

Frequency Converter

EFC/VFCシリーズのセットアップマニュアル

操作パネル編



ご使用に際してのご注意事項について

- Bosch Rexrothのインバータを安全に正しく使用していただくために、お使いになる前に必ずご使用機種のユーザーズマニュアルを熟読し、機器の知識、安全上の注意事項のすべてについて習熟してからご使用ください。
- マニュアルに記載の安全指示に従わなかったことによって生じた損害について、Bosch Rexrothは一切責任を負いません。
- Bosch Rexroth商品を他の商品と組み合わせて使用される場合、お客様が適合すべき規格・法規または規制をご確認ください。また、お客様が使用されるシステム、機械、装置へのBosch Rexroth商品の適合性は、お客様自身でご確認ください。これらを実施されない場合は、Bosch Rexroth社は商品の適合性について責任を負いません。
- 製品の取り扱いには、電気・機械工学の専門知識を持つ有資格者が行なってください。

目的

- 本マニュアルでは操作パネルを用いたインバータとモータ単体を適切に制御（モータの特性に合わせてインバータのパラメータ一設定とオートチューニングを通して適切な制御状態になる）できるように、基本操作についての説明を行う。



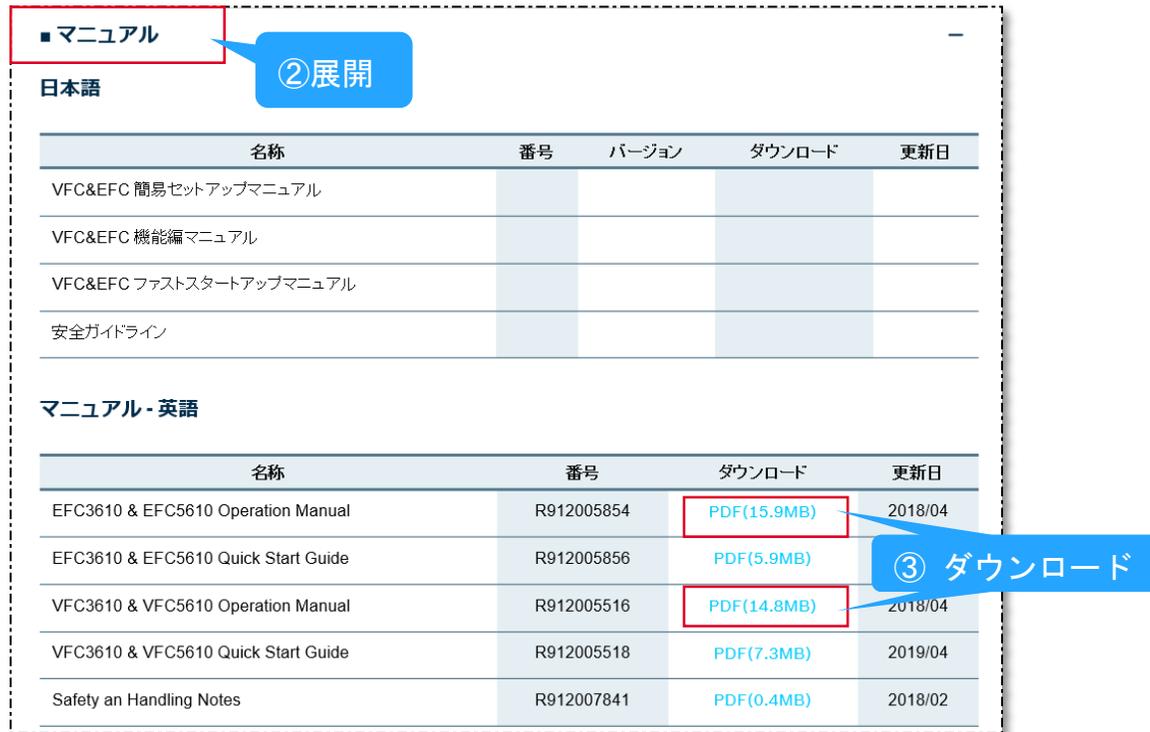
事前準備編

事前準備

■ユーザーズマニュアル（英語版）をダウンロード（詳細内容必要な場合）

① 「ユーザーズマニュアル」（クリック）というホームページをアクセス

https://www.boschrexroth.com/ja/jp/products_8/inverter



■ マニュアル

日本語

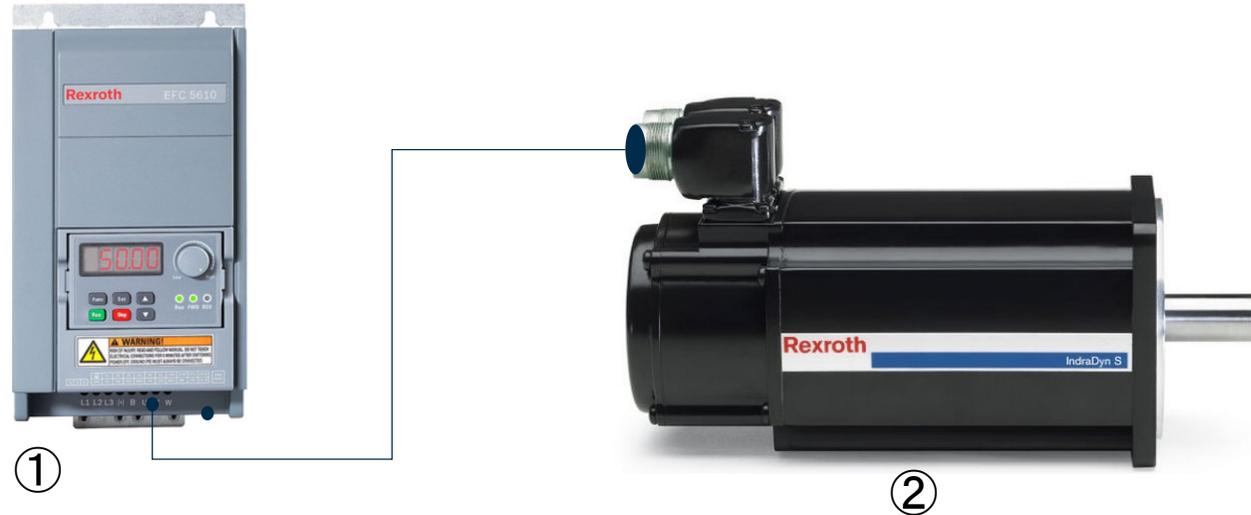
名称	番号	バージョン	ダウンロード	更新日
VFC&EFC 簡易セットアップマニュアル				
VFC&EFC 機能編マニュアル				
VFC&EFC ファストスタートアップマニュアル				
安全ガイドライン				

マニュアル-英語

名称	番号	ダウンロード	更新日
EFC3610 & EFC5610 Operation Manual	R912005854	PDF(15.9MB)	2018/04
EFC3610 & EFC5610 Quick Start Guide	R912005856	PDF(5.9MB)	
VFC3610 & VFC5610 Operation Manual	R912005516	PDF(14.8MB)	2018/04
VFC3610 & VFC5610 Quick Start Guide	R912005518	PDF(7.3MB)	2019/04
Safety an Handling Notes	R912007841	PDF(0.4MB)	2018/02

システムの構成

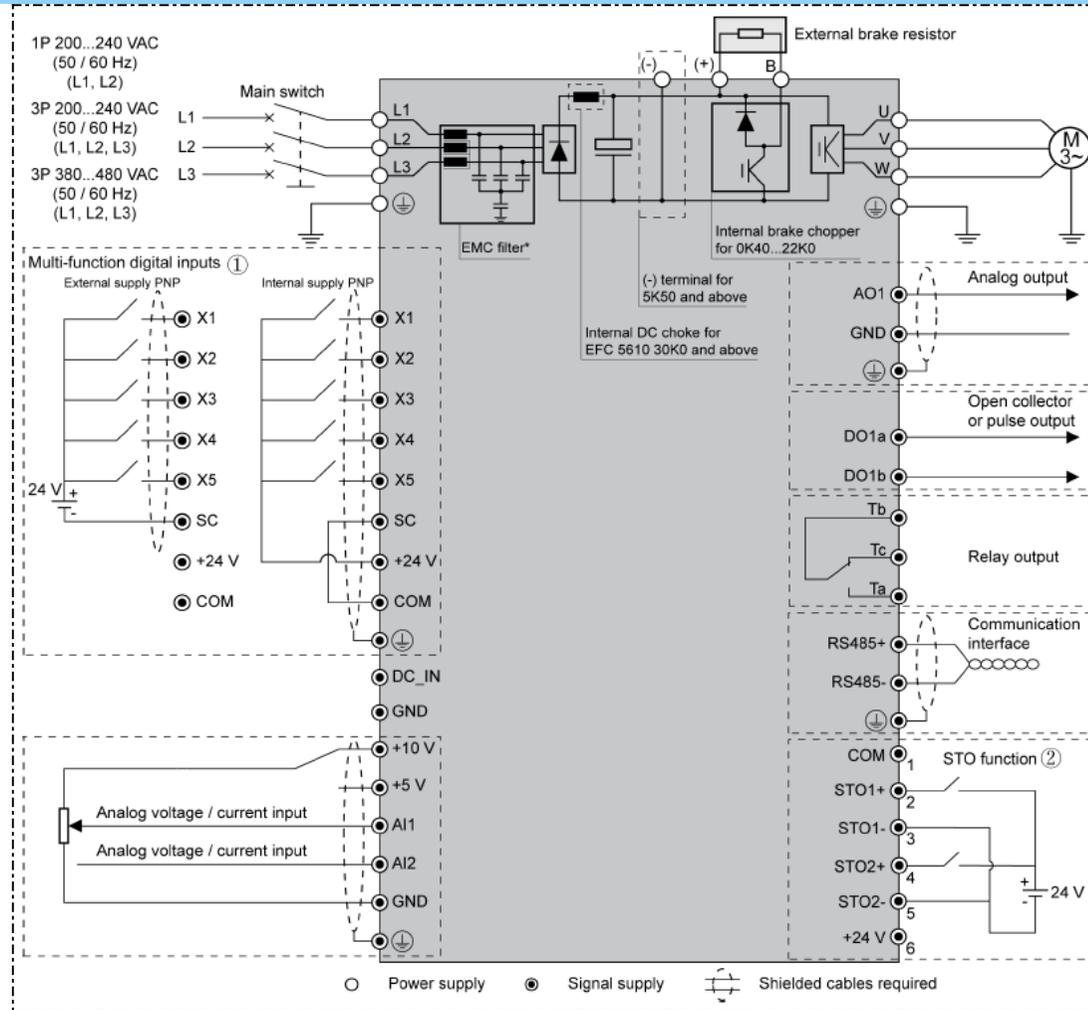
本マニュアルでは一番簡単なシステム構成で説明



Item	Name	バージョン	備考
①	インバーター (EFC5610シリーズ)	FWA-EFC01-NNN-03V32-NN	-
②	モータ (誘導/同期)	-	エンコーダ接続無

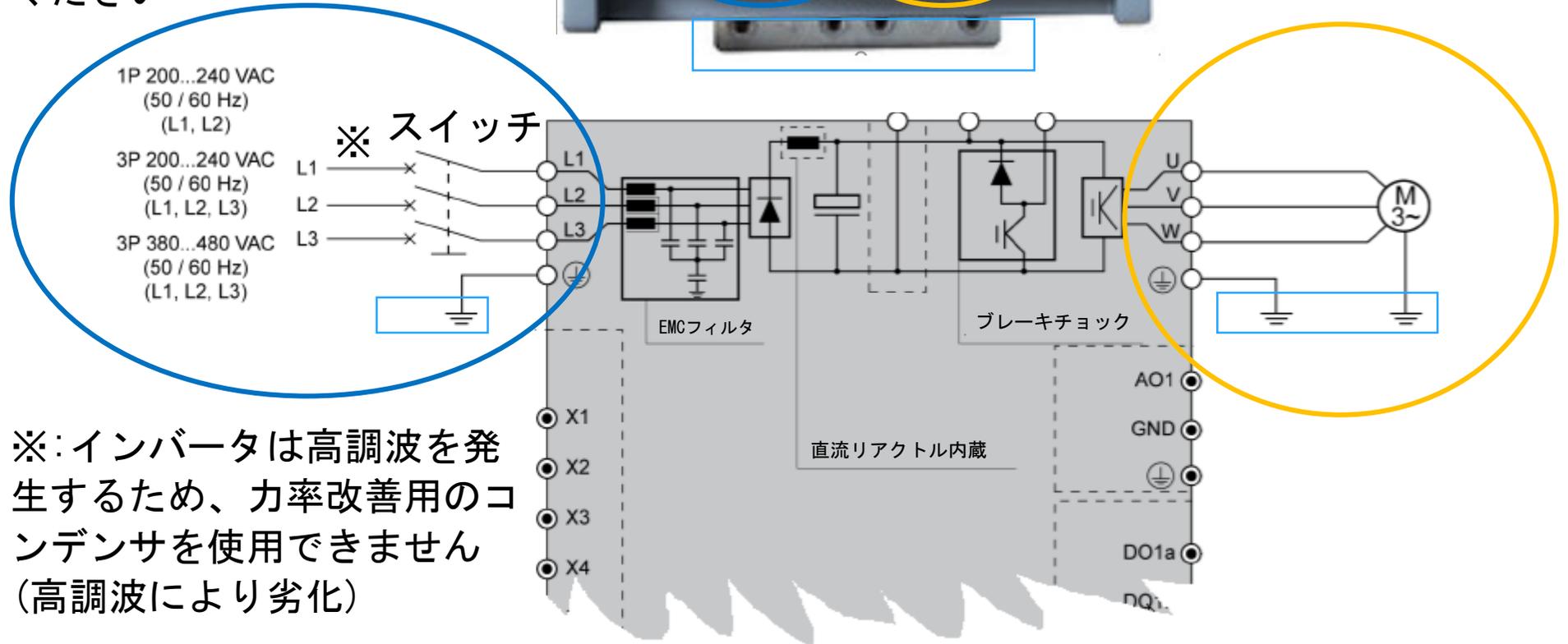
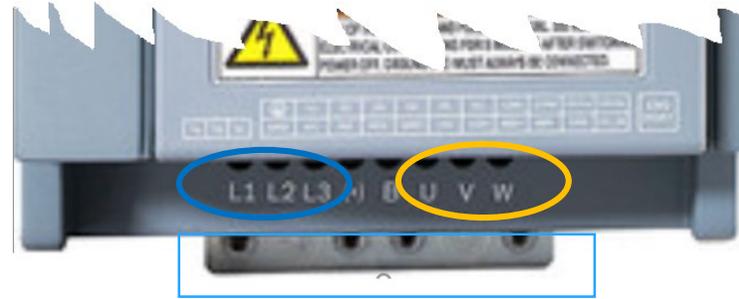
配線編

配線_全体図



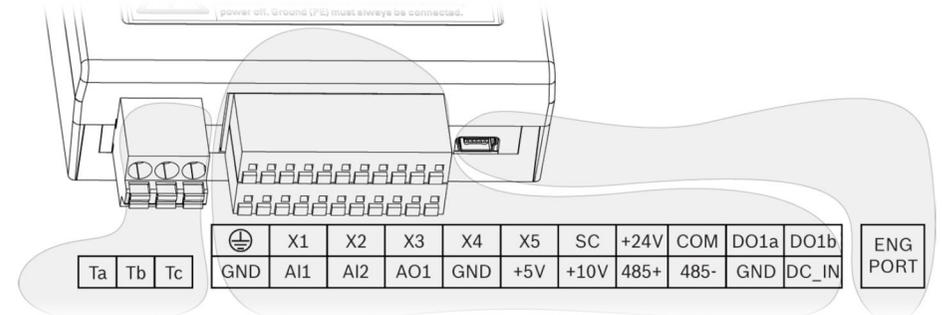
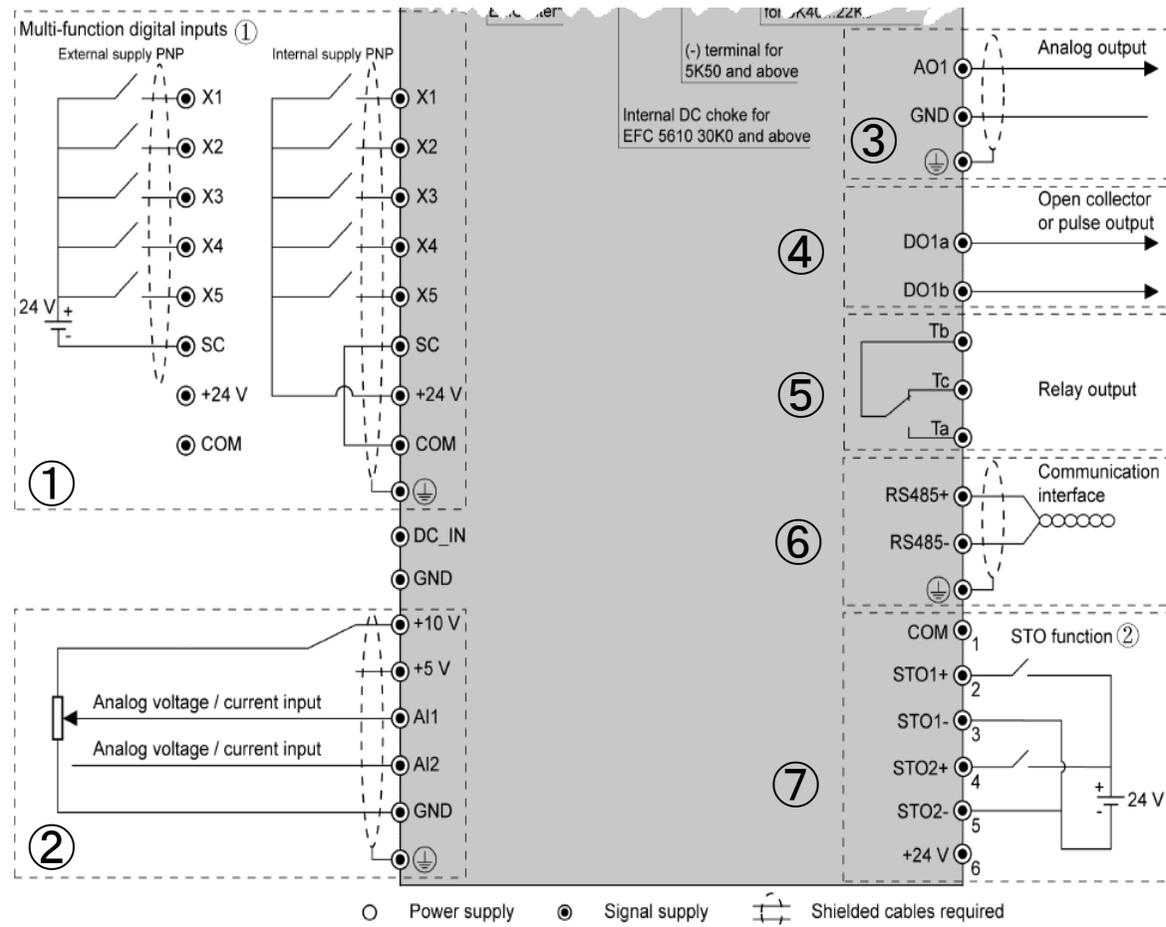
配線_主電源とモータの接続

主電源の種類によって配線
ください



※:インバータは高調波を発生するため、力率改善用のコンデンサを使用できません
(高調波により劣化)

配線_I/O部分



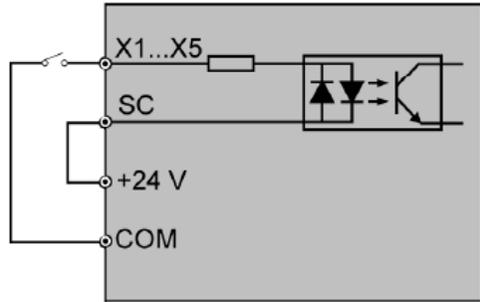
番号	名称	説明	
①	デジタル入力	+24V DI1 (X1) ~ DI4 (X4)	max. 100mA PNP/NPN, 24VDC 8mA / 12VDC 4mA
		DI5 (X5) パルス入力	PNP/NPN, 24VDC 8mA / 12VDC 4mA, パルス入力: max. 50kHz
②	アナログ入力	+10V	-
		+5V	-
		AI1 AI2	0 (2) ~ 10V / 0 (4) ~ 20mA 0 (2) ~ 10V / 0 (4) ~ 20mA
③	アナログ出力	AO1	0 (2) ~ 10V / 0 (4) ~ 20mA
④	デジタル出力	DO1 :	プルダウン/プルアップ, 30VDC, 50mA (max. 32kHz)
⑤	リレー出力	R01 (Ta, Tb, Tc)	250VAC 3A / 30VDC 3A
⑥	通信 (標準)		Modbus RTU

詳細はユーザーズマニュアルの12.2章を参照

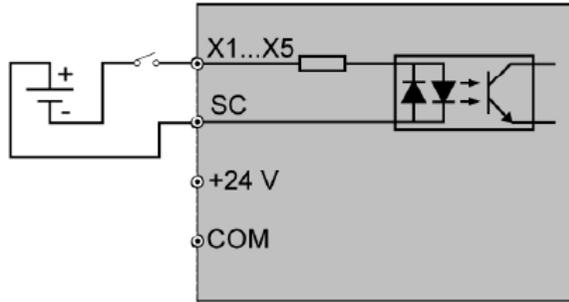
配線_I/O部分_デジタル入力①と出力④

デジタル入力

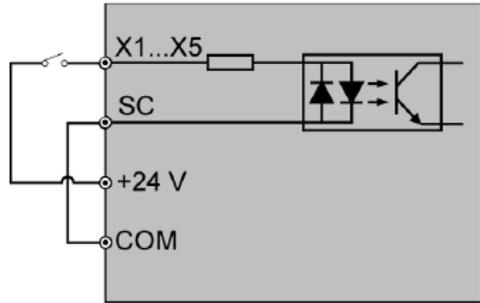
(1) NPN 内部電源



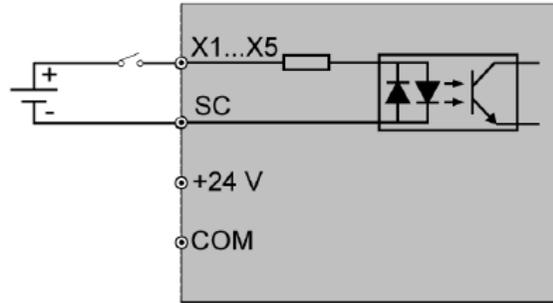
(2) NPN 外部電源



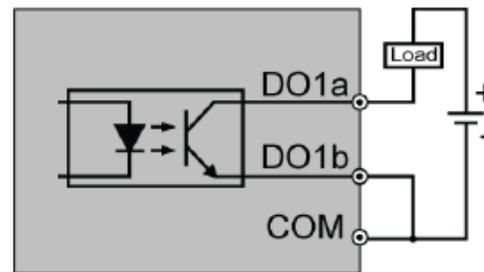
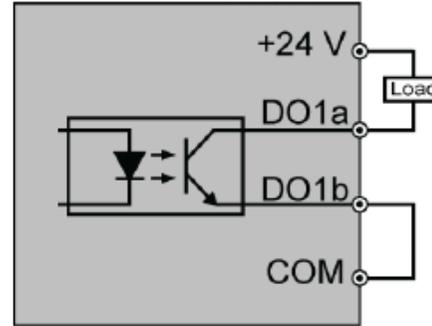
(3) PNP 内部電源



(4) PNP 外部電源

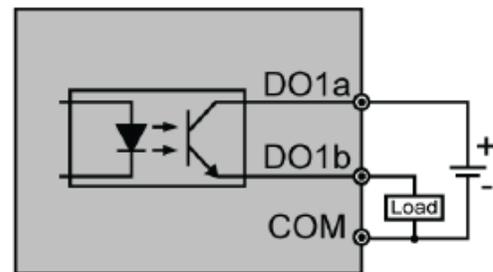
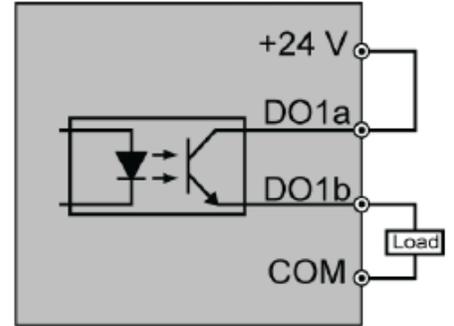


(1) 内部電源負荷
+コモン接続



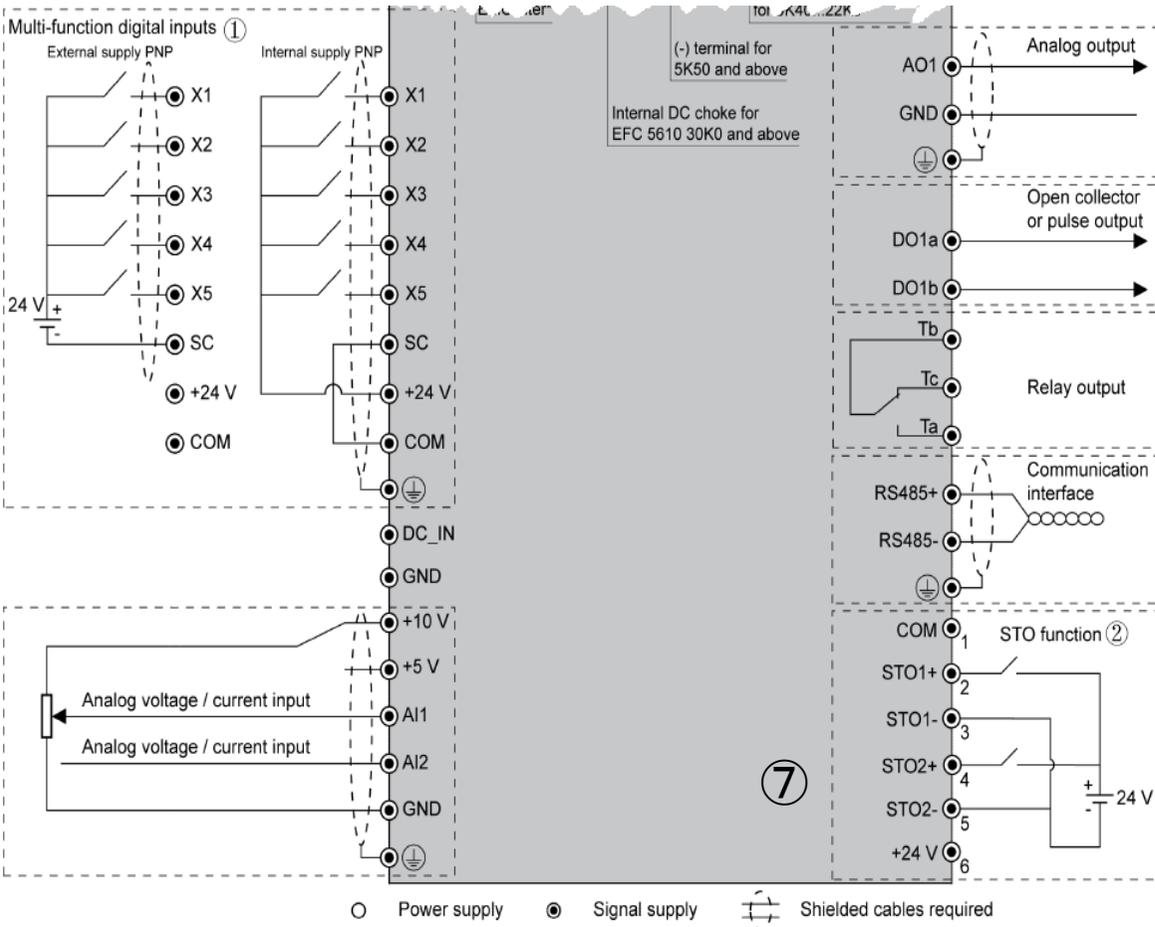
(3) 外部電源負荷
+コモン接続

(2) 内部電源負荷
-コモン接続



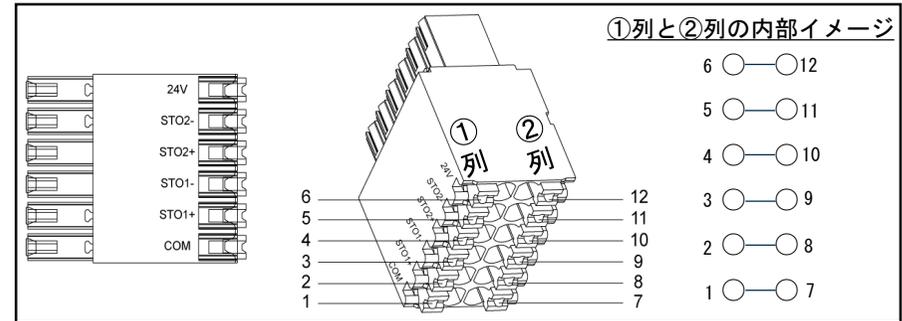
(4) 外部電源負荷
-コモン接続

配線_I/O部分_オプション部分 (STO)



番号	名称	説明
⑦	スタンダード STO	-

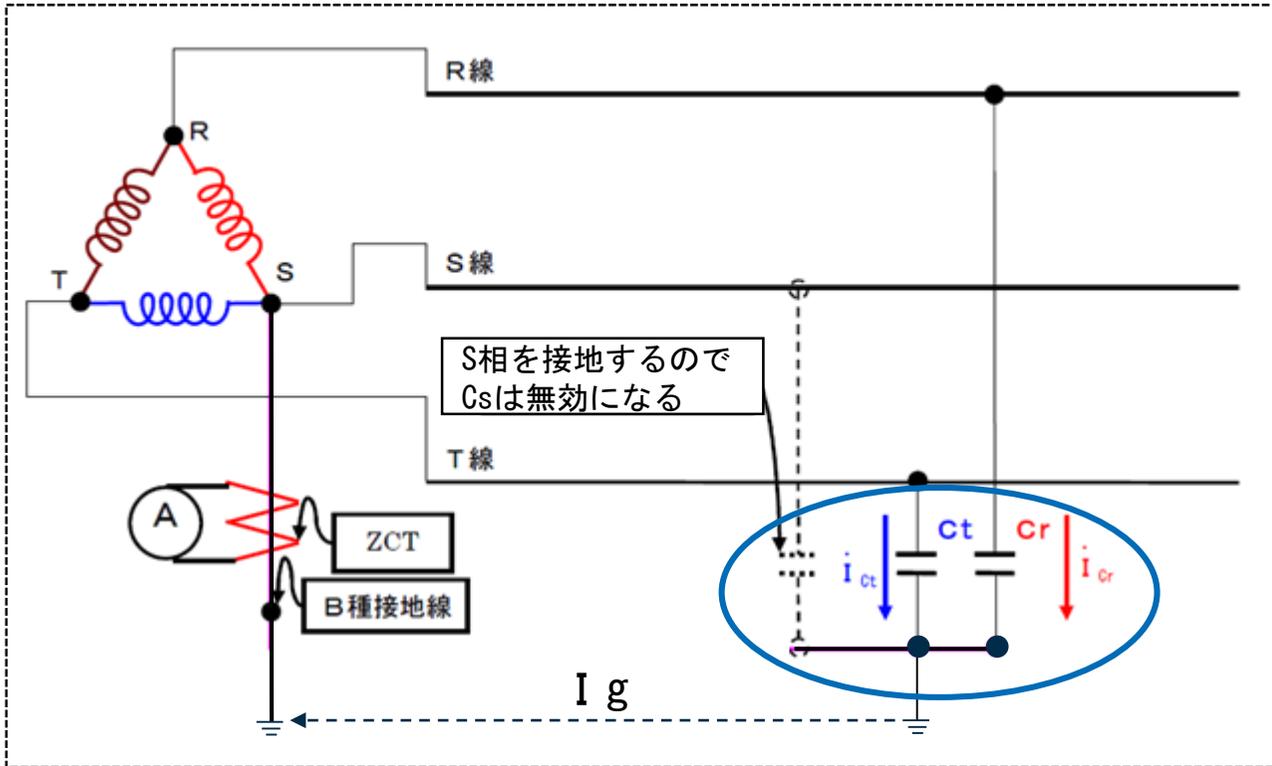
コネクタ



ピン番号	信号名称	機能
1/7	COM	コモン
2/8	STO1+	入力 チャンネル1
3/9	STO1-	チャンネル1 マイナス端子
4/10	STO2+	入力 チャンネル2
5/11	STO2-	チャンネル2 マイナス端子

配線注意事項_3相200V場合の漏れ電流

- 主電源が△結線の3相200Vで使う場合、以下のような状況となり定常的に大きな漏洩電流が流れるためEMCフィルタ (EFC5610) を外す必要がある。

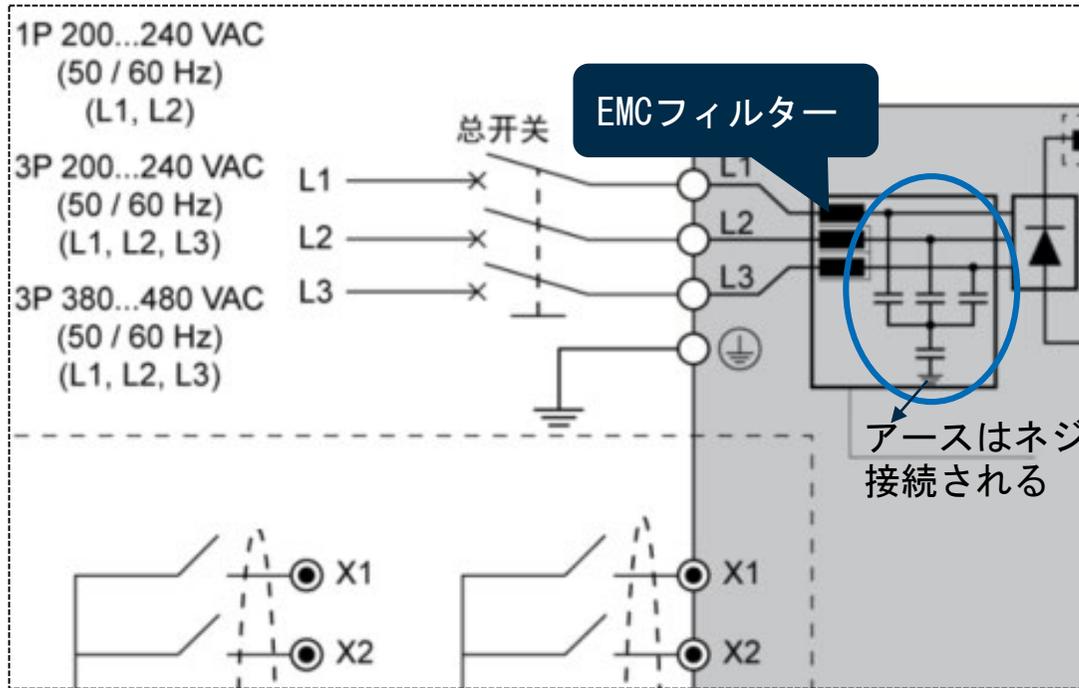


➡ $I_g = \sqrt{3} \omega C V$ [A]

- $\omega = 2\pi f$
- $V =$ 線間電圧

配線注意事項_3相200V場合の漏れ電流

- 主電源が△結線の3相200Vで使う場合、以下のような状況となり定常的に大きな漏洩電流が流れるためEMCフィルタ (EFC5610のみ) を外す必要がある。
 - インバータはEMCフィルタを外す場合、以下のように接続ネジを外す。



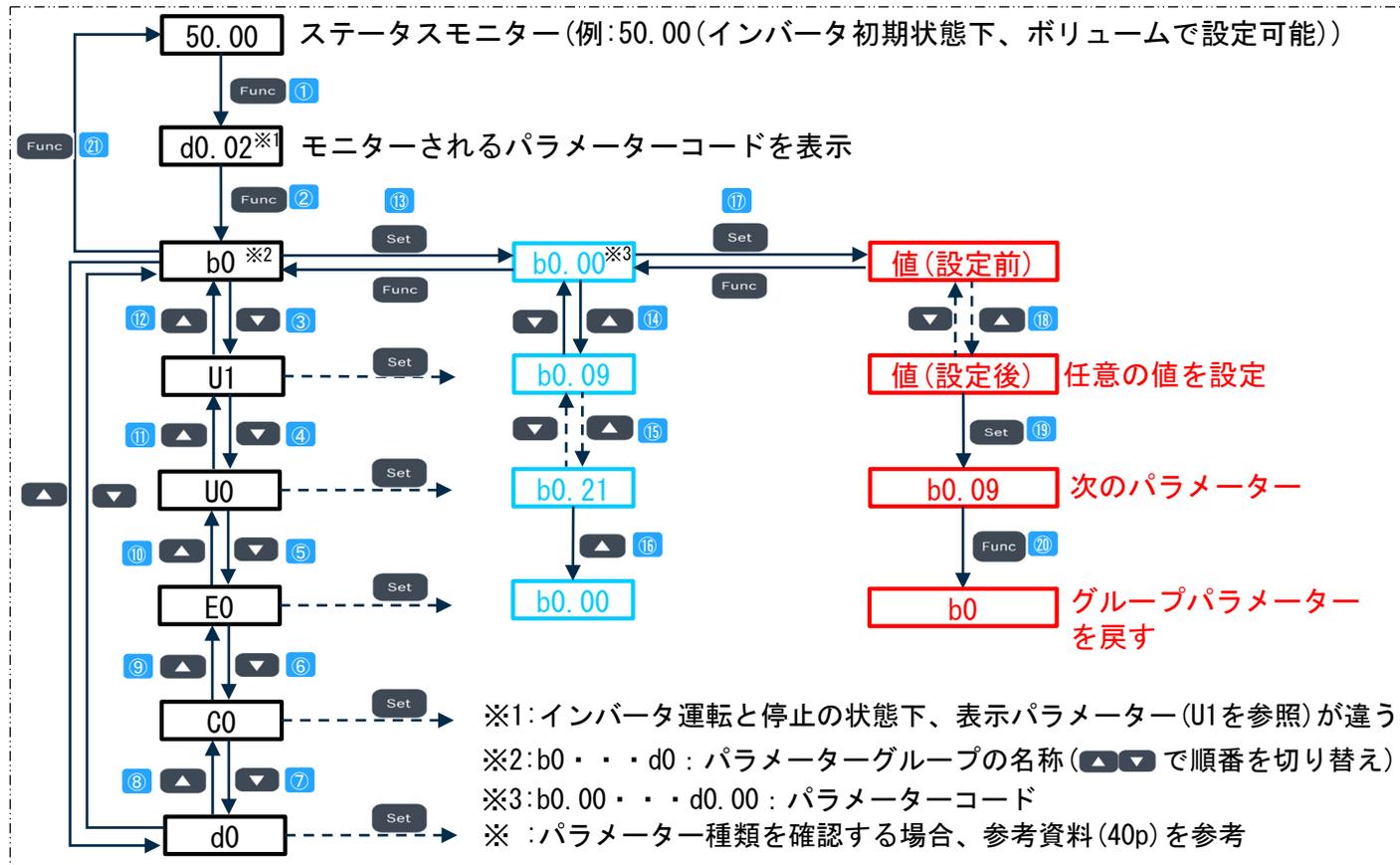
操作パネル_事前練習編

操作パネルの使い方を慣れるため、何回も練習してください
※インバータの立ち上げにつきましては有資格者に確認ください

操作パネル使い方_練習

■ 操作パネルの使い方を慣れるよう、以下の手順例で練習

本練習ではb0グループのパラメーターをベースにして行い、U1...d0というグループの操作手順はb0の操作手順を参照



オペレーター	名称	機能
8.8.8.8	データ表示部	周波数指令値、出力周波数値やパラメータ定数設定値など、関連データを表示する
Func	機能キー	・メニューとモニターの切り替え ・パラメータ定数の設定途中で押すとエスケープの機能になる ・ウォーニングをリセット
Set	セットキー	多機能モニタNo.、パラメータ定数No.と内部データ値を切替える。また、変更したパラメータ定数の設定値を確定させる場合に押す
▲	インクリメントキー	多機能モニタNo.の数値、パラメータ定数No.の数値、パラメータ定数の設定値を増加させる
▼	デクリメントキー	多機能モニタNo.の数値、パラメータ定数No.の数値、パラメータ定数の設定値を減少させる
Run	RUNキー	インバータを起動する
Stop	STOP/RESETキー	・停止 ・エラーリセット
ボリューム	ボリューム	周波数を設定する

操作パネル使い方_パラメーター初期化

■ 初期化する(初期化内容に応じて初期化を行ってください)

① 初期化のパラメーターを選択

- 例: b0.09を**3**で設定

コード	名称	設定範囲	デフォルト	変更有効
b0.09	初期化内容の設定	1~3	1	Stop

グループ	b0	d0	C0	C1	C2	C3	E0	E1	E2	E3	E4	E5	E8	E9	H0	H1	H2	H3	H4	H8	H9	U0	U1	U2	F0	ASF
b0.09値																										
1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○
2	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×
3	全てのパラメーター																									

② 初期化を実行

- 例: b0.10を「**1**」で設定

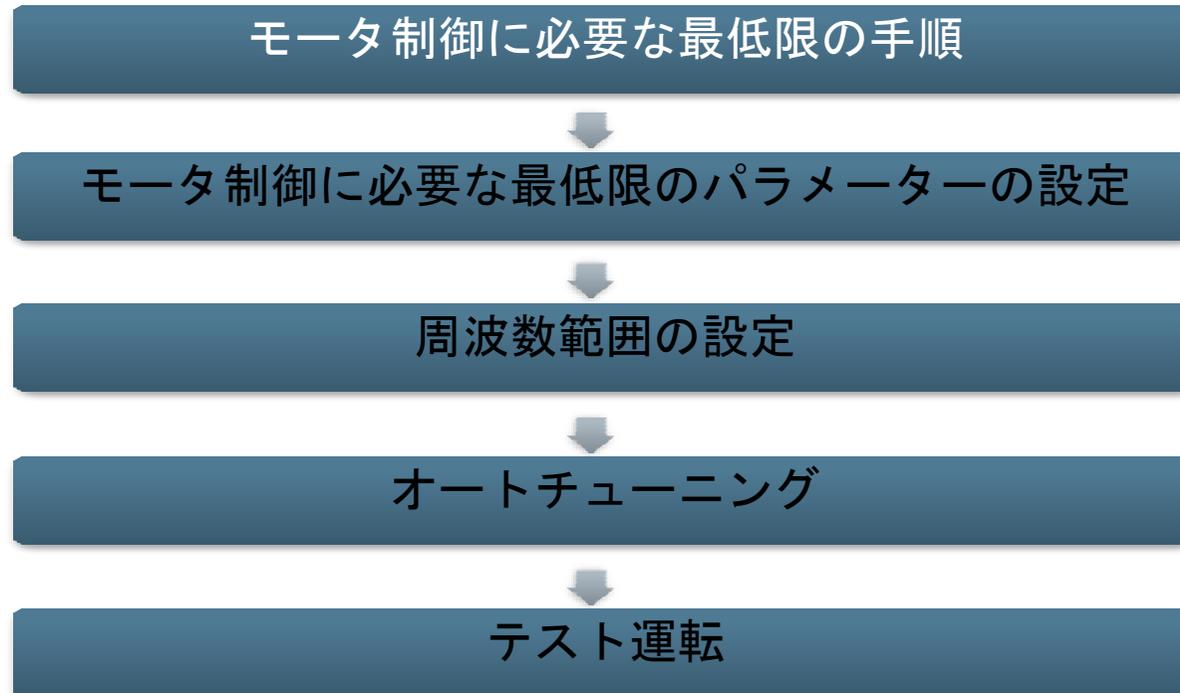
コード	名称	設定範囲	デフォルト	変更有効
b0.10	パラメーター初期化初期化	0~2	0	Stop

-0:無効

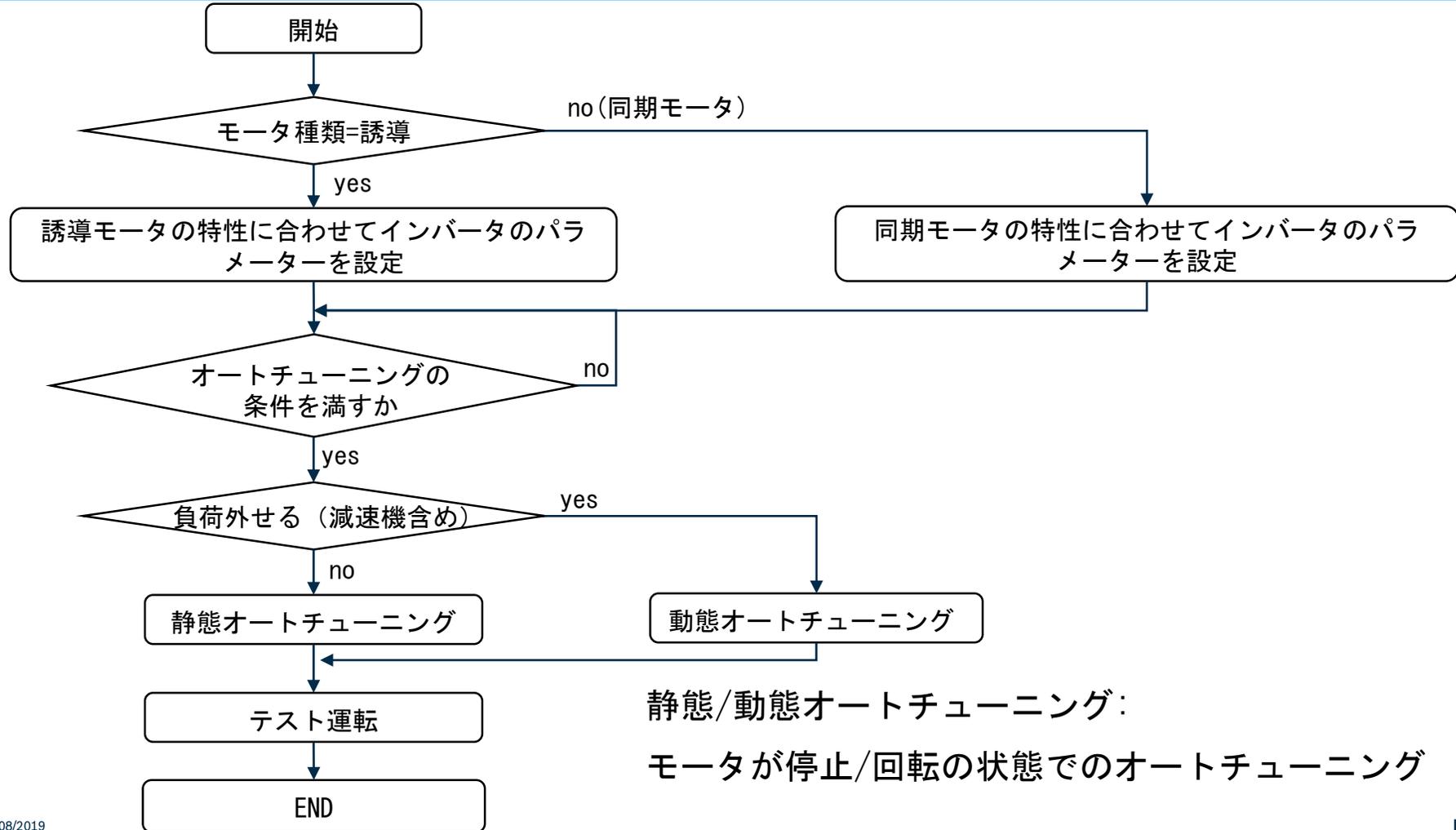
-1:C0.51, E9.05...E9.07, E9.10...E9.15, E9.97...E9.99(アラーム履歴), d0.23以外、初期化

-2:アラーム履歴を初期化

インバータセットアップ手順

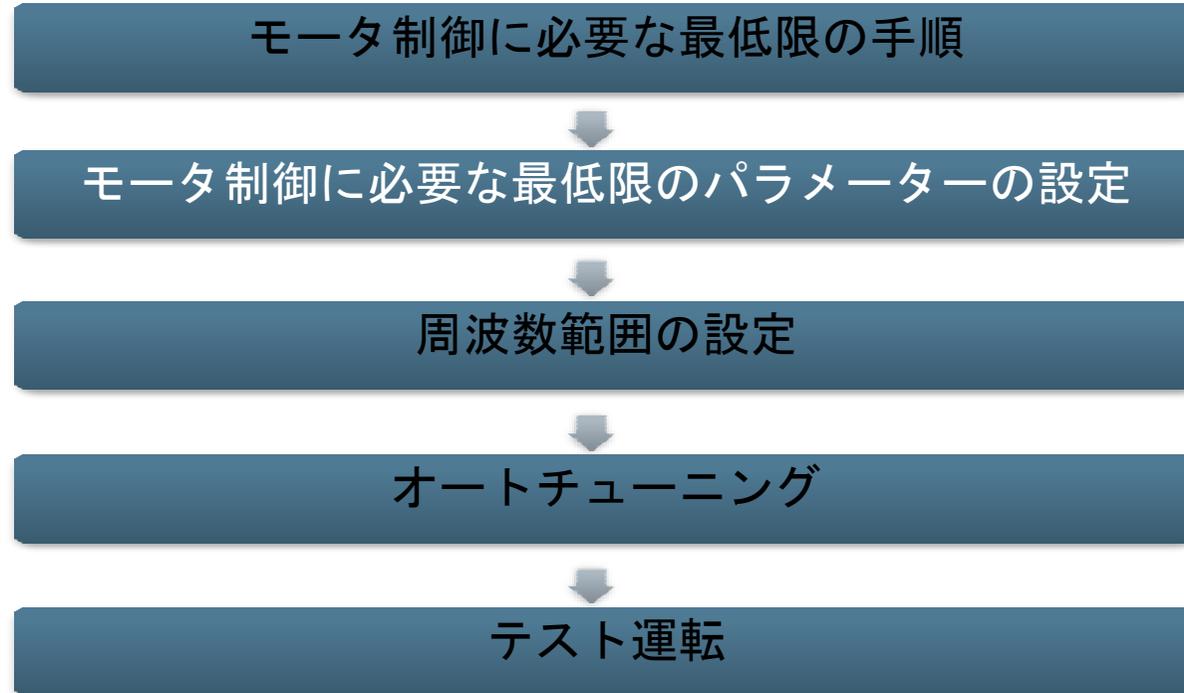


モータ制御に必要な最低限の手順



静態/動態オートチューニング:
モータが停止/回転の状態でのオートチューニング

インバータセットアップ手順



モータ制御に必要な最低限のパラメータの設定

- パラメータの説明
- パラメータの設定

モータ制御に必要な最低限パラメータ

■ 使用のモータタイプと選択の制御方式によって以下のパラメータを設定する

コード	名称	設定必須		設定範囲	デフォルト	設定単位	変更有効
		誘導モータ	同期モータ				
C0.00	制御方式	○	○	0~2 (0:V/f, 1:SVC, 2:FOC)	0	-	Stop
C1.00	モータータイプ	○	○	0~1 (0:誘導, 1:同期)	0	-	Stop

■ モータの仕様もしくは銘板から以下のパラメータを確認して設定する

(パラメータを計算する必要な場合があるのをご注意)

コード	名称	設定必須		設定範囲	デフォルト	設定単位	変更有効
		誘導モータ	同期モータ				
C1.05	モーター定格容量[kW]	○	○	0.1~1,000.0	インバーターモデル	0.1	Stop
C1.06	モーター定格電圧[V]	○	×(自動計算)	0~480	インバーターモデル	1	Stop
C1.07	モーター定格電流[A]	○	○	0.01~655.00	インバーターモデル	0.01	Stop
C1.08	モーター定格周波数[Hz]	○	○	5.00~400.00	50.00	0.01	Stop
C1.09	モーター定格回転速度[rpm]	○	○	1~30,000	インバーターモデル	1	Stop
C1.10	力率 [※]	○	×	0.00~0.99	インバーターモデル	0.01	Stop
C1.11	モーター極数	×	○	0~256	4	1	Stop

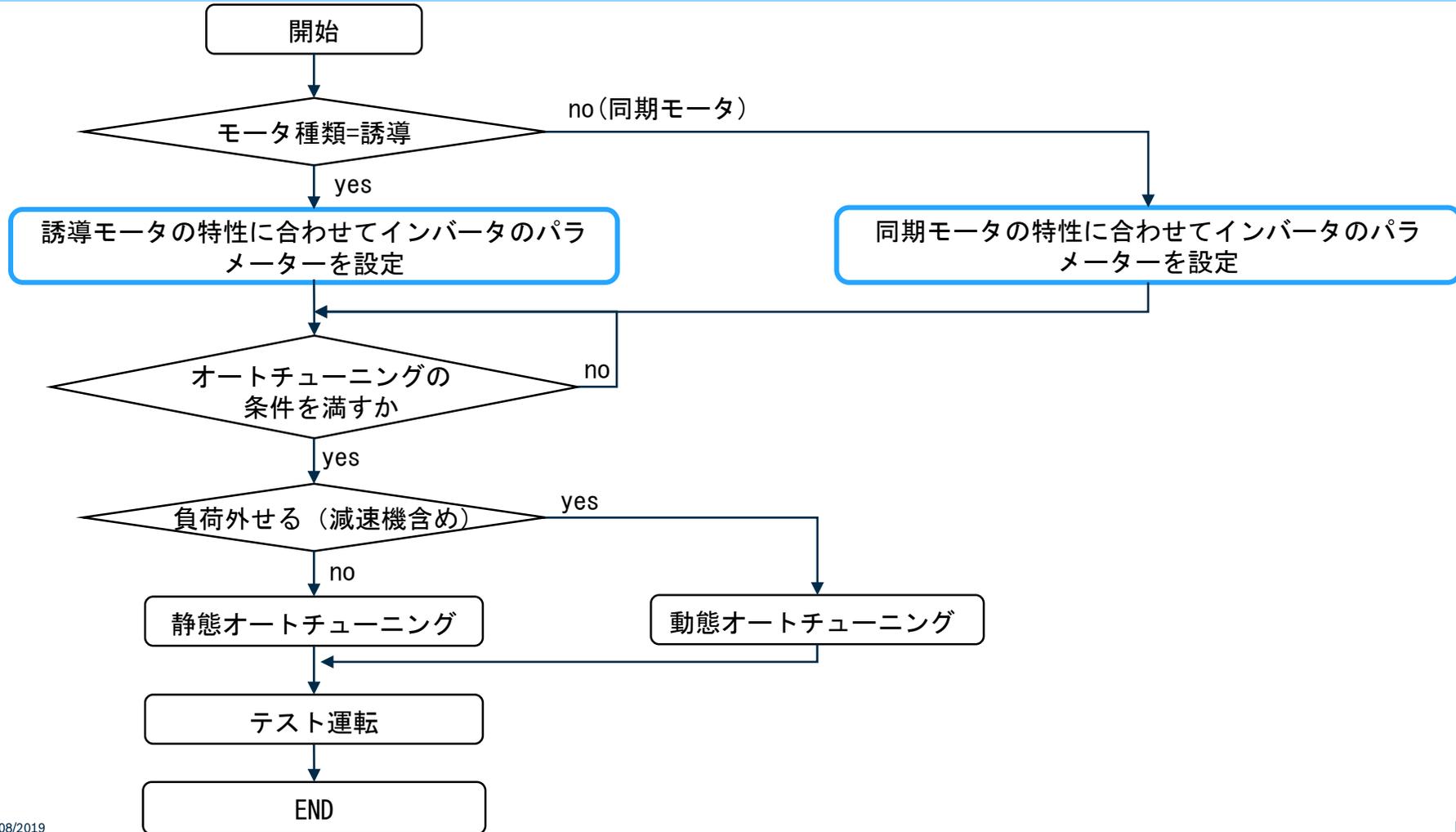
×:非必須, ○:必須

※:力率を取得できない場合、デフォルトのままでいい(自動認識)

モータ制御に必要な最低限のパラメータの設定

- パラメータの説明
- **パラメータの設定**

モータ制御に必要な最低限のパラメータ設定

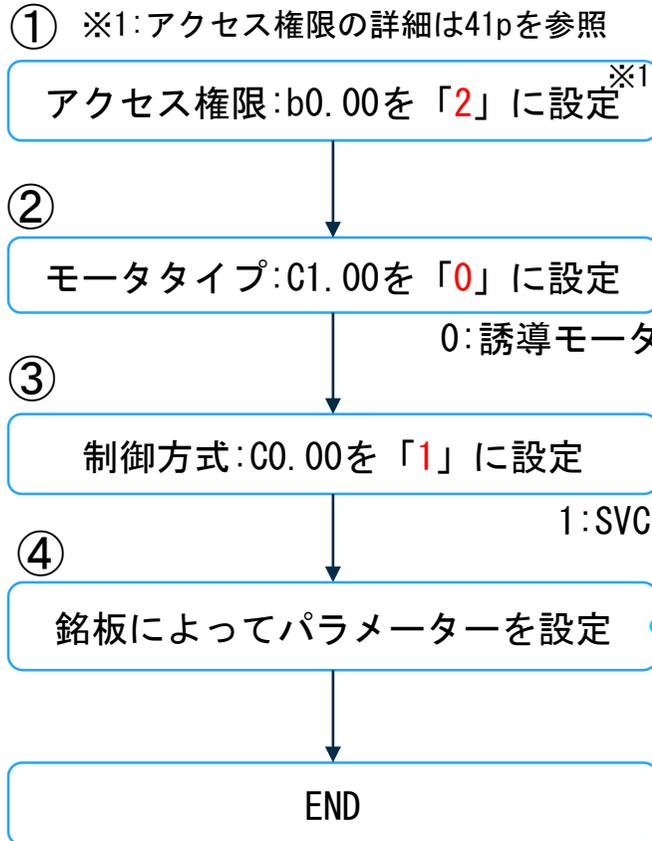


使用のモータに合わせてパラメーターを設定

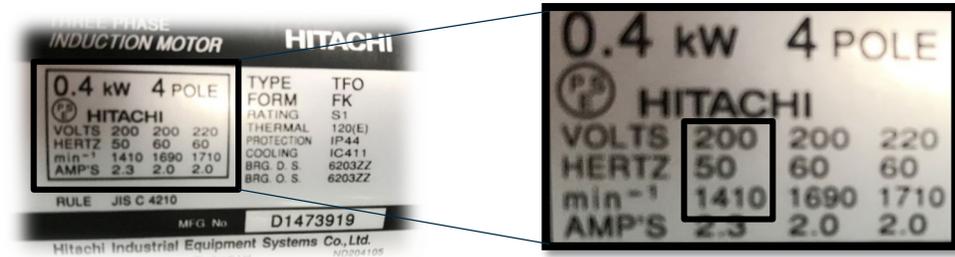
誘導モータの場合

モータ制御に必要な最低限パラメータ一設定例_誘導モータ

■ 誘導モータ (TF0-FK-4P-0.4KW) の場合、以下の設定となる



④: モータ銘板によって以下全てのパラメータを設定



コード	名称	設定値	デフォルト	設定単位	変更有効
C1.05	モータ定格容量[kW]	0.4	インバーターモデル	0.1	Stop
C1.06	モータ定格電圧[V]	200	インバーターモデル	1	Stop
C1.07	モータ定格電流[A]	2.00 [*]	インバーターモデル	0.01	Stop
C1.08	モータ定格周波数[Hz]	50.00	50.00	0.01	Stop
C1.09	モータ定格回転速度[rpm]	1410	インバーターモデル	1	Stop
C1.10	力率	0.00	インバーターモデル	0.01	Stop
C1.11	モータ極数	4	4	1	Stop

※: 電流値は仕様書から取得

使用のモータに合わせてパラメーターを設定

同期モータの場合

モータ制御に必要な最低限パラメータ一設定例_同期モータ

■ 同期モータ (MSK030C) の場合, 以下の設定となる

①

アクセス権限:b0.00を「2」に設定 ※1

②

モータタイプ(C1.00)を「1」に設定

1:同期モータ

③

制御方式(C0.00)を「1」設定する

1:SVC

④

定格速度(C1.09)を「2000rpm」に設定

⑤

モータ極数(C1.11)を「6」に設定 ※2

⑥

トルク係数Km確認 ※3

※1: アクセス権限の詳細は41pを参照

※2: 仕様書により極数(2*極数ペア)を取得

※3: 銘板により取得 $K_m = 0.58 \text{ [Nm/A]}$

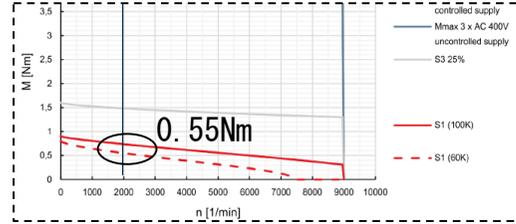


モータ制御に必要な最低限パラメータ一設定例_同期モータ

⑦

モータのトルク-速度特性曲線によって、
定格速度2000rpmに対応するトルクを取得

⑦: 2000rpm対応トルクを取得:0.55[Nm]



⑧

定格用容量 (C1.05) を「0.1kW」に設定

⑧: 定格容量を計算

	トルク (Mn)	定格速度 (Nn)	π	計算結果 [kW]	計算式
定格容量 (Pn)	0.55	2000	3.1415926	0.1	$Pn = (Mn * Nn * 2\pi) / 60$

⑨

定格用電流 (C1.07) を「0.9A」に設定

⑨: 定格電流計算

	トルク (Mn)	トルク係数 (Km)	計算結果	計算式
定格電流 (In)	0.55	0.58	0.9	$In = Mn / Km$

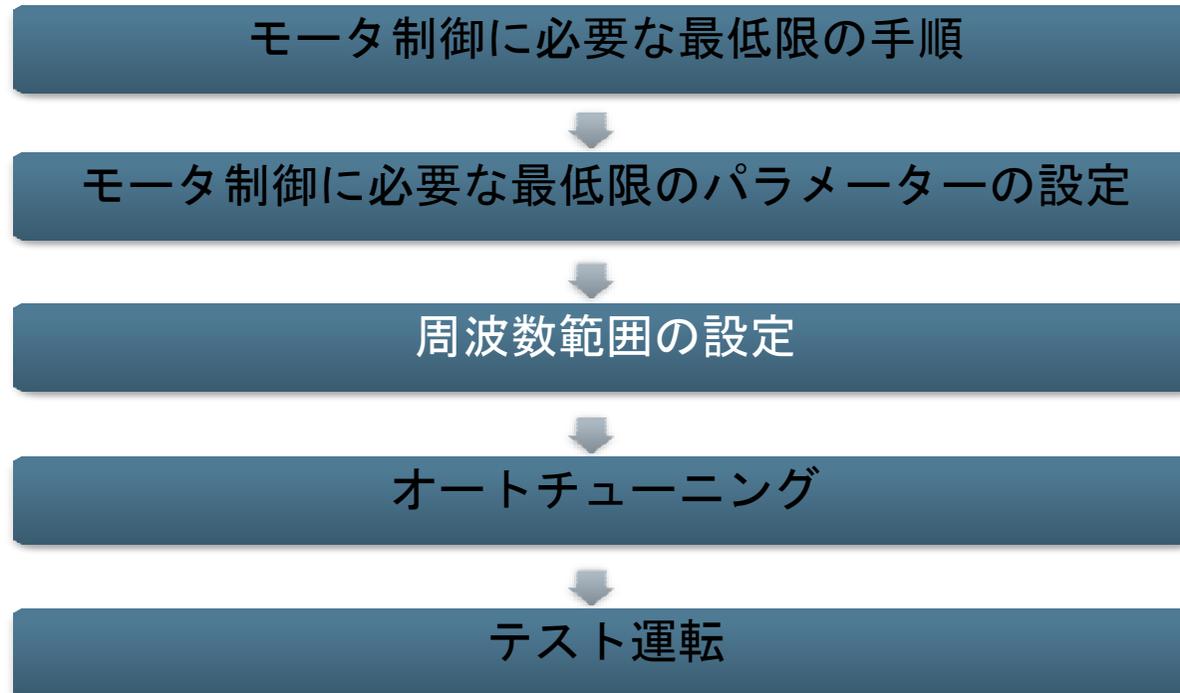
⑩

定格周波数 (C1.08) を「100Hz」に設定

⑩: 定格周波数計算

	極数ペア (o)	定格速度 (Nn)	計算結果	計算式
定格周波数 (fn)	3	2000	100	$fn = o * Nn / 60$

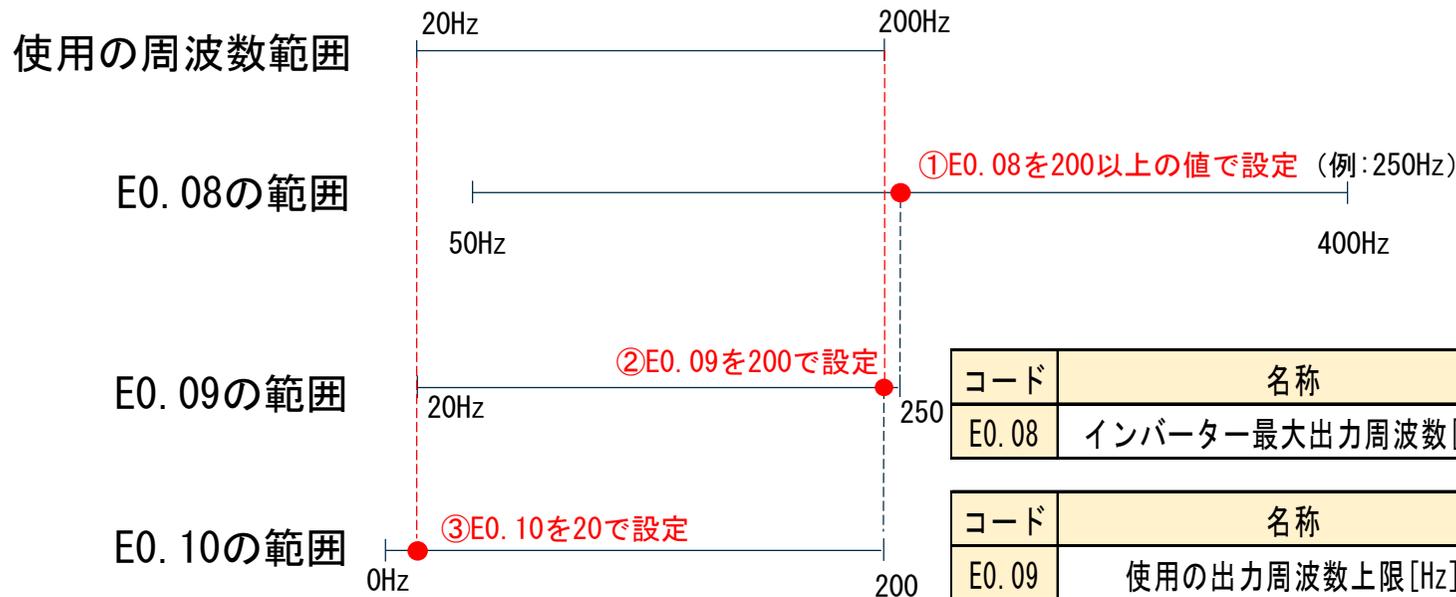
インバータセットアップ手順



モータ制御に必要な最低限パラメータ一設定_出力周波数範囲

■ 実際の使用速度範囲に合わせて出力周波数範囲を設定

例：使用の周波数範囲20Hz～200Hzの場合、以下の手順で設定

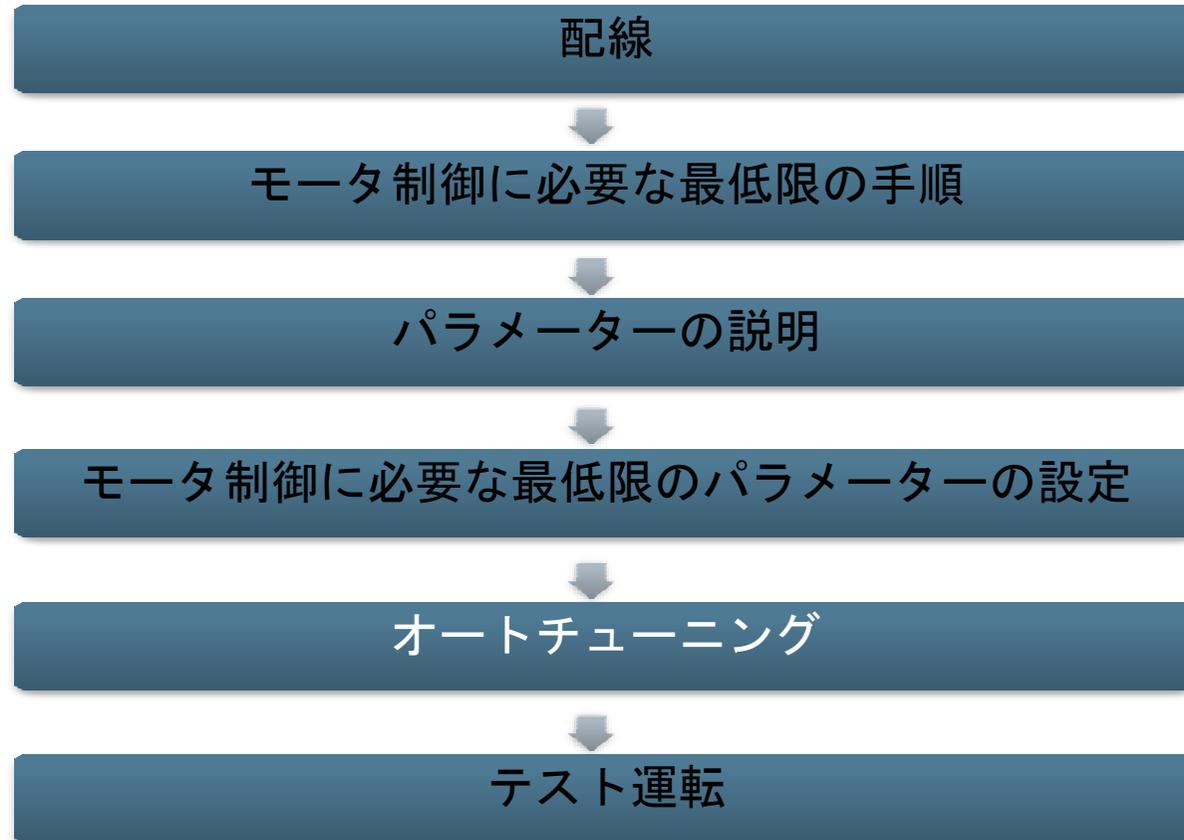


コード	名称	設定範囲	デフォルト	設定単位	変更有効
E0.08	インバーター最大出力周波数 [Hz]	50~400	50.00	0.01	Stop

コード	名称	設定範囲	デフォルト	設定単位	変更有効
E0.09	使用の出力周波数上限 [Hz]	E0.10~E0.08	50.00	0.01	Run

コード	名称	設定範囲	デフォルト	設定単位	変更有効
E0.10	使用の出力周波数下限 [Hz]	0~E0.09	0.00	0.01	Run

インバータセットアップ手順

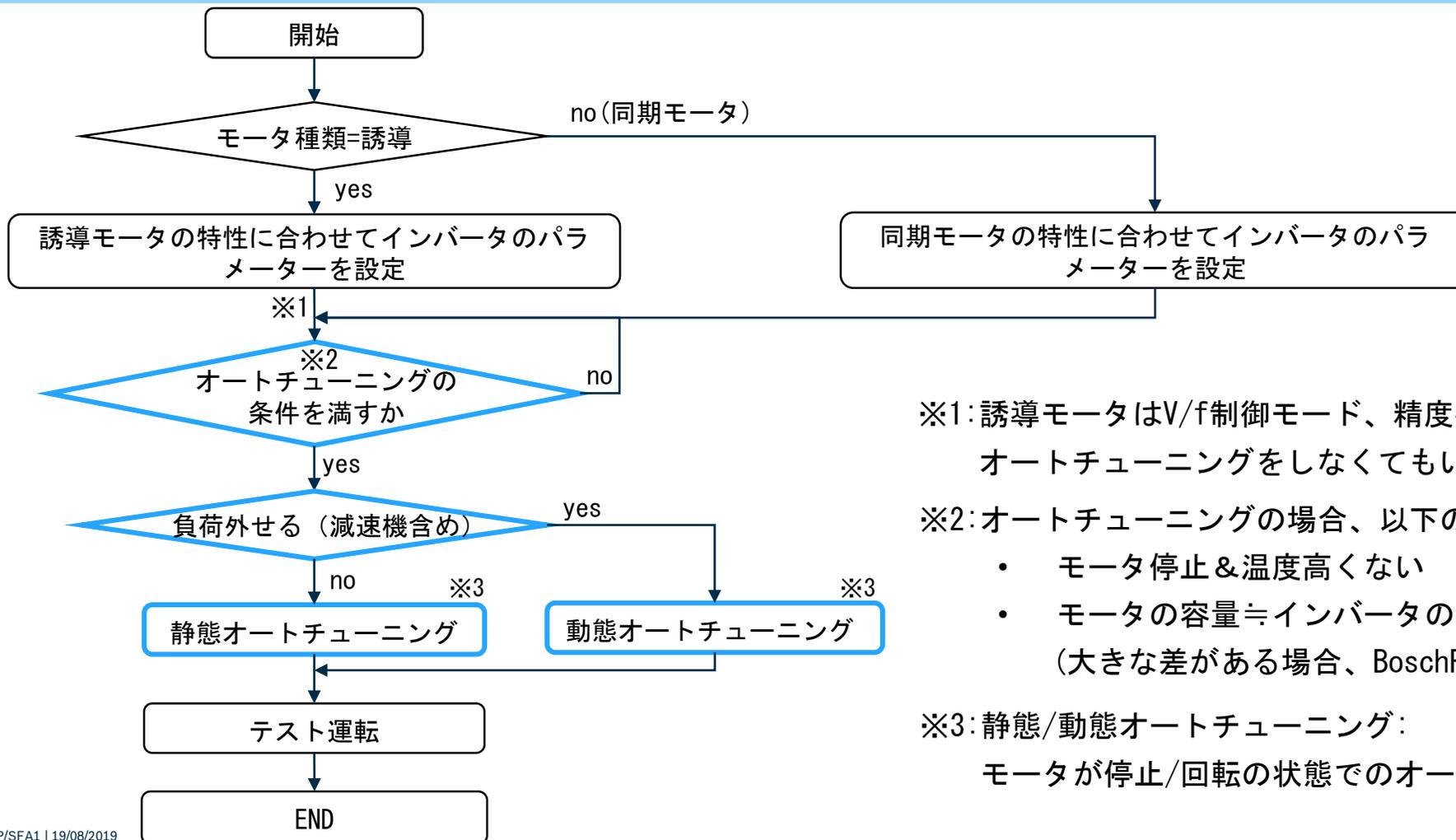


オートチューニングとは

- オートチューニング機能を通して、以下のパラメーターを自動的に設定することでインバータとモータが適切な制御状態になる

自動整定获取参数设置	誘導モータ		同期モータ	
	静態オートチューニング	動態オートチューニング	静態オートチューニング	動態オートチューニング
C1.12: 滑り周波数	○	○	-	-
C1.13: モータ慣性仮数	-	○	-	○
C1.14: モータ慣性指数	-	○	-	○
C1.20: モータ無負荷電流	○	○	○	○
C1.21: ステータ抵抗	○	○	○	○
C1.22: ロータ抵抗	○	○	-	-
C1.23: 漏れインダクタンス	○	○	○	○
C1.24: 相互インダクタンス	○	○	-	-
C3.00: 速度ループ比例ゲイン1	-	○	-	○
C3.01: 速度ループ積分時間1	-	○	-	○
C3.05: 電流ループ比例ゲイン	○	○	○	○
C3.06: 電流ループ積分時間	○	○	○	○

オートチューニングの流れ



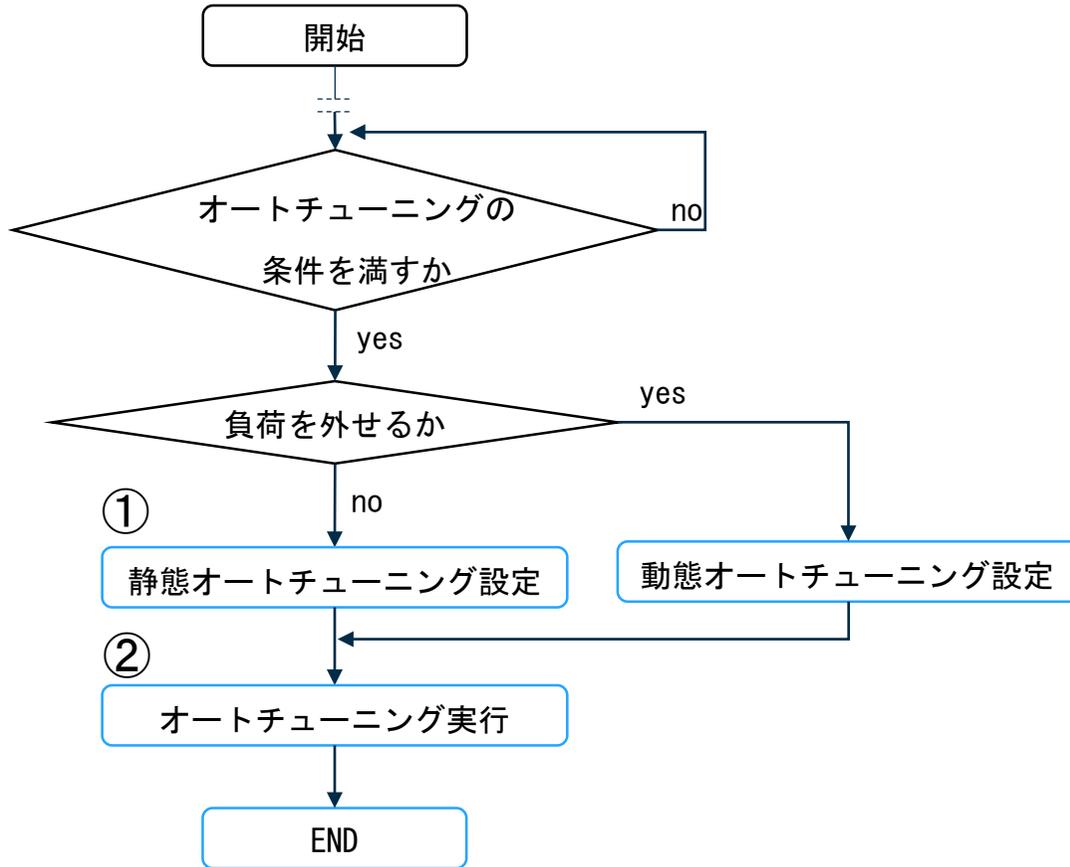
※1: 誘導モータはV/f制御モード、精度要求がない場合、オートチューニングをしなくてもいい

※2: オートチューニングの場合、以下の条件を満たす必要

- モータ停止 & 温度高くない
- モータの容量 ≒ インバータの容量 (大きな差がある場合、Bosch Rexrothに問い合わせ)

※3: 静態/動態オートチューニング:
モータが停止/回転の状態でのオートチューニング

オートチューニング_実行



①例：オートチューニング方式を2で設定

コード	名称	設定範囲	デフォルト	設定単位	変更有効
C1.01	オートチューニング方式	0,1,2	0	-	Stop

設定範囲 0:無効

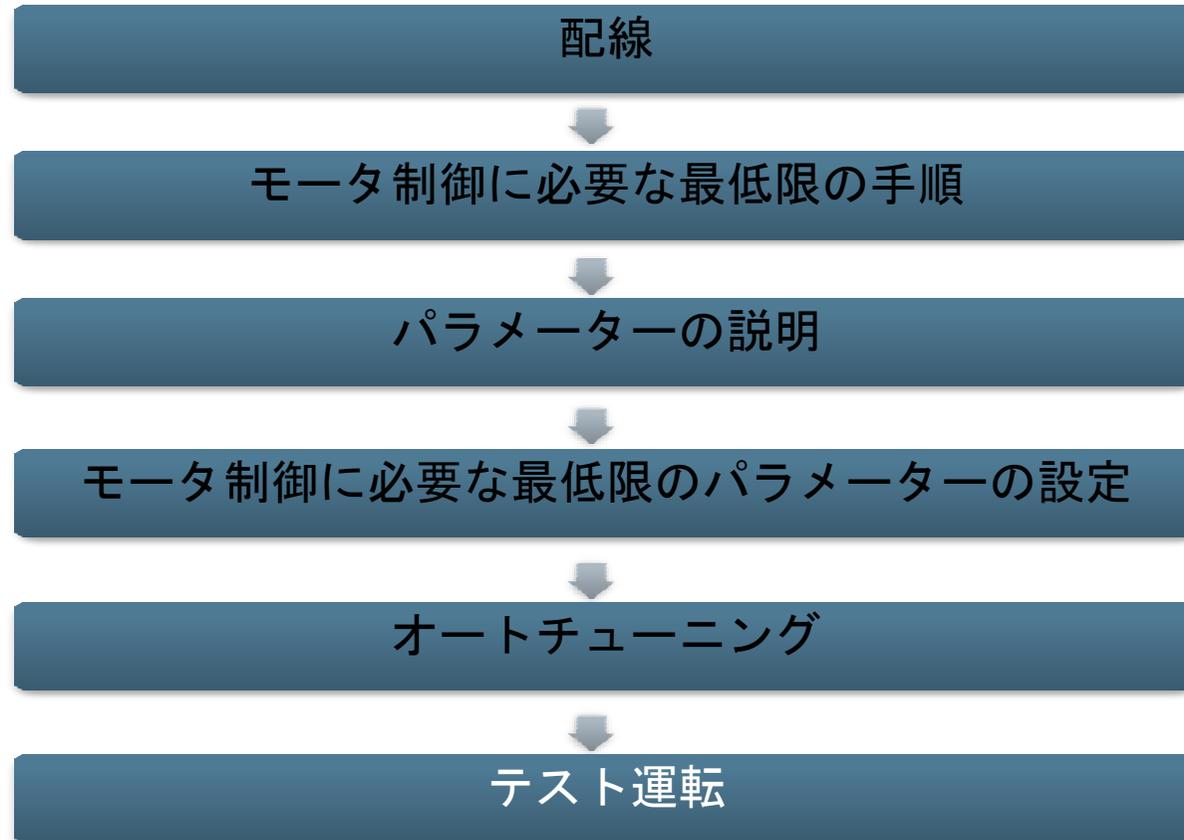
1:静態自動チュー 2:動態自動チューニング

② 「Run」 でオートチューニングを実行する



- 「Run」を押すとオートチューニングが開始（「tUnE」を表示）
- エラー無と「tUnE」の表示が消すと、オートチューニング完了

インバータセットアップ手順



テスト運転_パラメータの設定

- **周波数の設定方法**と**モーターの起動コマンド**を**E0.00**と**E0.01**の設定値によって異なるのでご注意ください
 今回、操作パネルでモータの周波数の設定と起動を行うので、第1周波数設定方法 (E0.00) と第1コマンドモード (E0.01) を0で設定する必要

① 第1周波数設定方法 (E0.00) を0で設定

コード	名称	設定値	設定範囲	デフォルト	設定単位	変更有効
E0.00	第1周波数設定方法	0	0~21	0	-	Stop

設定範囲	0	1	2	3	4	5	10	11	21	20
説明	パネル		アナログ入力		I/O拡張カードのアナログ		デジタル入力			Modbus等
	ボリューム	ボタン	AI1	AI2	EAI1	EAI2	X5	Up/Down	多段設定	通信

② 第1コマンドモード (E0.01) を0で設定

コード	名称	設定値	設定範囲	デフォルト	設定単位	変更有効
E0.01	第1コマンドモード	0	0~2	0	-	Stop

設定範囲	0	1	2
説明	パネル入力	デジタル入力	通信入力

テスト運転



参考資料

パラメーターの種類

グループ	機能		例
b	システム	b0: 基本システム設定	初期化、権限設定、パラメーターコピー…
C	基本設定	C0: パワー制御	制御モード, キャリア周波数, 欠相保護…
		C1: モーターとシステム	モータータイプ, モーター定格電流…
		C2: V/f制御	V/f周波数, V/f曲線方式, 電流制限比例ゲイン…
		C3: ベクトル制御	電流制限比例ゲイン, 速度制限比例ゲイン…
d	モニター	d0: モニターパラメーター	実際の速度、設定速度…
E	機能制御	E0: 制御と設定	加速時間, 減速時間…
		E1: 入力	入力パルス最高の周波数, 断線保護…
		E2: 出力	出力パルス最高の周波数, カウンター目標値…
		E3: 簡単なシーケンサ制御	加減速時間, 簡易PLCモードの設定…
		E4: PID制御,	比例ゲイン, 積分ゲイン, 微分ゲイン, サンプリング周期…
		E5: 拡張	スリーブ時間, 速度比例係数, 高精度出力電流フィルター時間…
		E8: スタンダード通信	プロトコール選択, Modbus通信速度, Modbusスレーブ設定…
		E9: 保護と故障	故障自動回復回数, 故障タイプ…
F	特定用途向けファームウェア	F0: ASFパラメーター	ASFバージョン, ASF試用残る時間, ASFコマンド1…
H	拡張カード	H0: 共通	コントロールワード, ステータスワード, ST0セフティステータスワード…
		H1: PROFIBUSカード	現在通信速度, 現在报文タイプ…
		H8: I/O	診断機能, 入力選択, 入力極性設置…
		H9: リレーカード	リレー出力設定値, 出力選択, 診断…
U	パネル	U0: 共通キー	STOPモード, ファームウェアバージョン…
		U1: LEDキー	運転中表示パラメーター, 停止中表示パラメーター…
		U2: LCDキー	ロック機能, 言語選定, リモートとロカール設定…

詳細はユーザーズマニュアルの20.3章を参照

パラメーターアクセスの権限

- アクセス権限によって設定できるパラメーターが異なるので設定するパラメーターの種類に応じてb0.00を設定する

コード	名称	設定範囲	デフォルト	変更有効
b0.00	アクセス権限	0~3	0	Run

■ 権限の説明

- 0, 1, 2

グループ 権限	権限																										
	b0	d0	C0	C1	C2	C3	E0	E1	E2	E3	E4	E5	E8	E9	H0	H1	H2	H3	H4	H8	H9	U0	U1	U2	F0	-EP-	
0	○	○	○	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	×	○	
1	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	×	○
2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

- 3

b0, d0とファストスタートアップパラメーターをアクセスできる ➡

ファストスタートアップパラメーター

コード	名称	設定範囲	デフォルト	設定単位	変更有効
C0.05	キャリア周波数	0K40~22K0: 1~15 kHz 30K0~160K: 1~12 kHz	0K40~4K00: 6k 5K50~22K0 (HD): 6k 5K50~22K0 (ND): 4k 30K0~90K0: 4k 110K~160K: 2k	1	Run
C0.00	制御方式	0~2 (0:V/f, 1:SVC, 2:FOC)	0	-	Stop
C1.00	モータータイプ	0~1 (0:誘導, 1:同期)	0	-	Stop
C1.01	自動チューニング方式	0, 1, 2 (0:無効, 1:モーター停止時, 2:モーター回転時)	0	-	Stop
C1.05	モーター定格容量[kW]	0.1~1,000.0	インバーターモデル	0.1	Stop
C1.06	モーター定格電圧[V]	0~480	インバーターモデル	1	Stop
C1.07	モーター定格電流[A]	0.01~655.00	インバーターモデル	0.01	Stop
C1.08	モーター定格周波数[Hz]	5.00~400.00	50	0.01	Stop
C1.09	モーター定格回転速度[rpm]	1~30,000	インバーターモデル	1	Stop
C1.10	力率	0.00~0.99	インバーターモデル	0	Stop
C1.11	モーター極数	0~256	4	1	Stop
C2.00	V/f曲線方式	1: 直線 1: 2乗曲線 2: ユーザー定義曲線 3: V/f 独立制御	0	0	Stop
E0.00	周波数指令の選択	0~21	0	-	Stop
E0.01	運転指令の選択	0~2	0	-	Stop
E0.07	デジタル設定周波数[Hz]	0.00~[E0.09]	50.00	0.01	Run
E0.08	インバーター最大出力周波数[Hz]	50~400	50.00	0.01	Stop
E0.09	使用の出力周波数上限[Hz]	E0.10~E0.09	50.00	0.01	Run
E0.10	使用の出力周波数下限[Hz]	0~E0.09	0	0.01	Run
E0.17	回転方向	0: CW/CWW 1: CW 2: CCW 3: 回転方向反転	0	-	Stop
E0.25	加/減速曲線方式	0: 直線 1: S字	0	-	Stop
E0.26	加速時間	0.1~6000s	インバーターモデル	0.1	Run
E0.27	減速時間	0.1~6000s	インバーターモデル	0.1	Run
E0.35	起動方式	0: 直接起動 1: 始動時直流制動 2: 瞬停復帰後運転 3: あらかじめ設定した拾込み周波数より起動/停止	0	-	Stop
E0.50	停止方法の選択	0: 減速停止 1: フリーラン停止1 2: フリーラン停止2	0	-	Stop