

# おもしろ科学たんけん工房 アイテム交換会

## 実施報告

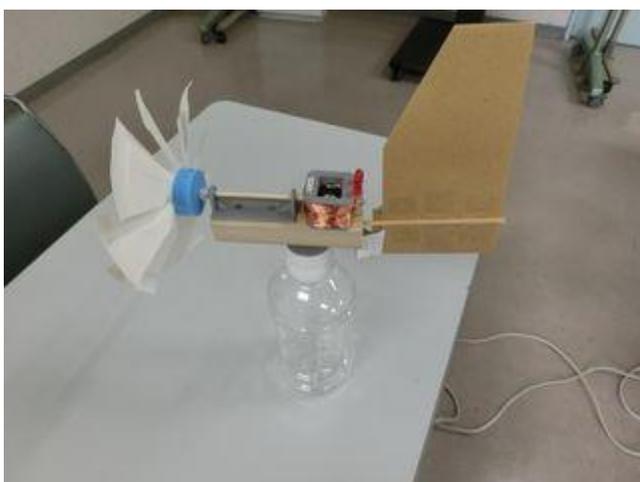
日時：2025年1月16日 13:30~16:30

会場：浦舟福祉複合施設 10階多目的室

※今回は施設のインターネット設備の故障のため、Zoom中継ができず、対面のみの実施となった。

### 1. 風力発電機（金子英治）

- ・重力発電機に使用中の交流発電機の発電効率向上型を風車と組み合わせて構成した風力発電機。
- ・発電の原理を一通り説明後、風力発電機の組み立てを行う。標準的な風車の形は提示するが児童たちに発電効率を上げるための工夫についていろいろとやってもらう。
- ・扇子あるいはうちわであおいでLEDを点灯するほどの発電をすることができる。

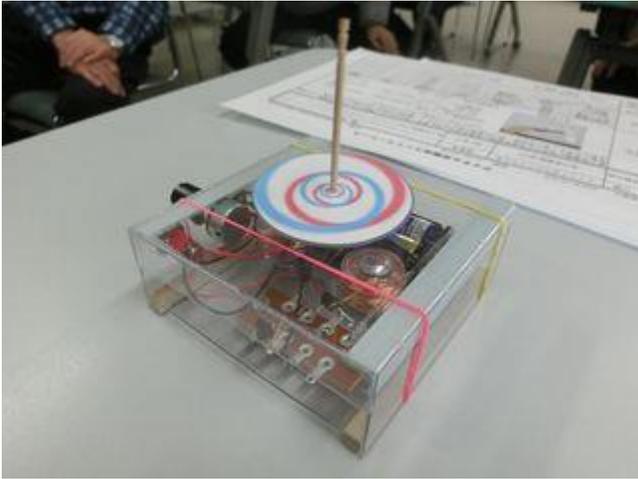


- ・コイルは800回巻き、ボビンは3Dプリンタでプリントアウトした。ネオジウム磁石を4個使用。
- ・磁石とコイルの距離をできるだけ近づける設計がしてある。
- ・材料費は合計400円。体験塾参加費1000円を見込んでいる。
- ・参加者からは「コイルの部分をぜひ子ども自身に巻かせたい」との意見があった。

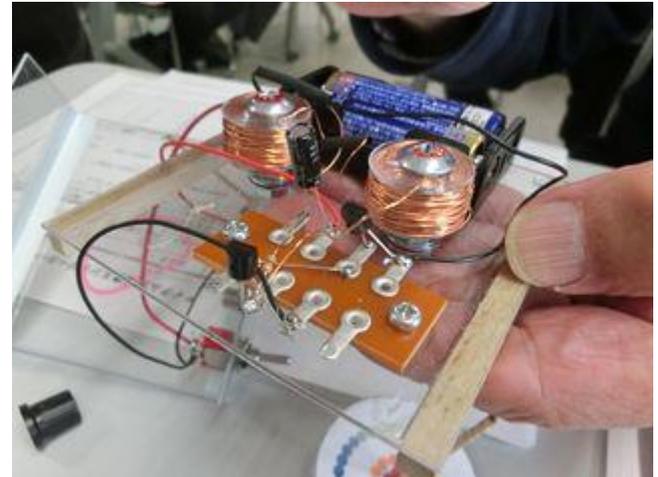


### 2. 不思議なコマ（まわり続けるコマ）（津田俊治）

- ・固定子に電磁石、回転子にネオジウム磁石を用いて発振回路を利用して作る。電磁石がコマに取付けられたネオジウム磁石を引いたり、退けたりしてまわり続けるコマである。
- ・電磁石はミシン用のクリアボビンにボルトナットをとりつけ、0.4φのエナメル線を巻いて作る。



- ・発振回路は、NPN型とPNP型のトランジスタ2個で、コンデンサーの充放電により発振する。可変抵抗器を通してコンデンサーが充電されると、NPN型トランジスタのベースに放電電流が流れるようになり、PNP型トランジスタをスイッチングさせ電流が流れる。回路図は別紙資料を参照のこと。
- ・回路はスケルトンケースに収め、仕組みが観察できるようにした。
- ・コマが暴れないように軸受けを設けている。
- ・会場参加者からは、通電しているときにLEDが光るようにすれば動作がわかりやすいというアドバイスがあった。

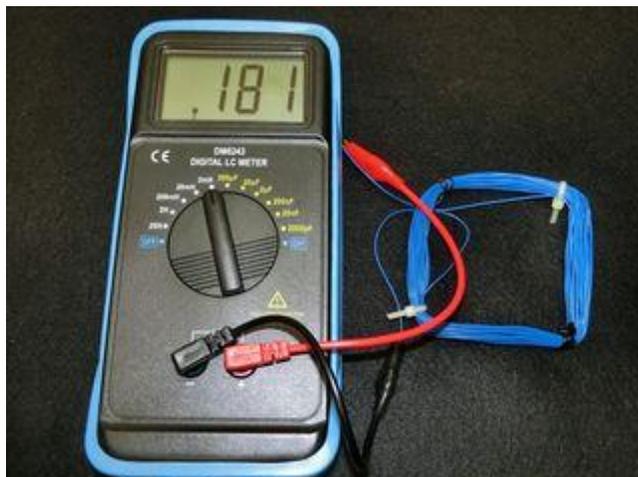


### 3. 身近なコイルのインダクタンス (山本明利)

- ・AMラジオの設計に当たり、手巻きのコイルがどの程度のインダクタンスをもつのか実測した。



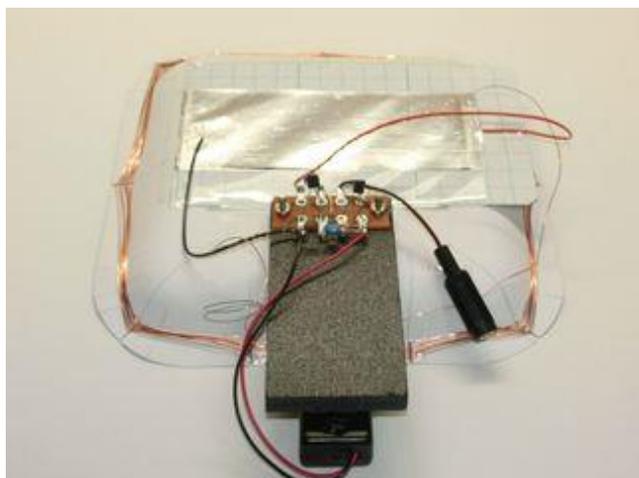
- ・使用したのは秋月電子で入手できるデジタルLCメーターDM-6243。
- ・<https://akizukidenshi.com/catalog/g/g105897/>
- ・2450円と安価な測定器だが、既知のコイルを測定してみて測定値はおおむね妥当と判断した。
- ・導線の束を測定しながら変形させると、面積への依存性がわかる。面積が大きくなるほどLは大きくなるが、比例というほど大きくは依存していないようだ。
- ・実測の結果は別紙資料を参照のこと。



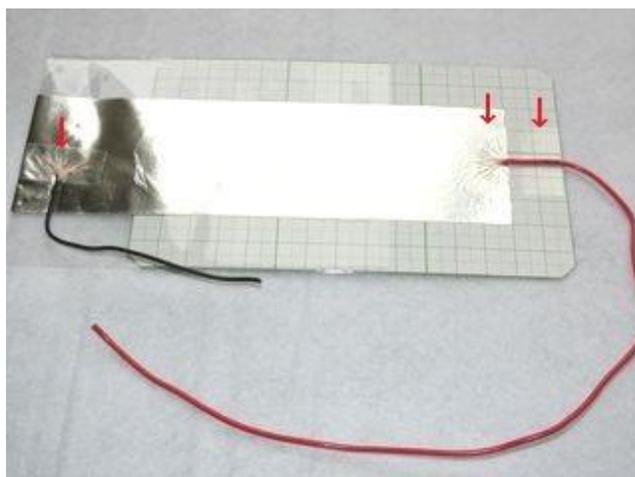
- ・コイルに対する感覚は工学的に実測を繰り返しながら身に付けていくのが良さそうだ。
- ・手巻きで工作するような身近なコイルのLは、およそ0.1~10mHのオーダーであって、巻数Nが非常に重要なパラメータである。ソレノイドならNは二乗で効いてくる。

#### 4. AMラジオ用可変コンデンサーの小型化 (山本明利)

- ・松本聡さん作の「フラットラジオ」のアイデアを参考に、藤沢市科学少年団の電気工作で使用するAMラジオを設計した。
- ・少年団ではハンダ工作が可能なので、検波・増幅回路部分はラグ板上に組み立てることで小型化。
- ・スパイダーコイルは松本さんの紙皿に巻く方法を採用した。
- ・同調回路用の可変コンデンサーはすべてダイソーの安価な材料で小型化した。
- ・紙皿の裏にコンデンサーを取り付け、電池ボックスをスチレンボードのグリップと一体化してうちわのような形状にした。
- ・ダイソーのモノラルイヤホン (110円) を、ミニジャックにさし込んで聞く。
- ・AMラジオIC UTC7642 の出力をトランジスター 2SC1815L-GR で増幅している。



- ・今回の発表のポイントはこちら。可変コンデンサー部分の改良である。
- ・コンデンサーを小型化するには、誘電体（絶縁体）の厚みを極力減らして容量を稼ぎ、極板面積を小さくしたい。
- ・極板はコスト面からダイソーのアルミテープ（50mm幅）とする。
- ・誘電体はダイソーの「写真袋L版」が強度的にも適当と考え、この袋にぴったりのサイズに工作用紙をカットしてスライダースとした。
- ・工作用紙の表裏往復する形でアルミテープを貼り面積を増やす。同様に写真袋の外側にも、内側電極と向き合うようにアルミテープを貼る。写真袋は厚みやたるみが出ない構造なので、2つの極板はかなり密着させられる。
- ・リード線ははんだづけできないので、芯線をほぐして、矢印のように3カ所をセロハンテープでとめる。
- ・完成した可変コンデンサーの容量はスライダースを一番奥までさし込んだ状態で、約500~600pFである。紙皿スパイダーコイルのインダクタンスが約110mHなので、一番奥でNHK第一や第二が、数cm引き出したときにAFNに同調する。



## アイテム交換会発表プログラム

実施日： 2025年1月16日

時間： 13:30～16:30

会場： 浦舟福祉複合施設10階多目的室

No	発表時間 (分)	分類	タイトルまたはアイテム名	提案者	概要
1	20	体験出前	風力発電機	金子英治	風力発電機を作りエネルギーの大切さを知ってもらう。
2	20	アイデア	不思議なコマ (まわり続けるコマ)	津田俊治	まわり続けるコマは、固定子に電磁石、回転子にネオジム磁石を用いて発振回路を利用して作る。
3	20	情報提供	身近なコイルのインダクタンス	山本明利	AMラジオの工作などに使う手巻きコイルのインダクタンスなどを実測してみた。身近なコイルのLは、およそ0.1～10mHのオーダーであって、巻数Nが非常に重要なパラメータである。
4	20	技術改良	AMラジオ用可変コンデンサーの小型化	山本明利	AMラジオの同調回路用の可変コンデンサーをすべてダイソーの安価な材料で小型化した。藤沢市科学少年団の電気工作で採用。

<b>次回予告</b>	次回のアイテム交換会は、3月20日(木)13:30～17:00 緑区社協 多目的研修室Ⅱ です。
-------------	--

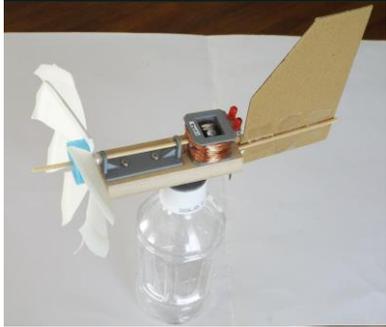
# アイテム交換会エントリーシート

実施日： 2025年1月16日

時間： 13:30～16:30

会場： 浦舟福祉複合施設10階多目的室

No	発表時間 (分)	分類	タイトルまたはアイテム名	提案者	概要
	15	体験出前	風力発電機	金子英治	風力発電機を作りエネルギーの大切さを知ってもらう。

詳細説明 (別紙も可)	重力発電機に使用中の交流発電機の発電効率向上型を風車と組み合わせて構成したた風力発電機。発電の原理を一通り説明後、風力発電機の組み立てを行う。標準的な風車の形は提示するが児童たちに発電効率を上げるための工夫についていろいろとやってもらう。扇子あるいはうちわであおいでLEDを点灯するほどの発電をすることができる。					
			交流発電機のコスト見積もり エナメル線 アマゾン (4700円/500gr) 20grほど 190円 ネオジム磁石 ダイソー 110円 LED (赤) アマゾン 20円 PLA製部品 アマゾン (2000円/1kg) 10grほど 20円 その他 10円 合計 400円			
風力発電機		体験塾参加費 1000円 予定				

主な材料 (削除可)	材料	仕様	入手先	材料費	数量	備考
	交流発電機	別途	工房特製	金子	350円	1
風車、尾翼	厚紙	直径15cm前後	ダイソー	110円	1	
モーター台	木材	8x3x1.5cm	ダイソー	15円	1	
軸受け1	PLA樹脂	工房特製	アマゾン	10円	1	
軸受け2	PLA樹脂	工房特製	アマゾン	5円	1	
その他	ねじ、ビーズ			20円	1	

必要な工具等 (削除可)	ハサミ、目打ち					

体験塾等を想定した所要時間	3時間	完成度 (体験塾の場合・5段階)	4	備考・参考書等	- 6 -
---------------	-----	------------------	---	---------	-------

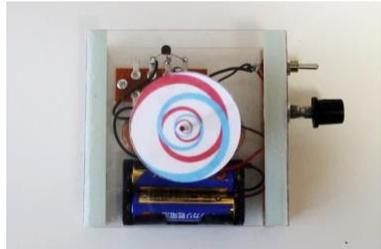
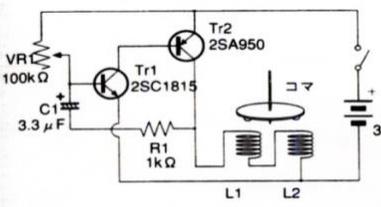
# アイテム交換会エントリーシート

実施日： 2025年1月16日

時間： 13:30~17:00

会場： 浦舟福祉総合施設 10階多目的室

No	発表時間 (分)	分類	タイトルまたはアイテム名	提案者	概要
	10	アイデア	不思議なコマ (まわり続けるコマ)	北1. 津田俊治	まわり続けるコマは、固定子に電磁石、回転子にネオジム磁石を用いて発振回路を利用して作る。

詳細説明 (別紙も可)	<h3>1. まわり続けるコマの仕組み</h3> <p>まわり続けるコマは、固定子に電磁石、回転子にネオジム磁石を用いて発振回路を利用して作る。電磁石がコマに取り付けられたネオジム磁石を引き合ったり、退け合ったりしてまわり続けるコマである。発振回路は、NPN型とPNP型のトランジスタ2個を使って、コンデンサの充放電により発振する。可変抵抗器を通してコンデンサが充電される。充電が終われば、トランジスタNPN型のベースに放電電流が流れるようになり、トランジスタPNP型をスイッチングさせ電流が流れる。</p>	  <p>回路図</p>
----------------	--	---

主な材料 (削除可)	部品名	材料	仕様	入手先	材料費	数量	備考
	トランジスタ-NPN		2SC1815		10	1	
	トランジスタ-PNP		2SA950		8	1	
	コンデンサ		3.3μF 50V		10	1	
	可変抵抗器		100kΩ		60	1	
	抵抗		1kΩ 1/6W		1	1	
	エナメル線		φ0.4*10m		640	2	

必要な工具等 (削除可)	その他材料・コマ(塩ビ板1mmφ5cm1枚)・ネオジム磁石4個・ボルト&ナットM5*25mm2個・電池ボックス・単三電池2本 ・4Pプラグ板・スイッチ1個・クリアボビン2個・ボルト&ナットM3.5*5mm2個・角材6*6*90mm2本・取付け台(塩ビ板1mm)						

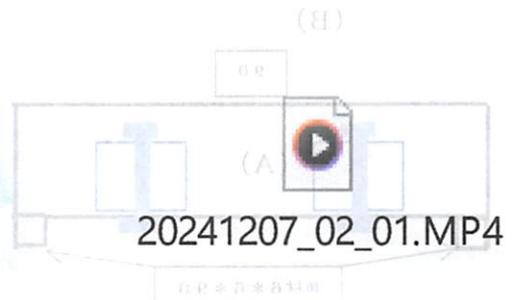
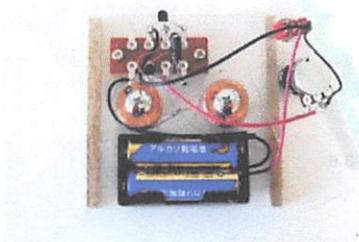
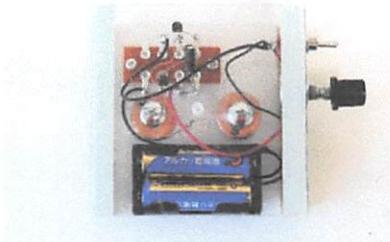
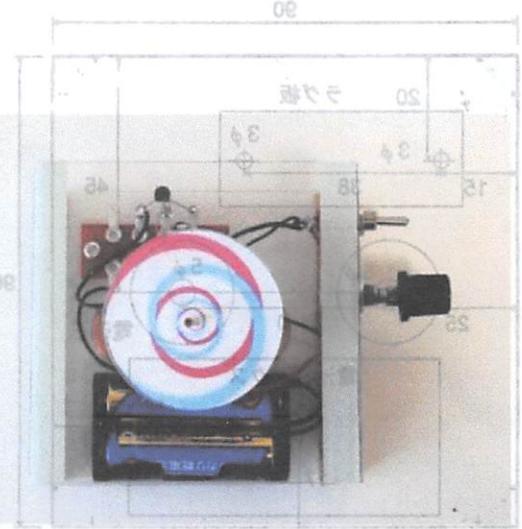
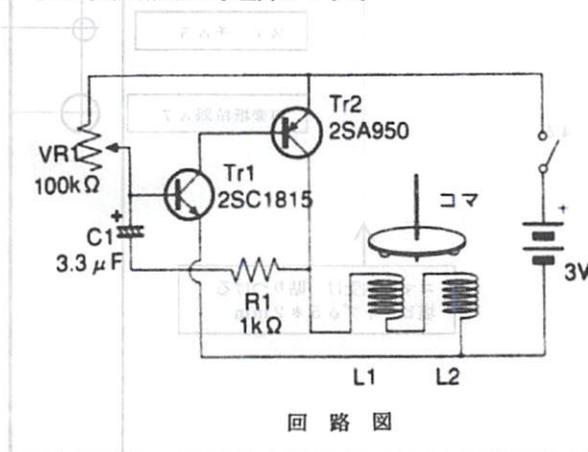
体験塾等を想定した所要時間	時間	完成度(体験塾の場合・5段階)	5	備考・参考書等	・モーター技術・電子工作・電子工作図鑑
	<span style="font-size: 2em;">-</span> <span style="font-size: 3em;">7</span> <span style="font-size: 2em;">-</span>				

## 不思議なコマ (まわり続けるコマ)

### 1. まわり続けるコマの仕組み

まわり続けるコマは、固定子に電磁石、回転子にネオジム磁石を用いて発振回路を利用して作る。電磁石が、コマに取付けられたネオジム磁石を引き合ったり、退け合ったりしてまわり続けるコマである。発振回路は、NPN型とPNP型のトランジスタ2個を使って、コンデンサーの充放電により発振する。可変抵抗器を通してコンデンサーが充電される。充電が終われば、トランジスタNPN型のベースに放電電流が流れる。トランジスタPNP型をスイッチングさせ電流が流れる。コンデンサーの放電が終わると、また充電を開始し、トランジスタPNP型がオフになる。これを繰り返し発振する。ここで発振した電流は電磁石を通じて、磁界が発生する。コマにはネオジム磁石が取付けられ引き合ったり、退け合ったりしてまわり続ける。

### 2. 回路図及び完成写真



### 3. まわり続けるコマの作り方

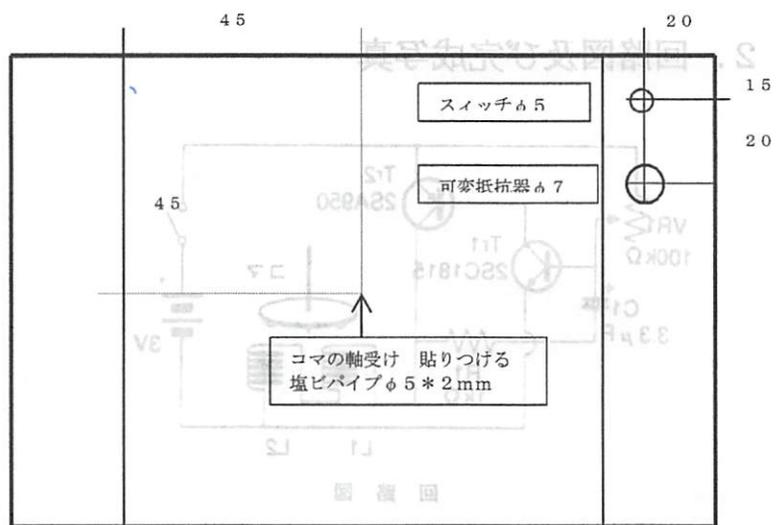
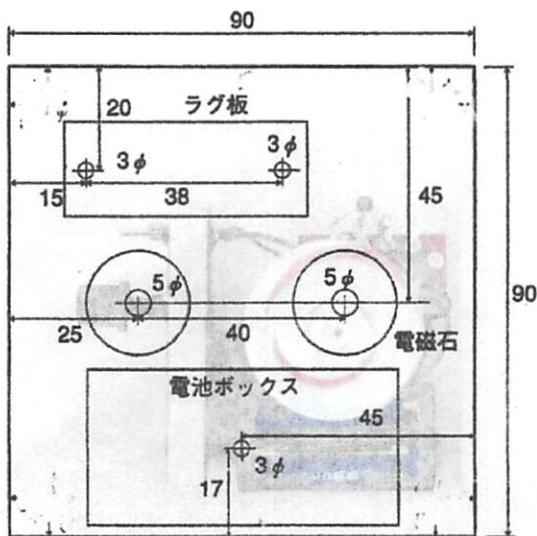
- 1) 固定子の電磁石 (L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>) は、エナメル線 (φ0.4mm 10m 1本) をクリアボビン (1個) に巻きつけ鉄芯のM5×25mm (ボルト、ナット、座金) を取付ける。エナメル線の巻き始めと終わりは、電流の接続用に5cm確保し、電磁石2個を作る。電磁石のエナメル線の巻き方は2個とも同方向に巻く。
- 2) 回転子のコマは、塩ビ板 (厚さ1mm) を直径5cm円盤状に切り、ネオジム磁石φ6mm 4個を等間隔に電磁石間隔に合わせ貼りつける。コマの円盤状の中心に爪楊枝の軸のため穴 (φ2mm) を開ける。コマの軸受け用に塩ビパイプφ5mm×2mmを取付け台 (B) の中央部に貼りつける。コマの回転スピードと発振周波数を合わせるために可変抵抗器で調整する。
- 3) 取付け台は、塩ビ板寸法に合わせ取付け穴を開け回路図に従い各部材をハンダー付けで取付ける

#### 4. 使用材料

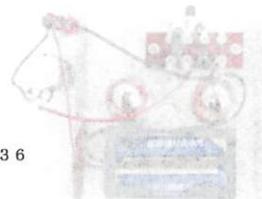
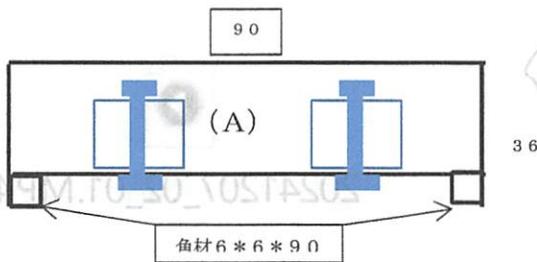
- ・トランジスター (Tr1) : 2SC1815 1個 ・トランジスター (Tr2) : 2SA950 1個
- ・電解コンデンサー (C1) : 3.3  $\mu$ F 50V 1個 ・抵抗 (R1) : 1k $\Omega$  1個
- ・可変抵抗器 (VR1) : 100k $\Omega$  1個 ・4P平ラグ板 : 1枚 ・エナメル線 : 0.4mm \* 10m 2本
- ・クリアボビン : 2個 ・電磁石 (L1 L2) M5 \* 25mm (ボルト、ナット、座金) 2本
- ・電源スイッチ : 1個 ・ネオジウム磁石 :  $\phi$ 6mm 4個 ・コマ : (塩ビ板1mm  $\phi$ 50mm 1枚)
- ・電池ボックス : (単三2本用1個) ・単三電池 : 2本 ・ツマミ : 1個 ・ボルト、ナット : M3 \* 5 \* 50mm 2本
- ・塩ビ板 : 1mm厚 90mm \* 90mm 1枚 ・塩ビ板 : 1mm厚 90mm \* 162mm 1枚
- ・塩ビパイプ :  $\phi$ 5mm \* 2mm 1個 ・角材6 \* 6 \* 90mm 2本 ・配線コード : 少々 ・爪楊枝 : 1本

#### 5. 取付け台 (塩ビ板寸法)

(A) (B)



(B)



3. 組み立てるための準備

1. 部品を準備する。トランジスタ (Tr1) : 2SC1815 1個、トランジスタ (Tr2) : 2SA950 1個、電解コンデンサー (C1) : 3.3  $\mu$ F 50V 1個、抵抗 (R1) : 1k $\Omega$  1個、可変抵抗器 (VR1) : 100k $\Omega$  1個、4P平ラグ板 : 1枚、エナメル線 : 0.4mm \* 10m 2本、クリアボビン : 2個、電磁石 (L1 L2) M5 \* 25mm (ボルト、ナット、座金) 2本、電源スイッチ : 1個、ネオジウム磁石 :  $\phi$ 6mm 4個、コマ : (塩ビ板1mm  $\phi$ 50mm 1枚)、電池ボックス : (単三2本用1個)、単三電池 : 2本、ツマミ : 1個、ボルト、ナット : M3 \* 5 \* 50mm 2本、塩ビ板 : 1mm厚 90mm \* 90mm 1枚、塩ビ板 : 1mm厚 90mm \* 162mm 1枚、塩ビパイプ :  $\phi$ 5mm \* 2mm 1個、角材6 \* 6 \* 90mm 2本、配線コード : 少々、爪楊枝 : 1本

# アイテム交換会エントリーシート

実施日： 2025年1月16日

時間： 13:30～16:30

会場： 浦舟福祉複合施設10階多目的室

No	発表時間 (分)	分類	タイトルまたはアイテム名	提案者	概要
	20	情報提供	身近なコイルのインダクタンス	山本明利	AMラジオの工作などに使う手巻きコイルのインダクタンスなどを実測してみた。身近なコイルのLは、およそ0.1～10mHのオーダーであって、巻数Nが非常に重要なパラメータである。

詳細説明 (別紙も可)	右の写真は測定対象の例：北2松本聡さん提供の「フラットラジオ」のスパイダーコイルと藤沢市科学少年団バージョンのAMラジオ用コイル 測定は秋月電子のデジタルLCメーター DM-6243で行った。 <a href="https://akizukidenshi.com/catalog/g/g105897/">https://akizukidenshi.com/catalog/g/g105897/</a> 測定結果は別添資料を参照。	
----------------	---	---

主な材料 (削除可)	部品名	材料	仕様	入手先	材料費	数量	備考

必要な工具等 (削除可)							
-----------------	--	--	--	--	--	--	--

体験塾等を想定した所要時間	時間	完成度 (体験塾の場合・5段階)		備考・参考書等	<a href="https://www2.hamajima.co.jp/~tenjin/lab0/20241212inductance_a_yamamoto.pdf">https://www2.hamajima.co.jp/~tenjin/lab0/20241212inductance_a_yamamoto.pdf</a>
---------------	----	------------------	--	---------	---

# 身近なコイルのインダクタンス

山本明利

## きっかけ

コイルを使った電磁石やモーターなどの教材は小学校の頃からおなじみだし、中学校でも電磁誘導を学ぶ。生活の中でも多用されているコイルだが、なぜか高校物理ではなじみが薄い。コイルは物理基礎では発電と送電に関して定性的に触れる程度、4単位物理でも後半の交流のあたりでちょっと登場するだけだ。

最近、子ども用のラジオ工作教材を設計する必要があるあって、LC共振回路を少しいじったのだが、自分自身、この歳になるまで回路素子としてのコイルのイメージがほとんどつかめていなかったことに気がついた。例えば手巻きコイルを巻いたとき、その自己インダクタンス $L$ がどのぐらいのオーダーなのか見当もつかなかったのである。これでは教材設計ができない。

そこで、秋月のLCメーター (DM6243、¥2450) を入手して、手元にあったコイルの $L$ を片っ端から測ってイメージづくりをした、というのが事の始まりである。

## 使用したコイルと測定結果

まず、LCメーターが信頼に足るものかどうか、数値の分かっている回路素子の $L$ を測ってみた。333J ( $33 \times 10^3 \mu\text{H} = 33\text{mH}$ ) と表記のあるフェライトコアインダクターで右図のような測定値なので、まあ妥当と判断した。



以下、測定してみた身近なコイルは、ナリカのコイルセット (鉄芯付属) (左下図)

- A : 200 回巻き (鉄芯なし)
- B : 400 回巻き (鉄芯なし)
- C : 200 回巻き (鉄芯あり)
- D : 400 回巻き (鉄芯あり)

ナリカのホルマル線をリールのまま両端を引き出してコイルとしたもの (右下図右側)

- E : ホルマル線 (0.5φ、20m、コイル内径63mm、外径73mm、約90回巻き)

ミシンの下糸用プラスチックボビンにポリウレタン線を巻いた自作コイル (右下図左側)



- F : 自作ボビンコイル (200 回巻き)
- G : 自作ボビンコイル (300 回巻き)
- H : 自作ボビンコイル (500 回巻き)
- I : 自作ボビンコイル (1000 回巻き)

PVCコード (ビニル導線) を束のままコイルに見立てたもの (芯線 0.12φ、長さ 10m、約 35 回巻き) を測定しながら輪を変形

J : PVCコード (束のまま楕円形) 短直径 20mm、長直径 120mm

K : PVCコード (束のまま長方形) 短辺 40mm、長辺 110mm

L : PVCコード (束のまま正方形) 1 辺 70mm

AMラジオ用に自作した紙皿スパイダーコイル 2 種 (ホルマル線 10m 使用) (右図)

M : たんけん工房型 (直径 150mm 丸形)

N : 科学少年団型 (160×160mm 正方形)

(Mは約 20 回巻き、Nは約 15 回巻き)

である。

測定結果とコイルの寸法の詳細データは別紙 1 : 「身近なコイルのインダクタンス」にまとめた。加えて、別紙 2 に「磁気回路関係公式集」を収録した。以下、これらを参照しながら考察を加えていく。



### L の巻数依存性

公式集に示すように、コイルの自己インダクタンス  $L$  は大まかに言って巻数  $N$  の 2 乗に比例する。式③では  $N$  に比例するように見えるが、磁束  $\Phi$  も  $N$  に比例するので 2 乗に比例となるわけだ。最も簡単なソレノイドの場合は高校物理でも扱い、式⑥のような表現になる。電気工学の方面では式⑩のような書き方もするが同じ意味である。

巻数依存性を見るために、別紙 1 では  $L/N$  と  $L/N^2$  の欄を設けた。後者に注目すると、A と B のコイルは巻数以外のパラメータは同じなので  $L/N^2$  の値はほぼ等しくなる。C と D の比較も同様である。G, H, I のグループは、同じボビンに太さの違うポリウレタン線を巻いて、コイルの内径、外径がほぼ等しくなるように作製したコイルで、巻数だけが異なる。このグループでも  $L/N^2$  の値はほぼ等しくなる。これらに比べ、F は同じボビンを用いているので内径は等しいが、外径が異なる。 $L/N^2$  の値が他の 3 つと異なるのは外径が関係していると考えられる。

このように、巻数  $N$  は  $L$  に大きく効いてくることがわかる。

### 鉄芯の影響

鉄芯の影響は A, B のグループと C, D のグループを比較すると類推できる。同じコイルで鉄芯のあるなしを比べると、鉄芯ありの方が 6 ~ 7 倍の値を示す。この値は個人的な感想としては予想より小さい印象だ。もっと劇的に大きくなるかと思ったが、10 倍以下のオーダーというのは意外だった。

## サイズの影響

サンプルとしたコイルの形状がまちまちなので、サイズへの依存性を調べるのは難しい。公式集のソレノイドの例を見れば、 $L$ はコイルの断面積 $S$ に比例、長さ $l$ に反比例となりそうだが、別紙1のデータで評価する限りは、サイズが大きくなれば $L$ も大きくなるという増加関数的な傾向があることがわかる程度で、面積に比例とまでは言い切れない。

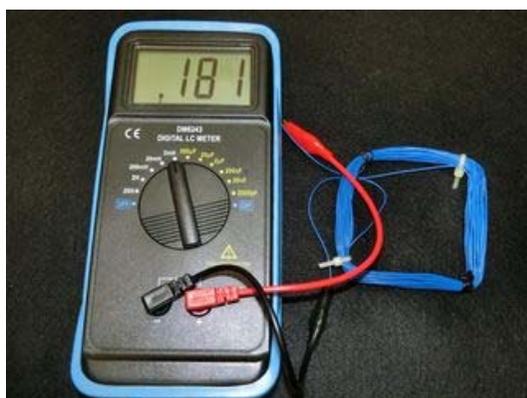
電気工学の本をひもとくと、断面半径 $a$ の導線を半径 $R$ の円輪状に1回巻きしたコイル(平面円形コイル)の自己インダクタンスは

$$L = \mu R \left( \log \frac{8R}{a} - \frac{7}{4} \right) \quad \text{または} \quad L = \mu R \left( \log \frac{8R}{a} - 2 \right)$$

なる式で求められるとある。前者は導線断面に一樣に電流が流れる場合、後者は表皮効果が大きい高周波の場合だそうだ。いずれにせよ括弧内を定数とみると、 $L$ は円輪の半径 $R$ におおむね比例ということになる。別紙1のデータはそれを支持するようにも見える。

コイル面積の依存性はこんな実験で調べられる。J, K, Lは細いビニル導線(0.12φ、長さ10m)を束をほどかないままで導線が囲む図形を変形させて $L$ を測定したものである。つぶれているときは140~150μH程度、四角く広げると180~190μH程度の値を示す(下図)。面積に比例とも半径に比例とも言えないが、サイズに対して増加関数的な依存性があることはわかる。

MとNは共に紙皿に長さ10mのホルマル線を巻いたスパイダーコイルである。前掲の図のように面積はだいぶ違うが、 $L$ の値はそれほど差がない。サイズが大きくなった分、巻数が減って相殺されているわけだが、 $L$ が $R$ に比例するとすればつじつまが合う。



## まとめ

コイルの自己インダクタンスが解析的に求められるケースはかなり限られる。ソレノイド以外は高校物理の手には負えない。ソレノイドも十分長い場合を除いては厳密な議論ができないから、つまるところ実際に測ってみるほかはない。コイルに対する感覚は工学的に実測を繰り返しながら身に付けていくのが良さそうだ。今回の一連の測定で実感したことは、手巻きで工作するような身近なコイルの $L$ は、およそ0.1~10mHのオーダーであって、巻数 $N$ が非常に重要なパラメータであるということだった。

記号	コイルの名称	実測L ( $\mu\text{H}$ )	巻数N(回)	L/N( $\mu\text{H}$ )	L/N <sup>2</sup> ( $\mu\text{H}$ )	線直径(mm)	サイズ(mm)	面積(mm <sup>2</sup> )
A	ナリカコイルセット (200回、鉄芯なし)	168	200	0.84	0.0042	0.5	12~14×24	113
B	ナリカコイルセット (400回、鉄芯なし)	757	400	1.89	0.0047	0.5	12~17×24	113
C	ナリカコイルセット (200回、鉄芯あり)	1182	200	5.91	0.0296	0.5	12~14×24	113
D	ナリカコイルセット (400回、鉄芯あり)	4200	400	10.50	0.0263	0.5	12~17×24	113
E	ナリカホルマル線 (リールのまま)	1163	90	12.92	0.1436	0.5	63~73	3116
F	自作ポピンコイル (200回、ポリウレタン線)	233	200	1.17	0.0058	0.2	9~12×8	64
G	自作ポピンコイル (300回、ポリウレタン線)	752	300	2.51	0.0084	0.29	9~17×8	64
H	自作ポピンコイル (500回、ポリウレタン線)	2040	500	4.08	0.0082	0.2	9~16×8	64
I	自作ポピンコイル (1000回、ポリウレタン線)	8540	1000	8.54	0.0085	0.16	9~17×8	64
J	PVCコード (0.12 $\phi$ 、10m) 束のまま楕円	143	35	4.09	0.1167	0.12	20×120	2400
K	PVCコード (0.12 $\phi$ 、10m) 束のまま長方形	183	35	5.23	0.1494	0.12	40×110	4400
L	PVCコード (0.12 $\phi$ 、10m) 束のまま正方形	191	35	5.46	0.1559	0.12	70×70	4900
M	たんけん工房・紙皿スパイダーコイル(10m)	113	20	5.65	0.2825	0.4	150	17663
N	科学少年団・角紙皿スパイダーコイル(10m)	100	15	6.67	0.4444	0.4	160×160	25600

サイズの表記は、a~bとあるものは、aが内径、bが外径で共に直径である。~による表記のないものは基本的に内径で評価した。

サイズの表記にc×dとある場合、ソレノイド (A~D、F~I) の場合はcが内径・外径、dがソレノイドの長さを表し、

平面的コイル (EおよびJ~N) の場合は、コイルが囲む図形の縦横寸法を表す。

面積は基本的にコイルが囲む図形の寸法を元に算出した。

## 別紙 2 : 磁気回路関係公式集

ファラデーの法則  $V = -N \frac{d\Phi}{dt}$  (N: 巻数、 $\Phi$ : 磁束) ①

自己誘導の式  $V = -L \frac{dI}{dt}$  (L: 自己インダクタンス、I: 電流) ②

これらから  $N\Phi = LI$  ( $N\Phi$  を磁束鎖交数という) ③

例: ソレノイドの場合 (N: 巻数、n: 巻数密度、l: 長さ、S: 断面積)

磁束密度  $B = \mu nI$  ④

磁束  $\Phi = BS = \mu nSI$  ⑤

自己インダクタンス  $L = \frac{N\Phi}{I} = \mu n^2 lS = \frac{\mu N^2 S}{l}$  ⑥

※トロイダルコイルも同じ式になる。

(電流回路のアナロジー)

ホプキンソンの法則  $F_m = R_m \Phi$  ⑦  $\Leftrightarrow V = RI$  オームの法則

$F_m$ : 起磁力 (A)  $F_m = \int H dl$

$R_m$ : 磁気抵抗 (リラクタンス) (A/Wb)

$P=1/R_m$ : パーミアンス (H) ⑧  $\Leftrightarrow \sigma = 1/R$  コンダクタンス (S)

例: ソレノイドの場合

$F_m = \int H dl = nIl = NI$  ⑨

$R_m = \frac{NI}{\Phi} = \frac{nI}{\mu nSI} = \frac{l}{\mu S}$  ⑩  $\Leftrightarrow R = \frac{\rho l}{S}$  直流抵抗

$L = \frac{\mu N^2 S}{l} = \frac{N^2}{R_m}$  ⑪ インダクタンスは巻数の二乗に比例、磁気抵抗に反比例

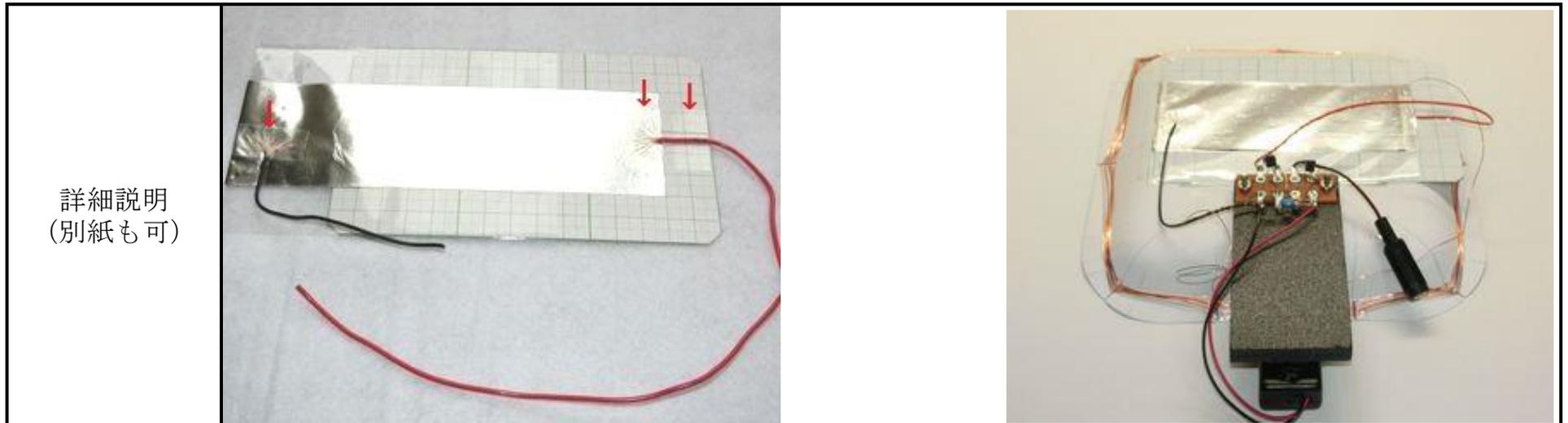
# アイテム交換会エントリーシート

実施日： 2025年1月16日

時間： 13:30～16:30

会場： 浦舟福祉複合施設10階多目的室

No	発表時間 (分)	分類	タイトルまたはアイテム名	提案者	概要
10		技術改良	AMラジオ用可変コンデンサーの小型化	山本明利	AMラジオの同調回路用の可変コンデンサーをすべてダイソーの安価な材料で小型化した。藤沢市科学少年団の電気工作で採用。



主な材料 (削除可)	部品名	材料	仕様	入手先	材料費	数量	備考
	外側電極	アルミテープ	幅50mm	ダイソー		50mm×260mm	
	誘電体(絶縁)	写真袋L判	Lサイズ	ダイソー	40枚入り110円	1袋	
	内側電極	アルミテープ	幅50mm	ダイソー		50mm×250mm	
	スライダー	工作用紙	90mm×150mm	ダイソー		1枚	
	リード線 プ	ビニルコード	10cmと30cm				リード線を固定

必要な工具等 (削除可)							

体験塾等を想定した所要時間	時間	完成度 (体験塾の場合・5段階)	備考・参考書等