

メガトルクモータ™ システム ドライバ EGC 型

ユーザーズマニュアル

調整編

EtherCAT 用

このマニュアルは、ドライバ EGC 型（以下、ドライバ）の調整方法について説明しています。

M-E099GC0C2-220

日本精工株式会社

販資 C20220-01

安全上のご注意

本製品は一般工業等での使用を対象としており、人命にかかわる状況下での使用を目的として設計・製造されたものではありません。

本製品を、原子力制御用、航空宇宙機器用、交通機器用、医療機器用、各種安全装置用の機器、あるいはシステムなど特殊用途への適用をご検討の際は、弊社までお問合せください。




本製品は厳重な品質管理のもとに製造しておりますが、本製品の故障により重大な事故または損失が予測される設備への適用に際しては、安全装置を設置してください。


据付、運転、保守・点検の前に、必ず本マニュアルとその他の付属書類をすべて熟読し、正しくご使用ください。配線作業は、専門の技術者が本マニュアルや『3. ハードウェア編』、および国内法規（電気設備技術基準）などに従いおこなってください。

機器の知識、安全の情報、そして注意事項のすべてについて熟知してからご使用ください。



本マニュアルでは、安全注意事項のランクを「危険」「警告」「注意」「通知」として区分してあります。

■ 警告表示

 危険	回避しないと、死亡または重傷を招く危険な状況を示す。
 警告	回避しないと、死亡または重傷を招くおそれがある危険な状況を示す。
 注意	回避しないと、中程度の傷害または軽傷を招くおそれがある危険な状況を示す。
通知	回避しないと、人身への危害に関係のない物的損害を招く、または招くおそれがある危険な状況を示す。

なお、 **注意** に記載した事項でも、状況によっては重大な結果に結びつく可能性があります。いずれも重要な内容を記載していますので必ず守ってください。

■ 禁止・強制の表示

	禁止（してはいけないこと）を示す。
	強制（必ずしなければならないこと）を示す。

■ 保管

通知

- ◆ 雨や水滴のかかる場所，有害なガスや液体のある場所では，保管しないでください。
故障の原因になります。
- ◆ 直射日光を避け，決められた温度，湿度範囲内「-20℃～+65℃，90%RH 以下，（結露しないこと）」で保管してください。
故障の原因になります。
- ◆ ドライバの保管が長期間（目安として3年以上）に渡った場合は，当社までお問い合わせください。電解コンデンサの容量低下の確認が必要です。

■ 運搬



注意

- ◆ 運搬時は，ケーブル，コネクタ，端子箱を持たないでください。
けが，故障，破損の恐れがあります。
- ◆ 運搬時は，落下，転倒すると危険ですので十分ご注意ください。
けがの恐れがあります。
- ◆ 製品の過積載は，荷崩れの原因となりますので外箱の表示に従ってください。
けが，故障の恐れがあります。

■ 据付



警告

- ◆ 可燃性または爆発性の雰囲気のある場所に設置しないでください。
火災の恐れがあります。
- ◆ 金属などの不燃物に取り付けてください。
火災の恐れがあります。
- ◆ モータの保護等級にあった環境で使用してください。
感電，火災，故障の恐れがあります。
- ◆ 水・研削液・オイルミスト・鉄粉・切粉などがかからないように取り付けてください。
感電，火災，故障の恐れがあります。
- ◆ 油などの可燃性の異物や，電線や金属片などの異物を侵入させないでください。
火災の恐れがあります。
- ◆ 即時に運転停止し，電源を遮断するように外部に非常停止回路を設置してください。
けが，火災の恐れがあります。
- ◆ 過電流から保護するため，電源とドライバの主回路電源との間には必ず配線用遮断器（MCCB）またはヒューズを接続してください。
感電，火災の恐れがあります。
- ◆ 腐食性ガスのある場所に設置しないでください。
故障の原因となります。



注意

- ◆ 外部配線の短絡に備えて，ブレーカなどの安全装置を設置してください。
火災の恐れがあります。
- ◆ 天地を確認のうえ，開梱してください。
けがの恐れがあります。
- ◆ 上にのぼったり，重いものを載せたりしないでください。
けがの恐れがあります。
- ◆ 取り付け時は落下，転倒すると危険ですので，十分ご注意ください。
けがの恐れがあります。

注意

- ◆ モータは確実に装置へ固定してください。固定が不十分ですと運転時に外れる恐れがあります。
- ◆ モータと相手機械との芯出しは、十分におこなってください。
けが、故障の原因となります。
- ◆ 機械側に安全を確保するための停止装置を設置してください。
けがの恐れがあります。
- ◆ モータを垂直方向で使用する場合には、アラーム発生などで機械可動部が落下しないように、安全装置（外部ブレーキなど）を併用してください。
けがの恐れがあります。
- ◆ 安全トルク遮断機能を使用した安全システムの設計は、関連した安全規格に対する専門知識のある人が、『4. 法規制適合ガイドライン編』の「安全トルク遮断」の記載事項を理解したうえでおこなってください。
けがの恐れがあります。

通知

- ◆ 設置したモータやドライバ、コンバータの周囲温度を使用温度・使用湿度範囲内にしてください。
故障の原因となります。
- ◆ 指定された方向に取り付けてください
故障の原因となります。
- ◆ モータにかかる荷重は許容荷重以下で、使用してください。
故障の原因となります。
- ◆ 落下させたり、強い衝撃を与えたりしないでください。
故障の原因となります。
- ◆ 吸排気口を塞がないでください。
故障の恐れがあります。
- ◆ ドライバと制御盤内面または、その他の機器との間隔は指定の距離を開けてください。
故障の恐れがあります。
- ◆ アラーム発生時は、主回路電源を遮断するようにドライバ外部に保安回路を組んでください。
二次破損の恐れがあります。
- ◆ 衝突安全装置などはシステムの最大出力に十分耐えられるようにしてください。
故障の原因となります。

■ 配線



警告

- ◆ ドライバの保護接地端子 (⊕) は、装置または制御盤へ必ず接地してください。
モータのアース端子は、必ずドライバの保護接地端子 (⊕) に接続してください。
感電、火災の恐れがあります。
- ◆ 配線、保守・点検などの作業は、通電状態でおこなわないでください。必ず電源を遮断して、ドライバの主銘板に記載されている時間が経過し、主回路電源 CHARGE LED (赤) の消灯を確認した後に作業をおこなってください。
感電の恐れがあります。
- ◆ モータの U, V, W 端子には商用電源およびアースを接続しないでください。
火災の原因となります。
- ◆ 外部配線の短絡にそなえて、ブレーカなどの安全装置を設置してください。
火災の恐れがあります。
- ◆ ケーブルを傷つけたり、無理なストレスをかけたり、重いものを載せたり、挟み込んだりしないでください。
感電、火災の恐れがあります。
- ◆ 製品に合った電源仕様 (相数, 電圧, 周波数) で使用してください。
火災の恐れがあります。

通知

- ◆ ドライバとモータは、指定された組み合わせでご使用ください。
故障の原因となります。
- ◆ 配線は、正しく確実におこなってください。
故障の恐れがあります。
- ◆ 主電源配線やドライバのモータ動力出力配線と、信号線を同一結束したり、同一ダクトに通さないでください。また、モータケーブルとレゾルバケーブル、コンバータケーブルを同一結束したり、同一ダクト内に通さないでください。
誤作動の原因となります。
- ◆ ドライバの制御出力信号にリレーなどの誘導負荷を接続する場合は、必ずサージ吸収用のダイオードを接続してください。また、ダイオードの極性を間違わないでください。
故障の原因となります。

■ 操作・運転

警告

- ◆ ドライバ内部には、絶対に手を触れないでください。
感電の恐れがあります。
- ◆ 運転中、モータの回転部には、絶対に触れないようにしてください。
けがの恐れがあります。
- ◆ 試運転はモータを固定し、機械系と切り離れた状態でおこない、動作確認後、
機械に取り付けてください。
けがの恐れがあります。
- ◆ 通電中、端子やコネクタへは、絶対に触れないでください。
感電の恐れがあります。

注意

- ◆ 通電中や電源遮断後のしばらくの間は、ドライバのヒートシンク、回生抵抗器、外付け
ダイナミックブレーキ抵抗器、モータなどは高温になる場合があります。必要に応じて、誤って手が
触れないよう、カバーを設けるなどの安全対策を施してください。安全対策を施せ
ない場合は、高温注意ラベルを貼り付けてください。
火傷の恐れがあります。
- ◆ サーボパラメータの極端な変更は動作が不安定になりますので決しておこなわないでください。
けがの恐れがあります。
- ◆ 停電や瞬停からの復電後、突然再始動する可能性がありますので機械に近寄らないで
ください。(再始動しても安全性を確保するよう機械の設計をおこなってください。)
けがの恐れがあります。
- ◆ アラームなどの異常が発生した場合は、直ちに運転を停止してください。アラームが発生した
原因を取り除き、安全を確保してから、アラームリセット後、再運転してください。
けがの恐れがあります。
- ◆ 通電状態でコネクタなどを抜き差し(活線挿抜)すると、発生するサージ電圧によって、
電子部品が故障する恐れがありますので、絶対におこなわないでください。
感電、破損の恐れがあります。

通知

- ◆ レゾルバケーブル, コンバータケーブルに静電気, 高電圧などを印加しないでください。
故障の原因になります。
- ◆ 慣性モーメントまたは回転速度が大きい場合, 瞬時回生電力が回生抵抗器の素線の
許容瞬時耐量を超えるような条件で使用しないでください
故障の原因になります。
- ◆ 電源遮断時やアラーム発生時などでダイナミックブレーキが作動した場合, モータを
外部の動力で駆動しないでください。
故障の原因になります。
- ◆ 電源の投入/遮断の頻度が 30 回/日, 5 回/時間を超えるような, 電源の ON/OFF
を頻繁におこなわないでください。
故障の原因になります。

■ 保守・点検

警告

- ◆ 製品の分解，修理，および改造はおこなわないでください。
火災や感電のおそれがあります。

注意

- ◆ 故障，破損，および焼損したドライバやモータ，コンバータは使用せず，当社へ返却し修理をおこなってください。
火災の恐れがあります。

通知

- ◆ ドライバに使用している部品（電解コンデンサ，冷却ファン，ヒューズ，リレー類）には，経年劣化があります。予防保全のため，標準交換年数を目安に新品と交換してください。
故障の原因となります。
交換が必要な場合は，当社までご連絡ください。
- ◆ ドライバの絶縁抵抗測定や耐電圧試験は，おこなわないでください。
故障の原因となります。

禁止

- ◆ 銘板を取り外さないでください。

廃棄物の処理について

■ 廃棄

強制

- ◆ ドライバやモータを廃棄する場合は，産業廃棄物として処理してください。

マニュアルについて

初めて当社メガトルクモータシステムをご使用いただく場合、必要に応じて次の関連するマニュアルをご確認のうえ、当社メガトルクモータシステムを安全にご使用してください。

No	ユーザーズマニュアル名称	マニュアル番号	マニュアルの内容
1	導入編	M-E099GC0C2-215	仕様、機能、構造、立上げ、保守点検など、メガトルクモータシステムを使用するための、基本的な情報を記載しているマニュアルです。製品をご使用する前にお読みください。
2	モータ編	M-E099GC0C2-216	モータの仕様、選定、据付、配線、外形、オプションなどについて説明しているマニュアルです。
3	ハードウェア編	M-E099GC0C2-217	ドライバの仕様、据付、配線、外形、オプションなどについて説明しているマニュアルです。
4	法規制適合ガイドライン編	M-E099GC0C2-218	ドライバの適用法規制への適合方法について説明しているマニュアルです。
5	機能編	M-E099GC0C2-219	ドライバの制御や機能について説明しているマニュアルです。
6	調整編	M-E099GC0C2-220	<u>メガトルクモータシステムの調整方法について説明しているマニュアルです。</u>
7	パラメータ編	M-E099GC0C2-221	サーボパラメータとモニタの内容について説明しているマニュアルです。
8	EtherCAT 通信編	M-E099GC0C2-222	EtherCAT 通信のパラメータの詳細について説明しているマニュアルです。
9	トラブルシューティング編	M-E099GC0C2-223	メガトルクモータシステムで発生したトラブルの対処方法について説明しているマニュアルです。
10	MEGATORQUE MOTOR SETUP for EGC 編	M-E099GC0C2-224	セットアップソフトウェアの使い方について説明しているマニュアルです。

マニュアルの段落構成について

本マニュアルは、以下の段落で構成されています。

6.1 大項目

6.1.1 中項目

(1) 小項目

- 説明
 - ✓ 説明に対する注釈です。

- ◆ 説明の詳細です。
 - ✓ 説明の詳細に対する注釈です。

安全上のご注意.....	6-1
廃棄の処理について.....	6-8
マニュアルについて.....	6-9
マニュアルの段落構成について.....	6-10
6.1 マニュアルに関する注意事項.....	6-14
6.2 サーボチューニング機能の種類.....	6-14
6.2.1 特徴と注意事項.....	6-14
6.2.2 サーボチューニング機能一覧.....	6-15
6.3 チューニング手順.....	6-18
6.4 アドバンスドチューニング機能.....	6-19
6.4.1 アドバンスドチューニング実行時に自動調整されるパラメータ.....	6-19
6.4.2 アドバンスドチューニングで調整されないパラメータ.....	6-21
6.4.3 アドバンスドチューニングの調整方法.....	6-22
6.5 オートチューニング機能.....	6-23
6.5.1 チューニング方法の選択.....	6-23
6.5.2 オートチューニング実行時に自動調整されるパラメータ.....	6-26
6.5.3 オートチューニング実行中に調整可能な主なパラメータ.....	6-28
6.5.4 オートチューニング実行中に使用できない機能.....	6-30
6.5.5 オートチューニング特性の選択.....	6-31
6.5.6 オートチューニングの調整方法.....	6-32
6.5.7 サーボゲイン調整パラメータのモニタ.....	6-32
6.5.8 オートチューニング時の結果を使用したマニュアルチューニング方法.....	6-33
6.6 マニュアルチューニング機能.....	6-34
6.6.1 サーボ系の構成とサーボ調整パラメータの説明.....	6-34
6.6.2 トルク制御の基本的なマニュアルチューニング方法.....	6-37
6.6.3 速度制御の基本的なマニュアルチューニング方法.....	6-37
6.6.4 位置制御の基本的なマニュアルチューニング方法.....	6-38
6.6.5 モデル追従制御のマニュアルチューニング方法.....	6-39
6.7 機械共振を抑制する機能.....	6-40
6.7.1 トルク指令フィルタ.....	6-40
6.7.2 オートノッチフィルタチューニング.....	6-41
6.7.3 適応ノッチフィルタ.....	6-42

6.8	ループゲインを高めるための機能	6-44
6.8.1	速度ループ位相進み補償	6-44
6.8.2	位置ループ位相進み補償	6-45
6.9	外乱の影響を抑制する機能	6-46
6.9.1	高積分制御	6-46
6.9.2	外乱オブザーバ	6-47
6.9.3	摩擦補償	6-49
6.9.4	重力補償	6-50
6.10	指令に対する応答性を高める機能	6-51
6.10.1	速度フィードフォワード補償	6-51
6.10.2	トルクフィードフォワード補償	6-52
6.10.3	モデル追従制御	6-53
6.10.4	モデル速度フィードフォワード補償	6-54
6.10.5	モデルトルクフィードフォワード補償	6-55
6.10.6	フィードバック制御とモデル追従（制振）制御の切り換え	6-56
6.11	振動を抑制する機能	6-57
6.11.1	位置指令フィルタ	6-57
6.11.2	フィードフォワード制振制御	6-58
6.11.3	オート FF 制振周波数チューニング	6-60
6.11.4	モデル追従制振制御	6-62
6.11.5	CP 制振制御	6-65
6.11.6	微振動抑制	6-66
6.12	象限突起を抑制する機能	6-67
6.12.1	象限突起補償	6-67
6.13	保証について	6-68
6.13.1	保証内容	6-68
6.13.2	保証期間	6-68
6.13.3	保証範囲	6-68
6.13.4	生産中止した製品の修理期間	6-69
6.13.5	製品の適用用途と条件	6-69
6.13.6	カタログ・マニュアルの記載変更	6-69
6.13.7	責任の制限	6-69
6.14	購入・サービスに関するお問い合わせ	6-70

6.15	改訂履歷	6-71
-------------	-------------------	-------------

6.1 マニュアルに関する注意事項

製品の機能を十分に発揮させるため、製品をお使いになる前にマニュアルを最後までお読みいただき、正しくお使いください。お読みになったマニュアルは、必要なときに使用できる場所に保管してください。マニュアルに記載している安全に関する指示事項には、必ず従ってください。マニュアルに規定した製品の使用方法以外での使用については、安全性を保証しかねます。マニュアルに記載している図は、一部省略や抽象化している場合があります。マニュアルの内容は、製品のバージョンアップや使用方法の追記などによって、将来予告なしに変更することがあります。変更については、本書の改版によっておこないます。マニュアルの内容に関しては、万全を期していますが、万一不審な点や誤り、記載漏れなどにお気づきのときは、裏表紙に記載した最寄りの支店または本社までご連絡をお願いいたします。なお、このマニュアルは日本語版が原文です。原文と他言語への翻訳文に相違がある場合には、原文の記載事項が優先します。

6.2 サーボチューニング機能の種類

ドライバの各種パラメータを調整する作業を「サーボチューニング」と呼び、サーボチューニングをおこなうことにより、機械の制御特性を向上させることができます。

6.2.1 特徴と注意事項

- ・ ドライバのチューニング機能は、機械の制御特性を大きく向上させるために、機械系の共振や摩擦、負荷慣性モーメント比等を精密に計測して、最適なパラメータに自動調整するように設計されています。これらは、アドバンスドチューニング機能により実現できます。
- ・ 一方、コントローラで駆動した状態で、オートチューニング機能を用いることにより、簡便にチューニングをおこなう事ができます。
- ・ トルク指令がモータの瞬時最大トルク値に達しない運転条件で、チューニングをおこなってください。トルク指令がモータの瞬時最大トルク値に達した状態でチューニングをおこなうと、ゲインを変更しても、モータの応答が変化せず、適切なチューニングがおこなえません。また、機械の個体差を考慮して余裕のある調整をおこなってください。運転中のモータの発生トルクをモータ最大トルクの 70 %以下にすることを推奨します。
- ・ トルク制限を使用する場合は、トルク指令がトルク制限値より低い状態でチューニングしてください。
- ・ 標準トルク制御で使用する場合は、ゲイン調整をおこなう必要はありません。

6.2.2 サーボチューニング機能一覧

■ 機械の特性を計測する機能

調整機能	概要
システムアナリシス (標準モード)	<ul style="list-style-type: none"> モータを矩形波 (M 系列) 信号で短時間動作させて速度制御系の開ループ周波数特性を計測します。 共振周波数や反共振周波数などの機械系の特性を短時間で計測する場合に使用します。
システムアナリシス (高精度モード (オープン))	<ul style="list-style-type: none"> モータを正弦波信号で動作させて速度制御系の開ループ周波数特性を計測します。 共振周波数や反共振周波数などの機械系の特性を高精度に計測する場合に使用します。
システムアナリシス (高精度モード (クローズ))	<ul style="list-style-type: none"> モータを正弦波信号で動作させて速度制御系の閉ループ周波数特性を計測します。 速度制御系の応答などの特性を計測する場合に使用します。

■ 機械の特性を計測して、機械の動きを最適に調整する機能

調整機能	概要
アドバンスドチューニング (周波数応答チューニング)	<ul style="list-style-type: none"> システムアナリシスを用いて速度制御系の開ループ周波数応答を計測し、共振周波数や反共振周波数、負荷慣性モーメント比、重力、摩擦等を検出して、最適な制御パラメータに自動調整する機能です。機械系の制御特性を最適に調整したい場合に使用します。
アドバンスドチューニング (PTP 位置決めチューニング)	<ul style="list-style-type: none"> モータを動作させて位置決め整定特性を計測し、最適な制御パラメータに自動調整する機能です。 位置決め整定時間を短縮したい場合に使用します。

■ 機械の動きを安定化させる機能

調整機能	概要
オートチューニング	<ul style="list-style-type: none"> 運転中にドライバが負荷慣性モーメント比を推定し、サーボゲイン、フィルタ周波数を自動的にリアルタイムに調整します。 ドライバ単体で簡単にチューニングをおこなう場合に使用します。
オートチューニング (JRAT マニュアル設定)	<ul style="list-style-type: none"> 設定された負荷慣性モーメント比とオートチューニング応答性に応じ、サーボゲイン、フィルタ周波数が自動的に調整されます。 負荷慣性モーメント比が既知である場合や、負荷慣性モーメント比推定変動の影響を防止したい場合、また、オートチューニングで負荷慣性モーメント比を正しく推定できない場合に使用します。
トルク指令フィルタ	<ul style="list-style-type: none"> 設定値を下げることで、高周波領域の機械共振や異音を抑えることができます。 機械の剛性が低い場合に使用します。
オートノッチフィルタ チューニング	<ul style="list-style-type: none"> モータを短時間動作させて機械の共振周波数を推定し、ノッチフィルタを自動的に設定します。 機械の共振がある場合に使用します。
適応ノッチフィルタ	<ul style="list-style-type: none"> 運転中に機械の共振周波数を推定し、ノッチフィルタをリアルタイムに調整します。 機械の共振周波数が変動する場合に使用します。

ユーザズマニュアル(調整編)

■ ループゲインを高め、外乱の影響を抑制する機能

調整機能	概要
速度ループ位相進み補償	<ul style="list-style-type: none"> 速度ループの位相を進めることにより、速度ループゲインを高くすることができます。 速度ループゲインを高めたい場合に使用します。
位置ループ位相進み補償	<ul style="list-style-type: none"> 位置ループの位相を進めることにより、位置ループゲインを高くすることができます。 位置ループゲインを高めたい場合に使用します。
高積分制御	<ul style="list-style-type: none"> 速度積分ループの位相を進めることにより、速度ループ積分時定数を短くすることができます。 モータに外部から加わる中～高周波外乱の影響を抑制する場合に使用します。
外乱オブザーバ	<ul style="list-style-type: none"> モータに外部から加わる外乱トルクを推定し、外乱トルクの影響を補償します。 モータに外部から加わる低～高周波外乱の影響を抑制する場合に使用します。
摩擦補償	<ul style="list-style-type: none"> 機械系の摩擦を補償することにより、摩擦の影響を抑制します。 機械系の摩擦の影響を抑制する場合に使用します。
重力補償	<ul style="list-style-type: none"> モータに加わる重力を補償することにより、重力の影響を抑制します。 モータに加わる重力の影響を抑制する場合に使用します。

■ 指令に対する応答性を高める機能

調整機能	概要
速度フィードフォワード補償	<ul style="list-style-type: none"> 位置制御時に速度指令をフィードフォワード補償し、指令に対する応答性を改善する機能です。 溜りパルスを小さくして軌跡精度を向上させたい場合や、位置決め整定時間を短縮したい場合に使用します。
トルクフィードフォワード補償	<ul style="list-style-type: none"> 位置制御や速度制御時にトルク指令をフィードフォワード補償し、指令に対する応答性を改善する機能です。 加減速時の速度偏差を小さくして軌跡精度を向上させたい場合や、位置決め整定時間を短縮したい場合に使用します。
モデル追従制御	<ul style="list-style-type: none"> 機械系を含めたモデル制御系をドライブ内に構成し、モデル制御系から出力される理想的な指令に追従させて実際のモータを駆動することにより、指令に対する高速で理想的な動作を実現する機能です。 位置決め整定時間を短縮したい場合に使用します。
モデル速度フィードフォワード補償	<ul style="list-style-type: none"> モデル位置制御時にモデル速度指令をフィードフォワード補償し、指令に対する応答性を改善する機能です。 位置決め整定時間を短縮したい場合に使用します。
モデルトルクフィードフォワード補償	<ul style="list-style-type: none"> モデル位置制御時にモデルトルク指令をフィードフォワード補償し、指令に対する応答性を改善する機能です。 位置決め整定時間を短縮したい場合に使用します。
モデル追従（制振）制御とフィードバック制御の切り換え	<ul style="list-style-type: none"> モデル追従（制振）制御とフィードバック制御をリアルタイムに切り換える機能です。 モデル追従（制振）制御を用いて位置決めをおこない、フィードバック制御で加工等の軌跡制御をおこなう場合に使用します。

■ 振動を抑制する機能

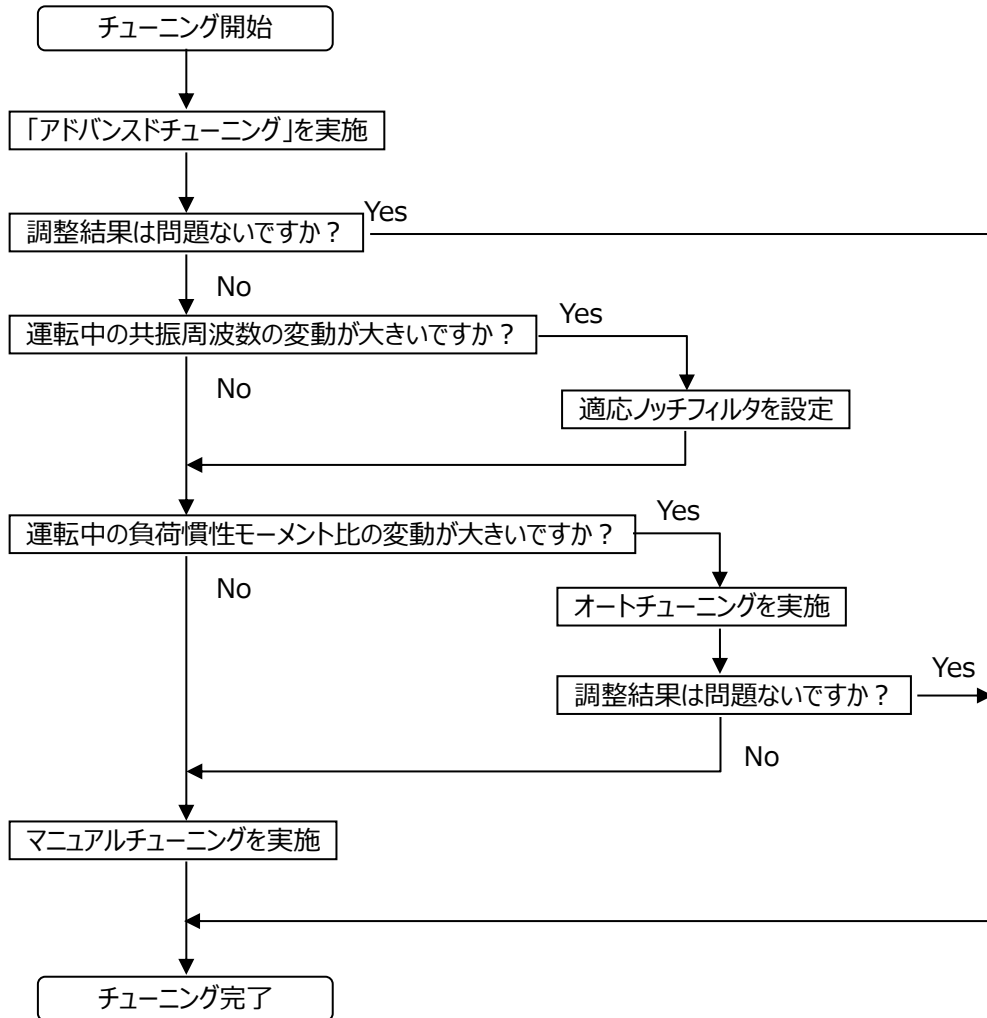
調整機能	概要
位置指令フィルタ	<ul style="list-style-type: none"> ・位置指令の急激な変化を抑制することにより、機械の振動を抑える機能です。 ・機械の振動を抑制したい場合に使用してください。
フィードフォワード制振制御	<ul style="list-style-type: none"> ・位置指令に含まれる振動成分を除去することにより、機械の振動を抑える機能です。 ・先端振動やボールねじの共振などの振動を抑制する場合に使用します。
オートFF制振周波数チューニング	<ul style="list-style-type: none"> ・モータを短時間動作させて機械の振動周波数を推定し、フィードフォワード制振制御のパラメータを自動的に設定します。
モデル追従制振制御	<ul style="list-style-type: none"> ・振動する機械系を含めたモデル制御系をドライバ内に構成して振動が生じないように駆動し、モデル制御系から出力される指令に追従させて実際のモータを駆動することにより、振動の無い動作を実現する機能です。 ・機械の振動を抑制して、高速な位置決めを実現したい場合に使用します。
CP制振制御	<ul style="list-style-type: none"> ・機械の反共振を補償することにより、機械の振動を抑える機能です。 ・軌跡制御で機械の振動を抑制したい場合に使用します。
微振動抑制	<ul style="list-style-type: none"> ・速度フィードバックを補償することにより、微振動を抑制する機能です。 ・モータ停止時の微振動を抑制したい場合に使用します。

■ 象限突起を抑制する機能

調整機能	概要
象限突起補償	<ul style="list-style-type: none"> ・XYテーブルなどで象限が切り換わる期間、速度積分時定数を短くすることにより象限突起を抑制する機能です。 ・象限突起を抑制したい場合に使用します。

6.3 チューニング手順

次の手順に従ってチューニングしてください。



6.4 アドバンスドチューニング機能

システムアナリシスを用いて速度制御系の開ループ周波数応答を計測し、共振周波数や反共振周波数、負荷慣性モーメント比、重力、摩擦等を検出して、最適な制御パラメータに自動調整します。また、PTP(Point to Point)位置決め用途では、モータを動作させて位置決め整定特性を計測し、最適な制御パラメータに自動調整します。

6.4.1 アドバンスドチューニング実行時に自動調整されるパラメータ

- アドバンスドチューニングでは、下記のパラメータが自動調整されます。

Group	ID	シンボル	名称
System 1	07	20F3-01: PCNTSEL	位置制御選択
Group 1	02	2005-01: KP1	位置ループ比例ゲイン 1
	12	200B-01: KVP1	速度ループ比例ゲイン 1
	13	2006-01: TVI1	速度ループ積分時定数 1
	14	200D-01: JRAT1	負荷慣性モーメント比 1
	15	2062-01: VPLHLK	速度ループ位相進み補償ゲイン
	16	2062-02: VPLHLF	速度ループ位相進み補償周波数
	1F	202B-00: TCFILOR	トルク指令フィルタ次数
	20	2014-01: TCNFILA	トルク指令ノッチフィルタ A
	21	2014-02: TCNFILB	トルク指令ノッチフィルタ B
	22	2014-03: TCNFILC	トルク指令ノッチフィルタ C
	23	2014-04: TCNFILD	トルク指令ノッチフィルタ D
	24	2014-05: TCNFIFE	トルク指令ノッチフィルタ E
	25	2014-06: TCNFILF	トルク指令ノッチフィルタ F
	26	2014-07: TCNFILG	トルク指令ノッチフィルタ G
	30	202D-01: TCNFPA	トルク指令ノッチフィルタ A 低域位相遅れ改善
	31	202D-02: TCNFDB	トルク指令ノッチフィルタ B 深さ選択
	32	202D-03: TCNFDC	トルク指令ノッチフィルタ C 深さ選択
	33	202D-04: TCNFDD	トルク指令ノッチフィルタ D 深さ選択
	34	202D-05: TCNFDE	トルク指令ノッチフィルタ E 深さ選択
	35	202D-06: TCNFDF	トルク指令ノッチフィルタ F 深さ選択
	36	202D-07: TCNFDDG	トルク指令ノッチフィルタ G 深さ選択
	38	205D-02: TCNFWB	トルク指令ノッチフィルタ B 幅選択
	39	205D-03: TCNFWC	トルク指令ノッチフィルタ C 幅選択
	3A	205D-04: TCNFWD	トルク指令ノッチフィルタ D 幅選択
	3B	205D-05: TCNFWE	トルク指令ノッチフィルタ E 幅選択
3C	205D-06: TCNFWF	トルク指令ノッチフィルタ F 幅選択	
3D	205D-07: TCNFWDG	トルク指令ノッチフィルタ G 幅選択	

ユーザズマニュアル(調整編)

Group	ID	シンボル	名称
Group 2	10	2017-01: KM1	モデル制御ゲイン 1
	13	2019-01: ANRFRQ1	モデル制御反共振周波数 1
	14	201A-01: RESFRQ1	モデル制御共振周波数 1
	15	2068-02: MFFGN	モデル速度フィードフォワードゲイン
	16	205A-01: MTFFGN	モデルトルクフィードフォワードゲイン
	1A	2018-00: OSSFIL	オーバーシュート抑制フィルタ
	20	2012-01: SUPFRQA1	FF 制振周波数 A1
	21	202C-00: SUPLVA	FF 制振制御レベル選択 A
	22	2012-05: SUPCRB	FF 制振制御特性選択 B
	23	2012-06: SUPFRQB1	FF 制振周波数 B1
Group 3	00	201B-00: GCFIL	ゲイン切換フィルタ
	01	205E-00: GCFILMD	ゲイン切換フィルタモード
	11	2005-02: KP2	位置ループ比例ゲイン 2
	13	200B-02: KVP2	速度ループ比例ゲイン 2
	14	200C-02: TVI2	速度ループ積分時定数 2
	15	200D-02: JRAT2	負荷慣性モーメント比 2
	16	2011-02: TCFIL2	トルク指令フィルタ 2
Group 6	13	20B0-01: GC1	ゲイン切換条件 1
	14	20B0-02: GC2	ゲイン切換条件 2
	19	20F8-0B: PLPCON	位置ループ比例制御切換機能
	1C	20F8-08: VLPCON	速度ループ比例制御切換機能
Group 9	28	205C-01: CLMBFRC	クーロン摩擦補償量
	2A	205C-02: VISCFRC	粘性摩擦補償量
	2B	205C-03: GRVTCMP	重力補償量
	29	205C-04: CLMBFRV	クーロン摩擦速度

6.4.2 アドバンスドチューニングで調整されないパラメータ

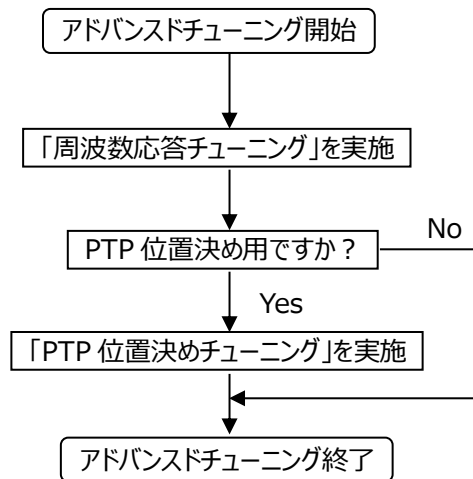
- 以下の機能は、アドバンスドチューニングで調整されません。
(使用する場合はマニュアルで調整してください。)

Group	ID	シンボル	名称
Group 1	03	2006-01: TPI1	位置ループ積分時定数 1
	04	2061-01: PLPHLK	位置ループ位相進み補償ゲイン
	05	2061-02: PLPHLF	位置ループ位相進み補償周波数
	17	2063-01: HKVIK	高積分ゲイン
	18	2063-02: HKVIF	高積分制御周波数
	1C	200F-01: AFBK	加速度フィードバックゲイン
	27	2014-08: TCNFILH	トルク指令ノッチフィルタ H
	37	202D-08: TCNFDH	トルク指令ノッチフィルタ H 深さ選択
	3E	205D-08: TCNFWH	トルク指令ノッチフィルタ H 幅選択
Group 2	50	2067-01: CPVSFQ	CP 制振制御周波数
	51	2067-02: CPVSLV	CP 制振制御レベル選択
	52	2067-03: CPVSSH	CP 制振制御特性選択
Group 6	30	2051-01: FBHYST	微振動抑制機能有効条件
	33	20F8-0C: OBS	外乱オブザーバ機能
	31	2050-01: STC	象限突起補償機能有効条件
Group 9	10	2050-02: STV	象限突起補償有効速度
	11	2050-03: STHLD	象限突起補償保持時間
	12	2050-04: STTVI	象限突起補償速度ループ積分時定数
	1E	2051-02: FBHPLS	微振動抑制パルス補正量
	1F	2051-03: FBHTIM	微振動抑制パルス補正回数
	14	2016-01: OBCHA	オブザーバ特性
	15	2016-02: OBG	オブザーバ補償ゲイン
	16	2016-03: OBLPF	オブザーバ出力ローパスフィルタ
	17	2016-04: OBNFIL	オブザーバ出力ノッチフィルタ
	74	20BA-00: VOVSDT	速度ループ積分減衰時定数(オーバーシュート抑制用)

6.4.3 アドバンスドチューニングの調整方法

次のフローチャートに従い、調整をおこなってください。

アドバンスドチューニングでは、PTP(Point to Point)での位置決め用途と、その他の場合に分けたチューニングをおこないます。



■ 調整手順

調整手順は、「MEGATORQUE MOTOR SETUP for EGC」を参照ください。

- 位置制御で指令分解能が粗い場合は、アドバンスドチューニング後に以下のパラメータを調整して指令に見合ったパラメータにしてください。

Group	ID	シンボル	名称
Group 1	00	2003-00: PCSMT	位置指令スムージング時定数
	01	2004-00: PCFIL	位置指令フィルタ

- C P 制御モード使用時は、アドバンスドチューニング後に以下のパラメータを調整してください。

Group	ID	シンボル	名称
Group 1	06	2008-01: FFGN	速度フィードフォワードゲイン
	19	2064-01: TFFK	トルクフィードフォワードゲイン

- ✓ 速度制御時は、速度フィードフォワードゲインはご使用できません

6.5 オートチューニング機能

運転中にドライバが負荷慣性モーメント比を推定し、サーボゲイン、フィルタ周波数を自動的にリアルタイムに調整します。ドライバ単体で簡単にチューニングをおこなう場合に使用します。

6.5.1 チューニング方法の選択

■ オートチューニング設定パラメータ一覧

Group	ID	シンボル	名称
Group 2	01	2002-01: TUNMODE	チューニングモード
	02	2002-02: ATCHA	オートチューニング特性
	03	2002-03: ATRES	オートチューニング応答性
	04	2002-06: ATSAVE	オートチューニングパラメータ自動保存
	15	2068-02: MFFGN	モデル速度フィードフォワードゲイン
Group 1	02	2005-01: KP1	位置ループ比例ゲイン 1
	06	2008-01: FFGN	速度フィードフォワードゲイン
	14	200D-01: JRAT1	負荷慣性モーメント比 1

■ 「チューニングモード」

◆ 00: AutoTun オートチューニング

機械・装置の負荷慣性モーメント比をドライバがリアルタイムに推定し、サーボゲインとフィルタ周波数を自動調整します。

ドライバが自動調整するパラメータは、「オートチューニング特性」の選択値によって異なります。

ドライバは、加減速時に負荷慣性モーメント比を推定します。したがって、加減速時定数が非常に長い運転の場合や、低速で低トルク運転のみおこなう場合は、このモードでは使用できません。また、大きな外乱トルクが加わる場合や、機械系のガタが大きな場合もこのモードでは使用できません。「01: _AutoTun_JRAT-Fix オートチューニング [JRAT マニュアル設定]」にて使用してください。

◆ 01: AutoTun_JRAT-Fix オートチューニング [JRAT マニュアル設定]

設定した「負荷慣性モーメント比 1」を基に、最適なサーボゲインをドライバが自動調整します。

ドライバが自動調整するパラメータは、「オートチューニング特性」の選択値によって異なります。

◆ 02: ManualTun マニュアルチューニング

アドバンスドチューニングやオートチューニングでは特性が満足できない場合に使用します。

ユーザズマニュアル(調整編)

■ 「オートチューニング特性」

- ◆ 00: Positioning1 位置決め制御 1 (汎用)
汎用的な位置決め用途で使用する場合に選択してください。
- ◆ 01: Positioning2 位置決め制御 2 (高応答用)
高応答の位置決め用途で使用する場合に選択してください。
- ◆ 02: Positioning3 位置決め制御 3 (高応答用, FFGN マニュアル設定)
「速度フィードフォワードゲイン」をマニュアルで調整したい場合に選択してください。
標準位置制御を使用している場合, 「速度フィードフォワードゲイン」がマニュアルで調整可能となります。
モデル追従(制振)制御を使用している場合, 「モデル速度フィードフォワードゲイン」がマニュアルで調整可能となります。
- ◆ 03: Positioning4 位置決め制御 4 (高応答用, 水平軸限定)
機械が水平軸上で動作し, 外力の影響を受けない場合に選択してください。
位置決め制御 2 と比較し, 位置決め整定時間を短縮できる場合があります。
- ◆ 04: Positioning5 位置決め制御 5 (高応答用, 水平軸限定, FFGN マニュアル設定)
機械が水平軸上で動作し, 外力の影響を受けない場合で, さらに「速度フィードフォワードゲイン」をマニュアルで調整したい場合に選択してください。
位置決め制御 3 と比較し, 位置決め整定時間を短縮できる場合があります。
標準位置制御を使用している場合, 「速度フィードフォワードゲイン」がマニュアルで調整可能となります。
モデル追従(制振)制御を使用している場合, 「モデル速度フィードフォワードゲイン」がマニュアルで調整可能となります。
- ◆ 05: Trajectory1 軌跡制御 1
単軸で使用する場合や, 軸毎の応答が異なってもよい場合に選択してください。
- ◆ 06: Trajectory2 軌跡制御 2 (KP, FFGN マニュアル設定)
多軸で軸毎の応答性を同じにしたい場合に選択し「位置ループ比例ゲイン 1」, 「速度フィードフォワードゲイン」をマニュアルで調整してください。

- ✓ 「位置決め制御(Positioning)」は, 現在位置と目標位置の間の軌跡を考慮せず, 現在位置から目標位置へ到達させる制御方法です。PTP(Point to Point)での位置決めが必要な場合に選択してください。
- ✓ 「軌跡制御(Trajectory)」は, 現在位置と目標位置の間の軌跡を考慮しながら, 現在位置から目標位置へ移動させる制御手法です。位置指令に応じた軌跡の制御が必要な場合に選択してください。

■ 「オートチューニング応答性」

「チューニングモード」で「00: AutoTun オートチューニング」または、「01: AutoTun_JRAT-Fix オートチューニング [JRAT マニュアル設定]」を選択している時に設定してください。

設定値を大きくするほど、応答性は高くなります。装置の剛性に合わせて設定してください。

「チューニングモード」で「02: ManualTun マニュアルチューニング」を選択している時は、機能しません。

■ 「オートチューニングパラメータ自動保存」

オートチューニングの結果から得た「負荷慣性モーメント比」を 30 分毎に「負荷慣性モーメント比 1」へ自動保存します。

オートチューニングを使用している場合、選択値が有効になります。

「チューニングモード」で「01: AutoTun_JRAT-Fix オートチューニング [JRAT マニュアル設定]」を選択している時は、機能しません。

6.5.2 オートチューニング実行時に自動調整されるパラメータ

オートチューニングで自動的に調整されるパラメータを以下に示します。

自動調整されるパラメータは、設定値を変更しても反映されません。

ただし、「チューニングモード」および、「オートチューニング特性」の選択値によって、マニュアルで調整可能になるパラメータがあります。

■ 標準位置制御の時は、下記のパラメータが自動調整されます。

Group	ID	シンボル	名称	備考
Group 1	02	2005-01: KP1	位置ループ比例ゲイン 1	注 1)
	06	2008-01: FFGN	速度フィードフォワードゲイン	注 1),注 2)
	12	200B-01: KVP1	速度ループ比例ゲイン 1	
	13	200C-01: TVI1	速度ループ積分時定数 1	
	14	200D-01: JRAT1	負荷慣性モーメント比 1	注 3)
	1C	200F-01: AFBK	加速度フィードバックゲイン	
	1E	2011-01: TCFIL1	トルク指令フィルタ 1	
Group 2	30	2007-00: TRCPGN	高追従制御位置補償ゲイン	
	31	200E-00: TRCVGN	高追従制御速度補償ゲイン	
Group 4	22	2021-00: LOWV	低速度範囲	注 4)
Group 6	19	20F8-0B: PLPCON	位置ループ比例制御切替機能	
	1C	20F8-08: VLPCON	速度ループ比例制御切替機能	

注 1) 「オートチューニング特性」で「06: Trajectory2 軌跡制御 2(KP, FFGN マニュアル設定)」を選択時に、マニュアルで設定できます。

注 2) 「オートチューニング特性」で「02: Positioning3 位置決め制御 3(高応答用, FFGN マニュアル設定)」または「04: Positioning5 位置決め制御 5 (高応答用, 水平軸限定, FFGN マニュアル設定)」を選択時に、マニュアルで設定できます。

注 3) 「チューニングモード」で「01: AutoTun_JRAT-Fix オートチューニング [JRAT マニュアル設定]」を選択時に、マニュアルで設定できます。

注 4) 「オートチューニング特性」で「00: Positioning1 位置決め制御 1 (汎用)」、 「01: Positioning2 位置決め制御 2 (高応答用)」、 「02: Positioning3 位置決め制御 3 (高応答用, FFGN マニュアル設定)」、 「05: Trajectory1 軌跡制御 1」または、「06: Trajectory2 軌跡制御 2 (KP, FFGN マニュアル設定)」を選択時に、マニュアルで設定できます。

- モデル追従制御の時は、下記のパラメータが自動調整されます。

Group	ID	シンボル	名称	備考
Group 1	02	2005-01: KP1	位置ループ比例ゲイン 1	注 1)
	12	200B-01: KVP1	速度ループ比例ゲイン 1	
	13	200C-01: TVI1	速度ループ積分時定数 1	
	14	200D-01: JRAT1	負荷慣性モーメント比 1	注 3)
	1C	200F-01: AFBK	加速度フィードバックゲイン	
	1E	2011-01: TCFIL1	トルク指令フィルタ 1	
Group 2	10	2017-01: KM1	モデル制御ゲイン 1	
	15	2068-02: MFFGN	モデル速度フィードフォワードゲイン	注 1), 注 2)
	30	2007-00: TRCPGN	高追従制御位置補償ゲイン	
	31	200E-00: TRCVGN	高追従制御速度補償ゲイン	
Group 4	22	2021-00: LOWV	低速度範囲	注 4)
Group 6	19	20F8-0B: PLPCON	位置ループ比例制御切替機能	
	1C	20F8-08: VLPCON	速度ループ比例制御切替機能	

- 注 1) 「オートチューニング特性」で「06: Trajectory2 軌跡制御 2(KP, FFGN マニュアル設定)」を選択時に、マニュアルで設定できます。
- 注 2) 「オートチューニング特性」で「02: Positioning3 位置決め制御 3(高応答用, FFGN マニュアル設定)」または「04: Positioning5 位置決め制御 5 (高応答用, 水平軸限定, FFGN マニュアル設定)」を選択時に、マニュアルで設定できます。
- 注 3) 「チューニングモード」で「01: AutoTun_JRAT-Fix オートチューニング [JRAT マニュアル設定]」を選択時に、マニュアルで設定できます。
- 注 4) 「オートチューニング特性」で「00: Positioning1 位置決め制御 1 (汎用)」、 「01: Positioning2 位置決め制御 2 (高応答用)」、 「02: Positioning3 位置決め制御 3 (高応答用, FFGN マニュアル設定)」、 「05: Trajectory1 軌跡制御 1」または、「06: Trajectory2 軌跡制御 2 (KP, FFGN マニュアル設定)」を選択時に、マニュアルで設定できます。

6.5.3 オートチューニング実行中に調整可能な主なパラメータ

- オートチューニング中に調整が可能な主なパラメータを以下に示します。

Group	ID	シンボル	名称
Group 1	00	2003-00: PCSMT	位置指令スムージング時定数
	01	2004-00: PCFIL	位置指令フィルタ
	07	2008-02: FFFIL	速度フィードフォワードフィルタ
	10	2009-00: VCFIL	速度指令フィルタ
	11	200A-00: VDFIL	速度検出フィルタ
	19	2064-01: TFFK	トルクフィードフォワードゲイン
	1A	2064-02: TFFAVE	トルクフィードフォワード平均化
	1B	2064-03: TFFOUT	トルクフィードフォワード出力先選択
	1F	202B00: TCFILOR	トルク指令フィルタ次数
	20	2014-01: TCNFILA	トルク指令ノッチフィルタ A
	21	2014-02: TCNFILB	トルク指令ノッチフィルタ B
	22	2014-03: TCNFILC	トルク指令ノッチフィルタ C
	23	2014-04: TCNFILD	トルク指令ノッチフィルタ D
	24	2014-05: TCNFIE	トルク指令ノッチフィルタ E
	25	2014-06: TCNFILF	トルク指令ノッチフィルタ F
	26	2014-07: TCNFILG	トルク指令ノッチフィルタ G
	27	2014-08: TCNFILH	トルク指令ノッチフィルタ H
	30	202D-01: TCNFPA	トルク指令ノッチフィルタ A 低域位相遅れ改善
	31	202D-02: TCNFDB	トルク指令ノッチフィルタ B 深さ選択
	32	202D-03: TCNFDC	トルク指令ノッチフィルタ C 深さ選択
	33	202D-04: TCNFDD	トルク指令ノッチフィルタ D 深さ選択
	34	202D-05: TCNFDE	トルク指令ノッチフィルタ E 深さ選択
	35	202D-06: TCNFDF	トルク指令ノッチフィルタ F 深さ選択
	36	202D-07: TCNFDDG	トルク指令ノッチフィルタ G 深さ選択
	37	202D-08: TCNFDDH	トルク指令ノッチフィルタ H 深さ選択
	38	205D-02: TCNFWB	トルク指令ノッチフィルタ B 幅選択
	39	205D-03: TCNFWC	トルク指令ノッチフィルタ C 幅選択
	3A	205D-04: TCNFWD	トルク指令ノッチフィルタ D 幅選択
	3B	205D-05: TCNFWE	トルク指令ノッチフィルタ E 幅選択
	3C	205D-06: TCNFWF	トルク指令ノッチフィルタ F 幅選択
	3D	205D-07: TCNFWDG	トルク指令ノッチフィルタ G 幅選択
	3E	205D-08: TCNFWDH	トルク指令ノッチフィルタ H 幅選択
	40	2013-00: VCNFIL	速度指令ノッチフィルタ

Group	ID	シンボル	名称
Group 2	20	2012-01: SUPFRQA1	FF 制振周波数 A1
	21	202C-00: SUPLVA	FF 制振制御レベル選択 A
	22	2012-05: SUPCRB	FF 制振制御特性選択 B
	23	2012-06: SUPFRQB1	FF 制振周波数 B1
	50	2067-01: CPVSFQ	CP 制振制御周波数
	51	2067-02: CPVSLV	CP 制振制御レベル
	52	2067-03: CPVSSH	CP 制振制御特性選択
Group 3	08	2012-02: SUPFRQA2	FF 制振周波数 A2
	09	2012-03: SUPFRQA3	FF 制振周波数 A3
	0A	2012-04: SUPFRQA4	FF 制振周波数 A4
	0B	2012-07: SUPFRQB2	FF 制振周波数 B2
	0C	2012-08: SUPFRQB3	FF 制振周波数 B3
	0D	2012-09: SUPFRQB4	FF 制振周波数 B4
Group 9	1E	2051-02: FBHPLS	微振動抑制パルス補正量
	1F	2051-03: FBHTIM	微振動抑制パルス補正回数
	74	20BA-00: VOVSDT	速度ループ積分減衰時定数(オーバーシュート抑制用)

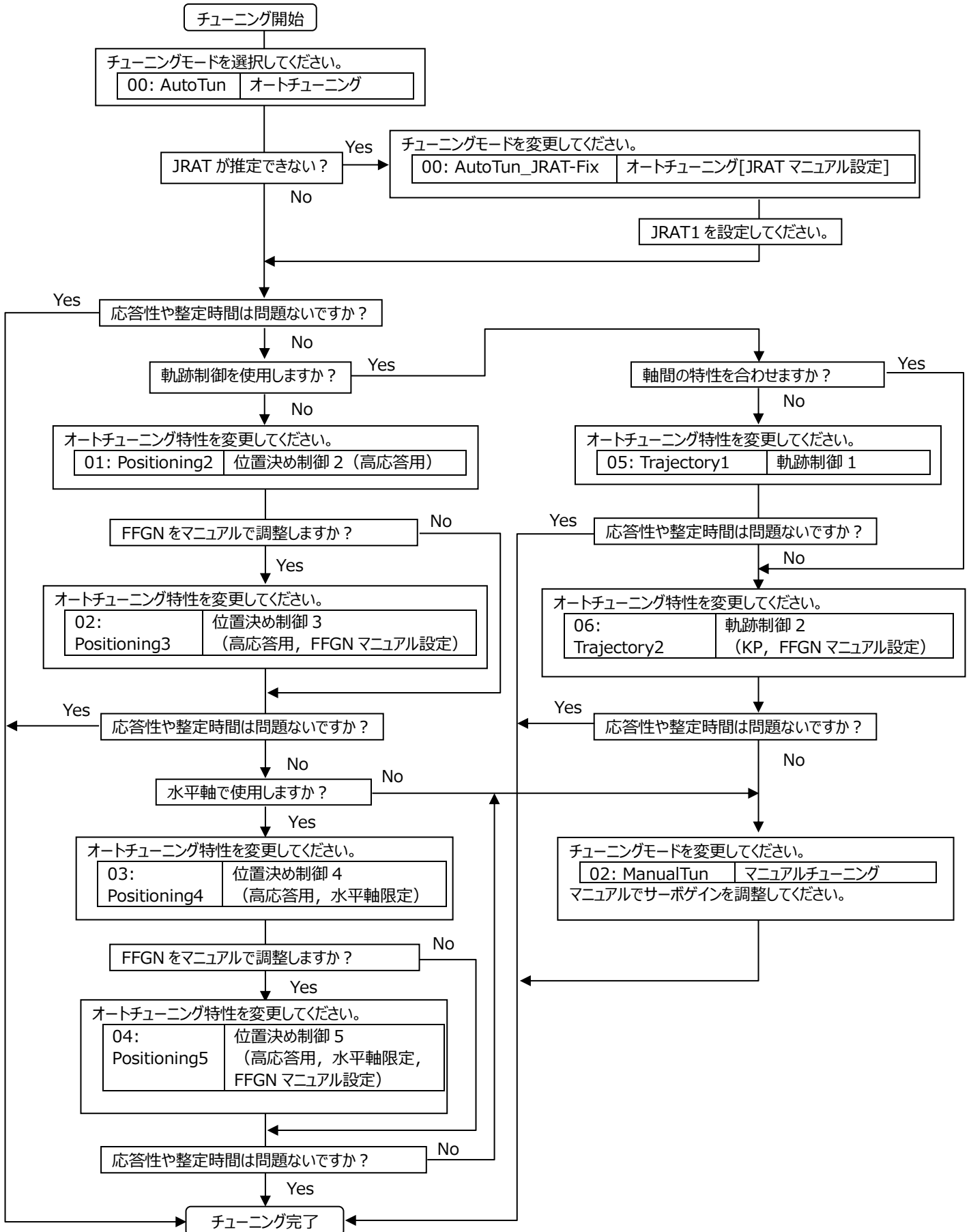
6.5.4 オートチューニング実行中に使用できない機能

- 以下の機能は、オートチューニング中に使用することができません。

Group	ID	シンボル	名称
Group 1	1C	200F-01: AFBK	加速度フィードバックゲイン
Group 2	30	2007-00: TRCPGN	高追従制御位置補償ゲイン
	31	200E-00: TRCVGN	高追従制御速度補償ゲイン
	13	2019-01: ANRFRQ1	モデル制御反共振周波数 1
	07	201A-01: RESFRQ1	モデル制御共振周波数 1
Group 4	22	2021-00: LOWV	低速度範囲
Group 6	13	20B0-01: GC1	ゲイン切換条件 1
	14	20B0-02: GC2	ゲイン切換条件 2
	19	20F8-0B: PLPCON	位置ループ比例制御切換機能
	1C	20F8-08: VLPCON	速度ループ比例制御切換機能
	33	20F8-0C: OBS	外乱オブザーバ機能
	35	2035-0B: SYNPCNEN	軸間同期補正比例制御切換機能

- ✓ 「外乱オブザーバ」は、オートチューニングと併用することはできません。オートチューニングを使用する場合は、「外乱オブザーバ機能」を「無効」としてください。
- ✓ 「軸間同期補正比例制御切換機能」は、「チューニングモード」で「01: AutoTun_JRAT-Fix (オートチューニング[JRAT マニュアル設定])」を選択している場合に限り、使用することができます。「チューニングモード」で「00: AutoTun(オートチューニング)」を選択する場合は、「軸間同期補正比例制御切換機能」を「無効」にしてください。
- ✓ 「低速度範囲」は、「オートチューニング特性」で「00: Positioning1 位置決め制御 1 (汎用)」、 「01: Positioning2 位置決め制御 2 (高応答用)」、 「02: Positioning3 位置決め制御 3 (高応答用, FFGN マニュアル設定)」、 「05: Trajectory1 軌跡制御 1」または、「06: Trajectory2 軌跡制御 2 (KP, FFGN マニュアル設定)」を選択している場合に限り、使用することができます。
- ✓ 「モデル追従制振制御」は、「チューニングモード」で「01: AutoTun_JRAT-Fix (オートチューニング[JRAT マニュアル設定])」を選択している場合に限り、使用することができます。「チューニングモード」で「00: AutoTun(オートチューニング)」を選択する場合は、「位置制御選択」で「00: Standard(標準位置制御)」または、「01: Model1(モデル追従制御)」を選択してください。

6.5.5 オートチューニング特性の選択



6.5.6 オートチューニングの調整方法

手順 1	<ul style="list-style-type: none"> ■ 負荷慣性モーメント比をドライバでリアルタイムに推定し、サーボゲインを自動調整する場合は、「チューニングモード」で「00: AutoTun オートチューニング」を選択してください。「負荷慣性モーメント比 1」にマニュアルで設定した値を基に、最適なサーボゲインを自動調整する場合は、「チューニングモード」で「01: AutoTun_JRAT-Fix オートチューニング [JRAT マニュアル設定]」を選択してください。
手順 2	<ul style="list-style-type: none"> ■ 「チューニングモード」を設定後、機械や装置に合わせた「オートチューニング特性」を選択します。
手順 3	<ul style="list-style-type: none"> ■ 次に指令を与えてモータを動作させ、装置の剛性に合わせて「オートチューニング応答性」を調整します。 <ul style="list-style-type: none"> ◆ 「オートチューニング応答性」を最初は低い値に設定し、上位装置から指令を与えて機械を 10~20 回程度動作させてください ◆ 機械を動作させた後で、応答性が低い、位置決め整定時間が遅いと感じた場合は、「オートチューニング応答性」を徐々に上げて機械を動作させ、応答性および整定時間の改善を試みてください。 ◆ 「オートチューニング応答性」を上げたとき機械に振動が生じた場合は、「オートチューニング応答性」の設定値を少し下げてください。 ✓ 機械に共振が生じた場合は、ノッチフィルタを設定することによって、共振を抑制することができます。「6.7.2 オートノッチフィルタチューニング機能」を使用して、機械共振を抑制するフィルタ周波数を設定してください。 ✓ 機械に振動が生じた場合は、FF 制振周波数を設定することによって、振動を抑制することができます。「6.11.3 オート FF 制振周波数チューニング」を使用して、機械系の振動を抑制するフィルタ周波数を設定してください。 ✓ 「01: AutoTun_JRAT-Fix オートチューニング [JRAT マニュアル設定]」においても、チューニング方法は同様です。

6.5.7 サーボゲイン調整パラメータのモニタ

オートチューニング使用時に、自動調整されるパラメータは、「デジタルオペレータ」、「セットアップソフトウェア」にてモニタすることができます。「デジタルオペレータ」の操作方法は、『1.導入編』の「デジタルオペレータの操作方法」にてご確認ください。

Group	ID	シンボル	名称
Monitor	50	JRAT MON	負荷慣性モーメント比モニタ
	51	MKP MON	モデル制御ゲインモニタ
	52	KP MON	位置ループ比例ゲインモニタ
	54	KVP MON	速度ループ比例ゲインモニタ
	55	TVI MON	速度ループ積分時定数モニタ
	56	TCFIL MON	トルク指令フィルタモニタ

6.5.8 オートチューニング時の結果を使用したマニュアルチューニング方法

マニュアルチューニングをおこなう場合に、オートチューニングの結果を一括保存して使用することができます。
「デジタルオペレータ」の操作方法は、[『1.導入編』の「デジタルオペレータの操作方法」](#)にてご確認ください。
にてご確認ください。

「セットアップソフトウェア」では、「オートチューニング」→「オートチューニング結果保存」を実行してください。

■ 保存されるパラメータ

Group	ID	シンボル	名称
Group 1	02	2005-01: KP1	位置ループ比例ゲイン 1
	06	2008-01: FFGN	速度フィードフォワードゲイン
	12	200B-01: KVP1	速度ループ比例ゲイン 1
	13	200C-01: TVI1	速度ループ積分時定数 1
	14	200D-01: JRAT1	負荷慣性モーメント比 1
	1C	200F-01: AFBK	加速度フィードバックゲイン
	1E	2011-01: TCFIL1	トルク指令フィルタ 1
Group 2	10	2017-01: KM1	モデル制御ゲイン 1
	15	2068-02: MFFGN	モデル速度フィードフォワードゲイン
	30	2007-00: TRCPGN	高追従制御位置補償ゲイン
	31	200E-00: TRCVGN	高追従制御速度補償ゲイン
Group 4	22	2021-00: LOWV	低速度範囲
Group 6	19	20F8-0B: PLPCON	位置ループ比例制御切替機能
	1C	20F8-08: VLPCON	速度ループ比例制御切替機能

6.6 マニュアルチューニング機能

アドバンスドチューニングやオートチューニングでは満足する調整ができなかった場合、マニュアルチューニングモードを使用して、すべてのゲインをマニュアルで調整することができます。

■ 設定パラメータ

Group	ID	シンボル	名称
Group 2	01	2002-01: TUNMODE	チューニングモード

◆ 「チューニングモード」

「02: ManualTun マニュアルチューニング」を選択してください。

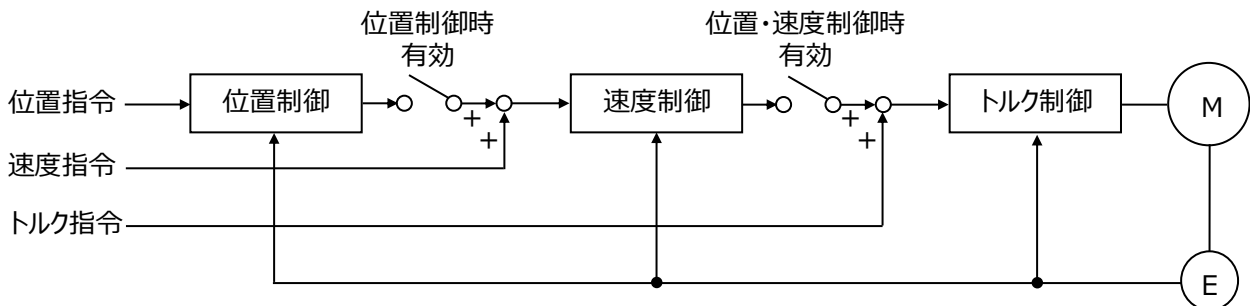
6.6.1 サーボ系の構成とサーボ調整パラメータの説明

■ サーボ系の構成

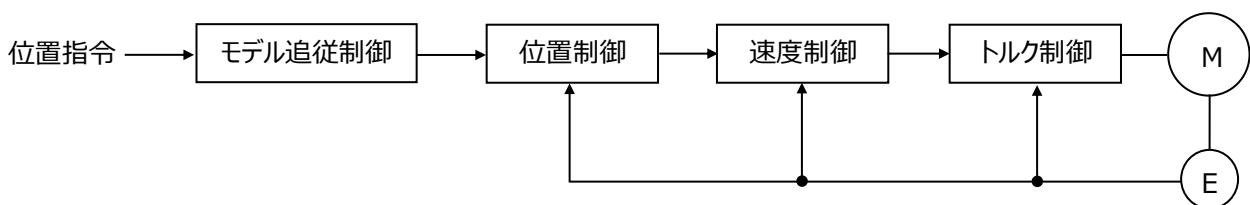
サーボ系は「位置制御・速度制御・トルク制御」により構成されています。

また、機械系を含めたモデル制御系を構成し、位置指令をモデル制御系に入力し、モデル制御系に追従するよう位置制御・速度制御・トルク制御をおこなう「モデル追従制御」も付加されています。

◆ モデル追従制御未使用



◆ モデル追従制御使用



■ サーボ調整の概要

制御系の応答性は「位置制御 < 速度制御 < トルク制御」の関係にする必要があります。この関係が崩れると系が不安定になり、振動する場合があります。

モデル追従制御の応答性は「モデル追従制御 = 位置制御」または「モデル追従制御 > 位置制御」を目安に調整してください。

■ サーボ調整パラメーター一覧

Group	ID	シンボル	名称
Group 1	00	2003-00: PCSMT	位置指令スムージング時定数
	01	2004-00: PCFIL	位置指令フィルタ
	02	2005-01: KP1	位置ループ比例ゲイン 1
	06	2008-01: FFGN	速度フィードフォワードゲイン
	07	2008-02: FFFIL	速度フィードフォワードフィルタ
	12	200B-01: KVP1	速度ループ比例ゲイン 1
	13	200C-01: TVI1	速度ループ積分時定数 1
	14	200D-01: JRAT1	負荷慣性モーメント比 1
	1E	2011-01: TCFIL1	トルク指令フィルタ 1
Group 2	10	2017-01: KM1	モデル制御ゲイン 1
	11	2068-01: MZETA	モデル制御減衰係数
	1A	2018-00: OSSFIL	オーバーシュート抑制フィルタ
	30	2007-00: TRCPGN	高追従制御位置補償ゲイン
	31	200E-00: TRCVGN	高追従制御速度補償ゲイン

- ◆ 「位置指令スムージング時定数」
位置指令パルスを実滑にする移動平均フィルタです。位置指令パルスが粗い場合に、このパラメータを設定することで、位置指令パルスを滑らかにできます。
- ◆ 「位置指令フィルタ」
位置指令分解能が低い場合は、このパラメータを設定して、位置指令に含まれるリップル分を抑制してください。大きくするほどリップル抑制効果は高まりますが、遅れが増加します。
✓ 「高追従制御位置補償ゲイン」を 0%以外に設定した場合は、このパラメータは自動設定されます。
- ◆ 「位置ループ比例ゲイン 1」
位置制御の応答性を設定します。 $KP1[1/s]=KVP1[Hz]/4 \cdot 2\pi$ を目安に設定してください。
- ◆ 「速度フィードフォワードゲイン」
このゲインを上げることで、位置指令に対する追従性を向上させることができます。
位置決め制御では、30～40%程度を目安に設定します。
✓ 「高追従制御位置補償ゲイン」を 0%以外に設定した場合は、このパラメータは自動設定されます。
- ◆ 「速度フィードフォワードフィルタ」
位置指令分解能が低い場合は、このパラメータを設定して、リップル分を抑制してください。
- ◆ 「高追従制御位置補償ゲイン」
位置指令の分解能が高い場合で追従性を向上させたい場合に、高追従制御速度補償ゲイン調整後にこのパラメータを大きくすると、追従性を改善することができます。

ユーザーズマニュアル(調整編)

- ◆ 「速度ループ比例ゲイン 1」
速度制御の応答性を設定します。機械系が振動せず、安定に動作する範囲で、できるだけ高い値を設定してください。「負荷慣性モーメント比 1」が正確に設定されていれば、「速度ループ比例ゲイン 1」として設定した値が、速度制御の応答帯域となります。
- ◆ 「速度ループ積分時定数 1」
 $TVI1[ms]=1000/(KVP1[Hz])$ を目安に設定してください。
- ◆ 「負荷慣性モーメント比 1」
下記の算出値を設定してください。

$$JRAT = \frac{\text{モータ軸換算負荷慣性モーメント}(JL)}{\text{ロータ慣性モーメント}(JM)} \times 100\%$$

- ✓ ロータ慣性モーメントは、「2.モータ編」を参照してください。
- ◆ 「高追従制御速度補償ゲイン」
補償ゲインを上げることで追従性を向上させることができます。位置決め整定時間が短くなるように調整してください。
 - ✓ 本機能を使用する場合は、「負荷慣性モーメント比 1」を適切に設定してください。
 - ✓ 動作中に「速度ループ比例制御切替機能」を使用する場合は、0%に設定してください。
- ◆ 「トルク指令フィルタ 1」
機械系の剛性が高い場合は、設定値を高くすることにより「速度ループ比例ゲイン 1」を高く設定することができますようになります。機械系の剛性が低い場合は、設定値を下げることで高周波領域の共振や異音を抑えることができますようになります。
- ◆ モデル制御ゲイン 1
モデル追従制御位置制御器の比例ゲインです。KM1≒KP1 を目安に調整してください。
- ◆ モデル制御減衰係数
モデル追従制御の速度比例ゲインを変更するパラメータです。
0%でモデル速度比例ゲイン=3×KM1、100%でモデル速度比例ゲイン=4×KM1 になります。
- ◆ オーバーシュート抑制フィルタ
モデル追従制御でのオーバーシュートを抑制するフィルタのカットオフ周波数を設定します。
位置偏差にオーバーシュートが生じる場合、設定値を下げてください。

6.6.2 トルク制御の基本的なマニュアルチューニング方法

- 通常のトルク制御では、ゲイン調整は必要ありません。
- 「速度制限機能付きトルク制御」では、「6.6.3 速度制御の基本的なマニュアルチューニング方法」に従って、速度制限状態の速度制御特性を調整してください。
- 「トルク指令フィルタ 1」は、機械系の剛性が高い場合は、設定値を高くすることにより「速度ループ比例ゲイン 1」を高く設定することができるようになります。
機械系の剛性が低い場合は、設定値を下げることで高周波領域の共振や異音を抑えることができるようになります。

6.6.3 速度制御の基本的なマニュアルチューニング方法

- 「速度ループ比例ゲイン 1」は、発振せず、安定に動作する範囲で、できるだけ高い値を設定してください。振動が生じた場合は、設定値を下げてください。
- 「速度ループ積分時定数 1」は、 $TVI1[ms]=1000/KVP1[Hz]$ を目安に設定してください。
- 「高追従制御速度補償ゲイン」は、位置決め整定時間が短くなるように調整してください。
 - ✓ 本機能を使用する場合は、「負荷慣性モーメント比 1」を適切に設定してください。
 - ✓ 動作中に「速度ループ比例制御切替機能」を使用する場合は、0%に設定してください。
- ✓ 機械系の共振などでゲインを大きくできず、満足な応答性が得られない場合、トルク指令ノッチフィルタを使用して、共振を抑制してから再度調整してください。

6.6.4 位置制御の基本的なマニュアルチューニング方法

- 「速度ループ比例ゲイン 1」は、発振せず、安定に動作する範囲で、できるだけ高い値を設定してください。振動が生じた場合は、設定値を下げてください。
- 「速度ループ積分時定数 1」は、 $TVI1[ms]=1000/KVP1[Hz]$ を目安に設定してください。
- 「高追従制御速度補償ゲイン」は、位置決め整定時間が短くなるように調整してください。
 - ✓ 本機能を使用する場合は、「負荷慣性モーメント比 1」を適切に設定してください。
 - ✓ 動作中に「速度ループ比例制御切換機能」を使用する場合は、0%に設定してください。
- 「位置指令スムージング時定数」は、位置指令パルスを滑らかにしたい場合に調整してください。
- 「位置指令フィルタ」は、位置指令分解能が低い場合に調整してください。
 - ✓ 「高追従制御位置補償ゲイン」を0%以外に設定した場合は、このパラメータは自動設定されます。
- 「位置ループ比例ゲイン 1」は、 $KP1[1/s]=KVP1[Hz]/4 \cdot 2\pi$ を目安に設定してください。振動が生じた場合は、設定値を下げてください。
- 「速度フィードフォワードゲイン」は、30~40%程度を目安に設定してください。
 - ✓ 「高追従制御位置補償ゲイン」を0%以外に設定した場合は、このパラメータは自動設定されます。
- 「速度フィードフォワードフィルタ」は、位置指令分解能が低い場合に調整してください。
- 「高追従制御位置補償ゲイン」は、位置指令の分解能が高い場合で、追従性を向上させたい場合に、「高追従速度補償ゲイン」を調整後に調整してください。
- ✓ 機械系の共振などでゲインを大きくできず、満足な応答性が得られない場合、トルク指令ノッチフィルタを使用して、共振を抑制してから再度調整してください。

6.6.5 モデル追従制御のマニュアルチューニング方法

- 「速度ループ比例ゲイン 1」は、発振せず、安定に動作する範囲で、できるだけ高い値を設定してください。振動が生じた場合は、設定値を下げてください。
- 「速度ループ積分時定数 1」は、 $TVI1[ms]=1000/KVP1[Hz]$ を目安に設定してください。
- 「位置ループ比例ゲイン 1」は、 $KP1[1/s]=KVP1[Hz]/4 \cdot 2\pi$ を目安に設定してください。
- 「モデル制御ゲイン 1」は、 $KM1 \approx KP1$ を目安に設定してください。
振動が生じた場合は、設定値を下げてください。
応答性が低い場合は、「モデル制御ゲイン 1[KM1]」を 1.1～1.2 倍程度の値に変更してください。
- 「モデル制御減衰係数」は、応答性を上げたい場合は、KM を上げた上で、設定値を下げてください。
- 「オーバーシュート抑制フィルタ」は、位置偏差にオーバーシュートが生じる場合、設定値を下げてください。
- ✓ 機械系の共振などでゲインを大きくできず、満足な応答性が得られない場合、トルク指令ノッチフィルタを使用して、共振を抑制してから再度調整してください。

6.7 機械共振を抑制する機能

6.7.1 トルク指令フィルタ

設定値を下げることで、高周波領域の機械共振や異音を抑えることができます。

■ パラメーター一覧

Group	ID	シンボル	名称
Group 1	1E	2011-01: TCFIL1	トルク指令フィルタ 1
	1F	202B-00: TCFILOR	トルク指令フィルタ次数

- ◆ 「トルク指令フィルタ 1」
トルク指令に含まれる高周波成分を除去するローパスフィルタです。カットオフ周波数を設定します。
- ◆ 「トルク指令フィルタ次数」
トルク指令フィルタの次数を設定します。

■ 使用方法

- ◆ 高周波領域に機械共振や異音がある場合、トルク指令フィルタの次数を設定し、カットオフ周波数を下げてください。次数を高くするほど遮断特性は急峻になり、カットオフ周波数を下げるほど、フィルタリング効果は大きくなります。ただし、カットオフ周波数を下げすぎると、ゲイン余裕や位相余裕が低下して速度制御系が不安定になります。速度制御系の応答を下げずに機械共振や異音を抑制したい場合は、トルク指令ノッチフィルタを使用してください。

6.7.2 オートノッチフィルタチューニング

ノッチフィルタは、機械系のカップリングや、剛性に起因した高周波共振を抑制することができます。「オートノッチフィルタチューニング」では、モータを短時間動作させて、簡単に機械系の共振周波数を探することができます。

オートノッチフィルタで検出できる範囲は 100Hz～1990Hz で、「トルク指令ノッチフィルタ H」に設定されます。

■ パラメータ一覧

Group	ID	シンボル	名称
Group 2	05	2002-07: ANFILTC	オートノッチフィルタチューニングのトルク指令値
Group 1	27	2014-08: TCNFILH	トルク指令ノッチフィルタ H

- ◆ オートノッチフィルタチューニングのトルク指令値
オートノッチフィルタチューニング実行時に、モータに与えるトルクの指令値を設定します。
 - ✓ 値を大きくするとチューニング精度が向上しますが、機械の動きが大きくなるので注意してください。
- ◆ トルク指令ノッチフィルタ H
オートノッチフィルタチューニングにより、自動的にトルク指令ノッチフィルタ H に調整結果が保存されます。

■ 使用方法

- ◆ オートノッチフィルタチューニングは、セットアップソフトウェアまたは EtherCAT 通信 (Index 0x2002: オートチューニング, Sub-Index 04: ノッチ/FF 制振周波数/チューニング結果保存) を操作し実行します。
 - ◆ セットアップソフトウェアの操作方法は、「MEGATORQUE MOTOR SETUP for EGC」を参照してください。デジタルオペレータの操作方法は、『1.導入』の「デジタルオペレータの操作方法」を参照してください。
 - ◆ チューニング結果は「トルク指令ノッチフィルタ H」に自動的に保存されます。
 - ◆ オートノッチフィルタチューニングを使用しても機械系の共振が収まらない場合は、共振点がいくつかある場合があります。このようなときは、システムアナリシス機能を使用して機械系の共振周波数を調査し、トルク指令ノッチフィルタ A, B, C, D, E, F, G を使用して各共振を抑制してください (マニュアル設定)。それでも、共振が収まらないときは、「オートチューニング応答性」、もしくは、「速度ループ比例ゲイン 1」が高すぎる可能性があります。「オートチューニング応答性」、もしくは、「速度ループ比例ゲイン 1」を下げて使用してください。
- ✓ オートノッチフィルタ実行時は、ノッチフィルタの深さは「トルク指令ノッチフィルタ H 深さ選択」に設定されている値を使用し、幅は「トルク指令ノッチフィルタ H 幅選択」に設定されている値を使用します。
 - ✓ トルク指令ノッチフィルタ機能は、オートチューニングと併用することができます。
 - ✓ オートノッチフィルタチューニング実行中は、保持トルクが低下します。垂直軸等では使用しないでください。
 - ✓ オートノッチフィルタチューニング時は、速度 FB ワーニングが発生することがありますが、異常ではありません
 - ✓ セットアップソフトで強制終了した場合、または EtherCAT で「ノッチ/FF 制振周波数/チューニング結果保存の実行モニタ」が異常終了した場合は、「トルク制限値」を上げるか「オートノッチフィルタチューニングのトルク指令値」を下げて再実行してください。

6.7.3 適応ノッチフィルタ

モータ駆動中に機械系の共振周波数を推定し、制御系に反映することで、機械振動の周波数変動に適応する振動抑制動作を実現します。機械系の共振周波数の変動による共振を抑制することができます。

適応できる周波数範囲は、100Hz～1000Hzです。

■ パラメーター一覧

Group	ID	シンボル	名称
Group 2	45	2060-01: ADNFH	適応ノッチフィルタ機能 H
	42	2060-02: ADNFUH	適応ノッチフィルタ周波数上限 H
	43	2060-03: ADNFLH	適応ノッチフィルタ周波数下限 H
	47	2060-04: ADNSVH	適応ノッチフィルタ H 自動保存

- ◆ 「適応ノッチフィルタ機能 H」
適応ノッチフィルタの有効、無効を設定します。
- ◆ 「適応ノッチフィルタ周波数上限 H」
共振周波数の上限値を設定します。
適応ノッチフィルタ周波数の下限値より高い値を設定してください。
- ◆ 「適応ノッチフィルタ周波数下限 H」
共振周波数の下限値を設定します。
適応ノッチフィルタ周波数の上限値より低い値を設定してください。
- ◆ 「適応ノッチフィルタ H 自動保存」
適応ノッチフィルタの結果の保存を設定します。

■ 使用方法

- ◆ システムアナリシスを使用して、共振周波数を計測してください。または、オートノッチチューニングで共振周波数を検出し「トルク指令ノッチフィルタ H」を設定してください。
(システムアナリシスの使い方は、「MEGATORQUE MOTOR SETUP for EGC」を参照してください。)
 - ◆ 「適応ノッチフィルタ周波数上限 H」、「適応ノッチフィルタ周波数下限 H」には、システムアナリシスの結果から機械系の共振周波数の変動を考慮した値を設定してください。適応ノッチフィルタは設定した周波数の上限値と下限値の間で動作します。
 - ◆ 「適応ノッチフィルタ機能 H」で「常時適用」を選択することで、機能有効となります。
 - ◆ 適応ノッチフィルタは、「トルク指令ノッチフィルタ H」の値を初期値として動作開始します。
 - ◆ 適応ノッチフィルタのチューニング結果は、「トルク指令ノッチフィルタ H」に、30 分毎に自動で保存されます。
 - ◆ 自動保存をおこなわない場合は、「適応ノッチフィルタ H 自動保存」で「保存しない」を選択してください。
- ✓ 適応ノッチフィルタ機能が有効になると、「トルク指令ノッチフィルタ H の深さ選択」、「トルク指令ノッチフィルタ H の幅選択」は 0 に、固定されます。
- ✓ 以下の条件では共振周波数を正しく推定することができません。「適応ノッチフィルタ機能 H」を無効に設定しご使用ください。
- ◆ 共振周波数が「速度ループ比例ゲイン[KVP]」の 3 倍以下の場合
 - ◆ 共振の振幅が小さい場合、または「速度ループ比例ゲイン」が低く、モータの速度に共振の影響が現れない場合
 - ◆ 機械系に複数の共振がある場合
 - ◆ 位置指令分解能が低い場合
(対処方法: 「位置指令スムージング時定数」を設定してください)
- ✓ タンデム運転との併用はできません。

6.8 ループゲインを高めるための機能

6.8.1 速度ループ位相進み補償

「速度ループ比例ゲイン」をさらに上げられるよう、速度制御系の位相遅れを補償する機能です。ゲイン余裕・位相余裕を増やして、「速度ループ比例ゲイン」を高くしたい場合に使用してください。

■ パラメーター一覧

Group	ID	シンボル	名称
Group 1	12	200B-01: KVP1	速度ループ比例ゲイン 1
	15	2062-01: VPLHLK	速度ループ位相進み補償ゲイン
	16	2062-02: VPLHLF	速度ループ位相進み補償周波数

- ◆ 「速度ループ位相進み補償ゲイン」
速度ループ位相進み補償の補償量を設定します。

✓ 0%に設定すると、機能無効となります。

- ◆ 「速度ループ位相進み補償周波数」
速度ループ位相進み補償の補償周波数を設定します。

■ 使用方法

- ◆ システムアナリシスを使用して機械の周波数特性を取得してください。（システムアナリシスを使用する場合は、「MEGATORQUE MOTOR SETUP for EGC」を参照してください。）

- ◆ 「速度ループ位相進み補償周波数」を、位相を進めたい周波数に調整します。
「速度ループ比例ゲイン 1」の 3 倍程度が目安になります。

- ◆ 「速度ループ位相進み補償ゲイン」を高くすると、高域の機械共振が大きくなります。高域の機械共振が許容できる範囲で、「速度ループ位相進み補償ゲイン」を上げることができます。

- ◆ 「速度ループ比例ゲイン 1」付近のゲイン余裕と位相余裕が許容できる値まで、「速度ループ比例ゲイン 1」を上げられます。

✓ アドバンスドチューニングでは、パラメータが自動設定されます。

6.8.2 位置ループ位相進み補償

「位置ループゲイン 1」をさらに上げられるよう、位置制御系の位相遅れを補償する機能です。
「位置ループゲイン 1」を高くしたい場合に使用してください。

■ パラメーター一覧

Group	ID	シンボル	名称
Group 1	02	2005-01: KP1	位置ループ比例ゲイン 1
	04	2061-01: PLPHLK	位置ループ位相進み補償ゲイン
	05	2061-02: PLPHLF	位置ループ位相進み補償周波数

- ◆ 「位置ループ位相進み補償ゲイン」
位置ループ位相進み補償の補償量を設定します。

✓ 0%に設定すると、機能無効となります。

- ◆ 「位置ループ位相進み補償周波数」
位置ループ位相進み補償の補償周波数を設定します。

■ 使用方法

- ◆ 「位置ループ位相進み補償周波数」を、位相を進めたい周波数に調整します。
「位置ループ比例ゲイン 1」の 4 倍程度($KP[1/s]/2\pi \times 4[Hz]$)が目安になります。
- ◆ 「位置ループ位相進み補償ゲイン」を高くすると、高域の位置ゲインが大きくなります。高域の速度指令リップルが許容できる範囲で、「位置ループ位相進み補償ゲイン」を上げることができます。
- ◆ 位置のオーバーシュート量が許容できる値まで、「位置ループ比例ゲイン 1」を上げることができます。
- ◆ モータ動作中には、設定値の変更をおこなわないでください。

6.9 外乱の影響を抑制する機能

モータに外部から加わる外乱トルクの影響を抑制する機能です。

6.9.1 高積分制御

「速度ループ積分時定数 1」をさらに下げて、外乱による制御系への影響を抑制させる場合に使用します。速度積分制御系の位相遅れを補償します。

ゲイン余裕・位相余裕を増やして、「速度ループ積分時定数 1」を小さくしたい場合に使用してください。

■ パラメーター一覧

Group	ID	シンボル	名称
Group 1	12	200B-01: KVP1	速度ループ比例ゲイン 1
	13	200C-01: TVI1	速度ループ積分時定数 1
	17	2063-01: HKVIK	高積分制御ゲイン
	18	2063-02: HKVIF	高積分制御周波数

- ◆ 「高積分制御ゲイン」
高積分制御の補償量を設定します。
 - ✓ 0%に設定すると、機能無効となります。
- ◆ 「高積分制御周波数」
速度積分制御系に対して、位相遅れを補償する周波数を設定します。

■ 使用方法

- ◆ 「高積分制御周波数」を、位相を進めたい周波数に調整します。
「速度ループ比例ゲイン 1」の 1～2 倍程度が目安になります。
- ◆ 「高積分制御ゲイン」を高くすると、高域の機械共振が大きくなります。高域の機械共振が許容できる範囲で、「高積分制御ゲイン」を上げることができます。
- ◆ 「速度ループ比例ゲイン 1」付近のゲイン余裕と位相余裕が許容できる値まで、「速度ループ積分時定数 1」を下げるすることができます。
- ✓ 高積分制御は、高追従制御と併用することはできません。高積分制御を使う場合は、「高追従制御速度補償ゲイン」を 0%に設定してください。

6.9.2 外乱オブザーバ

外乱オブザーバは、モータに外部から加わる外乱トルクをドライバ内部で推定し、外乱トルクに対する補償をトルク指令に加算することで、外乱トルクの影響を抑制します。

■ パラメーター一覧

Group	ID	シンボル	名称
Group 6	33	20F8-0C: OBS	外乱オブザーバ機能
Group 9	14	2016-01: OBCHA	オブザーバ特性
	15	2016-02: OBG	オブザーバ補償ゲイン
	16	2016-03: OBLPF	オブザーバ出力ローパスフィルタ
	17	2016-04: OBNFIL	オブザーバ出力ノッチフィルタ
	18	2016-05: OBJLJM	オブザーバ負荷慣性モーメント比
	19	2016-06: OBPGIN	オブザーバ比例ゲイン
	1A	2016-07: TESLPF	負荷トルクモニタローパスフィルタ
	1B	2016-08: OBLPFT	オブザーバ入力ローパスフィルタ

- ◆ 「外乱オブザーバ機能」
外乱オブザーバ機能の有効条件を割り当てます。
- ◆ 「オブザーバ特性」
「0: 自動設定」にすることで、「オブザーバ比例ゲイン」と「オブザーバ出力ローパスフィルタ」および「オブザーバ入力ローパスフィルタ」が自動で設定されます。「オブザーバ比例ゲイン」と「オブザーバ出力ローパスフィルタ」はレゾルバ分解能に応じて自動で設定されます。手動で設定したい場合は、「1: マニュアル設定」としてください。
- ◆ 「オブザーバ補償ゲイン」
外乱オブザーバの補償ゲインです。
- ◆ 「オブザーバ出力ローパスフィルタ」
オブザーバ補償に含まれる高周波域の成分を除去する一次のローパスフィルタです。
「オブザーバ特性」が「0: 自動設定」の場合は、設定値によらず、自動設定となります。
- ◆ 「オブザーバ出力ノッチフィルタ」
オブザーバ補償から任意の周波数成分を除去するノッチフィルタです。
- ◆ 「オブザーバ負荷慣性モーメント比」
オブザーバで使用するオブザーバ負荷慣性モーメント比です。

ユーザズマニュアル(調整編)

- ◆ 「オブザーバ比例ゲイン」
オブザーバ比例ゲインです。
「オブザーバ特性」が「0: 自動設定」の場合は、設定値によらず、自動設定となります。
- ◆ 「負荷トルクモニタローパスフィルタ」
オブザーバ出力ローパスフィルタ後の負荷トルクモニタ(推定値)に対する一次のローパスフィルタのカットオフ周波数を設定します。
- ◆ 「オブザーバ入力ローパスフィルタ」
オブザーバ入力に含まれる高周波域の成分を除去する一次のローパスフィルタです。
「オブザーバ特性」が「0: 自動設定」の場合は、設定値によらず、自動設定となります。

■ 使用方法

- ◆ 「外乱オブザーバ機能」で選択した条件を満たした時、機能有効となります。
例 : 「01: Always_Enable」を選択した場合、常に機能有効となります。
- ◆ 「オブザーバ特性」は「0: 自動設定」にしてください。
- ◆ 「オブザーバ補償ゲイン」は、小さな値から徐々に設定値を上げてください。「オブザーバ補償ゲイン」を上げるほど、外乱の抑圧特性は改善されます。ただし、高くしすぎると発振することがありますので、発振しない範囲でご使用ください。
- ◆ 「オブザーバ出力ノッチフィルタ」は、「オブザーバ補償ゲイン」を高く設定した場合に、高周波領域の発振を抑制するために使用してください。
- ◆ 「オブザーバ負荷慣性モーメント比」は、負荷慣性モーメントに合わせて設定してください。
- ◆ 「負荷トルクモニタローパスフィルタ」は、負荷トルクモニタ(推定値)を滑らかにしたい場合は設定値を下げ、応答を高くしたい場合は設定値を上げてください。
- ◆ モータ動作中には、設定値の変更をおこなわないでください。

6.9.3 摩擦補償

機械系の摩擦に応じたパラメータを設定することにより、トルク指令に対して摩擦分の補償をおこないます。

■ パラメーター一覧

Group	ID	シンボル	名称
Group 9	28	205C-01: CLMBFRC	クーロン摩擦補償量
	29	205C-04: CLMBFRV	クーロン摩擦速度
	2A	205C-02: VISCFRC	粘性摩擦補償量

- ◆ 「クーロン摩擦補償量」
クーロン摩擦の大きさを設定します。
- ◆ 「クーロン摩擦速度」
クーロン摩擦が一定になる回転速度を設定します。
- ◆ 「粘性摩擦補償量」
粘性摩擦の大きさを設定します

■ 使用方法

- ◆ 機械系の摩擦特性に応じたパラメータを設定してください。
- ◆ 摩擦の補償効果が大きすぎる場合は、設定する摩擦補償量の値を下げてください。
- ✓ アドバンスドチューニングでは、機械系の摩擦に応じたパラメータが自動設定されます。
- ✓ ご使用時は、速度ループ比例制御切替機能は無効、速度ループ積分時定数は 1000.0ms 以外の設定にしてください。

6.9.4 重力補償

機械系の重力に応じたパラメータを設定することにより、トルク指令に対して重力分の補償をおこないます。

■ パラメーター一覧

Group	ID	シンボル	名称
Group 9	2B	205C-03: GRVTCMP	重力補償量

- ◆ 「重力補償量」
モータ軸換算の重力の大きさを設定します。

■ 使用方法

- ◆ モータ軸換算の重力トルクに応じたパラメータを設定してください。
- ◆ 重力の補償効果が大きすぎる場合は、設定する重力補償量の値を下げてください。
- ✓ アドバンスドチューニングでは、モータ軸換算の重力トルクに応じたパラメータが自動設定されます。
- ✓ 水平軸では使用しないでください。
- ✓ ご使用時は、速度ループ比例制御切替機能は無効、速度ループ積分時定数は 1000.0ms 以外の設定にしてください。

6.10 指令に対する応答性を高める機能

6.10.1 速度フィードフォワード補償

位置制御時に速度指令をフィードフォワード補償し、位置指令に対する応答性を改善する機能です。一定速度時の溜りパルスを小さくして軌跡精度を向上させたい場合や、位置決め整定時間を短縮させたい場合に使用します。

■ パラメーター一覧

Group	ID	シンボル	名称
Group 1	06	2008-01: FFGN	速度フィードフォワードゲイン
	07	2008-02: FFFIL	速度フィードフォワードフィルタ

- ◆ 「速度フィードフォワードゲイン」
速度フィードフォワードの補償量を設定します。
 - ✓ 0%に設定すると、機能無効となります。
 - ✓ 位置制御の時、使用することができます。
 - ✓ 速度制御やトルク制御、モデル追従（制振）制御では、機能無効となります。
 - ✓ 高追従制御位置補償ゲインを0%以外に設定した場合は、高追従制御位置補償ゲインに基づく値に設定されます。
 - ✓ 「オートチューニング特性」を「02: Positioning3 位置決め制御 3」「04: Positioning5 位置決め制御 5」「06: Trajectory2 軌跡制御 2」に設定している場合に、オートチューニングと併用することができます。それ以外に設定している場合は自動設定されます。

 - ◆ 「速度フィードフォワードフィルタ」
速度フィードフォワード補償のフィルタリングができます。
- 使用方法
- ◆ 位置指令の分解能が粗い場合は「速度フィードフォワードフィルタ」を設定してください。
 - ◆ 「速度フィードフォワードゲイン」を高くすることにより、位置指令に対する応答性が改善します。ただし、高くしすぎると位置偏差にオーバーシュートを生じますので、許容できるオーバーシュート量の範囲で「速度フィードフォワードゲイン」を高くしてください。
 - ◆ モータ動作中には、設定値の変更をおこなわないでください。

6.10.2 トルクフィードフォワード補償

位置制御、速度制御時にトルク指令をフィードフォワード補償し、速度指令に対する応答性を改善する機能です。一定加速度時の速度偏差を小さくして軌跡精度を向上させたい場合や、位置決め整定時間を短縮させたい場合に使用します。

■ パラメーター一覧

Group	ID	シンボル	名称
Group 1	19	2064-01: TFFK	トルクフィードフォワードゲイン
	1A	2064-02: TFFAVE	トルクフィードフォワード平均化
	1B	2064-03: TFFOUT	トルクフィードフォワード出力先選択

- ◆ 「トルクフィードフォワードゲイン」
トルクフィードフォワードの補償量を設定します。
 - ✓ 0%に設定すると、機能無効となります。
 - ✓ 位置制御と速度制御の時、使用することができます。
 - ✓ 位置制御では、「速度フィードフォワードゲイン」が0%の場合、機能無効となります。
 - ✓ トルク制御では、機能無効となります。
 - ✓ モデル追従（制振）制御では、機能無効となります。
 - ✓ 「チューニングモード」を「01: AutoTun_JRAT-Fix オートチューニング[JRAT マニュアル設定]」に設定している場合、オートチューニングと併用することができます。

- ◆ 「トルクフィードフォワードゲイン平均化」
トルクフィードフォワード入力の平均化回数を選択します。

- ◆ 「トルクフィードフォワード出力先選択」
トルクフィードフォワード補償量の出力を加算するポイントを選択します。

■ 使用方法

- ◆ 「負荷慣性モーメント比」を適切に設定してください。
位置制御の場合は「速度フィードフォワードゲイン」を調整したのち、「トルクフィードフォワードゲイン」を上げ応答性を改善してください。
速度制御の場合は「トルクフィードフォワードゲイン」を上げ応答性を改善してください。

- ◆ モータの動作が振動的になる場合は、「トルクフィードフォワード平均化」を設定してください。トルク指令ローパスフィルタの周波数が低い場合は、「トルクフィードフォワード出力先選択」をトルク指令フィルタ後に変更し、効果を確認してください。

6.10.3 モデル追従制御

モデル制御は、機械系を含めたモデル制御系をドライバ内に構成し、モデル制御系に追従するように実際のモータを駆動し、応答性を高める制御手法です。

■ パラメータ一覧

System	ID	シンボル	名称
Group 1	30	6060-00: OPEMODE	オペレーションモード
	07	20F3-01: PCNTSEL	位置制御選択

- ◆ 「オペレーションモード」
「8: CSP サイクル同期位置モード」または「1: PP プロファイル位置モード」を選択してください。
- ◆ 「位置制御選択」
「01: Model1 モデル追従制御」を選択してください。
- ✓ 速度制御、またはトルク制御の場合、モデル追従制御は使用できません。
- ✓ モデル追従制御は、オートチューニングと併用することができます。

■ 使用方法

- ◆ オートチューニングと併用する場合は、「6.5.6 オートチューニングの調整方法」を参照してください。
- ◆ オートチューニングと併用せず、パラメータを手動で設定する場合は、「6.6.5 モデル追従制御のマニュアルチューニング方法」を参照してください。
- ✓ アドバンスドチューニングの PTP 位置決めチューニングでは、パラメータが自動設定されます。

6.10.4 モデル速度フィードフォワード補償

モデル位置制御時にモデル速度指令をフィードフォワード補償し、位置指令に対する応答性を改善する機能です。一定速度時の溜りパルスを小さくして軌跡精度を向上させたい場合や、位置決め整定時間を短縮させたい場合に使用します。

■ パラメーター一覧

Group	ID	シンボル	名称
Group 2	15	2068-02: MFFGN	モデル速度フィードフォワードゲイン
	17	2068-04: MFFFIL	モデル速度フィードフォワードフィルタ

- ◆ 「モデル速度フィードフォワードゲイン」
モデル速度フィードフォワードの補償量を設定します。
 - ✓ 0%に設定すると、機能無効となります。
 - ✓ モデル追従（制振）制御の時、使用することができます。
 - ✓ 標準位置制御や速度制御、トルク制御では、機能無効となります。
 - ✓ 「オートチューニング特性」を「02: Positioning3 位置決め制御 3」「04: Positioning5 位置決め制御 5」「06: Trajectory2 軌跡制御 2」に設定している場合に、オートチューニングと併用することができます。それ以外に設定している場合は自動設定されます。

- ◆ 「モデル速度フィードフォワードフィルタ」
モデル速度フィードフォワード補償のフィルタリングができます。

■ 使用方法

- ◆ 位置指令分解能が低い場合は「モデル速度フィードフォワードフィルタ」を設定してください。
- ◆ 「モデル速度フィードフォワードゲイン」を上げ位置指令に対する応答性を改善してください。ただし、高くすぎると位置偏差にオーバーシュートを生じますので、許容できるオーバーシュート量の範囲で「モデル速度フィードフォワードゲイン」を高くしてください。
- ✓ アドバンスドチューニングの PTP 位置決めチューニングでは、パラメータが自動設定されます。

6.10.5 モデルトルクフィードフォワード補償

モデル位置制御時にモデルトルク指令をフィードフォワード補償し、モデル速度指令に対する応答性を改善する機能です。一定加速度時の速度偏差を小さくして軌跡精度を向上させたい場合や、位置決め整定時間を短縮させたい場合に使用します。

■ パラメーター一覧

Group	ID	シンボル	名称
Group 2	16	205A-01: MTFFGN	モデルトルクフィードフォワードゲイン

- ◆ 「モデルトルクフィードフォワードゲイン」
モデルトルクフィードフォワードの補償量を設定します。
 - ✓ 0%に設定すると、機能無効となります。
 - ✓ モデル追従（制振）制御で使用することができます。ただし、「モデル速度フィードフォワードゲイン」が0%の場合、機能無効となります。
 - ✓ 標準位置制御や速度制御、トルク制御では、機能無効となります。
 - ✓ 「オートチューニング特性」を「00: Positioning1 位置決め制御 1（汎用）」に設定している場合を除き、オートチューニングと併用することができます。

■ 使用方法

- ◆ 「負荷慣性モーメント比」を適切に設定してください。
「モデル速度フィードフォワードゲイン」を調整したのち、「モデルトルクフィードフォワードゲイン」を上げ応答性を改善してください。
- ✓ アドバンスドチューニングの PTP 位置決めチューニングでは、パラメータが自動設定されます。

6.10.6 フィードバック制御とモデル追従（制振）制御の切り換え

フィードバック制御とモデル追従（制振）制御とをリアルタイムに切り換える機能です。モデル追従（制振）制御を用いて高速に位置決めをおこない、フィードバック制御で加工等の軌跡制御をおこなう場合に使用します。

■ パラメーター一覧

System	ID	シンボル	名称
System 1	30	6060-00: OPEMODE	オペレーションモード
	07	20F3-01: PCNTSEL	位置制御選択
Group 6	0A	206A-01: MODEL	モデル追従(制振)制御 標準位置制御切換機能

- ◆ 「オペレーションモード」
「8: CSP サイクル同期位置モード」を選択してください。
- ◆ 「位置制御選択」
「03: Model3 モデル追従制御／標準位置制御切換」又は「04: Model4 モデル追従制振制御／標準位置制御切換」を選択してください。
 - ✓ 速度制御，またはトルク制御の場合，モデル追従制御は使用できません。
 - ✓ モデル追従制御は，オートチューニングと併用することができます。
- ◆ 「モデル追従（制振）制御／標準位置制御切換機能」
モデル追従（制振）制御を有効にする条件を選択します。
 - ✓ 機能が有効であるとき，制御モードがモデル追従(制振)制御となります。
 - ✓ 「位置制御選択」が「03: Model3 モデル追従制御／標準位置制御切換」，または，「04: Model4 モデル追従制振制御／標準位置制御切換」の時のみ，この設定値が有効になります。
 - ✓ モータ動作中には，モデル追従（制振）制御と標準位置制御の切り換えはおこなわないでください。モータ動作中の切り換えによりアラーム「モデル追従制振制御異常（AL.C5）」が発生する場合があります。

■ 使用方法

- ◆ 「モデル追従(制振)制御／標準位置制御切換機能」で選択した条件を満たした時，機能有効となります。

6.11 振動を抑制する機能

6.11.1 位置指令フィルタ

位置指令の急激な変化を抑制することにより、機械の振動を抑える機能です。

■ パラメータ一覧

Group	ID	シンボル	名称
Group 1	01	2004-00: PCFIL	位置指令フィルタ

◆ 「位置指令フィルタ」

位置指令の急な変化を抑制する一次のローパスフィルタです。時定数を設定します。

■ 使用方法

位置指令分解能が低い場合や機械に振動がある場合、設定値を上げてください。ただし、時定数を上げすぎると、位置指令に対する応答が低下します。位置制御系の応答を下げずに振動を抑制したい場合は、フィードフォワード制振制御やモデル追従制振制御を使用してください。

- ✓ モータ動作中にパラメータを変更するとトルク変動が出ることがありますのでご注意ください。

6.11.2 フィードフォワード制振制御

位置指令に含まれる振動成分を除去することにより、機械の振動を抑える機能です。

■ パラメーター一覧

Group	ID	シンボル	名称
Group 2	20	2012-01: SUPFRQA1	FF 制振周波数 A1
	21	202C-00: SUPLVA	FF 制振制御レベル選択 A
	22	2012-05: SUPCRB	FF 制振制御特性選択 B
	23	2012-06: SUPFRQB1	FF 制振周波数 B1
Group 3	08	2012-02: SUPFRQA2	FF 制振周波数 A2
	09	2012-03: SUPFRQA3	FF 制振周波数 A3
	0A	2012-04: SUPFRQA4	FF 制振周波数 A4
	0B	2012-07: SUPFRQB2	FF 制振周波数 B2
	0C	2012-08: SUPFRQB3	FF 制振周波数 B3
	0D	2012-09: SUPFRQB4	FF 制振周波数 B4
Group 6	15	2010-01: SUPFSELA1	FF 制振周波数選択入力 A1
	16	2010-02: SUPFSELA2	FF 制振周波数選択入力 A2
	17	2010-03: SUPFSELB1	FF 制振周波数選択入力 B1
	18	2010-04: SUPFSELB2	FF 制振周波数選択入力 B2

- ◆ 「FF 制振周波数」
FF 制振制御機能で抑制したい機械振動の周波数を設定します。
 - ◆ 「FF 制振制御レベル選択 A」
FF 制振制御の効果の大きさを設定するパラメータです。
 - ◆ 「FF 制振制御特性選択 B」
振動抑制周波数範囲を調整するパラメータです。
 - ◆ 「FF 制振周波数選択入力」
4 種類の FF 制振周波数を切り換えるパラメータです。
- ✓ モータ動作中にパラメータを変更するとトルク変動が出ることがありますのでご注意ください。
- ✓ 制振周波数を切り換えた場合、FF 制振制御機能の内部に溜まっている位置指令パルスの払出しが終わってから、切り換え後の周波数が有効になります。

■ 使用方法

- ◆ システムアナリシスまたはオート FF 制振周波数チューニングを使用して機械の振動周波数を調べてください。または位置決め時の機械の振動周期から周波数を計測することができます。
(システムアナリシスを使用する場合は、「MEGATORQUE MOTOR SETUP for EGC」を参照してください。)
(オート FF 制振周波数チューニングを使用する場合は、「6.11.3 オート FF 制振周波数チューニング」を参照してください。)
- ◆ 振動周波数が 1 つの場合は、FF 制振制御 A または、FF 制振制御 B を使用してください。(「オート FF 制振周波数チューニング」を実行することで、「FF 制振周波数 A1」に振動周波数が設定されます。)
- ◆ 振動周波数が 2 つある場合は、周波数が低い方を「FF 制振周波数 A1」、周波数が高い方を「FF 制振周波数 B1」に振動周波数を設定してください。
- ◆ 状況により機械の振動周波数が変わる場合は、「FF 制振周波数 A1」、「FF 制振周波数 A2」、「FF 制振周波数 A3」、「FF 制振周波数 A4」にそれぞれ振動周波数を設定して、「FF 制振周波数選択入力」で切り換えて使用することができます。また、「FF 制振周波数 B1」、「FF 制振周波数 B2」、「FF 制振周波数 B3」、「FF 制振周波数 B4」も同様です。
- ◆ 位置指令に対する遅れを小さくしたい場合は、「FF 制振制御レベル選択 A」の値を大きくするか、「FF 制振制御特性選択 B」の値を「0 1」にしてください。ただし、制振効果が下がります。
- ✓ 以上の方法でも機械の振動が収まらない場合は、「位置ループ比例ゲイン」や「速度ループ比例ゲイン」が高すぎる可能性があります。その場合は、「位置ループ比例ゲイン」や「速度ループ比例ゲイン」を下げてください。
- ✓ アドバンスドチューニングでは、パラメータが自動設定されます。
- ✓ FF 制振制御機能は、オートチューニングと併用することができます。

6.11.3 オート FF 制振周波数チューニング

モータを短時間動作させて機械の振動周波数を推定し、フィードフォワード制振制御のパラメータを自動的に設定します。

■ パラメータ一覧

Group	ID	シンボル	名称
Group 2	06	2002-08: ASUPTC	オート FF 制振周波数チューニングのトルク指令値
	07	2002-09: ASUPFC	オート FF 制振周波数チューニングの摩擦トルク補償量
	20	2012-01: SUPFRQA1	FF 制振周波数 A1

- ◆ 「オート FF 制振周波数チューニングのトルク指令値」
オート FF 制振周波数チューニング実行時に、モータに与えるトルクの指令値を設定します。
 - ✓ 値を大きくするとチューニング精度が向上しますが、機械の動きが大きくなるので注意してください。
- ◆ 「オート FF 制振周波数チューニング時の摩擦トルク補償量」
オート FF 制振周波数チューニング実行時に、モータに与えるトルク指令に加算する摩擦トルク補償量を設定します。実際の摩擦トルクに近い値を設定することで、FF 制振周波数チューニングの精度が向上します。
- ◆ 「FF 制振周波数 A1」
オート FF 制振周波数チューニングにより自動的に保存されるパラメータです。

■ 使用方法

- ◆ オート FF 制振周波数チューニングは、セットアップソフトウェアまたは EtherCAT 通信 (Index 0x2002: オートチューニング, Sub-Index 04: ノッチ/FF 制振周波数/チューニング結果保存) を操作し実行します。
- ◆ セットアップソフトウェアの操作方法は、「MEGATORQUE MOTOR SETUP for EGC」を参照してください。デジタルオペレータの操作方法は、『1. 導入編』の「デジタルオペレータの操作方法」を参照してください。
- ◆ EtherCAT の操作方法は、「8. EtherCAT 通信編」を参照してください。
- ◆ チューニング結果は「FF 制振周波数 A1」に自動的に保存されます。
- ◆ フィードフォワード制振制御の詳細は、「6.11.2 フィードフォワード制振制御」を参照してください。

-
- ✓ タンDEM運転機能を使用している場合、本機能は使用できません。
 - ✓ オートFF制振周波数チューニング実行中は、保持トルクが低下します。垂直軸等では使用しないでください。
 - ✓ オートFF制振周波数チューニング時は、速度FBワーニングが発生することがありますが、異常ではありません。
 - ✓ オートFF制振周波数チューニング実行後は、位置がずれている場合がありますのでご注意ください。

6.11.4 モデル追従制振制御

振動する機械系を含めたモデル制御系をドライバ内に構成して振動が生じないように高速駆動し、モデル制御系から出力される指令に追従させて実際のモータを駆動することにより、振動の無い高速な動作を実現する機能です。

■ パラメーター一覧

Group	ID	シンボル	名称
System 1	30	6060-00: OPEMODE	オペレーションモード
	07	20F3-01: PCNTSEL	位置制御選択
Group 1	02	2005-01: KP1	位置ループ比例ゲイン 1
	12	200B-01: KVP1	速度ループ比例ゲイン 1
	13	200C-01: TVI1	速度ループ積分時定数 1
Group 2	13	2019-01: ANRFRQ1	モデル制御反共振周波数 1
	14	201A-01: RESFRQ1	モデル制御共振周波数 1
Group 3	10	2017-01: KM1	モデル制御ゲイン 1
	11	2068-01: MZETA	モデル制御減衰係数
	1A	2018-00: OSSFIL	オーバーシュート抑制フィルタ

- ◆ 「オペレーションモード」
「8: CSP サイクル同期位置モード」, 「1: PP プロファイル位置モード」, 「7: IP 補間位置モード」のいずれかを選択してください。
- ◆ 「位置制御選択」
「02: Model2 モデル追従制振制御」を選択してください。
 - ✓ 「モデル追従制振制御」は、「チューニングモード」で「01: AutoTun_JRAT-Fix (オートチューニング [JRAT マニュアル設定])」を選択している場合に限り、使用することができます
- ◆ 「モデル制御ゲイン 1」
モデル追従制御位置制御器の比例ゲインです。モデル制御系の応答性を設定します。KM1≒KP1 を目安に調整してください。
- ◆ 「モデル制御減衰係数」
モデル追従制御の速度比例ゲインを変更するパラメータです。
0%でモデル追従制御の速度比例ゲイン=3×KM1,
100%でモデル追従制御の速度比例ゲイン=4×KM1 になります。

- ◆ 「オーバーシュート抑制フィルタ」
モデル追従制振制御でのオーバーシュートを抑制するフィルタのカットオフ周波数を設定します。
位置偏差にオーバーシュートが生じる場合、設定値を下げてください。
 - ◆ 「モデル制御反共振周波数 1」
モデル追従制振制御で使用する機械モデルの反共振周波数を設定します。
モデル制御共振周波数以上の値に設定した場合、制振制御は無効になります。
 - ◆ 「モデル制御共振周波数 1」
モデル追従制振制御で使用する機械モデルの共振周波数を設定します。
設定値 500.0 Hz で制振制御は無効になります。
- ✓ モータ動作中には、設定値を変更しないでください。

■ モデル追従制振制御では、以下のパラメータは設定範囲が制限されます。

Group	ID	シンボル	名称
Group 1	14	200D-01: JRAT1	負荷慣性モーメント比 1
	1E	2011-01:TCFIL1	トルク指令フィルタ 1
Group 2	10	2017-01: KM1	モデル制御ゲイン 1

■ 使用方法

- ◆ 初めにシステムパラメータ「位置制御選択」で「01: Model1 モデル追従制御」を選択して、オートチューニングをおこない、機械に最適なサーボゲインにチューニングしてください。チューニング方法は「6.5.6 オートチューニングの調整方法」を参考にしてください。
- ◆ サーボゲインのチューニングが完了したら、オートチューニング結果保存機能を実行後、「チューニングモード」を「02: ManualTun マニュアルチューニング」に切り換えてください。
- ◆ 「位置制御選択」で「02: Model2 モデル追従制振制御」に設定し、機械系の反共振周波数、および共振周波数を設定してください。反共振、および共振周波数があらかじめ分かっている場合は、その値を設定してください。反共振、および共振周波数が不明の場合、システムアナリシスを使用して、反共振、共振周波数を計測し設定することができます。
- ◆ システムアナリシスを使用して反共振、および共振周波数を計測する場合、システムアナリシス(高精度)で計測することを推奨します。
(システムアナリシスの操作方法は「MEGATORQUE MOTOR SETUP FOR EGC」を参照してください。)

ユーザーズマニュアル(調整編)

- ◆ モータにより可動する部分の質量が機台部分の質量に対し小さい場合、システムアナリシスでは、反共振、共振周波数が計測できない場合があります。また、タンDEM運転使用時には、システムアナリシスを使用することができません。このような場合、位置決め時の機械の振動周期を計測し、その逆数を算出することにより振動周波数(モデル反共振周波数)を求め、モデル共振周波数を反共振周波数の 1.05～1.2 倍程度に設定してください。
 - ◆ 「速度ループ比例ゲイン 1」は、発振せず、安定に動作する範囲で、できるだけ高い値を設定してください。振動が生じた場合は、設定値を下げてください。
 - ◆ 「速度ループ積分時定数 1」は、 $TVI1[ms]=1000/KVP1[Hz]$ を目安に設定してください。
 - ◆ 「位置ループ比例ゲイン 1」は、 $KP1[1/s]=KVP1[Hz]/4 \cdot 2\pi$ を目安に設定してください。
 - ◆ 「モデル制御ゲイン 1」は、 $KM1 \approx KP1$ を目安に設定してください。
 - ◆ 応答性が低い場合は、「モデル制御ゲイン 1」を 1.1～1.2 倍の値に変更してください。振動が生じた場合は、設定値を下げてください。
 - ◆ 機械系の構成によっては、設定した反共振、および共振周波数以外の周波数の振動が存在する場合があります。そのような場合、FF 制振制御を併用することにより、振動を抑制することができます。振動周期から振動周波数を算出し、「FF 制振周波数 A1」に振動周波数を設定してください。
 - ◆ 機械系の共振などでゲインを大きくできず、十分な応答性が得られない場合、トルク指令ノッチフィルタを使用して、共振を抑制してから再度実行してください。
- ✓ アドバンスドチューニングでは、パラメータが自動設定されます。
 - ✓ オートチューニング機能は、オートチューニング[JRAT マニュアル設定]のみ使用できます。
 - ✓ 速度制御、または、トルク制御の場合、「モデル追従(制振)制御」は使用できません。

6.11.5 CP 制振制御

機械の反共振周波数でのゲイン低下を補償することにより、機械の振動を抑える機能です。

■ パラメーター一覧

Group	ID	シンボル	名称
Group 2	50	2067-01: CPVSFQ	CP 制振制御周波数
	51	2067-02: CPVSLV	CP 制振制御レベル選択
	52	2067-03: CPVSSH	CP 制振制御特性選択

◆ 「CP 制振周波数」

機械の反共振周波数を設定します。

✓ 以下のいずれかの場合、本機能は有効になります。

・標準位置制御の場合

・モデル追従制御／標準位置制御(Model 3)設定かつ標準位置制御が有効な場合

・モデル追従制振制御／標準位置制御(Model 4)設定かつ標準位置制御が有効な場合

◆ 「CP 制振制御レベル」

CP 制振制御の効果の大きさを設定するパラメータです。

✓ 選択値を大きくすると CP 制振制御の効果が大きくなります。

◆ 「CP 制振制御特性選択」

CP 制振制御の効く周波数範囲を設定します。

✓ 選択値を大きくすると CP 制振制御の周波数範囲が狭くなります。

■ 使用方法

◆ システムアナリシスを使用して、反共振周波数を計測し「CP 制振周波数」に設定します。

(システムアナリシスの使い方は、「MEGATORQUE MOTOR SETUP for EGC」を参照してください。)

位置偏差モニタの振動から振動周波数を算出して「CP 制振周波数」に設定することもできます。

◆ CP 制振の効果弱い場合、「CP 制御レベル選択」の設定値を上げることで CP 制振の効果が大きくなります。

✓ モータ動作中にパラメータを変更するとトルク変動が出ることがありますのでご注意ください。

6.11.6 微振動抑制

速度フィードバックを補償することにより、微振動を抑制する機能です。

■ パラメーター一覧

Group	ID	シンボル	名称
Group 6	30	2051-01: FBHYST	微振動抑制機能
Group 9	1E	2051-02: FBHPLS	微振動抑制パルス補正量
	1F	2051-03: FBHTIM	微振動抑制パルス補正回数

- ◆ 「微振動抑制機能」
微振動抑制機能が有効／無効となる条件を選択します。
- ◆ 「微振動抑制パルス補正量」
速度フィードバックに対する微振動抑制の補正量を設定します。
✓ 微振動抑制パルス補正量は、微振動抑制パルス補正回数の整数倍となるよう設定してください。
- ◆ 「微振動抑制パルス補正回数」
微振動を抑制する回数を設定します。
✓ 設定値が大きいくほど、微振動を抑制する時間が長くなります。
✓ 微振動抑制パルス補正量以下の値を設定してください。

■ 使用方法

- ◆ 「微振動抑制機能」で選択した条件を満たした時、機能有効となります。
例 : 「01: Always_Enable」を選択した場合、常に機能有効となります。
- ◆ サーボオン中にモータが停止している状態で、速度フィードバックに微振動が存在する場合、微振動抑制機能を有効にして、微振動抑制パルス補正量と微振動抑制パルス補正回数を設定してください。
- ◆ 微振動抑制パルス補正量は、下記の組み合わせ例のように、微振動抑制パルス補正回数の倍数で設定してください。倍数で設定されない場合、実際の微振動抑制パルス補正回数は設定値からずれます。
- ◆ 微振動抑制パルス補正量と微振動抑制パルス補正回数の組み合わせ例

微振動抑制パルス補正量	微振動抑制パルス補正回数
10	1
10	10
50	1
50	10
50	50

6.12 象限突起を抑制する機能

6.12.1 象限突起補償

機械系の摩擦等により生じる象限突起を抑制する機能について説明します。

■ パラメータ一覧

Group	ID	シンボル	名称
Group 6	31	2050-01: STC	象限突起補償機能
Group 9	10	2050-02: STV	象限突起補償有効速度
	11	2050-03: STHLD	象限突起補償保持時間
	12	2050-04: STTVI	象限突起補償速度ループ積分時定数

- ◆ 「象限突起補償機能」
象限突起補償機能が有効／無効となる条件を選択します。
- ◆ 「象限突起補償有効速度」
ドライバ内部の速度指令がこの設定値以下の場合、象限突起補償が働きます。
- ◆ 「象限突起補償保持時間」
ドライバ内部の速度指令が象限突起補償有効速度を超えて、この設定時間が経過するまでの間は象限突起補償を持続します。速度制御の応答が低い場合、この時間を大きくしてください。
- ◆ 「象限突起補償速度ループ積分時定数」
象限突起補償がおこなわれている間は、この設定値が速度積分制御系に適用されます。

■ 使用方法

- ◆ 「象限突起補償機能」で選択した条件を満たした時、機能有効となります。
例 : 「01: Always_Enable」を選択した場合、常に機能有効となります。
- ◆ 「象限突起補償速度ループ積分時定数」を「速度ループ積分時定数 1」の 70%程度に設定して、象限突起が小さくなることを確認してください。
- ◆ 発振が生じていない場合、「象限突起補償速度ループ積分時定数」を下げるができます。発振が生じた場合、「象限突起補償速度ループ積分時定数」を発振に対して余裕がある値まで高めてください。

6.13 保証について

6.13.1 保証内容

保証期間中に、製品に当社側の責任による故障や不具合が発生した場合、お買い上げいただきました販売店を通じて、無償で製品を修理させていただきます。

ただし、製品の交換に伴う現地での再調整・試運転等は当社責務外とさせていただきます。

6.13.2 保証期間

製品の保証期間は、お客さまのご指定場所に納入後 12 ヶ月、または稼働 2400 時間（いずれか早い方）とさせていただきます。

6.13.3 保証範囲

- (1) お客さまの使用状態、使用方法および使用環境などが、納入用図面、マニュアルなどに記載された条件・注意事項などに従った状態で使用されている場合とさせていただきます。
- (2) 故障診断は、お客さまにて実施をお願いいたします。ただし、お客さまのご要望により当社がこの業務を有償にて代行することができます。
- (3) 保証期間内でも以下の場合は有償修理とさせていただきます。

- お客さまにおける納入用図面、マニュアルなどに記載された内容と異なる不適切な保管や取扱い、不注意、過失などにより生じた故障およびお客さまのハードウェア設計、ソフトウェア設計に起因した故障。
- 当社の了解なく製品の改造などをお客さまがおこなったことに起因する故障。
- 当社製品がお客さまの装置に組み込まれて使用された際、お客さまの装置が準ずるべき法的規制による安全装置、業界の通念上備えられているべきと判断される機能、構造、安全装置などを備えていれば回避できる故障。
- マニュアルなどに記載された消耗部品を正常に保守・点検・交換することで防げた故障。
- 部品の交換。
- 自然災害（地震、雷、風水害など）による故障。
- 火災など人災による外部要因。
- その他、当社の責任外の場合またはお客さまが当社責任外と認めた故障。

6.13.4 生産中止した製品の修理期間

当社が有償にて製品修理を受け付けることができる期間は、その製品の生産中止後 5 年間です。生産中止に関しましては、当社営業から報じさせていただきます。ただし、保守部品の終了、生産に不可欠な設備・治具などに支障をきたした場合は、修理対応を早期打ち切りにさせていただく場合がございます。

6.13.5 製品の適用用途と条件

- (1) 当社メガトルクモータシステムをご使用していただく際は、万一、メガトルクモータシステムに故障・不具合などが発生した場合でも重大な事故にいたらない用途であり、故障・不具合発生時にはバックアップやフェールセーフ機能が機器外部で系統的に実施されていることをご使用の条件とさせていただきます。
- (2) 当社メガトルクモータシステムを他の製品と組合わせて使用される場合は、お客さまにて適合すべき規格および規制等についてご確認ください。また、お客さまが使用されるシステム、機械および装置への適合性に関してもお客さまにてご確認ください。確認していない場合、当社メガトルクモータシステムの適合性に関しては責任を負いません。

6.13.6 カタログ・マニュアルの記載変更

カタログ、マニュアルなどに記載の内容に関して、お客さまへの事前の通知なしで変更させていただく場合がありますので、あらかじめご承知おきください。

6.13.7 責任の制限

- (1) 当社の責に帰すことができない事由から生じた損失に関して当社は責任を負いません。
- (2) 当社メガトルクモータシステムの故障によって生じるお客さまの機会損失および逸失利益に関して当社はいかなる場合も責任を負いません。
- (3) 当社の予見を問わず特別の事情から生じた損害、二次損害、事故補償、当社製品以外への損傷に関して責任を負いません。
- (4) お客さまによる交換作業、設備の再調整、その他の業務に対する費用に関して責任を負いません。

ユーザーズマニュアル(調整編)

6.14 購入・サービスに関するお問い合わせ

製品の購入のご相談、および修理・サービスに関するお問い合わせはこちらからお問い合わせください。

本 社	TEL.03-3779-7111(代)	〒141-8560 東京都品川区大崎 1-6-3 日精ビル
営業本支社	TEL.022-261-3735(代)	〒980-0811 宮城県仙台市青葉区一番町 4-1-25 JRE 東二番丁スクエア 3F
東北支社	TEL.027-321-2700(代)	〒370-0841 群馬県高崎市栄町 16-11 高崎イーストタワー 3F
北関東支社	TEL.0258-36-6360(代)	〒940-0066 新潟県長岡市東坂之上町 2-1-1 ファース長岡ビル 7F
東京営業支社	TEL.03-3779-7302(代)	〒141-8560 東京都品川区大崎 1-6-3 日精ビル
営業技術部	TEL.03-3779-7307(代)	〒141-8560 東京都品川区大崎 1-6-3 日精ビル
札幌営業所	TEL.011-231-1400(代)	〒060-0005 北海道札幌市中央区北 5 条西 6 丁目 2-2 札幌センタービル 16F
宇都宮営業所	TEL.028-610-8701(代)	〒321-0953 栃木県宇都宮市東宿郷 2 丁目 2-1 ビッグ・ビー スクエア 7F
日立営業所	TEL.029-222-5660(代)	〒310-0803 茨城県水戸市城南 1-4-7 第 5 プリンスビル 6F
西関東支社	TEL.046-223-9911(代)	〒243-0018 神奈川県厚木市中町 2-6-10 東武太朋ビル 5F
長野支社	TEL.0266-58-8800(代)	〒392-0015 長野県諏訪市中洲 5336-2 諏訪貿易流通会館轟ビル 4F
上田営業所	TEL.0268-26-6811(代)	〒386-0024 長野県上田市大手 1-6-4
静岡岡支社	TEL.054-253-7310(代)	〒420-0852 静岡県静岡市葵区紺屋町 17-1 葵タワー 22F
名古屋支社	TEL.052-249-5750(代)	〒460-0007 愛知県名古屋市中区新栄 2-1-9 雲竜フレックスビル西館 2 階
販売技術部	TEL.052-249-5720(代)	〒460-0007 愛知県名古屋市中区新栄 2-1-9 雲竜フレックスビル西館 2 階
北陸支社	TEL.076-260-1850(代)	〒920-0346 石川県金沢市藤江南 1-40
関西支社	TEL.06-6945-8158(代)	〒540-0031 大阪府大阪市中央区北浜東 1-26 大阪日精ビル 8F
営業技術部	TEL.06-6945-8168(代)	〒540-0031 大阪府大阪市中央区北浜東 1-26 大阪日精ビル 7F
京滋営業所	TEL.077-526-8212(代)	〒520-0044 滋賀県大津市京町 4-4-23 アソルティ大津京町 2F
兵庫支社	TEL.079-289-1521(代)	〒670-0962 兵庫県姫路市南駅前町 100 番 パラシオ第 2 ビル 8F
中国支社	TEL.082-285-7760(代)	〒732-0802 広島県広島市南区大州 3-7-19 広島日精ビル
福山営業所	TEL.084-954-6501(代)	〒721-0952 広島県福山市曙町 5-29-10
九州支社	TEL.092-451-5671(代)	〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東 2-6-1 九勤筑紫通ビル 7F
熊本営業所	TEL.096-381-8500(代)	〒862-0950 熊本県熊本市中央区水前寺 3-3-25 増永水前寺ビル 2F
自動車営業本部		
東日本自動車第一部(厚木)	TEL.046-223-8881(代)	〒243-0018 神奈川県厚木市中町 2-6-10 東武太朋ビル 5F
東日本自動車第二部(大崎)	TEL.03-3779-7892(代)	〒141-8560 東京都品川区大崎 1-6-3 日精ビル
東日本自動車第三部(宇都宮)	TEL.028-610-9805(代)	〒321-0953 栃木県宇都宮市東宿郷 2 丁目 2-1 ビッグ・ビー スクエア 7F
東日本自動車第三部(日立)	TEL.029-222-5660(代)	〒310-0803 茨城県水戸市城南 1-4-7 第 5 プリンスビル 6F
東日本自動車第三部(豊田)	TEL.0565-85-0534(代)	〒471-0875 愛知県豊田市下市場町 5-10
中部日本自動車部(豊田)	TEL.0565-31-1920(代)	〒471-0875 愛知県豊田市下市場町 5-10
中部日本自動車部(大阪)	TEL.06-6945-8169(代)	〒540-0031 大阪府大阪市中央区北浜東 1-26 大阪日精ビル 3F
中部日本浜松自動車部	TEL.053-456-1161(代)	〒430-7719 静岡県浜松市中央区板屋町 111-2 浜松アクタワー 19F
西日本自動車部(広島)	TEL.082-284-6501(代)	〒732-0802 広島県広島市南区大州 3-7-19 広島日精ビル

<2025 年 6 月現在>

最新情報は NSK ホームページでご覧いただけます。

www.nsk.com

6.15 改訂履歴

版	改訂年月	変更内容
初版	2025年11月	■ 新規作成