

Frequency Converter

EFC/VFCシリーズのセットアップマニュアル

ソフトウェア編

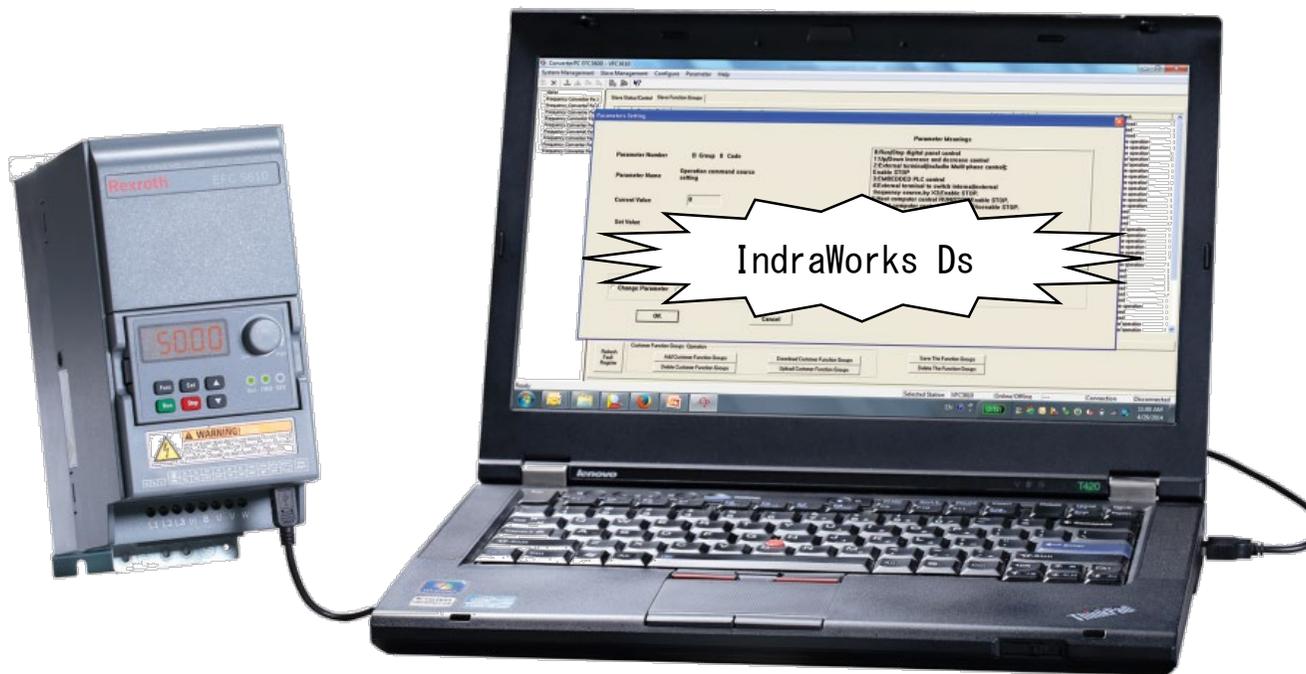


ご使用に際してのご注意事項について

- 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

- 本マニュアルではソフトウェア (Indraworks Ds) 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ー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_ソフトウェア

■ 「IndraWorks Ds」 をダウンロード

① 「[IndraWorks Ds](https://www.boschrexroth.com/ja/jp/products_8/inverter)」 (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

ボッシュレックスロスのインバータ



製造業、特に機械産業では、上昇するコストと環境にやさしいものづくりに対応することは、常に大きな挑戦です。そのため、高いエネルギー効率、二酸化炭素排出量の減少、コストの削減を実現するドライブ技術が必要です。ボッシュレックスロスのインバータは、最大160kWまでのラインナップを用意しています。また、産業用イーサネット規格、I/Oインターフェースに対応できるオプション・モジュールを用意し、様々なアプリケーションに対応します。

- 製品仕様 +
- 定格出力容量・電流 / 外形寸法 +
- 形式表示 +
- 製品カタログ +
- マニュアル +
- ソフトウェア -

② 展開

サポートソフトウェア IndraWorks Ds

言語	バージョン	ダウンロード
英語	14V24 R2	(1.40GB)

③ ダウンロード

事前準備_マニュアル

■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）

■ マニュアル ① 展開

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				

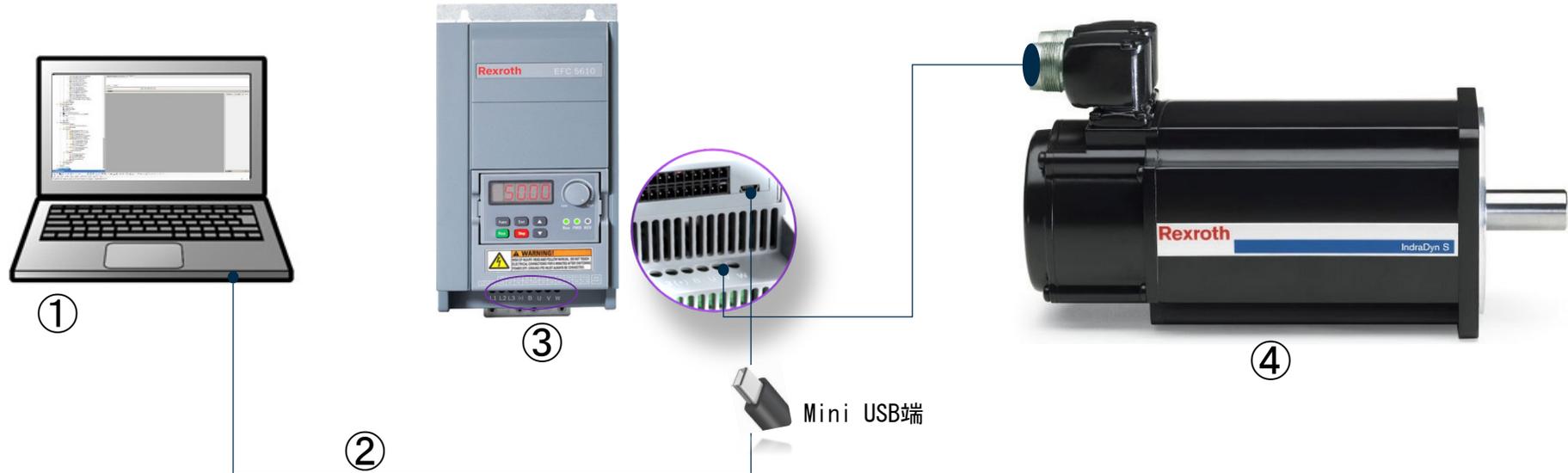
マニュアル・英語

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

② ダウンロード

システムの構成

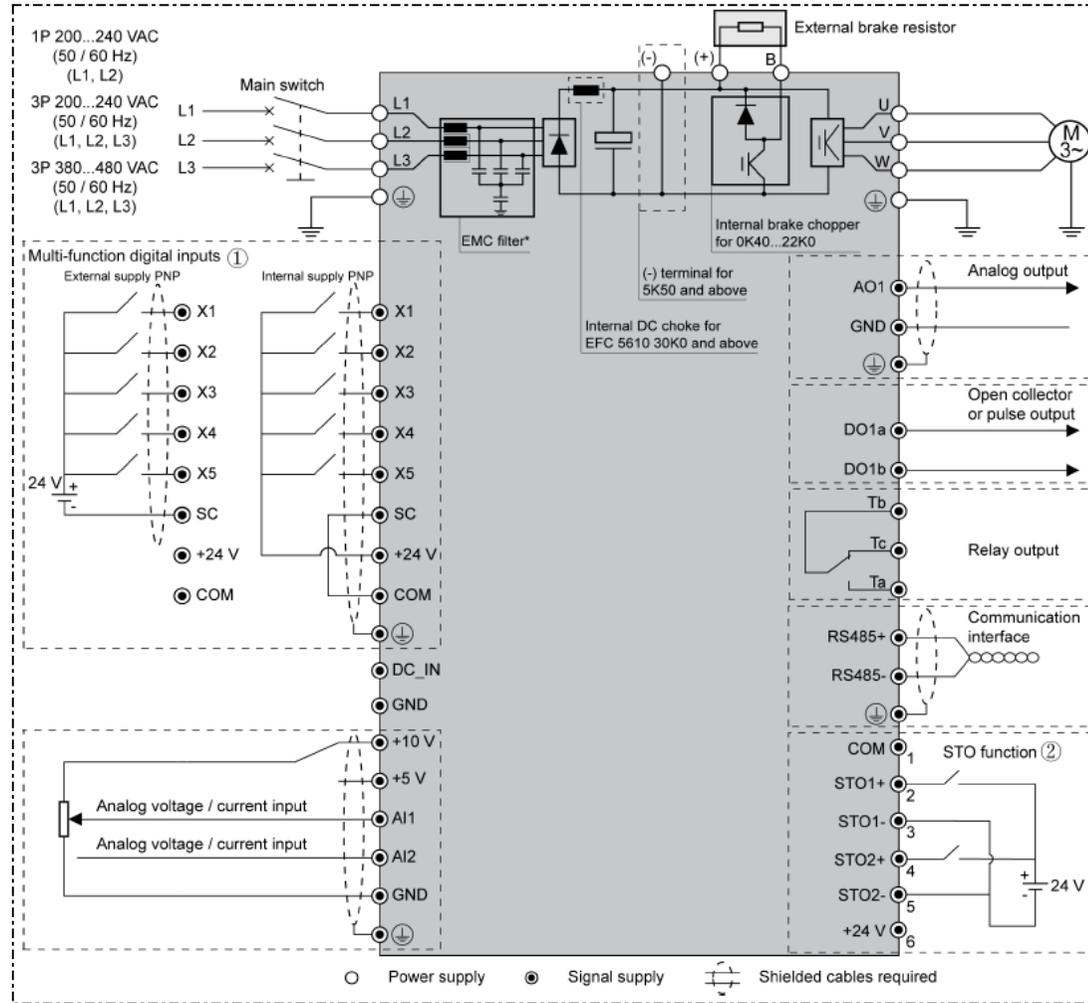
- 本マニュアルでは一番簡単なシステム構成で説明



Item	Name	バージョン	備考
①	PC (IndraWorks DS)	IndraWorks Ds 14V24	-
②	Mini USB Type-B	-	ノイズの対策としてフェライトコアが必要
③	インバーター (EFC5610シリーズ)	FWA-EFC01-NNN-03V32-NN	-
④	モーター (誘導/同期)	-	エンコーダ接続無

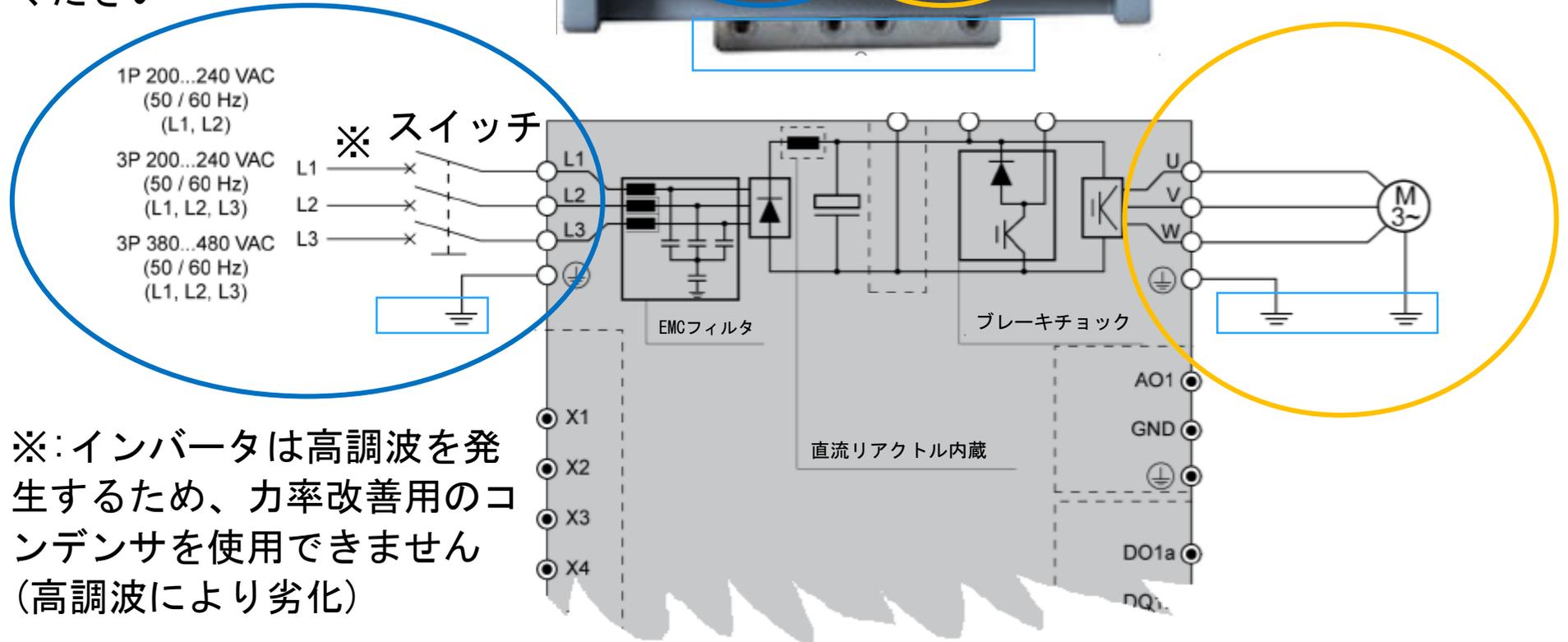
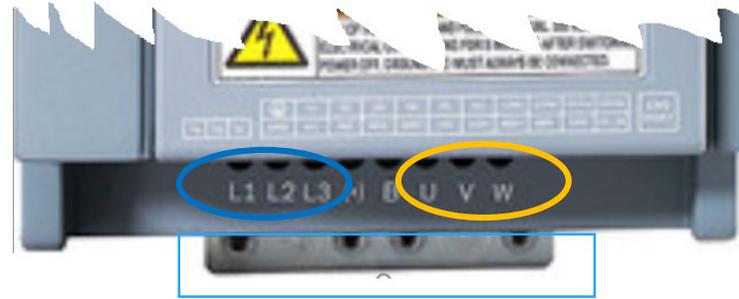
配線編

配線_全体図

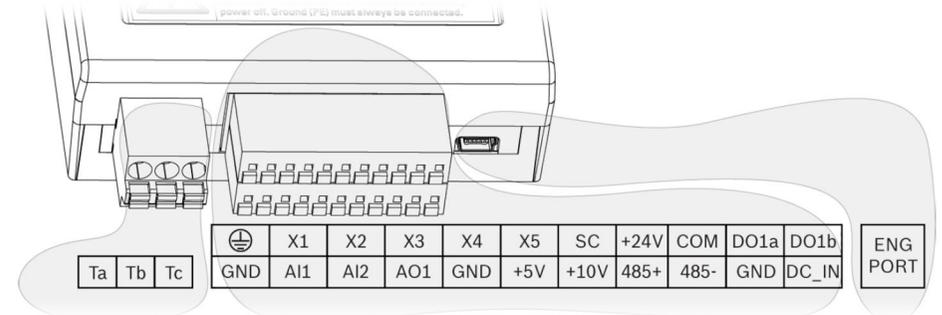
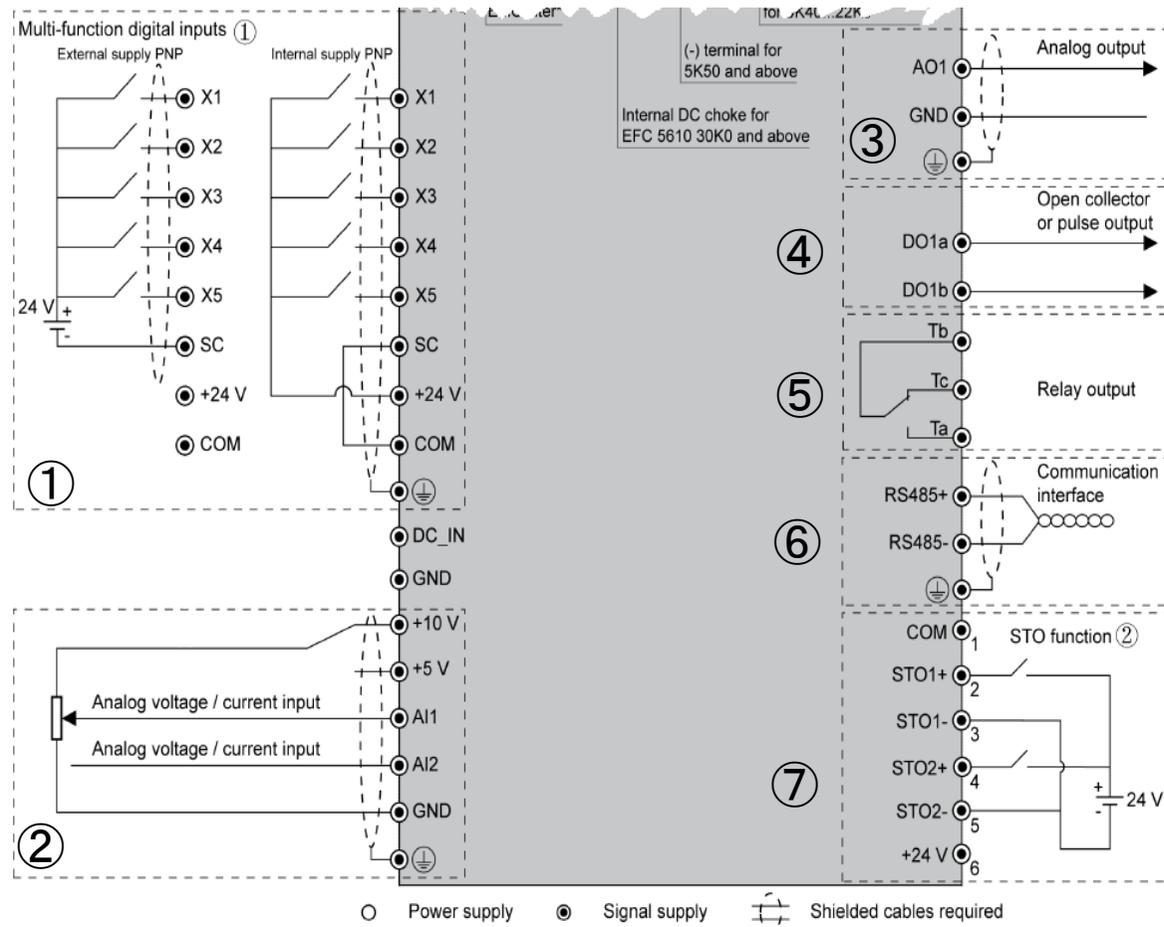


配線_主電源とモータの接続

主電源の種類によって配線
ください



配線_I/O部分



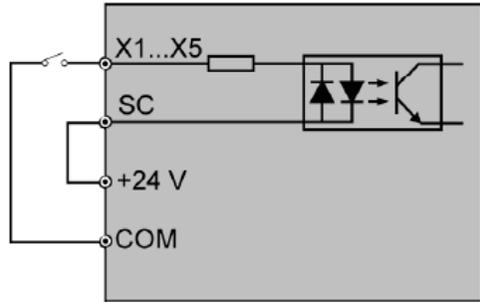
番号	名称	説明	
①	デジタル入力	+24V DI1 (X1) ~ DI4 (X4)	max. 100mA PNP/NPN, 24VDC 8mA / 12VDC 4mA
		DI5 (X5) パルス入力	PNP/NPN, 24VDC 8mA / 12VDC 4mA, パルス入力: max. 50kHz
②	アナログ入力	+10V	-
		+5V	-
		AI1 AI2	0 (2) ~ 10V / 0 (4) ~ 20mA 0 (2) ~ 10V / 0 (4) ~ 20mA
③	アナログ出力	AO1	0 (2) ~ 10V / 0 (4) ~ 20mA
④	デジタル出力	DO1 :	プルダウン/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

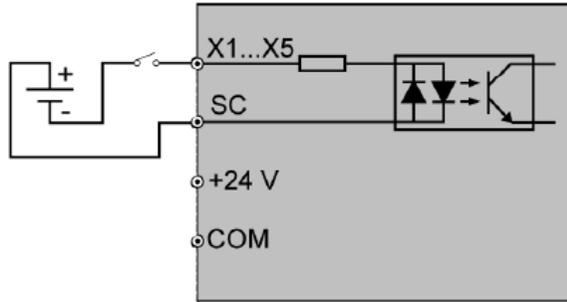
配線_I/O部分_デジタル入力①と出力④

デジタル入力

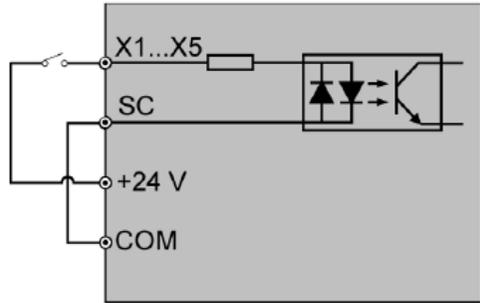
(1) NPN 内部電源



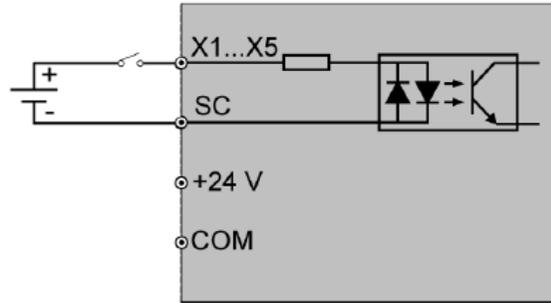
(2) NPN 外部電源



(3) PNP 内部電源

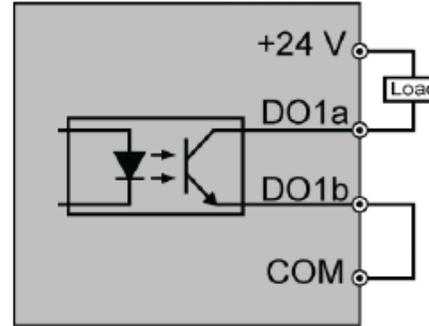


(4) PNP 外部電源

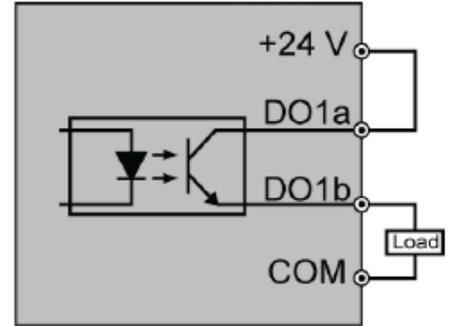


デジタル出力

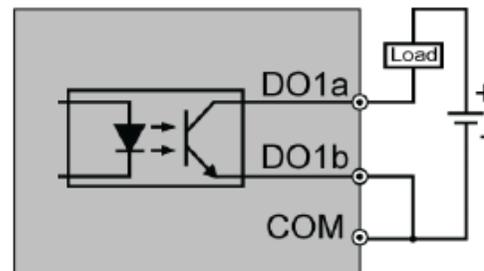
(1) 内部電源
+コモン接続



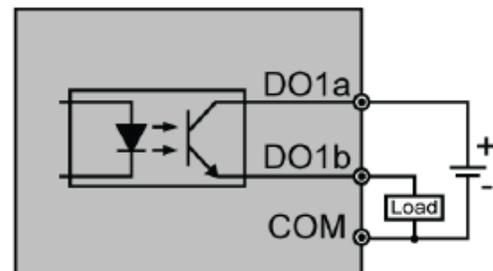
(2) 内部電源
-コモン接続



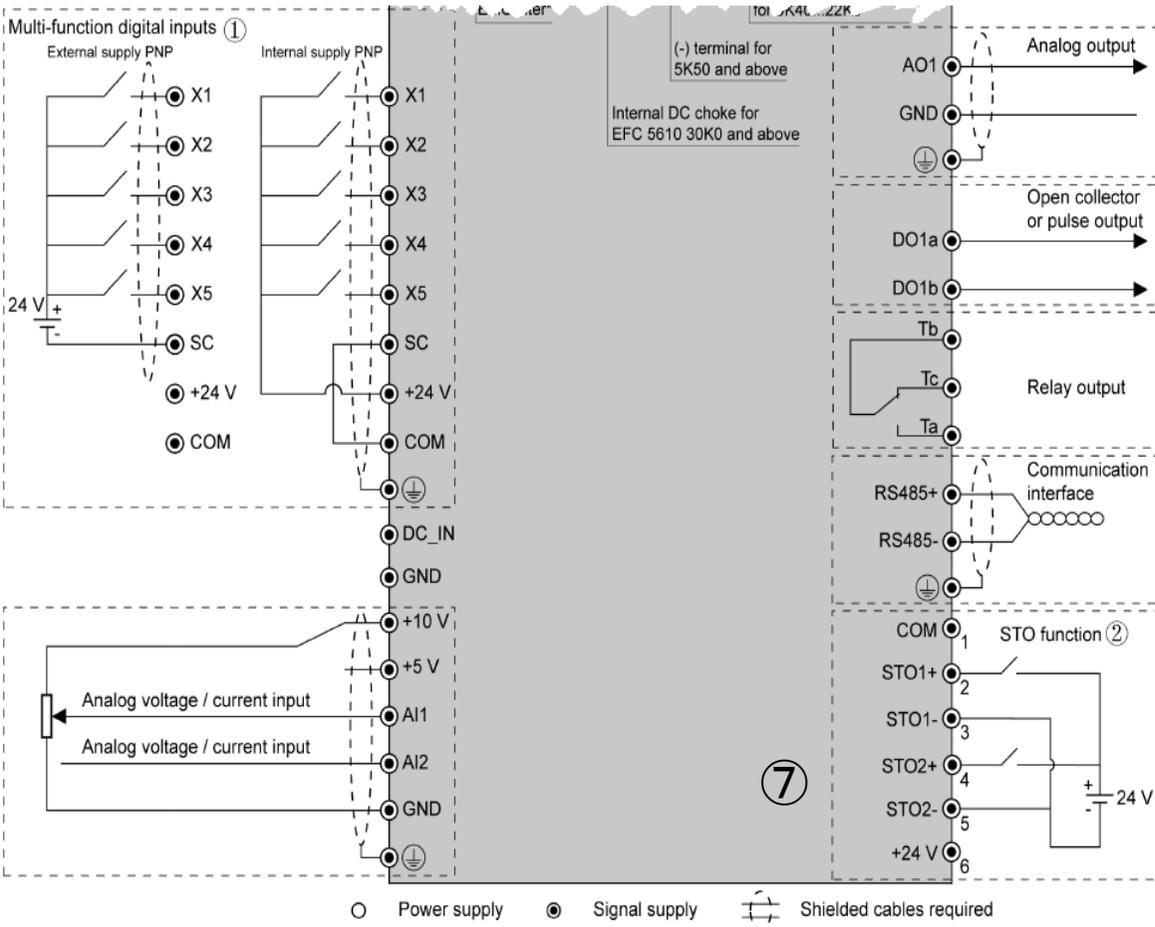
(3) 外部電源負荷
+コモン接続



(4) 外部電源負荷
-コモン接続

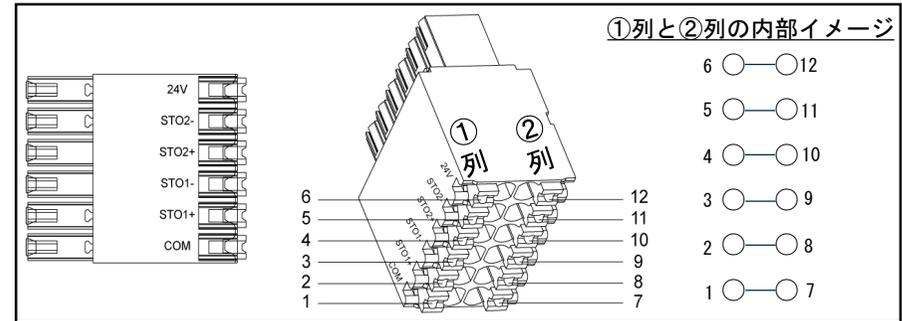


配線_I/O部分_オプション部分 (STO)



番号	名称	説明
⑦	スタンダード STO	-

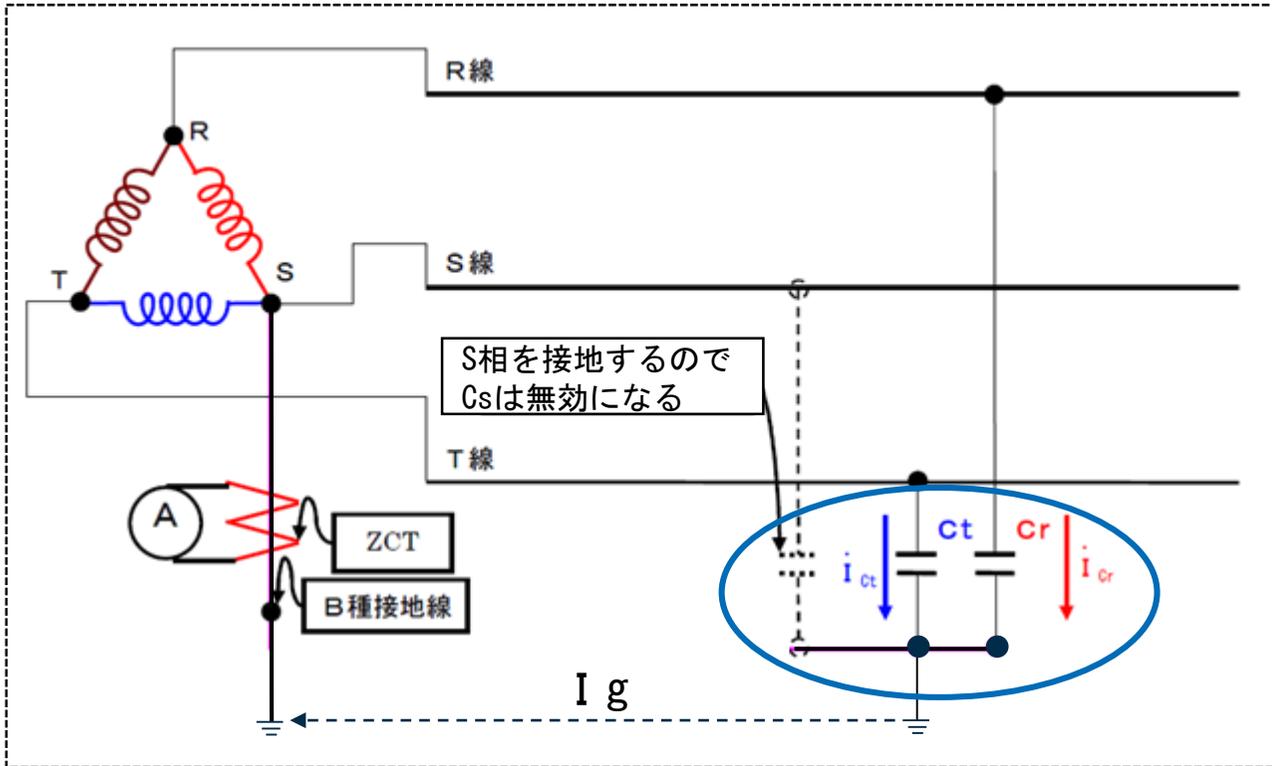
コネクタ



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。

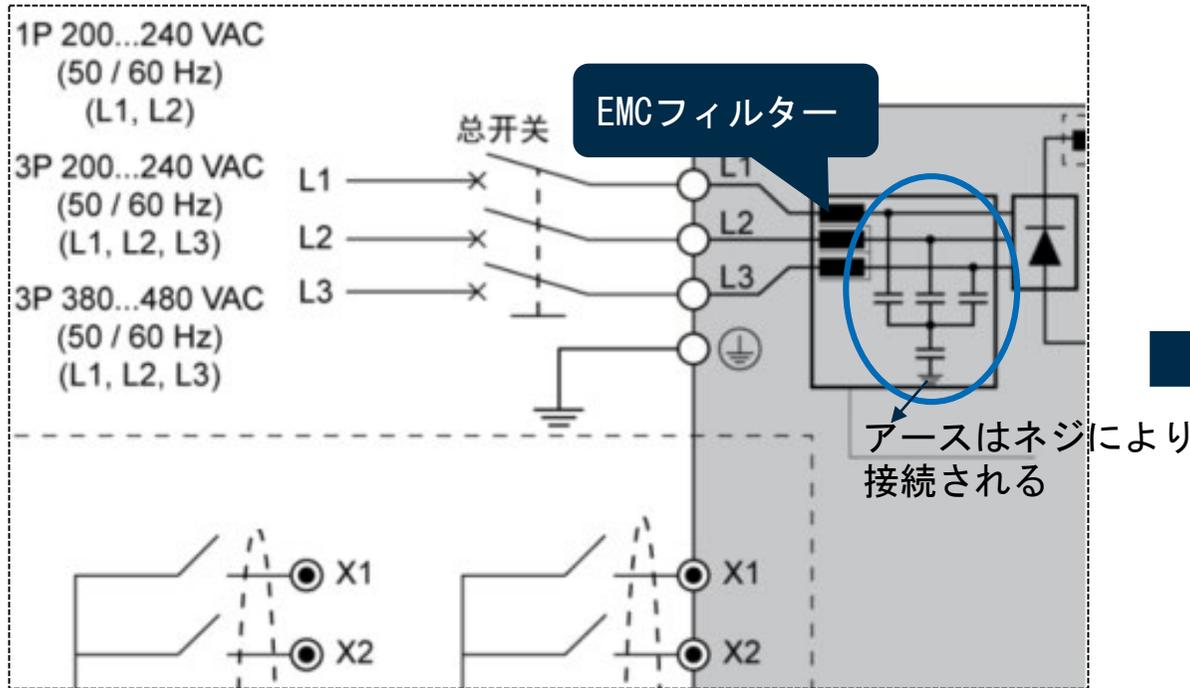


➔ $I_g = \sqrt{3} \omega C V$ [A]

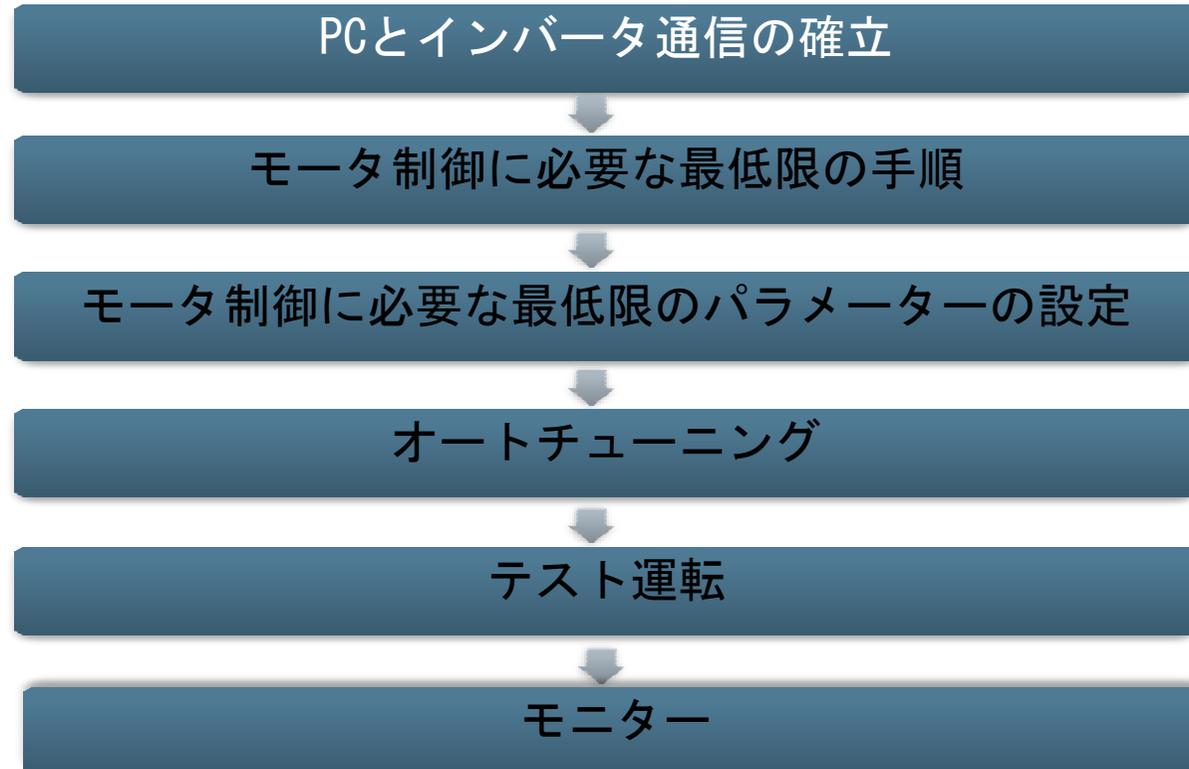
- ・ $\omega = 2\pi f$
- ・ $V =$ 線間電圧

配線注意事項_3相200V場合の漏れ電流

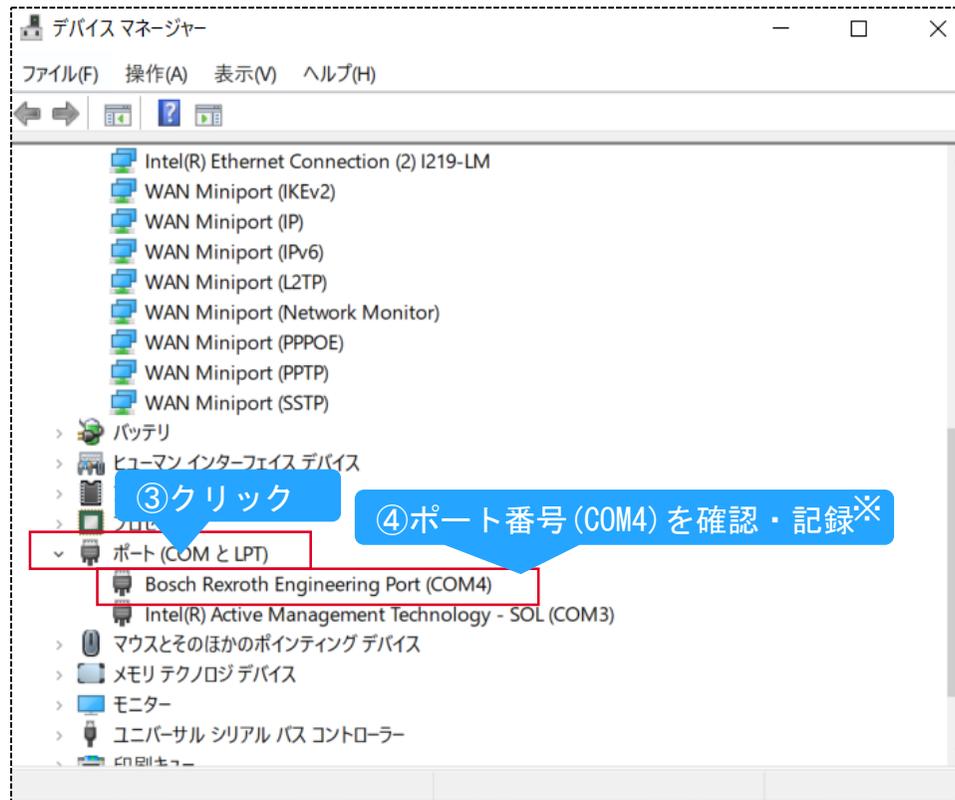
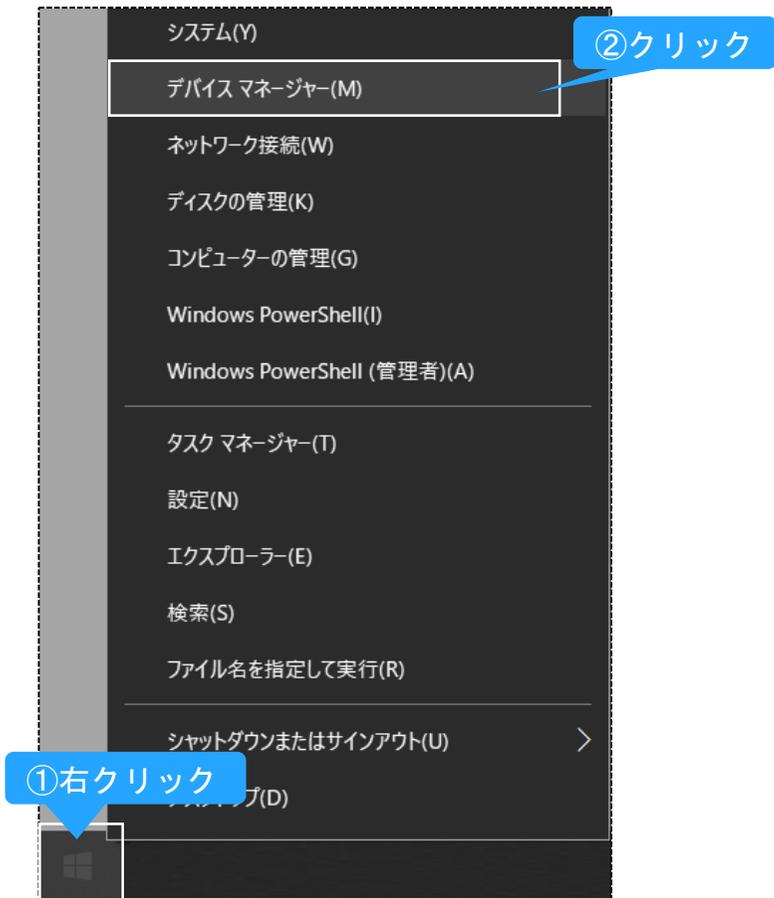
- 主電源が△結線の3相200Vで使う場合、以下のような状況となり定常的に大きな漏洩電流が流れるためEMCフィルタ (EFC5610のみ) を外す必要がある。
 - インバータはEMCフィルタを外す場合、以下のように接続ネジを外す。



インバータセットアップ手順



PCとインバータ通信_USBポートの確認



※USBがうまく認識されない場合、PCを再起動

PCとインバータの通信_IndraWorks Dsの設定

①起動

②クリック

③クリック

④クリック

OR

⑤クリック

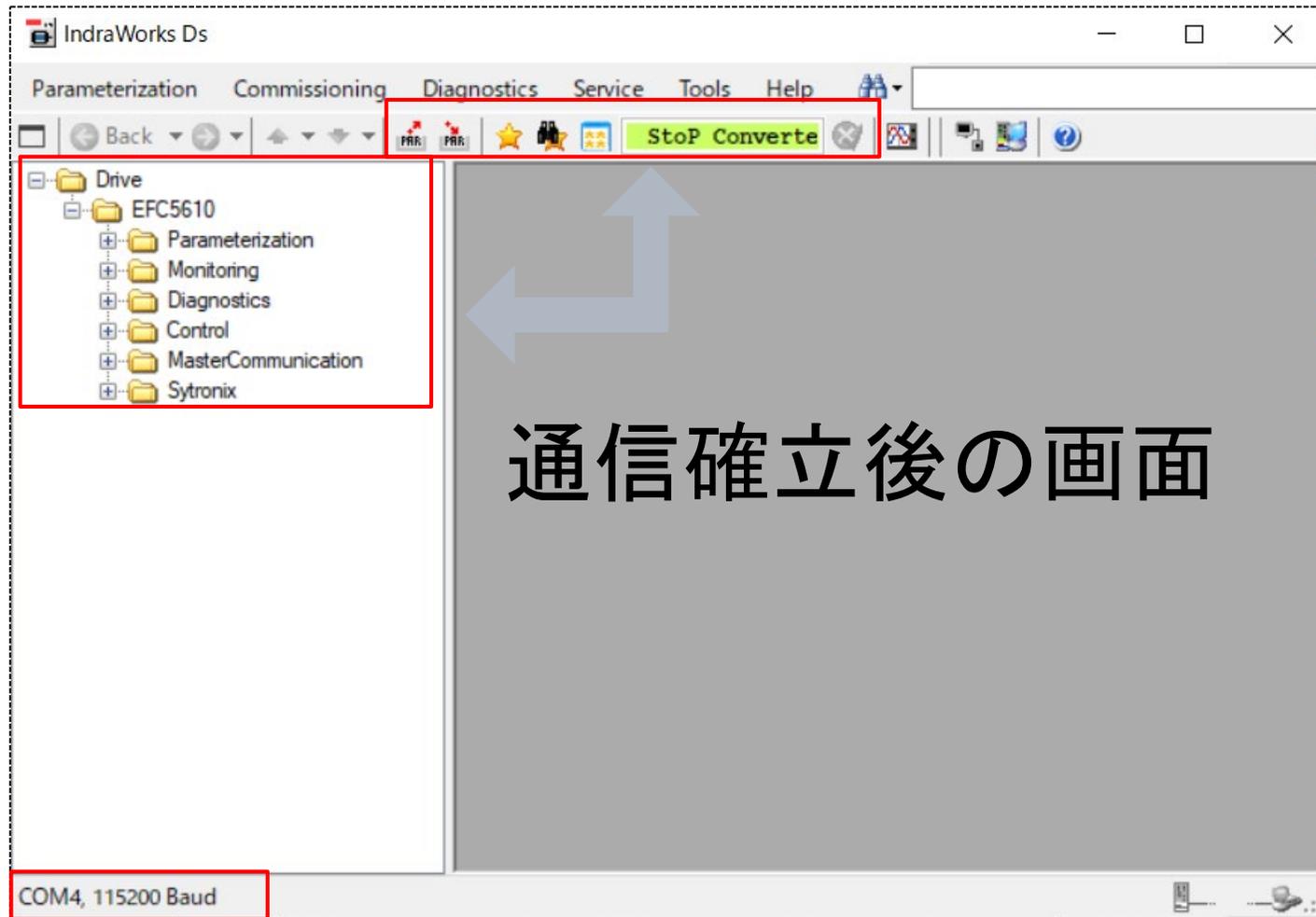
⑥クリック

⑦確認・記録されたポート番号を選択

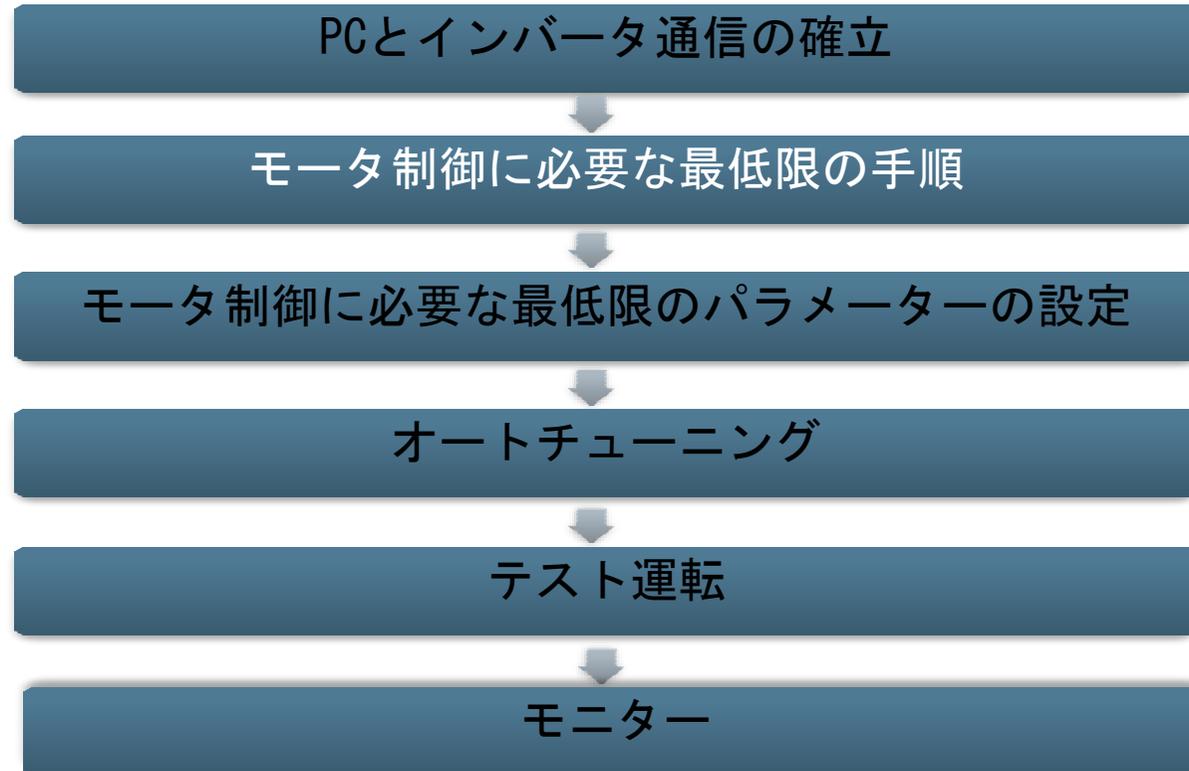
⑧クリック

※: ソフトを起動した後に、この画面が出た場合、②～④の手順を無視する

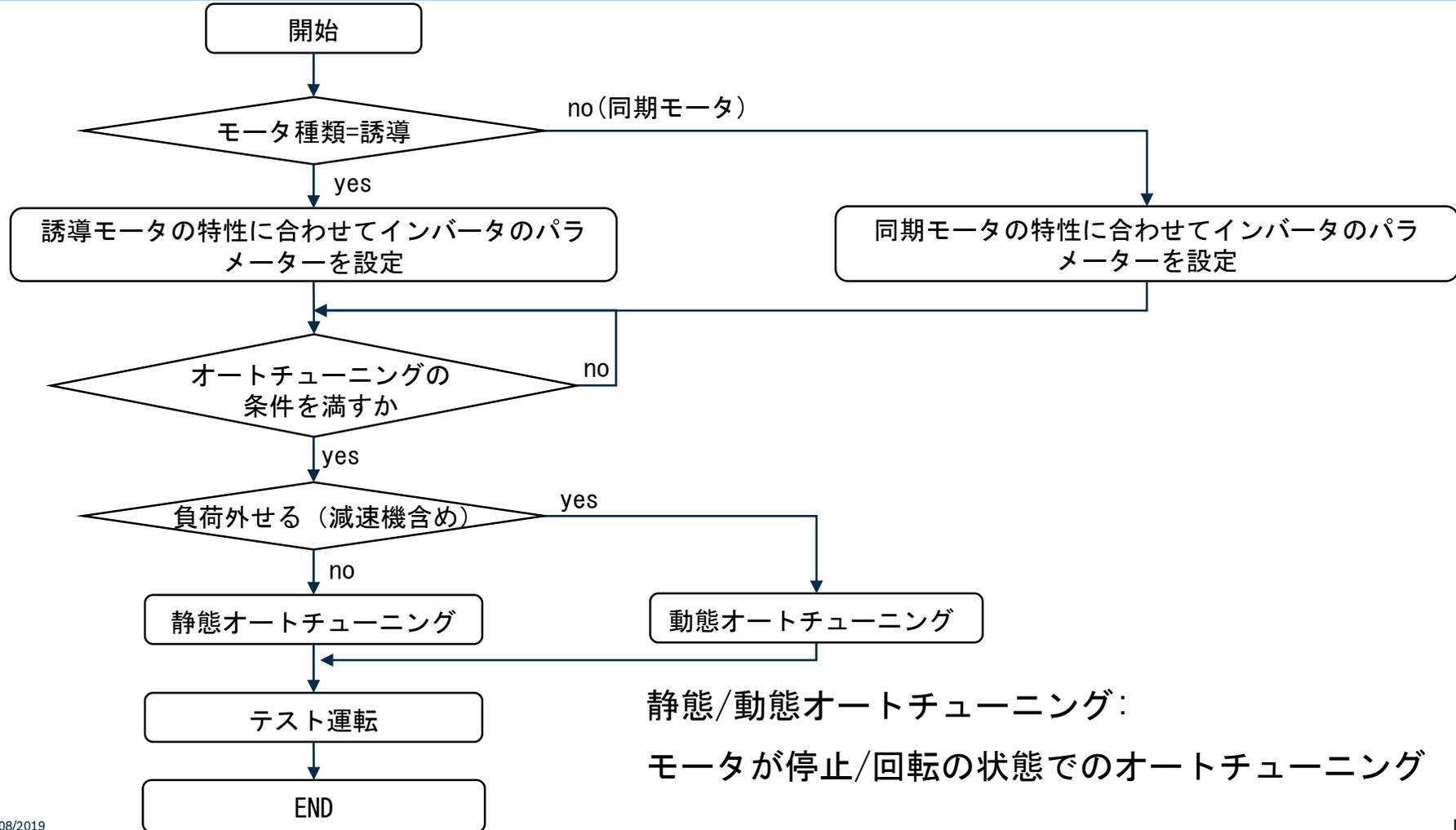
PCとインバータ通信_通信の確立



インバータセットアップ手順

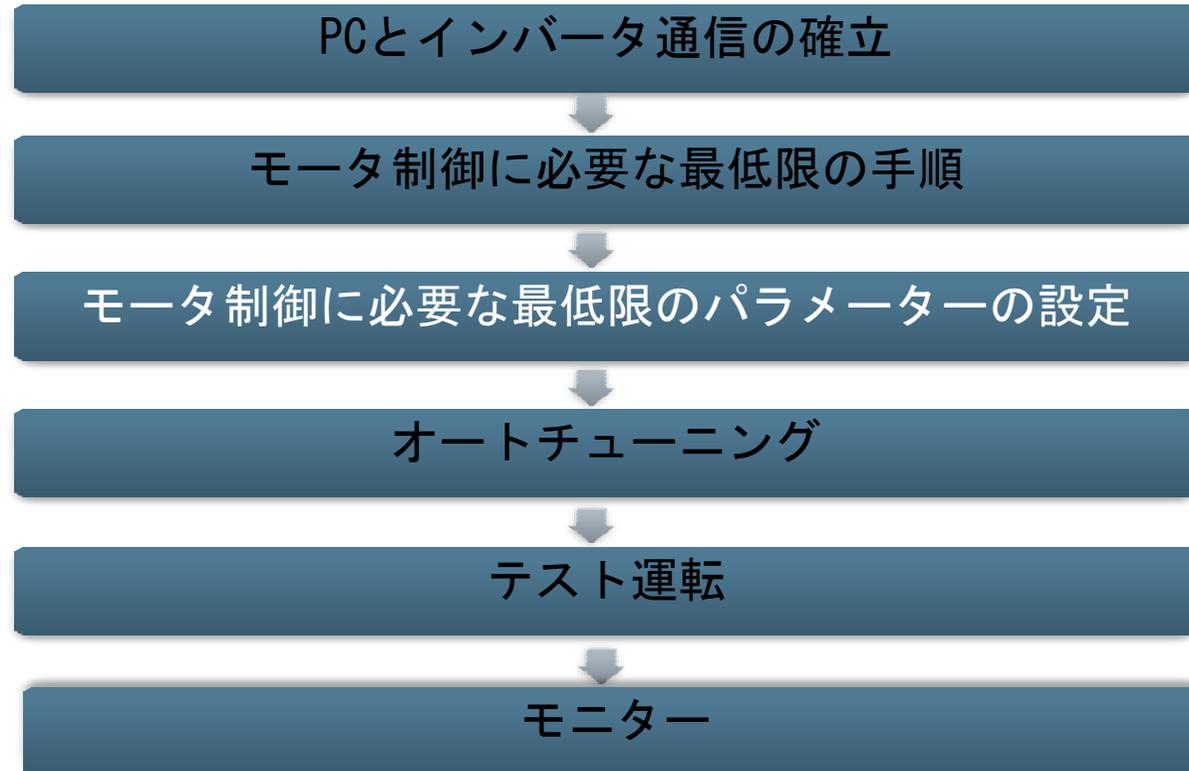


モータ制御に必要な最低限の手順



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	モータ定格周波数[Hz]	○	○	5.00~400.00	50.00	0.01	Stop
C1.09	モータ定格回転速度[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

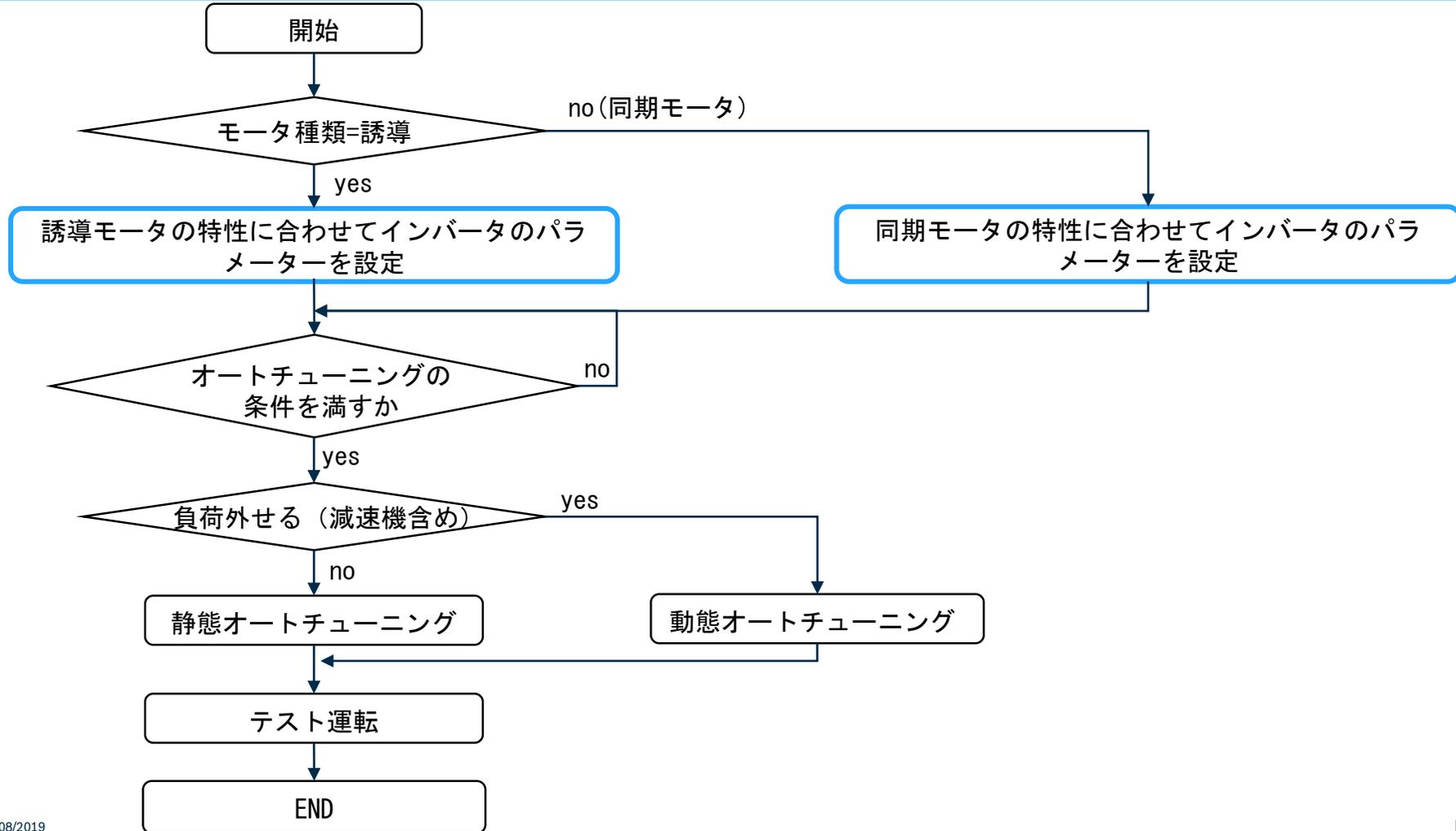
×:非必須, ○:必須

※:力率を取得できない場合、デフォルトのままがいい (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



パラメーターの設定方法_リモートコントロール

IndraWorks Ds - Remote control - EFC5610

Parameterization Commissioning Diagnostics Service Tools Help

Back [Navigation icons] pped StoP Co [Status icons]

Drive

- EFC5610
 - Parameterization
 - Monitor
 - Diagnostics
 - Control
 - Remote control
 - Auto-tune
 - MasterC
 - Sytronix

Local Give Back Control To Converter

Remote Take Over Remote Control

Remote Control

Setting frequency 50.00 Hz < [Slider] > 0.00 Hz

Running Direction Forward Reverse

Action

Jog [Jogging parameters](#)

①展開

②クリック

③クリック

パラメーターの設定方法_オートチューニング

IndraWorks Ds - Remote control - EFC5610

Parameterization Commissioning Diagnostics Service

Back

Drive

- EFC5610
 - Parameterization
 - Monitoring
 - Diagnostics
 - Control
 - Remote control
 - Auto-tuning
 - MasterCommunication
 - Sytronix

Local Remote

Setting frequency

Auto-Tuning

Step 1 : Select motor type

Asynchronous motor Synchronous motor

Step 2 : Select control mode

V/f control Sensorless vector control

Step 3 : Fill in parameters

Motor rated power	0.1	kW
Motor rated voltage	38	V
Motor rated current	1.50	A
Motor rated frequency	100.00	Hz
Motor rated speed	2000	rpm
Motor rated power factor *	0.00	i
Motor poles ※	6	

* - Optional

Step 4 : Select and run Auto-tuning

Static auto-tuning Rotational auto-tuning

Run Auto-tuning

Restore factory defaults

[Show control parameters](#)

④クリック

⑤モータタイプを選択

⑥制御方式を選択

⑦以下のパラメーターを設定

使用のモータに合わせてパラメータを設定

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ー設定例_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

Auto-tuning

Step 1: Select motor type
 Asynchronous motor
 Synchronous

Step 2: Select control mode
 V/f control
 Sensorless vector control

Step 3: Fill nameplate parameters

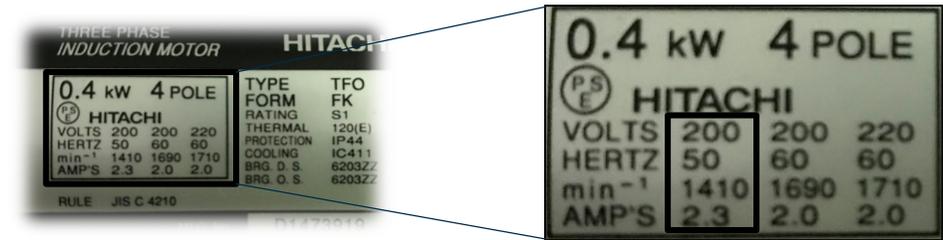
Motor rated power: 0.4 kW
 Motor rated voltage: 200 V
 Motor rated current: 2.00 A
 Motor rated frequency: 50.00 Hz
 Motor rated speed: 1410 rpm
 Motor rated power factor *: 0.00
 Motor poles: 4

Step 4: Select and run Auto-tuning
 Static auto-tuning
 Rotational auto-tuning

Run Auto-tuning
 Take remote control
 Restore factory defaults

Show control parameters

③: モータ銘板によって以下全てのパラメーターを設定



コード	名称	設定値	デフォルト	設定単位	変更有効
C1.05	モータ一定格容量 [kW]	0.4	インバーターモデル	0.1	Stop
C1.06	モータ一定格電圧 [V]	200	インバーターモデル	1	Stop
C1.07	モータ一定格電流 [A]	2.00*	インバーターモデル	0.01	Stop
C1.08	モータ一定格周波数 [Hz]	50.00	50.00	0.01	Stop
C1.09	モータ一定格回転速度 [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	モータ一極数	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

Auto-Tuning

Step 1 : Select motor type

Asynchronous motor

Synchronous motor

Step 2 : Select control mode

V/f control

Sensorless vector control

Step 3 : Fill nameplate parameters

Motor rated power: kW

Motor rated voltage: V

Motor rated current: A

Motor rated frequency: Hz

Motor rated speed: rpm

Motor rated power factor *:

Motor poles:

* - Optional

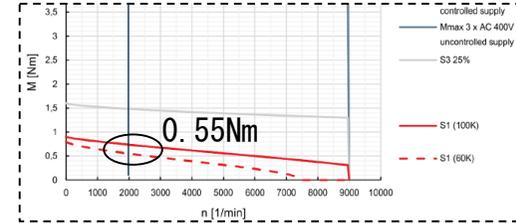
Step 4 : Select and run Auto-tuning

Rotational auto-tuning

※: モータ極数=2*極数ペア

⑤: 定格容量の計算

1. 2000rpm対応トルクを取得: 0.55 [Nm]



モータ特性曲線

2.: 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	$Pn = (Mn * Nn * 2\pi) / 60$

⑥: 定格電流の計算 (銘板もしくは仕様書は記載場合、その値で設定)

1. 銘板により取得 $Km = 0.58$ [Nm/A]

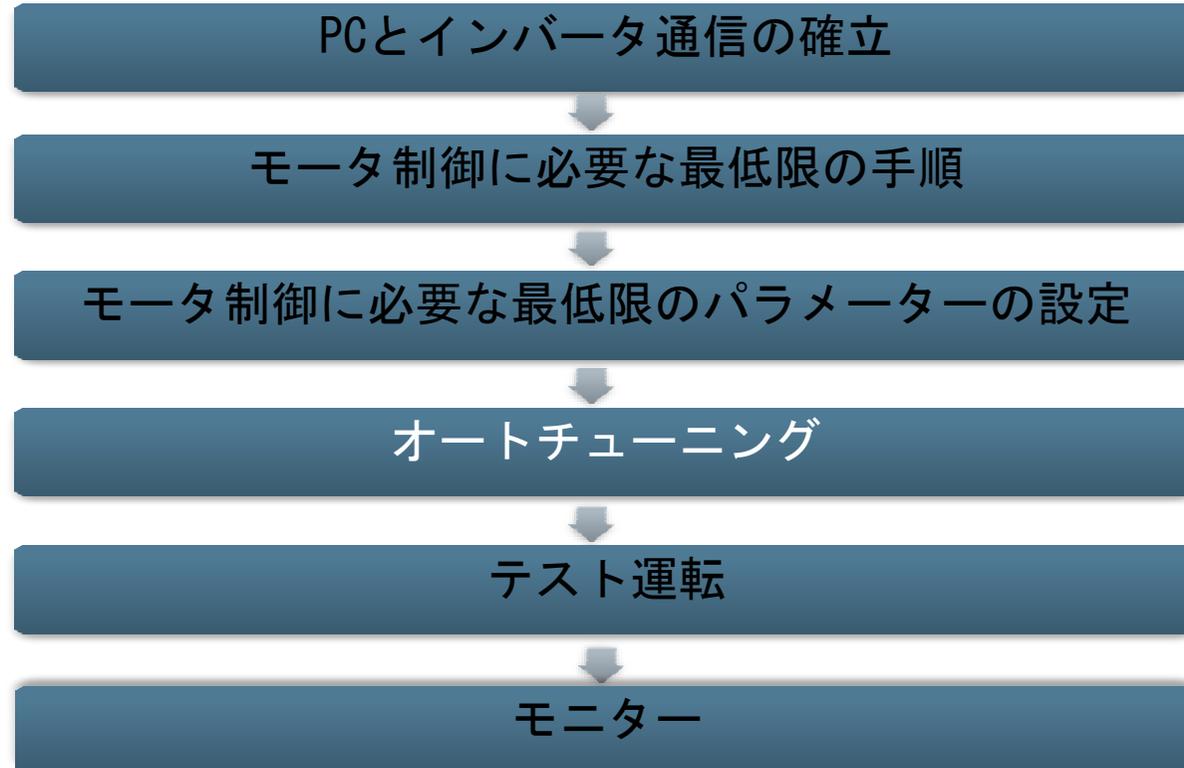
2. 定格電流を計算

	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	$In = Mn / Km$

⑦: 定格周波数を計算

	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

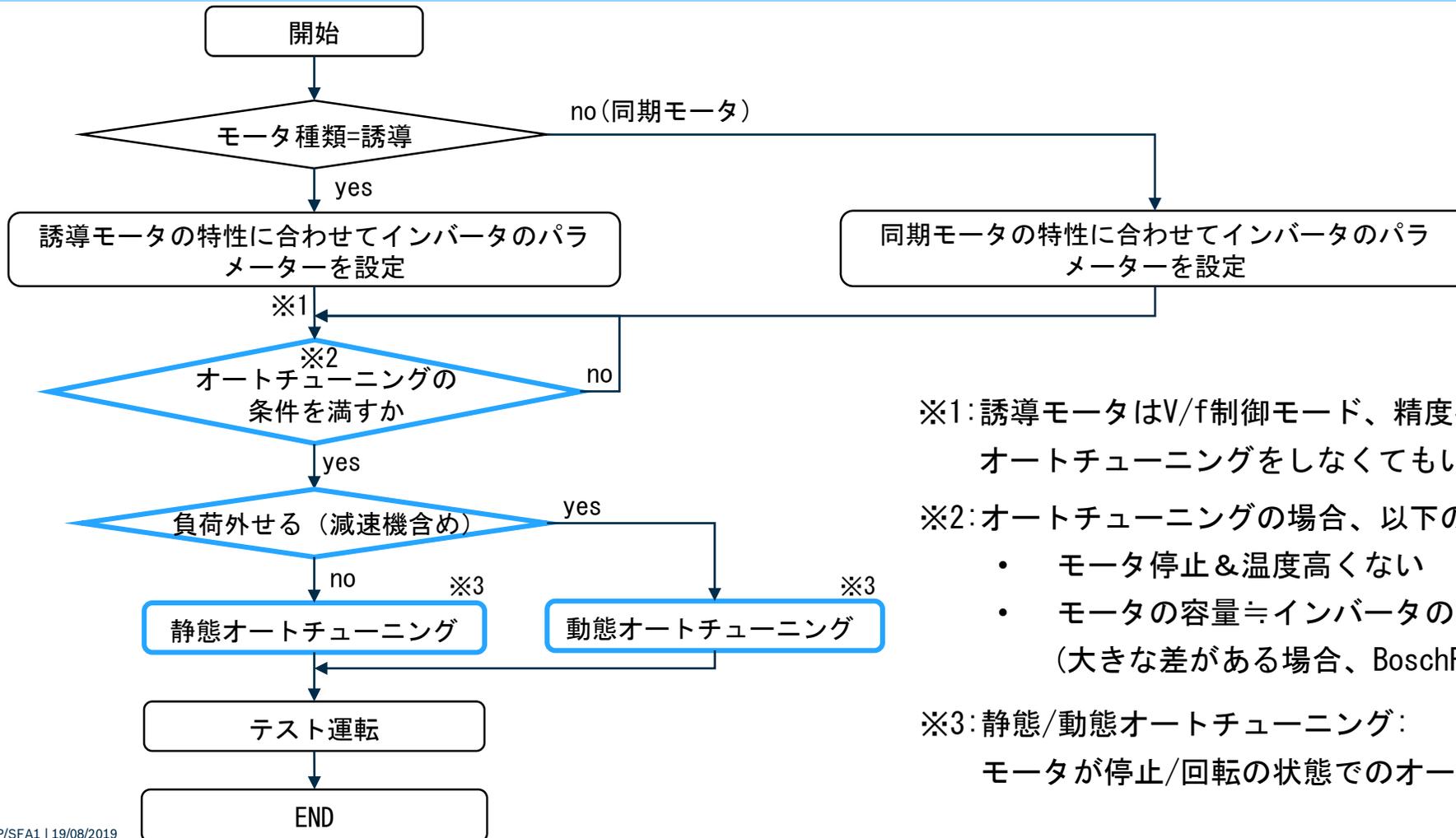


オートチューニングとは

- 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

The screenshot shows the 'Auto-Tuning' window with the following steps and callouts:

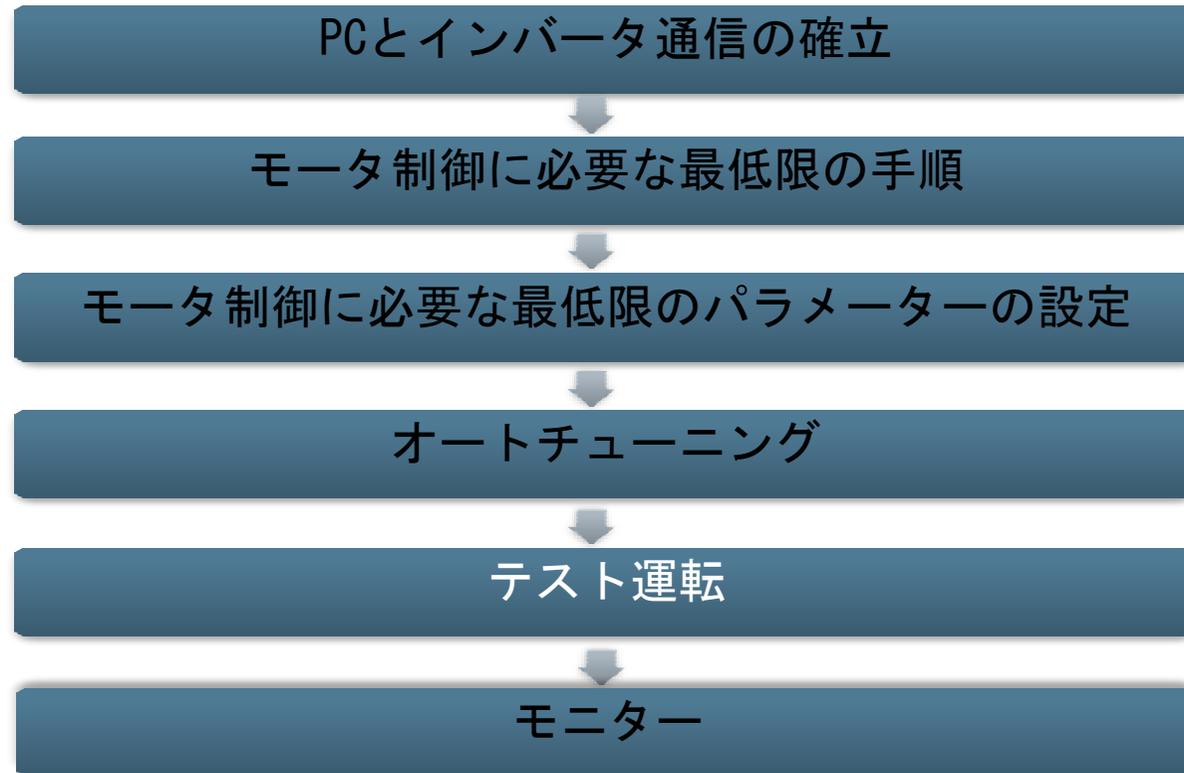
- Step 1:** Select motor type. Asynchronous motor, Synchronous motor.
- Step 2:** Select control mode. V/f control, Sensorless vector control.
- Step 3:** Fill nameplate parameters. Fields include: Motor rated power (0.1 kW), Motor rated voltage (38 V), Motor rated current (1.50 A), Motor rated frequency (100.00 Hz), Motor rated speed (2000 rpm), Motor rated power factor (0.00), and Motor poles (6).
- Step 4:** Select and run Auto-tuning. Static auto-tuning, Rotational auto-tuning. A 'Run Auto-tuning' button is highlighted with callout ②.
- Step 4 (Completed):** Select and run Auto-tuning. Static auto-tuning, Rotational auto-tuning. A 'Run Auto-tuning' button is shown below a message box that says 'Auto-Tuning completed successfully.' Callout ③ points to this message.

Callout ① points to the 'Rotational auto-tuning' radio button in Step 4.

Callout ② points to the 'Run Auto-tuning' button in Step 4.

Callout ③ points to the 'Auto-Tuning completed successfully.' message box in the final Step 4 view.

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

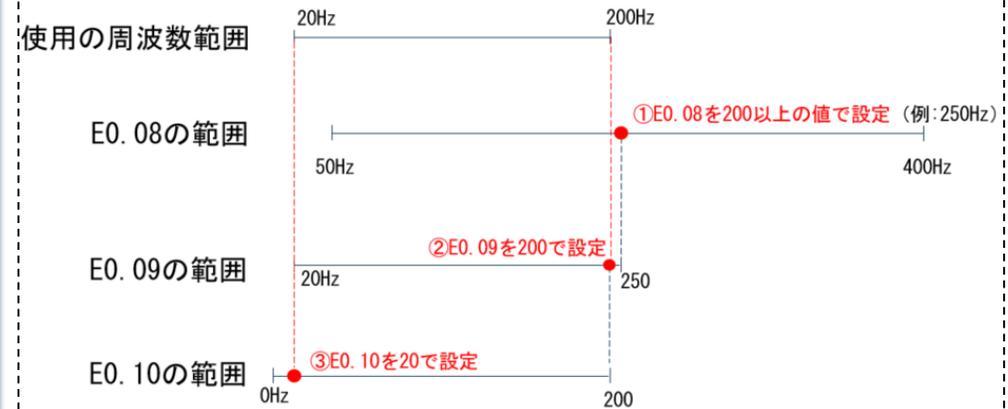


パラメータの説明

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



テストと運転

IndraWorks Ds - Remote control - EFC5610

Parameterization Commissioning Diagnostics Service Tools Help

Back [Navigation icons] pped StoP Co [Icons]

Drive

- EFC5610
 - Parameterization
 - Monitoring
 - Diagnost
 - Control
 - Remote control (①クリック)
 - Auto-tuning
 - MasterCommunication
 - Sytronix

Local Give Back Control To Converter

Remote Take Over Remote Control

Remote Control

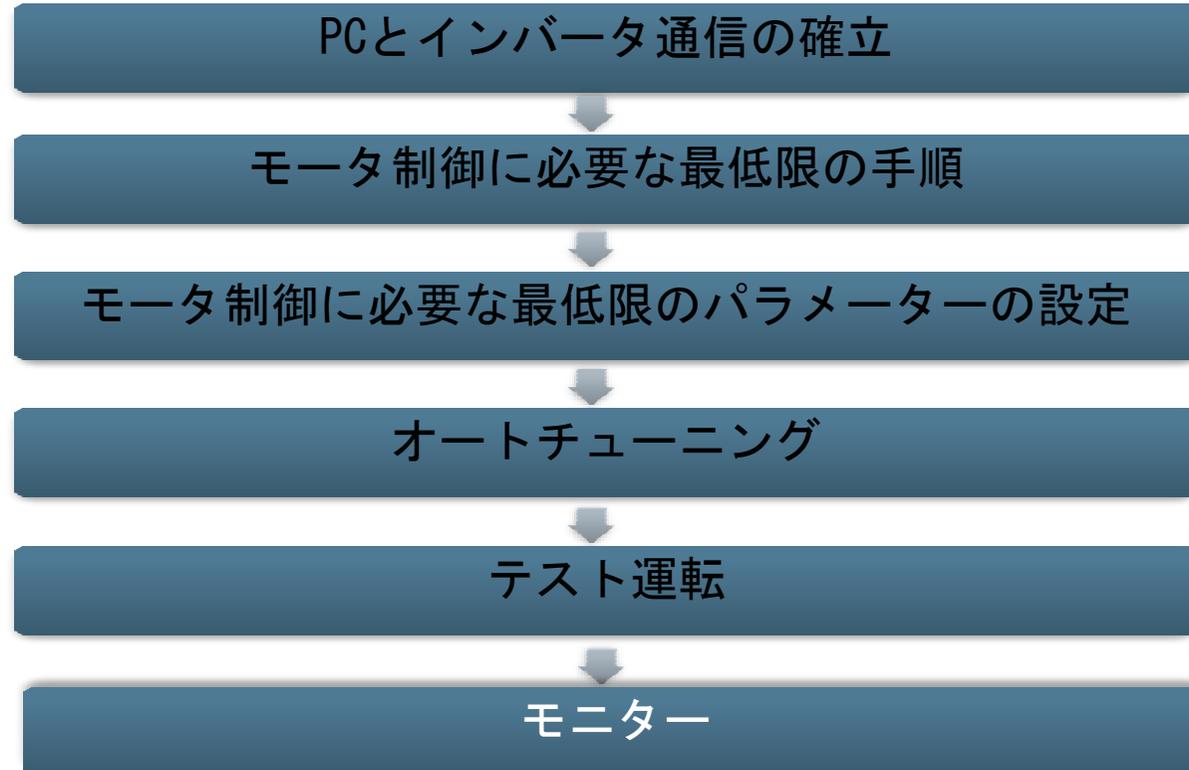
Setting frequency 50.00 Hz [Slider] 0.00 Hz

Running Direction Forward Reverse (③回転方向を設定)

④モータを起動 Run Stop ⑤モータを停止

⑥クリック Jog [Jogging parameters](#)

インバータセットアップ手順



モニター

■ 以下のパラメーターをモニターする

コード	名称	設定単位
d0.00	Output frequency [Hz]	0.01
d0.01	Actual speed [rpm]	1
d0.02	Setting frequency [Hz]	0.01
d0.03	Setting speed [rpm]	1
d0.04	User-defined setting speed [Hz]	0.1
d0.05	User-defined output speed [Hz]	0.1
d0.10	Output voltage [V]	1
d0.11	Output current [A]	0.1
d0.12	Output power [kW]	0.1
d0.16	Output torque	0.10%
d0.17	Setting torque	0.10%

※: パラメーターモニターの方法は43pを参照

モニター前

FC	Name	#	Value	Unit	Comment
P-0-1058.0	Output frequency		0.00	--	
P-0-1058.0	Actual speed		0	--	
P-0-1058.0	Setting frequency		16.67	--	
P-0-1058.0	User-defined setting speed		16.7	--	
P-0-1058.0	User-defined output speed		0.0	--	
P-0-1058.0	Output voltage		0	--	
P-0-1058.0	Output current		0.0	--	
P-0-1058.0	Output power		0.0	--	
P-0-1058.0	Output torque		0.0	--	
P-0-1058.0	Setting torque		0.0	--	

モニター後

FC	Name	#	Value	Unit	Comment
P-0-1058.0	Output frequency		16.66	--	
P-0-1058.0	Actual speed		333	--	
P-0-1058.0	Setting frequency		16.67	--	
P-0-1058.0	User-defined setting speed		16.7	--	
P-0-1058.0	User-defined output speed		16.7	--	
P-0-1058.0	Output voltage		14	--	
P-0-1058.0	Output current		0.8	--	
P-0-1058.0	Output power		0.0	--	
P-0-1058.0	Output torque		0.0	--	
P-0-1058.0	Setting torque		0.0	--	

参考資料

パラメーターの設定方法

①右クリック

②クリック

OR

②クリック

OR

②クリック

推奨

③クリック

FC	Name	#	Value	Unit	Con
P-0-1074.0	Maximum output frequency		150.00	--	

⑤パラメーターを設定する場合、入力モニターの場合、そのまま良い

④パラメーターコードを入力

③~④を繰り返してパラメーターを追加できる

マニュアルでは推奨を紹介したが、それ以外、以下の2通りがある

③パラメーターコードを入力

Name	Maximum output frequency
Status	OK
Min	50.00
Max	400.00
Value	150.00

表示

③パラメーターグループを選択

④クリック