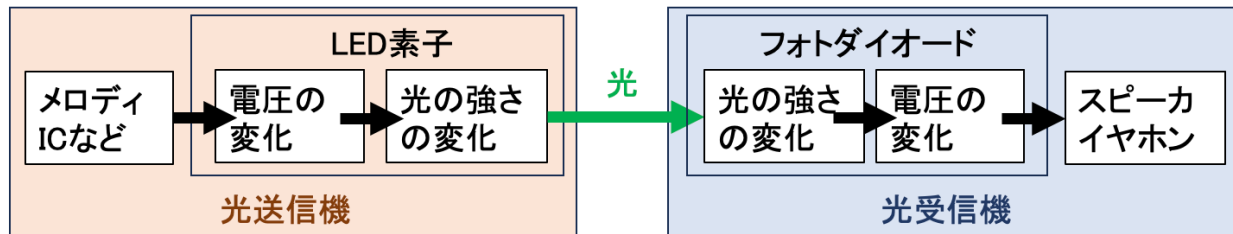


光で音を送ってみよう

堀江 雄二(鹿児島大)

むかしから人々はいろんな方法を使って遠くの人に情報を伝える工夫をしてきました。現代ではテレビやラジオ、携帯電話では電波を使っています。また、インターネットでは大量の情報を送るために光ファイバーを使っています。そこでは情報を光に置きかえたり、その光を電気信号に置きかえたりするのに半導体素子が使われています。今回は発光ダイオード(LED)と受光素子をつかって、光で音を送る実験をしましょう。

1. 全体の構成



2. 準備するもの

○光送信機(その1)

- ・小型ブレッドボード 1個
- ・発光ダイオード(LED)素子 1個
- ・メロディ IC 1個
- ・抵抗(100 Ω 茶黒茶金, 1/4 W) 1個
- ・単四2本用電池ボックス 1個 (単四乾電池2個)

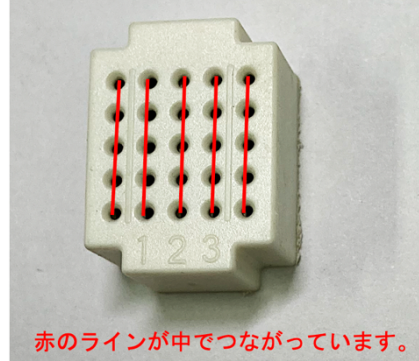
○光受信機

- ・小型ブレッドボード 1個
- ・フォトダイオード 1個
- ・抵抗(10 kΩ 茶黒オレンジ金, 1/4 W) 1個
- ・クリスタルイヤホンのイヤホン側(もしくは圧電スピーカー) 1個
- ・9V角型電池用電池ボックス 1個 (9V角型乾電池 1個)

○光送信機(その2)

- ・小型ブレッドボード 1個
- ・発光ダイオード(LED)素子 1個
- ・イヤホン端子 1個

小型ブレッドボードの結線



赤のラインが中でつながっています。

- 抵抗 (100 Ω 茶黒茶金, 1/4 W) 1個
- 抵抗 (10 Ω 茶黒黒金, 1/2 W) 1個
- 単四2本用電池ボックス 1個 (単四乾電池2個)

○その他

- セロハンテープ
- 両面テープ

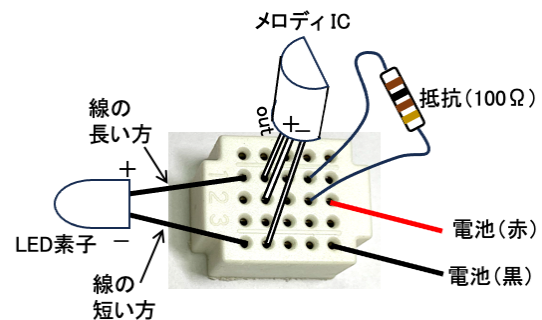
3. 作り方 (その1)

○光送信機(その1)

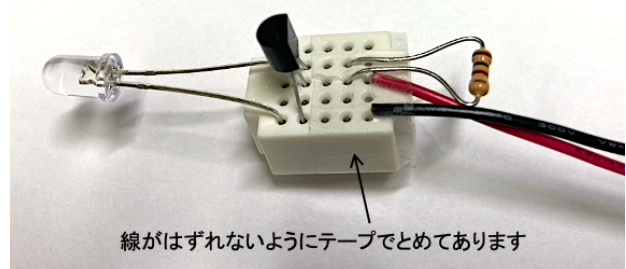
- ①の図のように小型ブレッドボードの穴の奥までLED素子の線を差し込み、②のように折り曲げます。線を差し込むときは長い線と短い線の差し込む場所を間違えないように気をつけます。
- ①のようにメロディ IC を差し込みます。このときメロディ IC の向きに気をつけます。
- 抵抗と単四電池ボックスの線を差し込みます。電池ボックスの線は抜けやすいので、②のようにセロハンテープを巻いて固定します。
- 単四電池ボックスの裏に、両面テープで小型ブレッドボードを固定します。
- 単四電池ボックスに単四電池を入れ、③のようにLED が点灯することを確認します。このときメロディ IC から音楽データが出ているので、LED が点滅していることがわかるはずです。

※ メロディ IC も半導体素子です。中の半導体メモリに音楽データの情報が記録されていて、それを出力する回路、メロディ IC を動かすための電源回路などがはいっています。

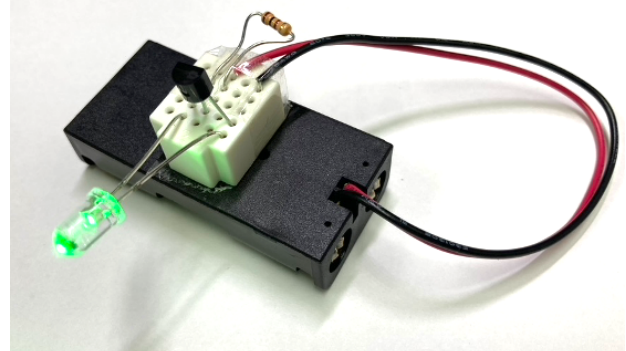
①光送信機(その1)の結線図



②光送信機(その1)の結線の様子



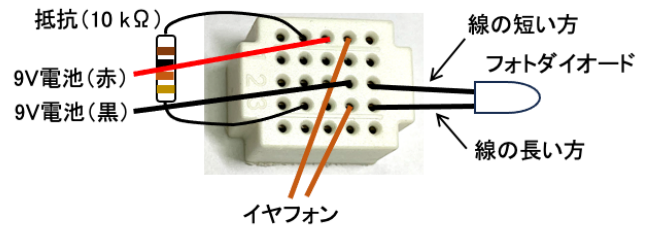
③完成した光送信機(その1)



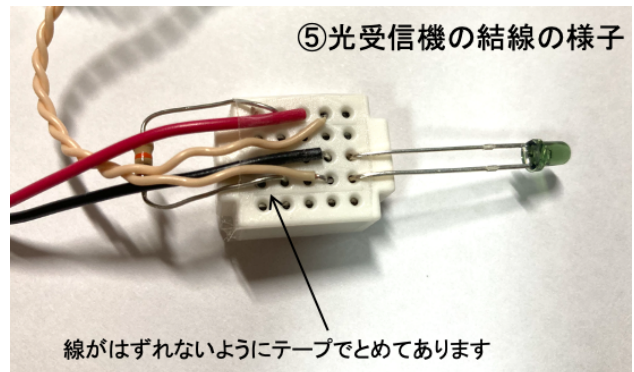
ひかりじゆしんき ○光受信機

- (6) ④の図のように小型ブレッドボードの穴の奥までフォトダイオードの線を差し込み、⑤のように折り曲げます。線を差し込むときは長い線と短い線の差し込む場所を間違えないように気をつけます。
- (7) 抵抗と9V電池ボックスの線、イヤフォンの線を差し込みます。とくにイヤフォンの線は細くて抜けやすいので、⑤のように小型ブレッドボードをセロハンテープでぐるぐるに巻いて固定します。
- (8) ⑥のように、9V電池ボックスの裏に、小型ブレッドボードを両面テープで固定します。⑥では音が大きすぎて耳を痛めないようにイヤフォンの先をはずしてあります。
- (9) ⑦のように、9V電池ボックスに9V角型乾電池を入れます。このとき、+と-を間違えないようにします。(電池をはずすときは、電池の横腹をつまんで、手前に引っ張ると取りやすくなります)

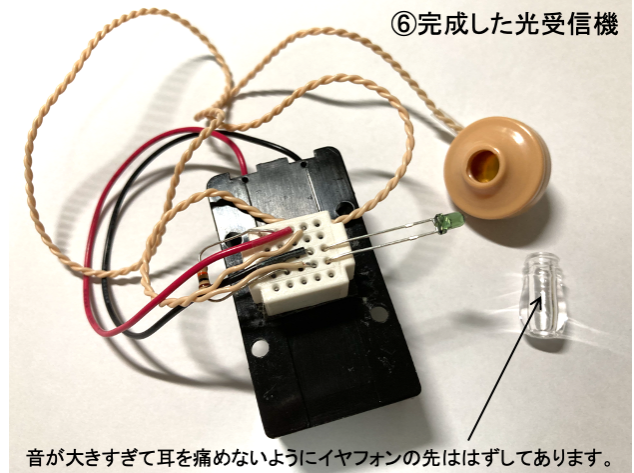
④光受信機の結線図



⑤光受信機の結線の様子



⑥完成した光受信機

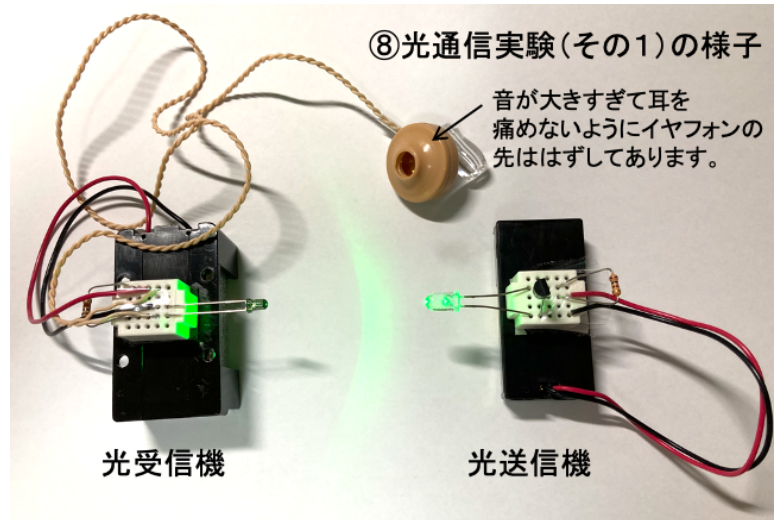


⑦ 9V角型電池の入れ方



4. 実験してみよう（その1）

⑧の図のように、光送信機のLEDから出た光が光受信機のフォトダイオードに当たるようにします。すると、イヤフォンから、メロディが聞こえてくるはずです。音が大きすぎて耳を痛めないようにイヤフォンの先ははずしておきましょう。

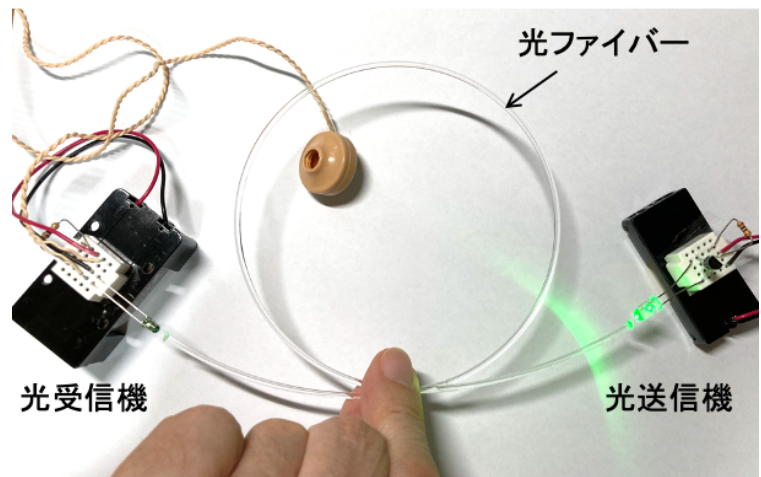


<ためしてみよう>

- どのようにしたら、イヤフォンからの音が大きくなるでしょう？
- 光送信機のLEDからの光を手でさえぎったら、どうなりますか？
- 光送信機と光受信機の間、距離は、どれくらいまで離すことができるでしょう？
- 光送信機のLEDの光を、⑨のように光ファイバーを使って光受信機に伝えてもメロディを送ることはできますか？そのとき、メロディを送ることのできる距離はどうなりますか？

※接触が悪くて聞こえないときは、光送信機のセロハンテープの上から指で押さえてみて下さい。

⑨光ファイバを使った光通信実験(その1)の様子



5. 作り方 (その2)

○光送信機(その2)

(10) ⑩の図のように小型ブレッドボードの穴の奥までLED素子の線を差し込み、⑪のように折り曲げます。線を差し込むときは長い線と短い線の差し込む場所を間違えないように気をつけます。

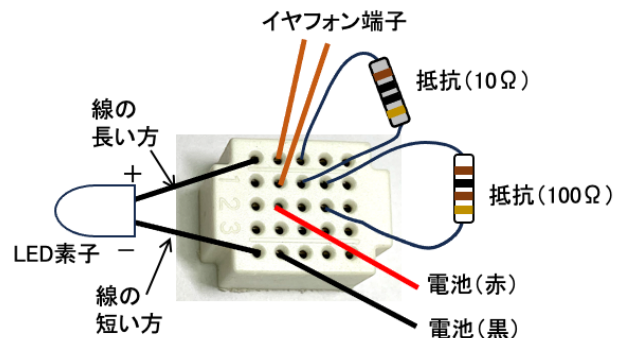
(11) ⑪のようにイヤフォン端子を差し込みます。向きはどちらでもいいです。

(12) 抵抗と単四電池ボックスの線を差し込みます。電池ボックスの線は抜けやすいので、⑪のようにセロハンテープを巻いて固定します。

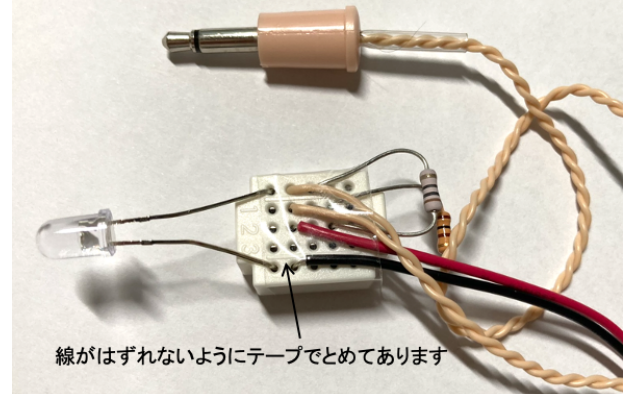
(13) ⑫のように単四電池ボックスの裏に、両面テープで小型ブレッドボードを固定します。

(14) 単四電池ボックスに単四電池を入れ、LEDが点灯することを確認します。

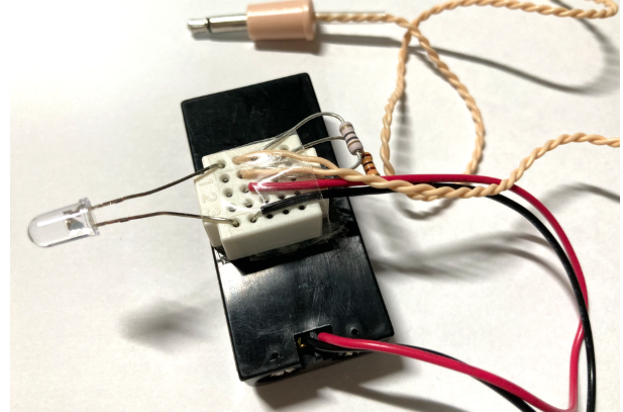
⑩ 光送信機(その2)の結線図



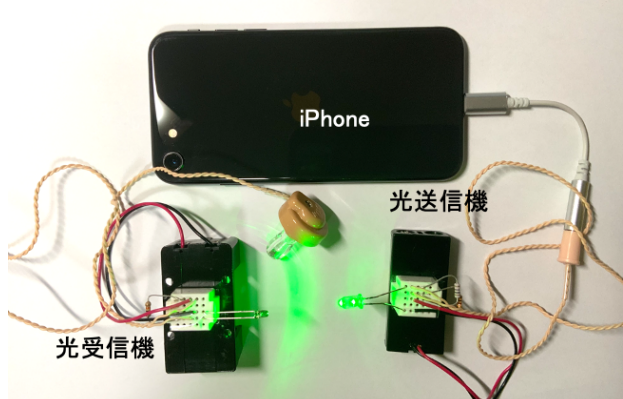
⑪ 光送信機(その2)の結線の様子



⑫ 完成した光送信機(その2)



⑬ iPhoneを使った光通信実験(その2)の様子



6. 実験してみよう (その2)

イヤフォン端子にラジオなどをつないで音を出して、受信機でうまく受信できるか実験してみましょう。⑬は iPhone をつないで実験している様子です。iPhone からヘッドフォン端子に音が出るように設定しましょう。音量はできるだけ大きくした方が聞きやすいです。音が小さいときは、⑬のようにイヤフォンのカバーをつけて耳の中に入れると聞きやすいです。

※接触が悪くて聞こえないときは、光送信機のセロハンテープの上から指で押さえてみて下さい。

<家に帰ってからためしてみたいこと>

実は、テレビなどのリモコンからは、目に見えない赤外線が出ていて、それをテレビ本体のセンサーで検知しています。光受信機のフォトダイオードに向かってリモコンの信号を送ったら、どのような音が鳴るのでしょうか？ いろいろなリモコンで信号を送ってためしてみてください。

ちゅうい 注意！！

- ・実験が終わったら、単四乾電池と 9V角型乾電池ははずしておきましょう。
- ・はずした乾電池は、ショートしないように安全な場所に保管しておきましょう。

<謝辞>

本実験は以下のものを参考にして再構成しました。

- ・岡島茂樹、高井吉明：「音声光通信にちょう戦」 応用物理学会東海支部 リフレッシュ理科教室 テキスト (オンライン <https://refresh-rika-tokai.jimdofree.com/> 工作-音声光通信に挑戦/)
- ・原一広、田尻恭之、香野淳：「光通信～LED の光でメロディを送る～」応用物理学会九州支部 リフレッシュ理科教室 テキスト (2022)