QADiR CORPORATION ROBOTICS

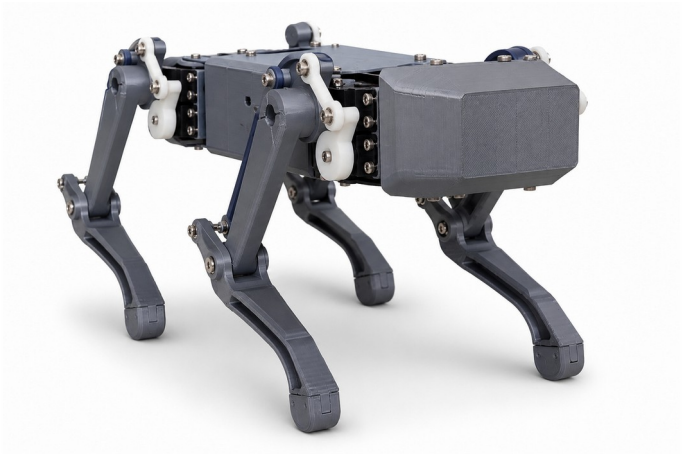
EDU Mini

四足歩行ロボット 学生向け実習教材

全 28 回の授業｜各 50 分

DIY Kit • Ready Kit

ESP32 / MicroPython



バージョン V5.5｜学生用

QADIR Corporation

www.qadircorp.com

目次 INDEX

対象範囲と重要事項....4
授業の概要....5
第 01 回｜EDU Mini を知ろう：学習目標と操作時の安全....6
第 02 回｜部品の確認、工具と組立準備....8
第 03 回｜DIY 脚部機構の組立（1）／Ready 構造の観察....10
第 04 回｜DIY 脚部機構の組立（2）／Ready 機構の分析....12
第 05 回｜4 本の脚の取付と向きの確認....14
第 06 回｜機構の点検と組立完了検査....16
第 07 回｜EDU Mini Servo、関節と 12 自由度（DOF）....19
第 08 回｜ESP32、電源と信号のしくみ....21
第 09 回｜初回起動と安全確認....23
第 10 回｜スマートフォンアプリの操作と動作観察....25
第 11 回｜Thonny のインストール、USB 接続とシリアルポート....28
第 12 回｜MicroPython ファームウェアの書き込みとバージョン確認....30
第 13 回｜初めてのプログラム：実行、保存、転送....32

目次 INDEX（続き）

第 14 回｜Python の基本（1）：出力・変数・データ型.....34
第 15 回｜Python の基本（2）：演算・条件分岐.....36
第 16 回｜Python の基本（3）：繰り返し・時間.....38
第 17 回｜Python の基本（4）：関数・引数.....40
第 18 回｜Python の基本（5）：リスト・辞書.....42
第 19 回｜モジュール化、例外処理とデバッグ.....44
第 20 回｜関節角度、制御インターフェースと安全範囲.....46
第 21 回｜姿勢、重心と立位の安定性.....48
第 22 回｜歩行パターンのしくみとパラメーター.....50
第 23 回｜前進・後退・方向転換.....52
第 24 回｜動作シーケンスとデータの記録.....54
第 25 回｜運動学の基礎と動作の改善.....56
第 26 回｜課題の設計と実験計画.....58
第 27 回｜課題の実施とテスト.....60
第 28 回｜成果発表、評価と振り返り.....62

QADIR EDU Mini

学生向け実習教材｜全 28 回×50 分｜V5.5 日本語版（校訂版）

ESP32 / MicroPython｜高校・高専・大学向け｜DIY Kit・Ready Kit 共通

学習の流れ：組み立て、操作、ESP32 への書き込み、Python の理解を経て、最後に四足歩行ロボットの課題制作に取り組みます。

対象範囲と重要事項

本教材には全 28 回の授業、組立図解、Python の実習例、学生用ワークシートを収録しています。機種固有の操作については、QADIR の技術確認が必要です。動画の画像は組み立ての参考にできますが、実機の取付方向、出荷時の校正状態、ファームウェアのバージョン、配線、制御 API、安全な動作範囲は、QADIR の量産版技術資料で確認してください。確認されていない実機操作コマンドを、正式な実行可能サンプルとして掲載することはありません。

DIY Kit：すべての部品を組み立てます。Ready Kit：本体は組立済みで、学生が 4 本の脚を取り付けます。どちらも標準の EDU Mini Servo 12 個と ESP32 を使用します。EDU Mini Servo-PWM は別売りの改造用部品です。

ℹ️ 出荷時の設定｜サーボモーターの角度は校正済み

【出荷時の校正について】EDU Mini のサーボモーターは出荷前に角度の校正が完了しています。組み立てる際、学生がサーボモーターのゼロ位置を調整する必要はありません。組立図に従って取り付け、関節を無理に回したり、校正パラメーターを勝手に変更したりしないでください。機構の破損や動作不良につながります。

ファームウェアの書き込み（MicroPython 実行環境のインストール）と、Python プログラムの転送（.py ファイルの書き込み）は別の操作です。出

荷時の制御プログラムを上書きしないよう、実機へのファームウェア書き込みには教師または QADIR の承認が必要です。

授業の概要

回	テーマ
01	EDU Mini を知ろう：学習目標と操作時の安全
02	部品の確認、工具と組立準備
03	DIY 脚部機構の組立（1）／Ready 構造の観察
04	DIY 脚部機構の組立（2）／Ready 機構の分析
05	4 本の脚の取付と向きの確認
06	機構の点検と組立完了検査
07	EDU Mini Servo、関節と 12 自由度（DOF）
08	ESP32、電源と信号のしくみ
09	初回起動と安全確認
10	スマートフォンアプリの操作と動作観察
11	Thonny のインストール、USB 接続とシリアルポート
12	MicroPython ファームウェアの書き込みとバージョン確認
13	初めてのプログラム：実行、保存、転送
14	Python の基本（1）：出力・変数・データ型
15	Python の基本（2）：演算・条件分岐
16	Python の基本（3）：繰り返し・時間
17	Python の基本（4）：関数・引数

18	Python の基本（5）：リスト・辞書
19	モジュール化、例外処理とデバッグ
20	関節角度、制御インターフェースと安全範囲
21	姿勢、重心と立位の安定性
22	歩行パターンのしくみとパラメーター
23	前進・後退・方向転換
24	動作シーケンスとデータの記録
25	運動学の基礎と動作の改善
26	課題の設計と実験計画
27	課題の実施とテスト
28	成果発表、評価と振り返り

第 01 回｜EDU Mini を知ろう：学習目標と操作時の安全

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

四足歩行ロボットと DIY／Ready の違いを説明できる

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜授業の説明、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜電池、関節の挟み込み、突然の起動、机からの落下などの危険を確認し、安全な作業エリアを描く

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. 電池、関節の挟み込み、突然の起動、机からの落下などの危険を確認し、安全な作業エリアを描く

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

第 1 回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を 1 つ説明してください。

第 02 回｜部品の確認、工具と組立準備

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

部品を見分け、工具を使える

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜部品チェックリストを使ってグループで数量を確認する。左右・前後・ねじ・リンクを表示し、写真を撮って記録する

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. 部品チェックリストを使ってグループで数量を確認する。左右・前後・ねじ・リンクを表示し、写真を撮って記録する

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

第 2 回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を 1 つ説明してください。

⚠ 組立時の安全｜次の注意事項を先に読んでください

組立時の注意｜ねじの締め付け

ねじを締めるときは力を入れすぎず、緩みなく固定できれば十分です。締めすぎるとねじ山がつぶれたり、樹脂部品の歯が欠けたり、割れたりします。サイズの合う工具を使い、ねじと穴をまっすぐ合わせてください。強い抵抗がある場合は作業を止めて確認し、無理にねじ込まないでください。

組立後は固定部品がしっかり締まっているか、関節が指定どおり動くかを確認してください。教師の点検後に電源を入れてください。

第 03 回｜DIY 脚部機構の組立（1）／Ready 構造の観察

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

1 本の脚の構造と組立順序を理解する

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜DIY：承認済みの図に従って脚の前半部分を組み立てる。Ready：組立済みの脚を観察し、関節の関係を描く

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. DIY：承認済みの図に従って脚の前半部分を組み立てる。Ready：組立済みの脚を観察し、関節の関係を描く

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

DIY／Ready の違い

DIY Kit：正式な組立図に従って部品を組み立て、確認します。Ready Kit：組立済みの本体は分解せず、第 3〜4 回は構造の確認とシミュレーションを行い、第 5 回に 4 本の脚を取り付けます。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

第３回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を１つ説明してください。

第 04 回｜DIY 脚部機構の組立（2）／Ready 機構の分析

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

4 本の脚の対称性と機構の干渉を理解する

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜DIY：残りの脚部を組み立てる。Ready：左右の鏡像関係とリンクの可動範囲を比較する

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. DIY：残りの脚部を組み立てる。Ready：左右の鏡像関係とリンクの可動範囲を比較する

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

DIY／Ready の違い

DIY Kit：正式な組立図に従って部品を組み立て、確認します。Ready Kit：組立済みの本体は分解せず、第 3〜4 回は構造の確認とシミュレーションを行い、第 5 回に 4 本の脚を取り付けます。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

第４回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を１つ説明してください。

第 05 回｜4 本の脚の取付と向きの確認

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

4 本の脚の取付位置を正しく見分ける

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜電源を切り、本体の前後表示に従って 4 本の脚を取り付ける。固定部品、動作のすき間、配線を 1 つずつ確認する

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. 電源を切り、本体の前後表示に従って 4 本の脚を取り付ける。固定部品、動作のすき間、配線を 1 つずつ確認する

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

DIY／Ready の違い

DIY Kit：正式な組立図に従って部品を組み立て、確認します。Ready Kit：組立済みの本体は分解せず、第 3〜4 回は構造の確認とシミュレーションを行い、第 5 回に 4 本の脚を取り付けます。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

第 5 回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を 1 つ説明してください。

第 06 回｜機構の点検と組立完了検査

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

組立状態を点検する

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜チェックリストを使って緩み、干渉、配線の挟み込み、左右の取付間違いを記録し、教師の確認を受ける

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. チェックリストを使って緩み、干渉、配線の挟み込み、左右の取付間違いを記録し、教師の確認を受ける

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

DIY／Ready の違い

DIY Kit：正式な組立図に従って部品を組み立て、確認します。Ready Kit：組立済みの本体は分解せず、第 3〜4 回は構造の確認とシミュレーションを行い、第 5 回に 4 本の脚を取り付けます。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

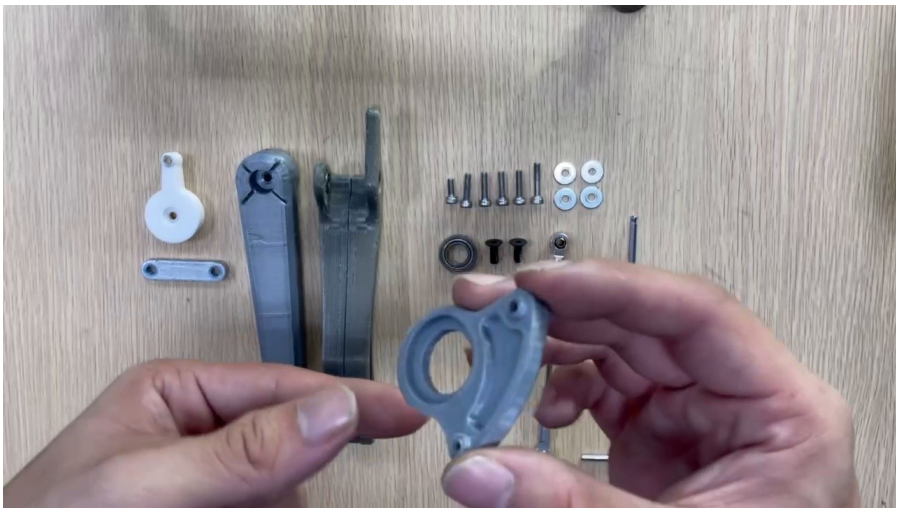
確認問題

第 6 回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を 1 つ説明してください。

組立動画の図解｜第 2〜6 回で使用

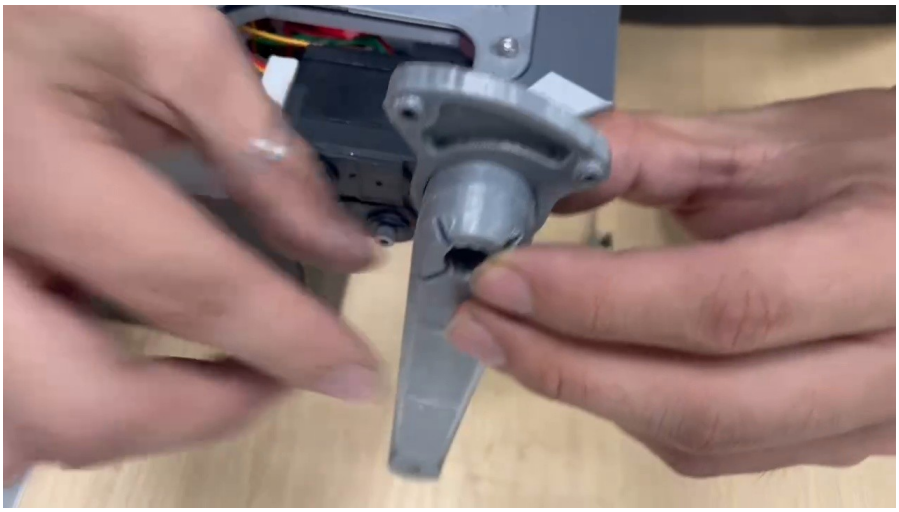
以下の画像は QADIR が提供した組立実演動画から抜き出したものです。部品の識別や作業順序の参考としてください。正式な部品図、ねじの仕様、左右の脚の取付方向、出荷時の校正状態、安全確認の代わりにはなりません。

図 1　部品と固定部品の確認



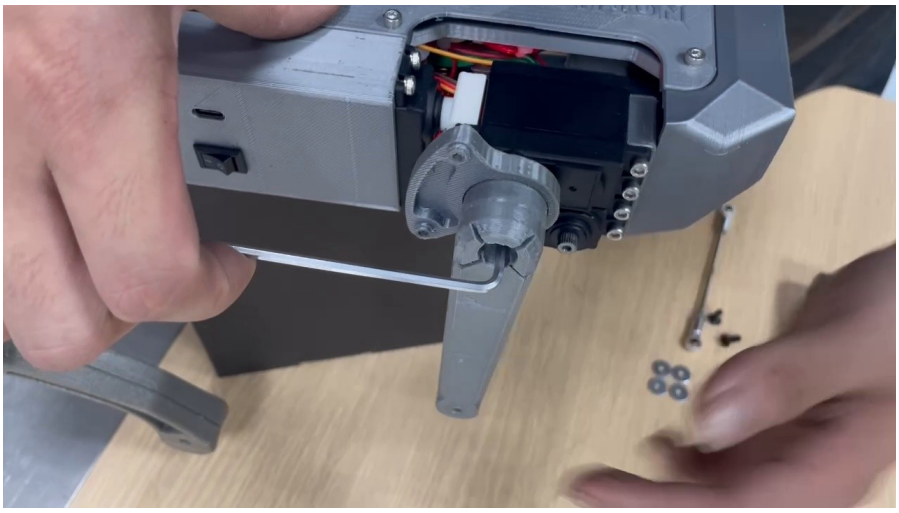
観察と確認：固定箇所、動く関節、干渉するおそれのある部分を示してください。組み立て前に電源を切り、教師とともにこの機種の正式な組立資料を確認してください。

図 2　脚部リンクの組み立て



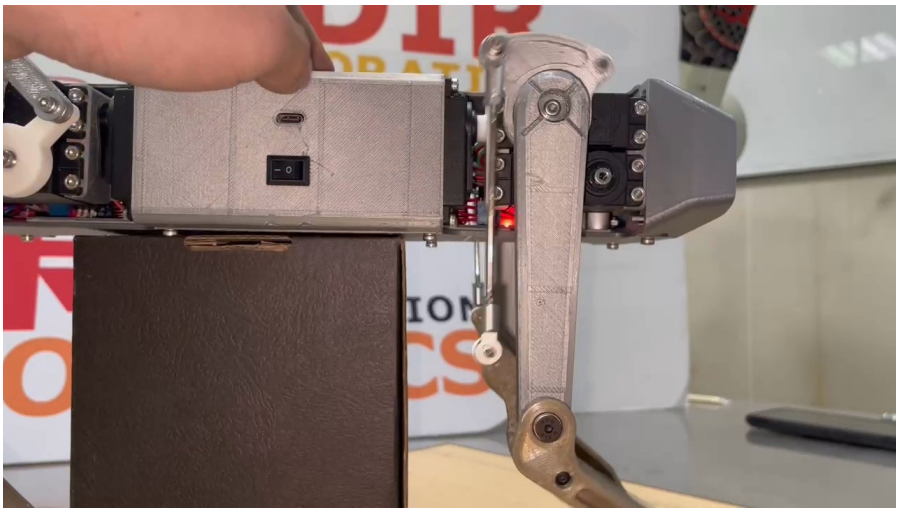
観察と確認：固定箇所、動く関節、干渉するおそれのある部分を示してください。組み立て前に電源を切り、教師とともにこの機種の正式な組立資料を確認してください。

図 3　節の組立例



観察と確認：固定箇所、動く関節、干渉するおそれのある部分を示してください。組み立て前に電源を切り、教師とともにこの機種の正式な組立資料を確認してください。

図 4　脚部と本体の接合



観察と確認：固定箇所、動く関節、干渉するおそれのある部分を示してください。組み立て前に電源を切り、教師とともにこの機種の正式な組立資料を確認してください。

図 5　反側の節の取付



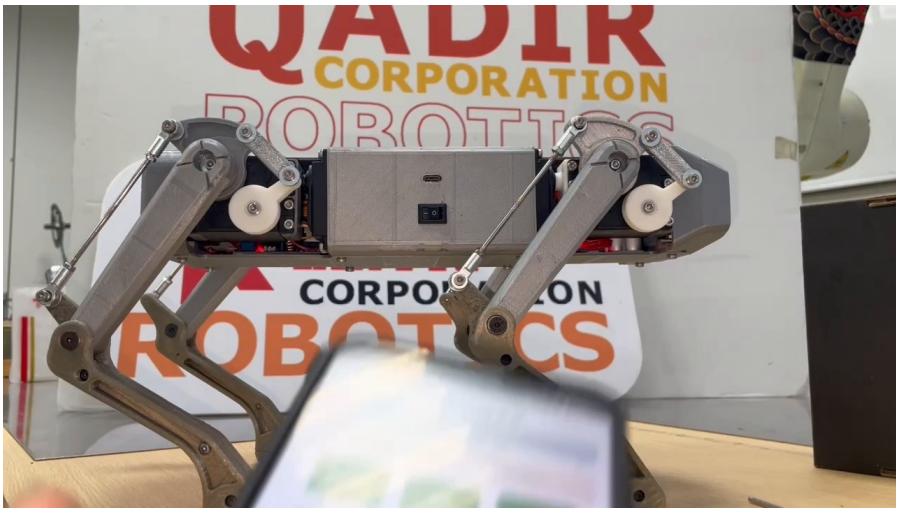
観察と確認：固定箇所、動く関節、干渉するおそれのある部分を示してください。組み立て前に電源を切り、教師とともにこの機種の正式な組立資料を確認してください。

図 6　脚部の固定状態を確認



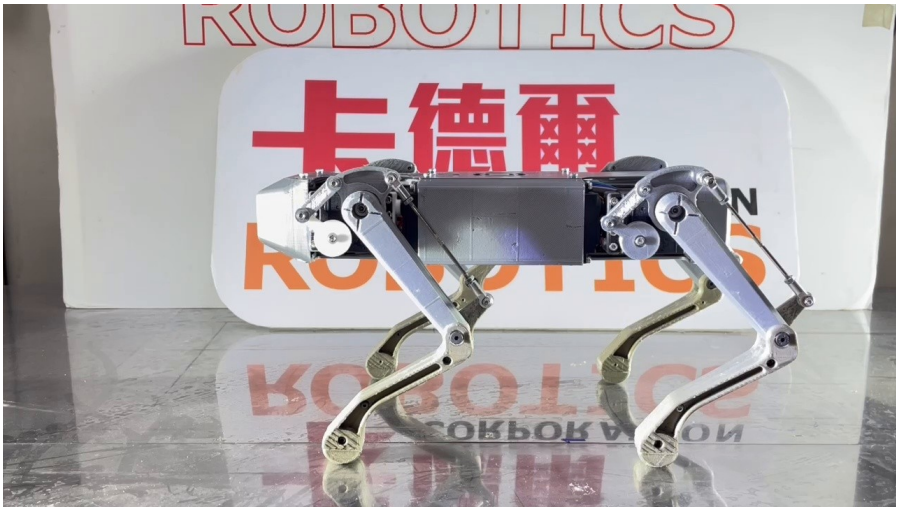
観察と確認：固定箇所、動く関節、干渉するおそれのある部分を示してください。組み立て前に電源を切り、教師とともにこの機種の正式な組立資料を確認してください。

図 7　スマートフォンの操作面



観察と確認：固定箇所、動く関節、干渉するおそれのある部分を示してください。組み立て前に電源を切り、教師とともにこの機種の正式な組立資料を確認してください。

図 8　組立後の動作テスト



観察と確認：固定箇所、動く関節、干渉するおそれのある部分を示してください。組み立て前に電源を切り、教師とともにこの機種の正式な組立資料を確認してください。

第 07 回｜EDU Mini Servo、関節と 12 自由度（DOF）

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

12 個の駆動関節を見分ける

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜4 本の脚の各 3 関節に番号を付け、予想される動作と実際の機構上の制約を記録する

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. 4 本の脚の各 3 関節に番号を付け、予想される動作と実際の機構上の制約を記録する

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

第 7 回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を 1 つ説明してください。

第 08 回｜ESP32、電源と信号のしくみ

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

ESP32 と電源の役割分担を理解する

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜電池→電源供給→コントローラー→モーターのブロック図を描く。ピン配置や電源電圧を推測で決めない

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. 電池→電源供給→コントローラー→モーターのブロック図を描く。ピン配置や電源電圧を推測で決めない

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題：第 8 回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を 1 つ説明してください。

第 09 回｜初回起動と安全確認

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

初回起動の点検を行う

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜教師がファームウェアと電池の状態を確認した後、本体を持ち上げて、正式な出荷時の手順に従って起動する

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. 教師がファームウェアと電池の状態を確認した後、本体を持ち上げて、正式な出荷時の手順に従って起動する

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

第９回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を１つ説明してください。

第 10 回｜スマートフォンアプリの操作と動作観察

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

遠隔操作の動作と安全停止を観察する

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜承認済みのアプリで危険の少ない動作を 1 つ実行し、姿勢、反応、停止方法を記録する

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. 承認済みのアプリで危険の少ない動作を 1 つ実行し、姿勢、反応、停止方法を記録する

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

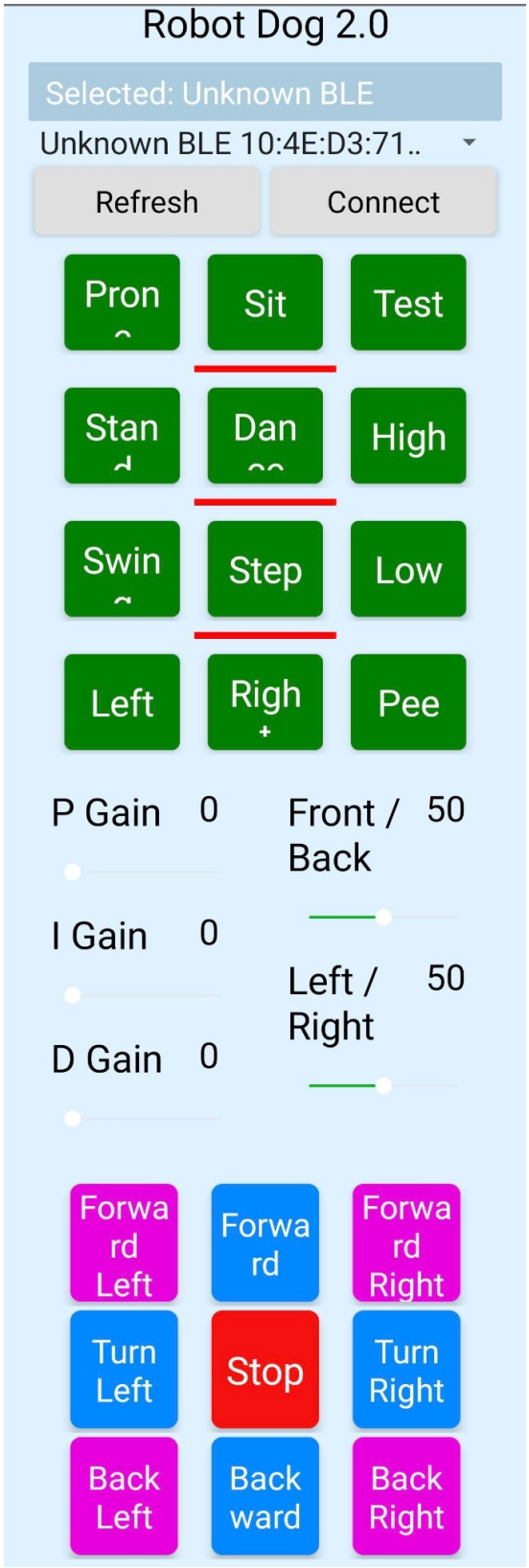
☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

第 10 回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を 1 つ説明してください。

第 10 回補足｜Robot Dog 2.0 アプリの操作説明

次の図は EDU Mini のスマートフォン操作画面です。Bluetooth 接続と動作テストの前に、ロボットを平らで障害物のない安全な場所に置いてください。


Robot Dog 2.0
Selected: Unknown BLE
Unknown BLE 10:4E:D3:71..
Refresh
Connect
Pron
Sit
Test
Stan
Dan
High
Swin
Step
Low
Left
Righ
Pee
P Gain 0
I Gain 0
D Gain 0
Front / Back 50
Left / Right 50
Forwa rd Left
Forwa rd
Forwa rd Right
Turn Left
Stop
Turn Right
Back Left
Back ward
Back Right

1. Bluetooth 接続エリア

デバイス一覧：接続する BLE デバイスを選びます。Refresh：再検索。Connect：接続。「Unknown BLE」は検索時の表示名にすぎません。この名前だけで EDU Mini に接続したと判断せず、実際のデバイス識別情報と接続状態で確認してください。

2. 姿勢・プリセット動作ボタン

Prone（画面上は Pron）：伏せる。Sit：座る。Stand（Stan）：立つ。Dance（Dan）：ダンス。Test：テスト。High／Low：高い／低い姿勢。Step：足踏み。Swing（Swin）：揺れる動作。Pee：特定の遊び動作を示す名称です。これらはボタン名から推測した用途であり、実際の動作は QADIR 出荷時のアプリ／ファムウェアにいます。

3. 下部の微調整スライダー

P Gain：比例ゲイン、I Gain：積分ゲイン、D Gain：微分ゲイン。通常は PID 制御パラメタであり、サボの出荷時の角度校正とは異なります。ファームウェアによって対象の制御ループが異なる場合があります。QADIR が確認した設定範囲を入手するまでは数値の観察のみとし、学生は更しないでください。

Front / Back：前後方向の調整量。Left / Right：左右方向の調整量。初期表示は 50 ですが、中立値かどうか、単位、調整幅は実際のアプリのプログラムで確認する必要があります。角度や速度として扱わないでください。

4. 移動方向・停止ボタン

Forward：前進、Backward：後退、Turn Left／Turn Right：左旋回／右旋回、Forward Left／Forward Right：左前／右前、Back Left／Back Right：左後／右後、Stop：停止。

操作手順：①機構と電池の状態を確認 → ②正しい BLE デバイスを選択して接続 → ③ Stand／Stop を先にテスト → ④危険の少ない動作を 1 つずつ試す → ⑤ボタン操作とロボットの反応を記録。

⚠ 安全上の注意：初回操作では、脚が人や机の端にぶつからないことを確認してください。Stop はアプリの操作ボタンであり、機械安全規格に適合した非常停止装置とみなしてはいけません。

学生の記録：BLE デバイス名_____；接続成功 □はい □いいえ；Stand の反応_____；Stop の反応_____；確認した微調整値_____。

第 11 回｜Thonny のインストール、USB 接続とシリアルポート

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

パソコンと ESP32 を開発用に接続できる

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜Thonny をインストールし、データ転送対応 USB ケーブルを接続して、MicroPython（ESP32）インタープリターとシリアルポートを選ぶ

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. Thonny をインストールし、データ転送対応 USB ケーブルを接続して、MicroPython（ESP32）インタープリターとシリアルポートを選ぶ

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

Thonny の接続手順

1. 教師が案内する承認済みの入手先とバージョンから Thonny をインストールします。

2. データ通信対応の USB ケーブルで ESP32 を接続します。認識されない場合はドライバーとケーブルを確認してください。

3. Thonny で「MicroPython (ESP32)」と正しいポートを選びます。

4. Shell を開き、元のファームウェアを上書きせずに接続できることを確認します。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

充電用ケーブルではプログラムを転送できない場合があるのはなぜですか？

第 12 回｜MicroPython ファームウェアの書き込みとバージョン確認

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

ファームウェアとプログラムの違いを理解する

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜現在のファームウェアのバージョンを確認し、元の設定をバックアップする。教師の承認とバックアップ完了後にのみ書き込みを実演する

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. 現在のファームウェアのバージョンを確認し、元の設定をバックアップする。教師の承認とバックアップ完了後にのみ書き込みを実演する

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

ファームウェア書き込み時の注意

最初に ESP32 のチップ型番、基板の種類、現在のファームウェアのバージョン、バックアップ状態を記録します。QADIR が市販製品での対応を確認し、適切なファームウェアと復元方法を提供した場合に限り、教師が Thonny の「Install or update MicroPython」を実演します。学生は任意

の ESP32 ファームウェアを自分でダウンロードし、出荷時のプログラムを上書きしないでください。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

ファームウェアの書き込みと hello.py の保存は、どう違いますか？

第 13 回｜初めてのプログラム：実行、保存、転送

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

最初のプログラムを実行して保存できる

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜Thonny の Shell で print を実行し、hello.py としてパソコンと承認済みのデバイスに保存する

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. Thonny の Shell で print を実行し、hello.py としてパソコンと承認済みのデバイスに保存する

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

プログラムを ESP32 に保存する

Shell で動作確認 → File > Save as → 最初に This computer へ保存 → 教師の承認後に MicroPython device へ保存します。main.py は起動時に自動実行される場合があります。最初の練習は hello.py を使用し、出荷時の main.py を上書きしないでください。

Python／MicroPython の練習

```
print("Hello, EDU Mini!")
robot = "EDU Mini"
print(robot)
```

察と考察：値または文字列を　　1 つ変更し、出力を予想してから実行して確かめます。これはプログラムの文法練習であり、EDU Mini のモーターを直接動かすものではありません。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

最初の練習で main.py を上書きしてはいけないのはなぜですか？

第 14 回｜Python の基本（1）：出力・変数・データ型

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

出力・コメント・変数・データ型を身につける

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜ロボット名、脚の本数、電池の状態を変数として設定し、type()の出力を確認する

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. ロボット名、脚の本数、電池の状態を変数として設定し、type()の出力を確認する

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

Python／MicroPython の練習

```
robot = "EDU Mini"
legs = 4
dof = 12
print(robot, legs, dof)
print(type(dof))
```

観察と考察：数値または文字列を 1 つ変更し、出力を予想してから実行して確かめます。これはプログラムの文法練習であり、EDU Mini のモーターを直接動かすものではありません。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

第 14 回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を 1 つ説明してください。

第 15 回｜Python の基本（2）：演算・条件分岐

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

比較と条件分岐を使う

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜電池残量の模擬値に応じてテストを許可するか決める if/elif/else のプログラムを書く

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. 電池残量の模擬値に応じてテストを許可するか決める if/elif/else のプログラムを書く

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

Python／MicroPython の練習

```
battery = 72  # 学習用の模擬値。実機の測定値ではありません
if battery < 20:
    print("テストを停止")
elif battery < 50:
    print("まず電池を確認")
```

```
    else:
        print("模擬練習を施できます")
```

観察と考察：数値または文字列を 1 つ変更し、出力を予想してから実行して確かめます。これはプログラムの文法練習であり、EDU Mini のモーターを直接動かすものではありません。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

第 15 回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を 1 つ説明してください。

第 16 回｜Python の基本（3）：繰り返し・時間

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

繰り返しと待ち時間を理解する

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜for で 4 本の脚の番号を表し、安全な終了条件を設定した while でカウント練習をする

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. for で 4 本の脚の番号を表し、安全な終了条件を設定した while でカウント練習をする

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

Python／MicroPython の練習

```
for leg in range(1, 5):
    print("Leg", leg)
count = 0
while count < 3:
    print("step", count)
    count += 1
```

観察と考察：数値または文字列を 1 つ変更し、出力を予想してから実行して確かめます。これはプログラムの文法練習であり、EDU Mini のモーターを直接動かすものではありません。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

第 16 回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を 1 つ説明してください。

第 17 回｜Python の基本（4）：関数・引数

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

関数を使って繰り返し処理をまとめる

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜report_joint(leg, joint)を定義し、引数を渡して戻り値を確認する

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. report_joint(leg, joint)を定義し、引数を渡して戻り値を確認する

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

Python／MicroPython の練習

```
def report_joint(leg, joint):
    return f"{leg}: {joint}"
print(report_joint("front_left", "hip"))
```

観察と考察：数値または文字列を 1 つ変更し、出力を予想してから実行して確かめます。これはプログラムの文法練習であり、EDU Mini のモーターを直接動かすものではありません。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

第 17 回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を 1 つ説明してください。

第 18 回｜Python の基本（5）：リスト・辞書

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

データ構造で関節と動作を表す

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜list に 4 本の脚の名前を保存し、dict に各脚の 3 つの関節名を保存する

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. list に 4 本の脚の名前を保存し、dict に各脚の 3 つの関節名を保存する

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

Python／MicroPython の練習

```
legs = ["front_left", "front_right", "rear_left",
"rear_right"]
joints = {leg: ["hip", "thigh", "knee"] for leg in
legs}
print(joints["front_left"])
```

観察と考察：数値または文字列を 1 つ変更し、出力を予想してから実行して確かめます。これはプログラムの文法練習であり、EDU Mini のモーターを直接動かすものではありません。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

第 18 回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を 1 つ説明してください。

第 19 回｜モジュール化、例外処理とデバッグ

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

エラーを読み、段階的にデバッグする

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18～38 分｜意図的に NameError と TypeError を発生させ、try/except を使ってエラーを記録する

38～46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46～50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. 意図的に ValueError を発生させ、try/except を使ってエラーを記録する

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

Python／MicroPython の練習

```
try:
    angle = int("invalid")
except ValueError as err:
    print("データ形式エラ:", err)
```

観察と考察：数値または文字列を 1 つ変更し、出力を予想してから実行して確かめます。これはプログラムの文法練習であり、EDU Mini のモーターを直接動かすものではありません。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

第 19 回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を 1 つ説明してください。

第 20 回｜関節角度、制御インターフェースと安全範囲

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

模擬角度と実機制御の違いを理解する

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜まずソフトウェアのサンプルで角度範囲を確認する。実機の操作には QADIR が承認した API だけを使う

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. まずソフトウェアのサンプルで角度範囲を確認する。実機の操作には QADIR が承認した API だけを使う

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

Python／MicroPython の練習

```
def check_angle(angle, low=-30, high=30):
    # 例示用の範囲であり、EDU Mini 実機の安全限界ではありません
    return low <= angle <= high
print(check_angle(15))
```

観察と考察：数値または文字列を 1 つ変更し、出力を予想してから実行して確かめます。これはプログラムの文法練習であり、EDU Mini のモーターを直接動かすものではありません。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

模擬用の角度制限をそのまま実機の安全範囲にできないのはなぜですか？

第 21 回｜姿勢、重心と立位の安定性

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

支持多角形と重心を理解する

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜支持脚の組み合わせをいくつか描き、倒れやすい条件を説明する

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. 支持脚の組み合わせをいくつか描き、倒れやすい条件を説明する

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

第 21 回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を 1 つ説明してください。

第 22 回｜歩行パターンのしくみとパラメーター

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

歩行の位相と歩幅を理解する

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜カードまたはシミュレーションデータで 4 本の脚の上げ下げ順序を作り、安定性を分析する

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. カードまたはシミュレーションデータで 4 本の脚の上げ下げ順序を作り、安定性を分析する

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

第 22 回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を 1 つ説明してください。

第 23 回｜前進・後退・方向転換

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

移動方向を制御するパラメーターを見分ける

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜前進・後退・方向転換の足先軌跡を示した図を比較し、違いを記録する

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. 前進・後退・方向転換の足先軌跡を示した図を比較し、違いを記録する

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

第 23 回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を 1 つ説明してください。

第 24 回｜動作シーケンスとデータの記録

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

再現できる動作記録を作る

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜動作名、時間、テスト結果、異常、バージョンの記録欄を設計する

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. 動作名、時間、テスト結果、異常、バージョンの記録欄を設計する

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

Python／MicroPython の練習

```
log = {"action":"demo", "duration_s":2,
"result":"observed"}
print(log)
```

観察と考察：数値または文字列を 1 つ変更し、出力を予想してから実行して確かめます。これはプログラムの文法練習であり、EDU Mini のモーターを直接動かすものではありません。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

第 24 回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を 1 つ説明してください。

第 25 回｜運動学の基礎と動作の改善

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

関節と足先の位置関係を理解する

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜簡略化した 2 リンクモデルで足先の位置を計算し、実機の 3 関節との違いを考える

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. 簡略化した 2 リンクモデルで足先の位置を計算し、実機の 3 関節との違いを考える

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

Python／MicroPython の練習

```
import math
L1, L2 = 5.0, 6.0  # 定した長さ（cm）
a, b = math.radians(30), math.radians(45)
x = L1*math.cos(a) + L2*math.cos(a+b)
y = L1*math.sin(a) + L2*math.sin(a+b)
print(round(x,2), round(y,2))
```

観察と考察：数値または文字列を 1 つ変更し、出力を予想してから実行して確かめます。これはプログラムの文法練習であり、EDU Mini のモーターを直接動かすものではありません。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

第 25 回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を 1 つ説明してください。

第 26 回｜課題の設計と実験計画

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

検証できる課題を提案する

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜目標、変数、制御条件、測定方法、危険、担当分担をまとめる

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. 目標、変数、制御条件、測定方法、危険、担当分担をまとめる

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

第 26 回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を 1 つ説明してください。

第 27 回｜課題の実施とテスト

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

グループで実験し、改善する

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜教師が承認した実験を行い、データを記録し、失敗原因と改善策を分析する

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. 教師が承認した実験を行い、データを記録し、失敗原因と改善策を分析する

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

第 27 回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を 1 つ説明してください。

第 28 回｜成果発表、評価と振り返り

授業時間：50 分｜学生の実習と記録

学習目標

成果と制限事項を分かりやすく発表する

授業の流れ（50 分）

0〜8 分｜前回の復習、安全確認、今回の目標

8〜18 分｜教師による実演または基本事項の説明

18〜38 分｜プログラム、操作記録、問題分析、発表資料、仲間からのフィードバックを提出する

38〜46 分｜グループで確認し、問題を解決して記録

46〜50 分｜成果の整理、課題提出、次回の予告

学生の実習課題

1. プログラム、操作記録、問題分析、発表資料、仲間からのフィードバックを提出する

2. 操作条件、バージョン、観察結果、写真・スクリーンショットをワークシートに記入してください。

3. 発生した問題、考えられる原因、次回の改善方法を説明してください。

今回のワークシート

操作前の予想（何が起こると思いますか？）：

_____

実際の観察／出力：_____

発生した問題：_____

原因の分析／次の手順：_____

☐ 操作完了　☐ 記録済み　☐ 安全手順を守った

確認問題

第 28 回の操作について、重要な手順、確認方法、考えられる危険を 1 つ説明してください。

付録 A | Ready Kit 4 本の脚の取付チェック表

確認項目	結果／備考
本体の前後の向きを確認した	☐ はい ☐ いいえ
4 本の脚の位置と左右を確認した	☐ はい ☐ いいえ
固定部品とリンクに欠品がない	☐ はい ☐ いいえ
配線に挟み込み、引っ張り、動作干渉がない	☐ はい ☐ いいえ
電源 OFF 時の可動範囲に問題がない	☐ はい ☐ いいえ
教師が初回通電を承認した	署名：_____

付録 B｜ESP32 開発チェックリスト

☐ 市販 ESP32 の基板の種類と USB 接続方法を確認した

☐ Thonny のバージョンと正しいシリアルポートを確認した

☐ 元のファームウェアのバージョンを記録し、必要なファイルをバックアップした

☐ ファームウェア書き込みと.py プログラムの転送が別の操作だと理解した

☐ hello.py でテストし、出荷時の main.py を上書きしていない

☐ 実機制御 API、出荷時の校正状態、関節の安全制限は技術担当者が確認済み

付録 C｜正式公開前の技術確認項目

QADIR による確認が必要な項目：4 本の脚の取付方向と図面番号、ねじ・ワッシャーの部品番号、サーボの出荷時校正状態と関節の制限、ESP32 の実際の型番、電源構成、ファームウェアのバージョンと復元方法、Thonny の接続対応、正式なモーター制御 API、アプリと Bluetooth の操作手順。

動画のスクリーンショットは、正式な組立手順と部品の版数に 1 枚ずつ対応させてください。確認前は組立作業の唯一の根拠にしないでください。

付録 D｜全 28 回の実習・成果記録

このページは各回の授業でコピーして使用できます。学生は実際に観察した内容、データ、修正理由を記録し、推測値を測定結果として記載しないでください。

第 01 回｜EDU Mini を知ろう：学習目標と操作時の安全

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 02 回｜部品の確認、工具と組立準備

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 03 回｜DIY 脚部機構の組立（1）／Ready 構造の観察

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 04 回｜DIY 脚部機構の組立（2）／Ready 機構の分析

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 05 回｜4 本の脚の取付と向きの確認

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 06 回｜機構の点検と組立完了検査

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 07 回 | EDU Mini Servo、節と 12 自由度 (DOF)

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 08 回｜ESP32、電源と信号のしくみ

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 09 回｜初回起動と安全確認

日付／クラス／グループ	＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
今回の操作・練習	＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
実際の観察／実行結果	＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
問題・エラー・修正	＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
教師の確認／次の手順	＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

第 10 回｜スマートフォンアプリの操作と動作観察

日付／クラス／グループ	＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
今回の操作・練習	＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
実際の観察／実行結果	＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
問題・エラー・修正	＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
教師の確認／次の手順	＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

第 11 回｜Thonny のインストール、USB 接続とシリアルポート

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 12 回｜MicroPython ファームウェアの書き込みとバージョン確認

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 13 回｜初めてのプログラム：実行、保存、転送

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 14 回｜Python の基本（1）：出力・変数・データ型

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 15 回｜Python の基本（2）：演算・条件分岐

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 16 回｜Python の基本（3）：繰り返し・時間

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 17 回｜Python の基本（4）：関数・引数

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 18 回｜Python の基本（5）：リスト・辞書

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 19 回｜モジュール化、例外処理とデバッグ

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 20 回｜関節角度、制御インターフェースと安全範囲

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 21 回｜姿勢、重心と立位の安定性

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 22 回 | 歩行パターンのしくみとパラメーター

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 23 回｜前進・後退・方向転換

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 24 回｜動作シーケンスとデータの記録

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 25 回｜運動学の基礎と動作の改善

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 26 回｜課題の設計と実験計画

日付／クラス／グループ	＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
今回の操作・練習	＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
実際の観察／実行結果	＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
問題・エラー・修正	＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
教師の確認／次の手順	＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

第 27 回 | 課題の実施とテスト

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

第 28 回｜成果発表、評価と振り返り

日付／クラス／グループ	_____
今回の操作・練習	_____
実際の観察／実行結果	_____
問題・エラー・修正	_____
教師の確認／次の手順	_____

付録 D-1 | MicroPython のよく使う命令・文法早見表

次の一覧は ESP32 の MicroPython でよく使う文法と関数です。実際に使える機能はファームウェアのバージョンによって異なります。学習用の例であり、EDU Mini のサーボモーターを直接動かすものではありません。

print(x)｜メッセージや変数の値を表示する
例：print("Hello EDU Mini")

input("入力")｜ユーザーから入力を受け取る（使用可能な端末が必要）
例：name = input("Name: ")

コメント｜プログラムに説明を付ける
例：# これはコメント

=｜変数に値を代入する
例：speed = 3

type(x)｜データ型を調べる
例：print(type(12))

int(x) / float(x) / str(x)｜数値や文字列の型を変換する
例：n = int("12")

if / elif / else｜条件によって処理を分ける
例：if n > 0: print("OK")

for ... in range(n)｜指定した回数だけ繰り返す
例：for i in range(3): print(i)

while 件｜件がの間、繰り返す
例：while False: pass

break / continue｜ループから抜ける／今回の処理をスキップする
例：if i == 2: break

def / return｜関数を定義し、結果を返す
例：def add(a,b): return a+b

list / dict｜リストやキーと値のデータを保存する
例：angles = [0, 10, 20]

len(x)｜要素の数を求める
例：print(len(angles))

append(x)｜リストの末尾に要素を追加する
例：angles.append(30)

enumerate(x)｜インデックスと要素を一緒に取得する
例：for i,v in enumerate(angles): print(i,v)

import / from ... import｜モジュールを読み込む
例：import time

time.sleep(s)｜指定した秒数だけ待つ
例：time.sleep(1)

time.sleep_ms(ms)｜指定したミリ秒数だけ待つ
例：time.sleep_ms(200)

try / except｜実行時のエラーを捕まえて処理する
例：try: x = 1/0
except ZeroDivisionError: print("Error")

open / with｜ファイルを読み書きする（端末の空き容量に注意）
例：with open("log.txt","w") as f: f.write("OK")

machine.Pin｜ESP32 の GPIO ピンを設定する（機のピン配置を先に確認）
例：from machine import Pin

machine.PWM｜PWM 信号を生成する（未確認のモーター制御端子に直接適用しない）
例：from machine import PWM

os.listdir()｜端末内のファイルを一覧表示する
例：import os; print(os.listdir())

help()｜利用できるオブジェクトの説明を表示する
例：help("modules")

⚠️ プログラム操作上の注意｜出荷時のファイルを勝手に上書きしないでください

注意：通常の Python と MicroPython は完全に同じではありません。パソコン用のパッケージの一部は ESP32 では使用できません。QADIR の手順に従ってバックアップし、復元方法を確認するまでは、EDU Mini 出荷時の main.py／boot.py を上書きしないでください。

付録 E｜MicroPython プログラミング練習（オフラインでも実施可能）

以下は文法を学ぶための例で、EDU Mini のモーターは動きません。実機制御には、出荷時のファームウェアに対応した、QADIR 承認済みのインターフェースを使用してください。

出力・変数・データ型

```
name = "EDU Mini"
legs = 4
```

```
dof = 12
print(name, legs, dof)
```

条件分岐

```
battery_ok = True
if battery_ok:
    print("Ready for checks")
else:
    print("Stop and inspect")
```

繰り返しとリスト

```
joints = ["front-left", "front-right", "rear-left", "rear-right"]
for index, name in enumerate(joints):
    print(index, name)
```

関数と引数

```
def clamp(value, low, high):
    return max(low, min(value, high))

print(clamp(120, 0, 90))
```

書と記

```
record = {"trial": 1, "stable": False, "note": "observe"}
print(record["trial"], record["note"])
```

例外処理

```
try:
    value = int("12")
    print(value)
except ValueError:
    print("Invalid input")
```

付録 F｜確認チェックリスト

□ Ready Kit の 4 本の脚の前後左右の向き、固定部品とねじの仕様

□ 出荷時の校正状態、許容角度、動作範囲、通電前の点検

□ ESP32 出荷時のファームウェアのバージョン、書き込み権限、バックアップと復元の手順

□ Thonny の接続ポートと MicroPython のバージョンの互換性

□ 実際のモーター制御 API、アプリのペアリング手順、配線資料

□ 画像と量産版製品が一致しているか

□ 公開教材と購入者専用ファームウェア／アプリ／完全なプログラムの利用許諾範囲

文書の状態：全 28 回の学生教材を統合した完全版です。実機固有のパラメーターやファームウェア操作に関する内容は、QADIR の技術承認後に正式な公開操作教材として使用できます。

QADIR EDU Mini

実際に手を動かすことから、ロボットへの理解が始まる

学生向け実習教材｜全 28 回｜V5.5

本教材は EDU Mini DIY Kit と Ready Kit に対応しています。正式な製品説明と教師の指導に従って操作してください。ハードウェアの配線、ファームウェア、制御インターフェースは QADIR が承認したバージョンに従います。

QADIR Corporation

www.qadircorp.com