



# 第7回 科学の甲子園 全国大会

## 実技競技② 「光と色とエネルギー」 LED と蓄光

### 実技競技の手引き

競技時間 12：40（開場）～15：10（退場完了）

ガイダンス 15分

競技（実験・実技） 120分

後片付け 10分

この手引きは、科学の甲子園の実験・実技競技を安全かつ公正に行うために、各チームが守るべき事項、および実験・実技の手順などをまとめたものです。

実験・実技競技は、全47チーム・141人が参加し、体育館で行われます。

学校の授業で行われる実験とは、根本的に環境や形態が異なりますので、各個人が安全に充分配慮し、また、周りの状況、他の選手の動きにも気を配ることが必要となります。

安全に実験を行うことは、科学の基本としてとても大切なことです。

この手引きを熟読し、競技全体を安全に行うとともに、科学を志す人々の模範となるフェアな精神を実践してください。

学校名		番号	
-----	--	----	--

## 1 事前の確認事項

- ・計測のための接続を誤ると、計測機器が使用できなくなる場合があるので、充分留意すること。
- ・計測時、LEDに過電圧・過電流とならないよう注意すること。
- ・不測の事態(器材の不具合・負傷等)が生じたときは、直ちに挙手し近くの競技進行員に申し出ること。
- ・課題解決(実験・考察等)には、チームで充分話し合うこと。また、競技時間内に解決できるよう、しっかり連携・協力すること。
- ・課題終了後には、実技器材の後片付け、実験卓の整理整頓を行うこと。
- ・機器、器材の数量を確認し、返却すること。
- ・ゴミの始末、実験卓の拭き取りを行い清浄な状態に戻すこと。

## 2 実験・実技競技の概要

### (1) 競技趣旨

LEDとはLight(光), Emitting(出す), Diode(ダイオード)のそれぞれの頭文字を略したもので、「発光ダイオード」とも呼ばれる。現在、LEDは白熱灯や蛍光灯に取って代わり、照明器具、道路交通表示板や交通信号機と様々な分野で幅広く採用されている。

赤色LEDと緑色LEDは1960年代に開発され、青色LEDの発明が待たれた。LEDを用いてより自然な白色光を作るためには、光の3原色となる青色LEDの発明が必要不可欠であった。そして、2014年のノーベル物理学賞を受賞した赤崎、中村、天野の3人の日本人により発明され、ついに実用化した。光の3原色(青・緑・赤)のLEDが揃ったことにより、それまでの白熱灯や水銀灯などに代わって、消費電力の低さ、発熱量の少なさ、点灯・消灯が瞬時であること、視認性が高いことなどから、LEDの利用が急速に進んできている。身近なLEDの実験・考察を通じて、科学技術の「楽しさ」を実感して欲しい。

### (2) 競技構成

#### [1] 【課題1】

LEDの発光最低電圧を測定することから、光の色とエネルギー、振動数の関係を調べる。重要な物理定数であるプランク定数を実験結果から求める。

#### [2] 【課題2】

LEDはpn接合を持つ半導体素子であり、特定の光を当てたLEDおよび麦球に生じる起電力について計測・考察する。

#### [3] 【課題3】

LEDの光で『蓄光シート』に蓄光する。蓄光の様子を観察し、その結果から蓄光のしくみについて考察する。

#### [4] 【課題4】

課題1～3の結果を総合し、LED、麦球、蓄光シートの発光のしくみの違いと光と色とエネルギーについて考察する。

### (3) 競技ルール

[1] 競技時間 120分

[2] 配点 240点

#### [3] 順位決定

- ① 合計得点の高いチームを1位とする。
- ② 同点の場合、【課題2】の得点の高いチームを上位とする。

③ ②で決定しない場合は、【課題3】の得点の高いチームを上位とする。

④ 満点の場合は、同点1位とする。

[4] その他

① 競技中は、常に担当の競技進行員の指示にしたがうこと。

② 競技には真摯な態度で臨み、実技を安全に行うとともに、科学を志す人々の模範となるフェアな精神を実践すること。

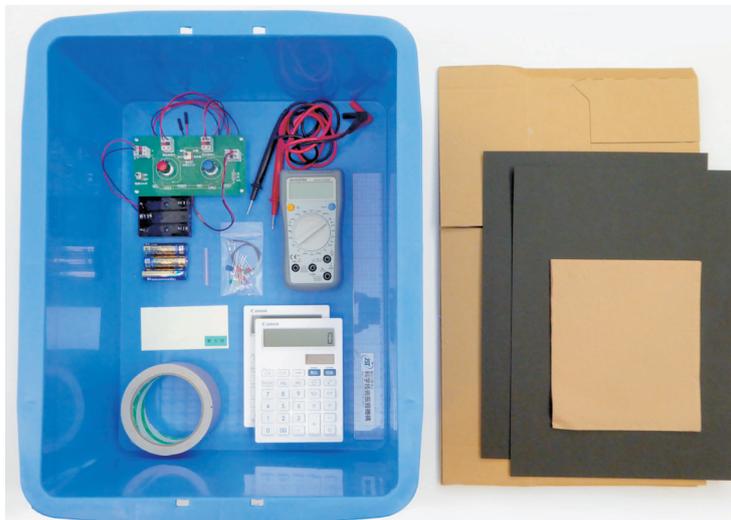
(4) 実技器材

No	器材名	数	備考
1	回路基板	☆ 1	【課題1, 2, 3】
2	電池ボックス	☆ 1	【課題1, 2, 3】
3	LED・麦球用接続コード	☆ 2	【課題1, 2, 3】
4	デジタルマルチメーター接続用コード	☆ 1	【課題1, 2, 3】
5	単3乾電池(1.5V)	☆ 3	【課題1, 2, 3】
6	LED (赤・青・緑：各2 黄・紫：各1)	☆ 1	【課題1, 2, 3】
7	麦球(白熱球)	☆ 1	【課題2】
8	暗箱	☆ 1	【課題1, 2, 3】
9	蓄光シート	☆ 1	【課題3】
10	LED固定筒	☆ 1	【課題2】
11	デジタルマルチメーター+専用コード	1	【課題1, 2, 3】
12	ガムテープ	1	暗箱作成用
13	画用紙(黒)	2	観察用下敷き
14	直定規	1	30 cm
15	電卓	2	関数機能なし
16	キムタオル	1	清掃用

※ No.1～4は、接続した状態で配布します。

☆マークの器材は、贈呈します。競技終了後、お持ちください。

実技器材の写真



### 3 実験・実技競技の説明

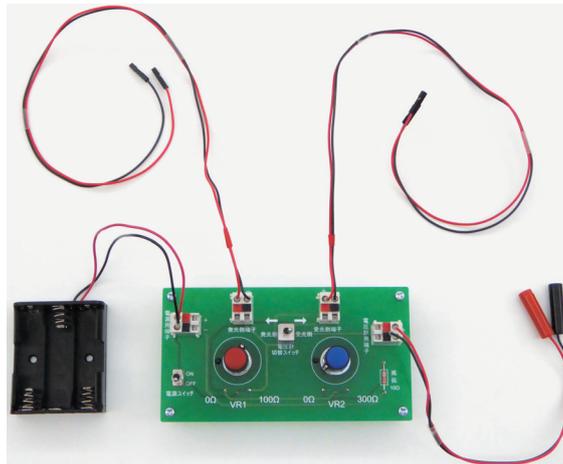
#### (1) 回路基板について

〔1〕回路基板（VR1, VR2 はそれぞれ 0～100[Ω], 0～300[Ω] の可変抵抗器である。）



参考：回路基板の回路図は 9P に掲載してある。

〔2〕回路基板の接続（コードの接続は、赤に+, 黒に-である。）

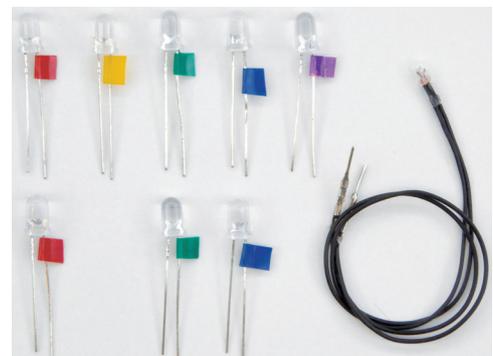


#### 【重要】実験終了時の留意事項

- ・実験終了後、まず乾電池を電池ボックスから外し、次に電源用端子をはずすこと。
- ・各接続コードを外す際、1本ずつ、接続端子の赤（または黒）の部分をつまみ、コードが抜けるように押す。

#### (2) LED・麦球の接続について

- ・LEDは極性を持ち、市販されている状態で足の長い方が+, 短い方が-である。
- ・この競技では、+側に各色のビニールテープが貼付されている。
- ・接続コードへは、+を赤に、-を黒に接続する。

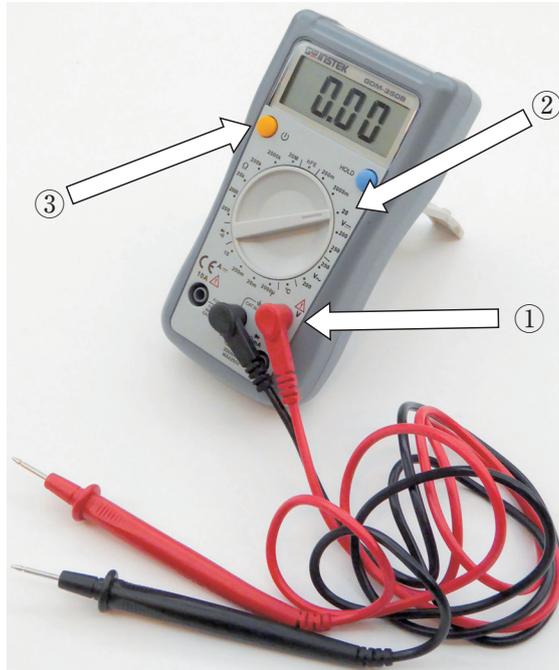


LEDの極性に充分注意すること。

- ・麦球に極性はない。

(3) デジタルマルチメーターの接続について

- ① デジタルマルチメーター(以下、計測器)は、下の写真のように付属の赤・黒のコードを接続する。
- ② ダイヤル式のレンジ選択は、V $\equiv$ 、20 Vレンジに合わせる。
- ③ 左上の電源ボタン(黄)を押し、液晶パネルの表示を確認する。



注意：デジタルマルチメーターは、誤差が生じたり、表示に時間差が生じたりする。できる限り、安定した機能での数値を読み取ること。

(4) 暗箱の組立てと蓄光シートについて

[1] 暗箱の組立て(写真参照)

- ① 写真のように、箱の上部となる部分をガムテープで貼り、のぞき窓と手を入れる部分を確認する。
- ② 暗箱内で実験する際、画用紙(黒)の上で行う。



暗箱

[2] 蓄光シートについて

- ・蓄光シートの蓄光面は、薄い黄色の面である。(シールが貼付してある)
- ・蓄光シートは、実験による変化を鮮明にするため、実技競技開始後、暗箱の中に入れ、蓄光面を下にしておくこと。

## 4 実験手順

### 【課題 1】

[1] 目的：LED の発光最低電圧を測定する。

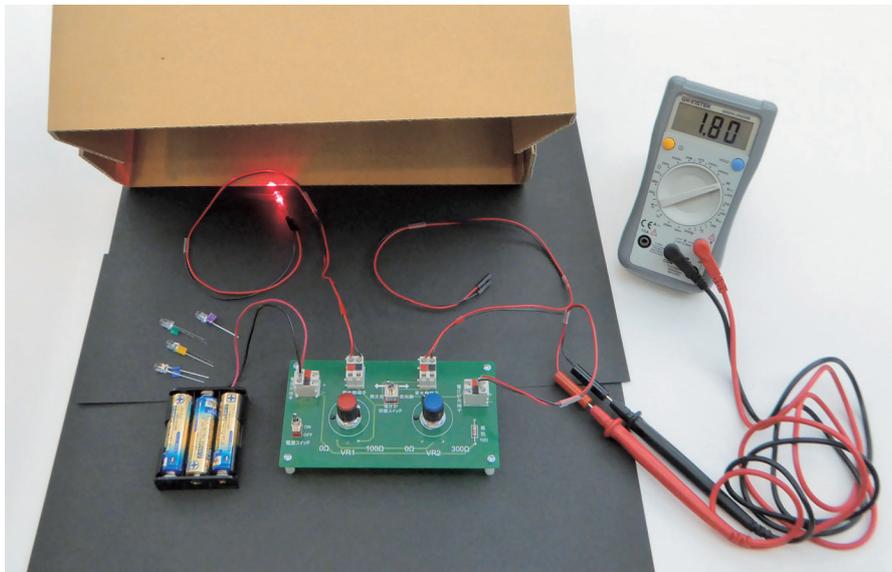
- ① LED を発光側端子に取り付け、VR1, VR2 のつまみを調節し、LED がわずかに光り始めるときの電圧(発光最低電圧)を測定する。人を替えて3回測定し、平均値を測定結果とする。
- ② 5色(赤・黄・緑・青・紫)のLED すべてについて、発光最低電圧を測定する。
- ③ 電圧は、計測器が安定した数値を読み取ること。
- ④ 問1・問2を解答する。

[2] 実験の手順と留意事項

- ① LED の接続
  - ・発光側接続コードにLED を接続する。LED の接続は、+- (赤・黒)に注意すること。
  - ・回路基板の電圧計切替スイッチを左に倒す。
  - ・回路基板の電源スイッチを入れる前に、VR1 のつまみは0～100Ωの中央付近、VR2 のつまみは300Ω付近に合わせてあることを確認する。
- ② 発光電圧を計測する
  - ・発光側接続コードに接続したLED を暗箱の中に入れる。(リード線は十分な長さがある)
  - ・回路基板の電源スイッチを入れ、はじめにVR2 のつまみを調節し、LED が発光を始めたところでVR2 の調節は止め、VR1 で微調整を行う。

**注意：VR2 のつまみを急激に動かすと、過電流が流れ回路が損傷することがあるので、実験の操作は慎重に行うこと。**

  - ・LED が発光する最低電圧を記録する。
  - ・これらの操作は、LED を暗箱の中に入れ、のぞき穴から観察しながら行う。
  - ・赤・黄・緑・青・紫の各色のLED で、同様に行う。



参考：このときの回路図は9Pに掲載してある。

【課題2】

[1] 目的：受光側素子に生じる起電力(電圧)を測定する。

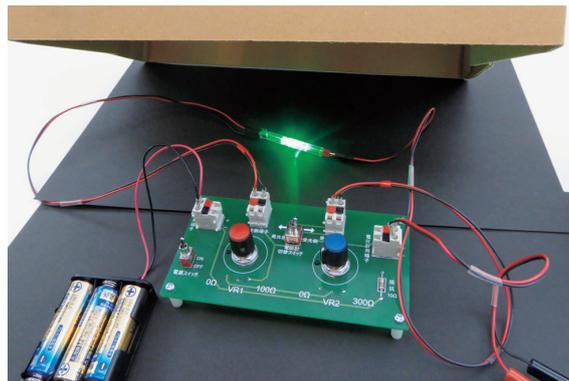
- ① 発光側接続コードにLED，受光側接続コードにLED および麦球をセットし，受光側素子に生じる起電力を測定する。
- ② 発光側素子は赤・緑・青の3色とし，受光側素子は赤・緑・青と麦球(白熱電球)とする。
- ③ 発光側素子の電圧は，表2の発光側素子の設定電圧とする。
- ④ 問3・問4について，解答する。

[2] 実験の手順と留意事項

① LEDの接続と準備

- ・発光側接続コードにLED，受光側接続コードにLED または麦球を接続する。接続にあたっては，+- (赤・黒)に注意すること。(麦球に極性はない)
- ・回路基板の電源スイッチを入れる前に，VR1のつまみは0～100Ωの中央付近，VR2のつまみは300Ω付近に合わせてあることを確認する。
- ・回路基板の電圧計切替スイッチを左に倒し，電源スイッチを入れ，発光側素子に加える電圧を表2ので示した設定電圧に調整する。

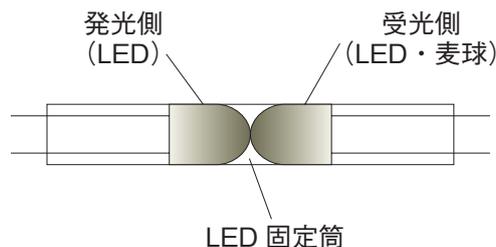
注意：VR2のつまみを急激に動かすと，過電流が流れ回路が損傷することがあるので，実験の操作は慎重に行うこと。



参考：このときの回路図は9Pに掲載してある。

② 受光側素子の起電力を計測する。

- ・回路基板の電圧計切替スイッチを右に倒し，受光側素子に生じる起電力を確認する。
- ・発光側素子と受光側素子をLED固定筒に差し込み，頭部を接触させる。
- ・LED固定筒に暗箱をかぶせる。
- ・暗箱に横から手を入れ，固定筒を手で微妙に調整し，最も大きくなる受光側素子の起電力を記録する。
- ・発光側素子は3色のLED (赤・緑・青)，受光側素子は3色のLED (赤・緑・青) および麦球の組み合わせで行う。(解答欄参照)



【課題3】

[1] 目的：5色(赤・黄・緑・青・紫)のLEDの光と蓄光シートの観察を通して、蓄光について考察する。

- ① 暗箱の中でLEDを点灯・移動させ、蓄光シートの変化を注意深く観察する。
- ② 観察した蓄光シートの様子を詳細に記録し、まとめた結果から考えられることをチームで話し合う。
- ③ 問5について、解答する。

[2] 実験の手順と留意事項

① LEDの接続と準備

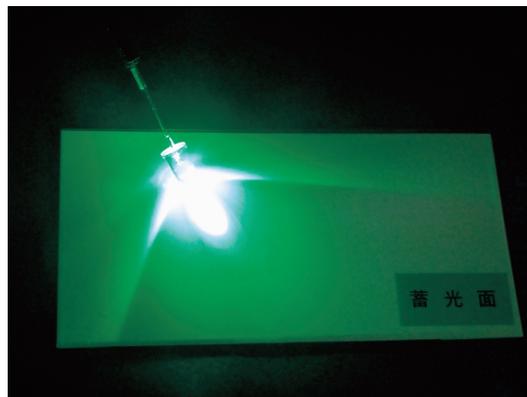
- ・発光側接続コードにLEDを接続する。LEDの接続は、+- (赤・黒)に注意すること。
- ・回路基板の電源スイッチを入れる前に、VR1のつまみは0～100Ωの中央付近、VR2のつまみは300Ω付近に合わせてあることを確認する。
- ・回路基板の電圧計切替スイッチを左に倒し回路基板の電源スイッチを入れ、発光側素子に加える電圧を表2で示した設定電圧に調整する。

注意：VR2のつまみを急激に動かすと、過電流が流れ回路が損傷することがあるので、実験の操作は慎重に行うこと。

② 蓄光シートの観察

- ・暗箱の中で、LEDを点灯・消灯、蓄光シート上を動かすなどを行い、蓄光シートの様子・変化を問題で示された観点を含めて詳細に観察する。

③ 5色(赤・黄・緑・青・紫)のLEDによる蓄光の様子について、詳細に観察・記録する。



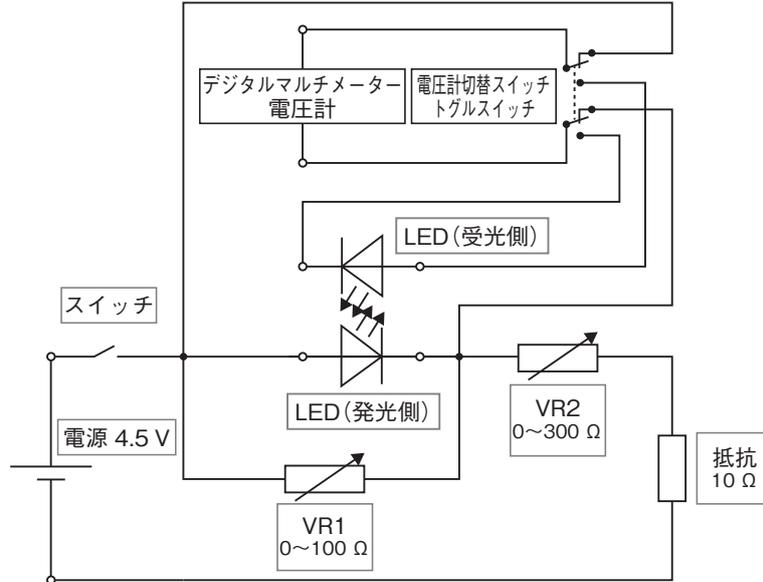
【暗箱の中のLEDと蓄光シート】

【課題4】

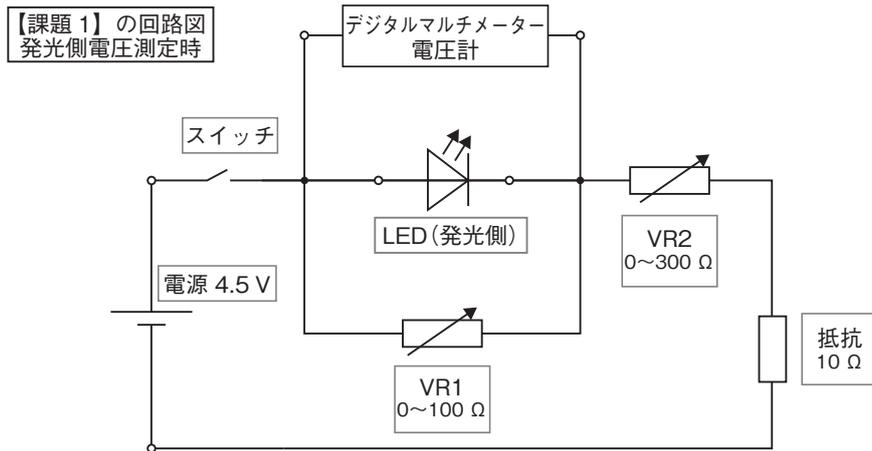
[1] 目的：この競技全体を総合的にとらえ、考察を深める。

[2] 方法：設問を正しくとらえ、参考観点を踏まえてチームで話し合い、光と色とエネルギーについてまとめ、解答用紙に記入する。

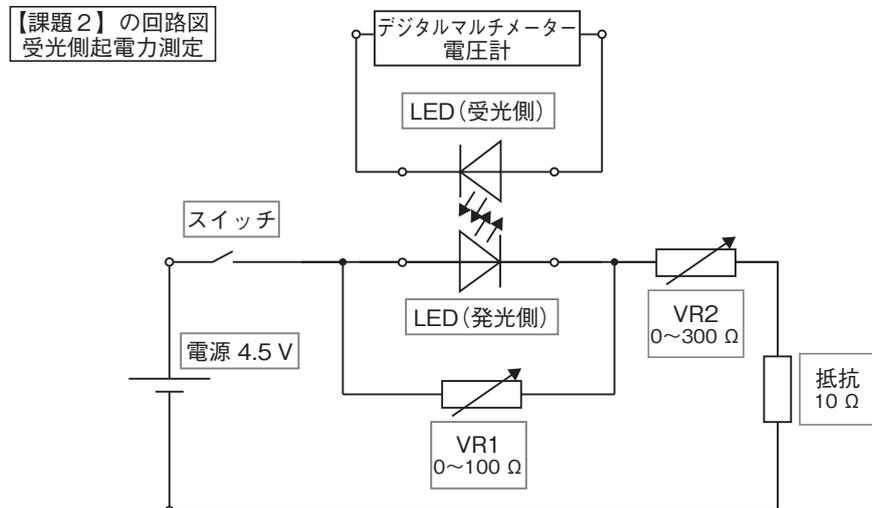
【参考1】回路基板の回路図（全体）



【参考2】回路基板の電圧計切替スイッチが左のときの回路図



【参考3】回路基板の電圧計切替スイッチが右のときの回路図



5 実技会場図

