

ロボット内製化は難しい

未来を自在に創造する

ロボット内製化への 挑戦

エンジニアが解説

中村 学

山洋電気株式会社
サーボシステム事業部設計第二部



- 序 章 産業用ロボット市場の現状
- 第1章 主な産業用ロボットの機構
- 第2章 ロボットによるアプリケーション開発
- 第3章 ロボットシステムの設定
- 第4章 ロボットの立ち上げ
- 第5章 ロボットアプリケーション開発
- 第6章 応用事例

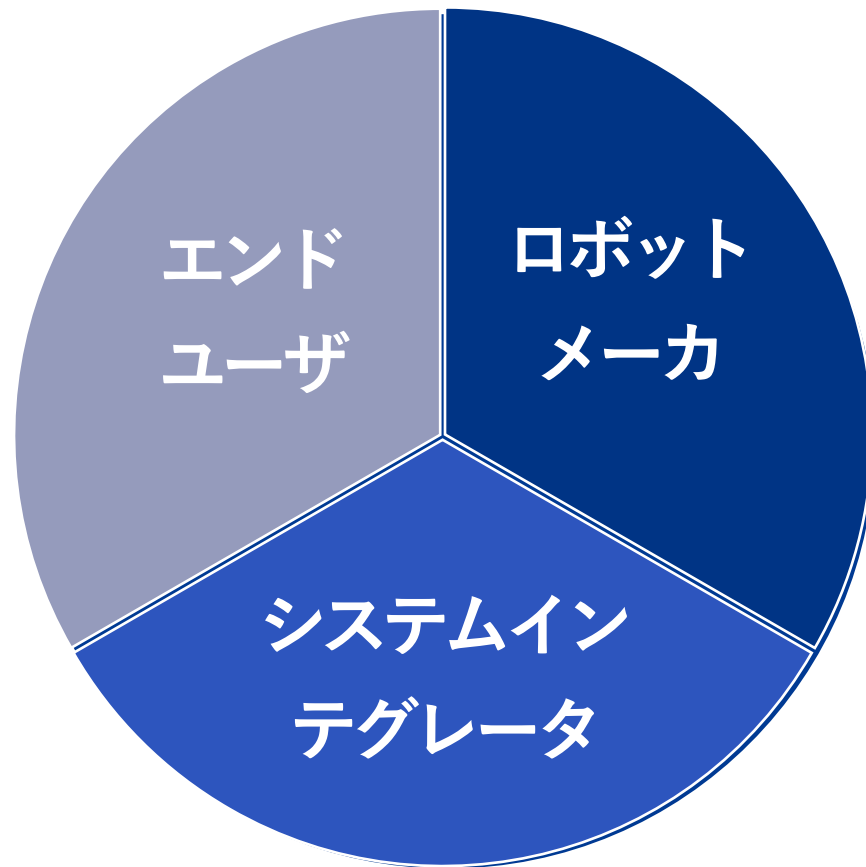


- 序 章 産業用ロボット市場の現状
- 第1章 主な産業用ロボットの機構
- 第2章 ロボットによるアプリケーション開発
- 第3章 ロボットシステムの設定
- 第4章 ロボットの立ち上げ
- 第5章 ロボットアプリケーション開発
- 第6章 応用事例





ロボット産業



既製のロボットは簡単に依頼できるが

すべてをメーカーにお任せしてしまう？

エンドユーザは技術の蓄積ができない

生産現場で起こった課題を解決する過程から
生まれるノウハウ

国際的な生産競争に打ち勝つ技術力

他社と違う独自のものづくりによる差別化

ロボット内製化は難しい

未来を自在に創造する、ロボット内製化への挑戦

- 序 章 産業用ロボット市場の現状
- 第1章 主な産業用ロボットの機構
- 第2章 ロボットによるアプリケーション開発
- 第3章 ロボットシステムの設定
- 第4章 ロボットの立ち上げ
- 第5章 ロボットアプリケーション開発
- 第6章 応用事例

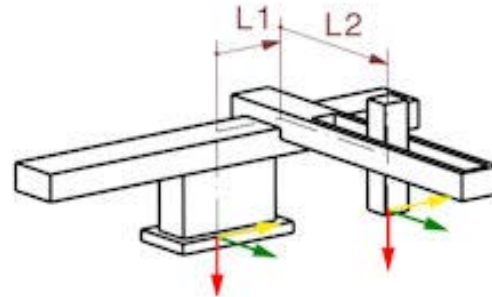


第1章 主な産業用ロボットの機構

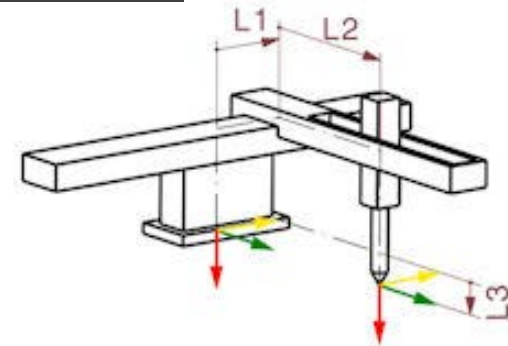
直交ロボット

- 機構精度が出しやすい
- 搬送、組み立て
- 多用途で使用

2 軸直交



3 軸直交

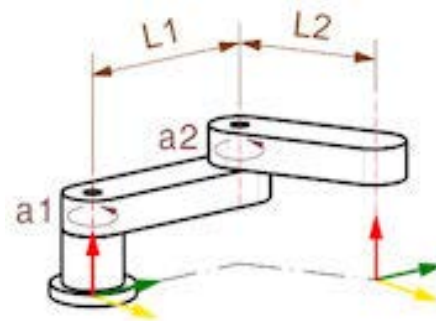


スカラロボット

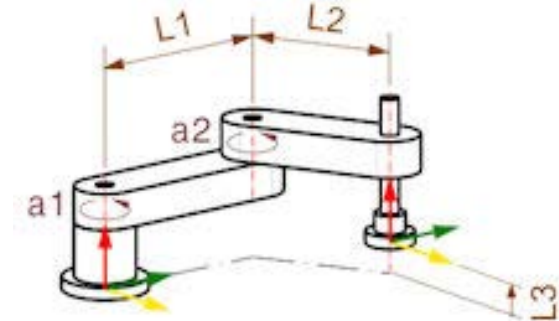
※水平多関節ロボット

- 部品の挿入やネジ締め
- 自動組立に適している
- 動作が速い
- 安価に製造

2 軸スカラ



3 軸スカラ

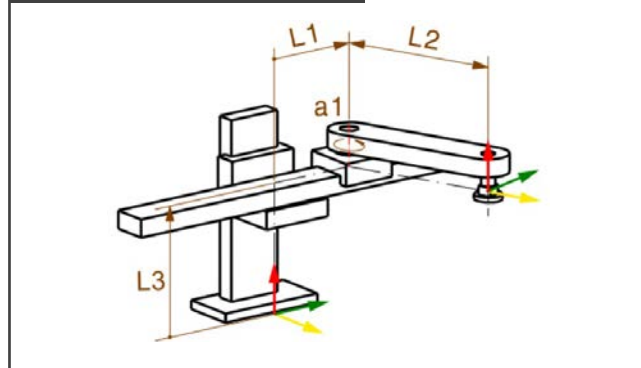


第1章 主な産業用ロボットの機構

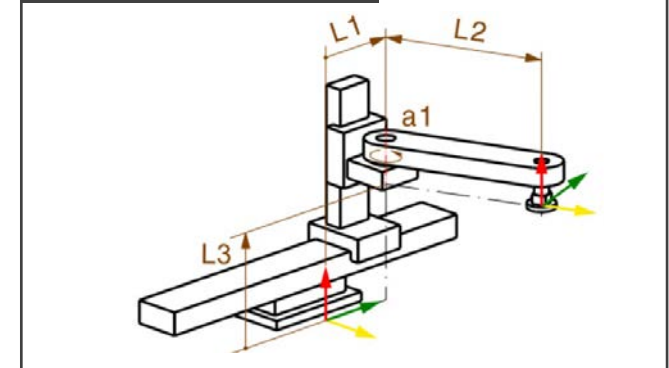
セミースカラ

- 直交＋スカラ
- 半導体の搬送装置

セミースカラA



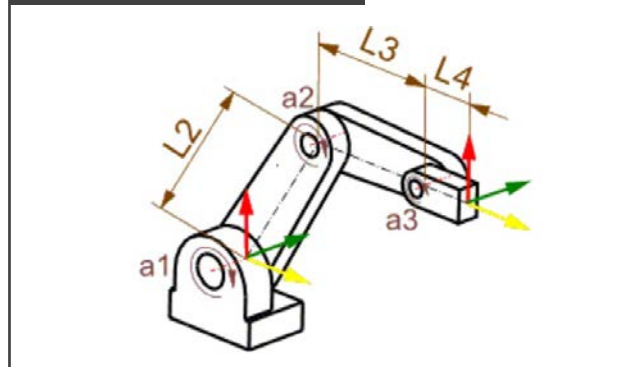
セミースカラB



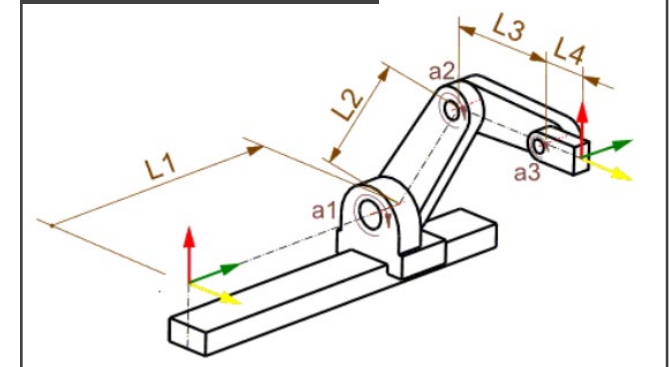
レールアーム

- スカラの向きを90度回転

レールアームA



レールアームB

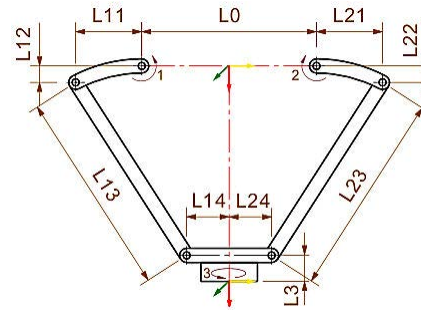


第1章 主な産業用ロボットの機構

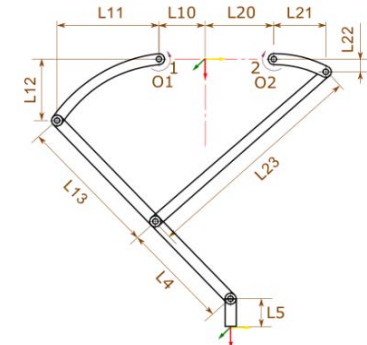
パラレルリンクロボット

- 搬送装置で多く使用
- 動作が速い
- 天井から吊られた機構
- スペースを効率よく活用

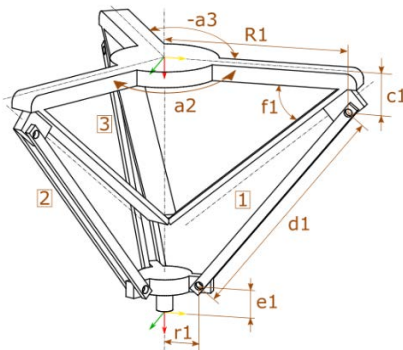
2 軸パラレルリンクA



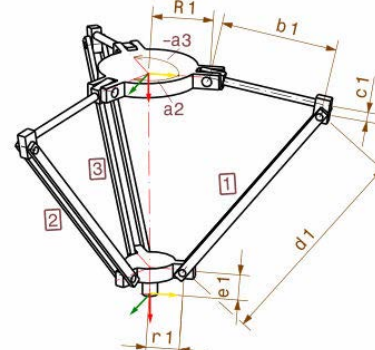
2 軸パラレルリンクB



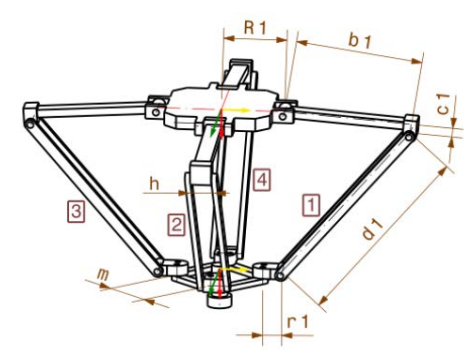
トリポットロボット



3 軸パラレルリンク



4 軸パラレルリンク

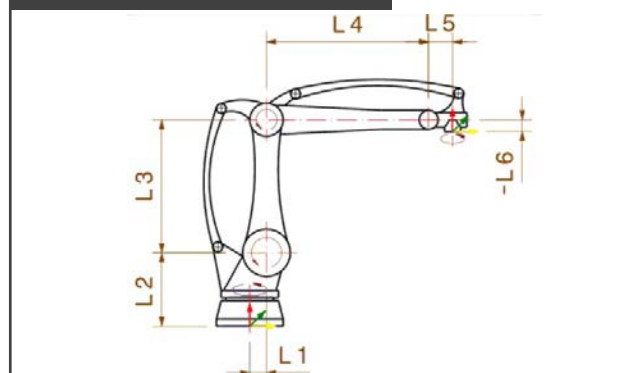


第1章 主な産業用ロボットの機構

パレタイズロボット

- 可搬重量が大きい
- 荷物の積み降ろし
- 搬送装置として使用

パレタイジング



垂直多関節ロボット

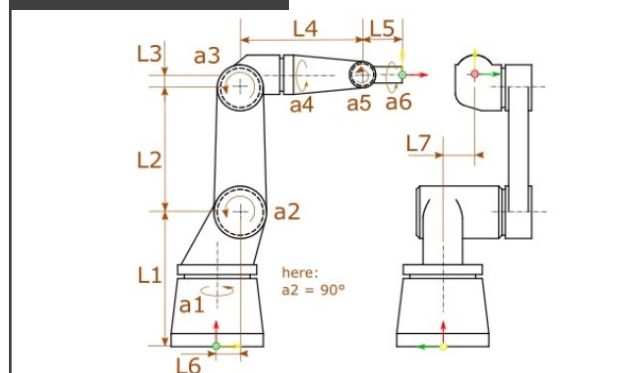
6 軸多関節ロボット

- 人の腕に近い形
- 姿勢制御が必要な作業に使用

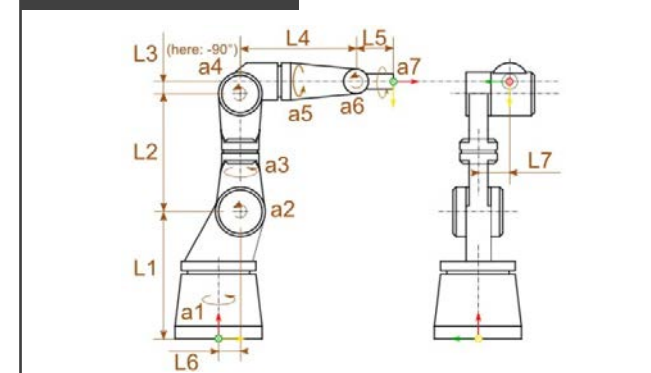
7 軸多関節ロボット

- さらに複雑な姿勢の作業が可能

6 軸多関節



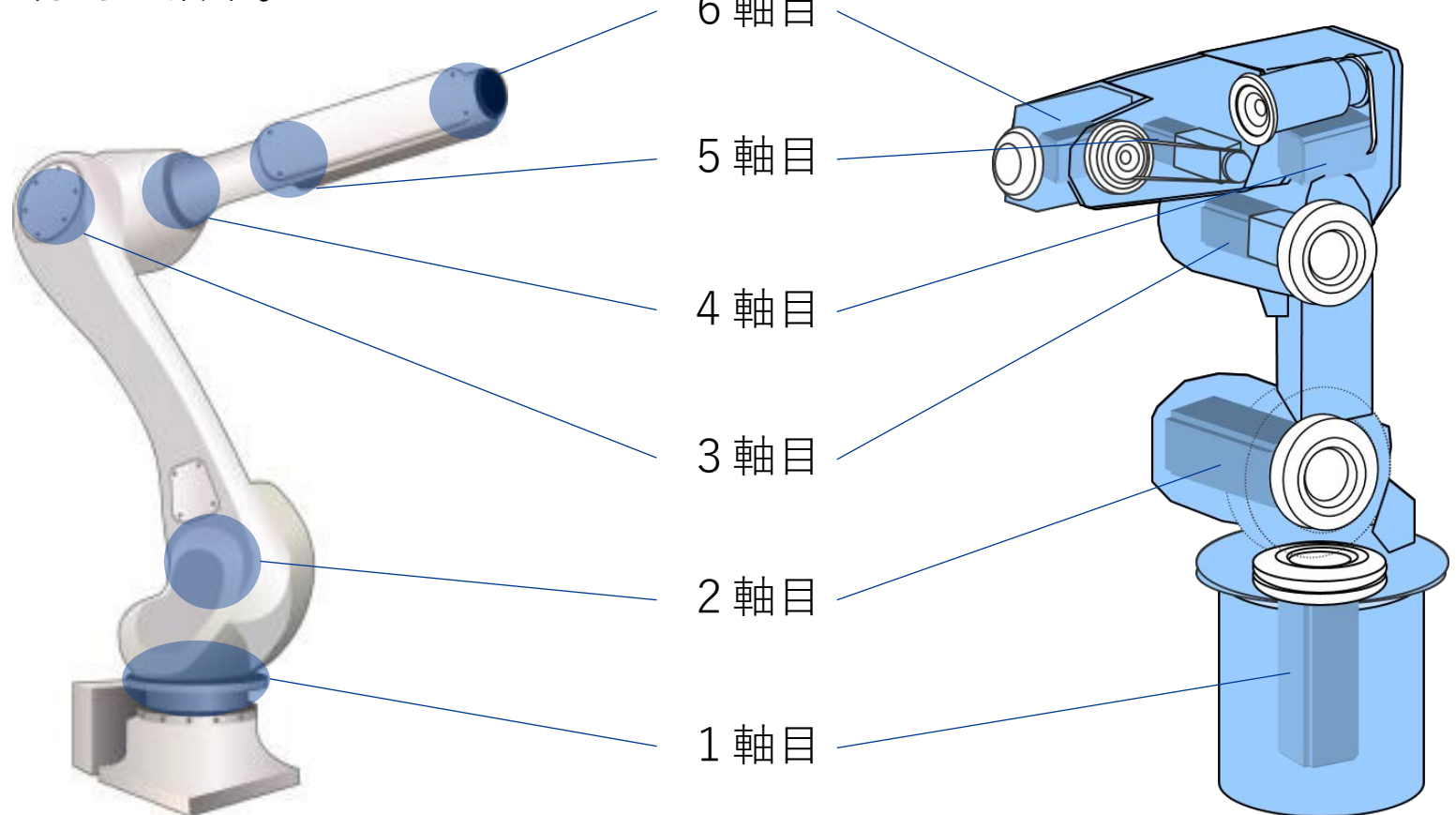
7 軸多関節



第1章 主な産業用ロボットの機構

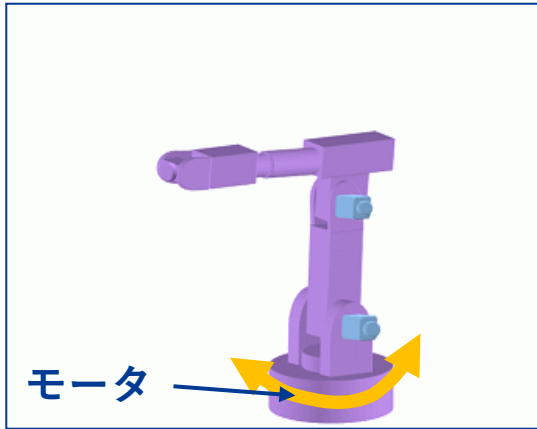
6軸多関節ロボットが主流

垂直多関節ロボットは産業用ロボットの代表格。
溶接，塗装，搬送などのあらゆる分野で活躍。

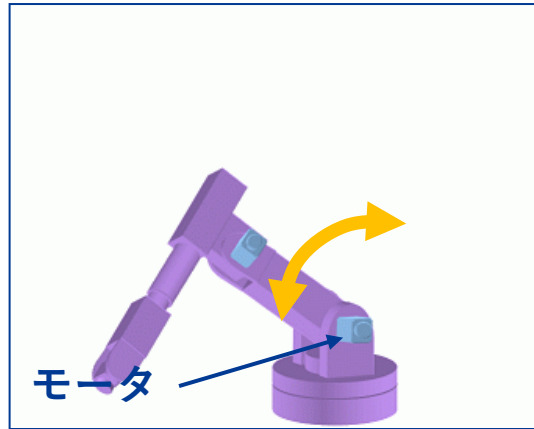


第1章 主な産業用ロボットの機構

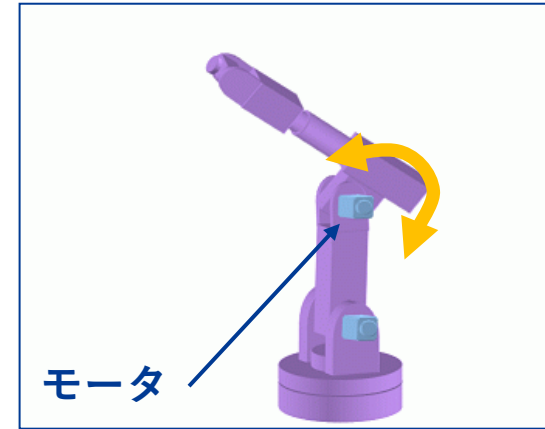
6軸多関節ロボットの動かし方



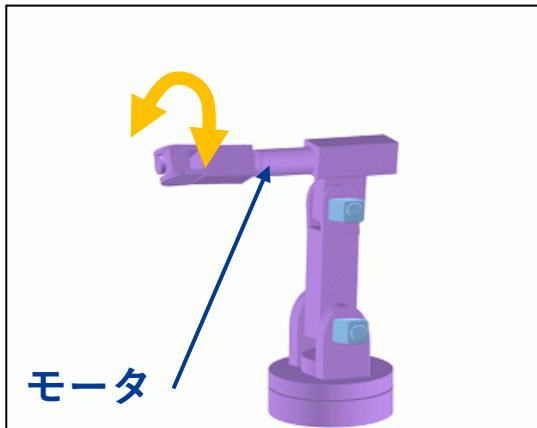
1軸目：体を回転させる



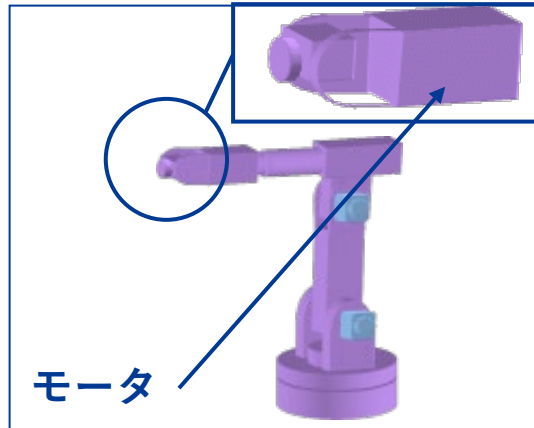
2軸目：体を前後に動かす



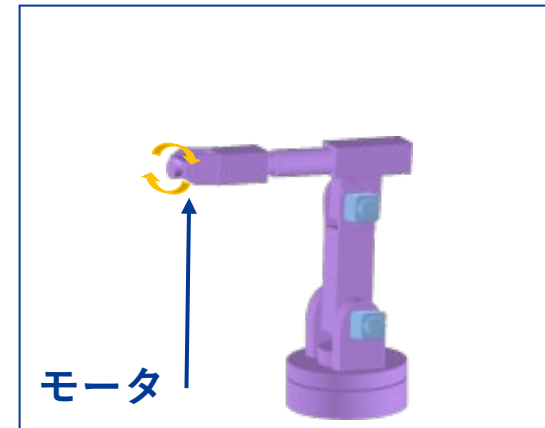
3軸目：腕を上下に動かす



4軸目：腕を回転させる



5軸目：手首を上下に振る



6軸目：手首を回転させる

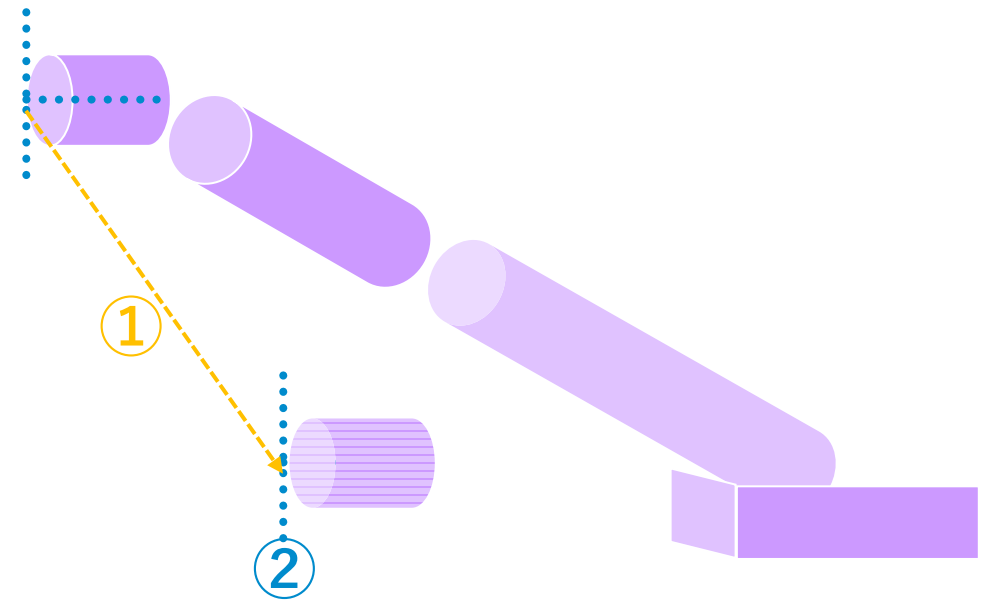
第1章 主な産業用ロボットの機構

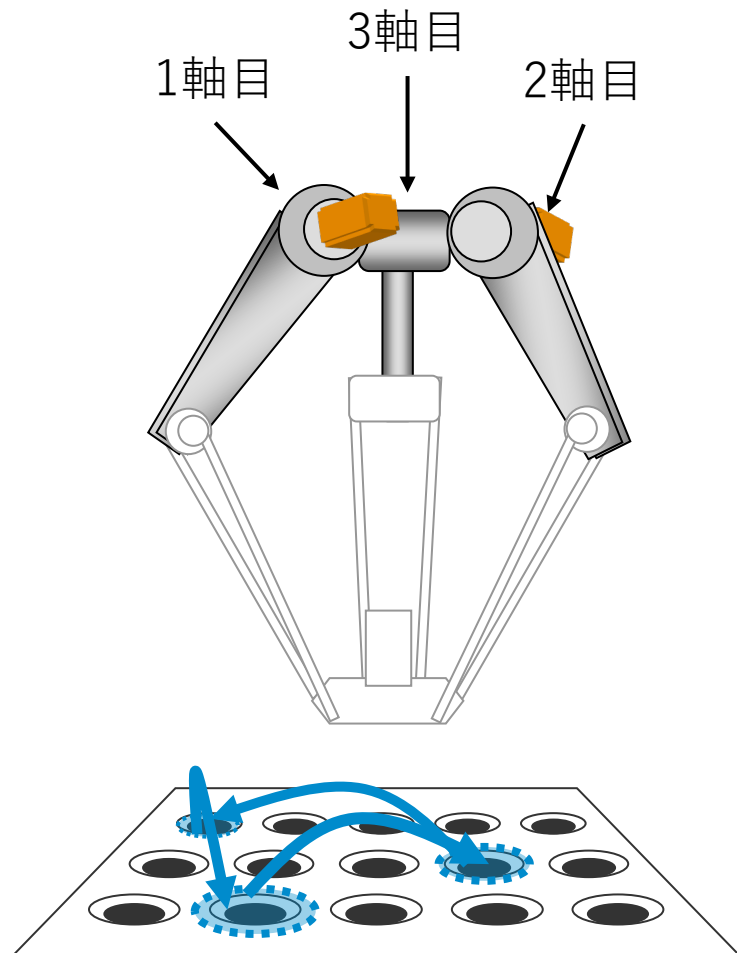
先端を繊細に制御するには

各モータの位置や速度、加速度などを、リアルタイムに正確に制御する必要がある
手先位置や姿勢を計算することを**キネマティクス演算**と呼び、非常に複雑な演算が必要

動作例

- ①先端(ツールセンターポイント)をまっすぐ動かす
- ②加工面に対し，先端は常に垂直





動作原理は単純

モータでアームを駆動させるのみ

アーム先端の位置決めには

3軸のモータを同期して動作させる

高度で複雑な制御が必要

複雑な座標計算（キネマティクス演算）



複雑なロボット制御が

SANMOTION C
MOTION CONTROLLER

では、

簡単におこなえます！



第1章 主な産業用ロボットの機構

モーションコントローラの紹介

SANMOTION C
MOTION CONTROLLER



- キネマティクス演算ルーチンを内蔵
- ベースのロボットの機構タイプを選択できる
- ユーザー独自のロボット開発が可能

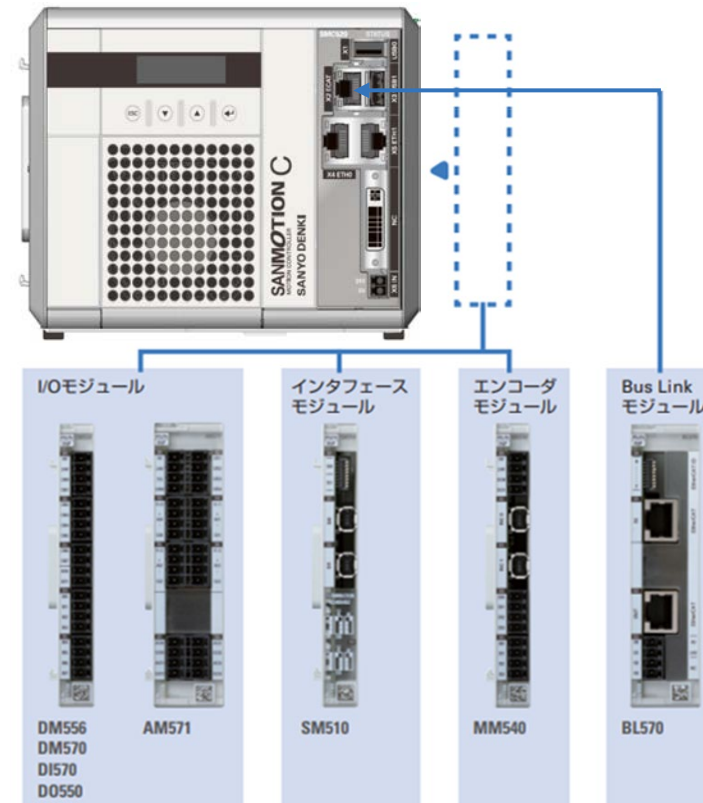
名称	SMC505	SMC507	SMC520
電源	DC24 V (19.2 V-30 V)		
CPU	CPU 1.75 GHz	CPU 1.91 GHz	CPU 2 GHz
モーション インタフェース	EtherCAT		
対応ロボット (推奨)	直交 (X-Y-Z) スカラ パラレルリンク	直交 (X-Y-Z) スカラ パラレルリンク 6 軸垂直多関節	直交 (X-Y-Z) スカラ パラレルリンク 6 / 7 軸垂直多関節
外形寸法	126.5mm (H) × 83.6mm (W) × 94.9mm (D)		124.2mm (H) × 161.2mm (W) × 94mm (D)
質量	500 g	515 g	900g

第1章 主な産業用ロボットの機構

モーションコントローラの紹介



- EtherCAT - サーボアンプと接続
- Ethernet - 周辺機器と接続
- 多彩な拡張モジュール
アプリケーションに合わせた
オプションモジュールで
フレキシブルなシステム構築が可能
- ランタイムファームウェア
使用用途に合わせて、
ランタイムファームウェアを選択
必要な機能を自由に組み込み



拡張モジュール

- 序 章 産業用ロボット市場の現状
- 第1章 主な産業用ロボットの機構
- 第2章 **ロボットによるアプリケーション開発**
- 第3章 ロボットシステムの設定
- 第4章 ロボットの立ち上げ
- 第5章 ロボットアプリケーション開発
- 第6章 応用事例



第2章 ロボットによるアプリケーション開発

例① 1台のコントローラで6軸多関節とスカラを制御



第2章 ロボットによるアプリケーション開発

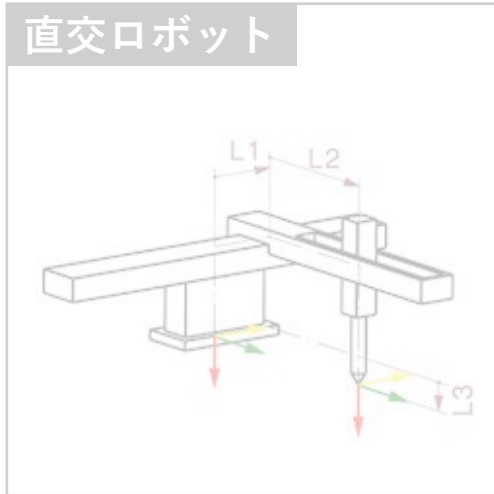
例② 複数ロボットを同時制御



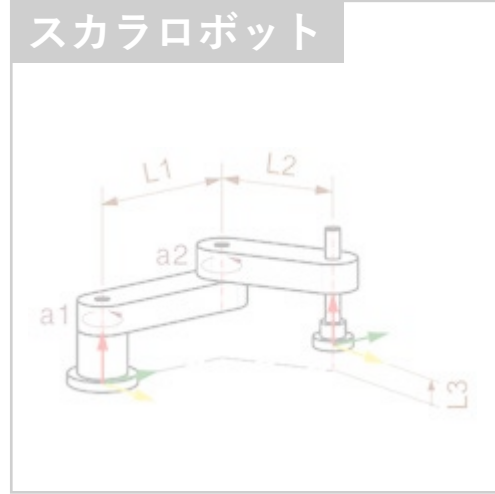
第2章 ロボットによるアプリケーション開発

ロボット内製化の難易度

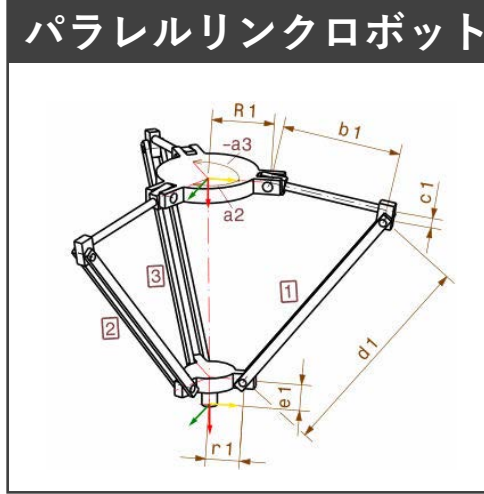
直交ロボット



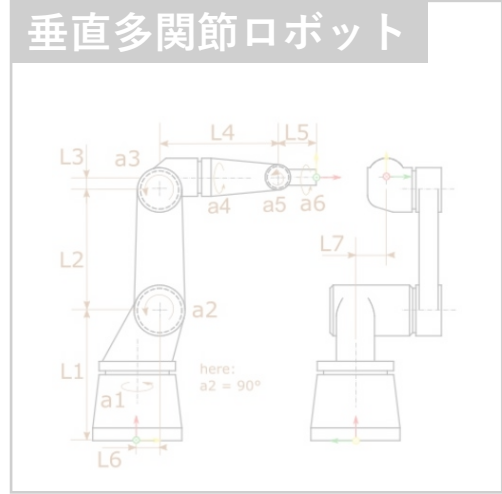
スカルロボット



パラレルリンクロボット



垂直多関節ロボット



機構が簡単／難易度低い

機構が複雑／難易度高い

パラレルリンクロボット

構造

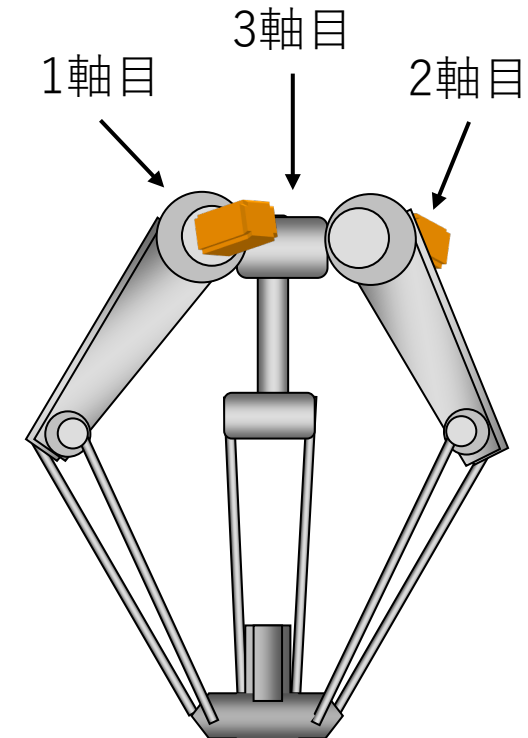
- リンク機構を持つアームが並列に設置
- アームは120度ごとに配置

特徴

- アームの先端は常に水平を保つ

用途

- 電子部品等の取り分け
- 食品・化粧品等の包装
- 医療製剤梱包



パラレルリンクロボット

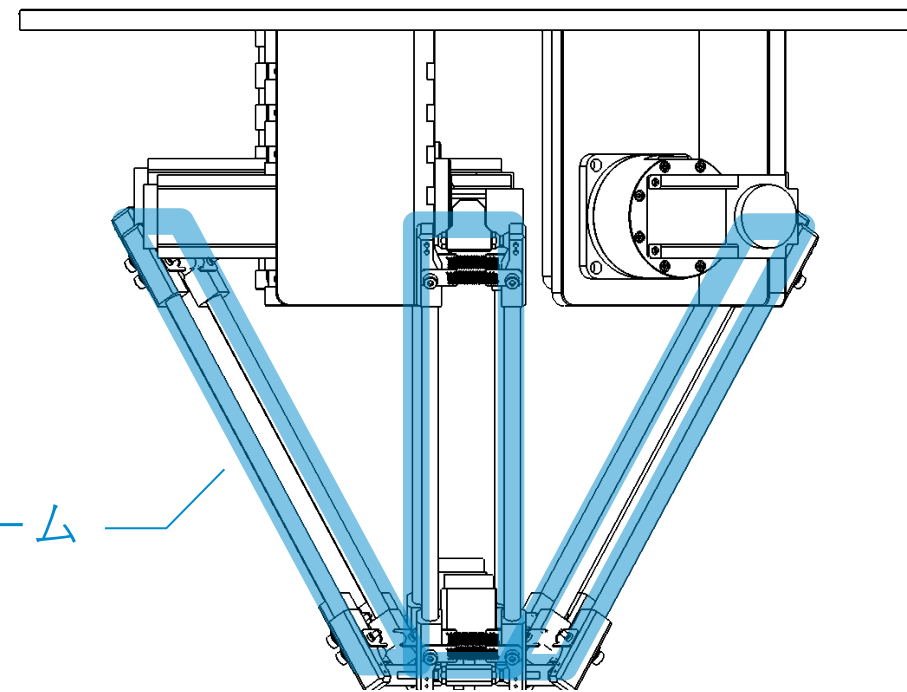
構造の特徴

動作プレートが床面に対して常に水平に動作する

実現のポイント

第2アームの形状が常に平行四辺形を保つ

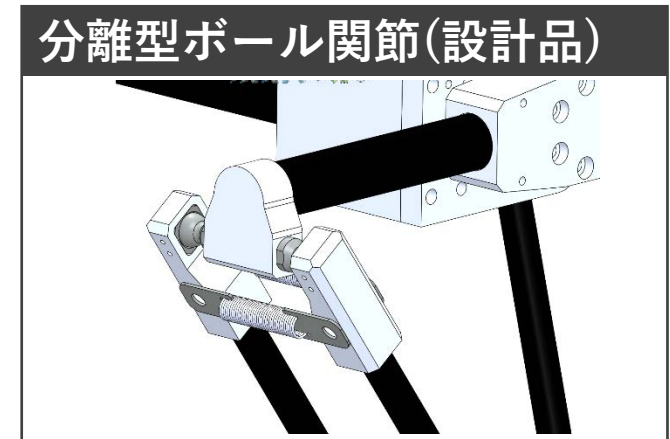
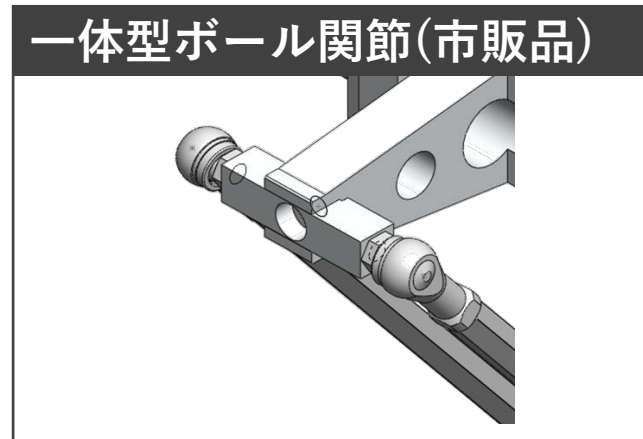
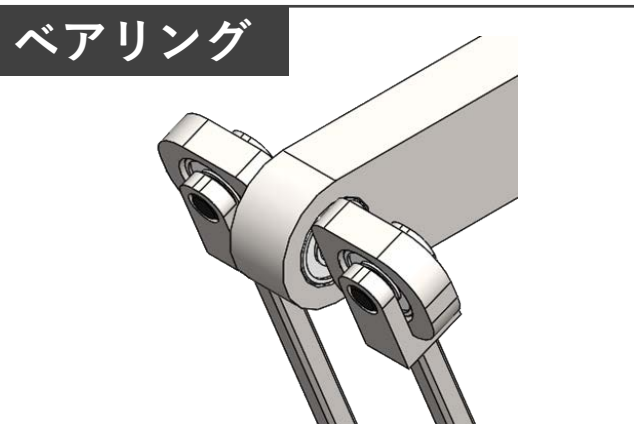
第2アーム



パラレルリンクロボット

重要な要素－リンク部

よく用いられる方法として3種類に分類可能
ロボットメーカーでは分離型ボール関節を用いた構造が採用されていることが多いが、
内製化を進める上では、一体型ボール関節が入手性やコスト等の面において良い場合もある



第2章 ロボットによるアプリケーション開発



パラレルリンクロボット

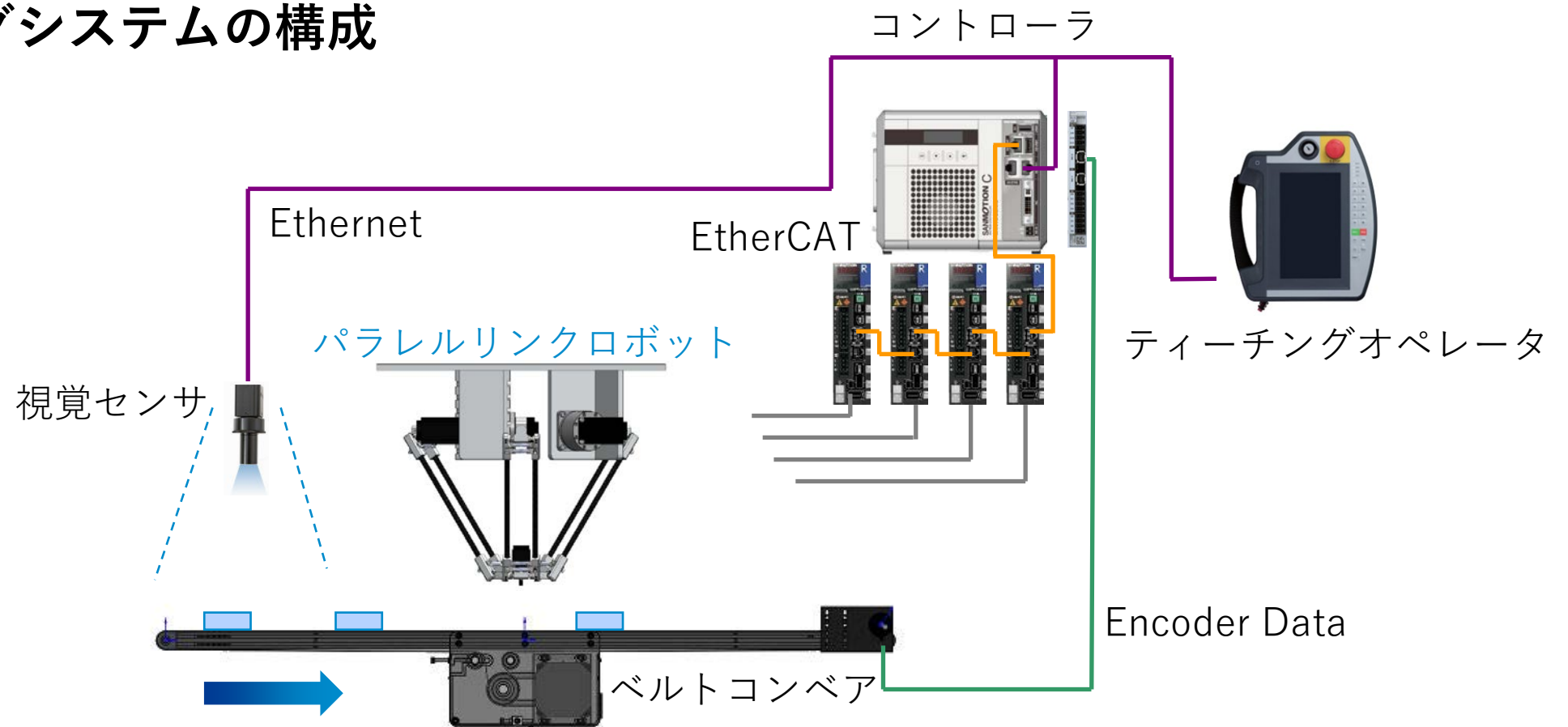
特徴を生かした用途－トラッキングシステム



第2章 ロボットによるアプリケーション開発

パラレルリンクロボット

トラッキングシステムの構成



ロボット内製化は難しい

未来を自在に創造する、ロボット内製化への挑戦

- 序 章 産業用ロボット市場の現状
- 第1章 主な産業用ロボットの機構
- 第2章 ロボットによるアプリケーション開発
- **第3章 ロボットシステムの設定**
- 第4章 ロボットの立ち上げ
- 第5章 ロボットアプリケーション開発
- 第6章 応用事例



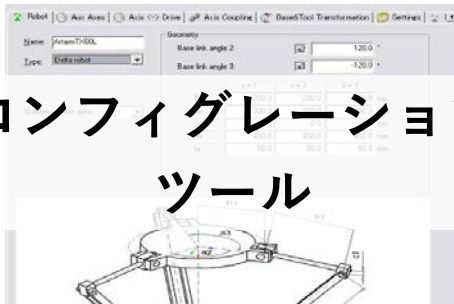
第3章 ロボットシステムの設定

開発ツールソフトウェア群

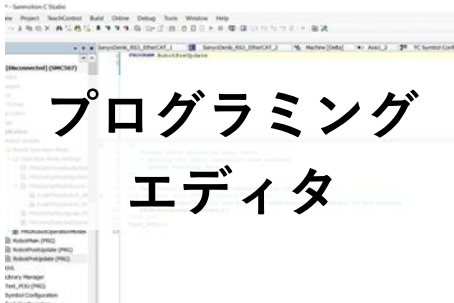
統合開発ツール

SANMOTION C Studio

コンフィグレーション
ツール



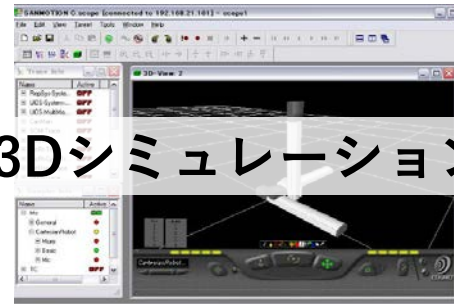
プログラミング
エディタ



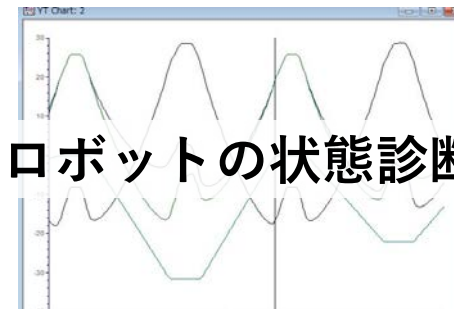
分析・診断ツール

Scope

3Dシミュレーション



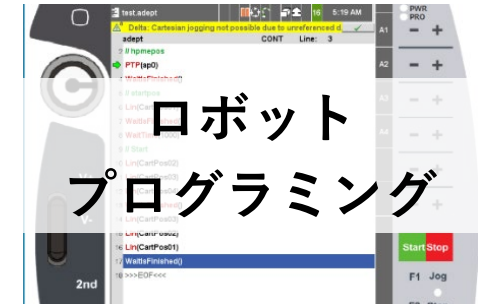
ロボットの状態診断



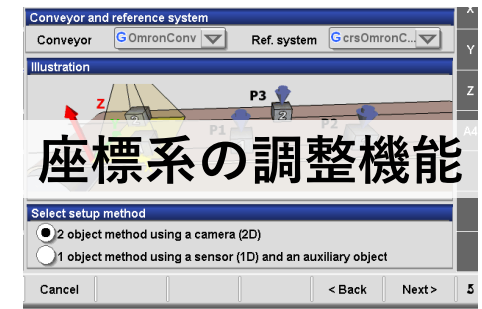
ロボットプログラミングツール

TeachView

ロボット
プログラミング



座標系の調整機能

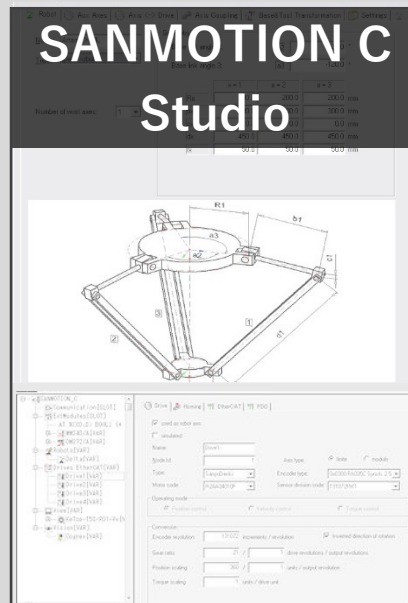


第3章 ロボットシステムの設定

SANMOTION C システムによる開発の流れ

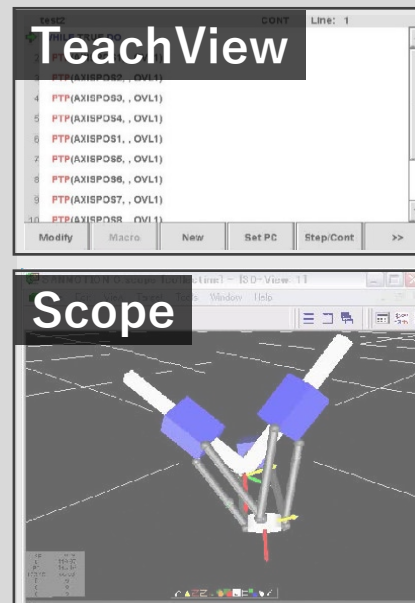
コンフィグレーション

- ・アンプ、モータの設定
- ・ロボットの機構設定



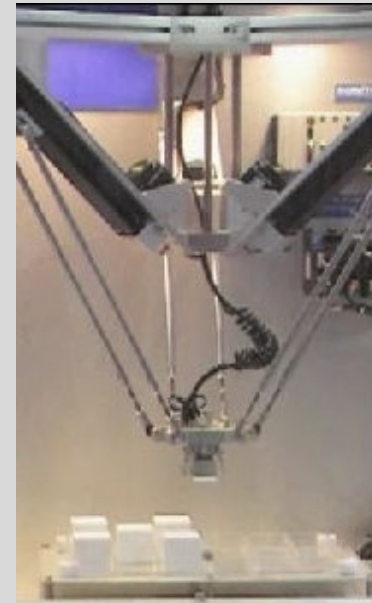
プログラム作成

- ・ロボット言語による
- ・プログラミング
- ・3Dシミュレーション



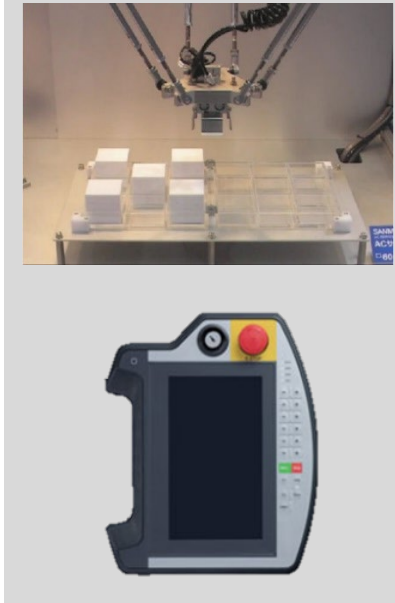
ティーチング

- ・実機ロボットによる
- ・動作の決定



調整・確認

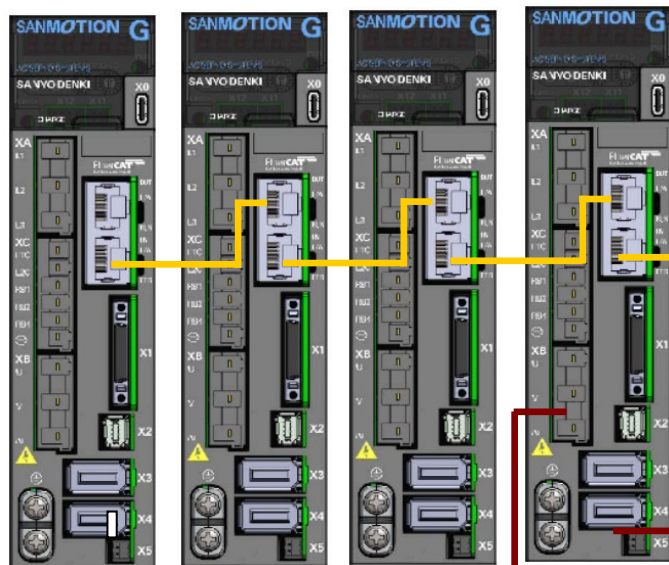
- ・ゲイン調整
- ・他の装置との接続



第3章 ロボットシステムの設定

パラレルリンクロボットの構成例

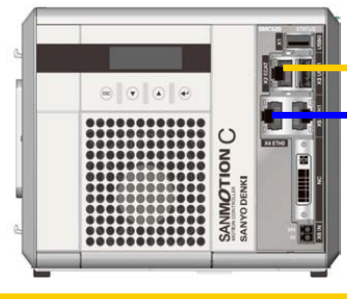
サーボアンプ



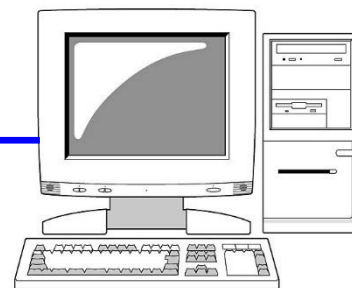
GADSA02AH24
200V, アンプ容量20A

GADSA01AH24
200V, アンプ容量10A

SANMOTION C SMC520



開発用PC



EtherCAT

サーボモータ

アーム軸

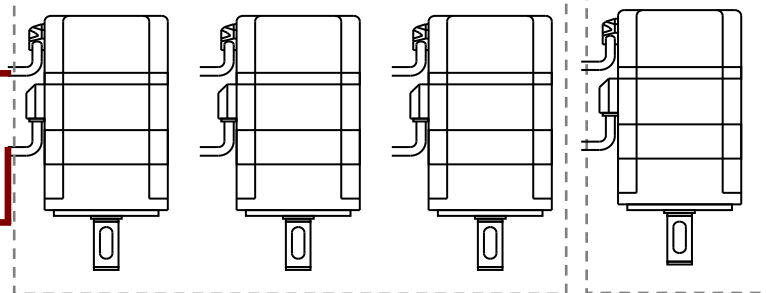
先端軸

Axis1

Axis2

Axis3

Axis4

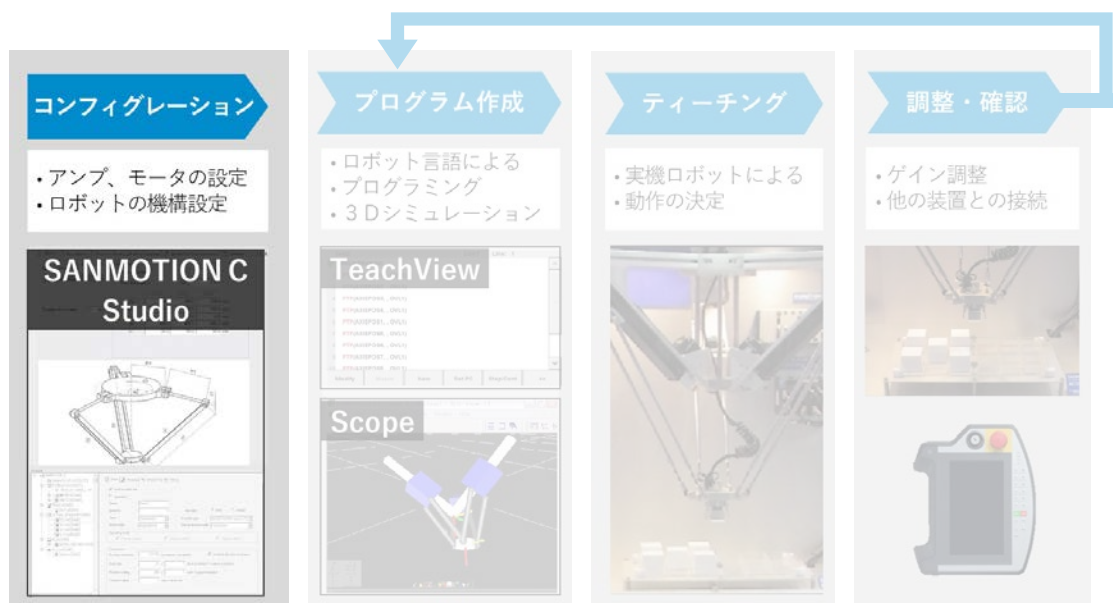


GAM1A6040F0
60mm角 400W

GAM1A4010F0
40mm角 100W

ソフトウェアでの設定手順

SANMOTION C システムによる開発の流れ



STEP 1 SANMOTION C STUDIOの起動

STEP 2 ロボット機構設定

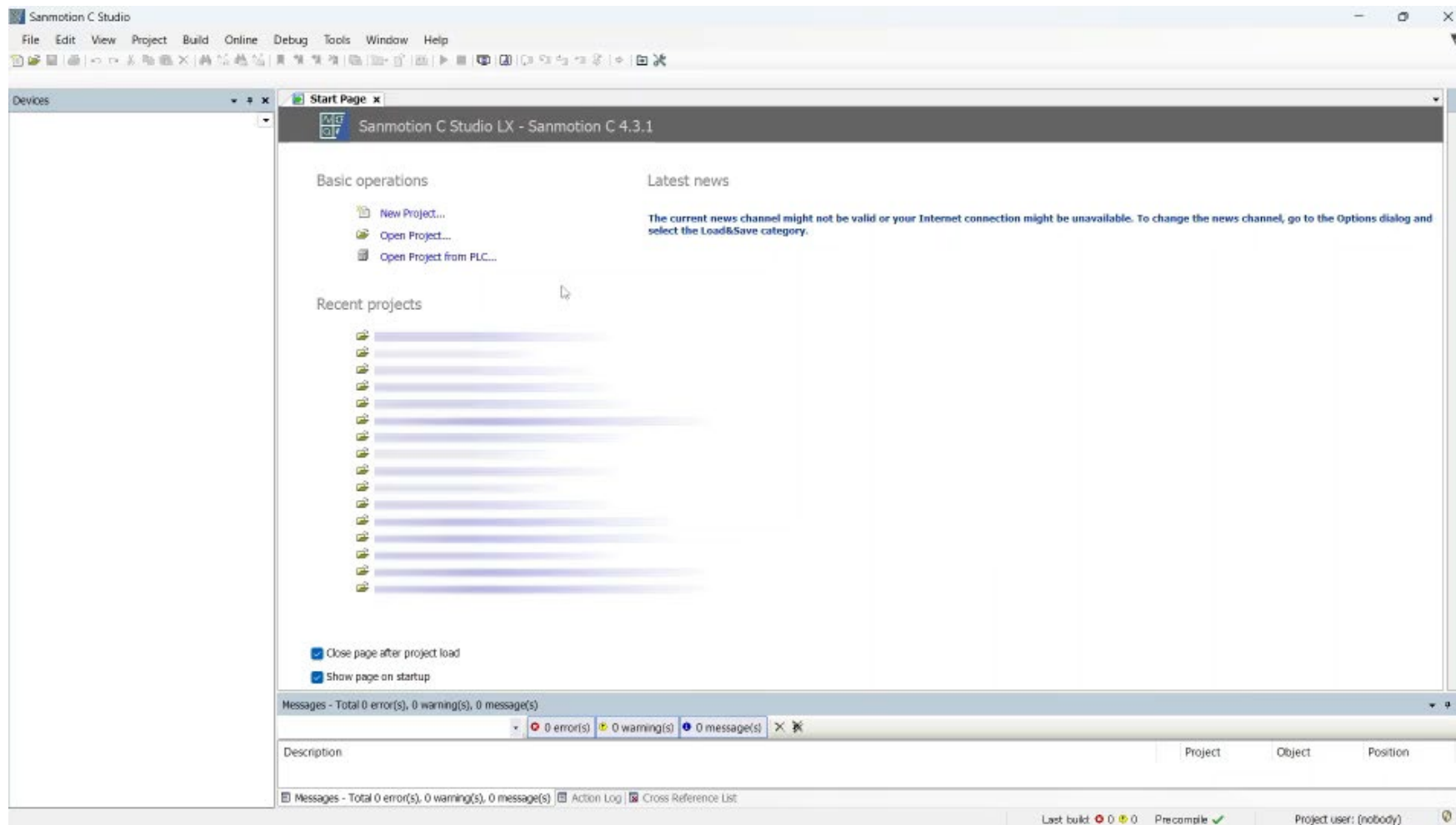
STEP 3 モータ、ギヤの設定

STEP 4 コンパイル・ダウンロード

第3章 ロボットシステムの設定方法

STEP 1 SANMOTION C STUDIOの起動

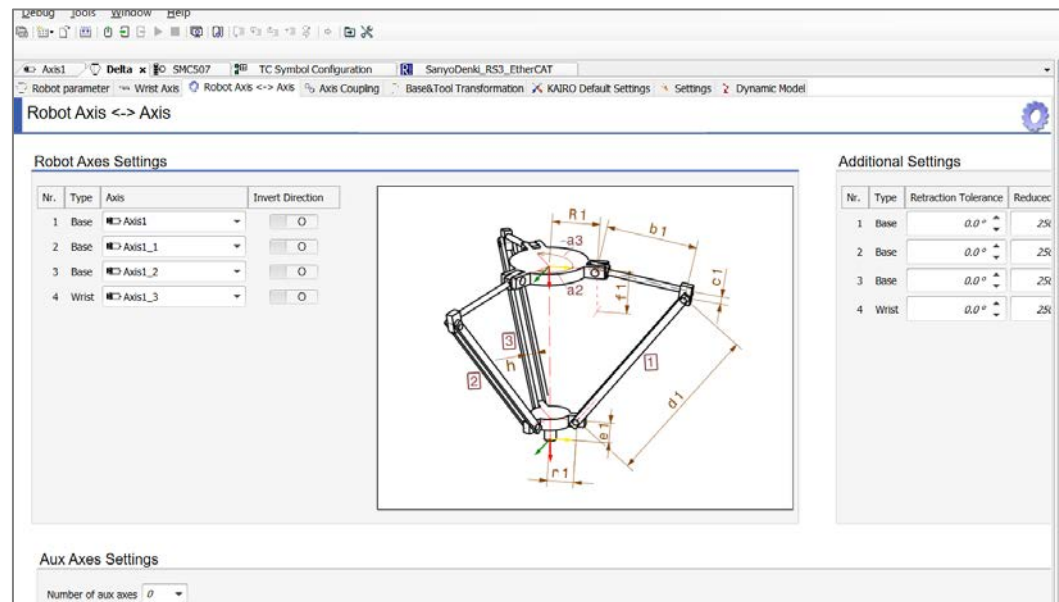
SANMOTION C Studio



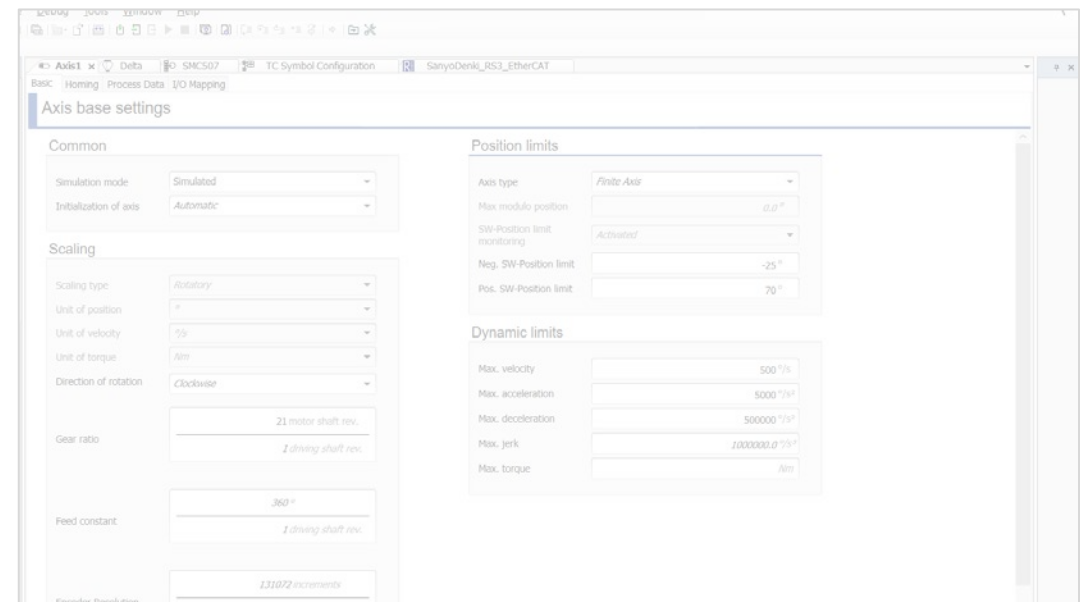
第3章 ロボットシステムの設定方法

STEP 2 ロボット機構設定

ロボットの機構設定



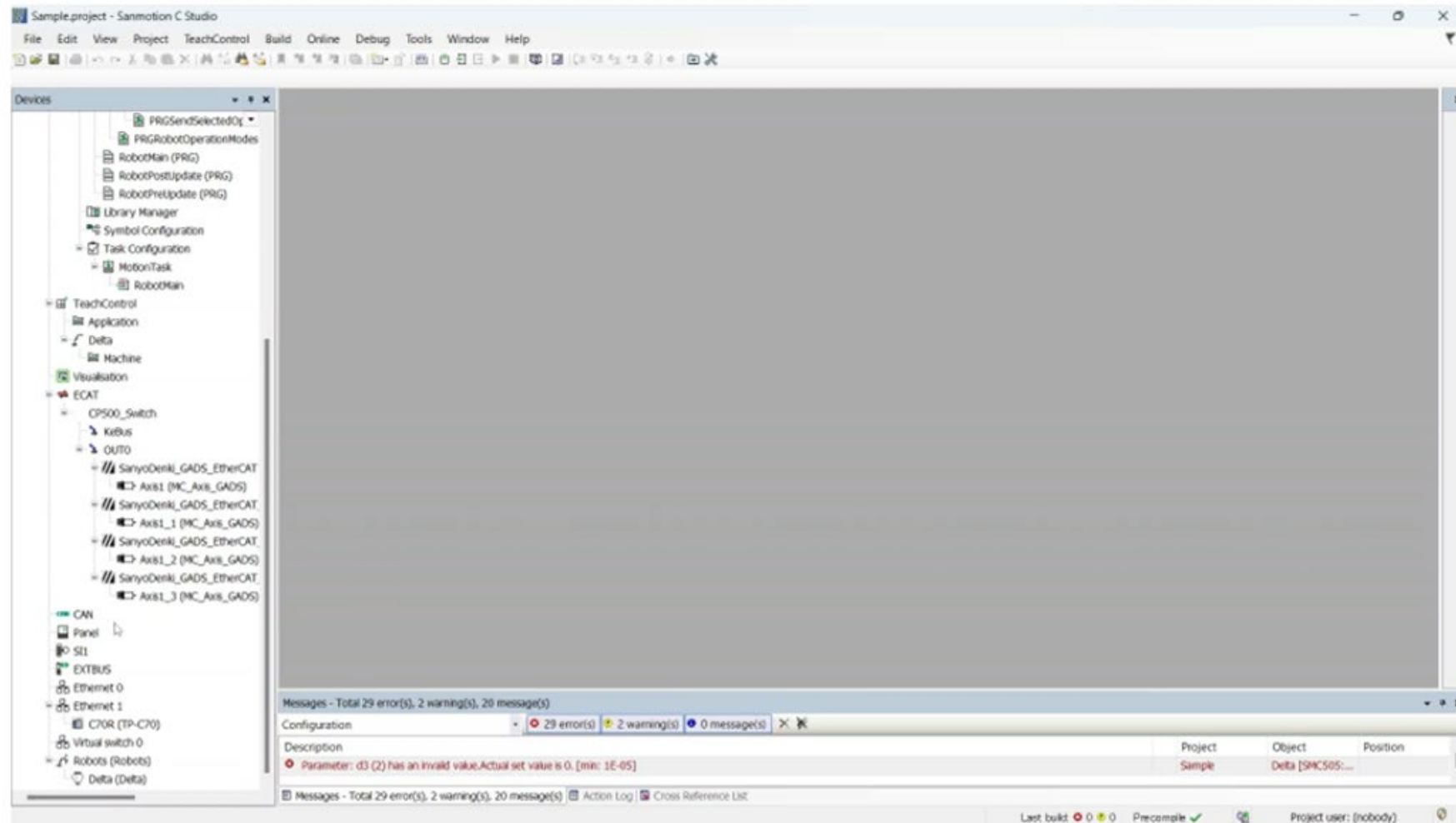
モータ軸設定



第3章 ロボットシステムの設定方法

STEP 2 ロボット機構設定

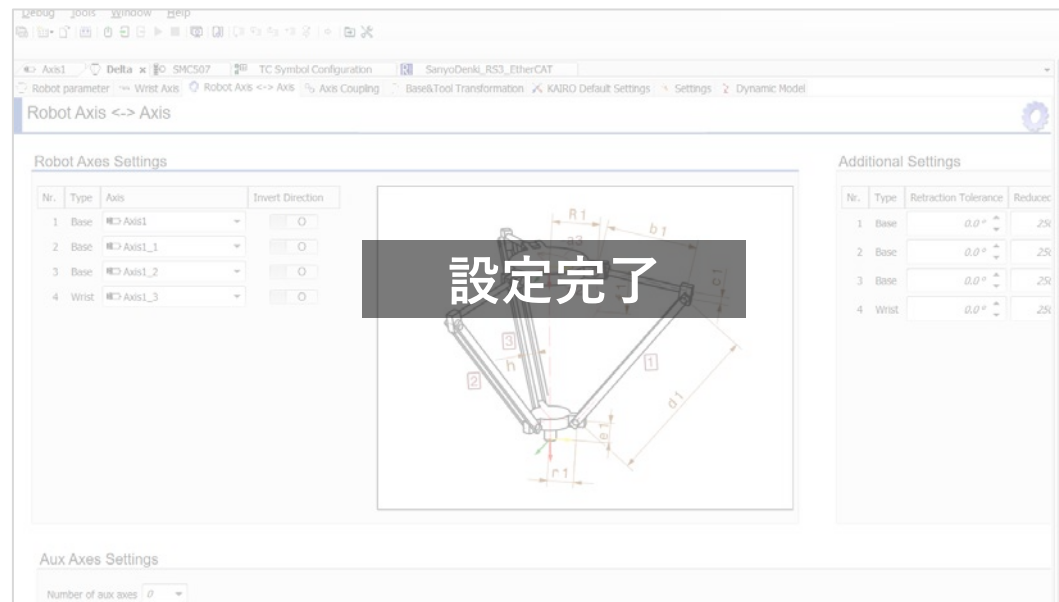
SANMOTION C Studio



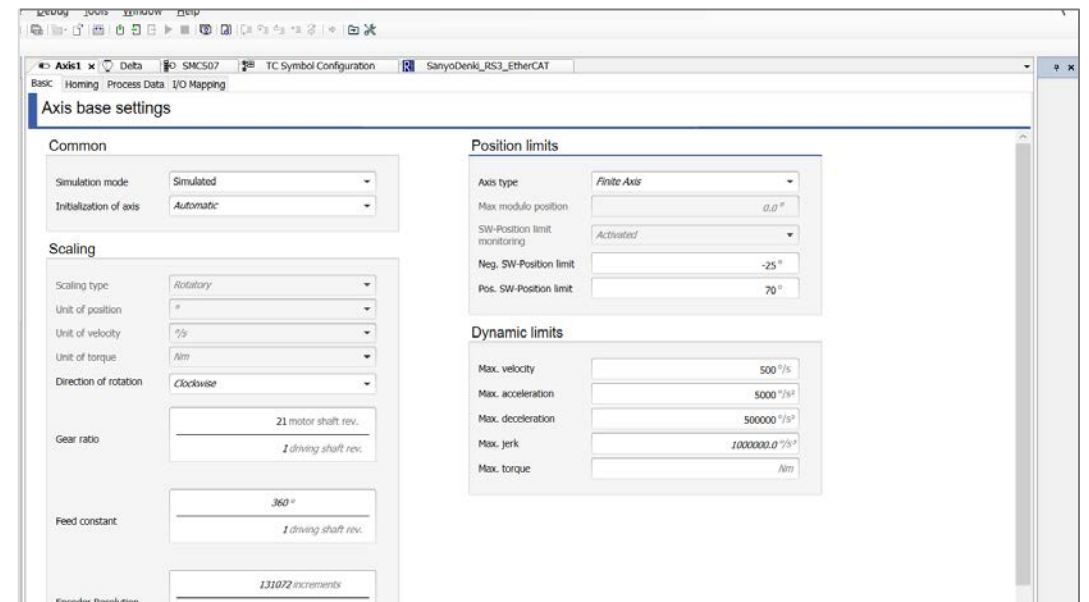
第3章 ロボットシステムの設定方法

STEP 3 モータ、ギヤの設定

ロボットの機構設定



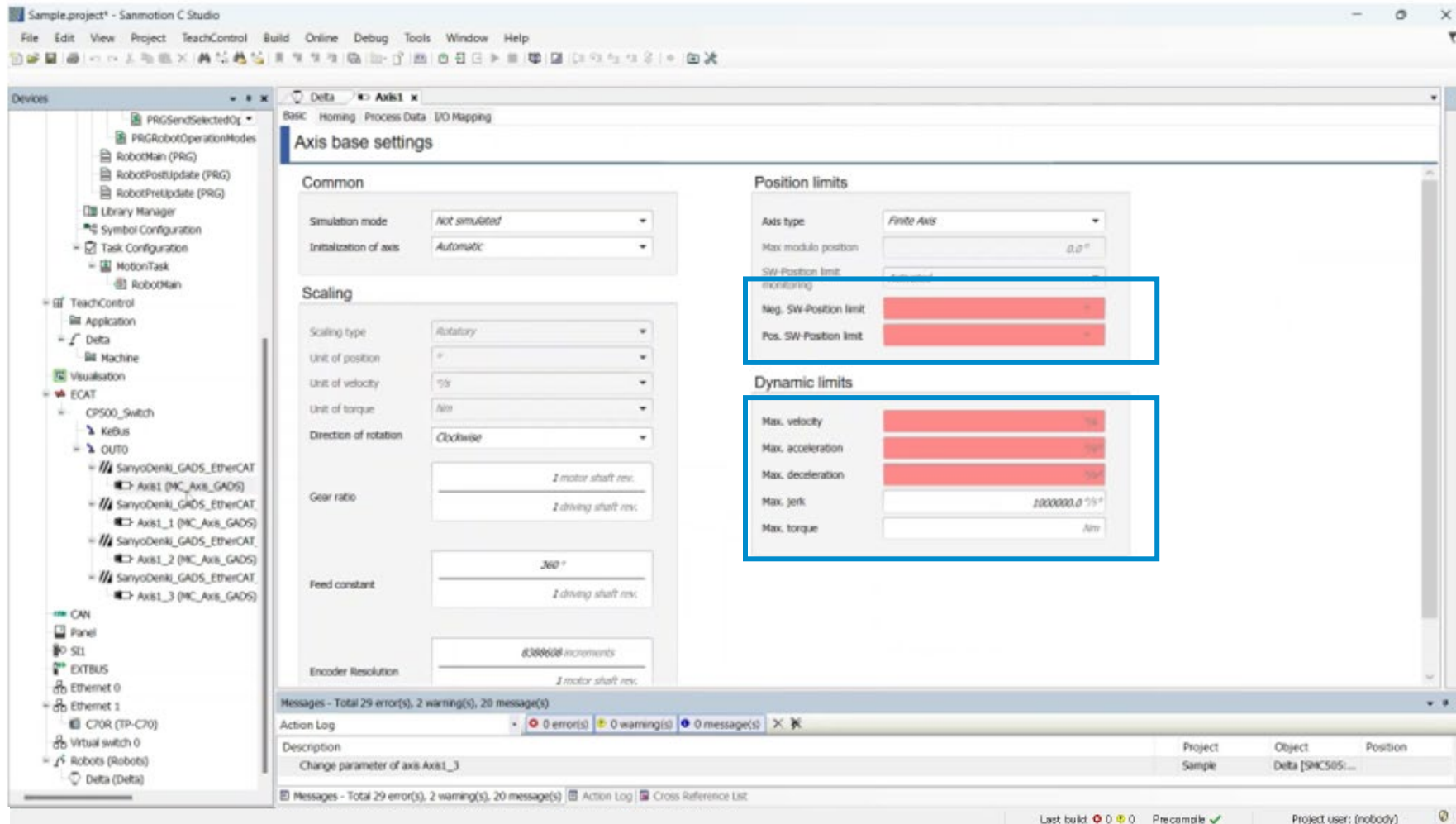
モータ軸設定



第3章 ロボットシステムの設定方法

STEP 3 モータ、ギヤの設定

SANMOTION C Studio

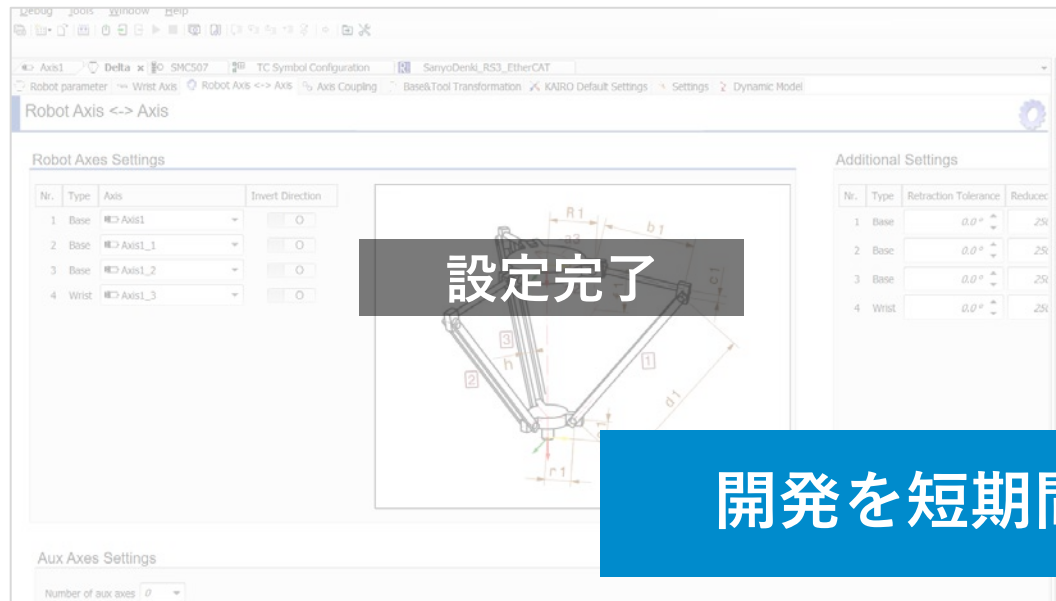


第3章 ロボットシステムの設定方法

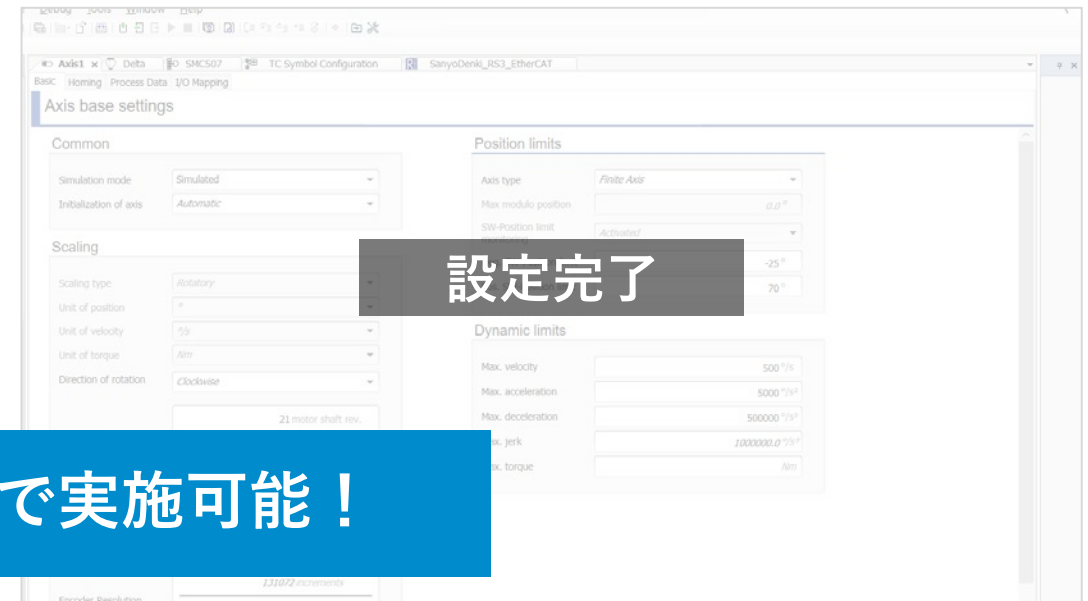
STEP 3 モータ、ギヤの設定

これまでの手順を実施することにより、ロボットとして制御の開始が可能

ロボットの機構設定



モータ軸設定



開発を短期間で実施可能！

未来を自在に創造する、ロボット内製化への挑戦

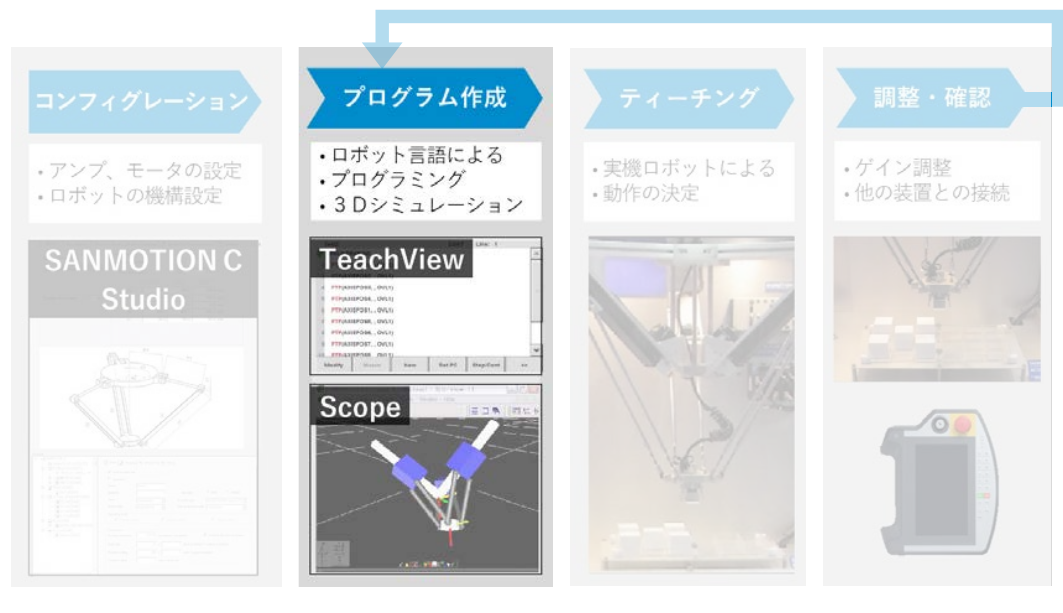
- 序 章 産業用ロボット市場の現状
- 第1章 主な産業用ロボットの機構
- 第2章 ロボットによるアプリケーション開発
- 第3章 ロボットシステムの設定
- **第4章 ロボットの立ち上げ**
- 第5章 ロボットアプリケーション開発
- 第6章 応用事例



第4章 ロボットの立ち上げ（操作・プログラミング）



SANMOTION C システムによる開発の流れ



実機の動作確認の手順

STEP 1 ティーチングオペレータ（Teachview）の起動

STEP 2 手動動作（JOG運転）による動作確認

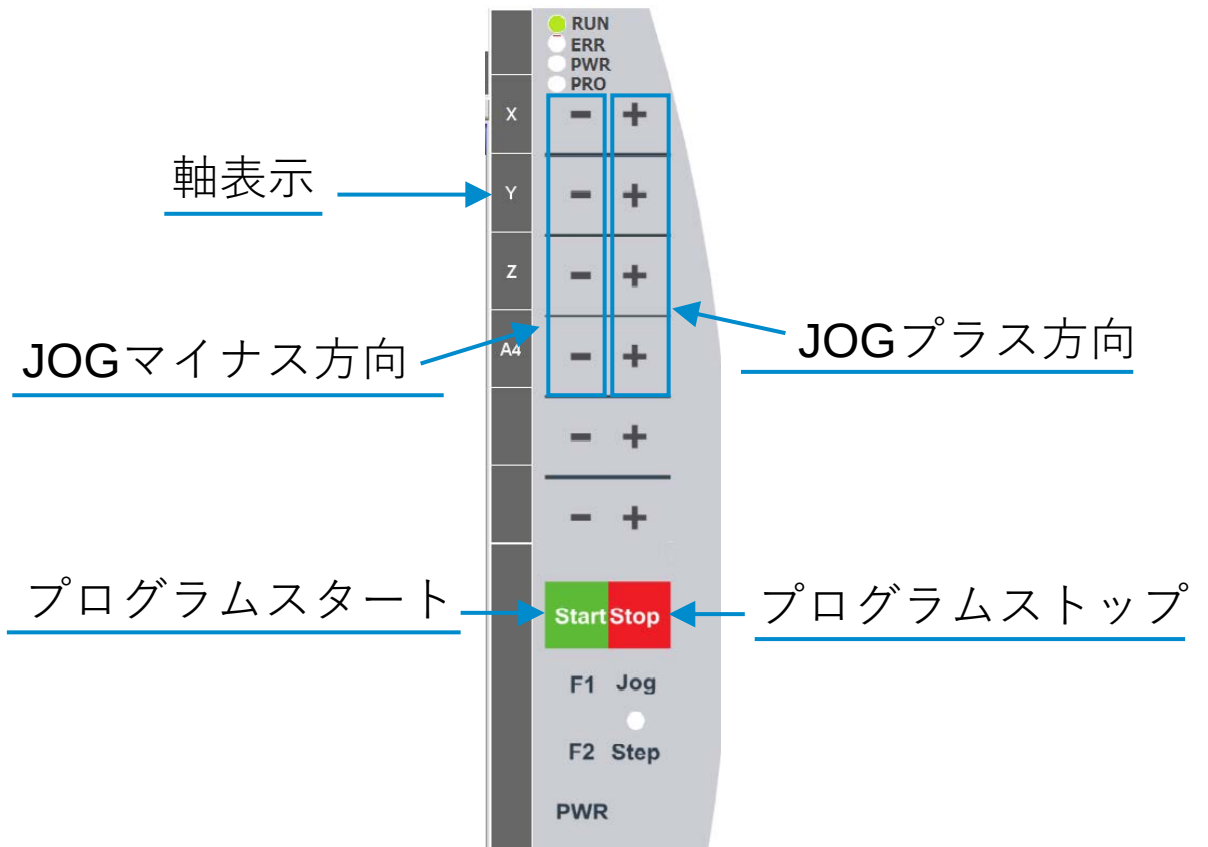
STEP 3 プログラム動作（2点間）による動作確認

STEP 4 モニタリングツール（Scope）による確認

第4章 ロボットの立ち上げ（操作・プログラミング）

STEP 1 ティーチングオペレータ（Teachview）の起動

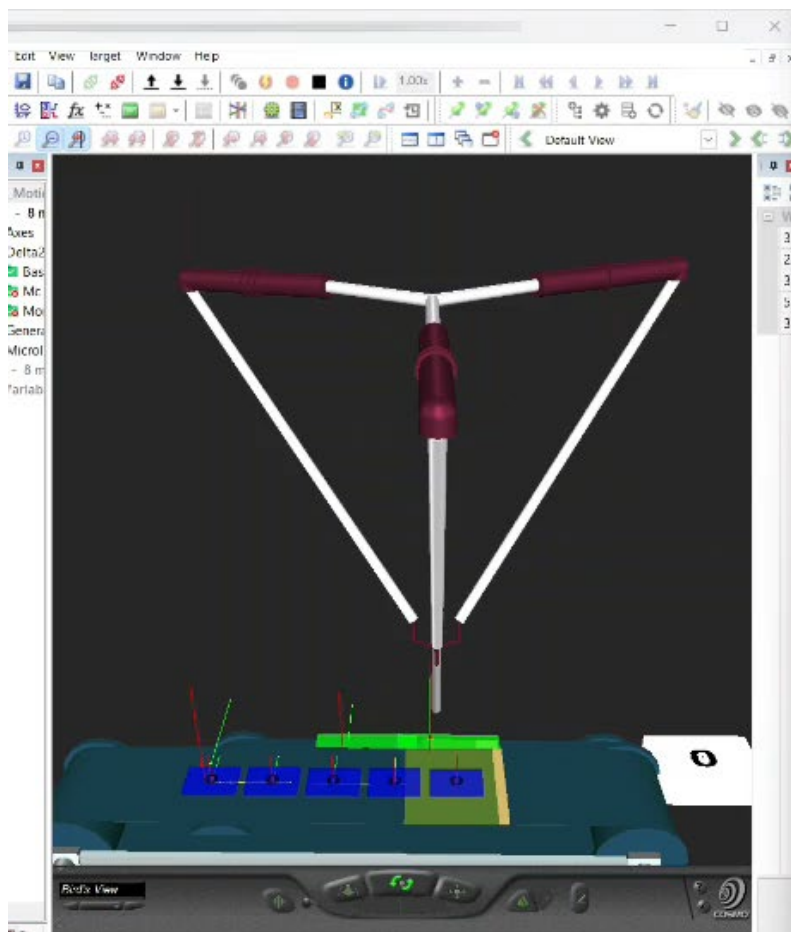
JOG画面



第4章 ロボットの立ち上げ（操作・プログラミング）

STEP 2 手動動作（JOG運転）による動作確認

Scope



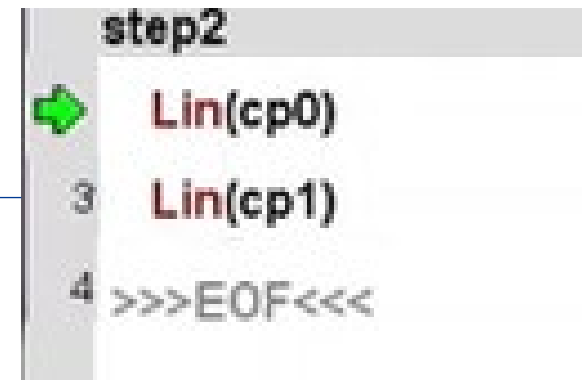
JOG画面



第4章 ロボットの立ち上げ（操作・プログラミング）

STEP 3 プログラム動作（2点間）による動作確認

位置変数にはロボットを任意位置へ移動させてティーチングする方法と、
変数へ直接座標やロボット軸の角度を入力する方法がある

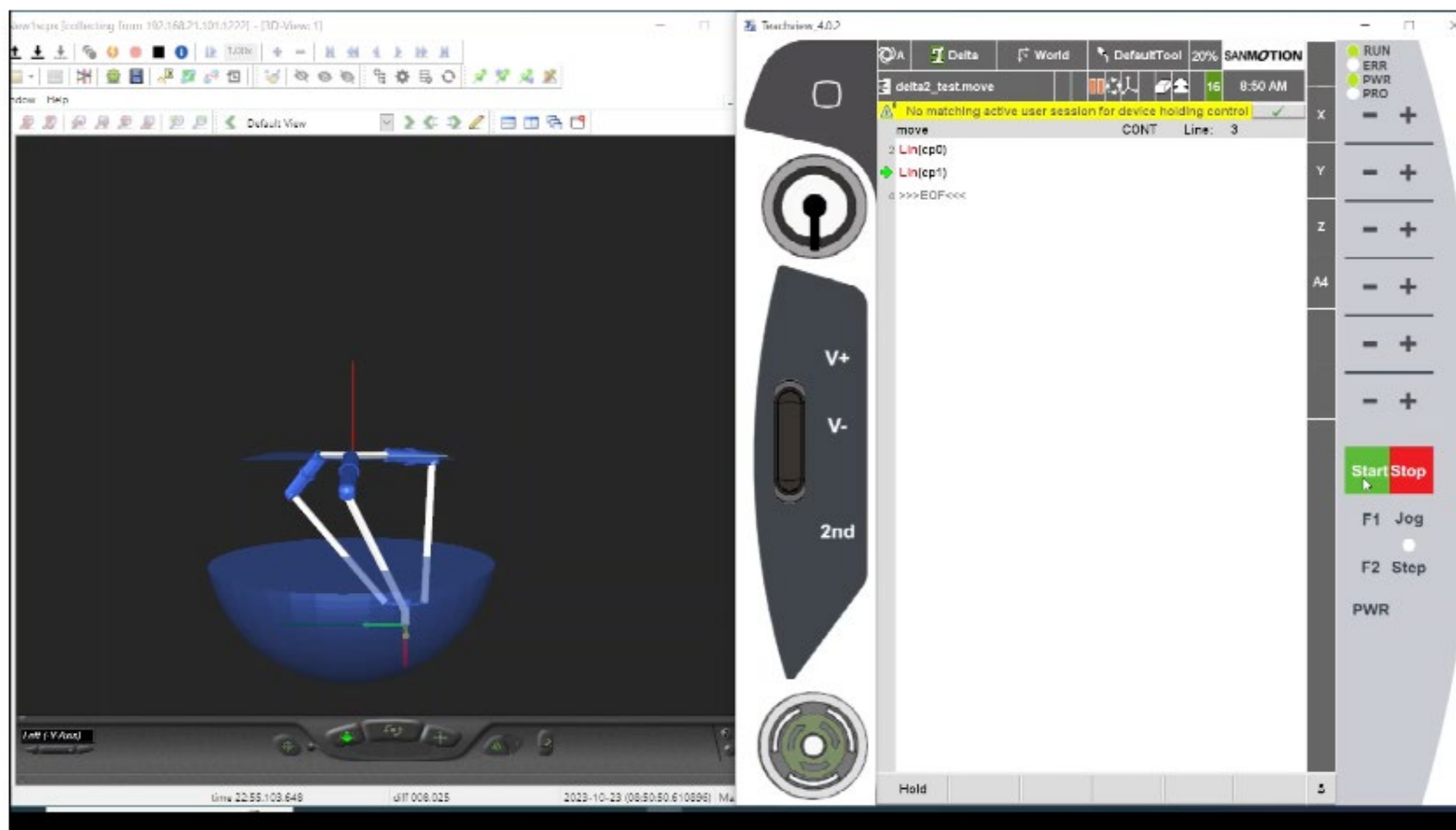


第4章 ロボットの立ち上げ（操作・プログラミング）

STEP 3 プログラム動作（2点間）による動作確認

Scope

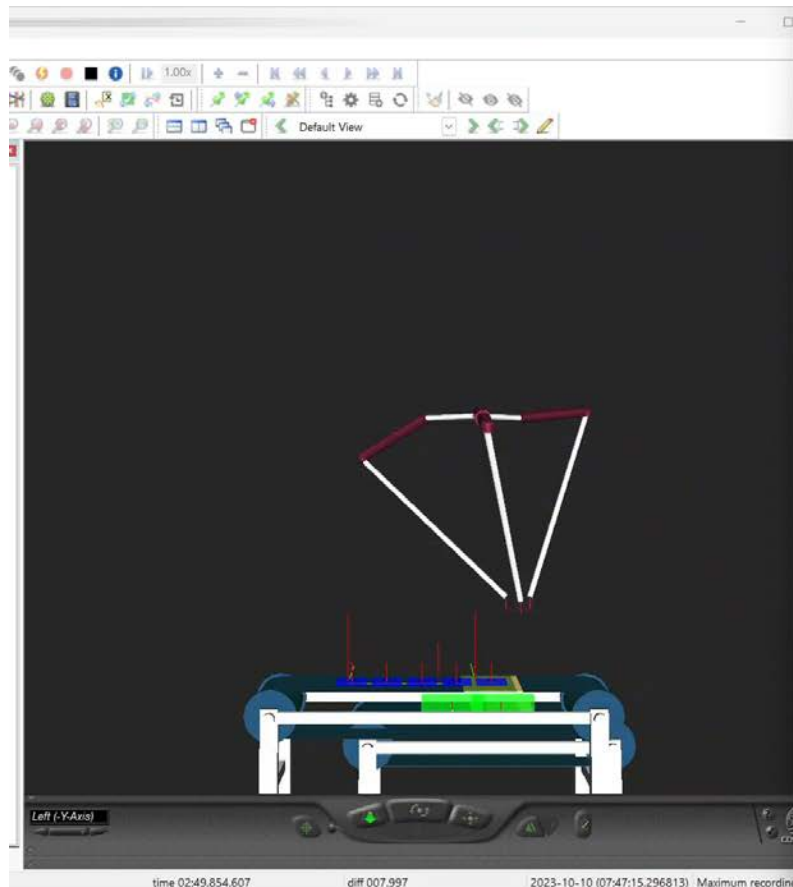
JOG画面



第4章 ロボットの立ち上げ（操作・プログラミング）

STEP 3 プログラム動作（2点間）による動作確認

Scope



JOG画面



第4章 ロボットの立ち上げ（操作・プログラミング）

使用するロボット言語

モーションコントロール (Movement)	
ポイントツーポイント移動	PTP
直線補間移動	Lin
円弧移動	Circ
距離指定 P T P 動作	PTPRel
距離指定直線補間動作	LinRel
ロボット停止	StopRobot
ロボットコマンド処理待ち	WaitIsFinished
ロボットの同時処理	WaitJustInTime
原点復帰動作	RefRobotAxis
同時原点復帰動作	RefRobotAxisAsync
原点復帰待ち	WaitRefFinished

設定 (Setting)	
動作パラメータ設定	Dyn
オーバーライド設定	DynOvr
オーバーラップ設定 (Path)	Ovl
加減速カーブ設定	Ramp
ワーク座標設定	RefSys
ツール座標設定	Tool
姿勢制御設定	OriMode

ロボット用
ティーチング
オペレータ



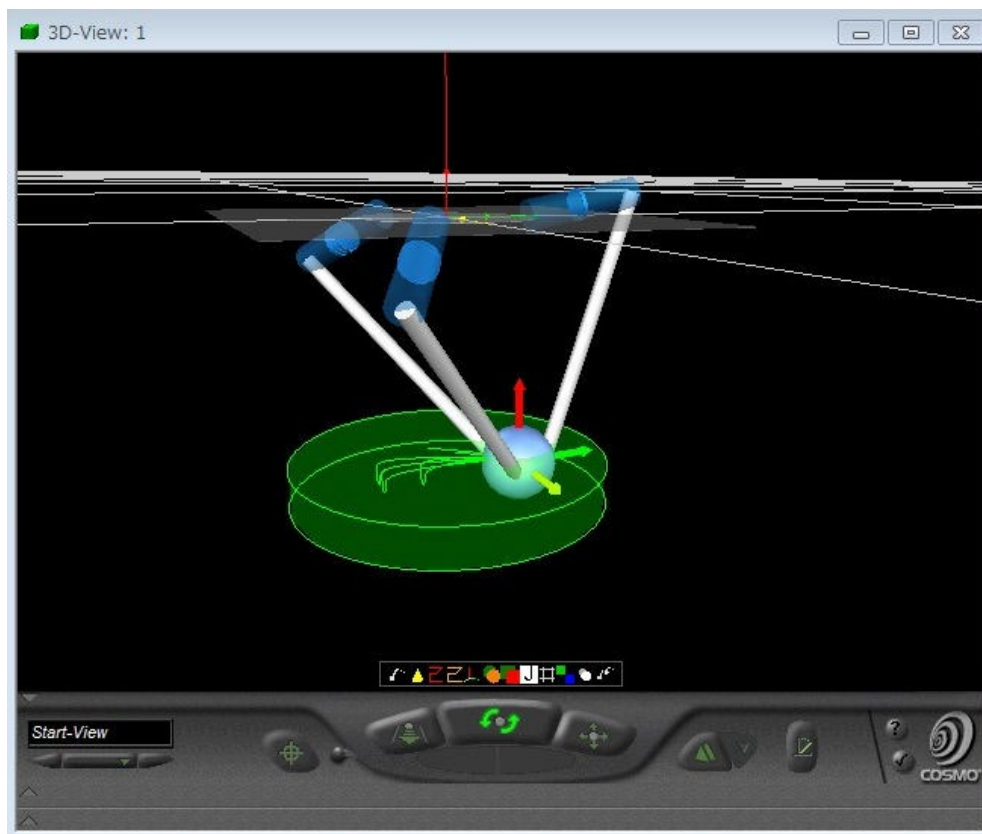
TP-C70

フローコントロール (Flow Control)	
サブルーチン呼出	CALL ...
処理待ち命令	WAIT ...
分岐命令	IF ... THEN ... END_IF
条件判断 1	ELSE
条件判断 2	ELSIF ... THEN
繰り返し制御	WHILE ... DO ...
繰り返し制御	LOOP ... DO ...
プログラム起動	RUN ...
プログラムアンロード	KILL ...
プログラム戻り	RETURN
ラベル設定	LABEL ...
無条件ジャンプ	GOTO ...
条件ジャンプ	IF ... GOTO ...

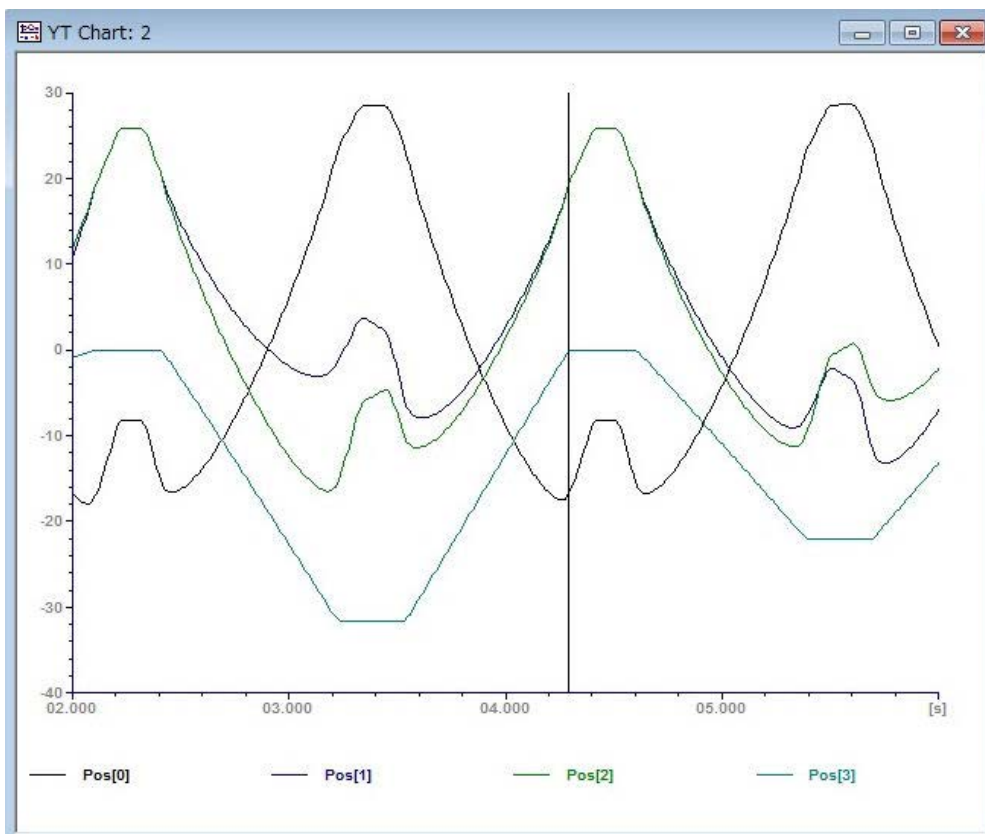
第4章 ロボットの立ち上げ（操作・プログラミング）

STEP 4 モニタリングツール（Scope）による確認

3Dシミュレーション



動作パターンの診断

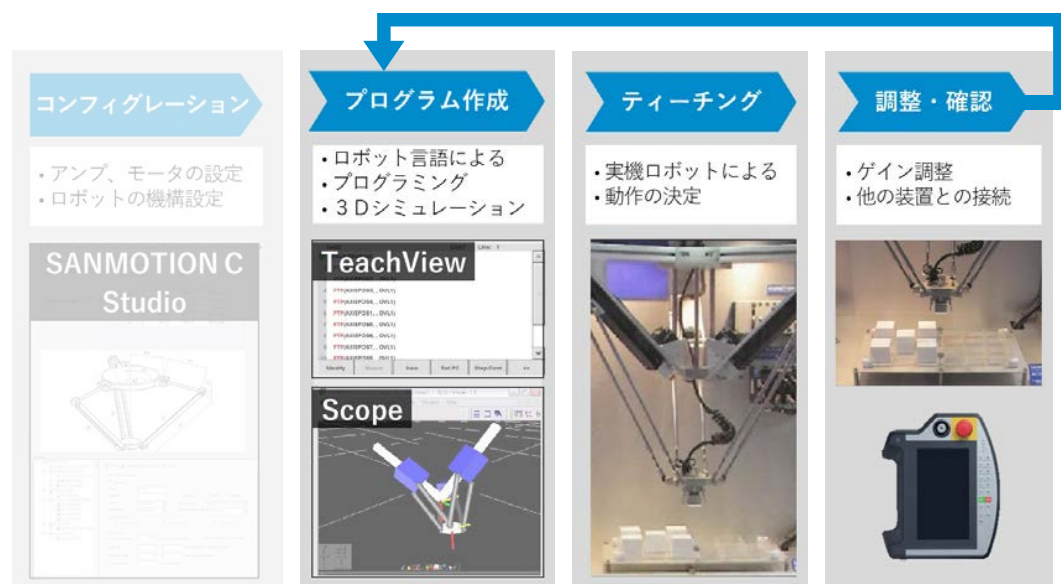


未来を自在に創造する、ロボット内製化への挑戦

- 序 章 産業用ロボット市場の現状
- 第1章 主な産業用ロボットの機構
- 第2章 ロボットによるアプリケーション開発
- 第3章 ロボットシステムの設定
- 第4章 ロボットの立ち上げ
- **第5章 ロボットアプリケーション開発**
- 第6章 応用事例



SANMOTION C システムによる開発の流れ



実機の動作確認の手順

STEP 1 システムの座標系の確認

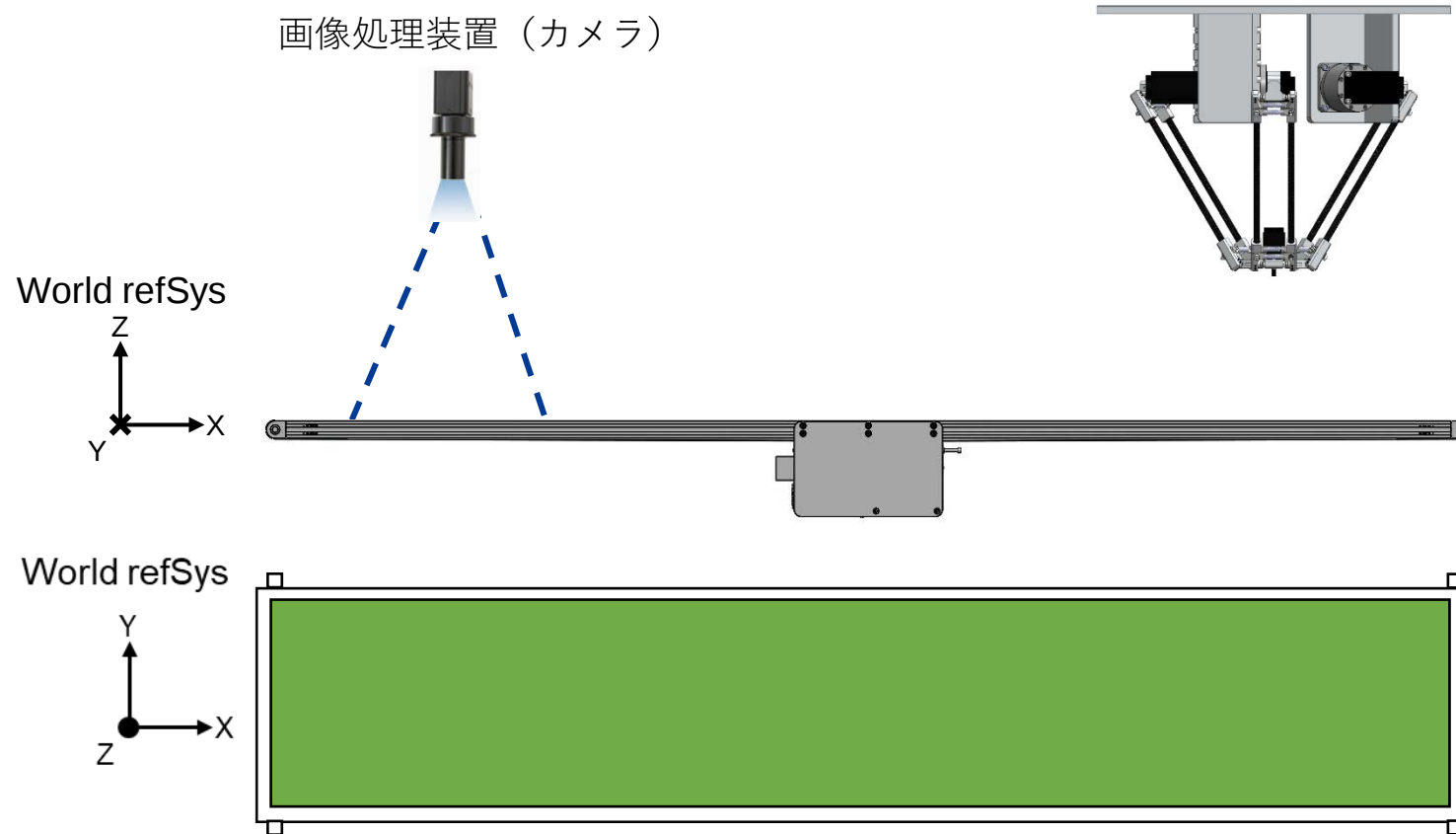
STEP 2 座標系の調整機能を用いた設定

STEP 3 動作プログラムの作成

STEP 4 モニタリングツール (Scope) による確認

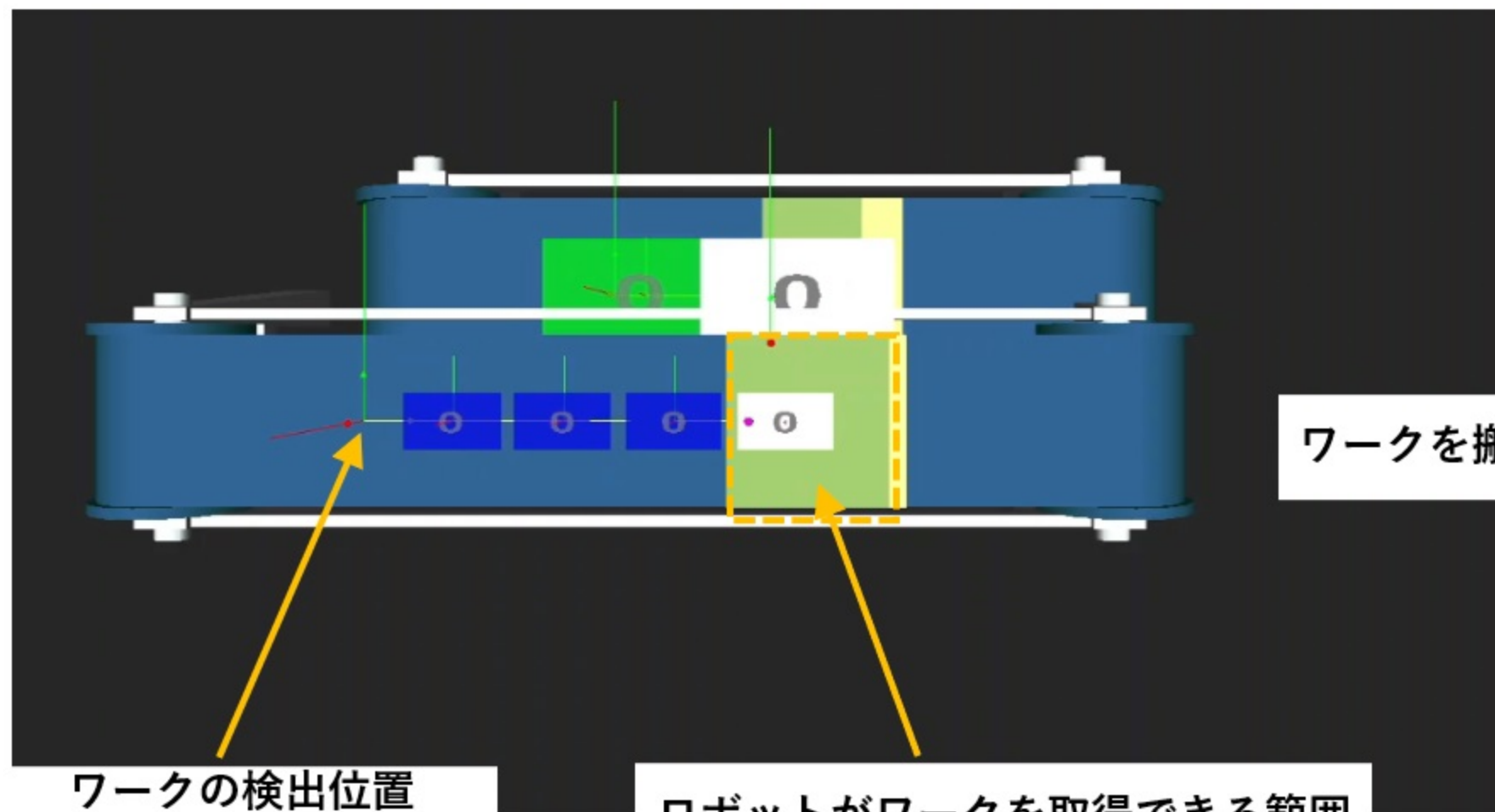
第5章 ロボットアプリケーション開発

STEP 1 システムの座標系の確認



第5章 ロボットアプリケーション開発

STEP 1 システムの座標系の確認



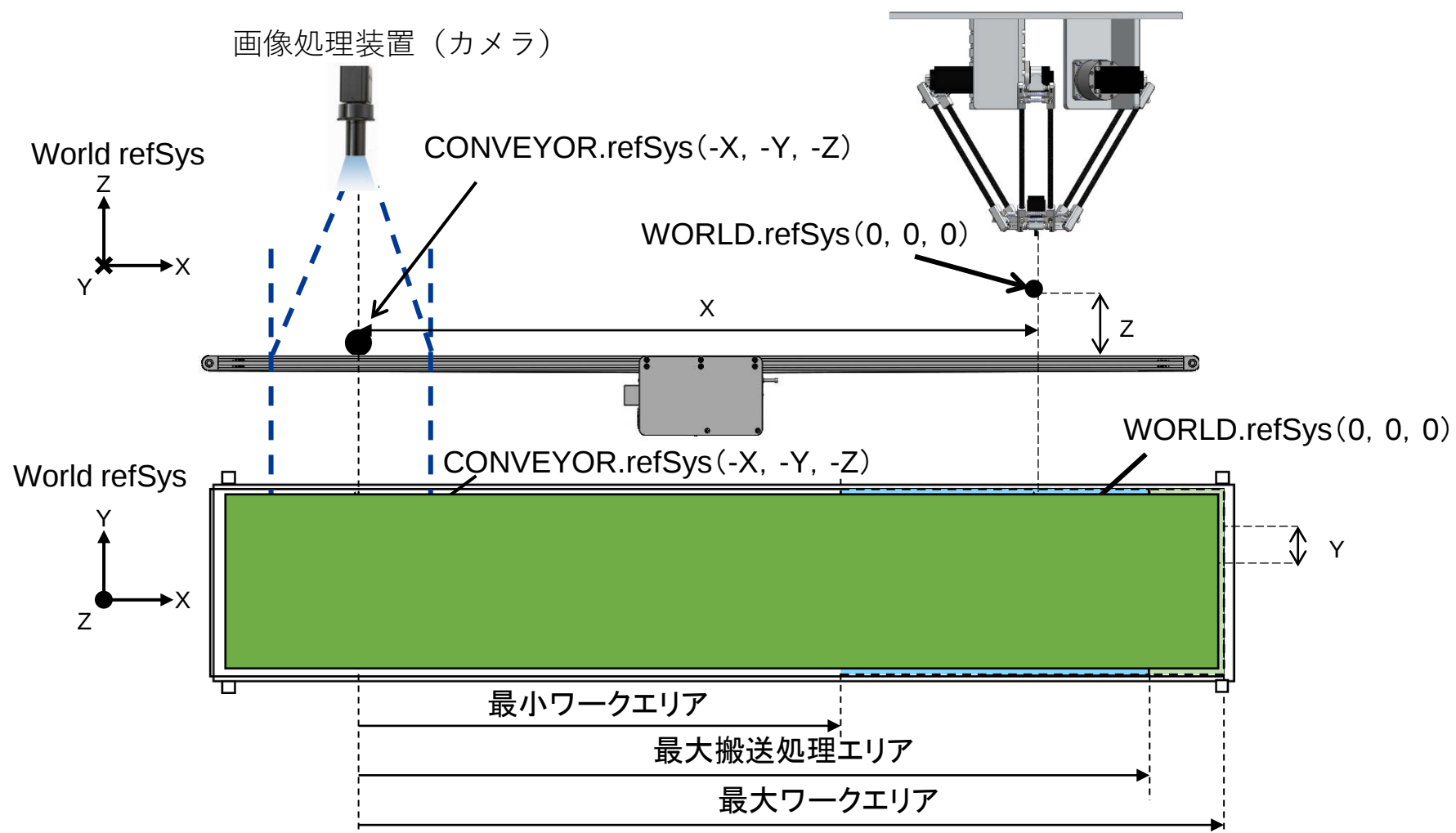
ワークの検出位置
(カメラの位置)

ロボットがワークを取得できる範囲

ワークを搬送するコンベア

第5章 ロボットアプリケーション開発

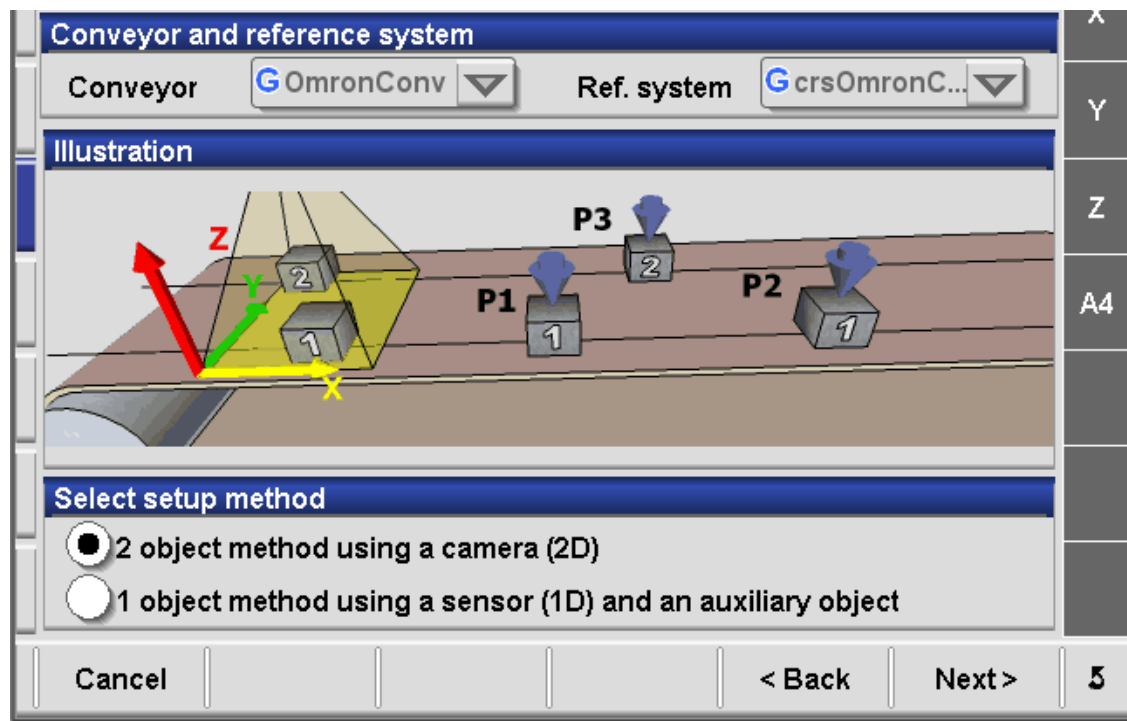
STEP 1 システムの座標系の確認



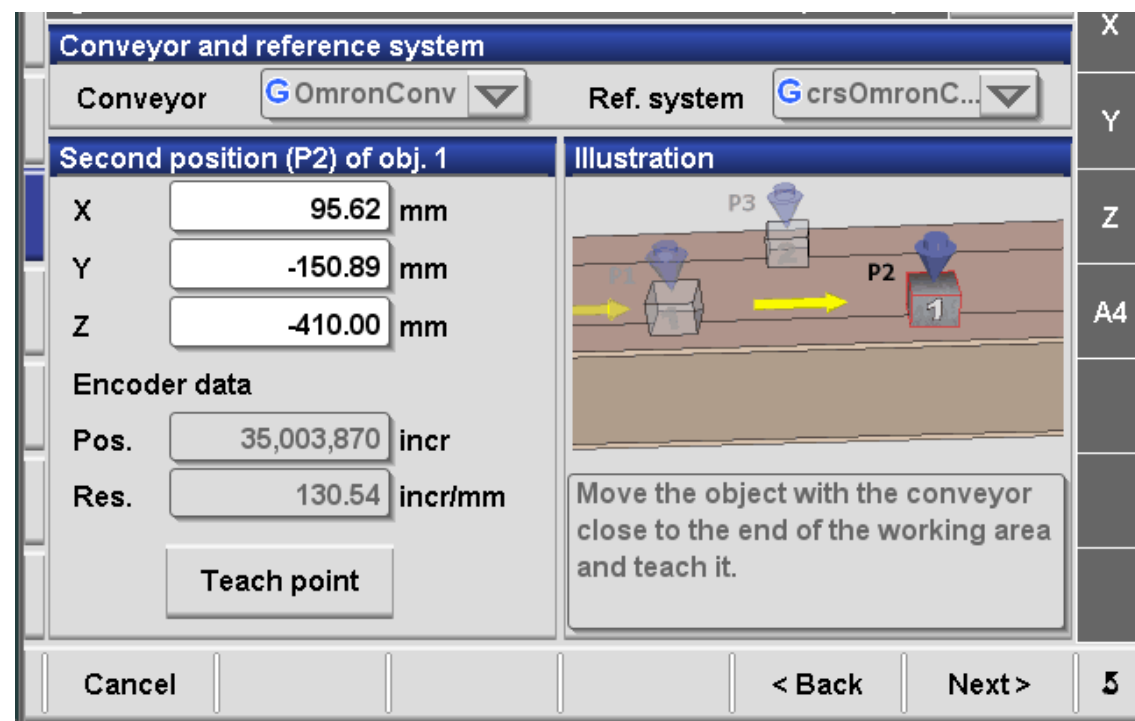
第5章 ロボットアプリケーション開発

STEP 2 座標系の調整機能を用いた設定

コンベア座標設定画面例①



コンベア座標設定画面例②



第5章 ロボットアプリケーション開発

STEP 3 動作プログラムの作成

```
homeposback CONT Line: 2
1 RefSys(World)
2 Ramp(SINE)
3 PTP(ap0)
4 conv0.Begin()
5 WaitTime(2500)
6 RefSys(crsConveyor)
7 CloseCripper.Set(FALSE)
8 OpenGripper.Set(FALSE)
9 Lin(cp0, , or0)
10 WaitIsFinished()
11
12 WHILE TRUE DO
13   IF conv0.Wait(object)
14     RefSys(crsC
15     Lin(cpos4)
16     WaitIsFinished()
17     conv0.Wait(object)
18     WaitIsFinished()
19   END_IF
```

初期設定

カメラからの情報待ち

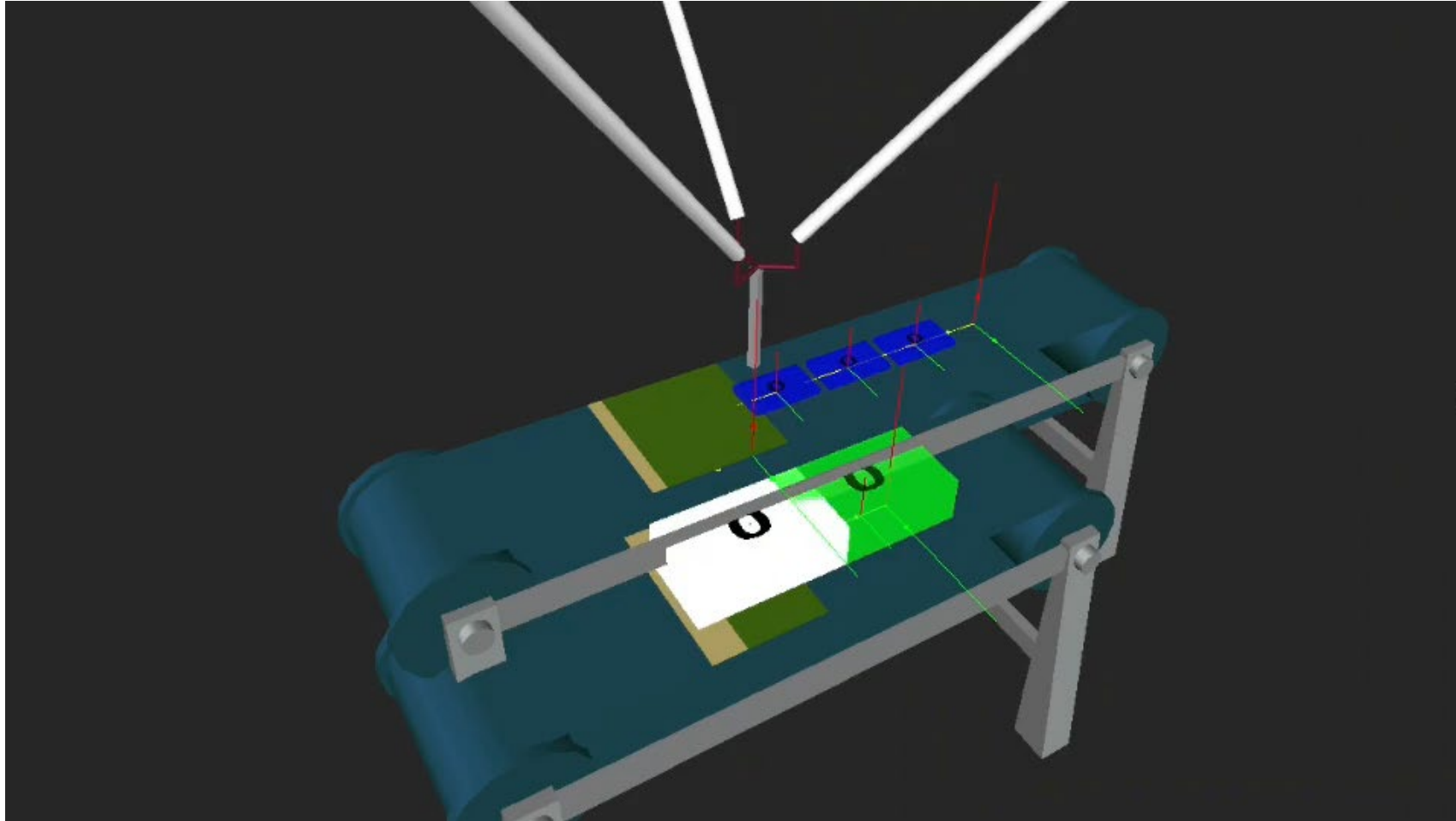
```
20 IF conv0.WaitReachable(object)
21   Info("Get a parts")
22   RefSys(object.refSys)
23   Lin(cpos2, , or0)
24   OpenGripper.Set(FALSE)
25   CloseCripper.Set(TRUE)
26   Lin(cpos3)
27   WaitIsFinished()
28   GripperClosed.Wait(TRUE, time_out)
29   Lin(cpos1, , or0)
30   conv0.Done(object, TRUE)
31   RefSys(crsConveyor)
32   Lin(cpos7A, , or0)
33   CloseCripper.Set(FALSE)
34   Lin(cpos7)
35   WaitIsFinished()
36   WaitTime(200)
37   WaitIsFinished()
38   OpenGripper.Set(TRUE)
39   Lin(cpos7B, , or0)
40   WaitIsFinished()
41   OpenGripper.Set(FALSE)
42   WaitIsFinished()
43 END_IF
44 END_WHILE
45 >>>EOF<<<
```

搬送処理

第5章 ロボットアプリケーション開発



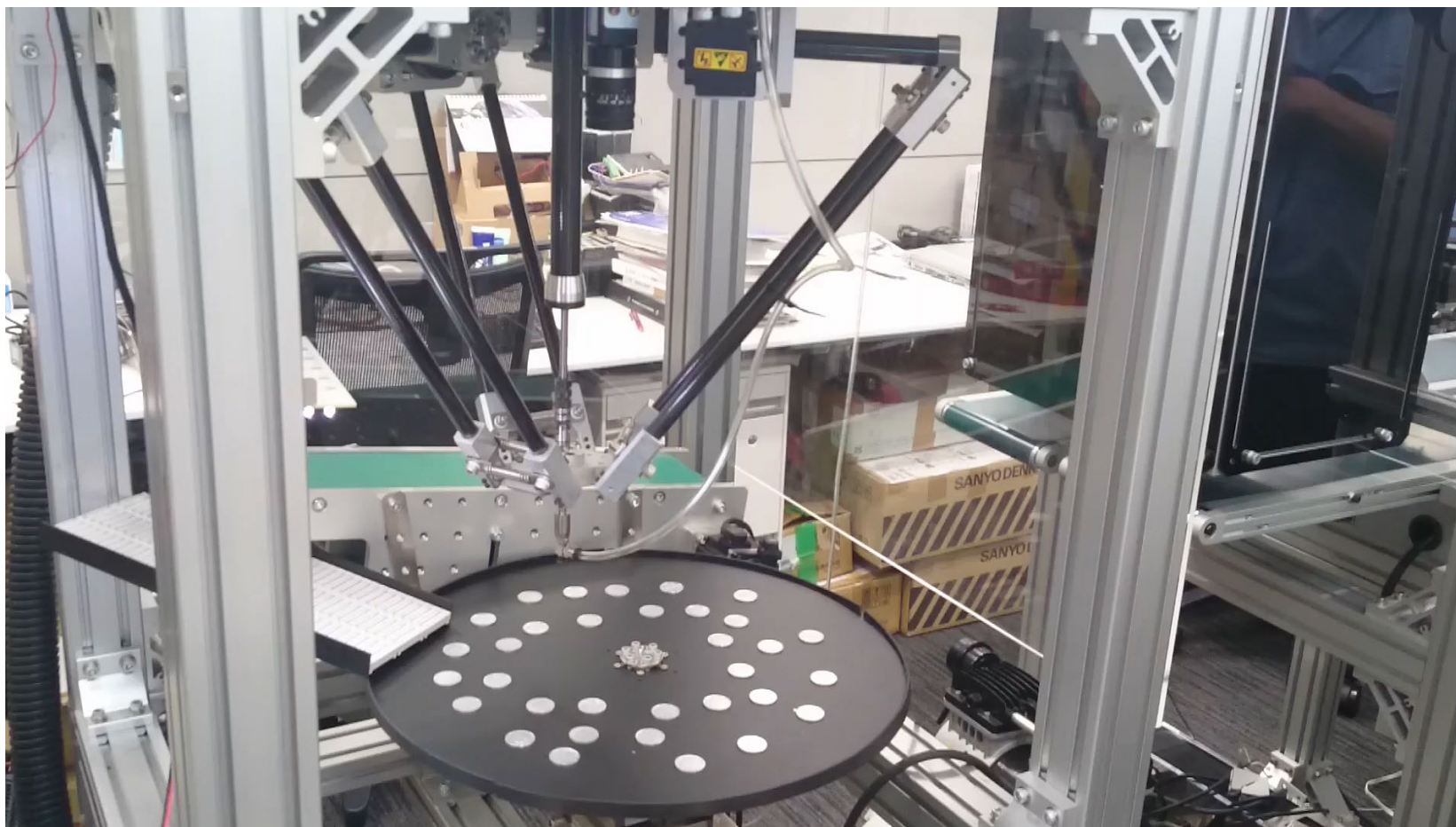
STEP 4 診断ツール（Scope）による確認



- 序 章 産業用ロボット市場の現状
- 第1章 主な産業用ロボットの機構
- 第2章 ロボットによるアプリケーション開発
- 第3章 ロボットシステムの設定
- 第4章 ロボットの立ち上げ
- 第5章 ロボットアプリケーション開発
- 第6章 応用事例



例① 円形トラッキング



SANMOTION C S200

MOTION CONTROLLER

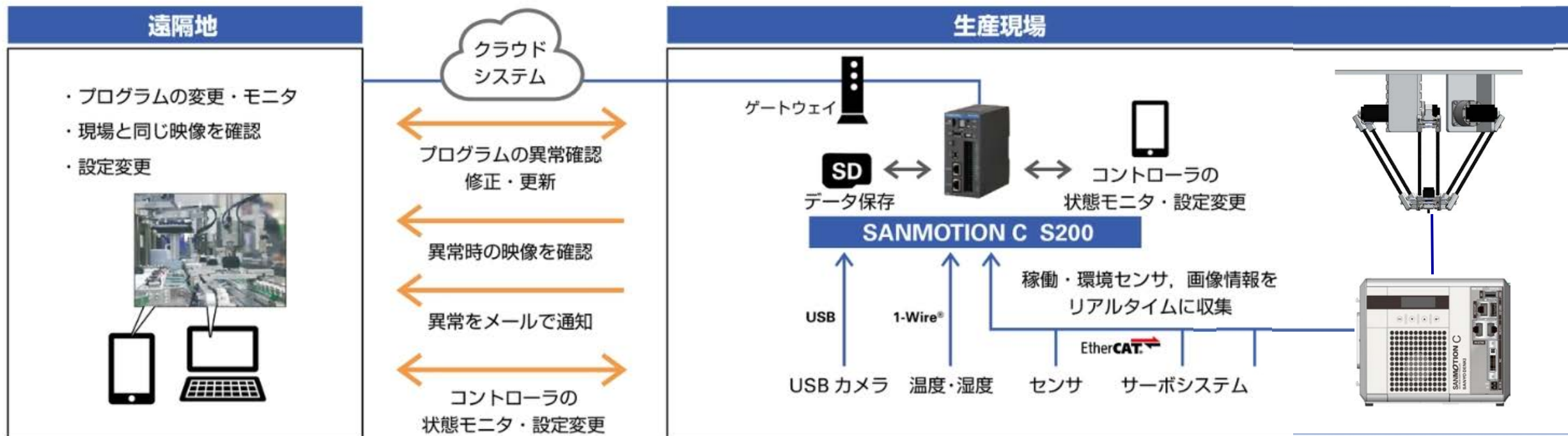
装置を遠隔で監視・メンテナンスできる
IoT 機能を持ったモーションコントローラ

モータを制御すると同時に、装置の状態をリアルタイムに監視できます。
さまざまなロボットや生産設備の生産性や品質の向上に貢献します。
用途：ロボット、搬送装置、工場の生産設備、農業・水産業などの自動化設備など



第6章 応用事例

例② 遠隔地で状態把握



ロボット内製化は難しくない

未来を自在に創造する、ロボット内製化への挑戦

山洋電気のロボット開発サポート

STEP 1 システムのご紹介

STEP 2 システムの決定

STEP 3 ご要望の聞き取り

STEP 4 ご提案

STEP 5 導入の計画

STEP 6 開発サポート

STEP 7 開発

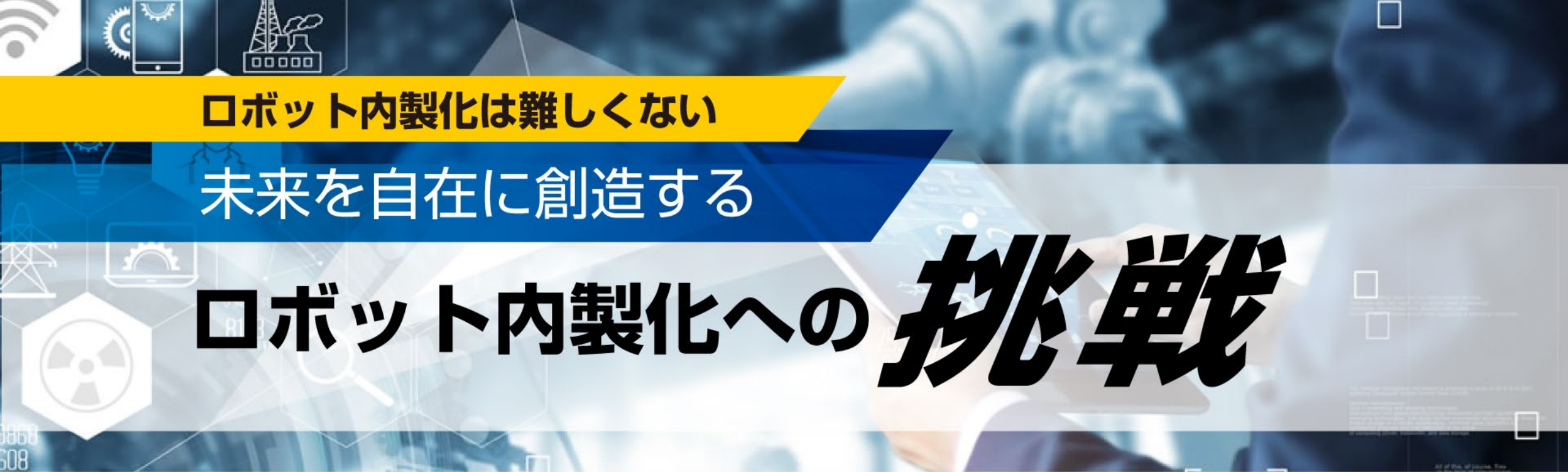
STEP 8 運用

STEP 9 アフターサービス

山洋電気

お客さま





ロボット内製化は難しくない

未来を自在に創造する

ロボット内製化への**挑戦**

END