



ハードウェアマニュアル

FRANKA RESEARCH 3

目次

1	ハードウェアマニュアルについて	6
1.1	Franka Research3 with Arm v2 の主な特徴	6
1.2	ソフトウェアおよびハードウェアのバージョン	6
1.3	適用文書	6
1.4	はじめに	7
1.4.1	対象読者およびトレーニング要件	7
2	使用権および所有権	7
2.1	一般	7
2.2	識別	7
3	法人設立宣言書および証明書	8
3.1	法人設立宣言	8
3.2	証明書	10
3.3	その他の声明	10
3.3.1	RoHS/ REACH/ WEEE/ 電池指令	10
3.3.2	中国RoHS 2	11
3.4	機器への表示	12
4	安全	14
4.1	安全に関する指示および一般的な指示	14
4.2	免責事項	15
4.3	使用目的	15
4.4	誤用	15
4.5	ロボット操作時の一般的な危険性と安全対策	16
4.6	危険性および安全対策に関連するアプリケーション	19
4.7	安全周辺機器の設置	21
4.8	フェイルセーフロックシステム	22
4.9	アームの手動移動	23
4.10	安全機能	25
4.11	ロボットシステムの計画および初期設置追加情報	29
5	装置概要	33
5.1	アーム	34
5.2	制御	42
6	納品範囲および付属品	43
6.1	箱に含まれるもの	43
6.2	箱に含まれないもの	45

6.3	利用可能なスベアパーツとアクセサリ	45
7	取付・設置	46
7.1	機器の開梱	47
7.2	適切な設置場所	52
7.2.1	最大・安全確保スペース	52
7.2.2	周囲環境条件：アーム	53
7.2.3	周囲環境条件：制御	55
7.3	設置場所の準備	56
7.3.1	アーム	56
7.3.2	制御	58
7.4	アームの取り付け	59
7.5	制御装置の位置決め	61
7.6	配線電氣的設置	62
7.7	ロボットインターフェースへの接続	63
7.7.1	接続図	63
7.7.2	インターフェース	63
7.7.3	機能接地接続	65
7.7.4	配線	66
7.8	エンドエフェクタの取り付け	71
7.9	Franka Researchの使用と配置に関する実用的なヒント 3	73
7.9.1	エネルギー消費	73
7.9.2	ESD 制限	73
7.9.3	作業領域の設計	74
7.9.4	全7関節の基準位置	75
7.9.5	個人の安全と人間工学	76
8	使用方法	78
8.1	電源投入	78
8.2	Franka Research の安全関連3	80
8.2.1	ロボットシステムの自己診断	80
8.2.2	安全機能の定期的なテスト	81
8.2.3	非常停止のテスト	81
8.3	電源オフと再起動	83
9	ロボットLEDインジケータースystem	84
9.1	ステータスインジケータの概要	84
9.2	LED 作動時の動作	85

9.3	点滅パターン	86
9.4	LED優先ロジック	86
9.5	LEDカラー参照表	86
10	保守および廃棄	89
10.1	メンテナンス	89
10.2	清掃	89
10.3	廃棄	90
10.4	制御装置の機械的交換	90
11	トラブルシューティング	91
12	技術データ	91
12.1	配送および輸送時の環境	92
13	輸送および取り扱い	92
13.1	手順	92
13.1.1	ステップ1. アームの輸送姿勢	93
13.1.2	ステップ2. 取り扱いと持ち上げ	93
13.1.3	ステップ3. アームの再梱包	95
14	付録	97
14.1	停止時間と距離	97
14.2	停止カテゴリ 0	98
14.3	停止カテゴリ 1	99
14.3.1	ジョイント 1	100
14.3.2	接合部 2	100
14.3.3	ジョイント 3	102
14.3.4	ジョイント 4	102
14.4	停止カテゴリ 2	102
14.4.1	ジョイント 1	103
14.4.2	ジョイント 2	104
14.4.1	ジョイント 3	105
14.4.2	時間 共同 4	106
14.5	応答時間	107
14.6	安全位置精度	107
15	用語集	108
16	索引	113
17	図表一覧	115

1 ハードウェアマニュアルについて

本ハードウェアマニュアルは、Frankaロボットの安全かつ正しい使用を確保するために必要な情報を提供します。ロボットの構成部品の識別、一般的なメンテナンスの実施、内蔵安全機能の理解、初期設定と使用に関する段階的な手順の遵守について、詳細なガイダンスが含まれています。

ロボットを操作する前に、すべての担当者は本マニュアルを読み、内容を完全に理解する必要があります。安全な操作には、本マニュアルに記載されているすべての安全ガイドラインと取り扱い指示を厳守することが求められます。

1.1 Franka Research 3 with Arm v2 の主な特徴

フランカ・リサーチ3 (FR3) の最新アップデートにより、実績ある設計がさらに強化され、機能性と全体的なユーザー体験が向上しました。

この更新版マニュアルでは、主な変更点を以下に示します：

美的改良：

- アームの外観デザインが刷新され、最新のブランディング要素を取り入れつつ、象徴的な外観は維持されています。
- 構造を簡素化し、不要な複雑さを排除することで、デザインをさらに最適化しました。

ユーザーエクスペリエンスの向上：

アームに新たな視覚的インジケータを追加し、設置時と操作時の両方で使いやすさを向上させました。

1.2 ソフトウェアおよびハードウェアのバージョン

本ハードウェアマニュアルは、Armバージョンv2.0を搭載したFranka Research 3に適用されます。このバージョンは、システムイメージバージョン5.6.0および5.8と互換性があります。

1.3 適用文書

本マニュアルに加え、以下の文書も適用されます：

- **操作マニュアル**：システムイメージバージョン5.6.0搭載 Franka Research 3
- **操作マニュアル**：システムイメージバージョン5.8搭載 Franka Research 3
- **文書番号**：R02216

1.4 はじめに

1.4.1 対象読者および必要なトレーニング

本マニュアルは、Franka Research 3システムの設置、操作、および保守を担当する有資格技術者を対象としています。

ユーザーは以下を満たす必要があります：

- 産業用ロボットの取り扱いに関する訓練を受けており、適用される安全規制（例：EN ISO 10218-2）に精通していること。
- 基本的な機械的・電気的安全原則を理解していること。
- 雇用主から記載された作業の実施を許可されていること。

訓練を受けていない者、または許可されていない者は、本製品の設置、操作、保守を行うことはできません。

2 使用権および所有権

2.1 一般

保護された商標

本マニュアルでは、本文中に明示的に記載されていない保護された商標について言及しています。そのような記載がない場合でも、対応する製品名が第三者の権利を侵害していないことを意味するものではありません。以下の商標は保護された商標です：

Franka および Franka Robotics は登録商標です。

Microsoftは米国およびその他の国における登録商標であり、WindowsはMicrosoft Corporationの表示です。

GOOGLE、Mozilla、Firefox、CHROME、ITEM は登録商標です。

商標権

責任者は、Franka Roboticsの商標、ロゴ、または商号に関するいかなる権利または請求権も付与されません。

2.2 識別

識別情報の除去

著作権表示、シリアル番号、および製品またはオペレーティングソフトウェアを識別するその他の表示は、除去または変更してはなりません。

3 法人設立宣言および証明書

3.1 組み込み宣言

Declaration of Incorporation according to directive 2006/42/EC on machinery (Annex II B) for partly completed machinery		
--	--	--

Description of the partly completed machinery:

Product identification: Franka Research 3 components: *Control, Arm*

Model/Type:

Control (#295341) in combination with *Arm FR3* (#309969).

We declare that the product complies with the following essential safety and health requirements set out in Annex I of the Machinery Directive 2006/42/EC:

1.1.2; 1.1.3; 1.1.5; 1.1.6; 1.2.1; 1.2.2; 1.2.3; 1.2.4.1; 1.2.4.2; 1.2.4.3; 1.2.4.4; 1.2.5; 1.2.6; 1.3.1; 1.3.2; 1.3.3; 1.3.4; 1.3.6; 1.3.7; 1.3.8; 1.3.8.1; 1.3.8.2; 1.3.9; 1.4.1; 1.4.2.1; 1.4.2.2; 1.4.3; 1.5.1; 1.5.2; 1.5.3; 1.5.4; 1.5.5; 1.5.6; 1.5.8; 1.5.9; 1.5.10; 1.5.11; 1.5.13; 1.5.14; 1.6.1; 1.6.3; 1.6.4; 1.7.1; 1.7.1.1; 1.7.1.2; 1.7.2; 1.7.3; 1.7.4; 1.7.4.1; 1.7.4.2; 2; 2.2.1; 2.2.1.1; 4; 4.1.2.3; 4.2.1; 4.3.3; 4.4.2

In addition, the partly complete machinery is in conformity with the following EU Directives:

Directive 2014/35/EU relating to electrical equipment (LVD)

Directive 2014/30/EU relating to electromagnetic compatibility (EMC)

Directive 2011/65/EU relating to hazardous substances in electrical and electronic equipment (RoHS)

Directive 94/62/EC relating to packaging and packaging waste

We declare that the relevant technical documentation is compiled in accordance with part B of Annex VII.

Applied harmonized standards:

Electrical safety

Standard	Name
EN 60204-1:2018	Safety of machinery – Electrical equipment of machines
IEC 60204-1:2016	– Part 1: General requirements
EN 60664-1:2007	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems –
IEC 60664-1:2007	Part 1: Principles, requirements and tests
EN 60664-4:2006	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems –
IEC 60664-4:2005	Part 4: Consideration of high-frequency voltage stress
EN 60529:1991/A1:2000/A2:2013	Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)
IEC 60529:1989/AMD1:1999/A2:2013	
EN 61010-1:2010/A1:2019/AC:2019-04	Safety requirements for electrical equipment for measurement,
IEC 61010-1:2010/AMD1:2016/COR1:2019	control, and laboratory use – Part 1: General requirements
EN IEC 61010-2-201:2018	Safety requirements for electrical equipment for measurement,
IEC 61010-2-201:2017	control, and laboratory use – Part 2-201: Particular requirements for control equipment
EN 61800-5-1:2007/A1:2017-04	Adjustable Speed Electrical Power Drive Systems
IEC 61800-5-1:2007	– Part 5-1: Safety requirements – Electrical, thermal and energy
/AMD1:2016	

Machinery safety

Standard	Name
EN ISO 10218-1:2011	Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots
ISO 10218-1:2011	– Part 1: Robots
EN ISO 12100:2010	Safety of machinery – General principles for design
ISO 12100:2010	– Risk assessment and risk reduction

Document No.: R02011

Page 1/2

EN ISO 13849-1:2015 ISO 13849-1:2015	機械の安全 — 制御システムの安全関連部分
EN ISO 13849-2:2012 ISO13849-2:2012	- 第1部：設計の一般原則
EN ISO 13849-3:2012	機械の安全 — 制御システムの安全関連部分
EN ISO 14118:2018 SO 14118:2017	- 第2部：検証
EN 61310-1:2008 IEC 61310-1:2007	機械の安全 — 非常停止機能
EN 61310-2:2008 IEC 61310-2:2007	- 設計の原則
	機械の安全性
	— 予期せぬ始動の防止
	機械の安全 - 表示、表示、操作
	- 第1部：視覚、聴覚及び触覚信号の要求事項機械の安全性 - 表示、標示及び操作
	- 第2部：表示に関する要求事項
EMC	
規格	
EN IEC 61010-6-1:2019 IEC 61000-6-1:2016 EN IEC 61010-6-2:2019 IEC 61010-6-2:2016	Nama
EN 61000-6-3:2007 /A1:2011/AC:2012-08 IEC 61000-G-3:2020	電氣的互換性 (EMC) — 第6-1部：一般規格
EN IEC 60116-4:2019 IEC 61010-6-4:2018	- 住宅、商業及び軽工業環境における耐性規格
EN 61000-6-7:2015 IEC 61000-6-7:2014	電氣的互換性 (EMC) — 第6-2部：一般規格
	- 産業環境用イミュニティ規格
	電氣的互換性 (EMC) - 第6-3部：一般規格
	— 住宅、商業及び軽工業環境におけるエミッション規格
EN 61326-3-1:2017 IEC 61326-3-1:2017	電氣的互換性 (EMC) - パート 6-4：一般規格
	- 産業環境におけるエミッション規格
CISPR 11:2015+AM01:2016	電氣的互換性 (EMC) - 第6-7部：一般規格
*AMD2:2019 CSV	- 産業用施設における安全関連システム (機能安全) の機能を実行する機器の耐性要求事項
	計測、制御及び実験室用電気機器 — EMC要求事項 - 第3-1部：安全関連システム及び安全関連機能 (機能安全) を実行することを意図した機器に対する耐性要求事項
	— 一般産業用途
	産業用、科学用及び医療用機器
	- 高周波妨害特性 - 測定限界と方法

市場監視当局からの合理的な要求に応じて、完成機械に関する関連文書を提出することを約束します。工業所有権は影響を受けません。

Important note!

部分的に完成した機械は、組み込まれる最終機械が機械指令2006/49/ECの規定に適合していると宣言されるまで、また必要に応じて付属書II Aに基づくCE適合宣言が発行されるまで、使用してはならない。

EUにおける代表者（関連技術文書の作成を許可された者）

関連技術文書作成権限を有する代表者：

Franka Robotics GmbH
Frei-Otto-Straße 2D 80797 München Germany

製造者：Franka Robotics GmbH

Frei-Otto-Straße 2D 80797 München Germany

日付、場所

2025年9月26日

ドイツ、ミュンヘン

ジン・ジェンシュン、CEO



Document No.: R02011

Page 2/2

3.2 認証

TÜV SÜD RAILによる認証書およびTÜV SÜD PSによる証明書は、以下のリンクからご覧いただけます：www.franka.de/documents

3.3 追加声明

3.3.1 RoHS / REACH / WEEE / 電池指令

詳細情報
ステータス: 2022年4月1日 Franka Research 3
<p>有害物質の使用制限 (RoHS) :</p> <p>コンポーネント「Control」および「Arm」は、EU RoHS指令2011/65/EUの適用範囲には該当しませんが、均質材料において許容される制限物質および最大濃度値の要件を満たしています：</p> <ul style="list-style-type: none">鉛 (0.1 %)水銀 (0.1%)カドミウム (0.01 %)六価クロム (0.1%)ポリ臭化ビフェニル (PBB) (0.1%)ポリ臭化ジフェニルエーテル (PBDE) (0.1%) <p>以下の例外も適用されます：</p> <p>6a: 加工用銅および亜鉛めっき鋼における合金元素としての鉛（亜鉛めっき鋼中の鉛含有量は重量比で最大0.35%まで） %</p> <p>6b: アルミニウム合金中の合金元素としての鉛（鉛含有量0.4重量%以下） 6c: 鉛含有量4重量%以下の銅合金</p> <p>7a：高融点はんだ（すなわち、鉛を85重量%以上含む鉛ベースの合金）中の鉛</p> <p>7c-I：誘電体セラミック以外のガラスまたはセラミックに鉛を含む電気・電子部品</p> <p>コンデンサ、例えば圧電電子デバイス、またはガラスまたはセラミックマトリックス複合材料において</p>
<p>REACH:</p> <p>FRANKA ROBOTICS GmbHはREACHで定義される「下流ユーザー」です。当社の製品は化学製品（製造品）以外の製品のみです。さらに、通常の使用条件および合理的に予測可能な条件下では、いかなる物質も放出されません（REACH第7条）。</p> <p>当社は、公表されているECHA候補リスト（SVHC）に記載された物質について、RoHS例外規定（上記参照）の対象となる場合を除き、当社製品がこれらを質量比0.1%を超えて含有しないことを確認します。ECHA候補リストで公表された追加物質は当社製品と照合され、新たに追加された物質のいずれかが当社製品に含まれていることが判明した場合は、直ちにご連絡いたします。</p> <p>本確認書は、当社サプライヤーから現在入手可能な情報に基づいて作成されています。</p>
<p>WEEE指令：</p> <p>コンポーネント「Control」および「Arm」は、電気機器の回収・リサイクル・再生に関するWEEE指令2002/96/ECの対象外です。</p>

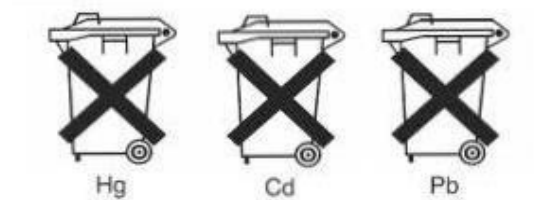
電池指令:

製品「Control」にはBIOS用電池が含まれています。

電池の廃棄について:

充電式および非充電式電池は、電池指令2006/66/ECに基づき回収する義務があります。一般廃棄物として廃棄しないでください。法令に基づき、リサイクル業者へ持ち込んでください。電池はリサイクルされます。

×印の付いたゴミ箱マークの下に表示されている記号は、鉛 (Pb)、カドミウム (Cd)、水銀 (Hg) のいずれかを示しています。



3.3.2 中国RoHS 2



部品名 部件名称	有毒および有害物質および元素 / 有毒和有害的物质和元素					
	鉛 鉛 鉛	水銀 汞 (Hg)	カドミウム 鎘 (Cd)	六価クロム 六価クロム (Cr (VI))	ポリ臭化ジフェニル 多溴化ジフェニ ル (PBB)	ポリ臭化ジフェニルエーテル 多溴化ジフェニルエーテル (PBDE)
制御 コントローラー	X	O	O	O	O	O
アーム FP3 アーム FP3	X	O	O	O	O	O
ロボット接続ケーブル 接続ケーブル 2.5m / 5m / 10m	O	O	O	O	O	O
緊急停止装置 緊急停止装置	O	O	O	O	O	O
外部有効化デバイス 外部サポートデバイス	O	O	O	O	O	O

本表はSJ/T 11364-2006の規定に基づき作成された。

本表はSJ/T 11364-2006の規定に基づき作成されています。

O: 当該部品の均質材料全体に含まれる当該有害物質が、GB/T 26572-2011の制限要求値を下回っていることを示す。

O: 表示该部分所有均质材料中的所述有害物质低于GB/T 26572-2011的限量要求。

X: 本部品に使用された均質材料のうち少なくとも1つに含まれる当該有害物質が、GB/T 26572-2011の制限要求値を超えていることを示す。

X: 本試験用均質材料中少なくとも一種に含まれる有害物質がGB/T 26572-2011の限量要求を超過していることを示す。

(企業は実際の状況に基づき、この欄に「X」表示の技術的説明を追加記載することができる)

(企業は実際の状況に基づき、この欄に「X」表示の技術的説明を追加記載することができる)

3.4 機器への表示

3.4.1 アーム

型式ラベル

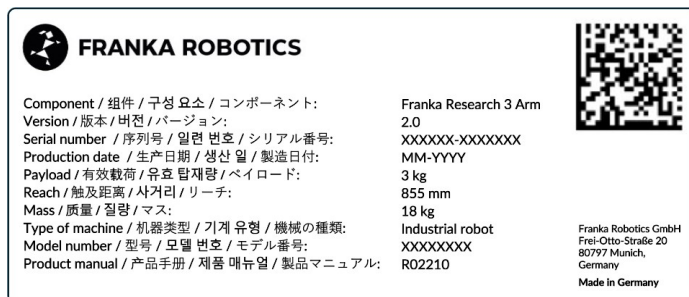


図1: 型式ラベル

緊急解除ラベル

緊急時には、アーム上に3つの緊急解除ラベルが設置されており、これらは緊急解除ツールを挿入してフェイルセーフロックシステムを手動で解除する必要がある挿入位置を示しています。



図2: 緊急解除ラベル



警告

緊急解除ツール使用時のアーム落下による危険

関節のロック解除時にアームに挟まれる危険性

- ロック解除前および解除中はアームを支えてください。
- アームのリンクの間や下部に頭部やその他の身体部位を置かないでください。
- アーム、エンドエフェクタ、または固定物体のリンク間に身体の一部（特に手、指）を挟まないでください。
- アームの電源が入っている間は、緊急解除ツールを使用しないでください。
- 付属の緊急解除ツールのみを使用してください。
- 緊急解除ツールはアームの近くに保管してください。

高温表面ラベル



図 3: 高温表面ラベル



高温表面およびガイド

周囲温度が30°Cを超えると、ロボット表面が触れないほど高温になる可能性があります。そのため、実行モードでのアシスト機能の使用は30°C以上では許可されません。

機能接地ラベル

機能接地ラベルは、アームに機能接地を接続できる位置を示しています。



図4: 機能接地ラベル

リフティング位置ラベル

リフティング位置ラベルは、アームを持ち上げることができる位置を示しています。



図5：リフティング位置ラベル

3.4.3 外部有効化デバイス

タイプラベル



図 6: タイブラベル外部装置

3.4.4 非常停止装置

タイプラベル



図 7. タイブラベル 非常停止装置

4 安全

4.1 安全に関する指示および一般的な指示

警告表示

装置の設置、起動、操作の前に、本マニュアルおよび追加文書を注意深く読みください。安全に関する指示および一般的な指示に注意してください。

警告表示は以下のように表示されます：



注意

注意：回避しなければ軽傷または中等度の負傷につながる危険な状況を示します。

本マニュアルで使用される警告表示は以下の通りです：



危険

危険は、回避しなければ死亡または重傷を負う危険な状況を示します。



警告

警告は、回避しなければ死亡または重傷を負う可能性のある危険な状況を示します。

注意

注意は、重要ではあるが危険に関連しない情報を示します。

安全指示

安全指示は厳守すべき手順を示します。

表示



追加情報を入手できる場所を示します。

4.2 責任に関する通知

Franka Research 3は関連する品質基準に基づいて開発されました。開発過程においてEN ISO 12100に基づく危険性・リスク評価が実施され、これがFranka Research 3および本マニュアルの基礎となっています。

本文書は、部分的に完成した機械としてのFranka Research 3の組立手順書を含みます。最終機械への組み込みにおいて安全と健康を損なわないために満たすべき条件（例：機械指令2006/42/ECの付属書I）の説明が含まれています。

4.3 使用目的

Franka Research 3は、学術機関および産業環境における研究開発専用設計されています。本システムは、安全上の注意と潜在的な危険性を認識した上で、技術的に健全な状態において、所定の目的範囲内かつ技術仕様および動作条件に従ってのみ使用してください。

本 Franka Research 3 システムは、本マニュアルに記載された用途にのみ使用することを意図しています。

ロボットが動作すべき通常および拡張動作条件については、第12章「技術データ」を参照してください。
および第7.2章「適切な設置場所」。

4.4 誤用



危険

Franka Research 3の誤用

生命の危険、負傷の危険、機能障害の危険、ロボットおよびその他の物的資産への損傷の危険。

- Franka Research 3 は、技術的に健全な状態でのみ使用してください。
- フランカ・リサーチ3は、本書に記載された周囲環境および動作条件下でのみご使用ください。

Franka Research 3の誤用は、製造元の保証および責任を無効にします。意図された用途と異なる使用はすべて誤用とみなされ、許可されません。

誤用とは、本マニュアルおよびスタートガイドに記載されている警告、注意事項、指示から逸脱した使用を指し、特に以下の使用を含みますが、これらに限定されません：

- 人または動物の輸送
- 梱包状態およびオリジナル包装なしでの輸送
- 登攀補助としての使用
- アームへの寄りかかり

- 爆発の危険性がある区域での使用
- 地下での使用
- 放射性物質の取り扱い用
- 屋外での使用
- 医療製品としての使用
- サービスアームとしての使用（例：高齢者介護用）
- 子供がいる場所での使用
- 液体の取り扱い
- 垂直以外のあらゆる取り付け位置での使用
- 指定された動作限界外での使用

Franka Roboticsが明示的に許可していないFranka Research 3の改造は禁止されており、保証および責任請求の喪失につながります。許可されていない改造には以下が含まれますが、これらに限定されません：

- 機械構造のいかなる改造も
- 塗装
- FE認定機器を使用しない場合のロボット構造のラッピングFranka RoboticsがFranka Research 3に

対して許可する変更は以下の通りです：

- 外部ケーブルガイドシステムの設置（システムの動作および制御特性に影響を与える可能性があります）
- フランジへの機器取付
- ネジ穴のカバー

アームおよび制御筐体、その他の機器の分解は禁止されています。

ロボットは、十分なスペースと安全な使用が確保できる場所でのみ使用してください。

フランカ・ロボティクスは、取り付けられた機器による損傷、または誤使用による損傷について責任を負いません。

4.5 ロボット操作時の一般的な危険性と安全対策

危険性の概要

ロボットシステムが一般的に引き起こす可能性のある危険性の包括的（ただし完全ではない）リストは、EN ISO 10218-1:2011 附属書Aに記載されています。

特にフランカ・リサーチ3が引き起こす可能性のある以下の危険性に注意を喚起します：



電気・火災の危険および有害な煙

火災や煙は、呼吸困難、目の刺激、肺損傷、中毒を引き起こし、死に至る可能性があります。

- Franka Research 3 を指定仕様外で使用しないでください。



損傷した電線または不適切な電気設備

感電による人身事故および物的損害の危険性があります。

- フランカ・リサーチ 3 は、技術的に健全な状態でのみ使用してください。
- 非常停止システムは、資格のある担当者のみ設置してください。
- ケーブルと電気設備を確認してください。

危険

くすぶり火災の危険

電源システムに接続する機器が多すぎると、電気設備の過負荷につながり、くすぶり火災を引き起こす可能性があります。これにより、死亡や重傷を負う恐れがあります。

- 電気設備の過負荷を避けるため、Franka Research 3 を適切に接続してください。
- 過負荷保護装置を適切に設置してください。

警告

電源遮断によるエンドエフェクタからの物体の落下

グリッパーから落下する物体は、手、指、足、つま先にけがを引き起こす可能性があります。

- 常に個人用保護具（例：安全靴）を着用してください。
- 物体の落下を防ぐため、適切なタイプのグリッパーを使用してください。

警告

ロボットの落下や予期せぬ動作、特に地震多発地域では

押しつぶし、皮膚の裂傷、刺し傷などの重傷を負う危険性があります。

- プラットフォームを水平にしてください。
- アームは平坦で動かない安定したプラットフォームにのみ設置してください。加速度や振動は許容されません。
- アームを吊り下げ式、傾斜した、または凹凸のあるプラットフォームに設置しないでください。
- プラットフォームを垂直な状態で水平に調整してください。
- ネジ接続が正しく配置され、確実に締め付けられていることを確認してください。
- 100時間の稼働後、適切な締め付けトルクでネジを締め直してください。
- 地震多発地域で運転する場合は、それぞれの危険性とリスク評価を考慮してください。

警告

アームの危険かつ制御不能な動作

アームおよびエンドエフェクタによる、押し潰し、皮膚の裂傷、穿孔などの重傷を負う危険性があります。

- エンドエフェクタおよび／または把持対象物の質量と重心（CoM）が正しくパラメータ化されていることを確認してください。
- 動作中は作業領域に近づかないでください。



注意

ケーブル、プラグ、機械筐体の損傷、または油漏れ油漏れに接触すると、目や皮膚に

刺激を与える可能性があります。電気的な危険により、重傷を負う可能性があります。

- フランカ・リサーチ3は、健全な技術状態にあるもののみを使用してください。
- 損傷したケーブル、プラグ、機械筐体は使用しないでください。不明な点がある場合は、Franka Roboticsにお問い合わせください。

良好な状態



注意

ロボットの構造要素の隙間からグリースやオイルが漏れる

皮膚や目の炎症。

- 機械の操作を停止してください。
- 製造元にお問い合わせください。
- 手袋を使用してください。
- 目や皮膚に付着した場合は、直ちに医師の診察を受けなさい。

障害

注意

操作者は Desk を通じて、起こりうる故障について通知されます。操作を続行する前に、故障を修正する必要があります。

- 可能性のある不具合を修正するには、Franka UIの指示に従ってください。システムの再起動が必要になる場合があります。

関節の過負荷

注意

ロボットの全関節におけるオフライン過負荷は、ロボットの物理的損傷を引き起こす可能性があります。

- 予見可能な誤使用を考慮したリスク評価を実施してください。
- 必要に応じてロボットを運転停止させるというシステムの警告に従ってください。

4.6 危険の可能性と安全対策に関連するアプリケーション

完成機械のアプリケーション計画・設計および危険・リスク評価の実施にあたっては、以下の安全に関連する可能性のある側面を考慮しなければならない。インテグレーターはリスク分析を実施する義務を負う。

各種安全レベルにおける機能性と特徴

Franka Research 3は、様々な安全レベルに対応した機能と特徴を提供します。すべての安全機能とその対応する安全等級は、第4.10章「安全機能」のセクションに記載されています。本章で説明されているその他の機能は、EN ISO 13849-1またはEN 62061に基づく安全等級分類の対象外です。したがって、これらの機能の可用性に依存することはできません。

インテグレーターはリスク分析を実施する義務があることにご留意ください。

予期せぬ動作



注意

アームの予期せぬ動き

様々なアプリケーションの使用、ハンドリングされたエンドエフェクタ、および周囲の物体は、アームセグメント間の挟み込みや衝撃・衝突を引き起こす可能性があります。

- エンドエフェクタおよび／または物体の質量と重心（CoM）が正しくパラメータ化されていることを確認してください。
- 動作中は最大作業空間から離れてください。

完成した機械装置内への閉じ込め



警告

身体の一部や人が閉じ込められる危険性

アームおよびエンドエフェクタによる、押しつぶし、皮膚の裂傷、穿孔などの重傷を負う危険性があります。

- アームのセグメント間に身体の一部を挟まないでください。
- 生命に危険が及ぶ緊急時には：
 1. 緊急停止装置を押してロボットの動作を停止させてください。
 2. 危険な位置からアームを手動で引き出すか押し出してください。

詳細は第4.9章「アームの手動移動」を参照してください。

エンドエフェクタの配線

注意

Franka Research 3 にエンドエフェクタを使用する場合、取り付け可能な最大ペイロードはエンドエフェクタ本体および外部配線の重量分だけ減少します。

注意

外部配線はアームに追加の負荷とトルクを加え、Franka Research 3 の制御性能に影響を与える可能性があります。

外部配線されたエンドエフェクタ、関連機器の動作開始

注意

構成、インストールされているアプリケーション、サービスが異なるため、Franka Research 3 は、接続されている可能性のある機械（動作の開始を含む）、外部配線されたエンドエフェクタ、およびその他の関連機器にプロトコルを送信することができます。外部機器の使用に関連するリスクについてご注意ください。

単一制御ポイント

Franka Research 3 は、単一の Franka UI 接続またはフィールドバスを介して制御できます。単一制御ポイント (SPoC) メカニズムにより、単一ソースによる制御が保証されます。フィールドバスも SPoC の対象となります。

SPoCの詳細については、お使いのシステムバージョン（例：5.6.0または5.8.0）に対応する操作マニュアルの「第4.2章：単一制御ポイント (SPoC)」をご参照ください。



警告

アームの予期せぬ動き

アームおよびエンドエフェクタによる、押しつぶし、皮膚の裂傷、刺し傷などの重傷を負う危険性があります。

- エンドエフェクタおよび／または対象物の質量と重心 (CoM) が正しくパラメータ化されていることを確認してください。
- 動作中は作業領域に近づかないでください。
- 生命に危険が及ぶ場合：
 1. 緊急停止装置を押してロボットの動作を停止させてください。
 2. アームを手動で危険位置から引き抜くか押し出してください。
- 生命に危険が及ばない場合：
 1. 緊急解除ツールを使用してアームを移動させてください。

アームの表面温度（ベースから軸7まで、フランジを除く）



警告

高温表面

高負荷作業実行後、アームの金属またはプラスチック製セグメントを長時間触れると火傷の原因となります。

- 最大積載量および高温状態での激しい作業実行後にFranka Research 3を停止させた後、アームの部品に60秒以上触れないでください。



警告

高温表面とガイディング

周囲温度が30°Cを超えると、ロボット表面が触れないほど高温になる可能性があります。したがって、実行モードでのアシスト機能の使用は30°C以上では許可されません。

作業内容や環境によって影響が異なります。

必要な安全指示は、リスク評価（高温表面に関する）によって異なります。

安全指示

25°Cから45°Cの拡張周囲温度下（高負荷タスク実行後かつFranka Research 3が「監視停止」状態に設定された後）において、インテグレーターは、熱傷を負うことなくアームに長時間（60秒未満）接触するリスクを評価し、必要な対策を講じる必要がある（EN ISO 13732-1:2006）。対策には以下が含まれるが、これらに限定されない：

- ロボットの冷却時間。
- 一定時間ロボットの電源を切る。
- オペレータへの通知。
- 高温になる可能性が最も高い箇所のマーキング。
- ロボットへの接近禁止。

安全指示

インテグレータは、アーム、エンドエフェクタ、およびエンドエフェクタのフランジの表面に触れることに関して、熱傷を引き起こす可能性のある発熱への対策を実施する必要がある（EN ISO 13732-1:2006）。対策には以下が含まれるが、これらに限定されない：

- ロボットの冷却時間。
- 一定時間ロボットの電源を切ること。
- 操作者への通知。
- 高温になる可能性が最も高い箇所の表示。
- ロボットへの接近禁止。

4.7 安全周辺機器の設置

非常停止装置の設置

非常停止装置は、一般的に有効かつ認められた技術基準（例：欧州規格 EN 60204 および関連規格）に従って設置する必要があります。

Franka Roboticsが提供する非常停止装置はX3.1ポートに接続する必要があります。Franka Robotics提供の非常停止装置以外のデバイスもX3ポートに接続可能です。

非常停止信号に接続される装置は、EN 60947-5-5 または EN 62061 に準拠する必要があります。

安全機能を不再備える取り外し済み装置は、誤作動を防ぐため装置から離して保管すること。

注意

接続された非常停止装置は、緊急時に常に手が届く場所に設置すること。ただし、誤作動は防止できること。

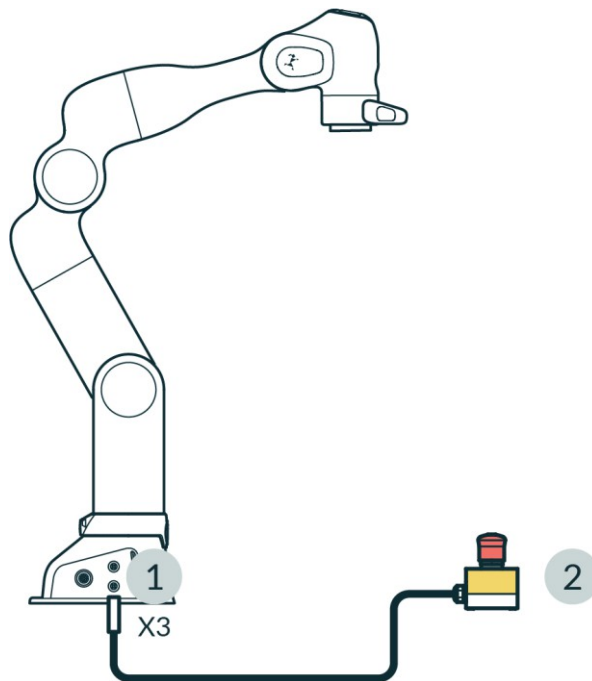


図8: 非常停止装置の接続

1	X3 - 安全入力コネクタ	2	非常停止装置
---	---------------	---	--------

停止時間と停止距離

停止時間（すなわち、非常停止要求からアームが完全に停止するまでの経過時間）および停止距離（すなわち、非常停止作動後、アームが完全に停止するまでの移動距離）は、EN ISO 10218-1 附属書Bに従って測定された。停止時間および停止距離は、本資料の付録に記載されている。

4.8 フェイルセーフロック機構

フェイルセーフロックシステム

アームが電源から切断されると、ロックボルトが自動的に7つの関節すべてをロックします。ロックボルトは関節に関するあらゆる動きを機械的に固定するため、電源が供給されていない状態でもアームは位置を保持します。

これらのロックボルトの技術特性上、電源が切断されると正確な位置を維持できません。ロックボルトはカチッという音と共にロックされ、アームは数センチメートル下降します。特に、配置と位置の関係で重力の影響を強く受ける接合部において顕著です。

安全ロックシステムの解除

安全ロックシステムが解除されると、各軸はわずかに動きます。

4.9 アームの手動操作

電気を使わずに腕を動かす



アームの移動

重傷の危険性（圧迫、皮膚の裂傷、穿孔など）

- 常に個人用保護具（例：安全ゴーグル）を着用すること。
- インテグレートは、取り付けられたエンドエフェクタについてリスク分析を行う必要があります。
- 作動中は最大作業領域内に立ち入らないでください

注意

インテグレートは、人が閉じ込められる危険性を評価しなければなりません。

アームに挟まれた場合、電源が遮断されていても、以下の3つの解放方法のいずれかを用いて人を解放してください。

- 解放したい関節の対応する開口部に緊急解除ツールを挿入し、ロボットを解除して手動で移動させる。
- アームベースを固定場所から外す。
- アームを手動で移動させる。

危険性が低く、アームが詰まっている場合は、緊急解除ツールを使用してください。



緊急解除ツール使用時の重たいアーム落下

関節のロック解除時にアームに挟まれる危険性

- アームのロック解除前および解除中は、必ずアームを支えてください。
- アームのリンク間や下部に頭部や身体の一部を挟まないでください。
- アーム、エンドエフェクタ、または固定物体のリンク間に身体の一部（特に手、指）を挟まないでください。
- アームの電源が入っている状態で緊急解除ツールを使用しないでください。
- 付属の緊急解除ツールのみを使用してください。
- 緊急解除ツールはアーム付近に保管してください。

操作：緊急解除

安全指示

1. 緊急停止装置を押してロボットの動作を停止させてください。
2. パイロットベースから解除ツールを取り出してください。

3. アームのセグメントを保持する。
4. 解除ツールを対応する台形の開口部に挿入し、1つまたは複数の関節を順番に解除します。

開口部には「緊急解除」ラベルが表示されています。

これでアームセグメントを手動で動かすことができます。解除に失敗した場合は、緊急解除ツールが開口部に垂直に挿入されていることを確認し、再度試みてください。

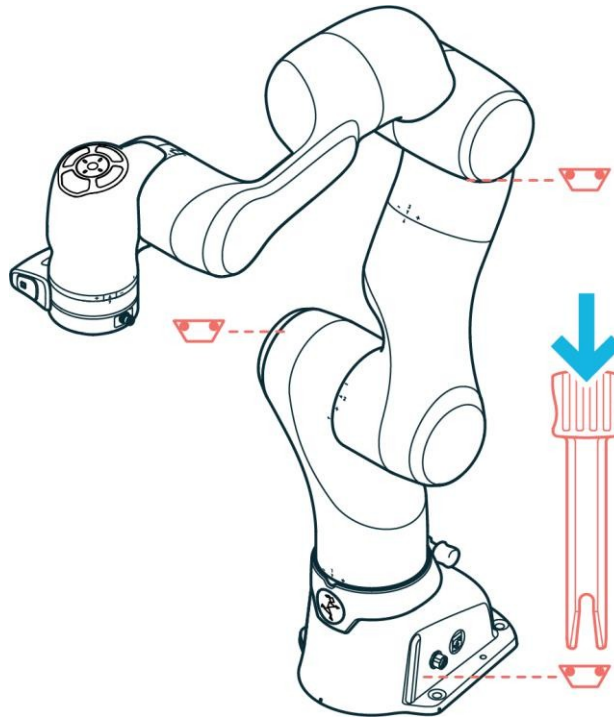


図9: 緊急解除

注意

ロック解除ツールを挿入すると、アームの手首側にあるアームセグメントが重力によって落下する可能性があることにご留意ください。

注意

- インテグレーターは、アンロックツールがロボット基部のホルダーに収納されていることを確認する必要があります。
- 緊急時以外はロック解除ツールを取り外さないでください。
- アンロックツールは常に手の届く範囲に置いてください。
- 純正のロック解除ツールのみを使用してください。
- ロック解除ツールは緊急時のみ使用してください。

操作：手動で押し出す

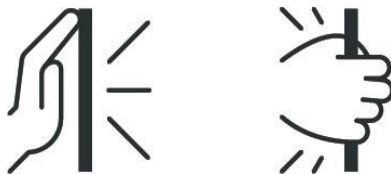


図10: 手動で押し出す

安全指示

生命に危険が及ぶ緊急時には：

1. 緊急停止装置を押してロボットの動作を停止させてください。
2. アームを手動で危険な位置から引き出すか押し出してください。
3. ロボットアームが落下しないように固定してください。

注意

アームを手動で引っ張ったり押したりすると、関節に過負荷がかかりアームが損傷します。

- アームは、安全上重大な状況でのみ手動で引き離すか押し離してください。

4.10 安全機能



警告

高温表面と復旧時のガイド操作

周囲温度が30℃を超える場合、ロボット表面は触れると火傷するほど高温になる可能性があります。したがって、安全機能違反が発生し、復旧時に手動ガイドが必要な場合には、以下の事項を遵守してください：

- 復旧作業は、この状況に特化した訓練を受けた要員のみが実施できる。
- 回収前には、表面温度が触れる限界内にあることを確認する必要があります。冷却時間は、前回の操作内容と周囲温度によって異なります。
- この手順では耐熱安全手袋の着用を推奨します。

注意

Franka Research 3 は、2 種類の安全機能、すなわち監視機能と停止機能を区別しています。

監視機能は、速度（SLS-J）、位置（SLP-C）などの限界値が超過しないことを保証します。

停止機能は、監視違反または安全入力時に作動します。安全オペレータの責任です。

限界値を設定する際には、停止時間と停止距離を考慮する義務がある。

注意

外部装置を別電源で接続する場合、


電気定格が遵守されない場合、システムの安全機能を損なう恐れがあります。


さらに、接続されたデバイスの電圧は、SELVであるか、システムに接続された信号から適切に絶縁されている必要があります。

安全入力

名称	説明	安全定格	停止反応
X3.1 - 非常停止	ロボットベースのX3コネクタは、非常停止を接続するための安全入力1つを提供します。	PL d / カテゴリ3	カテゴリ1停止
X4 - 外部イネーブル	ロボットベースのX4コネクタは、3ポジションの外部イネーブルデバイス専用の安全入力を1つ提供します。	PL d / カテゴリ3	イネープリングボタンを解放するか完全に押すと、SMSS安全機能が作動します。SMSS違反時の反応は、アクティブな安全シナリオによって異なります。 動作モード「プログラミング」：カテゴリ1停止（事前定義シナリオ「アイドル」参照） 動作モード「実行」：シナリオ「作業」におけるSMSS設定に応じた反応
イネーブルボタン	ロボットのパイロットグリップのフランジ付近に3ポジションのイネープリングボタンが設けられています。	PL d / Cat.3	安全機能違反またはエラー回復時には、イネーブルボタンを完全に押すか離すことでカテゴリ1停止がトリガーされます。
X3.2 - 安全入力 1X3.3 - 安全入力 2	ロボットベースのX3コネクタは、2つの追加の安全入力を提供します。これら2つの入力の動作は、安全設定で構成することができます。	PL d / カテゴリ3	安全シナリオの設定に依存します。

監視機能

名称	略称	説明	安全評価	違反時の復旧 注意：オペレーターはすべての違反を回復できます。
 SLP-Cが作動している場合、ロボットはFCIで制御できません！				
安全制限付き直交座標位置	SLP-C	アーム上の特定ポイントの直交座標位置を監視します。位置はユーザー定義の直交領域に対してチェックされます。 以下のポイントが監視対象です： <ul style="list-style-type: none">フランジ肘手首顧客定義ツールスフィア監視は、1つまたは以上のポイントが定義された空間内に収まっている場合、または空間内にある場合、または1つ以上のポイントが定義された限界外にある場合に違反を通知するように設定できます。 パラメータ設定:	PL d / Cat.3	位置または姿勢の制限を超えた場合は、Desk of Franka UIに表示されます。 <ul style="list-style-type: none">ロボットのブレーキを解除してください。ロボットをデカルト位置制限外へ誘導します。位置制限が違反されなくなった場合、Franka UIに表示されます。DeskのConfirmを押して復旧を完了します。

		<ul style="list-style-type: none"> エンドエフェクタモデル（最大5つの球体） <ul style="list-style-type: none"> 各球体の半径 フランジに対する各球の中心位置 <p>ヒント：これは一般的な設定であり、このツールモデルを使用するすべての安全機能に影響します。</p> <ul style="list-style-type: none"> 監視対象の直交座標空間（ボックス） 内部/外部への侵入時の違反判定 		
 SLS-Cが有効化されている場合、ロボットはFCIで制御できません！				
安全制限付きデカルト速度	SLS-C	<p>アーム構造上の特定ポイントにおける直交座標速度の監視。以下のポイントが監視対象となります：</p> <ul style="list-style-type: none"> フランジ 肘 手首 顧客定義ツール球の中心 <p>パラメータ化：</p> <ul style="list-style-type: none"> デカルト速度の制限 	PL d/カテゴリ3	<p>速度制限違反はFranka UIのダイアログに表示されます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ポップアップメッセージ内のボタンを押して違反を確認してください。 <p>これ以上の復旧手順は不要です。</p>
安全監視停止	SMSS	<p>アーム構造上の特定ポイントにおける直交座標空間での停止状態の監視。以下のポイントが監視対象です：</p> <ul style="list-style-type: none"> フランジ 肘 手首 顧客定義ツール球の中心 <p>ユーザーはこの安全機能のパラメータを変更できません。</p>	PL d/カテゴリ3	<p>Franka UI に違反ダイアログが表示されます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ボタンを押して違反を確認してください。 <p>それ以上の復旧手順は必要ありません。</p>
安全エンドエフェクタの電源オフ	SEEPO	<p>エンドエフェクタへの電源供給（48V電源ライン）を安全に遮断します。SEEPOの動作は安全設定で構成可能です。例えば、非常停止が作動した際にSEEPOが電源を遮断するよう設定できます。</p> <p>パラメータ設定：</p> <ul style="list-style-type: none"> SEEPOの有効/無効に関する基本設定 SEEPOの電源遮断トリガー 	PL b/カテゴリb	<p>エンドエフェクタの電源は、設定またはDeskのサイドバーで再度オンにできます。</p>

内部監視機能（安全規則でパラメータ設定および構成不可）

名称	略称	説明	安全評価	反応	違反時の回復
 SLP-J が作動している場合、ロボットは FCI によって制御できません。					
安全制限位置	SLP-J	<p>各関節の関節空間における位置の監視。</p> <p>この安全機能は、アームの関節限界を保護し、自己衝突や局所的な衝突を防止するために内部でのみ使用されます。</p>	PL d/Cat.3	-	<p>Franka UI内のダイアログが違反についてユーザーに通知し、復旧を可能にします。</p> <ul style="list-style-type: none"> 回復ダイアログ内のロック解除アイコンをクリックし、移動させるべき関節のロックを解除してください。 回復動作を有効にするには、外部有効化デバイスを押してください。

		クランプ。ユーザー定義シナリオでは利用できません。 これは制限機能です。			<ul style="list-style-type: none"> 回復ダイアログ内の +/- ボタンを押して関節を移動させます。 <p>ヒント：違反状態にあるジョイントは、違反した限界から離すことしかできません。他のすべてのジョイントは、ロボットをより適切な姿勢に移動させるために、両方向に移動することができます。</p>
安全制限速度	SLSJ	単一関節の関節空間における速度の監視。 この内部安全機能は、例えば関節位置復帰時の高速動作を防止するために使用される。	PL d, カテゴリ3	カテゴリ 1 停止	<p>Franka UI に違反ダイアログが表示されます。</p> <p>1. ボタンを押して違反を確認してください。それ以上の回復手順は必要ありません。</p>
安全制限距離	SLD	SLD は単一関節が許容位置範囲内に留まるよう監視します。 この内部安全機能は、例えばブレーキ開放手順中の過剰な動きを防ぐために使用されます。	PL d, カテゴリ3	カテゴリ 1 停止	<p>Franka UI に安全エラーダイアログが表示されます。</p> <p>1. ボタンを押してエラーを承認してください。それ以上の復旧手順は必要ありません。</p>

停止機能

名称	説明	安全等級
カテゴリ0停止	モーターへの電源供給を停止し、ブレーキを動作させることでアームを即時停止させる。	PL d / カテゴリ 3
カテゴリ1停止	各関節が停止するまで、モーターの通常制御を用いてアームを制御された方法で停止させます。停止時にブレーキが作動し、モーターへの電力供給が停止されます。 デカルト座標速度減速が監視される。	PL d / カテゴリ3
カテゴリ2停止	アームは、各関節が停止するまでモーターの通常制御を用いて制御された方法で停止される。停止時には、停止状態が安全に監視される。 デカルト速度減速が監視される。	PL d / Cat.3

安全出力

名称	説明	安全評価
安全エンドエフェクタ電源オフ	エンドエフェクタへの電源供給（48 V 電源ライン）をオフにします。	PL b / カテゴリ b

その他の安全評価

ロボットフランジ付近の3段階イネープリングボタンは、IEC 60204-1:2016およびIEC 60947-5-8:2006に準拠して実現されています。

Franka Robotics が提供する 3 段階の外部イネーブル装置は、IEC 60204-1:2016 および IEC 60947-5-8 に準拠して実現されています。

フランカ・ロボティクスが提供する非常停止装置は、IEC 60204-1:2016 および EN ISO 13850:2015 に準拠しています。

4.10.1 その他の安全関連リカバリ（安全エラー発生時）

関節位置誤差の回復

関節位置誤差の回復は安全オペレーターのみが行えます。

Franka UI のダイアログでエラーが通知され、回復が可能になります。

エラーの修正方法の詳細な手順は、お使いのシステムバージョン（例：5.6.0 または 5.8.0）に対応する各操作マニュアルの第 8 章「トラブルシューティング」に記載されています。

安全入力エラーの回復

Watchman でそれらの入力に対する確認が設定されている場合、安全な入力エラーは Franka UI で対応するダイアログを確認することで回復可能です。

その他の安全エラー

その他の安全エラーは通常、回復できません。このようなエラーから回復するには、システムの再起動を試みてください。エラーが解消しない場合は、ベンダーまたは Franka Robotics にお問い合わせください。

全ケースに共通する情報

- 安全違反が発生した場合、ロボットは回復が完了するまで動作を許可しません。
- 安全違反が発生した場合、ベースユニットは赤色でゆっくり点滅します。
- 必要に応じて、Franka UI は復旧手順を実行するための復旧ウィザードを表示します。
- 安全オペレータのみが関節位置誤差をリカバリできます。
- その他の復旧はオペレータが実行できます。

その他のトラブルシューティングについては、お使いのシステムバージョン（5.6.0 や 5.8.0 など）に対応する操作マニュアルの「第 8 章 トラブルシューティング」に記載されています。

4.11 ロボットシステムの計画および初期設置に関する追加情報

EN ISO 10218-2 および EN ISO 8373 規格によれば、ロボットシステムとは、ロボットツール、ワークピース、搬送技術、および関連する全ての装置や保護装置などの周辺機器と一体となった完全なシステムとして構成されたロボットを指す。ロボットの動作および統合されたアプリケーションにより、ロボットシステムは操作、組立、または保守活動に関わる人々にとって潜在的な危険要因となる。ロボットシステムの製造者および設置者の責務は、これらの危険を分析・評価し、適切な保護措置を講じることである。

本仕様は、国ごとに異なる法令、規制、ガイドラインに基づいており、ロボットの設置場所（稼働場所）によって異なります。

欧州経済領域（EEA）では包括的な規制が適用され、これらは各国の国内法、業界固有の規制、および社内規定によって補完される場合があります。

したがって、ロボットシステムの計画時には、設置場所の規制を把握し、それに応じて考慮に入れる必要があります。

また、この種の産業では仕様が異なる場合もあります。例えば、ロボットシステムは産業研究で使用するのか、それとも研究で使用するのか？

前述の通り、ロボットシステムの設置場所によって遵守すべき各種規則・規制・法令が異なります。欧州経済領域（EEA）では、機械指令および調和欧州規格が全加盟国に適用されます。さらに、ドイツにおける製品安全法、製造物責任法、労働安全衛生条例などの国内法規も考慮する必要があります。

ロボットシステムの構築において最も重要な規則・規制を以下に列挙する。

規格／指令	説明
指令 2006/42/EC	欧州議会および欧州理事会による機械指令
ISO 12100	機械の安全 — 設計に関する一般原則 — リスク評価とリスク低減
ISO 10218-2	ロボット及びロボット装置 — 産業用ロボットの安全要件 — 第2部：ロボットシステム及び統合
ISO/TS 15066	ロボットおよびロボット装置 — 協働ロボット
ISO 13854	機械の安全 — 人体の一部の挟み込みを避けるための最小隙間
ISO 13855	機械の安全 — 人体部位の接近速度に対する安全装置の位置決め
ISO 13850	機械の安全 — 非常停止機能 — 設計の原則
ISO 11161	機械の安全 — 統合製造システム — 基本事項
IEC 60204-1	機械の安全 - 機械の電気設備 - 第1部：一般事項
ISO 13849-1	機械の安全 - 制御システムの安全関連部分 - 第1部：設計の基本原則
ISO 13849-2	機械の安全 - 制御システムの安全関連部分 - 第2部：検証
ISO 13482	ロボット及びロボット装置 — パーソナルケアロボットの安全要件

基本的に、常に同じ目的が適用される：=>人への傷害リスクの低減。

したがって、適切な保護措置なしにロボットシステムを稼働させてはならないと断言できる。保護措置の例としては以下が挙げられる：

- 安全保護装置
- 電気感応式保護装置
- 柵および／または物理的障壁
- 標示区域
- 標識
- 緊急停止ボタン
- 表示要素
- 制御システムの安全装置
- ロボット内部の安全機能（詳細は本マニュアルの4.10節を参照）

ロボットの多様な応用可能性のため、Franka Roboticsはロボットシステム統合時に必要な保護装置を決定するための統一ガイドラインを提供できません。ロボットシステムの安全な実現に関する責任は、インテグレーター／オペレーターにあります。

ロボットシステムの設計に関する非常に優れた詳細なガイドは、DGUV（ドイツ社会事故保険）のウェブサイトにも記載されています => [DGUV情報209-074](#)。

以下の説明は、ロボットシステムの計画において不可欠な要素となる対策について述べたものである。これらの対策は、その後、適用される規制や仕様書から必要な詳細情報を補足する必要がある。

I. 分析：

本分析には、自動化ソリューションの説明と並行して、計画システムの機能範囲の絞り込みが含まれる。この部分を「意図された使用」と呼ぶ。意図されない使用、すなわち本システムで実施してはならない条件や活動についても文書化が必要である。タスクの詳細な記述は、後続のリスク評価の一部を構成し、計画の進行過程における各危険要因のリスク判定を簡素化する。

コンセプトレイアウトの作成は、計画中のシステムの概要把握を容易にする。これには関連する周辺機器を含む全ての構成要素を示すべきである。

次のステップは、ロボットシステムの潜在的な危険源の分析です。どのコンポーネントがどの危険をもたらすかをリスト化することで、その後のリスク評価を明確にします。必要に応じて、危険の影響をグループ化することも可能になります。

統合されるロボットシステム的全構成要素は、危険源となり得るものとして考慮される。ロボットに加え、工具、装置、コンベアシステム、制御盤、保護装置など統合される全構成要素、さらに構成要素同士の組み合わせから生じうる危険もこれに含まれる。

II. リスク評価：

リスクアセスメントは、危険源とそれによる人身傷害リスクのレベルを分析・評価し、リスク低減に必要な措置を決定するために用いられる。

機械指令に基づく必要なリスクアセスメントの手順は、規格DIN EN ISO 12100に記述されている。体系的な実施を可能にする各種の表やツールが存在する（上記参照）。リスクアセスメントの基本構造は以下の要素から構成される：

- 計画システムに関するデータ（機械名称、シリアル番号など）
- ロボットシステムの限界
- 必要な規制及び規格の決定
- ロボットシステムのレイアウト
- レイアウトにおける危険発生源の表示
- 各作業内容および運転モードに関する危険源の評価。この目的のため、異なる評価手順を適用できる。手順の詳細は規格で説明されている。

リスク低減措置を決定する手順についても、規格およびガイドラインならびに文献参照に記載されている。

原則として、リスク低減には以下の対策優先順位が適用される：

- 危険の回避
- 本質安全設計による低減
- 機械的防護装置による低減
- 制御関連の保護装置による低減
- 組織的措置による低減

措置を決定する際には、調和規格の仕様を常に満たす必要がある。これにより、規格に基づく適合性推定により証明責任が軽減される。

III. レイアウト:

ロボットシステムの最終レイアウトでは、全ての保護措置を実寸大で図示すること。リスクアセスメントで特定された保護措置への明確な対応付けが必要である。

IV. 実現段階:

システムの設置および定義された保護措置の実施。

V. 検証:

システムがすべての保護対策を含めて設置された後、各規格に従って保護対策の検証を実施しなければならない。例えば、制御技術による保護対策の試験は規格13849-2において「機能安全検証」と呼ばれ、検証に関する要求事項が規定されている。

この検証プロトコルは、ロボットシステムの受入に不可欠な要素である。

VI. 受入検査:

ロボットシステムの最終受入検査には、上記で言及したすべての個別手順の詳細な記録が含まれます。産業分野での適用においては、機械指令に基づき、販売業者による適合宣言（CE）が要求されます。社内研究における「自社使用」目的でロボットシステムを設置する場合も、適合宣言（CE）が必要です。研究・実験室用ロボットシステムにおいては、ロボットの操作が人にとって安全であるよう設計し、適切な保護措置を実施することも必要です。機械指令では、研究目的のロボットシステムを「特定の研究目的に設計され、一時的な使用のみを目的として構築されたシステム」と定義しています。したがって、決定的な要素はシステムの使用が一時的か否かです（例：その後解体される一回限りの実験—CE不要、または実験室設備としての恒久的使用—CE必要）。

5 装置概要

次の図はシステムの最小構成を示し、配線例を示しています。

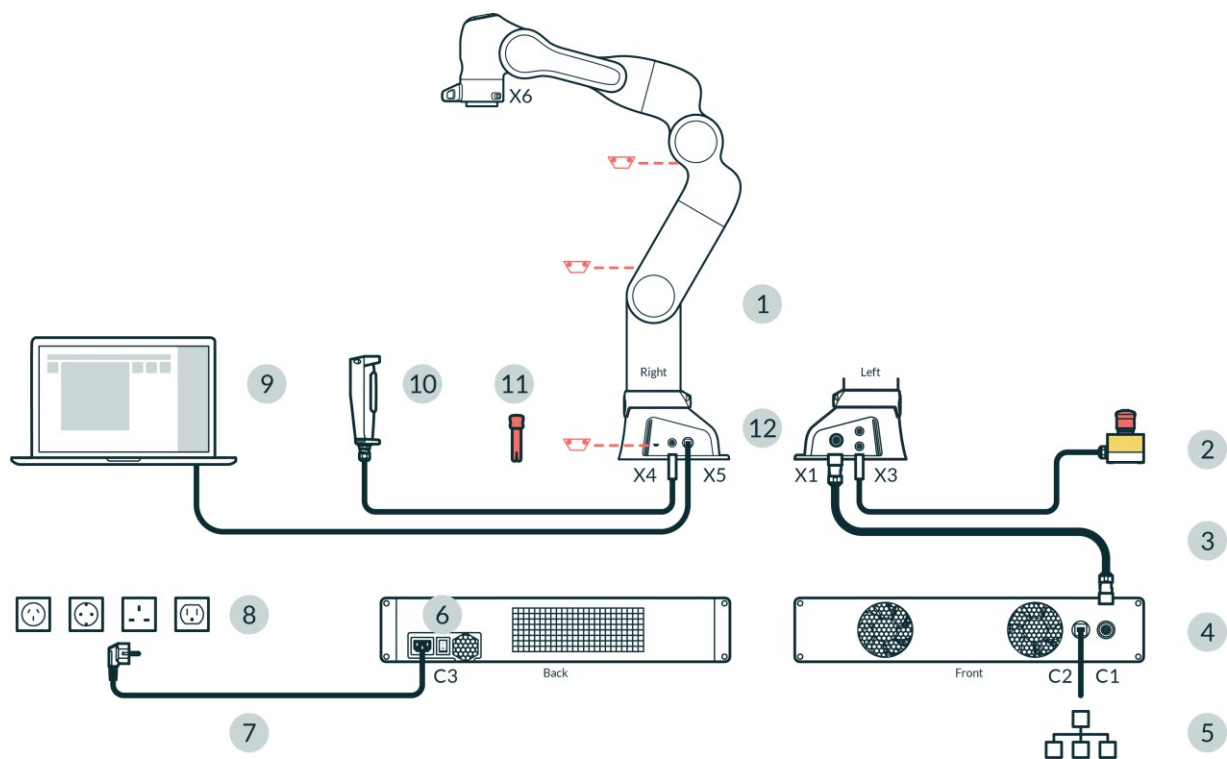


図11: 機器概要

1	アーム	7	電源ケーブル
2	非常停止装置	8	メイン電源コンセント
3	接続ケーブル	9	インターフェースデバイス（付属せず）とFranka UI
4	制御	10	外部有効化デバイス
5	イーサネット（ネットワーク）	11	緊急解錠ツール
6	電源スイッチ	12	機能接地への接続

5.1 アーム

アームは以下の構成要素で構成されています：

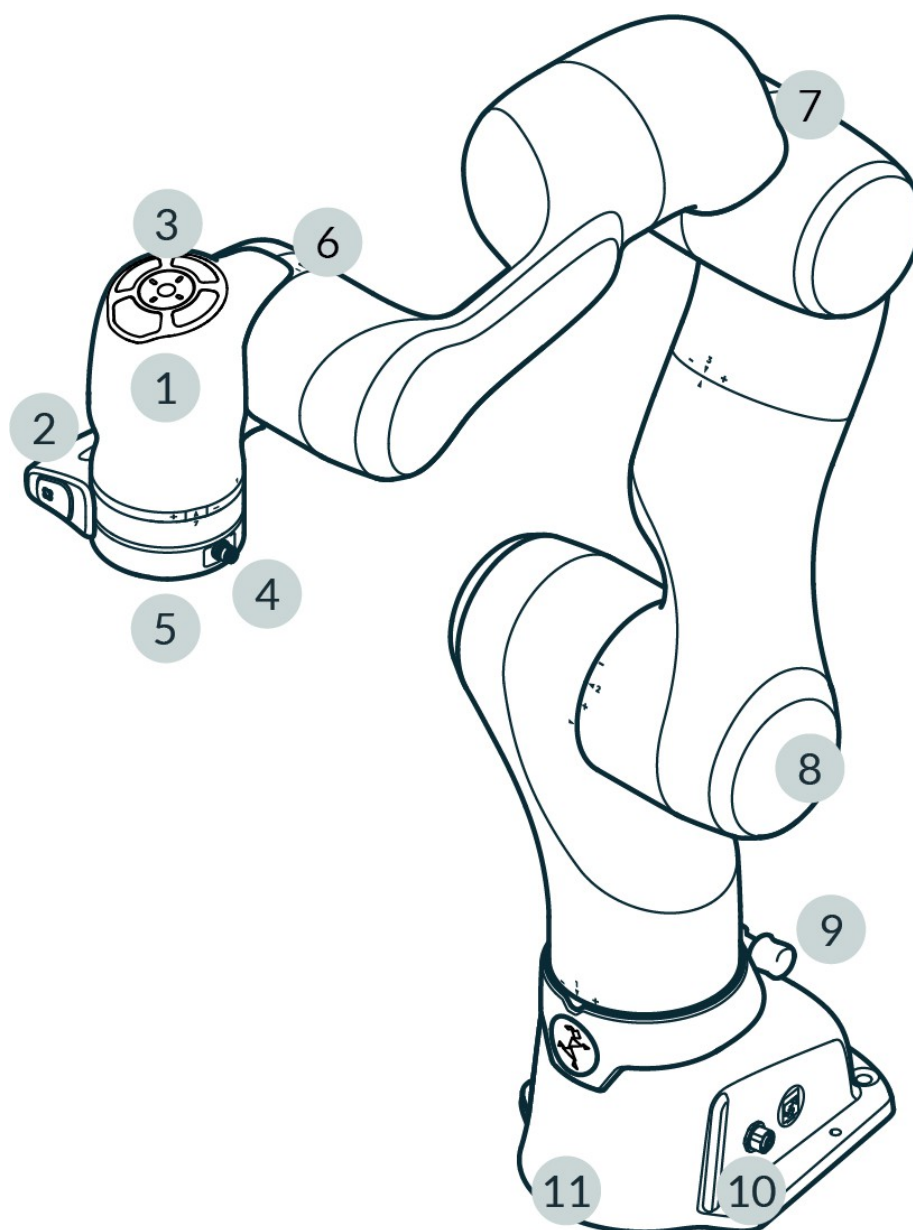


図12: アームの概観

1	パイロット	7	肘
2	パイロットグリップ	8	ショルダー
3	パイロットディスク	9	緊急解除ツール用ホルダー
4	X6 - エンドエフェクタコネクタ	10	ステータスライト
5	エンドエフェクタ用フランジ	11	ベース
6	手首		

関節インジケータ

関節の両側に配置された矢印は、ロボットの復元姿勢を示します。各関節の番号は明確に表示されています。プラスとマイナスの指標は、関節の正方向および負方向の回転方向を示しています。

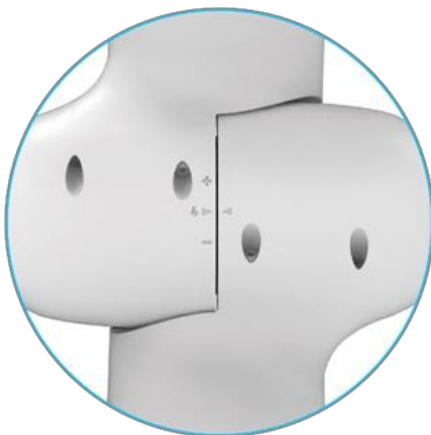


図13: 基準三角形

世界座標系インジケータ

ベース上のインジケータは世界座標系に関する情報を提供します。X軸とY軸が明確に示されており、これによりZ軸が暗示されます。



図14: ワールド座標系インジケータ

位置合わせマーク

ピンだけでは不十分な状況でロボットの位置決めを容易にするため、ベースには位置合わせマークが付いています。



図15：ベース位置合わせマーク

パイロット - 上面図

デスクの一部および統合エンドエフェクタは、パイロットディスクを介してロボットアームから直接操作できます。

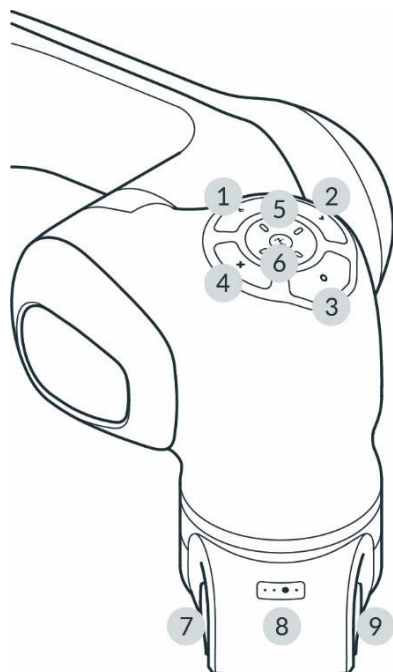


図 16: パイロット

1	パイロットモードボタン	6	ステータスライト
2	確認ボタン	7	有効化ボタン
3	ティーチボタン	8	ガイディングモードボタン
4	削除ボタン	9	ガイディングボタン
5	矢印キー		

パイロット

パイロットは、ロボットのガイディングとエンドエフェクターおよびデスクとの簡単な操作を可能にする、アームに直接統合されたユーザーインターフェースです。パイロットは、パイロットディスク（1～6）とパイロットグリップ（7～9）で構成されています。

デスクの詳細については、お使いのシステムバージョン（例：5.6.0 または 5.8.0）に対応する操作マニュアルの第5章「デスク」を参照してください。

パイロットディスク (1-6)

パイロットディスクはパイロットの上部に位置し、ロボットシステムとの対話に使用されます。パイロットディスク上のパイロットモードボタン（1）を押すことで、アームまたはエンドエフェクターの制御を切り替えることができます。個々のアプリを選択し、パラメータを設定したり、アームを手動で目的の姿勢に誘導してティーチボタン（3）を押すことで姿勢を入力したりできます。

パイロットグリップ (7-9)

パイロットグリップはロボット構造の一部として先端付近に配置されています。パイロットグリップにはガイディングボタン、イネーブルボタン、ガイディングモードボタンが備わっています。

パイロットモードボタン (1)

パイロットモードボタン（1）を押すと、ユーザーはパイロットディスクの矢印キーを使用してデスクをナビゲートするか、統合エンドエフェクタ（例：Franka Hand）を制御するかの切り替えを行います。

確認ボタン (2)

確認ボタンが点灯している場合、コンテキストメニューで行ったすべての変更が確定され、次のセクションに進みます。確認ボタンは選択内容を保存します。

ティーチボタン (3)

アームまたはエンドエフェクタを希望の構成に移動し、ティーチボタンを押すことで、アームポーズまたはエンドエフェクタポーズを保存します。

削除ボタン (4)

点灯している場合、削除ボタンを押すと選択されたポーズまたはセクションが削除されます。

矢印キー (5)

矢印キーは、パイロットモードに応じてデスクの操作または統合エンドエフェクタの制御に使用できます。エンドエフェクタモードでは、キー割り当てはアクティブなエンドエフェクタによって異なります。

ボタン有効化 (7)

有効化ボタンはパイロットグリップの左側に位置し、中央位置まで押すとロボット動作を有効化します。ロボットを移動させるには、ガイドボタンを同時に押しながら有効化ボタンを半押しします。有効化ボタンはEN ISO 10218-1の要求事項に基づく安全規格に適合しています。有効化ボタンの3つの位置は、ロボットを停止、再有効化、または移動させます。ロボットを即時停止させるには、有効化ボタンを離すか完全に押し込みます。停止後、まずボタンを完全に離し、その後再び中央位置まで押し込んでロボットを再有効化します。



図17: エンベリングボタンの状態切り替え

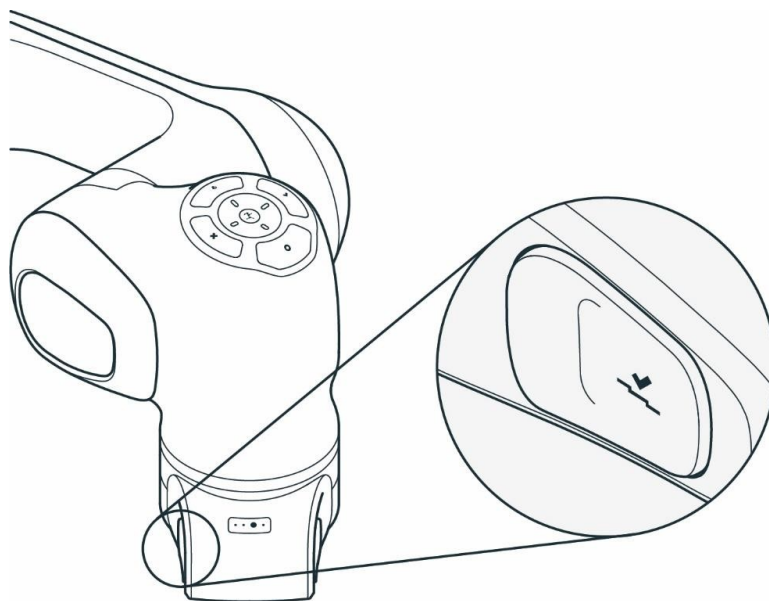


図18: 有効化ボタン

ガイディングモードボタン (8)



図19：ガイディングモードボタン

ガイディングモードボタンはパイロットグリップ上部に位置し、押すことで異なるガイディングモードを切り替えられます。利用可能なガイディングモードは、移動のみ、回転のみ、自由移動、ユーザー定義移動です。

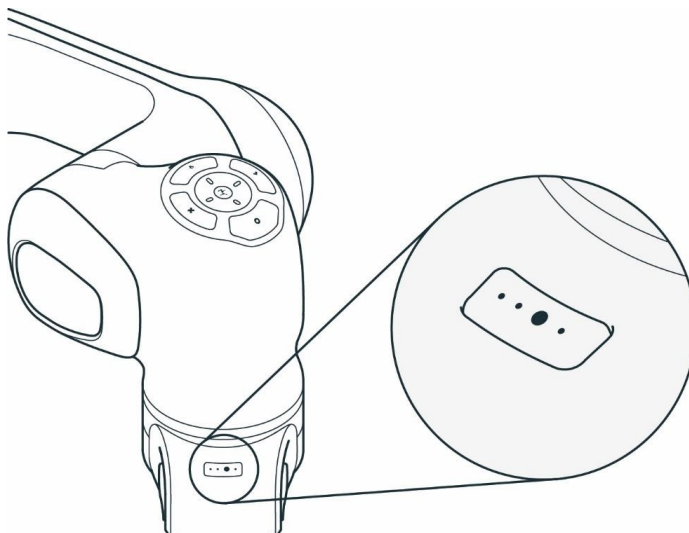


図20：ガイディングモードボタン

ガイディングボタン (9)



図21：ガイディングボタン

ガイディングボタンはパイロットグリップの右側に位置しています。ロボットを移動させるには、イネープリングボタン（7）を半押ししながら同時にガイディングボタンを押してください。

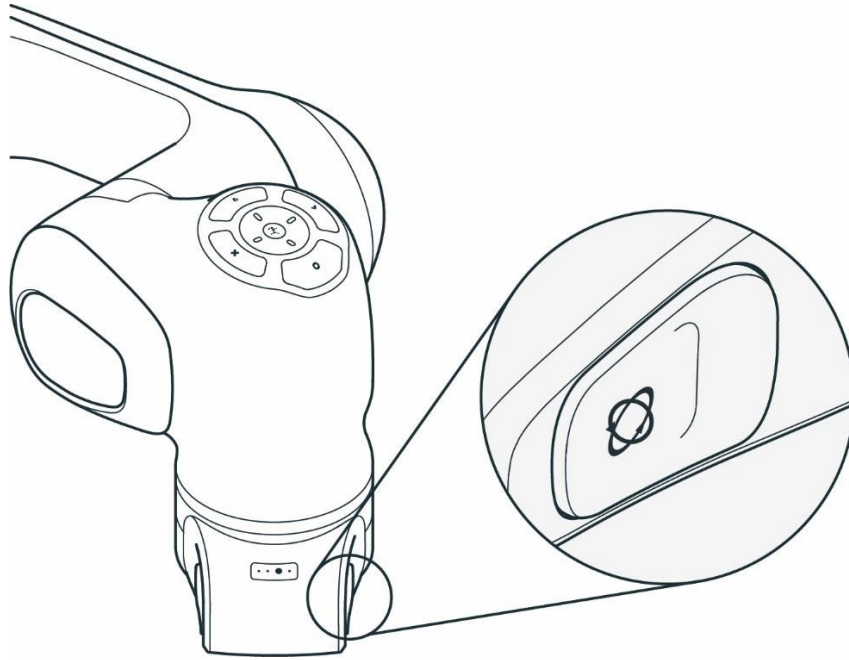


図22: ガイドボタン

アームの基部

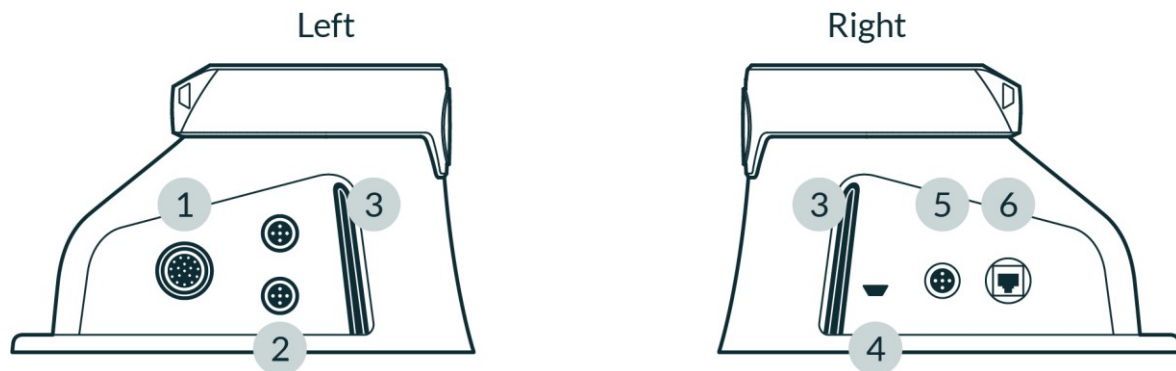


図23: ロボットベースの接続ポート

1	X1 - コントロールコネクタへの接続	4	緊急解除ツール挿入ポイント
2	X3 - 安全入力コネクタ	5	X4 - 外部有効化コネクタ
3	ステータスライト	6	X5 - ロボットネットワークコネクタ

ロボットのベースには、様々な機器を接続・サポートするための複数のポートが備わっています：

- X1 - 制御接続

- X3 - 安全信号

- X3.1 - 非常停止：非常停止装置を押すと、カテゴリ1の停止コマンドがトリガーされ、ロボットが停止します。オプションでエンドエフェクタへの電源を遮断することも可能です。この動作はWatchmanで設定できます。
- X3.2, X3.3 - 安全入力：X3ポートは2つの追加安全入力を可能とします。動作はWatchmanで設定可能です。Watchmanの詳細については、**お使いのシステムバージョン（例：5.6.0または5.8.0）に対応する取扱説明書の第5.3章を参照してください。**
- X4 - 外部イネーブル

3ポジション外部イネーブルデバイスは、システムがプログラミングモード時に「テスト&ジョグ」を有効にします。Franka Research 3の動作を可能にします。プログラムはデスクから起動できます。

- X5 - ロボットネットワーク

ブラウザベースのFranka UIを実行するインターフェースデバイスは、X5イーサネットポートに接続できます。

注意

設定可能な安全入力（X3.2、X3.3）を利用するには、対応する安全信号を備えたカスタムコネクタを組み立てる必要があります。この場合、既存の非常停止は使用できなくなります。したがって、非常停止機能はカスタムコネクタのチャンネルX3.1に統合する必要があります。

注意

デフォルトでは、Watchmanの「作業」シナリオにおいて、安全入力チャンネルX3.2およびX3.3はSMSS安全機能に割り当てられています。X3.2およびX3.3に外部安全装置が接続されていない場合（フランカロボティクス非常停止のみがX3.1に接続されている場合）、これらの入力は「作動中」と見なされ、デフォルトの「作業」シナリオルールではロボットを移動させることができません。アプリケーション固有のリスク及びハザード分析に基づき、デフォルトルールを変更することで、X3.2およびX3.3の状態に関わらずロボットの動作を許可することが可能です。

エンドエフェクタフランジ

フランカハンドなどのエンドエフェクタは、エンドエフェクタフランジを介して接続できます。エンドエフェクタフランジは、DIN ISO 9409-1-A50の関連品質基準に従って開発されています。

詳細は、本マニュアル第7.8章「エンドエフェクタの取り付け」を参照してください。

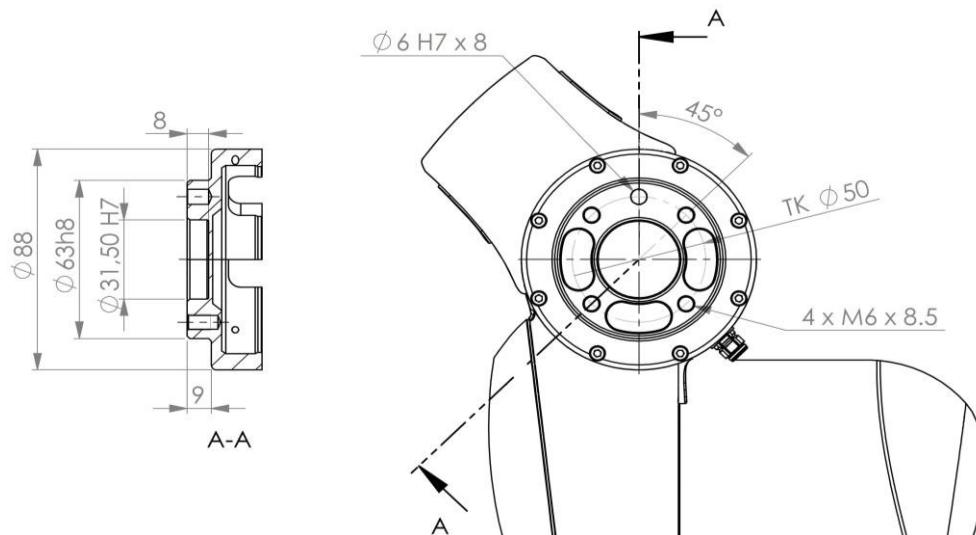


図24：エンドエフェクタフランジ

注意

Franka Hand は、認証対象機械の一部ではありません。

5.2 制御

注意

アームの操作は、Franka Roboticsが提供する制御装置でのみ許可されます。

制御装置はメイン制御ユニットであり、Franka Research 3の一部を構成します。メイン制御ユニットはロボットの機械構造の監視と制御を実現します。

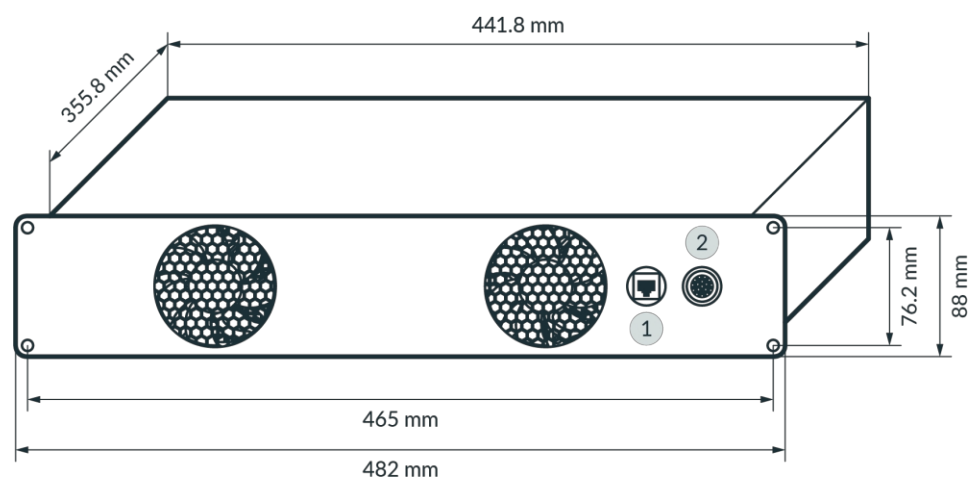


図25: コントロールの寸法と接続ポート

1	C2 - 工場フロアネットワークコネクタ	2	C1 - アーム接続コネクタ
---	----------------------	---	----------------

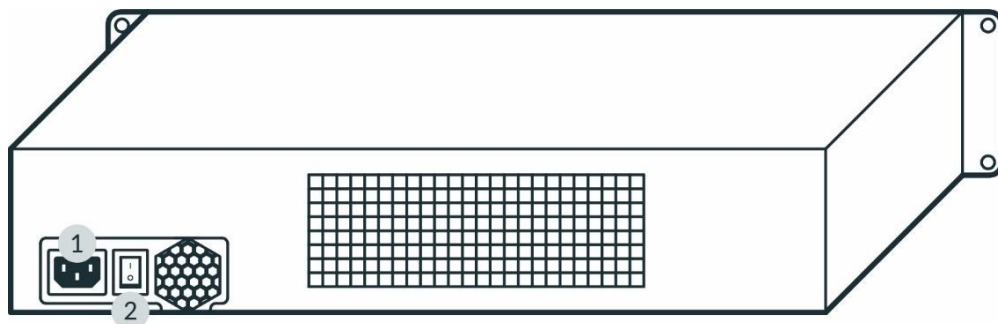


図26：接続ポート

1	C3 - 電源コネクタ	2	電源スイッチ
---	-------------	---	--------

設置

コントロールユニットは2RU 19インチラックに収まります。

6 納入範囲および付属品

6.1 同梱品

アーム

- アーム×1
- 1x 緊急解除ツール
- ネジ 4本 (ISO 4762, M8x20, ST 10.9 A2K)
- ワッシャー 4個 (ISO 7089, M8, ST HV300 A2K)
- 1x ネジ (ISO 4762, M5x8, ST 8.8 A2K)
- 1x 歯付きワッシャー (DIN 6797-A、M5、ST A2K)
- 1x 取り付けクイックガイド FR3 (文書番号: R02040)

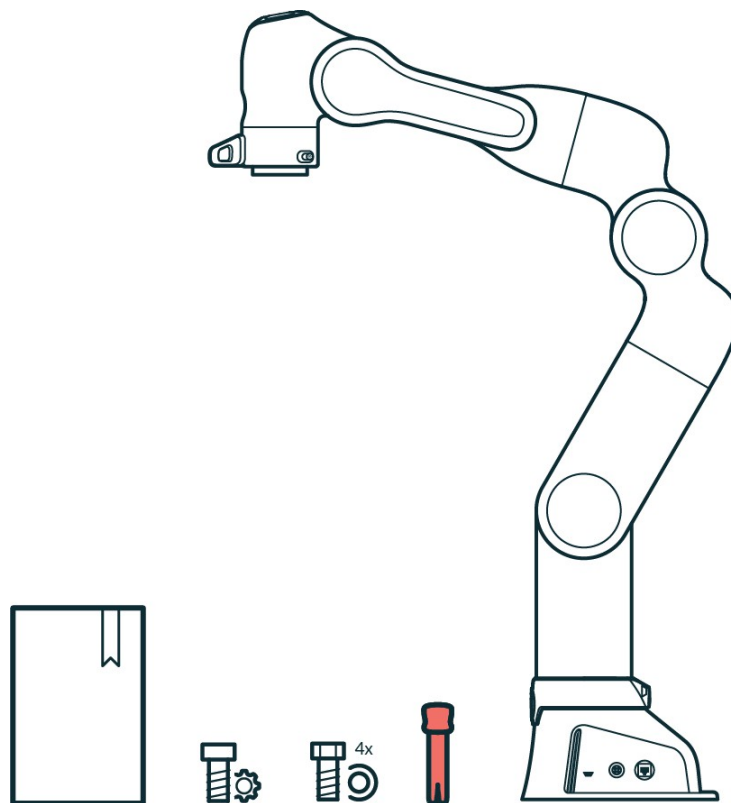


図 27: 付属品 アーム

制御

- 1x 制御
- 1x 国別電源ケーブル



図 28: 付属品

デバイス

- 1x 外部有効化装置
- 1x 非常停止装置



図 29: 付属品

付属品

- 1x 接続ケーブル



図 30: 付属品 接続ケーブル

6.2 箱に含まれていません

追加アクセサリ（例：コボットポンプ）については、<https://franka.world/> をご覧ください。以下の機器は

付属していません：

- インターフェース装置
 - タブレット/ノートPC/PC
インターフェースデバイスには、ブラウザ（Chrome、Chromium、またはFirefox）、イーサネットポート、および理想的にはタッチ機能が装備されている必要があります。
- 材料
 - RJ45コネクタ付きイーサネットケーブル（インターフェースデバイスをArmに接続するため）
 - RJ45コネクタ付きイーサネットケーブル（制御装置を社内ネットワークまたはPCワークステーションに接続するためのオプション用）
 - 取付用アクセサリ（Franka Robotics推奨）：アームの精密取付用 6mm h8ピン×2本（該当する場合）
 - アームを取り付けるためのベースプレート（ベースプレートによっては、異なるネジやワッシャーが必要になる場合があります。**本マニュアルの7.4章「アームの取り付け」の表を参照してください。**
 - アイ付き機能接地ケーブル
- 工具
 - ベースプレートへのアーム取付用六角レンチ
 - 機能接地ケーブル接続用ドライバー
 - アームの水平設置を確認するための水準器
 - 30Nmでネジを締め付けるトルクレンチ

6.3 利用可能なスペアパーツおよび付属品

Franka Research 3のスペアパーツには以下が含まれますが、これらに限定されません：

- アーム
- 制御装置（国別電源ケーブル含む）
- 外部有効化装置
- 非常停止装置
- 接続ケーブル（2.5m、5m、または10m）
- 緊急解除ツール
- Franka Hand（認証対象機械の一部ではありません）

- コボットポンプ（認証機械の一部ではない）

7 取付と設置

警告

重量物

自重および形状設計のため、本装置の持ち上げや取り扱いにより背中の負傷、落下時には指、手、足指、足に重傷を負う恐れがあります。

- 装置の運搬、取り付け、取り外し作業時には、必ず個人用保護具（安全靴など）を着用してください。
- 必ず2人で機器を持ち上げてください。
- 機器は傾いたり滑ったりしないよう、平らな場所に設置してください。
- 荷物の持ち上げおよび個人用保護具に関する会社の規定に従ってください。

注意

アームはベースにネジ止めされていないと安定しません。

制御装置とアームが提供するインターフェースの概要

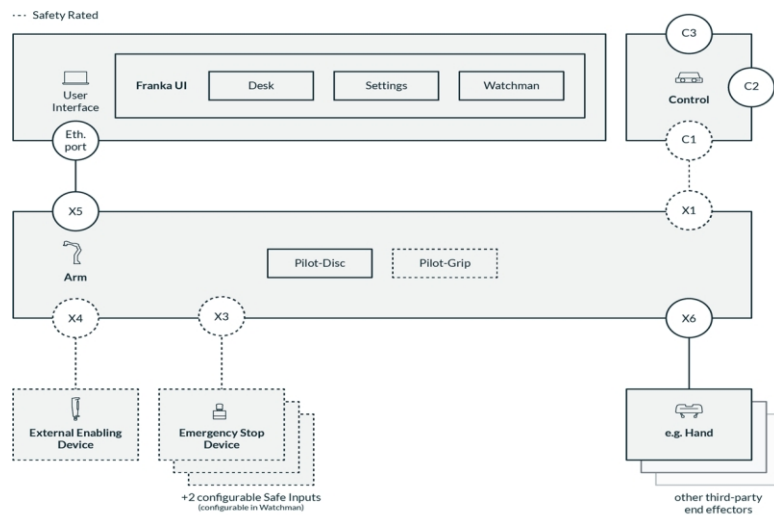


図 31: インターフェースの概要

7.1 機器の開梱

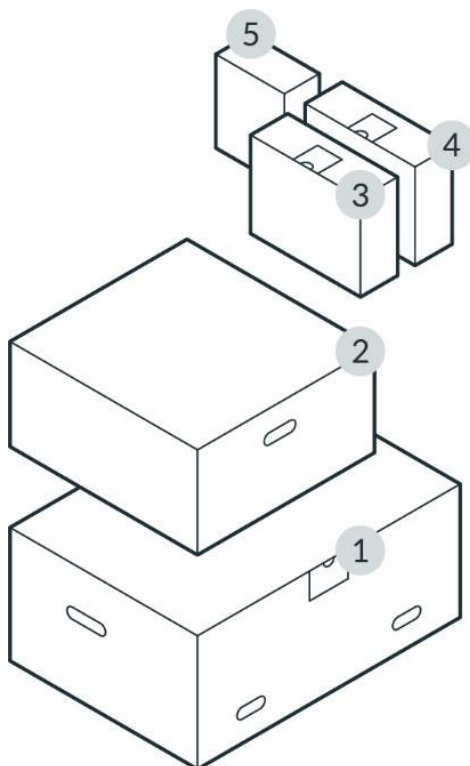


図32：梱包状態

1	アーム	4	非常停止装置および外部有効化装置
2	制御	5	オプション（例：Franka Hand）
3	接続ケーブル		

お知らせ

ロボットを移動させる場合に備え、必ず元の梱包材を保管してください。

開梱

手順

1. 外箱の上蓋を取り外します。

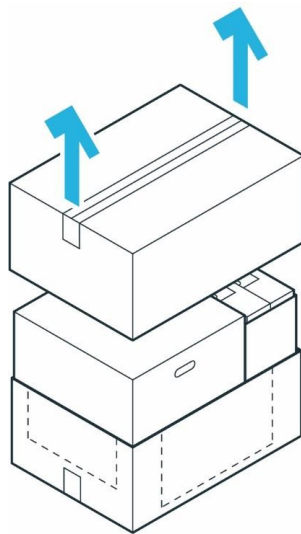


図 33: メインカーターの開梱

2. 上部の内箱を持ち上げて脇に置きます。

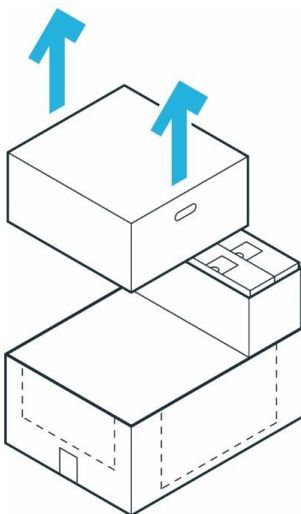


図 34: 個別のカーターの取り外し

3. 外箱を引き離し、下部の内箱を取り出します。

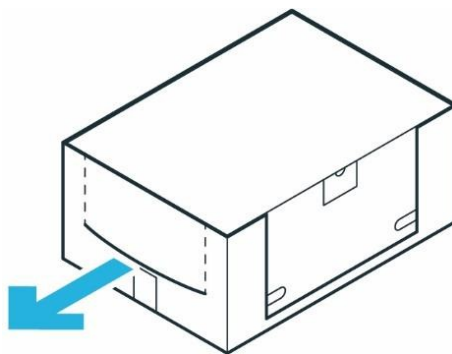


図 35: 内箱

アームの開梱

手順

1. 段ボール箱の上部にあるシール用粘着テープをはがして、箱を慎重に開けてください。
2. ホイルコーティングを開封してください。
3. 上部の保護層を取り外します。

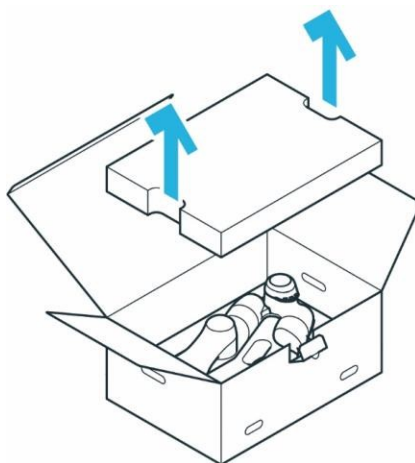


図 36: アームによる箱の開封

4. 中央の保護層を取り外します。

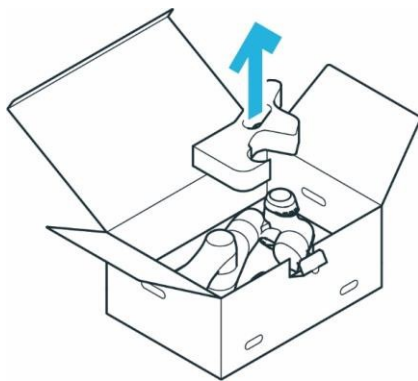


図37：アームの開梱

5. 指定の持ち上げ位置でアームを慎重に掴み、下部の保護層から持ち上げて脇に置いてください。

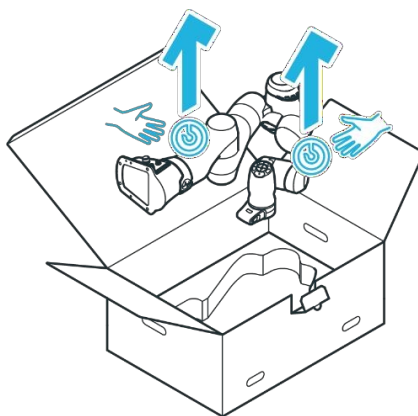


図38: アームを持ち上げる

制御装置の開梱

手順

1. 段ボール箱の上部にある封緘用粘着テープをはがして、箱を慎重に開けてください。
2. ホイルコーティングを開封してください。

3. 電源ケーブルと上蓋を取り外します。

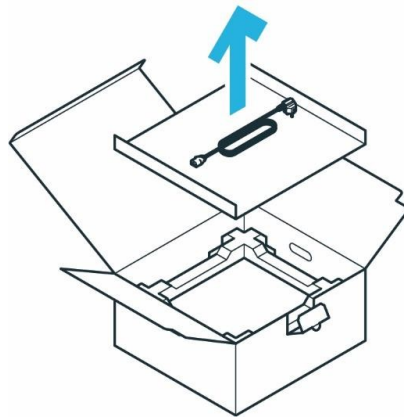


図39: コントロールボックス開封状態

4. 上部の保護層を取り外します。

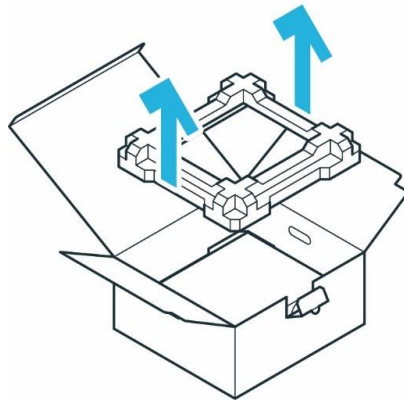


図40: 取り外し用包装

5. 指定の持ち上げ位置で制御装置を掴み、慎重に底面保護層から持ち上げて取り出し、脇に置いてください。

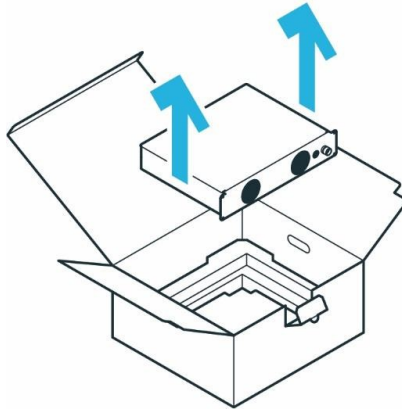


図 41: コントロールの持ち上げ

7.2 正しい設置場所

7.2.1 最大かつ保護された空間

空間の分類

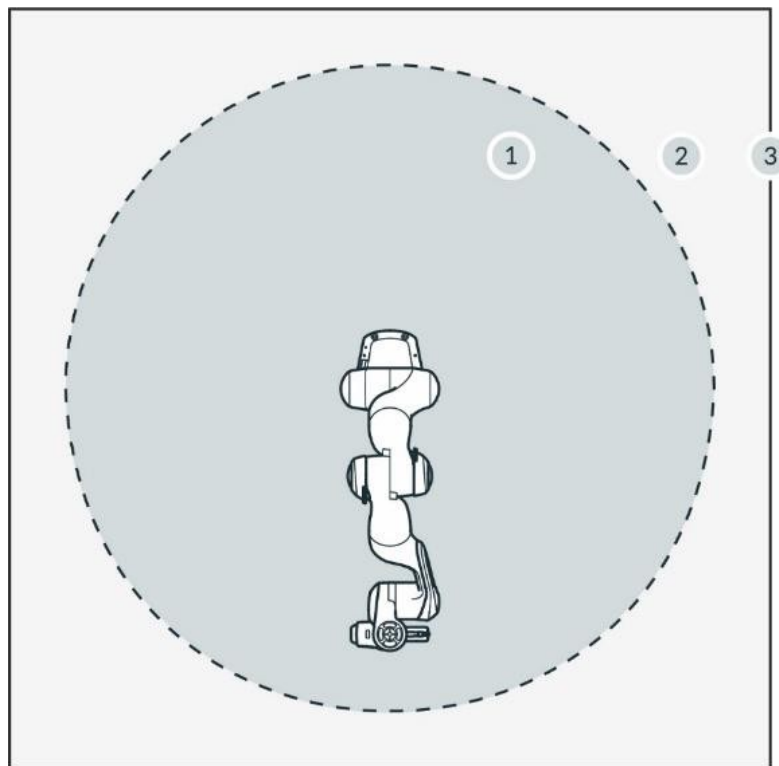


図42：空間の分類

1	最大作業スペース	3	周囲の安全確保
2	保護された空間		

- 最大作業領域
ロボットの可動部が掃引可能な空間に加え、エンドエフェクタとワークピースが掃引可能な空間。
- 安全空間
周縁安全装置によって定義される（図参照）

注意

予期せぬアーム動作による偶発的衝突リスクを軽減するため、提供されている安全機能を活用すること。監視機能は違反発生時にのみ作動する。安全インテグレーターは停止時間、距離、許容誤差を考慮しなければならない。

注意

アプリケーション固有のリスク分析により、一部のアプリケーションでは最大作業領域よりも広い危険区域が定義される場合があります。

7.2.2 周囲条件：Arm

設置場所における許容条件

周囲温度

- +15 °C ～ +25 °C（通常）
- +5 °C ～ +45 °C（拡張）
- IP 20
- 通常動作（ディレーティングなし）：+15°C～+25°C、結露なき60%湿度
- 拡張動作（安全システムのディレーティングなし、性能のディレーティングは可能）：+5°C～+45°C、結露なき90%湿度
- 保管および輸送：-10°C～+60°C相対湿度
- 20 % ～ 80 %、結露なし設置場所
- 屋内、密閉された建物内
- 直射日光に当たらない
- 振動なし、加速基盤なし
- 磁界は指定仕様範囲内でのみ許容されます。

本マニュアルの 4.2 責任に関する注意事項を参照してください。

設置方向

- アームは垂直にのみ設置してください（ベースは地表に対して水平、アームを吊り下げないでください）。周囲媒体
- 空気
- 可燃性物質（粉塵、ガス、液体）がないこと
- 腐食性媒体を含まないこと

- 腐食性物質がないこと
- 飛来物がないこと
- 噴霧液体のないこと
- 加圧空気流の影響を受けない 汚染度
- レベル2（EN 60664に基づく）
- 乾燥した非導電性の汚染のみが発生する。結露による一時的な導電性が発生する場合がある

設置高度

- 海拔 2,000 m 以下

電磁両立性

- 本システムはEN 61000-6-2に基づく放射耐性を有するように設計されているため、環境条件はEN 61000-6-4に基づく一般的な産業機器に準拠すること

注意

システムの安全機能を損なわないよう、EN 60664 に準拠した汚染度 2 を確保してください。

適切な換気

注意

アーム内部のパワー電子部品およびモジュールによって発生する熱は、アームの表面を介して放散される。表面を通じて放散されます。

- アームは十分に換気された場所に設置してください。
- アームを直射日光にさらさないでください。
- アームを再塗装、貼り付け、または包装しないでください。

人間工学上の考慮事項

注意

過熱を防ぐため、拡張温度範囲を超えた場合、システムは動作を停止します。ユーザーには Franka UI を通じて通知されます。

Franka UI の指示に従ってください。

注意

モーターの過熱を防ぐため、内部センサーが巻線部の過剰な温度を検知した場合、システムは動作を停止します。ユーザーには Franka UI を通じて通知されます。

Franka UI の指示に従ってください。

注意

アームを人間工学に基づいたティーチング位置に設置してください。

7.2.3 周囲条件：制御

設置場所における許容条件

周囲温度

- +15 °C ~ +25 °C (通常)
- +5 °C ~ +45 °C (拡張) 相対湿度
- 20 % ~ 80 %, 結露なきこと 設置場所
- 屋内、密閉された建物内
- 直射日光に当たらない
- 振動がない
- 磁界は、指定された仕様範囲内でのみ許容されます。

本マニュアルの 4.2 責任に関する注意事項を参照してください。

- 筐体は、一般に開放された場所に設置する場合、IP4X または IPXXD に対応する最低限の保護等級が必要です。

設置方向

- 本装置は地表に水平に設置すること
- 角度ブラケットへの取り付け (例: テーブル下)
- 制御キャビネット (2U, 4HP) への取り付け電源
- システムの安定性と安全性を確保するため、電源が遮断された際に制御装置が制御された方法でシャットダウンするのに十分な電力を維持する安定した電源を供給すること。

周囲媒体

- 空気
- 可燃性物質 (粉塵、ガス、液体) を含まない
- 腐食性媒体がないこと
- 腐食性物質がないこと
- 飛来物がないこと
- 噴霧液体のないこと
- 加圧空気流がないこと 汚染度
- レベル2 (EN 60664に基づく)
- 乾燥した非導電性の汚染のみが発生する。結露による一時的な導電性が発生する場合がある

設置高度：

- 海拔2,000メートル以下

注意

すべての人に開放されていない場合、汚染度2のみが関連し、これを確保する必要があります。

注意

システムの安全機能を損なわないよう、EN 60664に基づく汚染度2を確保すること。

上記の筐体は、より高い汚染度からの保護には適していません。ここでは、さらに高いIP等級が必要です。

7.3 設置場所の準備

適切な設置場所

設置前に設置場所を準備してください。 **本マニュアルの第7.4章「適切な設置場所」を参照してください。**



警告

不適切な設置による誤動作や予期せぬ動作

指、手、上半身、頭部の挟まれなど、重傷を負う危険性があります。

- アームがプラットフォームに正しく設置されている場合にのみ、ロボットの電源を入れてください。
- アームは平坦で、動かない安定したプラットフォームにのみ設置してください。プラットフォームによる加速度や振動は許容されません。
- アームを吊り下げたり、傾斜したプラットフォームや凹凸のあるプラットフォームに設置しないでください。
- プラットフォームを水平にし、ロボットを直立状態で設置してください。
- 100時間の稼働後、適切な締め付けトルクでネジを締め付けてください。

7.3.1 アーム

ディレーティング

Franka Research 3 を拡張温度範囲内で動作させる場合、システムおよびその構成部品の過熱を防ぐため、動的パラメータ（加速度、最高速度など）を低減する必要がある場合があります。そうしない場合、Franka Research 3 は動作を停止します。

安定したプラットフォーム

アームには高感度センサー技術と精密調整された制御アルゴリズムが搭載されています。制御アルゴリズムは、垂直姿勢で設置された安定・水平・非移動・非振動のプラットフォーム上での動作を必要とします。許容最大傾斜角度は0.1°です。

静的および動的運転時において、取付ベースから以下の最大荷重を支える必要がある：

- 傾斜トルク：280 Nm

- 軸周りのトルク：190 Nm
- 水平方向力：300 N
- 垂直方向力：410 N

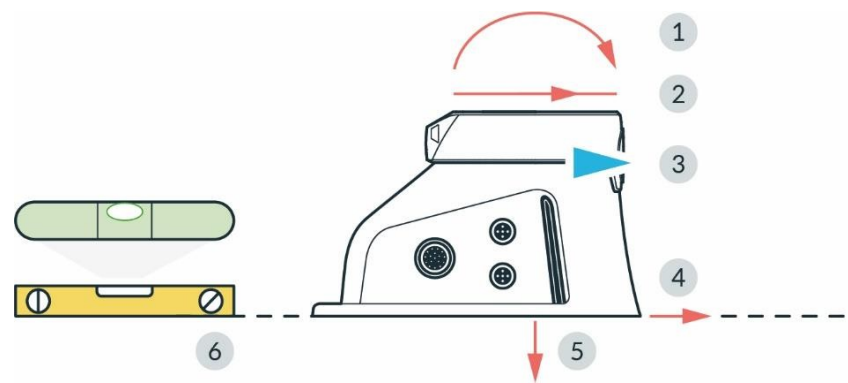


図43: ベースプレートの準備

1	傾斜トルク	4	水平力
2	軸周りのトルク	5	垂直力
3	フロント	6	水平面

ベースプレートの準備

必要な材料

- ベースプレートの詳細な取り付けレイアウト手順
- 穴の位置決めには技術図面を使用してください。

注意

技術図面におけるアームの位置に注意し、それに応じてベースプレート上に位置合わせを行ってください。

穴間隔はITEM製フレキシブル組立部品との互換性を考慮して設計されています。取付フランジのダボピン用2穴（Ø 6 mm H7）により、2本のØ6 h8ピンを用いたアームの正確かつ再現性のある組立が可能です（詳細は第7.4章「アームの取付」の表を参照）。

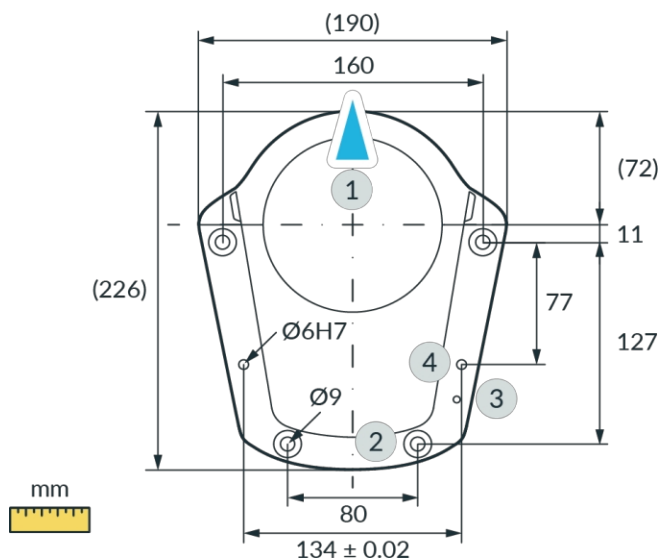


図44: ドリル用テンプレート

1	前面	3	機能接地用ねじ穴 M5
2	M8ネジ用穴	4	位置決めピン用穴 Ø6H7

7.3.2 制御

設置場所

制御装置を水平に所定の位置に設置してください。

代替方法：

19インチ機器用ラックに制御装置を設置してください。

詳細については、本マニュアル第7.2章「適切な設置場所」を参照してください。

注意

電源接続は適切な機器を介して行うこと。例：付属の国別対応ケーブルを使用すること。

主電源および主スイッチが容易にアクセスできることを確認してください。

十分な換気

注意

制御装置内部のパワーエレクトロニクス部品およびモジュールから発生する熱は、内部換気システムを通じて放散されます。

- 制御装置は十分に換気された場所に設置してください。
- 制御装置を直射日光にさらさないでください。
- フロント/リアファンとカバー部品間に十分な距離（両側40mm）を確保して制御装置を設置してください。
- 制御装置のファンが汚れて覆われていないことを確認してください。



警告

重量物

装置の重量および形状設計により、装置の持ち上げや取り扱い時に腰痛を引き起こす可能性があります。また、装置が落下した場合、指、手、足指、足に重傷を負う恐れがあります。

- 装置の運搬、取付、取り外し時には、常に個人用保護具（例：安全靴）を着用してください。
- 機器は傾斜や滑りを防ぐため、平坦な場所に設置してください。
- 荷物の持ち上げおよび個人用保護具に関する会社の規定に従ってください。

7.4 アームの取り付け

アームは、適切なサイズのネジ4本でベースプレートに確実に固定する必要があります。このため、アームのベースフランジには直径9mmのドリル穴が4箇所設けられています。

アームを持ち上げる際は、指定された吊り上げポイントのみを使用してください。

必要な工具と材料

- ワッシャーとネジはロボットの取り付け面によって異なります。詳細は下表をご確認ください。
- 1x 六角穴付き円筒頭ネジ M5x8 (強度等級 8.8 A2K)
- 1x 歯付きワッシャー M5 (強度等級 A2K)
- トルクレンチ (30Nmでネジを締め付ける)

	アルミテーブル上のロボット	鋼製テーブル上のロボット	ITEMアルミニウムプロファイル上のロボット
ネジ	ISO 4762 - M8x25 - 10.9	ISO 4762 - M8x20 - 10.9 (付属品)	
ワッシャー	ISO 7089-8.4-HV300 ワッシャー (付属品)		
最小ねじ長	16 mm	最小ねじ長さ	ライン8構造プロファイル
締付けトルク	30 Nm		
その他			ITEM 0.0.420.83 ヘビーデューティ Tスロット M8 ナットのみを使用してください。

注意

アームの損傷

ロック状態の腕を無理に動かすと、内部部品が一時的に滑り、キャリブレーションの喪失やアームの損傷を引き起こします。

- アームの関節への過度な負荷を避けるため、本マニュアルで指定された箇所のみを把持・持ち上げ・運搬してください。
- 設置時や電源のオン/オフ時にも、アームは慎重に取り扱ってください。

注意

静的・動的動作時において最大支持力と最大支持トルクが確保されていることを確認してください。詳細については、
本マニュアルの7.5章「インストールサイトの準備」を参照してください。

前提条件

- アームの取り付けには2名が必要です。
- 準備済みのベースプレート。

本マニュアルの 7.5 設置場所の準備の「ベースプレートの準備」の項を参照してください。

手順

1. アームを持ち上げます。
2. アームを所定の位置まで運びます。
3. ベースプレートに予め固定された穴に合わせてアームの位置を合わせます。
4. 作業者1：アームを支える。
人物2：4本のネジを使用して、締め付けトルク30Nmでベースプレートに取り付けてください。

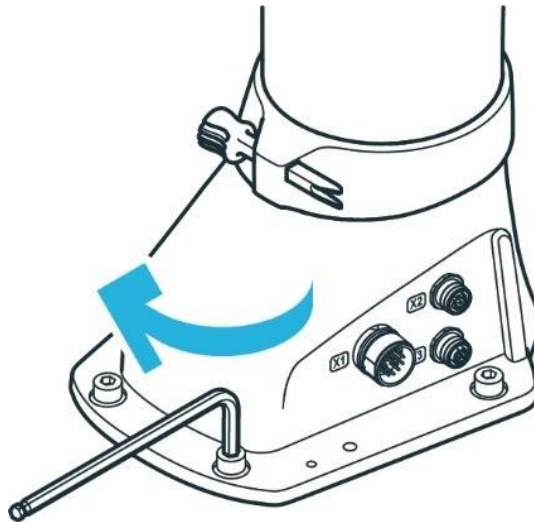


図45: アームの取り付け

5. 機能接地線をアームのベースに接続してください。

アームのベースプレートへの取り付けが完了しました。

注意

正しい取り付けが再度確認されるまで、アームに電源を供給しないでください。

7.5 制御装置の位置決め



警告

重量物

装置の重量および形状設計により、装置の持ち上げや取り扱い時に腰痛を引き起こす可能性があります。また、装置が落下した場合、指、手、足指、足に重傷を負う恐れがあります。

- 装置の運搬、取り付け、取り外し時には、常に個人用保護具（例：安全靴）を着用してください。
- 制御装置は、傾いたり滑ったりしないよう、平らな場所に設置してください。
- 荷物の持ち上げおよび個人用保護具に関する会社の規定に従ってください。

注意

アームおよび制御装置の物理的損傷

ロック状態でのアームの強制移動は、内部部品の一時的なすべりを引き起こし、キャリブレーションの喪失とアームの損傷につながります。

- 衝撃を与えないでください。
- 装置は慎重に設置してください。
- 建物内でも、装置は必ず元の梱包材に入れて保管・輸送してください。

位置決め

手順

1. 担当者 1：指定の持ち上げ位置でコントロールを掴みます。
2. 担当者 2：コントロールから発泡スチロールの包装材を取り外します。
3. コントロールユニットを水平に所定の位置に設置し、適切な通気性を確保してください。代替オプション：
19インチユニット用ラックに制御装置を取り付ける。

本マニュアルの7.4章「適切な設置場所」を参照してください

7.6 配線および電氣的設置

健全な状態



危険

損傷した電線や不適切な電気設備

感電による人身事故および物的損害の危険性

- フランカ・リサーチ3は、技術的に健全な状態でのみ使用してください。
- 非常停止装置および安全周辺機器システムは、資格を有する担当者のみで設置してください。
- ケーブルおよび電気設備を確認してください。



注意

露出している電線およびケーブル

最大作業領域内の露出電線・ケーブルにより、作業員が躓いて転倒する恐れがあります。従って：

- ケーブルは常に安全に敷設してください。

注意

イーサネットポートには、最大60Vのガルバニック絶縁を備えたデバイスのみを接続してください。

注意

制御装置の電源が入っている間は、接続されたアームを交換したり、プラグを抜いたりしないでください。

7.7 ロボットインターフェースへの接続

7.7.1 接続図

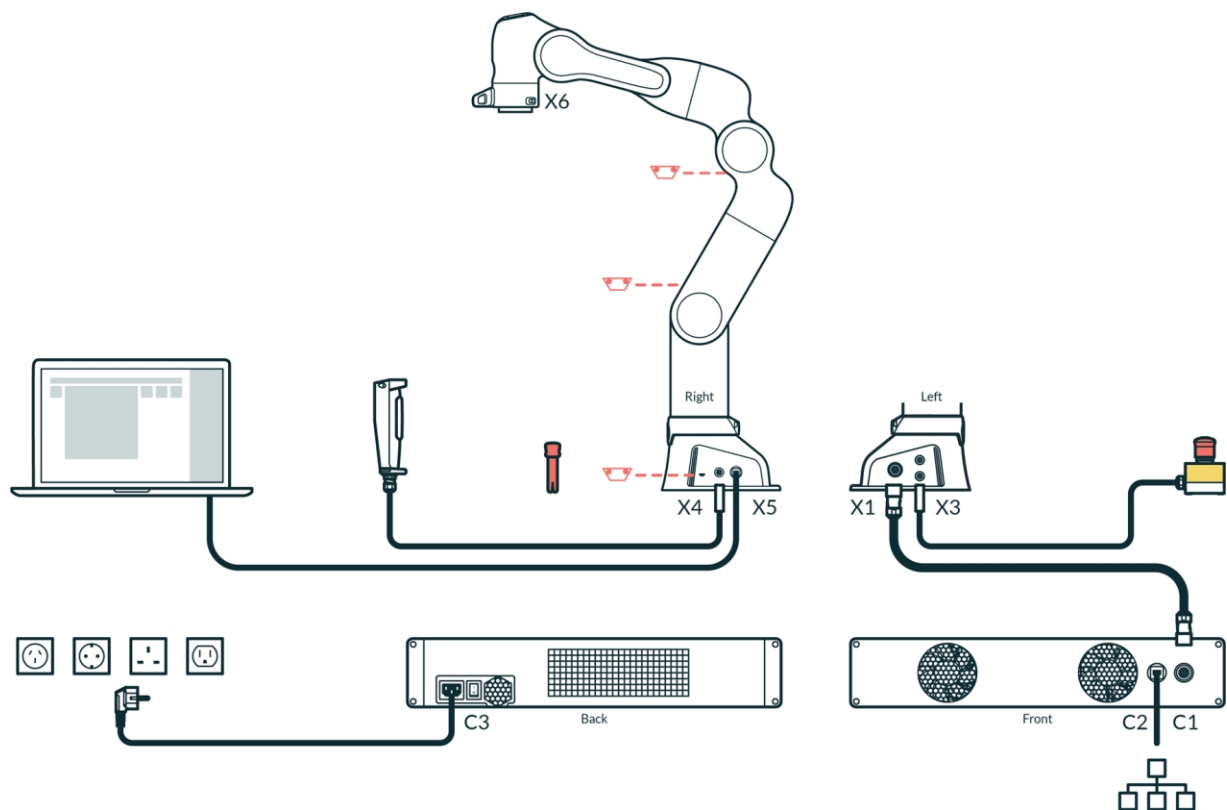


図 46: 接続図の概要

7.7.2 インターフェース

X3 - 安全入力

安全入力 (X3.n) は常にAとBの2つの独立したチャンネルを有します。各チャンネルはpピンとnピンを介して実装され、これらはフローティングスイッチを介して接続する必要があります。通常動作時には、両チャンネルは同一の状態（開放/閉）で接続されていない状態である必要があります。それ以外の状態は安全システムの故障を引き起こします。

安全入力はロボットシステムおよびロボット上の他のインターフェースから電気的に絶縁されていますが、インターフェースコネクタに関わらず、全ての安全入力は共通の電気ドメインを共有します。

インターフェースX3はロボットアームの基部に位置し、3つの安全入力信号を伝送します。X3.1はロボットの非常停止統合を提供し、X3.2およびX3.3は2つの自由に設定可能な安全入力を提供します。コネクタはAコーディングのメス型12ピンM12コネクタです。

X3の安全入力電気的特性:

- 信号電圧 24 V; 信号電流 30mA

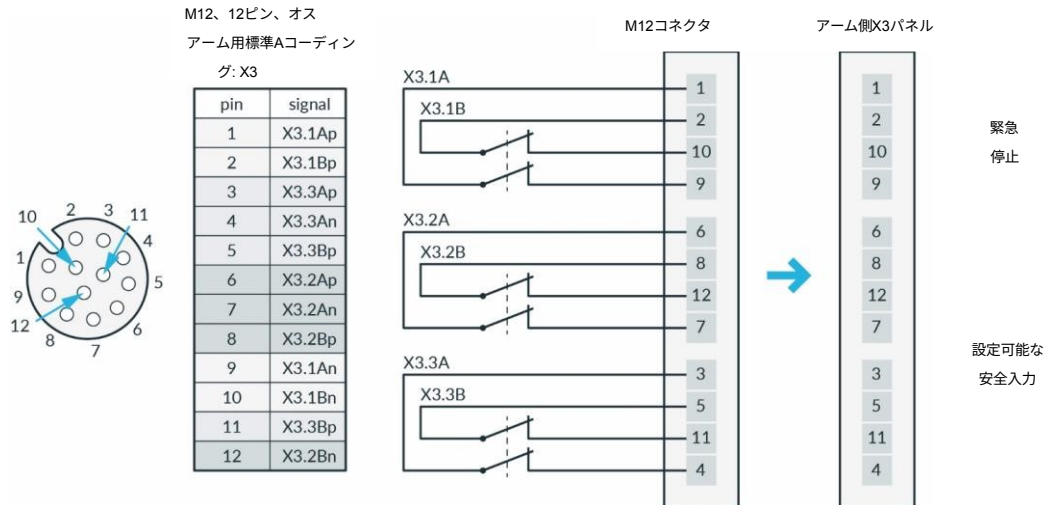


図47: X3 - 安全入力

X4 - 外部イネーブル

インターフェースX4はロボットアーム基部に位置し、1つの安全入力信号を伝送します。コネクタはAコーディングのメス型4ピンM12コネクタです。このコネクタは、動作段階で必要となる外部イネーブル装置の一時的な接続を目的としています。

可能な限り、付属の外部イネーブル装置を使用してください。

注意

外部有効化装置を別途使用する場合、当該外部有効化装置はIEC 60204-1およびDIN EN 60947-5-8に準拠しなければならない。

X5 - ロボットネットワーク

X5コネクタはロボットベースに配置され、イーサネットソケットを介して内部ロボットネットワークを提供します。ロボットネットワークにはDHCPサーバーが統合されています。操作デバイスはX5に接続可能です。URL robot.franka.deを入力することで、ロボットのFranka UIウェブインターフェースにアクセスできます。X5インターフェースのIPアドレスは設定で構成可能です。

デフォルト設定では、IPアドレス192.168.0/24が保存されています。これにより、ロボットはIPアドレス192.168.0.1でアクセス可能となります。DHCPサーバーはクライアントに100から150の範囲のアドレスを割り当てます。つまり、デフォルト設定では192.168.0.100から192.168.0.150となります。

X6 - エンドエフェクタ

インターフェースX6はロボットアームの手首部に位置し、エンドエフェクタに接続するロボットからの信号を伝送する。コネクタはBinder社製8ピンスナップイン式メスIP67シリーズ620である。

pin	signal
1	48V
2	CAN_H
3	CAN_L
4	reserved
5	reserved
6	reserved
7	reserved
8	GND

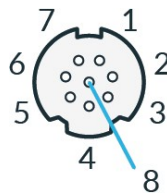


図48: X6インターフェース

- 公称電圧 48 ± 3 VDC。
- 公称保持電流 25°C で 0.5 A 。
- 最大容量負荷 $220\text{ }\mu\text{F}$ 。

エンドエフェクタインターフェースは安全関連情報を一切交換しません。安全なデータ転送のためのディスクリット方式およびプロトコルベースの方式は提供されていません。SEEPOがアクティブな場合、このインターフェースでは48V電源は利用できません。エンドエフェクタ電源には接地は提供されていません。

追加デバイスを接続する場合は、意図した機能が期待通りに動作するかテストしてください。

C2 ネットワーク接続

C2インターフェースは制御ユニットの前面に配置されています。イーサネット接続を提供し、制御ユニットをシステム／企業ネットワークおよびインターネットに接続できます。

ネットワーク接続は設定で構成可能です。デフォルト設定では、このインターフェースのDHCPクライアントが有効化されています。既存ネットワークへの統合のために、ネットワーク接続を手動で設定することも可能です。ロボットネットワークと企業ネットワークは同一のIPアドレス範囲を使用してはならないことにご注意ください。

7.7.3 機能接地の接続

注意

規定のEMCレベルを満たすためには、機能接地を接続する必要があります。

必要な材料

- M5ネジ山
- 歯付きワッシャー M5 ×1個
- 機能接地ケーブル

最小 1.5 mm^2 断面積の銅ケーブルを使用し、最大長は 5 m とすることをお勧めします。

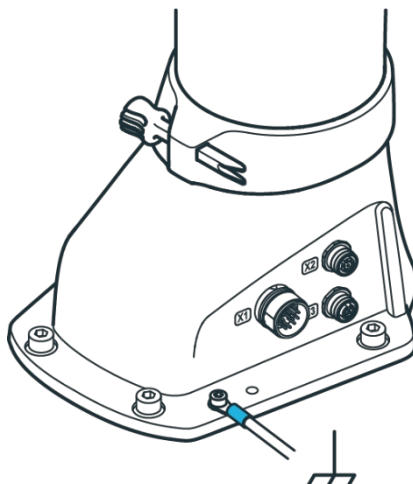


図 49: 機能的アースの接続

手順

1. 機能接地線を、アームベースの M5 ネジに、片側の指定位置に接続します。
反対側の近くにある、十分に接地された部分（例：固体金属の接地バー）に接続してください。
2. 機能接地用として、アーム基部の指定位置に歯付きワッシャー M5 を配置してください。
3. 機能の接地ケーブルのケーブルラグを M5 ネジで固定します。
4. ケーブルのもう一方の端を、近くにある十分に接地された部品（例：固体金属の接地バー）に接続してください。

注意

システムの電気的安全性は機能的接地接続に依存しません。機能的接地接続は、エンドエフェクタなどの接続機器への保護接地伝播には適していません。ロボット周辺の全ての機器は、該当する場合の保護接地を含め、それぞれの電気的要件に従って設置する必要があります。

7.7.4 配線

注意

アーム接続ケーブル、非常停止ケーブル、外部有効化装置ケーブル、およびユーザー固有のケーブル配線は、以下の事項に過度に曝されてはならない：

- 機械的な取り扱い及び粗い表面上での引きずり（摩耗）
- ガイドなしでの操作（ねじれ）
- ガイドローラー及び強制ガイド、ケーブルドラムへの巻き取り・巻き戻し（応力）
- 高張力応力、小半径曲げ、他平面への曲げおよび／または頻繁な作動サイクル

アームと制御装置の接続

必要な材料：

- 接続ケーブル

注意

アームと制御装置間の電気接続には、Franka Roboticsが提供する接続ケーブルのみを使用すること。

手順

1. コネクタポート（メス側）をコネクタ X1 に慎重に配置し、三角形のマークが上向きになっていることを確認してください。

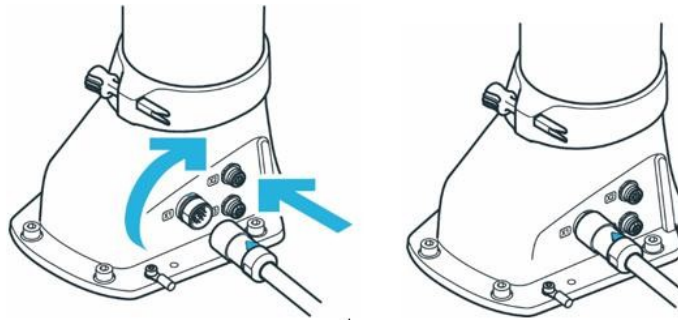


図 50: アームへの接続ケーブルの接続

2. コネクタの可動部分（前面）を回転させると、プラグ自体がコネクタポートに引き込まれます。
3. 手で締めるように回転させ、プラグを軽く引っ張って正しく装着されていることを確認してください。
4. 同じ原理を適用し、接続ケーブルのもう一方の端（オス側）を、制御装置前面のコネクタC1に接続してください。

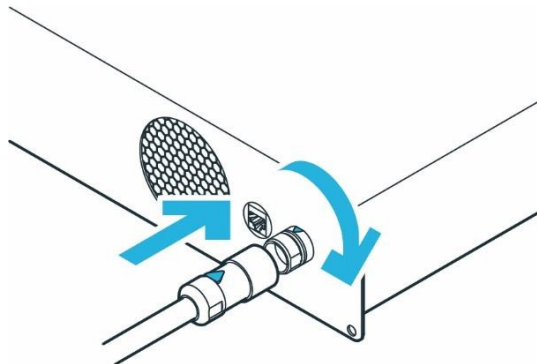


図51: コントロールへの接続ケーブルの接続

外部イーネーブル装置の接続

必要な材料：

- 付属の外部イーネーブル装置手順
1. ガイドピンが正しい方向を向いていることを確認してください。
 2. 外部イーネーブルデバイスをX4コネクタに接続します。

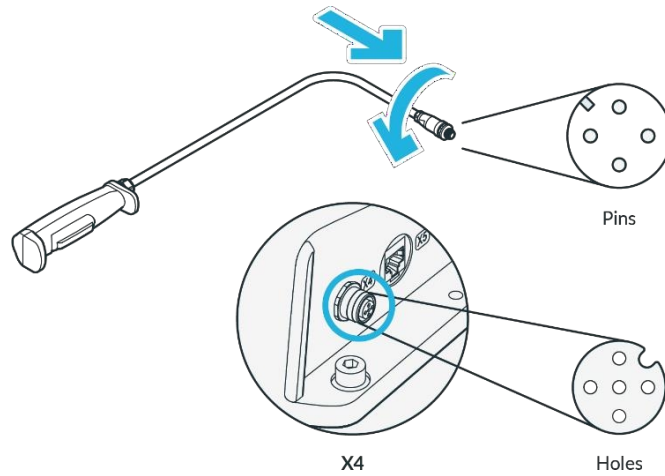


図52: 外部イーサネットデバイスの接続

3. プラグ本体は、コネクタの前面可動部を回転させることでコネクタポートに引き込まれます。
4. 手で締める。

操作デバイスの接続 (Franka UI経由での操作用)

必要な材料：

- インターフェースデバイス

お使いのシステムバージョン (例：5.6.0 または 5.8.0) に対応する操作マニュアルの 2.1.1 ユーザーインターフェースデバイスの接続の章を参照してください。

- RJ45コネクタ付きイーサネットケーブル (付属していません) 手順
- インターフェース装置とアームベースのコネクタ X5 をイーサネットケーブルで接続します。

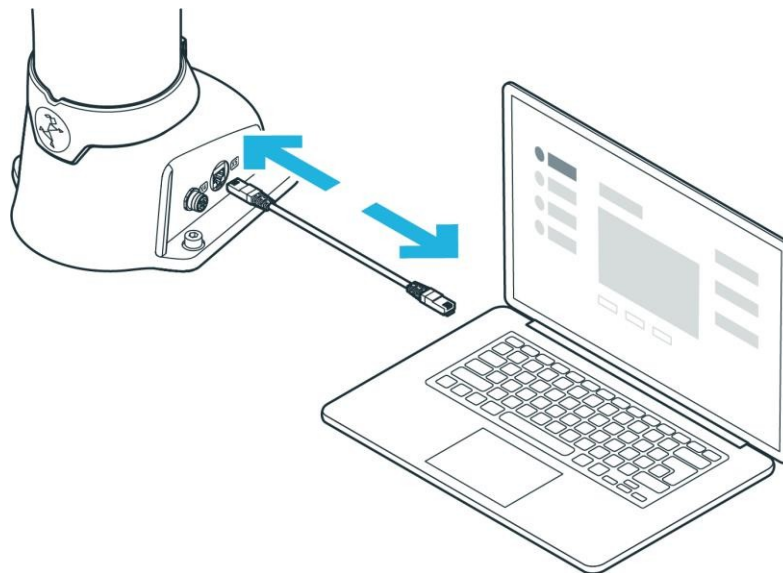


図53: 操作装置の接続

コントロールと電源の接続

注意

電源ケーブルの C14 コネクタに、必須のロック機構を必ず接続してください。

注意

許容電源周波数：50 ～ 60 Hz

供給電圧：100 ～ 240 VAC漏電：< 10 mA

必要な材料：

- 国別電源ケーブル 手順
1. 電源ケーブルを制御装置に接続してください。
 2. 電源ケーブルを電源装置に接続してください。

保護装置の接続

外部安全装置を接続して、カテゴリ 1 または 2 の停止（IEC 60204 1 に基づく）によってアームの速度を低下させたり、停止させたりする場合。

本マニュアルの 4.7 章「安全周辺機器の設置」を参照してください。



警告

負傷の危険

外部デバイスを独立した電源で接続すると、システムの安全機能が損なわれる恐れがあります。アームやエンドエフェクタによる挟まれ、皮膚の裂傷、穿孔などの重傷を負う危険性があります。

- 接続機器の電圧は、SELV（安全低電圧）であるか、システム接続信号に対して適切に絶縁されていることを確認してください。

注意

物的損傷

電気定格を遵守しない場合、外部デバイスを別電源で接続するとシステム損傷を引き起こす可能性があります。

- 接続されたデバイスの電圧は、SELV であるか、システムに接続された信号に対して適切に絶縁されている必要があります。

注意

ケーブルの物理的損傷

ケーブルの不適切な取り扱い、ケーブルの損傷につながります。

- 接続ケーブルを曲げたり、折りたたんだり、巻き付けたりしないでください。
- 接続ケーブルは過度の応力が生じないよう敷設してください。

注意

アームまたはエンドエフェクタの損傷

動作中の通電ケーブルまたはエンドエフェクタの安全でない接続または切断は、機器の損傷につながります。

- Franka Research 3 が電源に接続されている状態でケーブルの接続または切断を行わないでください。
- Franka Research 3が電源に接続されている間は、エンドエフェクタの接続や取り外しを行わないでください。

付属の非常停止装置の使用

必要な材料

- 付属の非常停止装置またはお客様が用意した保護装置（納品範囲に含まれません）
- お客様が用意した保護装置を使用する場合：追加の接続ケーブル（納品範囲に含まれません）

手順

1. 付属の非常停止装置をX3端子に接続してください。または

お客様固有の設定済み対応コネクタをX3接続部と接続対象の保護装置（納入範囲に含まれません）に接続してください。保護装置をX3コネクタに接続してください。

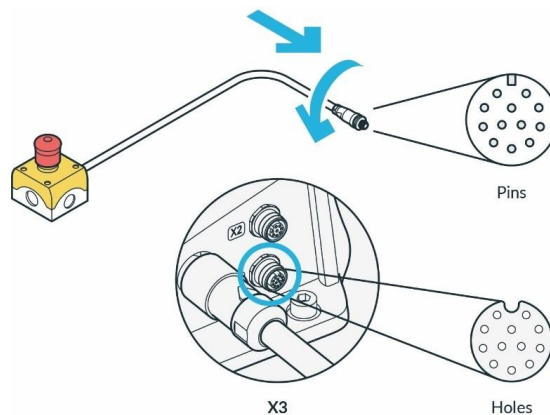


図54：保護装置の接続（ここでは非常停止指令装置）

2. プラグ本体は、コネクタの可動前面部分を回転させることでコネクタポートに引き込まれます。

3. 手で締まるまで回す

安全な入力に関する詳細は、本マニュアルの第4.10章「安全な入力」を参照してください。

安全入力の詳細については、本マニュアルの第4.10章「安全機能」を参照してください。

詳細については、本マニュアルの第4.7章「安全周辺機器の設置」を参照してください。

注意

安全装置は、初期運転前および定期的に、正常に機能していることを確認する必要があります。

7.8 エンドエフェクタの取り付け

警告

エンドエフェクタから落下および／または飛散する工具

エンドエフェクタに挿入されたままの工具は、アームの後の動作中に飛散物となり、負傷の原因となる可能性があります。

- ロボット内部に工具を残さないでください。

注意

鋭利なエッジ、尖った形状、可動部品

取り付けられたエンドエフェクタは、手、指、上半身、頭部に負傷を負わせる恐れがあります。

- 常に個人用保護具（安全ゴーグルなど）を着用してください。
- インテグレートは、取り付けられたエンドエフェクタのリスク評価を行う必要があります。
- 作動中は最大作業領域に立ち入らないでください。

注意

外部機器を接続する際、別途電源供給を行う場合、その電源供給が電気定格に適合していないと、システムの安全機能が損なわれる恐れがあります。
電氣的定格に適合しない場合、システムの安全機能が損なわれる恐れがあります。

さらに、接続されたデバイスの電圧は、SELVであるか、システムに接続された信号から適切に絶縁されている必要があります。

アームには、エンドエフェクタを機械的に接続するためのフランジが付いています。

エンドエフェクタフランジに関する情報は、本マニュアルの第7.3.1章「アーム」に記載されています。

注意

パイロットグリップはエンドエフェクタフランジに対して 45° ねじれていることに注意してください。

インターフェース X6 - エンドエフェクタ

エンドエフェクタフランジ上のX6電気接続は、必要に応じてエンドエフェクタへの電力供給およびCANバス経由でのコントローラとの通信に使用できます。X6接続はFranka Hand専用に構成されているため、他のデバイスでは互換性がない可能性があることに注意してください。このポートに直接接続できないエンドエフェクタを接続する場合は、電力供給および制御のための外部配線を設計・実装する必要があります。

インターフェースX6の配線に関する詳細な説明については、本マニュアルの第7.6章「配線および電気的設置」を参照してください。

エンドエフェクタインターフェースは安全関連情報を一切交換しません。安全なデータ転送のためのディスクリット方式またはプロトコルベースの方式は提供されていません。SEEPOがアクティブな場合、このインターフェースでは48V電源は利用できません。



注意

エンドエフェクタの開閉

制御装置の故障により、エンドエフェクタが予期せず開閉する可能性があります。

- 常に個人用保護具（例：安全ゴーグル）を着用してください。
- インテグレータは、取り付けられたエンドエフェクタについてリスク評価を実施しなければなりません。
- 作動中は最大作業領域内に立ち入らないでください。



注意

アームの移動

押しつぶされる、皮膚が裂ける、刺されるなどの重傷を負う危険性があります。

- 常に個人用保護具（安全ゴーグルなど）を着用してください。
- インテグレータは、取り付けられたエンドエフェクタについてリスク評価を実施しなければならない。
- 作動中は最大作業領域内に立ち入らないでください。

注意

エンドエフェクタ接続後は、リスク評価を実施する必要があります。リスク評価はエンドエフェクタの種類に依存し、以下を含みますがこれらに限定されません：

- 鋭利なエッジまたは尖った先端部を持つエンドエフェクタ
- 鋭利な回転エンドエフェクタの移動または回転
- エンドエフェクタにつながるアームが予期せず移動し、人間に衝突または圧迫する

エンドエフェクタの故障リスクについては追加のリスク評価が必要である。故障リスク評価はエンドエフェクタに依存し、以下を含むがこれらに限定されない：

- 保護停止信号の誤作動によるエンドエフェクタ開閉の停止不能
- エンドエフェクタの動力喪失およびその機能の評価
- エンドエフェクタの予期せぬ開閉を引き起こす制御障害



エンドエフェクタの取り付けおよび取り外しに関する情報は、各エンドエフェクタのマニュアルを参照してください。

7.9 Franka Research 3の使用と位置決めに関する実用的なヒント

7.9.1 消費電力

標準的な動作において、Franka Research 3 は平均 140~350 W の電力を必要とします。一時的に、最大 600 W の電力を電源から引き出すことができます。

ご注意

予期せぬ停電が発生した場合、Franka Research 3はカテゴリ1停止を試行します。蓄積エネルギーが不足している場合、カテゴリ0停止が実行されます。

緊急停止後、アームのキャリブレーションが失われたり損傷している可能性があります。次回起動時に不具合が検出された場合、ユーザーに通知され、Deskの指示に従う必要があります。

7.9.2 ESD制限

注意

規定のEMCレベルを満たすためには、機能接地を接続する必要があります。

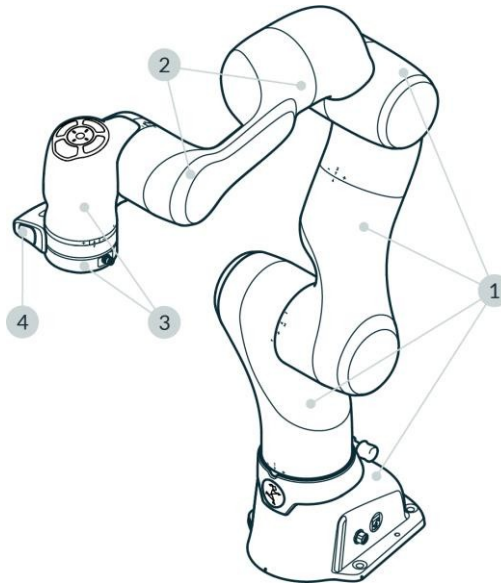


図55：測定点 ESD測定

表中の値は、温度24.2℃、相対湿度44%の条件下で測定されました。

	接地抵抗 R_G [オーム]	表面電圧 [V]	ESDSまでの距離 [mm]
塗装ロボット (1)	15.5×10^9	13	0
前腕バンパー (2)	20.3×10^9	30	0
手首シェル (バンパー含む) (3)	24.3×10^9	850	25
フランジ (4)	50.0×10^3	0	0
パイロットグリップ (5)	25.7×10^9	279	25
フ兰卡・ハンド (指先なし) (6)	38.1×10^9	615	25

指定距離は DIN EN 61340-5-1 規格に準拠しています。125 V 以上 2,000 V までは 25mm の間隔が必要です。

注意

アプリケーション要件および DIN EN 61340-5-1 規格に基づき距離を確認することを推奨します。

7.9.3 作業空間の設計

警告

予期せぬアームの動作

指、手、上半身、頭部の挟まれなど、重傷を負う危険性があります。

- 最大作業領域内に鋭利なエッジを設けないでください。
- 最大作業領域内に尖った物体を置かないでください。
- アームを人間工学に基づいたティーチング位置に設置してください。



図56: 作業領域の設計

設置計画を立てる際には、ロボットの周囲に十分な作業スペースを確保してください。

注意

故障時の復旧手順では、関節をアームの基準位置に移動させる必要がある場合があります。そのため、設定計画において下図の位置を考慮し、必要時にロボットが基準位置に到達できるようにすることを推奨します。

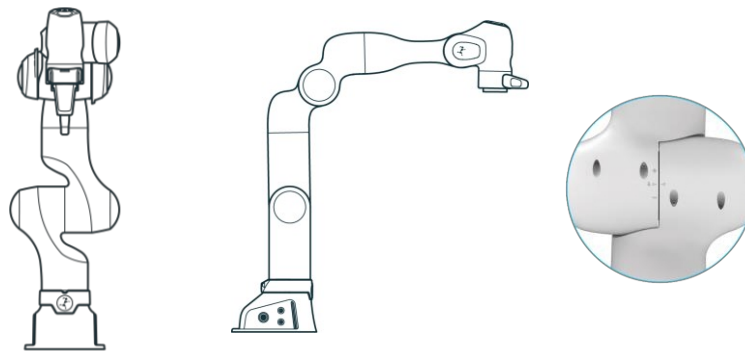


図57: アームの関節基準位置

7.9.4 全7関節の基準位置

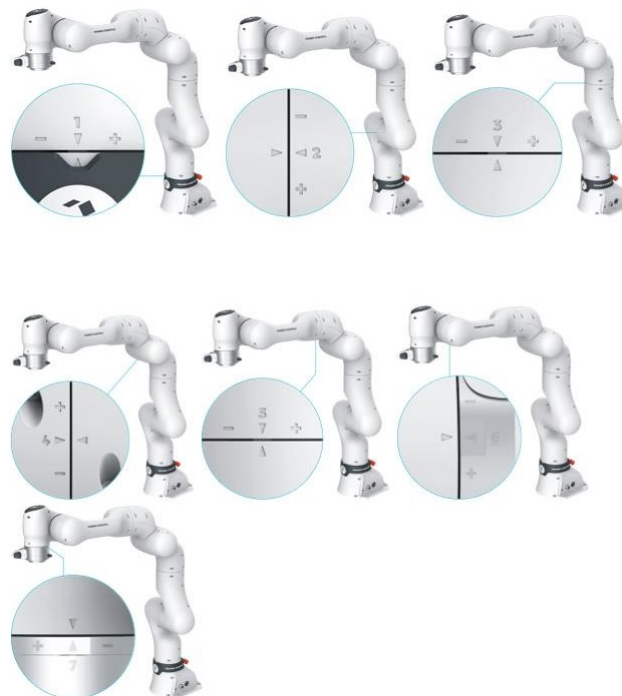


図58: 関節基準位置

注意

関節位置誤差が発生した場合は、お使いのシステムにインストールされている操作マニュアル（例：v5.6.0 または v5.8.0）の適切なバージョンにある「トラブルシューティング」の章（8.1.4 および 8.1.5）を参照してください。

7.9.5 個人の安全と人間工学

収納のための空きスペース

注意

アームの使用方法および設置に関する以下の情報は実用的な指針であり、特定の用途において網羅的ではない場合があります。これらは危険・リスク評価に代わるものではありませんが、レイアウトの選択肢を示す可能性があります。

人間は予期せぬ動きに対して本能的に後退します。従って、操作者やその他の人が立つエリアには、後退または反動のための十分なスペースを確保してください。

さらに、この空間には障害物（例：ケーブル、物体）がないことを確認し、人がそれらにつまずいて怪我をするのを防ぎます。

アームへの最大可能距離

警告

可動アーム

アームに挟まれる危険性があります。

- 操作者が反応し、アームを後退させられるよう、常に可能な限り最大の距離を保ってください。
- アームを抱え込んだ状態で操作しないでください。
- 頭部やその他の身体の一部をアームのセグメント間や下部に置かないでください。
- アーム、エンドエフェクタ、または固定物との間に身体の一部（特に手、指）を挟まないでください。
- 致命的な危険が差し迫った場合：
 1. 緊急停止装置を押してロボットの動作を停止させてください。
 2. アームを手動で危険な位置から引き出したり押し出したりしてください。

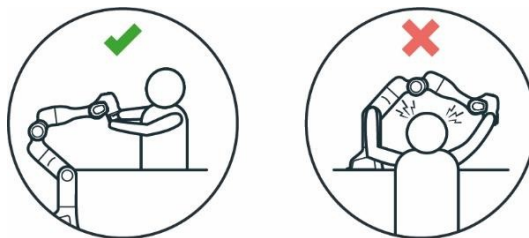


図59: アームがヘッドに接触するまでの距離

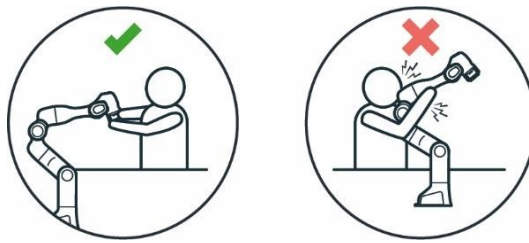


図60：アーム衝突までの距離



図61：アームが手を挟むまでの距離

目の保護



警告

アームの予期せぬ動きと油漏れ

漏れた油に触れると、目や皮膚に刺激を与えることがあります。

様々なアプリケーションの使用、ハンドリングされるエンドエフェクタ、および周囲の物体は、皮膚の圧迫・裂傷・穿孔を引き起こす可能性があります。

- 常に保護ゴーグルを着用してください。

衣服や装飾品



注意

アームに引っかかる緩い衣服や装飾品

衣服や装飾品が引っ掛かると、バランスを崩して作業員が転倒する危険性があります。

- ゆったりした衣服やリボン付きの衣服は着用しないでください。
- ネックレスやプレスレットなどの緩い装飾品は着用しないでください。

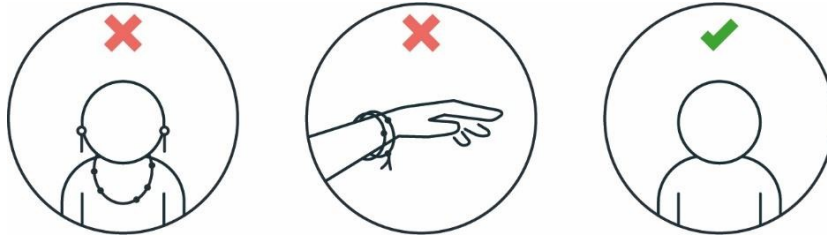


図62：保護具 装飾品を着用しないでください

詳細情報

目に見える表面に腐食が生じる場合があります。これはロボットの機能に影響しません。

注意

錆防止に関する以下の情報は実用的なものであり、網羅的ではない場合があります。錆が発生した場合、Franka Roboticsは機能に支障をきたさないため、保証や責任を負いません。

- 使用時、輸送時、保管時には湿度と温度範囲を遵守してください。
- ロボットは、ドライバッグなどの防湿材で保管してください。
- 特に取り扱い、設置、タスクのティーチング時には、清潔で乾いた手で作業してください。
- 粘着テープで密封する

8 使用方法

8.1 電源を入れる

⚠ 危険

装置を低温環境から高温多湿環境へ移動した際に発生する結露による短絡

感電による生命に関わる危険性。

- 輸送後は機器を環境に適応させる時間を与えてください。
- 濡れた装置の電源を入れないでください。

前提条件

- ケーブルは正しく接続する必要があります。
 - 外部電源を接続してください。
 - 作業スペースを最大限確保してください。手順
1. 制御装置の電源を入れる。

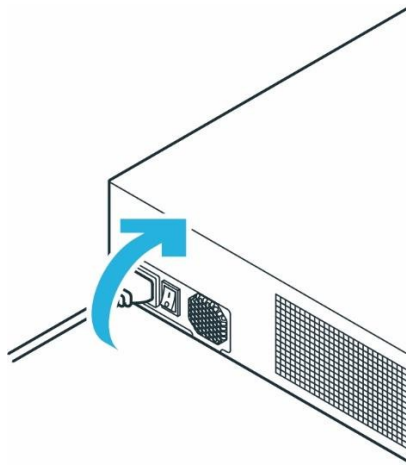


図 63: 制御装置の電源投入

制御がオンになりました。

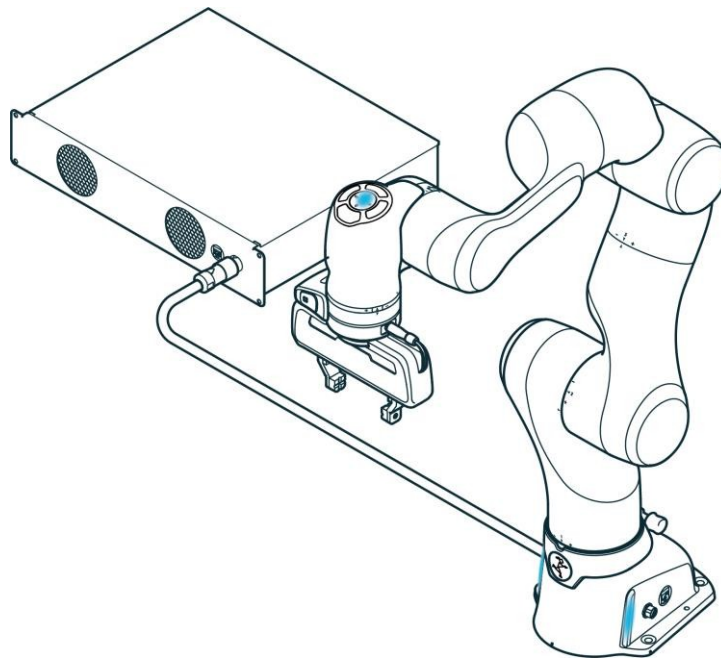


図64: アームの青色ステータスランプ

以下の動作順序を確認できます：

- 冷却システムが作動し、視覚的・聴覚的に確認できます。
- 起動には約1分かかります。
- パイロットおよびベース両側のステータスライトが点滅し始めます。
- 起動が完了すると、ステータスライトは青色で点灯し続け、ロボットが実行モードで停止状態にあることを示します。
ステータスランプが赤色で点滅している場合、安全エラーが発生しています。緊急停止が有効になっているか、または緊急停止装置が入力端子X3に正しく接続されているかを確認してください。
- フェイルセーフロック機構が作動中です。関節は依然として機械的にロックされています。フェイルセーフロック機構の解除方法については、**本マニュアル 第10章「保守と廃棄」の「故障時の事前対応」の項を参照してください。**

8.2 Franka Research 3の安全関連試験

8.2.1 ロボットシステムの自己診断

制御の自己診断はシステム稼働中に実行されます。アームの自己診断を実行するため、アームの電源を一度再投入します。

警告

落下物による負傷の危険性

アームの電源サイクル中、エンドエフェクタへの電源が切断されます。エンドエフェクタから物体が落下し、負傷する恐れがあります。

- エンドエフェクタから全ての物体を取り除いてください。
- 危険区域から避難してください。

注意

24時間ごとに、ユーザーは動作中の潜在的な危険な故障を検出するため、安全診断を開始する必要があります。サイドバーでは、時間が超過する2時間前にシステムがユーザーに警告します。

期限を過ぎると、ロボットはすべての動作を停止し、ユーザーに自己診断の実行を要求します。この目的でメッセージが表示され、そこから自己診断を開始できます。

また、セルフテストはいつでも手動で開始できます。その場合は、以下の手順に従ってください。

1. インターフェースデバイスでFranka UIを起動します。
2. 「設定」に移動します。
3. 「ダッシュボード」に切り替えます
4. セルフテストのカウントダウン表示の横にある「実行」ボタンをクリックしてください

警告

SEEO構成が有効な状態で電源遮断が発生した場合、エンドエフェクタからの落下物による危険

アームおよびエンドエフェクタによる、押しつぶし、皮膚の裂傷、刺し傷などの重傷を負う危険性があります。

- 常に個人用保護具（例：安全靴）を着用してください。
- 物体の落下を防ぐため、適切なタイプのエンドエフェクタを使用してください。
- リスク評価において、把持対象物の形状、質感、重量を考慮すること（10218に基づく）
2に従い、リスク評価において把持する物体の形状、質感、重量を考慮すること。軽量かつ／または丸みを帯びた物体を使用することで、リスクを大幅に低減できる可能性がある。

8.2.2 安全機能の定期的な試験

一部の安全機能は定期的なテストが必要である。対象となる安全機能は以下の通り：

安全機能	試験
非常停止装置	<ol style="list-style-type: none">1. ロボットが動作していない状態で非常停止装置を押す。2. ブレーキがロックされることを確認する。
ガイド有効化装置	<ol style="list-style-type: none">1. パイロットグリップの有効化ボタンをガイド中に離してください。 <i>ロボットは停止しなければなりません。</i>2. ガイド操作中にパイロットグリップの有効化ボタンを完全に押し込みます。 <i>ロボットは停止しなければなりません。</i>
外部イネープリングデバイス	<ol style="list-style-type: none">1. タスクのテスト中に外部有効化デバイスの有効化ボタンを離してください。 <i>ロボットは停止しなければなりません。</i>2. タスクのテスト中に外部有効化デバイスの有効化ボタンを完全に押してください。 <i>ロボットは停止しなければなりません。</i>
X3.2 または X3.3 に接続されているスイッチ	<ol style="list-style-type: none">1. スイッチを動作させる。2. 設定された安全機能が適切に動作するか確認してください。

注意

- 起動時に非常停止システムを動作させてください。
- 12か月ごとに起動時に非常停止システムを再接続してください。
- 12か月ごとに、非常停止システムなどのすべての安全装置の機能を確認してください。
- 安全な運転を確保するために講じられた追加の安全対策を確認してください。



緊急停止システムの詳細については、**本マニュアルの第4.7章「安全周辺機器の設置」**を参照してください。

8.2.3 非常停止のテスト



警告

作動していない非常停止装置による重傷の危険性

緊急時に作動しない非常停止装置を使用して操作を停止すると、閉じ込められた状態となり、腕やエンドエフェクタによる押しつぶし、皮膚の裂傷、穿孔などの重傷を負う恐れがあります。

- 非常停止装置は安全な場所に保管してください。

注意

物的損害

プロセス上の不適切なポイントで装置を停止すると、エンドエフェクタ、ワークピース、または周囲が損傷する可能性があります。

- 安全上重大な状況でのみ非常停止を使用してください。

注意

非常停止ボタンを押した際にアームに損傷が生じても、損傷の有無にかかわらずアームは安全に停止するため、人に危害が及ぶことはありません。

注意

緊急停止後、アームはキャリブレーションが失われたり損傷している可能性があります。次の起動時に不具合が検出された場合、ユーザーに通知されます。

注意

Franka Research 3以外の設置機器についても、非常停止により電源が遮断される可能性があるため、注意が必要です。

前提条件

- フランカ・リサーチ3は、タスクが実行されていない状態で停止している必要があります。
- フェイルセーフロックシステムのロックボルトは開いている必要があります。
- アームは動いてはいけません。

手順

1. アーム周辺のスペースを空け、把持物や周囲への損傷を回避してください。
2. ガイドを使用して、アームを障害物がない位置（例えば、静止物から 200 mm 上方）に移動させます。
3. 非常停止を作動させてください。

アームは機械式ロックボルトに嵌入する際にカチッという音と共にわずかに下降します。

注意

詳細な手順については、お使いのシステムバージョン（例：5.6.0 または 5.8.0）に対応する取扱説明書の 2.1 初期接続 の章を参照してください。

8.3 電源の切断と再投入

警告

電源遮断によるエンドエフェクタからの落下物

グリッパーからの落下物により、手、指、足、つま先に負傷する恐れがあります。

- 常に個人用保護具（例：安全靴）を着用してください。
- 落下防止のため、適切なタイプのグリッパーを使用してください。
- リスク評価において、把持対象物の形状、質感、重量を考慮すること（10218-に基づく）
2に従い、リスク評価において把持する物体の形状、質感、重量を考慮すること。軽量かつ／または丸みを帯びた物体を使用することで、リスクを大幅に低減できる可能性がある。

停止

注意

ファンが完全に停止した時点で初めてシステムは完全にシャットダウンされた状態となる。

ファンが作動している状態は、Franka Research 3 が完全シャットダウンされていないことを示します。Franka Research 3 シャットダウン時の安全手順を再度実行してください。

安全手順

手順

- 危険区域から離れてください。
- Franka UIで、ユーザーメニューから「シャットダウン」に移動し、クリックしてください。

フェイルセーフロックシステムが作動します。Franka Research 3 がシャットダウンします。

再起動

デスクでシステムの電源を切り、ファンが停止するまで待ちます。コントロールの電源スイッチをオフにします。1分間待ってから、Franka Research 3を再起動します。Franka Research 3を再起動するには、コントロール背面の電源スイッチをオンにします。Franka Research 3が再起動を開始します。

注意

システムの意図しない再通電を防ぐため、接続ケーブルを安全な場所に固定してください。

フランカ・リサーチ3の電源切断

手順

- 最大作業領域から移動する。
- Franka UIに移動します。
- ユーザーメニューで「シャットダウン」を選択する。

システムがシャットダウンします。

4. 制御装置背面の電源スイッチを切る。
5. 制御装置背面からケーブルを抜く。

注意

システムの意図しない再起動を防ぐため、電源コードは安全な場所に保管してください。

Franka Research 3 の電源が切断されます。

9 ロボット LED インジケータシステム

9.1 ステータスインジケータの概要

ベースの両側にあるステータスライトは、信号機のように対応する色に点灯します。起動時、Franka Research 3が注意を必要とする時、またはユーザーが入力値を入力する際に、ステータスライトはゆっくり点滅します。その他の処理中は、Franka Research 3のステータスに対応する色で点灯します。パイロットディスク中央の円形ステータスライトもFranka Research 3のステータスを示します。

オペレーターがアームを操作している間、パイロットディスク上のステータスライトは消灯します。

色の挙動に関する詳細は、本マニュアルの第8.1章「電源投入時」を参照してください。



警告

アームの危険な制御不能な動作

アームおよびエンドエフェクタによる、押しつぶし、皮膚の裂傷、刺し傷などの重傷を負う危険性があります。

- エンドエフェクタおよび/または対象物の質量と重心 (CoM) が正しくパラメータ化されていることを確認してください。
- 作動中は作業領域に近づかないでください。

注意

ティーチングモードまたは手動ガイドモードにおける動作速度は事前設定されています。アームのリスク評価に基づき、その用途内で速度を低減することが可能です。

ロボットは6種類の異なるLED色で動作状態を伝達します。これらの表示は2つのパターンで現れます：

- **点灯（静止）** – 安定状態を示す
- **点滅（フラッシュ）** – 移行状態または注意が必要な状態を示すLEDインジケータは3つの主要な位置で

確認できます：

- デスクインターフェース
- ロボットベース

- パイロットディスク

各色とパターンの組み合わせは、ロボットの現在の状態と動作可否に関する重要な情報を提供します

安全に操作できる状態であることを示す視覚的合図です。これらの視覚的合図は、操作者の認識と安全性を高めるために設計されています。

9.2 LED 作動動作

- **ベースLED:**
常時点灯。ロボットの動作状態を継続的に反映し、システム状態の主要な参照指標となる。
システム状態の主要な参照点となります。
- **パイロットLED:**
プログラミングまたは手動ガイド中のみ点灯。これらのモードにおけるユーザー操作に特化したフィードバックを提供します。

オペレーター向け起動チェックリスト

ロボットの電源投入時には、必ず以下のことを行ってください：

1. すべてのインジケータライトが正常に動作していることを確認してください。
2. 作業位置からLEDが明確に見えることを確認してください。
3. ライトを正しく解釈し、ロボットの状態を判断してください：
 - アイドル状態かティーチモードか
 - タスクを実行中
 - エラーまたは警告状態
 - ユーザー入力を待機中

重要な安全上の考慮事項

各状態においてロボットに接近することが安全かどうかは、アプリケーション固有のリスクおよびハザード分析、ならびに設定された安全シナリオによって異なります。
LEDインジケータはロボットの状態を識別するのに役立ちますが、これらは安全機能が認証されたものではありません。

不明な点がある場合は、ロボットに近づく前に必ず適切な安全対策を実施してください：

- 非常停止ボタンを押す
- 保護停止を起動する
- ユーザーインターフェースでロボットが安全状態にあることを確認する

9.3 点滅パターン

パターン	点滅パターン	意味
ゆっくり点滅	~0.6 Hz (約3秒間に2回点滅)	状態の遷移またはユーザーの注意を促す要求を示します
高速点滅	約2 Hz (1秒間に約2回の点滅)	動作開始、ロボットの低速移動、システム更新の警告

エラーおよび通信切断

視覚的インジケータまたはその制御装置が通信の喪失を検知した場合、これは赤色点灯でエラーとして通知されます。

9.4 LED優先ロジック

- LEDシステムは常に最も重要な状態を表示します。
- 複数のイベントが同時に発生した場合、最も重要度の高い色が表示されます。
- 混乱を避けるため、同一優先度レベルでは一度に単一色の表示のみを行います。

9.5 LED カラー参照表

カテゴリ	LED色	LEDパターン	ステータス意味	ユーザー操作
ロボットシステム ステータス	白色	静的	システムがアイドル状態、またはティーチモードです。	■✓■ 安全に接近可能 接近可能。起動準備完了 開始準備完了。
	ホワイト	低速 点滅	起動中またはシャットダウン中。	● 割り込みを 中断しないでくださ い。完了するまでお待 ちください。
	白色	高速 点滅	システム更新中。	完了するまでお待ちく ださい。 電源プラグを抜かない でください または中断しないでく ださい。完了するまでお待 ちください。 完了するまでお待ちくだ さい。

カテゴリ	LED カラー	LED パターン	ステータス意味	ユーザー操作
ブレーキ	黄色	静的	ブレーキロック/アンロック。	ブレーキ操作中に使用されます。
	黄色	ゆっくり点滅	ブート完了待ち。	 黄色点灯または次の指示まで待機 黄色点灯または次の指示まで待機。
警告	黄色	静的	警告状態。	<ul style="list-style-type: none">  実行しないでください 近づかないでください。UIを確認してください。
	黄色	ゆっくり点滅	警告： ユーザー 操作が必要です。	警告を確認し 警告を確認してください。
安全上のエラー	赤	静的	重大 エラー （例： 安全性、システム、通信）。	 実行しないでください 近づかないでください。UI経由で調査してください。
	赤	ゆっくり点滅	安全違反またはアプリケーションエラー。	Check UI. 安全が確保され、訓練を受けた場合にのみ接近してください。
	赤	高速点滅	エラー回復処理中。	 >> 待機するか、UI 経由でリセットしてください。
	赤	ゆっくり点滅	エラー回復には入力が必要です。ユーザー入力 でエラー回復可能（例：手動ガイド中にジョイント制限を超過）	 操作を再開するには、 関節のロックを解除するか、 リセットしてください 操作を再開してください。

	緑	静的	タスクが自律的に実行中。	<ul style="list-style-type: none"> ● 接近しないでください
カテゴリ	LED 色	LED パターン	ステータス意味	ユーザー操作
実行	緑	高速点滅	実行がまもなく開始されます（例：FCIカウントダウン）。	<ul style="list-style-type: none"> ●—● 近づかないでください
共同	緑	スローフラッシュ	タスクはアシストモードで稼働中。	<ul style="list-style-type: none"> ■ アプローチ
実行モード	青	静的	実行フェーズ準備完了。ブレーキ作動中。	<ul style="list-style-type: none"> i 注意して接近してください。
	青	ゆっくり点滅	ブレーキ解除中、または協調モード（アクティブなタスクなし）。	<ul style="list-style-type: none"> ●—● 近づかないでください。処
	青	ゆっくり点滅	実行中断。フィードバック待機中。	<ul style="list-style-type: none"> ●—● フィードバックを提供して
	マゼンタ	静的	入力の矛盾を検出しました（例：手動ガイダンスと自動化の矛盾）。	<ul style="list-style-type: none"> —● 実行しないでください

競合	マゼンタ	ゆっくり点 滅	入力が必要です。	! またはガイダンスを提供して ください。
----	------	------------	----------	-----------------------------

10 保守および廃棄

10.1 保守

Franka Research 3のアームおよび制御システムは、通常の動作条件下で約20,000時間のメンテナンスフリー運転を想定して設計されています。この基準となる通常の動作条件は、ロボットシステムの様々な代表的なアプリケーションから導出され、分析および試験によって検証されています。お客様のアプリケーションがこれらの基本動作条件から大きく逸脱する場合、特定の状況下で稼働期間が延長または短縮される可能性があります。

システムがこの稼働時間に近づいた場合は、フランカロボティクスサポート（support@franke.de）への連絡をお勧めします。サポートチームによるシステムログデータの評価により、必要な対応が示されます。

注意

ロボットの構造に損傷が視覚検査で検出された場合、稼働時間に関わらずロボットを直ちに使用停止としなければならない。

注意

- 12か月ごとに起動時に非常停止システムを作動させてください。
- 12か月ごとに起動時に非常停止システムを再接続してください。
- 12か月ごとに、非常停止システムなど、すべての安全装置の機能を確認してください。
- 安全な運転を確保するために追加で講じられた安全対策を確認してください。

10.2 清掃

⚠ 危険

感電の危険

液体洗剤の不適切な使用、および電源から正しく切断されていない機器の使用は、致命的な事故を引き起こす可能性があります。

- 電源から安全に切断されていない機器の清掃は行わないでください。
- 装置の清掃に液体洗剤を使用しないでください。

清掃時には以下の点に留意してください：

- 清掃作業は資格を有する者のみが実施すること。
- Franka Research 3が安全に停止され、電源から確実に切断された状態でのみ清掃を許可します。
- 装置の電源切断および切断作業は、資格を有する者によってのみ実施してください。
- 本装置の清掃に液体を使用しないでください。
- 洗浄用化学薬品を使用しないでください。
- 部品は乾いた布でのみ清掃してください。

- 湿気が装置内部に入らないようにしてください。
- アームに過度な力を加えないでください。清掃対象部品は手動で支え、アームに過負荷がかかり損傷する可能性を回避してください。

注意

装置の物理的損傷

- 装置の清掃には液体洗剤を使用しないでください。

10.3 廃棄

廃棄

フランカ・リサーチ3の廃棄は、関連する各国の法律、基準、規制に準拠する必要があります。

電池

コントロールにはコイン型電池が含まれています。コイン型電池は、各国の関連法規、基準、規制に従って別途廃棄してください。

電池を取り外すには、コントロールを開けてください。

注意

コントロールの開封は、コイン型電池を廃棄する際に電池を取り外す目的でのみ許可されます。

包装廃棄物の返却

使用済み包装材の返却については、Franka Roboticsまでご連絡ください。

10.4 コントロールの機械的交換

制御装置を機械的に交換するには、以下の手順に従ってください：

- 故障した制御装置がまだ可能であれば、バックアップを実行してください。
- ロボットを停止させてください。
- メインスイッチで制御装置の電源を切る
- 制御装置を電源から切り離す
- 制御装置のプラグ接続 C1（ロボットへの接続ケーブル）およびネットワーク接続 C2 を外します。
- 故障した制御装置を交換用制御装置と交換してください。制御装置に必要な環境条件を遵守してください（第10章「組立・設置」参照）。
- ロボットの接続ケーブルを制御装置のC1プラグ接続に接続してください。
- ネットワーク接続C2を確立する
- 制御装置を電源に接続する
- イーサネットケーブルを使用して、操作デバイスをロボットベースのコネクタX5に接続してください
- メインスイッチで制御装置の電源を入れます

11 トラブルシューティング

トラブルシューティングと安全エラー参照

回復可能な安全エラーの一覧については、**本マニュアルの第4.10章「安全機能」を参照してください。**

以下の問題のトラブルシューティングについては、**お使いのシステムバージョン（例：5.6.0 または 5.8.0）に対応する各操作マニュアルの「トラブルシューティング」の章を参照してください。**

- シャットダウン時の大きなカチッという音
- ジョイントリミットエラー
- ジョイント位置エラー
- ジョイントのロック解除に失敗しました
- ロボットが起動を完了しません
- デスクトップに「システムをシャットダウン中」が継続表示される
- ロボットが電源投入後に起動しない
- 予期せぬ停止後に再起動が発生する

復旧に失敗した場合、ハードウェアの損傷またはソフトウェアの不具合が原因である可能性があります。その場合は：

1. 直ちにシステムをシャットダウンしてください。
2. ロボットの運用を停止してください。
3. サービスパートナーまたはFrankaカスタマーサポートにお問い合わせください。連絡先：support@franka.de

注意

サポートに連絡する際は、アームのシリアル番号とロボットのログファイルをご提供ください。

ログファイルは以下からダウンロードできます：Desk 詳細な手順については、**取扱説明書の第13.2章「ログのダウンロード」を参照してください。**

12 技術データ

Franka Research 3 の最新データシート（文書番号：**R02212**）は以下でご覧いただけます：

- <https://franka.de/documents>
- データシートのタイトルは次のとおりです：
「FR3 Arm v2.0」は英語版とドイツ語版の両方が用意されています。

ご注意

故障確率（時間当たり）は40°Cで評価されました。ただし、安全評価は拡張温度範囲を含む全温度範囲内の全機能に適用されます。

システム故障率（HFI）値を用いて計算する場合は、温度を考慮に入れること。

故障率に関する詳細情報は、Franka Robotics（support@franka.de）までお問い合わせください。

12.1 配送および輸送時の環境条件

本システムは、-25°Cから+70°Cの温度範囲内で保管および輸送が可能です。

13 輸送および取り扱い

警告

重量物

自重および形状設計により、本装置の持ち上げや取り扱いにより、背中への負傷、落下時には指、手、足指、足に重傷を負う恐れがあります。

- 機器の運搬、取り付け、取り外し時には、常に個人用保護具（例：安全靴）を着用してください。
- 装置の持ち上げは必ず二人で行ってください。
- 機器は、傾いたり滑ったりしないよう、平らな場所に設置してください。
- 荷物の持ち上げや個人用保護具に関する既存の社内規定に従ってください。

注意

アーム、エンドエフェクタ、および最大作業空間内の物体への物的損傷

アームとエンドエフェクタの輸送位置への移動中にエンドエフェクタが接続されている場合、アームおよびエンドエフェクタ内の精密な電気機械部品が損傷する恐れがあります。

- アームを輸送位置に移動させる前に、すべてのエンドエフェクタおよび付属品を取り外してください。最大作業領域内に遊離物を放置しないでください。

危険

アームおよび制御装置の物理的損傷

機械的衝撃により、アームおよび制御装置内の精密な電気機械部品が損傷したり、調整が狂ったりする恐れがあります。衝撃を避けてください。

- 装置を乱暴に置かないでください。
- 装置は、建物内でも常に元の梱包材に入れて保管および輸送してください。

13.1 手順

Franka Research 3ロボットの安全かつ確実な移動を確保するため、ユーザーは3段階の手順に従う必要があります。このプロセスは、取り扱い、輸送、保管中のロボット損傷を防ぐために極めて重要です。

前提条件

- アームからエンドエフェクタおよびアタッチメントを取り外す必要があります。
- ロボットは輸送姿勢を取るために、障害物に妨げられることなく自由に移動できる必要がある。ロボットセル内に障害物がある場合は、手動誘導によりロボットを輸送姿勢に近づけることを検討すること。

手順は以下のステップで構成される：

13.1.1 ステップ1. アームの輸送姿勢

ロボットの操作や搬送を行う前に、まず安全かつコンパクトな構成である搬送モードへ移行させる必要があります。これを行うには、Franka UIの設定メニューにある「Move to pack pose」機能を使用します。これにより、すべての関節が適切に位置決めされ、持ち上げや梱包時の損傷リスクを最小限に抑えます。

Franka UI のプログラミングおよび実行モード設定にある「梱包姿勢へ移動」機能を使用してロボットを輸送モードに準備する方法に関する詳細な手順と画像は、**お使いのシステムバージョン（例：5.6.0 または 5.8.0）に対応する各操作マニュアルの第 13.5 章「アームの輸送姿勢」を参照してください。**

その後、本マニュアルの13.1.2および13.1.3に記載されているアームの取り扱い、持ち上げ、再梱包の手順に従ってください。

13.1.2 ステップ2. 取り扱いおよび持ち上げ

アームの取り扱いおよび持ち上げ時には、アームの関節に過度の負荷がかからないよう、必ず持ち上げ用に設計された位置（下図参照）でアームを持ち上げてください。特に、アームの両端をそれぞれ1人ずつで保持した状態で、アームを伸長位置のまま運搬することは絶対に避けてください。

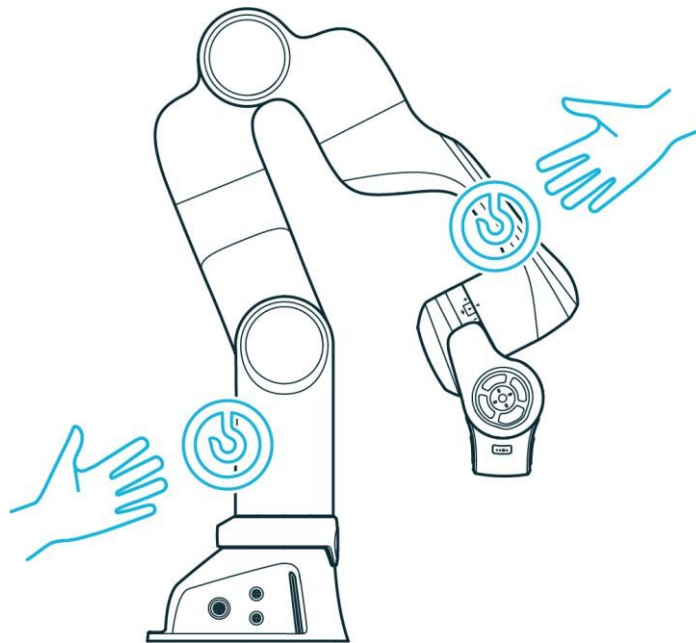


図 65: 持ち上げ位置

注意

アームの物理的損傷

アームがロックされた状態で無理に動かすと、内部部品が一時的に滑り、キャリブレーションが失われ、アームが損傷します。

- アームの関節への過度な負荷を避けるため、本マニュアルで指定されている箇所のみを把持・持ち上げ・運搬してください。
- アームの設置時、電源のオン/オフ時にも、アームは慎重に取り扱ってください。

注意

アームの上に踏んだり、寄りかかったりしないでください。

注意

重量に注意してください。

アームの重量は約17.8kgです。



警告

重機

重量と形状設計のため、機器の持ち上げや取り扱いにより腰痛を引き起こす可能性があり、落下時には指、手、足指、足に重傷を負う恐れがあります。

- 装置の運搬、取り付け、取り外し時には、常に個人用保護具（例：安全靴）を着用してください。
- 機器は傾斜や滑りを防ぐため、平坦な場所に設置してください。
- 荷物の持ち上げおよび個人用保護具に関する会社の規定に従ってください。



警告

損傷した部品

電気的な危険は重傷につながる可能性があります。

- 包装が良好な状態で保護機能を果たしているか確認してください。
- ケーブル、プラグ、機械筐体に亀裂や絶縁体の破損がないか確認してください。
- 損傷したケーブル、プラグ、機械筐体は使用しないでください。疑わしい場合は、Franka Roboticsにお問い合わせください。

注意

アームおよび制御装置の物理的損傷

機械的衝撃により、アームおよび制御装置内の精密な電気機械部品が損傷したり、調整が狂ったりする恐れがあります。

- 衝撃を与えないでください。
- 装置は慎重に設置してください。
- 装置は、短距離の輸送であっても、常に元の梱包材に入れて保管および輸送してください。

注意

アーム、エンドエフェクタ、および最大作業空間内の物体への物的損傷

アームとエンドエフェクタの輸送位置への移動中にエンドエフェクタが接続されている場合、アームおよびエンドエフェクタ内の精密な電気機械部品が損傷する恐れがあります。

- アームを輸送位置に移動させる前に、エンドエフェクタをすべて取り外してください。
- 最大作業領域内に緩んだ物体を放置しないでください。

13.1.3 ステップ 3. アームの再梱包

前提条件

- ロボットは輸送姿勢にある必要があります。手順
1. 箱を開ける。
 2. 指定された持ち上げ位置でアームを2人1組で掴み、慎重に下部の保護層内に収納してください。

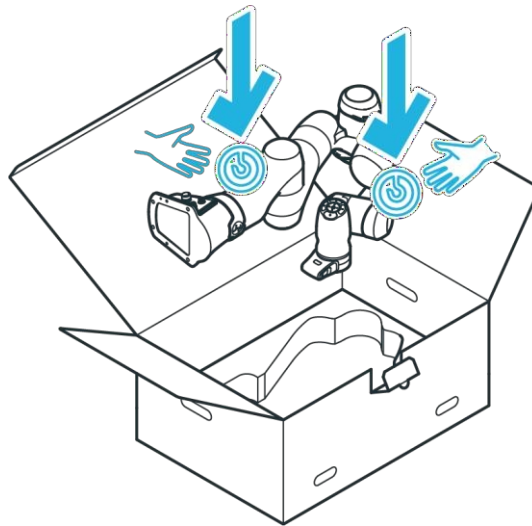


図66: アームの持ち上げ

3. 中間保護層を挿入してください。

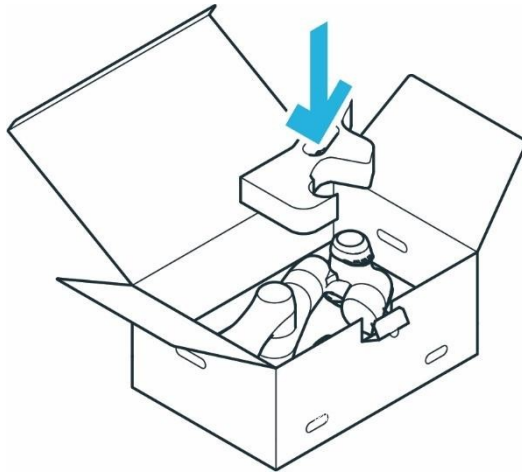


図 67: アームの梱包

4. 上部の保護層を挿入します。

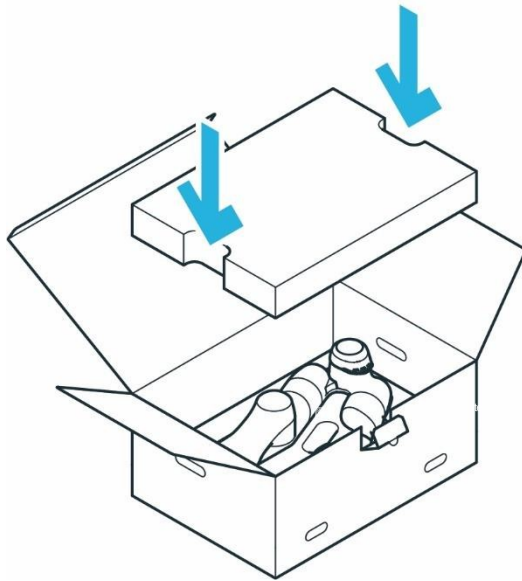


図68: ボックスの開め方

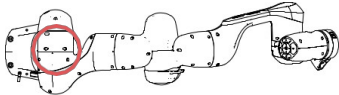
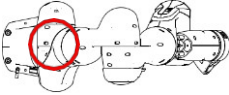
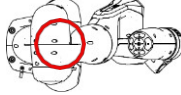
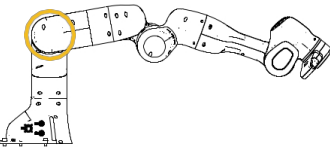
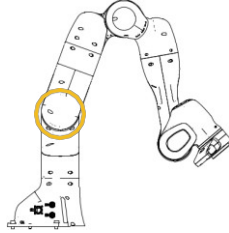
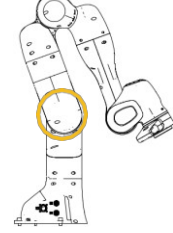
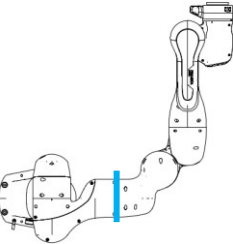
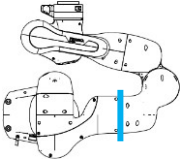
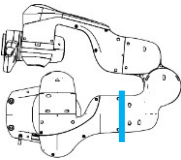
5. 箱コーティングを閉じる。
6. ボックスを閉じる。

14 付録

14.1 停止時間と距離

以下の図は、EN ISO 10218-1の要求事項に基づく軸1から4の停止時間と停止距離を示しています。

以下の 以下の 表 は 以下の 共同 ポジション の 異なる 異なる 拡張 状態 の フラ
ンカ・リサーチ 3.

	拡張 100%	拡張 66%	伸長 33%
接合部 1			
接合部 2			
接合部 3			

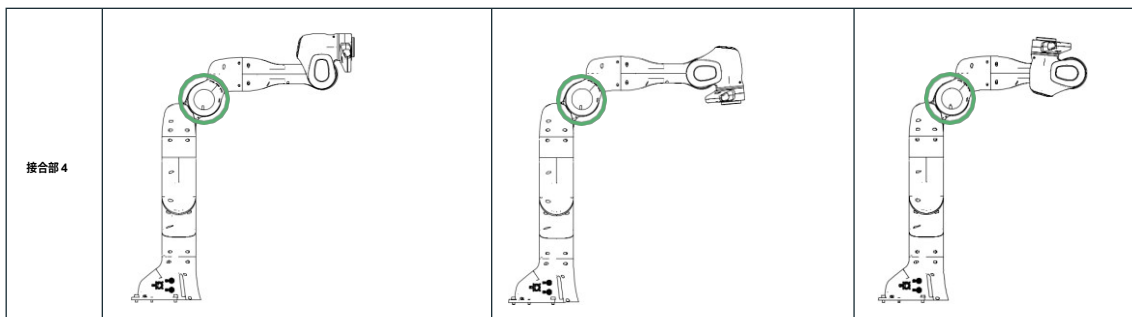


図69：伸展状態の図解

14.2 停止 カテゴリ 0

以下の表は、停止カテゴリ0における軸1〜4の最大値をまとめたものです。試験は各関節の最悪ケース（100%伸展、100%速度、100%積載量）でのみ実施されます。

関節	最大停止距離 [rad]	最大停止時間 [s]
1	0.422	0.585
2	0.412	0.914
3	0.444	0.662
4	0.211	0.560

同じ結果が以下の図にまとめられています。

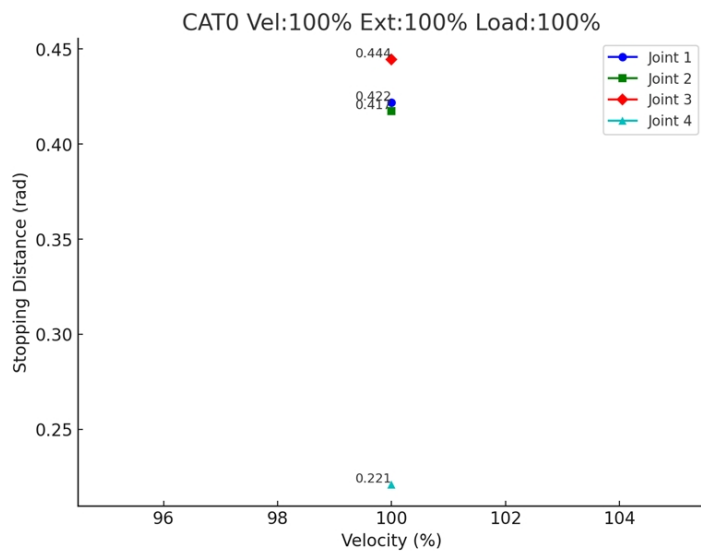


図70: 停止距離

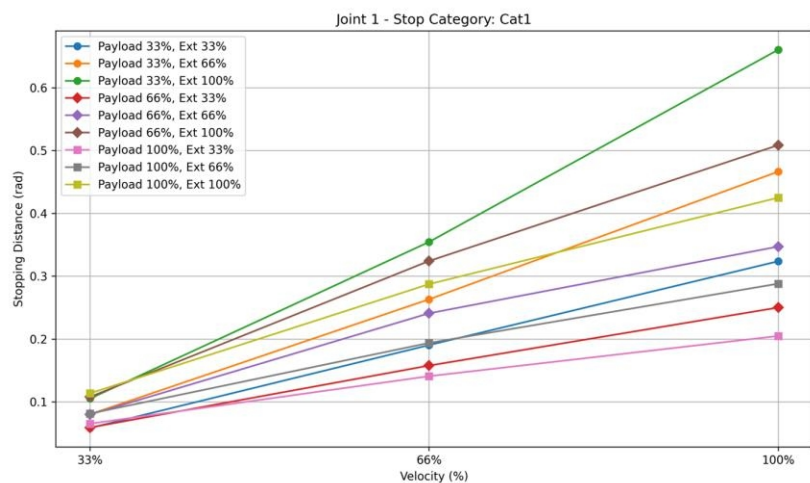


図71：距離、停止カテゴリ0、全関節、100%伸張、100%速度、100%ペイロード

14.3 停止カテゴリ 1

以下の表は、停止カテゴリ 1 における軸 1~4 の最大値をまとめたものです。

ジョイント	最大停止距離 [ラジアン]	最大停止時間 [s]
1	0.660	0.652
2	0.681	0.559
3	0.536	0.407
4	0.355	0.313

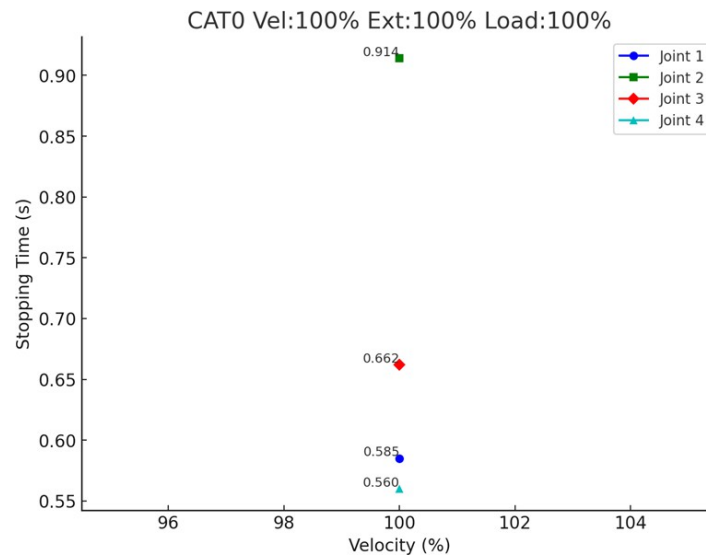


図72：時間、ストップCat0、全関節、100%伸展、100%速度、100%ペイロード

14.3.1 関節1

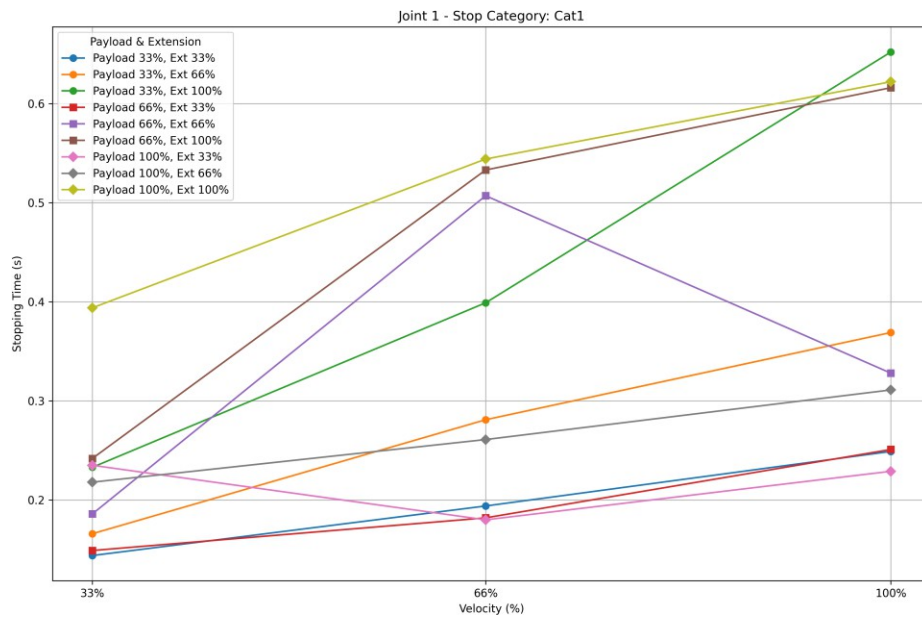


図 73: 時間、停止 Cat1、ジョイント 1

14.3.2 関節 2

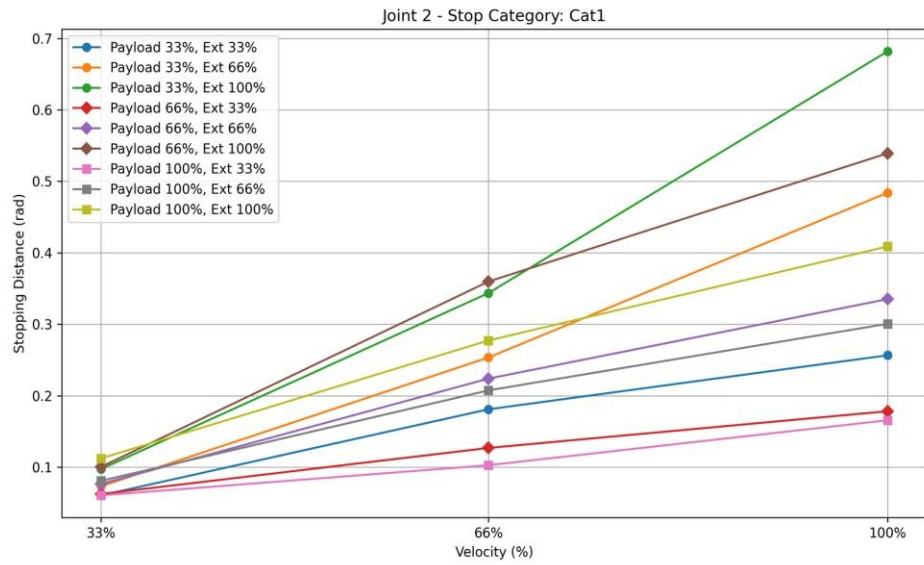


図 74: 距離、Stopp Cat1、関節2

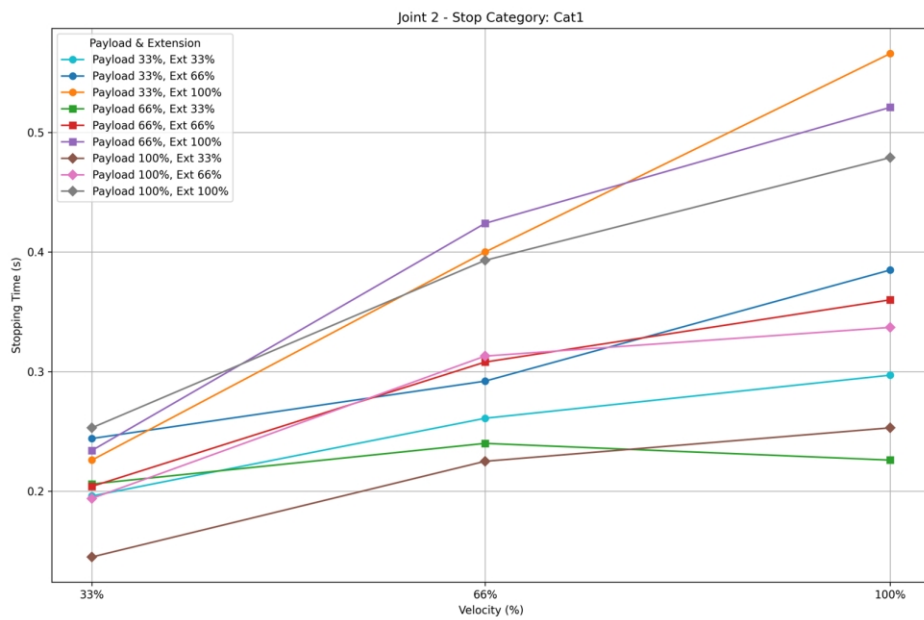


図75：時間、ストップCat1、関節2

14.3.3 ジョイント3

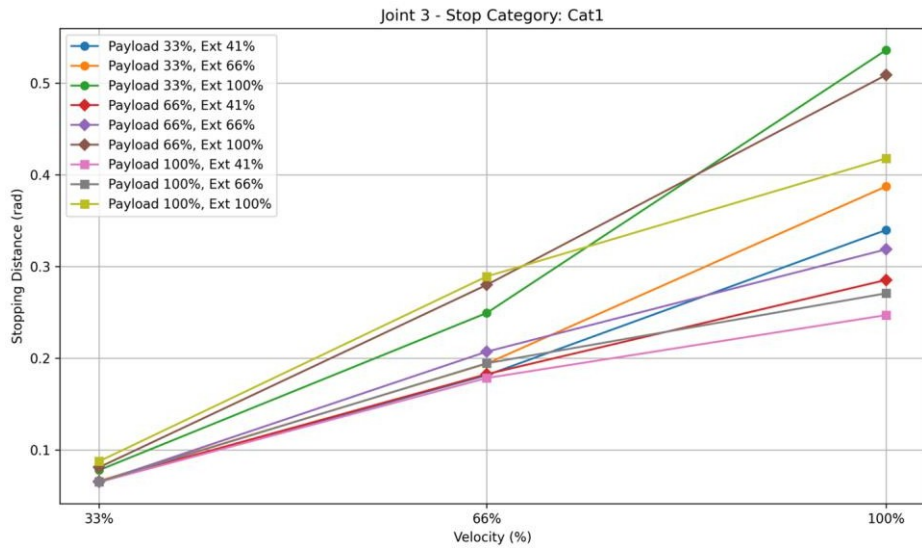


図76：時間、ストップ Cat1、ジョイント3

14.3.4 接合部4

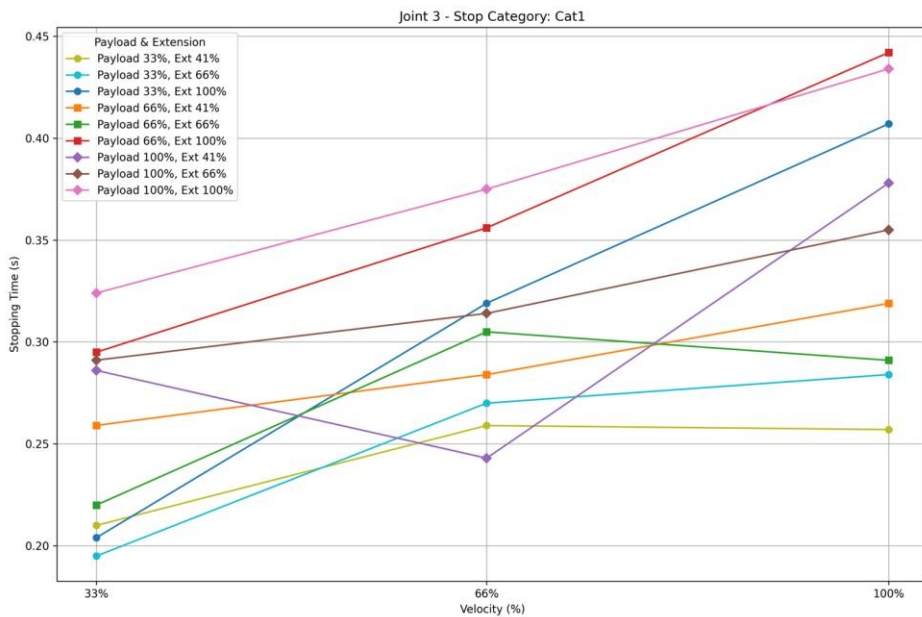


図77：時間、ストップカテゴリー1、ジョイント3

14.4 停止カテゴリ2

以下の表は、停止カテゴリ2における軸1〜4の最大値をまとめたものです。

ジョイント	最大停止距離 [rad]	最大停止時間 [s]
1	0.650	0.651
2	0.679	0.567
3	0.534	0.405
4	0.340	0.308

14.4.1 接合部 1

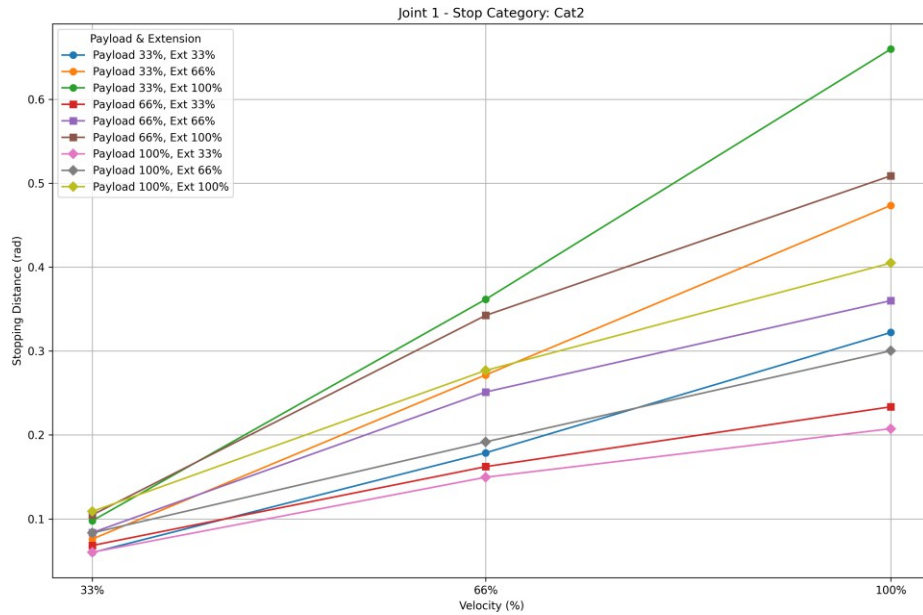


図78：距離、ストップ Cat2、ジョイント1

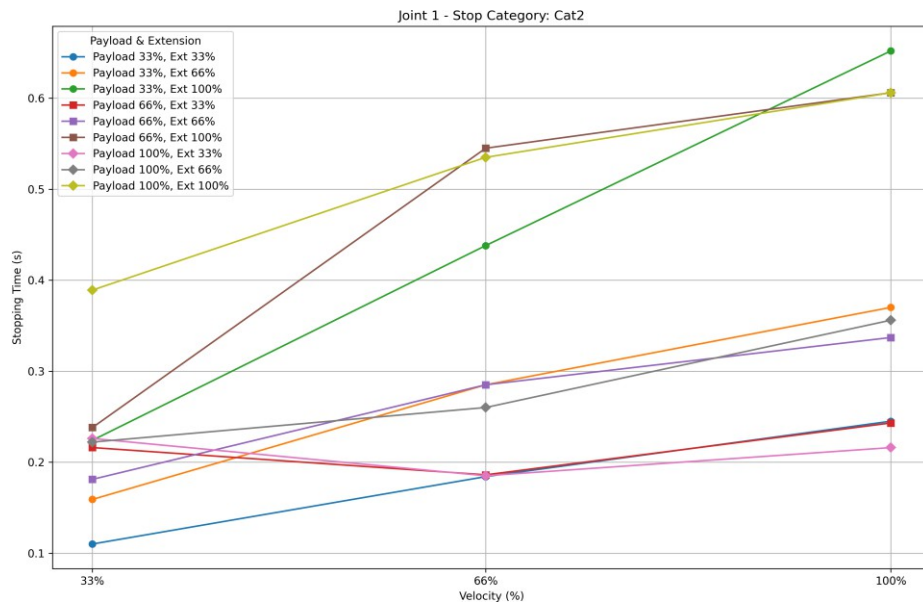


図79：時間、ストップ Cat2、ジョイント1

14.4.2 接合部 2

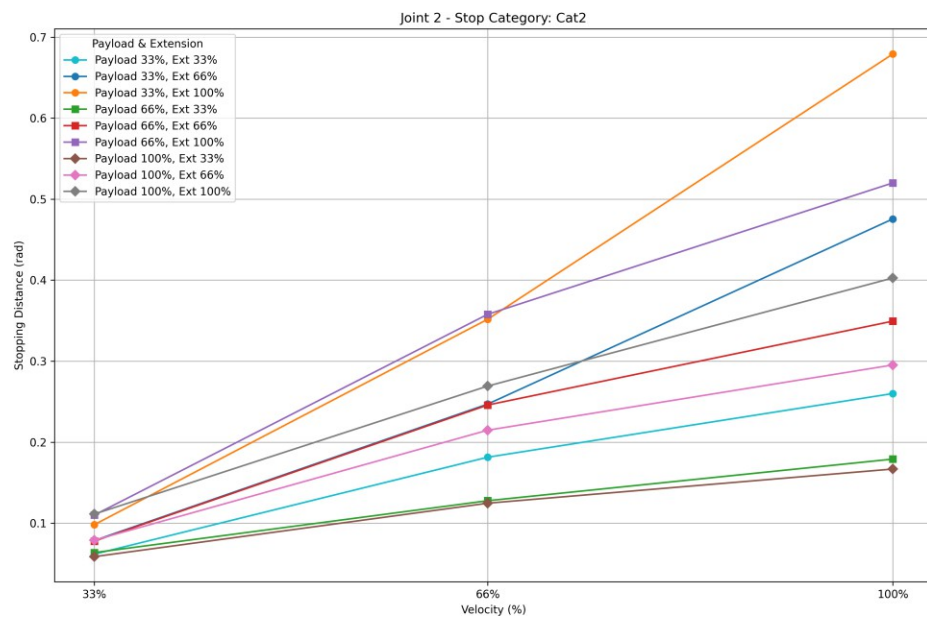


図80：距離、停止カテゴリ2、接合部2

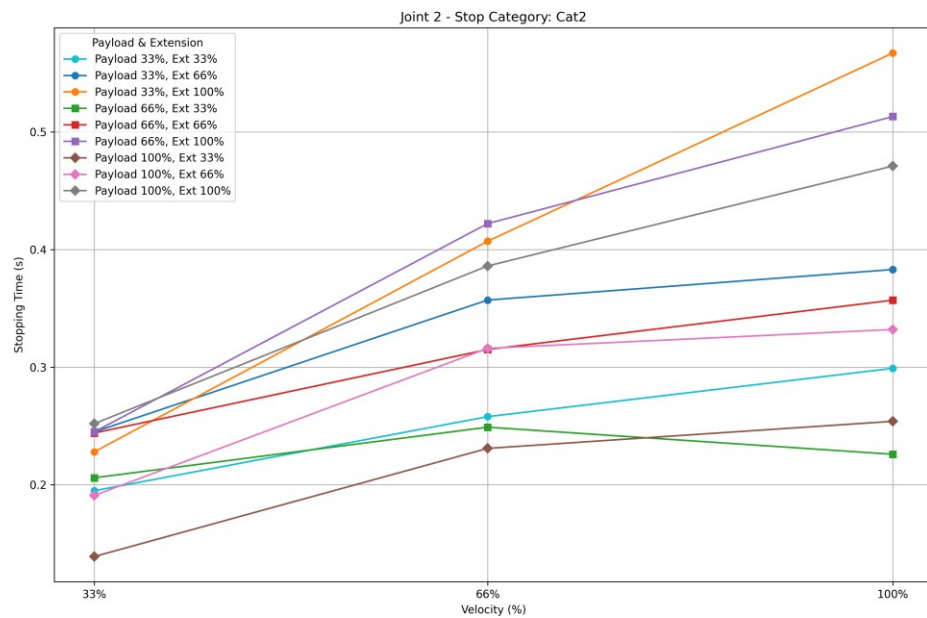


図81：時間、ストップ Cat2、ジョイント2

14.4.1 接合部3

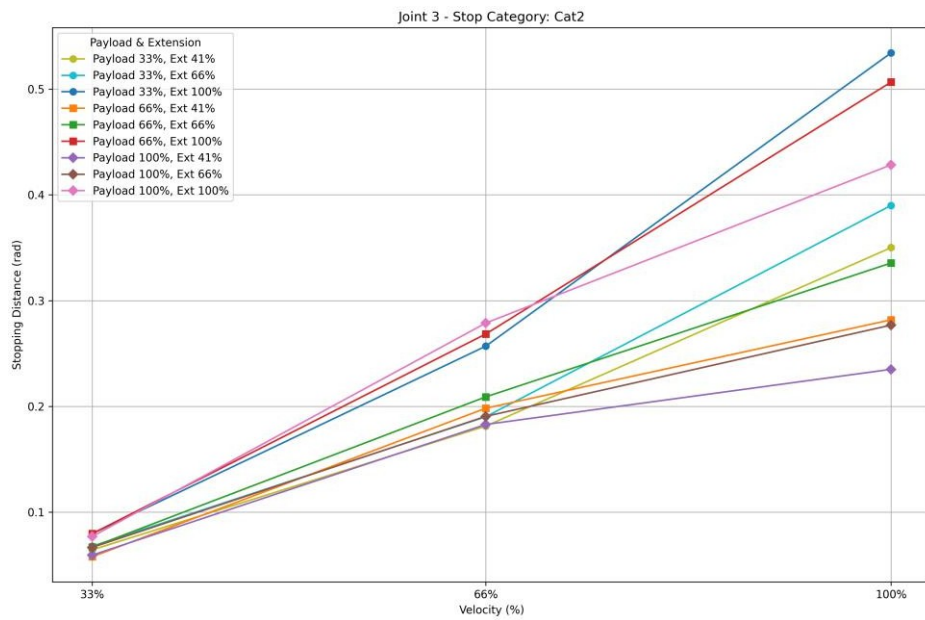


図82：距離、ストップ Cat2、接合部3

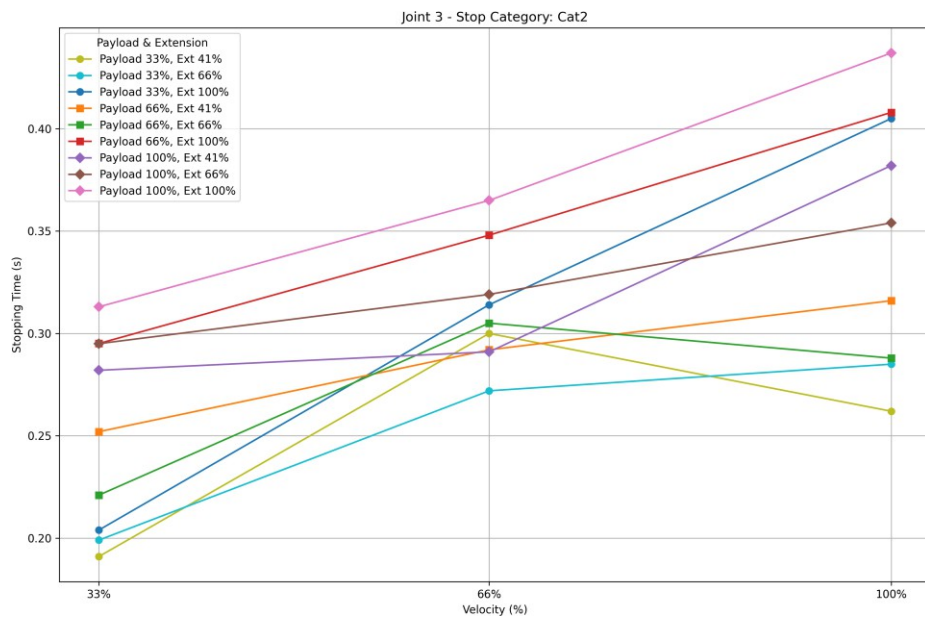


図83：距離、ストップ Cat2、ジョイント3

14.4.2 時間 ジョイント4

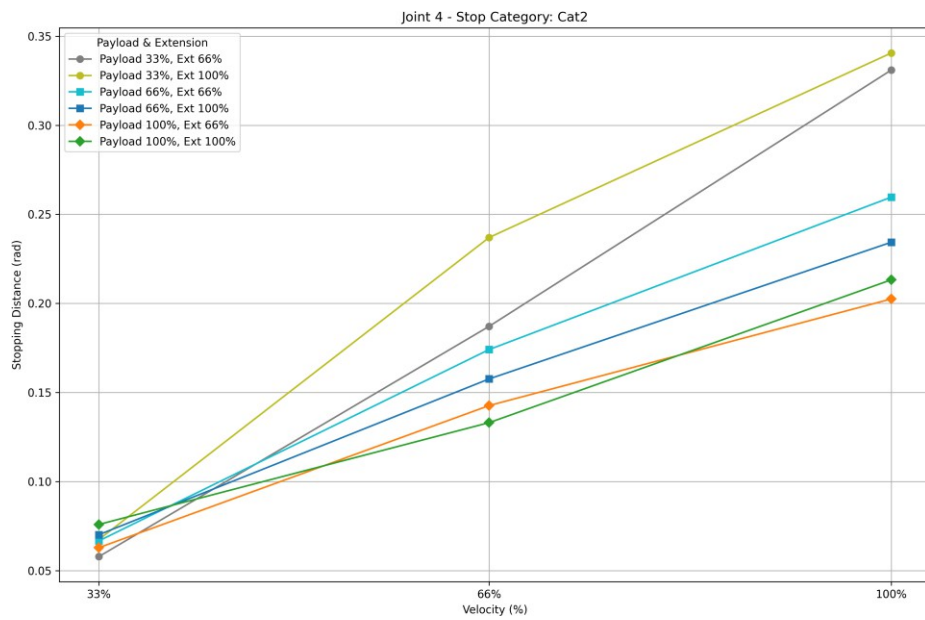


図84：距離、ストップCat2、接合部4

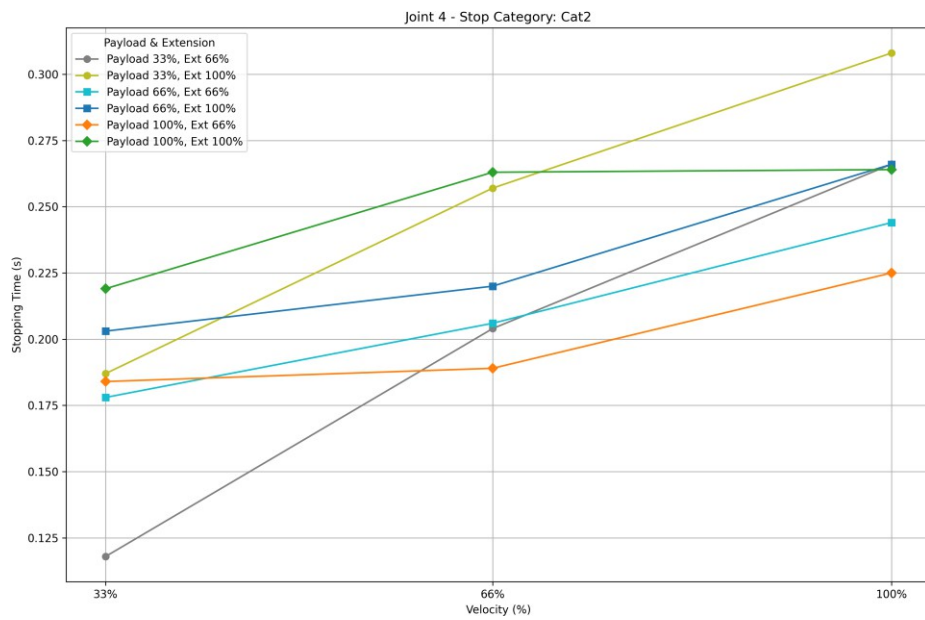


図85：時間、ストップCat2、接合部4

14.5 応答時間

入力	反応時間 モーター	反応時間 安全出力グリップ
ユーザー入力	42ミリ秒	48ミリ秒
安全機能違反	36ミリ秒	42ミリ秒
	42ミリ秒	48ミリ秒
中心反応 – 共同誤差	42ミリ秒	48ミリ秒
中枢反応 – 従属誤差	10ミリ秒	–
局所反応 – 関節誤差	10ミリ秒	–
局所反応 – 従属エラー	30ミリ秒	36ミリ秒
反応 – マスター制御誤差		

14.6 安全位置精度

安全位置測定に基づく安全機能が使用される場合、精度には限界があることに留意する必要があります。

考慮すべき主な要因には、構造的弾性、機械的公差、組立公差、信号処理、センサー精度などが含まれるが、これらに限定されない。

これらの要因が精度に及ぼす影響は、外力、積載量、速度や運動学的構成（姿勢）などの動的状態によって大きく左右される。

アプリケーションで使用する安全機能のパラメータ設定時には、安全位置の精度を考慮する必要があります。必要な余裕度は前述の要因に大きく依存するため、個別に評価および検証する必要があります。

15 用語集

命名	説明
管理者	<p>管理者とは、責任者から権限を付与された者であり、ロボットシステムへのアクセスおよびユーザーインターフェース「Desk」の利用を以下の通り行うことができます：</p> <p>管理者は役割、アクセス権、パスワードを設定および変更します。</p> <p>管理者は、システムの安全関連以外のパラメータを設定および変更します（例：エンドエフェクタの設定変更時）。</p> <p>管理者はロボットシステムのプログラム作成とティーチングを行います。</p>
アプリ	<p>アプリはモジュール式のロボットプログラムであり、それぞれロボットタスクの部分ステップを表します。フランカストアで購入でき、Deskでパラメータ設定を行い、完全な自動化タスクを形成できます。</p>
Arm	<p>アームは7軸の触覚ロボットアームです。Franka Research 3の一部です。</p>
軸	<p>アームは7つの連続した軸で構成されています。動作はこれらの軸で生成されます。</p>
デカルト座標	<p>デカルト空間とは、すべての軸（X、Y、Z）が互いに垂直な三次元空間である。</p>
カテゴリ0停止	<p>カテゴリ 0 停止とは、機械アクチュエータへの電力供給を直ちに遮断することで停止することです（EN 60204:2019 による）。</p>
カテゴリ1停止	<p>カテゴリ 1 停止とは、停止を達成するために機械アクチュエータに電力を供給し、停止が達成された後に電力を遮断する制御停止である（EN 60204:2019 に基づく）。</p>
カテゴリ2停止	<p>カテゴリ 2 停止とは、機械アクチュエータへの電力供給を維持した状態での制御停止である（EN 60204:2019 に基づく）。</p>
質量中心（CoM）	<p>質量中心とは物体の重心のことであり、この点において重力が作用する。</p>
協働空間	<p>タスク実行中にオペレーターとロボットの双方がアクセス可能な空間。</p>
接続ケーブル	<p>接続ケーブルはアームと制御装置を接続します。</p>
制御装置	<p>制御装置はメイン制御ユニットであり、Franka Research 3の一部です。メイン制御ユニットはロボットの機械構造の監視と制御を可能にします。</p>
デスク	<p>Deskは、Franka Roboticsのウェブベースで直感的なグラフィカルプログラミングおよびユーザーインターフェースであり、情報交換やコマンド発行を行います。これはFranka UIの一部です。</p>
非常停止装置	<p>緊急停止装置は、緊急時にFranka Research 3を停止させカテゴリ1停止を実行するためにシステムに接続する必要があります。これによりFranka Research 3は最大制動力を発揮し、ロックボルトがアームを機械的にロックします。</p>

命名	説明
	非常停止装置は、アーム基部のX3コネクタに接続されます。
緊急解除ラベル	緊急解除ラベルはアームの3箇所に設置されています。緊急時にロボットを手動で操作するための緊急解除ツールの使用箇所を示しています。
緊急解除	緊急解除ツールを使用してフェイルセーフロックシステムを解除し、アームを手動で移動させることを緊急解除と呼びます。
緊急解除ツール	緊急解除ツールは、緊急時にフェイルセーフロックシステムを手動で解除するためのツールです。このツールを使用すれば、アームに電源が供給されていない状態でもアームを動かすことが可能です。
EMI指令 2014/30/EU	EMI指令（2014/30/EC）は、欧州経済領域（EEA）、スイス、トルコにおける機器の電磁両立性（EMI）を規制する指令です。
有効化ボタン	イネープリングボタンはパイロットグリップおよびパイロットの一部です。これによりアームの動作を起動できます。アームの動作を起動します。
外部イネープリングデバイス	外部イネープリングデバイスは、アーム基部のX4コネクタに接続されます。外部イネープリングデバイスを半押ししている間、デバイスが半押しの状態を維持している限り、自動ロボットプログラムのテストと実行が可能です。
フェイルセーフロックシステム	フェイルセーフロックシステムは、アームの全7軸をロックします。電源が切断されても、アームはその位置を維持します。
FCC規則47 CFRパート15	FCCは連邦通信委員会（Federal Communications Commission）を指します。これは米国における独立行政機関であり、無線、衛星、ケーブル通信を規制しています。また、機器の電磁両立性に関する問題を規制しています。
フランカ・ロボティクス社	フランカ・ロボティクス社（略称：FR）は企業名です。当社はFranka Research 3を開発し、現在生産しています。
フランカ・リサーチ3/ フランカ・リサーチ3システム	アームと制御システムの構成要素がフランカ・リサーチ3システムを構成し、単にフランカ・リサーチ3と呼ばれます。
フランカストア	フランカストアは、フランカロボティクスのオンラインストアです。アプリ、バンドル、ハードウェアを簡単にご注文いただけます。フランカワールドの一部です： https://franka.world/
Franka UI	Franka UIは、Franka Research 3のウェブブラウザ経由でアクセス可能なユーザーインターフェース用ソフトウェアフレームワークです。「Desk」、「Watchman」、および「設定」インターフェースを含みます。
フランカ・ワールド	フランカ・ワールドは、フランカ・ロボティクスの製品とサービスを中心に活動する顧客、パートナー、ソフトウェアおよびハードウェア開発者を相互に接続するオンラインプラットフォームです。フランカ・ワールドは、フランカ・リサーチ3の管理ツール、継続的に拡大するソフトウェアおよびハードウェア製品のポートフォリオを提供するオンラインストアへのアクセス、そして活発で情熱的なコミュニティの一員となる機会を提供します。

ネーミング	説明
	すべてのメリットを活用するには、 https://franka.world/ をご覧ください。
ガイディング／ハンドガイディング	ガイディングとは、触覚インタラクションによってロボットを移動させることを指します。例えば、新しい姿勢を教える場合などです。
ガイディングボタン	ガイディングボタンはパイロットグリップの右側に位置しています。ガイディングボタンを押しながらイネープリングボタンを半押しすることでアームを移動できます。
ガイディングモード	ガイディングモードは、空間内の異なる方向や回転をロックまたはアンロックすることでガイディングを容易にします。例えば、アームを三方向に移動させる場合などです。ガイディングモードは、パイロットグリップのガイディングモードボタン、またはデスクから直接切り替えることができます。
ハンド／フランカハンド	ハンドは電気式2本指パラレルグripperであり、オプションで利用可能です。フランカ・プロダクション3、フランカ・リサーチ3、およびISOフランジ設計に基づくマウントに使用できます。ハンドはエンドエフェクタであり、認証機械の一部ではありません。
インテグレーター	<p>インテグレータは、ロボットを他の装置や別の機械（追加のロボットを含む）と組み合わせ、機械システムを形成することにより、部分的に完成した機械を最終的な機械に組み立てる責任を負う。</p> <p>インテグレータはまた、ISO 12100に従い、残存リスクを特定し、それらを排除・最小化するための適切なリスク評価を実施する。</p> <p>インテグレータは、最終的なアプリケーションの安全性を担う。</p>
相互作用	フランカ・リサーチ3は、容易にプログラミングおよび操作が可能であり、新たなタスクを迅速に学習・再学習するよう設計されています。フランカ・リサーチ3が「監視停止」モードにある場合、またはガイド操作（ティーチングモード）中である場合、フランカ・リサーチ3のベースは白色に点灯し、アームが操作可能な状態であることを示します。
インターフェースデバイス	インターフェースデバイス（市販のPC、タブレット、またはウェブブラウザ搭載のNOTICEbook）は、イーサネットケーブルを介してアームベースに接続されます。インターフェースデバイス経由でウェブブラウザからFranka UIにアクセス可能です。
低電圧指令 2014/35/EC	低電圧指令（2014/35/EC）（以下、低電圧指令（LVD）と称する）は、欧州経済領域（EEA）、スイス、トルコにおける電子機器の安全性を規制する。
機械指令 (2006/42/EU)	機械指令（2006/42/EG）（以下「機械指令」または「MD」という）は、欧州経済領域、スイス、トルコにおける機械および部分完成機械の事故防止のための標準化された保護レベルを規定する。
最大作業空間	<p>ロボットの可動部が掃引可能な空間に加え、エンドエフェクタとワークピースが掃引可能な空間。</p> <p>詳細については、「正しい設置」の章にある「最大空間および保護空間」のセクションを参照してください。</p>
オペレータ	オペレーターは、責任者と管理者が定義した制限内でFranka Research 3にアクセスし、ユーザーインターフェース「Desk」を利用してFranka Research 3を操作する権限を有します。オペレーターはFranka Research 3の意図された動作を開始、監視、停止することが許可されています。Desk内では、ユーザーに「オペレーター」ロールを割り当てることができます。オペレーターはDeskへのアクセスが制限されています。

命名	説明
パイロット	パイロットは、アームおよび/またはデスクの誘導と操作を行うためのアーム上のユーザーインターフェースです。パイロットグリップとパイロットディスクを含みます。
パイロットディスク	パイロットディスクはパイロットの一部であり、アームおよび/またはデスクとの相互作用に使用されます。
パイロットグリップ	パイロットグリップはパイロットの一部であり、手動ガイドに使用されます。
ポーズ	姿勢とは、空間における位置と向きの組み合わせです。
保護対策	<p>保護措置はISO 12100の3.19に従いリスク低減を実現します。これらは以下の担当者によって実施・評価されます：</p> <p>設計者および/またはインテグレーター（本質安全設計、安全装置、補完的保護対策、使用情報）</p> <p>責任者／インテグレーター（組織：安全作業手順、監督、作業許可制度；追加安全装置の提供と使用；個人用保護具の使用；訓練）</p>
責任者	責任者は、労働衛生規制および作業安全条例の遵守について責任を負います。Franka Research 3の責任者には、事業主、研究所長、雇用主、またはFranka Research 3の使用に関する責任を負う代理人などが含まれますが、これらに限定されません。
RoHS指令 2011/65/EU	RoHS指令（2011/65/EU）（以下「RoHS指令」という）は、欧州経済領域（EEA）、スイス、トルコにおける電気電子機器への特定有害物質の使用を制限する。
保護空間	<p>境界の保護により、保護空間が定義されます。</p> <p>詳細については、「正しい設置」の章にある「空間の分類」のセクションを参照してください。</p>
安全規則	安全ルールは、パラメータ化された安全機能、オプションの起動条件、および安全機能が違反された場合に実行される反応で構成されます。
安全シナリオ	Watchman で定義された、特定のリスク状況をカバーする一連の安全ルール。例えば、「テスト&ジョグ」シナリオは、テスト&ジョグモードのすべてのルールをカバーします。
安全設定	安全入力動作やエンドエフェクタ衝突モデルなど、一般的な安全関連設定の定義。
SEEPO	安全機能「安全エンドエフェクタ電源オフ」。詳細は「安全機能」の章を参照。
設定インターフェース	設定インターフェースは、Franka Research 3の安全関連以外のパラメータ（例：ネットワーク設定、ユーザーロール、パスワード）を設定するためのウェブブラウザ経由でアクセス可能なユーザーインターフェースです。これはソフトウェアフレームワークFranka UIの一部です。
シングルポイントオブコントロール（SPoC）	シングルポイントオブコントロール（SPoC）は、重要なアクション（システム設定やタスクの編集、関節のロック解除やタスク実行などのロボット動作の起動）を一度に1人のユーザーのみが実行できるようにする機能です。
SLD	安全機能「安全に制限された距離」。詳細は「安全機能」の章を参照。

命名	説明
SLP-C	安全機能「安全に制限された直交座標位置」。詳細は「安全機能」の章を参照してください。
SLP-J	安全機能「安全に制限された関節角度」。詳細は「安全機能」の章を参照してください。
SLSC	安全機能「安全に制限された直交座標速度」。詳細は「安全機能」の章を参照。 詳細は「安全機能」の章を参照。
SLS-J	安全機能「安全に制限された関節速度」。詳細については、安全機能の章を参照してください。
SMSS	安全機能「安全監視停止」。詳細は「安全機能」の章を参照。
停止距離	停止距離とは、停止要求を受信してからアームが完全に停止するまでの距離を指します。
停止時間	停止時間は、緊急停止装置などによる停止要求を受信してからアームが完全に停止するまでに経過する時間です。
タスク	Deskにおけるタスクは、自動化ルーチン全体を表します。タスクは1つまたは複数のアプリで構成されます。
ティーチング	ティーチングとは、ロボットまたはエンドエフェクタを手動で操作しながら、タスクおよびその中に含まれるアプリにパラメータを設定するプロセスを指します。これには、ロボットを特定の姿勢に誘導して「姿勢」をティーチングすることも含まれます。
トラッキング誤差	アームの実際の動作は、わずかな偏差（いわゆるトラッキングエラー）を伴って目標動作を追従します。
ウォッチマン	ウォッチマンは、Franka Research 3の安全関連パラメータ（例：安全監視速度や安全監視領域）を設定・視覚的に検証するためのウェブブラウザベースのユーザーインターフェースです。Franka UIの一部を構成します。
Web ブラウザ	インターフェースデバイス上で動作するソフトウェアアプリケーションであり、Franka UI接続として機能します。ウェブブラウザは、Desk、Watchman、および設定インターフェースの環境を提供します。例としては、Chrome、Edge、Firefoxなどが挙げられます。

16 INDEX

追加機器	43	設置場所の準備	56
アーム	12, 34, 43, 56		
アームの手動移動	23		
機器の開梱	47		
デカルト座標	27		
質量中心 (CoM)	18, 85		
証明書	10		
清掃	90		
接続ケーブル	47, 67		
制御	13, 16, 33, 44, 46, 58		
デスク	36, 68		
廃棄	11, 89, 91		
緊急	14, 17		
緊急停止装置	14		
非常停止装置の設置	21		
緊急解錠ラベル	12		
緊急解除	12		
緊急解錠ツール	23		
EMI指令 2014/30/EU	111		
有効化ボタン	82		
エンドエフェクタ	41, 71, 93		
外部イネープリングデバイス	13, 44, 64, 82		
フェイルセーフロックシステム	23		
FCC規則 47 CFR/パート15	111		
フランカ	7, 111		
フランカストア	111		
Franka UI	20		
用語集	110		
ガイディング			
ガイディングボタン	39		
ガイディングモードボタン	39		
ハンド	37, 41, 46		
操作	93, 94, 95		
設置	16, 43, 45, 46		

配線および電気設備	62
インテグレーター	19
使用目的	15
相互作用	37
インターフェースデバイス	33, 45
機器の表示	12
機能的接地ラベル	13
把持位置表示	13
低電圧指令 2014/35/EC	112
機械指令 2006/42/EC	15
保守	89
最大スペース	53、72、79、96
誤用	15, 18
オペレータ	26
パイロット	34, 37
パイロットディスク	37
パイロット-グリップ	37
パイロットモード	37
ポート	63
C2	65
X1	40
X3	63
X4	64
X5	64
X6	64
使用と配置に関する実用的なヒント	74
保護対策	16
責任者	7
再起動	83
RoHS指令 2011/65/EU	10
安全	14
安全周辺機器の設置	21
安全入力	26
安全出力	28
保護された空間	52

安全機能	26
SEEPO	27
自己診断	81
単一管理窓口 (SPoC)	20
設置場所	53, 55
SLD	28
SLPJ	28
SLS-C	27
SLS-J	28
SMSS	27
制動距離	22
停止機能	28

カテゴリー0停止	28
カテゴリー1停止	28
カテゴリー2停止	28
停止時間	22
停止時間と距離	98, 109
電源を切る	83
電源を入れる	79
タスク	82
輸送	79
開梱	47
ユーザーインターフェース	37

17 図表一覧

図1: タイブラベル	12	図36: アームからの開梱	49
図2: 緊急解除ラベル	12	図37: アームの展開	50
図3: 高温表面表示	13	図38: アームを持ち上げる	50
図4: 機能接地ラベル	13	図39: 制御ボックスを開ける	51
図5: 持ち上げ位置ラベル	13	図40: 取り外し用包装	51
図6: 外部装置の型式ラベル	13	図41: 制御装置の取り出し	52
図7: 緊急停止装置のタイブラベル	14	図42: 空間の分類	52
図8: 接続 非常停止装置	22	図43: ベースプレートの準備	57
図9: 緊急解除	24	図44: ドリル用テンプレート	58
図10: 手動での押し出し	25	図45: アームの取り付け	60
図11: 装置概要	33	図46: 接続図の概要	63
図12: アーム概要	34	図47: X3 - 安全入力	64
図13: 基準三角形	35	図48: X6インターフェース	65
図14: 世界座標系インジケータ	35	図49: 機能接地の接続	66
図15: 基線アライメントマーク	36	図50: アームへの接続ケーブルの接続	67
図16: パイロット	37	図51: 制御装置への接続ケーブルの接続	67
図17: 切替状態有効化ボタン	38	図52: 外部イネーブル装置の接続	68
図18: 有効化ボタン	38	図53: 操作装置の接続	68
図19: ガイディングモードボタン	39	図54: 保護装置の接続（ここでは非常停止指令装置）	70
図20: ガイディングモードボタン	39	図55: 測定ポイント ESD測定	73
図21: ガイディングボタン	39	図56: 作業空間の設計	74
図22: ガイディングボタン	40	図57: アームの共同基準位置	75
図23: ロボットベースの接続ポート	40	図58: 関節基準位置	75
図24: エンドエフェクタフランジ	42	図59: 腕が頭にぶつかるまでの距離	76
図25: 制御装置の寸法と接続ポート	42	図60: 腕がぶつかるまでの距離	77
図26: 接続ポート	43	図61: 腕が手を握るまでの距離	77
図27: 納入範囲 アーム	44	図62: 保護具 装飾品は着用しない	78
図28: 付属品 コントロール	44	図63: 制御の切り替え	79
図29: 付属品（デバイス）	44	図64: アームの青色ステータスランプ	79
図30: 付属品 接続ケーブル	45	図65: リフト位置	93
図31: インターフェースの概要	46	図66: アームの持ち上げ	95
図32: 梱包	47	図67: アームの梱包	96
図33: メインカートの開梱	48		
図34: 個別カートの取り出し	48		
図35: 内箱	49		

図版一覧

図68：箱の閉め方	96
図69: 拡張状態の図解	98
図70：停止距離	98
図71：距離、停止 Cat0、全ジョイント、100%伸展、100%速度、100%ペイロード	99
図72: 時間、停止 Cat0、全関節、100% 伸展、100% 速度、100% ペイロード	100
図73：時間、Stopp Cat1、関節1	100
図74: 距離、Stopp Cat1、関節2	101
図75：時間、ストップ Cat1、ジョイント2	101
図76：時間、ストップ Cat1、ジョイント3	102
図77：時間、ストップ Cat1、ジョイント3	102
図78：距離、ストップ Cat2、ジョイント1	103
図79：時間、ストップCat2、ジョイント1	103
図80：距離、ストップ Cat2、ジョイント2	104
図81：時間、ストップCat2、ジョイント2	104
図82：距離、ストップ Cat2、ジョイント3	105
図83：距離、ストップ Cat2、ジョイント3	105
図84：距離、ストップ Cat2、接合部4	106

図85：時間、ストップ Cat2、ジョイント4	106
-------------------------------	-----

Franka Robotics GmbH Frei-Otto-
Straße 20
80797 ミュンヘン
ドイツ

franka.de

