



UNIVERSAL ROBOTS

PolyScope マニュアル



バージョン **3.0** (rev. 15965)

元の説明書の翻訳 (jp)

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

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

Copyright © 2009-2014 by Universal Robots A/S

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

Contents

II	PolyScope マニュアル	II-1
9	はじめに	II-3
9.1	スタートアップ	II-3
9.1.1	ロボットアームとコントロールボックスのインストール	II-3
9.1.2	コントロールボックスのオンとオフ	II-4
9.1.3	ロボットアームのオンとオフ	II-4
9.1.4	クイックスタート	II-4
9.1.5	最初のプログラム	II-5
9.2	PolyScope プログラミングインターフェース	II-6
9.3	ようこそ画面	II-8
9.4	初期化画面	II-9
10	エディター画面	II-11
10.1	テンキー画面	II-11
10.2	キーボード画面	II-12
10.3	式エディター画面	II-12
10.4	ポーズエディター画面	II-13
11	ロボット制御	II-17
11.1	[移動] タブ	II-17
11.1.1	ロボット	II-17
11.1.2	フィーチャーとツールの位置	II-18
11.1.3	ツールの移動	II-18
11.1.4	ジョイントの移動	II-18
11.1.5	教示	II-18
11.2	[I/O] タブ	II-19
11.3	MODBUS クライアント I/O	II-20
11.4	[AutoMove] タブ	II-21
11.5	[インストール] → [読み込み/保存]	II-22
11.6	[インストール] → [TCP 構成]	II-23
11.7	[インストール] → [据え付け]	II-24
11.8	[インストール] → [I/O 設定]	II-25
11.9	[インストール] → [安全]	II-26
11.10	[インストール] → [変数]	II-26
11.11	[インストール] → [MODBUS クライアント I/O 設定]	II-27
11.12	[インストール] → [フィーチャー]	II-30
11.13	[インストール] → [デフォルトプログラム]	II-34
11.13.1	デフォルトプログラムの読み込み	II-34
11.13.2	デフォルトプログラムの開始	II-34
11.13.3	自動初期化	II-35

11.14	[ログ] タブ	II-35
11.15	読み込み画面	II-36
11.16	[実行] タブ	II-38
12	プログラミング	II-39
12.1	新しいプログラム	II-39
12.2	[プログラム] タブ	II-40
12.3	変数	II-41
12.4	コマンド: Empty	II-42
12.5	コマンド: 移動	II-42
12.6	コマンド: 固定中間地点	II-45
12.7	中間地点の設定	II-45
12.8	コマンド: 相対中間地点	II-47
12.9	コマンド: 可変中間地点	II-48
12.10	コマンド: 待機	II-49
12.11	コマンド: 設定	II-49
12.12	コマンド: ポップアップ	II-50
12.13	コマンド: 停止	II-51
12.14	コマンド: コメント	II-51
12.15	コマンド: フォルダー	II-52
12.16	コマンド: ループ	II-53
12.17	コマンド: SubProgram	II-54
12.18	コマンド: 代入	II-55
12.19	コマンド: If	II-56
12.20	コマンド: スクリプト	II-57
12.21	コマンド: イベント	II-58
12.22	コマンド: スレッド	II-59
12.23	コマンド: パターン	II-59
12.24	コマンド: フォース	II-61
12.25	コマンド: パレット	II-64
12.26	コマンド: 探索	II-65
12.27	コマンド: 抑制	II-69
12.28	[グラフィック] タブ	II-69
12.29	[構造] タブ	II-70
12.30	[変数] タブ	II-71
12.31	コマンド: 変数初期化	II-72
13	設定画面	II-73
13.1	言語と単位	II-74
13.2	ロボットの更新	II-75
13.3	パスワードの設定	II-76
13.4	画面の校正	II-77
13.5	ネットワークの設定	II-77
13.6	時間の設定	II-78

14 安全構成	II-79
14.1 安全構成の変更	II-80
14.2 安全同期とエラー	II-80
14.3 許容差	II-81
14.4 安全チェックサム	II-82
14.5 安全モード	II-82
14.6 教示モード	II-83
14.7 パスワードのロック	II-83
14.8 適用	II-83
14.9 一般限界	II-84
14.10 ジョイント限界	II-87
14.11 境界	II-88
14.11.1 構成する境界の選択	II-89
14.11.2 3D 可視化	II-89
14.11.3 安全面の構成	II-89
14.11.4 ツール境界の構成	II-92
14.12 安全 I/O	II-94

Part II

PolyScope マニュアル

9 はじめに

Universal Robot 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。ジョイントとその通常の名前を図 9.1 に示します。基部は、ロボットを据え付ける部分で、反対端（手首 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、基部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。ロボットが到達するのは、基部の中心から 800 mm になります。

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。

9.1 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インストールして、コントロールボックスのスイッチを入れます。

9.1.1 ロボットアームとコントロールボックスのインストール

ロボットアームとコントロールボックスをインストールするには、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. ロボットを強固で振動のない面に据え付けます。
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。

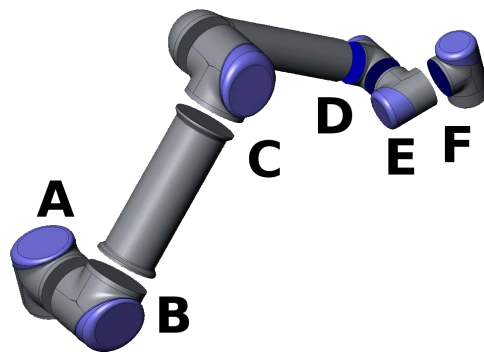


Figure 9.1: ロボットのジョイント A : 基部、B : 肩部、C : 肘部 および D、E、F : 手首 1、2、3

5. コントロールボックスの電源プラグをつなぎます。



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。

詳しいインストールの指示は「ハードウェアインストールマニュアル」をご覧ください。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。

9.1.2 コントロールボックスのオンとオフ

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、通常は教示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、画面に数個のボタンが表示され、ポップアップがユーザーに初期化画面に進むように促します（「9.4」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、システムをシャットダウンします（「9.3」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壊される原因となり、ロボットが誤動作を起こす恐れがあります。

9.1.3 ロボットアームのオンとオフ

ロボットアームの電源がオンになれば、すべての非常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。ロボットアームの電源は初期化画面でオンにすることができます（「9.4」を参照）。画面のオンボタンに触れ、次に、起動を押します。ロボットを起動すると、ノイズを発生しながら、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ことで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。

9.1.4 クイックスタート

インストール後にロボットをクリックスタートするには、以下の手順に従います。

1. 教示ペンダント前面にある［非常停止］ボタンを押します。
2. 教示ペンダントの電源ボタンを押します。
3. システムが起動し、タッチ画面にテキストを表示する間、少し待ちます。
4. システムが立ち上がると、タッチ画面にポップアップが表示され、ロボットを初期化する必要があることを知らせます。

5. ポップアップダイアログで OK ボタンに触れます。初期画面に移動します。
6. 非常停止ボタンのロックを解除します。すると、ロボットの状態非常停止からロボット電源オフに変わります。
7. ロボットが到達しない範囲（作業空間外）に立つようにしてください。
8. タッチ画面でオンボタンに触れます。ロボットの状態が電源オンに変わるまで数秒待ちます。
9. 有効荷重質量と選択された据え付けが正しいことを確認します。センターデータで検出された据え付けが選択した据え付けと一致しない場合は、通知を受け取ります。
10. タッチ画面で起動ボタンに触れます。ここで、ロボットはブレーキを解除しながら、ノイズを発して少し動きます。
11. OK ボタンを押して、ようこそ画面に移ります。

9.1.5 最初のプログラム

プログラムとはロボットに動作の指示をする命令のリストです。PolyScope によって、プログラミング経験がほとんどなくてもロボットをプログラムすることができます。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タイプする必要はありません。

ツールの運動は、ロボットプログラムの最も重要な部分ですので、ロボットに動作方法を教示する方法が肝心です。PolyScope では、ツールの運動をロボットの作業空間の点である一連の中間地点として規定します。中間地点は、ロボットを特定の位置まで動かして定めることもでき、またはソフトウェアに計算させることもできます。ロボットアームを特定の位置に移動させるには、[移動] タブ（「11.1」を参照）を使うか、教示ペンダントの後ろにある教示ボタンを押しながら、ロボットアームと所定位置まで動かします。

中間地点を通して動く他、プログラムではロボットのパスの特定の点で他の機械に I/O 信号を送ることができ、変数や I/O 信号に基づいて、`if . . . then` やループなどのコマンドを実行することができます。

起動したロボット上で単純なプログラムを作成するには、以下を実行します。

1. ロボットのプログラムボタンに触れて、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、<empty> 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. 次へボタンを押して、中間地点設定に移動します。
7. 「？」マークの横にあるこの中間地点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、教示ペンダントの裏にある教示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. 中間地点を前に追加を押します。
11. 「?」マークの横にあるこの中間地点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、教示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. 以下と共に 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す。離れて立ち、非常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 つの中間地点の間を動く、最初のロボットプログラムができました。

**警告:**

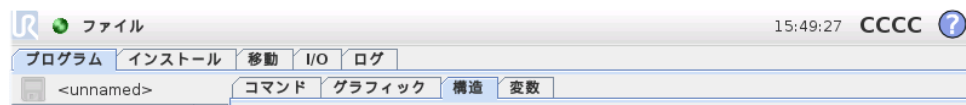
1. ロボットに損傷を与える可能性があるため、ロボットをそれ自体や他の物体に対して駆動しないでください。
2. 頭部と胴部をロボットの到達範囲（作業空間）内に入れないでください。指が挟まれるような場所に指を入れないでください。
3. これは、UR ロボットを使うのがいかに簡単化を示すクイックスタートガイドです。危険のない環境で慎重に使用することを想定しています。デフォルト値より速度や加速度を上げないでください。ロボットを作動させる前に必ずリスクアセスメントを実施してください。

9.2 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、画面にはタブが配置され、各画面に簡単にアクセスできます。



この例では、第 1 レベルでプログラムタブが選択され、その下で、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、そこからロボットの移動ができます。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かキーボードが表示されます。タッチ操作ができないテキストフィールドには、入力エディター横にエディターアイコンが表示され、関連付けられた入力エディターが起動します。



画面上のキーパッド、キーボード、または式エディターのアイコンは、上に表示されています。

PolyScope のさまざまな画面を、以降のセクションで説明します。

9.3 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：パスワードの設定、ソフトウェアの更新、サポートを要求、タッチ画面の設定などができます。
- 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。

9.4 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示します。

- 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は入っているが、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、新しい値を入力することで変更できます。この値を設定してもロボットのインストールの有効荷重は変更にならないことにご留意ください（「11.6」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インストールファイルの名前は、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って、異なるインストール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、読み込んだインストール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インストール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



危険:

ロボットアームを起動する前に、実際の有効荷重とインストール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。

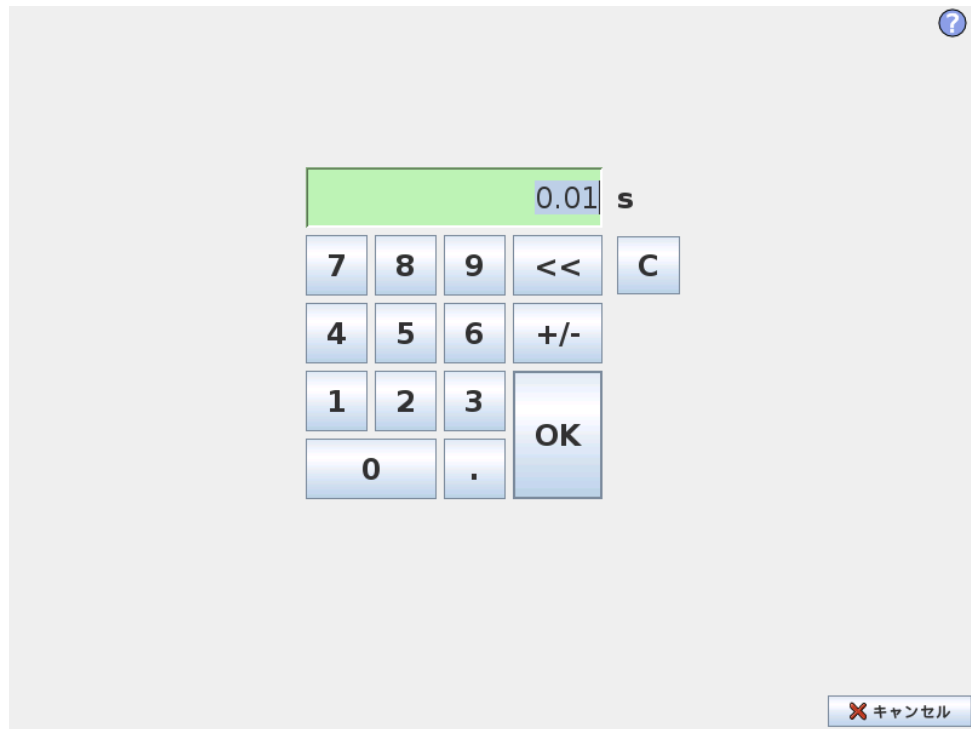
その上に緑色のアイコンが付いた大きなボタンは、ロボットアームの実際の初期化を行うためのものです。その上のテキストとそれが実行するアクションは、ロボットアームの現状によって異なります。

- ・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。非常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とチェックします。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作動します。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。

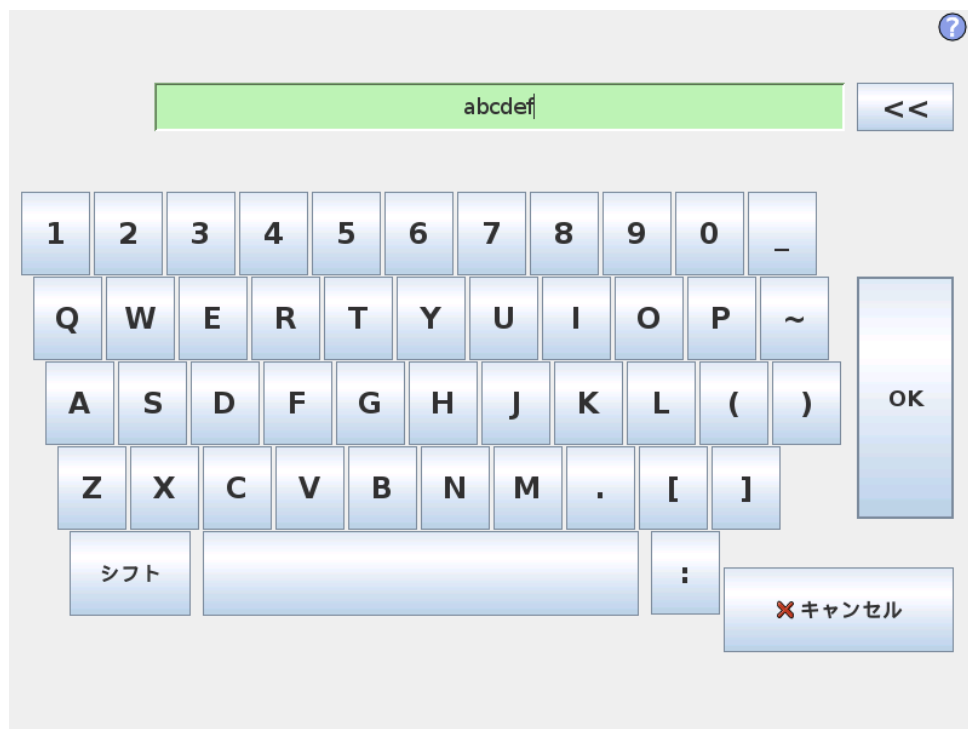
10 エディター画面

10.1 テンキー画面



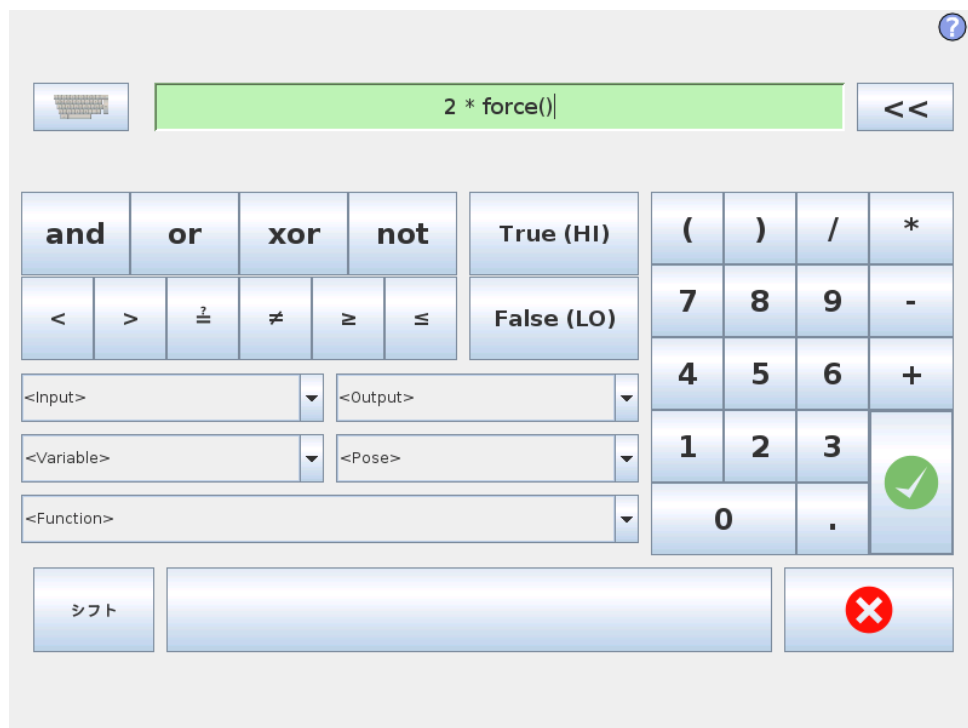
簡単な数値タイピングと編集の手段です。多くの場合、入力された数値の単位が数値の隣に表示されます。

10.2 キーボード画面



簡単なテキストタイピングと編集の手段です。Shift キーを押していくつかの追加特殊記号を使用できます。

10.3 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、乗算の * 記号、未満、等しいを示す $\leq$ 記号など、式の特記号を挿入することができます。画面の右上にあるキーボード記号ボタンによって、式のテキスト編集に切り替えることができます。定義された変数はすべて変数セレクターにあり、入力と出力のポートは入力と出力セレクターにあります。特別な機能の一部は **Function** にあります。

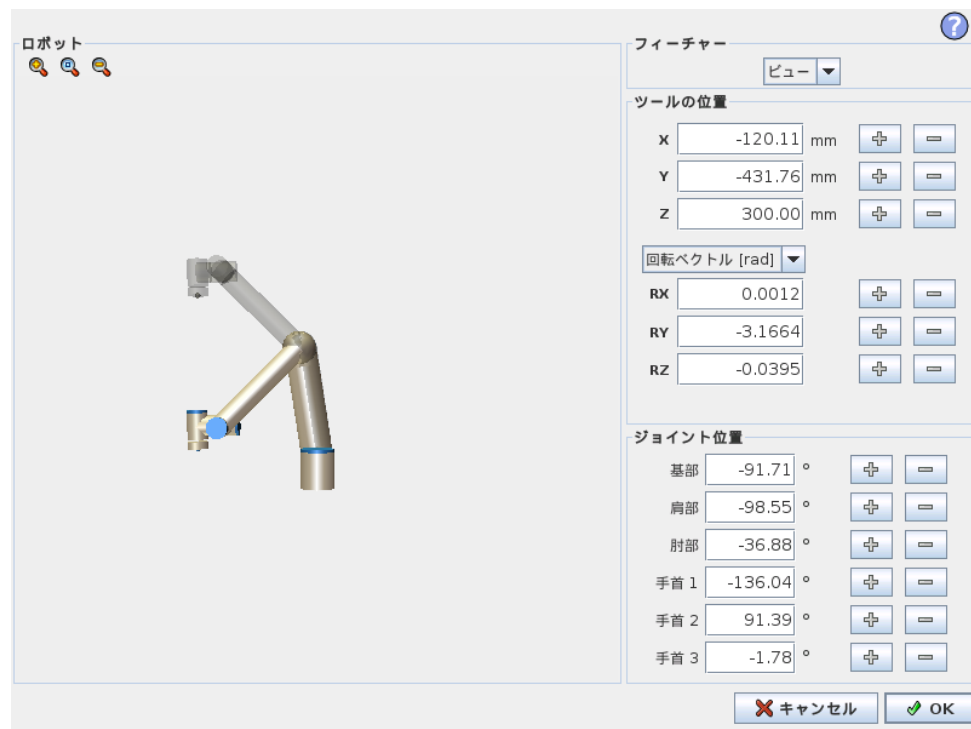
OK ボタンを押すと、式の文法ミスがチェックされます。キャンセルボタンは画面を終了させ、変更をすべて破棄します。

すべての式は次のように表されます。

```
digital.in[1] = True and analog.in[0] < 0.5
```

10.4 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またはトリガー面に近くなる、あるいは、ロボットツールの方向がツール方向境界の限界（「14.11」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。トリガー面は、青と緑、および平面側に向いた小さな矢印で表示されます。ここでは、標準モード限界（「14.5」を参照）がアクティブになっています。ツール方向境界の限界は、ロボットツールの現在の方向を示すベクトルのある球状円錐で可視化されます。円錐内部は、ツール方向（ベクトル）の許可された領域を表します。

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

フィーチャーとツールの位置

画面の右上に、フィーチャーセレクターがあります。フィーチャーセレクターは、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、その下ではボックスにより選択されたフィーチャーに相対するツールの完全な座標値が表示されます。X、Y、Z はツールの位置を制御し、RX、RY、RZ はツールの方向を制御します。

RX、RY、RZ ボックスの上にあるドロップダウンメニューを使って、方向の表示を選択します。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規定されます。軸の長さは、回転させる角度をラジアンで表し、ベクトル自体はその周りを回転させる軸を定めます。これはデフォルト設定です。
- 回転ベクトル [°] 方向は回転ベクトルとして規定され、ベクトルの長さが回転角度の度数になります。
- **RPY [rad]** ロール、ピッチ、ヨー（RPY）の角度で、角度はラジアンになります。RPY 回転行列（X、Y、Z 回転）が次のように規定されます。

$$R_{rpy}(\gamma, \beta, \alpha) = R_Z(\alpha) \cdot R_Y(\beta) \cdot R_X(\gamma)$$

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

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 + または - ボタンをクリックすると、現在の値に対して加算や除算ができます。ボタンを押し続けると、値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。

ジョイント位置

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 + または - ボタンをクリックすると、現在の値に対して加算や除算ができます。ボタンを押し続けると、値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アクティブ化された場合（「11.1」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

10.4 ポーズエディター画面

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、「12.5」に説明があります。

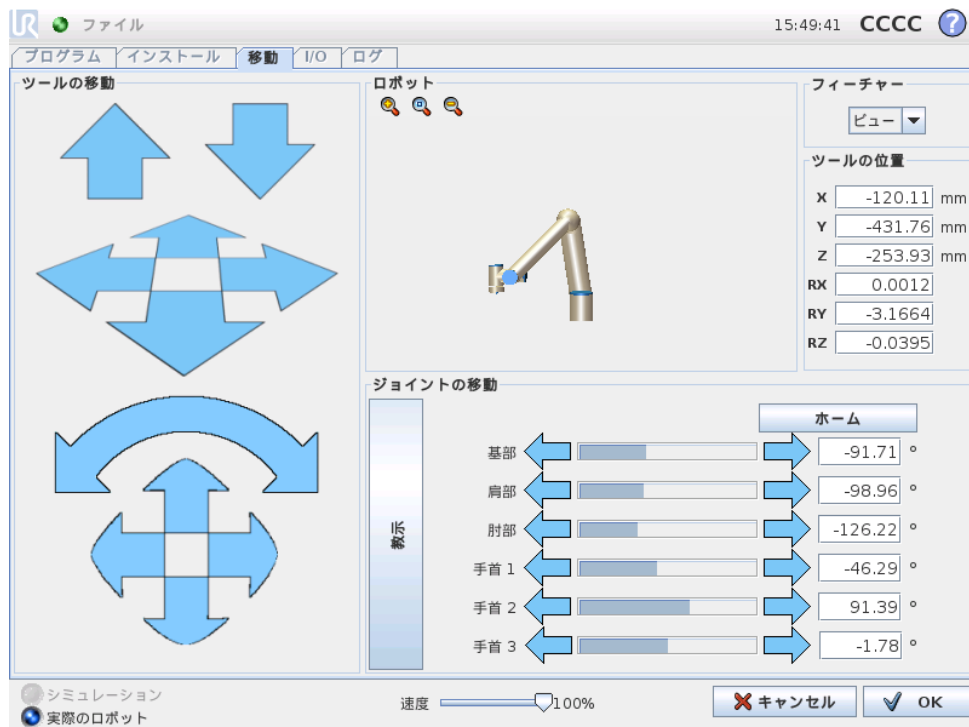
[キャンセル] ボタン

キャンセルボタンは画面を終了させ、変更をすべて破棄します。

11 ロボット制御

11.1 [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。



11.1.1 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の操作ができるように、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 の現在位置が安全面またはトリガー面に近くなる、あるいはロボットツールの方向がツール方向境界の限界（「14.11」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。トリガー面は、青と緑、および平面側に向いた小さな矢印で表示されます。ここでは、標準モード限界（「14.5」を参照）がアクティブになっています。ツール方向境界の限界は、ロボットツールの現在の方向を示すベクトルのある球状円錐で可視化されます。円錐内部は、ツール方向（ベクトル）の許可された領域を表します。

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

11.1.2 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、その下にボックスにより選択されたフィーチャーに相対するツールの完全な座標値が表示されます。

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。これによって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位置と方向を指定できるポーズエディター画面 (「10.4」を参照) に移動します。

11.1.3 ツールの移動

- ・ 移動矢印 (最上部) を押し下げると、ロボットのツールチップが示された方向に移動します。
- ・ 回転矢印 (ボタン) を押し下げると、ロボットのツールの方向が示された方向に移動します。回転の中心はツール中心点 (TCP) で、いわばロボットアーム先端部の点であり、ロボットのツールの特性点を規定します。TCP は、小さい青のボールとして描かれています。

注：ボタンを離すと、いつでも運動を停止できます！

11.1.4 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° ～ $+360^{\circ}$ 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異なる位置範囲で設定されている場合は (「14.10」を参照)、この範囲は水平バーでは赤で表示されます。

11.1.5 教示

教示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 (「11.7」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、教示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、教示ボタンを離してください。

**警告:**

1. 正しいインストール設定（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インストールファイルを保存して読み込みます。
2. 教示ボタンを操作する前に、TCP 設定とロボット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、ロボットアームは教示ボタンがアクティブ化されると移動します。
3. リスクアセスメントで許可される場合のみ、インストールで教示機能（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。

11.2 [I/O] タブ



この画面で、ロボットのコントロールボックスからのライブ I/O 信号を常時モニターし、設定することができます。画面は、プログラム実行中も含めて、I/O の現在の状態を表示します。プログラム実行中に何か変更になると、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。

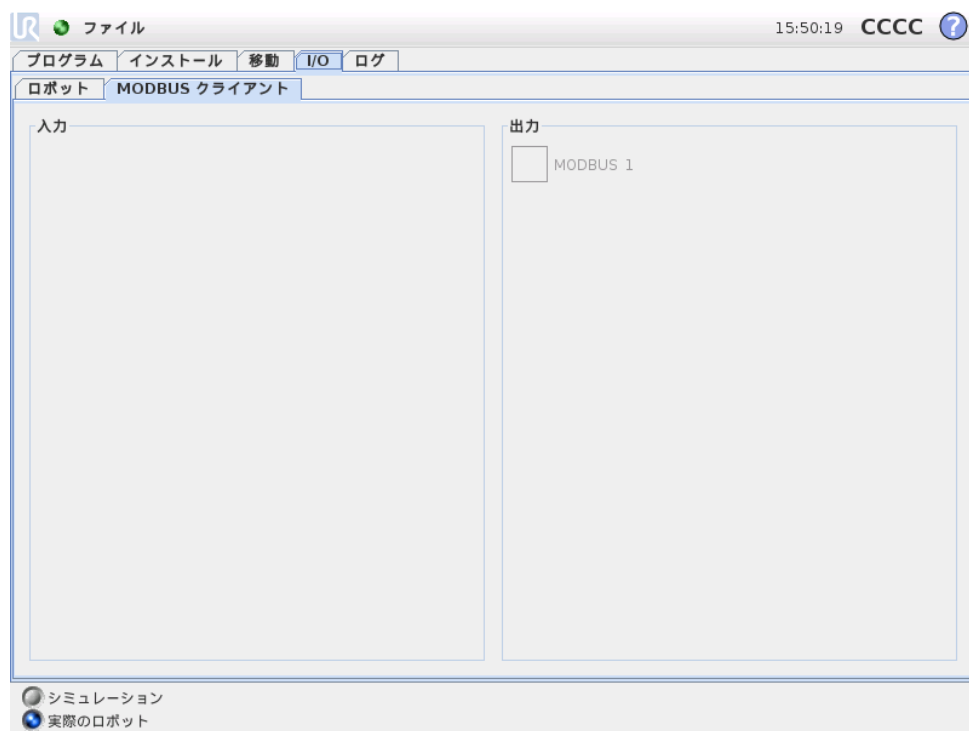
構成可能な I/O は、インストールの安全 I/O 構成セクションで定義した特別な安全設定用に予約されています（「14.12」を参照）。予約されたものについては、デフォルトやユーザー定義名の代わりに安全機能の名前が付きます。安全設定用に予約された構成可能な出力はトグルすることはできず、LED としてのみ表示されます。

信号の電気に関する詳細は、ユーザーマニュアルに説明があります。

アナログ範囲設定 アナログ I/O は、電流出力 [4 ~ 20mA] または電圧出力 [0 ~ 10V] のどちらにも設定できます。この設定は、プログラムを保存すれば、ロボットコントローラーを後で再起動することになっても記憶されます。

11.3 MODBUS クライアント I/O

ここでは、インストールに設定されたデジタル MODBUS クライアント I/O 信号が表示されます。信号接続が失われた場合は、この画面上で対応する入力は無効になります。



入力

デジタル MODBUS クライアント入力の状態を表示します。

出力

デジタル MODBUS クライアント出力の状態の表示と切り替えを行います。信号は、I/O タブ制御（「11.8」で説明）で許可が選択されている場合のみ、切り替え可能です。

11.4 [AutoMove] タブ

[AutoMove] 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中間地点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:

AutoMove 機能は線形（デカルト）空間ではなく、ジョイント空間での運動です。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。

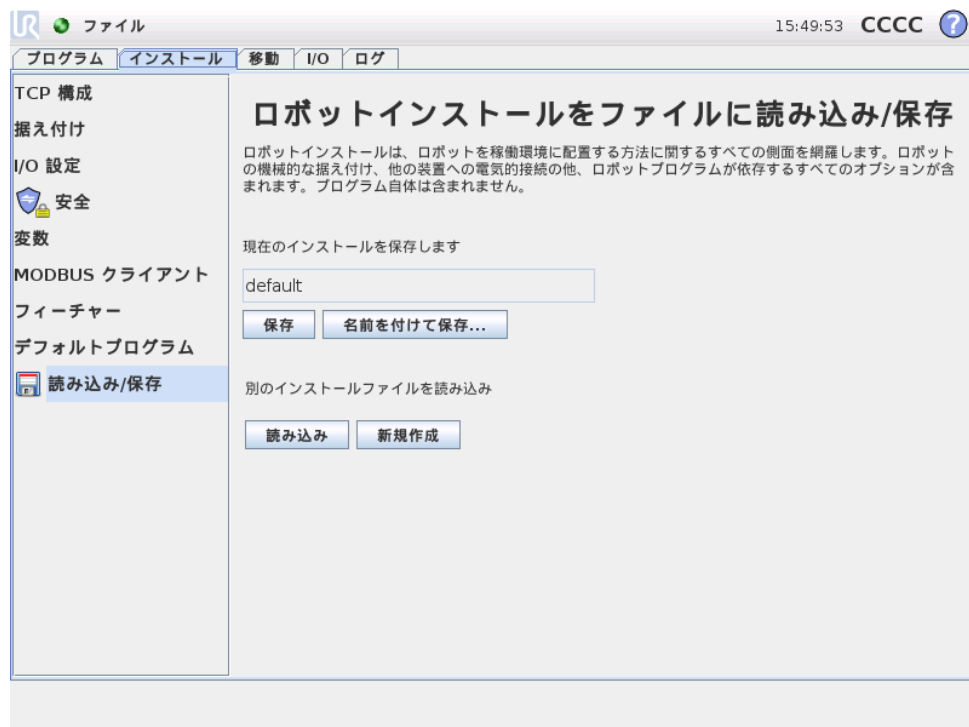
自動

ロボットアームを、アニメーションで表示された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。

11.5 [インストール] → [読み込み/保存]



ロボットインストールは、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、他の機器への電氣的接続の他、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。

これらの設定はインストール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（「11.2」を参照）。

ロボットについては、複数のインストール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インストールが使用され、使用時にはこのインストールが自動的に読み込まれます。

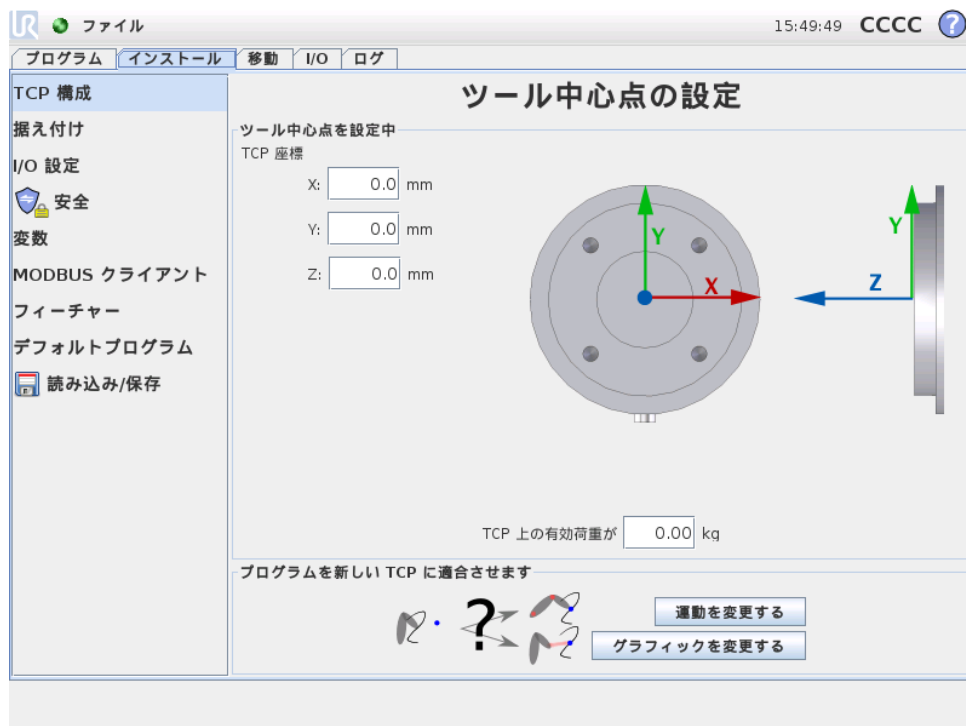
インストールに行った変更は、電源を切った後も保持できるように保存する必要があります。インストールで未保存の変更がある場合は、フロッピーディスクアイコンがインストールタブの左側の読み込み/保存テキストの横に示されます。

インストールの保存は、保存または名前を付けて保存... ボタンを押すことで行えます。または、プログラムを保存することでもアクティブなインストールが保存されます。異なるインストールファイルを読み込むには、読み込みボタンを使用します。新規作成ボタンは、ロボットインストールのすべての設定を工場出荷時のデフォルトにリセットします。

**注意:**

ロボットを USB ドライブから読み込んだインストールで使用することは推奨しません。USB ドライブに格納されたインストールを使用するには、まず読み込んでから、名前を付けて保存... ボタンを使用して、ローカルのプログラムフォルダーに保存します。

11.6 [インストール] → [TCP 構成]



ツール中心点 (TCP) は、ロボットアーム先端部の点で、ロボットのツールの特性点を規定します。ロボットアームが直線移動する場合、この点は直線を描いて移動します。また、グラフィックタブ上で可視化された TCP の運動でもあります。TCP は、画面上のグラフィックで表示されるように、ツール出力フランジの中心と相対関係が定められます。

**警告:**

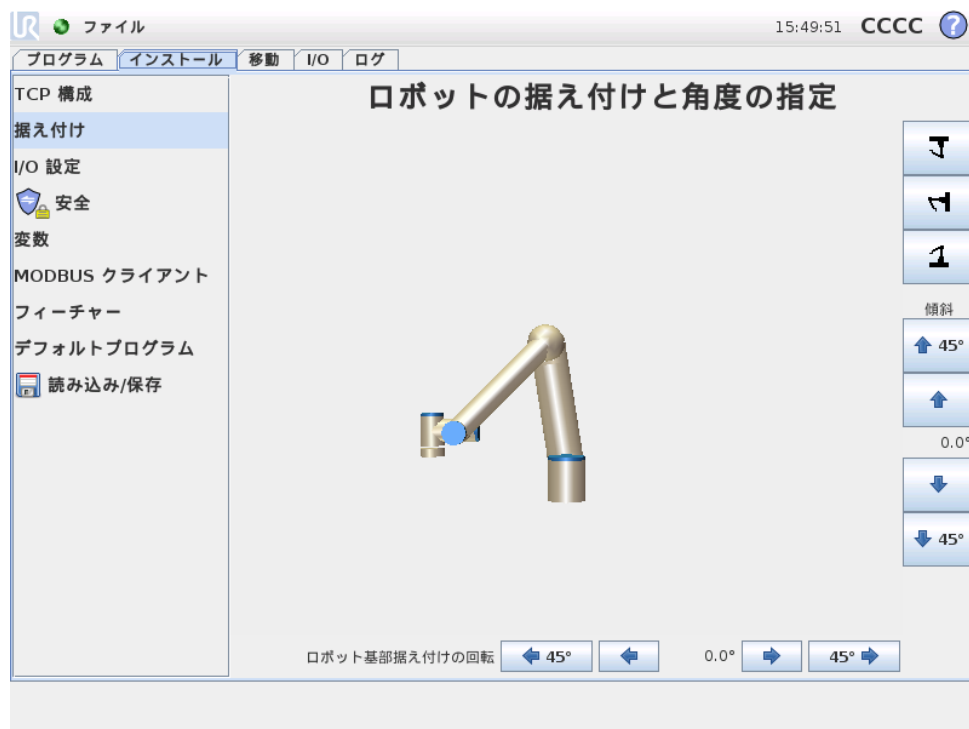
必ず適切なインストール設定を使うようにしてください。プログラムと一緒にインストールファイルを保存して読み込みます。

画面一番下の 2 つのボタンは、TCP が変更された場合に使用します。

- 運動を変更する は、新しい TCP に適合するようにロボットプログラムのすべての位置を再計算します。ツールの形状やサイズが変更された場合に使用されます。

- グラフィックを変更する は新しい TCP に適合するようにプログラムのグラフィックを描き直します。ツールに物理的な変更がなく TCP が変更された場合に使用します。

11.7 [インストール] → [据え付け]



ここで、ロボットの据え付けを指定することができます。これは、2つの目的を果たします。

1. 画面上でロボットアームが正しく見えるようにすること。
2. コントローラーに重力の方向を知らせること。

コントローラーは、高度力学モデルを使用して、ロボットに円滑で正確な運動を可能にし、教示モードにある際にロボットアームが自己保持できるようにします。このため、ロボットアームの据え付けを適正に設定することは非常に重要です。



警告:

ロボットアームの据え付けを正しく設定しないと、保護停止が頻繁に発生することがあり、教示ボタンを押したときにロボットアームが動く可能性があります。

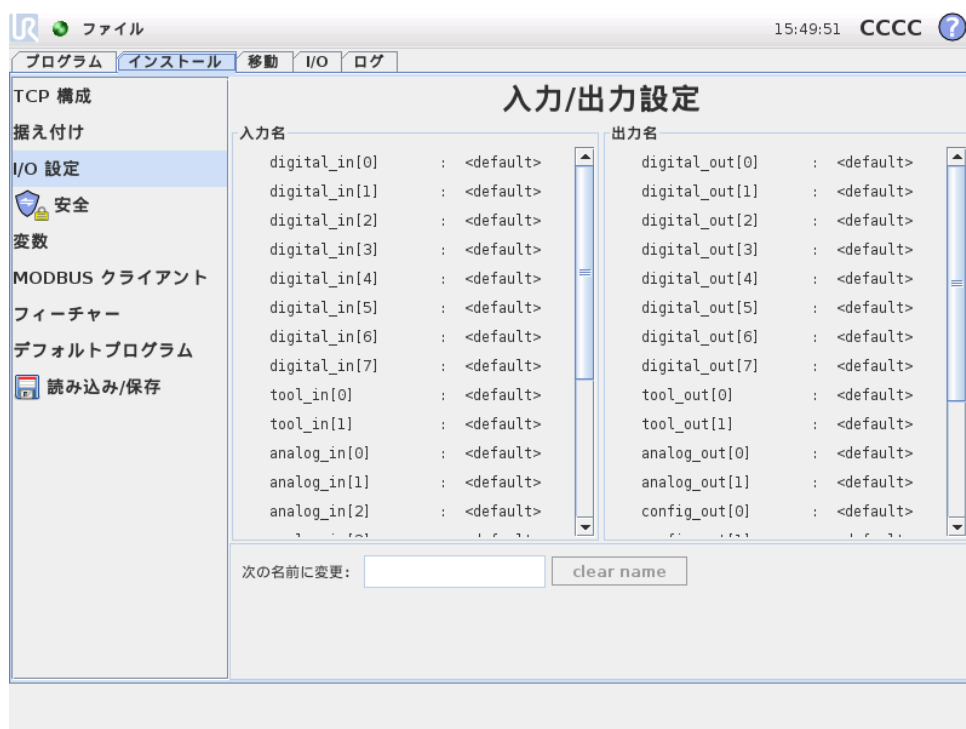
デフォルト設定では、ロボットは平面のテーブルまたは床に据え付けられ、どちらの場合もこの画面を変更する必要はありません。ただし、ロボットアームを天井に据え付ける場合や壁面に据え付ける場合、または角度を付けて据え付けられた場合は、押しボタンを使用してこれを変更することができます。画面右側のボタンは、ロボットアーム据え付けの角度設定用です。画面上部右端の3つのボタン

は、角度を天井（180°）、壁面（90°）、床（0°）に設定します。Tilt ボタンは、任意の角度の設定に使用できます。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、実際の据え付けに一致させるために使用します。

**警告:**

必ず適切なインストール設定を使うようにしてください。プログラムと一緒にインストールファイルを保存して読み込みます。

11.8 [インストール] → [I/O 設定]



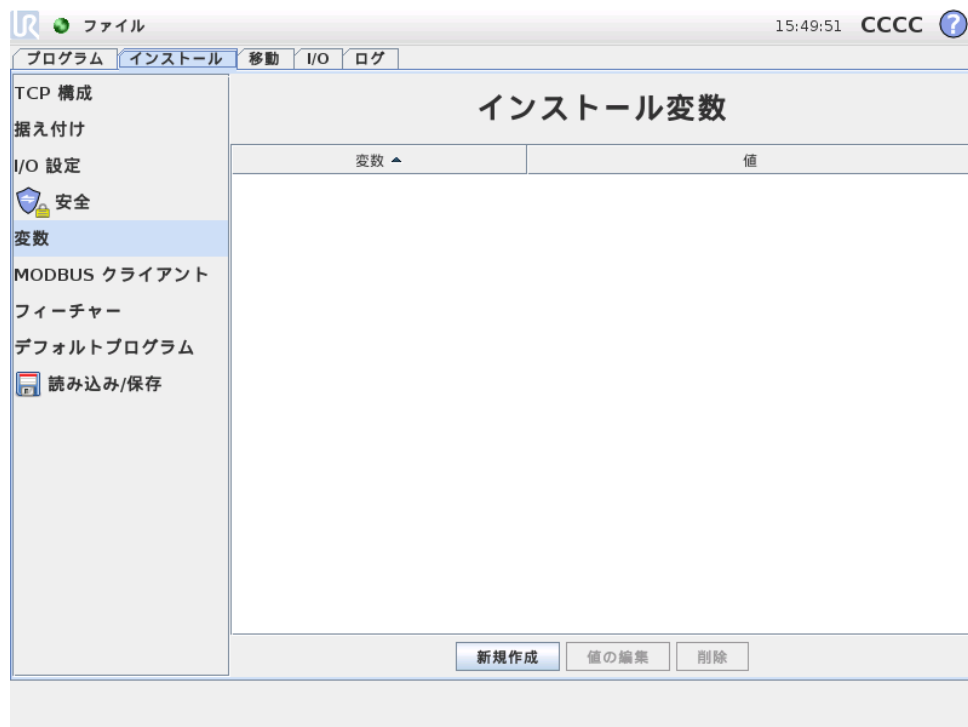
入力信号と出力信号に名前を付けることができます。これにより、ロボットを操作する際に、信号の機能を記憶しやすくなります。ここをクリックして I/O を選択し、画面上のキーボードを使用して名前を設定します。空白文字だけに設定して、付けた名前を取り消すこともできます。

出力が選択された場合は、いくつかのオプションを使用できます。チェックボックスを使用すれば、出力のデフォルト値を、低か高のいずれかに設定できます。つまり、プログラムが実行されていない場合には、出力がこの値に設定されます。チェックボックスにチェックを入れない場合は、出力はプログラム終了後も現在の状態を維持します。出力を I/O タブ上で（プログラマーのみか、またはオペレーターとプログラマーの両方によって）制御可能とするかどうか、または出力値を変えることができるのはロボットプログラムだけとするなども指定できます。

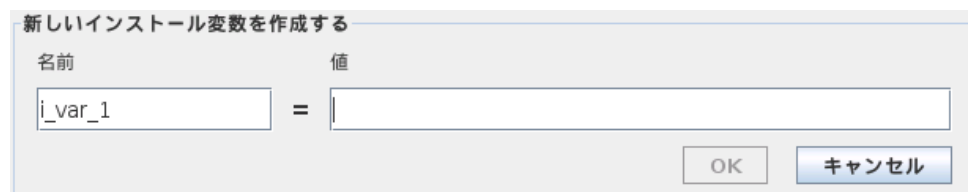
11.9 [インストール] → [安全]

「14」の章をご覧ください。

11.10 [インストール] → [変数]



ここで作成された変数は、インストール変数と呼ばれ、通常のプログラム変数と同様に使用できます。インストール変数は、プログラムが停止して再起動した場合は、ロボットアームやコントロールボックスをパワーダウンし、再度パワーアップしても、その値を保持するという点で特殊です。その名前と値はインストールと一緒に格納されるため、複数プログラムで同じ変数を使用できます。



新規作成を押すと、新しい変数の推奨名のあるパネルが表示されます。いずれかのテキストフィールドをタッチすることで、名前の変更や値の入力ができます。新しい名前がこのインストールで使用されていない場合のみ、OK ボタンをクリックできます。

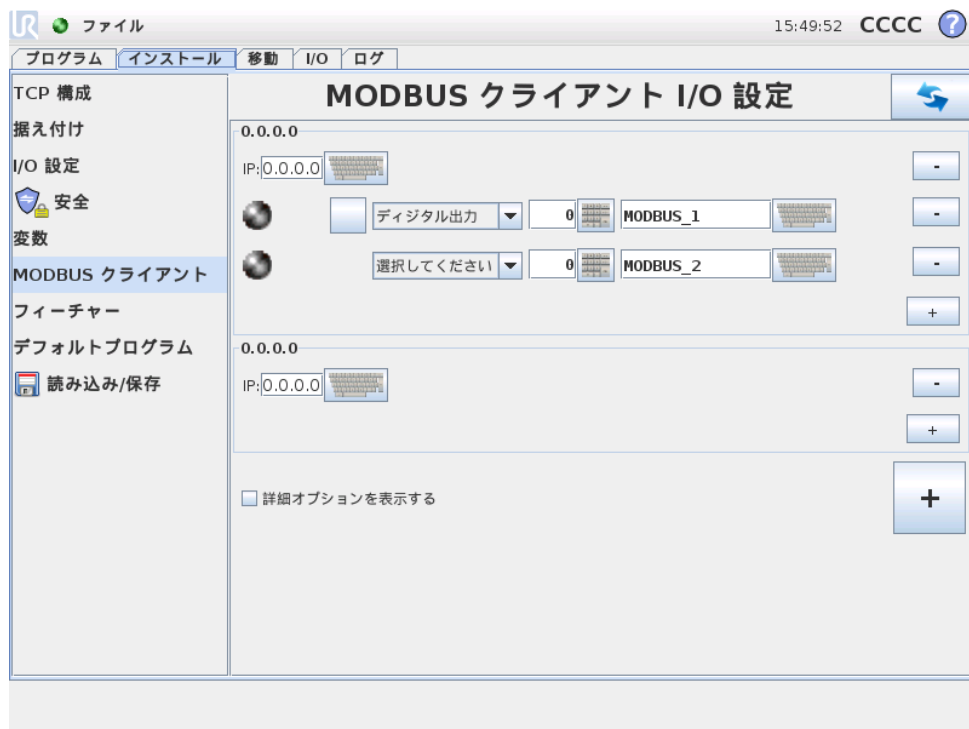
リストの変数を強調表示して、値の編集をクリックすることで、インストール変数の値を変更することができます。

変数を削除するには、リストで選択して、削除をクリックします。

インストール変数を構成したら、インストール自体をこの構成を保持するために保存する必要があります。「11.5」を参照してください。またインストール変数とその値は、10 分毎に自動保存されます。

プログラムまたはインストールを読み込み、1 つ以上のプログラム変数にインストール変数と同一名がある場合は、問題を解決する 2 つのオプションがあります。同一名のプログラム変数の代わりに同一名のインストール変数を使うか、競合する変数名を自動的に変更します。

11.11 [インストール] → [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。

[Add unit]

このボタンを押して新しい MODBUS ユニットを追加します。

[Delete unit]

このボタンを押して、MODBUS ユニットとユニットに追加されたすべての信号を削除します。

[Set unit IP]

ここで、MODBUS ユニットの IP アドレスが表示されます。ボタンを押してこれを変更します。

[Add signal]

このボタンを押して該当する MODBUS ユニットに信号を追加します。

[Delete signal]

このボタンを押して該当する MODBUS ユニットから MODBUS 信号を削除します。

[Set signal type]

このドロップダウンメニューを使用して、信号タイプを選択します。使用可能なタイプは、以下の通りです。

- デジタル入力：デジタル入力（コイル）は 1 ビット量で、信号のアドレスフィールドに指定されたコイル上の MODBUS ユニットから読み取られます。機能コード 0x02（個別入力読み取り）を使用します。
- デジタル出力：デジタル出力（コイル）は 1 ビット量で、高または低のいずれかに設定できます。この出力値の単位はユーザーによって設定されていますが、この値はリモート MODBUS ユニットから読み取られます。これは機能コード 0x01（コイル読み取り）が使用されることを意味します。ロボットプログラムによってまたは [set signal value] ボタンを押すことで出力を設定した場合、機能コード 0x05（単一コイル書き込み）がそれ以降使用されます。
- レジスター入力：レジスター入力は 16 ビット量で、アドレスフィールドで指定されたアドレスから読み取られます。機能コード 0x04（入力レジスター読み取り）が使われます。
- レジスター出力：レジスター出力は 16 ビット量でユーザーが設定できます。レジスター値が設定される前に、その値がリモート MODBUS ユニットから読み取られます。これは機能コード 0x03（保持レジスター読み取り）が使用されることを意味します。ロボットプログラムによってまたは [set signal value] ボタンを押すことで出力を設定した場合、機能コード 0x06（単一レジスター書き込み）がリモート MODBUS ユニットに値を設定するために使用されます。

[Set signal address]

このフィールドはリモート MODBUS サーバー上のアドレスを示します。画面上のテンキーを使用して、さまざまなアドレスを選択します。有効なアドレスは、MODBUS ユニットのメーカーと構成により異なります。

[Set signal name]

画面上のテンキーを使用して、信号に名前を付けることができます。この名前は、信号をプログラムで使用する際に用います。

[Signal value]

ここに、現在の信号の値が表示されます。レジスター信号の場合、値は符号なし整数で表現されます。出力信号の場合、ボタンを使用して望ましい信号値を設定することができます。レジスター出力の場合も、ユニットに書き込む値は符号なし整数でなければなりません。

[Signal connectivity status]

このアイコンは、信号を適正に読み取り/書き込みできるか（緑）、ユニットが予期しない応答をするか、またはは到達できないか（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 ILLEGAL FUNCTION (0x01)**：この機能コードは、サーバー（またはスレーブ）にとってクエリーが可能な処理でない場合に受信します。
- **E2 ILLEGAL DATA ADDRESS (0x02)**：この機能コードは、サーバー（またはスレーブ）にとってクエリーが可能な処理でない場合に受信します。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するかチェックします。
- **E3 ILLEGAL DATA VALUE (0x03)**：クエリーデータフィールドに含まれる値がサーバー（またはスレーブ）にとって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 SLAVE DEVICE FAILURE (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回復不可能なエラーが発生しました。
- **E5 ACKNOWLEDGE (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 SLAVE DEVICE BUSY (0x06)**：リモート MODBUS ユニットに送られたプログラミングコマンドと併用する特殊な用途で、スレーブ（サーバー）が現在応答不可能です。

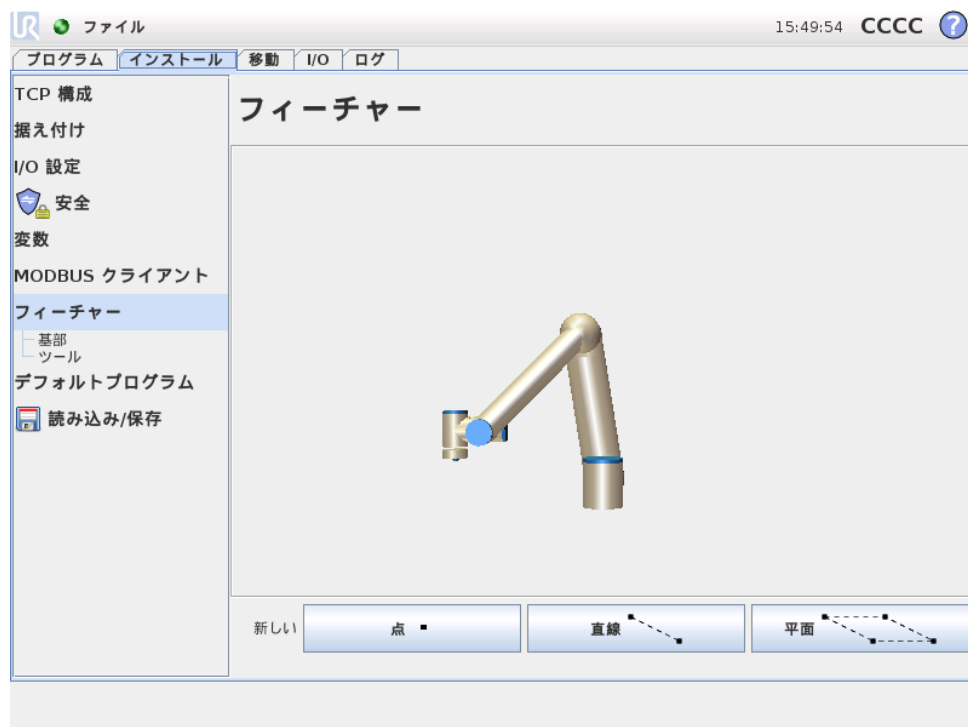
[詳細オプションを表示する]

このチェックボックスにより、各信号の詳細オプションが表示/非表示になります。

詳細オプション

- **Update Frequency**: このメニューは信号の更新頻度の変更に使用できます。これは、リモート MODBUS ユニットに、信号値の読み取りまたは書き込みのために送られる要求の頻度です。
- **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。

11.12 [インストール] → [フィーチャー]



産業用ロボットを購入するお客様は、通常、ロボットを制御または操作できるようにするため、ロボットアームの周辺にあるさまざまな対象物や境界、すなわち、機械、加工対象またはブランク、フィクスチャー、コンベア、パレット、視覚装置などに対するロボットアームのプログラミングを希望されます。従来、これは、「フレーム」（座標系）を定義することにより行ってきました。これは、ロボットアームの内部座標（基本座標系）と関係する対象物の座標系を関連付けるものです。関連付けは、「ツール座標」に対しても、ロボットアームの「基本座標」に対しても行うことができます。

このようなフレームの問題点は、このような座標系を定義するためには一定レベルの数学の知識を要し、ロボットのプログラミングや据え付けに熟練した技術者であっても、これを行うためには、祖当の時間を要することです。多くの場合、この作業には 4x4 行列の計算が必要になります。特に、方向の表現は、この問題を理解するために必要な経験がないと非常に複雑です。

お客様からよく受ける質問には、次のようなものがあります。

- ロボットをコンピュータ数値制御（CNC）機の爪から 4cm 離れるように移動することは可能ですか？
- ロボットのツールをテーブルに対して 45 度回転させることは可能ですか？
- ロボットアームが対象物を垂直に下方へ運び、対象物を離して、次にロボットをまた垂直に上方へ動かすことはできますか？

このような質問は、ロボットアームを製造工場のさまざまな状況で使用するなどを目的とした一般的なお客様の非常に率直な疑問です。このような質問や、それに関連する質問に単純な答えはないと申し上げると、不快で不可解だと思わ

れるかもしれません。これらの事例にはいくつかの複雑な理由がありますが、このような問題に取り組むために、Universal Robots では、お客様がさまざまな対象物とロボットアームとの相対的位置関係を指定できるようにユニークでシンプルな方法を開発しました。これによって、上記の質問で問われていることを数ステップ以内で正確に行うことが可能になりました。

[名前の変更]

このボタンは、フィーチャーの名前の変更を可能にします。

[削除]

このボタンは、選択されたフィーチャーと、該当する場合は、すべて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。

[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。

[変数]

選択されたフィーチャーが、変数として使用可能かどうかを選択します。このオプションが選択されると、フィーチャーの名前の後に「_var」を付けて命名された変数が、ロボットプログラムの編集時に使用可能になります。また、この変数はプログラムに新しい変数として割り当てることができます。これを、フィーチャーの値に依存する中間地点の制御に使用することができます。

[Set or Change Position]

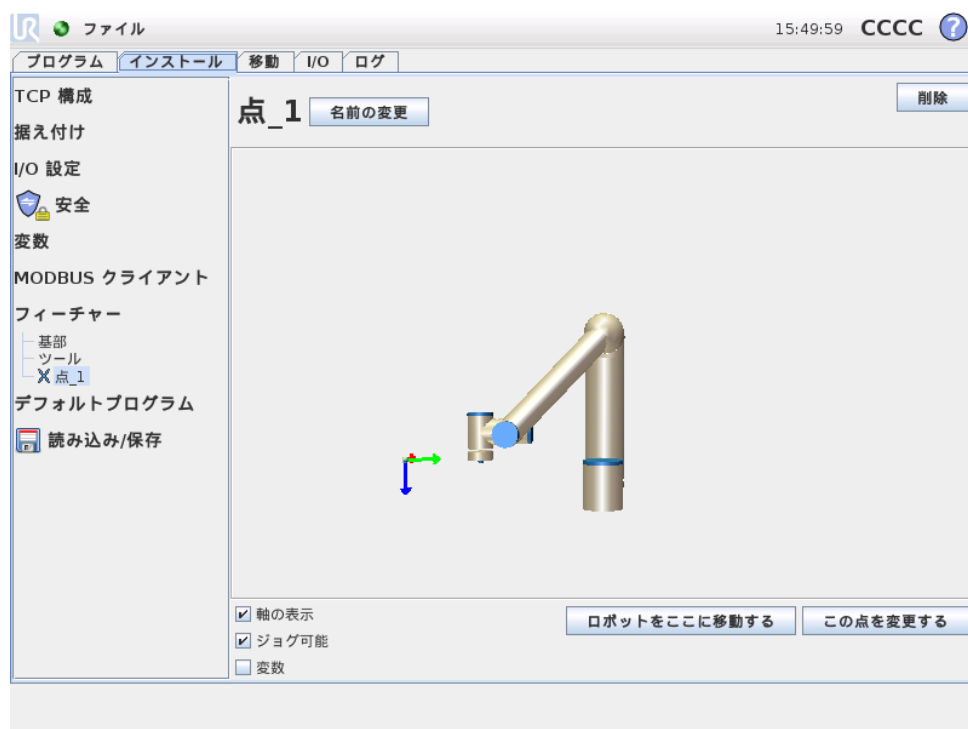
このボタンを使用して、選択されたフィーチャーの設定や変更ができます。移動画面が表示され、フィーチャーの新しい位置を設定することができます。

[Move Robot to Feature]

このボタンを押すと、ロボットアームを選択されたフィーチャーに移動できます。この運動の終了時に、X 軸周りの 180 度回転の場合を除いて、フィーチャーと TCP の座標系が一致します。

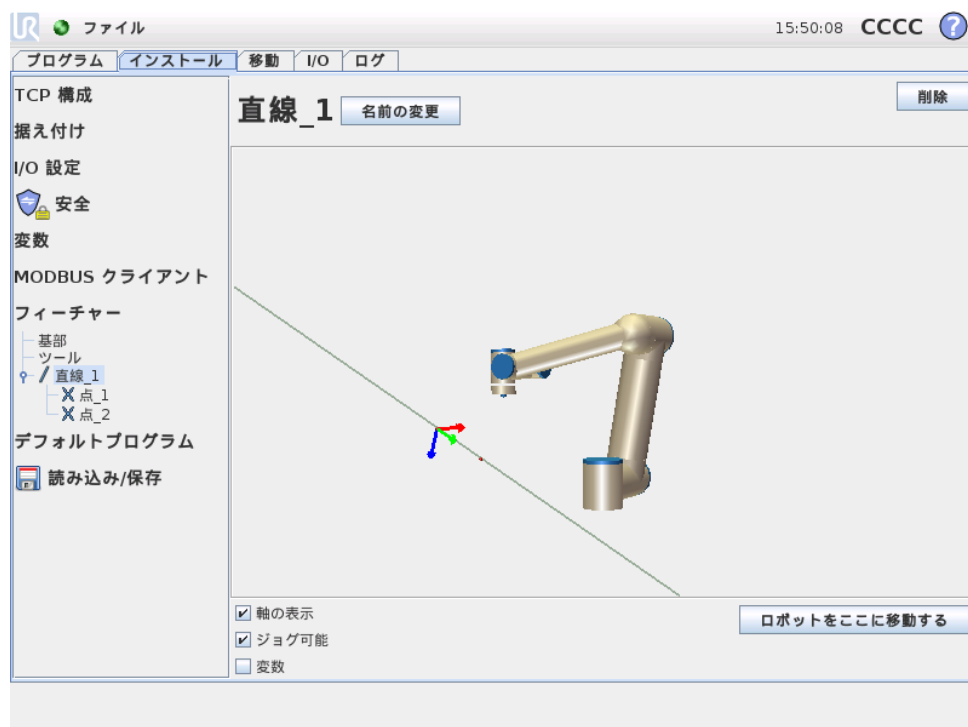
[Add Point]

このボタンを押して、インストールに点フィーチャーを追加します。点フィーチャーの位置は、その点における TCP の位置と定義されます。フィーチャーの座標系がその X 軸の周りで 180 度回転している場合を除き、点フィーチャーの方向は、TCP の方向と同じです。これは、点フィーチャーの Z 軸を、その点にある TCP の Z 軸の反対に向かせます。



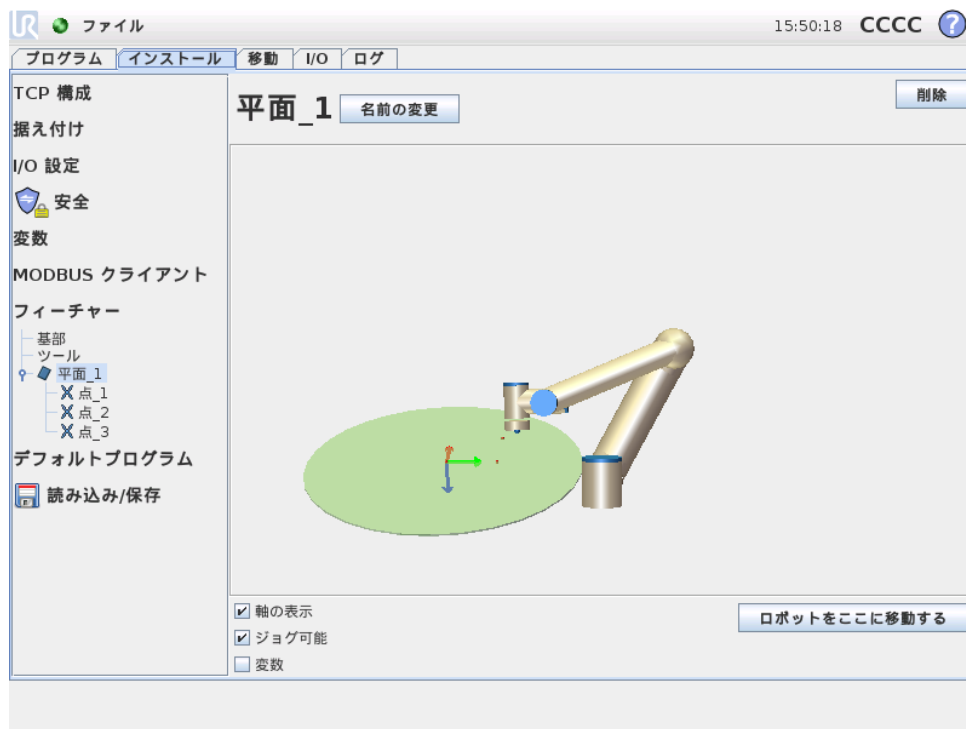
[Add Line]

このボタンを押して、インストールに直線フィーチャーを追加します。直線は、2つの点フィーチャーの間の軸として定義されます。この軸は、1番目の点から2番目の点に向かい、直線の座標系のY軸を構成します。Z軸は、第1副点のZ軸から直線に直角な平面への投影と定義されます。直線の座標系の位置は、第1副点の位置と同じです。

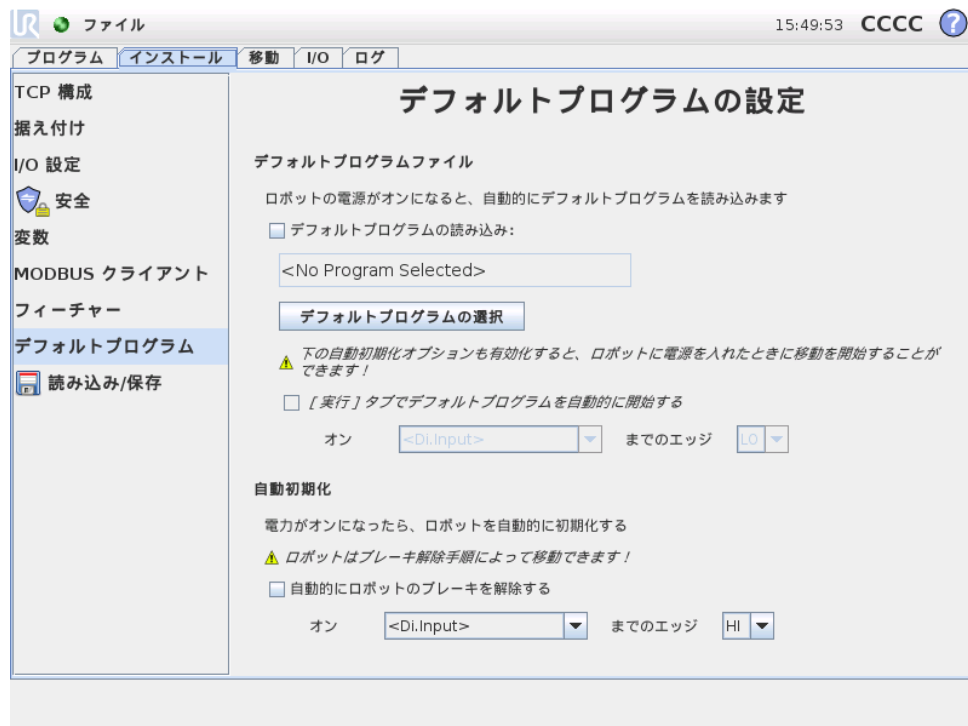


[Add Plane]

このボタンを押して、インストールに平面フィーチャーを追加します。平面は 3 つの副点フィーチャーにより定義されます。座標系の位置は、第 1 副点の位置と同じです。Z 軸は面に垂直で、Y 軸は 1 番目の点から 2 番目の点に向かいます。Z 軸の正の方向は、面の Z 軸と 1 番目の点の Z 軸の間の角度が 180 度未満になるように設定します。



11.13 [インストール] → [デフォルトプログラム]



この画面には、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:

自動読み込み、自動開始、自動初期化をすべて有効化すると、ロボットはコントロールボックスが起動するとすぐに選択プログラムの実行を開始します。

11.13.1 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を起動すると、デフォルトプログラムを選択して読み込むことができます。さらに、プログラムの実行画面（「9.3」を参照）に入った場合やプログラムが読み込まれていないときに、デフォルトプログラムを自動読み込みすることもできます。

11.13.2 デフォルトプログラムの開始

デフォルトプログラムをプログラムの実行画面で自動的に開始できます。デフォルトプログラムを読み込み、指定された外部入力信号エッジ遷移が検出されると、プログラムが自動的に開始します。

起動時に現在の入力信号レベルが未定義であり、起動時の信号レベルに一致する遷移を選択すると、プログラムが直ちに開始されます。さらに、プログラムの実行画面を離れたら、ダッシュボードで停止ボタンを押すと、実行ボタンを再度押すまで、自動開始フィーチャーが無効になります。

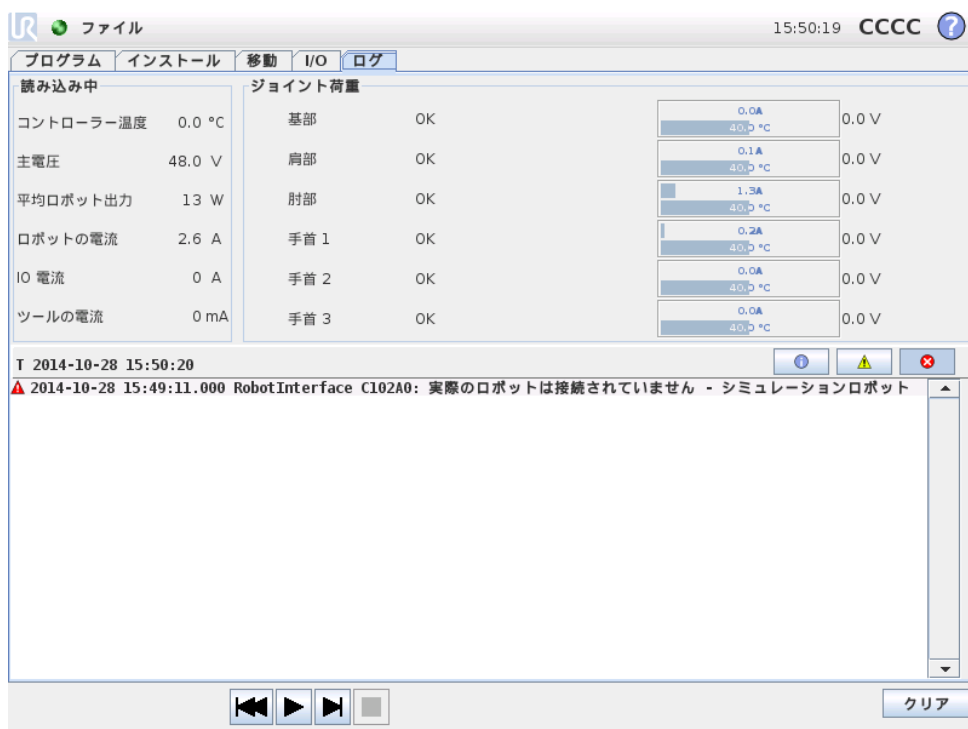
11.13.3 自動初期化

ロボットアームは、コントロールボックスが起動する場合など、自動的に初期化できます。指定した外部入力信号エッジ遷移で、ロボットアームは表示画面に関係なく、完全に初期化されます。

初期化の最終段階はブレーキの解除です。ロボットがブレーキを解除すると、ノイズを発生しながら少し動きます。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、ブレーキを自動的に解除できません。この場合は、ロボットを初期化画面で手動で初期化します（「9.4」を参照）。

起動時に現在の入力信号レベルが未定義であり、起動時の信号レベルに一致する遷移を選択すると、ロボットアームが直ちに初期化されます。

11.14 [ログ] タブ



ロボットの健全性 画面の上半分は、ロボットアームとコントロールボックスの健全性を表示します。左側はロボットのコントロールボックスに関連する情報を表示し、右側はロボットの各ジョイントの情報を表示します。ロボットの各ジョイントは、モーターや電子回路の温度、ジョイントの荷重やジョイントの電圧の情報を表示します。

ロボットのログ 画面に下半分はログメッセージが表示されます。最初のコラムは、ログエントリーの重大度を分類します。2 番目のコラムはメッセージが届いた時間を表示します。次のコラムはメッセージの送信者を表示します。最後のコラムはメッセージそのものを表示します。メッセージは、重大度に対応するトグルボタンを選択して、フィルターできます。上の図は、情報や警告メッセージ

がフィルターされる一方で、エラーは表示されることを示しています。ログメッセージの一部はさらに詳しい情報を提供するようになっています。これはログエントリーを選択してアクセスできます。

11.15 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。



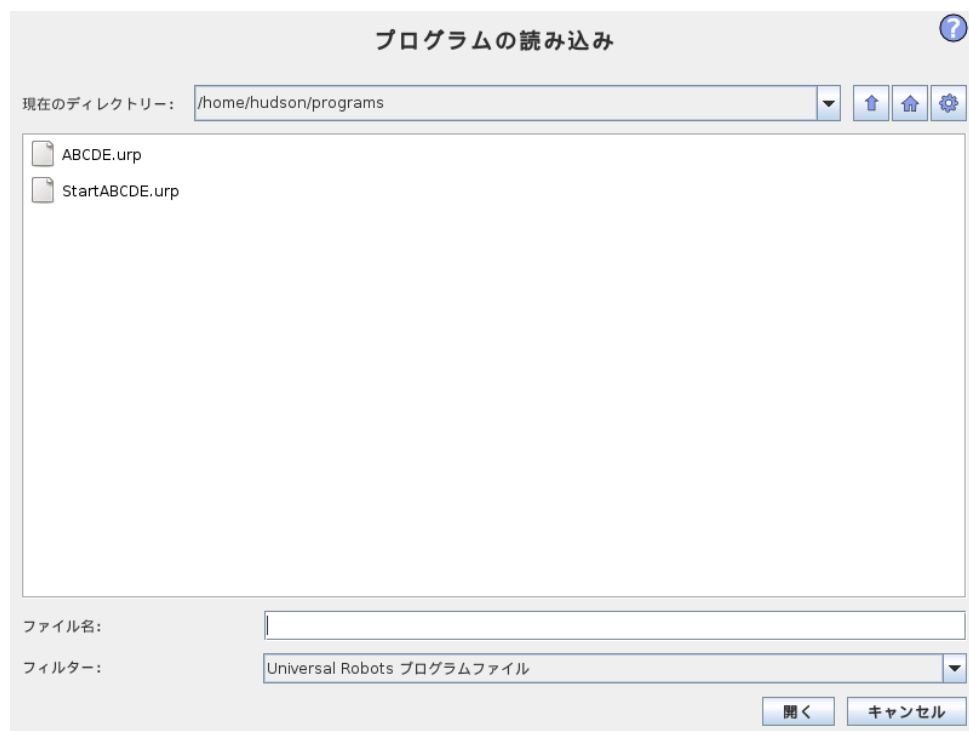
注:

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て、ローカルのプログラム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。さらに、ディレクトリー構造がプログラムフォルダーから下がるようにすることは許可されません。サブディレクトリーに下がることはできますが、プログラム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、プログラムフォルダーか、そのフォルダー下にあるサブフォルダーに配置します。

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 パス履歴は現在の場所に導くパスのリストを表示しますつまり、コンピューターのルートまでの、すべての親ディレクトリーが表示されます。ここでは、プログラムフォルダーの上位にあるいかなるディレクトリーにもアクセスできないことがわかります。

リストのフォルダー名を選択すると、読み込みダイアログがそのディレクトリーに変更になり、ファイル選択領域 11.15にそれを表示します。

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するだけでファイルを選択したり、名前をダブルクリックしてファイルを開くオプションがあります。

ディレクトリーをダブルクリックすると、ダイアログが当該フォルダーまで下がり、その内容を表示します。

ファイルフィルター ファイルフィルターを使用すると、ファイルの表示を希望するタイプのファイルだけに制限できます。「バックアップファイル」を選択すると、選択領域には、各プログラムの最新の 10 回の保存バージョンが表示され、.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して、ファイル名を手動で入力するオプションがあります。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。

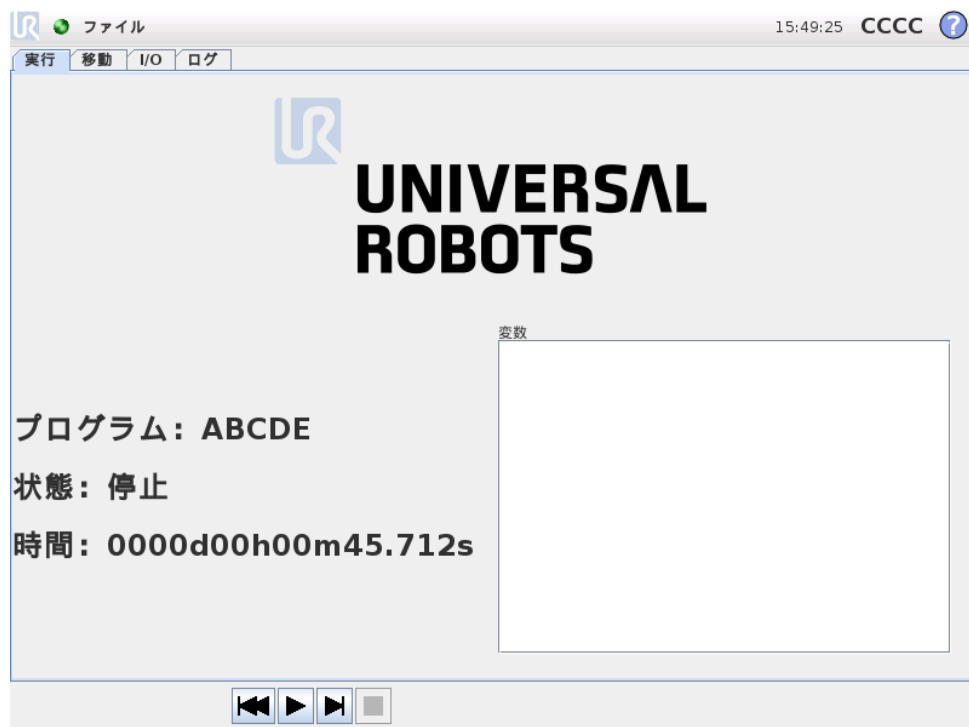
〔開く〕ボタン 〔開く〕ボタンをクリックすると、現在選択されているファイルが開き、前の画面に戻ります。

〔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 通常は従来のファイルダイアログでファイル名を右クリックすることでアクセスできるいくつかの処理を実行できる一連のボタンがあります。これには、ディレクトリー構造で上方に移動したり、プログラムフォルダーに直接移動する機能が付加されています。

- 親：ディレクトリー構造の上方に移動します。ボタンは次の 2 つのケースでは有効化されません。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です。
- 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。

11.16 [実行] タブ

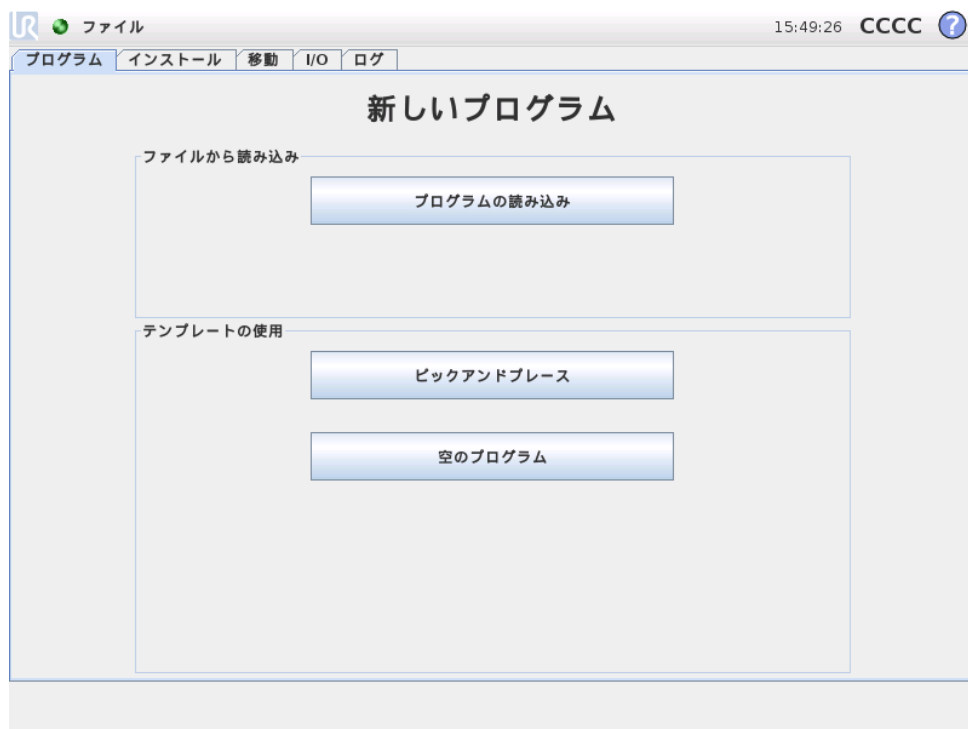


このタブは、できる限り少ないボタンとオプションによってロボットアームとコントロールボックスを操作する、簡単な方法を提供します。これは、PolyScopeのプログラミング部分のパスワード保護（「13.3」を参照）と合わせて、ロボットを作成済みプログラムのみで実行できるツールとするのに便利です。

さらに、このタブでは、デフォルトプログラムを外部入力信号エッジ遷移に基づき自動的に読み込み、起動することができます（「11.13」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。

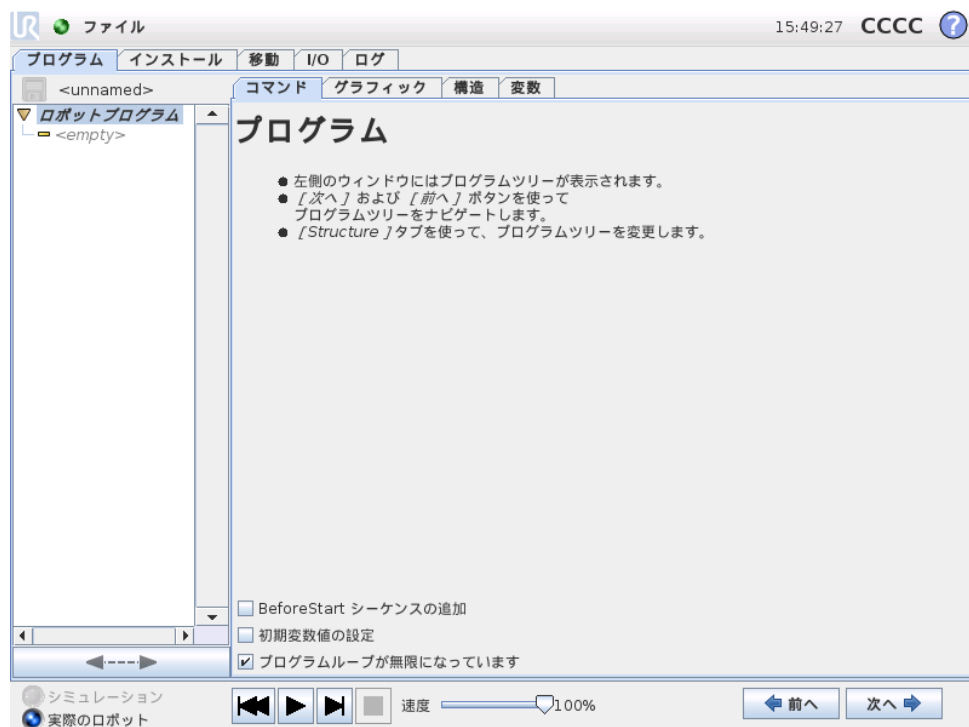
12 プログラミング

12.1 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、プログラムの詳細を書き込むだけで済みます。

12.2 [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。

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、または画面右下の 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、「12.29」で説明したように構造タブを使うことで挿入や削除ができます。プログラム名はコマンドリストのすぐ上に表示され、小さいディスクのアイコンが付けられているので、クリックして迅速にプログラムを保存することができます。

画面の一番下の部分は、ダッシュボードです。ダッシュボードは旧式のテーブルコーダーに似た一組のボタンを使用し、そこからプログラムを起動/停止させたり、シングルステップで作動させたり再開させることができます。スピードスライダーを使用すると、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、ロボットアームが作動する速度に直接の影響を与えます。さらに、スピードスライダー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示します。指定された割合は、安全システムに障害を起こすことなく、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シミュレーションと実際のロボットボタンは、シミュレーションによるプログラム実行と実際のロボットでの実行を切り替えます。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ってない場合は、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。



危険:

1. **Play** ボタンを押す場合は、ロボットの作業空間外にいるようにしてください。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. **Step** ボタンを押す場合は、ロボットの作業空間外にいるようにしてください。**Step** ボタンの機能は、理解が困難です。どうしても必要な場合のみ使用してください。
3. スピードスライダー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。

プログラム作成の間は、プログラミングの結果のロボットの運動を「12.28」で説明したグラフィックタブ上の 3D 描画を使って示します。

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。

12.3 変数

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

インストール変数: 複数のプログラムで使うことができ、その名前と値は、ロボットインストールと一緒に永続化されます（詳細は、「11.10」を参照）。

通常のプログラム変数: 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。

以下の変数タイプが利用できます。

ブール型変数の値は、**True** か **False** になります。

型

整数 $-32768 \sim 32767$ の範囲の整数です。

浮動小数点数 (10 進数) です。

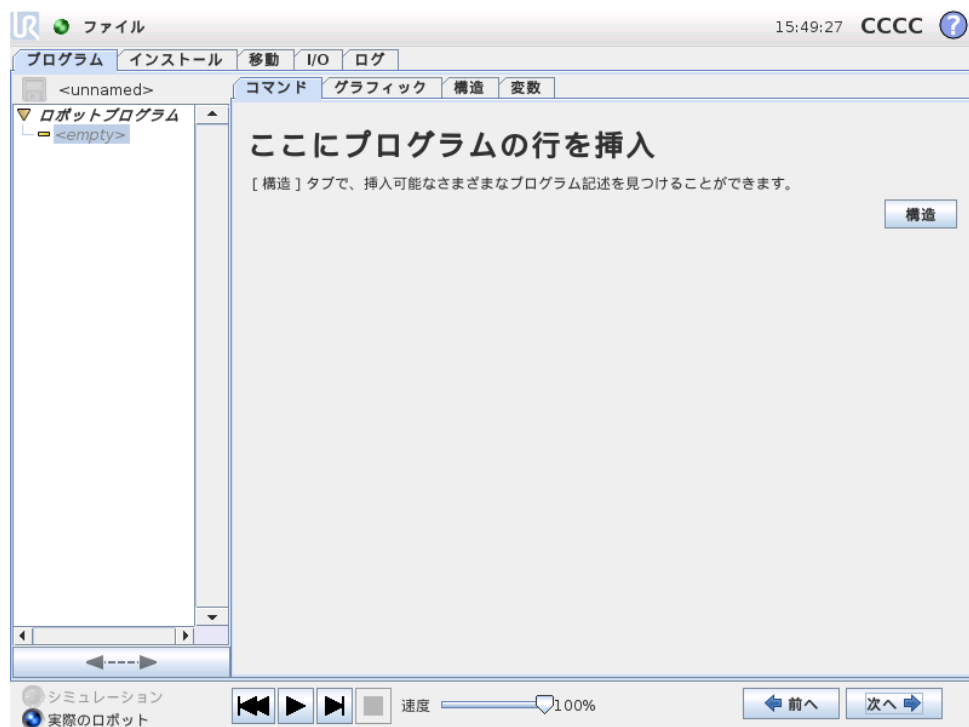
数点

文字列 文字列です。

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

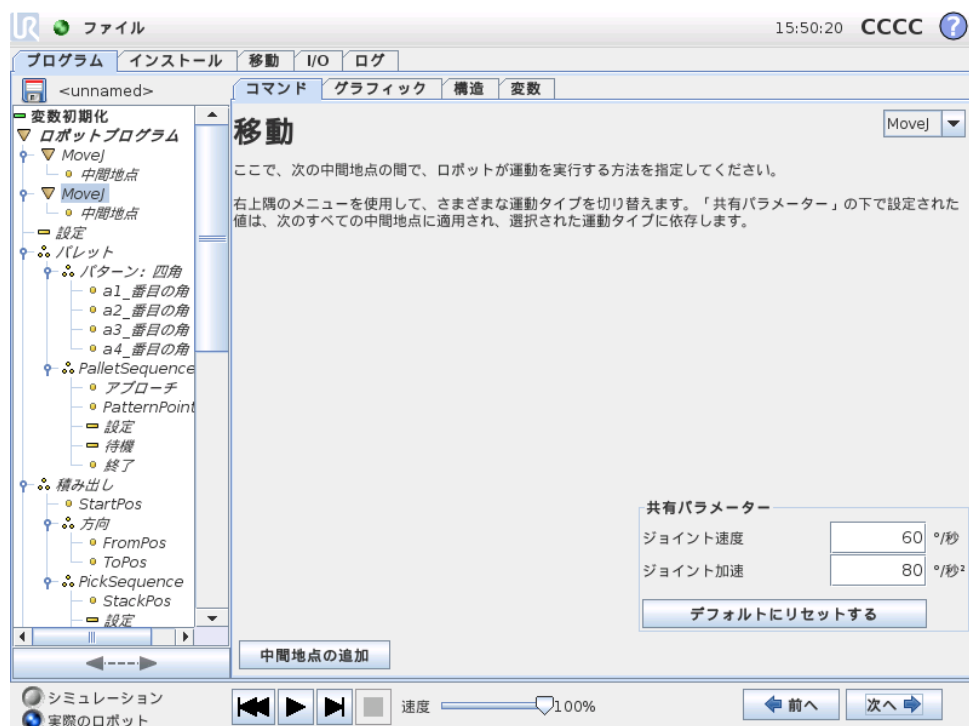
リスト 変数列です。

12.4 コマンド：Empty



プログラムコマンドをここに挿入する必要があります。構造ボタンを押して [構造] タブに移動すると、選択可能なさまざまなプログラム行があります。すべての行を指定して定義しない限りプログラムを実行できません。

12.5 コマンド：移動



移動コマンドは、基盤となる中間地点を通るロボットの動きを制御します。中間地点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中間地点の間を移動するロボットの加速度と速度を定義します。

運動のタイプ

3種類の運動タイプ *MoveJ*、*MoveL* と *MoveP* の各々について下記で説明します。

- **moveJ** ロボットアームのジョイント空間内で計算された運動をします。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。この運動タイプでは、ツールのパスが曲線を描きます。この運動タイプに適用される共用パラメーターは、それぞれ deg/s および deg/s^2 に規定された、運動計算に使用する最大ジョイント速度とジョイント加速度です。中間地点間のロボットアームの動きを速くしたい場合は、これらの中間地点間のツールのパスにかかわらず、この運動タイプが最適な選択です。
- **moveL** は中間地点間で、ツールをリニアに作動させます。すなわち、各々のジョイントは、ツールの直線パスを維持させるために複雑な動きをします。この運動タイプに設定できる共用パラメーターは、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。選択されたフィーチャーは、中間地点のツール位置が、どのフィーチャー空間に表されるかを決定します。さまざまな変数とさまざまな中間地点が、フィーチャー空間に関する特定の対象となります。中間地点のツール位置を、ロボットのプログラム実行中に変数フィーチャーの実際の値により決定しなければならない場合には、変数フィーチャーを使用することができます。
- **moveP** はツールを円ブレンドの一定速度で直線に動かし、糊付けや、調合など特定の工程作業を目的としています。ブレンド半径の大きさは、デフォルト値では、すべての中間地点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。ロボットは中間地点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。

2つの中間地点からなる円移動を *moveP* コマンドに追加することができます。最初の中間地点は円弧の通過点を規定し、2番目の中間地点は運動の終点を規定します。ロボットは現在の位置から円移動を開始させ、規定された2つの中間地点を通ります。円移動によるツールの方向変更は、開始時の方向と終点における方向のみから決定されるため、中間地点の方向は円移動には影響がありません。円移動は、必ず同じ *MoveP* の下にある中間地点が先行する必要があります。

フィーチャー選択

MoveL と *MoveP* では、中間地点を指定した場合に、移動コマンドの下で、中間地点がどのフィーチャー空間に表されるかを選択することができます。すなわち、中間地点を設定する際に、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。

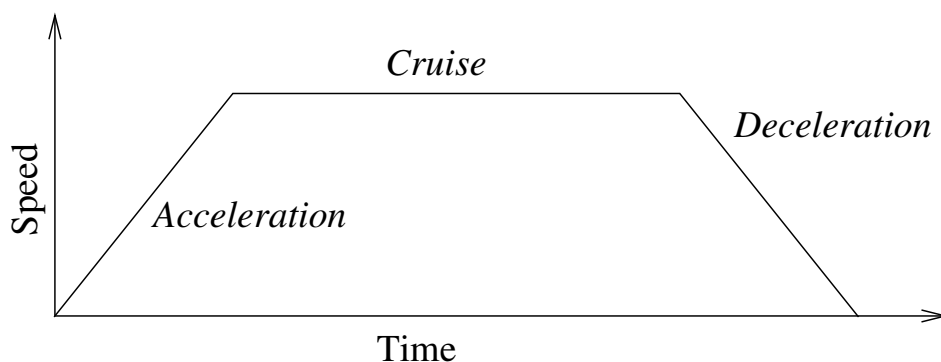
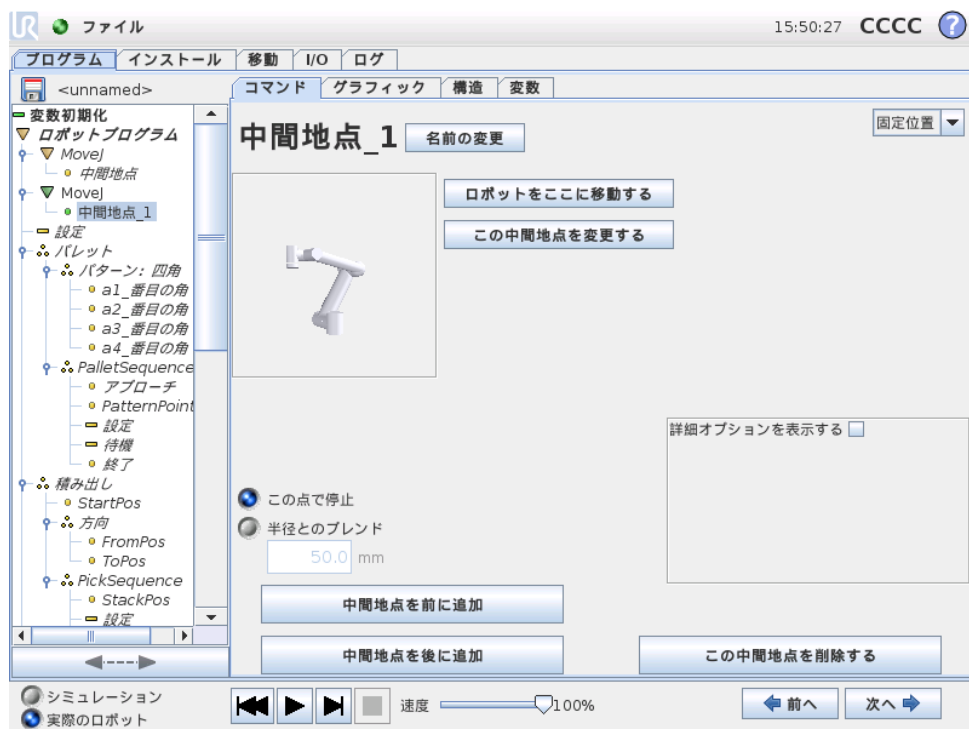


Figure 12.1: 運動の速度プロファイル曲線は、加速、巡航および減速の 3 つの区分に分割されます。巡航フェーズのレベルはモーションの速度設定により規定され、加速と減速フェーズの勾配は加速パラメーターによって規定されます。

- 固定フィーチャー：たとえば、基部のような固定フィーチャーが選択された場合、固定や相対中間地点には何ら影響しません。可変中間地点の動作については下記で説明します。
- 可変フィーチャー：現在読み込まれているインストールに何らかのフィーチャーが可変となるように選択された場合は、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」によって処理されます）が選択されると、ロボットの運動（相対中間地点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依存します。フィーチャー変数の初期値は実際のフィーチャーの値です。すなわち、運動はフィーチャー変数がロボットのプログラムによってアクティブに変更された場合のみに変化します。
- 可変中間地点：ロボットアームが可変中間地点まで移動すると、ツールの目標位置は必ず、選択されたフィーチャーの空間の変数の座標として計算されます。したがって、可変中間地点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。

移動コマンドの共有パラメーター設定は、ロボットアームの現在位置からコマンドの下での最初の中間地点まで、またそこからその後の各々の中間地点までのパスに適用されます。移動コマンドの設定は、その移動コマンドの下での最後の中間地点以降のパスには適用されません。

12.6 コマンド：固定中間地点



ロボットパス上の点です。中間地点は、ロボットプログラムで最も重要な部分であり、ロボットアームにどこへ動くかを指示します。固定中間地点は、ロボットアームを物理的にその位置まで移動することで得られます。

12.7 中間地点の設定

このボタンを押して移動画面に移り、そこで、この中間地点のロボットアームの位置を指定できます。中間地点が、線形空間（moveL または moveP）の移動コマンド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。

中間地点名

中間地点名は変更することができます。同じ名前を持つ 2 つの中間地点は、必ず同じ中間地点となります。中間地点は指定の際に番号が付けられます。

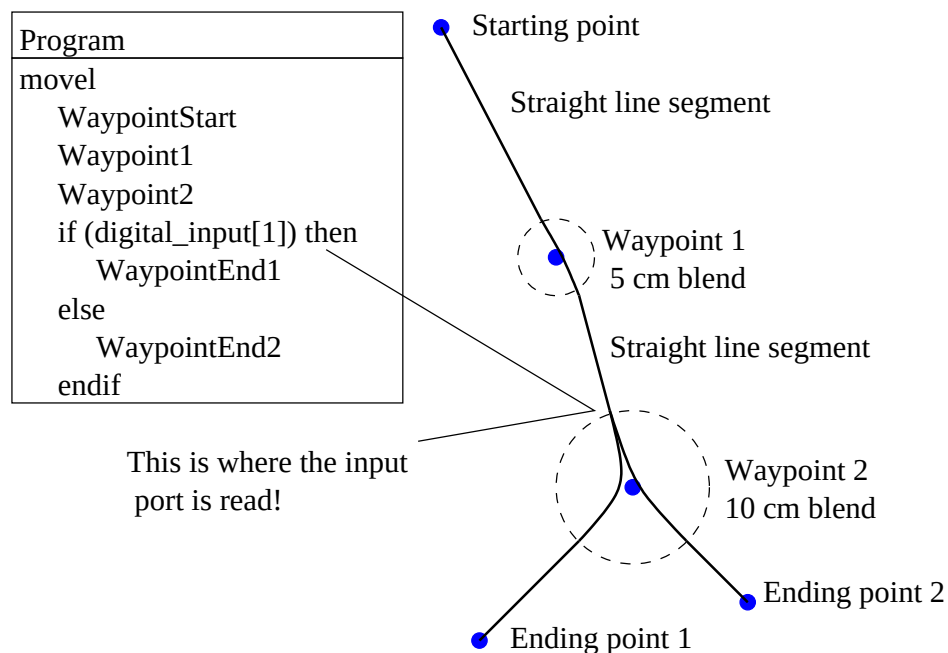
ブレンド半径

ブレンド半径が設定されると、ロボットアームの軌道は中間点周囲のブレンドとなり、ロボットアームがその点で停止しないようにできます。ブレンドを重ねることはできません。そのため、「前の」または「次の」中間地点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。停止点は、0.0mm のブレンド半径を持つ中間地点です。

I/O のタイミングに関する注

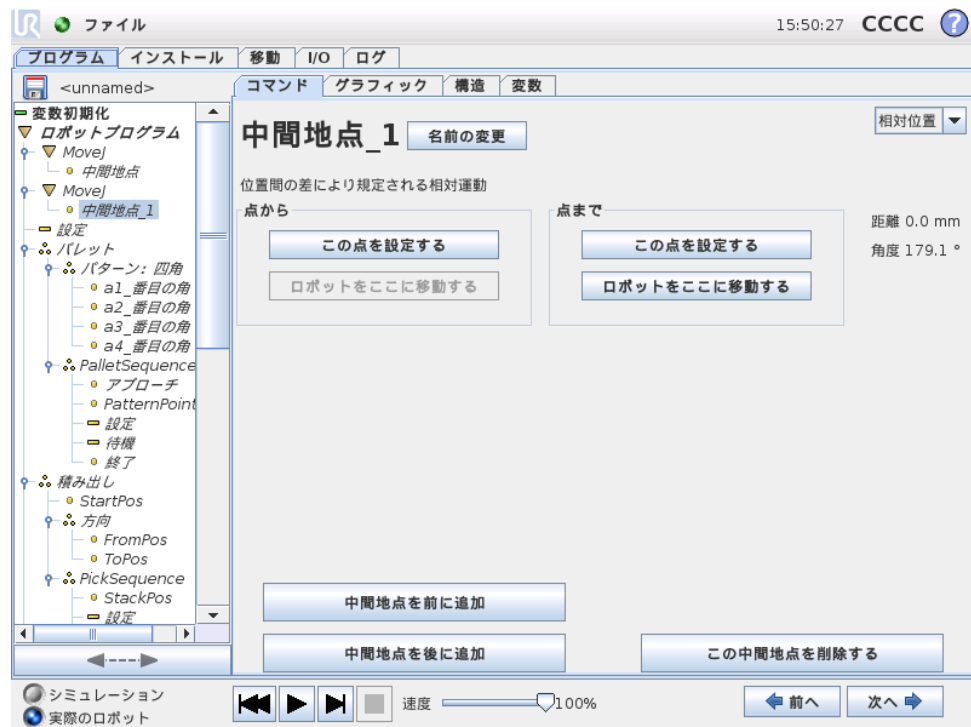
中間地点が、次のコマンドとしての I/O コマンドのある停止点である場合、I/O コマンドはロボットアームがその中間地点で停止した際に実行されます。ただし、中間地点にブレンド半径がある場合は、ロボットアームがブレンドに進入すると、その次の I/O コマンドが実行されます。

例



ロボットプログラムが、ツールを開始位置から、`digital_input[1]` の状態に応じて、2 つの終了位置のいずれかにまで移動する簡単な例です。ツール軌道（太い黒線）はブレンド領域（破線の円）の外側では直線を描いて動き、一方、ツール軌道はブレンド領域内では直線パスから派生しています。デジタル入力 [1] センサーの状態は、ロボットが中間地点 2 付近のブレンド領域に入ろうとするときに読み取られます。これは `if...then` コマンドがプログラムシーケンスで中間地点 2 の後にあっても同様です。これは反直感的ではありますが、適切なブレンドパスを選択するためには必要です。

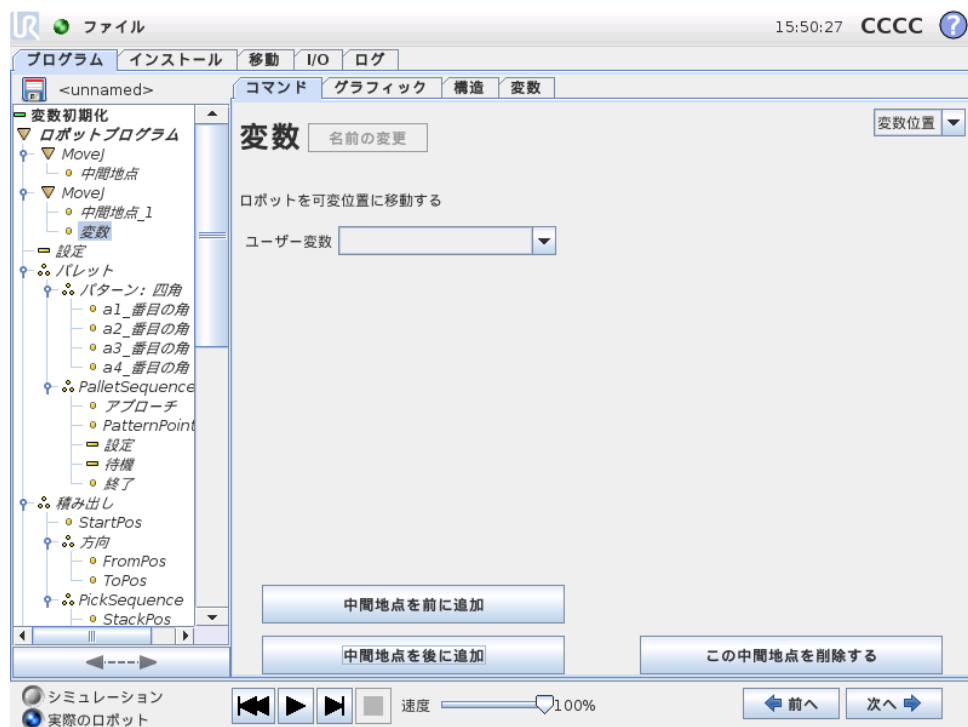
12.8 コマンド：相対中間地点



ロボットアームの前の位置との相関関係（たとえば、左側に 2cm など）が規定された位置を持つ中間地点です。相対位置は、規定された 2 つの位置の間の差（左から右）として定義されます。繰り返される相対位置は、ロボットアームを作業空間外まで移動する可能性があることにご留意ください。

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

12.9 コマンド：可変中間地点



変数により規定された位置を持つ中間地点で、この場合には、計算された位置になります。変数は

`var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]` のようなポーズでなければいけません。最初の3つは x 、 y 、 z で最後の3つはベクトル rx 、 ry 、 rz で規定される回転ベクトルによる方向になります。軸の長さは、回転させる角度をラジアンで表し、ベクトル自体はその周りを回転させる軸を定めます。この位置は、必ず選択されたフィーチャーによって定義される、基準フレームまたは座標システムに関連して規定されます。ロボットアームは可変中間地点に、必ず直線移動します。

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

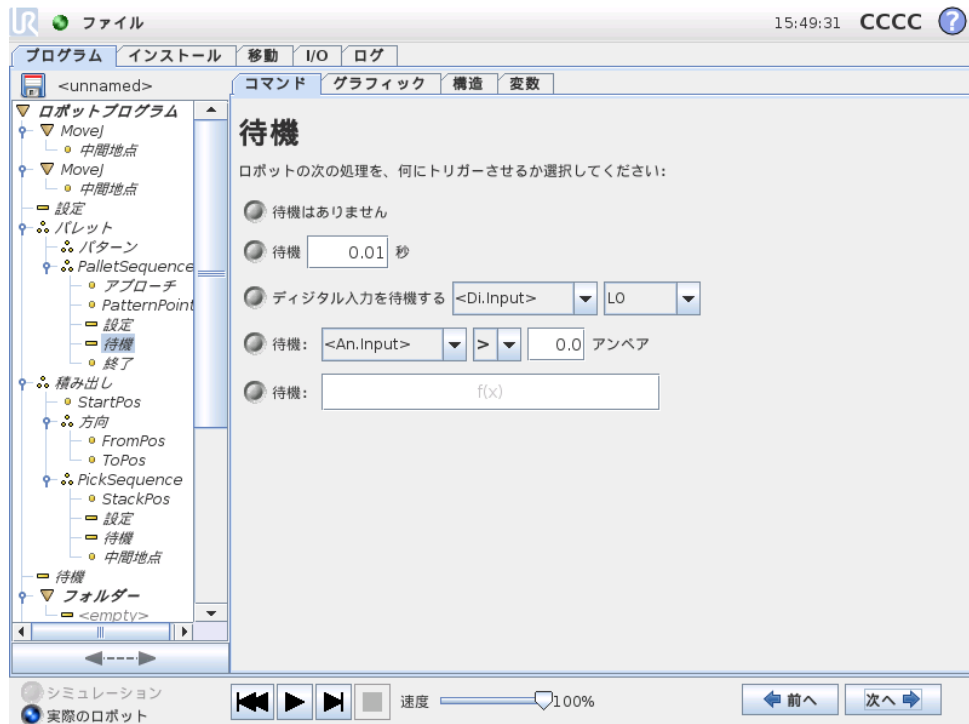
```
変数 _1=p[0,0,0.02,0,0,0]
```

```
Move1
```

中間地点 _1 (変数位置)：

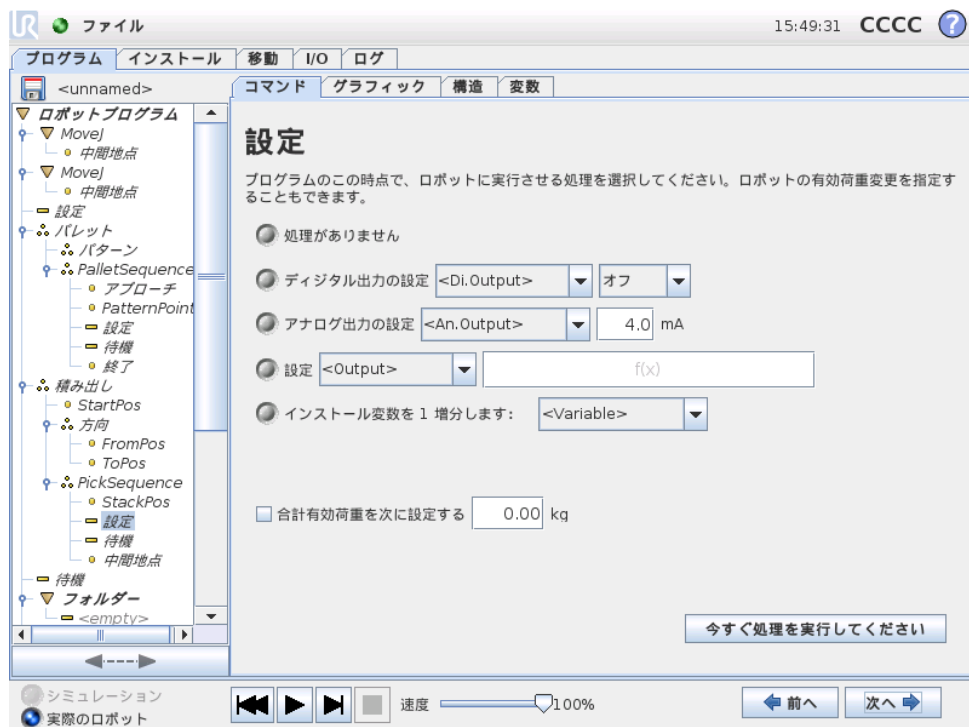
変数 = `var_1`、フィーチャー = ツールを使用

12.10 コマンド：待機



所定の時間量、または I/O 信号を待機します。

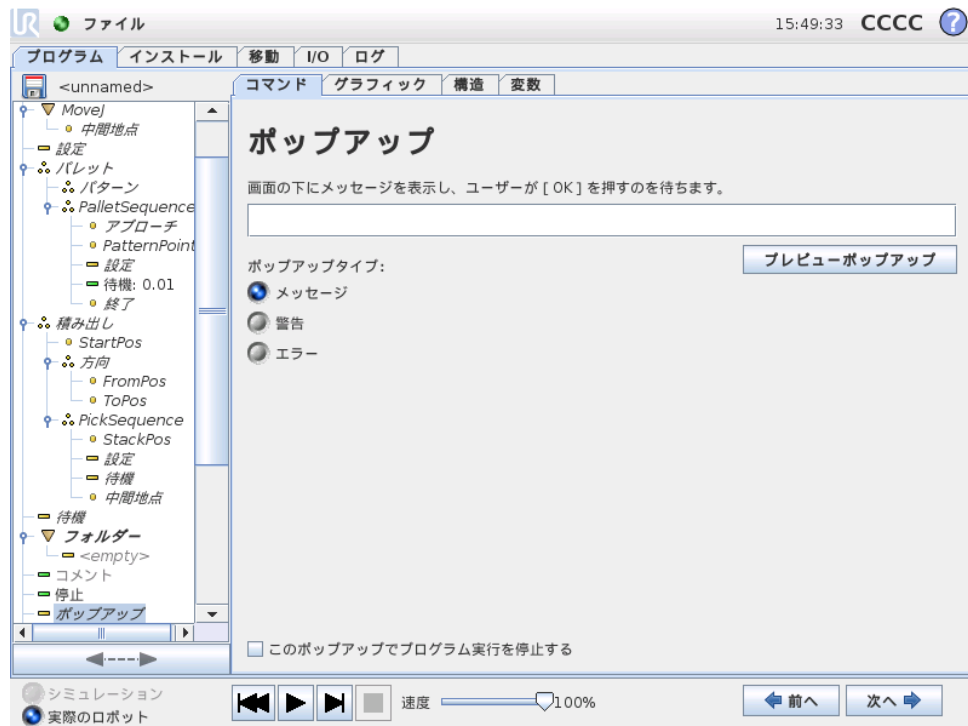
12.11 コマンド：設定



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。ロボットアームの有効荷重の設定にも使用することができます。たとえば、この処理の

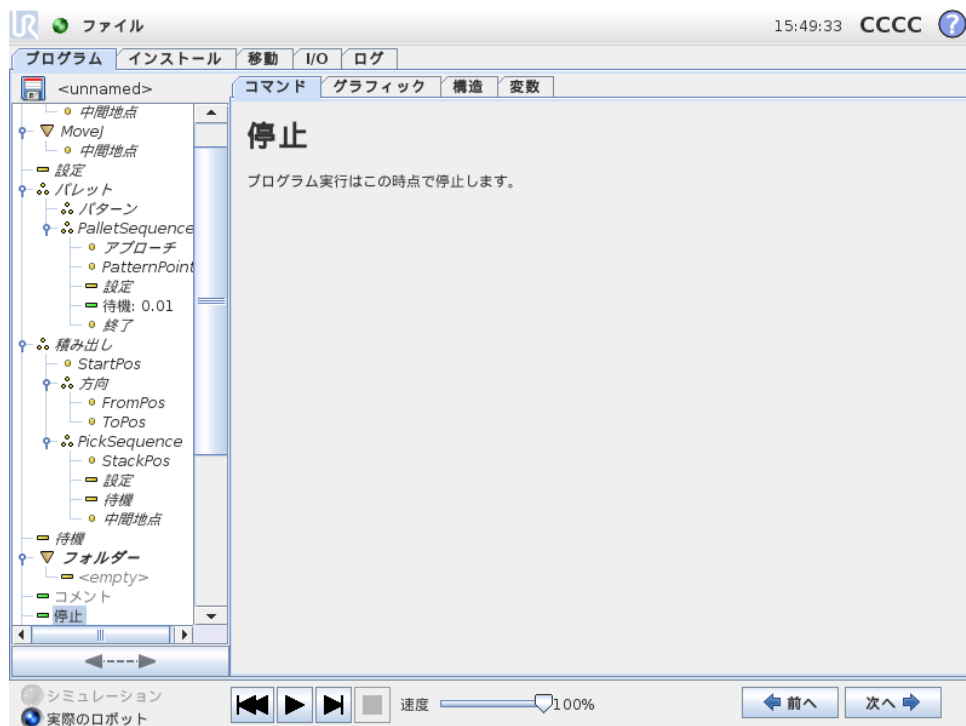
結果として持ち上げる重量です。ツールでの重量が予想したものと異なる場合、ロボットが不意に予防停止することを防止するために重量の調整が必要になることがあります。

12.12 コマンド：ポップアップ



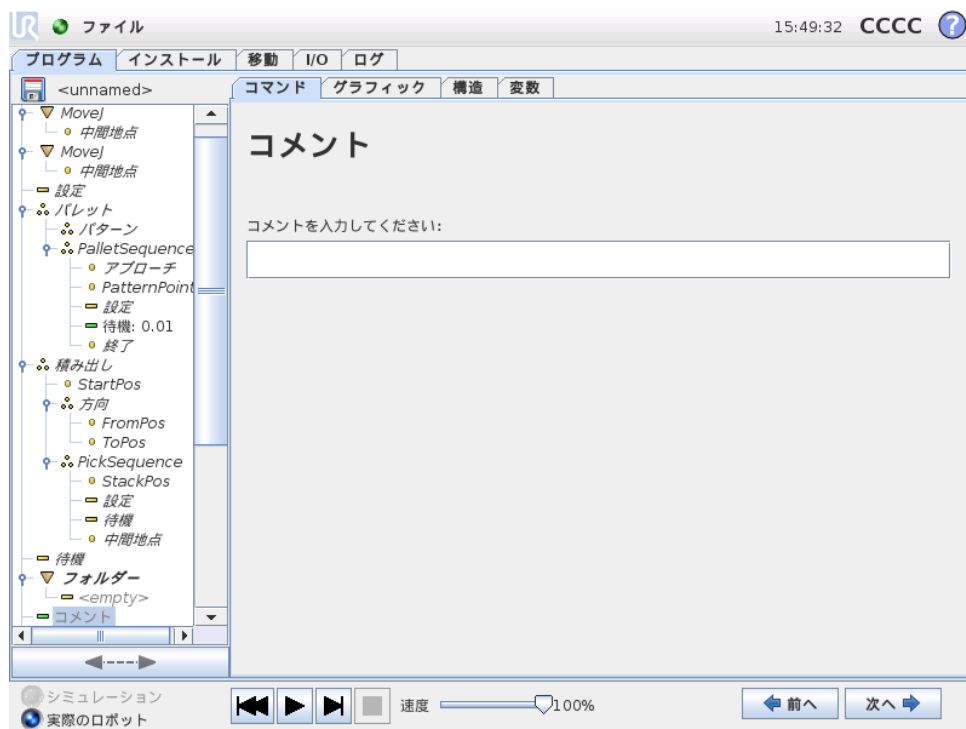
ポップアップは、プログラムがこのコマンドに達したときに画面に現れるメッセージです。メッセージのスタイルは選択可能で、テキスト自体は、画面に表示されるキーボードを使用して作成することができます。ロボットは、ユーザー/オペレーターがポップアップの [OK] ボタンを押すまで、プログラムを継続せず待機します。「プログラム実行停止」項目が選択されると、ロボットプログラムはこのポップアップの時点で停止します。

12.13 コマンド：停止



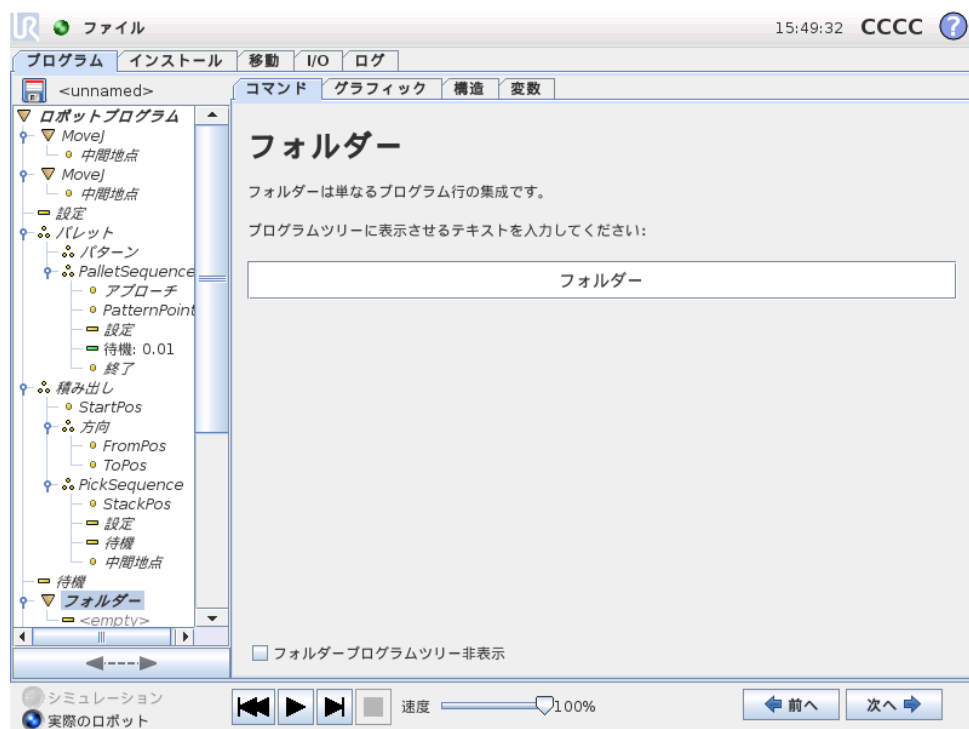
プログラム実行がこの時点で停止します。

12.14 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動きもしません。

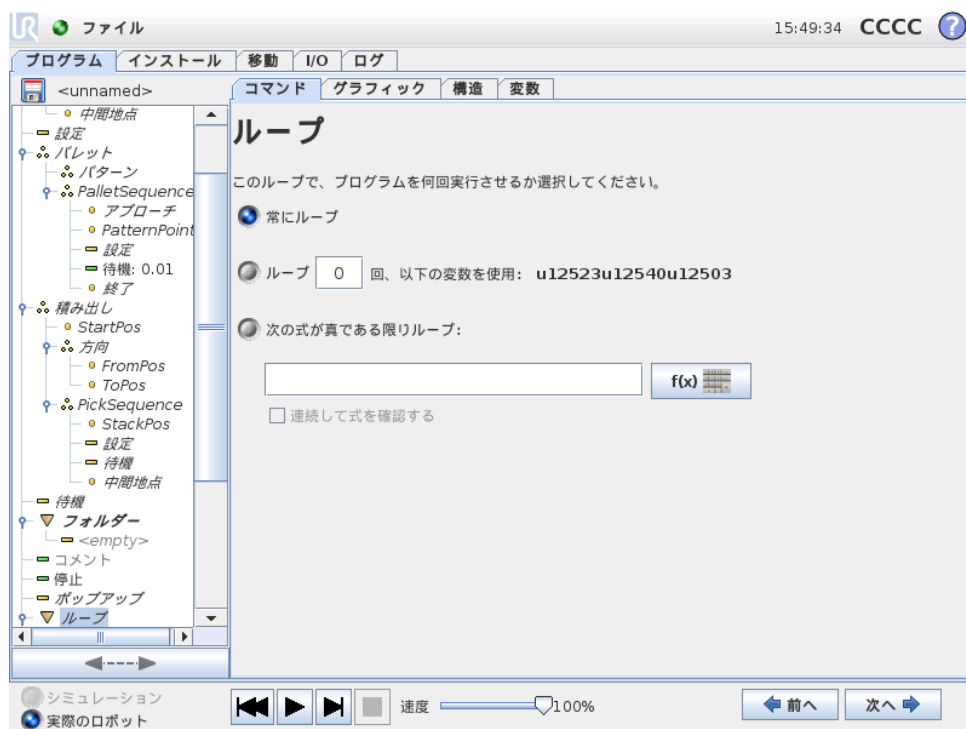
12.15 コマンド：フォルダー



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

フォルダーそのものには動きはありません。

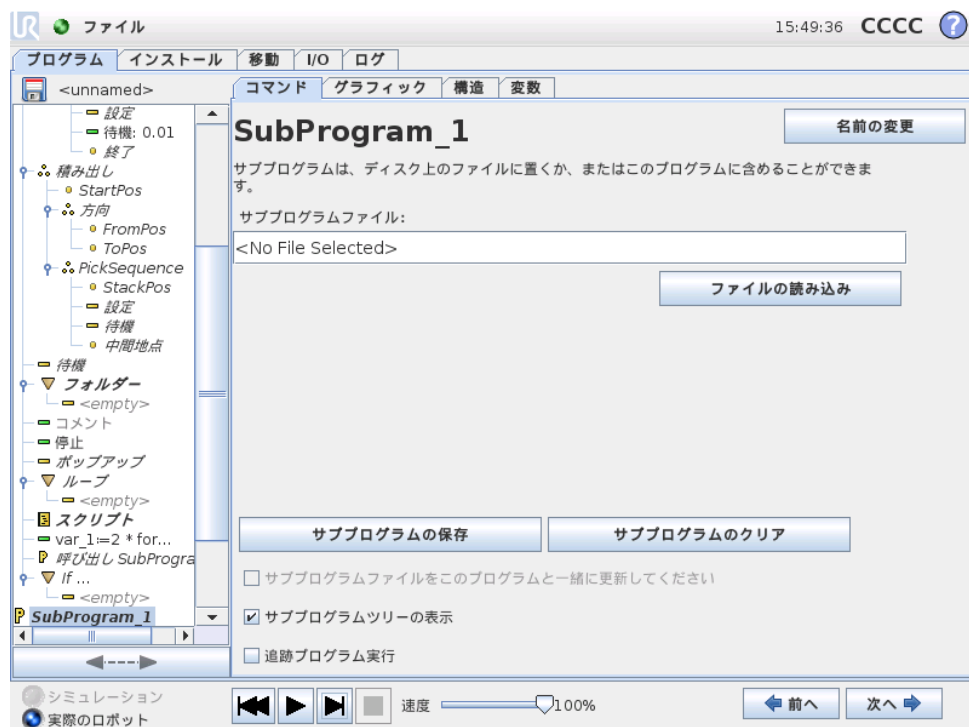
12.16 コマンド：ループ



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 사용할 ことができます。ループ変数は、 $0 \sim N-1$ の範囲になります。

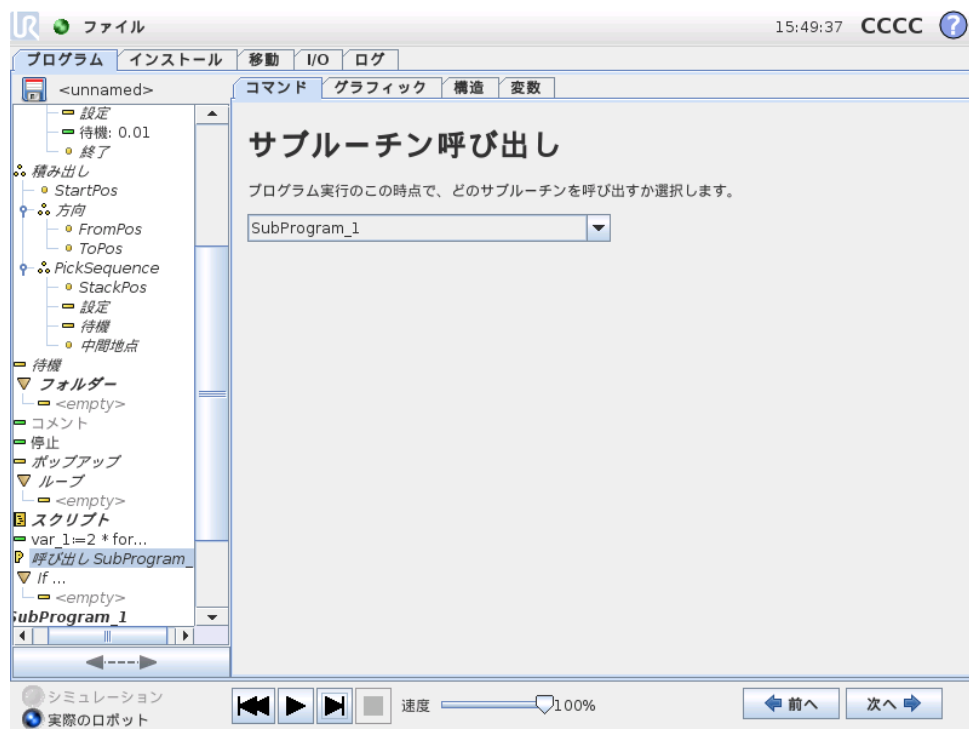
終了条件として式を使用してループを行う場合、PolyScope は、その式を連続的に評価するオプションを提供します。そのため、「ループ」を、反復の直後ではなく、実行中にいつでも中断させることができます。

12.17 コマンド : SubProgram



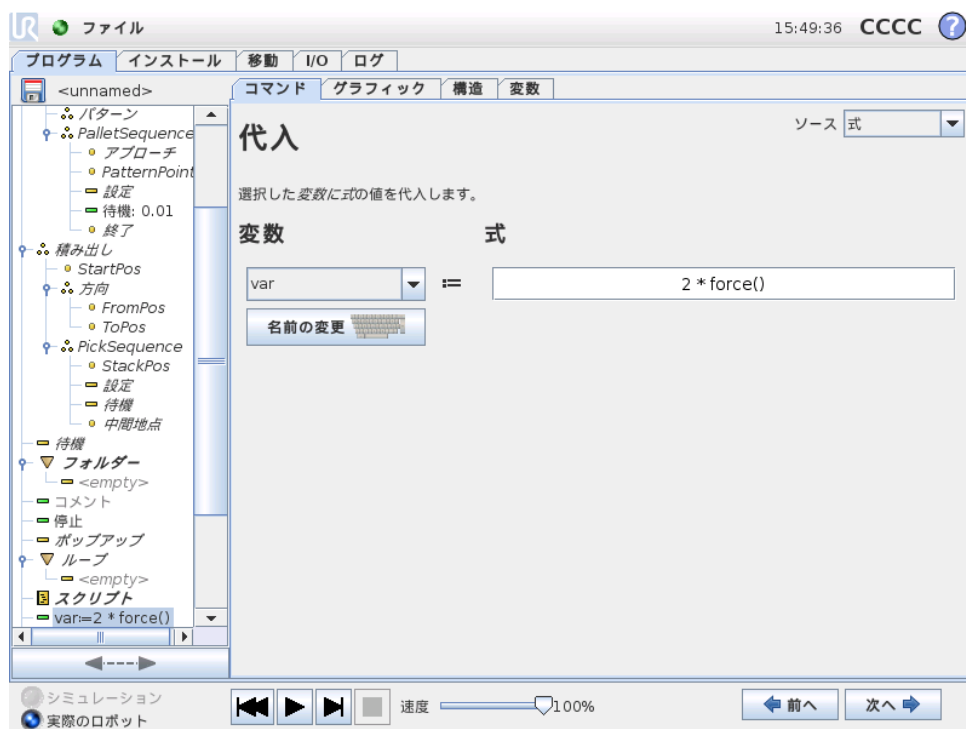
サブプログラムでは、数か所で必要とされるプログラムの部分を保持することができます。サブプログラムはディスク上の別個のファイルでもよく、サブプログラムが誤って変更されるのを保護するため、非表示にすることもできます。

コマンド : サブプログラム呼び出し



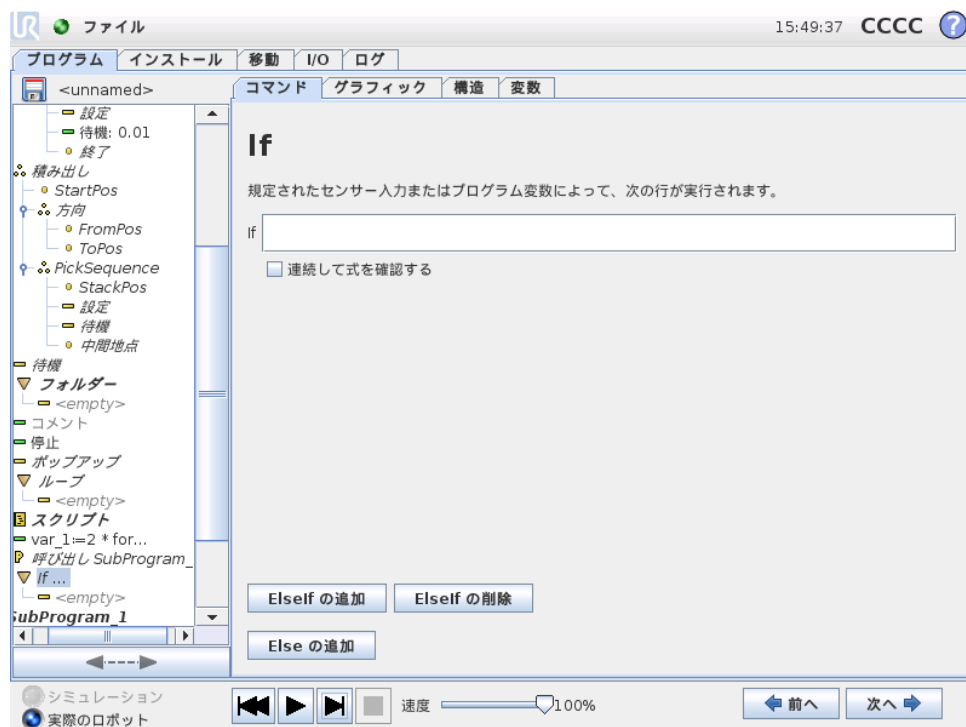
サブプログラムの呼び出しによって、サブプログラムでプログラム行を実行させ、後続のの行に戻ります。

12.18 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。

12.19 コマンド : If

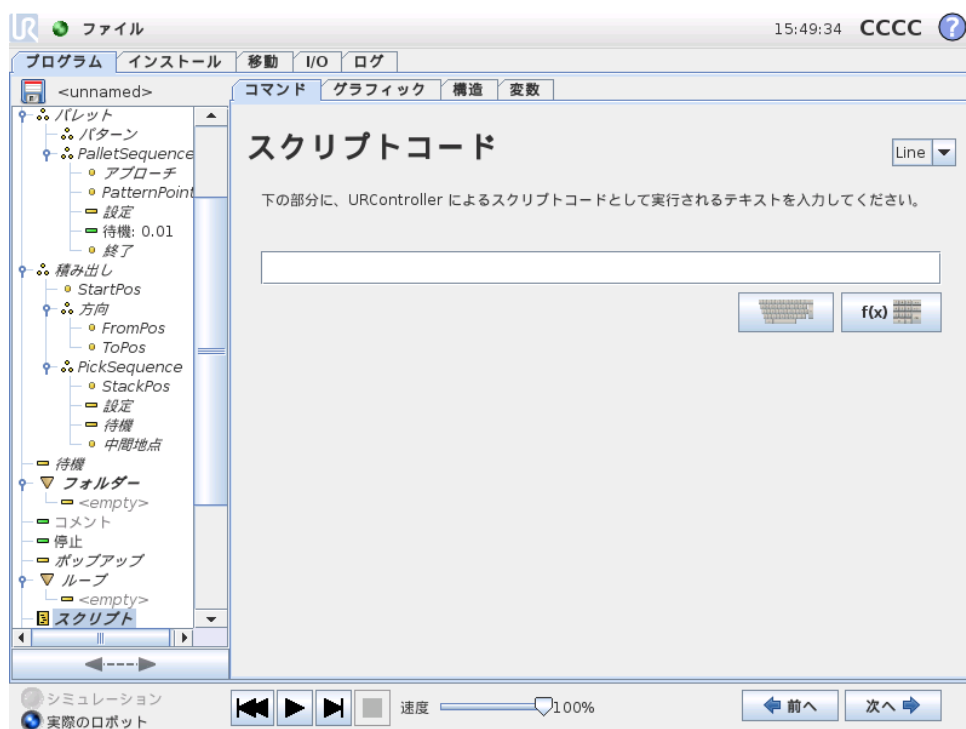


「IF...THEN...ELSE」構文によって、ロボットの動作をセンサー入力または変数値に基づいて変更させることができます。式エディターを使用して、ロボットがこの IF 以下のサブコマンドに進まなければならない条件を記述します。条件の評価結果が真の場合、この IF 内の行が実行されます。

各 IF には複数の ELSEIF と 1 つの ELSE コマンドを設定できます。これらは、画面上のボタンを使用して追加することができます。ELSEIF コマンドは、このコマンドの画面から削除することができます。

オープンの連続して式を確認するを使うと、IF および ELSEIF 文の条件をそれに含まれた行を実行しながら評価することができます。IF 部分の本文内で式の評価結果が偽の場合は、次の ELSEIF または ELSE 文に達します。

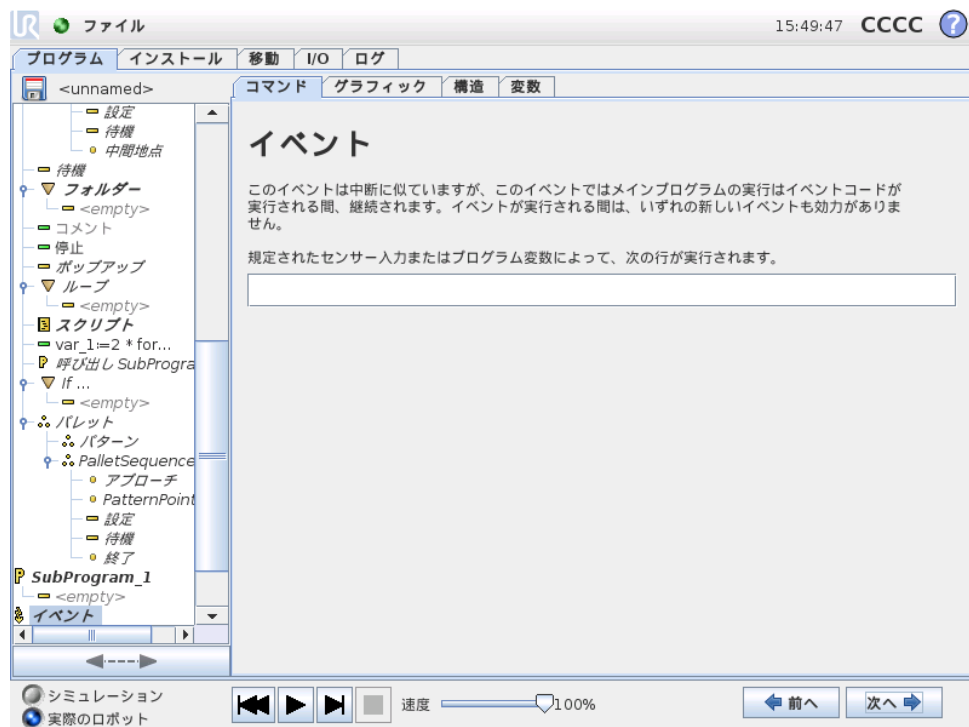
12.20 コマンド：スクリプト



このコマンドを使うと、ロボットコントローラーにより実行される基盤となるリアルタイムスクリプトにアクセスできます。これは高度なユーザーのみを対象としており、使用方法の説明は、サポートウェブサイト (<http://support.universal-robots.com/>) のスクリプトマニュアルにあります。UR 販売代理店および OEM のお客様のみがこのウェブサイトへアクセスできる点にご留意ください。

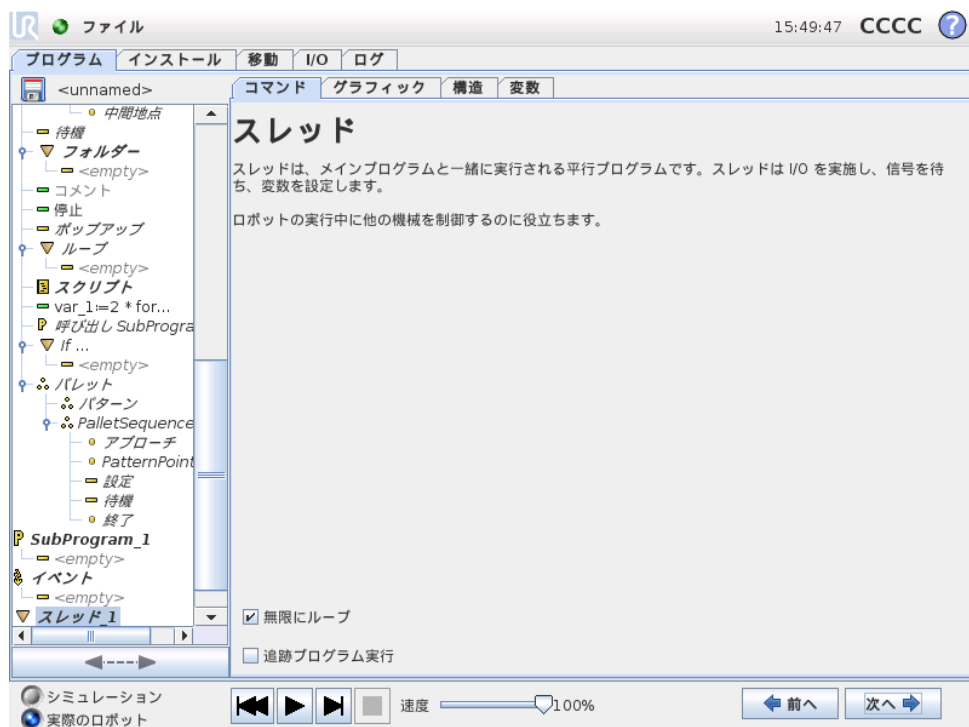
左上隅の [ファイル] オプションを選択すると、スクリプトプログラムのファイルを作成および編集することができます。この方法によって、長く複雑なプログラムを、PolyScope によるユーザーフレンドリーなプログラミングと一緒に使用できます。

12.21 コマンド：イベント



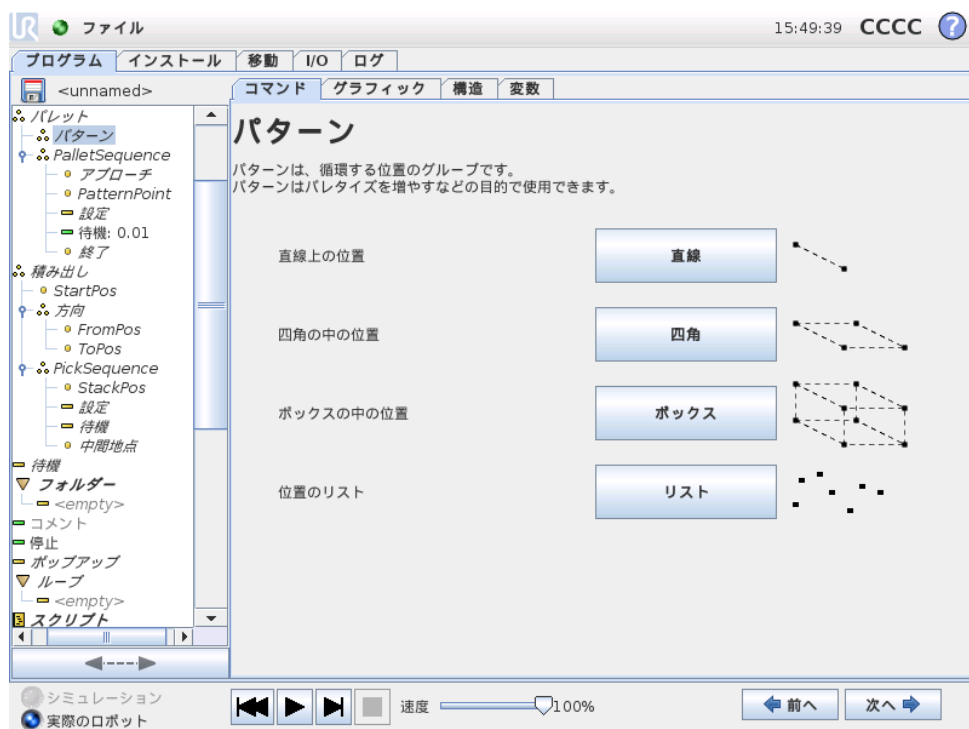
イベントを使うと、入力信号をモニターしたり、何らかの処理を実行したり、入力信号が高になった場合に変数を設定することができます。たとえば、1つの出力信号が高になった場合に、イベントプログラムで 100ms 間待機して再び低に戻すことができます。これによって、外部機械が高入力レベルではなく上昇フランクをトリガーする場合に、メインプログラムコードをより簡単にすることができます。

12.22 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。

12.23 コマンド：パターン



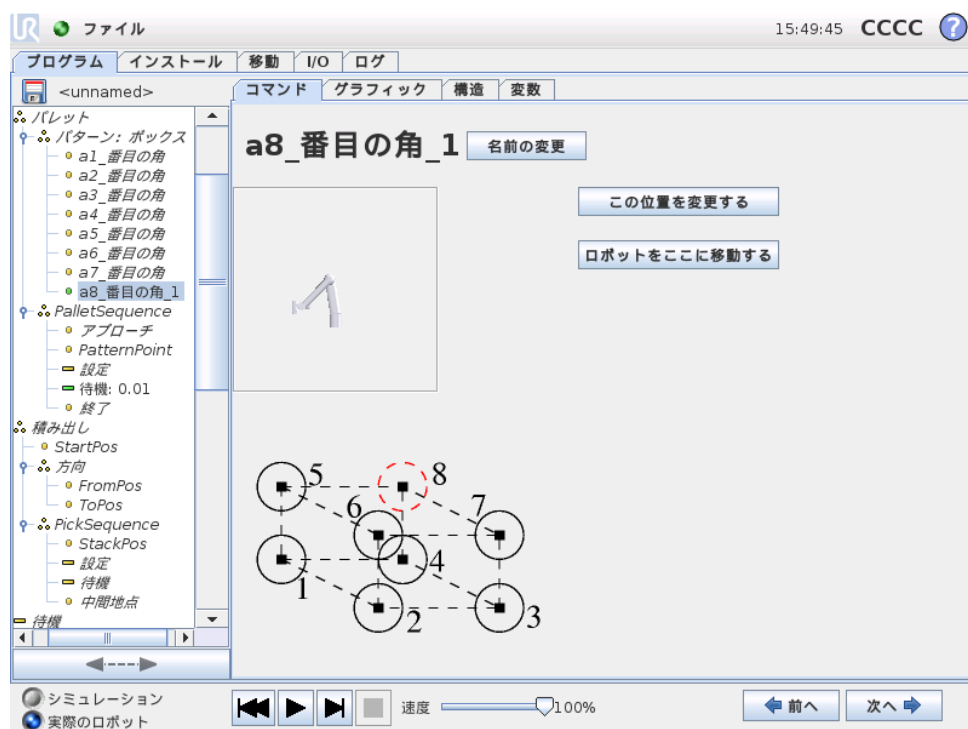
パターンコマンドは、ロボットプログラムの各位置間を循環させるために使用します。パターンは各実行での 1 つの位置に対応します。

パターンは 4 つのタイプのいずれかとして規定できます。最初の 3 つは、「直線」、「四角」、および「ボックス」で、正規パターンの位置に使用できます。正規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」の場合には、2 つの端点であり、「四角」では 4 か所ある角の点の内の 3 つであり、「ボックス」では 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。

横断する位置が正規パターンにならない場合は、「リスト」オプションを選択することができます。ここで、プログラマーはすべての位置のリストを規定します。この方法で、位置のどのような配列も可能になります。

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側面を定義します。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tr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」と「四角」パターンも同様に機能します。

パターンの位置を横断する間は、カウンtr変数が使用されます。変数名は、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 $X*Y*Z-1$ 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。

12.24 コマンド：フォース

フォースモードは、ロボットの作業空間で選択可能な軸における適合やフォース（力）を可能にします。フォースコマンドの下でのすべてのロボットアームの運動は、フォースモードで実行されます。ロボットアームがフォースモードで移動する場合、ロボットが適合する 1 つ以上の軸を選択できます。ロボットアームは対応する軸に沿って、または軸の周囲で環境に適合します。つまり、要求されるフォースを達成するためにその位置を自動的に調整します。ロボットアーム自体が、ワークピースなどの環境にフォースを適用することも可能です。

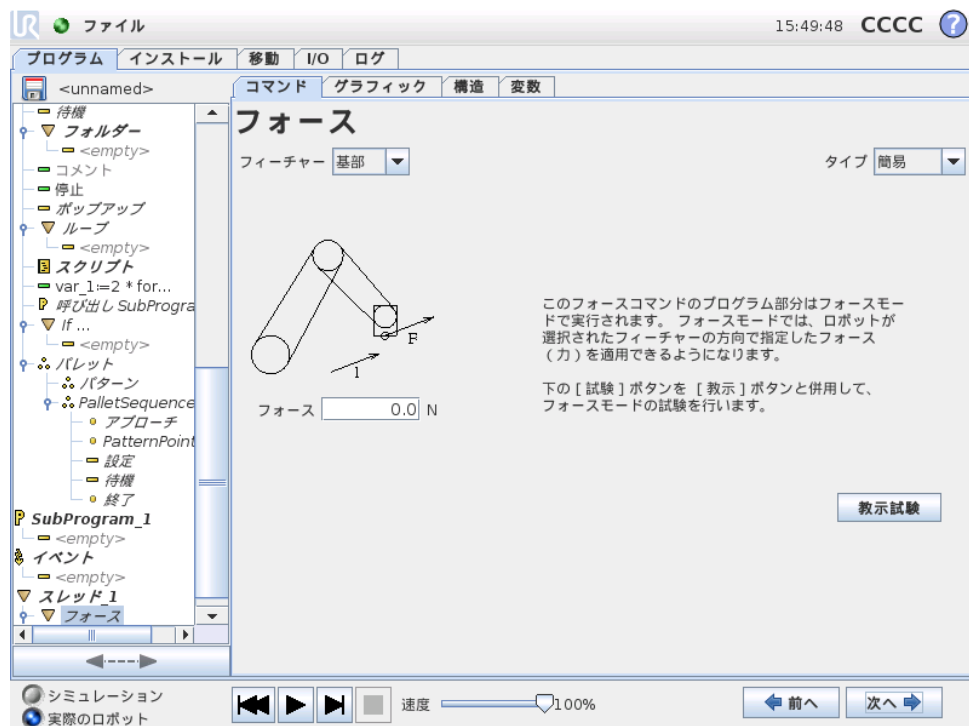
フォースモードは、事前定義された軸に沿った実際のツール中心点（tcp）の位置は重要でないものの、代わりにその軸に沿ったフォースが望ましい用途に適します。たとえば、ロボットの TCP が曲面に対して回転する場合、またはワークピースを押したり引いたりする場合です。フォースモードは、事前定義された軸の周りに特定のトルクを適用することもサポートします。ゼロ以外のフォースが設定され、軸内に障害物がない場合には、ロボットアームはその軸に沿って、または軸の周りで加速しようとします。

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、または軸の周囲で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、ロボットアームが引き続き指定されたフォースに近づいてゆくことを保証します。



警告:

フォース機能が誤って使用されると、150N を超えるフォースが生じることがあります。リスクアセスメントの間は、プログラム化されたフォースを考慮するようにしてください。



フィーチャー選択

【フィーチャー】メニューは、ロボットがフォースモードで作動する間に使用する座標系（軸）を選択するために使用します。メニューのフィーチャーはインストール時に定義されたものです。「11.12」を参照してください。

フォースモードタイプ

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

- ・ **簡易**：1つの軸だけがフォースモードに対応します。この軸に沿ったフォースは調整可能です。望ましいフォースは、必ず選択されたフィーチャーのZ軸に沿って印加されます。ただし、直線フィーチャーの場合はそのY軸に沿います。
- ・ **フレーム**：フレームタイプはさらに高度な使用法を可能にします。ここでは、6つの自由度すべての適合とフォースを個別に選択することができます。
- ・ **点**：点が選択されると、タスクフレームはロボットのTCPから選択されたフィーチャーの中心に向かって指されるY軸を持ちます。ロボットのTCPと選択されたフィーチャーの中心の間の距離は少なくとも10cmなければなりません。ロボットのTCP位置が変化すると、タスクフレームが随時変化することにご留意ください。タスクフレームのX軸とZ軸は選択されたフィーチャーの最初の方向に依存します。
- ・ **運動**：これは、タスクフレームがTCPの運動方向により変化することを意味します。タスクフレームのX軸は、選択されたフィーチャーのX軸とY軸に展開された面へのTCPの運動方向の投影となります。Y軸はロボットアームの動きに直角となり、選択されたフィーチャーのX-Y面上にあります。これは、複雑なパスに沿ってバリ取りをする場合に、フォースがTCP

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

後の 3 つのタイプでは、ロボットがフォースモードで作動している場合、実際のタスクフレームを [グラフィック] タブ (12.28) にランタイムに表示させることができます。

フォース値選択

フォースは適合軸と非適合軸のどちらにも設定できますが、効果は異なります。

- 適合：ロボットアームは選択されたフォースを達成するために、その位置を調整します。
- 非適合：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が、ここで設定された外部フォースも考慮します。

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。

限界の選択

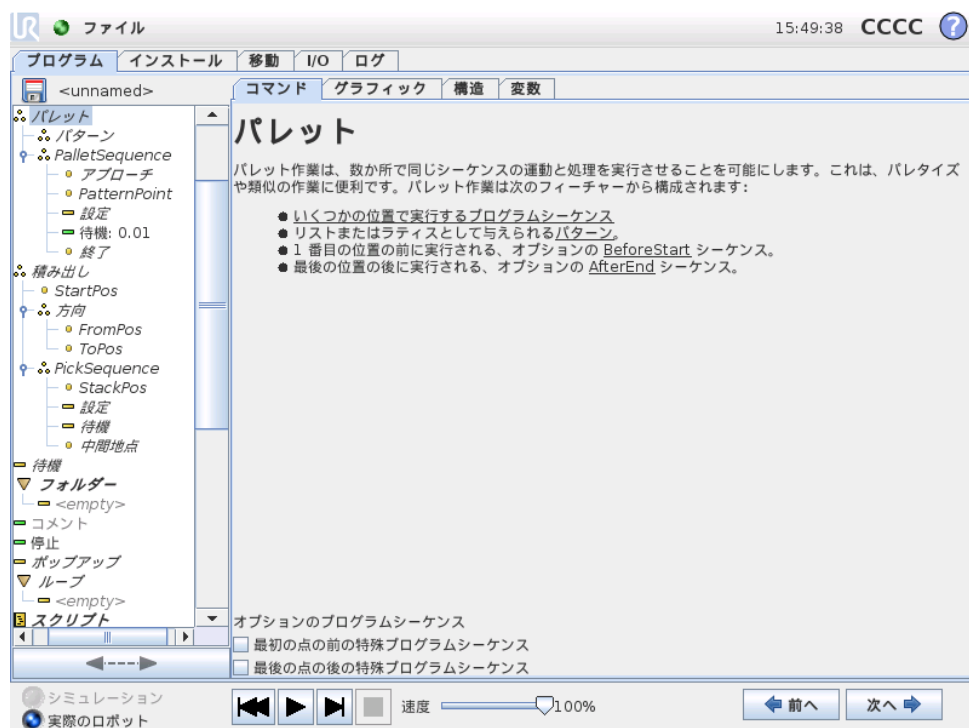
すべての軸には限界が設定できますが、軸が適合であるか非適合であるかに対応して、異なる意味を持ちます。

- 適合：限界は、TCP が軸に沿って、または軸の周りで到達することが可能な最大速度です。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ことなく許容されるプログラム上の軌道からの最大逸脱量です。単位は [mm] および [deg] です。

試験フォース設定

[教示試験] オン/オフボタンは、教示ペンダント裏面の教示ボタンの動作を、正常教示モードからフォースコマンドの試験に切り替えます。[教示試験] ボタンがオンの状態で教示ペンダント裏面の教示ボタンを押すと、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。単純に、片手でロボットの TCP を掴んでもう一方の手で教示ボタンを押して、ロボットが移動可能な方向と移動不可能な方向を設定します。この画面を終了すると、[教示試験] ボタンは自動的にオフになります。すなわち、教示ペンダント裏面のボタンは再び自由教示モードで使用できるようになります。注：教示ボタンは、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。

12.25 コマンド：パレット



パレット作業は、「12.23」で説明したようにパターンとして規定された、一組の場所における連続した運動を実行できます。パターンの各位置で、パターンの位置に関連して、連続した運動が実行されます。

パレット作業のプログラミング

実行するステップは次の通りです。

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ブレースする「PalletSequence」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クターを使用して、シーケンス中のどの中間地点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ノードでは、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/パターンポイントのパターンにより指定された位置に来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。

「BeforeStart」

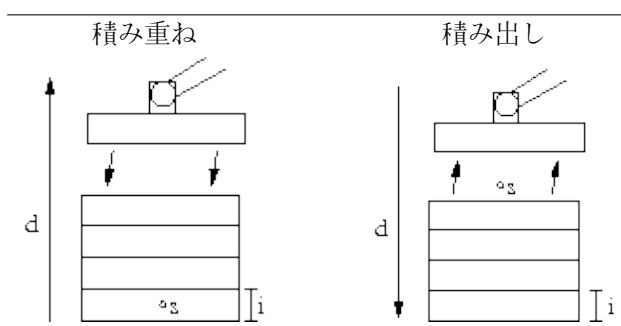
オプションの **BeforeStart** シーケンスは、作動開始直前に実行します。これは、準備完了信号を待機するのに使用できます。

「AfterEnd」

オプションの **AfterEnd** シーケンスは、作業完了時に実行します。これを使用して、次のパレットを準備し、コンベア運動を開始させる信号を送ることができます。

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

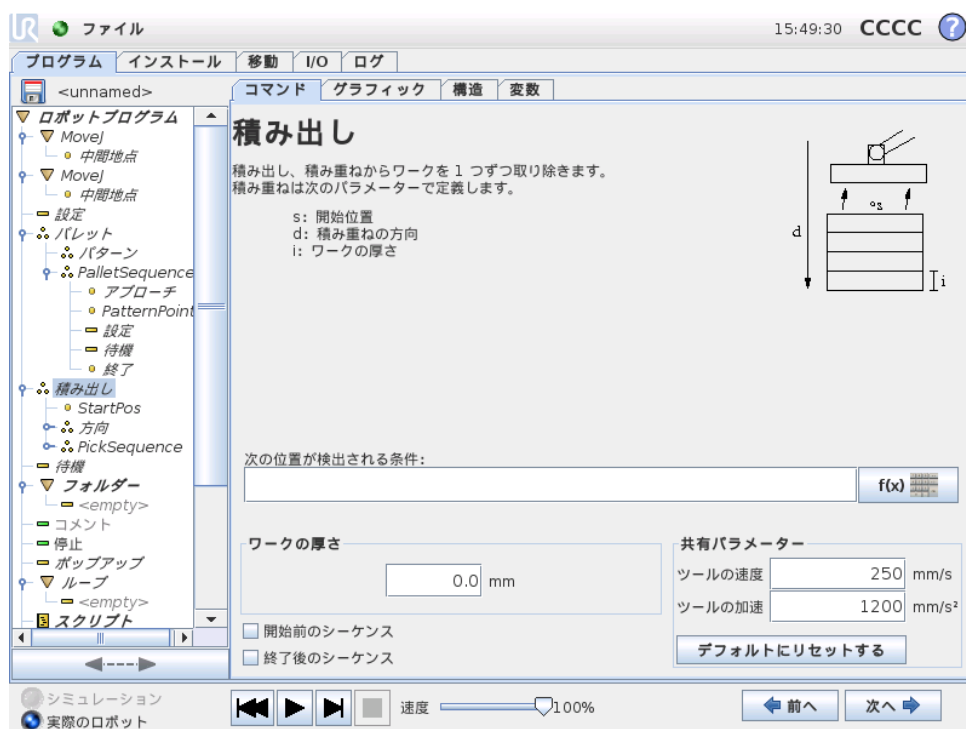
その上に、次の積み重ね位置に達した時の条件と、各々の積み重ね位置で実行される特殊なプログラムシーケンスを定義する必要があります。また、積み重ね作業に関与する運動の速度と加速度も規定する必要があります。

積み重ね



積み重ねの場合は、ロボットは開始点まで動き、次に反対方向に動いて、次の積み重ね位置を探索します。見つかると、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、ロボット方向に沿ったワークの厚さを加算した記憶位置からは探索を開始します。積み重ねは、積み上がった高さが何らかの定義値を超えた場合、またはセンサーが信号を送った場合に終了します。

積み出し

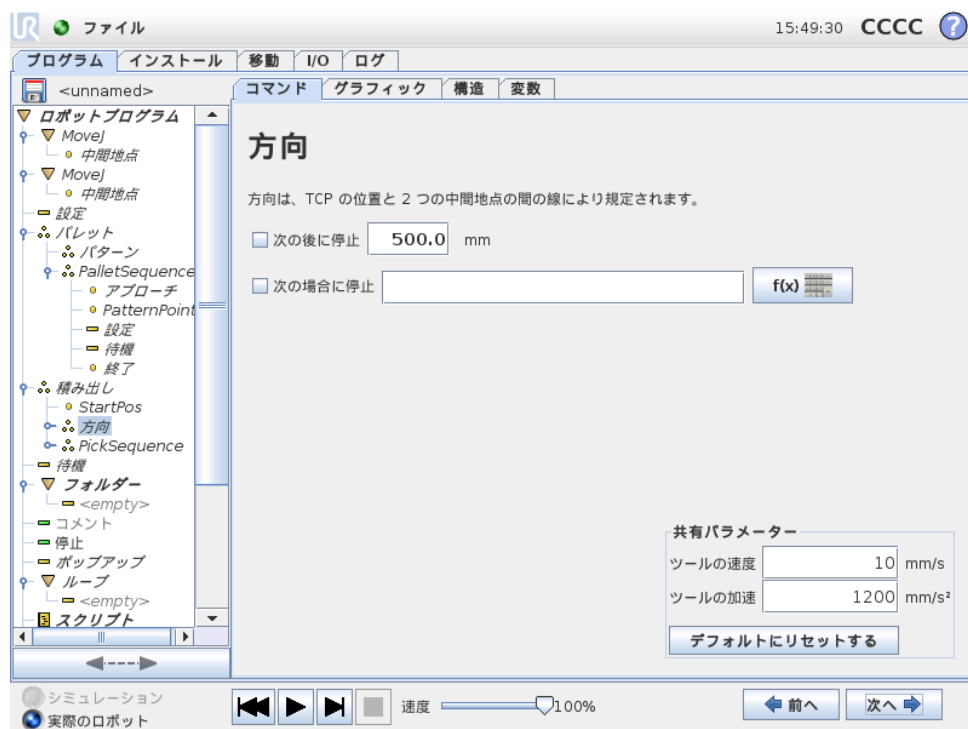


積み出しをする場合は、ロボットは開始位置から次のワークを探索するために所定方向に動きます。画面の条件によって、次のワークが到達するタイミングが決まります。条件が満たされると、ロボットはその位置を記憶して特殊なシーケンスを実行します。次のラウンドでは、ロボットは方向に沿ったワークの厚さを加算した記憶位置から探索を開始します。

開始位置

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

方向



方向は 2 つの位置によって定められます。TCP の第 1 の位置と、TCP の第 2 の位置との間の位置差として計算されます。注：方向は、点の向きを考慮しません。

次の積み重ね位置の式

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

「BeforeStart」

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

「AfterEnd」

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

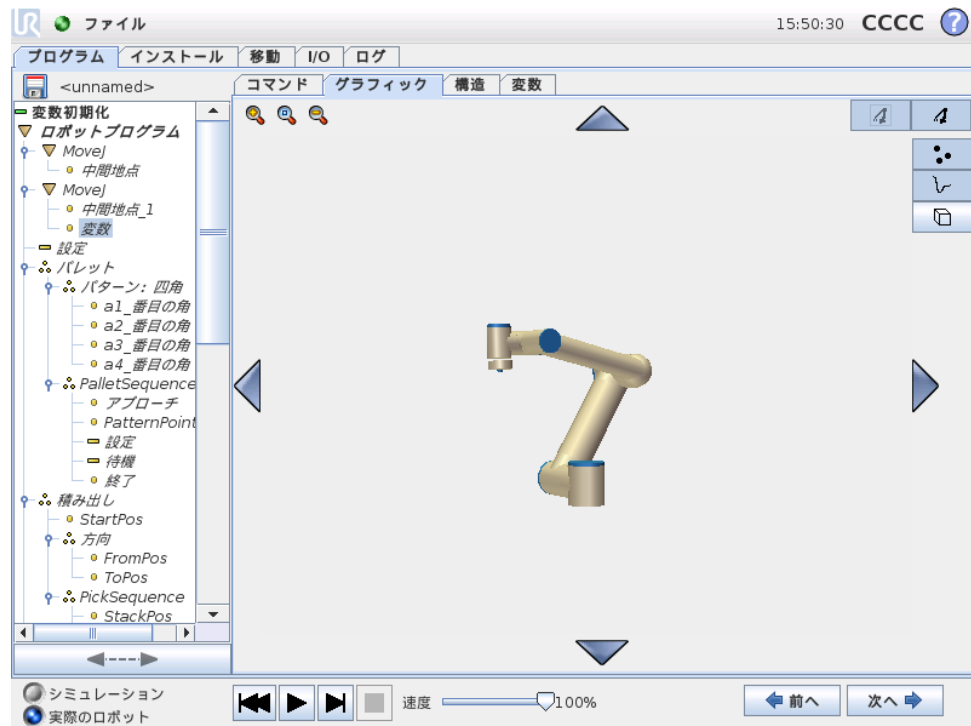
ピック/プレースシーケンス

パレット作業 (12.25) の場合と同じように、各々の積み重ね位置で、特殊なプログラムシーケンスが実行されます。

12.27 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。

12.28 [グラフィック] タブ



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

ロボット TCP の現在位置が安全面またはトリガー面に近くなる、あるいはロボットツールの方向がツール方向境界の限界（「14.11」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。トリガー面は、青と緑、および平面側に向けた小さな矢印で表示されます。ここでは、標準モード限界（「14.5」を参照）がアクティブになっています。ツール方向境界の限界は、ロボットツールの現在の方向を示すベクトルのある球状円錐で可視化されます。円錐内部は、ツール方向（ベクトル）の許可された領域を表します。

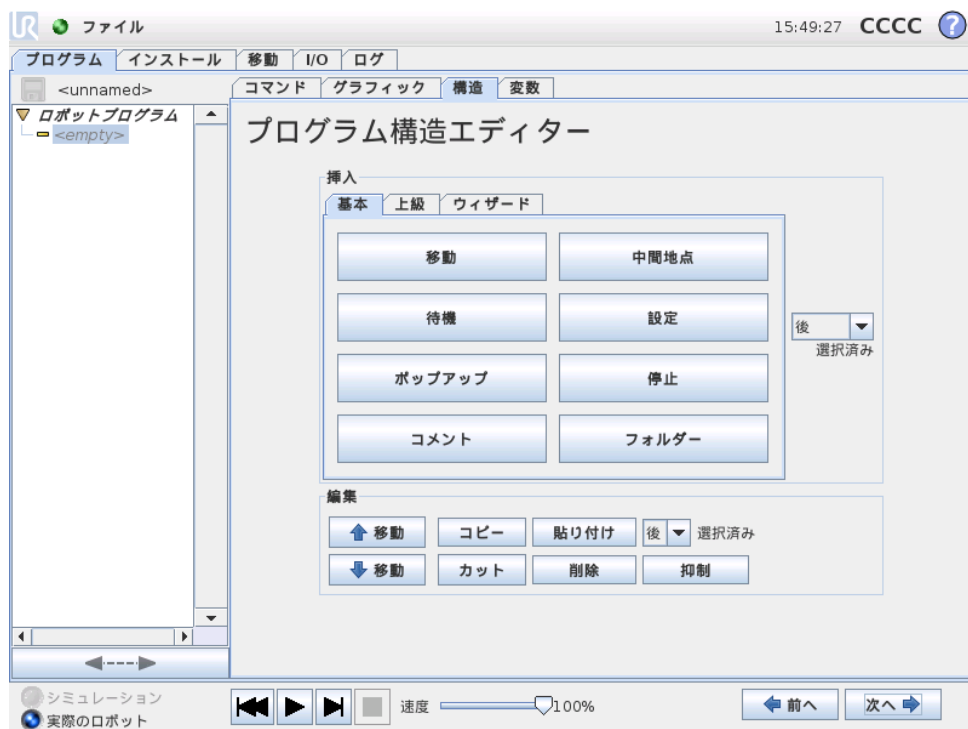
ターゲットロボット TCP が限界の近くにいとなくなると、3D 表現が消えます。TCP が境界の限界を超えるまたは超えそうになると、限界の可視化が赤に変わります。

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。

表示される運動区分は、選択されたプログラムノードによって異なります。移動ノー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た運動となります。中間地点ノードを選択すると、次の ~ 10 ステップの運動が表示されます。

12.29 [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。

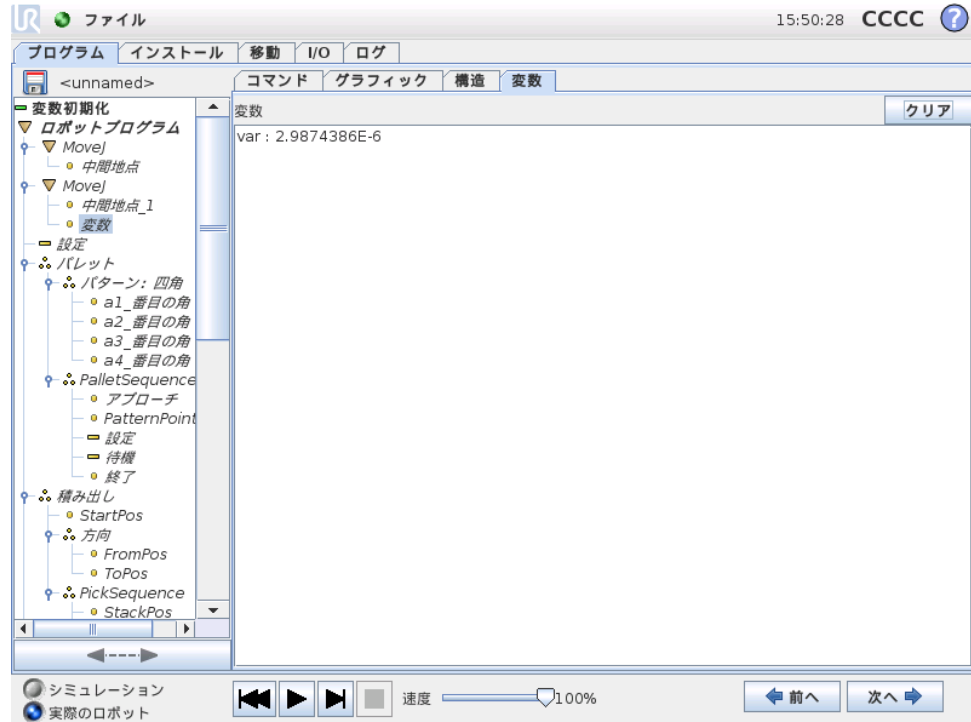
- 1) 既存のプログラムコマンドを選択します。
- 2) 新しいコマンドを既存のコマンドの前に挿入するか後に挿入するかを選択します。
- 3) 挿入したいコマンドタイプのボタンを押します。新しいコマンドの詳細を調整するために、コマンドタブに移動します。

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。IF は移動コマンドの下になければいけません（直下である必要はありません）。

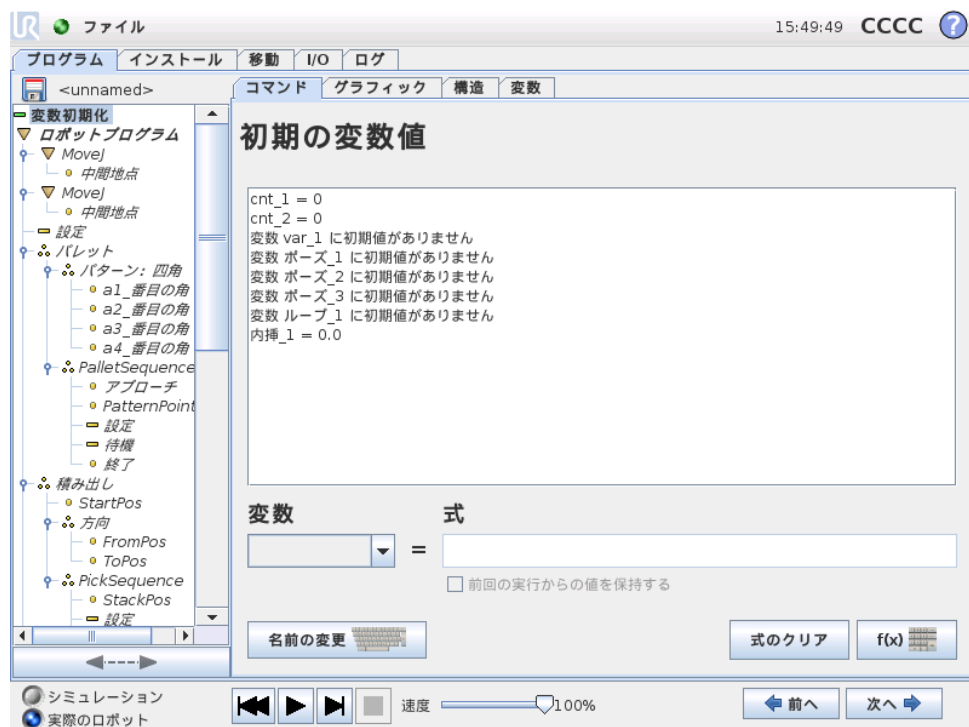
の後には、ELSEIF と ELSE コマンドが必要です。一般的に、ELSEIF コマンドを移動させることはやっかいです。変数は、使用する前に値を割り当てなければいけません。

12.30 [変数] タブ



[変数] タブは実行中のプログラムの変数のライブの値を示し、プログラム実行の間は、変数と値のリストを保持します。表示する情報がある場合のみ現れます。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。

12.31 コマンド：変数初期化



この画面によって、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。

「前回実行時の数値の維持を優先する」チェックボックスを選択すると、変数は、「12.30」で説明した変数タブで見つかった数値に初期化されます。これによって、変数がプログラム実行中にその値を維持できます。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。

13 設定画面



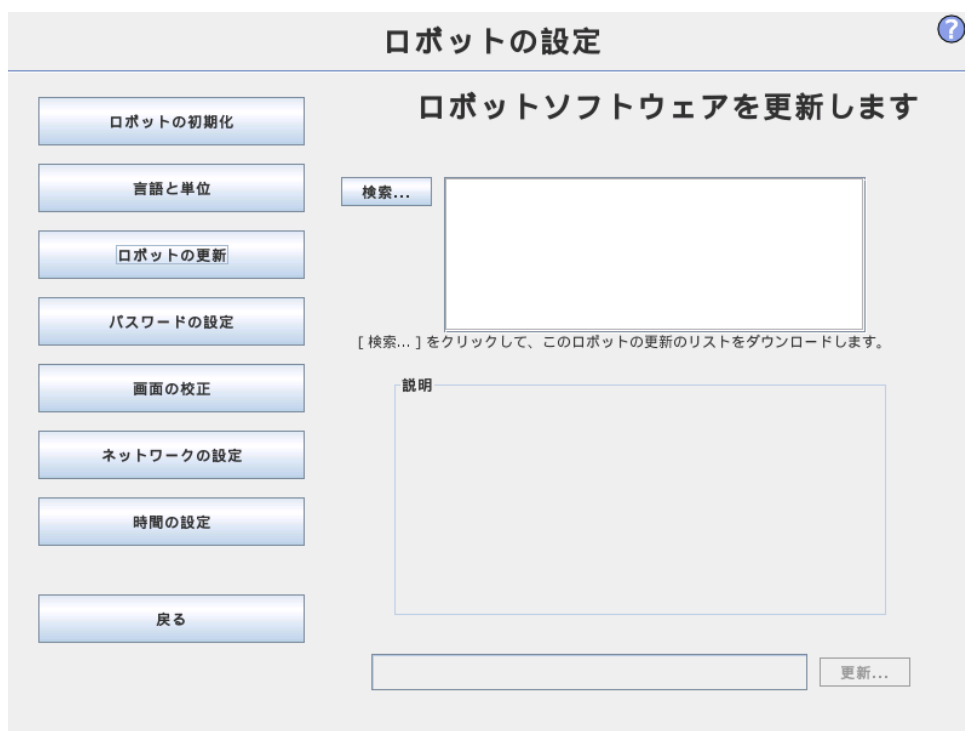
- ロボットの初期化 初期化画面に移動します。「9.4」をご覧ください。
- 言語と単位 ユーザーインターフェースの言語と測定単位を設定します。「13.1」をご覧ください。
- ロボットの更新 ロボットのソフトウェアをより新しいバージョンに更新します。「13.2」をご覧ください。
- パスワードの設定 パスワードのないユーザーに対してロボットのプログラミング部分をロックする機能を提供します。「13.3」をご覧ください。
- 画面の校正 タッチ画面の「タッチ」を校正します。「13.4」をご覧ください。
- ネットワークの設定 インターフェースを開き、ロボットコントロールボックスのイーサネットネットワークを設定します。「13.5」をご覧ください。
- 時間 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。「13.6」をご覧ください。
- 戻る ようこそ画面に戻ります。

13.1 言語と単位



PolyScope で使用する言語と単位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。

13.2 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。

13.3 パスワードの設定



ロボットの設定

ロボットの初期化

言語と単位

ロボットの更新

パスワードの設定

画面の校正

ネットワークの設定

時間の設定

戻る

システムパスワードの変更

パスワードによって、ロボットの機能と動作への変更が保護されることを確認します。修正可能な任意の領域をセキュアに保護します。

パスワード

パスワードを確認する

安全パスワードの変更

現在のパスワードを入力する

パスワード

パスワードを確認する

パスワードは2つ設定することができます。1つは任意のシステムパスワードで、ロボットの設定における権限の無い変更を防止します。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、安全構成の変更において正しい入力が必要です。



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インストール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。

13.4 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。慎重に忍耐強く行うことでよい結果が得られます。

13.5 ネットワークの設定



イーサーネットネットワーク設定用画面です。イーサー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。

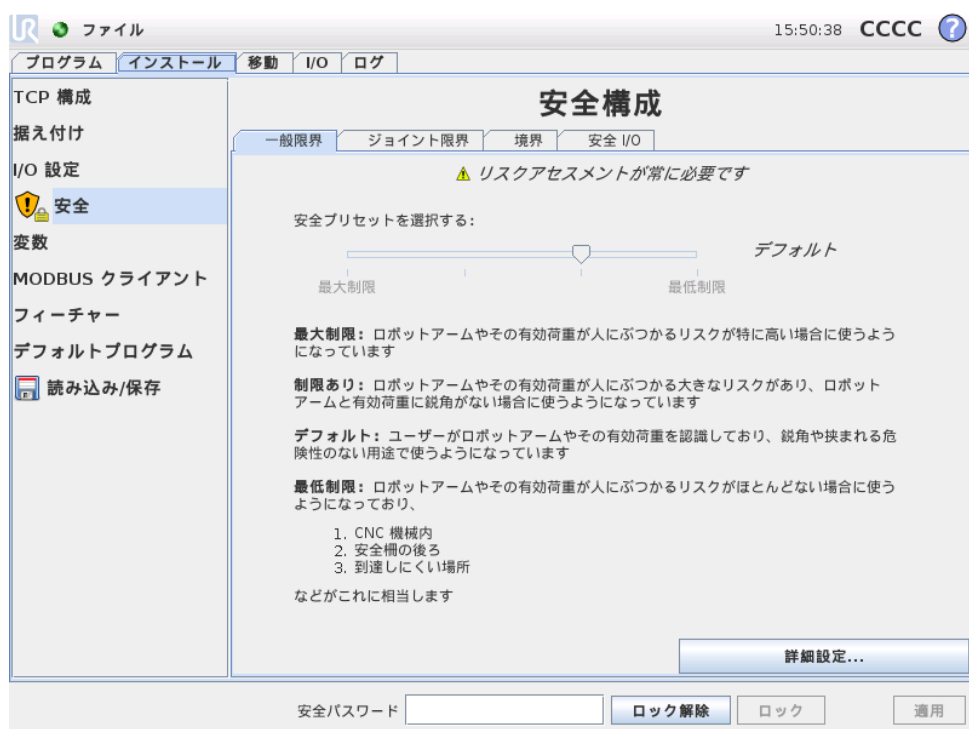
13.6 時間の設定



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。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。

14 安全構成

ロボットには高度な安全システムが備わっています。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。安全システムの詳細については「ハードウェアインストールマニュアル」をご覧ください。安全構成画面は、ようこそ画面（「9.3」を参照）でプログラムロボットボタンに触れてインストールタブを選択し、安全をタップするとアクセスできます。安全構成は「14.7」で示すように、パスワードで保護されています。



警告:

1. リスクアセスメントは必ず実施します。
2. この画面でアクセスできるすべての安全設定とサブタブは、リスクアセスメントに従って設定する必要があります。
3. 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。

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。

- 一般限界サブタブは、ロボットアームの最大フォース、パワー、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、「14.9」をご覧ください。
- ジョイント限界サブタブは、ジョイント速度とジョイント位置限度から構成されます。ジョイント速度限界は個々のジョイントの最大角速度を定義して、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。ジョイント位置限界は、個々のジョイントの許可された位置範囲を定義します（ジョイント空間における）。詳細については、「14.10」をご覧ください。
- 境界サブタブは、ロボット TCP の安全面（デカルト空間における）とツール方向境界を定義します。安全面はロボット 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アクティブ化するトリガーのいずれかとして構成できます（「14.5」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、「14.11」をご覧ください。
- 安全 I/O サブタブは、構成可能な入出力（「11.2」を参照）の安全機能を定義します。たとえば、緊急停止を入力として構成できます。詳細については、「14.12」をご覧ください。

14.1 安全構成の変更



注:

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. リスクアセスメントを作成すること。
2. 安全設定を適切なレベルに調整すること（安全限界の設定方法については、弊社マニュアルの関連指令と標準をご覧ください）。
3. ロボットの設定をテストすること。
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、安全構成が期待通りに構成されていることを確認してください。これは例として、PolyScope の右上隅のチェックサムを点検することで検証できます（「PolyScope マニュアル」の「14.4」をご覧ください）。」

14.2 安全同期とエラー

GUI が読み込んだロボットのインストールに対する、適用中の安全構成の状態は、画面左側の安全のテキストの隣にシールド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:

-  *Configuration Synchronized:* は、GUI インストール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。
-  *Configuration Altered:* は、GUI インストール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。

安全タブのテキストフィールドのいずれかが無効な入力を含む場合は、安全構成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：

- 赤いエラーアイコンは、画面左側の安全のテキストの横に示されます。
- 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。
- 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。

エラーが存在する場合、インストールタブからの移動を試みると以下のオプションを示すダイアログが開きます：

1. 問題を解決し、すべてのエラーを解消する。このオプションは赤いエラーアイコンが画面左側の安全のテキスト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インストール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。

14.3 許容差

安全構成では、物理的な限界が設定されています。これらの限界の入力フィールドは、許容差を含みません：該当箇所には、許容差がフィールドの横に表示されます。安全システムは入力フィールドから値を受信し、これらの値の違反を検出します。限界から許容差を除いた値に達した場合、ロボットアームが安全システムの違反を防止しようと試み、プログラムの実行を停止して保護停止します。これは、例として、ロボットがジョイント限界または TCP 速度限界が特定する最大速度を正確に達成できないなど、プログラムが限界に極めて近い動作を実行できない可能性を意味することにご留意ください。



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ご覧ください。

14.4 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。

14.5 安全モード

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

[Normal mode: 安全モードはデフォルトでアクティブです。

[Reduced mode: ロボット TCP がトリガー減少モード面（「14.11」を参照）を超えた位置にある場合、または構成可能な入力を使用してトリガーされた場合にアクティブです（「14.12」を参照）。

[Recovery mode: ロボットアームが他のモード（標準モードまたは減少モードなど）のいずれかに違反しており、カテゴリ0 停止が発生した場合、ロボットは回復モードで起動します。このモードは、違反が解消されるようにロボットアームを手動で調整することを可能とします。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 位置と 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。

ユーザーは、安全構成画面のサブタブで、標準モードと減少モードの安全限界のセットを個別に定義することができます。減少モードの速度限界と運動量限界は、標準モードの速度限界と運動量限界よりも、ツールとジョイントに対し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、ロボットアームはカテゴリ0 停止を実行します。ロボットアームの電源が入った際に、ジョイント位置限界や安全境界など、アクティブな安全限界を超えていた場合、ロボットアームは回復モードで起動します。この方法により、ロボットアームを安全限界内に戻すことができます。回復モードでは、ロボットアームの動作はユーザーがカスタマイズできない固定の限界セットで制限されます。回復モードの限界について、詳しくは「ハードウェアインストールマニュアル」の「??」をご覧ください。

14.6 教示モード

教示モードにあり（「11.1.5」を参照）、ロボットアームの運動が特定の限界に近くなると、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。

14.7 パスワードのロック

正しいパスワード（「13.3」を参照）が画面下の白いテキストフィールドに入力され、ロック解除ボタンが押されるまで、この画面のすべての設定がロックされます。画面はロックボタンをクリックすることで、再度ロックできます。安全タブは、安全構成画面から移動すると、自動的にロックされます。設定がロックされている場合は、画面左側の安全テキストの横にロックアイコンが示されます。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。

14.8 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、インストールタブから移動することはできません。これらの変更は、適用ボタンが押され、確認が実行されるまで、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 単位で表示されます。確認ダイアログの例を図 14.8 に示します。

適用された安全構成の確認

一般限界
ジョイント限界
境界
安全 I/O

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

安全構成を確認

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インストールの一部として保存されます。ロボットインストールの保存の詳細については、「11.5」をご覧ください。

14.9 一般限界

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

パワー: 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。

インストール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。これは、速度限界を指定しても、ロボットアームの他の部分が同じ限界に従うという保証にはならないということを意味します。

教示モード（「11.1.5」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。反発力が生成されるのは、現在の速度が限界の約 250 mm/s 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と初期一般限界サブパネルには、標準、減少両モードでの一般限界の以下の事前定義された値のセットがあるスライダーが備わっています。

最大制限: ロボットアームやその有効荷重が人にぶつかる危険性が特に高い場合に使うようになっています。

制限あり: ロボットアームやその有効荷重が人にぶつかる大きな危険性があり、ロボットアームと有効荷重に鋭角がない場合に使うようになっています。

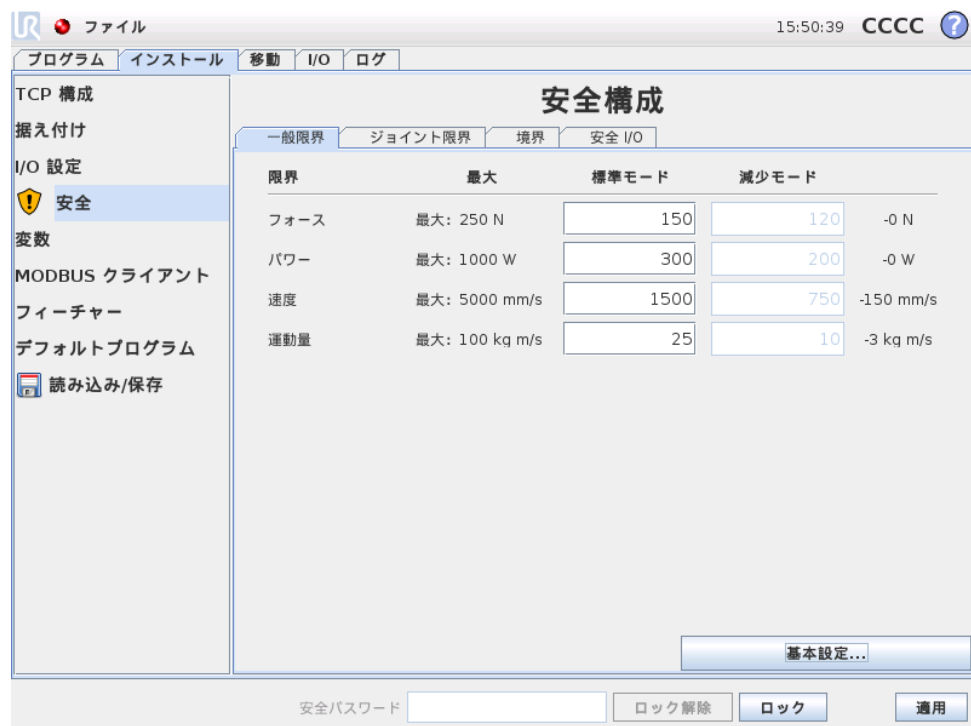
デフォルト: ユーザーがロボットアームやその有効荷重を認識しており、アプリケーションに鋭利なエッジや挟まれる危険性のないときに使うようになっています。

最小制限: ロボットのアームや有効荷重が人にぶつかる危険がほとんどない場合に使うようになっており、CNC 機械内フェンスの後ろの到達しにくい場所などが相当します。

これらのモードは単に推奨事項であり、適切なリスクアセスメントが常に必要になります。

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不満足な場合は、詳細設定... ボタンを押して、一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、「14.9」で説明した一般限界の各々を個別に変更できます。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、最大という列に一覧表示されます。フォース限界は 100N から 250N の値に、電力限界は 80W から 1000W の値に設定することができます。

減少モードの限界のフィールドは、安全面や構成可能な入力があるように設定されていない場合は無効化されます（詳細については、「14.11」と「14.12」を参照）。さらに、減少モードにおける速度と運動量限界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。プログラムの実行中、ロボットアームの速度は、すべて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。（「14.3」を参照）。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ご留意ください。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、カテゴリ 0 停止を実行します。

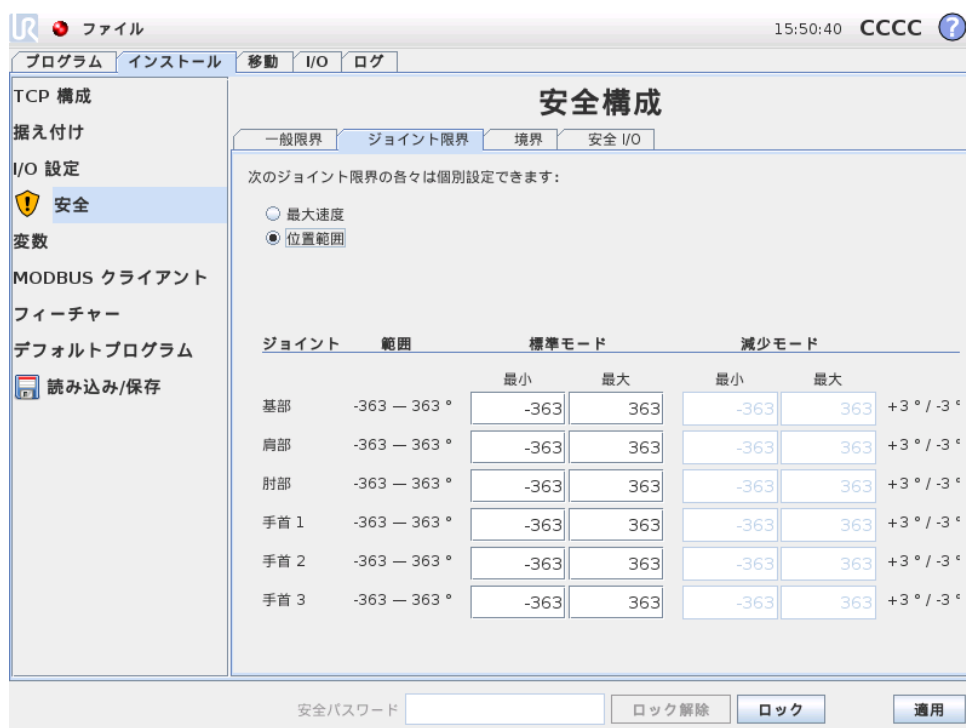


警告:

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 基本設定... ボタンを押すと一般限界の基本画面に戻り、すべての一般限界はそのデフォルトプリセットに切り替わります。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。

14.10 ジョイント限界



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、デカルト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、ジョイントの最大速度と位置範囲を個別に設定できます。

教示モード（「11.1.5」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。

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、最大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、安全面や構成可能な入力がある場合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化されます（詳細については、「14.11」と「14.12」を参照）。さらに、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。プログラムの実行中、ロボットアームの速度は、すべて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。（「14.3」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、安全システムがカテゴリー0 停止を実行します。

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。入力した間隔は、範囲という列に一覧表示された値の範囲内になる必要があり、下限値が上限値を上回ってはなりません。

減少モードの限界のフィールドは、安全面や構成可能な入力が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化されます（詳細については、「14.11」と「14.12」を参照）。

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。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、安全システムがカテゴリ0 停止を実行します。

14.11 境界

このタブでは、安全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の限界を構成できます。減少モードへの遷移をトリガーする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。ツール方向の制限を使って、ロボットツール方向が希望する向き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。これは、安全面を指定しても、ロボットアームの他の部分が同じ限界に従うという保証にはならないということを意味します。

各境界の限界の構成は、現在のロボットインストールで定義されたフィーチャーの 1 つに基づきます（「11.12」を参照）。



注:

安全構成を編集する前に、必ず希望する境界の限界全部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）ツールフィーチャー教示モード（「11.1.5」を参照）が使用できなくなることにご留意ください。

教示モード（「11.1.5」を参照）の場合は、TCP の現在位置が安全面に近い、ロボットツールの方向の希望する方向からの逸脱が指定最大量に近くなると、TCP

が限界に近づくにつれ反発力の増加が感じられます。反発力が生成されるのは、TCP が安全面の約 5 cm 以内か、ツール方向の逸脱が指定した最大逸脱量の約 3° の場合です。

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遷移し、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。

14.11.1 構成する境界の選択

タブの左側の安全境界パネルは構成する境界限界の選択に使用します。

安全面を設定するには、パネルに一覧表示された上位 8 項目の 1 つをクリックします。選択された安全面が構成済みの場合は、平面の対応する 3D 表現が同パネルの右にある 3D ビューで強調表示されます（「14.11.2」を参照）。安全面は、タブの下にある安全面プロパティセクション（「14.11.3」を参照）で設定できます。

ツール境界項目をクリックして、ロボットツールの方向の境界の限界を設定します。限界の構成は、タブの下にあるツール教会プロパティセクション（「14.11.4」を参照）で指定できます。

境界の限界について 3D 可視化のオン/オフを切り替えるには、 /  ボタンをクリックします。境界限界がアクティブな場合、安全モード（「14.11.3」）と「14.11.4」を参照）が  /  /  /  のいずれかで表示されます。

14.11.2 3D 可視化

3D ビューはロボットツールの構成済み安全面と方向境界の限界をロボットアームの現在の位置と一緒に表示します。安全境界セクション（ アイコンで表示）で可視化トグルが選択されたすべての構成済み境界項目が現在選択された境界の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、減少モードへの遷移をトリガーしない面の側を図示します。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。

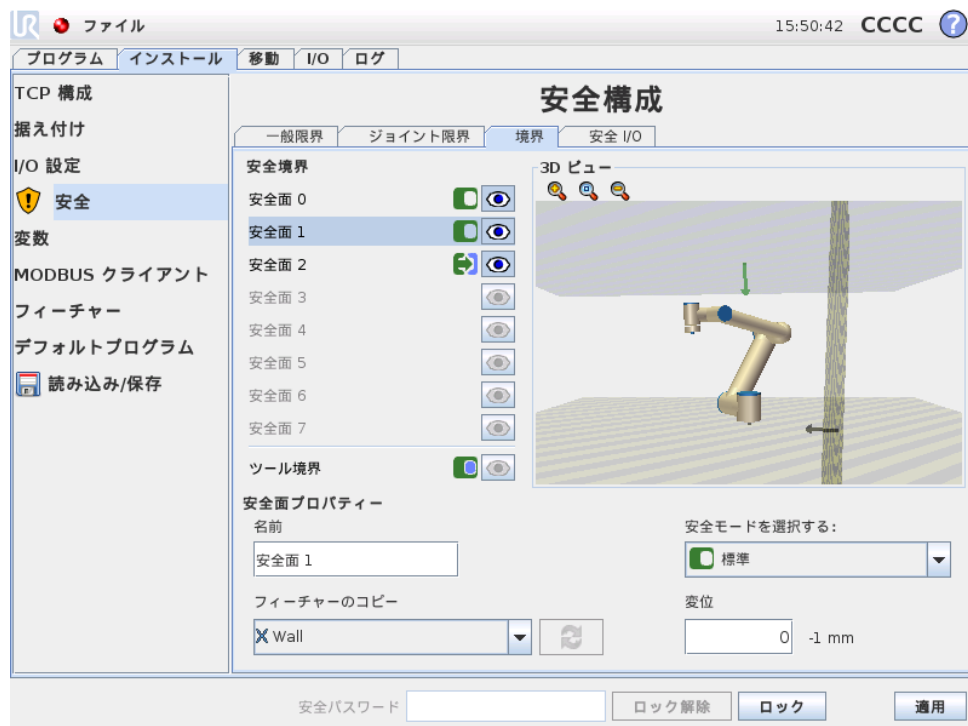
ツール方向境界の限界は、ロボットツールの現在の方向を示すベクトルのある球状円錐で可視化されます。円錐内部は、ツール方向（ベクトル）の許可された領域を表します。

平面またはツール方向境界の限界が設定されてもアクティブになっていないと、可視化は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。

14.11.3 安全面の構成

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面の構成を定義します。



名前 名前テキストフィールドを使うと、選択した安全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 安全面の位置と法線は、現在のロボットインストールからのフィーチャー(「11.12」を参照)を使って指定できます。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。基部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。面がトリガー減少モード面として構成された場合(「14.11.3」を参照)、面は通常、減少モードへの遷移をトリガーしない側を表示します。

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留意ください。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、フィーチャーセクターの上に ⚠ アイコンが配置されることでわかります。セクターの横にある 🔄 ボタンをクリックして、安全面をフィーチャーの現在の位置や方向で更新します。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 安全面プロパティ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面の安全モードを選択します：

無効化済み	安全面はアクティブではありません。
 標準	安全システムが標準モードの時、標準モードの面がアクティブで、ロボット TCP の位置の厳格な限界として作動します。
 減少	安全システムが減少モードの時、減少モードの面がアクティブでロボット TCP の位置の厳格な限界として作動します。
 標準 & 減少：	安全システムが標準または減少モードのいずれかの時、標準 & 減少モードの面がアクティブでロボット TCP の位置の厳格な限界として作動します。
 トリガー減少モード	安全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。安全モードが無効化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が選択されていると、変位テキストフィールドをタップすることで安全面を変換できます。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。

厳格な限界面の効果 TCP がアクティブな厳格な限界安全面から許容差を除した（「14.3」を参照）位置を越える直前に、予想される軌道を動き続ける場合、プログラムの実行は中断されます。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ご留意ください。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、カテゴリ-0 停止を実行します。

トリガー減少モード面の効果 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（「14.5」を参照）は、標準または減少モードのいずれかで作動し、ロボットアームの動作は各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：

- ロボット TCP が、面の可視化における小さい矢印の方向と反対にある面の側に位置する など、いくつかのトリガー減少モード面を超えた位置にある場合。
- 減少モード安全入力機能が構成され、入力信号が弱い場合。（詳しくは「14.12」を参照）

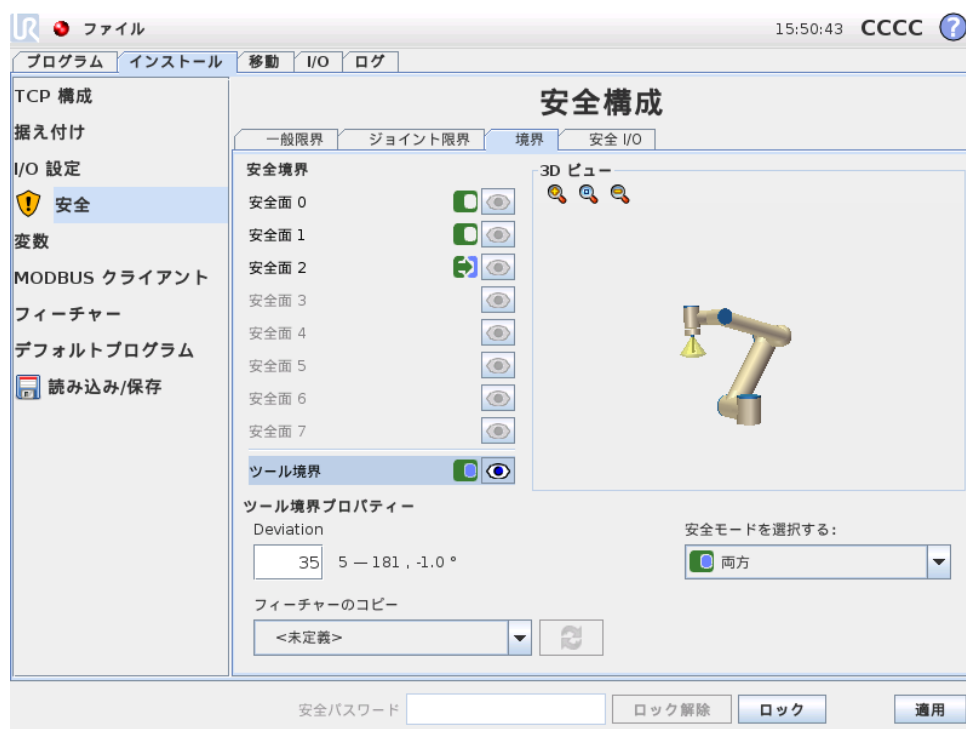
上記のケースが該当しなくなった場合、安全システムは標準モードに戻ります。

標準モードから減少モードへの遷移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遷移が発生します。ロボット TCP とトリガー減少モード面の距離が 20 mm 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遷移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遷移が発生します。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）20 mm 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 の予想される軌道がトリガー減少モード面を超える場合に、ロボットアームが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、その面を越える前に減速を開始します。これらの限界は減少モードの限界セットにおいてより限定的であることが要求されるため、標準モードから減少モードへの遷移時のみ、このような事前の減速が発生することがあります。

14.11.4 ツール境界の構成



タブの下にあるツール境界プロパティパネルは、希望するツール方向とこの方向からの許可された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。

逸脱 逸脱テキストフィールドは、希望する方向からのロボットツールの方向について、希望する方向から最大どれだけの逸脱が許可されるかを示します。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 ロボットツールの希望する方向は、現在のロボットインストールからのフィーチャー（「11.12」を参照）を使って指定できます。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。

フィーチャーを選択するには、ツール境界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ボックスを使用します。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することで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、限界がそのフィーチャーにリンクされないことにご留意ください。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た場合は、フィーチャーセレクトの上に  アイコンが配置されることでわかります。セレクトの横にある  ボタンをクリックして、限界をフィーチャーの現在の方向で更新します。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。

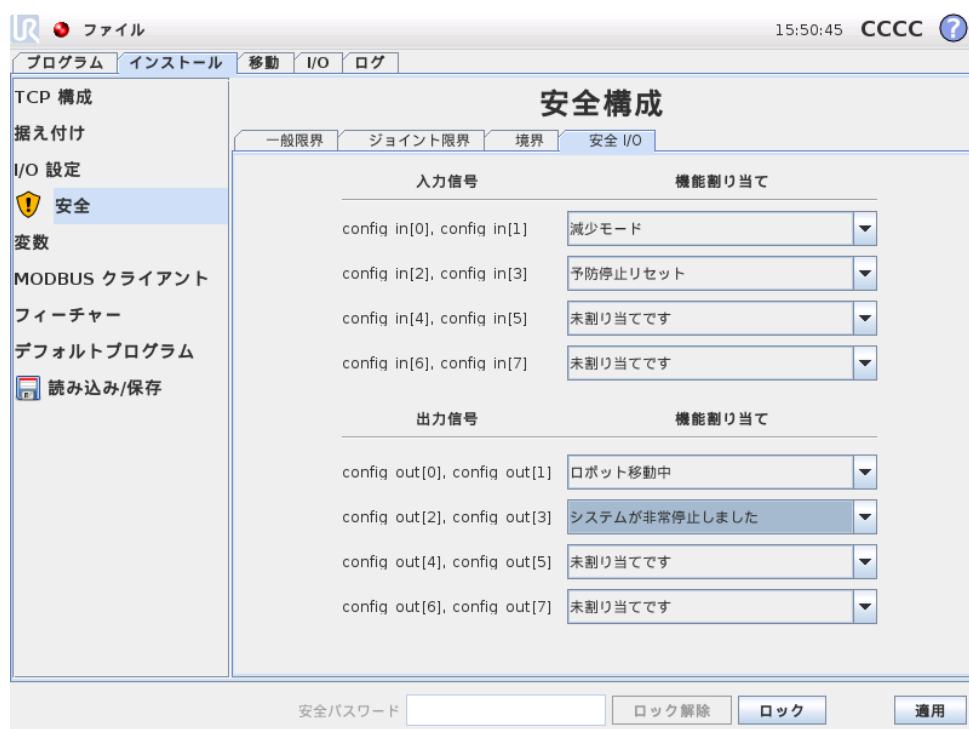
安全モード ツール境界プロパティパネルの右側にあるドロップダウンメニューを使って、以下のモードからツール方向境界の安全モードを選択します。以下のオプションが利用できます。

無効化済み	ツール境界限界はアクティブではありません。
 標準	安全システムが標準モードの時、ツール境界限界はアクティブです。
 減少	安全システムが減少モードの時、ツール境界限界はアクティブです。
 標準 & 減少	安全システムが標準または減少モードのいずれかの時、ツール境界限界はアクティブです。

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。安全モードが無効化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（「14.3」を参照）量を越える直前に、予想される軌道を動き続ける場合、プログラムの実行は中断されます。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ご留意ください。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、カテゴリー0 停止を実行します。

14.12 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 は入力と出力に分けられ、両方を 1 対にして、(I/O のいずれかの信頼性がなくなった場合に) 各機能が安全のためカテゴリ-3 と PLd I/O に提供されるようになっていきます。

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 3 つ、出力信号には 4 つの安全機能があります。

入力信号 入力信号については、以下の安全機能を選択できます。

- **緊急停止**：これを選択すると、教示ペンダントにあるものを含めた代替の非常停止ボタンを持つオプションが許可されます。これによって、ISO 13850:2006 に準拠するデバイスが付加されたときに、教示ペンダントで緊急停止ボタンが提供するのと同じ機能が提供されます。
- **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：デフォルトの安全構成を指定する標準モードと減少モードです（詳しくは「14.5」を参照）。この入力安全機能が選択されると、入力が低信号が与えられた場合、安全システムが減少モードに遷移します。必要な場合、ロボットアームが減速し減少モードの限界セットを満たします。ロボットアームが減少モードの限界のいずれかを超える場合は、カテゴリ-0 停止を実行します。標準モードへの遷移も同じ方法で発生します。安全面も同様に減少モードに遷移する場合があることに注意してください（詳しくは「14.11.3」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、予防リセットが使用されます。ロボットアームは予防停止状態では作動しません。

**警告:**

予防リセット入力機能は、デフォルトで入力ピンの 0 と 1 に構成されています。つまり、これを無効化すると、予防停止入力が増した直後、ロボットアームは予防停止しなくなります。言い換えると、予防リセット入力なしでは、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）が予防停止状態がアクティブかどうかを単独で判断することになります。

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。

- システム非常停止：安全システムを非常停止状態にトリガーすると低信号が与えられます。それ以外は、高信号状態になります。
- ロボット移動中：ロボットアームが移動状態になるたびに、低信与えられます。ロボットアームが固定位置にあると、高信号が与えられます。
- ロボット非停止：ロボットアームを停止するよう要求すると、要求してからアームが停止するまでいくらかの時間が経過します。この期間は、信号が高になります。ロボットアームが動作中で、停止要求がない場合、またはロボットアームが停止位置にある場合は、信号は低になります。
- 減少モード：ロボットアームが減少モードにある時、または安全入力が減少モード入力で構成されており、現在の信号が低である場合、低信号を送信します。それ以外は、信号は高です。
- 非減少モード：これは上記で定義した減少モードの逆になります。