

# TITech Driver

PC-0121-2

取扱説明書

(第 7 版)

各種移動ロボット・マニピュレータ・自動制御装置

歩行ロボット TITAN-VII、TITAN-VIII

2014年4月

# [ 目 次 ]

1. 概要 .....	1
2. 本製品の諸仕様 .....	2
3. 動作モードの設定 .....	3
4. 電流制御モード .....	4
4.1. 【電流フルスケール／電流制限調整(VI)】.....	4
5. 速度制御モード .....	5
5.1. 電子ガバナ回路使用 .....	6
5.2. 外部タコジェネレータ使用.....	7
5.3. 電流制限.....	7
6. 位置制御モード .....	8
6.1. 【位置制御ゲインの調整(VG)】.....	9
6.2. 電流制限.....	9
7. 放熱器の設計と取り付け方 .....	9
8. コネクタのピン説明 .....	10
9. 外形図.....	11
10. 付属品.....	11
11. サポート.....	12
11.1. お問い合わせ.....	12
11.2. 修理・点検依頼.....	12
12. 保証範囲 .....	13
12.1. 標準価格.....	13
12.2. 保証要項.....	13

## 1. 概要

PC-0121-2(以下、本製品)は次のような特長を持っています。

- 超小型、軽量、高出力(450[W])。
- 低インダクタンスモータも効率的に駆動(190[kHz]PWM)。
- 単一供給電源駆動  
(制御用電源は標準装備の DC-DC コンバータドーターカード上で生成)
- 電流(トルク)制御、速度制御、位置制御モードに対応。
- タコジェネ無しで速度制御を実現(「電子ガバナ回路」)。
- タコジェネ無しで即応性の良い位置制御を実現。
- ロボット胴体や収納ケースを放熱器として使用可能。

## 2. 本製品の諸仕様

表1. 本製品の諸仕様

項目	仕様	備考
定格出力電圧	±38[V]	
定格出力電流	±5[A]	
最大出力電圧	±48[V]	
最大出力電流(連続)	±10[A]	
最大出力(連続)	450[W]	十分な放熱板使用時
主電源	DC7~48[V]	バッテリー駆動の場合*1
指令入力電圧	±10[V]	
外形寸法(LWH)	78×50×30.5[mm]	放熱板含む
重量	94[g]	

制御モード	電流制御	
	速度制御	タコジェネ不要
	位置制御	PD制御
保護機能	電流制限(0~10[A])	
モータブレーキ機能	電機ブレーキ停止	モータ端子短絡
	フリー・停止	モータ端子開放
	正逆転限界停止	リミット・スイッチ使用

\*1 電源装置の場合、安全のため主電源電圧 35[V]以下で運転して下さい。本製品の負のパワー回生容量はコンデンサ C22 の容量によって制限されます。モータ軸に取り付けられた負荷の慣性容量によっては、回生運転時にコンデンサの電圧が上昇してFETの最大耐圧を越える場合が観測されています。バッテリーの場合、回生電流はバッテリーの方にも流れますのでコンデンサ電圧の上昇は避けられます。

### 3. 動作モードの設定

電流制御、速度制御、位置制御モードはスイッチ SW1, SW2 と半固定抵抗 VG の設定によって切り替えます。その他に必要な調整も含めて各制御モードの設定法を下表に示します。

表2. 制御モード設定の早見表

調整部品	機能	制御モード			
		電流	速度(EG)	速度(TG)	位置
V0	入力信号零点調整	○	○	○	○
VI	電流制限／フルスケール調整	○	○	○	○
VT	速度フルスケール( $K_t$ )調整	×	◎	◎	◎
VG	位置制御比例ゲイン( $K_p$ )調整	<	<	<	◎
VR	モータ電機子巻線抵抗値補償	×	◎	×	◎
SW1	電子ガバナ／外部タコジェネ切替	×	1-2	2-3	1-2
SW2	位置速度モード／電流制御切替	1-2	2-3	2-3	2-3
NFB 入力信号		OPEN	OPEN	OPEN	POT

◎ ⇒ 調整必要。

○ ⇒ 調整可、動作に影響する。

×

< ⇒ 半固定抵抗を左いっぱいに戻す。

OPEN ⇒ 開放しておくかグラウンドに接地する。(外部信号を接続してはならない)

P O T ⇒ 位置制御用ポテンシオメータ信号を接続する。

E G ⇒ 電子ガバナ回路を使用した場合の設定。

T G ⇒ 外部タコジェネを使用した場合の設定。

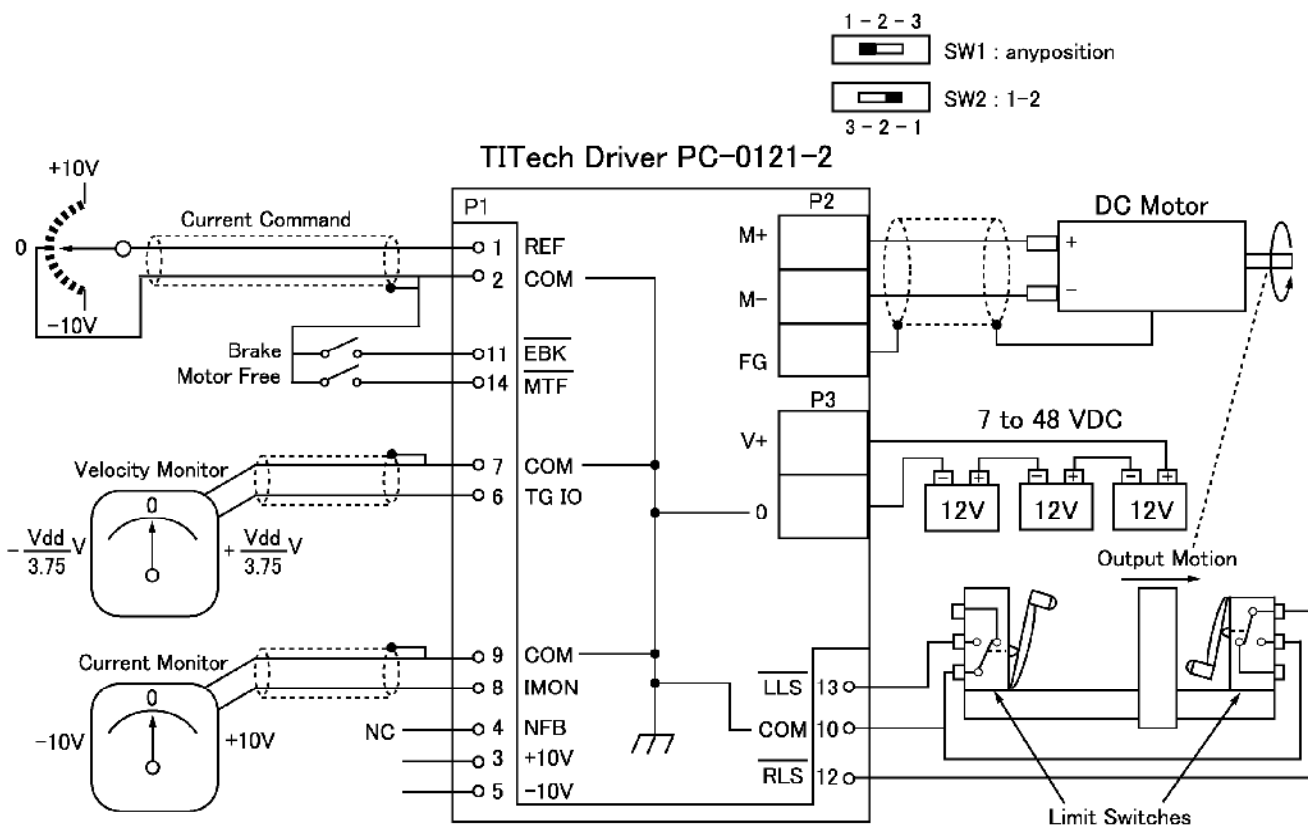


図1. 電流制御接続例

## 4. 電流制御モード

### 4.1. 【電流フルスケール／電流制限調整(VI)】

最大入力指令電圧に対する出力電流 $I_{fs}$  をフルスケール電流と呼びます。電流センサの最大電流を $I_{smax}$  [A] (標準では $I_{smax} = 10$ [A])とすれば、 $I_{fs}$  は半固定抵抗 VI の回転量  $VI_{POS}$  (0~100%) によって次式のように設定されます。

$$I_{fs} = VI_{POS} I_{smax} \text{ [A]} \quad \dots\dots\dots (1)$$

注意: VI の調整によって速度制御や位置制御モードの最大出力電流  $I_{limit}$  を以下のように制限できます。

$$I_{limit} = 1.4 I_{fs} = 1.4 VI_{POS} I_{smax} \text{ [A]} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ただし、本駆動回路の最大電流は 10[A] ですので、速度制御と位置制御モードでは VI の回転量を 70% 以下に設定する必要があります。

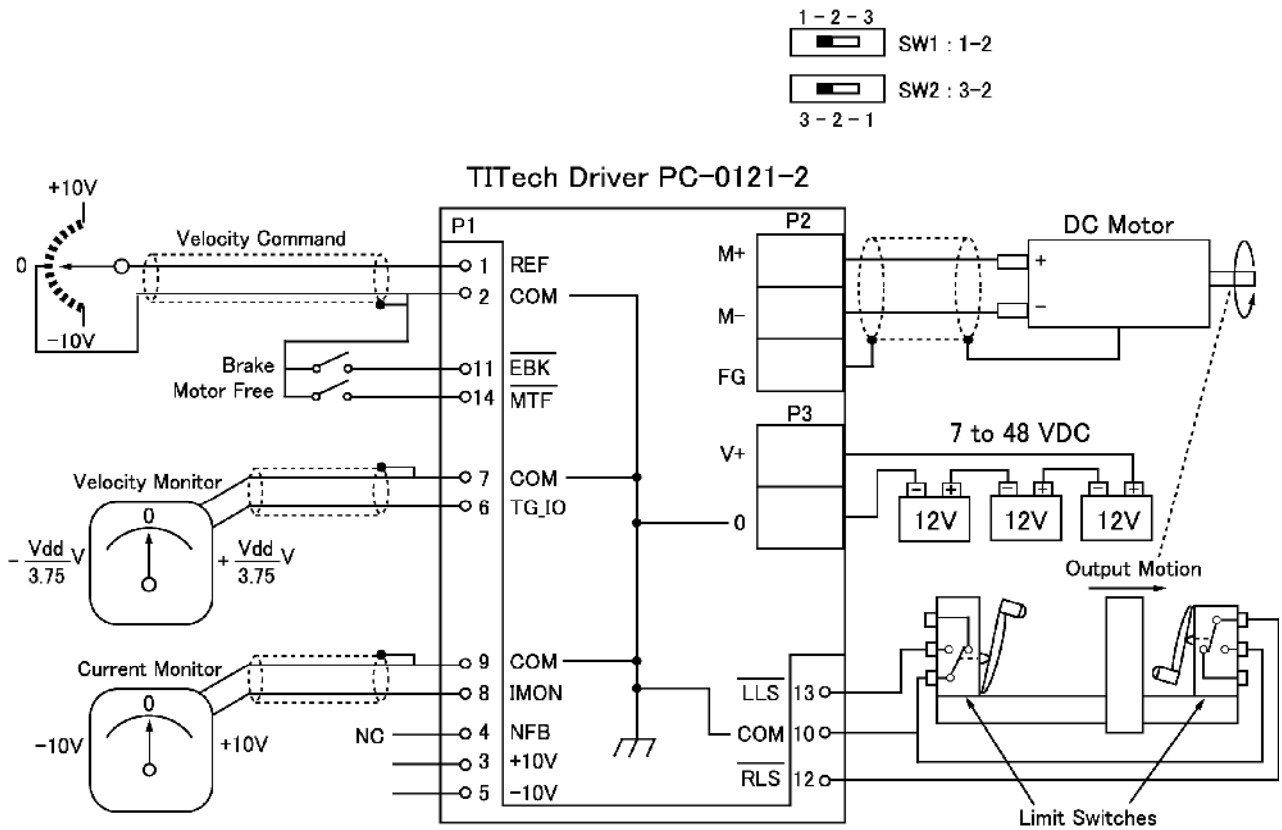


図2. 速度制御接続例

## 5. 速度制御モード

速度制御モードでフィードバックに用いるモータ回転速度情報は、(1)電子ガバナ回路によって演算する。(2)外部の機械的タコジェネレータによって測定する、といった二つの方法で得ることができます。

## 5.1. 電子ガバナ回路使用

### 5.1.1. 【モータ電機子抵抗値 $R_a$ の補償 (VR)】

電子ガバナ回路を正常に動作させるには、使用するモータの電機子抵抗値  $R_a$  に合わせて VR を調整する必要があります。そのためには  $R_a$  をモータの説明書から、あるいは実測して調べ、(4) 式によって VR で調整すべき抵抗値  $VR_{RES}$  を計算します。

$$VR_{RES} = \left( \frac{R26}{R28} \frac{R25}{R22} 2.5R_a - 1 \right) R21 \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$= 10 (2.9R_a - 1) \text{ [k}\Omega\text{]} \quad \dots\dots\dots(4)$$

VR は  $0 \sim VR_{max}$  [Ω] の範囲で調整できますので、その回転量  $VR_{POS}$  は次式のように計算できます。

$$VR_{POS} = \frac{VR_{RES}}{VR_{max}} \quad \dots\dots\dots(5)$$

ただし、標準仕様では半固定抵抗 VR は  $0 \sim 100$  [kΩ] の範囲で調整可能であるので  $R_a$  の調整範囲は  $0.35 \sim 3.8$  [Ω] になります。部品交換 (R26) によってこの範囲外の  $R_a$  の調整も可能になりますが、交換に関してはお問い合わせ下さい。

なお、 $VR_{POS}$  の設定は VR 上に刻まれた印を基に目測で行いますので設定値に多少ずれが生じます。ここで注意すべきことはこの設定値を計算値より大きくした場合、回路の動作が不安定になることです。そのため、計算値より少なめに設定するようにして下さい。また、モータ運転中には温度上昇に伴い電機子抵抗は通常より多少大きくなるので VR の調整はモータ温度が低い時に行ってください。

### 5.1.2. 【モータ回転速度の計算】

電子ガバナ回路使用状態ではコネクタ P1 の 6 番ピン (TG\_IO) からモータの回転速度  $\omega_{gov}$  をモニターできます。 $\omega_{gov}$  [rpm] は TG\_IO 端子の出力電圧  $V_{gov}$  [V] に次式のように直線的に比例します。

$$\omega_{gov} = \frac{1}{K_E} 3.75 V_{gov} \text{ [rpm]} \quad \dots\dots\dots(6)$$

ただし、 $K_E$  はモータの誘起電圧定数であり、対象とするモータの取扱説明書から調べます。



### 5.1.3. 【最大回転速度時の TG\_IO 電圧】

モータが無負荷回転時には TG\_IO ピンには TG\_IO<sub>max</sub> の電圧が得られ、V<sub>dd</sub> > 37.5V で駆動した場合には 10[V]以上の電圧が TG\_IO から出力されますので注意が必要です。最大駆動電圧 48[V]時は TG\_IO<sub>max</sub> = 12.8[V]です。

$$TG\_IO_{max} = \frac{V_{dd}}{3.75} \text{ [V]} \quad \dots\dots\dots (7)$$

### 5.1.4. 【速度フルスケール調整(VT)】

最大入力指令電圧 V<sub>FS</sub> 時にモータ最大速度を得るためには以下のように VT の調整が必要です。ただし、VT<sub>max</sub> = 20[kΩ]。

$$VT_{RES} = \frac{R7 \ V_{dd} \ \frac{R25}{R22}}{V_{FS}} - R6 \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$= \frac{2.7V_{dd}}{V_{FS}} - 1.8 \text{ [k}\Omega\text{]} \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$VT_{POS} = \frac{VT_{RES}}{VT_{max}} \quad \dots\dots\dots (10)$$

計算例 1: ±10[V]指令で V<sub>FS</sub> = 10[V], V<sub>dd</sub> = 30[V]の場合、VT<sub>RES</sub> = 6.2[kΩ], VT<sub>POS</sub> = 0.3。

計算例 2: ±5[V]指令で V<sub>FS</sub> = 5[V], V<sub>dd</sub> = 30[V]の場合、VT<sub>RES</sub> = 14.4[kΩ], VT<sub>POS</sub> = 0.72。

注: VT の調整はコネクタ P1 の 6 番ピン(TG\_IO)の出力電圧レベルに影響しません。

## 5.2. 外部タコジェネレータ使用

外部のタコジェネレータを用いた速度制御ループを構成するためには、コネクタ P1 の 6 番ピン(TG\_IO)にタコジェネレータ信号を接続します。また、タコジェネレータの発生電圧定数 K<sub>E</sub> [V/rpm]に合わせて VT の回転量を調整します。

$$VT_{RES} = \frac{10K_E \ \omega_{max}}{V_{FS}} - 1.8 \text{ [k}\Omega\text{]} \quad \dots\dots\dots (11)$$

計算例 1: ±10[V]指令で V<sub>FS</sub> = 10[V], そして K<sub>E</sub>ω<sub>max</sub> = 21[V]のタコジェネを使用した場合、

$$VT_{RES} = 19.2[\text{k}\Omega], VT_{POS} = 0.96。$$

計算例 2: ±5V指令で V<sub>FS</sub> = 5[V], そして K<sub>E</sub>ω<sub>max</sub> = 21[V]のタコジェネを使用した場合、

$$VT_{RES} - VT_{max} = 20.2[\text{k}\Omega] \text{ の抵抗を TG\_IO 入力ピンに直列に接続して対処すれば良い。}$$

## 5.3. 電流制限

速度制御モードの電流制限の調整については4. 1. 【電流フルスケール/電流制限調整(VI)】を参照して下さい。

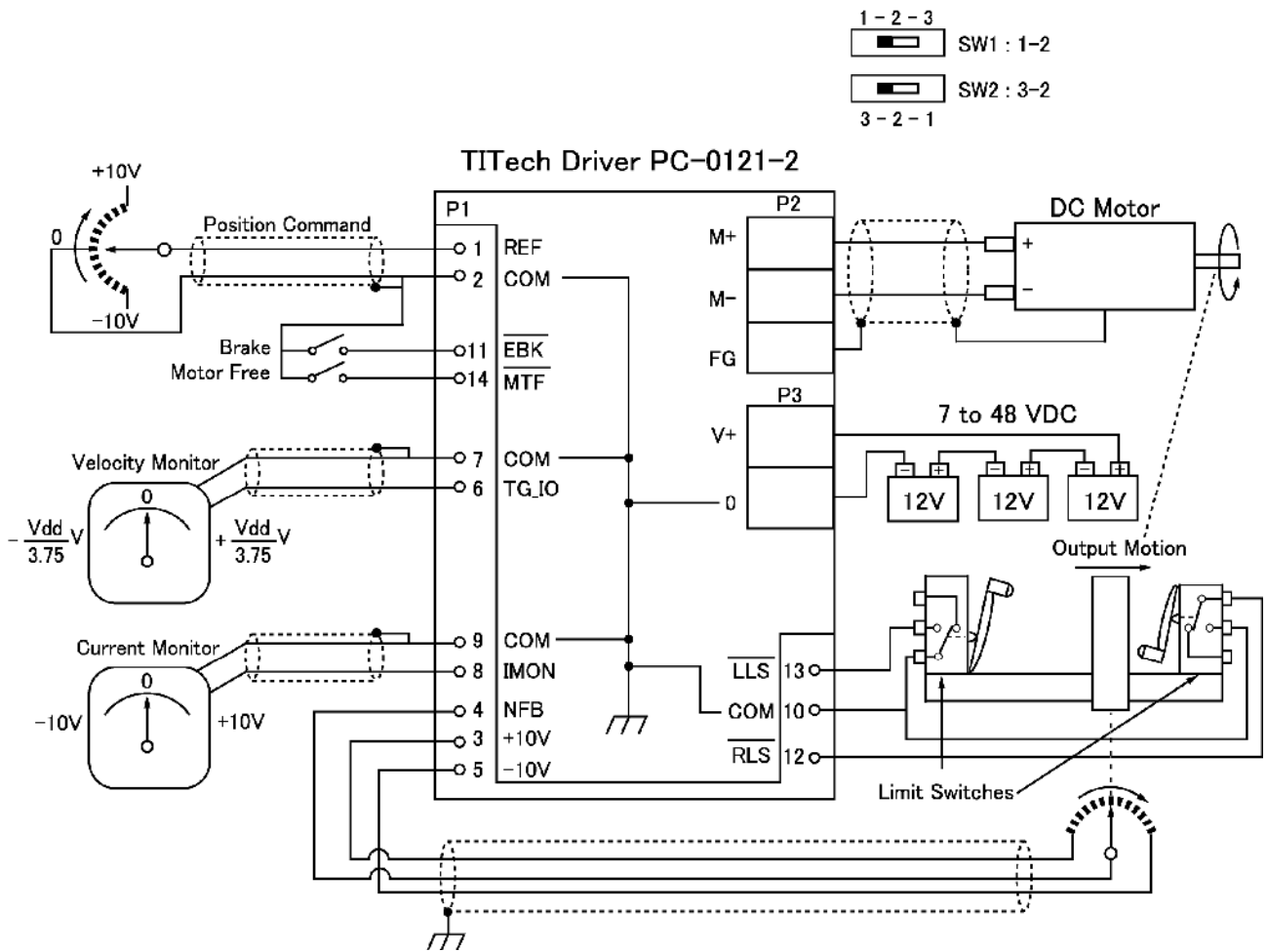


図3. 位置制御接続例

## 6. 位置制御モード

位置制御を構成するにはコネクタP1の4番ピン(NFB)にポテンショメータからのフィードバック情報を入力します。即応性の高い位置制御を実現するには速度マイナーループは必要不可欠です。速度マイナーループは前節の「速度制御モード」で説明したように電子ガバナ回路あるいは外部タコジェネレータを使用して構成できます。位置制御を正常に動作させるためには速度マイナーループを上述の説明に従って調整する必要があります。特に電子ガバナ回路を使用する場合には5. 1. 1. 【モータ電機子抵抗値  $R_a$  の補償 (VR)】の調整が必要です。

## 6.1. 【位置制御ゲインの調整(VG)】

半固定抵抗VGの調整によって位置制御比例ゲイン $K_p$ を1～21倍まで調整できます。

## 6.2. 電流制限

位置制御モードの電流制限の調整については4. 1. 【電流フルスケール／電流制限調整(VI)】を参照して下さい。

## 7. 放熱器の設計と取り付け方

本製品に標準装備の放熱器は最大でも数ワットの放熱容量しかないので、苛酷な動作においては新たに放熱設計が必要です。

ロボットの胴体や収納用アルミ・ケースを放熱器として使用する場合には以下に示す事柄を十分考慮する必要があります。

1. 内側と外側のFETには含まれている1[mm]厚のアルミ板(標準装備)は絶対に外さない。  
(代替品を用いる場合、内側のFETの熱が外部放熱器に十分伝わるようにしてください。)
2. FETと放熱器の間に隙間が空く場合、シリコン・グリースや熱伝導コンパウンドなどを使用して熱伝導効率を良くする。(使用しているFETは絶縁フルモールドパッケージであり、放熱器との間に絶縁シートを必要としません。)
3. ファンを用いて強制空冷する。
4. サーミスタや各種温度センサを用いて放熱器の温度を監視する。

これ以外にも熱抵抗は有効表面積、包絡体積、置き方(縦置き, 横置き)や締め付け力によって大きく影響されますので放熱器には十分な工夫が必要です。

## 8. コネクタのピン説明

表3. P1/信号コネクタ

PIN	信号名	備考
1	REF	指令信号、入力インピーダンス:100 [kΩ]
2	GND	グラウンド
3	+10V	最大 10[mA]供給可能
4	NFB	位置制御用ポテンシオメータ・フィードバック
5	-10V	最大 10[mA]供給可能
6	TG_IO	タコジェネ入力/電子ガバナ速度モニタ出力
7	COM	グラウンド
8	IMON	電流モニタ(10[A]/10[V])
9	GND	グラウンド
10	GND	グラウンド
11	$\overline{\text{EBK}}$	接点入力:電機ブレーキ(モータ端子短絡)
12	$\overline{\text{RLS}}$	接点入力:正回転リミットスイッチで電機ブレーキ作動
13	$\overline{\text{LLS}}$	接点入力:逆回転リミットスイッチで電機ブレーキ作動
14	$\overline{\text{MTF}}$	接点入力:フリー停止(モータ端子開放)

注1:  $\overline{\text{EBK}}$  ,  $\overline{\text{LLS}}$  ,  $\overline{\text{RLS}}$  ,  $\overline{\text{MTF}}$  はTTL入力、保護回路無し。

表4. P2/モータコネクタ

PIN	信号名	備考
1	FG	シールド線接続端子
2	M+	モータ端子(正側)
3	M-	モータ端子(負側)

表5. P3/電源コネクタ

PIN	信号名	備考
1	V+	DC7~48[V], 10[A]
2	0	0[V]

## 9. 外形図

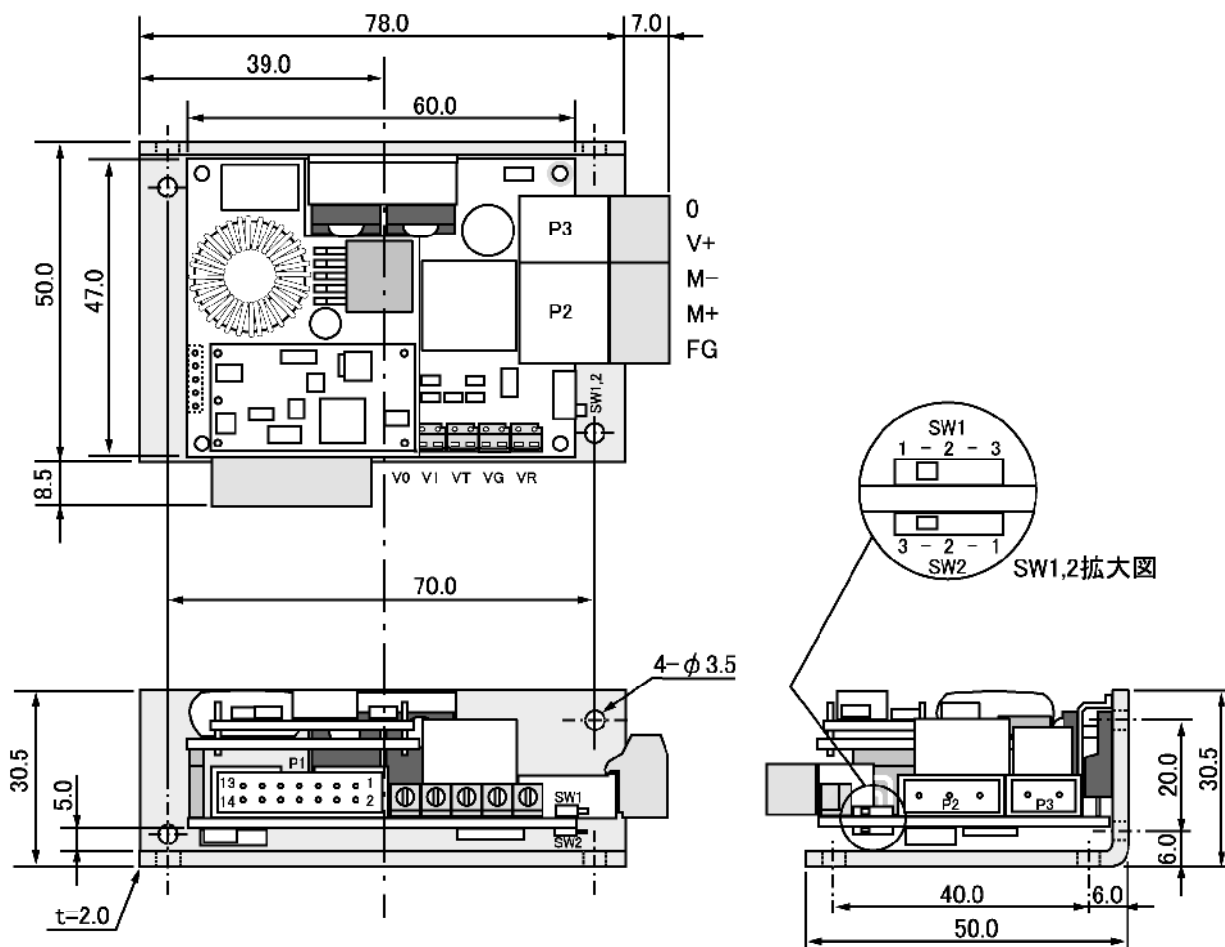


図4. 外形図

## 10. 付属品

P1 用圧接コネクタ (オムロン XG5M-1432-N)	1 個
P1 用セミカバー (オムロン XG5S-0701)	2 個
P2 用端子台 (オムロン XW4B-03C1-H1)	1 個
P3 用端子台 (オムロン XW4B-02C1-H1)	1 個

## 11. サポート

お問合せや修理・点検依頼の際は以下にしたがって対応しておりますのでご了承ください。

### 11.1. お問合せ

本製品の修理依頼または技術的なご質問・ご相談は、

**有限会社 函工**

TEL/0463-97-4891 , FAX/0463-97-4895 , e-mail/support@zuco.jp

### 11.2. 修理・点検依頼

修理・点検依頼は、弊社ウェブサイト(<http://www.zuco.jp>)の「サポート」>「修理・点検依頼について」で詳しく説明しておりますので、そちらをご覧ください。

## 12. 保証範囲

### 12.1. 標準価格

本製品の標準価格には、次の項目は含まれておりませんので予めご承知おき下さい。


- ① システム適合性の検討
- ② 試運転・調整
- ③ システム故障時の現地判定

### 12.2. 保証要項

保証期間は納入後6ヶ月とします。この期間内で使用上の注意が守られて、かつ故障した場合には、無償でこれを修理致します。ただし、次のような場合には保証期間内でも有償修理になります。

- ① 使用上の誤り、或は、不当改造や修理による故障及損傷の場合。
- ② 落下、振動などによる損傷。
- ③ 火災、天災、塩害、ガス、異常電圧などによる故障及び損傷の場合。
- ④ 接続している外部機器に起因して故障した場合。
- ⑤ 弊社以外の手で改造、修理がなされた場合、又は弊社の仕様書に基づかない改造、修理がなされた場合。

製造元

 株式会社 図工

T E L : 0463-97-4891

F A X : 0463-97-4895

e - m a i l : support@zucu.jp

U R L : <http://www.zuco.jp>