



Sherpa Inc.

EEM アプリケーションノート：NPM EC-AD1241A4

4 軸ステッピングドライバ：ESI あり・なしでのネットワーク構成と、アプリケーション作成の指針

文書	アプリケーションノート：EC-AD1241A4 と EEM
版	1.0 (2026-10-06)
サブデバイス	マブチモーターNPM EC-AD1241A4 (Vendor ID 0x00000B07、Product Code 0x00001001)
メインデバイス	シェルパが取り扱う EEM (Embedded EtherCAT Main Device)、Linux User Space EtherCAT Master SDK v1.0.7.1
コンフィギュレーションツール	EEM コンフィギュレーションツール v1.0.1.71
発行	Sherpa Inc.

目次

■ 1. はじめに	3
1.1 本書の目的	3
1.2 要点	3
1.3 デバイスの概要	3
1.4 用語	4
■ 2. デバイスのプロセスデータ	5
2.1 1 軸分の PDO	5
2.2 4 軸の構成	5
■ 3. ネットワーク構成（ENI）	6
3.1 ENI の作り方（2 通り）	6
3.2 ESI をライブラリに登録した場合	6
3.3 ESI なしの場合の動作	7
3.4 PDO の追加：Upload PDOs configuration	8
3.5 Distributed Clocks	9
3.6 ENI の確認	9
■ 4. アプリケーション	10
4.1 プロセスイメージ	10
4.2 起動処理	10
4.3 各軸の通電手順	11
4.4 Profile Position での位置決め	11
4.5 ホーミング	11
4.6 参考アプリケーション	11
■ 5. チェックリスト	12

■ 1. はじめに

1.1 本書の目的

本書は、マブチモーターNPM 製 EC-AD1241A4 をシェルパが取り扱う EEM から駆動するアプリケーションを作成する際に必要な情報をまとめたものです。サブデバイスが 4 軸をどのように公開するか、ESI ファイルの有無それぞれでのネットワーク構成（ENI）の作り方、およびアプリケーションからのプロセスイメージの扱い方を説明します。NPM 様からお借りした評価機と、それ用に作成した EEM サンプルアプリケーションに基づいています。

1.2 要点

- EC-AD1241A4 は、4 軸（X, Y, Z, U）のステッピング軸を持つ 1 台の EtherCAT サブデバイスです。各軸は独自の CiA 402 オブジェクトと、独自の RxPDO / TxPDO を持ちます。
- ESI を読み込んだ場合、8 個の PDO はすべて自動的に割り当てられ、コンフィギュレータに 4 軸が表示されます。
- ESI を使用しない場合、コンフィギュレータはサブデバイスの SII から構成を作成します。SII に格納された PDO は Mandatory として指定されていないため、Axis1 のみが割り当てられます。残りの 7 個の PDO は Upload PDOs configuration で追加する必要があります（3.4 節）。
- 本ドライブは Distributed Clocks（Sync0）を必要とします。DC が無効の場合、「Not ready to switch on」のままとなります。

1.3 デバイスの概要

項目	内容
メーカー	マブチモーターNPM 株式会社（旧 日本パルスモーター）
型式	EC-AD1241A4：ユニポーラ ステッピングドライバ、4 軸、エンコーダ入力
EtherCAT 識別情報	Vendor ID 0x00000B07, Product Code 0x00001001, Revision 0x00000000
ネットワーク上のサブデバイス	4 軸で 1 台のサブデバイス
制御プロファイル	CiA 402：Profile Position（PP）およびホーミング
プロセスデータ	1 軸あたり：出力 23 B（RxPDO）、入力 9 B（TxPDO）。デバイス全体：出力 92 B、入力 36 B
SyncManager	SM0 / SM1 メールボックス（0x1000 / 0x1080、各 128 B）、SM2 出力（0x1100）、SM3 入力（0x1400）
メールボックス	CoE（SDO Information あり）、FoE
Distributed Clocks	DC-Synchron（Sync0）、250 μ s で動作確認

1.4 用語

用語	意味
ESI	EtherCAT SubDevice Information。メーカーが提供する、サブデバイスの記述（PDO、SyncManager、オブジェクトなど）を持つ XML ファイル。
ENI	EtherCAT Network Information。メインデバイスが起動時に読み込む XML ファイル。コンフィギュレータが生成します。
SII	SubDevice Information Interface。サブデバイスの EEPROM。識別情報と、ESI がなくてもコンフィギュレータが読み出せる記述（PDO、SyncManager）を保持します。
PDO	Process Data Object。毎周期やり取りされるデータ（RxPDO：メインデバイスの出力、TxPDO：入力）。
SM	SyncManager。プロセスデータとメールボックスをやり取りするメモリ領域。
CoE	CANopen over EtherCAT。サブデバイスのオブジェクトディクショナリへのアクセス（SDO）。
DC	Distributed Clocks。サブデバイスを共通時刻に同期させる仕組み。Sync0 は周期パルス。

■ 2. デバイスのプロセスデータ

2.1 1 軸分の PDO

各軸は同じオブジェクトをやり取りします。表は Axis1 (X) の例です。プロファイル速度・加速度・減速度は PDO オブジェクトであるため、位置指令ごとに異なるプロファイルを指定できます。

方向	オブジェクト	名称	ビット	型
出力 (RxPDO 0x1600)	0x6040	Controlword	16	UINT
	0x607A	Target position	32	DINT
	0x6081	Profile velocity	32	UDINT
	0x6083	Profile acceleration	32	UDINT
	0x6084	Profile deceleration	32	UDINT
	0x2016	Compare Data	32	DINT
	0x6060	Mode of Operation	8	SINT
入力 (TxPDO 0x1A00)	0x6041	Statusword	16	UINT
	0x6064	Position actual value	32	DINT
	0x603F	Error code	16	UINT
	0x6061	Mode of Operation Display	8	SINT

1 軸あたり、出力は合計 23 B、入力合計 9 B です。

2.2 4 軸の構成

軸 n のオブジェクトは、Axis1 のオブジェクトに $(n - 1) \times 0x800$ を加えたインデックスです。ESI では PDO 名が Axis1～Axis4、サブデバイスのオブジェクトディクショナリでは X, Y, Z, U となっています。

軸	RxPDO	TxPDO	オフセット	Controlword	Statusword
1 (X)	0x1600	0x1A00	0	0x6040	0x6041
2 (Y)	0x1610	0x1A10	+0x800	0x6840	0x6841
3 (Z)	0x1620	0x1A20	+0x1000	0x7040	0x7041
4 (U)	0x1630	0x1A30	+0x1800	0x7840	0x7841

アサインオブジェクト 0x1C12 (RxPDO assign) と 0x1C13 (TxPDO assign) には、それぞれ 4 エントリが設定されています。このため 4 個の RxPDO は SM2 (92 B) に、4 個の TxPDO は SM3 (36 B) に割り当てられます。図 5 は、サブデバイスから読み出したオブジェクトディクショナリでこれらを示したものです。

Object	Type	Flags	Value
#x1000 : Device type	UDINT	r:PSO	262546 (#x40192)
#x1001 : Error register	USINT	r:PSO	0 (#x0)
#x1008 : Manufacturer Device Name	VISIBLE STRING	r:PSO	EC-AD1241A4
#x1009 : Hardware version	VISIBLE STRING	r:PSO	01.00.00
#x100A : Software version	VISIBLE STRING	r:PSO	01.00.04
⊕ #x1010 : Store parameters>	RECORD		
⊕ #x1011 : Restore Default parameters>	RECORD		
⊖ #x1018 : Identity	RECORD		
Subindex 000	USINT	r:PSO	4 (#x4)
Vendor ID	UDINT	r:PSO	2823 (#xB07)
Product code	UDINT	r:PSO	4097 (#x1001)
Revision Number	UDINT	r:PSO	0 (#x0)
Serial number	UDINT	r:PSO	0 (#x0)
⊕ #x10F0 : Backup parameter handling	RECORD		
⊕ #x10F1 : Error Settings	RECORD		
#x10F8 : Timestamp Object	ULINT	r:PSOw:PSO-T	844475132967566364 (#xBB82DA8C22EBC1C)
⊕ #x1600 : RxPDO Mapping(X)	RECORD		
⊕ #x1610 : RxPDO Mapping(Y)	RECORD		
⊕ #x1620 : RxPDO Mapping(Z)	RECORD		
⊕ #x1630 : RxPDO Mapping(U)	RECORD		
⊕ #x1A00 : TxPDO Mapping(X)	RECORD		
⊕ #x1A10 : TxPDO Mapping(Y)	RECORD		
⊕ #x1A20 : TxPDO Mapping(Z)	RECORD		
⊕ #x1A30 : TxPDO Mapping(U)	RECORD		
⊕ #x1C00 : Sync manager type	ARRAY		
⊕ #x1C12 : RxPDO assign	ARRAY		
⊕ #x1C13 : TxPDO assign	ARRAY		
⊕ #x1C32 : SM output parameter	RECORD		

図5 サブデバイスから読み出したオブジェクトディクショナリ。赤枠は PDO マッピングオブジェクトと、アサインオブジェクト 0x1C12 / 0x1C13。

■ 3. ネットワーク構成 (ENI)

3.1 ENI の作り方 (2 通り)

ENI は、コンフィギュレータのライブラリに ESI ファイルがある状態で作成する方法（推奨）と、ESI なしでネットワークをスキャンして作成する方法があります。どちらも最終的に同じ 8 個の PDO になりますが、後者は追加の操作が 1 つ必要です。

3.2 ESI をライブラリに登録した場合

1. サブデバイスの ESI ファイル (NPM_EC-AD1241A4.xml) をコンフィギュレータの ESI ライブラリに追加します。
2. メインデバイスに接続し、ネットワークをスキャンします (Scan EtherCAT network)。
3. サブデバイスは Vendor ID と Product Code (0x00000B07 / 0x00001001) で照合され、8 個の PDO がすべて表示されます (図 4)。ESI では全 PDO が Fixed かつ Mandatory で、SM2 または SM3 に割り当てられているため、追加の操作は不要です。
4. Distributed Clocks を設定し (3.5 節)、ENI を生成します。

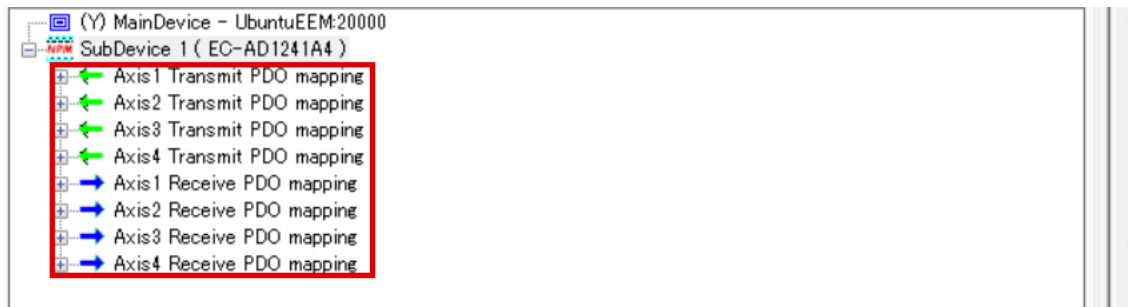


図4 ESI をライブラリに登録した状態でのスキャン。4 軸の 8 個の PDO が表示されます (赤枠)。

3.3 ESI なしの場合の動作

ESI がない場合、コンフィギュレータはサブデバイスの SII (EEPROM) を読み出し、その内容から記述を作成します。EC-AD1241A4 の SII には 8 個の PDO が記述されていますが、PDO のフラグは 0 で、Mandatory (および Default) として指定されていません。ESI では全 PDO が Fixed かつ Mandatory である点と異なります。スキャン結果は、図 1 のように、Axis1 の PDO のみ (SM2 = 23 B、SM3 = 9 B) を持つ未知のサブデバイスとして表示されます。

Axis1 のみが表示される理由。ESI では、Mandatory は「その PDO を SyncManager に必ず割り当てる」、Fixed は「内容を変更できない」ことを意味します。本デバイスでは 8 個の PDO がすべて両方に該当するため、ESI を使うと 4 軸がまとめて割り当てられます。SII にはこの指定がありません。PDO のフラグが 0 のため、どの PDO が既定の構成に含まれるのかが示されず、PDO は任意 (オプション) として扱われ、実際には、コンフィギュレータには各方向の先頭の PDO (Axis1) のみが残ります。SII は 4 軸すべてを記述しています (8 個の PDO、および 92 B と 36 B の SyncManager) が、どれが必須かは示していません。その理由は物理的なものです。ステッピングドライバは、出力にいくつのモータが接続されているかを知る手段がなく、使用する軸数はアプリケーションが決めることで、デバイスが報告できる情報ではありません。接続されているものを記述するために存在するのが ESI であり、デバイス自身は伝えることができません。サブデバイスで実際に有効な割り当て (0x1C12 と 0x1C13) には、ハードウェアが対応する 4 軸分が入っています。

ESI なしで開発する場合は、本デバイスの PDO を Mandatory ではないものとして扱い、次に説明するとおり、明示的に構成へ追加してください。

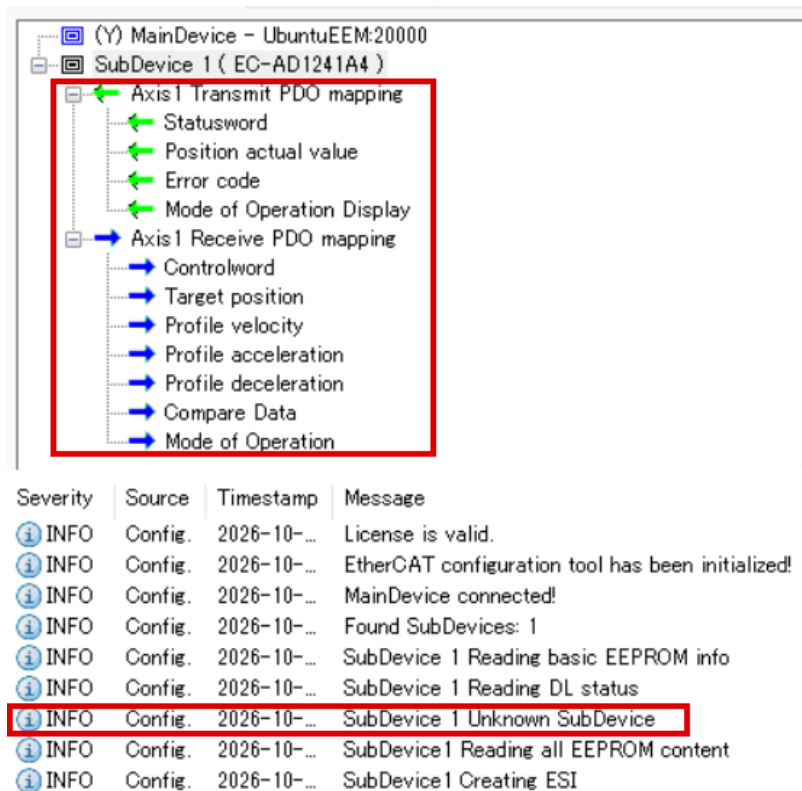


図1 ESI をライブラリに登録していない状態でのスキャン。サブデバイスは未知のデバイスとして扱われ、Axis1 の PDO のみが表示されます (赤枠)。

3.4 PDO の追加 : Upload PDOs configuration

スキャン後、EtherCAT configuration ツリーでサブデバイスを右クリックし、Upload PDOs configuration を選択します (図2)。コンフィギュレータは、SII ではなく、サブデバイス自身に設定されている PDO 構成を読み出します。

1. CoE で、アサインオブジェクト 0x1C12 と 0x1C13 を読み出します。サブインデックス 0 は割り当て済み PDO の数 (各 4 個)、サブインデックス 1~4 は PDO のインデックスです。
2. 割り当て済みの各 PDO について、マッピングオブジェクト (0x1600~0x1630、0x1A00~0x1A30) を読み出し、エントリ数と、各エントリのオブジェクトインデックス、サブインデックス、ビット長を取得します。
3. サブデバイスは SDO Information に対応しているため、オブジェクトディクショナリから名称とデータ型も読み出します。PDO とエントリには実際の名称 (例: 「TxPDO Mapping(X)」) が表示されます。
4. 各 PDO をその SyncManager (RxPDO は SM2、TxPDO は SM3) に割り当て、サブデバイスのプロセスデータを再構成します。

このサブデバイスの割り当ては固定です。ESI では PdoAssign と PdoConfig が false で、オブジェクト 0x1C12 と 0x1C13 は読み出し専用です。そのため Upload PDOs configuration は毎回同じ 4 軸分を返します。

プロセスデータには 4 軸分が含まれます（既定の SyncManager サイズは 92 B と 36 B）。実際に何軸を駆動するかは、アプリケーションが決めます。

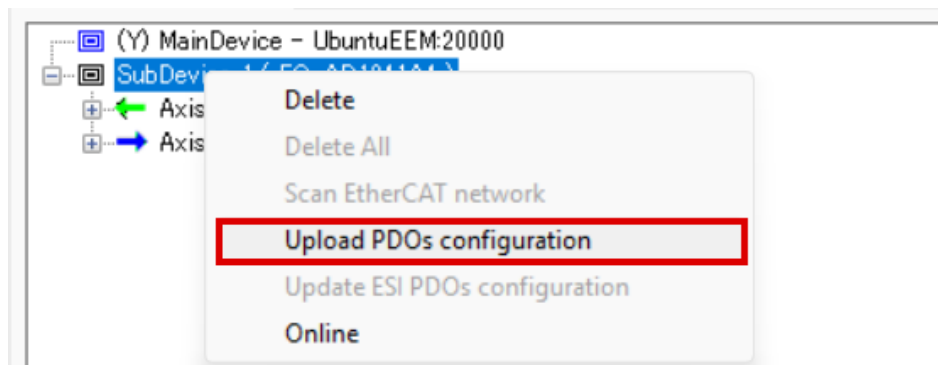


図 2 サブデバイスのコンテキストメニュー。Upload PDOs configuration を赤枠で示しています。

スキャンの後、ENI を生成する前に実行してください。図 3 が結果です。サブデバイスから読み出した名称で、8 個の PDO が表示されています。

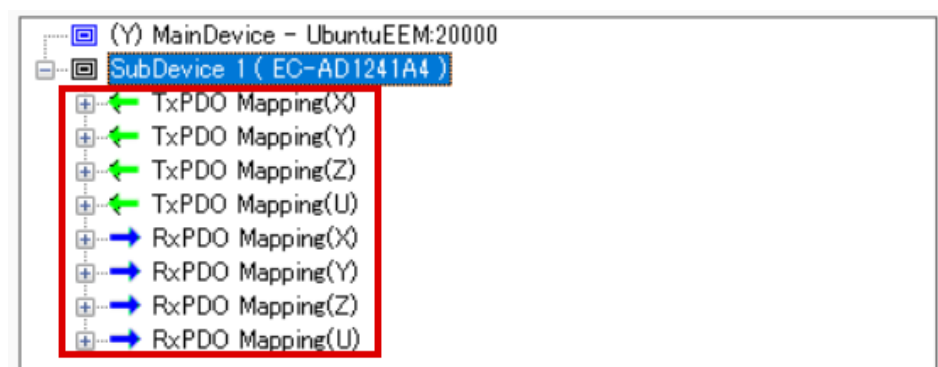


図 3 Upload PDOs configuration の実行後。8 個の PDO が割り当てられています（赤枠）。

3.5 Distributed Clocks

EC-AD1241A4 は Distributed Clocks を必要とします。フリーラン設定の ENI では、ドライブは「Not ready to switch on」（Statusword 0x0200）のままで先に進みません。サブデバイスを DC-Synchron モード（Sync0）に設定し、アプリケーションの周期と同じ周期で Sync0 が動作する ENI を生成してください。動作確認した構成では、ENI の Sync0 周期と config.ini の IoCycleTime はいずれも 250 μ s です。

3.6 ENI の確認

- Vendor ID が 0x00000B07、Product Code が 0x00001001 であること。
- 8 個の PDO（SM2 に 0x1600～0x1630、SM3 に 0x1A00～0x1A30）があること。
- サブデバイスのプロセスデータが、出力 736 ビット（92 B）、入力 288 ビット（36 B）であること。
- アプリケーションの周期で Sync0 が動作する Distributed Clocks が設定されていること。

■ 4. アプリケーション

4.1 プロセスイメージ

各軸のデータは同じ構成のため、アプリケーションでは方向ごとに 1 つの構造体を定義し、PDO のアサイン順に 4 軸を連続して配置します。軸 k は、サブデバイスの出力では $(k - 1) \times 23$ バイト目、入力では $(k - 1) \times 9$ バイト目から始まります。

方向	フィールド	オブジェクト（軸 1）	バイトオフセット	サイズ（B）
出力	control_word	0x6040	0	2
	target_position	0x607A	2	4
	profile_velocity	0x6081	6	4
	profile_acceleration	0x6083	10	4
	profile_deceleration	0x6084	14	4
	compare_data	0x2016	18	4
	modes_of_operation	0x6060	22	1
入力	status_word	0x6041	0	2
	position_actual	0x6064	2	4
	error_code	0x603F	6	2
	modes_display	0x6061	8	1

起動時に、ENI がこのサブデバイスに出力 736 ビット、入力 288 ビットを割り当てていることを確認し、一致しない場合は動作を開始しないようにしてください。スキャンのみで作成した ENI は 1 軸分しか持たないため、この確認で検出できます。

4.2 起動処理

1. ENI から Vendor ID 0x00000B07 / Product Code 0x00001001 のサブデバイスを探し、プロセスデータのサイズを確認して、入力・出力プロセスデータへのポインタを取得します。
2. 起動処理の関数内でメインデバイスを待たせないでください。以降の処理は別スレッドで実行します。
3. メールボックスが使用可能になったら、ホーミングを使用する場合は CoE でホーミング方式を書き込みます（軸 1 は 0x6098、軸 2～4 は 0x6898、0x7098、0x7898）。
4. OP 状態への遷移を要求します。以降の周期処理で各軸を通電します（4.3 節）。

4.3 各軸の通電手順

毎周期、各軸の CiA 402 ステートマシンを実行し、Controlword を書き込みます。

Statusword (状態)	書き込む Controlword	次の状態
Switch on disabled	0x0006 Shutdown	Ready to switch on
Ready to switch on (0x21)	0x0007 Switch on	Switched on
Switched on (0x23)	0x000F Enable operation	Operation enabled
Operation enabled (0x27)	0x000F を維持	軸は動作可能
Fault (bit 3)	0x0000 と 0x0080 を交互に	フォルトリセット後、最初から

それ以外の状態（「Not ready to switch on」を含む）には Shutdown を書き込みます。軸が「Not ready to switch on」のままの場合は、ENI の Distributed Clocks 設定を確認してください（3.5 節）。

4.4 Profile Position での位置決め

1. Mode of Operation (0x6060) を 1 (Profile Position) に設定し、Mode of Operation Display (0x6061) で反映を確認します。
 2. プロセスデータに、目標位置 (0x607A) とプロファイル (0x6081、0x6083、0x6084) を書き込みます。
 3. Controlword の bit 4 (New set-point、0x0010) を 0 から 1 に立ち上げます。
 4. ドライブは Statusword の bit 12 (Set-point acknowledge) で受理を通知します。その後、bit 4 を 0 に戻します。
 5. Statusword の bit 10 (Target reached) が立てば、位置決め完了です。
- 4 軸を同時に動作させる場合は、同じ IO サイクルで 4 軸を開始し、すべての軸が Target reached を報告してから次の動作を開始します。

4.5 ホーミング

ホーミング方式 37 では、動作を伴わずに各軸の現在位置が原点 (0) になります。この方式はドライブで動作確認済みです。アプリケーションは Mode of Operation を 6 (Homing) に設定し、Controlword の bit 4 でホーミングを開始した後、1 (Profile Position) に戻します。

4.6 参考アプリケーション

参考として、シェルパは本デバイス向けの EEM サンプルアプリケーション NPM_EC-AD1241A4_4AXIS_STEPPER_PP (Profile Position、4 軸) を、ENI と ESI とともに作成しています。本書の手順に沿った構成で、4 軸同期の動作パターンを繰り返し実行します。評価機で、EEM SDK 1.0.7.1、周期 250 μ s、Distributed Clocks 有効の条件で動作確認済みです（4 軸の通電、ホーミング、複数回の完全なループをフォルトなしで実行）。なお、本アプリケーションは本書には含まれません。

■ 5. チェックリスト

- ESI ファイルを用意する：NPM_EC-AD1241A4.xml (Ver. 1.1)。
- ESI なしでスキャンした場合：Upload PDOs configuration を実行し、8 個の PDO が表示されていること。
- Distributed Clocks が有効で、Sync0 がアプリケーションの周期に一致していること。
- ENI がサブデバイスに出力 92 B、入力 36 B を割り当てていること。
- サブデバイスが OP に遷移し、各軸が CiA 402 の手順に従って「Operation enabled」 (Statusword 0x27) に到達すること。