

おんせいひかりつうしん せん 音声光通信にちょう戦！

ちゅうぶだいがく めいよきょうじゆ おかじま しげき
中部大学 名誉教授 岡島 茂樹

あいちこうぎょうだいがく そうごうぎじゆつけんきゅうしょ たかい よしあき
愛知工業大学 総合技術研究所 高井 吉明

1. はじめに

つうしん はな ばしょ ひと じょうほう つた げんだい わたしたち
通信は離れた場所や人に情報を伝えることです。現代の私達はテレビやラジオや
けいたいでんわ てんぱ でんじは つか むせんつうしん じょうほう つた さいきん
携帯電話のように、電波（電磁波）を使って、無線通信で情報を伝えています。最近
たいりょう じょうほう おく でんぱ おな せいしつ ひかり こうは つか つうしん
大量の情報を送るために電波と同じ性質をもつ光（光波）を使って通信することが
おお こんかい おんせい つた かんたん ひかりつうしん き つく たいき つた ひかりつうしん
多くなりました。今回は、音声を伝える簡単な光通信機を作り、大気を伝わる光通信
たいけん しゅく かんが おち
を体験してその仕組みについて考えたいと思います。

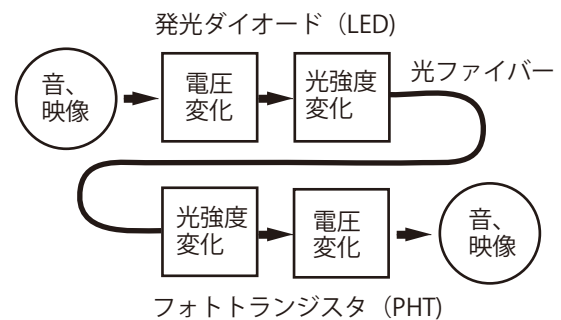
ねん にっほんじん めい あおいろはっこう かいほう ぶつりがくしょう じゅしょう
2014年に日本人3名が青色発光ダイオードの開発によりノーベル物理学賞を受賞
しました。こんかい はっこう おこな ひかりつうしん き つく
今回はそれにちなんで、発光ダイオード（LED）で行う光通信機を作ります。

2. 光通信の原理

ひかりつうしん げんり
光通信の歴史は古いのです。たとえば、むかし てき しゅうげき かがみ たいようこう
光通信の歴史は古いのです。例えば、昔、敵の襲撃を“のろし”や“鏡”で太陽光
はんしゃ みかた し いっしゆ ひかりつうしん げんだい ひかりつうしん
を反射させて味方に知らせました。これも一種の光通信です。しかし、現代の光通信
ほうしき こと てんぱ でんじは むせんつうしん すず ほうほう てんぱ つか
はこの方式とは異なり、電波（電磁波）による無線通信の進んだ方法です。電波を使っ
つうしん ねんだいこうはん はじ
た通信は1800年代後半から始まりました。イギリスのマックスウエルが1864年に
でんじげんしやう ほうそく ほうそく すうがくてき でんじは
電磁現象のアンペールの法則やファラデーの法則を数学的にまとめていて電磁波の
そんざい りろんてき み じっけん しょうめい
存在を理論的に見つけました。それをドイツのヘルツが実験で証明しました（1888

年)。それから電磁波の利用が始まりました。その中で最も重要なものに通信への応用があります。イタリアのマルコーニが無線通信機を発明し、1895年に電波を使う無線通信実験に成功しました。その後、多くの研究を経て、現在では無線通信は私たちの生活に欠かせないものになりました。特に、地球の裏側や宇宙空間の人工衛星との通信では欠かせません。

また1960年にレーザーが発明され、その光を使ったレーザー光通信が考えられました。その後、半導体レーザーやいろいろな働きをする光学部品、光ファイバー等の開発が進み、エレクトロニクス（電子工学）技術と光学技術が融合した光エレクトロニクスの時代が到来しました。最近、特にこの分野の進歩が著しく、小型で大容量の光情報通信が可能になりました。



3. 今回の光通信機のしくみ

今回の光通信機は光送信機と光受信機で構成されます。光送信機では音声信号

図1 光通信のしくみ

(電気信号)をLEDに流れる電流の変化に変え、LEDの光の強さの変化に変えて

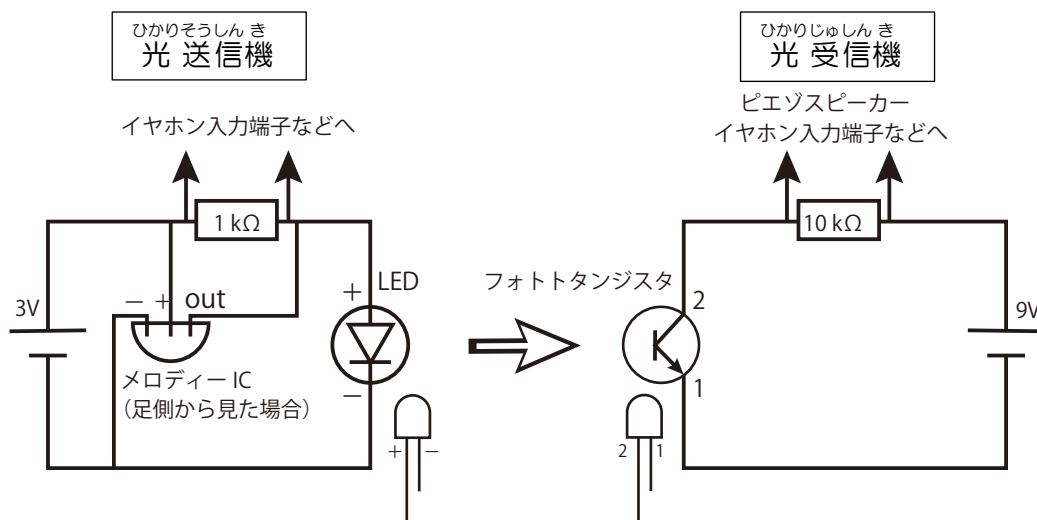


図2 製作する光通信機の回路 (1:エミッタ:短、2コレクタ:長)

伝搬させます。光受信機では伝搬してきた光をフォトランジスタ (PHT) (受光素子) で受けて、光の強弱変化を電圧変化に変えて、スピーカーを鳴らします。光ファイバーを使った場合の様子を図1に示します。(後述の無線通信のしくみは、光を電波にしたものです(図9)。

今回作る光通信機を回路図で示すと、図2になります。この工作では距離が近いので光ファイバーを使わず、光通信を行います。

4. 準備するもの

工作を始める前に、次の材料がそろっているか、確認しましょう。

光送信機

- 発光ダイオード (高輝度で光ビームの広がり角度の小さいもの) 1個
- メロディ IC (2種類) 2個
- 1 kΩ 抵抗 (1/4 W) 1個
- ミニブレッドボード (25穴) 1個
- ブレッドボード基板 1個
- 1.5 V 乾電池2個用の電池ボックス (スイッチ、リード線つき) 1個
- 単3乾電池 2個

光受信機

- フォトランジスタ (可視光用 NJL7502L) 1個
- 10 kΩ 抵抗 (1/4 W) 1個
- ミニブレッドボード (25穴) 1個

- 9V電池 (006P) 1個
- 9V電池用スナップ電極 (006P用) 1個
- ピエゾスピーカー 1個
- 紙コップ (205 mm φ) 1個

次の道具がそろっているか、確認しましょう。

- 強力両面テープ、両面テープ、セロハンテープ

5. 作り方

5.1 光送信機

図3 のようにミニブレッドボードの穴に色々な部品のリード線の先を差し込んでいきます。リード線のより線はよくねじって、硬くして曲がりにくくします。各部品とその差し込む穴の対応は図4 を見てください。

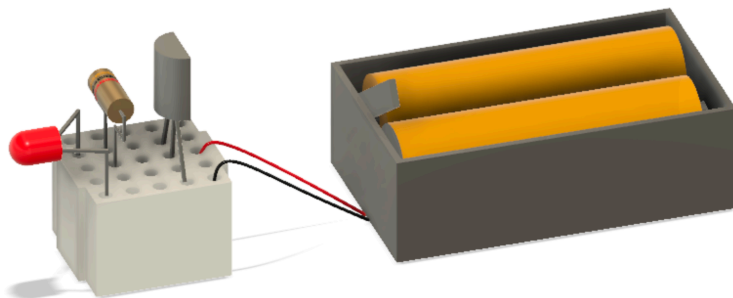


図3 ミニブレッドボードの穴に各部品の足を差し込む。

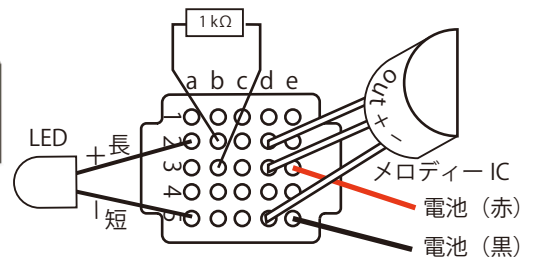


図4 穴と各部品の配置

5.2 光受信機

1) ピエゾスピーカのリード線が剥がれやすいのでその上からセロハンテープを貼って固定します。紙コップの底にピエゾスピーカを両面テープで貼り付けます。

2) 図5のようにミニブレッドボードの穴に色々な部品のリード線の先を差し込んでいきます。リード線のより線はよくねじって、硬くして曲がりにくくします。各部品とその差し込む穴の対応は図6を見てください。

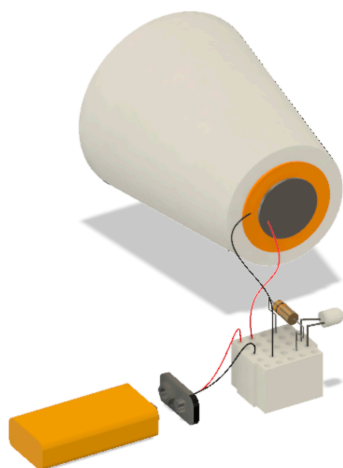


図5 ミニブレッドボードの穴に各部品の足を差し込む。

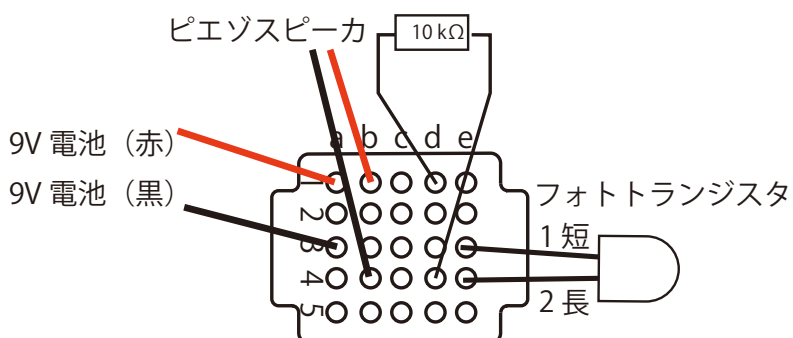


図6 穴と各部品の配置

5.3 光送受信機の組み立て

ブレッドボード基板の上にミニブレッドボード 2 つを固定します (図7)。その時、乾電池のリード線が外れないように注意します。

ここまで出来たら、1.5V の乾電池のスイッチを入れ、9V の乾電池もスナップ電極を繋いでみましょう。光送信

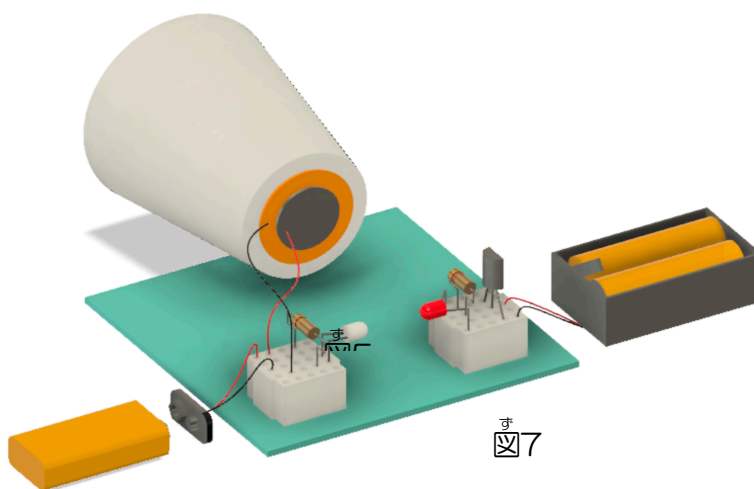


図7

機^きのフォトランジスタと光^{ひかり}受信機^{じゆしんき}のLED^むを向かい合わせ、高さ^{たか}を調整^{ちようせい}します。LED^{ひか}が光^{ひか}って、メロディーIC^{おんがく}にプログラムされた音楽^{かみ}が紙コップ^きのスピーカ^きから聞こえますか？

確認^{かくにん}が終わ^おったら、スイッチ^きを切り、スナップ電極^{でんきよく}を外^{はず}します。

最後^{さいご}に、2つの乾電池^{かんでんち}をブレッドボード^{きばん}基板^{うへ}の上に強力両面テープ^{きようりよくりようめん}で図8^すのように固定^{こてい}します。

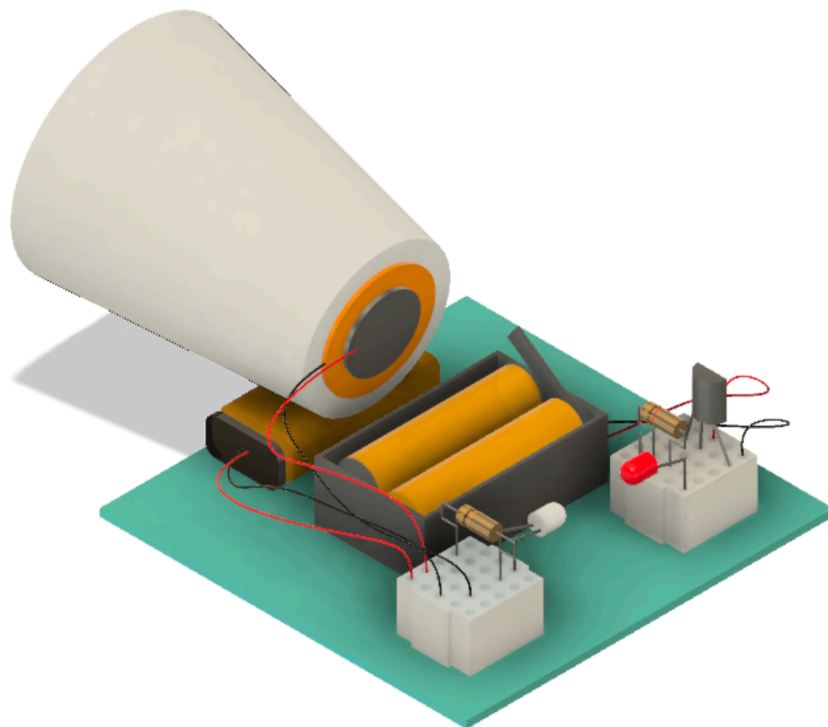


図8 乾電池^{かんでんち}の固定^{こてい}

6. 実験^{じっけん}

6.1 光通信^{ひかりつうしん}

光^{ひかり}送信機^{そうしんき}のフォトランジスタと光^{ひかり}受信機^{じゆしんき}のLED^むを向かい合わせ、高さ^{たか}を調整^{ちようせい}します。光^{こうじく}軸^{いっち}を一致させると紙コップ^{かみ}から音楽^{おんがく}が聞こえるはず^きです。ミニブレッドボード^{かんたん}は簡単にブレッドボード^{きばん}基板^{うへ}から外^{はず}せますので、距離^{きより}を変^かえて実験^{じっけん}しましょう。距離^{きより}を

ながくすると極端に音が小さくなります。これはLEDから出る光が広がる(今回使用したLEDの光ビームの広がりは約15度)のために受光素子に入る光の量が少なくなるためです。

最後に、メロディーICを取り替えて他の曲を聞いてみましょう。

この工作では光ファイバーを使いませんでしたが、プラスチックの光ファイバーは100円ショップやオンライン電子部品ショップなどで見つけることができますので、光ファイバーで通信してみましょう。この時、LEDと光ファイバー、光ファイバーとフォトランジスタ(光受信素子)の結合が重要です。きちっとセットして実験するとよく伝送されるのが分かると思います。光ファイバー通信では、光送信機と光受信機を互いに向き合わせるなど、それらの向きには関係ありません。ファイバーがゆるやかに曲がっていてもかまいません。

身の回りの物を使って光伝送の実験をするといろいろのことが分かると思います。

ため試してみましょう。

実験が終わったら光送信機の電池のスイッチをOFFにしておきましょう。光受信機の9Vのスナップ電極を外しておきましょう。消耗したら新しい電池に取り替えてください。

【先生や保護者の皆様へ】

電波（光）による通信の原理

電波による通信には、周波数の高い搬送波（遠くへ飛ばす電波）と比較的周波数の低い信号（音声や映像など）が必要です（図9）。一般のラジオやテレビ放送は搬送波が数100kHz（中波のラジオ放送）～数GHz（超短波の衛星放送）に亘っています。携帯電話は1.5GHzの搬送波が多く用いられています。搬送波が光の周波数の場合が光通信です。電磁波通信では、送信側は搬送波に信号を重畳させる必要があります。これを変調と言います。変調には搬送波の振幅を信号の振幅で変調する強度変調（AM変調）、搬送波の周波数変化にする周波数変調（FM変調）等があります。最近では大量の信号を伝送し、雑音による影響を軽減するために符号変調（デジタル変調）も多く使われています。受信側では、搬送波から信号を取り出す必要があります（図9）。これを検波又は復調と言います。これにも、それぞれの通信方式に対応する方法があります。

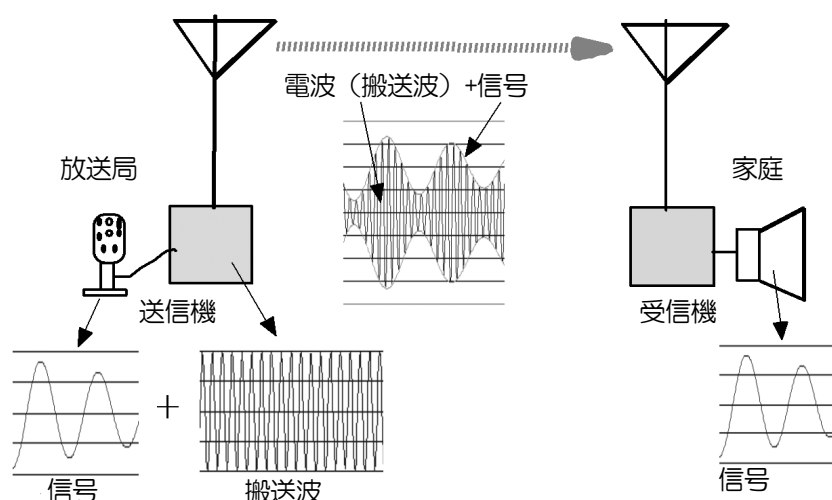


図9 無線通信のしくみ

ここでは、信号の強弱を光の強度変化に変えて通信する簡単なAM変調による実験をします。即ち、送信側は音声信号で発光ダイオード電流を変化させ、それによって発光ダイオードの発光強度変化に変換して（変調して）送信します。受信側では光をフォトトランジスタで受光し、信号に相当する光強度変化を電圧変化にして、スピーカーを鳴らせます（図1）。この電圧信号を（アンプを用いて）増幅すると音声信号を大きくすることができます。

この工作は中部大学工学部創造理工学実験室におられた岡島茂樹教授が考案されたものを少し変更し、ブレッドボードを使用しました。原案を提案された岡島先生は令和2年4月11日にご逝去されました。謹んでご冥福をお祈りします。