

ワイヤレス LED の電磁誘導で「結果の処理」を「振り返る」実践
～探究につながる電磁誘導の生徒実験～
中学校第 2 学年第 1 分野「(3) 電流とその利用」

東京学芸大学附属世田谷中学校 河野晃

1 どんな場面で使うか

実験結果の「再現性」があるかどうか追試することは重要である。しかし中学校理科では「再現性」を意識させる場面が少ない。本稿ではワイヤレス LED を用いた電磁誘導の実験として「再現性」を意識した実験を紹介する。

2 準備するものは何か

本稿のものは秋月電子通商（以下、秋月）※で購入。amazon 等でもキットの扱いあり（検索キーワード「ワイヤレス LED」「ワイヤレス給電キット」等）。

①ワイヤレス LED

ワイヤレス LED はチップ型の小さな LED と小さなコイルが一体化したものである。



下側のコイルに誘導電流が流れると LED が点灯する。赤、青、緑、白、他 10 色近くある。各色購入時価格、秋月にて 5 個 1 セット二百数十円程度。

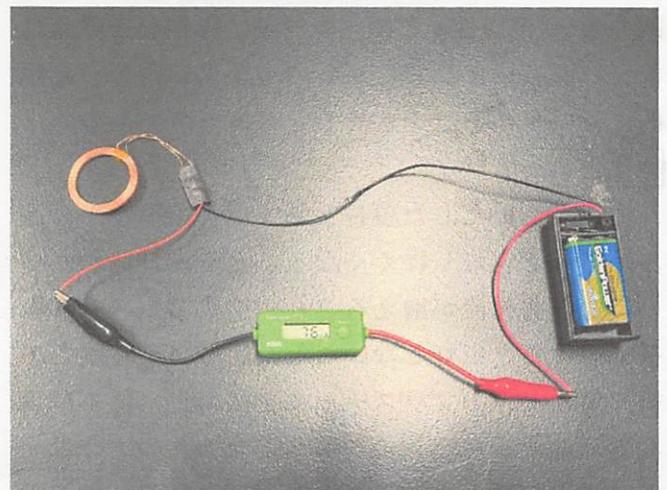
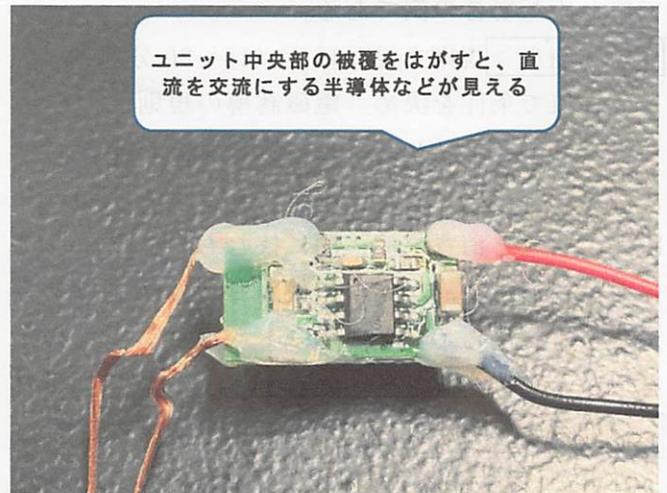
②ワイヤレス LED 給電ユニット

ワイヤレス LED に誘導電流を流すユニットである。ユニット側のコイルには 60KHz (=6 万 Hz) の交流が流れ、磁界の変化を起こしている。注意点としては、ユニット中央部の小さな基板で交流を発生させていることを見落としがちなことである。

る。そのため、生徒が「電源の直流で電磁誘導をしている」と誤解したり、また電源の＋と－を意識せずに回路をつくってしまい、異常に発熱したり破損したりすることがある。ユニット中央部は黒い被覆で隠されているが、中には写真のように半導体 (IC) などが用いられている。秋月にて 1 セット 400 円。

③電源 (5 ~ 9 V) と電流計

5 ~ 9 V が供給できれば電源装置でもよいが、

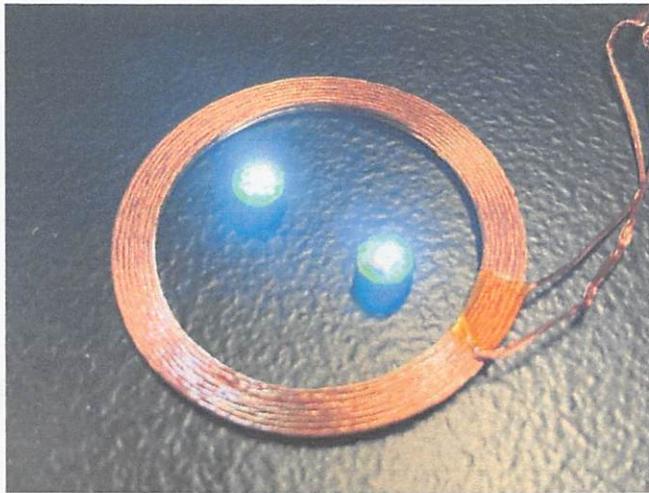


各班に配布して簡単に実験するには写真のように 006P 積層角形電池 (9 V) がおすすめである。

電流計は無くても点灯させられるが、探究的な実験を行うには電流計が必要である。

3 どんな授業の進め方をするのか

前ページの写真のように回路をつくり通電すると、ワイヤレス LED をユニットのコイル内に置くだけで点灯する。下写真のように複数個置いても点灯する。この瞬間、よく生徒から歓声があがる。



そしてここからが探究活動となる。以下は1時間でまとめた場合の例である。

<探究前半> 規則を見つける (15~20分)

『各班で条件を決め「電磁誘導の規則性」を見つけよう』と指示し、自由に実験を行わせる。例えば点灯するときのコイルとワイヤレス LED の距離、個数と消費電流、間に挟むものと点灯の関係、色と消費電流などの条件が考えられる。結果がまとまったらホワイトボードやロイロノート等を用いクラス全体で見られるようにする。

<探究後半> 再現性確認の追試を行う (20分)

各班が<探究前半>で出した結果を別の班に追試させ、「再現性」を調べさせる。詳細な実験条件などはお互いに話しながらかの方がよいため、距離的に近い班の追試をさせるとスムーズである。

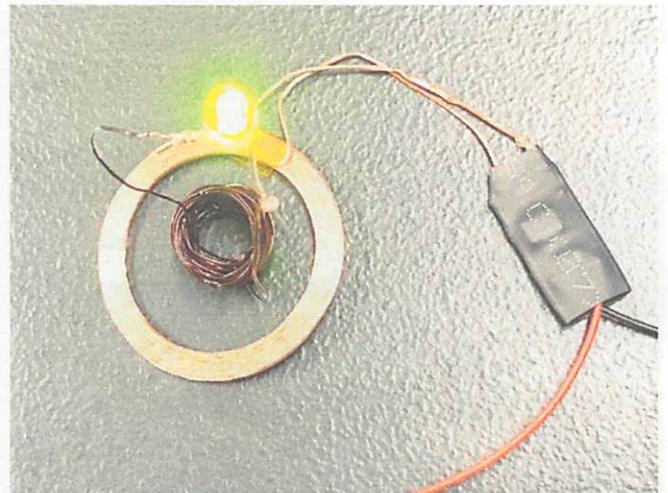
<まとめ>

生徒が見いだした項目としては、コイルから遠ざかるほど点灯しにくくなることや点灯個数が多いほど消費電流が増えること、ワイヤレス LED を横に傾けると点灯しないこと、間にノートなどの紙や定規などのプラスチックを挟んでもある程度なら点灯するが空き缶の燃えさし入れのような金属では点灯しなくなることがあげられる。電流と磁界でのこれまでの学習から説明できることも多い。これを生徒主体でまとめるか、教員が主導でまとめるか、それはその単元全体での流れによって考えてよいだろう。

留意事項として、なぜ磁石とコイルを使った電磁誘導のように道具を動かし続けなくても点灯し続けられるのか(ユニット側コイルには交流が流れているから磁界が常に変化している)や、ワイヤレス LED の個数と消費電流は直接比例せず一次関数的であること(大部分の消費電流は、ユニット自体の消費電流)、電源に電池を用いたときには消費電流は電池の状態によってかなり差がある(隣の班の消費電流と差があることも多い)が挙げられる。

4 学びをより深めるには

この実験は教科書で紹介されていないため、「既に知識だけは知っている」ような生徒もほぼいない。そのため探究活動を行いやすい。また自分でエナメル線を巻いたコイルで通常の LED を点灯させることも可能である。とすれば、どの位の太さの線で、何回巻きで、どのような線(ビニル導線、ホルマル線、他)で、などの条件を変えて実験することも出来る。



動画やカラー写真は筆者の WEB で見られる(右 QR)

※秋月電子通商 通販

<https://akizukidenshi.com/>
詳細なデータシートが PDF で閲覧可能。



<展開>

発展実験のため、予習等を行っている生徒でもほぼ知らない内容である。「電磁誘導の発展実験を行い、気がついたことをまとめよう」というオープンエンド形式の実験である。一時間をおよそ半分にきり、前半は各班が自由に実験を行い気がついた内容をホワイトボードに記入させる。後半は他班の気づきを追実験し、内容が正しいか「再現性」を調べる。この流れを通じ、科学における「再現性」の大切さについて本質を考えることを狙っている。

時間	具体的な学習活動	指導上の留意点・配慮事項	評価内容と方法
導入 7分	・本時の活動の確認をする。	・使う道具を中心に確認する。	
展開 18分	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>前半</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各班で自由に実験を行う。 ・実験結果を整理する。 ・見いだした規則性等をまとめ、ホワイトボードに記入し全体で共有する。 ・他班の結果・考察を知る。 <p>共有ツールについて</p> <ul style="list-style-type: none"> ・一覧性の高さから、本時は大きめのホワイトボードを用いる </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・机間巡視にて、実験が進んでいるか把握する。 ・つまづいている班には適切な助言を行う。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>予想される生徒の気づき</p> <p>「コイルに近いほど明るい」</p> <p>「たくさんLEDをつけると消費電流も大きい」</p> </div>	主体的学習態度 (観察)
20分	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>後半</p> <ul style="list-style-type: none"> ・他班の追実験を行う。 <p>予想される生徒の反応</p> <p>「〇班の結果通りにいかない」</p> <p>「どのような条件でやったのか詳細を知りたい」</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・他班の気づきが正しかったか判断する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・他班の方法詳細については、直接聞くように指導する。 ・追実験する際には、詳細な方法の把握が大切であることに気づかせる。 ⇒実験方法記録の大切さ ・見いだした内容自体の正誤よりも、実験の再現性には何が大切かに意識を向けさせる。 	知識・技能 思考・判断・表現 (プリント)
まとめ 5分	・追実験や再現性について考えたことをまとめる	・次時、見いだした内容そのもの(電磁誘導について)を学習することを伝える。	

■Features

- Light up LED without wires
- Built-in chip LED (LxWxT) of 1.6x0.8 x 0.6mm
- Small size Ø4.8mm x H5.0mm
- No batteries needed

■Applications

- Models
- Toys
- Games & etc.

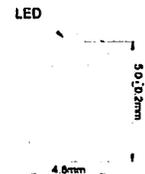
■Absolute Maximum Rating (Ta=25°C)

Item	Symbol	Value	Unit
Power Dissipation	P _D	102	mW
Operating Temperature	T _{opr}	-40 ~ +85	°C
Storage Temperature	T _{stg}	-40 ~ +85	°C

■Photo



■Outline Dimension



■Directivity



■Electrical -Optical Characteristics (Ta=25°C)

Part Number	Color	Iv (mcd)	λD (nm)			2θ1/2(deg)
			Min.	Typ.	Max.	
I _f =20mA						
OSWM43-M5W	Warm White M5	- 500	-	-	CCT:3000K	- 120
OSWM43-W5W	White W5	- 550	-	-	CCT:10000K	- 120
OSWM43-B5W	Blue B5	- 100	-	-	470	- 120
OSWM43-G5W	True Green G5	- 600	-	-	525	- 120
OSWM43-Y5W	Yellow Y5	- 120	-	-	590	- 120
OSWM43-R5W	Red R5	- 120	-	-	625	- 120
# OSWM43-K4W	Pink K4	150	-	-	X=0.31, Y=0.20	- 120
# OSWM43-VXW	Violet VX	250	-	-	X=0.20, Y=0.09	- 120
# OSWM43-B6W	Ice Blue B6	300	-	-	X=0.18 Y=0.26	- 120

*1 Tolerance of measurements of chromaticity coordinate is ±10%

*2 Tolerance of measurements of dominant wavelength is ±1nm

*3 Tolerance of measurements of luminous intensity is ±15%

New colors launched on April, 2020

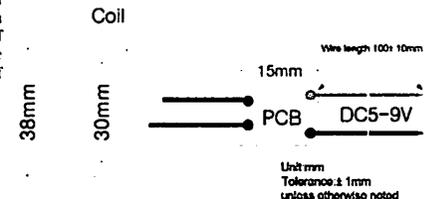
■Introduction:

OSWPTS1208D using CMOS process, it has the characteristics of higher accuracy and good stability IC for wireless induction intelligent charging, the power Management System, the use of Electromagnetic energy. Transformation principle and cooperate with Receiving part of energy conversion for the rapid charging of the LED.

■Features:

- Efficient electromagnetic energy conversion.
- DC working voltage: DC5~9V
- Working frequency: 60KHZ
- High speed transmission power to drive wireless LED.

■Outline Dimension



■Photo



■Absolute Maximum Rating (Ta=25°C)

Item	Symbol	Value	Unit
Maximum working voltage	V _v	9	V
The output drive current	I _F	800	mA
Operating Temperature	T _{opr}	-30 ~ +85	°C
Storage Temperature	T _{stg}	-40 ~ +100	°C

■Typical working (Ta=25°C)

Items	Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units
Working voltage		VDD	5	-	9	V
Output current	VDD=9V	AOUT	-	500	-	mA
No-load current	VDD=9V	I	-	120	-	mA
Induction distance	VDD=9V	M	-	10	-	mm

<資料>

本時の道具は(有)秋月電子通商にて購入。
「ワイヤレスLED 給電ユニット」400 円、「ワイヤレスLED」各色 5 個 1 セット 220~250 円
以下、データシート。