

取扱説明書 | JA

ELM8911

TwinSAFEドライブオプションカードサーボドライブ
ELM72xx-9018用



目次

1 取扱説明書に関する注記	5
1.1 免責事項	5
1.1.1 商標	5
1.1.2 特許	5
1.1.3 責任範囲	6
1.1.4 著作権	6
1.2 バージョン管理	7
1.3 バージョン履歴	7
1.4 参照	8
1.5 使用者の資格	9
1.6 安全に関する指示事項	10
1.7 サポートとサービス	11
1.8 情報セキュリティに関する注記	12
2 安全にご使用いただくために	13
2.1 遵守義務	13
2.2 安全上の注意事項	13
2.2.1 運転の前に必ずお読みください	13
2.2.2 運転時の注意事項	14
2.2.3 運転後の注意事項	15
3 システム概要	16
4 製品概要	17
4.1 製品説明	17
4.2 型番	18
4.3 使用目的	19
5 技術データ	20
5.1 製品データ	20
5.2 目標故障率	21
5.3 環境条件	21
5.4 プロジェクトの設計制限 ELM8911	22
5.5 エラー応答	23
5.5.1 Global Shutdown（グローバルシャットダウン）	23
5.5.2 Global Fault（グローバルフォルト）	23
5.5.3 Module Shutdown（モジュールシャットダウン）	23
5.6 耐用年数	24
6 TwinSAFE Safe Motion機能	25
7 工場設定プロジェクト	26
7.1 説明	26
7.2 TwinSAFEドライブオプションカードの工場出荷時STO設定	26
7.3 I/Oツリーにおける工場設定プロセスイメージ	27
7.3.1 入力	27
7.3.2 出力	27

8 TwinCATでの設定	29
8.1 軸モジュールの追加.....	29
8.2 工場出荷時設定のプロジェクトでELM8911を使用する方法.....	29
8.3 安全指向のユーザープログラムによるELM8911の実装	31
8.4 安全機能の手動作成.....	33
8.5 Safe Motionウィザードによるプロジェクトの作成	33
8.6 アドレス設定	39
8.7 Safetyパラメータ	41
8.7.1 単軸バリエーション	41
8.7.2 二軸バリエーション	42
9 ローカルプロセスイメージ.....	44
9.1 入力.....	44
9.1.1 単軸バリエーション	44
9.1.2 二軸バリエーション	45
9.2 出力.....	47
9.2.1 単軸バリエーション	47
9.2.2 二軸バリエーション	48
10 モーター交換	50
11 付録.....	51
11.1 揮発性	51
11.2 証明書の焦点	52

1 取扱説明書に関する注記

1.1 免責事項

ベッコフ製品は継続的に改良が行われています。また本書の品質向上のため、予告なしに文書の変更を行う場合があります。本書のデータ、図、説明について、既に販売された製品の変更についての改定は致しません。

この取扱説明書では、特性および使用条件を保証できる、全ての許容される使用例を定義しています。定義する使用例は完全にテスト済みで、認証されています。本取扱説明書に記載されていない使用例については、Beckhoff Automation GmbH & Co KGの承認が必要です。

1.1.1 商標

Beckhoff[®], TwinCAT[®], EtherCAT[®], EtherCAT G[®], EtherCAT G10[®], EtherCAT P[®], Safety over EtherCAT[®], TwinSAFE[®], XFC[®], XTS[®] および XPlanar[®] は、Beckhoff Automation GmbH の登録商標です。

その他の名称は商標である可能性があり、第三者が独自の目的のために使用すると所有者の権利を侵害する可能性があります。

1.1.2 特許

EtherCATテクノロジーは、アプリケーションに関連するまたは様々な国で登録されている以下の特許出願・特許により保護されています。

- EP1590927
- EP1789857
- EP1456722
- EP2137893
- DE102015105702



EtherCAT[®]は、Beckhoff Automation GmbHの登録商標および特許技術です。



Safety over EtherCAT[®]は、Beckhoff Automation GmbHの登録商標および特許技術です。

1.1.3 責任範疇

本書に記載されているすべての製品は、アプリケーション要件に応じた特定のハードウェアおよびソフトウェア構成で提供されます。本書に記載されている以外のハードウェアおよび/またはソフトウェア構成の変更は禁止されており、Beckhoff Automation GmbH & Co. KGの保証範囲外となります。

以下の場合、当社の責任の範囲外となりますのでご注意ください。

- 本書に記載されていない方法での使用
- 不適切な使用
- 訓練を受けていない担当者による使用
- 許可されていない交換部品の使用

1.1.4 著作権

© Beckhoff Automation GmbH & Co.KG, Germany.

明示的な許可なく、本書の複製、配布、使用、および他への内容の転載は禁止されています。

これに違反した者は損害賠償の責任を負います。ベッコフは、特許、実用新案、意匠の付与に関するすべての権利を留保しています。

1.2 バージョン管理

バージョン	コメント
1.2.0	「情報セキュリティに関する注記」の章を追加 - 開発ツールの安全に関する注意事項を改訂 「耐用年数」および「目標故障率」の名称を変更 「目標故障率」、「バージョン履歴」、「環境条件」の各章を修正
1.1.0	「説明」の章に情報ブロックを追加 「TwinSAFEドライブオプションカードの工場出荷時STO設定」の章を改訂 「アドレス設定」の章を追加
1.0.0	初版
0.0.1	暫定版(社内使用のみ)

取扱説明書の原本

本取扱説明書の原本はドイツ語で書かれています。他のすべての言語版は、ドイツ語原本から派生、翻訳されたものです。

製品機能

最新の製品マニュアルに記載された製品機能のみ使用できます。ベッコフホームページ、Eメール、またはその他の出版物に記載されている情報は、正式でない場合があります。

最新版の使用

本取扱説明書の最新バージョン、または有効なバージョンを使用しているか確認してください。最新のバージョンは、ベッコフのホームページ<http://www.beckhoff.com/twinsafe>からダウンロードできます。質問がある場合は、技術サポートにお問い合わせください（を参照）。

1.3 バージョン履歴

このバージョン履歴は、サポートするエンコーダプロトコルのファームウェアバージョン発出状態を一覧表示しています。また、利用可能な ModuleIds の概要と、どのファームウェアがどの ModuleIds をサポートしているかを示しています。以下の表を参照してください。

エンコーダプロトコル	ModuleIdent	ELM8911 ファームウェアバージョン
OCT	単軸 : x001822D9 二軸 : X001822DA	ELM8911 Firmware 01 (V0102) - Safe Motion

1.4 参照

No	バージョン	タイトル/説明
[1]	/	未使用
[2]	1.1以降	Documentation ELM72xx - servomotor terminal in metal housing (ELM72xx - 金属筐体サーボモーターターミナル用マニュアル) 本書には、ELM72xx サーボモーターターミナルの機械特性、電気特性、およびELM72xxを使用するために必要な全ての情報が記載されています。
[3]	1.9.0 以降	Operating instructions for EL6910 TwinSAFE Logic module (EL6910 TwinSAFEロジックモジュールの取扱説明書) 本書には、EL6910およびTwinSAFEドライブオプションカードのロジック機能およびプログラミングに関する説明が記載されています。
[4]	3.1.0 以降	Documentation for TwinSAFE Logic FB (マニュアル – TwinSAFE ロジックFB) 本書では、EL6910およびTwinSAFEドライブオプションカードで使用可能な安全ファンクションブロックと安全アプリケーションについて説明しています。
[5]	1.8.0 以降	TwinSAFE Application Guide (TwinSAFEアプリケーションガイド) アプリケーションガイドでは、通常、機械で使用する規格であるDIN EN ISO 13849-1、EN 62061 または EN 61508 に準拠した安全機能の目標故障率の計算例を提供しています。
[6]	2006/42/EC	2006年5月17日付機械に関する欧州議会および理事会指令2006/42/EC および2006年6月29日付指令95/16-7/EC (改訂版) の改正。 機械指令 (Machinery Directive) と呼ばれるこの指令は、安全部品などの機械および機械に類似した部品の上市に関する要件を定めています。
[7]	/	未使用

全マニュアル文書における本書の分類

本書は、型番 に準拠した安全技術を統合したELM72xx バリエーションのみに適用されます。

このTwinSAFEドライブオプションカードは、安全技術が統合されたサーボモーターターミナルに恒久的に取り付けられます。このような理由により、取り外しや廃棄のような製品ライフフェーズのいくつかは、システム全体としてのサーボモーターターミナルのみに適用されるため、この文書には記載されていません。

⚠ 警告

TwinSAFEドライブオプションカードのマニュアルを優先事項として遵守してください。

この取扱説明書で定義されている数値と仕様は、参照 [▶ 8] にある文書[1]と[2]に追加して、主に適用されます。本取扱説明書を最優先に遵守してください。

遵守しない場合、安全性が損なわれる恐れがあります。

1.5 使用者の資格

本取扱説明書は、制御技術および自動化の関連知識を保有する、訓練を受けた専門技術者のみを対象としています。

訓練を受けた専門の担当者は、記載された製品の用途および使用方法が全ての安全要件を満たしていることを確認する必要があります。これには、全ての有効な関連法規および規格が含まれます。

訓練を受けた専門技術者

訓練を受けた専門技術者は、広範な技術知識、および訓練経験を有する者を指し、制御および自動化技術を理解している者を指します。訓練を受けた専門技術者は以下を行うことが可能です。

- 危険源を独自に認識し、回避、排除する
- 関連規格および規制の遵守
- 事故防止のための法規に従った仕様の実装
- 作業環境の評価、準備および整備
- 作業を独自に評価、最適化および実行する

1.6 安全に関する指示事項

製品の使用に際し、本書に記載された安全に関する指示や注意事項はよくお読みになり必ず指示に従ってください。本書のこの章は、必ずお読みください。

本製品を使用して操作および作業が正しく、かつ安全に行えるように、各章の警告を遵守してください。

記号の説明

各種の記号を使用して、分かりやすく表記しています。

1. 番号は、取るべき行動を示しています。
 - 箇条書きマークは、項目を列挙します。
- [...] 角括弧は、本書内の他の説明箇所への参照を示しています。
- [1] 角括弧内の数字は、参照文書の番号を示しています。

この取扱説明書では、以下の安全記号を使用します。人的傷害および物的損害を避けるため、安全に関する注意事項はよくお読みになり、必ず指示に従ってください。

安全記号の説明

人的傷害に関する警告

⚠ 危険

この記号がついた注意事項に従わない場合、死亡または重傷を負います。

⚠ 警告

この記号がついた注意事項に従わない場合、死亡や重傷を負う可能性があります。

⚠ 注意

この記号がついた注意事項に従わない場合、中度から軽度の傷害を負う可能性があります。

物的損害および周辺機器破損に関連する警告

注記

注記

周辺環境、周辺機器またはデータが損傷する可能性があります。

製品の取り扱いに関する情報



この情報には、以下の情報が含まれます：
製品に関する推奨措置、支援、または詳細情報。

1.7 サポートとサービス

世界中のベッコフ支社と代理店は、包括的なサポートとサービスを提供し、ベッコフ製品とシステムソリューションに関するあらゆる質問に対して迅速かつ的確なサポートを提供しています。

ダウンロード検索

ダウンロード検索 から当社が提供する各種ファイルをダウンロードいただけます。アプリケーションレポート、技術マニュアル、図面、Configurationファイルなど、必要なファイルを検索してダウンロードできます。

様々なファイル形式でダウンロードできます。

ベッコフの支社と代理店

ベッコフ製品に関するローカルサポートおよびサービスについては、最寄りのベッコフ支社または代理店にお問い合わせください。

各国のベッコフ支社および代理店の所在はベッコフWebサイト(<http://www.beckhoff.com/ja-jp>)よりご確認ください。

また、Webサイトではベッコフ製品マニュアルも公開されています。

ベッコフのサポート

ベッコフのサポート部門はベッコフ製品に関するお問い合わせの他、各種の技術サポートを提供しています。

- サポート
- 複雑な自動化システムの設計、プログラミングおよびコミッショニング
- およびベッコフのシステムコンポーネントに関する広範なトレーニングプログラム

ホットライン: +49 5246 963-157
Eメール: support@beckhoff.co.jp

ベッコフのサービス

ベッコフのサービスセンターは、各種のアフターサービスを提供することでお客様をサポートします。

- オンサイトサービス
- 修理サービス
- 部品交換サービス
- 緊急サービス

ホットライン: +49 5246 963-460
Eメール: service@beckhoff.co.jp

ベッコフ本社

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Huelshorstweg 20
33415 Verl
Germany

電話: +49 5246 963-0
Eメール: info@beckhoff.com
Webサイト: www.beckhoff.com

1.8 情報セキュリティに関する注記

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG（ベッコフ）の製品は、オンラインアクセスが可能であれば、プラント、システム、機械、ネットワークの安全な運用をサポートするセキュリティ機能を備えています。セキュリティ機能にもかかわらず、プラント、システム、機械、ネットワークをサイバー脅威から守るためには、運用のための全体的なセキュリティ コンセプトの作成、実施、継続的な更新が必要です。ベッコフが販売する製品は、全体的なセキュリティ コンセプトの一部に過ぎません。お客様は、プラント、システム、機械、ネットワークへの第三者による不正アクセスを防止する責任を負います。ネットワークは、適切な保護措置が講じられている場合にのみ、社内ネットワークまたはインターネットに接続すべきです。

また、ベッコフが推奨する適切な保護対策も遵守してください。情報セキュリティと産業セキュリティに関する詳細は、<https://www.beckhoff.com/secguide> を参照してください。

ベッコフの製品とソリューションは常に進化し続けています。これはセキュリティ機能にも当てはまりません。継続的な開発により、ベッコフでは、製品を常に最新の状態に保ち、アップデートが提供され次第、製品にインストールすることを明示的に推奨しています。古いバージョンやサポートが終了した製品の使用は、サイバー脅威のリスクを高めるおそれがあります。

ベッコフ製品の情報セキュリティ情報については、RSSフィードをご購読ください <https://www.beckhoff.com/secinfo>。

2 安全にご使用いただくために

2.1 遵守義務

製品の取扱い者は、注意義務を果たすために、この取扱説明書に明記されている全ての要件と注意事項を遵守しなければなりません。これには、特に以下が含まれます。

- 責任範疇 [▶ 6] 章に規定された条項を遵守してください。
- TwinSAFEドライブオプションカードが完全に動作している場合にのみ操作してください。
- TwinSAFEドライブオプションカードを使用する場所では、取扱説明書を読みやすい状態かつ完全な状態で提供してください。
- システム全体に貼付されている安全マークを剥がさず、その視認性を維持してください。

2.2 安全上の注意事項

2.2.1 運転の前に必ずお読みください

機械指令 (Machinery Directive)に基づく機械での使用

安全な運転を確保するため、機械指令 (Machinery Directive)に準拠した機械でのみシステム全体を使用してください。

他社製モーターの認証は無効

TÜV SÜD の認証は、承認されたモーターのリストに適用されます。その他のモーターは認証の対象外です。他社製モーターを使用する場合、取り付けとFMEAはお客様の責任で行ってください。

遵守しない場合、製品の安全性が損なわれる恐れがあります。

制御盤/ターミナルボックスへの設置

TwinSAFEコンポーネントは、IEC 60529に準拠した保護等級IP54以上の制御盤またはターミナルボックスに設置して動作させる必要があります。

トレーサビリティ

システム全体のシリアル番号を通じて、TwinSAFEドライブオプションカードのトレーサビリティを確保してください。

SELV/PELV電源ユニットの使用方法

電源には、故障時の出力電圧制限が $U_{\max} = 36V_{DC}$ のSELV/PELV電源装置を使用してください。

コミッショニングテスト

コミッショニングの前に、アプリケーションエラーや配線の不具合を除外する必要があります。コミッショニングの前に、コミッショニングテストを実施してください。コミッショニングテストが成功したあと、TwinSAFEドライブオプションカードを安全関連のタスクに使用できます。

使用が許可されたエンジニアリングツールおよび手順

TÜV-SÜD認定の証明書は、TwinSAFEドライブオプションカードが統合されたシステム全体、その中で利用可能なファンクションブロック、取扱説明書、およびエンジニアリングツールに適用されます。使用可能なエンジニアリングツールは、TE9000 - TwinCAT 3 Safety EditorおよびTE9200 - TwinSAFE Loaderです。最新版のエンジニアリングツールのみを使用してください。これは[ベックホフのウェブサイト](#)に掲載されています。

これを逸脱した手順やエンジニアリングツールは、認証対象外になります。これは特に、TwinSAFEインポート用に外部で生成されたxmlファイルに該当します。

TwinSAFEドライブオプションカードのパラメータ制御

TwinSAFEドライブオプションカードはパラメータ設定のエラーを判定しますが、パラメータやロードされた安全プログラムの論理テストは実行できません。受入テストを実施して、パラメータ設定および安全プログラムが用途に適しているか確認してください。このテストは機械メーカーが実施しなければなりません。

ELM72xx と ELM8911 の組み合わせは、このテストが全ての安全関連機能に対して肯定的な結果を示した場合に限り、生産現場で使用することができます。

外部安全対策

次のような場合は、外部安全対策が必要です：

- システム全体のパラメータ設定が正しくないため、シャットダウンにつながる場合（例えば電流コントローラーが遅すぎたり振動したりする場合）
- システム全体の寸法が不足しているため、システム全体の負荷にブレーキをかけることができない場合
- 安全機能STOの実行時
- TwinSAFEドライブオプションカードがエラーと判断しSTOエラーリアクションが実行された場合
- シャットダウンにつながる回線遮断
- シャットダウンにつながるEtherCAT通信の障害や中断
- シャットダウンにつながる可能性のある、TwinCATプロジェクトのアクティベーションまたは再起動
- TwinSAFEロジックまたはELM8911への安全プロジェクトのダウンロードによるシャットダウン

その結果、モーターは制動されず、トルクフリーに切り替わります。これはモーターが惰性で停止することにつながります。この惰性走行の持続時間は、システム内にどれだけの運動エネルギーが残存するかによって決まります。吊り荷や引っ張り荷では、モーターも加速する可能性があります。

これを防ぐために、以下の対策を実施してください：

- 機械的なサービスブレーキなど、適切な外部安全手段を設けてください。
- システム全体で、誤ったパラメータ設定や寸法設定を回避してください。
- EtherCAT通信の障害や中断だけでなく、回線の中断も回避してください。

注意：モーターが動く可能性があります

PWM制御が中断されたことで引き起こされたSTOであっても、電源回路の故障などにより、モーターにぎくしゃくした動き（1極あたり最大180°）が生じることがあります。

リスクおよび危険分析によりこれを考慮に入れてください。

2.2.2 運転時の注意事項

注意 - 人的傷害の危険

基本的に、電気装置はフェールセーフではありません。機械メーカーは、ドライブシステムで停電が発生した場合、接続されたモーターと機械を安全な状態にする責任があります。

妨害電波による減損

システム全体の近くで、以下の機器を使用しないでください：携帯電話、無線機器、送信機、高周波システム。

TwinSAFEドライブオプションカードを統合したシステム全体は、スプリアス放射と干渉に対する耐性に関して、電磁両立性規格の適用要件に準拠しています。規格で指定された妨害電波の制限を超えると、TwinSAFEドライブオプションカードの機能が損なわれる可能性があります。

2.2.3 運転後の注意事項

作業を行う前に、システム全体の通電を遮断し、スイッチをオフにしてください。

システム全体での作業を行う前に、全ての安全関連機器が正常に機能しているか確認してください。作業環境の安全を確保してください。不注意によって起動しないように、機械やプラントの安全を確保してください。

3 システム概要



コンパクトドライブテクノロジー（堅牢な金属製筐体シリーズ）

EtherCATターミナルELM72xxは、堅牢な金属製筐体を採用した本格サーボドライブです。電源電圧48 V_{DC}で、出力電流 (I_{rms}) は最大16 Aです。

ELM72xxは、ベッコフのターミナル形状のドライブソリューションであるコンパクトドライブテクノロジーを拡張するもので、ELシリーズと比較して性能と機能が向上しています。

ELM72xxの金属筐体は、高出力時でも最適な熱放散を実現し、電気干渉に対する最適なシールドも備えています。サーボターミナルはEtherCATターミナルに直接接続可能であるため、ベッコフI/Oシステムにシームレスに統合できます。便利な筐体前面のコネクタを経由して、モータ、フィードバック、ブレーキを直接接続できるほか、絶対値インターフェース、ワンケーブルテクノロジー（OCT）など、包括的な機能を統合しています。I/Oを追加することにより、位置値の固定が可能です。ブレーキチョッパー制御を統合し、制動抵抗器を直接接続することも可能です。ELシリーズと比較して、ELM72xxの配線機構は差し込み式的设计になっています。モータケーブルとセンサケーブルを組み合わせることにより、設置が簡素化されます。ELM72xxとサーボモータAM8100を組み合わせたドライブ設計は、通常どおりTwinCAT 3 Motion Designer (TE5910)で行います。電子IDプレートとTwinCAT 3 Drive Manager 2 (TE5950)により、コミッシングは非常に簡単です。

安全スコープを選択可能

また、ターミナルには安全アプリケーションを直接実装するためのプログラマブルなTwinSAFEロジックも統合されています。TwinSAFE経由の安全ドライブ技術として、Safety over EtherCAT (FSoE)を介したSTO/SS1、または、包括的なSafe Motionの機能パッケージも統合しています。現在、5種類のELM72xxを提供しており、STO/SS1またはSafe Motionのいずれかを実装しています。

4 製品概要

4.1 製品説明

ELM8911 - TwinSAFEドライブオプションカード、ELM72xxシリーズ サーボモーターターミナル用

ELM8911 TwinSAFEドライブオプションカードは、ベッコフのELM72xxサーボドライブシリーズの拡張オプションで、ELM72xx本体に搭載されています。サーボドライブはシステム全体を形成します。このカードにより、アプリケーションごとに安全機能を定義することができます。サーボドライブの型番は、STOまたはSafe Motionいずれのサーボドライブであるかを示しています。出荷状態では、EN 61800-5-2に準拠した安全機能STOの工場設定プロジェクトがサンプルとして組み込まれています。詳細については、[工場設定プロジェクト \[▶ 26\]](#) の章を参照してください。

サーボモーターターミナル ELM72xx-9018のバリエーションは、SLS（安全制限速度）のような、より複雑なSafe Motion機能を実装するための追加パラメータおよび機能を提供します。

例えば、もう1つのエンコーダシステムや、より高い安全レベルを持つエンコーダを使用することで、より高い安全要件のSafe Motion機能を実装するオプションがあります。

工場出荷時に統合されているSTO機能がお客様のユースケースに合わない場合は、用途に合った固有のプロジェクトを作成し、TwinSAFEドライブオプションカードにロードするオプションがあります。詳細は[Safe Motionウィザードによるプロジェクトの作成 \[▶ 33\]](#) を参照してください。

TwinSAFEドライブオプションカードの全体のパラメータ設定は、TE9000 - TwinCAT 3 Safety Editorでの安全アプリケーションプログラミングおよび設定と同じ方法で実行されます。システム全体を交換する場合には、EL69x0で知られたバックアップ&リストア機能を使用できます。これに関する詳しい情報は、EL6910のユーザーマニュアルに記載されています。参照 [\[▶ 8\]](#)の文書[3]を参照してください。

4.2 型番

ELM72ab-901c	説明
ELM	製品ライン サーボモーターターミナル、サーボドライブ
72	製品シリーズ ELM72xx
a	出力電流 I_{rms} 1 = 4.5 A 2 = 8 A 3 = 16 A
b	軸モジュール 1 = 1 チャンネル軸モジュール 2 = 2 チャンネル軸モジュール
901	TwinSAFEドライブオプションカード統合
c	安全機能 6 = 安全機能 STO, SS1 8 = Safe Motion機能

型番の注文識別子に応じて、EN 61800-5-2 に準拠した以下の安全機能をELM72xx バリエーションに実装できます。

注文型番	安全機能
ELM72xx-9018	停止機能
	STO 安全トルクオフ
	SOS オペレーションの安全停止
	SS1 安全停止1
	- t 制御時間
	- r ランプ監視
	SS2 安全停止2
	速度機能
	SLS 安全制限速度
	SSM 安全速度監視
	SSR 安全速度範囲
	SMS 安全最高速度
	位置機能
	SLP 安全制限位置
	SCA 安全カム
	SLI 安全制限インクリメント
	加速機能
	SAR 安全加速範囲
	SMA 安全最大加速度
	回転方向機能
	SDIp 安全正方向
	SDIn 安全負方向

4.3 使用目的

TwinSAFEドライブオプションカードは、規定値を考慮した上で、本書で定義された目的のみに使用してください。

TwinSAFE ドライブオプションカードは、機械の安全機能のために設計され、産業用オートメーションタスクに直結しています。TwinSAFEドライブオプションカードは、危険な状況でサーボドライブをトルクフリーに切り替えるために使用します。

そのため、TwinSAFEドライブオプションカードは定義されたフェールセーフ状態を持つアプリケーション用にのみ認定されています。安全状態とは、ワットレス（電流が無効）になった状態です。

参照 [▶ 8] の文書[2]に従って、サーボドライブの使用目的を遵守してください。

警告

不適切な使用

技術データ [▶ 20] の章に記載された許容値を超える使用、または本取扱説明書やその他の文書に記載された仕様を遵守しない使用は、目的とした使用方法に従っていないと見なされるため、禁止されています。

特に、Beckhoff Automationが定義したユースケースは、完全なテストと認証を受けており、その特性と動作条件は保証されています。この範囲外のユースケースは不適切とみなされ、Beckhoff Automationの認証が必要です。

使用方法を誤ると、安全性が損なわれ、認証および承認が無効になります。

5 技術データ

5.1 製品データ

全てのTwinSAFE製品の最新の認証と、根拠となる規格および指令は、以下を参照してください。<https://www.beckhoff.com/en-en/support/download-finder/certificates-approvals/>

ハードウェアデータ		説明
• スイッチオフ チャンネル数	1チャンネル/軸	
• ステータス表示	ステータスおよび診断LED	参照 [▶ 8]の文書[2]を参照してください。

ソフトウェアデータ		説明
応答時間		
• サイクルタイム	約10 ms /プロジェクトサイズによる	内部サイクルタイムとは、ロジックタスクの実行時間に、そのタスクが再び呼び出されるまでの時間差を加えたもの。
• エラー応答時間	調整可能 ≤ ウォッチドッグ時間	
• ウォッチドッグ時間	2ms～60000ms	
プロセスイメージ		
• 入力	6～51バイト (1～24バイトのSafe Data)	詳細は、 <u>ローカルプロセスイメージ [▶ 44]</u> の章を参照してください。
• 出力	6～59バイト (1～28バイトのSafe Data)	
その他		
• ダウンロード数	最大 10,000	この値の90%に達すると、それ以降の書き込みアクセスに対して警告としてDiagメッセージが発行されます。 100%に達すると、それ以上書き込みアクセスができなくなり、次の書き込みアクセスが発生するとすぐにGLOBAL_SHUTDOWN状態になります。
• OCTの安全性に関する精度 (SICK)	0.439°	安全関連の精度はSICKエンコーダマニュアルに規定されています。これとは別に、TwinSAFEドライブオプションカードには4つのインクリメントが設定されています。

5.2 目標故障率



PFH_D値からMTTF_D値を算出

以下の表に記載されている値の計算および推定については、以下の文書を参照してください：

- TwinSAFEアプリケーションガイド
- EN ISO 13849-1:2015; 表 K.1.

目標故障率に関しては、FSaE通信はプロトコル仕様に従ってSIL 3の1%で考慮されます。

目標故障率		説明
耐用年数	20 a	
耐久テスト間隔[a]	/	TwinSAFEドライブオプションカードの耐用年数期間中は、特別な耐久テストは必要ありません。
PFH _D	4.67E-9	
PFD _{avg}	9.85E-6	
MTTF _D	高	
DC	ミディアム、98.5%	
SFF	>99 %	
SIL	3	IEC 61508:2010に準拠
パフォーマンスレベル	e	EN ISO 13849-1:2015.に準拠
安全カテゴリ	4	EN ISO 13849-1:2015.に準拠
HFT (Hardware Fault Tolerance)	1	
エレメントの等級	タイプB	EN 61508-2:2010に準拠

詳細については、[耐用年数 \[▶ 24\]](#) の章を参照してください。

5.3 環境条件

ベッコフ製品は、特定の環境条件下での動作を意図して設計されています。想定される環境条件は、製品によって異なります。製品の最適な耐用年数を達成し、製品の安全性を確保するために、動作環境に関する以下の仕様を遵守してください。

⚠ 警告

TwinSAFEドライブオプションカードは、以下の動作条件では使用しないでください：

- 電離放射線の影響下(自然放射線を超過)
- 腐食環境¹
- TwinSAFEドライブオプションカードの許容されない汚染を引き起こす環境

¹ 腐食環境は、腐食による損傷が明らかになった時点で存在します。

このTwinSAFEドライブオプションカードの環境条件は、サーボモーターターミナルへの取り付けにより定義されます。条件については、[参照 \[▶ 8\]](#)の文書[2]を参照してください。

5.4 プロジェクトの設計制限 ELM8911

● i プロジェクトの設計制限

ELM8911の最大プロジェクト設計サイズは、使用可能なメモリによって制限されます。これは動的に管理されています。そのため、以下の表で指定された値はガイド値に過ぎず、安全プロジェクトに応じて実際の値とは異なります。

TwinSAFE接続	最大8 (合計で最大12 CRC。1つのCRCが1または2バイトの安全データでTwinSAFE接続のために必要です。)
TwinSAFE接続ごとの安全データ	最大 24 バイト (テレグラム長 51 バイト)
TwinSAFEファンクションブロック	最大512 (全ての入出力を設定したESTOPファンクションブロックを使用した場合)
TwinSAFEグループ	最大128
TwinSAFEユーザー	最大40
標準的なPLC入力	動的(メモリ依存)、最大54バイト
標準的なPLC出力	動的(メモリ依存)、最大62バイト

5.5 エラー応答

TwinSAFEドライブオプションカードは、恒久的に自己診断を実行します。TwinSAFEドライブオプションカードは、誤動作が検出された場合にフェールセーフの原則に従って安全状態に切り替わります。

TwinSAFEドライブオプションカードは、エラー原因の深刻度に応じて、以下のエラー状態のいずれかに遷移します：

- Global Shutdown（グローバルシャットダウン）
- Global Fault(グローバルフォルト)
- Module Shutdown(モジュールシャットダウン)

5.5.1 Global Shutdown（グローバルシャットダウン）

過電圧、低電圧、EMC干渉など、故障発生時の過渡特性が検出されると、TwinSAFEコンポーネントは「Global Shutdown(グローバルシャットダウン)」状態に切り替わります。

この動作状態は安全状態であり、TwinSAFEドライブオプションカードを一時的にシャットダウンします。

システム全体への24V電源を切り離し、再接続することで、動作状態をリセットします。

5.5.2 Global Fault(グローバルフォルト)

メモリエラーなど、安全ロジックの整合性に影響するエラーが検出されると、TwinSAFEコンポーネントカードは「Global Fault(グローバルフォルト)」状態に切り替わります。

この動作状態は、TwinSAFEコンポーネントを恒久的にシャットダウンします。

システム全体を交換してください。

5.5.3 Module Shutdown（モジュールシャットダウン）

ソフトウェアエラーが検出された場合、影響を受けるソフトウェア・モジュールは「Module Shutdown(モジュールシャットダウン)」状態に切り替わります。

この動作状態は安全状態であり、ソフトウェアモジュールを一時的にシャットダウンします。

Error Acknowledge（エラー通知）は動作状態をリセットします。

5.6 耐用年数

TwinSAFEドライブオプションカードの耐用年数は20年で、この間は目標故障率が保証されます。詳細は、[目標故障率 \[▶ 21\]](#)の章を参照してください。

耐用年数は、サーボドライブの銘板に記載された製造年月日から起算されます。詳細情報は、[参照 \[▶ 8\]](#)の文書[2]を参照してください。

警告

20年後にシステム全体を交換してください

耐用年数の20年を超えると、目標故障率は保証されなくなります。

耐用年数を超過して使用すると、安全性が損なわれる場合があります。

内蔵のTwinSAFEドライブオプションカードには固有のシリアル番号があり、CoE経由で読み出すことができます。

システム全体の製造年月日とシリアル番号は、サーボドライブの銘板に記載されています。[参照 \[▶ 8\]](#)の文書[2]を参照してください。

6 TwinSAFE Safe Motion機能

エンコーダのアプリケーション情報については、以下の表を参照してください。

エンコーダ種別	ベンダー	プロトコル	分解能	Reduced CRC
Beckhoff OCTシン グルターン (EDS35)	SICK	OCT (Hiperface DSL)	24ビット	0xD3E0
ベッコフOCTマルチ ターン (EDM35)	SICK	OCT (Hiperface DSL)	24ビット	0xDF54

7 工場設定プロジェクト

⚠ 警告

再起動防止ロックの設定

上位レベルの安全コントローラに再起動防止ロックを設定してください。
または、TwinSAFE ドライブオプションカードの安全設計プログラムを変更することで、再起動防止ロックを設定するオプションもあります。

システム全体の制御不能な再起動は、重大な人的傷害につながるおそれがあります。

7.1 説明

安全技術が統合されたサーボドライブは、安全の実装なしには動作できません。安全技術が統合されたサーボドライブは、コミショニングを簡素化するため、工場設定プロジェクトをサンプルとして提供しています。

工場出荷時の設定プロジェクトを使用すると、FSOEを介してSTO安全機能を起動するオプションがあります。



アドレス設定

納入状態では、安全アドレス "1" が設定されます。

複数のELM72xxを使用する場合は、追加のELM72xxのアドレスを変更して、特殊アドレスを使用できるようにしてください。その後、プロジェクトを再度ダウンロードしてください。

アドレス設定の詳細については、[アドレス設定 \[▶ 39\]](#) の章を参照してください。

7.2 TwinSAFEドライブオプションカードの工場出荷時STO設定

⚠ 警告

STOスイッチオフ経路

ロジック内には、1軸につき1つのSTOスイッチオフ経路 "STO_1" があります。TwinSAFEドライブオプションカードの安全ロジックをユーザ固有のプロジェクトに置き換える場合は、各軸のスイッチオフ経路を設定する必要があります。

さらに、この信号は "no_STO_to_Drive" 出力を通じてサーボシステムに情報を返すようにしなければなりません。

安全指向のロジックプログラムである工場出荷時設定プロジェクトは、納入状態ではTwinSAFEドライブオプションカードに保存されます。

Safety-over-EtherCAT接続を介してSTO機能を起動するオプションがあります。この接続には、軸Aと軸BのSTO信号が含まれます。軸の移動が可能となるよう、STO信号には、ロジックがTRUEの信号が必要です。この接続の安全アドレスは、ソフトウェアでは16ビット値として設定されます。

7.3 I/Oツリーにおける工場設定プロセスイメージ



工場出荷時設定プロジェクトで有効なプロセスイメージ

プロセスイメージは、有効なプロジェクトと実装された安全機能に依存することに注意してください。本書に記載されているプロセスイメージとは、工場設定プロジェクトにのみ適用されます。顧客固有のプロジェクトの場合、本書に記載されたプロセスイメージと異なる場合があります。顧客固有のプロジェクト詳細については、TwinCATでの設定 [▶ 29] の章を参照してください。

7.3.1 入力

入力信号のプロセスイメージは7バイトのデータで構成され、そのうち2バイトは使用データです。

単軸バリエーション

以下のプロセスイメージは、単軸製品バリエーションに適用されます。

オフセット	名前	データ型	グループ	説明
0.0	STO_ChA	BOOL	Safety	True : STOなし、STO出力は有効 False : STO、安全状態

二軸バリエーション

二軸アプリケーションの場合、上記のプロセスイメージに加えて、以下のプロセスイメージが適用されます。

オフセット	名前	データ型	グループ	説明
1.0	STO_ChB	BOOL	Safety	True : STOなし、STO出力は有効 False : STO、安全状態

7.3.2 出力

出力信号のプロセスイメージは7バイトのデータで構成され、そのうち2バイトは使用データです。

単軸バリエーション

以下のプロセスイメージは、単軸製品バリエーションに適用されます。

オフセット	名前	データ型	グループ	説明
0.0	STO_active_ChA	BOOL	Safety	ドライブアプリケーション（標準ファームウェア）に通知される信号の状態 True : STOなし、STO出力が有効 False : STO、安全状態

二軸バリエーション

二軸アプリケーションの場合、上記のプロセスイメージに加えて、以下のプロセスイメージが適用されます。

オフセット	名前	データ型	グループ	説明
0.0	STO_active_ChB	BOOL	Safety	ドライブアプリケーション（標準ファームウェア）に通知される信号の状態 True : STOなし、STO出力が有効

オフセット	名前	データ型	グループ	説明
				False : STO、安全状態

8 TwinCATでの設定

8.1 軸モジュールの追加

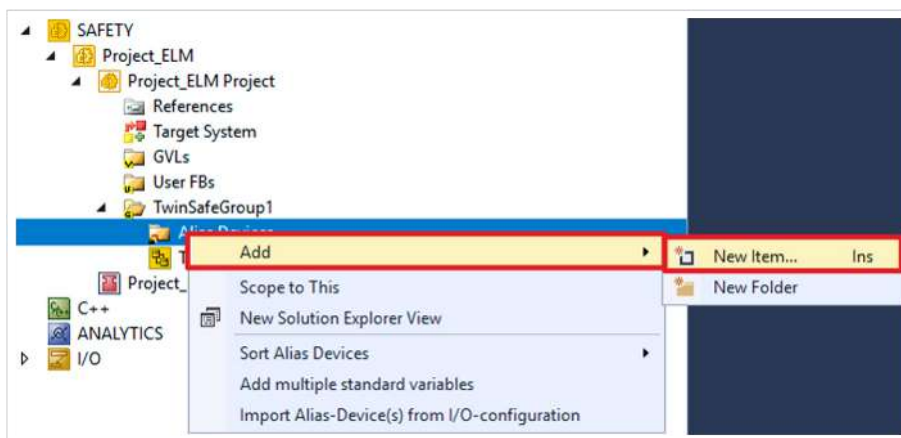
軸モジュールの追加は、他のTwinSAFEコンポーネントと同じ方法で追加できます。

TwinSAFEコンポーネントを追加する方法は、[参照 \[▶ 8\]](#)の文書[3]の章を参照してください。

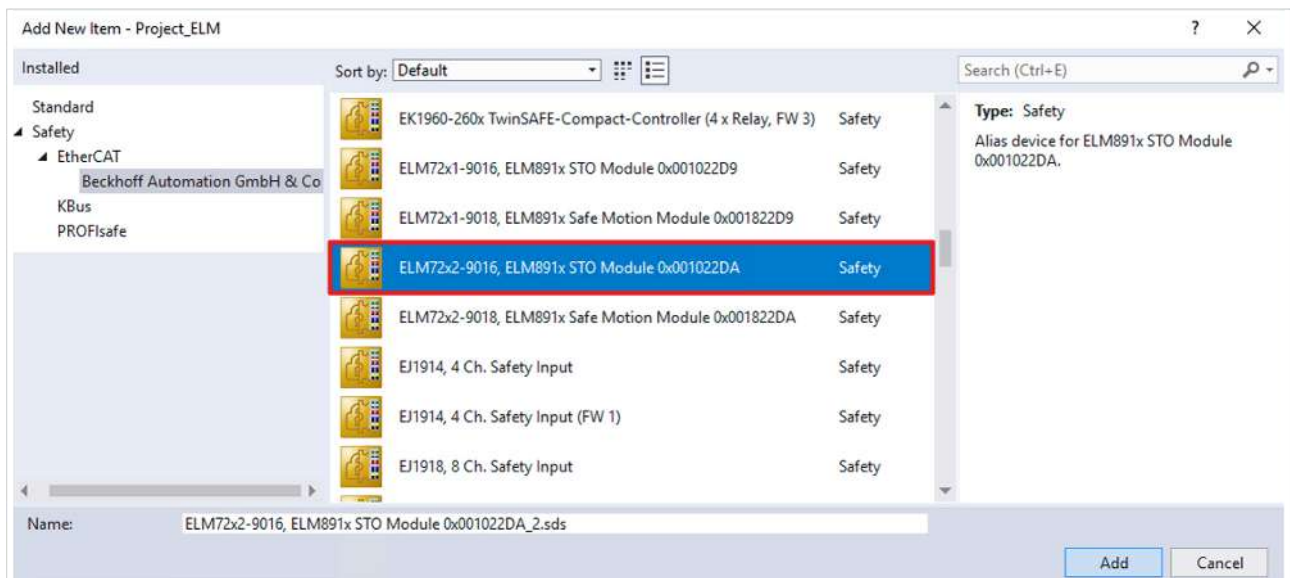
8.2 工場出荷時設定のプロジェクトでELM8911を使用する方法

このプロジェクトの詳細については、[TwinSAFEドライブオプションカードの工場出荷時STO設定 \[▶ 26\]](#)の章を参照してください。

安全プロジェクトで ELM8911を使用するには、以下の手順に従ってください：

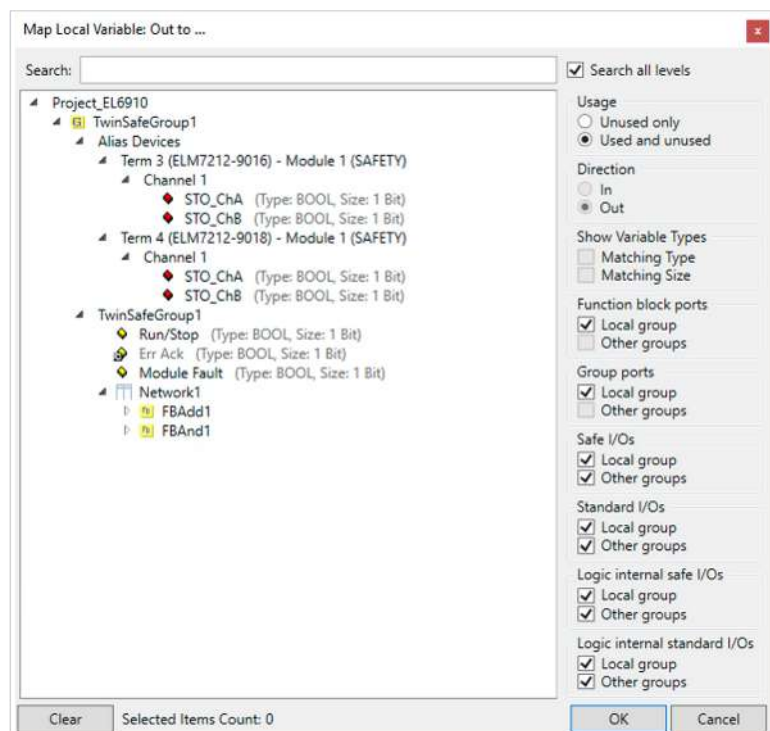


1. 安全プロジェクトの Alias Device フォルダを右クリックします。
2. "Add"経由で "New Item..."を選択します。



"Add New Item"ウィンドウが開き、必要なAlias Deviceを選択します。この名前から、どのELM8911バリエーションと、どのModuleIdentが関連するかについての情報がわかります。

次のように、安全指向のユーザープログラムで、STO 信号は安全出力として使用できます。



変数はVariable Mapping に対応する名前で表示されます。

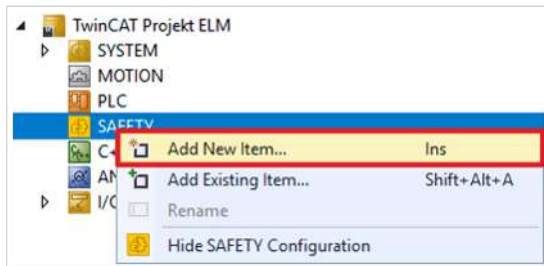


8.3 安全指向のユーザープログラムによるELM8911の実装

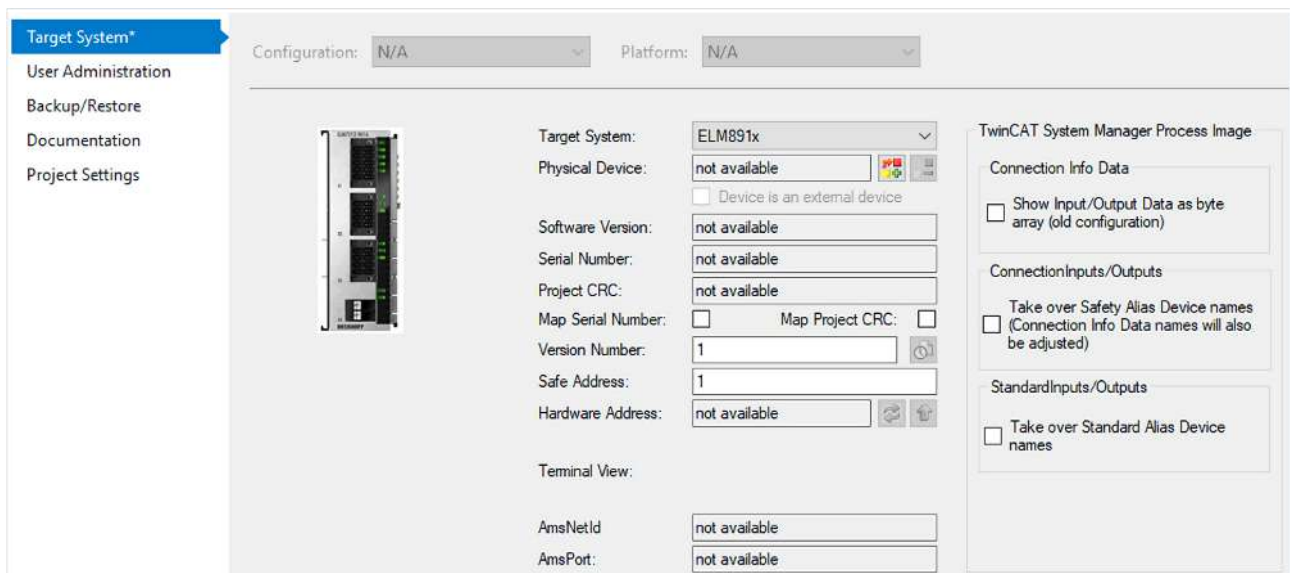
安全指向のユーザープログラムでTwinSAFEドライブオプションカードを使用するには、ターゲットシステムと入出力に特定の設定を行う必要があります。

ターゲットシステム

ELM8911にユーザー固有の機能を実装するには、TwinCAT 3で安全プロジェクトを作成し、ELM8911または軸モジュールをターゲットシステムとして選択します。以下の手順に従ってください。

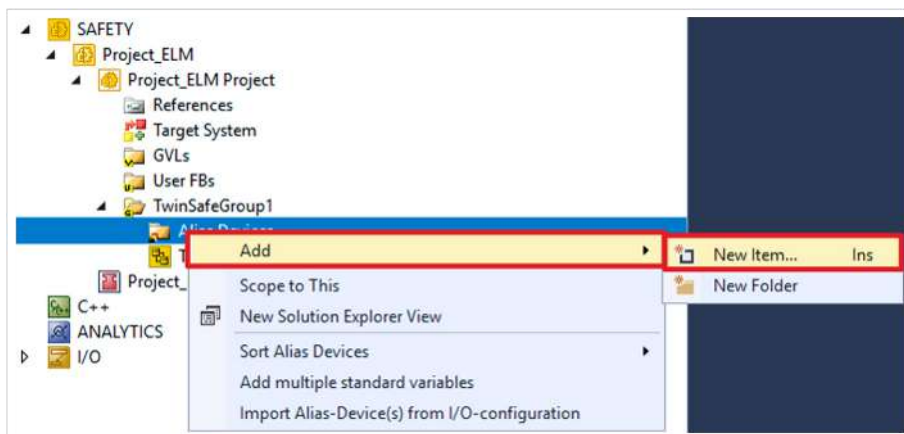


1. Safetyコンフィグレーションを右クリックします。
2. "Add New Item..." をクリックします。



3. 新しく追加されたノードをダブルクリックします。
4. "Target System"タブを開き、ターゲットシステムを選択します。
5. ターゲットシステムのドロップダウンリストから "ELM891x" を選択します。
6.  をクリックして、TwinSAFEドライブオプションカードを軸モジュールにリンクします。

ELM8911のローカル入出力を使用するには、以下の手順に従ってください：



7. Safety プロジェクトの Alias Device フォルダを右クリックします。

8. "Add"フィールド経由で "New Item..." を選択します。

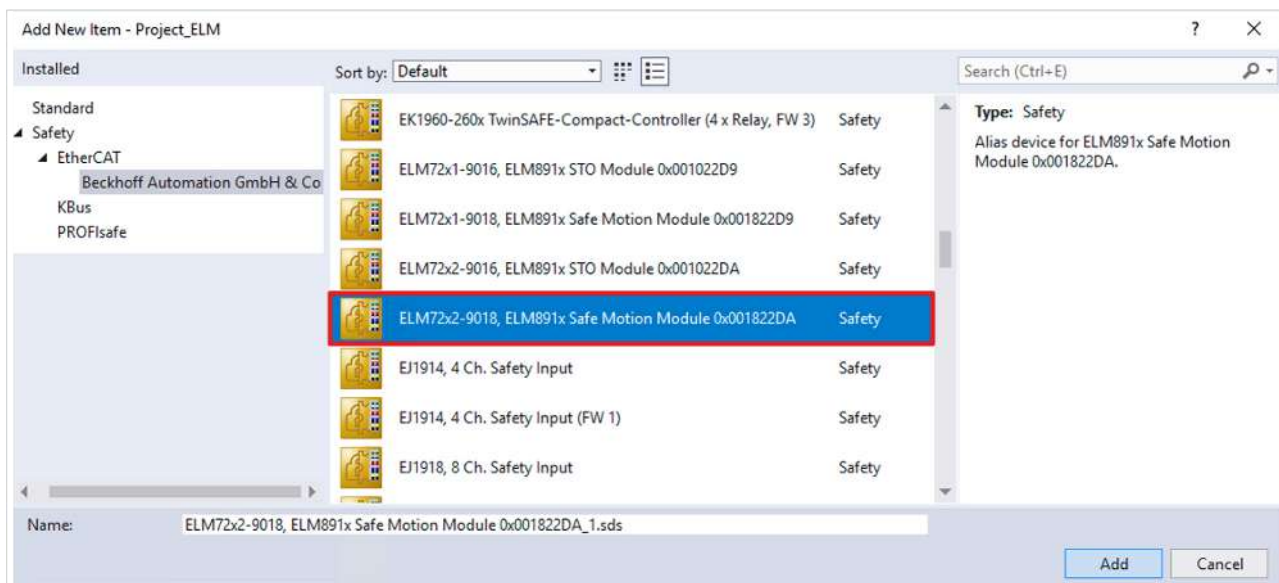


図 1: ELM8911 - Add new item - Alias Device ELM72xx

"Add New Item"のウィンドウが開きます。ここで所望のELM72xxを選択できます。Alias Deviceの説明にある名前と ModuleIdent で、どの ELM8911のバリエーションかわかります。

どの ModuleIdent がどのファームウェアバージョンに属し、どの AX8000 ファームウェアがサポートされているかは、[バージョン履歴 \[7\]](#) の章を参照してください。

9. Safe Motionバリエーションは"ELM72x1-9018"または"ELM72x2-9018"を選択します。

10. "Add"で選択を確定します。

Linking	Connection	Safety Parameters	Process Image	Internal Safety Parameters	Internal Process Image
FSOE Address:	0	External Safe Address:			
Linking Mode:	Automatic				
Physical Device:	Automatic				
Dip Switch:	Manual				
	Local				
Input: Full Name:	not available				
Linked to:	not available				
Output: Full Name:	not available				
Linked to:	not available				
Name:	not available				

11. Alias Deviceをダブルクリックします。

12. "Linking"タブを開きます。

13. Linking Modeのドロップダウンメニューから"Local" を選択します。

Linking Modeを "Local"に変更すると、関連性のないAlias Deviceの設定はすべて入力不可として表示されます。その他のSafetyパラメータについては、[Safetyパラメータ \[▶ 41\]](#) の章を参照してください。

安全ロジック内の安全入出力

プロセスイメージと安全・非安全入出力信号の詳細については、[ローカルプロセスイメージ \[▶ 44\]](#) の章を参照してください。

8.4 安全機能の手動作成

安全指向のユーザープログラムの作成については、EL6910のマニュアルおよびFBの説明で説明しています。関連文書は、[参照 \[▶ 8\]](#) の番号 [3] と [4] です。

8.5 Safe Motionウィザードによるプロジェクトの作成

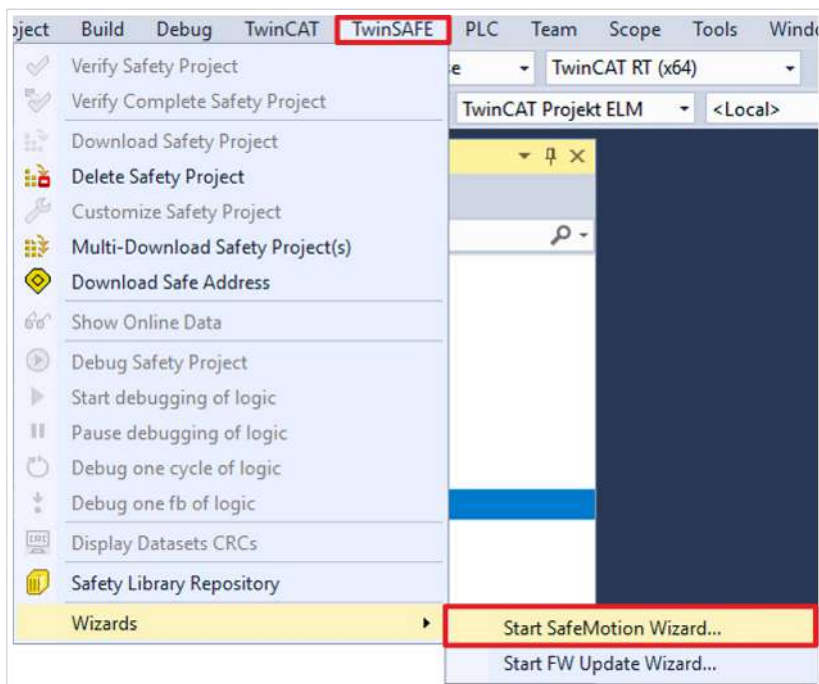
Safe MotionウィザードはTwinCAT 3 Safety EditorTE9000の一部であり、SLSやSS2などのTwinSAFE Safe Motionファンクション用の安全プロジェクト作成を簡素化するために使用します。

ウィザードは、I/O構成内の既存軸または仮想軸に対して使用できます。ウィザードを使用して、マスタープロジェクトへの接続を作成することもできます。

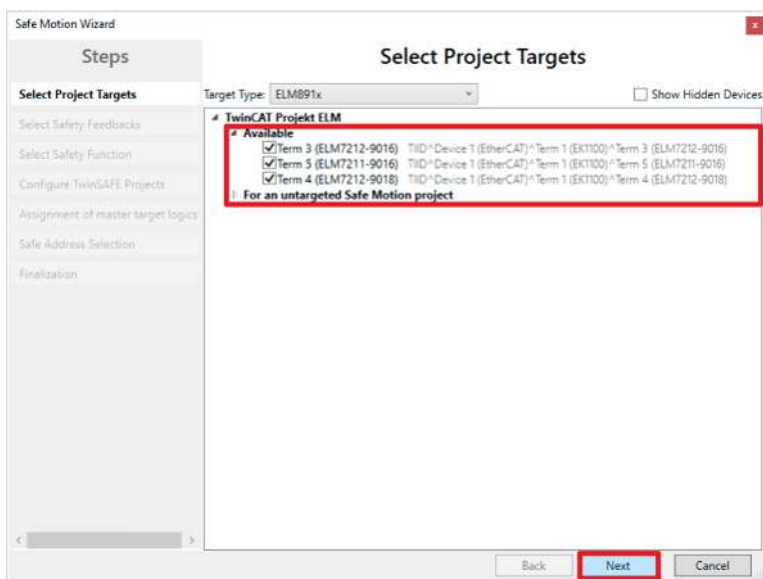
● マスタープロジェクトへの接続例

i 例えば、マスタープロジェクトとしてEL6910ターミナルのプロジェクトを選択できます。これには、I/O構成と、EL6910にマスター安全プロジェクトを備えたソリューションが必要です。

以下の手順に従ってください。

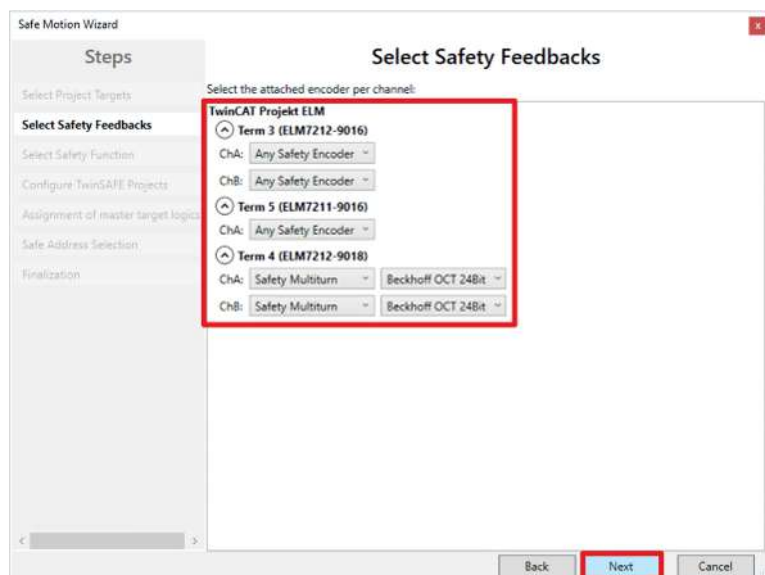


1. メニューバーで "TwinSAFE "を選択します。
2. メニューの "Wizards" から "Start Safe Motion Wizard" を選択します。



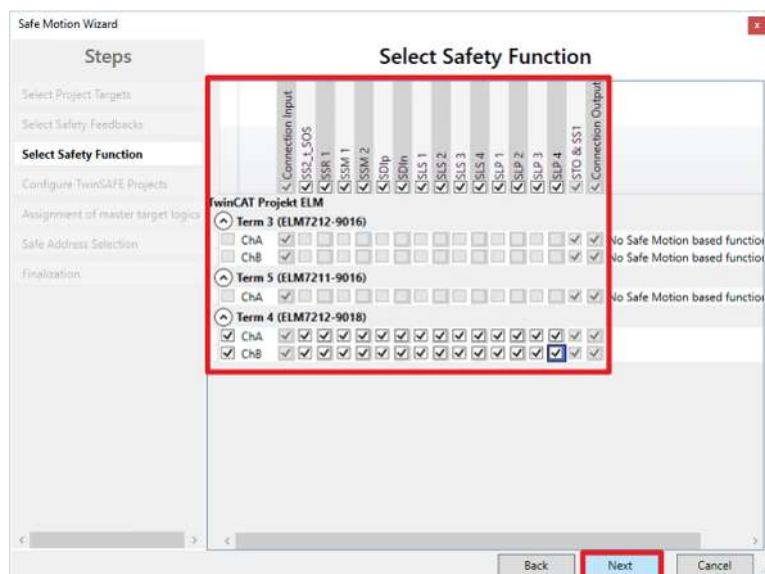
"Select Project Targets "ウィンドウには、既存のコンポーネントと、単軸および二軸モジュールの仮想軸が表示されます。

3. 必要なコンポーネントと軸を選択します。
4. "Next"で選択を確定します。



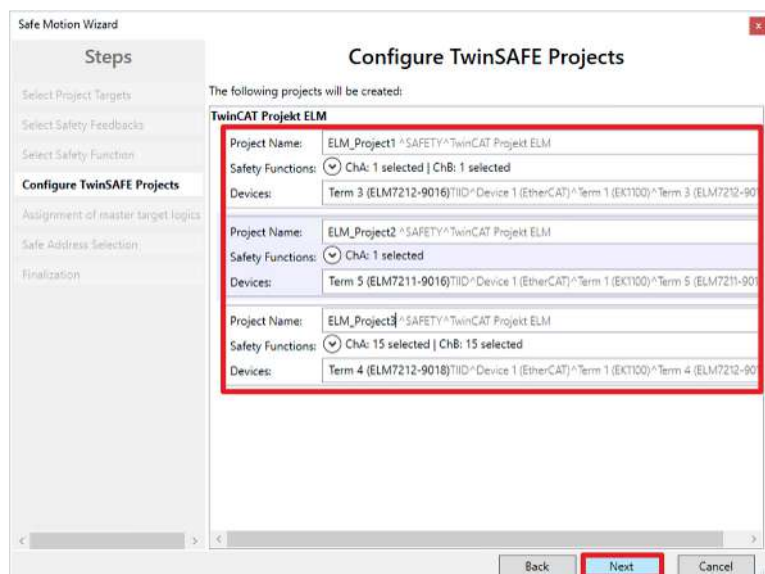
5. "Select Safety Feedbacks"ウィンドウでフィードバックを設定します。

6. "Next"で設定を確定します。



7. "Select Safety Feedbacks"ウィンドウで、軸の安全機能を選択します。

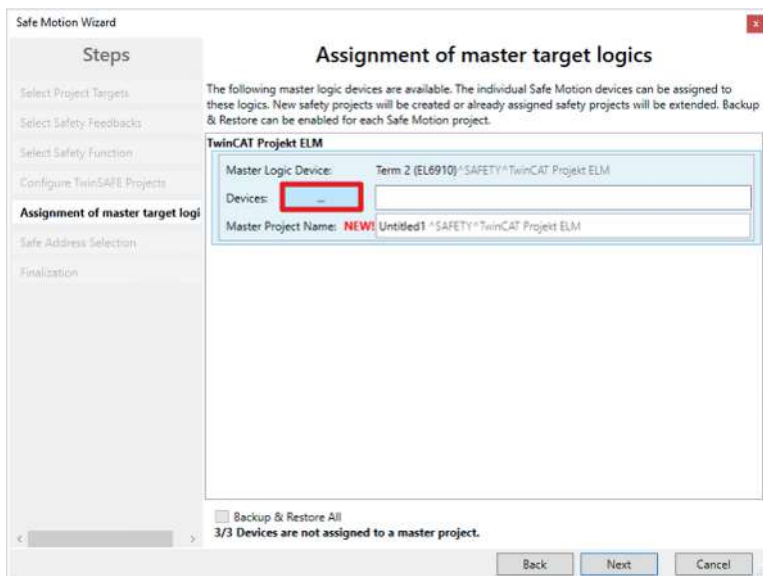
8. "Next"で選択を確定します。



"Configure TwinSAFE Projects" ウィンドウが表示されます。"Configure TwinSAFE Projects" ウィンドウに、生成された安全プロジェクトが表示されます。安全プロジェクトの名前はここで変更できます。

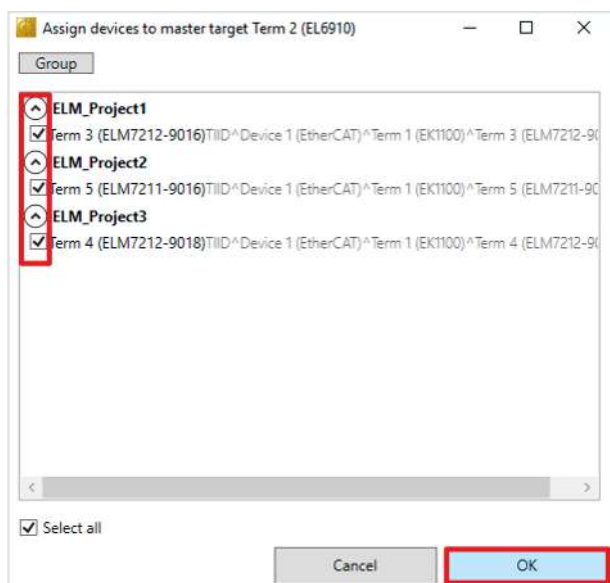
9. 必要であれば、安全プロジェクトの名前を変更してください。

10. "Next"で選択を確定します。



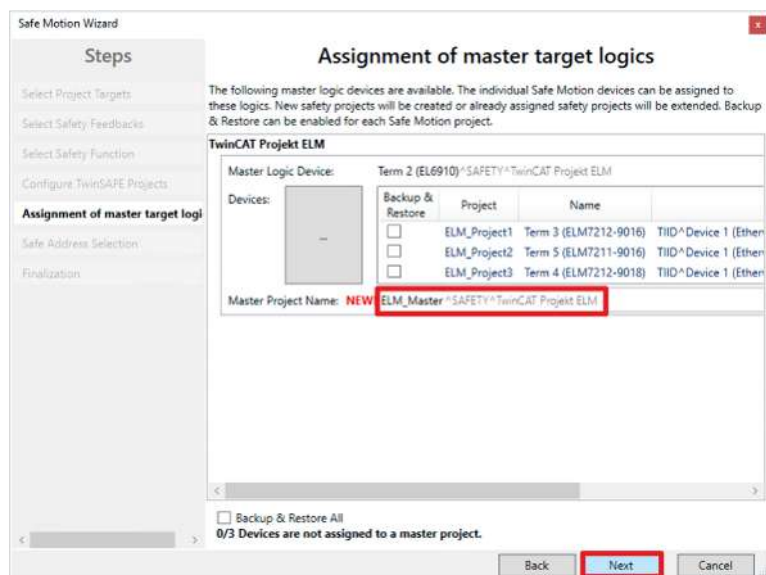
11. "Assignment of master target logics"ウィンドウで、マスタープロジェクトを設定します。

これを行うには、まずマスタープロジェクトに接続したいデバイスを選択します。



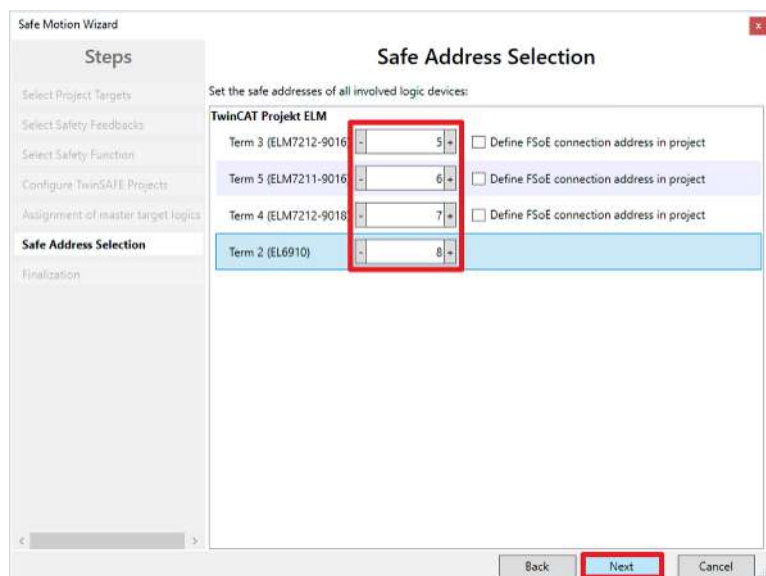
12. デバイスを選択します。

13. "OK"で選択を確定します。



既存のマスタープロジェクトを使用するか、新しいマスタープロジェクトを作成してください。マークされたフィールドには、マスタープロジェクト名を入力できます。

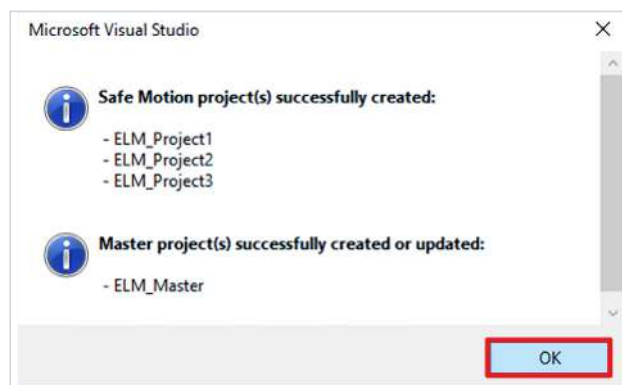
14. "Next"で確定します。



15. "Safe Address Selection" ウィンドウで、全てのデバイスの安全アドレスを設定します。

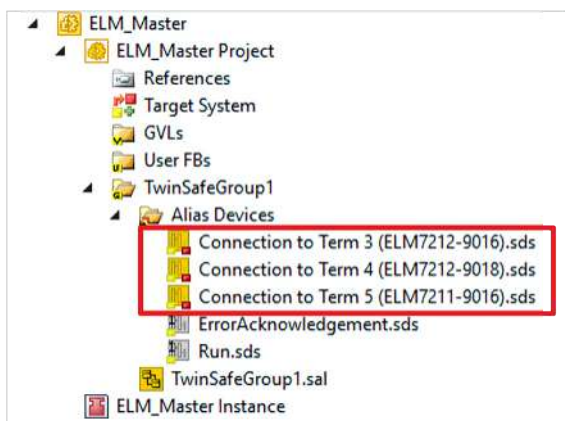
または、安全プロジェクト内で安全アドレスを設定することもできます。

16. "Finish"で設定を確定します。



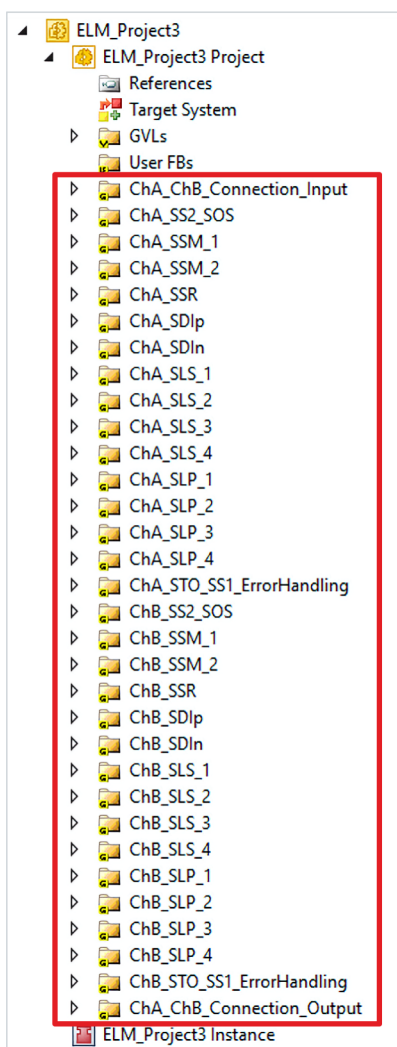
17. "OK" でウィンドウの設定を確定します。

安全プロジェクトが正常に生成されました。

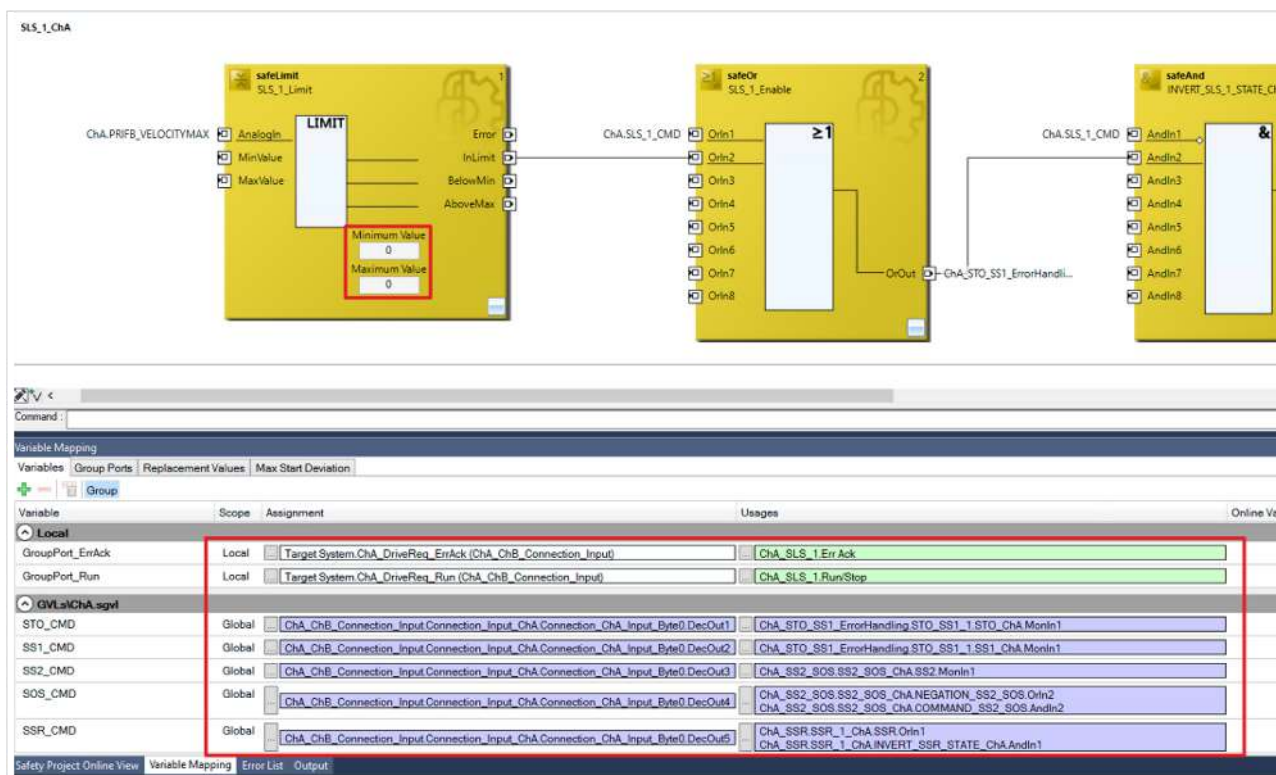


この手順の後、ELM72xx および EL6910 などの安全プロジェクトに対応するフォルダがTC3-Solutionツリーに生成されます。

マスタープロジェクトには、構成軸への接続が含まれます。



ELM72xx プロジェクトには、ウィザードで選択した安全機能が含まれています。各安全機能は、別々のTwinSAFEグループによって実装されます。



18. 安全アプリケーションの現状の要件に従ってパラメータを設定してください。ここではSLSを例として示しています。

8.6 アドレス設定

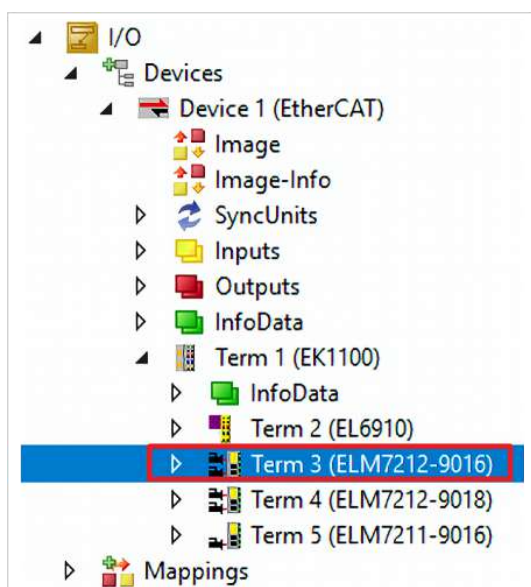
● ユーザ名とパスワード

i

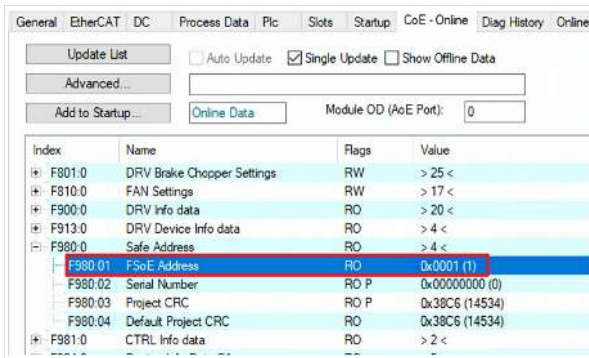
アドレス設定など、一部の操作はユーザー名とパスワードを入力して確定する必要があります。デフォルトユーザー名はAdministratorで、デフォルトパスワードはTwinSAFEです。

TwinSAFEコンポーネントを初めてコミッショニングする際は、デフォルトのパスワードをお客様固有のパスワードに変更してください。パスワードは、6文字以上でなければなりません。

以下の手順に従って、TwinSAFEコンポーネントの安全アドレスを設定してください：

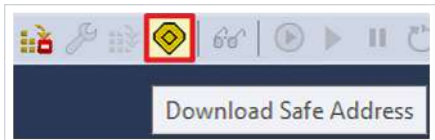


1. Safe Motionコンポーネントを開きます。



2. "CoE-Online"タブを開きます。

インデックスF980:01に、現在のFSaEアドレスが表示されます。

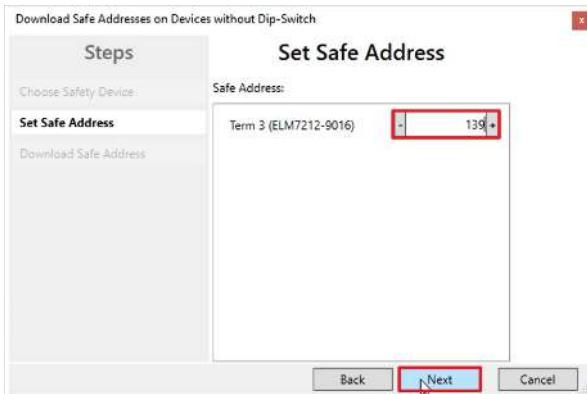


3. メニューバーの"Download Safe Address"をクリックします。



4. "Choose Safety Device"ウィンドウで、Safe Motionコンポーネントを選択します。

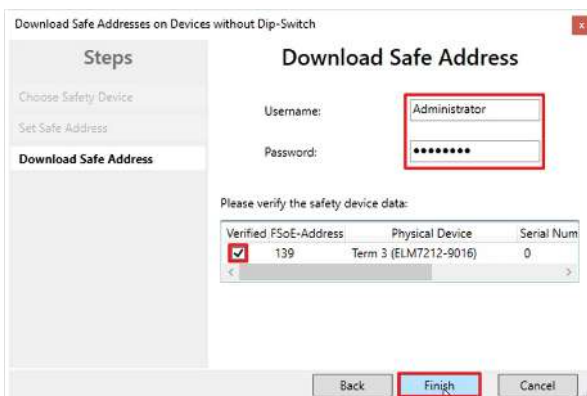
5. "Next"で選択を確定します。



"Set Safe Address"ウィンドウが開きます。

6. 所望のアドレスを入力します。

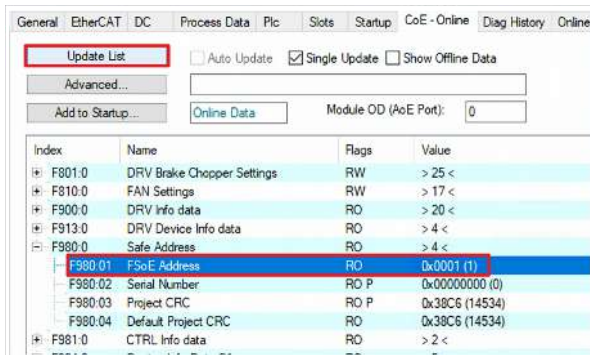
7. "Next"で入力を確定します。



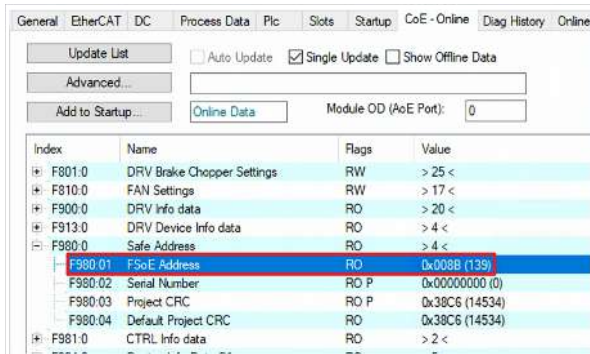
8. "Download Safe Address" ウィンドウにユーザー名とパスワードを入力します。

9. 新しいアドレスをロードする Safe Motion コンポーネントを選択します。

10. "Finish"でウィンドウを閉じます。



11. "Update List"をクリックします。



インデックスF980:01に、正しく設定された新しいFSoEアドレスが表示されます。

12. 安全プロジェクトを再度ダウンロードします。

8.7 Safetyパラメータ

納入状態では、工場出荷時の設定のSTOプロジェクトでTwinSAFEドライブオプションカードを使用してください。ユーザー固有のアプリケーションプログラムでTwinSAFEドライブオプションカードを使用する場合、内部Safetyパラメータを介してTwinSAFEドライブオプションカードを追加設定するオプションがあります。

警告

エラー評価の実行

Safe Motion機能のパラメータを有効にした場合、関連するエラー評価を実行し、使用するエンコーダのフィードバックPosition Validを評価してください。

これを実行しない場合、安全性が損なわれる可能性があります。

注記

"SAFEDRIVEFEEDBACK Maximum Safe Position Deviation (SAFEDRIVEFEEDBACK 最大安全位置偏差)"は変更しないでください。

設定に"SAFEDRIVEFEEDBACK Maximum Safe Position Deviation (SAFEDRIVEFEEDBACK 最大安全位置偏差)"というパラメータがあります。

これらのパラメータは変更しないでください。

8.7.1 単軸バリエーション

注文オプションELM72x1-9018では、以下の内部Safetyパラメータを使用できます。

インデックス	名前	データ型	説明
機能の設定			
0x80E00:02h	Ch A FSDRIVE Primary Feedback Enabled	BOOL	True: 1次フィードバックは有効 False : 1次フィードバックは無効
フィードバックCRCの設定			

インデックス	名前	データ型	説明
以下のパラメータは、フィードバックが "enabled（有効）" である場合にのみ評価されます。			
0xA0F0:1 Bh	Ch A SAFEDRIVEFEEDBACK Parameter CRC	UINT16	チャンネルAのCRCパラメータ
安全の設定			
0x80F00:01h	Ch A SAFEDRIVEFEEDBACK Average Calculation Acceleration		平均加速度の計算
0x80F00:05h	Ch A SAFEDRIVEFEEDBACK Average Calculation Velocity		平均速度計算
0x80F00:11h	Ch A SAFEDRIVEFEEDBACK Encoder Direction Shift		回転方向検出の検出リミット
参照の設定			
以下のパラメータは、フィードバックが "enabled（有効）" である場合にのみ評価されます。			
0x80F2:01h	Ch A SAFEDRIVEFEEDBACK Operation Mode	BIT4	オペレーションモードの参照 - 自動参照、"Set reference position（基準位置の設定）"が有効 - 自動参照、"Set reference position（基準位置の設定）"が無効 - 手動による参照
0x80F2:11h	Ch A SAFEDRIVEFEEDBACK Reference SafePostion Singleturn	UINT32	安全なシングルターン基準位置
0x80F2:12h	Ch A SAFEDRIVEFEEDBACK Reference SafePostion Multiturn	INT32	安全なマルチターン基準位置
0x80F2:13h	Ch A SAFEDRIVEFEEDBACK Speed at Reference Position	UINT32	基準位置での最大許容速度
0x80F2:14h	Ch A SAFEDRIVEFEEDBACK Maximum Singleturn Referenced SafePosition	UINT32	安全なシングルターン基準位置の最大値
0x80F2:15h	Ch A SAFEDRIVEFEEDBACK Maximum Multiturn Referenced SafePosition	INT32	安全なマルチターン基準位置最大値
0x80F2:16h	Ch A SAFEDRIVEFEEDBACK Minimum Singleturn Referenced SafePosition	UINT32	安全なシングルターン基準位置の最小値
0x80F2:17h	Ch A SAFEDRIVEFEEDBACK Minimum Multiturn Referenced SafePosition	INT32	安全なマルチターン基準位置の最小値
0x80F2:18h	Ch A SAFEDRIVEFEEDBACK Deviation Startup Position	UINT32	基準位置初期化時の許容偏差

8.7.2 二軸バリエーション

注文オプションELM72x2-9018では、以下の内部Safetyパラメータも使用できます。

インデックス	名前	データ型	説明
機能の設定			
0x81E00:02h	Ch B FSDRIVE Primary Feedback Enabled	BOOL	True: 1次フィードバックは有効 False : 1次フィードバックは無効

インデックス	名前	データ型	説明
フィードバックCRCの設定			
以下のパラメータは、フィードバックが "enabled（有効）" である場合にのみ評価されます。			
0xA1F0:1 Bh	Ch B SAFEDRIVEFEEDBACK Parameter CRC	UINT16	チャンネルBのCRCパラメータ
安全の設定			
0x81F00:01h	Ch B SAFEDRIVEFEEDBACK Average Calculation Acceleration		平均加速度の計算
0x81F0:05h	Ch B SAFEDRIVEFEEDBACK Average Calculation Velocity		平均速度計算
0x81F0:11h	Ch B SAFEDRIVEFEEDBACK Encoder Direction Shift		回転方向検出の検出リミット
参照の設定			
以下のパラメータは、フィードバックが "enabled（有効）" である場合にのみ評価されます。			
0x81F2:01h	Ch B SAFEDRIVEFEEDBACK Operation Mode	BIT4	オペレーションモードの参照 - 自動参照、"Set reference position（基準位置の設定）" が有効 - 自動参照、"Set reference position（基準位置の設定）" が無効 - 手動による参照
0x81F2:11h	Ch B SAFEDRIVEFEEDBACK Reference SafePostion Singleturn	UINT32	安全なシングルターン基準位置
0x81F2:12h	Ch B SAFEDRIVEFEEDBACK Reference SafePostion Multiturn	INT32	安全なマルチターン基準位置
0x81F2:13h	Ch B SAFEDRIVEFEEDBACK Speed at Reference Position	UINT32	基準位置での最大許容速度
0x81F2:14h	Ch B SAFEDRIVEFEEDBACK Maximum Singleturn Referenced SafePosition	UINT32	安全なシングルターン基準位置の最大値
0x81F2:15h	Ch B SAFEDRIVEFEEDBACK Maximum Multiturn Referenced SafePosition	INT32	安全なマルチターン基準位置最大値
0x81F2:16h	Ch B SAFEDRIVEFEEDBACK Minimum Singleturn Referenced SafePosition	UINT32	安全なシングルターン基準位置の最小値
0x81F2:17h	Ch B SAFEDRIVEFEEDBACK Minimum Multiturn Referenced SafePosition	INT32	安全なマルチターン基準位置の最小値
0x81F2:18h	Ch B SAFEDRIVEFEEDBACK Deviation Startup Position	UINT32	基準位置初期化時の許容偏差

9 ローカルプロセスイメージ

ELM8911のプロセスイメージは、入力プロセスイメージと出力プロセスイメージで構成されます。以下のローカルプロセスイメージは、お客様固有の安全アプリケーションに使用できます。

⚠ 警告

非安全信号（標準信号）は機能的にのみ使用してください

プロセスイメージ内の各信号について、"グループ"列には、それが安全信号（Safety）か標準信号（Standard）かを示しています。非安全信号は、追加措置なしに安全関連の評価やシャットダウンに使用してはなりません。

9.1 入力

入力信号のローカルプロセスイメージは、最大512バイトのデータで構成されます。

9.1.1 単軸バリエーション

以下のプロセスイメージは、単軸製品バリエーションに適用されます。

オフセット	名前	データ型	グループ	説明
0.0	ChA_STO_Error	BOOL	Safety	True : 軸1のSTOスイッチオフ経路でエラーが検出 False : エラーなし (出力信号 6.1 にリンク)
0.1	ChA_STO_State	BOOL	Standard	True : 軸1が有効 False : エラーなし
2.0	ChA_EncoderVoltage_Underrange	BOOL	Standard	True : エンコーダの電圧不足 (OCT軸1) False : エラーなし (出力信号 6.4 にリンク)
2.1	ChA_EncoderVoltage_Overrange	BOOL	Standard	True : エンコーダの過電圧 (OCT軸1) False : エラーなし (出力信号6.5にリンク)
2.2	ChA_EncoderVoltage_Error	BOOL	Standard	True : 軸1エンコーダ電圧エラー False : エラーなし
2.3	ChA_DriveReq_Activate_Encoder	BOOL	Standard	True : ELM72xxに従って、軸1のエンコーダがオン False : ELM72xxに従って、軸1のエンコーダがオフ (出力信号6.6にリンク)
4.0	ChA_EncoderVoltage	INT16	Standard	エンコーダ電圧 (OCT軸1) のアナログ値 (単位 : mV)
6.0	ChA_DriveReq_Run	BOOL	Standard	ELM72xx制御ワードの軸1 Run信号
6.1	ChA_DriveReq_ErrAck	BOOL	Standard	ELM72xx制御ワードの軸A エラー確認信号 (出力信号0.4、1.5、2.2、4.0、14.0、18.0にリンク)
14.0	ChA_PriFb_Error	BOOL	Safety	True : 軸1の1次フィードバックモジュールにエラー False : エラーなし
14.1	ChA_PriFb_Encoder_Ready	BOOL	Standard	True : 軸1の1次フィードバックモジュールが実行可能状態 False : エラーなし

オフセット	名前	データ型	グループ	説明
14.2	ChA_PriFb_Position_Valid	BOOL	Safety	True : 軸1の1次フィードバックモジュールの位置が有効 False : エラーなし
14.3	ChA_PriFb_SDI_p	BOOL	Safety	True : ドライブが正方向に回転 (軸 1) False : エラーなし
14.4	ChA_PriFb_SDI_n	BOOL	Safety	True : ドライブが負方向に回転 (軸 1) False : エラーなし
14.5	ChA_PriFb_RefRequired	BOOL	Safety	True : 軸 1 の1次フィードバックモジュールの基準位置が必要 False : エラーなし
14.6	ChA_PriFb_RefPosition_Valid	BOOL	Safety	True : 軸1の 1 次フィードバックモジュールの基準位置が有効 False : エラーなし
15.0	ChA_PriFb_Safe_RefMultiturnPosition	INT32	Safety	軸1の1次フィードバックモジュールのマルチターン位置値
20.0	ChA_PriFb_Standard_MultiturnPosition	UINT32	Standard	軸1の1次フィードバックモジュールのマルチターン位置値
24.0	ChA_PriFb_Safe_SingleturnPosition	UINT32	Safety	軸1の1次フィードバックモジュールのシングルターン位置値
28.0	ChA_PriFb_Safe_RefSingleturnPosition	UINT32	Safety	軸1の1次フィードバックモジュールのシングルターン位置値
32.0	ChA_PriFb_Acceleration_Maximum	INT32	Safety	最後のロジックサイクルでの最大加速度アナログ値 (軸1、ポートX13.T+およびT-) (単位: インクリメント/ms ²)
36.0	ChA_PriFb_Acceleration_Average	INT32	Safety	Safetyパラメータの設定による平均加速度アナログ値 (軸 1、ポート X13.T+ および T-) (単位: インクリメント/ms ²)
40.0	ChA_PriFb_Velocity_Maximum	INT32	Safety	最後のロジックサイクルでの最大速度アナログ値 (軸1、ポートX13.T+およびT-) (単位: インクリメント/ms)
44.0	ChA_PriFb_Velocity_Average	INT32	Safety	Safetyパラメータの設定による平均速度アナログ値 (軸 1、ポート X13.T+ および T-) (単位: インクリメント/ms)

9.1.2 二軸バリエーション

二軸アプリケーションの場合、単軸バリエーション [▶ 44] 章のプロセスイメージに加えて、以下のプロセスイメージが適用されます。

オフセット	名前	データ型	グループ	説明
0.2	ChB_STO_Error	BOOL	Safety	True : 軸2のSTOスイッチオフ経路でエラーが検出 False : エラーなし (出力信号 10.1 にリンク)
0.3	ChB_STO_State	BOOL	Standard	True : 軸2が有効 False : エラーなし
8.0	ChB_EncoderVoltage_Undererrange	BOOL	Standard	True : エンコーダの電圧不足 (OCT軸2) False : エラーなし (出力信号 6.4 にリンク)
8.1	ChB_EncoderVoltage_Overerrange	BOOL	Standard	True : エンコーダの過電圧 (OCT軸2) False : エラーなし (出力信号6.5にリンク)

オフセット	名前	データ型	グループ	説明
8.2	ChB_EncoderVoltage_Error	BOOL	Standard	True: 軸2エンコーダ電圧エラー False: エラーなし
8.3	ChB_DriveReq_Activate_Encoder	BOOL	Standard	True: ELM72xxに従って、軸2のエンコーダがオン False: ELM72xxに従って、軸2のエンコーダがオフ (出力信号6.6にリンク)
10.0	ChB_EncoderVoltage	INT16	Standard	エンコーダ電圧 (OCT軸2) のアナログ値 (単位: mV)
12.0	ChB_DriveReq_Run	BOOL	Standard	ELM72xx制御ワードの軸2 Run信号
12.1	ChB_DriveReq_ErrAck	BOOL	Standard	ELM72xx制御ワードの軸2 エラー確認信号 (出力信号0.4、1.5、2.2、4.0、14.0、18.0にリンク)
56.0	ChB_PriFb_Error	BOOL	Safety	True: 軸 2 の 1 次フィードバックモジュールにエラー False: エラーなし
56.1	ChB_PriFb_Encoder_Ready	BOOL	Standard	True: 軸2の1次フィードバックモジュールが実行可能状態 False: エラーなし
56.2	ChB_PriFb_Position_Valid	BOOL	Safety	True: 軸 2 の1次フィードバックモジュールの位置が有効 False: エラーなし
56.3	ChB_PriFb_SDI_p	BOOL	Safety	True: ドライブが正方向に回転 (軸 2) False: エラーなし
56.4	ChB_PriFb_SDI_n	BOOL	Safety	True: ドライブが負方向に回転 (軸 2) False: エラーなし
56.5	ChB_PriFb_RefRequired	BOOL	Safety	True: 軸 2 の1次フィードバックモジュールの基準位置が必要 False: エラーなし
56.6	ChB_PriFb_RefPosition_Valid	BOOL	Safety	True: 軸2の1次フィードバックモジュールの基準位置が有効 False: エラーなし
58.0	ChB_PriFb_Safe_RefMultiturnPosition	INT32	Safety	軸2の1次フィードバックモジュールのマルチターン位置値
62.0	ChB_PriFb_Standard_MultiturnPosition	UINT32	Standard	軸2の1次フィードバックモジュールのマルチターン位置値
66.0	ChB_PriFb_Safe_SingleturnPosition	UINT32	Safety	軸2の1次フィードバックモジュールのシングルターン位置値
70.0	ChB_PriFb_Safe_RefSingleturnPosition	UINT32	Safety	軸2の1次フィードバックモジュールのシングルターン位置値
74.0	ChB_PriFb_Acceleration_Maximum	INT32	Safety	最後のロジックサイクルでの最大加速度アナログ値 (軸2、ポートX23.T+およびT-) (単位: インクリメント/ms ²)
78.0	ChB_PriFb_Acceleration_Average	INT32	Safety	Safetyパラメータの設定による平均加速度アナログ値 (軸 2、ポート X23.T+ および T-) (単位: インクリメント/ms ²)
82.0	ChB_PriFb_Velocity_Maximum	INT32	Safety	最後のロジックサイクルでの最大速度アナログ値 (軸2、ポートX23.T+およびT-) (単位: インクリメント/ms)
86.0	ChB_PriFb_Velocity_Average	INT32	Safety	Safetyパラメータの設定による平均速度アナログ値 (軸 2、ポート X23.T+ および T-) (単位: インクリメント/ms)

9.2 出力

出力信号のローカルプロセスイメージは、最大32バイトのデータで構成されます。

9.2.1 単軸バリエーション

以下のプロセスイメージは、単軸製品バリエーションに適用されます。

オフセット	名前	データ型	グループ	説明
0.0	ChA_STO_1	BOOL	Safety	True : スイッチオフ経路 A (STO 軸 1) を有効化 False : スイッチオフ経路A (STO軸1) を無効化
0.1	ChA_STO_ErrAck	BOOL	Standard	軸1のスイッチオフ経路のエラーを確認
0.2	ChA_no_STO_to_Drive	BOOL	Standard	True : ELM72xxに有効 : 出力段はELM72xx (軸 1) に対して有効 False : ELM72xxの出力段は無効
2.0	ChA_EncoderVoltage_ErrAck	BOOL	Standard	軸1のエンコーダ電圧監視でエラーを確認
4.0	ChA_DriveCmd_GroupError	BOOL	Standard	ELM72xxのステータス : 軸1でグループエラー
6.0	ChA_DriveCmd_Emergency_Stop	BOOL	Standard	予約済み
6.1	ChA_DriveCmd_2	BOOL	Standard	予約済み
6.2	ChA_DriveCmd_3	BOOL	Standard	予約済み
6.3	ChA_DriveCmd_4	BOOL	Standard	予約済み
6.4	ChA_DriveCmd_5	BOOL	Standard	予約済み
6.5	ChA_DriveCmd_6	BOOL	Standard	予約済み
6.6	ChA_DriveCmd_7	BOOL	Standard	予約済み
6.7	ChA_DriveCmd_8	BOOL	Standard	予約済み
8.0	ChA_DiagMessage_1	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ 0xD300が入力
8.1	ChA_DiagMessage_2	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ 0xD301が入力
8.2	ChA_DiagMessage_3	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ 0xD302が入力
8.3	ChA_DiagMessage_4	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ 0xD303が入力
8.4	ChA_DiagMessage_5	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ 0xD304が入力
8.5	ChA_DiagMessage_6	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ 0xD305が入力
8.6	ChA_DiagMessage_7	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ 0xD306が入力
8.7	ChA_DiagMessage_8	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ 0xD307が入力

オフセット	名前	データ型	グループ	説明
9.0	ChA_DiagMessage_9	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ 0xD308が入力
9.1	ChA_DiagMessage_10	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ 0xD309が入力
9.2	ChA_DiagMessage_11	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ 0xD30Aが入力
9.3	ChA_DiagMessage_12	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ 0xD30Bが入力
9.4	ChA_DiagMessage_13	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ 0xD30Cが入力
9.5	ChA_DiagMessage_14	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ 0xD30Dが入力
9.6	ChA_DiagMessage_15	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ 0xD30Eが入力
9.7	ChA_DiagMessage_16	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ 0xD30Fが入力
18.0	ChA_PriFb_Enable	BOOL	Standard	True: 軸1の1次フィードバックモジュールを有効化 False : 軸1の1次フィードバックモジュールを無効化
18.1	ChA_PriFb_ErrAck	BOOL	Standard	軸1の1次フィードバックモジュールでエラーを確認
18.2	ChA_PriFb_SetRef	BOOL	Safety	軸1の1次フィードバックモジュールの基準位置の設定

9.2.2 ニ軸バリエーション

ニ軸アプリケーションの場合、単軸バリエーション [▶ 47] 章のプロセスイメージに加えて、以下のプロセスイメージが適用されます。

オフセット	名前	データ型	グループ	説明
0.3	ChB_STO_1	BOOL	Safety	True: スイッチオフ経路 A (STO 軸 2) を有効化 False : スイッチオフ経路A (STO軸2) を無効化
0.4	ChB_STO_ErrAck	BOOL	Standard	軸2のスイッチオフ経路のエラーを確認
0.5	ChB_no_STO_to_ドライブ	BOOL	Standard	True: ELM72xx に有効: 出力段は ELM72xx (軸 2) に対して有効 False : 出力段は ELM72xxに対して無効 (1=PortからDrive Applicationが0 (STOなし)) 。
10.0	ChB_EncoderVoltage_ErrAck	BOOL	Standard	軸2のエンコーダ電圧監視でエラーを確認
12.0	ChB_DriveCmd_GroupError	BOOL	Standard	ELM72xxのステータス : 軸2でグループエラー
14.0	ChB_DriveCmd_Emergency_Stop	BOOL	Standard	予約済み
14.1	ChB_DriveCmd_2	BOOL	Standard	予約済み
14.2	ChB_DriveCmd_3	BOOL	Standard	予約済み

オフセット	名前	データ型	グループ	説明
14.3	ChB_DriveCmd_4	BOOL	Standard	予約済み
14.4	ChB_DriveCmd_5	BOOL	Standard	予約済み
14.5	ChB_DriveCmd_6	BOOL	Standard	予約済み
14.6	ChB_DriveCmd_7	BOOL	Standard	予約済み
14.7	ChB_DriveCmd_8	BOOL	Standard	予約済み
16.0	ChB_DiagMessage_1	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ0xD310が入力
16.1	ChB_DiagMessage_2	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ0xD311が入力
16.2	ChB_DiagMessage_3	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ0xD312が入力
16.3	ChB_DiagMessage_4	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ0xD313が入力
16.4	ChB_DiagMessage_5	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ0xD314が入力
16.5	ChB_DiagMessage_6	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ0xD315が入力
16.6	ChB_DiagMessage_7	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ0xD316が入力
16.7	ChB_DiagMessage_8	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ0xD317が入力
17.0	ChB_DiagMessage_9	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ0xD318が入力
17.1	ChB_DiagMessage_10	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ0xD319が入力
17.2	ChB_DiagMessage_11	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ0xD31Aが入力
17.3	ChB_DiagMessage_12	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ0xD31Bが入力
17.4	ChB_DiagMessage_13	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ0xD31Cが入力
17.5	ChB_DiagMessage_14	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ0xD31Dが入力
17.6	ChB_DiagMessage_15	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ0xD31Eが入力
17.7	ChB_DiagMessage_16	BOOL	Safety	立ち下がりエッジで、Diag履歴にDiagメッセージ0xD31Fが入力
20.0	ChB_PriFb_Enable	BOOL	Standard	True: 軸2の1次フィードバックモジュールを有効化 False : 軸2の1次フィードバックモジュールを無効化
20.1	ChB_PriFb_ErrAck	BOOL	Standard	軸2の1次フィードバックモジュールでエラーを確認
20.2	ChB_PriFb_SetRef	BOOL	Safety	軸2の1次フィードバックモジュールの基準位置の設定

10 モーター交換

モーターを交換するオプションがあります。このオプションを使用する場合は、開発段階で、対応するパラメータ設定により、モーター交換の可能性を規定しておく必要があります。

注記

軸の確認

モーター交換後は、信号伝達を確実にするため、軸が逆になっていないか確認してください。
アプリケーションによっては、位置オフセットと基準位置を調整する必要があるかもしれません。

モーター交換の実装には、2種類のCRCが利用可能です：

- Full CRC
- Reduced CRC

モーター交換を回避する場合でもFull CRCを使用できます。このCRCは、一方では管理の幅を広げ、他方ではオフラインプロジェクトの作成を防止します。

以下の場合、モーターの交換はできません。

- 読み込まれたエンコーダパラメータが、2つのエンコーダのいずれについても、保存されているエンコーダパラメータと一致しない場合。モジュールがモジュールエラーを報告した場合。一度に交換できるモーターは1台のみ。

以下の場合、モーターの交換が可能です。

- 計算されたReduced CRCが、Safetyパラメータを介して送信されたCRCと一致する。
- 2つのエンコーダが存在する場合、一方のエンコーダの読み出しパラメータが、保存されたエンコーダパラメータと一致せず、もう一方のパラメータが一致する。
- モジュールが1台のエンコーダに対してのみ有効化され、そのエンコーダの読み取りエンコーダパラメータが、保存されたエンコーダパラメータと一致しない場合。エンコーダーIDは評価されない。

モジュールは、モーターが交換されると、Diag履歴にDiagメッセージを1回送信します。

11 付録

11.1 揮発性

アプリケーションに含まれる製品の揮発性に関する要件がある場合（米国など）。国防総省または類似の当局もしくは安全保障機関は、以下のプロセスを適用：

製品には揮発性成分と不揮発性成分があります。揮発性のコンポーネントは、電源を切るとすぐにデータを損失します。不揮発性のコンポーネントは、電源喪失後もデータを保持します。

製品に顧客固有のデータが保存されている場合、提供されるツールチェーンによってデータが削除された後でも、例えばフォレンジック対策により、このデータが復元されないことを保証することはできません。このデータが機密情報である場合、データ保護のために使用後の製品の廃棄を推奨します。

11.2 証明書の焦点

TwinSAFE部門の認証コンポーネントで最も重要な書類は、EC型式検査証明書です。この文書には、テスト範囲と、評価対象コンポーネントおよび評価対象コンポーネントファミリーの両方が含まれます。

全てのTwinSAFEコンポーネントの最新の認証と、根拠となる規格および指令は、以下を参照してください。<https://www.beckhoff.com/en-en/support/download-finder/certificates-approvals/>

文書が製品の最初の4桁にのみ言及している場合（ELxxxx）、証明書は、そのコンポーネントの利用可能な全てのバリエーション（ELxxxx-abcd）に対して有効です。これはEtherCATターミナル、EtherCATボックス、EtherCATプラグインモジュール、バスターミナルなどの全てのコンポーネントに適用されます。

書 ◆ CERTIFIKAT ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICATE		
	EC-Type Examination Certificate	
	No. M6A 062386 0055 Rev. 01	
	Holder of Certificate:	Beckhoff Automation GmbH & Co. KG Hülshorstweg 20 33415 Verl GERMANY
	Product:	Safety components
Model(s):	EL1918	
Parameters:	Supply voltage: 24VDC (-15%/+20%) Ambient temperature: -25°C...+55°C Protection class: IP20	
This EC Type Examination Certificate is issued according to Article 12(3) b or 12(4) a of Council Directive 2006/42/EC relating to machinery. It confirms that the listed Annex-IV equipment complies with the principal protection requirements of the directive. It refers only to the sample submitted to TÜV SÜD Product Service GmbH for testing and certification. For details see: www.tuvsud.com/ps-cert		
Test report no.:	BV99670C	

例えば、写真のEL1918の場合、証明書はEL1918と利用可能なバリエーションであるEL1918-2200の両方に有効です。

Trademark statements

Beckhoff®, TwinCAT®, TwinCAT/BSD®, TC/BSD®, EtherCAT®, EtherCAT G®, EtherCAT G10®, EtherCAT P®, Safety over EtherCAT®, TwinSAFE®, XFC®, XTS® and XPlanar® are registered trademarks of and licensed by Beckhoff Automation GmbH.

詳細はこちら:
www.beckhoff.com/TwinSAFE

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG
Hülshorstweg 20
33415 Verl
Germany
+49 5246 9630
info@beckhoff.com
www.beckhoff.com

