

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

アームロボット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7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

アームロボット①

第1回

アームロボットの製作

講師用



# 目 次

## 0. アームロボットの製作

0.0. 「アームロボットの組み立て」でやること

0.1. アームロボットの全体図

0.2. 必要なもの

## 1. サーボモーターの原点位置調整

1.0. サーボモーターのしくみ

1.1. マイクロサーボモーターの動作確認

1.2. マイクロサーボモーターの調整

1.3. サーボモーターの動作確認

1.4. サーボモーターの調整

## 2. アームロボットの組み立て（前編）

2.0. ハンド部の組み立て

2.1. アーム部の組み立て

## 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）

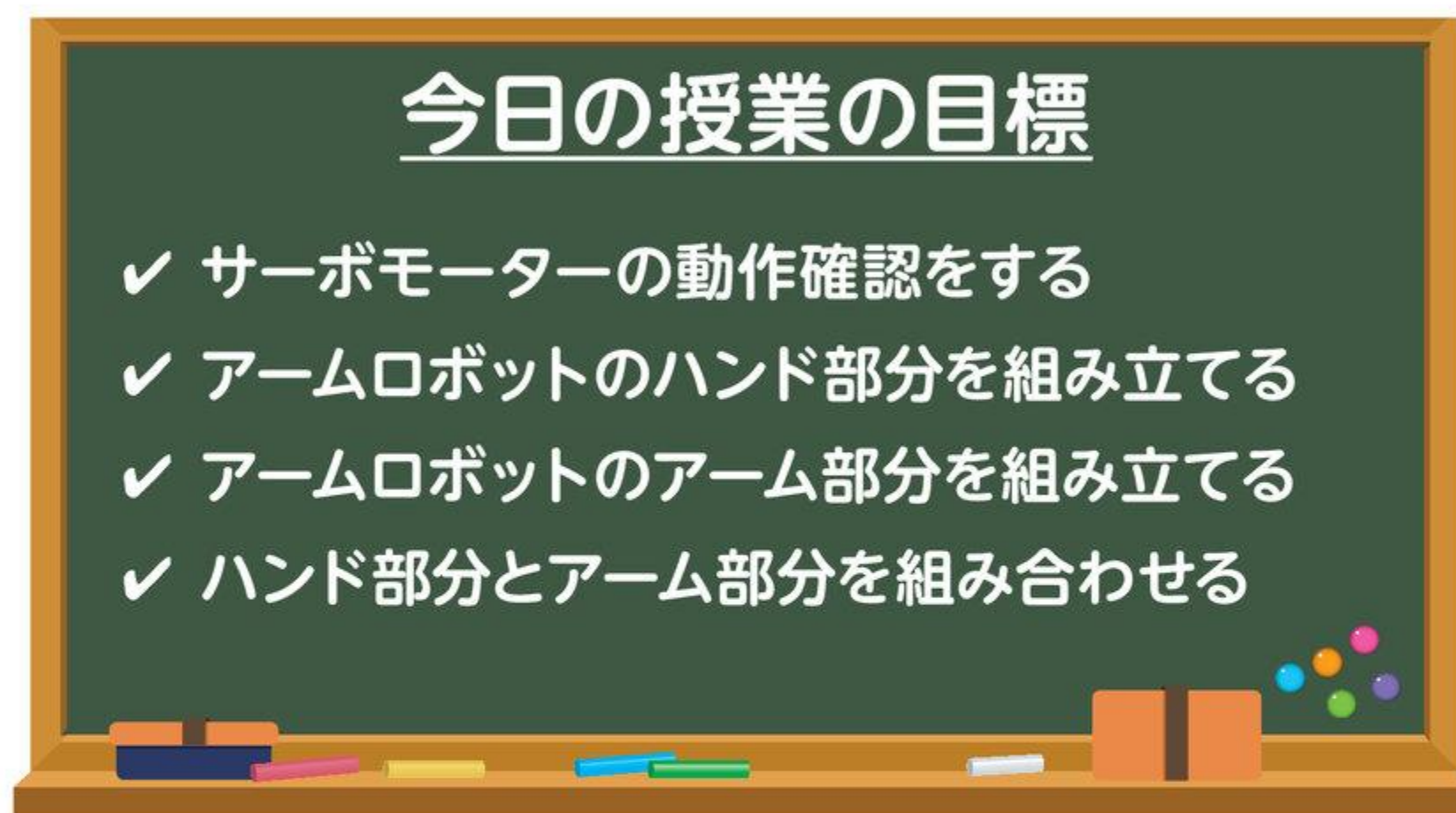
目安時間は授業時間 120 分のうち、休憩 10 分程度取ることを想定しています。  
生徒の進捗状況により、休憩時間などを調整して授業を行ってください。





## 0. アームロボットの製作（目安10分）

### 0.0. 「アームロボットの組み立て」でやること

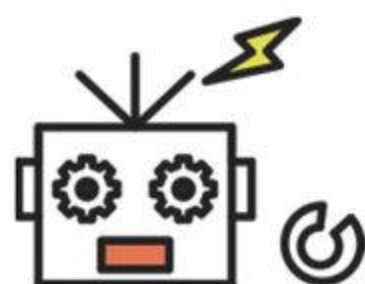


今回の授業では、アームロボットをつくり、実際に動かしてみます。

一般的なロボットとは、このような形のロボットをイメージする人が多いかもしれません。工場で自動車などのいろいろな製品をつくってくれているのは主にアーム型ロボットです。

いくつかの関節<sup>かんせつ</sup>があって、人の手に代わって仕事<sup>か</sup>をします。

今回製作するロボットは、工場のロボットほど精密<sup>せいみつ</sup>な動きはできませんが、同じような動き、同じような仕事、同じようなプログラムをさせることができます。動かしていくとわかりますが、アームロボットは人間の腕<sup>うで</sup>のように動かせるものの、人間が操作するのは非常に難しいものです。そこで少し数学の知識を使ってプログラムしてあげると、操作がしやすくなります。たとえばペンを持たせて簡単な図や文字を書いたりすることができるようになります。最終的には、工場のロボットのように自動的に物をつかんだりすることができるようになりますよ。



やっとアームが使えるぞ！ うでが鳴るね！



## 0.1. アームロボットの全体図

図0-0が今回つくるアームロボットです。サーボモーターが全部で4つ取り付けられています。

サーボモーターが4つあるということは、4つの関節を持ったロボットということです。物をつかむハンド部、2点の関節を操作するアーム部、左右に回転するベース部が駆動部になります。このアームロボットはコントローラーで手動操作をしたり、工場のロボットのように自動運転させたりすることができます。

第1・2回で、サーボモーターの動作テストを行いながら、アームロボットを完成させましょう！

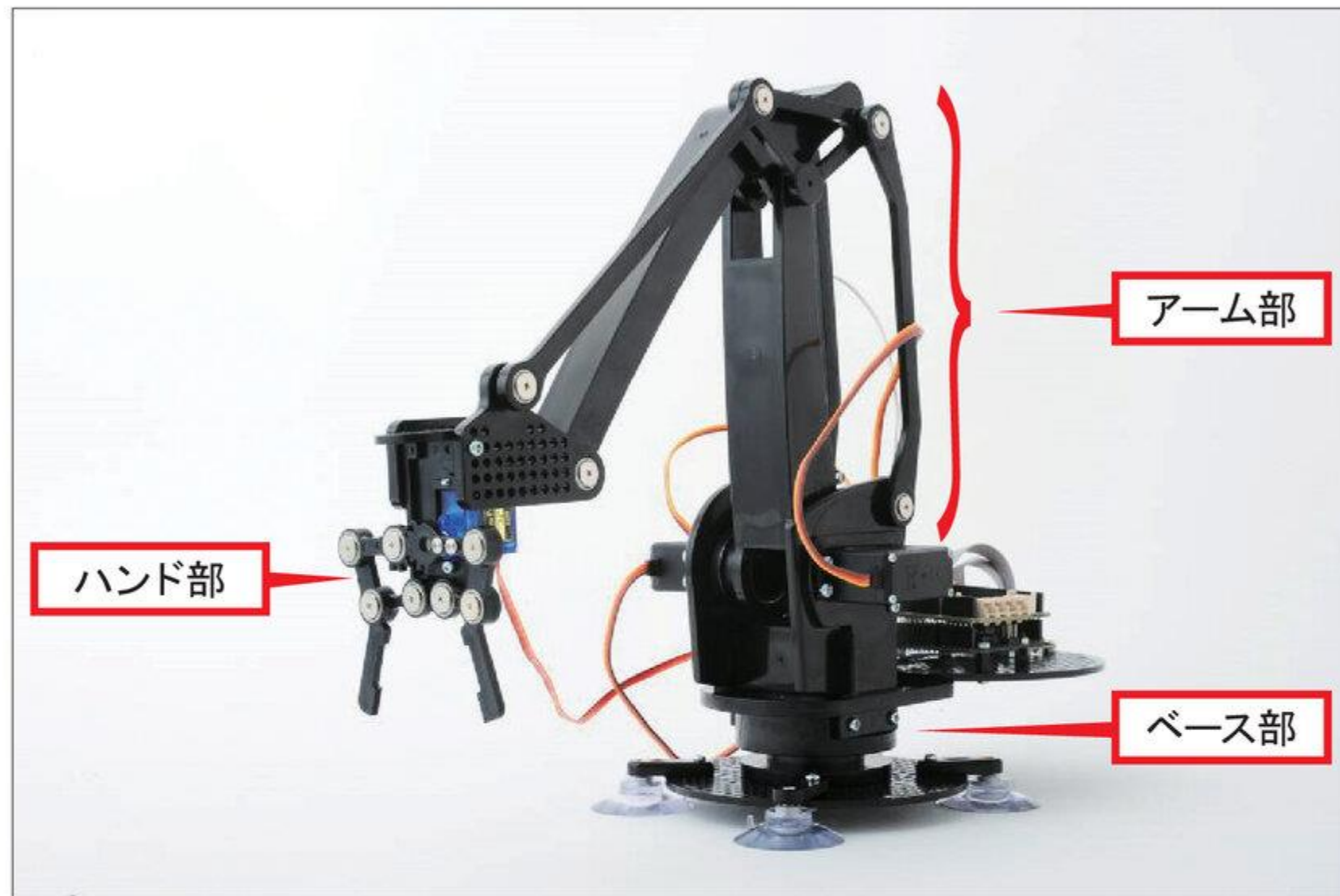


図0-0 アームロボット完成図



### 豆知識

サーボモーターは、モーターの中にサーボ機構と呼ばれる部分が内蔵されています。これは、指定の角度と現在の角度を比較して目標値にあわせるように制御する機構で、エアコンなどの温度調整機にも使われています。

サーボモーターは、回転数や角度が指定できるため、正確な制御を必要とするロボット用のモーターとして広く活用されています。





## 0.2. 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 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	ドライバー <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	USB ケーブル <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	マイコンボード <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
			
ロボプロシールド <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	A-1 (アームロボットパーツ) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	A-2 (アームロボットパーツ) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	A-3 (アームロボットパーツ) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
			
A-4 (アームロボットパーツ) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	A-5 (アームロボットパーツ) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	A-6 (アームロボットパーツ) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	A-7 (アームロボットパーツ) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
			
B-3 (アームロボットパーツ) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	B-4 (アームロボットパーツ) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	B-5 (アームロボットパーツ) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	B-6 (アームロボットパーツ) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
			
C-1 (アームロボットパーツ) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	C-2 (アームロボットパーツ) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	C-3 (アームロボットパーツ) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	C-4 (アームロボットパーツ) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
			
C-5 (アームロボットパーツ) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	C-6 (アームロボットパーツ) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2</span>	C-7 (アームロボットパーツ) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	C-8 (アームロボットパーツ) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
			

図 0-1 必要なもの①



ベアリング (S) 19	ベアリング (M) 1	MG995 サーボモーター 2	サーボモーター付属パーツ 2
			
SG90 マイクロサーボモーターセット 1	ジュラコンブッシュ 2	M3L12 タッピングネジ (B) 2	AC アダプター 1
			
M2L12 ネジ 2	M2 ナット 2	M3L12 タッピングネジ (B) 2	M2L6 タッピングネジ (B) 8
			
M3L10 タッピングネジ (B) 2	M3L6 フラットヘッドビス 15	M3L8 タッピングネジ (B) 8	
			

図 0-2 必要なもの②

講

アームロボットは、AC 電源を使用します。従来の DC 電源 (電池) でも動作しますが、サーボモーターは電力の消費量が多く、動作の安定が保てなくなります。



# 1. サーボモーターの原点位置調整 (目安 30分)

## 1.0. サーボモーターのしくみ

アームロボットには、今までのテーマで使用していたギアドモーターではなく、「サーボモーター」という新たなモーターを使用します。

サーボモーターの最大の長所は「回転角度を指定できる」というところです。ギアドモーターが回転速度と回転時間しか調整できなかったのに対して、サーボモーターはたとえば「90度だけ回転して停止」といった指定ができるのです。

図1-0はサーボモーター内部をシンプルに表した図(模式図)です。回転部であるモーターのほかに、「位置センサー」「制御回路」という2つのパーツが組み込まれていますね。位置センサーが「いま、モーターは何度回転したところか」を読み取り、制御回路が「指定された目標の角度に合わせるために、どちらに何度回転させればよいか」を決め、モーターに指令を出すというわけです。

今回使用するサーボモーターは、0度～180度までの角度を自由に指定して回転させることができます。これを「可動域」といいます。たとえば、はじめから90度の角度に合わせてから動作させれば、左右どちらにも90度ずつ回転させる、ということも可能なのです。なお、はじめに合わせる角度を「原点」といいます。

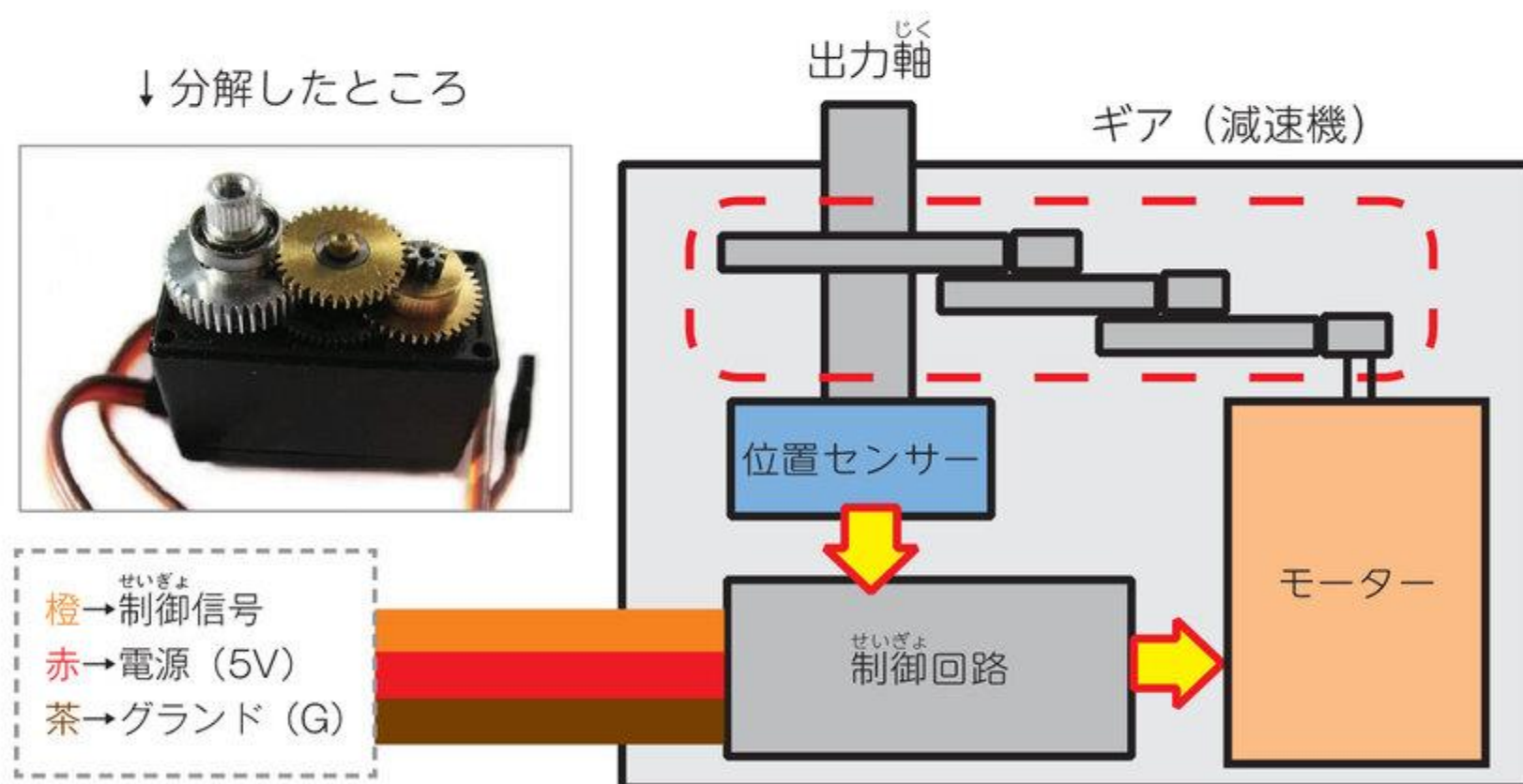


図1-0 サーボモーターのしくみ (内部機構)

講

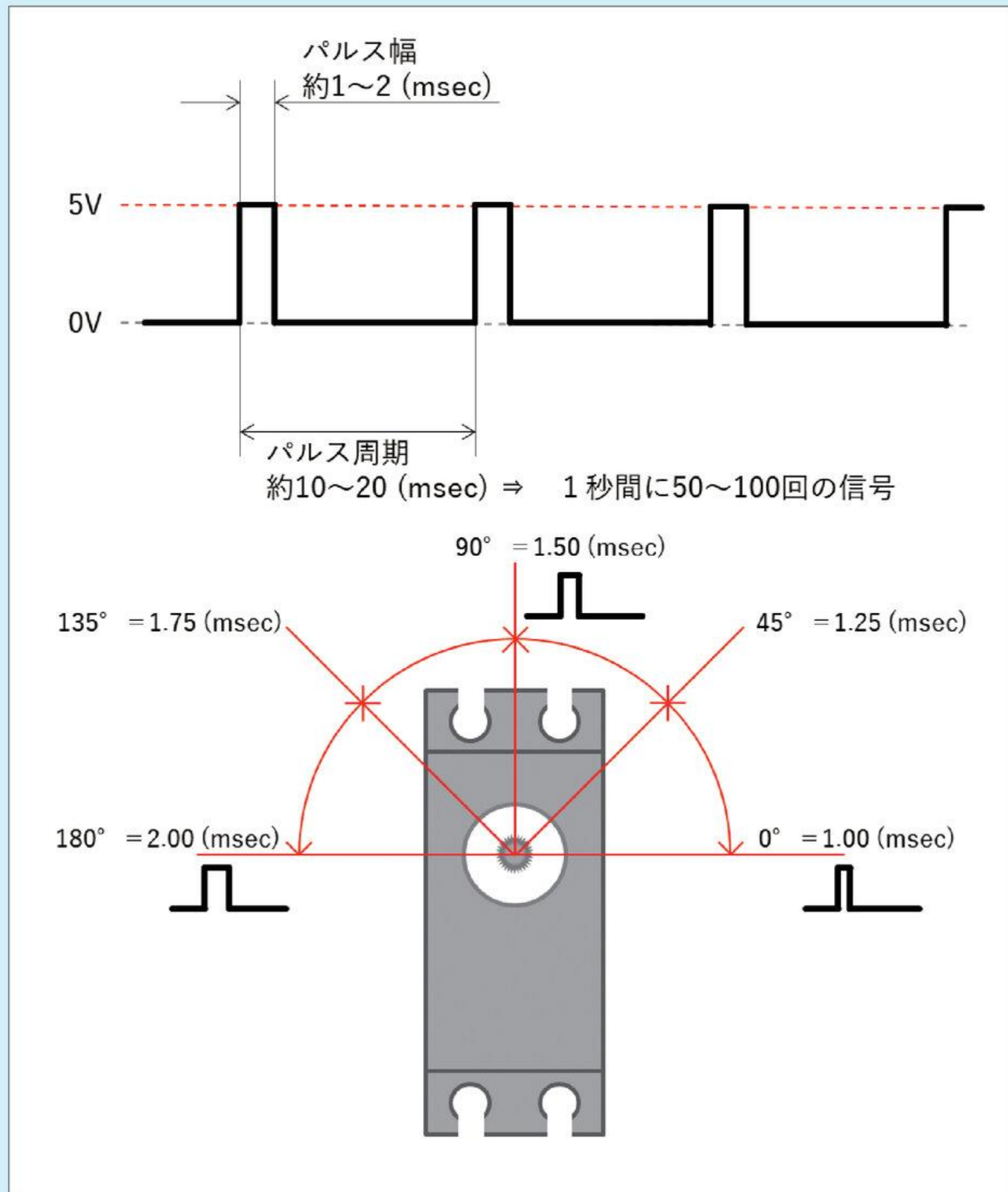
授業で使用するサーボモーター、マイクロサーボモーターは180度回転します(制御角±90度)。サーボモーターの制御には、起点となる角度と動かしたい角度(目標角度)を設定します。動き出しの起点の角度を90度にした場合、90度を原点として±90度の範囲で動かしたい角度(目標位置)を設定することができます。





## コラム サーボモーターの位置制御<sup>せいぎょ</sup>

サーボモーターの角度調整には「パルス波」という電流が使われます。一瞬<sup>いっしゆん</sup>だけ決められた電圧で電流を流し、すぐに通電を止めてしばらく休む、というのをくり返すという電流です。サーボモーターは電流を流す時間によって、動かす角度が決まるという性質があります。たとえば、1.50msec（ミリ秒）だけ電流を流してしばらく休む、というのをくり返すパルス波が流れているときは90度、2.00msecのパルス波が流れているときは180度をめがけて回転する、といったイメージです。



このパルス周期（信号幅<sup>はば</sup>）を変化させることで、サーボモーターを目標の角度まで動かします。ロボットに活用する場合、動き出しの起点となる角度から目標角度に動かします。そのためには、サーボモーターを起点となる角度「原点」に合わせてから組み立てる必要があります。



## 1.1. マイクロサーボモーターの動作確認

サーボモーターのしくみは理解できましたか？

では、実際にプログラムを実行してサーボモーターの動作を確認していきましょう。まずはマイクロサーボモーターの確認から行います。マイコンボード、ロボプロシールド、SG90 マイクロサーボモーターセット、AC アダプターを準備してください。マイクロサーボモーターを安定して動かすには AC アダプターを使って一定の電気を供給する必要があります。



### POINT

1. マイコンボードにロボプロシールドを取り付ける。
2. ロボプロシールドの [S3] 端子にマイクロサーボモーターを接続する。
3. AC アダプターをコンセントに接続してプラグをマイコンボードのジャックに接続する。

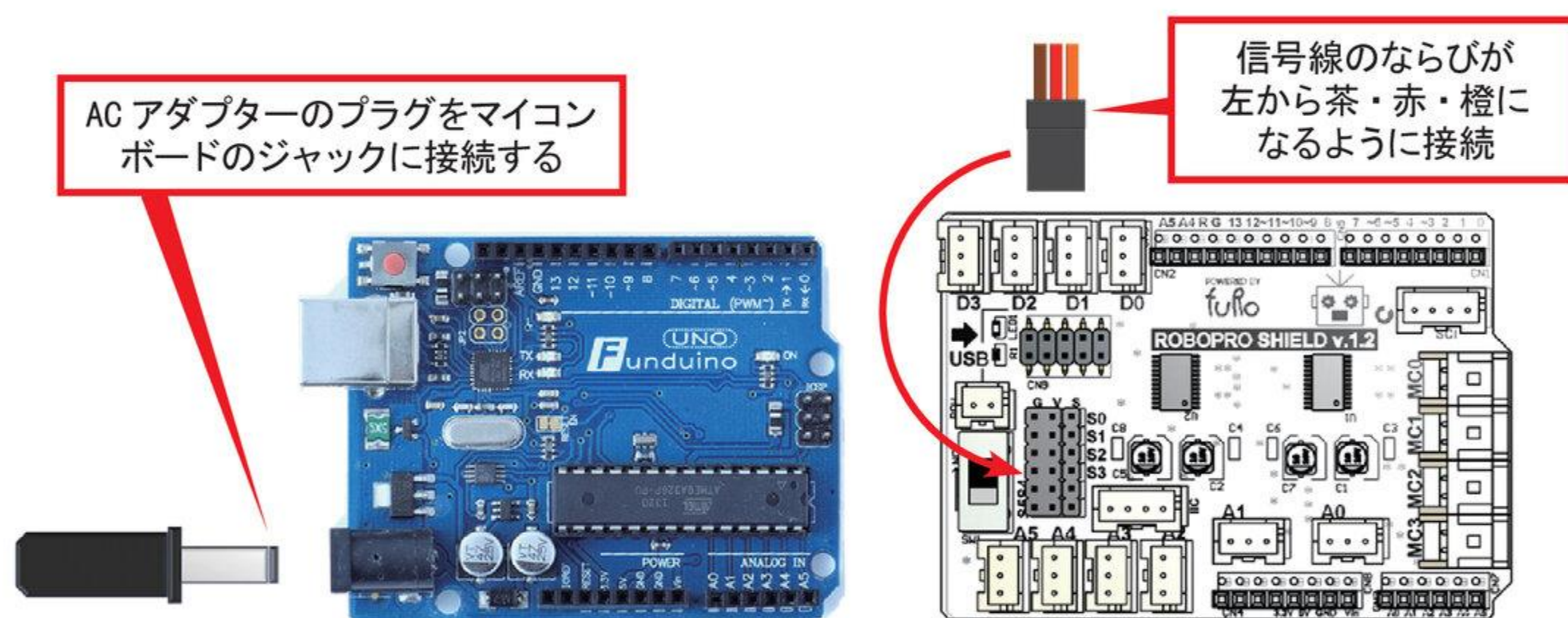


図 1-1 マイクロサーボモーター動作確認の準備



ACアダプターのプラグをマイコンボードのジャックに接続すると、ロボプロシールドのLEDが点灯します。

動作確認の準備が整ったらUSBケーブルでパソコンとマイコンボードを接続して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 > ArmRobot1 > ServoTestS3

実行結果：マイクロサーボモーターの出力軸が2秒間隔で0度 → 90度 → 180度の順番に動きます。

マイクロサーボモーターに付属されているモーターホーンを出力軸につけて見ると動く様子がわかりやすくなります。

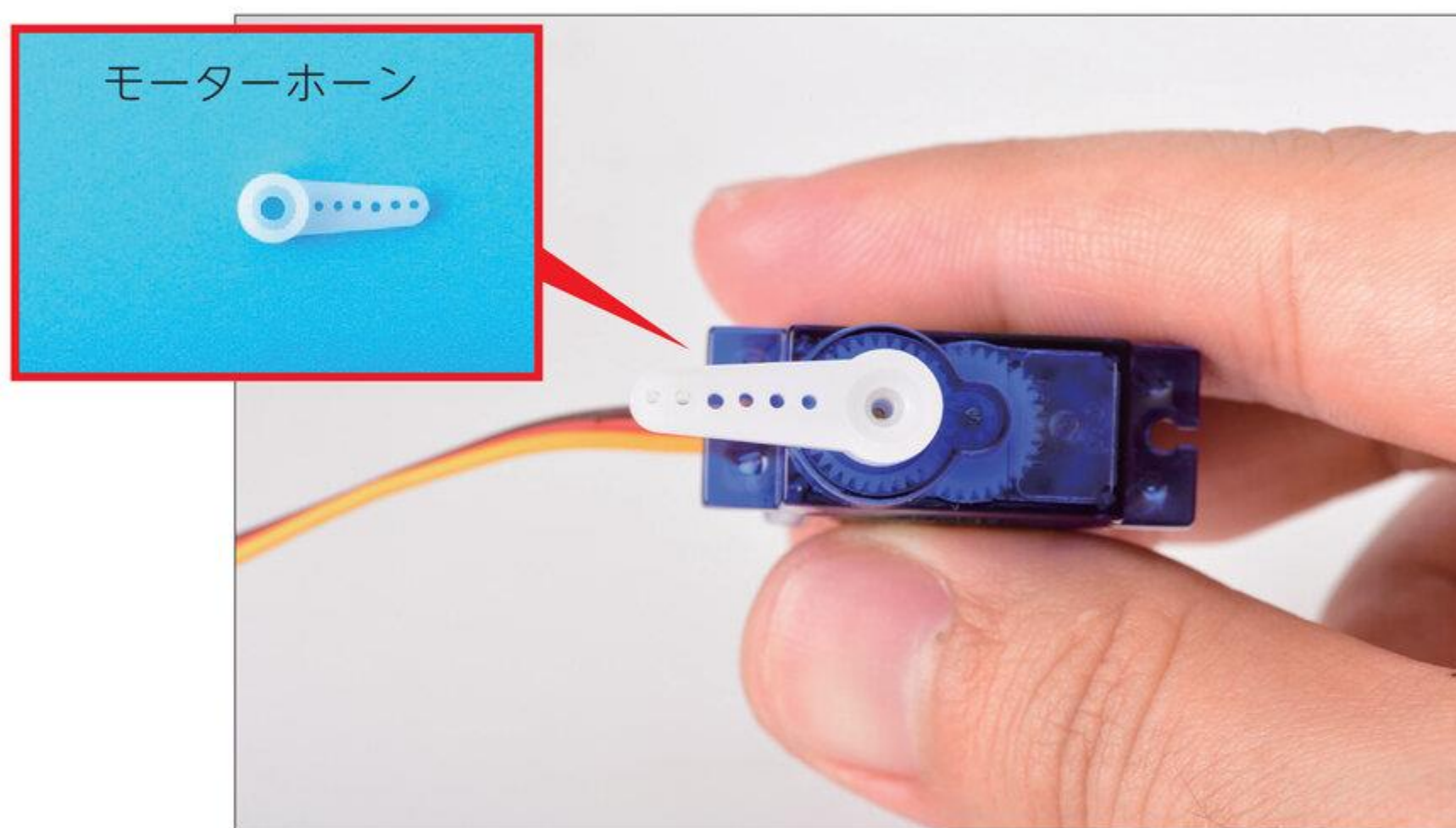


図1-2 マイクロサーボモーターの動作確認

プログラムを確認します。

#### □ プログラム「ServoTestS3」より抜粋

```
void loop(){
  myservo3.write(0); // サーボモーターのホーン角度を0度まで回転
  delay(2000);
  myservo3.write(90); // サーボモーターのホーン角度を90度まで回転
  delay(2000);
  myservo3.write(180); // サーボモーターのホーン角度を180度まで回転
  delay(2000);
}
```

#### 命令「write」

実行結果：サーボモーターの出力軸を指定の角度に回転させる

使い方：myservo3.write(90);

// myservo3 と名付けたサーボモーターの出力軸の角度を90度にする



## 1.2. マイクロサーボモーターの調整

マイクロサーボモーターはアームロボットが物をつかむ手の部分（ハンド部）に使用します。ただし、ハンド部のパーツを取り付ける前にマイクロサーボモーターの出力軸の向きを調整しておく必要があります。

図1-3のとおり、マイクロサーボモーターの出力軸が原点（0度）から16度回転しているときハンド部はピッタリ閉じた状態になります。逆に言えば、ハンド部を完成させた後マイクロサーボモーターが0度以上16度未満の範囲に動くことはできません。そのため、いったん「出力軸を16度の位置に設定する」というプログラムを実行しておいてから、ハンド部を取り付けていく必要があります。

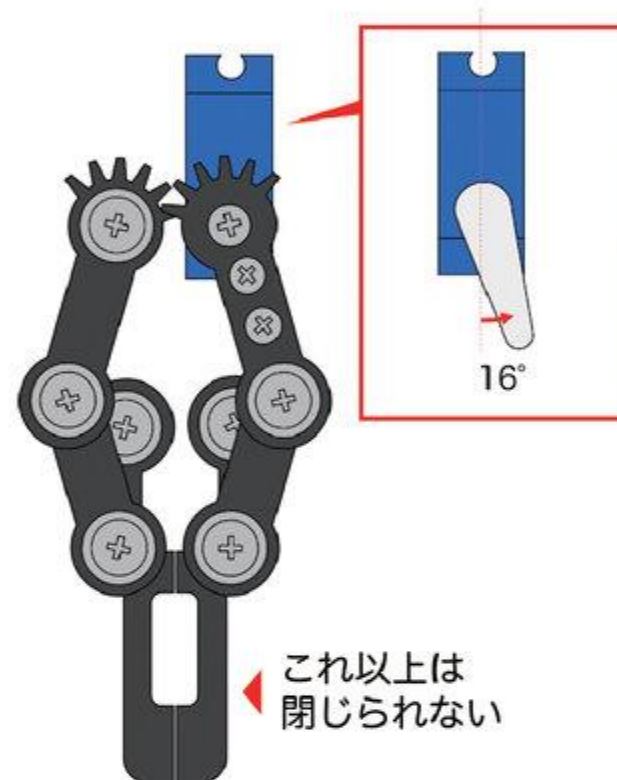


図1-3 ハンド部

以下のプログラムを実行して調整を行ってください。

### プログラムの書き込み

RoboticsProfessorCourse2 > ArmRobot1 > ServoTestS3\_Origin

調整が終わったら、マイクロサーボモーターのコネクターをロボプロシールドから取り外し、出力軸に取り付けたモーターホーンはいったん取り外しておきましょう。

講

マイクロサーボモーターの原点調整にずれがあると、組み立て後のハンド部の開閉動作に影響が出るので確実に調整を行ってください。



### 1.3. サーボモーターの動作確認

次にサーボモーターの動作確認を行います。サーボモーターは全部で3個使用するので袋から取り出しましょう。

#### ⚠ 注意！

サーボモーターに付属されているゴムブッシュや金属部品は3年目コースの授業で使用するので大切に保管しておきましょう。

サーボモーターは、ロボプロシールドの [S0] 端子に接続して1つずつ動作確認を行います (図 1-4)。準備ができれば、以下のプログラムを実行してください。

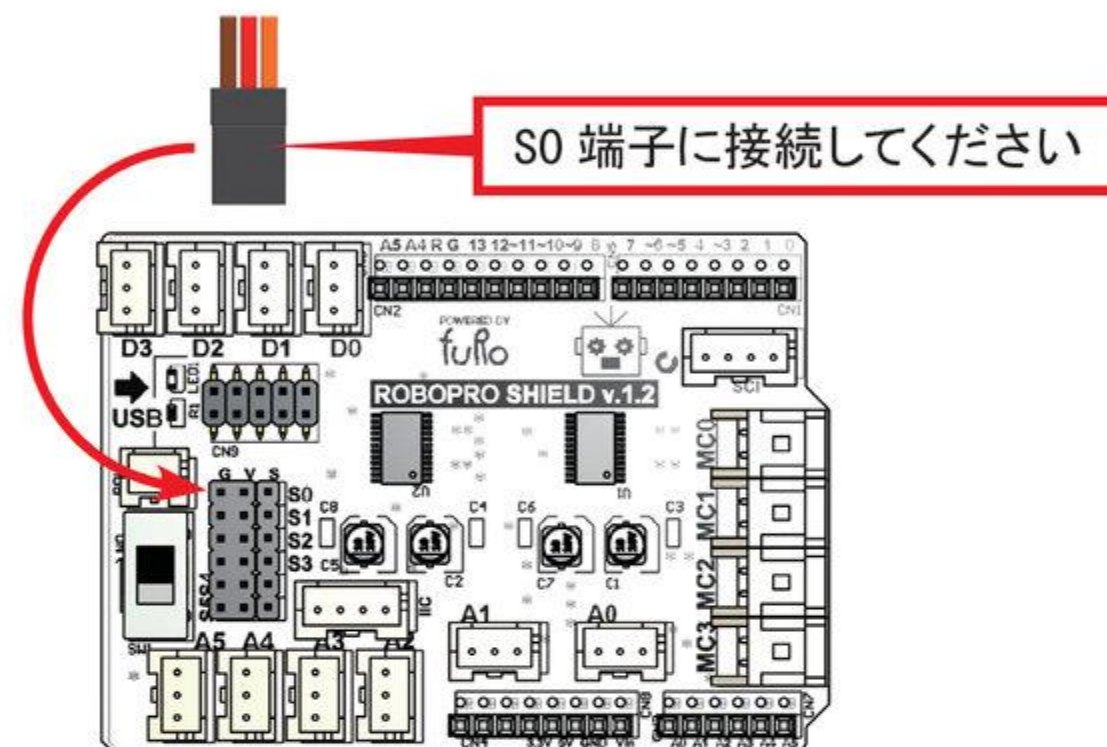


図 1-4 サーボモーターの動作確認

#### ∞ プログラムの書き込み

RoboticsProfessorCourse2 > ArmRobot1 > ServoTest

実行結果：サーボモーターの出力軸の角度が0度 → 90度 → 180度に動きます。

講

細長く切った紙を出力軸にテープ等で取り付けると、回転角度を確認しやすくなります。

### 1.4. サーボモーターの調整

サーボモーターの動作確認が終わったら調整を行います。サーボモーターの動き出しの起点となる原点の角度は90度で設定されています。以下のプログラムを実行して3個のサーボモーターをひとつずつ順番に調整してください。引き続き [S0] 端子を使用します。

#### ∞ プログラムの書き込み

RoboticsProfessorCourse2 > ArmRobot1 > ServoTest\_Origin



## 2. アームロボットの組み立て（前編）（目安 60 分）

### 2.0. ハンド部の組み立て

ここから、アームロボットの製作に入ります。まず、アームロボットの手先のハンド部をつくっていきます。組み立てに必要なパーツを取り出し、整理しましょう。

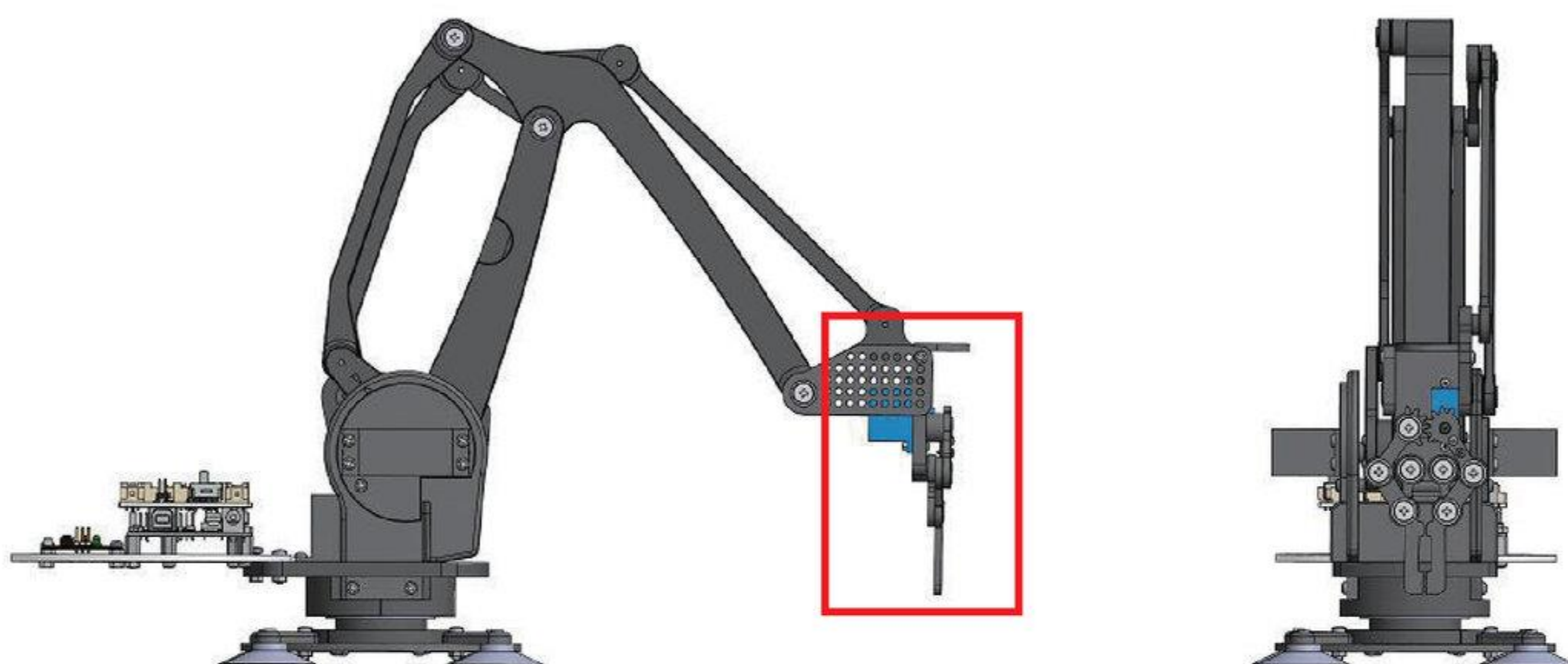


図 2-0 アームロボットハンド部

表 2-0 ハンド部使用パーツ

パーツ名称
マイクロサーボモーター
M2L4 タッピングネジ ※マイクロサーボモーター付属品
M2L8 タッピングネジ ※マイクロサーボモーター付属品
モーターホーン ※マイクロサーボモーター付属品
C-3 パーツ
C-4 パーツ
C-5 パーツ
C-6 パーツ
C-7 パーツ
C-8 パーツ
M2L12 ネジ
M2 ナット
M3L6 フラットヘッドビス
ベアリング (S)



**<組み立て手順①>**

C-3 パーツとマイクロサーボモーターを M2L12 ネジ (×2) と M2 ナット (×2) を使って組み立てます。

マイクロサーボモーターの向きに注意してください (図 2-1)。

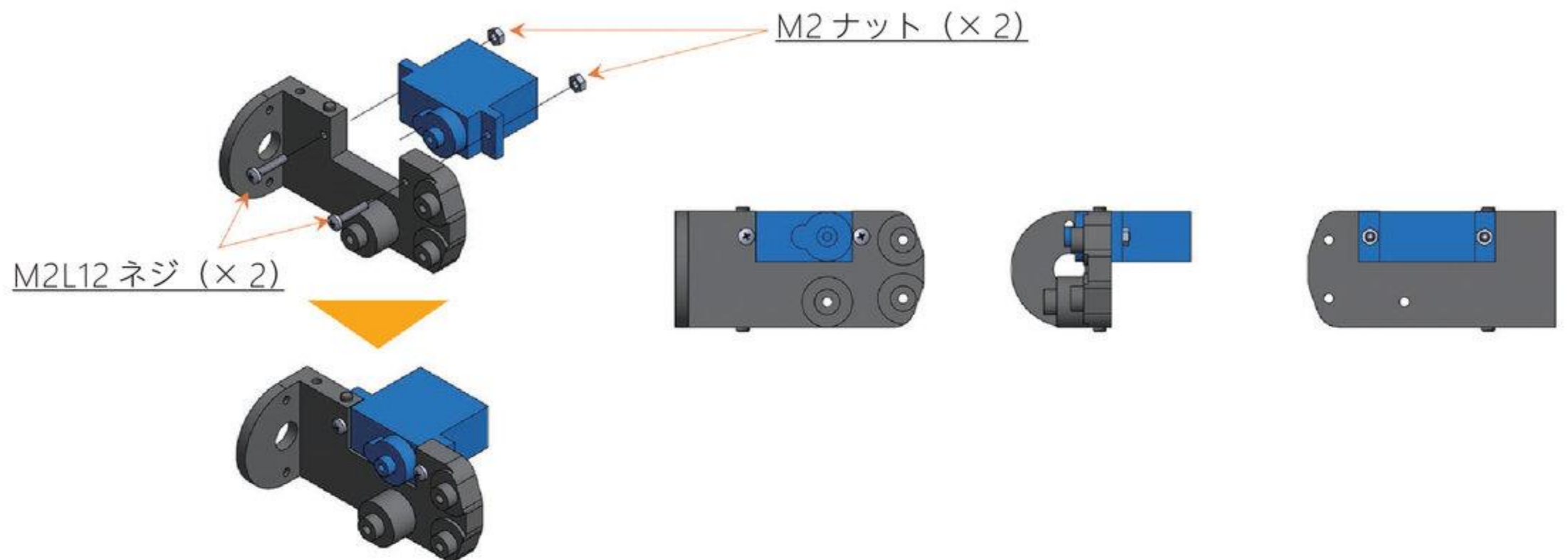


図 2-1 ハンド部の組み立て①

**<組み立て手順②>**

出力軸に モーターホーン を取り付けて、その上から マイクロサーボモーター に付属されている M2L4 タッピングネジ を出力軸に組み付けます。 モーターホーン は図 2-2 のような向きにしましょう。

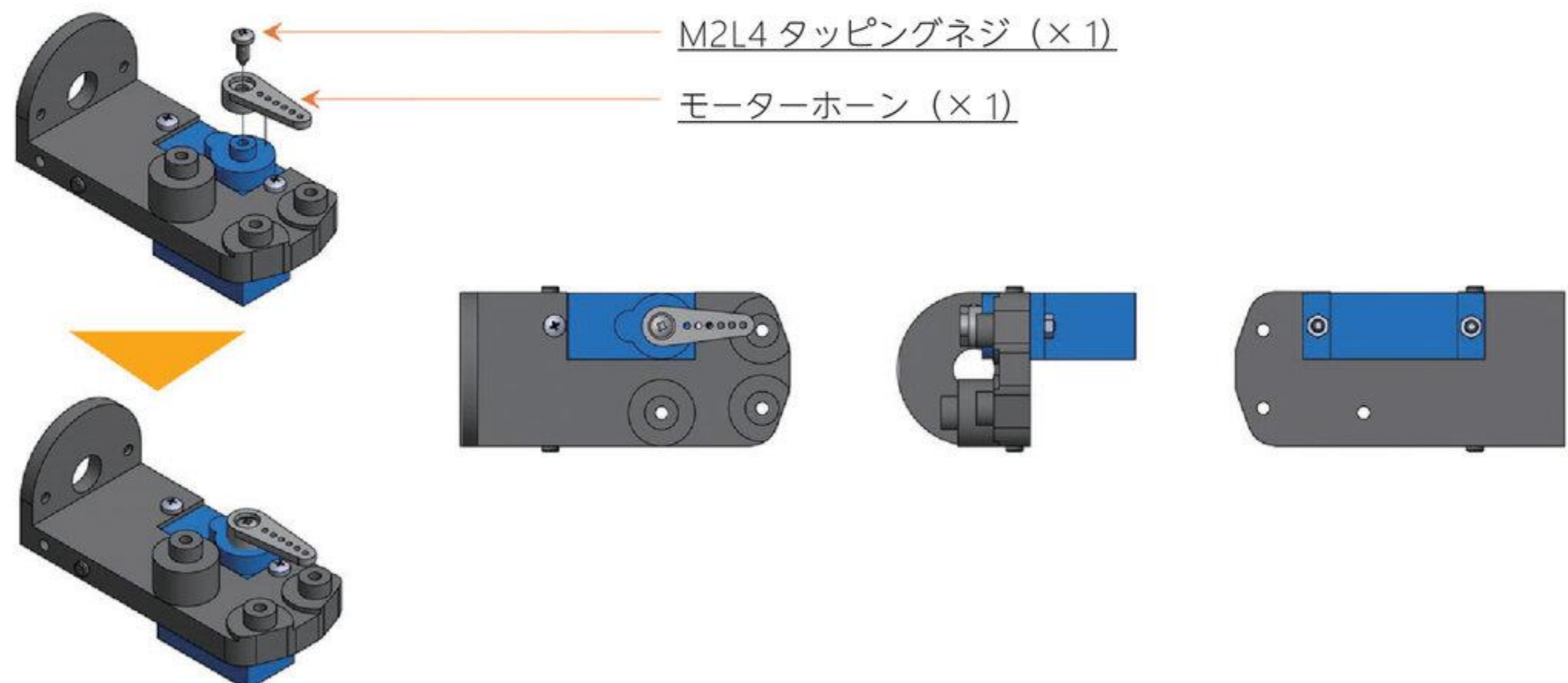


図 2-2 ハンド部の組み立て②



.....

<組み立て手順③>

C-6 パーツ (× 2) に ベアリング S (× 2) を取り付け、M3L6 フラットヘッドビス (× 2) で C-3 パーツ に組み付けます。ここで モーターホーン を図のように手で動かしておきます。

.....

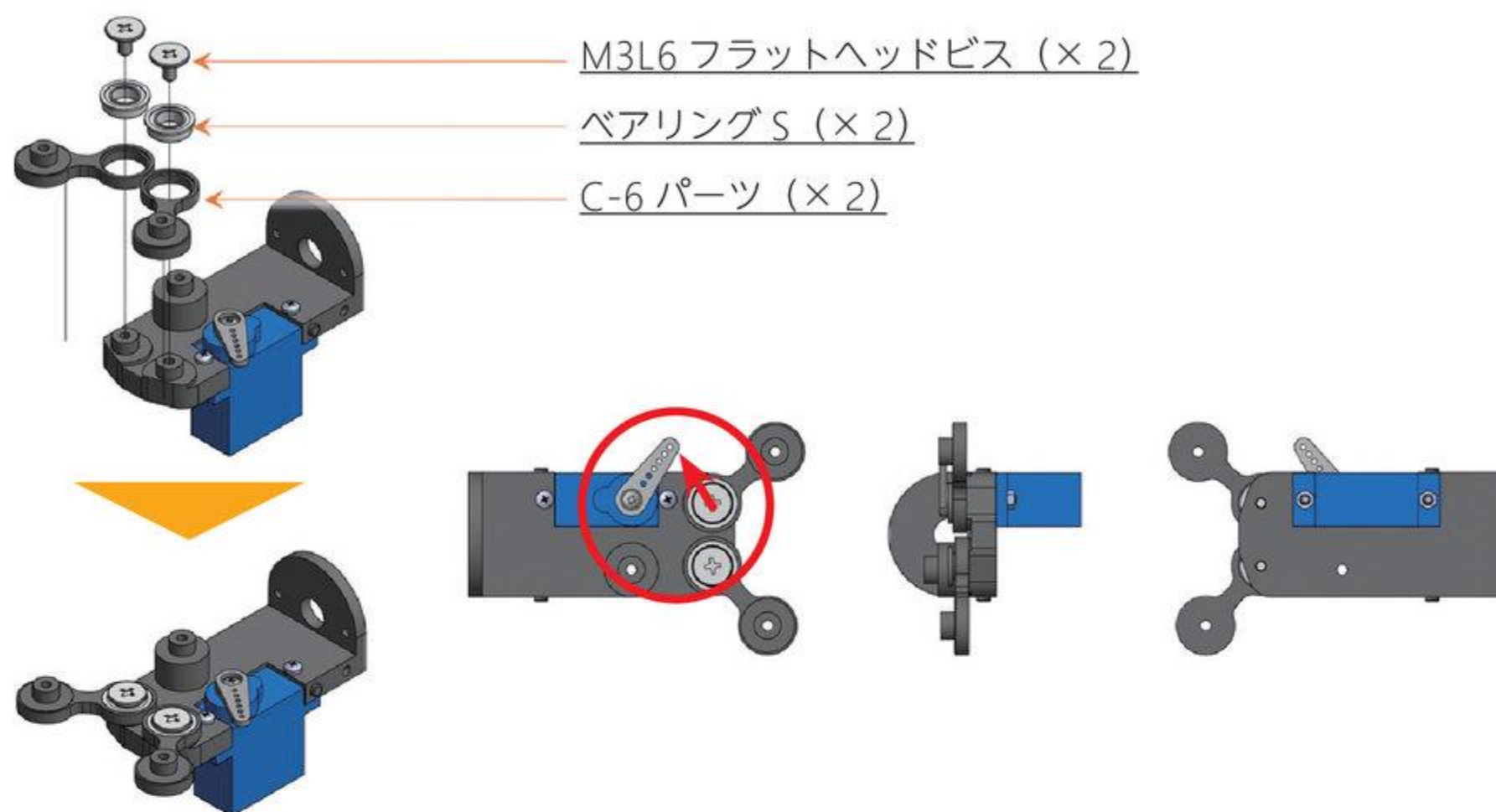


図 2-3 ハンド部の組み立て③

.....

<組み立て手順④>

C-7 パーツ、C-8 パーツ それぞれに ベアリング S を取り付け、M3L6 フラットヘッドビス (× 2) で C-6 パーツ に組み付けます。C-7 パーツ、C-8 パーツ は折れやすいので力加減に注意してください。

.....

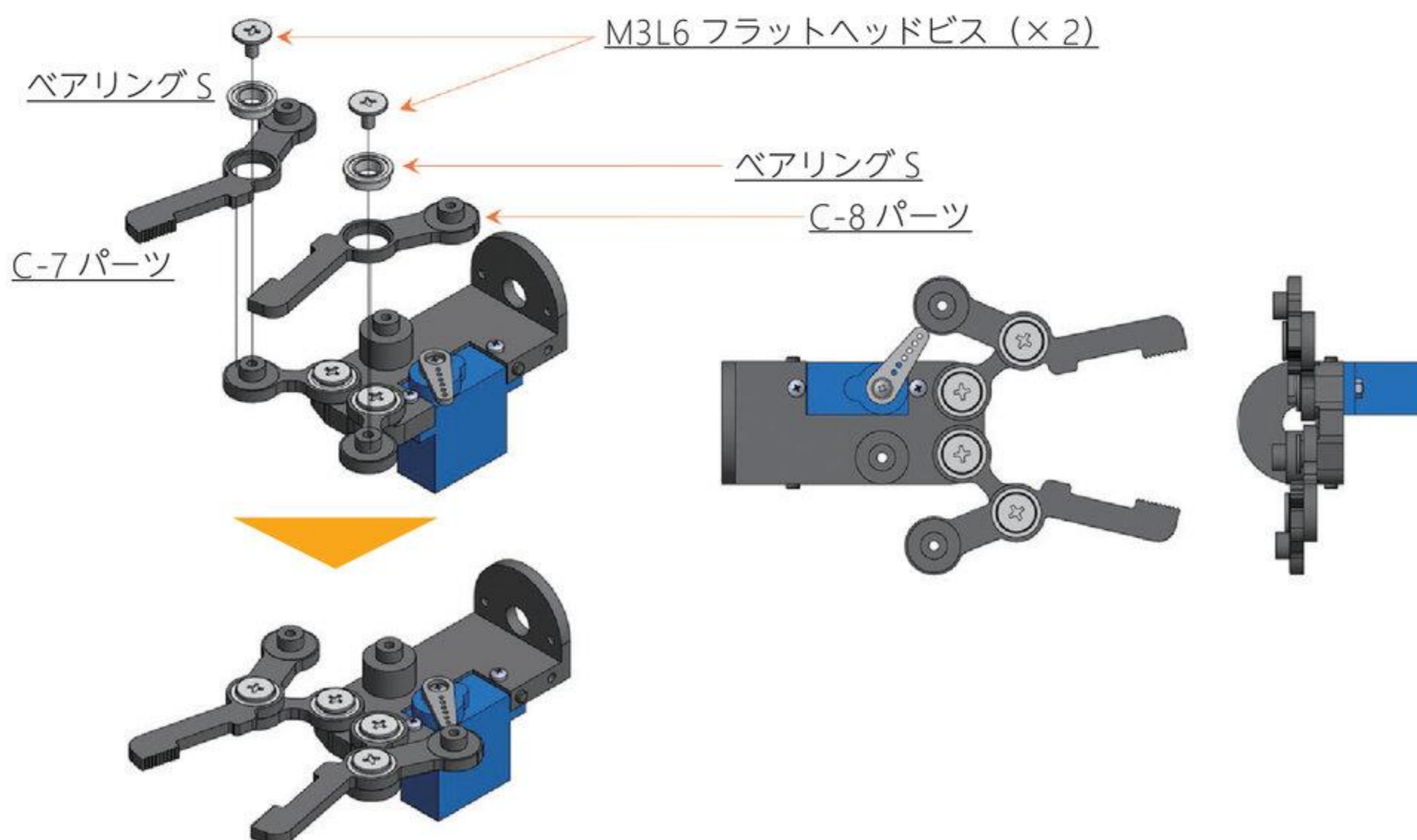


図 2-4 ハンド部の組み立て④



**<組み立て手順⑤>**

C-5 パーツの2つの穴にベアリングSを取り付け、**<組み立て手順④>**で取り付けたC-7 パーツの凸型の部分とC-3 パーツの凸型の部分にはめ込み M3L6 フラットヘッドビス (×2) で組み付けます。

次に、C-4 パーツの穴にベアリングSを取り付け、C-8 パーツの凸型の部分にはめ込み M3L6 フラットヘッドビスで組み付けます。

最後に、モーターホーンの傾きにC-4 パーツが重なるように位置合わせをして、マイクロサーボモーターに付属されている M2L8 タッピングネジ (×2) でC-4 パーツをモーターホーンに組み付けます。このときに、C-4 パーツとC-5 パーツの切り込みがかみ合わさるようにしましょう。

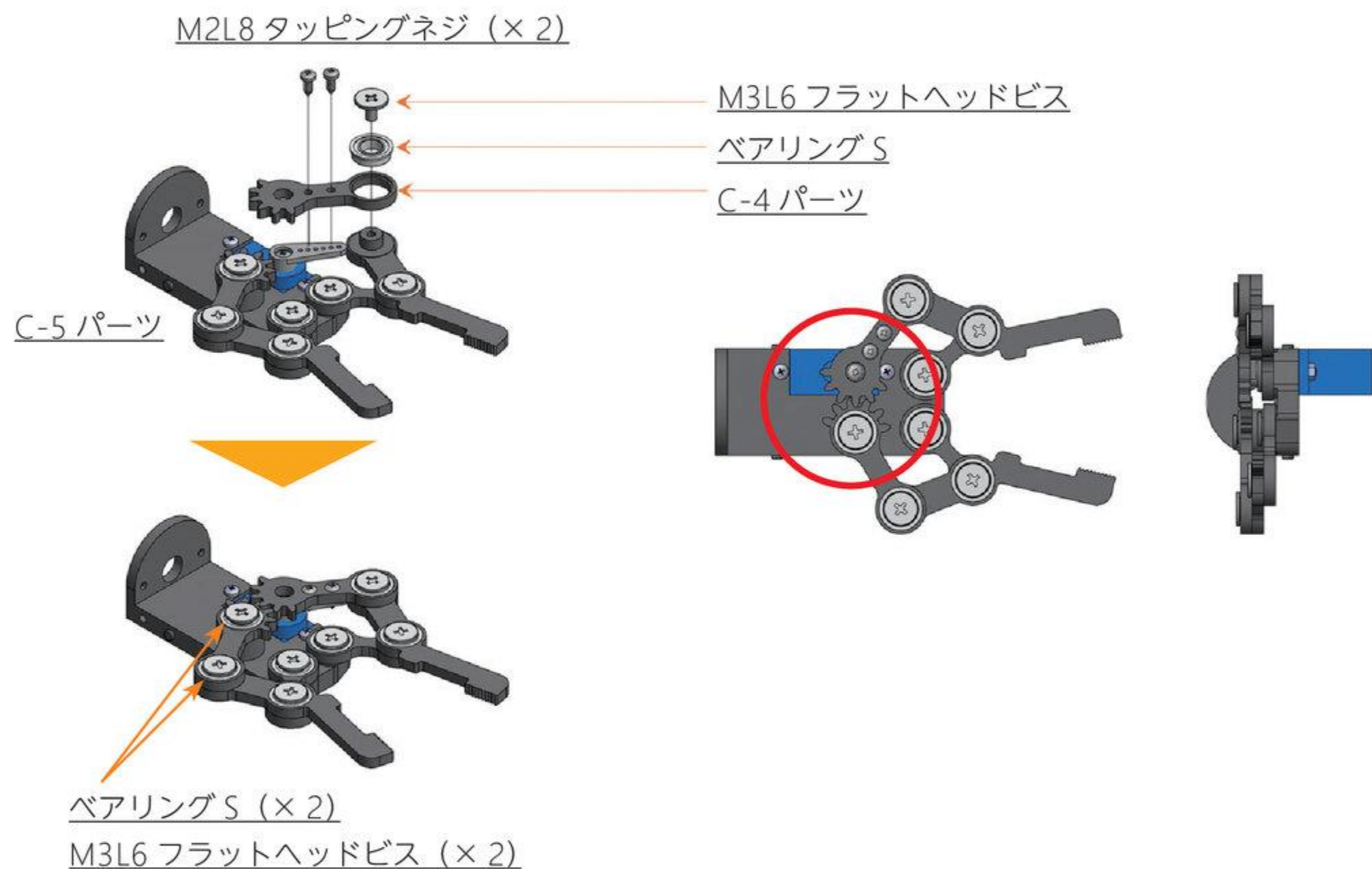


図 2-5 ハンド部の組み立て⑤

これでハンド部の組み立ては完了です。でき上がったものを動作確認してみましょう。以下のプログラムを実行してください。[S3] 端子に接続します。

### 🔄 プログラムの書き込み

RoboticsProfessorCourse2 > ArmRobot1 > ServoTestS3\_Open\_Close

実行結果：ハンド部が3つの開き具合をくり返します。

#### ⚠️ 注意！

マイクロサーボモーターに負荷をかけると発熱する原因になるので、動作中は手で押さえたりしないでください。



それではプログラム「ServoTestS3\_Open\_Close」を確認してみましょう。

### プログラム「ServoTestS3\_Open\_Close」より<sup>ぼっすい</sup>抜粋

```
#define ORIGIN 90
#define RANGE 35
(中略)
void loop(){
  myservo3.write(ORIGIN - RANGE);
  // サーボモーター (myservo3)のホーン角度を「ORIGIN-RANGE」度まで回転
  delay(2000);
  myservo3.write(ORIGIN);
  // サーボモーター (myservo3)のホーン角度を「ORIGIN」度まで回転
  delay(2000);
  myservo3.write(ORIGIN + RANGE);
  // サーボモーター (myservo3)のホーン角度を「ORIGIN+RANGE」度まで回転
  delay(2000);
}
```

ここで、便利な命令を1つ学んでおきましょう。

#### 命令「#define」

実行結果：指定の文字列を、常に指定の文字列へ自動的に変換する


使い方：#define ORIGIN 90

// このプログラム内で「ORIGIN」と書いた部分は「90」に変換される


`void loop()` 内には、原点の角度が3回、原点から移動させる角度が2回登場します。これらの数値をもし変更したいとなったら、何回も同じ書きかえをしなければなりません。そこで `#define` を使い、原点角度は `ORIGIN`、移動角度は `RANGE` という文字列を書くだけで済むようにしました。これなら、`#define` の行の数字を1か所書きかえるだけで、一気にすべての数値を変更することができます。

#### やってみよう！

ハンドが開いているとき、中間のとき、閉じているときは、それぞれマイクロサーボモーターの出力軸を何度じくに指定しているかな？

開いているとき：  125度

中間のとき：  90度

閉じているとき：  55度



## 2.1. アーム部の組み立て

続いて、アーム部の組み立てにはサーボモーターを2個準備しましょう。  
さきほど、サーボモーターの原点位置の調整を行なった状態で組み立てを始めます。  
今回は、ハンド部を含めて赤枠のアーム部分を組み立てます。

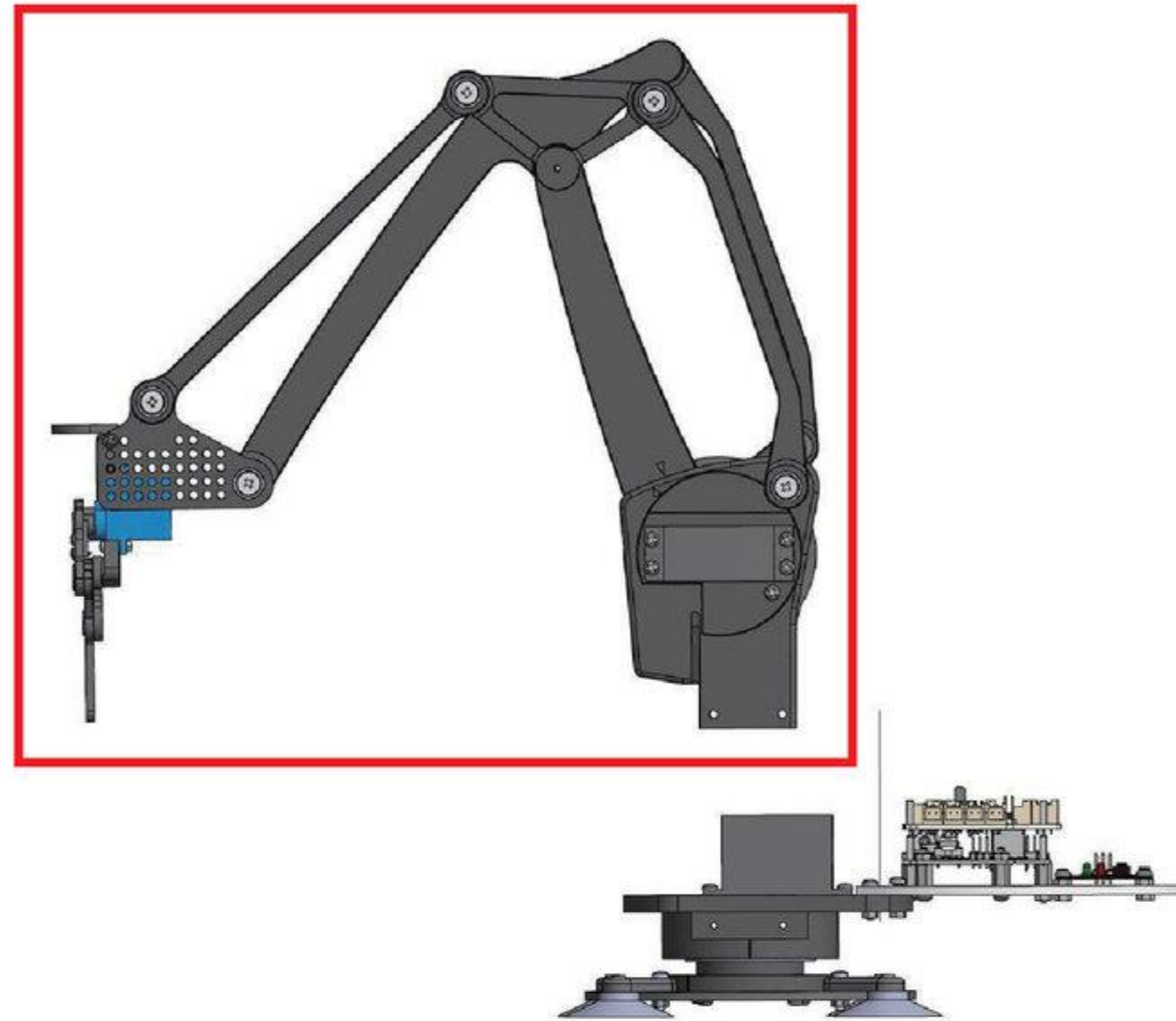


図 2-6 アームロボット完成

表 2-1 アーム部使用パーツ

パーツ名称	パーツ名称
サーボモーター	A-5 パーツ
M3L5 ネジ ※サーボモーター付属パーツ	A-6 パーツ
サーボホーン ※サーボモーター付属パーツ	A-7 パーツ
ジュラコンブッシュ	B-3 パーツ
M3L12 タッピングネジ (B) ※ジュラコン付属品	B-4 パーツ
M2L6 タッピングネジ (B)	B-5 パーツ
M3L8 タッピングネジ (B)	B-6 パーツ
M3L6 フラットヘッドビス	C-1 パーツ
ベアリング (S)	C-2 パーツ
ベアリング (M)	(ハンド部)
M3L12 タッピングネジ (B)	
M3L10 タッピングネジ (B)	
A-1 パーツ	
A-2 パーツ	
A-3 パーツ	
A-4 パーツ	



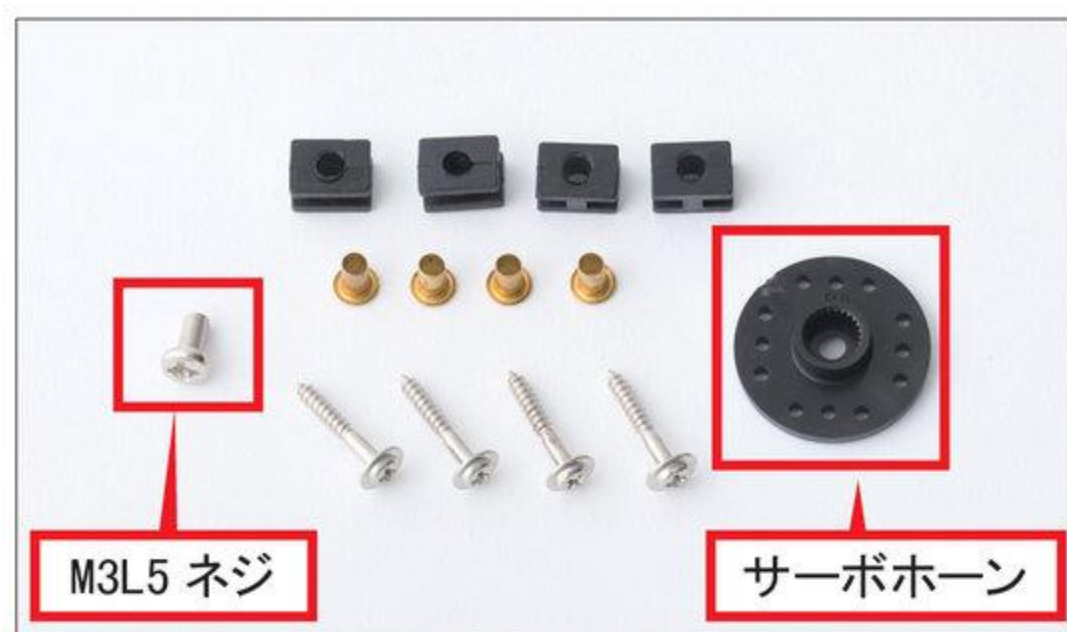


図 2-7 サーボモーター付属パーツ

サーボモーター付属パーツの中で今回使用するのは、出力軸に組み付ける M3L5 ネジとサーボホーンです。残りのパーツは3年目コースの授業で使用するので、なくさないように大切に保管しましょう。

図 2-8 がアーム部の完成図になります。左右のサーボモーターがプログラムで指定された角度（目標角度）に向かって動きます。アーム部の機構は四節のリンク機構になっており、左右のモーターの動きによりアームの動きをつくります。

また、矢印の▽のマークは初期位置（サーボモーターの原点角度に合わせる）になり、この角度を起点としてアームロボットの関節が目標角度に動きます。

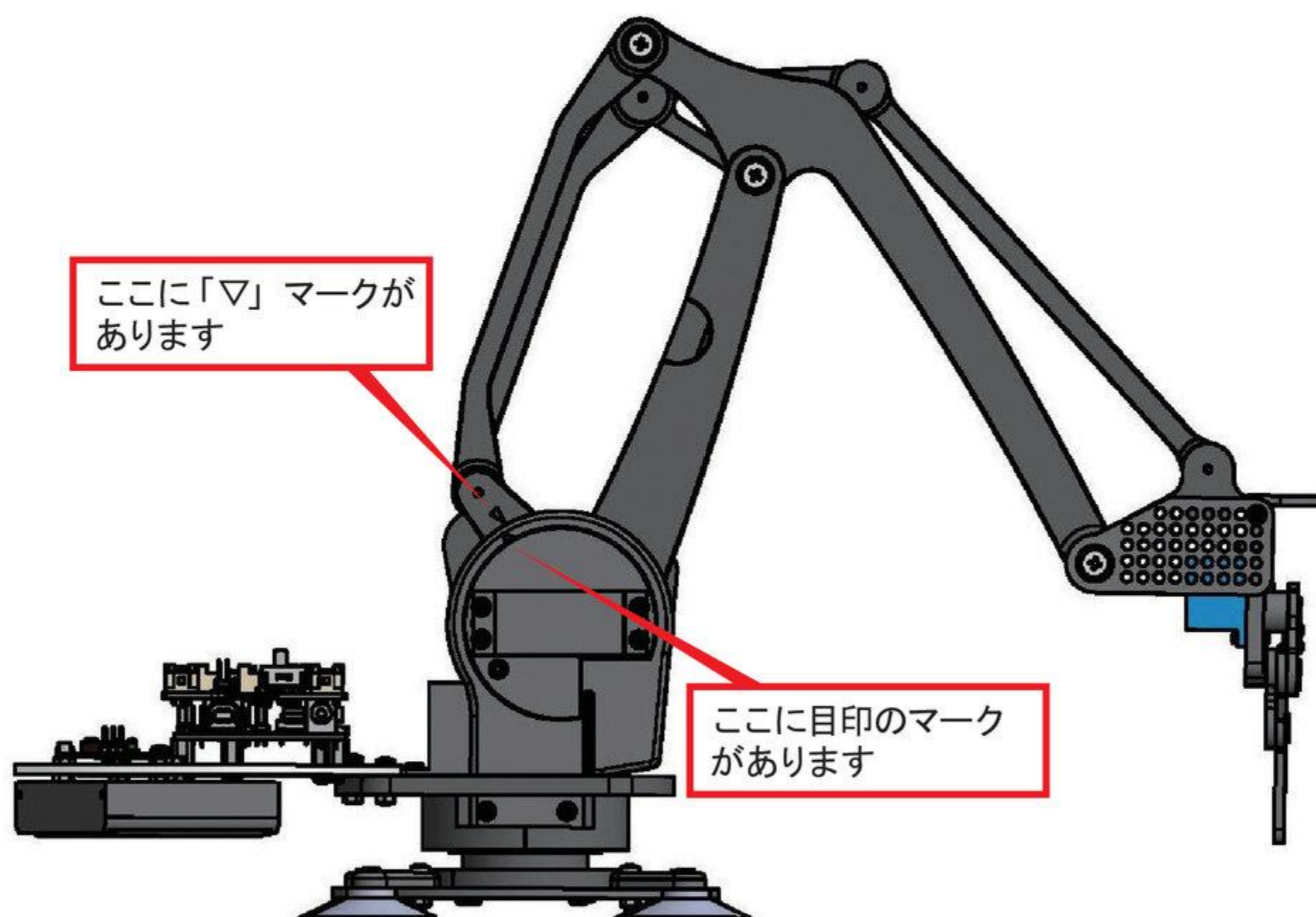


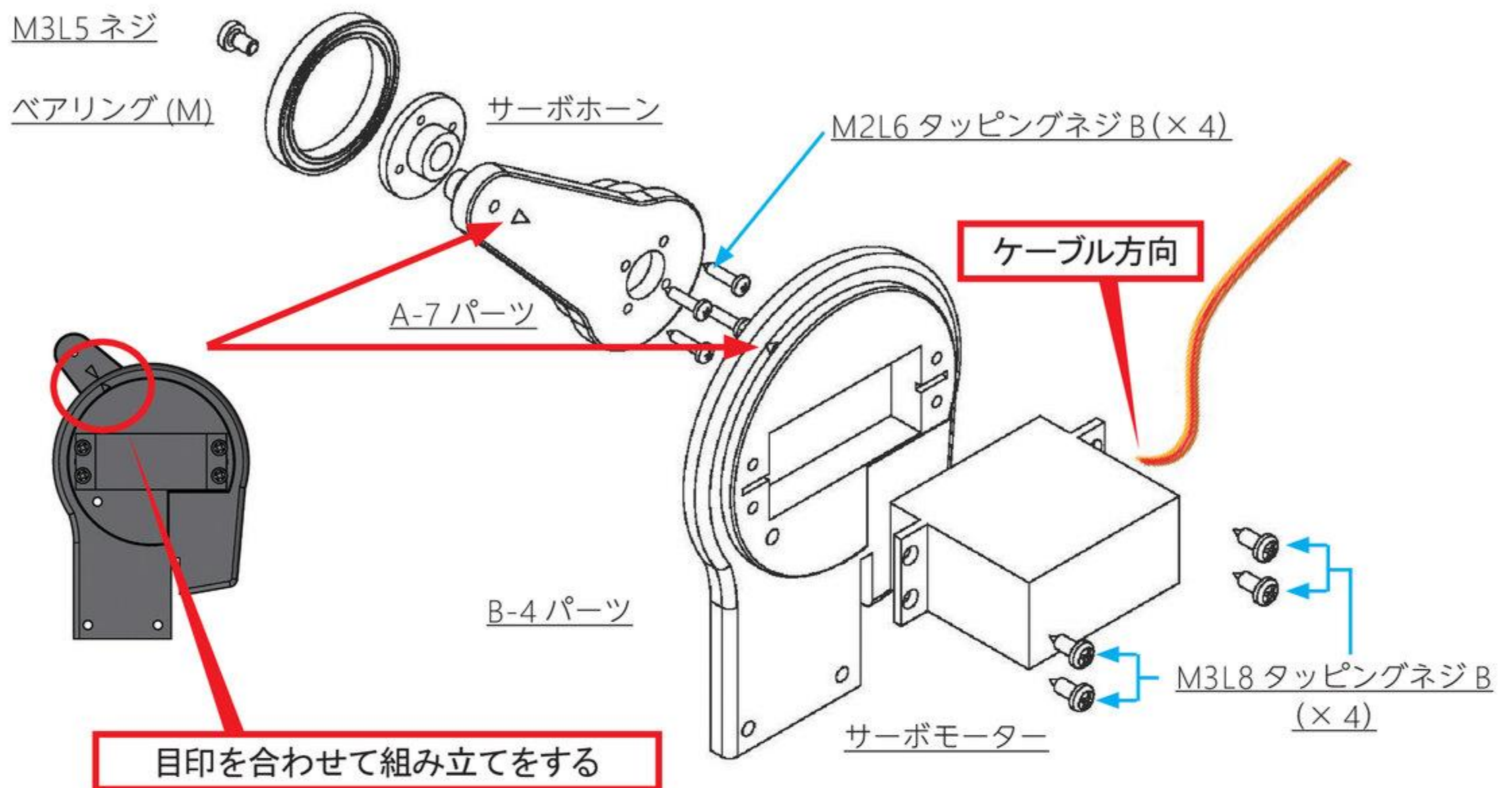
図 2-8 初期位置の目印



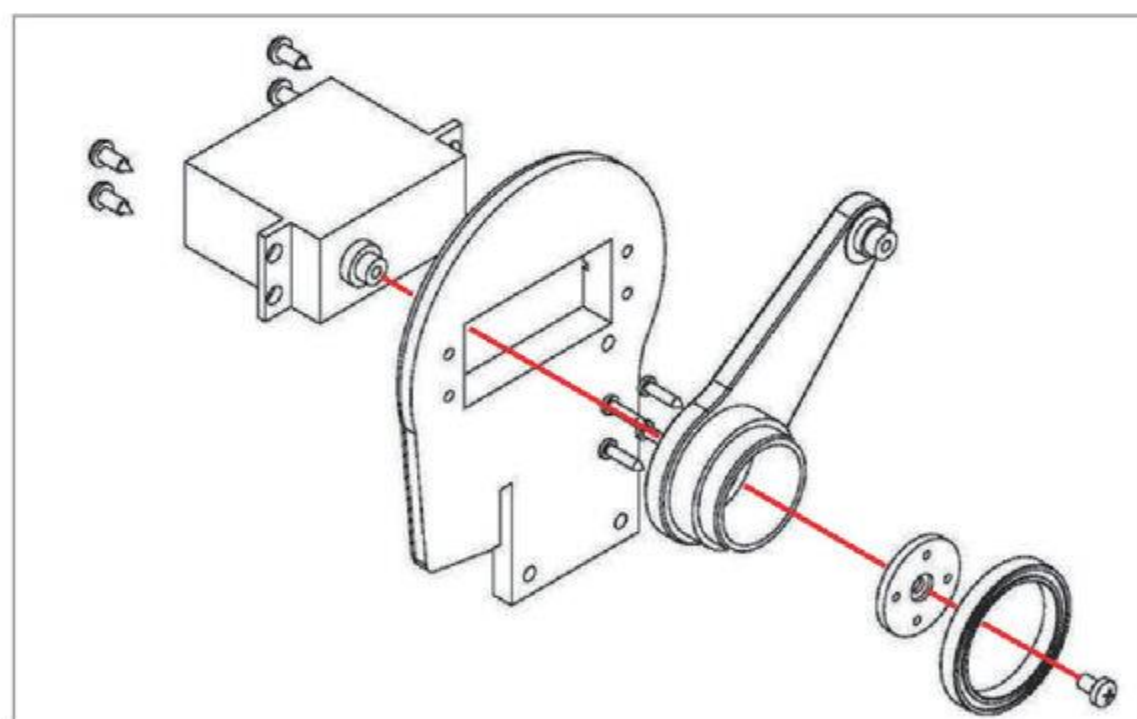
### <組み立て手順①>

ここでは、原点調整を行ったサーボモーター、B-4パーツ、A-7パーツ、サーボホーンを組み立てます。

使用するネジは、M3L8 タッピングネジ B (× 4)、M2L6 タッピングネジ B (× 4)、サーボモーター付属パーツの袋に入っている M3L5 ネジです。



### 【反対側から見た図】



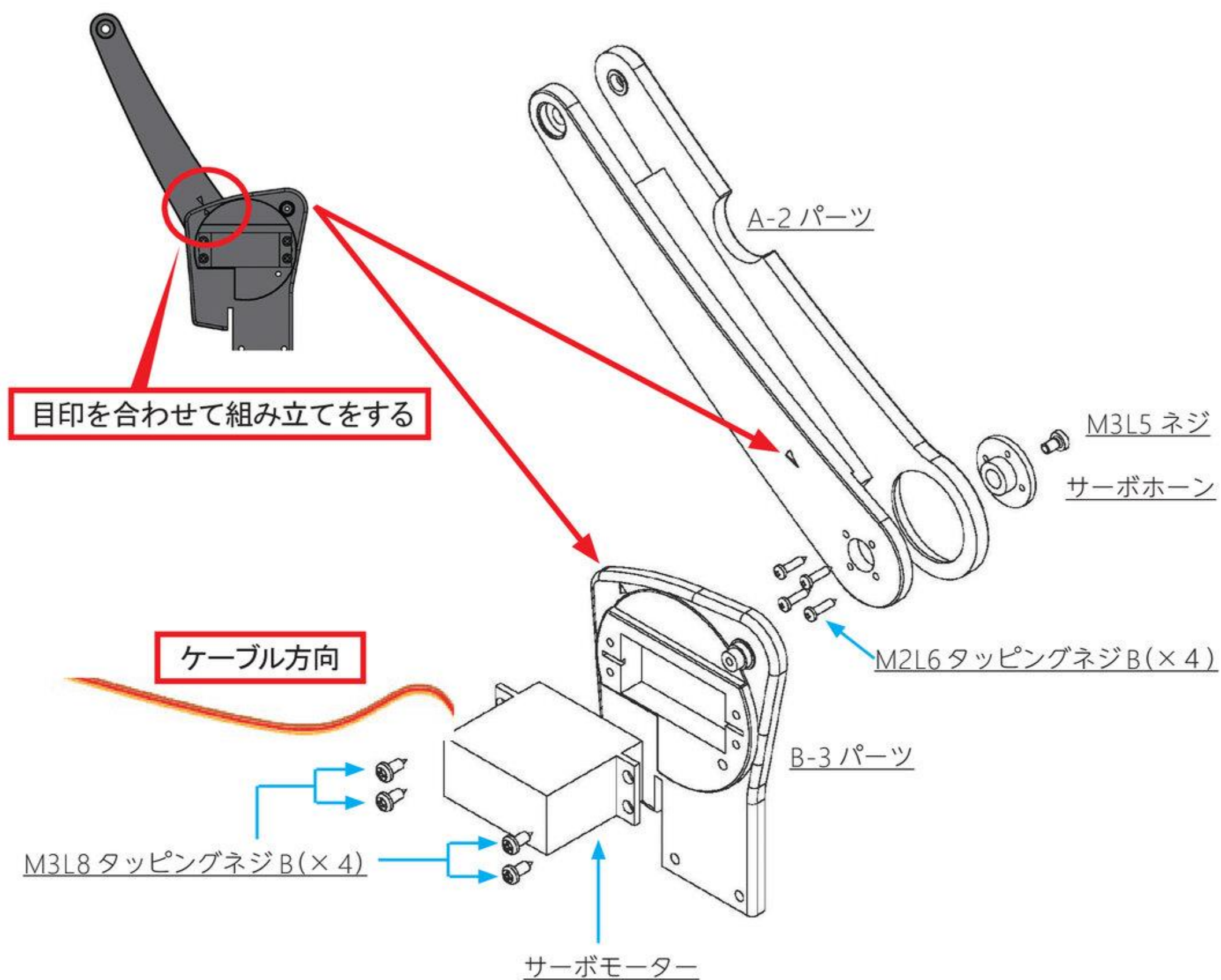
- ① A-7 パーツにベアリング (M) をはめ込みます。
- ② サーボホーンは A-7 パーツを挟み M2L6 タッピングネジ B で固定します。
- ③ サーボモーターを M3L8 タッピングネジ B で B-4 パーツに固定します。
- ④ サーボモーターの出力軸に②のサーボホーンを取り付け、M3L5 ネジで固定します。

図 2-9 アーム部の組み立て①

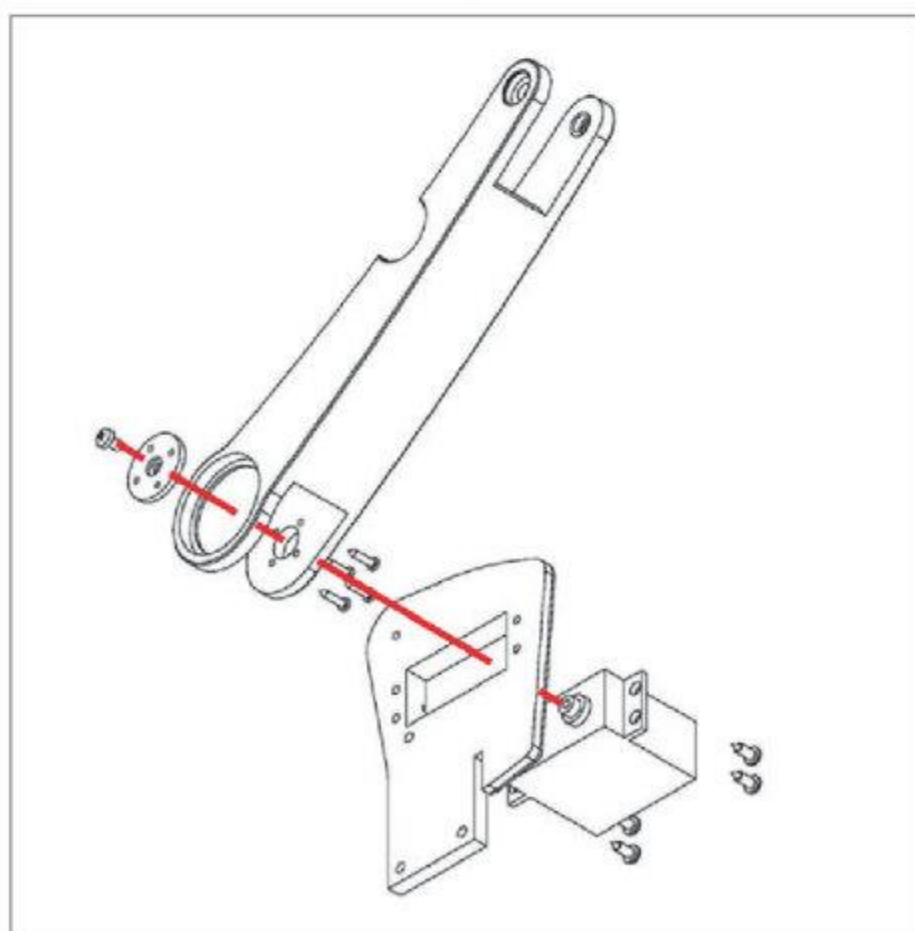


### <組み立て手順②>

ここでは、原点調整を行ったサーボモーター、A-2パーツ、B-3パーツ、サーボホーンを組み立てます。使用するネジは、M3L8 タッピングネジ B (× 4)、M2L6 タッピングネジ B (× 4)、サーボモーター付属パーツの袋に入っている M3L5 ネジです。



### 【反対側から見た図】



- ①サーボホーンは A-2 パーツを挟み M2L6 タッピングネジ B で組み付けます。
- ②サーボモーターを M3L8 タッピングネジ B で B-3 パーツに固定します。
- ③サーボモーターの出力軸に①のサーボホーンを取り付け、M3L5 ネジで固定します。

図 2-10 アーム部の組み立て②



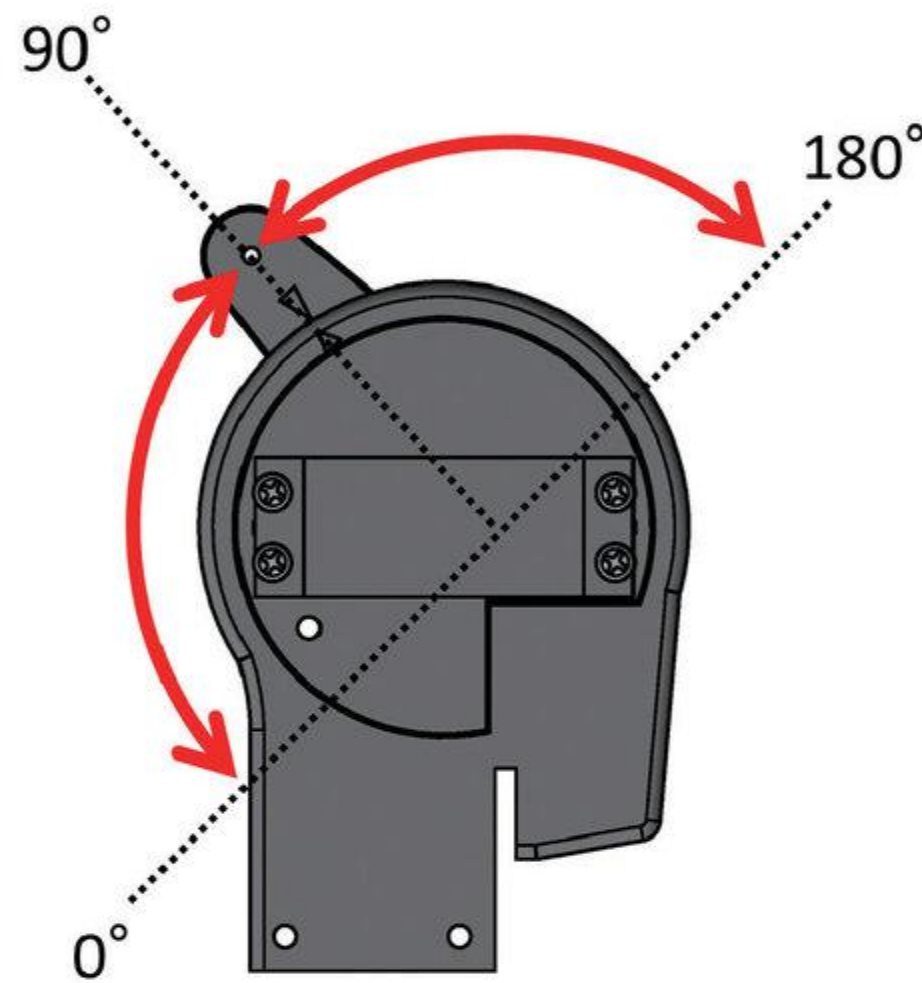
アーム部にサーボモーターの取り付けが終わったら、初期位置とサーボモーターの可動範囲の確認を行いましょう。さきほど原点調整したサーボモーターをパーツの▽マークの初期位置に合わせて組み立てました。

原点調整のプログラムを実行した時に、出力軸の角度が90度のとき、▽マークの初期位置で停止することを確認しましょう。

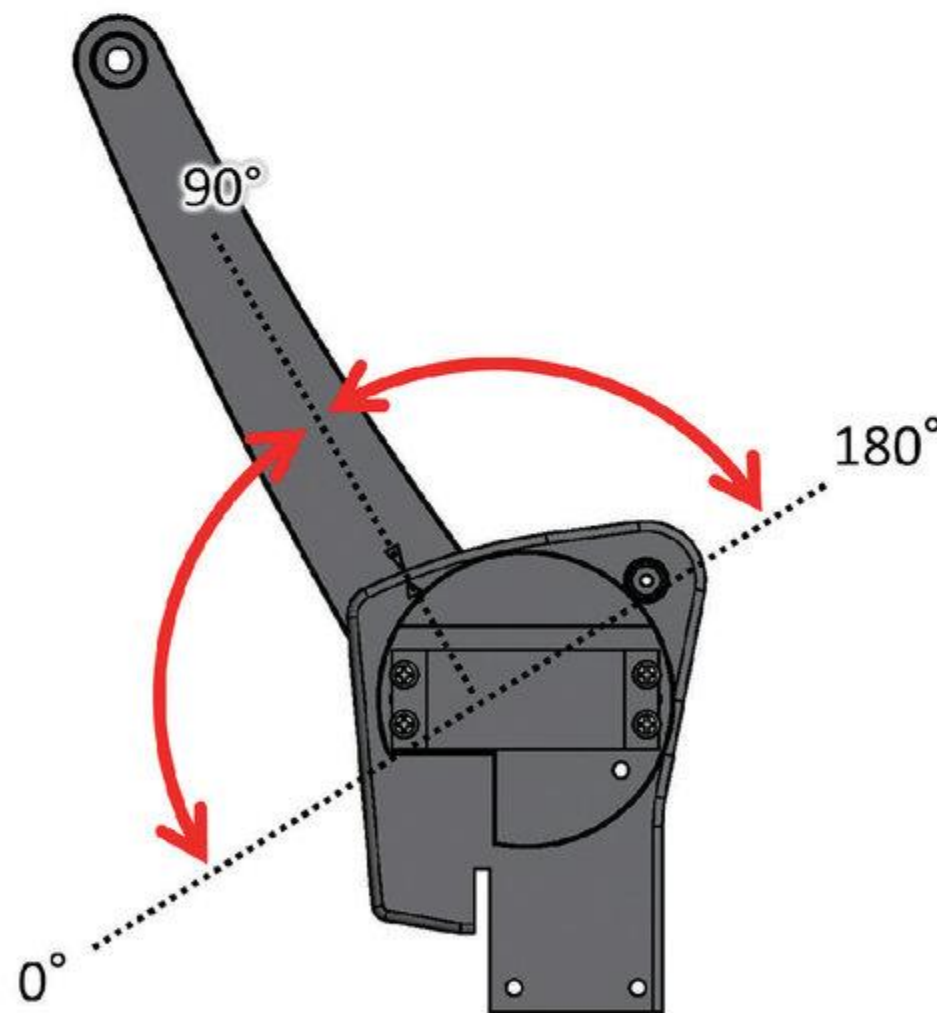
大きくずれている場合は、分解して再度原点調整後、サーボモーターを組み立て直しましょう。

🔄 プログラムの書き込み

RoboticsProfessorCourse2 > ArmRobot1 > ServoTest



可動範囲が0度～180度になっているか確認



可動範囲が0度～180度になっているか確認

図 2-11 アーム部サーボモーターの原点と可動域



<組み立て手順③>

アーム部の初期位置調整が終了したら、**図 2-12** のように左右の部位を連結させます。  
B-3 パーツと B-4 パーツの切れ込みと B-5 パーツの切れ込みを組み合わせ、B-6 パーツと M3L12 タッピングネジ B (× 2) で組み付けてください。

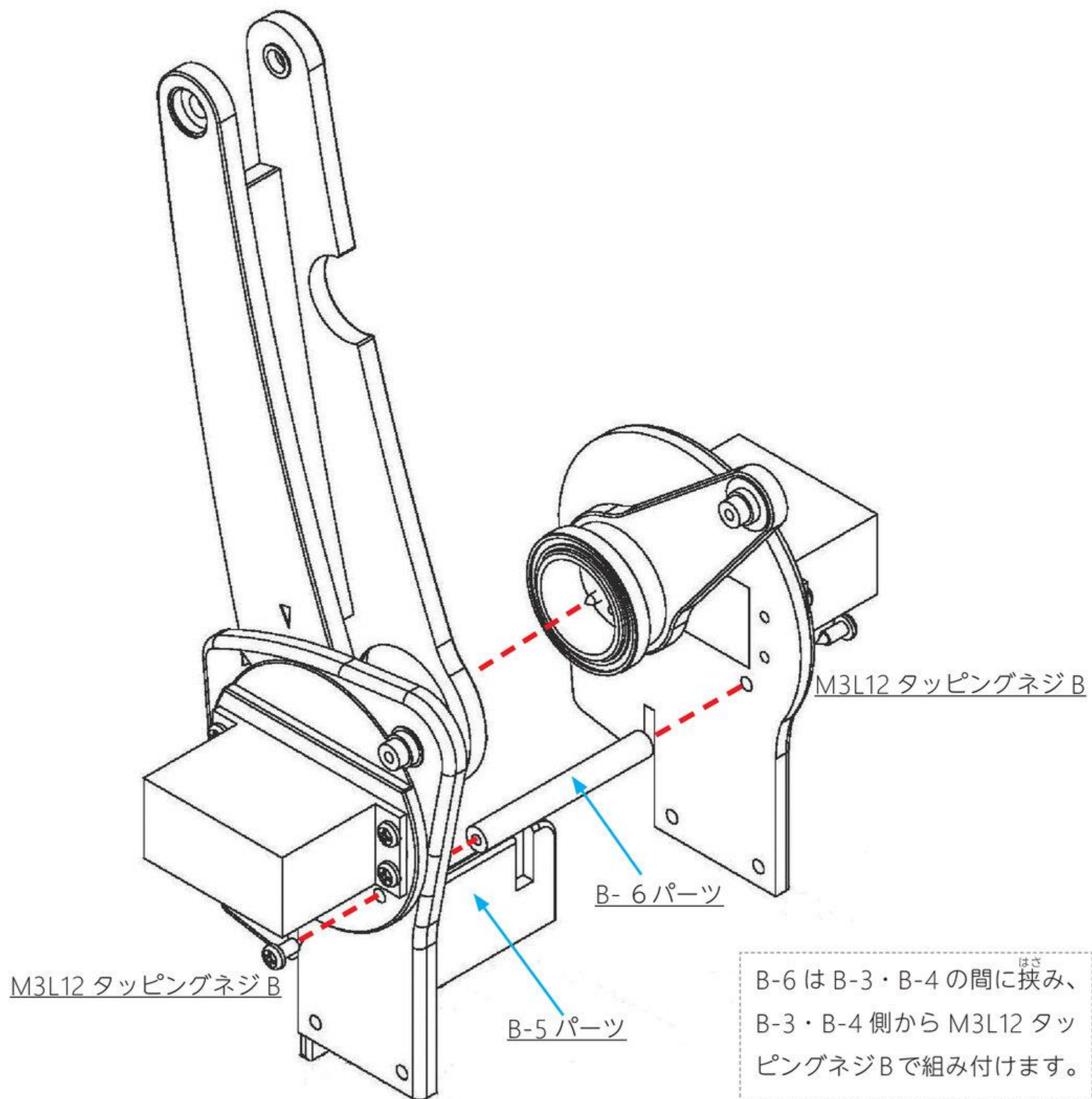


図 2-12 アーム部の組み立て③



<組み立て手順④>

A-1パーツの両側面の穴に外側からベアリングS (×2) を取り付けます。A-2パーツの両側面の穴にも外側からベアリングS (×2) を取り付け、A-1パーツとA-2パーツの穴の位置を合わせ、A-4パーツを図のように穴に通しM3L6フラットヘッドビスを使って組み付けます。

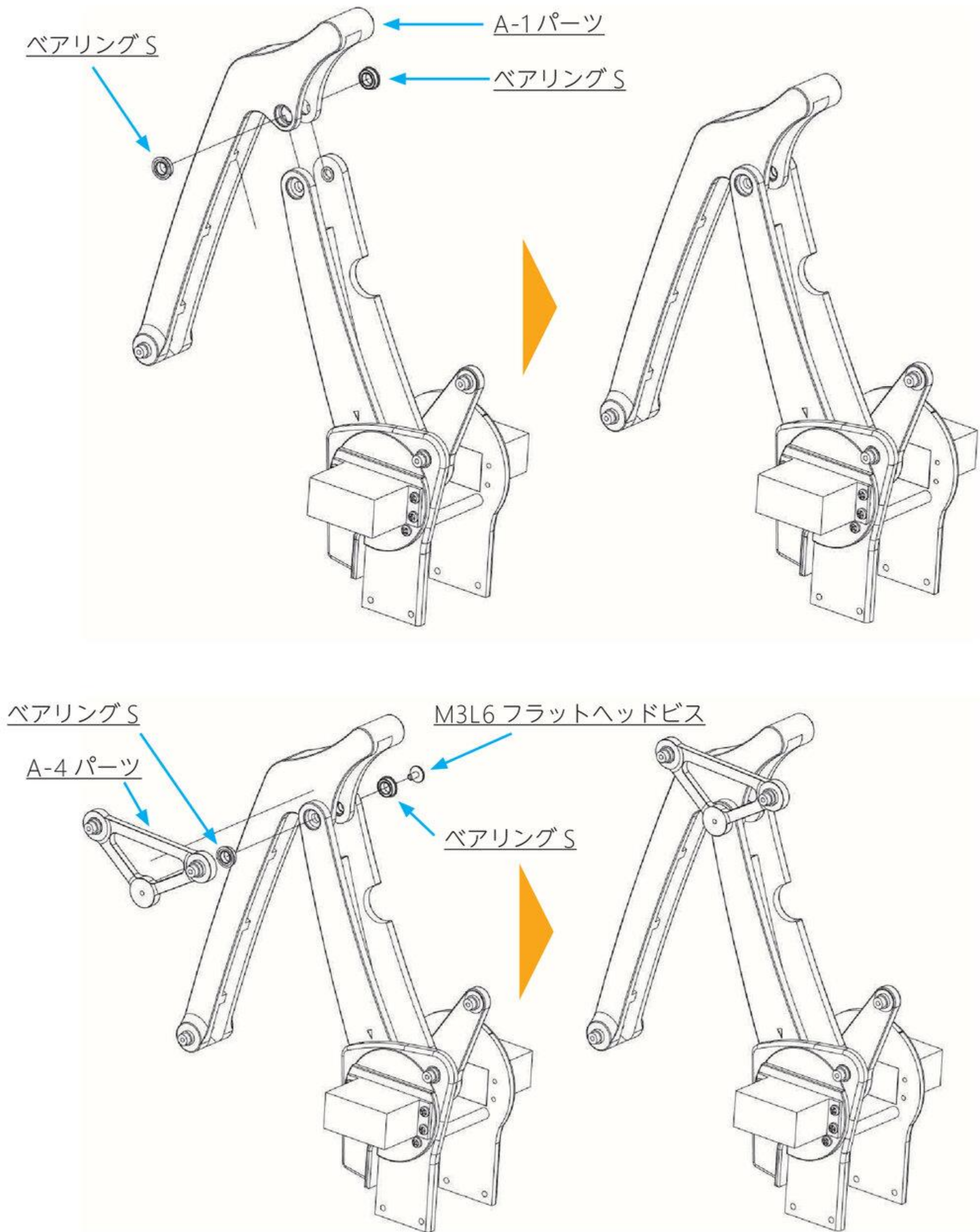


図 2-13 アームロボットの組み立て④



<組み立て手順⑤>

C-1パーツの穴に外側からベアリングSを取り付け、A-1パーツの凸型の部分にはめ込み、その上からM3L6フラットヘッドビスで組み付けます。同じようにC-2パーツの穴にもベアリングSを取り付け、A-1パーツの凸型の部分にはめ込み、その上からM3L6フラットヘッドビスで組み付けます。C-1パーツとC-2パーツの間にハンド部を挟み込むように入れてM3L10タッピングネジB(×2)で図のように両側から組み付けます。

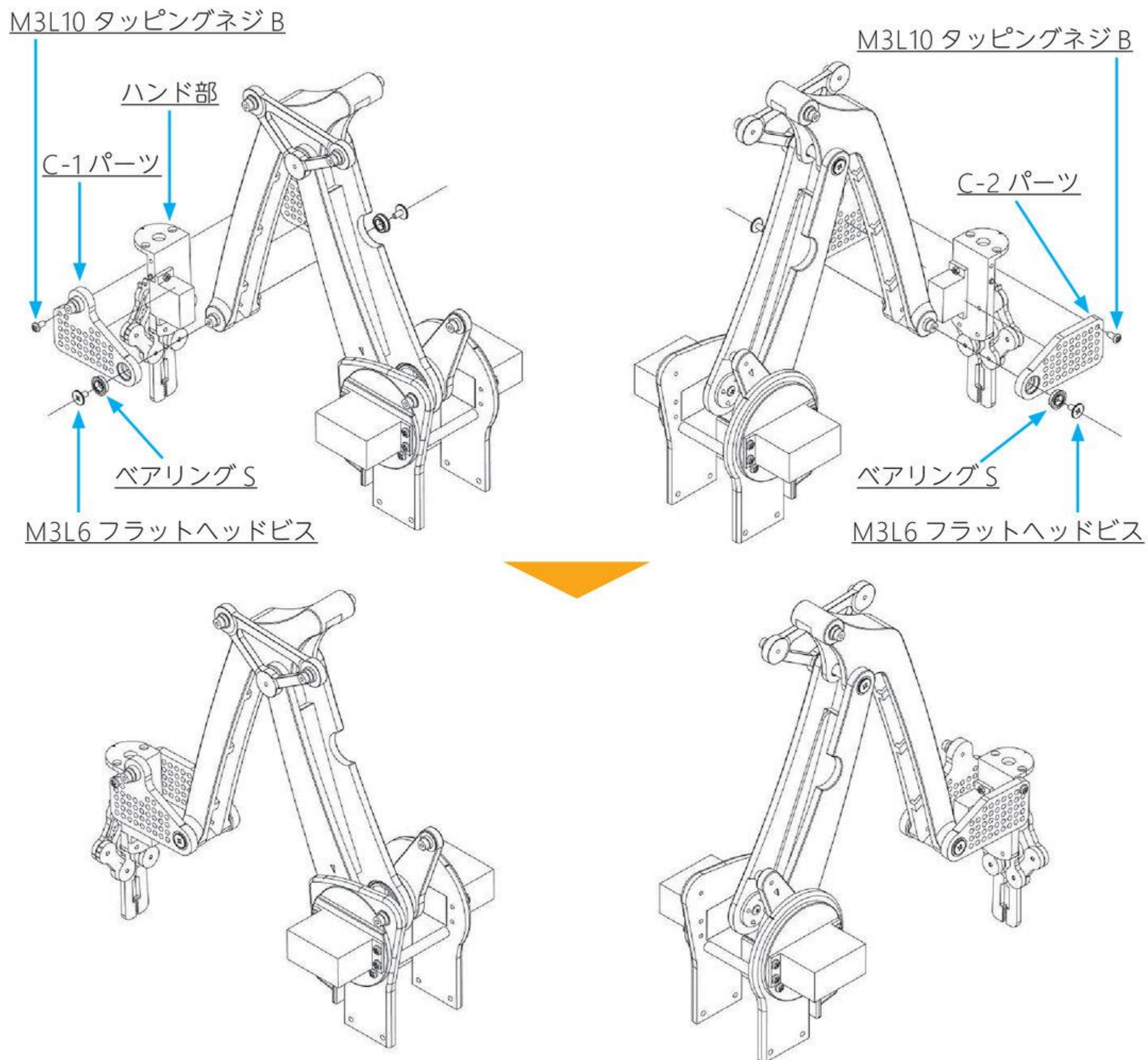


図 2-14 アームロボットの組み立て⑤



<組み立て手順⑥>

A-5 パーツの両端の穴に外側からベアリングS (×2) を取り付け、一方を A-4 パーツの凸型の部分にはめ込み、もう一方を B-3 パーツの凸型の部分にはめ込み、それぞれを M3L6 フラットヘッドビス (×2) で組み付けます。

A-3 パーツの両端の穴にも外側からベアリングS (×2) を取り付け、一方を A-4 パーツの凸型の部分にはめ込み、もう一方を C-1 パーツの凸型の部分にはめ込み、それぞれを M3L6 フラットヘッドビス (×2) で組み付けます。

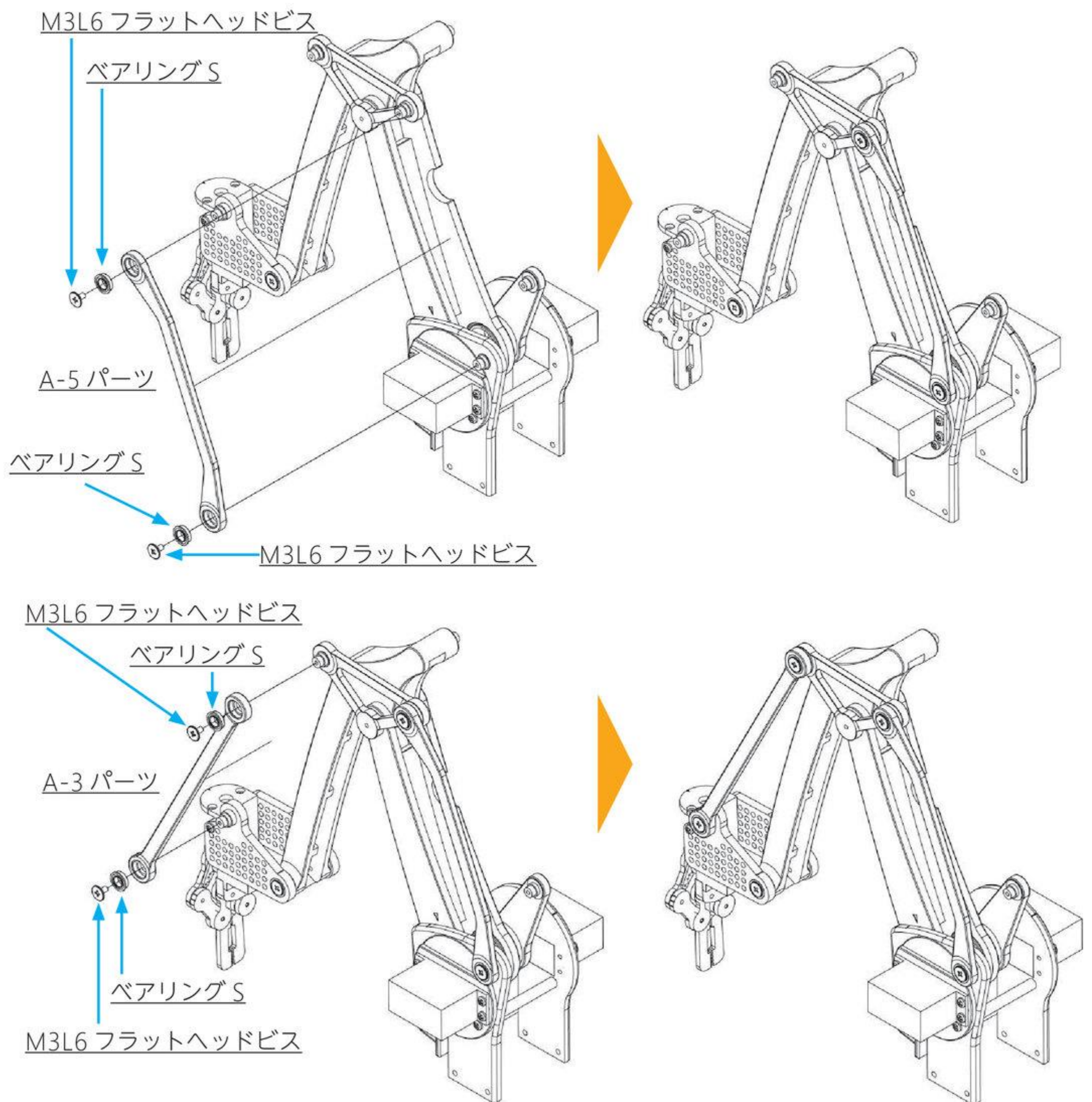


図 2-15 アームロボットの組み立て⑥



＜組み立て手順⑦＞

A-6 パーツの両端の穴に一方は外側から、もう一方は内側からベアリング S を取り付けます。図のように外側にベアリング S を取り付けた方の穴は A-1 パーツの凸側の部分にはめ込み、もう一方は A-7 パーツの内側にある凸型の部分にはめ込み、その上からジュラコンブッシュを M3L12 タッピングネジ B で組み付けます。

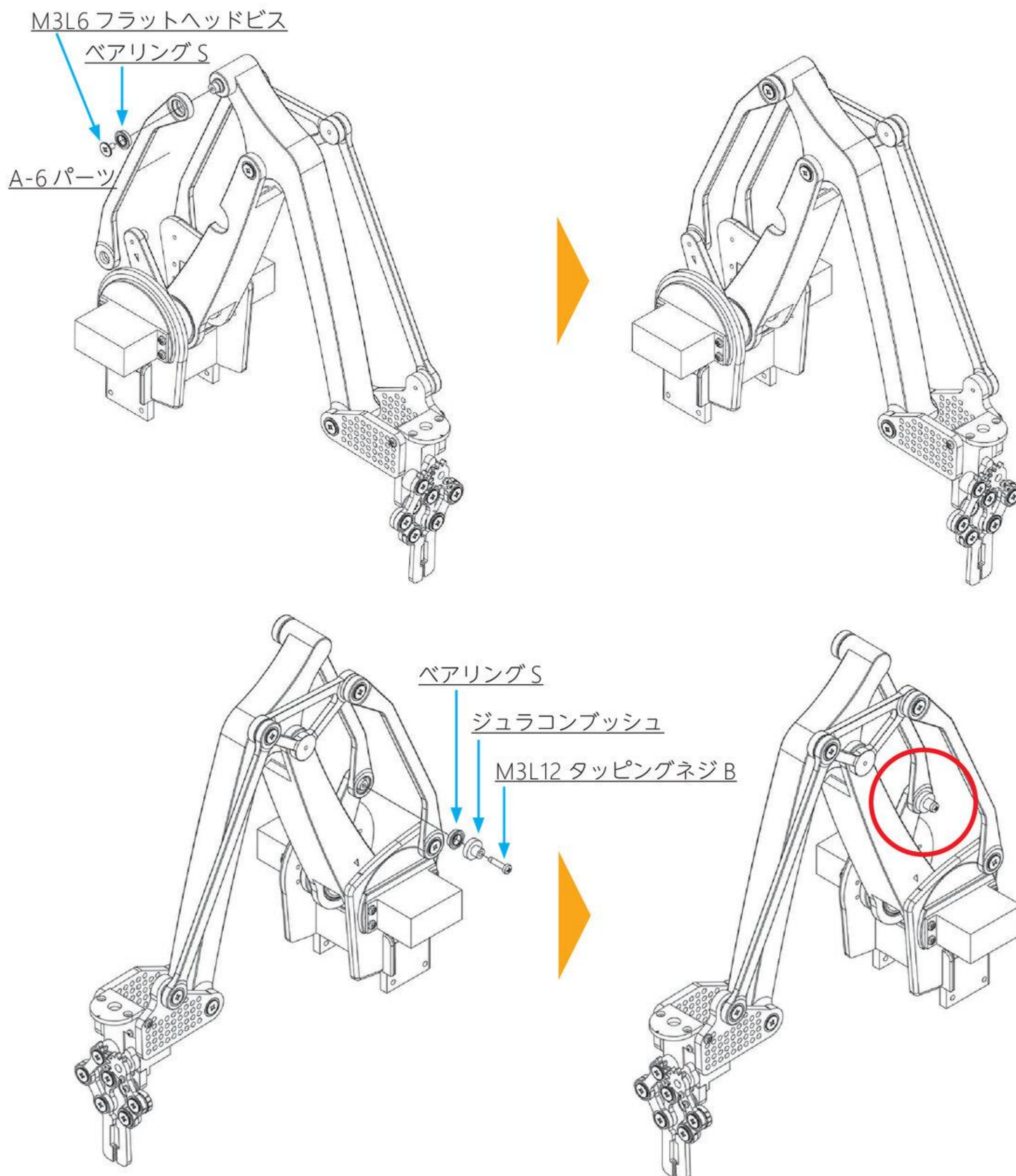


図 2-16 アームロボットの組み立て⑦



.....

<組み立て手順⑧>

B-3 パーツの内側の穴にジュラコンブッシュを M3L12 タッピングネジB で組み付けます。これでアーム部の組み立ては完了です。図 2-17、図 2-18 を参照して各部を確認してください。

.....



図 2-17 アーム部 (右側面)





図 2-18 アーム部 (左側面)



次の正面図と背面図を参照して、正確に組み立てられているかチェックしましょう。  
 取り付けられたパーツが歪んでいないか、タッピングネジがななめに組み付いていないか、もう一度確認してください。

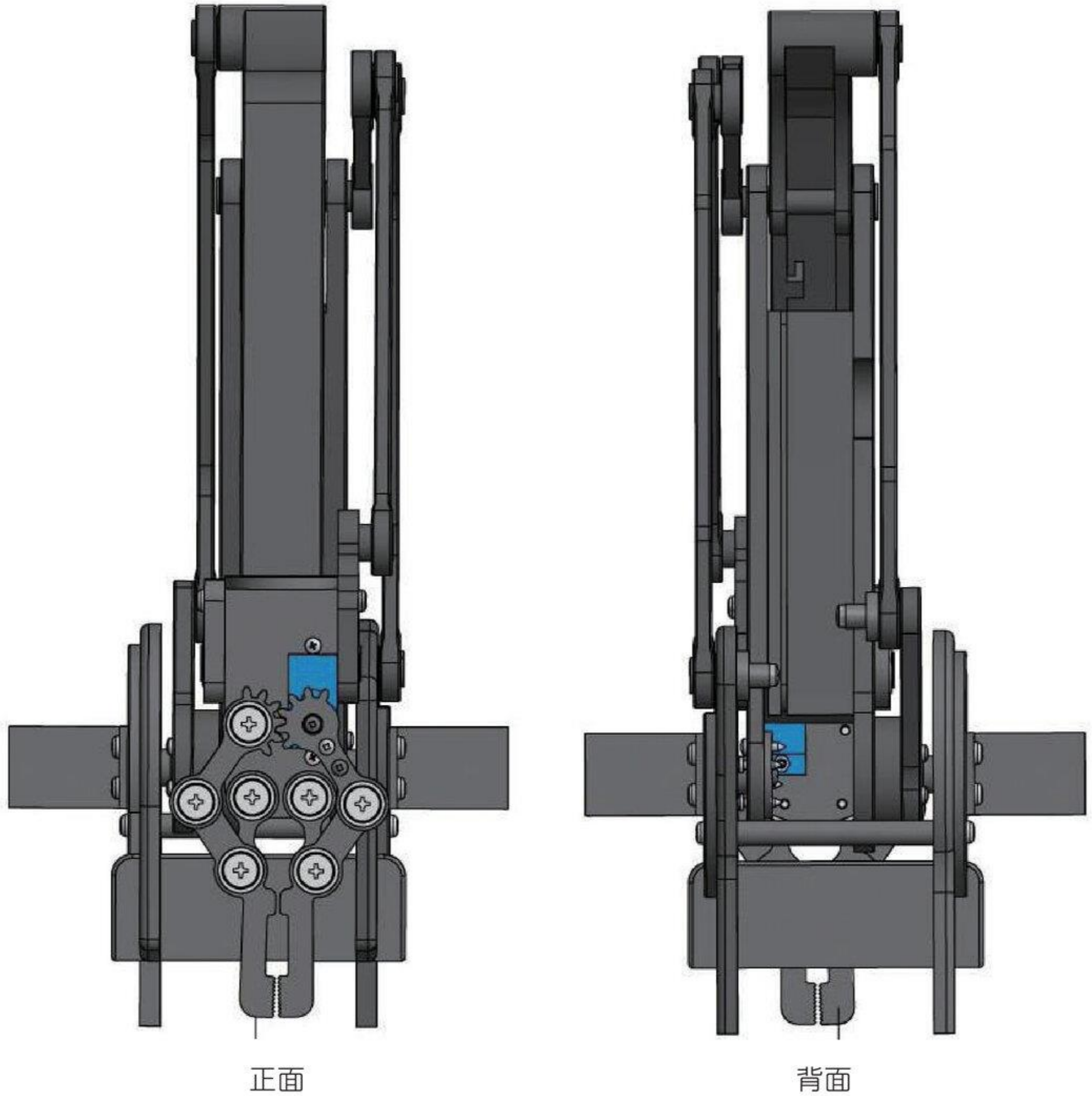


図 2-19 ハンド部、アーム部の正面と背面

講

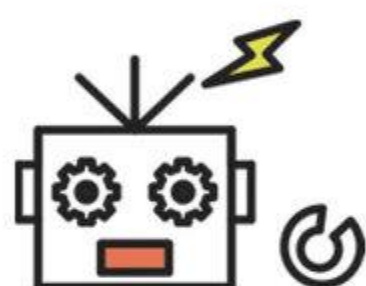
今回の組み立てはここまでとなります。次回はベース部(土台)の組み立てを行い、アームロボットを完成させます。残りのパーツは、大切に保管させてください。



### 3. まとめ（目安5分）

今回は、サーボモーターのしくみと制御方法<sup>せいぎよ</sup>を中心に学び、アームロボットのハンド部とアーム部の組み立てまで行いました。ロボットに正確な動作が要求されるほど、最初の段階での調整が大切になってきます。工業用のアームロボットなどは、最初にほんのわずかな誤差があるだけでも作業に影響<sup>えいきょう</sup>が出てしまいます。今回製作するアームロボットは、工業用のロボットほどの精度が求められるものではありませんが、やはり動作が安定するかどうかは最初の調整しだいです。

次回はアームロボットを完成させるとともに、動作チェックや調整も行います。思い通りに動かせるよう、ぜひ全力で取り組みたいですね！ それでは、次回をお楽しみに！



次回はアームロボットを完成させて動かすゾ。

#### 講

- 以下の授業の目標を再確認します。
  - ・サーボモーターの動作確認をする
  - ・アームロボットのハンド部分を組み立てる
  - ・アームロボットのアーム部分を組み立てる
  - ・ハンド部分とアーム部分を組み合わせる
- 今回の授業で学んだ感想や面白かったことなどを、生徒から聞いてみましょう。
- 次回のテーマは「アームロボットを動かそう」であることを告知します。
- ロボットを持ち帰る際には、アーム部をたたんで持ち運ぶようにご指導ください。かばんの外にむき出しの状態は、周囲の人と接触したときに危険です。思わぬ怪我やパーツの破損にご注意ください。



《次回必要なもの》

次回は今回製作したアーム部の他に以下のもの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	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
							
タッチセンサー	1	8mm 角スペーサー	3	M3L6 ネジ	3	B-1(アームロボットパーツ)	1
							
B-2(アームロボットパーツ)	1	B-7(アームロボットパーツ)	4	B-8(アームロボットパーツ)	1	ベース(アームロボットパーツ)	2
							
ベアリング (L)	1	サーボモーター延長ケーブル	1	MG995 サーボモーター	1	サーボモーター付属パーツ	1
							
AC アダプター	1	M3L12 ネジ	8	M3 ナット	15	M3L8 ネジ	2
							

図 3-0 次回必要なもの①



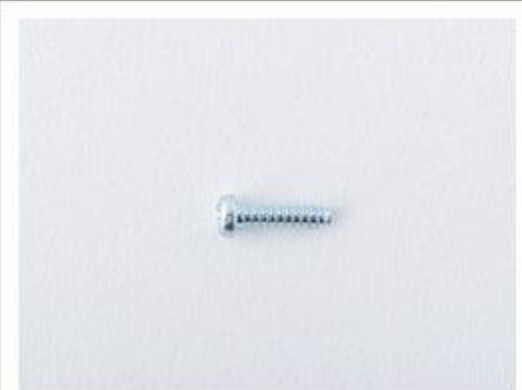
M2L8 タッピングネジ (B) 4	M3L10 タッピングネジ (B) 4	M3L8 タッピングネジ (B) 11
		

図 3-1 次回必要なもの②

講

- ・サーボモーター延長ケーブルは、製造ロットにより、ケーブルの色が2種類あります。  
⇒「黒・赤・白」と「茶・赤・橙」です。
- ・ケーブルの色以外に、違いは有りません。
- ・テキストは「黒・赤・白」で作成されています。
- ・「茶・赤・橙」の場合は、サーボモーターと同じ色となっておりますので、同じ色同士が接続されるようご指導ください。