

ARE SERIES

ARE-ARM1 工作マニュアル

一から作るロボットアーム



Ability

はじめに

ロボットアームの電子工作は興味があるけれど難しそう、専門知識がいるのでは？など、ハードルが高いと感じておられる方も多いのではないのでしょうか。

Ability では気軽に電子工作に触れていただけるよう ARE-ARM1（Ability robot education-Arm1）工作キットを開発しました。

ロボットアーム本体、グリッパーは3Dプリンターで製作します。

当マニュアルでは写真等を多用し、工作方法を丁寧に記述しています。

特に専門知識は必要ありません。

中高生以上を対象としていますが、小学生のお子様でも大人のサポートがあれば組み立て可能です。

最近では子供たちの情報活用能力の育成に向けたプログラミング教育の必修化が話題となっています。

工作した ARE-ARM1 は Scratch（※1）でプログラミングすることでアーム動作を制御することが出来ます。

習うより慣れよという言葉もありますように、実際にさわって動かしてみることが、理解への近道ではないかと思います。

ぜひとも皆様も ARE-ARM1 の電子工作にチャレンジしてみてください。

※1 Scratch

Scratch(スクラッチ)は、ブロック型のビジュアルプログラミング言語及びその開発環境で、Scratch 財団が、マサチューセッツ工科大学メディアラボ ライフロングキンダーガーデングループ（MIT Media Lab Lifelong Kindergarten Group）と共同開発しました。

ARE-ARM1 の Scratch プログラミングについては「ARE-ARM1 プログラミングマニュアル」を参照してください。

日付	Ver	内容	担当者
2021/06/01	1.0	新規	吉田

目次

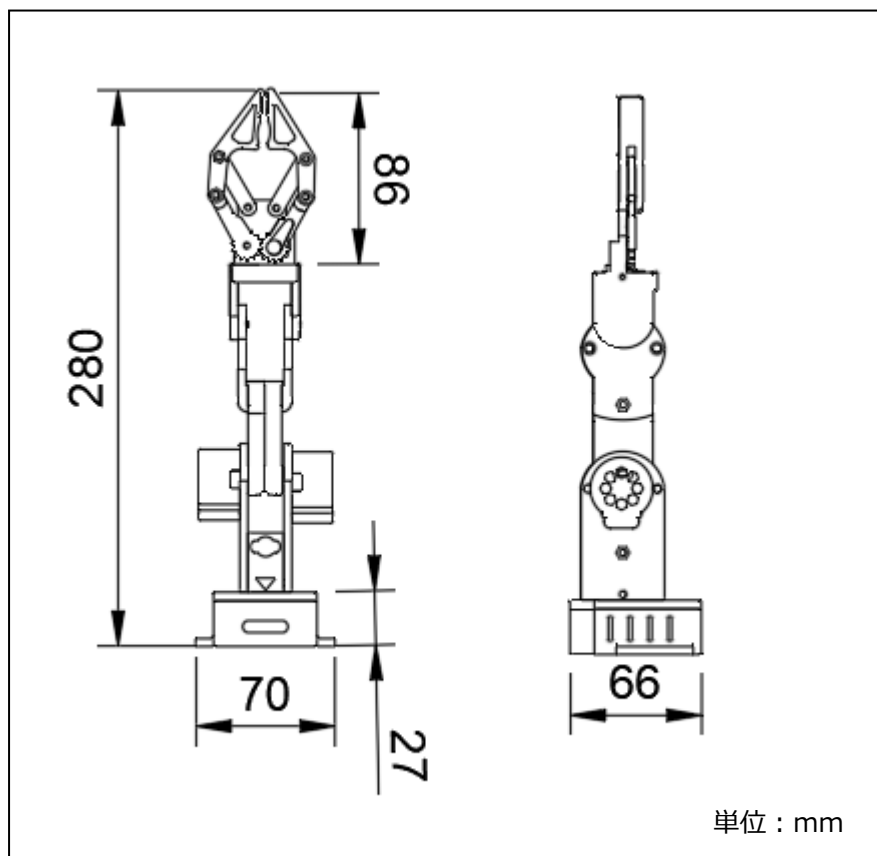
はじめに	2
§1.ARE-ARM1 のキット内容	5
1.ARE-ARM1 寸法	5
1)アーム本体・グリッパー	5
2)基板ケース	5
2.ロボットアーム本体.....	6
1)ダウンロード	6
2)電子部品	8
3)付属品	9
§2.組み立て方	11
1.ロボットアーム本体の製作	11
1)3D プリンターで各パーツを製作	11
2)パーツの整形	13
2.各部位の組み立て.....	14
1)基板.....	14
2)グリッパー	15
3)アーム台	17
4)アームボディ	18
5)アーム中	20
6)アーム各部位の結合.....	21
7)完成.....	24
3.ケーブル接続	25
§3.特記事項.....	27

§1.ARE-ARM1 のキット内容

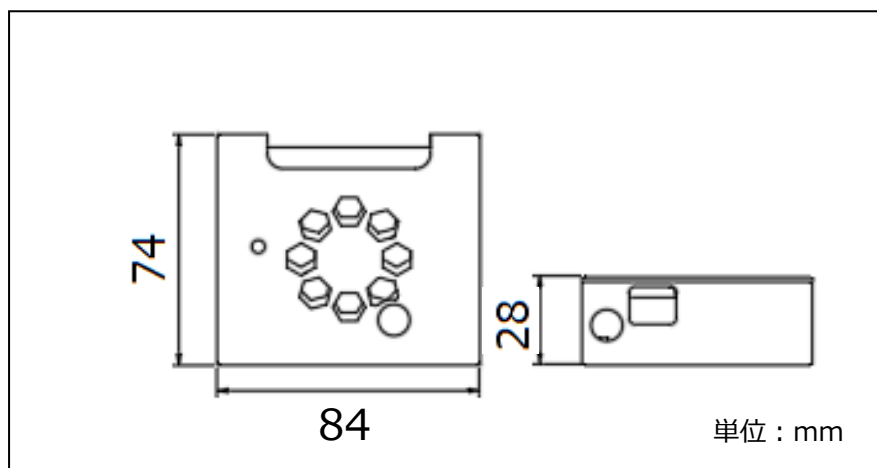
1.ARE-ARM1 寸法

ARE-ARM1 のサイズは下図の通りです。

1)アーム本体・グripper



2)基板ケース



2. ロボットアーム本体

ARE-ARM1 のロボットアーム本体、グリッパーは 3D プリンターで製作します。
3D プリンターで製作済みのパーツを購入された方は読み飛ばしてください。

1) ダウンロード

以下ホームページから ARE-ARM1 の.stl ファイル (areArm1StlFiles.zip) をダウンロードしてください。
<https://robot.ability-evolves.com/download-are-arm1>

3D プリンター用データ (STL ファイル形式)

ロボットアーム、グリッパーの 3D プリンターデータです。
フィラメント素材は PLA 樹脂に対応しています。
ARE-ARM1 工作キットをご購入の方にダウンロードいただけます。



“3D プリンター用データ” をダウンロード
areArm1StlFiles.zip – 0 回のダウンロード – 2 MB



この作品は クリエイティブ・コモンズ 表示 - 非営利 4.0 国際 ライセンスの下に提供されています。

ダウンロードを押下するとパスワード入力画面が表示されます。

このコンテンツはパスワードで保護されています。閲覧するには以下にパスワードを入力してください。

パスワード:

メールでご案内した 3D プリンター用データのダウンロードパスワードを入力してください。

ダウンロードした areArm1StlFiles.zip の解凍には、メールでご案内した解凍パスワードをご使用ください。

3D プリンターデータファイル一覧

No	ファイル	部位
01	グリップパーギアサーボ.stl	グリップパー
02	グリップパーギア.stl	
03	グリップパー先 1.stl	
04	グリップパー先 2.stl	
05	グリップパー棒.stl	
06	グリップパーボディ.stl	
07	手先 1.stl	手先
08	手先 2.stl	
09	手中上△有.stl	手中
10	手中上△無.stl	
11	手中下△有.stl	
12	手中下△無.stl	
13	手ボディ.stl	手ボディ
14	手ボディ△有.stl	
15	手ボディ△無.stl	
16	アーム台下.stl	アーム台
17	アーム台上.stl	
18	ケース.stl	ケース
19	ケース上.stl	
20	リセットボタン.stl	リセットボタン
21	モーターカバー.stl	モーターカバー
22	モーターカバー2.stl	モーターカバー

2)電子部品

ARE-ARM1 キットの電子部品は以下の通りです。

No	部品名	規格/型番	個数	イメージ	備考
01	基板 ※1	ARE-ARM1	1		ARE-ARM1 タイプの専用基板 基板色：黒 or 白
02	ステッピングモーター	28BYJ-48 12V	4		各軸の動作に使用します
03	マイクロサーボ	SG-90 (SG92R)	1		グリッパー開閉に使用します
04	マイコン	ESP32-DevKitC	1		
05	モーターコントローラー	A4988	3		ステッピングモーターをコントロールします
06	スイッチングACアダプター12V1.5A		1		
07	サーボ用延長ケーブル		1		サーボモーター用の延長ケーブルです
08	USB microB ケーブル		1		PC との接続に使用します

※1 ARE-ARM1 工作キット（ベーシック）では、No01 基板はハンダ付けした完成品でお届けします。
ARE-ARM1 工作キット（はんだチャレンジ）では、No01 基板は各パーツでお届けします。

3) 付属品

ARE-ARM1 キットの付属品の詳細は以下の通りです。

部位	部品	サイズ/規格	個数
グリップパー	丸ネジ	M3x15mm	1
	ナット		1
	ワッシャー	M3	1
	ネジ	M3x15mm	4
	ナット		4
	ネジ	M3x10mm	2
	ナット		2
	サーボモーター付属ネジ		3
アーム台	ネジ	M3x10mm	2
	ナット		2
	スプリングワッシャー		2
	タッピングネジ	M2x8mm	4
アームボディ	ネジ	M3x10mm	4
	ナット		4
	スプリングワッシャー		4
アーム中	ネジ	M3x10mm	2
	ナット		2
	スプリングワッシャー		2
	ネジ	M2x15mm	2
	ナット		2
	ネジ	M3x30mm	1
	ナット		1

部位	部品	サイズ/規格	個数
アーム結合	ワッシャー	M5	2
	ネジ	M3x30mm	1
	ナット		1
	ネジ	M3x15mm	2
	ナット		2
	タッピングネジ	M2x8mm	2
	ネジ	M2x8mm	1
	ナット		1
	ネジ	M3x40mm	1
	ナット		1
	ベアリング		3 枚 1 組

§2.組み立て方


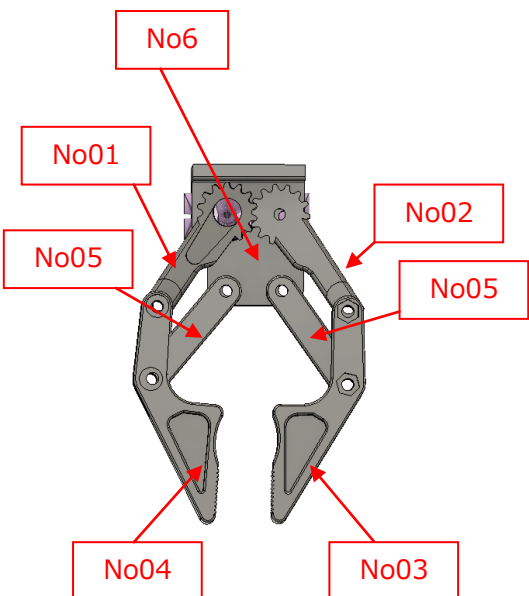
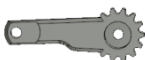

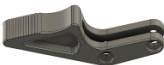
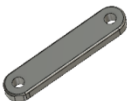




1.ロボットアーム本体の製作

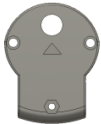
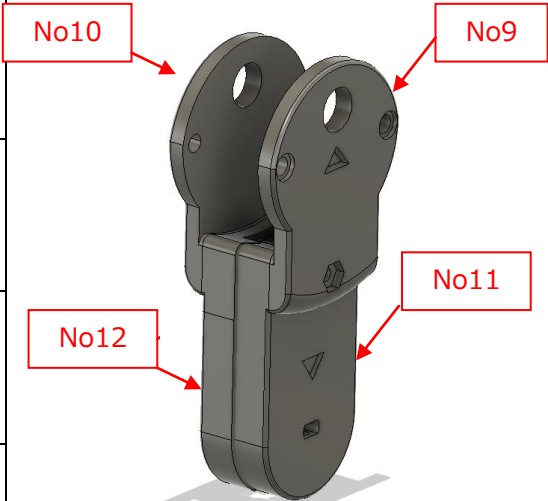



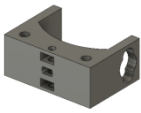
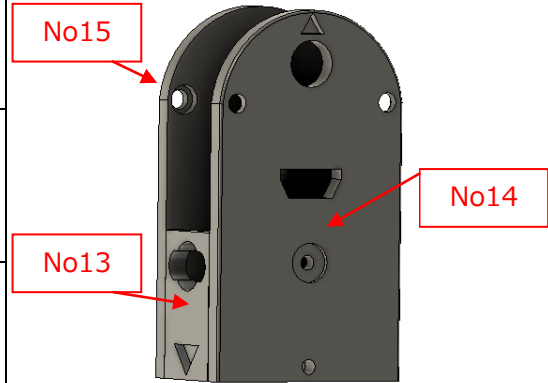


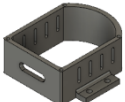
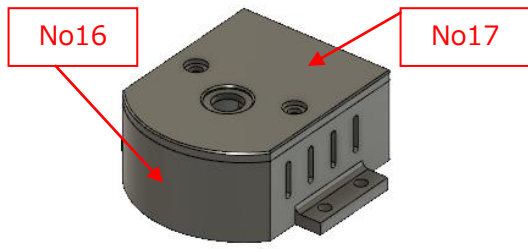
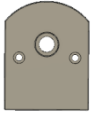

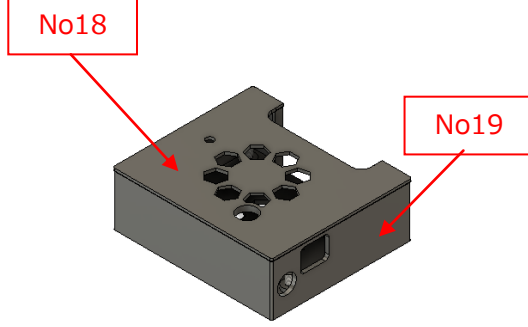


1) 3Dプリンターで各パーツを製作

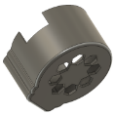

ご使用の3Dプリンターの操作方法に従い、ダウンロードした stl ファイルをもとに各パーツを製作します。

Ability ではフィラメント素材は PLA 樹脂を使用、InFill Rate は 35%で製作しています。

3D プリンターで製作済みのパーツを購入された方は製作は不要です。

No	ファイル名	stl イメージ	製作数	使用箇所
01	グリッパーギアサーボ.stl		1	
02	グリッパーギア.stl		1	
03	グリッパー先 1.stl		1	
04	グリッパー先 2.stl		1	
05	グリッパー棒.stl		2	
06	グリッパーボディ.stl		1	
07	手先 1.stl		1	
08	手先 2.stl		1	

09	手中上△有.stl		1	
10	手中上△無.stl		1	
11	手中下△有.stl		1	
12	手中下△無.stl		1	
13	手ボディ.stl		1	
14	手ボディ△有.stl		1	
15	手ボディ△無.stl		1	
16	アーム台下.stl		1	
17	アーム台上.stl		1	
18	ケース上.stl		1	
19	ケース.stl		1	
20	リセットボタン.stl		1	

21	モーターカバー.stl		2	
22	モーターカバー2.stl		1	

2) パーツの整形

3D プリンターで出力したパーツはプリンターの特質上、サポートやバリが発生します。

サポートやバリを取り除き、やすりなどでキレイに整形してください。

多少手間かもしれませんが、ここでの作業があとで出来上がりの精度や美しさに影響します。

特にグリッパーのギア類は精度に大きく影響しますので丁寧に作業してくださいね。

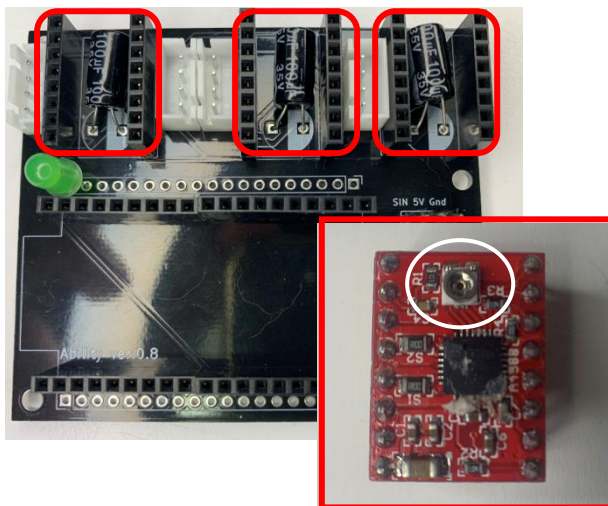
2.各部位の組み立て

グリッパーやアーム本体の組み立てについては、以下サイトの工作動画も参考にしてください。

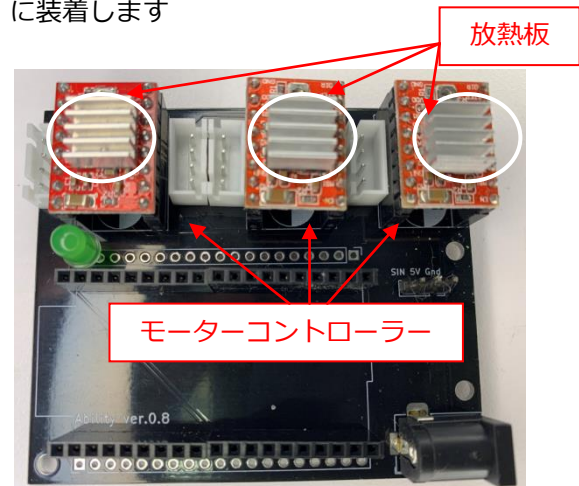
<https://robot.ability-evolves.com/are-arm1-electronic-work/>

1)基板

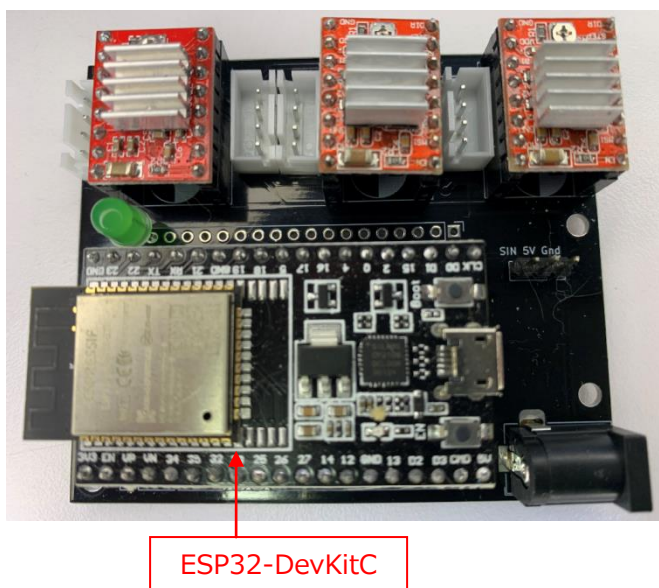
①基板にモーターコントローラーを3箇所装着します



②付属の放熱板をモーターコントローラーに装着します



③基板に ESP32-DevKitC をこの向きに装着します



2) グリッパー

- ① グリッパー先 1 とグリッパー棒を
ネジ（M3×15mm）とナットで固定します
（グリッパー先 2 も同様に作ります）



- ② グリッパー先 1 とグリッパーギアを
ネジ（M3×15mm）とナットで固定します



- ③ グリッパー先 2 とグリッパーギアサーボをネ
ジ（M3×15mm）とナットで固定します



- ④ ②で作ったグリッパー部品にワッシャー
（M3）をセットして



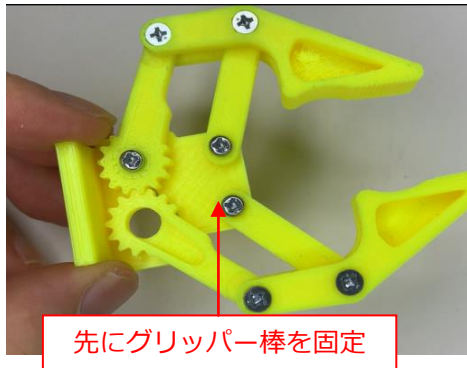
- ⑤ グリッパーボディに④のグリッパーギアを丸
ネジ（M3×15mm）とナットで固定します



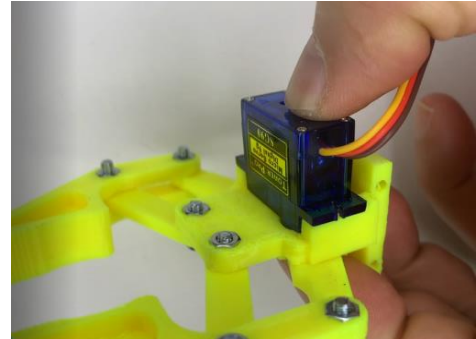
- ⑥ グリッパーボディに④のグリッパー棒をネジ
（M3×10mm）とナットで固定します



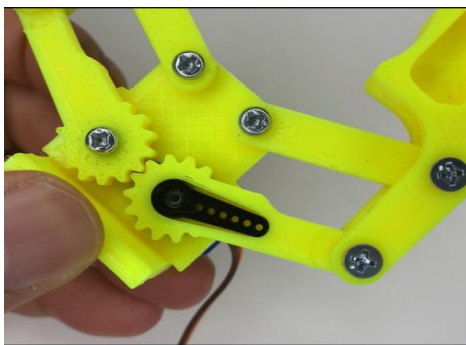
- ⑥グリッパーボディに③のグリッパー棒をネジ (M3×10 mm) とナットで固定します



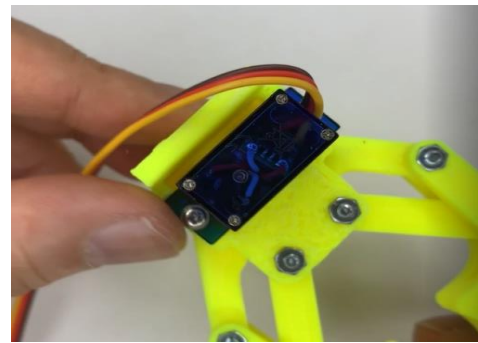
- ⑦グリッパーボディ裏側にマイクロサーボを セットします(グリッパーが全開になるように 噛み合わせます)



- ⑧グリッパーボディを挟んでマイクロサーボとグ リッパーギアサーボ、ホーンをセットして



- ⑨マイクロサーボ付属のネジで固定します



- ⑩グリッパーの完成です

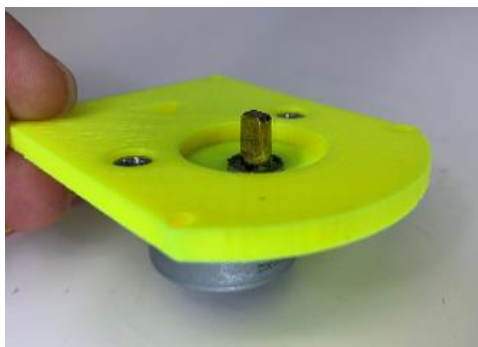


★製作のポイント

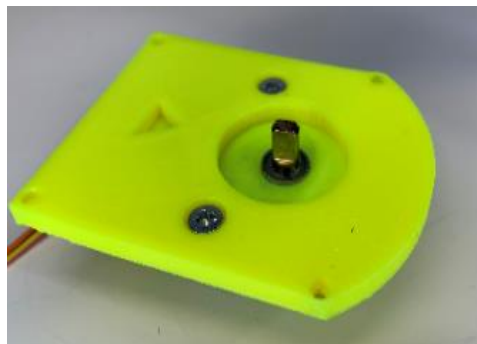
1. 左右のギアの噛み合わせはグリッパー が全開になるようにして組み合わせて ください。
2. 各ネジの締め加減でグリッパー開閉の スムーズさが変わります。
緩めすぎるとガタつくし、締めすぎると スムーズに動かないことも…。
色々試してみて最適な締め具合を 見つけてください。
3. 物体をつまんで移動する際に滑って 掴みにくい場合は、グリッパー先に フェルト等を貼ると滑り止めになります。

3)アーム台

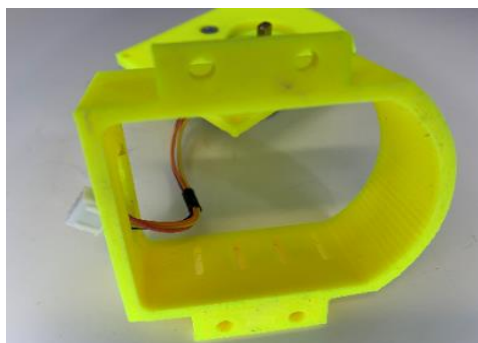
①アーム台上の裏面にステッピングモーターをセットして



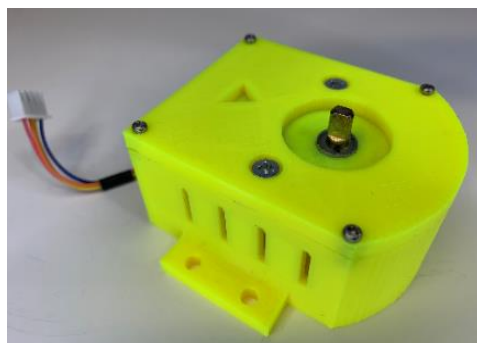
②ネジ (M3×10mm) とナットとスプリングワッシャーで固定します



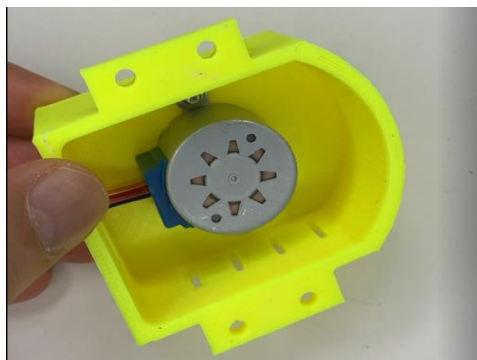
③アーム台下の側面にステッピングモーターのケーブルを中から外に向けて通します



④アーム台上とアーム台下を組み合わせてタッピングネジ(M2 x 8mm)で固定します

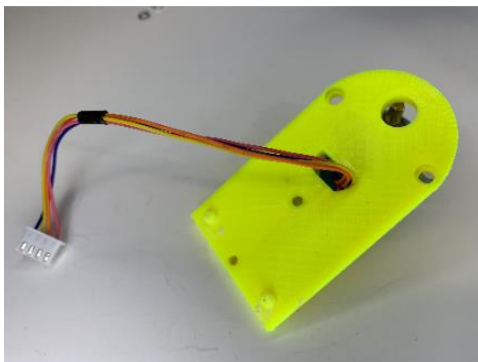


⑤アーム台の完成です

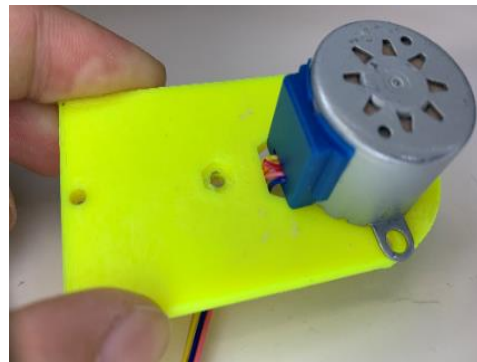


4)アームボディ

①手ボディ△無の外側から内側に向かってステッピングモーターのケーブルを通します



②手ボディ△無の外側にステッピングモーターをセットして



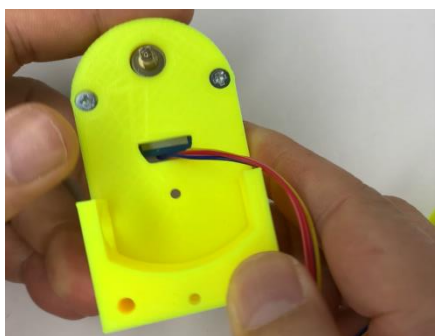
③ネジ (M3×10mm) とナットとスプリングワッシャーで固定します



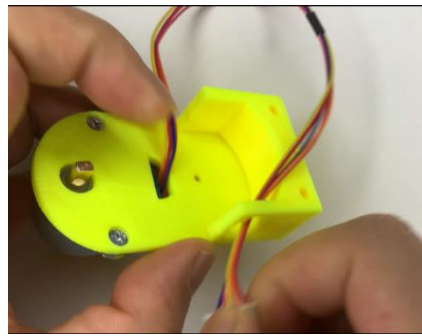
④①～③を繰り返して手ボディ△有の方も作ります



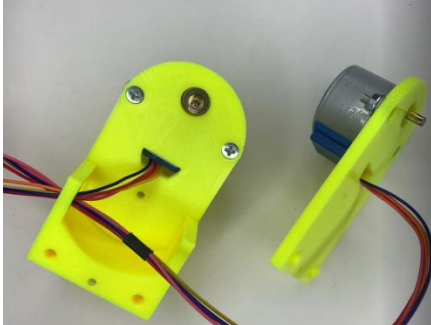
⑤ボディ△無と手ボディを合わせてセットします



⑥ステッピングモーターのケーブルを手ボディに内側から外側に向かって通します



- ⑦もう片方のステッピングモーターのケーブル
も通します
一旦これでアームボディの完成です



5)アーム中

①手中上△有の内側にステッピングモーターを
セットしてネジ（M3×10mm）とナットとスプ
リングワッシャーで固定します



②手中下△有にネジ（M2×15mm）とナット
をセットします（手中下△無も同様に作ります）



③手中上△有と手中下△有を合わせて
ネジ（M3×30mm）とナットで固定します



④手中下△無も合わせて
ネジ（M3×30mm）とナットで固定します



⑤手中上△無も合わせて
ネジ（M3×30mm）とナットで固定します

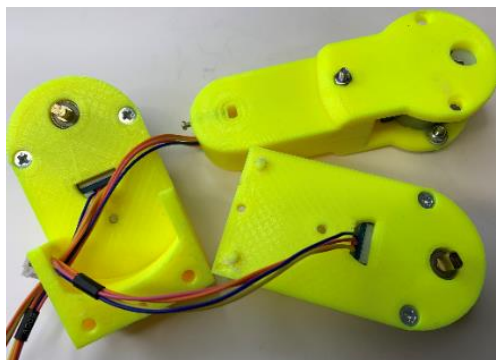


⑥アーム中の完成です



6)アーム各部位の結合

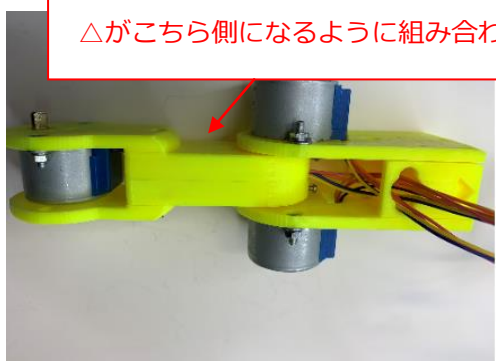
①アーム中のケーブルをアームボディに通します



②アームボディの2つのモーターシャフトにワッシャー（M5）をセットします

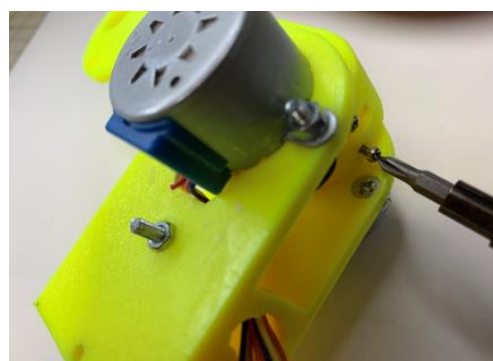


③アーム中とアームボディを合わせてネジ（M3×30mm）とナットで固定します

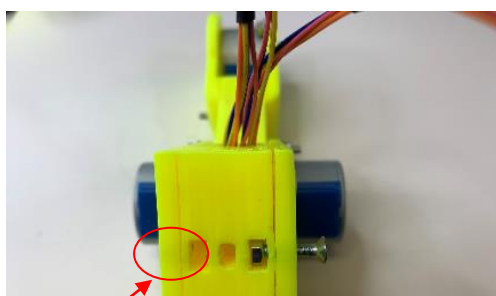


△がこちら側になるように組み合わせます

④モータシャフトの2つのネジを締めます

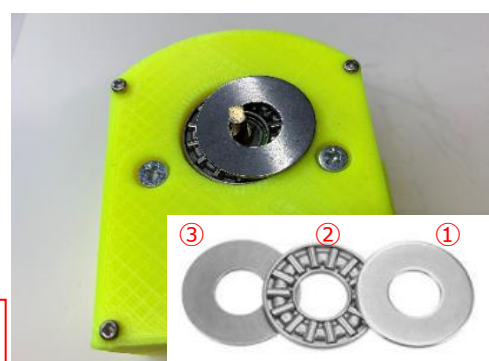


⑤M3のナットを入れて、モーターシャフトにM3×15mmのネジを仮締めにします

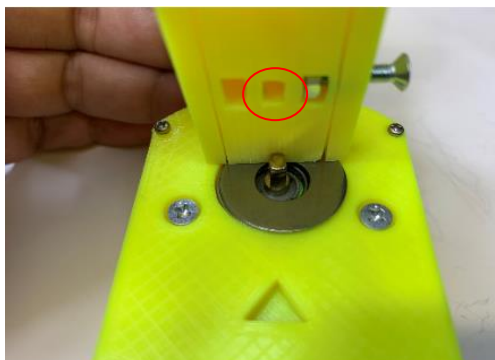


シャフトの固定がうまくいかない場合は
反対側からも同様にネジを入れて両側から固定してください

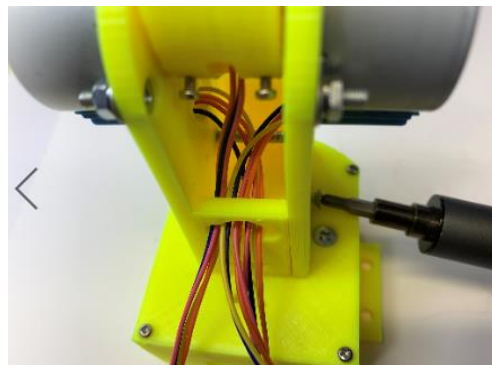
⑥アーム台に、ベアリングを①～③の順番でセットします



⑦真ん中にシャフトをセットします



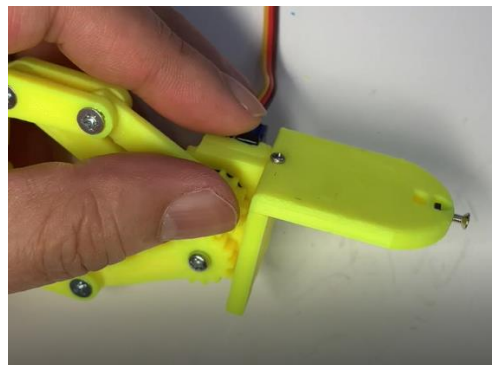
⑧⑤のネジを締めてモーターシャフトとアームを固定します



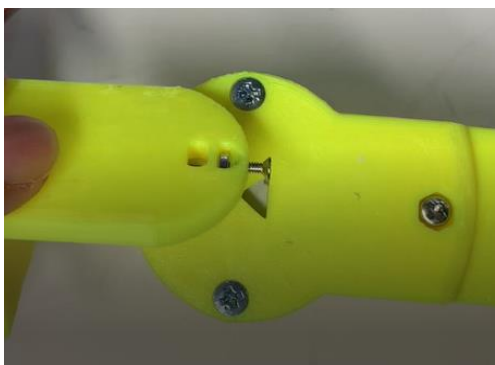
⑨手先 1 に (M2×8mm) のネジとナットを仮締めします



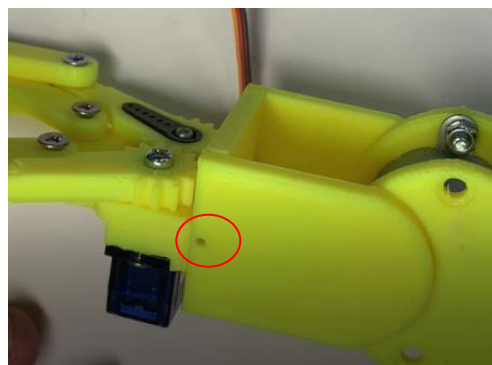
⑩グリッパーに手先 1 をタッピングネジ (M2×8mm) で固定します



⑪アーム中のモーターシャフトに手先 1 をセットし固定します



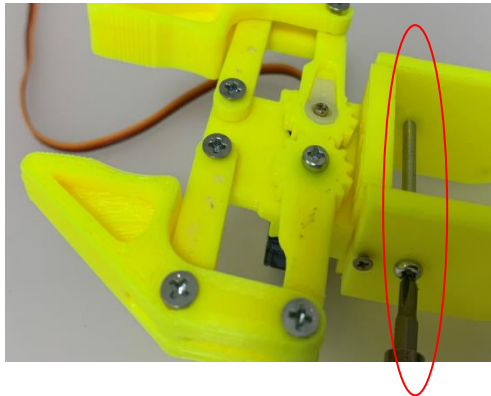
⑫反対側に手先 2 をセットしてタッピングネジ (M2×8mm) で固定します



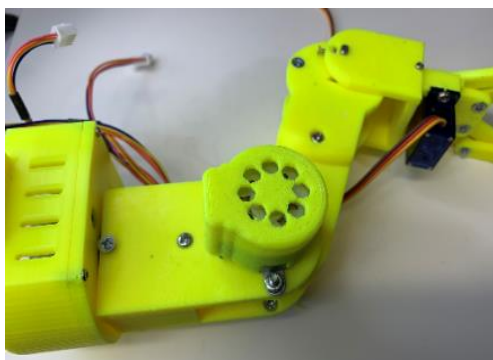
⑬ネジとナット(M3x40mm)で固定します

※改良のため急遽工程を追加しました(2021/05/30)

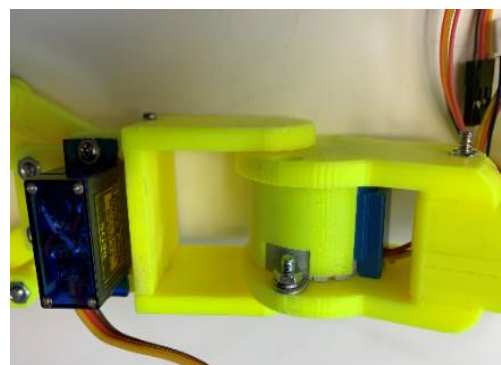
前後の写真や作成動画と相違ありますがご容赦ください



⑭モーターカバーをアームボディの左右のモーターに取り付けます

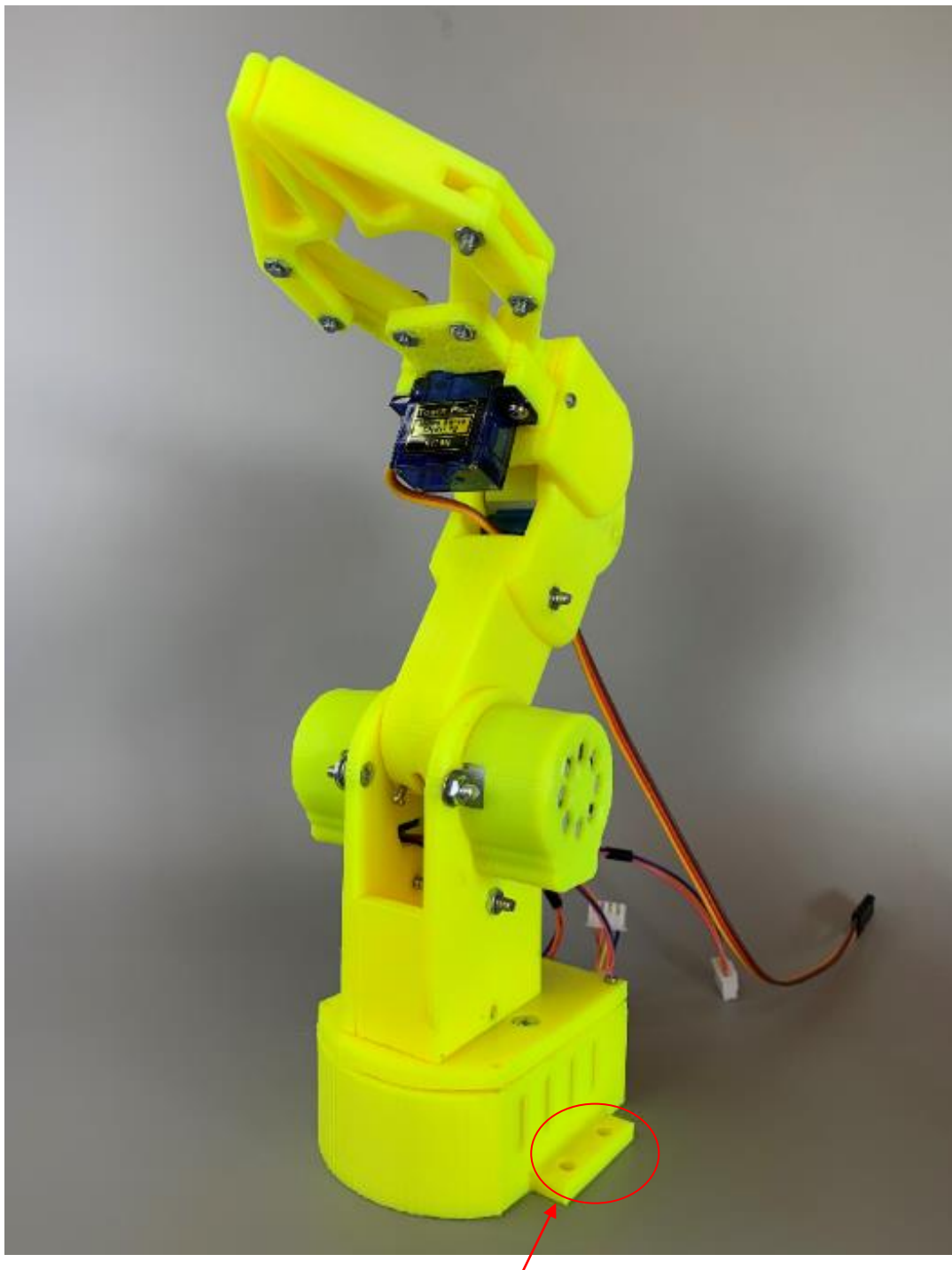


⑮モーターカバー 2 をアーム中のモーターに取り付けます



7)完成

アーム部分がすべて組みあがりました。

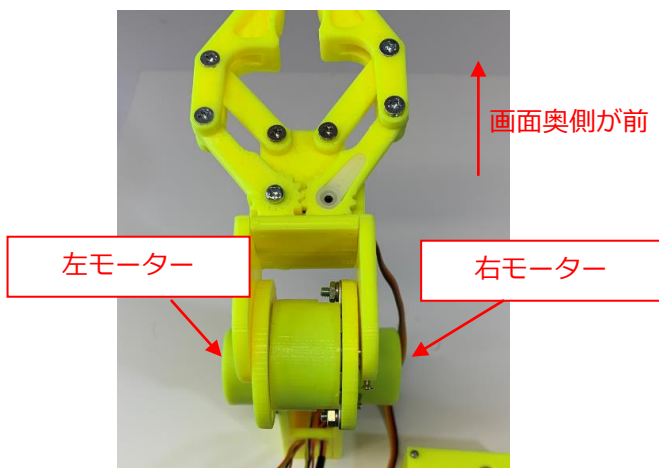
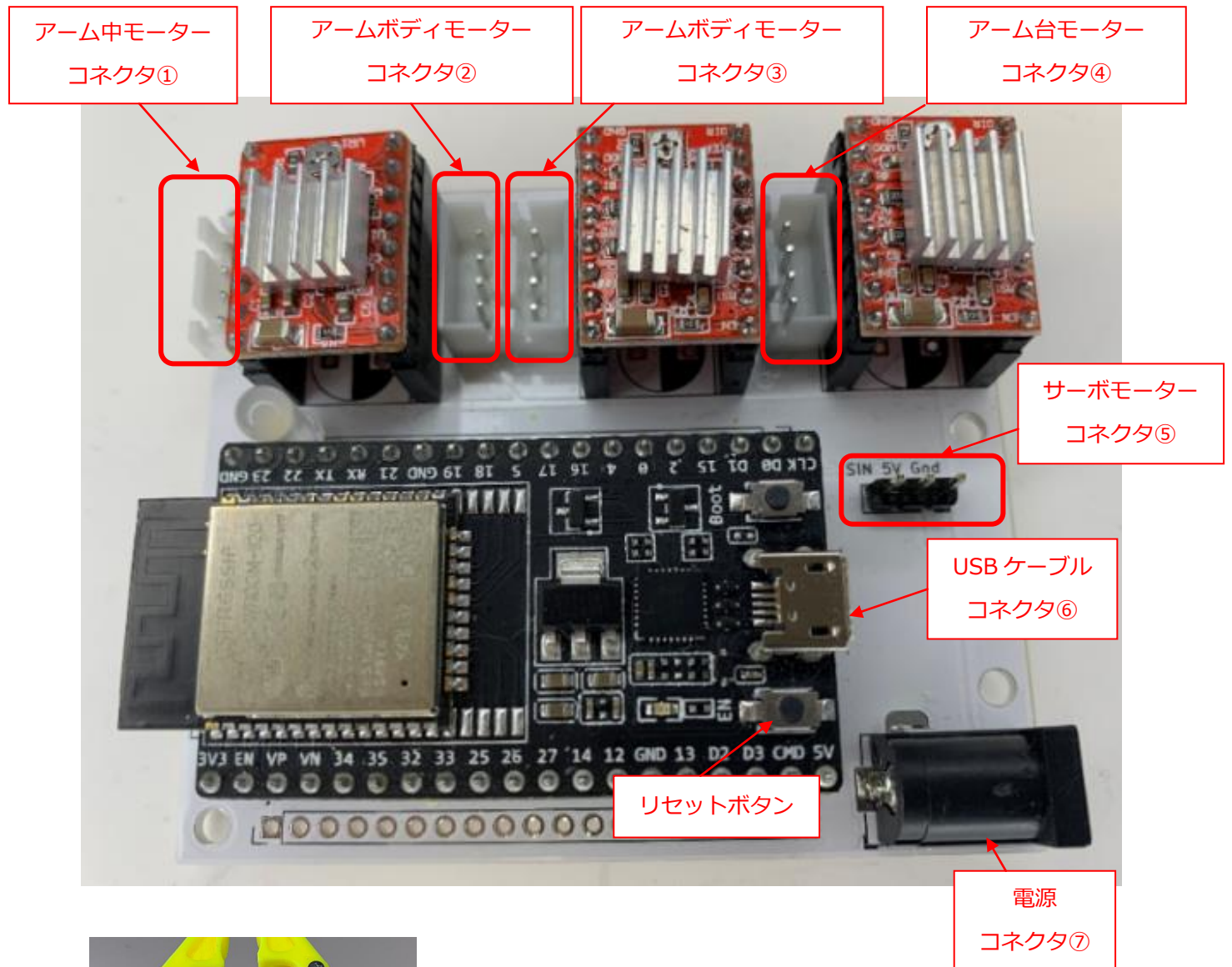


これだけでは不安定ですので、アーム台を固定してご使用ください。

3. ケーブル接続

ロボットアームの組み立てが完了したら基板と接続してみましょう。

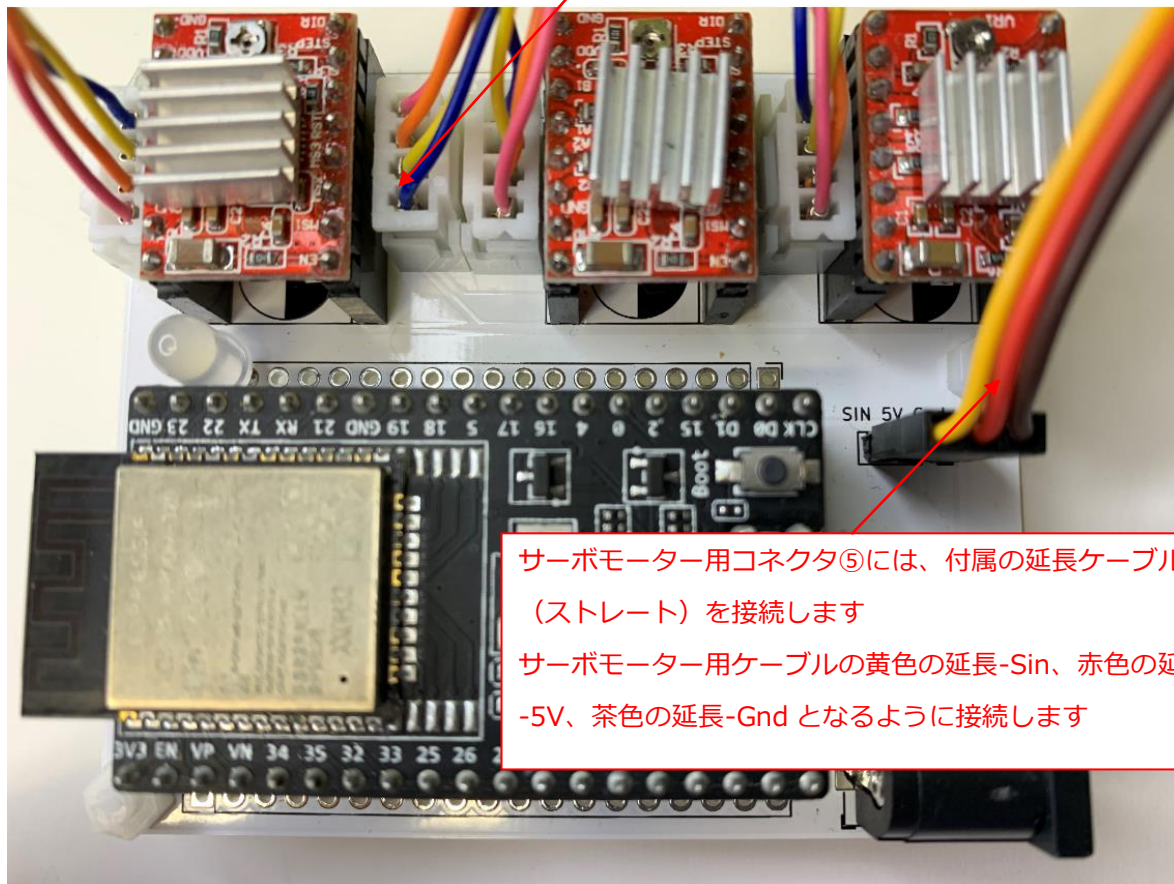
基板の詳細は以下の通りです。



アームボディモーターコネクタ②には右モーターのケーブルを、アームボディモーターコネクタ③には左モーターのケーブルを接続します。

①ケーブルを接続します。

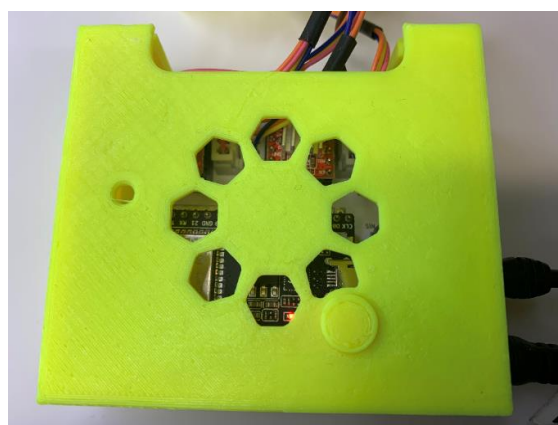
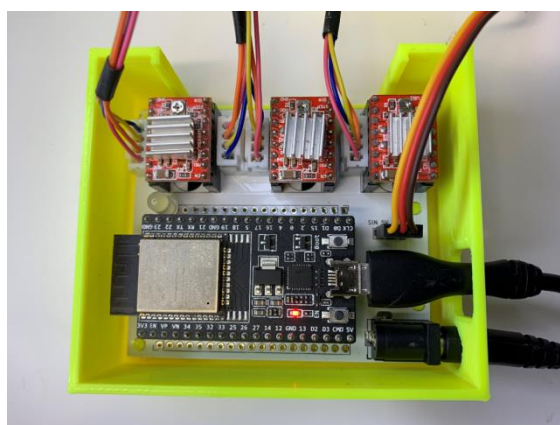
アームボディモーター用コネクタ②の
接続だけ逆向きになります



サーボモーター用コネクタ⑤には、付属の延長ケーブル
(ストレート) を接続します
サーボモーター用ケーブルの黄色の延長-Sin、赤色の延長
-5V、茶色の延長-Gnd となるように接続します

②基板をケースに入れて、USB ケーブル、電
源ケーブルを接続します

③ケース上をつけて完成です



§3.特記事項

当マニュアルで説明する電子工作では、ドライバーなどの工具や、モーターや電源などの電子部品を使用するため、工作方法によっては危険が伴う場合があります。

電子工作をおこなう際には十分ご注意ください。

特にお子様が工作される場合は、大人のサポートのもとで安全等に配慮の上、電子工作をおこなってください。

また、モーター類は連続して稼働すると大変熱くなります。

モーターを停止する時間を設けて発熱を抑制してください。

モーターにカバーなどして対策していますが、火傷に十分ご注意ください。

当マニュアルで説明する電子工作をおこなうことによって、万が一事故など起きても、Ability では一切の責任を負いません。予めご了承ください。

当マニュアルの内容について著作権法の定める範囲を超えて、Ability に無断で複写、複製、転載することはご遠慮ください。

当マニュアルに記載しているホームページアドレス、製品の仕様等は予告なく変更されることがあります。

当マニュアルの内容について運用した結果の影響については Ability では責任を負いかねます。

予めご了承ください。

Ability ホームページ

<https://robot.ability-evolves.com>