



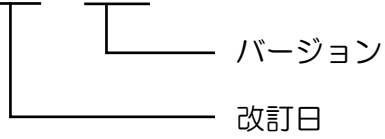
D2T-LM シリーズドライバー

ユーザーマニュアル

改訂履歴

マニュアルのバージョンは表紙の下にも記載されています。

MD11UJ01-2604_V1.41



改訂日	バージョン	適用機種	改訂内容
2026 年 4 月	1.41	D2T-LM シリーズ ドライバー	USB ケーブル変更
2024 年 5 月	1.4	D2T-LM シリーズ ドライバー	セクション 2.5 のディレーティング値を更新
2022 年 2 月 11 日	1.3	D2T-LM シリーズ ドライバー	1. スイッチの注意事項を追加。 2. ディレーティング値の関連情報を追加。 3. ドライバー仕様を追加: 主電源の突入電 流、重量。
2020 年 6 月 3 日	1.2	D2T-LM シリーズ ドライバー	ドライバーの入力電源変更。 推奨入力電源は AC220V
2019 年 6 月 24 日	1.1	D2T-LM シリーズ ドライバー	初版

目次

1.	このユーザーマニュアルについて	1-1
1.1	一般的な注意事項	1-2
1.2	安全上の注意事項	1-4
2.	仕様	2-1
2.1	ドライバー情報	2-2
2.1.1	安全認証	2-2
2.1.2	銘板情報	2-2
2.1.3	モデルの説明	2-3
2.2	ドライバーの仕様	2-4
2.3	ドライバー寸法	2-8
2.4	ドライバー設置	2-11
2.5	ディレーティング値	2-12
2.6	コンピューター要件	2-12
3.	動作原理	3-1
3.1	動作モード	3-2
3.1.1	位置モード	3-2
3.1.2	速度モード	3-3
3.1.3	力/トルクモード	3-4
3.1.4	スタンドアロンモード	3-4
3.2	エンコーダーの種類	3-5
3.3	エンコーダー信号出力	3-6
3.4	経路計画	3-7
3.5	サーボループとゲイン	3-9
3.6	ゲインマージンと位相マージン	3-10
3.6.1	ナイキスト線図	3-10
3.6.2	ボード線図	3-12
3.7	移動と整定	3-13
3.8	エラー補正	3-14
3.9	速度リップル	3-15
3.10	Enable（有効化）	3-16
3.11	一般的な物理量	3-17
4.	配線	4-1
4.1	システム構成と配線	4-2
4.1.1	システム配線図	4-2
4.1.2	CN1 電源	4-4
4.1.3	CN2 ブレーキ力	4-7

4.1.4	CN3 USB 通信	4-8
4.1.5	CN6 制御信号	4-9
4.1.6	CN7 エンコーダー	4-11
4.1.7	CN8 EtherCAT 通信	4-12
4.2	ドライバーアクセサリ	4-13
4.3	主電源の配線	4-16
4.3.1	交流電源の配線（単相）	4-16
4.3.2	交流電源の配線（三相）	4-17
4.4	複数ドライバーの接続	4-18
4.5	入出力信号の配線	4-20
4.5.1	デジタル入力の配線	4-20
4.5.2	デジタル出力の配線	4-22
4.6	制御コマンドの配線例	4-23
4.6.1	パルス指令のシステム配線図	4-23
4.6.2	電圧指令のシステム配線図	4-31
4.6.3	PWM コマンドのシステム配線図	4-33
5.	ドライバー構成	5-1
5.1	設置と通信	5-2
5.1.1	セットアップファイル	5-2
5.1.2	通信設定	5-3
5.1.3	HMI メインウィンドウ	5-6
5.2	構成センター	5-9
5.2.1	モーター構成	5-10
5.2.2	エンコーダーの構成	5-11
5.2.3	動作モードの設定	5-15
5.2.4	設定手順の完了	5-18
5.3	オートフェーズセンター	5-19
5.3.1	モードの説明	5-19
5.3.2	事前操作	5-20
5.3.3	設定手順	5-20
5.3.4	トラブルシューティング	5-23
5.4	I/O センター	5-24
5.4.1	デジタル入力	5-24
5.4.2	デジタル出力	5-35
5.4.3	アナログ出力	5-40
5.5	インポジション信号の設定	5-41
5.6	原点復帰設定	5-43
5.6.1	左右に移動して原点復帰する	5-45
5.6.2	原点付近センサー/原点復帰インデックスを使用する	5-48
5.6.3	CiA 402 プロトコルで原点復帰方式を使用する	5-50
5.7	パラメーターをフラッシュに保存し、工場出荷時の初期値に戻す	5-55

5.7.1	パラメーターをフラッシュに保存する	5-55
5.7.2	工場出荷時の初期値に戻す	5-55
5.8	HMI によるパラメーター設定例	5-56
5.8.1	位置モード	5-56
5.8.2	速度モード	5-58
5.8.3	力/トルクモード	5-60
5.8.4	スタンドアロンモード	5-61
6.	ドライバーチューニング	6-1
6.1	ステータス表示とクイックビュー	6-2
6.1.1	ステータス表示	6-2
6.1.2	クイックビュー	6-3
6.1.3	ソフトウェアのショートカット	6-3
6.2	パフォーマンスセンター	6-4
6.3	スコープ	6-8
6.4	データ収集	6-10
6.4.1	機能説明	6-10
6.4.2	PDL によるデータ収集	6-12
6.5	プロットビュー	6-13
6.5.1	グラフ表示モード	6-13
6.5.2	ファイルを保存/開く	6-17
6.5.3	数学的演算	6-18
6.6	高度なゲイン	6-21
6.6.1	フィルター	6-22
6.6.2	加速度フィードフォワード	6-24
6.6.3	スケジュールゲインと速度ループゲイン	6-26
6.6.4	アナログ入力	6-29
6.6.5	電流ループ	6-30
6.6.6	振動抑制機能	6-30
6.6.7	摩擦補償	6-35
6.7	ループコンストラクター	6-37
6.7.1	ファイルのロード/保存	6-38
6.7.2	ツール	6-40
6.7.3	フィルター	6-43
6.7.4	ゲイン調整	6-45
6.7.5	スペクトル解析	6-46
6.8	エンコーダー信号の確認	6-47
6.9	エラーマップ機能	6-48
6.9.1	エラーマップの設定	6-48
6.9.2	エラーマップを有効にする	6-51
6.9.3	エラーマップを保存/開く	6-52
6.9.4	開始位置の変更	6-52

7.	LCD	7-1
7.1	パネルの説明.....	7-2
7.2	表示の説明	7-3
8.	保護機能.....	8-1
8.1	動作保護.....	8-2
8.2	位置および速度エラー保護	8-5
8.2.1	位置エラー制限	8-5
8.2.2	位置エラーおよび速度エラーの警告.....	8-5
8.3	ブレーキ出力.....	8-6
8.4	リミット保護.....	8-8
8.4.1	ハードウェアリミット保護.....	8-8
8.4.2	ソフトウェアリミット保護.....	8-8
8.5	過熱保護.....	8-10
8.5.1	ソフトサーマル保護	8-10
8.5.2	ドライバーの過熱保護.....	8-10
8.6	過電圧保護	8-11
9.	トラブルシューティング	9-1
9.1	ドライバーの状態インジケータ	9-2
9.2	ドライバーのエラーと警告	9-3
9.2.1	Lightening HMI メインウィンドウの状態表示エリア	9-3
9.2.2	エラーと警告のログ	9-3
9.2.3	PRM ファイル読み込み時のエラー.....	9-6
9.3	エラーコードとトラブルシューティング	9-7
9.4	警告コードとトラブルシューティング.....	9-11
9.5	一般的な問題のトラブルシューティング	9-15
10.	軸有効設定.....	10-1
10.1	起動許可方法.....	10-2
10.2	HMI による有効ステータスの確認.....	10-3
11.	パラメーターの比較.....	11-1
11.1	RAM とフラッシュのパラメーターの比較.....	11-2
12.	ファームウェアの更新と PDL のロード	12-1
12.1	ドライブのファームウェアを更新する.....	12-2
12.2	PDL プログラムをドライバーにロードする	12-6
13.	EMC 対策.....	13-1
13.1	コモンモードモーターフィルター	13-2
13.2	フェライトコア付きモーター電源ケーブル.....	13-5

1. このユーザーマニュアルについて

1.1	一般的な注意事項.....	1-2
1.2	安全上の注意事項.....	1-4

1.1 一般的な注意事項

製品をご使用になる前に、この取扱説明書をよくお読みください。 HIWIN Mikrosystem (HIWIN) は、このマニュアルに記載されている取り付け手順および操作手順に従わなかったために生じた損害、事故、傷害については責任を負いません。

- 製品を分解・改造しないでください。 製品の設計は構造計算、コンピュータシミュレーション、実機試験により検証されています。 HIWIN は、ユーザーによる分解や改造によって生じた損害、事故、傷害については一切の責任を負いません。
- 製品の設置および使用前に、外観に損傷がないことを確認してください。 検査後に損傷が見つかった場合は、HIWIN または最寄りの代理店にご連絡ください。
- 製品ラベルまたは技術文書に記載されている仕様をよくお読みください。 このマニュアルに記載されている仕様および取り付け手順に従って製品を取り付けてください。
- 製品ラベルまたは製品要件に指定されている電源で製品が使用されていることを確認してください。 HIWIN は、不適切な電源供給によって生じた損害、事故、怪我については責任を負いません。
- 製品は必ず定格負荷で使用してください。 HIWIN は、不適切な使用によって生じたいかなる損害、事故、傷害についても責任を負いません。
- 製品に衝撃を与えないでください。 HIWIN は、不適切な使用によって生じたいかなる損害、事故、傷害についても責任を負いません。
- ドライバーにエラーが発生した場合は、第 9 章を参照してトラブルシューティングの手順に従ってください。 エラーが解消されたら、ドライバーの電源を再度オンにします。
- 本製品が故障した場合、お客様ご自身での修理は行わないでください。 製品を修理できるのは、HIWIN の資格のある技術者のみです。

HIWIN は製品に 1 年間の保証を提供します。 保証は、不適切な使用方法 (本書に記載されている注意事項および手順を参照してください) または自然災害によって引き起こされた損傷には適用されません。

ATTENTION

- ◆ 製品の最高周囲温度は 55°C です。
- ◆ ドライバーは汚染度が 2 未満の環境にのみ設置できます。
- ◆ 本製品の定格入力電圧は 240V です。 電源電圧は 240V を超えてはならず、短絡電流は 5000A を超えてはなりません。
- ◆ ドライバーは、モーター過熱センサーもモーター過熱保護も提供しません。
- ◆ ドライバーの短絡保護はシャント回路保護として使用できません。 シャント回路の保護は、米国電気規格 (NEC) および現地の規制に基づいて選択する必要があります。
- ◆ ドライバーを調べる前に、電源を切り、少なくとも 5 分間待ってください。 感電を避けるため、P-N 端子間の残留電圧が安全レベル (DC50V 以下) に低下しているかどうかをマルチメーターなどを使用して確認してください。
- ◆ 内部電子電源コンポーネントの劣化の促進を避けるため、電源を頻繁にオン/オフしないでください。 連続して電源をオン/オフする必要がある場合は、3 分以上の間隔をあけてください。

**WARNING**

- ◆ モーター電源ケーブルの取り付けや交換の際、接続順序を間違えるとモーターが異常動作する場合があります。機器に重大な損傷を与えたり、人に傷害を及ぼす可能性があります。正しくラベルが貼られたワイヤを使用してください。
- ◆ モーターエンコーダーに自作の延長コードを使用する場合は、このユーザーマニュアルを詳しく調べるか、HIWIN カスタマーサービス部門にお問い合わせください。接続を誤ると異常動作をしたり、人にケガをさせる恐れがあります。
- ◆ オープンタイプの光フィードバックシステム（光学スケールなど）を使用する場合は、スケールに汚れや傷が付いていないことを確認してください。モーターの異常動作、モーターや装置の破損、あるいは人身傷害の原因となります。
- ◆ オープンタイプの磁気フィードバックシステム（磁気スケールなど）を適用する場合、強力な磁性体がスケールに近づかないように注意してください。モーターの異常動作、モーターや装置の破損、あるいは人身傷害の原因となります。
- ◆ 各モーターモデルには独自の定格最大可搬質量があります。それを超えるとモーターが異常動作したり、装置の破損や人身傷害を引き起こす可能性があります。
- ◆ モーターの動作中に誤ってドライバークのエンコーダーコネクタに触れたり動かしたりした場合は、ドライバークが損傷していないことを確認してください。ドライバークの電源を入れ直すことをお勧めします。そうしないと、機器の損傷や人身傷害の原因となる可能性があります。
- ◆ モーター使用中は、モーターエンコーダーの延長コードを抜いたり、モーターを動かしたり、電源を入れたときに再度差し込んだりしないでください。モーターの異常動作を引き起こしたり、機器の破損や人身傷害の原因となることがあります。

1.2 安全上の注意事項

- 設置、輸送、保守、検査の前に、この取扱説明書をよくお読みください。製品が正しく使用されていることを確認してください。
- 使用前に、電磁波 (EM) 情報、安全情報、および関連する注意事項をよく読んでください。
- 本書では、安全上の注意事項を“Warning”「警告」、「Attention」「注意」、「Prohibited」「禁止」、「Required」「必須」に分類しています。

名称	説明
 Warning	この注意事項を守らないと、物的損失、重傷、または死亡に至る可能性が想定される内容を示しています。
 Attention	必ずお守りいただく注意事項を示します。
 Prohibited	禁止されている行為を示します。
 Required	必須の動作であることを示します。



DANGER

- ◆ ドライバーが正しく接地されていることを確認してください。制御盤内の PE バーを基準電位として使用してください。安全上の理由から、低抵抗接地を行ってください。
- ◆ 電源が入っているときは、ドライバーからモーター電源ケーブルを取り外さないでください。感電や接点の損傷の危険があります。
- ◆ ドライバーを電源から切り離れた後、5 分以内は充電部 (接点またはボルト) に触れないでください。ご自身の安全のため、中間回路の電圧を測定し、電圧が 50Vdc に低下するまで待ってから通電部に触れるようにすることをお勧めします。

■ 操作

 Warning	◆ 電源投入中は端子や製品内部に触れないでください。感電の恐れがあります。 ◆ 電源を切ってから 10 分以内は端子や製品内部に触れないでください。残留電圧により感電の原因となることがあります。 ◆ 通電中に配線を加工しないでください。感電の恐れがあります。 ◆ ケーブルを傷つけたり、無理な力を加えたり、重いものを乗せたり、挟み込んだりしないでください。感電や火災の原因となります。
 Attention	◆ 湿気、腐食性物質、可燃性ガス、引火性物質のある場所では使用しないでください。 ◆ 内部電子電源コンポーネントの劣化の促進を避けるため、電源を頻繁にオン/オフしないでください。連続して電源をオン/オフする必要がある場合は、3 分以上の間隔をあけてください。

■ 保管

 Prohibited	◆ 水、水滴、直射日光、有害なガスや液体のかかる場所には保管しないでください。
--	---

■ 搬送

 Attention	◆ 損傷を避けるため、製品を慎重に移動してください。 ◆ 製品に過度の力を加えないでください。 ◆ 崩れを防ぐため、製品を積み重ねないでください。
--	---

■ 設置場所

 Required	◆ 周囲温度が高く、湿度が高い場所、塵埃、鉄粉、切削粉の多い場所には設置しないでください。 ◆ 製品は、マニュアルに記載されている周囲温度の場所に設置してください。周囲温度が高すぎる場合は、冷却ファンを使用してください。 ◆ 直射日光の当たる場所には設置しないでください。 ◆ 本製品は防滴・防水構造ではありませんので、屋外や水や液体のかかる場所での設置・使用はしないでください。 ◆ 製品は振動の少ない場所に設置してください。 ◆ モーターは一定期間動作すると熱を発生します。周囲温度が製品仕様を超えないよう、冷却ファンを使用するか、使用しないときはモーターを OFF にしてください。
---	---

■ 設置

 Attention	◆ 製品の上に重いものを置かないでください。怪我の原因となります。 ◆ 火災の原因となる恐れがありますので、異物が入らないようにしてください。 ◆ 指定の向きで設置しないと火災の原因となります。 ◆ 強い衝撃を与えないでください。故障やケガの原因となります。 ◆ 製品を設置する際は、製品の重量を考慮してください。 ◆ 不適切な取り付けは損傷の原因となる可能性があります。 ◆ 火災を避けるため、金属などの不燃物の上に設置してください。
--	--

■ 配線

 Attention	◆ 配線は正しく行ってください。誤動作や焼損の原因となります。怪我や火災の危険があります。
--	---

■ 操作と輸送

 Attention	◆ 製品仕様に指定された電源を使用しないと、怪我や火災の原因となります。 ◆ 電源復旧後、突然動作を開始する場合があります。製品に近づきすぎないでください。
 Required	◆ モーターをいつでも停止できるように、非常停止用の外部配線を設定してください。

■ メンテナンス

 Prohibited	◆ 製品を分解・改造しないでください。 ◆ 製品が故障した場合は自分で修理せず、HIWIN にご連絡ください。
---	--

2. 仕様

2.1	ドライバー情報	2-2
2.1.1	安全認証	2-2
2.1.2	銘板情報	2-2
2.1.3	モデルの説明	2-3
2.2	ドライバーの仕様	2-4
2.3	ドライバー寸法	2-8
2.4	ドライバー設置	2-11
2.5	ディレーティング値	2-12
2.6	コンピューター要件	2-12

2.1 ドライバ情報

2.1.1 安全認証

ドライバは以下の安全規格に適合しています。

表 2.1.1.1

CE 準拠	
EMC	EN 61800-3:2004 (Category C2)
	EN 61000-3-2:2006 / A1:2009 / A2:2009
	EN 61000-3-3:2008
	IEC CISPR 11:2009 / A1:2010
	IEC 61000-4-2:2008
	IEC 61000-4-3:2006 / A1:2007 / A2:2010
	IEC 61000-4-4:2004
	IEC 61000-4-5:2005
	IEC 61000-4-6:2008
	IEC 61000-2-1:1990
	IEC 61000-2-4:2003
	IEC 60146-1-1:1993
Low Voltage Directives (LVD)	IEC 61800-5-1:2007 (PD2, OVC III)
	EN 61800-5-1:2007 (PD2, OVC III)

2.1.2 銘板情報

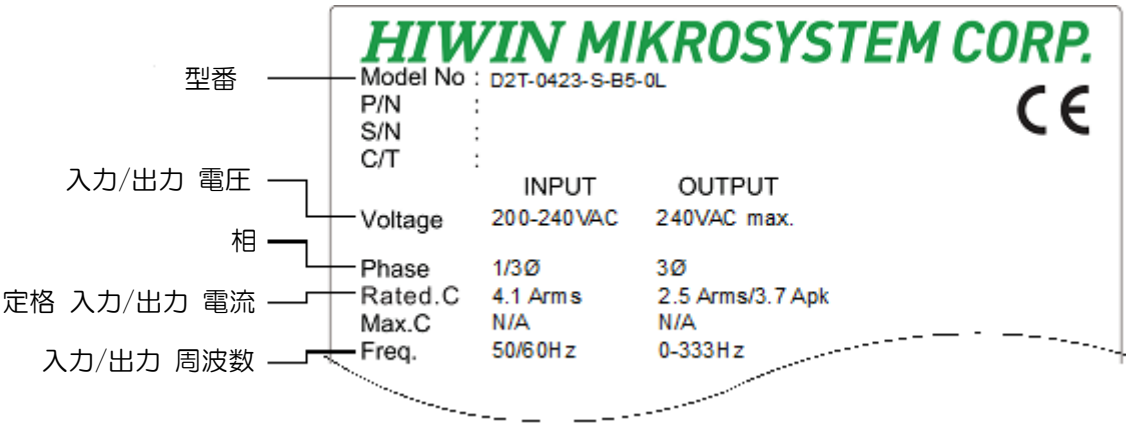


図 2.1.2.1

2.1.3 モデルの説明

表 2.1.3.1

型番	1	2	3		4	5	6	7		8		9	10		11	12
型番例	D	2	T	-	0	4	2	3	-	S	-	B	5	-	0	L
1, 2, 3: D2T ドライバー	D2T															
4, 5: 定格出力	04 = 400W 10 = 1.0KW															
6, 7: 電圧範囲	23 = 単相/3相, AC220V															
8: 制御インターフェース	S (標準) = 電圧指令とパルス E (フィールドバス) = EtherCAT (CoE) F (フィールドバス) = mega-ulink															
9: フレーム	B = Bフレーム (400W) C = Cフレーム (1.0KW)															
10: エンコーダー インターフェース	5 = デジタル TTL (A/B相)															
11, 12: 特殊コード	0L = リニアモーター用															

注 1: 対象モーターはリニアモーターのみとなります。

注 2: 標準モデルにはパルス入力インターフェースと±10V 入力インターフェースが含まれています。

注 3: ドライバーはホールセンサー信号と過熱信号 (OT、PTC) をサポートしていません。

注 4: エンコーダーはデジタル A/B 相 フォーマットのみをサポートします。

2.2 ドライバークの仕様

基本仕様	入力電源	220V	主電源	B, C フレーム	単相/3相, 200~240Vac 50/60Hz
			制御電源	B, C フレーム	単相, 200~240Vac 50/60Hz
		主電源の突入電流			B フレーム: 0.71A _{pk} ; C フレーム: 21.7A _{pk}
	出力電源	パワー			B フレーム: 400W; C フレーム: 1.0KW
		連続電流			B フレーム: 2.5A _{rms} ; C フレーム: 5.1A _{rms}
		ピーク電流			B フレーム: 7.5A _{rms} ; C フレーム: 15.3A _{rms}
		ピーク電流維持時間			最大 1 秒間
	環境	温度			動作温度: 0 ~ 45°C (ディレーティング値が適用される場合は 45 ~ 50°C が許容されます。セクション 2.5 を参照してください。55°C を超える場合は、強制換気が必要です。) 保存温度: -20~65°C
		湿度			0~90%RH (結露なきこと)
		高度			1000 メートル未満 (ディレーティング値が適用される場合は 1000 ~ 3000 メートルが許容されます。セクション 2.5 を参照してください。)
		振動			1G (10~500Hz)
	質量			標準	B フレーム: 0.8kg; C フレーム: 1.6kg
				フィールドバス	B フレーム: 0.9kg; C フレーム: 1.7kg
	設置環境の汚染レベル				II
	制御方法				IGBT PWM 空間ベクトル変調
	エンコーダーク入力	フィードバック形式			デジタル TTL
		周波数			5M pulse/sec (通倍前) 20M count/sec (通倍後)
		その他			リニアエンコーダークはデジタル A/B相 エンコーダークである必要があります。
	パラレル I/O コネクターク	制御信号	入力	10 点(汎用)	
			出力	5 点(汎用)	
		アナログ 信号	入力	1 点(12-bit A/D)	
			出力	1 点(アナログモニタ)	
		パルス 信号	入力	2 点(低速チャンネル, 高速チャンネル)	
			出力	4 点(ラインドライバーク: 3 点; オープンコレクターク: 1 点)	
	ブレーキ コネクターク	制御信号	出力	ブレーキ (最大1Adc) でも使用できます。 また、汎用出力を使用してプログラムすることもできます。	

	ダイナミックブレーキ		ダイナミックブレーキは内蔵されていません。 外部リレーとブレーキ抵抗器が必要です。	
	通信機能	USB	PCとの接続に使用; 115,200bps	
	フロントパネル		LCD ステータス表示（ドットマトリクス 8x2 文字、4 ボタン） LEDステータスインジケーター（緑、赤）	
	制御モード		切り替え可能な制御モード (1) 位置制御 (4) 位置・速度制御 (2) 速度制御 (5) 位置・トルク制御 (3) トルク制御 (6) 速度・トルク制御	
機能仕様	位置制御	制御入力		(1) パルスコマンド禁止 (2) 軸の有効化 (3) 第1 CGと第2 CGの切り替え (4) 電子ギアの選択 (5) 左リミットスイッチ (6) 第1 モードと第2 モードの切り替え (7) エラークリア (8) 右リミットスイッチ等
		制御出力		(1) サーボレディ (2) エラー (3) インポジション (4) ゼロ速度検出など
		パルス入力	最大入力パルス 周波数	フォトカプラインターフェース（シングルエンド入力）： 250kpps ラインドライバインターフェース（差動入力）： 4Mpps（A/B相使用時は16M cnt/s）
			入力パルスの信号 フォーマット	(1) パルス/方向 (Pulse/Dir) (2) CW/CCW (3) A/B相
			電子ギア （指令パルスの 分周・逡倍）	ギア比：パルス/カウント パルス数：1～2,147,483,647、カウント数：1～2,147,483,647
			スムージング フィルター	スムーズファクター: 1~500
		振動抑制機能（VSF）		VSFは動作中に発生する振動周波数を除去することができます。 また、システムの構造に起因する振動を低減し、生産性を向上させることもできます。
		速度制御	制御入力	

				(5) 第1 モードと第2 モードの切り替え (6)エラークリア (7) 右リミットスイッチ等
		制御出力		(1) サーボ準備完了 (2) エラー (3) In-velocity (4) ゼロ速度検出など
		PWM 入力	速度コマンド入力	速度コマンドは、PWM 入力のデューティ サイクルによって提供 できます。パラメーターはコマンドのスケールと方向を設定する ために使用されます。
		アナログ入力	速度コマンド入力	速度コマンドはアナログ電圧によって提供できます。 パラメーターはコマンドのスケールと方向を設定するために使用 されます。(±10Vdc、12ビット分解能)
		ゼロ速度クランプ		ゼロ速度クランプの入力が可能です。
	トルク 制御	制御入力		(1) 軸の有効化 (2) 第1 CGと第2 CGの切り替え (3) 左リミットスイッチ (4) 第1 モードと第2 モードの切り替え (5) エラークリア (6) 右リミットスイッチ等
		制御出力		(1) サーボ準備完了 (2) エラー (3) In-velocity (4) ゼロ速度検出など
		PWM 入力	トルクコマンド入力	トルクコマンドは、PWM 入力のデューティサイクルによって提 供できます。パラメーターはコマンドのスケールと方向を設定す るために使用されます。
		アナログ出力	トルクコマンド入力	トルク指令はアナログ電圧によって提供できます。 パラメーターはコマンドのスケールと方向を設定するために使用 されます。(±10Vdc、12ビット分解能)
		速度リミット機能		速度制限に関するパラメーターを設定できます。
	共通	オートチューニング		手順実行後、オートチューニングが自動的に実行され、負荷イナー シャを確認します。
		エミュレートエンコーダー フィードバック出力		任意に設定可能 (B フレームとC フレームの最大周波数は18Mカウント/秒)
		保護機能		(1) モーター短絡(過電流)検出 (2) 過電圧検出 (>390Vdc±5%) (3) 位置誤差オーバー (4) エンコーダーエラー (5) ソフトサーマルエラー (6) モーター断線 (7) アンプの過熱検知 (IGBT>80°C±3°C)

				(8) 低電圧検出 (9) エンコーダーカード用 5V異常 (10) 位相初期化エラー (11) シリアルエンコーダー通信エラー
		エラーログ		エラーと警告は不揮発性メモリに保存されます。
		プロセス記述言語 (PDL)		最大コード容量：32KByte
				可変記憶容量：800Byte
				サポートされている変数タイプ: (1) Float 型：32 ビット (2) 整数型：16 ビット、32 ビット (3) 配列とポインタ
				実行サイクル: 66.67us
				4 つのタスクを同時に実行できます。
				if、else、while ループ、for ループ、goto、til、およびプログラムフローを制御するその他のコマンドをサポートします。
				算術演算子、論理演算子、比較演算子をサポートします。
				マルチタスクの同期を制御するロックおよびロック解除コマンドをサポートします。
				ユーザー定義名の最大長: (1)変数：17文字 (2)ラベル：24文字 (3) プロシージャ：24 文字
		エラーマップ		方法: 線形補間を採用してエンコーダーエラーを補償するエラーマップを確立します。
				サンプル：最大 5,000 点
				保存場所: フラッシュ ROM。 ディスクファイル
				単位: um; count
				有効タイミング: 内部原点復帰完了後、または外部入力信号により有効になります。
		回生	抵抗	外部接続不要、回生抵抗内蔵なし
			Cut-in 電圧	+HV > 370Vdc
			Drop-out 電圧	+HV < 360Vdc
			DC リンク容量	B フレーム: 820uF; C フレーム：1,410uF
		その他		摩擦補償

2.3 ドライバー寸法

D2T-LM シリーズドライバー（標準およびフィールドバス）の寸法と取り付け穴の位置を次の図に示します。寸法はミリメートル（mm）で表示されます。取り付け穴の直径は4mmです。

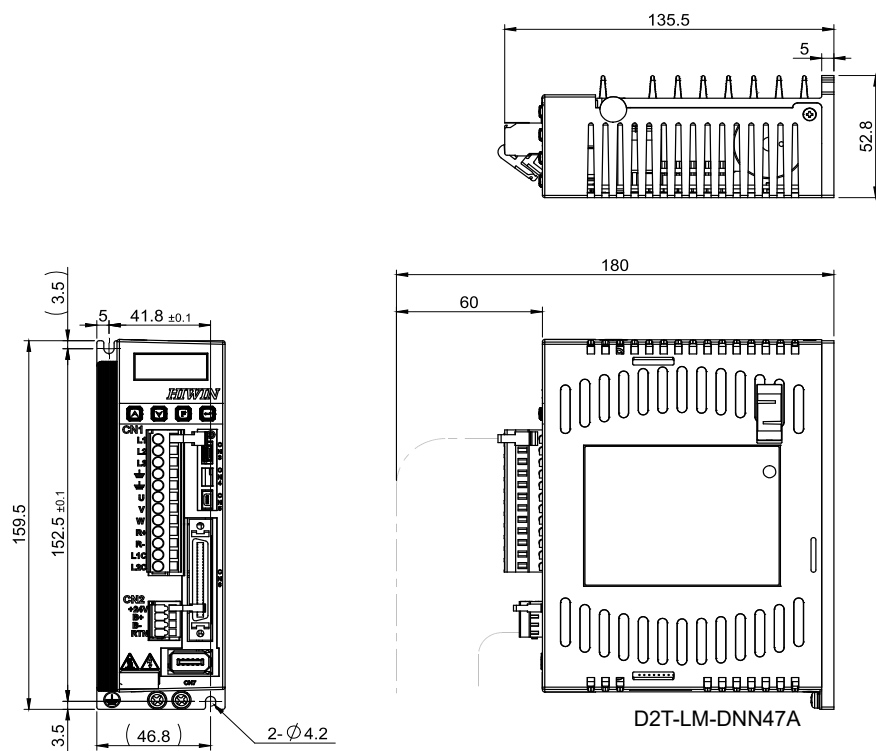


図 2.3.1 D2T-LM B フレーム（標準）の寸法図

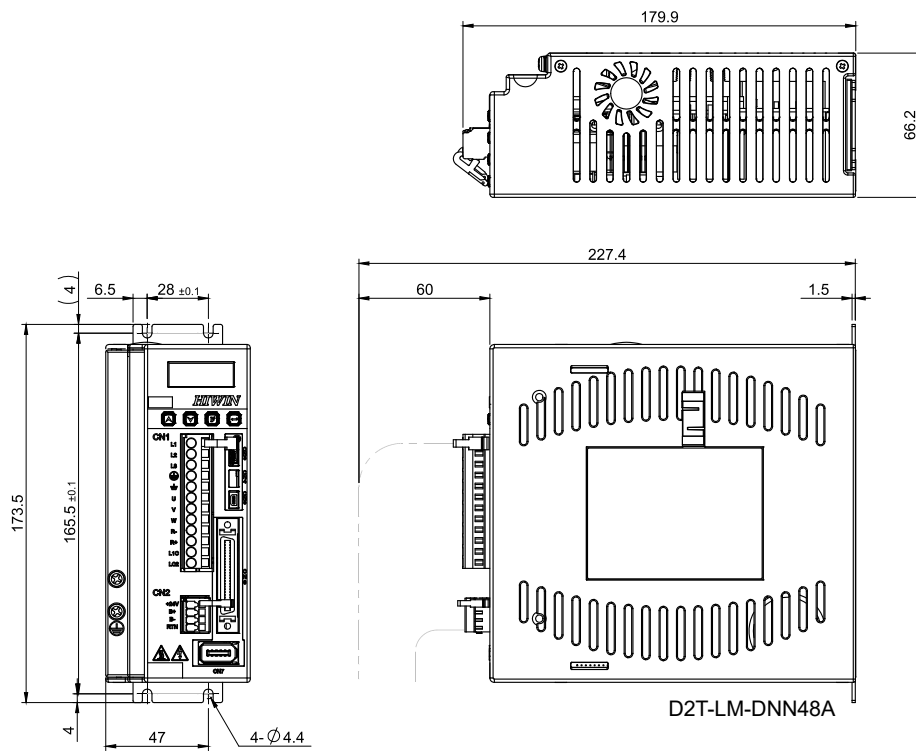


図 2.3.2 D2T-LM C フレーム（標準）の寸法図

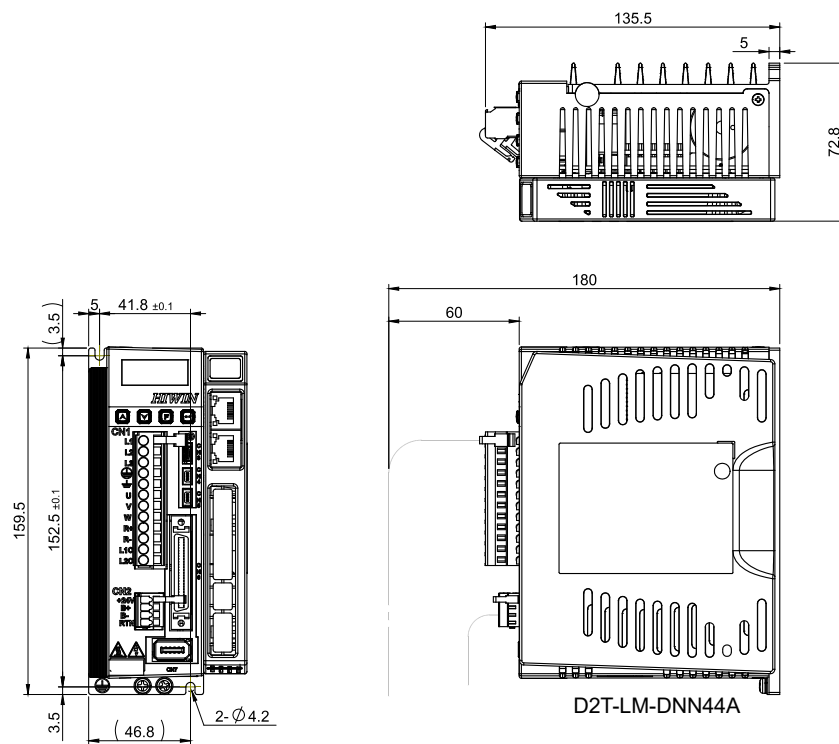


図 2.3.3 D2T-LM B フレーム（フィールドバス）の寸法図

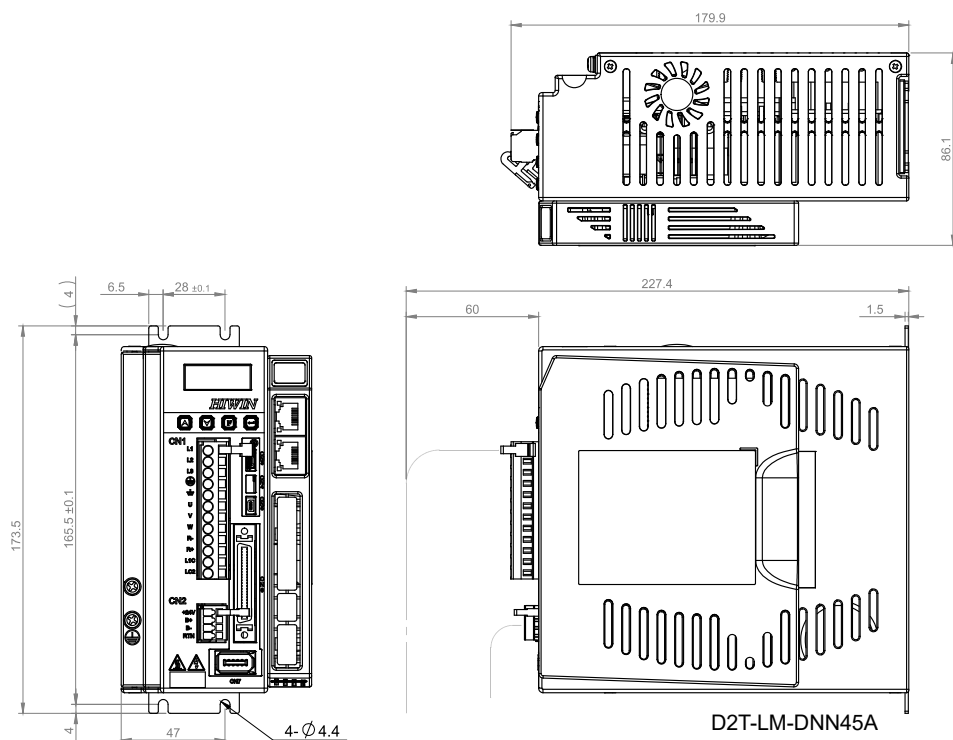


図 2.3.4 D2T-LM C フレーム（フィールドバス）の寸法図

2.4 ドライバー設置

ドライバーがコントロールボックスに取り付けられている場合は、必ず導電性ネジを使用して取り付けてください。ドライバーをコントロールボックス経由で接地するには、コントロールボックスの接触面の塗装などの絶縁材を除去する必要があります。ドライバーの入力電源が 220V の場合、接地抵抗は 50Ω 以下としてください。ドライバーの吸引穴や通気穴をふさがないでください。ドライバーは指定された向きに従って取り付けてください。誤動作する可能性があります。

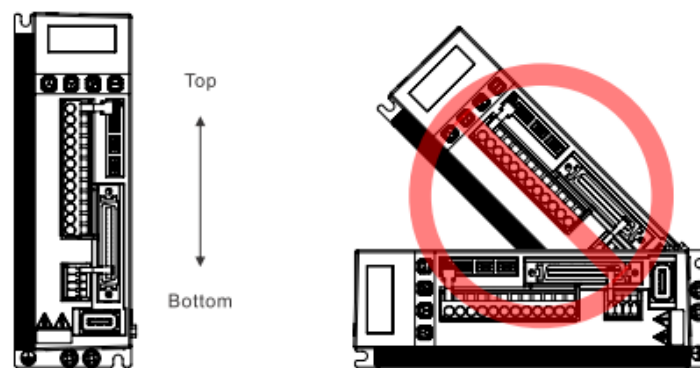


図 2.4.1 正しい取り付け方向

十分な冷却と循環効果を得るには、ドライバーと隣接する物体またはバッフルプレートとの間に十分な隙間が必要です。複数のドライバーを取り付ける場合、2 台のドライバー間の間隔は少なくとも 20mm が必要です。制御ボックス内にファンを設置し放熱を促進してください。

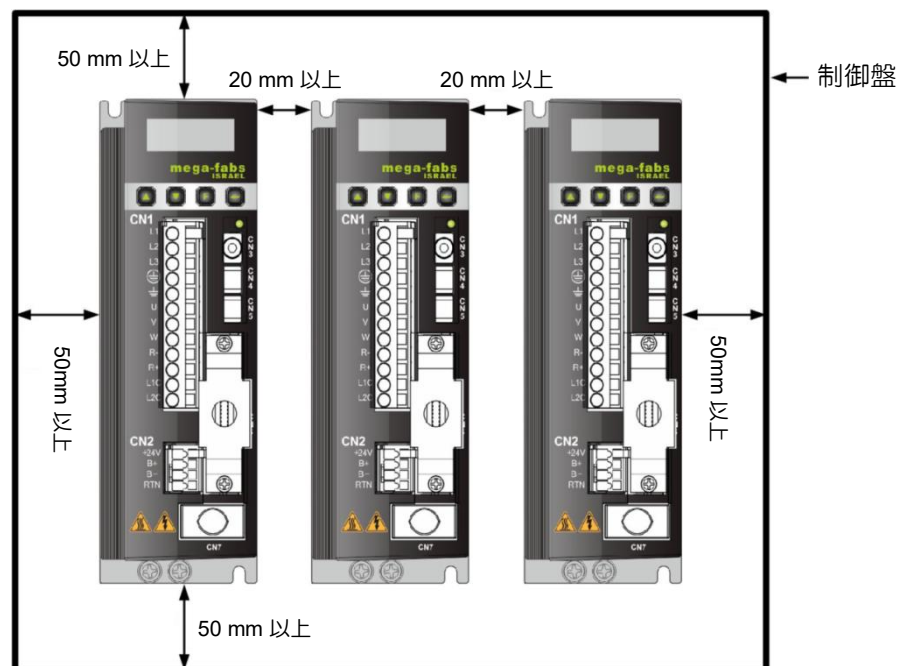


図 2.4.2 複数のドライバーの取り付け

2.5 ディレーティング値

温度 45 ～ 50℃、標高 1000 ～ 3000M の環境でドライバーを使用する場合は、下図に示すディレーション減少率に従ってドライバーをご使用ください。

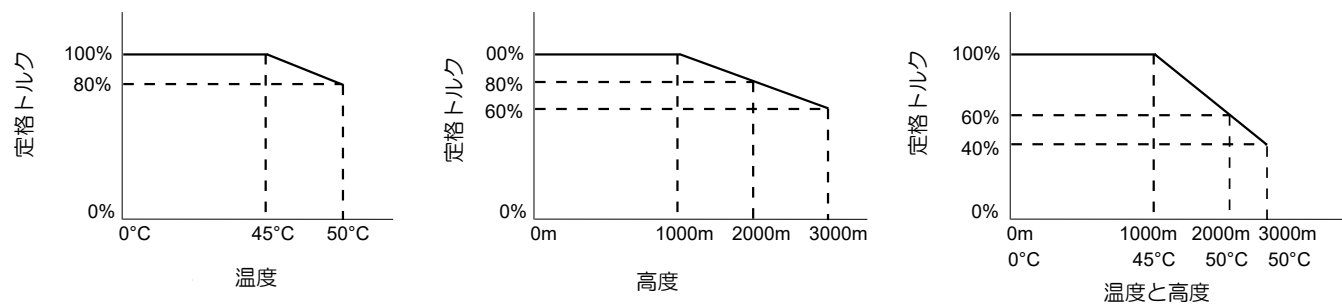


図 2.5.1

注: 高度が 2000 ～ 3000M の場合、ディレーション曲線は IEC/EN 61800-5-1 の過電圧タイプに基づいて OVC II に制限する必要があります。

2.6 コンピューター要件

表 2.6.1

CPU	1.0GHz 以上
RAM	512MB 以上
ハードディスクの空き容量	50MB 以上
通信ポート	USB
OS	Windows 2000 / Windows XP / Windows 7
スクリーン分解能	1024 x 768 ピクセル以上

3. 動作原理

3.1	動作モード	3-2
3.1.1	位置モード	3-2
3.1.2	速度モード	3-3
3.1.3	力/トルクモード	3-4
3.1.4	スタンドアロンモード	3-4
3.2	エンコーダーの種類	3-5
3.3	エンコーダー信号出力	3-6
3.4	経路計画	3-7
3.5	サーボループとゲイン	3-9
3.6	ゲインマージンと位相マージン	3-10
3.6.1	ナイキスト線図	3-10
3.6.2	ボード線図	3-12
3.7	移動と整定	3-13
3.8	エラー補正	3-14
3.9	速度リップル	3-15
3.10	Enable（有効化）	3-16
3.11	一般的な物理量	3-17

3.1 動作モード

4 つの動作モードを使用して、標準 D2T-LM シリーズドライバーとホストコントローラー間のインターフェースを実装できます。

- ✚ 位置モード
- ✚ 速度モード
- ✚ カ / トルクモード
- ✚ スタンドアロンモード

各モードの説明は次の通りです。

3.1.1 位置モード

ホストコントローラーは、位置コマンドに対応するパルスを送信します。ドライバーがパルスを受信すると、それに応じて指定された距離を移動します。ホストコントローラーはパス計画を担当します。送信パルスの周波数は加速フェーズでは高くなりますが、定速フェーズでは周波数は変わりません。図 3.1.1.1 では、パルス信号にはパルス/方向(pulse/dir)、パルスアップ//パルスダウン(CW/CCW)、A/B 相の 3 種類があります。ハードウェア配線に基づいて、パルス信号は差動信号とシングルエンド TTL ロジック信号に分類できます。

電子ギアを位置モードに設定できます。通常、1 つの入力パルスは 1 つのエンコーダー カウントに対応します。たとえば、ギア比は 2:3、つまり 2 つの入力パルスが 3 つのエンコーダー カウントに対応します。

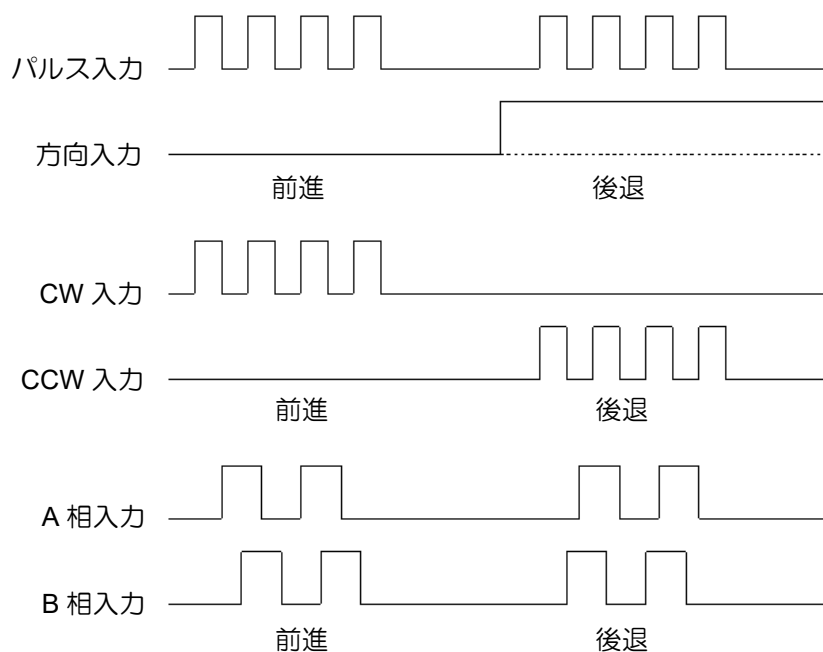


図 3.1.1.1

3.1.2 速度モード

V コマンドとも呼ばれる電圧を通じて、ドライバはホスト コントローラーからコマンドを受け取ることができます。入力電圧の範囲は $-10V \sim +10V$ です。ドライバは受け取った外部電圧を対応する速度コマンドに変換してモーターを駆動します。ホスト コントローラーは、電圧のほかに、PWM コマンドとも呼ばれる PWM 信号を介して速度コマンドを送信することもできます。異なる速度コマンドに対応するために異なるデューティ サイクルを利用します。PWM コマンドには 1 線式 (PWM 50%) と 2 線式 (PWM 100%) の 2 種類があります。単線タイプ (PWM 50%) はデューティ サイクル 50% に基づいています。PWM コマンドのデューティ サイクルが 50% 未満の場合、モーターは逆転動作を実行します。50%を超えると、モーターは前進します。2 線式 (PWM 100%) は、1 つのピンが PWM コマンドの送信用で、もう 1 つのピンはモーターの方向を制御するために追加されます。

■ 電圧コマンド使用

モーターの動きの速度を制御するために、ドライバはアナログ電圧信号を速度コマンドに変換します。電圧が高いほど出力速度は速くなります。最大出力速度はドライバの最大速度を超えてはなりません。電圧が低いほど出力速度は遅くなります。電圧値が負の場合、出力速度は負になり、モーターは逆方向に動きます。ドライバは単位当たりの電圧に応じた速度指令を設定できます。

■ PWM コマンド使用

モーターの動きの速度を制御するために、ドライバは PWM 信号を速度コマンドに変換します。ドライバは「フル PWM」に対応した速度指令を設定できます。

3.1.3 カ/トルクモード

カ/トルクモードでは、ドライバーは速度モードと同様に、ホストコントローラーから V コマンドと PWM コマンドを受け取ることができます。これら 2 つのコマンドを受信した後、ドライバーはそれらに対応する電流に変換してモーターを駆動します。

■ 電圧コマンド使用

ドライバーの制御出力電流からモーターの動きの力とトルクを制御するために、ドライバーはアナログ電圧信号を電流コマンドに変換します。電圧が高くなるほど、出力電流も大きくなります。最大出力電流はドライバーの最大電流を超えてはなりません。電圧が低いほど、出力電流は小さくなります。電圧値が負の場合、出力電流は負になり、モーターは逆方向に動きます。ドライバーは単位当たりの電圧に応じた電流指令を設定できます。

■ PWM コマンド使用

ドライバーの制御出力電流からモーターの動きの力とトルクを制御するために、ドライバーは PWM 信号を電流コマンドに変換します。ドライバーは「フル PWM」に対応した電流指令を設定できます。

3.1.4 スタンドアロンモード

高速 DSP の助けにより、D2T-LM シリーズ ドライバーはパス プランニングが可能です。ユーザーが単独でドライバーをテストする必要がある場合、またはホスト コントローラーを使用せずに計画を実行する必要がある場合 (例: サーボモーターとドライバーのみ)、スタンドアロンモードを選択して、ドライバーがすべての制御ループを処理できるようにすることができます。

3.2 エンコーダーの種類

通常、エンコーダーはサーボモーター制御において重要な役割を果たします。ドライバがサーボループを制御するための位置または角度の情報を提供します。エンコーダーには、デジタルタイプとアナログタイプの 2 つの一般的なタイプがあります。これまでのところ、D2T-LM シリーズのドライバはデジタルタイプのみをサポートしています。

インクリメンタルエンコーダーとも呼ばれるデジタルエンコーダーは、通常、TTL RS422 差動信号を出力します。この信号の主な特徴は、90°の位相差を持つ 2 つのデジタルパルスです。この信号の分解能の定義を図 3.2.1 に示します。

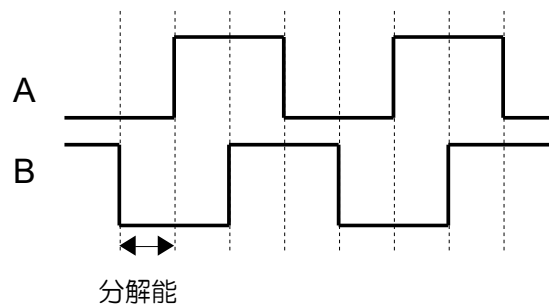


図 3.2.1

3.3 エンコーダー信号出力

ドライバーはサーボ制御を行う際にエンコーダーの入力信号が必要です。ホストコントローラーは、ドライバーと連携するときに位置信号を受信する必要があります。一般に、ドライバーはエンコーダーから受信した位置信号または角度信号をホストコントローラーに送信します。D2T-LM シリーズドライバーには、以下の 2 つのエンコーダー出力モードがあります。

■ バッファエンコーダー出力

このモードが選択されると、ドライバーは受信したエンコーダー信号をホストコントローラーに直接送信します。ユーザーは「反転」オプションを選択して、ドライバーが受信したエンコーダー信号を送り返すようにすることもできます。

■ エミュレートエンコーダー出力

このモードが選択されている場合、ドライバーは受信したエンコーダー位置の情報を「スケーリング」で乗算し、ホストコントローラーに送信します。場合によっては、エンコーダー出力の周波数を下げるように比率を設定できます。たとえば、ホストコントローラーは周波数が高すぎるエンコーダー信号を受信できません。さらに、アナログエンコーダーの乗数が高すぎる場合に、エンコーダー出力の分解能を下げるように比率を設定することもできます。

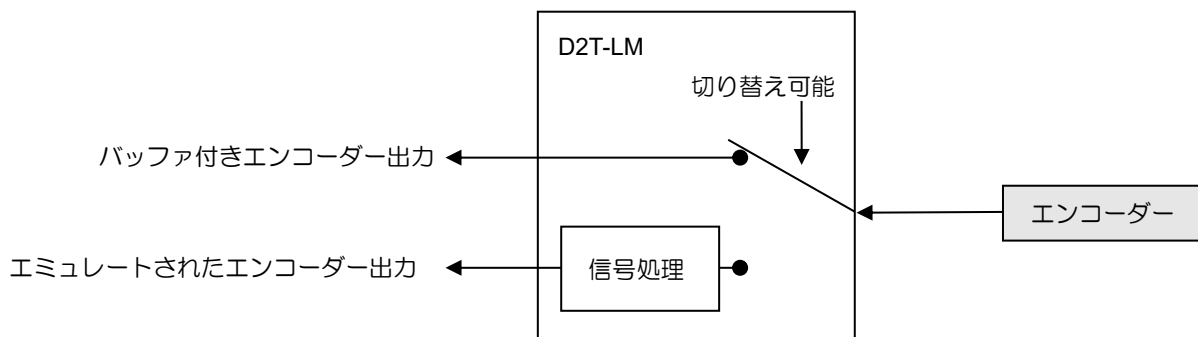


図 3.3.1

3.4 経路計画

経路計画の主な目的は、ホストコントローラーがユーザーの実際の距離、速度、加速度、滑らかさの要件に基づいて適切な動作コマンドを計算することです。これらのコマンド（パルスまたは V コマンド）は、ホストコントローラーによってドライバーに送信することも、ドライバー自体によって計算することもできます（スタンドアロン モード）。構成はアプリケーションによって異なります。

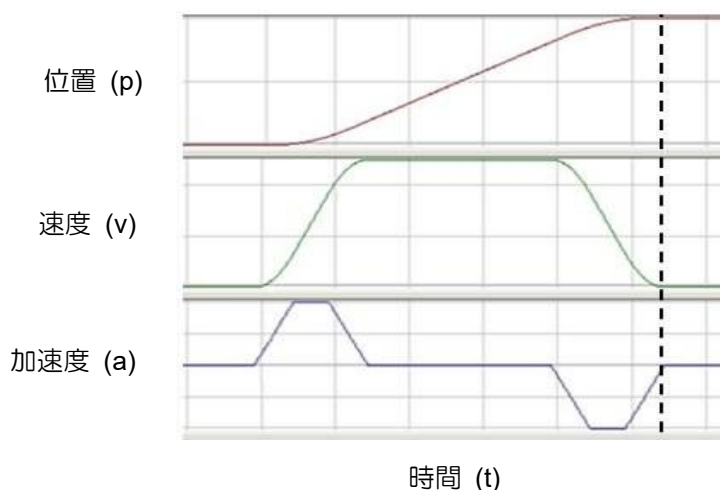


図 3.4.1

■ 位置

エンコーダーはモーターの位置情報をドライバーに提供するため、ドライバーはモーターの現在位置を解析できます。直線運動の場合、一般的な位置単位は μm 、 mm 、 m です。回転運動の場合、一般的な位置単位はエンコーダー数です。D2T-LM シリーズ ドライバーの場合、「基準位置」は関連パラメーターに基づいてパスジェネレーターによって計算された位置コマンドと等しくなります。一方、「目標位置」は、ユーザーまたは上位コントローラーが設定する目標位置です。モーターを動かすには、通常、ドライバーに送信された後、パスジェネレーターの計算を通過する必要があります。

■ 速度

速度は、単位時間あたりの変位の変化として定義されます。直線運動の場合、速度の単位は $\mu\text{m}/\text{秒}$ 、 $\text{mm}/\text{秒}$ 、および $\text{m}/\text{秒}$ です。回転運動の場合、速度単位はカウント/秒、 rps 、および rpm です。

■ 加速度

加速度は、単位時間あたりの速度変化として定義されます。直線運動の場合、加速度の単位は $\mu\text{m}/\text{sec}^2$ 、 mm/sec^2 、および m/sec^2 です。回転運動の場合、加速度単位は rps^2 です。

■ スムーズファクター

加速度が短時間に急激に増加または減少する場合は、移動物体にかかる力が急激に増加または減少したことを示します。 場合によっては、このような影響を軽減するために、モーション制御ループにスムーズモーションの手法を実装すると、パフォーマンスが向上します。 D2T-LM シリーズのドライバーは、効果を実現するためにスムーズファクターの技術を採用しています。 スムーズファクターにより、動作軌跡を S 字型曲線または T 字型曲線として計画できます。 値の範囲は 1 ～ 500 です。値が大きいほど S 字曲線に近くなり、影響が少なくなります。 逆に、値が小さいほど T 字カーブに近い軌跡になります。 値が 1 の場合、スムーズ機能には影響しません。 スムーズファクターの値を増やすと、モーターの力への影響が減少します。 位置決め時の整定性能が向上する場合があります。 ただし、動きが滑らかになると経路計画の移動時間は必然的に長くなります。 ユーザーはそれらのバランスを見つけるためにマシン上でテストする必要があります。

■ 非常停止

D2T-LM シリーズドライバーには緊急停止機能が付いています。 ドライバーがピン I3 の「軸イネーブル」信号を無効にすると、機能がアクティブになります。 この時点で、ドライバーは安全を確保するために、いかなる動作でもモーターを緊急停止減速で即座に停止します。

3.5 サーボループとゲイン

■ サーボループ

サーボモーターを制御するために、D2T-LM シリーズドライバには、電流ループ、速度ループ、位置ループの 3 種類の制御ループが付属しています。サーボループのアーキテクチャを図 3.5.1 に示します。位置モードでは、これら 3 つのサーボループが順番に接続され、モーターの位置を制御します。速度モードでは、速度ループが電流ループを通じてモーターを駆動します。電流モードでは、電流ループはモーターの相転流機構のみを制御します。そのコマンドは上位コントローラからの電圧コマンドによって制御されます。サーボループのゲインパラメーターを簡素化するために、D2T-LM シリーズドライバは 1 つの共通ゲイン (CG) のみを使用して全体の制御ループアーキテクチャを設定および調整します。

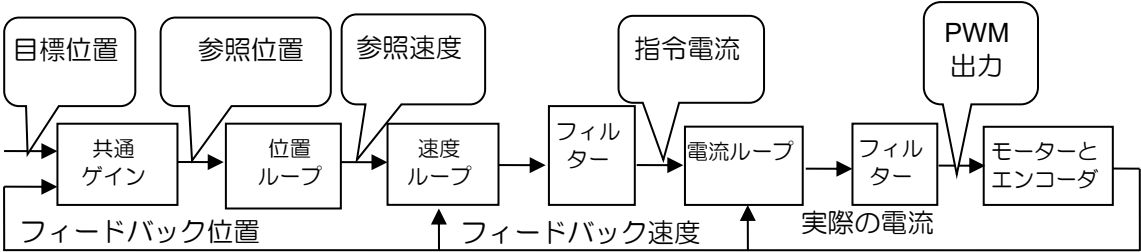


図 3.5.1

■ サーボゲイン

D2T-LM シリーズドライバは、1 つの高速 DSP を使用してモーター制御を実装します。一般に、サーボループをデジタル方式で制御する場合、多くのサーボゲインを調整する必要があります。ただし、利便性を大幅に向上させるために、ドライバはサーボゲインを 1 つの共通ゲイン (CG) として簡素化する独創的な制御設計を採用しています。



図 3.5.2

3.6 ゲインマージンと位相マージン

3.6.1 ナイキスト線図

ゲインマージン (GM) は、閉ループ システムが不安定になる前に、デシベル (dB) で計算された増加するループ ゲインの量です。一方、位相マージン (PM) は、閉ループ システムが不安定になる前に増加する位相遅延の量です。

■ ゲインマージン

$G(j\omega_p)$ はナイキスト プロットの負の実軸の交点から点 $(-1, j0)$ までの相対距離、 ω_p は位相クロスオーバーの周波数です。図 3.6.1.1 では、 $\angle G(j\omega_p)=180^\circ$ です。ループ システムの伝達関数 $G(s)$ については、

$$\text{ゲインマージン} = \text{GM} = 20 \log_{10} \frac{1}{|G(j\omega_p)|} = -20 \log_{10} |G(j\omega_p)| \quad \text{dB}$$

図 3.6.1.1 とナイキスト線図の特性から次の結論が導き出されます。

- $G(j\omega)$ が負の実軸と交差しない場合、 $|G(j\omega_p)|=0$ および $\text{GM}=\infty\text{dB}$ になります。ナイキスト 線図がゼロ以外の有限周波数で負の実軸と交差しない場合、 $\text{GM}=\infty\text{dB}$ になります。理論的には、システムが不安定になる前にループ ゲインを無限大まで増やすことができます。
- $G(j\omega)$ が $0 \sim -1$ の間で負の実軸と交差する場合、 $0<|G(j\omega_p)|<1$ および $\text{GM}>0\text{dB}$ になります。ナイキスト 線図が任意の周波数で 0 と -1 の間の負の実軸と交差すると、ループ ゲインが増加し、システムは安定します。
- $G(j\omega)$ が点 $(-1, j0)$ にある場合、 $|G(j\omega_p)|=1$ 、 $\text{GM}=0\text{dB}$ となります。ナイキスト線図 $G(j\omega)$ が点 $(-1, j0)$ にあるとき、 $\text{GM}=0\text{dB}$ になります。これは、システムが不安定な境界に到達し、ループ ゲインをこれ以上増やすことができないことを示します。
- $G(j\omega)$ が点 $(-1, j0)$ を通過すると、 $|G(j\omega_p)|>1$ および $\text{GM}<0\text{dB}$ になります。ナイキスト 線図 $G(j\omega)$ が点 $(-1, j0)$ を通過すると、 $\text{GM}<0\text{dB}$ になります。この時点で、ループ ゲインが定常状態に達するには、GM を減少させる必要があります。

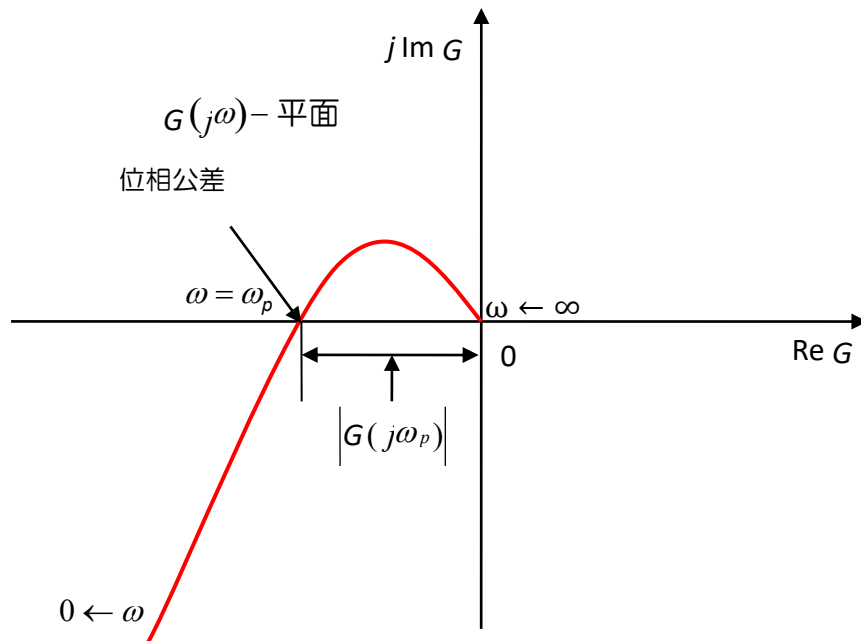


図 3.6.1.1 ナイキスト線図のゲインマージン

■ 位相マージン

図 3.6.1.2 に示すように、位相マージンはゲイン交差を通過する直線と $G(j\omega)$ 平面の負の実軸との間の角度です。

$$\text{位相マージン} = \text{PM} = \angle G(j\omega_g) - 180^\circ$$

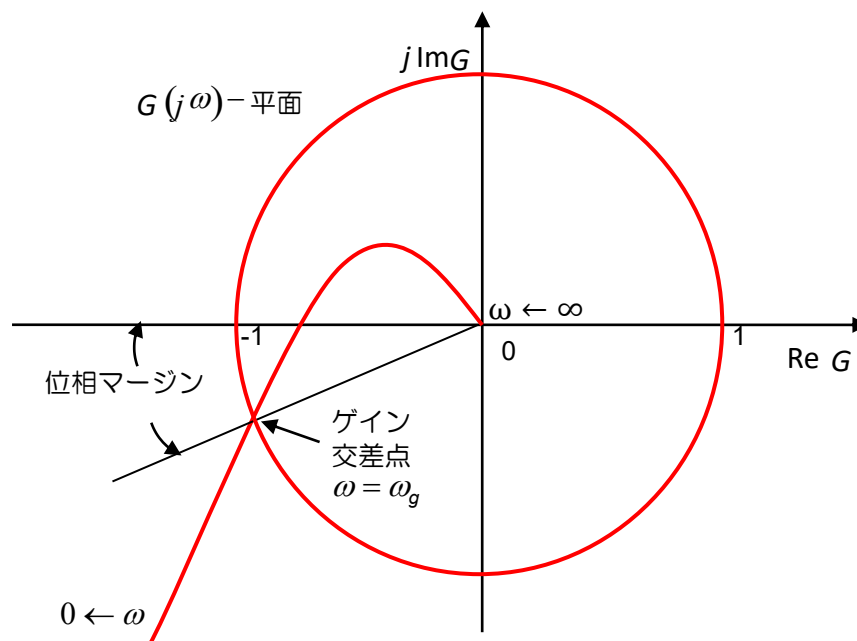


図 3.6.1.2 ナイキストプロットの位相マージン

3.6.2 ボード線図

ボード線図のゲインマージンと位相マージンを図 3.6.2.1 に示します。

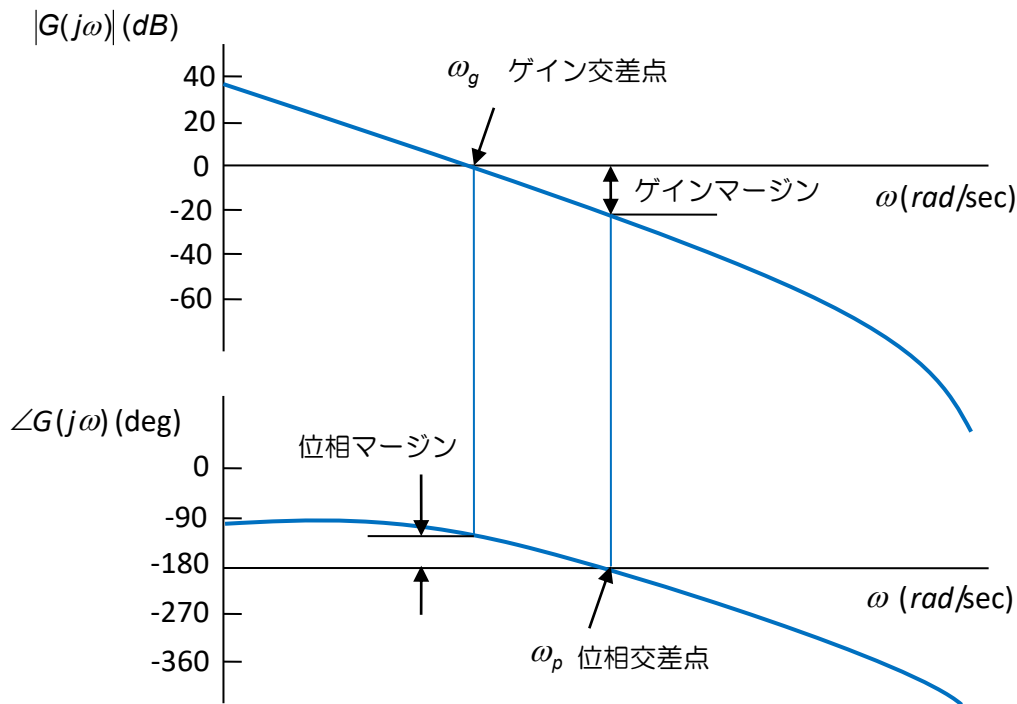


図 3.6.2.1 ボード線図のゲインマージンと位相マージン

図 3.6.2.2 に示すように、ボード線図の帯域幅は -3dB として定義されます。

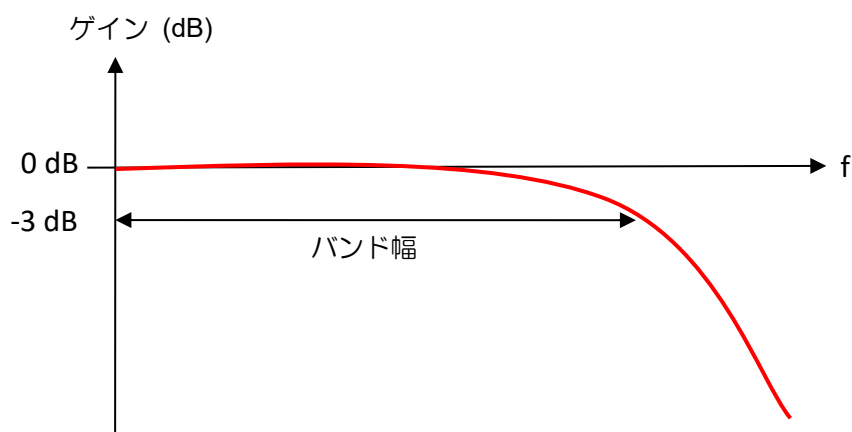


図 3.6.2.2 ボード線図の帯域幅

3.7 移動と整定

モーターは上位コントローラーが計画した経路に基づいて動きます。目標位置に到達すると、正確に位置を特定し、移動を停止します。このプロセスは移動と整定と呼ばれます。

■ 位置エラー

サーボシステムでは、目標位置とエンコーダーフィードバック位置との間に位置エラーと呼ばれる一定の差が存在します。

■ ターゲット半径

モーターが目標位置に到着した後、フィードバック位置と目標位置の差を制御し、ターゲット半径と呼ばれる特定の正/負の微小範囲内に維持する必要があります。

■ 移動と整定の合計時間

図 3.7.1 に示すように、モーターが目標位置に到達した後、位置エラーが設定されたターゲット半径よりも小さくなり、一定時間（デバウンスタイム）維持される必要があります。その後、「In-Position」信号が設定され、インポジションと呼ばれます。位置エラーが継続的に半径外にある場合は、まだ目標位置にないと言えます。動作の開始から整定に達するまでの合計時間は、移動時間と整定時間の合計です。

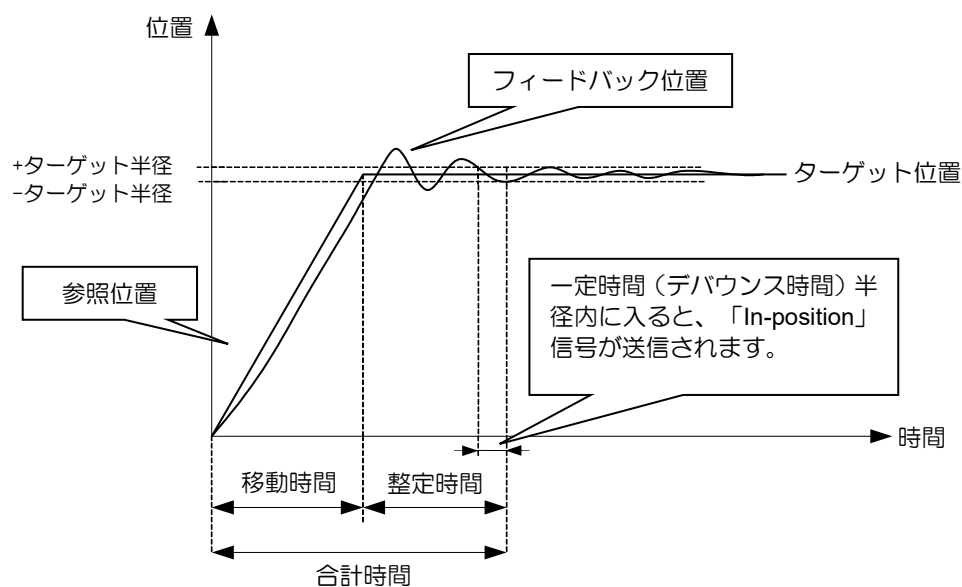


図 3.7.1

3.8 エラー補正

一般に、ドライバの位置決め精度はエンコーダーの性能によって決まります。ただし、エンコーダーが精度の要件を完全に満たせない場合があります。この場合、より高レベルの精度を備えた装置（レーザー干渉計など）をシステムのエラーの測定に適用できます。D2T-LM シリーズドライバは高性能な制御方式を採用しています。測定したエラーデータをドライバのエラーマップ(図 3.8.1 参照)に保存し、動作中に使用します。位置決め精度を高めるため、固定距離間の線形補間を採用してエラー補正値を計算します。

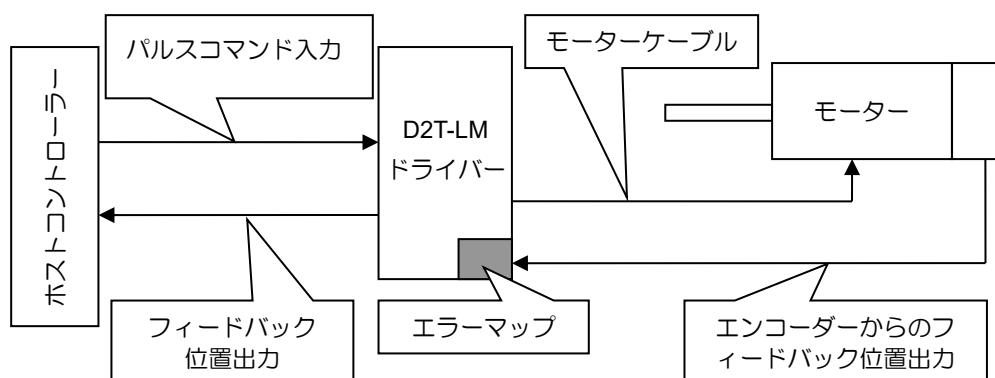
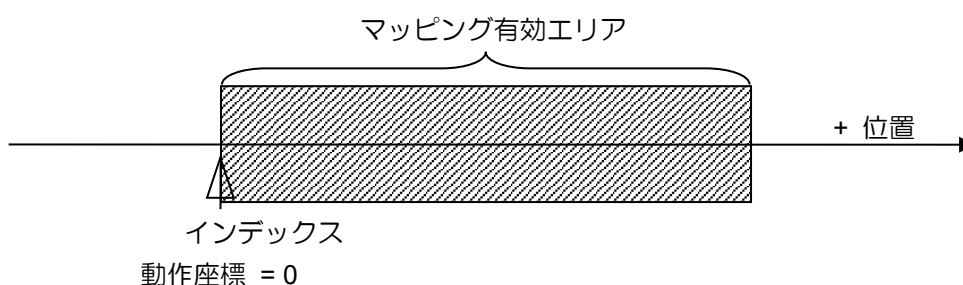


図 3.8.1

マッピング有効エリアはインデックス信号により決定されます。インデックスから正方向に向かう領域はマッピング有効領域ですが、インデックスから負方向に向かう領域はマッピング有効領域ではありません。図 3.8.2 に示すように、原点オフセットがゼロでない場合のマッピング有効領域は、ホームオフセットがゼロの場合と同じになります。

(1) 原点オフセット = 0



(2) 原点オフセット = 100

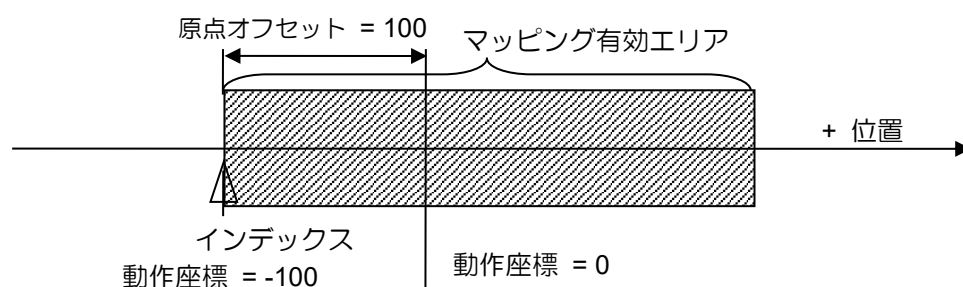


図 3.8.2

3.9 速度リップル

一般に、モーション制御では、等速フェーズのモーションができるだけ安定していることが望めます。運動の安定性は速度リップルの指標から推定できます。等速位相の変動を引き起こす主な要因は、モーター、ケーブルチェーン、エア配管のコギング力、ガイドウェイの摩擦などです。等速フェーズでの高い安定性を必要とするスキャンまたは検出マシンは、通常、速度リップルを適用します。速度リップルの方程式は次のとおりです：

$$\text{速度リップル} = \pm \frac{1}{2} \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\text{target}}} \times 100\%$$

V_{target} は目標速度、 $V_{\max}$ は定速フェーズの最大速度、 $V_{\min}$ は定速フェーズの最小速度です。図 3.9.1 が示すように、(a) (速度リップルが大きい) は安定性が低いですが、(b) (速度リップルが小さい) は安定性が高いことを示しています。

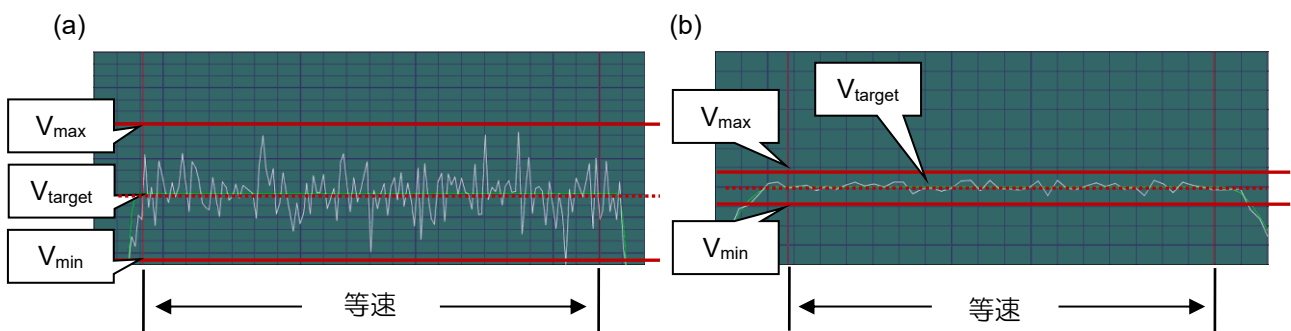


図 3.9.1

3.10 Enable（有効化）

Enable(有効化)にすることは、ドライバがモーションコマンドの受信を開始する前に必要な手順です。Enable 状態の場合にのみ、ドライバはホストコントローラーからパルスまたは電圧コマンドを受信して動作を実行できます。

■ ステップ動作モード

ステップモーション (SM) モードは、オープンループアーキテクチャです。このモードでは、モーターの動作はステッピングモーターと同様であり、イネーブル状態でフィードバック位置の信号を採用しません。このモードは、モーターの力の方向がエンコーダーのフィードバックの方向と一致するようにするために使用されます。そうでない場合、位相の初期化が失敗する原因になります。

■ 位相初期化

インクリメンタルエンコーダーを備えたドライバの場合、最初の電源投入時に、位相初期化とも呼ばれる電気角を検出する必要があります。HIWIN サーボモーターの場合、ドライバの起動後、最初のイネーブルプロセスでほとんど何も動かすことなく電気角を検出できます。同じ効果を達成するには、ホールセンサーを取り付けることが位相初期化のもう 1 つの一般的な方法です。一般に、ホストコントローラーは出力信号 (D2T-LM シリーズドライバの入力 I3 など) をドライバに送信して、位相の初期化とイネーブルプロセスを完了します。

3.11 一般的な物理量

No.	物理量	説明
1	Feedback Position	フィードバック位置
2	Reference Position	位置指令
3	Target Position	目標位置
4	Position Error	位置誤差
10	Feedback Velocity	フィードバック速度
11	Reference Velocity	速度指令
12	Velocity Error	速度誤差
20	Reference Acceleration	加速指令
30	Actual Current	実際の電流
31	Command Current	現在のコマンド
32	Current effective value	計算周期中の電流の実効値
40	Analog Command	電圧コマンド（上位コントローラーから）
41	Bus Voltage	線間電圧
42	Servo Voltage Percentage	サーボ電圧
45	PWM Command	トルク / 力 / 速度コマンド（上位コントローラーから）
51	Soft-Thermal Accumulator	ソフトウェアによる温度推定
52	I ² T Accumulator	I ² T 演算値
53	Average load ratio	計算周期中の平均負荷率
54	Peak load ratio	計算周期中のピーク負荷率
61	I1	入力 1
62	I2	入力 2
63	I3	入力 3
64	I4	入力 4
65	I5	入力 5
66	I6	入力 6
71	I7	入力 7
72	I8	入力 8
67	I9	入力 9
68	I10	入力 10
81	O1	出力 1
82	O2	出力 2
83	O3	出力 3

84	O4	出力 4
86	O5	出力 5
85	CN2/BRK	ブレーキ信号出力

4. 配線

4.1	システム構成と配線	4-2
4.1.1	システム配線図	4-2
4.1.2	CN1 電源	4-4
4.1.3	CN2 ブレーキ力	4-7
4.1.4	CN3 USB 通信	4-8
4.1.5	CN6 制御信号	4-9
4.1.6	CN7 エンコーダー	4-11
4.1.7	CN8 EtherCAT 通信	4-12
4.2	ドライバーアクセサリ	4-13
4.3	主電源の配線	4-16
4.3.1	交流電源の配線（単相）	4-16
4.3.2	交流電源の配線（三相）	4-17
4.4	複数ドライバーの接続	4-18
4.5	入出力信号の配線	4-20
4.5.1	デジタル入力の配線	4-20
4.5.2	デジタル出力の配線	4-22
4.6	制御コマンドの配線例	4-23
4.6.1	パルス指令のシステム配線図	4-23
4.6.2	電圧指令のシステム配線図	4-31
4.6.3	PWM コマンドのシステム配線図	4-33

4.1 システム構成と配線

この章では、ドライバーのシステム構成と各コネクターの機能について説明します。

4.1.1 システム配線図

各コネクターの名称、機能、仕様を次の図に示します。

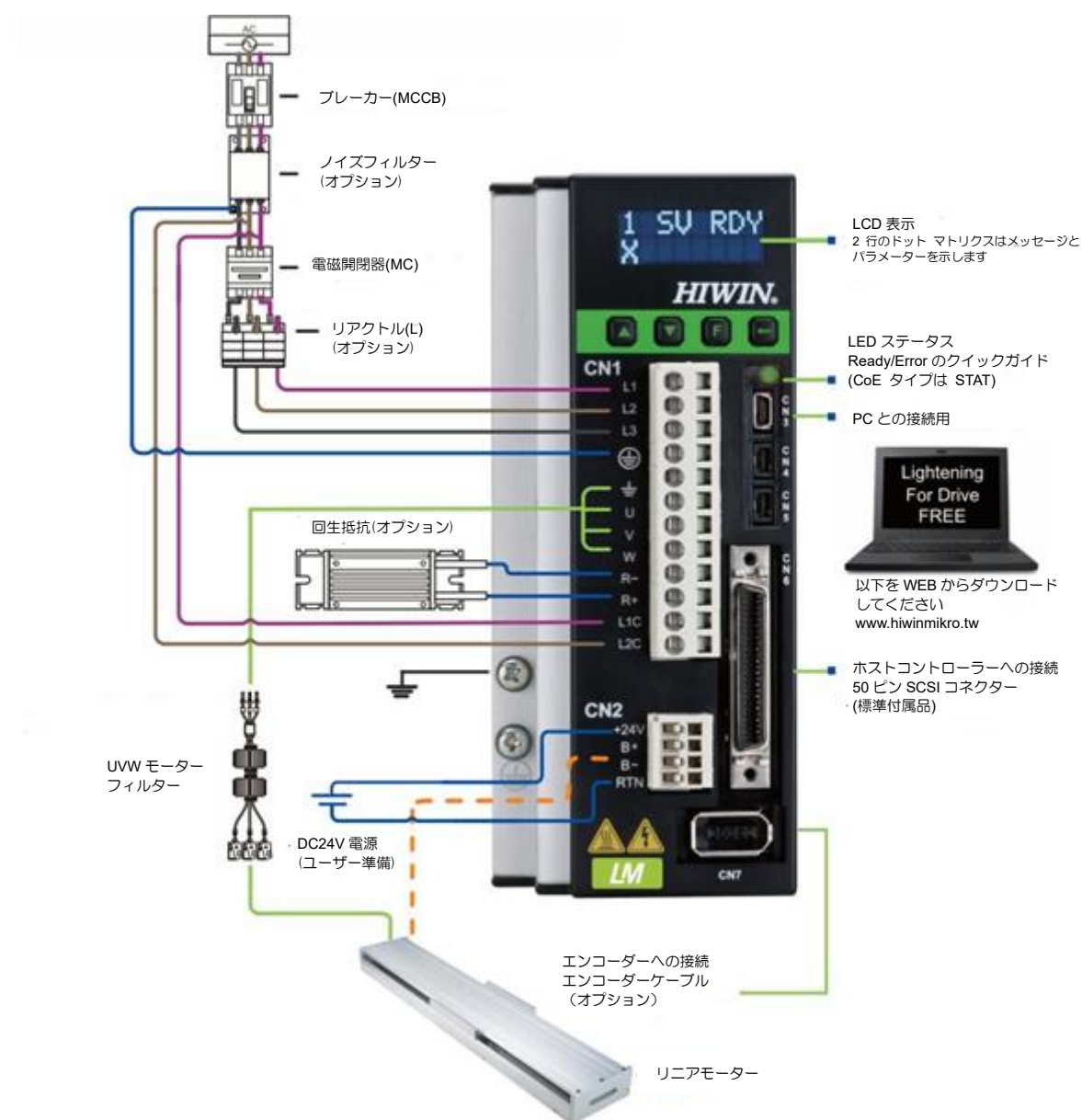


図 4.1.1.1

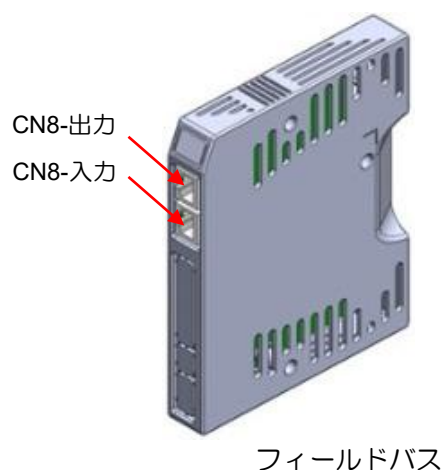


図 4.1.1.2

表 4.1.1.1

項目 No.	名称	コネクタ	説明
1	AC 電源ケーブル	B, C フレーム: CN1	L1, L2: 単相 200~240Vac, 50/60Hz L1, L2, L3: 三相 200~240Vac, 50/60Hz
2	モーターパワーケーブル	B, C フレーム: CN1 ($\pm$, U, V, W)	モーター、三相モーター電源に接続
3	回生抵抗	B, C フレーム: CN1 (R-, R+)	回生抵抗器に接続（オプション装備/実際の用途に応じて設置）
4	制御電源ケーブル	B, C フレーム: CN1 (L1C, L2C)	ドライバー制御と I/O 電源 (L1C, L2C : 単相 AC200~240V、50/60Hz)
5	ブレーキ	B, C フレーム: CN2 (B-, B+)	ブレーキに接続（オプション装備/実際の用途に応じて設置）
6	ミニ USB 通信	B, C フレーム: CN3	PC に接続（パラメーター設定用、設定後は取り外してください） miniUSB を PC に接続することで、ドライバーのモニタリングや動作テスト、パラメーターの書き込みなどが行えます。
7	制御信号	B, C フレーム: CN6	ホストコントローラーに接続します
8	フィードバック信号	B, C フレーム: CN7	エンコーダーに接続します
9	EtherCAT 通信	B, C フレーム: CN8	EtherCAT 通信プロトコルを介してホストコントローラーに接続します
10	拡張入出力信号	B, C フレーム: CN13, CN14	拡張 I/O モジュール

4.1.2 CN1 電源

CN1 の電源配線には、単相/三相電源入力、モーター電源出力(B、C フレーム)、回生抵抗配線、単相制御電源入力が記載されています。

4.1.2.1 電源配線

ドライバーの主回路に接続する前に、ドライバーが適切に接地されていることを確認してください。

コネクタ型式：Wago 721-112/026-000（メス）

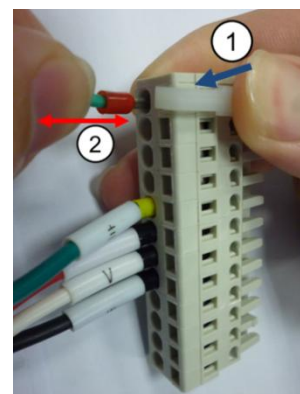


図 4.1.2.1.1 CN1 コネクタ

図 4.1.2.1.2 取り付けと取り外し

表 4.1.2.1.1 CN1 のピン配置

ピン	信号	機能
1	L1	AC 主電源、220Vac (50/60 Hz) 単相/三相
2	L2	
3	L3	AC 主電源、220Vac (50/60 Hz) 三相
4	⏏	AC 主電源アース入力
5	⏏	モーターアース入力
6	U	モーターU 相入力
7	V	モーターV 相入力
8	W	モーターW 相入力
9	REG-	回生抵抗器のマイナス端子
10	REG+	回生抵抗器のプラス端子
11	L1C	制御電源、220Vac (50/60 Hz) 単相
12	L2C	

4.1.2.2 モーターの配線

ドライバーとモーターを正しく接地してください。

次のモーター配線は、フレーム B および C モデルにのみ適しています。

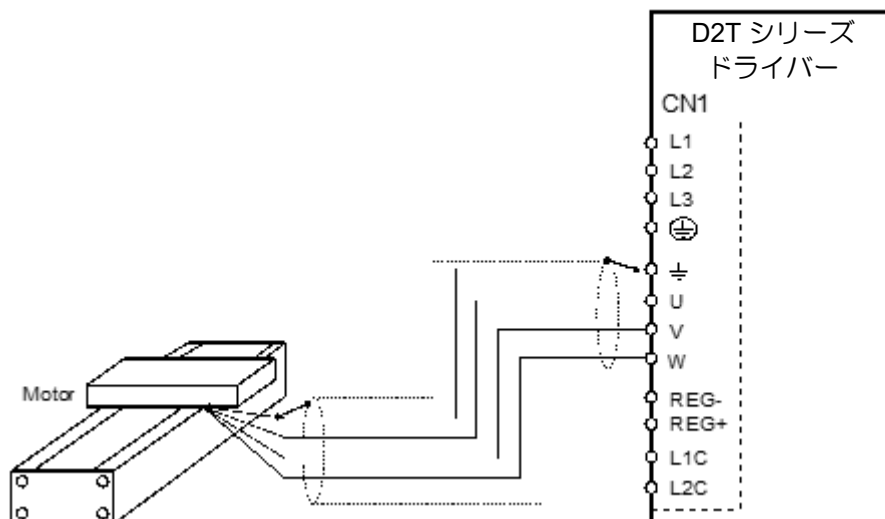


図 4.1.2.2.1

4.1.2.3 回生抵抗の配線

回生抵抗はオプションです。 実際の用途に合わせて設置してください。

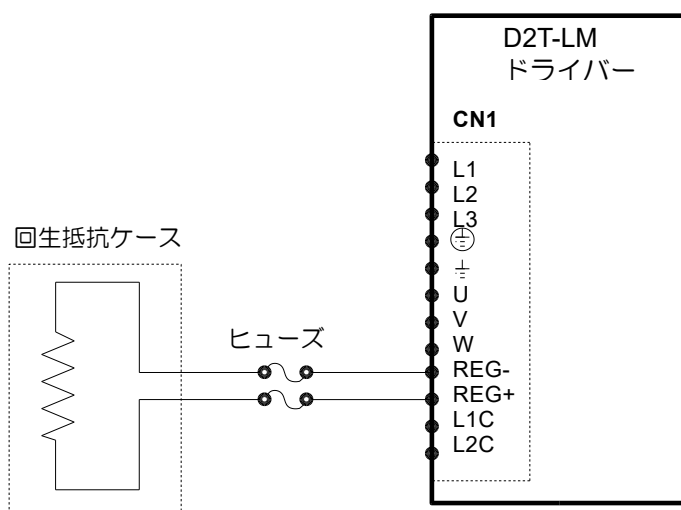


図 4.1.2.3.1

**ATTENTION**

- ◆ 配線および関連する検査は専門の技術者が行う必要があります。
- ◆ 感電やその他の危険を避けるため、配線や点検の前に電源を切ってください。
- ◆ 電源を切った後、5分間は電源端子に触れないでください。ドライバー内の電圧は高いままです。
- ◆ 配線は正しく行わないと、モーターの暴走、人身事故、機械の故障、その他思わぬ事故の原因となります。
- ◆ モーターの U、V、W 端子を電源に接続しないでください。
- ◆ 電源とモーターのコネクターはしっかりと締めてください。火災の原因となります。
- ◆ ドライバーとモーターが適切に接地されていることを確認してください。
- ◆ 配線を行う前にドライバーとモーターを取り付けてください。感電の恐れがあります。
- ◆ ケーブルを傷つけたり、引っ張ったり、圧迫したりしないでください。感電の原因となります。
- ◆ ドライバーが近くの電子機器と干渉する可能性があります。ノイズフィルターを使用すると、電磁干渉の影響を軽減できます。
- ◆ ドライバーにはいかなる変更も加えないでください。
- ◆ 主回路ケーブル、入出力信号ケーブル、エンコーダーケーブルを同一ダクト内に入れたり、束ねたりしないでください。配線間隔は30cm以上あけてください。
- ◆ 主回路端子の配線は以下の点をお守りください。
 - ※ 同一ソケットに2本以上の電線を挿入しないでください。
 - ※ 挿入後は隣接する電線とショートしていないか確認してください。
 - ※ 指定された電源電圧で使用しないと、火災や駆動破損の原因となります。
- ◆ 電源が不足したり、変動が大きい状態でドライバーを使用する場合は、規定の電圧変動範囲内で電源が供給されていることを確認してください。ドライバーが破損する恐れがあります。
- ◆ 外部配線の短絡によるドライバーの損傷を防ぐため、ブレーカーなどの安全装置を設置してください。
- ◆ 以下の環境でドライバーを使用する場合は、適切な絶縁およびシールド対策を講じてください。そうしないと、ドライバーの動作不良が発生する可能性があります。
 - ※ 静電気による障害が発生する環境
 - ※ 強い電界や磁界が存在する環境
 - ※ 放射線が放出される環境
- ◆ 内部電子電源コンポーネントの劣化の促進を避けるため、電源を頻繁にオン/オフしないでください。連続して電源をオン/オフする必要がある場合は、3 分以上の間隔をあけてください。

4.1.3 CN2 ブレーキ力

CN2はフレームB、Cモデル用のブレーキコネクタです。使用前にピンアサインを確認してください。同じ動力源を他のものと共有する代わりに、ブレーキ力を独立させることが提案されています。

リレー付きブレーキ配線を使用して、ドライバーとブレーキの DC24V 電源を接続します。

コネクタモデル: WAGO 734-104

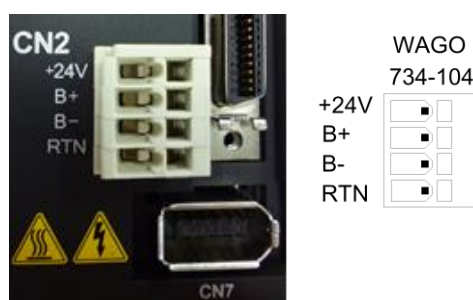


図 4.1.3.1

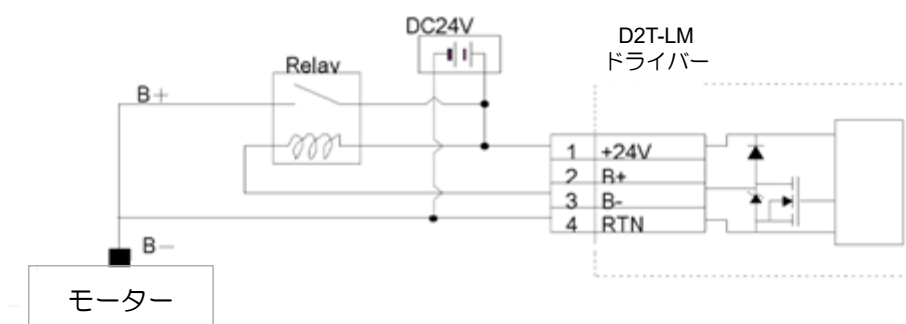


図 4.1.3.2 CN2 ブレーキ配線（リレー付）

4.1.4 CN3 USB 通信

miniUSB を PC に接続することで、ドライバーのモニタリングや動作テスト、パラメーターの書き込みなどが行えます。対応する操作については第 5 章を参照してください。

miniUSB 通信の配線図

HIWIN シールド付きネットワークケーブル「USB 2.0 Type A to mini-B 5PIN (3m)」を使用してください。

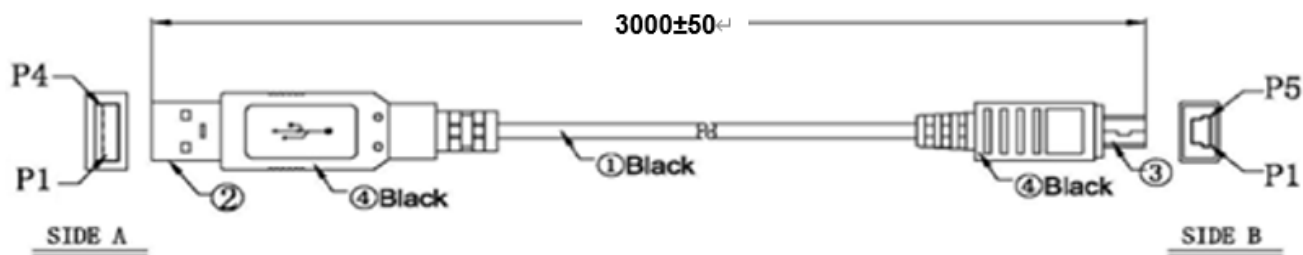


図 4.1.4.1

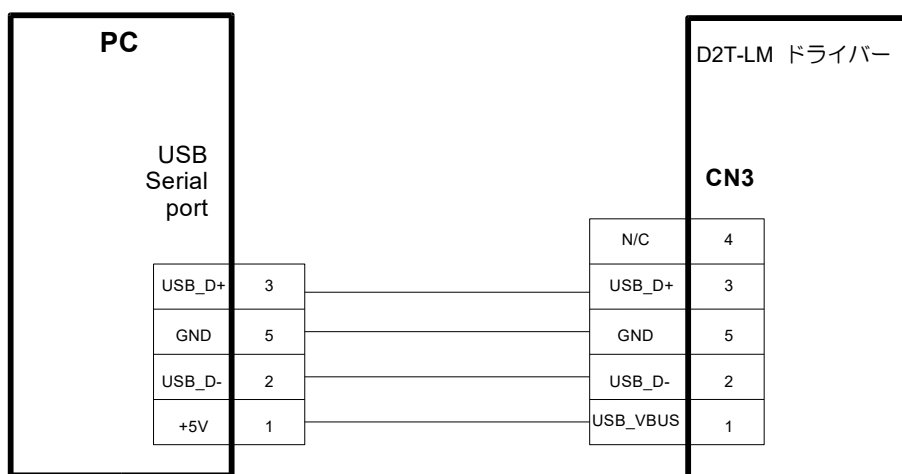


図 4.1.4.2

4.1.5 CN6 制御信号

パルスコマンドおよび PWM コマンドの場合、ハイレベル入力電圧は 2V 以上、ローレベル入力電圧は 0.8V 未満である必要があります。

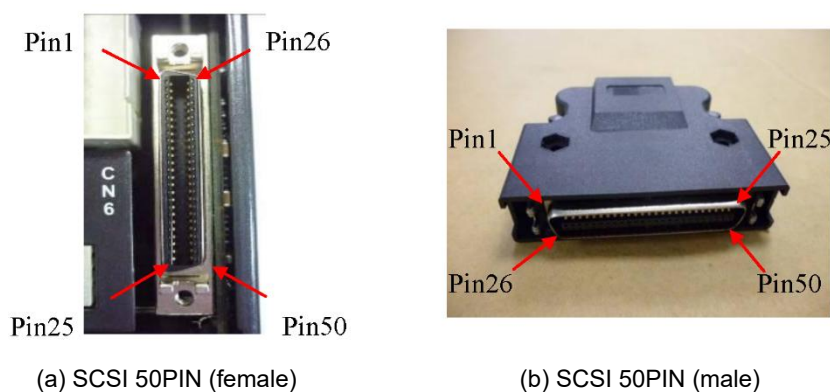


図 4.1.5.1

表 4.1.5.1 CN6 のピン配置

ピン	信号	機能
1	CWL	低速（シングルエンド：250Kpps、差動：500Kpps）パルス指令 チャンネル 1：パルス、CW、A 相
3	CWL+	
4	CWL-	
2	CCWL	低速（シングルエンド：250Kpps、差動：500Kpps）パルス指令 チャンネル 2: Dir、CCW、B 相
5	CCWL+	
6	CCWL-	
13	SG	デジタルアース基準
21	A	フィードバックパルス出力（バッファエンコーダーまたはエミュレートエンコーダー） RS422
22	/A	
48	B	
49	/B	
23	Z	
24	/Z	
25	SG	デジタルアース基準
19	CZ	Z 相出力（オープンコレクタ）
14	ADC0+	速度/トルクのアナログコマンド入力(+/-10V)
15	ADC0-	

16	ADC1+	N/A
17	ADC1-	
18	ADC2+	
20	ADC2-	
43	AO1	モータートルクを監視するためのアナログ電圧出力 (+/-10V)
44	CWH+	高速 (4Mpps) パルス指令
45	CWH-	チャンネル 1 : パルス、CW、A 相
46	CCWH+	高速 (4Mpps) パルス指令
47	CCWH-	チャンネル 2: Dir、CCW、B 相
7	COM	汎用入力信号 (シンクまたはソース) のコモンポイント
33	I1	汎用入力信号 (プログラマブル機能)
30	I2	
29	I3	
27	I4	
28	I5	
26	I6	
32	I7	
31	I8	
9	I9	
8	I10	
35	O1+	汎用出力信号 (プログラマブル機能)
34	O1-	
37	O2+	
36	O2-	
39	O3+	
38	O3-	
11	O4+	
10	O4-	
40	O5+	
12	O5-	
41	AGND	アナログアース基準
50	FG	フレームグラウンド基準

4.1.6 CN7 エンコーダー

両側のクランプを押し引きして CN7 コネクタを取り外します。

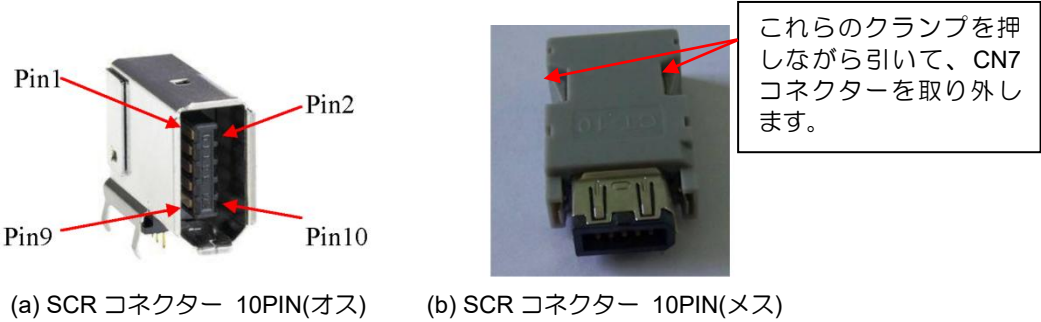


図 4.1.6.1

表 4.1.6.1 CN7 のピン配置

ピン	信号	説明
エンコーダー型式	17-bit	
1	+5Vdc	エンコーダー +5Vdc 電源出力
2	SG	デジタルアースと+5Vdc アース
3	MA+	• 17 bit インクリメンタル：シリアル通信のタイミング出力（MA+、MA-）
4	MA-	
5	SL+	• 17 bit インクリメンタル：シリアル通信のデータ伝送（SL+、SL-）
6	SL-	
7	N/A	
8	N/A	
9	N/A	
10	N/A	
Shield	FG	フレームグランド基準

4.1.7 CN8 EtherCAT 通信

EtherCAT モジュールのネットワークケーブルはシールド機能付きコネクターを選定してください。

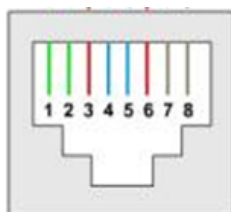


図 4.1.7.1 CN8 RJ45

表 4.1.7.1 CN8 のピン配置

ピン	信号	機能
1	TX+	データ送信のプラス端子
2	TX-	データ送信のマイナス端子
3	RX+	データ受信のプラス端子
4	EtherCAT Gnd	EtherCAT 信号グランド
5	EtherCAT Gnd	
6	RX-	データ受信のマイナス端子
7	EtherCAT Gnd	EtherCAT 信号グランド
8	EtherCAT Gnd	

4.2 ドライバアクセサリ

■ モーター電源ケーブル

部品名	型式	説明
モーター電源ケーブル	HVPS04AA□□MB	200W~1KWモーター用、ブレーキなし、耐屈曲性

□□はケーブル長を示します。 対応表は以下の通りです。

□□	03	05	07	10
ケーブル長 (m)	3	5	7	10

■ エンコーダーケーブル

部品名	型番	説明
エンコーダーケーブル	LMACF□□K	デジタルエンコーダー用、耐屈曲性

□□ はケーブル長を示します。 対応表は以下の通りです。

□□	02	03	05	07	10
ケーブル長 (m)	2	3	5	7	10

■ 制御信号ケーブル

部品名	型番	説明
制御信号ケーブル	LMACF02D	長さ2m、上位コントローラーに接続します。 ケーブルの端子はフリーになっており、上位コントローラーのコネクターに合わせてはんだ付け可能です。

■ 通信ケーブル

部品名	型番	説明
USB通信ケーブル	180300300001	USB 2.0 Type A - mini-B 5PIN、長さ3m。ドライバの端子はmini-Bコネクターです。

■ コネクターキット

D2T-LMシリーズ モデル	型式	説明	数量
B, Cフレーム	D2-CK3	CN1：AC電源、モーター電源、回生抵抗器、ドライバ制御電源のコネクターです。12ピン、ピッチ5mm、ワゴ721-112/026-000	1
		CN2: ブレーキコネクター。4ピン、ピッチ3.5mm	1
		CN6: 制御信号コネクター。 50ピンハンダ付けタイプ EUMAX XDR-10350AS	1
		CN1コネクター固定工具：ワゴ231-131	1
		CN2コネクター固定工具：ワゴ734-230	1

■ EMC アクセサリキット

部品名	型式	説明	数量
D2T-LM 単相用EMCアクセサリ キット	D2-EMC1	単相フィルター：FN2090-6-06、フレームB用 (定格電流：6A、漏れ電流：0.67mA)	1
		EMIコア KCF-130-B	2
	D2-EMC3	単相フィルター：FN2090-10-06、フレームC用 (定格電流：10A、漏れ電流：0.67mA)	1
		EMIコア KCF-130-B	2
D2T-LM 三相用EMCアクセサリ キット	D2-EMC2	三相フィルター：FN3025HL-20-71 (定格電流：20A、漏れ電流：0.4mA)	1
		EMIコア KCF-130-B	2

注: EMI 磁気リングはノイズ干渉を軽減できます。要件に応じて主電源ケーブル、モーター電源ケーブル、エンコーダーケーブル、またはパルス制御ケーブルに適用できます。

■ 回生抵抗

部品名	型式	抵抗値	定格電力 / ピーク電力
回生抵抗	RG1	68Ω	100W / 500W
	RG2	120Ω	300W / 1500W

■ コネクター仕様

コネクター	仕様	HIWIN 部品番号	線仕様	注記
AC電源ケーブル (CN1)	EU 12ピン 5.0mm プラグイン可能な メスコネクター	051500400269 WAGO 2092-1112	12~24AWG 推奨: 12AWG / 600V	注記 1
モーター電源ケーブル (CN1)				
回生抵抗(CN1)				
制御電源ケーブル (CN1)				
制御信号ケーブル (CN6)	50 ピン、0.050 インチ ミニ D リボン (MDR)、標準はんだコネクター	051500400272 SCSI 50PIN (male)	24~30AWG	注記 1
エンコーダーケーブル (CN7)	HIWIN標準エンコーダーケーブル			
ブレーキ信号 (CN2)	EU 3ピン 2.5mm プラグイン可能なメスコネクター	051500400251 WAGO 733-103	20~28AWG	注記 1 取付具: 733-130
Mini USB 通信 (CN3)	SB 2.0 Type A to mini-B 5PIN (3m) (シールド)	180300300001		オプション

Note 1: アクセサリ キットには、CN1、CN2、CN6 のコネクター (733-130 固定ツール付き) が含まれています。

HIWIN P/N: 051800200070

Note 2: 配線時はすべての電源を切り、感電を避けるため固定工具を使用してください。

4.3 主電源の配線

⚠ ATTENTION

- ◆ 配線および関連する検査は専門の技術者が行う必要があります。
- ◆ 感電やその他の危険を避けるため、配線や点検の前に電源を切ってください。
- ◆ 電源を切った後、5分間は電源端子に触れないでください。ドライバーの電圧が高いままです。
- ◆ 配線は正しく行わないと、モーターの暴走、人身事故、機械の故障、その他思わぬ事故の原因となります。
- ◆ ドライバーにはいかなる変更も加えないでください。
- ◆ 内部電子電源コンポーネントの劣化の促進を避けるため、電源を頻繁にオン/オフしないでください。連続して電源をオン/オフする必要がある場合は、3分以上の間隔をあけてください。

4.3.1 交流電源の配線（単相）

50W～400W のモーターには単相フィルターモデル FN2090-6-06、750W～1KW のモーターには FN2090-10-06 の使用を推奨します。

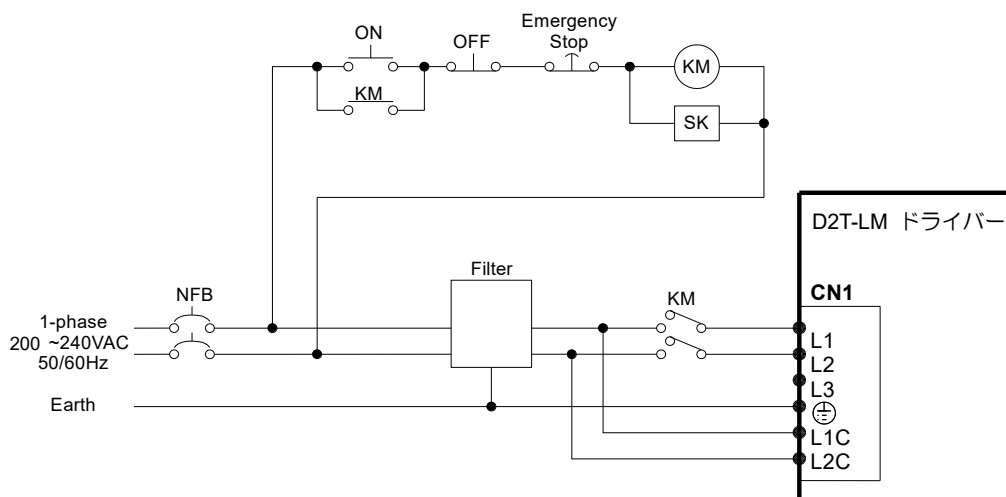


図 4.3.1.1

表 4.3.1.1

FN2090-6-06 フィルター	
最大連続動作電圧	250Vac, 50/60Hz
動作周波数	DC～400Hz
定格電流	1～30A @40°C
サージパルス保護	2KV, IEC 61000-4-5

4.3.2 交流電源の配線（三相）

FN3025HL-20-71 の三相フィルターの使用を推奨します。

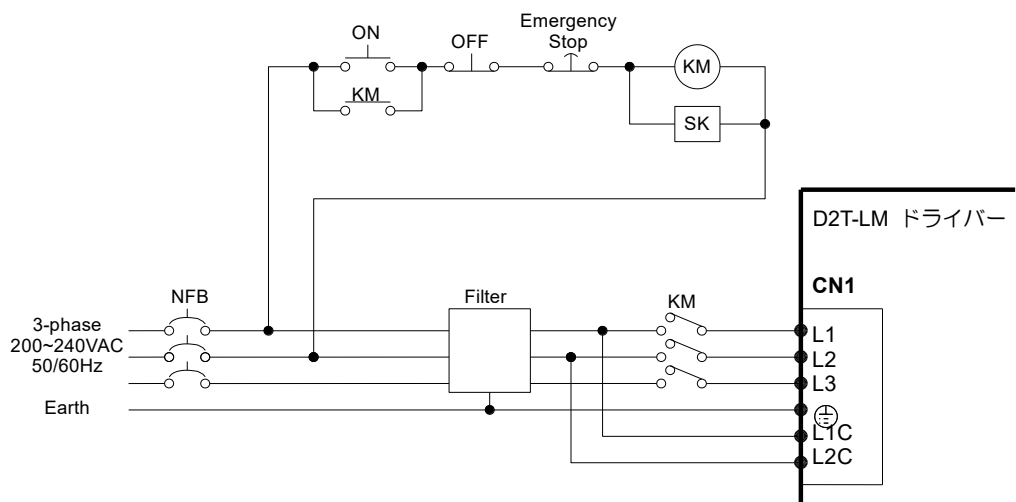


図 4.3.2.1

表 4.3.2.1

FN3025HL-20-71 フィルター	
最大連続動作電圧	3 x 520/300Vac
動作周波数	DC to 60Hz
定格電流	10~50A @50°C

4.4 複数ドライバーの接続

注意：

ドライバー間の電源を並列接続するためにドライバーの電源コネクタを使用しないでください。

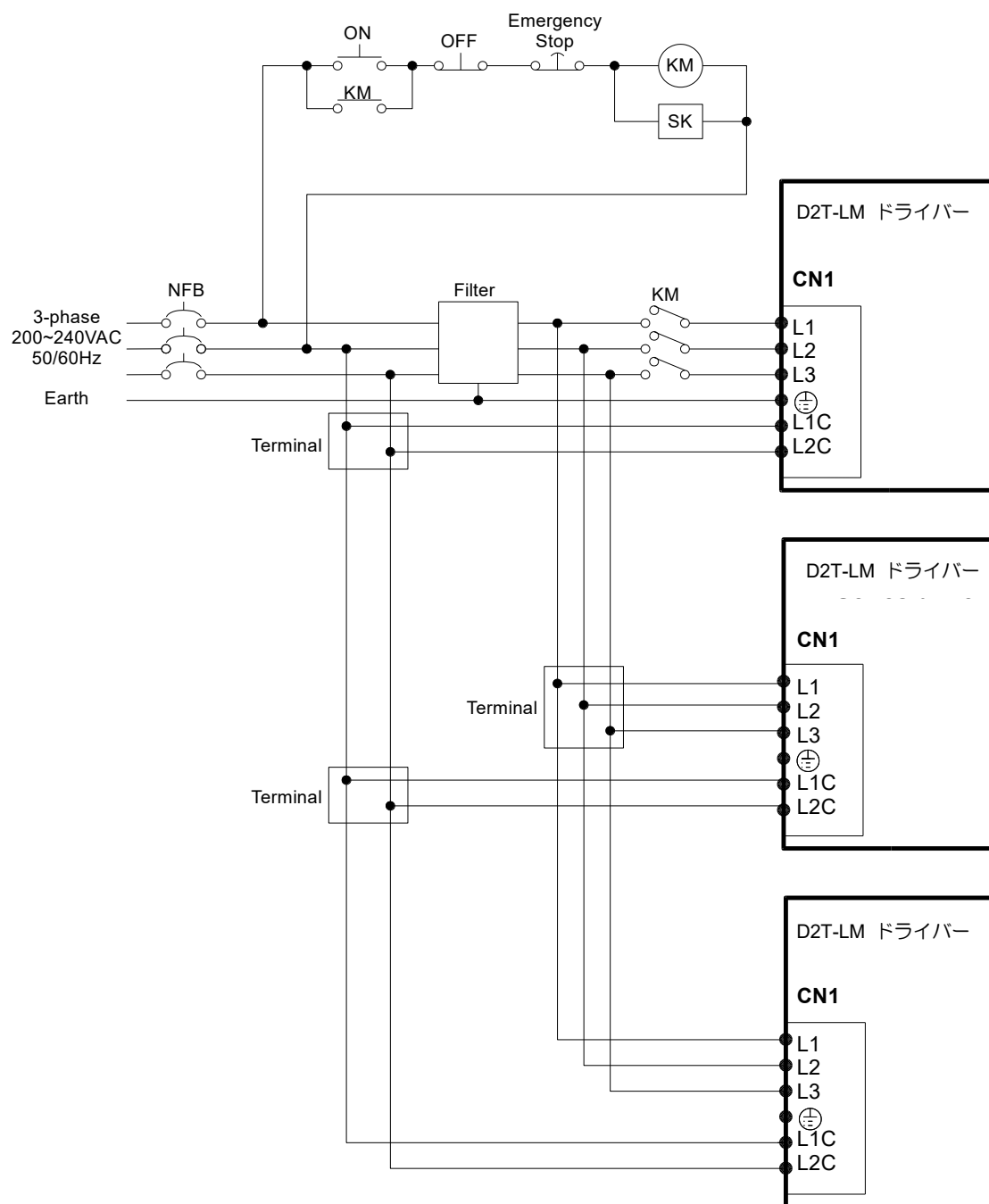


図 4.4.1

■ ノーヒューズブレーカー（NFB）の選定

NFB をドライブシャフトに使用する場合、原則としてその定格容量はモーター定格電流の 1.5～2.5 倍となります。 選択方法は以下の通りです。

1 つのドライバー: $I_B = C \times I_n$

2 つ以上のドライバーが同時に起動されていない場合: $I_B = (\sum I_n - I_{nMAX}) \times K + C_{MAX} \times I_{nMAX}$

2 つ以上のドライバーが同時に起動される場合: $I_B = C_1 \times I_{n1} + C_2 \times I_{n2} + \dots + C_N \times I_{nN}$

【注】

I_B : 定格 NFB 電流

I_n : 定格駆動電流

I_{nMAX} : 異なるドライバー間の最大定格電流

C : 定格電流の倍数、通常は 1.5 ～ 2.5、または決定できない場合は 1.5

C_{MAX} : ドライバー間の最大定格電流に対する定格電流の倍数

K : デマンド率; 判断できない場合は 1

例:

D2T-0423-◇-B□ を 5 台、D2T-1023-◇-C□ を 1 台使用する場合 (C と C_{MAX} が 2 であると仮定)

同時に開始しない場合: $I_B = (4.1 \times 5 + 7.5 - 7.5) \times 1 + 7.5 \times 2 = \underline{35.5} A_{rms}$

同時にスタートする場合: $I_B = 2 \times 4.1 + 2 \times 4.1 + 2 \times 4.1 + 2 \times 4.1 + 2 \times 4.1 + 2 \times 7.5 = \underline{56} A_{rms}$

表 4.4.1 D2T-LM シリーズドライバーの定格入力電流

ドライバー型式	定格入力電流
D2T-0423-◇-B□	4.1A _{rms}
D2T-1023-◇-C□	7.5A _{rms}

4.5 入出力信号の配線

ユーザーはソフトウェアを通じて各 I/O の機能を設定できます。D2T モデルの CN6 コネクタは汎用入力 10 点、汎用出力 5 点を備えています。次の図は配線の一部のみを示しています。

4.5.1 デジタル入力の配線

D2T-LM シリーズドライバーの汎用入力は、DC12V～DC24V の電圧システムに適したフォトカプラ入力インターフェースを採用しています。D2T-LM モデルには 10 個の汎用入力と 1 つの COM ポートがあり、シンクとソースの両方の接続に適しています。I3 のデフォルト機能は「Axis Enable」です。その他はユーザーの要件に基づいてヒューマン マシン インターフェース (HMI) によって設定できます。

4.5.1.1 シンク入力の配線例

- スイッチまたはリレーを介したシンク入力の配線例

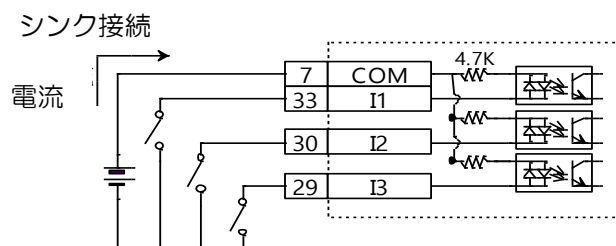


図 4.5.1.1.1

- トランジスタ経由のシンク入力配線例

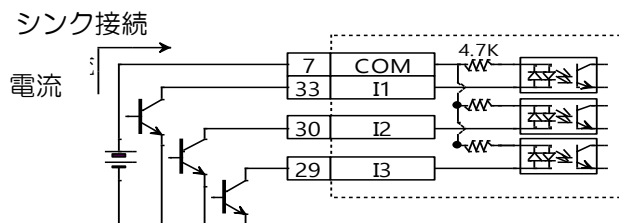


図 4.5.1.1.2

4.5.1.2 ソース入力の配線例

■ スイッチまたはリレーを介したソース入力の配線例

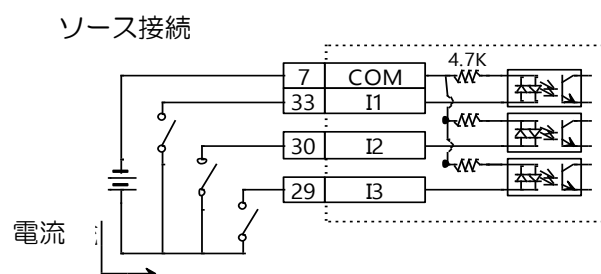


図 4.5.1.2.1

■ トランジスタ経由のソース入力配線例

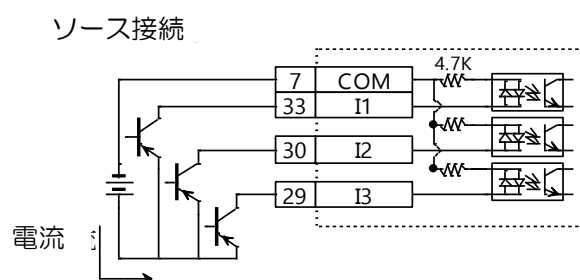


図 4.5.1.2.2

4.5.2 デジタル出力の配線

D2T-LM シリーズドライバーの汎用出力は、DC24V 以下の電圧システムに適したフォトカプラ Darlington 出力インターフェースを採用しています。D2T-LM モデルは 5 つの汎用出力を備えています。各出力は独立した Darlington オープンコレクター回路を備えています。最大許容電流は 100mA です。ユーザーはソフトウェアを通じて各出力の機能を設定できます。

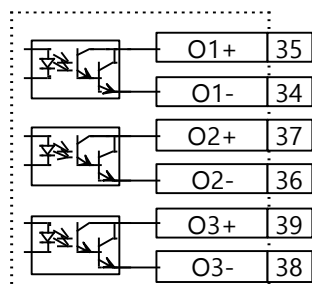


図 4.5.2.1

■ リレー経由の出力配線例

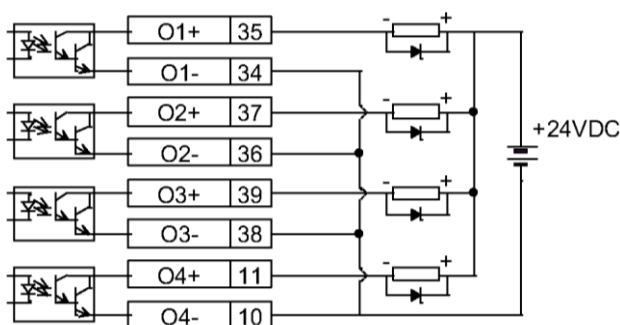


図 4.5.2.2

■ フォトカプラによる出力配線例

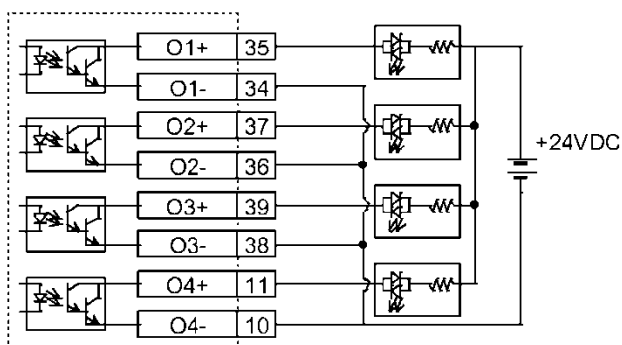


図 4.5.2.3

4.6 制御コマンドの配線例

次の図は配線の一部のみを示しています。

4.6.1 パルス指令のシステム配線図

ポジションモードでは上位コントローラーから3種類のパルス指令を受け付けることができます。詳細については、セクション 3.1.1 を参照してください。

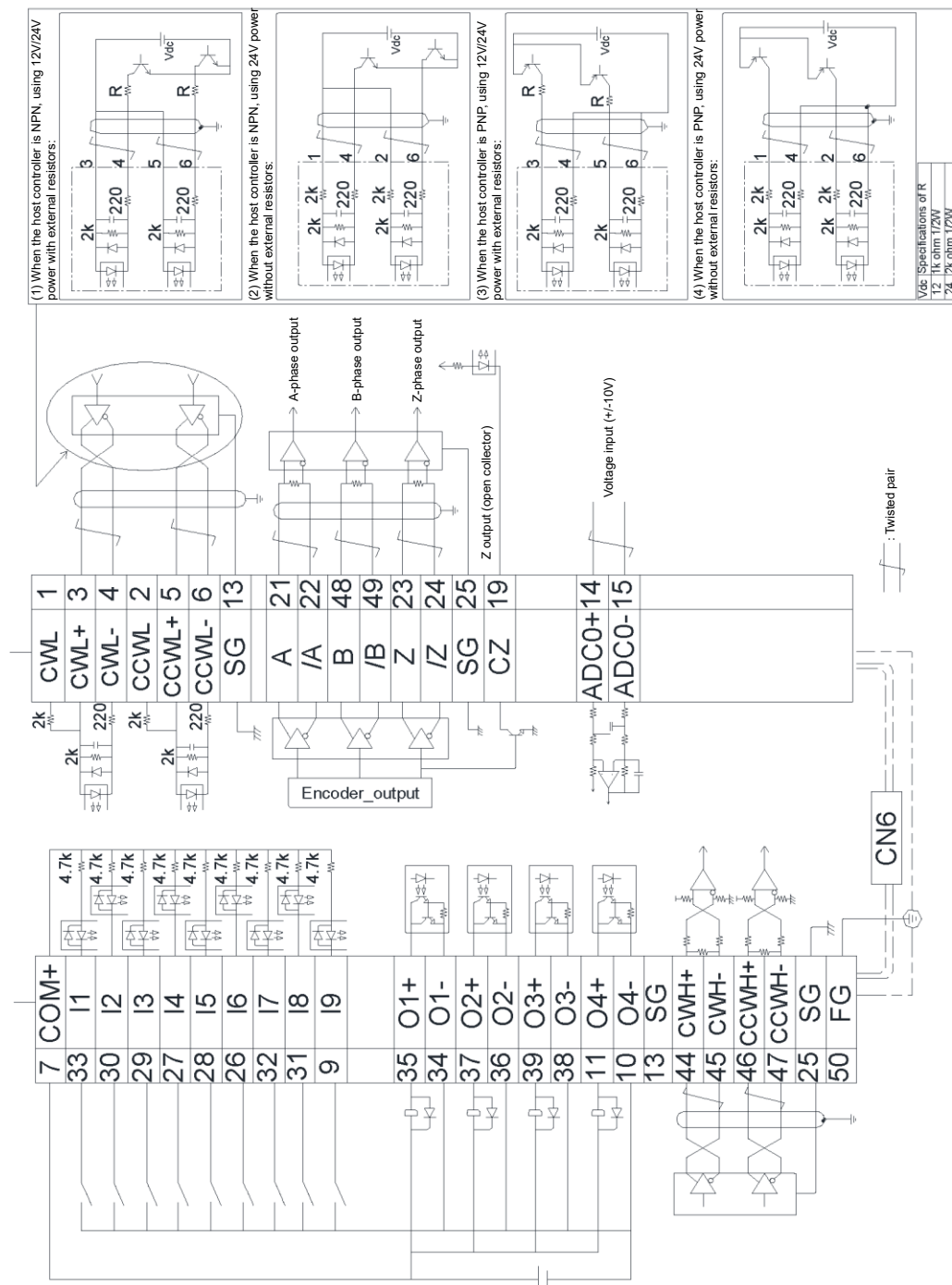


図 4.6.1.1

4.6.1.1 差動インターフェース

差動インターフェースを持つホストコントローラーの配線例:

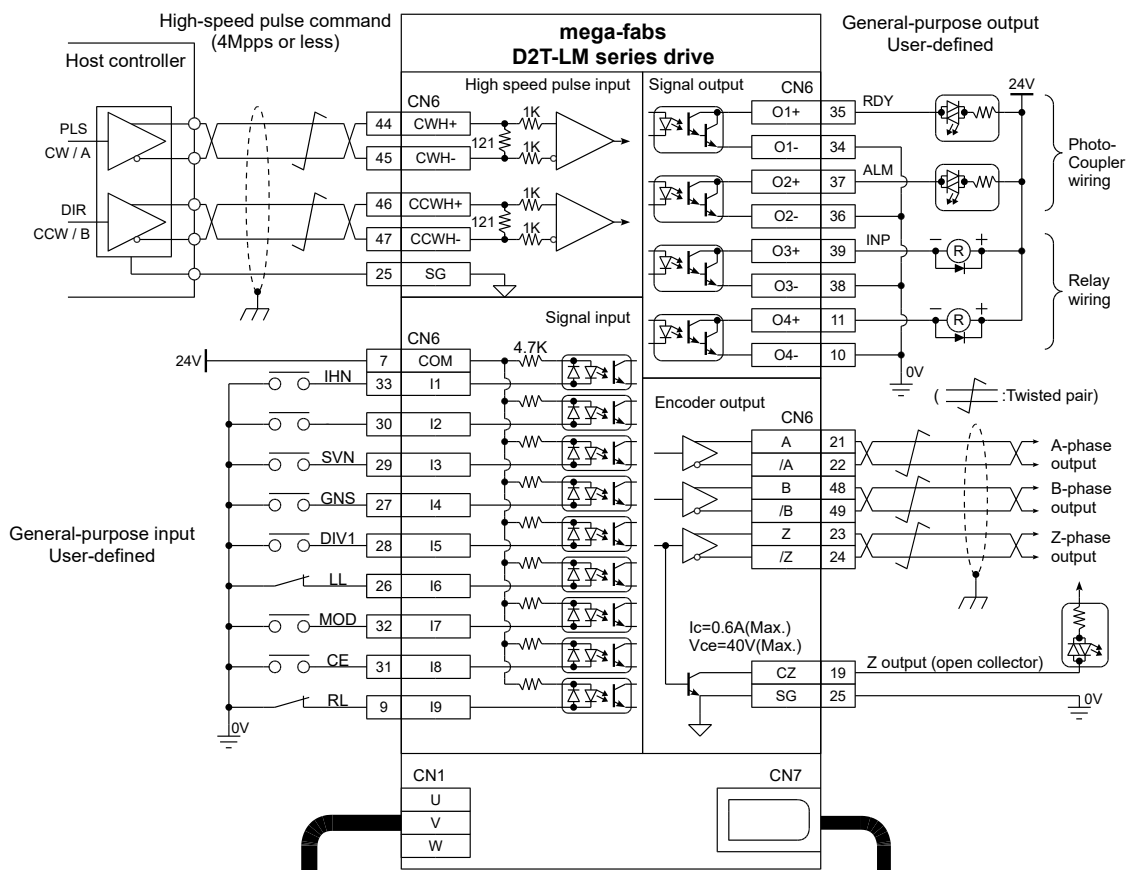
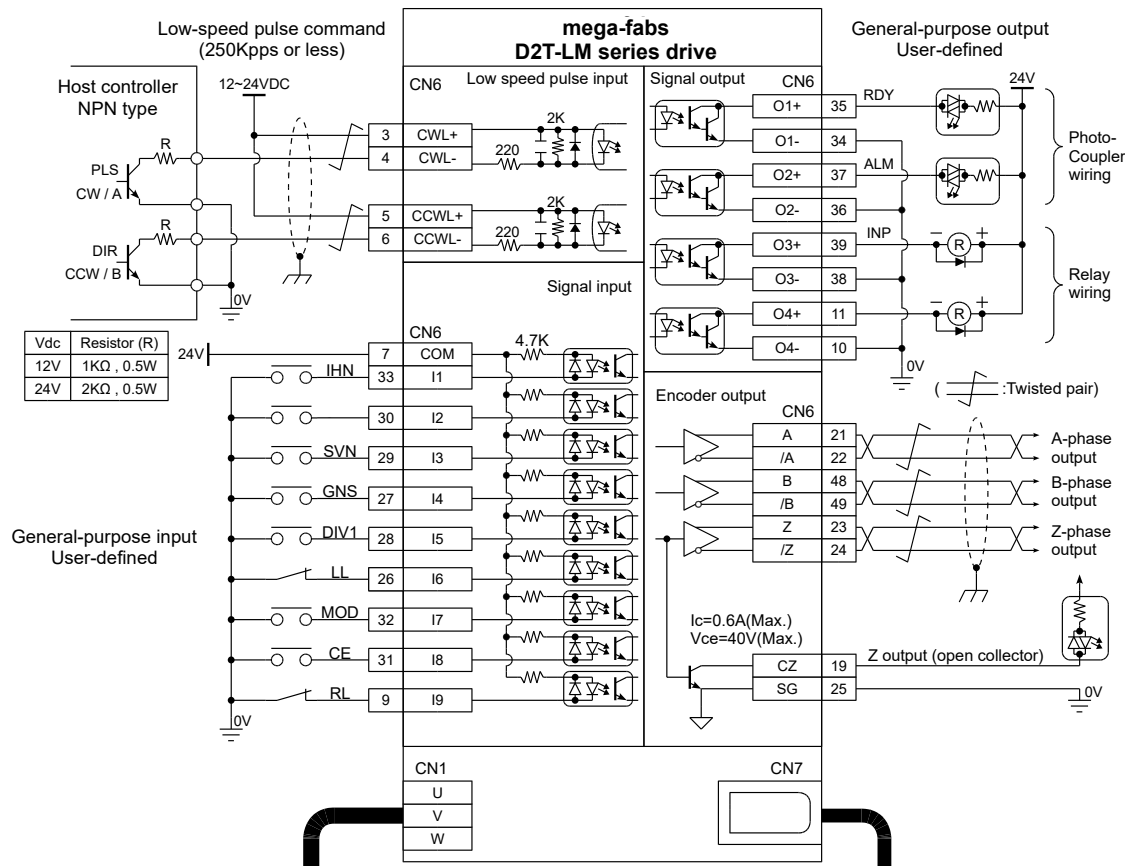


図 4.6.1.1.1

4.6.1.2 電流制限抵抗を備えたシンク (NPN) インターフェース

電流制限抵抗付き NPN インターフェースを持つホストコントローラーの配線例：



4.6.1.2.1

4.6.1.3 電流制限抵抗なしのシンク (NPN) インターフェース

電流制限抵抗なしの NPN インターフェースを持つホストコントローラーの配線例：

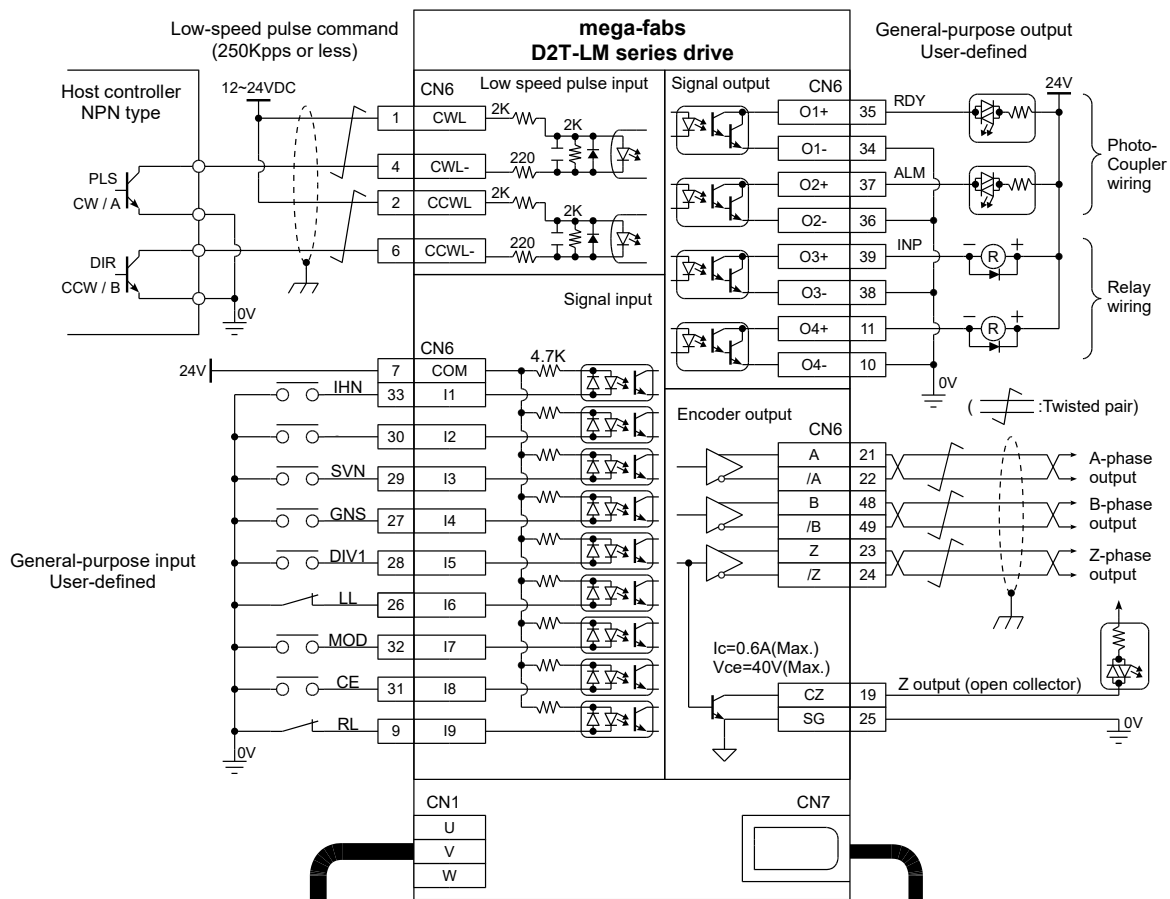


図 4.6.1.3.1

4.6.1.4 電流制限抵抗を備えたソース (PNP) インターフェース

電流制限抵抗付きの PNP インターフェースを持つホストコントローラーの配線例:

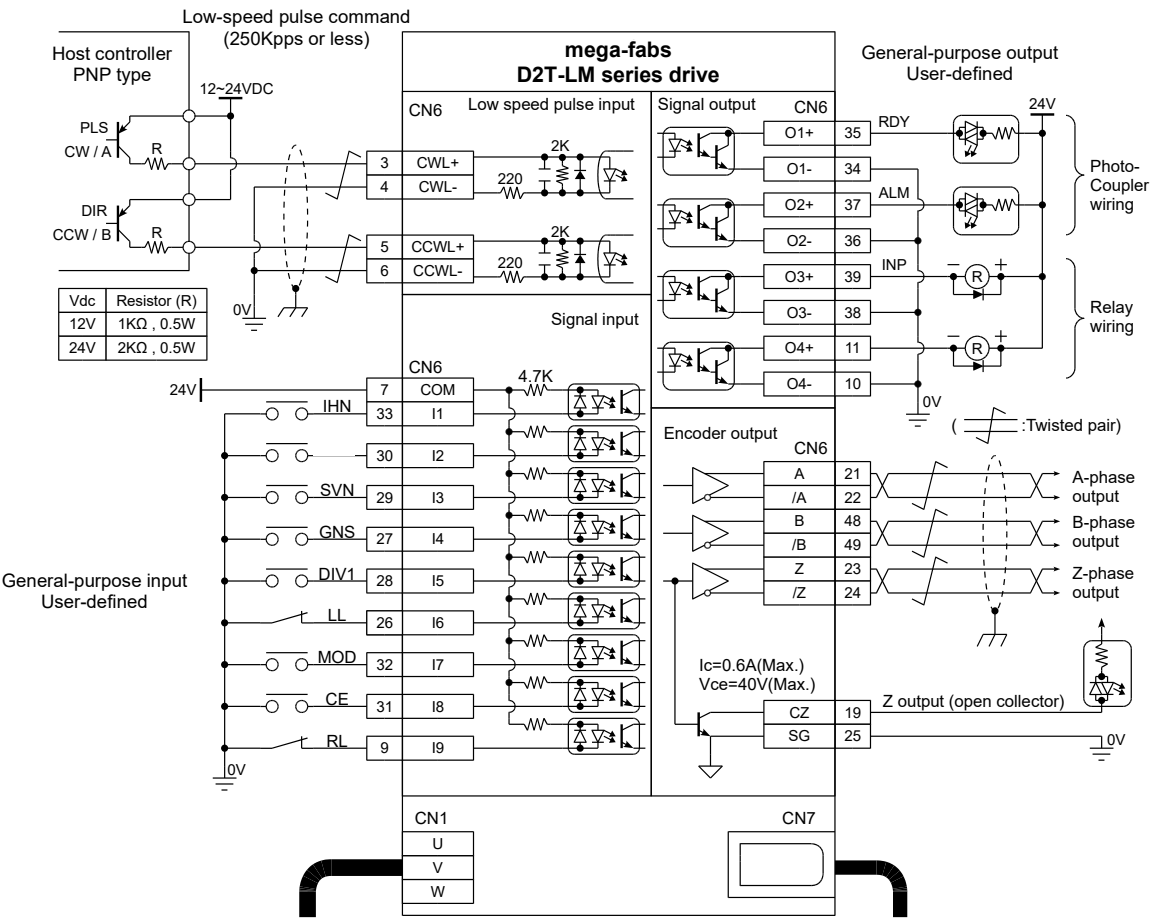
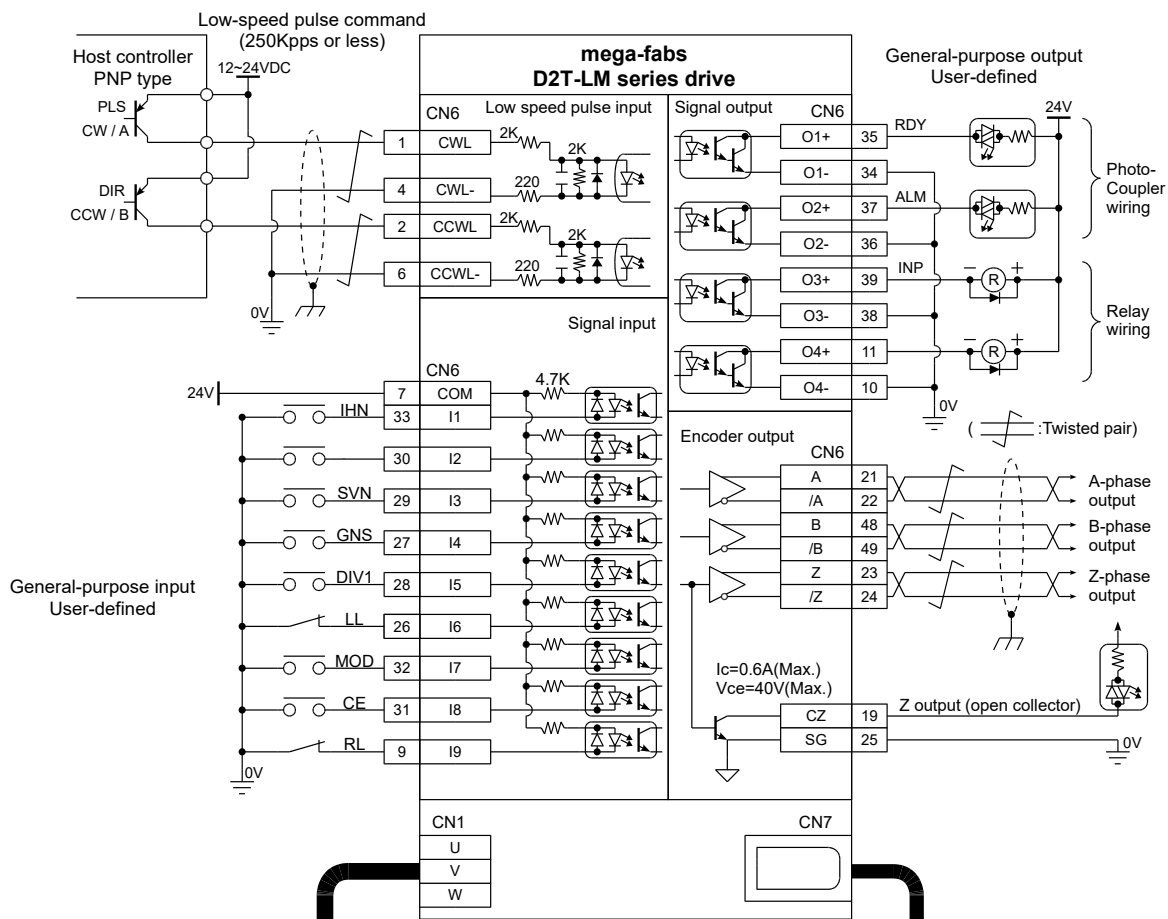


図 4.6.1.4.1

4.6.1.5 電流制限抵抗のないソース (PNP) インターフェース

電流制限抵抗なしの PNP インターフェースを持つホストコントローラーの配線例:



4.6.1.5.1

4.6.1.6 5V TTL インターフェース

5V TTL インターフェースを持つホストコントローラーの配線例:

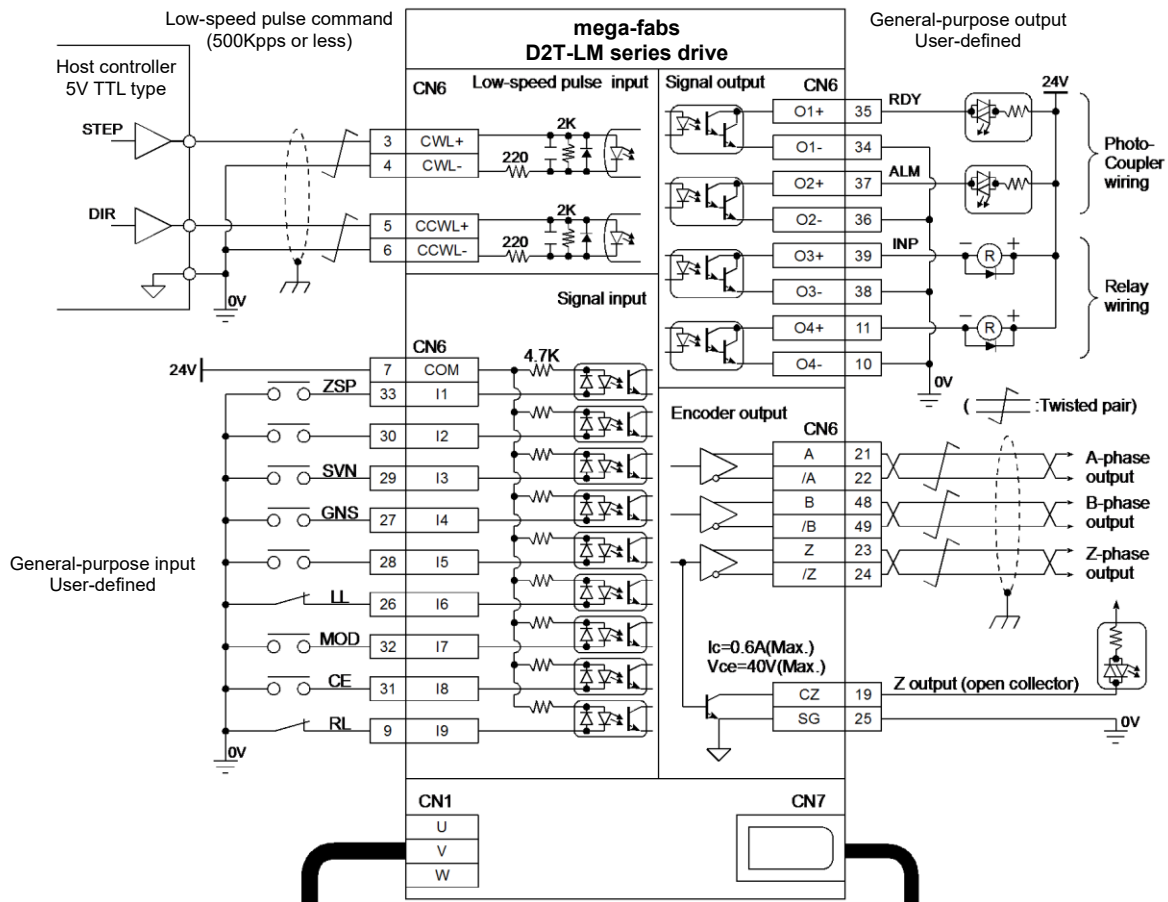
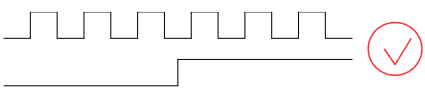
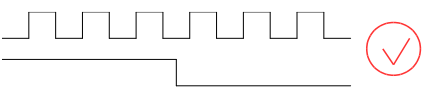
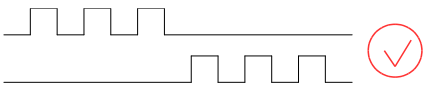
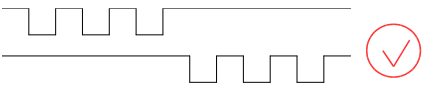
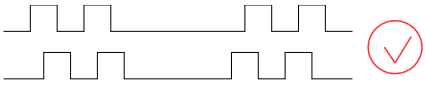
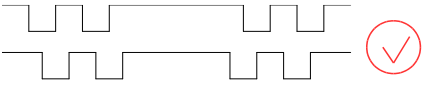


図 4.6.1.6.1

D2T-LM シリーズドライバが受け付けるパルス指令の信号論理は以下のとおりです。

表 4.6.1.6.1

パルス指令	正論理	負論理
Pulse Dir		
CW CCW		
A 相 B 相		

上位コントローラーのパルス指令がシングルエンド負論理 CW/CCW 信号の場合、以下の配線を行うことで正論理 CW/CCW 信号に変換できます。

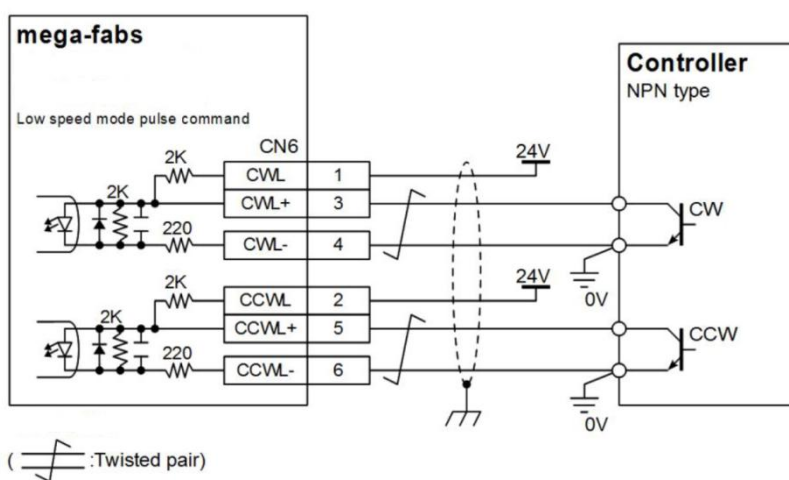


図 4.6.1.6.2 シングルエンド負論理を正論理の CW/CCW 信号に変換する配線例

4.6.2 電圧指令のシステム配線図

ドライバーは、速度およびカトルクモードでホストコントローラーからの電圧コマンドを受け入れることができます。

詳細については、セクション 3.1.2 およびセクション 3.1.3 を参照してください。

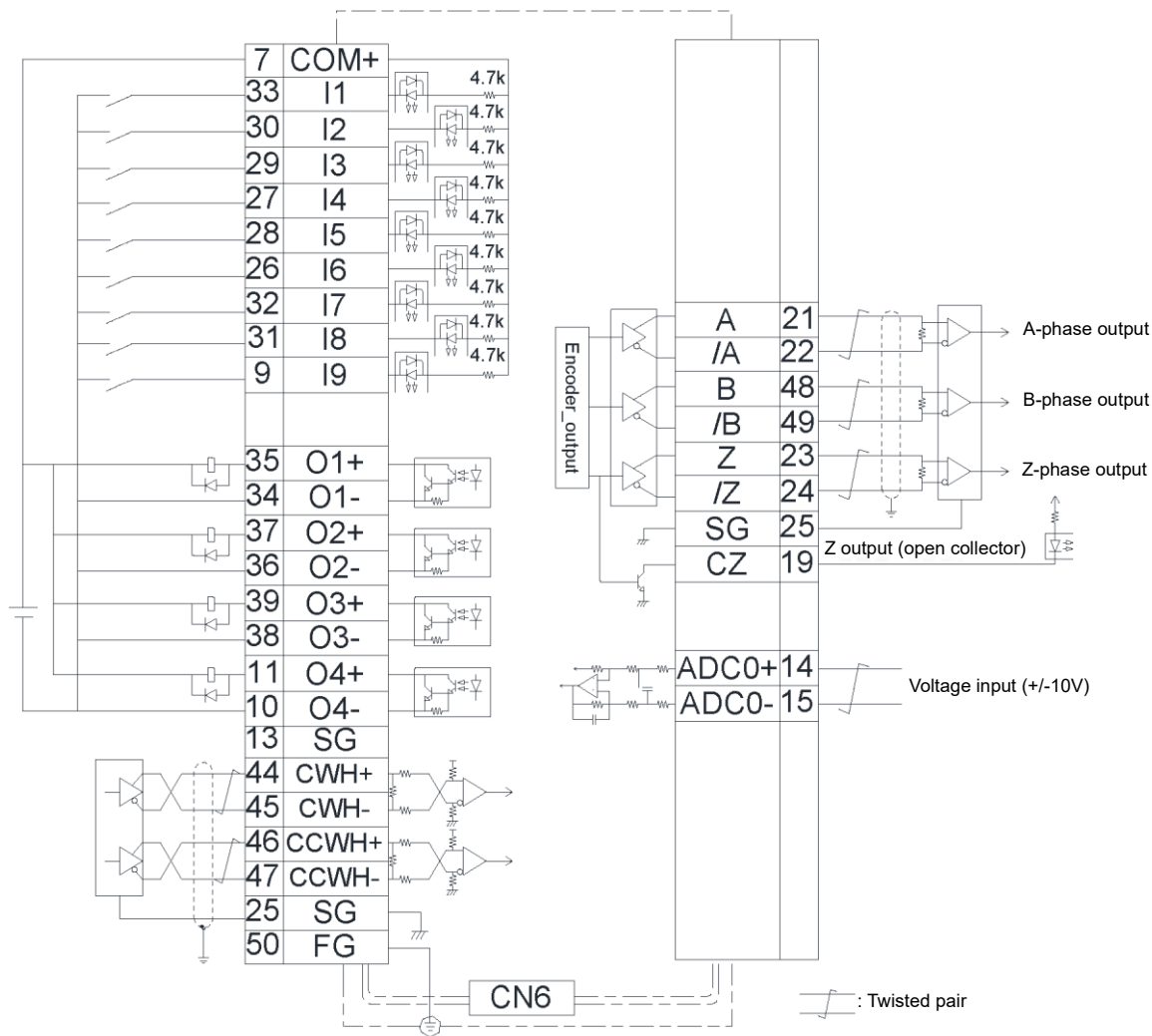


図 4.6.2.1

-10V ~ +10V 間のインターフェースを持つホストコントローラーの配線例:

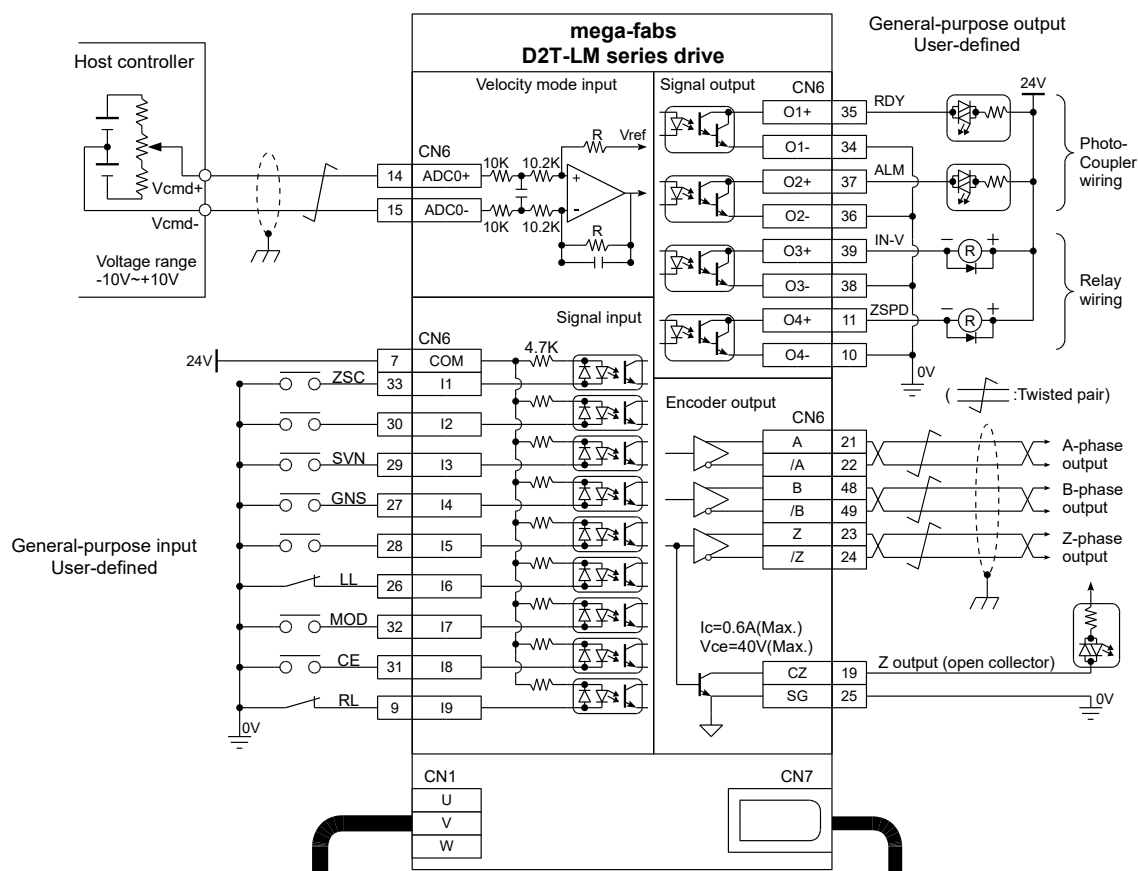


図 4.6.2.2

4.6.3 PWM コマンドのシステム配線図

アナログ電圧コマンドに加えて、D2T-LM シリーズドライバは速度および力/トルクモードでの PWM コマンドも受け入れることができます。PWM コマンドはシングルライン (PWM 50%) とデュアルライン (PWM 100%) の 2 種類に分類されます。詳細については、セクション 3.1.2 およびセクション 3.1.3 を参照してください。

4.6.3.1 PWM 50% を使用した NPN インターフェース

PWM 50% の NPN インターフェースを持つホストコントローラーの配線例:

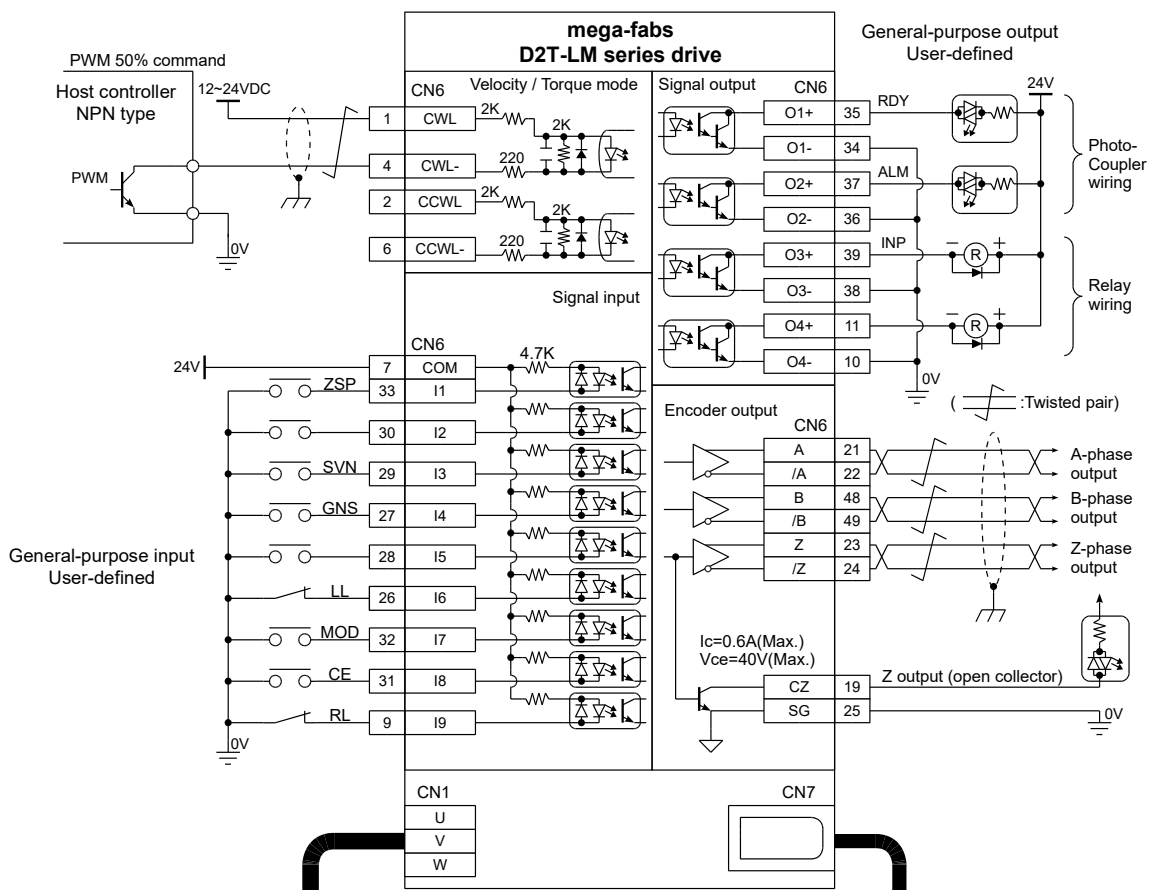
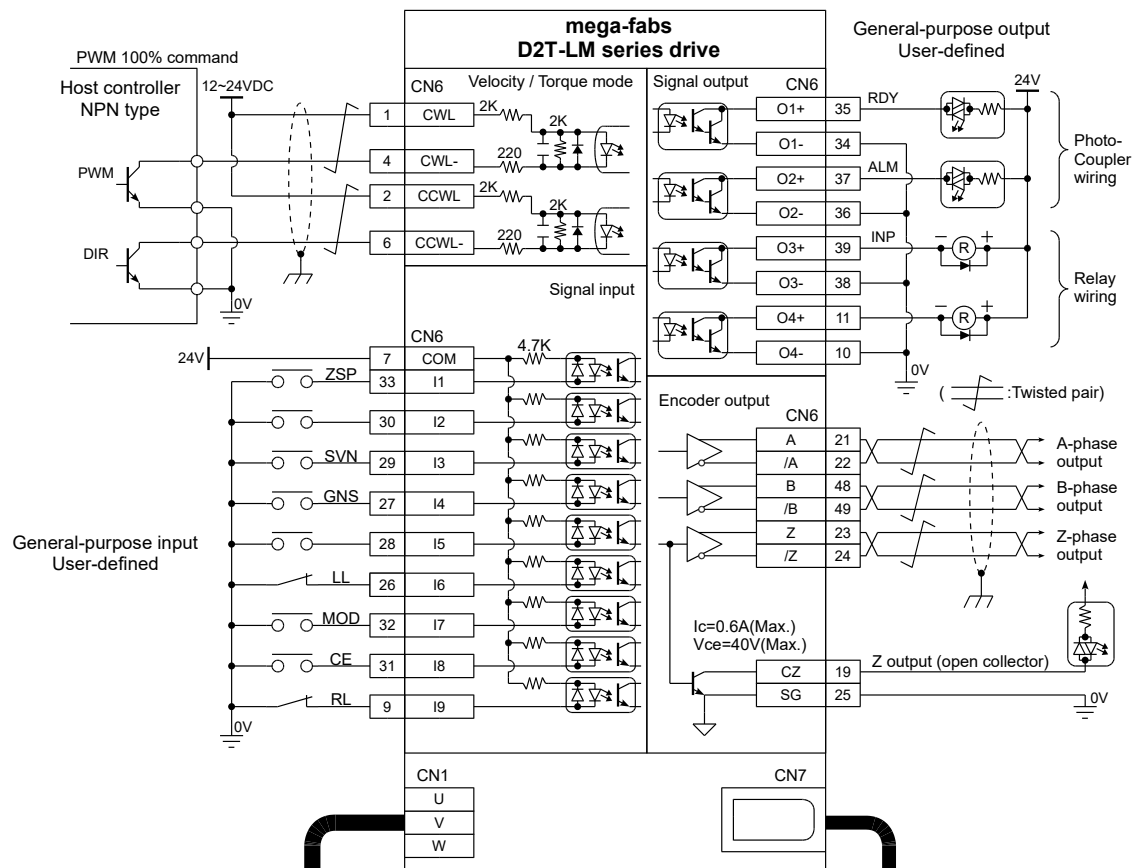


図 4.6.3.1.1

4.6.3.2 PWM 100% を使用した NPN インターフェース

PWM 100% の NPN インターフェースを持つホストコントローラーの配線例:



4.6.3.2.1

4.6.3.3 5V TTL インターフェース (PWM 50%)

PWM 50% の 5V TTL インターフェースを持つホストコントローラーの配線例:

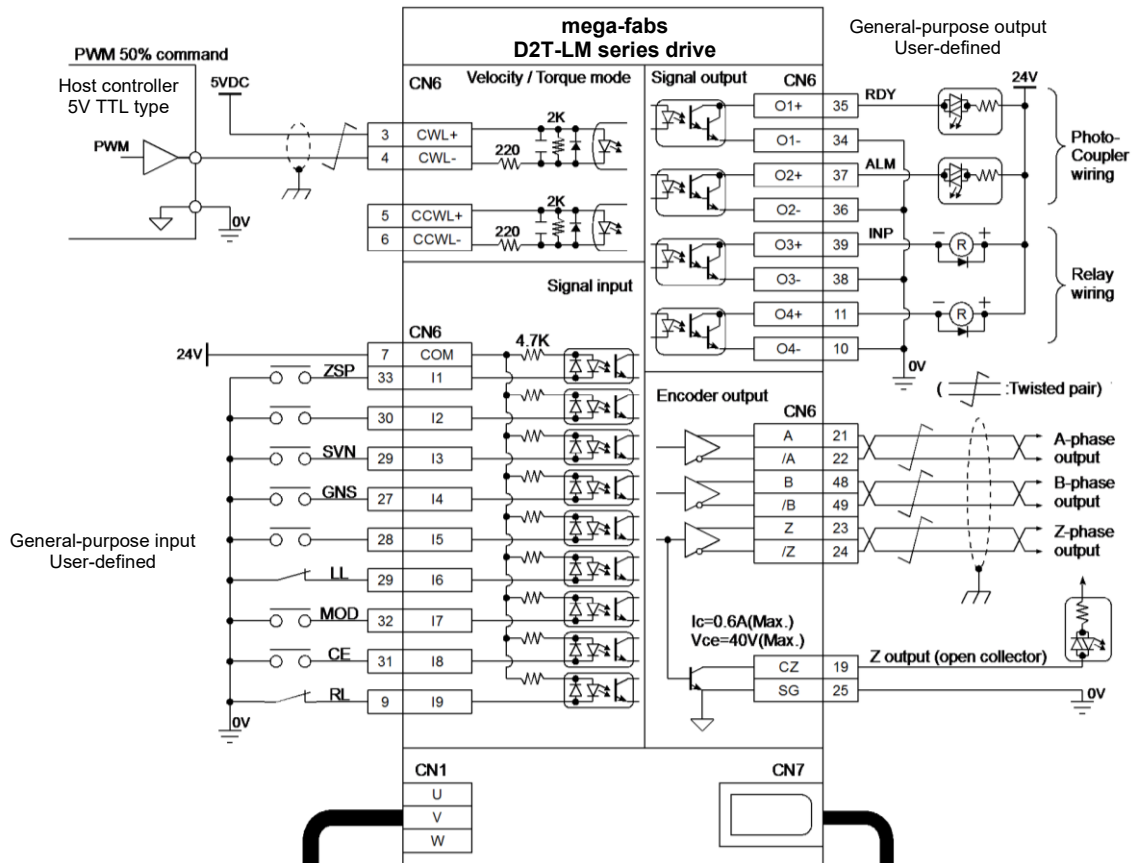


図 4.6.3.3.1

4.6.3.4 PWM 100% の 5V TTL インターフェース

PWM 100% の 5V TTL インターフェースを持つホストコントローラーの配線例:

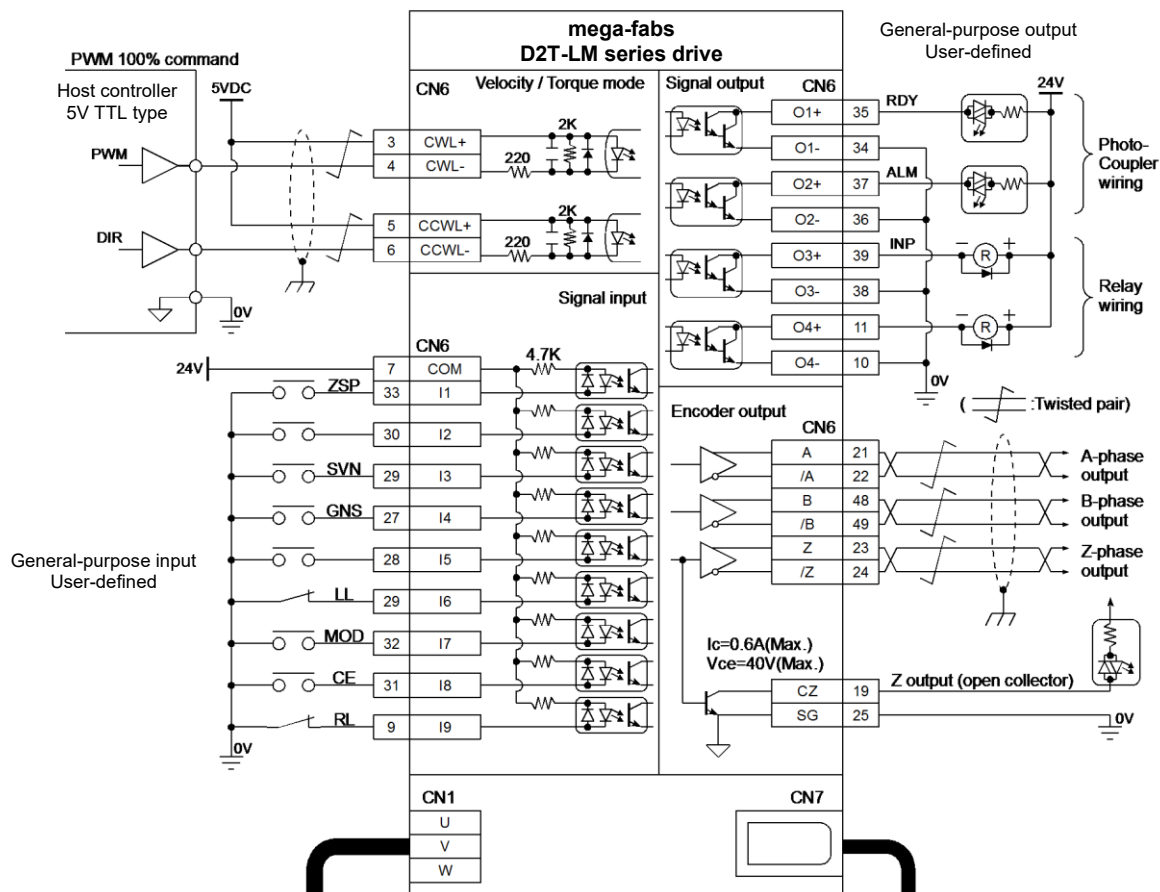


図 4.6.3.4.1

5. ドライバー構成

5.1	設置と通信	5-2
5.1.1	セットアップファイル	5-2
5.1.2	通信設定	5-3
5.1.3	HMI メインウィンドウ	5-6
5.2	構成センター	5-9
5.2.1	モーター構成	5-10
5.2.2	エンコーダーの構成	5-11
5.2.3	動作モードの設定	5-15
5.2.4	設定手順の完了	5-18
5.3	オートフェーズセンター	5-19
5.3.1	モードの説明	5-19
5.3.2	事前操作	5-20
5.3.3	設定手順	5-20
5.3.4	トラブルシューティング	5-23
5.4	I/O センター	5-24
5.4.1	デジタル入力	5-24
5.4.2	デジタル出力	5-35
5.4.3	アナログ出力	5-40
5.5	インポジション信号の設定	5-41
5.6	原点復帰設定	5-43
5.6.1	左右に移動して原点復帰する	5-45
5.6.2	原点付近センサー/原点復帰インデックスを使用する	5-48
5.6.3	CiA 402 プロトコルで原点復帰方式を使用する	5-50
5.7	パラメーターをフラッシュに保存し、工場出荷時の初期値に戻す	5-55
5.7.1	パラメーターをフラッシュに保存する	5-55
5.7.2	工場出荷時の初期値に戻す	5-55
5.8	HMI によるパラメーター設定例	5-56
5.8.1	位置モード	5-56
5.8.2	速度モード	5-58
5.8.3	力/トルクモード	5-60
5.8.4	スタンドアロンモード	5-61

5.1 設置と通信

D2T-LM シリーズ駆動用のヒューマンマシンインターフェース(HMI)は Lightning と呼ばれます。 mini USB を介して、PC とドライバを接続する Lightning は、初期化、設定、操作、テスト実行、パラメータの保存などの機能を実行できます。このセクションでは、Lightning のインストール方法とドライバとの通信の設定方法について説明します。

注: D2T-LM モデルは、Lightning 0.194B 以降のバージョンにのみ適しています。

5.1.1 セットアップファイル

Lightning セットアップフォルダ内のファイルは図 5.1.1.1 に示されており、自動実行ファイル「setup.exe」とファームウェアフォルダ「dce」が含まれます。

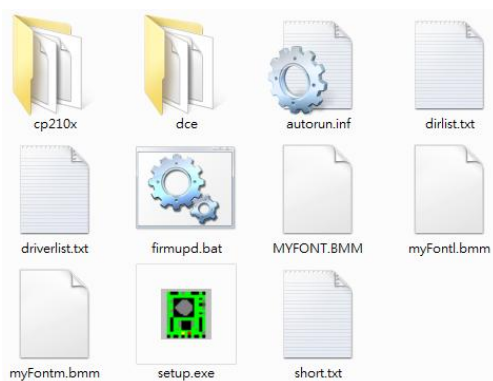


図 5.1.1.1

ログイン後、HIWIN 公式サイトからセットアップファイルをダウンロードし、解凍して「setup.exe」を実行してください。デフォルトのインストールパスは「C:\HIWIN¥」です。許可なくこのパスを変更しないでください。インストールウィンドウを図 5.1.1.2 に示します。「開始」ボタンをクリックして、自動インストール手順を実行します。手順が完了すると、ソフトウェアのインストールが正常に終了したことを示すメッセージ ウィンドウが表示されます (図 5.1.1.3 を参照)。

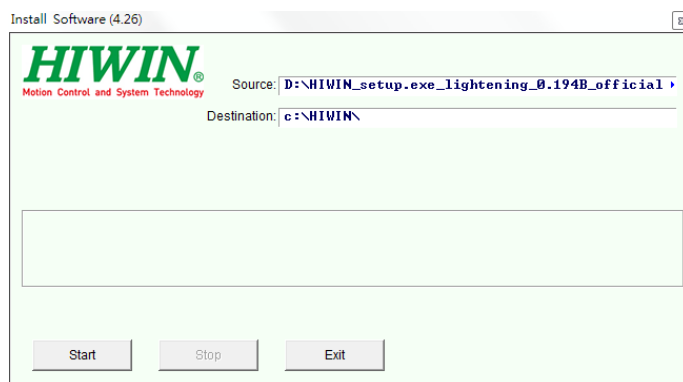


図 5.1.1.2

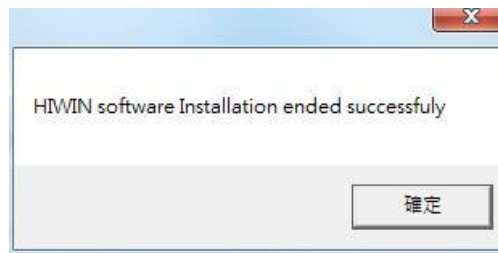


図 5.1.1.3

インストールが完了すると、図 5.1.1.4 に示すように、Lightening の実行ショートカットが PC のデスクトップに表示されます。そのパスは C:\HIWIN\dce\toolswin\winkmi\lightening.exe です。



図 5.1.1.4

5.1.2 通信設定

ドライバーとの通信方法には、USB 通信、mega-ulink 通信、CoE 通信の 3 種類があります。このセクションでは、前者の 2 つの方法を紹介します。最後の説明については、「HIWIN CoE Drive ユーザーガイド」を参照してください。（ログイン後、HIWIN 公式サイトからダウンロードできます。）ドライバーとの通信に mega-ulink または CoE 通信を使用する場合は、REALTEK 社のネットワークカードの採用を推奨します。

■ USB 通信を使用する

プログラムを開始する前に、USB 経由でドライバーを接続し、制御電源をオンにしてください。通常、Lightening はドライバーが開かれると自動的に接続します。そうでない場合は、「Tools」オプションの「Communication setup...」をクリックして通信設定を変更します。

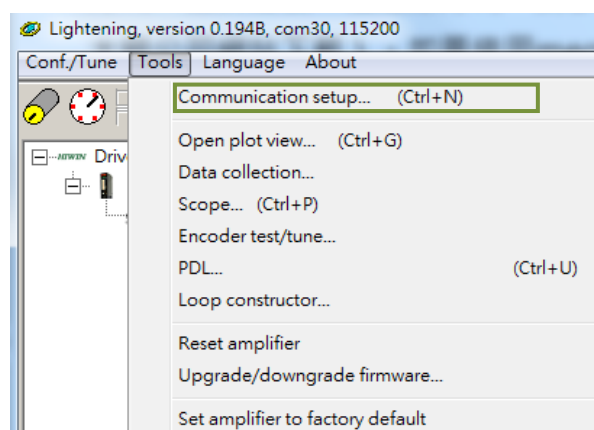


図 5.1.2.1

通信設定画面を図 5.1.2.2 に示します。「BPS」列は、接続の伝送速度を示します。ユーザーはデフォルト値 (115,200 bps) を変更する必要はありません。「ポート」欄は通信ポートを示します。既存のすべての PC ポートが表示されます。実際にドライバーに接続されているポートを選択します。残りの列にデフォルト値を使用すると、Lightening はドライバーと正常に通信します。

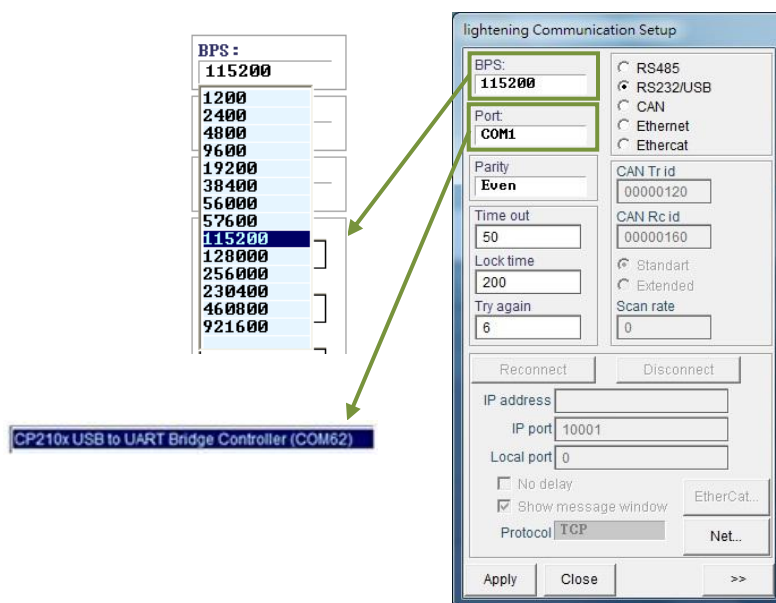


図 5.1.2.2

■ mega-ulink 通信を利用する

初めて mega-ulink 通信を利用する場合は、WinPcap をダウンロードしてインストールしてください。インストールが完了したら、前のサブセクションで説明した「lightning Communication Setup」ウィンドウを開きます (図 5.1.2.2 を参照)。図 5.1.2.3 に示すように、「EtherCAT」のラジオボタンを選択し、「EtherCAT...」ボタンをクリックします。

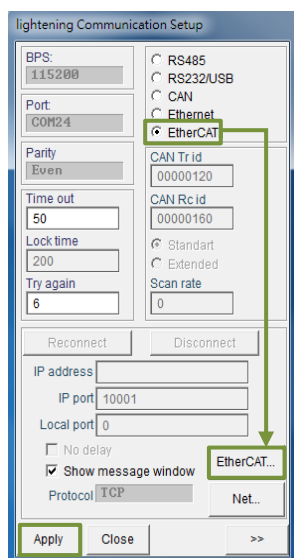


図 5.1.2.3

図 5.1.2.4 に示すように、「EtherCAT セットアップ」ウィンドウが表示され、PC 内のすべてのネットワークカードが表示されます。ドライバーに接続されているネットワークカードを選択します。その後、「EtherCAT 設定」画面を閉じ、「軽量化通信設定」画面の「適用」ボタンをクリックしてください。



図 5.1.2.4

設定が完了すると、図 5.1.2.5 の画面が表示されます。ユーザーはウィンドウ内の情報から接続されているスレーブの数を取得できます。HMI メインウィンドウに戻ると、接続が確立され、タイトルに「EtherCAT」が表示されます (図 5.1.2.6 を参照)。

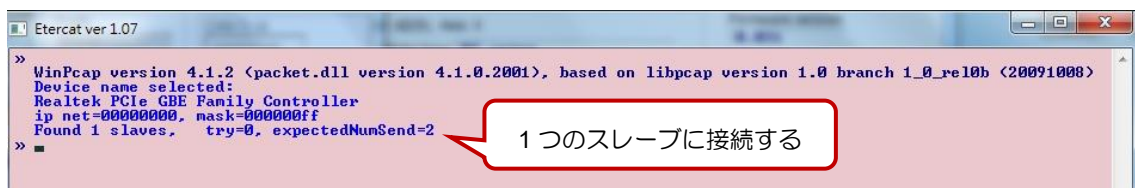


図 5.1.2.5

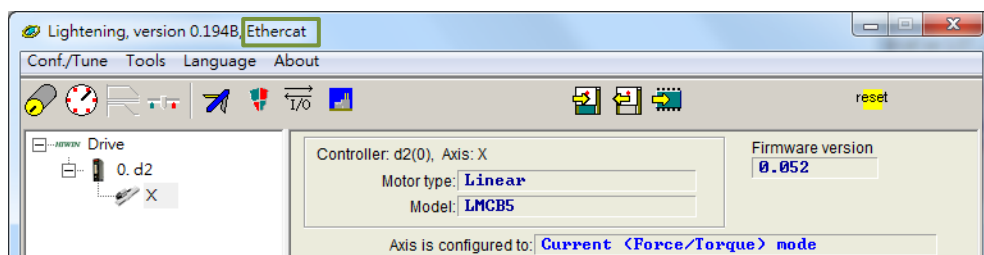


図 5.1.2.6

5.1.3 HMI メインウィンドウ

接続が成功すると、HMI メイン ウィンドウは図 5.1.3.1 のようになります。軸名を変更するには、軸名を右クリックして「Rename...」を選択するか、軸名を直接クリックします。

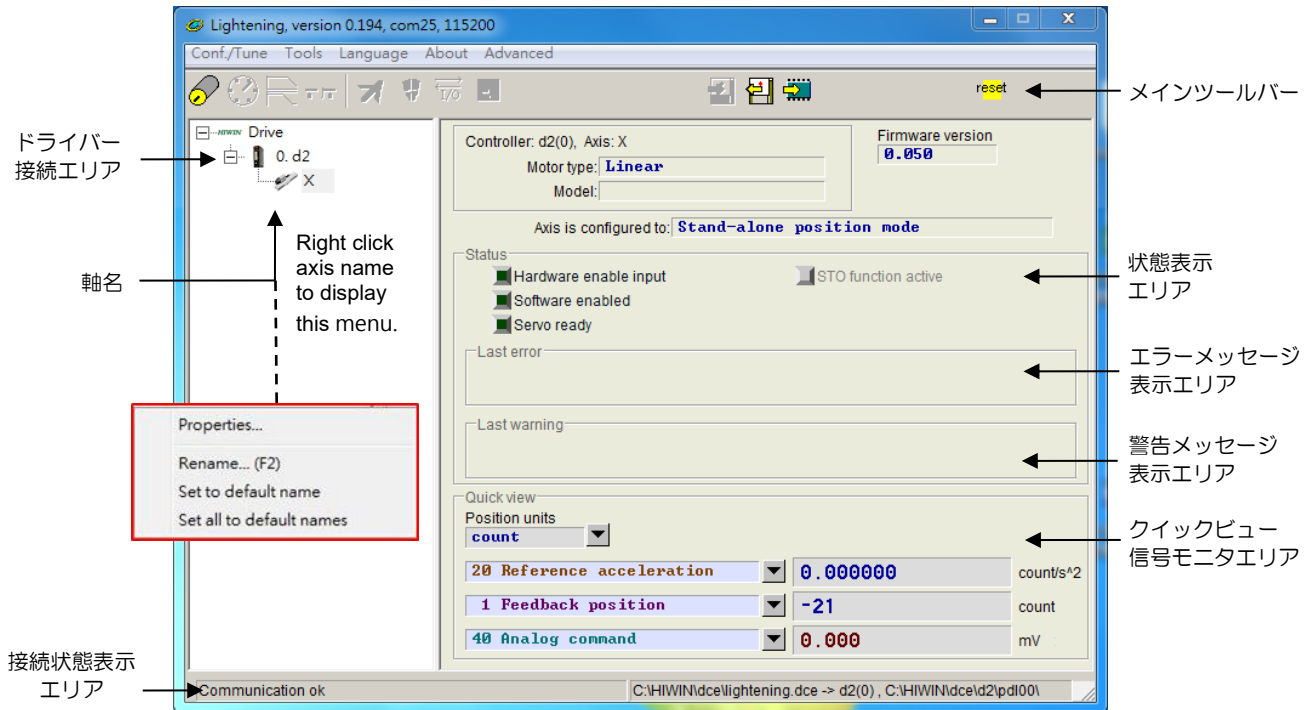


図 5.1.3.1

■ メインツールバー

- : PDL プログラムのウィンドウを開きます
- : ドライバー RAM 内の現在のパラメーターをファイル (PRM ファイル) に保存します
- : ファイル (PRM ファイル) 内のパラメーターを RAM にロードします
- : ドライバーRAM の現在のパラメーターをフラッシュに保存します
- : ドライバーをリセットします

■ 状態表示ライト

- **Servo ready** : ドライバーが無効状態の場合、ライトは消灯します。ドライバーが有効状態の場合は緑色になります。
- **Hardware Enable Input** : ドライバー ハードウェアが有効な場合、ライトは緑色になります。ハードウェアが有効になっていない場合、ドライバーはモーターを有効にすることができません。ハ

ードウェアを有効にする外部入力の設定方法については、5.4.1 項および 10 章を参照してください。

- **Software Enabled** : ドライバー ソフトウェアが有効になっている場合、ライトは緑色になります。ハードウェアとソフトウェアの両方が有効になっていない限り、ドライバーはモーターを有効にすることができません。「Performance center」の「Enable」ボタンをクリックしてソフトウェアを有効にします。「Disable」ボタンをクリックすると、有効化されたソフトウェアが解除されます。PC とドライバーが接続されていない場合、有効なソフトウェアのステータスは、有効なハードウェアのステータスに応じて変化します。PC とドライバーの間に接続がある場合は、ウィンドウを閉じます。その後、Lightening HMI はソフトウェアが有効になっているかどうかをユーザーに尋ねます。

■ ドライバーのプロパティ

軸名を右クリックして「Properties...」を選択すると、図 5.1.3.2 に示すように、ドライバーのプロパティを取得できます。

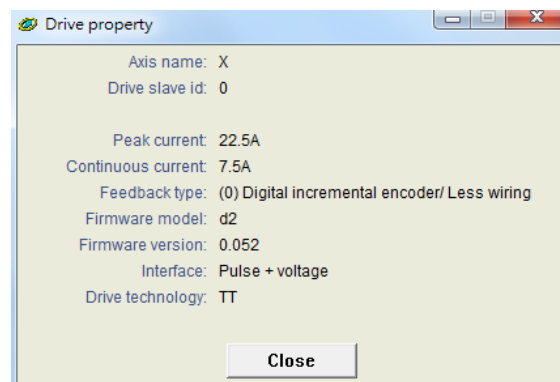


図 5.1.3.2

注: Lightening 0.194A (付属) 以前のバージョンを使用して D2T-LM モデルに接続すると、図 5.1.3.3 のウィンドウが表示されます。これらの HMI バージョンにはこれらのドライバーのファームウェアバージョンが付属していないため、Lightening はそれらを識別できません。Lightening の最新バージョンを HIWIN 公式 Web サイトからダウンロードしてください。

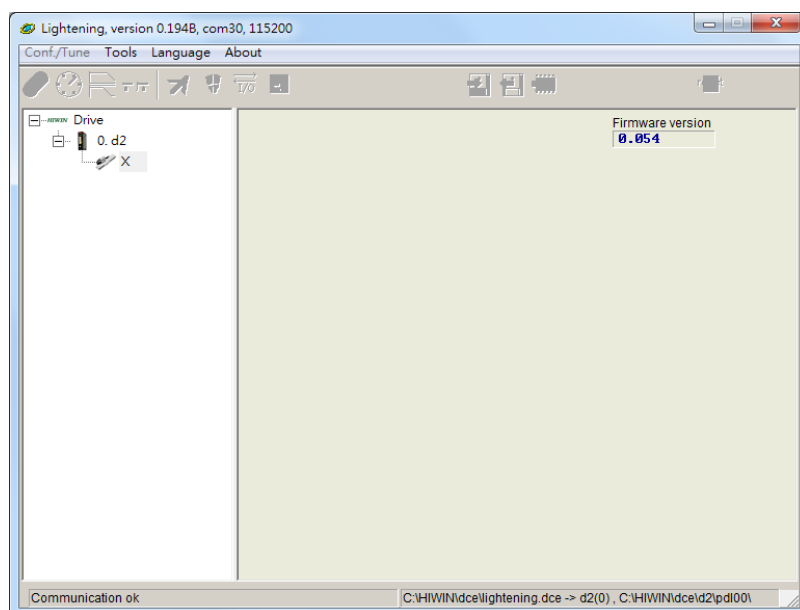


図 5.1.3.3 間違ったファームウェアバージョンのインストール

5.2 構成センター

新しいドライバーまたは新しいモーターを使用する場合、ユーザーは構成センターを通じて実際のアプリケーションに基づいて関連パラメーターをリセットする必要があります。メインツールバーの  をクリックすると (図 5.2.1 を参照)、ユーザーは構成センターを開くことができます。

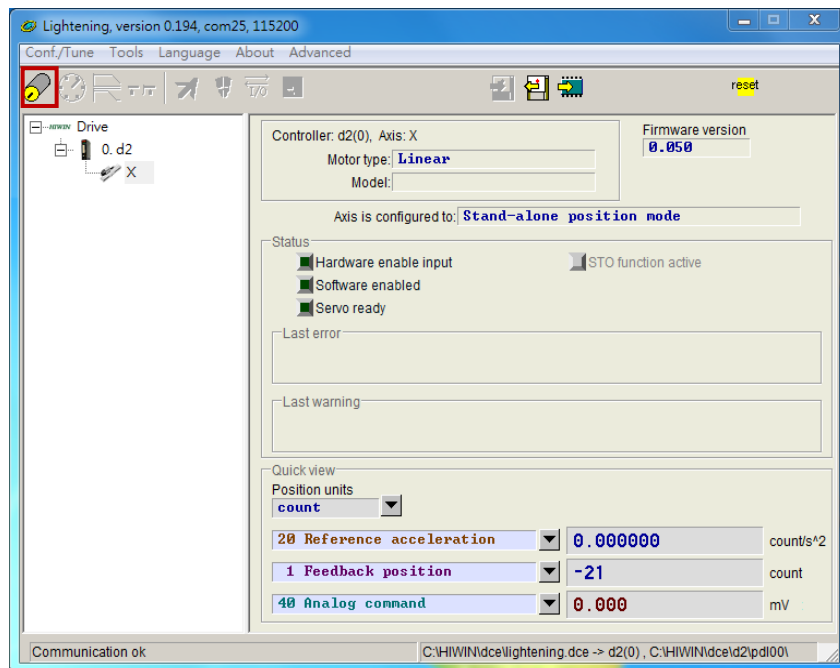


図 5.2.1

D2T-LM シリーズのドライバーがモーターを正常に駆動できるようにするには、次の設定手順を実行します。

- (1) リニアモータータイプ：使用するリニアモータータイプと対応するパラメーターを設定します。
- (2) エンコーダーパラメーター：使用するエンコーダーのタイプとその分解能を設定します。
- (3) 動作モード：ドライバーの動作モードを設定します。

5.2.1 モーター構成

モーターの構成は構成センターの最初のページにあります。D2T-LM シリーズドライバーでサポートされる HIWIN リニアモーターは  **Motors** にあります。Lightening 0.194B 以上の場合、モーター構成ページは図 5.2.1.1 に示されています。

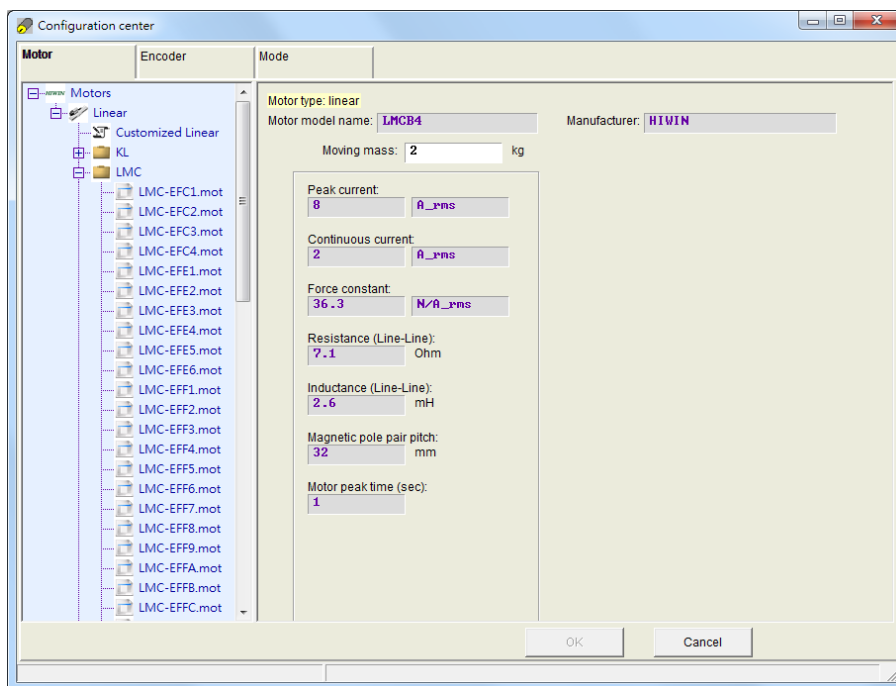


図 5.2.1.1 Lightening 0.194B 以上のモーター設定ページ

■ モーターパラメーター

HIWIN リニアモータータイプを直接クリックして、モーターパラメーターを設定および表示します。HIWIN 標準リニア モーターでない場合は、まず標準リニアモーターのいずれかをクリックし、「カスタマイズされたリニア」をクリックして、モーター仕様に従って必要なパラメーターを入力します。設定完了後、保存機能を利用してモーターパラメーターを確定することができます。ユーザーはいつでもモーターパラメーター用に確立されたファイル (*.mot) をロードできます。

■ 動作パラメーター

可動質量：リニアモーターの負荷質量（ローター、アウターケーシングを含む）を設定します。

単位：kg

5.2.2 エンコーダーの構成

ドライバは通常、位置エンコーダーからフィードバック信号を受け取り、サーボ制御を実行します。エンコーダー設定ページを図 5.2.2.1 に示します。このページでエンコーダーの正しいタイプとパラメーターを選択または設定します。D2T-LM シリーズドライバはホストコントローラーと連携するため、エンコーダー信号を受信するだけでなく出力することもできます。バッファされたエンコーダー出力またはエミュレートされたエンコーダー出力のいずれかを提供します。エミュレートされたエンコーダー出力に関しては、「スケーリング」を設定することで出力解像度を変更できます。詳細については、セクション 5.2.2.3 を参照してください。

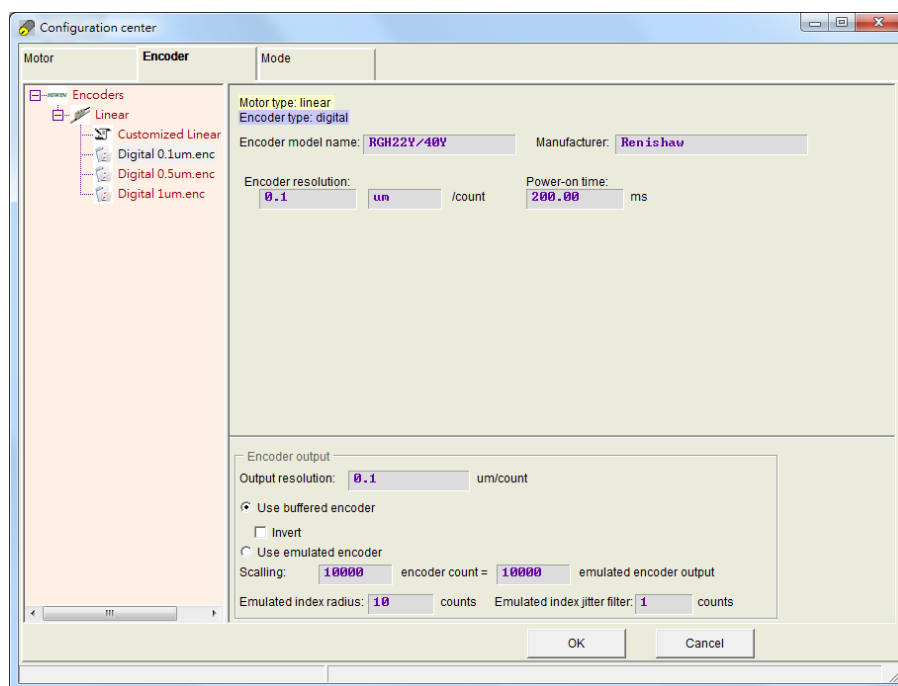


図 5.2.2.1 エンコーダー設定ページ

5.2.2.1 HIWIN 標準エンコーダー

HIWIN 標準エンコーダーの仕様はデジタル 0.1um、デジタル 0.5um、デジタル 1um です。設定画面は以下ようになります。

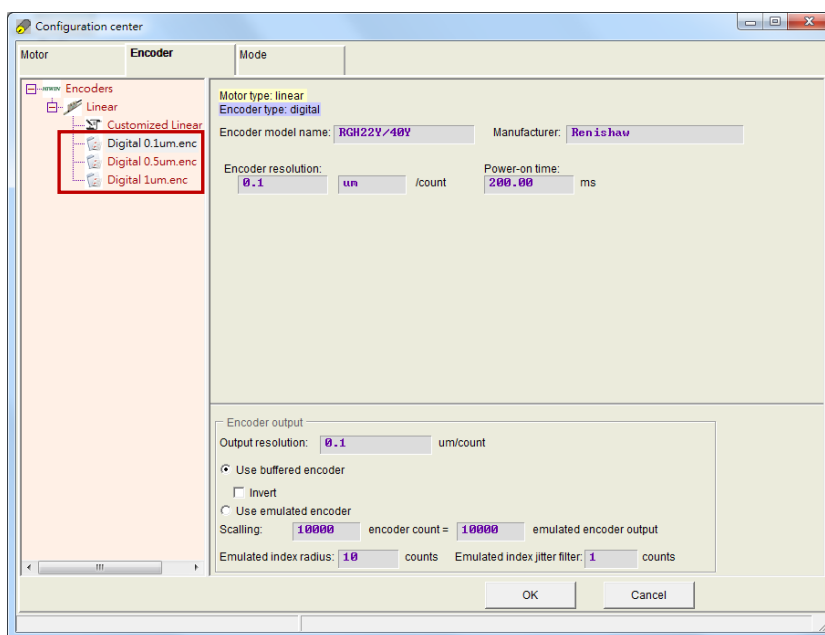


図 5.2.2.1.1 標準エンコーダーのエンコーダー設定ページ

5.2.2.2 カスタマイズされたデジタルインクリメンタルエンコーダー

HIWIN リニアモーターに適した共通の分解能を持つエンコーダーパラメーターを選択するだけでなく、カスタマイズされた設定領域でさまざまなエンコーダーブランドのパラメーターを入力することもできます。「カスタマイズされた線形」を選択すると、ユーザーは仕様に従って分解能パラメーターを入力できます。「エンコーダー分解能」欄にモーター分解能を入力し、電源投入遅延時間に応じて「電源投入時間」を入力します。設定完了後、保存機能を使用してエンコーダーパラメーターを設定できます。ユーザーは、エンコーダーパラメーター用に確立されたファイル (*.enc) をいつでもロードできます。

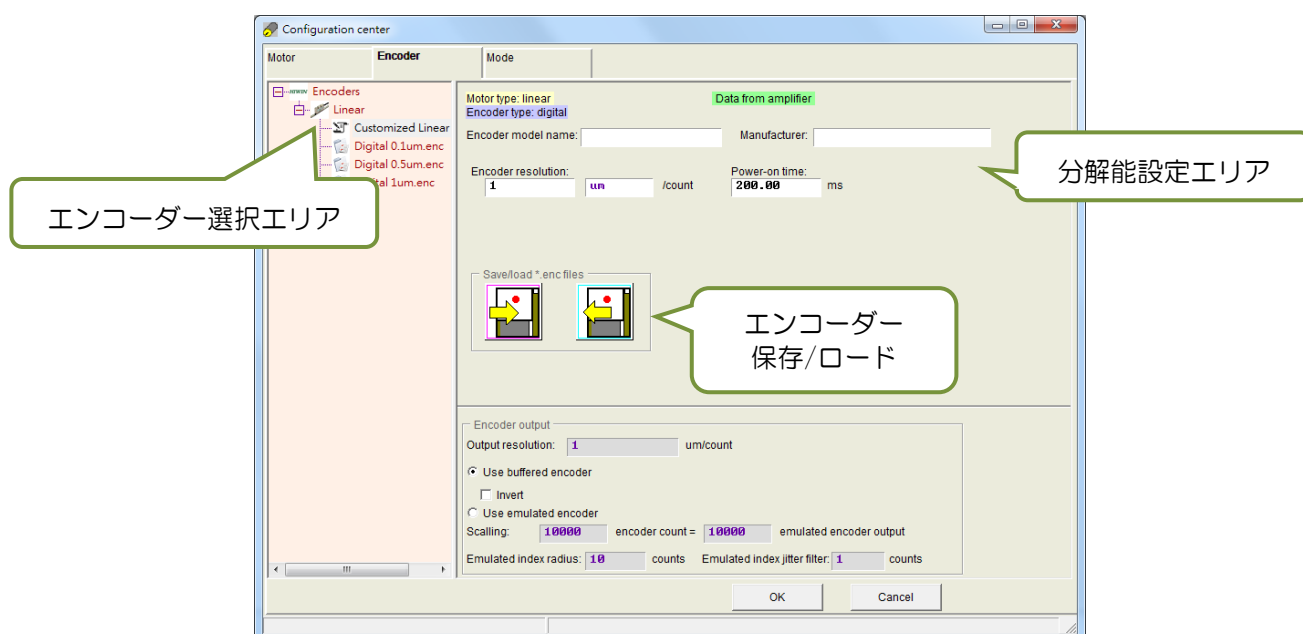


図 5.2.2.2.1 カスタマイズされたエンコーダーの設定ページ

5.2.2.3 エンコーダー出力設定

D2T-LM シリーズドライバは CN2 経由で A/B 相のエンコーダー信号を出力します。 必要に応じてホストコントローラーに接続できます。 「Encoder output」領域で「Use buffered encoder」または「Use emulated encoder」にチェックを入れると（図 5.2.2.3.1 に示すように）、「Output resolution」列の値は、選択した出力モードに応じて更新されます。

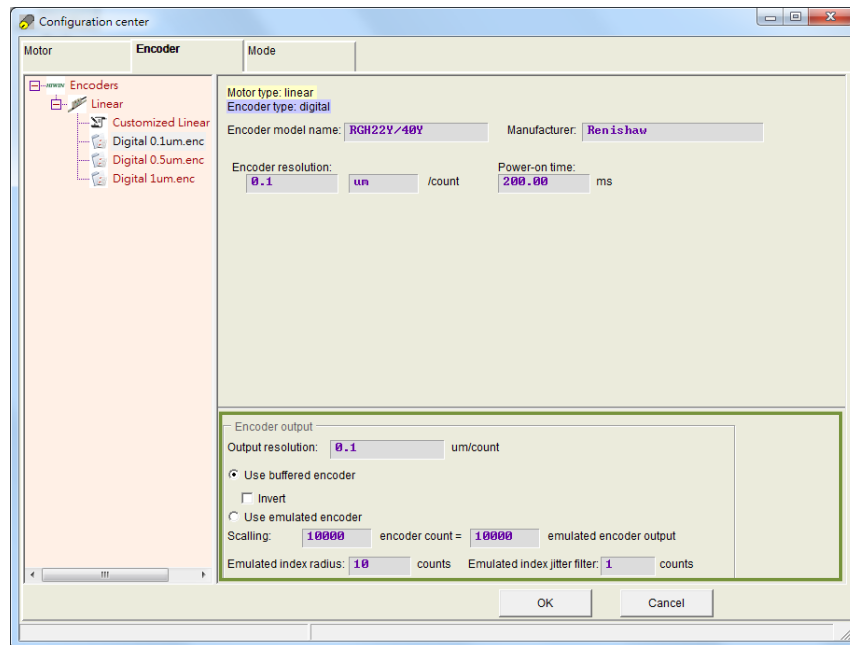


図 5.2.2.3.1 エンコーダー出力設定

■ バッファ付きエンコーダー出力

このオプションが選択されている場合、ドライバは受信したエンコーダー信号をホストコントローラーに直接送信します。 ユーザーは「Invert」オプションを選択して、ドライバが受信したエンコーダー信号を送り返すようにすることもできます。 参考として、出力信号の分解能もウィンドウに表示されます。

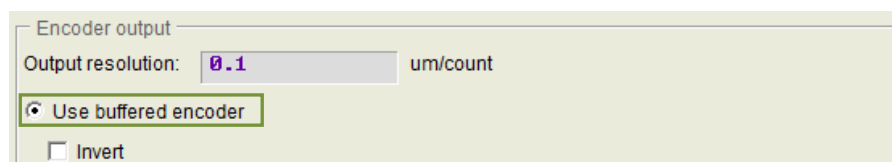


図 5.2.2.3.2 バッファ付きエンコーダー出力

■ エミュレートされたエンコーダー出力

このオプションが選択されている場合、ドライバーは受信したエンコーダー位置の情報を「スケーリング」で乗算し、ホストコントローラーに送信します。比率が 1:1 の場合、ドライバーは採用されたエンコーダーと設定された解像度に基づいてエンコーダー信号を直接出力します。場合によっては、ホストコントローラーが高周波のエンコーダー信号を受信できない場合があります。エンコーダー出力の周波数を下げるために、別の比率を設定できます。5 エンコーダー数 = 1 エミュレートされたエンコーダー出力。アナログ エンコーダーの乗数の設定が高すぎる場合、エンコーダー出力の分解能を下げるために「スケーリング」も必要になる場合があります。1 エンコーダー数 = -1 エミュレートエンコーダー出力を設定することで、出力方向を変更できます。例として、エンコーダーの分解能が 1 μm /カウントであるとし、エミュレートされたエンコーダー出力のスケーリングが 5 エンコーダー数 = 1 エミュレートされたエンコーダー出力に設定されている場合、「出力分解能」は 5 $\mu\text{m}/\text{count}$ に拡大されます。

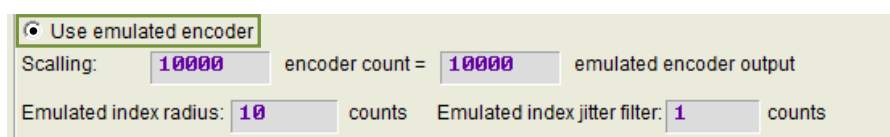


図 5.2.2.3.3 エミュレートされたエンコーダー出力

注: パラメーターをフラッシュに保存すると、エミュレートされたエンコーダー出力の機能は一時的に無効になります。

■ エミュレートした Z 相信号を上位コントローラーに出力

図 5.2.2.3.3 に示すように、エンコーダー出力を「エミュレートされたエンコーダーを使用する」に設定することで、エミュレートされた Z 相信号を上位コントローラーに送信できます。

「エミュレートされたエンコーダーを使用する」設定の他に、次の 2 つのパラメーターも設定する必要があります。

- エミュレートされたインデックス半径: エミュレートされた Z 相信号の出力範囲 (図 5.2.2.3.4 を参照)
- エミュレートされたインデックスジッターフィルター: エミュレートされた Z 相信号のバウンス現象を軽減します。

注: ホスト コントローラーのサンプリング速度が遅すぎる場合、または原点復帰速度が速すぎる場合、ホスト コントローラーはエミュレートされた Z 相を受信できず、原点復帰が失敗する可能性があります。このような場合は「エミュレートインデックス半径」を変更してください。

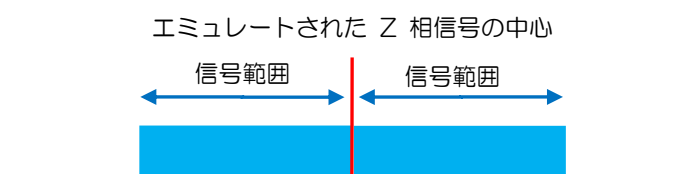


図 5.2.2.3.4

原点オフセット機能を使用して原点復帰を行うと、下図のようにエミュレートされた Z 相信号は原点オフセット後に原点位置に移動します。

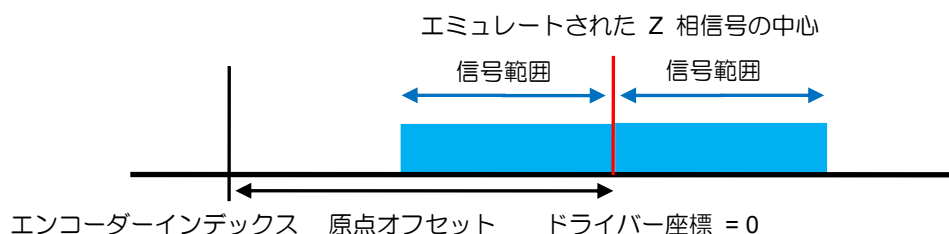


図 5.2.2.3.5

5.2.3 動作モードの設定

動作モード設定ページを図 5.2.3.1 に示します。ドライバーの動作モードの設定は、前の 2 つの手順のパラメーターが完了した後、最後に行うことです。

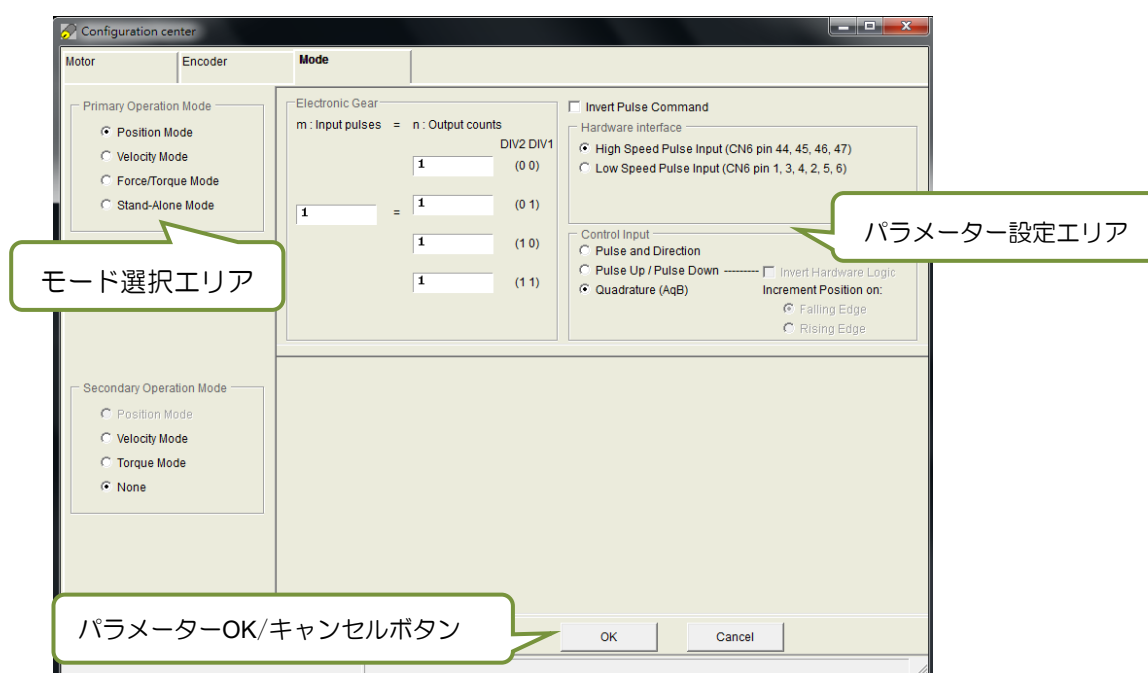


図 5.2.3.1 動作モード設定ページ

■ 位置モード

パルスコマンドのみを送信するホストコントローラーで動作するには、モーションの外部パルスコマンドを受信する位置モードを選択する必要があります。閉ループ制御はドライバーによって実行されます。D2T-LM シリーズドライバーは 3 種類のパルス指令に対応しており、高速用途向けに電子ギア比の設定が可能です。

注: ドライバーは、サーボ準備完了状態でない限り、ホストコントローラーから送信されたパルスコマンドを受け入れません。

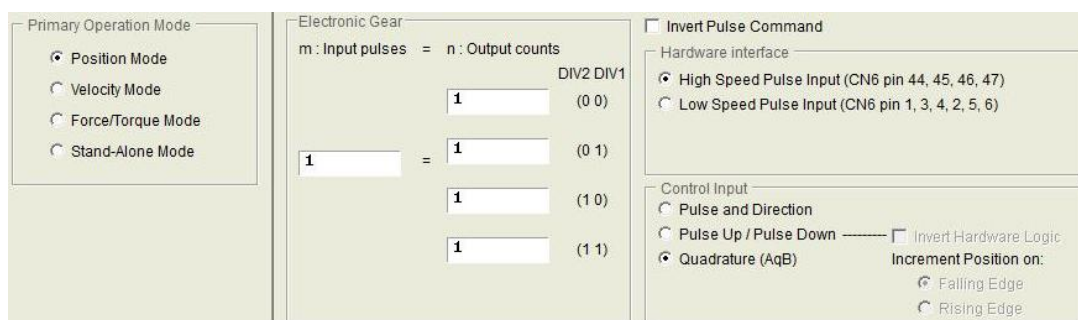
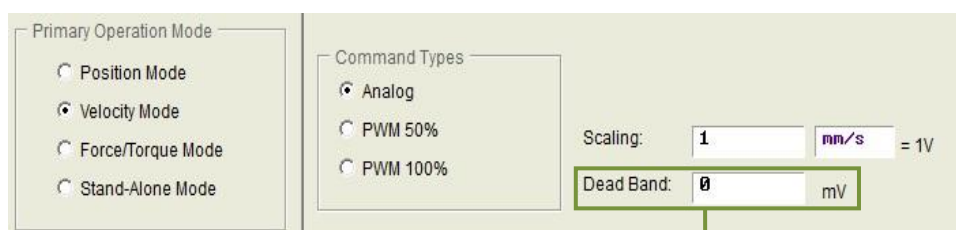


図 5.2.3.2

■ 速度モード

アナログコマンドまたは PWM コマンドを送信するホストコントローラーを操作するには、速度モードを選択できます。ユーザーは、外部コマンドと速度の間の比率「Scaling」を設定するだけで済みます。単位は、1V と mm/s または rpm、またはフル PWM と最大速度の間の対応する関係です。「Scaling」の値が負の場合、モーターは逆方向に動きます。



デッドバンドの定義

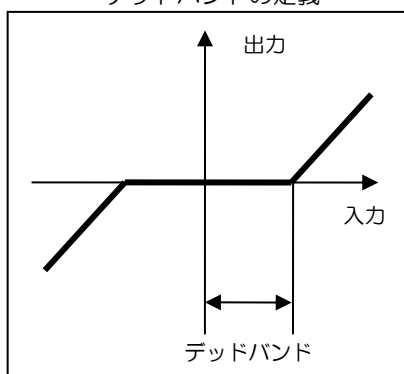


図 5.2.3.3

■ カ / トルクモード

アナログ コマンドまたは PWM コマンドを送信するホスト コントローラーを操作するには、カ/トルク モードも選択できます。 ユーザーは外部コマンドと電流の間の比率 「Scaling」 を設定するだけで済みます。単位は 1V とアンペアの間、またはフル PWM と最大電流の間の対応する関係です。「Scaling」の値が負の場合、モーターは逆方向に動きます。

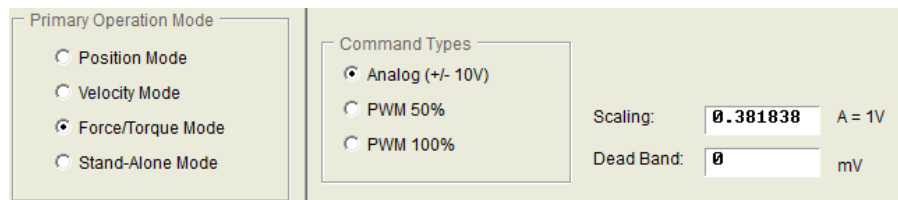


図 5.2.3.4

■ スタンドアロンモード

ユーザーが単独でドライバをテストする必要がある場合、またはホストコントローラーを使用せずに計画を実行する必要がある場合 (たとえば、サーボモーターとドライバのみ)、スタンドアロンモードを選択して、ドライバがすべての制御ループを処理できるようにすることができます。

5.2.4 設定手順の完了

モーター、エンコーダー、および動作モードの設定が完了したら、「OK」ボタンをクリックすると、新旧パラメーターの比較を示す図 5.2.4.1 のウィンドウが表示されます。パラメーターを確認したら、「Send to RAM」ボタンをクリックしてパラメーターをドライバーに送信します。ユーザーが「キャンセル」ボタンをクリックすると、設定センターに戻ります。

注: 初期化されていない新しいドライバーの場合、ウィンドウの下部にある「OK」ボタンは無効であり、クリックできません。モーター、エンコーダー、動作モードのパラメーター設定が確定すると、「OK」ボタンが有効になります。

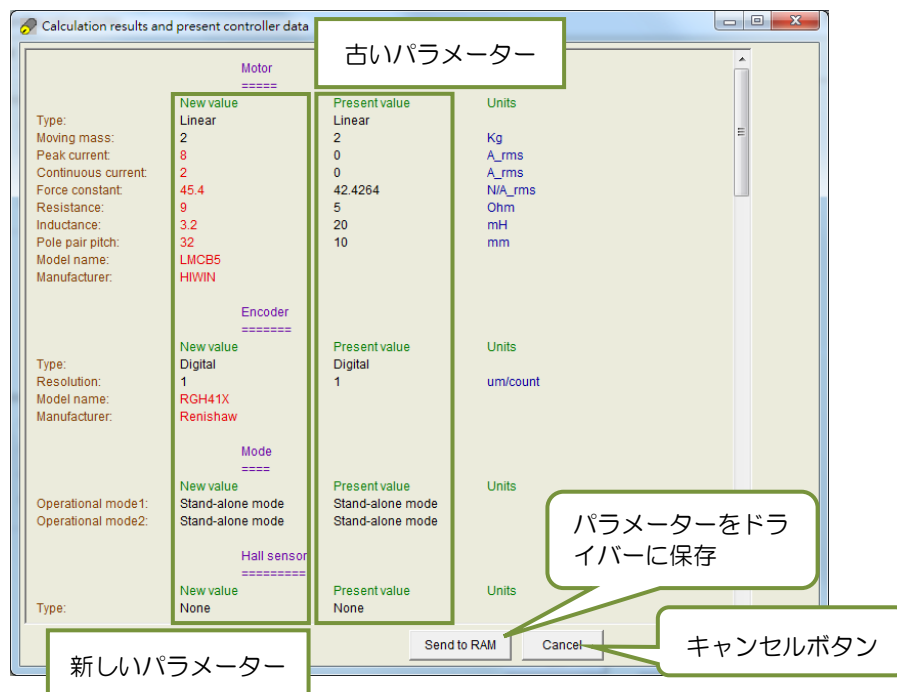


図 5.2.4.1

これらのパラメーターを保持したい場合は、HMI メインウィンドウで 「フラッシュに保存」をクリックしてパラメーターをフラッシュに保存します。フラッシュ内のパラメーターは、ドライバーの電源がオフになっても消えません。パラメーターを PC のディスク上のファイルに保存したい場合は、 「パラメーターをアンプ RAM からファイルに保存」をクリックしてパラメーターをファイルに保存します。保存されたファイルの拡張子は *.prm です。ファイル内のパラメーターをドライバーにロードしたい場合は、 「ファイル内のパラメーターを RAM にロード」をクリックしてパラメーターをドライバーにロードします。パラメーターをロードした後、必ず をクリックしてパラメーターをフラッシュに保存してください。

5.3 オートフェーズセンター

5.3.1 モードの説明

HMI メインウィンドウのメイン ツールバーで  をクリックして、自動位相センターを開きます。D2T-LM シリーズのドライバーはリニアモーターにのみ適合します。したがって、モーターを閉ループ制御にするためにこのステップを実行する必要があります。

SW method 1

これは、ドライバーの位相初期化のための組み込み方法の 1 つです。ホールセンサーを使用せずに、モーターは微妙な変位によって位相の初期化を実行できます。この方法を使用する前に、`st_cg` と `st_vpg` の 2 つのパラメーターを調整する必要があります。周波数アナライザの設定と調整については、周波数アナライザを参照してください。システムの負荷が変化した場合は、パラメーターを再調整する必要があります。

ドライバーがスタンドアロンモードでない場合、ホストコントローラーはドライバーから「Ready」信号を受信した後に外部コマンドを送信することが推奨されます。ホストコントローラーが「Ready」信号を受信できない場合は、3 秒間待ちます。「check the accuracy offset」にチェックを入れると、「Start phase initialization」実行時に、まず求めた電子角が正しいかどうかを確認します。

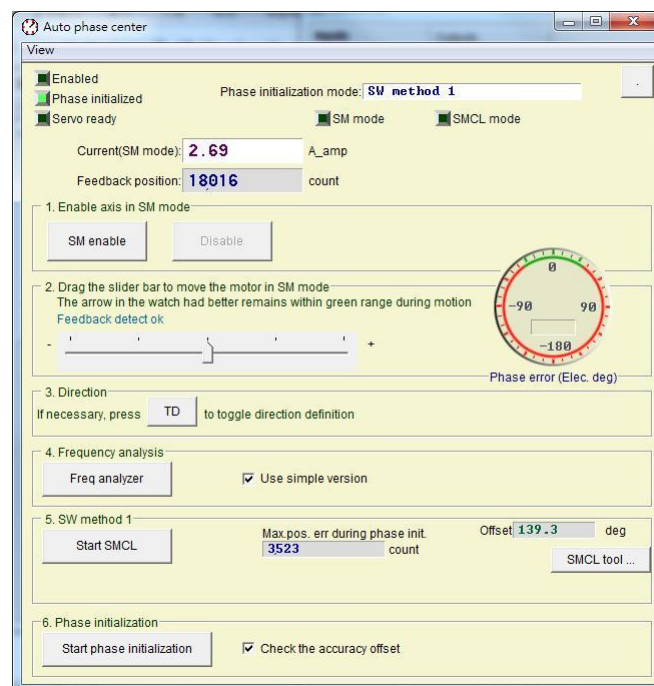


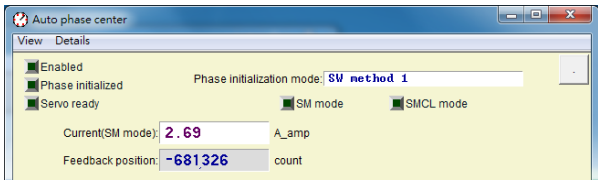
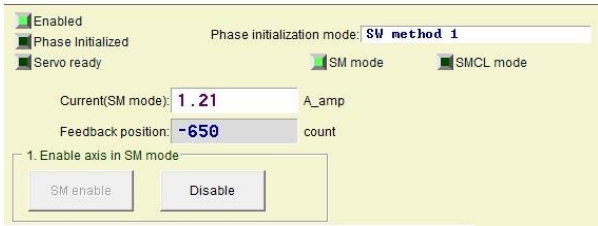
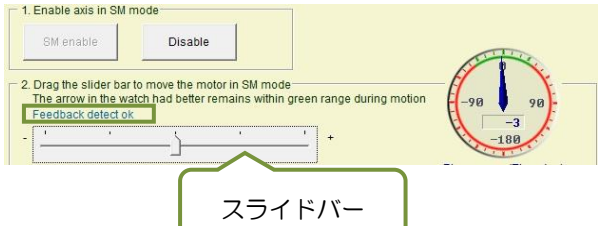
図 5.3.1.1 オートフェーズセンター (SW method 1)

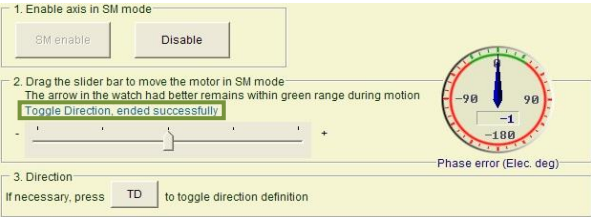
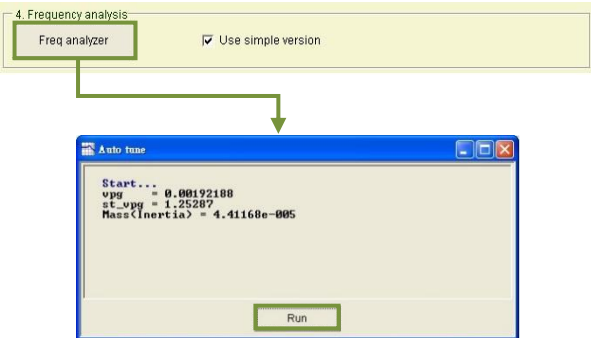
5.3.2 事前操作

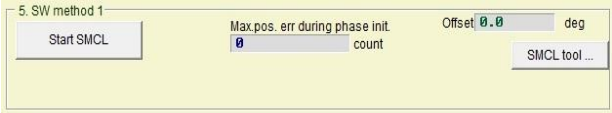
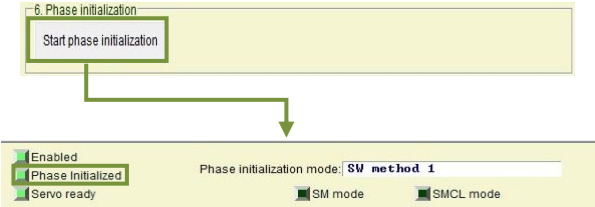
- ※ モーターへの接続は正しく行ってください。
- ※ エンコーダー信号が正しいことを確認してください。
- ※ ドライバーが「Hardware enable」 信号を受信できることを確認してください。 物理的な配線がない場合は、「I/O center」 を開き、I3 Axis Enable の「Invert」 をチェックして、ハードウェアイネーブル入力をシミュレートします。
- ※ AC 主電源が入っていることを確認してください。

5.3.3 設定手順

SW method 1 の自動位相初期化の手順を説明します。

ステップ	図的(HMI) 説明	操作
1		位相初期化のメソッド設定: D2T-LM シリーズドライバーは位相初期化方式として「SW method 1」のみを提供しています。
2		ステップモーションモードでモーターを有効にします。 「SM enable」ボタンを押します。 このとき「Enabled」が緑色に点灯します。 ----- <注意事項> モーターのステップ動作モードを有効にすると、ドライバーは「電流（SM モード）」で設定した電流を連続的に出力します。 したがって、時間が長すぎるとモーターが過熱してしまいますので注意してください。 <注意事項> このステップではホストコントローラーのイネーブル信号をトリガーする必要があります。
3		ステップモーションモードでのモーション方向テスト: スライダーバーを押しながら左右にドラッグするとモーターが動き始めます。 右側は正方向の動き用です。 左側は負方向の動き用です。 通常の状態では、「Phase error (Elec deg)」の矢印は緑色の範囲 (-30°~+30°) に留まります。 スラ

		イドバーを左右にドラッグして放し、「Feedback detect ok」と表示されれば完了です。 矢印が自由に回転する場合は、まずスライドバーを放し、もう一度押したまま左右にドラッグします。 ----- <注意> 上記の手順を実行しても矢印が空回りする場合は、次の 2 点を確認してください。(1) モーターケーブルとエンコーダーフィードバック信号ケーブルが正しく接続されている。(2) 「コンフィグレーションセンター」に移動し、エンコーダー分解能やモーター極対数など、エンコーダーやモーターのパラメーター設定に誤りがないか確認してください。 <注意事項> このステップではホストコントローラーのイネーブル信号をトリガーする必要があります。
4		動作方向の定義を確認します。 前のステップの動作方向が実際の要件を満たしていない場合は、「TD」ボタンを押して動作方向の定義を切り替えます。「Toggle Direction, ended successfully」と表示されたら、手順 3 に戻り、動作方向の定義を再度確認します。
5		オートチューン機能： 「Use simple version」にチェックを入れて「Freq analyzer」ボタンを押すと「Auto tune」画面が開きます。ユーザーが「Run」をクリックすると、周波数応答解析が自動的に実行され、パラメーターが自動的に計算されます。 この機能を使用すると、システムループゲインを簡単かつ迅速に設定できます。ただし、機構の剛性が低すぎたり、負荷機構が変化したり、負荷慣性比が 20 倍を超えたりした場合には、計算されたパラメーターの値が実際のシステムに適用できない場合があります。 ----- <注意> 実行中に機構の共振が発生した場合は、直ちにハードウェアイネーブル信号を停止するか、HMI のソフトウェアショートカットキー F12 を押してください。 <注意> この機能がアプリケーションの要件を満たさ

		ない場合は、SMCL ツールのパラメータ「vpg」および「st_vpg」を調整できます。
6		パフォーマンス調整: この方法の利点は、モーターが微妙な変位によって位相の初期化を達成できることです。その性能は前段階の「Auto tune function」でチューニングされます。結果を確認するには、以下の手順に従ってください。 (a) 「Start SMCL」ボタンを押して電気角試験を実行します。 (b) 「オフセット」と「最大値」の値を確認します。位置「フェーズ初期エラー」は、それぞれ電気角とプロセス中の最大変位を求めた結果です。 (c) ステップ (a) と (b) を繰り返します。これらの「オフセット」値の差が ± 15 度以内であるかどうかを観察します。 (d) これらの「オフセット」値の差が大きすぎる場合は、「SMCL tool...」を押して高度な調整を行ってください。
7		フェーズの初期化を実行します。 「Start phase initialization」ボタンを押します。 「Phase Initialized」が緑色に点灯すると、位相の初期化が完了し、ドライバーがモーターを駆動できるようになります（クローズループ制御に入ります）。

5.3.4 トラブルシューティング

- ※ モーター電源ケーブルとエンコーダーフィードバック信号ケーブルがしっかりと接続されていることを確認してください。
- ※ エンコーダー分解能やモーター極対数などのエンコーダーやモーターのパラメーター設定が正しいことを確認してください。
- ※ 接地方式が適切であることを確認してください。
- ※ ドライバ内のホストコントローラーのイネーブル信号がトリガーされていることを確認してください。
- ※ ドライバ内のソフトウェアイネーブル信号がトリガーされていることを確認してください。
- ※ 機械的干渉が無いように注意してください。
- ※ モーター抵抗が正常であることを確認してください。

5.4 I/O センター

5.4.1 デジタル入力

メインウィンドウのメインツールバーから  をクリックして、I/O センターを開きます。入力機能メニューのドロップダウンボタン (▼) をクリックして、デジタル入力ピンとその機能を選択します (図 5.4.2.1 を参照)。D2T-LM モデルには 10 個のデジタル入力があります。



図 5.4.1.1 入力ファンクションメニュー

■ 状態表示灯

状態インジケータのライトが緑色の場合、対応する入力ピンがアクティブになっています。ライトが消灯している場合、対応する入力ピンはアクティブになっていません。

■ 論理反転設定 (Invert)

「Invert」オプションをチェックすると、トリガー条件が反転されます。

表 5.4.1.1

No.	ハードウェア記号	入力機能	説明	トリガー
1	SVN	Axis Enable	Enable/Disable; デフォルトは I3 に設定されています	Level Trigger
2	LL	Left Limit Switch	左のハードウェアリミット。デフォルトは I6 に設定されています	Level Trigger
3	RL	Right Limit Switch	右のハードウェアリミット。デフォルトは I9 に設定されています	Level Trigger
4	MAP	Home OK, start err. map	上位コントローラーからの原点復帰完了コマンド	Edge Trigger
5	RST	Reset amplifier	ドライバーをリセットします	Edge Trigger
6	DOG	Near home sensor	原点近傍センサー	Level Trigger

7	CE	Clear Error	クリアエラー	Edge Trigger
8	INVC	Invert V Command	度またはカトルクモードでアナログ電圧コマンドを反転します	Level Trigger
9	GNS	Switch to secondary CG	第二共通ゲインに切り替える	Level Trigger
10	JSEL	Switch to secondary vpg	第二 vpg ゲインに切り替える	Level Trigger
11	ZSC	Zero Speed Clamp	ゼロスピードクランプ。速度モードでは、ドライバーがこの信号を受信し、モーター速度が設定値よりも低い場合、モーターは固定位置にロックされます。	Level Trigger
12	INH	Inhibit Pulse Command	禁止パルス指令	Level Trigger
13	PSEL	Switch HI/LO Pulse Input	高速パルス入力チャンネルと低速パルス入力チャンネルの切り替え	Level Trigger
14	EMG	Abort Motion	緊急停止。ドライバーは、モーターの動作中にこの信号を受信した後、非常停止手順に入ります。	Level Trigger
15	MOD	Switch to secondary mode	第一動作モードから第二動作モードへの切り替え	Level Trigger
16	HOM	Start Homing	ドライバーの内蔵原点復帰手順を開始します。	Edge Trigger
17	DIV1	Electronic Gear Select (DIV1)	位置モードで電子ギア比を選択します	Level Trigger
18	DIV2	Electronic Gear Select (DIV2)	位置モードで電子ギア比を選択します	Level Trigger

表 5.4.1.2 各動作モードがサポートする入力機能

動作モード 入力機能	CoEではないモデル				CoE モデル
	位置モード	速度モード	カトルクモード	スタンドアロンモード	スタンドアロンモード
Axis Enable	V	V	V	V	V
Left (-) Limit Switch	V	--	--	V	V
Right (+) Limit Switch	V	--	--	V	V
Home OK, start err. map	V	V	V	V	V
Reset amplifier	V	V	V	V	V
Near home sensor	V	V	V	V	V
Clear error	V	V	V	V	--
Invert V command	--	V	V	--	--
Switch to secondary CG	V	V	V	V	--
Switch to secondary vpg	V	V	V	V	--
Zero speed clamp	--	V	--	--	--
Inhibit pulse command	V	--	--	--	--
Switch HI/LO pulse input	V	--	--	--	--
Abort motion	--	--	--	V	--
Switch to secondary mode	V	V	V	V	--

Start homing	V	V	V	V	--
Select electronic gear (DIV1)	V	--	--	--	--
Select electronic gear (DIV2)	V	--	--	--	--

注：

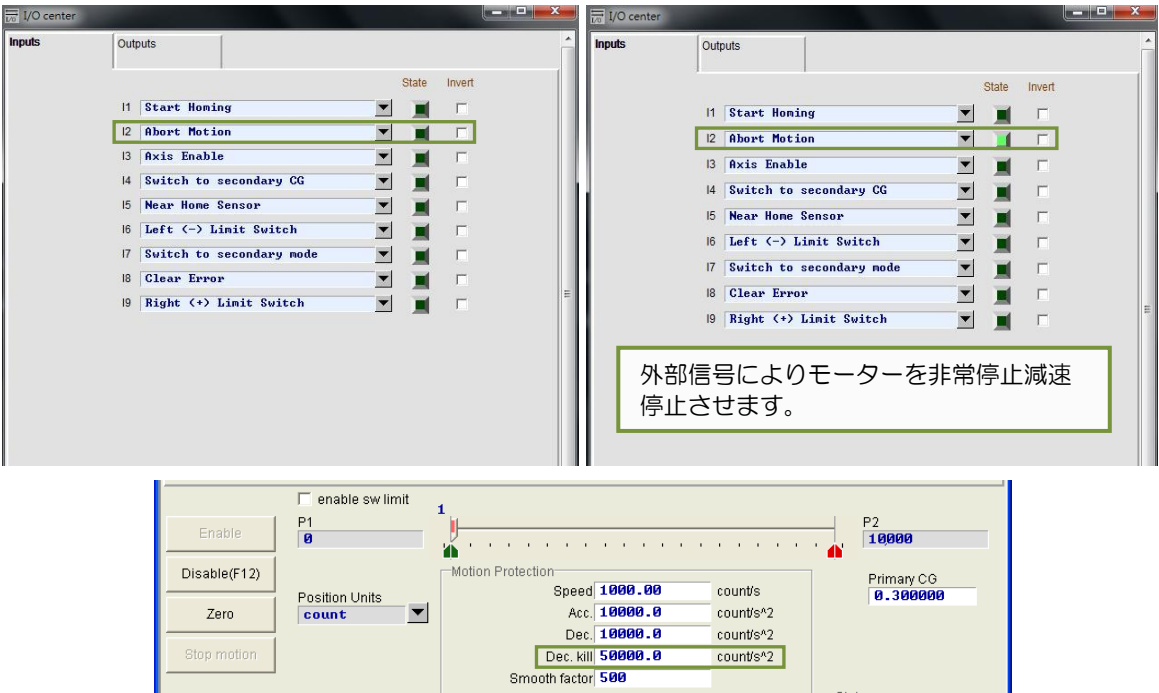
「V」は対応するモードで入力機能が使用できることを示し、I1～I10 で任意に設定できます。

表 5.4.1.3 D2T-LM シリーズドライバーの入力デフォルト設定

ピン	信号	CoE ではないモデル				CoE モデル	Invert
		位置モード	速度モード	カ/トルク モード	スタンドアロ ンモード	スタンドアロ ンモード	
33	I1	Inhibit Pulse Command	Zero Speed Clamp		Start Homing		No
30	I2				Abort Motion		No
29	I3	Axis Enable	Axis Enable	Axis Enable	Axis Enable	Axis Enable	No
27	I4	Switch to secondary CG	Switch to secondary CG	Switch to secondary CG	Switch to secondary CG	Left (-) Limit Switch	No
28	I5	Electronic Gear Select (DIV1)			Near Home Sensor	Right (+) Limit Switch	No
26	I6	Left (-) Limit Switch	Left (-) Limit Switch	Left (-) Limit Switch	Left (-) Limit Switch	Near Home Sensor	No
32	I7	Switch to secondary mode	Switch to secondary mode	Switch to secondary mode	Switch to secondary mode		No
31	I8	Clear Error	Clear Error	Clear Error	Clear Error		No
9	I9	Right (+) Limit Switch	Right (+) Limit Switch	Right (+) Limit Switch	Right (+) Limit Switch		No
8	I10*						No

* D2T-LM モデルのみ

入力機能	動作禁止		動作モード		Pos	Vel	Trq	Std
記号	EMG	初期入力	I2	Circuit	セクション 4.5.1 を参照			
機能の説明:								
スタンドアロン モードでは、ボタンによって入力信号がトリガーされると、ドライバーはモーターを減速させ、非常停止減速 (Dec. kill) で停止します。 非常停止減速度の値はパフォーマンスセンターで設定できます。								
手順:								
I/O センターの「Inputs」タブで「Abort Motion」を選択します (デフォルトは I2)。 外部トリガー信号を利用してモーターを非常停止減速停止させます。								



「Abort Motion」の入力状態が True (状態インジケータ ライトが緑色) の場合、ドライバはモーターを減速させて非常停止減速 (Dec. kill) で停止させます。

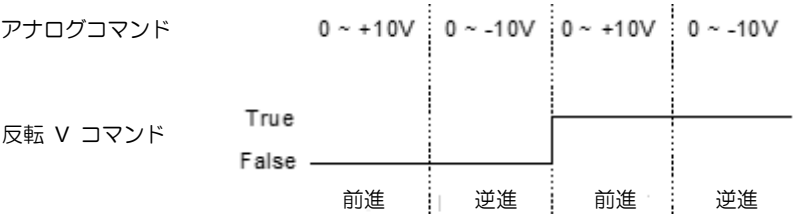
入力機能	反転 V コマンド		動作モード		Pos	Vel	Trq	Std
記号	INVC	初期入力	None	Circuit	セクション 4.5.1 を参照			

機能の説明:

ホストコントローラーから送信される電圧反転コマンド。

手順:

入力機能を速度モードまたは力/トルクモードの「反転 V コマンド」に割り当てます。「Invert V Command」の入力状態が False の場合、ドライバが受け取る 0 ~ +10 V のアナログ入力電圧によりモーターは正転し、-10 ~ 0 V の電圧により逆転します。一方、「Invert V Command」の入力状態が True の場合、0 ~ +10 V の電圧でモーターは逆転し、-10 ~ 0 V の電圧で正転します。



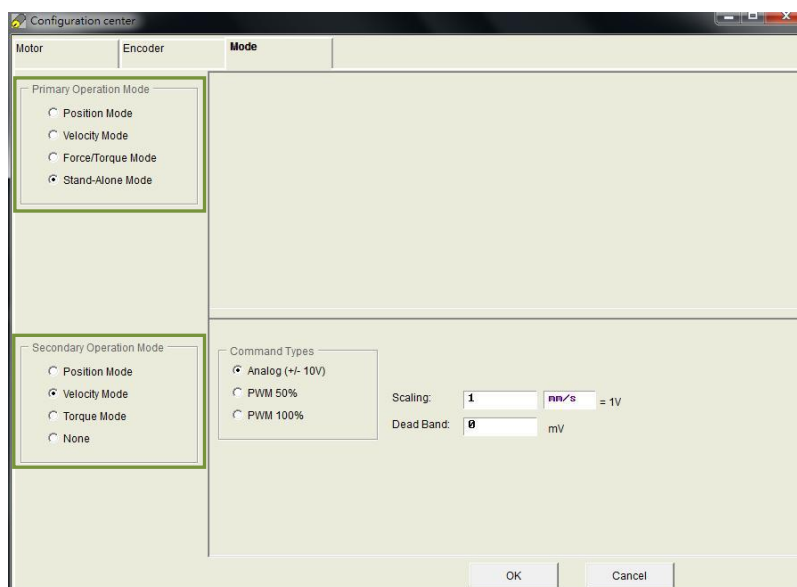
入力機能	第二モードへの切り替え		操作モード		Pos	Vel	Trq	Std
記号	MOD	初期入力	I7	Circuit	セクション 4.5.1 を参照			

機能の説明：

上位コントローラーからの入出力信号により動作モードを切り替えます。

手順：

コンフィグレーションセンターの「mode」タブで、次の図のように動作モードを設定します。



「第二モードへの切り替え」の入力状態が False（消灯）の場合は、「第一動作モード」で設定された動作モードが使用されます。入力状態が True (点灯) の場合、「第二動作モード」で設定された動作モードが使用されます。

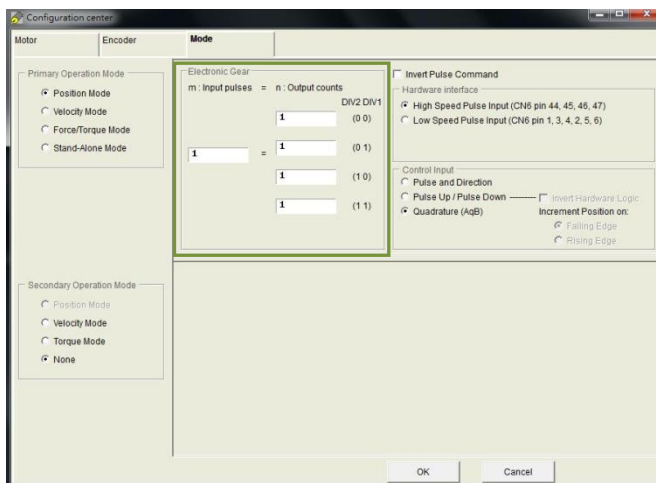
入力機能	電子ギア選択(DIV1、DIV2)		操作モード		Pos	Vel	Trq	Std
記号	DIV1, DIV2	初期入力	I5	Circuit	セクション 4.5.1 を参照			

機能の説明:

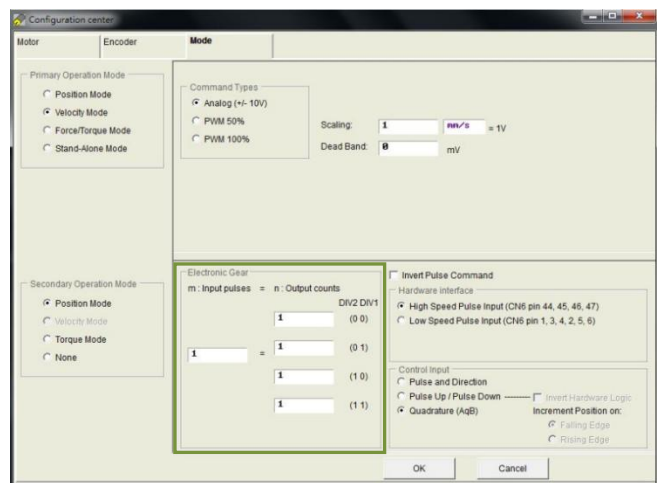
4 つの電子ギア比を切り替えます。

手順:

コンフィグレーションセンターの「Mode」タブに移動し、「第一動作モード」または「第二動作モード」で「位置モード」を選択し、4 つの電子ギア比を設定します（次の図を参照）。



電子ギア比（第一動作モード）



電子ギア比（第二動作モード）

ユーザーは、DIV1 と DIV2 のさまざまな組み合わせに基づいて、必要な電子ギア比を選択できます。 対応する組み合わせを次の表に示します。たとえば、3 番目の電子ギア比を使用するには、「電子ギア選択 (DIV2)」を True に設定し、「電子ギア選択 (DIV1)」を False に設定する必要があります。

DIV2	DIV1	Numerator
0	0	1 st
0	1	2 nd
1	0	3 rd
1	1	4 th

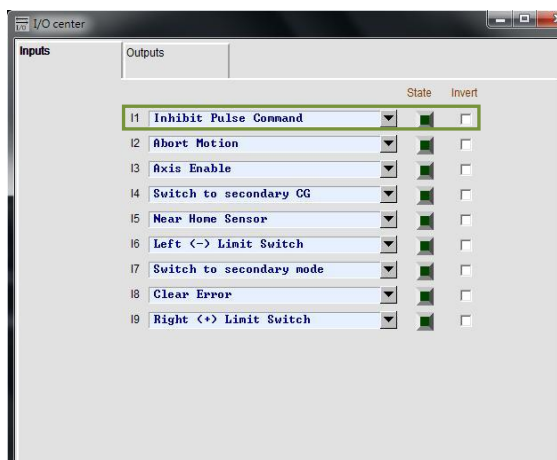
入力機能	パルスコマンド禁止		操作モード		Pos	Vel	Trq	Std
記号	INH	初期入力	I1	Circuit	セクション 4.5.1 を参照			

機能の説明:

ドライバーがホストコントローラーから送信されたパルスコマンドを受信するのを禁止します。

手順:

位置モードの入力機能を「パルス禁止指令」に割り当てます。 入力信号が True の場合、ドライバーはホストコントローラーからのパルスコマンドの受信を停止します。 False の場合、ドライバーはホストコントローラーからパルスコマンドを受信し、モーターを動かします。



入力機能	原点復帰開始		操作モード		Pos	Vel	Trq	Std
記号	HOM	初期入力	I1	Circuit	セクション 4.5.1 を参照			

機能の説明:

原点復帰手順を実行します。

手順:

「原点復帰開始」の状態が False から True に変更されると、アプリケーションセンターで設定された原点復帰方法に基づいて原点復帰手順が実行されます。

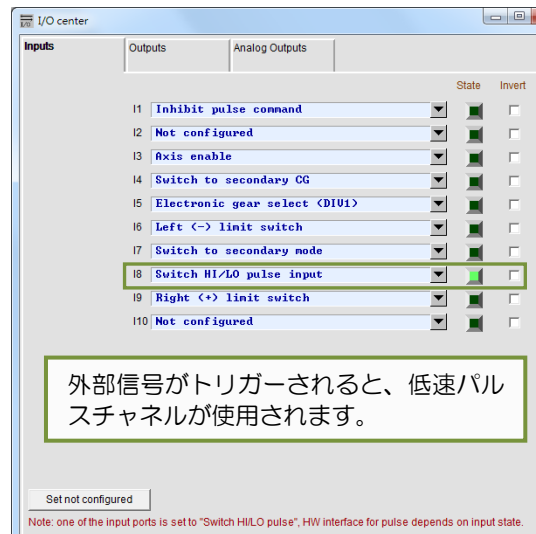
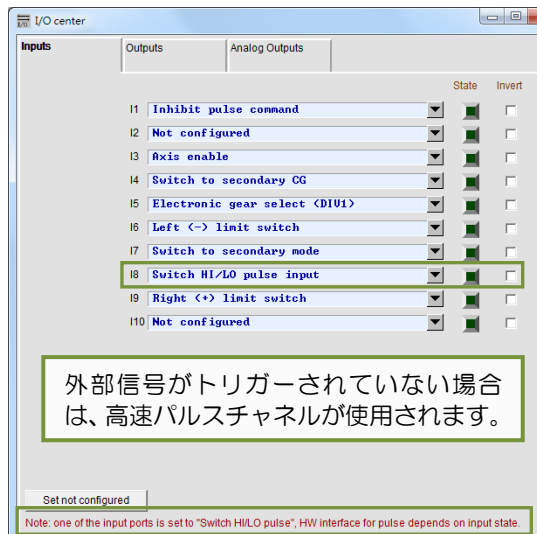
入力機能	HI / LO パルス入力切り替え		操作モード		Pos	Vel	Trq	Std
記号	PSEL	初期入力	None	Circuit	セクション 4.5.1 を参			

機能の説明:

位置モードでは、ホストコントローラーを介して入力信号をトリガーして、高速パルス入力チャンネルと低速パルス入力チャンネルを切り替えます。

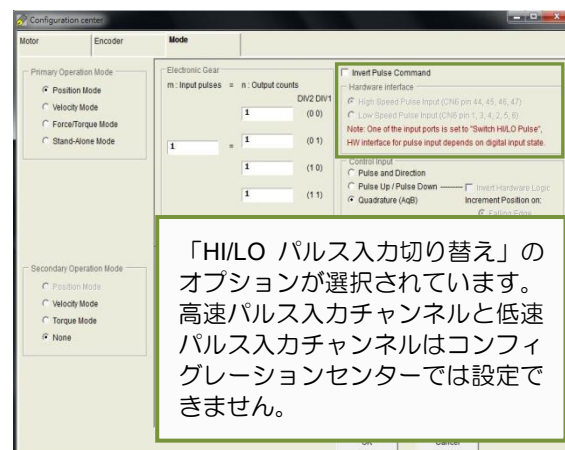
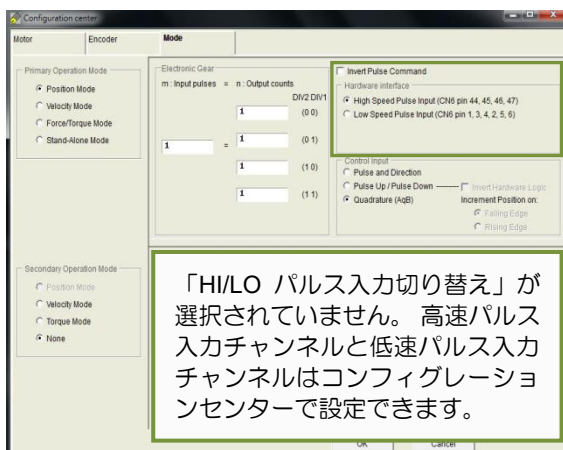
手順:

次の図に示すように、I/O センターの「入力」タブで「スイッチ HI/LO パルス入力」を選択します。 I1～I10 が選択可能です。（下図は I8 を例にしています。） 外部トリガー信号により高速パルス入力チャンネルと低速パルス入力チャンネルを切り替えます。



「HI/LO パルス入力切り替え」の入力状態が False（消灯）の場合、高速パルス入力チャンネルが使用されます。入力状態が True (点灯) の場合、低速パルス入力チャンネルが使用されます。

注：入力 (I1～I10) を「HI/LO パルス入力切り替え」に選択した場合、コンフィグレーションセンターの「Mode」タブの「位置モード」で高速パルス入力チャンネルと低速パルス入力チャンネルを設定することはできません。



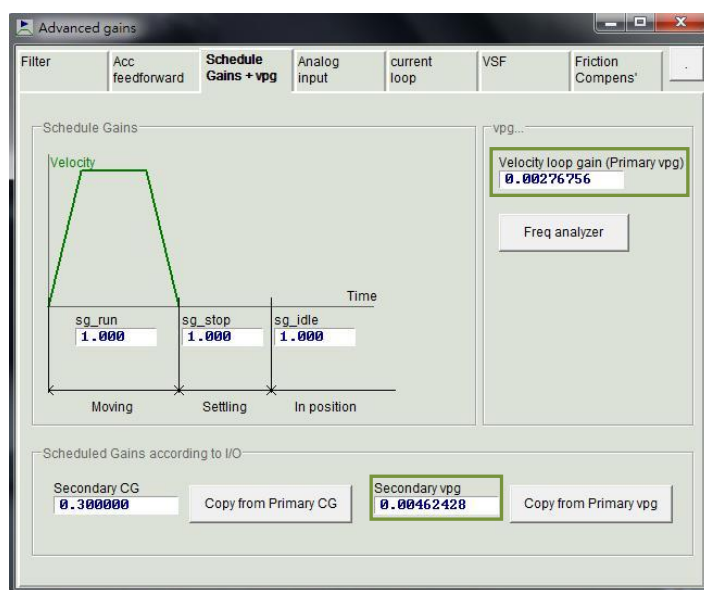
入力機能	第二 vpg への切り替え		操作モード		Pos	Vel	Trq	Std
記号	JSEL	初期入力	None	Circuit	セクション 4.5.1 を参照			

機能の説明:

速度ループゲインを切り替えます。

手順:

次の図に示すように、「Advanced Gains」ウィンドウの「Schedule Gains + vpg」タブでさまざまな速度ループゲインを設定できます。

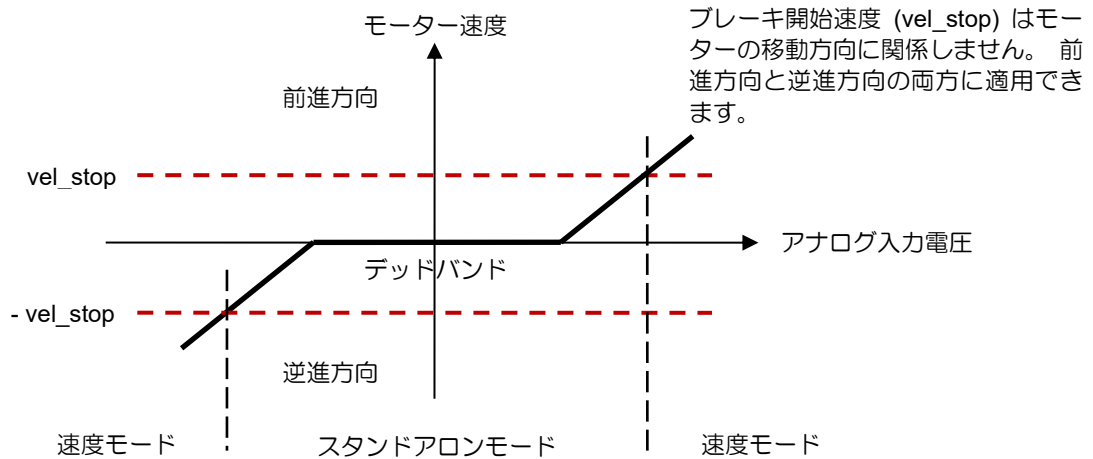


「第二 vpg に切り替え」の入力状態が True (ライトが点灯) の場合、「Secondary vpg」が使用されます。 False (消灯) の場合は「Primary vpg」が使用されます。

入力機能	ゼロスピードクランプ		操作モード		Pos	Vel	Trq	Std
記号	ZSC	初期入力	I1	Circuit	セクション 4.5.1 を参照			

機能の説明:

この入力機能は速度モードにのみ適しており、レベルトリガーされます。「ゼロ速度クランプ」の入力状態が True の場合、アナログ入力電圧指令に対応するモーター速度がブレーキ開始速度以下の場合、自動的にスタンドアロンモードに動作モードが切り替わります。同時にモーターは現在の位置でロックされます。次の図に示すように、アナログ入力電圧指令に対応するモーター速度がブレーキ開始速度よりも大きくなるまで、動作モードは自動的に速度モードに切り替わり、モーターは動き続けます。

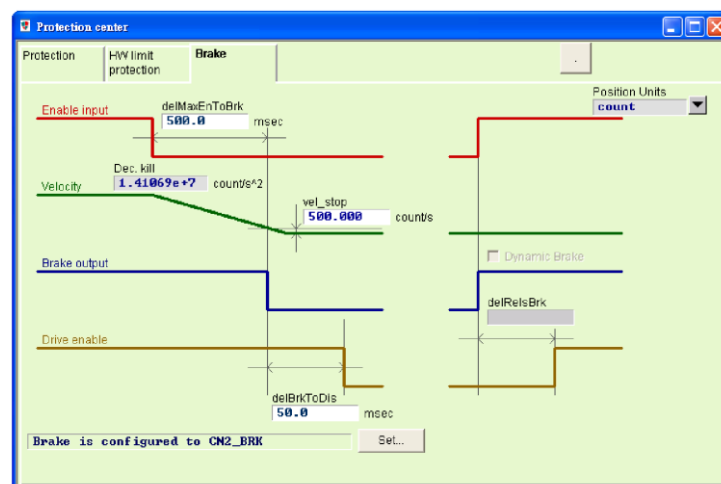


手順：

動作モードが速度モードに設定されている場合は、I/O センターに移動し、入力機能を「ゼロ速度クランプ」に設定します。 次の図は I1 を例にしています。



その後、Protection center に移動し、ブレーキ開始速度 (vel_stop) を適切な値に設定します (デフォルト値は 500count/s)。 次の図を参照してください。



「ゼロスピードクランプ」機能は、I1 の入力状態が True のときに有効になります。

入力機能	エラークリア		操作モード		Pos	Vel	Trq	Std
記号	CE	初期入力	I8	Circuit	セクション 4.5.1 を参照			
機能の説明:								
エラーメッセージをクリアします。								
手順：								
「Clear Error」の入力状態を False から True に変更すると、エラーメッセージがクリアされます。								

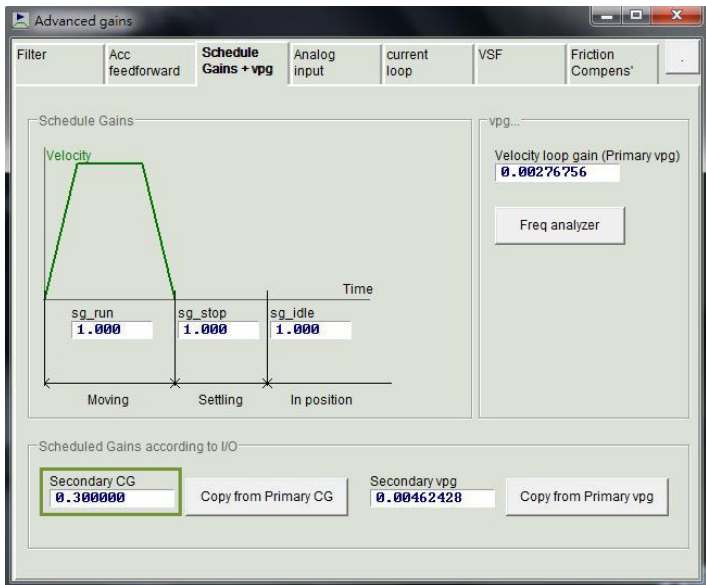
入力機能	第二 CG への切り替え		操作モード		Pos	Vel	Trq	Std
記号	GNS	初期入力	None	Circuit	セクション 4.5.1 を参照			

機能の説明:

共通ゲインを切り替えます。

手順：

「Secondary CG」は、下図のように「Advanced Gains」ウィンドウの「Schedule Gains + vpg」タブで設定できます。



「第二 CG への切り替え」の入力状態が True（点灯）の場合、「第二 CG」が使用されます。 False（消灯）の場合は「第一 CG」が使用されます。

5.4.2 デジタル出力

D2T-LM モデルは、6 セットのプログラム可能なデジタル出力を提供します。5 つのセット (O1 ~ O5) は CN6 コネクターにある汎用出力です。6 セット目(CN2 BRK)はブレーキ出力専用となっており、汎用出力としても使用可能です。

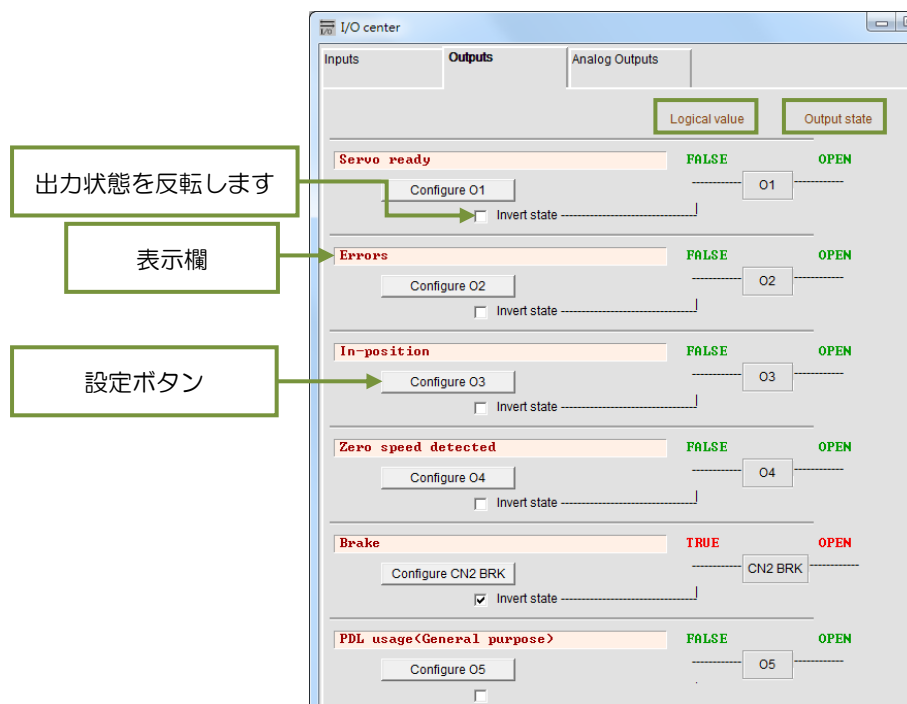


図 5.4.2.1 デジタル出力

■ 論理値

ここには各出力信号の論理値が表示されます。表示値は TRUE または FALSE です。

■ 表示欄

Configuration ファンクションメニュー (図 5.4.2.2 参照) の各項目にチェックを入れると、表示欄に項目名が表示されます。複数の項目にチェックを入れた場合は「Customized」と表示されます。エラー項目をすべてチェックすると「Errors」と表示されます。チェックを入れていない場合は、汎用出力の用途を「PDL usage (General Purpose)」と表示します。これは、出力機能が PDL プログラム言語によって制御されていることを示します。

■ 出力状態

ドライバーの出力ピンの現在の状態が、CLOSE または OPEN (トランジスタが導通または非導通) としてここに表示されます。これにより、ユーザーはドライバー出力のハードウェア信号の状態を把握し、配線のデバッグを支援できます。

■ 状態を反転する

要件に基づいて、このオプションをチェックすると、ホストコントローラーに合わせて出力状態の極性を反転できます。

注: ドライバーの内部ロジックは、この「状態を反転」設定の影響を受けません。

■ 設定ボタン

各出力ピンには、対応する設定ボタンが 1 つあります。 O1 を例に挙げると、「Configure O1」ボタンをクリックして Configuration 機能メニューを開きます。 このメニューは、「Statuses」、「Errors」、「Warnings」の 3 つのカテゴリに分類できます (図 5.4.2.2 を参照)。 同じメニューで 2 つ以上の項目が選択されている場合、これらの項目の 1 つがトリガーされたときに出力機能が機能します。 チェックしたオプションをすべてキャンセルするには、「Not Configured」ボタンをクリックします。 希望の機能を選択した後、「Apply」ボタンをクリックして設定を完了するか、「Cancel」ボタンをクリックして設定を破棄します。「Errors」カテゴリには「Set all errors」ボタンがあります。 セットアップを迅速に行うには、このボタンをクリックして「Errors」カテゴリ内のすべてのエラーを選択することをお勧めします。

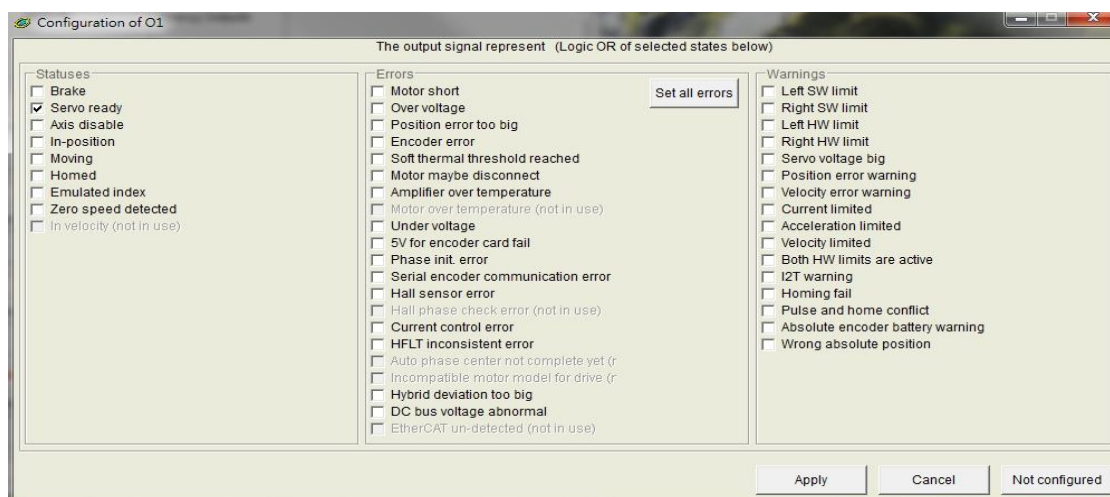


図 5.4.2.2 Configuration ファンクションメニュー

表 5.4.2.1

項目	記号	出力機能	説明
状態			
1	BRK	Brake	ブレーキ信号 (チェックすると、他のステータス、エラー、警告を設定できなくなります。)
2	RDY	Servo Ready	サーボ有効状態
3	DIS	Axis Disable	サーボ無効状態
4	INP	In-Position	インポジション信号
5	MOV	Moving	動作中
6	HOMD	Homed	原点復帰完了
7	EMI	Emulated Index	エミュレートされた Z 相インデックス信号

8	ZSPD	Zero Speed Detected	ゼロ速度検出信号
エラー			
1	ALM	Errors	通常、すべてのエラーがチェックされます ([Set all erro] のボタンをクリックします)。ユーザーは、要件を満たすためにエラーの組み合わせを変更できます。
警告			
1	LS	Left Software Limit	左のソフトウェアリミットがトリガーされます。
2	RS	Right Software Limit	右のソフトウェアリミットがトリガーされます。
3	LH	Left Hardware Limit	左のハードウェアリミットがトリガーされます。
4	RH	Right Hardware Limit	右のハードウェアリミットがトリガーされます。
5	SVB	Servo Voltage Big	PWM コマンドが設定された警告値を超えています。
6	PEW	Position Error Warning	位置エラーが設定された警告値を超えています。
7	VEW	Velocity Error Warning	速度エラーが設定された警告値を超えています。
8	CUL	Current Limited	電流が飽和しています。モーターのピーク電流の仕様に達しています。
9	ACL	Acceleration Limited	モーターが動いている場合、加速度に対する保護設定に達しています。
10	VL	Velocity Limited	モーターが動いているときは、速度の保護設定に達しています。
11	BOHL	Both HW limits are active	左右両方のハードウェア制限がトリガーされます。
12	HOMF	Homing fails	原点復帰プロセスが失敗しています。
13	PCHC	Pulse command and homing conflict	位置モードでは、パルス指令と原点復帰指令を同時に受信します。
14	AEBW	Absolute encoder battery warning	エンコーダーの電池が切れています。電池を交換してください。
15	WAP	Wrong absolute position	アブソリュートエンコーダーは、誤差絶対位置を誤ってフィードバックします。ホームポジションをリセットします。

表 5.4.2.2 D2T-LM シリーズドライバのデフォルト出力設定

ピン	信号	CoE ではないモデル				CoE モデル	Invert
		位置モード	速度モード	カトルクモード	スタンドアロンモード	スタンドアロンモード	
34, 35	O1	Servo Ready	Servo Ready	Servo Ready	Servo Ready	Servo Ready	No
36, 37	O2	Errors	Errors	Errors	Errors	Errors	No
38, 39	O3	In-Position			In-Position	In-Position	No
10, 11	O4	Zero Speed Detected	Zero Speed Detected	Zero Speed Detected	Zero Speed Detected	Zero Speed Detected	No
40, 12	O5*						No
2	CN2 BRK#	Brake	Brake	Brake	Brake	Brake	No

* D2T モデルのみ

#フレーム B、C のみ

表 5.4.2.3 各動作モードがサポートする出力機能

出力機能 \ 動作モード	CoE ではないモデル				CoE モデル
	位置モード	速度モード	力/トルクモード	スタンドアロンモード	スタンドアロンモード
Brake	V	V	V	V	V
Servo ready	V	V	V	V	V
Axis disable	V	V	V	V	V
In-position	V	--	--	V	V
Moving	V	--	--	V	V
Homed	V	V	V	V	V
Emulated index	V	V	V	V	--
Zero speed detected	V	V	V	V	--

注: 「V」は、対応するモードで出力機能が使用できることを示します。

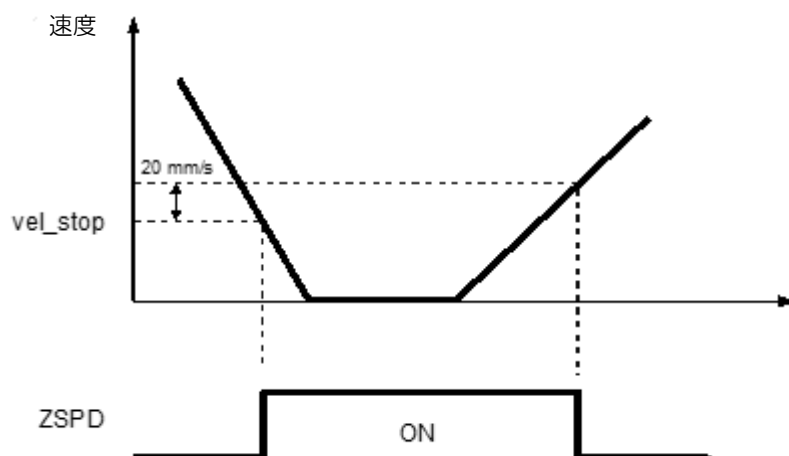
出力機能	ゼロ速度検出		操作モード		Pos	Vel	Trq	Std
記号	ZSPD	初期出力	O4	Circuit	セクション 4.5.2 を参照			

機能の説明:

モーター速度がゼロに近づくと、ドライバーはこの信号を出力します。

手順:

いわゆる「ゼロに近い速度」とは、モーター速度がパラメーター「vel_stop」で設定されたしきい値より小さいことを意味します。この機能には、ZSPD 出力信号のバウンスを回避するための 20 mm/s のヒステリシスもあります。パラメーター「vel_stop」については、セクション 8.3 を参照してください。



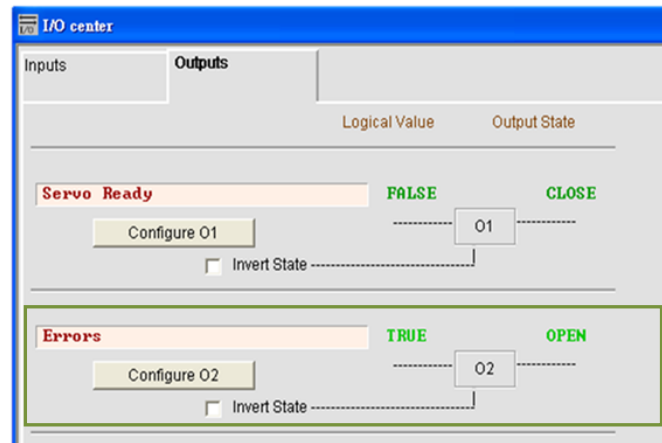
出力機能	エラー		操作モード		Pos	Vel	Trq	Std
記号	ALM	初期出力	O2	Circuit	セクション 4.5.2 を参照			

機能の説明:

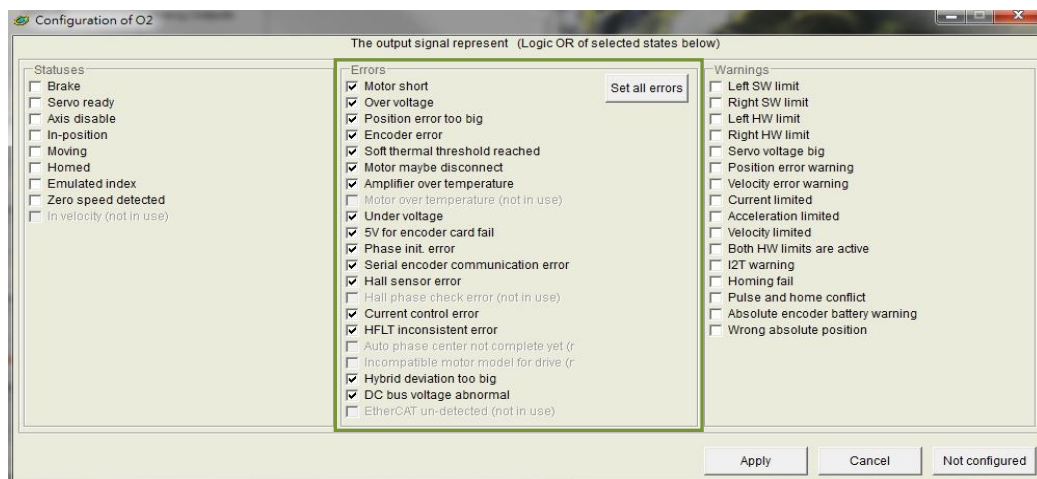
エラーステータスを出力します。

手順:

「Errors」は I/O センターの「Outputs」タブで設定できます（デフォルトは O2）。



「Configure O2」ボタンをクリックして「Configuration of O2」ウィンドウを表示します。 次の図の緑色のボックスに示すように、[Set all errors] ボタンをクリックして、[Errors] カテゴリのすべてのオプションをオンにします。 このとき、使用中の出力には「Errors」が表示されます。 ただし、ユーザーがすべてのエラーではなく複数のエラーを選択した場合、使用中の出力には「Customized」と表示されます。



5.4.3 アナログ出力

D2T-LM モデルには、CN6 コネクタにアナログ出力が 1 つ付いており、モータートルク (ピン 43) の監視に使用できます。出力電圧範囲は-10V~10V、出力分解能は 16 ビットです。アナログ出力の設定ページを図 5.4.3.1 に示します。

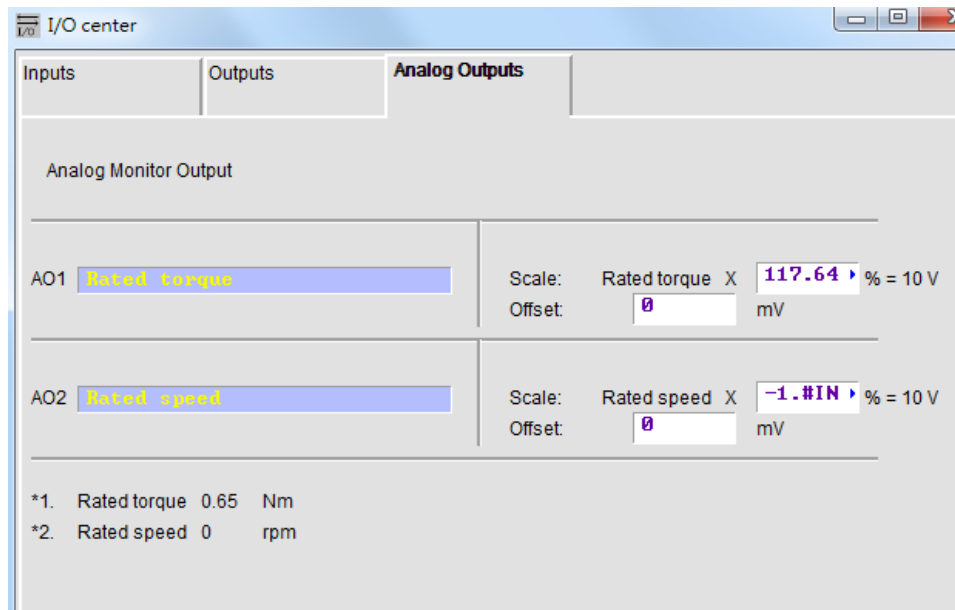


図 5.4.3.1 アナログ出力設定ページ

■ AO1 Rated torque

「定格トルク」＝「モーター連続電流」×「モータートルク定数」より、CN6 の 43 ピンの最大出力電圧が 10V のときのモータトルク（定格トルク×±□%）を設定します。□ の値はユーザー次第です（入力範囲は 1 ～ 300、デフォルト値は 100）。「Offset」は出力電圧のオフセットです（入力範囲は-10,000mV~10,000mV、デフォルト値は 0）。

■ AO2 定格回転数

D2T-LM モデルは AO2 定格速度をサポートしていません。

注: D2T-LM モデルはリニアモーターにのみ適合します。したがって、モーターのトルク（定格トルク）はモーターの力（定格力）とみなすことができます。

5.5 インポジション信号の設定

サーボシステムでは、目標位置とエンコーダーのフィードバック位置との間に一定の追従誤差が存在します。モーターが目標位置に移動する際には、整定までの短い時間がかかります。これをセトリングタイムと呼びます。その後、モーターは目標半径に入ります。D2T-LM シリーズドライバは、インポジションの機能インターフェースを提供します。「目標半径」と「デバウンス時間」を設定することで、モーターが目標位置に到達したかどうかを観察できます。この機能は、ドライバがポジションモードまたはスタンドアロンモードで動作している場合にのみサポートされます。「インポジション」ステータスは、デジタル出力信号を介してホストコントローラーに送信できます。

機能設定

 をクリックしてパフォーマンス センターを開きます。「Position」タブに「In-Position」設定ページが表示されます。ユーザーが波形をキャプチャする必要がある場合は、「Set scope...」ボタンをクリックして「Scope」ウィンドウを開きます。「In-Position」信号のデフォルトは O2 に設定されています。デジタル出力の設定については、セクション 5.4.2 を参照してください。

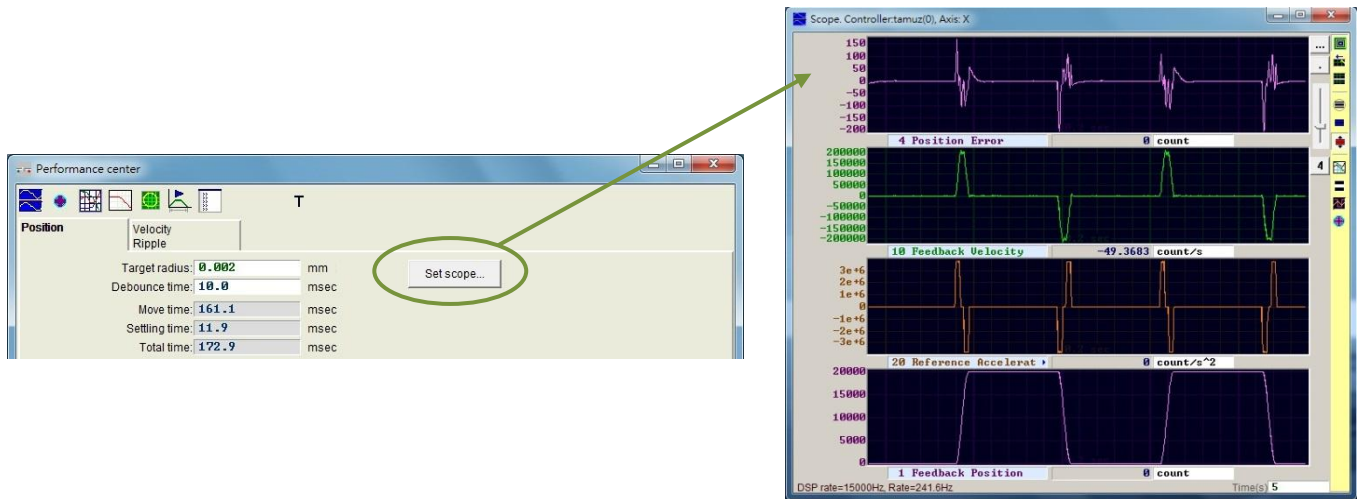


図 5.5.1

表 5.5.1

パラメーター	説明
Target radius	位置誤差のターゲット半径。位置誤差が「ターゲット半径」に入り、「デバウンス時間」が継続すると「インポジション」が有効となります。デフォルト値はエンコーダー分解能の 100 倍です。
Debounce time	デバウンス時間。位置誤差が「In-Position」の「Target radius」に入った後 In-Position が有効になるまでしばらく時間がかかります。
Move time	経路計画にかかる時間
Settling time	整定時間
Total time	合計時間 (移動時間 + 整定時間)

デバウンス時間の設定

モーターの位置決めでは、モーターが目標位置に到達する前に「インポジション」信号が不安定になるオーバーシュート現象が発生することがあります。これは「デバウンス時間」を設定することで解決できます。「インポジション」信号は、位置誤差が「ターゲット半径」に入り、「デバウンス時間」の間継続するまで送信されません。「デバウンス時間」が大きいほど、「インポジション」信号はより安定し、時間遅延が大きくなります。オシロスコープで「インポジション」信号を観察することで、「デバウンス時間」を適切に設定できます。

- (1) 図 5.5.2 に示すように、「ターゲット半径」を固定し、「デバウンス時間」を 0ms に設定した後、モーターを一定距離移動させ、スコープ上の「インポジション」信号を観察します。「インポジション」が有効な場合、それはハイレベル信号です。無効な場合はローレベル信号です。図 5.5.2 から、モーターが目標位置に近づくと、6 つの突出パルスが表示される (後の 2 つは短い) ことが簡単にわかります。各突出パルスのハイレベル期間は、1 回目は約 1.5ms、2 回目は約 1.4ms、3 回目は約 1.4ms、4 回目は約 1.3ms、5 回目と 6 回目は約 1.4ms です。1 つは約 1ms です。

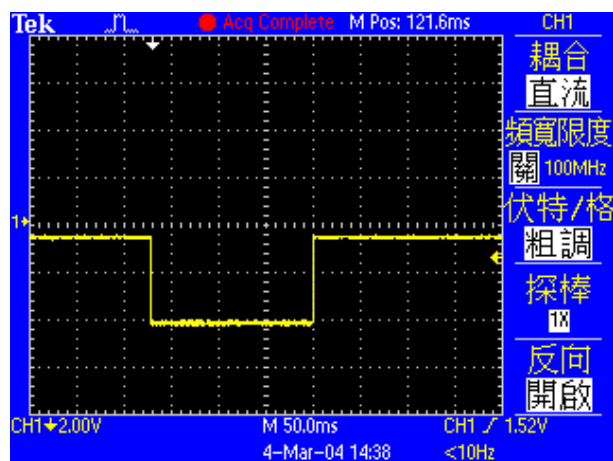
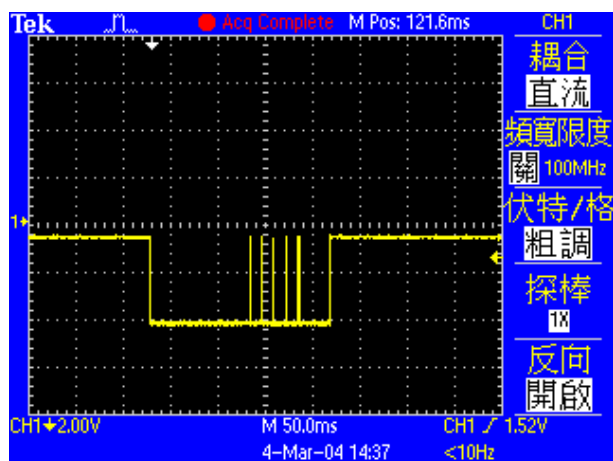


図 5.5.2 In-Position 信号 (「デバウンス時間」が 0ms の場合) 図 5.5.3 In-Position 信号 (「デバウンス時間」は 3ms)

- (2) 図 5.5.2 の最も幅の広い突出パルスは 1.5ms です。ユーザーは「デバウンス時間」をこの値より少し大きく設定できます。安全率を考慮して「デバウンス時間」を 3ms に設定します。モーターを一定距離移動させると、新しい「インポジション」信号が図 5.5.3 に表示されます。ご覧のとおり、「インポジション」信号の不安定性が改善されています。

5.6 原点復帰設定

 をクリックしてアプリケーションセンターを開きます。 図 5.6.1 に示すように、最初のタブは「原点復帰」の設定ページです。

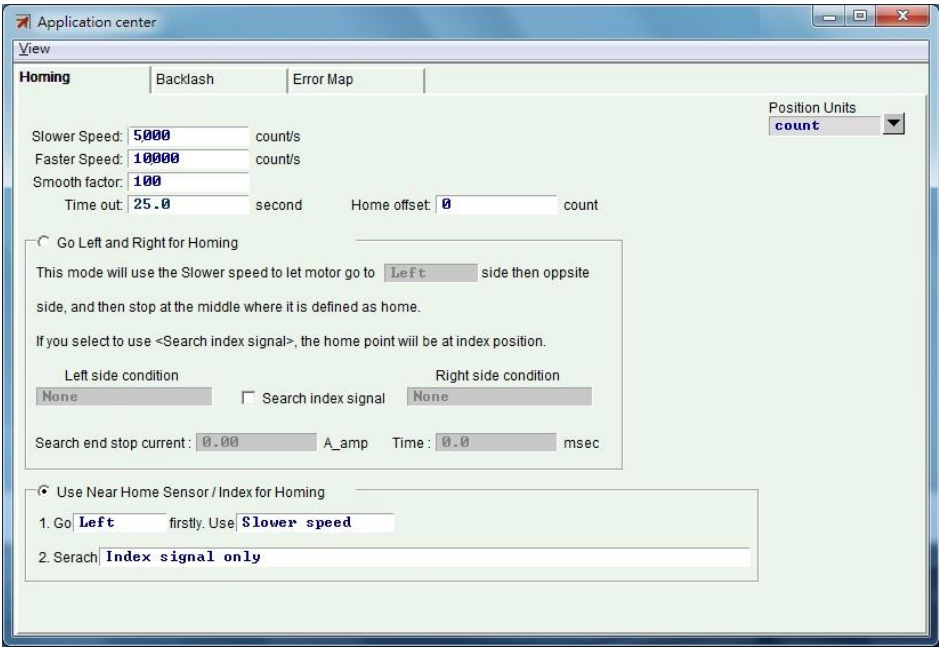


図 5.6.1 原点復帰設定ページ

次の表に示すように、原点復帰設定には 5 つの基本パラメーターがあります。

表 5.6.1

パラメーター	説明
Slower Speed	遅い原点復帰速度
Faster Speed	速い原点復帰速度
Smooth factor	原点復帰固有のスムーズ ファクター パラメーター。 設定範囲は 1～500 です。
Time out	原点復帰手順の最大サーチ時間
Home offset	原点オフセット

原点復帰構成には 3 つのモードがあります。

- (1) 左右に移動して原点復帰します: セクション 5.6.1 を参照してください。
- (2) 原点復帰用にニアホームセンサー/インデックスを使用: セクション 5.6.2 を参照してください。
- (3) CiA 402 プロトコルでホーミング方式を使用する: セクション 5.6.3 を参照してください。

原点復帰モード (1) と (2) は、インクリメンタルエンコーダーを備えたモーターに適しています。 原点復帰モード (3) は CoE モデル用です。

原点復帰モードを設定した後、パフォーマンスセンターの下部にある「ホーム」ボタンをクリックして原点復帰手順を開始します。プロセス中、パフォーマンスセンターウィンドウの「ホーム」ステータスライトが緑色に点滅し続けます。原点復帰が完了すると、「原点復帰」ステータスライトが緑色 (Homed) のままになり、原点復帰が成功したことを示します。「タイムアウト」時間が経過してもホームポジションが見つからない場合は、「ホーム」ステータスライトが赤色 (Homed) のままになり、失敗を示します。

原点オフセット

■ インクリメンタルエンコーダーの原点復帰方法

この方法は、上記の原点復帰モード (1) と (2) にのみ適用できます。「ホームオフセット」をゼロ以外の値に設定すると、元の状態のホームポジションからある距離だけオフセットされます。図 5.6.2 に示すように、この新しい位置が座標の原点として取られ、モーターはこの新しいホーム位置に移動します。左右の条件が「なし」でない場合、ドライバーは、元の条件で見つかった原点位置を距離だけオフセットした位置を新しいホームポジションとして使用します。「ホームオフセット」が正の場合、座標原点は元の状態の原点位置の右側になります。「ホームオフセット」が負の場合、原点は元の状態の原点位置の左側になります。

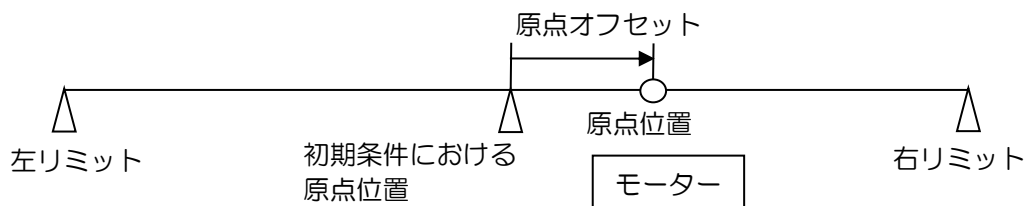


図 5.6.2

■ CiA 402 の原点復帰方法

この方法は、上記の原点復帰方法 (3) にのみ適用できます。「原点オフセット」をゼロ以外の値に設定すると、ドライバーは図 5.6.3 に示すように、元の状態で求められた原点位置を「原点オフセット」の値として設定します。「原点オフセット」が正の場合、座標原点は元の状態の原点位置の左側になります。「原点オフセット」がマイナスの場合、原点は元の状態の原点位置の右側になります。

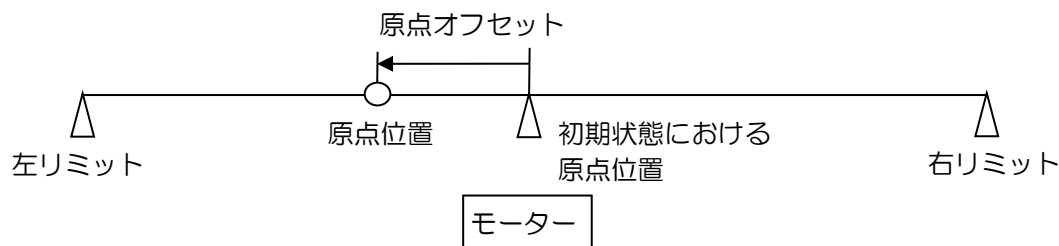


図 5.6.3

5.6.1 左右に移動して原点復帰する

この機能は、D2T-LM シリーズのドライバーに内蔵されている多機能原点復帰モードの一種です。 左右の条件を探索することで原点位置を決定することができます。 主な方法は、2つの境界の中点を原点位置としてを見つけることです。 左右の条件は、左右のリミットスイッチか、モーターがメカニカルストップに接触する際に発生する電流によって左右の条件を探索するエンドストップのどちらかを選択できます。 ストローク内で見つかったインデックスを原点位置にするには、「インデックス信号を検索」オプションをクリックします。

原点復帰手順:

設定された初動方向（パラメーター①）に基づき、遅い方の原点復帰速度で動作します。「左」を例にすると、まず左側に移動して左側の条件を検索し、次に右側に移動して右側の条件を検索します。その後、モーターは両側の中央で停止し、その位置を原点位置とします。ユーザーが「インデックス信号の検索」オプションをクリックすると、プロセスで見つかったインデックスが原点位置として使用されます。 左辺と右辺の検索条件は設定（パラメーター②、③）により決まります。

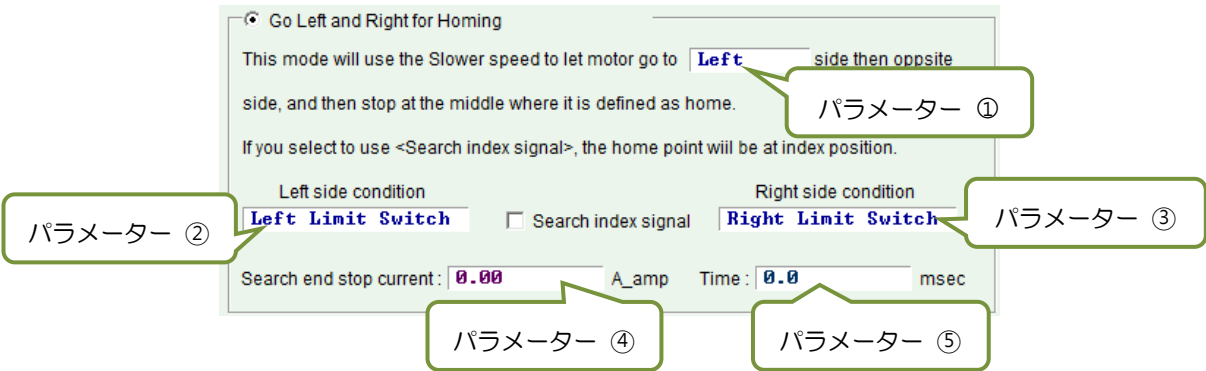


図 5.6.1.1

表 5.6.1.1

No.	パラメーター	オプション	説明
①	Direction of initial movement	Left	まず左側をサーチします
		Right	まず右側をします
②	Left side condition	None	左側の条件は使用しません
		End Stop	左側のエンドをサーチします
		Left Limit Switch	左側のリミットスイッチをサーチします
③	Right side condition	None	右側の条件は使用しません
		End Stop	右側のエンドをサーチします
		Right Limit Switch	右側のリミットスイッチをサーチします
④	Current for searching End Stop		
⑤	Time for searching End Stop		

左側または右側の条件を以下のいずれかから選択します。

- (1) None: サーチしません
- (2) End Stop: エンドストップをサーチします
- (3) Limit Switch: リミットスイッチをサーチします

エンドストップの検索はパラメーター④、⑤で行います。パラメーター④でエンドストップを探索する押し付け力を設定し、パラメーター⑤で押し付け力の持続時間を設定します。時間が短すぎると、エンドストップが見つかる前にドライバーが誤った判断をする可能性があります。時間が長すぎると、エンドストップにかかる力が増加したり、「I2T 警告」の警告メッセージが表示されます。エンドストップ探索電流は以下の手順で設定できます。

Step 1. 図 5.6.1.2 に示すように、「スコープ」ウィンドウを開き、「実際の電流」を観測する物理量を設定します。

Step 2. ストローク全体で移動するには、「低速」設定を使用します。

Step 3. 「実際の電流」の変化を観察し、最大値を記録します。図 5.6.1.2 に示すように、「実際の電流」の最大値は約 0.2A です。したがって、「検索エンドストップ電流」を 0.2A より少し多めに設定するようにしてください。この場合は 0.23A に設定可能です。

注: エンドストップの検索中に「位置誤差が大きすぎます」というエラーを回避するには、エンドストップの検索の遅い速度と時間を以下の条件を満たす必要があります: 「遅い速度」 x 「時間」 < 「最大位置誤差」

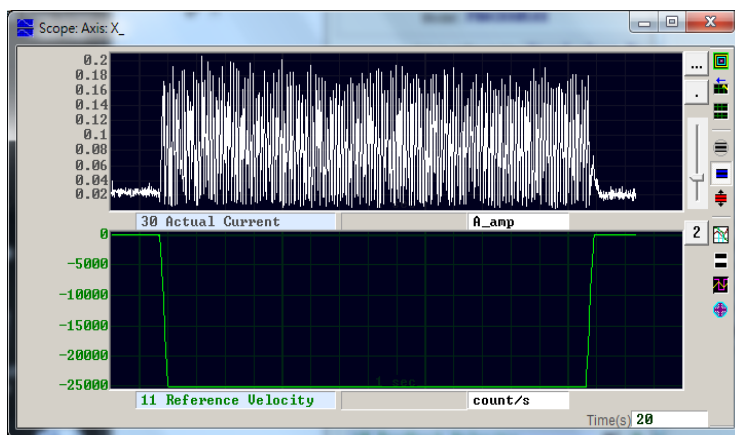


図 5.6.1.2

例外:

- (1) 図 5.6.1.3 のように、「左側条件」を「なし」、「右側条件」を「エンドストップ」または「右側リミットスイッチ」に設定し、初期動作の方向（パラメータ①）を設定します。① を「左」に設定します。原点復帰が実行されると、原点復帰手順は失敗と判断され、「Homed」のステータスライトが赤色のままになります。（この場合は無理な設定なので原点復帰に失敗します。）

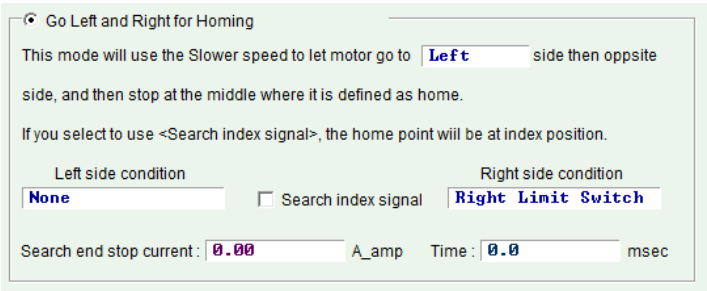


図 5.6.1.3

(2) ユーザーが「インデックス信号の検索」オプションをクリックしたが、ストローク内に複数のインデックスがあることが判明した場合、ドライバは「エンドストップ」または「右リミットスイッチ」に最も近いインデックスを原点位置として使用します。

原点復帰の例:

図 5.6.1.4 の設定により、原点復帰開始時、モーターは左側のリミットスイッチをサーチするため、原点復帰速度を遅くしてマイナス方向に移動します。 左側のリミットスイッチが見つかった後、モーターは正の方向に沿って遅い原点復帰速度で最初のインデックス信号を検索します。 アクションのプロセスを図 5.6.1.5 に示します。

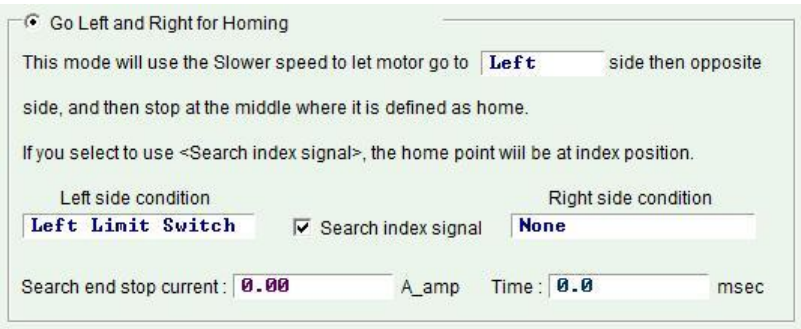


図 5.6.1.4

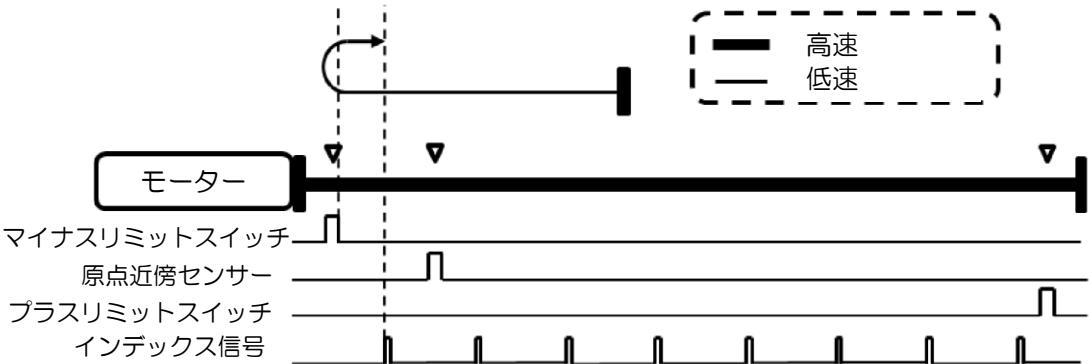


図 5.6.1.5

5.6.2 原点付近センサー/原点復帰インデックスを使用する

「原点近傍センサー」またはエンコーダーインデックス信号を検索して原点位置を決定することも、別の原点復帰モードです。「Near Home Sensor」は I/O センターのデジタル入力によって設定され、外部スイッチを介してトリガーされます。「原点近傍センサー」を見つけたら、左側または右側のエンコーダーインデックス信号を検索して原点位置を探し、精度を高めめます。

原点復帰手順:

初動方向（パラメーター⑥）と初動速度（パラメーター⑦）の設定により、「原点付近センサー」またはインデックス信号を検索します。

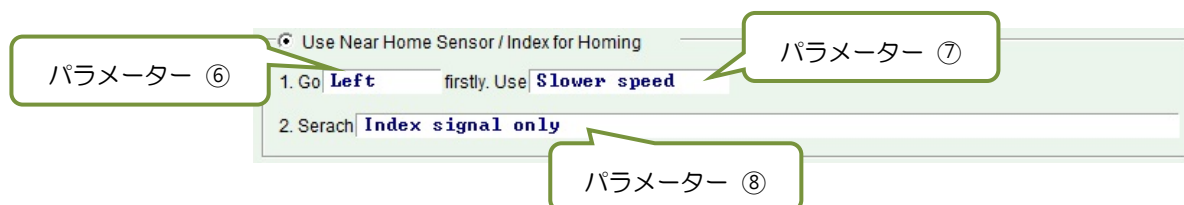


図 5.6.2.1

表 5.6.2.1

No.	パラメーター	オプション	説明
⑥	Initial movement direction	Left	まず左側をサーチします
		Right	まず右側をサーチします
⑦	Initial movement speed	Slower speed	遅いホーミング速度で検索します。図 5.6.1 の「低速」列で速度を設定します。
		Faster speed	より速いホーミング速度で検索します。図 5.6.1 の「より速い速度」列で速度を設定します。
⑧	Searching home position method	Index signal only	エンコーダーインデックス信号のみをサーチします
		Near Home Sensor only	原点センサー付近のみをサーチします
		Near Home Sensor then change to lower speed, move left, search index	原点付近のセンサーを見つけたら、左側の原点復帰速度の遅いエンコーダーインデックス信号をサーチするように変更します。
		Near Home Sensor then change to lower speed, move right, search index	原点付近のセンサーを見つけたら、右側の原点復帰速度の遅いエンコーダーインデックス信号をサーチするように変更します。

「原点近傍センサー」を原点復帰に使用する場合、光電スイッチまたは機械式スイッチをドライバーのデジタル入力に接続できます。ここでは I2 を例として取り上げ、I/O センターで I2 を「原点近傍 センサー」として設定します (図 5.6.2.2 を参照)。

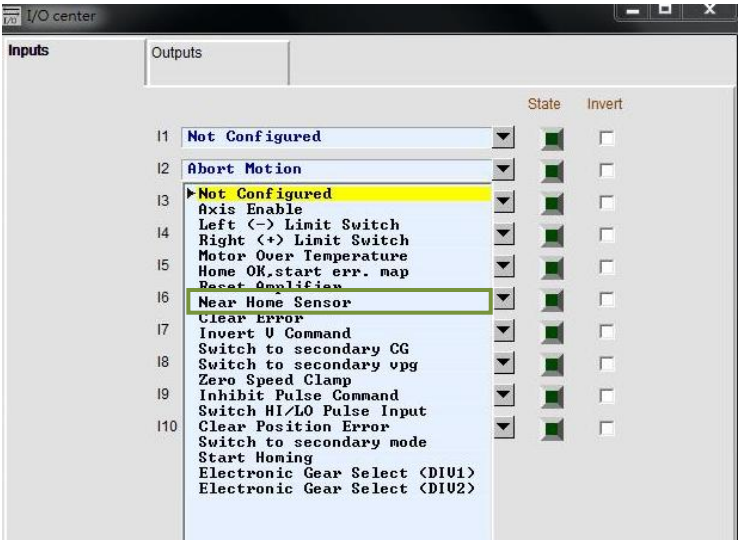


図 5.6.2.2

原点復帰の例:

図 5.6.2.3 の設定により、原点復帰開始時、モーターはより速い原点復帰速度でマイナス方向に移動し、「原点近傍センサー」をサーチします。「原点近傍センサー」が見つかった後、モーターは負の方向に沿って遅い原点復帰速度で最初のインデックス信号を検索します。アクションのプロセスを図 5.6.2.4 に示します。

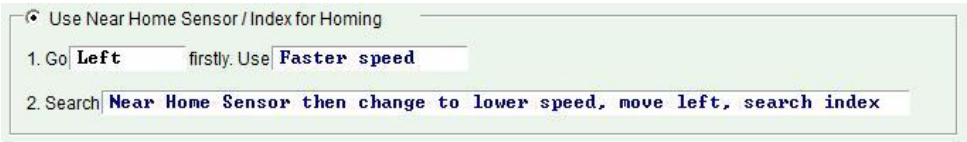


図 5.6.2.3

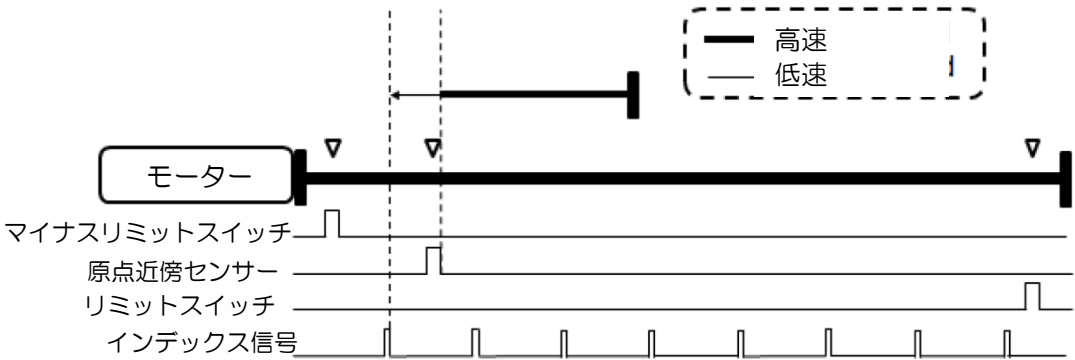


図 5.6.2.4

5.6.3 CiA 402 プロトコルで原点復帰方式を使用する

CoE モデルの場合、Lightening 0.185 以降のソフトウェア バージョンがこの原点復帰モードをサポートします。 設定ページは図 5.6.3.1 に示されており、緑色の線はより速い原点復帰速度を表し、オレンジ色の線はより遅い原点復帰速度を表しています。 このモードの原点復帰方法を表 5.6.3.1 にまとめます。

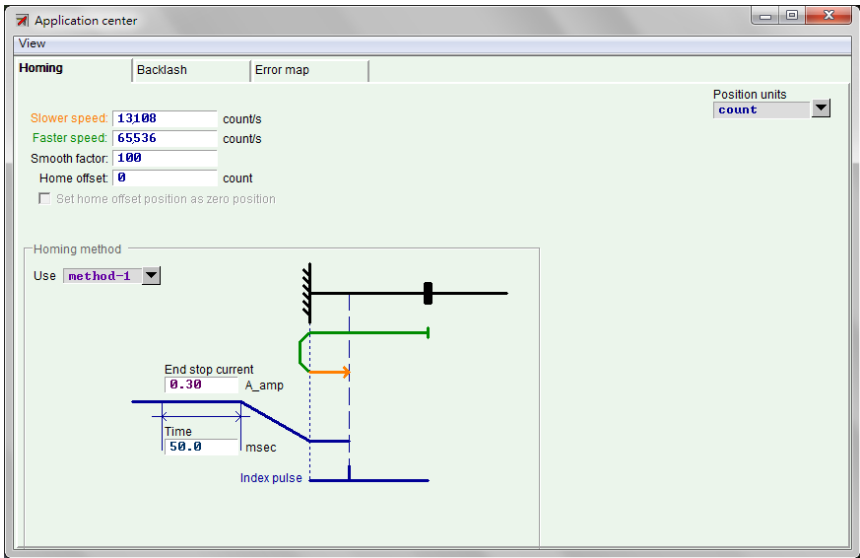


図 5.6.3.1

表 5.6.3.1

No.	説明	説明図
1	負のリミットスイッチとインデックスパルスでの原点復帰: モーターは、より速い速度でマイナス方向に沿ってマイナスリミットスイッチを検索します。 インデックスを見つけた後、モーターは低速で正方向にインデックスを検索します。	
2	正のリミット スwitchとインデックス パルスでの原点復帰: モーターは、より速い速度でプラス方向に沿ってプラスリミットスイッチを検索します。 インデックスを見つけた後、モーターは低速でマイナス方向にインデックスを検索します。	

No.	説明	説明図
7	原点スイッチとインデックスパルスでの原点復帰 - 正の初期動作、原点スイッチの左端、左側インデックス: (1) 原点スイッチ外側: 原点スイッチの左端を正方向に速い速度でサーチします。それを見つけた後、モーターはこの信号の左側のインデックスを負の方向に低速で検索します。 (2) 原点スイッチ内: 原点スイッチの左端をマイナス方向に高速でサーチします。それを見つけた後、モーターはこの信号の左側のインデックスを低速で負の方向に検索します。	Use method7
8	原点スイッチとインデックスパルスでの原点復帰 - 正の初動、原点スイッチの左端、右側のインデックス: (1) 原点スイッチ外側: 原点スイッチの左端を正方向に速い速度でサーチします。それを見つけた後、モーターはこの信号の右側のインデックスを、より遅い速度で正の方向に検索します。 (2) 原点スイッチ内: 原点スイッチの左端をマイナス方向に高速でサーチします。それを見つけた後、モーターはこの信号の右側のインデックスを、より遅い速度で正の方向に検索します。	Use method8
9	原点スイッチとインデックスパルスでの原点復帰 - 正の初動、原点スイッチの右端、左側インデックス: モーターは原点スイッチの右端をプラス方向に速い速度でサーチします。それを見つけた後、モーターはこの信号の左側のインデックスを負の方向に低速で検索します。	Use method9
10	原点スイッチとインデックスパルスでの原点復帰 - 正の初期動作、原点スイッチの右端、右側インデックス: モーターは原点スイッチの右端をプラス方向に速い速度でサーチします。それを見つけた後、モーターはこの信号の右側のインデックスを、より遅い速度で正の方向に検索します。	Use method10

No.	説明	説明図
11	原点スイッチとインデックスパルスでの原点復帰 - 負の初動、原点スイッチの右端、右側インデックス: (1) 原点スイッチ外側: 原点スイッチの右端をマイナス方向に高速でサーチします。それを見つけた後、モーターはこの信号の右側のインデックスを、より遅い速度で正の方向に検索します。 (2) 原点スイッチ内: モーターは原点スイッチの右端を正方向に速い速度で探索します。それを見つけた後、モーターはこの信号の右側のインデックスを、より遅い速度で正の方向に検索します。	Use method11
12	原点スイッチとインデックスパルスでの原点復帰 - 負の初動、原点スイッチの右端、左側インデックス: (1) 原点スイッチ外側: 原点スイッチの右端をマイナス方向に高速でサーチします。それを見つけた後、モーターはこの信号の左側のインデックスを負の方向に低速で検索します。 (2) 原点スイッチ内: モーターは原点スイッチの右端を正方向に速い速度で探索します。それを見つけた後、モーターはこの信号の左側のインデックスを負の方向に低速で検索します。	Use method12
13	原点スイッチとインデックスパルスでの原点復帰 - 負の初動、原点スイッチの左端、右側のインデックス: モーターは原点スイッチの左端をマイナス方向に速い速度でサーチします。それを見つけた後、モーターはこの信号の右側のインデックスを、より遅い速度で正の方向に検索します。	Use method13
14	原点スイッチとインデックスパルスでの原点復帰 - 負の初動、原点スイッチの左端、左側インデックス: モーターは原点スイッチの左端をマイナス方向に速い速度でサーチします。それを見つけた後、モーターはこの信号の左側のインデックスを負の方向に低速で検索します。	Use method14

No.	説明	説明図
33	インデックスパルスで原点復帰 - 負の初期動作: モーターは低速でインデックスパルスを負方向にサーチします。	Use method33 The diagram shows a motor moving to the left (negative direction) to find the index pulse. The index pulse is indicated by a blue line at the bottom. The motor's position is shown by a black bar on a horizontal axis.
34	インデックスパルスで原点復帰 - 正の初期動作: モーターは低速でインデックスパルスを正方向にサーチします。	Use method34 The diagram shows a motor moving to the right (positive direction) to find the index pulse. The index pulse is indicated by a blue line at the bottom. The motor's position is shown by a black bar on a horizontal axis.
37	現在の位置に原点復帰: モーターの現在位置を原点とします。	Use method37 The diagram shows the motor's current position as the home position. The text "Home position = Actual position" is displayed. The index pulse is indicated by a blue line at the bottom.
-1	ハードストップとインデックスパルスでの原点復帰 - 負の初期動作: モーターはより速い速度で負の方向に沿ってハードストップを検索します。それを見つけた後、モーターはインデックスパルスを正方向にゆっくりとした速度で検索します。 (ハードストップ検索の設定については5.6.1項を参照してください。)	Use method-1 The diagram shows the motor moving to the left to find the hard stop. The end stop current is set to 0.00 A_amp. The time to reach the end stop is 0.0 msec. The index pulse is indicated by a blue line at the bottom.
-2	ハードストップとインデックスパルスでの原点復帰 - 正の初期動作: モーターはより速い速度で正の方向に沿ってハードストップを検索します。それを見つけた後、モーターはインデックスパルスを負の方向にゆっくりとした速度で検索します。 (ハードストップ検索の設定については5.6.1項を参照してください。)	Use method-2 The diagram shows the motor moving to the right to find the hard stop. The end stop current is set to 0.00 A_amp. The time to reach the end stop is 0.0 msec. The index pulse is indicated by a blue line at the bottom.

No.	説明	説明図
-3	アブソリュートエンコーダーの原点復帰: この方法はアブソリュートエンコーダー付きモーター（モーター形名の 9 ビット目が 4）のみ有効です。モーターの現在位置を絶対目標位置とします。この方法ではモーターは動きません。	
-4	ハードストップと原点オフセットでの原点復帰 - 正の初期動作: モーターはより速い速度で正の方向に沿ってハードストップを検索します。検出後は、原点オフセット（エンドストップオフセット）までマイナス方向に低速で移動します。 (注記)	
-5	ハードストップと原点オフセットでの原点復帰 - 負の初期動作: モーターはより速い速度で負の方向に沿ってハードストップを検索します。それを見つけた後、モーターは遅い速度で正方向に沿って原点オフセット（エンドストップオフセット）に移動します。 (注記)	

注: 原点復帰方法 -4 および -5 は、「原点オフセットをゼロ位置に設定する」機能をサポートしていません。つまり、このオプションがチェックされているかどうかに関係なく、原点復帰手順が完了した後、モーターは「原点オフセット」の位置で停止し、この位置がゼロに設定されます。

5.7 パラメーターをフラッシュに保存し、工場出荷時の初期値に戻す

5.7.1 パラメーターをフラッシュに保存する

HMI メインウィンドウで  「パラメーターをアンプ RAM からフラッシュに保存」をクリックして、現在のパラメーターをメモリに保存します。パラメーターはドライバの電源を切っても消えません。ただし、以下の 2 点に注意してください。

- (1) エミュレートされたエンコーダー出力は保存中に一時的に無効になります。したがって、ホストコントローラーがエミュレートされたエンコーダー出力信号に接続されている場合、受信した位置情報が失われる可能性があります。
- (2) 「エラーマップ」の補正値は本機能では保存されません。補正値を保存するには、「エラーマップ」ウィンドウで「保存」手順を実行する必要があります。

5.7.2 工場出荷時の初期値に戻す

HMI メインウィンドウの「ツール」メニューで「アンプを工場出荷時のデフォルトに設定」を選択します。図 5.7.2.1 のウィンドウが表示され、アンプを工場出荷時のデフォルトに設定するかどうかを尋ねられます。Lightening はドライバパラメーターを工場出荷時の設定に戻すだけでなく、メインウィンドウ以外の他のウィンドウも閉じます。エラーテーブルを同時にクリアするには、「フラッシュのエラーテーブルをクリアしてドライブをリセットする」オプションをオンにします。「user.pdl」の内容を同時にクリアするには、「Clear user PDL」オプションをチェックします。ユーザーが「ユーザー PDL のクリア」オプションをチェックすると、図 5.7.2.2 の「通知」ウィンドウが表示され、「user.pdl」がクリアされることがユーザーに通知されます。ユーザーが「はい (Y)」ボタンをクリックすると、プログラムは「アンプを工場出荷時のデフォルトに設定」ウィンドウで選択した機能を実行します。ただし、「いいえ (N)」ボタンをクリックすると、「アンプを工場出荷時のデフォルトに設定」ウィンドウに戻り、実行する必要がある機能を再選択できます。パラメーターが工場出荷時の設定に復元された後、ドライバは自動的にリセット機能を実行します。

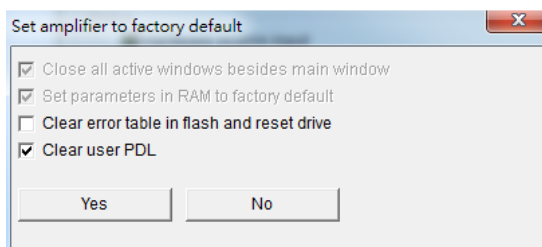


図 5.7.2.1

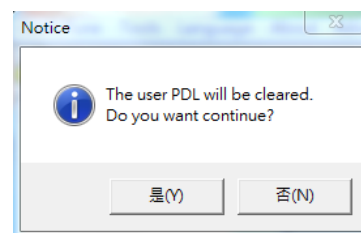


図 5.7.2.2

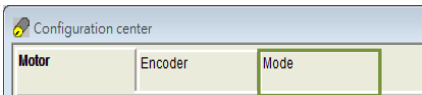
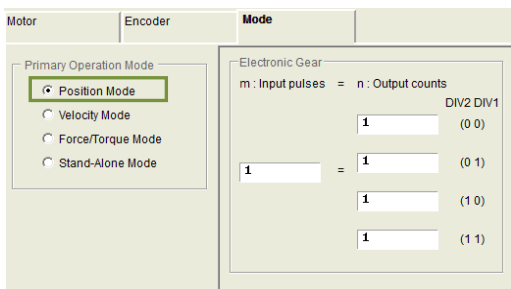
5.8 HMI によるパラメーター設定例

5.8.1 位置モード

位置モードでは、ドライバーは受信したパルスコマンドに基づいて指定された距離を移動します。 詳細については、セクション 3.1.1 を参照してください。

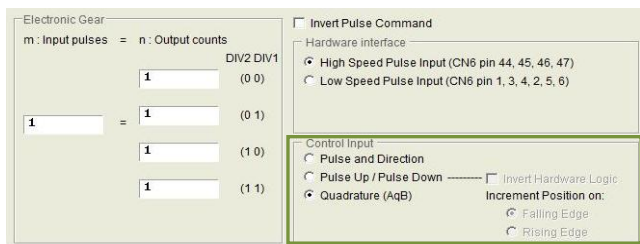
位置モードの設定には、モード選択、パルスフォーマット選択、電子ギア比設定、平滑係数設定が含まれます。 すべてのパラメーターを設定したら、パラメーターをフラッシュに保存する方法についてはセクション 5.7.1 を参照してください。

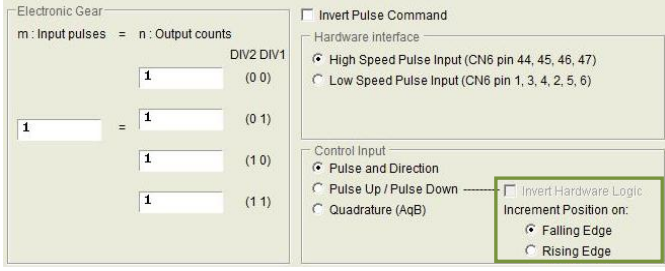
■ モード選択

Step	グラフィカル (HMI) 説明	操作
1		Lightening を実行した後、HMI メイン ツールバーの「Configuration center」アイコン (左図を参照) をクリックするか、「Conf/Tune」で「Configuration center」オプションを選択します。
2		設定センターの「Mode」タブを選択します。
3		「Mode」タブで「Position Mode」オプションを選択します。

■ パルスフォーマットの選択

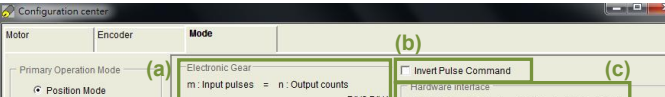
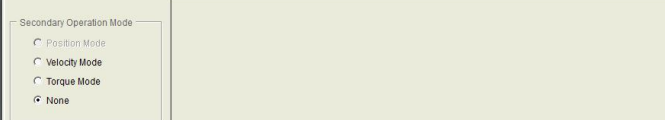
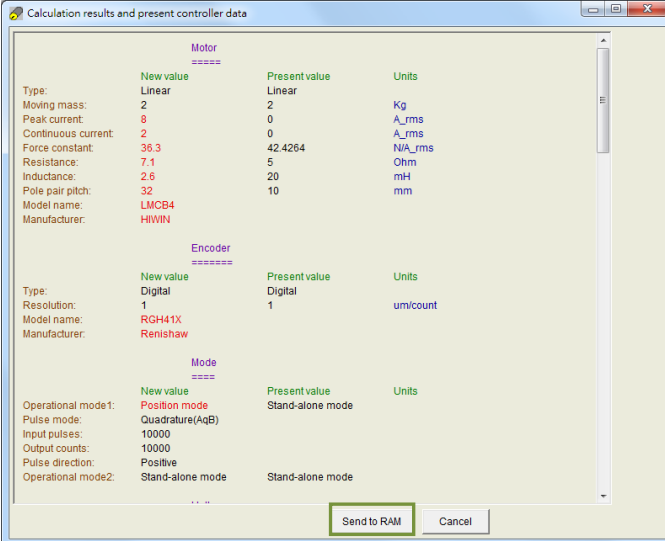
D2T-LM シリーズドライバーは 3 種類のパルス信号をサポートしています。セクション 3.1.1 を参照してください。

Step	図的 (HMI) 説明	操作
1		必要に応じて、「Mode」タブの「Control Input」エリアでパルス形式を選択します。

2		要件に基づいて、「Increment Position On」エリアでパルスコマンドのトリガー方法を選択します。 注: この設定は、「Pulse and Direction」または「Pulse Up/Pulse Down」を選択するためのみです。
---	---	---

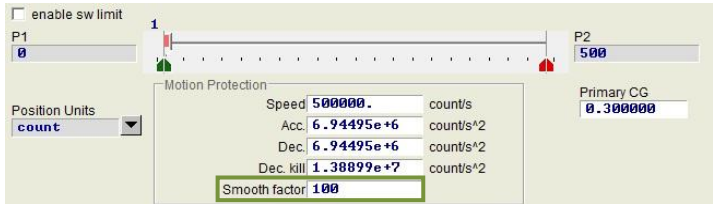
■ 電子ギア比設定

D2T-LM シリーズ ドライバは 4 セットの電子ギア比をサポートしています。セクション 5.4.1 を参照してください。

Step	図的 (HMI) 説明	操作
1		左図(a)のように「電子ギア」エリアで必要に応じて電子ギア比を設定します。
2		左図(b)のように、必要に応じて「Invert Pulse Command」エリアでパルス指令を反転させます。
3		左図(c)のように「Hardware Interface」エリアで高速・低速パルス指令入力を必要に応じて設定します。
4		左図(d)のように全ての設定が完了したら「OK」ボタンをクリックします。
5		パラメータ確認画面が表示されたら、「Send to RAM」ボタンをクリックしてパラメータをドライバ-RAM に保存します。

■ スムーズファクターの設定

D2T-LM シリーズドライバーは「スムーズファクター」機能を提供します。セクション 3.4 を参照してください。

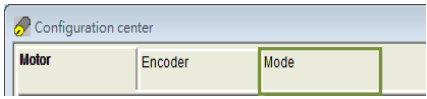
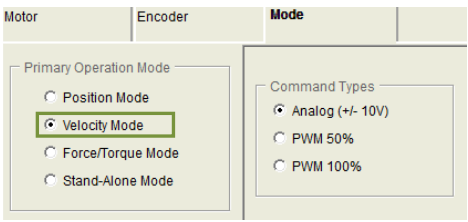
Step	図的 (HMI) 説明	操作
1		HMI メイン ツールバーの「Performance center」アイコン (左の図を参照) をクリックするか、「Conf/Tune」で「Performance center」オプションを選択します。
2		左図の緑色のボックスに示すように、要件に基づいてパフォーマンス センターの「Smooth factor」を設定します。

5.8.2 速度モード

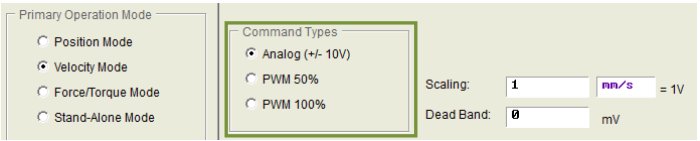
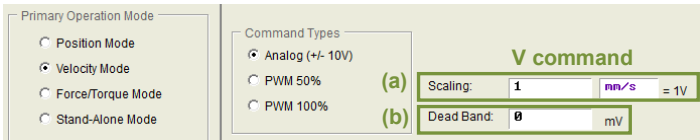
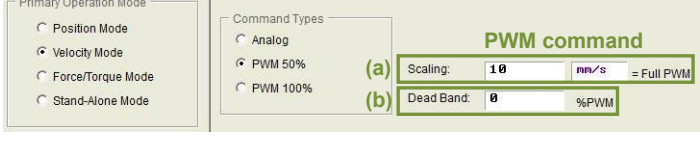
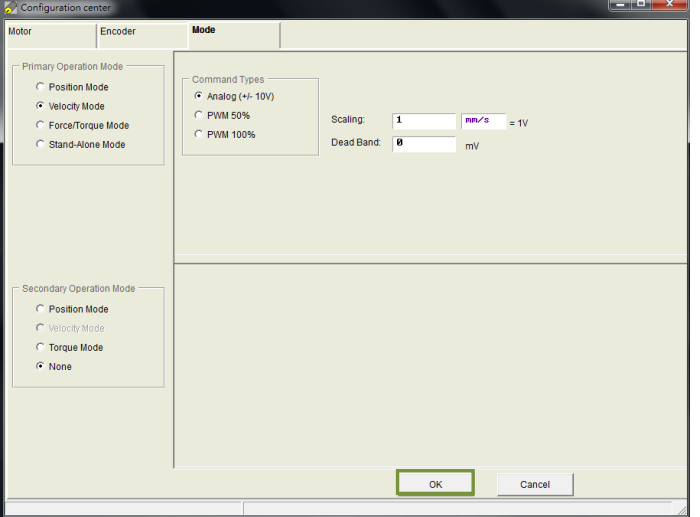
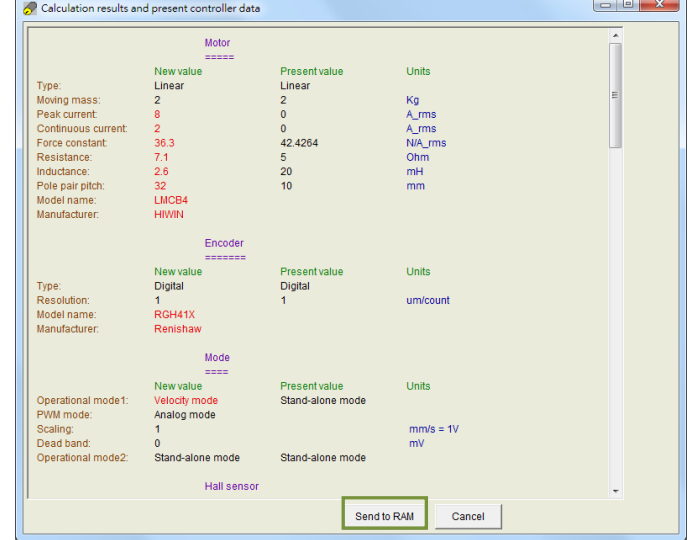
D2T-LM シリーズドライバーは、電圧指令と PWM 指令を速度指令に変換できます。 詳細については、セクション 3.1.2 を参照してください。

速度モードの設定には、モード選択と入力コマンド形式の設定が含まれます。 すべてのパラメーターを設定したら、パラメーターをフラッシュに保存する方法についてはセクション 5.7.1 を参照してください。

■ モード選択

Step	図的 (HMI) 説明	操作
1		Lightening を実行した後、HMI メイン ツールバーの「Configuration center」アイコン (左図を参照) をクリックするか、「Conf/Tune」で「Configuration center」オプションを選択します。
2		Configuration center の「Mode」タブを選択します。
3		「Mode」タブで「Velocity Mode」オプションを選択します。

■ 入力コマンドフォーマット設定

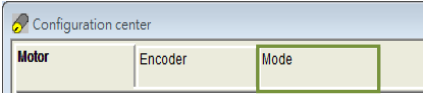
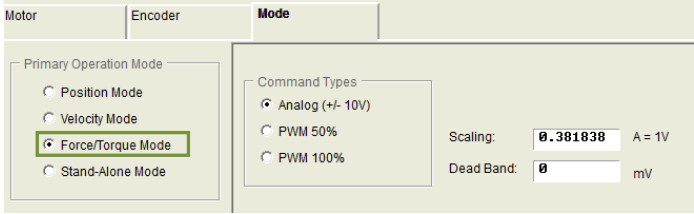
Step	図的 (HMI) 説明	操作
1		必要に応じて、「Mode」タブの「Command Types」領域で入力コマンドの形式を選択します。
2		必要に応じて、速度に対する外部コマンドの比率 (スケーリング) を設定します。単位は、左図の(a)に示すように、1V が何 mm/s または rpm に相当するか、または Full PWM が最高速度に相当します。
3		速度指令の「Dead Band」を左図(b)のように設定します。「Dead Band」の定義については、図 5.2.3.3 を参照してください。
4		左図のように全ての設定が完了したら「OK」ボタンをクリックします。
5		パラメータ確認画面が表示されたら、「Send to RAM」ボタンをクリックしてパラメータをドライバRAM に保存します。

5.8.3 カ/トルクモード

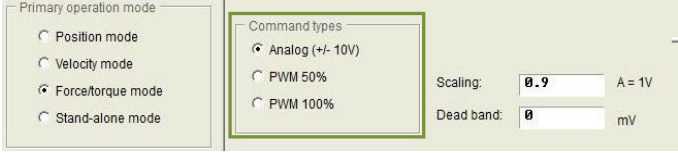
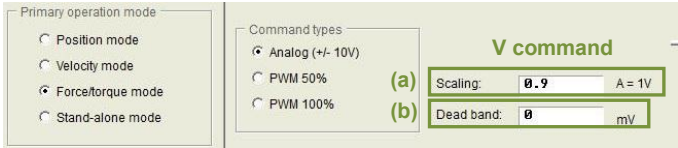
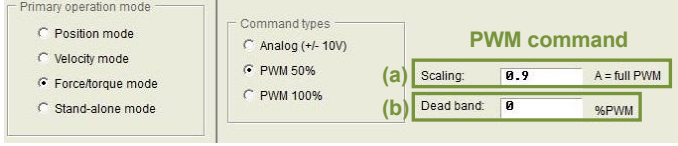
D2T-LM シリーズドライバーは、電圧指令と PWM 指令を電流指令に変換できます。 詳細については、セクション 3.1.3 を参照してください。

カ/トルクモード構成には、モード選択と入力コマンド形式の設定が含まれます。 すべてのパラメーターを設定したら、パラメーターをフラッシュに保存する方法についてはセクション 5.7.1 を参照してください。

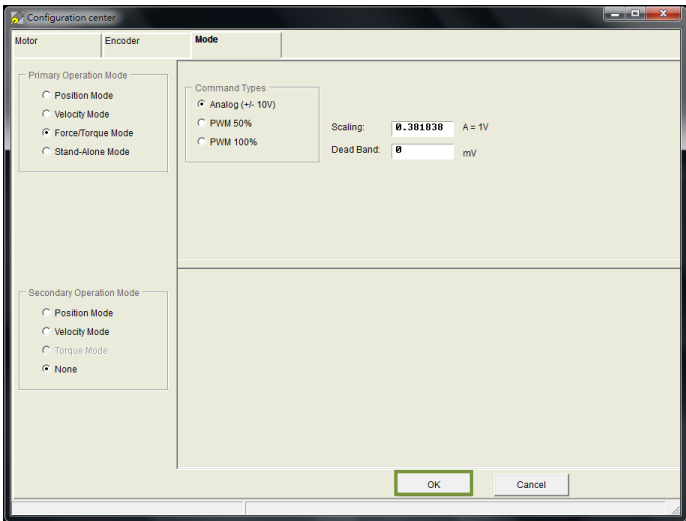
■ モード選択

Step	図的 (HMI) 説明	操作
1		Lightening を実行した後、HMI メイン ツールバーの「Configuration center」アイコン（左図を参照）をクリックするか、「Conf/Tune」で「Configuration center」オプションを選択します。
2		Configuration center の「Mode」タブを選択します。
3		「Mode」タブで「カ/トルクモード」オプションを選択します。

■ 入力コマンドフォーマット設定

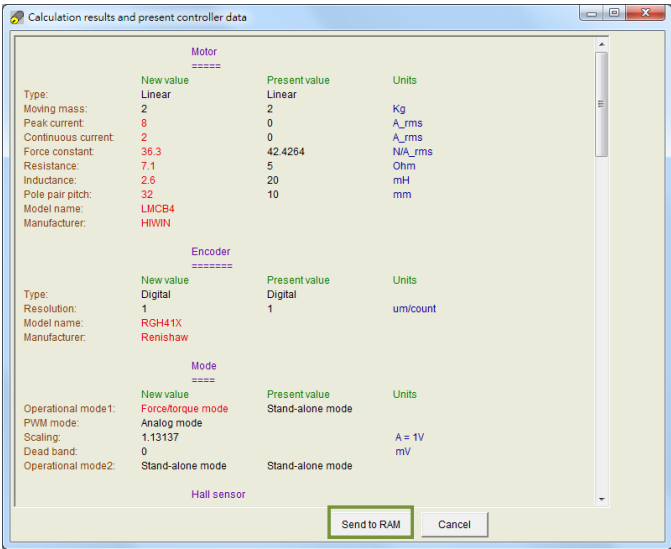
Step	図的 (HMI) 説明	操作
1		要件に基づいて、「Mode」タブの「Command Types」領域で入力コマンドの形式を選択します。
2		必要に応じて、電流に対する外部コマンドの比率（スケーリング）を設定します。単位は、左図の (a) に示すように、1V が何アンペアに等しいか、またはフル PWM が最大アンペアに等しいということです。
3		左図(b)に示すように、現在のコマンドに「Dead Band」を設定します。「Dead Band」の定義については、図 5.2.3.3 を参照してください。

4



左図のように全ての設定が完了したら「OK」ボタンをクリックします。

5



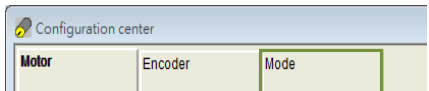
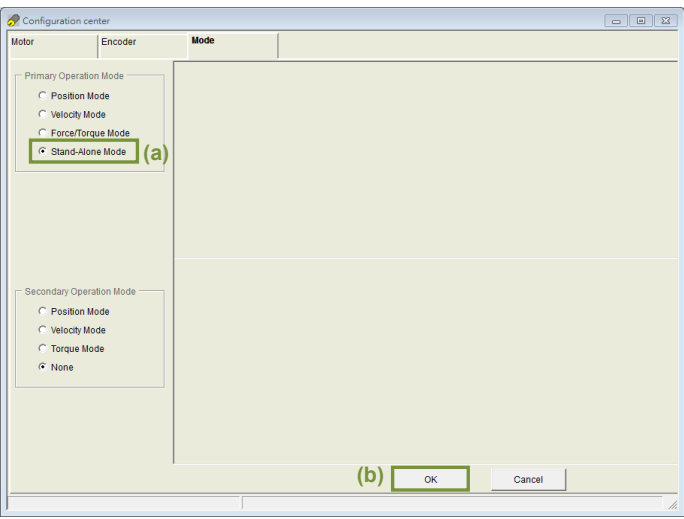
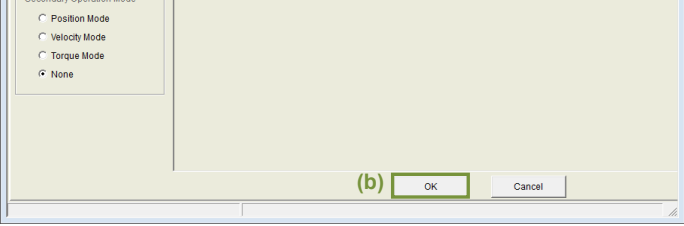
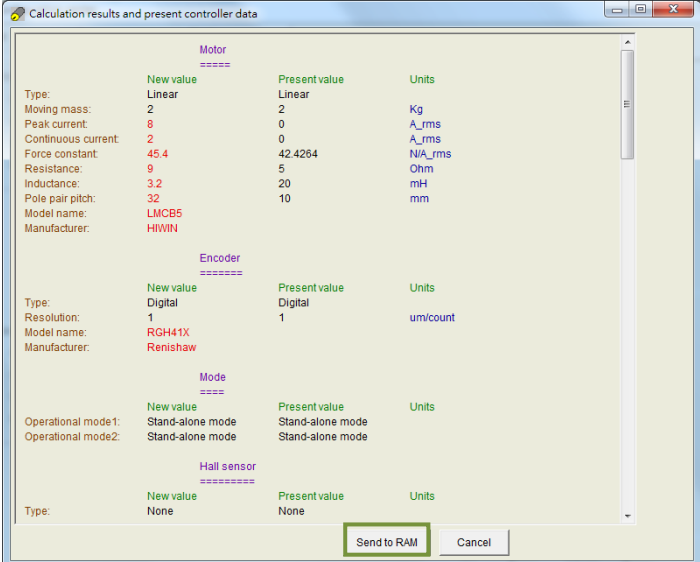
パラメーター確認画面が表示されたら、「Send to RAM」ボタンをクリックしてパラメーターをドライバRAM に保存します。

5.8.4 スタンドアロンモード

スタンドアロン モードでは、ドライバはモーターを駆動するための内部パス計画を実行します。 詳細については、セクション 3.1.4 を参照してください。

スタンドアロン モード設定にはモード選択が含まれます。 すべてのパラメーターを設定したら、パラメーターをフラッシュに保存する方法についてはセクション 5.7.1 を参照してください。

■ モード選択

Step	図的 (HMI) 説明	操作
1		Lightening を実行した後、HMI メイン ツールバーの「Configuration center」アイコン（左図を参照）をクリックするか、「Conf/Tune」で「Configuration center」オプションを選択します。
2		Configuration center の「Mode」タブを選択します。
3		左図の (a) に示すように、「Mode」タブで「Stand-Alone」オプションを選択します。
4		左図(b)のように全ての設定が完了したら「OK」ボタンをクリックします。
5		パラメーター確認画面が表示されたら、「Send to RAM」ボタンをクリックしてパラメーターをドライバー-RAM に保存します。

6. ドライバーチューニング

6.1	ステータス表示とクイックビュー	6-2
6.1.1	ステータス表示	6-2
6.1.2	クイックビュー	6-3
6.1.3	ソフトウェアのショートカット	6-3
6.2	パフォーマンスセンター	6-4
6.3	スコープ	6-8
6.4	データ収集	6-10
6.4.1	機能説明	6-10
6.4.2	PDL によるデータ収集	6-12
6.5	プロットビュー	6-13
6.5.1	グラフ表示モード	6-13
6.5.2	ファイルを保存/開く	6-17
6.5.3	数学的演算	6-18
6.6	高度なゲイン	6-21
6.6.1	フィルター	6-22
6.6.2	加速度フィードフォワード	6-24
6.6.3	スケジュールゲインと速度ループゲイン	6-26
6.6.4	アナログ入力	6-29
6.6.5	電流ループ	6-30
6.6.6	振動抑制機能	6-30
6.6.7	摩擦補償	6-35
6.7	ループコンストラクター	6-37
6.7.1	ファイルのロード/保存	6-38
6.7.2	ツール	6-40
6.7.3	フィルター	6-43
6.7.4	ゲイン調整	6-45
6.7.5	スペクトル解析	6-46
6.8	エンコーダー信号の確認	6-47
6.9	エラーマップ機能	6-48
6.9.1	エラーマップの設定	6-48
6.9.2	エラーマップを有効にする	6-51
6.9.3	エラーマップを保存/開く	6-52
6.9.4	開始位置の変更	6-52

6.1 ステータス表示とクイックビュー

Lightening HMI では「Status display」と「Quick view」がチューニング作業に欠かせない補助ツールです。これらは、ユーザーがドライバーのステータスを追跡するのに役立つだけでなく、モーションコントロールにおける多くの重要なパラメーター値も示します。

6.1.1 ステータス表示

ステータス表示ツールは図 6.1.1.1 に示すように 2 つあります。左側は HMI メインウィンドウの「Status」エリアを示し、右側はパフォーマンスセンターの「Status」エリアを示します。ステータス表示には、ユーザーがシステムのステータスを追跡できるように、ステータスとエラー/警告メッセージが表示されます。

■ ステータス

- Hardware Enable Input: ハードウェアイネーブル信号が活性化されているかどうかを示します。
- Software Enabled: ソフトウェアイネーブルが有効になっているかどうかを示します。
- Servo ready: モーターが有効かどうかを示します。
- Phase Initialized: モーターが相の初期化を完了したかどうかを示します。
- Moving: モーターが動いているかどうかを示します。
- Homed: モーターが原点復帰手順を完了したかどうかを示します。
- SM mode: モーターが SM モードで有効になっていることを示します。

■ エラーと警告

- Last error: 最新のエラーメッセージが表示されます。
- Last warning: 最新の警告メッセージを表示します。

詳細については、第 9 章を参照してください。

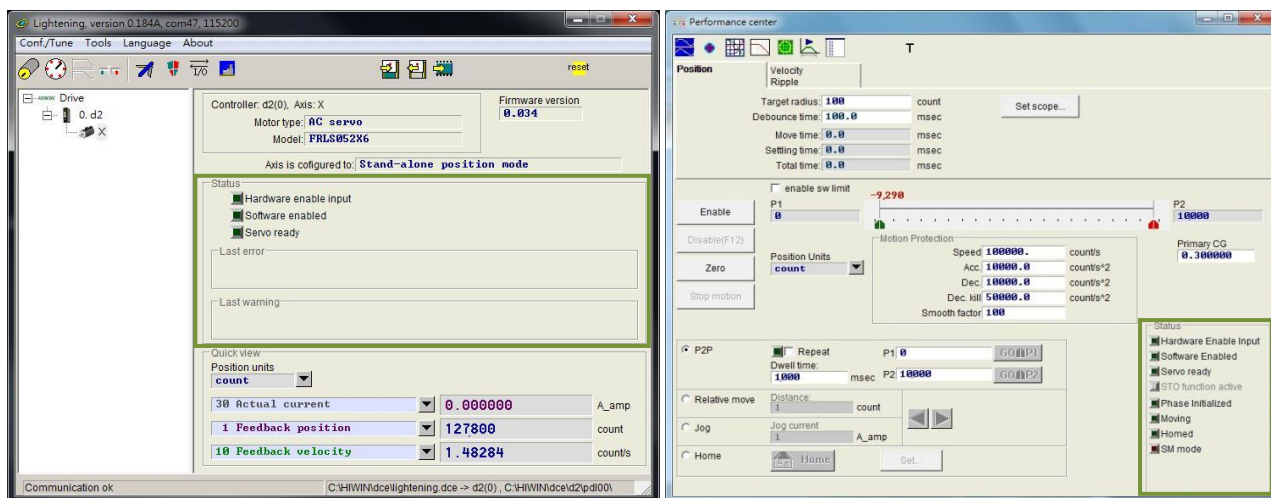


図 6.1.1.1 ステータス表示

6.1.2 クイックビュー

「Quick view」エリアは HMI メイン画面の下部にあり、ユーザーがドライバの現在のステータスの詳細を知るのに役立ちます。このインターフェースには 3 つの物理量が表示されます。ユーザーは観測したい物理量を自由に選択できます。これら 3 つの物理量は、図 6.1.2.1 に示すように、ユーザーがシステムの状態を観察および分析できるように表示値を随時更新します。選択可能な物理量については、セクション 3.11 を参照してください。

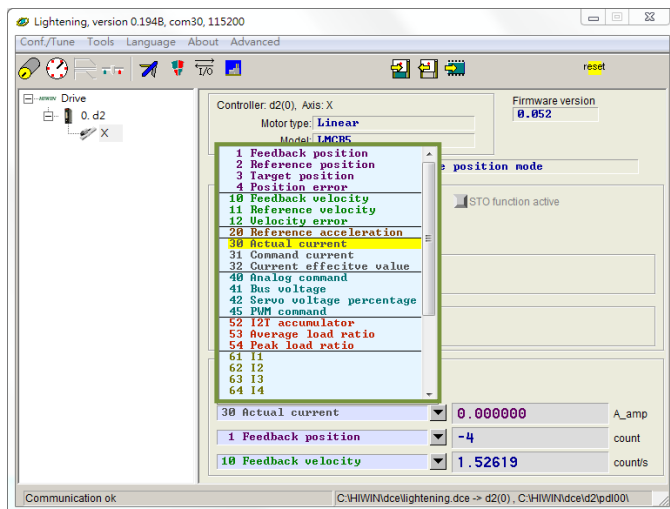


図 6.1.2.1 「Quick view」の物理量メニュー

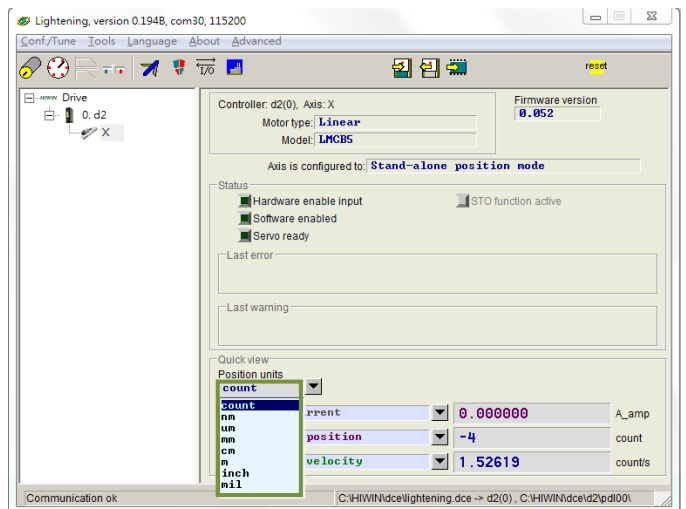


図 6.1.2.2 単位設定メニュー

位置単位:

図 6.1.2.2 に示すように、物理量の表示ごとに、それが距離に関連する場合、ユーザーは関連する物理量 (位置、速度など) を表示 (または設定) するための優先単位を選択できます。

6.1.3 ソフトウェアのショートカット

D2T-LM シリーズドライバ用の HMI には、F6 と F12 の 2 つの機能ショートカットがあります。これらは、Windows オペレーティングシステムで Lightening HMI がアクティブな場合にのみ使用できます。

F6: Lightening メイン ウィンドウを最上位に移動します。

F12: この機能は緊急停止動作です。たとえば、ユーザーが動作中に F12 をクリックすると、緊急停止アクションが実行されます (セクション 3.4 を参照)。アクション後、モーターは OFF になります。

6.2 パフォーマンスセンター

チューニング手順のほとんどは、パフォーマンスセンターの操作に関するものです。ユーザーがセクション 5.3 自動位相センターの設定を完了すると、モーターは試運転できる状態になります。パフォーマンスセンターを通じて、ユーザーはモーションのテストと調整を実行し、補助ツールを使用してモーション パフォーマンスを観察できます。これは、ポイントツーポイント (「P2P」) モーション、相対モーション「相対移動」、および連続モーション「ジョグ」の 3 つのモーションモードを提供します。速度、加速度、減速度、非常停止減速度、スムーズファクターなど、これらの動作に関連するパラメーターもこのインターフェースで設定します。

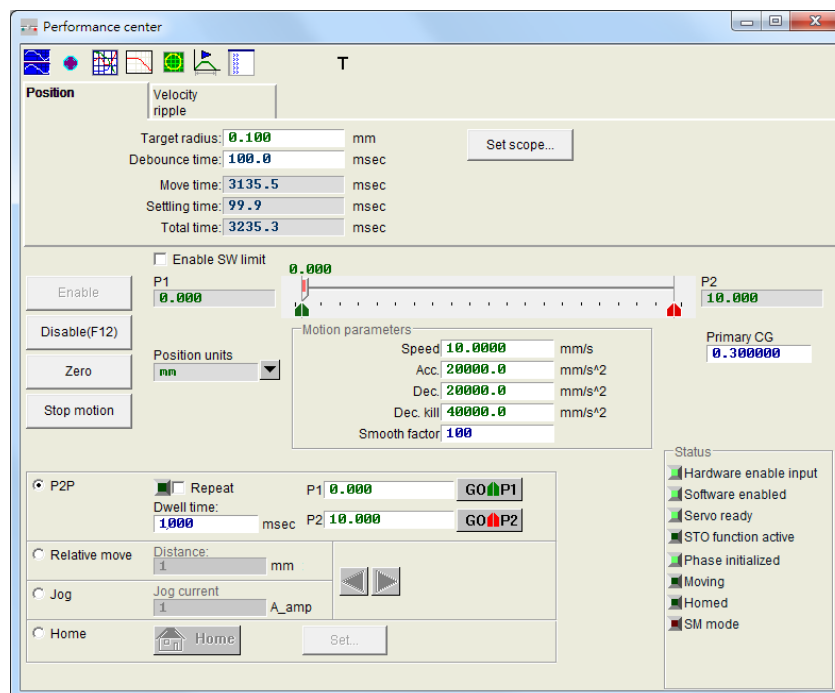


図 6.2.1 パフォーマンスセンター

操作例としてポイントツーポイント (P2P) モーションを取り上げます。

Step	図的 (HMI) 説明	操作
1		Enable をクリックしてモーターを有効にします。
2		P2P を選択します
3		P1 と P2 の位置を設定します。（ソフトウェアリミットを使用する場合は、「リミット SW 下限」と「リミット SW 上限」の間に設定してください。）
4		必要に応じて速度、加速度、減速度、スムーズファクターを設定します（セクション 3.4 を参照）。特別な要件がない場合は、デフォルト値をそのまま使用してください。
5		GO↑P1 をクリックして P1 に移動し、 GO↑P2 をクリックして P2 に移動します。ポイントツーポイントの往復動作を実行するには、「繰り返し」オプションを選択し、休憩時間「滞留時間」を入力します。次に、 GO↑P1 または GO↑P2 のボタンをクリックして実行します。

パフォーマンスセンターには整定時間を測定する機能が付いています。位置誤差の目標半径と整定時間のデバウンス時間を「目標半径」で設定できます（「5.5 インポジション信号の設定」を参照）。動作中に、サーボゲイン「プライマリ CG」を調整して、整定時間を調整することができます。サーボゲインが高いほど応答が速くなり、整定時間が短くなります。移動からインポジションまでの所要時間を「移動時間」「整定時間」「トータル時間」で確認できます（3.7 項参照）。「スコープの設定…」ボタンをクリックすると、グラフィカルオシロスコープ「スコープ」が表示されます。このツールを使用すると、整定時間に関する動作波形を観察できます。

パフォーマンスセンターには速度リップルを測定する機能も付いています。速度リップルのパフォーマンスは、ポイントツーポイントの動きを通じて観察できます。定速フェーズでは、「V max」、「V min」、「V avg」、「速度リップル」はそれぞれ最大速度、最小速度、平均速度、速度リップルです。「スコープの設定…」ボタンをクリックすると、グラフィカルオシロスコープ「スコープ」が表示されます。速度リップルに関する運動波形を観察するツールです。

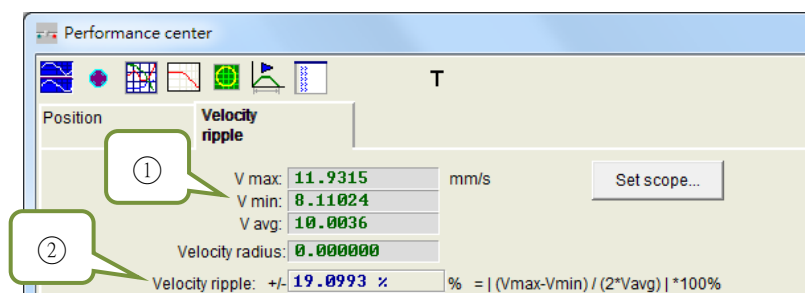


図 6.2.2 パフォーマンス センター - 「速度リップル」タブ

- ① V max: 速度リップルの最大値
V min: 速度リップルの最小値
V avg: 速度リップルの平均値
- ② Velocity ripple: 速度リップル

P2P 機能以外にも、 または  のボタンをクリックすることで、一定の距離を移動する相対動作（「相対移動」）や、プラス方向またはマイナス方向に動き続ける連続動作（「ジョグ」）が設定できます。「モーションパラメーター」エリアの速度、加速度、減速度、スムーズファクターもモーション保護の機能として使用されます。したがって、試運転後にこれらの値をモーションプロテクトの値として設定し忘れると、上位コントローラーから送信されるモーションコマンドを受信したときに、期待した速度や加速度に達しない可能性があります。設定値する際には、注意を払ってください。

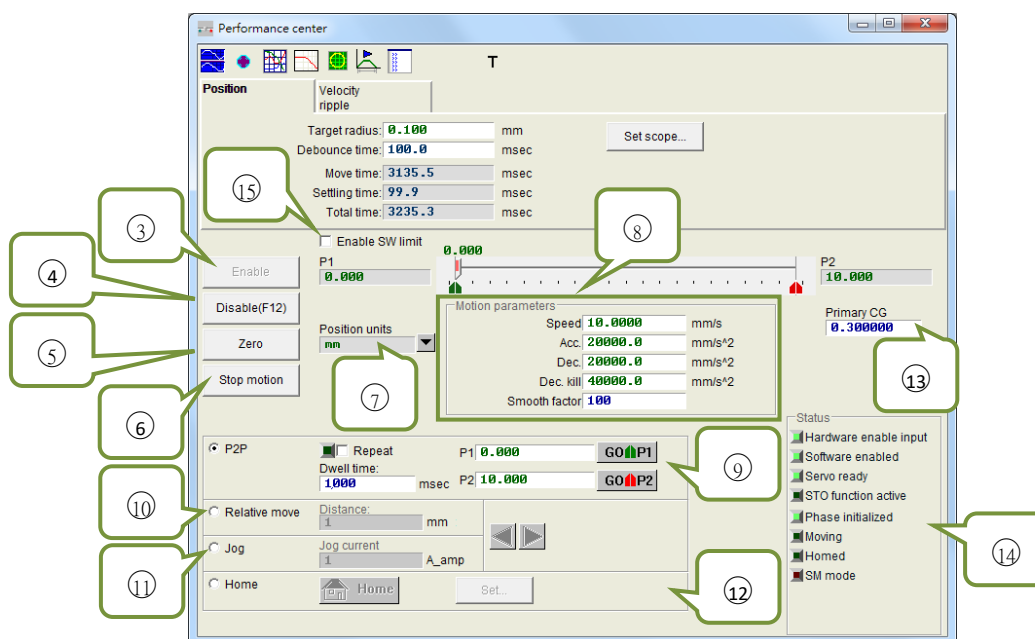


図 6.2.3 パフォーマンスセンター – 「Position」タブ

- ③ Enable: モーターを有効にします。
- ④ Disable: モーターを無効にします。
- ⑤ Zero: 現在位置をゼロ位置として設定します。
- ⑥ Stop motion: モーターを停止します。
- ⑦ Position units: 優先単位を設定します。メイン画面の「Quick View」の単位設定と同じです。
- ⑧ Motion parameters: 速度、加速度、減速度、非常停止減速度、試運転時のスムーズファクターなど、モーター動作の保護パラメーター。ユーザーは、スムーズファクターを使用して、S 型曲線または T 型曲線としてパス軌道を計画できます。調整範囲は 1 ~ 500 です。値が大きいほど S 字カーブに近づきます。値が小さいほど、T 型カーブに近づきます。詳細については、セクション 3.4 を参照してください。
- ⑨ P2P: ポイントツーポイントのモーションを実行します。

- ⑩ Relative move: 相対運動を実行します。
- ⑪ Jog: 連続移動を実行します。 定電流で連続移動する場合の電流値を設定します。
- ⑫ Home: 原点復帰手順を実行します。
- ⑬ Primary CG: サーボゲイン。 ゲインが大きいほど、サーボの剛性も高くなります。 ユーザーはこのパラメータを介してサーボの剛性を調整できます。 サーボ剛性が大きすぎるとシステムが不安定になり、振動や電気ノイズの原因となります。 このとき、ユーザーは値を減らす必要があります。
- ⑭ Status: 状態を表示します。
- ⑮ Enable SW limit: モーターの移動を制限するソフトウェアリミット保護を開始します。

6.3 スコープ

D2T-LM シリーズドライバーは、「Scope」 グラフィックオシロスコープを提供します。これは、ユーザーが調整プロセス中にすべての重要な物理量を観察して調整結果を判断するのに役立ちます。この機能は、ドライバーが動作できない場合にエラーの手がかりを見つけるためにも使用できます。 またはパフォーマンスセンターの [Set scope...] ボタンをクリックして、[Scope] を開きます。「Position」 タブと「Velocity Ripple」 タブの「Set scope」 ボタンをクリックすると、それぞれの物理量が表示されます。 図 6.3.1 に示すように、パラメーターを選択すると、選択した物理量の波形をリアルタイムに観察することができます。

注: 「Scope」 に表示されるデータは、完全にリアルタイムの物理量ではありません。 より微妙な物理的变化を観察するには、オシロスコープやデータ収集など、「Scope」 以外のツールを使用します (セクション 6.4 を参照)。



図 6.3.1 Scope

- ① Physical quantity: 観測したい物理量を選択します。 セクション 3.11 共通の物理量を参照してください。
- ② Unit: 物理量の単位を選択します。
- ③ Number of channel: 同時に表示するチャンネル数を選択します (1~8)。
- ④ Time range of "Scope": 横軸は 1 画面の時間長を設定します。 単位: 秒

Table 6.3.1

Symbol	名称	説明
	Scope On/Off (Page Down)	「Scope」のスイッチ。ユーザーがスイッチをオフにして再度オンにすると、スコープはデータを再キャプチャします。
	View in paper mode (Ctrl + T)	表示波形のモード「通常」と「紙」を変更します。
	Toggle scopes window (Page Up)	選択したすべての物理量を 1 つの画面に表示します。クリックごとに物理量を切り替えます。
	Fit graph to window	すべての物理量を適切なスケールに調整します。
	Fit graph to window dynamically	すべての物理量を適切なスケールに動的に調整します。
	Fit graph to window dynamically + clip	上記と同様に、縦軸の範囲は増加しますが、減少することはありません。
	Show last data with plot view tool	「Plot view」ツールを使用して「Scope」のデータを描画します。
	Reset scope	「Scope」はデータを再キャプチャします。
	Show all plots in same window	すべての物理量は同じ画面に描画され、1 つの垂直軸を共有します。
	Open record window	「Scope」で設定した現在の物理量を「Data collection」機能に接続します。

6.4 データ収集

「Scope」を介して各ドライバーの物理量を観察することに加えて、データキャプチャのためのより多くの設定オプションだけでなく、より高度なグラフィック表示と処理機能を提供するツールがあります。

「Data collection」機能を使用すると、サンプリング時間を設定したり、データ収集を開始および停止する条件付きトリガーを設定したりできます。

6.4.1 機能説明

図 6.3.1 に示す「Open record window」の「Scope」機能によって開くと、プログラムは追跡データ収集のために選択した物理量を自動的に設定します。主な機能は以下の通りです。

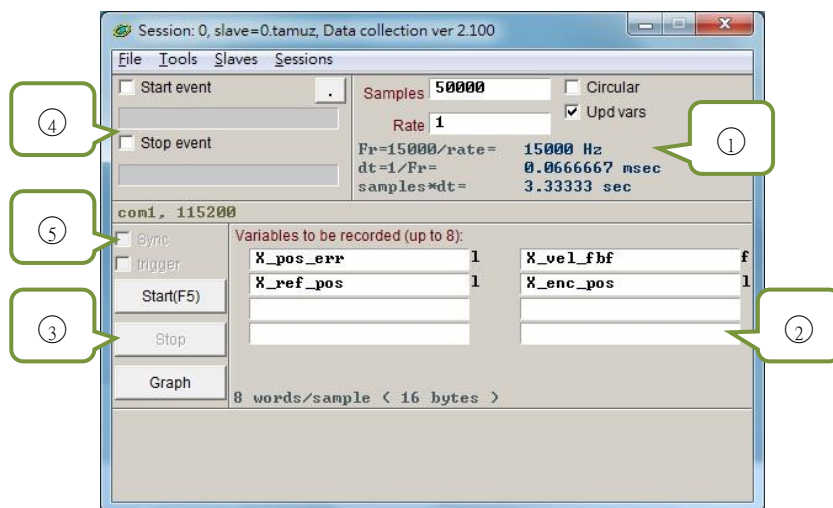


図 6.4.1.1 データ収集

1 サンプリング周波数「Rate」とサンプル数「Samples」:

- Samples: サンプル数
- Rate: サンプリング周波数を決定する。「Rate」が 1 の場合、サンプリング周波数は 15,000Hz となり、2 の場合、サンプリング周波数は 7,500Hz となります。サンプリング周波数は 15,000Hz までしか設定できません。ユーザーが多くのデータを収集した場合、通信帯域幅の制限によりデータ収集が早く終了することがあります。この問題を解決するには、収集する物理量の数を減らしてください。
- dt: サンプリング時間
- Samples*dt: データ収集の総時間。データ収集の総時間を増やしたい場合は、「Samples」を増やすだけでよい。

2 収集データの物理量の内部変数名

- 3 手動収集ボタン。「Start」 ボタンをクリックすると収集が開始され、「Stop」 ボタンをクリックすると収集が停止します。「Graph」 ボタンをクリックして、収集したデータを「Plot view」 で描画します。
- 4 条件付き自動収集。データ収集の開始イベントと終了イベントを設定します。
- 5 自動収集オプションは即座にトリガーされます。セクション 6.4.2 を参照してください。

例 1：1 つの動作サイクルのグラフをキャプチャする方法

「Start event」 にチェックを入れて「X_run」 に設定します。また、「Stop event」 にチェックを入れて「X_stop」 に設定します。設定が完了したら「Start」 ボタンをクリックします。これで「Data collection」 がスタンバイ状態になります。モーターが動くとデータの収集が始まります。モーターが停止すると、データの収集が停止します。データ収集が完了したら、「Graph」 ボタンをクリックして、1 つの動作サイクルのグラフを描画します。

例 2: 1 つの速度期間のグラフをキャプチャする方法

「Start event」 にチェックを入れて「X_vel_fb>0」 に設定します。また、「Stop event」 にチェックを入れて「X_vel_fb<0」 に設定します。設定が完了したら「Start」 ボタンをクリックします。これで「Data collection」 がスタンバイ状態になります。モーター速度が 0 より大きい場合、データの収集が開始されます。モーター速度が 0 未満になると、データの収集が停止します。データ収集が完了したら、「Graph」 ボタンをクリックして、1 つの速度期間のグラフを描画します。

例 3: 有効なドライバから無効なドライバまでのグラフをキャプチャする方法

「Start event」 にチェックを入れて「I3」 に設定します。また、「Stop event」 にチェックを入れて「~I3」 に設定します。設定が完了したら「Start」 ボタンをクリックします。さて、この関数は I3 のステータスを認識します。ドライバが有効になると (I3 = 1)、データの収集が開始されます。ドライバが無効になると (I3 = 0)、データの収集が停止します。

注：①の「Upd vars」 のチェックを外すと、Lightening HMI は変数の更新を停止するため、データ収集の帯域幅が向上します。ただし、「Start event」 が I3 によってトリガーされる場合 (例 3 に示すように)、ハードウェアの I/O ピンは外部信号を介してトリガーされます。

6.4.2 PDL によるデータ収集

データ収集の精度を向上させるため、図 6.4.1.1 ⑤の「同期」(瞬時に自動収集を開始する)を使用すると、条件付き自動収集よりも柔軟でリアルタイムなデータ収集が可能になります。ユーザーは、「_RecordSync」というタイトルのプログラムフラグメントを PDL プログラムに追加し、データ収集の開始イベントを設定できます。このイベントがトリガーされると、「データ収集」がデータの収集を開始します。操作手順は次のとおりです。

Step 1. 「_RecordSync」を実行するには空のタスクが必要です。

Step 2. PDL プログラムに次のコンテンツを追加します：

```
_RecordSync:
```

```
    till( );          // トリガー待ちのイベントまたはステータスを追加します。
```

```
    rtrs_act=1;       // 記録を開始します。
```

```
ret;                  // この行が追加されていない場合、データ収集を繰り返してトリガーすることはできません。
```

Step 3. 「_RecordSync」関数の「till()」の括弧内に中断された条件またはステータスを追加します。たとえば、I/O センターの I9 (右制限状態のデフォルト) である可能性があります。

Step 4. 図 6.4.1.1 の⑤「Sync」にチェックを入れます。

Step 5. ③の「Start」ボタンをクリックします。プログラムは「_RecordSync」関数の実行を開始し、トリガーイベントが確立されるのを待ちます。たとえば、I9 のステータスが False から True に変更されると、データの収集が開始されます。I9 が繰り返してトリガーされると、最後のトリガーのレコード データを収集します。

【例】

```
#task/1;
```

```
_RecordSync:
```

```
    till(I9);         // I9 のステータスが False から True に変わるまで待ちます。
```

```
    rtrs_act=1;       // 記録を開始します。
```

```
ret;
```

6.5 プロットビュー

「Plot view」機能は、「Data collection」機能に基づいて構築されています。「Data collection」で収集したデータをグラフ化します。「Plot view」は、測定と計算を提供する強力な分析機能を備えています。図 6.5.1 に示すように、ファンクションメニュー領域、メインツールバー領域、物理量表示領域、グラフ表示領域、タイムラインスクロールバー領域の 5 つの領域に分かれています。

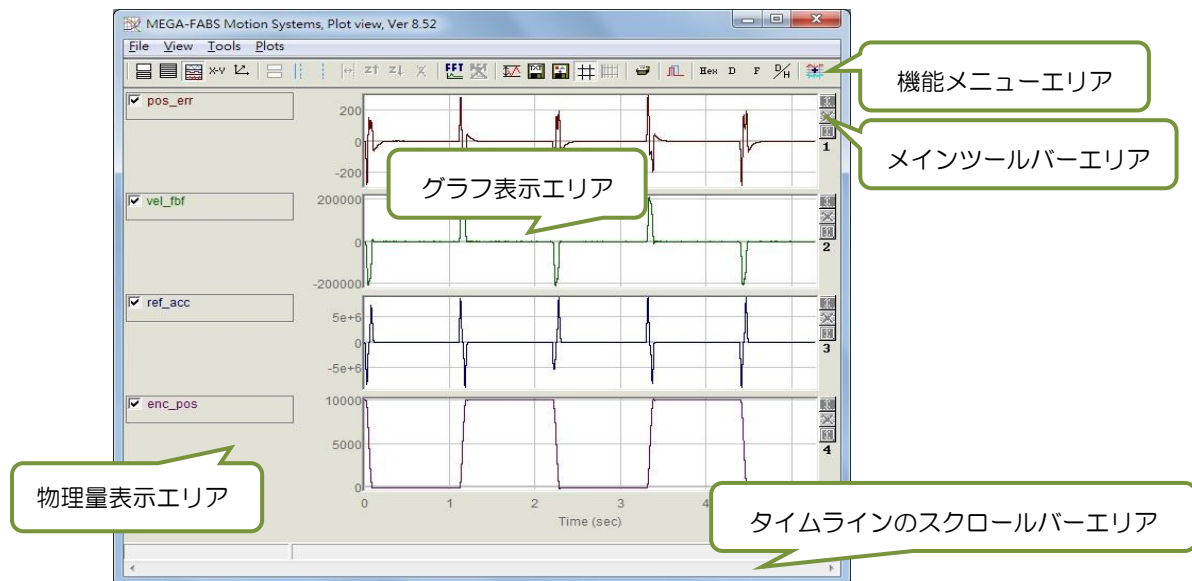


図 6.5.1 プロットビュー

6.5.1 グラフ表示モード

■ 表示チャンネル数

グラフィック表示エリアには主に物理量のグラフが表示されます。「Scope」または「Data collection」から物理量のグラフを取得した場合、「Plot view」には「Scope」で選択した物理量がすべて表示されます。「Plot view」でもグラフ表示エリアに表示するチャンネル数を変更できますが、最大 8 チャンネルまでとなります。メインツールバーエリアの関連アイコンについては、以下に説明します。

- : 最大表示チャンネル数を設定します。
- : 1 チャンネルを表示します。

2 つの物理量のグラフを観察したい場合は、 をクリックして「Only graph 2」を選択するとチャンネル数が 2 つに変更されます。1 つの物理量のグラフを観察する場合は、 をクリックして「Only graph 1」を選択するとチャンネル数が 1 つに変更されます。図 6.5.1.1 は、「Scope」または「Data collection」が 2 つの物理量のみを収集する例を示しています。

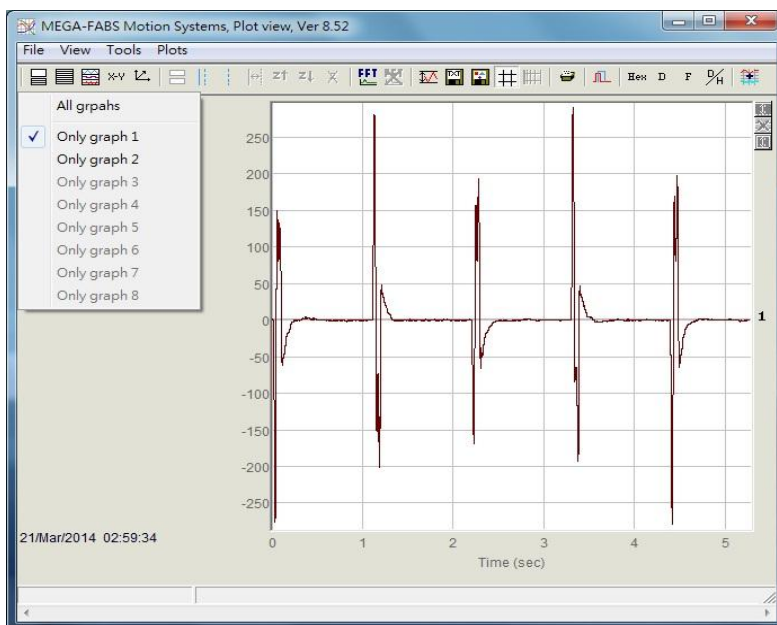


図 6.5.1.1

■ 物理量の表示または非表示

物理量のチェックを外した場合、グラフ表示領域では当該物理量のグラフが非表示になります。図 6.5.1.2 は 2 つの物理量がチェックされていない例です。ユーザーは、メインツールバー領域にある次の関連アイコンをクリックすると、すべての物理量のチェックを外すことができます。

-  : すべての物理量のチェックを外します（または「Delete」キーを押します）。

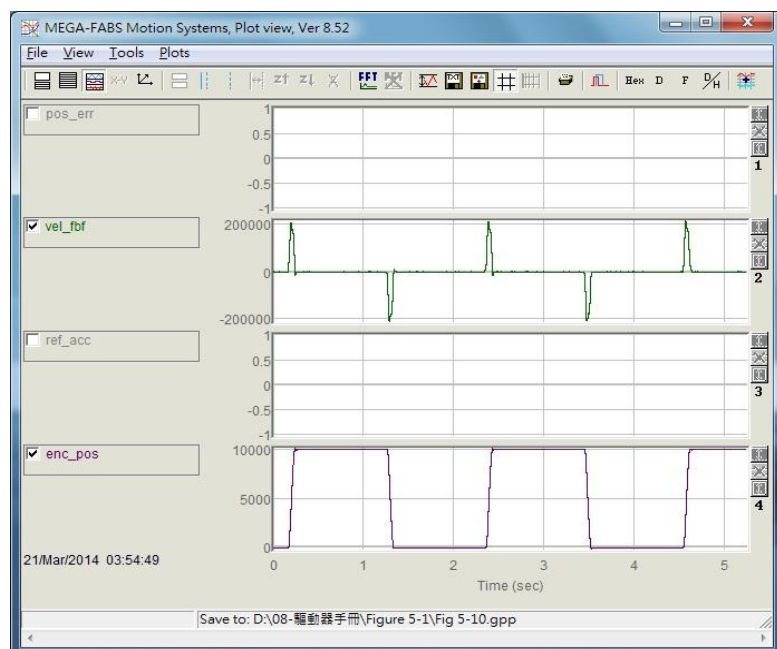


図 6.5.1.2

■ ズームイン/ズームアウト

一定の間隔でのより微妙な変化を観察するには、実線と点線のカーソルで選択します。「Plot vies」は、X 軸と Y 軸を拡大/縮小する機能を提供します。メインツールバーエリアの関連アイコンと操作方法を以下に説明します。

-  : X 軸上の青い実線と点線のカーソルの間のグラフを拡大します。
-  : ズームを元に戻します。
-  : ズームをやり直します。
-  : 拡大表示をすべて解除します。
-  : Y 軸上の赤い実線と点線のカーソルの間のグラフを拡大します。
-  : Y 軸のズームイン操作をキャンセルします。

■ X 軸のズームイン/ズームアウト

2 ～ 4 秒の範囲の物理量のグラフを拡大してこの間隔をフレーム化するには、マウスの左ボタンで青い実線のカーソルを移動するか、マウスの右ボタンで点線のカーソルを移動します (図 6.5.1.3 を示します)。次に、図 6.5.1.4 に示すように、 をクリックしてこの間隔を拡大します。2 ～ 3 秒など、より微妙な間隔にズームインするには、上記の手順を繰り返すだけです。2 ～ 4 秒のズームイン間隔に戻るには、 をクリックします。 をクリックすると、再び 2～3 秒の拡大間隔が表示されます。図 6.5.1.3 に示すように、ユーザーが何度ズームインしても、 をクリックすると元のグラフが表示されます。

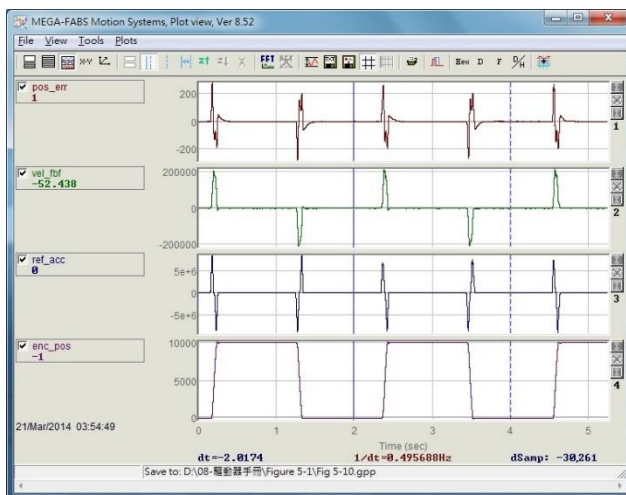


図 6.5.1.3

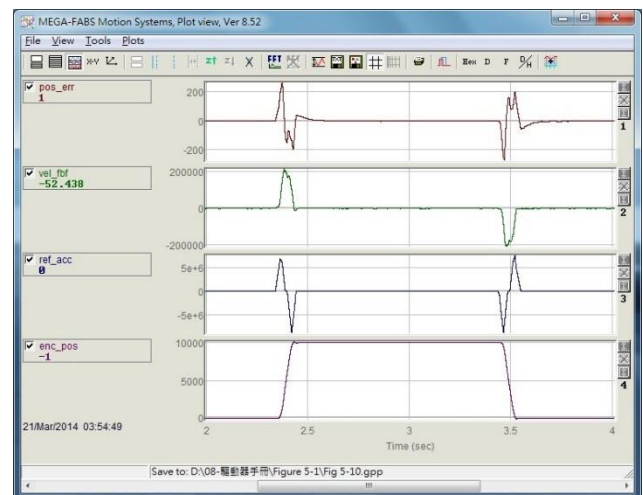


図 6.5.1.4

■ Y 軸の拡大/縮小

Y 軸をズームインして適切な間隔でフレームするには、「Ctrl」 ボタンとマウスの左ボタンを押したまま赤い実線カーソルを移動するか、「Ctrl」 ボタンを押したまま点線カーソルを移動します。 ボタンとマウスの右ボタン (図 6.5.1.5 を参照)。 次に、図 6.5.1.6 に示すように、画面の右上隅にある  をクリックして、選択した間隔内のグラフを拡大します。 このとき、グラフの Y 軸の値は固定され、赤色で表示されます。 図 6.5.1.7 に示すように、水平スクロール バーをドラッグしても垂直表示範囲は動的に調整されません。 最後に、図 6.5.1.5 に示すように、ユーザーは  をクリックして Y 軸の元のグラフを取得できます。

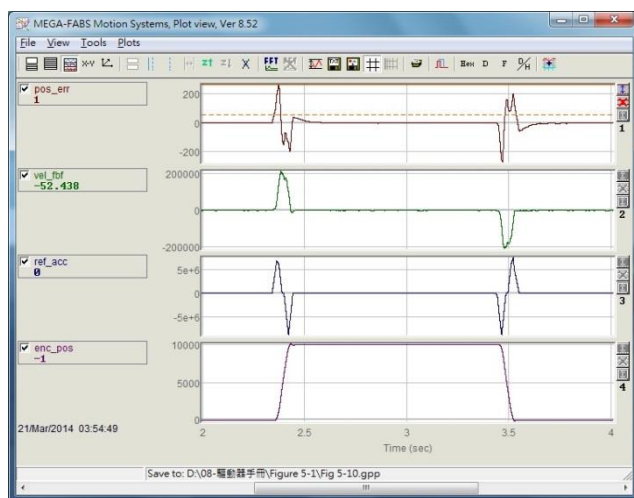


図 6.5.1.5

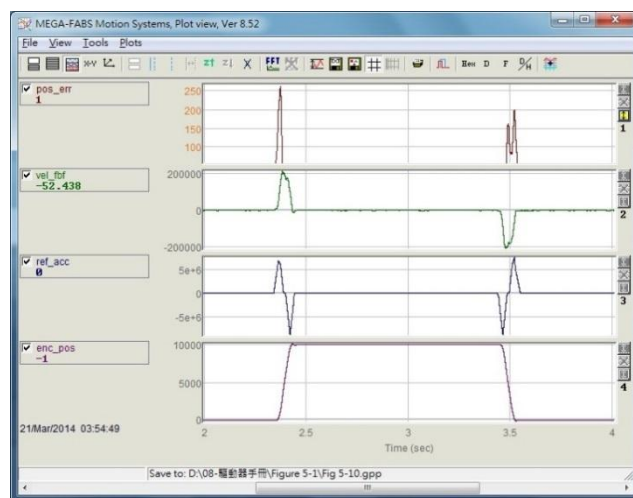


図 6.5.1.6

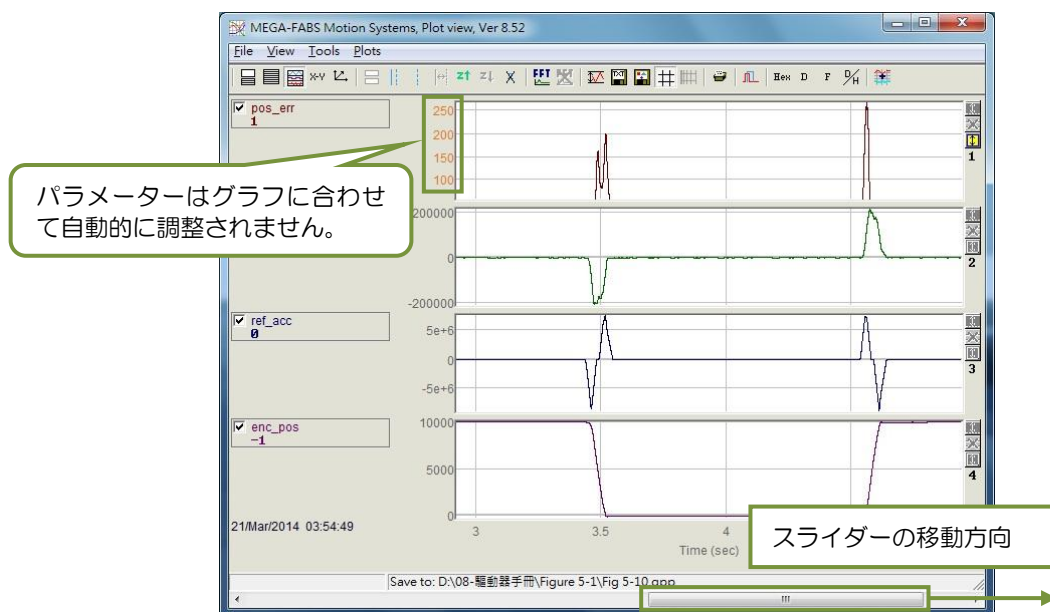


図 6.5.1.7

■ dt, 1/dt, dSamp

青い実線と点線のカーソルで区間を囲むと、グラフ表示エリアの下部に「dt」、「1/dt」、「dSamp」の値が表示されます。図 6.5.1.3 に示すように、「dt」は区間内の時間、「dSamp」は区間内のサンプリング数です。

■ 異なるチャンネルで物理量を表示する

物理量を別のチャンネルに移動して表示するには、物理量をクリックして点線のボックスを表示し、別のチャンネルにドラッグします。

■ 物理量の値を表示

青色の実線カーソルを特定の時点に移動させると、その物理量の下にその時の物理量の値が表示されます。図 6.5.1.3 に示すように、値は 10 進数または 16 進数で表示されます。メインツールバーエリアの関連アイコンについては、以下に説明します。

-  : 値を 16 進数で表示します。
-  : 値を 10 進数で表示します。

6.5.2 ファイルを保存/開く

「Plot view」には、テキスト ファイル (.txt)、画像ファイル (.bmp)、「Plot view」専用ファイル (.gpp) の 3 つの保存ファイルタイプがあります。 .txt ファイルは、収集時間内の各物理量の値を保存するためのファイルです。 .bmp ファイルは、あらゆる物理量のグラフを図として保存するためのファイルです。 .gpp ファイルは、「Plot view」で開くことができる唯一のファイルです。したがって、ユーザーがいつか「Plot view」経由でファイルを再度開く必要がある場合は、忘れずにファイルを .gpp ファイルとして保存してください。メインツールバーエリアの関連アイコンについては、以下に説明します。

-  : 物理量の値を .txt テキスト ファイルとして保存します。
-  : 物理量のグラフを .bmp Figure ファイルとして保存します。

図 6.5.2.1 に示すように、「Plot view」の .gpp ファイルは、「File」の機能メニューの「Save」または「Open」オプションを介して読み取られるか、または開きます。

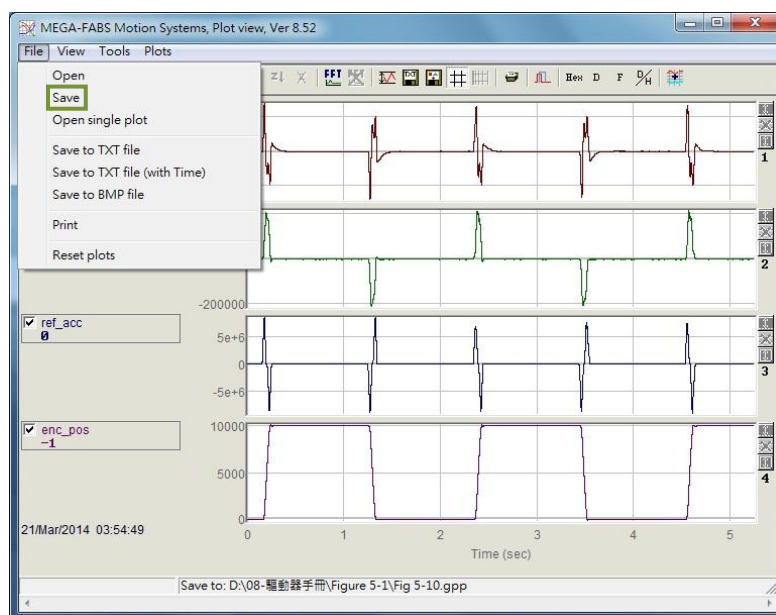


図 6.5.2.1 .gpp ファイルとして保存

6.5.3 数学的演算

「Plot view」では、積分、微分、加算、乗算などの物理量の演算のための数式も提供されます。ユーザーは、「Plot view」で直接計算し、計算後の結果を観察できます。さらに、各物理量の最大値、最小値、リップル計算、スペクトル解析も可能です。

■ 統計表

をクリックすると図 6.5.3.1 の表が表示され、カーソルで選択した区間内の各物理量の最大値、最小値、平均値、二乗平均平方根(Rms)、Rip、RipA が表示されます。Rip = 標準偏差/平均、RipA = (最大値 - 最小値)/ 平均。メインツールバーエリアの関連アイコンについては、次のように説明します。

-  : 物理量の最大値、最小値、二乗平均平方根 (Rms)、リップル計算

Plot	Maximum	Minimum	
pos_err Long(32 bit)	276 samp: 2,682	-274 samp: 19,126	Avr: 0 Rip: 15588.8% Rms: 42.2477 RipA: 202942%
vel_fb Float(32 bit)	212750 samp: 68,641	-205755 samp: 19,310	Avr: 1918.87 Rip: 2038.56% Rms: 39117.4 RipA: 21809.9%
ref_acc Float(32 bit)	8.25189e+6 samp: 2,682	-8.68242e+6 samp: 69,199	Avr: -3433.88 Rip: -41396.7% Rms: 1.42151e+6 RipA: -493153%
enc_pos Long(32 bit)	10,077 samp: 36,510	-38 samp: 52,910	Avr: 5.445 Rip: 89.725% Rms: 4885.93 RipA: 185.752%
Range: 0...78866, delta=78867, total 78867			
Ts=6.66667e-5			

図 6.5.3.1

■ 操作方法

ファンクションメニューの「Tools」の「Math operation」を選択するか、 をクリックすると、図 6.5.3.2 のウィンドウが開き、適切な数学演算が表示されます。操作例として加算を取り上げます。「Linear」オプションをクリックした後、ドロップダウンメニューから「pos_err」と「vel_fbf」を選択します。次に、「New plot name」欄に新しい物理量の名前と色を設定します。最後に、「Create」ボタンをクリックすると、図 6.5.3.3 に示すように、「pos_err」に「vel_fbf」を加えた物理量（「lin_1」）が生成されます。他の数学演算は加算と同じです。メインツールバーエリアの関連アイコンについては、次のように説明します。

-  : 数学的演算

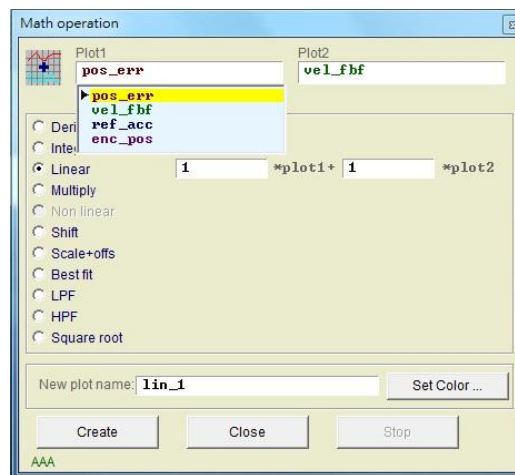


図 6.5.3.2

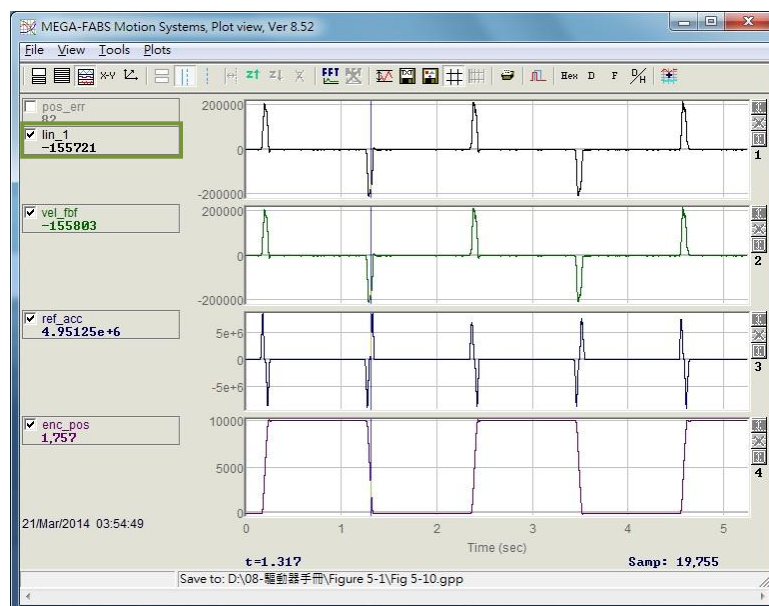


図 6.5.3.3

■ 高速フーリエ変換 (FFT)

メインツールバー領域の  をクリックして図 6.5.3.4 のウィンドウを開き、高速フーリエ変換を行うために必要な物理量を選択します (ここでは例として「pos_err」を使用します)。次に、「Run FFT」ボタンをクリックして、図 6.5.3.5 に示すように、変換されたグラフを生成します。高速フーリエ変換の結果をキャンセルするには、 をクリックします。メインツールバーエリアの関連アイコンについては、以下に説明します。

-  : 物理量を高速フーリエ変換します。
-  : 高速フーリエ変換をキャンセルします。

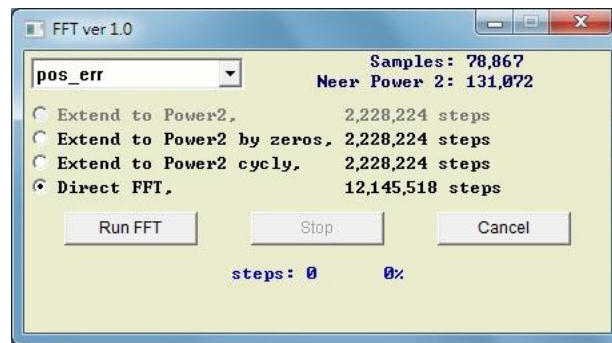


図 6.5.3.4

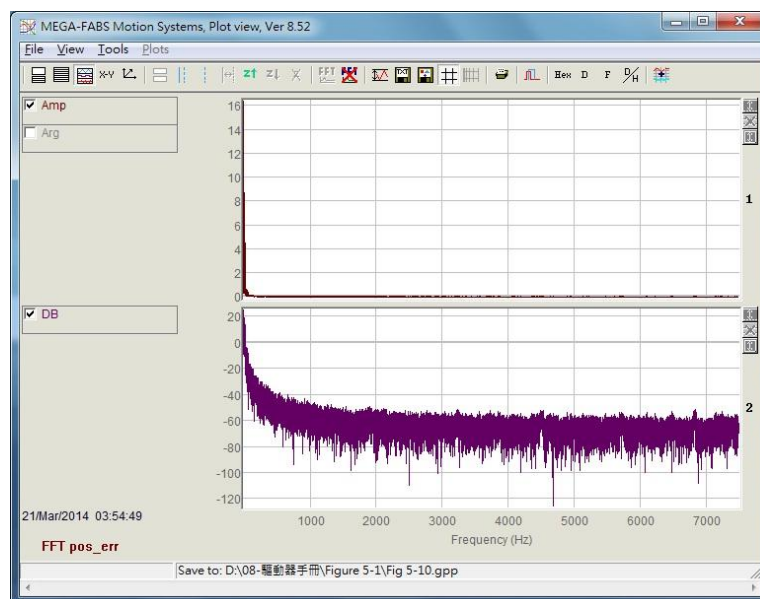


図 6.5.3.5

■ 自然対数

自然対数関数とは、X 軸を対数形式で表現する関数です。高速フーリエ変換が完了した後にのみ使用できます。メインツールバーエリアの関連アイコンについては、次のように説明します。

-  : X 軸を対数形式で表します。高速フーリエ変換が完了した後にのみ使用できます。

6.6 高度なゲイン

ドライバには、移動と整定の性能（3.7 節を参照）、動作中の位置誤差が非常に小さいかどうか、動作中の速度が滑らかかどうかなど、達成すべき重要なタスクがいくつかあります。ゲインとパラメーターを調整することでパフォーマンスを向上させることができます。共通ゲイン「Primary CG」を調整することは、D2T-LM シリーズドライバでモーター動作のパフォーマンスを調整する最も簡単な方法です。共通ゲインが大きいほど、サーボ剛性は高くなります。ただし、サーボの剛性が大きすぎると、システムの振動や電気ノイズが発生する可能性があります。これらの現象は機構の状態によって変化します。

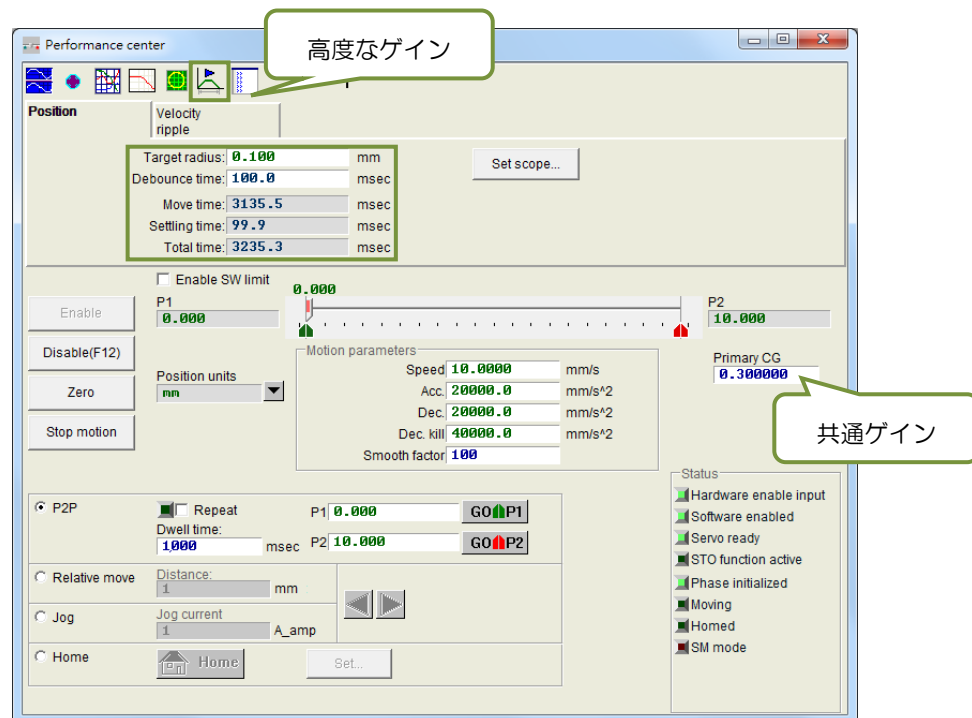


図 6.6.1

共通ゲインでは要求性能を満たせない場合、「フィルター」、「ACC フィードフォワード」、「スケジュールゲイン+vpjg」、「アナログ入力」、「電流ループ」などを提供します。

6.6.1 フィルター

フィルターはドライバー内のサーボ制御ループ上にあります。システムの高周波振動によって引き起こされる制御上の問題を解決し、機械システム全体の不適切な共振周波数に対処するために使用されます。フィルターを介してシステム制御のパフォーマンスを向上させることができます。D2T-LM シリーズのドライバーには同時に使用できる 2 つのフィルターがあり、その形式はローパスフィルターまたはノッチフィルターとして設定できます。フィルターを設計する場合、システムの特性を解析するために周波数アナライザがよく使用されます。図 6.6.1.1 にある「Bode...」ボタンをクリックすると、フィルター設計用の「ボード線図」のシミュレーション インターフェースが表示されます。2 つの一般的な設定について以下に説明します。

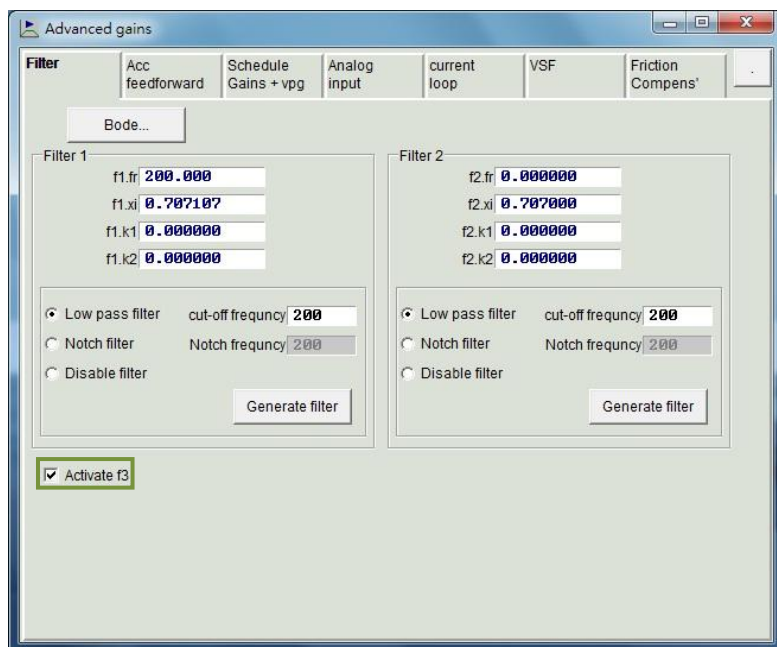


図 6.6.1.1 フィルター

■ ローパスフィルター

典型的なローパスフィルターの設定は以下の通りです。

- ① fr: フィルターのカットオフ周波数。（単位：Hz）一般的な用途では 500Hz の設定で良好な効果が得られます。それ以外の場合は値を下げる考えられます。ただし、カットオフ周波数が小さすぎると制御性能が低下します。
- ② xi: フィルターの減衰比。その値の範囲は 0 から 1 です。
- ③ k1: 0
- ④ k2: 0

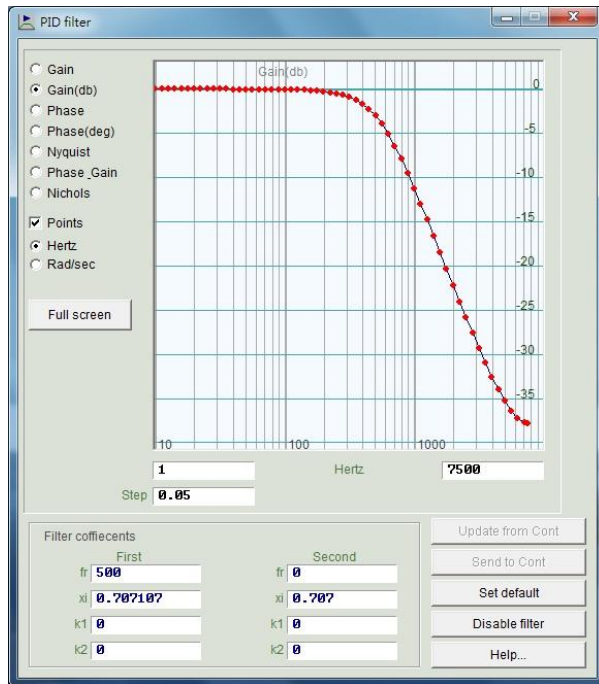


図 6.6.1.2 ローパスフィルター

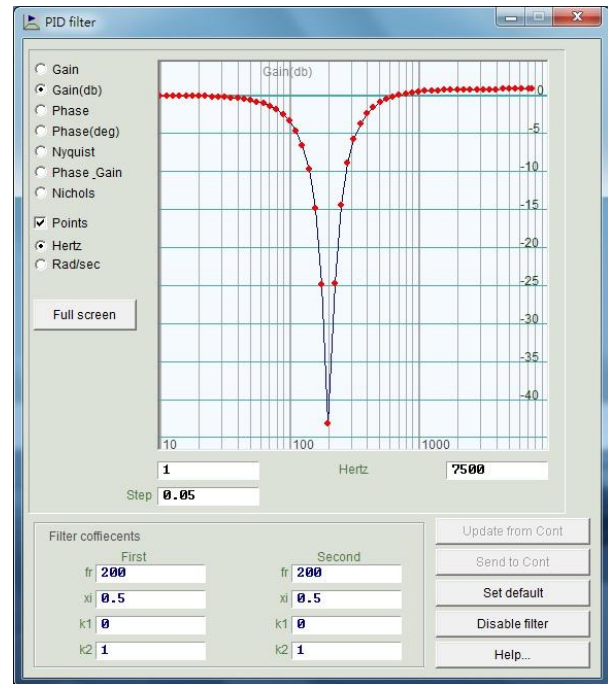


図 6.6.1.3 ノッチフィルター

■ ノッチフィルター

システムに不適切な共振周波数（たとえば、10 ～ 250 Hz の間）があり、機構の修正や設計の強化によって除去できない場合、ノッチフィルターを使用してこの問題を改善できます。一般にノッチフィルターは周波数解析の結果に応じて設定する必要があります。詳細については、セクション 6.7.3 を参照してください。

一般的なノッチフィルターの設定は次のようになります。

- ① fr: フィルターのカットオフ周波数。（単位:Hz）
- ② xi: フィルターの減衰比。値の範囲は 0 ～ 1 です。値が 0 に近づくほど、フィルターリング周波数帯域が狭くなります。値が 1 に近づくほど、フィルターリング周波数帯域が広がります。
- ③ k1: 0
- ④ k2: 1

■ 自動共振抑制フィルター

自動共振抑制フィルター (f3) は、位相初期化中に「Freq analyzer」 ボタンを押してオートチューニングを実行した後、自動的に設定および開始されます。ただし、ユーザーがモーターを駆動する際に f3 フィルターによる振動を効果的に抑制できない場合は、「Advanced Gains」 ウィンドウの「Filter」 タブにある「Activate f3」のチェックを解除してください（図 6.6.1.1 の緑色のボックスに示すように）。次に、「Filter 1」と「Filter 2」を手動で変更し、効果的な振動抑制を実現します。

6.6.2 加速度フィードフォワード

サーボ制御の位置エラーは、通常、特に移動質量や慣性モーメントが大きいアプリケーションの場合、加速段階または減速段階で大きくなります。 加速度フィードフォワードのパラメーターを設定することで、位置エラーを効果的に低減できます。

加速度フィードフォワードを調整するには、次の手順に従います。

ステップ 1: 「Set scope...」 ボタンをクリックして「Scope」 ウィンドウを表示します。

ステップ 2: 図 6.6.2.1 の「Acc feedforward gain」 を 0 に設定します。

ステップ 3: 事前に計画した最大加速度を設定し、モーターにポイントツーポイント動作を実行させます。

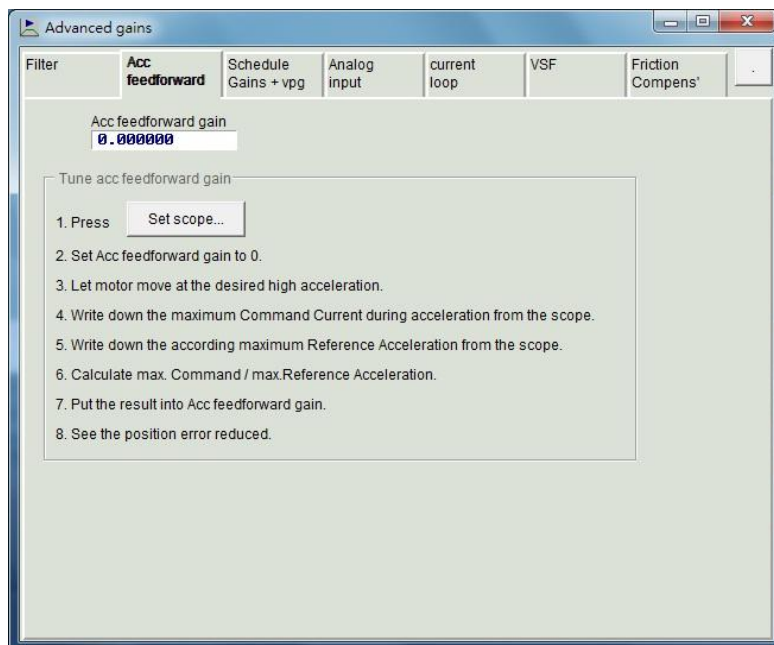


図 6.6.2.1 加速度フィードフォワード

ステップ 4: 加速フェーズでの「Command Current」 の最大値を観察して記録します。 図 6.6.2.2 では、値は 16 です。モーターが動き始めると、「Scope」 は図 6.6.2.2 のようになります。

「Toggle scopes windows (Page UP)」 ボタンをクリックすると、グラフが単一の物理量に変わります。 このボタンを繰り返しクリックすると、「Command Current」、「Reference Acceleration」、「Position Error」 のグラフに順次切り替わり、グラフの値を確認しやすくなります。

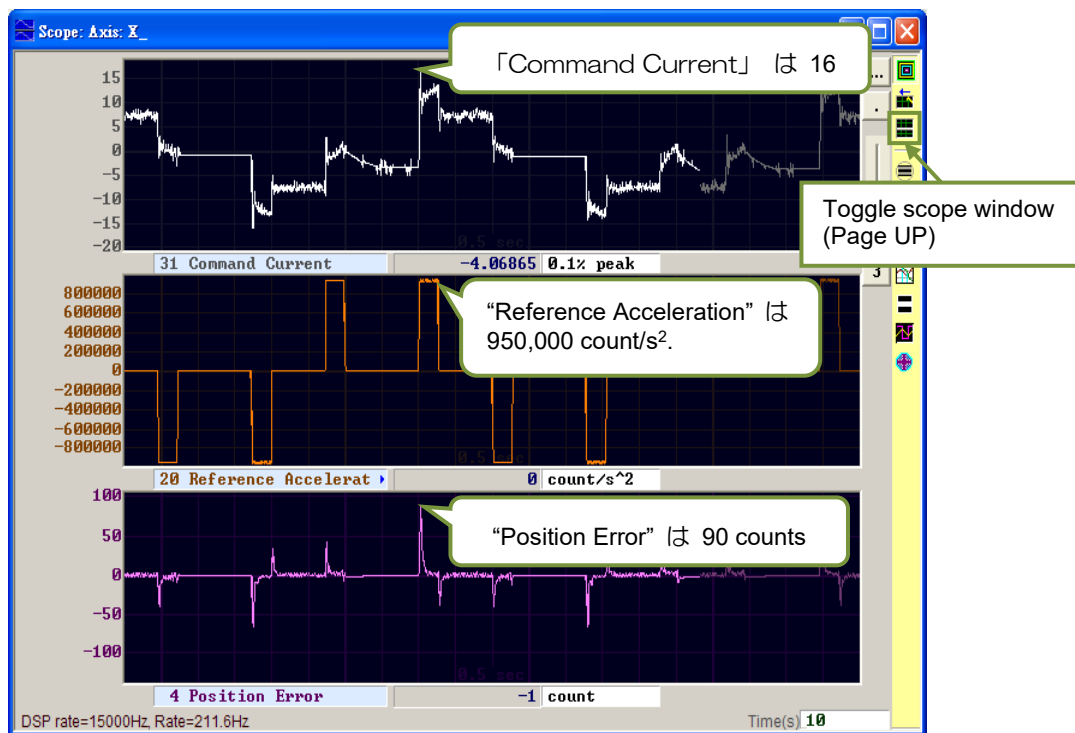


図 6.6.2.2 モーター動作の軌跡結果

- ステップ 5: 加速段階での「基準加速度」の最大値を観察して記録します。図 6.6.2.2 では、値は 950,000 カウント/s² です。
- ステップ 6: ステップ 4 で取得した値をステップ 5 で取得した値で割ります。Acc feedforward gain = Command Current/Reference Acceleration = $16/950,000 = 1.68421 \times 10^{-5}$
- ステップ 7: 図 6.6.2.3 に示すように、ステップ 6 で得られた結果を「Acc feedforward gain」列に入力します。

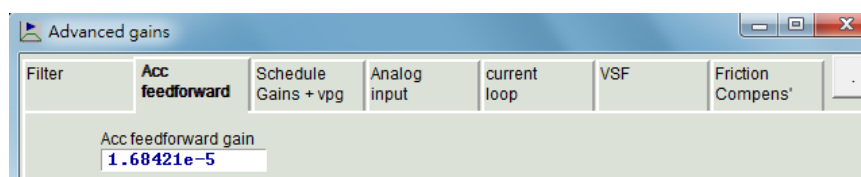


図 6.6.2.3 加速度フィードフォワードゲイン

- ステップ 8: 「Position Error」が減少するかどうかを観察します。図 6.6.2.4 に示すように、加速フェーズの位置誤差は、図 6.6.2.2 の 90 カウントから 65 カウントに減少しています。



図 6.6.2.4 加速度フィードフォワードを付加した結果

6.6.3 スケジュールゲインと速度ループゲイン

■ スケジュールゲイン

完全な動作は、大きく 3 つのフェーズに分けることができます (セクション 3.7 を参照)。

- Move: 経路計画の開始から終了まで。
- Settling: 経路計画の終了からインポジション段階まで。
- In-position: インポジション信号を出力します。

スケジュールゲインの主な目的は、サーボゲインを変更することで、各動作フェーズ（移動、整定、位置決め）の出力サーボ剛性を調整することです。各フェーズのゲインの調整は比例的に実行されます。1 に設定すると、元のサーボゲインが使用されます。1 未満の場合、このフェーズのゲインは減少します。各フェーズの対応するパラメーターは次のように与えられます。

- Move: sg_run
- Settling: sg_stop
- In-position: sg_idle

「CG」 = 0.5、「sg_run」 = 1.2 の場合、「Move」フェーズでの実際のサーボゲインは $0.5 \times 1.2 = 0.6$ に変更されることを意味します。スケジュールゲインにより、整定フェーズとインポジションフェーズは同じ設定方法を採用し、元々固定されていたサーボゲインを、動作フェーズごとに異なる要求を満たすゲインに変更します。

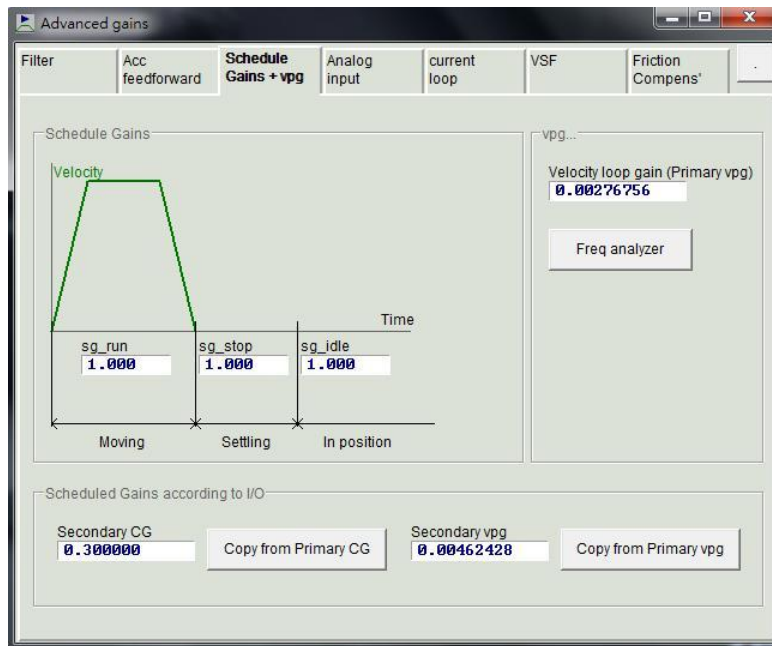


図 6.6.3.1 スケジュールゲイン

■ 速度ループゲイン (vpg)

速度ループゲイン (vpg) は、D2T-LM シリーズドライバの内部制御パラメータです。通常、初期値はコンフィギュレーション センターで設定されたパラメータによって計算されます。通常、状況では値を変更する必要はありません。ただし、ユーザーは「Freq analyzer」を介して再調整することができます。

ステップ 1: 「Freq Analyzer」 ボタンをクリックすると、図 6.6.3.2 の画面が表示されます。

ステップ 2: 「Enable」 ボタンをクリックします。

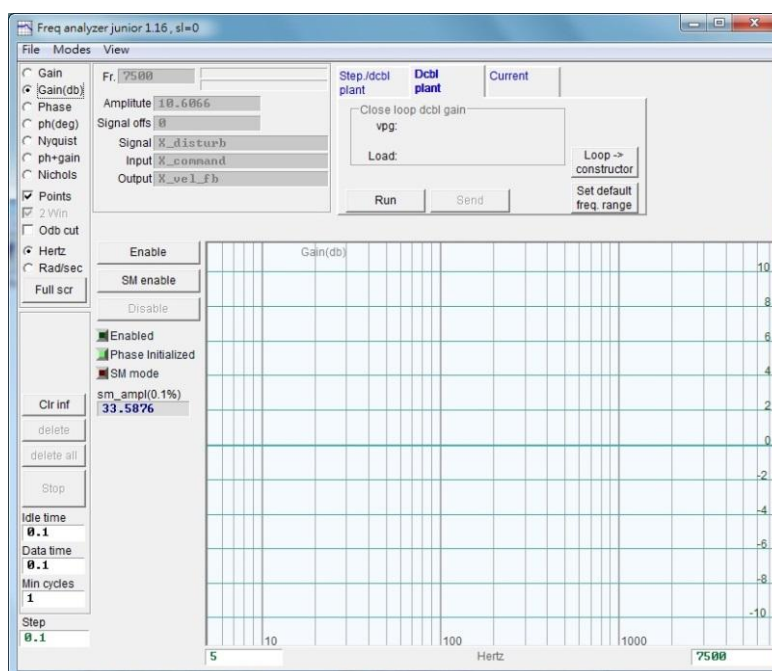


図 6.6.3.2

ステップ 3: 「Run」 ボタンをクリックして周波数アナライザーを開始します。 モーターは低周波振動から始まり、徐々に高周波音を発生します。 それが完了すると、図 6.6.3.3 に示すように、周波数応答が画面上に描画されます。

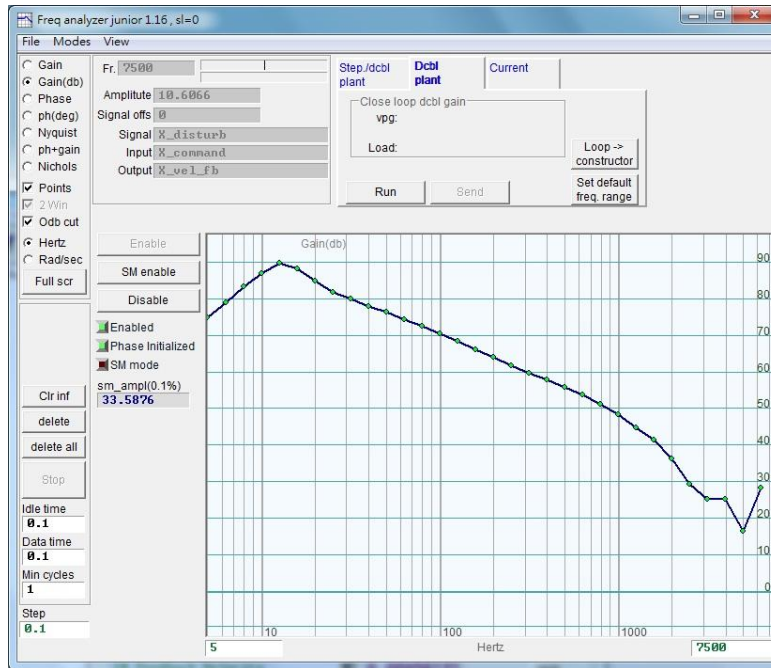


図 6.6.3.3

ステップ 4: 周波数特性グラフを左クリックすると、-20dB のカーソル線が表示されます。 図 6.6.3.4 に示すように、マウスの左ボタンを押してカーソル線をドラッグし、周波数応答線に近づけます。 プロセス中にゲインが再計算され、vpg 値が表示されます。 カーソル線を下にドラッグするとゲインが増加します。 カーソル線を上にドラッグするとゲインが下がります。

ステップ 5: 「Send」 ボタンをクリックして、速度ループゲインをドライバーに送信します。 設定を保存するには、ドライバーのフラッシュに忘れずに保存してください。

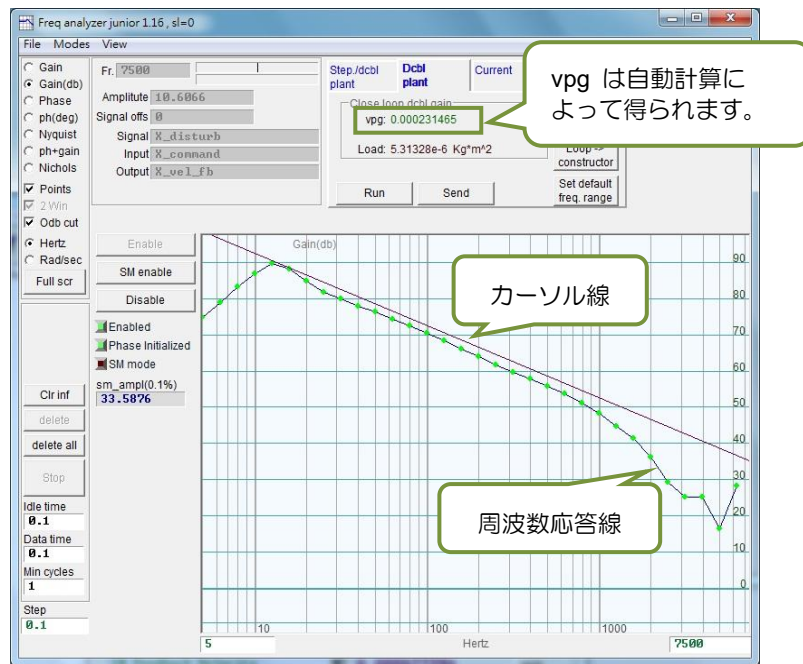


図 6.6.3.4

6.6.4 アナログ入力

電圧モードを使用する場合、ホストコントローラーから送信される電圧コマンドには、さまざまな要因により DC バイアスが含まれる可能性があり、コマンドが歪み、パフォーマンスに影響を与えます。この場合、アナログ入力を使用して電圧を補償および補正できます。図 6.6.4.1 の「Set Offset」ボタンをクリックするだけで、測定とオフセット補正が自動的に実行されます。

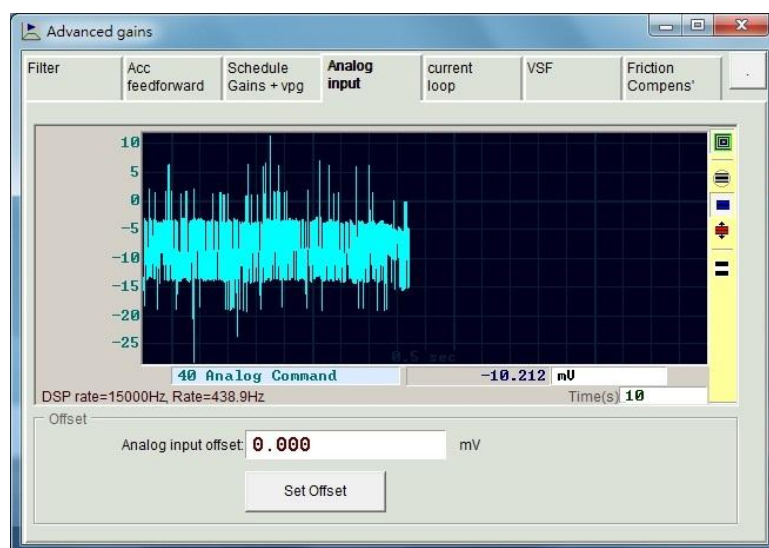


図 6.6.4.1 アナログ入力

6.6.5 電流ループ

電流ループのゲイン値「Ki」と「Kp」は、基本的にモーターモデルの選択時に Configuration center のモーターパラメーターに基づいて計算されます。通常、調整する必要はありません。ただし、モーターパラメーターが正しく設定されていない場合、ユーザーはこの機能を使用して値を調整できます。

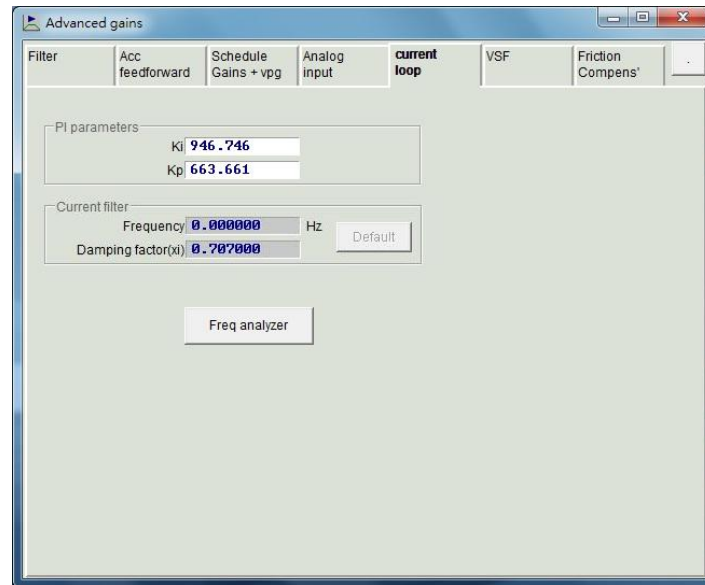


図 6.6.5.1 電流ループ

6.6.6 振動抑制機能

振動抑制機能（VSF）は、動作時にモーターから発生する振動を抑制する機能です。特に機構の荷重が片持ちの場合、振動が顕著に現れます。「Advanced Gains」ウィンドウの「VSF」タブで「Frequency」と「VSF factor」を設定し、「enable VSF」オプションをチェックすることで振動抑制の効果を得ることができます。「周波数」の設定範囲は 0.1～200Hz、「VSF factor」の範囲は 0.7～1.5 です。通常、「VSF factor」の値はデフォルト値と同じ 1.0 に設定することをお勧めします。モーターが動いているとき、ユーザーは「enable VSF」オプションをオンまたはオフにすることはできません。そうしないと、モーターが予期せぬ振動を発生し、エラーが発生する可能性があります。

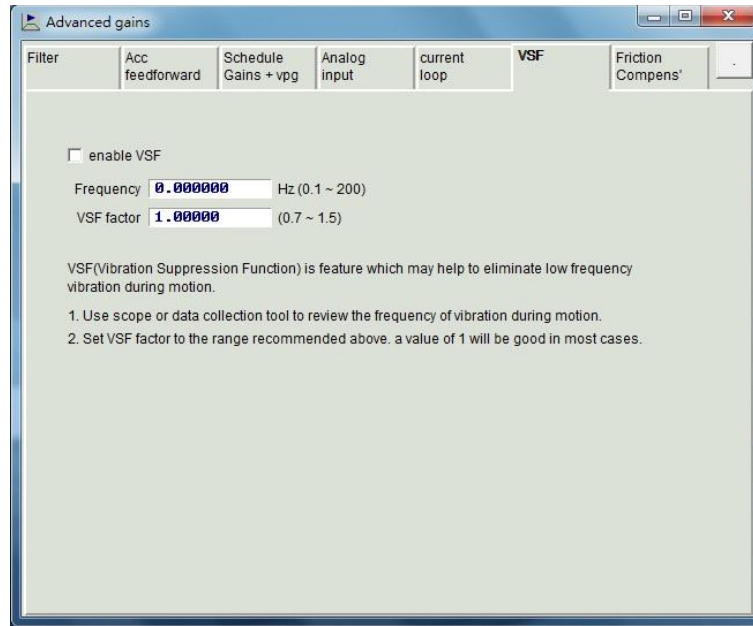


図 6.6.6.1 振動抑制機能（VSF）

振動周波数を求めて制振機能を起動する操作方法を以下に示します。

- ステップ 1: 事前に計画された加速、減速度、速度、移動量を設定します。次に、モーターにポイントツーポイント運動を実行させます。
- ステップ 2: 図 6.6.6.2 に示すように、「Scope」を開いて「Position Error」と「Reference Velocity」を観察します。
- ステップ 3: 「Scope」ウィンドウの右側にある  「Plot view」をクリックして、キャプチャしたグラフを分析します。



図 6.6.6.2

ステップ 4: モーションコマンド終了時の「Position Error」のグラフを拡大します。 ウィンドウ (図 6.6.6.3) で範囲を選択し、 をクリックすると設定範囲が拡大されます。 関連する操作については、セクション 6.5 を参照してください。

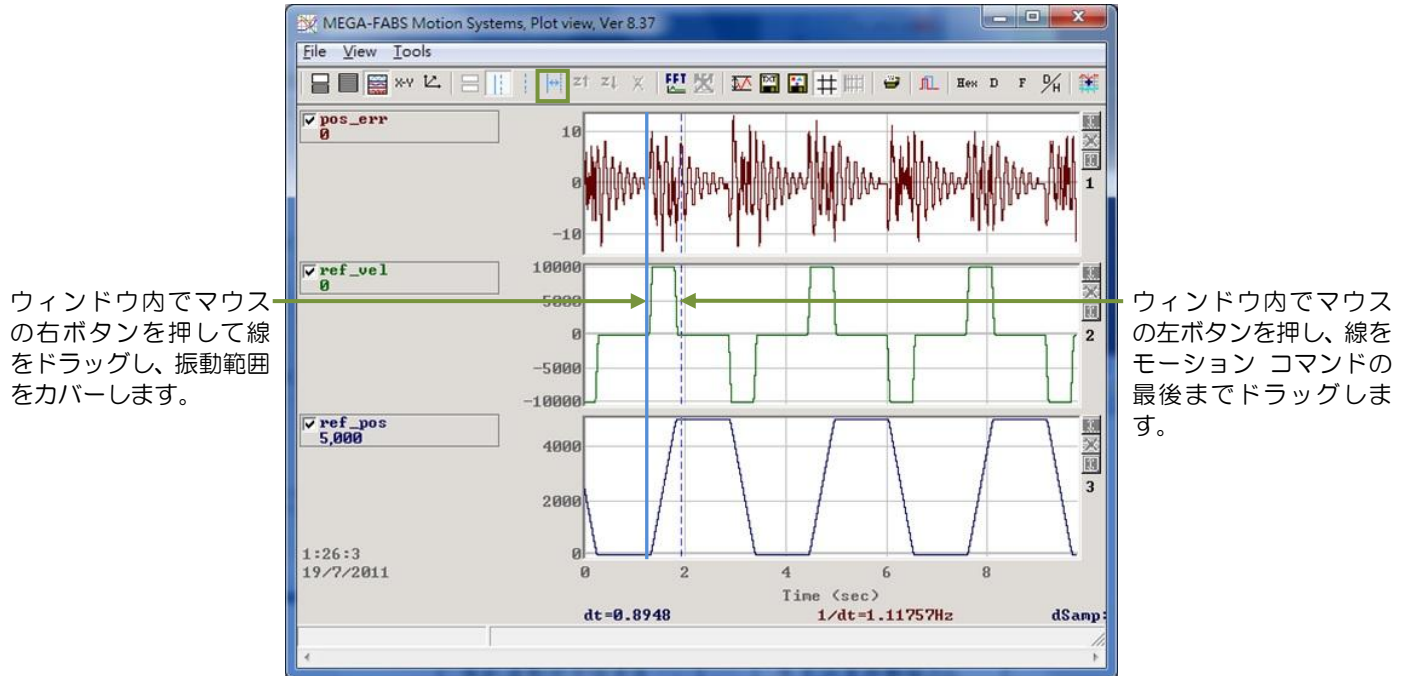


図 6.6.6.3

ステップ 5: 「Plot view」 ウィンドウのツールバーにある  をクリックすると、高速フーリエ変換 (FFT) の操作ウィンドウが開きます。 図 6.6.6.4 に示すように、pos_err まで FFT を実行します。

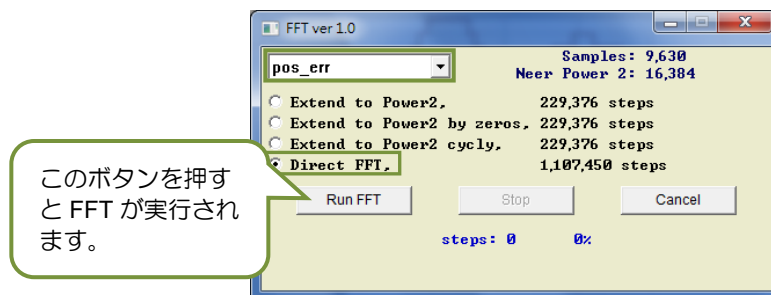


図 6.6.6.4

ステップ 6: FFT が完了すると、図 6.6.6.5 のウィンドウが表示されます。

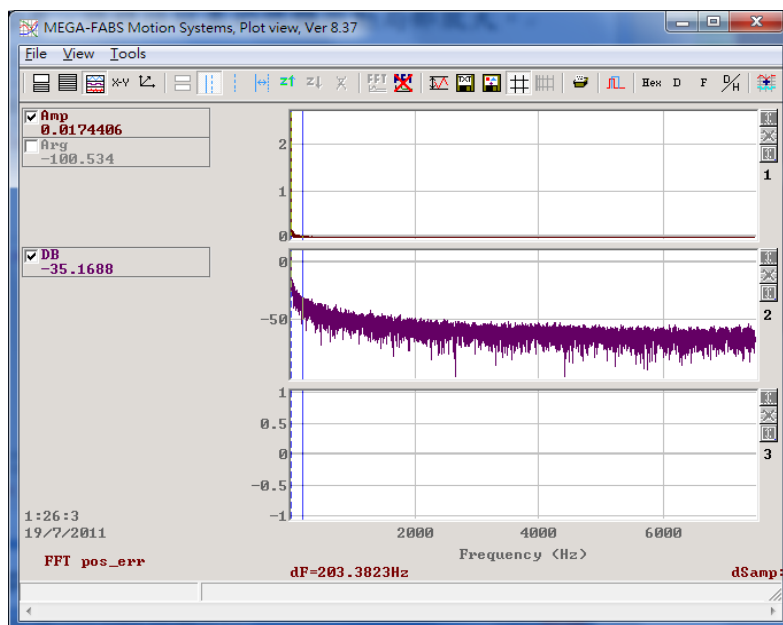


図 6.6.6.5

ステップ 7: 図 6.6.6.6 に示すように、低周波領域を拡大し、振動周波数の最大振幅を観察します。



図 6.6.6.6

ステップ 8: 「Advanced Gains」 ウィンドウの「VSF」 タブの「Frequency」 欄に低周波振動周波数（この例では 6.7Hz）の値を入力します。

ステップ 9: 図 6.6.6.7 に示すように、「enable VSF」 オプションをチェックして振動抑制機能を有効にします。注: モーターの動作中は、「enable VSF」 オプションをオンまたはオフにしないでください。

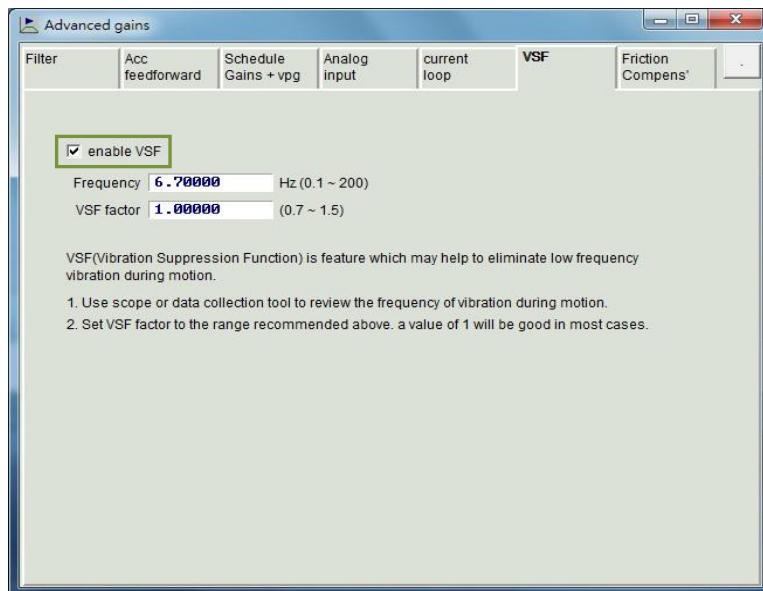
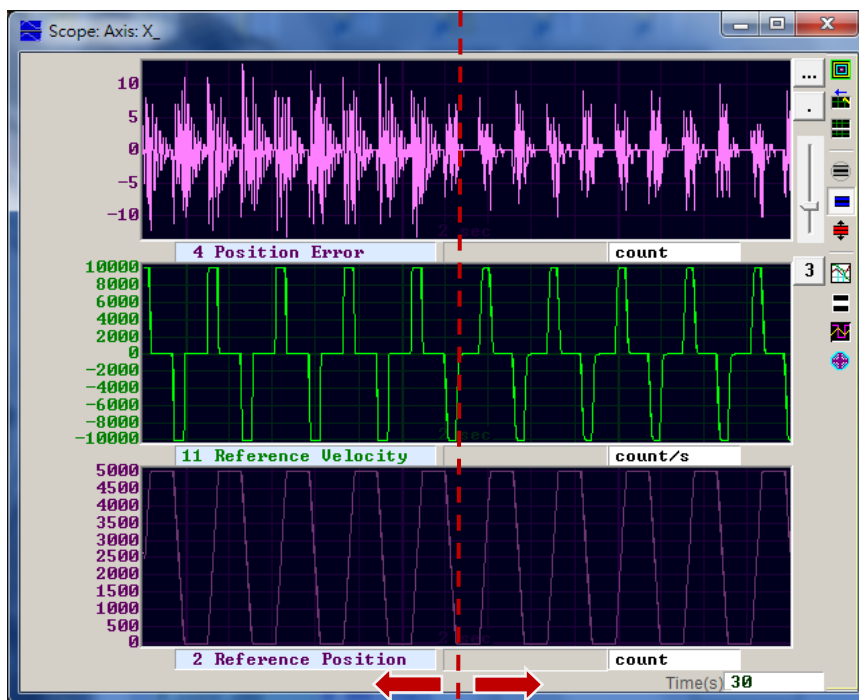


図 6.6.6.7

ステップ 10: 制振機能を有効にすると、「Scope」 からモーター停止時の「Position Error」 が小さくなっていることがわかります (図 6.6.6.8)。



VSF 無効 VSF 有効

図 6.6.6.8

6.6.7 摩擦補償

駆動コンポーネントを動作させるときは、動作の効率と機能に影響を与える機械的摩擦が常に発生します。D2T-LM シリーズ ドライバは、図 6.6.7.1 に示すように、摩擦の影響を軽減する摩擦補償方式を提供します。

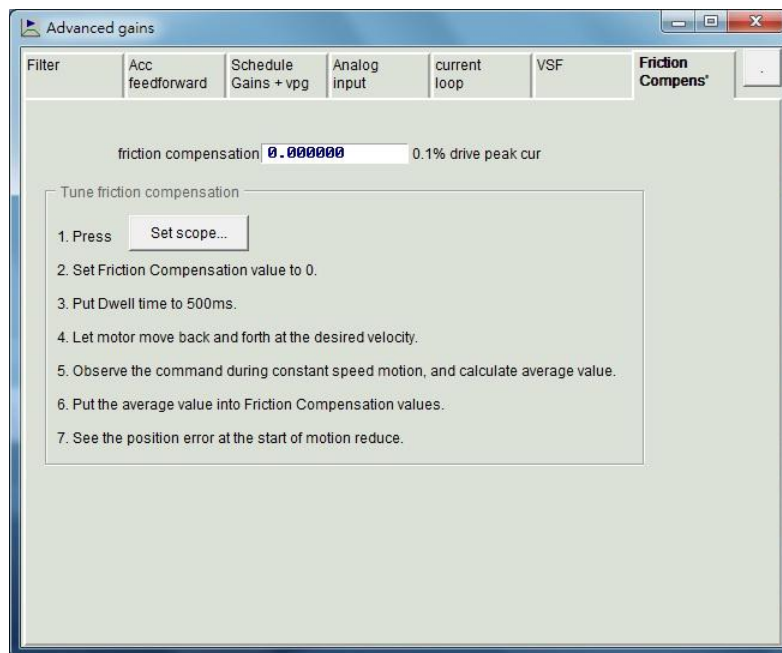


図 6.6.7.1

ユーザーが Lightning HMI によって提供される便利な一連の手順を完了すると、摩擦補正を正常に追加できます。

- ステップ 1: 「Set scope」 ボタンをクリックし、「Scope」 画面を表示します。
- ステップ 2: 図 6.6.7.1 の「friction compensation」 を 0 に設定します。
- ステップ 3: 「Dwell time」 を 500ms に設定します。
- ステップ 4: 事前に計画された速度を設定し、モーターにポイントツーポイント動作を実行させます。
「Scope」 の「Position Error」 を観察することで、摩擦補正を追加する必要があるかどうかを判断できます。図 6.6.7.2 の左側に示すように、モーターの起動時に位置誤差が大きい場合は、摩擦補償を追加して位置誤差を改善できます。
- ステップ 5: 一定速度での「Command Current」 を観察し、平均値を計算します。図 6.6.7.2 の「Command Current」 の平均値は 20 です。
- ステップ 6: ステップ 5 で求めた平均値を「friction compensation」 の欄に入力します。
- ステップ 7: モーターが動き始めたときに「Position Error」 が減少するかどうかを観察します。図 6.6.7.2 の右側に示されているように、摩擦補償により位置誤差は減少します。

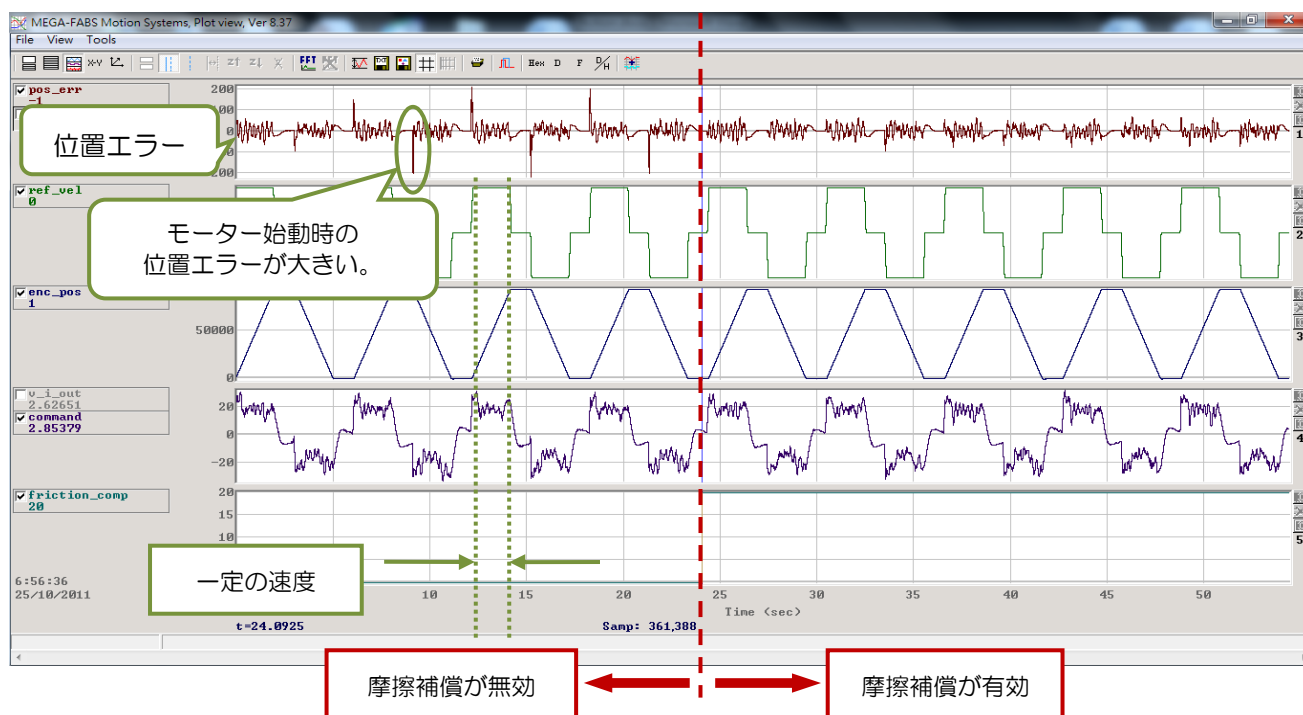


図 6.6.7.2

6.7 ループコンストラクター

ループコンストラクターを使用すると、制御システムの安定性を確認できます。ループコンストラクターには、Nyquist、Nichols、Bode などのスペクトル解析ツールが付属しています。また、フィルターとゲイン値 (vpg、vig、ppg、CG) を調整する方法もユーザーに提供します。この機能により、ユーザーはパラメーターを直接調整して制御システムの周波数応答を観察できます。図 6.7.1 に示すように、Lightening の「Tools」メニューで「Loop constructor」オプションをクリックします。「Loop constructor」ウィンドウを図 6.7.2 に示します。

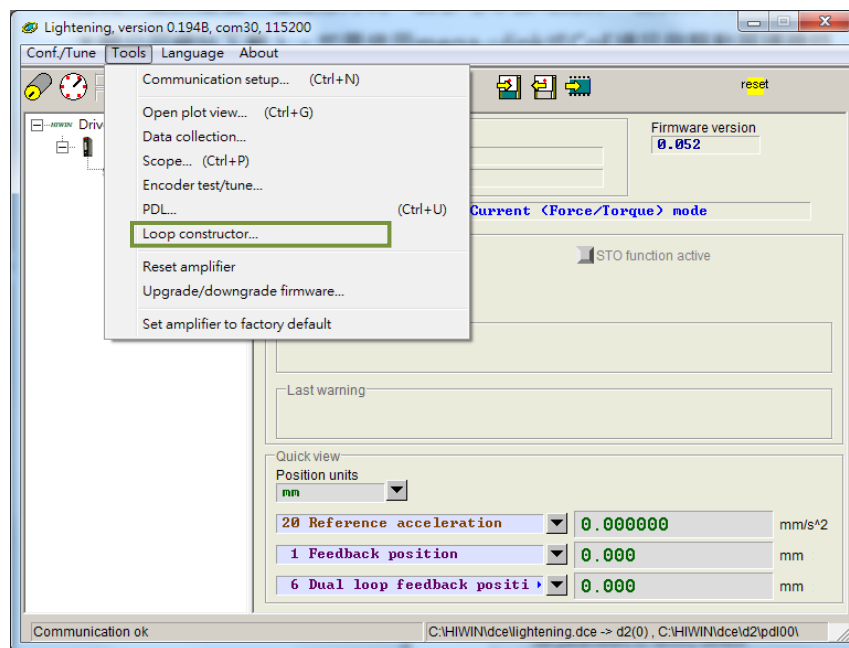


図 6.7.1 「Tools」 から「Loop constructor」を開く

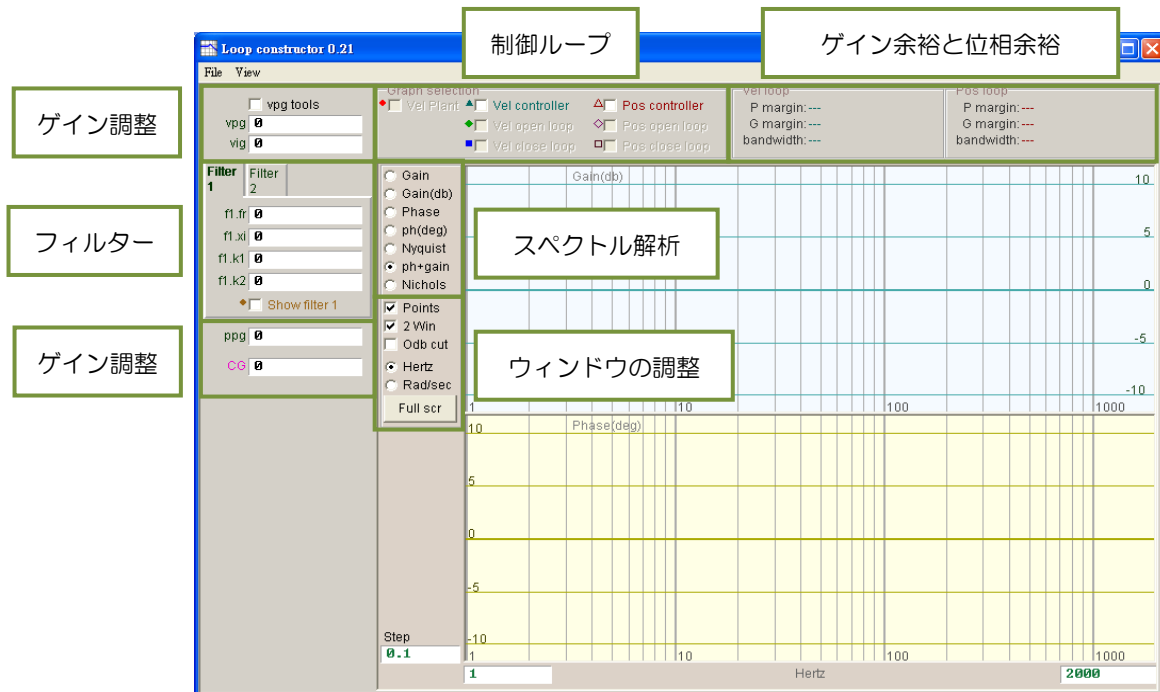


図 6.7.2 ループコンストラクター

6.7.1 ファイルのロード/保存

「Loop constructor」を介して制御システムを解析する前に、ユーザーは「Loop constructor」ウィンドウの「File」メニューにある「Load」オプションを選択して制御システムをロードし、パラメーターを取得する必要があります。ファイルのロードには、図 6.7.1.1 に示すように、「Load plant+gains from file...」、「Load plant from file...」、および「Load gains from file...」の3つの方法があります。

- (1) “Load plant+gains from file...”：制御システムとゲインパラメーターを含む .lop ファイルをロードします。
- (2) “Load plant from file...”：制御システムを含む .fgr ファイルをロードします。
- (3) “Load gains from file...”：ゲインパラメーターを含む .gns ファイルをロードします。

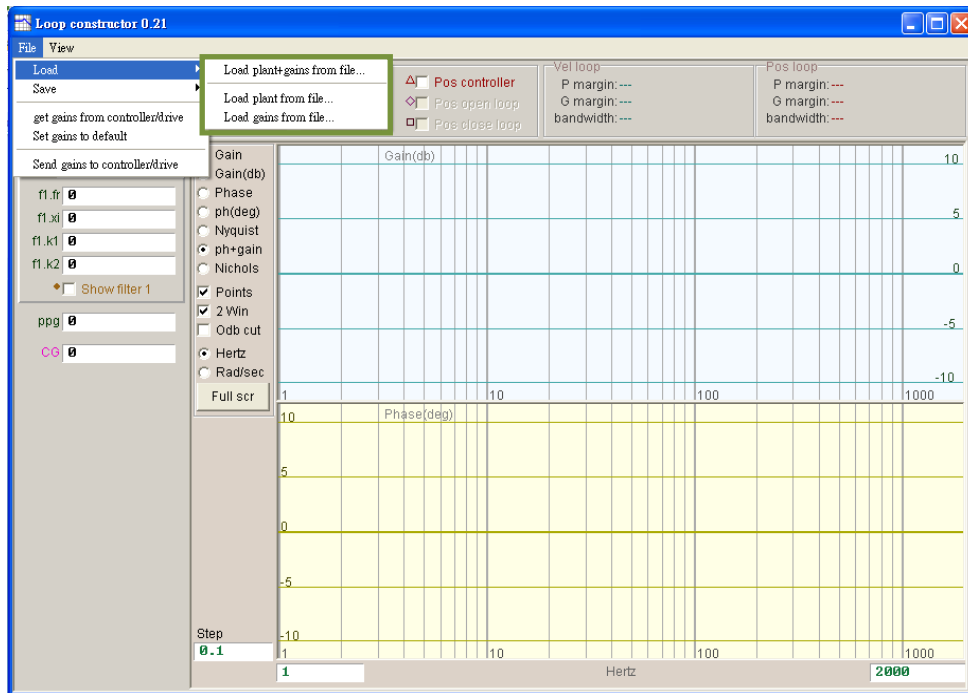


図 6.7.1.1 ループ コンストラクター – ファイルからのデータのロード

「Loop constructor」を介して制御システムを分析した後、制御システムとゲイン パラメーターを保存する必要がある場合は、「Loop constructor」ウィンドウの「File」メニューで「Save」オプションを選択できます。ファイルの保存には、図 6.7.1.2 に示すように、「Save plant+gains to file...」、「Save plant to file...」、「Save gains to file...」の 3 つの方法があります。

- (1) “Save plant+gains to file...”：制御システムとゲイン パラメーターを .lop ファイルとして保存します。
- (2) “Save plant to file...”：制御システムを .fgr ファイルとして保存します。
- (3) “Save gains to file...”：ゲインパラメーターを .gns ファイルとして保存します。



図 6.7.1.2 ループ コンストラクター - データをファイルに保存

6.7.2 ツール

「Loop constructor」のスペクトル解析ツールは、制御システムの Nyquist、Bode、Nichols 線図を解析およびシミュレーションできます。この機能により、制御系の周波数応答を得ることができます。

6.7.2.1 周波数応答関数

周波数応答は、動的システムの入力信号と出力信号の間の相対関係を示す動的システムの伝達関数で表すことができます。ドライバーの制御アーキテクチャを図 6.7.2.1.1 に示します。

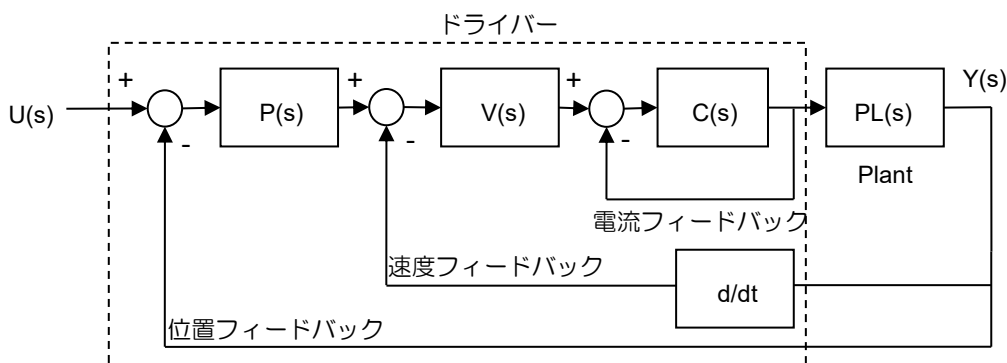


図 6.7.2.1.1 ドライバーの制御アーキテクチャ

- U (s): system input; ドライバのコマンド
- Y (s): system output; システム入力のフィードバック位置。 エンコーダーの駆動指令
- Plant: PL(s)は駆動指令とフィードバック位置の関係です。 プラントには、機械プラットフォーム、モーター、フィードバック システムが含まれています。
- Controller: P(s) は位置ループ コントローラーです。 V(s) は速度ループ コントローラーです。 C(s) は電流ループ コントローラーです。
- Open loop: オープンループシステムの伝達関数は「 $G(s)=P(s) \times V(s) \times C(s) \times PL(s)$ 」、つまりすべてのフィードバック信号を無視します。
- Close loop: クローズループシステムの伝達関数は次のようになります。

$$T(s) = \frac{P(s) \times V(s) \times C(s) \times PL(s)}{\left(\left(\frac{d}{dt} \right) \times P(s) \times V(s) \times C(s) \times PL(s) \right) + P(s) \times V(s) \times C(s) \times PL(s)}$$

6.7.2.2 Nyquist

「Loop constructor」の「Nyquist」オプションは、制御システムの「Vel open loop」と「Pos open loop」の周波数応答を解析およびシミュレートできます。ユーザーはそれらのいずれかを選択することも、両方を同時に選択することもできます。「Pos open loop」のナイキストプロットを図6.7.2.2.1に示します。マウスカーソルをナイキストプロット上の曲線に移動すると、周波数応答の値が表示されます。

- (1) Vel open loop: 制御システムの速度開ループの周波数応答
- (2) Pos open loop: 制御システムの位置開ループの周波数応答

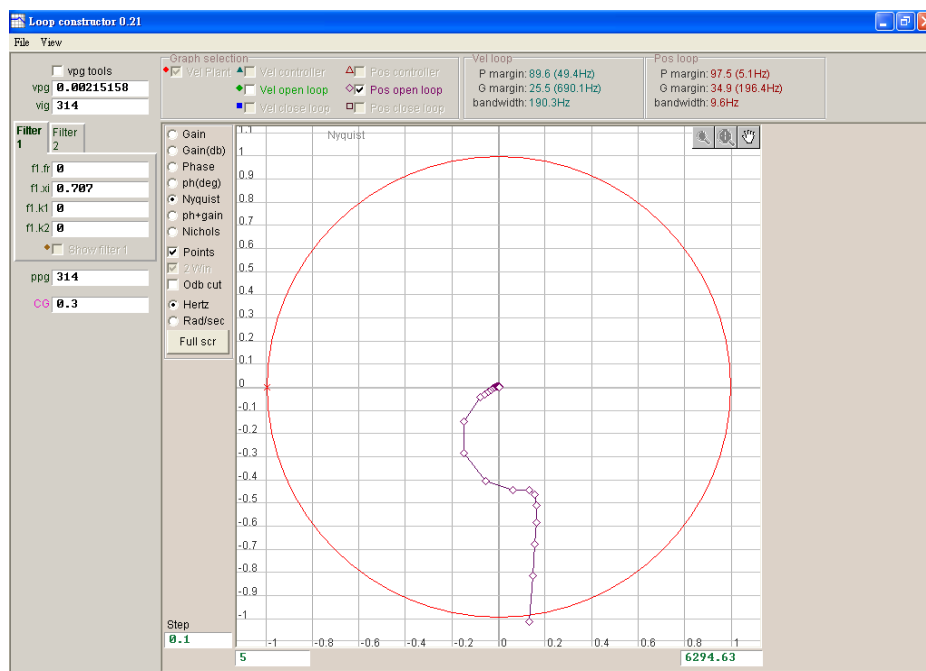


図 6.7.2.2.1 Pos オープンループのナイキストプロット

6.7.2.3 ボード線図

「Loop constructor」の「ph+gain」オプションは、「Vel コントローラー」、「Vel オープンループ」、「Vel クローズループ」、「Pos コントローラー」、「Pos オープンループ」、「Pos」の周波数応答を解析およびシミュレートできます。制御システムの「クローズループ」。ユーザーは、速度ループまたは位置ループのいずれかを選択することも、同時に 6 つのループを選択することもできます。「Vel クローズループ」と「Pos クローズループ」のボード線図を図 6.7.2.3.1 に示します。マウスカーソルをボード線図上の曲線に移動すると、周波数応答の値が表示されます。

- (1) Vel controller: 速度コントローラーの周波数応答
- (2) Vel open loop: 制御システムの速度オープンループの周波数応答
- (3) Vel close loop: 制御システムの速度クローズループの周波数応答
- (4) Pos controller: 位置コントローラーの周波数応答
- (5) Pos open loop: 制御システムの位置オープンループの周波数応答
- (6) Pos close loop: 制御システムの位置クローズループの周波数応答

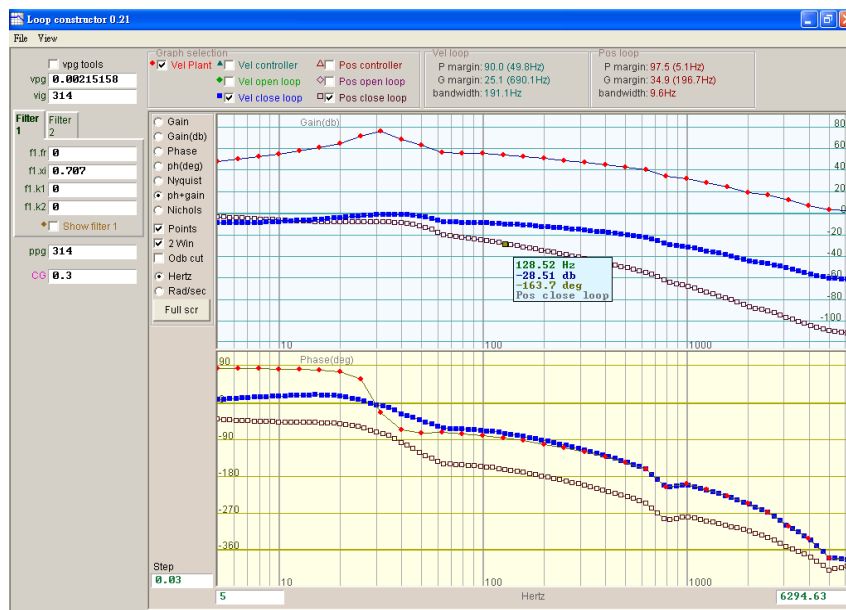


図 6.7.2.3.1 Vel クローズループと Pos クローズループのボード線図

6.7.2.4 Nichols

「Loop constructor」の「Nichols」オプションは、制御システムの「Vel オープンループ」と「Pos オープンループ」の周波数応答を解析およびシミュレートできます。ユーザーはそれらのいずれかを選択することも、両方を同時に選択することもできます。「Vel オープンループ」と「Pos オープンループ」の Nichols プロットを図 6.7.2.4.1 に示します。マウスカーソルを Nichols プロット上の曲線に移動すると、周波数応答の値が表示されます。

(1) Vel open loop: 制御システムの数値オープンループの周波数応答

(2) Pos open loop: 制御システムの数値オープンループの周波数応答

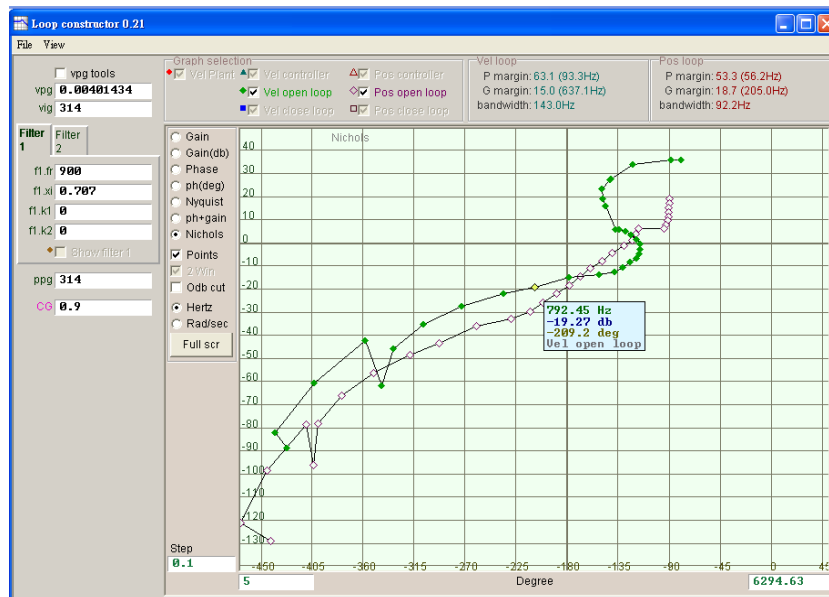


図 6.7.2.4.1 Vel オープンループと Pos オープンループの Nichols プロット

6.7.3 フィルター

ドライバの制御ループには、同時に使用できる 2 つのフィルターが用意されています。高周波ノイズ、機械振動、構造剛性不足などを抑制するように設計されています。

6.7.3.1 ローパスフィルター

制御系にローパスフィルターを設けることで、高周波ノイズや機械振動を抑えることができます。ローパスフィルターのボード線図を図 6.7.3.1.1 に示します。フィルターパラメーター (fr, xi) を変更すると、さまざまな制御ループ解析の周波数応答に影響します。

- (1) fr: フィルターのカットオフ周波数。（単位：Hz）一般的な用途では 500Hz の設定で良好な効果が得られます。それ以外の場合は値を下げる可以考虑されます。ただし、カットオフ周波数が小さすぎると制御性能が低下します。
- (2) xi: フィルターの減衰比。その値の範囲は 0 から 1 です。
- (3) k1: ローパスフィルター = 0
- (4) k2: ローパスフィルター = 0

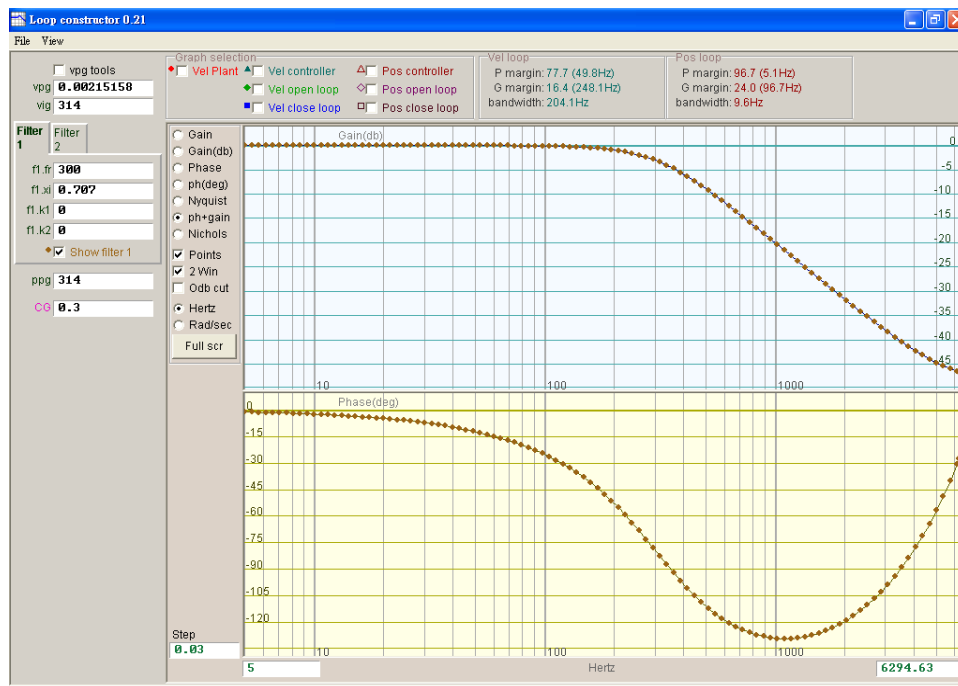


図 6.7.3.1.1 ローパスフィルター

6.7.3.2 ノッチフィルター

システムに不適切な共振周波数があり、機構の修正や設計の改善によって除去できない場合、ノッチフィルターを使用してこの問題を改善できます。ノッチフィルターのボード線図を図 6.7.3.2.1 に示します。フィルターパラメーター (fr, xi) を変更すると、さまざまな制御ループ解析の周波数応答に影響します。

- (1) fr: フィルターのカットオフ周波数。(単位:Hz)
- (2) xi: フィルターの減衰比。値の範囲は 0 ~ 1 です。値が 0 に近づくほど、フィルターリング周波数帯域が狭くなります。値が 1 に近づくほど、フィルターリング周波数帯域が広がります。
- (3) k1: ノッチフィルター = 0
- (4) k2: ノッチフィルター = 1

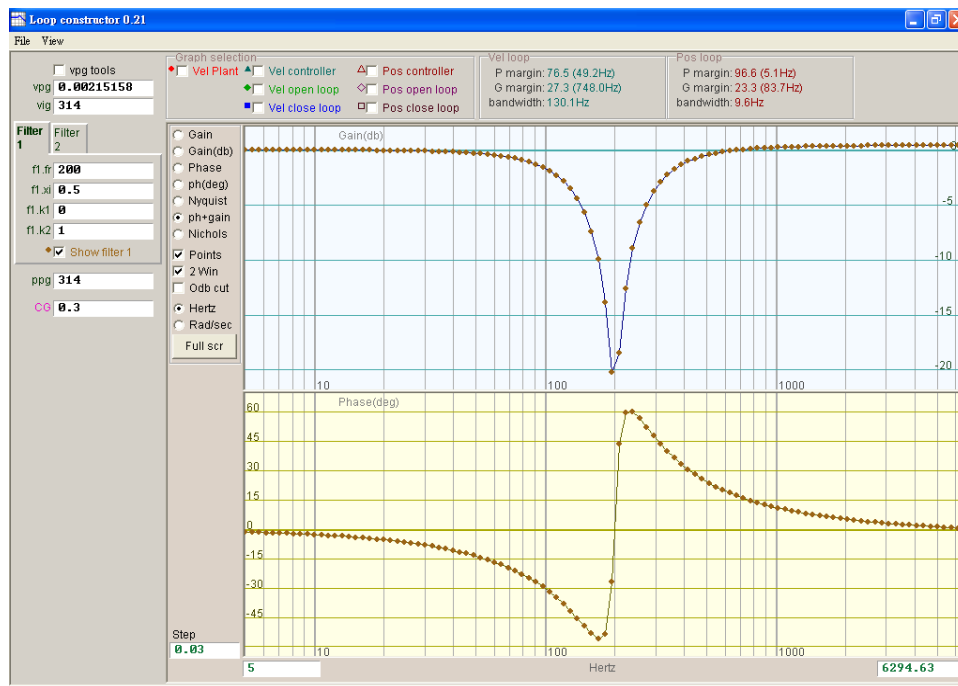


図 6.7.3.2.1 ノッチフィルタ

6.7.4 ゲイン調整

「Loop constructor」は、図 6.7.4.1 に示すように、速度ループ (vpg、vig) と位置ループ (ppg) のゲイン値だけでなく、共通ゲイン (CG、セクション 6.6 を参照) も提供します。これらのパラメーターによりゲイン調整を実行し、制御システムの安定性をシミュレートできます。



図 6.7.4.1 ループコンストラクター - ゲイン

■ 速度ループ

速度ループのゲインには vpg と vig が含まれます。速度ループの比例ゲインは vpg 、速度ループの積分ゲインは vig です。

- vpg : vpg を調整すると、速度ループの過渡応答に影響し、速度ループの帯域幅が増加します。
- vig : vig の調整は速度ループの定常誤差に影響しますが、過度な調整はシステムの不安定を引き起こす可能性があります。

■ 位置ループ

位置ループの比例ゲイン値は ppg です。

- ppg : ppg を調整すると、位置ループの過渡応答に影響し、位置ループの帯域幅が増加します。

6.7.5 スペクトル解析

「Loop constructor」は、図 6.7.5.1 に示すように、位相余裕 (P マージン)、ゲイン余裕 (G マージン)、および速度ループと位置ループの帯域幅を提供します。この機能は、制御システムの安定性をシミュレートするために実行できます。詳細については、セクション 3.6 を参照してください。



図 6.7.5.1 ループコンストラクター - P マージンと G マージン

6.8 エンコーダー信号の確認

通常、エンコーダーはサーボモーター制御において重要な役割を果たします。ドライバがサーボループを制御するための位置または角度の情報を提供します。D2T-LM シリーズ駆動の場合、HMI 経由でエンコーダー出力信号を確保できます。

■ エンコーダー信号確認機能

パフォーマンスセンターのウィンドウで  をクリックするか、「Tools」の機能メニューから「Encoder test/tune」オプションを選択します。図 6.8.1 に示すように、エンコーダー値または信号が正常かどうかを観察するための関数ウィンドウが表示されます。

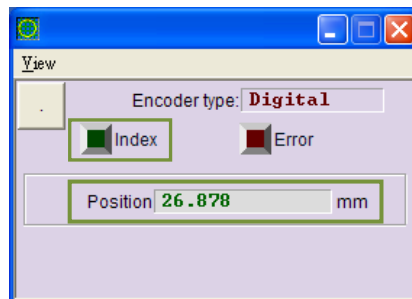


図 6.8.1 デジタルエンコーダー

■ エンコーダー値の確認

デジタルエンコーダー信号は主に、90°の位相差を持つ 2 つのデジタルパルスで構成されます。D2T-LM シリーズドライバの場合、この機能を通じてエンコーダー値が正しいかどうかを確認できます。たとえば、手動運転でモーターを既知の距離だけ移動させ、読み取られた「位置」が移動した距離と同じであるかどうかを確認します。

■ インデックス信号確認

図 6.8.1 の「Index」ライトを通して、エンコーダーの Z 相信号が正常に受信されているかどうかを確認することができます。ドライバが Z 相信号を受信すると、ウィンドウの「Index」ライトが緑色に点滅します。

6.9 エラーマップ機能

一般的に、モーターの精度は位置決めプラットフォームに使用されているリニアエンコーダーによって決定されます。通常、位置決め精度はレーザー干渉計で測定・補正し、エラーテーブルを取得します。D2T-LM シリーズにはエラーマップ機能が搭載されており、HMI を介してエラーテーブルをドライバーに入力・保存します。位置決め精度を向上させるため、固定距離間の線形補間を採用し、誤差補正値を算出します。

位置決め精度を測定し、誤差表を得たら、まず補正間隔（「Interval」）と補正点数合計「Total points」を設定し、誤差補正値を1点ずつ表に入力します。

注1：「エラーマップ」は、原点位置をスタート位置とし、正方向への位置補正を行います。従って、エラーマップ機能を有効にする前に原点復帰を完了してください。

注2：上位コントローラーがドライバーから出力される帰還パルスを受信し、エラーマップ機能を有効にする必要がある場合は、「Encoder」タブの「Encoder output」を「Use emulated encoder」に設定してください。

6.9.1 エラーマップの設定

エラーマップ機能を有効にする手順は以下の通り。

ステップ 1: 図 6.9.1.1 が示すように、アプリケーションセンターに移動し、「Error Map」タブを選択してエラーマップ機能のウィンドウを開く。



図 6.9.1.1 エラーマップウィンドウ

ステップ 2: 補正間隔「Interval」と合計補正ポイント「Total points」を設定し、誤差補正值を「Error」欄に入力します。単位欄をクリックして、希望する単位を設定します。図 6.9.1.2 を例にとると、補正範囲は 0 ～ 1,000 mm、補正間隔は 100 mm、総補正点数は 11 点です。「誤差」欄の値は、レーザー干渉計の誤差測定から得られたものである。例えば、目標位置が 100 mm の場合、レーザー測定は 100.002 mm になります。

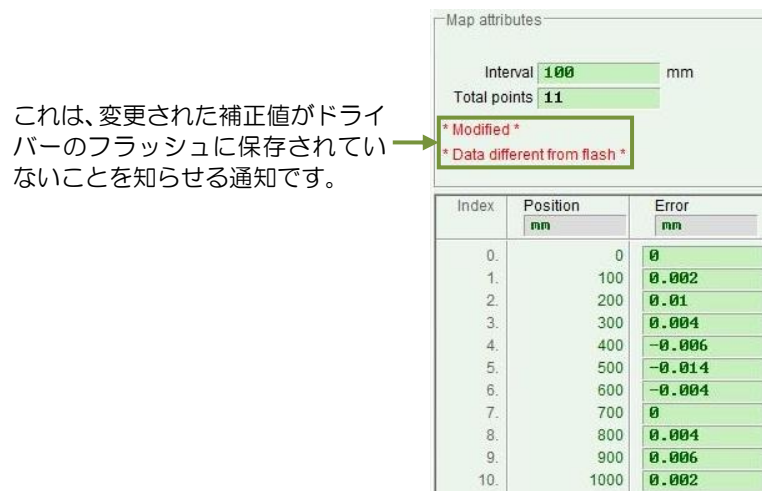


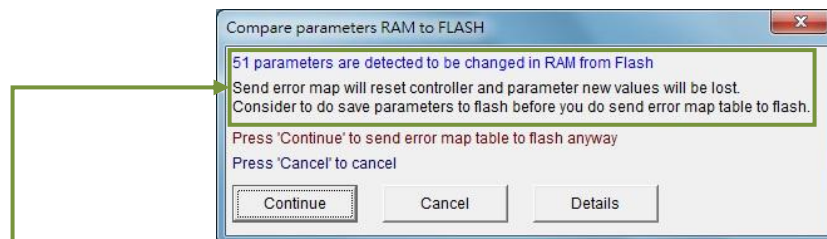
図 6.9.1.2 エラーマップのパラメーター設定

注 1：ユーザーがエラー補正值をテーブルに入力した後、入力された値はエンコーダー分解能の整数倍に丸められます。例えば、エンコーダー分解能が 2um で、入力された補正值が 1um の場合、プログラムは強制的に 2um に変換します。入力値が 0.5um の場合は、0um に変換されます。

注 2：精度は小数点第 3 位までしか表示されませんので、「Position」と「Error」は適切な単位を選択してください。

ステップ 3: 「Error map enable」 オプションをチェックする(☒ Error map enable)。

ステップ 4: ファンクションメニューの「Flash」から「Send table to flash」を選択する。他のパラメーター（エラーマップパラメーターを除く）を変更してフラッシュに保存する必要がある場合は、次のウィンドウが表示されます。エラーマップパラメーター以外のすべてのパラメーターが保存されている場合は、ステップ 6 に進みます。



パラメーターはエラーマップパラメーターを除き、ドライバーの Flash に保存されているものとは異なります。エラーマップパラメーターを Flash に保存するために「Continue」ボタンをクリックすると、ドライバーの強制「Reset」動作によりサーボパラメーターが失われます。

図 6.9.1.3

ステップ 5: 「Cancel」ボタンをクリックし、HMI メインウィンドウに戻り、サーボパラメーターを Flash に保存する。サーボパラメーターの保存が完了したら、ステップ 4 をやり直してください。

ステップ 6: 「confirm」ウィンドウが表示されたら、「Confirm」ボタンをクリックしてエラーマップパラメーターをフラッシュに保存します。エラーマップパラメーターが保存されると、ドライバーは自動的に「リセット」動作を実行します。



図 6.9.1.4

6.9.2 エラーマップを有効にする

上記の関連エラーマップパラメーターを設定した後、ドライバはエラー補正を行うことができます。モーターが原点復帰を完了すると、ドライバはエラーマップを開始します。D2T-LM シリーズドライバが原点復帰を完了するには2つの方法があります。

■ ホストコントローラーによる原点復帰

まず、I/O センターに「Home Ok, start err. map」の入力機能を設定する(5.4 節参照)。図 6.9.2.1 に示すように、I2 に設定されているものとします。図 6.9.2.1 に示すように、ファンクションが I2 に設定されているとします。モーターを原点に移動させるために、ホストコントローラーはパルスコマンドまたは電圧コマンドでドライバに動作コマンドを送信します。モーターが原点に移動した後、ホストコントローラーはモーションコマンドの送信を停止し、デジタル制御出力を通して I2 に信号を送信します。ドライバがこの信号を受信すると、原点復帰が完了したと見なされます。その後、ドライバはエラーマップ機能を開始する。

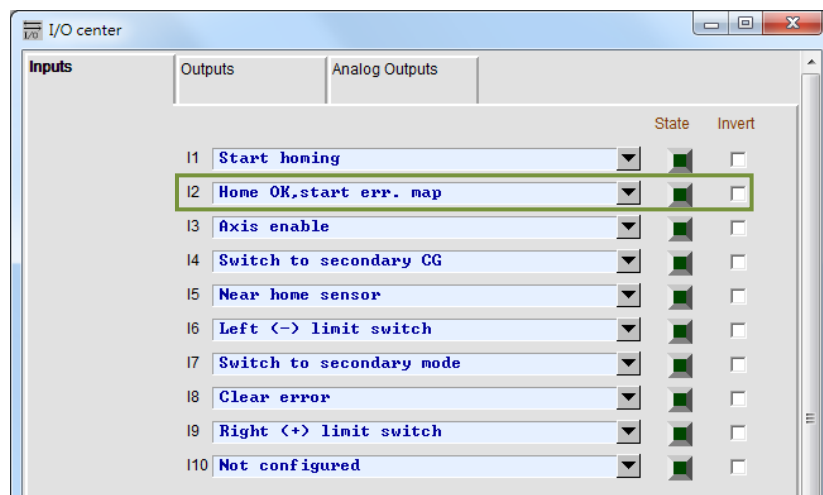


図 6.9.2.1

■ スタンドアロン原点復帰

パフォーマンスセンターに移動し、「Home」ボタン( Home) をクリックして原点復帰手順を実行します (セクション 6.2 参照)。

エラーマップ機能が有効かどうかを確認する方法

エラーマップ機能がすでに使用されているかどうかを確認したい場合は、いつでも「Error map」ウィンドウの「Status」エリアに移動し、「Error map active」が緑色に点灯しているかどうかを観察する。緑色のライトは、エラーマップ機能が有効であることを示す。

6.9.3 エラーマップを保存/開く

設定されたエラー補正值は、ディスクに直接保存することも、ディスクから直接読み出すこともできます。下図に示すように、ファンクションメニューの「File」をクリックして操作する。セクション 6.9.1 にあるように、ファンクションメニューの「Files」の「Send table to flash」オプションは、エラーマップテーブルをドライバーのフラッシュに保存することができる。メインウィンドウの「Save to Flash」ボタン()では、エラーマップテーブルを自動的にドライバーのフラッシュに保存することはできないので注意すること(セクション 5.7.1 参照)。

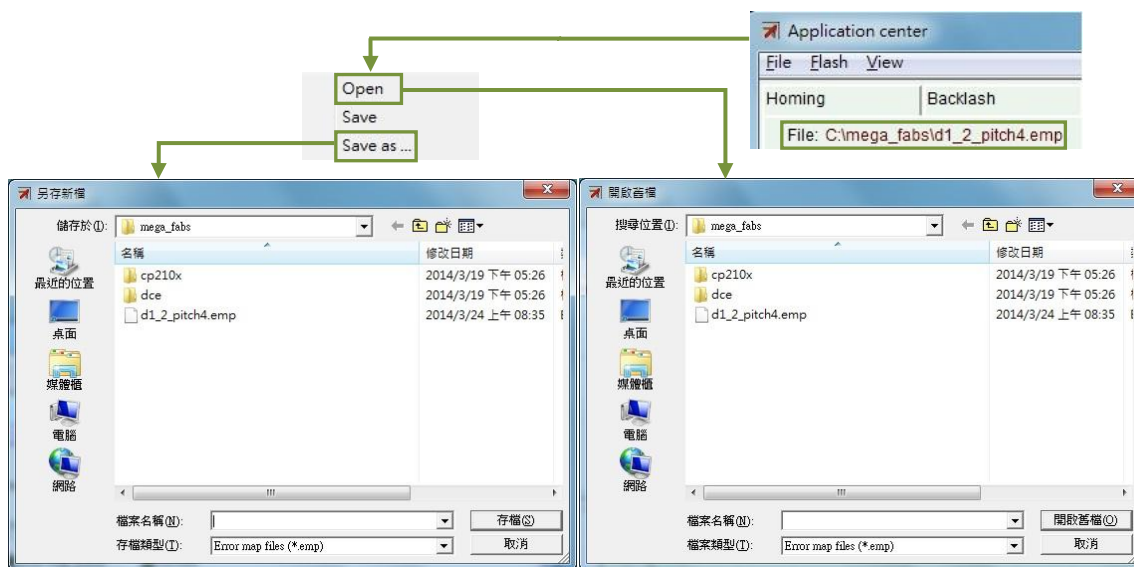


図 6.9.3.1

6.9.4 開始位置の変更

エラーマップの開始位置を変更するには、機能メニューの「View」から「Advanced」を選択し、図 6.9.4.1 のウィンドウを表示します。開始位置欄に必要な補正開始位置を入力する。ウィンドウの右側にある Next ボタンを押すと、モーターは「Interval」1 つ分前に移動します。Previous ボタンを押すと、モーターは 1 Interval 分戻ります。Status エリアの Error 値は、現在位置に対応する誤差補正值として更新されます。Error Map グラフの赤い点は Encoder 値であり、Feedback position 値は Encoder 値に Error 値を加えたものに等しい。

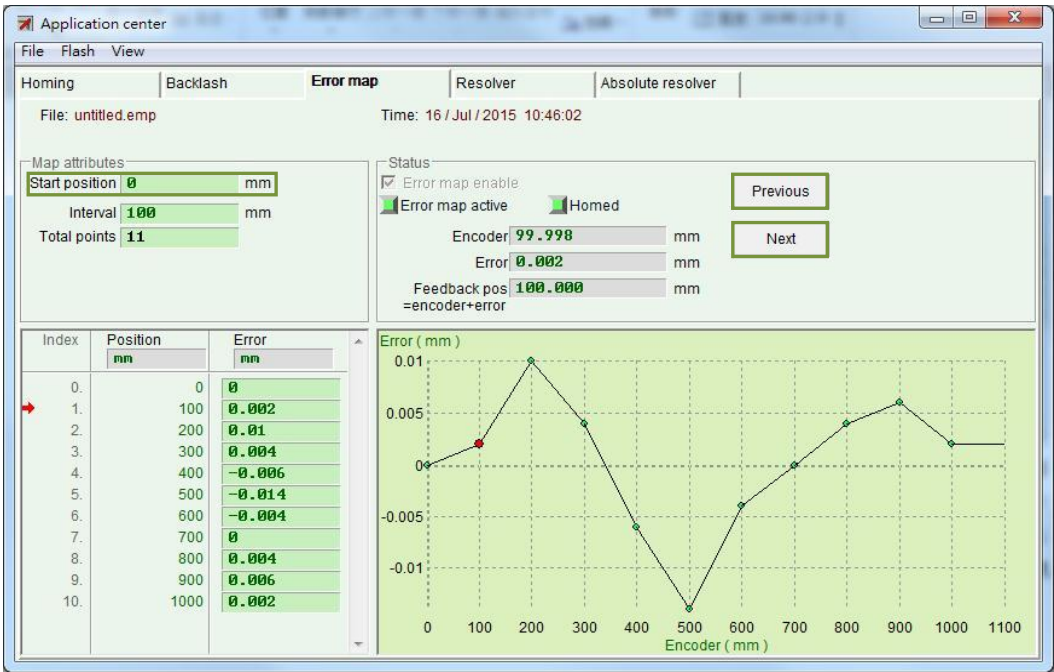
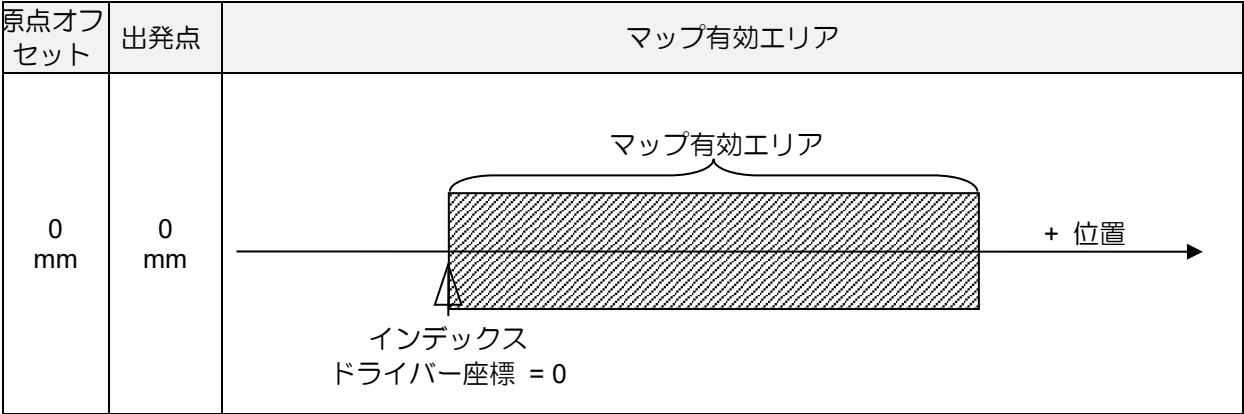


図 6.9.4.1

- 「原点オフセット」=0、「スタート位置」=0
「原点オフセット」と「スタート位置」が共に 0 の場合、エラーマップの有効範囲はインデックスを境界とします。インデックスからプラス方向に向かう領域がマッピング有効範囲となり、インデックスからマイナス方向に向かう領域はマッピング有効範囲とはなりません。



- 「原点オフセット」≠0、「スタート位置」=0
原点オフセットが 0 以外、開始位置が 0 の場合は、「原点オフセット」と「スタート位置」の両方が 0 の場合と同じマッピング有効領域となる。

原点オフセット	出発点	マップ有効エリア
100 mm	0 mm	原点オフセット = 100 マップ有効エリア インデックス ドライバー座標 = -100 ドライバー座標 = 0 + 位置
-100 mm	0 mm	原点オフセット = -100 マップ有効エリア ドライバー座標 = 0 インデックス ドライバー座標 = 100 + 位置

■ 「原点オフセット」=0、「スタート位置」≠0

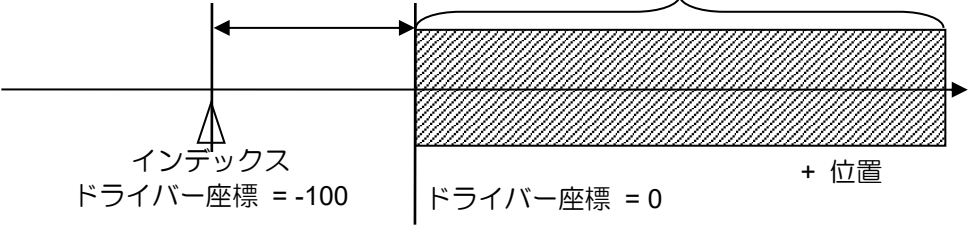
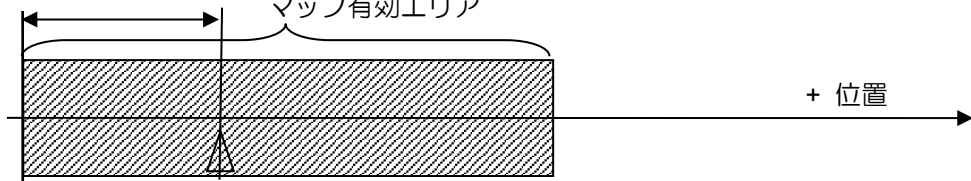
「原点オフセット」が0、「スタート位置」が0以外の場合、マッピング有効領域はインデックスを基準とし、「スタート位置」に対応して移動する。

原点オフセット	出発点	マップ有効エリア
0 mm	100 mm	スタート位置 = 100 マップ有効エリア インデックス ドライバー座標 = 0 + 位置
0 mm	-100 mm	スタート位置 = -100 マップ有効エリア インデックス ドライバー座標 = 0 + 位置

- 「原点オフセット」 ≠ 0、「スタート位置」 ≠ 0
- 「原点オフセット」と「スタート位置」の両方が 0 以外の場合、マッピング有効領域は「原点オフセット」では変化せず、「スタート位置」で移動します。

原点オフセット	出発点	マップ有効エリア
50 mm	100 mm	スタート位置 = 100 原点オフセット = 50 マップ有効エリア インデックス ドライバー座標 = -50 ドライバー座標 = 0 + 位置
100 mm	50 mm	原点オフセット = 100 スタート位置 = 50 マップ有効エリア インデックス ドライバー座標 = -100 ドライバー座標 = 0 + 位置
50 mm	-100 mm	原点オフセット = 50 スタート位置 = -100 マップ有効エリア インデックス ドライバー座標 = -50 ドライバー座標 = 0 + 位置
100 mm	-50 mm	スタート位置 = -50 原点オフセット = 100 マップ有効エリア インデックス ドライバー座標 = -100 ドライバー座標 = 0 + 位置

原点オフセット	出発点	マップ有効エリア
-50 mm	100 mm	原点オフセット = -50 スタート位置 = 100 マップ有効エリア ドライバー座標 = 0 インデックス ドライバー座標 = 50 + 位置
-100 mm	50 mm	スタート位置 = 50 マップ有効エリア 原点オフセット = -100 ドライバー座標 = 0 インデックス ドライバー座標 = 100 + 位置
-50 mm	-100 mm	スタート位置 = -100 マップ有効エリア 原点オフセット = -50 ドライバー座標 = 0 インデックス ドライバー座標 = 50 + 位置
-100 mm	-50 mm	原点オフセット = -100 スタート位置 = -50 マップ有効エリア ドライバー座標 = 0 インデックス ドライバー座標 = 100 + 位置

原点オフ セット	出発点	マップ有効エリア
100 mm	100 mm	原点オフセット = スタート位置 = 100 マップ有効エリア  ドライバー座標 = 0 + 位置
-100 mm	-100 mm	原点オフセット = スタート位置 = -100 マップ有効エリア  ドライバー座標 = 0 + 位置

(このページはブランクになっています)

7. LCD

7.1	パネルの説明.....	7-2
7.2	表示の説明	7-3

7.1 パネルの説明

LCD パネルには、主にサーボレディの状態、エラーやワーニングメッセージ、軸名が表示されます。
注) D2T-LM はパラメーター編集機能には対応していません。

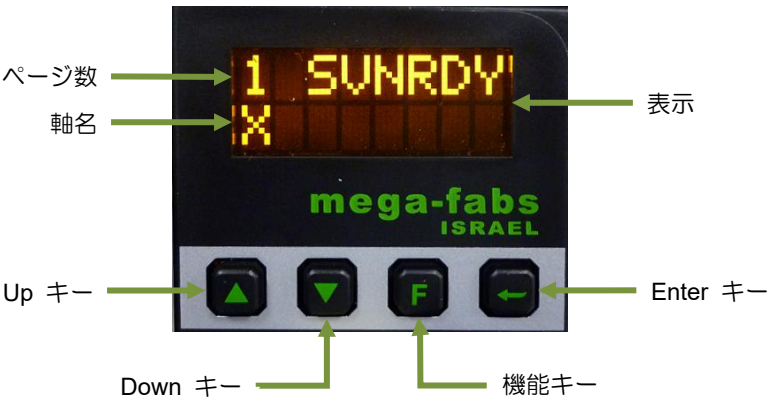


図 7.1.1 LCD パネル

表 7.1.1 パネル機能の説明

名称	機能
Display	パラメーター値、ステータス、パラメーター、アクションなどの変更を表示します。
Page number	LCD ディスプレイは 4 つのページに分かれています。現在のページ番号は左上に表示されます。
Axis name	軸名は最初のページ（ホームページ）に表示され、HMI メインウィンドウで変更できます。（5.1.3 節参照）エラーやワーニングがある場合は、メッセージも表示されます。
Up key	D2T-LM モデルでは使用不可
Down key	D2T-LM モデルでは使用不可
Function key (F key)	D2T-LM モデルでは使用不可
Enter key	D2T-LM モデルでは使用不可

7.2 表示の説明

ドライバの電源を入れると、まずサーボレディの状態を表示します。LCD の表示記号は次の表のとおりです。

表 7.2.1 サーボレディ状態の LCD 表示シンボル

LCD 表示シンボル	説明
SV RDY	サーボの準備ができている
SVNRDY	サーボの準備ができていない

ドライバがエラーまたは警告の発生を検出すると、図 7.2.1 が示すように、そのメッセージが画面の 2 行目に表示される。エラーと警告メッセージの LCD 表示シンボルは、それぞれ表 7.2.2 と表 7.2.3 に記載されています。

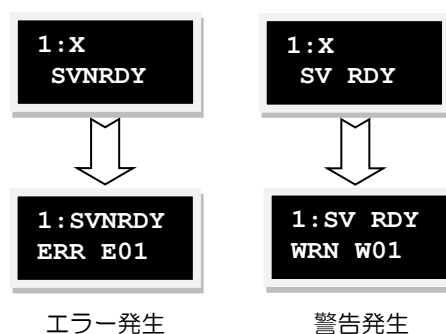


図 7.2.1

表 7.2.2 エラーメッセージの LCD 表示記号

No.	LCD表示シンボル	Lighteningで表示されるエラーメッセージ
1	ERR E01	モーターショート（過電流）検出
2	ERR E02	過電圧を検出
3	ERR E03	位置の誤差が過大
4	ERR E04	エンコーダーエラー
6	ERR E06	モーターの接続不具合
7	ERR E07	アンプ過熱
9	ERR E09	低電圧検出
10	ERR E10	エンコーダー カード用 5V 不具合
11	ERR E11	位相初期化エラー
12	ERR E12	シリアルエンコーダー通信エラー
13	ERR E13	ホールセンサーエラー
15	ERR E15	電流制御エラー
17	ERR E17	ハイブリッドの偏差過大

18	ERR E18	STO作動
19	ERR E19	HFLT 不一致エラー
21	ERR E21	モーター型式とドライバークの不適合
22	ERR E22	DC バス電圧異常
23	ERR E23	EtherCAT インターフェースが不検出
24	ERR E24	CiA-402 原点復帰エラー
25	ERR E25	ファン不具合エラー
26	ERR E26	ドライバーク過負荷エラー

表 7.2.3 警告メッセージの LCD 表示記号

No.	LCD表示シンボル	Lighteningに表示される警告メッセージ
1	WRN W01	左リミット SW
2	WRN W02	右リミット SW
3	WRN W03	左 HW リミット
4	WRN W04	右 HW リミット
5	WRN W05	サーボ電圧過大
6	WRN W06	位置エラー警告
7	WRN W07	速度エラー警告
8	WRN W08	電流リミット
9	WRN W09	加速度リミット
10	WRN W10	速度リミット
11	WRN W11	両 HW リミット作動
12	WRN W12	I2T 警告
13	WRN W13	原点復帰失敗
14	WRN W14	パルスコマンドと原点復帰のバッティング
15	WRN W15	アブソリュートエンコーダーのバッテリー警告
16	WRN W16	アブソリュート位置異常

8. 保護機能

8.1	動作保護.....	8-2
8.2	位置および速度エラー保護	8-5
8.2.1	位置エラー制限	8-5
8.2.2	位置エラーおよび速度エラーの警告.....	8-5
8.3	ブレーキ出力.....	8-6
8.4	リミット保護.....	8-8
8.4.1	ハードウェアリミット保護.....	8-8
8.4.2	ソフトウェアリミット保護.....	8-8
8.5	過熱保護.....	8-10
8.5.1	ソフトサーマル保護	8-10
8.5.2	ドライバーの過熱保護.....	8-10
8.6	過電圧保護	8-11

8.1 動作保護

動作保護の主な機能は、モーター動作中のモーター出力の最高速度、最高加速度、最高減速度、非常停止減速度を制限または指定することです。ホストコントローラーから送られるパルスコマンドや電圧コマンドに対応する速度や加速度が高すぎると、保護機能が作動し、動作特性が設定値に制限されます。動作モードにより保護機能が異なります。各動作モードの適用パラメーターを以下に示します。

表 8.1.1

制限パラメーター 操作モード	速度	加速度	減速度	緊急停止減速度
位置モード	○	○	○	○
速度モード	○	○	○	○
カトルクモード	○	X	X	X
スタンドアロンモード	○	○	○	○

注：「○」はアクティブ、「X」は非アクティブを示します。

■ 速度、加速度、減速度の制限

図 8.1.1 が示すように、 をクリックしてパフォーマンスセンターに入り、動作保護設定 ページを表示します。動作保護の同じ設定を観察するには、 をクリックしてパフォーマンスセンターに入り、「Protection」 タブの「Motion parameters」 エリアから取得します。ただし、このエリアは変更できず、表示のみ可能です。

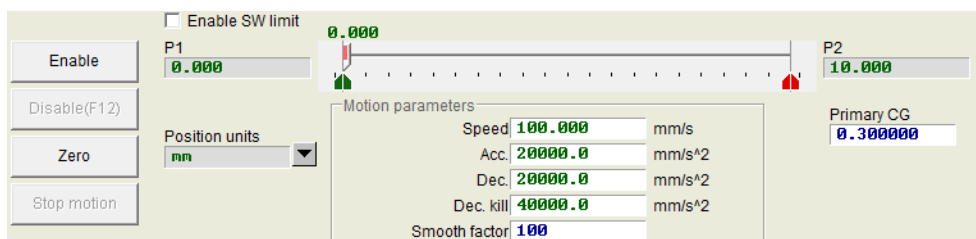


図 8.1.1

表 8.1.2

パラメーター	説明	初期値
Speed	動作中のモーターの最高速度を設定する	100 mm/s
Acc.	動作中のモーターの最大加速度設定	20,000 mm/s ²
Dec.	動作中のモーターの最大減速度を設定する	20,000 mm/s ²
Dec. kill	緊急停止時のモーターの減速度設定	2 × Acc
Smooth factor	スムースファクター	100

図 8.1.1 が示すように、「Motion parameters」エリアには最大速度、最大加速度、最大減速度が表示されます。ユーザーは「Position units」をクリックすることで、好みの単位を設定することがで

きます。これらの設定はモーション保護だけでなく、試運転のパラメーターにもなります。したがって、パフォーマンスセンターのモーション機能「P2P」、「Relative move」、「Jog」を使用する場合は、「Motion parameters」エリアのデータがユーザーのモーションプロテクト設定になっているかどうかを確認することが重要である（図 8.1.2 参照）。位置モードまたは速度モードでは、モーションプロテクション機能による制限を避けるため、「Acc.」と「Dec.」の必要値を必ず 10 倍にしてください。この動作を無視すると、ホストコントローラーからモーションコマンドを送信したときに、希望の速度や加減速ができない場合があります。

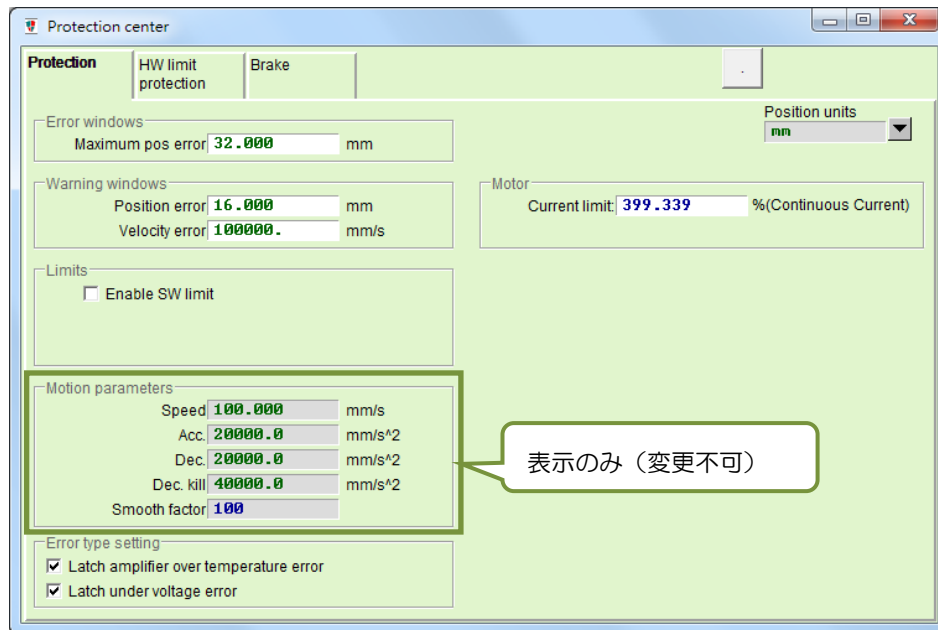


図 8.1.2

■ 速度、加速度、減速度の制限を解除する。

位置モードにおいて、「Smooth factor」を 0 に設定すると、ドライバの速度、加速度、減速度のリミット機能がキャンセルされます。モーターの動作は、ホストコントローラーから送られるパルス指令に基づくパスプランニングに完全に従います。ドライバのリミット機能をキャンセルするかどうかは、要件に応じてユーザーが決定できます。

■ 緊急停止減速の適用範囲

緊急停止減速度「Dec.kill」は、以下の場合に作動します。

- 位置・速度モードでは、動作中のモーターが非常停止状態になったときの減速。
- パフォーマンスセンターで「P2P」または「Relative move」を実行する場合、「Stop motion」ボタンを押した後の減速です。

- C. 原点復帰手順を実行する場合、原点が見つかった後の減速度。
D. Jog mode では、Jog 動作を停止したときの減速度。

「Dec. kill」 は高い減速度が必要な場合に使用します。従って、モーターの最大容量に基づいて「Dec. kill」 を設定することを推奨します。計算式を以下に示します。

ピーク電流＝最小（モーターピーク電流、ドライバーピーク電流）

Dec. kill = (ピーク電流 x トルク定数)/負荷イナーシャ

■ Smooth motion

スムーズモーションの機能は、モーションプロセスの加速度／減速度フェーズで、モーター力が負荷に与える影響を軽減することです。この目的は、移動平均フィルターのサンプル数に応じて設計されたパラメーター「Smooth factor」を設定することで達成されます（図 8.1.3 参照）。フィルター時間の時定数と「Smooth factor」の関係は次の通りです。

CoE モデル以外 フィルター時定数 = “Smooth factor” × 0.5333 ms

CoE モデル フィルター時定数 = “Smooth factor” × 0.5 ms

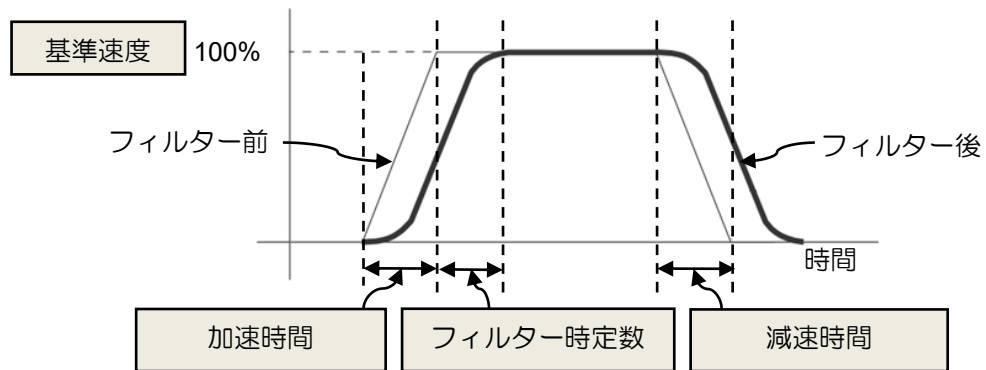


図 8.1.3

スムーズファクターの値は 1～500 です。値が大きいほど、影響は小さくなります。値が 1 の場合、スムーズ機能への影響はありません。スムーズファクターの値を大きくするとモーターの力への影響が小さくなります。また、位置決め時の整定性能が向上する場合があります。ただし、動作が滑らかになると経路計画の移動時間が長くなることは避けられません（3.7 節参照）。両者のバランスは実機で検証する必要があります。

8.2 位置および速度エラー保護

8.2.1 位置エラー制限

サーボコントローラーには位置誤差が存在します。通常モーターが動くと大きくなります。また、外的要因によっても位置誤差が異常に大きくなることがあります。例えば、機構上のベアリングやリニアガイドウェイが潤滑不足で摩擦が大きい、巻線やケーブルトレイがきつすぎる、モーター走行中に異物が侵入する、モーターが異物やハードストップにぶつかる、位置エンコーダーに異常や干渉があるなどです。D2T-LM シリーズドライバには、このような異常による位置誤差が大きくなるように、「Error windows」が用意されています。位置誤差がこの「Error windows」を超えると、ドライバは「Position error too big」が表示されます。このメッセージが表示されると非常停止に移行し、ブレーキ信号が出力され、モーターが停止します。設定方法は図 8.2.1.1 の「maximum pos error」を参照してください。



図 8.2.1.1

表 8.2.1.1

パラメーター	説明
maximum pos error	位置エラーの最大限界値
Position error	位置エラー警告値
Velocity error	速度エラーの警告値

8.2.2 位置エラーおよび速度エラーの警告

D2T-LM シリーズドライバには、上記の位置エラーリミットの設定の他に、早期警告機能があります。位置エラーや速度エラーが「警告ウィンドウ」の設定値を超えると、メインウィンドウの「ステータス」エリアに警告メッセージが表示されます。異常が発生したことを事前に警告します。

8.3 ブレーキ出力

モーターとシステム構造を保護するために、D2T-LM シリーズドライバは外部電磁ブレーキを作動させるためのブレーキ信号出力を提供します。このアプリケーションでは、タイミングモーションの問題があります。例えば、モーターがZ方向に移動し、ドライバが disable コマンドを受信した場合、ブレーキが高速で直接作動すると、大きな衝撃が発生し、機構を損傷することになる。また、disable にするタイミングが早すぎると、モーターとともに機構が滑り落ちてしまう可能性がある。D2T-LM シリーズドライバは、これらのリスクを低減するために独自のブレーキパラメータを搭載しています。

 をクリックしてプロテクションセンターに入り、「Brake」タブを選択してブレーキタイミング設定ページを開きます。このページの「Set...」ボタンをクリックすると、ブレーキの出力ピンを設定することができます。「Set...」ボタンをクリックすると、I/O センターの設定画面が表示されます。設定方法は 5.4.2 項を参照してください。

ブレーキ設定ページ

ブレーキ設定ページを図 8.3.1 に示します。ドライバがハードウェア入力信号またはソフトウェア disable 信号を受信すると、以下の動作が開始します。

- Step 1. ドライバが disable コマンドを受信すると、ブレーキ開始遅延時間「delMaxEnToBrk」後にブレーキを開始します。ただし、モーター速度がブレーキ開始速度「vel_stop」まで低下した場合は、ブレーキが先に開始されます。
- Step 2. ドライバがブレーキを開始してから数えて、設定されたブレーキ動作時間「delBrkToDis」後に後段電源がオフになります。この主な目的は、ブレーキ動作を完全かつ正確に実行することです。

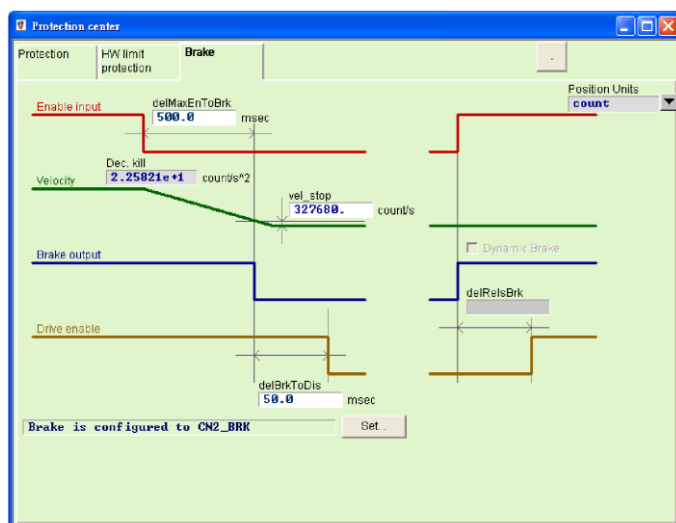


図 8.3.1

表 8.3.1

パラメーター名	説明
Delay time of starting brake ("delMaxEnToBrk")	disable コマンドを受信してからブレーキがかかるまでの最大時間
Emergency stop deceleration ("Dec. kill")	緊急停止時のモーターブレーキの減速度。8.1 項参照。
Brake start speed ("vel_stop")	disable コマンド受信後のブレーキ開始速度
Brake action time ("deBrkToDis")	ブレーキを始動してから後段電流を遮断するまでの遅延時間。
Delay time for dynamic brake relay ("delRelsBrk")	ブレーキを閉じてからダイナミックブレーキリレーの切り替えが完了するまでの遅延時間。(フレーム B、C は非対応です。従って、この欄は設定できません)。

8.4 リミット保護

8.4.1 ハードウェアリミット保護

D2T-LM シリーズドライバにはハードウェアリミット保護機能が搭載されています。ハードウェアリミットは通常、位置決めプラットフォームに設置された光電スイッチまたはマイクロスイッチです。これは、機械的な動きのストロークを識別するために使用されます。モーターがハードウェアリミットに達すると、非常ブレーキ保護が作動します。一般的に、ハードウェアリミットスイッチはノーマルクローズセンサーです。ハードウェアリミットスイッチに触れると、ドライバは非常停止減速「Dec.kill」によってモーターを停止させます。この時、ドライバは逆方向のモーションコマンドしか受け付けません。

 をクリックしてプロテクションセンターに入った後、「HW limit protection」タブを選択し、ハードウェア制限設定ページを開きます。ハードウェア制限保護を有効にするには、「enable HW limit」オプション（☒ enable HW limit）をチェックする必要があります。ハードウェアリミットのデジタル入力ピンは、このページの「Set...」ボタンをクリックして設定できます。「Set...」ボタンをクリックすると、I/O センターの設定画面が表示されます。設定方法は 5.4.1 節を参照してください。

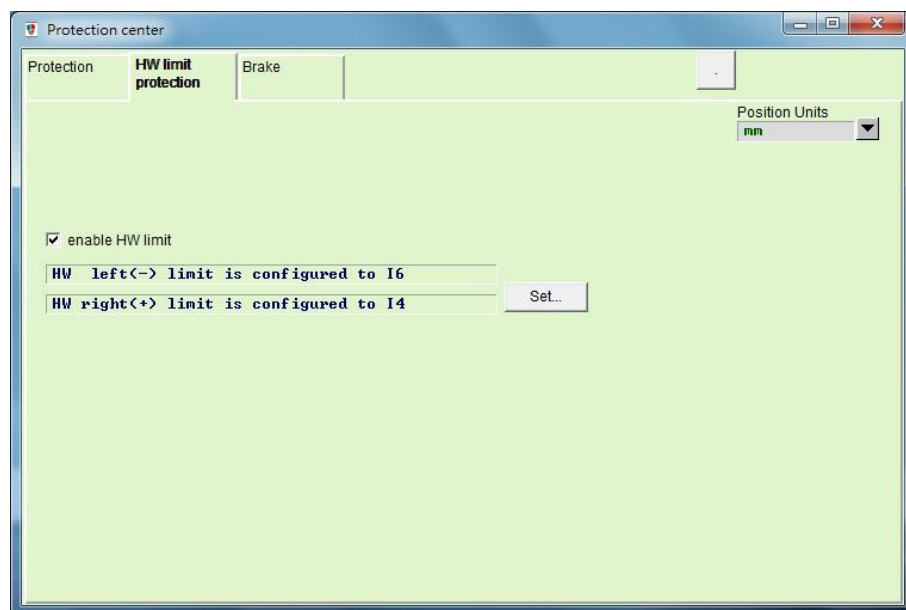


図 8.4.1.1

8.4.2 ソフトウェアリミット保護

ハードウェアリミット保護の他に、D2T-LM シリーズドライバはソフトウェアリミット保護も備えています。モーターがソフトウェアリミットの座標位置に達すると、ドライバは反対方向のモーションコマンドのみを受け付けることができます。

 をクリックしてプロテクションセンターに入り、「Protection」 タブを選択します。「Limits 」 エリアはソフトウェアリミットの設定ページです。「enable sw limit」 オプションにチェックを入れると、ソフトウェアリミットの上限と下限を設定することができます。パフォーマンスセンターで「enable sw limit」 オプションをチェックすることでも、ソフトウェアリミット保護を有効にすることができます。

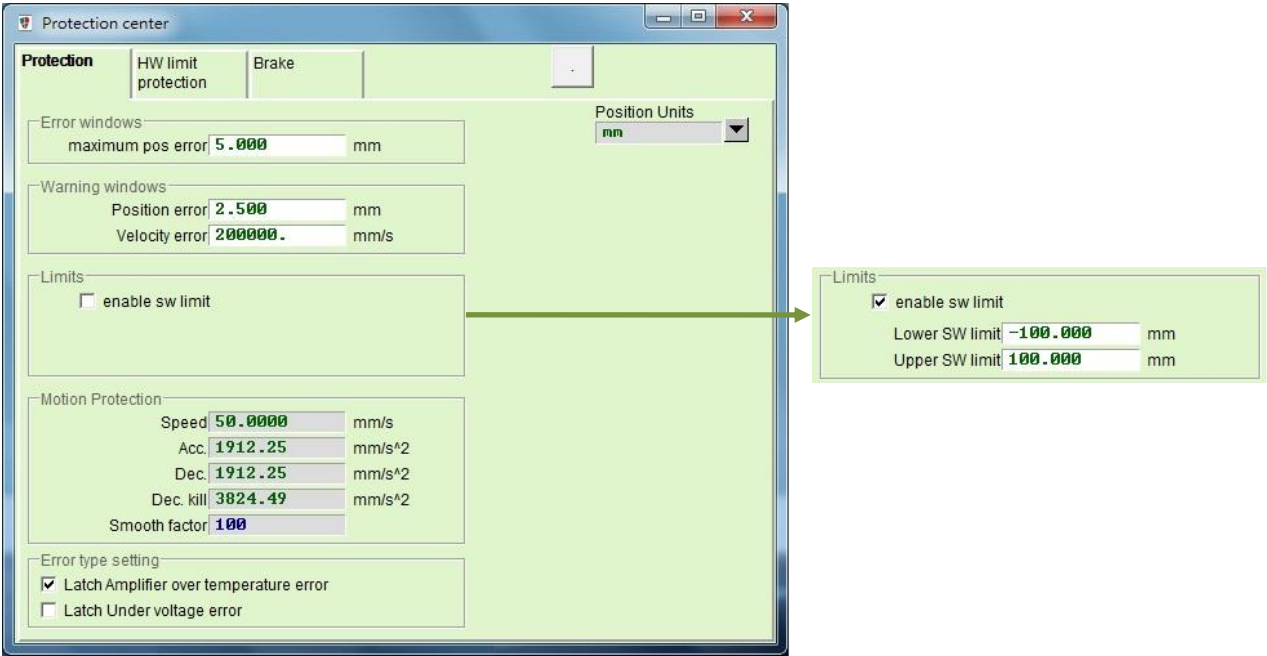


図 8.4.2.1

表 8.4.2.1

パラメーター名	説明
enable sw limit	ソフトウェア制限保護を有効にするには、このチェックボックスをオンにします。
Lower SW limit	下限のソフトウェアリミット位置
Upper SW limit	上限のソフトウェアリミット位置

8.5 過熱保護

8.5.1 ソフトサーマル保護

D2T-LM シリーズドライバーはソフトウェアでモーター温度を推定することができます。D2T-LM シリーズドライバーは、まず電流出力によってモーター出力を推定し、次にモーター温度を推定します。モーター電流がピーク電流を超える状態が長時間続き、リニアモーターの出力がソフトウェアの過熱保護限界値を超えた場合、ドライバーは「I2T 警告」の警告メッセージを発し、モーターを保護するためにモーター電流を連続電流に制限します。「Quick view」で「I2T accumulator」を選択し、モーター温度の推定電流を観察します。

8.5.2 ドライバーの過熱保護

D2T-LM シリーズドライバーは、ドライバー過熱保護機能を搭載しています。ドライバー温度が 80℃に達すると、「Amplifier over temperature」のエラーメッセージが表示され、モーターが停止します。

8.6 過電圧保護

モーターの減速時には、運動エネルギーを熱エネルギーに変換して消費し、残ったエネルギーでドライバのコンデンサを充電します。しかし、エネルギーがドライバのコンデンサの容量を超えると、ドライバを保護するために回生回路の回生抵抗でエネルギーを消費する必要があります。D2T-LM シリーズの回生抵抗のカットイン電圧は 370Vdc で、そのドロップアウト電圧は 360Vdc です。

表 8.6.1 に HIWIN 標準回生抵抗器のモデルを示します。表 8.6.1 に、HIWIN 標準回生抵抗器を示します。外観とサイズを表 8.6.2 および図 8.6.1 に示します。

表 8.6.1

回生抵抗器モデル	HIWIN Part No.	抵抗値	定格出力／ピーク出力
RG1	050100700001	68Ω	100W / 500W
RG2	050100700009	120Ω	300W / 1500W
RG3	050100700008	50Ω	150W / 750W
RG4	050100700019	50Ω	600W / 3000W

表 8.6.2

回生抵抗器モデル	L1	L2	W	W1	H
RG1	165 ± 2 mm	150 ± 2 mm	40 ± 0.5 mm	5.3 ± 0.5 mm	20 ± 0.5 mm
RG2	215 ± 2 mm	200 ± 2 mm	60 ± 1 mm	5.3 ± 1 mm	30 ± 1 mm
RG3	190 ± 2 mm	175 ± 2 mm	40 ± 1 mm	5.2 ± 1 mm	20 ± 1 mm
RG4	390 ± 2 mm	360 ± 2 mm	60 ± 1 mm	9 ± 1 mm	28 ± 1mm

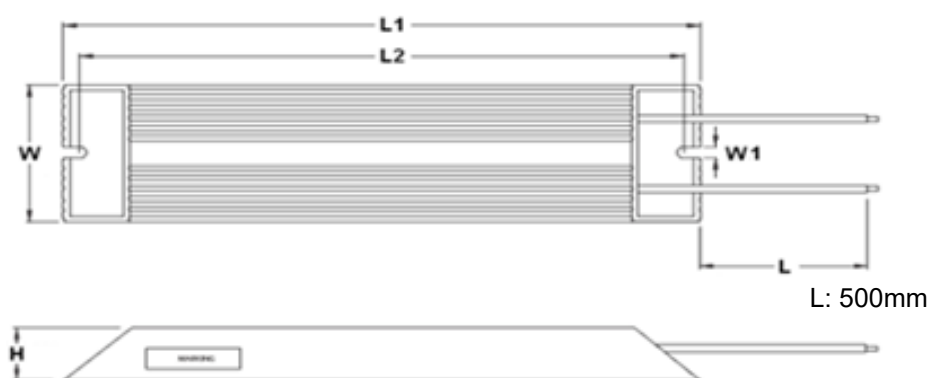


図 8.6.1

(このページはブランクになっています)

9. トラブルシューティング

9.1	ドライバーの状態インジケータ	9-2
9.2	ドライバーのエラーと警告	9-3
9.2.1	Lightening HMI メインウィンドウの状態表示エリア	9-3
9.2.2	エラーと警告のログ	9-3
9.2.3	PRM ファイル読み込み時のエラー	9-6
9.3	エラーコードとトラブルシューティング	9-7
9.4	警告コードとトラブルシューティング	9-11
9.5	一般的な問題のトラブルシューティング	9-15

9.1 ドライバーの状態インジケータ

ドライバーのフロントパネルにある LED は、ドライバーの現在のステータスを示す状態インジケータです。状態は以下の表で説明されています。



The image shows the front panel of a HIWIN D2T-LM driver. At the top, there is an orange LED display showing 'MOTR SET' and 'LS05XX1'. Below the display are four buttons: a green arrow pointing up, a green arrow pointing down, a red 'F' button, and a red 'M' button. Below these buttons are several connectors: CN1 (a 15-pin D-sub connector), CN2 (a 4-pin terminal block), CN3 (a 2-pin terminal block), CN4 (a 2-pin terminal block), CN5 (a 2-pin terminal block), CN6 (a 15-pin D-sub connector), and CN7 (a 15-pin D-sub connector). A red LED indicator is located between the buttons and the connectors, with an arrow pointing to it from the text '状態インジケータ'.

状態インジケータ	ドライバーの状態
非点灯	ドライバーには制御電源がありません
緑と赤のライトが同時に点滅	ドライバーは起動中です
緑色のライトが点滅	モーターに電源がありません
緑色のライトが点灯	モーターに電源があります
緑色のライトが点滅し、赤色のライトが点灯	モーターに電源が供給されず、エラーが発生します

注記：
赤と緑のライトが同時に有効になると状態インジケータはオレンジ色に見えます。

図 9.1.1

9.2 ドライバーのエラーと警告

9.2.1 Lightning HMI メインウィンドウの状態表示エリア

D2T-LM シリーズドライバがエラーを検出すると、保護機構を起動するだけでなく、図 9.2.1.1 に示すように、エラーメッセージ表示領域に最後のエラーメッセージ（「Last error」）を表示します。ユーザーはメッセージからドライバのエラー状態を判断できます。一方、運転中に警告すべき事象が発生した場合は、警告メッセージ表示領域「最終警告」に警告メッセージが表示されます。

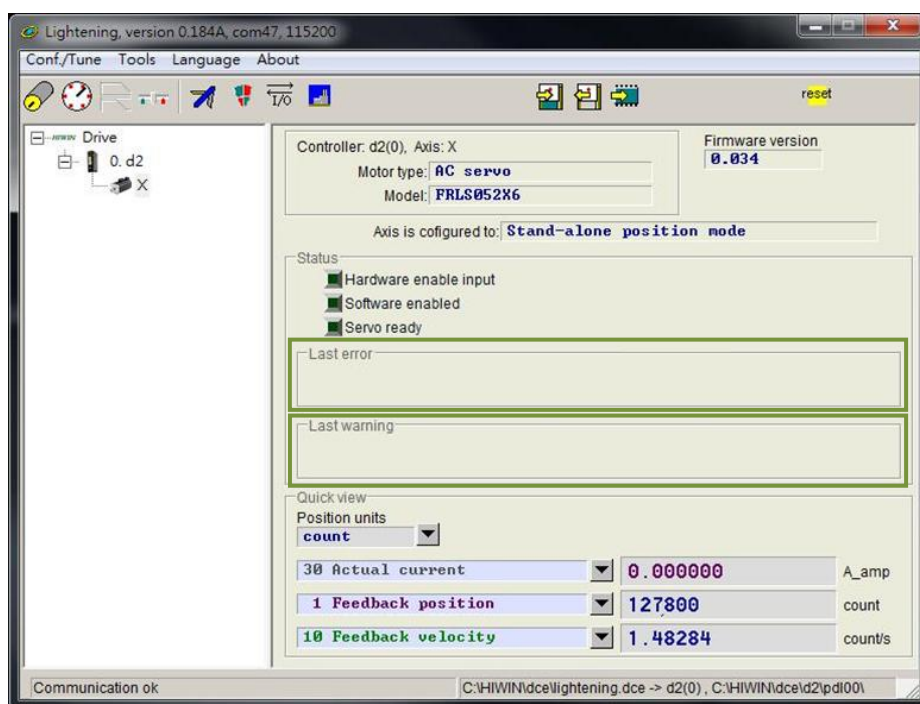


図 9.2.1.1 状態表示エリア

9.2.2 エラーと警告のログ

D2T-LM シリーズドライバがエラーやワーニングを検出した場合、エラーメッセージ表示エリアやワーニングメッセージ表示エリア（図 9.2.1.1）に表示されるだけでなく、「Errors and warnings log」にも記録されます。図 9.2.2.1 に「Errors and warnings log」の開き方は下記の通りです。

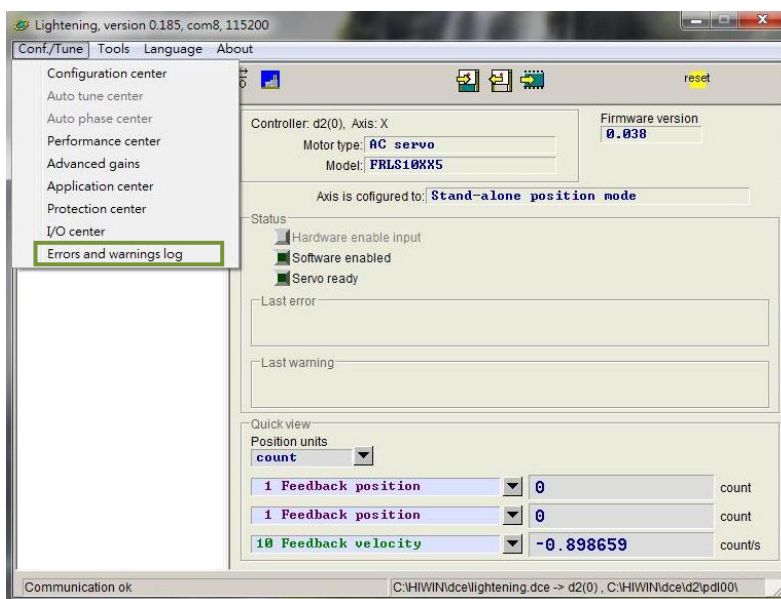


図 9.2.2.1 「Errors and warnings log」を開く

ドライバーから報告されたエラーや警告メッセージの紛失を防ぐため、Lightning はこの機能を提供しています。発生したエラーと警告メッセージは、回数も含めて、ドライバーの電源オン後に「Errors and warnings log」に記録されます。「Errors and warnings log」の「Time log」タブについては、図 9.2.2.2 を参照してください。発生したすべてのエラーと警告メッセージは、「Type of error/warning」欄に時系列に記録され、「Time (seconds)」欄に発生時間が記録されます。

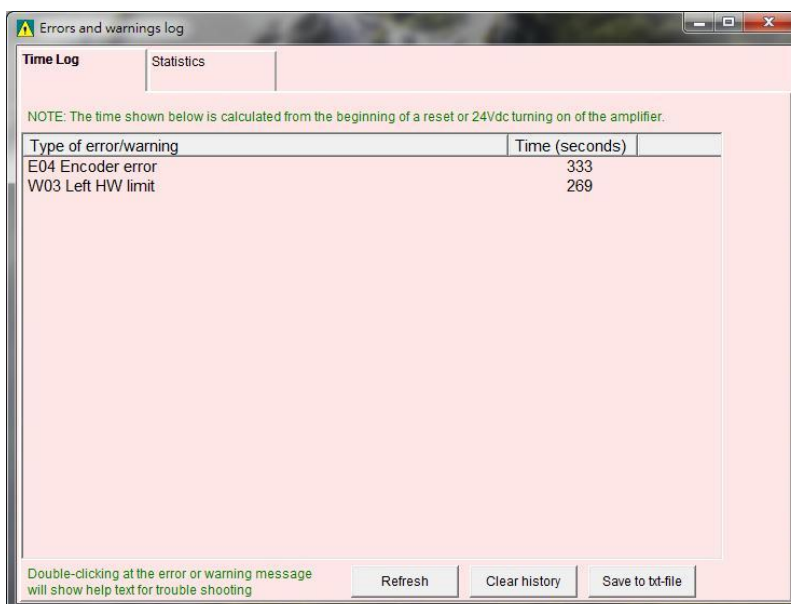
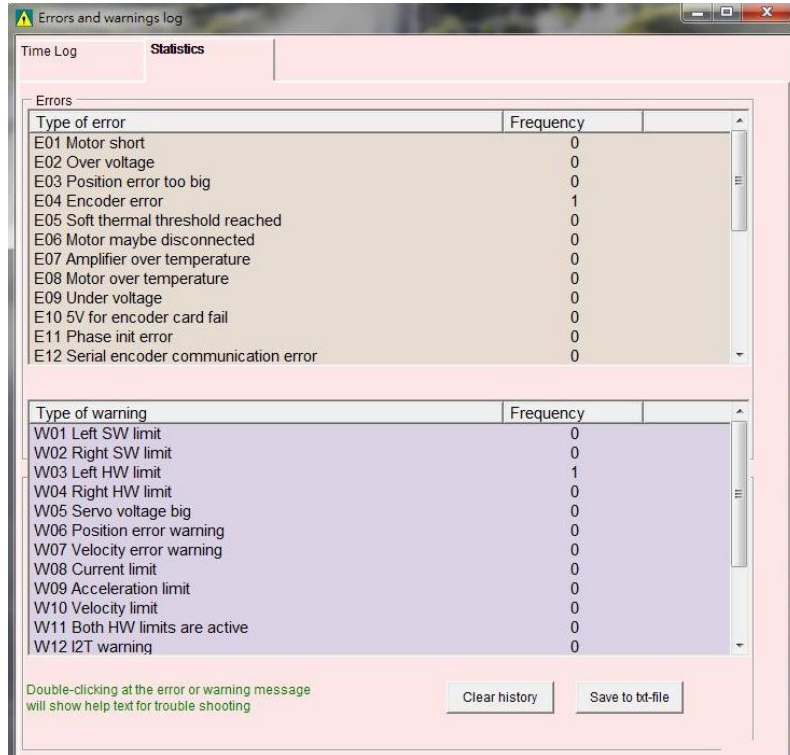


図 9.2.2.2 「Errors and warnings log」のタイムログ

「Errors and warnings log」の「Statistics」タブについては、図 9.2.2.3 を参照してください。このウィンドウには、ドライバで発生したエラーや警告の回数「頻度」が記録されます。ユーザーは、どの事象が最も頻繁に発生するかを認識し、デバッグ方法を見つけることができます。



Type of error	Frequency
E01 Motor short	0
E02 Over voltage	0
E03 Position error too big	0
E04 Encoder error	1
E05 Soft thermal threshold reached	0
E06 Motor maybe disconnected	0
E07 Amplifier over temperature	0
E08 Motor over temperature	0
E09 Under voltage	0
E10 5V for encoder card fail	0
E11 Phase init error	0
E12 Serial encoder communication error	0

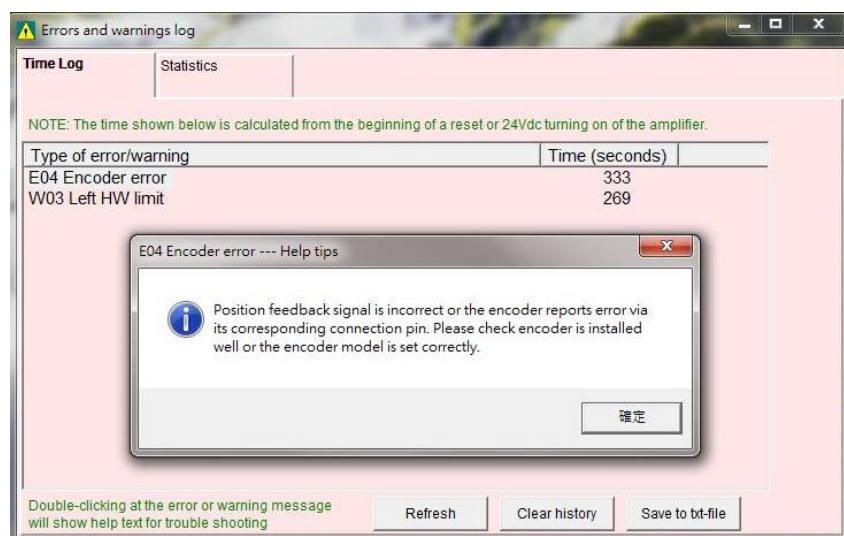
Type of warning	Frequency
W01 Left SW limit	0
W02 Right SW limit	0
W03 Left HW limit	1
W04 Right HW limit	0
W05 Servo voltage big	0
W06 Position error warning	0
W07 Velocity error warning	0
W08 Current limit	0
W09 Acceleration limit	0
W10 Velocity limit	0
W11 Both HW limits are active	0
W12 I2T warning	0

Double-clicking at the error or warning message will show help text for trouble shooting

Clear history Save to txt-file

図 9.2.2.3 「Errors and warnings log」の統計情報

エラーや警告の内容を詳しく知るには、エラーや警告のイベント名をダブルクリックすると、「Help tips」ウィンドウが表示されます。例えば、図 9.2.2.4 が示すように、「E04 Encoder error」というエラーイベントをクリックすると、このウィンドウから考えられる原因と解決策を得ることができます。



NOTE: The time shown below is calculated from the beginning of a reset or 24Vdc turning on of the amplifier.

Type of error/warning	Time (seconds)
E04 Encoder error	333
W03 Left HW limit	269

E04 Encoder error --- Help tips

Position feedback signal is incorrect or the encoder reports error via its corresponding connection pin. Please check encoder is installed well or the encoder model is set correctly.

確定

Double-clicking at the error or warning message will show help text for trouble shooting

Refresh Clear history Save to txt-file

図 9.2.2.4 「Errors and warnings log」の「Help tips」ウィンドウ

9.2.3 PRM ファイル読み込み時のエラー

読み込まれた PRM パラメーターファイルとドライバーのファームウェアの互換性を確保するため、Lightening は PRM ファイルが現在のファームウェアバージョンに適しているかどうかをチェックします。下図のエラーメッセージが表示された場合は、PRM ファイルが適切でないことを意味します。ユーザーはパラメーターをリセットするか、別の適切なファームウェアバージョンを入手する必要があります。括弧内の数字は PRM エラーの状況を示します。詳細は表 9.2.3.1 を参照してください。

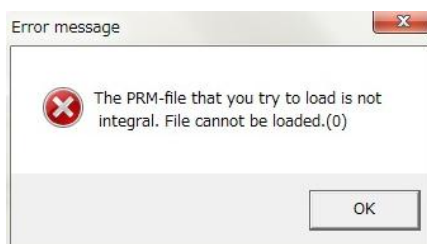


図 9.2.3.1

表 9.2.3.1

No.	PRMエラー状況の説明
0	読み込んだ PRM ファイルの MDP バージョンが、ドライバーの MDP バージョンよりも新しいです。

9.3 エラーコードとトラブルシューティング

No.	エラー	LCD エラーコード	説明 / トラブルシューティング
1	モーターショート (過電流) 検出	ERR E01	モーターの三相短絡が検出されました (1) 電源 OFF 後、ドライバ側側の UVW 相コネクタを抜き、UVW 各相とアース間の抵抗値を測定し、短絡していないか確認します。ショートしている場合、モーターが焼損している可能性があります。 (2) モーターの UVW 相間の線間抵抗を測定し、それが仕様に近いかどうかをチェックします。仕様値より大幅に低い場合はモーターが焼損している可能性があります。 (3) モーターとモーター電源ケーブルを切り離します。マルチメーターでモーター電源ケーブルがショートしていないか確認します。
2	過電圧を検出	ERR E02	ドライバの DC バス電圧が制限値を超えています。 モーターに高負荷がかかり、高速運転した場合、逆起電力が制限電圧を超えるとこのエラーが発生します。負荷や動作仕様に応じて選択した回生抵抗の取り付けを検討してください。
3	位置の誤差が大きすぎる	ERR E03	位置エラーが「Motion Protection」で設定した「maximum pos error」を超えています。 (1) ゲイン調整が不適切でないか確認します。 (2) 最大位置エラーが正しく設定されているか確認してください。(「Application center」→「Protection」→「maximum pos error」)。 (3) モーターの動きが妨げられていないか確認してください。 (4) 負荷が重すぎないかチェックしてください。 (5) ガイドウェイのメンテナンスが長期間行われていないか確認してください。 (6) ケーブルトレイがきつく取り付けられていないか確認してください。 (7) 「WRN W05」は「E03」の前に発生し続けます。220V 電源を使用してください。
4	エンコーダーエラー	ERR E04	エンコーダー信号が正しくないか、アラームピンがエラーを報告しています。 (1) すべてのエンコーダーコネクタがしっかりと接続されていることを確認してください。 (2) エンコーダーの配線が正しいことを確認してください。 (3) デジタル式エンコーダーの場合、外部干渉が原因となっている可能性があります。エンコーダーケーブルに干渉防止用の撚り線とシールドがあるか、エンコーダーケーブルに鉄芯が入っているか確認してください。
5	ソフトサーマルの閾値に達した	ERR E05	モーター過負荷。(D2T-LM シリーズドライバでは対応していません。)

No.	エラー	LCD エラーコード	説明 / トラブルシューティング
			(1) モーター動作時の連続電流とピーク電流がモーターの仕様を満たしていることを確認してください。 (2) モーターの動きが妨げられていないか確認してください。 (3) ドライバークをリセットし、再度有効にすることでエラーは解消されます。しかし、負荷やモーターのパラメーターにより、モーターの仕様を超える電流が流れた場合、再度発生する可能性があります。 (4) 速度、加速度、減速度を下げる。 (5) モーターのモデル名やモーター電流パラメーターが正しく設定されているか確認してください。
6	モーターが外れている可能性がある	ERR E06	モーター電源ケーブルが物理的にドライバークに接続されていない。 (1) UVW ケーブルのコネクターが緩んでいないか確認してください。 (2) モーター型名が間違っていないか確認してください。
7	アンプ過熱	ERR E07	ドライバークが過熱している。 (1) ドライバークは風通しの良い場所に設置してください。 (2) 周囲温度が高すぎないか。 (3) ドライバークの内部温度が下がるのを待ちます。 (4) 大負荷ドライバークや高デューティサイクルで運転する場合は、必要に応じてヒートシンクを取り付けてください。
9	電圧不足を検出	ERR E09	ドライバークの DC バス電圧が小さすぎる。 ドライバークの L1 と L2 が AC220V 電源に接続されていることを確認する。マルチメータを使用して、入力 が 220VAC であるか確認してください。
10	エンコーダークカード用 5V 不具合	ERR E10	エンコーダークインターフェースの 5V 電源が異常です。 (1) D2T-LM シリーズドライバークの CN6,CN7,モーター電源ケーブルを抜き、エラー 「ERR E10 」が発生していないか確認してください。エラーが出ている場合は、メーカーに修理を依頼してください。ショートしている場合は、配線を直してください。 (2) D2T-LM シリーズドライバークの CN6、CN7 を電源のはいったまま抜き差ししないでください。
11	フェーズ初期化エラー	ERR E11	モーターの相初期化に失敗しました。 (1) エンコーダークに異常がないか、モーターパラメーターの設定が間違っていないか確認してください。 (2) 負荷が高すぎないか、摩擦が異常に高くないか、ストロークに障害物がないかをチェックしてください。
12	リアルエンコーダーク通信エラー	ERR E12	シリアルエンコーダーク通信にエラーが発生しました。 (1) エンコーダークケーブルがドライバークに接続されているか確認してください。 (2) エンコーダークケーブルがモーターの仕様に合っているか確認してください。
13	ホールセンサーエラー	ERR E13	エンコーダークがホール信号エラーを検出しました。 エンコーダークケーブルがドライバークに正しく接続されているか確認してください。
15	電流コントローラーク	ERR E15	電流制御にエラーがあります。

No.	エラー	LCD エラーコード	説明 / トラブルシューティング
	エラー		(1) モーターの型名が正しく設定されているか確認してください。 (2) 電流ループゲイン (Kp) とサーボゲイン (CG) が正しく設定されていることを確認してください。 (3) エンコーダーケーブルが正しく接続されていることを確認してください。
17	ハイブリッド偏差値が大きすぎる	ERR E17	デュアルループ制御の構成では、ハイブリッド制御偏差がハイブリッド制御偏差の許容最大値を超えている。(リニアモーターはデュアルループを使用しません)。 (1) リニアエンコーダーのパラメーターが正しく設定されていることを確認してください。 (2) リニアエンコーダーの方向がロータリーエンコーダーの方向と一致しているか、またはリニアエンコーダーに信号の干渉がないか確認してください。 (3) カップリングが緩んでいないか、ギアがしっかり噛み合っているか、ピッチ公差やねじのバックラッシュが大きすぎないかをチェックしてください。
18	STO 作動	ERR E18	STO 安全機能が作動している。 リスクを取り除いた後、STO を 24V に再接続し、「DSF+」と「DSF-」を 1 秒間接触させ、エラー状態を解除してください。
19	HFLT 矛盾エラー	ERR E19	ドライバのハードウェアの信号が異常に干渉している。 各ケーブルのアースをチェックしてください。
21	適合しないモーターモデルとドライバ	ERR E21	モーターのモデル名がドライバと互換性がありません。 モーターのモデル名が正しいことを確認してください。
22	DC バス電圧異常	ERR E22	DC バス電圧が異常です。 入力電圧が正しいことを確認してください。
23	EtherCAT インターフェースが検出されない	ERR E23	EtherCAT インターフェースがドライバによって検出されていないか、EtherCAT インターフェースが存在しない。 (1) ドライバの電源を再投入して再検出します。 (2) ドライバが EtherCAT をサポートしていない。ドライバのモデルが正しいか確認してください。
24	CiA-402 原点復帰エラー	ERR E24	CiA-402 原点復帰中にエラーが発生した。これにより原点復帰に失敗する。 (1) 左右リミット、原点近傍センサー、インデックス信号が正常であることを確認してください。 (2) 使用する原点復帰方法が適切であることを確認してください。
25	ファン故障エラー	ERR E25	ファンシステムに異常がある。 異物がファンに詰まっていないか確認してください。
26	ドライバ過負荷エラー	ERR E26	モーターが定格電流で持続可能時間より長く動作する。 動作条件が適切で、負荷が重すぎないことを確認してください。

E03 エラー訂正の補足

- (1) 図 9.3.1 の手順で最大位置誤差を修正します。
- (2) 位置誤差を初期値より大きく設定することは推奨しません。初期値で「ERR E03」が表示される場合は、サーボ剛性を調整してください。

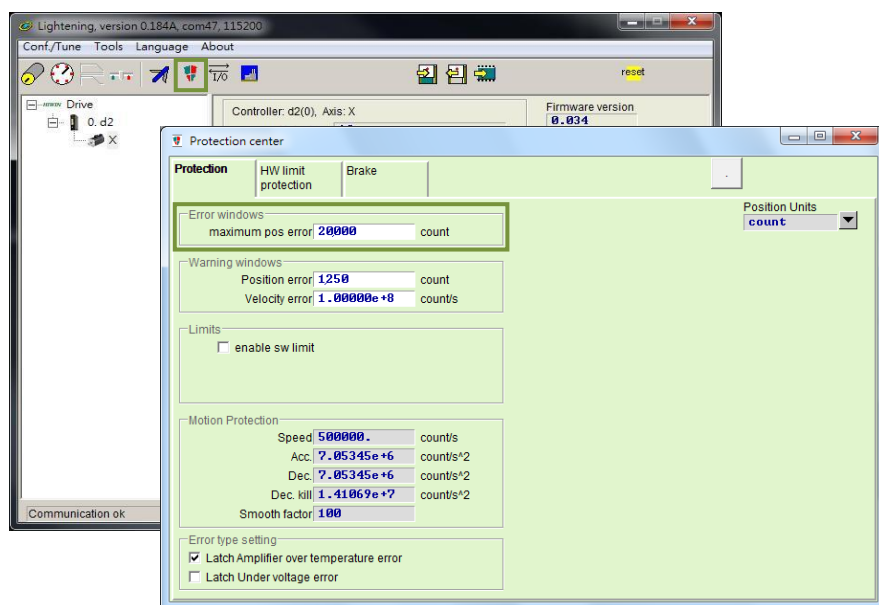


図 9.3.1

9.4 警告コードとトラブルシューティング

No.	警告内容	LCD 警告コード	説明 / トラブルシューティング
1	左リミット SW	WRN W01	設定された左ソフトウェアリミットに達した。モーターは左には動けない。
2	右リミット SW	WRN W02	設定された右ソフトウェアの制限に達した。モーターは右には動けない。
3	左 HW リミット	WRN W03	左のハードウェアリミットスイッチが検出された。モーターは左に動けない。 (1) ハードウェアリミットがドライバーに接続されていないにもかかわらず誤作動した場合は、ハードウェアリミットの有効化を解除してください。 (2) 実際にリミットスイッチが作動していないことが確認された場合は、配線や作動ロジックが正しいかどうかを確認してください。
4	右 HW リミット	WRN W04	右のハードウェアリミットスイッチが検出された。モーターは右に動けない。 (1) ハードウェアリミットがドライバーに接続されていないにもかかわらず誤作動した場合は、ハードウェアリミットの有効化を解除してください。 (2) 実際にリミットスイッチが作動していないことが確認された場合は、配線や作動ロジックが正しいかどうかを確認してください。
5	サーボ電圧過大	WRN W05	ドライバーの PWM 出力切替えが制限値より大きくなり、電流出力を増加できない。この警告が位置制御で発生し続けると、エラー「ERR E03」が発生します。 (1) 電源を 220V に変更する。 (2) 速度、加速度、減速度を下げる。
6	位置エラー警告	WRN W06	位置エラーが設定された位置エラー警告ウィンドウを超えた。 (1) サーボゲインが適切に調整されていることを確認してください。 (2) 警告しきい値の設定が小さすぎないか確認してください。 (3) メンテナンス期間がきたにもかかわらず、注油を実施していないため、このような現象が発生することがあります。
7	速度エラー警告	WRN W07	速度誤差が、設定した速度エラーの警告ウィンドウを超えた。 (1) サーボゲインが適切に調整されていることを確認してください。 (2) 警告しきい値の設定が小さすぎないか確認してください。 (3) メンテナンス期間がきたにもかかわらず、注油を実施していないため、このような現象が発生することがあります。
8	電流リミット	WRN W08	電流がモーターピーク電流の仕様に達した。この警告が出続けると、「ERR E05」のエラーが発生し、モーターが使用できなくなることがあります。 (1) 速度、加速度、減速度を下げる。 (2) 負荷を減らす。
9	加速度リミット	WRN W09	位置モードまたは速度モードでは、モーターが動いているときに加速度保護設定値に到達した。

No.	警告内容	LCD 警告コード	説明 / トラブルシューティング
			加速度を上げるには、モーションプロテクションの加速度設定を上げる。
10	速度リミット	WRN W10	速度モードまたはトルクモードでは、モーターが動いているときに速度保護設定値に達した。 速度を上げるには、モーションプロテクションの速度設定を上げる。
11	両方の HW リミットが有効	WRN W11	左右両方のハードウェアリミットが動作した。 (1) ハードウェアリミットがドライバーに接続されていないにもかかわらず誤作動した場合は、ハードウェアリミットの有効化を解除してください。 (2) 実際にリミットスイッチが作動していないことが確認された場合は、配線や作動ロジックが正しいかどうかを確認してください。
12	I2T 警告	WRN W12	リニアモーターまたはトルクモーターの出力が、ソフトウェアの過熱保護限界値を超えた。 動作条件を下げるか、モーターの負荷を下げる。
13	原点復帰失敗	WRN W13	原点復帰に失敗した。 (1) 左右リミット、原点近傍センサー、インデックス信号が正常であることを確認してください。 (2) 「Time out」と「Search end stop current」が正しく設定されているか確認してください。
14	パルスコマンドと原点復帰のバッティング	WRN W14	位置決めモードでは、パルス指令と原点復帰指令を同時に受信するという矛盾した状況が発生します。 パルスコマンドの送信と内蔵原点復帰を同時に行わないでください。
15	アブソリュートエンコーダーバッテリー警告	WRN W15	エンコーダーのバッテリー切れ バッテリーを交換する。
16	絶対位置エラー	WRN W16	アブソリュートエンコーダーが間違った絶対位置を送り返す。 原点をリセットする。

W03 と W04 の警告修正に関する補足

ハードウェアリミットがドライバーに接続されておらず、誤作動する場合は、ハードウェアリミット機能を無効にしてください。

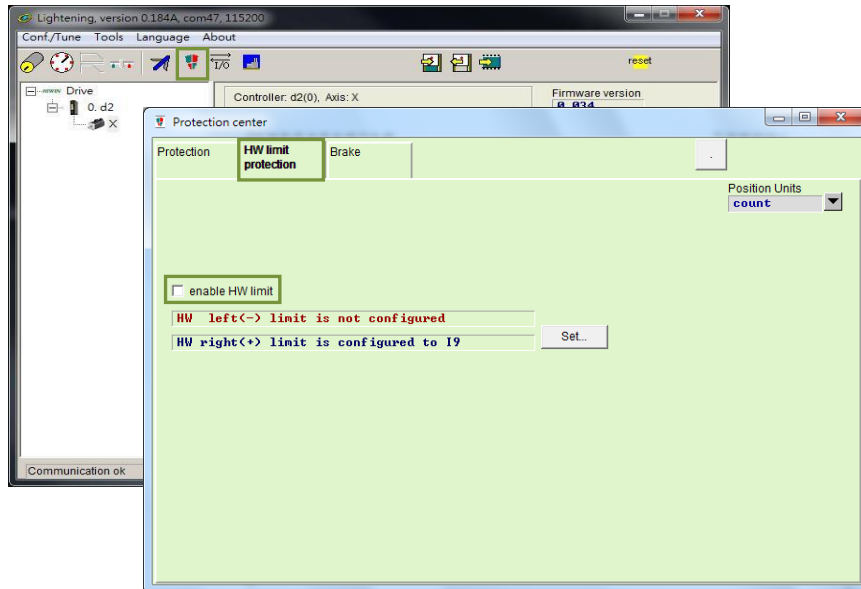


図 9.4.1

W09 および W10 警告訂正の補足

性能試験の加減速「Acc.」「Dec.」を指令値より小さく設定すると、「WRN W09」のワーニングメッセージが表示され、加速が制限されます。この問題を解決するには、加速度と減速度を大きくします。「Acc.」と「Dec.」を現在の「Speed」の10倍に設定することを推奨します。

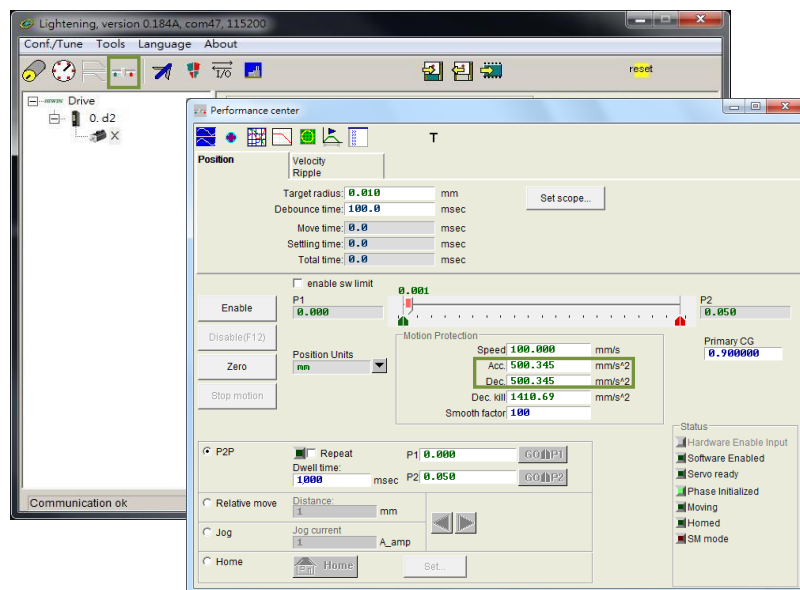


図 9.4.2

性能テストの速度「Speed」がコマンドより小さく設定されている場合、警告メッセージ「WRN W10」が表示され、速度が制限されます。この問題を解決するには、速度を上げてください。例えば、必要な速度が 500 mm/s で、「Speed」が 100 mm/s に設定されている場合、「WRN W10」が表示されます。「Speed」を目標値より大きな値、例えば 600 mm/s に変更してください。

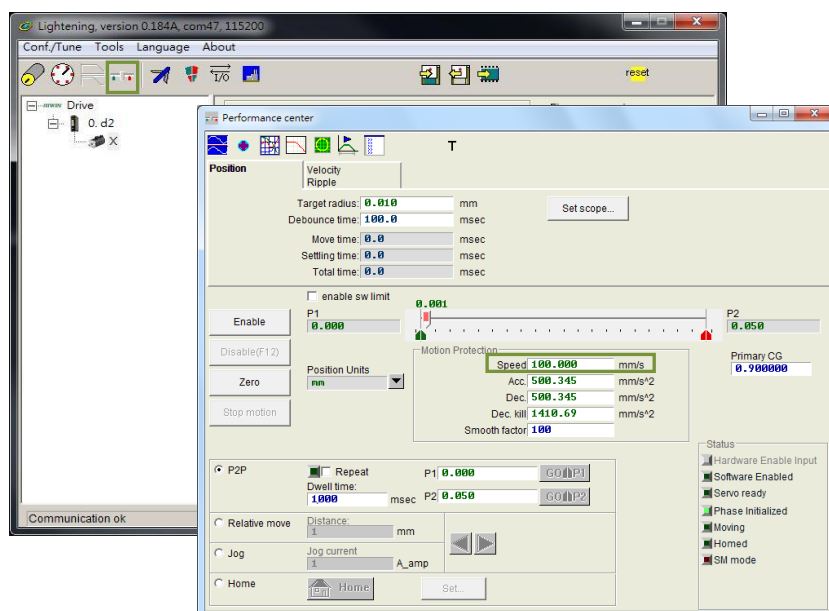


図 9.4.3

9.5 一般的な問題のトラブルシューティング

No.	項目	LCDコード	トラブルシューティング
1	パルス指令や電圧指令で動作指令を送ると、速度や加速度が制限されます。または、ホストコントローラーがすべてのパルス指令を送信して動作させたにもかかわらず、モーターが目標位置に向かってゆっくりと移動します。	WRN W10 WRN W09	パフォーマンスセンターの「Motion Protection」エリアの速度、加速度、減速度の設定が小さすぎないか確認してください。
2	モーターの移動方向がユーザー定義方向と逆になる。	None	(1) オートフェーズセンターの「Details」メニューで「Toggle direction」を選択し、モーターの移動方向を再設定します。 (2) モード設定ページで「Invert」オプションをチェックし、コマンドを反転させる。
3	「Error map」は有効になっていない。	None	アプリケーションセンターの「Error map」タブを開き、以下の項目を確認します。 (1) 「Error map enable」オプションがチェックされていることを確認する。セクション 6.9.2 を参照。 (2) 原点復帰が行われていること、または関連する原点復帰信号が「Input」タブで設定されていることを確認します。
4	Enabled（有効）にすると、モーターは移動命令を入れていないのに動く	None	(1) 「Quick View」または「Scope」を使用して、「Target Position」が入力パルス信号を受信したかどうかを確認します。 (2) パルス信号ケーブルが断線していないか、接触不良ではないか。 (3) 0V の信号がシールドまたはグランドに接続されていることを確認する。 (4) ドライバーと機械が接地されていることを確認してください。 (5) 必要に応じて、フィルター用パルスケーブルにコアを追加する。
5	Enabled（有効）にしても、移動指令を送ってもモーターは動かない。	None	(1) コマンド単位が正しいことを確認してください。 (2) 速度または加速度が 0 に設定されていないか確認します。 (3) 「Enable SW Limit」オプションが有効になっているか確認する。有効な場合は、「Upper limit」または「Lower limit」の値が正しく設定されているか確認してください。 (4) サーボオフ後、モーター回転部がスムーズに回転することを確認してください。

No.	項目	LCDコード	トラブルシューティング
6	パルス指令が送信されたが、モーターが動かない。	None	(1) 「Quick View」または「Scope」を使用して、「Target Position」が入力パルス信号を受信したかどうかを確認します。 (2) パルス信号ケーブルが断線していないか、接触不良ではないか。 (3) 電子ギア比が小さく設定されていないか確認してください。
7	アナログ電圧コマンド (V コマンド) が送信されたが、モーターが動かない。	None	(1) 「Quick View」または「Scope」を使用して、「Analog Command」が入力電圧を受信したかどうかを確認します。 (2) 「Advanced gains」ウィンドウの「Analog input」タブで電圧オフセットを設定する。
8	モーターは大きな音を立てて動いている。	None	(1) サーボゲイン (コモンゲイン) の値を下げる。 (2) 「Advanced gains」ウィンドウの「Filter」タブでフィルターを設定する。
9	ドライバの温度が高すぎる。	ERR E07	(1) ドライバーは風通しの良い場所に設置してください。 (2) 周囲温度が高すぎないか。
10	位置フィードバックセンサー (リーダー) が不正な信号を送信している。	ERR E04	ドライバー、機械、シールドが接地されていることを確認してください。
11	DC バス電圧が小さすぎる。	ERR E09	(1) ドライバーの主電源が AC220V に接続されているか、または切断されているかを確認する。 (2) マルチメーターで AC220V の電源が供給されていることを確認する。
12	DC バス電圧が大きすぎる。	ERR E02	(1) 速度、加速度、負荷が仕様を満たしていることを確認する。 (2) モーターを高速で運転する場合は、負荷やモーション仕様に応じて選択した回生抵抗の設置を検討してください。 (3) 荷物が重すぎないかチェックする。 (4) スピードが速すぎないかチェックする。
13	位置エラーが設定した最大位置エラーを超えた。	ERR E03	(1) サーボゲイン (コモンゲイン) が小さすぎたり、最大位置エラーが小さく設定されていないか。 (2) モーターの動きが妨げられていないか確認する。 (3) 負荷が重すぎないかチェックする。
14	モーターの UVW 相が短絡している。	ERR E01	(1) モーターの UVW 相と配線の短絡を解消する。 (2) モーターの UVW 相とアース間の短絡を解消する。 (3) モーターの UVW 相間の線間抵抗を測定し、抵抗値が同じであることを確認する。 (4) モーターケーブルが古すぎないか。

No.	項目	LCDコード	トラブルシューティング
15	ドライバ出力の等価電流がモーター連続電流の限界を超えた。	ERR E05	(1) モーター動作時の連続電流とピーク電流がモーターの仕様を満たしていることを確認してください。 (2) 経路計画時の加速度指令がモーター定格加速度より大きい確認してください。 (3) モーターの動きが妨げられていないか確認する。 (4) ドライバをリセットし、再度有効にします。 (5) モーターのモデル名やモーター電流パラメーターが正しく設定されているか確認してください。
16	コンピュータがドライバと通信できない。	None	伝送速度「BPS」と通信ポート「Port」が正しく設定されていることを確認してください。
17	エミュレートされたエンコーダ機能を使用すると、ホストコントローラが不正な位置を受信する。	None	Use emulated encoder を設定すると、メインウィンドウの「Save to flash」()の操作中に様々な要因でモーターが動きます。エミュレート出力機能は、「Save to flash」実行時には影響しません。

(このページはブランクになっています)

10. 軸有効設定

10.1	起動許可方法.....	10-2
10.2	HMI による有効ステータスの確認.....	10-3

10.1 起動許可方法

■ ホストコントローラー経由で有効にする

モーター有効を制御するために、ホストコントローラーは通常ドライバにコマンドを送信します。この処理はドライバの入力ピンを通して行われます。一般に、図 10.1.1 に示すように、「Axis Enable」機能はデジタル入力 I3（5.4.1 節参照）で設定されます。

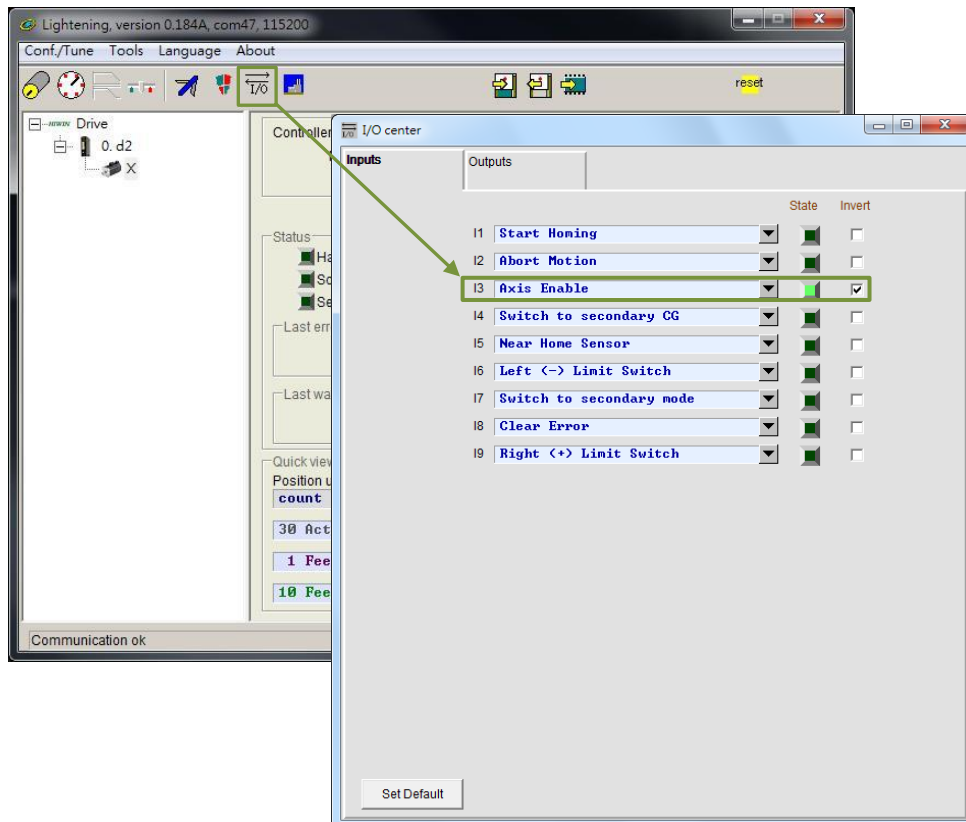


図 10.1.1

■ hardware enable を一時的に提供する

ドライバに hardware enable 信号を送信するホストコントローラーがない場合は、以下の方法を使用して hardware enable を一時的に提供することができます。まず、図 10.1.1 が示すように、メインツールバーの  をクリックして I/O センターを開きます。Axis Enable（軸イネーブル）のステータスライトが緑色であることを確認します。通常、hardware enable 信号の入力には I3 が設定されています。各入力ピンには「Invert」（反転）機能があるため、この「Invert」オプションを使用して信号論理を反転させ、テスト要件に従って一時的に hardware enable 信号のシミュレーションを行うことができます。State 欄のステータスライトが緑色に点灯したら、ドライバが hardware enable 信号を受信したことを示します。

10.2 HMI による有効ステータスの確認

HMI メインウィンドウの Hardware enable input が緑色に点灯した場合、図 10.2.1 に示すように、ドライバーがホストコントローラーからハードウェアイネーブル 信号を受信したことを示します。

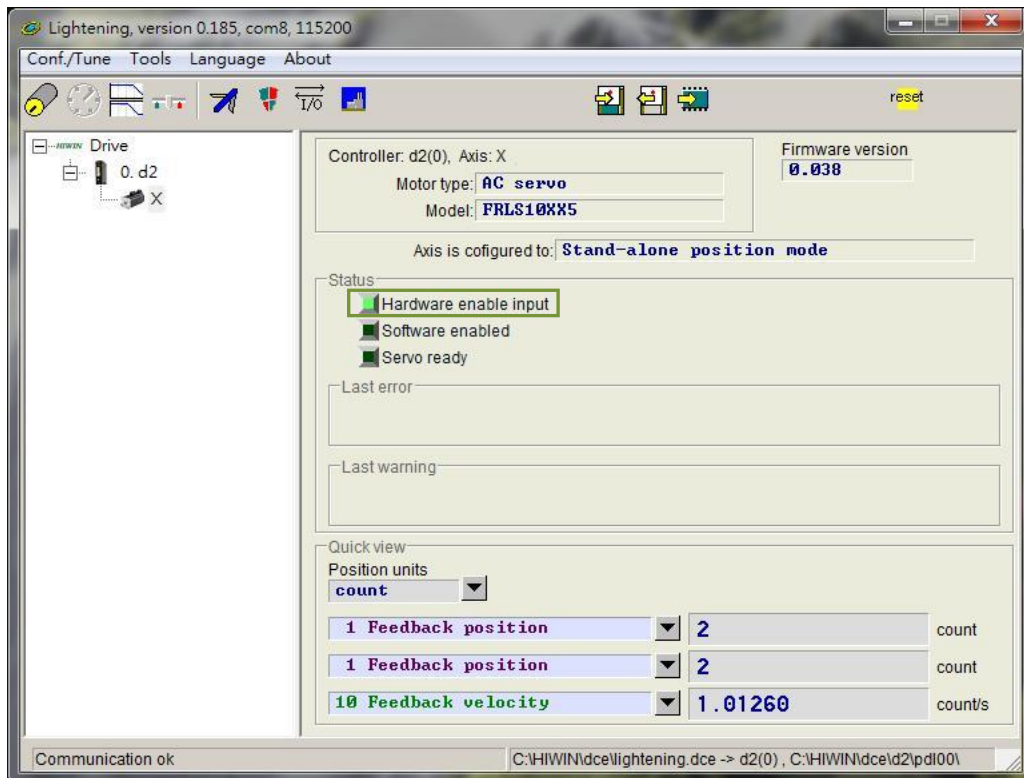


図 10.2.1

一般に、motor enable はホストコントローラーからドライバーの入力ピンに送られる Axis Enable 信号によって制御されます。HMI がオンの場合、以下の項目に注意してください。

- (1) Lightning が PC 上で有効なウィンドウである場合、F12 を押すといつでもモーターを無効にできます。緊急停止が必要な時には F12 キーを活用してください。
- (2) Lightning で Performance center を開くとき、ユーザーは Disable ボタン（F12 と同じ）を押してモーターを無効にすることができます。Hardware enable input ランプが緑色のままであれば、ウィンドウ上の Enable ボタンをクリックしてモーターを再び有効にすることができます。

(このページはブランクになっています)

11. パラメーターの比較

11.1	RAM とフラッシュのパラメーターの比較.....	11-2
------	---------------------------	------

11.1 RAM とフラッシュのパラメーターの比較

Lightening の動作中にユーザーがモーターのパラメーターを変更し、ドライバの Flash に保存していない場合、Lightening を終了するか、エラーマップのパラメーターを Flash に保存する状況（セクション 6.9.1 を参照）で、Compare parameters RAM to Flash のプロンプトウィンドウが表示されます（図 11.1.1 参照）。このウィンドウは主に、パラメーターが変更されたがまだ Flash に保存されていないことをユーザーに示してくれます。

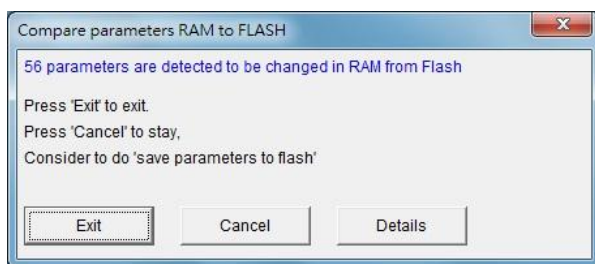


図 11.1.1

ウィンドウの Details オプションをクリックし、詳細比較ウィンドウを開きます。図 11.1.2 が示すように、ユーザーはさらに、RAM と Flash でどのパラメーターが異なって設定されているかを観察することができます。RAM と Flash のデータが同じでない場合、パラメーターの名前と値が青色で表示されます。また、Flash value 欄には以下の 2 つの状態のいずれかが表示されます。

- (1) =: フラッシュ内のパラメーターは、RAM 内のパラメーターと同じです。
- (2) **: 図 11.1.3 が示すように、パラメーターは Undo アクションを実行し、RAM 上の値は Flash 上の値に変更されます。

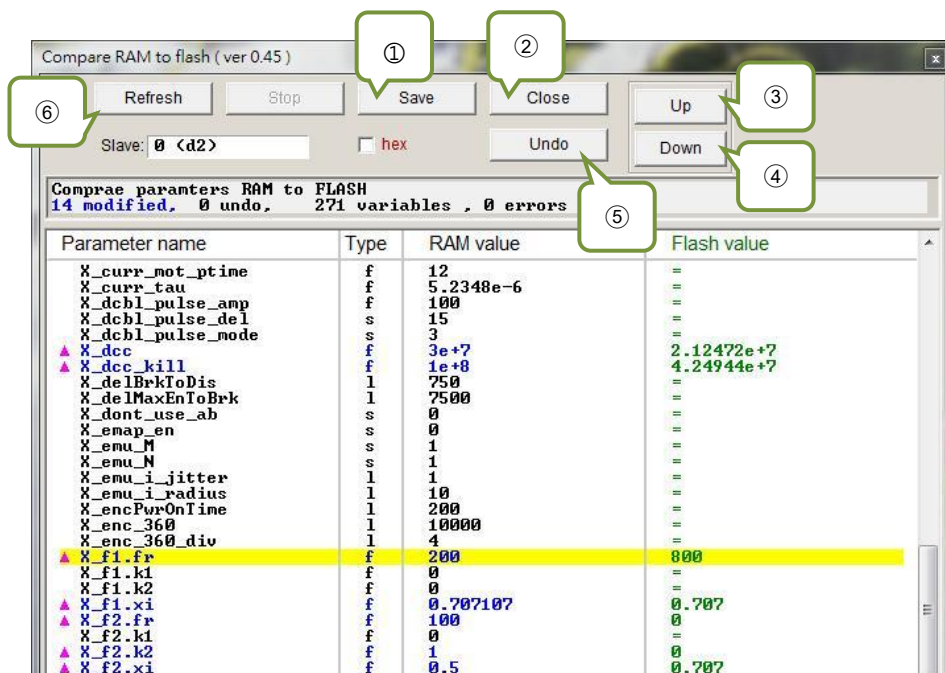
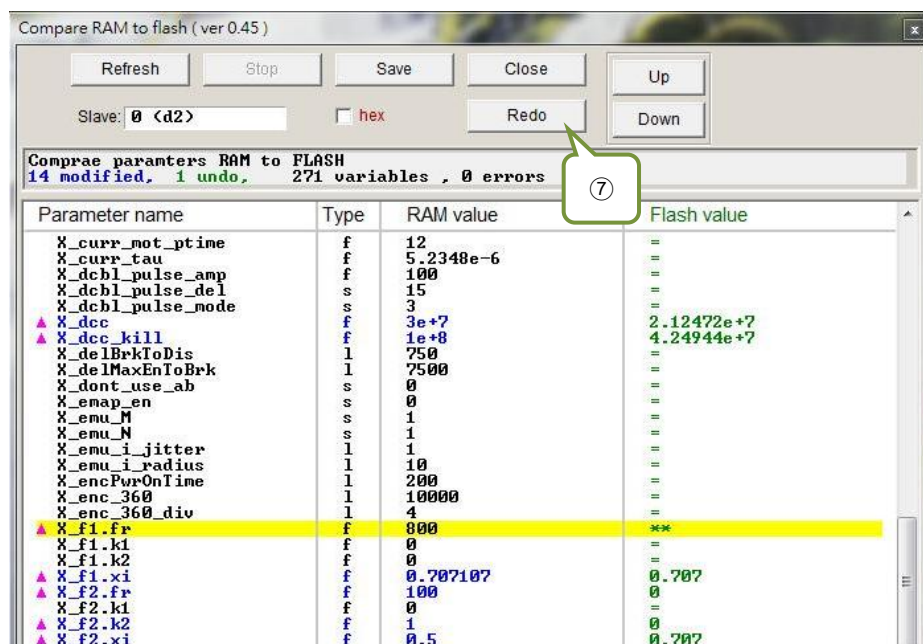


図 11.1.2

主なボタンの機能は以下の通りです。

- ① **Save:** パラメーターをフラッシュに保存します。
- ② **Close:** ウィンドウを閉じます。
- ③ **Up:** RAM と Flash で異なる前のパラメーターへ進みます。
- ④ **Down:** RAM と Flash で異なる次のパラメーターに進みます。
- ⑤ **Undo:** RAM に保存されているパラメーターを Flash に保存されているパラメーターに戻します。
- ⑥ **Refresh:** RAM とフラッシュに保存されたパラメーターを再比較します。
- ⑦ **Redo:** 選択したパラメーターの直前の Undo 操作をキャンセルします。



☒ 11.1.3

(このページはブランクになっています)

12. ファームウェアの更新と PDL のロード

12.1	ドライブのファームウェアを更新する.....	12-2
12.2	PDL プログラムをドライバーにロードする	12-6

12.1 ドライブのファームウェアを更新する

ドライバーのファームウェアを更新するには、図 12.1.1 が示すように、メインウィンドウの Tools オプションをクリックし、「Upgrade/downgrade firmware...」を選択します。そうすることで、図 12.1.2 のウィンドウが表示されます。

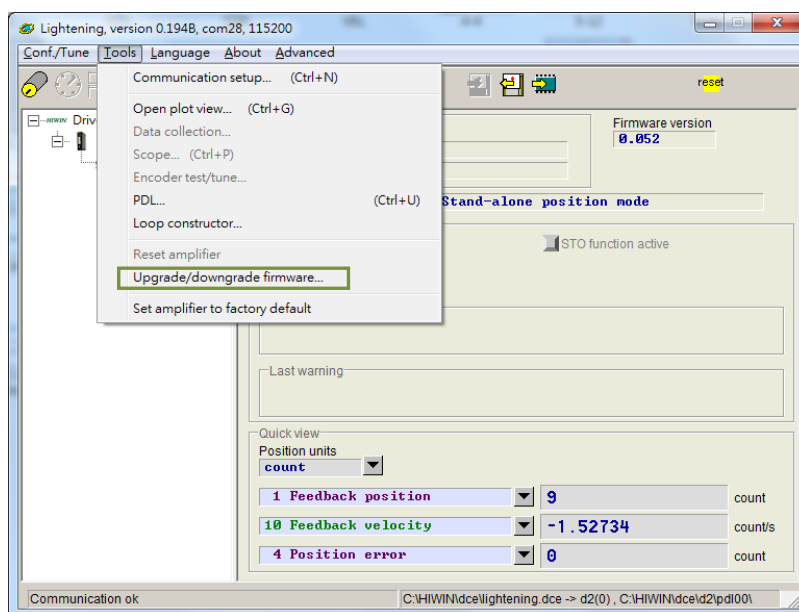


図 12.1.1

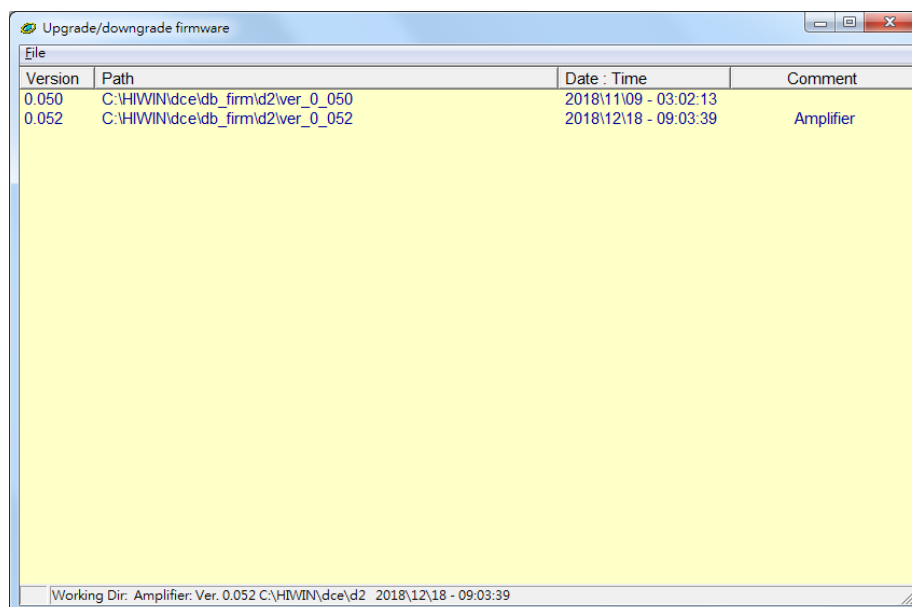


図 12.1.2

Upgrade/downgrade firmware ウィンドウで、以下の手順に従ってアップデートを完了します。

ステップ 1: アップデートするファームウェアのバージョンを左クリックします。青い背景に白い文字になります。

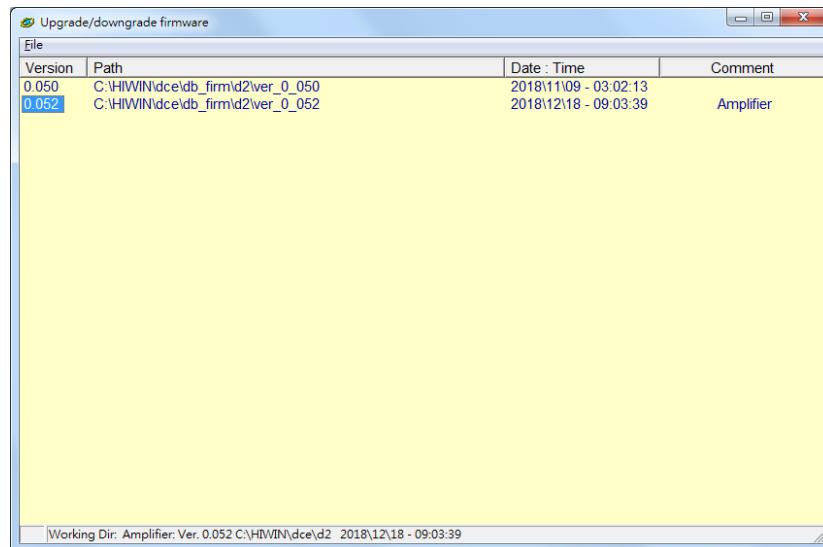


Figure 12.1.3

ステップ 2: ウィンドウ左上の File オプションをクリックし、Update selected firmware to amplifier を選択します。すると、図 12.1.5 のダイアログウィンドウが表示されます。現在のパラメーターをファイルとして保存したい場合は「Y」 ボタンを、そうでない場合は「N」 ボタンをクリックします。

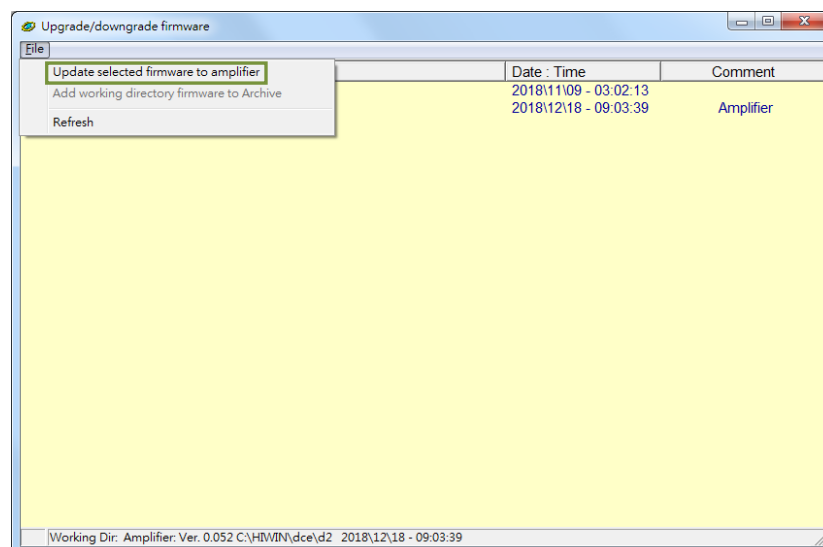


図 12.1.4

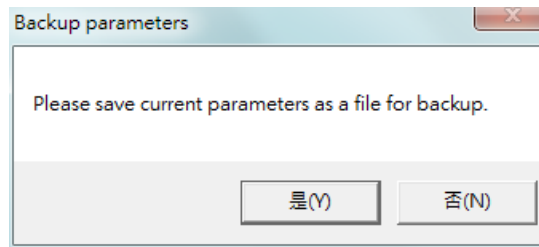


図 12.1.5

ステップ 3: その後、図 12.1.6 のダイアログウィンドウが表示されます。

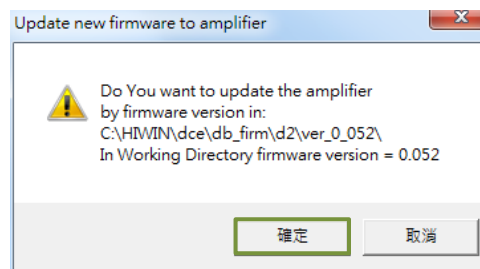


図 12.1.6

ステップ 4: Confirm ボタンをクリックして Auto load programs ウィンドウを表示します。図 12.1.7 が示すように、ファームウェアが自動的にドライバーにロードされます。

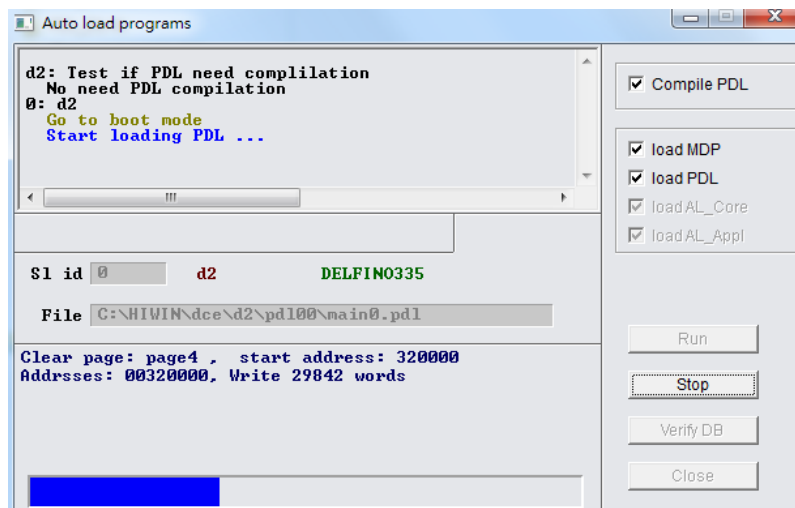


図 12.1.7

ステップ 5: アップデートが完了すると、図 12.1.8 のメッセージウィンドウが表示されます。Conform ボタンをクリックしてください。

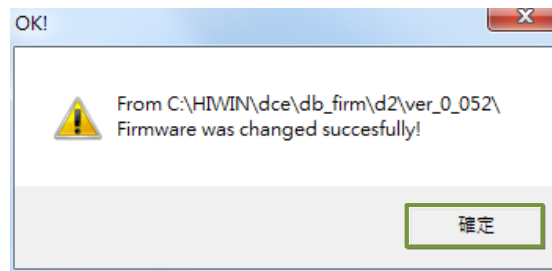


図 12.1.8

注：アップデート中に停電や通信エラーが発生した場合、Lightening は Boot mode で停止することがあります。図 12.1.9 に示すように、電源復旧後または通信ケーブルの再接続後は変更できません。このような場合は、販売店にご相談ください。

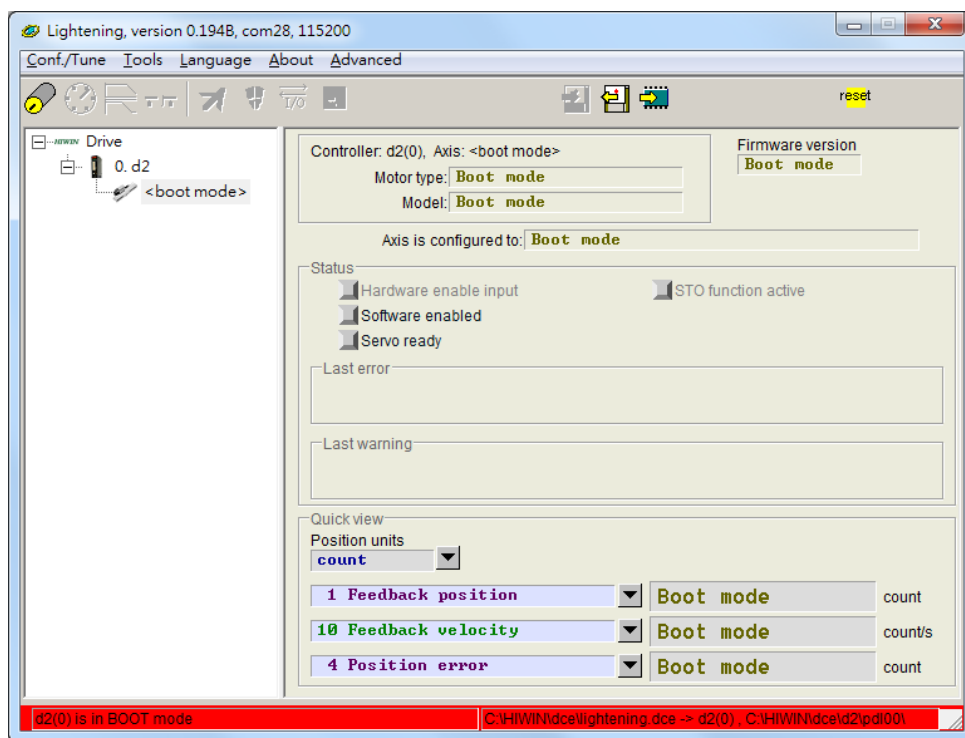


図 12.1.9

12.2 PDL プログラムをドライバーにロードする

PDL プログラムをドライバーにロードするには、以下の手順に従います。ドライバーの PDL プログラムをクリアするには、user.pdl のコードを削除し、同じ手順でコードレスの user.pdl をドライバーにロードします。

ステップ 1: 図 12.2.1 に示すアイコン  をクリックして PDL ウィンドウを開きます。

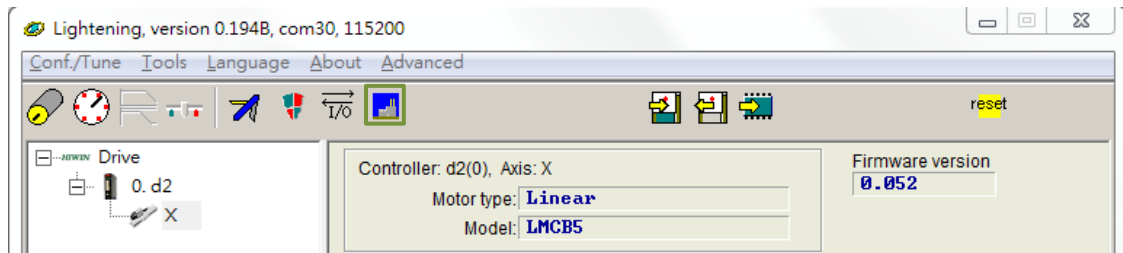


図 12.2.1

ステップ 2: Edit ボタンをクリックして PDL 編集インターフェースを表示します。

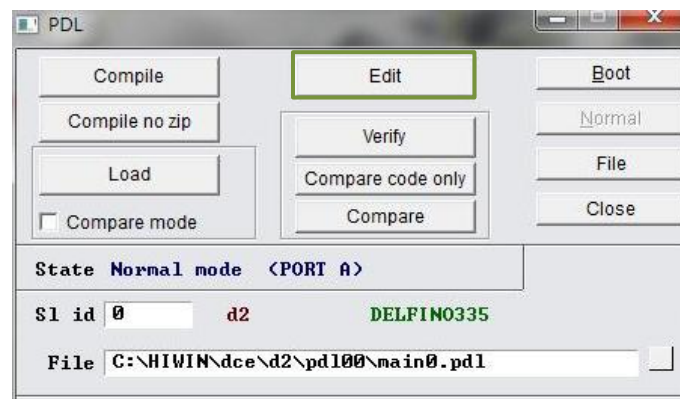


図 12.2.2

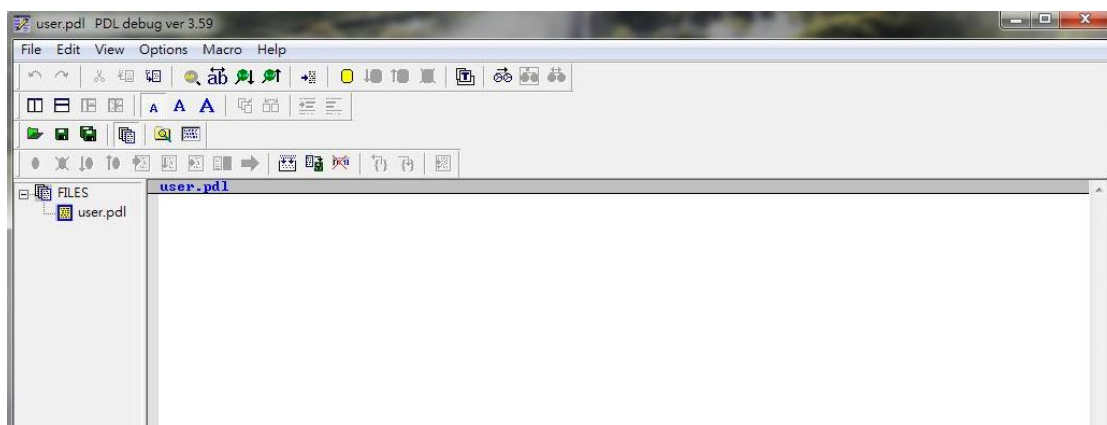


図 12.2.3

ステップ 3: PDL プログラムを貼り付けるか書き込んだら、図 12.2.4 が示すように、Compile アイコン(🔧) をクリックして Compile ウィンドウを表示します。

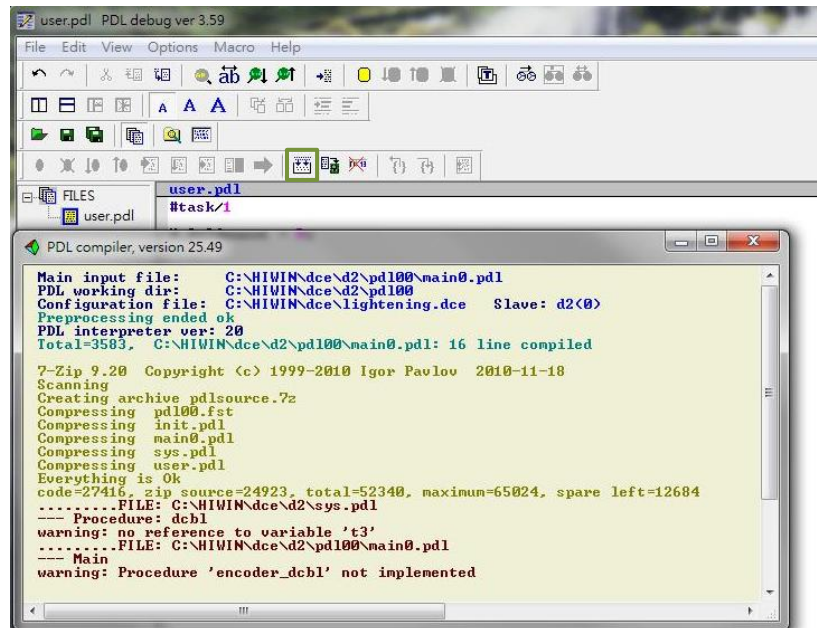


図 12.2.4

ステップ 4: Compile が完了したら、スレーブに送信 "アイコン (📡) をクリックします。図 12.2.5 のダイアログウィンドウで Confirm ボタンをクリックすると、図 12.2.6 の実行ウィンドウが表示されます。PDL プログラムのロードが完了すると、このウィンドウは自動的に閉じます。

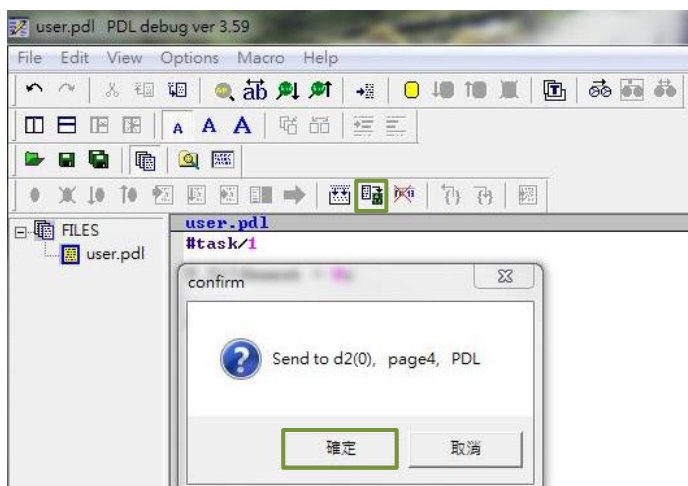


図 12.2.5

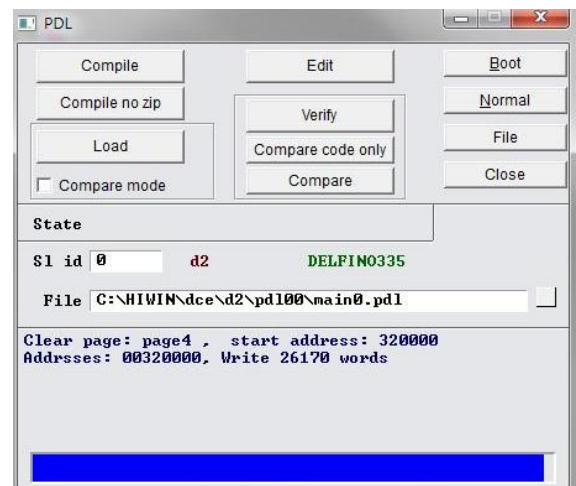


図 12.2.6

(このページはブランクになっています)

13. EMC 対策

13.1	コモンモードモーターフィルター	13-2
13.2	フェライトコア付きモーター電源ケーブル	13-5

13.1 コモンモードモーターフィルター

コモンモードモーターフィルターは、以下のような場合に検討することができます。

- (1) ドライバーを有効にすると、エンコーダーのフィードバックが妨害され、エラー「E04 エンコーダーエラー」が発生します。
- (2) ドライバー出力のコモンモードノイズを低減します。

MF-CM-S は HIWIN 自作コモンモードモーターフィルターの品番です。D2T-LM シリーズの 2KW 未満のドライバーに適しています。その仕様を表 13.1.1 に示す。コモンモードモーターフィルターをドライバーとモーターに接続する場合、モーター制御の性能を向上させるためにコモンモードインダクターの影響を考慮する必要があります。

図 13.1.1

項目		仕様
入力	最大電圧	373 Vdc
	最大電流	11 A _{rms}
出力	最大電圧	373 Vdc
	最大電流	11 A _{rms}
ピーク電流* / ピーク電流の最大継続時間		33 A _{rms} / 1 秒
動作周囲温度		0~50°C
コモンモードインダクター（ライン）		1,100μH (公称)

*最大入出力ピーク電流は起動後 1 秒間です。

†ドライバーが最高温度以下で動作する場合は、冷却ファンを使用する必要はありません。
ただし、周囲温度が 50°C を超える場合は、外部ファンを使用して冷却する必要があります。
ファンの流量は少なくとも 110 立方フィート（CFM）でなければいけません。



図 13.1.1

MF-CM-S の寸法を以下に示します。

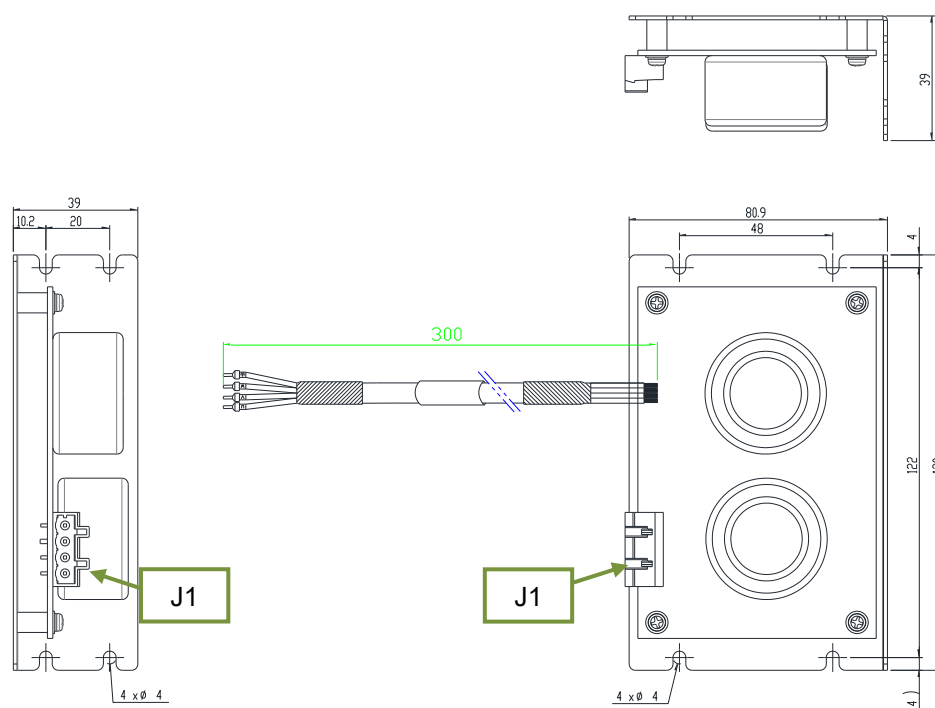


図 13.1.2

図 13.1.3 は、コモンモードモーターフィルター、ドライバー、モーターの配線図です。

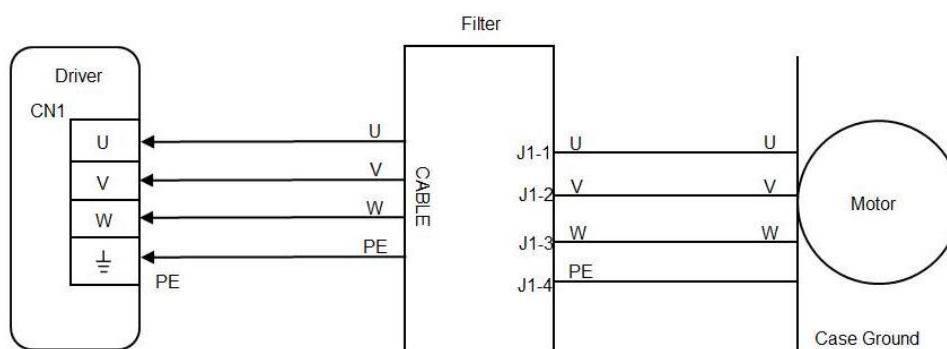


図 13.1.3

指針：

- (1) コモンモードモーターフィルターの端子を、ドライバーの CN1 にラベルの順番に挿入します。
- (2) コネクターのラベルに基づいて、モーターケーブルをコモンモードモーターフィルターのコネクターに挿入します。

■ フィルターからドライバーへ

表 13.1.2 フィルタードライバー間ケーブル仕様

説明	E191346 AWM 2586 2mm 2x4C 105°C 600V
ケーブルサイズ	14 AWG

表 13.1.3 フィルター-ドライバーケーブルのピン配置

ピン (色)	名称	機能
赤	U	ドライバーの U 相（入力）に接続します
白	V	ドライバーの V 相（入力）に接続します
黒	W	ドライバーの W 相（入力）に接続します
緑	PE	筐体の接地とケーブルのシールド

■ フィルター (J1) からモーターへ

表 13.1.4 フィルター J1 仕様

説明	4 position, 7.5mm pluggable female terminal block
メーカーPN	Wago 721-864/001-000
ケーブルサイズ	28~12 AWG
推奨ワイヤー	14 AWG, 600V
ワイヤ挿抜工具	475604 (SUPU) 4PIN, Female, pitch 7.5mm

表 13.1.5 コネクタの定義

ピン	名称	機能
1	U	モーターの U 相（出力）に接続します
2	V	モーターの V 相（出力）に接続します
3	W	モーターの W 相（出力）に接続します
4	PE	筐体の接地とケーブルのシールド


DANGER

- ◆ ケーブルおよび J1 コネクタは高電圧回路であり、主電源に接続されています。機器の破損や人身事故の原因となりますので、取り付けには十分ご注意ください。

13.2 フェライトコア付きモーター電源ケーブル

モーターがイネーブル状態のとき、制御信号がノイズによって妨害される場合は、モーター電源ケーブルにフェライトコアを取り付けることを検討してください。

■ プラグインフェライトコア付きケーブル

表 13.2.1

部品番号	仕様	数量	説明
HE00831RB200	Plug-in CM choke filter	1	モーターフィルター

表 13.2.2

項目	仕様
最大電圧	240 Vac
最大電流	7.5 A _{rms}
ピーク電流 / ピーク電流の最大持続時間	15 A _{rms} / 1 秒
動作周囲温度	0~40°C

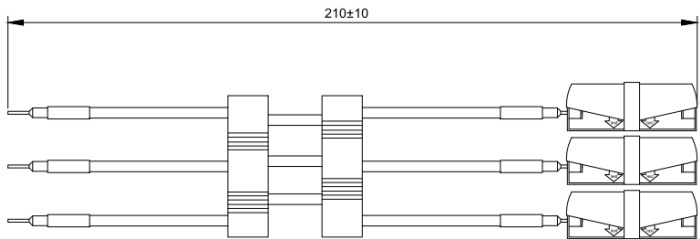


図 13.2.1

(このページはブランクになっています)

D2T-LM シリーズドライバーマニュアル
バージョン：V1.41 2026 年 4 月改訂

-
1. HIWIN は HIWIN Mikrosystem Corp., HIWIN Technologies Corp., ハイウィン株式会社の登録商標です。ご自身の権利を保護するため、模倣品を購入することは避けてください。
 2. 実際の製品は、製品改良等に対応するため、このカタログの仕様や写真と異なる場合があります。
 3. HIWIN は「貿易法」および関連規制の下で制限された技術や製品を販売・輸出しません。制限された HIWIN 製品を輸出する際には、関連する法律に従って、所管当局によって承認を受けます。また、核・生物・化学兵器やミサイルの製造または開発に使用することは禁じます。
-