，正確な実験が行える可能性が高い。

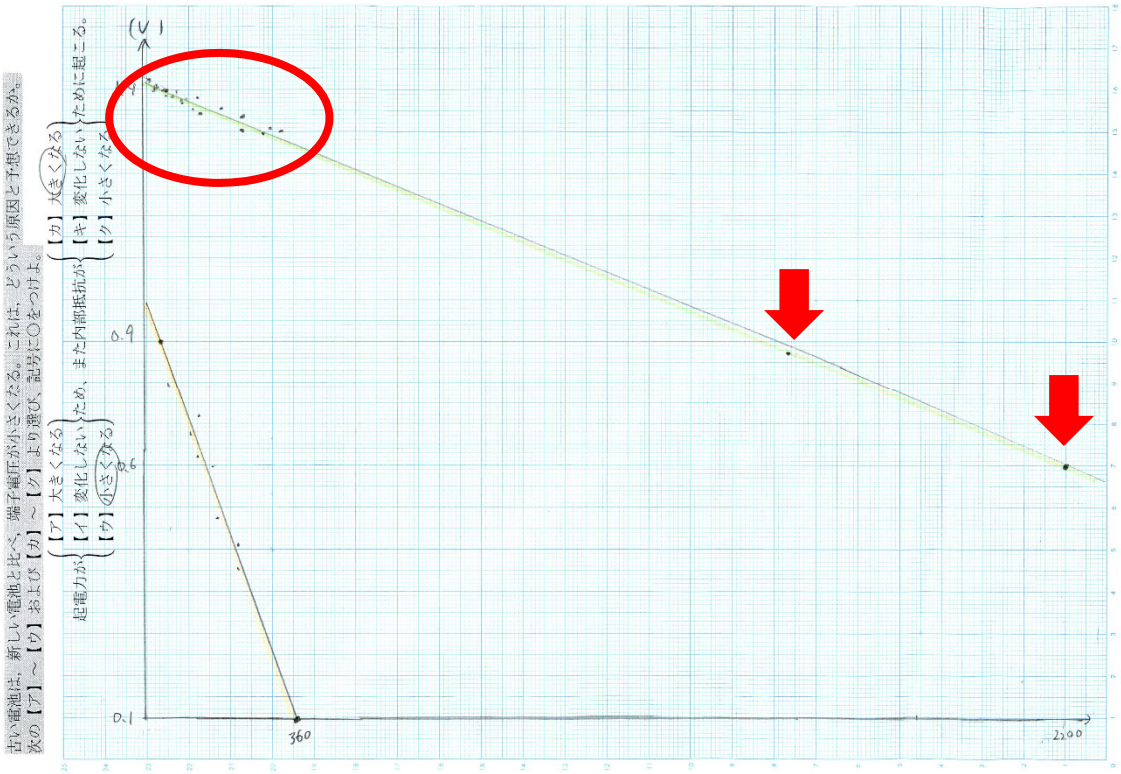



図３　測定値がとびとびの例

## おわりに

全体的に，実験操作に対する不慣れさが出てしまっている。実験を頻繁に行い，グラフに慣れていれば，もっと深いところまで考えることができたかもしれない。化学の知識も必要にはなるが，なぜ起電力や内部抵抗が変化するかを，考えさせたい。

また，今回の実験ではルーブリックは事前に示していない。これは，評価規準①「回路を正しく組み，電流と電圧を正しく測定することができるか」のレベル２と３の判断を，「すばやく測定した」という記述だけで行ったため，ヒントにならないようにするためであった。「なぜ」すばやく測定したかという理由まで含めて判断すれば，ルーブリックを事前に示すことも可能と思われる。