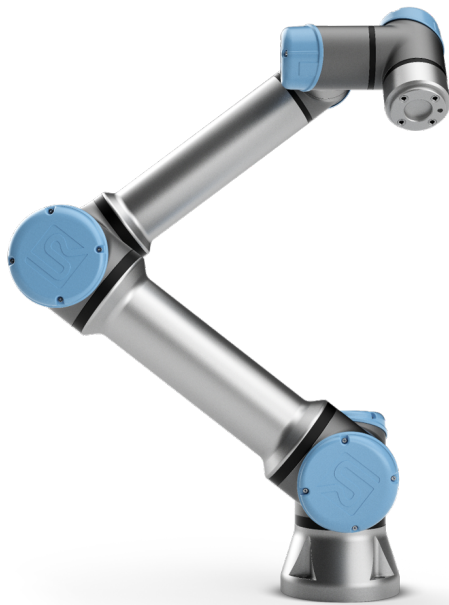




UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots e-Series
ユーザーマニュアル



UR5e

元の説明書の翻訳 (jp)



UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots e-Series ユーザーマニュアル

UR5e

バージョン 5.6

元の説明書の翻訳 (jp)

ここに記載された情報は、Universal Robots A/S の資産であり、Universal Robots A/S の書面による事前の承認なしに全部または一部を複製することはできません。本書は予告なしに変更されることがあり、Universal Robots A/S による責務と解釈されるべきものではありません。本書は定期的に見直しと改訂を行います。

Universal Robots A/S は本文書内におけるいかなる誤記あるいは脱落に対しても責任を負いません。

Copyright © 2009–2019 by Universal Robots A/S

Universal Robots のロゴは、Universal Robots A/S の登録商標です。

Contents

前書き	ix
梱包内容	ix
重要な安全上の注意	x
本書の読み方	x
詳細情報の入手先	x
UR+	xi
I ハードウェアインストールマニュアル	I-1
1 安全	I-3
1.1 はじめに	I-3
1.2 妥当性と責任	I-3
1.3 責任制限	I-4
1.4 本書の警告記号	I-4
1.5 一般的な警告と注意	I-5
1.6 使用目的	I-8
1.7 リスクアセスメント	I-8
1.8 使用前アセスメント	I-10
1.9 非常停止	I-10
1.10 駆動力のない運動	I-10
2 安全関連機能およびインターフェース	I-11
2.1 はじめに	I-11
2.2 停止カテゴリー	I-12
2.3 構成可能な安全機能	I-12
2.4 安全機能	I-15
2.5 モード	I-15
3 輸送	I-17
4 機械的インターフェース	I-19
4.1 はじめに	I-19
4.2 ロボットの作業空間	I-19
4.3 据え付け	I-19
4.4 最大有効荷重	I-23
5 電氣的インターフェース	I-25
5.1 はじめに	I-25
5.1.1 コントロールボックスのブラケット	I-25
5.2 イーサネット	I-25
5.3 電氣的な警告と注意	I-26
5.4 コントローラーI/O	I-28

5.4.1	すべてのデジタル I/O の共通仕様	I-28
5.4.2	安全 I/O	I-30
5.4.3	汎用デジタル I/O	I-34
5.4.4	ボタンからのデジタル入力	I-35
5.4.5	他の機械または PLC との間の通信	I-35
5.4.6	汎用アナログ I/O	I-35
5.4.7	リモートオン/オフ制御	I-37
5.5	電源接続	I-38
5.6	ロボット接続	I-39
5.7	ツール I/O	I-40
5.7.1	ツール電源	I-41
5.7.2	ツールのデジタル出力	I-42
5.7.3	ツールのデジタル入力	I-43
5.7.4	ツールのアナログ入力	I-43
5.7.5	ツールコミュニケーション I/O	I-44
6	メンテナンスと修理	I-45
6.1	安全に関する指示	I-45
7	処分と環境への配慮	I-47
8	証明	I-49
8.1	第三者認証	I-49
8.2	購入元第三者認証	I-50
8.3	メーカー検査証明書	I-50
8.4	EU 指令による宣言	I-50
9	保証	I-51
9.1	製品保証	I-51
9.2	免責事項	I-51
A	停止時間と停止距離	I-53
B	宣言と証明書	I-57
B.1	EU Declaration of Incorporation in accordance with ISO/IEC 17050-1:2010	I-57
B.2	CE/EU 組み込み宣言書（元の文書の翻訳）	I-59
B.3	安全システム証明書	I-61
B.4	中国 RoHS	I-63
B.5	KCC 安全性	I-64
B.6	環境試験証明書	I-65
B.7	EMC 試験証明書	I-66
C	適用規格	I-67
D	技術仕様	I-73
E	安全機能表	I-75
E.1	表 1	I-75
E.2	表 2	I-80

II PolyScope マニュアル	II-1
10 はじめに	II-3
10.1 Polyscope の基本	II-3
10.1.1 ヘッダーアイコン/タブ	II-3
10.1.2 フッターボタン	II-5
10.2 スタートアップ画面	II-6
11 クイックスタート	II-7
11.1 ロボットアームの基本	II-7
11.1.1 ロボットアームとコントロールボックスの設置設定	II-7
11.1.2 コントロールボックスのオン/オフ切り替え	II-8
11.1.3 ロボットアームのオンとオフ切り替え	II-8
11.1.4 ロボットアームの初期化	II-8
11.2 クイックシステム起動	II-9
11.3 最初のプログラム	II-10
11.4 ロボット登録および URCap ライセンスファイル	II-11
12 運用モードの選択	II-13
12.1 運用モード	II-13
12.2 3 位置イネープリングデバイス	II-15
12.2.1 マニュアル高速	II-15
13 安全構成	II-17
13.1 安全設定基本	II-17
13.1.1 安全構成へのアクセス	II-17
13.1.2 安全パスワードの設定	II-18
13.1.3 安全構成の変更	II-18
13.1.4 新たな安全構成を適用中	II-19
13.1.5 安全チェックサム	II-19
13.2 安全メニュー設定	II-19
13.2.1 ロボット限界	II-19
13.2.2 安全モード	II-21
13.2.3 許容差	II-22
13.2.4 ジョイント限界	II-22
13.2.5 平面	II-23
13.2.6 フリードライブ	II-25
13.2.7 後退動作	II-25
13.2.8 ツール位置	II-25
13.2.9 ツールの方向	II-27
13.2.10 I/O	II-28
13.2.11 ハードウェア	II-31
13.2.12 セーフホームポジション	II-32
14 [実行] タブ	II-35
14.1 プログラム	II-35
14.2 変数	II-35
14.3 ロボットの稼働時間	II-36

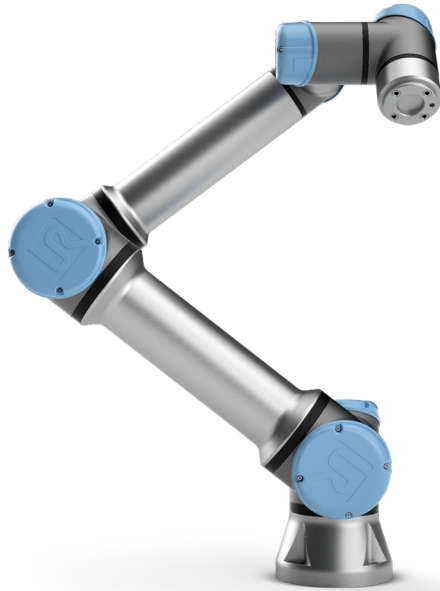
14.4	ロボットを位置まで移動	II-36
15	[プログラム] タブ	II-39
15.1	プログラムツリー	II-39
15.1.1	プログラム実行表示	II-40
15.1.2	検索ボタン	II-40
15.1.3	プログラムツリー ツールバー	II-40
15.1.4	式エディタ	II-41
15.1.5	選択したノードからプログラムを起動	II-41
15.1.6	プログラムでブレークポイントを使う	II-42
15.1.7	Single Step in a Program	II-43
15.2	コマンドタブ	II-44
15.3	[グラフィック] タブ	II-45
15.4	[変数] タブ	II-46
15.5	基本プログラムのノード	II-46
15.5.1	移動	II-46
15.5.2	方向	II-55
15.5.3	待機	II-58
15.5.4	設定	II-58
15.5.5	ポップアップ	II-59
15.5.6	停止	II-60
15.5.7	コメント	II-60
15.5.8	フォルダー	II-61
15.6	高度プログラムのノード	II-61
15.6.1	ループ	II-61
15.6.2	If	II-62
15.6.3	サブプログラム	II-63
15.6.4	代入	II-64
15.6.5	スクリプト	II-64
15.6.6	イベント	II-65
15.6.7	スレッド	II-65
15.6.8	ねじ回し	II-66
15.6.9	スイッチ文	II-68
15.6.10	タイマー	II-69
15.6.11	ホーム	II-69
15.7	テンプレート	II-70
15.7.1	パレタイズ	II-70
15.7.2	探索	II-76
15.7.3	フォース	II-78
15.7.4	コンベヤトラッキング	II-81
15.8	URCaps	II-82
15.8.1	リモート TCP とツールパス UR キャップ	II-82
15.8.2	リモート TCP 移動のタイプ	II-83
15.8.3	RTCP ウェイポイント	II-83
15.8.4	リモート TCP ツールパス	II-84
15.8.5	リモート TCP	II-85
15.8.6	リモート TCP PCS	II-86

15.8.7	標準 TCP のツールパス移動	II-88
16	設置設定タブ	II-91
16.1	全般	II-91
16.1.1	TCP 構成	II-91
16.1.2	荷重と重心	II-93
16.1.3	据え付け	II-94
16.1.4	I/O 設定	II-95
16.1.5	変数	II-97
16.1.6	スタートアップ	II-98
16.1.7	ツール I/O	II-99
16.1.8	安全モード間でのスムーズな移行	II-100
16.1.9	ホーム	II-101
16.1.10	コンベヤトラッキング設定	II-101
16.1.11	スクリュードライバーセットアップ	II-102
16.2	安全	II-105
16.3	フィーチャー	II-105
16.3.1	フィーチャーの使用	II-106
16.3.2	点の追加	II-107
16.3.3	直線の追加	II-107
16.3.4	平面フィーチャー	II-108
16.3.5	例：プログラムの調整に手動でフィーチャーを更新する場合	II-109
16.3.6	例：フィーチャーポーズを動的に更新する場合	II-110
16.4	フィールドバス	II-111
16.4.1	MODBUS クライアント I/O 設定	II-111
16.4.2	イーサネット/IP	II-114
17	〔移動〕 タブ	II-115
17.1	ツールの移動	II-115
17.2	ロボット	II-115
17.3	ツール位置	II-116
17.3.1	ポーズエディター画面	II-116
17.4	ジョイント位置	II-118
18	〔I/O〕 タブ	II-121
18.1	ロボット	II-121
18.2	MODBUS	II-122
19	〔ログ〕 タブ	II-125
19.1	測定値とジョイント荷重	II-125
19.2	日付ログ	II-125
19.3	エラー レポートの保存	II-125
20	プログラムおよび設置設定マネジャー	II-127
20.1	開く...	II-127
20.2	新規...	II-128
20.3	保存...	II-129
20.4	ファイルマネージャー	II-129



21	メニュー	II-131
21.1	ヘルプ	II-131
21.2	バージョン情報	II-131
21.3	設定	II-131
21.3.1	プリファレンス	II-131
21.3.2	パスワード	II-132
21.4	システム	II-132
21.4.1	バックアップと復元	II-132
21.4.2	更新	II-133
21.4.3	ネットワーク	II-133
21.4.4	URCaps の管理	II-133
21.4.5	リモート制御	II-134
21.5	ロボットのシャットダウン	II-135
 用語集		 II-137
索引		II-139

前書き



新型 Universal Robots e-Series ロボットご購入いただきありがとうございます。UR5e ロボットは、ツールを移動させるプログラミングができ、電気信号を使用して他の機械との通信が可能です。アームは、アルミニウムの押し出しパイプ材とジョイントから構成されています。

特許を取得したプログラミングインターフェースである **PolyScope** を使用すると、ロボットに任意の軌道上でツールを移動させるプログラミングが簡単にできます。

Universal Robots e-Series コラボレーティブロボットアームは 6 つのジョイントと広範囲のフレキシビリティがあり、人間の腕を模倣する設計となっています。特許を取得したプログラミングインターフェースである **PolyScope** を使用すると、ツールを移動するようにロボットをプログラムしたり、電気信号を利用して他の機械と通信したりすることが容易になります。図 1 はロボットアームの主要部品を示しており、マニュアルを通して参照することができます。

Copyright © 2009–2019 by Universal Robots A/S. All rights reserved.

梱包内容

ロボットを発注すると、2 つの箱を受け取ります。一つにはロボットアームが、もう一つには以下の物が含まれています。

- ティーチペンダント
- コントロールボックス
- ティーチペンダントの据え付けブラケット
- コントロールボックスを開くための鍵

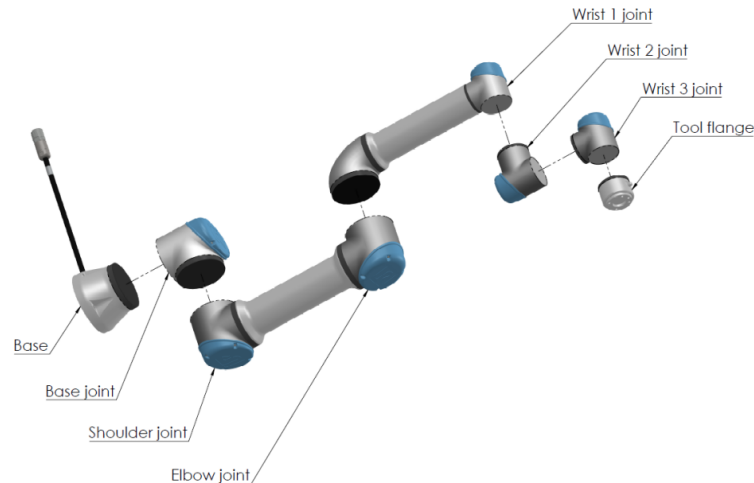


Figure 1: ロボットアームのジョイント、ベース、ツールフランジです。

- お住まいの地域に対応するメインケーブルまたは電源ケーブル
- 本書

重要な安全上の注意

ロボットは半完成機械類（8.4を参照）のため、ロボットのインストールごとにはリスクアセスメントが要求されます。第1章のすべての安全に関する指示に従う必要があります。

本書の読み方

本書には、ロボットの設置設定とプログラムに関する指示が含まれています。本書は2つの部分から構成されています：

ハードウェアインストールマニュアル: ロボットの機械的および電氣的な設置設定。

PolyScope マニュアル: ロボットのプログラミング。

本書は機械・電気に関する基本的なトレーニング経験のあるロボットインテグレーター用に作成されたものです。また、プログラミング・コンセプトの入門としてもご活用いただけます。

詳細情報の入手先

サポートウェブサイト (<http://www.universal-robots.com/support>) には以下の内容が含まれています。

- 本書の他言語バージョン
- **PolyScope** マニュアル
- トラブルシューティング、メンテナンス、修理に関する説明が付いた整備マニュアル
- 上級ユーザー向けのスクリプトマニュアル

UR+

UR+ サイト (<http://www.universal-robots.com/plus/>) は、お使いの UR ロボットアプリケーションをカスタマイズすることができる、最新鋭の製品を提供するオンラインショールームです。エンドエフェクタやアクセサリ、ビジョンカメラやソフトウェアに至るまで、一カ所で必要な物がすべて見つかります。あらゆる製品が UR ロボットへの統合のため試験され、承認されています。シンプルなセットアップ、信頼のおけるオペレーション、スムーズなユーザーエクスペリエンス、簡単なプログラミングを実現します。また、このサイトを利用して **UR+ Developer Program** に参加することができます。ここでは UR ロボットをさらに使いやすい製品に設計することができる当社の新型ソフトウェアプラットフォームにアクセスすることができます。

Part I

ハードウェアインストールマニュアル

1 安全

1.1 はじめに

この章には、ロボットの電源を始めてオンにする 前に、URUniversal Robots e-シリーズのロボットのインテグレーターに読まれ、理解される必要がある重要な安全に関する情報が含まれています。

この章の最初の小セクションは一般的な内容です。あとの小セクションには、ロボットの設定およびプログラミングのための具体的なエンジニアリングデータが含まれます。2章は、特に協働アプリケーションにおいて重要な、安全関連機能を説明し、定義しています。

2章と 1.7セクションの指示とガイダンスは特に重要です。

本書の他の章や部分で提供されるすべてのアッセンブリーに関する指示やガイダンスを確認、順守することが重要です。

警告記号に関連付けられたテキストには特に注意を払ってください。



注:

Universal Robots は、ロボット（アームコントロールボックスやティーチペンダント）が破損したり、何らかの方法で変更/改造された場合、一切責任を負いません。プログラミングエラーや、ロボットの不具合が原因で、ロボットまたはその他の装置に引き起こされた損害について、Universal Robots は責任を負いかねます。

1.2 妥当性と責任

本マニュアルには完全なロボットアプリケーションの設計および操作方法についての説明はありません。また、完全なシステムの安全性に影響を与える一切の周辺機器の説明もありません。完全なシステムは、ロボットが設置設定されている国の基準や規制に定める安全要件に従って設計し、設置設定する必要があります。

Universal Robots の e-Series ロボットのインテグレーターは、当該国で適用される安全上の法規制が順守され、完全なロボットアプリケーションにおいて重大な危険性が排除されていることを確認する責任があります。これには以下が含まれますが、それだけには限定されません：

- ロボットシステム全体の実施する
- リスクアセスメントで定義されている場合、他の機械および追加の安全デバイスとインターフェースを確立する
- ソフトウェアで適切なを設定する
- ユーザーが安全対策を変更しないよう確認する
- ロボットシステム全員が適切に設計され設置設定されていることを検証する
- 使用説明書を指定する
- ロボット設置設定に該当する記号とインテグレーターの連絡先を記載する
- 技術ファイルに、リスクアセスメントと本マニュアルを含む全文書を集める

1.3 責任制限

本書に記載された安全に関する情報は、安全性に関する全ての指示が遵守されていても、産業用マニピュレーターが怪我や破損を引き起こさないという UR による保証と解釈してはなりません。

1.4 本書の警告記号

下の記号は、本書全体で使用される危険レベルを特定するキャプションを定義します。同じが製品でも使用されます。



注意:

これは、回避しないと、死亡または重傷を負う可能性がある切迫した危険な電氣的状況を示します。



注意:

これは、回避しないと、死亡または重傷を負う可能性がある切迫した危険な状況を示します。



警告:

これは、回避しないと、怪我や機器への大きな損害を引き起こす可能性がある潜在的に危険な電氣的状況を示します。



警告:

これは、回避しないと、怪我や機器への大きな損害を引き起こす可能性がある潜在的に危険な状況を示します。



警告:

これは、触れると、怪我を負う可能性がある潜在的に危険な高温面を示します。



注意:

これは、回避しないと、機器への大きな損害を引き起こす可能性がある状況を示します。

1.5 一般的な警告と注意

このセクションには、本マニュアルの至る所に繰り返し表示または説明される、一般的な警告および注意事項が含まれています。他の警告や注意は本書を通じて至る所に記載されています。



注意:

4章と5にある仕様と警告に従ってロボットとすべての電気機器を設置するようにしてください。


警告:

1. ロボットアームとツール/エンドエフェクターが適切かつ安全な所定位置にボルトで固定されていることを確認します。
2. ロボットアームが自由に動ける十分なスペースがあることを確認します。
3. プログラマーとオペレーター、傍観者を保護するため、安全措置または/ならびに安全構成パラメーターがリスクアセスメントに従って設定されていることを確認してください。
4. ロボットを操作する場合、ゆったりとした衣服や宝石類を着用しないでください。ロボットを操作する際は、長い髪をまとめないようにしてください。
5. 例えばジョイントキャップが緩い、壊れている、または外れているなど、破損している場合には決してロボットを使用しないでください。
6. ソフトウェアで致命的なエラーが表示された場合は、速やかに緊急停止を押し、エラーにつながる状況を書き留め、ログ画面上の対応するエラーコードを検索し、購入元にお問い合わせください。
7. 標準 I/O に安全装置を接続しないでください。安全関連 I/O のみを使用してください。
8. 正しい設置設定の設定（ロボット据え付け角度、TCP における質量、TCP オフセット、安全構成など）を使用してください。プログラムとともに設置設定ファイルを保存して読み込みます。
9. フリードライブ機能は施設内でリスクアセスメントがそれを許可する場合のみに使ってください。
10. ツール/エンドエフェクターおよび障害物に鋭利なエッジやピンチポイントがないようにしてください。
11. 全員の頭部が操作中のロボットまたはこれから捜査を開始するロボットの届かない場所にあるように必ず警告してください。
12. ティーチペンダント使用中は、ロボットの動作に注意してください。
13. リスクアセスメントが特定した場合は、ロボットの安全範囲に侵入したり、システムの作動中にロボットに触れないでください。

13. 異なる機械を組み合わせることで危険性が増したり、新たな危険が生じることがあります。常に完全な設置設定に対する全体的なリスクアセスメントを実施します。評価されたリスクによって、異なる機能的な安全性のレベルが適用されます。よって、異なる安全性と非常停止の性能レベルが必要な場合は、常に最高の性能レベルを選択してください。設置設定で使用する全機器について、常にマニュアルを読み理解してください。
14. ロボットの改造は行わないでください。改造によってインタグレーターに予測できない危険が生じることがあります。すべての許可された再組み立ては、関連するすべてのサービスマニュアルの最新版に従って行ってください。
15. ロボットを追加モジュール（Euromap67 インターフェースなど）と一緒に購入した場合、それぞれのマニュアルでモジュールを調べてください。
16. 必ずロボットの使用者には非常停止ボタンの位置を知らせ、非常時または異常な状況においては非常停止を作動させるよう指示を徹底してください。

**警告:**

1. ロボットとコントロールボックスの操作中に発熱があります。長時間の接触は不快感をもたらす可能性があるため、操作中や、操作直後にロボットを取り扱ったり、触らないようにしてください。ロボットを操作するまたは触る前にログ画面で温度を確認できます。または、ロボットの電源をオフにして、1時間間待つ事でロボットをクールダウンできます。
2. コントロールボックスの内部カバーの後ろに指を入れないようにしてください。

**注意:**

1. ロボットを損傷させる可能性のある機械とロボットを組み合わせたり、共用する場合は、すべての機能とロボットプログラムを個別に試験することを推奨します。
2. ロボットを永久磁場にさらさないでください。非常に強い磁場によってロボットが損傷することがあります。

1.6 使用目的

Universal Robots e-Series ロボットは産業用ロボットで、ツール/エンドエフェクターや付属品の取扱いや、コンポーネントや製品の処理や転送に使用します。ロボットの動作環境条件の詳細については、付属 BとDを参照してください。

Universal Robots e-Series ロボットは特別な安全機能を備えています。これは、ロボットシステムを安全柵なし、または有人で操作する場合に、協働運用ができるように意図的に設計されています。

協働運用は危険性のない用途のみで行うことになっています。つまり、その特定の用途におけるリスクアセスメントにより、ツール/エンドエフェクター、ワーク、障害物や他の機械などを含む全体として、重大な危険を生じることがないとされる用途です。

意図された用途から外れた使用や適用は許容されない誤用であるとみなされます。これには以下が含まれますが、それだけには限定されません：

- 潜在的に爆発の可能性のある環境で使用する
- 医療や生活に重要な用途に使用する
- リスクアセスメント実施前に使用する
- 記述の仕様外で使用する
- クライミングの補助として使用する
- 許容動作パラメーター外で操作する



警告:

- この産業用ロボットは、用途とユーザーマニュアルに記載された仕様に従ってのみ利用します。
- この製品は危険な場所や爆発環境内で利用する設計でなくまた、このような利用を意図していません。
- 個の製品は、患者と接触したり、近接する医療用途向けの設計および用途となっておりません。
- 意図された用途、仕様、証明から外れた使用や適用は禁止されており、その結果、致死、負傷および器物破損につながる可能性があります。

UNIVERSAL ROBOTS は明示的にいかなる誤用に対する明示的および暗示的保証も行いません。

1.7 リスクアセスメント

インテグレーターが実施すべき最重要項目の1つが、リスクアセスメントの実行です。これは多くの国において法的に義務付けられています。ロボット設置設定の安全性は、ロボットの統合方法（ツール/エンドエフェクター、障害物や他の機械など）に依存するため、ロボット自体は半完成機械類です。リスクアセスメントを実施する上で **ISO 12100** および **ISO 10218-2** を使用することを推奨します。さらに、インテグレーターは技術仕様 **ISO/TS 15066** を追加ガイドンスとして使用することを選択できます。インテグレーターが実施するリスクアセスメントでは、以下を含むがこれに限定されない、ロボットアプリケーションの使用時間全体を通した、すべての作業タスクを検討してください：

- ロボット設置設定と開発中におけるロボット教示
- トラブルシューティングおよびメンテナンス
- ロボット設置設定の通常の操作

リスクアセスメントは、最初にロボットの電源をオンにする前に必ず実施してください。インテグレーターが実施するリスクアセスメントには、適切な安全構成設定や、追加の緊急停止ボタンの必要性ならびに/または特定のロボットアプリケーション用に必要な予防措置を特定することが含まれます。

正確な安全構成設定を特定することは、協力ロボットアプリケーションの開発において、特に重要なプロセスです。詳細については、2章と II パートをご覧ください。

安全機能のいくつかは、意図的に協力ロボットアプリケーション用に設計されています。これらの機能は安全構成設定より設定可能であり、インテグレーターが実施したリスクアセスメントの特定リスクに対処するため、特に重要です：

- フォースとパワーの制限：ロボットとオペレーターの間で衝突が発生した場合、ロボットが動作方向に開放する、固定フォースと圧力を削減するために使用します。
- 運動量制限：ロボットとオペレーターが衝突した場合に、ロボットを減速させ、瞬間のエネルギーとインパクトのフォースを削減するために使用します。
- ジョイント、肘部とツール/エンドエフェクター位置制限：特に、身体の特定の部位に関するリスクを削減するために使用します。例として、頭部や首に対する運動を回避します。
- ツール/エンドエフェクター方向制限：特にツール/エンドエフェクターとワークの特定の範囲とフィーチャーに関連するリスクを削減するために使用します。例：鋭形部がオペレーターの方向を指すことを回避します。
- 速度制限：特にロボットアームが低速で動作するようにするため、使用します。

インテグレーターは、パスワード保護により、安全構成への権限のないアクセスを防ぐ必要があります。

協力ロボットアプリケーションの意図的な接触、または予期される誤用に関するリスクアセスメントが必要であり、以下の点に配慮してください：

- 個々の潜在的衝突の深刻度
- 個々の潜在的衝突の発生可能性
- 個々の潜在的衝突を回避する可能性

ロボットが、搭載された安全関連機能を使用しても、危険性が適切に排除できない（例：危険なツール/エンドエフェクターを使用するなど）、またはリスクが十分に削減できない、非協力ロボットアプリケーションにおいて設置設定される場合は、インテグレーターが実施したリスクアセスメントは、インテグレーターが追加の予防措置（例：設定とプログラミングの際に、オペレーターを保護するデバイスを有効にするなど）の必要性を判断しなくてはなりません。

Universal Robots では、インテグレーターが考慮する必要のある危険として、以下に一覧表示された顕著な潜在的危険を認識しています。

注：これ以外の顕著な危険も、特定のロボットの設置設定で発生する恐れがあります。

1. ツール/エンドエフェクターまたはツール/エンドエフェクターコネクターの鋭利な端部や先端が皮膚に突き刺さる。

2. ロボット軌道の周辺にある障害物の鋭利な端部や鋭利な先端が皮膚に突き刺さる。
3. ロボットとの接触によって打撲を受ける。
4. 重量運搬品と硬い表面の間で打撃を受けることによる、剥離骨折または骨折。
5. ロボットアームまたはツール／エンドエフェクターを保持するねじの緩みによる結果。
6. グリップが弱い、または電源中断などから、ツール/エンドエフェクターからワークが落下する。
7. 異なる機器の違う緊急停止ボタン使用による誤動作。
8. 安全構成パラメーターにおける、権限のない変更による誤動作。

停止時間と停止距離については 2章と付録 Aをご覧ください。

1.8 使用前アセスメント

はじめてロボットをお使いになる前またはロボットに変更を加えた後は次のテストを実施する必要があります。すべての安全種入力が適切かつ正確に接続されていることを確認します。複数の機械またはロボットに対する共通装置などすべての接続されている安全出入力が機能しているかテストします。例えば以下を実施する必要があります：

- ・ 非常停止ボタンおよび入力がロボットを停止しブレーキをかけるかを試験します。
- ・ 予防入力がロボットの動作を停止するかを試験します。予防リセットが設定されている場合、動作が再開する前にリセットを有効化させる必要があるかどうか確認します。
- ・ 初期化画面を調べ、減少モードが安全モードから減少モードへの切り替えを実行できるかを試験します。
- ・ 運転モードが運転モードを切り替えるかを試験し、ユーザーインターフェースの右上の角にあるアイコンを確認します。
- ・ 手動モードで動作を有効化するために 3 位置有効化デバイスを押す必要があるかを試験し、ロボットが減少スピード制御で運転しているかを試験します。
- ・ システム非常停止出力が実際に全システムを安全な状態にする能力があるかどうかを試験します。
- ・ ロボット移動出力、ロボット非停止出力、減少モード出力または非減少モード出力に接続されたシステムが実際に出力変化を検出できるかを試験します。

1.9 非常停止

即時にすべてのロボットの動作を停止させる非常停止押しボタンを有効化します。

注：IEC 60204-1 および ISO 13850 に準拠し、非常装置には予防停止がありません。これらは補助的な予防措置であり、負傷を防ぐものではありません。

ロボットアプリケーションのリスクアセスメントは、追加の非常停止ボタンが必要かどうかを判断します。非常停止ボタンは IEC 60947-5-5 に準拠する必要があります。詳細は（ 5.4.2 セクション）をご覧ください。

1.10 駆動力のない運動

万が一、いずれかのロボットのジョイントを動かす必要のある非常事態が発生した場合、ロボットに電力を供給することは不可能であるか、または望ましくありません。Universal Robots の販売代理店にお問い合わせください。

2 安全関連機能およびインターフェース

2.1 はじめに

Universal Robots e-シリーズのロボットは様々な内蔵安全機能を安全 I/O と同じようにを装備しています、その他の機械または追加防御機器へ接続するための電気インターフェースまたは電気インターフェースからのデジタルまたはアナログコントロール信号。各安全機能および I/O は、EN ISO13849-1:2008 (認証については 8 の章を参照) に準拠して、性能レベル d (PLd) でカテゴリー3 アーキテクチャを使用して設定されています。

ユーザーインターフェースでの安全機能、入力、出力の設定については、II 編の 13 の章を参照してください。安全装置を I/O に接続する方法については、5 の章をご覧ください。



注:

1. 安全機能およびインターフェースの使用はそれぞれのロボット応用に対するリスクアセスメント手順に従う必要があります。(1 の章、1.7 のセクションを参照)
2. ロボットが安全システムで(緊急停止回路の断線や、安全限界の超過等)故障または違反を検出すると、停止カテゴリー 0 が開始されます。
3. 停止時間はアプリケーションのリスクアセスメントの一部として考慮される必要があります



注意:

1. リスクアセスメントで定義されたものと異なる安全構成パラメーターを使用すると、適切に排除できない危険性や十分に低減できないリスクが生じることがあります。
2. 確実にツールおよびグリッパーが適切に接続されているようにし、電力の干渉が発生しても危険が生じないようにします。
3. プログラマーのミスにより電圧が 24V に変更される恐れがあり、機器の破損や火災の原因となる場合がありますので、12V には注意を払ってください。
4. エンドエフェクターは UR 安全システムで保護されていません。エンドエフェクターの機能および接続ケーブルは監視されていません。

2.2 停止カテゴリー

状況に応じ、ロボットは IEC 60204-1 に基づいて定義されている 3 つのタイプの停止カテゴリーを開始します。これらのカテゴリーは次の表で定義されています。

停止カテゴリー	説明
0	電源即時遮断によってロボットを停止。
1	通常の制御された方法でロボットを停止。電源はロボットが停止してから遮断。
2	* 軌道を維持しつつ、ドライブに電源を供給した状態でロボットを停止。ドライブの電源はロボット停止後も維持。

注：*Universal Robots 社製ロボットの停止カテゴリー2 は IEC 61800-5-2 に基づきさらに SS1 または SS2 タイプ停止として記述されます。

2.3 構成可能な安全機能

Universal Robots 社製ロボットの安全機能は下の表に列挙の通り、ロボット内部にありますが、ロボットシステム、すなわちロボットとロボットに取り付けられたツール/エンドエフェクターを制御するものです。ロボットの安全機能はリスクアセスメントにより決定されたロボットシステムのリスクを低減するために使用されます。位置及び速度はロボットのベースと関係関係にあります。

安全機能	説明
ジョイント位置限界	許容ジョイント位置に対する上限および下限を設定します。
ジョイント速度限界	ジョイント速度に対する上限を設定します。
安全面	ロボット位置を制限する平面を、空間内で定義します。安全平面はツール/エンドエフェクターを単独でかまたはツール/エンドエフェクターおよびエルボーの両方のいずれかを制限します。
ツールの姿勢速度限界	ツールに対し許容可能方向限界を定義します。ロボットの最大速度を制限します。速度はエルボー、ツール/エンドエフェクターフランジ、およびユーザー定義ツール/エンドエフェクター位置の中心で制限されます。
フォース限界	ロボットツール/エンドエフェクターおよびエルボーがクランピング状況において発揮する最大調速機制御力を制限します。調速機制御力はツール/エンドエフェクター、エルボーフランジ、およびユーザー定義ツール/エンドエフェクター位置の中心で制限されます。
運動量限界	ロボットの最大推進力を制限します。
電力限界	ロボットが実行する機械仕事を制限します。
停止時間限界	保護停止開始後にロボットが使用する最大時間を制限します。
停止距離限界	保護停止開始後のロボットの最大移動距離を制限します。

アプリケーションのリスクアセスメント実行時は、停止開始後にロボットが動作することを考慮する必要があります。このプロセスを容易にするには、安全機能の停止時間制限および停止距離制限を使用できます。これらの安全機能は制限内で必ず停止するように動的にロボットの動作速度を減少させることができます。ジョイント位置制限、安全平面およびツール/エンドエフェクター方向制限が予期される停止距離を移動すること、つまりロボットの動作は限界に達する前に減速するという点を考慮しているという点を覚えておくことが重要です。

機能的安全性は次のようにまとめることができます：

安全機能	許容差	性能レベル	カテゴリー
非常停止	—	d	3
予防停止	—	d	3
ジョイント位置限界	5°	d	3
ジョイント速度限界	1。15 %s	d	3
安全面	40 mm	d	3
ツールの姿勢	3°	d	3
速度限界	50 mm/s	d	3
フォース限界	25 N	d	3
運動量限界	3 kgm/s	d	3
電力限界	10 W	d	3
停止時間限界	50 ms	d	3
停止距離限界	40 mm	d	3
セーフホーム	1。7°	d	3



警告:

アプリケーションの設計において特に重要なフォース制限機能には、2つの例外があります (図 2.1)。ロボットが拡張されるにつれ、関節ジョイント効果により、低速でも強いフォースが（ベースから遠ざかって）径方向に向かって加えられます。同様に、ツール/エンドエフェクターがベースに近く、ベースの周囲を接線状に動作する時、短くてこアームは、低速でもアームが強いフォースを引き起こすことがあります。挟み込みの危険性は、これらの領域の障害物を取り除いたり、ロボットの配置を換えたり、または安全面とジョイント限界を組み合わせ、ロボットが作業空間のこの領域に入ることを防止することによって危険を取り除いたりすることで、回避できます。



警告:

ロボットが、手動で直線状の運動をガイドするアプリケーションに使用される場合、リスクアセスメントにより毎秒 250 度を超える速度が許容できることを示さない限り、ツール/エンドエフェクターおよびエルボーの速度制限を、最大 250 mm/s に設定する必要があります。これにより、特異位置付近でのロボットエルボーの早い動作が防止できます。

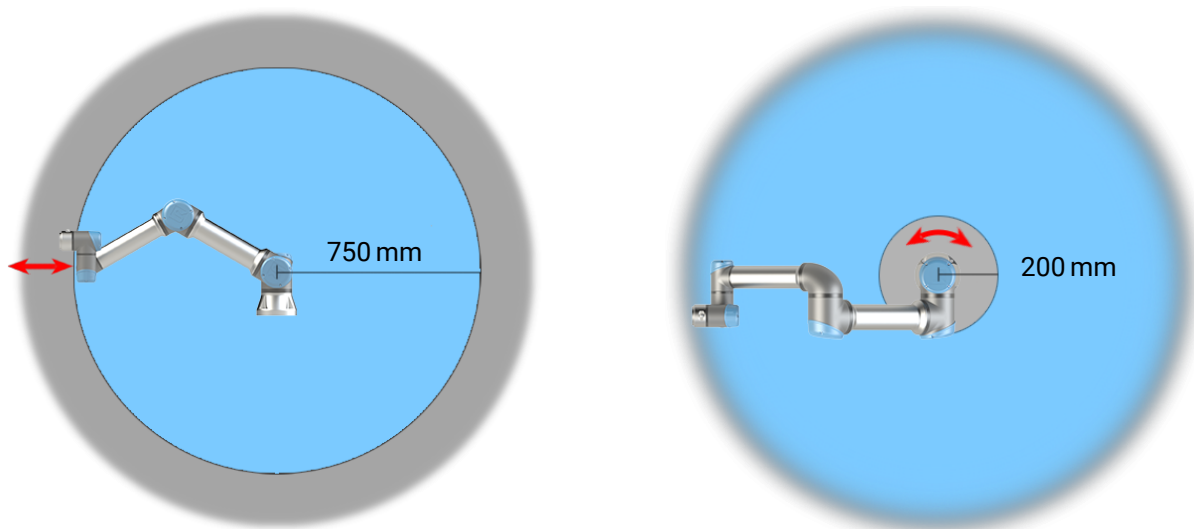


Figure 2.1: ロボットアームの物理特性により、特定の作業空間領域は挟み込みの危険に関して注意が必要になります。リスト1 ジョイントがロボットのベースから最低 750 mm の距離にある時、1 つの領域 (左) は径方向運動で定義されます。他の領域 (右) は、接線方向移動時において、ロボットのベースから 200 mm 以内です。

またロボットには次の安全入力もあります：

安全入力	説明
非常停止ボタン	停止カテゴリー1 を実行し、該当の出力が定義されている場合においてシステム緊急停止出力を使用して他の機械に伝達します。
ロボット非常停止	コントロールボックス入力により停止カテゴリー1 を実行し、該当の出力が定義されている場合において システム緊急停止出力を使用している他の機械に報告します。
システム非常停止	ロボットに対してのみ停止カテゴリー1 を実行します。
予防停止	全モードに対して停止カテゴリー2 を実行します。
自動モード予防停止	自動モードに対してのみ停止カテゴリー2 を実行します。自動モード予防停止は、3 位置イネープリングデバイスが構成されており、設置されている場合のみ選択できます。
予防停止リセット	予防リセット入力の立ち上がりエッジが発生時に、ロボットを予防停止状態から再開させます。
減少モード	安全システムを減少モード限界を使用するよう移行させます。
3 位置イネープリングデバイス	有効化デバイスが完全に押下されたまたは手動モードで完全に解放された場合に停止カテゴリー 2 が開始します。3 位置イネープリングデバイスは、入力が低くなったときにトリガーされます。これは予防停止リセットの影響を受けません。
運用モード	運用モード間で切り替えます。入力が低い場合、ロボットは自動モードに、高い場合はマニュアルモードになります。
自動モード予防停止リセット	自動予防停止リセット入力の立ち上がりエッジが発生時に、ロボットを自動モード予防停止状態から再開させます。

他の機械とインターフェースさせるために、ロボットには次の安全出力が装備されています：

安全出力	説明
システム非常停止	この信号がロジック低である間、ロボットの緊急停止入力はロジック低かまたは緊急停止ボタンが押された状態になっています。
ロボット移動中	この信号がロジック高である間、ロボットのいずれのジョイントも 0.1rad 以上動くことはありません。
ロボット非停止	ロボットが停止、または、緊急停止または予防停止により、停止作業中の時は、ロジック高。それ以外の時はロジック低となります。
減少モード	安全システムが減少モードの時はロジック「Low」。
非減少モード	システムが減少モードでない時はロジック低。
セーフホーム	ロボットが設定されたセーフホームポジションにあるとき、ロジック「High」。

すべての安全 I/O はデュアルチャンネルです。つまり低の時に安全ということになります (例：緊急停止は信号が低の時に作動)。

2.4 安全機能

安全システムは、安全限界のいずれかが超過しているかどうか、または緊急停止ないしは予防停止が開始されたかを監視することで作動します。

次が安全システムの反応です：

トリガー	反応
非常停止	停止カテゴリー1.
予防停止	停止カテゴリー2.
限界違反	停止カテゴリー0.
故障検知	停止カテゴリー0.



注:

安全システムが不具合もしくは振動を検知した場合、すべての安全出力が低にリセットされます。

2.5 モード

標準モードと減少モード 安全システムには次の 2 つの構成可能なモードがあります：標準と減少。安全限界はこれら 2 つのモードのいずれかで構成することができます。減少モードはロボットツール/エンドエフェクターが減少モード始動面の減少モード側に位置づけされている時または安全入力によってトリガー(始動)された場合に作動します。

平面を使用して減少モードをトリガー: ロボットがトリガー平面の減少モード側から標準モード側に戻る場合、標準モードと減少モードの両方で許容されている限界がトリガー平面の周囲 20mm のエリアにあります。これにより、ロボットが限界に位置する場合に安全モードの切り切りが繰り返されることを防ぎます。

入力を使用して減少モードをトリガー: 減少モードの開始または停止に入力が使用された場

合、新しい限界値が適用されるまでに最大 **500ms** 経過する場合があります。これは、減少モードか標準モードへの変更時と標準モードから減少モードへの変更時のどちらにも該当します。これによってロボットは、例えば速度を新しい安全限界に対応させることができます。

回復モード 安全限界超過が起きた場合、安全システムの再起動が必要になります。システムが起動時に安全限界の範囲外にある場合（例としてジョイント位置限界など）、特殊な回復モードが開始されます。回復モードでは、ロボットのためにプログラムを実行する事ができませんが、フリードライブモードまたはポリスコープの移動タブを使ってロボットのアームを手動で限度内に戻す事ができます（パーツを見る II PolyScope マニュアル）。以下は回復モードの安全限界です：

安全機能	限界
ジョイント速度限界	30 °/s
速度限界	250 mm/s
フォース限界	100 N
運動量限界	10 kgm/s
電力限界	80 W

これらの限界違反が起きた場合、安全システムは停止カテゴリー0を実行します。



警告:

ジョイント位置、安全面、およびツール/エンドエフェクター方向に対する限界が、回復モードでは無効です。。ロボットアームを限界内に戻す際には注意してください。

3 輸送

パレットに載せてお届けのロボットとコントロールボックスは較正済みのセットになります。再較正が必要になりますので、セットを別々にしないでください。

ロボットの輸送は元の包装材による梱包でのみ行ってください。後でロボットを移動したいと考えているのであれば、乾燥した場所に包装材を保管しておいてください。

梱包されているロボットを包装材から取り出して据付場所へと移動させる場合はロボットの両方の管を同時に掴みます。すべての据え付けボルトがロボットの基部でしっかりと締まるまで、ロボットを所定位置に保持します。

ハンドルを持ってコントロールボックスを持ち上げます。



警告:

1. 機器を持ち上げる際は、背中や他の体の部分に負担がかかりすぎないように注意してください。適切な吊り上げ機器を使用します。吊り上げについては、お住まいの地域および国のすべてのガイドラインに準拠する必要があります。**Universal Robots** では、機器の輸送に起因する損害については一切責任を負いません。
2. ロボットの据付は、4 の章にある指示に従ってに行ってください。

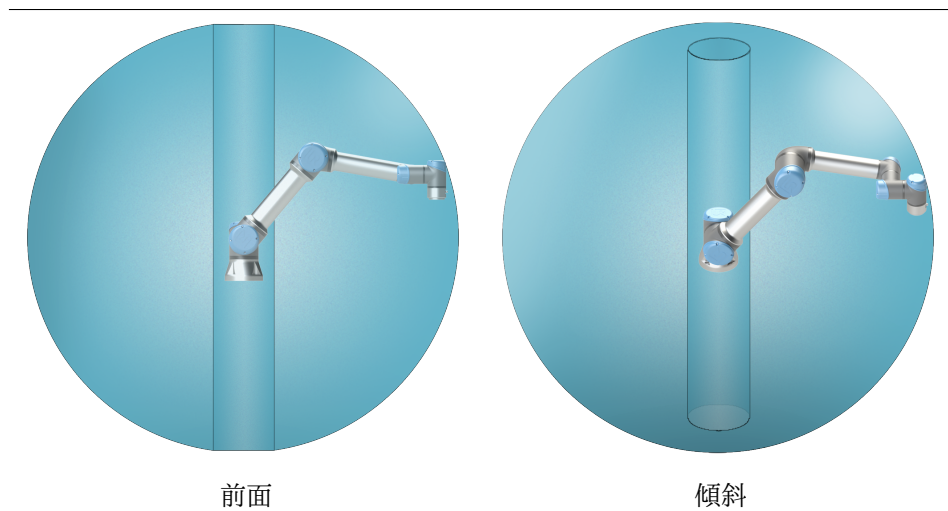
4 機械的インターフェース

4.1 はじめに

この章では、ロボットシステムにパーツを据え付ける際の基本を説明します。5の章にある電気的なインストールの指示を必ず遵守してください。

4.2 ロボットの作業空間

UR5e ロボットの作業空間の延長 850 mm ベースジョイントよりロボットの据え付け位置を選択する際には、ロボットベースのすぐ上とすぐ下の円柱形状を考慮することが重要です。ツールを円柱形状に近づけないようにしてください。ツールがゆっくり移動している場合でもジョイントが早く移動することになり、これによってロボットの動作が非効率になり、リスクアセスメントの実行が困難になるためです。



4.3 据え付け

ロボットアーム ロボットアームは、ベースの4つの8.5mm取付け穴を使用して、4本の8.8 M8 ボルトで据え付けます。ボルトは必ず 20 Nm のトルクで締め付ける必要があります。用意されている2つのØ8穴を使って、ピンを用いて正確にロボットアームの再配置を行います。注：付属品として正確なベース対応物をお買い求めいただけます。図 4.1 に、穴を開ける場所とねじを取り付ける場所を示します。

ベースジョイントの少なくとも10倍のフルトルクと、ロボットアームの少なくとも5倍の重さに耐える十分に強い頑丈な振動しない表面上にロボットを据え付けます。ロボットを直線軸または移動プラットフォームに据え付ける場合は、移動据え付けベースの加速は非常に低くなります。高加速はロボットの安全停止を引き起こす場合があります。

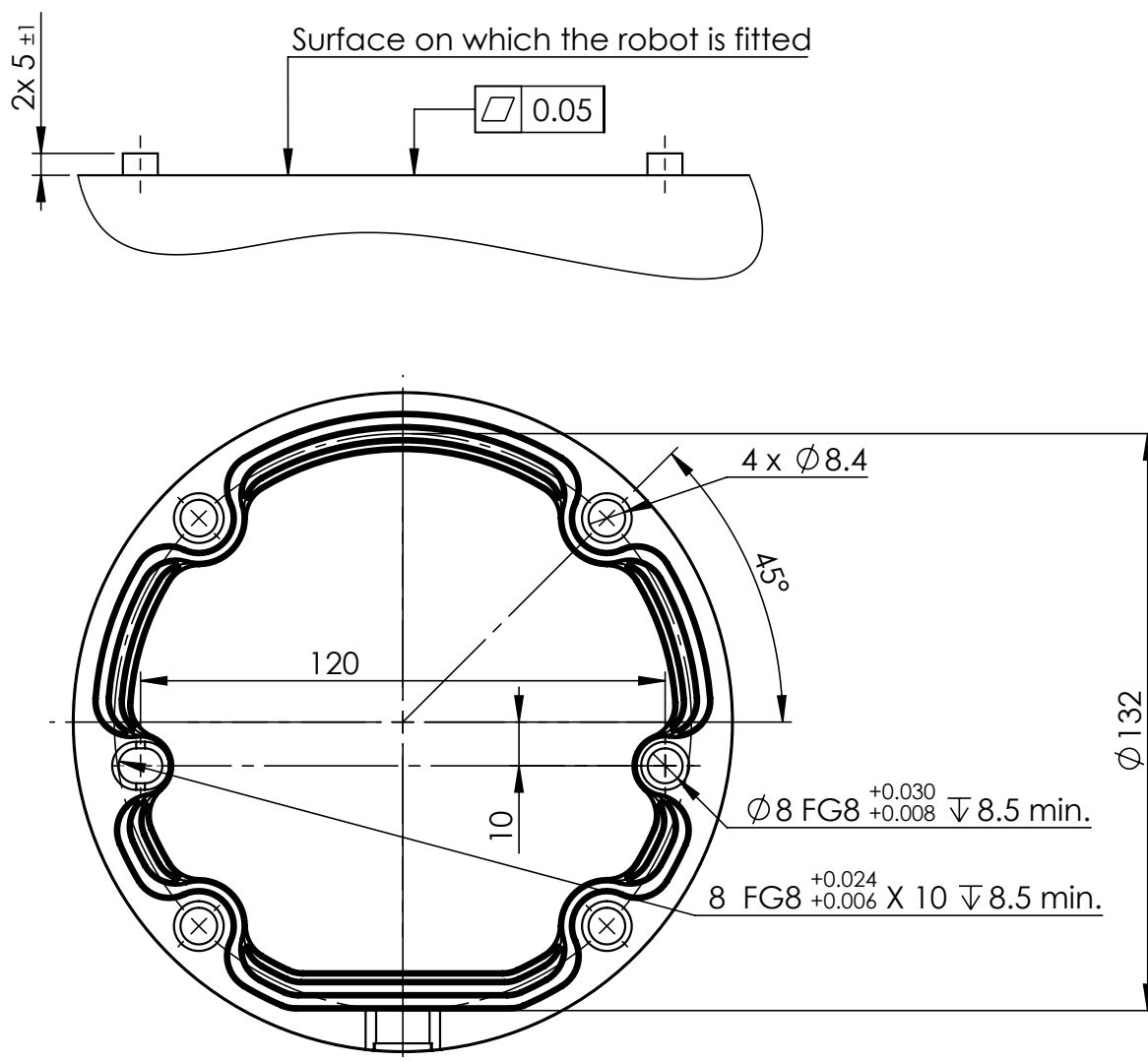


Figure 4.1: ロボット据え付け用の穴。M8 ボルト 4 本使用。すべての寸法の単位は mm です。



注意:

ロボットアームが適切かつ安全な所定位置にボルトで固定されていることを確認します。不安定な据付は事故につながる可能性があります。



注意:

ロボットを IP 定格に適した環境で据え付けてください。ロボットを、ロボットの IP 定格 (IP54)、ティーチペンダントの IP 定格 (IP54)、コントロールボックスの IP 定格 (IP44) を超える環境で操作しないでください。

ツール ロボットのツールフランジには、ツールをロボットに据え付けるために 4 つの M6 ねじ穴があります。M6 ボルトは 8 Nm、強度クラス 8.8 で締め付ける必要があります。正確な

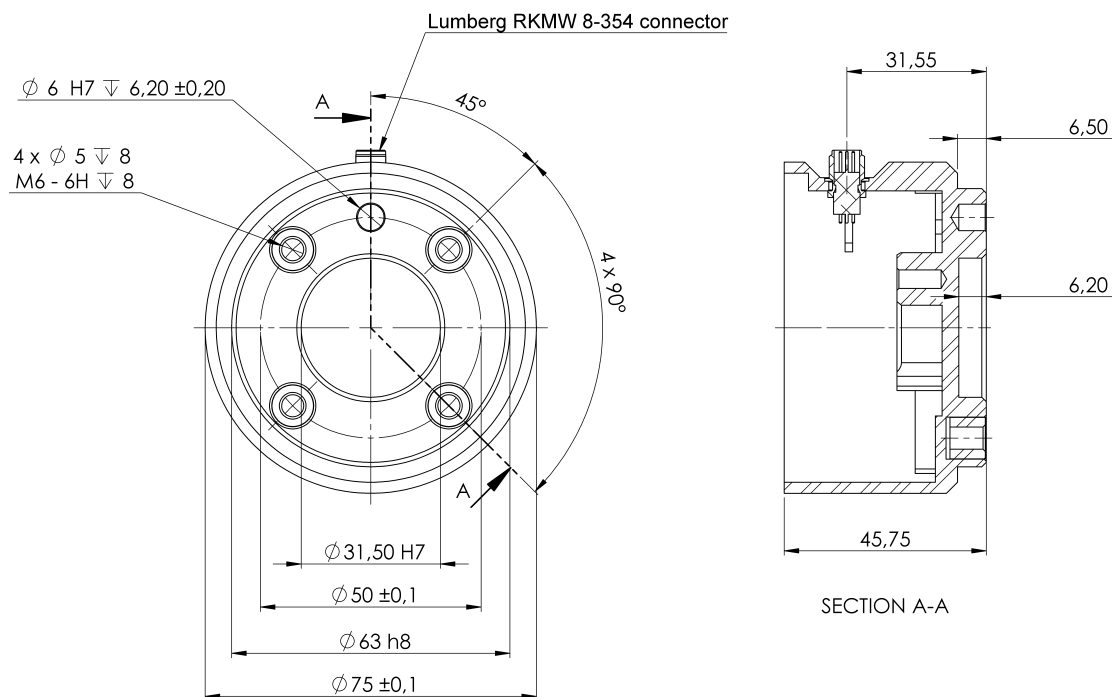


Figure 4.2: ツールの出力フランジ (ISO 9409-1-50-4-M6) はロボット先端のツールを取り付けた場所にあります。すべての寸法の単位は mm です。

ツール再配置には、用意されている $\varnothing 6$ 穴にピンを使用してください。図 4.2 にツールフランジの寸法および穴のパターンを示します。正確な位置を維持する間ピンが過度に抑えて受けられないように、法社長に開けられた穴を使用することを推奨します。ツールを取り付けるために 8mm より長いボルトを使用しないでください。非常に長い M6 ボルトは、ツールフランジの下を押し込みロボットを短絡してしまいます。



注意:

1. ツールが適切かつ安全な所定位置にボルトで固定されていることを確認します。
2. 予期せずに部品を落とすことで危険な状況を生じることがないようにツールが構成されていることを確認してください。
3. 8mm より伸びる M6 ボルトでロボットにツールを取り付けるとツールフランジの中に押し込まれ、非回復性損傷となってしまう可能性があります。

コントロールボックス コントロールボックスは壁に掛けることもし、床面に置くこともできます。十分に空気が循環できるようにコントロールボックスの各面に 50 mm の隙間を空けてください。

ティーチペンダント ティーチペンダントは壁やコントロールボックスから吊り下げることができます。ケーブルに足を引っ掛けてつまずく危険がないことを確認してください。

注：コントロールボックスおよびティーチペンダントを取り付けるための追加ブラケットをお買い求めいただけます。



注意:

1. コントロールボックスとティーチペンダント、ケーブルが液体に触れないようにしてください。コントロールボックスが濡れると、死に至る危険性があります。
2. ティーチペンダント (IP54) およびコントロールボックス (IP44) は IP 定格に適切な環境に設置してください。

4.4 最大有効荷重

ロボットアームの最大許容有効荷重は重心オフセットに応じて異なります。図 4.3 を参照してください。重心オフセットはツールの出力フランジと取り付けられた有効荷重の重心との距離として定義されます。

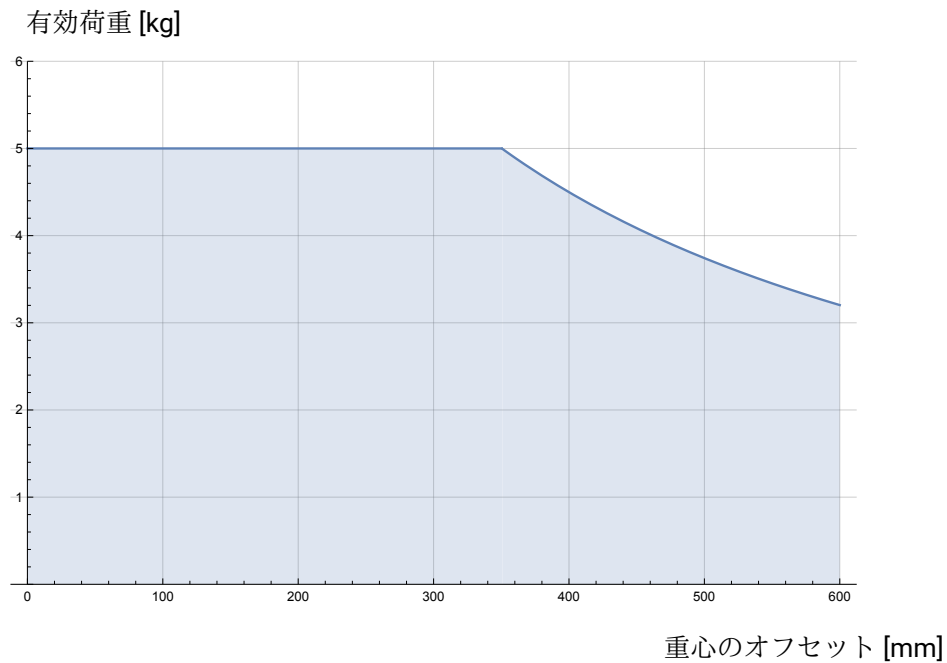


Figure 4.3: 最大許容有効荷重と重心オフセットとの関係。

5 電氣的インターフェース

5.1 はじめに

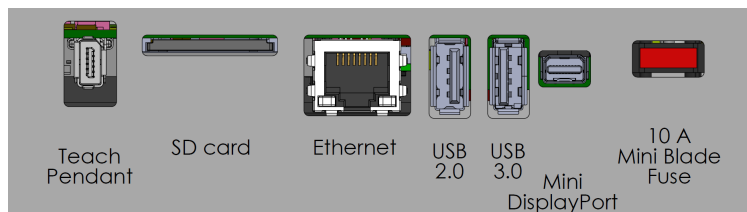
本章ではコントロールボックス内のロボットアームに対する電気インターフェースグループについて説明します。ほとんどの **I/O** タイプについて例を挙げています。**I/O** という用語は、以下に列挙される電気インターフェースグループへまたはそこから送受信されるデジタルおよびアナログの両制御信号を指します。

- 電源接続
- ロボット接続
- コントローラーI/O
- ツール I/O
- イーサネット

5.1.1 コントロールボックスのブラケット

I/O インターフェースグループの底には、追加接続を可能にするポートを備えたブラケットがあります (以下で図解)。コントロールボックスの底には、簡単に接続するためのキャップ付き開放部があります (参照 5.2)。

ミニディスプレイポートでは、ディスプレイポートが付いているモニターをサポートし、DVI/HDMI インターフェースを備えたモニターに接続するため、DVI または HDMI コンバーターに接続するアクティブなミニディスプレイが必要です。パッシブコンバーターは、DVI/HDMI ポートでは動作しません。



注：ヒューズ UL とマークされている、ミニブレードタイプでしかも次の容量である必要があります。最大定格電流：10A、最小定格電圧：32V

5.2 イーサネット

イーサネットインターフェースは以下の目的で使用できます：

- MODBUS、EtherNet/IP および PROFINET (II 編参照)。
- リモートアクセスと制御。

イーサネットケーブルを、コントロールボックスのベースにある穴から通し、底のブラケットのイーサネットポートに差し込んで接続します。

コントロールベースにあるキャップを適切なケーブルグランドに交換しケーブルをイーサネットポートに接続します。



電氣仕様は以下の表に示されています。

パラメーター	最小	通常	最大	単位
通信速度	10	-	1000	Mb/s

5.3 電氣的な警告と注意

ロボットのアプリケーションの設計時および据付け時に加え、次の前述のインターフェースグループにすべてに対する警告をしっかりと見てください。



注意:

1. 安全信号を、安全レベルは適切でも安全ではない PLC には接続しないでください。この警告に従わないと、安全機能がオーバーライドされて、重傷や死亡につながる恐れがあります。安全インターフェースの信号を、通常の I/O インターフェース信号から切り離すことが重要です。
2. すべての安全関連信号は、冗長性を持って構築されています (独立した 2 チャンネル)。1 つの故障が安全機能の損失にならないよう、これら 2 つのチャンネルの分離性を維持してください。
3. コントロールボックス内のいくつかの I/O は、通常または安全関連 I/O のいずれかに設定できます。5.4 のセクションの説明をすべてよく読み、理解してください。



注意:

1. 浸水の定格のないすべての機器が必ず乾燥状態を維持できるようにしてください。本製品の中に水が入った場合、すべての電源をロックアウト・タグタウトし、お住いの地域の Universal Robots サービス提供業者に連絡して支援を求めてください。
2. ロボットに付属のケーブルのみを使用してください。ケーブルが屈曲するような用途でロボットを使用しないでください。
3. マイナス接続はグラウンド (GND) と称され、ロボットやコントロールボックスの筐体に接続されます。言及されるすべての GND 接続は、電源用および信号用のみです。PE (保護接地) の場合は、コントロールボックス内のアースの記号が付いている M6 サイズのねじ接続を使用します。接地線は、少なくともシステム内の最大電流の電流定格を有するものとします。
4. ロボット I/O にインターフェースケーブルを設置する際は、注意を払ってください。底の金属板は、インターフェースケーブルとコネクタ用です。穴を開ける前に金属板を外してください。削りくずをすべて取り除いてから、金属板を再度取り付けてください。適切なサイズのグラウンドを使用してください。



注意:

1. ロボットは、電磁両立性 (EMC) に関する国際 IEC 規格に従って試験されています。具体的な IEC 規格で定義されたものよりも高いレベルの信号の妨害は、ロボットの予期しない動作を引き起こす可能性があります。非常に高い信号レベルや過度の露出は、恒久的にロボットを損傷する可能性があります。EMC 問題は、普通、溶接工程で起こることがわかっており、通常はログにエラーメッセージによってプロンプトが表示されます。Universal Robots では、EMC 問題に起因する損害については一切責任を負いません。
2. コントロールボックスと他の機械や工場機器を接続する I/O ケーブルは、追加試験を実施した場合を除き、30 m 以上の長さにしないでください。



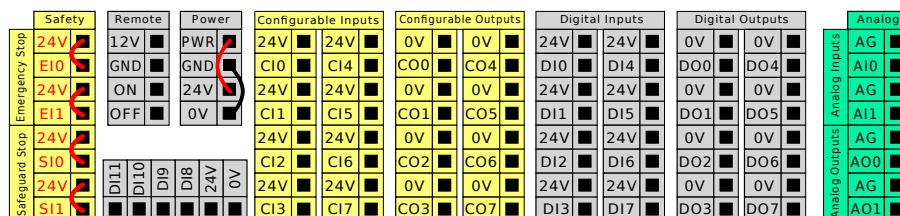
注:

特に明記がない限り、すべての電圧と電流は直流 (DC) です。

5.4 コントローラーI/O

コントロールボックス内のI/Oは空圧リレー、PLC、非常停止ボタンなど様々な機器に幅広く使用できます。

下の図は、コントロールボックス内の電気インターフェースグループのレイアウトを示しています。



注：下に図解されている通り、これらのタイプの入力に対して水平デジタル入力ブロック (DI8-DI11) を直交円コーディングコンベヤトラッキング (5.4.1 参照) に使用できます。



下に列挙してあるカースキームの意味は必ずよく見て維持してください。

赤の印字を伴った黄色	安全信号専用
黒の印字を伴った黄色	安全設定可能
黒の印字を伴ったグレー	汎用デジタル I/O
黒の印字を伴った緑色	汎用アナログ I/O

GUI では、較正可能 I/O を安全関連 I/O または 汎用 I/O として設定できます (II 編参照)。

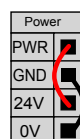
5.4.1 すべてのデジタル I/O の共通仕様

このセクションでは、コントロールボックスの以下の 24V デジタル I/O の電気仕様を定義します。

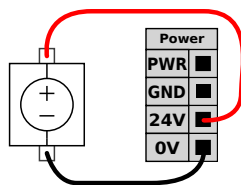
- 安全 I/O。
- 設定可能な I/O。
- 一般用途 I/O。

全 3 か所の入力に対し同一である電気仕様に従ってロボットを据え付けます。

動力と呼ばれる端子ブロックを設定することで、内部の 24V 電源、または外部電源からデジタル I/O に電力を供給することが可能です。このブロックは 4 つの端子で構成されています。上部の 2 つ (PWR と GND) は 24V で、24V 電源から接地されています。ブロックの下部の 2 つ (24V と 0V) の端子は、I/O に接続する 24V 入力です。デフォルト設定は内部電源を使用します (下記参照)。



注：電流がさらに必要な場合は、以下に示すように、外部電源を接続してください。



以下は、内部電源と外部電源の電気仕様です。

端子	パラメーター	最小	通常	最大	単位
24V 内部電源					
[PWR - GND]	電圧	23	24	25	V
[PWR - GND]	電流	0	-	2*	A
24V 外部入力要件					
[24V - 0V]	電圧	20	24	29	V
[24V - 0V]	電流	0	-	6	A

*500ms 用の 3.5A もしくは 33% デューティーサイクル。

デジタル I/O は IEC 61131-2 に準拠して構築されています。以下は電気仕様を示します。

端子	パラメーター	最小	通常	最大	単位
デジタル出力					
[COx / DOx]	電流*	0	-	1	A
[COx / DOx]	電圧降下	0	-	0.5	V
[COx / DOx]	リーク電流	0	-	0.1	mA
[COx / DOx]	機能	-	PNP	-	タイプ
[COx / DOx]	IEC 61131-2	-	1A	-	タイプ
デジタル入力					
[EIx/SIx/CIx/DIx]	電圧	-3	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	オフ領域	-3	-	5	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	オン領域	11	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	電流 (11 ~ 30V)	2	-	15	mA
[EIx/SIx/CIx/DIx]	機能	-	PNP +	-	タイプ
[EIx/SIx/CIx/DIx]	IEC 61131-2	-	3	-	タイプ

* 負荷抵抗または誘導負荷は最長 1 時間です。



注:

構成可能という用語は、安全関連 I/O、または通常の I/O のいずれかとして構成できる I/O に使用されます。これらは黒の印字を伴った黄色い端子です。

5.4.2 安全 I/O

このセクションでは、安全入力専用（赤の印字を伴う黄色い端子）と安全 I/O として構成する場合の、構成可能な I/O（黒の印字を伴う黄色い端子）について説明します。すべてのデジタル I/O において 5.4.1 のセクションの共通仕様に従ってください。

安全装置と機器は、1 の章にある安全に関する指示とリスクアセスメントに従って据え付ける必要があります。

すべての安全 I/O は対になっており（冗長性）、2 つの分離性を維持する必要があります。1 つが故障しても安全機能の損失につながらないようにするためです。

次の 2 つの向上的安全入力があります：

- ロボット非常停止緊急停止機器専用
- 予防停止保護デバイス用

以下に機能的な違いを示します。

	緊急停止	予防停止
ロボット移動停止	はい	はい
プログラム実行	一時停止	一時停止
駆動力	オフ	オン
リセット	手動	自動または手動
使用頻度	低頻度	毎サイクルから低頻度の範囲
再開が必要	ブレーキ解除のみ	なし
停止カテゴリ(IEC 60204-1)	1	2
のモニタリング機能の性能レベル (ISO 13849-1)	PLd	PLd

構成可能な I/O を、緊急停止出力など、追加的な安全 I/O 機能を設定するために使用します。構成可能な 1 組の I/O は、パートの GUI から安全機能のために構成することができます (II 編参照)。



注意:

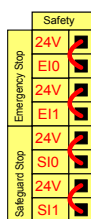
1. 安全信号を、安全レベルは適切でも安全ではない PLC には接続しないでください。この警告に従わないと、安全機能がオーバーライドされて、重傷や死亡につながる恐れがあります。安全インターフェースの信号を、通常の I/O インターフェース信号から切り離すことが重要です。
2. すべての安全関連信号は、冗長性を持って構築されています (独立した 2 チャンネル)。1 つの故障が安全機能の損失につながるよう、これら 2 つのチャンネルの分離性を維持してください。
3. ロボットの運転を開始する前に必ず安全機能を検証してください。必ず定期的に安全機能の試験を行ってください。
4. ロボット設置設定を、これらの仕様に適合させてください。そうしないと、安全機能がオーバーライドされて、重傷や死亡につながる恐れがあります。

OSSD 信号

構成済みの安全入力および恒常的な安全入力はすべてフィルターにかけられ、3ms 未満のパルス幅で OSSD 安全機器を使用できるようにしています。安全入力は 1 ミリ秒毎にサンプリングされ、入力の状態を最終 7 ミリ秒間の間に最も多く確認された入力信号により判定します。安全出力に付いている OSSD パルスの詳細は、パート II に記載があります。

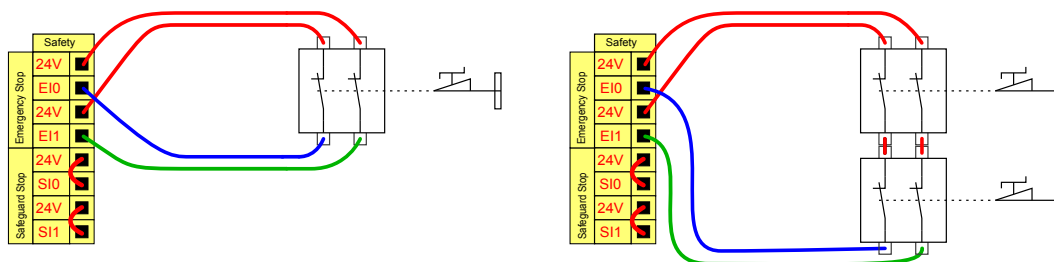
デフォルト安全構成

ロボットは、追加的な安全機器なしで運転できるデフォルト構成で配送されます (下の図参照)。



緊急停止ボタンの接続

ほとんどの応用において 1 つ以上の追加緊急停止ボタンを必要とします。以下の図は 1 つ以上の緊急停止ボタンを接続する方法を示しています。

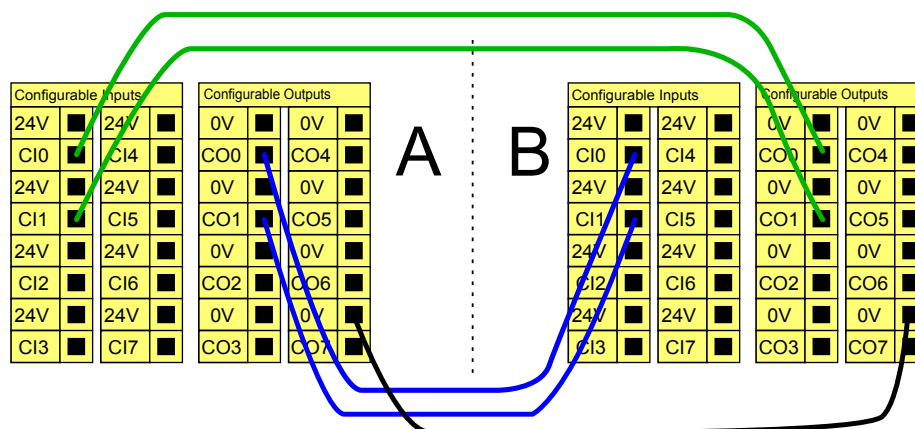


他の機械との緊急停止の共有

次の I/O 機能を GUI を介して設定することによりロボットとその他の機械との間で緊急停止機能を共有できます。ロボット緊急停止入力には共有目的で使用できません。2 つ以上の UR ロボットまたは機械を接続する必要がある場合は、緊急停止信号を制御するため、安全 PLC を使用する必要があります。

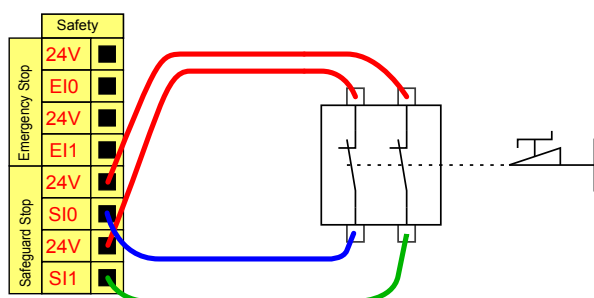
- ・ 構成可能な入力の対：外部緊急停止
- ・ 構成可能な出力の対：システム緊急停止。

下の図は、UR ロボットが緊急停止機能を共有する方法を示しています。この例では、構成された I/O として、CI0-CI1 と CO0-CO1 を使用しています。



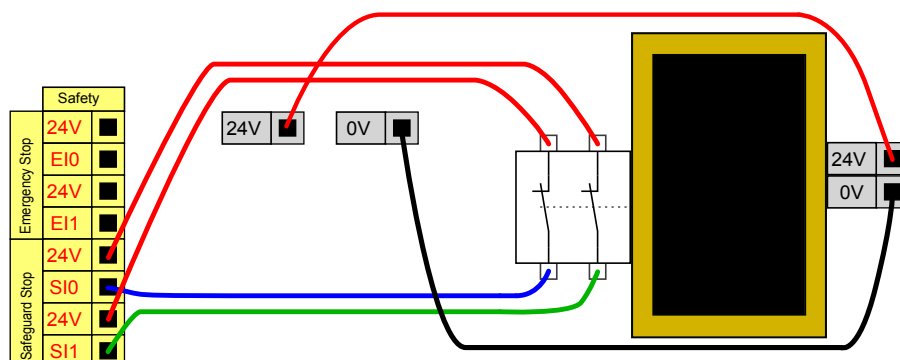
自動再開付き予防停止

基本的な予防停止装置の例として、ドアが開くとロボットが停止するドアスイッチがあります (下の図を参照)。



この構成はオペレーターがドアを通り、背後で閉められない場合の応用にのみ使用できます。構成可能な I/O は、ドア外部にロボットの運動を再開するためのリセットボタンを設定する目的で使用されます。

他の自動再開の適切な例としては、安全マットまたは安全関連レーザースキャナーを使用した場合があります (下記参照)。

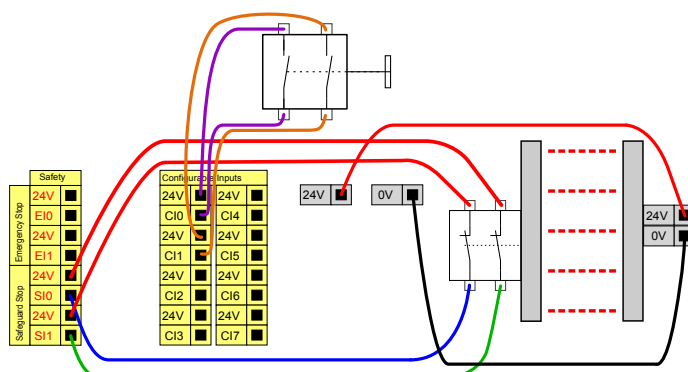


注意:

1. ロボットは信号が回復した場合に自動的に運動を再開します。安全境界線の内側から信号が回復できる場合は、この構成を使用しないでください。

リセットボタン付き予防停止

光カーテンとの対話するために予防インターフェースを使用する場合は、安全境界線の外部にリセットボタンが必要です。リセットボタンには必ず2チャンネルタイプを使用してください。この例では、リセット用に構成されたI/OはCI0-CI1です(下記参照)。



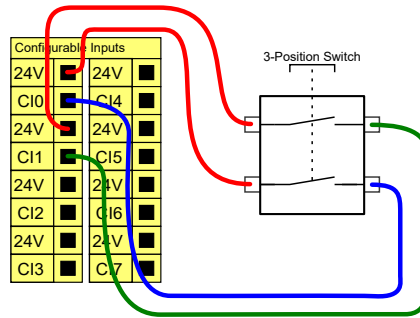
3 位置イネープリングデバイス

下の図は、3位置有効化デバイスの接続方法を示します。3位置有効化デバイスの詳細については12.2のセクションを参照してください。



注:

Universal Robots 安全システムでは複数の外付け3位置有効化デバイスをサポートしません。

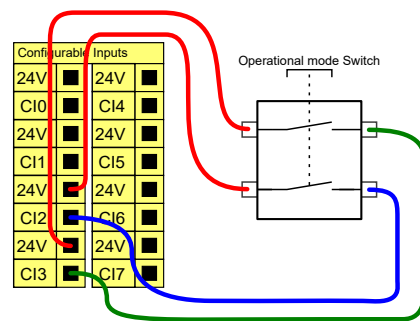


注:

イネープリングデバイス入力用の 2 個の入力チャンネルには、1 秒の許容範囲があります。

運用モードスイッチ

下の図が示すのは運用モードスイッチです。運用モードの詳細については 12.1 のセクションを参照してください。



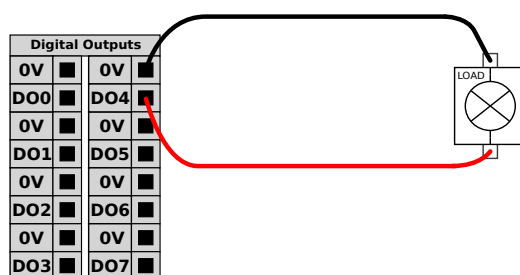
5.4.3 汎用デジタル I/O

このセクションでは、汎用 24V I/O（グレーの端子）と（赤の印字を伴う黄色い端子）と安全 I/O として構成しない場合の、構成可能な I/O（黒の印字を伴う黄色い端子）について説明します。セクション 5.4.1 の共通仕様を必ず遵守してください。

汎用 I/O は空気式リレーなどの装備を動かしたり、その他の PLC システムとのコミュニケーションに使用することができます。すべてのデジタル出力は、プログラム実行が停止した場合に自動的に無効にすることができます II 編参照。このモードでは、プログラムが稼働していないと、出力は必ず低となります。以下のサブセクションで例を示します。これらの例は通常のデジタル出力を使用していますが、安全機能用に構成されていない場合は、どの構成可能な出力でも同様に使用することができます。

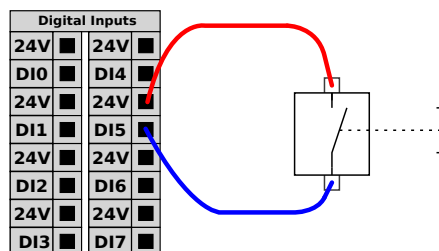
デジタル出力により制御される負荷

この例では、接続時にデジタル出力から不可がどのように制御されるのかが示されています。



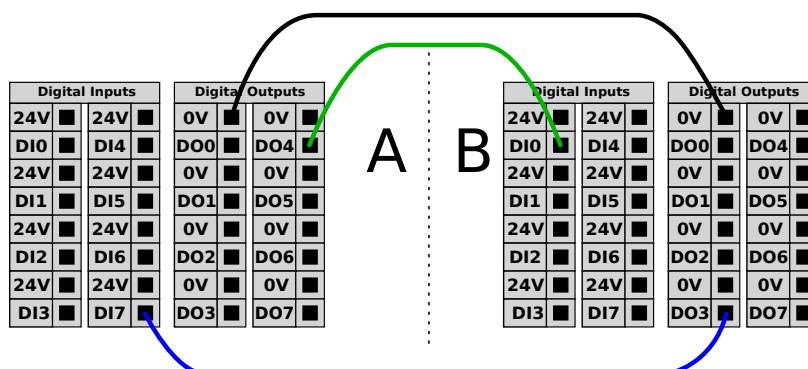
5.4.4 ボタンからのデジタル入力

この例では、デジタル入力に簡単なボタンを接続する様子が示されています。



5.4.5 他の機械または PLC との間の通信

デジタル I/O は、以下のように、共通の GND (0V) が確立されており機械が PNP 技術を使用する場合において他の機器との通信に使用できます。



5.4.6 汎用アナログ I/O

アナログ I/O インターフェースは緑色の端子です。これは、他の機器との間の電圧 (0-10V) または電流 (4-20mA) の設定または測定に使用できます。

最高の精度を達成するには、以下の指示に従うことが推奨されます。

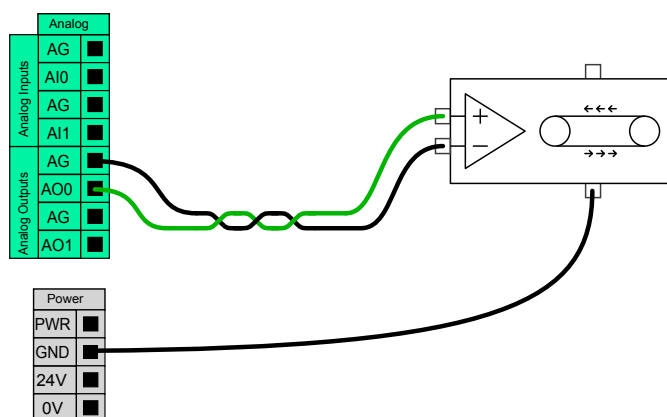
- I/O に最も近い AG 端子を使用します。対は共通モードのフィルターを使用します。
- 機器とコントロールボックスに同じ GND (0V) を使用します。アナログ I/O とコントロールボックスはガルバニック絶縁されていません。
- シールドケーブルまたはツイストペアケーブルを使用します。シールドを動力と呼ばれる端子の GND 端子に接続します。
- 電流モードで作動する機器を使用します。電流信号が干渉を受けにくいことが必要です。

GUI で入力モードを選択できます (II 編参照)。以下は電気仕様を示します。

端子	パラメーター	最小	通常	最大	単位
電流モードでのアナログ入力					
[AIx - AG]	電流	4	-	20	mA
[AIx - AG]	抵抗	-	20	-	オーム
[AIx - AG]	分解能	-	12	-	ビット
電圧モードでのアナログ入力					
[AIx - AG]	電圧	0	-	10	V
[AIx - AG]	抵抗	-	10	-	キロオーム
[AIx - AG]	分解能	-	12	-	ビット
電流モードでのアナログ出力					
[AOx - AG]	電流	4	-	20	mA
[AOx - AG]	電圧	0	-	24	V
[AOx - AG]	分解能	-	12	-	ビット
電圧モードでのアナログ出力					
[AOx - AG]	電圧	0	-	10	V
[AOx - AG]	電流	-20	-	20	mA
[AOx - AG]	抵抗	-	1	-	オーム
[AOx - AG]	分解能	-	12	-	ビット

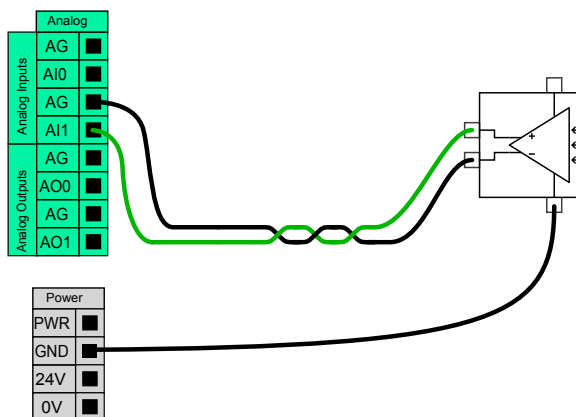
アナログ出力の使用

この例ではアナログ速度制御入力でコンベヤベルトを制御する様子が示されています。



アナログ入力の使用

この例ではアナログセンサーを接続する様子が示されています。



5.4.7 リモートオン/オフ制御

遠隔 **ON/OFF** 制御を利用してコントロールボックスの入/切を教示ペンダントを使用せずに行います。これは通常以下の場合に使用されます：

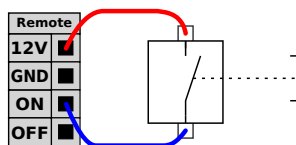
- ・ ティーチペンダントにアクセスできない場合。
- ・ PLC システムによる完全制御が必要な場合。
- ・ いくつかのロボットの電源を同時にオンにしたりオフにすることが必要な場合。

遠隔 **ON/OFF** 制御は、コントロールボックスの電源が切れていても有効な、12V の小補助回路を提供できます。**ON** 入力は一時的有効化に対してのみであり、**POWER** ボタン同様に作動します。**OFF** 入力は希望するだけ押し続けることが可能です。以下は電気仕様を示します。注：ソフトウェア機能を使用して、自動的にプログラムの読み込みおよび開始を行います（II 編参照）。

端子	パラメーター	最小	通常	最大	単位
[12V - GND]	電圧	10	12	13	V
[12V - GND]	電流	-	-	100	mA
[ON / OFF]	無効電圧	0	-	0.5	V
[ON / OFF]	有効電圧	5	-	12	V
[ON / OFF]	入力電流	-	1	-	mA
[ON]	有効時間	200	-	600	ms

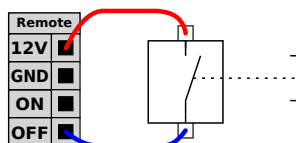
リモートオンボタン

この例では遠隔 **ON** ボタンを接続する様子が示されています。



リモートオフボタン

この例では遠隔 **OFF** ボタンを接続する様子が示されています。



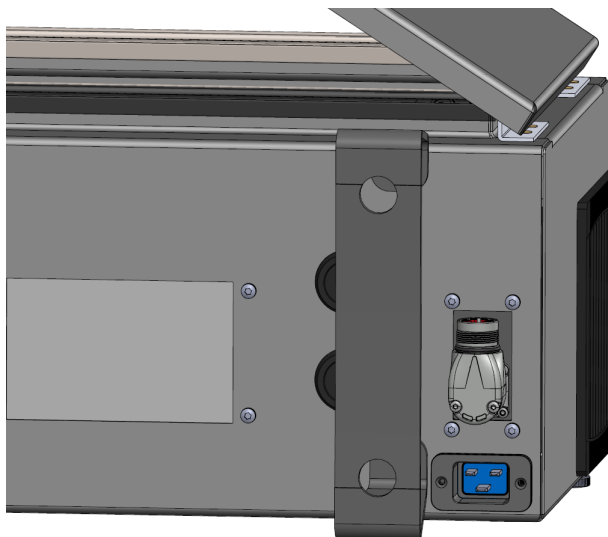
注意:

保存せずにコントロールボックスの電源が切れるので **ON** 入力または **POWER** ボタンを押し続けしないでください。遠隔オフ制御に対しては **OFF** 入力を使用する必要があります。コントロールボックスはこの信号により、開いているファイルを保存して正常にシャットダウンできるようになります。

5.5 電源接続

コントロールボックスからの電源ケーブルには先端に標準 IEC プラグが取り付けられています。IEC プラグに各国固有の電源プラグまたはケーブルを取り付けてください。

ロボットに電源を供給するには、コントロールボックスを、コントロールボックスの底部にある標準の IEC C20 プラグに、対応する IEC C19 コードを用いて電源に接続する必要があります (下の図を参照)。



電源供給は以下で装備されています：

- ・ 接地接続
- ・ 主ヒューズ
- ・ 残留電流装置

サービス中のロックアウト/タグアウトを容易にする方法として、ロボットのアプリケーションにおいて、すべての機器への電力をオフにする主電源スイッチを設置することを推奨します。電気仕様は以下の表に示されています。

パラメーター	最小	通常	最大	単位
入力電圧	100	-	240	VAC
外部電源ヒューズ (@ 100-200V)	8	-	16	A
外部電源ヒューズ (@ 200-265V)	8	-	16	A
入力周波数	47	-	440	Hz
待機電力	-	-	<1.5	W
呼び作動電力	90	150	325	W



注意:

1. ロボットが適切に接地されていることを確認します（アースへの電氣的接続）。システム内のすべての機器に共通の接地を作成するために、コントロールボックス内のアースシンボルに関連付けられている未使用のボルトを使用します。接地線は、少なくともシステム内の最大電流の電流定格を有するものとします。
2. 確実にコントロールボックスへの入力電源が残留電流装置 (RCD) および正しいヒューズで保護されるようにしてください。
3. サービス中の完全なロボット据付けにおいては、すべての電力をロックアウト／タグアウトします。システムをロックアウトする場合は、他の危機でロボット I/O に電源を供給しないようにします。
4. コントロールボックスに電力を供給する前に、すべてのケーブルが正しく接続されていることを確認してください。常に本来使用すべき適切な電源コードを使用してください。

5.6 ロボット接続

ロボットからのケーブルは、コントロールボックス下部のコネクターに差し込みロックします (下の図参照)。ロボットアームに電源を入れる前にコネクターを二度ひねると確実に正しくロックされます。

ケーブルを差し込んだ後、コネクターを右に回すと容易にロックできます。



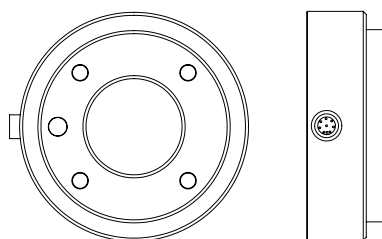


注意:

1. ロボットアームの電源が入っている場合は、ロボットケーブルを取り外さないでください。
2. 付属のケーブルを延長したり改造しないでください。

5.7 ツール I/O

リスト #3 のツールフランジの隣には、ロボットに取り付けが可能な様々なぐりっばーおよびセンサーの電源供給および信号制御を行う 8 ピンコネクターがあります。Lumberg KKMV 8-354 は適切な工業用ケーブルです。ケーブルの中の 8 本の電線は、それぞれ異なる機能を表すために色分けされています。



このコネクターは、特定のロボット用ツールで使用される、グリッパーとセンサーに電源と制御信号を供給します。以下の工業用ケーブルは使用に適しています：

- Lumberg RKMV 8-354。



注:

ツールコネクターは最大 0.4Nm で手動にて締め付ける必要があります。

ケーブルの中の 8 本の電線は、それぞれ異なる機能を指定するために色分けされています。以下の表をご覧ください：

色	信号	説明
赤	GND	アース
グレー	出力	0V/12V/24V
青	TO0/PWR	デジタル出力 0 または 0V/12V/24V
ピンク	TO1/GND	デジタル出力 1 またはアース
黄色	TI0	デジタル入力 0
緑色	TI1	デジタル入力 1
白	AI2 / RS485+	アナログ 2 または RS485+
茶色	AI3 / RS485-	アナログ 3 または RS485-

設置設定タブ（パート IIを参照）のアクセスツール I/O で内部電源供給を 0V、12V、もしくは 24V に設定します。電気仕様は以下に示されています：

パラメーター	最小	通常	最大	単位
24V モード時の供給電圧	23.5	24	24.8	V
12V モード時の供給電圧	11.5	12	12.5	V
供給電流（シングルピン）*	-	1000	2000**	mA
供給電流（デュアルピン）*	-	1500	2000**	mA
容量性負荷電源供給	-	-	8000***	uF

* 誘導負荷に保護ダイオードを使用することが強く推奨されます

** 最大 1 秒、デューティサイクル最大でのピーク：10%。10 秒間における平均電流は標準電流を超えることはできません。

*** ツール電源が有効になっているときは、400ms のソフトスタートタイムが始まり、8000uF の容量性負荷でスタートアップ時にツール電源に接続します。容量性負荷へのホットプラグは、行えません。



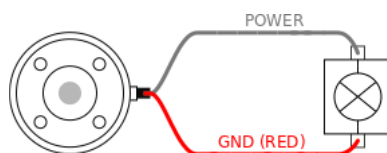
注:

ツールフランジは、GND（赤のワイヤーと同じ）に接続されます。

5.7.1 ツール電源

電源

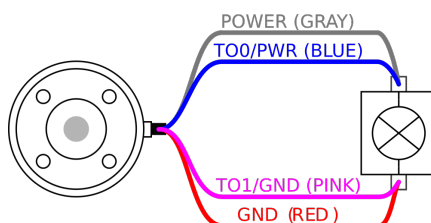
設置設定タブ（パート II を参照）のアクセスツール I/O で内部電源供給を 0V、12V、もしくは 24V に設定します。



デュアルピン電源

デュアルピン電力モードでは、(5.7 table two) に記載されているとおりに出力電流を増大させることができます。

1. ヘッダーで、設置設定をタップします。
2. 左のリストで一般をタップします。
3. ツール **IO** をタップして、デュアルピン電力を選択します。
4. 電力ワイヤー(灰色)を T00 (青色)、アース(赤色)を T01 (ピンク色)にそれぞれ接続します。





注:

一度ロボットが緊急停止となると、両方の電源ピンの電圧は 0V に設定（電源がオフになる）されます。

5.7.2 ツールのデジタル出力

デジタル出力は、3 種類の異なるモードをサポートしています：

モード	アクティブ	停止状態
シンク (NPN)	低	開く
ソース (PNP)	高	開く
プッシュ/プル	高	低

設置設定タブのアクセスツール I/O（パート IIを参照）で、各ピンの出力モードを構成します。電気仕様は以下に示されています：

パラメーター	最小	通常	最大	単位
開路時の電圧	-0.5	-	26	V
1A 降下時の電圧	-	0.08	0.09	V
ソースおよび降下時の電流	0	1000	1000	mA
GND を通る電流	0	1000	3000*	mA

* 最大 1 秒、デューティーサイクル最大でのピーク：10%.10 秒間における平均電流は標準電流を超えることはできません。



注:

一度ロボットが緊急停止となると、デジタル出力（D00 と D01）は、停止（高 Z）されます。

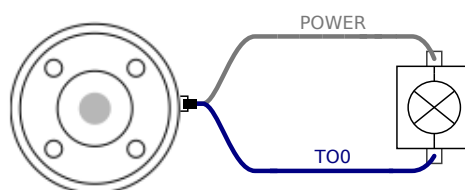


注意:

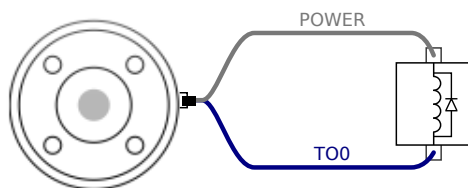
ツールのデジタル出力は電流制限式ではありません。指定のデータを上書きすると恒久的な破損を招く恐れがあります。

ツールのデジタル出力の使用

この例では、内部 12V または 24V 電源装置を使用する場合に負荷をオンにする様子が示されています。I/O タブでの出力電圧を定義する必要があります。負荷がオフの場合でも、電源接続とシールド/接地の間には電圧がかかってます。



以下に示すように、誘導負荷に保護ダイオードを使用することが推奨されます。



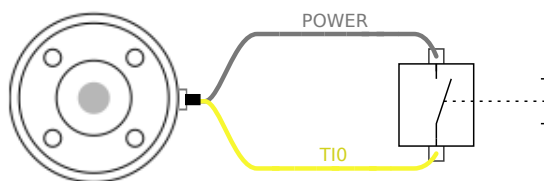
5.7.3 ツールのデジタル入力

デジタル入力は、微弱なプルダウン抵抗により PNP として実装されます。すなわち、フローティング入力は必ず低と読み取られます。以下は電気仕様を示します。

パラメーター	最小	タイプ	最大	単位
入力電圧	-0.5	-	26	V
論理低電圧	-	-	2.0	V
論理高電圧	5.5	-	-	V
入力抵抗	-	47k	-	Ω

ツールのデジタル入力の使用

この例では簡単なボタンを接続する様子が示されています。



5.7.4 ツールのアナログ入力

ツールのアナログ入力は非差動であり、I/O タブで電圧 (0 ~ 10V) または電流 (4 ~ 20mA) のいずれかに設定できます (II 編参照)。以下は電気仕様を示します。

パラメーター	最小	タイプ	最大	単位
電圧モード時の入力電圧	-0.5	-	26	V
入力抵抗、0V ~ 10V 範囲時	-	10.7	-	k Ω
分解能	-	12	-	ビット
電流モード時の入力電圧	-0.5	-	5.0	V
電流モード時の入力電流	-2.5	-	25	mA
入力抵抗、4mA ~ 20mA 範囲時	-	182	188	Ω
分解能	-	12	-	ビット

以下のサブセクションでアナログ入力の使用方法例 2 つを示します。



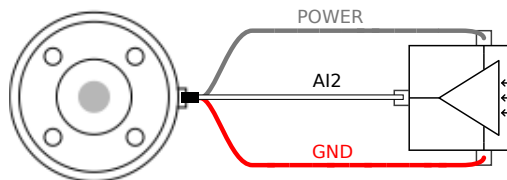
注意:

1. アナログ入力は電流モードの過電圧に対して保護されていません。電気仕様の上限を超えた場合、入力が恒久的に破損する可能性があります。

ツールのアナログ入力の使用、非差動

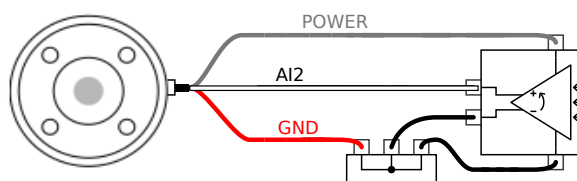
この例では非作動出力でのセンサー接続を示します。センサーの出力は、アナログ入力の入力モードが I/O タブと同じに設定されている限りは、電流でも電圧でも可能です。

注：電圧出力になっているセンサーが、ツールの内部抵抗を駆動できることを確認してください。そうしないと、測定は無効になる場合があります。



ツールのアナログ入力の使用、差動

この例では作動出力でのセンサー接続を示します。マイナス出力部を GND (0V) に接続した場合、非差動センサーと同じように作動します。



5.7.5 ツールコミュニケーション I/O

- ・ 信号要求 RS485 信号は内部フェイルセーフバイアスを使用します。取り付けられた装置がこのフェイルセーフ機能をサポートしない場合、信号バイアスは取り付けられたツールに取り付けるかまたは RS485+ にプルアップ抵抗を、RS485- にプルダウン抵抗を加えることで外部に追加する方法を採用できます。
- ・ レイテンシー ツールコネクタを介して送信されたレイテンシーメッセージは、PC でメッセージが書かれた時点から RS485 上でのメッセージ開始まで 2ms ~ 4ms の幅があります。バッファはツールコネクタへと送信されたデータをラインが待機状態になるまで格納します。1000 バイト分のデータを受信した時点で、メッセージが装置に書き込まれます。

ボーレート	9.6k、19.2k、38.4k、57.6k、115.2k、1M2M、5M
ストップビット	1, 2
パリティ	なし、奇数、偶数

6 メンテナンスと修理

本マニュアルの のすべての安全手順に準じてメンテナンスおよび修理を行う必要があります。メンテナンス、校正、および修理は、サポートウェブサイト <http://www.universal-robots.com/support> の最新のサービスマニュアルに準じて必要があります。

修理は、認可システムインテグレーター、または **Universal Robots** によってのみ行われるものとします。

Universal Robots に返品されるすべての部品はサービスマニュアルに従って返却するものとします。

6.1 安全に関する指示

メンテナンスおよび修理作業後は、必要な安全レベルを確保するため、検査を行う必要があります。検査は、国または地域の有効な労働安全規格に準拠している必要があります。すべての安全機能が正しく機能しているか試験を行う必要もあります。

メンテナンスや修理作業の目的は、システムの稼働状態を保ち、障害が発生した場合に、システムを稼働状態に戻せるようにすることです。修理作業には、実際の修理以外にトラブルシューティングが含まれます。

ロボットアームまたはコントロールボックスの作業を行う際は、以下の手順および注意事項を確認する必要があります。



注意:

1. ソフトウェアの安全構成は変更しないでください（フォース限界など）。安全構成については、**PolyScope** マニュアルに説明があります。安全パラメーターが変更された場合、ロボットシステム全体が新しくなったとみなされます。これは、リスクアセスメントを含む全体的な安全の承認プロセスは、それに応じて更新されなければならないことを意味します。
2. このため、不具合のあるコンポーネントは **Universal Robots** が認定した同じ品目番号の新しいコンポーネントまたは同等のコンポーネントと交換してください。
3. 作業が完了したらすぐに、無効化した安全対策を再度有効にします。
4. すべての修理を文書化し、完全なロボットシステムに関連する技術的ファイルに当該文書を保存します。



注意:

1. 完全に電源が切れていることを確かめるために、コントロールボックスの底から電源入力ケーブルを外します。ロボットアームやコントロールボックスに接続されている他のエネルギー源の通電を絶ちます。修理期間中に誰かがシステムに通電することがないように必要な対策を講じます。
2. システムを電源を再度入れる前に、アース接続を確認してください。
3. ロボットアームまたはコントロールボックスの部品を分解する際は、ESD 規則を順守します。
4. コントロールボックス内部の電源ユニットは分解しないでください。コントロールボックスをオフにしても、(600 V までの) 高電圧が数時間これらの電源の内部に存在する場合があります。
5. ロボットアームやコントロールボックスへの水や埃の浸入を防ぎます。

7 処分と環境への配慮

Universal RobotsUniversal Robots e-Series ロボットは、適用国内法、規制、基準に従って廃棄しなければなりません。

Universal Robots e-Series ロボットは、欧州 RoHS 指令 2011/65/EU により定義されている通り、環境を保護するために有害物質の使用が制限された状態で製造されています。これらの有害物質には、水銀、カドミウム、鉛、六価クロム、ポリ臭化ビフェニル、ポリ臭化ジフェニルエーテルなどが含まれます。

デンマーク市場で販売される **Universal Robots e-Series** ロボットの電子機器廃棄物の廃棄および処理にかかる手数料は、**Universal Robots A/S** の DPA-システムに事前に支払うことになります。欧州 WEEE 指令 2012/19/EU 対象国における輸入業者は、各国の WEEE Register で個別登録を行う必要があります。手数料は、ロボット 1 台当たり、通常 1€ 未満です。各国の WEEE Register の一覧は、ここをご覧ください：<https://www.ewrn.org/national-registers>。

上記の法令への適合を示すために、以下の記号がロボットに添付されています：



8 証明

本章では、本製品に関連した各種認証および宣言について説明しています。

8.1 第三者認証

第三者認証は任意です。しかし、ロボットインテグレーターに最高のサービスを提供するために、UR では以下の認可試験機関でロボットの認証を行っています：



TÜV NORD

Universal Robots e-Series ロボットは、EU の機械指令 2006/42/EC における公認機関である TÜV NORD により安全性が承認されています。TÜV NORD の安全承認証明書のコピーは付録 B よりご覧ください。



DELTA

Universal Robots e-Series ロボットは、DELTA によりパフォーマンス試験が行われています。電磁両立性 (EMC) および環境試験証明書は付録 B よりご覧ください。



中国 **RoHS** 指令 Universal Robots e-Series ロボットは、電子情報機器による汚染を管理するために CHINA RoHS 汚染管理処理方法に準拠しています。製品宣言の一覧は付録 B をご覧ください



KCC 安全性

KC 登録情報によると、Universal Robots e-Series ロボットは、UR5e 就労環境での使用適合性評価がされています。よって、家庭環境で使用する際は、無線干渉の恐れがあります。KCC の安全証明書のコピーは付録 B よりご覧ください。

8.2 購入元第三者認証



環境

弊社サプライヤーから提供されているように、Universal Robots e-Series ロボット出荷パレットは、木製パッケージ素材製造に関する ISMPM-15 デンマーク要件に準拠し、本スキームに準拠していることを示すマークが付いています。

8.3 メーカー検査証明書



UR

Universal Robots e-Series ロボットは、継続的な内部試験およびラインエンド試験手順を実施しています。UR では検査行程において、継続的な審査および改善を行っています。

8.4 EU 指令による宣言

当指令は主に欧州を対象としていますが、欧州以外でも **EU** 指令による宣言を受け入れている国があります。欧州指令は、公式ホームページよりご覧いただけます：<http://eur-lex.europa.eu>。

UR ロボットは、下記の指令による認定を受けています。

2006/42/EC – 機械指令 (MD)

機械指令 2006/42/EC に従い、Universal Robots e-Series ロボットは、部分的に完成している機械であり、そのため **CE** マークは付けられていません。

UR ロボットを農業用途で使用する場合、指令 2009/127/EC の対象となりますのでご注意ください。2006/42/EC 付属書 1.B による組み込みの宣言は 付録 B をご覧ください。

2006/95/EC – 低電圧指令 (LVD)

2004/108/EC – 電磁両立性指令 (EMC)

2011/65/EU – 特定有害物質の使用制限 (RoHS)

2012/19/EU – 電気／電子機器廃棄物 (WEEE)

組み込み宣言書の 付録 B には、上記の指令の適合宣言の一覧が記されています。

CE マーキングは、上述の **CE** マーキングに関する指令に準じて貼付けられています。電気および電子廃棄物に関する情報は、第 7 章をご参照ください。

ロボットの開発中に適用された規格に関する情報は、付録 C をご覧ください。

9 保証

9.1 製品保証

お客様（ユーザー）が販売者または小売業者に対して有するいかなる権利を損なうことなく、お客様は以下に定めた条件で製造元の保証を受けることができます。

新しいデバイスまたはコンポーネントが、使用開始から 12 か月以内（出荷されてから最長 15 か月）に、製造または材料あるいはその両方の不具合により欠陥を呈した場合には、**Universal Robots** は必要なスペア部品を供給するものとします。お客様（ユーザー）には、スペア部品を交換する際に、最新の技術が反映された代替部品との交換、あるいは当該部品の修理に要する作業時間を提供していただきます。デバイスの欠陥が不適切な取り扱い、またはユーザーガイドに記載された情報への非適合、あるいはその両方に起因する場合は、本保証は無効となります。本保証は、正規販売代理店またはお客様自身による作業（据え付け、構成、ソフトウェアのダウンロードなど）には適用（拡大適用も含む）されません。保証の請求には、購入日付とともに、購入領収書が証拠として要求されます。本保証下での請求は、保証の不履行が明白になった後、2 か月以内に提出しなければなりません。**Universal Robots** により交換された、または同社に返品になったデバイスやコンポーネントの所有権は、**Universal Robots** に帰属します。その他すべてのデバイスに起因する、または関連する請求は、この保証から除外されます。本保証は、お客様の法的権利を制限したり除外することを意図するものではなく、製造元の怠慢に起因する死傷事故に対する同社の責任を制限したり除外することを意図するものでもありません。本保証の期間は、保証条件の下で提供されるサービスにより延長されることはありません。保証の不履行が存在しない限り、**Universal Robots** は交換または修理をお客様に請求する権利を留保します。上記の条項は、お客様の損害に対する証明責任の変更を意味するものではありません。デバイスが欠陥を呈した場合、**Universal Robots** は、利益の損失、使用上の損失、製造上の損失、または他の製造機器の損害など、いかなる間接的、偶発的、特殊なまたは結果的損害について、一切の責任を負わないものとします。

デバイスが欠陥を呈した場合、**Universal Robots** は、製造上の損失または他の製造機器の損害など、いかなる結果的損害や損失をも保証しません。



注意:

任意の用途に必要とされる以上の加速を使用しないように一般にお勧めしています。特に負荷のかかる状態で加速を高くするとロボットの寿命が短くなってしまうことになります。短いサイクルでの用途や速度に高い要件のある用途については、一般的に可能な限りブレンドを使用して高い加速を必要としないスムーズな曲線となるようにすることをお勧めします。

9.2 免責事項

Universal Robots は継続的に製品の信頼性と性能の改善を図っているため、事前の通告なく製品を改良する権利を留保します。**Universal Robots** は本マニュアルの内容が正確で適切なものにするため最新の注意を払っていますが、情報の誤りや欠落に対しては一切責任を負いません。

A 停止時間と停止距離



注:

ユーザー定義による安全性評価に関する最大停止時間および距離を設定できます。「2.1」および「13.2」を参照してください。ユーザー定義の設定を使用する場合、選択した制限に常に従うよう、プログラムの速度は動的に調整されます。

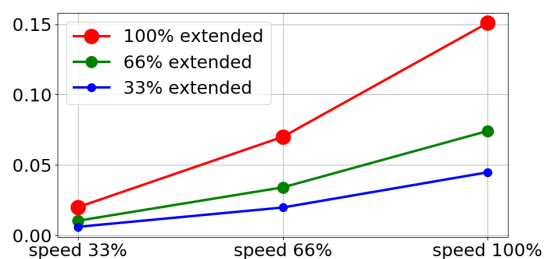
ジョイント **0** (基部)、ジョイント **1** (肩部) およびジョイント **2** (肘部) に対する次のグラフィカルデータは停止距離および停止時間に有効です:

- カテゴリー0
- カテゴリー1
- カテゴリー2

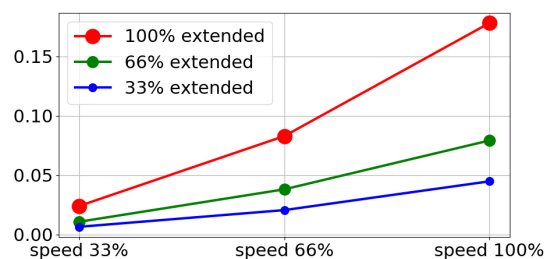
注: これらの値は最悪の状況を表すものであり、実際の値とは異なります。

ジョイント **0** の試験は水平移動を実行して行い、その際回転軸は地面に対し垂直の状態でした。

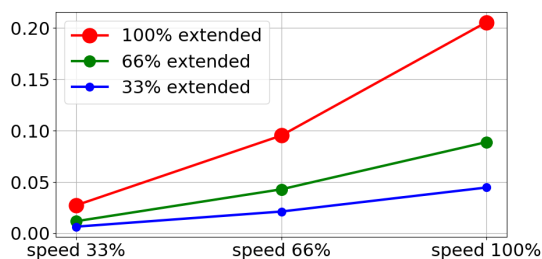
ジョイント **1** およびジョイント **2** の試験の間、ロボットは軸回転が地面に対し水平となる直角な軌道を通り、停止はロボットが下方に移動中に実行されました。



(a) 最大有効荷重 33% に対する停止距離 (メートル)

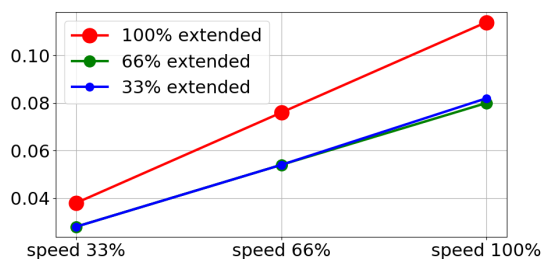


(b) 最大有効荷重 66% に対する停止距離 (メートル)

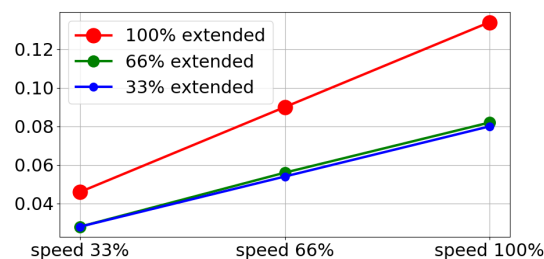


(c) 最大有効荷重に対する停止距離 (メートル)

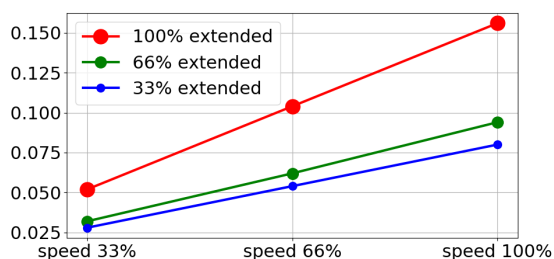
Figure A.1: ジョイント 0 (ベース) の停止距離



(a) 最大有効荷重 33% に対する停止時間 (秒)

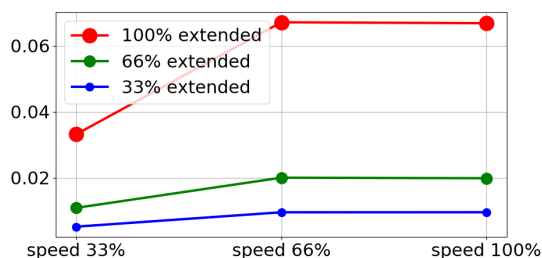


(b) 最大有効荷重 66% に対する停止時間 (秒)

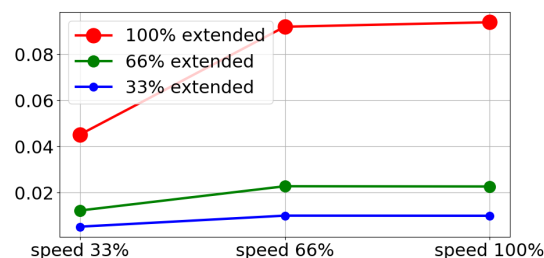


(c) 最大有効荷重に対する停止時間 (秒)

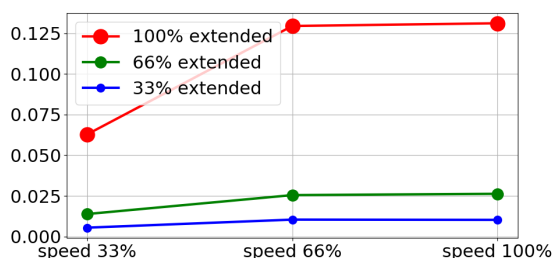
Figure A.2: ジョイント 0 (ベース) の停止時間



(a) 最大有効荷重 33% に対する停止距離 (メートル)

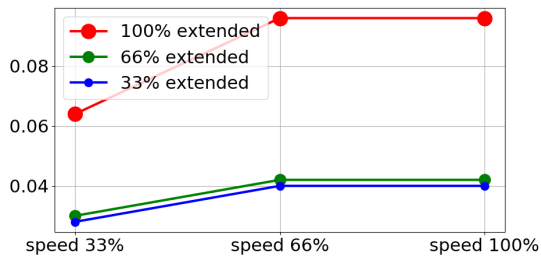


(b) 最大有効荷重 66% に対する停止距離 (メートル)

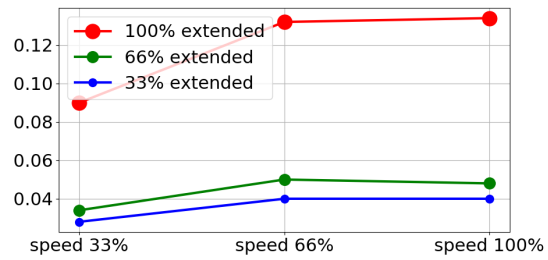


(c) 最大有効荷重に対する停止距離 (メートル)

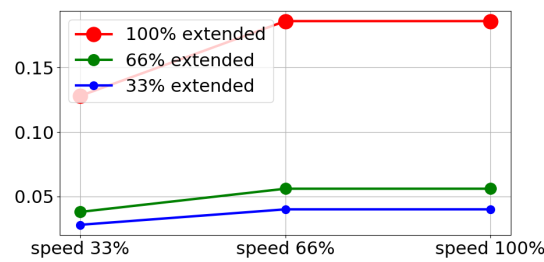
Figure A.3: ジョイント 1 (ショルダー) の停止距離



(a) 最大有効荷重 33% に対する停止時間 (秒)

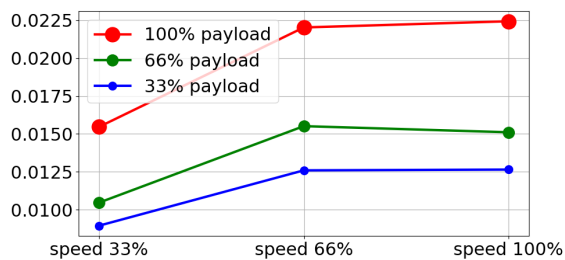


(b) 最大有効荷重 66% に対する停止時間 (秒)

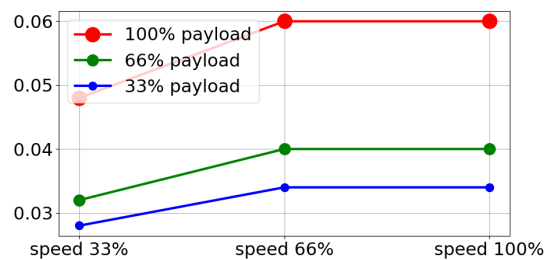


(c) 最大有効荷重に対する停止時間 (秒)

Figure A.4: ジョイント 1 (ショルダー) の停止時間



(a) 全有効荷重に対する停止距離 (メートル)



(b) 全有効荷重に対する停止時間 (秒)

Figure A.5: ジョイント 2 (エルボー) の停止時間

B 宣言と証明書

B.1 EU Declaration of Incorporation in accordance with ISO/IEC 17050-1:2010

Manufacturer:		Person in the Community Authorized to Compile the Technical File:
	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Denmark	David Brandt Technology Officer, R&D Universal Robots A/S Energivej 25, DK-5260 Odense S
Description and Identification of the Partially-Completed Machine(s):		
	Product and Function: Model: Serial Number:	Industrial robot (multi-axis manipulator with Control Box and Teach Pendant). Function is determined by the completed machine (with end-effector and intended use). UR3e, UR5e, UR10e, UR16e (e-Series) Starting 20195000000 and higher – Effective 17 August 2019
	Incorporation:	Universal Robots UR3e, UR5e, UR10e and UR16e shall only be put into service upon being integrated into a final complete machine (robot system, cell or application), which conforms with the provisions of the Machinery Directive and other applicable Directives.

It is declared that the above products, for what is supplied, fulfil the following Directives as Detailed Below:

- I **Machinery Directive 2006/42/EC** – The following essential requirements have been fulfilled: 1.1.2, 1.1.3, 1.1.5, 1.2.1, 1.2.4.3, 1.2.6, 1.3.4, 1.3.8.1, 1.5.1, 1.5.2, 1.5.6, 1.5.10, 1.6.3, 1.7.2, 1.7.4, 4.1.2.3 It is declared that the relevant technical documentation has been compiled in accordance with Part B of Annex VII of the Machinery Directive.
- II **Low-voltage Directive 2014/35/EU** – Reference the LVD and the harmonized standards used below.
- III **EMC Directive 2014/30/EU** – Reference the EMC Directive and the harmonized standards used below.
- IV **RoHS Directive 2011/65/EU** – Reference the RoHS Directive 2011/65/EU
- V **WEEE Directive 2012/19/EU** – Reference the WEEE Directive 2012/19/EU

**UNIVERSAL ROBOTS B.1 EU Declaration of Incorporation in accordance with ISO/IEC 17050-1:2010**

Reference the harmonized standards used, referred to in Article 7(2) of the MD & LV Directives and Article 6 of the EMC Directive		
(I) EN ISO 10218-1:2011 TUV Nord Cert. 4470814097607 (I) EN ISO 13732-1:2008 (I) EN ISO 13849-1:2015 TUV Nord Cert. 4420714097610 (I) EN ISO 13849-2:2012	(I) EN ISO 13850:2015 (I) EN 1037:1995+A1:2008 (II) EN 60204-1:2006/A1:2010 (II) EN 60320-1:2001/A1:2007 (II) EN 60529:1991/A2:2013	(II) EN 60947-5-5:1997/A11:2013 (III) EN 61000-6-2:2005 (III) EN 61000-6-4:2007/A1:2011 (II) EN 61131-2:2007 (II) EN 61140:2002/A1:2006
Reference to other technical standards and specifications used:		
(I) ISO/TS 15066 as applicable (III) IEC 60068-2-1:2007 (III) IEC 60068-2-2:2007 (III) IEC 60068-2-27:2008	(III) IEC 60068-2-64:2008 (II) IEC 60664-1:2007 (II) IEC 60664-5:2007 (II) IEC 61326-3-1:2008	(II) IEC 61784-3:2010 (SIL2) ISO 14664-1:2015 (Clean-room Class 6 for control assembly with enclosure and Class 5 for UR3e, UR5e, UR10e and UR16e manipulators)
The manufacturer, or his authorised representative, shall transmit relevant information about the partly completed machinery in response to a reasoned request by the national authorities. Approval of full quality assurance system (ISO 9001), by the notified body Bureau Veritas, certificate #DK008850.		

Odense Denmark, 17 August 2019

Name:

Position/ Title

Universal Robots A/S, Energivej 25, DK-5260 Odense S, Denmark
CVR-nr. 29 13 80 60

Roberta Nelson Shea
Global Technical Compliance Officer

Phone +45 8993 8989
Fax +45 3879 8989

info@universal-robots.com
www.universal-robots.com

B.2 CE/EU 組み込み宣言書（元の文書の翻訳）

メーカー:		技術ファイルを編纂する権限がある団体の人物:	
	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Denmark		David Brandt 技術者、R&D Universal Robots A/S Energivej 25、DK-5260 Odense S
部分的に完成している機械の説明および識別:			
	製品および機能:	産業用ロボット（コントロールボックスおよびティーチペンダント付き多軸マニピレータ）機能は完成機械により決定されます(エンドエフェクタ付き、使用目的)。	
	モデル:	UR3e、UR5e、UR10e、UR16e (e-Series)	
	シリアル番号:	20185000000 以降 – 2018 年 5 月 28 日発効	
	インコーポレーション:	Universal Robots (UR3、UR5、UR10 および UR16e) は、最終完成機械に統合される時点でのみ動作するものとする (ロボットシステム、セル、アプリケーション)。機械指令およびその他の適用指令の条項に準拠するものとする。	

上記製品が納品物であり、以下で詳しく述べる以下の指令を満たすことが宣言されている。

- I 機械指令 **2006/42/EC** – 以下の要件が満たされている 1.1.2、1.1.3、1.1.5、1.2.1、1.2.4.3、1.2.6、1.3.4、1.3.8.1、1.5.1、1.5.2、1.5.6、1.5.10、1.6.3、1.7.2、1.7.4、4.1.2.3 機械指令付属書 VII の第二編に従い準拠した関連技術文書であることが宣言されている。
- II 低電圧指令 **2014/35/EU** – 以下で使用される LVD および整合規格を参照。
- III **EMC** 指令 **2014/30/EU** – 以下で使用される EMC 指令および準拠を参照
- IV **RoHS** 指令 **2011/65/EU** – RoHS 指令 2011/65/EU を参照
- V **EMC** 指令 **2012/19/EU** – WEEE 指令 2012/19/EU を参照



使用されている整合規格参照、MD の 7(2) 条参照 &
LV 指令、EMC 指令の第 6 条

(I) EN ISO 10218-1:2011 TUV Nord 証明 4470814097607 (I) EN ISO 13732-1:2008 (I) EN ISO 13849-1:2015 TUV Nord 証明 4420714097610 (I) EN ISO 13849-2:2012	(I) EN ISO 13850:2015 (I) EN 1037:1995+A1:2008 (II) EN 60204-1:2006/ A1:2010 (II) EN 60320-1:2001/ A1:2007 (II) EN 60529:1991/ A2:2013	(II) EN 60947-5-5:1997/ A11:2013 (III) EN 61000-6-2:2005 (III) EN 61000-6-4:2007/ A1:2011 (II) EN 61131-2:2007 (II) EN 61140:2002/ A1:2006
--	--	--

使用されているその他の技術的標準および仕様に関する参照：

(I) ISO/TS 15066 適用可能な場合 (III) IEC 60068-2-1:2007 (III) IEC 60068-2-2:2007 (III) IEC 60068-2-27:2008	(III) IEC 60068-2-64:2008 (II) IEC 60664-1:2007 (II) IEC 60664-5:2007 (II) IEC 61326-3-1:2008	(II) IEC 61784-3:2010 [SIL2] ISO 14664-1:2015（クリーン ルーム Class 6 用 容器付き制御装置用 および UR3e、UR5e、UR10e の Class 5 用および UR16e マニピュレーター用）
---	--	--

メーカー、あるいはその権限代表者は以下に関連する情報を提供するものとする
以下の要請に対応する部分的に完成している機械について
国内当局。

公認機関より完全な品質保証制度 (ISO 9001) 承認
フランス船級協会、認証 # DK008850。

Odense Denmark, 17 August 2019

Name:

Position/ Title

Universal Robots A/S, Energivej 25, DK-5260 Odense S, Denmark
CVR-nr. 29 13 80 60

Roberta Nelson Shea
Global Technical Compliance Officer

Phone +45 8993 8989
Fax +45 3879 8989

info@universal-robots.com
www.universal-robots.com

B.3 安全システム証明書



Hiermit wird bescheinigt, dass die Firma / This certifies that the company

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

berechtigt ist, das unten genannte Produkt mit dem abgebildeten Zeichen zu kennzeichnen
is authorized to provide the product mentioned below with the mark as illustrated

Fertigungsstätte
Manufacturing plant

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

Beschreibung des Produktes
(Details s. Anlage 1)
Description of product
(Details see Annex 1)

Industrial robot UR16e, UR10e, UR5e and UR3e



Geprüft nach
Tested in accordance with

EN ISO 10218-1:2011

Registrier-Nr. / Registered No. 44 780 14097607
Prüfbericht Nr. / Test Report No. 3524 9416
Aktenzeichen / File reference 8003008239

Gültigkeit / Validity
von / from 2019-07-16
bis / until 2024-07-15


Zertifizierungsstelle der
TUV NORD CERT GmbH

Essen, 2019-07-16

TUV NORD CERT GmbH Langemarckstraße 20 45141 Essen www.tuev-nord-cert.de technology@tuev-nord.de

Bitte beachten Sie auch die umseitigen Hinweise
Please also pay attention to the information stated overleaf



ZERTIFIKAT CERTIFICATE

Hiermit wird bescheinigt, dass die Firma / This is to certify, that the company

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

berechtigt ist, das unten genannte Produkt mit dem abgebildeten Zeichen zu kennzeichnen.
is authorized to provide the product described below with the mark as illustrated.

Fertigungsstätte:
Manufacturing plant:

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

Beschreibung des Produktes
(Details s. Anlage 1)
Description of product
(Details see Annex 1)

Universal Robots Safety System e-Series
for UR16e, UR10e, UR5e and UR3e robots

Geprüft nach:
Tested in accordance with:

EN ISO 13849-1:2015, Cat.3, PL d



Registrier-Nr. / Registered No. 44 207 14097610
Prüfbericht Nr. / Test Report No. 3524 9741
Aktenzeichen / File reference 8003008239

Gültigkeit / Validity
von / from 2019-07-16
bis / until 2024-07-15


Zertifizierungsstelle der TÜV NORD CERT GmbH
Certification body of TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2019-07-16

TÜV NORD CERT GmbH Langemarckstraße 20 45141 Essen www.tuev-nord-cert.de technology@tuev-nord.de

Bitte beachten Sie auch die umseitigen Hinweise
Please also pay attention to the information stated overleaf

B.4 中国 RoHS

Management Methods for Controlling Pollution
by Electronic Information Products
Product Declaration Table
For Toxic or Hazardous Substances
表1 有毒有害物质或元素名称及含量标识格式



Product/Part Name 产品/部件名称	Toxic and Hazardous Substances and Elements 有毒有害物质或元素					
	铅 Lead (Pb)	汞 Mercury (Hg)	镉 Cadmium (Cd)	六价 Hexavalent Chromium (Cr+6)	多溴联苯 Polybrominated biphenyls (PBB)	多溴二苯醚 Polybrominated diphenyl ethers (PBDE)
UR Robots UR3 / UR5 / UR10 UR机器人 UR3/UR5/UR10	X	O	X	O	X	X
O: Indicates that this toxic or hazardous substance contained in all of the homogeneous materials for this part is below the limit requirement in SJ/T11363-2006. O: 表示该有毒有害物质在该部件所有均质材料中的含量均在SJ/T 11363-2006规定的限量要求以下。 X: Indicates that this toxic or hazardous substance contained in at least one of the homogeneous materials used for this part is above the limit requirement in SJ/T11363-2006. X: 表示该有毒有害物质至少在该部件的某一均质材料中的含量超出SJ/T 11363-2006规定的限量要求。 (企业可在此处，根据实际情况对上表中打“X”的技术原因进行进一步说明。) Items below are wear-out items and therefore can have useful lives less than environmental use period: 下列项目是损耗品,因而它们的使用寿命可能短于环境使用时间: Drives, Gaskets, Probes, Filters, Pins, Cables, Stiffener, Interfaces 驱动器, 垫圈, 探针, 过滤器, 别针, 缆绳, 加强筋, 接口 Refer to product manual for detailed conditions of use. 详细使用情况请阅读产品手册。 Universal Robots encourages that all Electronic Information Products be recycled but does not assume responsibility or liability. Universal Robots 鼓励回收再利用所有的电子信息产品, 但 Universal Robots 不负任何责任或义务						

To the maximum extent permitted by law, Customer shall be solely responsible for complying with, and shall otherwise assume all liabilities that may be imposed in connection with, any legal requirements adopted by any governmental authority related to the Management Methods for Controlling Pollution by Electronic Information Products (Ministry of Information Industry Order #39) of the Peoples Republic of China otherwise encouraging the recycle and use of electronic information products. Customer shall defend, indemnify and hold Universal Robots harmless from any damage, claim or liability relating thereto. At the time Customer desires to dispose of the Products, Customer shall refer to and comply with the specific waste management instructions and options set forth at <http://www.teradyne.com/about-teradyne/corporate-social-responsibility>, as the same may be amended by Teradyne or Universal Robots.

B.5 KCC 安全性



자율안전확인 신고증명서

신청인	사업장명	Universal Robots A/S	사업장관리번호	2016E110079
	사업자등록번호	016E110079	대표자 성명	Klaus Vestergaard
	소재지	Energivej 25, 5260 Odense S, Denmark		
자율안전인증대상 기계·기구명				
		산업용로봇		
형식(규격)	UR5e	용량(등급)	6 axis	
자율안전확인번호	18-AB2EQ-01603			
제조사	Universal Robots A/S			
소재지	Energivej 25, 5260 Odense S, Denmark			

「산업안전보건법」 제35조제1항 및 같은 법 시행규칙 제61조제3항에 따라
자율안전확인 신고증명서를 발급합니다.

2018년 11월 06일

한국산업안전보건공단 서울지역본부장



B.6 環境試験証明書

Climatic and mechanical assessment



Client Universal Robots A/S Energivej 25 5260 Odense S Denmark	Force Technology project no. 117-32120
Product identification UR 3 robot arms UR 3 control boxes with attached Teach Pendants. UR 5 robot arms UR5 control boxes with attached Teach Pendants. UR10 robot arms: UR10 control boxes with attached Teach Pendants. See reports for details.	
Force Technology report(s) DELTA project no. 117-28266, DANAK-19/18069 DELTA project no. 117-28086, DANAK-19/17068	
Other document(s)	
Conclusion The three robot arms UR3, UR5 and UR10 including their control boxes and Teach Pendants have been tested according to the below listed standards. The test results are given in the Force Technology reports listed above. The tests were carried out as specified and the test criteria for environmental tests were fulfilled in general terms with only a few minor issues (see test reports for details). IEC 60068-2-1, Test Ae; -5 °C, 16 h IEC 60068-2-2, Test Be; +35°C, 16h IEC 60068-2-2, Test Be; +50°C, 16 h IEC 60068-2-64, Test Fh; 5 – 10 Hz: +12 dB/octave, 10-50 Hz 0.00042 g ² /Hz, 50 – 100 Hz: -12 dB/octave, 1,66 grms, 3 x 1½ h IEC 60068-2-27, Test Ea, Shock; 11 g, 11 ms, 3 x 18 shocks	
Date Hørsholm, 25 August 2017	Assessor  Andreas Wendelboe Højsgaard M.Sc.Eng.

DELTA – a part of FORCE Technology - Venlighedsvej 4 - 2970 Hørsholm - Denmark - Tel. +45 72 19 40 00 - Fax +45 72 19 40 01 - www.delta.dk

B.7 EMC 試験証明書



Attestation of Conformity

AoC no. 1645

Project / task no. 117-29565

DELTA has performed compliance test on electrical products since 1967. DELTA is an accredited test house according to EN17025 and participates in the international standardisation organisation CEN/CENELEC, IEC/CISPR and ETSI. This attestation of conformity with the below mentioned standards and/or normative documents is based on accredited tests and/or technical assessments carried out at DELTA – a part of FORCE Technology.

Client

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense
Denmark

Product identification (type(s), serial no(s).)

UR robot generation 5, G5 for models UR3, UR5, and UR10

Manufacturer

Universal Robots A/S

Technical report(s)

EMC test of UR robot generation 5, DELTA project no.117-29565-1 DANAK 19/18171

Standards/Normative documents

EMC Directive 2014/30/EU, Article 6
EN 61326-3-1:2008 Industrial locations SIL 2
EN/(IEC) 61000-6-1:2007
EN/(IEC) 61000-6-2:2005
EN/(IEC) 61000-6-3:2007+A1
EN/(IEC) 61000-6-4:2007+A1
EN/(IEC) 61000-3-2:2014
EN/(IEC) 61000-3-3:2013

The product identified above has been assessed and complies with the specified standards/normative documents. The attestation does not include any market surveillance. It is the responsibility of the manufacturer that mass-produced apparatus have the same properties and quality. This attestation does not contain any statements pertaining to the requirements pursuant to other standards, directives or laws other than the above mentioned.

DELTA – a part of
FORCE Technology
Venlighedsvej 4
2970 Hørsholm
Denmark

Tel. +45 72 19 40 00
Fax +45 72 19 40 01
www.delta.dk
VAT No. 55117314

Hørsholm, 15 August 2017



Michael Nielsen
Specialist, Product Compliance

20aocrest-uk-j

C 適用規格

このセクションでは、ロボットアームとコントロールボックスの開発において適用されている重要規格を説明します。欧州指令のナンバーが括弧で表示されている場合は、同規格がその指令に準拠していることを示します。

規格は法律ではありません。規格とは、特定の業界のステークホルダーによって開発された、製品または製品グループの通常の安全・性能要件を定義する文書です。

略語は以下を意味します：

ISO	International Standardization Organization
IEC	International Electrotechnical Commission
EN	European Norm
TS	Technical Specification
TR	Technical Report
ANSI	American National Standards Institute
RIA	Robotic Industries Association
CSA	Canadian Standards Association

当マニュアルのアセンブリーに関する指示、安全に関する指示、ガイドラインがすべて守られた場合のみ、以下の規格への準拠が保証されます。

ISO 13849-1:2006 [PLd]

ISO 13849-1:2015 [PLd]

ISO 13849-2:2012

EN ISO 13849-1:2008 (E) [PLd – 2006/42/EC]

EN ISO 13849-2:2012 (E) (2006/42/EC)

Safety of machinery – Safety-related parts of control systems

Part 1: General principles for design

Part 2: Validation

安全制御システムは、これらの規格の要件に基づいた性能レベル（PLd）を達成するように設計されています。

ISO 13850:2006 [停止カテゴリー1]

ISO 13850:2015 [停止カテゴリー1]

EN ISO 13850:2008 (E) [停止カテゴリー1 - 2006/42/EC]

EN ISO 13850:2015 [停止カテゴリー1 - 2006/42/EC]

Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design



緊急停止機能はこの規格に基づき停止カテゴリー1を達成するように設計されています。停止カテゴリー1は、モーターに電力を供給することでロボットの動作を停止し、停止が達成されると電力を除去する制御された停止です。

ISO 12100:2010**EN ISO 12100:2010 (E) [2006/42/EC]**

Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction

UR ロボットはこの規格の原則に基づき評価されています。

ISO 10218-1:2011**EN ISO 10218-1:2011 (E) [2006/42/EC]**

Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots

Part 1: Robots

この規格は、ロボットのインテグレーターではなく、製造業者向けに開発されたものです。2番目の部分（ISO 10218-2）は、ロボットのインテグレーター向けに開発されたもので、ロボットの設置設定と適用における設計を定義しています。

ANSI/RIA R15.06-2012

Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements

この米国規格は、ISO 規格 ISO 10218-1 と ISO 10218-2 を一つの文書としてまとめたものです。使用言語が英国英語から米国英語に変更されていますが、内容は同じです。

当規格の第二部（ISO 10218-2）は、Universal Robots ではなく、ロボットシステムのインテグレーターに適用されるものであることにご留意ください。

CAN/CSA-Z434-14

Industrial Robots and Robot Systems – General Safety Requirements

このカナダ規格は、ISO 規格 ISO 10218-1（上記を参照）と -2 を一つの文書としてまとめたものです。CSA はロボットシステムのユーザー向けに追加的な要件を加えました。これらの要件のいくつかは、ロボットのインテグレーターに適用される可能性があります。

当規格の第二部（ISO 10218-2）は、Universal Robots ではなく、ロボットシステムのインテグレーターに適用されるものであることにご留意ください。

IEC 61000-6-2:2005**IEC 61000-6-4/A1:2010****EN 61000-6-2:2005 [2004/108/EC]****EN 61000-6-4/A1:2011 [2004/108/EC]**

Electromagnetic compatibility (EMC)

Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments

Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments

これらの規格は、電氣的、電磁的妨害に関する要件を定義します。これらの規格への準拠は、UR ロボットが産業的環境において正確に作動し、その他の機器を妨害しないことを確実にします。

IEC 61326-3-1:2008**EN 61326-3-1:2008**

Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements

Part 3-1: Immunity requirements for safety-related systems and for equipment intended to perform safety-related functions (functional safety) - General industrial applications

この規格は、安全関連機能の拡張された EMC イミューニティ要件を定義します。この規格への準拠は、その他の機器が IEC 61000 の定義する EMC 発生上限値を超えた場合でも、UR ロボットの安全機能が安全を確保することを確実にします。

IEC 61131-2:2007 (E)**EN 61131-2:2007 [2004/108/EC]**

Programmable controllers

Part 2: Equipment requirements and tests

通常、安全関連 24V I/O は、他の PLC システムとの安定した通信を確実にするため、共にこの規格の要件に基づいて構築されています。

ISO 14118:2000 (E)**EN 1037/A1:2008 [2006/42/EC]**

Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up

これらの二つの規格は極めて類似しています。これらは、メンテナンスや修理中の意図しない電源入力、または制御面での意図しない起動コマンドを理由とする、予期しない起動を回避するための安全原則を定義します。

IEC 60947-5-5/A1:2005**EN 60947-5-5/A11:2013 [2006/42/EC]**

Low-voltage switchgear and controlgear

Part 5-5: Control circuit devices and switching elements - Electrical emergency stop device with mechanical latching function

緊急停止ボタンの直接開路動作と安全ロックメカニズムは、この規格に準拠しています。

IEC 60529:2013**EN 60529/A2:2013**

Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

この規格は、塵や水に対する保護等級を定義します。UR ロボットは当規格に基づいた IP コードに基づき、設計、分類されています。ロボットのステッカーをご覧ください。

IEC 60320-1/A1:2007

IEC 60320-1:2015

EN 60320-1/A1:2007 [2006/95/EC]

EN 60320-1:2015

Appliance couplers for household and similar general purposes

Part 1: General requirements

電源入力ケーブルはこの規格に準拠しています。

ISO 9409-1:2004 [Type 50-4-M6]

Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces

Part 1: Plates

UR ロボットのツールフランジは、この規格のタイプ 50-4-M6 に準拠しています。同様にロボットのツールも、適切なフィッティングを確実にするため、この規格に基づいて構築されています。

ISO 13732-1:2006

EN ISO 13732-1:2008 [2006/42/EC]

Ergonomics of the thermal environment – Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces

Part 1: Hot surfaces

UR ロボットの表面温度は、この規格の定義する人間工学上の限界未満で維持されるように設計されています。

IEC 61140/A1:2004

EN 61140/A1:2006 [2006/95/EC]

Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment

UR ロボットは、感電に対する保護を提供するため、この規格に基づき構築されています。保護的なアース（接地）コネクタはハードウェアインストールマニュアルの定義により、義務付けられています。

IEC 60068-2-1:2007

IEC 60068-2-2:2007

IEC 60068-2-27:2008

IEC 60068-2-64:2008

EN 60068-2-1:2007

EN 60068-2-2:2007

EN 60068-2-27:2009

EN 60068-2-64:2008

Environmental testing

Part 2-1: Tests - Test A: Cold

Part 2-2: Tests - Test B: Dry heat

Part 2-27: Tests - Test Ea and guidance: Shock

Part 2-64: Tests - Test Fh: Vibration, broadband random and guidance

UR ロボットは、これらの規格が定義するテスト手法に基づき、テストされています。

IEC 61784-3:2010**EN 61784-3:2010 [SIL 2]**

Industrial communication networks – Profiles

Part 3: Functional safety fieldbuses – General rules and profile definitions

この規格は、安全関連通信バスの要件を定義します。

IEC 60204-1/A1:2008**EN 60204-1/A1:2009 [2006/42/EC]**

Safety of machinery – Electrical equipment of machines

Part 1: General requirements

この規格の一般原則が適用されています。

IEC 60664-1:2007**IEC 60664-5:2007****EN 60664-1:2007 [2006/95/EC]****EN 60664-5:2007**

Insulation coordination for equipment within low-voltage systems

Part 1: Principles, requirements and tests

Part 5: Comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm

UR ロボットの電気回路は、この規格に基づき設計されています。

D 技術仕様

ロボットのタイプ	UR5e
重量	20.7 kg / 45.7 lb
最大有効荷重	5 kg / 11 lb (4.4)
到達範囲	850 mm / 33.5 in
ジョイント範囲	± 全ジョイントは 360°
速度	ジョイント：最大 180°/s。 ツール：約 1 m/s / 約 39.4 in/s。
システムアップデート頻度	500 Hz
カトルクセンサ精度	4 N
姿勢再現性	± 0.03 mm / ± 0.0011 in (1.1 mils) per ISO 9283
フットプリント	Ø149 mm / 5.9 in
自由度	回転ジョイント 6
コントロールボックスのサイズ(W×H×D)	460 mm × 449 mm × 254 mm / 18.2 in × 17.6 in × 10 in
コントロールボックス I/O ポート	デジタル入力 16、デジタル出力 16、アナログ入力 2、アナログ出力 2
ツール I/O ポート	デジタル入力 2、デジタル出力 2、アナログ入力 2
ツールコミュニケーション	RS 485
I/O 電源	コントロールボックスにおける 24 V 2 A
ツール I/O 電源	12 V/24 V 1.5 A (デュアルピン) 1 A (シングルピン)
通信	TCP/IP 1000 Mbit : IEEE 802.3ab, 1000BASE-T Ethernet ソケット、MODBUS TCP & EtherNet/IP アダプタ、Profinet
プログラミング	PolyScope グラフィカルユーザーインターフェース 12" タッチスクリーン
騒音	Robot Arm: Less than 65dB(A) Control Box: Less than 50dB(A)
IP 分類	IP54
クリーンルーム分類	ロボットアーム : ISO クラス 6 コントロールボックス : ISO クラス 6
最大平均電力	570 W
電力消費	典型的なプログラム使用で約 250 W
協働運用	17 種類の最新安全機能。以下に準拠 : EN ISO 13849-1:2008、PLd、Cat.3 と EN ISO 10218-1:2011、条項 5.10.5
素材	アルミニウム、PP プラスチック
温度	ロボットの動作温度範囲はです 0-50 °C
電源	100-240 VAC, 47-440 Hz
配線	ロボットとコントロールボックス間のケーブル (6 m / 236 in) タッチスクリーンとコントロールボックス間のケーブル (4.5 m / 177 in)

E 安全機能表

E.1 表 1

UR e-Series Safety Functions and Safety I/O are PLd, Category 3 (ISO 13849-1), with certification by TÜV NORD (certificate # 44 207 14097610)

Safety Function (SF) Descriptions (see Chapter 2 of manual)

For safety I/O, the resulting safety function including the external device or equipment is determined by the overall architecture and the sum of all PFHds, including the UR robot safety function PFHd.

NOTE: All safety functions are individual safety functions.

If any safety function limit is exceeded, or a fault is detected in a safety function or safety-related part of the control system, the result is a Category 0 stop (immediate removal of power) according to IEC 60204-1.

SF #	Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	What is affected?
1	1, 2, 3, 4 Emergency Stop (according to ISO 13850)	Pressing the Estop PB on the pendant ¹ or the External Estop (if using the Estop Safety Input) results in a Cat 1 stop ³ with power removed from the robot actuators and the tool I/O. <i>CommandError! Bookmark not defined.</i> all joints to stop and upon all joints coming to a monitored standstill state, power is removed. See Stop Time & Stop Distance Safety Functions ⁴ . ONLY USE FOR EMERGENCY PURPOSES , not safeguarding.	Category 1 stop (IEC 60204-1)	---	1.30E-07	Robot <i>including robot tool I/O</i>
2	Safeguard Stop⁴ (Protective Stop according to ISO 10218-1)	This safety function is initiated by an external protective device using safety inputs which will initiate a Cat 2 stop ³ . The tool I/O are unaffected by the safeguard stop. Various configuration are provided. See the Stop Time and Stop Distance Safety Functions ⁴ . <i>For the functional safety of the complete integrated safety function, add the PFHd of the external protective device to the PFHd of the Safeguard Stop.</i>	Category 2 stop (IEC 60204-1) SS2 stop (as described in IEC 61800-5-2)	---	1.20E-07	Robot
3	Joint Position Limit (soft axis limiting)	Sets upper and lower limits for the allowed joint positions. Stopping time and distance is not a considered as the limit(s) will not be violated. Each joint can have its own limits. <i>Directly limits the set of allowed joint positions that the joints can move within. It is set in the safety part of the User Interface. It is a means of safety-rated soft axis limiting & space limiting, according to ISO 10218-1:2011, 5.12.3.</i>	Will not allow motion to exceed any limit settings. Speed could be reduced so motion will not exceed any limit. A protective stop will be initiated to prevent exceeding any limit.	5 °	1.20E-07	Joint (each)

¹ Communications between the Teach Pendant, controller & within the robot (between joints) are SIL 2 for safety data, per IEC 61784-3.

² Estop validation: the pendant Estop pushbutton is evaluated within the pendant, then communicated*Error! Bookmark not defined.* to the safety controller by SIL2 communications. To validate the pendant Estop functionality, press the Pendant Estop pushbutton and verify that an Estop results. This validates that the Estop is connected within the pendant, functioning as intended, and the pendant is connected to the controller.

³ Stop Categories according to IEC 60204-1 (NFPA79). Only Category 0 and 1 stops are allowed for the Estop.

- Category 0 & 1 result in the removal of drive power, with Cat 0 being IMMEDIATE & Cat 1 being a controlled stop (decelerate then removal). With all UR robots, a Category 1 stop is a controlled stop where power is removed when a monitored standstill state is detected.
- Category 2 is a stop where drive power is NOT removed. Category 2 stops are defined in IEC 60204-1. Descriptions of STO, SS1 and SS2 are in IEC 61800-5-2. With UR robots, a Category 2 stop maintains the trajectory then retains power to the drives after stopping.

⁴ It is recommended to use the UR e-series' Stop Time and Stop Distance Safety Functions. These limits should be used for your application stop time/ safety distance values.

SF #	Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	What is affected?
4	Joint Speed Limit	Sets an upper limit for the joint speed. Each joint can have its own limit. This safety function has the most influence on energy transfer upon contact (clamping or transient). <i>Directly limits the set of allowed joint speeds which the joints are allowed to perform. It is set in the safety setup part of the User Interface.</i> <i>Used to limit fast joint movements, e.g. risks related to singularities.</i>	Will not allow motion to exceed any limit settings. Speed could be reduced so motion will not exceed any limit. A protective stop will be initiated to prevent exceeding any limit.	1.15 °/s	1.20E-07	Joint (each)
	Joint Torque Limit	Exceeding the internal joint torque limit (each joint) results in a Cat 0 stop ³ . This is shown as SF #5 in the Generation 3 (CB3) UR robots. <i>This is not accessible to the user; it is a factory setting. It is NOT shown as a safety function because there are no user settings and no user configuration possibilities.</i>				
5	<i>Called various names</i> Pose Limit Tool Orientation Limit Safety Planes Safety Boundaries	Monitors the TCP Pose (position and orientation) and will prevent exceeding a safety plane or TCP Pose Limit. Multiple pose limits are possible (tool flange, elbow, and up to 2 configurable tool offset points with a radius) Orientation restricted by the deviation from the feature Z direction of the tool flange OR the TCP. <i>This safety function consists of two parts. One is the safety planes for limiting the possible TCP positions. The second is the TCP orientation limit, which is entered as an allowed direction and a tolerance. This provides TCP and wrist inclusion/ exclusion zones due to the safety planes.</i>	Will not allow motion to exceed any limit settings. Speed or torques could be reduced so motion will not exceed any limit.	3 ° 40 mm	1.20E-07	TCP Tool flange Elbow
6	Speed Limit TCP & Elbow	Monitors the TCP and elbow speed to prevent exceeding a speed limit.	A protective stop will be initiated to prevent exceeding any limit.	50 mm/s	1.20E-07	TCP
7	Force Limit (TCP)	The Force Limit is the force exerted by the robot at the TCP (tool center point) and "elbow". The safety function continuously calculates the torques allowed for each joint to stay within the defined force limit for both the TCP & the elbow. The joints control their torque output to stay within the allowed torque range. This means that the forces at the TCP or elbow will stay within the defined force limit. When a monitored stop is initiated by the Force Limit SF, the robot will stop, then "back-off" to a position where the force limit was not exceeded. Then it will stop again.	Will not allow motion to exceed any limit settings.	25 N	1.50E-07	TCP
8	Momentum Limit	The momentum limit is very useful for limiting transient impacts. <i>The Momentum Limit affects the entire robot.</i>		3 kg m/s	1.20E-07	Robot
9	Power Limit	This function monitors the mechanical work (sum of joint torques times joint angular speeds) performed by the robot, which also affects the current to the robot arm as well as the robot speed. This safety function dynamically limits the current/ torque but maintains the speed.	Dynamic limiting of the current/ torque	10 W	1.50E-07	Robot

SF #	Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	What is affected?
New 15	Stopping Time Limit	Real time monitoring of conditions such that the stopping time limit will not be exceeded. Robot speed is limited to ensure that the stop time limit is not exceeded. The control SW continuously calculates the stopping capability of the robot in the given motion. If the time needed to stop the robot is at risk of exceeding the time limit, the speed of motion is reduced to ensure the limit is not exceeded. The safety function performs the same calculation of the stopping time and initiates a cat 0 stop if they are exceeded.	Will not allow the actual stopping time to exceed the limit setting. Causes decrease in speed or a protective stop so as NOT to exceed the limit	50 ms	1.20E-07	Robot
New 16	Stopping Distance Limit	Real time monitoring of conditions such that the stopping distance limit will not be exceeded. Robot speed is limited to ensure that the stop distance limit will not be exceeded. The control SW continuously calculates the stopping capability of the robot in the given motion. If the distance needed to stop the robot is at risk of exceeding the distance limit, the speed of motion is reduced to ensure the limit is not exceeded. The safety function performs the same calculation of the stopping distance and initiates a cat 0 stop if they are exceeded.	Will not allow the actual stopping time to exceed the limit setting. Causes decrease in speed or a protective stop so as NOT to exceed the limit	40 mm	1.20E-07	Robot
New 17	Safe Home Position	Safety function which monitors a safety rated output, such that it ensures that the output can only be activated when the robot is in the configured "safe home position". A cat 0 stop is initiated if the output is activated when the robot is not in the configured position.	The "safe home output" can only be activated when the robot is in the configured "safe home position"	1.7 °	1.20E-7	External connection to logic &/or equipment
10	UR Robot Estop Output	When configured for Estop output and there is an Estop condition (see SF1), the dual outputs are LOW. If there is no Estop condition, dual outputs are high. Pulses are not used but they are tolerated. <i>For the integrated functional safety rating with an external Estop device, add the PFHd of the UR Estop function (SF0 or SF1) to the PFHd of the external logic (if any) and its components (e.g. Estop pushbutton).⁵</i> <i>For the Estop Output, validation is performed at the external equipment, as the UR output is an input to this external equipment.</i>			4.70E-08	External connection to logic &/or equipment
11	UR Robot Moving: Digital Output	Whenever the robot is moving (motion underway), the dual digital outputs are LOW. Outputs are HIGH when no movement. <i>The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.</i>			1.20E-07	External connection to logic &/or equipment

⁵ Estop validation: the pendant Estop pushbutton is evaluated within the pendant, then communicated to the safety controller by SIL2 communications.

To validate the pendant Estop function, press the Pendant Estop pushbutton and verify that an Estop results. This validates that the Estop is connected within the pendant, functioning as intended, and the pendant is connected to the controller. The connection from the pendant to the safety controller is by safety communications according to SIL 2.

SF #	Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	What is affected?
12	UR Robot Not stopping: Digital Output	Whenever the robot is STOPPING (in process of stopping or in a stand-still condition) the dual digital outputs are HIGH. When outputs are LOW, robot is NOT in the process or stopping and NOT in a stand-still condition. <i>The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.</i>			1.20E-07	External connection to logic &/or equipment
13	UR Robot Reduced Mode: Digital Output	Whenever the robot is in reduced mode (or reduced mode is initiated), the dual digital outputs are LOW. See below. <i>The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.</i>			1.20E-07	External connection to logic &/or equipment
14	UR Robot Not Reduced Mode: Digital Output	Whenever the robot is NOT in reduced mode (or the reduced mode is not initiated), the dual digital outputs are LOW. <i>The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.</i>			1.20E-07	External connection to logic &/or equipment
—	Reduced Mode SF settings change	Reduced Mode can be initiated by a safety plane/ boundary (starts when at 2cm of the plane and reduced mode settings are achieved within 2cm of the plane) or by use of an input to initiate (will achieve reduced settings within 500ms). When the external connections are Low, Reduced Mode is initiated. Reduced Mode means that ALL reduced mode limits are ACTIVE. <i>Reduced mode is not a safety function, rather it is a state affecting the settings of the following safety function limits: joint position, joint speed, TCP pose limit, TCP speed, TCP force, momentum, power, stopping time, and stopping distance.</i>			PFHd is either 1.20E-07 or 1.50E-07 depending on the safety function	Robot
—	Safeguard Reset	When configured for Safeguard Reset and the external connections transition from low to high, the safeguard stop RESETS. Safety input to initiate a reset of safeguard stop safety function.			Input to SF2 See SF2	Robot

SF #	Safety Function	Description	What happens?	Tolerance	PFHd	What is affected?
—	3 Position Enabling Device INPUT	When the external Enabling Device connections are Low, a Safeguard Stop (SF2) is initiated. <i>Recommendation: Use with a mode switch as a safety input. If a mode switch is not used and connected to the safety inputs, then the robot mode will be determined by the User Interface. If the User Interface is in</i> “run mode”, the enabling device will not be active. “programming mode”, the enabling device will be active. It is possible to use password protection for changing the mode by the User Interface.			Input to SF2 See SF2 safeguard stop	Robot
—	Mode switch INPUT	When the external connections are Low, Operation Mode (running/ automatic operation in automatic mode) is in effect. When High, mode is programming/ teach. <i>Recommendation: Use with a 3-position enabling device. When in teach/program, initially the TCP speed will be limited to 250mm/s. The speed can manually be increased by using the pendant user interface “speed-slider”, but upon activation of the enabling device, the speed limitation will reset to 250mm/s.</i>			Input to SF2 See SF2 safeguard stop	Robot

Global safety standards for all industrial robots⁶

ISO 10218-1: Manufacturer of robots
 ISO 13849-1 & -2: Provides safety requirements and guidance on the principles for the design and integration of safety-related parts of control systems (SRP/CS), including safety software.

Global safety requirements for robot systems

ISO 10218-2: Integrator of robot systems

A risk assessment is mandatory for the robot system because it is a completed machine. A risk assessment is the overall process comprising a risk analysis and a risk evaluation. This means identifying all risks and reducing these risks to an acceptable level (See ISO 12100).

ISO 13849-1 & -2: Safety-related parts of control systems

ISO/TS 15066 is NOT a standard; it is a Technical Specification with additional guidance and requirements for collaborative applications. An informative annex includes a research study on pain thresholds. It has been adopted by various countries including in Europe. USA adopted it as a technical report (RIA TR R15.606).

Global acceptance of ISO 10218-1 and ISO 10218-2

ISO 10218-1, -2 have been adopted as key safety standards for industrial robots by many countries including:

- Europe: Harmonized, shown as **EN ISO** 10218-1 & -2
- USA: National adoption as ANSI/RIA R15.06
- Canada: National adoption as CAN/CSA Z434
- Japan: National adoption as JIS B 8433-1
- Republic of Korea: National adoption as KS B ISO 10218-1/-2

Regulations about machine safety in EU countries

All machines installed within EU shall comply with the essential health and safety requirements listed in ANNEX I of the Machinery Directive (MD) 2006/42/EC.

It is not required to comply with any standard, however, ISO 10218-1, ISO 10218-2 and ISO 13849-1 are harmonized under the MD.

Harmonized standards have an "EN" prefix, e.g. EN ISO 10218.

Complying with a harmonized standard provides a presumption of conformity with the relevant MD essential requirements.

For a completed machine (robot system), the following is required:

- A risk assessment of the intended use(s);
- Instructions for use;
- A CE Declaration of Conformity (DOC);
A DOI (Declaration of Incorporation) is provided for incomplete or partial machines. Robots are incomplete machines. A DOI is provided to enable integrators to CE mark their robot system.
- Marking, including the CE mark, on the completed machine (robot system) according to ANNEX III;
- A supplier's "technical file", to be stored for 10 years.

⁶ ISO robot safety standards are developed by ISO TC 299 (Technical Committee 299), with industrial robots handled by WG 3. UR is a very active member of TC299 WG3.

Key safety clauses from ISO 10218-1

§5.10: Robots designed for collaborative operation shall comply with 1 or more of the requirements in §5.10.2 through §5.10.5

§5.10.2 safety-rated monitored stop

A Category 2 stop according to IEC 60204-1, monitored according to functional safety requirements in §5.4.

UR robots: Safeguard Stop safety function fulfills §5.10.2.

§5.10.5 power and force limiting by inherent design or control

Power and force limiting of the robot shall comply with §5.4. If any parameter limit is exceeded, a protective stop shall be issued. Whether an application is collaborative is determined by the application risk assessment. ISO 10218-2 is used for the robot system and robot application – collaborative or non-collaborative.

§5.12.3 safety-rated soft axis and space limiting

Soft limits are software-defined limits to robot motion. Space limiting is used to define any geometric shape which may be used as an inclusionary or exclusionary zone, either limiting robot motion within the defined space, or preventing the robot from entering the defined space.

With UR robots, the following can be used for §5.12.3:

- Safety Boundaries (Planes);
- Joint Position Limits;
- Pose Limits for the tool flange and TCP.
With the e-Series, Pose Limits also include the elbow, and two configurable tool offset points with a radius.

E.2 表 2

UR e-Series robots comply with ISO 10218-1:2011 and the applicable portions of ISO/TS 15066. It is important to note that most of ISO/TS 15066 is directed towards the integrator and not the robot manufacturer. ISO 10218-1:2011, clause 5.10 collaborative operation details 4 collaborative operation techniques as explained below.

It is very important to understand that collaborative operation is of the APPLICATION when in AUTOMATIC mode.

#	ISO 10218-1	Technique	Explanation	UR e-Series
1	Collaborative Operation 2011 edition, clause 5.10.2	Safety-rated monitored stop	Stop condition where position is held at a standstill and is monitored as a safety function. Category 2 stop is permitted to auto reset. In the case of resetting and restarting operation after a safety-rated monitored stop, see ISO 10218-2 and ISO/TS 15066 as resumption shall not cause hazardous conditions.	UR robots' safeguard stop is a safety-rated monitored stop, See SF2 on page 1. <i>It is likely, in the future, that "safety-rated monitored stop" will not be called a form of collaborative operation.</i>
2	Collaborative Operation 2011 edition, clause 5.10.3	Hand-guiding	This is essentially individual and direct personal control while the robot is in automatic mode. Hand guiding equipment shall be located close to the end-effector and shall have: • an Emergency Stop pushbutton; and • a 3-position enabling device; and • a safety-rated monitored stop function; and • a settable safety-rated monitored speed function.	UR robots do not provide hand-guiding for collaborative operation. Hand-guided teach (free drive) is provided with UR robots but this is for programming in manual mode and not for collaborative operation in automatic mode.
3	Collaborative Operation 2011 edition, clause 5.10.4	Speed & separation monitoring (SSM) safety functions	SSM is the robot maintaining a separation distance from any operator (human). This is done by monitoring of the distance between the robot system and intrusions to ensure that the MINIMUM PROTECTIVE DISTANCE is assured. Presently, this is accomplished using Sensitive Protective Equipment (SPE), where typically a safety laser scanner detects intrusion(s) towards the robot system and causing 1) dynamic changing of the parameters for the limiting safety functions; or 2) a safety-rated monitored stop condition. Upon detection of the intrusion exiting the protective device's detection zone, the robot is permitted to a) resume the "higher" normal safety function limits in the case of 1) above; b) resume operation in the case of 2) above. In the case of 2) b) restarting operation after a safety-rated monitored stop, see ISO 10218-2 and ISO/TS 15066 for requirements.	To facilitate SSM, UR robots have the capability of switching between two sets of parameters for safety functions with configurable limits (normal and reduced). See Reduced Mode on page 4. Normal operation can be when no intrusion is detected. It can also be caused by safety planes/ safety boundaries. Multiple safety zones can be readily used with UR robots. For example, one safety zone can be used for "reduced settings" and another zone boundary is used as a safeguard stop input to the UR robot. Reduced limits can also include a reduced setting for the stop time and stop distance limits – to reduce the work area and floorspace.
4	Collaborative Operation 2011 edition, clause 5.10.5	Power and force limiting (PFL) by inherent design or control	How to accomplish PFL is left to the robot manufacturer. The robot design and/or safety functions will limit the energy transfer from the robot to a person. If any parameter limit is exceeded, a protective stop happens. PFL applications require considering the ROBOT APPLICATION (including the end-effector and workpiece(s)), so that any contact will not cause injury. The study performed evaluated pressures to the ONSET of pain, not injury. See Annex A. See ISO/TR 20218-1 End-effectors	UR robots are power and force limiting robots that were specifically designed to enable collaborative applications where the robot could contact a person and cause no injury. UR robots have safety functions that can be used to limit motion, speed, momentum, force, power and more of the robot. These safety functions are used in the robot application to thereby lessen pressures and forces caused by the end-effector and workpiece(s).

FAQs

Do UR robots comply with ISO 10218-1 (EN ISO 10218-1)?	Yes, both Generation 3 (CB3) and e-Series are certified to comply with EN ISO 10218-1. Often the below questions are asked about UR robots and clauses of EN ISO 10218-1. §5.7.1: Mode selector which can be locked in each position. <i>Automatic and manual mode are usability features and not safety functions for UR robots. Mode locking does not contribute to risk reduction for UR robots because the safeguard stop and all safety functions are operational in all modes. If the INTEGRATION risk assessment determines a mode selector is needed, it can be added and integrated as "mode selector" inputs to the UR safety controller.</i> §5.7.3 and §5.8.3: Manual control of the robot from inside the safeguarded space shall be performed with a reduced speed with an enabling device... <i>UR does not know if there will be a safeguarded space or if programming will take place within the safeguarded space of a non-collaborative application. When PFL robots are integrated into collaborative applications, an enabling device might not be required according to ISO/TS 15066.</i> <i>If the INTEGRATION risk assessment determines that an enabling device is needed for risk reduction, it can be added and integrated as inputs to the UR safety controller.</i> §5.12.1: Limiting motion by mechanical stops for axis 1 and comply with §5.12.2 or §5.12.3. <i>UR robots provide axis limiting capabilities completely by §5.12.3 safety-rated soft axis and space limiting safety functions. Soft axis and space limiting is an acceptable alternate to mechanical stops, as it achieves the same goal.</i>
	UR Robots have been certified to comply with both ISO 10218-1 and ISO 13849. UR robots comply with the optional collaborative operation requirements of §5.10.2 safety-rated monitored stop, §5.10.5 power and force limiting, and §5.12.3 safety-rated soft axis and space limiting. Power and force limiting safety functions enable collaborative applications where contact with people is permitted when contact pressure/forces are acceptable. The robot application determines whether it is collaborative according to the risk assessment. If the application integrates a protective device, e.g. safety laser scanner, with the UR Robot, the application can be a collaborative application according to "Speed and Separation Monitoring".
What is ISO/TS 15066:2016, Technical Specification on Collaborative Robots?	ISO/TS 15066 is a Technical Specification with guidance for collaborative applications to aid integrators. It also includes a research study's results on pain thresholds which can be used for verifying a collaborative (contact permitted) application. Pain thresholds are acknowledged to be more conservative than injury thresholds. Typical workplace safety standards and regulations require an injury-free, not a pain-free workplace.
What is ISO 13849? ⁷	ISO 13849-1: provides safety requirements and guidance on the principles for the design and integration of safety-related parts of control systems (SRP/CS), including the design of software. Functional safety performance is expressed as a PFHd (Probability of dangerous failure per hour). ISO 13849-2: specifies the procedures and conditions for the validation by analysis and testing of the specified safety functions, the category and the performance level of the safety function & SRP/CS according to ISO 13849-1.
What is a stop category? See IEC 60204-1	"Stop Category" is a classification of how a stop operates. It is described in IEC 60204-1 (NFPA79): — Stop Category 0: A stop by immediate removal of power <to the robot/ robot system>. It is an uncontrolled stop, where the <robot/ robot system> can deviate from the programmed path. — Stop Category 1: A stop with power available to the <robot/ robot system> to achieve the stop <decelerate> and then power is removed after the stop is achieved. It is a controlled stop, where the <robot/ robot system> continues along the programmed path. Power is removed after the stop. — Stop Category 2: A controlled stop with power available <to the robot/ robot system>. The safety-related control system monitors that position is maintained.
What is "Cat 3" or "Category 3"? See ISO 13849	Here "Category" refers to the architecture used for functional safety as described in ISO 13849. It is one attribute in the determination of a Performance Level (PL). With Category 3 architecture, a single fault will not lead to a loss of the safety function. "Category 3" is often called "dual channel".
What is "PLd" or "Performance Level d"? See ISO 13849	A Performance Level (PL) is a discrete level used to specify the ability of safety-related parts of control systems to perform safety functions under foreseeable conditions. According to ISO 13849, PL=d is highly reliable. PLd is required by ISO 10218 for hazardous robot applications. A PL is described by its PFHd (probability of dangerous failure per hour) where lower mean more reliable (safe) performance.
What is the difference between Emergency stop and Safeguard stop?	Emergency stop functions are to be used for emergencies only. Emergency stop is manually activated by a person pressing the Emergency stop pushbutton. Safeguard stop is used to stop the robot in a safe way, typically triggered by protective devices, e.g. sensitive protective equipment (light curtains, safety scanners), interlocking devices.

⁷ Universal Robots publishes a list of the safety functions associated with both Generation 3 (CB3) and e-Series robots. This describes each safety function including what triggers the safety function, the outcome of the safety function, PL, Category, and PFHd value.

Part II

PolyScope マニュアル

10 はじめに

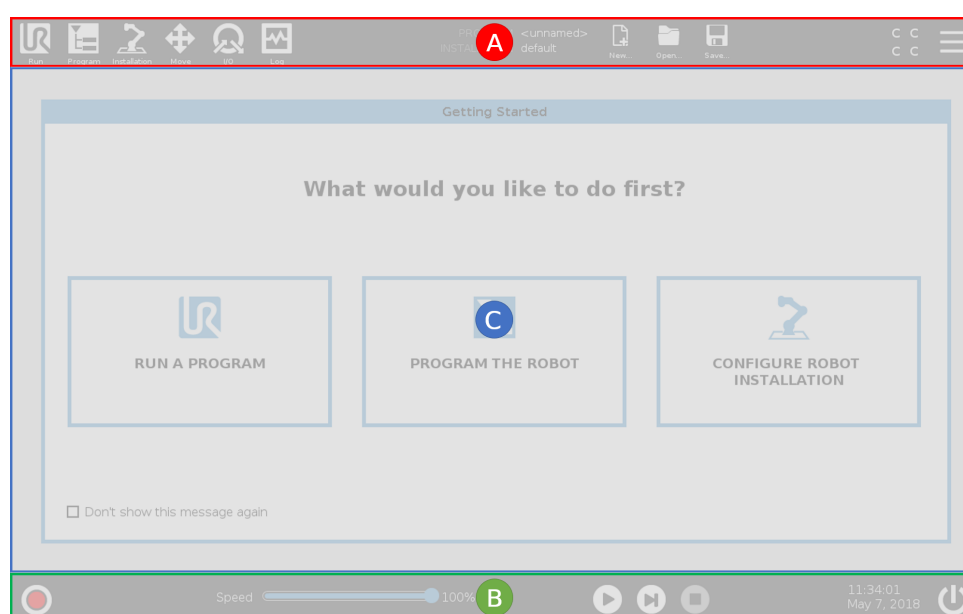
10.1 Polyscope の基本

PolyScopeは、ロボットアームとコントロールボックスを操作する教示ペンダントでのグラフィカルユーザインタフェース (GUI) で、プログラムを実行します。

A : インタラクティブな画面が利用できる、タブ/アイコン付ヘッダー。

B : 読み込んだプログラムを制御する、ボタン付フッター。

C : ロボットの運動を管理しモニタリングする、フィールド付画面。



注：起動時に続行不可のダイアログが表示されることがあります。ロボットを起動するには、初期化画面に移動を選択してください。

10.1.1 ヘッダーアイコン/タブ



実行 実行 は、事前にかかれたプログラムを利用してロボットを運用する、シンプルな手段です。



プログラム プログラム ではロボットプログラムを作成および/または修正します。



設置設定 設置設定 構成は、ロボットアーム設定や、取り付けや安全性に関するものなどの外部設備で構成されています。



移動 移動 で、ロボットの動きを管理および/または調整します。



I/O では、ロボットコントロールボックスが送受信する入力/出力信号をモニターし、設定します。



ログ では、ロボットの状態を示し、警告やエラーメッセージを表示します。



プログラムおよび設置設定マネージャーでは、アクティブなプログラムやインストールを選択し、表示します (参照 20.4)。注：ファイルパス、新規、開くおよび保存ではプログラムおよびインストレーションマネージャーを補完します。



新規... により、新規プログラムまたはインストレーションを作成します。



開く... では、以前に作成し保存したプログラムやインストレーションを開きます。



保存... により、プログラムやインストレーション、あるいはその両方を同時に保存します。

注：自動モードとマニュアルモードのアイコンは、オペレーションモードのパスワードを設定した場合のみ、ヘッダーに表示されます。



自動 は、ロボットが自動の環境を読み込んだことを表示します。タップして、マニュアル環境に切り替えます。



マニュアル は、ロボットがマニュアル環境を読み込んだことを表示します。タップして、自動環境に切り替えます。

注：ローカルモードおよびリモートモードアイコンは、リモート制御が有効となっている場合のみアクセスできるようになります。



ローカル は、ロボットを近くで制御できることを示します。タップして、リモート制御に切り替えます。ローカルモードアイコンにアクセスするには、パスワードの設定が必要です。



リモート は、ロボットを遠隔位置から制御できることを示します。タップして、ローカル制御に切り替えます。



Safety Checksum ではアクティブな安全設定を表示します。



メニューでは PolyScope ヘルプ、バージョン情報および設定にアクセスします。

10.1.2 フッターボタン



初期化でロボットの状態を管理します。RED になっている場合、これを押してロボットをオペレーション状態にします。



スピードスライダは、安全設定に配慮しながら、ロボットアームが動く相対速度をリアルタイムに表示します。



シミュレーションボタンは、シミュレーションモードと実際のロボットとで実行されるプログラムの切り替えを行います。シミュレーションモードを実行しているとき、ロボットアームは動きません。よって、ロボット自体が破損するとか付近の機器と衝突するおそれはありません。ロボットアームがどうなるかよくわからない場合は、シミュレーションモードを使ってプログラムをテストしてみてください。



マニュアル高速は、工具速度が一時的に 250mm/秒を超えることができるようにします。このホールドトウラン機能は、3 位置位置有効化デバイスが構成されていてマニュアルモードになっている時のみ利用可能です。



Play は最近ロードされたロボットを開始します。



ステップにより Program をシングルステップで実行することができます。



停止により最近ロードされたロボット Program を停止します。

10.2 スタートアップ画面



プログラムを実行する、ロボットをプログラムするまたはロボット設置設定を構成する。

11 クイックスタート

11.1 ロボットアームの基本

Universal Robot アームは、パイプ材とジョイントから構成されています。PolyScope は、ロボットを移動させ、そのツールを希望通りに位置付けることで、ベースのすぐ上と下の部分を除き、これらのジョイントの運動を調整するために使用します。

ベース はロボットを据え付ける場所です。

ショルダーとエルボー より大きな動作をします。

リスト **1**、**2** はより細かな動作をします。

リスト **3** ロボットツールを取り付ける場所です。



注:

最初にロボットに電源を入れる前に、指定された UR ロボットのインテグレーターは以下を行う必要があります:

1. ハードウェアインストールマニュアルを読み、記載された安全情報を理解します。
2. リスクアセスメントで定義された安全構成パラメーターを設定します。(13の章を参照)。

11.1.1 ロボットアームとコントロールボックスの設置設定

ロボットアームとコントロールボックスが設置設定され、スイッチがオンになると、PolyScope を使うことができます。

1. ロボットアームとコントロールボックスを開梱します。
2. ベースジョイントの少なくとも 10 倍のフルトルクと、ロボットアームの少なくとも 5 倍の重さに耐える十分に強い頑丈な表面上でロボットアームを据え付けます。据え付け面は、振動がないようにしてください。
3. コントロールボックスに脚部を据え付けます。
4. ケーブルをロボットとコントロールボックスに接続します。
5. コントロールボックスのメインのプラグに差し込みます。



注意:

作業時の注意。ロボットを強固な表面に安全に設置しないと、ロボットが落下して、怪我の原因になります。

設置設定の詳細な指示についてはハードウェアインストールマニュアルを参照してください。

11.1.2 コントロールボックスのオン/オフ切り替え

コントロールボックスは主にロボットアーム、教示ペンダント、周辺機器を接続する物理的な電子入力/出力があります。コントロールボックスをオンにして、ロボットアームに電源を送ることができます。

1. ティーチペンダントの電源ボタンを押して、コントロールボックスの電源を入れます。
2. オペレーティングシステムのテキストが表示され、その後ボタンが画面に表示されるのを待ってください。
3. 進めませんダイアログが表示されたら、初期化画面へ進むを選択して初期化画面にアクセスします。

11.1.3 ロボットアームのオンとオフ切り替え

画面の左下で、初期化アイコンが以下の色を利用してロボットの状態を表示します。

- ・ レッドロボットアームがが停止状態です。
- ・ イエロー ロボットアームがオンですが、通常作動の準備ができていません。
- ・ グリーンロボットアームがオンであり、通常作動の準備が完了しています。



注：ロボットアームの起動では、ジョイントのブレーキが解除されるため、若干の音と移動が伴います。

11.1.4 ロボットアームの初期化



注意:

ロボットアームを起動する前に、実際の有効荷重と設置設定が正しいことを必ず確認してください。これらの設定が正しくない場合、ロボットアームとコントロールボックスが正常に作動せず、周囲の要員や機器に危険を及ぼすことがあります。



注意:

ロボットアームが物体（テーブルなど）に触れないようにしてください。ロボットアームと物体間で衝突が発生してジョイントギアボックスが損傷することがあります。

ロボットを動かすには：

1. ON ボタンをタップして緑色の LED が点灯すると、初期化プロセスが始まります。その後、LED はイエローに代わり、電源がオンになっておりアイドル状態であることを示します。
 2. 開始ボタンをタップして、ブレーキを開放します。
 3. OFF ボタンを押すと、レッドの LED が点灯して、ロボットアームの電源が落ちます。
- PolyScope が開始されたら、ON ボタンを一度押してロボットアームに電源を入れます。その後、イエローにステータスが変ったら、ロボットがオンになってアイドル状態であることを示します。アイドル
 - ロボットアームの状態が待機状態のときは、START ボタンをタップするとロボットアームが始動します。この時点で、センサーデータをロボットアームの構成された据え付けに対してチェックします。不一致が見つかったら（許容差は 30°）、ボタンが無効化され、エラーメッセージがその下に表示されます。取り付けが確認されると、開始をタップしてすべてのジョイントブレーキを開放しロボットアームが通常動作の準備が完了します。

11.2 クイックシステム起動

PolyScopeを使用する前に、ロボットアームとコントロールボックスが正確にインストールされていることを確認します。

1. ティーチペンダントで、非常停止ボタンを押します。
2. ティーチペンダントで電源ボタンを押し、システムを起動させると、**PolyScope** でテキストが表示されます。
3. タッチスクリーン上にポップアップが開き、システムの準備が完了し、ロボットが起動する必要があることを示します。
4. ポップアップダイアログで、初期化画面に移動にタップし、初期化画面にアクセスします。
5. ロボットの状態を非常停止から電源オフに変更するため、非常停止ボタンをロック解除します。
6. ロボットが到達しない範囲（作業空間外）に立つようにしてください。
7. ロボットの状態がアイドルになるように、ロボット初期化画面で、オンボタンを押します。
8. ペイロードフィールド内のアクティブペイロードで、ペイロード量を確認します。ロボットフィールドでも取付位置が正しいか確認できます。
9. 開始ボタンを押し、ロボットのブレーキシステムを解放します。注：ロボットが振動し、プログラミングの準備ができたことを示すクリック音が鳴ります



注:

www.universal-robots.com/academy/の Universal Robots Academy でロボットのプログラミング方法を学習することができます

11.3 最初のプログラム

プログラムとは、ロボットに何をすべきかを伝える指令のリストのことです。ほとんどのタスクでは、プログラミングは、PolyScope を使って総合的に行います。ロボットアームに一連のウェイポイント を使って移動する方法を教え、ロボットアームが追従するパスをセットアップします。

移動タブ (17 参照) を使用してロボットアームを希望のポジションに動かすか、またはティーチペンダントの上部のフリードライブボタンを

長押ししながら、ロボットアームを引き寄せることでポジションを教示します。ロボットのパスの特定の点で他の機械に I/O 信号を送るプログラムを作成して、変数や I/O 信号に基づいて、**if...then** やループなどのコマンドを実行することができます。

以下はロボットアームの 2 ウェイポイント間移動を可能にするための単純なプログラムです。

1. PolyScope のヘッダーのファイルパスで、新規... をタップしプログラムを選択します。
2. 基本設定でウェイポイントをタップしてプログラムツリーにウェイポイントを追加します。デフォルトの MoveJ もプログラムツリーに追加されます。
3. 新規ウェイポイントを選択肢、コマンドタブでウェイポイントをタップします。
4. 移動ツール画面で移動矢印を押してロボットアームを移動させます。
ロボットアームは、フリードライブボタンを押したままロボットアームを希望のポジションまで引き寄せることによって移動可能です。
5. ロボットアームのポジションが決まったところで **OK** を押すと、新規ウェイポイントがウェイポイント _1 として表示されます。
6. ステップ 2 ~ 5 に従ってウェイポイント _2 を作成します。
7. ウェイポイント _2 を選択肢、上方向移動矢印がウェイポイント _1 の上に来るまで押し続けて、移動順序を変更します。
8. 離れて立って非常停止ボタンに指を掛けたまま、PolyScope フッターで **Play** ボタンを押してロボットアームをウェイポイント _1 および _2 の 2 地点間を移動させます。
おめでとうございます！これで、ロボットアームを定められた 2 つのウェイポイント間で動かす最初のロボットプログラムを作成できました。



注:

1. ロボットに損傷を与える可能性があるため、ロボットをそれ自体や他の物体に対して駆動しないでください。
2. これは、UR ロボットを使うのがいかに簡単化を示すクイックスタートガイドです。危険のない環境で慎重に使用することを想定しています。デフォルト値より速度や加速度を上げないでください。ロボットを作動させる前に必ずリスクアセスメントを実施してください。



警告:

頭部と胴部をロボットの到達範囲（作業空間）内に入れないでください。指が挟まれるような場所に指を入れないでください。

11.4 ロボット登録および URCap ライセンスファイル

リモート TCP URCap を使用する前に、ロボットを登録し、URCap ライセンスファイルをダウンロードしてインストールします (15.8を参照)。

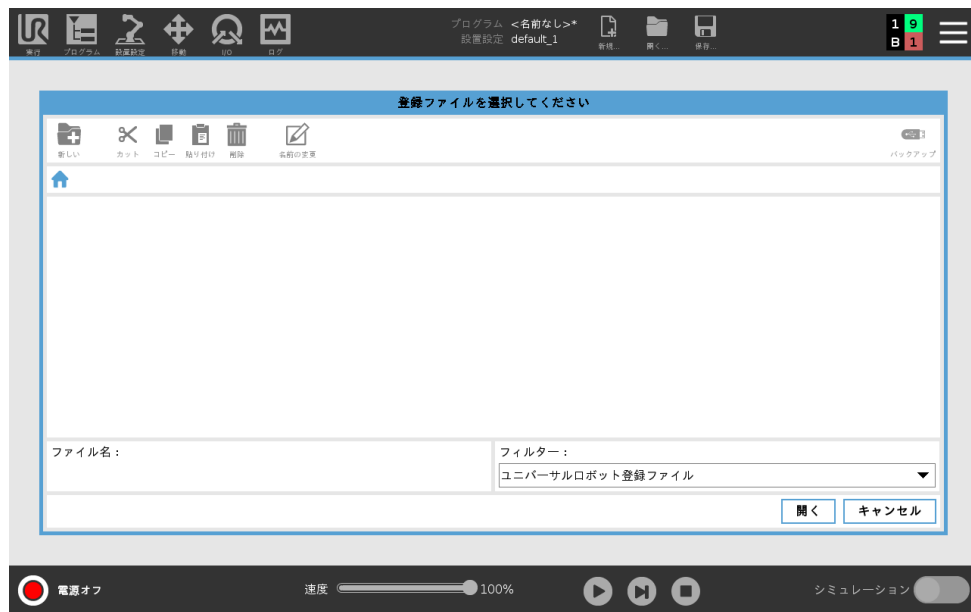


現在の画面からロボットを登録する

1. ヘッダーで、メニュー をタップして、設定を選択します。
2. 左側のメニューの システム をタップして、ロボット登録を選択して、設定画面を表示させます。
3. ロボットを登録する画面でステップ 1 および 2 に従います。

URCAP ライセンスファイルのダウンロード

1. オンラインで必須フィールドに入力して、お使いの PC にライセンスファイルをダウンロードします。
2. ライセンスを USB にコピーして、ティーチペンダントへそれを接続します。
3. 設定画面のステップ 3 で、ファイルのロードをタップして、登録ファイルの選択画面を開きます。
4. このリストで、内容を表示する USB を選択して、ライセンスファイルへ移動します。
5. **license.p7b** を選択して、開くをタップしロボットの登録を確認します。
6. 左下で、終了をタップします。



ロボットの登録解除

ロボットがオーナーを変更すると、新規ライセンスが必要になります。この場合、ロボットをまず登録解除する必要があります。

1. ヘッダーで、メニュー をタップして、設定を選択します。
2. 左側のメニューのシステムをタップして、ロボット登録を選択します。
3. 設定画面の右下で、登録解除をタップします。

12 運用モードの選択

12.1 運用モード

3位置イネープリングデバイスを構成、パスワードを設定、運用モード構成可能 I/O の定義を行う際あるいは、ダッシュボードサーバーからも有効となります（12.1を参照）。

自動モード一旦有効化されると、ロボットは事前定義されたタスクのみを実行します。移動タブおよびフリードライブモードは、3位置イネープリングデバイスが構成されていると、利用できません。プログラムやインストールの編集、保存はできません。



警告:

自動モード予防停止は、予防停止の防止機能が自動モードでのみ有効となるよう、自動モードでのみ作動できるようになっています。

マニュアルモード一旦有効化されると、移動タブ、フリードライブモード、スピードスライダーを利用してロボットをプログラムすることができるようになります。プログラムやインストールの編集および保存をすることができます。

運用モード	手動	自動
フリードライブ	x	*
移動タブ上で矢印を使ってロボットを動かします	x	*
スピードスライダー	x	x**
編集 & プログラムの保存 & インストール	x	
プログラムの実行	減速 ***	X
選択したノードからプログラムを起動	x	

*3 イネープリングデバイスが設定されていない場合のみになります

** ポリスコープ設定で実行画面の速度スライダーを有効にすることができます。

*** 3位置イネープリングデバイスが構成されている場合、ロボットはマニュアル高速が起動するまでマニュアル減速で作動します。



注:

- Universal Robots のロボットには 3 位置を有効化するデバイスが実装されていません。リスク評価にデバイスが必要な場合、ロボットの使用前に実装する必要があります。
- 3位置イネープリングデバイスが構成されていない場合、速度はマニュアルモードで減速できません。


警告:

- 自動モードを選択する前に停止中のすべてのセーフガードを復帰する必要があります。
- 可能な場合、予防空間外のすべての人に対して運用のマニュアルモードを適用します。
- 運用モード間で切り替えるのに使用したデバイスは、必ず予防空間外に配置しなければいけません。
- 自動モードセーフガードが構成されていない限り、ユーザーは、ロボットが自動モード状態で予防空間に入ってははいけません。

運用モード選択を構成する方法については続くサブセクションで記載されています。それぞれの方法は排他的です。つまり、1つの方法を使用することはその他2つの方法を無効にすることを意味します。

運用モード安全入力の使用

1. 設置設定タブにて安全 I/O を選択します。
2. 運用モード入力を設定します。構成のオプションは、ドロップダウンメニューに表示されます。
3. 運用モード入力が低い場合、ロボットは自動モードに、高い場合はマニュアルモードになります。


注:

物理的モードセレクターを使用する場合は、ISO 10218-1: 第 5.7.1 項を完全に遵守して選択をする必要があります。

PolyScope の使用

1. パスワードを設定して（21.3.2を参照）運用モード間で切り替えを行います。
2. モードを切り替えるには、ヘッダーでプロフィール・アイコンを選択します。

注：3 位置を有効化するデバイスによる安全 I/O 設定が有効化されると、PolyScope は自動的にマニュアルモードに移行します。

ダッシュボードサーバーの使用

1. ダッシュボードサーバーに接続します。
2. 運用モードの設定コマンドを使用します。
 - 運用モードを自動に設定
 - 運用モードをマニュアルに設定
 - 運用モードをクリア

ダッシュボードサーバーの使用に関する情報については<http://universal-robots.com/support/>を参照してください。

12.2 3 位置イネーブリングデバイス

イネーブリングデバイスが設定されていて、かつ運用モードがマニュアルモードの場合、ロボットは3位置を有効化するデバイスでのみ操作可能になります。3位置イネーブリングデバイスの接続および構成により、自動モード予防停止がアクセス可能となります。

接続された3位置イネーブリングデバイスは、ISO 10218-1: 第 5.8.3 項のイネーブルデバイスに準拠する必要があります。

12.2.1 マニュアル高速

ホールドトウラン機能、マニュアル高速は、工具速度が一時的に 250mm/秒を超えることができますようにします。これは、お使いのロボットがマニュアルモードで3位置イネーブリングデバイスが構成されている場合のみ利用できます。ロボットに3位置イネーブリングデバイスが構成されていればマニュアルモードで予防停止を行います、押下されていないとできません。自動モードとマニュアルモード間の切り替えには、3位置イネーブリングデバイスが完全に解除されてからロボットが動けるように再度押下する必要があります。

注：マニュアル高速を使用している際は、安全ジョイント限界を使うか（13.2.4を参照）安全面を使って（13.2.5を参照）ロボットの移動空間を制限します。

13 安全構成

13.1 安全設定基本

このセクションでは、ロボット安全設定へのアクセス方法を説明しています。これは、ロボットの安全構成を設定するために役立つ項目で構成されています。



注意:

ロボット安全設定を構成する前に、インテグレーターがリスクアセスメントを実行し、ロボット周辺の作業者と装置の安全を保証する必要があります。リスクアセスメントは、ロボットの使用期間全体を通した、すべての作業手順の評価であり、正しい安全構成設定を適用するために行います（ハードウェアインストールマニュアルを参照）。インテグレーターのリスクアセスメントでは、以下を設定してください。

1. インテグレーターは、パスワード保護などにより、権限のない人が安全構成を変更することを防ぐ必要があります。
2. 安全関連機能および特定のロボットアプリケーションのインターフェースの使用と構成（ハードウェアインストールマニュアルを参照）。
3. ロボットアームに最初に電源を入れる前の設定と教示における安全構成設定。
4. 画面とサブタブでアクセスできる全ての安全構成設定。
5. インテグレーターは安全構成設定のすべての変更がリスクアセスメントに従って行われていることを確認する必要があります。

13.1.1 安全構成へのアクセス

注：安全設定はパスワードで保護されており、パスワードが設定され、入力された後でのみ設定できます。

1. PolyScope のヘッダーで設置設定アイコンにタップします。
2. 画面左側のサイドメニューの安全性をタップします。
3. ロボット限界が画面に表示されるが、設定にはアクセスできないことを確認します。
4. 安全パスワードが設定されている場合は、そのパスワードを入力し、ロック解除を押して、設定にアクセスできるようにします。注：安全設定が一旦ロック解除されると、すべての設定がアクティブになります。
5. ロックタブを押すか、安全メニューから移動して、すべての安全項目設定を再度ロックします。



安全システム情報の詳細は、ハードウェア設置設定マニュアルをご覧ください。

13.1.2 安全パスワードの設定

安全構成に含まれる、すべての安全設定を解除するパスワードを設定してください。

注：安全パスワードが適用されていない場合は、設定するように促されます。

1. PolyScope のヘッダー右端の、メニューを押し、設定を選択します。
2. 画面左側の青いメニューでパスワードを押し、安全を選択します。
3. 新しいパスワードに、パスワードを入力します。
4. 次に、新しいパスワードの確認で、同じパスワードを入力し、適用を押します。
5. 青いメニュー左下の終了を押して、前の画面に戻ります。

注：ロックタブを押すと、すべての安全設定を再度ロックすることができます。または、そのまま安全メニュー外の画面に移動することができます。



13.1.3 安全構成の変更

安全構成の設定変更は、インテグレーターが実施したリスクアセスメントを順守する必要があります。（を参照してくださいハードウェアインストールマニュアル）。

推奨手順：

1. 変更がインテグレーターの実施したリスクアセスメントに従っていることを、必ず確認してください。
2. 安全設定を、インテグレーターが実施したリスクアセスメントの定義する、適切なレベルに調整してください。
3. 安全設定が適用されていることを確認してください。
4. オペレーターのマニュアルに以下の文章を挿入してください：

「ロボットの近くで作業を開始する前に、安全構成が期待通りに構成されていることを確認してください。これは例として、PolyScope の右上隅のチェックサムの変化を点検することで検証できます。」

13.1.4 新たな安全構成を適用中

安全構成を変更する間、ロボットの電源は切断されます。適用ボタンを押すまで、変更は実行されません。ロボットは、適用して再起動または変更取り消しするまで、再度電源を入れることはできません。前者では、安全上の理由からポップアップで SI ユニットで表示されるロボットの安全構成を、目視確認することができます。目視確認の終了後、安全構成の確認を行うと、変更が自動的にロボットの現在の設置設定の一部に保存されます。

13.1.5 安全チェックサム



安全チェックサムアイコンでは、適用されているロボット安全設定が表示され、BF4B のように上から下、左から右に読みます。異なるテキストまたは色は、適用された安全構成の変更を表示します。

注：

- 安全チェックサムは、安全機能設定を変更すると変更されます。安全チェックサムは安全設定からのみ生成されているからです。
- 安全チェックサムに反映するためには、安全設定に変更を適用する必要があります。

13.2 安全メニュー設定

このセクションはロボットの安全構成に含まれる、安全メニュー設定を定義します。

13.2.1 ロボット限界

ロボット限界は、ロボットの運動全般を制限します。ロボット限界画面には以下 2 つの構成オプションがあります：工場出荷時プリセットとカスタムです。

1. 工場出荷時プリセットでは、スライダーで事前定義された安全設定を選択できます。この表の値は、最大制限から最小制限の範囲のプリセット値を反映するため、更新されます
注：スライダーの値は、提案に過ぎず、適切なリスクアセスメントを代用するものではありません。



2. カスタムでは、ロボットの機能方法の限界を設定し、関連する許容差をモニタリングします。

動力 は、この環境におけるロボットの最大の機械的作業量を制限します。

注意：この限界は、ロボットの一部の有効荷重に配慮し、環境の有効荷重には配慮しません。

運動量 は、ロボットの最大の運動量を制限します。

停止時間 は、非常停止が有効化された等の場合に、ロボットが停止するまでの最大時間を制限します。

停止距離 は、ロボットツールまたはエルボーが停止中に移動できる最大距離を制限します。



注:

停止時間と距離を制限すると、ロボットの全体的な速度に影響が与えられます。例えば、停止時間が **300 ms** に設定されている場合、ロボットの最大速度が制限され、ロボットが **300 ms** 以内で停止できるようになります。

ツール速度 は、ロボットツールの最大速度を制限します。

ツールフォース は、ロボットツールが固定する際に及ぼす最大フォースを制限します。

エルボー速度 は、ロボットエルボーの最大速度を制限します。

エルボーフォース は、エルボーが環境に及ぼす最大フォースを制限します。

ツール速度とフォースは、ツールフランジ部分とユーザーが定義する2つのツール位置で制限されます。13.2.8を参照してください。



注:

工場出荷時プリセットに戻すと、すべてのロボット限界をデフォルト設定にリセットできます。

13.2.2 安全モード

通常の状況では（例として 予防停止が有効である場合）、安全システムは、以下の安全限界のセットに関連する安全モードで作動します：

標準モードはデフォルトでアクティブな安全モードです

減少モードは、ロボットツールセンターポイント(TCP)がトリガー減少モード平面（13.2.5を参照）を超えた位置にある場合、または構成可能な入力を使用してトリガーされた場合に有効です（13.2.10を参照）

回復モードは、限界セットの安全限界を超えると有効化し、ロボットアームが停止カテゴリ0を実行します。ロボットアームの電源が入った際に、ジョイント位置限界や安全境界など、アクティブな安全限界を超えていた場合、ロボットアームは回復モードで起動します。この方法により、ロボットアームを安全限界内に戻すことができます。回復モードでは、ロボットアームの動作はユーザーがカスタマイズできない固定の限界で制限されます。回復モードの限界について、詳しくはハードウェアインストールマニュアルをご覧ください。



警告:

ジョイント位置、ツール位置とツール方向の限界は、回復モードでは無効になるため、ロボットアームをこれら限界内に戻す時はご注意ください。

ユーザーは、安全構成画面のメニューで、標準モードと減少モードの安全限界のセットを個別に定義することができます。減少モードのツールとジョイントの速度限界と運動量限界は、標準モードの場合よりも限定的である必要があります。

13.2.3 許容差

安全構成では、安全システム限界を指定します。安全システムは入力フィールドから値を受信し、これらの値の違反を検出します。ロボット制御は、保護停止の実行または速度を低下させることによってあらゆる違反を防ぎます。これはつまり、プログラムが限界付近で動くことができない場合があるということを意味します。



警告:

許容差はソフトウェアバージョンによって変わります。ソフトウェアのアップデートにより許容差が変更される場合があります。ソフトウェアバージョンの変更情報については、リリースノートをご覧ください。

13.2.4 ジョイント限界

ジョイント限界は、ジョイント回転位置やジョイント回転速度など、ジョイント空間における個々のロボットジョイントの運動を制限します。ジョイント限界オプションには2種類あります：最大速度と位置範囲。

リスト3のポジション範囲は、デフォルトで無制限となっています。ロボットに取り付けられたケーブルを使う際は、まずリスト3の非制限範囲チェックボックスを無効にしてケーブルの突っ張りや予防停止を回避する必要があります。

1. 最大速度は、各ジョイントの最大角速度を定義します。
2. 位置範囲は、各ジョイントの位置範囲を定義します。減少モードの入力フィールドは、安全面や構成可能な入力トリガーするように設定されていない場合は、無効化されます。この限界は、ロボットの安全定格ソフト軸の限界を有効化します。



13.2.5 平面



注:

面の構成は、完全にフィーチャーに基づきます。安全タブがロック解除されると、ロボットはシャットダウンし、移動できなくなるため、安全構成を編集する前に、すべてのフィーチャーを作成し名前を付けることを推奨します。

安全平面はロボットの作業空間を制限します。ロボットツールとエルボーを制限する安全面は最大 8 個定義できます。各安全面に対しエルボーの運動を制限し、チェックボックスを外すことで無効化することもできます。安全面を構成する前に、ロボットインストールでフィーチャーを定義してください（16.1.4を参照）。このフィーチャーは、安全面の画面に複製し、構成することができます。



警告:

安全面の定義は、ロボットアームの全体的な制限ではなく、定義されたツールの円とエルボーのみを制限します。これは、安全面を指定しても、ロボットアームの他の部分がこの限界に従うという保証にはならないことを意味します。

モード

各面は、以下のアイコンを使用して制限的なモードで構成できます。

無効 この状態では、安全平面は有効ではありません。

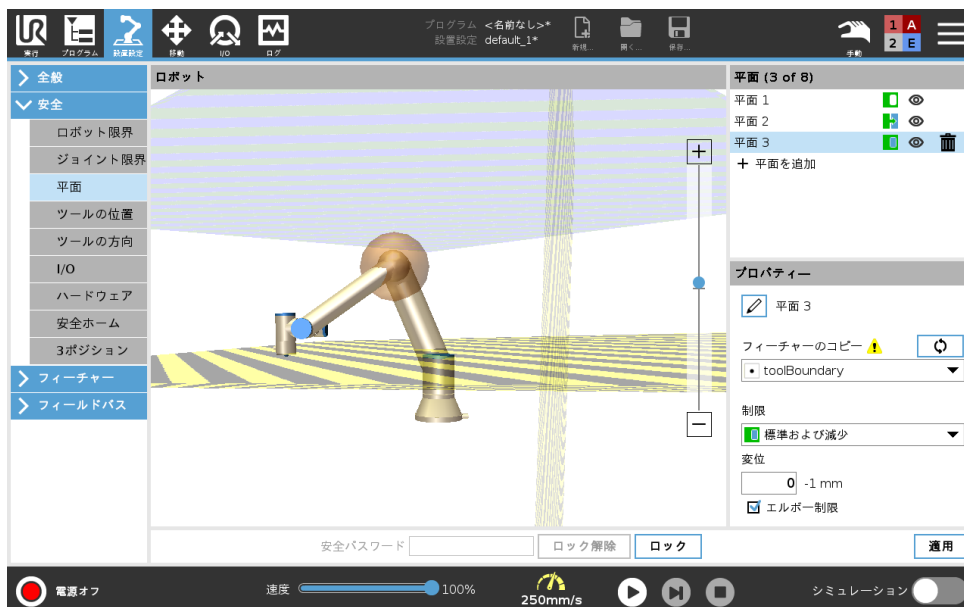
-  **標準** 安全システムが標準モードの場合、標準平面が有効となり、その位置の厳格な限界として作動します。
-  **減少** 安全システムが減少モードの場合、減少モードの平面が有効となり、その位置の厳格な限界として作動します。
-  **標準 & 減少** 安全システムが標準または減少モードのいずれかの場合、標準モードと減少モードの平面が有効となり、その位置の厳格な限界として作動します。
-  **トリガー減少モード** 安全平面は、ロボットツールまたはエルボーがそれを越えた位置にある場合、安全システムを減少モードに切り替えます。
-  **表示** このアイコンを押すと、グラフィックスの枠で安全平面を表示したり非表示することができます。
-  **削除** 作成した安全平面を削除します（注意：ここには取り消し/やり直しのアクションはないため、平面を間違えて削除した場合は再度作成する必要があります）
-  **名前の変更** このアイコンを押すと、平面の名前を変更することができます。

安全面構成

1. PolyScope のヘッダーでインストールをタップします。
2. 画面左側のサイドメニューの安全性をタップし、面を選択します。
3. 画面右側の面フィールドで面を追加をタップします。

- 画面右下のプロパティのフィールドには、名前設定、フィーチャーのコピーと制限があります。注：フィーチャーのコピーでは、未定義とベースのみが利用可能です。未定義を選択することで、構成された安全面をリセットできます

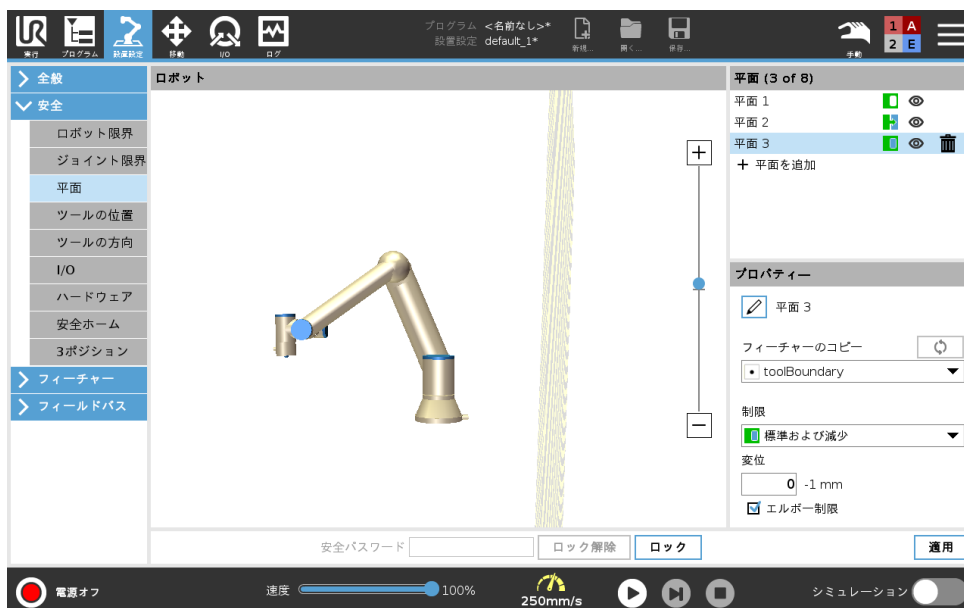
フィーチャーのコピーがフィーチャー画面で変更されると、フィーチャーのコピーテキストの右側に警告アイコンが表示されます。これは、このフィーチャーが同期していないことを意味します。つまり、このプロパティカードの情報は、更新されておらず、このフィーチャーの変更が反映されていません。



エルボー

エルボー制限を有効化すると、ロボットのエルボージョイントが定義した平面を通過することを防止できます。エルボー制限を無効化するとエルボーが面を通過します。

カラーコード



グレー 平面は構成されていますが無効です (A)

黄色 & 黒 標準平面 (B)

青 & 緑 トリガー平面 (C)

黒い矢印 ツールとエルボーが乗る面の側 (標準面)

緑色の矢印 ツールとエルボーが乗る面の側 (トリガー面)

灰色の矢印 ツールとエルボーが乗る面の側 (無効化された面)

13.2.6 フリードライブ

フリードライブは、ロボットアームを希望する位置やポーズにマニュアルで引き込めるようにします。ブレーキが解除されるため、ジョイントがわずかな抵抗で動きます。ロボットアームをマニュアルで移動している間、フリードライブモードになります (12.1を参照)。フリードライブモードにあるロボットアームは、予め定義された境界および面に向かい (13.2.5を参照)、抵抗が大きくなります。このため、ロボットを位置に引き込むのが重く感じられます。以下の方法でフリードライブを有効にできます。

- フリードライブボタンを使う
- I/O 操作を使う (16.1.4を参照)
- 移動タブ画面にあるフリードライブボタンを使う (17.2を参照)

フリードライブボタンを使う

1. 教示ペンダントについているフリードライブボタンを長押しします。
2. 希望する通りにロボットアームを動かします。

13.2.7 後退動作

ロボットアームの初期化中、ロボットのブレーキが解除された際に多少の振動が起きる場合があります。こうした振動はロボットが衝突しそうな場合などに望ましくありません。その場合、後退機能を使用すると、ロボットアームのブレーキすべてを解除することなく、指定のジョイントを強制的に好ましい位置まで動かすことができます。

後退の有効化

1. 初期化画面で、**ON** にタップし、電源シーケンスを起動します。
2. ロボットがアイドル状態のときは、フリードライブボタンを長押しします。ロボットの状態が後退に変わります。
3. ブレーキは、大きな圧力がかかったジョイントのみ解除されます。フリードライブボタンがかかっているもしくは押下されている限りです。後退機能を使用している間、ロボットアームの動きは重く感じられます。

13.2.8 ツール位置

ツール位置画面は、ロボットアームの端部に配置されたツールやアクセサリーのより制御された制限を可能にします。

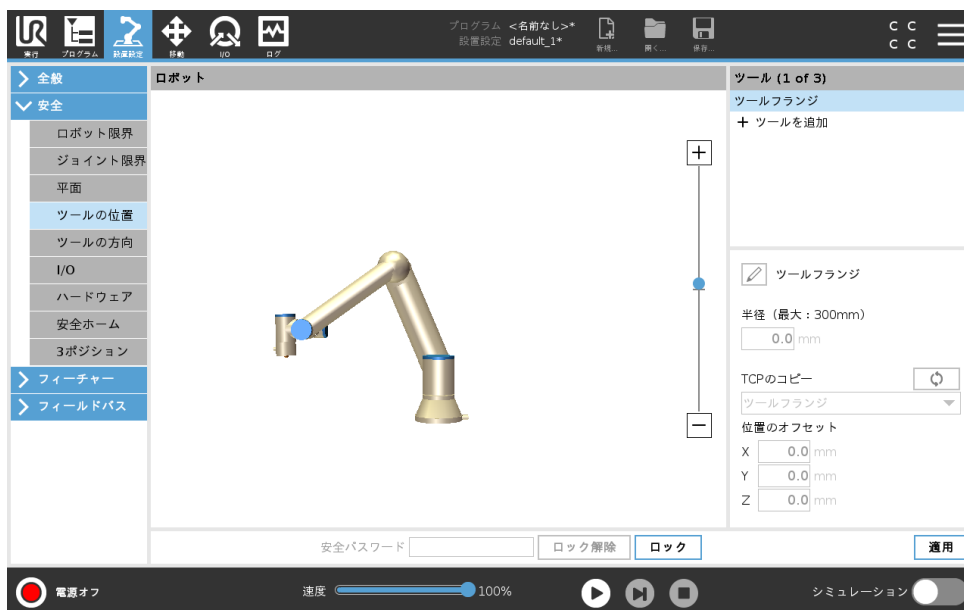
ロボットでは、変更を視覚化することができます。

ツールでは、最大 2 個のツールを定義し構成することができます。

ツール **_1** は、 $x=0.0$ 、 $y=0.0$ 、 $z=0.0$ 、半径 $=0.0$ で定義されたデフォルトのツールになります。これらの値は、ロボットのツールフランジを示しています。

注：

- TCP のコピーで、ツールフランジを選択し、ツールの値を 0 に戻すこともできます。
- デフォルトの球はツールフランジで定義されます。



ユーザーが定義したツールでは、ユーザーは以下の変更を行うことができます：

半径でツールの球の半径を変更できます。この半径は、安全面を使用する時に考慮されます。

球の点が減少モードのトリガー平面を通過すると、ロボットは減少モードに切り替えます。安全システムは円上のすべての点が安全面を通過するのを防止します（13.2.5を参照）。

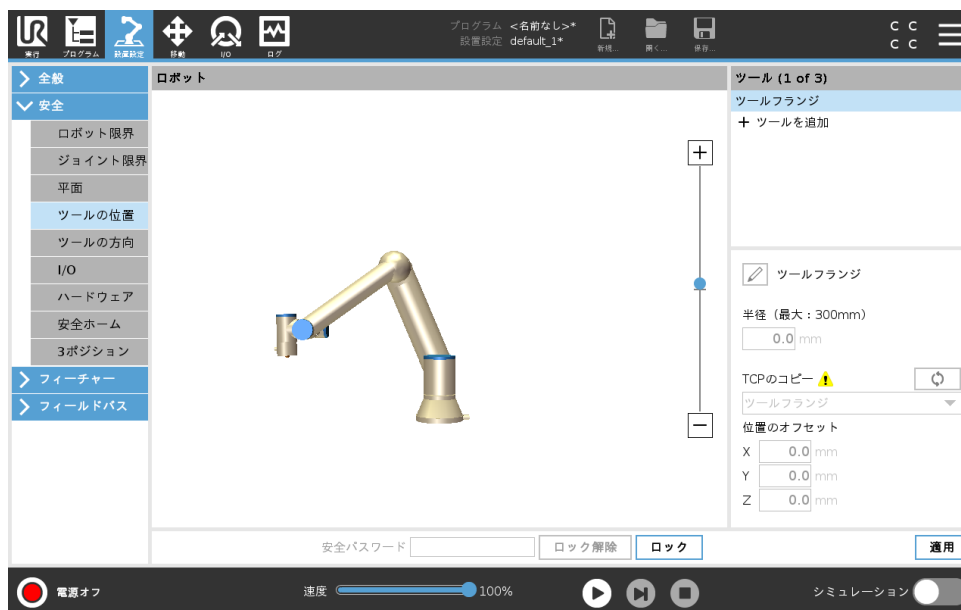
位置でロボットのツールフランジに対するツールの位置を変更します。この位置は、ツール速度、ツールフォース、停止距離、安全面に関する安全機能のため考慮されます。

ツールセンターポイントを新たなツール位置を定義するための基本として使用することができます。ツール位置メニューの TCP のコピードロップダウンリストで、TCP 画面の一般メニューで定義された既存の TCP のコピーにアクセスできます。

位置の編集入力フィールドで、値を編集または調整する時、ドロップダウンメニューの TCP の名前がカスタムに変わり、コピーされた TCP と実際の限界入力の違いが表示されます。元の TCP はドロップダウンリストで依然として利用可能であり、元の位置に値を戻す際に再度選択できます。TCP のコピードロップダウンメニューの選択は、ツール名に影響を与えません。ツール位置画面の変更を適用した後、コピーされた TCP を TCP 構成画面で変更しようとする時、警告アイコンが TCP のコピーテキストの右側に表示されます。これは、この TCP が同期していないことを意味します。つまり、このプロパティフィールドの情報は、更新されておらず、TCP の変更が反映されていない可能性があります。この TCP は、同期アイコンを押すと同期することができます（16.1.1を参照）。

注意：TCP はツールを定義し使用するために同期する必要はありません。

ツール名の横に表示されるペンシルタブを押すとツールの名前を変更できます。半径は 0-300 mm の許容範囲で指定できます。半径のサイズによって、点または円によってグラフィックスの枠に限界が表示されます。



13.2.9 ツールの方向

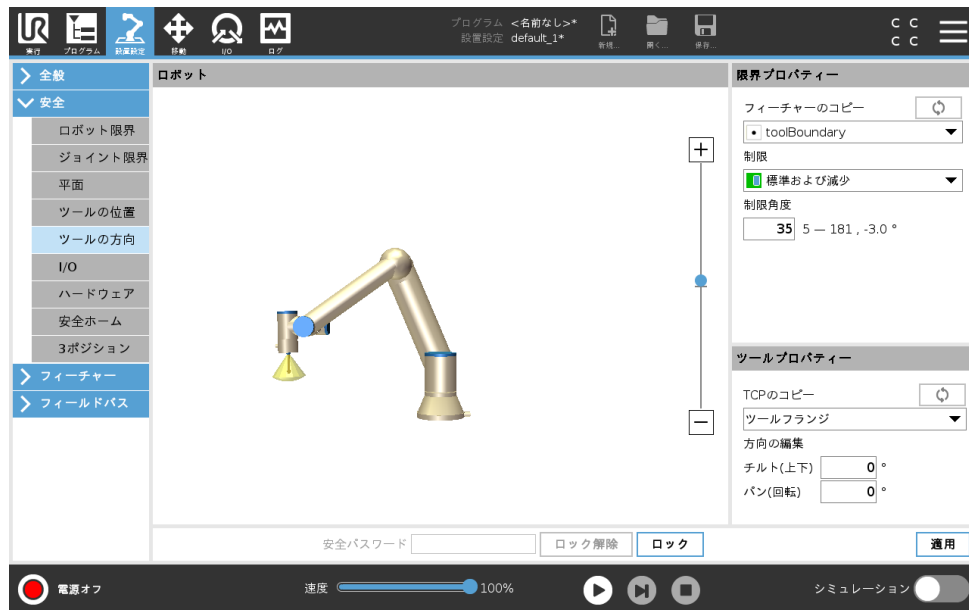
ツール方向画面は、ツールが示す角度を制限するために使用します。限界は、ロボットアームベースに対し方向が固定された円錐で定義します。ロボットアームが動く際、ツール方向が制限され、定義された円錐内に収まります。デフォルトのツール方向は、ツール出力フランジのZ軸と同じです。これは、傾きとパンの角度を特定することで、カスタマイズできます。

限界を構成する前に、ロボットインストールで点または面を定義してください（16.3を参照）。このフィーチャーはコピーすることができ、Z軸は円錐が定義する限界の中心として使用できます。



注:

ツール方向の構成はフィーチャーに基づきます。安全タブがロック解除されると、ロボットアームの電源が切れ、新たなフィーチャーを定義できなくなるため、安全構成を編集する前に、希望のフィーチャーを作成することを推奨します。



限界プロパティ

ツール方向限界には、設定可能なプロパティが3つあります：

1. コーン中心：ドロップダウンメニューで点または面のフィーチャーを選択し、円錐の中心を定義します。選択したフィーチャーのZ軸は、その周囲を円錐の中心とする方向として使用できます。
2. コーン角度：ロボットが中心から逸脱する許容角度を定義できます。

無効化されたツール方向限界 は有効になりません

-  標準ツール方向限界 は、安全システムが標準モードの時のみ有効です。
-  減少ツール方向限界 は、安全システムが減少モードの時のみ有効です。
-  標準 & 減少ツール方向限界 は、安全システムが標準モードの時も減少モードの時も有効です。

この値は、フィーチャーのコピーを未定義に戻すことで、デフォルトにリセットしたり、ツール方向構成を取り消したりすることができます。

ツールプロパティ

デフォルトでは、ツールはツール出力フランジのZ軸と同方向を指しています。これは、2つの角度を特定することで変更できます：

傾き角度：出力フランジZ軸の出力フランジX軸に対する傾き量

パン角度：出力フランジZ軸の出力フランジX軸に対する回転量。

その他の方法として、ドロップダウンメニューから既存のTCPを選択し、そのTCPのZ軸をコピーすることもできます。

13.2.10 I/O

I/Oには入力と出力があり、各機能がカテゴリ3とPLd I/Oを提供するようにペアになっています。



入力信号

以下の安全機能が入力信号と使用できます：

システム非常停止 これは、ティーチペンダントの非常停止ボタンに代わるボタンであり、デバイスが **ISO 13850** に準拠する場合、同じ機能性を提供します。

減少モード すべての安全限界が標準モードまたは減少モードで適用できます（13.2.2を参照）。設定されると、入力に低信号が送られた場合、安全システムが減少モードに遷移となります。ロボットアームが減速し減少モードの限界セットを満たします。安全システムは、入力がトリガーされた後ロボットが **0.5s** 未満で減少モードの限界に入ることを保証します。ロボットアームが引き続き減少モードの限界のいずれかを超える場合は、停止カテゴリ**0**を実行します。標準モードへの遷移も同じ方法で発生します。注意：トリガー面も同様に減少モードに遷移する場合があります。

3 位置イネープリングデバイス マニュアルモードで、3 位置イネープリングデバイスを押下して、ロボットを移動します。

運用モード 定義された場合、この入力を使用して自動モードとマニュアルモードを切り替えることができます（12.1参照）。

予防停止リセット 予防停止が発生すると、この出力はリセットがトリガーされるまで予防停止の状態を維持します。

自動モード予防停止 一旦構成されると、入力ピンが低く、ロボットが自動モードになったときに自動モード予防停止が実行されます。

自動モード予防停止リセット 自動モード予防停止リセットが発生した場合、ロボットは入力ピンにある立ち上がりエッジがリセットをトリガーするまで、自動モードで予防停止状態のままとなります。


警告:

- デフォルトの予防停止リセット入力を無効にすると、ロボットアームは、入力が高くなったとたんに予防停止で停止されなくなります。予防停止で一時停止されたプログラムのみ再開します。
- 予防停止リセット同様、デフォルトの自動モード予防停止リセットが無効となった場合、自動モード予防停止入力がひとたび高くなると、ロボットアームは、予防停止で停止されなくなります。自動モード予防停止により一時停止されたプログラムのみ再開します。

出力信号

出力信号には、以下の安全機能を適用できます。すべての信号は、高信号をトリガーした状態が終了すると、低に戻ります：

システム非常停止 ロボット非常停止入力または非常停止ボタンによって、安全システムが非常停止状態をトリガーした場合、信号が **Low** になります。デッドロックを避けるため、非常停止状態がシステム非常停止入力によりトリガーされた場合、低信号は与えられません。

ロボット移動中 ロボットが動作中の場合、信号が **Low** になり、その他の場合は **High** になります。

ロボット非停止 ロボットが非常停止または予防停止によって、停止しているか、停止の過程にあるとき、信号が **High** になります。それ以外の場合はロジック低となります。

減少モード ロボットアームが減少モードにあるとき、または安全入力が減少モード入力で設定されており、現在の信号が低である場合、信号は **Low** になります。それ以外は、信号は高です。

非減少モード これは上記で定義した減少モードの逆になります。

セーフホーム ロボットアームが設定されたセーフホームポジションで停止する場合、信号が **High** になります。それ以外では、信号は「**Low**」です。

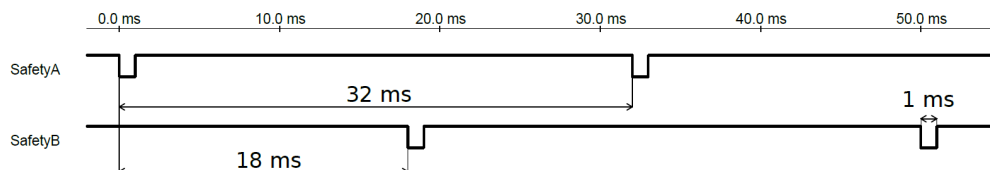

注:

システム非常停止出力を通じてロボットの非常停止状態を受信する外部機械はすべて、ISO 13850 規格に準拠している必要があります。ロボット非常停止入力が外部非常停止デバイスに接続されている場合、この要件は特に設定において重要となります。この場合、外部非常停止デバイスが解除された際に、システム非常停止出力は上昇します。このことは、ロボットのオペレーターによる手動操作不要で、外部機械における非常停止状態がリセットされることを示唆しています。つまり、安全規格に準拠するためには、外部機械の再開に手動操作が必要となります。

OSSD 安全性信号

安全出力が無効か高の場合、コントロールボックスの出力を OSSD パルスに構成することができます。OSSD パルスはコントロールボックスが安全性出力を有効もしくは低にする機能を検出します。OSSD パルスが出力に対し有効になっている場合、安全性出力 32 ミリ秒ごとに 1 ミリ秒低パルスが生成されます。安全性システムは出力が電源に接続されロボットをシャットダウンさせる時を検出します。

以下の図解は次を示しています：チャンネル（32 ミリ秒）でのパルス間隔時間、パルスの長さ（1 ミリ秒）およびあるチャンネルにあるパルスから別のチャンネル（18 ミリ秒）にパルスが向かうまでの時間。



安全性出力の **OSSD** を有効にする

1. ヘッダーで、設置をタップして、安全性を選択します。
2. 安全性で、**I/O** を選択します。
3. I/O 画面で、出力信号の必要な OSSD チェックボックスを選択します。出力信号を割り当てて OSSD チェックボックスを有効にします。

13.2.11 ハードウェア

ロボットは、ティーチペンダントを取り付けずに使用することができます。ティーチペンダントを取り外すには、別の非常停止ソースを定義する必要があります。安全違反となるのを避けるため、ティーチペンダントが取り付けられているかどうかを特定してください。

利用可能なハードウェアの選択

ロボットはプログラミングインターフェースとしての PolyScope なしで使用することができます。

1. ヘッダーの設置設定をタップします。
2. 左側のサイドメニューの安全性をタップし、ハードウェアを選択します。
3. 安全パスワードを入力し、画面をロック解除します。
4. Polyscopeのインターフェースなしでロボットを使用するには、ティーチペンダントの選択を外します。
5. 保存して再起動を押して、変更を実行します。

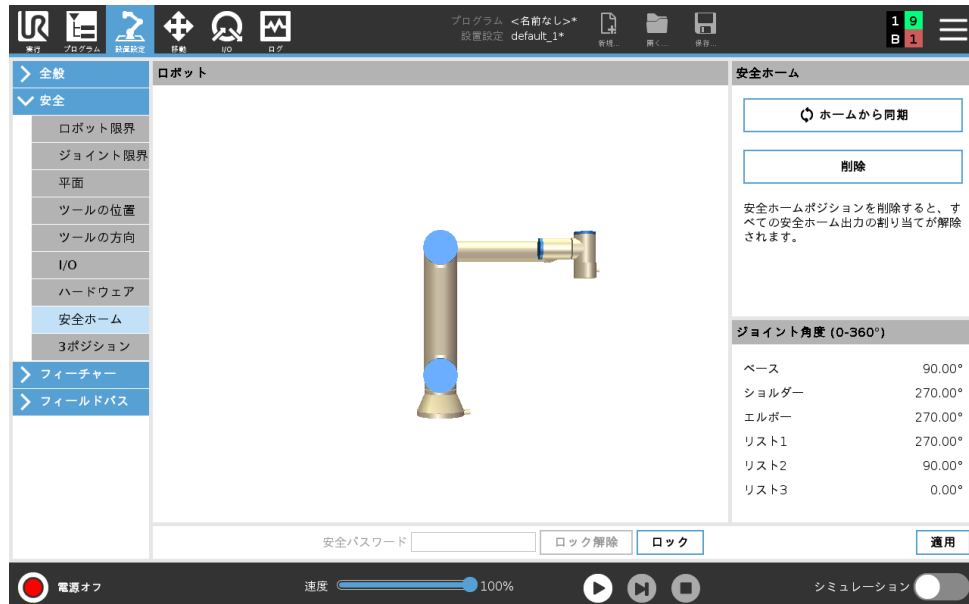


注意:

ロボットからティーチペンダントが外されるまたは切断されると、非常停止ボタンは無効になります。ロボットの周辺からティーチペンダントを取り除く必要があります。

13.2.12 セーフホームポジション

「セーフホーム」はユーザー定義のホームポジションを使用して定義される戻り位置です。セーフホーム I/O は、ロボットアームがセーフホームポジションにあり、セーフホーム I/O が定義されているときに有効「アクティブ」です。ロボットアームは、ジョイントポジションが指定されたジョイント角度にあるか、その角度に 360 度の倍数を加えた角度にある場合、セーフホームポジションにあります。セーフホームポジションは、ロボットがセーフホームポジションで静止している時に有効になります。



ホームからの同期

1. ヘッダーで、設置設定をタップします。
2. 画面左側のサイドメニューの安全性をタップし、セーフホームを選択します。
3. セーフホームでホームからの同期をタップします。
4. 適用をタップして、表示されるダイアログボックスで適用して再起動するを選択します。

セーフホーム出力

セーフホームポジションはセーフホーム出力の前に定義する必要があります (13.2.10を参照)。

セーフホーム出力を定義する

1. ヘッダーで、設置設定をタップします。
2. 画面左側のサイドメニューの安全性をタップし、**I/O** を選択します。
3. 「出力信号」における I/O 画面の「機能割り当て」でのドロップダウンメニューで、セーフホームを選択します。
4. 適用をタップして、表示されるダイアログボックスで適用して再起動するを選択します。

セーフホームを編集する

「ホーム」を編集しても、事前に定義されたセーフホームポジションは自動的に変更されません。これらの値が同期していない間は、ホームプログラムコマンドは未定義です。

セーフホームを編集する

1. ヘッダーで、設置設定をタップします。
2. 画面左側のサイドメニューの 一般で、ホームを選択します。
3. ポジションを編集するをタップして、新しいロボットアーム位置を設定し **OK** をタップします。
4. サイドメニューの 安全で、セーフホームを選択します。注記：安全パスワードによって安全設定がロック解除される必要があります（13.1.2を参照）。
5. セーフホームでホームからの同期をタップします。

14 「実行」タブ



実行のタブは、できる限り少ないボタンとオプションによってロボットアームとコントロールボックスを簡単に操作することを可能とします。この簡単な操作は、PolyScopeのプログラミング部分のパスワード保護（21.3.2を参照）と合わせて、ロボットを作成済みプログラムのみで実行できるツールとするのに便利です。

この画面では、外部入力信号エッジ遷移に基づき、デフォルトプログラムを自動的に読み込み、開始することができます（16.1.6を参照）。

注：デフォルトプログラムの自動読み込みと起動、および電源投入時の自動初期化の組み合わせは、ロボットアームを他の機械と統合する場合などに使用できます。

14.1 プログラム

このプログラムフィールドには、ロボットに読み込まれたプログラムの名前と現在の状況が表示されます。プログラム読み込みタブをタップして、他のプログラムを読み込むことができます。

14.2 変数

ロボットプログラムでは、ランタイム中にさまざまな値を格納したり、更新するために変数を活用できます。次の2種類の変数が利用できます：

設置設定変数 これらは複数のプログラムで使うことができ、その名前と値は、ロボット設置設定と一緒に永続化されます（16.1.5を参照）。設置設定変数はロボットとコントロールボックスが再起動した後も維持されます。

通常のプログラム変数 これらは実行中のプログラムだけが利用でき、値はプログラムが停止するとすぐに失われます。

ウェイポイントを表示する ロボットプログラムは、ウェイポイントに関する情報を保存するため、スクリプト変数を利用します。

変数リストにある変数を表示するため、変数にある ウェイポイントの表示チェックボックスを選択します。

変数タイプ

ブー ルブール型変数の値は、True か False になります。

型

整数 -2147483648 ~ 2147483647 (32 ビット) の範囲の整数です。

浮 動 小浮動小数点数 (10 進数) (32 ビット) です。

数点

文字列 文字列です。

ポーズ 直交座標空間での位置と方向を表すベクトルです。位置ベクトル (x, y, z) および回転ベクトル (rx, ry, rz) の組み合わせで方向を表し、 $p[x, y, z, rx, ry, rz]$ のように記述します。

リスト 変数列です。

14.3 ロボットの稼働時間

このフィールドはロボットが最初の起動した時から経つた時間を表しています。フィールド内の数はプログラムランタイムと関係ありません

14.4 ロボットを位置まで移動

プログラムを起動する前にロボットのアームを特定の開始位置まで移動する必要がある場合、またはプログラムを変更している途中でロボットのアームがウェイポイントに向かって移動している場合に ロボットを位置まで移動画面にアクセスして下さい。

ロボットを位置まで移動画面でロボットのアームを開始位置まで移動できない場合、プログラムツリー内の第1のウェイポイントまで移動します。

ロボットのアームは次の場合に正しくないポーズに移動する可能性があります：

- ・ 第1運動の TCP、フィーチャーポーズまたはウェイポイントポーズはプログラムの実行中に第1運動が実行される前に変更されます。
- ・ 第1のウェイポイントは If または Switch プログラムツリーコマンドの中にあります。

ロボットを位置まで移動画面にアクセスする

1. フッターで、再生にタップして、ロボットを位置まで移動画面にアクセスします。
2. 画面の指示に従い、アニメーションと実際のロボットをインタラクトさせます。



ロボットの移動：

ロボットの移動：を長押しして、ロボットアームを開始位置まで移動させます。画面表示されたロボットアームのアニメーションがこれから実行される必要な動作を示しています。



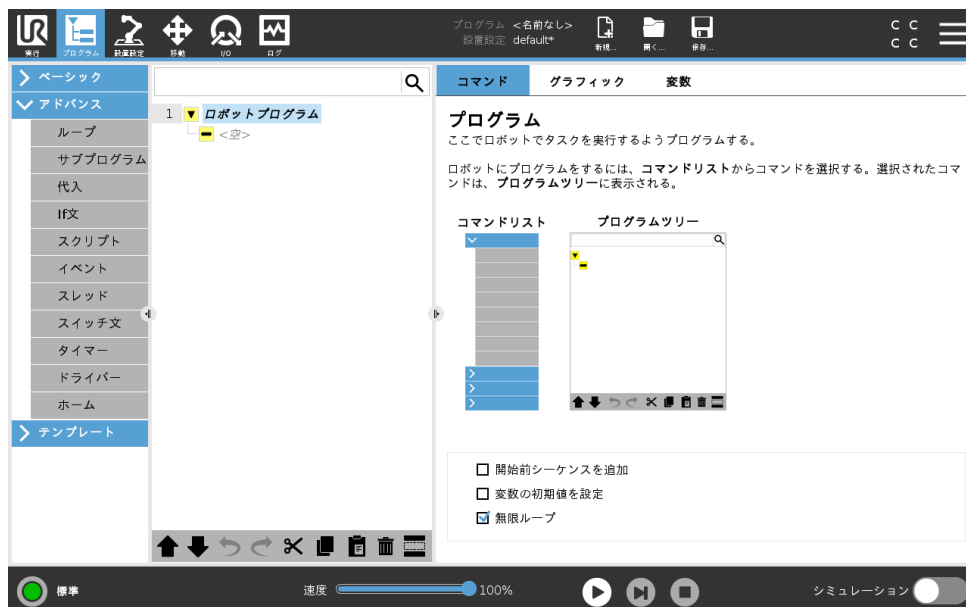
注:

衝突によって、ロボットや他の機器に損傷を与えることがあります。実際のロボットアームの位置でアニメーションを比較し、障害物に衝突することなく、ロボットアームで運動を確実に安全に実行できるようにします。

手動

手動にタップして、ツールの移動を使い、もしくはツール位置とジョイント位置座標の構成をすることで、ロボットアームを動かすことができる移動画面にアクセスします。

15 [プログラム] タブ



プログラムタブは、編集する現在のプログラムを表示します。

15.1 プログラムツリー

コマンドをタップして、プログラムコマンドをプログラムツリーに追加します。画面の右側で追加されたプログラムコマンドの機能を設定します。

空のプログラムツリーを実行することは許されません。誤設定されたプログラムコマンドを含むプログラムを実行することも許されません。無効なプログラムコマンドは、プログラムの実行が許可される前に、修復しなければならない箇所を示すために黄色で強調表示され、ます。

15.1.1 プログラム実行表示



プログラムが動作しているときに、現在実行中のプログラムコマンドがコマンドの隣の小さな  アイコンによって示されます。さらに、実行パスが青色で強調表示されます。プログラムの隅にある  アイコンを押すと、実行されているコマンドを追跡します。

15.1.2 検索ボタン

Q をタップして、プログラムツリーで検索を行います。 × アイコンを押して検索を終了します。

15.1.3 プログラムツリー ツールバー

プログラムツリーの底部にあるツールバーを使用するとプログラムツリーを修正できます。

元に戻す／やり直しボタン

 および  ボタンでコマンドに対する変更を元に戻したりやり直したりすることができます。

上 & 下移動

 および  ボタンでコマンドのポジションを変更できます。

カット

 ボタンでコマンドを遮断して、他のアクションに対して使用できます (例：プログラムツリーの別の場所に貼り付けるなど)。

コピー

 ボタンでコマンドをコピーし、他のアクションに対して使用できます (例：プログラムツリーの別の場所に貼り付けるなど)。

ペースト

 ボタンで事前にカットまたはコピーしたノードを貼り付けることができます。

削除

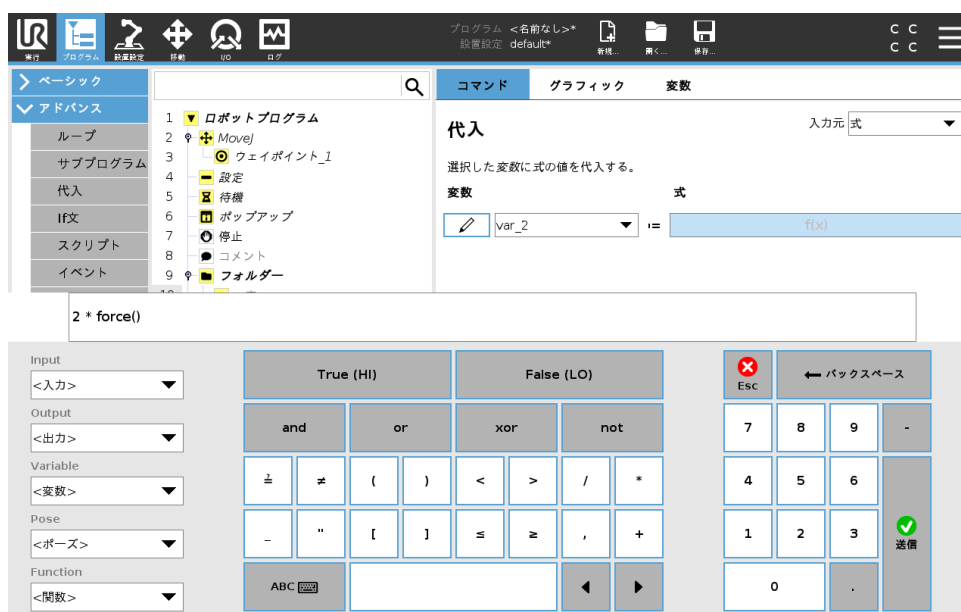
 ボタンをタップしてプログラムツリーからコマンドを削除します。

抑制

 ボタンをタップしてプログラムツリーの特定のコマンドを抑制します。

抑制されたプログラム行は、プログラム実行時に単にスキップされます。抑制された行は、後で抑制を解除することができます。この方法により、元の内容を損なうことなく迅速にプログラムを変更できます。

15.1.4 式エディタ



式自体はテキストとして編集できますが、式エディターにはいくつかのボタンと機能があり、乗算の * 記号、未満、等しいを示す $\leq$ 記号など、式の特長記号を挿入することができます。画面の左上にあるキーボード記号ボタンによって、式のテキスト編集に切り替えることができます。定義された変数はすべて変数セレクトにあり、入力と出力のポートは入力と出力セレクトにあり。特別な機能の一部は機能にあります。

OK ボタンを押すと、式の文法ミスがチェックされます。キャンセルボタンは画面を終了させ、変更をすべて破棄します。

すべての式は次のように表されます。

```
digital_in[1]?True and analog_in[0]<0.5
```

15.1.5 選択したノードからプログラムを起動

ロボットがマニュアルモードの場合（12.1を参照）、選択より再生で選択したノードからプログラムを起動することができます。最初から再生は、通常通りにプログラムを実行します。選択より再生オプションは、プログラムが特定のノードから実行できない場合は、無効となります。スレッドは常に最初から始まるようになっているため、選択より再生は、スレッドがあると有効にできません。



選択より再生を使う

再生にタップし、選択より再生を選択してから、プログラムツリーにあるノードからプログラムを実行します。



注:

- もし利用できるなら、開始前セクションは、常に選択より再生と最初から再生の両方で実行されます。
- 割り当てられていない変数に出会った場合、プログラムは停止し、エラーメッセージが表示されます。
- プログラムはロボットプログラムにあるノードからのみ起動することができます。
- 選択より再生は、サブプログラム内で使用可能です。プログラム実行は、サブプログラムが終了したときに停止されます。

15.1.6 プログラムでブレイクポイントを使う

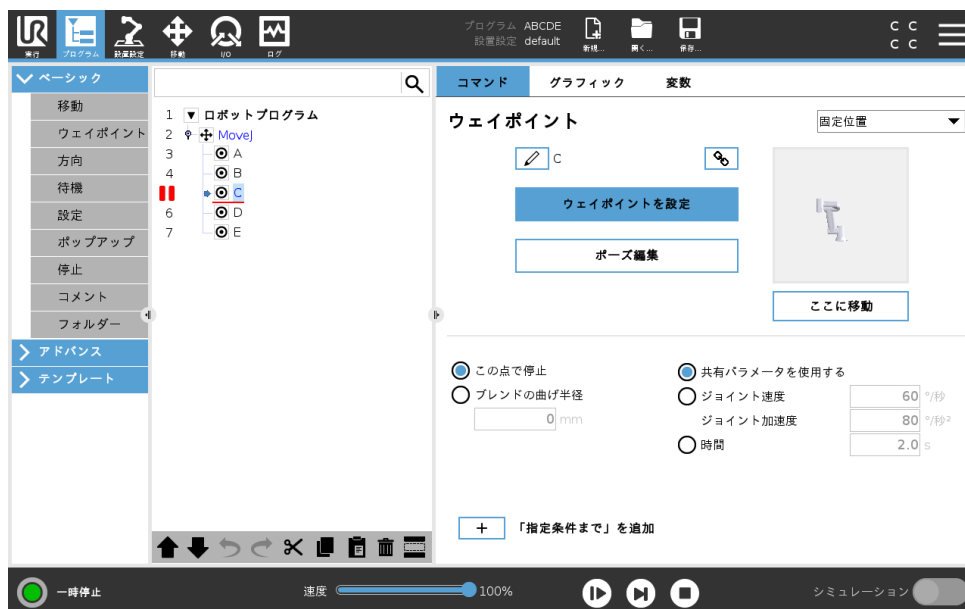
ブレイクポイントはプログラムの実行を一時停止します。ブレイクポイントを使って特定の時点でプログラムを一時停止したり、再開したりして、ロボットの位置、変数等を点検することができます。 12.1をご覧ください。

1. プログラムツリーでラインナンバーにタップし、ブレイクポイントを設定したり、消去したりします。



ノードの上か下にある赤線は、実行を一時停止するようにブレイクポイントが設定されていることを示しています。大抵のノードは実行前に一次停止しますが、以下はその例外です。

- ・ 中間地点：中間地点ノードにあるブレイクポイントは、ブレンドを取り消して、ロボットがこの中間地点に到達した時にプログラムを一時停止します。
- ・ 到着点までノード：到着点までノードにあるブレイクポイントは、その距離までの条件を満たすとプログラムを一時停止します。到着点までノードで使用されるブレンドは取消されます。ロボットがブレンド半径に到達した時にこれらは一時停止となります。



15.1.7 Single Step in a Program

The Single Step button allows one node to be executed at a time, when the robot is in Manual mode. You can use the Single Step button when the program is paused. Tap the Single Step button for the program to continue execution, and pause when reaching the following node in the program. If a node does not support Breakpoints, program execution initiated by tapping

the Single Step button does not pause on that node. Instead, the execution continues until the program reaches a node that supports Breakpoints.

15.2 コマンドタブ

本書は、すべての種類のプログラムコマンドに関して、詳細事項をすべて網羅しているわけではありません。ロボットプログラムコマンドには、プログラムの全体的な動作をコントロールする3つのチェックボックスがあります。



シーケンス開始前に追加

このチェックボックスを選択して、プログラム起動時に1回だけ実行される特別なセクションをプログラムに追加します。

初期変数値の設定

これを選択してプログラム変数の初期値を設定します。

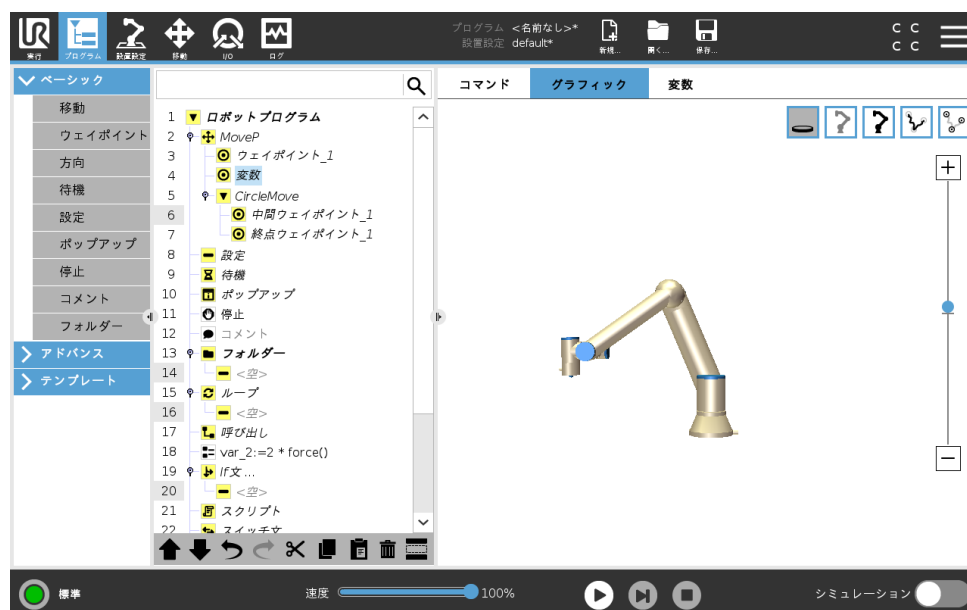
1. ドロップダウンリストから変数を選択するかまたは変数選択ボックスを使用して変数を選択します。
2. 選択した変数に対する式を入力します。この式はプログラム開始時に変数値を設定するために使用されます。
3. 前回実行時の数値を維持するを選択して変数タブにある数値に変数を初期化することが可能です (15.4参照)。
このことにより、プログラム実行を繰り返す間、変数が値を維持することが可能になります。プログラムの初回実行時、または変数タブのクリア時には、変数は式から値を取得します。

変数は、名前を空白にすることで (スペースのみ) プログラムから削除することができます。

プログラムループが無限になっています

これを選択してプログラムが連続的に実行されるようにします。

15.3 [グラフィック] タブ



現在のロボットプログラムのグラフィカル表示です。TCP のパスは、3D ビューで表示され、運動区分は黒で、ブレンド区分（運動区分の間の遷移）は緑で表示されます。緑の点は、プログラム上の各々の中間地点における、TCP の位置を規定します。ロボットアームの 3D 図面は、ロボットアームの現在の位置を示し、ロボットアームの影は、画面の左側で選択された中間地点に、ロボットアームがどのように到達しようとしているかを示します。

ロボット TCP の現在位置が安全面またはトリガー面に近くなる、あるいはロボットツールの方向がツール方向境界の限界（13.2.5を参照）に近くなると、近接境界の限界の 3D 表現が表示されます。

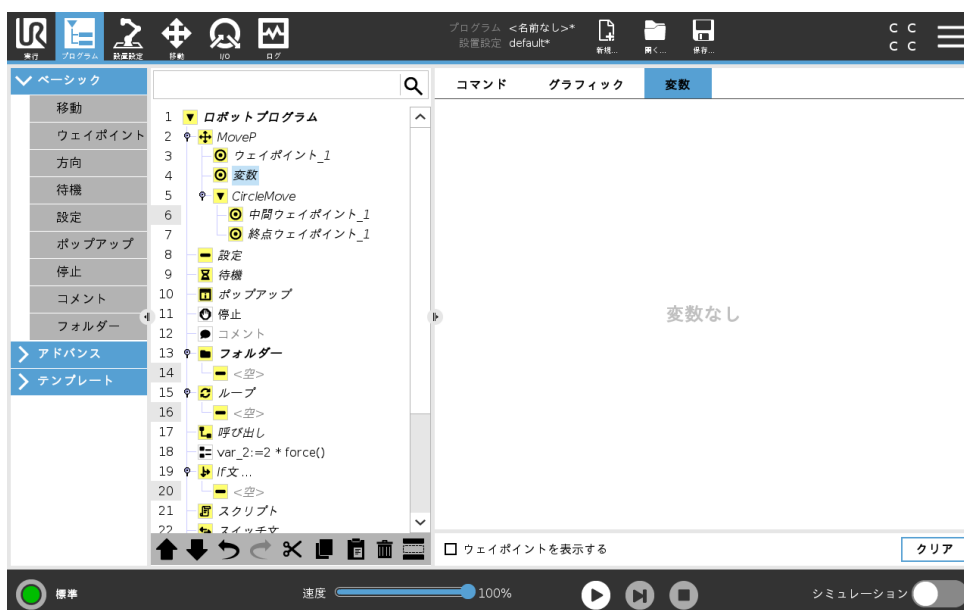
注記：ロボットがプログラムを実行している時、境界限界の可視化が無効になります。

安全面は、ロボット TCP を位置決めすることを許可される平面側を示す面法線を表す小さな矢印と黄色と黒で可視化されます。トリガー面は、青と緑、および平面側に向いた小さな矢印で表示されます。ここでは、標準モード限界（13.2.2を参照）がアクティブになっています。ツール方向境界の限界は、ロボットツールの現在の方向を示すベクトルのある球状円錐で可視化されます。円錐内部は、ツール方向（ベクトル）の許可された領域を表します。

ターゲットロボット TCP が限界の近くにいとなくなると、3D 表現が消えます。TCP が境界の限界を超えるまたは超えそうになると、限界の可視化が赤に変わります。

3D ビューは、ロボットアームのビューを見やすくするために、拡大縮小や回転させることができます。画面の右上側のボタンを使うと、3D ビューのさまざまなグラフィカルコンポーネントを非表示にすることができます。下のボタンは、近接境界の限界を可視化するオン/オフを切り替えます。

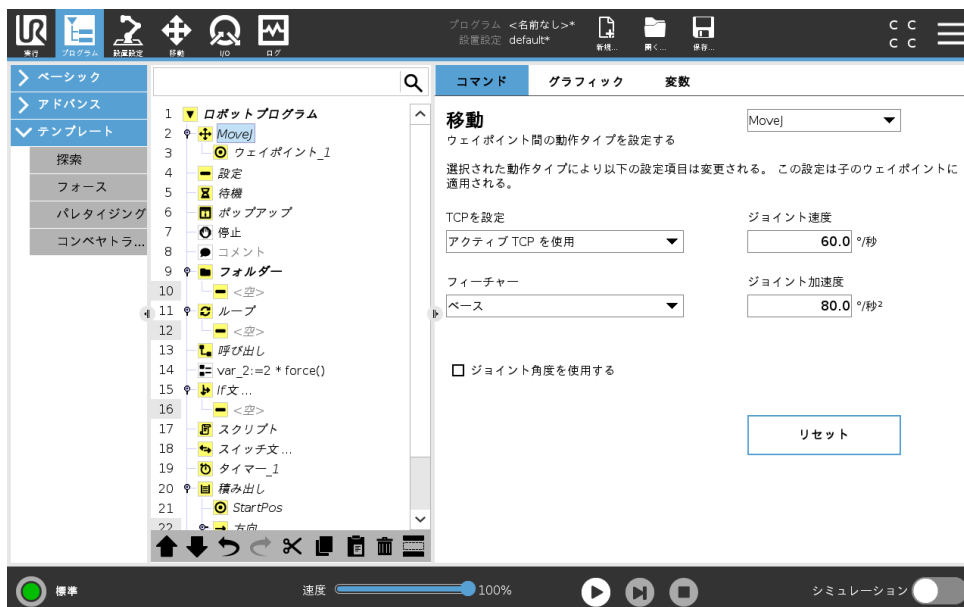
15.4 「変数」 タブ



変数タブは実行中のプログラムの変数のライブの値を示し、プログラム実行の間は、変数と値のリストを保持します。表示する情報がある場合のみ現れます。ウェイポイント変数は、ウェイポイントの表示が有効な場合、リストに表示されます。

15.5 基本プログラムのノード

15.5.1 移動



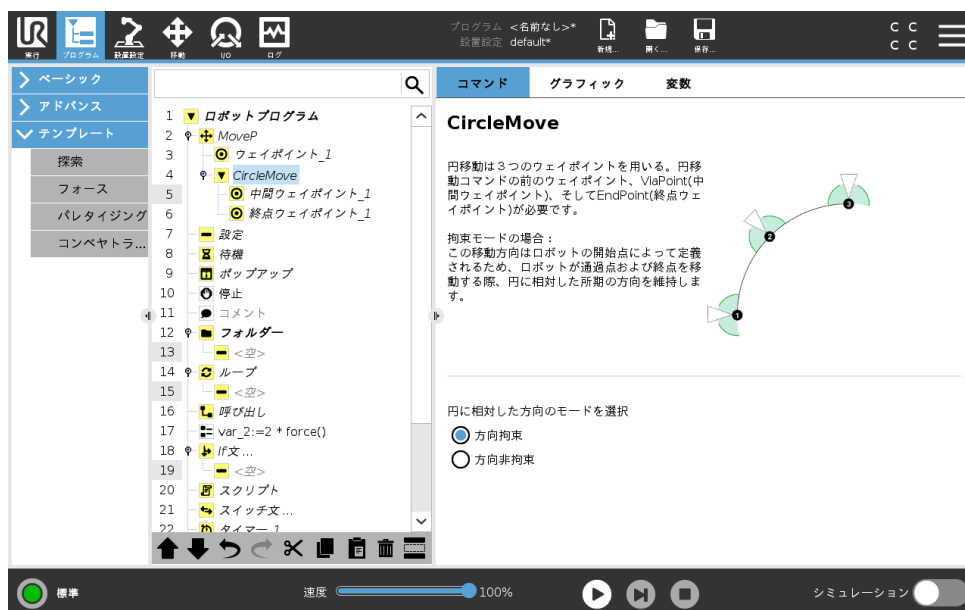
移動コマンドは、基盤となるウェイポイントを通るロボットの動きを制御します。ウェイポイントは移動コマンドの下になければなりません。移動コマンドは、ロボットがこれらのウェイポイントの間を移動するロボットの加速度と速度を定義します。

移動のタイプ

3種類の移動タイプのうちひとつを選択できます。**MoveJ**、**MoveL** および **MoveP**。それぞれの移動タイプについて以下で説明します。

- **moveJ** は、ロボットアーム ジョイント空間で計算された動きをします。ジョイントは同時に移動を完了するように制御されています。この移動タイプでは、ツールのパスが曲線を描きます。この移動タイプに適用されている共有パラメータは最大ジョイント速度、ジョイント加速度であり、 deg/s および deg/s^2 でそれぞれ規定されています。ロボットアームをウェイポイント間で高速に移動させたい場合、そのウェイポイント間にあるツールのパスを無視し、この移動タイプが優先設定になります。
- **moveL** はウェイポイント間で、ツール中心点 (TCP) を直線に作動させます。すなわち、各々のジョイントは、ツールの直線パスを維持させるために複雑な動きをします。この移動タイプに設定できる共有パラメータは、それぞれ mm/s および mm/s^2 に規定された望ましいツール速度とツール加速度、それにフィーチャーです。
- **moveP** はツールを円ブレンドの一定速度で直線に動かし、糊付けや、調合など特定の工程作業を目的としています。ブレンド半径の大きさは、デフォルト値では、すべてのウェイポイント間の共有値となります。値を小さくするとパスは鋭く曲がるようになり、反対に、値が大きいほどパスは円滑になります。ロボットはウェイポイントの間を一定速度で動くため、ロボットのコントロールボックスは I/O 操作やオペレーターの処理を待機することはできません。待機することで、ロボットアームの移動が止まったり、予防停止を引き起こす可能性があります。
- 円移動は、円移動をするために **moveP** に追加することができます。ロボットは現在の位置または開始点から動作を開始し、円弧上に指定された 中間ウェイポイント、および終点ウェイポイントを通過して円移動を完了します。
モードは円弧を通じてツールの方向を計算するために使用されます。モードは以下の設定が可能です：

- 拘束：ツールの方向を定義するために開始点のみが使用されます
- 非拘束：ツールの姿勢を定義するために、開始点が 終点ウェイポイントに変換されます



共有パラメーター

移動画面右下の共有パラメーターは、ロボットアームの以前の位置からコマンドの下での最初のウェイポイントまで、またそこからその後の各々のウェイポイントまでの移動に適用されます。移動コマンドの設定は、その移動コマンドの下最後のウェイポイント以降のパスには適用されません。

TCP 選択

ロボットのウェイポイント間の移動の仕方は、TCP がユーザー定義の TCP またはアクティブな TCP を用いて設定されたかに応じて調整されます。アクティブ TCP の無視により、この移動をツールフランジに関連して調整することができます。

移動での TCP 設定

1. プログラムタブ画面にアクセスし、ウェイポイントに使用される TCP を設定します。
2. コマンドで、右側のドロップダウンメニューの中の移動の種類を選択します。
3. 移動で TCP 設定ドロップダウンメニューの中のオプションを選択します。
4. アクティブ TCP を使用を選択するかまたはユーザー定義 TCP を選択します。
また、アクティブ TCP の無視を選択することもできます。

フィーチャー選択

このフィーチャーにより移動コマンドのウェイポイントのスペースを空け、これらのウェイポイントを指定するとこの状態が表示されます (セクション 16.3 参照)。すなわち、ウェイポイントを設定する際に、プログラムは、選択されたフィーチャーについてフィーチャー空間におけるツールの座標を記憶します。詳細な説明が必要な環境がいくつかあります：

相対ウェイポイント に影響を与えません。相対的移動は常にベースの位置に対して実行されます。

可変ウェイポイント ロボットアームが可変ウェイポイントに向かって移動する場合、ツールセンターポイント (TCP) は選択されているフィーチャー空間の座標空間として計算されます。したがって、可変ウェイポイントのロボットアーム動作は、別のフィーチャーが選択されれば、必ず変化します。

フィーチャー変数 プログラム実行中に対応する変数に一時停止を割り当てるとフィーチャーのポジションを変更できます。

ジョイントアングルを利用

3D ポーズの代わりとなるものとして、MoveJ を利用してロボットジョイントアングルを利用するウェイポイントを定義するため、ジョイントアングルの利用チェックボックスを選択することができます。ジョイントアングルの利用が有効な場合、TCP およびフィーチャーオプションは利用できません。ジョイントアングルの利用を利用して定義されているウェイポイントは、プログラムがロボット間で動作している場合、調整されません。

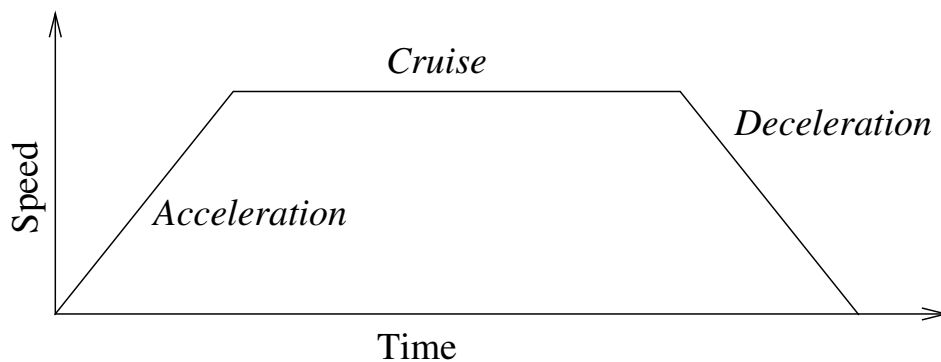
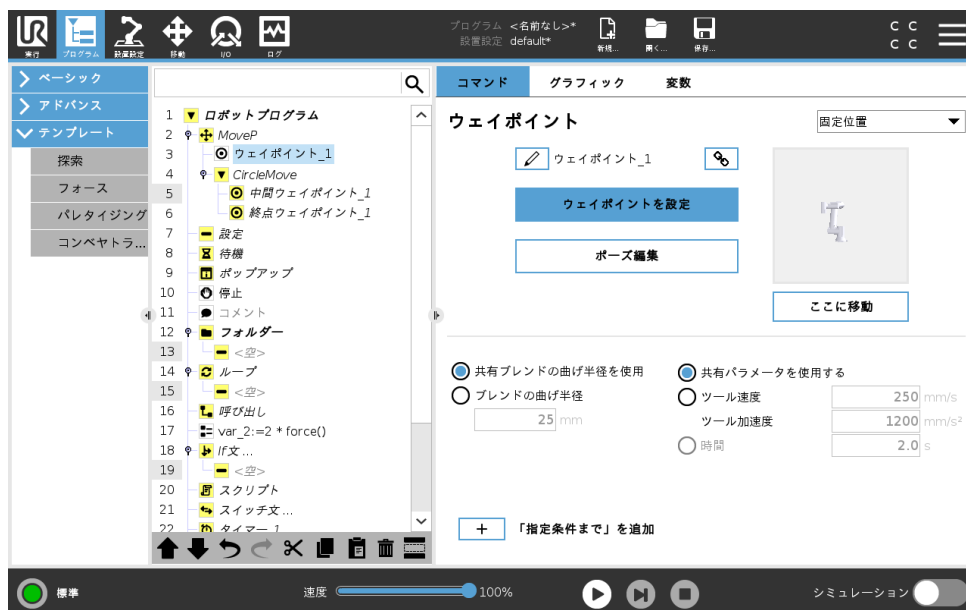


Figure 15.1: 移動の速度プロファイル曲線は、加速、巡航および減速の3つの区分に分割されます。巡航フェーズのレベルはモーションの速度設定により規定され、加速と減速フェーズの勾配は加速パラメーターによって規定されます。

固定ウェイポイントウェイポイント



ロボットパス上の点です。ウェイポイントは、ロボットプログラムで最も重要な部分であり、ロボットアームにどこへ動くかを指示します。固定位置ウェイポイントは、物理的にその位置にロボットアームを動かすことで指示します。

ウェイポイントの指示

指示というのは、アプリケーションのフィーチャーに関連する TCP を配置する方法をロボットに示すために利用される用語です。ロボットにウェイポイントを指示するには、以下の説明に従ってください。

1. プログラムタブで、移動コマンドを挿入します。
2. 移動コマンドで、**TCP** の設定ドロップダウンメニューを利用して、TCP を設定します。
3. 移動コマンドで、フィーチャー ドロップダウンメニューを利用して、フィーチャーを選択します。
4. ウェイポイントで、指示モードまたはジョグを使って目的の設定でロボットの位置を合わせます。

ウェイポイントの使用

ウェイポイントの使用とは、現在の状況下でフィーチャーと TCP 間の指定された関係を適用することを意味します。フィーチャーと TCP の関係が、現在選択されているフィーチャーに適用されることで、目的の TCP 位置が実現します。その後、ロボットは自らの位置をどのように調整すべきかを理解し、現在アクティブな TCP がその TCP 位置に達するようにします。ウェイポイントを使用するには、以下の手順に従います。

1. 移動コマンドで既存のウェイポイントを使用するか、別の移動コマンドにウェイポイントを挿入します
(コピー&ペーストする、ウェイポイント上の「リンク」ボタンを使用するなどの方法で)。
2. 目的の TCP を設定します。
3. 目的のフィーチャーを設定します。

ウェイポイントの設定

ウェイポイント名

ウェイポイントは自動的に固有の名前を取得します。この名前はユーザー変更ができます。リンクアイコンを選択することで、ウェイポイントがリンクされポジション情報が共有されます。ブレンド半径、ツール/ジョイント速度およびツール/ジョイント加速などのその他のウェイポイント情報はリンクされていたとしても個別のウェイポイントに対して構成されます。

ブレンド

ブレンドはロボットが2つの軌道の間で停止することなく、双方の軌道間をスムーズに遷移することを可能にします。

例 ピッキングのアプリケーションを例として考えた場合、(図15.2参照)、ロボットは現在ウェイポイント 1 (WP_1) にあり、ウェイポイント 3 (WP_3) で対象物を持ち上げる必要があります。対称物やその他の障害物との衝突を避けるため (0)、ロボットは WP_3 にウェイポイント 2 から来る方向で接近する必要があります (WP_2)。つまり、ウェイポイントは要件を満たすパスを作り出すために導入されています。

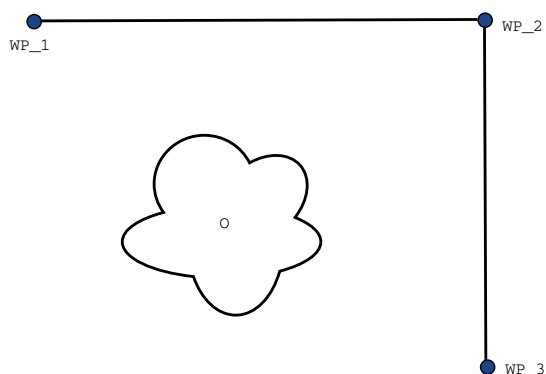


Figure 15.2: WP_1: 初期位置、WP_2: 通過点、WP_3: 持ち上げ位置、0: 障害物。

その他の設定が構成されていないと、ロボットは次の移動へと続ける前に各ウェイポイントで停止します。このタスクでは、スムーズな方向転換の方が要件を満たしていながらより少ない

時間とエネルギーを消費するので、WP_2 での停止は好適ではありません。ロボットが正確に WP_2 に達しなくても、この位置付近で 1 番目の軌道から 2 番目の軌道への遷移が行われる限り許可されます。

ウェイポイントのブレンドを構成して、ロボットが次の軌道へのスムーズな遷移を計算出来るようにすることで WP_2 での停止を避けることが出来ます。ブレンドの一次パラメータは半径です。ロボットがウェイポイントのブレンド半径内にある場合、初期のパスから外れてブレンドを開始することが出来ます。そうすることでロボットは減速して加速する必要が無くなるので、より迅速でスムーズな動きが出来るようになります。

ブレンドパラメータ ウェイポイント以外にも複数のパラメータがブレンドの軌道に影響します (図15.3参照)。

- ブレンド半径 (r)
- ロボットの初期および最終速度 (それぞれ、位置 $p1$ および $p2$)
- 移動時間 (例えば軌道に特定の時間を設定するとロボットの初期/最終速度に影響します)
- ブレンドする軌道タイプの開始点と終了点 (MoveL、MoveJ)

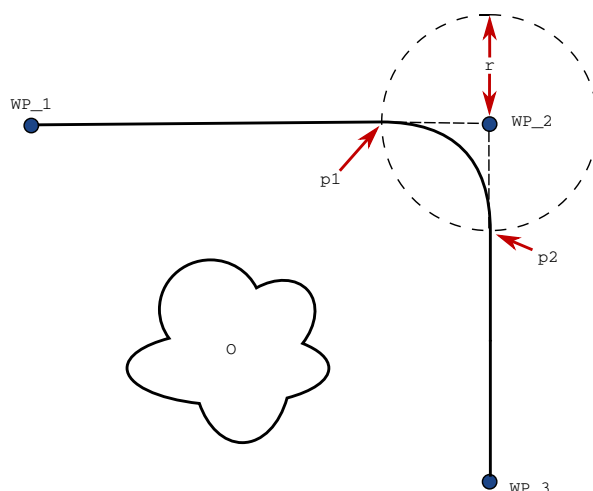


Figure 15.3: ブレンドオーバーWP_2 (半径 r 、初期ブレンド位置: $p1$ 、最終ブレンド位置: $p2$) .O は障害物です。

ブレンド半径が設定されると、ロボットアームの軌道は中間点周囲のブレンドとなり、ロボットアームがその点で停止しないようにできます。

ブレンドを重ねることはできません。そのため、前のまたは次のウェイポイントのブレンド半径あるいは図15.4に示すウェイポイントと重なるブレンド半径を設定することはできません。

条件付きブレンド軌道 ブレンド軌道はブレンド半径が設定されるウェイポイントと次のプログラムツリーの 1 つに影響されます。つまり、図15.5にあるプログラムでは、WP_1 周囲のブレンドは WP_2 に影響されます。及ぼす影響はこの例の WP_2 周囲でのブレンドでさらに顕著になります。可能性として 2 つの終了位置があるので、次のウェイポイントがどちらであるかを決定するため、ロボットはブレンド半径に入るときまでに `digital_input[1]` の現在の読取り値を既に評価していなければなりません。つまり、プログラムのシーケンスを考える

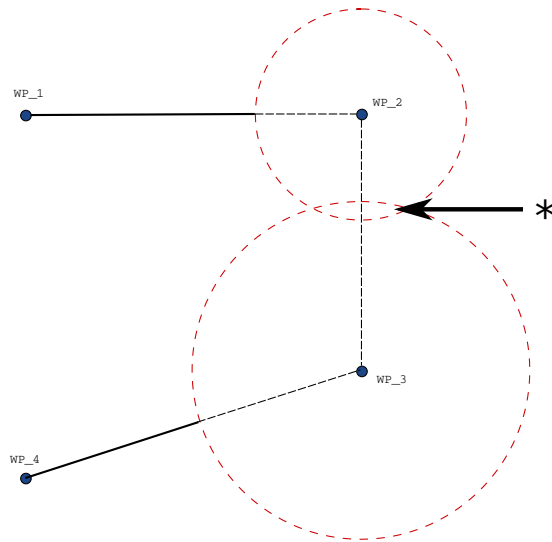


Figure 15.4: ブレンド半径の重複は許可されていません (*).

と多少直感に反しますが、**if...then** 式（または次のウェイポイントを決断するために必要なその他のステートメント、例えば変数ウェイポイントなど）が実際に WP_2 に達する前に評価されます。ウェイポイントが停止点である場合で、その次のウェイポイントを決断する条件式がその後に続く場合（例えば I/O コマンドなど）、コマンドはロボットアームがそのウェイポイントで停止した際に実行されます。

```
MoveL
  WP_I
  WP_1 (blend)
  WP_2 (blend)
  if (digital_input[1]) then
    WP_F_1
  else
    WP_F_2
```

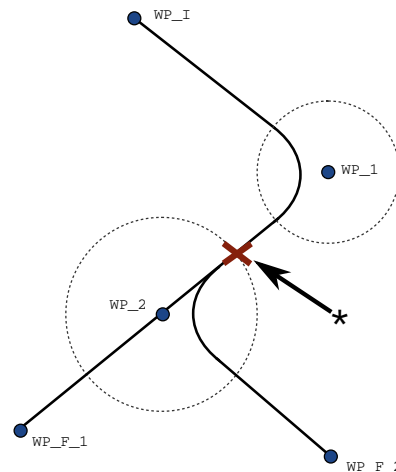


Figure 15.5: WP_I は初期中間地点で、最終的中間地点の可能性として条件式に応じた WP_F_1 と WP_F_2 の 2 つがあります。ロボットアームが 2 番目のブレンドに入った時に条件 if 式が評価されます (*).

軌跡のブレンド 移動タイプ (MoveL、MoveJ、または MoveP) により、異なる軌跡のブレンドが生成されます。

- **MoveP** でのブレンド MoveP でブレンドすると、ブレンド位置が一定速度で円弧をフォ

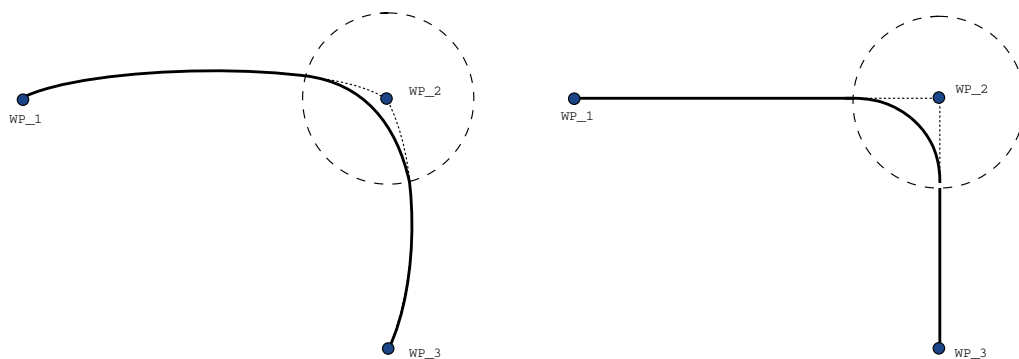
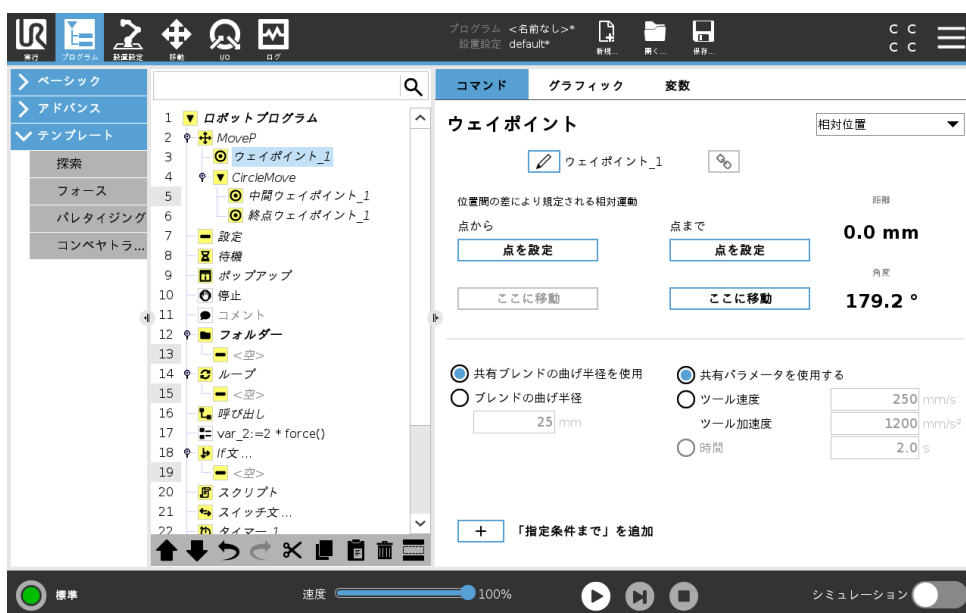


Figure 15.6: ジョイント空間 (MoveJ) 対デカルト空間 (MoveL) の移動とブレンド。

ローします。二つの軌跡間でのスムーズな補間により、方向をブレンドします。**MoveJ** または **MoveL** を **MoveP** にブレンドすることができます。このような場合、ロボットは **MoveP** の円弧ブレンドを利用して、二つの動きの速度を補間します。**MoveP** を **MoveJ** または **MoveL** にブレンドすることはできません。その代わりに、**MoveP** の最終ウェイポイントがブレンドのない停止ポイントと見なされます。二つの軌跡が **180 度** に近い角度 (反対方向) にある場合、ブレンドはできません。ブレンドにより、ロボットが一定速度でフォローすることができない非常に小さな半径の円弧を描くためです。これにより、ウェイポイントを調整して鋭角にならないようにして調整することが可能なプログラム内でランタイムの例外を発生させます。

- **MoveJ** を含むブレンド **MoveJ** ブレンドにより、ジョイント空間にスムーズなカーブを描きます。これにより、**MoveJ** から **MoveJ**、**MoveJ** から **MoveL**、**MoveL** から **MoveJ** へのブレンドを行います。このブレンドにより、ブレンドがない移動よりもよりスムーズで高速な軌道を生み出します (図 15.6 参照)。速度および加速度が速度プロファイルを規定するために使用されている場合、このブレンドはブレンド時のブレンド半径内にとどまります。時間を速度および加速度の代わりに使用して、両方の移動に関する速度プロファイルを規定する場合、ブレンド軌道は元の **MoveJ** の軌道に追従します。両方の動作が時間制約されているときは、ブレンドを使用しても時間は節減されません。
- **MoveL** でのブレンド **MoveL** でブレンドすると、ブレンド位置が一定速度で円弧をフォローします。二つの軌跡間でのスムーズな補間により、方向をブレンドします。ロボットは非常に高度な加速度を避けるため、円弧をフォローする前に軌道上で減速する場合があります (二つの軌道間の角度が **180 度** に近い場合)。

相対ウェイポイント

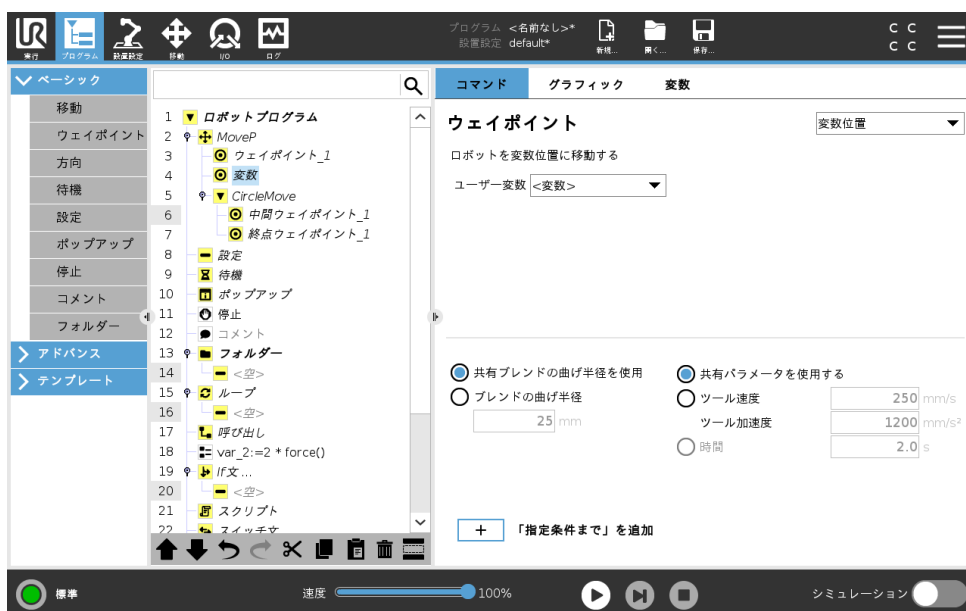


ロボットアームの前の位置との相関関係（たとえば、「左側に 2cm」など）が規定された位置を持つウェイポイントです。相対位置は、規定された 2 つの位置の間の差（左から右）として定義されます。

注記：繰り返される相対位置は、ロボットアームを作業空間外まで移動する可能性があることにご留意ください。

この距離は、TCP の 2 つの位置の間のデカルト座標の距離（直線距離）です。角度は、2 つの位置の間で TCP の方向がどれだけ変わるかを示します。より正確には、方向の変化を表す回転ベクトルの長さです。

可変ウェイポイント



変数により規定された位置を持つウェイポイントで、この場合には、計算された _ 位置になります。変数は

`var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]` のようなポーズでなければいけません。最初の 3 つは x 、 y 、 z で最後の 3 つはベクトル rx 、 ry 、 rz で規定される回転ベクトルによる方向になります。軸の長さは、回転させる角度をラジアンで表し、ベクトル自体はその周りを回転させる軸を定めます。この位置は、必ず選択されたフィーチャーによって定義される、基準フレームまたは座標システムに関連して規定されます。ブレンド半径が固定のウェイポイントに設定され、その前後のウェイポイントが変数である場合、またはブレンド半径が変数のウェイポイントに設定される場合、そのブレンド半径の重複の有無は確認されません（15.5.1を参照）。プログラムの実行中に、ブレンド半径が、ある点と重複する場合、ロボットはそれを無視し、次に移動します。

たとえば、ロボットをツールの Z 軸に沿って 20 mm 移動するには、次のようにします：

```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
```

MoveL

ウェイポイント_1（変数位置）：

変数 = `var_1`、フィーチャー = ツールを使用

15.5.2 方向

このプログラムノード方向は、機能軸あるいは TCP に比例する動きを指定します。ロボットは、この到達点まで条件によって動作が停止されるまで方向プログラムノードによって指定されるパスに沿って移動します。



方向運動の追加

1. 基本設定で方向をタップしてプログラムツリーに直線運動を追加します。
2. 方向フィールド内の機能で、直線運動を定義します。

方向運動の停止

1. 方向フィールドで、ここまで追加ボタンにタップして停止基準を定義し、プログラムツリーに追加します。

およびツール加速の方向ベクトル方向ベクトルを追加し、直線移動のベクトル方向を定義することにより、以下の高度な用途が可能となります。

- ・ 複数機能軸に比例する直線運動の定義
- ・ 数式による方向の計算

方向ベクトルはベクトル単位に分解されるカスタムコード計算式を定義します。例えば、[100,0,0]と[1,0,0]の方向ベクトルがロボットに与える影響はまったく同じで、望みの速度でx軸に沿って動くスピードスライダーを使います。方向ベクトルの数値は互いに比例しているということだけなのです。

この到達点まで

プログラムノードこの到達点までは、動作の停止基準を定義します。ロボットは、あるパスに沿って移動し、接触を検知した時点で停止します。プログラムツリーで、方向ノードおよびウェイポイントノード下にあるこの到達点までノードを追加できます。単独の動作にたいする停止基準は複数追加できます。移動は、最初にこの到達点まで条件を満たした時に停止します。



この到達点までフィールド内では、以下の停止基準を定義できます。

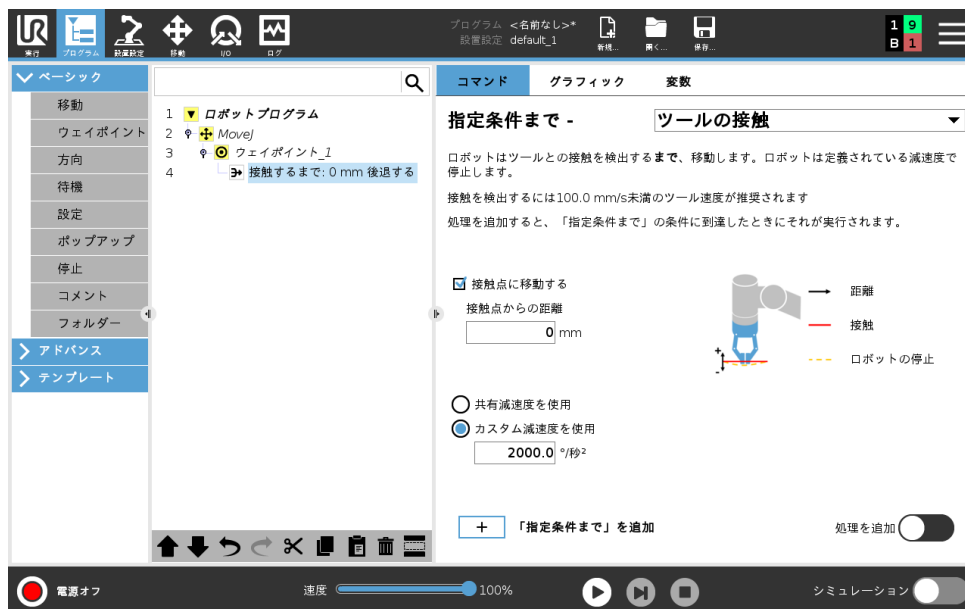
- ・ 距離このノードは、ロボットが一定の距離を移動した際に方向移動を停止するのに使用できます。速度が徐々に落ちるため、ロボットがきっかり同じ距離で停止します。
- ・ ツールコンタクト（15.5.2を参照）このモードは、ロボットツールが接触面を検知した際に動きを停止するために使用できます。
- ・ 数式このノードは、カスタムプログラム数式により動作を停止させるのに使うことができます。I/O、変数、スクリプト機能を使って停止条件を規定することができます。
- ・ I/O 入力このノードは、I/O 入力で信号制御された動作を停止する際に使用できます。

ツールコンタクトまで

プログラムノードツールコンタクトまでは、ツールとの接触が確定した際のロボットの動作が停止できるようにします。ツールの停止および撤回の減速を定義できます。

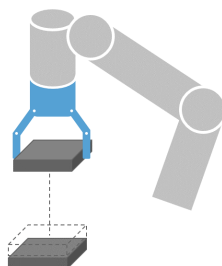
**注意:**

デフォルトの動作速度は、接触検知には高すぎます。動作の速度がさらに早いと、ツールコンタクトが有効となる前に予防停止が作動してしまいます。予防停止の作動を回避するには、動作の速度を遅くします。例：100m/s

**注:**

取り付けたツールが振動するとツールコンタクトまでが作動しないことがあります。例：埋め込み式ポンプ付きバキュームグリッパーは、高速振動を誘発することがあります。

ツールコンタクトまでノードは、積み重ねあるいは積み出しのような用途に使うことができます。この場合、ツールコンタクトまでは、積み重ねた目標物を判定します。

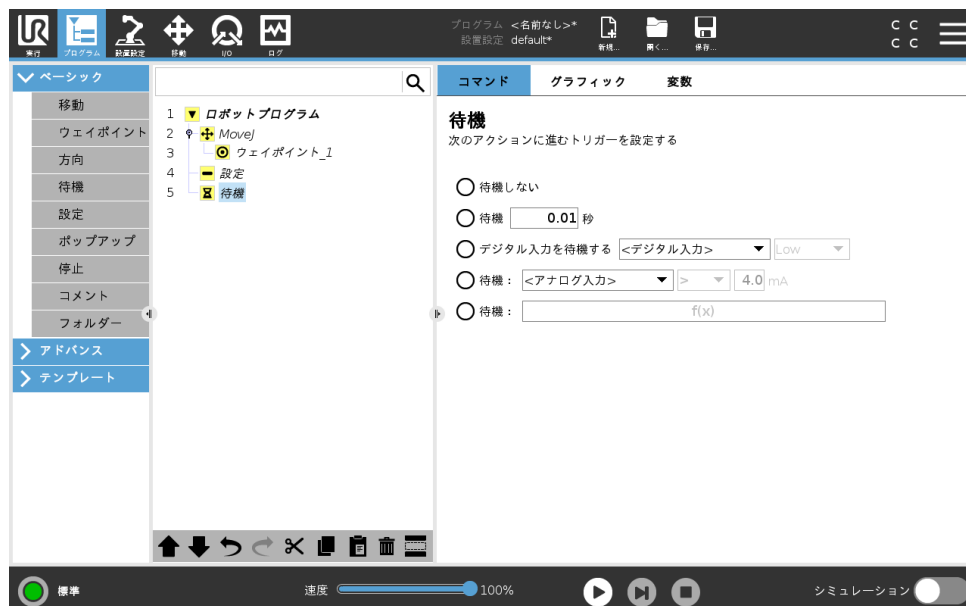
**コンタクトに撤回**

コンタクトに撤回設定を使ってロボットが接触した最初の地点まで戻させることができます。追加の反対動作を設定して、ロボットに自由な動作や、前進、接触を行わせることができます。動かすための自由空間が必要なグリッパーがあったり、加締め作業が必要な場合に便利です。

内容

動作を付加することで、プログラムノードが特定の条件までを満たした場合に加えられます。例えば、ツールコンタクトまでは、グリッパーツールの握る動作と噛み合わせることができません。何も動作が定義されていないと、プログラムはプログラムツリーで次のプログラムノードとなるまで実行を継続します。

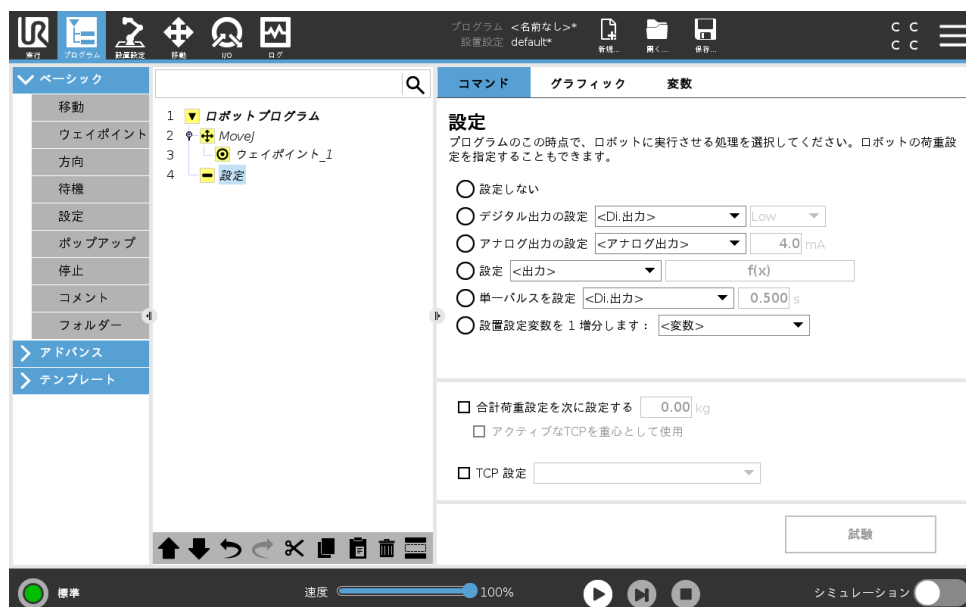
15.5.3 待機



待機は、I/O 信号または式を所定の時間一時停止します。待機なしを選択すると、何も起こりません。

注：ツール通信インターフェース（TCI）が有効化されると、待機なしの間、ツールのアナログ入力ができなくなります。

15.5.4 設定



デジタルまたはアナログ出力のいずれかを定められた値に設定します。デジタル出力も単独のパルスを送信するよう設定することができます。

設定コマンドを使ってロボットアームの有効荷重を設定します。ツールでの重量が予想した有効荷重と異なる場合、ロボットが予防停止することを防止するために有効荷重の重量調整が行えます。アクティブな TCP を重心として使用すべきではない場合、チェックボックスの選択を外す必要があります。

チェックボックスを選択し、メニューから TCP オフセットの一つを選択することにより、設定コマンドを使ってアクティブな TCP を変更することも可能です。

特定モデルでのアクティブ TCP は、プログラムの書き込み時に分かっている場合、左の基本メニューにある 移動をタップして TCP 選択を利用することができます（15.5.1を参照）。名前のついた TCP の設定について詳細については（16.1.1）をご覧ください。

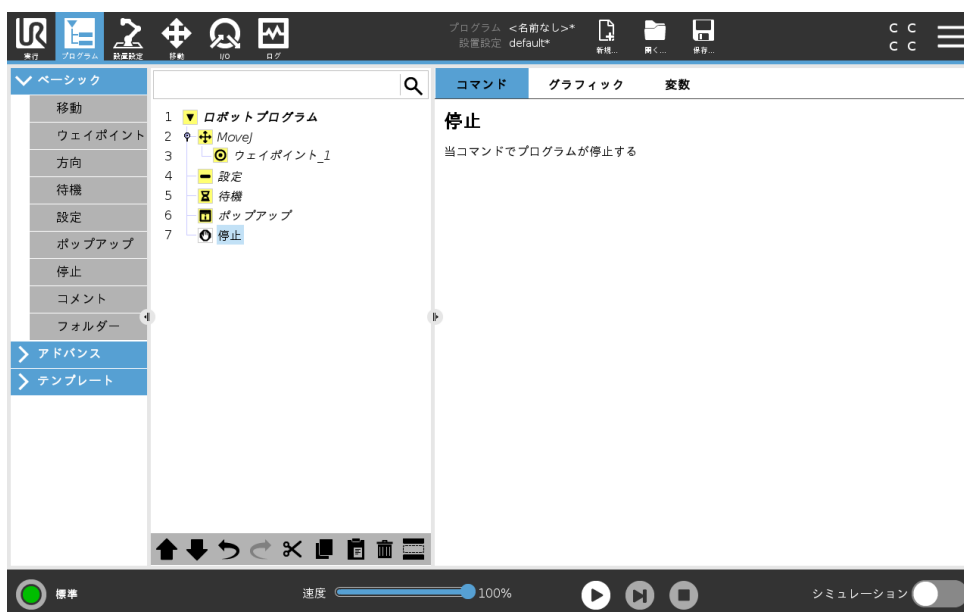
15.5.5 ポップアップ



ポップアップは、プログラムがこのコマンドに達したときに画面に現れるメッセージです。メッセージのスタイルは選択可能で、テキスト自体は、画面に表示されるキーボードを使用して作成することができます。ロボットは、ユーザー/オペレーターがポップアップの「OK」ボタンを押すまで、プログラムを継続せず待機します。「プログラム実行停止」項目が選択されると、ロボットプログラムはこのポップアップの時点で停止します。

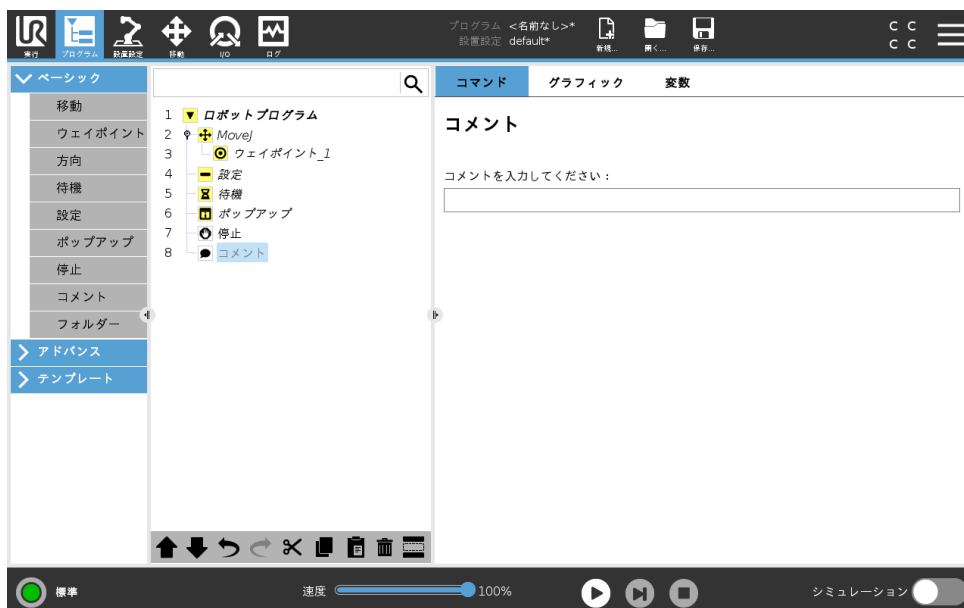
注：メッセージは最大 255 文字までに制限されています。

15.5.6 停止



プログラム実行がこの時点で停止します。

15.5.7 コメント



プログラマーに、プログラムにテキスト行を追加する選択肢を提供します。このテキスト行は、プログラム実行時には何の働きもしません。

15.5.8 フォルダー



フォルダーは、プログラムの特定部分を編成してラベル付けしたり、プログラムツリーを整理したり、プログラムの読み取りやナビゲートを簡単にするために使用します。

フォルダーはプログラムおよびプログラムの実行にまったく影響しません。

15.6 高度プログラムのノード

15.6.1 ループ

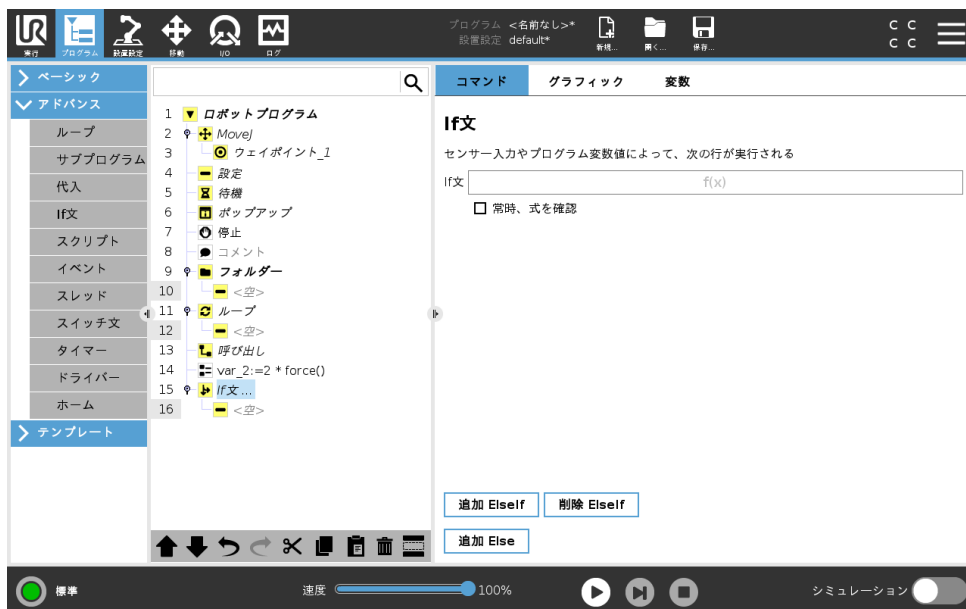


基盤となるプログラムコマンドをループさせます。選択によって、基盤となるプログラムコマンドは無限にループするか、特定の回数ループするか、または規定された条件が真である限りループします。特定の回数ループする場合は、専用のループ変数（上記のスクリーンショットでは loop_1 と呼ばれています）が作成され、そのループ内の式で 사용할 ことができます。ループ変数は、 $0 \sim N - 1$ の範囲になります。

終了条件として式を使用してループを行う場合、PolyScope は、その式を連続的に評価するオプションを提供します。そのため、「ループ」を、反復の直後ではなく、実行中にいつでも中断させることができます。

15.6.2 If

If および If...Else 構文は、センサー入力または変数値に基づいてロボットの動作を変更します。



If 構文を使って式を作る式エディタ内で条件を選択します。ある条件の評価結果が真の場合、この If コマンドが実行されます。ひとつの If 構文に記述できる Else 文はひとつのみです。Add ElseIf および Remove ElseIf を使って、ElseIf 式を追加もしくは削除します。

式を継続的にチェックを選択して、If、ElseIf および Loop 構文が含まれたラインを実行している間評価できるようにします。If 構文内の式の評価結果が偽となった場合、その後に ElseIf 文または Else 文が続きます。



注:

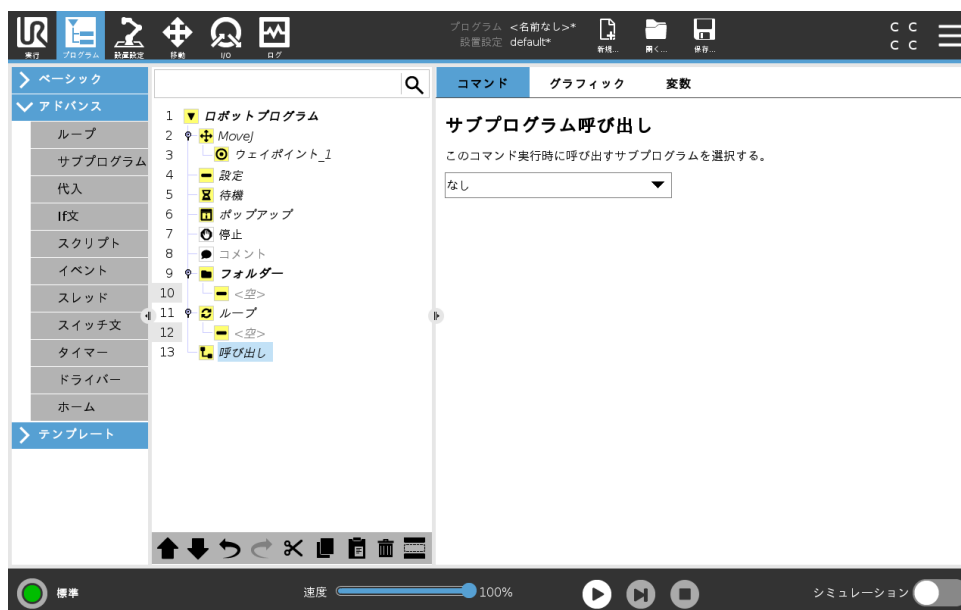
If 式あるいは式を継続的にチェックオプションのある Loop 式内にウェイポイントがある場合、式の後に stopj() もしくは stopl() を加えて、徐々にロボットアームを減速することができます。これは If および Loop コマンドの両方で有効です (15.6.1項を参照)。

15.6.3 サブプログラム



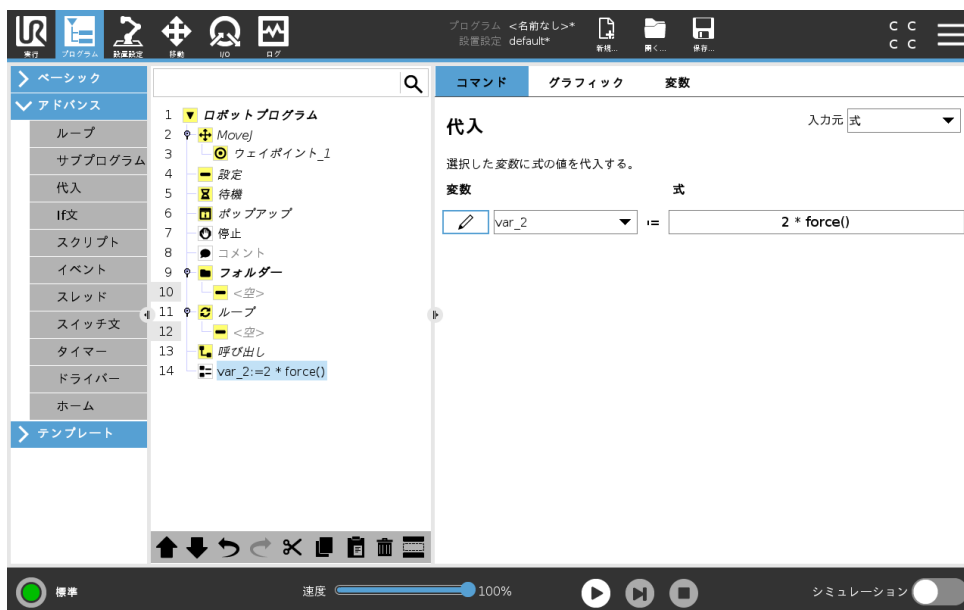
サブプログラムでは、数か所で必要とされるプログラムの部分を保持することができます。サブプログラムはディスク上の別個のファイルでもよく、サブプログラムが誤って変更されるのを保護するため、非表示にすることもできます。

サブプログラム呼び出し



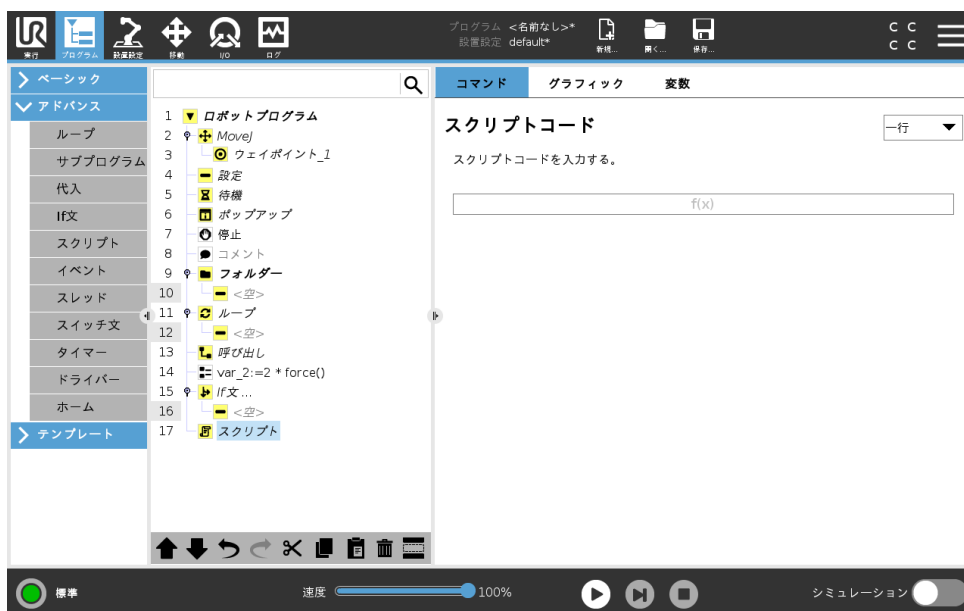
サブプログラムの呼び出しによって、サブプログラムでプログラム行を実行させ、後続の行に戻ります。

15.6.4 代入



変数に値を代入します。右側の計算値を左側の変数に代入します。これは複雑なプログラムで便利です。

15.6.5 スクリプト



以下のオプションは「コマンド」のドロップダウンリストで使用できます。

- 線によって、式エディタ (15.1.4) を使用して URscript コードの単線を書くことができます。
- ファイルによって、URscript ファイルを書いたり、編集または読み込みを行うことができます。

URscript を書くための手順はサポートウェブサイト (<http://www.universal-robots.com/support>) のスクリプトマニュアルにあります。

Urscript ファイルで宣言されている関数と変数は、PolyScope におけるプログラムのどこでも使用することができます。

15.6.6 イベント



イベントを使うと、入力信号をモニターしたり、何らかの処理を実行したり、入力信号が高になった場合に変数を設定することができます。たとえば、1つの出力信号が高になった場合に、イベントプログラムで 200ms 間待機して再び低に戻すことができます。これによって、外部機械が高入力レベルではなく上昇フランクをトリガーする場合に、メインプログラムコードをより簡単にすることができます。イベントはコントロールサイクル (2ms) 毎に 1 回確認されます。

15.6.7 スレッド



スレッドはロボットプログラムの平行プロセスです。スレッドは、外部機械をロボットのアームとは独立して制御するために使用できます。スレッドは、変数と出力信号を使用してロボットプログラムと通信することができます。

15.6.8 ねじ回し

ねじ回しプログラムノードは、取り付けたスクリュードライバーを使用する際にねじ回しアプリケーションを追加する手軽な方法を提供します。スクリュードライバーの構成およびロボットへの接続は、接地設定タブで定義されます（16.1を参照）。



スクリュードライバーノード

1. ヘッダーで、プログラムをタップします。
2. 高度な設定下で、スクリュードライバーをタップします。
3. 締め付けを選択して締め付け方向（入れる）にねじを追うか、緩めるを選択して、緩める方向（出す）にねじを追います。この選択は、ねじをロボットが追い、計算値を測定する際の動作のみに影響します。
4. プログラム選択フィールドで、設置のプログラム選択信号によって、スクリュードライバープログラムを選択できます。
5. 開始点を有効にするを選択して、MoveL をスクリュードライバーがすでに実行されている際に実行されるプログラムツリーに追加します。
機械エラーハンドラーを有効にするを選択して、必要に応じてねじ回し作業が開始する前にプログラムツリーに修正措置を追加します。

ねじを追うをプロセス下で選択して、以下の方法でねじ回し作業の効果をつけます。

- ・ フォース：フォースを選択して、ねじに与える力の量を定義します。速度の限界を選択し、ロボットがねじに接触しない限り、その速度で移動するようにします。



注意:

スクリュードライバープログラムを起動する前にスクリュードライバービットをねじ情報に配置します。ねじに加えた力は、スクリュードライバープログラムの実施に影響を与えることがあります。

- 速度：ロボットがねじを追う際の固定ツール速度および加速を選択します。
- 式：If コマンド同様（15.6.2を参照）、式を選択して、ねじを追うロボットの条件を記述します。

スクリュードライバーまで

スクリュードライバープログラムノードには、ねじ回し工程を停止する基準を定義する設定条件までノードが達成されるまでの指令が含まれます。



以下の停止基準を定義できます。

- 好結果：ねじ回しは、選択されたオプションを使って完了が検知されるまで継続します。追加できるのは1個の好結果条件のみです。
- エラー：ねじ回しは、選択されたオプションを使ってエラーが検知されるまで継続します。追加できるのは1個のエラー条件のみです。



好結果

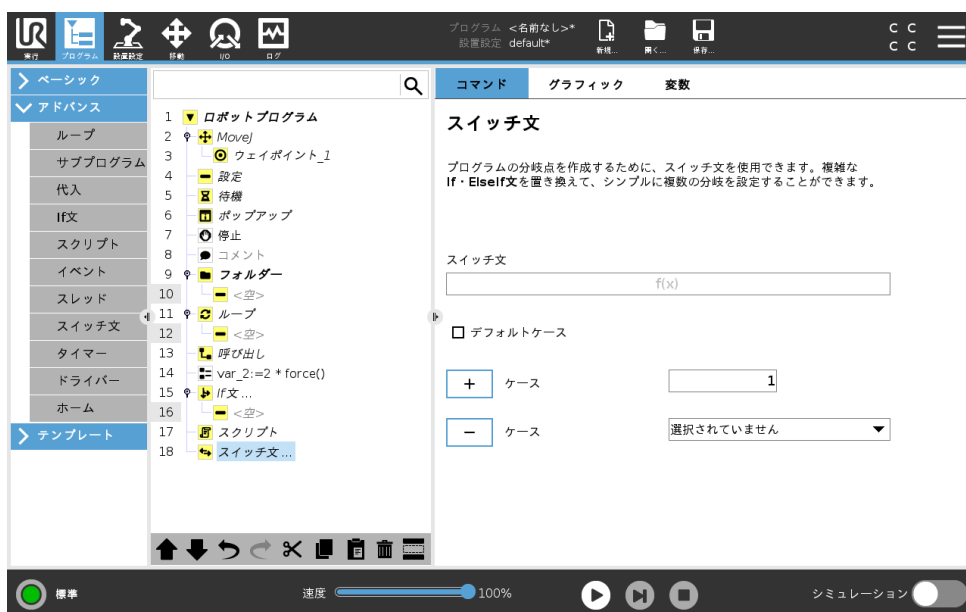
- **OK** : ねじ回しは、スクリュードライバーが **OK** 信号を検知するまで継続します。
- 時間 : ねじ回しは、最大定義時間まで継続します。
- 距離 : ねじ回しは、最大定義距離まで継続します。
- 式 : ねじ回しは、カスタムされた数式条件を満たすまで継続します。



エラー

- **OK** でない : ねじ回しは、スクリュードライバーが **OK** でない信号を検知するまで継続します。
- 距離 : 定義された距離を超えた場合にねじ回しは、停止します。
- タイムアウト : 定義された時間を超えた場合にねじ回しは、停止します。

15.6.9 スイッチ文



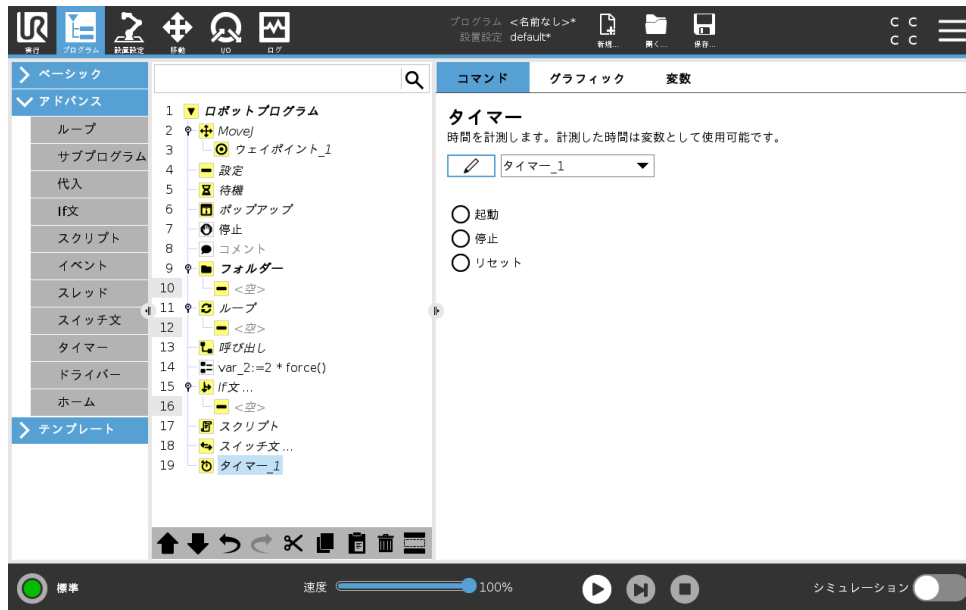
スイッチケース構文によって、ロボットの動作をセンサー入力または変数値に基づいて変更させることができます。式エディターを使用して、ロボットがこのスイッチのサブコマンドに進

15.6 高度プログラムのノード

まなければならない場合の、基本条件を記述し、ケースを定義します。条件の評価結果がケースの一つに該当する場合、この ケース内の行が実行されます。初期設定ケースが特定された場合、行は他の該当ケースが見つからない場合のみ、実行されます。

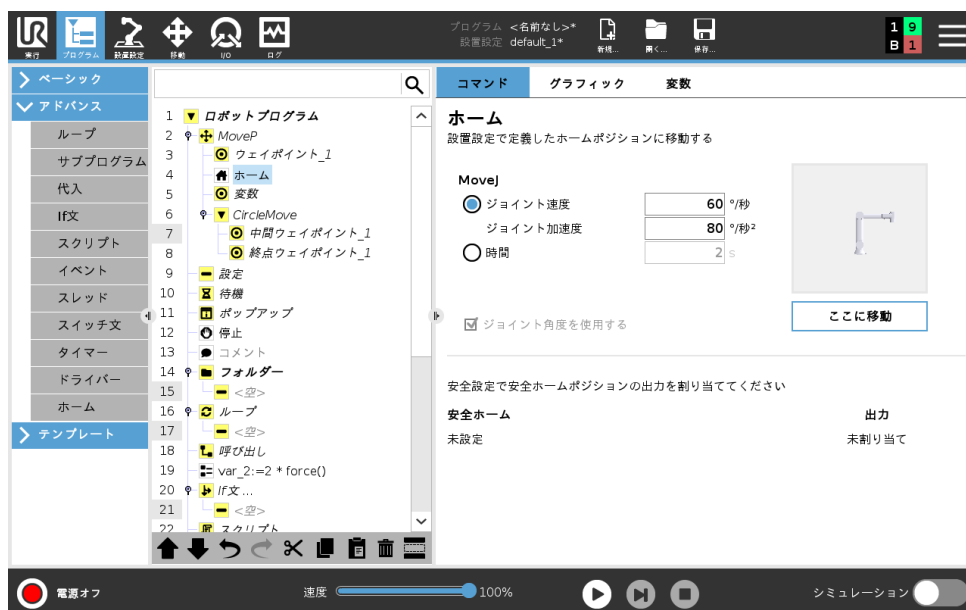
各スイッチには複数のケースと 1 個の初期設定ケースを割り当てることができます。スイッチにはケースの数値を定義した例を 1 個のみ割り当てることができます。ケースは、画面上のボタンを使用して追加することができます。ケースコマンドは、このスイッチの画面から削除することができます。

15.6.10 タイマー



タイマーにより、プログラムの特定パーツが動作するのにかかる時間の長さを測定します。可変プログラム

15.6.11 ホーム



「ホーム」 コマンドはジョイントアングルを使用して、ロボットを定義済みのホームポジションに移動します。安全ホームポジションとして定義されている場合、ホームコマンドはプログラムツリーにおいてホーム (安全) として表示されます。ホームポジションが「安全」と同期していない場合、コマンドは未定義になります。

15.7 テンプレート

15.7.1 パレタイズ

パレタイズは、手軽にパレタイズおよびデパレタイズタスクやピックアンドプレース（トレイ、トレイ、取り付け具等）のプログラムが行えたり、ロボットを異なるパターンで複数のレイヤーにある別のワークに対し繰り返し動作を行わせることができるテンプレートです。違うパターンを作成して特定のレイヤーに適用することができます。各レイヤー間にセパレータを配置することもできます（15.7.1を参照）。さらに、パレット特性から機能を使って手軽にお使いのパレットの位置を調整できます。機能に関する詳細は、16.3をご覧ください。以下のパレタイズプログラムの作成選択に従い、パレタイズテンプレートを使います。

パレタイズプログラムを作成する



- 機能を教授するか（16.3を参照）それとも基準面にベースを使うか決めます。
- プログラムタブ内の、テンプレート下で、パレタイズにタップします。
- パレタイズ画面で、希望する動作によって、以下のアクションから一つ選択します。
 - パレタイズを選択し、パレット上にワークを整理します。
 - パレタイズを選択し、パレットからワークを外します。
- パレットのプロパティで、自分のプログラムに付ける名称、機能（手順1を参照）、オブジェクトの高さおよびワークカウンター名を指定します。停止した際に扱っていたワークでロボットを再起動させたい場合は、最後のワーク位置を憶えておくボックスを選択します。
- パレタイズ画面のアクション下で以下を選択してパレタイズ前後に実行させたい追加のアクションを追加します。
 - パレタイズの前にアクションを追加する：これらのアクションはパレタイズ開始前に実行されます。

- (b) パレタイズの後にアクションを追加する：これらのアクションはパレタイズ終了後に実行されます。
6. プログラムツリー上で、パターンノードをタップして自分のレイヤーのパターンを指定します。以下の種類のパターンが作成できます：直線、格子、および不規則（以下の図を参照）。この画面上で、レイヤー間にセパレータを入れるかどうか選択できます（15.7.1を参照）。
 7. プログラムツリーでロボットに教えたレイヤー固有位置（開始および終了位置、グリッドの角およびワーク番号等）のパターンノードをタップします。ティーチングの手順については15.5.1を参照してください。どの位置もパレットの根本で教える必要があります。パターンを複製するには、複製したいパターンノード画面でパターンを複製するボタンにタップします。

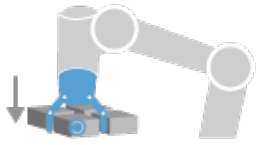
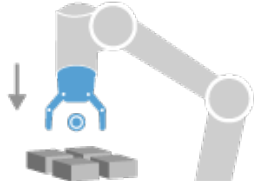
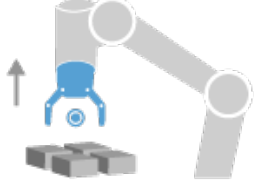
	直線 位置を教えるには、プログラムツリー内の各ワークを選択します： • Start_Item_1 • End_Item_1 画面下のワークテキストボックスを使って自分のシーケンスにあるワーク番号を挿入します。
	格子 位置を教えるには、プログラムツリー内の各ワークを選択します： • Corner_Item_1 • Corner_Item_2 • Corner_Item_3 • Corner_Item_4 該当するテキストボックスに行と列の番号を挿入し、パターンの寸法を設定します。
	不規則 位置を教えるには、プログラムツリー内の各ワークを選択します： • Item_1 • Item_2 • Item_3 ワークの追加をタップしてシーケンスに新しいワークを追加し、指定します。

8. プログラムツリー内で、レイヤーノードをタップして自分のパレタイズシーケンスのレイヤーを構成します。パターン選択ドロップダウンメニューを使い、各レイヤーのパターンを選択します。レイヤー追加ボタンをタップして自分のプログラムに追加のレイヤーを追加します。レイヤーは後で順番を変えることができないため、正しい順番で追加する必要があります。
9. プログラムツリーで、各項目の位置でノードをタップします。(A) 各ワークウィザードもしくは (B) 各ワークにて手動で構成のデフォルトオプションを使用するを選択します。各

オプションの説明は以下の通りです。

(A) 各ワークウィザード 各ワークウィザードは、**ReferencePoint**、アプローチウェイポイント、**ToolActionPoint** ウェイポイント、終了ウェイポイントなどのパレット上の各ワークで実施されるアクションを定義するのをアシストします。各項目のアプローチおよび終了ウェイポイントは、別の項目の向きに関わらず、同じ向きで同じ方向のままとなります。

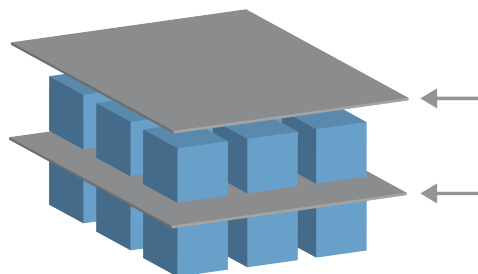
1. 各ワークでノードをプログラムツリーでタップします。
2. 各ワークで画面で、次へをタップします。
3. ここに移動ボタンをタップします。それから、自動ボタンを長押しするか、マニュアルボタンを使ってロボットを **ReferencePoint** まで移動させます。継続ボタンをタップします。次へをタップします。
4. ウェイポイントの設定にタップしてアプローチウェイポイントを教えます（15.5.1を参照）。次へをタップします。
5. ステップ 3 を繰り返します。
6. ウェイポイントの設定にタップして終了ウェイポイントを教えます（15.5.1を参照）。次へをタップします。
7. 終了をタップします。
8. これでプログラムツリーにあるツールアクションフォルダ内に該当するグリッパークノードを追加できるようになります。

 ToolActionPoint	ToolActionPoint ウェイポイント：レイヤーにある各ワークのアクションを実行する際にロボットにいてほしい場所や位置です。ToolActionPoint ウェイポイントはデフォルトで ReferencePoint ですが、ToolActionPoint ウェイポイントノードにタップすることでプログラムツリーを編集できます。 ウィザードを使用する際、ReferencePoint はパレット上で最初に定義されたレイヤーにある最初の位置です。ReferencePoint はロボットにレイヤーにある各ワークのアプローチウェイポイント、ToolActionPoint ウェイポイント、終了ウェイポイントを教えるのに用います。
 アプローチ	アプローチウェイポイントレイヤーにあるワークをアプローチする際にロボットに取ってもらいたいと思うコリジョンフリーポイントおよび方向です。
 ツールアクション	ツールアクション：各ワークでロボットアタッチメントに実行して欲しいと思うアクションです。
 終了	終了ウェイポイント：レイヤーにあるワークを離れる際にロボットに取ってもらいたい位置および方向です。

(B) マニュアル構成

1. 各ワークでノードをプログラムツリーでタップします。
2. 各ワークで上で画面を開始し、マニュアル構成をタップします。
3. ドロップダウンメニューを使ってパターンと **ReferencePoint** ワークを選択します。この **ReferencePoint** を使用ボタンにタップし、**ReferencePoint** を設定します。
4. ここに移動をタップして、ロボットを **ReferencePoint** に移動します。
5. プログラムツリー内のアプローチノードにタップしてロボットにアプローチウェイポイントを教えます (15.5.1を参照)。アプローチウェイポイントは、別の項目の向きに関わらず、同じ向きで同じ方向のままとなります。
6. 各ワークでノードをプログラムツリーでタップします。ステップ 4 を繰り返します。
7. プログラムツリー内の終了ノードにタップしてロボットに終了ウェイポイントを教えます (15.5.1を参照)。
8. これでプログラムツリーにあるツールアクションフォルダ内に該当するグリッパワークノードを追加できるようになります。

パレタイズシーケンス内にレイヤー間のセパレータの追加



紙やスタイロフォームなどのセパレータをパレタイズシーケンス内のレイヤー間に配置することができます。レイヤー間にセパレータを追加するには、以下の手順に従います。

1. プログラムツリー上で、パターンノードを選択します。
2. パターン画面で、セパレータを選択し、セパレータ高さテキストボックスを使って高さを定義します。高さが定義されないと、プログラムは実行されません。
3. プログラムツリー内でレイヤーを選択します。レイヤー画面で、セパレータを間に入れたいレイヤーを選択します (セパレータは自動的に各レイヤーに配置されます)。
4. プログラムツリーでセパレータノードをタップします。セパレータを設定にタップしてセパレータポジションを教えます。
5. デフォルトオプション (A) セパレータウィザードもしくは (B) 手動でセパレータシーケンスを構成を使って間を選択します。各オプションの説明は以下の通りです。

ウィザードが完了したとき、もしくはウィザードをキャンセルした場合は、セパレータワーク下のプログラムツリーにテンプレートが表示されます。セパレータワークノード下のツールアクションフォルダに加えて、以下のフォルダから一つ選択できます。

- ・ピックアップセパレータは、パレタイズの際ロボットにセパレータを回収してもらうようプログラムです。
- ・パレタイズ解除を行うためのドロップオフセパレータドロップオフセパレータ

(A) セパレータウィザード

1. セパレータアクションノードをプログラムツリーでタップします。
2. セパレータアクション画面で、次へをタップします。
3. それから、ここへ移動ボタンをタップするか自動ボタンを長押しもしくはマニュアルボタンを使ってロボットをセパレータポイントまで移動させます。継続ボタンをタップします。次へをタップします。
4. ウェイポイントの設定にタップしてアプローチウェイポイントを教えます（15.5.1を参照）。次へをタップします。
5. ステップ3を繰り返します。
6. ウェイポイントの設定にタップして終了ウェイポイントを教えます（15.5.1を参照）。次へをタップします。
7. 終了をタップします。
8. これでプログラムツリーにあるピックアップセパレータ、ドロップオフセパレータ、およびツールアクションフォルダ内に該当するワークノードを追加できるようになります。

(B) マニュアル構成

1. セパレータアクションノードをプログラムツリーでタップします。
2. セパレータアクション上で画面を開始し、マニュアル構成をタップします。
3. セパレータポイントへ移動をタップして、ロボットをセパレータポイントに移動します。
4. プログラムツリー内のアプローチノードにタップしてロボットにアプローチウェイポイントを教えます（15.5.1を参照）。
5. セパレータアクションノードをプログラムツリーでタップします。ステップ3を繰り返します。
6. プログラムツリー内の終了ノードにタップしてロボットに終了ウェイポイントを教えます（15.5.1を参照）。
7. これでプログラムツリーにあるピックアップセパレータ、ドロップオフセパレータ、およびツールアクションフォルダ内に該当するワークノードを追加できるようになります。

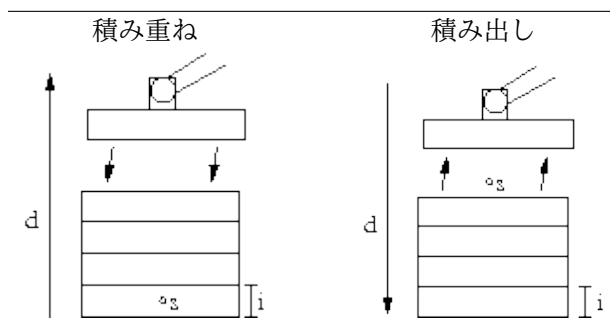
パレタイズプログラムをカスタマイズするオプション

以下の方法でパレタイズプログラムをカスタマイズできます。

- パレタイズプログラム作成後にお使いのパレットを調整もしくは再配置する必要がある場合は、パレタイズシーケンスは、機能に比例して固定されているため、必要なのは、パレット機能を再教授する必だけとなります（16.3を参照）。よって、ほかのプログラムもすべて自動的に新たに教授された位置に調整されます。
- 移動コマンドのプロパティを編集することができます（15.5.1を参照）。
- 速度とブレンド半径を変更することができます（15.5.1を参照）。
- 各ワークシーケンスでもしくはセパレータアクションシーケンスに別のプログラムノードを追加することができます。

15.7.2 探索

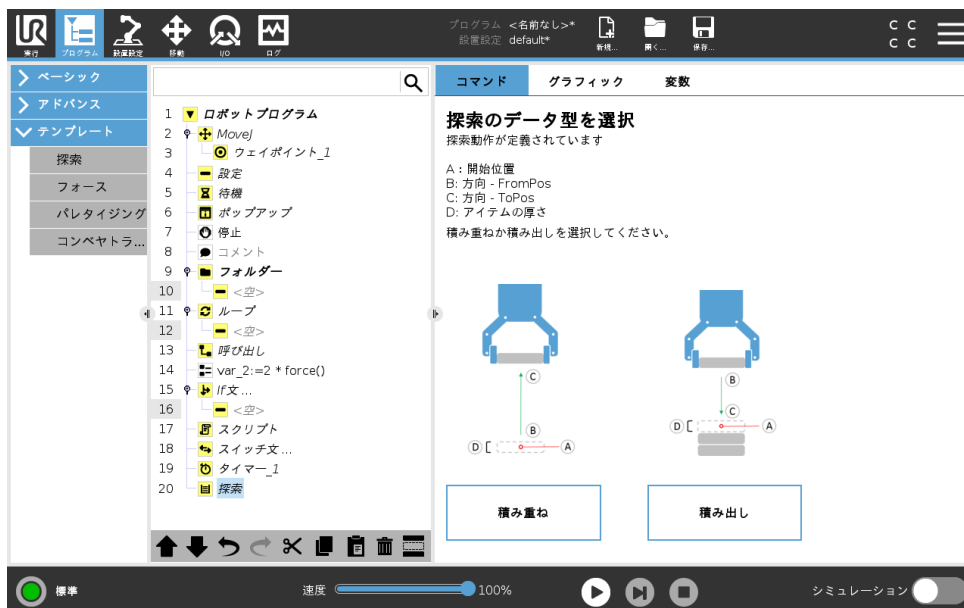
探索機能は、センサーを使用して、ワークを掴んだり離す正しい位置に達したことを判断します。センサーは押しボタンスイッチでも、圧力センサーでも、静電容量センサーでも使用できます。この機能は、厚さが異なるワークを積み重ねる作業や、ワークの正確な位置が分からない、またはプログラム化が困難な場合に使用されます。



積み重ね作業のために探索機能をプログラムする場合は、 s 開始点、 d 積み重ね方向、そして i 積み重ねるワークの厚さを定義する必要があります。

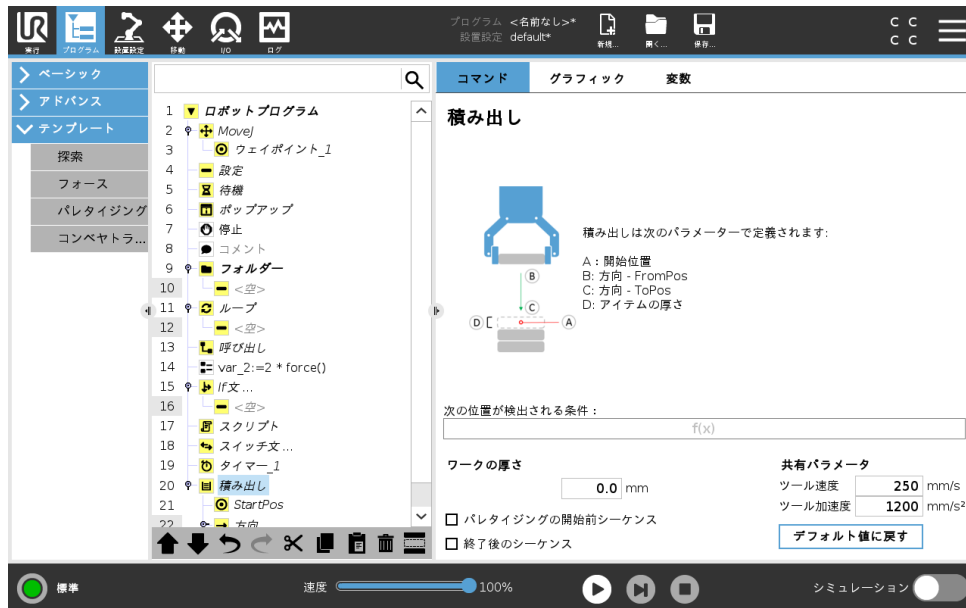
その上に、次の積み重ね位置に達した時の条件と、各々の積み重ね位置で実行される特殊なプログラムシーケンスを定義する必要があります。また、積み重ね作業に関与する運動の速度と加速度も規定する必要があります。

積み重ね



積み重ねの場合は、ロボットアームは開始点まで動き、次に反対方向に動いて、次の積み重ね位置を探索します。見つかったら、ロボットはその位置を記憶して特殊なシーケンスを実行します。次のラウンドでは、ロボット方向に沿ったワークの厚さを加算した記憶位置からは探索を開始します。積み重ねは、積み上がった高さが何らかの定義値を超えた場合、またはセンサーが信号を送った場合に終了します。

積み出し

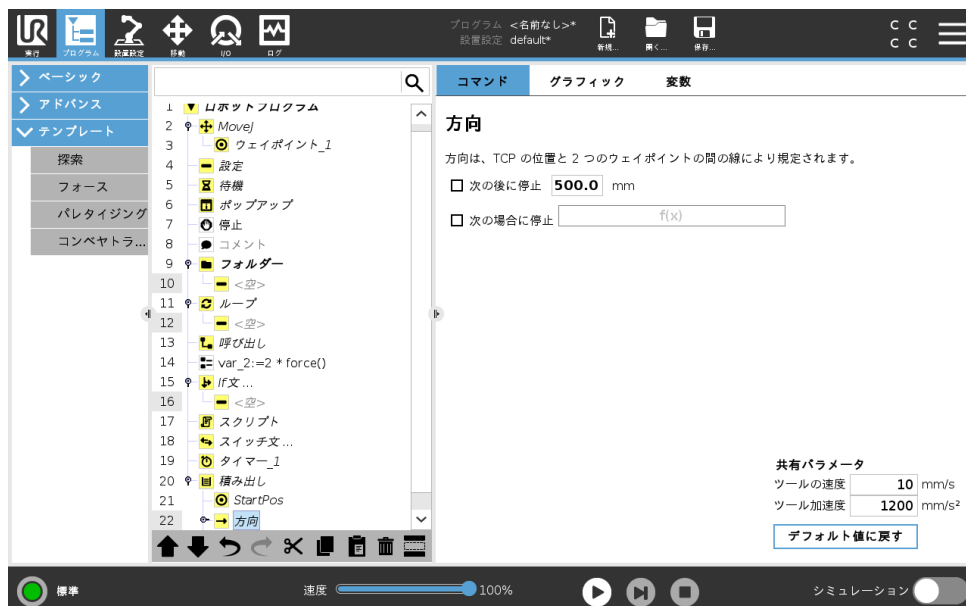


積み出しをする場合は、ロボットアームは開始位置から次のワークを探索するために所定の方向に動きます。画面の条件によって、次のワークが到達するタイミングが決まります。条件が満たされると、ロボットはその位置を記憶して特殊なシーケンスを実行します。次のラウンドでは、ロボットは方向に沿ったワークの厚さを加算した記憶位置から探索を開始します。

開始位置

開始位置は積み重ね作業を始める位置です。開始位置を省略すると、積み重ねはロボットアームの現在の位置から開始されます。

方向



方向は2つの位置によって定められます。TCPの第1の位置と、TCPの第2の位置との間の位置差として計算されます。

注：方向は、点の向きを考慮しません。

次の積み重ね位置の式

ロボットアームは連続的に上昇しながら、次の積み重ね点に達するまで、方向ベクトルに沿って動きます。式が真と評価されると、特殊なシーケンスが実行されます。

「開始前シーケンス」

オプションの 開始前シーケンスは、作動開始直前に実行します。これは、準備完了信号を待機するのに使用できます。

「終了後シーケンス」

オプションの 終了後シーケンスは、作業完了時に実行します。これを使用して、次の積み重ねを準備し、コンベヤ移動を開始させる信号を送ることができます。

ピック/プレースシーケンス

ピック/プレースシーケンスは各積み重ね位置で実行される特別なプログラムシーケンスでパレット操作に似ています。。

15.7.3 フォース

ロボットの作業空間で、フォースモード は、選択可能な軸のコンプライアンスおよびフォースを可能にします。フォースコマンドの下でのすべてのロボットアームの運動は、フォースモードで実行されます。ロボットアームがフォースモードで移動する場合、ロボットが適合する 1 つ以上の軸を選択できます。ロボットアームは、適合する軸に合わせて環境と適合します。つまり、ロボットアームは指定されたフォースを達成するために、その位置を調整します。ロボットアーム自体が、ワークピースなどの環境にフォースを適用することも可能です。

フォースモードは、事前定義された軸に沿った実際のツール中心点 (tcp) の位置は重要でないものの、代わりにその軸に沿ったフォースが望ましい用途に適します。たとえば、ロボットの TCP が曲面に対して回転する場合、またはワークピースを押したり引いたりする場合などです。フォースモードは、事前定義された軸の周りに特定のトルクを適用することにも対応しています。

ゼロ以外のフォースが設定され、軸内に障害物がない場合には、ロボットアームはその軸に沿って加速しようとします。

1 つの軸が適合するように選択されたとしても、ロボットプログラムは引き続きその軸に沿ってロボットを移動しようとします。ただし、フォース制御では、ロボットアームが指定されたフォースを実現できるよう試みます。

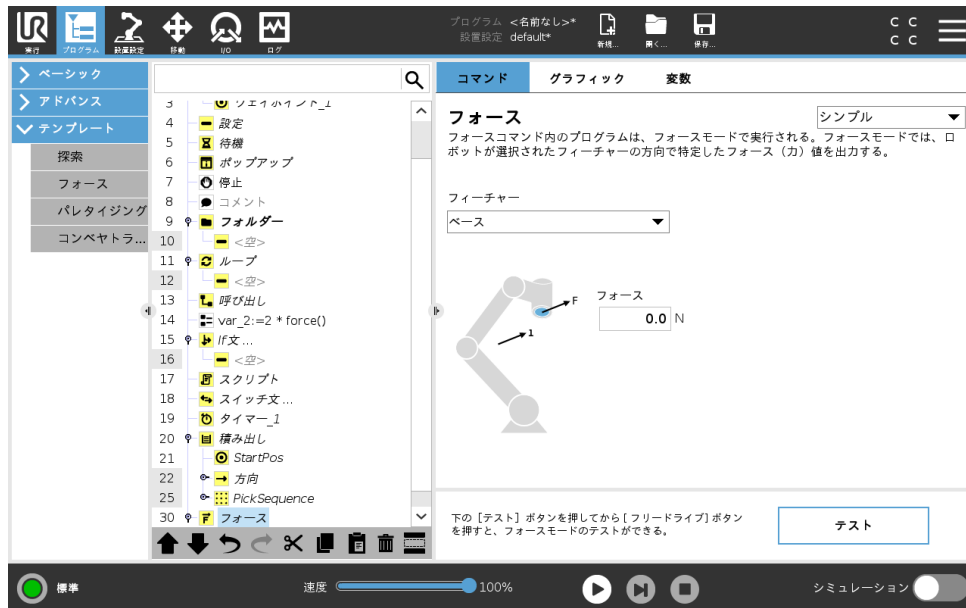


注:

If、ElseIf あるいは Loop 内にフォースモードがある場合で、式を継続的にチェックが選択されていれば、式の終わりに `エンド _ フォース _ モード ()` スクリプトを加えてフォース制御を終了できます。

**警告:**

1. フォースモードに入る直前に急に減速しないようにしてください。
2. フォース制御の精度が低下するため、フォースモードでは急に加速しないようにしてください。
3. フォースモードに入る前に、適合する軸に対して平行方向に移動しないようにしてください。

**フィーチャー選択**

フィーチャーメニューは、ロボットがフォースモードで作動する間に使用する座標系（軸）を選択するために使用します。メニューのフィーチャーはインストール時に定義されたものです（16.3を参照）。

フォースモードタイプ

4つの異なるタイプのフォースモードがあり、それぞれが選択されたフィーチャーを解釈する方法を判断します。

- 単純: 1つの軸だけがフォースモードに対応します。この軸に沿ったフォースは調整可能です。望ましいフォースは、必ず選択されたフィーチャーのZ軸に沿って印加されます。ただし、直線フィーチャーの場合はそのY軸に沿います。
- フレーム: フレームタイプはさらに高度な使用法を可能にします。ここでは、6つの自由度すべての適合とフォースを個別に選択することができます。
- 点: 点が選択されると、タスクフレームはロボットのTCPから選択されたフィーチャーの中心に向かって指されるY軸を持ちます。ロボットのTCPと選択されたフィーチャーの中心の間の距離は少なくとも10 mmなければなりません。ロボットのTCP位置が変化すると、タスクフレームが随時変化することにご留意ください。タスクフレームのX軸とZ軸は選択されたフィーチャーの最初の方向に依存します。

- ・ 運動: これは、タスクフレームが TCP の運動方向により変化することを意味します。タスクフレームの X 軸は、選択されたフィーチャーの X 軸と Y 軸に展開された面への TCP の移動方向の投影となります。Y 軸はロボットアームの動きに直角となり、選択されたフィーチャーの X-Y 面上にあります。これは、複雑なパスに沿ってバリ取りをする場合に、フォースが TCP の動きに対して直角になる必要がある場合に便利です。

注記: ロボットアームが移動しない場合は、次の点にご留意ください: ロボットアームが静止状態のままでフォースモードが入力された場合、TCP の速度がゼロより大きくなるまでは適合する軸がありません。しばらくの間フォースモードのままとなった後、ロボットアームはまた静止し、タスクフレームは前回 TCP の速度がゼロより大きくなった際と同じ方向を持ちます。

後の 3 つのタイプでは、ロボットがフォースモードで作動している場合、実際のタスクフレームを [グラフィック] タブ (15.3 を参照) にランタイムに表示させることができます。

フォース値選択

- ・ フォースまたはトルク値は、適合する軸に対して設定することができます。ロボットアームは、指定されたフォースを達成するため位置を調整します。
- ・ 適合していない軸に関しては、ロボットアームはプログラムによって設定された軌道に従います。

平行移動のパラメーターの場合、フォースはニュートン [N] で指定され、回転の場合は、トルクはニュートンメートル [Nm] で指定されます。



注:

以下を行う必要があります:

- ・ 別のスレッドの `get_tcp_force()` スクリプト機能を使用し、実際のフォースおよびトルクを表示する。
- ・ 実際のフォースおよび/またはトルクが指定値を下回る場合は、レンチベクトルを修正する。

速度の限界

デカルト最高速度は適合した軸に対して設定することができます。このロボットは、物体に接触しない限り、力が制御された状態でこの速度で動作します。

試験フォース設定

試験とラベリングされているオン/オフボタンは、教示ペンダント裏面のフリードライブボタンの動作を、通常のフリードライブモードからフォースコマンドの試験に切り替えます。

試験ボタンがオンの状態で、ティーチペンダント裏面のフリードライブボタンを押すと、ロボットはプログラムがフォースコマンドに達したかのように作動します。この方法により、完成したプログラムを実際に実行する前に、設定を検証することができます。特に、この機能は適合軸とフォースが的確に選択されていることを検証するために便利です。単純に、片手でロボットの TCP を掴んでもう一方の手でフリードライブボタンを押し、ロボットが移動可能な方向と移動不可能な方向を設定します。この画面を終了すると、[試験] ボタンは自動的にオフになります。すなわち、ティーチペンダント裏面のフリードライブボタンは再びフリードラ

イブモードで使用できるようになります。

注：フリードライブボタンは、フォースコマンドに有効なフィーチャーが選択されている場合のみ有効です。

15.7.4 コンベヤトラッキング

コンベヤトラッキングによって、ロボットアームは最大2台のコンベヤの動きを追跡することができます。コンベヤトラッキングの定義は設置設定タブで行います（セクション16.1.10参照）。



コンベヤトラッキングプログラムコマンドはテンプレートタブのプログラムで利用できます。コンベヤの追跡中には、このコマンドの下すべての動作が許可されますが、これらはコンベヤベルトの移動に依存します。既存のコンベヤトラッキングがあるときにはブレンドは許可されません。ブレンドが許可されると、ロボットは次の動作を行う前に完全に停止します。

コンベヤの追跡

1. ヘッダーで、プログラムをタップします。
2. テンプレートをタップしてコンベヤトラッキングを選択し、コンベヤトラッキングコマンドをプログラムツリーに追加します。コンベヤトラッキングコマンドに記載された動作はすべて、コンベヤの動作を追跡します。
3. コンベヤトラッキングコマンドにおいて【コンベヤの選択】ドロップダウンリストで、コンベヤ **1** またはコンベヤ **2** を選択して、追跡する必要があるコンベヤを定義します。



注:

If、ElseIf あるいは Loop 内にコンベヤトラッキングノードがある場合で、式を継続的にチェックが選択されていれば、式の終わりにエンド _ コンベヤ _ トラッキング () スクリプトを加えてコンベヤトラッキングを終了できます。

15.8 URCaps

15.8.1 リモート TCP とツールパス UR キャップ

リモート TCP とツールパス UR キャップでは、リモートツールセンターポイント (RTCP) の設定が行え、ここでロボットの架台に相対させた空間にツールセンターポイントを固定します。リモート TCP とツールパス UR キャップも中間点や円移動のプログラミングが行え、サードパーティ CAD/CAM ソフトウェアパッケージで定義されたインポート済ツールパスファイルに基づいたロボットの動作を作成します。

リモート URCap では、使用前にロボットを登録する櫃量があります (11.4を参照)。RTCP は、固定ツールに比例してロボットが握ったり、物を移動したりする必要のある用途で稼働します。RTCP は、RTCP_MoveP や RTCP_CircleMove コマンドと一緒に用いて、固定ツールに比例した一定速度で握った部位まで移動します。



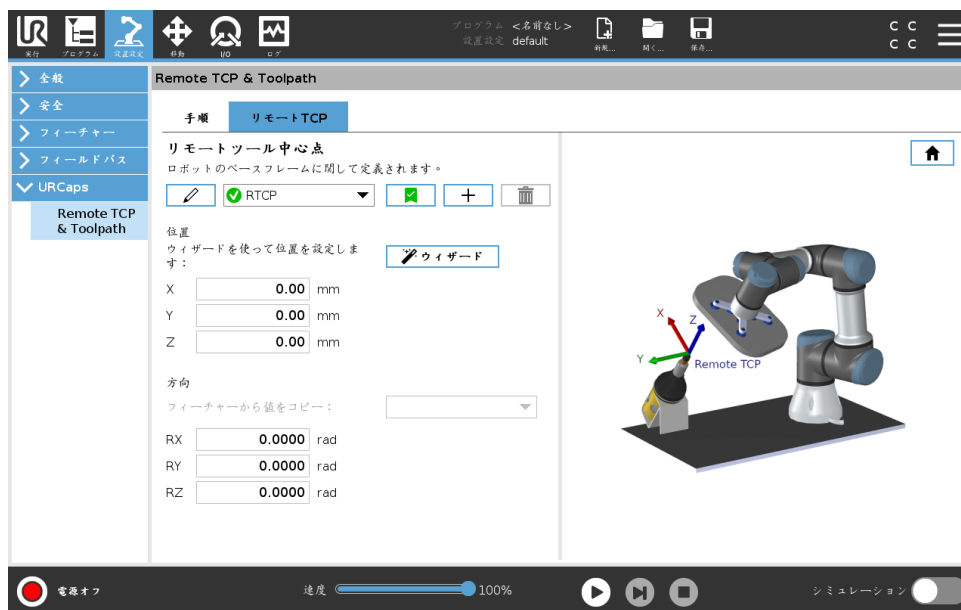
通常の TCP 同様 (16.1.1を参照) 設置タブのセットアップで RTCP の定義および名称変更ができます。以下の作業も完了できます。

- RTCP の追加、名称変更、変更、削除
- デフォルトとアクティブ RTCP の理解
- RTCP 位置の教示
- RTCP 方向のコピー

機能からの RTCP の設定

機能を使って RTCP の設定を行い、RTCP ウェイポイントや RTCP サークル移動を作成しながら、ロボットが RTCP に比例して小走りできるようにします。

1. プラスのアイコンにタップし、新規 RTCP を作成します **RTCP.**。もしくは、既存の RTCP をドロップダウンメニューから選択します。
2. ドロップダウンメニューポイント機能から値をコピーにタップし、機能を選択します。RTCP 向き値を確認し、選択した機能と一致させるために更新します。



15.8.2 リモート TCP 移動のタイプ

RTCP_MoveP

通常の MoveP と同様、RTCP_MoveP は、ツール速度とリモート TCP と相対的にロボットアームが動く加速度を定義します。を参照16.1.1。

RTCP 円移動

通常の円移動同様、RTCP 円移動は RTCP_MoveP に追加して円移動させることができます。を参照16.1.1。



注:

円移動の最大速度は、規定値よりも遅くなる可能性があります。
円半径は、 r であり、最大加速度は、 A で m 最大速度は、求心加速度のため、 Ar を超えることはできません。

15.8.3 RTCP ウェイポイント

通常のウェイポイント同様、RTCP は、一定速度で円ブレンドを使ってツールを直線的に動かすことができます。デフォルトのブレンド半径の大きさは、すべてのウェイポイント間の共有値となります。ブレンド半径の大きさが小さくなるとパスのターンが鋭角になります。ブレンド半径の大きさが大きくなるとパスのターンがスムーズになります。RTCP ウェイポイントは、物理的に希望する位置にロボットアームを動かすことで指示します。



RTCP ウェイポイントの教示

1. プログラムタブで、**RTCP_MoveP** ノードを挿入します。
2. の RTCP_MoveP ノードで、設定にタップし、移動画面を呼び出します。
3. 移動画面で、指示モードまたはジョグを使って目的の設定でロボットの位置を合わせます。
4. 緑のチェックマークにタップして有効にします。

RTCP ウェイポイントの構成

ブレンドを使ってロボットが2曲線間をスムーズに移動できるようにします。共有ブレンド半径にタップするか半径でブレンドにタップし、RTCP_MoveP からのウェイポイント用に半径をブレンドする設定をします。



注:

物理的時間ノード (移動や待ちなど) は、RTCP_MoveP node の子として使用できません。もしサポートされていないノードを RTCP_MoveP node に子として添加した場合は、プログラムが有効となくなります。

15.8.4 リモート TCP ツールパス

リモート TCP とツールパス UR キャプは、自動でロボットの動作を生成し、複雑な軌跡に正確に従わせることが容易になります。

リモート TCP ツールパスの構成

1. & リモート TCP ツールパス UR キャプホームページにあるリモート **TCP** ツールパス動作を選択して、ワークフローを入力します。
2. 指示タブで指示に従います。

リモート TCP ツールパス動作には以下の主なコンポーネントが必要となります。

- ツールパスファイル

- リモート TCP
- リモート TCP PCS

CAD もしくは CAM ソフトウェアを使ってツールパスを構成する

ツールパスでは、ツール向き、軌跡、速度あるいは（流量）および移動方向を定義します。

1. 部位の CAD モデルを作成もしくはインポートします。
2. 部位機能を基準に PCS に比例したツールパスを作成します。
3. ツールパス動作をシミュレーションして予測された内容を満たすか確認します。
4. ツールパス動作をシミュレーションして、予想の内容を満たすか確認します。
5. ツールパスを nc ファイル拡張子で G-code ファイルにエクスポートします。

PolyScope に G-code ツールパスをインポートします。



1. USB スティックのルートディレクトリにツールパスファイルを読み込みます。ツールパスファイルは、nc ファイル拡張子でなければなりません
2. ティーチペンダントに USB スティックを挿入します。
3. ヘッダーで設置にタップし、UR キャップにタップしてから、リモート TCP& ツールパスを選択し、リモート TCP ツールパス動作を選択して、ツールパスを選択します。
4. Polyscope にインポートするツールパスファイルを選択します。

15.8.5 リモート TCP

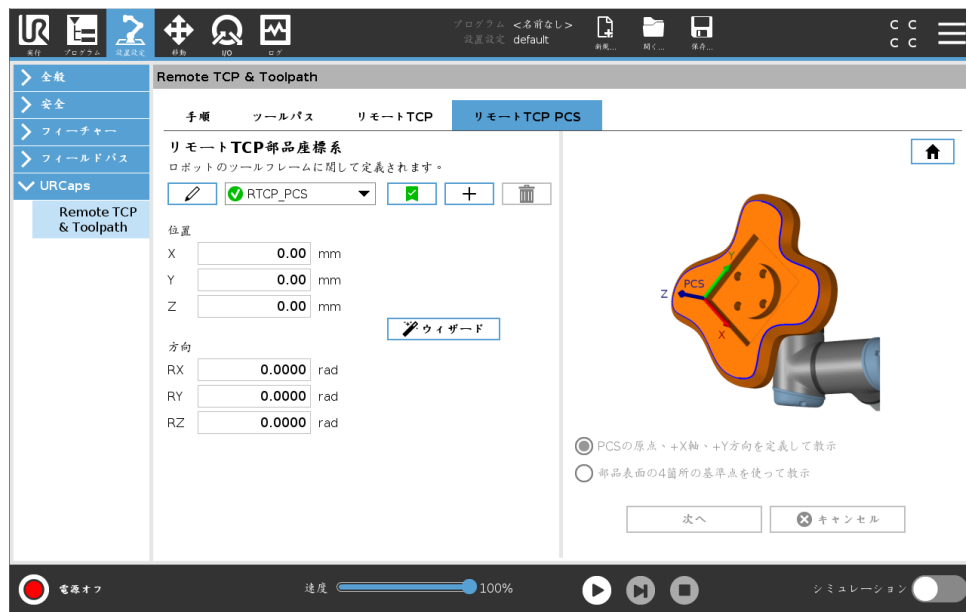
ツールパス動作のリモート TCP の構成

1. CAM 環境の最初の間点でツールの姿勢を決めます。
2. フリードライブを使って手でグリッパーを使って部位をつかみます。
3. リモート TCP の位置を選択します。
4. 位置ウィザードを使い、プラスの値を確保します。
5. リモート TCP をアプローチする際に必要な部位のポーズが達成されるまでロボットを調整します。

6. 物理的部位の最初の中間点でのツール向きを想定します。注：プラス Z 軸方向は部位面から離してください。
7. 前の手順で想定したのと同じ向きで平面フィーチャーを作成します。
8. 平面フィーチャーから値をコピーしてリモート TCP 姿勢を設定します。ツールパスが実施される一方で必要な部位ポーズが保持されます。

15.8.6 リモート TCP PCS

リモート TCP 部位座標システム (PCS) は、ロボットツールフランジに相対した固定値として定義されます。PolyScope 画面にある杖にタップし、ウィザードを起動してリモート TCP PCS を教示します。以下に記載の教示方法のいずれかを使用できます。



リモート TCP PCS の構成

PCS が部位面で設定できる場合はこの方法を用います。

1. フリードライブを使って手動でグリッパーを使って部位をつかみます。
2. リモート TCP を選択して基準点を教示します。高精度については、シャープリモート TCP を一時的にセットアップし、この教示プロセスを完了します。
3. リモート TCP までロボットをゆっくり走らせ、部位の原点、プラス X 軸とプラス Y 軸方向にタッチさせます。
4. 設定にタップして教示プロセスを終了します。位置と向きの値は、自動的に事前設定されます。

そうでなければ、こちらの方法を用います。

1. 部位面で 3、4 カ所基準点を選択します。
2. CAD/CAM ソフトウェアで、選択済の基準点の PCS に相対する X,Y,Z 座標軸を記録します。
3. フリードライブを使って手動でグリッパーを使って部位をつかみます。
4. リモート TCP を選択して基準点を教示します。高精度については、シャープリモート TCP を一時的にセットアップし、この教示プロセスを完了します。
5. 最初の基準点の座標を入力します。

6. リモート TCP までロボットをゆっくり走らせ、部位の最初の基準点にタッチします。
7. 別の基準点についても 5 と 6 の手順を繰り返します。

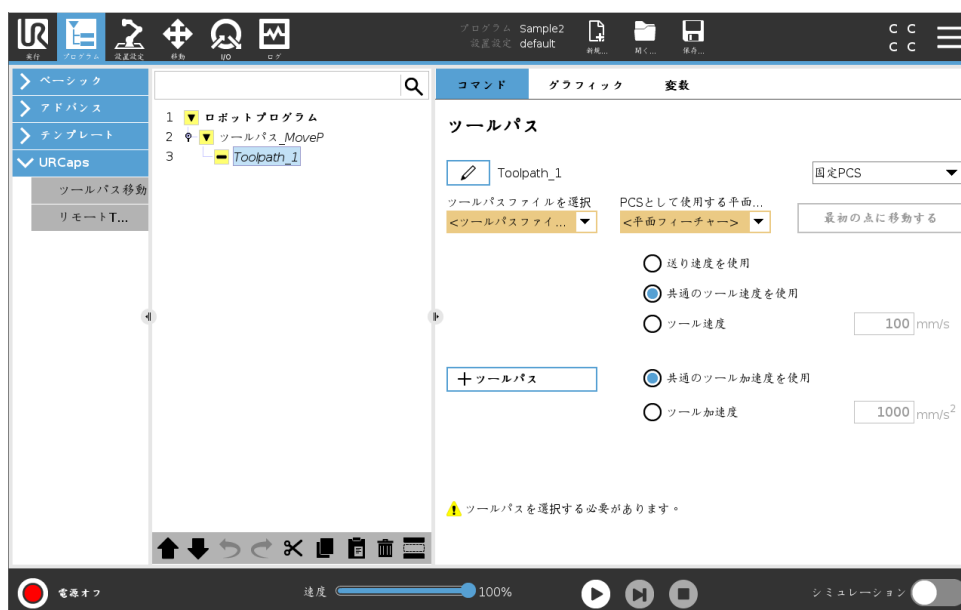
変数 PCS の設定

高度な利用の場合については、部位を高精度でつかまない場合、変数 PCS を設定してロボットツールフランジに比例する位置と向きの部位に従いツールパス動作を調整できます。PCS 位置と向きを検出できる外付けセンサーに関連付けたポーズ変数を作成できます。

1. PCS 位置と向きを検出できる外付けセンサーをセットアップします。センサーの出力をロボットツールフランジ枠に変換する必要があります。
2. PCS が部位に相対してセットアップされ、位置と向きが外部センサーで検知可能かどうかを確認します。
3. PolyScope で外部センサー出力に関連付けたポーズ変数を変数 PCS として作成します。**variable_rtcp_pcs_1** といった別個の名前を付けます。
4. **RTCP** ツールパスノードを挿入します。
5. プログラムページの右上角にあるドロップダウンメニューで、変数 **PCS** を選択します。
6. **PCS** 選択ドロップダウンメニューで、**variable_rtcp_pcs_1** を選択します。
7. 割当もしくはスクリプトノードを作成して、RTCP ツールパスノードの前に **variable_rtcp_pcs_1** を更新します。

以下の項では、リモート TCP ツールパスノードの変数 PCS の使い方を説明します。

リモート TCP ツールパスノードの構成



1. プログラムラブにアクセスし、**URCaps** にタップします。
2. リモート **TCP** 動作を選択して、RTCP_MoveP ノードを挿入します。
3. TCP を選択して、ツール速度、ツール加速度、ブレンド半径の動作パラメータを設定します。
4. **+Toolpath** にタップし、RTCToolpath ノードを挿入します。必要であれば、デフォルトで作成されている RTCPWaypoint ノードは削除します。

5. ドロップダウンメニューからツールパスファイルと該当するリモート TCP PCS を選択します。
6. 異なる値が RTCPToolpath ノードに充てられている場合は、動作パラメータを調整します。
7. 最初の位置へ移動にタップし、予想通りリモート TCP に近づいていく確保部位を確認します。
8. 低速のシミュレーションモードでプログラムをテストし、構成を確認します。



注:

ツールパスが実行されるごとに、ジョイントアングルの利用で MoveJ を追加してツールパスが実行される前に固定済ジョイント構成に移動するように設定して、ロボットの動作が確実にできるようになります。15.5.1を参照

15.8.7 標準 TCP のツールパス移動

リモート TCP ツールパス動作の構成と同様に、通常の TCP ツールパス動作も以下が必要です。

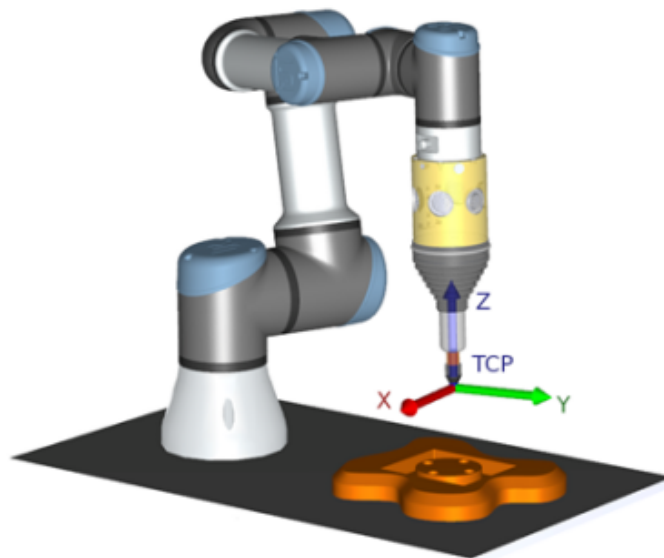
- ツールパスファイル
- 標準 TCP
- PCS としての平面フィーチャー

ツールパスファイルの構成とインポート

これはツールパスの構成（15.8.4を参照）とツールパスのインポート（15.8.4を参照）に似ています。

通常 TCP の構成

16.1.1 の通常 TCP の構成にある説明に従います。注：部位面から離れたツールポイントのプラス Z 軸を検証します。



平面フィーチャー**PCS**の構成

1. 平面の追加もしくは平面を教示で平面フィーチャーを作成します。を参照16.3.4。
2. ロボット架台に相対して部位を固定します。
3. 正しいTCPが平面フィーチャーの作成に使用されているかを確認します。高精度については、シャープリモートTCPを一時的にセットアップし、この教示プロセスを完了します。
4. リモートTCPまでロボットをゆっくり走らせ、部位の原点、プラスX軸とプラスY軸方向にタッチさせます。
5. 教示プロセスを終了し、PCS位置と向きを確認します。

ツールパスノードの構成

1. プログラムラブにアクセスし、**URCaps**にタップします。
2. TCPを選択して、ツール速度、ツール加速度、ブレンド半径の動作パラメータを設定します。ツールをZ軸周囲で自由にスピンさせるを選択します。ツールがツールパスファイルで定義済のZ軸周囲の向きに従う必要がある場合は選択しません。
3. **+Toolpath**にタップし、Toolpathノードを挿入します。
4. ドロップダウンメニューで、ツールパスファイルと該当するPCS（平面フィーチャー）を選択します。
5. 異なる値がToolpathノードに充てられている場合は、動作パラメータを調整します。
6. 最初の位置へ移動にタップし、ツールがツールパスの最初の地点に移動できるか確認します。
7. 低速のシミュレーションモードでプログラムを実行し、構成が正しいかを確認します。



注:

ツールパスが実行されるごとに、ジョイントアングルの利用でMoveJを追加してツールパスが実行される前に固定済ジョイント構成に移動するよう設定して、ロボットの動作が確実になるようにできます。15.5.1を参照

16 設置設定タブ

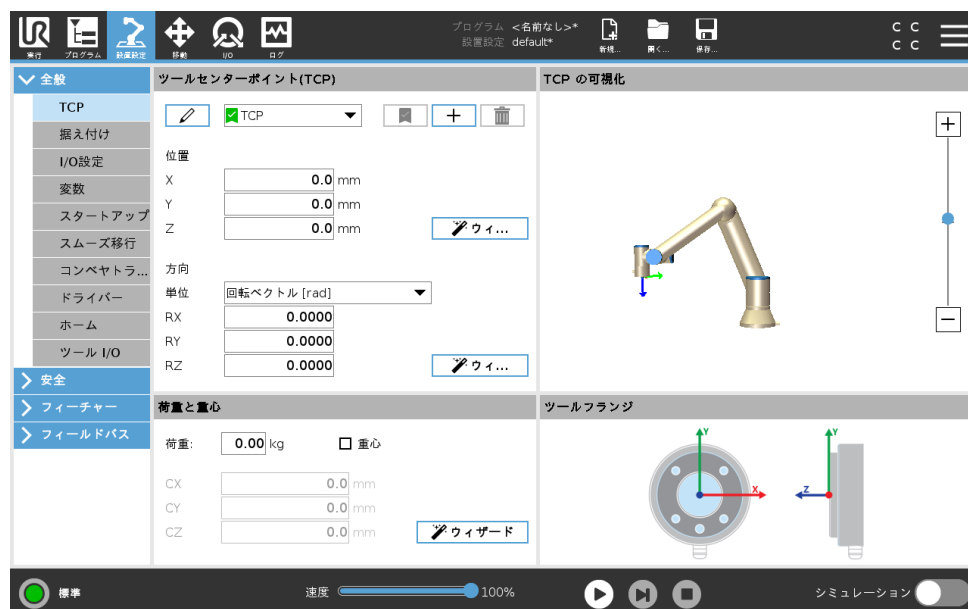
16.1 全般

設置設定タブはロボットおよび PolyScope の全体的な性能に影響を与える設定の構成を可能にします。

16.1.1 TCP 構成

ツールセンターポイント (TCP) は、ロボットのツールの点です。各 TCP は、ツール出力フランジの中心に対して相対的な並進移動と回転移動を含みます。

前回格納されたウェイポイントに戻るようプログラムされている場合、ロボットは TCP をウェイポイント内で保存されたポジションおよび方向へと移動させます。直線運動に対してプログラムされている場合、TCP は直線的に移動します



位置

X、Y、Z 座標によって TCP の位置を特定します。値（向きを含む）がすべて 0 の場合、TCP はツール出力フランジの中心点と同じ位置となり、画面に描かれた座標系を適用します。

方向

RX、RY、RZ 座標ボックスが TCP の向きを特定します。移動タブ同様、RX、RY、RZ ボックス上にある単位ドロップダウンメニューを使って向き座標を選択します（17.3.1を参照）。

TCP の追加、名称変更、変更、削除

新規ボタンにタップし、新しい TCP を定義します。作成された TCP は自動的に固有の名前を受け取り、ドロップダウンメニューで選択可能になります。TCP の名前を変えるには、TCP ドロップダウンメニューの隣にあるペンシルボタンをタップします。選択した TCP を削除するには、削除ボタンをタップします。最後の TCP は削除できません。

選択された TCP の解釈および回転は、フィールド内に新しい値を入力することで変更できます。

アクティブ TCP

直線的に移動する場合、ロボットは常にアクティブ TCP を使って TCP オフセットを判断します。移動コマンド（15.5.1を参照）あるいは設定コマンドを使って、アクティブ TCP を変更できます。アクティブ TCP の運動はグラフィックタブ上で可視化されます（15.3 参照）。

デフォルト TCP

デフォルト TCP は、プログラム実行前にアクティブ TCP として設定する必要があります。希望する TCP を選択し、デフォルトとして設定にタップして、デフォルトとして TCP を設定します。利用可能なドロップダウンメニューにある緑のアイコンは、デフォルト構成済の TCP を示します。

TCP 位置の教示



TCP 位置座標は、以下の方法で自動的に計算することができます：

1. **TCP** 位置ウィザードをタップします。
2. ロボットの作業空間内で固定点を選択します。
3. 画面右側のポジション矢印を使用して、TCP を少なくとも 3 つの異なる角度に移動させ、ツール出力フランジの対応位置を保存します。
4. 設定ボタンを使用して検証した座標を適切な TCP に適用します。計算を正確に行うには、各位置に十分な差異が必要です。位置の差異が不十分な場合は、ボタン真上の状態 LED が赤に変わります。

正確な TCP を決定するためのポジションは 3 つで十分ですが、計算が正確であることをさらに確認するために、4 つ目のポジションを使用することができます。計算された TCP に対して保存された各点の質は、対応するそれぞれのボタン上の緑色、黄色、または赤の LED で表示されます。

TCP 方向の教示



1. **TCP** 方向ウィザードをタップします。
2. ドロップダウンリストからフィーチャーを選択します。(16.3 参照) で新規フィーチャー定義に関する追加情報を確認してください
3. 点を選択をタップしツール移動矢印を使用してツールの方向よび対応する TCP が一致する場所に、選択したフィーチャーの座標系を用いて位置決めをします。
4. 計算された TCP 位置を確認し、設定ボタンをタップして、選択した TCP に適用します。

16.1.2 荷重と重心

ペイロードの重量を特定し、重力中心を定義します。

ペイロードの設定

ペイロードフィールドにタップし、新規で重量を入力します。この設定は定義されたすべての TCP に適用されます。最大許容有効荷重の詳細情報についてはハードウェアインストールマニュアルをご覧ください。

重力中心の設定

フィールド CX、CY および CZ にタップして、重力中心を設定します。この設定は定義されたすべての TCP に適用されます。以前に設定されている場合、バージョン 5.2 以前に作成されたインストールは重心の TCP への設定をサポートします。一方で、バージョン 5.2 以降は、重力中心をマニュアルで設定できません。



警告:

適切な設置設定を使用してください。プログラムと一緒に設置設定ファイルを保存して読み込みます。

有効荷推定

このフィーチャーによりロボットは正確な有効荷重および重心を設定を支援できるようになります。

有効荷重推定ウィザードの使用

1. 設置設定タブの一般にある **TCP** を選択します。
2. TCP スクリーンで、ペイロードおよび重心で、ペイロードおよび重心ウィザードをタップします。
3. 有効化有推定ウィザードで次へをタップします。
4. ステップに従い 4 つのポジションを設定します。
4 つのポジションの設定には、ロボットアームを 4 か所の異なる位置に移動させる必要があります。各ポジションが測定されます。個々の測定値は重心フィールドをタップし値を入力することで修正できます。
5. すべての測定が完了したら終了をタップします



注:

次のこれらのガイドラインに従い、最善の有効荷重測定結果を求めます:

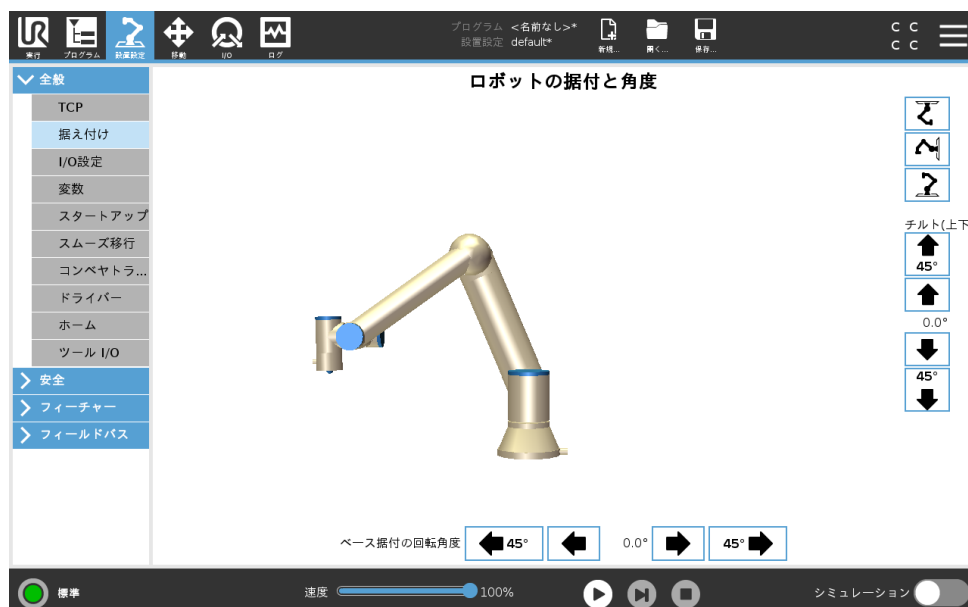
- 必ずそれぞれの位置から可能な限り異なる TCP ポジションを選ぶこと
- 測定は短時間で行うこと



警告:

- ツールまたは取り付けられた有効荷重を測定の前または最中に引っ張らないようにすること
- とボットの据え付けおよび角度が設置設定で正確に定義されている必要があること

16.1.3 据え付け



ロボットアームの据付を指定することでふたつの目的を果たします：

1. 画面上でロボットアームが正しく表示されるようにすること。
2. コントローラーに重力の方向を知らせること。

高度力学モデルによりロボットアームに滑らかで正確な動作をさせ、同時にロボットアームがフリードライブモードでの作動を維持できるようになります。この理由から、ロボットの据え付けを適正に設定することが重要になります。



警告:

ロボットアームを正しく据え付けないと、保護停止が頻繁に作動し、またフリードライブボタンを押した時にロボットアームが動く場合があります。

ロボットアームを平らなテーブルまたは床に据え付けた場合は、この画面を変更する必要はありません。ただし、ロボットアームを天井に据え付ける場合や壁面に据え付ける場合、または角度を付けて据え付ける場合は、押しボタンを使用してこれを変更する必要があります。

画面右側のボタンは、ロボットアーム据え付けの角度設定用です。画面右側の上から3つのボタンは、角度を天井（180°）、壁面（90°）、床（0°）に対し設定します。**Tilt**（傾斜）ボタンは任意の角度を設定します。

画面下部のボタンは、ロボットアームの据え付けを回転させて、実際の据え付けに一致させるために使用するものです。



警告:

適切な設置設定を使用してください。プログラムと一緒に設置設定ファイルを保存して読み込みます。

16.1.4 I/O 設定



I/O 設定画面で、ユーザーは、I/O タブコントロールで、I/O 信号を定義しアクションを設定することができます。

注：ツール通信インターフェース (TCI) が有効化されている場合、ツールのアナログ入力を使用できなくなります。

入力と出力のセクションには次のような I/O の種類がリストされています：

- ・ デジタル標準一般用途、構成可能出入力およびツール
- ・ アナログ標準一般用途およびツール
- ・ MODBUS
- ・ 一般用途レジスター（ブール型、整数、浮動小数点）一般用途レジスターにはフィールドバス（例：Profitnet およびイーサネット/IPなど）を通じてアクセスできます。

I/O 信号タイプ

入力および出力のセクションでリストされる信号数を制限するには、画面最上部のビューを使用して信号タイプに基づいた表示コンテンツを変更します。

ユーザー定義の名前を割り当てる

ロボットを使って作業をする際に信号が何を実行するものかを容易に記憶するために、入力および出力信号の名前と動作を関連付けることが可能です。

1. 希望の信号を選択
2. 画面下部のテキストフィールドをタップし名前を設定します。
3. 名前をデフォルト名にリセットするにはクリアをタップします。

一般用途レジスターにはユーザーの名を設定し、プログラムで利用できるようにします（つまり、待機コマンドまたは **If** コマンドの条件式など）**Wait** と **If** コマンドはそれぞれ（15.5.3）および（15.6.2）にて説明されています。名前の付いた一般用途レジスターは、式エディター画面の入力または出力セクターにあります。

I/O アクションと I/O タブ制御

入力および出力アクション **Physical** および **Fieldbus** デジタル I/O を使用して、アクションを切り換えたり、プログラムのステータスに反応することができます。

使用可能な入力アクションを以下に記載します。

- ・ 開始：上昇エッジでの直近のプログラムを始動もしくは再開します。この機能は、リモートコントロールでのみ有効です（21.4.5を参照）。
- ・ 停止：上昇エッジでの直近のプログラムを停止します。
- ・ 一時停止：上昇エッジでの直近のプログラムを一時停止します。
- ・ フリードライブ：入力が高い場合、ロボットはフリードライブになります（フリードライブボタンと類似）。この入力は、プログラムが実行中であつたり、別の条件によってフリードライブが許可されない場合破損、無効となります。



警告:

Start 入力アクションを使用している間にロボットが停止された場合、ロボットはこのプログラムを実行する前にゆっくりとプログラムの最初のウェイポイントに移動します。**Start** 入力アクションを使用している間にロボットが一時停止された場合、ロボットはこのプログラムを再開する前にゆっくりと一時停止された位置へ移動します。

使用可能な出力アクションを以下に記載します。

- 実行していないとき、「Low」プログラム状態が「停止」または「一時停止」の場合、出力は低です。
- 実行していないとき、「High」プログラム状態が「停止」または「一時停止」の場合、出力は高です。
- 実行時に高 - 停止時に低：プログラム状態が「停止」または「一時停止」の場合、出力は低です。プログラムが実行されている場合、高です。
- 連続パルス：規定された秒数の間出力は高と低に切り替わり、その間プログラムは実行されます。プログラムの一時停止もしくは停止を行い、パルスの状態を維持します。

I/O タブコントロール この他、出力を I/O タブ上で（プログラマーのみか、またはオペレーターとプログラマーの両方によって）制御可能とするかどうか指定したり、ロボットプログラムで制御したりします。

16.1.5 変数



変数画面で作成された変数は設置設定変数と呼ばれ通常のプログラム変数のように使用されます。設置設定変数は、プログラムが停止して再開した場合や、ロボットアームまたはコントロールボックスの電源を切ったあとで再び電源を入れた場合でもその値を保持するという点で特殊です。その名前と値は設置設定と一緒に格納されるため、複数プログラムで同じ変数を使用できます。

設置設定変数を新規作成する

信号名	値
i_var_1	=

新規作成を押すと、新しい変数の推奨名のあるパネルが表示されます。いずれかのテキストフィールドをタッチすることで、名前の変更や値の入力ができます。新しい名前がこのインストールで使用されていない場合のみ、**OK** ボタンをタップできます。

リストの変数を強調表示して、値の編集をクリックすることで、設置設定変数の値を変更することができます。

変数を削除するにはその変数を選択して削除をタップします。

設置設定変数を構成したら、設置設定自体をこの構成を保持するために保存する必要があります。

設置設定変数とその値は、10 分毎に自動保存されます。

プログラムまたは設置設定を読み込み、1 つ以上のプログラム変数に設置設定変数と同一名がある場合、ユーザーに、プログラム変数の代わりに同一名の設置設定変数を使うか、または競合する変数名を自動的に変更するかのふたつの選択肢が提示されます。

16.1.6 スタートアップ



スタートアップ画面には、自動読み込みとデフォルトプログラム開始、さらに起動時のロボットアーム自動初期化の設定が含まれます。



警告:

1. 自動的読み込み、自動開始および自動初期化のすべてが有効化されている場合、ロボットは、入力信号が選択の信号レベルと一致している限りコントロールボックスに電源が入り次第すぐプログラムを実行します。例えば、選択の信号レベルへのエッジ遷移は不要になります。
2. 信号レベルが「低」に設定されている時は十分に注意してください。初期設定で入力信号は「低」に設定されており外部信号によるトリガーなしでプログラムが自動的に実行されるように導きます。
3. 自動起動および自動初期化が有効状態でプログラムを実行する前にリモート制御モードにしておく必要があります。

スタートアッププログラムの読み込み

コントロールボックスに電源が入ってから、デフォルトプログラムが読み込まれます。さらに、プログラムの実行画面（14 参照）に入っても何もプログラムが読み込まれていない場合

には、デフォルトプログラムが自動的に読み込まれます。

スタートアッププログラムの開始

デフォルトプログラムはプログラムの実行画面で自動的に開始されます。デフォルトプログラムが読み込まれ、指定された外部入力信号エッジ遷移が検出されると、プログラムが自動的に開始します。

スタートアップでは、現在の入力信号レベルは定義されていません。スタートアップで信号レベルと一致する遷移を選択すると直ちにプログラムが始まります。さらに、プログラムの実行画面を離れる、またはダッシュボードで停止ボタンをタップすると、実行ボタンを再度押すまで、自動開始フィーチャーが無効になります。

16.1.7 ツール I/O



I/O インターフェースコントロール

I/O インターフェースコントロールでユーザー制御と URcap 制御間の切り替えが行えます。

1. インストールタブをタップし、[一般] タブでツール I/O をタップします。
2. I/O インターフェースコントロールでユーザーを選択し、ツールアナログ入力もしくはデジタル出力モード設定にアクセスします。URcap を選択することで、ツールアナログ入力もしくはデジタル出力モード設定へのアクセスが削除されます。



注:

グリッパーなど、URcap がエンドエフェクタを制御する場合は、URcap がツール IO インターフェースを制御する必要があります。リストで URcap を選択し、ツール IO インターフェースを制御できるようにします。

ツールのアナログ入力

ツール通信インターフェース

ツール通信インターフェース (TCI) により、ロボットはロボットツールアナログ入力により接続されたツールとの通信が可能になります。これで外部ケーブルが不要になります。

ツール通信インターフェースを有効化すると、ツールのすべてのアナログ入力を利用できなくなります。

ツール通信インターフェースの設定 (TCI)

1. 「インストール」 タブをタップし、「一般」 タブでツール **I/O** をタップします。
2. 通信インターフェースを選択し、TCI 設定を編集します。
TCI を有効化すると、設置設定画面の I/O 設定のツールアナログ入力が利用できなくなり、入力リストに表示されなくなります。プログラム画面の待機オプションおよび式も、ツールのアナログ入力が利用できなくなります。
3. 通信インターフェースのドロップダウンメニューで、必要な値を選択します。
値の変更内容はすべて、即座にツールに送信されます。インストール値が、ツールが実際に使用している値と異なる場合、警告が表示されます。

デジタル出力モード

ツール通信インターフェースによって、2つのデジタル出力を個別に設定することができます。PolyScope では、各ピンに出力モードを設定できるドロップダウンメニューがあります。以下のオプションがあります。

- シンクこれによって、ピンを **NPN** またはシンク構成で設定できます。出力がオフのとき、ピンは電流をグラウンドに流します。これを **PWR** (グラウンド) ピンと一緒に使用して、フル回路を作成することがで (5.7.2を参照)。
- ソースこれによって、ピンを **PNP** またはソース構成で設定できます。出力がオンのとき、ピンは正の電圧源を提供します (**IO** タブで構成可能)。これを **GND** (グラウンド) ピンと一緒に使用して、フル回路を作成することがで (5.7.2を参照)。
- プッシュ/プルこれによって、ピンをプッシュ/プル構成で設定できます。出力がオンのとき、ピンは正の電圧源を提供します (**IO** タブで構成可能)。これを **GND** (グラウンド) ピンと一緒に使用して、フル回路を作成することがで (5.7.2を参照)。出力がオフのとき、ピンは電流をグラウンドに流します。

新しい出力構成を選択すると、変更が有効になります。新しい構成を反映するように、現在ロードされているインストールが変更されます。ツール出力が意図通りに機能することを確認した後、必ず、インストールを保存して変更が失われないようにします。

デュアルピン電力

デュアルピン電力はツール用の電源として使用されます。デュアルピン電力を有効にすると、デフォルトのツールデジタル出力は無効になります。

16.1.8 安全モード間でのスムーズな移行

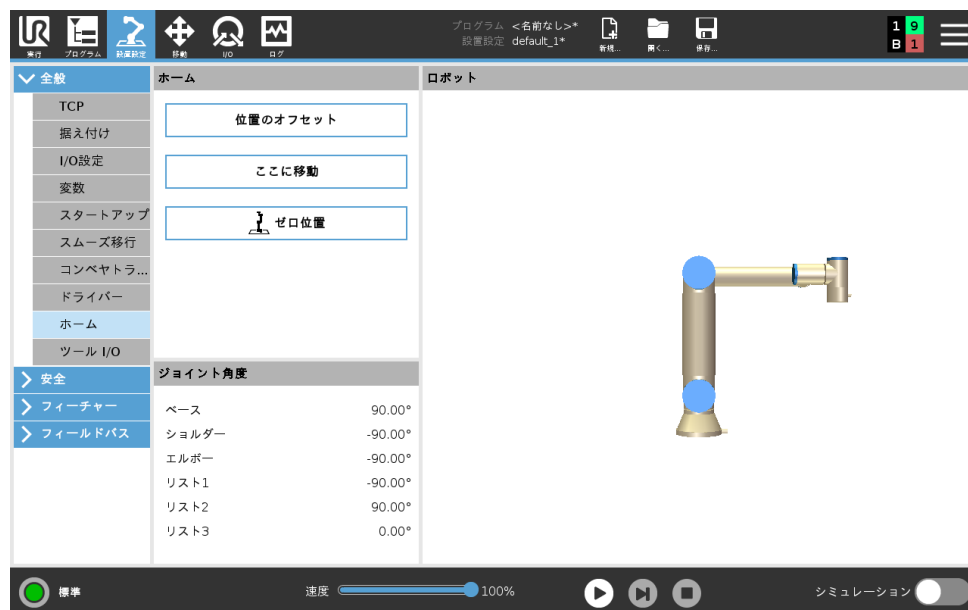
イベント時の安全モード (減退モード入力、減退モードトリガープレーン、セーフガード停止、3 ポジション可能機器) 間での切り替え時に、ロボットアームが「柔らかな」移行を行うために 0.4 秒を利用するようになります。既存のアプリケーションでは、「硬い」設定に対応する動作を変更していません。新しい設置設定により、デフォルトの「柔らかい」設定をファイルします。

加速/減速設定の調整

1. ヘッダーで、設置設定をタップします。
2. 左側のサイドメニューの 一般を選択して、スムーズな移行を選択します。

- ハードを選択して急な加速/減速にする
かソフトを選択してスムーズなデフォルトの移行設定にします。

16.1.9 ホーム



ホームはロボットアームのユーザー定義による戻り位置です。定義されると、ホームポジションはロボットを作成するときに使用できます。ホームポジションを使用して安全なホームポジションを定義することができます（13.2.12を参照）ホーム画面ボタンを使って次の作業を行います：

- ・ 位置の編集でホームポジションを変更します。
- ・ ここへ移動でロボットアームを定義済のホームポジションに移動させます。
- ・ ゼロ位置でロボットアームを右上の位置に戻します。

ホームの定義

1. ヘッダーで、設置設定をタップします。
2. 一般でホームを選択します。
3. ポジションの設定をタップします。
4. フリードライブまたは移行ボタンを使用してロボットをティーチングします。

16.1.10 コンベヤトラッキング設定

コンベヤ追跡設定では、最大2台の別個のコンベヤ動作を設定することができます。コンベヤトラッキング設定では、アブソリュートエンコーダーまたはインクリメンタルエンコーダーならびに直線コンベヤまたは円形コンベヤでロボットが動作するように設定するためのオプションを利用できます。

コンベヤの定義

1. ヘッダーで設置設定をタップします。
2. 「一般」で、コンベヤトラッキングを選択します。

3. 「コンベヤトラッキング設定」のドロップダウンリストで、コンベヤ **1** またはコンベヤ **2** を選択します。
一度に1つのコンベヤしか定義できません。
4. 「コンベヤトラッキングを有効化」を選択する
5. コンベヤパラメーターを設定します（セクション 16.1.10）およびトラッキングパラメーター（セクション 16.1.10）。

コンベヤパラメーター

「インクリメンタル」エンコーダーはデジタル入力の 8 ～ 11. デジタル信号の解読は、40kHz で実行されます。ロボットは、直交エンコーダー（入力 が 2 つ必要）を使用して、コンベヤの速度と方向を特定することができます。コンベヤの方向が一定である場合、単独入力を使用して上昇、下降または昇降のエッジを検出し、コンベヤの速度を特定できます。

「アブソリュート」エンコーダーは MODBUS 信号を通して接続することが可能です。これには、デジタル MODBUS 出力登録を事前に設定する必要があります（セクション 16.4.1 参照）。

トラッキングパラメーター

「直線コンベヤ」直線コンベヤが選択された場合、インストールのフィーチャーの部分で、コンベヤの方向を特定するため、直線フィーチャーを設定する必要があります。線フィーチャーをコンベヤの方向と平行に配置することによって、精度を確保して、線フィーチャーを定義する 2 点間距離を長くします。2 点の教示を行う際には、ツールをコンベヤの側面にしっかりと固定して、直線フィーチャーを設定します。直線フィーチャーの方向がコンベヤの移動方向と逆の場合は、逆方向ボタンを使用します。

メーターあたりのティック数には、コンベヤが 1 メートル移動した際に、エンコーダーが発するカチッという音が鳴る回数が表示されます。

「円状コンベヤ」円状コンベヤの追跡には、コンベヤ中心点を定義する必要があります。

1. 中心点をインストールのフィーチャー部分で定義します。回転あたりのティックの数値は、コンベヤが完全に 1 回転した際に、エンコーダーが発するカチッという音の回数である必要があります。
2. コンベヤでのツールを回転チェックボックスを選択して、コンベヤの回転を追跡します。

16.1.11 スクリュードライバーセットアップ

スクリュードライバーセットアップは、工業用ドライバーあるいは、工業用ナットランナを使ってロボットが作業できるように構成するためのオプションです。ロボットのツールフランジや電氣的インターフェースに関するスクリュードライバーの位置をセットアップできます。



スクリウドライバーの構成

1. ヘッダーで、設置設定をタップします。
2. 「一般」下で、スクリウドライバーを選択するか、「一般」下にある **TCP** にタップして、自分のスクリウドライバー用 **TCP** を作成します。
3. 入力と出力下で、スクリウドライバーの I/O を構成します。インターフェースリストを使って、入出力下に表示される I/O の種類をソートできます。
4. 開始下で、スクリウドライバー作業を開始する I/O を選択します。

注：出力したにあるいずれかのプログラム選択リストから整数出力を選択し、（15.6.8参照）プログラム選択から数字フィールドに切り替えます。

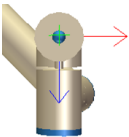
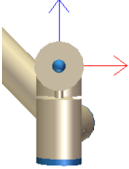
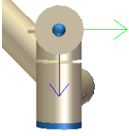
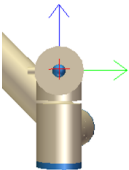
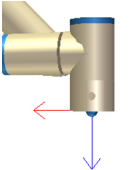
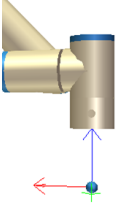
スクリウドライバー位置の構成

1. スクリウドライバーセットアップ下で、ドロップダウンメニューを使って予め定義された TCP（16.1.1を参照）を選択し、以下の通りに位置と向きをセットアップします。
 - ・ ねじと接触するスクリウドライバー工具の先となる位置を構成します。
 - ・ 位置 Z 方向が締めるねじの長さと同様に向きを構成します。

選択した TCP の X、Y、Z 座標を可視化して工具のビットやソケットが一致しているか確認できます。

スクリウドライバープログラムノードは、（15.6.8を参照）選択した TCP のプラス Z 方向を使ってねじに従い距離を算出します。

一般的な配向値（回転ベクトル [rad] 表記）は、以下の表に表示されます。

ロボットのツールフランジのマイナス Y 方向と平行なスクリュードライバー軸		方向 • RX: 1.5708 rad • RY: 0.0000 rad • RZ: 0.0000 rad
ロボットのツールフランジのプラス Y 方向と平行なスクリュードライバー軸		方向 • RX: -1.5708 rad • RY: 0.0000 rad • RZ: 0.0000 rad
ロボットのツールフランジのプラス X 方向と平行なスクリュードライバー軸		方向 • RX: 0.0000 rad • RY: 1.5708 rad • RZ: 0.0000 rad
ロボットのツールフランジのマイナス X 方向と平行なスクリュードライバー軸		方向 • RX: 0.0000 rad • RY: -1.5708 rad • RZ: 0.0000 rad
ロボットのツールフランジのプラス Z 方向と平行なスクリュードライバー軸		方向 • RX: 0.0000 rad • RY: 0.0000 rad • RZ: 0.0000 rad
ロボットのツールフランジのマイナス Z 方向と平行なスクリュードライバー軸		方向 • RX: 3.1416 rad • RY: 0.0000 rad • RZ: 0.0000 rad

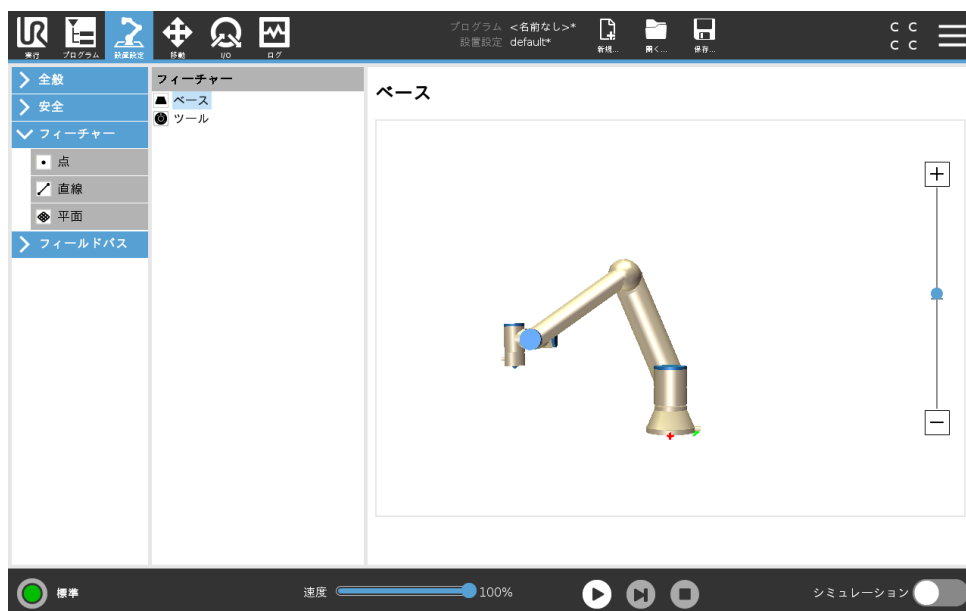
スクリュードライバーインターフェースの構成

- 画面の一番上にあるインターフェースドロップダウンメニューを使って信号タイプを基準に表示される内容を変更します。
- 入力下で、スクリュードライバーからロボットが受信する信号を構成します。
 - OK: 末端締めがうまくいったときは高く、選択されていない場合は、スクリュードライバープログラムノードでは、この条件を利用できない
 - NOK: 末端締めがエラーとなった場合高く、選択されていない場合は、スクリュードライバープログラムノードでは、この条件を利用できない
 - 準備完了: スクリュードライバーが起動準備できた場合高く、選択されていない場合この条件はチェックされない
- 出力下で、ロボットがスクリュードライバーに送信する信号を構成します。
 - 開始: 配線の上に依存して工具がねじを締めたり緩めたりし始めます。
 - プログラム選択: 整数1個もしくは、最大4個の2進信号を選択してスクリュードライバーに保存されている異なる締め構成を駆動
 - プログラム選択遅延: スクリュードライバーを変更した後確実に有効となるように使用される待ち時間

16.2 安全

13の章をご覧ください。

16.3 フィーチャー



フィーチャーとは、今後の参照のためにつけられた名前と、ロボットベースに関連する6つの寸法によるポーズ（位置と方向）で定義された対象物の表現です。

いくつかのロボットプログラムのサブパートは、ロボットアームのベース以外の特定の対象物に関連して実行される動作で構成されています。これら対象物は、テーブル、その他の機械類、ワークピース、コンベヤ、パレット、視覚装置、ブランク、または領域など、ロボットアーム

周辺に通常存在するものなどが考えられます。ロボットには常にふたつの事前定義されたフィーチャーがあります。それぞれのフィーチャーはロボットアーム自体の構成により定義されたポーズがあります。

- ベースフィーチャーは、ロボットベース中心を起点に位置します (図 16.1 参照)
- ツールフィーチャーは現在の TCP 中心を起点に位置します (図 16.2 参照)

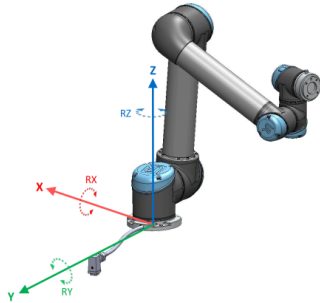


Figure 16.1: ベースのフィーチャー

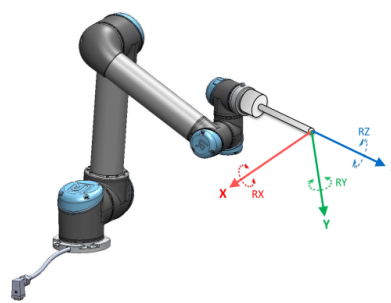


Figure 16.2: ツール (TCP) のフィーチャー

ユーザー定義フィーチャーは作業領域の TCO の現在のポーズを使用しする方法を介して位置づけられます。これはつまり、ユーザーはフィーチャーの場所を、フリードライブモードを使用して、またはロボットを希望のポーズに寸動させてフィーチャーの場所を教示できるということです。

フィーチャーのポーズを定義するには、3 種類の方法があります (点、直線、および平面)。目的の応用に対する最善の方法は、使用対象物の種類および精度要件により異なります。一派一般的に、より多くの入力ポイント (直線および面) にもとづいたフィーチャーが特定の対象物に適用可能な場合において好ましいとされます。

直線コンベヤの方向をより正確に定義するには、直線フィーチャーで、出来る限り物理的に離れた 2 点を定義します。点フィーチャーも、直線コンベヤを定義する際に使用できますが、ユーザーは TCP をコンベヤが移動する方向に向ける必要があります。

テーブルのポーズを定義するためにより多くの点を使用するということは、方向性が単一の TCP の方向ではなくポジションにもとづいて定義される事を意味します。単一の TCP 方向は高精度での構成がより難しくなります。

異なるフィーチャー定義方法について知るには (セクション: 16.3.2)、(16.3.3) および (16.3.4) をご覧ください。

16.3.1 フィーチャーの使用

フィーチャーがインストールで定義されている場合、ロボットの動作に連動させるため、ロボットプログラムから (例 **MoveJ**、**MoveL** および **MoveP** コマンド) フィーチャーに対して (セクション 15.5.1 参照) そのフィーチャーを参照することができます。そうすることで、(例えば複数のロボットステーションがある場合、プログラムの実行中に対象物が大幅に移動した場合、または対象物が恒常的にその場で移動した場合などに) ロボットプログラムを容易に適合させることが出来ます。対象物のフィーチャーを調整することで、その対象物との相対でのプログラムによる移動すべてがそれにしがたって移動することになります。詳しい例は (セクション 16.3.5) および (16.3.6) をご覧ください。あるフィーチャーが基準として選択された場合、平進移動および回転移動に対する移動ツールボタンが選択されたフィーチャー空間で作動し (17.3 参照) および (17.1)、TCP 座標を読み取ります。例えば、テーブルがひとつのフィー

チャーとして定義され、移動タブで基準として選択された場合、並進移動矢印(つまり上/下、右/左、前/後ろ)がテーブルとの相対としてロボットをこれらの方向に移動させます。加えて、TCP 座標はテーブル枠内に納まります。

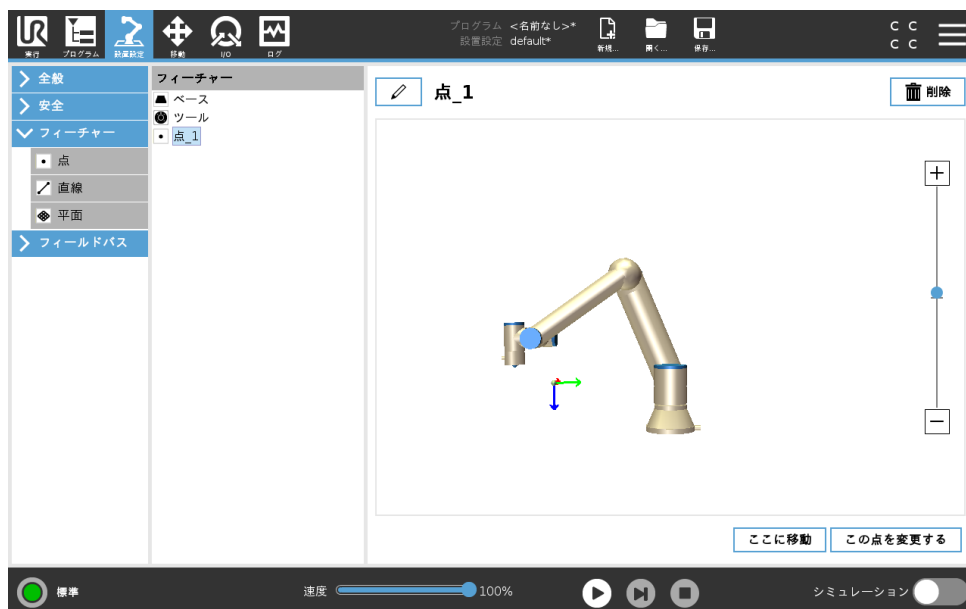
- ペンシルボタンをタップするとフィーチャーツリーで点、線、面の名前を変更できます。
- 削除ボタンをタップするとフィーチャーツリーで点、線、面を削除できます。

「ロボットをここに移動する」ボタンの使用

ロボットを個々に移動するボタンを押すと、ロボットアームを選択されたフィーチャーに移動できます。この運動の終了時に、フィーチャーと TCP の座標系が一致します。

16.3.2 点の追加

点ボタンを押して、インストールに点フィーチャーを追加します。この点フィーチャーはロボットアームの安全境界またはグローバルホーム構成を定義します。点フィーチャーポーズは TCP のポジションおよび方向として定義されます。.



16.3.3 直線の追加

直線ボタンを押して、インストールに直線フィーチャーを追加します。直線フィーチャーはロボットがたどる必要のある直線を定義します。(例：コンベヤ追跡使用時など)。直線 l は $p1$ と $p2$ 、図16.3に示すように、2点のフィーチャー間の軸として定義されます。

図 16.3 にあるように、この軸は、1 番目の点から 2 番目の点に向かい、直線の座標系の Y 軸を構成します。Z 軸は、 $p1$ の Z 軸から直線に直角な平面への投影と定義されます。直線の座標系の位置は、 $p1$ の位置と同じです。

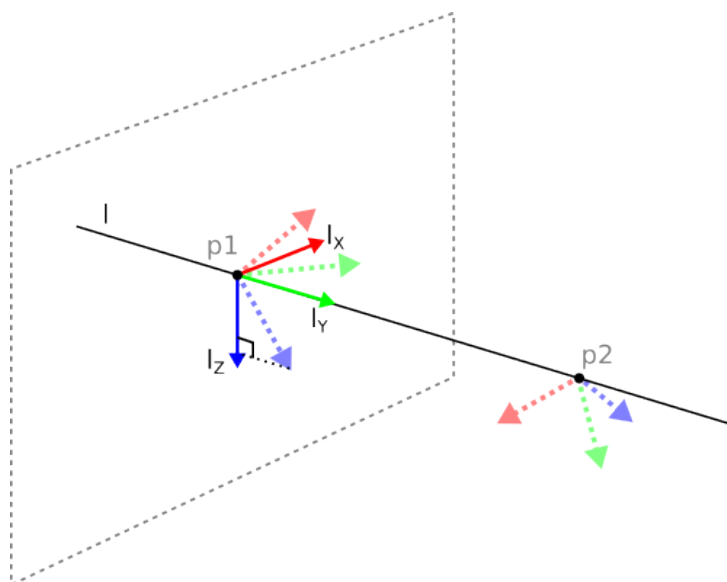
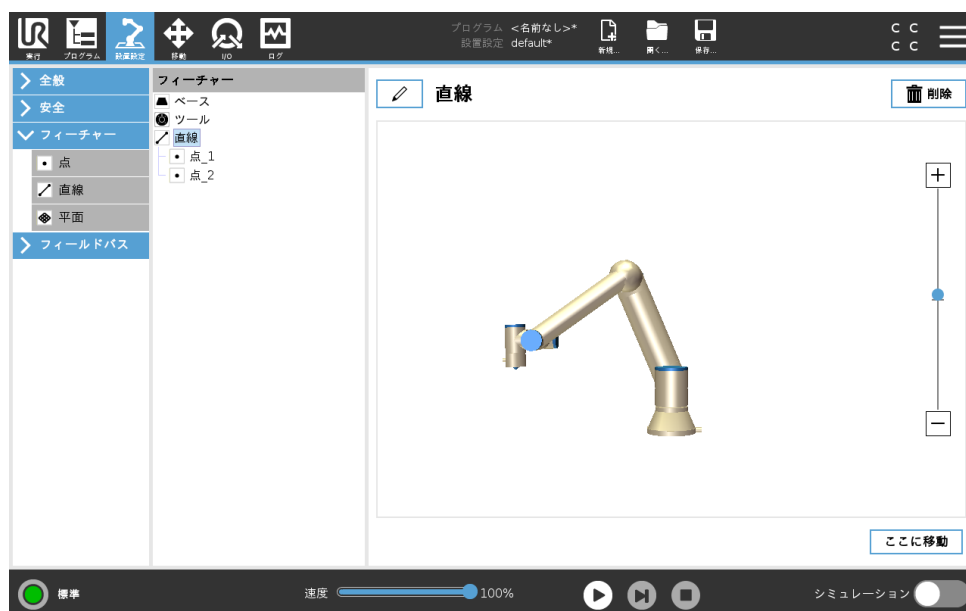


Figure 16.3: 直線フィーチャーの定義



16.3.4 平面フィーチャー

視覚装置を使用して作業する場合、またはテーブルに相対な移動を行う際など、高精度のフレームが必要な場合にこの平面フィーチャーを選択します。

平面の追加

1. インストールでフィーチャーを選択します。
2. フィーチャーで平面を選択します。

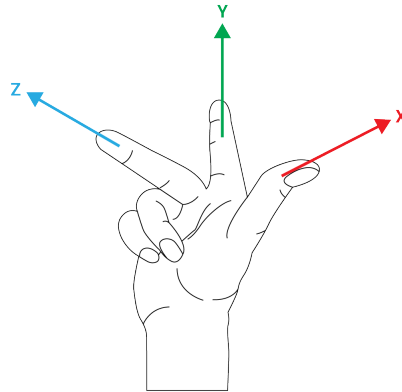
平面の教示

平面ボタンを押して新規の平面を作成する場合、オンスクリーン・ガイドが平面の作成をサポートします。

1. 中心の選択

2. ロボットを移動させて平面の正の X 軸の方向を定義します
3. ロボットを移動させて平面の正の Y 軸の方向を定義します

平面は、右手の法則を使用して定義するので、下の図解の通り、Z 軸は X 軸と Y 軸の交差によって生成されます。



注:
反対方向に垂直な平面にしたい場合は X 軸の反対方向に再教示できます。

「平面」を選択し「平面の変更」を押して既存の平面に変更を加えます。その後で同じガイドを使用して新規の平面を教示します。

16.3.5 例：プログラムの調整に手でフィーチャーを更新する場合

ロボットプログラムの複数の部分がテーブルに相対しているアプリケーションがあるとしてします。図 16.4 は、ウェイポイント wp1 から wp4 への移動を表します。

ロボットプログラム

```
MoveJ
  S1
MoveL #フィーチャー：P1_var
  wp1
  wp2
  wp3
  wp4
```

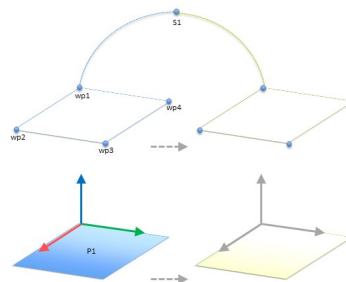


Figure 16.4: フィーチャー平面との相対とされており、フィーチャーを変更することで手動で更新できる 4 つのウェイポイントを持つ単純なプログラム

アプリケーションは、テーブルの位置が微妙に異なる場合において、プログラムを複数のロボット設置に再使用することを要求します。テーブルに相対した移動は全く同一です。設置の際に、テーブル位置をフィーチャー *P1* として定義することで、この位置を変数として確実に選択することにより、その平面と相対的に構成されている *MoveL* コマンドのあるプログラムは、テーブルの実際の位置を用いて設置を更新だけで、容易に追加のロボットに応用できます。

このコンセプトはアプリケーションにおける数々のフィーチャーに適用でき、作業空間におけるその他の場所で設置設備が異なる場合であっても、多数のロボットで同じタスクを実行する柔軟性のあるプログラムを実現できます。

16.3.6 例：フィーチャーポーズを動的に更新する場合

特定のタスクを実行するため、ロボットも特定のパターンでテーブル上で移動する必要のある、類似したアプリケーションを検討した場合 (16.5 参照)。

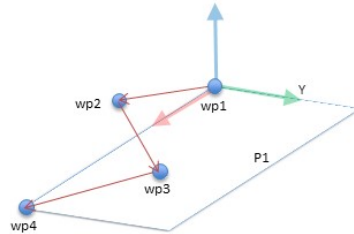


Figure 16.5: 面フィーチャーに相対的な 4 つの中間地点を持つ *MoveL* コマンド

ロボットプログラム

```
MoveJ
  wp1
  y = 0.01
  o = p[0,y,0,0,0,0]
  P1_var = pose_trans(P1_var, o)
  MoveL #フィーチャー：P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4
```

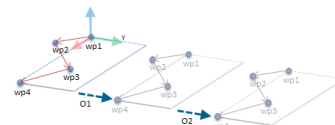


Figure 16.6: 平面フィーチャーへのオフセット適用

ロボットプログラム

```
MoveJ
  S1
  if (digital_input[0]) then
    P1_var = P1
  else
    P1_var = P2
  MoveL #フィーチャー：P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4
```

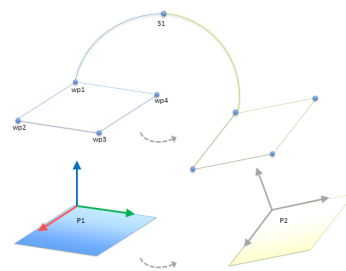


Figure 16.7: 一つの平面から別の平面への切り替え

P1 に早退した移動が毎回 *o* のオフセットによって何度も繰り返されます。この例ではオフセットを *Y* 方向に 10 cm に設定しています (図 16.6、オフセット *O1* および *O2* 参照)。これは、*pose_add()* または *pose_trans()* スクリプト機能を使用して可変フィーチャーを操作することで実現できます。オフセットを追加する代わりに、プログラム実行中に別のフィーチャーに切り替えることも可能です。この方法を以下の例に示します (図16.7参照)。ここでは *MoveL* コマンド *P1_var* の基準フィーチャーが、*P1* と *P2* の 2 つの平面間で切り替え可能です。

16.4 フィールドバス

ここでは、PolyScopeによって許可されたリアルタイム送信制御に使われる産業コンピュータネットワークプロトコルのファミリーを設定することができます：MODBUS、イーサネット/IPおよびPROFINET

16.4.1 MODBUS クライアント I/O 設定



ここでは MODBUS クライアント（マスター）信号を設定できます。MODBUS サーバー（またはスレーブ）への指定した IP アドレス上での接続は、入力/出力信号（レジスターまたはデジタル）で作成できます。各信号には個別の名前があり、プログラムで使用できます。

[Refresh]

このボタンを押してすべての MODBUS 接続をリフレッシュします。リフレッシュすると、すべての MODBUS 装置の接続を一旦解除したのち、再び接続します。統計情報はすべてクリアされます。

[Add unit]

このボタンを押して新しい MODBUS ユニットを追加します。

[Delete unit]

このボタンを押して、MODBUS ユニットとユニットに追加されたすべての信号を削除します。

[Set unit IP]

ここで、MODBUS ユニットの IP アドレスが表示されます。ボタンを押してこれを変更します。

シーケンシャルモード

詳細オプションが選択されている場合のみ使用可能です。(16.4.1を参照)。このチェックボックスを選択すると、Modbus クライアントは次のリクエストを送る前に応答を待たなければなりません。このモードは、一部のフィールドバスユニットで義務付けられています。このオプションをオンにすると、複数の信号がある場合、信号切断時に受ける要求の頻度を高めること

ができます。シーケンシャルモードに複数の信号が定義されている場合、実際に受ける信号の数より少ない場合があります。実際の信号の頻度は、信号統計より確認することができます（セクション 16.4.1 を参照）。実際の信号の頻度が「頻度」ドロップダウンリストで指定される値の半分以下の場合、信号インジケーターが黄色に変わります。

[Add signal]

このボタンを押して該当する MODBUS ユニットに信号を追加します。

[Delete signal]

このボタンを押して該当する MODBUS ユニットから MODBUS 信号を削除します。

[Set signal type]

このドロップダウンメニューを使用して、信号タイプを選択します。使用可能なタイプは、以下の通りです：

デジタル入力 デジタル入力（コイル）は 1 ビット量で、信号のアドレスフィールドに指定されたコイル上の MODBUS ユニットから読み取られます。機能コード 0x02（個別入力読み取り）を使用します。

デジタル出力 デジタル出力（コイル）は 1 ビット量で、高または低のいずれかに設定できます。この出力値の単位はユーザーによって設定されていますが、この値はリモート MODBUS ユニットから読み取られます。これは機能コード 0x01（コイル読み取り）が使用されることを意味します。ロボットプログラムによってまたは **set signal value** ボタンを押すことで出力を設定した場合、機能コード 0x05（単一コイル書き込み）がそれ以降使用されます。

レジスター入力 レジスター入力は 16 ビット量で、アドレスフィールドで指定されたアドレスから読み取られます。機能コード 0x04（入力レジスター読み取り）が使われます。

レジスター出力 レジスター出力は 16 ビット量でユーザーが設定できます。レジスター値が設定される前に、その値がリモート MODBUS ユニットから読み取られます。これは機能コード 0x03（保持レジスター読み取り）が使用されることを意味します。ロボットプログラムによってまたは **set signal value** ボタンを押すことで出力を設定した場合、機能コード 0x06（単一レジスター書き込み）がリモート MODBUS ユニットに値を設定するために使用されます。

[Set signal address]

このフィールドはリモート MODBUS サーバー上のアドレスを示します。画面上のテンキーを使用して、さまざまなアドレスを選択します。有効なアドレスは、MODBUS ユニットのメーカーと構成により異なります。

[Set signal name]

画面上のテンキーを使用して、信号に名前を付けることができます。この名前は、信号をプログラムで使用する際に用います。

[Signal value]

ここに、現在の信号の値が表示されます。レジスター信号の場合、値は符号なし整数で表現されます。出力信号の場合、ボタンを使用して望ましい信号値を設定することができます。レジスター出力の場合も、ユニットに書き込む値は符号なし整数でなければなりません。

[Signal connectivity status]

このアイコンは、信号を適正に読み取り/書き込みできるか（緑）、ユニットが予期しない応答をするか、または到達できないか（グレー）を示します。MODBUS の例外応答を受信すると、応答コードが表示されます。MODBUS-TCP 例外応答は、次の通りです：

- E1** 不正関数 (0x01) クエリー中に受信したこの関数コードは、サーバー(またはスレーブ)での実行が許可されていません。
- E2** 不正データアドレス (0x02) クエリー中に受信したこの関数コードは、サーバー(またはスレーブ)での実行が許可されていません。入力した信号アドレスがリモート MODBUS サーバーの設定に対応しているかどうかをチェックします。
- E3** 不正データ値 (0x03) クエリー データフィールドに含まれる値は、サーバー(またはスレーブ)で許可された値ではありません。入力した信号値がリモート MODBUS サーバー上の指定アドレスにとって有効かどうかをチェックします。
- E4** スレーブデバイス・エラー(0x04) サーバー(またはスレーブ) が要求された処理を実行中に発生した回復不可能なエラーです。
- E5** 認知 (0x05) リモート MODBUS ユニットに送られたプログラミングコマンドと併用する特殊な用途です。
- E6** スレーブデバイス・ビジー(0x06) リモート MODBUS ユニットに送られたプログラミングコマンドと併用する特殊な用途で、スレーブ (サーバー) が現在応答不可能です。

[詳細オプションを表示する]

このチェックボックスにより、各信号の詳細オプションが表示/非表示になります。

詳細オプション

Update Frequency このメニューは信号の更新頻度の変更に使用できます。これは、リモート MODBUS ユニットに、信号値の読み取りまたは書き込みのために送られる要求の頻度です。頻度が 0 に設定されている場合、MODBUS の要求は `modbus_get_signal_status`、`modbus_set_output_register`、および `modbus_set_output_signal` スクリプト機能を使ってオン・デマンドで開始されます。

Slave Address このテキストフィールドは、特定の信号に対応する要求のための特定のスレーブアドレスを設定するために使用できます。この値は 0 ~ 255 の範囲 (0 と 255 を含む) でなければなりません。デフォルトは 255 です。この値を変更した場合は、使用する MODBUS デバイスのマニュアルを調べて、スレーブアドレス変更時に機能性を確認することを推奨します。

カウントを再接続する TCP 接続が終了され、再び接続された回数。

接続状況 TCP 接続状況。

応答時間 [ms] MODBUS の要求が送信され、応答を受信するまでの時間。これは、接続が有効な場合のみ更新されます。

Modbus パケットエラー 受信したパケットに含まれるエラーの数 (無効な長さ、データ欠如、TCP ソケットエラーなど)

タイムアウト 応答が得られなかった MODBUS 要求の数。

リクエストに失敗 ソケット状況が無効なため送信できなかったパケットの数。

実際の周波数 クライアント (マスター) シグナルステータスアップデートの平均頻度。この値は、サーバーから応答を受信するたびに再計算されます。

すべてのカウンターは最高で 65535 までカウントした後 0 に戻ります。

16.4.2 イーサネット/IP

イーサネット/IP では、ロボットからイーサネット/IP への接続を有効化または無効化することができます。有効化されると、イーサネット/IP スキャナー接続が失われた場合に、プログラムにどのアクションを適用するか選択できます。以下のアクションが選択できます：

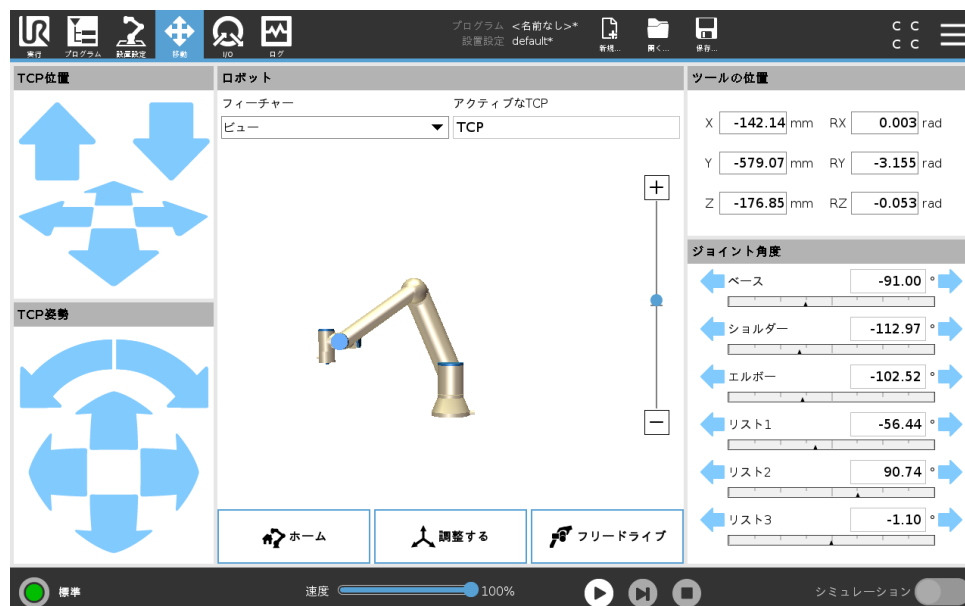
なし： PolyScopeはイーサネット/IP 接続が失われたことを無視し、プログラムを通常通り続行します。

一時停止： PolyScope は現在のプログラムを一時停止します。プログラムは停止した部分から再開します。

停止： PolyScope は現在のプログラムを停止します。

17 [移動] タブ

この画面からは、ロボットツールの平行移動/回転やロボットのジョイントを個々に動かすことで、ロボットアームを直接移動（ジョグ）させることができます。



17.1 ツールの移動

ロボットアームを、特定の方向に移動するには、**Move Tool**ボタンのいずれかを押し続けます。

- ・移動矢印（上）はロボットのツール先端を表示された方向に移動します。
- ・回転矢印（下）は、ロボットツールの方向を表示された方向に変更します。回転点はツールセンターポイント（TCP）で、いわばロボットアーム先端部の点であり、ロボットのツールの特性点を規定します。TCPは、小さい青のボールとして描かれています。

17.2 ロボット

ロボットTCPの現在位置が安全面またはトリガー面に近くなる、あるいはロボットツールの方向がツール方向境界の限界（13.2.5を参照）に近くなると、近接境界の限界の3D表現が表示されます。

ロボットがプログラムを実行している時、境界限界の可視化が無効になることに留意してください。

安全平面は、ロボットTCPを位置決めすることを許可される平面側を示す面法線を表す小さな矢印と黄色と黒で可視化されます。トリガー面は、青と緑、および平面側に向いた小さな矢印で表示されます。ここでは、標準モード限界（13.2.2を参照）がアクティブになっています。ツール方向境界の限界は、ロボットツールの現在の方向を示すベクトルのある球状円錐で可視化されます。円錐内部は、ツール方向（ベクトル）の許可された領域を表します。

ロボット TCP が限界の近くにいとなくなると、3D 表現が消えます。TCP が境界の限界を超えるまたは超えそうになると、限界の可視化が赤に変わります。

フィーチャー

ロボットフィールドの左上端、フィーチャーで、ロボットアームをビュー、ベースまたは、ツールフィーチャーに関連して制御する方法を定義できます。

注：最も快適にロボットアームの操作ができるように、ビューフィーチャーを選択し、回転矢印を使用して、3D 図面のビュー角度を変更し、実際のロボットアームのビューに合わせます。

アクティブ TCP

ロボットフィールドに、アクティブ **TCP** で、現在アクティブなツール中心点（TCP）の名前が表示されます。

ホーム

ホームボタンによってロボットを所定位置に移動する画面にアクセスし、そこで自動ボタンを長押し（14.4を参照）してインストールで定義済みの位置にロボットを移動します（16.1.9を参照）。ホームボタンのデフォルト設定では、ロボットアームを右上位置（を参照16.1.9）に戻します。

フリードライブ

画面上のフリードライブボタンを使用すると、ロボットアームを希望の位置/姿勢に引き寄せることができます。

調整する

整合ボタンで、アクティブ TCP の Z 軸を選択済の機能に揃えることができます。

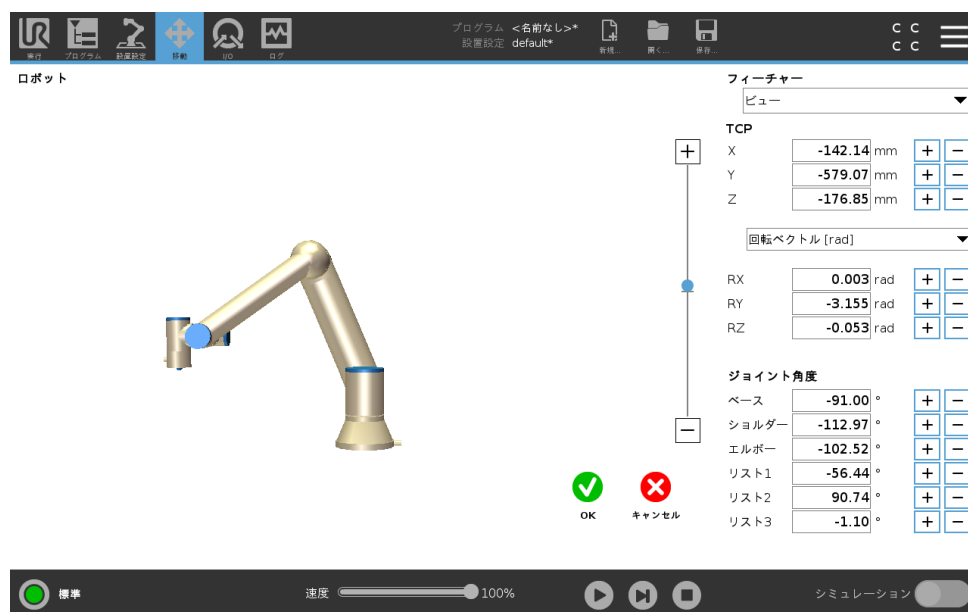
17.3 ツール位置

テキストボックスは、選択されたフィーチャーに相対的な TCP の完全な座標値を表示します。

注：名前の付いた複数の TCP を構成できます（16.1.1を参照）。ポーズ編集をタップしてポーズエディター画面にアクセスすることもできます。

17.3.1 ポーズエディター画面

ポーズエディター画面にアクセスすると、TCP に対するターゲットジョイント位置またはターゲットポーズ (位置または方向) を正確に設定できます。注：この画面はオフラインのため、ロボットアームを直接制御しません。



ロボット

3D 画像がロボットアームの現在の位置を示します。影がロボットアームのターゲット位置を示します。位置は画面の指定値によって制御されます。拡大鏡アイコンを押下して拡大/縮小したり、指をドラッグさせてビューを変更します。

ロボット TCP の指定された位置が安全またはトリガー面に近くなる、あるいは、ロボットツールの方向がツール方向境界の限界 (13.2.5 参照) に近くなると、近接境界の限界の 3D 表現が表示されます。安全平面は、ロボット TCP を位置決めすることを許可される平面側を示す面法線を表す小さな矢印と黄色と黒で可視化されます。トリガー面は、青と緑、および平面側に向いた小さな矢印で表示されます。ここでは、標準モード限界 (13.2.2を参照) がアクティブになっています。ツール方向境界の限界は、ロボットツールの現在の方向を示すベクトルのある球状円錐で可視化されます。円錐内部は、ツール方向 (ベクトル) の許可された領域を表します。ターゲットロボット TCP が限界の近くにいとなくなると、3D 表現が消えます。ターゲット TCP が境界の限界を超えるまたは超えそうになると、限界の可視化が赤に変わります。

フィーチャーとツールの位置

アクティブ TCP および選択された機能の座標値が表示されます。**X、Y、Z** 座標によってツールの位置を特定します。**RX、RY、RZ** 座標が向きを特定します。複数の名前のついた TCP の設定について、詳細は (16.1.1) をご覧ください。

RX、RY、RZ ボックスの上にあるドロップダウンメニューを使って、方向の表示タイプを選択します。

- 回転ベクトル [rad] 方向は回転ベクトルとして規定されます。軸の長さは、回転させる角度をラジアンで表し、ベクトル自体はその周りを回転させる軸を定めます。これはデフォルト設定です。
- 回転ベクトル [°] 方向は回転ベクトルとして規定され、ベクトルの長さが回転角度の度数になります。
- **RPY [rad]** ロール、ピッチ、ヨー (RPY) の角度で、角度はラジアンになります。RPY 回転行列 (X、Y、Z 回転) が次のように規定されます：

$$R_{rpy}(\gamma, \beta, \alpha) = R_Z(\alpha) \cdot R_Y(\beta) \cdot R_X(\gamma)$$

- **RPY [°]** ロール、ピッチ、ヨー (**RPY**) の度数表示の角度になります。

値をタップすると座標を編集できます。ボックスの右側にある **+** または **-** ボタンをタップしても、現在の値に対して加算や除算ができます。ボタンを押し続けると、値を直接増減できます。

ジョイント角度

個々のジョイント位置が直接規定されます。各ジョイント位置は、 -360° から $+360^{\circ}$ の範囲のジョイント制限を持つことができます。以下の通りにジョイント位置を構成できます。

- ジョイント位置をタップして値を編集します。
- ボックスの右側にある **+** または **-** ボタンをタップして、現在の値に対して加算または除算を行います。
- ボタンを長押しすると、値を直接増減できます。

[OK] ボタン

この画面を移動画面 (17参照) から有効にした場合は、**OK** ボタンにタップして移動画面に戻ります。ロボットアームが規定された目標物まで移動します。最後の指定値がツール座標だった場合、ロボットアームは **MoveL** の運動タイプを使用するかまたは、ジョイントポジションが最後に指定された場合には **MoveJ** の運動タイプを使用してしてターゲット位置に移動します (15.5.1 参照)。

[キャンセル] ボタン

キャンセルボタンは画面を終了させ、変更をすべて破棄します。

17.4 ジョイント位置

ジョイント位置フィールドで、個々のジョイントを直接制御することができます。各ジョイントは、水平バーで定義される、デフォルトのジョイント限界 -360° から $+360^{\circ}$ の範囲で運動します。限界に達すると、ジョイントはそれ以上動かさせません。

注：ジョイントはデフォルトとは異なる範囲の位置で構成できます (13.2.4を参照)。新たな範囲は、水平バー内の赤いゾーンとして表示されます。

**警告:**

1. 設定タブの重力設定（16.1.3を参照）が正しくない場合、またはロボットアームが大きな荷重を運んでいる場合は、フリードライブタブを押すとロボットが動き始める（下がる）場合があります。このような場合には、フリードライブボタンを離してください。
2. 正しい取付け設定を使用してください。（ロボット取付角度、ペイロード重量、重心のオフセットのペイロード中心など）。プログラムと一緒に設置設定ファイルを保存して読み込みます。
3. ペイロード設定およびロボット取付設定は、自由教示ボタンを操作する前に正しく設定する必要があります。これらの設定が正しくない場合、ロボットアームは、自由教示をアクティブ化すると、移動します。
4. フリードライブ機能は施設内でリスクアセスメントがそれを許可する場合のみに使ってください。ツールと障害物に鋭利なエッジやピンチポイントがないようにしてください。全要員がロボットアームの届く範囲外であることを確認します。

18 [I/O] タブ

18.1 ロボット



この画面で、ロボットのコントロールボックスからのライブ I/O 信号を常時モニターし、設定することができます。画面は、プログラム実行中も含めて、I/O の現在の状態を表示します。プログラム実行中に何かの変更になると、プログラムは停止します。プログラム停止時には、すべての出力信号はその状態を保持します。画面は、10Hz の周期で更新されるため、高速の信号は適切に表示されない場合があります。

構成可能な I/O は、設置設定の安全 I/O 構成セクションで定義した特別な安全設定用に予約されています（～13.2.10を参照）。予約されたものについては、デフォルトやユーザー定義名の代わりに安全機能の名前が付きます。安全設定用に予約された構成可能な出力はトグルすることはできず、LED としてのみ表示されます。

信号の電気に関する詳細は、ユーザーマニュアルに説明があります 5.4。

電圧 ユーザーがツール出力を制御している場合のみ、ツール出力で、電圧を構成できます。URCap を選択すると電圧へのアクセスが削除されます。

アナログ範囲設定 アナログ I/O は、電流出力 [4 ~ 20mA] または電圧出力 [0 ~ 10V] のどちらにも設定できます。この設定は、プログラムを保存すれば、ロボットコントローラーを後に再起動することになっても記憶されます。ツール出力で、URCap を選択すると、アナログツール入力用のドメイン設定へのアクセスが削除されます。

ツール通信インターフェース ツール通信インターフェース (TCI) が有効化されている場合、ツールのアナログ入力を使用できなくなります。I/O 画面の ツール入力領域が下図のように変化します。

Tool Analog Input	
Baud Rate	115200
Parity	None
Stop Bits	One
RX Idle Chars	1.50
TX Idle Chars	3.50



注:

電力が供給されたデュアルピンが有効であるとき、ツールデジタル出力に以下のとおりに名前を付ける必要があります。

- ツール _ 出力 [0] (電源)
- ツール _ 出力 [1] (GND)

ツール出力フィールドを以下に図解します。

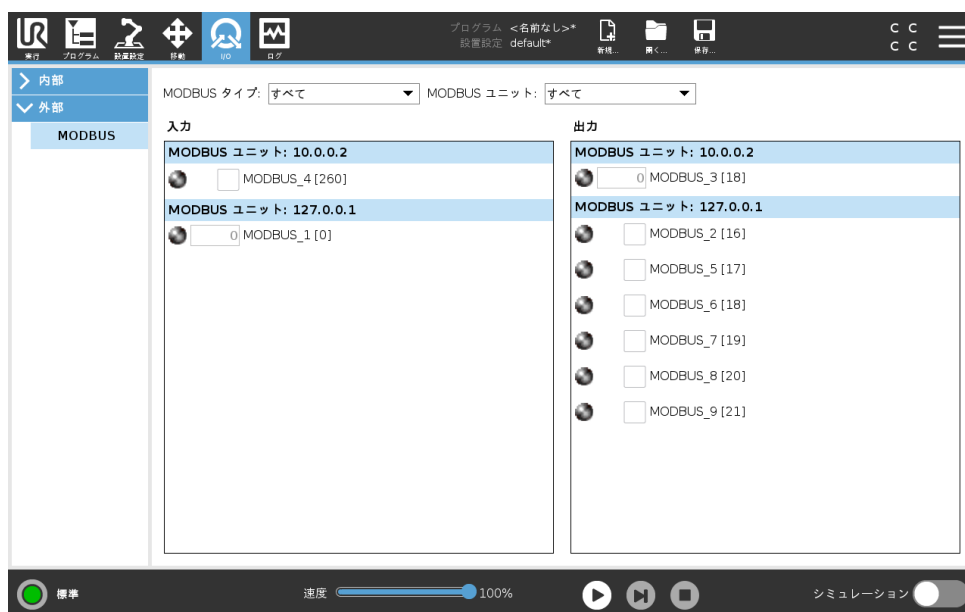
Tool Digital Output

Power ☐ ☐ GND

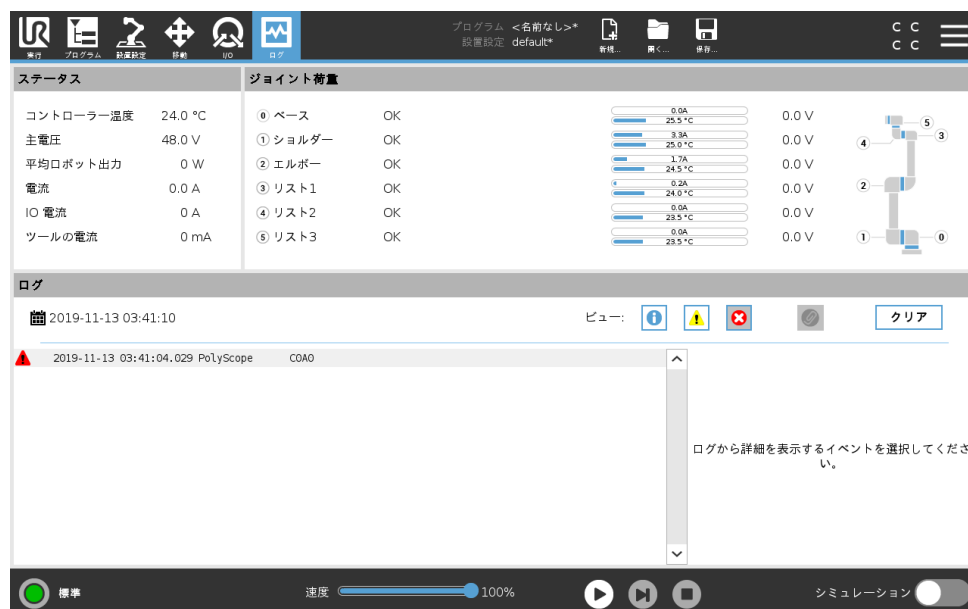
Current

18.2 MODBUS

以下のスクリーンショットは、インストールで設定されるとき MODBUS クライアントの I/O 信号を表示しています。画面上部にあるドロップダウンメニューを使用して、2 つ以上を設定する場合、信号の種類と MODBUS ユニットに基づいて表示された内容を変更することができます。リストにおける各信号は接続のステータス、値、名前および信号アドレスから成ります。接続ステータスと I/O タブコントロールによって許可される場合、出力信号を切り換えることができます (16.1.4 を参照)。



19 [ログ] タブ



19.1 測定値とジョイント荷重

画面の上半分には、ロボットアームとコントロールボックスの健全性が表示されます。左側の画面にはコントロールボックスに関連する情報が表示され、右側の画面にはロボットジョイント情報が表示されます。ジョイントごとに、ジョイントの荷重の温度および電圧が表示されます。

19.2 日付ログ

最初のコラムは、ログエントリーの重大度を分類します。2列目にはメッセージの到着時間を表示されます。次のコラムはメッセージの送信者を表示します。最後のコラムはメッセージそのものを表示します。メッセージは、重大度に対応するトグルボタンを選択して、フィルターできます。上の図は、情報や警告メッセージがフィルターされる一方で、エラーは表示されることを示しています。ログメッセージの中にはさらに詳しい情報を提供するように設計されているものもあり、これはログエントリーを選択すると右側に表示されます。

19.3 エラー・レポートの保存

詳細なステータス・レポートは、ログの行にペーパークリップのアイコンが現れると入手可能になります。

- ログの行を選択し、レポートの保存ボタンをタップして USB ドライブにレポートを保存します。
- これらの値はプログラムを実行中に保存することができます。



注:

新しいレポートが生成されると、最も古いレポートが削除されます。直近 5 つのレポートだけが保管されます。

下記のエラーリストについて確認し、エクスポートすることができます：

- 障害
- PolyScope 内の例外
- 保護停止
- URCap に未処理の例外があります
- 違反

エクスポートされたレポートには、ユーザープログラムや履歴ログ、インストール、そして実行中サービスのリストなどが含まれます。

20 プログラムおよび設置設定マネジャー



プログラムおよび設置設定マネジャーとは、プログラムやインストールを作成、ロード、設定が可能な3つのアイコンのことです。新規...、開く...、保存...です。ファイルパスは、読込済みのプログラム名と設置設定タイプを表示します。ファイルパスは新規プログラムまたは設置設定を作成または読み込みすると、変更されます。ロボットには複数の設置設定ファイルを使用できます。作成されたプログラムは、アクティブな設置設定を自動的に読み込み、使用します。

20.1 開く...

プログラムと/または設置設定を読み込みます。



プログラムを開く

1. プログラムおよび設置設定マネジャーで、開く... をタップして、プログラムを選択します。
2. プログラム読み込み画面で、既存のプログラムを選択し、開くをタップします。
3. ファイルパスで、希望のプログラム名が表示されているか確認します。

設置設定を開いています。

1. プログラムおよび設置設定マネジャーで、開く... をタップして、設置設定を選択します。
2. ロボット設置設定読み込み画面で、既存の設置設定を選択し、開くをタップします。

3. 安全構成ボックスで、適用を選択し、ロボットを再起動するため再起動します。
4. 設置設定を設定を選択して現在のプログラムの設置設定を設定します。
5. ファイルパスで、希望の設置設定ファイル名が表示されているか確認します。

20.2 新規...

新たなプログラムと/または設置設定を作成します。



新規プログラム

1. プログラムおよび設置設定マネジャーで、新規... をタップして、プログラムを選択します。
2. プログラム画面で希望の新規プログラムを構成します。
3. プログラムおよび設置設定マネジャーで、保存... をタップして、全て保存またはプログラムに名前を付けて保存を選択します。
4. 以下の名前を付けてプログラムを保存の画面で、ファイル名を割り当てて、保存をタップします。
5. ファイルパスで、新規プログラム名が表示されているか確認します。

新規設置設定

注：使用する設置設定をロボットの電源を遮断した後に、保存してください。

1. プログラムおよび設置設定マネジャーで、新規... をタップして、設置設定を選択します。
2. 安全構成を確認をタップします。
3. 設置設定画面で希望の新規設置設定を構成します。
4. プログラムおよび設置設定マネジャーで、保存... をタップして、設置設定に名前を付けて保存します。
5. ロボット設置設定を保存の画面で、ファイル名を割り当てて、保存をタップします。
6. 設置設定を設定を選択して現在のプログラムの設置設定を設定します。
7. ファイルパスで、新規設置設定ファイル名が表示されていることを確認します。

20.3 保存...



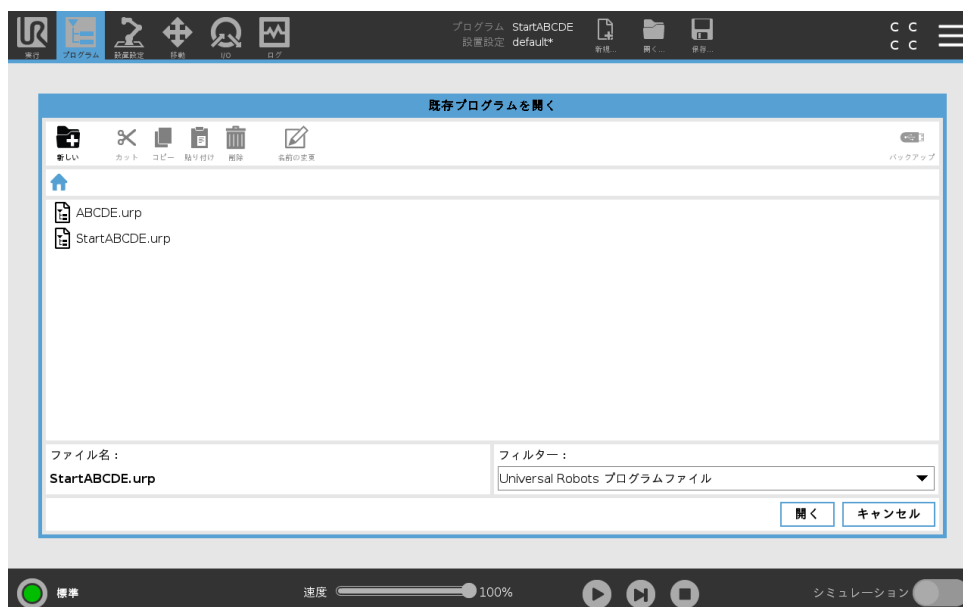
保存...には3つのオプションがあります。読み込む、または作成する、プログラム/設置設定によって、以下が可能です：

全部保存で、システム内の他の場所または他の名前の設定に進まずに、現在のプログラムとイ設置設定をすぐに保存できます。注：プログラムまたは設置設定に変更がない場合、全部保存のボタンは無効として表示されます。

以下の名前を付けてプログラムを保存...で新規プログラムの名前と場所を変更します。注：現在の設置設定も既存の名前と場所に、同時に保存されます。

以下の名前を付けて設置設定を保存...で新規設置設定の名前と場所を変更します。注：現在のプログラムも既存の名前と場所に、同時に保存されます。

20.4 ファイルマネージャー



この画像は以下のボタンを構成するロード画面を示しています。

ブレッドクラムパス ブレッドクラムパスは、現在の位置に向かう方向のリストを示しています。ブレッドクラム内のディレクトリ名を選択すると、位置がそのディレクトリに合わせて変更され、ファイル選択領域に表示されます。

ファイル選択領域 ファイル名をタップして開きます。方向は、半秒ほど方向名を押して選択します。

ファイルフィルター 表示されているファイルタイプを指定することができます。バックアップファイルを選択後、この領域は直近保存されたプログラムバージョン 10 個を表示し、「.old0」は最も新しいバージョンを、「.old9」は最も古いバージョンを意味します。

ファイル名 選択されているファイルはここに表示されます。ファイル保存時に、このテキストフィールドを利用してファイル名の入力を手動で行います。

[処理] ボタン アクションバーは、ファイルの管理を行うことができる一連のボタンで構成されています。

アクションバーの右側にある「バックアップ」アクションにより、現在選択されているファイルやディレクトリをその位置および USB にバックアップすることをサポートします。「バックアップ」アクションは、外部メディアが USB ポートに取り付けられている場合にのみ有効です。

21 メニュー

21.1 ヘルプ

PolyScopeの能力を構成する、すべての要素に関する定義を確認することができます。

1. ヘッダー右端のメニューをタップし、ヘルプを選択します。
2. 表示されている赤いクエスチョンマークの1つをタップし、希望する要素を定義します。
3. 要素定義画面の右端の赤いXをタップし、ヘルプから移動します。

21.2 バージョン情報

バージョンと法的情報を表示できます。

1. メニューをタップし、バージョン情報を選択します。
2. バージョンまたは法的情報をタップするとデータが表示されます。
3. 閉じるをタップして、元の画面に戻ります。

21.3 設定

PolyScope 個人設定

1. ヘッダーでメニューをタップし、設定を選択します。
2. 左のサイドメニューから、個人設定する項目を選択します。注：サイドメニューで、運用モードのパスワードが設定されている場合は、システムは、プログラマーのみが使用できます。
3. 右下の適用と再起動をタップして、変更を実行します。
4. 左下の終了をタップすると、変更なしで設定画面が閉じられます。

21.3.1 プリファレンス

言語

PolyScope の言語と測定単位（メートル単位またはインペリアル単位）は変更できます。

時間

PolyScope に表示される現在の時刻と日付は、アクセスして調整できます。

1. ヘッダーでメニューをタップし、設定を選択します。
2. お気に入り下で時刻を選択します。
3. 確認して、希望通りに時刻や日付を調整できます。
4. 適用して再起動するをタップして、変更を適用させます。

日付と時刻は、Log タブに表示されます。（19.3を参照）**Date Log** 下にあります。

スピードスライダ非表示

実行タブ画面の底部にあるスピードスライダを使ってオペレーターは実行中のプログラムの速度を変更できます。

1. ヘッダーでメニューをタップし、設定を選択します。
2. プリファレンスで実行画面をタップします。
3. スピードスライダのチェックボックスを選択しスライダーの表示・非表示を決定します。

21.3.2 パスワード

モード

運用モードのパスワードは、PolyScope 上で次の 2 つの異なる役割を作成することでロボット設定の不正な変更を防ぎます：自動とマニュアル。運用モードのパスワードを設定すると、プログラムまたは設置設定はマニュアルモードでのみプログラムまたは設置設定を作成し読み込みできます。マニュアルモードに入ると、PolyScope がその画面で以前設定したパスワードを入力するように促します。

安全

安全パスワードは、不正な安全設定の変更を防止します。

21.4 システム

21.4.1 バックアップと復元

お使いのシステムのコピー全体を USB ドライブに保存しておき、これを以前の状態に復元する際のバックアップとして使用します。ディスクが破損あるいは、偶発的に削除してしまった際に必要となることがあります。



注:

コントロールボックス (CB) 内にある USB ポートの一つを使い、バックアップや復元作業を行います。CB USB ポートを使うとより安定し、バックアップに必要な実行時間も少なくて済みます。

システムのバックアップ

1. ヘッダーでメニューをタップし、設定を選択します。
2. システム下で、バックアップ復元をタップします。
3. バックアップを保存する場所を選択し、バックアップを押します。
4. **OK** を押して、システムを完全のリブートします。

システムの復元

1. ヘッダーでメニューをタップし、設定を選択します。
2. システム下で、バックアップ復元をタップします。
3. バックアップファイルを選択して、復元を押します。
4. **OK** を押し、確定します。

21.4.2 更新

ロボットのソフトウェアを最新バージョンにしておくために、USB をから更新をインストールします。

ソフトウェアの更新

1. ヘッダーでメニューをタップし、設定を選択します。
2. システム下で、更新をタップします。
3. USB を差し込み、検索をタップして有効な更新ファイルを一覧表示させます。
4. 有効な更新ファイル一覧より、希望するバージョンを選択して更新をタップし、インストールします。



警告:

ソフトウェアアップグレードの後は、必ずプログラムをチェックします。アップグレードによって、プログラムの軌道が変更されることがあります。

21.4.3 ネットワーク

利用可能な 3 つのネットワーク方法から 1 つを選択し、ロボットのネットワークへの接続を設定できます：

- DHCP
- 固定アドレス
- 無効化されたネットワーク（ロボットをネットワークに接続しない場合）

選択したネットワーク方法によって、ネットワーク設定を構成します：

- IP アドレス
- サブネットマスク
- デフォルトゲートウェイ
- 優先 DNS サーバー
- 代替 DNS サーバー

注：変更を適用するには、適用を押します。

21.4.4 URCaps の管理

既存のURCaps を管理したり、ロボットに新たにインストールすることができます。

1. ヘッダーでメニューを押し、設定を選択します。
2. システムで **URCaps** を選択します。
3. **+** ボタンを押して、**.urcap** ファイルを選択し、開くを押します注：新たな URCaps の詳細を確認するには、アクティブな **URCaps** フィールドで選択します。下の **URCaps** 情報フィールドに詳細情報が表示されます。
4. URCap のインストールに進むには、再起動を押します。そのステップの後、URCaps がインストールされ、使用する準備ができます。
5. インストール済みの URCaps を削除するには、アクティブな URCaps から選択し、**-** ボタンを押して、変更を実行するため 再起動を押します。

21.4.5 リモート制御

ロボットは、ローカル制御 (ティーチペンダントによる制御) またはリモート制御 (外部からの制御) のいずれかで制御されます。

 ローカル	 リモート
ローカル制御は次の行為を許可しません	リモート制御は次の行為を許可しません
ネットワークを経由したロボットの起動およびブレーキ解除指令	移動タブからのロボットの移動
ネットワークを経由してロボットに送信されたロボットのプログラムや設置設定の受信および実行	ティーチペンダントからの開始
デジタル入力での制御における起動時のプログラム自動スタート	ティーチペンダントからのプログラムや設置設定の読み込み
デジタル入力での制御における起動時のブレーキ自動解除	自由教示
デジタル入力での制御におけるプログラムの開始	

ネットワークまたはデジタル入力によるロボットの制御は制限されています。リモート制御機能を有効化し選択すると、この制限が解除されます。ロボットのローカル制御プロフィール (PolyScope 制御) を切り替えることで、リモート制御を有効にし、実行中のプログラムとスクリプトの制御をすべてをリモート操作できるようになります。

注：設定でリモート制御機能を有効化し、プロフィールでリモートモードとローカルモードにアクセスします。

リモート制御の有効化

1. ヘッダーでメニューを押し、設定を選択します。
2. システムでリモート制御を選択します。
3. 有効化を押して、リモート制御機能を有効化します。**PolyScope** はアクティブのままです。注：リモート制御を有効化しても、この機能はすぐに起動しません。有効化により、ローカル制御からリモート制御に切り替えることが可能になります。
4. プロフィールメニューで、リモート制御を選択し、**PolyScope** を変更します。注：プロフィールメニューで切り替えて元に戻るかまたは、オペレーター、パスワードが設定されている場合はプログラマーを選択することで、ローカル制御に戻すことができます。



注:

- リモート制御では **PolyScope**でのアクションが制限されますが、ロボット状態のモニタリングは可能なままです。
- リモート制御でロボットシステムの電源をきると、リモート制御で起動します。

21.5 ロボットのシャットダウン

ロボットのシャットダウンボタンは、ロボットの電源をオフにするか、ロボットを再起動します。

ロボットのシャットダウン

1. ヘッダーでメニューをタップし、シャットダウンを選択します。
2. 「ロボットのシャットダウン」ダイアログボックスが表示されたら、電源オフをタップします。

用語集

停止カテゴリ0 ロボットの動作は、ロボットの電力を即時に切ることによって停止します。これは、できるだけ速い各ジョイントのブレーキとしてプログラムされた経路からロボットが逸脱できる、非制御停止です。安全関連制限値を超えたり、制御システムの安全関連部の故障の場合に、この保護停止が使用されます。詳細については、ISO 13850 または IEC 60204-1 をご参照ください。

停止カテゴリ1 ロボットが停止を達成するのに利用可能な電力でロボットの動作を停止し、停止が達成されると電力が除去されます。これは、ロボットがプログラミングされた経路に沿って継続する制御停止です。電力は、ロボットが静止した直後に除去されます。詳細については、ISO 13850 または IEC 60204-1 をご参照ください。

停止カテゴリ2 ロボットが利用できる残りの電力を使った制御停止です。安全関連制御システムは、ロボットが停止位置に留まることを監視します。詳細については、IEC 60204-1 をご参照ください。

カテゴリ3 カテゴリという用語を停止カテゴリという用語と混同しないでください。カテゴリは、特定の性能レベルの基礎として使用されるアーキテクチャのタイプを指します。カテゴリ3 アーキテクチャの重要なプロパティは、単一の障害では安全機能の損失が発生しないことです。詳細については、ISO 13849-1 をご参照ください。

性能レベル 性能レベル (PL) は、予見できる条件下で安全機能を実行するための制御システムの安全関連部分の能力を指定するために使用される離散的なレベルです。PLd は 2 番目に高い信頼度の分類で、安全機能に非常に信頼性があることを意味します。詳細については、ISO 13849-1 をご参照ください。

診断範囲 (DC) は、定格性能レベルを達成するために実施する診断の有効性の尺度です。詳細については、ISO 13849-1 をご参照ください。

MTTFd 危険側故障までの平均時間 (MTTFd) は、定格性能レベルを達成するために使用される計算と試験に基づく値です。詳細については、ISO 13849-1 をご参照ください。

インテグレーター は最終的なロボットの設置設定を設計する存在です。インテグレーターは最終的なリスクアセスメントの責任を負い、最終的な設置設定が現地の法律と規制を遵守することを確実にする必要があります。

リスクアセスメント リスクアセスメントはすべてのリスクを特定し、これらを適切なレベルに低減する全体的なプロセスです。リスクアセスメントは文書化する必要があります。詳しくは ISO 12100 をご覧ください。

協力ロボットアプリケーション 協力という用語は、ロボットアプリケーションにおけるオペレーターとロボットの協働を指します。正確な定義と説明については、ISO 10218-1 と ISO 10218-2 をご覧ください。

安全構成 安全関連機能とインターフェースは安全構成パラメーターから構成できます。これらはソフトウェアインターフェースで定義できます。詳細は II をご覧ください。

索引

E

EtherNet/IP I-25, II-96

I

I/O I-25, I-29, II-4, II-28, II-96, II-97, II-121

M

MODBUS I-25, II-102, II-111, II-113, II-122

Move Tool II-115

MoveJ II-47, II-106, II-118

MoveL II-47, II-106, II-118

MoveP II-47, II-106

P

Play II-5

PolyScope ix, II-3, II-7, II-9, II-31, II-35, II-62, II-91,
II-111, II-114, II-131, II-134

R

Robot arm II-115

S

Safety Checksum II-4

T

TCI II-58

U

UR+ xi

URCaps II-133

W

Waypoints II-10



この到達点まで II-55

この到達点まで数式 II-56

この距離まで II-56

インテグレーター I-8

イーサネット I-25, II-111

イーサネット/IP II-114

ウェイポイント II-46, II-48-II-50, II-54

エラー II-67

エルボー II-7

エルボーフォース II-20

エルボー制限 II-24

エルボー速度 II-20

カスタム II-20

コントロールボックス I-21, I-25, I-28, I-37-I-39,
I-67, II-8, II-97, II-121

コントロールボックス用備え付けブラケット ix

コンベヤトラッキング I-28, II-81

コンベヤ追跡設定 II-101

コーン中心 II-28

コーン角度 II-28

システム非常停止 II-29, II-30

シミュレーション II-5

ショルダー II-7

ジョイントの荷重 II-125

ジョイント空間 II-47

ジョイント限界 II-22

スイッチケース構文 II-68

スクリプトマニュアル x

ステップ II-5

スピードスライダ II-5

スピードスライダー II-13

セーフホーム II-30

ツール II-25

ツール I/O I-40

ツールコンタクトまで II-56

ツールセンターポイント II-21, II-26, II-48, II-91

ツールフィーチャー II-106

ツールフォース II-20

ツール中心点 II-116

ツール位置 II-25, II-26

ツール方向 II-27, II-28

ツール通信インターフェース II-99

ツール速度 II-20, II-55

ティーチペンダント I-22, I-37, II-8, II-31, II-80,
II-134

ティーチペンダントを含むコントロールボック
ス ix

テンプレート II-81

トリガー平面 II-25

バージョン情報 II-131

パン角度 II-28

ファイルパス II-127

フィーチャー II-102, II-105, II-116

フィーチャーメニュー	II-79
フォルダー	II-61
フォースモード	II-78
フッター	II-3, II-36
フリードライブ I-16, II-13, II-80, II-95, II-106, II-116, II-119	
フレーム	II-79
ブラケット	I-25
ブレンド	II-50
ブレンドパラメータ	II-51
プログラム	II-3, II-35, II-81, II-127
プログラムおよび設置設定マネージャー II-4, II-127	
プログラムを作成	II-128
プログラムを実行する	II-6
プログラムコマンド	II-39, II-44
プログラムツリー	II-39
ヘッダー	II-3
ベース	II-7, II-48
ベースフィーチャー	II-106
ホーム	II-116
ポップアップ	II-59
ポリスコープ	I-16
ポーズエディター	II-116
マニュアルモード	II-13
マニュアル高速	II-5, II-15
ミニディスプレイポート	I-25
メニュー	II-5
モード	I-15, II-23
モード：マニュアル	II-4
モード：リモート	II-4
モード：ローカル	II-4
モード：自動	II-4
リスクアセスメント	x, I-3, I-8, I-10, I-13
リスト	II-7
リモート制御	II-98, II-134
ログ	II-4
ロボット	II-25, II-115, II-116
ロボットのシャットダウン	II-135
ロボットの移動	II-37
ロボットの設置設定を構成する	II-6
ロボットをプログラムする	II-6
ロボットアーム ... I-25, I-67, II-7, II-8, II-76-II-78, II-80, II-97	
ロボットプログラムコマンド	II-44
ロボット動作中	II-30
ロボット限界	II-19
ロボット非停止	II-30
◆	
一般用途 I/O	I-28
予防停止リセット	II-29

位置	II-26
位置の編集	II-26
位置範囲	II-22
保存... ..	II-4, II-127, II-129
保証	I-51



停止	II-5
停止時間	II-20
停止状態	II-8
停止距離	II-20
傾き角度	II-28
入力信号	II-29
再生	II-36
出力信号	II-30
初期化	II-5, II-8
削除	II-23
動力	II-20
半径	II-26
単純	II-79
可変ウェイポイント	II-48
可変フィーチャー	II-48
名前の変更	II-23
回復モード	I-16, II-21
基部	I-53
変数	II-35, II-46
好結果	II-67
安全 I/O	I-11, I-15, I-28, I-30
安全 I/O	I-30
安全に関する指示	I-45
安全チェックサム	II-19
安全平面	II-23, II-115, II-117
安全構成	I-9, II-17-II-19, II-22
安全機能	I-11, I-12
安全設定	I-3, II-17, II-132
実行	II-3, II-35
工場出荷時プリセット	II-19
式エディター	II-68
待機	II-58



教示ペンダント	II-3
整備マニュアル	x
整合	II-116
新規... ..	II-4
新規作... ..	II-127
標準	II-23
標準 & 減少	II-23
標準 & 減少ツール方向限界	II-28
標準ツール方向限界	II-28
標準モード	II-21, II-28, II-45, II-117

標準平面	II-25
減少	II-23
減少ツール方向限界	II-28
減少モード	I-15, II-21, II-26, II-28-II-30
減少モードのトリガー	II-23



点	II-79
無効	II-23, II-24
無効化されたツール方向限界	II-28
画面	II-3
移動	II-3, II-13, II-46, II-48, II-59, II-118



肘部	I-53
肩部	I-53
自動	II-116
自動モード	II-13
自動モード予防停止	II-29

自動モード予防停止リセット	II-29
表示	II-23
規格	I-67, I-69
設定	II-59, II-119, II-131
設定可能な I/O	I-28
設置設定	II-3, II-98, II-127
設置設定を作成	II-128
設置設定変数	II-97
試験ボタン	II-80
警告記号	I-4



運動	II-80
運動量	II-20
選択されたフィーチャーは、相対ウェイポイント II-48	
開く... ..	II-4, II-127
電圧	II-121
非減少モード	II-30

Software version: 5.6



99416