

導入敷居は低く、到達点は高く



世界初

次世代技術者育成を加速する  
人型ロボットROS学習キット

先進技術人材輩出教材ロボット

# TOMOT™-Aro1

兵庫県 2017 年度  
ひょうご No.1 ものづくり大賞  
選考委員会特別賞  
受賞

日本弁理士会  
知的資産経営フォーラム 2018  
知的財産活用奨励賞  
知的財産戦略部門  
受賞

PCT国際特許出願中



# 世界標準技術

業界標準や世界標準となっている技術環境に合わせて設計開発

# 環境構築済み

全て環境構築済みで、授業用テキストとして完全対応の教科書まで提供

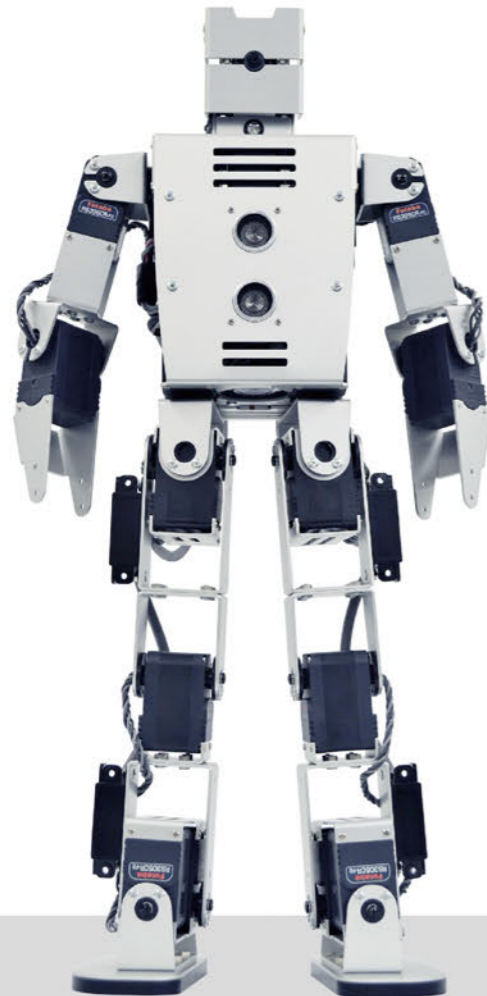
# 高品質・低価格

相場価格の3分の1程度を実現したことで人型ロボットでの教育の普及を加速

# 短い習得時間

専用教科書で手順通りに学べば短時間で習得可能

HELLO ROBOTICS!



フルHDカラーカメラ



ROS Kinetic Kame  
RS485通信、I<sup>2</sup>C通信、SPI通信



Ubuntu MATE 16.04 LTS  
Raspberry Pi 3 Model B



## MISSION

世界が待望していたのは、  
AI・ロボット技術者が続々誕生する未来。  
誰がかなえるのか？  
なければ私たちの手で！

日本のロボット産業の発展のためには、産学官の連携強化によりロボット工学の教育現場を変えていく必要があります。さらに、企業同士も連携を深め、それぞれが持つ知識の標準化を図る必要があります。変革の原動力は正しい知見と若さに代表されるエネルギーですが、これらを養成するための教育カリキュラムは、なかなか実際のビジネス現場からのニーズを反映させることが難しいのが現状です。政府がロボット化や先端技術における産学官連携を強く推進する理由がここにあり、当社も同じ見解に立っております。日本データは日本国内の隅々までAI・ロボティクス、IoTの力で効率化される社会の実現を新たなミッションとして、企業・大学・官公庁間の目指すべき連携の姿を模索し効率化と生産性向上に貢献致します。



## この1台で ロボット教育が変わります

- 1 課題先進国である日本  
省人化と省コストなどの生産性向上が必須
- 2 世界標準化の促進  
脱ガラパゴス化促進と次世代技術対応が鍵
- 3 AI・ロボット人材不足  
AIや自律ロボット技術者の深刻な人材不足が課題

### 3つの問題を解決

名前は、「**TOMOT-Aro1**」  
世界を変えるために生まれたんだ。

日本が直面する少子高齢化や労働力不足などの社会問題を根本的に解決する学習プラットフォームとして誕生したんだ。

世界標準の技術力を備え次世代技術の研究開発に対応できる技術者を育成し、次世代技術者を教育機関から輩出できるようにすることが僕の使命なんだ。

誰もがAIとロボット化の恩恵を受けられる社会を実現するよ。



## 専用教科書が優しくサポート 初めてのロボット工学も これがあれば自由自在

教科書の中身を紹介!



- 世界初となるROS教材キットで環境構築の煩わしさから解放
- 専門教科書に沿った学習で世界標準技術の習得容易性を実現



- 2足歩行ロボットを操り、楽しみながら理解が深まる導入教育からエスコート
- AI連携や次世代技術にまで対応できる時代のニーズにマッチした人材価値の創造



- リファレンスやサンプルプログラムが充実しているので迷わない、悩まない、つまづかない



## こんなこと学べる、身につく!

### ミドルウェア (ROS Kinetic Kame)

- ・ロボット用ソフトウェアを作成するための柔軟なフレームワークであるROSは将来的に世界標準を確実視されており、ROSに対応するモジュール化されたドライバーを作成すると多くのROS対応ロボット上で動作する制御ソフトウェアになり得るため、既に日本でも多くのFAにおける活用事例が増えてきています。また、ROSはネットワークを介しての分散コンピューティングをサポートしており、同ネットワーク上の複数のロボットによる連携作業で力を発揮するだけでなく、3Dモデルを使った綿密なシミュレーションを強みとしています。
- ※ Robot Operating System の略

## ROS

### フルHDカラーカメラ

- ・Raspberry Pi用の小型カメラで、静止画と動画の撮影が可能。
- ・ROS経由でストリーミング配信も可能です。

### SPI通信

- ・SCK(シリアル・クロック)と単方向のSDI(シリアル・データ・インプット)、SDO(シリアル・データ・アウトプット)の3本の信号線で通信する同期式のシリアル通信。
- ・I<sup>2</sup>Cに比べ数十倍高速で双方向通信に対応しており、高速な処理が必要な場合に有利。
- ・ADコンバーターの制御に使用。

### I<sup>2</sup>C通信

- ・SCL(シリアル・クロック)と双方向のSDA(シリアル・データ)の2本の信号線で通信する同期式のシリアル通信。
- ・回路がシンプルで実装が容易で、少ない信号線で実装したい場合に有利なため、高速な処理が必要な場合に好んで使用されます。
- ・LCDと3軸加速度センサーの制御に使用。

### RS485通信

- ・差動信号のためノイズに強く、最大1,200mまでの距離を通信できます。
- ・非同期通信をサポートしているため多対多の通信も可能となっており、FA業界でのデファクトスタンダードとなっています。

### 3軸加速度センサー

- ・XYZの3軸方向について、I<sup>2</sup>C通信で加速度を測定するセンサー。

### 超音波距離センサー

- ・送信部と受信部からなる超音波を使った距離センサー。

### GPIO通信

- ・Raspberry Pi 3 Model BのGPIO(汎入出力)を経由してアクチュエーターやセンサーを制御。
- ・超音波センサー、タクトスイッチ、LEDの入出力に使用。
- ・特にLEDについてはPWMを用いることで擬似的に電圧を操作し、各色の発色を加減することで任意の色(フルカラー)の表現を可能にしています。

### サーボモーター (双葉電子工業社製コマンド方式サーボモーター「RS305CR」)

- ・最大の特徴は、RS485シリアル通信に対応しサーボから多くの情報を取り出せることに加え一括制御が可能であること。また、産業ロボットで広く利用されているティーチングにも対応していること。
- ・RS305CRは複数のサーボモーターへ同時にコマンドを送信することができ、サーボが保持している各種情報を取得できます。また、ノイズに強く高い精度で目的の位置に到達でき、ロボットによく見られるハンチングが極限まで低減されています。



## Raspberry Pi

### メインコンピューター (Raspberry Pi 3 Model B)

- ・AIや外部API連携により拡張性を無限大に高めることができ、処理能力も高い世界標準ボード。

### OS (Ubuntu MATE 16.04 LTS)

- ・世界一の普及を誇る世界標準のOSS<sup>※</sup>を搭載。コマンドラインでの操作に加え、デスクトップ画面をマウス操作で進めることができるのでWindowsの操作に慣れていれば習得が容易で、OSS開発のグローバルスタンダードにも慣れ親しむことができます。
- ※ Open Source Software の略

### 開発言語 (Python)

- ・Python 2.7.12およびPython 3.5.2がインストールされています。
- ・インタープリター言語でありながら実行速度が極めて速く、機械制御からデスクトップアプリケーションやWeb開発などサポート範囲が広いことが特徴です。
- ・クラウド型APIや機械学習・深層学習などの親和性が高く、CやJavaに変わって世界中で一番使用される次世代デファクトスタンダードと目されており、最も注目されている言語と言ってもいいでしょう。



## ubuntu MATE python

### LCD

- ・バックライトが付いた小型のキャラクターディスプレイ。
- ・I<sup>2</sup>C通信にて8文字×2行の計16文字を表示できます。

### アナログセンサー

- ・信号に電圧を使っており電圧の変化をセンサーの入力値として利用するため極めて回路がシンプル。
- ・TOMOT-RCB1にはアナログ入力に対応したポートを8ポート用意しています。
- ・ADコンバーター経由で制御します。

### ADコンバーター

- ・8チャンネルのADコンバーターを搭載し、同時に8つまでアナログセンサーの値を取得できる。
- ・次世代だけでなく、安価でシンプルなアナログ技術にもしっかり対応します。

### ロボットコントロールボード (TOMOT-RCB1)

- ・完全自社設計として世界標準技術学習用制御ボードとして専用設計されたロボットコントロールボードを搭載。
- ・別売予定の専門教科書に進むと、回路図の作成からCADデータ作成等を学ぶことができ、電子・電気回路をロボット設計の観点から学習可能です。

教育とは「未来を担う人を育てること」との考えから、ロボットの過去・現在・未来を包括的に学べる教材キットとして開発されました。



## ロボット本体 TOMOT-Aro1

教育機関特別価格 本体価格 430,000円 (税抜)

### 重量・寸法

重量 1,110 g (ケーブルを除く)  
寸法 354 × 150 × 74 (ケーブルを除く)

### ハードウェア

#### フレーム

アルミニウム (A5052) 製パーツ 16種 37点  
ABS 製樹脂パーツ 2種 2点

#### サーボモーター

	双葉電子工業社製コマンド方式 サーボモーター「RS305CR」× 20
トルク	7.1 [kgf・cm]
スピード	0.11 [sec / 60°]
重量	28 [g]
電源電圧	7.4 [V]
可動範囲	300 [deg]
通信形式	RS485 半二重通信

#### 電源

7.5V 6A ACアダプター  
7.4V 780mAh リチウムポリマーバッテリー

### 基板

#### メインコンピューター

Raspberry Pi 3 Model B × 1

#### ロボットコントロールボード

TOMT-Aro1 用シールド基板 (TOMOT-RCB01) × 1

#### その他トランシーバー・センサー等

- [RS485通信] 作動バストランシーバー LTC1485  
(Analog Devices, Inc. / Linear Technology Corporation)
- [I<sup>2</sup>C 通信] 3軸加速度センサー ADXL345  
(Analog Devices, Inc.)
- [I<sup>2</sup>C 通信] 小型キャラクター LCD モジュール AQM0802A  
(Xiamen Zettler Electronics Co., Ltd)
- [SPI 通信] AD コンバーター MCP3008-I/P  
(Microchip Technology Inc.)
- 超音波距離センサー HC-SR04 (SainSmart.com)
- D級アンプ PAM8012 (Diodes Incorporated)
- スピーカー CLS0281MAE - L152 (CUI Inc.)
- USB マイクモジュール

### ソフトウェア

#### OS

Ubuntu MATE 16.04 (Xenial) desktop  
for Raspberry Pi

#### ミドルウェア

ROS Kinetic Kame  
(Ubuntu 16.04 LTS に対応したもの)

#### 開発言語

Python 2.7.12 / Python 3.5.2

### オプション

## 開発用小型 PC

専用PCで、開発作業をもっと快適に



ロボット本体だけでもディスプレイ・マウス・キーボードを接続すれば開発用 LinuxPC として使用できますが、3D シミュレーターなどを使って高度な開発を行う際はスペックに余裕のある開発用 PCが必要となります。4コア CPU・4GB メモリーとコンパクトながら十分なスペックを搭載した開発環境構築済みのオールインワン PC をお手軽価格で購入いただけます。

PC 本体 67,000円 (税抜) ※無線マウス・キーボードをセット購入の場合 別途+2,600円 (税抜)

メーカー: ECS 社 (Elitegroup Computer Systems)  
型番: LIVA Z (N4200)  
OS: Ubuntu MATE 16.04 LTS (Xenial)  
インストール済みアプリ: ROS, RViz, Gazebo, VS Code、他

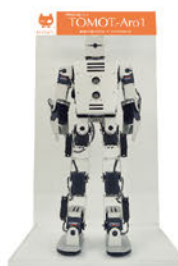


※ディスプレイは付属しません。HDMI 入力対応のフルHD ディスプレイを別途ご用意ください。

## ロボット展示台

専用展示台で、ロボットをもっと魅力的に

ロボットの展示としてはもちろん、作業をしない際に専用箱に収納する手間いらずの保管台としても使用できます。



展示イメージ



ロボット展示台 17,000円 (税抜)

台 本体: アクリル (透明)  
シャフト: ステンレス

## 株式会社日本ビジネスデータプロセッシングセンター

〒650-0032

兵庫県神戸市中央区伊藤町 119 大樹生命神戸三宮ビル 10 階

<http://www.nihon-data.jp/>

## AI・ロボティクス推進室



☎ 078-332-0871 (代表)

✉ [airobotics@nihon-data.jp](mailto:airobotics@nihon-data.jp)

<https://nbdpc.jp/>