

講師用

ロボット博士養成講座

ロボティクスプロフェッサーコース

不思議アイテムⅢ-1①

(第1回/第2回テキスト)

必ず、生徒に授業日と自分の名前を記入
させるようご指導をお願いいたします。

だい かい じゅ ぎょう び
第1回授業日 2024年 月 日

だい かい じゅ ぎょう び
第2回授業日 2024年 月 日

な まえ
名前



ロボット博士養成講座
ロボティクスプロフェッサーコース

2024年4月授業分

ロボット博士養成講座

ロボティクスプロフェッサーコース

不思議アイテムⅢ-1①

第1回

赤外線で遊ぼう1

講師用

目 次

0. 赤外線で遊ぼう 1

0.0. 「赤外線で遊ぼう 1」でやること

0.1. 必要なもの

1. 赤外線とは

1.0. 「通信」について知る

1.1. 赤外線通信

2. 赤外線通信を試してみる

2.0. ジャンパー線のチェック

2.1. リモコンの信号を読み取る

2.2. 赤外線通信で文字情報を送ってみる

3. まとめ

○ 授業開始にあたって

授業のはじめは、着席させ、大きな声であいさつしてから始めます。

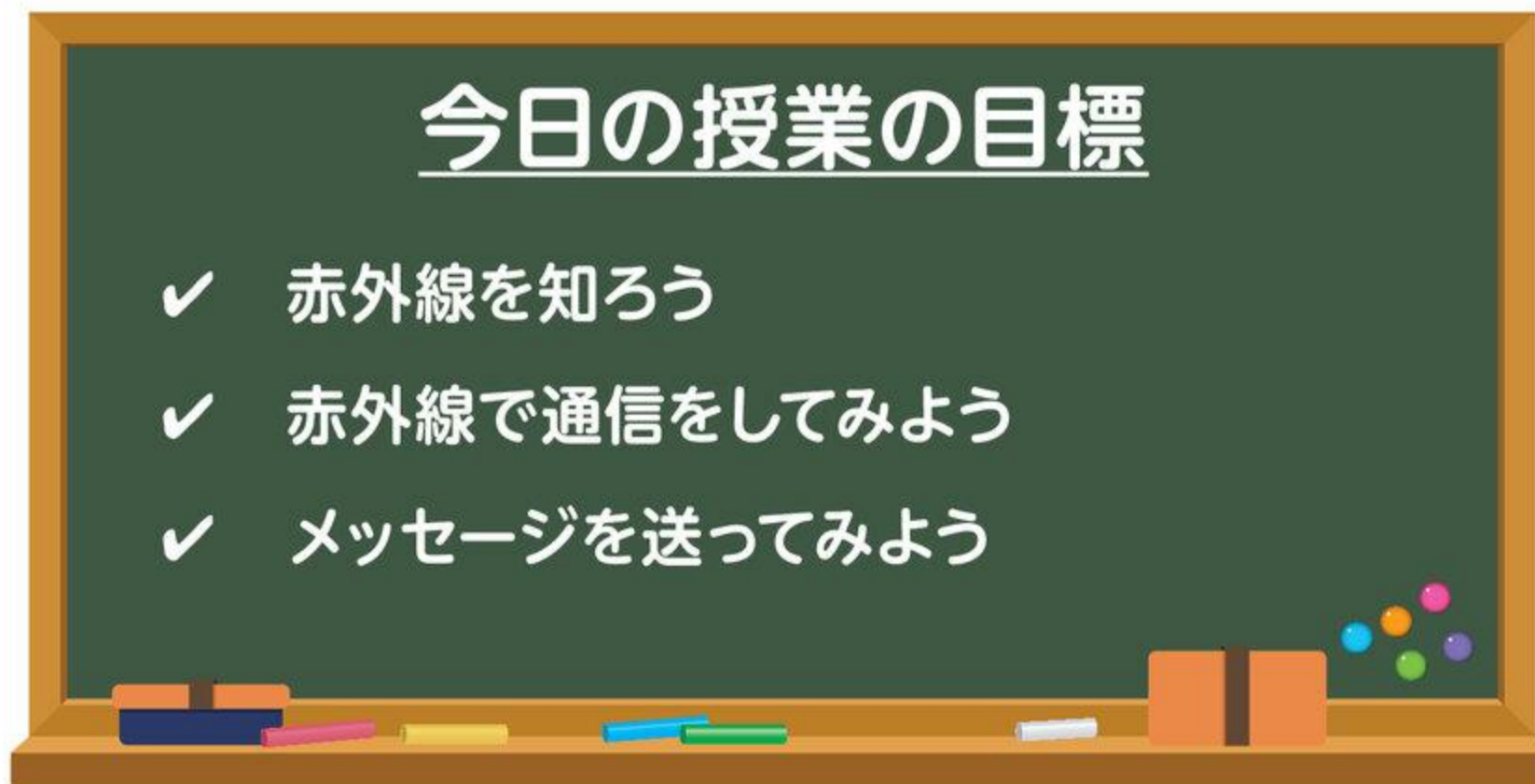
○ 今回の目標をパネルで用意するか、黒板に予め書いておきます。

(授業の目標を明確化することは大変重要なことですので、生徒によく理解させます)

目安時間は授業時間 120 分のうち、休憩 10 分程度取ることを想定しています。
生徒の進捗状況により、休憩時間などを調整して授業を行ってください。

0. 赤外線で遊ぼう 1 (目安5分)

0.0. 「赤外線で遊ぼう 1」でやること



今回のテーマは「赤外線」です。2年目コースの「センサーロボット」でエンコーダーを使ったときにも少し出てきましたが、今回はもう少し詳しく赤外線の特性を勉強して情報通信やロボットへの活用をしていきます。

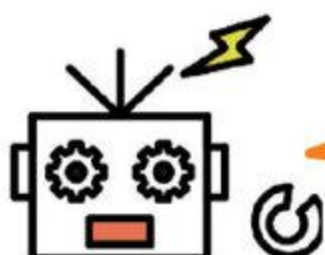
赤外線は光の一種です。人間の目で見える範囲（可視光線）の外の光であるため、目で見ることができません。そして、利便性が良いため、世の中には赤外線を利用しているものがたくさんあります。身近なものではテレビやエアコン、照明、扇風機などの家電のリモコンに使われています。赤外線がこれだけ使われる理由として、簡単なデータの転送や電子機器間の短距離データ転送がしやすい点などがあります。赤外線通信のしくみを知ると、わりと簡単に身のまわりの家電と通信できる装置をつくることのできる家電をロボット化することもできるかもしれませんね。



図 0-0 リモコン

講

- ・リモコンは、製造ロットにより、上から4行目の中央・右のボタンに2種類の表記があります。⇒「100+」「200+」と「FOL-」「FOL+」です。
- ・ボタンを押された際に発信されるコードは全く同じです。
- ・ボタンの表示内容以外に、違いは有りません。



セカイセイハ 世界制覇！ ナラヌ家電制覇ダ！
カデンセイハ

0.1. 必要なもの

以下のパーツを準備しておきましょう。

ラジオペンチ 1	USB ケーブル 1	マイコンボード 1	ロボプロシールド 1
			
マトリクスLEDシールド 1	マトリクスLED 1	スピーカー 1	301ブレッドボード 1
			
ジャンパー線 65	10k Ω抵抗 10	タクトスイッチ 10	赤外線リモコン 1
			
赤外線LED 1	せきがいせんじゅごうそし 赤外線受光素子 1	100 Ω抵抗 1	
			

図 0-1 必要なもの

1. 赤外線とは (目安 20分)

1.0. 「通信」について知る

「通信」ということばを使うと難しそうに思えますが、要するに「何らかの方法を使って、相手に自分の言いたいことを伝えること」と考えれば身近に感じられるのではないのでしょうか。

「おはよう。昨日のテレビ観た?」「観た観た!」といったごく普通の会話も、立派な「通信」といえます。

日常会話は（日本語であれば）50字ありますし、ことば1つに何文字でも使えますから、あらゆるパターンの文章をつくれます。そのため、伝えられる情報の種類は無限に存在するといっていいいでしょう。

しかし、通信方法によっては、相手に伝えられる情報の種類が限られてしまったり、相手にことばを伝えるのにととても回りくどい手段をとったりすることもあります。

たとえば、陸上競技のスタートで使うピストル（スターターピストル）を考えてみましょう。

ピストルが撃たれるまでは待機、ピストルが撃たれたらスタートですね。

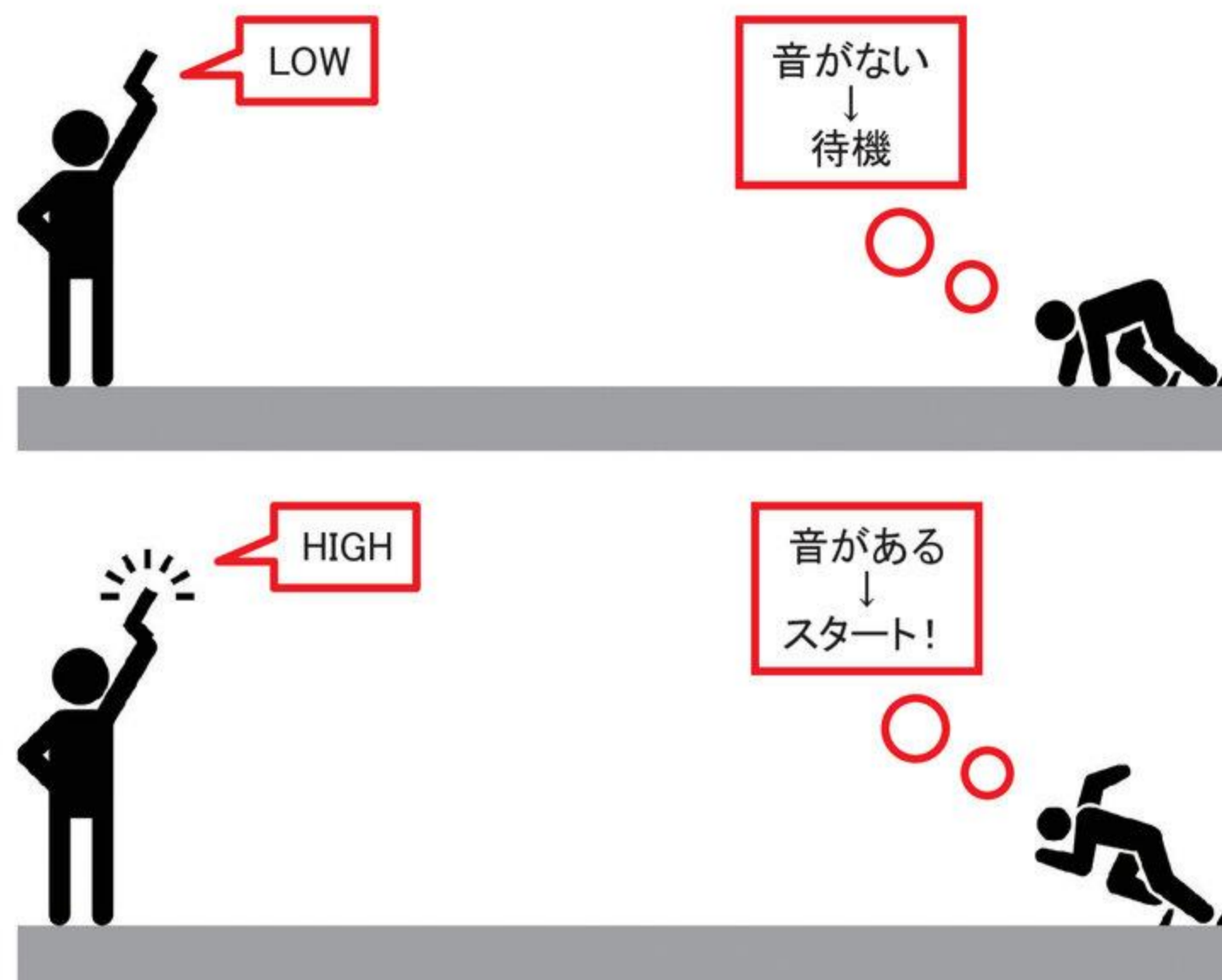


図1-0 スターターピストル

当然、スターターピストルは「撃った／撃っていない」の2つのデータしかないのですから、伝えられる情報も「スタート／まだスタートでない」の2種類しかないわけです。もしピストルだけで「第2走者だけ3秒早くスタートしてください」という情報を伝えなさい、と言われても難しいですよ。

これが、相手に伝えられる情報の種類が限られてしまう通信の例です。

「モールス信号」という、「・」と「—」（「トン」と「ツー」）の2種類の記号を組み合わせた通信方法を知っていますか。

たとえば事前に「・・・ならS」「— — —ならO」などの取り決めをつくっておくことで「・・・ — — —・・・」という信号を送れば「S O S か。助けが必要なのかな？」などと理解してもらえる、というしくみのものです。

アルファベット1文字につき最大4つも記号が必要なので効率は悪いものの、2種類のデータがあればどんなときでもモールス信号を送れるという利点があります。光だろうが音だろうが、とにかく2種類のデータさえつくればいいので、幅広^{はばひろ}く使える技術だったのです。ただ、モールス信号を知らない人は、「・・・ — — —・・・」と言われても何のことかさっぱりわかりません。情報を送る側と受け取る側、どちらも「記号と文字を変換できる」技術を持った人が必要になりますね。

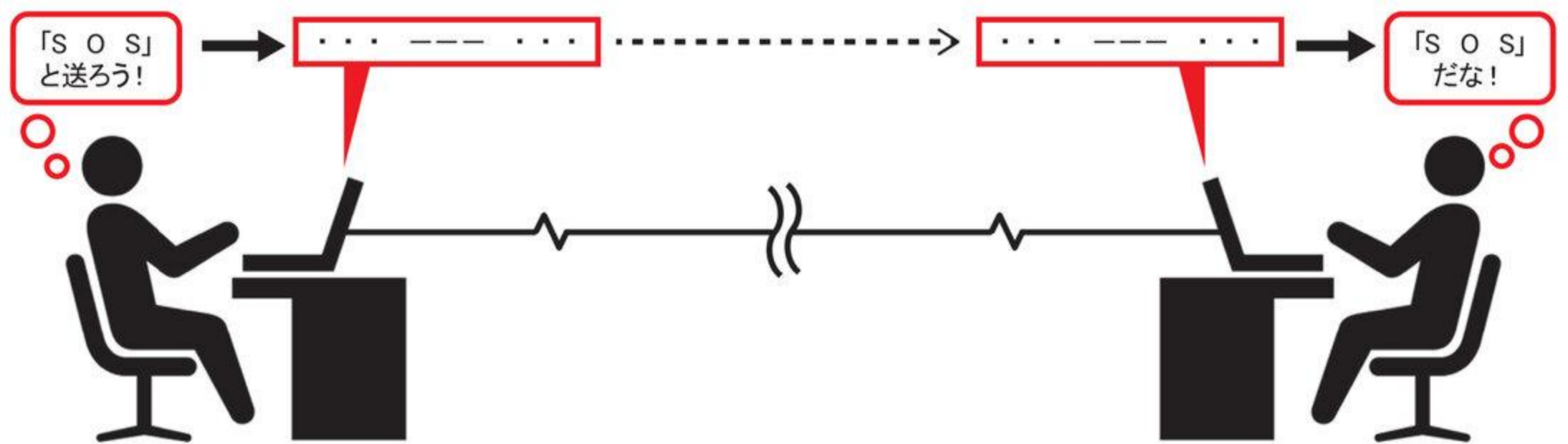


図1-1 モールス信号を用いた信号

1.1. 赤外線通信

赤外線通信も、モールス信号と似たしくみです。「1」と「0」、つまり赤外線の「ON」と「OFF」という2種類の状態を使い分け、組み合わせていくことで特定の情報をつくっているのです。1と0の情報は人間が直接見ても理解できないので、送信するときも受信したときもマイコンに変換してもらえよう命令しておきます。

赤外線は目で見ることにはできませんが光の一種です。そのため、目で見ることのできる光（可視光）と似た性質をもっています。

たとえば、光は直進、つまりまっすぐ進む性質があります。そのため、発信する側の真正面だけに信号を送ることができます。これを「指向性が高い」といいます。

ナイショ話を大声でする人はそんなにいないと思います。話し声は周囲あらゆる方向に届く、つまり「指向性が低い」ためです。赤外線通信であれば、周りにいる人には赤外線がほとんど届きませんから、どんな通信をしたかばれることはありません。声よりもヒミツが守られている通信が可能なのです。

また、赤外線通信にはほかに「信号を発するのに使うエネルギーが小さい」「人や動物に信号がぶつかってもそれほど問題ない」といった長所もあります。

ただ、「遠距離通信には向かない」「障害物の向こうには信号を届けにくい」といった短所もありますし、そもそも「指向性が高い」ということは、送信機と受信機がしっかり向き合っていないと通信できないということでもあります。通信方法は状況を考えて選ぶ必要がありますね。

今回組み立てるロボットでも、赤外線の送信機（赤外線LED）と受信機（赤外線受光素子）がきちんと向き合っているかどうかで、検知の精度は大きく変わります。注意しながら組み立てましょう。

2. 赤外線通信を試みる (目安 75 分)

2.0. ジャンパー線のチェック

ここでは、^{せきがいせんじゅこうそし}赤外線受光素子を使った電子回路をつくり、赤外線リモコンから送信される信号を読み取ってみましょう。まずは使用するジャンパー線の導通チェックをします。図2-0のようにジャンパー線をマイコンボードにつないでください。

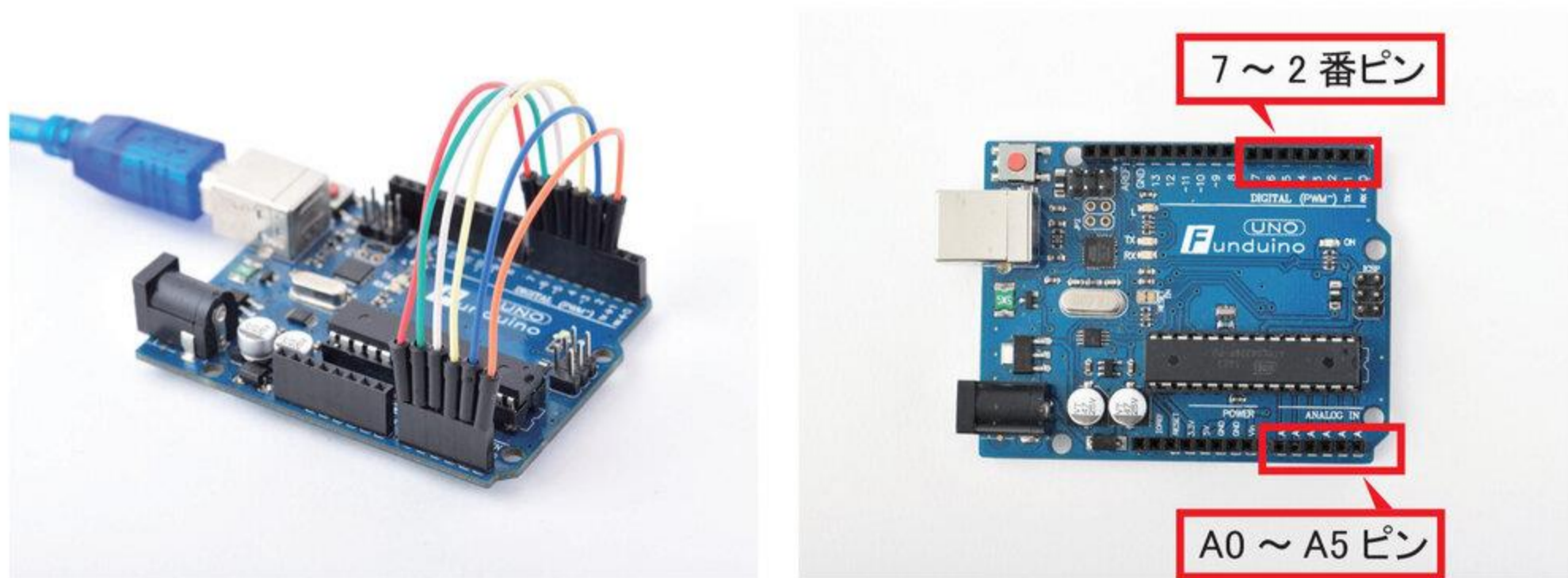


図2-0 ジャンパー線の配線

配線ができたなら、次のプログラムを実行してシリアルモニターを開きます。通信速度は「9600baud」に設定しましょう。

プログラムの書き込み

RoboticsProfessorCourse2 > MagicItemA1 > JumperCheck

実行結果：ジャンパー線が正常に通電する場合は「correct」、断線などで通電しない場合は「wrong」と表示される。

「wrong」と表示されているものは入れかえて「correct」と表示されているものを使用するようにしましょう。

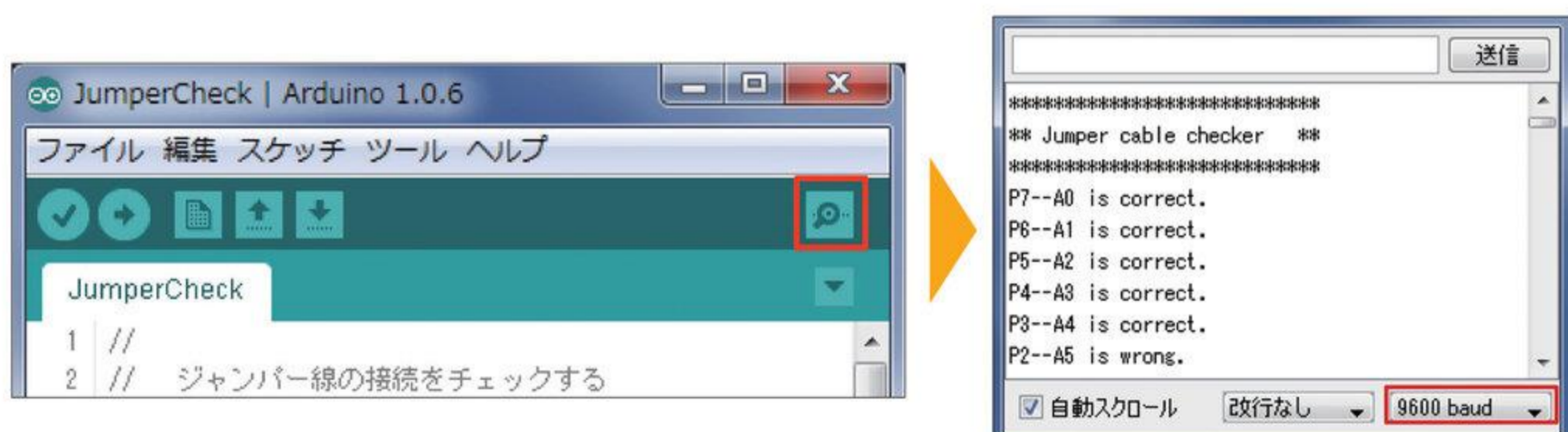


図2-1 シリアルモニターの表示

2.1. リモコンの信号を読み取る

1) 電子回路製作

まずは、赤外線を受信機にあたる「赤外線受光素子」^{せきがいせんじゅこうそし}を使って回路をつくりましょう。
赤外線受光素子^{せきがいせんじゅこうそし}は、超音波距離センサー^{ちょうおんぱきょり}などと同じく、信号を受け取ったら電流を流すような反応をします。

足が3本ありますが、そのうち2本は電源用としてマイコンボードの [5V] ピンと [GND] ピンに接続します。残りの1本は、赤外線を受信したことをマイコンボードに伝えるのに使います。

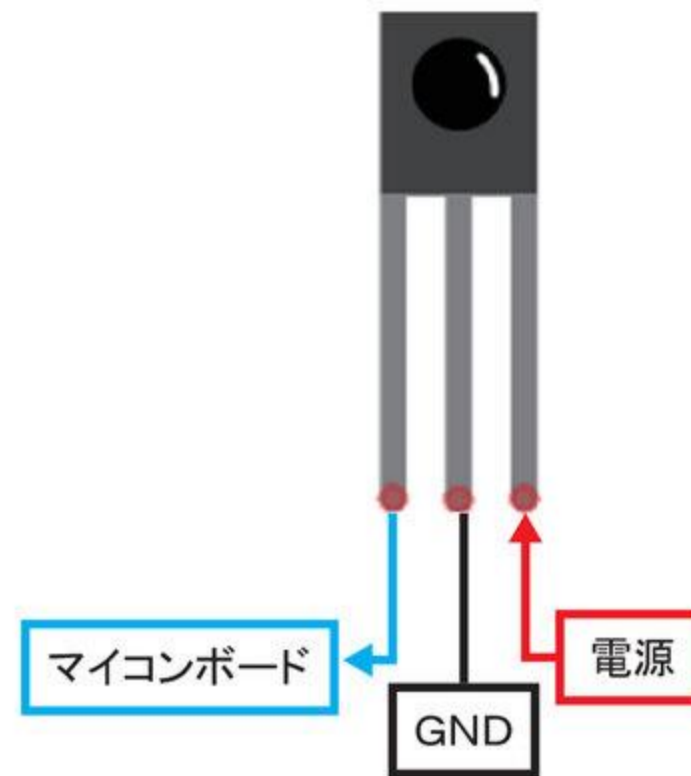


図2-2 赤外線受光素子の足^{せきがいせんじゅこうそし}

受け取った赤外線の種類によってマイコンボードに送る合図の信号も変化するため、マイコンボードは赤外線受光素子^{せきがいせんじゅこうそし}から受け取った信号を読み取ることで「どんな赤外線を受信したか」^{はんべつ}を判別することができます。

やってみよう！

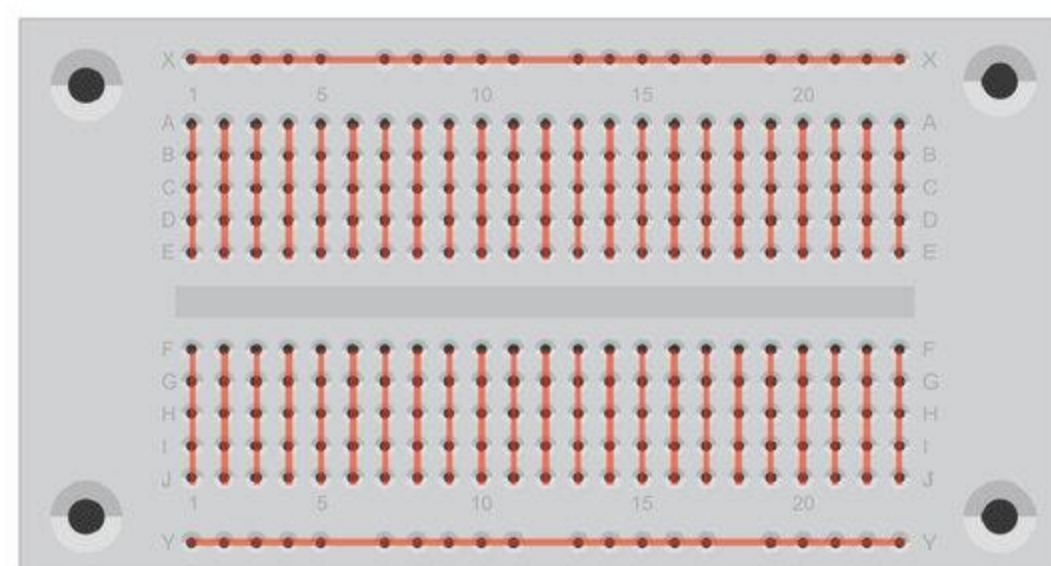
301ブレッドボード、ジャンパー線を使い、マイコンボードと赤外線受光素子^{せきがいせんじゅこうそし}をつなぐ回路をつくってみよう！

ただし、赤外線受光素子^{せきがいせんじゅこうそし}はマイコンボードの [A5] ピンに信号を送るようなつくりましょう！

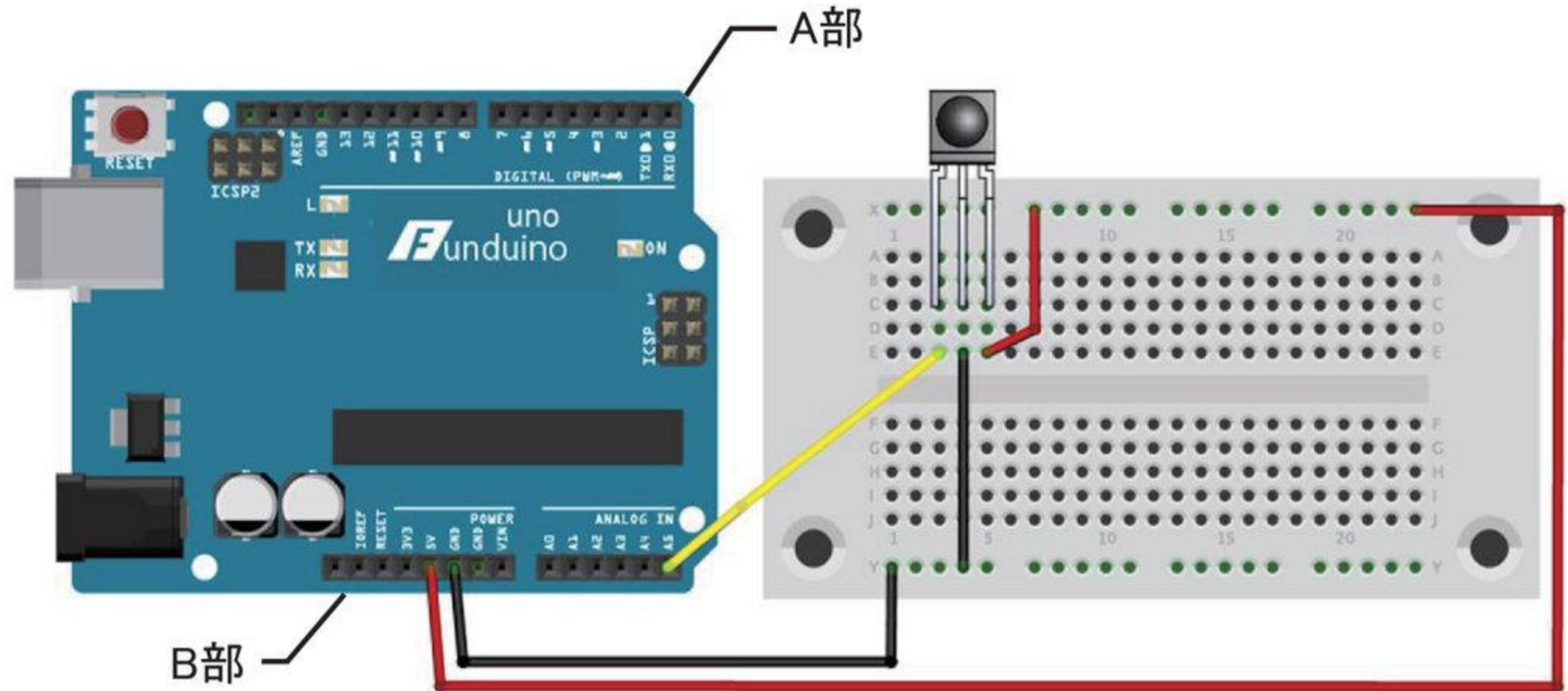
💡 ヒント

図2-2をよく見て、赤外線受光素子^{せきがいせんじゅこうそし}の足を正しく必要なピンにつなぐようにしましょう。この回路では抵抗は不要だよ。つなぐ場所を間違えると、マイコンボードや赤外線受光素子^{せきがいせんじゅこうそし}が壊れてしまう可能性があるから、まだマイコンボードの電源はオフにしておこう！

ブレッドボードは、内部では以下のようにつながっていたね！



以下のような回路になりましたか？



マイコンボードの配線箇所は、下の詳細図を参照しましょう。

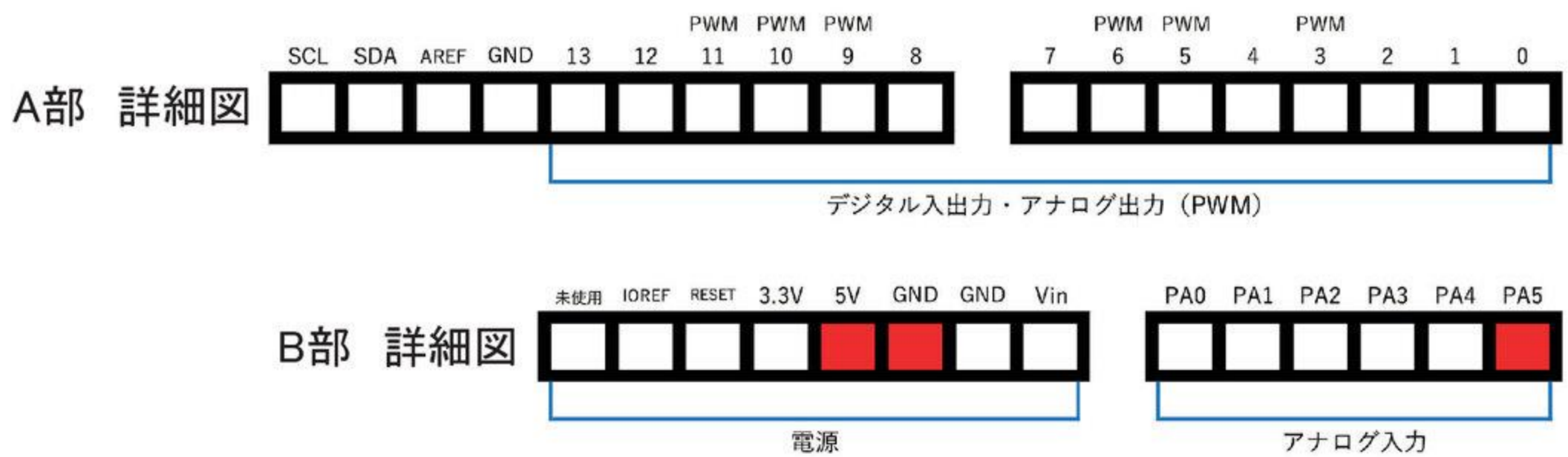


図2-3 赤外線センサーの回路およびマイコンボードの入出力詳細図

続いて、赤外線リモコンを使用する準備をしましょう。未使用のときは図2-4のようにプラスチックシートがついている場合があるので、その際は手で引き抜いてください。プラスチックシートを取ると、中の電池が通電する状態になります。



図2-4 リモコンの準備

2) 赤外線リモコンの動作確認

次に、赤外線リモコンの動作確認をしましょう。さきほどつくった赤外線センサーとマイコンボードが接続された状態で次のプログラムを実行してください。実行後、シリアルモニターを開き、通信速度を「9600baud」に設定してください。

∞プログラムの書き込み

RoboticsProfessorCourse3 > InfraRed1 > IRrecvDump

〈手順①シリアルモニターを開く〉

タスクバーの右端の^{みざはじ}ボタンを押し、シリアルモニターを開き、右下の通信速度を「9600baud」に設定します。

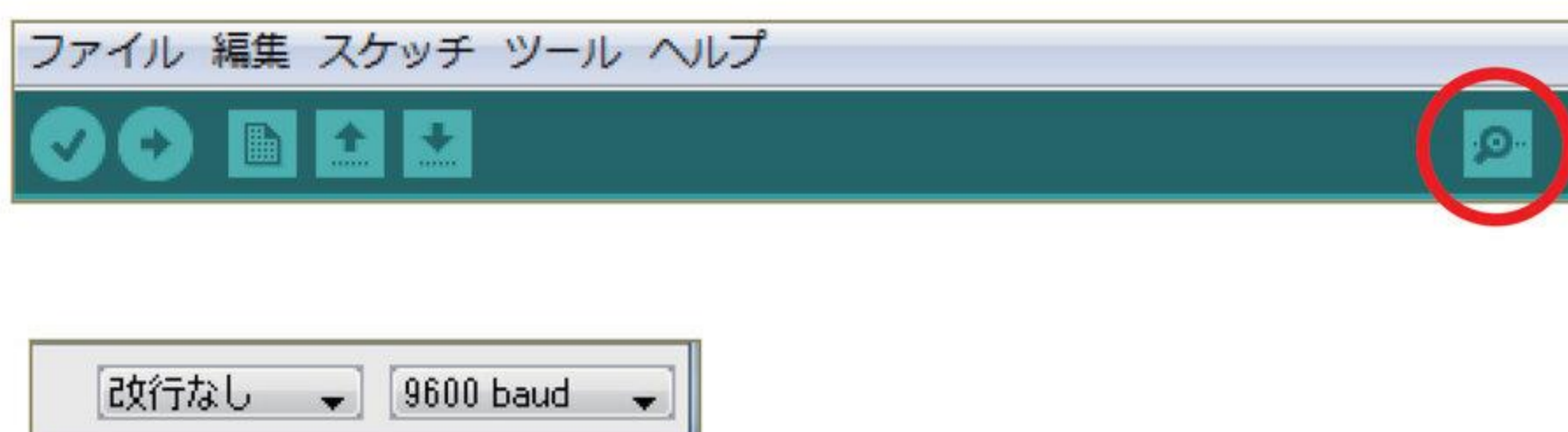


図2-5 シリアルモニターの表示

〈手順②赤外線リモコンの信号を読み取る〉

赤外線リモコンの発光部を赤外線センサーの^{せきがいせんじゅこうそし}赤外線受光素子と向き合いになるようにして、リモコンのボタンをいくつか押してみましよう。ボタンを押すたびに、右の図のように文字が表示されます。これが「コード」と呼ばれるものです。

右の図の赤枠内はリモコンの「CH-」を押したときのコードです。

一番上に表示されている「FFA25D」というのがリモコンから送信されたボタン情報です。



図2-6 リモコンのコード

やってみよう!

赤外線リモコンのボタン一つひとつのコードを読み取ってみよう。読み取ったコードは下の表の空欄に書き込んでコード表を完成させよう。

表2-0 赤外線リモコンのコード表

ボタン	コード	ボタン	コード	ボタン	コード
CH-	FFA25D	CH	FF629D	CH+	FFE21D
◀◀	FF22DD	▶▶	FF02FD	▶	FFC23D
—	FFE01F	+	FFA857	EQ	FF906F
0	FF6897	FOL- (もしくは100+)	FF9867	FOL+ (もしくは200+)	FFB04F
1	FF30CF	2	FF18E7	3	FF7A85
4	FF10EF	5	FF38C7	6	FF5AA5
7	FF42BD	8	FF4AB5	9	FF52AD

※この表はまた後で使います。間違いのないように記録しておきましょう。

3) 赤外線を送受信できる回路をつくる

今度は、赤外線を受信するだけでなく送受信ができる回路をつくってみましょう。

さきほどの赤外線センサーに赤外線LED (×1) とタクトスイッチ (×3)、10kΩ抵抗 (×3)、100Ω抵抗 (×1) を追加してつくります。10kΩ抵抗はシマの並びが茶・黒・^{だいたい}橙・金、100Ω抵抗は茶・黒・茶・金のものです。配線を間違えないように注意しましょう。また、回路上で赤外線LEDのアノード (足の長い方) は右側になります。こちらも極性を間違えないように注意しましょう。

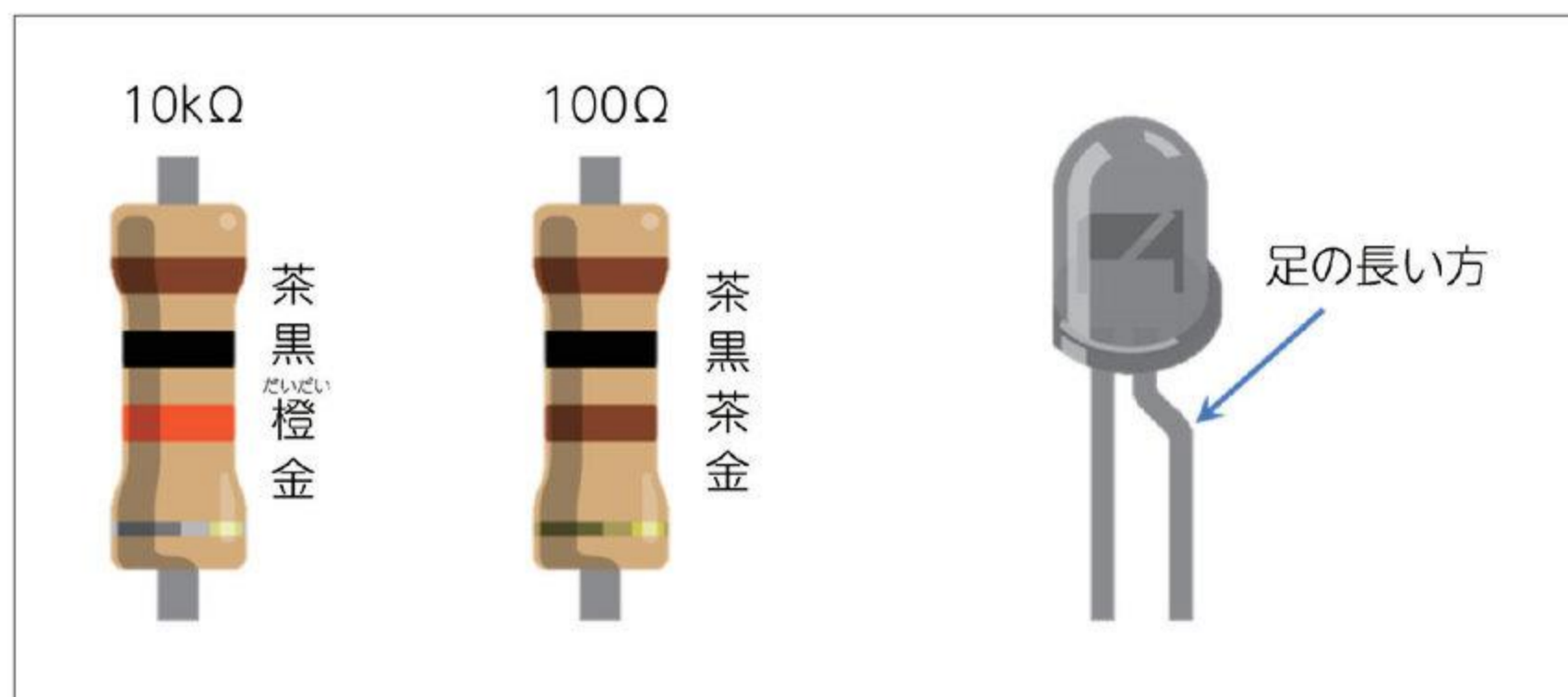


図2-7 10kΩ抵抗、100Ω抵抗と赤外線LED

10kΩ抵抗はタクトスイッチ（×3）の下に接続します。ジャンパー線は図面と違う色を使っても大丈夫ですが、配線する前にプログラム「JumperCheck」で通電チェックをしたものを使いましょう。

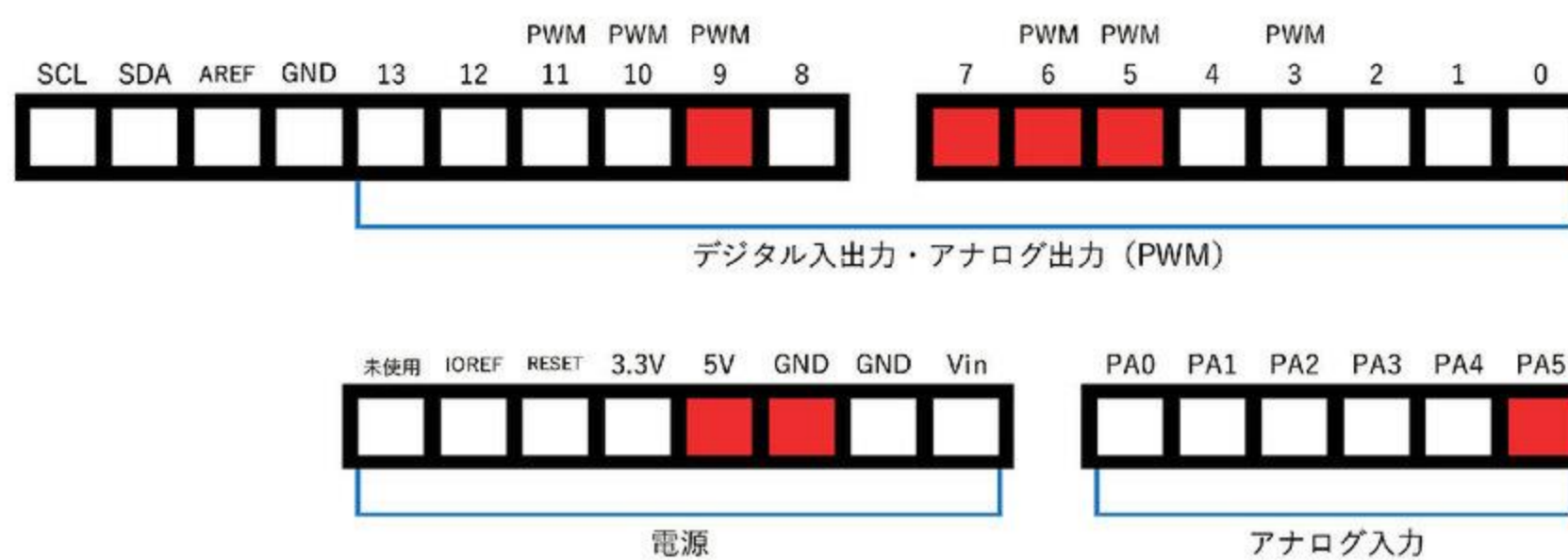
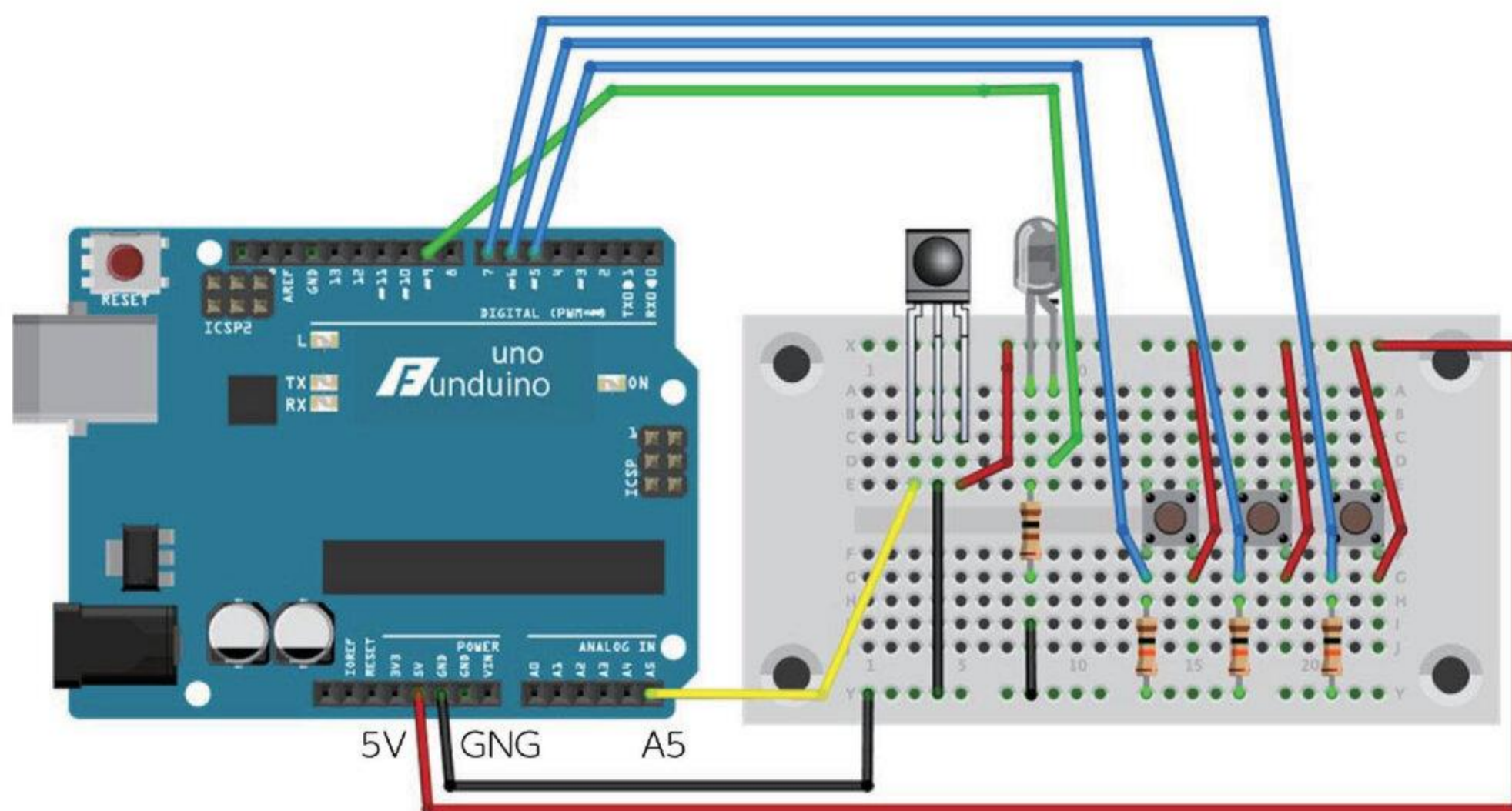


図2-8 赤外線通信 電子回路（1）およびマイコンボードの入出力詳細図


やってみよう！

図2-8の回路では、マイコンボードのピンは電源用（5VとGND）のものを除いて5か所使用されているね！

各ピンが入力と出力のどちらなのか、またどの部品と信号をやりとりするのか、回路を読み取ってまとめよう！

5~7番ピン：入力・出力  タクトスイッチが押されているときのみ電流が流れ込む。

9番ピン：入力・出力  赤外線LEDに電流を流す。

[A5]ピン：入力・出力  赤外線受光素子が赤外線を受信したら電流が流れ込む。

ここでつくった回路は、赤外線受光素子と赤外線LEDの両方がついているので、赤外線の受信も送信もできる優れたものです。タクトスイッチがリモコンのボタンのかわりになります。この回路を使って、いくつか実験をしましょう。

講

赤外線LEDの向きを逆にして接続すると、ショートする恐れがあります。極性には十分注意させてください。

完成した回路を使って、二人一組で課題をすすめます。生徒がペアを組めない場合、グループで交代で行うか、先生と組んですすめてください。

相手に赤外線を送信する場合は、赤外線 LED を信号のパターンと同じになるよう正しく点灯させる必要があります。

まずは、赤外線 LED に信号を発信させるため、以下のようなライブラリ引用と名付けを行います。これで、赤外線 LED `irsend` という名前がつきます。

```
#include <IRremote.h>

IRsend irsend;
```

この^{せんげん}宣言を行うことで、以下の命令が使用可能になります。

命令「sendNEC」

実行内容：あらかじめ名付けておいた赤外線 LED に、指定の信号を発信させる

使い方：`irsend.sendNEC(0xFFA25D, 32);` // リモコンの「CH-」を押したときと同じ信号を発信させる

コードが16進数なので、頭に`0x`とつけましょう。また、第2引数はこのプログラムでは常に`32`とします。

ステップアップ

上のライブラリ引用・名付けに続ける形でプログラムを書き、タクトスイッチを押すことで赤外線を送信できるようにしてみよう！

右のタクトスイッチから、それぞれリモコンの「0」「2」「6」のボタンを押したときと同じコードが発信されるようにできるかな？

プログラムができたなら、送信側はつくったプログラムを実行し、タクトスイッチを押して、受信側のシリアルモニターの表示を確認してみよう。受信側は、先ほどと同じプログラム「IRrecvDump」を使おう！

💡 ヒント

`setup()` 内で、各ピンの入力・出力の^{せんげん}宣言も必要だね！

コードを発信したあと、40 ミリ秒程度の `delay` を入れたほうが安定しやすいよ！

もしプログラムは正しいのに、うまく送受信ができなかったら、送信する人の赤外線 LED と受信する人の^{せきがいせんじゅこうそし}赤外線受光素子を向き合いにしてみよう。

講

解答例は以下のプログラムです。

RoboticsProfessorCourse3 > InfraRed1 > IRJackEx

今度は、**図2-8**にロボプロシールド、マトリクスLEDシールド、マトリクスLEDを組み合わせてください。スピーカーも接続します。ロボプロシールドのソケットの配線位置（使用ピン）は変わりません。

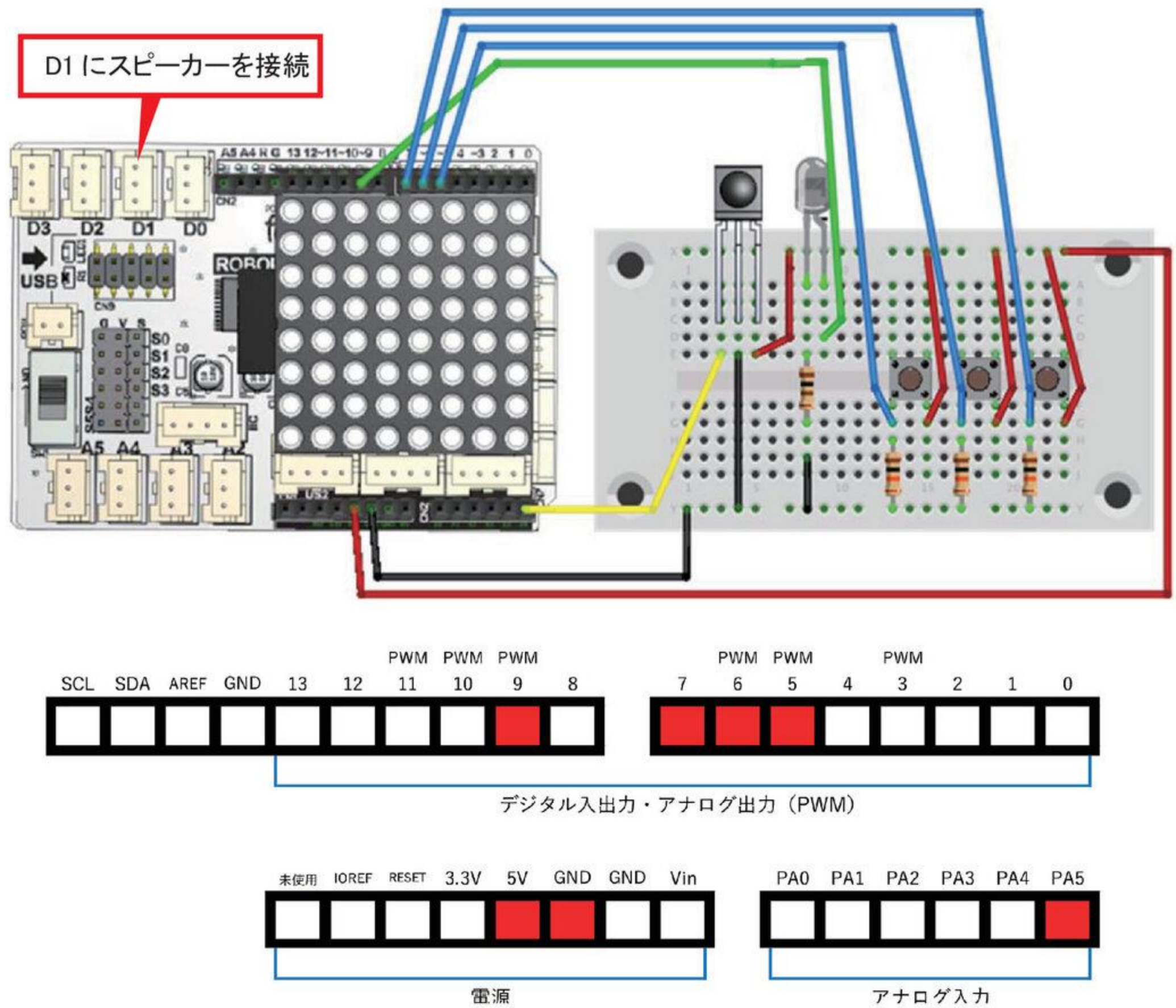


図2-9 赤外線通信 電子回路（2）およびマイコンボードの入出力詳細図

マトリクスLEDを使うので、パソコンのシリアルモニターを確認しなくても、受信した情報を確認することができるようになります。完成したら、下記のプログラムを実行してください。

プログラムの書き込み

RoboticsProfessorCourse3 > InfraRed1 > IRJackRCV

プログラム「IRJackRCV」は、リモコンからの信号（コード）を受信すると、リモコンのボタンに対応した数字がマトリクスLEDに表示され、スピーカーから音が出るプログラムです。

このプログラムでは「switch case文」が使われていて、0～9以外のボタンが押されると、「×」を表示するようにしています。

なお、マトリクスLEDに文字や記号を表示させるときのコード（文字コード）は以下の通りです。

たとえば、「〒」を表示させたいければ「0xdf」となります。

表2-1 文字コード表

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f
0x00																
0x10																
0x20		!	"	#	\$	%	&		()	*	+	,	-	.	/
0x30	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
0x40	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
0x50	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[\]	^	_
0x60	`	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
0x70	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{		}	~	
0x80		あ	あ	い	い	う	う	え	え	お	お	か	が	き	ぎ	く
0x90	ぐ	け	げ	こ	ご	さ	ざ	し	じ	す	ず	せ	ぜ	そ	ぞ	た
0xa0	だ	ち	ぢ	っ	つ	づ	て	で	と	ど	な	に	ぬ	ね	の	は
0xb0	ば	ぱ	ひ	び	ぴ	ふ	ぶ	ぷ	へ	べ	ぺ	ほ	ぼ	ぽ	ま	み
0xc0	む	め	も	や	や	ゆ	ゆ	よ	よ	ら	り	る	れ	ろ	わ	わ
0xd0	ゐ	ゑ	を	ん	づ	°	→	←	↑	↓	『	』	【	】	※	〒
0xe0	☆	★	○	●	◎	◇	◆	□	■	△	▲	▽	▼	℃	≤	≥
0xf0	∞	♂	♀	♪	±	×	÷	≠	～	…	年	月	日	時	分	秒

2.2. 赤外線通信で文字情報を送ってみる

今度は、友達や先生とペアを組んで文字情報の通信を試してみましょう。同じプログラムで送信も受信もできるプログラム「IRText」を実行してください。赤外線センサーの回路を向き合いにして、一番右のタクトスイッチを押すと、そのスイッチに対応された文字が相手のマトリクスLEDに表示されます。

プログラムの書き込み

RoboticsProfessorCourse3 > InfraRed1 > IRText

しっかりと^{せきがいせんじゅこうそし}赤外線受光素子と赤外線LEDを向き合いにさせないと、通信エラーを起こして間違っただけの文字が送られてしまうことがあります。うまく通信できない場合は、右図のように赤外線LEDの足を折り曲げてみましょう。
赤外線受光素子の^{せきがいせんじゅこうそし}受光範囲^{はんい}は、約45度ですので、送信側と受信側の^{きょり}距離と向きを調整しながら通信をしましょう。

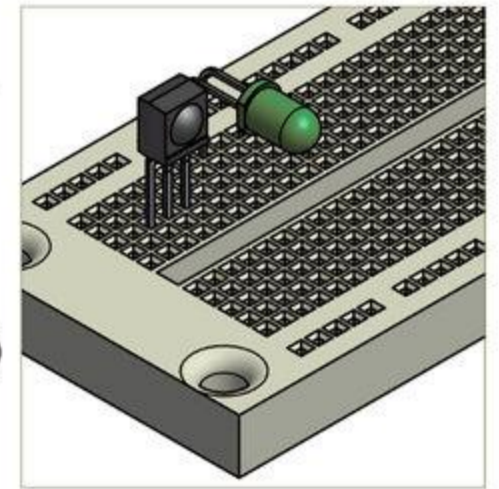


図2-10 見取り図

プログラム「IRText」では、7番ピンにつないでいるタクトスイッチを押すと「★」を表示する命令になっています。

ステップアップ

プログラム「IRText」を書きかえ、7番ピンのタクトスイッチを1回押すだけで「こんにちは」というメッセージが流れるようにしてみよう！

💡 ヒント

プログラムの「どこ」を書きかえればよいか、じっくり読みといてみよう！

解答例は以下のプログラムです。

RoboticsProfessorCourse3 > InfraRed1 > IRTextAns

講

`irsend.sendNEC(0xe1, 32);`の行を5行に増やしてそれぞれに「こ」「ん」「に」「ち」「は」を割り当てるだけですが、このままでは各文字の表示が一瞬で終わってしまうため`delay`を適度に挟むようにします。解答例では500ミリ秒間隔としていますが、ここは生徒によって自由に決めてしまって構いません。

チャレンジ課題

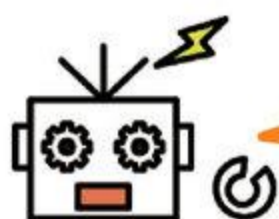
プログラム「IRText」をさらに書きかえ、3つのタクトスイッチに自由にメッセージを割り当てて自由に通信させてみよう！

💡 ヒント

せっかくの無線通信なので、赤外線が問題なく送受信できるぎりぎりの^{きょり}距離や角度を探しながらやってみると面白いかもしれないね！

3. まとめ（目安5分）

今回で赤外線通信の基礎編が終わりました！ リモコンの読み取りはうまくできましたか？
たくさん応用ができて、やろうとすれば、家電を集中制御することもできますし、ネットワークシールドを搭載すれば、インターネット上から家電を操作できるようにもなります。
そうすれば、家の外からエアコンをつけておいて、温度調整のきいた快適な家に帰って来ることなどもできます。また、暗くなったら勝手に電気をつけることもできますね。
次回は、これを応用して、ロボット同士が通信できるようにしましょう。いずれロボットサッカーをするために必要になるかもしれません。



次回は、オムニホイールロボットを改造して赤外線ロボットにスルヨ！ テキストとパーツを準備シテネ。

《次回必要なもの》

次回は、以下のパーツを持ってきてください。

ラジオペンチ	1	ドライバー	1	USB ケーブル	1	マイコンボード	1
							
ロボプロシールド	1	電池ボックス	1	ギアドモーター	3	リボンケーブル	1
							
コントローラー	1	無線受信モジュール	1	モーターL字ステイ	3	赤円形ボード	1
							

図3-0 次回必要なもの①

白円形ボード 1	M3L25 ネジ 6	8mm 角スペーサー 4	30mm 角スペーサー 3
			
M3L8 ネジ 14	M3L5 ネジ 7	M3 ナット 24	オムニホイール 3
			
M2.6L20 タッピングネジ (A) 3	マトリクス LED シールド 1	マトリクス LED 1	スピーカー 1
			
301 ブレッドボード 1	ジャンパー線 65	赤外線リモコン 1	赤外線 LED 1
			
せきがいせんじゅこうそし 赤外線受光素子 1	100 Ω抵抗 1		
			

図3-1 次回必要なもの②

講

○以下の授業の目標を再確認します。

- ・ 赤外線を知ろう
- ・ 赤外線で通信を試みよう
- ・ メッセージを送ってみよう

○次回のテーマは「赤外線で遊ぼう2」であることを告知します。