

# ユーザーマニュアル

## HEX

### 力覚/トルクセンサー

ユニバーサルロボット用

第 E12 版

OnRobot FT URCap Plugin Version 4.0.0

2018 年 9 月

# 内容

---

|          |                                      |           |
|----------|--------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>前書き .....</b>                     | <b>6</b>  |
| 1.1      | 対象読者.....                            | 6         |
| 1.2      | 用途.....                              | 6         |
| 1.3      | 安全上の重要な注意事項.....                     | 6         |
| 1.4      | 警告マーク .....                          | 6         |
| 1.5      | 字体.....                              | 7         |
| <b>2</b> | <b>開始にあたって .....</b>                 | <b>8</b>  |
| 2.1      | 供給範囲.....                            | 8         |
| 2.1.1    | OnRobot (OptoForce) UR Kit (v1)..... | 8         |
| 2.1.2    | OnRobot UR Kit (v2) .....            | 9         |
| 2.2      | センサーの構造.....                         | 9         |
| 2.2.1    | HEX-E v1 および HEX-H v1.....           | 9         |
| 2.2.2    | HEX-E v2 および HEX-H v2.....           | 10        |
| 2.3      | 取付け.....                             | 11        |
| 2.3.1    | HEX-E v1 および HEX-H v1.....           | 11        |
| 2.3.2    | HEX-E v2 および HEX-H v2.....           | 11        |
| 2.4      | ケーブルの接続.....                         | 12        |
| 2.5      | UR への対応.....                         | 13        |
| 2.6      | URCap プラグインの実装 .....                 | 13        |
| 2.7      | URCap プラグインの設定 .....                 | 15        |
| <b>3</b> | <b>URCap プラグインの使用 .....</b>          | <b>18</b> |
| 3.1      | OnRobot フィードバック変数.....               | 18        |
| 3.1.1    | TCP 位置の影響.....                       | 21        |
| 3.2      | OnRobot Hand Guide ツールバー .....       | 22        |
| 3.3      | OnRobot URCap コマンド .....             | 24        |
| 3.3.1    | F/T 中心点 .....                        | 24        |
| 3.3.2    | F/T 制御 .....                         | 26        |
| 3.3.3    | F/T スタッキング .....                     | 30        |
| 3.3.4    | F/T ツイストロック .....                    | 34        |

|        |                             |    |
|--------|-----------------------------|----|
| 3.3.5  | F/T ガード .....               | 37 |
| 3.3.6  | F/T ボックス挿入 .....            | 39 |
| 3.3.7  | F/T 部品挿入 .....              | 41 |
| 3.3.8  | F/T 移動 .....                | 43 |
| 3.3.9  | F/T 経路 .....                | 46 |
| 3.3.10 | F/T 探索 .....                | 48 |
| 3.3.11 | F/T 中間地点 .....              | 50 |
| 3.3.12 | F/T ゼロ .....                | 52 |
| 3.3.13 | F/T 設定荷重 .....              | 53 |
| 3.4    | アプリケーション例 .....             | 54 |
| 3.4.1  | 衝突検出 .....                  | 54 |
| 3.4.2  | 中心点検出 .....                 | 54 |
| 3.4.3  | 磨きと研磨 .....                 | 54 |
| 3.4.4  | パレタイジング .....               | 55 |
| 3.4.5  | ピン挿入 .....                  | 56 |
| 3.4.6  | 箱詰め .....                   | 56 |
| 3.4.7  | ツイストロック .....               | 56 |
| 4      | 用語集 .....                   | 57 |
| 5      | 頭字語一覧 .....                 | 58 |
| 6      | 付録 .....                    | 59 |
| 6.1    | Compute Box の IP 変更 .....   | 59 |
| 6.2    | Compute Box のソフトウェア更新 ..... | 60 |
| 6.3    | ソフトウェアのアンインストール .....       | 60 |
| 6.4    | 戻り値 .....                   | 61 |
| 6.4.1  | F/T 中心点コマンド戻り値 .....        | 61 |
| 6.4.2  | F/T ツイストロックコマンド戻り値 .....    | 61 |
| 6.4.3  | F/T ボックス挿入コマンド戻り値 .....     | 61 |
| 6.4.4  | F/T 部品挿入コマンド戻り値 .....       | 62 |
| 6.4.5  | F/T 移動コマンド戻り値 .....         | 62 |
| 6.4.6  | F/T 探索コマンド戻り値 .....         | 63 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 6.4.7  | F/T スタッキングコマンド戻り値 .....                   | 63 |
| 6.5    | トラブルシューティング.....                          | 64 |
| 6.5.1  | URCap プラグインの設定エラー .....                   | 64 |
| 6.5.2  | 特異点に近すぎる.....                             | 66 |
| 6.5.3  | Hand Guide バーの警告マーク .....                 | 67 |
| 6.5.4  | 「socket_read_binary_integer:タイムアウト」 ..... | 67 |
| 6.5.5  | 「ソケット vectorStream を開くことができませんでした。」 ..... | 67 |
| 6.5.6  | 経路の再生が想定より遅い.....                         | 67 |
| 6.5.7  | 経路保存時の「エラー番号 -2」 .....                    | 68 |
| 6.5.8  | 経路保存時の「エラー番号 -3」 .....                    | 68 |
| 6.5.9  | 「未知のセンサー種別。」 .....                        | 68 |
| 6.5.10 | 「センサーが反応していません。」 .....                    | 69 |
| 6.6    | 宣言と証明書.....                               | 70 |
| 6.7    | 版番.....                                   | 73 |

Copyright © 2017-2018 OnRobot A/S. All rights Reserved.本マニュアルは、OnRobot A/S の書面による事前の許可無くしては、どのような形態あるいは手段によっても、複製することはできません。

本書に含まれる情報は、発行時点で弊社の知る限りにおいて正確です。本書の版番号付以降に製品が変更された場合は、本書と製品に差異がある場合があります。

OnRobot A/S は、本書の誤記や欠落について一切責任を負いません。また、本書の使用に起因して生じる人員や財産に対する損失や損害についても一切責任を負いません。

本書に含まれる情報は予告なく変更される場合があります。最新版は次のウェブページでご覧いただけます。<https://onrobot.com/>

本書の原本は英語で書かれています。その他の言語の版は英語から翻訳されたものです。

商標はすべて各所有者に帰属します。(R)および TM の表示は省略されています。

## 1 前書き

---

### 1.1 対象読者

本マニュアルは完成品のロボットアプリケーションを設計、実装するインテグレーター向けです。センサーを使われる方は次の知識をお持ちであることを前提としています。

1. 機械システムの基本的知識
2. 電子、電気システムの基本的知識
3. ロボットシステムの基本的知識

### 1.2 用途

このセンサーはロボットのエンドエフェクターに取り付けて力とトルクの測定に用います。センサーは指定の測定範囲内で使用できます。この範囲外でセンサーを使用することは目的外使用とみなされます。OnRobot は目的外使用に起因する機器の損傷や怪我には責任を負いません。

### 1.3 安全上の重要な注意事項

このセンサーは半製品であり、センサーが組み込まれる各アプリケーションに対してリスク評価を行う必要があります。本書の安全上の注意事項にはすべて従ってください。安全上の注意事項はセンサーのみに関するものであり、アプリケーション全体についての注意事項は含まれていません。

アプリケーション全体は、実装される国の標準と規制の求める安全要件に従って設計、実装してください。

### 1.4 警告マーク



**危険：**

回避しなければ、怪我や死亡を招くおそれのあるきわめて危険な状況を示します。



**警告：**

回避しなければ、怪我や機器の損傷を招くおそれのある電氣的に危険な状況を示します。



**警告：**

回避しなければ、怪我や機器の大きな損傷を招くおそれのある危険な状況を示します。

**注意：**



回避しなければ、機器の損傷を招くおそれのある状況を示します。



注記：

ヒントや推奨事項などその他の情報を示します。

## 1.5 字体

本書では次のように字体を使い分けています。

表 1：意味

|                 |  |
|-----------------|--|
| Courier フォント    | ファイルパス、ファイル名、コード、ユーザーの入力内容、コンピューターの出力内容。 |
| イタリック体          | 引用、画像中のマーク付けや吹き出しのテキスト。                  |
| 太字体             | UI（ボタンとメニューオプションのテキストを含む）                |
| 青い太字体           | 外部リンクまたは内部相互参照。                          |
| <山括弧>           | 実際の値または文字列で置き換えるべき変数名。                   |
| 1. 番号付きのリスト     | 手順番号。                                    |
| A. アルファベットでのリスト | 画像中吹き出しの内容。                              |

## 2 開始にあたって

---

### 2.1 供給範囲

Universal Robots OnRobot HEX Sensor Kit には、OnRobot 力覚/トルクセンサーを UR ロボットに接続するために必要な全てが含まれています。

センサーのハードウェアバージョンによって、OnRobot Universal Robots (UR) Kit には 2 つのバージョンがあります。

#### 2.1.1 OnRobot (OptoForce) UR Kit (v1)

OnRobot (OptoForce) UR Kit v1 の内容は次の通りです。

- OnRobot (OptoForce) 6 軸力覚/トルクセンサー (型式 HEX-E v1 または HEX-H v1)
  - OnRobot (OptoForce) Compute Box
  - OnRobot (OptoForce) USB ドライブ
  - アダプターA
  - 過負荷プラグ
  - センサーケーブル (4 ピン M8 - 4 ピン M8、5m)
  - Compute Box 電源ケーブル (3 ピン M8 - 開放端)
  - Compute Box 電源
  - UTP ケーブル (RJ45 - RJ45)
  - USB ケーブル (Mini-B - Type A)
  - PG16 ケーブルグランド
1. 以下の部品が入ったビニール袋
  2. ケーブルホルダー
  3. M6x30 ネジ (2 本)
  4. M6x8 ネジ (10 本)
  5. M5x8 ネジ (9 本)
  6. M4x8 ネジ (7 本)
  7. M4x12 ネジ (2 本)
  8. M4 ワッシャー (8 個)



### 2.1.2 OnRobot UR Kit (v2)

OnRobot UR Kit v2 の内容は次の通りです。

1. OnRobot 6 軸力覚/トルクセンサー (型式 HEX-E v2 または HEX-H v2)
2. OnRobot Compute Box
3. OnRobot USB ドライブ
4. アダプターA2
5. センサーケーブル (4 ピン M8 - 4 ピン M8、5m)
6. Compute Box 電源ケーブル (3 ピン M8 - 開放端)
7. Compute Box 電源
8. UTP ケーブル (RJ45 - RJ45)
9. PG16 ケーブルグラウンド
10. 以下の部品が入ったビニール袋
11. ケーブルホルダー (ネジ付)
12. M6x8 トルクスネジ (6 本)
13. M5x8 トルクスネジ (9 本)
14. M4x6 トルクスネジ (7 本)
15. M6 ワッシャー (6 個)
16. M5 ワッシャー (9 個)



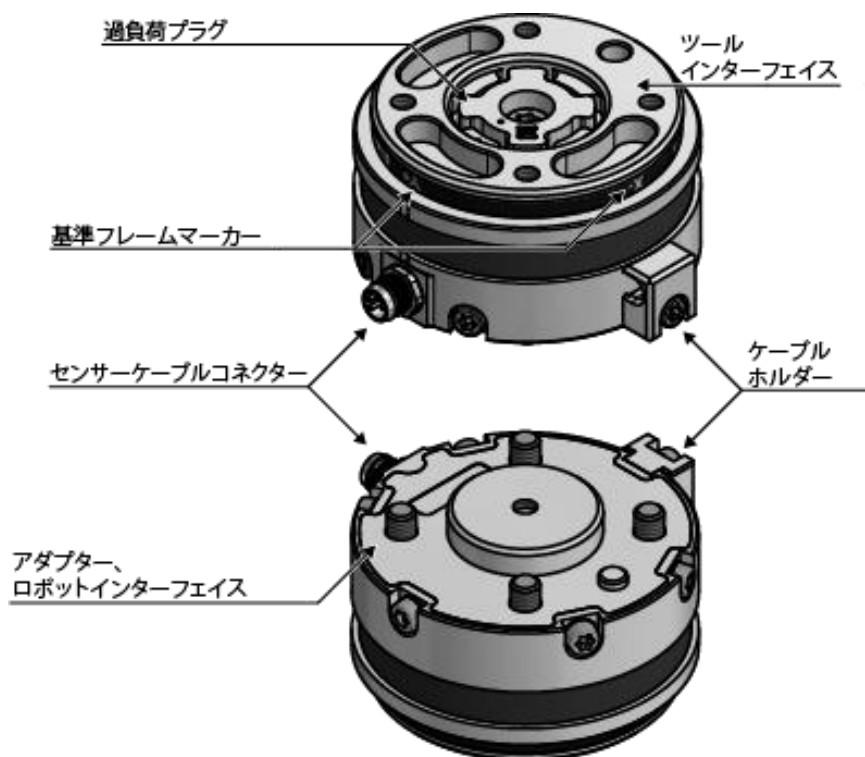
#### 注記：

2018 年 9 月中旬から、USB ケーブル (Mini-B - Type A) は OnRobot UR Kit v2 には同梱されませんが、必要に応じてお買い求めいただけます。

## 2.2 センサーの構造

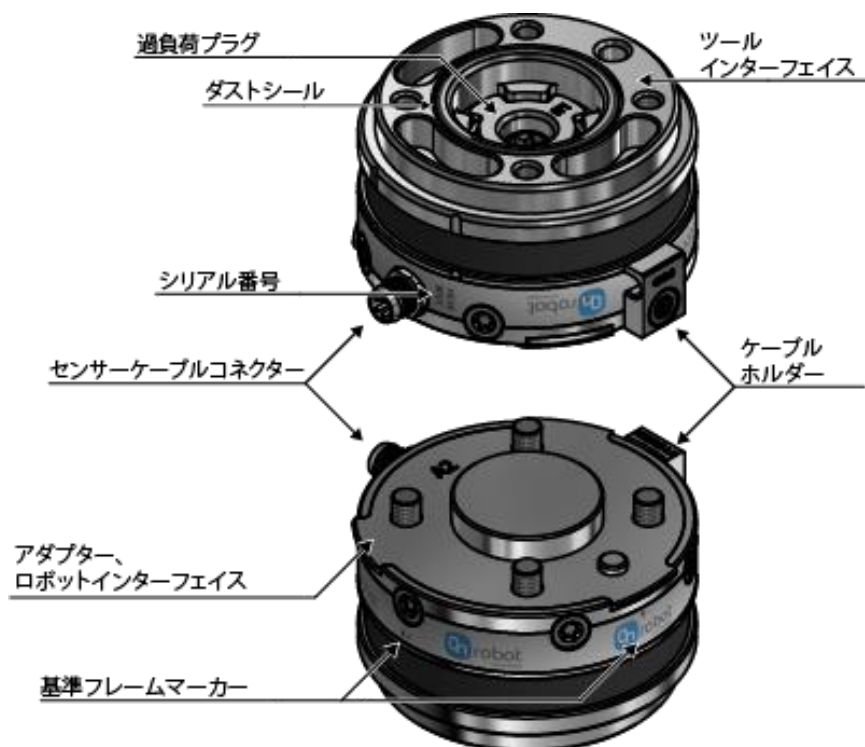
### 2.2.1 HEX-E v1 および HEX-H v1

センサーはセンサー本体、アダプター、過負荷プラグで構成されています。センサー本体にはセンサーケーブルコネクタ、ケーブルホルダー、基準フレームのマーカーがあります。ツールはセンサー本体のツールインターフェイスに直接取り付けます。センサーはアダプターを介してロボットツールフランジに取り付けます。



### 2.2.2 HEX-E v2 および HEX-H v2

センサーはセンサー本体、アダプター、過負荷プラグで構成されています。センサー本体にはセンサーケーブルコネクタ、ケーブルホルダー、ダストシール、シリアル番号、基準フレームのマーカがあります。ツールはセンサー本体のツールインターフェイスに直接取り付けます。センサーはアダプターを介してロボットツールフランジに取り付けます。



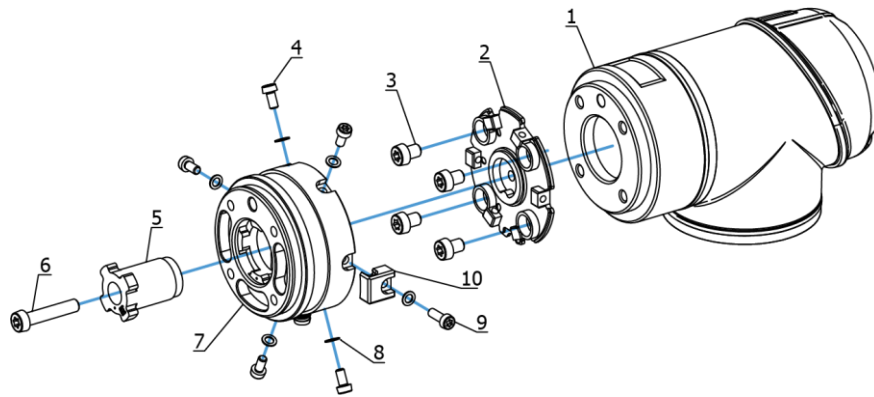
## 2.3 取付け

取付けにはセンサーに同梱したネジのみを用いてください。それより長いネジを使うとセンサーまたはロボットに損傷を与えることがあります。

### 2.3.1 HEX-E v1 および HEX-H v1

センサーの取付けは次の手順に従ってください。

1. アダプターAを M6x8 ネジ 4 本でロボットに取り付けます。締め付けトルクは 6Nm を用いてください。
2. センサーを M4x8 ネジ 5 本と M4 ワッシャー5 個でアダプターに取り付けます。締め付けトルクは 1.5Nm を用いてください。
3. ケーブルをケーブルホルダーとともに M4x12 ネジ 1 本と M4 ワッシャー1 個でセンサーに取り付けます。締め付けトルクは 1.5Nm を用いてください。
4. プラグを M6x30 ネジ 1 本でセンサーに取り付けます。締め付けトルクは 6Nm を用いてください。



各部名称：1 - ロボットツールフランジ、2 - アダプターA、3 - M6x8 ネジ、  
4 - M4x8 ネジ、5 - 過負荷プラグ、6 - M6x30 ネジ、7 - センサー、  
8 - M4 ワッシャー、9 - M4x12 ネジ、10 - ケーブルホルダー

5. ツールを、ツールメーカーの取扱説明書に従ってセンサーに取り付けます。



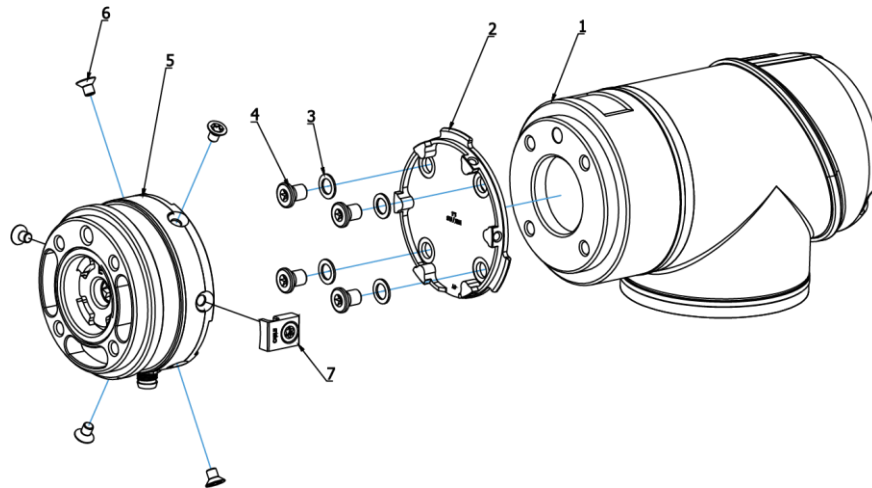
ツールがセンサーの平面上に取り付けられていない場合、過負荷保護が正常に機能しません。

### 2.3.2 HEX-E v2 および HEX-H v2

センサーの取付けは次の手順に従ってください。

1. アダプターA2を M6x8 トルクスネジ 4 本と M6 ワッシャー4 個でロボットに取り付けます。締め付けトルクは 6Nm を用いてください。
2. センサーを M4x6 ネジ 5 本と M4 ワッシャー5 個でアダプターに取り付けます。締め付けトルクは 1.5Nm を用いてください。

3. ケーブルをケーブルホルダーとともに M4x12 ネジ 1 本と M4 ワッシャー 1 個でセンサーに取り付けます。締め付けトルクは 1.5Nm を用いてください。



各部名称：1 - ロボットツールフランジ、2 - アダプターA2、3 - M6 ワッシャー、4 - M6x8 トルクスネジ、5 - センサー、6 - M4x6 トルクスネジ、7 - ケーブルホルダー

4. ツールを、ツールメーカーの取扱説明書に従ってセンサーに取り付けます。



**注記：**

ツールが ISO 9409-1-50-4-M6 で定めるインターフェイスで取り付けられていない場合、過負荷保護が正常に機能しません。

## 2.4 ケーブルの接続

センサーの接続は次の手順に従ってください。

1. 4 ピンの M8 ケーブル（5m 長）をセンサーに接続します。ケーブルの穴がセンサーのコネクターのピンに合うようにしてください。



**注記：**

ケーブルをねじらず、コネクタロックのみを回してください。

2. ケーブルはケーブルタイでロボットに固定してください。



**注記：**

接合部にはケーブルを曲げられるように十分な長さを配してください。

3. Compute Box は UR ロボットコントロールキャビネットの近くか内部に置いて、4 ピンの M8 センサーケーブルを接続してください。同梱のケーブルグランドはケーブルを UR コントロールキャビネットに入れるところに用います。
4. Compute Box のイーサネットインターフェイスを UR コントローラーのイーサネットインターフェイスに同梱の UTP ケーブルで接続します。
5. 3 ピンの M8 ケーブル（1m 長）を用いて、UR のコントロールボックスから Compute Box に電源を供給します。茶色のケーブルを 24V に、黒のケーブルを 0V に接続します。

| 電源  |   | 設定可能入力 |   |     |   | 設定可能出力 |   |     |   |
|-----|---|--------|---|-----|---|--------|---|-----|---|
| PWR | ■ | 24V    | ■ | 24V | ■ | 0V     | ■ | 0V  | ■ |
| GND | ■ | CI0    | ■ | CI4 | ■ | CO0    | ■ | CO4 | ■ |
| 24V | ■ | 24V    | ■ | 24V | ■ | 0V     | ■ | 0V  | ■ |
| 0V  | ■ | CI1    | ■ | CI5 | ■ | CO1    | ■ | CO5 | ■ |
|     |   | 24V    | ■ | 24V | ■ | 0V     | ■ | 0V  | ■ |
|     |   | CI2    | ■ | CI6 | ■ | CO2    | ■ | CO6 | ■ |
|     |   | 24V    | ■ | 24V | ■ | 0V     | ■ | 0V  | ■ |
|     |   | CI3    | ■ | CI7 | ■ | CO3    | ■ | CO7 | ■ |

詳細は UR のマニュアルをご覧ください。

6. Compute Box と UR ロボットの両方に正しいネットワーク設定を適用してください。デフォルトの Compute Box IP アドレスは 192.168.1.1 です。変更方法は [Compute Box の IP 変更](#) をご覧ください。

## 2.5 UR への対応

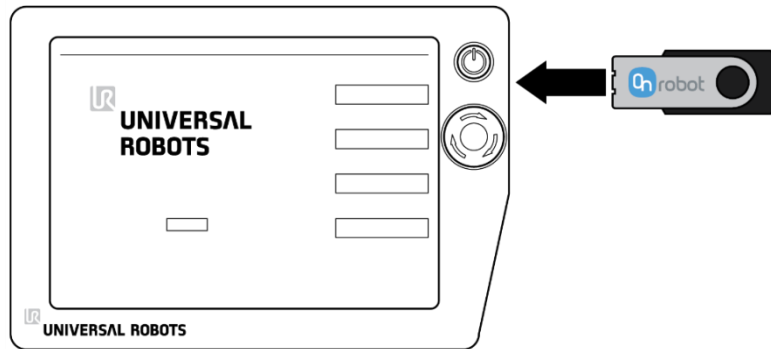
ロボットコントローラーには PolyScope バージョン 3.5 以降を搭載してください。

PolyScope バージョン 3.7 には既知のバグがあり、「保存」オプションが正しく表示されないことがあります。この場合の対処方法、として「名前を付けて保存」のオプションを使用してください。

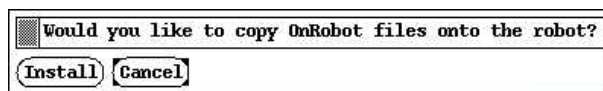
## 2.6 URCap プラグインの実装

OnRobot の例のアップロードと OnRobot URCap プラグインのインストールは、次の手順に従ってください。

1. OnRobot USB ドライブを教示ペンダントの右側にある USB スロットに挿入します。

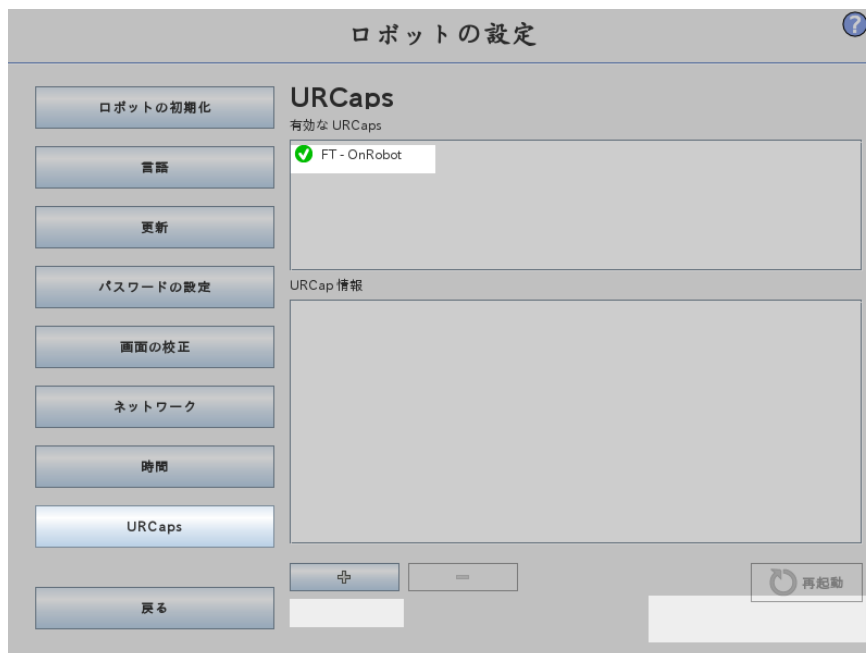


2. メッセージダイアログウィンドウが現れ、OnRobot 例と URCap ファイルを programs/OnRobot\_UR\_Programs フォルダにコピーする許可を求めます。



インストールをタップして続けます。

3. メインメニューからロボット設定オプションを選択し、次いで URCaps 設定オプションを選択します。
4. +ボタンをタップしてコピーした OnRobot URCap ファイルを参照します。このファイルは programs/OnRobot\_UR\_Programs フォルダにあります。開くをタップします。
5. 変更を有効にするにはシステムを再起動する必要があります。再起動ボタンをタップしてシステムが再起動するのを待ちます。



6. ロボットを初期化します。



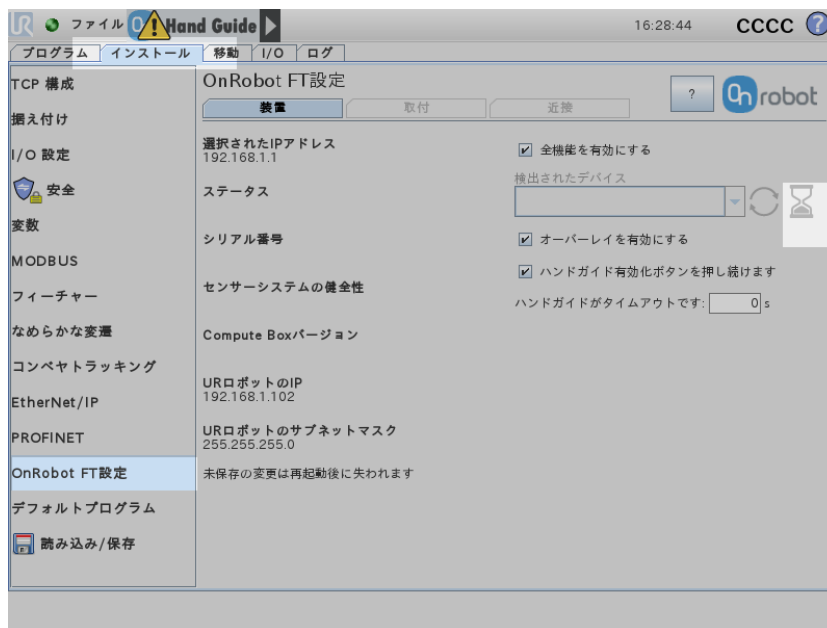
注記：


URCap のインストールについての詳細は、UR のマニュアルをご覧ください。

URCap プラグインの設定に進んでください。

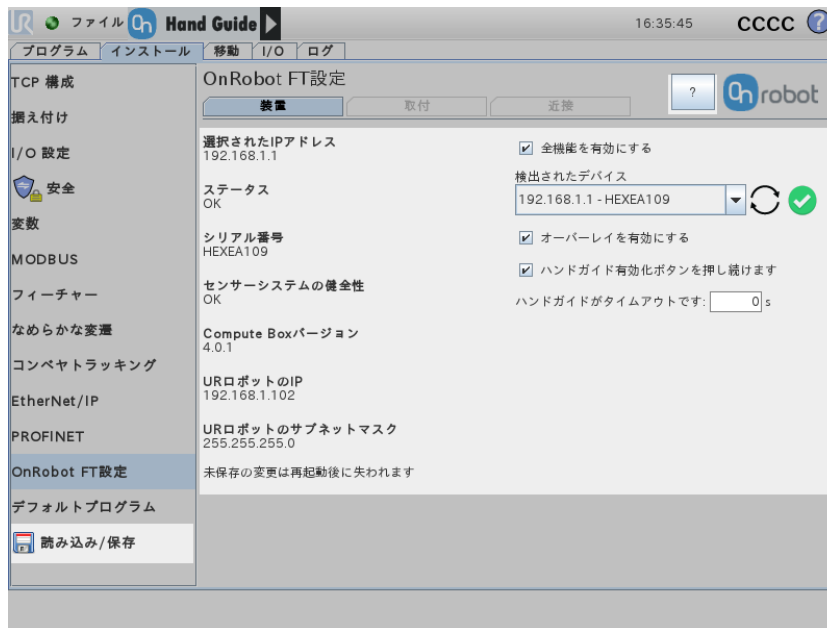
## 2.7 URCap プラグインの設定


インストールタブを選択し、**OnRobot FT 設定**を選択します。次の画面が現れます。




使用可能な OnRobot センサーをソフトウェアが自動検出するまで数秒待ちます。砂時計のアイコンが表示されている間は検索中です。

検索が終わると最初に検出されたデバイスが選択され、自動的にテストされ、次の画面が現れます。



OK のアイコン  はデバイスが検出され、自動テストに合格し、使用できる状態であることを示します。

デバイスが見つからなかった場合、または自動テスト中にエラーが発生した場合は、エラーアイコン  が表示されます。トラブルシューティングには、[URCap プラグインの設定エラー](#)をご覧ください。



#### 注記：

リフレッシュアイコン  をタップして、検索を手動で繰り返すこともできます。

複数のデバイスが検出された場合、**検出されたデバイス**に表示されたデバイスをドロップダウンメニューで変更できます。

接続されたデバイスのステータスと基本情報は次の様に左側に表示されます。

**選択された IP アドレス：**選択されたデバイスの IP アドレスが表示されます。Compute Box の工場出荷時の設定を使うと、この値は 192.168.1.1 です。

**ステータス：**OK、または不具合の場合はエラーメッセージが表示されます。

**シリアル番号：**OnRobot デバイスのシリアル番号です。



センサーシステムの健全性：OK、または不具合の場合はエラーメッセージが表示されます。

**Compute Box バージョン**：Compute Box のソフトウェアバージョンです。これは URCap バージョンと一致していなければなりません。一致していない場合は、Compute Box をアップデートしてください。

UR ロボットの現在のネットワーク設定が表示され、エラーの際のトラブルシューティングに役立ちます。

**UR ロボットの IP**：ロボットの現在の IP アドレスが表示されます。Compute Box の工場出荷時の設定では、この値は 192.168.1.x です。

**UR ロボットのサブネットマスク**：ロボットの現在のサブネットマスクです。Compute Box の工場出荷時の設定では、この値は 255.255.255.0 です。


ハンドガイド設定は左下にあります。

**ハンドガイド有効化ボタンを押し続ける**チェックボックス：チェックされている（デフォルト）場合は、ハンドガイド有効化ボタンはハンドガイド中常に押し続ける必要があります。チェックされていない場合、ハンドガイドは有効化ボタンをタップして起動し、有効化ボタンを再度タップして停止できます。

**ハンドガイドのタイムアウトまでの時間**：設定したタイムアウト値（秒単位）が経過すると、ハンドガイドは自動的に停止します。デフォルト値は 0 で、その場合タイムアウトは無効です。



**注記：**

デバイス設定後の変更は、読み込み/保存ボタン  で現状の設定の一部として保存する必要があります。



アイコンをタップすると、ヘルプ機能が利用できます。

### 3 URCap プラグインの使用

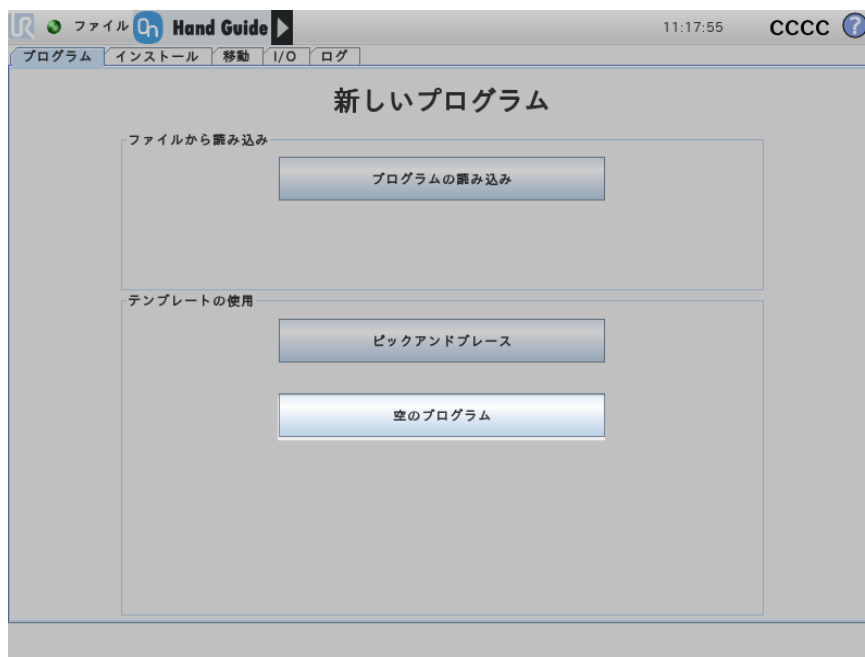
#### 3.1 OnRobot フィードバック変数

このセクションでは基本機能についてプログラム例を用いて説明します。このプログラムでは OnRobot センサーからデータを取得し、センサーの力/トルク値をゼロにする方法を示します。

1. ロボットのプログラムをクリックします。

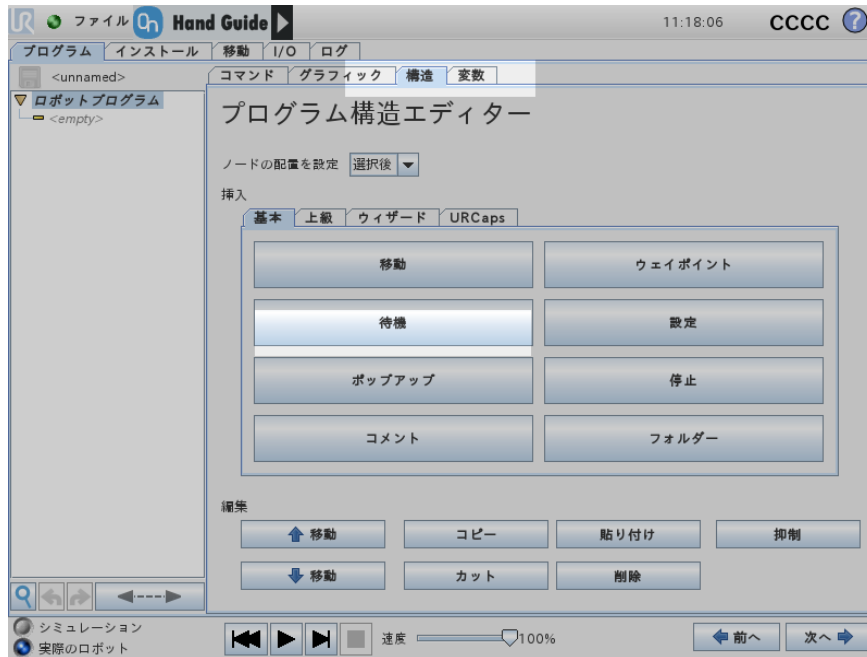


2. 空のプログラムをクリックします。

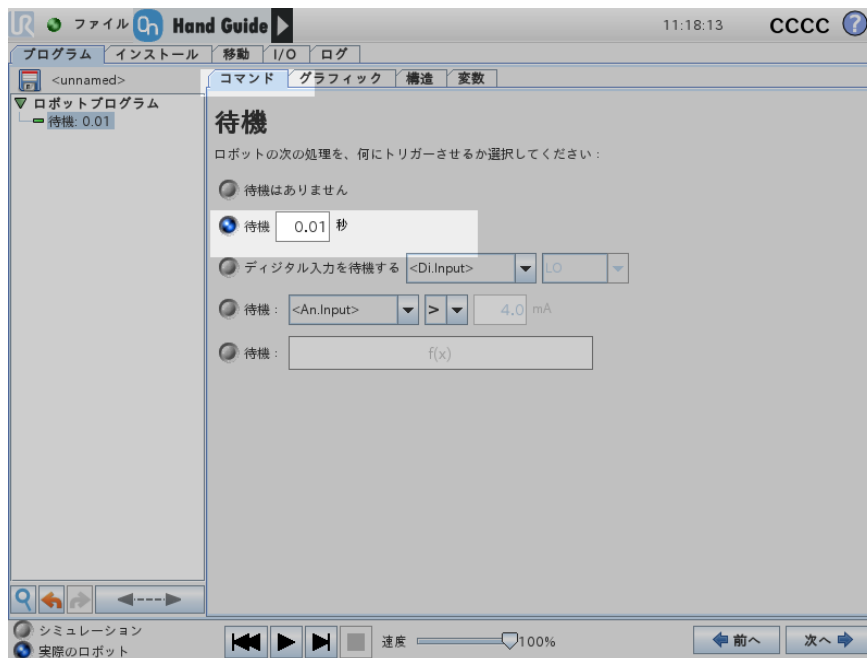


3. 構造タブを選択します。

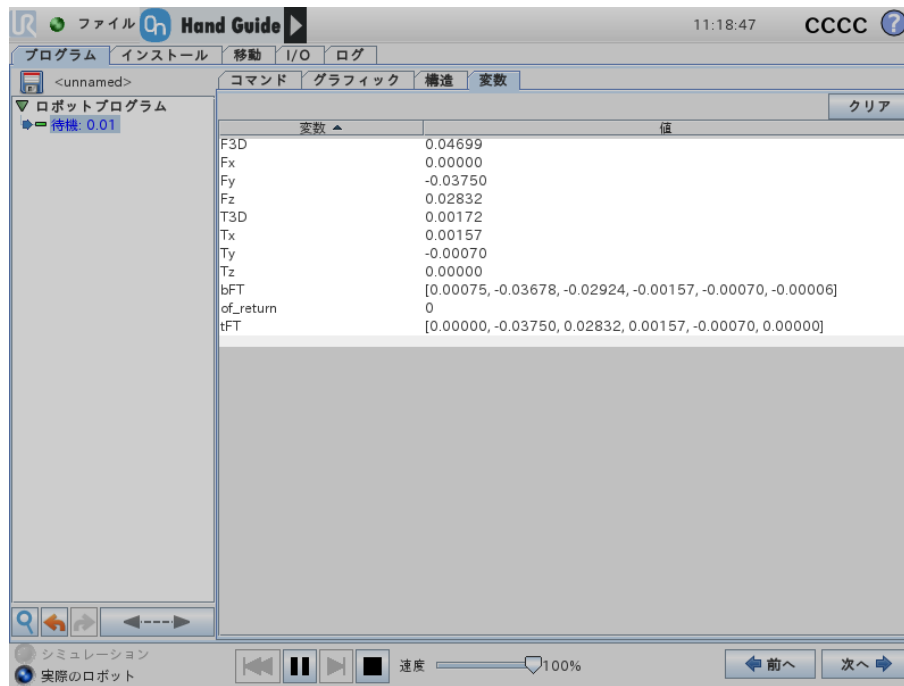
4. 待機ボタンを押してプログラムの無限ループを回避します。



5. プログラム構造の待機コマンドを選択します。
6. コマンドタブを選択します。
7. 待機を 0.01 秒に設定します。
8. プレイボタンを押してプログラムを実行します。



9. 変数タブを選択します。



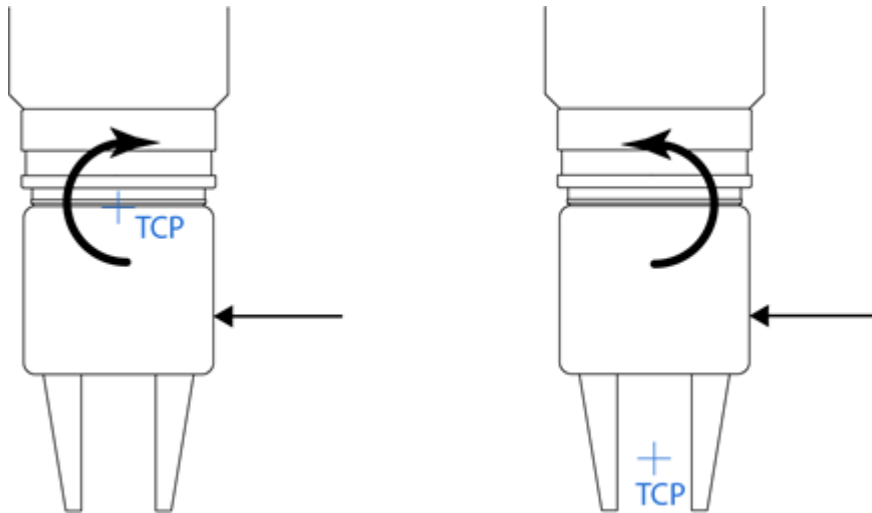
力値とトルク値が表示されます。これらの変数は任意のプログラムで使えます。

これらの変数は自動的に約 125Hz の頻度で次の様に更新されます。

- **F3D** : 3D カベクトル F3D の長さ =  $\sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$  (N)
- **Fx** : X 方向のカベクトル、単位はニュートン (N)
- **Fy** : Y 方向のカベクトル、単位はニュートン (N)
- **Fz** : Z 方向のカベクトル、単位はニュートン (N)
- **T3D** : 3D トルクベクトル T3D の長さ =  $\sqrt{T_x^2 + T_y^2 + T_z^2}$  (Nm)
- **Tx** : X 方向のトルク、単位はニュートン・メートル (Nm)
- **Ty** : Y 方向のトルク、単位はニュートン・メートル (Nm)
- **Tz** : Z 方向のトルク、単位はニュートン・メートル (Nm)
- **bFT** : 基本座標系上で算出された力とトルク値を配列形式で、単位はニュートン (N) とニュートン・メートル (Nm)
- **of\_return** : OnRobot コマンドの結果の保存に使われる変数
- **tFT** : ツール座標系上で算出された力とトルク値を配列形式で、単位はニュートン (N) とニュートン・メートル (Nm)

### 3.1.1 TCP 位置の影響

トルクはツールセンターポイントに基づいて計算されます。すなわち、測定された力によって発生するトルクは、センサー面ではなく、ツールセンターポイントを基準に算出されます。下の図は **TCP** の位置によってトルク測定が異なる様子を示したものです。







### 3.2 OnRobot Hand Guide ツールバー

UR ロボットをオンにすると、PolyScope の開始画面が現れます。20 秒後、OnRobot Hand Guide ツールバーがアクティブな場合はこれが右上に表示されます。



#### 注記：

起動時に数秒間黄色い警告マーク  が現れますが、特に異常ではありません。しばらくしても消えない場合、[URCap プラグインの設定](#)でデバイスの設定を確認してください。

ツールバーの機能をアクティブにするには、ツールバーの任意の点をタップしてください。ツールバーが展開され、使用出来る軸、有効化ボタン 、ゼロボタン 、軸合わせボタン  が現れます。

軸を選択するには、該当するボタンを押してください。次の例では、X と Y を選択して動作方向を X 軸と Y 軸（平面）に制限しています。






#### 注記：

ツール座標系を使用しています。



選択した軸を非アクティブにするには、ボタンを再度押してください。


**注記：**




ハンドガイド中に軸をアクティブ、非アクティブにできます。

UR ロボットのハンドガイドを開始するには、ツールに手を触れていない状態で、有効化ボタンを押し続けます。ハンドガイドを起動中には、ボタンアイテムは砂時計のアイコンに変わります。有効化ボタンが緑に変わったら、OnRobot 指センサーを使いながらロボットを手で動かします。

**注記：**


ハンドガイドがアクティブになる（有効化ボタンが緑になる）まではツールに手を触れないでください。手を触れるとロボットが異常な動作をする（外部から力が加わらなくてもロボットが作動するなど）ことがあります。その場合は、ツールから手を放してゼロボタンを押してください。


ツールに手を触れている間はゼロボタンを使わないでください。

UR Robot のハンドガイドを停止するには、有効化ボタンを離してください。ハンドガイド終了直後、有効化ボタンは 1 秒間非アクティブになり、砂時計アイコンに変わります。

**注記：**

操作性が最適化されるよう、ハンドガイド使用中は、常にロボットの速度スライダーを 100% の位置に合わせてください。

ゼロボタンはハンドガイド中にツールの向きを変えた場合に用いるもので、重力の効果やロボットへの負荷の変化を相殺します。

軸合わせボタンはツールの座標系の軸を回転して基本座標系の最も近い軸に合わせます（正/負の方向は無視されます）。これにより、ハンドガイド終了後にツールの向きを水平または垂直に正確に合わせることができます。

### 3.3 OnRobot URCap コマンド

#### 3.3.1 F/T 中心点

障害物を検知するまで、ロボットを定められた軸方向に動かします。障害物に接触すると、別の障害物に接触するまで逆方向に動きます。その後ロボットは 2 つの境界点の中間点を計算して、そこへ移動します。



#### 注記：

力/トルクオフセットを消去するには、F/T 制御コマンドの最初に F/T ゼロコマンドを実行し、ツールが F/T 制御を開始する時点で障害物に接触していないことを確認します。接触しているとコマンドが正常に実行されません。



**軸：**X、Y、Z 軸方向の平行移動か、回転動作（RX、RY、RZ）かを決定します。選択出来る軸はひとつだけです。

**探索距離：**ロボットを始動点から移動出来る距離（両方向それぞれに）です。中心点を正しく見つけられるように、十分に大きな値としてください。

**力/トルク制限値（Fx、Ty、Tz）：**これは検出限界です。設定軸は制限値として使える力/トルク値を定義します。

**絶対値チェックボックス：**チェックが入っている場合、力またはトルク値の大きさだけではなく正/負の符号も計算に反映されます。



**注記：**

複数の力/トルクオプションを同時にアクティブにすることはできません。使用中のものを変更するには以前の設定をクリア（フィールド内容を削除）し、新規に設定してください。

**探索速度 (A, B)：**衝突を探索するときの移動速度です。

**注記：**

探索中の速度が遅いほうが、ロボットおよびツールの慣性によるオーバーシュートを回避しやすく、硬質な接触面（金属面など）を扱うのに適しています。

**移動速度 (C)：**中心点が算出され、そこへ移動する際の速度です。

**加速度：**動作加速度のパラメーター（A、B、C セクション共通）です。

**減速度：**動作減速度のパラメーター（A、B、C セクション共通）です。

**座標系：**動作およびセンサー表示の両方に用いる座標系です。座標系は（UR の基準フレームに応じて）基本またはツールのいずれかに設定できます。

**制限値に到達した場合に警告を表示：**チェックを入れると、設定限度に到達またはこれを超過した（中心点が見つからない）場合はポップアップメッセージ（ブロッキング）が現れます。中心点が見つかった場合、警告は表示されません。

チェックを入れない場合、ポップアップメッセージは表示されませんが、ユーザーはコマンドの戻り値を用いてエラーを処理できます。

戻り値については [F/T 中心点コマンド戻り値](#) をご覧ください。

### 3.3.2 F/T 制御

F/T 制御コマンドの主な目的は、磨き、研磨、削り、などの力で制御されるアプリケーションの開発をするアプリケーションプログラマーに、使いやすい機能を提供することです。これらのアプリケーションの多くは、ある方向に一定の力/トルクを保ったまま作動させる仕様になっています。

このコマンドは、F/T 制御のコマンドが実行されている間、コンプライアンス制御軸に設定された軸の方向または軸周りに、定められた力/トルク値を保とうとします。F/T 制御コマンドは、F/T 移動、F/T 探索、F/T 経路コマンドで移動しているツールの動作方向については力を制御しません。



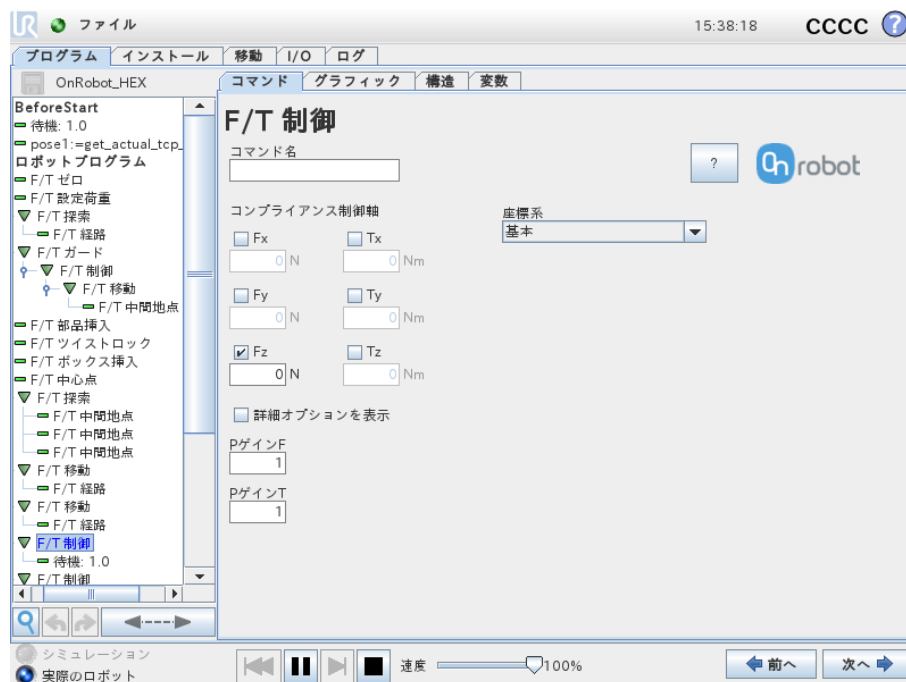
#### 注記：

F/T 制御コマンド実行中に UR に組み込みの移動コマンドを使うことはできません。F/T 制御コマンド実行中にロボットを動かすには、F/T 移動または F/T 探索コマンドを使ってください。



#### 注記：

力/トルクオフセットを消去するには、F/T 制御コマンドの最初に F/T ゼロコマンドを実行し、ツールが F/T 制御を開始する時点で障害物に接触していないことを確認します。接触しているとコマンドが正常に実行されません。



**コンプライアンス制御軸 Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz**：コンプライアンス制御する軸を選択します。軸が選択されている（コンプライアンス制御軸）場合、その軸方向/軸周りの動作は力/トルクで制御され、選択されていない場合（非コンプライアンス制御軸）は位置で制御されます。選択された軸は力/トルクを一定に保つ様に制御されます。少なくともひとつのコンプライアンス制御軸を選択する必要があります。

**座標系**：動作およびセンサー表示の両方に用いる座標系です。座標系は（UR の基準フレームに応じて）基本、ツール、カスタム（基本）、カスタム（ツール）のいずれかに設定できます。カスタム座標系は基本座標系と、与えられたロール、ピッチ、ヨーの値から計算されます。カスタム（基本）座標系では、**TCP の方向値を取得する**ボタンを用いて、現在の TCP の向きによって座標系の向きを指定することもできます。ある向きをテストするには、**ツールをこの方向に回転させる（押し続ける）**ボタンが使えます。

**P ゲイン F**：力コントローラーはこの比例ゲインパラメーターでチューニングできます。オーバーシュートや振動が発生した場合は、より低いゲイン値（0.5 など）を試してください。

**P ゲイン T**：トルクコントローラーはこの比例ゲインパラメーターでチューニングできます。オーバーシュートや振動が発生した場合は、より低いゲイン値（0.5 など）を試してください。

**詳細オプションを表示**チェックボックス：チェックを入れると、さらに次のオプションが表示されます。



**I ゲイン F**：力コントローラーはこの積分ゲインパラメーターでチューニングできます。オーバーシュートや振動が発生した場合は、より低いゲイン値を試してください。

**I ゲイン T** : トルクコントローラーはこの積分ゲインパラメーターでチューニングできます。オーバーシュートや振動が発生した場合は、より低いゲイン値を試してください。

**D ゲイン F** : カコントローラーはこの微分ゲインパラメーターでチューニングできます。オーバーシュートや振動が発生した場合は、より低いゲイン値を試してください。

**D ゲイン T** : トルクコントローラーはこの微分ゲインパラメーターでチューニングできます。オーバーシュートや振動が発生した場合は、より低いゲイン値を試してください。

このコマンドには戻り値はありません。

#### PID 力/トルクコントローラー設定のガイドライン :

PID 力/トルクコントローラーはセンサーの測定する力/トルクのエラー値を常に計算して F/T 制御コマンドで設定する値と比較し、このエラーに基づいた補正値を適用します。

**P ゲイン** : 比例項は現在のエラー値に比例した補正を生成します。このパラメーターを大きくすると次のようになります : 反応速度上昇、過反応、エラー減少、安定度低下。

**I ゲイン** : 積分項は、大きさと、過去のエラー値の長さの両方に比例した補正を生成します。このパラメーターを大きくすると次のようになります : 反応速度上昇、過反応、エラー減少、安定度低下。

**D ゲイン** : 微分項は過去のエラー値のスロープ、つまり速度変化に比例した補正を生成します。このパラメーターを大きくすると次のようになります : 過反応減少、安定度上昇。

力制御が遅すぎる場合、つまりツールが面に接触した状態を保てず時々面から離れる場合、**P ゲイン**と**I ゲイン**の値を上げてみてください。

力制御が変化に過反応している場合、つまりツールが面から跳ね返る場合、**P ゲイン**（または**D ゲイン**が1以上の場合は**D ゲイン**）を下げてみてください。

変化に対する力制御の反応が遅すぎる場合、つまり面に接触後も押し続けている場合、**I ゲイン**を下げてみてください。

目安として次の値を推奨します。

1. **P ゲイン** < 5
2. **I ゲイン** < 0.25
3. **D ゲイン** < 1
4. **P ゲイン**/**I ゲイン** = 10

チューニングの開始点として使える値は次の通りです。

**P ゲイン** F=1、**I ゲイン** F=0.1、**D ゲイン** F=0.3

**P ゲイン** T=0.2、**I ゲイン** T=0、**D ゲイン** T=0

### 3.3.3 F/T スタッキング

F/T スタッキングコマンドにはスタッキングとデスタッキングの機能があります。

タイプ : F/T Stack と F/T Destack のセクターです。

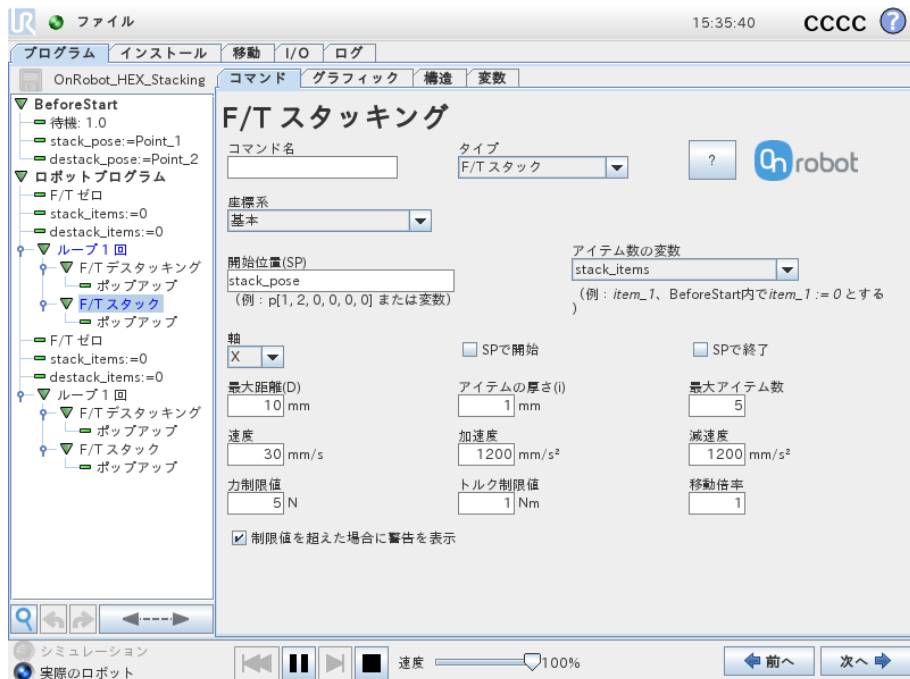
#### 3.3.3.1 F/T スタック

F/T スタックコマンドはスタック最上部を探し、ユーザーのプレースシーケンス（グリッパーを開くなど）を実行して、終了します。このコマンドはいくつのアイテムがスタックされているかを追跡しますので、スタックが満載になった場合にも容易に対応できます。また、厚みの異なるアイテムも扱えます。



#### 注記：

力/トルクオフセットを消去するには、F/T スタックコマンドの最初に F/T ゼロコマンドを実行し、ツールが F/T スタックを開始する時点で障害物に接触していないことを確認します。接触しているとコマンドが正常に実行されません。



**座標系：**動作およびセンサー表示の両方に用いる座標系です。座標系は（UR の基準フレームに応じて）基本またはツールのいずれかに設定できます。

**開始位置 (SP)：**開始時のポーズは  $p[1, 2, 3, 4, 5, 6]$  などの定数、または変数で定義できます。この値はスタックが満載になったときの最上部よりも高くしてください。

**アイテム数の変数：**正常に積み上げられたスタックのアイテム数のトラッキングに使われる変数です。ここに、以前に定義した変数名を入力し、0 に設定します。

（例：プログラムの Before Start セクションで組み込みの UR 割当てコマンド `item_1 := 0` を使う）。

**軸**：スタッキングを行う軸方向（X、Y、Z から選択）。

**SP で開始**：チェックを入れると、開始位置 (SP) に移動してからコマンドの実行を開始します。

**SP で終了**：チェックを入れると、開始位置 (SP) に移動してからコマンドの実行を終了します。

**最大距離 (D)**：定義した軸方向の停止距離です。開始位置 (SP) からの距離で、スタック满载時の寸法よりも大きい数値を入力する必要があります。正/負の符号は、所与の軸方向に行うスタッキングの方向を定義します。

**アイテムの厚さ (i)**：スタックされるアイテムの厚さです。

**最大アイテム数**：スタックできるアイテム数、すなわち 1 スタックが满载になるアイテム数を定義します。

**力制限値**：スタックの最上部を探索するときの衝突検出のための力制限値です。

**トルク制限値**：スタックの最上部を探索するときの衝突検出のためのトルク制限値です。

**速度**：スタックの最上部を探索するときの動作速度です（m/s、rad/s）。



**注記：**

探索中の速度が遅いほうが、ロボットおよびツールの慣性によるオーバーシュートを回避しやすく、硬質な接触面（金属面など）を扱うのに適しています。

**加速度**：動作加速度のパラメーターです。

**減速度**：動作減速度のパラメーターです。

**移動倍率**：ロボットが開始位置を起点あるいは終点として移動する際（スタックの最上部を探索する場合を除く）の速度および力/トルクの上限を所定値の何倍にするかを定義します。

**制限値を超えた場合に警告を表示**：チェックを入れると、次のアイテムが見つからない場合、またはスタックが满载になった場合にポップアップメッセージ（ブロッキング）が表示されます。

チェックを入れない場合、ポップアップメッセージは表示されませんが、ユーザーはコマンドの戻り値を用いてエラーを処理できます。

戻り値については [F/T スタッキングコマンド戻り値](#) をご覧ください。

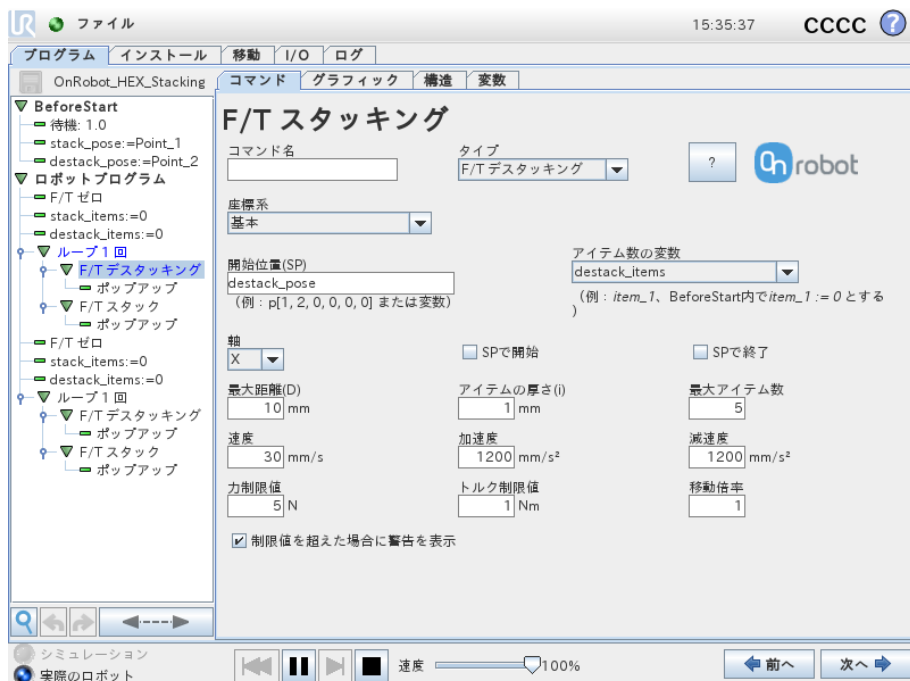
## 3.3.3.2 F/T デスタッキング

F/T デスタッキング コマンドはスタック最上部を探し、ユーザーのピックシーケンス（グリッパーを閉じるなど）を実行します。このコマンドはいくつのアイテムがデスタックされているかを追跡しますので、スタックが空になった場合にも容易に対応できます。また、厚みの異なるアイテムも扱えます。



## 注記：

力/トルクオフセットを消去するには、F/T スタックコマンドの最初に F/T ゼロコマンドを実行し、ツールが F/T スタックを開始する時点で障害物に接触していないことを確認します。接触しているとコマンドが正常に実行されません。



**座標系：**動作およびセンサー表示の両方に用いる座標系です。座標系は（UR の基準フレームに応じて）基本またはツールのいずれかに設定できます。

**開始位置 (SP)：**開始時のポーズは  $p[0.1, 0.2, 0.3, 0.9, 0.8, 0.7]$  などの定数、または変数で定義できます。この値はスタックが満載になったときの最上部よりも高くしてください。

**アイテム数の変数：**正常にデスタックされたスタックのアイテム数のトラッキングに使われる変数です。ここに、以前に定義した変数名を入力し、0 に設定します。

（例：プログラムの Before Start セクションで組み込みの UR 割当てコマンド `item_1 := 0` を使う）。

**軸：**デスタッキングを行う軸方向（X、Y、Z から選択）。

**SP で開始：**チェックを入れると、開始位置 (SP) に移動してからコマンドの実行を開始します。



**SP で終了**：チェックを入れると、開始位置 (SP) に移動してからコマンドの実行を終了します。

**最大距離 (D)**：定義した軸方向の停止距離です。開始位置 (SP) からの距離で、スタック満載時の寸法よりも大きい数値を入力する必要があります。正/負の符号は、所与の軸方向に行うデスタッキングの方向を定義します。

**アイテムの厚さ (i)**：スタックされるアイテムの厚さです。

**最大アイテム数**：デスタックできるアイテム数、すなわち 1 スタックを空にするアイテム数を定義します。

**力制限値**：スタックの最上部を探索するときの衝突検出のための力制限値です。

**トルク制限値**：スタックの最上部を探索するときの衝突検出のためのトルク制限値です。

**速度**：スタックの最上部を探索するときの動作速度です。



**注記：**

探索中の速度が遅いほうが、ロボットおよびツールの慣性によるオーバーシュートを回避しやすく、硬質な接触面（金属面など）を扱うのに適しています。

**加速度**：動作加速度のパラメーターです。

**減速度**：動作減速度のパラメーターです。

**移動倍率**：ロボットが開始位置を起点あるいは終点として移動する際（スタックの最上部を探索する場合を除く）の速度および力/トルクの上限を所定値の何倍にするかを定義します。

**制限値を超えた場合に警告を表示**：チェックを入れると、次のアイテムが見つからない場合、またはスタックが空になった場合にポップアップメッセージ（ブロッキング）が表示されます。

チェックを入れない場合、ポップアップメッセージは表示されませんが、ユーザーはコマンドの戻り値を用いてエラーを処理できます。

戻り値については [F/T スタッキングコマンド戻り値](#) をご覧ください。

### 3.3.4 F/T ツイストロック

挿入する対象物を、ソケット入口の近くに、挿入方向に合わせて配置します。F/T ツイストロックコマンドで、最終的な位置と向きを修正します。定義された挿入深度に達するまで既定の力制限値で対象物を押そうとし、次いで必要に応じて方向を調整します。



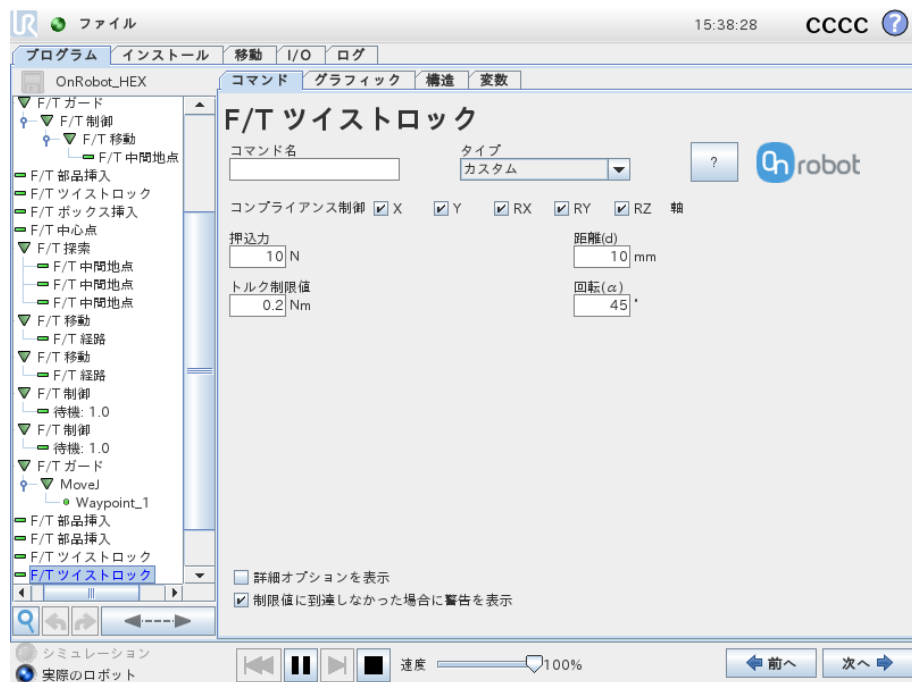
#### 注記：

TCP (Tool Center Point、ツールの中心点) を対象物の先端に設定することが重要です。



#### 注記：

力/トルクオフセットを消去するには、F/T ツイストロックコマンドの最初に F/T ゼロコマンドを実行し、ツールが F/T ツイストロックを開始する時点で障害物に接触していないことを確認します。接触しているとコマンドが正常に実行されません。



**X、Y、RX、RY、RZ 軸でのコンプライアンス制御**チェックボックス：挿入はツール座標系上の Z 軸方向に行われます。位置エラーに合わせるため、他の軸（平行移動には X と Y、回転動作には X、Y、Z）は自由に動くようにしておけます。

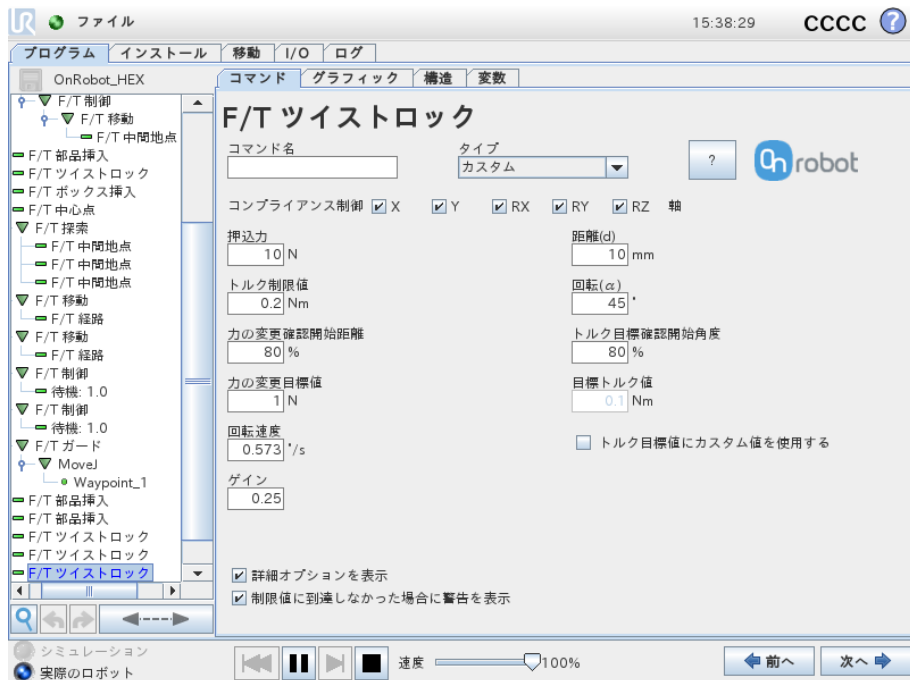
**押込力**：対象物をソケットに緩やかに押し込むための力制御に使う力ターゲットです。

**距離 (d)**：Z 軸（ツール座標軸で）方向の開始位置からの距離です。

**トルク制限値**：回転フェーズ中、この制限値は動作終了時に使われます。制限値は小さい程回転が注意深く行われます。

**回転( $\alpha$ )**：ツール座標系上の Z 軸周りでの回転角度です。

**詳細オプションを表示**：チェックを入れると、さらに次のオプションが表示されます。



**力の変更確認開始距離**：対象物がソケットの底に近づくと、「当たり確認」（bump checking）がアクティブになります。対象物をどれだけ近づけるかの制限値を距離のパーセンテージで設定します。

**トルク目標確認開始角度**：回転フェーズ中、設定した回転( $\alpha$ )角度のパーセンテージに達すると、トルク目標確認がアクティブになります。

**力の変更目標値**：挿入動作中、距離のパーセンテージで設定した力の変更確認開始距離に達すると、力確認がアクティブになります。力確認はコネクタがソケットの底まで挿入されたかどうかをモニターするために使われます。力の変更目標値で付加する力の上限を設定できます。力値が押込力 + 力の変更目標値以上になれば、ソケットが底まで押し込まれます。

**目標トルク値**：回転フェーズを停止するために設定するトルク値です。

**トルク目標値にカスタム値を使用する**：カスタム目標トルク値を設定するにはこれにチェックを入れてください。

**回転速度**：回転フェーズ中の回転速度です。

**ゲイン**：力とトルク制御のゲインパラメーターです。デフォルト値は 0.5 です。この値は小さければ小さい程、設定した押込力の制御は正確になります。

**制限値に到達しなかった場合に警告を表示**：チェックを入れると、正常に挿入できなかった場合にポップアップメッセージ（ブロックング）が表示されます。

チェックを入れない場合、ポップアップメッセージは表示されませんが、ユーザーはコマンドの戻り値を用いてエラーを処理できます。

戻り値については [F/T ツイストロックコマンド戻り値](#) をご覧ください。

### 3.3.5 F/T ガード

F/T ガードの下に配置された各 UR コマンドは実行されますが、設定した制限値のいずれかに到達するとロボットは停止します。力制限値は外部 I/O 信号 ( $Fz > 5$  かつ  $digital\_in[7] == True$  の場合に停止、など) と組み合わせられます。



#### 注記：

力/トルクオフセットを消去するには、F/T ガードコマンドの最初に F/T ゼロコマンドを実行し、ツールが F/T ガードを開始する時点で障害物に接触していないことを確認します。接触しているとコマンドは所定の力/トルク制限値で停止しません。

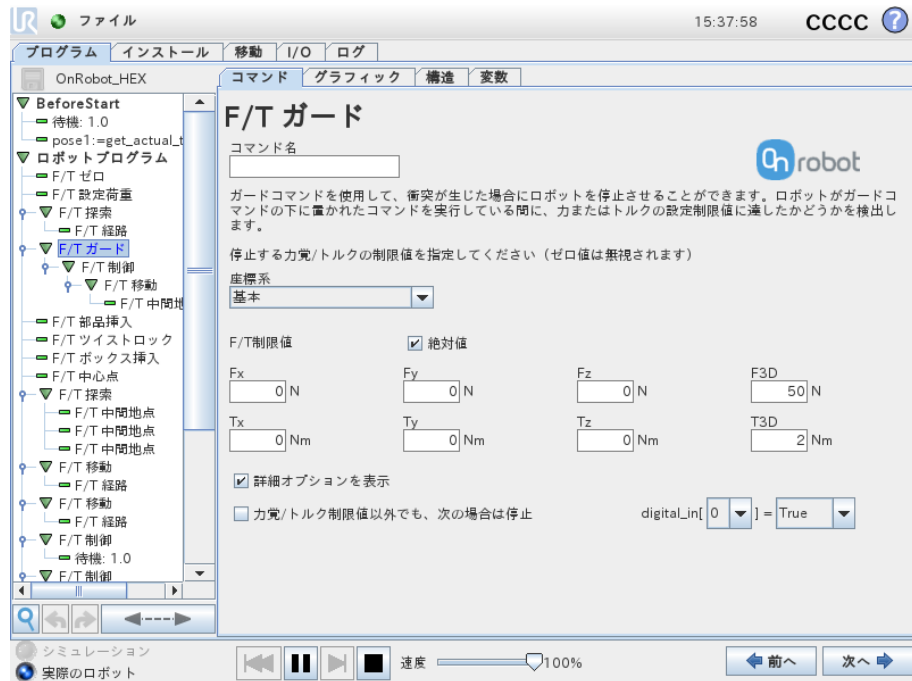


**座標系：**動作およびセンサー表示の両方に用いる座標系です。座標系は（UR の基準フレームに応じて）基本またはツールのいずれかに設定できます。

**力/トルク制限値：**これは検出限界です。Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz、F3D、T3D から、複数のオプションを選んで設定することができます。この場合、これらの値のいずれかがしきい値に達したとき、停止がトリガーされます。値がゼロの場合は無視されます。

**絶対値**チェックボックスにチェックを入れると、入力した値が正か負かは無視されます ( $|Fz| \geq 3$  ならば停止など)。チェックを入れない場合、しきい値の計算に正/負の符号も反映されます ( $Fz \geq 3$  で停止、または  $Fz \leq -3$  で停止など)。

詳細オプションを表示：チェックを入れると、さらに次のオプションが表示されます。



力/トルク制限値以外でも、次の場合は停止にチェックを入れると、設定したデジタル I/O がモニターされ、条件を満たすと（力/トルク制限値を超えた場合と同様に）ロボットは停止します。（ $F_z > 5$  および  $\text{digital\_in}[7] == \text{True}$  ならば停止、など）。

このコマンドには戻り値はなく、制限値に達するとプログラムは停止します。

### 3.3.6 F/T ボックス挿入

対象物を穴の入口の近くに配置し、斜め方向に角度 ( $\alpha$ ) をつけて作業を開始します。穴の縁を検出できない場合は、フェーズ A で所与の軸方向 (Z など) に対象物を動かします。フェーズ B で、他の端面 (例えば穴の側面など) を検出することもできます。フェーズ  $\alpha$  では、対象物と穴の向きが合うよう方向を変えることができます (ユーザーが正しい角度に設定する必要があります)。最後に、挿入深度の最後まで対象物が挿入されます (フェーズ A 内で定義した軸方向に)。力とトルクが制限値を超えた場合は警告が発せられます。



#### 注記：

TCP (Tool Center Point、ツールの中心点) を部品の先端に設定することが重要です。



#### 注記：

力/トルクオフセットを消去するには、F/T ボックス挿入コマンドの最初に F/T ゼロコマンドを実行し、ツールが F/T ボックス挿入を開始する時点で障害物に接触していないことを確認します。接触しているとコマンドは所定の力/トルク制限値で停止しません。



**挿入深度：**フェーズ A で定義した軸方向の開始位置からの距離です。

**座標系：**動作およびセンサー表示の両方に用いる座標系です。座標系は (UR の基準フレームに応じて) 基本またはツールのいずれかに設定できます。

**力制限値：**端検出の力制限値です。

**トルク制限値：**方向調節のトルク制限値です。

**力倍率**：端検出の力制限値にこの値を乗じて、最終挿入の力制限値を計算します。

**速度**：挿入中の動作速度です。

**加速度**：動作加速度のパラメーターです。

**減速度**：動作減速度のパラメーターです。

**A**：A 動作の相対座標です。

**B**：B 動作の相対座標です。

$\alpha$ ： $\alpha$  回転の相対角度です。

**制限値に到達しなかった場合に警告を表示**：チェックを入れると、正常に挿入できなかった場合にポップアップメッセージ（ブロックング）が表示されます。

チェックを入れない場合、ポップアップメッセージは表示されませんが、ユーザーはコマンドの戻り値を用いてエラーを処理できます。

戻り値については [F/T ボックス挿入コマンド戻り値](#) をご覧ください。



### 3.3.7 F/T 部品挿入

穴に挿入するピンまたはペグを、穴の入口の近くに、挿入方向に合わせて配置します。F/T 部品挿入コマンドで、最終的な位置と向きを修正します。既定の力制限値でピンを押そうとし、次いで必要に応じて向きを調整します。定義された挿入深度に達すると停止します。



#### 注記：

TCP（Tool Center Point、ツールの中心点）を部品の先端に設定することが重要です。



#### 注記：

力/トルクオフセットを消去するには、F/T 部品挿入コマンドの最初に F/T ゼロコマンドを実行し、ツールが F/T 部品挿入を開始する時点で障害物に接触していないことを確認します。接触しているとコマンドは所定の力/トルク制限値で停止しません。



**押込力：**部品を穴に緩やかに押し込むための力制御に使う力ターゲットです。

**最小深度：**正常に挿入されたと判定しうる、Z 軸（ツール座標系）方向の開始位置からの最小距離です。

**最大深度：**Z 軸（ツール座標系）方向の開始位置からの最大挿入可能距離です。

**オーバーシュート力**：このパラメーターを設定した場合、**最小深度**に到達後、押込力を高めることができます（スナップ式のジョイントをはめる場合など）。この値は、最小深度と最大深度の間で、挿入に許される**押込力**に追加されます。

**詳細オプションを表示**チェックボックス：チェックを入れると、さらに次のオプションが表示されます。



**力のゲイン**：押込力の力制御の比例ゲインパラメーターで、コンプライアンス制御軸の横力です。

**トルクのゲイン**：コンプライアンス制御軸のトルク制御の比例ゲインパラメーターです。

**タイムアウト**：挿入機能全体に対して許容される時間の長さの最大値です。ゼロに設定すると、この終了基準は無視されます。

**予想速度**：挿入が進行するときに予想される最小速度です。このパラメーターが設定されており、挿入がこれより低速で進行している場合、挿入は停止され、不成功とみなされます。ゼロに設定すると、この終了基準は無視されます。

**コンプライアンスまたは制限値 (Fx、Fy、Tx、Ty、Tz)**：コンプライアンス制御する軸を選択します。軸が選択されている（コンプライアンス制御軸）場合、軸方向/軸周りの動作は力/トルクで制御され、選択されていない場合（非コンプライアンス制御軸）は位置で制御されます。選択された軸は力/トルクを一定に保つ様に制御されます。少なくともひとつのコンプライアンス制御軸を選択する必要があります。

**挿入が失敗した場合に警告を表示**：チェックを入れると、挿入できなかった場合にポップアップメッセージ（ブロッキング）が表示されます。

チェックを入れない場合、ポップアップメッセージは表示されませんが、ユーザーはコマンドの戻り値を用いてエラーを処理できます。

戻り値については、[F/T 部品挿入コマンド戻り値](#)をご覧ください。

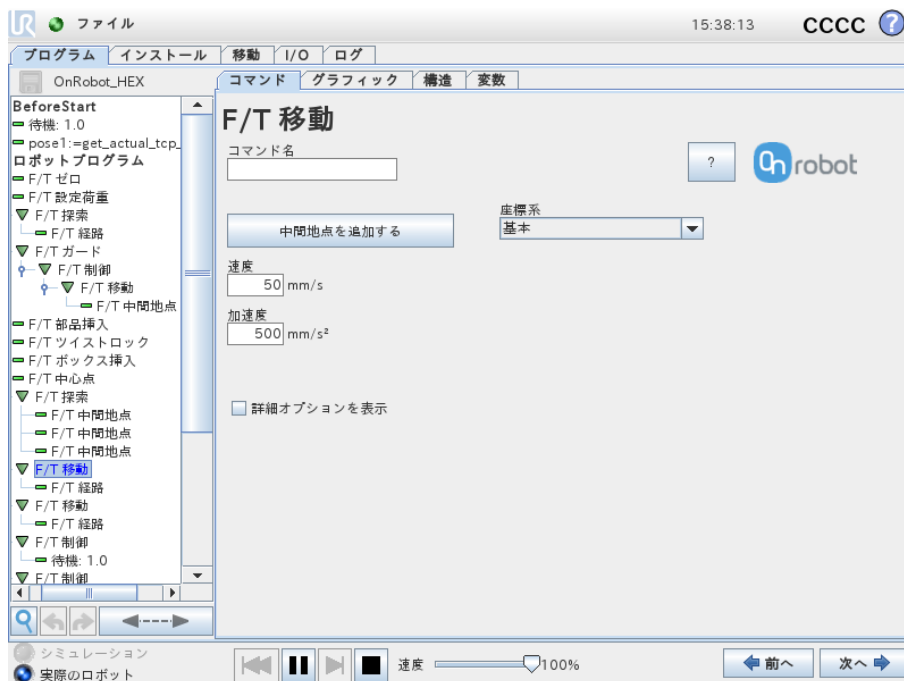
### 3.3.8 F/T 移動

F/T 移動コマンドは F/T 中間地点コマンドと共に用いて、ロボットをルートに沿って動かし、または F/T 経路と共に用いてロボットを経路に沿って動かしたり、定義された力/トルク制限値に達したときに停止（動作を中断）したりできます。この場合は警告が発せられます。最後の中間地点に達すれば、移動は完了です。



#### 注記：

力/トルクオフセットを消去するには、F/T 移動コマンドの最初に F/T ゼロコマンドを実行し、ツールが F/T 移動を開始する時点で障害物に接触していないことを確認します。接触しているとコマンドは所定の力/トルク制限値で停止しません。



F/T 移動コマンドを実行するには、**中間地点を追加する**ボタンをタップして F/T 中間地点を子ノードとして追加します。同様にしてさらに中間地点を追加することもできます。中間地点を動かすには、**構造**タブで**削除**ボタンを使います。

別の方法として、F/T 中間地点または F/T 経路を F/T 移動コマンドの子ノードとして、**構造**タブで追加できます。

**速度**：動いている間の動作速度制限値です。動作は一定の平行移動速度で行われます。ルートまたは経路の方向または向きが変われば、ロボットの実際速度は指定のものよりも低くなりますが、ルートまたは経路全体で一定に保たれます。

**加速度**：動作加速度/減速度のパラメーターです。

**座標系**：動作およびセンサー表示の両方に用いる座標系です。座標系は（UR の基準フレームに応じて）基本、ツール、カスタム（基本）、カスタム（ツール）のいずれかに設定できます。カスタム座標系は基本座標系と、与えられたロール、ピッチ、ヨーの値から計算されます。カスタム（基本）座標系では、**TCP の方向値を取得する**ボタンを用いて、現在の TCP の向きによって座標系の向きを指定することもできます。ある向きをテストするには、**ツールをこの方向に回転させる（押し続ける）**ボタンが使えます。

**詳細オプションを表示**チェックボックス：チェックを入れると、さらに次のオプションが表示されます。



**F/T 制限値  $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$ 、 $T_x$ 、 $T_y$ 、 $T_z$ 、 $F3D$ 、 $T3D$** ：これは検出限界です。 $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$ 、 $T_x$ 、 $T_y$ 、 $T_z$ 、 $F3D$ 、 $T3D$  から、複数のオプションを選んで設定することができます。この場合、これらの値のいずれかがしきい値に達したとき、停止がトリガーされます。値がゼロの場合は無視されます。

**絶対値を使用する**にチェックを入れると、入力した値が正か負かは無視されます ( $|F_z| \geq 3$  など)。チェックを入れない場合、しきい値の計算に正/負の符号も反映されます ( $F_z \geq 3$  または  $F_z \leq -3$  など)。

**制限値を超えた場合に警告を表示**：チェックを入れると、ターゲット位置に達しない（移動が完了しない）場合、ポップアップメッセージ（ブロッキング）が表示されます。移動が完了した場合には、警告は表示されません。

チェックを入れない場合、ポップアップメッセージは表示されませんが、ユーザーはコマンドの戻り値を用いてエラーを処理できます。

戻り値については、[F/T 移動コマンド戻り値](#)をご覧ください。

### 3.3.9 F/T 経路

F/T 経路コマンドは、F/T 移動または F/T 探索コマンドと共に用いて経路を記録、再生できます。



**タイプ**：相対を選択した場合、経路は記録された絶対位置からではなく、ツールの実際の位置から再生されます。絶対を選択した場合、ツールは元の開始地点に戻り、そこから経路を再生します。

**経路 ID** ドロップダウンリスト：Compute Box に保存された全経路の識別子がリストされています。経路を保存するときには、各経路に Path ID が割り当てられます。記録された未保存の経路が無い場合、**新しく記録する...**という項目が表示されるので、選択して新たに経路を記録します。記録された経路で保存されていないものがある場合、リストには**未保存**という項目が表示されます。



**注記：**

未保存経路はひとつしか存在できず、**未保存**経路が選択されている状態で経路記録を開始すると上書きされます。

選択した経路を削除ボタン：経路 ID ドロップダウンリストで現在選択されている経路を Compute Box から完全に削除します。



**注記：**

他の F/T 経路コマンドで使用中の経路は削除しないでください。

経路の記録を開始ボタン：ハンドガイド機能を自動的に有効化して経路記録を開始します。

経路の記録を停止ボタン：ハンドガイド機能を停止して、記録をメモリーに保存します。経路は一時的に保存されます。

経路開始地点に移動（押し続ける）ボタン：ツールを経路の開始地点に移動します。経路が相対ではない場合にのみ使えます。

経路の再生を開始ボタン：経路が保存されておらず、メモリーにあるだけでもその再生をします。

経路の再生を停止ボタン：経路の再生を停止します。

経路を保存ボタン：未保存の経路を Compute Box に保存します。



**注記：**

経路記録時の平行移動に伴う回転は 2.8 度/mm までに制限されます。これより大きい比率ではロボットによる経路再生時の平行移動速度が極端に低くなってしまうからです。平行移動を伴わない回転は経路に記録できません。



**注記：**

再生する経路の、元の記録された動作に対する誤差は 1mm 以下です。

このコマンドには戻り値はありません。

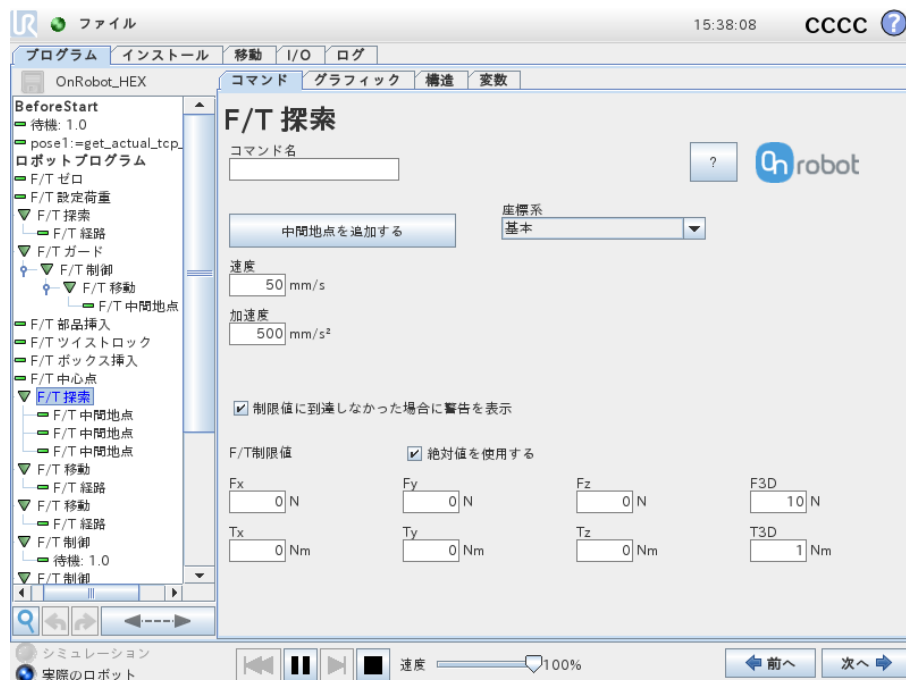
### 3.3.10 F/T 探索

F/T 探索コマンドは F/T 中間地点コマンドと共に用いて、ロボットをルートに沿って動かし、または F/T 経路と共に用いてロボットを経路に沿って動かしたり、定義された力/トルク制限値に達したときに停止（対象物発見）したりできます。最後の中間地点または経路の最後の点まで移動が行われた場合には探索は不成功（対象物未発見）となり、警告が発せられます。



#### 注記：

力/トルクオフセットを消去するには、F/T 探索コマンドの最初に F/T ゼロコマンドを実行し、ツールが F/T 探索を開始する時点で障害物に接触していないことを確認します。接触しているとコマンドは所定の力/トルク制限値で停止しません。



F/T 探索コマンドを実行するには、**中間地点を追加する**ボタンをタップして F/T 中間地点を子ノードとして追加します。同様にしてさらに中間地点を追加することもできます。中間地点を動かすには、**構造**タブで**削除**ボタンを使います。

別の方法として、F/T 中間地点または F/T 経路を F/T 探索コマンドの子ノードとして、**構造**タブで追加できます。

**速度：**衝突を探索するときの移動速度です。移動は一定の平行移動速度で行われます。ルートまたは経路の方向または向きが急に变化すれば、ロボットの実際速度は指定速度よりも低下しますが、ルートまたは経路全体で一定に保たれます。



**注記：**

探索中の速度が遅いほうが、ロボットおよびツールの慣性によるオーバーシュートを回避しやすく、硬質な接触面（金属面など）を扱うのに適しています。

**加速度：**動作加速度/減速度のパラメーターです。

**F/T 制限値  $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$ 、 $T_x$ 、 $T_y$ 、 $T_z$ 、 $F3D$ 、 $T3D$ ：**これは検出限界です。 $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$ 、 $T_x$ 、 $T_y$ 、 $T_z$ 、 $F3D$ 、 $T3D$  から、複数のオプションを選んで設定することができます。この場合、これらの値のいずれかがしきい値に達したとき、停止がトリガーされます。値がゼロの場合は無視されます。

**絶対値を使用する**にチェックを入れると、入力した値が正か負かは無視されます（ $|F_z| \geq 3$  など）。チェックを入れない場合、しきい値の計算に正/負の符号も反映されます（ $F_z \geq 3$  または  $F_z \leq -3$  など）。

**座標系：**動作およびセンサー表示の両方に用いる座標系です。座標系は（UR の基準フレームに応じて）基本、ツール、カスタム（基本）、カスタム（ツール）のいずれかに設定できます。カスタム座標系は基本座標系と、与えられたロール、ピッチ、ヨーの値から計算されます。カスタム（基本）座標系では、**TCP の方向値を取得する** ボタンを用いて、現在の TCP の向きによって座標系の向きを指定することもできます。ある向きをテストするには、**ツールをこの方向に回転させる（押し続ける）** ボタンが使えます。

**制限値に到達しなかった場合に警告を表示：**チェックを入れると、ターゲット位置に到達した場合、またはすでに衝突している場合（探索が不成功）、ポップアップメッセージ（ブロッキング）が表示されます。探索が成功すると、警告は表示されません。

チェックを入れない場合、ポップアップメッセージは表示されませんが、ユーザーはコマンドの戻り値を用いてエラーを処理できます。

戻り値については、**F/T 探索コマンド戻り値**をご覧ください。

### 3.3.11 F/T 中間地点

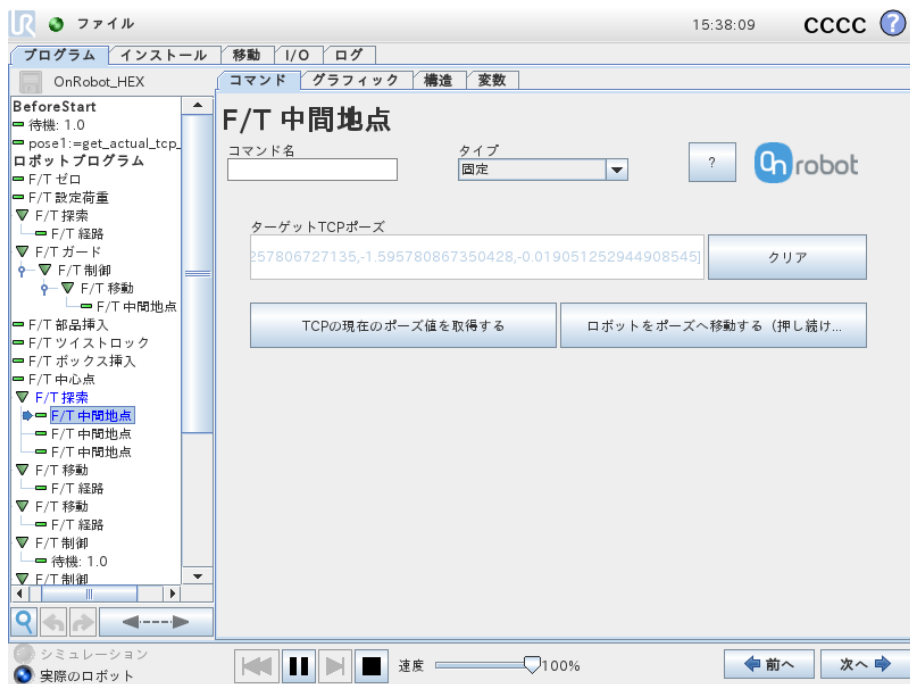
F/T 中間地点コマンドは F/T 移動または F/T 探索コマンドと共に用いて、ロボットをルートに沿って動かします。中間地点には 3 種類あり（固定、相対、変数）、これらはどのようにでも組み合わせられます。



#### 注記：

同じ F/T 移動コマンド内で、回転のみを含む F/T 中間地点を連続して実行しないでください。平行移動を含まない回転を行うには、複数の F/T 移動コマンドを用いてください。

**中間地点のタイプ：** 中間地点のタイプです。固定、相対、変数があります。

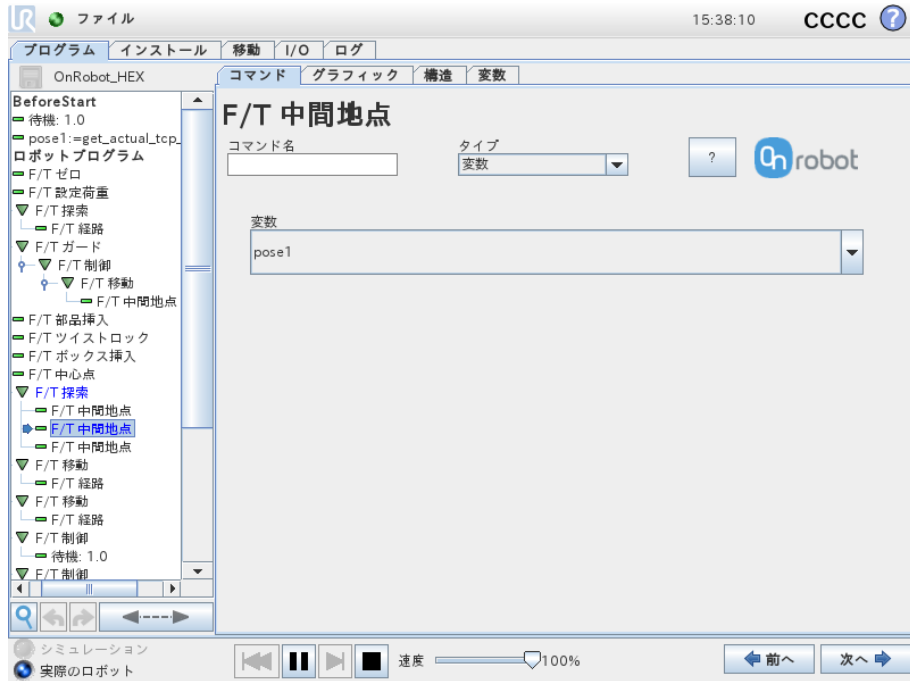


**ターゲット TCP ポーズ：** ロボットが移動するルート内の中間地点の位置です。これは読み取り専用のフィールドで、**TCP の現在のポーズ値を取得する** ボタンを押すと値が表示されます。

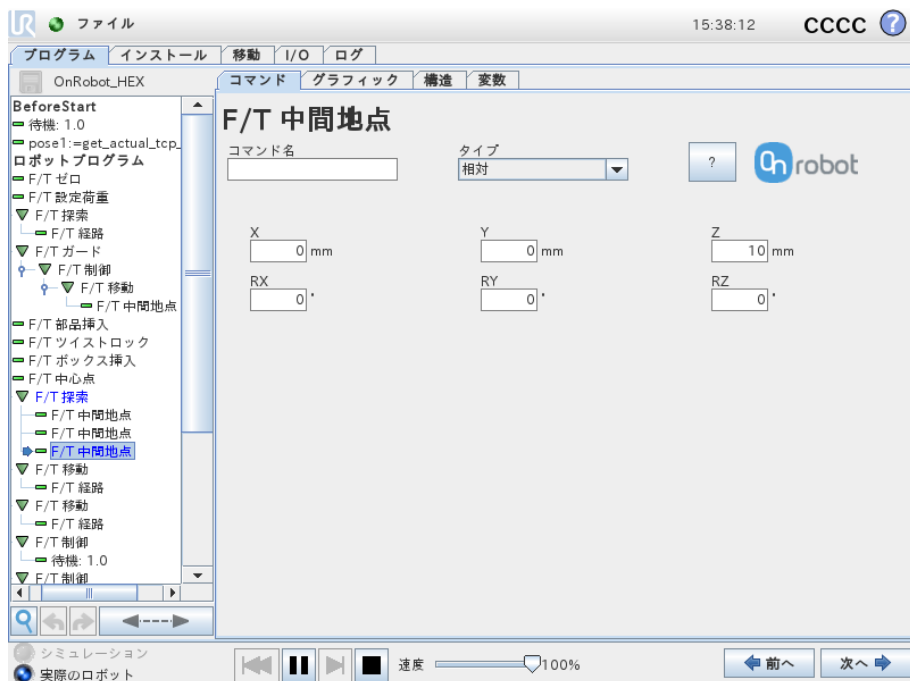
**クリアボタン：** ターゲット TCP ポーズフィールドの内容を削除します。

**TCP の現在のポーズ値を取得するボタン：** 現在の TCP 座標をターゲット TCP ポーズフィールドに入れます。

**ロボットをポーズへ移動する（押し続ける）ボタン：** ボタンを押したとき、ロボットをターゲット TCP ポーズフィールドで設定したポーズへ移動します。ボタンから指を離すとロボットは停止します。



**変数**：ロボットが移動するルート内の中間地点の位置です。変数でターゲットポーズを定義できます。変数を先に生成しておく必要があります。



**相対 X、Y、Z、RX、RY、RZ**：この中間地点の、前回のロボット位置との相対的な距離と回転です。

このコマンドには戻り値はありません。

### 3.3.12 F/T ゼロ

F/T ゼロコマンドは、RG2-FT フィンガーセンサーの力/トルク値をゼロにする場合に使用します。



このコマンドには戻り値はありません。

### 3.3.13 F/T 設定荷重

F/T 設定荷重コマンドは、新しい有効荷重の設定と、TCP 設定の変更を行えます。

コマンドの実行を有効にするには、TCP または有効荷重のいずれかを設定しておく必要があります。



**TCP を設定**チェックボックス：これがチェックされていると、TCP の初期設定値が入力した値で上書きされます。

**オフセット X、Y、Z**：ツールのフランジ（またはフィンガーチップセンター）からの TCP の平行移動値です。

**RPY 回転角 RX、RY、RZ**：ツールフランジ（またはフィンガーチップセンター）に対する TCP の回転角度値です。

**有効荷重を設定**チェックボックス：これがチェックされていると、有効荷重と重心設定の初期設定値が入力した値で上書きされます。有効荷重はグリッパーを含む総重量としてください。

**CX、CY、CZ**：ツールフランジに対する重心の座標です。

**重心を TCP に設定**チェックボックス：これがチェックされていると、CX、CY、CZ 値は TCP オフセット設定で与えられます。

このコマンドには戻り値はありません。

### 3.4 アプリケーション例

#### 3.4.1 衝突検出

衝突検出は次のコマンドで実装できます。

1. F/T 探索：存在の検出に使います。対象物を探索して、見つけると停止します。対象物が見つからなければ警告メッセージを発します。対象物の位置が変化している場合でも、正確な位置を容易に判定できます。
2. F/T 移動：力/トルクで制限された動作に使えます。UR の移動コマンドと似ていますが、力/トルク制限が組み込まれており、相対的オフセットタイプパラメーター（Z 軸方向に 1cm または 1 インチ動かすなど）をサポートします。
3. F/T ガード：任意の UR コマンドと組み合わせさせて使え、加える力/トルクを制限します。コードに平行して設定した制限値をモニターし、設定した制限値に達するとロボットを停止します。

programs/OnRobot\_UR\_Programs フォルダには  
*OnRobot\_Collision\_Detection\_Example.urp* の名称で衝突検出の UR プログラム例があります。

#### 3.4.2 中心点検出

ゆっくりと接触する機能を使って、穴の幾何学的中心点にロボットを位置付けることができます。また、カメラを用いたソリューションでは通常不可能な、光沢のある金属物体にも使えます。

programs/OnRobot\_UR\_Programs フォルダには  
*OnRobot\_Centerpoint\_Detection\_Example.urp* の名称で衝突検出の UR プログラム例があります。

#### 3.4.3 磨きと研磨

磨きや研磨のタスクには、所定の力値を一定に保つことが非常に重要です。このタスクは力/トルク制御機能で達成できます。次の 2 つのコマンドを使ってください。

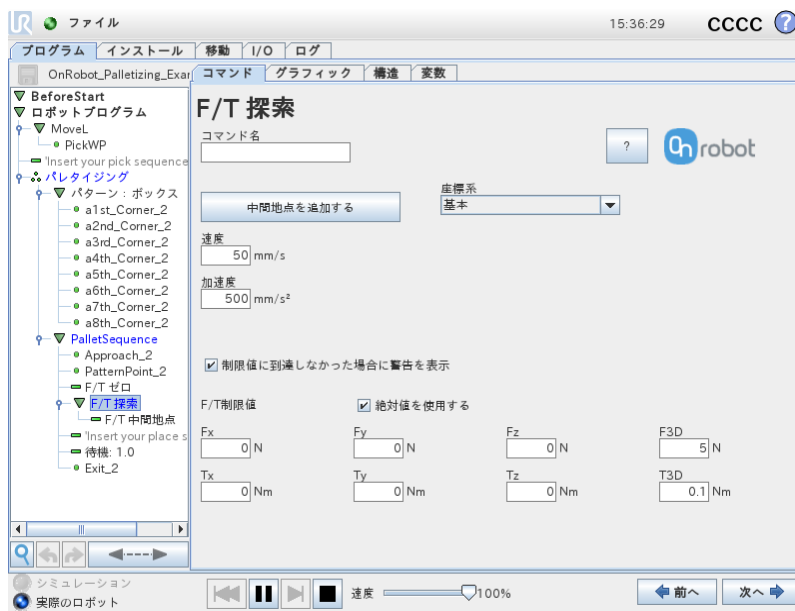
1. F/T 制御：このコマンドは UR に組み込みの力コマンドと似ていますが、OnRobot のより正確な力覚/トルクセンサーを入力に用いることによって、力が小さい場合でも優れた結果が得られます。力/トルク制御は、定義された力/トルクをコンプライアンス制御に設定された軸で一定に保とうとします。非コンプライアンス制御の軸は位置制御されます（F/T 移動コマンドのみ）。
2. F/T 移動：F/T 制御において、非コンプライアンス制御軸の軸方向/軸周りでロボットの位置を制御（移動）するのに用います。

programs/OnRobot\_UR\_Programs フォルダには  
*OnRobot\_Plastic\_Partingline\_Removal\_Example.urp* の名称で衝突検出の UR プログラム例があります。

### 3.4.4 パレタイジング

取扱に注意を要する対象物をパレタイジングするのは困難なタスクです。柔らかい段ボール箱を並べることは、固定のパターンで配置するだけの作業ではありません。UR に組み込まれたパレタイジングコマンドを弊社の F/T 探索コマンドと組み合わせると、誰でもこうした困難なタスクを解決できます。

まず UR に組み込みのパレタイジングコマンドを設定して必要なパターンを作成します。設定位置は最終位置よりも少しだけ遠くにご覧ください。こうすると、F/T 探索コマンドで隣のアイテムに優しく触れてこれを発見し、位置の誤りに対応できます。



必要に応じて複数の F/T 探索を用いてアイテムを水平、垂直に整列させられます。

F/T 探索コマンドの入力パラメーターには相対オフセットタイプのみを用いて、常にパターンに対して相対的であるようにしてください。

詳細は [F/T 探索コマンド](#) をご覧ください。

programs/OnRobot\_UR\_Programs フォルダーには OnRobot\_Palletizing\_Example.urp の名称で衝突検出の UR プログラム例があります。

### 3.4.5 ピン挿入

きつい穴にピンやペグを挿入する作業は、位置に基づいた従来のソリューションでは対応不可能でした。カメラを用いても、信頼性の高いソリューションはできませんでした。

精度の高い OnRobot F/T センサーと F/T ピン挿入コマンドを用いると、誰でも簡単に確実に、精密なはめ合わせを行うタスクに対応できます。

programs/OnRobot\_UR\_Programs フォルダには *OnRobot\_Pin\_Insertion\_Example.urp* の名称で衝突検出の UR プログラム例があります。

### 3.4.6 箱詰め

四角い穴に四角い物体を入れることは一般的なタスクです。例えば、車載ラジオを取付け具に挿入する、バッテリーを電話に挿入する、などがあります。

F/T ボックス挿入コマンドを使うと、誰でも容易にこうしたタスクを解決できます。

programs/OnRobot\_UR\_Programs フォルダには *OnRobot\_Box\_Insertion\_Example.urp* の名称で衝突検出の UR プログラム例があります。

### 3.4.7 ツイストロック

精度の高い OnRobot F/T センサーと F/T ツイストロックコマンドを用いると、バヨネットタイプの取付けに対応するタスクを、誰もが簡単かつ確実に実行することができます。



## 4 用語集

---

| 用語             | 内容  |
|----------------|---|
| Compute Box    | OnRobot のセンサーに付属するユニットです。OnRobot の実装するコマンドとアプリケーションを実行する演算を行います。センサーとロボットコントローラーに接続して使用します。 |
| OnRobot データ可視化 | OnRobot が開発したデータ可視化ソフトウェアで、センサーからのデータを可視化します。Windows オペレーティングシステムにインストールできます。               |

## 5 頭字語一覧

---

| 頭字語   | フルスペル                               |
|-------|-------------------------------------|
| DHCP  | Dynamic Host Configuration Protocol |
| DIP   | dual in-line package                |
| F/T   | Force/Torque                        |
| ID    | Identifier                          |
| IP    | Internet Protocol                   |
| IT    | Information technology              |
| MAC   | media access control                |
| PC    | Personal Computer                   |
| RPY   | Roll-Pitch-Yaw                      |
| SP    | Starting Position                   |
| SW    | software                            |
| TCP   | Tool Center Point                   |
| UR    | Universal Robots                    |
| URCap | Universal Robots Capabilities       |
| USB   | Universal Serial Bus                |
| UTP   | unshielded twisted pair             |

## 6 付録

### 6.1 Compute Box の IP 変更

センサーの IP アドレスを変更するには、ノートパソコンまたは外部 PC を OnRobot Compute Box に接続してください。

1. デバイスが通電されていないことを確認してください。デバイスとコンピューターを同梱のイーサネットケーブルで接続します。
2. デバイスが工場出荷時の設定の場合、ステップ 3 に進みます。設定が変わっている場合は、DIP スイッチ 3 を ON（上）、DIP スイッチ 4 を OFF（下）の位置にします。



3. デバイスを同梱の電源コードで通電し、デバイスが起動するまで 30 秒間待ちます。
4. ウェブブラウザを開き（Internet Explorer 推奨）、<http://192.168.1.1> に移動します。初期画面が現れます。
5. 上のメニューで **Configuration** をクリックします。次の画面が現れます。

OnRobot Web Client

OnRobot 4.0.1

DEVICES CONFIGURATION PATHS UPDATE

### Configuration

This page allows the configuration of the network settings of the device.

**CAUTION**

Incorrect settings may cause the device to lose network connectivity.

The new network configuration values will not be stored unless the DIP-switch is in OFF (down) state.

Enter the new settings for the device below:

|              |                   |
|--------------|-------------------|
| MAC address  | b8:27:eb:84:54:78 |
| Network mode | Static IP         |
| IP address   | 192.168.1.1       |
| Subnet mask  | 255.255.255.0     |

SAVE

Copyright © 2018 OnRobot A/S  
Teglvaerksvej 47H 5220 Odense, Denmark

info@onrobot.com

6. **Network mode** のドロップダウンメニューで **Static IP** オプションを選択します。
7. IP アドレスを変更します。

8. DIP スイッチ 3 をオフにします。
9. **Save** ボタンをクリックします。
10. ウェブブラウザを開き（Internet Explorer 推奨）、ステップ 7 で設定した IP アドレスに移動します。

## 6.2 Compute Box のソフトウェア更新

Compute Box 解説文書をご覧ください。

## 6.3 ソフトウェアのアンインストール

1. 以前にコピーした OnRobot UR プログラムファイルをアンインストール（削除）するには、次のいずれかを選んでください。
  - a. ファイル操作（プログラムをロード、プログラムを保存など）時に表示される教示ペンダントの**削除**オプションで、ファイルとフォルダーを削除します。
  - b. USB ドライブから uninstall.sh ファイルを新しい USB ドライブにコピーし、urmagic\_OnRobot\_uninstall.sh に名前を変えて、教示ペンダントにプラグインします。ファイルのバックアップコピーが USB ドライブに作成され、OnRobot\_UR\_Programs フォルダは、UR から完全に削除されます。
2. URCap プラグインをアンインストールします。
  - a. PolyScope の初期画面に移動します。
  - b. **ロボットの設定**をクリックします。
  - c. **URCaps の設定**をクリックし、アクティブな URCap のリストから FT - OnRobot を見つけます。
  - d. 画面下の - ボタンをクリックしてアンインストールします。
  - e. ロボットを再起動します。

## 6.4 戻り値

戻り値のある OnRobot コマンドは、コマンド終了時に of\_return 変数を更新します。このグローバル変数は UR に組み込みの If 条件文と共に使えます（例えば if of\_return == 1 then ...）。

### 6.4.1 F/T 中心点コマンド戻り値

- 0 中心点に正常に達しました。
- 1 最初の境界探索は不成功でした。動作が距離制限値に達しました。
- 2 2 番目の境界探索は不成功でした。動作が距離制限値に達しました。
- 3 中心点に達しませんでした。ツールは動作中に衝突しました。
- 4 探索は条件のため開始されませんでした。
- 5 2 番目の探索は条件のため開始されませんでした。
- 99 複数のパラメーターを定義しないでください。

### 6.4.2 F/T ツイストロックコマンド戻り値

- 0 ツイストロックはエラー無く終了しました。
- 11 Ry 方向の中心点探索は不成功でした。
- 12 Ry 方向の中心点探索は不成功でした。
- 21 回転は不成功でした。衝突が発生しました。
- 22 回転は接触無しに終了しました。
- 99 パラメーターエラー。

### 6.4.3 F/T ボックス挿入コマンド戻り値

- 0 ボックス挿入はエラー無く終了しました。
- 1 最初の方向探索は不成功でした。動作が距離制限値に達しました。
- 2 2 番目の方向探索は不成功でした。動作が距離制限値に達しました。
- 3 チルトバック動作は不成功でした。衝突が発生しました。
- 4 チルト動作は不成功でした。衝突が発生しました。
- 5 X 軸の中心点の挿入ステート中に箱が引っかかりました！位置と向きを確認してください。

- 6 Y 軸の中心点の挿入ステート中に箱が引っかかりました！位置と向きを確認してください。
- 7 Z 軸の中心点の挿入ステート中に箱が引っかかりました！位置と向きを確認してください。
- 8 箱が位置に挿入できません。衝突が多すぎます。位置と向きを確認してください。

#### 6.4.4 F/T 部品挿入コマンド戻り値

- 0 部品挿入コマンドが最大距離に達しました。
- 1 部品挿入コマンドが最小挿入深度に達した後で当たりにより終了しました。
- 2 部品挿入コマンドが最小挿入深度に達した後で引っかかりました。挿入が必要以上に低速です。
- 3 部品挿入コマンドが最小挿入深度に達する前に引っかかりました。挿入が必要以上に低速です。
- 4 部品挿入コマンドが最小挿入深度に達した後でタイムアウトにより終了しました。
- 5 部品挿入コマンドが最小挿入深度に達する前にタイムアウトにより終了しました。
- 6 部品挿入コマンドが最小挿入深度に達した後で、非コンプライアンス制御軸での過大な横力/トルクのために終了しました。
- 7 部品挿入コマンドが最小挿入深度に達する前に、非コンプライアンス制御軸での過大な横力/トルクのために終了しました。
- 8 部品挿入コマンドにパラメーターエラーがあります。

#### 6.4.5 F/T 移動コマンド戻り値

- 0 動作は設定限度を超える力またはトルクを検出せずに終了しました。
- 1 動作は設定限度を超える力またはトルクが検出されたため終了しました。
- 3 動作は設定限度を超える力またはトルクのために開始できません。
- 11 Compute Box に選択された ID を持つ経路が記録されていないため動作が開始できません。
- 12 この経路に記録された点が無いため動作が開始できません。
- 13 この Path ID にある経路ファイルが空のため動作が開始できません。
- 14 経路ファイルが壊れているため動作が開始できません。

#### 6.4.6 F/T 探索コマンド戻り値

- 0 探索は設定限度を超える力またはトルクが検出されたため正常に終了しました。
- 1 探索は設定限度を超える力またはトルクを検出せずに終了しました。
- 3 探索は設定限度を超える力またはトルクのために開始できません。
- 11 **Compute Box** に選択された ID を持つ経路が記録されていないため探索が開始できません。
- 12 この経路に記録された点が無いため探索が開始できません。
- 13 この Path ID にある経路ファイルが空のため探索が開始できません。
- 14 経路ファイルが壊れているため探索が開始できません。

#### 6.4.7 F/T スタッキングコマンド戻り値

スタック戻り値：


- 0 スタッキングの反復 1 回が完了しました。
- 1 反復カウンターが最大値を超えています。スタックは満載です。
- 2 スタッキングは不成功でした。次のアイテムが見つかりません。
- 3 スタッキングは設定限度を超える力またはトルクのために開始できません。
- 4 次の要素への移動は不成功でした。衝突が発生しました。
- 5 開始位置への移動は不成功でした。衝突が発生しました。

デスタッキング戻り値：

- 0 デスタッキングの反復 1 回が完了しました。
- 1 反復カウンターが最大値を超えています。スタックは空です。
- 2 デスタッキングは不成功でした。次のアイテムが見つかりません。
- 3 デスタッキングは設定限度を超える力またはトルクのために開始できません。
- 4 次の要素への移動は不成功でした。衝突が発生しました。
- 5 開始位置への移動は不成功でした。衝突が発生しました。

## 6.5 トラブルシューティング


### 6.5.1 URCap プラグインの設定エラー

エラーアイコン  が表示される場合、次の 3 つの原因が考えられます。

1. 検出されたデバイスのドロップダウンメニューに「デバイスが見つかりませんでした!」というエラーメッセージが表示される場合、**デバイスが見つかりませんでした** をご覧ください。
2. OnRobot デバイスが正常に検出されたが、UR ロボットの IP が「N/A」と表示される場合、**UR ロボットの IP が「N/A」** をご覧ください。
3. OnRobot デバイスが正常に検出され、UR ロボット IP が有効な IP アドレスを表示している場合、トラブルシューティングには**デバイスが検出され、UR に IP がある** をご覧ください。

#### 6.5.1.1 デバイスが見つかりませんでした

検出されたデバイスのドロップダウンメニューに「デバイスが見つかりませんでした!」というエラーメッセージが表示される場合、Compute Box とセンサーとの接続を確認し、Compute Box を再起動してみてください。

60 秒後（Compute Box のステータス LED が両方緑になる）、リフレッシュアイコン  をタップして手動で検出を繰り返してください。

#### 6.5.1.2 UR ロボットの IP が「N/A」

このエラーは、UR ロボットのネットワーク設定がされていない場合に発生します。

この問題を解決するには、UR ロボットのネットワーク設定を次の手順で確認してください。

1. ロボットの設定ボタンを押します。





2. ネットワークの設定ボタンを押します。
3. UR のネットワークが無効になっている場合：
4. OnRobot デバイスが UR ロボットに直接接続されている場合、DHCP を選択し、適用ボタンを押します。OnRobot サービスが IP を割り当てます。
5. OnRobot デバイスが UR ロボットに直接接続されていない場合、OnRobot デバイスが UR ロボットと同じネットワーク（ルーター、スイッチなど）に接続されているかどうかを確認するか、ネットワーク管理者に連絡してください。
6. DHCP または固定アドレスが選択されていて、問題が解決しない場合、ネットワーク管理者に連絡してください。



DHCP の場合、UR ロボットに適切な IP アドレスが割り振られたら、固定アドレスモード（UR ロボットの IP アドレスが変更されない）に切り替えて、**適用**ボタンを押します。これで IP アドレスが固定され、後で変わることはありません。

最後に、**URCap プラグインの設定**を再度行います。

#### 6.5.1.3 デバイスが検出され、UR に IP がある

このエラーは、ロボットとデバイスが同じサブネット上に無い場合に発生します。

この問題を解決するには、次の手順に従います。

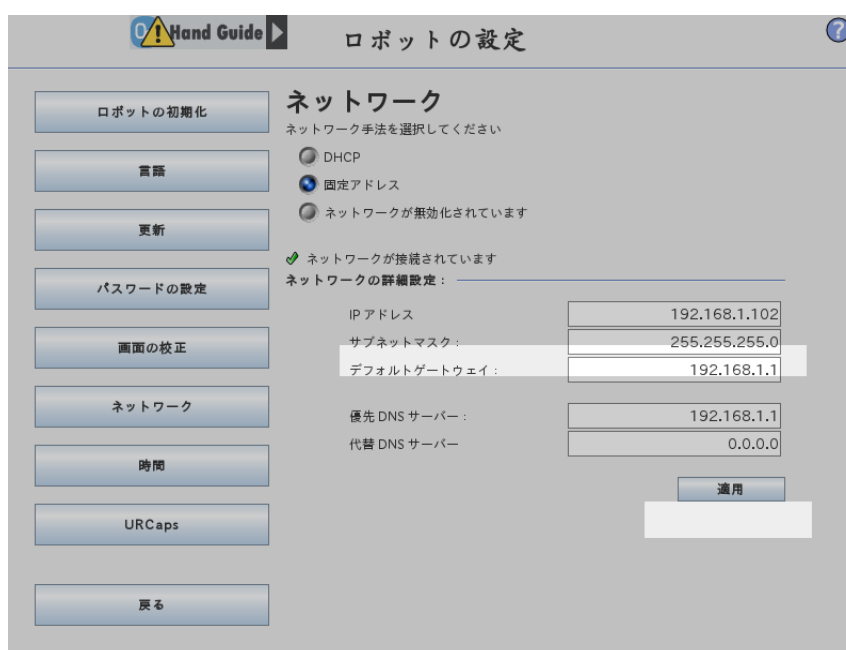
1. OnRobot デバイスが UR ロボットに直接接続されていない場合、Compute Box の DIP スイッチ 3 が次の図に示すようにオフになっていることを確認します。



2. DIP スイッチがオンの場合、オフに切り替え、OnRobot デバイスを再起動（電源ケーブルを切り離して）し、**URCap プラグインの設定**セクションの手順を再度行います。

それでも問題が解決しない場合、次の手順に従います。

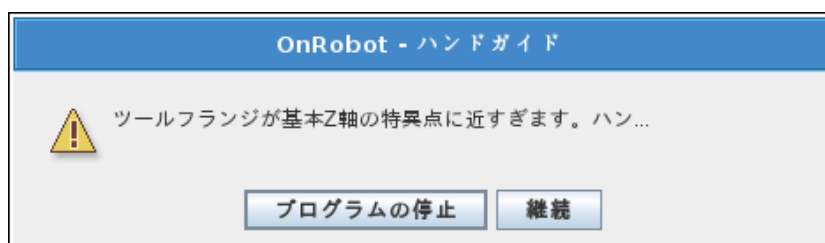
1. UR ロボットのネットワーク設定ページ（**UR ロボットの IP が「N/A」**を参照）を開きます。
2. サブネットマスクを「255.0.0.0」に変更します。
3. 適用ボタンを押します。



最後に、**URCap プラグインの設定**を再度行います。

### 6.5.2 特異点に近すぎる

ハンドガイド中、ツールがロボットベースの真上または真下にある円筒形のものに近づきすぎた場合、警告メッセージが表示されます。



**Stop Program** ボタンを押すとハンドガイド機能がオフになります。**Continue** ボタンを押すとセーフモードに切り替わり、これでツールフランジがハンドガイド機能でロボットベースの真上または真下にある円筒形のものに入って行かないようになります。

ます。この物体から 10mm 離すとセーフモードがオフになり、再びどの方向にも移動できるようになります。



**注記：**

安全と精度を確保するため、ハンドガイドモードではツールフランジと円筒形の物体との距離を、UR ロボットが物理的に到達可能な距離よりも大きく取っています。PolyScope Move タブを使うか、移動コマンドを使えば、ツールフランジを近づけることも可能です。

### 6.5.3 Hand Guide バーの警告マーク



OnRobot デバイスが正常に作動していない場合、警告マークが表示されます。URCap プラグインの設定の手順を再度行ってください。

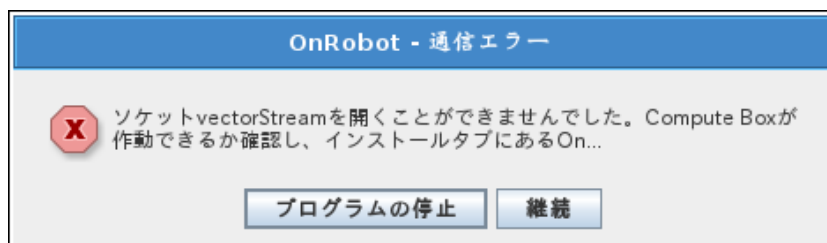
### 6.5.4 「socket\_read\_binary\_integer:タイムアウト」

何らかのコマンドが 2 秒を超えて実行されている場合、socket\_read\_binary\_integer:タイムアウトエントリがログに現れます。

これはロボットによるプログラムの実行には影響しません。

### 6.5.5 「ソケット vectorStream を開くことができませんでした。」

ロボットコントローラーが Compute Box に接続できない場合、「ソケット vectorStream を開くことができませんでした。」というエラーメッセージが表示されます。



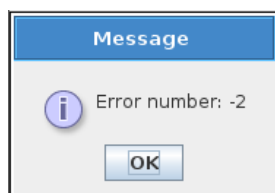
この場合、Compute Box がロボットコントローラーに接続されていることを確認の上、電源を入れてください。

### 6.5.6 経路の再生が想定より遅い

F/T 経路コマンド使用中、操作員の技量によっては記録された経路がスムーズではないことがあります。この場合、ロボットは経路を非常にゆっくりとしか再生できません。この問題を避けるには、平行移動と回転の速度がなるべく変化しないように気を付けながら、滑らかな動きで経路を再度記録してください。また、記録する経路に平行移動を伴わない回転が含まれないようにしてください。

### 6.5.7 経路保存時の「エラー番号 -2」

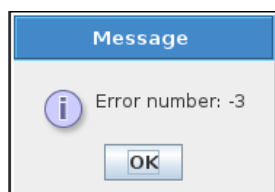
経路を保存時、記録された経路が空だった場合、「エラー番号: -2」というエラーメッセージが表示されます。



この場合、経路記録機能の開始から終了の間に、ロボットを移動させるようにしてください。

### 6.5.8 経路保存時の「エラー番号 -3」

Compute Box にストレージ容量が不足しているために経路保存ができない場合、「エラー番号 -3」というエラーメッセージが表示されます。



この場合、記録済みの不要な経路を削除してください。

### 6.5.9 「未知のセンサー種別。」

Compute Box が接続された OnRobot デバイスを認識できない場合、このエラーメッセージが表示されます。



この場合、Compute Box と OnRobot デバイス（センサー）の間の接続が確立され、正しいデバイスが接続されていることを確認してください。

#### 6.5.10 「センサーが反応していません。」

Compute Box が OnRobot デバイスを認識し、その後デバイスへの接続を失った場合、このエラーメッセージが表示されます。



Compute Box と OnRobot デバイス（センサー）の間の接続が確立され、正しいデバイスが接続されていることを確認してください。

## 6.6 宣言と証明書

### CE/EU Declaration of Incorporation (original)

According to the European Machinery Directive 2006/42/EC annex II 1.B.

The manufacturer:

OnRobot A/S  
Teglværskvej 47H  
DK-5220, Odense SØ  
Denmark  
+45 53 53 57 37

declares that this product:

Type: Industrial 6-axis Force/Torque sensor  
Model: HEX-E and HEX-H  
Serial number from: HEXEB001 and HEXHB001

is partly completed machinery according to 2006/42/EC. The product must not be put into service before the complete machine is in full compliance with all essential requirements of 2006/42/EC. A comprehensive risk assessment must be carried out for each application as part of ensuring that all essential requirements are fulfilled. All essential requirements must be assessed. Instructions and guidance provided in the HEX user manual must be followed.

Technical documentation compiled according to 2006/42/EC annex VII part B is available to national authorities upon request.

The product is in conformity with, and CE marked according to, the following directives:

2014/30/EU — Electromagnetic Compatibility Directive (EMC)  
2011/65/EU — Restriction of the use of certain hazardous substances (RoHS)  
2014/35/EU — Low Voltage Directive (LVD)



Nicolae Gheorghe Tuns  
RD Director  
Odense, October 17<sup>st</sup>, 2018

# Declaration of EMC test result



## T-Network client

OnRobot Hungary Kft.  
Aradi u. 16.  
1043 Budapest  
Hungary

## Product identification

OnRobot HEX Force/Torque Sensor  
S/N: HEXEX005 with CB1807B018

## Manufacturer

OnRobot A/S

## Technical report

T-Network Project EMC-180926/1, OnRobot HEX Force/Torque Sensor and Compute Box EMC Test Report,  
dated 17 July 2018

## Standards/Normative documents

EN 61000-6-2:2005  
EN 61000-6-4:2007+A1:2011

T-Network has evaluated the products in various measurements, and the results verify the product's  
EMC compliance.

Budapest, 05 October 2018

Sándor Tatár  
Laboratory Leader  
T-Network Kft.



**T-Network Kft.**  
Ungvár u. 64-66.  
1142 Budapest  
Hungary

Tel. +36 1 460 9000  
Fax +36 1 460 9001  
E-mail: [tnetwork@tnetwork.hu](mailto:tnetwork@tnetwork.hu)  
Web: <http://www.tnetwork.hu>



Report No.: SHES180600601401  
Date of issue: 2018-09-25

## **TEST REPORT**

Product name..... : 6-axis Force/Torque Sensor  
Product model. .... : HEX-E v2  
Product description..... : Sensor  
Electrical Rating ..... : -  
Applicant..... : OptoForce Ltd.  
Address ..... : Aradi utca 16 1043 Budapest Hungary  
Manufacturer ..... : OptoForce Ltd.  
Address ..... : Aradi utca 16 1043 Budapest Hungary  
Testing Laboratory ..... : SGS-CSTC Standards Technical Services (Shanghai) Co., Ltd.  
Address ..... : No. 588 West Jindu Rd, Xinqiao Town, Songjiang District, Shanghai, CHINA  
Number of Samples received: 1  
Date of samples reception ... : 2018-08-31  
Date Test Conducted ..... : 2018-09-08 to 2018-09-09  
Test Requested ..... : IP67 (as client's requirement)  
Test Method (standards) ..... : IEC 60529 Clause 13.6 & Clause 14.2.7  
Test result ..... : **Pass**  
**CONCLUSION** ..... : The submitted sample complies with the clauses examined.

Prepared and checked by:

*Lewis Hua*

Lewis Hua

Reviewed by:

*Lucy Wang*

Lucy Wang



## 6.7 版番

| 版番    | コメント   |
|-------|--|
| 第 2 版 | <p>文書を再構成。</p> <p>用語集を追加。</p> <p>頭字語一覧を追加。</p> <p>付録を追加。</p> <p>対象読者を追加。</p> <p>用途を追加。</p> <p>著作権、商標、お問い合わせ先、原語情報を追加。</p> <p>F/T 移動、F/T 探索、F/T ピン挿入、F/T 制御コマンドの挙動を変更。</p> <p>F/T 中間地点コマンドを追加。</p> <p>F/T 移動（制御）コマンドを削除。</p> <p>UR プログラム例にアプリケーション例を追加。</p>                                     |
| 第 3 版 | <p>座標系の名称を「<b>Hand Guide ツールバー</b>」から「<b>ツール</b>」に修正。</p> <p>TCP 方向制限についての注記を追加。</p> <p>ハンドガイド軸アクティベーション制限を削除。</p> <p>中間地点タイプの使用についての説明を追加。</p>  |
| 第 4 版 | TCP 方向制限を削除。   |
| 第 5 版 | <p>F/T 探索コマンドと F/T 移動コマンドの戻り値を更新。</p> <p>経路記録セクションを削除。</p> <p>F/T 経路コマンドのセクションを追加。</p> <p>F/T 挿入コネクタセクションを削除。</p> <p>F/T 挿入コネクタの戻り値セクションを削除。</p> <p>F/T 移動コマンドと F/T 探索コマンドのセクションを更新し、一定の再生速度に関する記述と新たなコマンドのスクリーンショットを追加。</p> <p>F/T 制御コマンドのセクションを更新し、方向性のある力制御制限についての記述を追加。</p> <p>編集上の変更。</p> |
| 第 6 版 | <p>経路再生精度を追加。</p> <p>プログラム継続での「プログラム実行でのエラー発生」のセクションをプログラム停止での「プログラム実行でのエラー発生」に変更。プログラムの一時停止と継続はアラームを発生しなくなった。</p> <p>TCP 位置の効果のセクションを追加。</p>  |

|        |   |
|--------|---|
|        | <p>ログアイテム <code>socket_read_byte_list(): timeout</code> を <code>socket_read_binary_integer: timeout</code> に変更。挙動を変更。</p> <p>トラブルシューティングに「ソケット <code>vectorStream</code> を開くことができませんでした。」のセクションを追加</p> <p>コネクタ挿入のセクションを削除。</p> <p>経路の再生が想定より遅い、のセクションを追加。</p> <p>回転のみの中間地点についての制限事項を追加。</p> |
| 第 7 版  | 編集上の変更。   |
| 第 8 版  | <p>F/T 経路コマンドのセクションに、経路記録時の平行移動に伴う回転の制限を追加。</p> <p>経路保存時の「エラー番号 -2」と経路保存時の「エラー番号 -3」を追加。</p> <p>編集上の変更。</p>   |
| 第 9 版  | <p>安全上の重要な注意事項を追加。</p> <p>警告マークを追加。</p> <p>スクリーンショットを更新。</p> <p>ケーブルの接続のセクションにセンサーケーブルをねじらないよう警告する注記を追加。</p>  |
| 第 10 版 | Hex v2 情報を追加。   |
| 第 11 版 | <p>F/T スタックコマンドと F/T デスタッキングコマンドのセクションを合わせて F/T スタッキングコマンドのセクションとした。</p> <p>F/T スタックコマンド戻り値と F/T デスタッキングコマンド戻り値を合わせて F/T スタッキングコマンド戻り値のセクションとした。</p> <p>スクリーンショットを更新。</p>   |
| 第 12 版 | <p>USB ケーブル情報を更新。</p> <p>URCap プラグインの設定を更新。</p> <p>ハンドガイドアイコンを更新。</p> <p>トラブルシューティングセクションを更新。</p> <p>エラーメッセージを更新。</p>   |