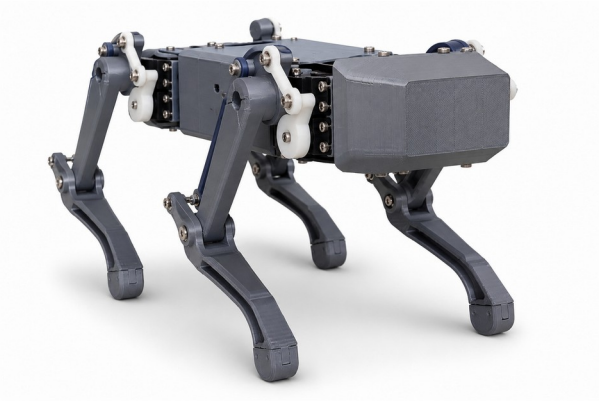
EDU Mini

四足歩行ロボット 教員用指導書

全 28 回対応｜各 50 分

DIY Kit ・ Ready Kit

ESP32 / MicroPython



バージョン V0.2｜教員用

QADIR Corporation

www.qadircorp.com

QADIR EDU Mini

教員用指導書｜全 28 回の授業に対応

基準資料：QADIR EDU Mini 学生向け実習教材 V5.5（校正済み中国語版）

初稿 V0.2｜QADIR の授業・技術確認用｜2026 年 11 月

本書は教員向けに授業の進め方、観察のポイント、評価方法を示すものです。学生用教材や QADIR の正式な技術資料に代わるものではありません。学生用教材の仕様、コード、操作説明を本書で書き換えたり変更したりするものではありません。

1．授業の基本方針と本書の使い方

- 授業時間：全 28 回、各 50 分。各回は学生用教材の同じ回に対応しています。両方を併用してください。
- DIY Kit は全体を組み立てます。Ready Kit は本体が組み立て済みで、生徒が 4 本の脚を取り付けます。目標は同じですが、第 3〜4 回は異なる活動を用意してください。
- 各回は「授業準備→教員の説明→生徒の実習→記録→安全・学習の確認」の順で進めます。
- 操作前に結果を予想し、エラー、修正内容、テスト結果を残すよう促します。ロボットが動いたかどうかだけで評価しないでください。

2．実機の安全と技術上の注意事項

- サーボモーターの角度は出荷前に校正済みです。生徒がゼロ位置を調整する必要はありません。関節を無理に動かしたり、校正値を勝手に変更したりしないでください。
- 通電前にねじの固定、関節の干渉、配線の挟み込み、バッテリーの外観を確認し、教員が機構の点検を完了してください。
- アプリの Stop は操作ボタンであり、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。
- ファームウェアの書き込みと.py ファイルのアップロードは異なります。QADIR の対応ファームウェアとバックアップ・復元手順が揃うまでは、一般向けファームウェアで出荷時プログラムを上書きしないでください。

- 制御 API、GPIO 端子、実際の供給電圧、安全な動作角度、ファームウェアのバージョンは QADIR の正式な技術資料を確認してください。学生用教材の模擬範囲は実機の限界値ではありません。
- 実機テストは危険の少ない方法で段階的に確認します。安全性やバージョンの互換性が確認できない場合は、紙上での分析やプログラムのシミュレーションに切り替えてください。

3．評価方法の例

評価項目	配点の例（教員が調整可能）
安全な操作とルールの順守	25%
実習と技術の理解	30%
記録・分析・修正	25%
協力・発表・振り返り	20%

上記の配点は本指導書での提案であり、学生用教材の必須基準ではありません。

4．全 28 回の授業指導案

第 01 回｜EDU Mini を知ろう・学習目標と操作時の安全

学生用教材の目標 | 四足歩行ロボットの概要と DIY Kit／Ready Kit の違いを説明できる

生徒の主な実習 | バッテリー、関節の挟み込み、予期しない起動、机からの落下の危険を見つけ、安全な作業エリアを図にする

授業前の準備 | 安全エリアの表示、バッテリーの状態を示す写真、低い作業台、グループ用ワークシート

教員の説明・実演

四足歩行の動きと関節の挟み込み箇所を示す。生徒に危険を 3 つ以上挙げてもらい、現場を確認して安全エリアを決める。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

衝突だけに注目し、落下や突然の起動を見落とすことがある。「通信が切れたら？ バッテリーに異常があったら？」と問いかける。

授業の確認事項と評価資料

挟み込み、バッテリー、落下の危険を説明し、作業者と見学者の範囲を区別した安全エリア図を作れる。

学生用教材の確認問題 | 第 1 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 02 回｜部品の確認・工具と組み立て準備

学生用教材の目標 | 部品を見分け、適切な工具を使える

生徒の主な実習 | 部品一覧を使ってグループで数量を確認し、左右・前後・ねじ・リンクを表示して写真を残す

授業前の準備 | 部品トレー、基本工具、部品一覧、撮影機器

教員の説明・実演

ねじと穴の位置合わせを示し、グループで部品を数えて数量や不足分を写真に記録する。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

見た目が似ているねじを混同しやすい。仕様と取り付け位置を確認し、無理にねじ込ませない。

授業の確認事項と評価資料

部品一覧が完成し、左右・前後の表示が明確で、不足部品を追跡できる。

学生用教材の確認問題 | 第 2 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 03 回｜DIY の脚部組み立て（1）／Ready の構造観察

学生用教材の目標 | 脚 1 本の構造と組み立て順序を理解する

生徒の主な実習 | DIY：承認済みの図に従って脚の前半部分を組み立てる。Ready：組み立て済みの脚を観察し、関節のつながりを描く

授業前の準備 | QADIR 承認の組立図、脚 1 本分の部品、電源 OFF 確認カード

教員の説明・実演

DIY では脚の前半部分の組み立てを実演する。Ready では組み立て済みの構造を観察し、本体は分解しない。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

左右対称の部品を同じものと考えやすい。向きを確認してから締め付ける。

授業の確認事項と評価資料

関節の接続順序と、干渉する可能性がある箇所を 2 つ説明できる。

学生用教材の確認問題 | 第 3 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 04 回｜DIY の脚部組み立て（2）／Ready の機構分析

学生用教材の目標 | 4 本の脚の対称性と部品の干渉を理解する

生徒の主な実習 | DIY：残りの脚部を完成する。Ready：左右の対称形状とリンクの可動範囲を比較する

授業前の準備 | 組み立て済みの脚の見本、左右比較写真、承認済み組立図

教員の説明・実演

見本を使って左右の形状と関節の動きを比べ、DIY では残りの部品を段階的に組み立てる。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

本来の可動性と部品の緩みを混同することがある。回転軸、可動限界、固定箇所を確認する。

授業の確認事項と評価資料

左右の部品が正しい向きで取り付けられ、無理なはめ込みや明らかな干渉がない。

学生用教材の確認問題 | 第 4 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 05 回｜4 本の脚の取り付けと向きの確認

学生用教材の目標 | 4 本の脚の正しい取り付け位置を見分ける

生徒の主な実習 | 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、固定部、すき間、配線を順に確認する

授業前の準備 | 4 本の脚、本体の前後表示、固定ねじ、配線チェック表

教員の説明・実演

電源 OFF の状態で本体の前後と脚の位置を示し、生徒が脚を 1 本ずつ取り付けて相互確認する。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

配線の挟み込みや左右の取り違えが起こりやすい。通電前に外観を確認する。

授業の確認事項と評価資料

脚の位置、固定部、可動部のすき間、配線経路がすべて確認されている。

学生用教材の確認問題 | 第 5 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 06 回｜機構点検と組み立て完了の確認

学生用教材の目標 | 機構の組み立て検査を実施する

生徒の主な実習 | チェック表で緩み、干渉、配線の挟み込み、左右の取り違えを記録し、教員の承認を受ける

授業前の準備 | 機構点検表、点検用照明、教員の確認欄

教員の説明・実演

仮の不具合を使って「点検→発見→記録→修正→再点検」を実演し、グループ間で相互点検する。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

動けば合格と考えやすい。緩み、干渉、配線の挟み込みも点検するよう説明する。

授業の確認事項と評価資料

検査記録が完成し、教員の確認前に初回通電を行わない。

学生用教材の確認問題 | 第 6 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 07 回｜EDU Mini サーボ・関節と 12 自由度

学生用教材の目標 | 12 個の駆動関節を見分ける

生徒の主な実習 | 4 本の脚それぞれの 3 関節に番号を付け、予想される動きと機構上の制限を記録する

授業前の準備 | 脚ごとの 3 関節の図、関節番号シール

教員の説明・実演

電源 OFF の状態で各脚の 3 関節を示し、12 自由度（DOF）の意味を考える。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

リンクの数を駆動自由度と混同しやすい。サーボで動く関節を特定させる。

授業の確認事項と評価資料

4 本の脚それぞれの 3 つの駆動関節を正しく表示できる。

学生用教材の確認問題 | 第 7 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 08 回｜ESP32・電源と信号の仕組み

学生用教材の目標 | ESP32 と電源の役割を理解する

生徒の主な実習 | バッテリー→電源→コントローラー→モーターのブロック図を描き、端子や電圧は推測しない

授業前の準備 | ESP32 基板、バッテリーと信号のブロック図教材

教員の説明・実演

電力と制御信号の機能的なつながりだけを描き、確認済み情報と未確認の端子情報を分けて示す。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

GPIO 端子、電圧、配線色を勝手に推測しやすい。承認前に推測で配線させない。

授業の確認事項と評価資料

電力経路と制御信号を区別でき、根拠のない数値を書いていない。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 09 回｜初回起動と安全確認

学生用教材の目標 | 初回起動時の点検を完了する

生徒の主な実習 | 教員がファームウェアとバッテリーの状態を確認した後、本体を持ち上げて支え、正式な出荷時手順で起動する

授業前の準備 | 教員が承認した起動手順、本体スタンド、バッテリー・機構点検表

教員の説明・実演

機構検査、バッテリーの外観、ファームウェアの状態を確認し、本体を支えて安全な空間を確保してから実演する。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

机の端で起動してしまうことがある。先に本体を支え、周囲の人との距離を確認させる。

授業の確認事項と評価資料

起動前の確認、動作の観察、異常時の対応を記録できる。

学生用教材の確認問題 | 第 9 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 10 回｜スマートフォンアプリの操作と動作観察

学生用教材の目標 | 遠隔操作の動きと安全な停止を観察する

生徒の主な実習 | 承認済みアプリで危険の少ない動作を 1 つ行い、姿勢、反応、停止方法を記録する

授業前の準備 | Robot Dog 2.0 アプリ、BLE 機器の識別方法、安全なテストエリア

教員の説明・実演

BLE の検索、機器の確認、接続、Stand、Stop を実演し、危険の少ない動作を 1 つずつ試す。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

Unknown BLE を正しい機器だと思い込んだり、アプリの Stop を安全規格上の非常停止と誤解したりする。

授業の確認事項と評価資料

機器の識別、接続状態、動作の反応、停止方法を記録できる。

学生用教材の確認問題 | 第 10 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 11 回｜Thonny のインストール・USB 接続とシリアルポート

学生用教材の目標 | PC と ESP32 の開発用接続を確立する

生徒の主な実習 | Thonny をインストールし、データ通信対応の USB ケーブルで接続し、MicroPython（ESP32）とシリアルポートを選ぶ

授業前の準備 | PC、データ通信対応 USB ケーブル、承認済み Thonny のバージョン

教員の説明・実演

インストール、インタープリターの選択、ポートの確認、Shell の応答を示し、基板のプログラムは上書きしない。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

充電専用の USB ケーブルや COM ポートの選択間違いがある。設定変更の前にケーブルを確認する。

授業の確認事項と評価資料

正しいシリアルポートを選び、Shell から応答を得られる。

学生用教材の確認問題 | 充電専用の USB ケーブルではプログラムをアップロードできない場合があるのはなぜですか。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

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

学生用教材の目標 | ファームウェアとプログラムの違いを理解する

生徒の主な実習 | 現在のファームウェアを確認して元の設定をバックアップし、教員の承認とバックアップ完了後に限り書き込みを実演する

授業前の準備 | ESP32 基板情報、承認済みファームウェア、バックアップと復元の手順

教員の説明・実演

「ファームウェアを書き込む」と「.py をアップロードする」を比較する。書き込みはバックアップとバージョンの承認後のみ実演する。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

一般公開のイメージで出荷時プログラムを上書きしがち。復元情報がない場合は概念説明に切り替える。

授業の確認事項と評価資料

2 種類の操作の違いと上書きの危険を説明できる。

学生用教材の確認問題 | 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。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 13 回｜最初のプログラム：実行・保存・アップロード

学生用教材の目標 | 最初のプログラムを実行して保存する

生徒の主な実習 | Thonny の Shell で print を実行し、hello.py を PC と承認済みデバイスに保存する

授業前の準備 | Thonny、接続可能な MicroPython デバイス、hello.py

教員の説明・実演

Shell で print を実行し、まず PC に保存する。承認後、main.py 以外のファイル名でデバイスに保存する。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

hello.py を誤って main.py として保存することがある。起動時の自動実行リスクを説明する。

授業の確認事項と評価資料

プログラムが動き、両方の保存先の記録があり、元の main.py が残っている。

学生用教材の確認問題 | 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。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 14 回｜Python の基本（1）：出力・変数・型

学生用教材の目標 | 出力、コメント、変数、データ型を使える

生徒の主な実習 | ロボット名、脚の本数、バッテリー状態の変数を作り、type()の出力を確認する

授業前の準備 | Thonny、データ型の観察表

教員の説明・実演

数値と文字列の出力を予想し、print と type で確かめ、変数を 1 つずつ変更する。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

文字列の"4"を整数の 4 と混同する。type()で確かめる。

授業の確認事項と評価資料

変数と型を説明し、コードと出力の記録を示せる。

学生用教材の確認問題 | 第 14 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 15 回｜Python の基本（2）：演算と条件分岐

学生用教材の目標 | 比較と条件分岐を使える

生徒の主な実習 | 模擬バッテリー値を用い、テスト可否を判断する if/elif/else のプログラムを書く

授業前の準備 | 条件分岐のフローチャート、模擬バッテリーデータ

教員の説明・実演

数値はシミュレーション用であり、EDU Mini の実測値ではないと強調する。分岐の境界値を比較する。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

例のしきい値を製品の保護設定と誤解する。必ず「模擬」と明記する。

授業の確認事項と評価資料

if/elif/else の分岐と境界条件を説明できる。

学生用教材の確認問題 | 第 15 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 16 回｜Python の基本（3）：繰り返しと時間

学生用教材の目標 | 繰り返しと待機時間を理解する

生徒の主な実習 | for で 4 本の脚の番号を表し、安全な終了条件を持つ while で数を数える練習をする

授業前の準備 | ループのフローチャート、回数制限のある練習プログラム

教員の説明・実演

for で 4 本の脚の番号を表示し、while の終了条件と手動中断を示す。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

終了条件を忘れやすい。実行前にいつ止まるか説明させる。

授業の確認事項と評価資料

どちらのループにも終了条件があり、出力を予測できる。

学生用教材の確認問題 | 第 16 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 17 回｜Python の基本（4）：関数と引数

学生用教材の目標 | 関数で繰り返し処理をまとめる

生徒の主な実習 | report_joint(leg, joint)を定義して引数を渡し、戻り値を確認する

授業前の準備 | 関数呼び出し図、入出力テスト表

教員の説明・実演

引数の受け渡しと return を示し、複数の入力で関数を試す。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

print と return を混同しやすい。別の処理で戻り値を使って確認する。

授業の確認事項と評価資料

関数を繰り返し呼び出せて、2 件以上のテスト記録がある。

学生用教材の確認問題 | 第 17 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 18 回｜Python の基本（5）：リストと辞書

学生用教材の目標 | データ構造で関節や動作を表す

生徒の主な実習 | list に 4 本の脚の名前を保存し、dict に各脚の 3 関節の名前を保存する

授業前の準備 | 脚データの例、リストと辞書の比較図

教員の説明・実演

脚番号や模擬関節データで list と dict を作り、検索と更新を実演する。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

リストの添字は 0 から始まり、辞書のキーとは異なる。先に結果を予想させる。

授業の確認事項と評価資料

値を正しく取得し、データ構造を選んだ理由を説明できる。

学生用教材の確認問題 | 第 18 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 19 回｜モジュール化・例外処理とデバッグ

学生用教材の目標 | エラーを読み、段階的にデバッグする

生徒の主な実習 | 意図的に ValueError を発生させ、try/except でエラーを記録する

授業前の準備 | モジュール化の例、意図的な構文エラーの例

教員の説明・実演

traceback を読み、問題を切り分け、try/except で想定されたエラーを処理する方法を示す。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

空の except ですべてのエラーを無視しやすい。エラー内容を記録させる。

授業の確認事項と評価資料

再現できるエラーと修正の記録があり、例外を隠していない。

学生用教材の確認問題 | 第 19 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 20 回｜関節角度・制御インターフェースと安全範囲

学生用教材の目標 | 模擬角度と実機制御を区別する

生徒の主な実習 | まずソフトウェア例で角度範囲を確認し、実機では QADIR 承認の API だけを使う

授業前の準備 | 角度チェックの模擬プログラム、承認済み制御 API 資料（ある場合）

教員の説明・実演

まずソフトウェアで例の角度を判定し、-30〜30 という例示範囲は実機の安全限界ではないと説明する。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

模擬の制限値をそのまま関節命令に使ってしまう。承認済み API なしで実機を操作しない。

授業の確認事項と評価資料

模擬値、出荷時校正、実際の関節制限を区別できる。

学生用教材の確認問題 | 模擬の角度制限を実機の安全な動作範囲として使えないのはなぜですか。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 21 回｜姿勢・重心と立位の安定性

学生用教材の目標 | 支持多角形と重心を理解する

生徒の主な実習 | 接地している脚の組み合わせを描き、倒れやすくなる条件を説明する

授業前の準備 | 重心の説明図、平らな床、安全な支持具

教員の説明・実演

簡単な図で支持多角形と重心を考え、管理された低リスクの姿勢を観察する。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

本体が水平かどうかだけを見て、足の接地と重心の投影位置を見落としがち。

授業の確認事項と評価資料

姿勢の安定性を判断した根拠と観察記録を示せる。

学生用教材の確認問題 | 第 21 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 22 回｜歩行パターンの原理とパラメーター

学生用教材の目標 | 歩行の位相と歩幅を理解する

生徒の主な実習 | カードや模擬データで 4 本の脚を上げ下げする順番を作り、安定性を分析する

授業前の準備 | 歩行位相図、足の動作タイミング記録表

教員の説明・実演

低速アニメーションや紙のタイミング図で歩行パラメーターを比較し、最初から実機の速度を上げない。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

歩行頻度を上げれば必ず安定すると考えやすい。接地時間と支持状態を話し合う。

授業の確認事項と評価資料

歩行の位相順序、パラメーター、予想される効果を示せる。

学生用教材の確認問題 | 第 22 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 23 回｜前進・後退・方向転換

学生用教材の目標 | 方向制御に使うパラメーターを区別する

生徒の主な実習 | 前進、後退、方向転換の足先の軌跡図を比べ、違いを記録する

授業前の準備 | 平らなテストエリア、距離表示、承認済み動作制御方法

教員の説明・実演

前進・後退・方向転換を一つずつ試し、各テストで変更する条件は一つにする。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

複数のパラメーターを同時に変えると原因を判断できない。試験記録を個別に残す。

授業の確認事項と評価資料

進行方向、ずれ、停止時の反応を記録できる。

学生用教材の確認問題 | 第 23 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 24 回｜動作シーケンスとデータ記録

学生用教材の目標 | 再現できる動作記録を作る

生徒の主な実習 | 動作名、時間、試験結果、異常、バージョンの項目を作る

授業前の準備 | シーケンスのフローチャート、データ記録表、時刻の記録例

教員の説明・実演

「動作→待機→記録」の順序を設計し、まず模擬してから承認済みの方法で実機を観察する。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

待機や記録項目が抜けると再現できない。バージョンと条件を記録する。

授業の確認事項と評価資料

同じシーケンスを繰り返し実行して結果を比較できる。

学生用教材の確認問題 | 第 24 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 25 回｜運動学の基礎と動作改善

学生用教材の目標 | 関節と足先の位置の関係を理解する

生徒の主な実習 | 簡易的な 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

授業前の準備 | 脚の幾何学的な図、長さを測る道具、計算問題

教員の説明・実演

簡易モデルには仮定があることを説明し、予測と実際のずれを比較する。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

二次元の図を機構全体の解と考えやすい。仮定と制限を明示する。

授業の確認事項と評価資料

動作を改善するための、検証可能な仮説を 1 つ示せる。

学生用教材の確認問題 | 第 25 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 26 回｜課題の設計と実験計画

学生用教材の目標 | 検証できる課題を提案する

生徒の主な実習 | 目標、変数、一定に保つ条件、測定方法、リスク、役割分担を書く

授業前の準備 | 課題の要件シート、リスク表、スケジュール

教員の説明・実演

各グループに測定可能な目標、検証方法、達成条件、安全上の制約を決めてもらう。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

アイデアだけで合格基準がない場合は、達成をどう証明するか問いかける。

授業の確認事項と評価資料

目標、試験条件、役割分担、リスク表が完成している。

学生用教材の確認問題 | 第 26 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 27 回｜課題の実施とテスト

学生用教材の目標 | グループ実験と改善を完了する

生徒の主な実習 | 教員が承認した実験を行い、データを記録して失敗の原因を分析し、改善する

授業前の準備 | 課題作業エリア、試験日誌、教員点検表

教員の説明・実演

各回の「変更前→変更内容→結果」を記録させ、安全監督とバージョンのバックアップを続ける。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

複数条件を同時に変更したり、記録を保存し忘れたりする。小さな変更で試すよう促す。

授業の確認事項と評価資料

データに基づく改善サイクルを 1 回以上完了する。

学生用教材の確認問題 | 第 27 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

第 28 回｜成果発表・評価と振り返り

学生用教材の目標 | 成果と制約をわかりやすく発表する

生徒の主な実習 | コード、操作記録、問題分析、発表資料、相互評価を提出する

授業前の準備 | 発表基準、相互評価シート、採点ルーブリック

教員の説明・実演

目標、設計、実測データ、失敗、制約を発表させ、結果だけでなく検証過程を評価する。

50 分間の授業の流れ

- **0〜8 分｜復習と安全確認を行い、本時の課題を確認する。**
- **8〜18 分｜実演と質問で、必要な基礎知識を確認する。**
- **18〜38 分｜グループ実習を行い、教員が巡回して異常や操作記録を確認する。**
- **38〜46 分｜相互確認を行い、エラーの原因を考えて修正する。**
- **46〜50 分｜ワークシートを回収し、次回の内容を伝える。**

よくある問題と指導のポイント

成功した動画だけを見せて、失敗や制約を説明しないことがある。次の改善案を考えさせる。

授業の確認事項と評価資料

成果を再現でき、十分なデータがあり、リスクと制約を明確に説明できる。

学生用教材の確認問題 | 第 28 回の重要な手順、確認方法、考えられるリスクを 1 つ説明してください。

教員記録欄｜出席・グループ：_____ 問題点・補習指導：

_____

5．教員用チェックリスト（授業前・授業後）

授業前

☐ 学生用教材と実機のファームウェアのバージョンを確認した

☐ 作業スペース、バッテリー、配線の安全を確認した

☐ 実演用機体、データケーブル、教材を準備した

☐ 実機のコマンドと API には正式な承認資料がある

☐ 異常時の停止・現場対応方法を準備した

授業後

☐ 生徒の操作記録とワークシートを回収した

☐ 異常、失敗、修正方法を記録した

☐ 実演ファイルと生徒のプログラムをバックアップした

☐ 機器、バッテリー、部品の状態を確認した

☐ 次回の補習・発展課題を計画した

6．技術確認チェックリスト（正式な授業開始前）

☐ 出荷時ファームウェアのバージョンと復元手順

☐ ESP32 基板の種類、USB 接続方法、対応ツールのバージョン

☐ 関節制御 API、コマンド形式、安全な角度・速度の範囲

☐ アプリのボタンとスライダーの実際の機能・調整範囲

☐ 本体、4 本の脚、配線、バッテリーの正式な組立・点検図

☐ Kit の構成ごとの起動手順と不具合への対応

注：上記は授業前に QADIR の技術担当者による確認が必要な項目です。現行製品に該当機能がないことを意味するものではありません。