

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

センサーロボット①

(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10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
センサーロボット①

第1回

センサーオムニロボットの組み立て

講師用

目 次

0. センサーオムニロボットの組み立て

0.0. 「センサーオムニロボットの組み立て」でやること

0.1. 必要なもの

1. センサーの動作確認

1.0. カラーセンサーの動作確認

1.1. 超音波距離センサーの動作確認

2. センサーオムニロボットの組み立て

2.0. 組み立て

3. センサーオムニロボットの動作確認

3.0. モーターの動作確認

3.1. センサーの動作確認

3.2. ロボット全体の動作確認

4. 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。

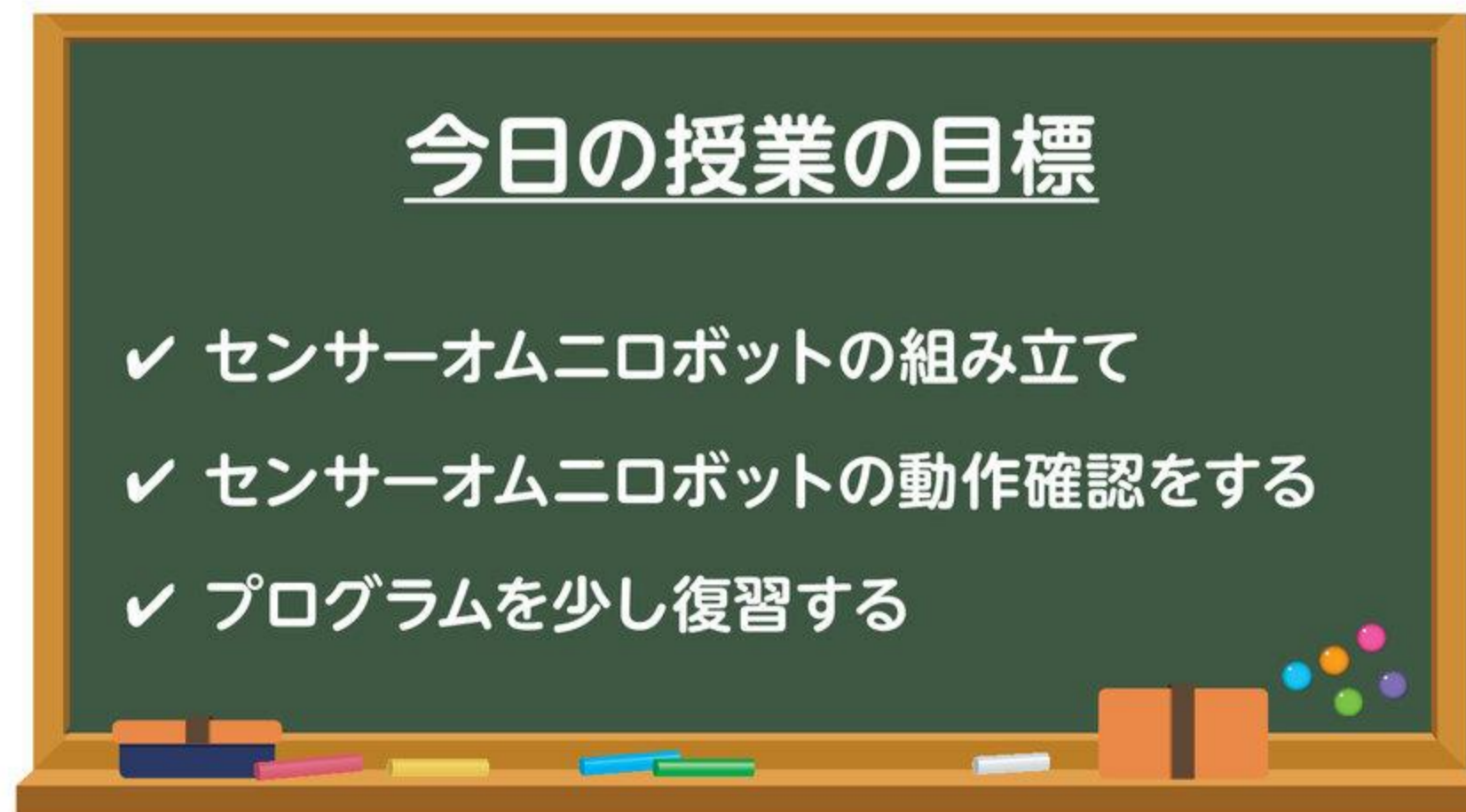
○ 今回の目標をパネルで用意するか、黒板に予め書いておきます。

(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 分程度を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。

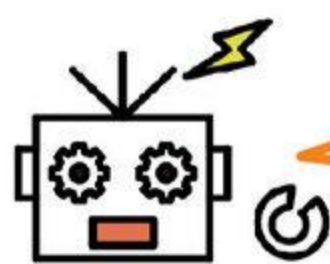
0. センサーオムニロボットの組み立て (目安5分)

0.0. 「センサーオムニロボットの組み立て」でやること



今回は、オムニホイールロボットをカシコイロボットにつくりかえていきます。そして、今までよりさらに複雑なプログラムのかき方を勉強していきましょう。今回は、ロボットの前後に、超音波距離センサーとカラーセンサーを取り付けます。センサーが増えることで、情報量や動きのバリエーションが増え、さらにカシコイ動きのできるロボットへと進化していきます。

まずは、ロボットをつくり直して、センサーをつけて動作確認を行うところまで進めていきます。ドライバーとペンチ、レンチの使い方はだいぶ慣れましたか？1年目では80分使ってオムニホイールロボットを製作しましたが、ここでは半分の時間、倍速で製作できるようチャレンジしてみましょう。自分自身がどのくらいレベルアップしたか、確かめられますよ。



こんどはどんなロボットにしようかなー

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	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	モーターL字ステイ 3
			
センサーL字ステイ 3	マトリクスLEDシールド 1	マトリクスLED 1	カラーセンサー 1
			
超音波距離センサー 2	センサーカバー 2	センサーケーブル 3	M3L6 タッピングネジ (B) 4
			
オムニホイール 3	M2.6L20 タッピングネジ (A) 3	赤円形ボード 1	白円形ボード 1
			

図 0-0 必要なもの①









M3 ナット	26	M3L5 ネジ	7	M3L8 ネジ	14	M3L25 ネジ	6
							
8mm 角スペーサー	4	30mm 角スペーサー	3	M3L10 ネジ	2	7 セグメント LED	1
							

図 0-1 必要なもの②

1. センサーの動作確認 (目安 10 分)

センサーオムニロボットの組み立てをする前に、使用するカラーセンサーと超音波距離センサー^{ちようおんぱきより}の動作確認をしておきましょう。動作確認には、1年目で行ったプログラムを使います。

講

カラーセンサー基板は、裏側の印字が黄色のものを使用させてください。

1.0. カラーセンサーの動作確認

まずはカラーセンサーの動作確認をします。カラーセンサーレンズを取り外している人は、M2L6 タッピングネジで基板に組み付けましょう。

図 1-0 を参考に組み立てを行い、カラーセンサー基板のコネクタに黄色のセンサーケーブルを接続してください。

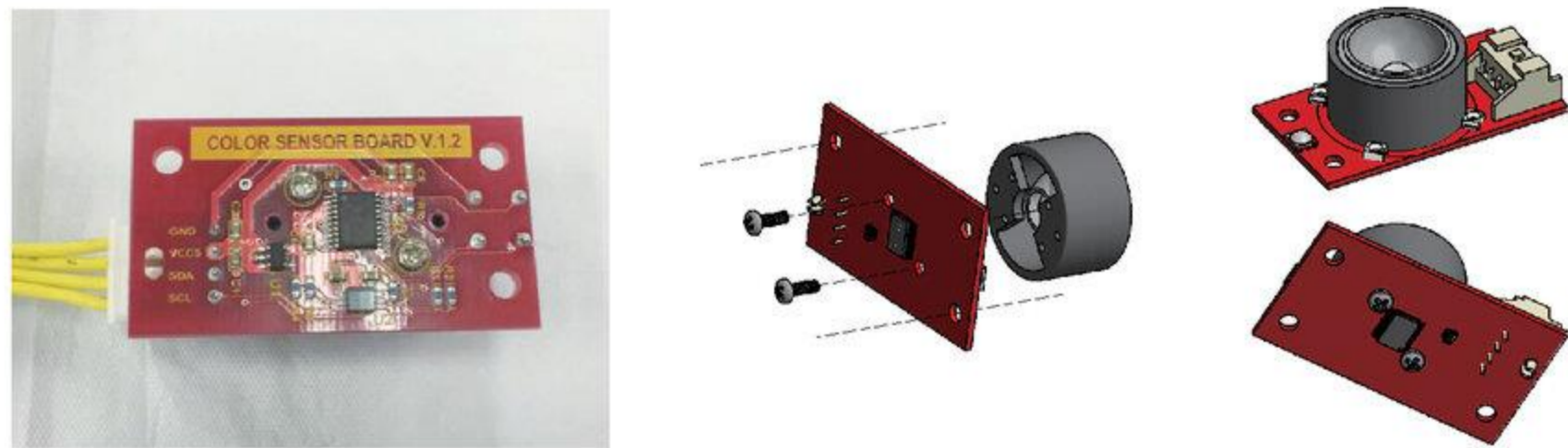


図 1-0 カラーセンサーの組み立て

次に、マイコンボードとロボプロシールドを接続して、カラーセンサー（センサーケーブル）をロボプロシールドの IIC コネクタに接続しましょう。準備ができれば以下のプログラムを実行してください。

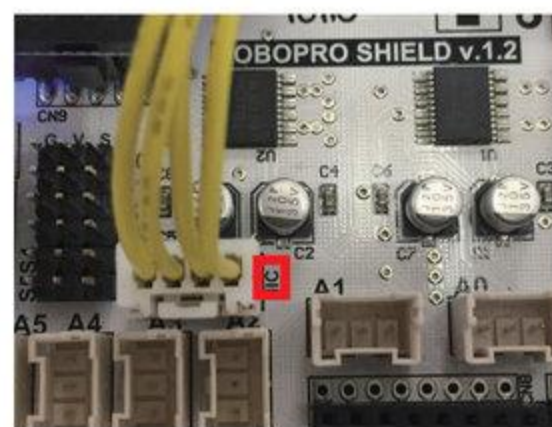


図 1-1 カラーセンサーテスト

プログラムの書き込み

RoboticsProfessorCourse1 > MagicItemB2 > ColorSensor1

実行結果：カラーセンサーを巻末の「色見本」にかざすと、カラーセンサーで読み取った色をカラーセンサーの LED に発色する（ただし、黒には反応しない）。

⚠ 注意！

LED は光が強いため、目を痛めないように絶対に正面から直視しないようにしましょう。

確認ができれば、カラーセンサーはロボプロシールドの IIC コネクタから外しておきましょう。

1.1. ちょうおんぱきより超音波距離センサーの動作確認

続いて、ちょうおんぱきより超音波距離センサーのテストを行います。ロボプロシールドにマトリクスLEDシールドとマトリクスLEDを接続します。マトリクスLEDが逆向きにならないように注意して接続しましょう。

ちょうおんぱきより超音波距離センサーにセンサーケーブルを接続し、センサーケーブルのもう一方のコネクターはマトリクスLEDシールドの **US1** のコネクターに接続します。準備ができたなら、以下のプログラムを実行してください。

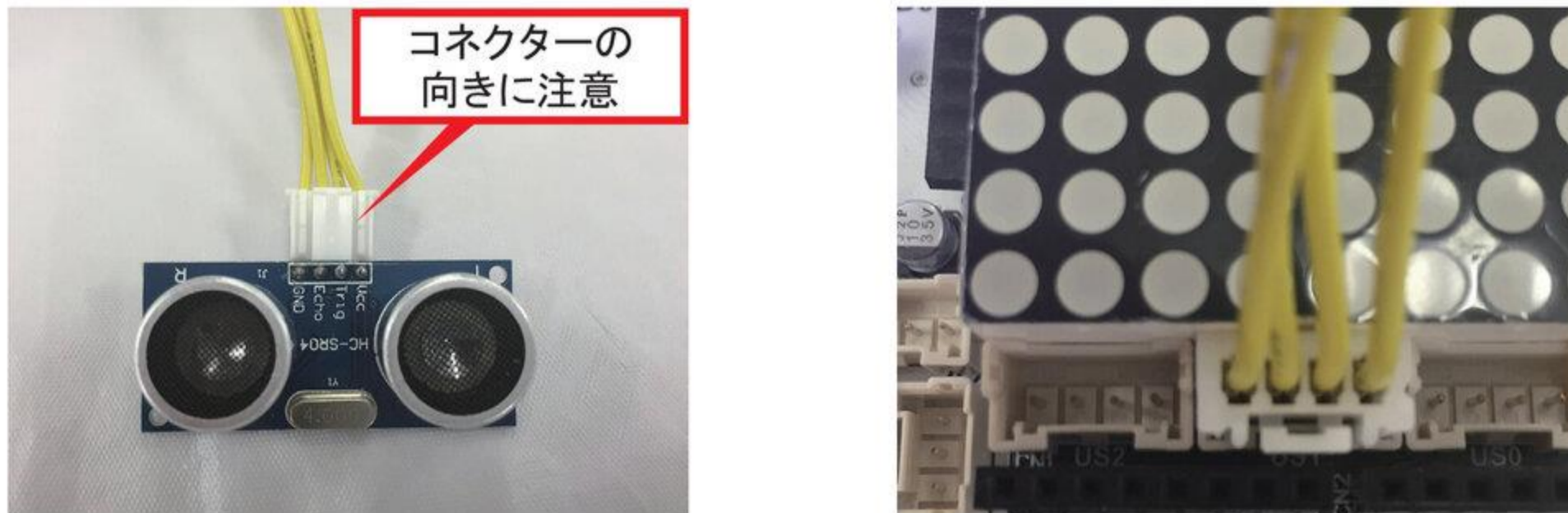


図 1-2 ちょうおんぱきより超音波距離センサーテスト

∞ プログラムの書き込み

RoboticsProfessorCourse1 > MagicItemB1 > USSTest

実行結果：ちょうおんぱきより超音波距離センサーに手をかざすと、マトリクスLEDにその距離がセンチメートルで表示される。

講

1年目の授業で行ったセンサーの動作確認プログラムを活用します。センサーは電力を消費し、電池残量が低下すると精度が落ちます。そのときは電池交換をすすめてください。動作確認が終了したら、ロボットの組み立てに進みます。状況により1年目のオムニホイールロボットのテキストまたは、パートナーズサイトのオムニホイールロボットの組み立て手順書を参考にさせてください。

なお、マトリクスLEDの表示がおかしい場合は、シールドの接触不良の可能性がります。シールドの接触を調整させてください。

2. センサーオムニロボットの組み立て (目安 40 分)

2.0. 組み立て

やってみよう!

図を手掛かりに「センサーオムニロボット」を完成させよう。
前のページの「必要なもの」、次の図 2-1 から図 2-2 を参考に組み立ててみよう。

講

ギアドモーターの緑色のパーツが円形ボードの内側を向くように取り付ける

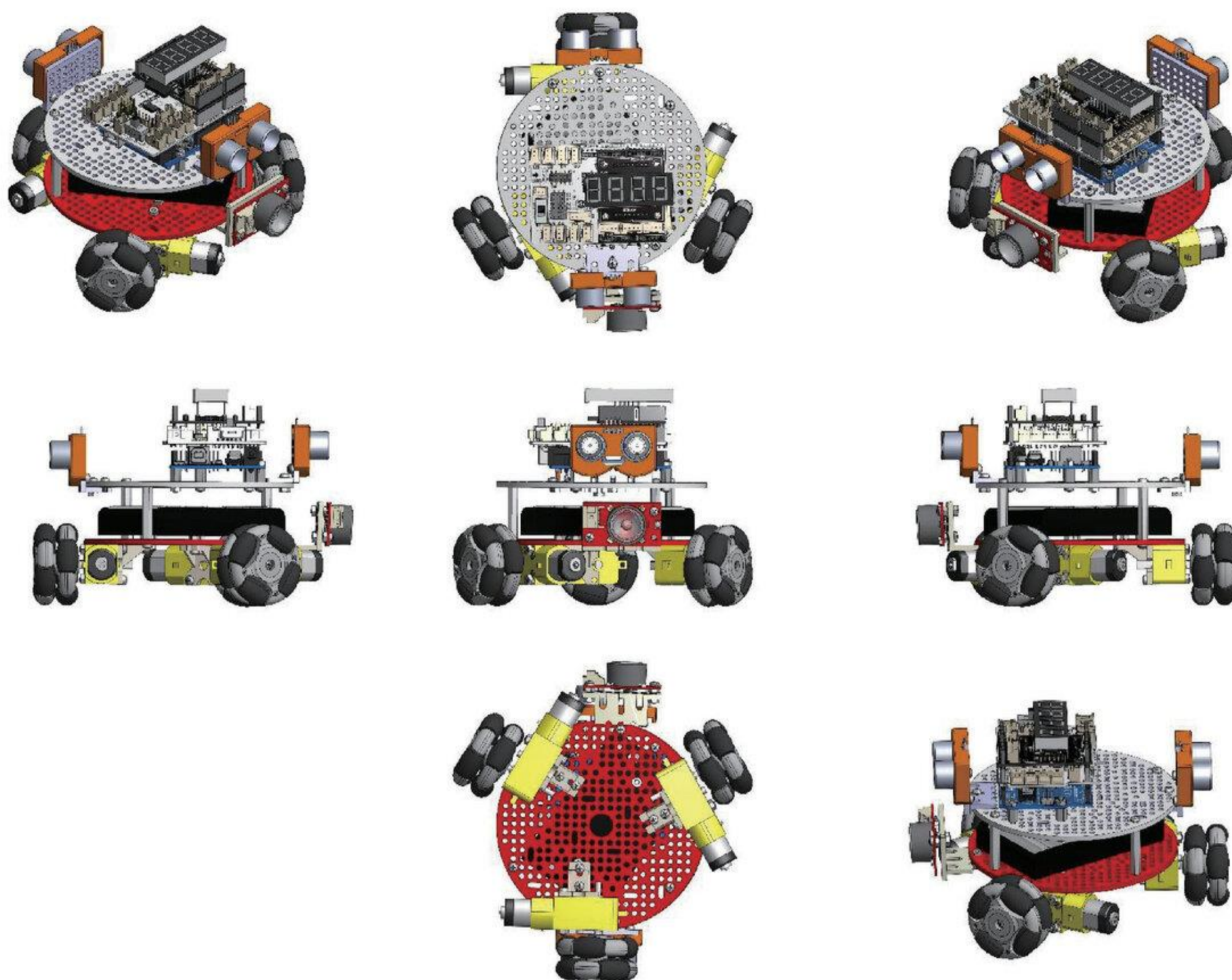


図 2-0 「センサーオムニロボット」の完成例

<組み立て手順①>

白円形ボードに 30mm角スペーサー (×3) を M3L8ネジ (×3) で、8mm角スペーサー (×4) を M3L5ネジ (×4) でそれぞれ取り付けます。M3L8ネジは (青丸) の穴に表面から、M3L5ネジは (赤丸) の穴に裏面からさし込みましょう。

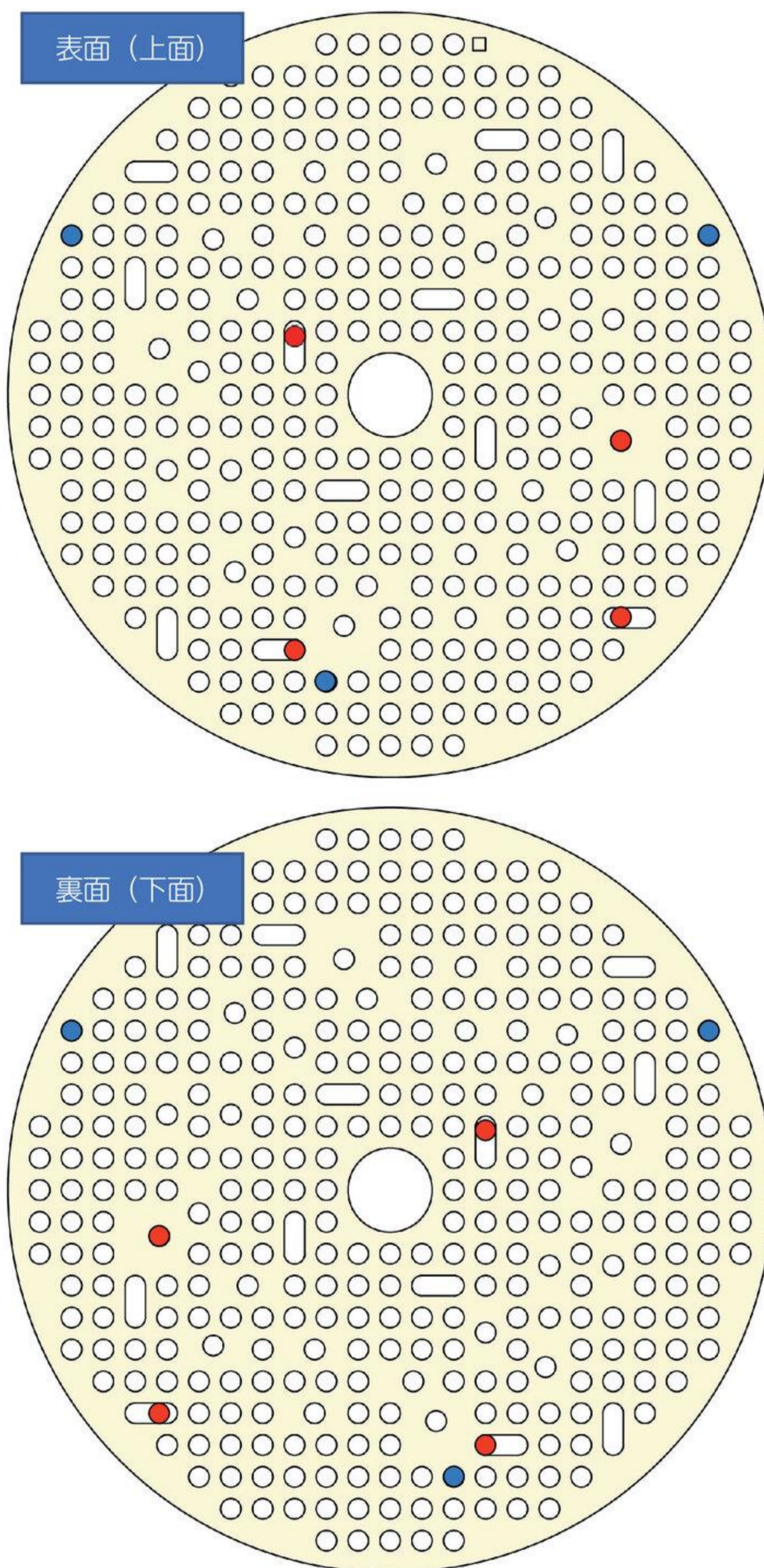


図 2-1 白円形ボード

<組み立て手順②>

赤円形ボードにギアドモーター(×3)、白円形ボードに取り付けた30mm角スペーサー(×3)、電池ボックスを取り付けます。ギアドモーターはモーターL字ステイ(×3)をM3L25ネジ(×6)とM3ナット(×6)で取り付けたあと、**図2-2**の緑丸の穴の裏面にM3L8ネジ(×6)、表面にM3ナット(×6)を使って組み付けます。30mm角スペーサーは青丸の穴の裏面からM3L5ネジ(×3)をさして組み付けます。電池ボックスにはM3L8ネジ(×2)をM3ナット(×2)を使って固定したあと、**図2-2**の黒丸の穴にM3ナット(×2)を使って表面側に組み付けます。

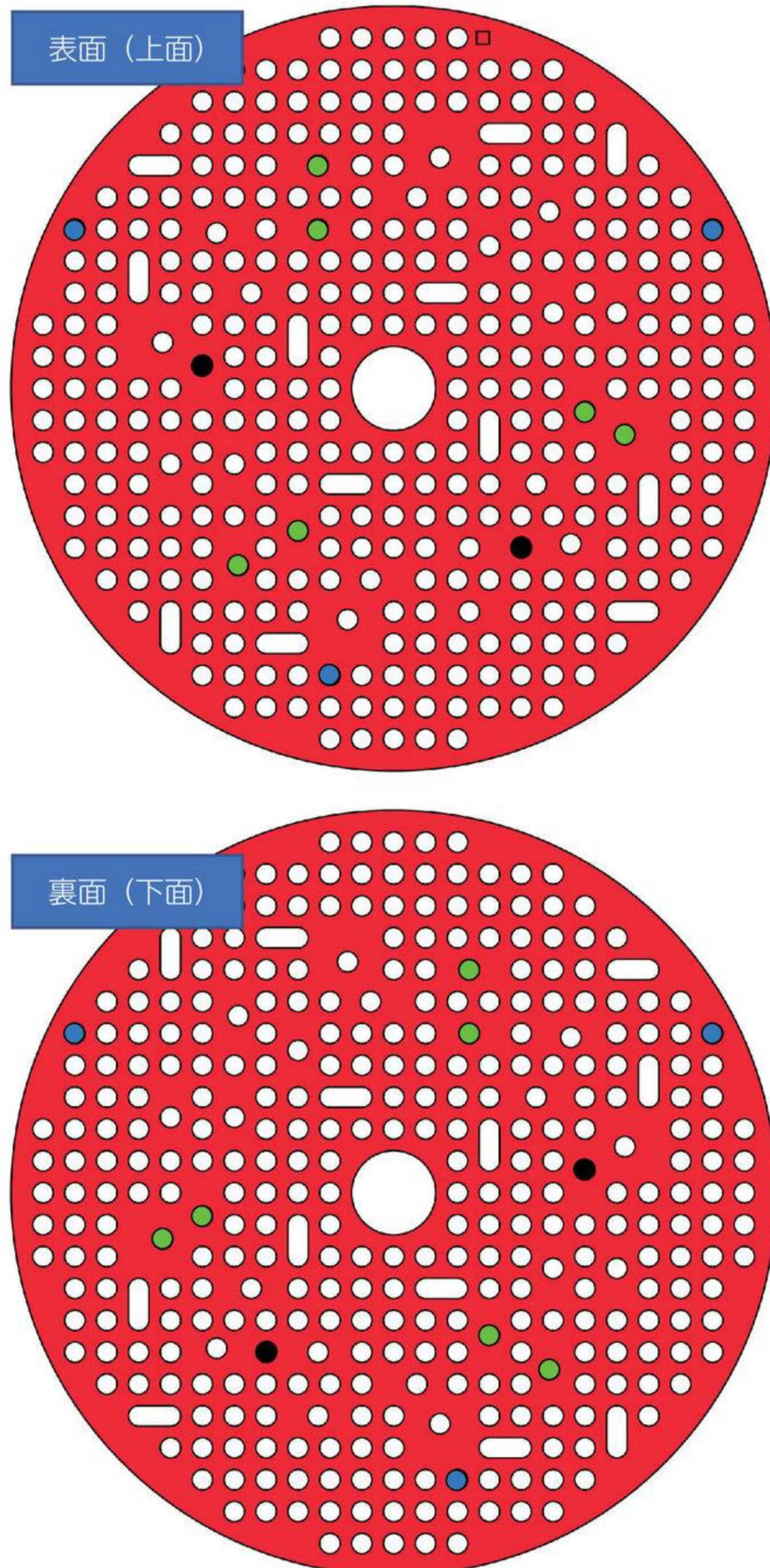
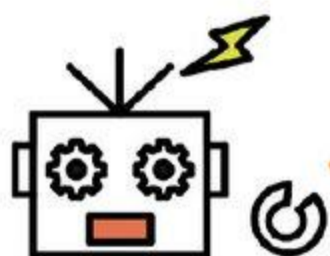


図 2-2 赤円形ボード

<組み立て手順③>

白円形ボードに^{ちょうおんぼきより}超音波距離センサー (×2) とマイコンボード、ロボプロシールド、マトリクスLEDシールド、7セグメントLEDを、赤円形ボードにカラーセンサーを、ギアドモーターにオムニホイール (×3) をそれぞれ取り付けましょう。



下の完成写真も参考にしてみよう。

カラーセンサーは、穴の位置が左右に1個分くらいずれても問題ありません。

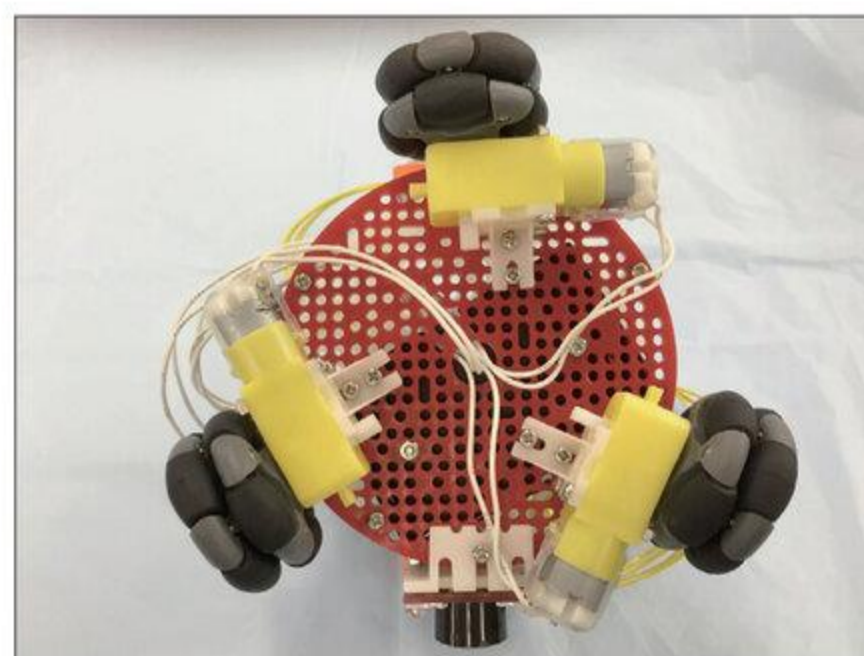
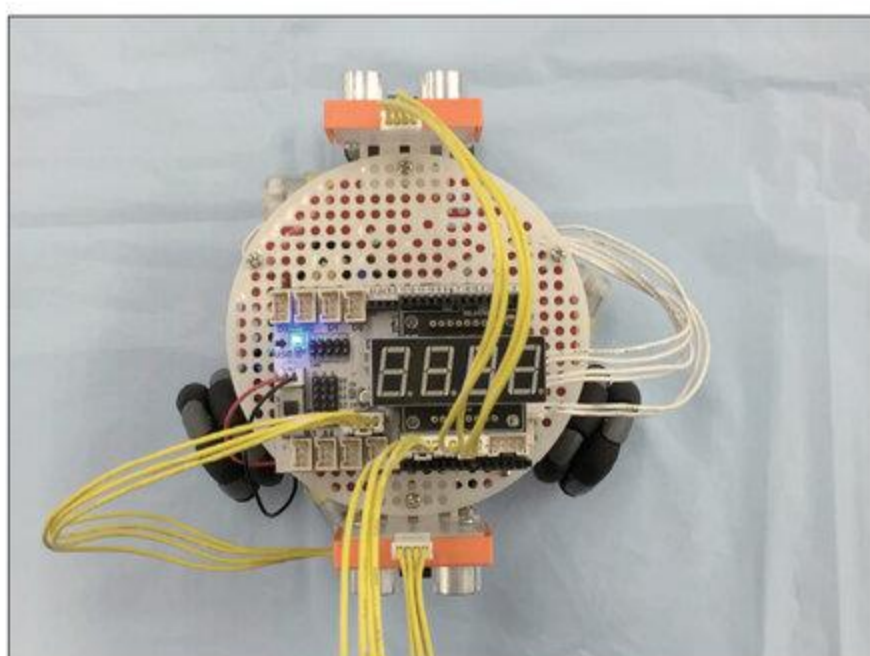
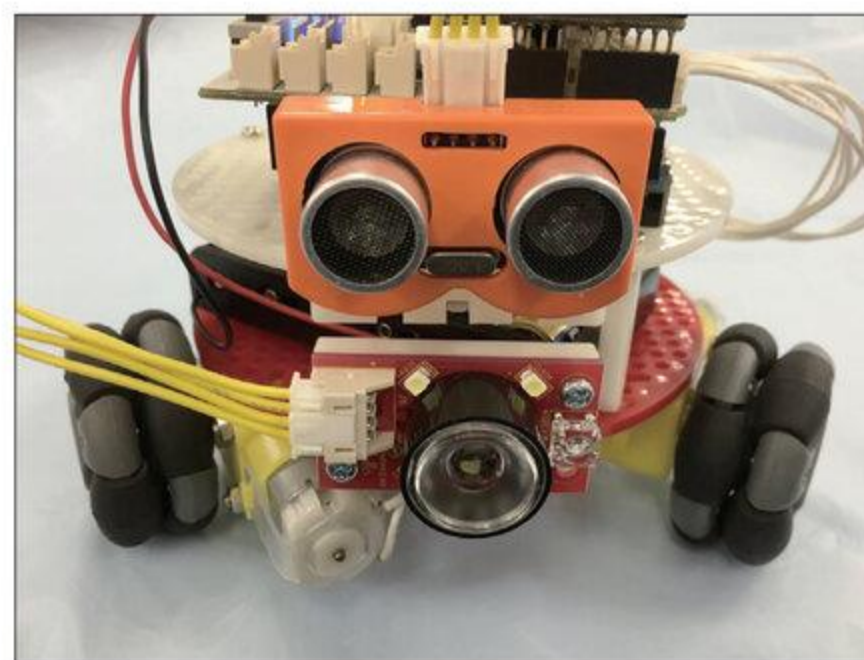
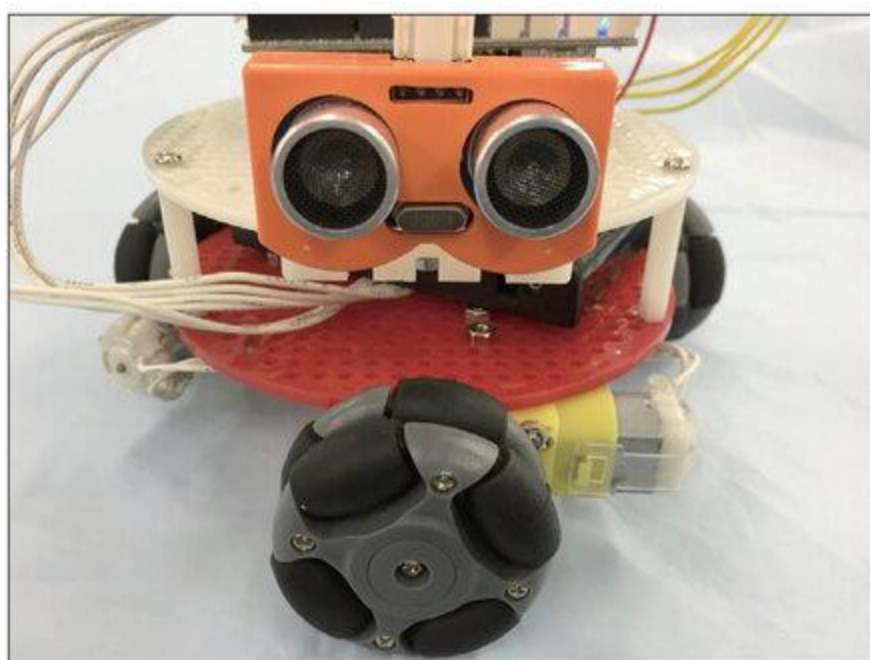
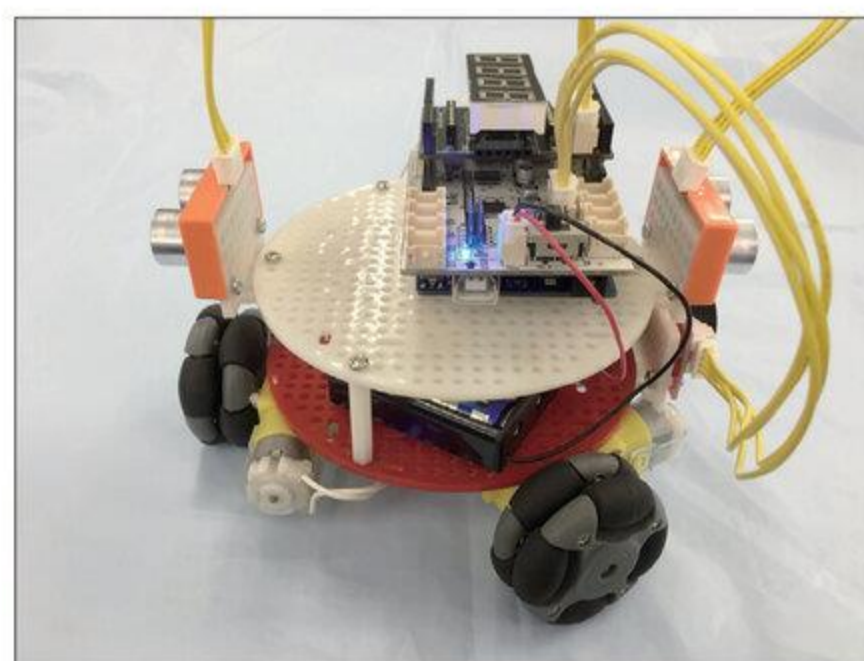
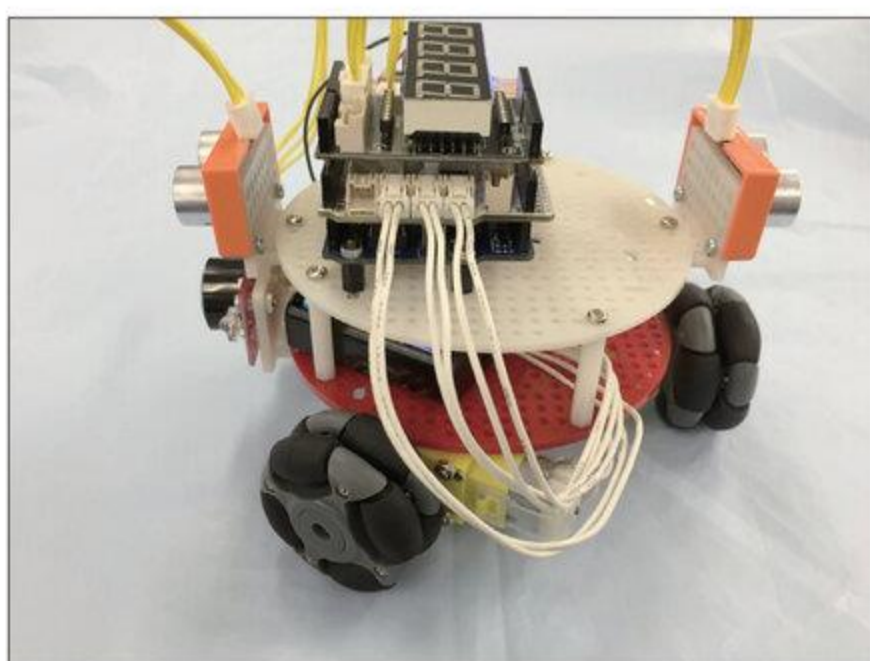


図 2-3 センサーオムニロボットの仕上がり例

<組み立て手順④>

図 2-4 のように配線をしてください。使用するセンサーケーブルは3本です。以下の指示にしたがいコネクタに接続してください。

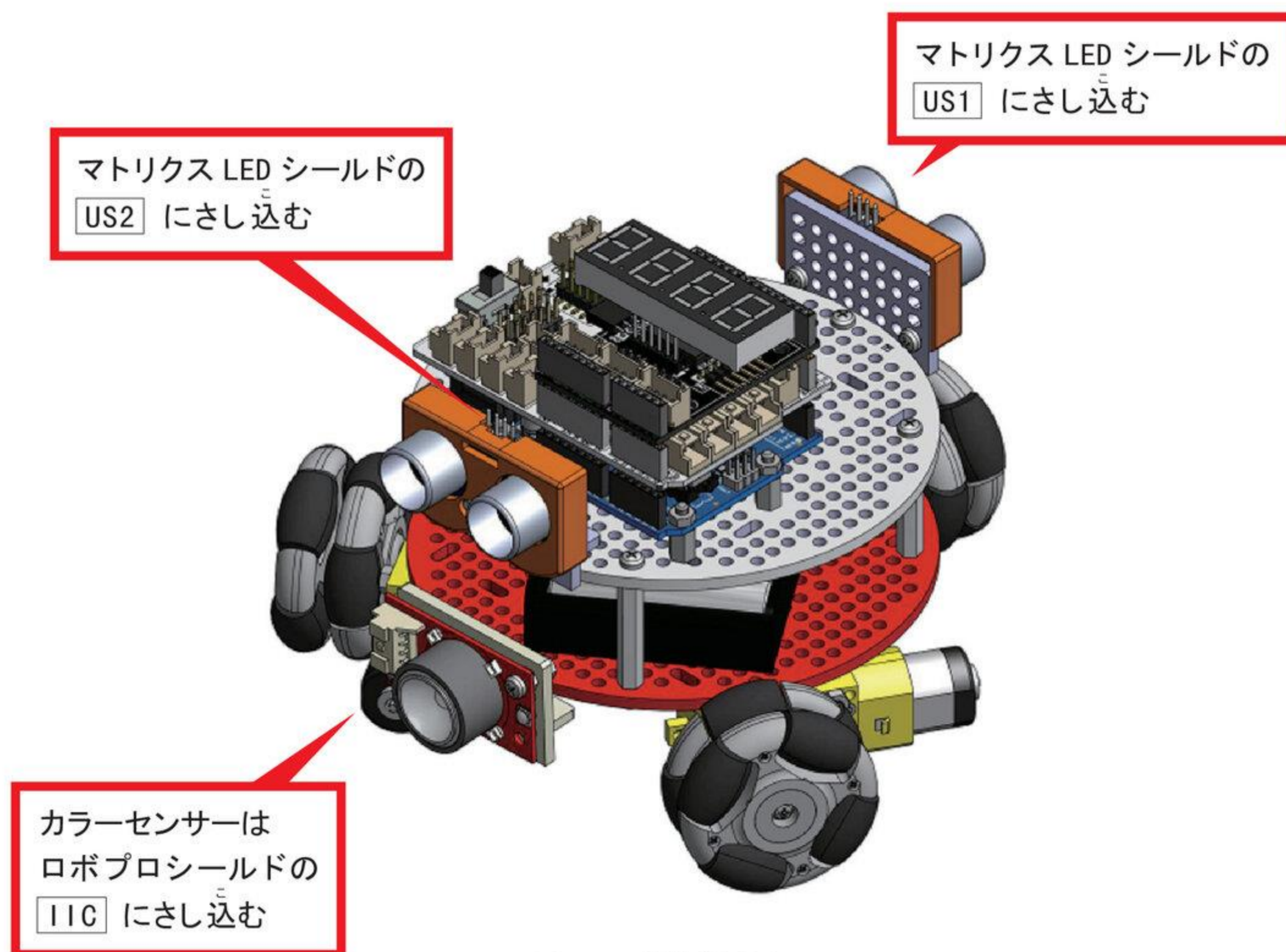


図 2-4 配線指示図

これで、組み立ては完了です！

講

センサーの取り付けにはネジやナットを増やして組み付けを行っても問題ありません。ただし、モーターの取り付ける方向と位置だけは十分に確認させてください。

3. センサーオムニロボットの動作確認 (目安 45 分)

3.0. モーターの動作確認

ここからは、完成したロボットの動作確認を行っていきましょう。この作業はとても大切です。「もう何回もやっているからいいじゃないか！」と思いがちですが、地道に行うことが成功への最短ルートになります。パーツごとの動作確認は何か問題があったときに、プログラムに問題があるのか、ロボットに問題があるのか、というように問題点を切り分けて考えるうえで必要なのです。ここでチェックがしっかりとできていれば、もし次回以降に問題が発生したとしても、ほぼ確実に「プログラムが悪い！」といえるため、ひたすらデバッグ（プログラムの問題を探して修正する作業）に没頭することができます。まずは、駆動系（モーターとその周辺）のチェックをしていきましょう。次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

RoboticsProfessorCourse2 > CombRobot1 > MotorTest

実行結果：前後に1秒ずつ動いたあと、左右に1秒ずつ動き、それをくり返す。

うまく動かなかった場合は、センサーオムニロボットのモーターの調整値の変更やモーターのコネクターの接続に間違いがないか確認をしましょう。

何度か試して、確実に動いているか確認しましょう。

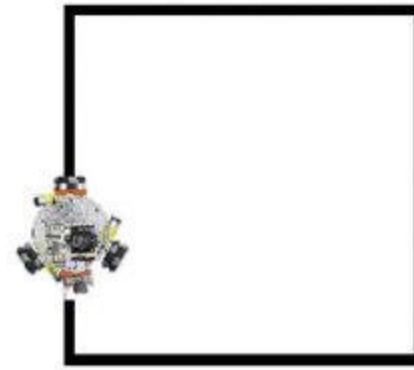


POINT

ロボットの動作命令は、`#include <RPomniDirect.h>` という名前のヘッダファイルを入れることで `void loop()` 内の `omniBot.move(x, y, z);` で行うことができます。`omniBot.move` の () 内の値は、(左右、前後、回転) の順番になり、正の数と負の数で移動する方向が逆になります。

やってみよう！

プログラム「MotorTest」をかきかえ、正方形の軌跡^{きせき}をえがく動きにしてみよう。



解答例は下記のプログラムです。

RoboticsProfessorCourse2 > CombRobot1 > Square

講

ロボットの動きの精度が悪い場合は、

```
RPomniDirect omniBot(0.9f, 1.0f, 1.0f, 40.0f);
```

の値を調整するようにご指導ください。

なお、解答例プログラムはオムニホイールロボット第3回テキストの「Square」プログラムがベースです。時間がある場合は上記プログラムとの比較をさせてみましょう。

3.1. センサーの動作確認

次は、再びセンサーと7セグメントLEDの表示の動作確認をしていきましょう。

1) 超音波距離センサーの動作確認

以下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

RoboticsProfessorCourse2 > CombRobot1 > US1

実行結果：超音波距離センサーの距離情報が7セグメントLEDに表示される。

なお、超音波距離センサーを使うときは、必ずロボプロシールドの電源スイッチをオンにしてから実行してください。電池からの給電がないと遠距離がうまく検出できない場合があります。

やってみよう！

US2の超音波距離センサーも動作確認をしてみよう。

講

解答例は下記のプログラムです。

RoboticsProfessorCourse2 > CombRobot1 > US2

2) カラーセンサーの動作確認

以下のプログラムを実行して、巻末の「色見本」を使って動作確認をしてください。

プログラムの書き込み

RoboticsProfessorCourse2 > CombRobot1 > ColorSensor

実行結果：「色見本」をカラーセンサーの前にかざすと、カラーセンサーLEDの色が紙の色と同じに発光する。ただし黒には反応しない。

電源を入れるときは、なるべくカラーセンサーレンズの周りに色がついたものを置かないようにしましょう。

講

カラーセンサーのチェックは、対象物との距離や部屋の照度によっても環境差が出ます。

3.2. ロボット全体の動作確認

今度は、駆動系とセンサー系が同時に機能し、しっかりと動くか確認しましょう。もしここで問題が起こる場合は、電池残量が落ちてきている可能性が高いので、その場合は電池を交換してください。

1) モーターと距離センサー

それでは、以下のプログラムを実行して、モーターと超音波距離センサーを同時に動かしてみましょう。

プログラムの書き込み

RoboticsProfessorCourse2 > CombRobot1 > USSMotorTest

実行結果：前方のセンサーが30センチ以内に障害物を検出すると、ロボットは前進するが、反応がなければ止まる。

やってみよう！

プログラム「USSMotorTest」を変更して、後ろのセンサーUS2が反応したときだけ前進するようにしよう。

ヒント

「USSMotorTest」は、US1センサーで読み取った値をdという変数に入れているよ。

講

解答例は下記のプログラムです。

RoboticsProfessorCourse2 > CombRobot1 > USSMotorTest2

続いて、US1とUS2を同時に使うプログラムを考えます。

まず、センサーを2つ同時に使うので、はかった距離を入れておくための変数も2つ必要です。d1とd2という2つの変数を宣言しておきましょう。

さて、ためしにプログラム「USSMotorTest」を、US1センサーとUS2センサーのどちらが反応したとしても前進するように変更していきます。

このロボットはセンサーが2つあるので、

- ① US1にもUS2にも反応がある。
- ② US1に反応があるが、US2には反応がない。
- ③ US1には反応がないが、US2には反応がある。
- ④ US1にもUS2にも反応がない。

という4通りの状況が考えられます。このうち①～③のときは前進、④のときのみ停止とすればよいということになります。わかりやすく、図にまとめてみましょう。

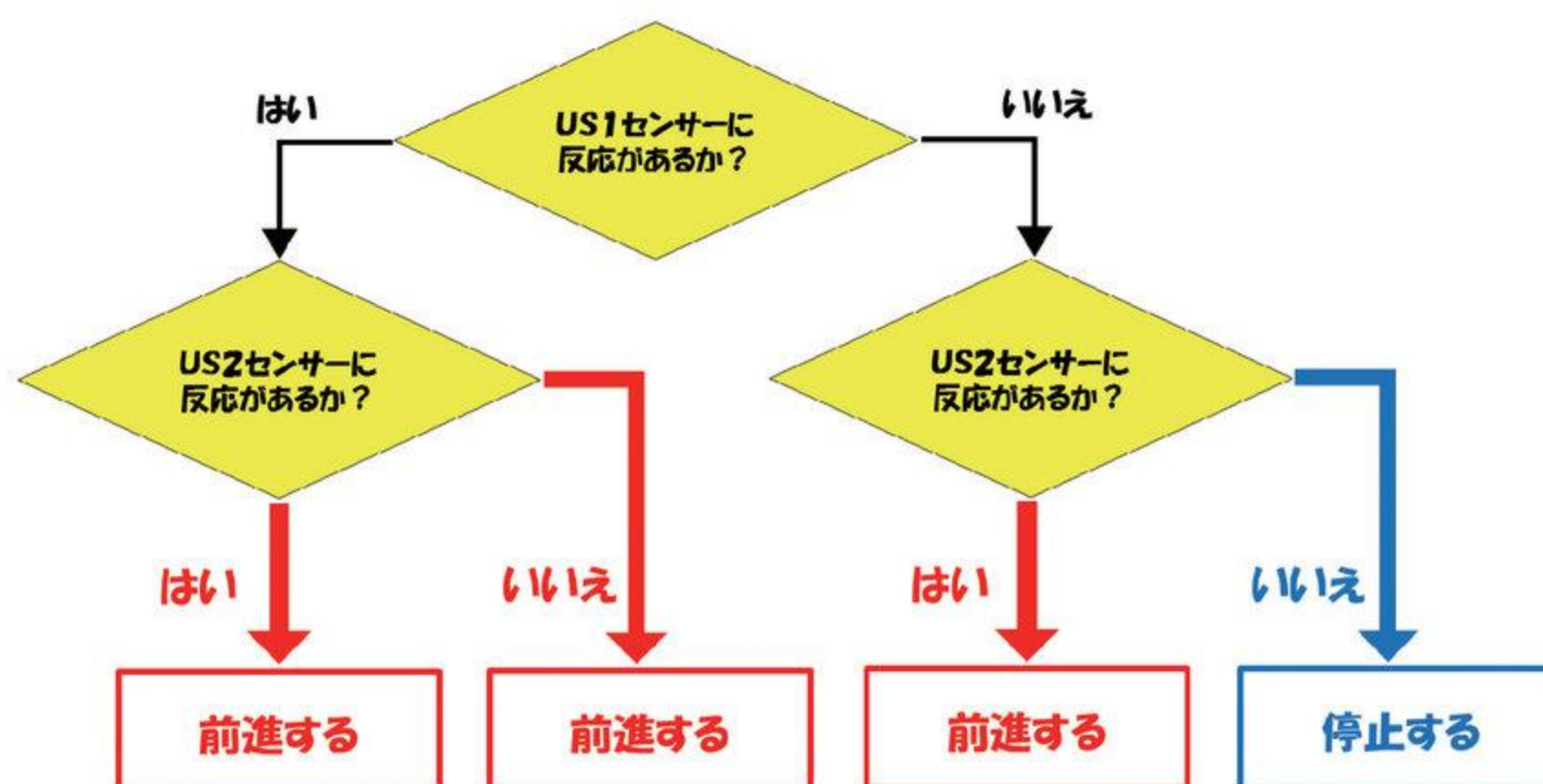


図 3-0 どちらのセンサーに反応しても前進するロボット

4通りに分岐するの^{ぶんき}に if 文が 3 つ必要なことがわかります。しかし、結果は 2 種類しかありません。なんだか、if 文をかく手間がもったいないですね。

そこで、下の図のようにまとめると、同じ動作でも if 文が 1 つですみます。

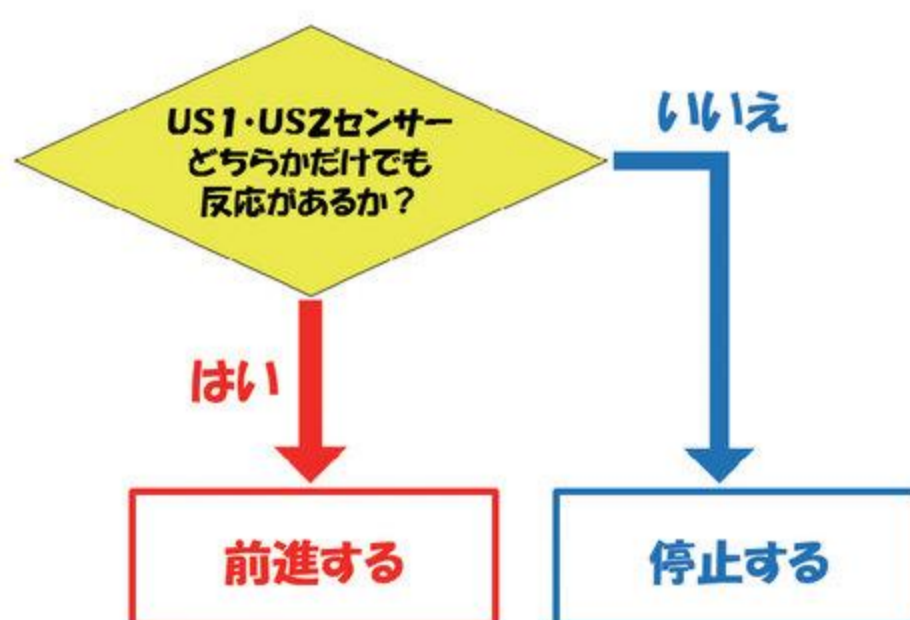


図 3-1 どちらのセンサーに反応しても前進するロボット (シンプルバージョン)

1 つの if 文の中に、[US1]センサーと[US2]センサーの両方の条件式を入れこめれば、プログラムを短くまとめられることがわかります。

「[US1]センサーに反応がある」 $d1 \leq 30$ と、「[US2]センサーに反応がある」 $d2 \leq 30$ のうちどちらか片方だけでも満たせていればよい、という条件式にしたければ、以下のようにかきます。

```

if(d1 <= 30 || d2 <= 30){ // 30センチ以下の場合
    omniBot.move(0, 30, 0); // 前進する
}
  
```

$A || B$ とかくことで「A か B の少なくとも片方を満たすなら」という条件式になります。

このような記号を論理演算子^{ろんりえんざんし}とよびます。

$A || B$ のような分岐^{ぶんき}は「論理和」^{ろんりわ}「OR」ともよべれます（英語で「または」「もしくは」という意味です）。

論理演算子はほかにもあります。

たとえば、プログラムをこのような処理にかえてみましょう。

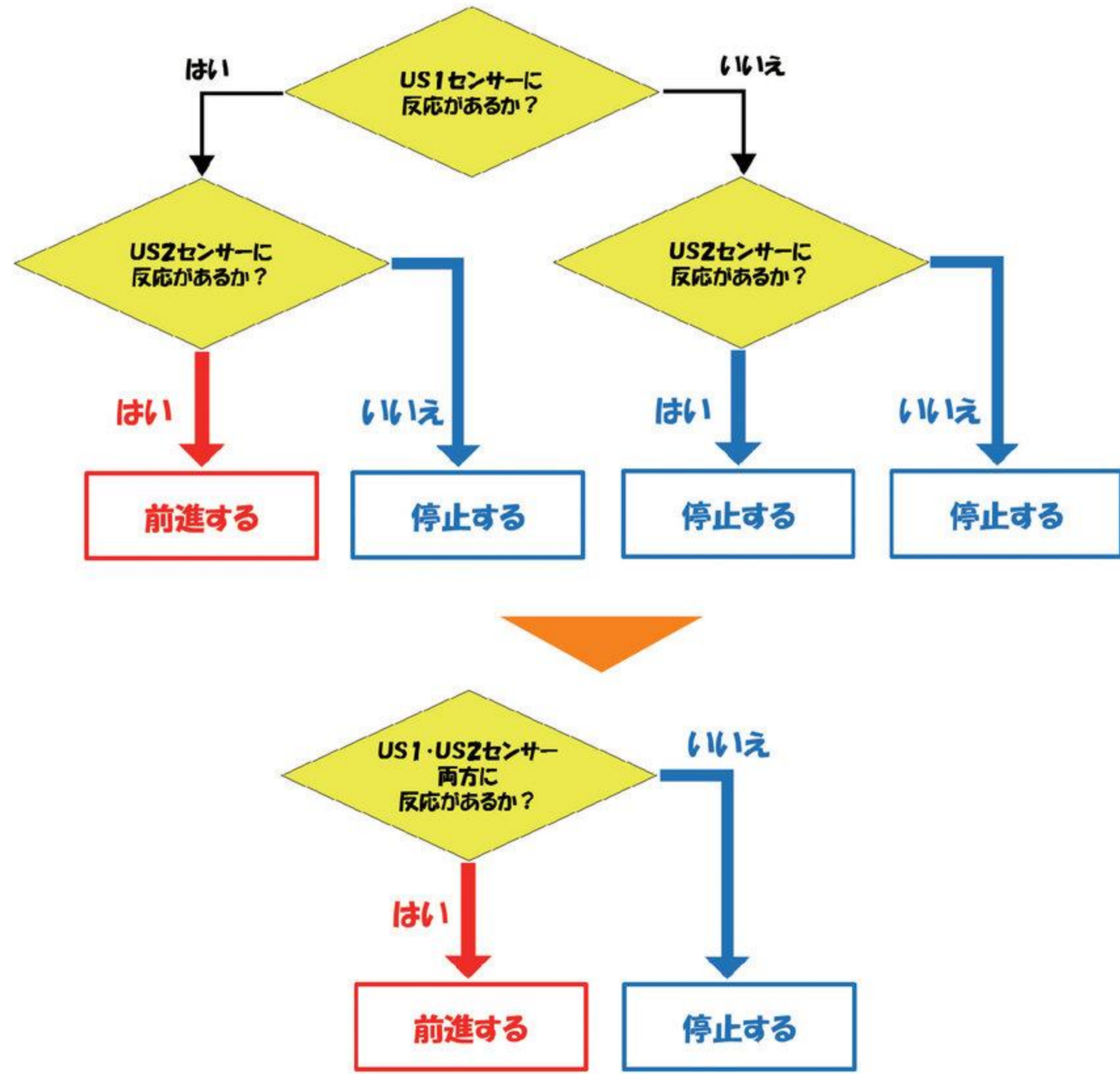


図 3-2 両方のセンサーに反応があるときのみ前進するロボット

「`d1 <= 30`と`d2 <= 30`の両方を満たすなら」という条件が必要です。以下のようにかきます。

```

if(d1 <= 30 && d2 <= 30){ // 30センチ以下の場合
    omniBot.move(0, 30, 0); // 前進する
}
    
```

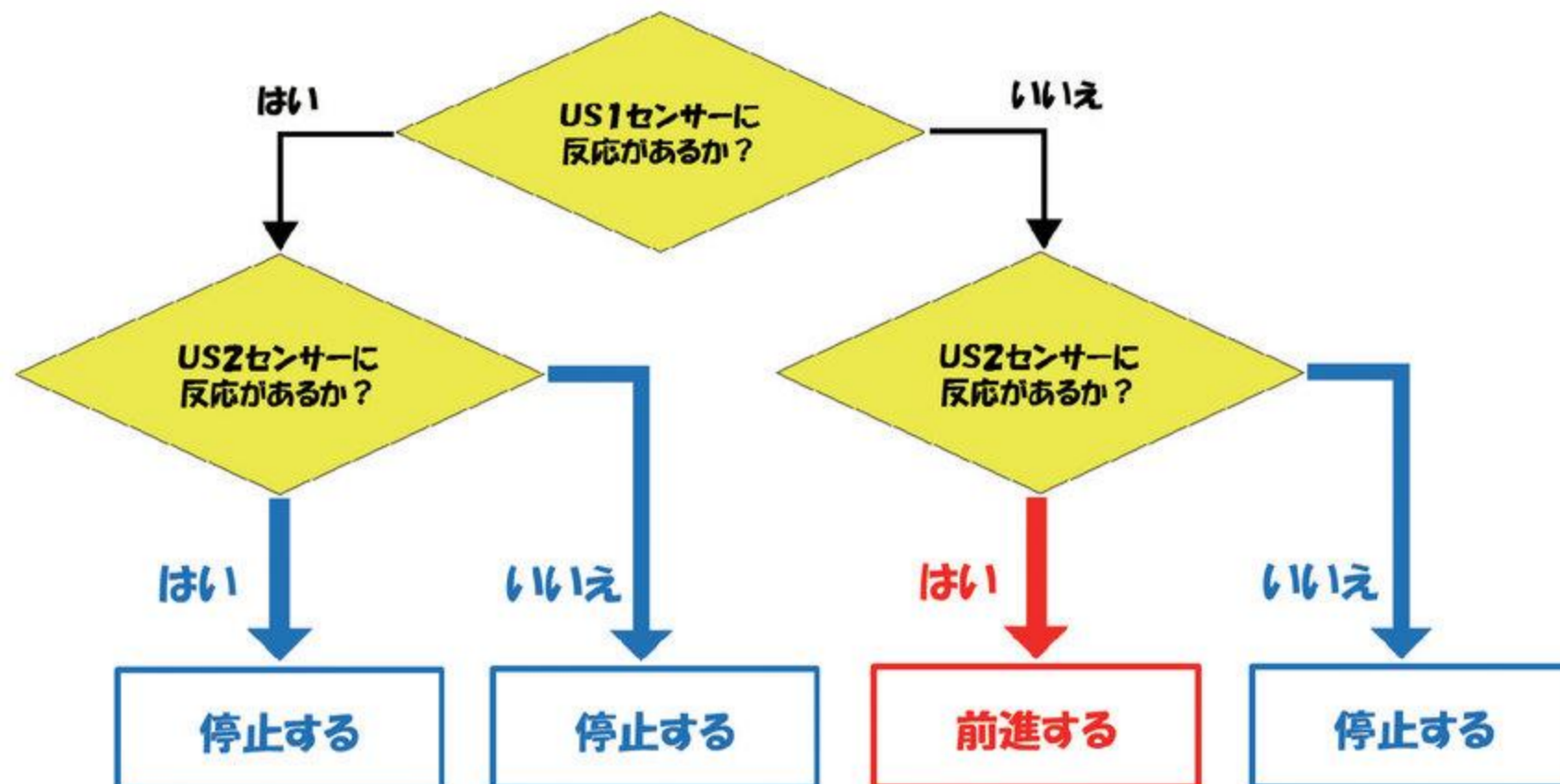
「論理積」[AND]ともよばれます（英語で「そして」「～と」「かつ」という意味です）。

また、`!`という論理演算子もあります。条件式につけることで、「もしこの条件を満たさないなら」という否定の意味にかわります。`if(!d1 <= 30)`とかけば、「もしUS1センサーに反応がなければ」という分岐になるのです。「否定」や「NOT」ともよばれます（英語で「ではない」という意味です）。なお、否定したい式をカッコで囲む必要があることに注意しましょう。上のif文の例でも、カッコが2重になっていますね。

では、この3つの論理演算子^{ろんりえんざんし}をうまく組み合わせて、ロボットが動き出す条件をいろいろとかえてみましょう。

ステップアップ

プログラム「USSMotorTest」をかきかえ、以下の図の通りに動作するようにしてみよう。



ヒント

ろんりえんざんし
論理演算子を2つ使ってみよう！

講

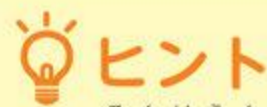
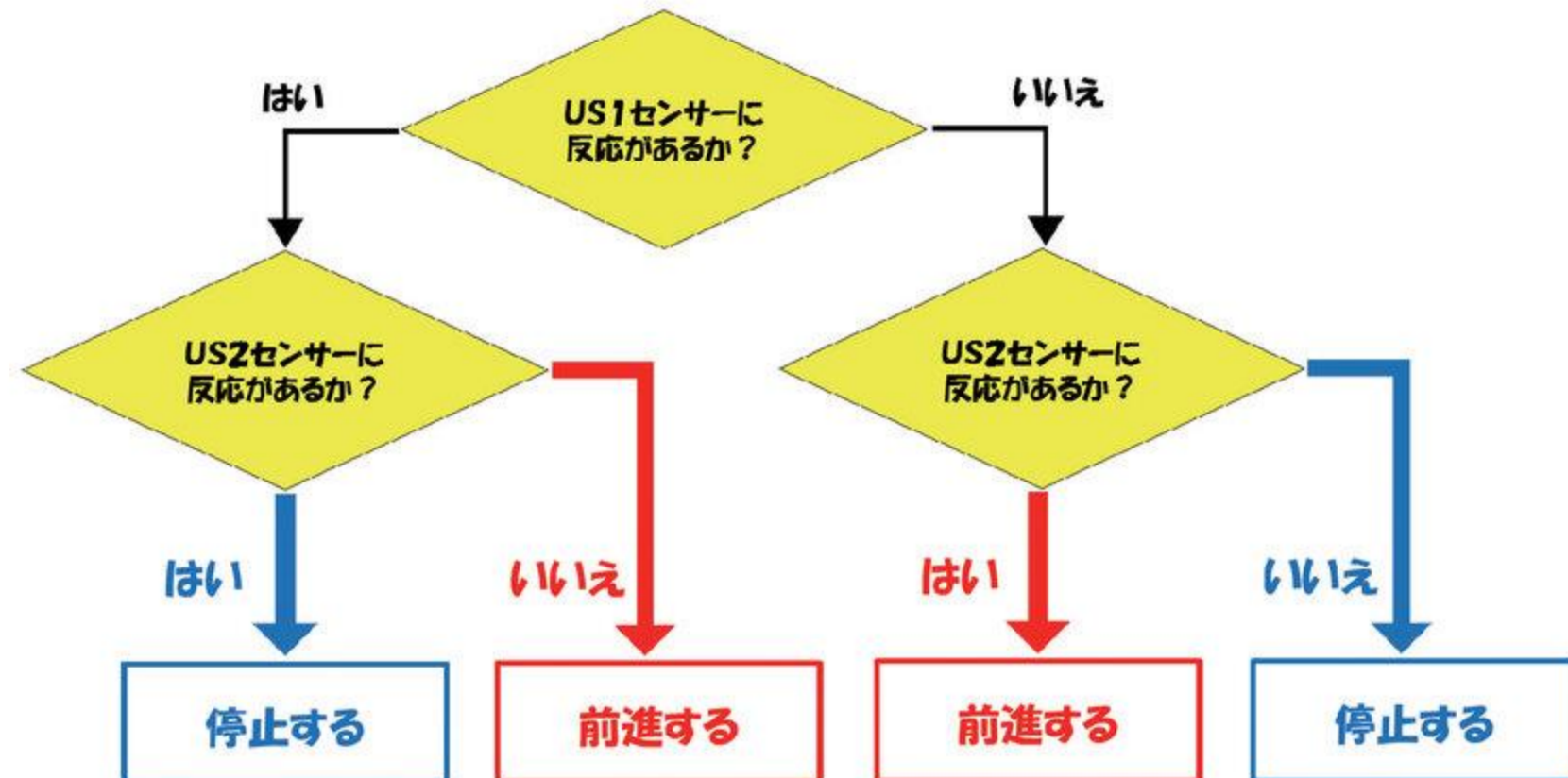
if文の例は以下の通りです。

```
if(!(d1 <= 30) && d2 <= 30)
```

「もしUS1センサーに反応がなく、かつUS2センサーに反応があるなら」という条件式です。d1 <= 30を否定するためかっこで囲んでいます。

チャレンジ課題

プログラム「USSMotorTest」をかきかえ、以下の図の通りに動作するようにしてみよう。



ヒント
論理演算子 3 種類をフル活用しよう！

ちなみに、このような「どちらか片方が反応しているときのみ（両方が反応しているときは含まない）」という論理演算を「排他的論理和」「XOR（エクスオア）」などとよびます。言い換えれば「2つのセンサーの状況が揃っているときと揃っていないときで分岐する」という考え方です。

講

if文の例は以下の通りです。

```
if(d1 <= 30 && !(d2 <= 30) || !(d1 <= 30) && d2 <= 30)
```

「もしUS1センサーに反応があり、かつUS2センサーに反応がない または US1センサーに反応がなく、かつUS2センサーに反応があるなら」という条件式です。なお XOR は \wedge という記号でも表すことができ、`if(d1 <= 30 ^ d2 <= 30)`とかいても同じ結果になりますが、ビット演算子という論理演算子とはまた違った種類の演算子で内部的には違った処理であるため、ここでは記載していません。

2) モーターとカラーセンサー

続いて、モーターとカラーセンサーを同時に使ってみましょう。以下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

RoboticsProfessorCourse2 > CombRobot1 > ColorMotorTest

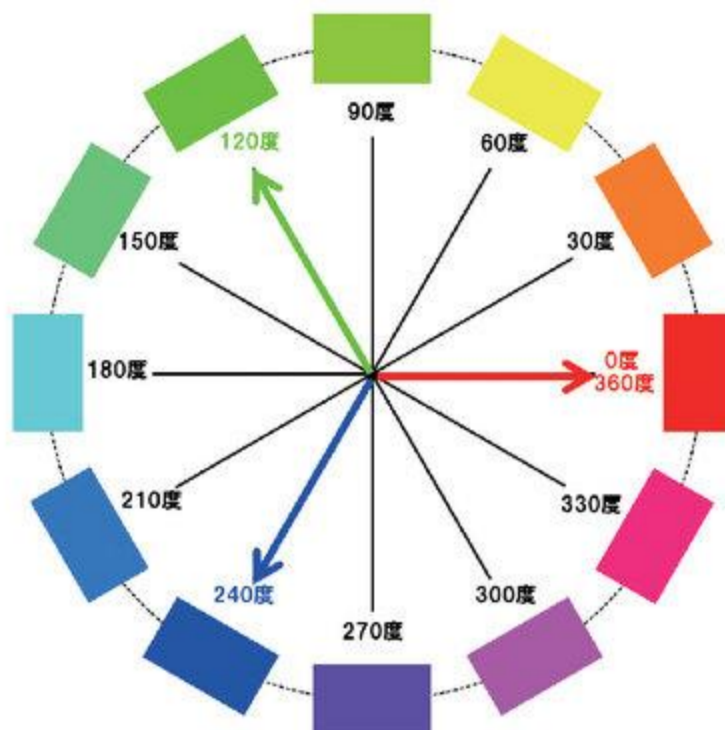
実行結果：カラーセンサーの前に青色のページをかざすと、色の方向に動き出す。

やってみよう！

青以外の色、赤、黄、緑に反応して動くプログラムも順につくってみよう。

ヒント

色相環のことは覚えているかな？ 赤の色相は0度（または360度）、黄色の色相は60度、緑の色相は120度だったから、前後20度ずつ程度の範囲にして検知をさせてみよう！ このプログラムではカラーセンサーが読み取った色相の値を `h` という変数に入れているよ！



講

赤のみ「20度以下または340度以上」というORの範囲になるので `||` が必要ですが、ほかの色は「○○度以上かつ××度以下」というANDの範囲になるので `&&` を用います。サンプルプログラム「ColorMotorTestR」「ColorMortorTestY」「ColorMortorTestG」で確認してください。



豆知識

いろいろな演算子

ひかくえんざんし
[比較演算子の例]

$x == y$ (x と y は等しい)

$x != y$ (x と y は等しくない)

$x < y$ (x は y より小さい)

$x > y$ (x は y より大きい)

$x <= y$ (x は y 以下)

$x >= y$ (x は y 以上)

たとえば、x が 1 に等しいときは、 $x == 1$ とかきます。

ろんりえんざんし
[論理演算子]

$\&\&$ 2つの値がどちらも〇〇とき

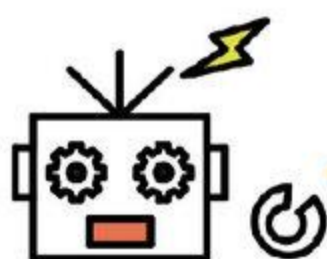
$\|\|$ 2つの値がどちらか一方が〇〇であったら

$!$ 〇〇でないとき

4. まとめ（目安5分）

今回の「やってみよう！」は復習ですので、わからなかったら、またもどって、しっかりとテキストを読み直してください。

次回は、複雑なプログラミングに挑戦しますよ！ if文がたくさん出てきますので、またフローチャートを使って、プログラムを組んでいきましょう。絵にしてみると、プログラムも意外とわかりやすいですよ？ これはプロの世界でも使われている手法です。マスターしていきましょう！



次回はさらにユニークなロボットにスルヨ。

講

- 以下の理解度を確認します。
 - ・センサーオムニロボットの組み立て
 - ・センサーオムニロボットの動作確認をする
 - ・プログラムを少し復習する
- 次回のテーマは「フローチャートとプログラムをかこう」であることを告知します。

《次回必要なもの》

次回は、今回つくったロボットと以下のパーツを持ってきてください。



図 4-0 次回必要なもの

付録. 色見本

印刷により色見本と色相は厳密にはことなりますので、参考程度に使うとよいでしょう。

色の名前 赤色

RGB 色モデル： 赤 255、緑 0、青 0

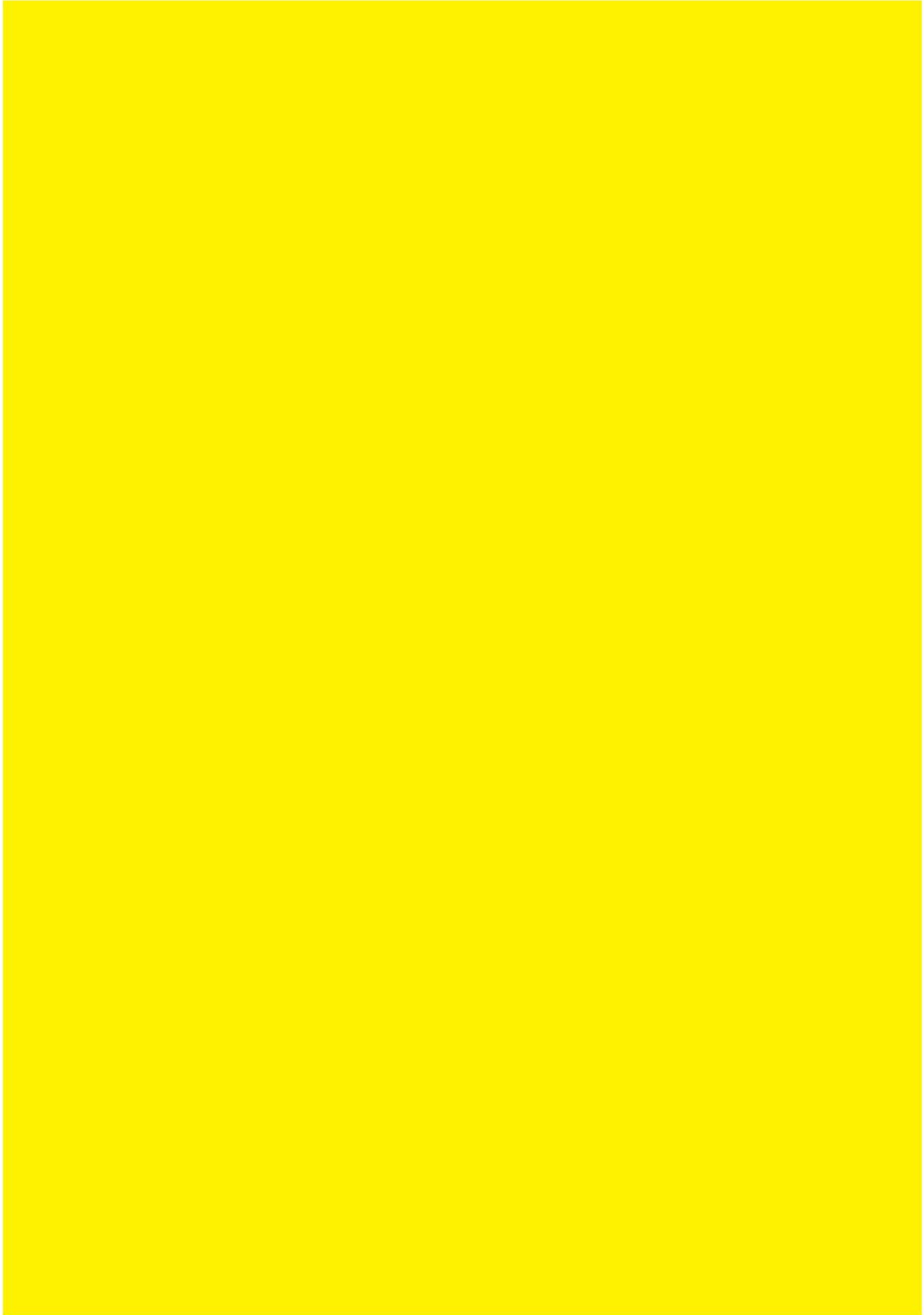
HSV 色モデル： 色相：0度



色の名前 黄色

RGB 色モデル： 赤 255、緑 255、青 0

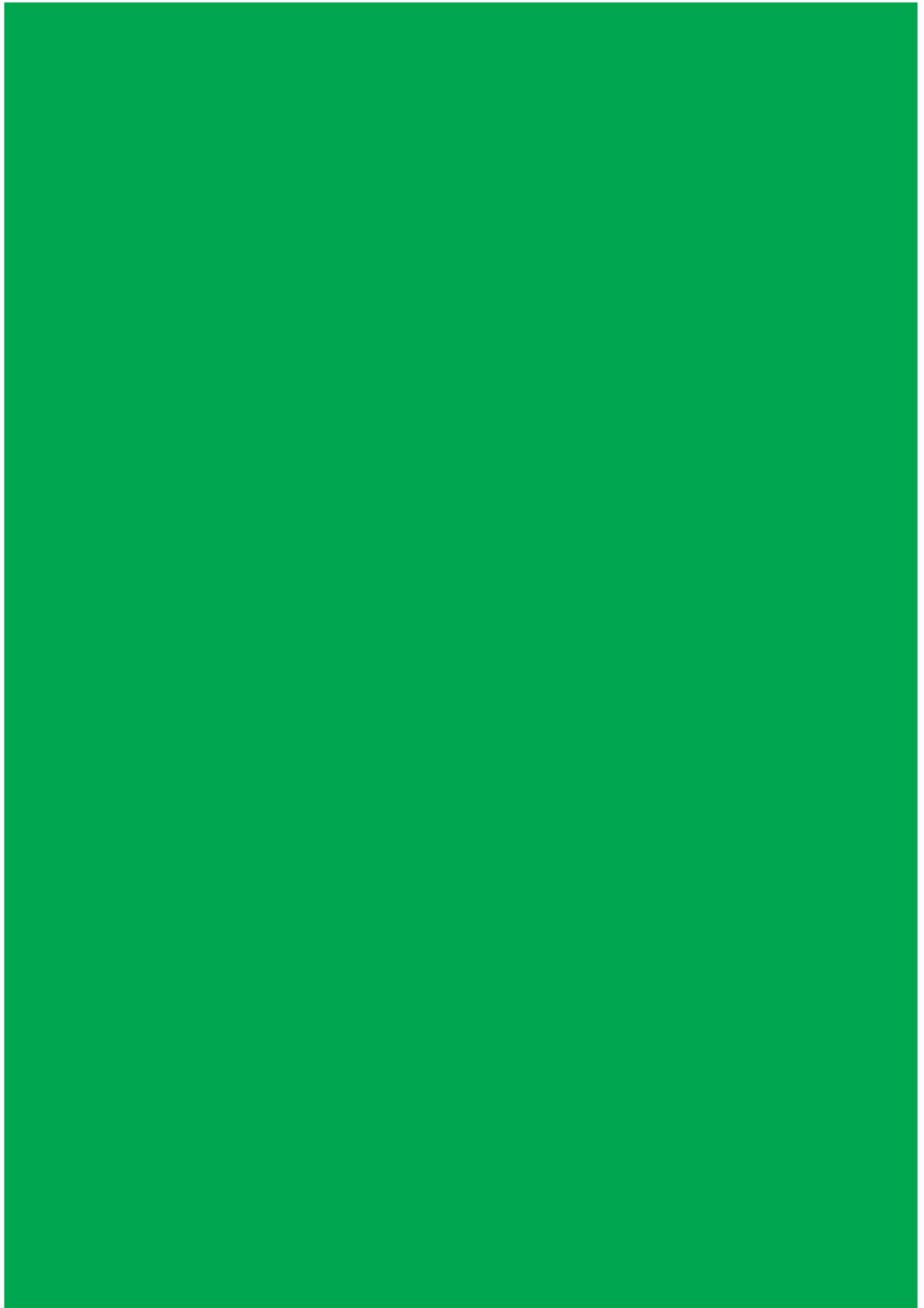
HSV 色モデル： 色相^{しきそう} 60 度



色の名前 緑色

RGB 色モデル： 赤 0、緑 255、青 0

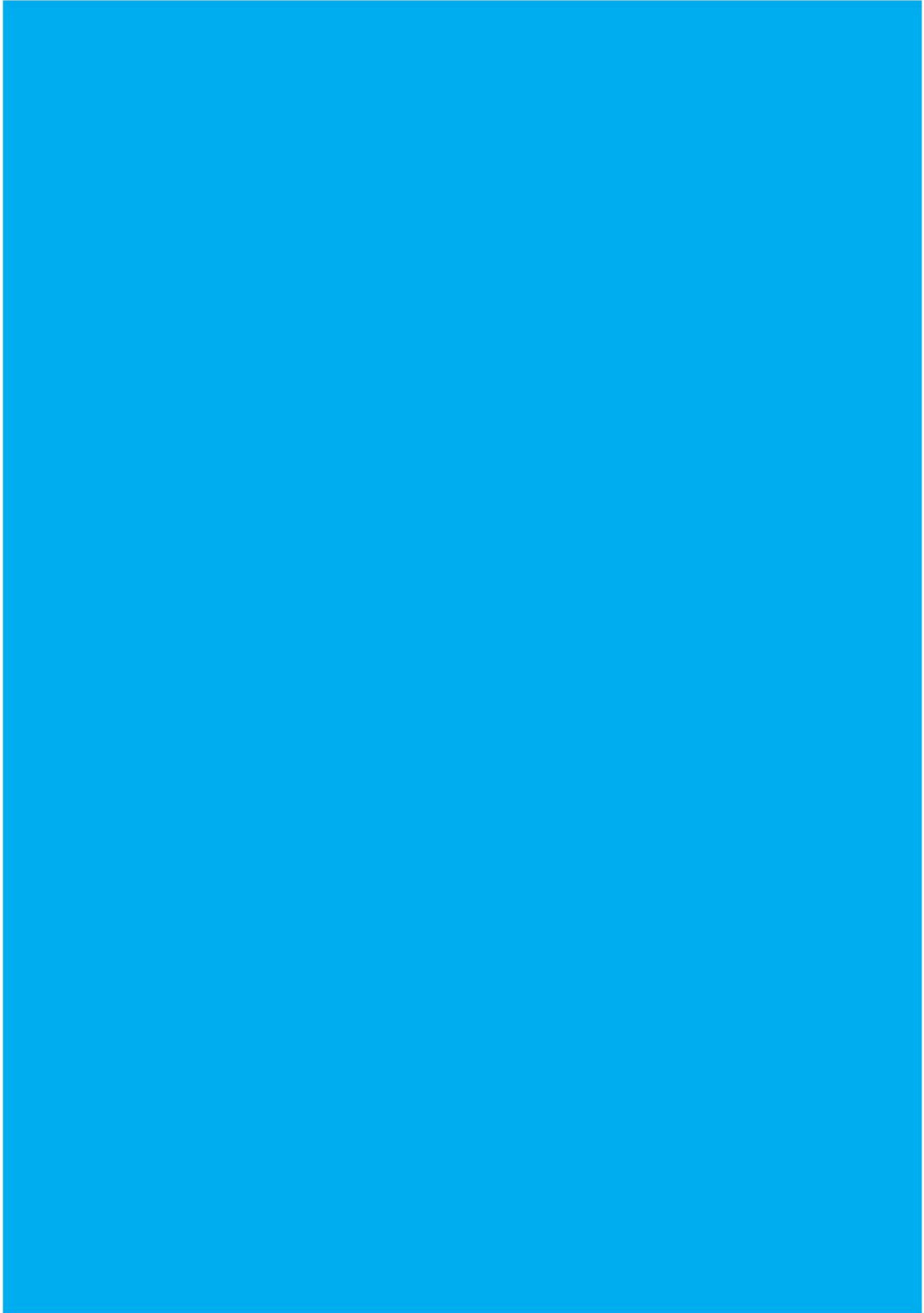
HSV 色モデル： 色相^{しきそう} 120 度



色の名前 シアン

RGB色モデル： 赤 0、緑 255、青 255

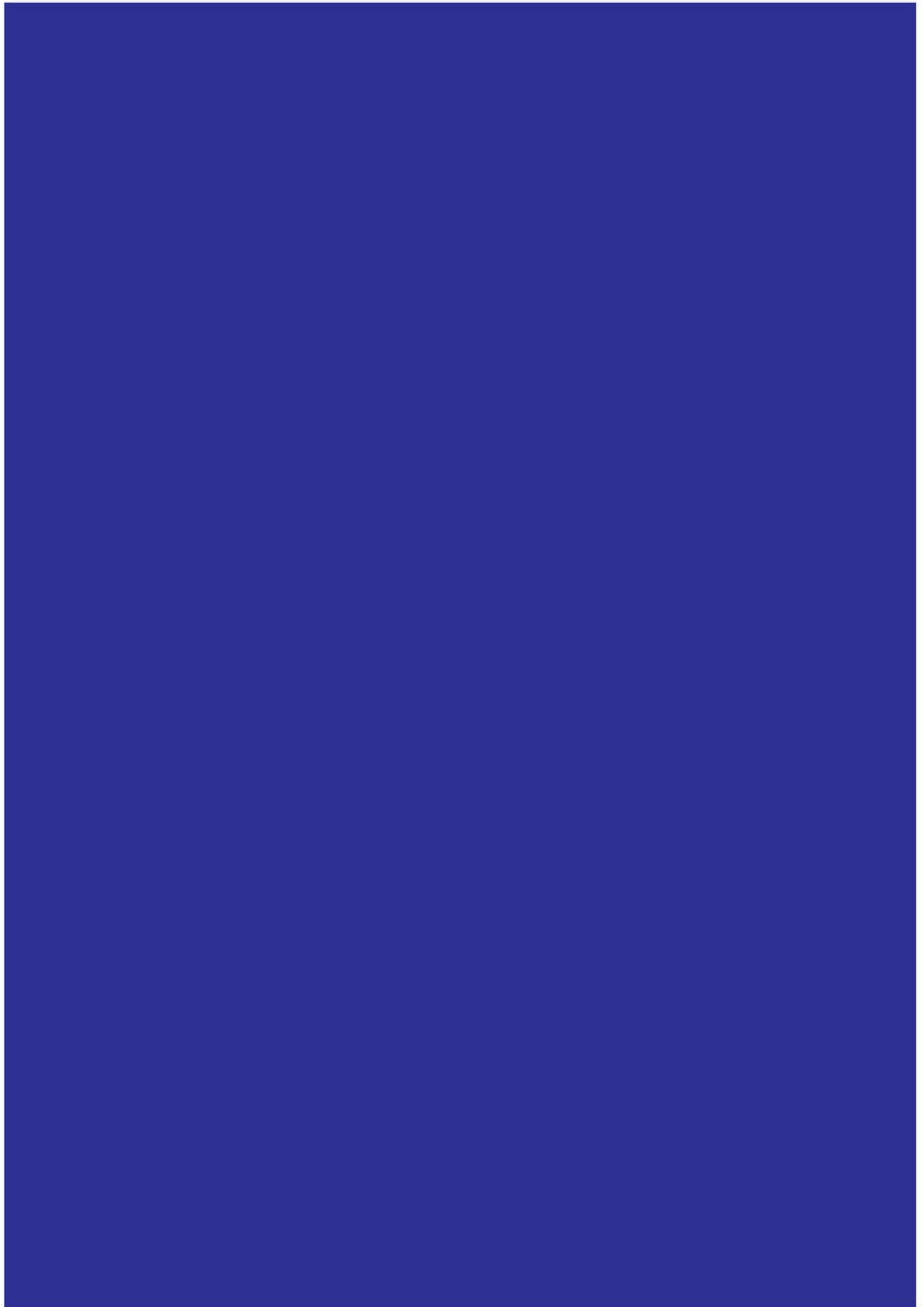
HSV色モデル： 色相^{しきそつ} 180度



色の名前 青色

RGB 色モデル： 赤 0、緑 0、青 255

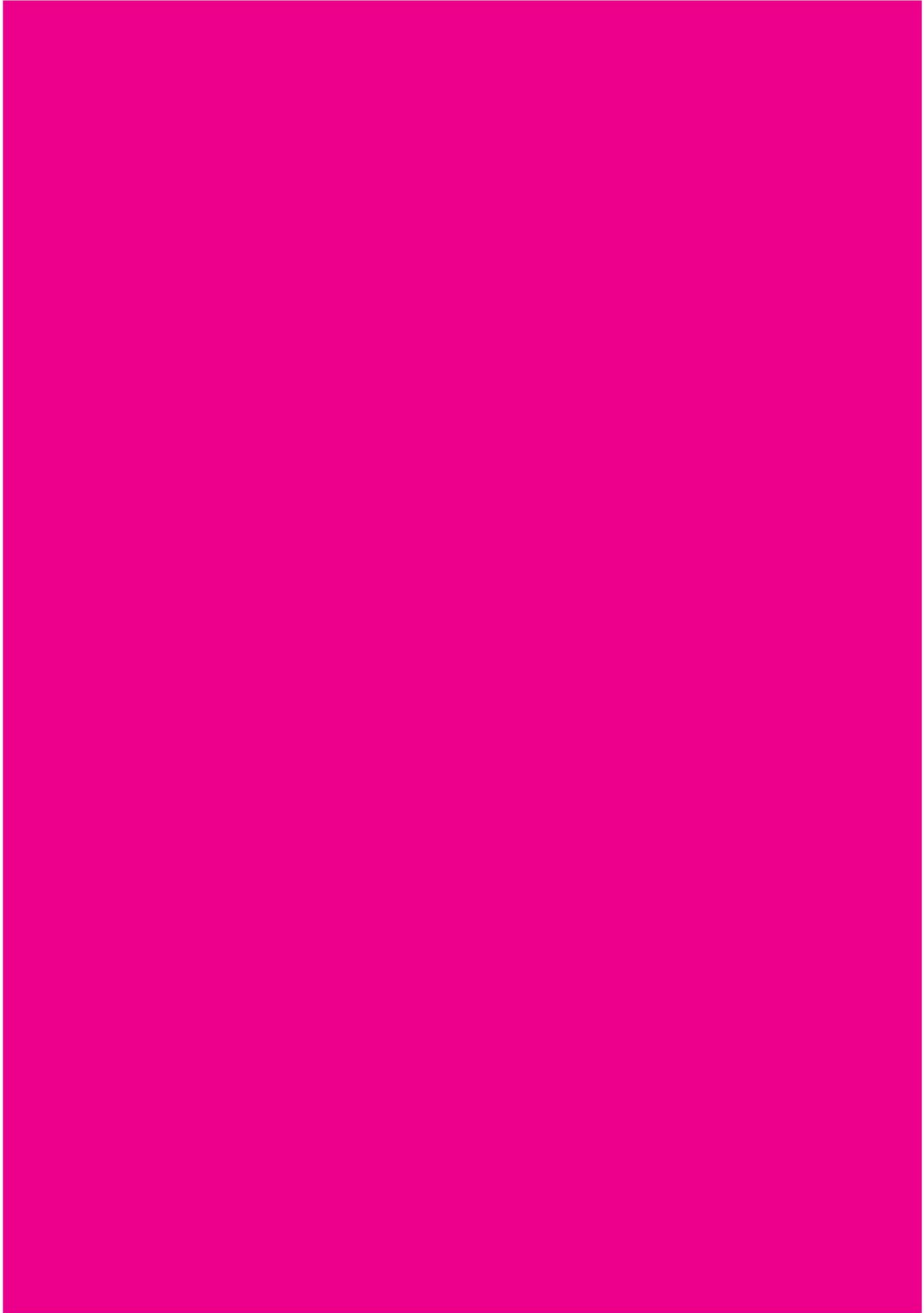
HSV 色モデル： しきそう色相 240 度



色の名前 マゼンタ

RGB色モデル： 赤 255、緑 0、青 255

HSV色モデル： 色相^{しきそう} 300度



色の名前 黒

RGB 色モデル： 赤 0、緑 0、青 0

HSV 色モデル： 色相なし (0 でもない) 明度 0 彩度 0

