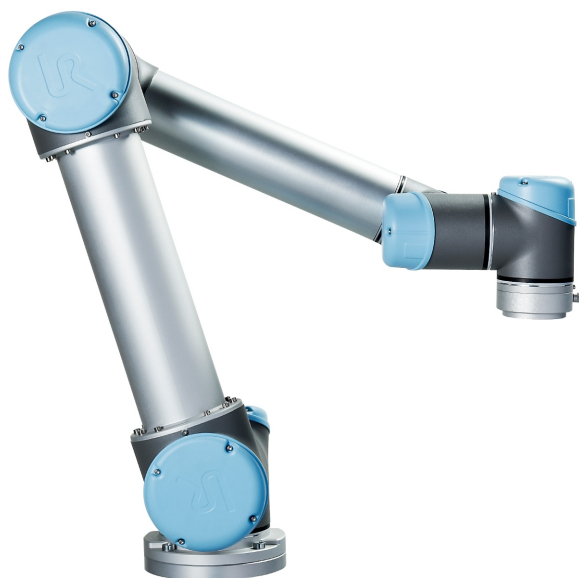




UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots
ユーザーマニュアル



UR5/CB3
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。本文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記載漏れに対しても責任を負いません。

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S.

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



目次

1. 前書き	1
1.1. 梱包内容	1
1.2. 重要な安全上の注意	1
1.3. 本書の読み方	2
1.4. 詳細情報の入手先	2
1.4.1. UR+	2
パート I ハードウェアインストールマニュアル	3
1.5. 安全上の注意	5
1.5.1. はじめに	5
1.5.2. 妥当性と責任	5
1.5.3. 責任制限	6
1.5.4. 本書の警告記号	6
1.5.5. 一般的な警告と注意	7
1.5.6. 使用目的	9
1.5.7. リスクアセスメント	10
1.5.8. 非常停止	11
1.5.9. 駆動力がある場合とない場合の運動	11
1.6. 安全関連機能およびインターフェース	13
1.6.1. はじめに	13
1.6.2. 安全システムの停止時間	14
1.6.3. 安全関連機能制限	14
1.6.4. 安全モード	15
1.6.5. 安全関連電気インターフェース	16
1.7. 輸送	19
1.8. 機械的インターフェース	21
1.8.1. はじめに	21
1.8.2. ロボットの作業空間	21
1.8.3. 据え付け	21
1.8.4. 最大有効荷重	25
1.9. 電氣的インターフェース	27
1.9.1. はじめに	27
1.9.2. 電氣的な警告と注意	27
1.9.3. コントローラー I/O	28
1.9.4. ツール I/O	39

1.9.5. Ethernet	43
1.9.6. 電源接続	43
1.9.7. ロボット接続	44
1.10. メンテナンスと修理	47
1.10.1. 安全に関する指示	47
1.10.2. クリーニング	48
1.11. 処分と環境への配慮	49
1.12. 証明	49
1.13. 保証	51
1.13.1. 製品保証	51
1.13.2. 免責事項	51
1.14. 停止時間と停止距離	53
1.14.1. 停止カテゴリ 0 の停止距離と時間	53
1.15. 宣言と証明書	53
1.16. 宣言と証明書 (原本の翻訳)	55
1.17. 適用規格	66
1.18. 技術仕様	73
1.19. 安全機能表	74
1.19.1. Table 1: Safety Functions (SF) Descriptions	74
1.20. Table 2: Compliance and ISO 13849-1 Functional Safety Information	79
パート II PolyScope マニュアル	81
1.21. 安全設定	83
1.21.1. はじめに	83
1.21.2. 安全構成の変更	84
1.21.3. 安全同期とエラー	85
1.21.4. 許容差	86
1.21.5. 安全チェックサム	86
1.21.6. 安全モード	86
1.21.7. フリードライブモード	87
1.21.8. パスワードのロック	88
1.21.9. 適用	88
1.21.10. 全般限界	89
基本設定	90
詳細設定への切り替え	90
詳細設定	90
基本設定への切り替え	91

1.21.11. ジョイント限界	91
最大速度	92
位置範囲	92
1.21.12. 境界	92
名前	94
フィーチャーのコピー	95
安全モード	95
変位	95
厳密な限界平面の効果	96
トリガー減少モード平面の効果	96
制限角度	97
フィーチャーのコピー	97
安全モード	98
効果	98
1.21.13. 安全 I/O	98
システム非常停止	99
減少モード	99
予防停止リセット	99
3ポジション有効化機器 and 運用モード	99
System Emergency Stop	100
Robot Moving	101
Robot Not Stopping	101
Reduced Mode	101
Not Reduced Mode	101
1.22. プログラミング開始	103
1.22.1. はじめに	103
1.22.2. スタートアップ	103
1.22.3. 最初のプログラム	104
1.22.4. PolyScope プログラミングインターフェース	106
1.22.5. ようこそ画面	107
1.22.6. 初期化画面	108
1.23. エディター画面	111
1.23.1. 式エディター画面	111
1.23.2. ポーズエディター画面	111
1.24. ロボット制御	115

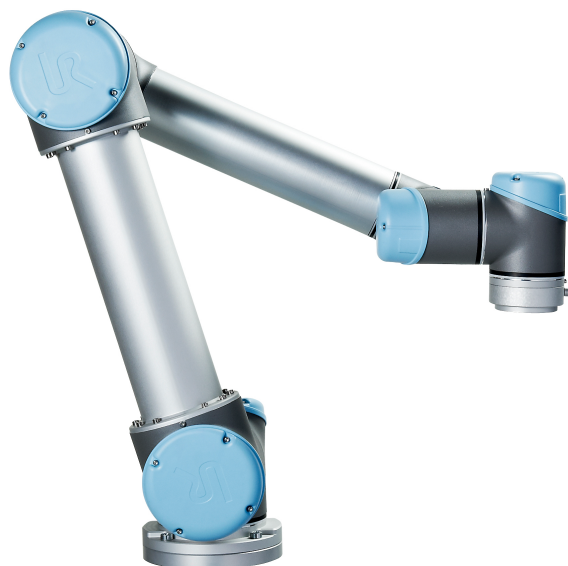
1.24.1. 移動]タブ	115
1.24.2. [/O]タブ	117
1.24.3. MODBUS	118
1.24.4. 自動移動]タブ	118
1.24.5. Installation → [読み込み/保存]	120
1.24.6. [設置設定] → [TCP 構成]	121
1.24.7. [設置設定] → [据え付け]	124
1.24.8. [設置設定] → [/O設定]	126
1.24.9. [設置設定] → [安全]	128
1.24.10. [設置設定] → [変数]	128
1.24.11. [設置設定] → [MODBUSクライアント/O設定]	130
1.24.12. [設置設定] → [フィーチャー]	134
1.24.13. コンベアトラッキングの設定	142
1.24.14. 安全モード間でのスムーズな移行	143
1.24.15. [設置設定] → [デフォルトプログラム]	143
1.24.16. [ログ]タブ	145
1.24.17. 読み込み画面	146
パス履歴	147
ファイル選択領域	147
ファイルフィルター	147
ファイルフィールド	148
[開く]ボタン	148
[キャンセル]ボタン	148
[処理]ボタン	148
1.24.18. 実行]タブ	149
1.25. プログラミング	151
1.25.1. 新しいプログラム	151
1.25.2. [プログラム]タブ	152
1.25.3. 変数	154
1.25.4. コマンド: 移動	155
1.25.5. コマンド: 固定ウェイポイント	158
例	159
ブレンドパラメーター	159
条件付きブレンド軌道	160
軌道タイプの組合せ	161
1.25.6. コマンド: 相対ウェイポイント	164
1.25.7. コマンド: 可変ウェイポイント	165

1.25.8. コマンド: 方向	165
1.25.9. コマンド: この到達点まで	166
1.25.10. コマンド: 待機	168
1.25.11. コマンド: 設定	169
1.25.12. コマンド: ポップアップ	170
1.25.13. コマンド: 停止	171
1.25.14. コマンド: コメント	172
1.25.15. コマンド: フォルダー	173
1.25.16. コマンド: ループ	174
1.25.17. コマンド: If	174
1.25.18. コマンド: サブプログラム	176
1.25.19. コマンド: 代入	178
1.25.20. コマンド: スクリプト	179
1.25.21. コマンド: イベント	180
1.25.22. コマンド: スレッド	181
1.25.23. コマンド: スイッチ文	182
1.25.24. コマンド: パターン	184
1.25.25. コマンド: フォース	185
1.25.26. フォース値選択	187
1.25.27. 限界の選択	188
1.25.28. 試験フォース設定	188
1.25.29. コマンド: パレタイジング	189
1.25.30. コマンド: 探索	190
1.25.31. コマンド: コンベヤトラッキング	194
1.25.32. コマンド: 抑制	194
1.25.33. [グラフィック] タブ	194
1.25.34. [構造] タブ	196
1.25.35. [変数] タブ	197
1.25.36. コマンド: 変数初期化	198
1.26. 設定画面	199
1.26.1. 言語と単位	200
1.26.2. ロボットの更新	201
1.26.3. パスワードの設定	202
1.26.4. 画面の校正	203
1.26.5. ネットワークの設定	204
1.26.6. 時間の設定	205
1.26.7. URCaps 設定	206
2. 用語集	207



2.1. Index	208
------------------	-----

1. 前書き



新しいUniversal Robots ロボットをご購入いただきありがとうございます。

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を簡単に行えます。

1.1. 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を含むコントロールボックス
- コントロールボックス用取り付けブラケット
- 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
- 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
- レーザー付きスタイラスペン
- 本書

1.2. 重要な安全上の注意

このロボットは部分的に完成している機械(「」を参照)であるため、ロボットの設置するたびにリスクアセスメントが要求されます。章「[1.5. 安全上の注意 ページ5](#)」のすべての安全に関する指示に従う必要があります。

1.3. 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。

1.4. 詳細情報の入手先

サポートウェブサイト (<http://www.universal-robots.com/support>) には以下が掲載されています。

- 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、修理に関する説明を含むサービスマニュアル
- 上級ユーザー向けのスクリプトマニュアル

1.4.1. UR+

UR+のサイト (<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ための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。

パート I

ハードウェアインストールマニュアル



1.5. 安全上の注意

1.5.1. 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、UR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。「[1.6. 安全関連機能およびインターフェース ページ13](#)」で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。「[1.6. 安全関連機能およびインターフェース ページ13](#)」とセクション「[1.5.7. リスクアセスメント ページ10](#)」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。

1.5.2. 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。

UR 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リスクアセスメントを実施する
- 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安全設定を設定する
- 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

1.5.3. 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。

1.5.4. 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。同じ警告記号が製品でも使用されています。



警告

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气的状況を示します。



警告

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气的状況を示します。



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。

1.5.5. 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。



警告

「1.8. 機械的インターフェース ページ21」と「1.9. 電氣的インターフェース ページ27」にある仕様と警告に従い、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、長い髪をまとめるようにしてください。
5. ロボットが損傷している場合は、使用しないでください。例えば、ジョイントキャップがゆるい、壊れている、取り外されている場合です。
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. リスクアセスメントで許可される場合のみ、設置設定でフリードライブ機能(インピーダンス/バックドライブ)を使用します。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。
10. 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。
11. ティーチペンダントを使用中は、ロボットの動作に注意してください。
12. 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. 衝突により、高レベルの、高速でかつ高有効荷重で有意に高い運動エネルギーが解放されることがあります。(運動エネルギー = $\frac{1}{2} \text{Mass} \cdot \text{Speed}^2$)
14. 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。
15. 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。



16. 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。



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。ロボットを冷却するには、ロボットの電源を切ってから1時間待ちます。
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、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。さらに、他の機械の作業空間外にある一時的な中間地点を使って、ロボットプログラムを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。

1.5.6. 使用目的

UR 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「」と「」を参照してください。

UR ロボットは特別な安全関連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

1.5.7. 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つに、リスクアセスメントの実行があります。これは多くの国において法的に義務付けられています。このロボット自体は部分的に完成している機械です。なぜなら、ロボット設置設定の安全性が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)に依存しているためです。

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 を追加ガイダ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じた、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、章「[1.6. 安全関連機能およびインターフェース](#) ページ13」とパート「[パート II PolyScope マニュアル](#) ページ81」を参照してください。

安全関連機能のいくつかは、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設定の設定より設定可能であり、以下のようなインテグレーターが実施するリスクアセスメントの特定リスクに対処する際には特に重要です。

- **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にロボットが動作方向に及ぼすクランプ力と圧力を減らすために使用します。
- **運動量限界:** 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、瞬間的なエネルギーと衝撃の力を減らすために使用されます。
- **TCPとツール/エンドエフェクターの位置限界:** 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されます。例えば、頭部や首に向かう運動を回避するために使用されます。
- **TCPとツール/エンドエフェクターの方向限界:** 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されます。例えば、鋭利な端部がオペレーターの方向に向かないようにするために使用されます。
- **速度限界:** 特にロボットアームを低速で動作させるために使用されます。

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. ロボットのアームケーブルコネクタと基部(ジョイント 0)の間への指の挟み込み。
2. ロボットの脚部と基部(ジョイント 0)の間への指の挟み込み。
3. ロボットリスト 1 とロボットリスト 2 (ジョイント 3 とジョイント 4) の間への指の挟み込み。
4. 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の鋭利な端部や先端が皮膚に突き刺さる。
5. 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。
6. ロボットとの接触によって打撲を受ける。
7. 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。
8. 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。
9. 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。
10. 異なる機器の違う緊急停止ボタン使用による誤動作。
11. 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章「[1.6. 安全関連機能およびインターフェース ページ13](#)」と付録「[1.14. 停止時間と停止距離 ページ53](#)」を参照してください。

1.5.8. 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。詳細はセクション「[安全 I/O ページ31](#)」を参照してください。

1.5.9. 駆動力がある場合とない場合の運動

1 つ以上のロボットジョイントを動かす必要があり、ロボットの電源がオンにできない、またはオンにしたいという万一の緊急事態では、ロボットのジョイントを強制的に動かす方法が2種類あります:

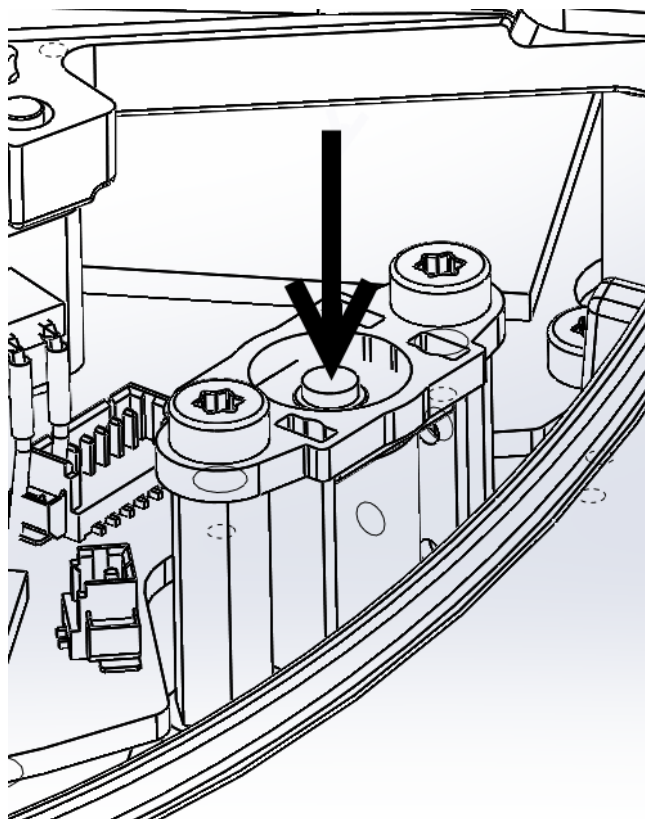
**注**

注：サービス状況では、電源が接続されていない場合にジョイントのブレーキを開放することができます。

1. 強制後退動作：ロボットアームを強く引っ張ったり、押ししたりしてジョイントを強制的に動かします。各々のジョイントブレーキには摩擦クラッチがあり、これが高強制トルク時の動作を可能にします。
2. 手動ブレーキ解放：ジョイントカバーを固定するM3ねじを数本外してカバーを外します。次の写真に示すように、小型電磁石のプランジャーを押して、ブレーキを解除します。

**警告**

1. 手動でロボットアームを動かすことは、非常事態の場合のみを想定しており、ジョイントを破損する可能性があります。
2. ブレーキが手動で解除された場合、ロボットアームが重力で落下する場合があります。ブレーキを手動で解除する場合は、ロボットアーム、ツールエンドエフェクター、ワークを常に支えてください。



1.6. 安全関連機能およびインターフェース

1.6.1. はじめに

UR ロボットは他の機械や追加保護デバイスに接続する安全関連電気インターフェースに加え、各種の内蔵安全関連フィーチャーを備えています。各安全機能とインターフェースは、EN ISO13849-1:2008(認証については「」の章を参照) に準拠しており、性能レベルd (PLd) でモニタリングされています。



警告

インテグレーターが実施したリスクアセスメントで定義されていない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。

ユーザーインターフェースでの安全関連機能、入力、出力の設定については、パート「[パート II PolyScope マニュアル ページ81](#)」の章「[1.21. 安全設定 ページ83](#)」を参照してください。安全デバイスと電気インターフェースの接続方法については、「[1.9. 電氣的インターフェース ページ27](#)」の章を参照してください。



注

1. 安全関連機能とインターフェースの使用と設定は、必ず、インテグレーターが特定のロボットアプリケーションに関して実施するリスクアセスメントに基づいて行ってください。「[1.5. 安全上の注意 ページ5](#)」章のセクション「[1.5.7. リスクアセスメント ページ10](#)」を参照してください。
2. ロボットが安全システムで(緊急停止回路の断線や、位置センサーの故障、安全関連機能の限界違反など) 故障や違反を検出すると、停止カテゴリ0 が開始されます。誤動作が発生してからロボットが停止するまでの時間の最悪ケースは、本章の最後部でリスト表示しています。インテグレーターがリスクアセスメントを実施する場合は、この最悪ケースの時間を必ず考慮してください。

ロボットには、ジョイントとロボットのツールセンターポイント(TCP) の動作を制限する様々な安全関連機能があります。TCP はTCP オフセットを加えた出力フランジの中心点です。

以下は安全関連制限機能です：

安全制限機能	説明
ジョイント位置	最小.および最大角度ジョイント位置
ジョイント速度	最大角度ジョイント速度
TCP 位置	ロボット TCP 位置を制限する直交座標空間の面
TCP 速度	最大ロボットTCP速度
TCP フォース	最大ロボットTCP押力
運動量	最大ロボットアーム運動量
動力	Max. applied robot arm power

1.6.2. 安全システムの停止時間

安全システムの停止時間とは、誤動作または安全関連機能の違反が発生してから、ロボットが完全に停止し、機械的ブレーキが作動するまでの時間です。

アプリケーションの安全性がロボットの停止時間に依存する場合、表中の最大停止時間を考慮する必要があります。例えば、ロボットの故障によって工場のライン停止が発生し、停止後すぐに特定の対策を講じる必要があるような場合は、最大停止時間を考慮する必要があります。

これらの測定はロボットの以下の構成に従って実施されます：

- 伸張：100%(ロボットアームが横方向に完全に伸張している)。
- 速度：安全システムのTCP速度限界が記述された限界に設定されている。
- 有効荷重：TCPに接続されたロボットが処理する最大有効荷重(5 kg)。

安全制限違反またはインターフェース違反が発生した場合の停止カテゴリ¹0での最悪ケースの停止時間は、以下の表で確認できます。

TCP 速度制限	Maximum Stopping Time
1.0 m/s	450 ms
1.5 m/s	500 ms
2.0 m/s	550 ms
1.5 m/s	600 ms
3.0 m/s	650 ms

1.6.3. 安全関連機能制限

ロボットアームが安全関連限界に近づくと、高度なパス制御ソフトウェアによって、速度を減少させたり、プログラムの実行停止が発行されます。従って、限界の違反は例外的な場面においてのみ発生します。しかしながら、限界違反が発生した場合は、安全システムが停止カテゴリ0を実行します。

48Vバスの電圧の潜在的電力が7.3V未満に達すると、このシステムの電源は遮断されます。電源遮断時間は、イベントが検出されてから、システムの電源が遮断されるまでの時間です。



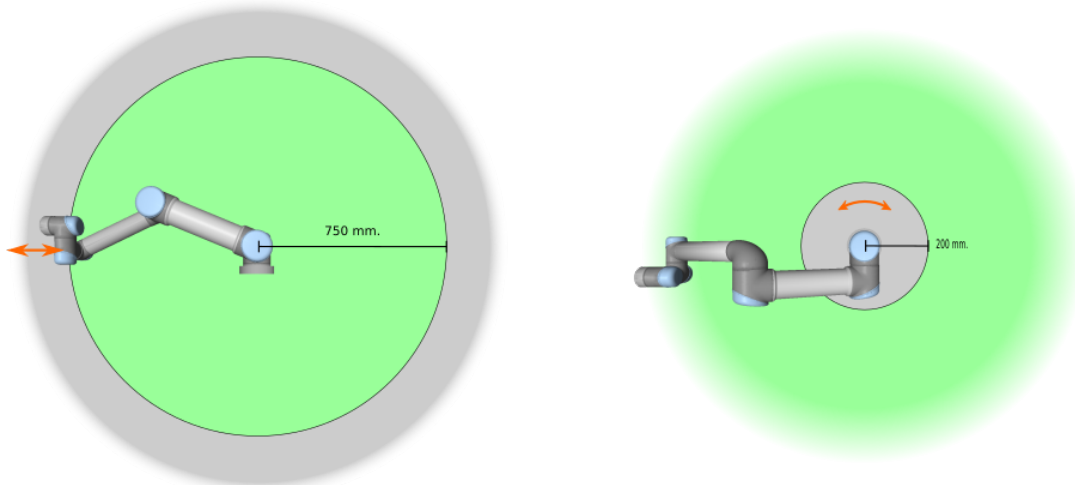
警告

フォース制限機能には、ロボットの作業セルの設計において特に留意すべき、2つの例外があります。これらは図CF: 4.1に示されています。ロボットが拡張されると、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)径方向に向かって加えられます。同様に、ツールがベースに近く、(ベースの周囲を)接線状に動作する時、ロボットがたたまれていると、低速でもアームが強いフォースを持つことがあります。挟まれる危険性は、例として、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、危険を除去するため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し、回避することができます。



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40度超の速度が許容できることを示さない限り、ベースおよびショルダーのジョイント速度は、毎秒最大 40 度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。



CF: 4.1: 作業空間の特定の領域では、ロボットアームの物理的特性により、挟まれる危険性に対する注意が必要です。1つの領域は、リスト1ジョイントがロボットのベースから最低750mmの距離にある時の半径方向の運動で定義されます。他の領域は、接線方向に移動している時にロボットのベースから200mm以内になります。

1.6.4. 安全モード

標準モードと減少モード

安全システムには、標準と減少の2つの構成可能な安全モードがあります。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TCPがトリガー減少モード面を超えた位置にある場合、または安全入力によってトリガーされた場合に作動します。減少モードは、平面または入力を使用することで発生させることができます。

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で500msが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

安全限界違反が起きた場合、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(ジョイント位置限界の外など)、特殊な回復モードに入ります。回復モードでは、ロボットのプログラムを実行することはできませんが、ロボットアームは、フリードライブモード、または

PolyScopeの[Move]タブを使用して、手動で限界内に戻すことができます([パート II PolyScope マニュアル ページ81](#)「PolyScope マニュアル」を参照)。以下は回復モードの安全限界です:

安全制限機能	限界
ジョイント速度	30 °/s
TCP 速度	250 mm/s
TCP フォース	100 N
運動量	10 kg m/s
動力	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0を実行します。



警告

ジョイント位置、TCP位置、TCP方向の限界は、回復モードでは無効であることに注意してください。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。

1.6.5. 安全関連電気インターフェース

ロボットには、いくつかの安全関連電気入力と出力が装備されています。安全関連電気入出力はすべて、デュアルチャンネルになっています。これらは、例として高信号(+24V)の時に緊急停止がアクティブでない場合など、低信号の際に安全です。

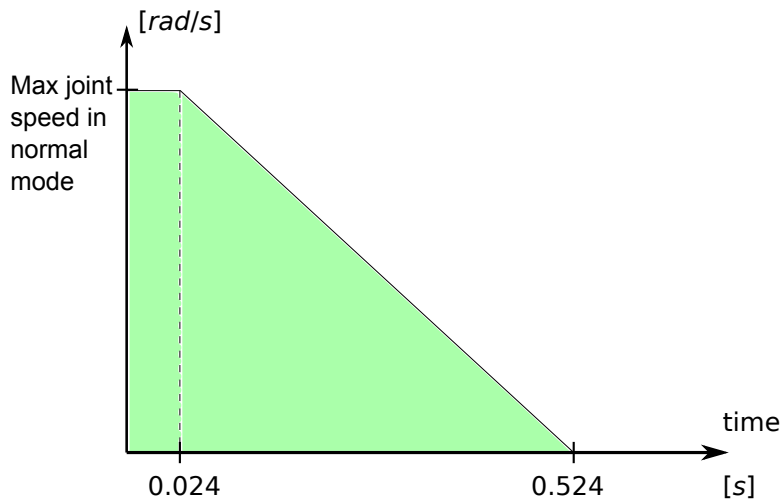
安全関連電気入力

下図は安全関連電気入力の一覧です。

安全入力	説明
ロボット非常停止	(専用入力)。構成済みの場合、他の機械に転送可能なシステム非常停止出力を使用して停止カテゴリ1を実行します。
非常停止ボタン	(ティーチペンダント ボタン) 構成済みの場合、他の機械に転送可能なシステム非常停止出力を使用して停止カテゴリ1を実行します。
システム非常停止	(構成可能な入力)。停止カテゴリ1を実行します。デッドロック状態になるのを避けるため、この信号がシステム非常停止出力を通じて他の機械に転送されることはありません。
予防停止	(専用入力)。停止カテゴリ2を実行します。
予防停止リセット	(構成可能な入力)。予防リセット入力のエッジが発生すると、ロボットを予防停止状態から復帰させます。
減少モード	(構成可能な入力)。安全システムが減少モード限界に移行します。
3ポジション有効化機器	(構成可能な入力)。運用モードの入力が高い場合、予防停止入力として機能します。
運用モード	(構成可能な入力)。3位置を有効化するデバイスが設定されている場合に使用する運用モード。

停止カテゴリー 1 と停止カテゴリー 2 は、ロボットを駆動力オンのままで減速させるため、現在のパスから逸脱せずに停止させることができます。

安全入力のモニタリング



CF: 4.2: 傾斜の下の方の緑の領域は、ブレーキを掛ける間、ジョイントに許可される速度です。0 時間に安全プロセッサでイベント(緊急停止または予防停止)が検出されました。減速は24 ms後に開始します。

安全システムはカテゴリー 1 停止とカテゴリー 2 停止を以下の方法でモニターします:

1. 安全システムはブレーキが24 ms以内に開始されるようモニターします。図CF: 4.2を参照してください。
2. ジョイントが動いている場合、その速度は標準モードの最大ジョイント速度限界から500msで0 rad/sへと恒常的に減速して得られる速度を超えないようにモニターされます。
3. ジョイントが静止している場合(ジョイント速度が0.2 rad/s未満)、0.2 rad/s未満の速度が測定された時の位置から0.05 rad/s超に移動しないようにモニターされます。

また、停止カテゴリー 1 の場合、安全システムはロボットアームが静止してから600 ms以内に電源が遮断されるようモニターにします。さらに、予防停止入力後、ロボットアームは、予防リセット入力の正のエッジが発生するまで、運動を再開できません。上記のプロパティのいずれかが満たされない場合は、安全システムが停止カテゴリー 0 を実行します。

減少モード入力がトリガーする減少モードへの移行は、以下のようにモニターされます:

1. 安全システムは、減少モード入力がトリガーされてから500 msの間は標準モードと減少モードの両方の限界セットを許容します。
2. 500 ms後は、減少モードのみが有効です。

上記のプロパティのいずれかが満たされない場合は、安全システムが停止カテゴリー 0 を実行します。

安全システムは、以下の表に示される機能と共に停止カテゴリー 0 を実行します。最悪ケースの反応時間は、最高速度と最大有効荷重で動作するロボットを停止して電源遮断(7.3 V未満の電位まで放電)するための時間です。

安全入力機能	検出時間	電源遮断時間	反応時間
--------	------	--------	------

ロボット非常停止	250 ms	1000 ms	1250 ms
非常停止ボタン	250 ms	1000 ms	1250 ms
システム非常停止	250 ms	1000 ms	1250 ms
予防停止	250 ms	1000 ms	1250 ms

安全関連電気出力

下図は安全関連電気出力の一覧です:

安全出力	説明
システム非常停止	ロボットの非常停止入力がロジック低、または非常停止ボタンが押された場合にロジック低。
ロボット移動中	この信号がロジック高の場合、ロボットアームのいずれのジョイントも0.1 rad超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。それ以外の場合はロジック低となります。
減少モード	Logic low when the safety system is in <i>Reduced</i> mode.
非減少モード	減少モード出力が無視されます。

安全入力が適切に設定されていない場合、安全システムは以下の最悪ケースの反応時間で停止カテゴリ0を実行します:

安全出力	最悪ケースの反応時間
システム非常停止	1100 ms
ロボット移動中	1100 ms
ロボット非停止	1100 ms
減少モード	1100 ms
非減少モード	1100 ms

1. 停止カテゴリはIEC 60204-1 に準拠しています。詳細は用語集を参照してください。 [e](#)

1.7. 輸送

ロボットは独自の包装材で梱包して輸送します。後でロボットを梱包して、移動する必要があるケースがありますので、乾燥した場所に包装材を保存してください。

パッケージからインストール場所へ移動する際に、ロボットアームの両方の管を同時に持ち上げます。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。

コントロールボックスは、ハンドルで持ち上げる必要があります。



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. ロボットの据え付けは、「[1.8. 機械的インターフェース ページ21](#)」の章にある据え付け手順に従って行ってください。



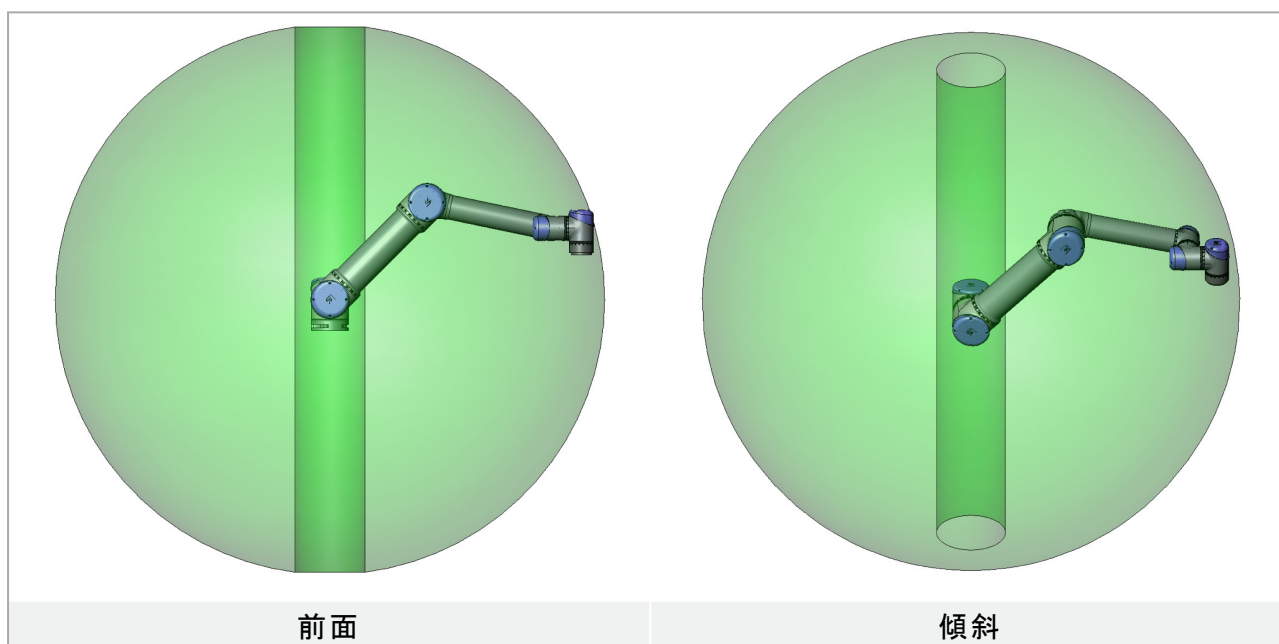
1.8. 機械的インターフェース

1.8.1. はじめに

この章では、ロボットシステムにさまざまなパーツを据え付ける際の基本を説明します。「[1.9. 電氣的インターフェース ページ27](#)」に記載された電氣的なインストールの指示を必ず遵守してください。

1.8.2. ロボットの作業空間

ロボットの作業空間は、ベースジョイントから850 mmの範囲にあります。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。可能な場合は、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にもかかわらず、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。



1.8.3. 据え付け

ロボットアーム



警告

- 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。据え付け面は、頑丈である必要があります。
- 指が挟まれないように、ロボットベースのすべての取り付け穴に、必ずゴム製のプラグを差し込んでください。

ロボットアームは、4本のM8ボルトとベースの4つの8.5 mm 穴を使用して取り付けます。10 Nmトルクでこれらのボルトを締めるようにしてください。ロボットアームを高い精度で位置決めしたい場合に備え、ピンを使用できるØ8の穴が2つ用意されています。また、精密なベースの取り付け金具を付属品として購入することもできます。図CF: 6.1に、穴を開ける場所とねじを取り付ける場所を示します。

ロボットの接続ケーブルは側面を通して、またはベースの下を通して取り付けることができます。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表面上でロボットを据え付けます。さらに表面が振動しないようにします。

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します。高加速にすると、何かにぶつかる想定し、ロボットの停止を引き起こすことがあります。



警告

取り付け中および取り外し中の予期しない起動を防ぐため、ロボットアームの電源を切ってください。

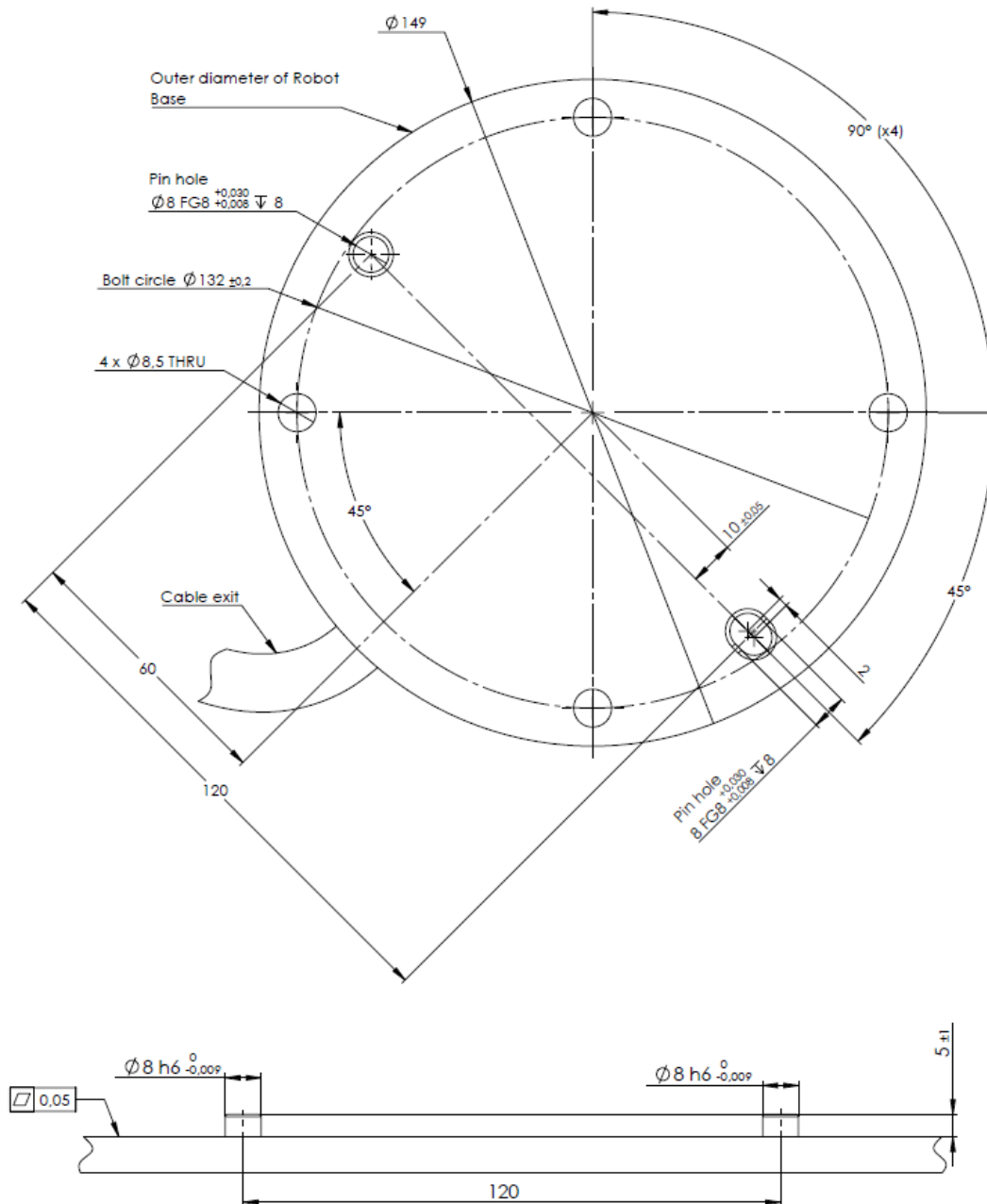
ロボットアームの電源を切るには:

1. ティーチペンダントの電源ボタンを押し、ロボットの電源を切ります。
2. 電源ケーブルを抜く、または壁ソケットから電源コードを抜きます。
3. ロボットに蓄えられたエネルギーを30秒間放出させます。



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。ロボットは、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 (IP20) を超える環境で稼働させないでください。



CF: 6.1: ロボット据え付け用の穴。4本のM8ボルトを使用します。すべての寸法の単位はmm です。

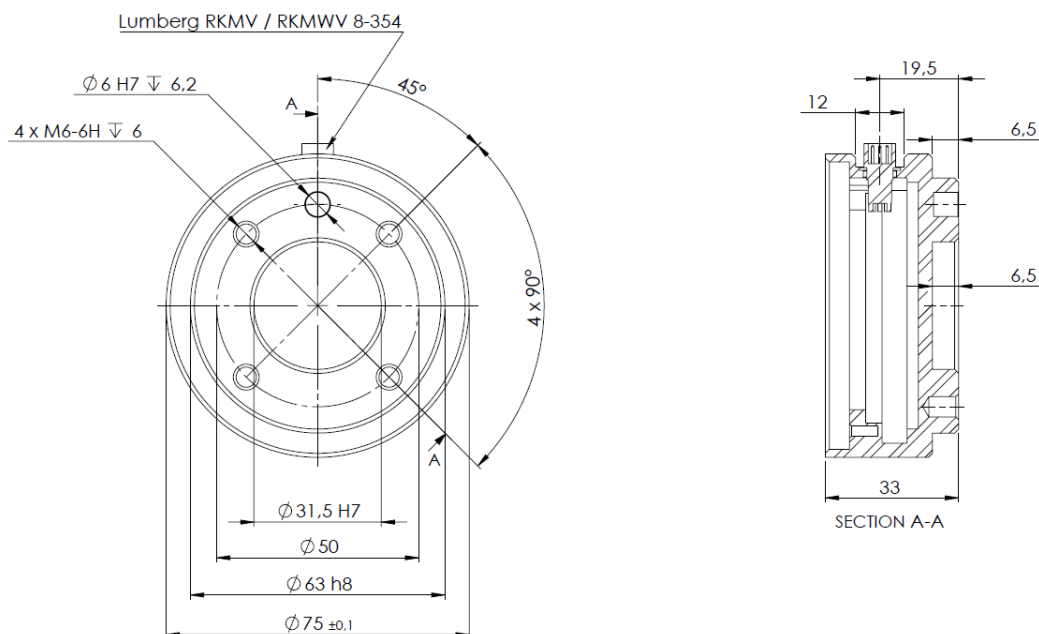
ツール

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9Nmで締め付ける必要があります。ツールを高い精度で位置決めしたい場合に備え、ピンを使用できる $\phi 6$ の穴が用意されています。図CF: 6.2に、穴を開ける場所とねじを取り付ける場所を示します。



警告

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. 予期せずに部品が落とすことで危険な状況を生じ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。



CF: 6.2: ツールアウトプットフランジ、ISO 9409-1-50-4-M6。ロボット先端部のツール据え付け位置。すべての寸法の単位はmmです。

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各面に50mmの隙間を空けてください。据え付け用の追加ブラケットを購入することができます。

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。ティーチペンダント据え付け用の追加ブラケットを購入することができます。ケーブルはつまづくことのないように配置してください。

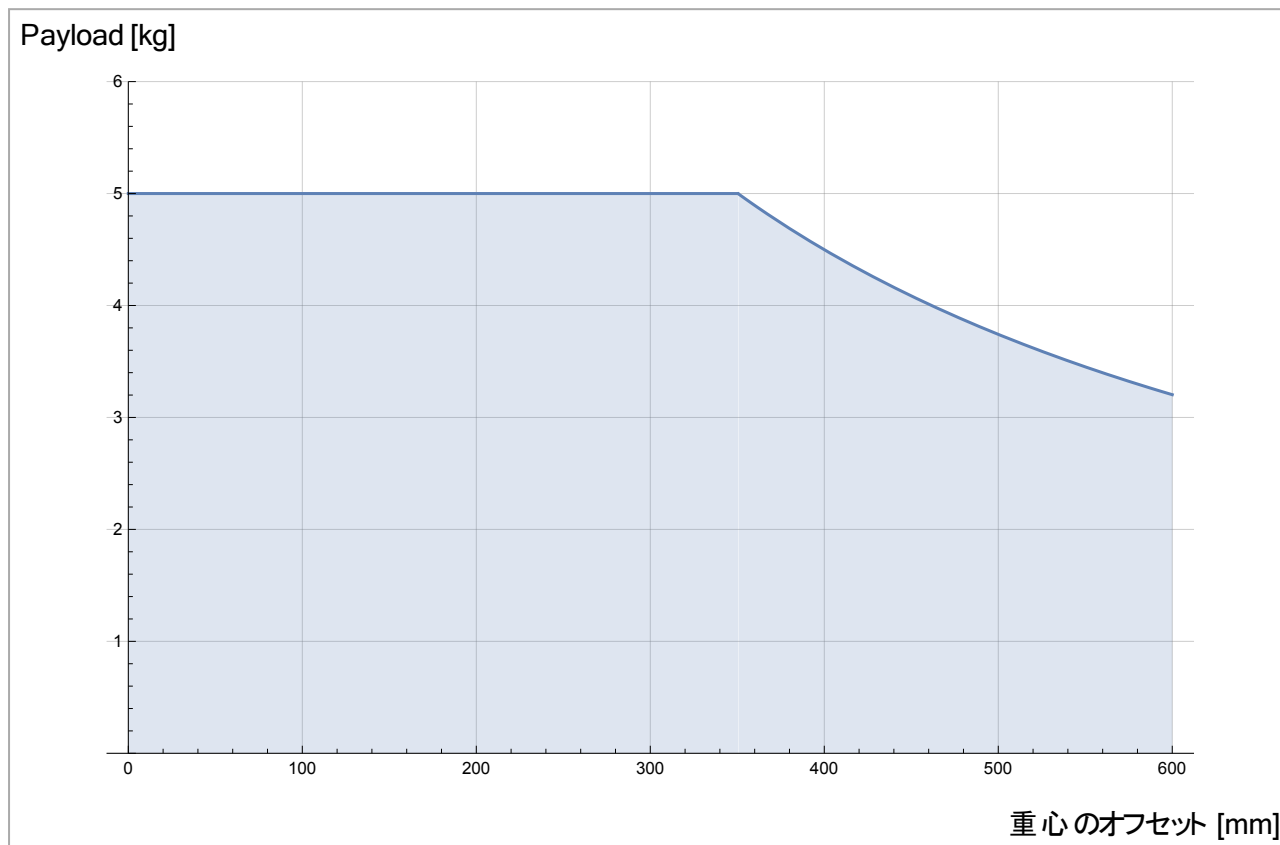


警告

1. コントロールボックスと教示ペンダント、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湿っていると、死に至る危険性があります。
2. コントロールボックスと教示ペンダントは、IP20 保護等級を超える多湿または誇りの多い環境で使用しないでください。導電性粉塵のある環境では特にご注意ください。

1.8.4. 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CF: 6.3を参照してください。重心オフセットは出力ツールフランジと重心との距離として定義されます。



CF: 6.3: 最大許容有効荷重と重心オフセットとの関係。



1.9. 電氣的インターフェース

1.9.1. はじめに

この章では、ロボットアームとコントロールボックスのすべての電氣インターフェースを説明します。

インターフェースは、目的やプロパティ毎に5つのグループに分けることができます：

- コントローラー I/O
- ツール I/O
- Ethernet
- 電源接続
- ロボット接続

I/Oという用語は、インターフェースが送信または受信するデジタルとアナログ両方の制御信号を意味します。

次のセクションでは、これら5つの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。

以下のセクションの警告と注意は、5つのグループすべてにおいて重要ですので、必ず遵守してください。

1.9.2. 電氣的な警告と注意

ロボットのアプリケーションを設計し、設置設定する際には、以下の警告と注意を必ず遵守してください。これらの警告と注意は、サービス作業にも適用されます。



警告

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一部の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。セクション「[1.9.3. コントローラー I/O 次のページ](#)」の説明をすべてよく読み、理解してください。

**警告**

1. 浸水の定格のないすべての機器が乾燥していることを確認してください。製品内に水が入った場合は、電力供給をすべてロックアウト/タグアウトした上で、購入元にお問い合わせください。
2. ロボットに付属した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。より長いケーブルやフレキシブルケーブルが必要な場合は、購入元にお問い合わせください。
3. マイナス接続はGNDと称され、ロボットやコントロールボックスのシールドに接続されます。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します。
4. ロボットのI/Oにインターフェースケーブルを取り付ける際は注意してください。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、EMC(電磁両立性)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、派生試験を実施した場合を除き、30m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DC(直流)です。

1.9.3. コントローラー I/O

この章ではコントロールボックス内で機器をI/Oに接続する方法を説明します。このI/Oは極めて柔軟で、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することができます。

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のレイアウトを示しています。

		Safety		Remote		Power		Configurable Inputs				Configurable Outputs				Digital Inputs				Digital Outputs				Analog			
Emergency Stop	24V	■		12V	■		PWR	■		24V	■	24V	■	0V	■	0V	■	24V	■	24V	■	0V	■	0V	■	AG	■
	EIO	■		GND	■		GND	■		CI0	■	CI4	■	CO0	■	CO4	■	DI0	■	DI4	■	DO0	■	DO4	■	AI0	■
	24V	■		ON	■		24V	■		24V	■	24V	■	0V	■	0V	■	24V	■	24V	■	0V	■	0V	■	AG	■
	EI1	■		OFF	■		0V	■		CI1	■	CI5	■	CO1	■	CO5	■	DI1	■	DI5	■	DO1	■	DO5	■	AI1	■
Safeguard Stop	24V	■								24V	■	24V	■	0V	■	0V	■	24V	■	24V	■	0V	■	0V	■	AG	■
	SI0	■								CI2	■	CI6	■	CO2	■	CO6	■	DI2	■	DI6	■	DO2	■	DO6	■	AO0	■
	24V	■								24V	■	24V	■	0V	■	0V	■	24V	■	24V	■	0V	■	0V	■	AG	■
	SI1	■								CI3	■	CI7	■	CO3	■	CO7	■	DI3	■	DI7	■	DO3	■	DO7	■	AO1	■

以下を参照し、異なる色の意味を必ず遵守してください。

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

構成可能なI/OはGUIで安全関連I/Oまたは汎用I/Oのいずれかとして構成することができます。詳細は「[パート II PolyScope マニュアル ページ81](#)」を参照してください。

以下のセクションでは、デジタルI/C の使用方法を説明します。このセクションでは、必ず遵守すべき共通の仕様を説明します。

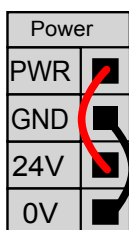
すべてのデジタルI/Oの共通仕様

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。

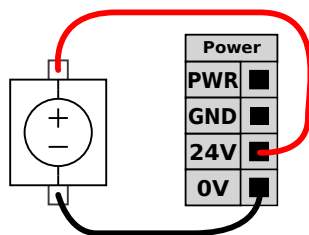
- 安全I/O。
- 設定可能なI/O。
- 汎用I/O。

UR ロボットが、これら3つの異なる種類の入力に共通する電気仕様に基づき設置設定されることが重要です。

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。ブロックの下にある2つ(24Vと0V)の端子は、I/Oに接続する24V入力です。デフォルトの設定では、内部電源を使用します(以下を参照)。



さらなる電流が必要な場合は、以下に示すように、外部電源を接続することができます。



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

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

注: *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。

安全 I/O

このセクションでは、安全入力専用(赤いテキストで記された黄色い端子)と安全I/Oとして構成する場合に構成可能なI/O(黒いテキストで記された黄色い端子)について説明します。セクション「[すべてのデジタルI/Oの共通仕様 ページ29](#)」の共通仕様を必ず遵守してください。

安全装置と機器の設置設定は、安全に関する指示とリスクアセスメント(「[1.5. 安全上の注意 ページ5](#)」を参照)に従って実施してください。

すべての安全I/Oはペア(冗長)になっており、2つの分岐として維持する必要があります。1つの故障が安全機能の損失につながるようにするためです。

2つの恒常的な安全入力は**ロボット非常停止**と**予防停止**です。ロボット非常停止入力は、緊急停止機器専用です。予防停止入力は、すべての安全関連保護機器用です。以下に機能的な違いを示します。

	非常停止	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
ロボットの電源	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	いいえ
停止カテゴリー (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することができます。安全機能のために構成可能な1組のI/Oは、GUIから構成することができます(「[パート II PolyScope マニュアル ページ81](#)」を参照してください)。

以下のサブセクションで安全I/Oの使用方法例のいくつかを示します。

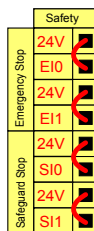


警告

- 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。
- 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。
- 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。
- 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。

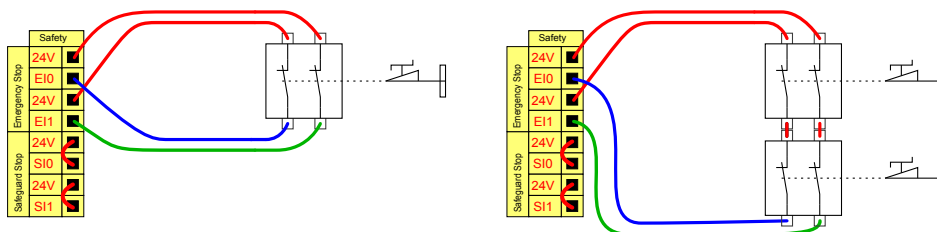
デフォルト安全構成

ロボットは、下の図に示すよう、追加的な安全機器なしで運転できるデフォルト構成で出荷されます。



緊急停止ボタンの接続

ほとんどすべての用途で、追加的な緊急停止ボタンを1つ以上使用することが必要となります。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ボタンの共有

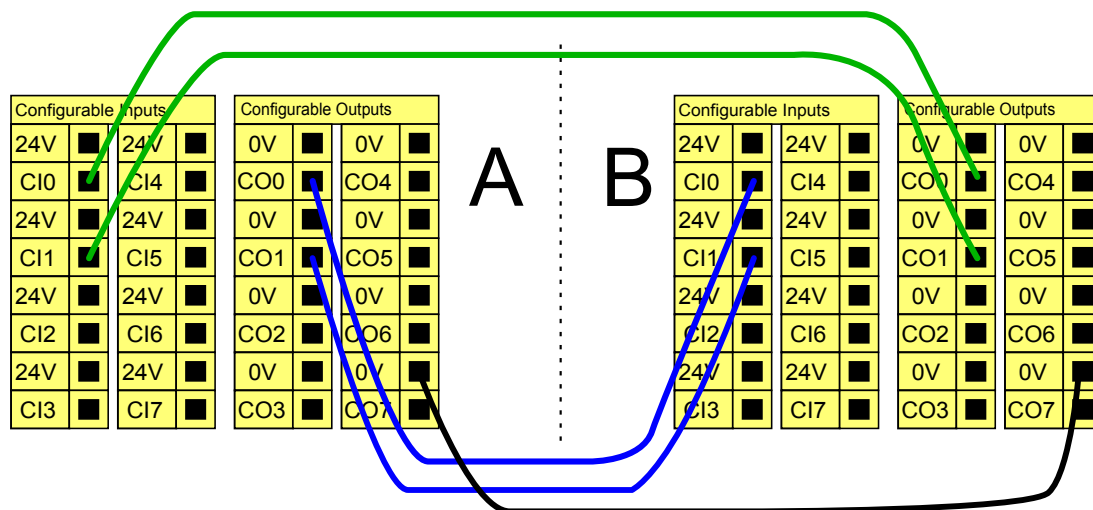
多くの場合、ロボットが他の機械と共に使用される際に共通の緊急停止回路を設定することが必要とされます。この方法により、オペレーターがどのボタンを使用すれば良いのかを考える必要がなくなります。

ロボット非常停止入力は、両方の機械がお互いに緊急停止状態を解除するまで待機するため、共有目的で使用することはできません。

緊急停止機能を他の機械と共有するには、GUIから以下の構成可能なI/Oを構成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。

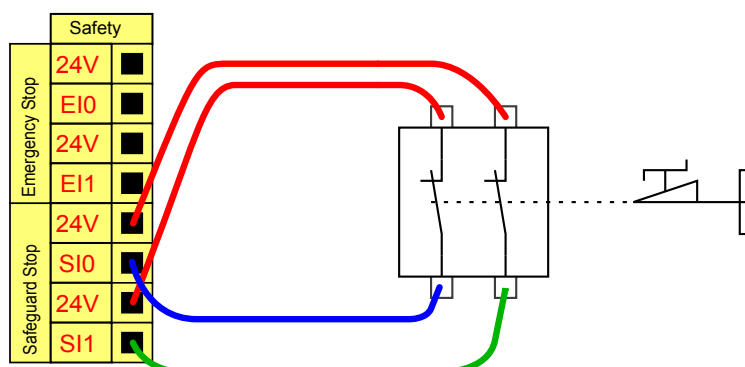
下の図は、UR ロボットが緊急停止機能を共有する方法を示しています。この例では構成されたI/Oとして、「CI0-CI1」と「CO0-CO1」を使用しています。



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 が必要です。

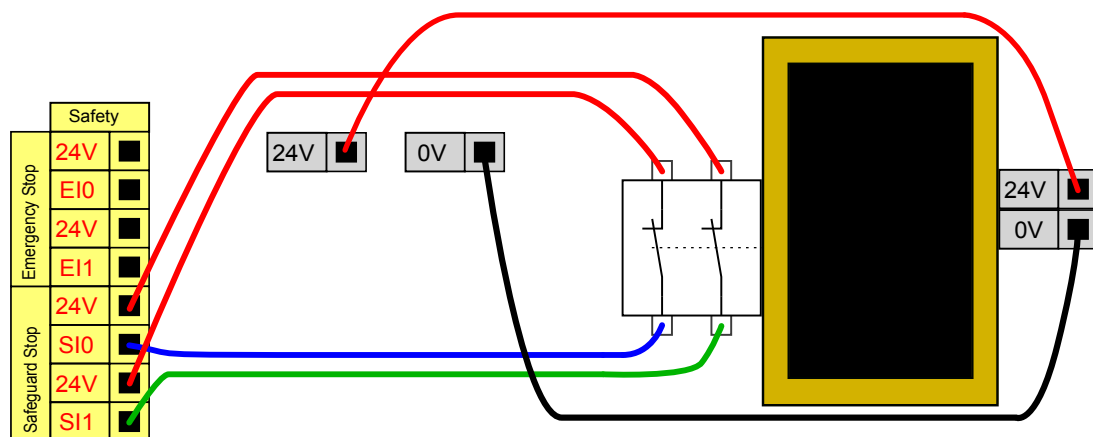
自動再開付き予防停止

基本的な予防停止装置の例として、下の図のような、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。



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用途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できます。

他の自動再開の適切な例としては、下のような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。



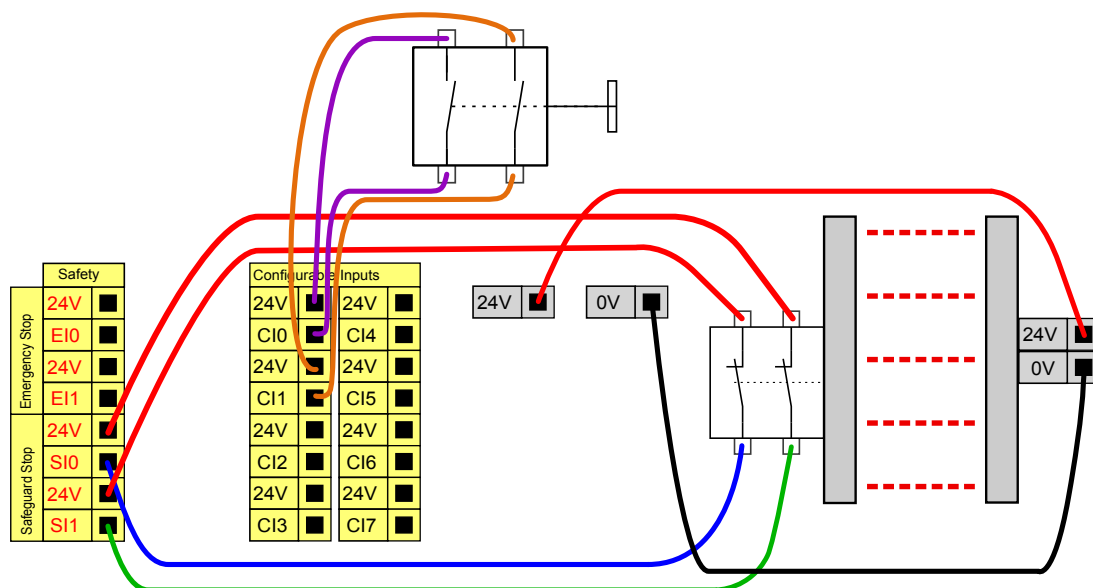


警告

1. ロボットは予防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

光カーテンをインターフェースするため、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)。



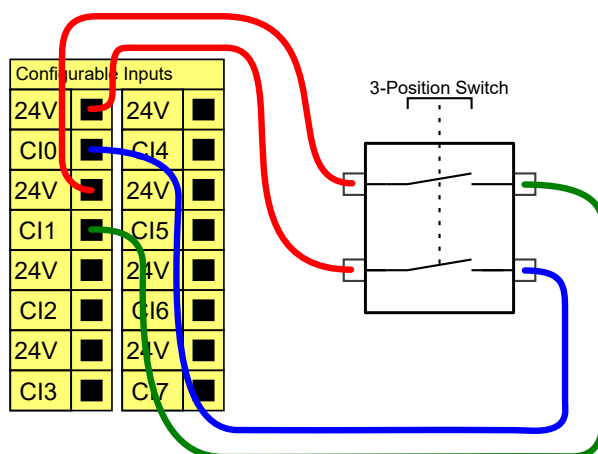
3ポジション有効化機器

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ポジションイネーブルデバイスの詳細についてはセクション「[3ポジション有効化機器 and 運用モード ページ99](#)」を参照してください。



注

Universal Robots 安全システムでは複数の3ポジション有効化デバイスをサポートしません。


注

3ポジション有効化機器入力用の2個の入力チャンネルには、1秒の許容範囲があります。

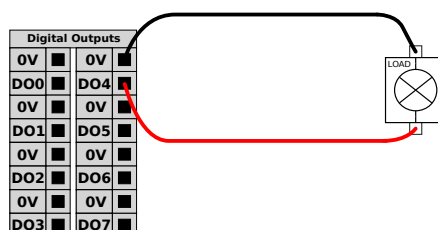
汎用デジタル I/O

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 [すべてのデジタル I/O の共通仕様 ページ 29](#) の共通仕様を必ず遵守してください。

汎用 I/O は空圧リレーのような機器を直接運転するため、または他の PLC システムとの通信に使用することができます。すべてのデジタル出力は「[パート II PolyScope マニュアル ページ 81](#)」にあるように、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。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。

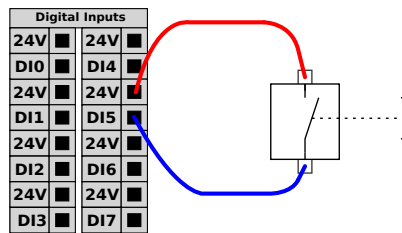
デジタル出力により制御される負荷

下の例では、デジタル出力から制御される負荷を接続する方法を示します。



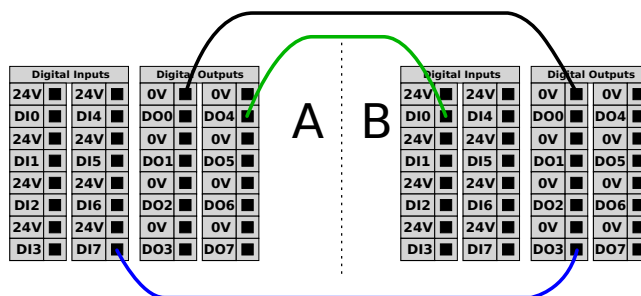
ボタンを使用したデジタル出力

以下の図は、簡易ボタンをデジタル入力に接続する方法を示しています。



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、他の機器との通信に使用することができます。



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、以下が必要です。

- I/O に最も近い AG 端子を使用します。ペア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「Power」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。

入力モードは「[パート II PolyScope マニュアル ページ 81](#)」で示す、GUI で選択することができます。以下は電気仕様を示します。

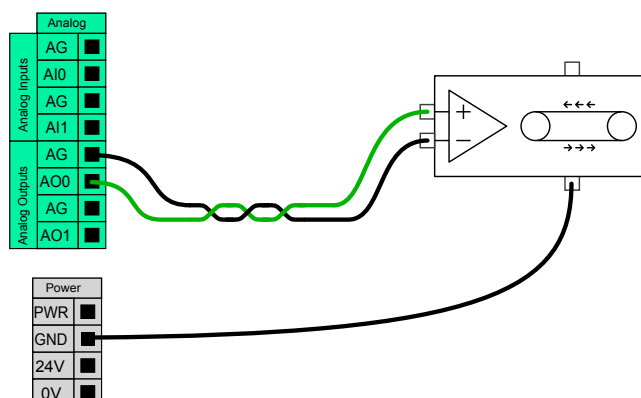
端子	パラメーター	最小	通常	最大	単位
電流モードでのアナログ入力					
[AIx - AG]	電流	4	-	20	mA
[AIx - AG]	抵抗	-	20	-	オーム
[AIx - AG]	分解能	-	12	-	ビット
電圧モードでのアナログ入力					
[AIx - AG]	電圧	0	-	10	V
[AIx - AG]	抵抗	-	10	-	キロオーム

端子	パラメーター	最小	通常	最大	単位
[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

以下の例はアナログI/Oの使用方法を示します。

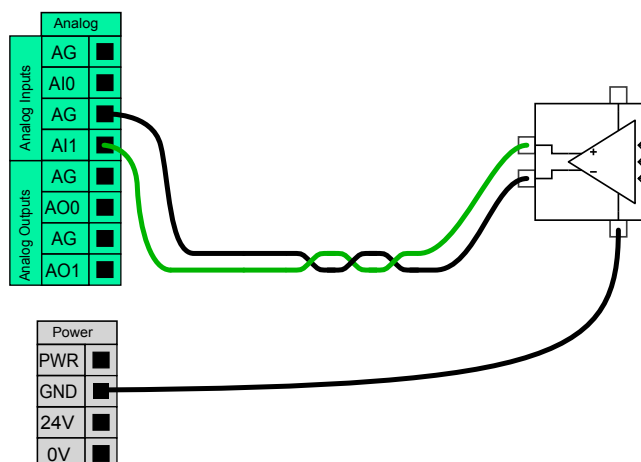
アナログ出力の使用

以下の例はアナログ速度制御入力でコンベアベルトを制御する方法を示します。



アナログ入力の使用

下の例は、アナログセンサーへの接続方法を示します。



リモートオン/オフ制御

リモートオン/オフ制御は、ティーチペンダントなしでコントロールボックスの電源をオンにしたりオフにするために、使用することができます。これは典型的に次のような用途で使用されます：

- 教示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。

リモートオン/オフ制御は、コントロールボックスの電源がオフでも有効な、12V の小補助回路を提供することができます。「オン」入力と「オフ」入力は短時間の有効化のみを想定しています。「オン」入力は電源ボタンと同じように動作します。リモートで「オフ」制御を行う場合は「オフ」入力を常に使用してください。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することができるためです。

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
[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

以下の例はリモートオン/オフの使用方法を示します。



注

プログラムを自動的に読み込んで開始するには、「[パート II PolyScope マニュアル ページ 81](#)」で示すようなソフトウェアの特殊な機能を使用することができます。

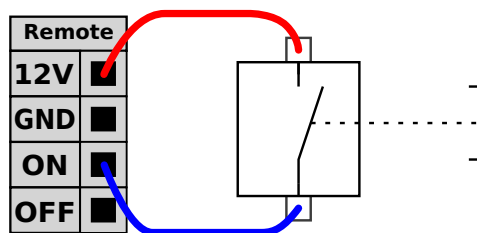


注意

1. コントロールボックスの電源をオフにする場合は、「オン」入力または電源ボタンを絶対に使用しないでください。

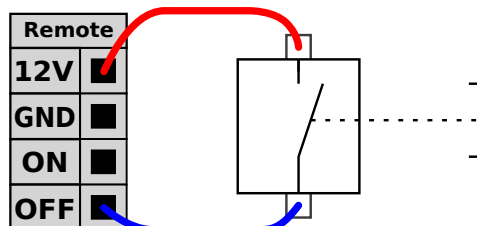
リモートオンボタン

下の図は、リモートオンボタンの接続方法を示します。



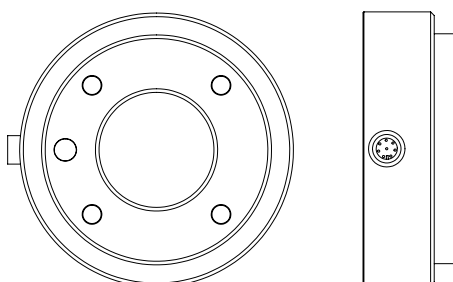
リモートオフボタン

下の図は、リモートオフボタンの接続方法を示します。



1.9.4. ツール I/O

ロボットのツール側先端には、下の図が示すように、8 個のピンがある小型コネクタがあります。



このコネクタは、特定のロボット用ツールで使用する、グリッパーとセンサーに電源と制御信号を供給します。次の産業ケーブルが適しています：

- Lumberg RKMV 8-354。



注

ツールコネクタは最大 0.4Nm で手動にて締め付ける必要があります。

ケーブル内部の 8 本の線には異なる色が付いています。異なる色は以下の表のように、それぞれの機能を示します：

色	信号
赤	0V (GND)
グレー	0V/+12V/+24V (電力)
青	ツール出力 0 (TO0)
ピンク	ツール出力 1 (TO1)

色	信号
黄色	ツール入力 0 (TI0)
緑色	ツール入力 1 (TI1)
白	アナログ入力 2 (AI2)
茶色	アナログ入力 3 (AI3)

「[パート II PolyScope マニュアル ページ81](#)」にあるように、内蔵電源装置はGUIのI/Oタブから、0V、12V、24Vのいずれかに設定できます。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	-	24	-	V
12V モード時の供給電圧	-	12	-	V
両モードの供給電流 *	-	-	600	mA

注: *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
以下のセクションでは、ツールの異なる I/O について説明します。



警告

1. 工作物がツールから落下するなどの、電力の干渉による危険が生じないように、ツールとグリッパを接続してください。
2. 12V 使用時は、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、注意が必要です。



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。

ツールのデジタル出力

デジタル出力はNPNとして実行されます。デジタル出力がアクティブ化されると、対応する接続がGNDに行われ、非アクティブ化されると、対応する接続は開路となります(オープンコレクター/オープンドレン)。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	-	0.05	0.20	V
降下時の電流	0	-	600	mA
GND を通る電流	0	-	600	mA

以下のサブセクションでデジタル出力の使用方法の例を示します。

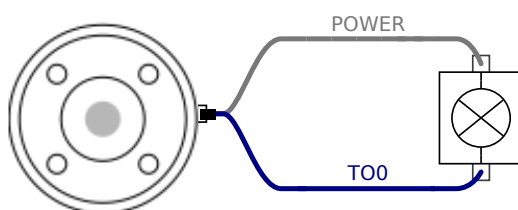


注意

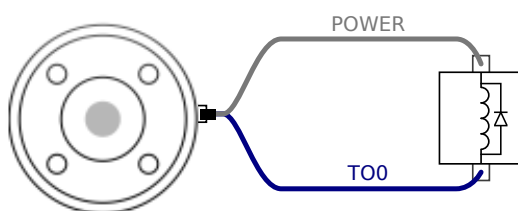
1. ツールのデジタル出力は電流制限されていないので、規定されたデータをオーバーライドすると永久損傷の原因となる可能性があります。

ツールのデジタル出力の使用

下の例は、12V または 24V の内部電源装置を使用する場合に負荷をオンにする方法を図示します。I/O タブで出力電圧を定義する必要があることを忘れないでください。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掛かっていることを、常に念頭に置いてください。



注: 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強く推奨されます。



ツールのデジタル入力

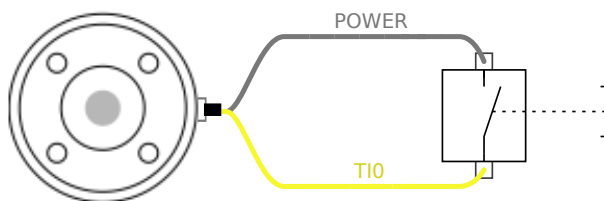
デジタル入力は、微弱なプルダウン抵抗によりPNPとして実装されます。すなわち、フローティング入力は必ず低と読み取られます。以下は電気仕様を示します。

パラメーター	最小	通常	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

以下のサブセクションでデジタル入力の使用方法の例を示します。

ツールのデジタル入力の使用

下の例は、簡易ボタンの接続方法を示します。



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、「[パート II PolyScope マニュアル ページ81](#)」で示すようにI/Oタブで電圧または電流のいずれかに設定することができます。以下は電気仕様を示します。

パラメーター	最小	通常	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	-	15	-	kΩ
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	-	200	-	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。

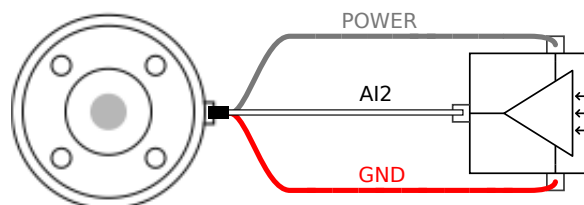


注意

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。

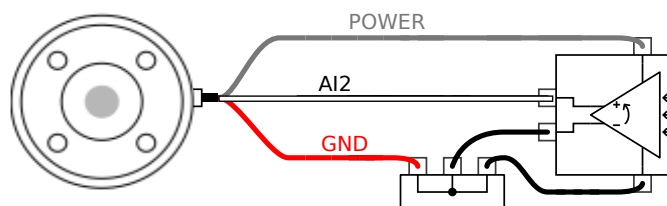
ツールのアナログ入力の使用、非差動

下の例は、アナログセンサーと非差動出力の接続方法を示します。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。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の確認を忘れないようにしてください。そうしないと、測定は無効になります。



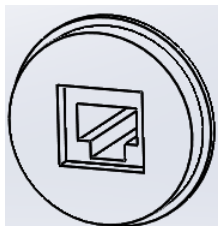
ツールのアナログ入力の使用、差動

下の例は、アナログセンサーと差動出力の接続方法を示します。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。



1.9.5. Ethernet

Ethernet接続は以下の図に示すようにコントロールボックスの下部にあります。



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 I/O 拡張モジュール。詳細は「[パート II PolyScope マニュアル ページ81](#)」を参照してください。
- リモートアクセスと制御。

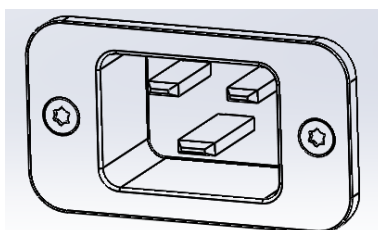
以下は電気仕様を示します。

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

1.9.6. 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 プラグに各国特有の電源プラグまたはケーブルを取り付けてください。

ロボットに電力を供給するには、コントロールボックスを電源に接続する必要があります。これは、下の図のように、コントロールボックス下部の標準 IEC C20 プラグから対応する IEC C19 コードを使用して行います。



電源供給には最低条件として次の装備をしてください：

- 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/タグアウトを簡単にするため、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が必要です。

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	-	265	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	-	63	Hz
待機電力	-	-	0.5	W
呼び作動電力	90	150	325	W

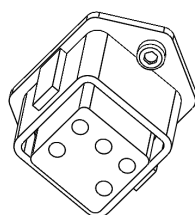


警告

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. コントロールボックスへ入力電力がRCD(残留電流デバイス)と適切なヒューズで保護されていることを確認します。
3. サービス中の完全なロボット設置設定の場合は、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。常にオリジナルで適切な電源コードを使用してください。

1.9.7. ロボット 接続

ロボットからのケーブルは、以下に示すようにコントロールボックス下部のコネクターに差し込む必要があります。ロボットアームの電源をオンにする前に、コネクターがロックされていることを確認してください。ロボットケーブルの取り外しは、必ずロボットの電源をオフに行ってください。



**注意**

1. ロボットアームの電源がオンになっている場合は、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。



1.10. メンテナンスと修理

本マニュアルのすべての安全手順に準じて外観や作業環境を検査してください。

メンテナンス、検査、校正、および修理は、サポートウェブサイト(<http://www.universal-robots.com/support>) の最新サービスマニュアルに準じて実施してください。

修理作業はUniversal Robotsまたは認定システムインテグレーターのみが実施しなければなりません。サービスマニュアルに記載された検査計画に従う場合に限り、顧客が指名したトレーニング経験のある個人も修理作業を実施できます。トレーニング経験のある個人向けの詳細な検査計画については、サービスマニュアルの第5章を参照してください。

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。

1.10.1. 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。



警告

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。

**警告**

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。

1.10.2. クリーニング

毎日の清掃

ロボットアームのほこり/汚れ/油は布、あるいは水/イソプロピルアルコール/10%エタノール溶液/10%ナフサ溶剤のいずれかの洗浄剤を使用して拭き取ることができます。まれに、ごく少量のグリースがジョイント部に見られる場合があります。これはジョイントの機能、使用、寿命には影響しません。

追加の清掃

ロボットの清掃をさらに重視しているため、URは70%イソプロピルアルコール溶液(消毒用アルコール)を使用して清掃することを推奨しています。

1. 固く絞ったマイクロファイバークロスと70%イソプロピルアルコール溶液(消毒用アルコール)を使用してロボットを拭きます。
2. 70%イソプロピルアルコール溶液がロボットに付着した状態で5分間放置し、通常の清掃手順でロボットを清掃します。

漂白剤は使用しないでください。希釈した洗浄液には漂白剤を使用しないでください。

1.11. 処分と環境への配慮

UR 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。

UR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UR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の一覧はこちらでご覧いただけます：<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：



1.12. 証明

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、Universal Robots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。

すべての証明書のコピーは、「[証明書](#)」の章で確認できます。

	TÜV NORD	UR 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 Rheinland	URロボットはEUの機械指令2006/42/ECの認定機関であるTÜV Rheinlandによって安全承認を受けています。
	TÜV SÜD	URロボットはTÜV SÜDによりクリーンルーム試験済みです。
	CHINA RoHS	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。

	KCC安全性	Universal Robots e-Seriesロボットはアセスメントを受け、KCCマークの安全基準に準拠しています。
	KC登録	Universal Robots e-Seriesロボットは、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。
	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。

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。
---	----	--

メーカー検査証明書

	Universal Robots	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。
---	------------------	---

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。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(<http://eur-lex.europa.eu>)で確認できます。

Universal Robotsのロボットは機械指令で規定されている部分的に完成している機械であるため、CEマークは付けられていません。

機械指令による組み込みの宣言 (DOI) は、「[宣言と証明書](#)」の章で確認できます。

1.13. 保証

1.13.1. 製品保証

お客様(ユーザー)は販売者または小売業者に対して有するいかなる権利も損なうことなく、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。本保証のいかなる内容も、お客様の法的権利や製造元の過失に起因する死亡または人身傷害に対する責任を制限または除外することを意図するものではありません。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的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。サイクル時間が短く、速度要件が高い用途については、一般的には可能な限りブレンドを使い、大きな加速の必要性がなくとも平滑な軌道を確保できるようにすることが推奨されます。

1.13.2. 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。



1.14. 停止時間と停止距離

停止時間および距離に関する情報は、停止カテゴリ 0 と停止カテゴリ 1 の両方について入手できます。この付録には、停止カテゴリ 0 に関する情報が含まれています。停止カテゴリ 1 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。

1.14.1. 停止カテゴリ 0 の停止距離と時間

以下の表は、停止カテゴリ 0 がトリガーされた際に測定された停止距離と時間を示しています。これらの測定はロボットの以下の構成に対応しています：

- 伸張：100% (ロボットアームが横方向に完全に伸張している)。
- 速度：100% (ロボットの一般的な速度は100%に設定されており、運動は183 °/sのジョイント速度で実行されます)。
- 有効荷重：TCPに接続されたロボットが処理する最大有効荷重 (5 kg)。

ジョイント 0 の試験は、(回転軸が地面に対して垂直な) 水平移動を実行して行いました。ジョイント 1 とジョイント 2 の試験の間、ロボットは回転軸が地面に対して平行となる垂直軌道を通り、停止はロボットが下方に移動中に実行されました。

	停止距離 (rad)	停止時間 (ms)
ジョイント 0 (基部)	0.31	244
ジョイント 1 (肩部)	0.70	530
ジョイント 2 (肘部)	0.22	164

1. IEC 60204-1 に準拠しています。詳細は用語集を参照してください。 [e](#)

1.15. 宣言と証明書

EU Declaration of Incorporation in accordance with ISO/IEC 17050-1:2010	
Manufacturer	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Denmark
Person in the Community Authorized to Compile the Technical File	David Brandt Technology Officer, Research and Development Universal Robots A/S Energivej 25, DK-5260 Odense S
Description and Identification of the Partially-Completed Machine(s) Product and Function	Industrial robot (multi-axis manipulator with Control Box and Teach Pendant). Function is determined by the completed machine (with end-effector and intended use).
Model	UR3, UR5, UR10 with CB3 control box (UR3/CB3, UR5/CB3, UR10/CB3)



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

Serial Number	Starting 20183000000 and higher --- Effective 1 January 2018
Incorporation:	Universal Robots (UR3, UR5, and UR10) 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 Machine 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.
Reference to Harmonized Standards Used:	(I) EN ISO 10218-1:2011 as applicable, (I) EN ISO 12100:2010 (I) EN ISO 13732-1:2008, (I) EN ISO 13849-1:2008 & 2015* *Note: From the 2008 to the 2015 editions, there are no changes relevant to our robots TUV Nord Certificate 4478014097602 (I) EN ISO 13849-2:2012, (I) EN ISO 13850:2015 (I) EN 1037:1995+A1:2008, (I) EN ISO 13850:2015 (II) EN 60320-1:2001/ A1:2007, (II) EN 60204-1:2006/ A1:2010 (II) EN 60529:1991/ A2:2013 (II) EN 60664-1:2007, (II) EN 60947-5-5:1997/ A11:2013 (II) EN 61000-6-2:2005, (II) EN 61140:2002/ A1:2006 (III) EN 61000-6-4:2007/ A1:2011, (III) EN 61131-2:2007
Reference to Other Technical Standards and Specifications Used:	(I) ISO/TS 15066 as applicable (II) IEC 61784-3:2010 [SIL2] ISO 14664-1:2015 Class 5 for control assembly with enclosure and Class 5 for UR3, UR5 and UR10 manipulators (II) IEC 60664-5:2007 (III) IEC 60068-2-27:2008, (III) IEC 60068-2-1:2007 (III) IEC 60068-2-2:2007, (III) IEC 61326-3-1:2008

The manufacturer, or his authorized 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, 27 September 2018



Name:
Position/ Title

Roberta Nelson Shea
Global Technical Compliance Officer

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

Phone +45 8993 8989
Fax +45 3879 8989

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

1.16. 宣言と証明書 (原本の翻訳)

ISO/IEC 17050-1:2010に準拠したEUの組み込み宣言書

製造元	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Denmark
技術ファイルを編纂する権限がある団体の人物	David Brandt 技術者、研究開発 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を備えた複数軸 マニピュレーター)。機能は完成している機械により決定されます (エンドエフェクタと使用目的を持つもの)。
モデル	CB3コントロールボックス付きのUR3、UR5、UR10(UR3/CB3、UR5/CB3、UR10/CB3)
シリアル番号	20183000000 以降 --- 2018 年 1 月 1 日 発効
インコーポレーション:	Universal Robots(UR3、UR5、UR10) は、最終完成機械(ロボットシステム、セル、アプリケーション) に統合される時点でのみ動作し、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	以下の必須要件を満たしています: 1.1.2, 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の第二編に準拠して編纂され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指令および整合規格を参照。
IV RoHS指令 2011/65/EU	RoHS指令 2011/65/EUを参照。
V WEEE指令 2012/19/EU	WEEE指令 2012/19/EUを参照。



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。

使用されている整合規格に関する参照：

(I) EN ISO 10218-1:2011 適用可能な場合、(I) EN ISO 12100:2010
(I) EN ISO 13732-1:2008, (I) EN ISO 13849-1:2008 & 2015*

*注：2008年版から2015年版まで、弊社ロボットのTUV Nord認証
(4478014097602) に関する変更はありません。

(I) EN ISO 13849-2:2012, (I) EN ISO 13850:2015
(I) EN 1037:1995+A1:2008, (I) EN ISO 13850:2015
(II) EN 60320-1:2001/ A1:2007, (II) EN 60204-1:2006/ A1:2010
(II) EN 60529:1991/ A2:2013

(II) EN 60664-1:2007, (II) EN 60947-5-5:1997/ A11:2013
(II) EN 61000-6-2:2005, (II) EN 61140:2002/ A1:2006
(III) EN 61000-6-4:2007/ A1:2011, (III) EN 61131-2:2007

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

(II) IEC 61784-3:2010 [SIL2]

ISO 14664-1:2015(容器付き制御装置はClass 5、UR3/UR5/UR10マ
ニピュレーターはClass 5)

(II) IEC 60664-5:2007

(III) IEC 60068-2-27:2008, (III) IEC 60068-2-1:2007

(III) IEC 60068-2-2:2007, (III) IEC 61326-3-1:2008

メーカーまたはその正式な代理人は、国家当局からの合理的な要請に応じて部分的に完成している機械について関連する情報を提供するものとする。

完全な品質保証制度(ISO 9001)の承認、認定機関：Bureau Veritas、認証番号：#DK008850。

Odense Denmark, 27 September 2018

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

安全システム証明書



ZERTIFIKAT CERTIFICATE

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)

Universal Robots Safety System UR Safety 3.1 for
UR10, UR5 and UR3 robots

Geprüft nach:
Tested in accordance with:

EN ISO 13849-1:2015, PL d



Registrier-Nr. / *Registered No.* 44 207 14097602
 Prüfbericht Nr. / *Test Report No.* 3527 2426
 Aktenzeichen / *File reference* 8003020361

Gültigkeit / *Validity*
 von / *from* 2020-08-05
 bis / *until* 2025-08-04


 Zertifizierungsstelle der
 TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2020-08-05

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



Certificate



Certificate no.

T 72190266 01

License Holder:

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

Manufacturing Plant:

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

Test report no.: USA-RB 31875333 002

Client Reference: Roberta Nelson Shea

Tested to: EN ISO 10218-1:2011

Certified Product: Robot Manipulator and Controller

License Fee - Units

Model Designation: UR3, UR5, UR10

7

Rated Voltage: AC 100-200V, 47-63Hz or
AC 200-240V, 47-63Hz

Rated Current: 15A or 8A

Protection Class: I

Special Remarks: Solely assessed per standard listed above.
The robot is only a component in a final robot application,
collaborative or non-collaborative. The final application
must comply with EN ISO 10218-2 accordingly.
Replaces Certificate T7218250.

7

Appendix: 1, 1-5

Licensed Test mark:



EN ISO 10218-1

www.tuv.com
ID 0007000000

Date of Issue

(day/mo/yr)

01/02/2019

TUV Rheinland of North America, Inc., 12 Commerce Road, Newtown, CT 06470, Tel (203) 426-0888 Fax (203) 426-4009



Industrie Service

CERTIFICATE

TÜV SÜD Industrie Service GmbH hereby confirms
UNIVERSAL ROBOTS A/S situated at Energivej 25, 5260
Odense S; Dänemark, that the product

ROBOTER, MODEL: UR5 / TYP INDUSTRIAL

the cleanroom compatibility of the equipment for the ISO
Class 5 according ISO 14644-1.

The certificate is limited to the particulate cleanliness. The
product was tested according to VDI 2083 Part 9.1 in August
2016.

The implementation of the testing and certification is carried
out by TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Certificate Nr.: 3116016-02
Report-Nr.: 203195-2
Valid till: August 2023



Dipl.-Ing. (FH) Walter Ritz
Berlin, 29. August 2019
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wittestraße 30, Haus L, 13509 Berlin



Industrie Service

CERTIFICATE

TÜV SÜD Industrie Service GmbH hereby confirms
UNIVERSAL ROBOTS A/S situated at Energivej 25, 5260
Odense S; Dänemark, that the product

CONTROLLER for UR 3 / UR 5 / UR 10

the cleanroom compatibility of the equipment for the ISO
Class 6 according ISO 14644-1.

The certificate is limited to the particulate cleanliness. The
product was tested according to VDI 2083 Part 9.1 in August
2016.

The implementation of the testing and certification is carried
out by TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Certificate Nr.: 3116016-04
Report-Nr.: 203195
Valid till: August 2023

Dipl.-Ing. Walter Ritz
Berlin, 29. August 2019
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wittestraße 30, Haus L, 13509 Berlin

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.



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)	UR5		용량(등급)	6 axis
자율안전확인번호	16-AB2EQ-00925			
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



KC登録

D568-384C-DF32-5C4B

방송통신기자재등의 적합등록 필증 <i>Registration of Broadcasting and Communication Equipments</i>	
상호 또는 성명 <i>Trade Name or Registrant</i>	Universal Robots A/S
기자재명칭(제품명칭) <i>Equipment Name</i>	산업용컴퓨터의 제어를 받는 플랜트 설비
기본모델명 <i>Basic Model Number</i>	UR5
파생모델명 <i>Series Model Number</i>	
등록번호 <i>Registration No.</i>	MSIP-REM-URK-UR5
제조사/제조(조립)국가 <i>Manufacturer/Country of Origin</i>	Universal Robots A/S / 덴마크
등록연월일 <i>Date of Registration</i>	2016-09-07
기타 <i>Others</i>	
위 기자재는 「전파법」 제58조의2 제3항에 따라 등록되었음을 증명합니다. It is verified that foregoing equipment has been registered under the Clause 3, Article 58-2 of Radio Waves Act. 2018년(Year) 10월(Month) 10일(Day) 국립전파연구원장 <i>Director General of National Radio Research Agency</i> ※ 적합등록 방송통신기자재는 반드시 "적합성평가표시" 를 부착하여 유통하여야 합니다. 위반시 과태료 처분 및 등록이 취소될 수 있습니다.	



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.

EMC 試験証明書



We help ideas meet the real world

Attestation of Conformity

EMC assessment - Certificate no. 1549

DELTA has been designated as Notified Body by the notified authority National Telecom Administration part of the Energy Agency in Denmark to carry out tasks referred to in Annex III of the European Council EMC Directive. The attestation of conformity is in accordance with the essential requirements set out in Annex I.

DELTA client

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

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

UR robot generation 3, G3, including CB3/AE for models UR3, UR5 and UR10

Manufacturer

Universal Robots A/S

Technical report(s)

DELTA Project T207371, EMC Test of UR5 and UR10 - DANAK-19/13884, dated 26 March 2014
DELTA Project T209172, EMC Test of UR3 - DANAK-19/14667, dated 05 November 2014
UR EMC Test Specification G3 rev 3, dated 30 October 2014
EMC Assessment Sheet 1351

Standards/Normative documents

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

DELTA

Venlighedsvej 4
2970 Hørsholm
Denmark

Tel. +45 72 19 40 00
Fax +45 72 19 40 01
www.delta.dk
VAT No. 12275110

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 EMC quality. The attestation does not contain any statements pertaining to the EMC protection requirements pursuant to other laws and/or directives other than the above mentioned if any.

Hørsholm, 08 August 2016



Knud A. Baltsen
Senior Consultant

20aocass-uk-j

1.17. 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関連規格を説明します。欧州指令の番号が括弧内に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ています。

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

本書で使用される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 1]
ISO 13850:2015 [停止カテゴリ 1]
EN ISO 13850:2008 (E) [停止カテゴリ 1 - 2006/42/EC]
EN ISO 13850:2015 [停止カテゴリ 1 - 2006/42/EC]

機械類の安全性 - 非常停止機能 - 設計原則

緊急停止機能はこの規格に基づき停止カテゴリ1を達成するように設計されています。停止カテゴリ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。

同規格の作成者は明記してはいないものの、従来の産業ロボットを想定しています。UR ロボットは常にフォース限界と電力限界が有効であることを前提に設計されています。従って、以下でいくつかのコンセプトを明確化し、説明しています。

UR ロボットが危険な用途の下で使用される場合は、追加的な安全措置が必要です。本マニュアルの「[1.5. 安全上の注意 ページ5](#)」を参照してください。

説明:

- 「3.24.3 予防空間」は、境界線予防で定義されています。予防空間は典型的にフェンスで仕切られた空間であり、危険な従来型ロボットから人を守ります。UR ロボットは、内部の電力限界とフォース限界の協力安全機能を使用しており、従って危険な予防空間をフェンスの境界線で定義しない、フェンスなしでの使用を前提に設計されています。
- 「5.4.2 性能要件」。すべての安全機能はISO 13849-1:2006 のPLd に基づき構築されています。このロボットは各ジョイントに冗長性のあるエンコーダーシステムを搭載しており、安全定格のI/O はカテゴリ3¹構造で構成されています。安全定格のI/O が完全な安全機能のPLd 構造を完璧に形成するには、当マニュアルに基づき、カテゴリ3 の安全定格機器に接続する必要があります。
- 「5.7 操作モード」。UR ロボットには複数の操作モードが無いため、モードセクターがありません。
- 「5.8 ペンダント制御」。このセクションでは、危険な予防空間内で使用される、ティーチペンダントの保護フィーチャーを定義します。UR ロボットは協働運用のために設計されており、従来のロボットにおける危険な予防空間はありません。UR ロボットでは従来のロボットよりも安全に教示を行うことができます。オペレーターは、3 ポジションイネーブルデバイスを解除する代わりに、ロボットを手で簡単に止めることができます。UR ロボットが危険な予防用途でインストールされる場合は、当マニュアルで示すように、3 ポジションイネーブルデバイスを接続することができます。さらに、ISO/TS 15066、条項 5.4.5 の説明を参照してください。

¹ISO 13849-1に準拠、詳しくは用語集を参照してください。

- ・「5.10 協働運用要件」。UR ロボットの電力限界とフォース限界の協働安全機能は常に有効です。UR ロボットの視覚的な設計は、ロボットが協働運用にしようできることを表示します。電力限界機能とフォース限界機能は、ISO 10218-1 c、条項 5.10.5 に基づいて設計されています。さらに、ISO/TS 15066、条項 5.5.4 の説明を参照してください。
- ・「5.12.3 安全定格ソフト軸と空間限界」。この安全機能は、ソフトウェアで設定可能なその他の安全機能の一つです。ハッシュコードはこれらすべての安全機能の設定から生成され、GUI において安全確認識別子として示されます。

ISO/TS 15066:2016

ロボット及びロボティックデバイス-産業用ロボットのための安全要求事項-協働ロボット

これは現在準備中の技術仕様書 (TS) であり、**規格ではありません**。TS の目的は、一連の技術的に未成熟な要件を示すことで、当該産業においてこれらが有用かどうかを見極めることです。定義上、TS は欧州指令の下、調和するには、十分成熟していません。

当 TS はロボットのメーカーとロボットのインテグレーターに向けられています。UR ロボットは未完成のロボットに関連する部分を遵守しており、インテグレーターは、ロボットの統合時に、当 TS の使用を選択できます。

当 TS は、協働ロボット分野の ISO 10218 規格を補完する自発的な要件とガイダンスを構成しています。TS には、主要テキスト以外に推奨されるフォース限界と圧力限界の表を含む付属文書 A があります。これは**負傷ではなく**、痛みに基づくものです。多くの限界は保守的な見積もりと研究文書にのみ基づいているため、この表の下の注意書きをよく読み理解することが重要です。科学研究による新たな結果が利用可能となった場合、すべての数値は、将来的に変更される可能性があります。付属文書 A は TS の非公式で自発的な部分であるため、インテグレーターは同文書の限界数値を使用しない場合でも、TS の遵守を表明することができます。

ANSI/RIA R15.06-2012

産業用ロボット及びロボットシステム-安全要求事項

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す。

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す。

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/A1:2013 [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参照してください。

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 [パート I ハードウェアインストールマニュアル ページ 3](#) 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 61784-3:2010
EN 61784-3:2010 [SIL 2]

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。

EUROMAP 67:2015, V1.11

Electrical Interface between Injection Molding Machine and Handling Device / Robot

UR ロボットはこの規格に基づき、射出成型機とインターフェースするため、E67 付属品モジュールを装備しています。

1.18. 技術仕様

ロボットのタイプ	UR5
重量	18.4 kg / 40.6 lb
最大有効荷重	5 kg / 11 lb
到達範囲	850 mm / 33.5 in
ジョイント範囲	± 360 ° for all joints
Speed	ジョイント: 最大 180 °/s。 Tool: Approx. 1 m/s / Approx. 39.4 in/s .
姿勢再現性	± 0.1 mm / ± 0.0039 in (4 mils) per ISO 9283
フットプリント	Ø149 mm / 5.9 in
自由度	6 rotating joints
コントロールボックスのサイズ(W × H × D)	462 mm × 418 mm × 268 mm / 18.2 in × 16.5 in × 10.6 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
I/O 電源	24 V 2 A in Control Box
通信	TCP/IP 1000 Mbit: IEEE 802.3u、100BASE-T Ethernetソケット、MODBUS TCP & EtherNet/IPアダプター、Profinet
プログラミング	PolyScope graphical user interface on 12" touchscreen
騒音	72 dB(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5、コントロールボックス: ISOクラス6
最大平均電力	390 W
電力消費	典型的なプログラム使用時で約 390 W
短絡電流定格 (SCCR)	200A
協働運用	15 種類の最新安全機能。以下に準拠: EN ISO 13849-1:2008、PLdおよびEN ISO 10218-1:2011、条項5.10.5
素材	Aluminium, PP plastic
温度	The robot can work in an ambient temperature range of 0-50 °C
電源	100-240 VAC, 50-60 Hz

TP Cable: Teach Pendant to Control Box	4.5 m / 177 in
ロボットケーブル: ロボットアームからコントロールボックス(オプション)	標準 (PVC) 6 m/236 in x 13.4 mm
	標準 (PVC) 12 m/472.4 in x 13.4 mm
	HiFlex(PUR) 6 m/236 in x 12.1 mm
	HiFlex(PUR) 12 m/472.4 in x 12.1 mm

1.19. 安全機能表

1.19.1. Table 1: Safety Functions (SF) Descriptions



注

この章で掲載している安全機能表は簡略化されています。すべてを網羅したものはこちらに掲載しています: <https://www.universal-robots.com/support>

All safety functions are individual safety functions.

SF#	Safety Function	Description	What is controlled?
SF0 and SF1 Internal	Emergency Stop There are two separate Emergency Stop safety functions	Pressing the Estop PB on the pendant1 or the External Estop (if using the Estop Safety Input configured for Estop) results in both a Cat 0 and a Cat 1 stop according to IEC 60204-1 (NFPA79) . These are SF0 and SF1 respectively. SF0: 524ms timer setting in each safety controller's microprocessor. At the end of the 524ms, Cat 0 stop3 (IEC 60204-1) is initiated by each microprocessor. SF1: Command1 all joints to stop and upon all joints coming to a standstill state, power is removed. This is a Cat 1 stop per IEC 60204-1. The stopping times of the SF0 and SF1 Estop safety functions differ. - SFO has a functional safety rating of PLd Cat3 with the worst-case stopping time, as if all joint monitoring failed at the same time and after 524ms, then power is immediately removed while the robot is going the maximum speed. This could result in a worst case stopping time of 1250ms. - SF1 has a functional safety rating of PLd Cat2 with a reliable and realistic maximum stop time of approximately 300ms for UR3 and 400ms for UR5/UR10. See the User Manual for specific information. The application stop time can be reduced depending on the application's safety limits (SF3, 4, 6, 7, 8, 9) settings and the use of the stop time information provided in the manual.	Robot Arm
SF2 Logic and outputs INTERNAL	Safeguard stop (Protective Stop)	This safety function is initiated by an external protective device using safety inputs which will initiate a Cat 2 stop per IEC 60204-1. For the functional safety rating of the complete integrated safety function, add the PFHd of the external protective device to the PFHd of SF2. If a PLd Cat3 stop is needed for protective devices, connect the protective device and configure the input as if it were an external Estop input (See SF0).	Robot Arm
SF3 Internal	Joint Position Limit (soft axis limiting)	Exceeding the joint position limit results in a Cat 0 stop (IEC 60204-1). Each joint can have its own limit. Directly limits the set of allowed joint positions that the joints can move to. It is set directly in the safety setup part of the UI where you can enter values. It is a means of safety-rated soft axis limiting and space limiting, according to ISO 10218-1:2011, 5.12.3.	Joint (each)

SF#	Safety Function	Description	What is controlled?
SF4 Internal	Joint Speed Limit	Exceeding a joint speed limit results in a Cat 0 stop5 per IEC 60204-1. Each joint can have its own limit. Directly limits the set of allowed joint speeds which the joints are allowed to perform. It is set directly in the safety setup part of the User Interface where you can enter values. It can be used to limit fast joint movements, for instance to limit risks related to singularities.	Joint (each)
SF5 Internal	Joint Torque Limit	Exceeding the joint torque limit (each joint) results in a Cat 0 stop5 (per IEC 60204-1). This is not accessible to the user as it is a factory setting, part of the force limiting safety function.	Joint (each)

SF#	Safety Function	Description	What is controlled?
SF6 Internal	TCP Pose Limit	Monitors the TCP Pose (position and orientation), any violation of a safety plane or TCP Pose Limit will result in a Cat 0 stop5 (IEC 60204-1). 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 inclusion/ exclusion zones due to the safety planes. When a limit (plane or TCP pose) is violated, a Cat 0 stop is initiated.	TCP
SF7 Internal	TCP Speed Limit	Exceeding the TCP speed limit results in a Cat 0 stop5 (IEC 60204-1).	TCP
SF8 Internal	TCP Force Limit	Exceeding the TCP force limit results in a Cat 0 stop5 (IEC 60204-1). Limits the external clamping force exerted by the robot. See also Joint Torque Limit (SF5).	TCP
SF9 Internal	Joint Speed Limit	Exceeding the momentum limit results in a Cat 0 stop5 (IEC 60204-1). The momentum limit is very useful for limiting transient impacts. The Momentum Limit affects the entire robot arm.	Robot Arm
SF10 Internal	Power Limit	Exceeding the power limit results in a Cat 0 stop5 (IEC 60204-1). 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 speed of the robot arm. This function dynamically limits the current/torque but maintain the speed.	Robot Arm

SF#	Safety Function	Description	What is controlled?
SF11 Internal as a function with dual outputs	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. 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).	External connection to logic and/or equipment
SF12 Internal as a function with dual outputs	UR Robot Moving: Digital Output	Whenever the robot is moving (motion underway), the dual digital outputs are LOW. Outputs are HIGH when no movement. 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.	External connection to logic and/or equipment
SF13 Internal as a function with dual outputs	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. 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.	External connection to logic and/or equipment
SF14 Internal as a function with dual outputs	UR Robot Reduced Mode: Digital Output	Whenever the robot is in reduced mode, the dual digital outputs are LOW. See Robot Reduced Mode below. 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.	External connection to logic and/or equipment
SF15 Internal as a function with dual outputs	UR Robot Not Reduced Mode: Digital Output	Whenever the robot is NOT in reduced mode, the dual digital outputs are LOW. 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.	External connection to logic and/or equipment

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Description	What is controlled?
Robot Reduced Mode	Internal Logic and Outputs, with Dual Inputs (1 through 4)	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. Reduced mode is not a safety function, rather it is a state affecting the settings of the following safety function limits: SF3 joint position, SF4 joint speed, SF6 TCP pose limit, SF7 TCP speed, SF8 TCP force, SF9 momentum, and SF10 power.	Robot Arm
Safeguard Reset	Internal Logic and Outputs, with Dual Inputs (1 through 4)	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 SF2.	Robot
Enabling Device	External Enabling Device as input to UR Robot logic	When the external Enabling Device connections are Low, a Safeguard Stop (SF2) is initiated. 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: “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.	Robot
Mode Selection	External Mode Switch using dual Inputs (1 through 4) and internal logic	When the external connections are Low, Operation Mode (running) is in effect. When High, the mode is programming or teach. Must be used with an Enabling Device as a safety input. When in Teach/Program (Mode switch inputs high), enabling device is required for operation. 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.	Robot

1.20. Table 2: Compliance and ISO 13849-1 Functional Safety Information

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1	IEC 61800-5-2 Stop: power to final switching devices retained for Category 2 stop	PLd Cat	PFHd UR 3/5/10
SF0	Emergency Stop There are two separate Emergency Stop safety functions: SF0 and SF1	No	Cat 1 Stop 524ms time- delay before Cat 0 stop is initiated	NA	3	4.38E-8
SF1	Emergency Stop There are two separate safety functions: SF0 and SF1	No	Cat 1 Stop when at SS1 standstill, Cat 0 stop initiated	SS1 when at SS1 standstill, Cat 0 stop initiated	2	3.16E-07
SF2	Safeguard stop (Protective Stop)	No	Cat 2	SS2	2	3.15E-07
SF3	Joint Position Limit (soft axis limiting)	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF4	Joint Speed Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF5	Joint Torque Limit internal factory setting	factory setting	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF6	TCP Pose Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF7	TCP Speed Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1	IEC 61800-5-2 Stop: power to final switching devices retained for Category 2 stop	PLd Cat	PFHd UR 3/5/10
SF8	TCP Force Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07



TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1	IEC 61800-5-2 Stop: power to final switching devices retained for Category 2 stop	PLd Cat	PFHd UR 3/5/10
SF9	Momentum Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF10	Power Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF11	UR RINPUTobot Estop Output	Output & I/O Configuration	See Estop SF1	See Estop SF1	2	4.41E-08
SF12	UR Robot Moving: Digital Output	Output & I/O Configuration	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF13	UR Robot Not stopping: Digital Output	Output & I/O Configuration	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF14	UR Robot Reduced Mode: Digital Output	Output & I/O Configuration	Cat 0 if fault detected	NA	2	3.15E-07
SF15	UR Robot Not Reduced Mode: Digital Output	Output & I/O Configuration	Cat 0 (immediate stop)	NA	2	3.15E-07

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204- 1	IEC 61800-5-2 Stop: power to final switching devices retained for Category 2 stop	PLd Cat	PFHd UR 3/5/10
Robot Reduced Mode	Reduced Mode INPUT	Input & I/O Configuration	Cat2	SS2	2	3.15E-07
Safeguard Reset	Safeguard Reset INPUT	Input & I/O Configuration	Cat2	SS2	2	3.15E-07
Enabling Device	3 Position Enabling Device INPUT	Input & I/O Configuration	Cat2	SS2	2	3.15E-07
Mode Selection	Mode switch INPUT	Input & I/O Configuration	Cat2	SS2	2	3.15E-07

パート II

PolyScope マニュアル



1.21. 安全設定

1.21.1. はじめに

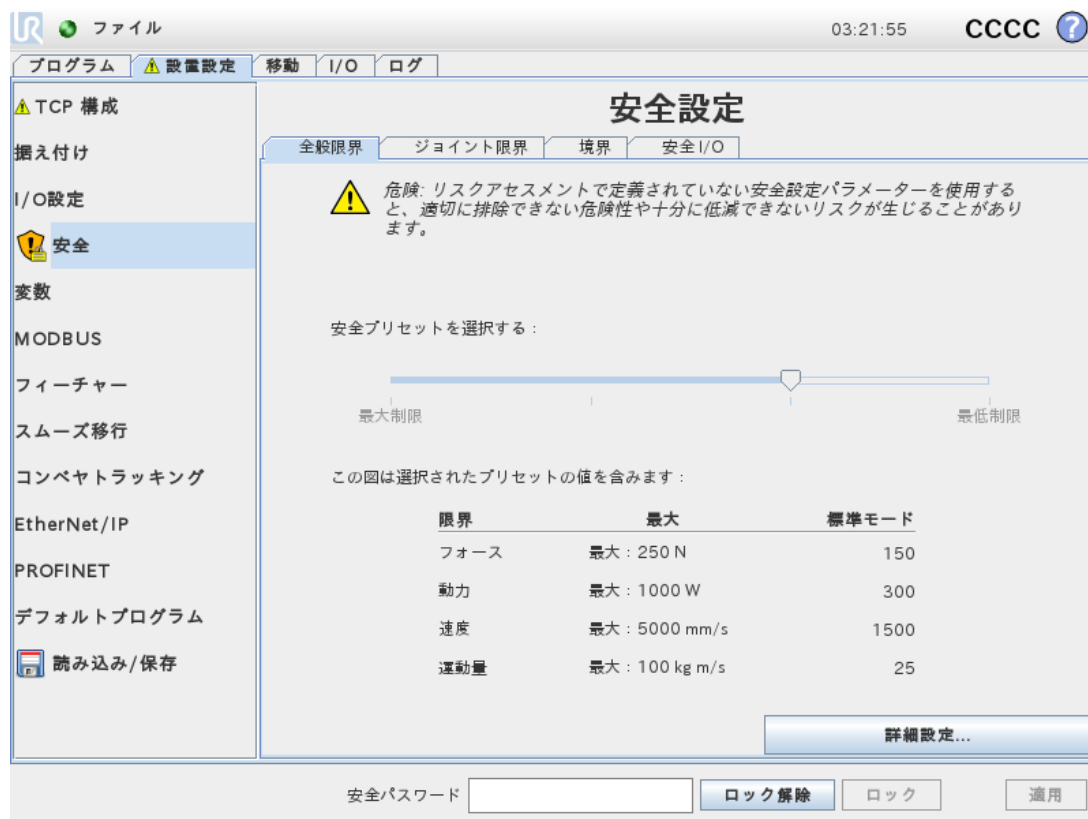
ロボットには高度な安全システムが備わっています。ロボット作業空間の特定の特性によって、安全システムの設定を構成して、ロボット周辺のすべての要員や機器の安全を保障する必要があります。インテグレーターは最初に、リスクアセスメントで定義された設定を適用してください。安全システムについては、ハードウェアインストールマニュアルを参照してください。



警告

1. 安全関連機能とインターフェースの使用と設定は、インテグレーターが特定のロボットアプリケーションに関して実施するリスクアセスメントに従って実施してください。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。
2. 設定と教示のための安全構成設定は、インテグレーターが実施したリスクアセスメントに基づいて、ロボットアームの電源が最初にオンになる前に、適用する必要があります。
3. この画面でアクセスできるすべての安全構成設定とサブタブは、インテグレーターが実施したリスクアセスメントに従って設定する必要があります。
4. インテグレーターは安全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。
5. 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。

[安全設定]画面は、[ようこそ]画面(「1.21.5. ようこそ画面、ページ111」を参照)から[プログラムロボット]ボタンをタップし、[設置設定]タブを選択して[安全]をタップするとアクセスできます。安全設定はパスワードで保護されています(「1.21.8. パスワードのロック ページ88」を参照)。



安全設定は、ロボットアームの運動を制限するのに使ういくつかの限界値や、構成可能な入出力の安全機能設定から構成されます。これらは安全画面の以下のサブタブで定義されます。

- [General Limits] サブタブは、ロボットアームの最大フォース、パワー(動力)、速度および運動量を定義します。人にぶつかったり、環境の一部に衝突するリスクが特に高い場合は、これらの設定を低い値にする必要があります。リスクが低い場合は、より高い一般限界によってロボットがより早く動作し、その環境に及ぼすフォースを高めます。詳細については、「[1.21.10. 全般限界 ページ 89](#)」を参照してください。
- [Joint Limits] サブタブは、ジョイント速度とジョイント位置の限度から構成されます。ジョイント速度の限界は個々のジョイントの最大角速度を定義し、ロボットアームの速度をさらに制限するのに役立ちます。ジョイント位置の限界は、個々のジョイントの許容位置範囲を定義します(ジョイント空間内)。詳細については、「[1.21.11. ジョイント限界 ページ 91](#)」を参照してください。
- [Boundaries] サブタブは、ロボットTCPの安全平面(直交座標空間内)とツール方向の境界を定義します。安全平面はロボットTCPの位置のハードリミット、または減少モードの安全限界を有効化するトリガーのいずれかとして構成できます(「[1.21.12. 境界 ページ 92](#)」および「[1.21.6. 安全モード ページ 86](#)」を参照)。ツール方向境界はロボットTCPの方向にハードリミットを設定します。詳細については、次をご覧ください:
- [Safety I/O] サブタブは、構成可能な入出力の安全機能を定義します(「[1.24.2. I/O タブ ページ 117](#)」を参照)。例えば、非常停止を入力として構成できます。詳細については、「[1.21.13. 安全 I/O ページ 98](#)」を参照してください。

1.21.2. 安全構成の変更

安全構成設定の変更を行う場合は、インテグレーターが実施したリスクアセスメントに必ず従ってください。

安全構成を変更する際には以下の手順に従ってください:

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すること:「ロボットの近くで作業を開始する前に、安全設定が期待通りになっていることを確認してください。例えば、PolyScopeの右上で安全チェックサムの変化をチェックすることで検証できます(「PolyScope マニュアル」の「[1.21.5. 安全チェックサム次のページ](#)」を参照してください)。」

1.21.3. 安全同期とエラー

適用された安全設定の状態は、GUIが読み込んだロボットの設置設定と比較して、画面左側の安全のテキスト [Safety] の隣に盾のアイコンで示されます。これらのアイコンは現在の状況を迅速に示すことができます。これらは以下のように定義されています:

構成が同期されました

これは、GUI 設置設定が現在適用中の安全構成と同じであることを示します。変更は行われていません。

構成が変更されました

これは、GUI 設置設定が現在適用中の安全構成と異なることを示します。

安全構成を編集する際、現在の設定が適用済みであるかどうか、シールドのアイコンで示されます。

[Safety] タブのテキストフィールドのいずれかに無効な入力値がある場合、安全設定はエラー状態にあります。これはいくつかの方法で示されます:

1. 赤いエラーアイコンは、画面左側のテキスト [Safety] の横に示されます。
2. エラーのあるサブタブの最上部には、赤いエラーアイコンが示されます。
3. エラーを含むテキストフィールドは、背景が赤になります。

エラーがある場合、[Installation] タブから移動しようとする以下オプションを含むダイアログが表示されます。

1. 問題を解決し、すべてのエラーを解消する。これは、赤いエラーアイコンが画面左側のテキスト [Safety] の横に示されていない場合に表示されます。
2. 以前に適用された安全構成に戻ります。このオプションはすべての変更を無視し、希望する移動先に進むことを可能とします。

エラーが存在しない場合、別の画面への移動を試みると、以下のオプションを示す別のダイアログが開きます:

1. 変更を適用しシステムを再起動する。このオプションは、安全構成の変更をシステムに適用し、再起動を行います。注: このオプションは変更が保存されたことを意味しません: この時点でロボットをシャットダウンすると、安全構成を含むロボットの設置設定のすべての変更が失われます。
2. 以前に適用された安全構成に戻ります。このオプションはすべての変更を無視し、希望する移動先に進むことを可能とします。

1.21.4. 許容差

ロボットアームには安全違反を防止するための許容差が設けられています。安全の許容差とは、安全限界と最大運用値の差です。例えば、一般的な速度許容差は -150mm/s です。ユーザーが速度限界を 250mm/s と設定した場合、最大運用速度は $250 - 150 = 100\text{mm/s}$ となります。安全許容差は、プログラム動作の変動を許しながら、安全違反を防止します。例えば重い荷重を扱う場合、プログラム上の軌道に従うために、作業中のある段階でロボットアームが一時的に標準最大動作速度を超えて作業しなければならない場合があります。このような状況の例を、図CF: 12.1に示しています。



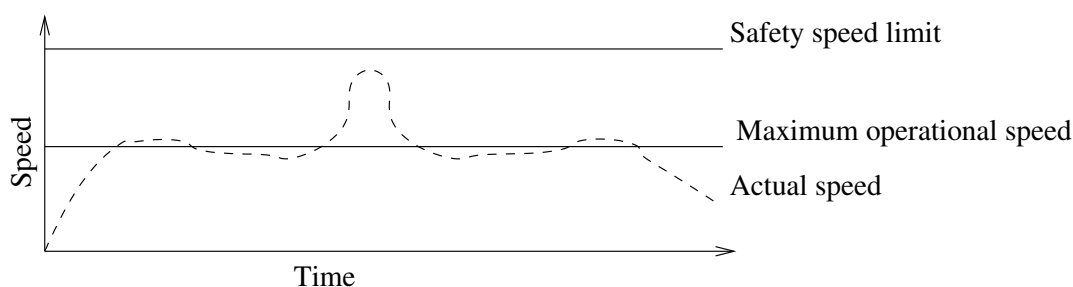
警告

許容差なしで限界値を使用する場合は、必ずリスクアセスメントを行ってください。



警告

許容差はソフトウェアのバージョン毎に異なります。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。バージョン間の違いについてはリリースノートを参照してください。



CF: 12.1: 安全の許容差の例

1.21.5. 安全チェックサム

画面の右上隅のテキストは現在ロボットが使用している安全構成の概要です。テキストが変更になると、現在の安全構成も変更になったことを示します。チェックサムをクリックすると、現在アクティブな安全構成の詳細が表示されます。

1.21.6. 安全モード

通常の状態(つまり、予防停止が有効でない場合)では、安全システムは以下の安全モードで動作し、それぞれに関連する各安全限界のセットがあります。

標準モード

安全モードはデフォルトでアクティブです。

減少モード

ロボットTCPがトリガー減少モード平面を超えた位置にある場合(「[1.21.13. 安全 I/O ページ98](#)」を参照)、または構成可能な入力を使用してトリガーされた場合(「[1.21.12. 境界 ページ92](#)」を参照)にアクティブです。

回復モード

ロボットアームが他のモード(つまり、標準モードまたは減少モード)のいずれかに違反しており、停止カテゴリ0が発生した場合¹、ロボットは回復モードで起動します。このモードでは、[移動]タブまたは[フリードライブ]を使用してロボットを許容領域までゆっくりと戻すことができます。このモードでロボットのプログラムを実行することはできません。



警告

ジョイント位置、TCP位置、TCP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。

[Safety Configuration] 画面のサブタブでは、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。

アクティブな限界セットの安全限界を超えると、ロボットアームは停止カテゴリ0を実行します。ロボットアームの電源が入った時点ですでにジョイント角度限界や安全境界などの有効な安全限界に違反していた場合、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セットで制限されます。回復モードの限界については、を参照してください。

1. IEC 60204-1 に準拠しています。詳細は用語集を参照してください。[e](#)

1.21.7. フリードライブモード

フリードライブモード(「[フリードライブ ページ116](#)」を参照)にあり、ロボットアームの運動がある限界に近くなると、反発力が感じられます。この反発力は、ロボットTCPの位置、方向、速度とジョイントの位置と速度の限界に対して生じます。

この反発力の目的は、ユーザーに現在の位置や速度が限界の近くになっていることを知らせ、ロボットが限界を超えないようにすることです。しかし、ロボットアームに対して十分なフォースが適用されると、限界を超える可能性があります。フォースの大きさはロボットアームが限界に近くなるにつれて増加します。

バックドライブ

フリードライブモードではブレーキが解除されているため、比較的少ない力でロボットのジョイントを動かすことができます。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、後退フィーチャーを使用すると、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。

後退の有効化方法:

1. ON を押してジョイントに電源を入れます。ロボットの状態が「アイドル」に設定されます。ブレーキを解除しないでください(つまり、スタートを押さないでください)。
2. [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[フリードライブ] ボタンが作動している/押されている限り、大きな圧力がかかったジョイントでのみ解放されます。[後退]を使用している間、ロボットの動きは重く感じられます。

1.21.8. パスワードのロック

正しいパスワード(「1.26.3. パスワードの設定 ページ202」を参照) が画面下の白いテキストフィールドと画面左側のUnlock button is pressed. The screen can be locked again by clicking the Lock button. The Safety tab is automatically locked when navigating away from the safety configuration screen. When the settings are locked, a lock icon is visible next to the text Safetyに入力されるまで、この画面のすべての設定がロックされます。ロック解除アイコンは設定がロック解除された場合に示されます。



注

安全構成画面がロック解除されると、ロボットアームの電源が切れることにご留意ください。

1.21.9. 適用

安全構成をロック解除すると、変更が実行される間にロボットアームの電源が入ります。変更が適用または取り消されるまで、ロボットアームの電源はオンになりませんが、初期化画面から手動で電源を入れることができます。

安全構成のすべての変更が適用または取り消されるまで、設置設定タブから移動することはできません。これらの変更は[Apply] ボタンが押され、確認が行われるまでは有効になりません。確認ではロボットアームに与えられた変更の目視検査が必要です。安全上の理由から、情報はSI単位で表示されません。確認ダイアログの例を以下に示します。

適用された安全設定の確認

全般限界
ジョイント限界
境界
安全 I/O
その他

限界	標準モード	減少モード
フォース	150.00	120.00 N
動力	300.00	200.00 W
速度	1.50	0.75 m/s
運動量	25.00	10.00 kg m/s

安全設定を確認
拒否

確認が行われた後、変更は自動的に現在のロボットの設置設定の一部として保存されます。ロボット設置設定の保存に関する詳細は、「[1.24.5. Installation](#) → [\[読み込み/保存\]](#) ページ120」を参照してください。

1.21.10. 全般限界

一般安全限界は、ロボットのTCPの線速度だけでなく、それが環境に及ぼし得る影響力を制限するのに役立ちます。以下の値から構成されます。

フォース

ロボット TCP が環境に及ぼす最大フォースの限界。

動力

有効荷重がロボットではなく、環境の一部であることを考慮した、ロボットが環境に及ぼす最大機械作業の限界。

速度

ロボット TCP の最大線速度の限界。

運動量

ロボットアームの最大運動量の限界。

設置設定で一般安全限界を設定するには2つの手段があります。基本設定と詳細設定で、これらについては下記で詳しく説明します。

一般安全限界の定義は、ロボットアームの全体的な限界を定義するのではなく、ツールの限界のみを定義します。すなわち、速度限界を指定しても、ロボットアームの他の部分と同じ制限に従うという保証はありません。

フリードライブモード(「フリードライブ ページ116」を参照)の場合は、ロボットTCPの現在の速度は速度限界に近くなり、速度が限界に近づくほど、反発力が大きくなるのが感じられます。反発力が発生するのは、現在の速度が限界から約 250 mm/s以内にある場合です。

基本設定

デフォルト画面として表示される初期の全般限界サブパネルには、標準、減少両モードでのフォース、動力、速度、運動量の限界を表す、事前定義された4種類の値のセットのスライダーがあります。

特定の数値のセットは、GUIで表示されます。事前定義された数値のセットは、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。

詳細設定への切り替え

事前定義された値セットがいずれも要件を満たさない場合は、[Advanced Settings...]ボタンを押して、全般限界の詳細画面に入ることができます。

詳細設定



ここでは、「1.21.10. 全般限界 前のページ」で説明した一般限界の各々を他の限界とは無関係に変更できます。これは、対応するテキストフィールドをタップして、新しい値を入力することで行います。各限界の最大許容値は、[Maximum] という列に一覧表示されます。

フォース限界は100 Nから250 Nの値に設定でき、動力限界は80 Wから1000 Wの値に設定することができます。

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。減少モードの限界のフィールドは、安全平面も構成可能な入力もそれをトリガーするように設定されていない場合は無効になります (詳細は「1.21.13. 安全 I/O ページ98」を参照)。さらに、減少モードにおける速度と運動量の限界を標準モードの場合よりも高く設定することはできません。

各限界の許容差と単位は、対応する行の最後に一覧表示されています。プログラムを実行中のロボットアームの速度は、いずれかの入力値から許容差を除いた値を越えないように自動的に調整されます (「1.21.4. 許容差 ページ86」を参照)。各許容差値と共に表示されるマイナスの記号は、許容差が実際の入力値から除されたことを示すものに過ぎないことに注意してください。ロボットアームが限界を超えた場合 (許容差無し)、安全システムは、停止カテゴリ0を実行します。



警告

速度限界はロボット TCP にのみ課せられるため、ロボットアームの他の部分は定義した値より移動の速度が早くなることがある点にご留意ください。

基本設定への切り替え

[Basic Settings...] ボタンを押すと基本的な全般限界の画面に戻り、すべての全般限界はそのデフォルトプリセットにリセットされます。これによってカスタマイズされた値が失われる場合は、処理を確認するポップアップダイアログが表示されます。

1.21.11. ジョイント 限界



安全設定

全般限界 ジョイント限界 境界 安全 I/O

次のジョイント限界のパラメータは個別設定できる。

☐ 最大速度
☒ 動作範囲

ジョイント	範囲	標準モード		減少モード		
		最小	最大	最小	最大	
ベース	-363 - 363°	-363	363	-363	363	+3° / -3°
ショルダー	-363 - 363°	-363	363	-363	363	+3° / -3°
エルボー	-363 - 363°	-363	363	-363	363	+3° / -3°
リスト1	-363 - 363°	-363	363	-363	363	+3° / -3°
リスト2	-363 - 363°	-363	363	-363	363	+3° / -3°
リスト3	-363 - 363°	-363	363	-363	363	+3° / -3°

安全パスワード

ジョイント限界は、ジョイント空間における個々のジョイントの運動を制限します。つまり、直交座標空間を参照するのではなく、ジョイントとその回転速度の内部(回転)位置を参照します。サブパネルの上部にあるラジオボタンを使うと、ジョイントのMaximum Speed and Position Rangeを個別に設定できます。

フリードライブモード(「[フリードライブ ページ116](#)」を参照)の場合は、ジョイントの現在の位置や速度は限界に近くなり、ジョイントが限界に近づくにつれ、反発力が大きくなるのが感じられます。ジョイント速度が速度限界の約 20 °/s 内で、ジョイント位置が位置限界の約 8 ° 内になると、反発力が生成されます。

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、最初に[リスト 3 の範囲制限無し]チェックボックスを無効にし、ケーブルが突っ張って保護停止が作動しないようにする必要があります。

最大速度

このオプションは各ジョイントの最大角速度を定義します。これは、対応するテキストフィールドをタップして、新しい値を入力することで行います。最大許容値は、[Maximum]という列に一覧表示されます。値を許容差値未満に設定することはできません。

減少モードの限界のフィールドは、安全平面も構成可能な入力もそれをトリガーするように設定されていない場合は無効になります(詳細は「[1.21.13. 安全 I/O ページ98](#)」を参照)。さらに、[1.21.12. 境界 下](#)と減少モードを対応する標準モードより高く設定することはできません。

各限界の許容差と単位は、対応する行の最後に一覧表示されています。プログラムを実行中のロボットアームの速度は、いずれかの入力値から許容差を除いた値を越えないように自動的に調整されます(「[1.21.4. 許容差 ページ86](#)」を参照)。各許容差値と共に表示されるマイナスの記号は、許容差が実際の入力値から除されたことを示すものに過ぎないことに注意してください。しかしながら、いくつかのジョイントの各速度が入力値(許容差なし)を超えた場合は、安全システムが停止カテゴリ0を実行します。

位置範囲

この画面では、各ジョイントの位置範囲を定義します。これは対応するテキストフィールドをタップして、ジョイント位置境界の上下限界に新しい値を入力することで行います。入力する間隔は[Range]という列に一覧表示された値の範囲内にする必要があり、下限値が上限値を上回ってはなりません。

注: 減少モードの限界のフィールドは、安全平面も構成可能な入力もそれをトリガーするように設定されていない場合は無効になります(詳細は「[1.21.13. 安全 I/O ページ98](#)」を参照)。[1.21.12. 境界 下](#)および

各限界の許容差と単位は、対応する行の最後に一覧表示されています。1番目の許容差値が最小値に適用され、2番目の許容差値が最大値に適用されます。ジョイントの位置が、1番目の許容差を入力最小値に加え、2番目の許容差を入力最大値から除した結果の範囲を超える直前に、予想される軌道を動き続ける場合、プログラムの実行が中止されます。各許容差値と共に表示されるマイナスの記号は、許容差が実際の入力値から除されたことを示すものに過ぎないことに注意してください。しかしながら、ジョイントの位置が入力範囲を超えた場合は、安全システムが停止カテゴリ0を実行します。

1.21.12. 境界

このタブでは、安全平面やロボットツールの方向の最大許容逸脱量の限界からなる境界限界を構成できます。減少モードへの移行をトリガーする平面を定義することも可能です。

安全面は、ロボット TCP が定義された面の適切な側に留まり、それを通過しないように強制することで、ロボットの許可された作業空間を制限するのに使用できます。最大 8 つの安全面を構成できます。ツールの方向を制限し、ロボットツールの方向が目的の方向から一定量以上逸脱しないように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、TCP のみを制限します。すなわち、安全平面を指定しても、ロボットアームの他の部分が同じ制限に従うという保証はありません。

各境界限の構成は、現在のロボット設置設定で定義されたフィーチャーのいずれかに従います (「1.24.12. [設置設定] → [フィーチャー] ページ134」を参照)。



注

安全設定を編集する前に、必ず目的の境界限すべての構成に必要なすべてのフィーチャーを作成し、これらに適切な名称を割り当ててください。ロボットアームは一旦 [安全] タブがロック解除されると、(ロボット TCP の現在位置と方向を含む) Tool フィーチャーとフリードライブモード (「フリードライブ ページ116」を参照) が使用できなくなることにご留意ください。

フリードライブモード (「フリードライブ ページ116」を参照) の場合で、ロボット TCP の現在の方向が安全平面に近い、ロボットツールの方向が目的の方向から指定最大量に近くなるまで逸脱すると、TCP が境界に近づくにつれて反発力の増加が感じられます。反発力が発生するのは、TCP が安全平面の約 5 cm 以内か、ツールの方向が指定した最大逸脱量から約 3° 逸脱した場合です。

面がトリガー減少モード面として定義されており、TCP がこの境界を超える場合は、安全システムが減少モードに移行し、減少モード安全設定が適用されます。トリガー面は通常の安全面と同じ規則に従いますが、ロボットアームによる通過を許可する点が異なります。

構成する境界の選択

タブの左側の [Safety Boundaries] パネルは構成する境界限の選択に使用します。

安全平面を設定するには、パネルに一覧表示された上位 8 項目のいずれかをクリックします。選択された安全平面が構成済みの場合は、この平面に対応する 3D 表現が同じパネルの右にある [3D ビュー] (「3D 可視化、次ページ」を参照) で強調表示されます。安全平面は、タブの下にある [安全平面プロパティ] セクション (「安全平面の構成、次ページ」を参照) で設定できます。

ロボットツールの方向の境界限を設定するには、[ツール境界項目] をクリックします。境界の構成は、タブの下にある [ツール境界プロパティ] セクション (「ツール境界の構成、ページ101」を参照) で指定できます。

境界限について 3D 表示のオン/オフを切り替えるには、 /  ボタンをクリックします。境界限が有効な場合、安全モード (「安全モード ページ98」を参照) が所定のアイコン ( /  /  / ) のいずれかで示されます。

3D 可視化

[安全境界] セクションで表示切り替えが選択されている(すなわち、アイコンが表示されている)すべての構成済み境界項目は、現在選択されている境界限界と一緒に表示されます。

(アクティブな) 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で表示されます。小さな矢印は、減少モードへの移行をトリガーしない平面の側面を表しています。安全面がタブの左側のパネルで選択されていると、対応する3D表現が強調表示されます。

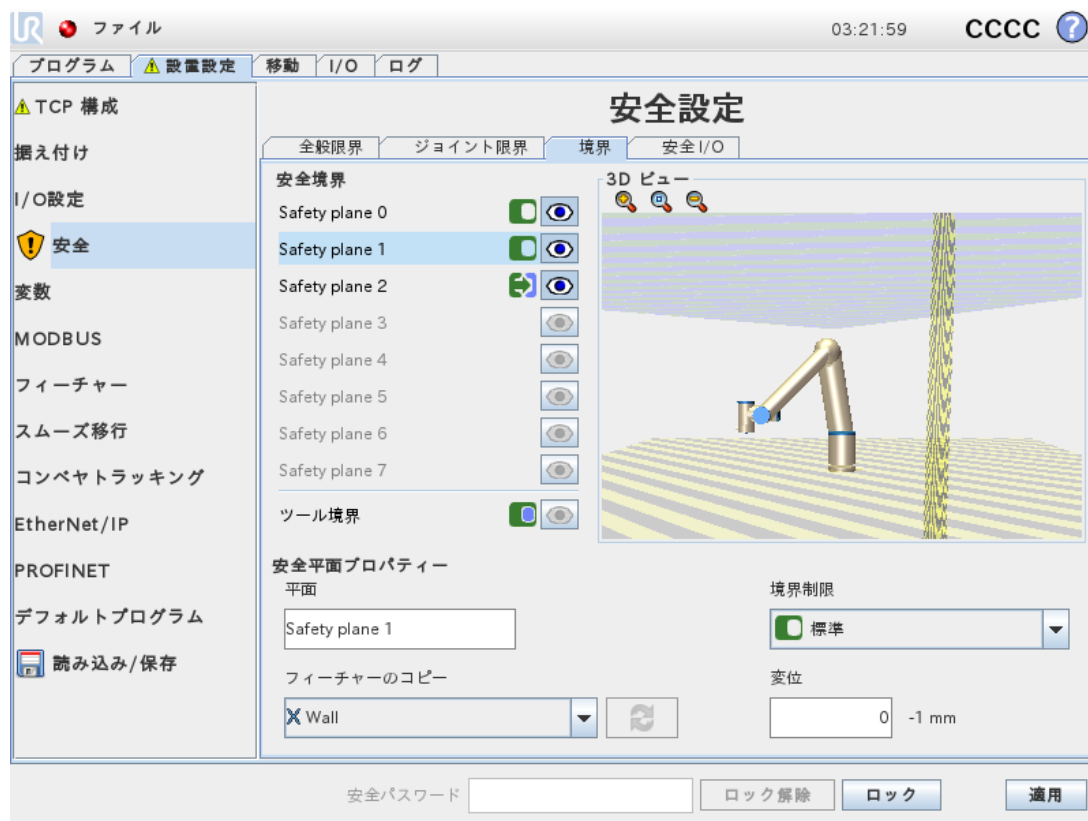
ツール方向の境界限界は、ロボットツールの現在の方向を示すベクトルのある球状円錐で表示されます。円錐の内側は、ツール方向(ベクトル)の許容領域を表します。

平面またはツール方向の境界限界が設定されてもアクティブになっていないと、グレー表示になります。

拡大鏡アイコンを押して拡大/縮小したり、指をドラッグさせてビューを変更します。

安全平面の構成

タブの下にある[安全面プロパティ] セクションでは、タブの左上にある[安全境界] パネルで選択された安全平面の構成を定義します。



名前

[Name] テキストフィールドを使うと、選択した安全平面に名前を付けることができます。名前は、テキストフィールドをタップし、新しい名前を入力することで変更できます。

フィーチャーのコピー

安全平面の位置と法線は、現在のロボット設置設定のフィーチャー(「1.24.12. [設置設定] → [フィーチャー] ページ134」を参照)を使って指定されます。フィーチャーは、[安全面プロパティ] セクションの左下の部分にあるドロップダウンを使用して選択します。点と平面のタイプのフィーチャーが利用できます。
<Undefined> 項目を選択すると、平面の構成がクリアされます。

選択したフィーチャーのz軸は許可されない領域を指し、面法線は反対側を向きます。Baseフィーチャーが選択されている場合は、面法線が同一方向を向きます。平面がトリガー減少モード平面として構成されている場合(「安全モード 下」を参照)、面法線は減少モードへの移行をトリガーしない平面の側面を表示します。

フィーチャーを選択することで安全面を構成した場合は、位置情報は安全面にコピーされるのみで、平面はそのフィーチャーにリンクされないことにご注意ください。これは安全面の構成に使用したフィーチャーの位置や方向に変更があると、安全面が自動的に更新されないことを意味します。

フィーチャーが変更された場合は、この事がフィーチャーセレクトターの上に ⚠ で示されます。

セレクトターの横にある  ボタンをクリックし、限界をフィーチャーの現在の位置と方向で更新します。

選択したフィーチャーがインストールから削除された場合も、⚠ アイコンが表示されます。

安全モード

[Safety Plane Properties] パネルの右側にあるドロップダウンメニューを使って、以下のモードから安全平面の安全モードを選択します。

	Disabled	安全平面は有効になりません。
	Normal	安全システムが標準モードの時、Normalモードの平面は有効で、ロボットTCPの位置の厳密な限界として機能します。
	Reduced	安全システムが減少モードの時、Reducedモードの平面は有効で、ロボットTCPの位置の厳密な限界として機能します。
	Normal & Reduced	安全システムが通常モードか減少モードの時、Normal & Reducedモードの平面は有効で、ロボットTCPの位置の厳密な限界として機能します。
	Trigger Reduced mode	安全面が標準または減少モードの時、トリガー減少モードの面がアクティブで、ロボットTCPがそれを超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。

選択した安全モードが[安全境界] パネルにある対応項目のアイコンで示されます。安全モードが無効に設定されていると、アイコンは表示されません。

変位

[安全平面プロパティ] パネルの左下にあるドロップダウンボックスでフィーチャーが選択されていると、[変位] テキストフィールドをタップして安全平面を移動できます。正の値を入力すると、面法線の反対側に平面を移動させることでロボットの許可された作業空間が増し、負の値を入力すると、面法線の方向に面を移動させることで許可領域が減少します。

境界面の変位の許容差と単位は、テキストフィールドの右側に表示されます。

厳密な限界平面の効果

TCP が有効かつ厳密な限界安全平面から許容差(「1.21.4. 許容差 ページ86」を参照)を除いた位置を超えそうになると、予測軌道に沿って動き続ける場合にプログラムの実行が中断されます。各許容差値と共に表示されるマイナスの記号は、許容差が実際の入力値から除されたことを示すものに過ぎないことに注意してください。TCP の位置が安全面で特定された限界を超えた場合(許容差無し)、安全システムは、停止カテゴリ0を実行します。

トリガー減少モード平面の効果

予防停止が有効でなく、安全システムが特殊な回復モードに無い時(「1.21.6. 安全モード ページ86」を参照)は、標準または減少モードのいずれかで動作し、ロボットアームの動きはそれぞれの限界セットにより制限されます。

安全システムはデフォルトで標準モードになっています。これは、以下のいずれかが発生した場合、減少モードに遷移します。

1. ロボットTCPが一部のトリガー減少モード平面を超えた位置にある場合。すなわち、平面の視覚表現にある小さな矢印の方向とは反対の平面の側面に位置する場合。
2. Reduced Mode安全入力機能が構成され、入力信号が弱い場合(詳細は「1.21.13. 安全 I/O ページ98」を参照)。

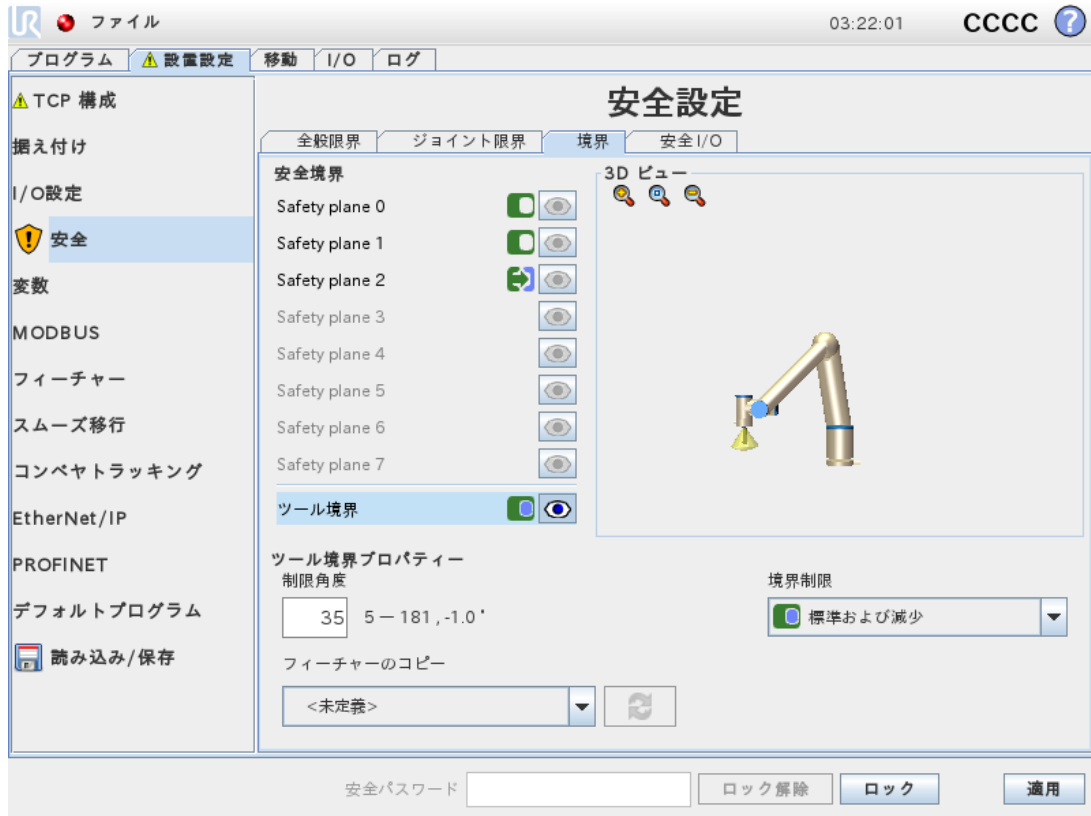
上記のいずれにも該当しない場合、安全システムは標準モードに戻ります。

標準モードから減少モードへの移行がトリガー減少モード面を超えたことにより発生した場合、標準モードの限界セットから減少モード限界セットへの移行が発生します。ロボットTCPとトリガー減少モード面の距離が20mm以下になると(依然として標準モード側にある場合)、より許容的な標準または減少モードの限界が各限界値に適用されます。ロボットTCPがトリガー減少モード面を超えると、標準モードの限界セットはアクティブでなくなり、減少モードの限界セットが実行されます。

減少モードから標準モードへの移行がトリガー減少モード面を超えたことにより発生した場合、減少モードの限界セットから標準モードの限界セットへの移行が発生します。ロボットTCPがトリガー減少モード面を超えると、より許容的な標準または減少モードの限界が各限界値に適用されます。ロボットTCPの位置とトリガー減少モード面の距離が(標準モード側で)20mm以上になると、減少モードの限界セットはアクティブでなくなり、標準モードの限界セットが実行されます。

ロボットTCPの予測軌道がトリガー減少モード平面を超える場合、ロボットアームは新たな限界セットでジョイント速度、ツール速度または運動量限界を超えそうになると、その平面を越える前に減速を開始します。減少モードの限界セットではこれらの限界をより厳しく制限する必要があるため、標準モードから減少モードへ移行する場合のみ、このような事前の減速が発生することがあります。

ツール境界の構成



タブの下にあるTool Boundary Propertiesパネルは、目的のツール方向とこの方向から許可されている最大逸脱量の値から構成されるロボットツールの方向に関する限界を定義します。

制限角度

[Deviation]テキストフィールドには、ロボットツールの方向の目的の方向からの最大許容逸脱量の値が表示されます。この値の変更は、テキストフィールドをタップして、新しい値を入力することで行います。

テキストフィールドの横に、許可された値の範囲が、逸脱の許容差と単位と一緒に表示されます。

フィーチャーのコピー

ロボットツールの目的の方向は、現在のロボット設置設定のフィーチャー(「1.24.12. [設置設定] → [フィーチャー] ページ134」を参照)を使って指定されます。選択されたフィーチャーのz軸を、この限界の希望するツール方向ベクトルとして使用します。

フィーチャーは、[安全面プロパティ] セクションの左下の部分にあるドロップダウンを使用して選択します。点と平面のタイプのフィーチャーが利用できます。<Undefined> 項目を選択すると、平面の構成がクリアされます。

フィーチャーを選択して限界を設定した場合は、方向情報は限界にコピーされるのみで、限界はそのフィーチャーに関連付けされないことに注意してください。これは限界の設定に使用したフィーチャーの位置や方向に変更があると、限界が自動的に更新されないことを意味します。フィーチャーが変更されると、⚠ アイコンが表示されます。このアイコンは、選択したフィーチャーが設置設定から削除されたときも表示されます。👁 ボタン(セクターの横)をクリックし、限界をフィーチャーの現在の方向で更新します。⚠ アイコンはフィーチャーセクターの上にあります。クリック

安全モード

[Tool Boundary Properties] パネルの右側にあるドロップダウンメニューを使って、以下の中からツール方向境界の安全モードを選択します。以下のオプションが利用できます。

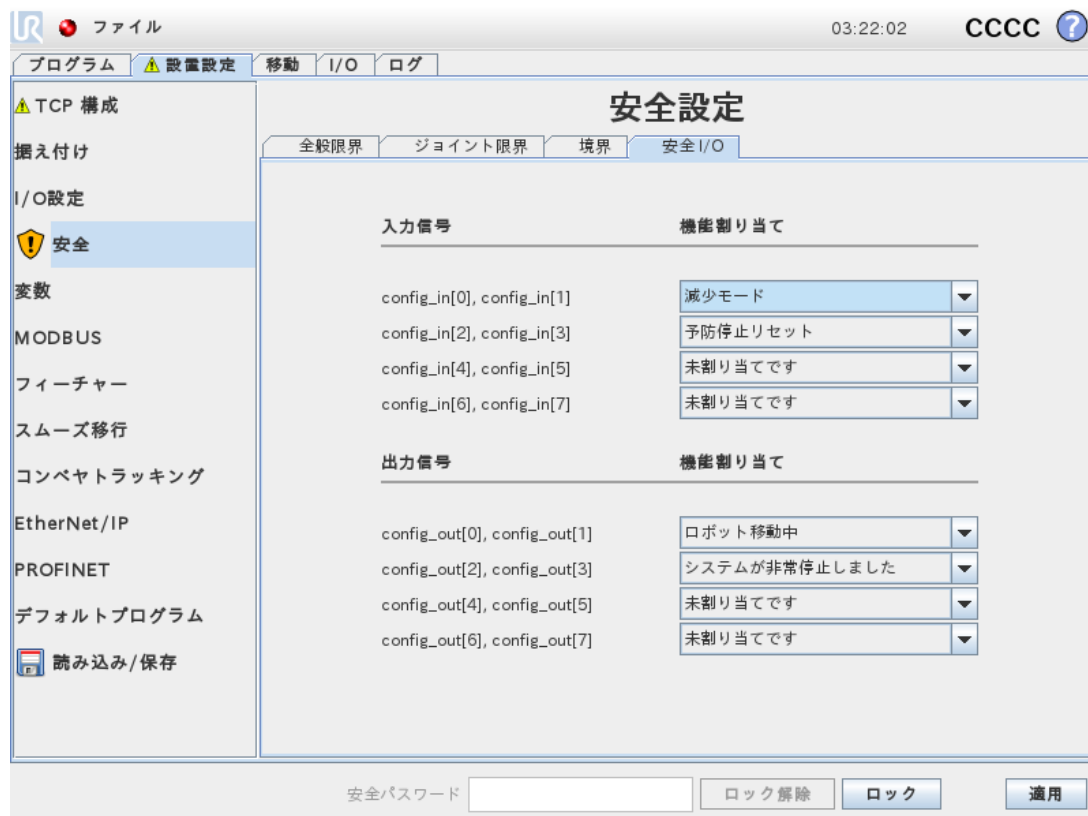
Disabled	ツール境界限界はアクティブではありません。
Normal	安全システムが標準モードの時、ツール境界限界は有効です。
Reduced	安全システムが減少モードの時、ツール境界限界は有効です。
Normal & Reduced	安全システムが標準モードか減少モードのいずれかの場合、ツール境界限界は有効です。

選択した安全モードが[安全境界]パネルにある対応項目のアイコンで示されます。安全モードが無効に設定されていると、アイコンは表示されません。

効果

ツール方向の逸脱量が入力された最大逸脱量から許容差を除した(「1.21.4. 許容差 ページ86」を参照)量を超えそうになると、予測軌道に沿って動き続ける場合にプログラムの実行が中断されます。各許容差値と共に表示されるマイナスの記号は、許容差が実際の入力値から除されたことを示すものに過ぎないことに注意してください。ツール方向の逸脱量が限界を超えた場合(許容差無し)、安全システムは、停止カテゴリー0を実行します。

1.21.13. 安全 I/O



この画面では、構成可能な入出力 (I/O) の安全機能を定義します。I/Oには入力と出力があり、各機能がカテゴリ1-3とPLd I/Oを提供するようになっています。

各安全機能は1対のI/Oしか制御できません。2度目に同じ安全機能を選択しようとすると、以前に定義したI/Oの最初の対から削除されてしまいます。入力信号には5つ、出力信号には5つの安全機能があります。

注: 安全機能をワンセットのピンに適用すると、[I/O設定] でピンに指定されたすべてのI/O処理が無視されます(「1.24.8. [設置設定] → [I/O設定] ページ126」を参照)。

入力信号

入力信号については、システム非常停止、減少モード、予防停止リセット、3ポジション有効化機器 and 運用モードを安全機能として選択できます。

システム非常停止

設定済みの場合、さらにもう一つの[非常停止] ボタンをティーチペンダントの[非常停止] ボタンに加えて追加することが出来ます。この機能を使用するにはISO 13850 規格に適合するデバイスが必要です。

減少モード

すべての安全限界には、適用可能な2つのモードがあります: デフォルトの安全設定を指定する標準モードと減少モードです(詳しくは「1.21.6. 安全モード ページ86」を参照)。この入力安全機能が選択されると、入力にLow信号が与えられた場合に安全システムが減少モードに移行します。必要な場合、ロボットアームは減速して減少モードの限界セットを満たします。ロボットアームは減少モードの限界のいずれかに違反したとき、停止カテゴリ0を実行します。標準モードへの移行も同様に発生します。また、安全平面も同様に減少モードに移行する場合があります(詳しくは「安全平面の構成 ページ94」を参照)。

予防停止リセット

予防停止が安全 I/Oで配線されている場合、リセットがトリガーされるまで予防停止状態が確実に継続されるよう、この入力を使用されます。ロボットアームは予防停止状態では作動しません。



警告

デフォルトでは、予防停止リセット機能は入力ピンの0と1に設定されています。これを無効化すると、ロボットアームは入力が上昇するとすぐに予防停止しなくなります。つまり、予防停止リセットなしでは、予防停止入力SI0とSI1(「ハードウェアインストールマニュアル」を参照) が予防停止状態が有効かどうかを単独で判断することになります。

3ポジション有効化機器 and 運用モード

これらにより、ロボットの設定とプログラミング作業中に、3位置を有効化するデバイスを追加予防措置として使用することが出来ます。3ポジション有効化機器入力を設定すると、ロボットは「実行モード」または「プログラミングモード」になります。右上に現在の運用モードを示すアイコンが表示されます:

- **実行モード:** ロボットは定義済みのタスクのみを実行します。[移動] タブとフリードライブモードは利用できません。
- **プログラミングモード:** 実行モードにおける制限は、解除されます。3ポジション有効化機器入力が

Lowの場合、ロボットは予防停止であり、スピードスライダは通常モードの250 mm/sに対応する初期値に設定されています。

ただし、縮小モードではスケーリングが通常モードと変わらないため、スピードスライダが常に250 mm/sに達するとは限りません。代わりに、通常モードよりも低い割合までスケールできます。

スピードスライダを徐々に上げ、より高速にすることができます。スピードスライダは、3ポジション有効化機器入力LowからHighになるとLowの値にリセットされます。

運用モードの選択を設定する方法は2つあります：

1. 運用モードを外部のモード選択デバイスで選択するには、運用モードの入力を設定してください。3ポジションイネーブルデバイス入力が設定されると、ドロップダウンメニューに設定オプションが表示されます。ロボットは入力がLowの場合に運用モード、Highの場合にプログラミングモードになります。
2. Polyscopeから運用モードを選択するには、3ポジション有効化機器入力のみを設定し、安全設定に適用する必要があります。この場合、初期設定モードは実行となります。プログラミングモードに切り替えるには、[ようこそ]画面で[ロボットのプログラム]ボタンを選択してください。実行モードに戻すには、[ロボットのプログラム]画面を終了してください。



注

- 3ポジション有効化機器が有効な安全I/O設定が確認されると、[ようこそ]画面が自動的に表示されます。[ようこそ]画面は、運用モードがプログラミングから実行に変わったときも自動的に表示されます。
- 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。
- イネーブルスイッチ、およびその挙動、パフォーマンス特性、および作業はISO 10218-1: 第 5.8.3 項を完全遵守する必要があります。

出力信号

出力信号については、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：

System Emergency Stop

Low信号は、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にトリガーされた場合のみ与えられます。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は、Low信号は与えられません。

**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取得する外部機械は、ISO 13850規格に準拠している必要があります。ロボットの非常停止入力に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。このような場合、システム非常停止出力は外部非常停止デバイスが解除された際にHighになります。これは、外部の機械で非常停止状態がリセットされ、ロボットのオペレーターによる手動操作が不要であることを意味します。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。

Robot Moving

ロボットアームが移動状態になるたびに、Low信号が与えられます。ロボットアームが固定位置にあると、High信号が与えられます。

Robot Not Stopping

信号は、ロボットが停止中、または非常停止か予防停止によって停止作業中の時はHighになります。それ以外では、信号はLowです。

Reduced Mode

ロボットアームが減少モードにある場合、または安全入力がReduced Mode入力で構成されており、信号が現在Lowである場合にLow信号を送信します。それ以外は、信号はHighです。

Not Reduced Mode

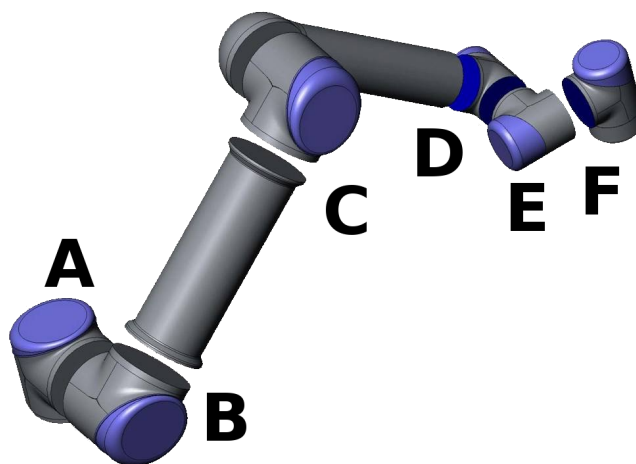
これは上記で定義したReduced Modeの逆になります。

-
1. ISO 13849-1に準拠しています。詳細は用語集を参照してください。 [↩](#)



1.22. プログラミング開始

1.22.1. はじめに



CF: 13.1: ロボットのジョイントA: ベース、B: ショルダー、C: エルボーおよびD、E、F: リスト 1、2、3

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。ジョイントとその通常の名前を図 **CF: 13.1** に示します。ベースはロボットを据え付ける部分で、反対端(リスト 3)にはロボットのツールが取り付けられます。各ジョイントの運動を連携させることで、ベースのすぐ上と下を除き、ロボットはツールを自由に移動させることができます。

PolyScopeは、ロボットアームとコントロールボックスを操作できるグラフィカルユーザインタフェース(GUI)で、ロボットのプログラムを実行して、簡単に新しいものを作成できます。

以下のセクションでは、ロボットの起動方法を扱います。続いて、PolyScopeの画面と機能を詳しく説明します。



警告

1. ハードウェアインストールマニュアルには重要な安全情報が含まれています。URロボットのインテグレーターは、ロボットの電源を最初にオンにする前に必ずこれを読んで理解するようにしてください。
2. インテグレーターは、ロボットの電源を最初にオンにする前にリスクアセスメントで定義された安全設定パラメーターを設定する必要があります。「[1.21. 安全設定ページ83](#)」の章を参照してください。

1.22.2. スタートアップ

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を設置設定して、コントロールボックスのスイッチを入れます。

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を設置設定するには、以下の手順に従います。

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. 基部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. ロボットケーブルをロボットとコントロールボックスの間につなぎます。
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。

**警告**

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。

詳しい設置設定の手順は、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。ロボットアームを任意の作業で使用する前に、必ずリスクアセスメントを実施します。

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、タッチ画面のあるパネル前面にある電源ボタンを押してオンにします。このパネルは、通常はティーチペンダントと呼ばれます。コントロールボックスをオンにすると、基盤となるオペレーティングシステムからのテキストがタッチ画面に表示されます。約1分後に数個のボタンが画面に表示され、ポップアップによって初期化画面に案内されます(「[1.22.6. 初期化画面 ページ108](#)」を参照)。

画面の緑の電源ボタンを押すか、ようこそ画面の[シャットダウン]ボタンを使用して、コントロールボックスをシャットダウンします(「[1.22.5. ようこそ画面 ページ107](#)」を参照)。

**警告**

壁ソケットから電源コードを抜いてシャットダウンすると、ロボットのファイルシステムが破損し、ロボットが誤動作を起こす恐れがあります。

ロボットアームのオンとオフ切り替え

ロボットアームの電源がオンになれば、すべての緊急停止ボタンが作動していない限り、ロボットの電源をオンにできます。初期化画面(「[1.22.6. 初期化画面 ページ108](#)」を参照)で[オン]ボタンに触れ、[起動]ボタンを押すとロボットアームの電源をオンにすることができます。ロボットを起動すると、ノイズを発しながら、ブレーキを解除しながら少し動きます。

ロボットアームの電源は、初期化画面の[オフ]ボタンに触れるとオフにすることができます。ロボットアームはコントロールボックスがシャットダウンしたときにも自動的に電源がオフになります。

1.22.3. 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。PolyScopeでは、プログラミング経験がほとんどない方でもロボットをプログラムできるようになっています。ほとんどの作業では、プログラミングはすべてタッチパネルだけででき、暗号のようなコマンドを入力する必要はありません。

ツールの運動はロボットアームに動き方を教示するためのロボットプログラムの一部です。PolyScopeでは、ツールの運動を連続するウェイポイントを用いて設定します。このウェイポイントの組み合わせで形成されるパスにロボットアームは従います。ウェイポイントの設定には、移動タブを使用し、手動でロボットを特定の位置まで動かしますが、ソフトウェアに計算させて設定することも可能です。[移動]タブ(「[1.24. ロボット制御 ページ115](#)」を参照)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[フリードライブ] ボタンを後ろ側に押さえ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。

ウェイポイントを通して動かせるほか、プログラムではロボットのパスの特定のポイントで他の機械にI/O信号を送ることができ、変数やI/O信号に基づいて、if...then や loop などのコマンドを実行することができます。

以下は起動させたロボットアームの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. [ロボットのプログラム] ボタンに触れ、[空のプログラム] を選択します。
2. [次へ] ボタン(画面右下)に触れて、画面左側にあるツリー構造から<空>行を選びます。
3. [構造] タブに移動します。
4. [移動] ボタンに触れます。
5. [コマンド] タブに移動します。
6. [次へ] ボタンをタップし、[ウェイポイント] 設定に移動します。
7. "?" マークの横にある[このウェイポイントを設定する] ボタンを押します。
8. 移動画面で、さまざまな青色の矢印を押してロボットを動かすか、ティーチペンダントの裏にあるフリードライブボタンを押したままロボットアームを引っ張ってロボットを動かします。
9. [OK] を押します。
10. [ウェイポイントを前に追加] を押します。
11. "?" マークの横にある[このウェイポイントを設定する] ボタンを押します。
12. 移動画面で、さまざまな青色の矢印を押してロボットを動かすか、フリードライブボタンを押したままロボットアームを引っ張ってロボットを動かします。
13. [OK] を押します。
14. これでプログラムの準備ができました。「Play」記号を押すと、ロボットは2つのポイントの間を動きまわります。離れて立ち、緊急停止ボタンに指を掛けたまま、「Play」を押します。
15. おめでとうございます！ これで、ロボットが定められた2つのウェイポイントの間を動く、最初のロボットプログラムができました。



警告

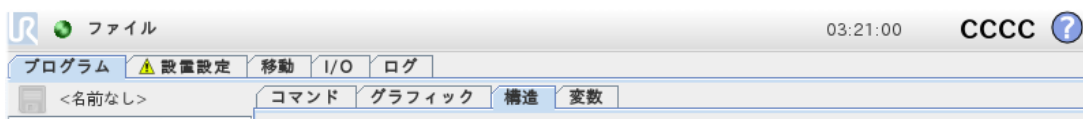
1. ロボットに損傷を与える可能性があるため、ロボットをそれ自体や他の物体に対して駆動しないでください。
2. 頭部と胴部をロボットの到達範囲(作業空間)内に入れないでください。指が挟まれるような場所に指を入れないでください。
3. これは、UR ロボットを使うのがいかに簡単化を示すクイックスタートガイドです。危険のない環境で慎重に使用することを想定しています。デフォルト値より速度や加速度を上げないでください。ロボットを作動させる前に必ずリスクアセスメントを実施してください。

1.22.4. PolyScope プログラミングインターフェース

PolyScope はコントロールボックスに取り付けられたタッチ画面で操作できます。



上図はようこそ画面です。画面の青み掛かった領域は、指やペンの反対側で画面を押すことによって操作することができるボタンです。PolyScopeの画面は階層構造になっています。プログラミング環境では画面がタブに配置されており、各画面に簡単にアクセスできます。



この例では最上位階層で[プログラム]タブが選択され、その下の[構造]タブが選択されています。[プログラム]タブは現在読み込まれたプログラムの情報を保持しています。[移動]タブを選択すると、画面は[移動]画面に変わり、そこからロボットを移動できます。同様に、[I/O]タブを選択すると、現状の電気I/Oの状態をモニターし、変更することができます。

コントロールボックスまたは教示ペンダントにマウスやキーボードを接続することもできますが、必須ではありません。ほとんどすべてのテキストフィールドはタッチ操作が可能です。タッチすると、画面上にキーパッドがキーボードが表示されます。

PolyScope のさまざまな画面を、以降のセクションで説明します。

1.22.5. ようこそ画面



コントローラー PC が起動すると、ようこそ画面が表示されます。この画面では、次のオプションが利用できます。

- **プログラムの実行**: 既存のプログラムを選択し、実行します。これはロボットアームとコントロールボックスを作動させる最も簡単な方法です。
- **ロボットのプログラミング**: プログラムを変更する、または新規プログラムを作成します。
- **ロボットの設定**: 言語変更、パスワード設定、ソフトウェアアップデートなど。
- **ロボットのシャットダウン**: ロボットアームの電源を切り、コントロールボックスをシャットダウンします。
- **詳細情報**: ソフトウェア、バージョン、ホスト名、IPアドレス、シリアル番号、法的情報に関する詳細情報を提供します。

1.22.6. 初期化画面



この画面では、ロボットの初期化を制御します。

ロボットアーム状態インジケータ

ステータスLEDは、ロボットアームの実行状態を表します。

- 明るい赤のLEDは、ロボットアームが現在停止状態にあり、複数の理由があることを示します。
- 明るい黄色のLEDは、ロボットアームに電源が入っているが、通常作動の準備は整っていないことを示します。
- 最後に、明るい緑のLEDは、ロボットアームに電源が入っており、通常作動の準備が整っていることを示します。

LEDの横に表示されるテキストは、ロボットアームの現在の状態を特定します。

アクティブな有効荷重とインストール

ロボットアームに電源を入れると、ロボットアームの作動時にコントローラーが使った有効荷重質量が、小さな白いテキストフィールドに表示されます。この値は、テキストフィールドをタップして新しい値を入力することで変更できます。

注：この値を設定してもロボットの設置設定の有効荷重は変更されません(「[1.24.6. \[設置設定\]](#) → [\[TCP構成\] ページ121](#)」を参照)。コントローラーで有効荷重質量を使用できるように設定するのみです。

同様に、現在読み込まれている設置設定ファイルの名前は、グレーのテキストフィールドに表示されます。テキストフィールドをタップするか、その横にある**[読み込み]** ボタンを使うと別の設置設定を読み込むことができます。または、画面の下部に3Dビューの横にあるボタンを使って、読み込んだ設置設定のカスタマイズをすることもできます。

ロボットアームを起動する前に、アクティブな有効荷重と設置設定がロボットアームの現状と対応していることを確認することが重要です。

ロボットアームの初期化



警告

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。これらの設定が間違っていると、ロボットアームとコントロールボックスが正しく作動せず、周囲の要員や機器に危険を及ぼすことがあります。



注意

ロボットアームが障害物やテーブルに触れている場合は、ロボットアームが障害物に当たるとジョイントギアボックスが損傷することがあるため、細心の注意を払ってください。

その上に緑色のアイコンが付いた大きなボタンは、ロボットアームの実際の初期化を行うためのものです。その上のテキストとそれが実行するアクションは、ロボットアームの現状によって異なります。

- コントローラーPCが起動した後は、ロボットアームに電力を供給するためにボタンを一度タップする必要があります。ロボットアームの状態が「**電源オン**」に変わり、最終的に「**アイドル**」になります。緊急停止の状態にあると、ロボットアームの電源をオンにできないので、ボタンは無効化されることにご留意ください。
- ロボットアーム状態が「**アイドル**」の場合は、ボタンを再度タップしてロボットアームを再起動する必要があります。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。

据え付けチェックが終わったら、ボタンをタップするとすべてのジョイントブレーキが解除され、ロボットアームの通常作動の準備が整います。ブレーキを解除する間、ロボットはノイズを発しながら、少し移動します。

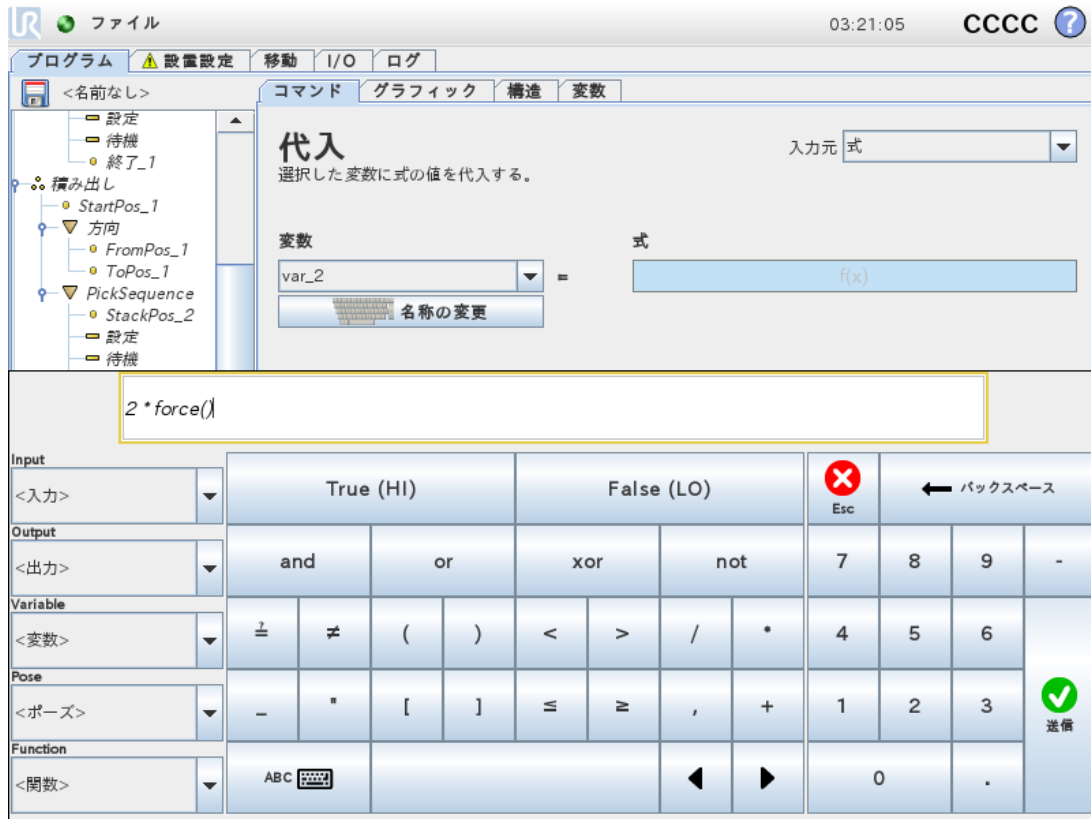
- 起動後にロボットアームが安全限界の1つを超えた場合は、特別な**回復モード**で動作します。このモードでボタンにタップすると、ロボットアームが安全限界内に戻る回復移動画面に切り替わります。
- 障害が発生した場合は、ボタンを使ってコントローラーを再起動できます。
- コントローラーが現在実行されていない場合は、ボタンをタップすると起動します。

最後に、赤いアイコンがある小型のボタンは、ロボットアームの電源を切るためのものです。



1.23. エディター画面

1.23.1. 式エディター画面



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、乗算を表す * 記号や「以下」を表す ≤ 記号など、式の特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。定義済みの変数はすべて Variable selector, while the names of the input and output ports can be found in the Input and Output selectors. Some special functions are found in Functionで確認できます。

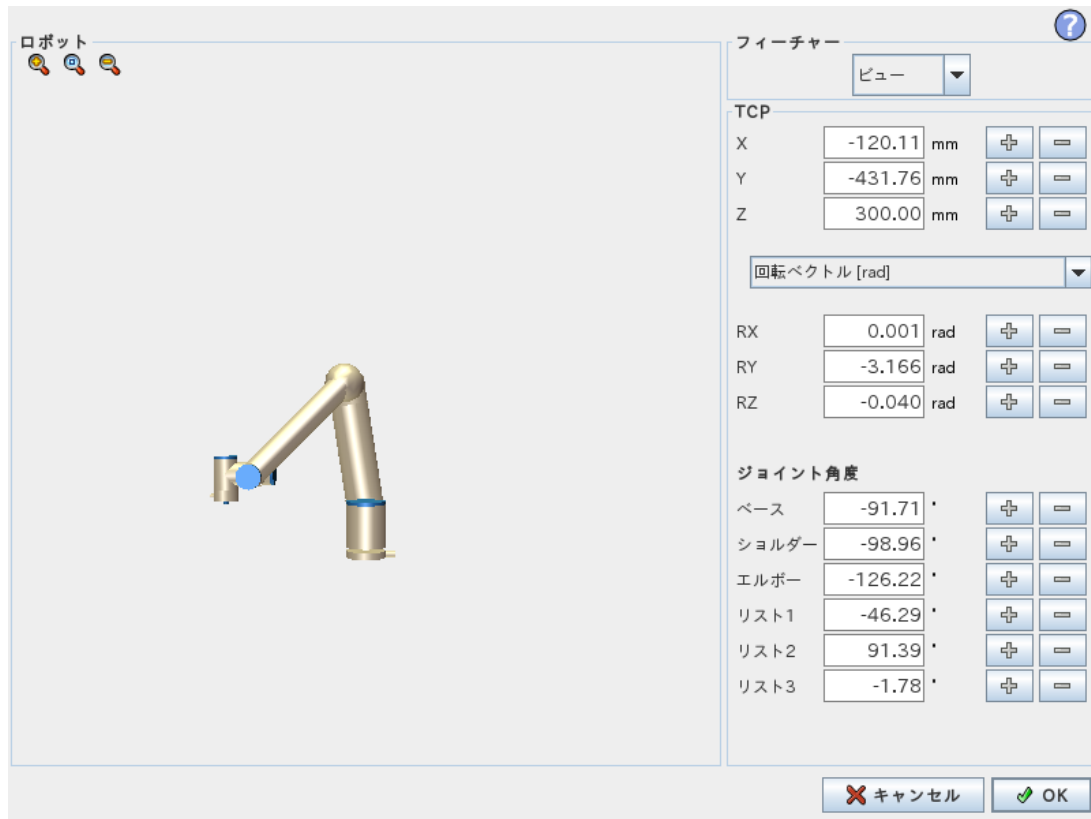
[OK] ボタンを押すと式の文法ミスがチェックされます。[キャンセル] ボタンを押すと画面を終了し、変更をすべて破棄します。

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
```

1.23.2. ポーズエディター画面

この画面では、ロボットツールのターゲットのジョイント位置またはターゲットのポーズ(位置と方向)を指定できます。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

ロボットアームの現在の位置と指定された新しいターゲット位置が3Dグラフィックに表示されます。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」は画面の右側で指定された値で制御されるロボットのターゲット位置を示します。拡大鏡アイコンを押して拡大/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平面またはトリガー平面に近くなる、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(「[1.21.12. 境界 ページ92](#)」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。

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。トリガー平面は青と緑、および平面の側面を指す小さな矢印で表示されます。ここでは、標準モードの限界(「[1.21.6. 安全モード ページ86](#)」を参照)が有効になっています。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

画面の右上に、フィーチャーセクターがあります。フィーチャーセクターは、どのフィーチャーがロボットアームを相対的に制御をするかを定義します

フィーチャーセレクターの下には、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。複数の名前付きTCPの設定に関する詳細は、「[1.24.6. \[設置設定\] → \[TCP 構成\] ページ121](#)」を参照してください。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。X, Y and Z control the position of the tool, while RX, RY and RZはツールの方向を制御します。

RX, RY and 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、方向の表現を選択します。使用可能なタイプは、以下の通りです:

- **回転ベクトル [rad]** 方向は回転ベクトルとして与えられます。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与えられ、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) のラジアン表示の角度になります。RPY 回転行列 (X, Y, Z 回転) は次のように指定されます。

$$R_{py}(\gamma, \beta, \alpha) = RZ(\alpha) \cdot RY(\beta) \cdot RX(\gamma)$$

- **RPY [°]** ロール、ピッチ、ヨー (RPY) の度数表示の角度になります。

座標軸をクリックすることで値を編集できます。ボックスの右側にある+ or -ボタンをクリックすると、現在の値に対する加算や除算を行うことができます。ボタンを押し続けると、値が直接増減されます。ボタンを押し続ける時間が長いほど、増減の量も増えます。

ジョイント角度

個々のジョイント位置を直接指定することができます。各ジョイント位置には、 $-360^{\circ} \sim +360^{\circ}$ の範囲の値を指定でき、これがジョイント限界になります。ジョイント位置をクリックすることで値を編集できます。ボックスの右側にある+ or -ボタンをクリックすると、現在の値に対する加算や除算を行うことができます。ボタンを押し続けると、値が直接増減されます。ボタンを押し続ける時間が長いほど、増減の量も増えます。

[OK] ボタン

[移動] タブからこの画面が有効化された場合 (「[1.23. ロボット制御、ページ119](#)」を参照)、[OK] ボタンをクリックすると[移動] タブに戻り、ロボットアームが指定したターゲットに移動します。最後に指定した値がツール座標軸の場合、ロボットアームはMoveL運動タイプを使ってターゲット位置に移動します。一方、ジョイント位置が最後に指定された場合、ロボットアームはMoveJ運動タイプを使ってターゲット位置に移動します。異なる運動タイプについては、「[移動のタイプ ページ155](#)」に説明があります。

[キャンセル] ボタン

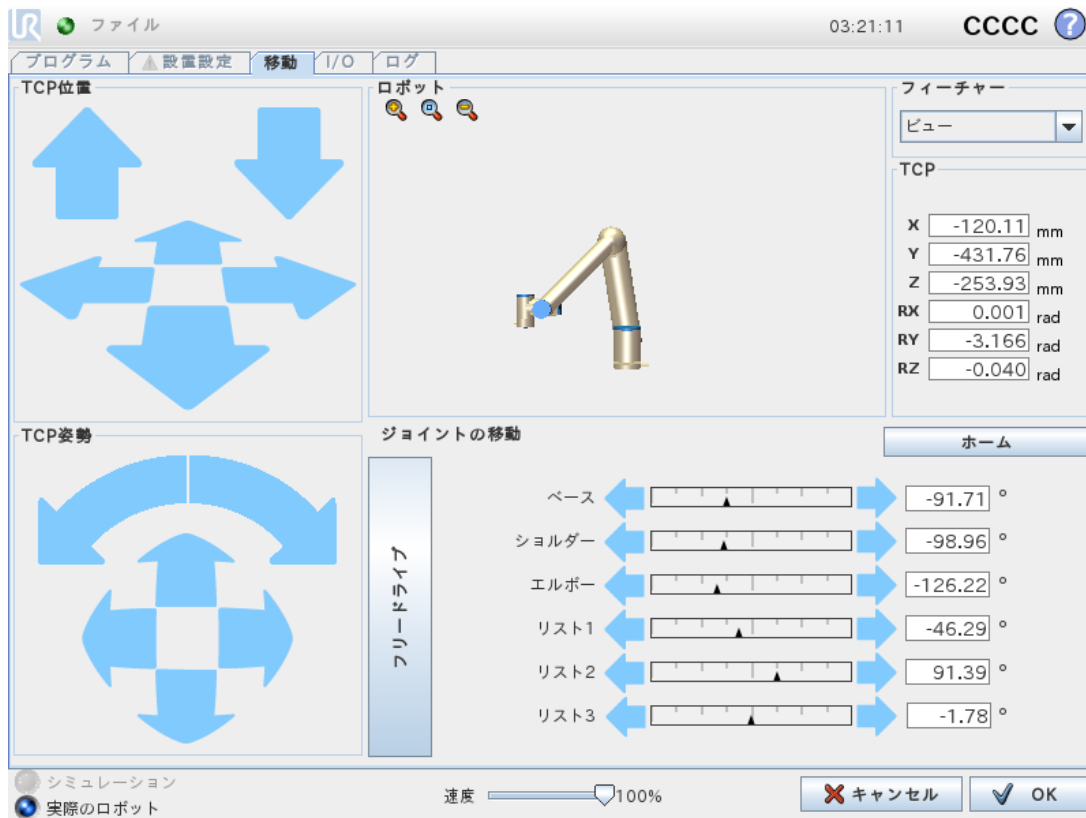
[Cancel] ボタンをクリックすると、変更をすべて破棄して画面を終了します。



1.24. ロボット 制御

1.24.1. [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、常に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。



ロボット

ロボットアームの現在の位置は3Dグラフィックで表示されます。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。最も快適にロボットアームを操作できるように、[ビュー]フィーチャーを選択し、3D図面のビュー角度を回転させて、使用するビューを実際のロボットアームに合わせます。

ロボットTCPの現在位置が安全平面またはトリガー平面に近くなる、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(「1.21.12. 境界 ページ92」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ご留意ください。

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。トリガー平面は青と緑、および平面の側面を指す小さな矢印で表示されます。ここでは、標準モードの限界(「1.21.6. 安全モード ページ86」を参照)が有効になっています。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 が限界の近くにいくと、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。

フィーチャーとツールの位置

画面の右上に、フィーチャーセレクトがあります。これは、どのフィーチャーがロボットアームを相対的に制御するかを定義します。

フィーチャーセレクトの下には、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。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。複数の名前付き TCP の設定に関する詳細は、「[1.24.6. \[設置設定\] → \[TCP 構成\] ページ121](#)」を参照してください。

値は、座標またはジョイント位置をクリックすることにより、手動で編集することができます。これにより、ツールまたはターゲットのジョイント位置にターゲットの位置と方向を指定できるポーズエディター画面（「[1.23.2. ポーズエディター画面 ページ111](#)」を参照）に移動します。

ツールの移動

- 移動矢印(上)を押し続けると、ロボットのツールチップが指定の方向に移動します。
- 回転矢印(下)を押し続けると、ロボットのツールの方向が指定の方向に移動します。回転点はツールセンターポイント (TCP) で、いわばロボットのツール上に特性点を与えるロボットアーム先端部の点です。TCP は、小さい青のボールとして描かれています。

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。ボタンを離すと、いつでも運動を停止できます

ジョイントの移動

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 -360° から $+360^{\circ}$ の範囲で移動できます。これは各ジョイントに対する水平バーで示されるデフォルトジョイント限界になります。ジョイント限界に達したジョイントは、それ以上動かすことはできません。ジョイント限界がデフォルトとは異なる位置範囲で設定されている場合（「[1.21.11. ジョイント限界 ページ91](#)」を参照）、この範囲は水平バーでは赤で表示されます。

フリードライブ

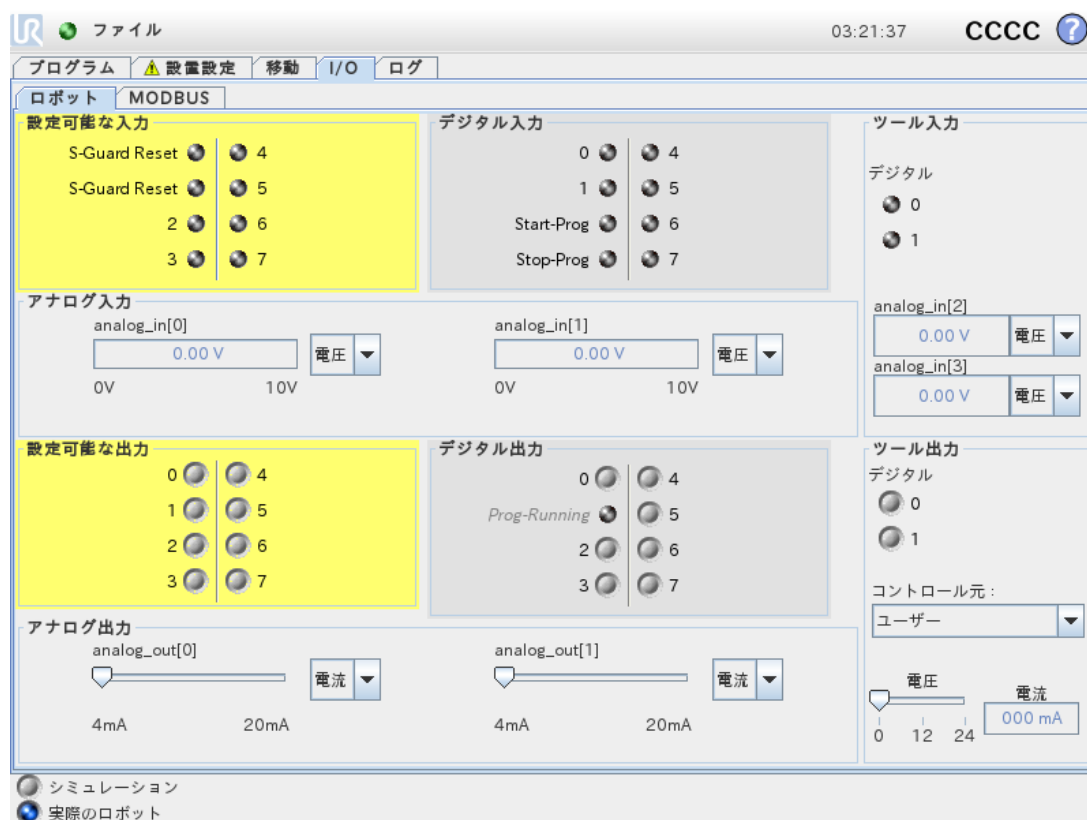
[フリードライブ] ボタンを押し続けている間は、ロボットアームを物理的に掴み、必要な場所まで引っ張ることができます。[設定] タブの重力設定（「[1.24.7. \[設置設定\] → \[据え付け\] ページ124](#)」を参照）が正しくない場合、またはロボットアームが大きな荷重を運んでいる場合は、[フリードライブ] ボタンを押すとロボットが動き始める(下がる)場合があります。このような場合には、単に再度 [フリードライブ] ボタンを離してください。



警告

1. 正しい設置設定の設定 (TCP、TCP オフセットにおけるロボット 据え付け角度や重量) 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。
2. [フリードライブ] ボタンを操作する前に、TCP設定とロボットの据え付け設定が正しく設定されていることを確認します。これらの設定が正しくないと、[フリードライブ] ボタンが有効になったときにロボットアームが移動します。
3. リスクアセスメントで許可される場合のみ、設置設定でフリードライブ機能 (インピーダンス/バックドライブ) を使用します。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。

1.24.2. [I/O] タブ



この画面では、ロボットのコントロールボックスが送受信する生のI/O信号をモニターおよび設定できます。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(「[1.21.13. 安全 I/O ページ98](#)」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切り替えることはできず、LEDとしてのみ表示されます。

信号の電気に関する詳細は、「[1.9.3. コントローラー I/O ページ28](#)」に説明があります。

電圧

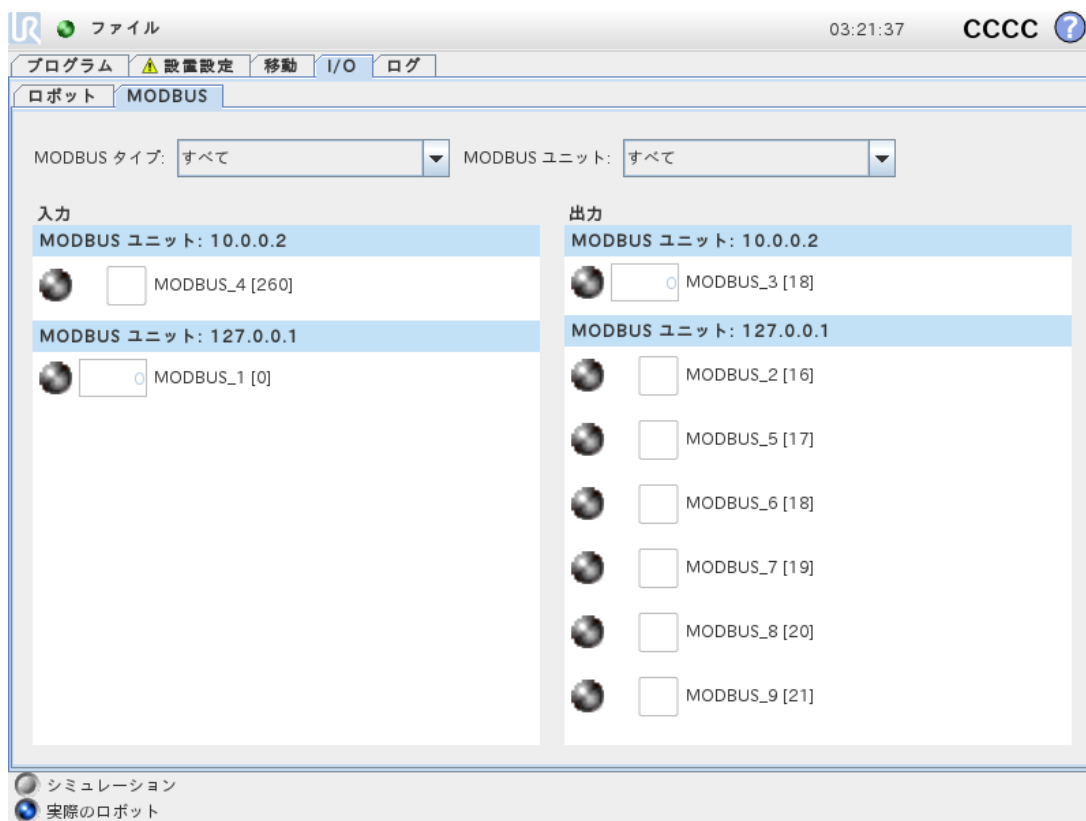
ツール出力では、ユーザーがツール出力を制御している場合のみ電圧を構成できます。URCapを選択することで、電圧へのアクセスが外れます。

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] のどちらかに設定できます。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で再起動することになっても記憶されます。URCapを選択し、ツール出力で、アナログツール入力用のドメイン設定へのアクセスを除去します。

1.24.3. MODBUS

以下のスクリーンショットは、MODBUSクライアントのI/O信号が設置設定で設定されるときのもので、画面上部にあるド롭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。接続状態とI/Oタブ制御の選択によって許可されている場合は、出力信号を切り換えることができます(「1.24.8. [設置設定] → [I/O設定] ページ126」を参照)。



1.24.4. [自動移動]タブ

[自動移動]タブは、ロボットアームを作業空間内の特定の位置に動かす際に使用します。例として、ロボットアームを実行前にプログラム開始位置に移動させる必要がある場合、またはプログラム変更中にウェイポイントに移動する場合があります。



アニメーション

アニメーションは、ロボットアームが実行しようとする運動を表します。



注意

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、障害物にぶつかることなく、ロボットアームで運動を安全に実行できることを確認します。



注意

自動移動機能は、影の軌道に沿ってロボットを移動させます衝突によって、ロボットや他の機器に損傷を与える可能性があります。

自動

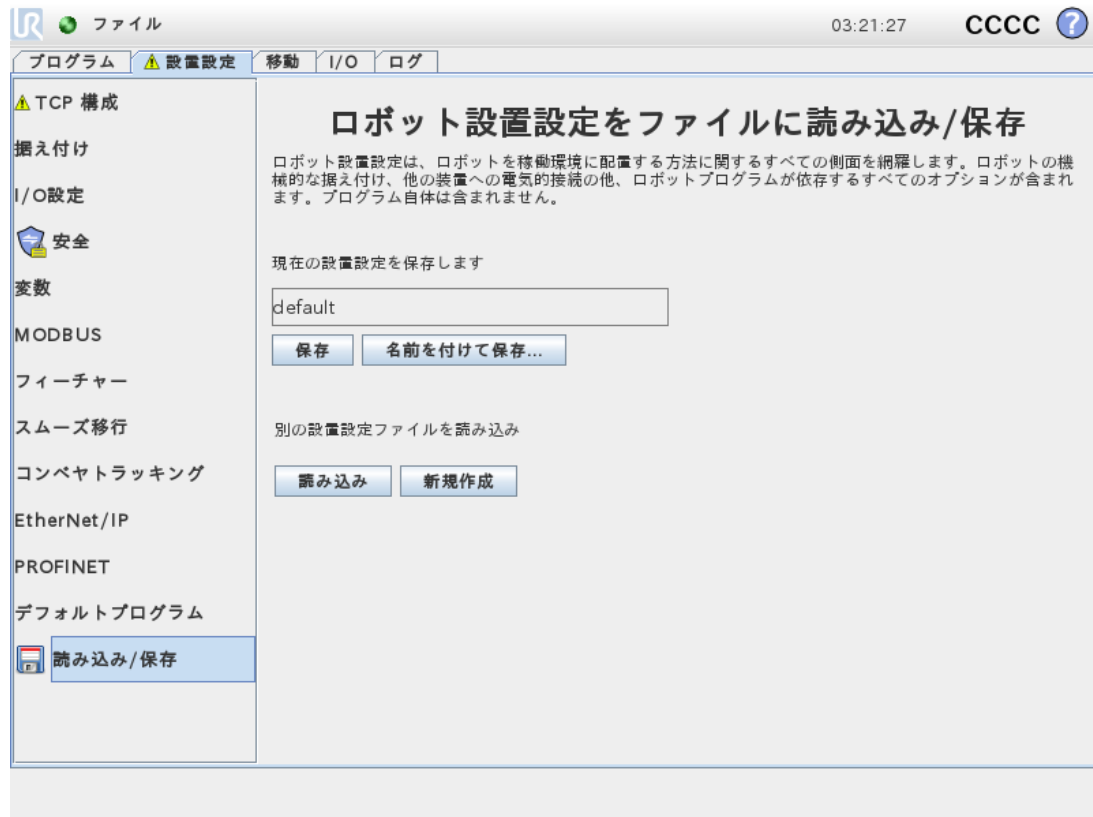
ロボットアームをアニメーション表示のように移動するには、[自動] ボタンを押し続けます。

注: ボタンを離すと、いつでも運動を停止できます。

手動

[手動] ボタンを押すと[移動] タブに移り、ロボットアームを手動で移動できるようになります。これが必要になるのは、アニメーションの運動が望ましくない場合のみです。

1.24.5. Installation → [読み込み/保存]



ロボット設置設定は、ロボットアームとコントロールボックスを稼働環境に配置する方法に関するすべての側面を網羅します。ロボットアームの機械的な据え付け、他の機器への電気的接続の他、ロボットプログラムが依存するすべてのオプションが含まれます。プログラム自体は含まれません。

これらの設定は[設置設定]タブにあるさまざまな画面を使って行えますが、[I/O]タブで設定するI/Oは除きます(「1.24.2. [I/O]タブ ページ117」を参照)。

ロボットについては、複数の設置設定ファイルを持たせることができます。作成されるプログラムにはアクティブな設置設定が使用され、使用時にはこの設置設定が自動的に読み込まれます。

設置設定に行った変更は、電源を切った後も保持できるように保存する必要があります。設置設定で未保存の変更がある場合は、フロッピーディスクアイコンが[設置設定]タブの左側の[読み込み/保存]テキストの横に示されます。

[保存]または[名前を付けて保存...] ボタンを押すと、設置設定を保存できます。または、プログラムを保存するとアクティブな設置設定が保存されます。別の設置設定ファイルを読み込むには、[読み込み] ボタンを使用します。[新規作成] ボタンを押すと、ロボット設置設定のすべての設定が工場出荷時のデフォルトにリセットされます。



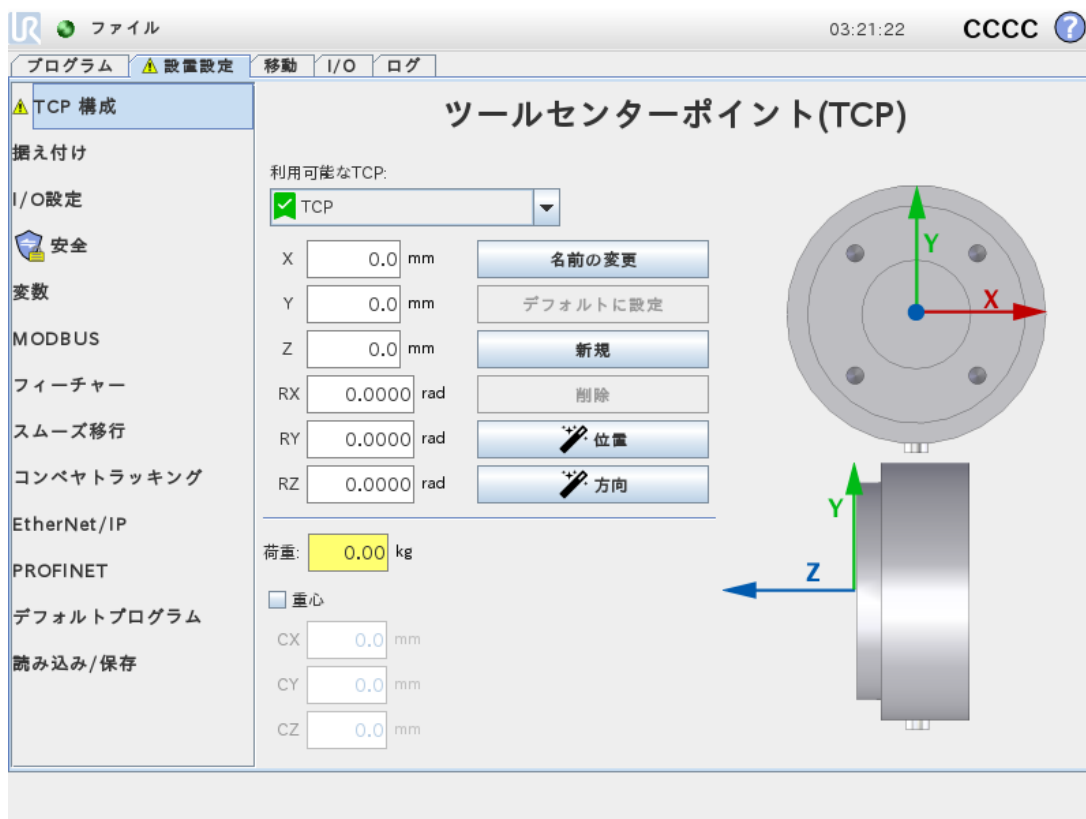
注意

ロボットをUSBドライブから読み込んだ設置設定で使用することは推奨しません。USBドライブに保存されている設置設定を使用するには、先にその設置設定を読み込んでから[名前を付けて保存...]ボタンを使用し、ローカルのprograms フォルダに保存してください。

1.24.6. [設置設定] → [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座標はTCPの位置を表します。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]タブと同様に、RX、RY、RZボックスの上にある[単位]ドロップダウンメニューを使って方向の座標を選択します(1.23.2. ポーズエディター画面 ページ111を参照)。

TCP の追加、名称変更、変更、削除

次の操作で新しいTCPの構成を開始できます。

- 固有の名前で新しいTCPを定義するには、 をタップします。新しいTCPは、ドロップダウンメニューで使用できます。
- TCPの名前を変えるには、 をタップします。
- 選択したTCPを削除するには、 をタップします。最後のTCPは削除できません。

アクティブな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。アクティブなTCPは、[移動] コマンド (「[1.25.4. コマンド: 移動 ページ155](#)」を参照) あるいは [設定] コマンドを使用して変更できます。

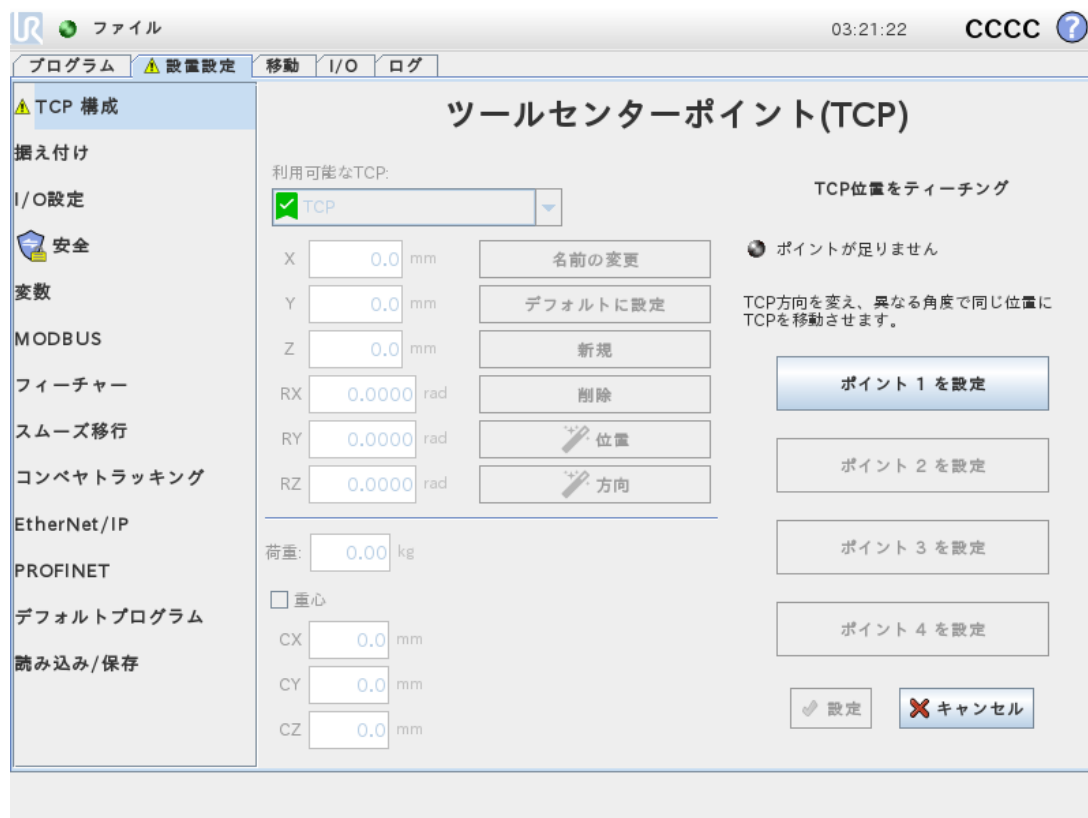
デフォルトTCP

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。

- 目的のTCPを選択し、**[デフォルトに設定]** をタップしてTCPをデフォルトに設定します。

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

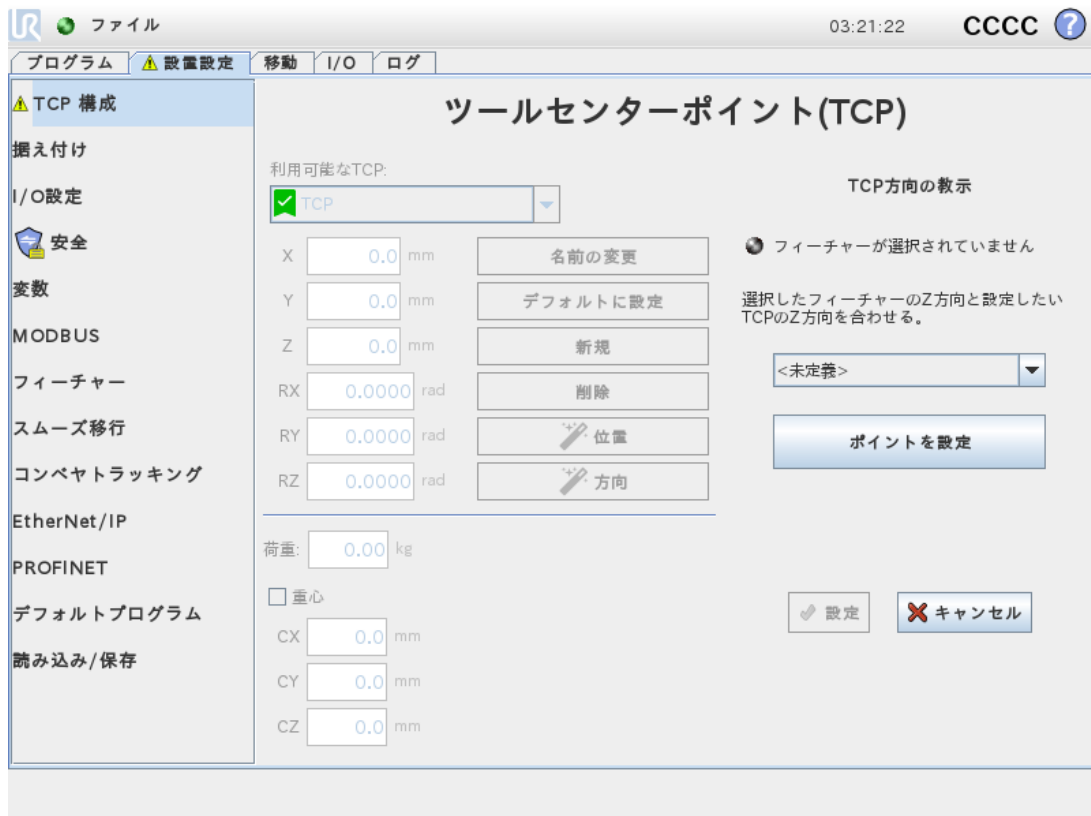


TCP 位置座標は、以下の方法で自動的に計算することができます：

1. [測定] 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、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. [測定] 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。新しいフィーチャーの定義に関する補足情報は、[1.24.12. \[設置設定\] → \[フィーチャー\] ページ134](#)を参照してください。
3. [点を設定] をタップし、移動ツールの矢印を使用して、ツールの方向と対応するTCPが選択したフィーチャーの座標系と一致する場所に位置決めをします。
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。

荷重

ロボットのツールの重量は、画面下部で指定できます。この設定を変更するには、白いテキストフィールドをタップし、新たな重量を入力します。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については、see the Hardware Installation Manual。

重心

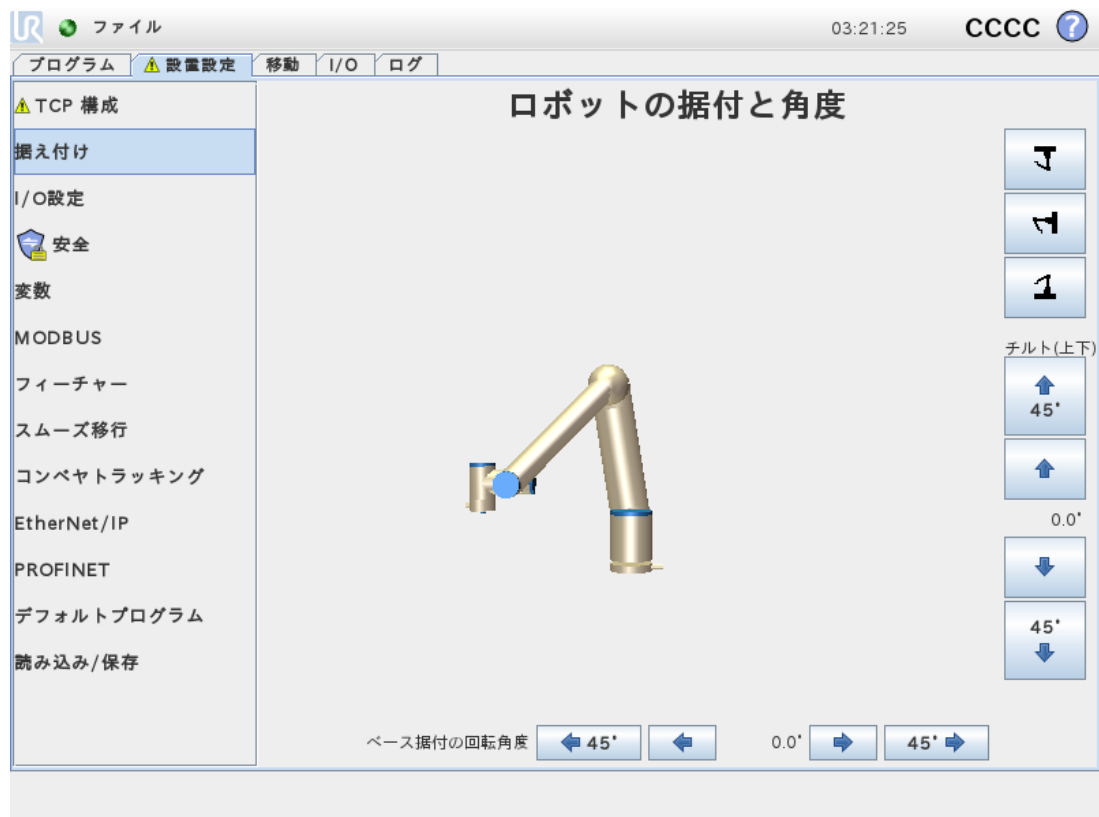
ツールの重心はCX、CY、CZの各フィールドを使用して指定します。この設定は定義されたすべてのTCPに適用されます。バージョン3.8より前に作成された設置設定は、TCPに設定されている重心をサポートします（以前に設定されていた場合）。3.8以降で重心を手動で設定している場合、TCPの重心を設定する機能は完全に無効化されます。

[カスタム慣性マトリクスを使用]を選択すると、慣性値を設定できます。

慣性は荷重の重心 (CoG) を原点とし、ツールフランジ軸に一致する軸を持つ座標系で指定されます。

デフォルトの慣性はユーザーが指定した質量を持ち、質量密度が 1g/cm^3 の球体の慣性として計算されます。

1.24.7. [設置設定] → [据え付け]



ロボットアームの据え付けを指定することには、次の2つの目的があります。

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。

高度な力学モデルによってロボットアームが滑らかで正確に動作するようになり、**フリードライブモード**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かった場合、保護停止が頻繁に発生したり、**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いたりします。

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、ボタンを使用してこれを調整する必要があります。

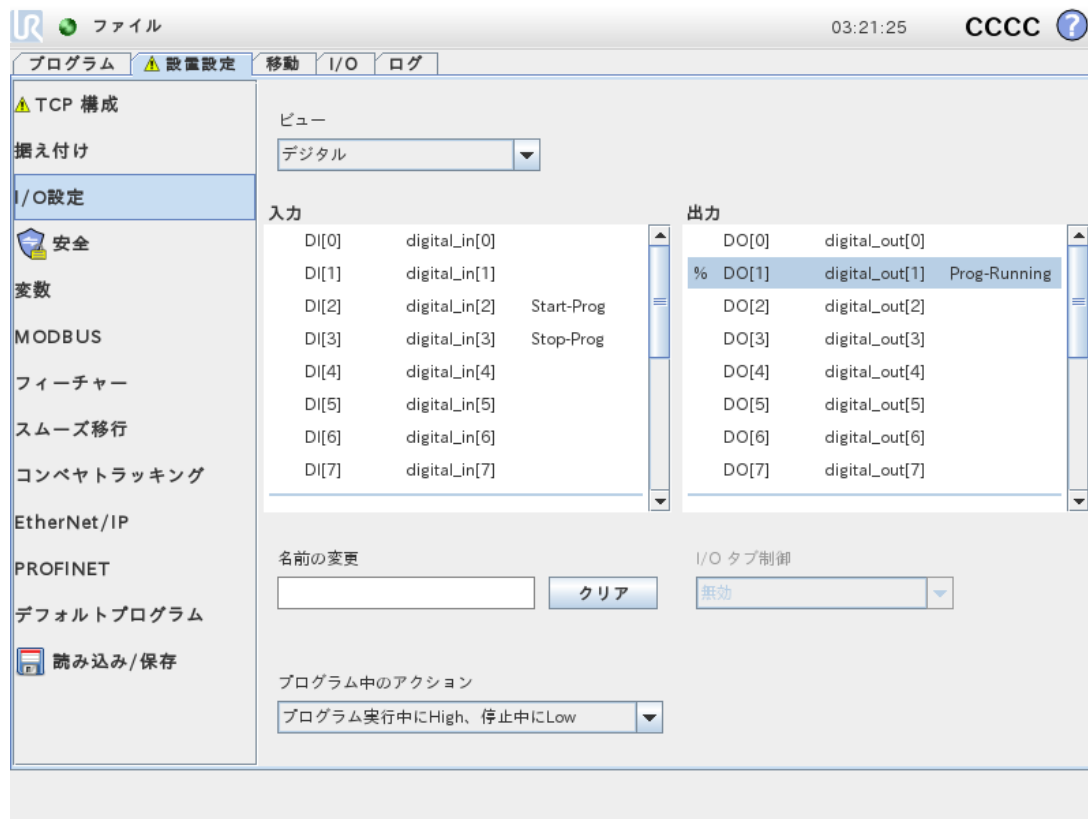
画面右側のボタンは、ロボットアーム据え付けの角度設定用です。画面右側の上から3つのボタンは、角度を**天井 (180°)**、**壁面 (90°)**、**床 (0°)** に対し設定します。**[チルト(上下)]** ボタンを押すと、任意の角度を設定できます。

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。

1.24.8. [設置設定] → [I/O設定]



[I/O設定] 画面を使用すると、[I/O] タブを操作して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。

[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。

- デジタル標準汎用、構成可能入力およびツール
- アナログ標準汎用およびツール
- MODBUS
- 汎用レジスター(ブール型、整数、浮動小数点)。汎用レジスターにはフィールドバス(ProfitnetやEtherNet/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]のセクションにリストされる信号の数を制限するには、画面上部の[ビュー]ドロップダウンメニューを使用して信号タイプに応じて表示コンテンツを変更してください。

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. 名前をデフォルト値に戻すには、[クリア]をタップします。

汎用レジスターにはユーザー定義の名前を設定し、プログラムで利用できるようにしなければなりません (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(1.25.10. コマンド: 待機 ページ168) および(1.25.17. コマンド: If ページ174) にて説明されています。名前を付けた汎用レジスターは、[式エディター]画面の[入力]または[出力]セクターで確認できます。

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

物理およびフィールドバスのデジタルI/Oを使用し、アクションを切り換えたり、プログラムの状態に反応したりできます。使用可能な入力アクションを以下に記載します。

- 起動: 立ち上がりエッジが発生した時に直近のプログラムを起動もしくは再開します。
- 停止: 立ち上がりエッジが発生した時に直近のプログラムを停止します。
- 一時停止: 立ち上がりエッジが発生した時に直近のプログラムを一時停止します。
- フリードライブ: 入力が高の場合、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同様)。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

ロボットが起動入力アクションを使用している間に停止された場合、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。

アクション	出力状態	プログラム状態
停止中にLow	Low	停止中または一時停止中
停止中にHigh	High	停止中または一時停止中
実行中にHigh、停止中にLow	Low High	実行中 停止中または一時停止中
予定外の停止でLow	Low	予定外のプログラム終了
予定外の停止でLow、それ以外ではHigh	Low High	予定外のプログラム終了 実行中、停止中または一時停止中

アクション	出力状態	プログラム状態
連続パルス	HighとLowが切り替わっている	実行中(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)

**注**

プログラムは以下のいずれかが発生すると予期せず終了します。

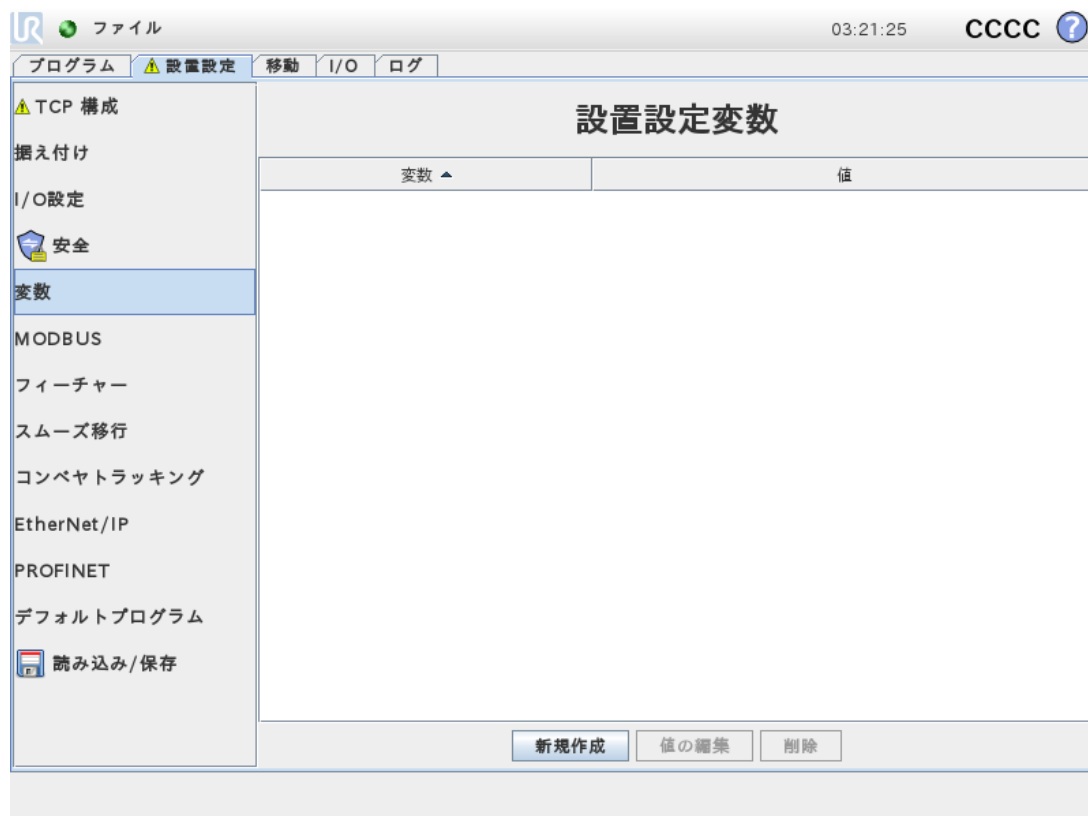
- 保護停止
- 障害
- 違反
- ランタイムの例外

I/O タブコントロール

[I/O] タブ上で出力を(プログラマーのみ、またはオペレーターとプログラマーの両方によって)制御するかどうか、あるいはロボットプログラムによって制御するかどうかを指定します。

1.24.9. [設置設定] → [安全]

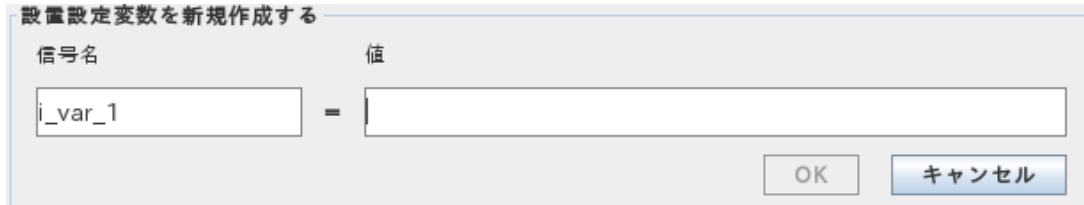
「[1.21. 安全設定 ページ83](#)」の章を参照してください。

1.24.10. [設置設定] → [変数]

[設置設定変数]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、ロボットアームや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。

設置設定変数の名前と値は設置設定と一緒に格納されるため、複数のプログラムで同じ変数を使用できます。

設置設定変数とその値は、プログラムを実行中、一時停止中、および停止中に10分間隔で自動的に保存されます。



変数の作成

1. [新規作成]をタップし、新しい変数に推奨される名前を含む[設置設定変数を新規作成する]フィールドにアクセスします。
2. [設置設定変数を新規作成する]フィールドをタップし、変数名を変更します。
3. 新しい変数名がこの設置設定で使用されていない場合は、[OK]をタップします。
4. リスト内の変数を選択肢、[値の編集]をタップして設置設定変数の値を変更します。
5. 変数を構成したら、構成を保持するために設置設定自体を保存する必要があります。

変数の削除

1. 変数を選択し、[削除]をタップします。

読み込んだプログラムがプログラム変数と同じ名前であるか、読み込んだ設置設定が設置設定変数と同じ名前である場合、プログラム変数の代わりに同じ名前の設置設定変数を使用して問題を解決するか、競合する変数名を自動的に変更して問題を解決するかを選択する必要があります。

1.24.11. [設置設定] → [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 ユニットの追加します。

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

[詳細設定を表示] (「[詳細オプションを表示する](#)」ページ133)を参照)が選択されている場合のみ使用可能です。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、実際の信号の頻度は要求よりも低くなる場合があります。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「[アドバンスオプション](#)」ページ133)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]ボタンを押して出力が設定されている場合、機能コード 0x05(単一コイル書き込み)がそれ以降は使用されます。

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フィールドに単一の値を指定する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。

アドバンスオプション

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 *modbusgetsignalstatus*、*modbussetoutputregister*、および *modbussetoutputsignal* スクリプトの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。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

応答を得ることができなかったMODBUS要求の数。

リクエストに失敗

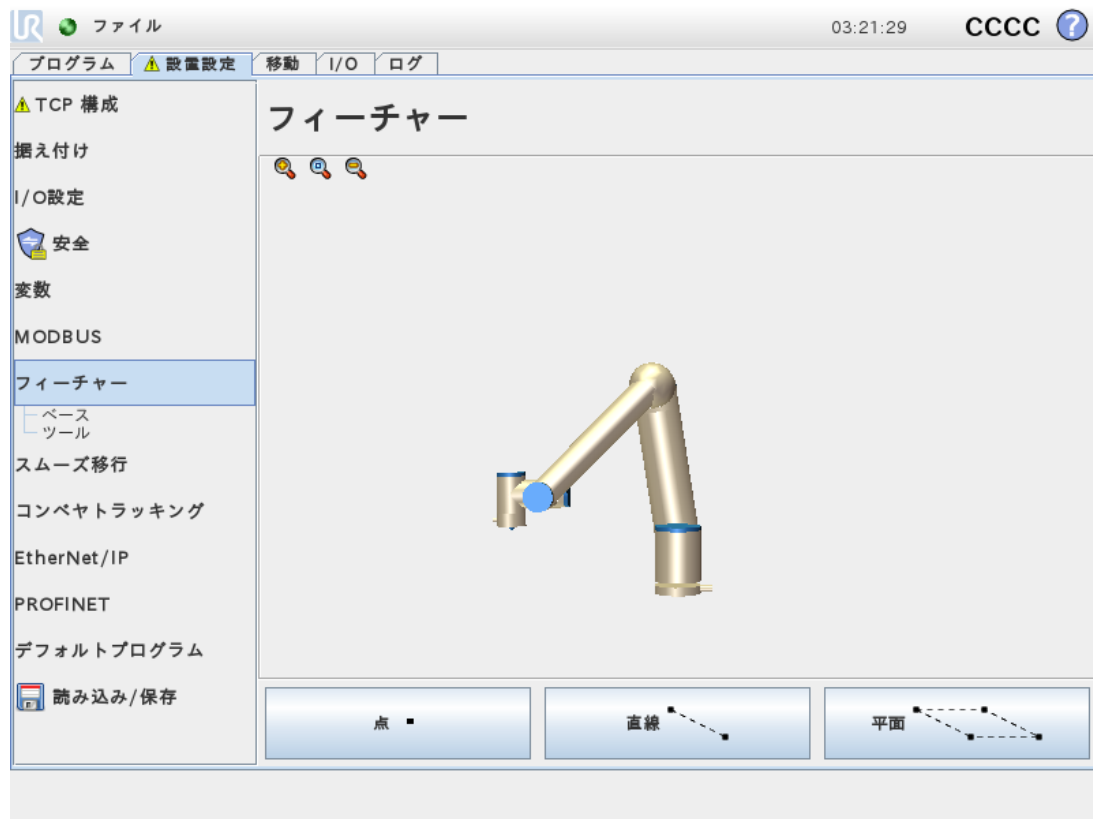
ソケット状況が無効なため送信できなかったパケットの数。

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。

1.24.12. [設置設定] → [フィーチャー]

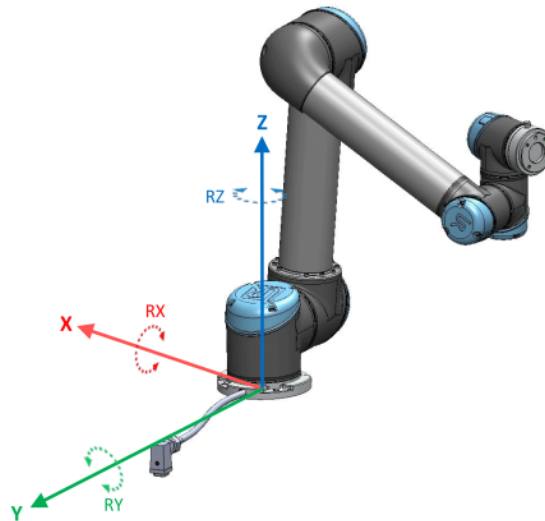


フィーチャーは、ロボットの基部に対する6次元のポーズ(位置と方向)で定義されたオブジェクトを表します。フィーチャーには今後の参照のために名前を付けることができます。

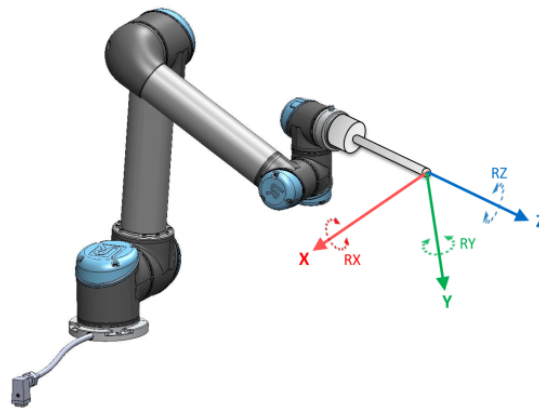
ロボットプログラムの一部の構成要素には、ロボットアームの基部以外の特定の対象物に対して実行される動作が含まれています。これら対象物には、テーブル、その他の機械類、ワークピース、視覚装置、ブラック、境界など、ロボットアーム周辺に通常存在するものが考えられます。

ロボットには以下に記載する2つの定義済みの機能があり、ポーズはロボットアーム自体の構成によって定義されています。

- ベースフィーチャーは、ロボット基部の中心を原点として位置します(図CF: 15.1を参照)。
- ツールフィーチャーは、現在のTCPの中心を原点として位置します(図CF: 15.2を参照)。



CF: 15.1: ベースのフィーチャー



CF: 15.2: ツール (TCP) のフィーチャー

点フィーチャー、直線フィーチャー/平面フィーチャーを使用してフィーチャーのポーズを定義します。

これらのフィーチャーは、作業領域内にあるTCPの現在のポーズを使用して配置されます。そのため、フリードライブを使用してフィーチャーの場所を教示するか、ロボットを「ジョグ」(直接移動)してロボットを目的のポーズまで移動できます。

フィーチャーの選択は、使用されている対象物の種類や必要な精度によって決まります。直線フィーチャーと平面フィーチャーはより多くの入力点に基づいているため、可能であれば使用するようにしてください。入力点が多いということは、より精度が高いことを意味します。

例えば、できる限り物理的に距離を置いて直線フィーチャーの2点を定義することで、直線コンベヤの方向を正確に定義できます。点フィーチャーを使用して直線コンベヤを定義することもできますが、TCPをコンベヤの移動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。

フィーチャーの追加に関する詳細は、関連するセクション([ページ137](#)、[ページ138](#)、および「[平面フィーチャー](#) [ページ138](#)」)を参照してください。

フィーチャーの使用

ロボットのプログラムから設置設定で定義されたフィーチャーを参照し、ロボットの動作 (MoveLおよびMovePコマンドなど) をフィーチャーに関連付けることができます (セクション「[1.25.4. コマンド: 移動 ページ155](#)」を参照)。

そうすることで、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と、その対象物に関するすべてのプログラムの動作を適宜調整できます。詳しい例はセクション「[例: 手動でフィーチャーを更新してプログラムを調整する場合 ページ139](#)」と「[例: フィーチャーのポーズを動的に更新する場合 ページ140](#)」をご覧ください。ジョグ可能として設定されたフィーチャーも、[移動] タブ (セクション「[1.24. ロボット制御 ページ115](#)」) または [ポーズエディター] 画面 (「[1.23.2. ポーズエディター画面 ページ111](#)」参照) でロボットを手動で移動させる場合に役に立つツールです。フィーチャーが基準として選択されると、選択したフィーチャー空間で平行移動および回転用の [移動] ツールボタンが機能し (「[フィーチャーとツールの位置 ページ116](#)」および「[ツールの移動 ページ116](#)」を参照)、TCP座標を読み取ります。例えば、テーブルが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ている場合、平行移動矢印 (つまり、上/下、右/左、前/後) を使用するとロボットがテーブルに対してこれらの方向に移動します。加えて、TCP座標はテーブル枠内に納まります。

名前の変更

このボタンは、フィーチャーの名前を変更します。

削除

このボタンは、選択されたフィーチャーと、選択したいフィーチャーのサブフィーチャーを削除します。

軸の表示

選択された座標軸を、3D グラフィック上で表示させるかどうかを選択します。この選択は、本画面と移動画面に適用されます。

点の変更

[この点を変更する] ボタンを使用すると、選択されたフィーチャーの設定や変更を行うことができます。[移動] タブ (セクション「[1.24. ロボット制御 ページ115](#)」) が表示され、新しいフィーチャーの位置を設定することができます。

ジョグ可能

選択されたフィーチャーをジョグ可能にするかどうかを選択します。これにより、フィーチャーが移動画面のフィーチャーメニューに表示されるかどうかが決まります。

[ここに移動] の使用

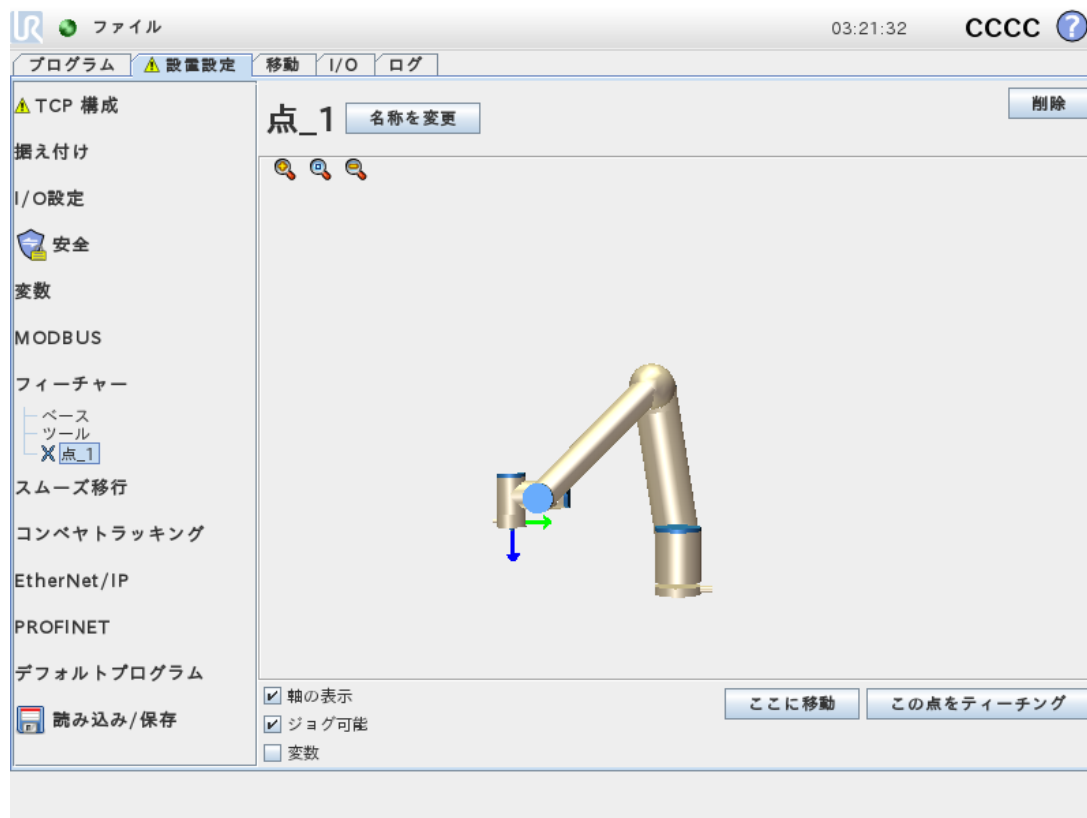
[ここに移動] をタップすると、ロボットアームが選択されたフィーチャーに向かって移動します。この運動の終了時に、フィーチャーとTCPの座標系が一致します。

点フィーチャー

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。

点の追加

1. [設置設定]で[フィーチャー]を選択します。
2. フィーチャーで[点]を選択します。

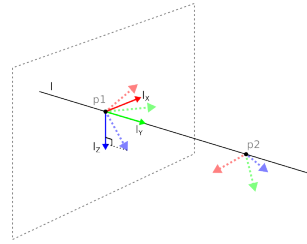


直線フィーチャー

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 は図 CF: 15.3 に示すように、2つの点フィーチャー ($p1$ と $p2$) 間の軸として定義されます。

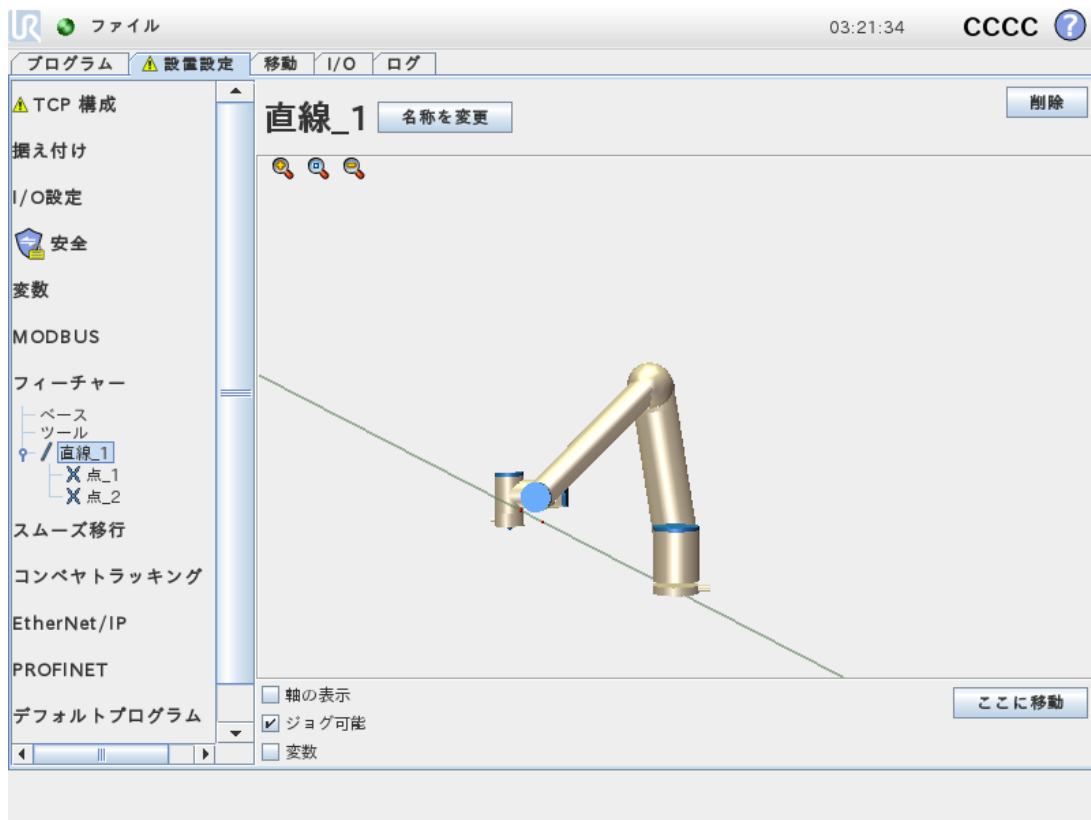
直線の追加

1. [設置設定]で[フィーチャー]を選択します。
2. フィーチャーで[直線]を選択します。



CF: 15.3: Definition of the line feature

図CF: 15.3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、直線座標系のY軸を構成します。Z軸は、 $p1$ のZ軸から直線に対して垂直な平面への投影と定義されます。直線座標系の位置は、 $p1$ の位置と同じです。



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

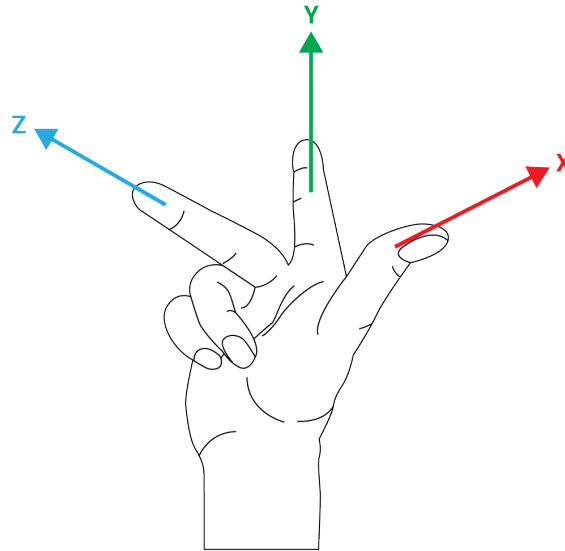
1. [設置設定]で[フィーチャー]を選択します。
2. フィーチャーで[平面]を選択します。

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

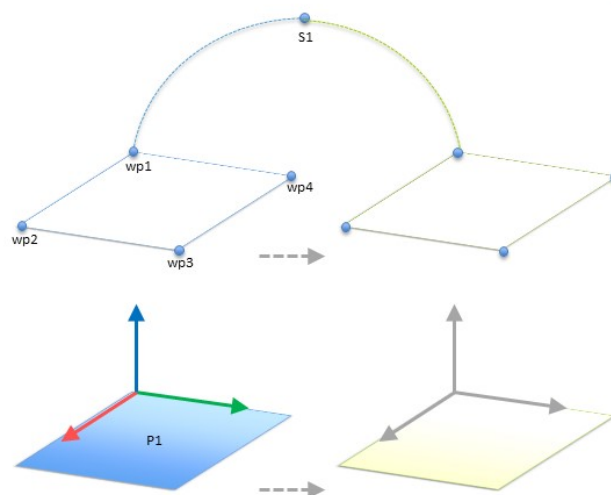
反対方向に垂直な平面にしたい場合はX軸の反対方向に再教示できます。

「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。

例：手動でフィーチャーを更新してプログラムを調整する場合

ロボットプログラムの複数の部分がテーブルに関連しているアプリケーションがあるとします。図CF: 15.4は、ウェイポイントwp1 through wp4への移動を表します。

```
Robot Program
  MoveJ
    S1
  MoveL # Feature: Pl_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4
```



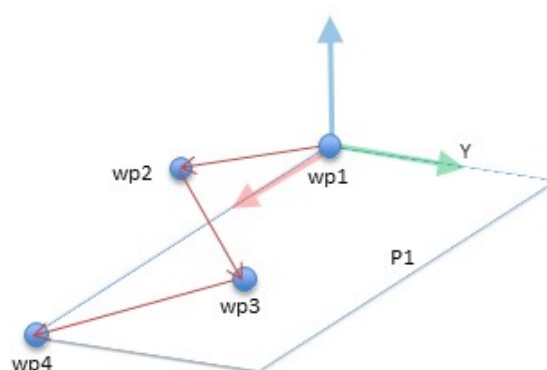
CF: 15.4: フィーチャー平面との相対とされており、フィーチャーを変更することで手動で更新できる4つのウェイポイントを持つ単純なプログラム

テーブルの位置が微妙に異なる場合、アプリケーションはプログラムを複数のロボットの設置設定に再利用することを要求します。テーブルに対する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するだけで、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。

例：フィーチャーのポーズを動的に更新する場合

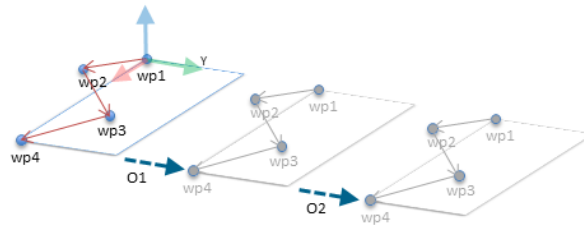
特定のタスクを解決するため、ロボットを特定のパターンでテーブル上を動かす必要のある同様のアプリケーションがあるとします(CF: 15.5を参照)。



CF: 15.5: 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

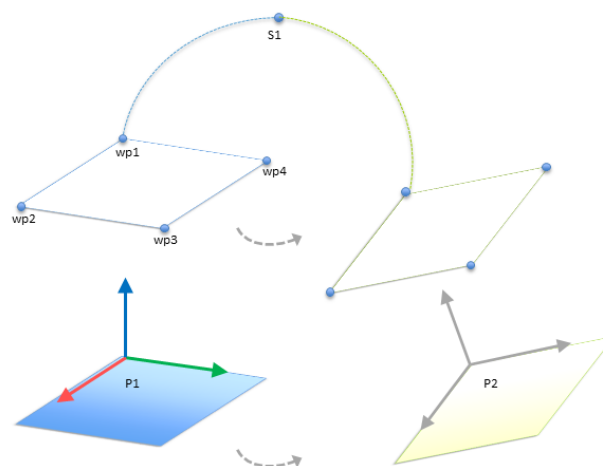
```
Robot Program
  MoveJ
    wp1
  y = 0.01
```

```
o = p[0,y,0,0,0,0]
P1_var = pose_trans(P1_var, o)
MoveL # Feature: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4
```



CF: 15.6: 平面フィーチャーへのオフセット適用

```
Robot Program
MoveJ
    S1
if (digital_input[0]) then
    P1_var = P1
else
    P1_var = P2
MoveL # Feature: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4
```



CF: 15.7: 一つの平面から別の平面への切り替え

P1に相対的な移動が、毎回 o のオフセットで何度も繰り返されています。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CF: 15.6を参照、オフセットはO1およびO2)。これは、`poseadd()` または `posetrans()` スクリプト機能を使用して変数を操作することで実現しています。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CF: 15.7参照)。ここではMoveLコマンドの基準フィーチャーP1varが、P1とP2の2つの平面間で切り替え可能となっています。

1.24.13. コンベアトラッキングの設定

[コンベアトラッキングの設定] では、最大2台の独立したコンベアの動作を設定することができます。[コンベアトラッキングの設定] 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アまたは円形コンベア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。

コンベアのパラメーター

インクリメンタル

エンコーダーはデジタル入力の0から3に接続できます。エンコーダーはデジタル入力の8から11に接続できます。デジタル信号の解読は、40kHzで実行されます。ロボットはAB相エンコーダー(入力2つ必要)を使用し、コンベアの速度と方向を特定することができます。コンベアの方法が一定である場合、単独入力を使用して[A相のみ、立ち上がり]、[A相のみ、立ち下り]または[A相のみ、立ち上がり・立ち下り]のエッジを検出し、コンベア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「1.24.11. [設置設定] → [MODBUSクライアント I/O設定] ページ130」参照)。

トラッキングのパラメーター

直線コンベア

直線コンベアが選択された場合、設置設定の[フィーチャー]の部分で直線フィーチャーを設定してコンベアの方法を特定する必要があります。直線フィーチャーを定義する2点間の距離に大きな距離を置き、直線フィーチャーをコンベアの方法と平行に配置することによって精度を確保します。2点の指示を行う際には、ツールをコンベア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法がコンベアの方法と逆の場合は、[逆方向] ボタンを使用します。[メートル毎のパルス数] フィールドには、コンベアが1メートル移動した際にエンコーダーが発するパルスの数が表示されます。

円形コンベア

円形コンベアを追跡するには、コンベア中心点を定義する必要があります。

1. 設置設定の[フィーチャー]の部分で中心点を定義します。[回転あたりのティック]の値は、コンベアが完全に1回転した際にエンコーダーが発するパルスの数にする必要があります。
2. コンベアの回転を追跡するには、ツールの姿勢に[ツールをコンベアに合わせて回転] チェックボックスを選択します。

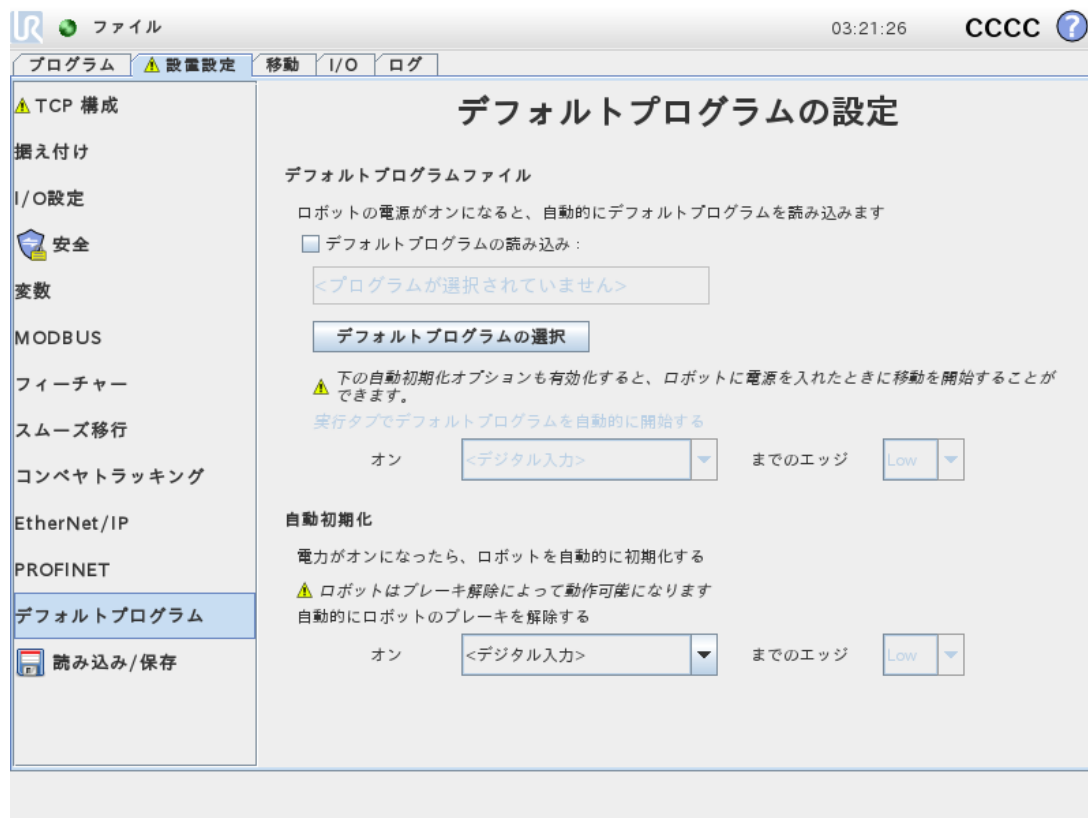
1.24.14. 安全モード間でのスムーズな移行

イベント時の安全モード (減速モード入力、減速モードトリガーブレン、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、ロボットアームは「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

- [インストール] タブを押します。
- 左側のサイドメニューで、[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。

1.24.15. [設置設定] → [デフォルトプログラム]



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。

デフォルト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。また、[プログラムの実行] 画面(「プログラムの実行: 既存のプログラムを選択し、実行します。これはロボットアームとコントロールボックスを作動させる最も簡単な方法です。ページ107」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はデフォルトプログラムが自動的に読み込まれます。

デフォルトプログラムの開始

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、指定した外部入力信号の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。また、[プログラムの実行]画面を離れるか、ダッシュボードで[停止]ボタンをタップすると、自動開始フィーチャーは[実行]ボタンを再度押すまで無効になります。

自動初期化

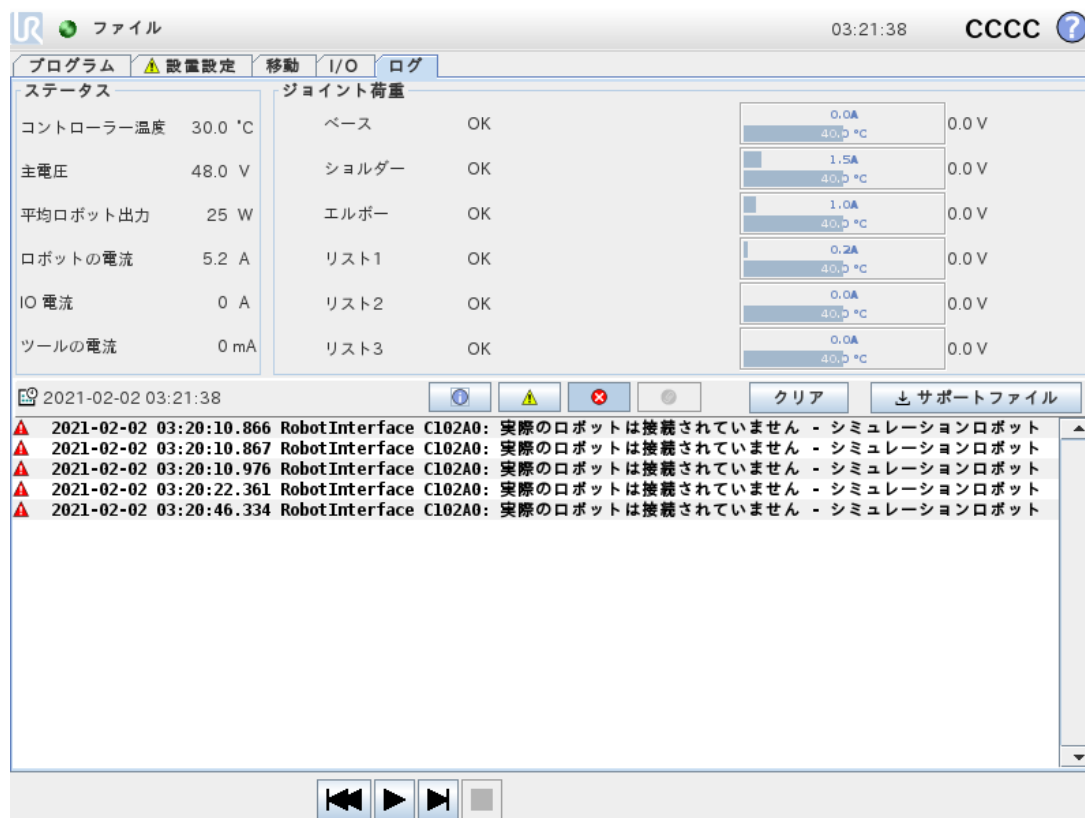
ロボットアームは自動的に初期化されます。指定した外部入力信号のエッジ遷移では、ロボットアームは表示されている画面に関係なく完全に初期化されます。

ブレーキ解除が初期化の最終段階になります。ブレーキ解除中、ロボットアームにわずかな動作がみられ、カチッというノイズを発生します。さらに、構成した据え付けが(センサーデータで検出された)据え付けデータと一致しない場合は、ブレーキが自動解除されません。この場合は、ロボットを初期化画面で手動で初期化する必要があります(「1.22.6. 初期化画面 ページ108」を参照)。

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ロボットアームが初期化されます。

自動初期化機能は、ロボットアームの電源が落ちている場合にのみ動作します。

1.24.16. [ログ]タブ



ロボットの健全性

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、モーターや電子回路の温度、ジョイントの荷重および電圧が表示されます。

ロボットのログ

画面の下半分にメッセージが表示されます。最初の列は、ログエントリ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。次の列はメッセージの送信者を表示します。最後の列はメッセージそのものを表示します。メッセージは、ログエントリの重大度に対応するトグルボタンを選択することにより、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を選択することによりアクセスできます。

エラー・レポートの保存

PolyScopeでエラーが発生した場合、エラーのログが生成されます。[ログ]タブでは、生成されたレポートを確認し、USBドライブにエクスポートすることができます(「1.24.16. [ログ]タブ上」を参照)。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。

エラー・レポート

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。

1.24.17. 読み込み画面

この画面から読み込むプログラムを選択できます。この画面には 2 つのバージョンがあります: プログラムを読み込み実行する場合に使用する画面と、プログラムを編集する場合に使用する画面です。



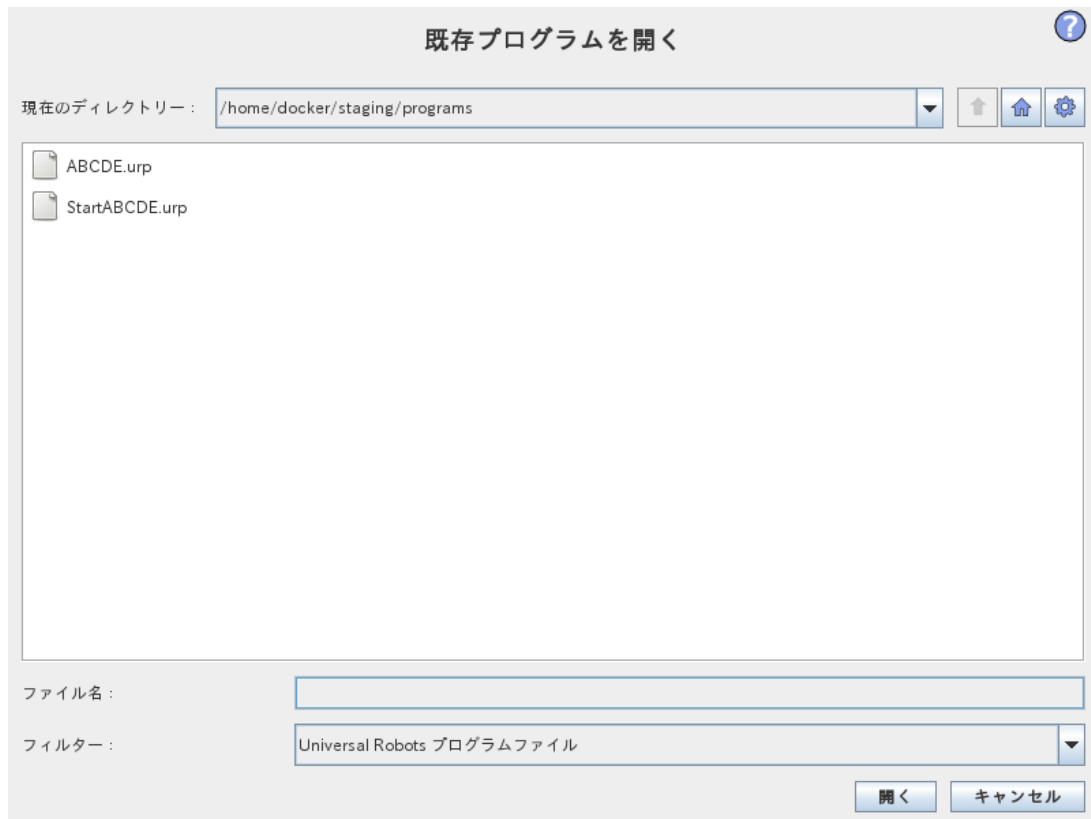
注

USBドライブからのプログラム実行は推奨しません。USBドライブに格納されたプログラムを実行するには、まずそれを読み込んでから[ファイル]メニューの[名前を付けて保存]オプションを使用し、ローカルのprogramsフォルダーに保存します。

主な違いは、ユーザーがどのような処理ができるかという点です。基本の読み込み画面では、ユーザーはファイルにアクセスすることしかできず、修正や削除を行うことはできません。また、programsフォルダ配下のディレクトリー構造から離れることはできません。サブディレクトリーに入ることはできますが、programsフォルダーより上位に移動することはできません。

したがって、すべてのプログラムはprogramsフォルダーやprogramsフォルダー配下のサブフォルダーに配置する必要があります。

画面レイアウト



この画像は、実際の読み込み画面を示します。以下の重要な領域やボタンから構成されています。

パス履歴

パス履歴には、現在の場所までのパスのリストが表示されます。つまり、コンピューターのrootまでの親ディレクトリーがすべて表示されます。ここでは、programs フォルダの上位にあるすべてのディレクトリーにアクセスできないことがわかります。

リストでフォルダ名を選択すると、そのディレクトリーが読み込みダイアログで開かれ、ファイル選択領域 ([ファイル選択領域 下](#)を参照) に表示されます。

ファイル選択領域

ダイアログのこの領域には、実際の領域の内容が表示されます。名前をシングルクリックしてファイルを選択し、名前をダブルクリックしてファイルを開くことができます。

ディレクトリーは約0.5秒長押しして選択します。ワンクリックすると、フォルダの中に移動してその内容が表示されます。

ファイルフィルター

ファイルフィルターを使用すると、表示させたいタイプのファイルだけを表示させることができます。**バックアップファイル**を選択すると、選択した領域に各プログラムの最新10件の保存済みバージョンが表示されます。.old0 が最新のものの、.old9 が最も古いものになります。

ファイルフィールド

ここには、現在選択されているファイルが表示されます。フィールドの右側にあるキーボードアイコンをクリックすると、ファイル名を手動で入力できます。これによって画面上にキーボードがポップアップ表示され、ファイル名を画面で直接入力できます。

[開く]ボタン

[開く] ボタンをクリックすると、現在選択されているファイルが開き、前の画面に戻ります。

[キャンセル]ボタン

[キャンセル] ボタンをクリックすると、現在の読み込みプロセスが中断され、画面が前の画像に切り替わります。

[処理]ボタン

このボタン一式では、通常は既存のファイルダイアログでファイル名を右クリックして使用する処理の一部を実行できます。また、ディレクトリー構造で上位に移動したり、プログラムフォルダーに直接移動する機能が追加されています。

- 親: ディレクトリー構造の上位に移動します。このボタンは、現在のディレクトリーが最上位ディレクトリーの場合、または画面が制限モードで現在のディレクトリーがプログラムフォルダーの場合は使用できません。
- プログラムフォルダーに移動する: ホームに移動します。
- 処理: ディレクトリー作成やファイル削除などの処理です。

1.24.18. [実行]タブ



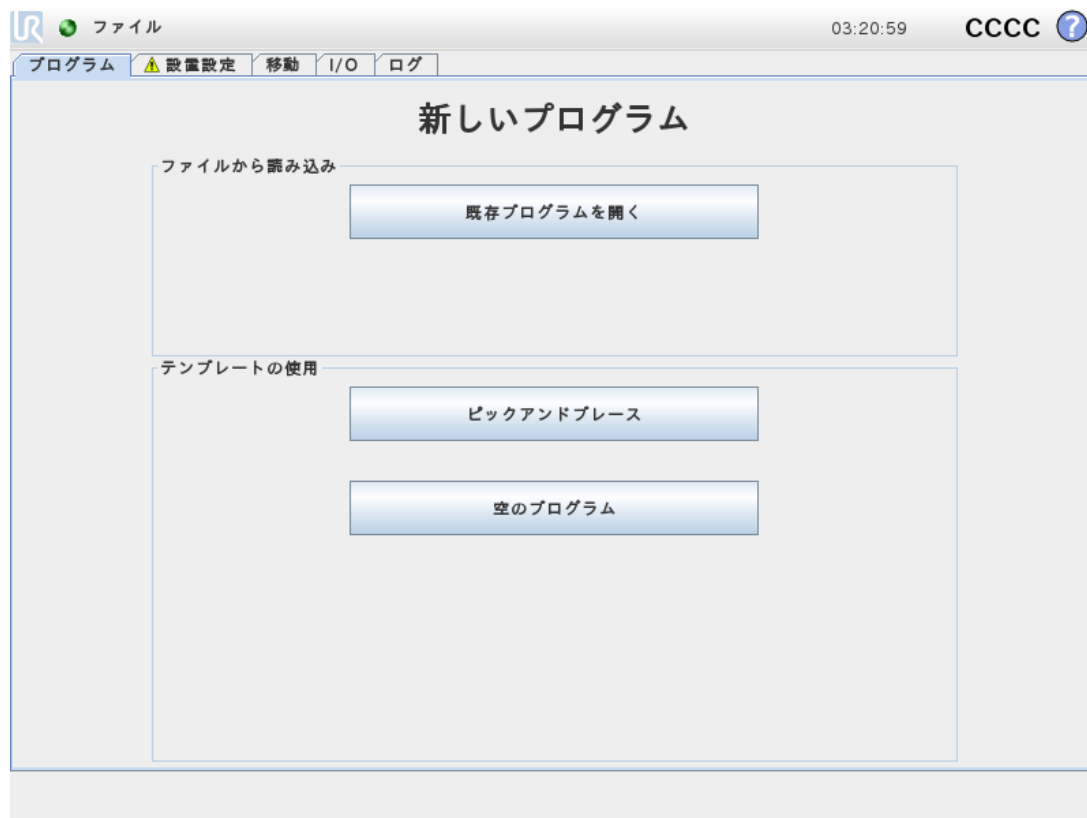
このタブは、できる限り少ないボタンとオプションによってロボットアームとコントロールボックスを操作する、簡単な方法を提供します。これは、PolyScopeのプログラミング部分のパスワード保護(「[1.26.3. パスワードの設定 ページ202](#)」を参照)と合わせて、ロボットを作成済みプログラムのみで実行できるツールにするのに便利です。

さらに、このタブではデフォルトのプログラムを外部入力信号のエッジ遷移に応じて自動的に読み込み、起動することができます(「[1.24.15. \[設置設定\] → \[デフォルトプログラム\] ページ143](#)」を参照)。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。



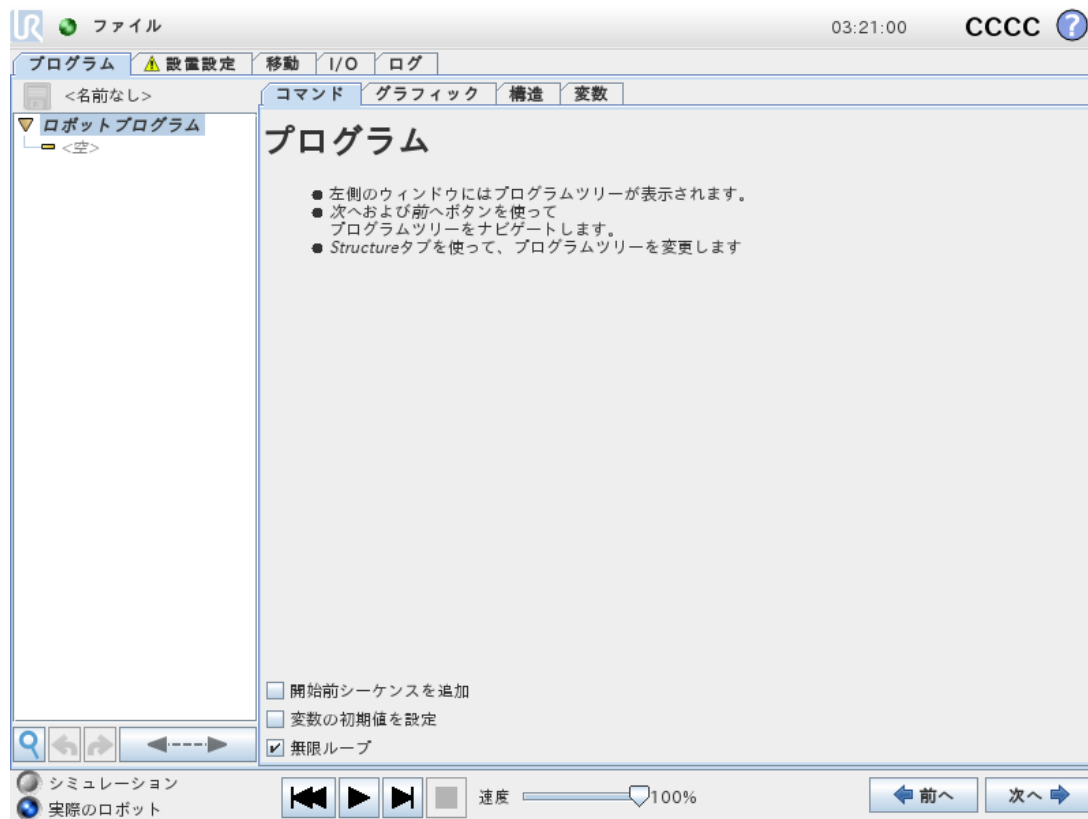
1.25. プログラミング

1.25.1. 新しいプログラム



新しいロボットプログラムは、テンプレートから開始することも、既存 (保存済み) のロボットプログラムから開始することもできます。テンプレートがプログラム全体の構造を提供するため、プログラムの内容を書き込むだけで済みます。

1.25.2. [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。

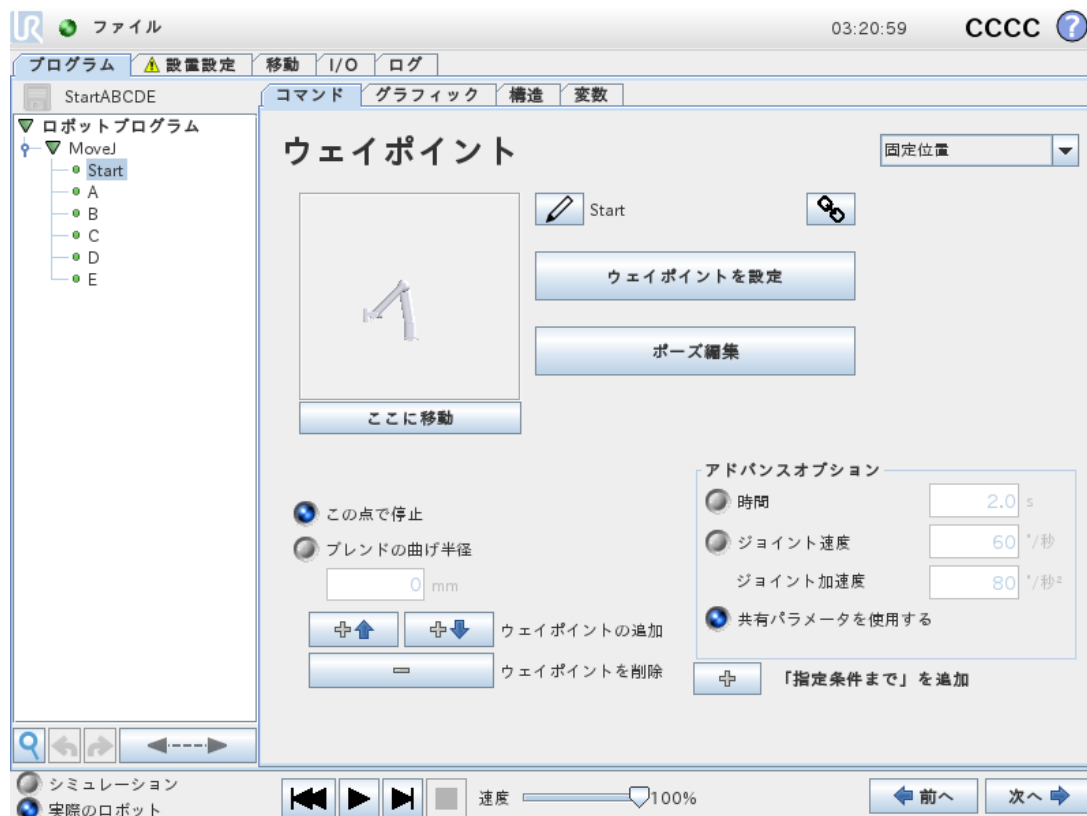
プログラムツリー

画面左側の**プログラムツリー**はコマンドのリストとしてプログラムを表示する一方、画面右側の領域は現在のコマンドに関連する情報を表示します。

現在のコマンドは、コマンドリストをクリックするか、画面右下の[前へ]ボタンと[次へ]ボタンを使用して選択します。コマンドは、[構造]タブを使うことで挿入または削除できます。プログラム名はコマンドリストのすぐ上に表示されており、小さなディスクのアイコンをクリックすると素早くプログラムを保存することができます。

プログラムツリーでは、実行中のコマンドが「[プログラム実行表示 見開きページ](#)」の説明にあるように強調されます。

プログラム実行表示



プログラムツリーには、ロボットコントローラーが実行中のコマンドを伝える視覚的なヒントが表示されます。小さな  インジケーターのアイコンがコマンドアイコンの左側に表示され、実行中のコマンドとサブコマンドとなっているコマンド(通常、 などのコマンドアイコンで表示されます)は青で強調されます。これは、ユーザーがツリー中の実行中コマンドを探すときに役立ちます。例えば、ロボットアームがウェイポイントに向かって移動している場合、対応するウェイポイントのサブコマンドは、 のアイコンで示され、そのサブコマンドの名前は移動コマンド(「1.25.4. コマンド: 移動 ページ155」を参照)の名前と共に青で示されます。プログラムが一時停止した場合、プログラム実行インジケーターは実行中だった最後のコマンドを示します。プログラムツリー下部の  アイコンが付いたボタンをクリックすると、ツリー中で現在実行中、または最後に実行されたコマンドに移動します。プログラムの実行中にコマンドがクリックされた場合、コマンドタブが選択されたコマンドの情報の表示を続行します。  ボタンを押すと、[コマンド] タブに再び現在実行中のコマンドに関する情報が継続的に表示されます。

検索ボタン

 をタップすると、プログラムツリー内を検索します。クリックすると検索テキストを入力することができ、一致したプログラムコマンドが黄色で強調表示されます。さらに、一致したプログラム間を移動するためのナビゲーションボタンを使用できます。 アイコンを押すと検索を終了します。注: 追加のナビゲーションボタンにアクセスするには、プログラムツリーを展開する必要があります。

元に戻す / やり直しボタン

プログラムツリーの下にあるツールバーの  および  アイコンのボタンを使うと、プログラムツリーやそこに含まれるコマンドに対する変更を元に戻したり、やり直したりできます。

プログラムダッシュボード

画面の一番下には、ダッシュボードがあります。ダッシュボードには昔風のテープレコーダーに似たボタン式があり、そこからプログラムの開始および停止、単一ステップの実行および再開を行うことができます。スピードスライダを使用すると、プログラムの速度をいつでも調整することができます。これは、ロボットアームの移動速度に直接影響します。さらに、スピードスライダは安全設定を考慮しながらロボットアームが移動する相対速度をリアルタイムで表示します。指定された割合は、安全限界に違反せずに、実行中プログラムで達成可能な最大速度です。

ダッシュボードの左側にあるSimulation and Real Robotボタンを押すと、プログラムのシミュレーションによる実行とロボット実機での実行が切り替わります。シミュレーションで実行する場合は、ロボットアームは移動しないので、衝突によりロボット自体や付近の機器を破損することがありません。ロボットアームの作動に確信を持てない場合は、テストプログラムにシミュレーションを使用してください。



警告

1. Playボタンを押す場合は、ロボットの作業空間外にいてください。プログラムした運動が予想したものと異なる場合があります。
2. [ステップ] ボタンはどうしても必要な場合にのみ使用してください。[ステップ] ボタンを押す場合は、ロボットの作業空間外にいてください。
3. スピードスライダの速度を落とすことで、プログラムを必ず試験するようにしてください。インテグレーターによる論理プログラミングエラーによって、ロボットアームの予期しない運動が生じる可能性があります。
4. 緊急停止または保護停止が起きた場合、ロボットのプログラムは停止します。10°を超えて動くジョイントがない限り、再開することができます。Playを押すと、ロボットはゆっくりと軌道に戻り、プログラムの実行を続行します。

プログラムを作成中は、結果的なロボットアームの運動は「1.25.33. [\[グラフィック\]タブ ページ194](#)」で説明されている[Graphics]タブの3D画像を使って説明されます。

各々のプログラムコマンドの隣には、赤、黄色、または緑の小さいアイコンがあります。赤いアイコンはそのコマンドにエラーがあることを意味し、黄色はコマンドが完了していないことを意味し、緑はすべて適正であることを意味します。プログラムはすべてのコマンドが緑でなければ実行できません。

1.25.3. 変数

ロボットプログラムでは、実行中にさまざまな値を格納したり、更新するための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用でき、その名前と値はロボットの設置設定（「1.24.10. [\[設置設定\] → \[変数\] ページ128](#)」を参照）と一緒に保持されます。設置設定の変数は、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。

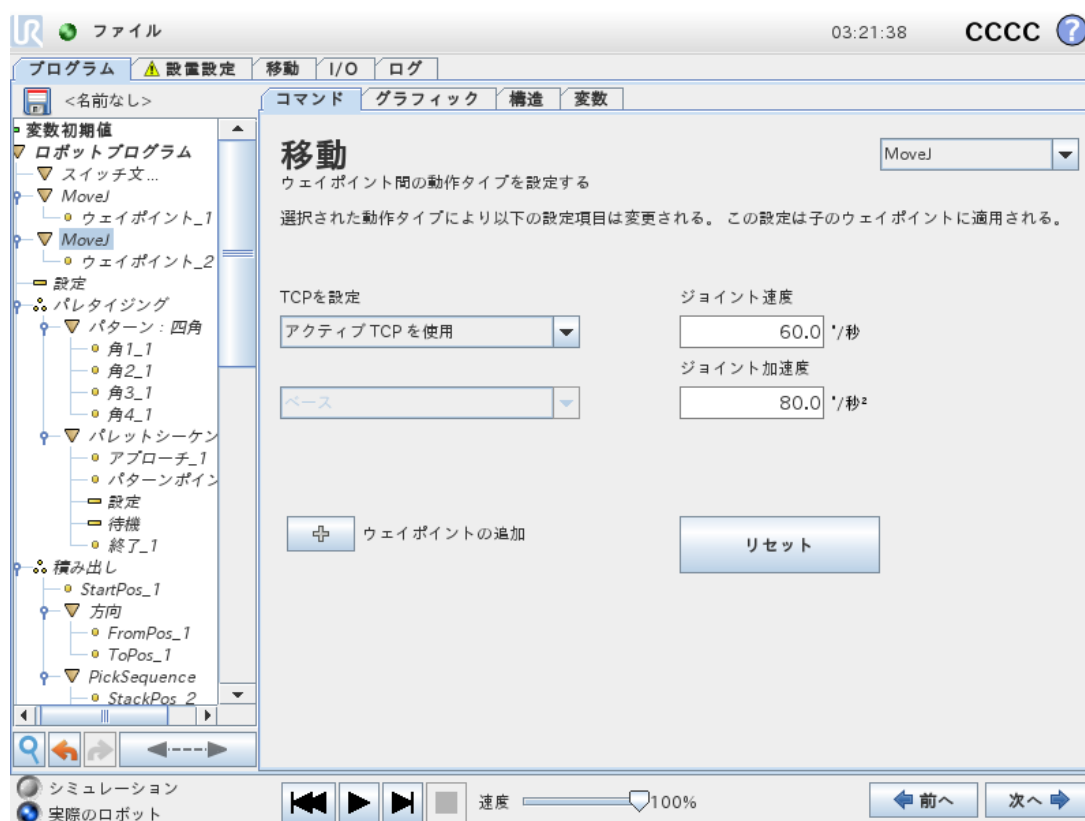
通常のプログラム変数

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。

変数タイプ

ブール型	ブール型変数の値は、True or False。
整数	-2147483648 ～ 2147483647(32ビット) の範囲の整数です。
浮動小数点	浮動小数点数(10 進数)(32ビット)です。
文字列	文字列です。
ポズ	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。

1.25.4. コマンド: 移動

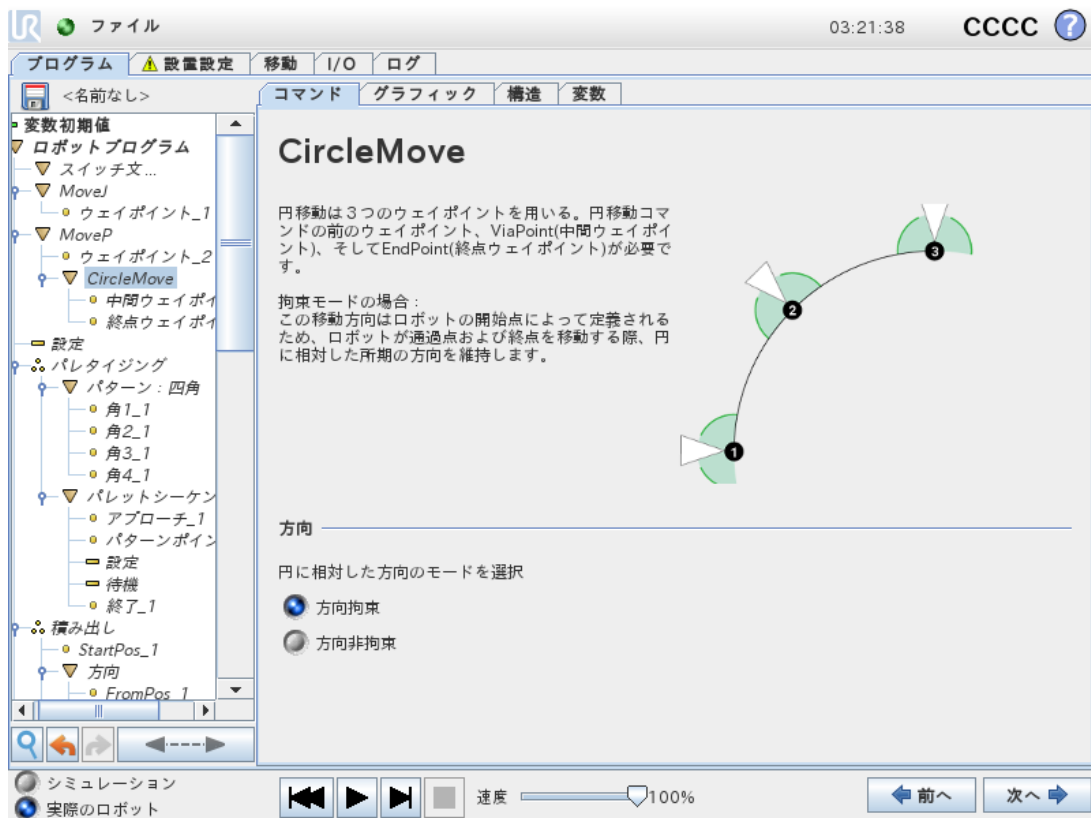


[移動] コマンドは、基本となるウェイポイントを通るロボットの運動を制御します。ウェイポイントは[移動] コマンドの下になければなりません。[移動] コマンドは、ロボットがこれらのウェイポイントの間を移動するロボットの加速度と速度を定義します。

移動のタイプ

3種類の移動タイプ(MoveJ, MoveL and MoveP) のいずれかを選択できます。それぞれの移動タイプについて以下で説明します。

- **[moveJ]** は、ロボットアームの**[ジョイント空間]**で計算された動きをします。各々のジョイントは同時に要求された最終位置に達します。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]** はツールセンターポイント (TCP) をウェイポイント間で直線的に移動させます。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]** はツールを円弧ブレンドで一定の速度を保ちながら直線的に動かすもので、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、ロボットアームの運動が止まったり、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。
 - 方向拘束: 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
 - 方向非拘束: 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] コマンド配下の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

[移動] コマンド配下のウェイポイントに使用されるTCPは、ドロップダウンメニューから選択することができます。設置設定のユーザー定義のTCP、アクティブなTCPから、単にツールフランジを使用して選択することも可能です。ユーザー定義のTCPまたはアクティブなTCPが選択された場合、移動コマンドによる動きはこれに応じて調整されます。[ツールフランジの利用] が選択されている場合はTCPは使用されず、[移動] コマンド配下の運動はツールフランジに相対的になります(つまり、運動は調整されません)。

この運動に使用されるアクティブなTCPがプログラムの実行中に決定される場合は、[設定] コマンド(「[1.25.11. コマンド: 設定 ページ169](#)」を参照)を使用するか、スクリプトコマンドを使用して動的に設定される必要があります。名前付きTCPの設定に関する詳細は、「[1.24.6. \[設置設定\] → \[TCP 構成\] ページ121](#)」を参照してください。

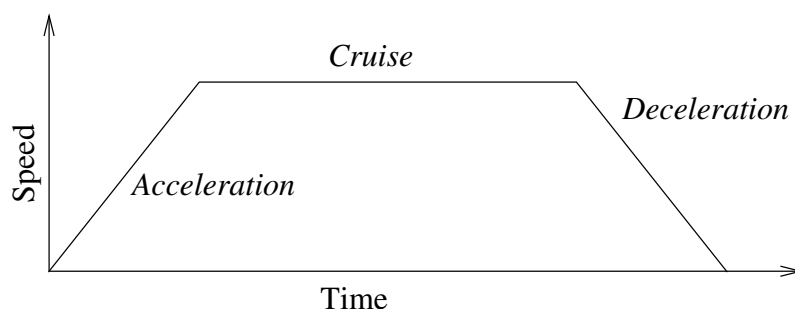
フィーチャー選択

フィーチャーは[移動] コマンド配下にウェイポイントを配置し、これらのウェイポイントを指定するときに表現されます(セクション「[1.24.12. \[設置設定\] → \[フィーチャー\] ページ134](#)」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:

選択されたフィーチャーは、相対ウェイポイントに影響を与えません。相対的な移動は常にベースの方向に対して実行されます。

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)は選択したフィーチャーの空間内の変数の座標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。

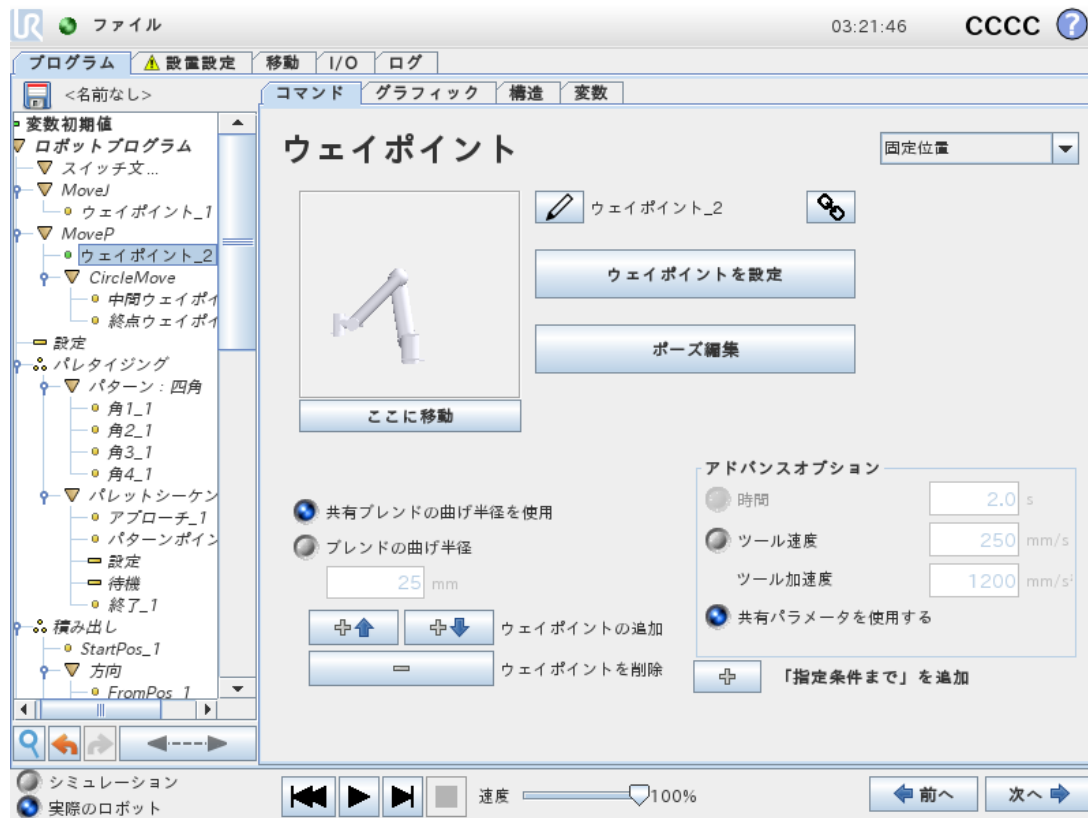
現在読み込まれている設置設定でいずれかのフィーチャーが変数として選択されている場合は、対応する変数もフィーチャー選択メニューで選択することができます。フィーチャー変数(フィーチャーの名前によって名付けられ「_var」を末尾とします)が選択されると、ロボットアームの動作(相対ウェイポイントに向かう場合を除き)は、プログラム実行時の変数の実際の値に呼応します。フィーチャー変数の初期値は、インストール設定に基づく、実際のフィーチャーの値です。この値が変更されると、ロボットの移動も変化します。





CF: 16.1: 移動の速度プロファイル。この曲線は加速、巡航および減速の3つの部分に分割されます。巡航フェーズのレベルはモーションの速度設定によって決まり、加速フェーズと減速フェーズの勾配は加速パラメーターによって決まります。

1.25.5. コマンド: 固定ウェイポイント



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の最も重要な部分であり、ロボットアームに移動先の位置を伝えます。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。

ウェイポイントの設定

このボタンを押すと[移動]画面に移り、このウェイポイントのロボットアームの位置を指定できます。ウェイポイントが、線形空間での[移動]コマンド (moveL または moveP) の下に配置されている場合、このボタンを押せるようにするには[移動]コマンドで有効なフィーチャーを選択する必要があります。

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。

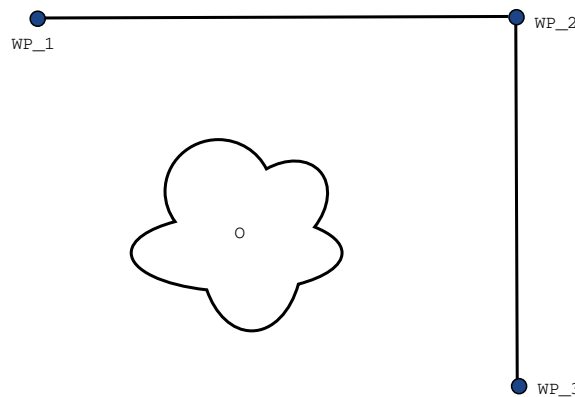
ブレンド

ブレンドを使用すると、ロボットが2つの軌道間のウェイポイントで停止することなく、それらの軌道間をスムーズに移行することができます。

例

ピックアンドプレースのアプリケーションを例として考えた場合(図CF: 16.1参照)、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、ロボットはウェイポイント 2(WP_2) から来る方向で接近(WP_3) する必要があります。

つまり、3つの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。



CF: 16.1: (WP_1) : 初期位置、(WP_2) : 通過点、(WP_3) : 持ち上げ位置、(○) : 障害物。

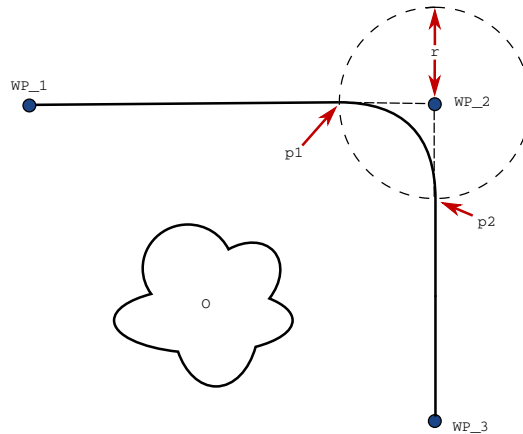
その他の設定が構成されていないと、ロボットは次の移動へと続ける前に各ウェイポイントで停止します。このタスクの場合、(WP_2) で停止するのは最適ではありません。なぜなら、スムーズな方向転換によって必要な時間とエネルギーの消費を減らしながら要件を満たせるためです。ロボットが正確に(WP_2) に到達していなくても、この位置付近で1番目の軌道から2番目の軌道に移行が行われる限りは許容されます。

(WP_2) での停止はウェイポイントのブレンドを構成することで回避でき、それによってロボットは次の軌道へのスムーズな移行を計算できるようになります。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ー

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CF: 16.2を参照)。

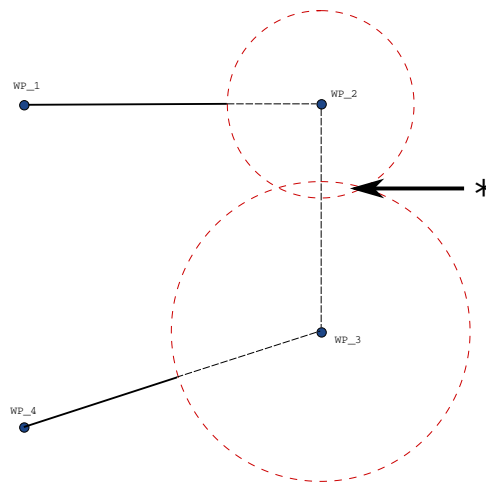
- ブレンド半径(r)
- ロボットの初期速度と最終速度(位置 p_1 および p_2 での速度)
- 移動時間(例えば軌道に特定の時間を設定するとロボットの初期/最終速度に影響します)
- ブレンド開始からブレンド終了の軌道タイプ(MoveL, MoveJ)



CF: 16.2: 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が中間点周囲でブレンドされ、ロボットアームがその点で停止しなくなります。

ブレンドを重ねることはできません。そのため、図CF: 16.3に示すように、前のウェイポイントまたは次のウェイポイントのブレンド半径と重なるブレンド半径を設定することはできません。



CF: 16.3: ブレンド半径の重複は許可されていません(*)。

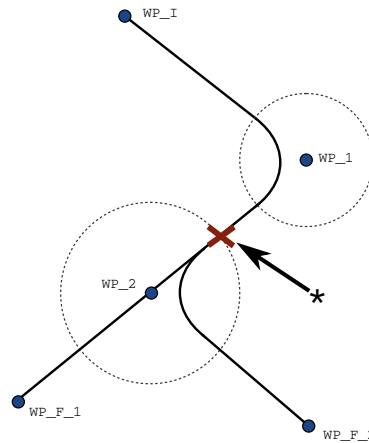
条件付きブレンド軌道

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CF: 16.4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]の現在の読み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定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定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
```



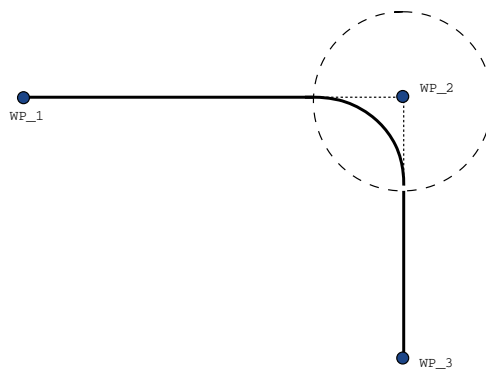
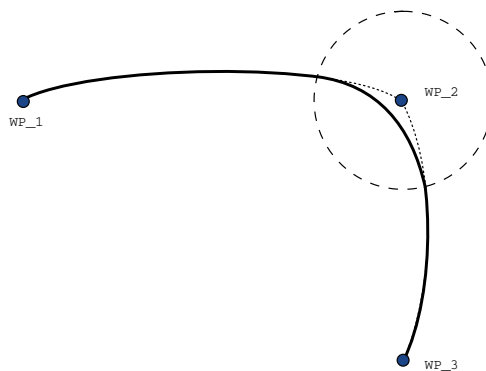
CF: 16.4: WP_I は初期中間地点であり、条件式に応じて WP_F_1 と WP_F_2 の2つの最終ウェイポイント候補があります。if 条件式はロボットアームが2番目のブレンドに入った時に評価されます(*)。

軌道タイプの組合せ

MoveJおよびMoveLの軌道タイプ4つ全てを組合せることはできますが、特定の組合せは計算されたブレンド軌道に影響します。可能な組合せには4つあります:

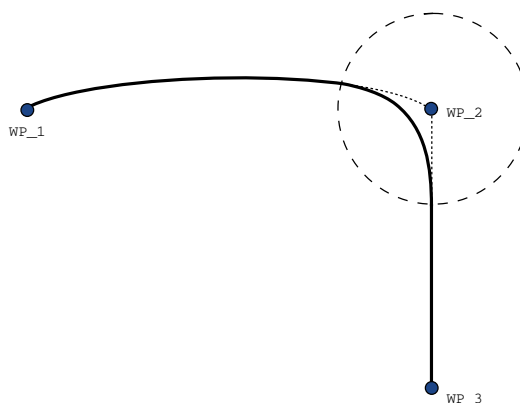
1. MoveJからMoveJへ(純粋なジョイント空間ブレンド)
2. MoveJからMoveLへ
3. MoveLからMoveLへ(純粋な直交座標空間ブレンド)
4. MoveLからMoveJへ

図CF: 16.5では、純粋なジョイント空間ブレンド(箇条書きの1番目)と純粋な直交座標空間ブレンド(箇条書きの3番目)を比較しています。これは同一のウェイポイントのセットに対するツールのパスとして2つの可能性があることを示します。



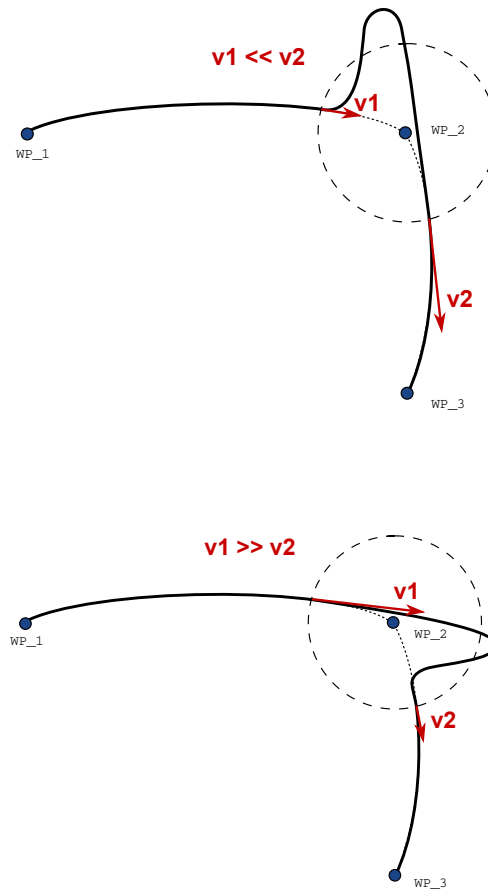
CF: 16.5: ジョイント空間 (*MoveJ*) 対 デカルト空間 (*MoveL*) の移動とブレンド。

さまざまな組合せのうち、箇条書きの2、3、4番目では、直交座標空間における元の軌道の境界内に収まる軌道となります。異なる軌道タイプ(箇条書きの2番目)間でのブレンドの例を図CF: 16.6に示します。



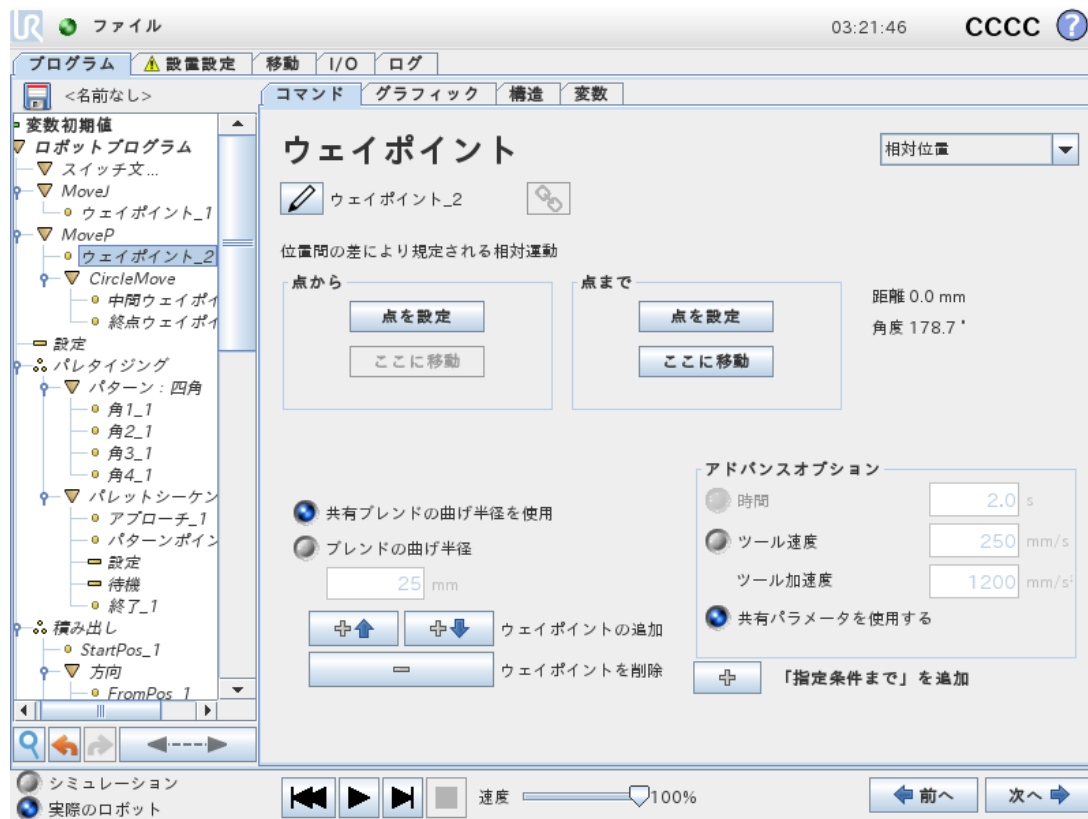
CF: 16.6: ジョイント空間での移動 (*MoveJ*) から線形ツール移動 (*MoveL*) へのブレンド。

ただし、純粋なジョイント空間ブレンド(箇条書きの1番目)の場合、ロボットは速度と時間の要件を考慮しながらジョイント空間内で出来る限りスムーズな軌道を達成しようと試みるため、あまり直感的ではない動作をする可能性があります。このため、ウェイポイントによって指定されたコースから外れることもあります。これは、2つの軌道間のジョイントの速度が大幅に異なる場合に特に当てはまります。注意:速度に極めて大きな差がある場合(詳細設定で、特定のウェイポイントでの速度または時間を指定した場合など)は、図CF: 16.7に示すように当初の軌道から大きく外れることがあります。異なる速度間でブレンドする必要がある場合にこのような逸脱が許容できない場合は、代わりにMoveLを使用して直交座標空間でブレンドすることを検討してください。



CF: 16.7: Joint space blending when initial velocity $v1$ is significantly smaller than final velocity $v2$ or the opposite.

1.25.6. コマンド：相対ウェイポイント

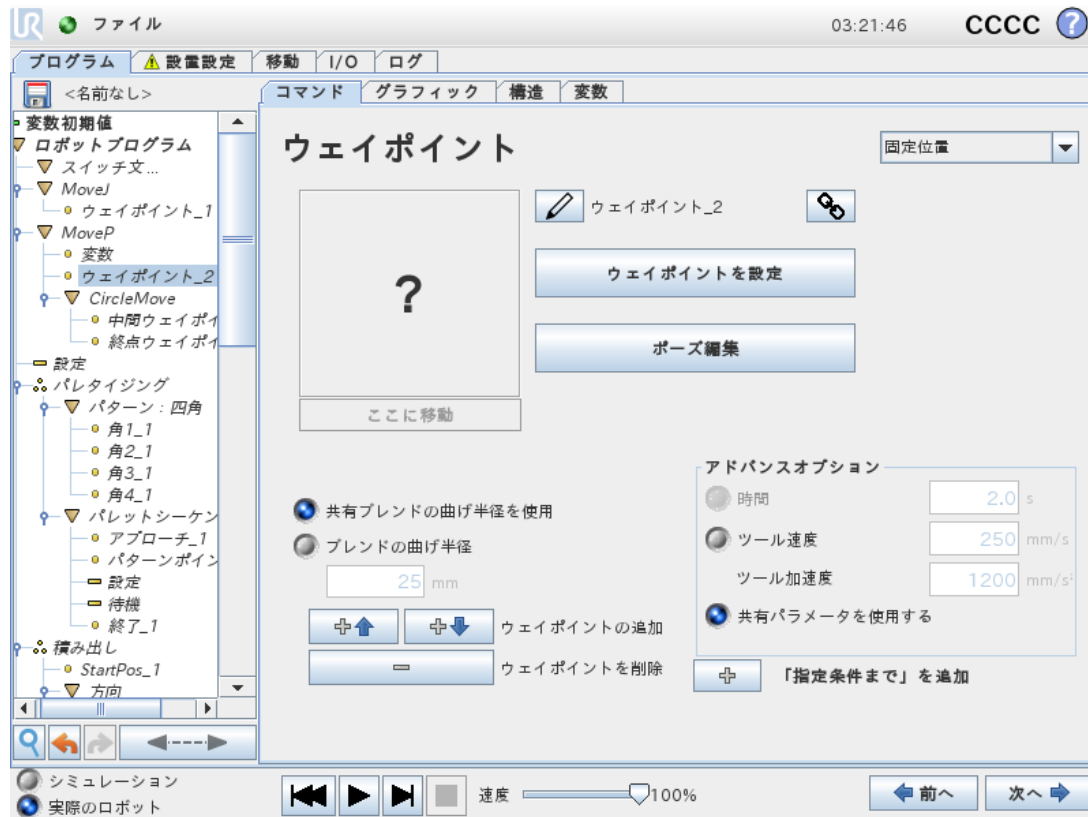


「左側に2cm」など、ロボットアームの以前の位置から相対的な位置のウェイポイントです。相対位置は、指定された2つの位置の間の差(左から右)として定義されます。

注：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つの位置の間の直交座標距離(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。

1.25.7. コマンド：可変ウェイポイント



変数で指定された位置を持つウェイポイントで、この場合には、calculated_posになります。変数はポーズでなければいけません(例：

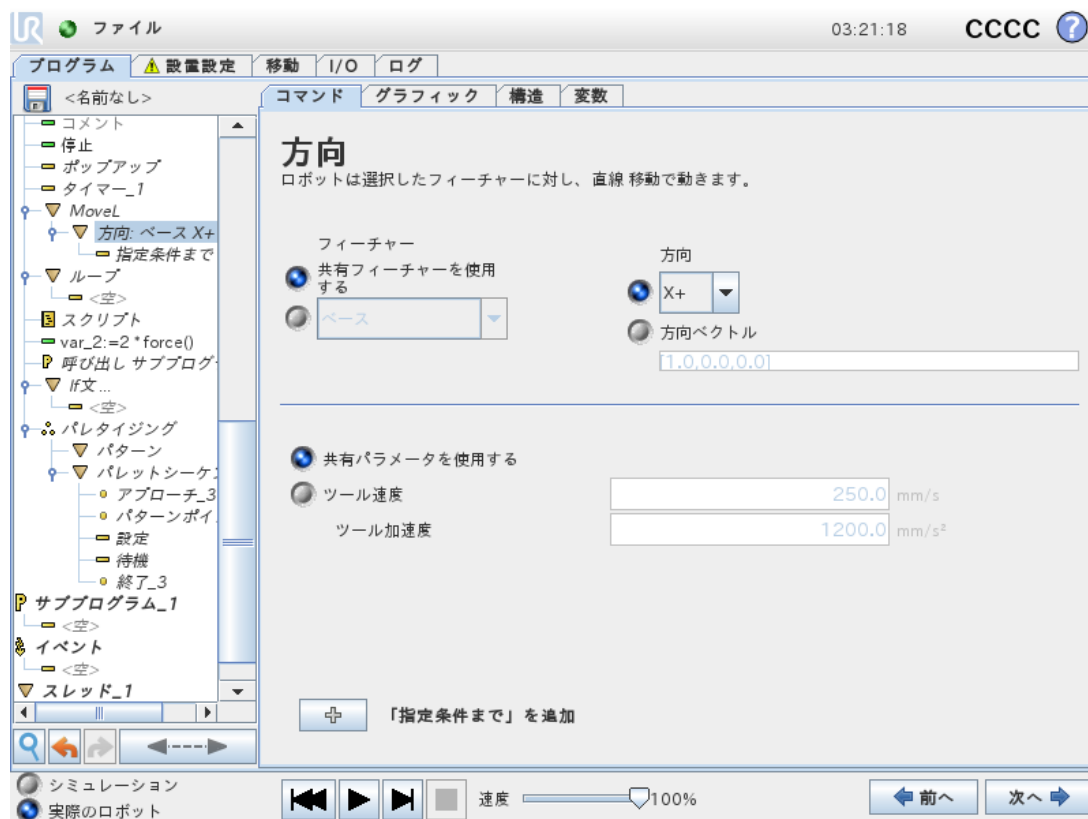
var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0])。最初の3つはx,y,zで最後の3つはベクトルrx,ry,rzで規定される回転ベクトルによる方向になります。軸の長さは、回転させる角度をラジアンで表し、ベクトル自体はその周りを回転させる軸を定めます。この位置は、必ず選択されたフィーチャーによって定義される、基準フレームまたは座標システムに関連して規定されます。ブレンド半径が固定のウェイポイントに設定され、その前後のウェイポイントが変数である場合、またはブレンド半径が変数のウェイポイントに設定される場合、そのブレンド半径の重複の有無は確認されません(「[ブレンドパラメーターページ159](#)」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。

例えば、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
Waypoint_1 (variable position):
Use variable=var_1, Feature=Tool
```

1.25.8. コマンド：方向

このプログラムコマンドの[方向]は、フィーチャー軸あるいはTCPに関連する動きを指定します。ロボットは[指定条件まで]条件によって動作が停止されるまで、方向プログラムコマンドによって指定されたパスに沿って移動します。方向移動を停止するには[指定条件まで]条件が必要です。停止条件を定義するには「[指定条件まで]を追加」ボタンをタップします。



方向運動の停止

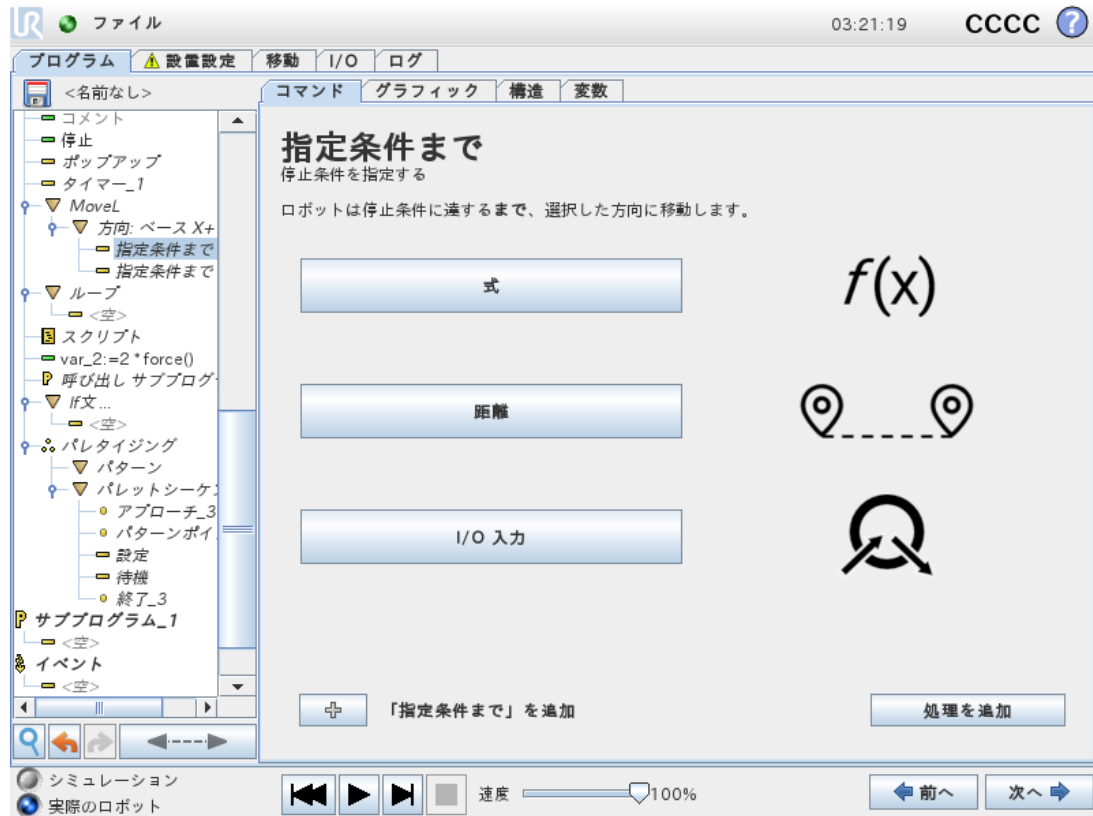
ツール速度およびツール加速の方向ベクトル設定を追加し、直線移動のベクトル方向を定義することにより、以下の高度な用途が可能となります。

- 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、[2,1,0]のベクトルの場合、規定速度に比例して、ロボットはy方向の各単位ごとにx方向で2単位移動します。

1.25.9. コマンド：この到達点まで

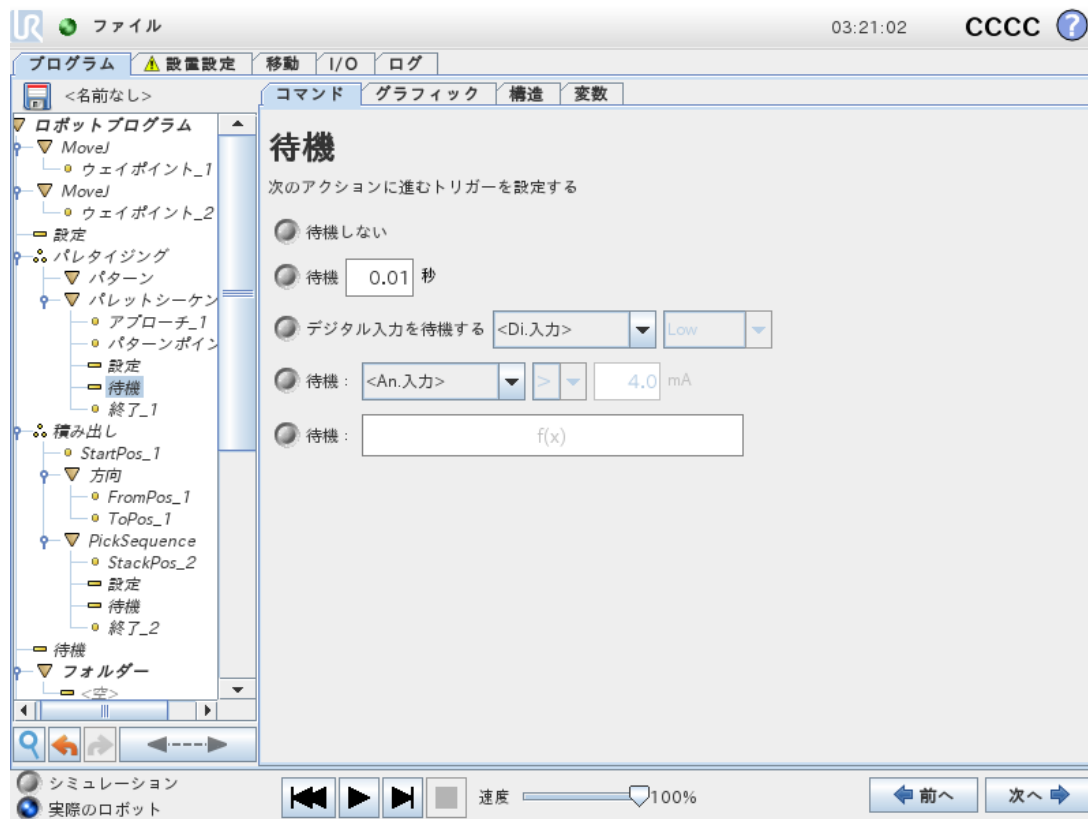
プログラムコマンド [指定条件まで] は、運動の停止条件を定義します。ロボットは、あるパスに沿って移動し、接触を検知した時点で停止します。



[指定条件まで] フィールドでは、以下の停止条件を定義できます。

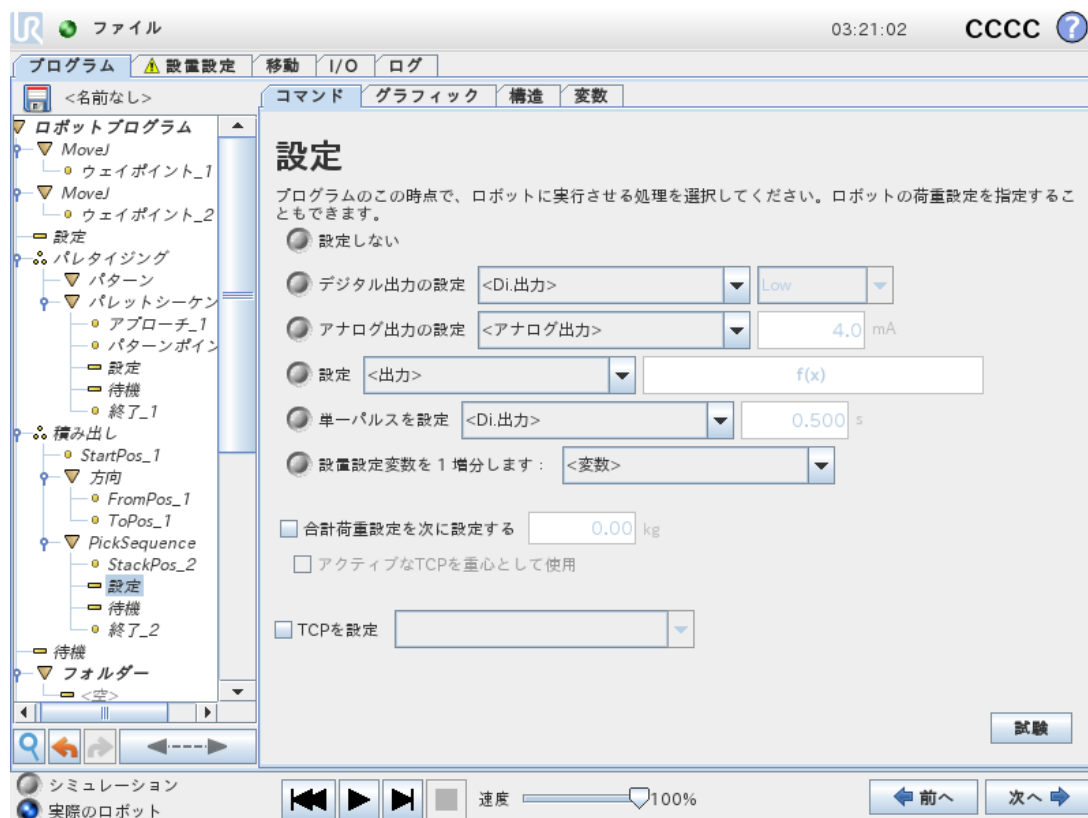
- [処理を追加] 特定の「指定条件まで」条件を満たした場合にプログラムコマンドを追加します。例えば、あるエラー状態が検知された場合、プログラムがポップアップノードと共に停止することができます。
- [距離] このコマンドは、ロボットが一定の距離を移動した際に[方向]の移動を停止するために使用できます。速度が徐々に落ちるため、ロボットがきっかり同じ距離で停止します。
- [式] このコマンドは、カスタムプログラム数式により運動を停止させるために使用できます。I/O、変数、スクリプト機能を使って停止条件を規定することができます。
- [I/O入力] このコマンドを使用し、I/O入力上で信号制御された運動を停止させることができます。

1.25.10. コマンド: 待機



[待機] は、I/O信号または式を所定の時間だけ一時停止します。[待機しない]を選択すると、何も起こりません。

1.25.11. コマンド: 設定

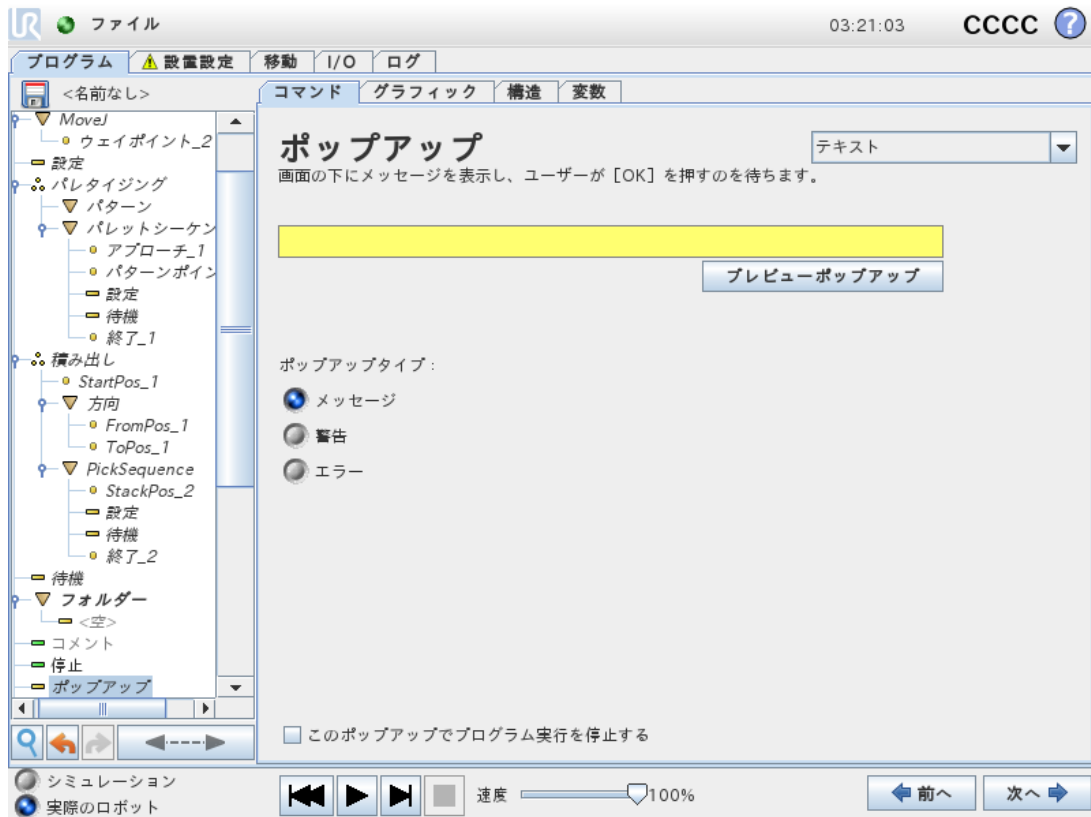


デジタルまたはアナログ出力のいずれかを定められた値に設定します。デジタル出力も単独のパルスを送信するよう設定することができます。

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は、チェックボックスの選択を外す必要があります。アクティブなTCPは、[設定]コマンドを使用して変更することもできます。その場合はチェックボックスを選択し、メニューからいずれかのTCPオフセットを選択します。

プログラム作成時に特定の運動のアクティブなTCPがある場合は、移動カードのTCP選択を代わりに使用することを検討してください(「1.25.4. コマンド: 移動 ページ155」を参照)。名前付きTCPの設定に関する詳細は、「1.24.6. [設置設定] → [TCP 構成] ページ121」を参照してください。

1.25.12. コマンド：ポップアップ



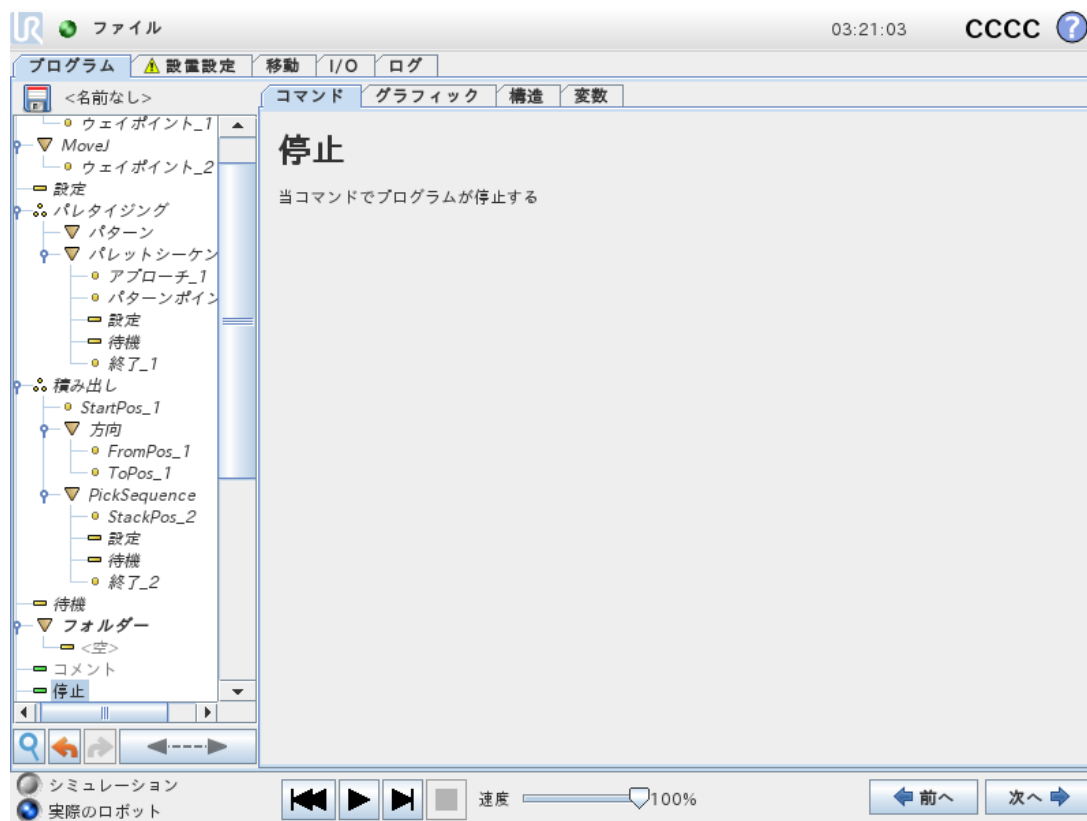
ポップアップは、プログラムがプログラムツリー内の[ポップアップ]コマンドに到達したときに画面にメッセージを表示します。[コマンド]タブの下では、空のフィールドをタップし、画面上のキーボードを使用してポップアップメッセージのテキストコンテンツを作成します。メッセージは最大 255 文字までに制限されています。

ポップアップメッセージにテキストの代わりに変数を表示したい場合は、[テキスト]ドロップダウンを選択できます。

[このポップアップでプログラム実行を停止する]を選択し、ポップアップ表示の際にプログラムを停止することもできます。

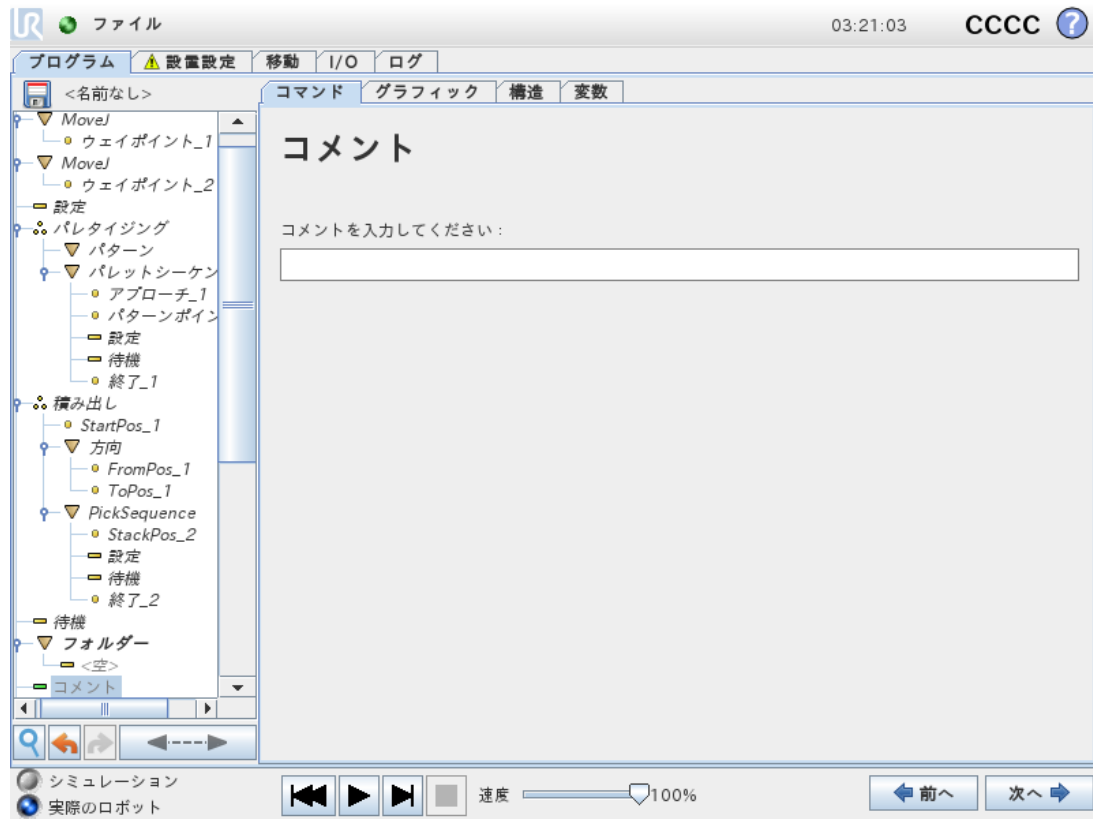
プログラムを実行中にポップアップメッセージが表示された場合、プログラムを続行するにはポップアップダイアログボックスの[OK] ボタンをタップします。

1.25.13. コマンド: 停止



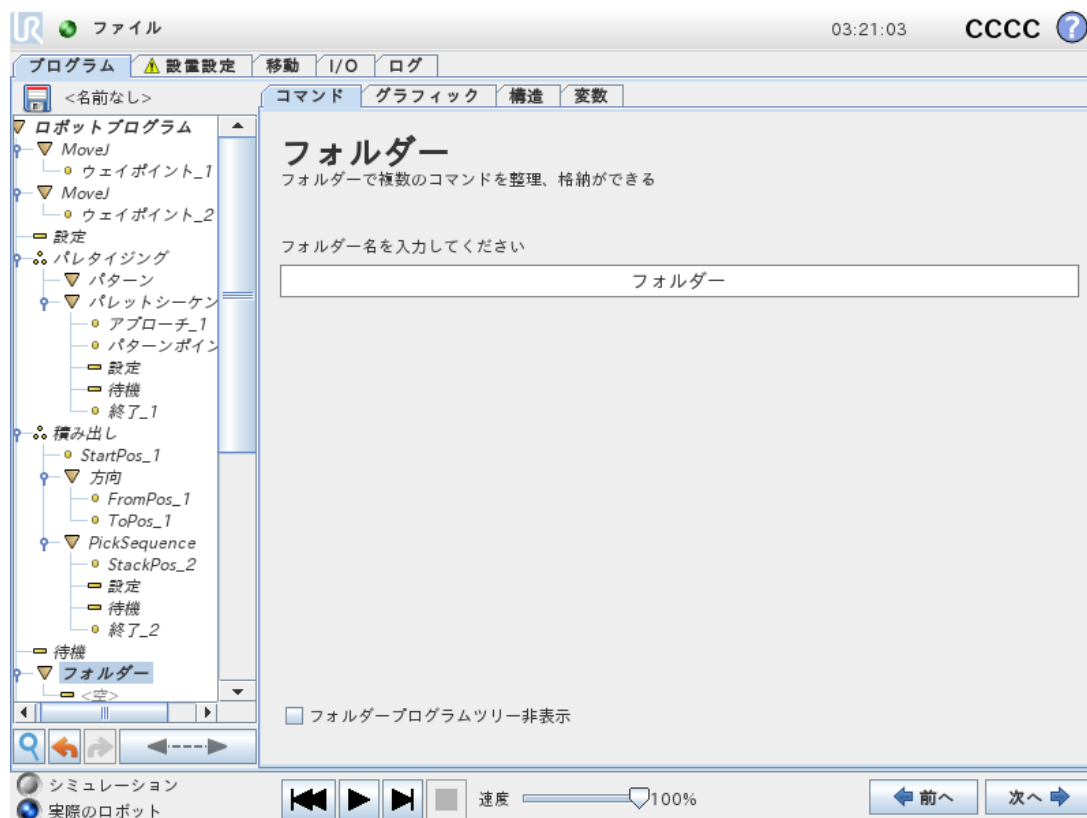
プログラム実行がこの時点で停止します。

1.25.14. コマンド: 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。

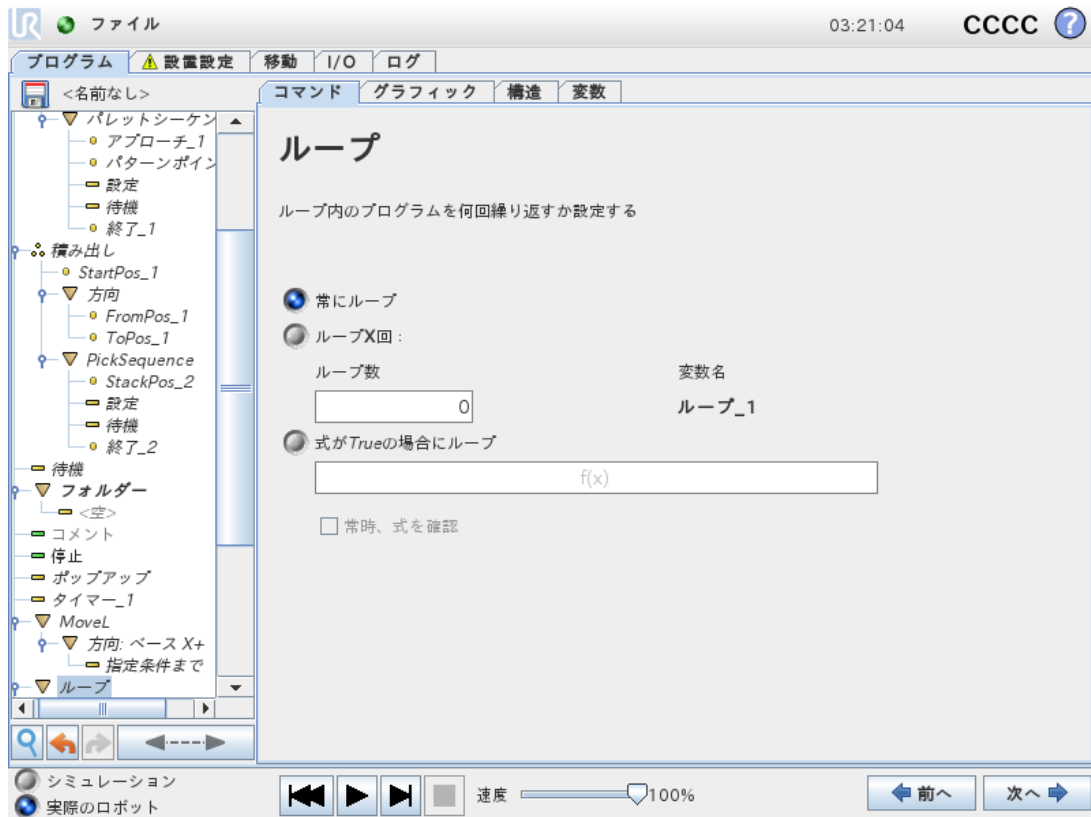
1.25.15. コマンド: フォルダー



[フォルダー] は、プログラムの特定部分をまとめ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、プログラムとその実行にまったく影響しません。

1.25.16. コマンド：ループ

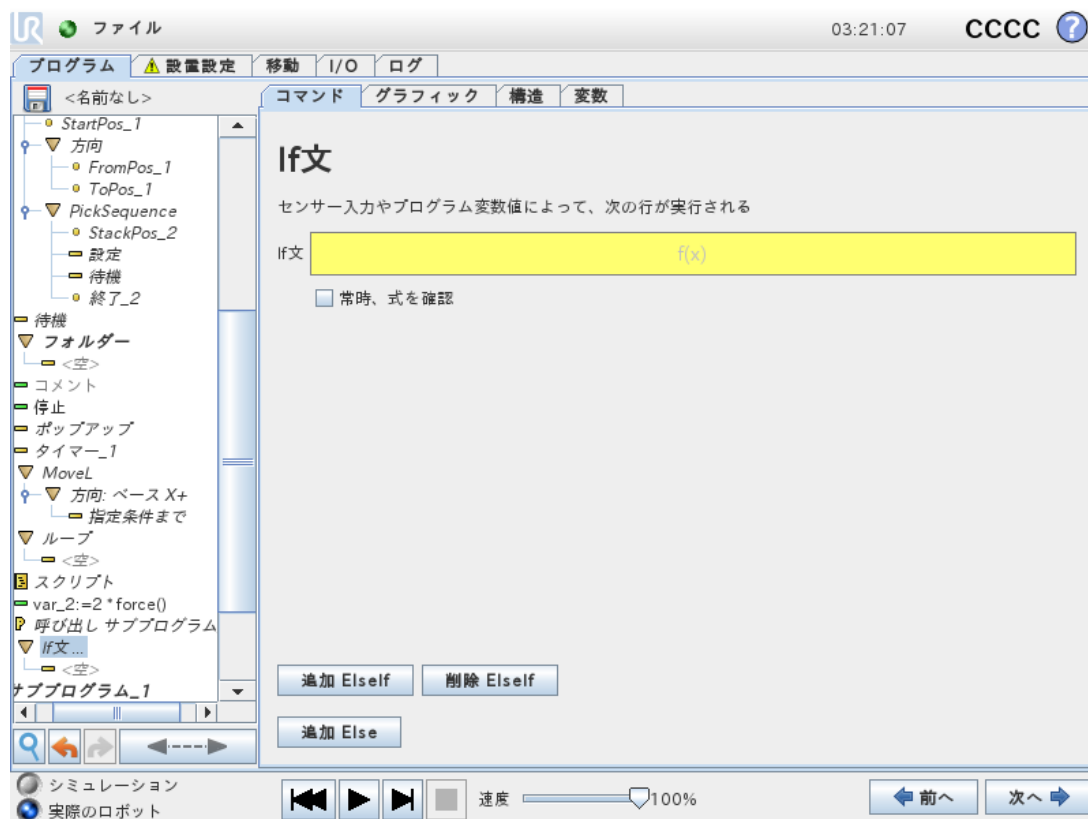


基盤となるプログラムコマンドをループさせます。選択によって、基盤となるプログラムコマンドは無限にループするか、特定の回数ループするか、または規定された条件が真である限りループします。特定の回数ループする場合は、専用のループ変数(上記のスクリーンショットでは `loop_1` と呼ばれています)が作成され、そのループ内の式で使用することができます。ループ変数は0から $N-1$ の範囲でカウントされます。

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。

1.25.17. コマンド：If

If and If...Else構文は、センサーの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。



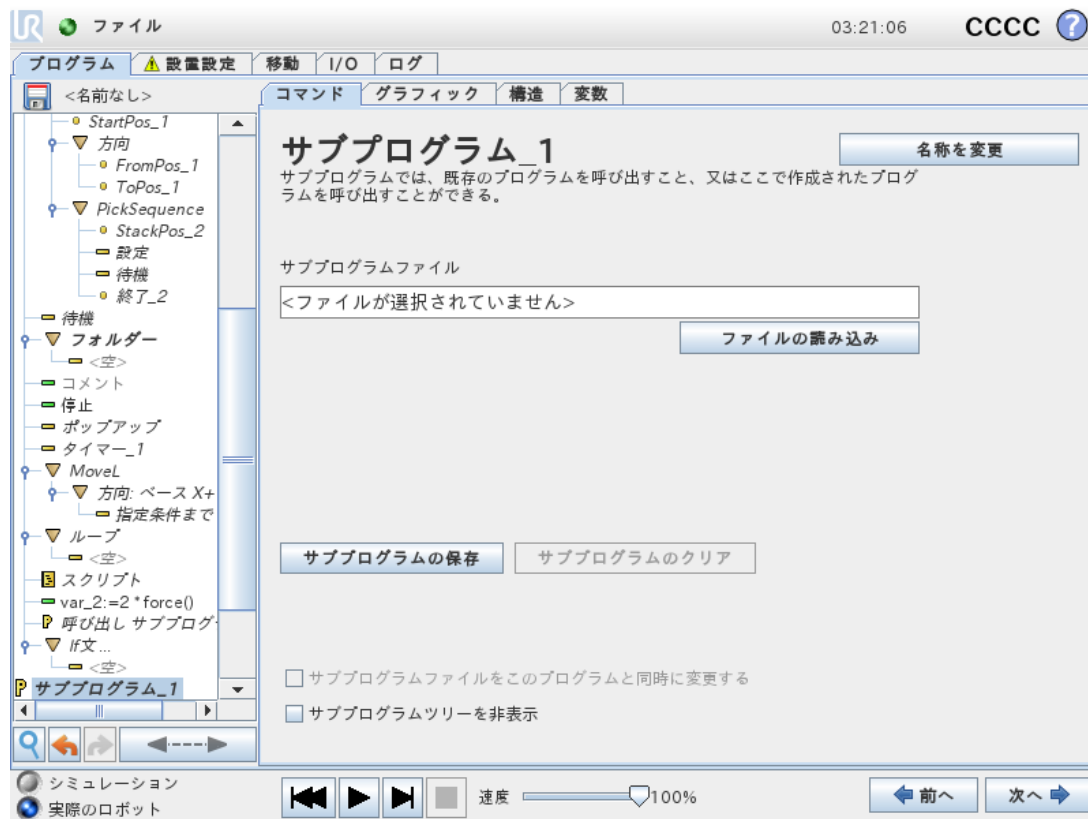
式エディタで、If構文を使って式を構成する条件を選択します。ある条件の評価結果がTrueの場合、このIfコマンドが実行されます。1つのIf構文に記述できるElse文は1つだけです。Elseif式を追加もしくは削除するには、[追加 Elseif] および [削除 Elseif] を使用してください。If、Elseif、Loop構文が含まれる行を実行中に評価できるようにするには、[常時、式を確認] を選択してください。If構文内の式の評価結果がFalseとなった場合、Elseif文またはElse文の内容が実行されます。



注

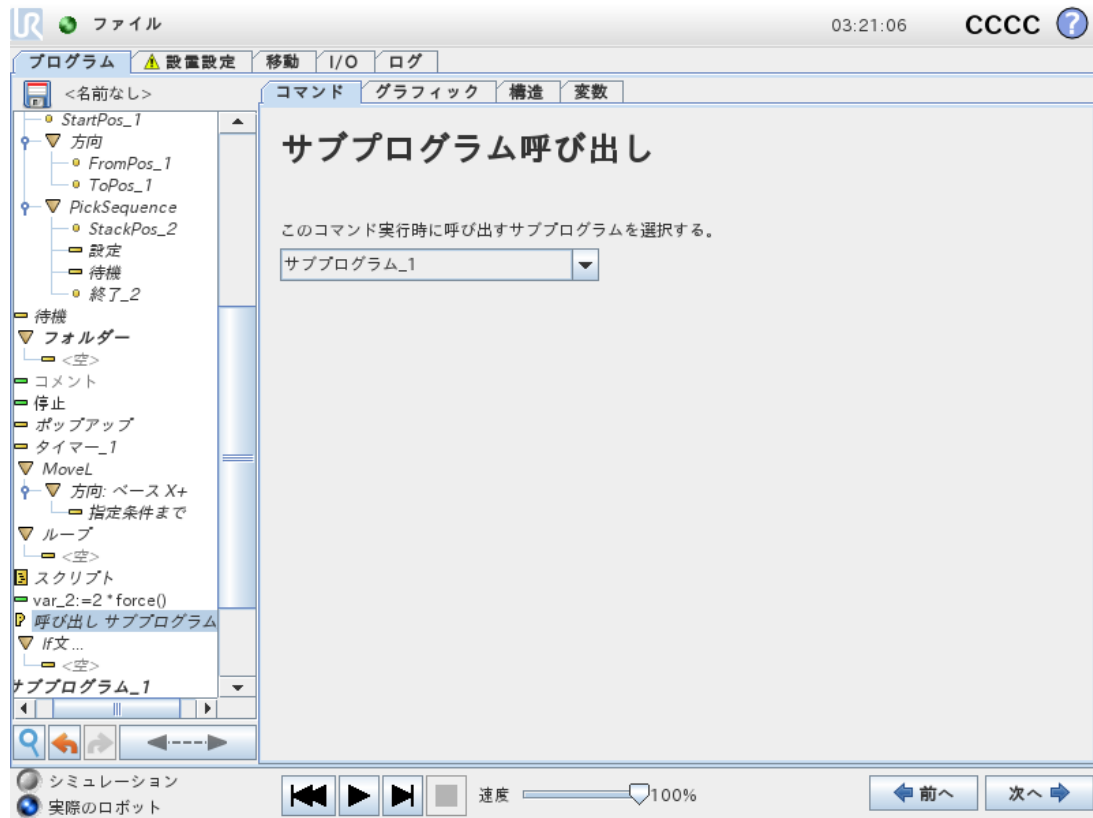
If式あるいは式を継続的にチェックオプションのあるLoop式内にウェイポイントがある場合、式の後にstopj()もしくはstopl()を加えて、徐々にロボットアームを減速することができます。これはIfおよびLoopコマンドの両方で有効です(セクション「[1.25.16. コマンド: ループ前のページ](#)」を参照)。

1.25.18. コマンド：サブプログラム



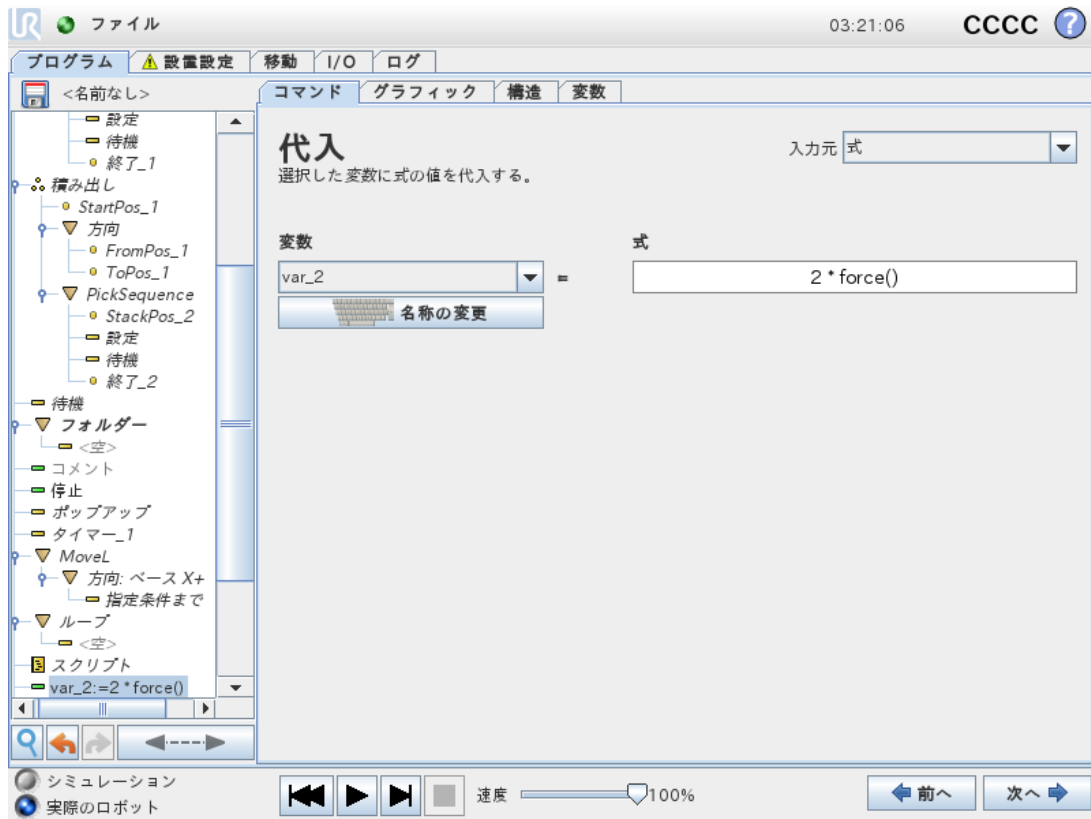
サブプログラムは、数か所で必要とされるプログラムの部分を保持することができます。サブプログラムはディスク上の個別のファイルにすることができます。また、非表示にしてサブプログラムが誤って変更されるのを防ぐこともできます。

コマンド: サブプログラム呼び出し



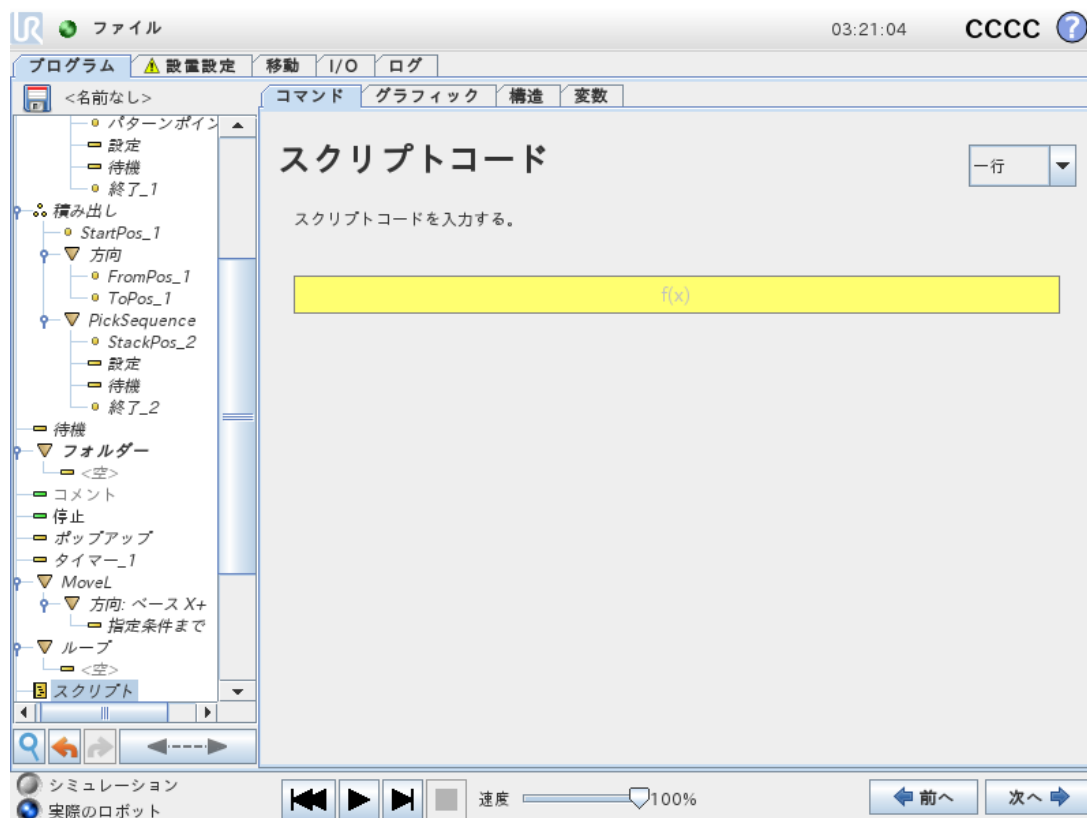
サブプログラム呼び出しによって、サブプログラム内のプログラム行が実行され、後続の行に戻ります。

1.25.19. コマンド: 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。

1.25.20. コマンド: スクリプト



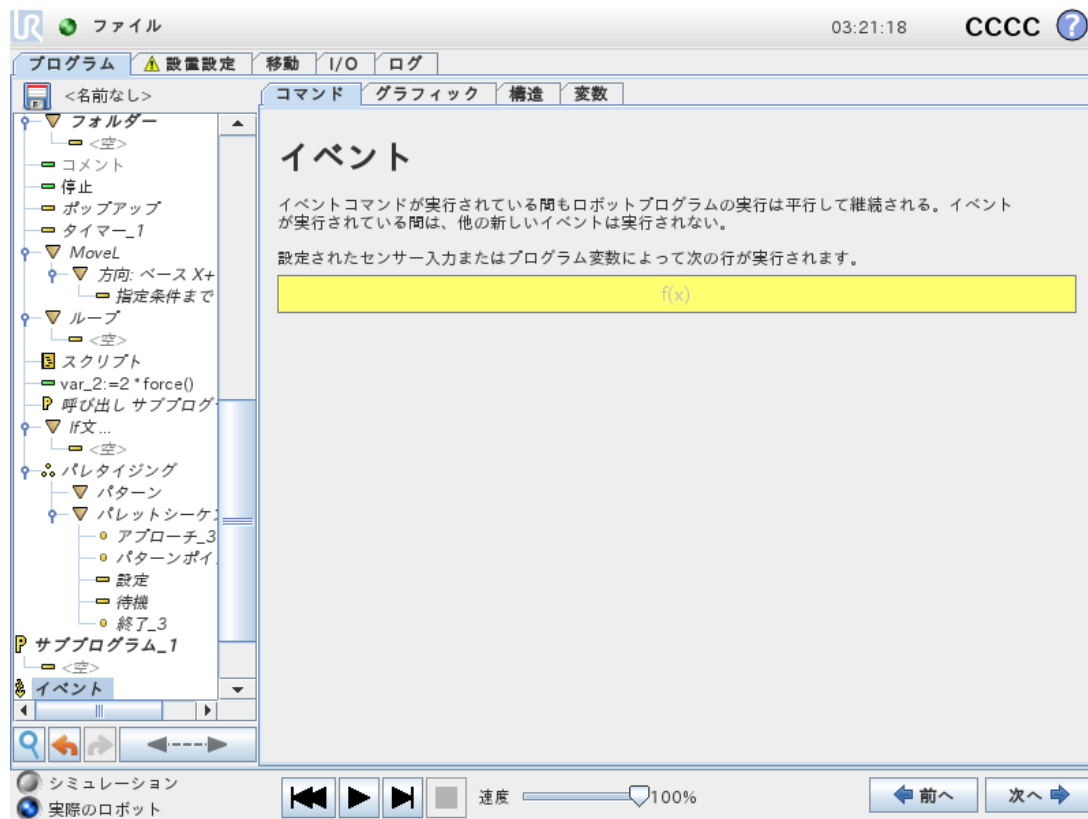
以下のオプションは[コマンド]配下のドロップダウンリストで使用できます。

- [一行]を使用すると、式エディタ(1.23.1. 式エディター画面 ページ111)を使用して単一行の URscriptコードを書くことができます。
- [ファイル]を使用すると、URscriptファイルの書き込み、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。

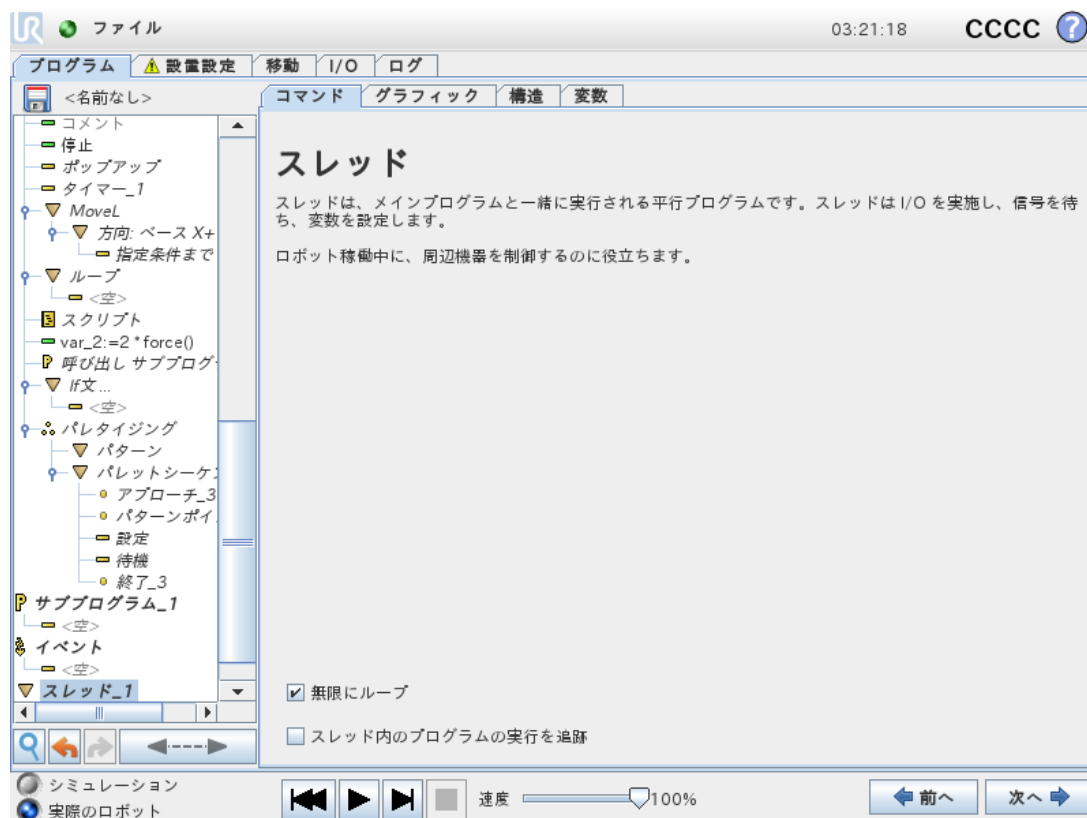
Urscriptファイルで宣言されている関数と変数は、PolyScope内のプログラム全体を通して使用することができます。

1.25.21. コマンド: イベント



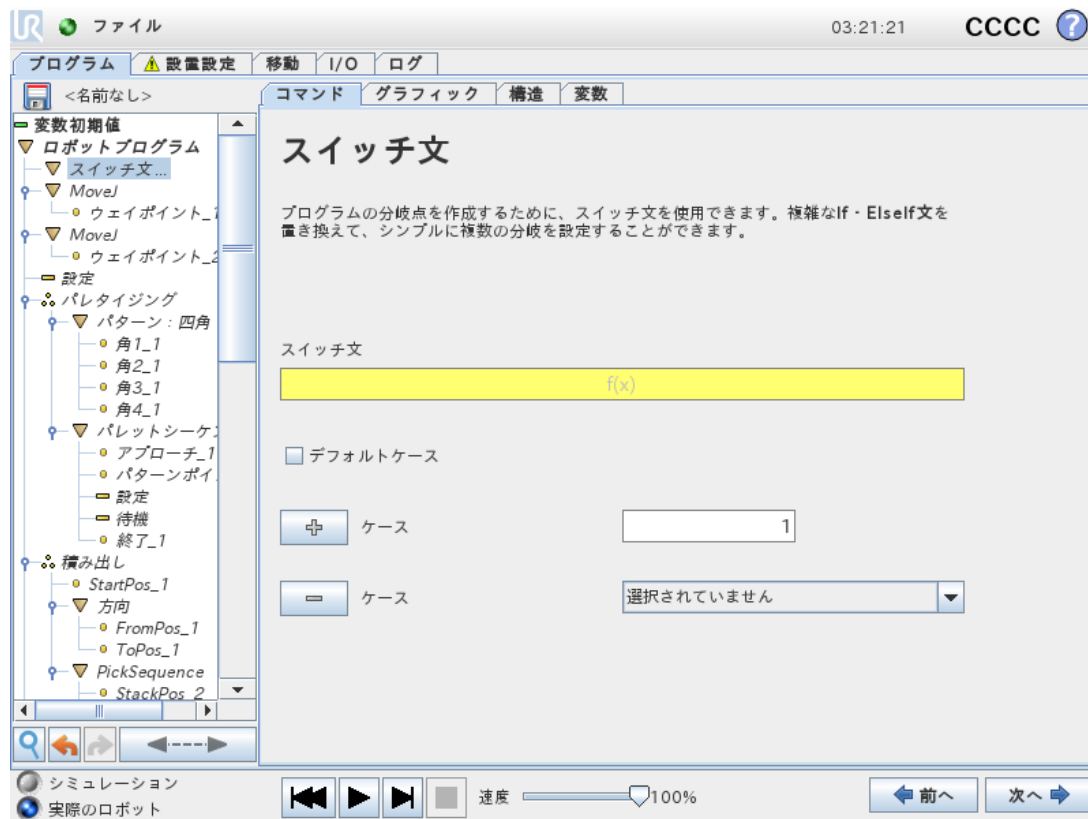
イベントを使うと、入力信号をモニターしたり、何らかの処理を実行したり、入力信号が高になった場合に変数を設定することができます。たとえば、1つの出力信号が高になった場合に、イベントプログラムで200ms間待機して再び低に戻すことができます。これによって、外部機械が高入力レベルではなく上昇フランクをトリガーする場合に、メインプログラムコードをより簡単にすることができます。イベントはコントロールサイクル(8ms)ごとに1回確認されます。

1.25.22. コマンド: 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。

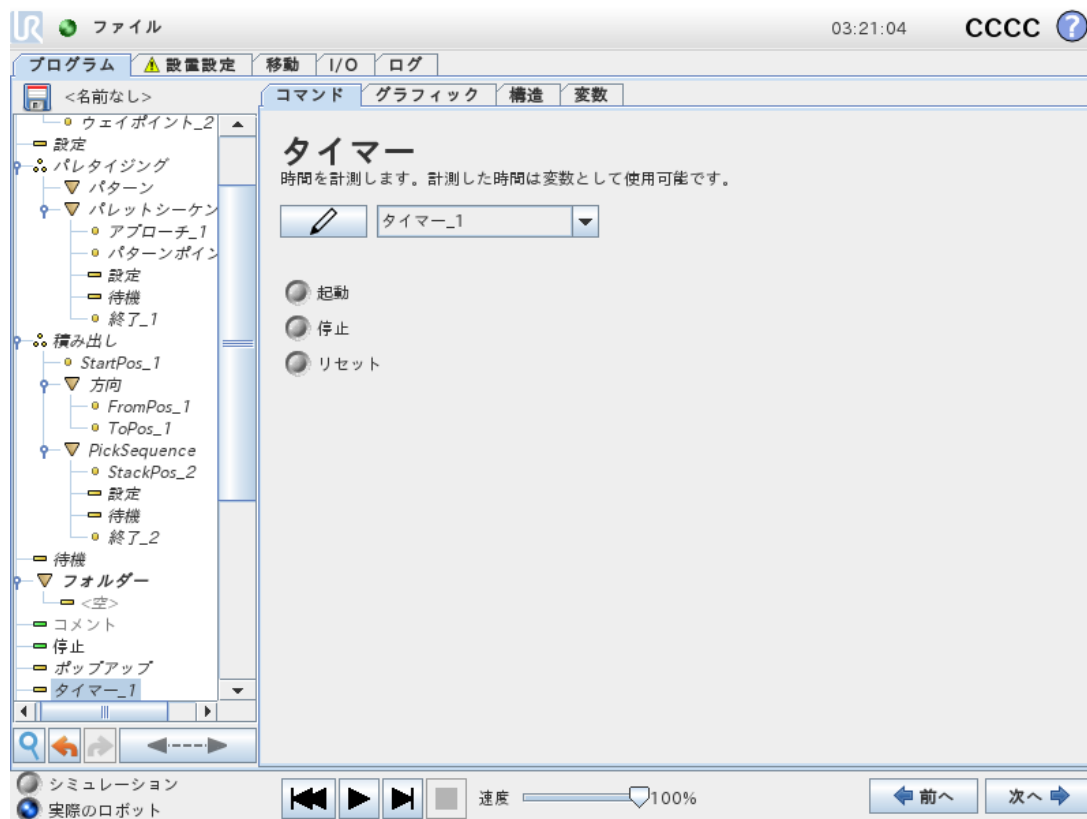
1.25.23. コマンド：スイッチ文



スイッチケース構文を使用すると、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。基本条件を記述し、ロボットがこの[スイッチ文]のサブコマンドに進む必要があるケースを定義するには式エディタを使用します。条件がいずれかのケースに一致すると評価されると、[ケース]内の行が実行されます。[デフォルトケース]が指定されている場合は、他に一致するケースが見つからなかった場合のみ行が実行されます。

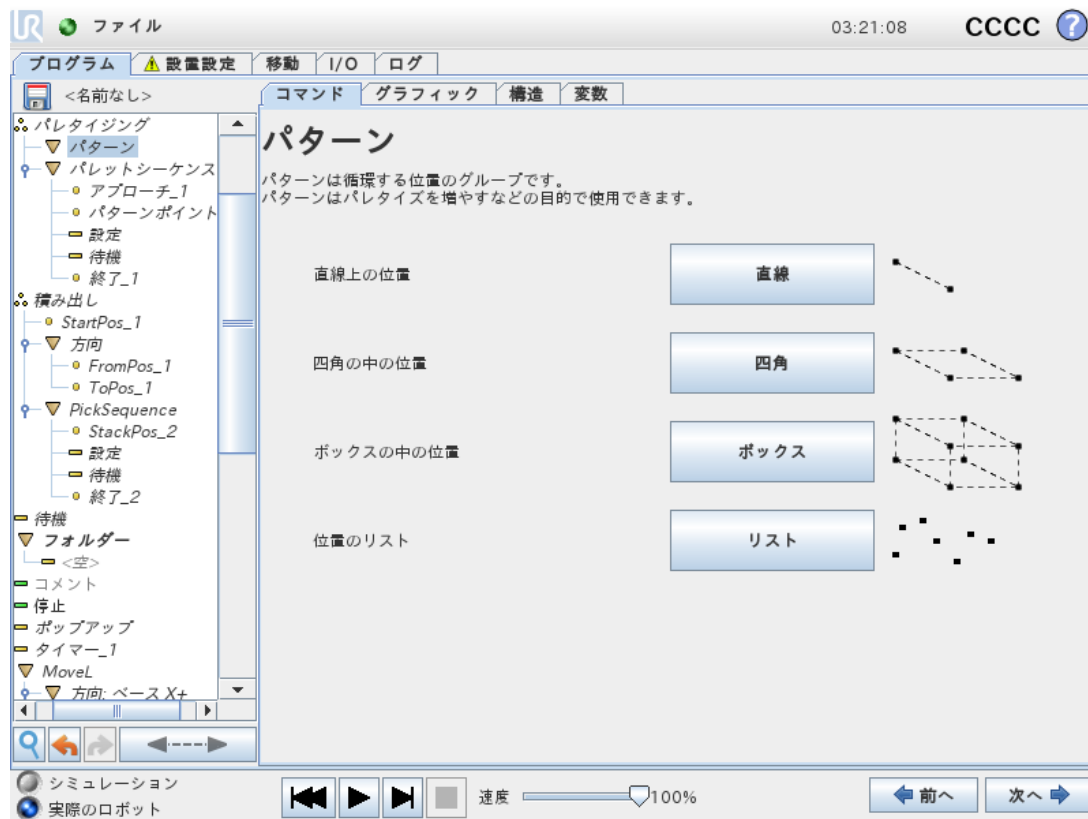
各Switch can have several Cases and one Default Case. Switches can only have one instance of any Case values defined. Cases can be added using the buttons on the screen. A Caseコマンドは、このスイッチの画面から削除することができます。

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

1.25.24. コマンド: パターン



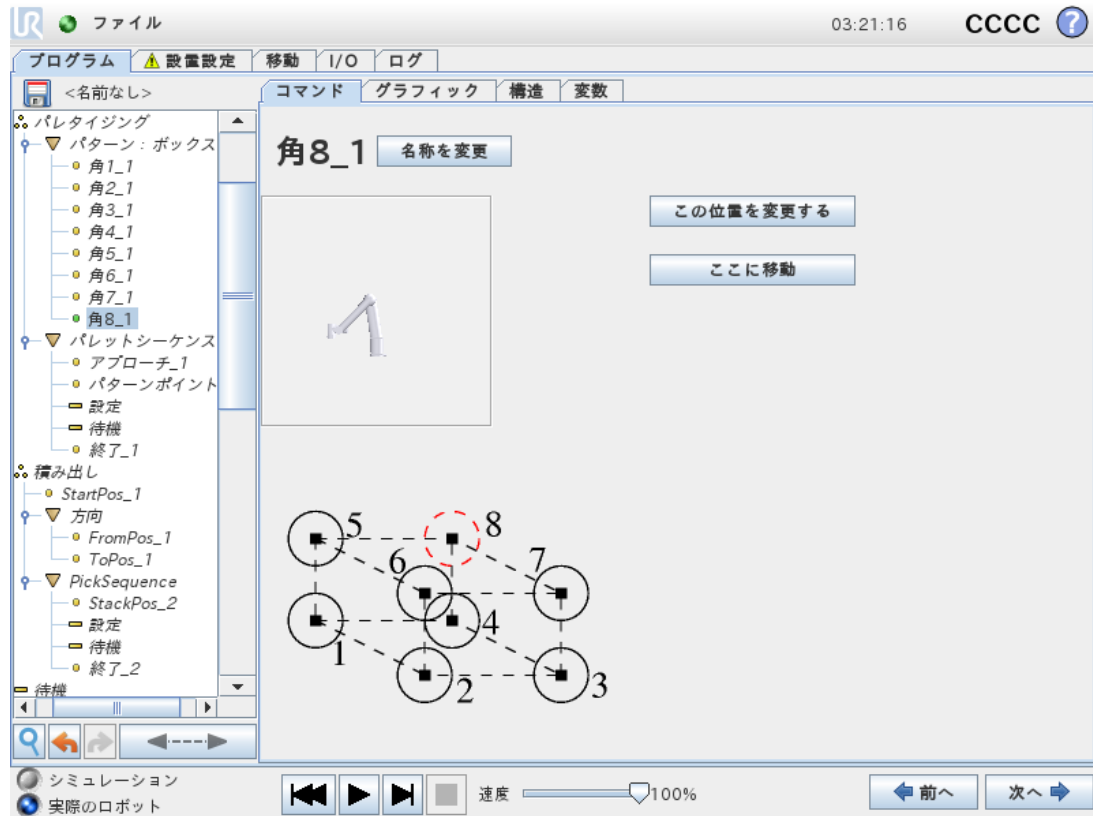
[パターン] コマンドは、ロボットプログラムの各位置間を循環させるために使用します。[パターン] コマンドは1回の実行で1つの位置に対応します。

パターンは4つのタイプのいずれかを指定できます。最初の3つ(直線、四角、ボックス)は、通常パターンの位置に使用できます。通常パターンはいくつかの特性点により定義されます。特性点はパターンのエッジを定義します。直線の場合は2つの端点であり、四角の場合は4か所ある角の点の内の3つであり、ボックスの場合は8か所ある角の点の内の4つとなります。プログラマーは、パターンの各エッジに沿って位置の数を入力します。ロボットコントローラーは、エッジのベクトルを比例加算して、個々のパターン位置を計算します。

横断する位置が通常パターンにならない場合は、すべての位置のリストがプログラマーによって提供されている[リストオプション]を選択することができます。こうすれば、ありとあらゆる種類の位置を配置できます。

パターンの定義

[ボックス] パターンが選択された場合、画面は次のようになります。



[ボックス] パターンは3つのベクトルを使用してボックスの面を定義します。これらの3つのベクトルは4つの点として規定され、ここで1番目のベクトルは点1から点2へ、2番目のベクトルは点2から点3へ、3番目のベクトルは点3から点4に向かいます。それぞれのベクトルは間隔カウント番号で分割されます。パターンの個々の位置は、単純に間隔ベクトルを比例加算することにより、計算されます。

直線パターンと四角パターンは同様の働きをします。

パターンの位置を横断する間は、カウンター変数が使用されます。変数の名前は、[パターン] コマンド画面で見ることができます。変数は、0から $X \times Y \times Z - 1$ までのパターン中の点の数を循環します。変数は代入を使用して操作することができ、式の中で使用することもできます。

1.25.25. コマンド：フォース



注

この機能を[コンベヤトラッキング]と同時に使用すると、プログラムの競合が発生する可能性があります。

- この機能を[コンベヤトラッキング]と一緒に使用しないでください。

フォースモードは、事前定義された軸に沿った実際のTCP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ています。例えば、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加え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ている軸内に障害物がない場合、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。



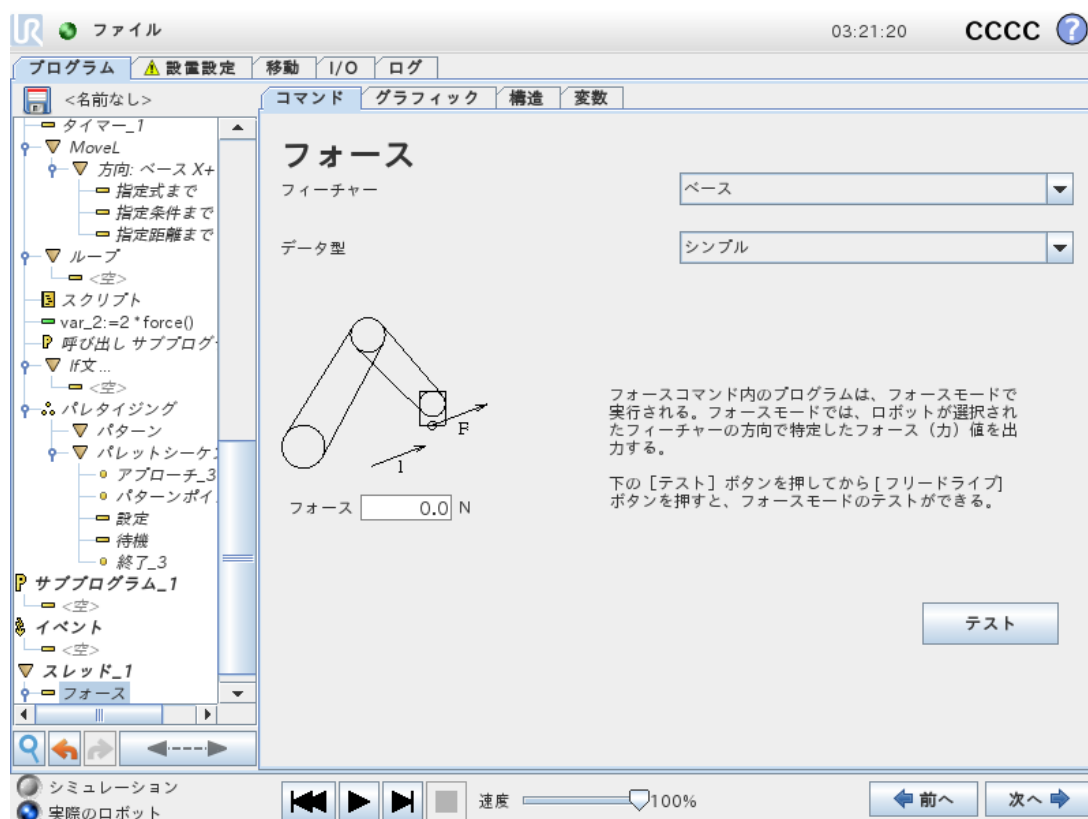
注

If、ElseifあるいはLoop内に[フォース]コマンドがあり、[常時、式を確認]オプションが選択されていれば、式の終わりにend_force_mode() スクリプトを追加し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動作中に使用する座標系(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(「[1.24.12. \[設置設定\] → \[フィーチャー\]](#) ページ134」を参照)。

フォースモードタイプ

以下に掲載しているフォースモードのタイプによって、選択されたフィーチャーの解釈方法が決まります。

- **シンプル:** 1つの軸だけがフォースモードに適合します。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:** 点を選択された場合、タスクフレームのY軸はロボットのTCPから選択したフィーチャーの原点に向かっています。ロボットのTCPと選択したフィーチャーの原点との距離は10 mm以上にする必要があります。ロボットのTCP位置が変化すると、タスクフレームが実行時に変化します。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。
- **モーション:** モーションとは、タスクフレームがTCPの運動方向によって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垂直となり、選択されたフィーチャーのX-Y平面上にあります。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。

ロボットアームが移動しない場合: ロボットアームが静止状態のままでフォースモードに入った場合、TCPの速度がゼロを超えるまでは適合する軸はありません。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動作している場合に実際のタスクフレームを[グラフィック]タブ(「[1.25.33. \[グラフィック\]タブ](#) ページ194」を参照)で実行時に表示できます。

1.25.26. 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:

- 別のスレッドで `get_tcp_force()` スクリプト関数を使用し、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。

1.25.27. 限界の選択

すべての軸には限界が設定できますが、軸が適合であるか非適合であるかに対応して、異なる意味を持ちます。

- **適合**: 限界は、TCP が軸に沿って、または軸の周りで到達できる最大速度です。単位は [mm/s] および [deg/s] です。
- **非適合**: 限界は、ロボットが予防停止するまでに許容されるプログラムの軌道からの最大制限角度です。単位は [mm] および [deg] です。

1.25.28. 試験フォース設定

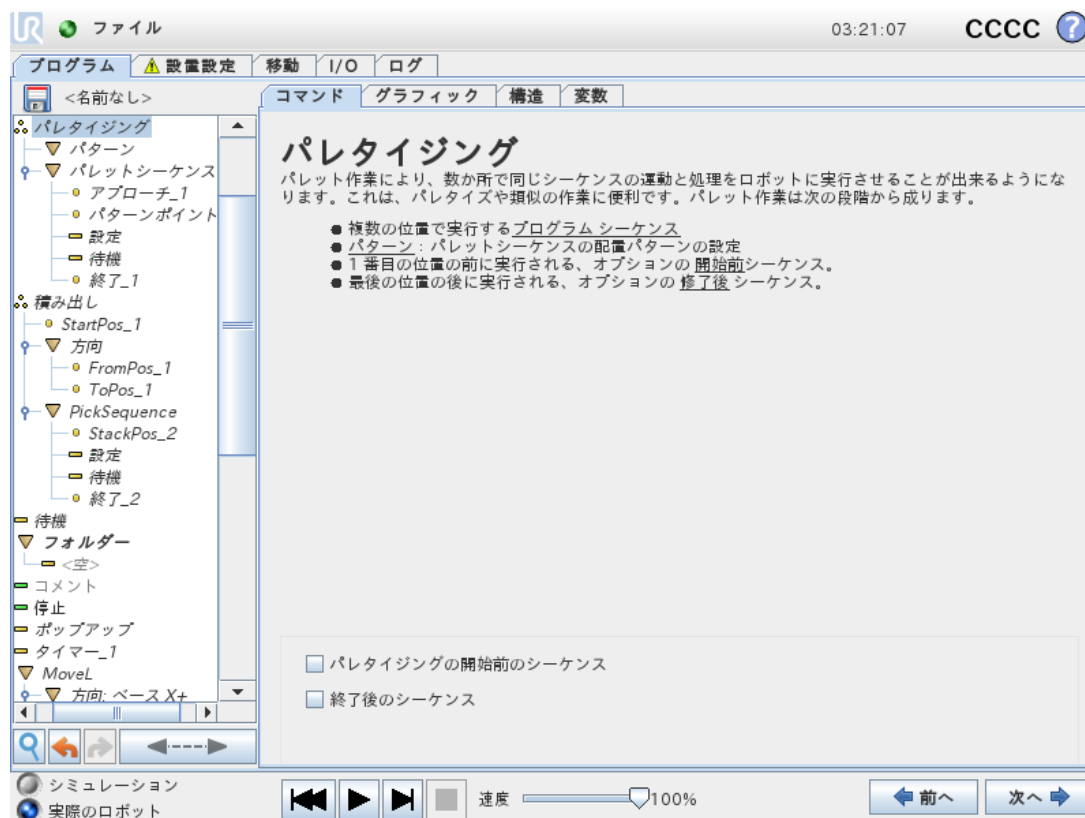
試験とラベリングされているオン/オフボタンは、ティーチペンダント裏面の[フリードライブ]ボタンの動作を、通常のフリードライブモードからフォースコマンドの試験に切り替えます。

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行う前に、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。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]ボタンを押すだけで、ロボットが移動可能な方向と移動不可能な方向を確認できます。

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。

[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。

1.25.29. コマンド：パレタイジング



パレット操作は、パターンで指定された一組の場所で連続する運動を実行できます(「1.25.24. コマンド：パターン ページ184」を参照)。パターンの各位置で、パターンの位置に関連して、連続した移動が実行されます。

パレット作業のプログラミング

1. パターンを定義します。
2. 各々の単一のポイントでピックアンドプレースするパレットシーケンスを作成します。シーケンスは、各々のパターン位置で何を行うかを記述します。
3. シーケンスコマンド画面のセレクターを使用し、シーケンス中のどのウェイポイントをパターン位置に対応させるかを定義します。

パレットシーケンス/アンカー可能シーケンス

[パレットシーケンス] コマンドでは、ロボットアームの運動はパレットの位置に相対的です。シーケンスの動作は、ロボットアームがアンカー位置/パターンポイントで指定された位置に来るようになっています。後の位置は、これに適合するように、すべて移動されます。アンカー位置に相対的にならないため、シーケンスの中で[移動] コマンドを使用しないでください。

“開始前シーケンス”

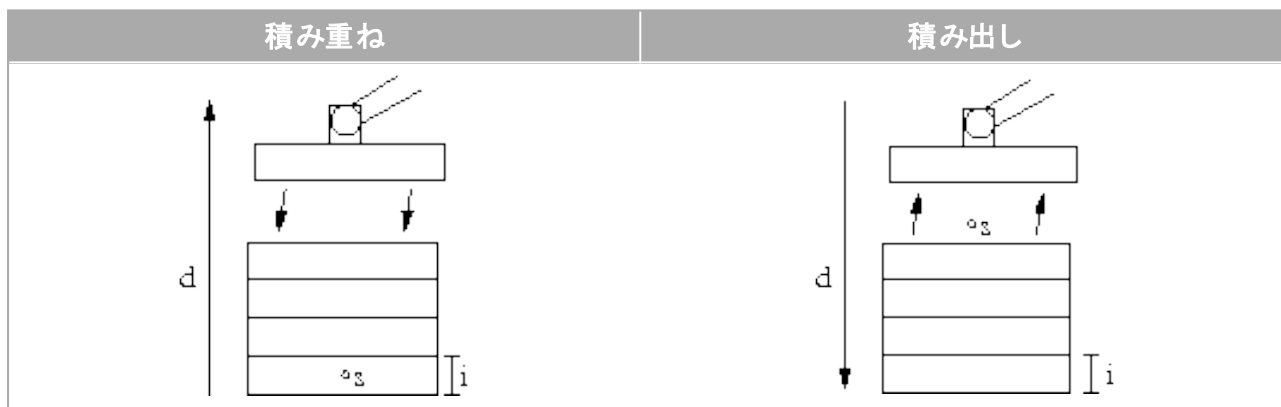
オプションの[開始前シーケンス]は操作開始直前に実行されます。これは、準備完了信号を待機するのに使用できます。

“AfterEnd”

オプションの[AfterEnd]は操作完了時に実行されます。これを使用して、次のパレットを準備し、コンベヤ移動を開始させる信号を送ることができます。

1.25.30. コマンド：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。

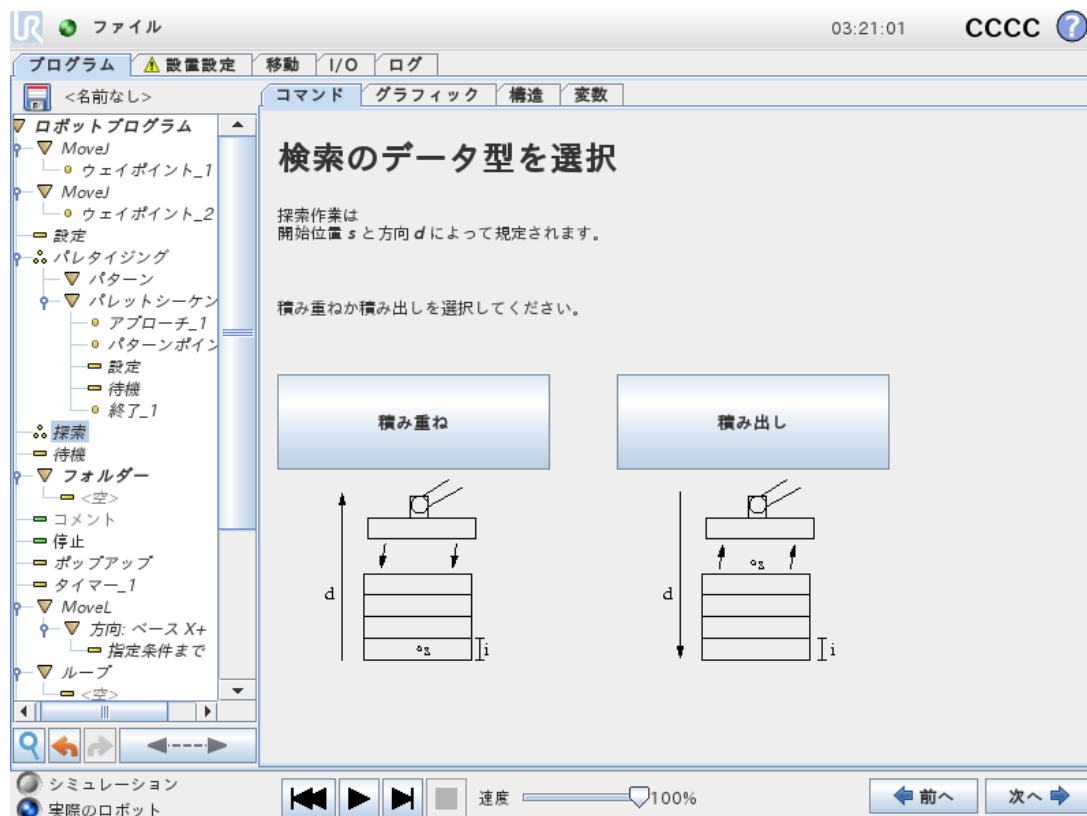


積み重ね作業のために探索動作をプログラムする場合は、以下を定義する必要があります。

- s - 開始ウェイポイント。
- d - 積み重ね方向。
- i - 積み重ねるワークの厚さ

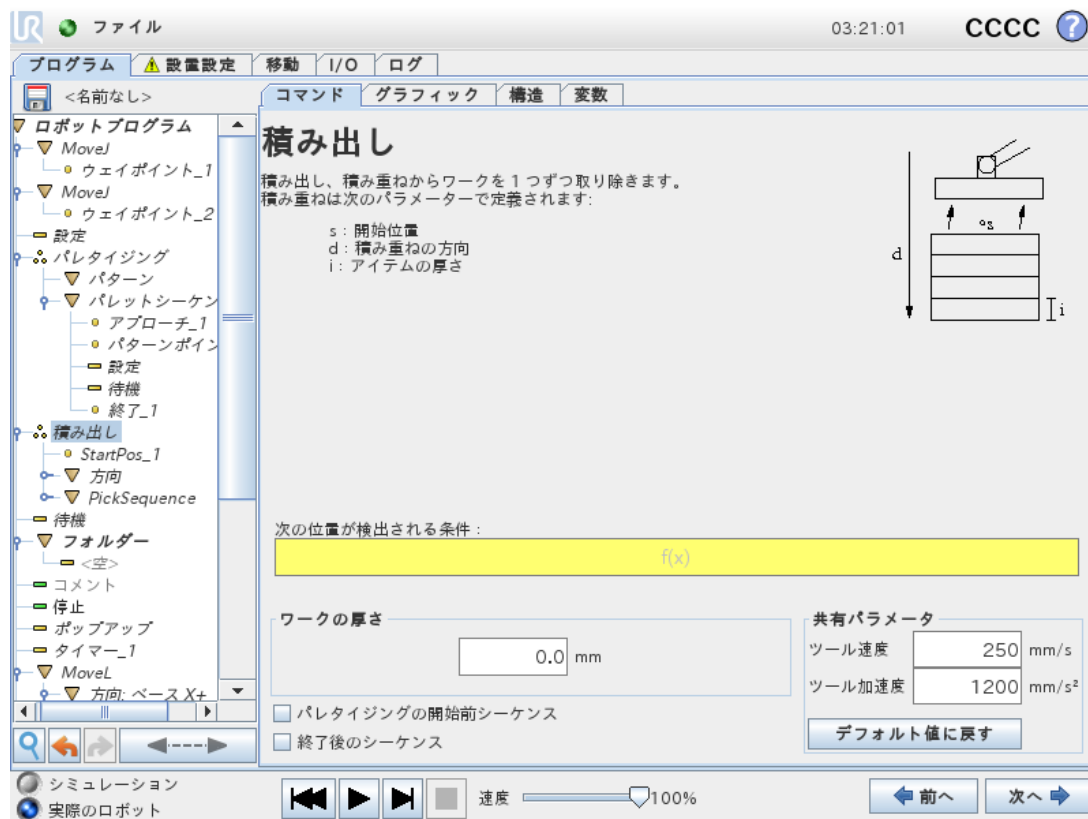
その上に、次の積み重ね位置に達した時の条件と、各々の積み重ね位置で実行される特殊なプログラムシーケンスを定義する必要があります。また、積み重ね作業に関与する運動の速度と加速度も規定する必要があります。

積み重ね



積み重ねをする場合、ロボットアームは開始位置まで動き、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。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

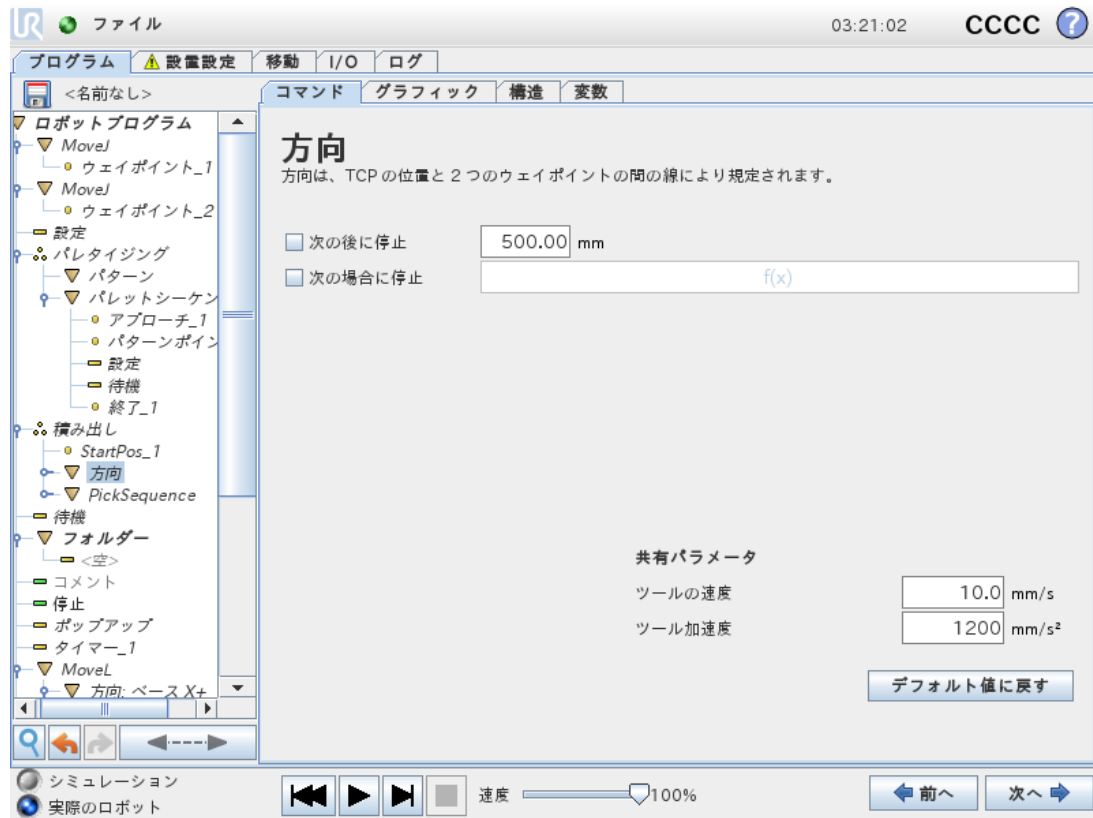


積み出しをする場合、ロボットアームは開始位置から次のワークを探索するために所定の方に動きます。画面の条件によって、次のワークが到達するタイミングが決まります。条件が満たされると、ロボットはその位置を記憶して特殊なシーケンスを実行します。次のラウンドでは、ロボットは方向に沿ったワークの厚さを加算した記憶位置から探索を開始します。

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。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ゐります。式がTrue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[BeforeStart] は操作開始直前に実行されます。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[AfterEnd] シーケンスは操作完了時に実行されます。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(「[1.25.29. コマンド: パレタイジング ページ189](#)」を参照)。

1.25.31. コマンド: コンベヤトラッキング



注

この機能を[フォース]と同時に使用すると、プログラムの競合が発生する可能性があります。

- この機能を[フォース]と一緒に使用しないでください。

ロボットは、設定されたコンベヤ動作のいずれか一つを追跡するように構成できます(コンベヤ1)。設置設定で定義された[コンベヤトラッキング]が正確に構成されている場合、ロボットはコンベヤを追跡するように動作を調整します。[コンベヤトラッキング]プログラムコマンドは、[構造]タブの[ウィザード]タブから利用できます。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。[設置設定]タブの下[コンベヤトラッキング]設定は(セクション「[1.24.13. コンベヤトラッキングの設定 ページ142](#)」を参照)、ロボットがソリユートエンコーダーとインクリメンタルエンコーダーのほか、直線コンベヤと円状コンベヤと共に運動するように構成するオプションを提供します。



注

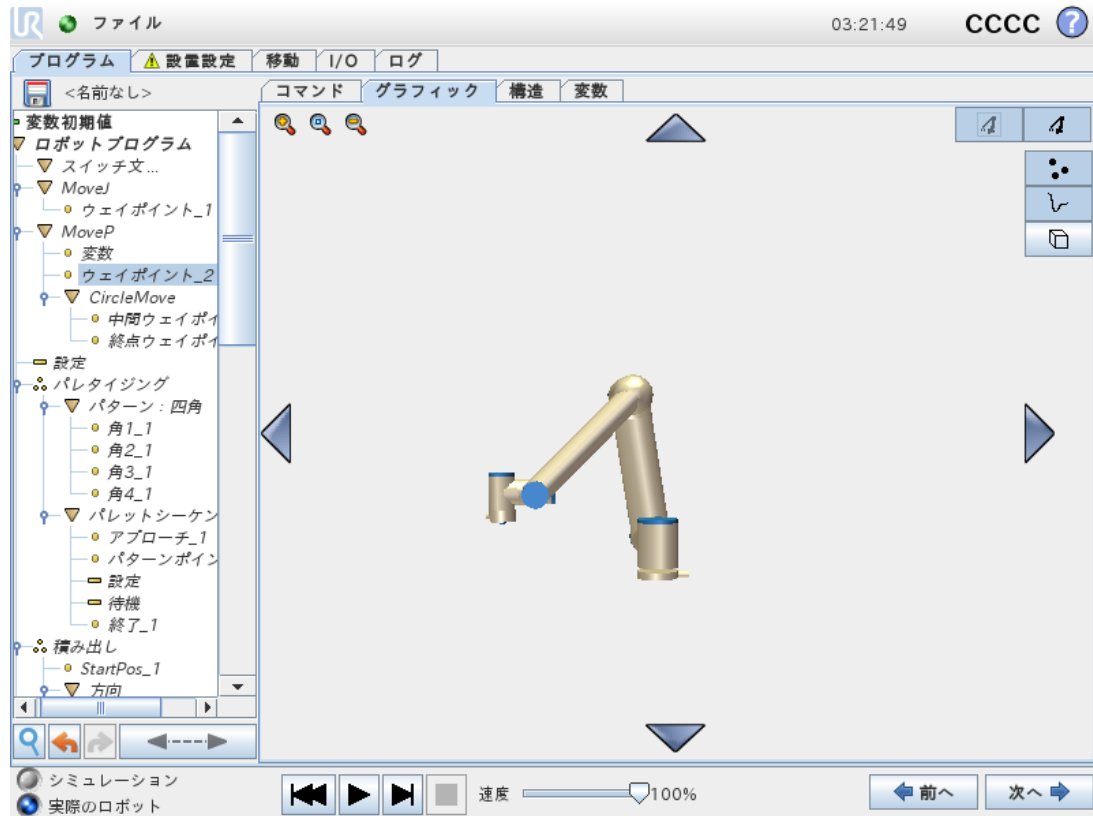
コントロールボックスには、1台のコンベヤ(コンベヤ1)で使用するべきインクリメンタルエンコーダー1台のみを収納することができます。

1.25.32. コマンド: 抑制

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。

1.25.33. [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(運動区分の間の移行)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の現在位置が安全平面またはトリガー平面に近くなる、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(「1.21.12. 境界 ページ92」を参照)に近くなると、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。

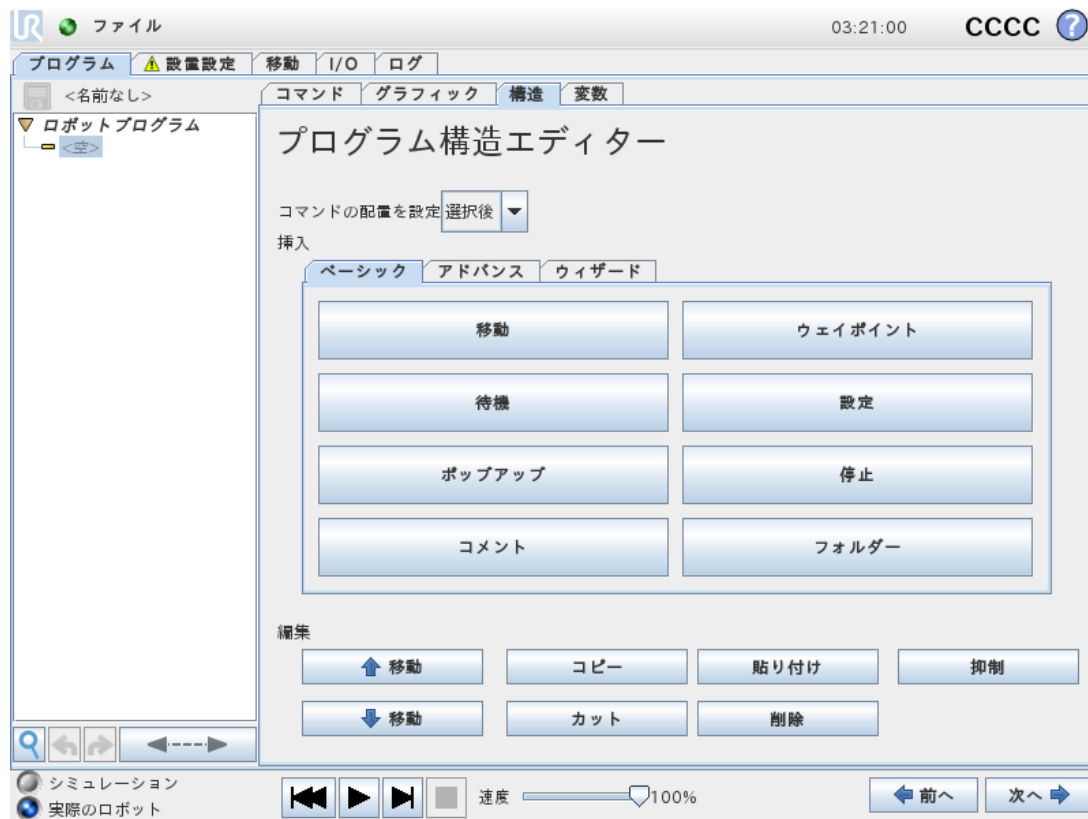
トリガー平面は青と緑、および平面の側面を指す小さな矢印で表示されます。ここでは、標準モードの限界(「1.21.6. 安全モード ページ86」を参照)が有効になっています。

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。運動区分は、選択されたプログラムコマンドによって異なります。[Move] コマンドが選択された場合は、表示されるパスはその移動によって定義される運動となります。[ウェイポイント] コマンドを選択すると、次の ~ 10 ステップの運動が表示されます。

1.25.34. [構造]タブ



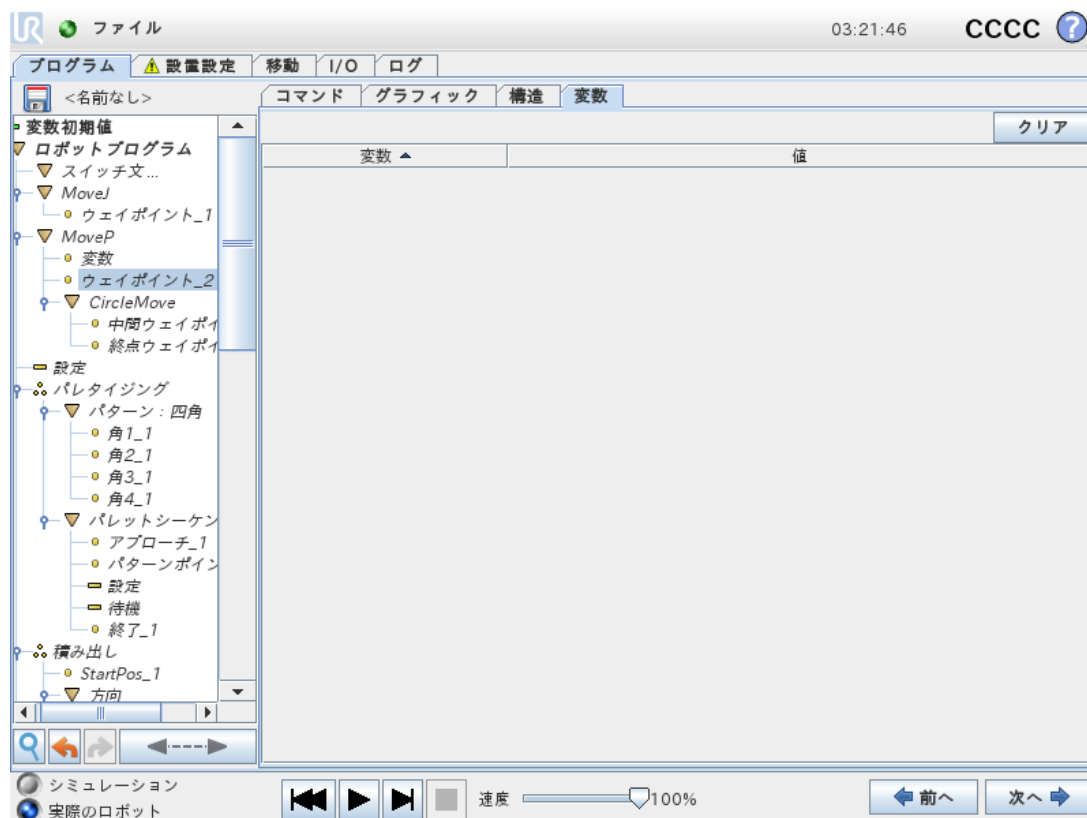
プログラム構造タブは、さまざまなタイプのコマンドの挿入、移動、コピー、または削除を可能にします。新しいコマンドを挿入するには、次のステップを実行してください。

1. 既存のプログラムコマンドを選択します。
2. 新しいコマンドを既存のコマンドの前に挿入するか後に挿入するかを選択します。
3. 挿入したいコマンドタイプのボタンを押します。新しいコマンドの詳細を調整するには、[Command] タブに移動します。

コマンドは、[編集] 枠内のボタンを使用して、移動/コピー/削除できます。コマンドにサブコマンドがある場合は(コマンドの後に三角)、サブコマンドすべても移動/コピー/削除されます。

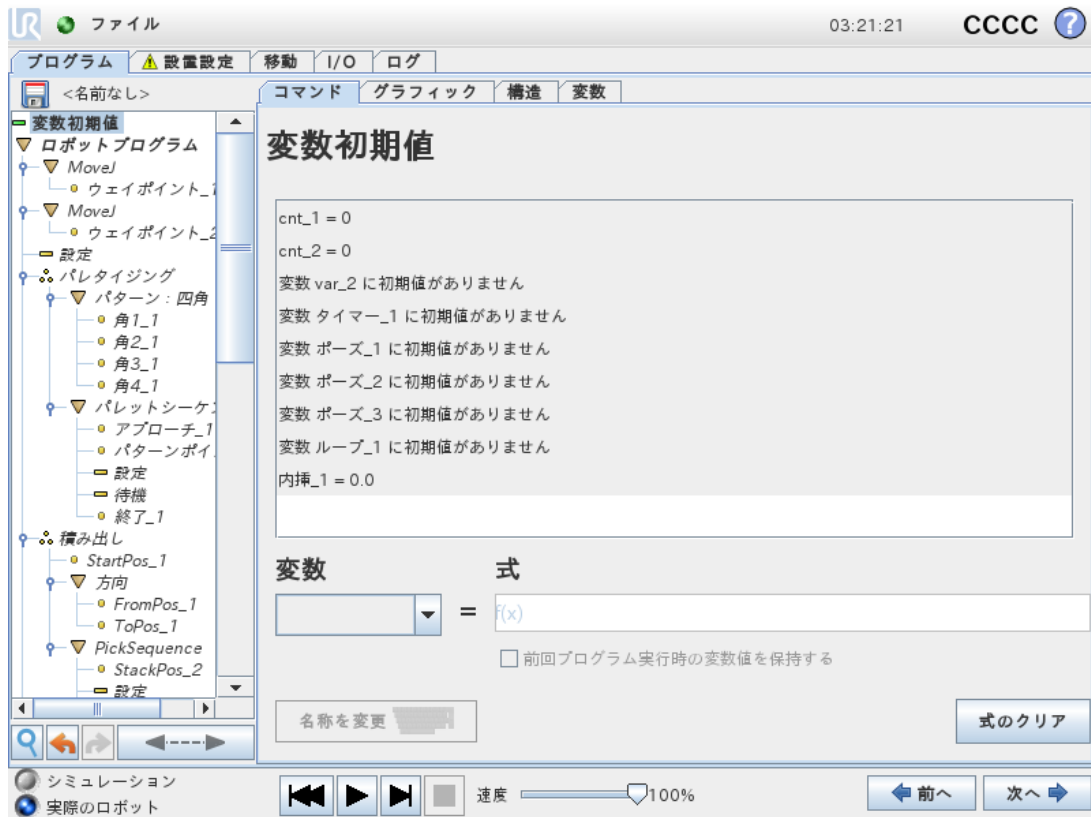
すべてのコマンドが、プログラムのすべての位置に適合するとは限りません。一般的に、[Elseif] コマンドを移動させるのは面倒です。変数は、使用する前に値を割り当てなければいけません。

1.25.35. [変数]タブ



[変数] タブには、実行中のプログラムの変数値がリアルタイムに表示され、プログラムを実行する間の変数と値のリストが維持されています。表示する情報がある場合のみ現れます。変数はその名前によってアルファベット順に並べられます。この画面の変数名は、最大 50 文字で表示され、値と変数は最大 500 文字で表示されます。

1.25.36. コマンド: 変数初期化



この画面では、プログラム(およびすべてのスレッド)が実行を開始する前に、変数値を設定することができます。

変数は変数リストからクリックして選択するか、変数選択ボックスを使用して選択します。選択された変数は、プログラム開始時に変数値を設定するために使用する式に入力することができます。

[前回プログラム実行時の変数値を保持する] チェックボックスを選択すると、変数は1.25.35. [\[変数\] タブ前のページ](#)で説明した[変数] タブで確認できる数値に初期化されます。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。プログラムを初めて実行する場合、または変数タブがクリアされた場合は、変数は値を式から取得します。

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。

1.26. 設定画面



- **ロボットの初期化** ロボットの初期化画面に移動します。「[1.22.6. 初期化画面 ページ108](#)」を参照してください。
- **言語と単位** ユーザーインターフェースの言語と測定単位を設定します。「[1.26.1. 言語と単位 次のページ](#)」を参照してください。
- **ロボットの更新** ロボットのソフトウェアをより新しいバージョンに更新します。「[1.26.2. ロボットの更新 ページ201](#)」を参照してください。
- **パスワードの設定** パスワードのないユーザーに対してロボットのプログラミング部分をロックする機能を提供します。「[1.26.3. パスワードの設定 ページ202](#)」を参照してください。
- **画面の校正** タッチ画面のタッチを校正します。「[1.26.4. 画面の校正 ページ203](#)」を参照してください。
- **ネットワークの設定** インターフェースを開き、ロボットのコントロールボックスのイーサネットネットワークを設定します。「[1.26.5. ネットワークの設定 ページ204](#)」を参照してください。
- **時間の設定** システムの時間と日付、および時計の表示形式を設定します。「[1.26.6. 時間の設定 ページ205](#)」を参照してください。

- URCap設定 インストール済みのURCapの概要と、インストールとアンインストールのオプションを表示します。「[1.26.7. URCaps 設定 ページ206](#)」を参照してください。
- 戻る[ようこそ]画面に戻ります。

1.26.1. 言語と単位

ロボットの設定

言語選択

システム
日本語

キーボード
Int'l English

☐ English programming

単位選択

☒ メートル単位
☐ 米単位系

新しい設定を有効するにはPolyScopeを再起動してください

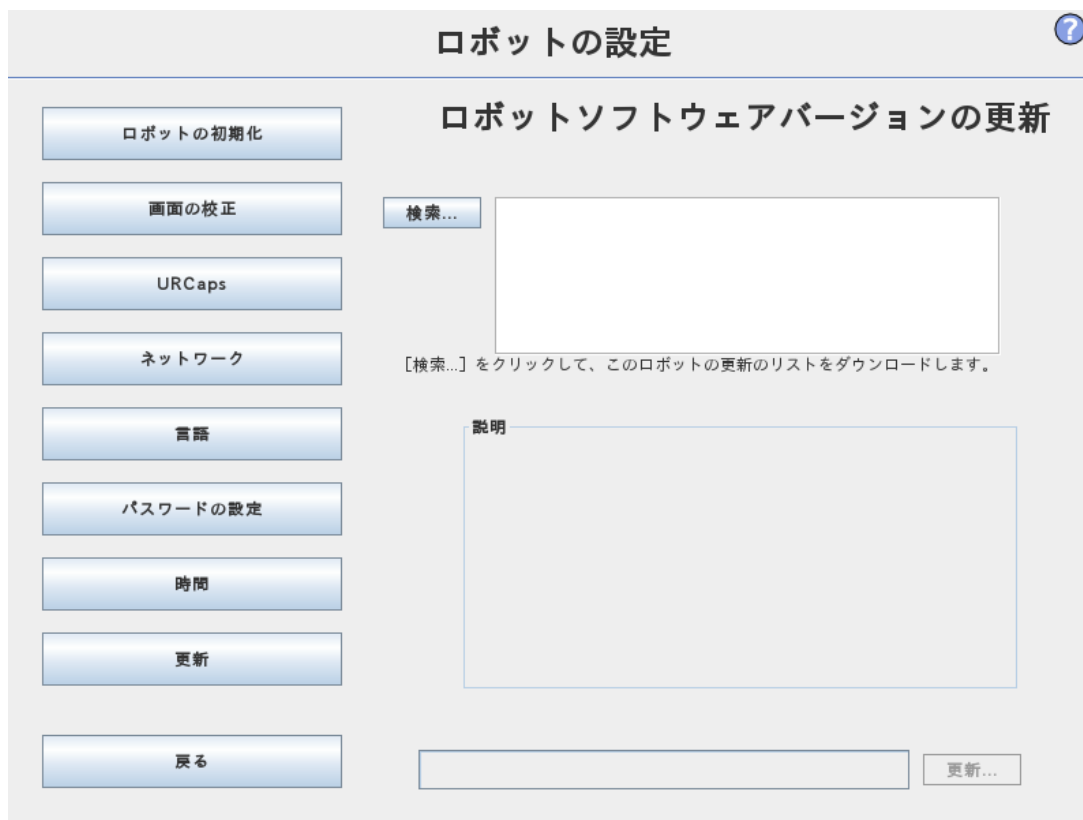
再起動

PolyScope で使用される言語、単位、およびキーボードの言語をこの画面で選択できます。

選択された言語は、埋め込みヘルプだけでなくPolyScope のさまざまな画面でも表示されるテキストに使用されます。英語で書かれたロボットプログラム内でコマンド名を持つように、「英語プログラミング」にチェックを付けます。変更を有効にするためには、PolyScope を再起動する必要があります。

選択されたキーボードの言語は、PolyScopeのすべてのポップアップキーボードに使用されます。

1.26.2. ロボットの更新



ソフトウェアのアップデートは USB フラッシュメモリからインストールできます。USBメモリスティックを挿入し、[検索]をクリックしてその内容を一覧表示します。更新を実行するには、ファイルを選択して[更新]をクリックし、画面の指示に従ってください。



警告

ソフトウェアアップグレードの後には、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。更新されたソフトウェア仕様は、GUIの右上隅にある「？」ボタンを押すことで見つかります。ハードウェア仕様には変更がなく、元のマニュアルに記載されています。

1.26.3. パスワードの設定



パスワードは2つ設定することができます。1つは省略可能なシステムパスワードで、ロボット設定の不正な変更を防止するためのものです。システムパスワードを設定すると、プログラムをパスワードなしで読み込み、実行することができますが、プログラムの作成や変更において、ユーザーは正しいパスワードの入力を要求されます。

もう1つは必須の安全パスワードで、安全設定を変更する際に正しく入力する必要があります。



注

安全構成を変更するには、安全パスワードを設定する必要があります。



警告

権限の無い人物がロボットの設置設定を変更することがないように、システムパスワードを追加してください。

1.26.4. 画面の校正



タッチ画面を校正します。画面上の説明に従ってタッチ画面を校正してください。キャップをしたペンなど、先のとがった非金属性のものを使用してください。慎重に根気よく行うことでよい結果が得られます。

1.26.5. ネットワークの設定

ロボットの初期化

画面の校正

URCaps

ネットワーク

言語

パスワードの設定

時間

更新

戻る

ロボットの設定

ネットワーク

ネットワークを選択してください

☐ DHCP
 ☐ 固定アドレス
 ☒ ネットワークが無効化されています

✖ ネットワークに接続されていません！
 ネットワークの詳細設定：

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：

0.0.0.0

0.0.0.0

0.0.0.0

0.0.0.0

0.0.0.0

適用

イーサネットネットワーク設定用画面です。イーサネット接続はロボットの基本機能には必要はなく、デフォルトでは無効になっています。

1.26.6. 時間の設定



ロボットの設定

ロボットの初期化

画面の校正

URCaps

ネットワーク

言語

パスワードの設定

時間

更新

戻る

時間の設定

時間の表示形式 :

☒ 24時間制

現在時刻を選択してください :

+

+

+

03

:

20

:

42

-

-

-

日付の設定

今日の日付を選択してください :

Feb 2, 2021

日付の表示形式 :

☒ Feb 2, 2021

☐ 2/2/21

新しい設定を有効するにはPolyScopeを再起動してください

再起動

システムの時間と日付、および時計の表示形式を設定します。時計は[プログラムの実行]および[ロボットのプログラム]画面の最上部に表示されます。時計をタップすると、日付が一時的に表示されます。変更を有効にするためには、GUIを再起動する必要があります。

1.26.7. URCaps 設定



一番上のリストには、インストール済みのすべてのURCapの概要が表示されます。URCapをクリックすると、リストの下に[URCap Information]領域に(URCapの名前、バージョン、ライセンスなどを含む)メタ情報が表示されます。

新たなURCapをインストールするには、画面下部の[+] ボタンをクリックします。ファイル選択画面が表示されますので、そこで.urcapファイルを選択します。[開く]をクリックすると、PolyScope が設定画面に戻ります。選択したURCapがインストールされ、対応するエントリーがそのすぐ後にリストに表示されます。新たにURCapがインストールまたはアンインストールされた場合は、PolyScopeの再起動が必要になり、[再起動] ボタンが有効になります。

URCapをアンインストールするには、リストからURCapを選択し、[-] ボタンをクリックします。URCap がリストから削除されますが、再起動が必要です。

リストでURCap のステータスを示すエントリーの横にアイコンが表示されます。様々なステータスを以下で説明します：

- **URCap ok**

URCap がインストールされ、正常に実行されています。

- **URCap fault**

URCap がインストールされましたが、起動できません。URCap の開発者にお問い合わせください。

- **URCap restart needed**

URCap がインストールされ、再起動が必要です。

エラーメッセージとURCapに関する情報は、[URCaps情報] フィールドに表示されます。検出したエラーの種類に応じてさまざまなエラーメッセージが表示されます。

2. 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を参照してください。

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を参照してください。

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を参照してください。

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準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特性は、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を参照してください。

3

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を参照してください。

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を参照してください。

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を参照してください。

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を参照してください。

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を参照してください。

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「[パート II PolyScope マニュアル ページ81](#)」を参照してください。

2.1. Index

A

add Action 167

AfterEnd 190

Anchor Position 189

B

Base 103, 157

Base feature 134

BeforeStart 190

Blend parameters 159

Blending 159

Box pattern 184-185

C

Configurable I/O 29

control box 27-28, 44, 66, 107, 117, 145

Control Box 1, 129, 194

Conveyor Tracking 194

Conveyor Tracking Setup 142

D

Direction Vector 166

E

Ethernet 43

EtherNet/IP 126

Expression Editor 182

F

Feature 134, 142

Feature menu 187

Folder 173

Frame 187

Freedrive 125, 135, 188

G

General purpose I/O 29

I

I/O 27-28, 30, 107, 117, 126, 128

Installation 194

Installation variables 129

integrator 10

J

Joint load 145

joint space 156

L

Line pattern 184-185

List (pattern) 184

M

MODBUS 118, 130, 132, 142

Motion 187

Mounting bracket 1

Move 107, 136, 155, 157-158, 169, 189

MoveJ 155

MoveL 136, 155

MoveP 136, 155

N

Normal mode 195

P

Pallet Sequence 189

Pattern 184-185

Point 187

PolyScope 1, 103-104, 106, 174

popup 170

Pose Editor 136

Program 107

Program Tree 152-153

R

Recovery mode 109

Relative waypoint 157

risk assessment 1, 5, 10-11

robot arm 129, 187, 191

Robot arm 27, 66, 145, 192

S

Safety Configuration 10

Safety I/O 29, 31

Safety instructions 47

Safety Settings 5

Script manual 2

Service manual 2

Set 169

Simple 187

Square pattern 184-185

standard 66

Standard 67, 69

Structure 194

Switch Case construction 182

T

Teach Pendant 1, 188

Test button 188

Tool Center Point 121, 157

Tool feature 134

Tool I/O 39

U

Until 165

Until Distance 167

Until Expression 167

UR+ 2

V

Variable feature 157

Variable waypoint 157

Variables 154, 197

Voltage 118

W

Wait 168

Warning signs 6

Warranty 51

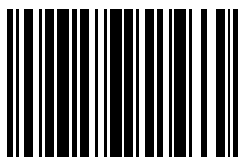
Waypoint 155, 157-159, 164, 189, 195

Waypoints 105

Wizards 194

Wrist 3 103

ソフトウェアバージョン: 3.15
文書バージョン: 9.3.123



99210