

AZ シリーズ 小型ドライバ (AZD-KRD) の開発

石田 祐太

近年、多関節ロボットなどの自動化装置では、小型・軽量化のためにドライバをモーターの近くに配置したいというニーズが増えており、ドライバに対しても小型・軽量化、省配線化が求められています。**AZ**シリーズ小型ドライバは、通信制御に絞りに、設定用スイッチを無くし、コネクタやケースなどの構造を見直すことで、従来品から体積が84%、質量が74%低減しました。さらに、電源線と通信線をまとめたデジチェーン接続が可能であり、省配線による装置の軽量化に貢献できます。小型化を実現しながら、**AZ**シリーズの特長であるバッテリーレスアブソリュートシステムや豊富な運転機能を備えています。ロボットシステムを効率的に開発できるROS用のソフトウェアも用意しました。本稿では、**AZ**シリーズ小型ドライバの小型化、省配線化、機能について解説します。

1. はじめに

近年、労働力人口の減少を背景に、人の作業を代替する自動化装置の導入が進んでいます。その代表例が、多関節ロボットです。人の作業を代替する場合、装置は人と同等のサイズが求められ、装置全体の小型化が重要です。一般的な装置では、ドライバを制御盤内に設置し、モーターまで配線を引き回す構成が用いられます。この構成では、配線が多く空間を占有してしまい、引き回しが難しくなります。また、可動部に配線が多くある場合には、配線自体を動かすためにモーターに加わる負荷が増加し、出力の大きいモーターが必要になります。このように配線は装置が大型化する要因のひとつです。

配線を少なくするためには、図1のようにドライバをモーターの近くに配置することが有効です。そのためには、ドライバには小型・軽量・省配線が求められます。

オリエントルモーターでは、これらのニーズに応えるため、FAや半導体製造装置の業界などで多くの使用実績がある**AZ**シリーズに、**AZ**シリーズ小型ドライバ(以下、**AZD-KRD**)を開発しラインアップに追加しました(図2)。**AZD-KRD**は、同じDC電源入力ドライバ**AZD-KD**と比較して、体積を84%、質量を74%低減しています(図3)。

また、電源線と通信線をまとめてデジチェーン接続が可能のため、省配線が実現できます。

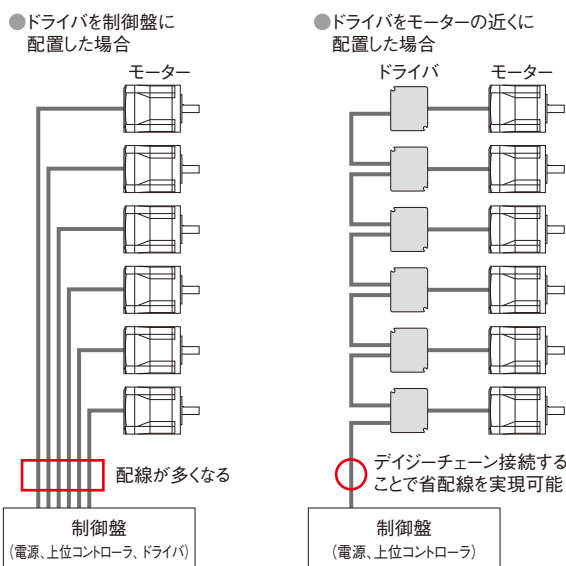


図1 ドライバの配置位置と省配線



図2 AZシリーズ小型ドライバ (AZD-KRD)

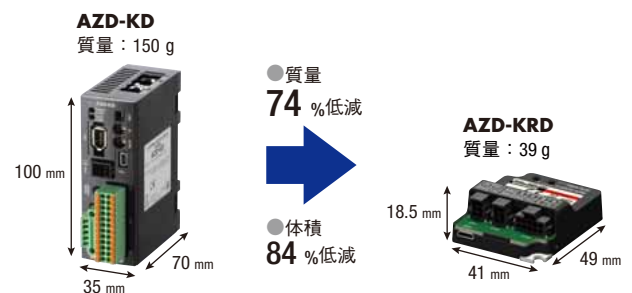


図3 ドライバサイズ、質量比較

小型化を実現しながら**AZ**シリーズの特長であるバッテリーレスアブソリュートシステムや豊富な運転機能を搭載しています。また、ROS (Robot Operating System) 対応のModbus RTU (注1) パッケージを用意しており、ロボット開発の際のModbus通信に関するプログラムの簡素化が可能となります。

2. ドライバの小型化

2.1. 小型に特化したインタフェース

ドライバを小型にするための課題のひとつは、コネクタやスイッチの占めるスペースを減らすことです。より小型にするために、**AZD-KRD**ではコネクタの集約を行い、設定スイッチとI/Oコネクタを無くしました。

表1は、**AZD-KRD**と**AZD-KD**のインタフェースの比較です。図4は、**AZD-KRD**のコネクタの構成です。

AZD-KRDは、電源を通信コネクタに集約し、さらに、モーターとエンコーダ、電磁ブレーキをひとつのコネクタに集約しています。ドライバ制御はRS-485通信に限定し、設定スイッチとI/Oコネクタを無くしています。ドライバの設定は、USBコネクタ経由でパーソナルコンピュータの専用サポートソフト**MEXE02**から設定します。

表1 インタフェース比較

項目	AZD-KD	AZD-KRD
ドライバ制御	RS-485 通信制御 I/O 制御	RS-485 通信制御
通信コネクタ	2 個 (デジチーチェーン接続)	2 個 (デジチーチェーン接続)
電源コネクタ	1 個	1 個
電磁ブレーキコネクタ		
モーターコネクタ		
エンコーダコネクタ		
USB 通信コネクタ	mini-B	micro-B
設定スイッチ	あり	なし
I/O コネクタ	あり	なし

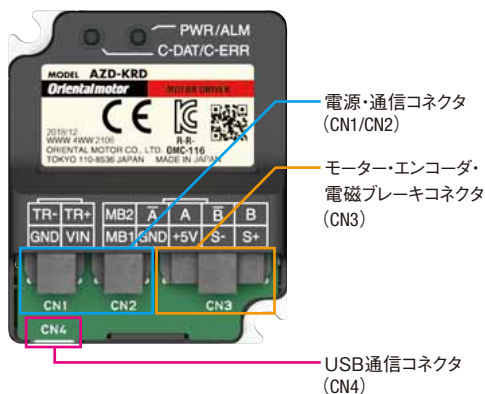


図4 コネクタの集約

2.2. 部品の高密度実装化

プリント基板のサイズを小型化すると、電子部品の実装面積が少なくなります。そのため、ドライバの小型化には、基板スペースの有効活用は必要不可欠です。**AZD-KRD**では、基板スペースの有効活用のために、表面実装コネクタとねじレス構造を採用しています。

リードタイプのコネクタは、基板裏面のリード付近およびコネクタ裏側へ部品実装ができず、部品実装面積が少なくなります。**AZD-KRD**では、表面実装タイプのコネクタを採用し、コネクタの裏側へも部品を実装可能とすることで、部品実装面積が増加しました(図5)。

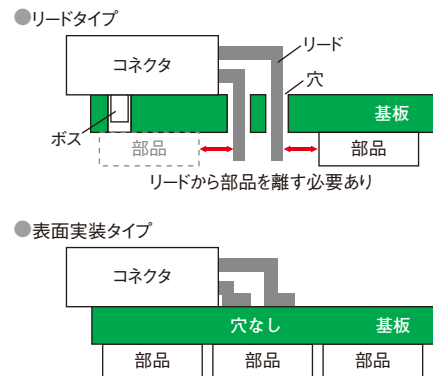


図5 リードタイプと表面実装タイプの違い

プリント基板と放熱板の固定は、ねじで締結する方法が一般的です。ねじ締結は、プリント基板にねじ穴を設ける必要があります、その周辺には部品配置や配線を行えないため部品実装面積が少なくなります。**AZD-KRD**では、ねじ締結をしないねじレス構造を採用しています。ドライバは、ケース、プリント基板、放熱シート、放熱板から構成されます(図6)。

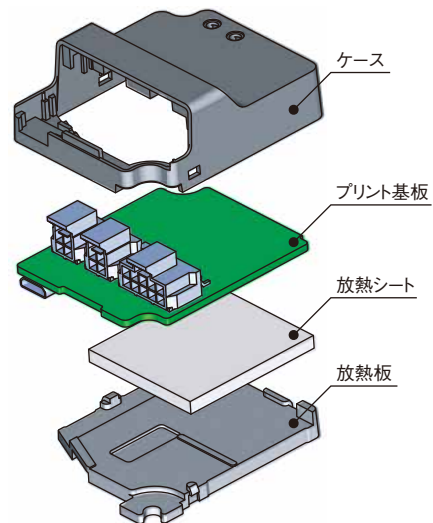


図6 ドライバ構成部品

(注1) ModbusはSchneider Automation Inc. の登録商標です。

ケースに設けた開口部が、放熱板に設けた爪に嵌合します(図7)。嵌合部はケースの右側、左側、背面側の3か所です。この構造により、ねじを使わずにプリント基板の固定を実現しています。

ねじレス構造とすることで、図8のように従来はねじがあったスペースに、部品の配置や配線が可能となり、実装面積が増加しました。

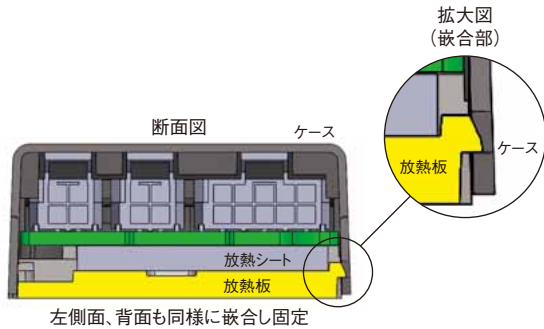


図7 ねじレス構造における基板固定

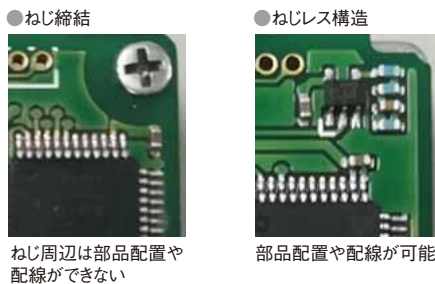


図8 ねじ締結とねじレス構造の部品実装面積比較

2.3. 熱対策

部品の高密度実装により、発熱部品が集中するため、放熱対策が必要となります。**AZD-KRD**では、発熱部品をプリント基板の裏面に配置し、部品全体を放熱シートと接触させ、放熱板に熱を伝えやすくしています(図9)。

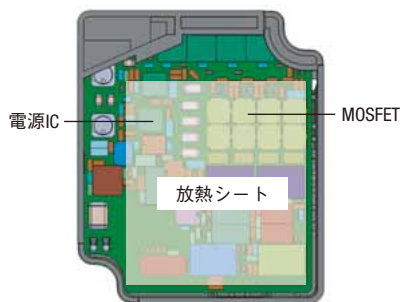


図9 放熱構造

AZD-KRDの使用周囲温度の仕様値は0~50℃であり、150×150×2 mm以上のアルミニウム板相当への固定を推奨しています。しかし、実際には、筐体のサイズや材質はさまざまであり、放熱性の予測が困難な場合もあります。

AZD-KRDでは、RS-485通信または専用ソフトウェアからドライバ内部温度をモニタすることができます。

推奨放熱条件と異なる場合は、周囲温度が0~50℃の範囲で、ドライバ内部温度がドライバの過熱保護アラームの閾値である85℃を超えない範囲で使用できます。図10は、発熱が最も高い表2の条件で測定した、放熱板サイズの違いによる周囲温度と運転デューティの関係です。ステッピングモーター用ドライバは、負荷に関わらずモーターに一定の電流を流すように制御しています。しかし、回転速度が高速になるとモーターからの逆起電力の影響でモーターに流す電流は小さくなります。そのため、ドライバは、低速の定電流領域で最も発熱します。

図10の各プロットはドライバの過熱保護アラームが発生する閾値であり、それぞれの放熱板サイズに対してその領域内で運転可能な条件が予測できます。

例として、DC48V入力、放熱板サイズ100×100×2 mm相当の場合は、運転デューティ約80%以下で周囲温度50℃まで使用できます。運転デューティ100%まで使用したい場合は、周囲温度を45℃以下で使用する必要があります。

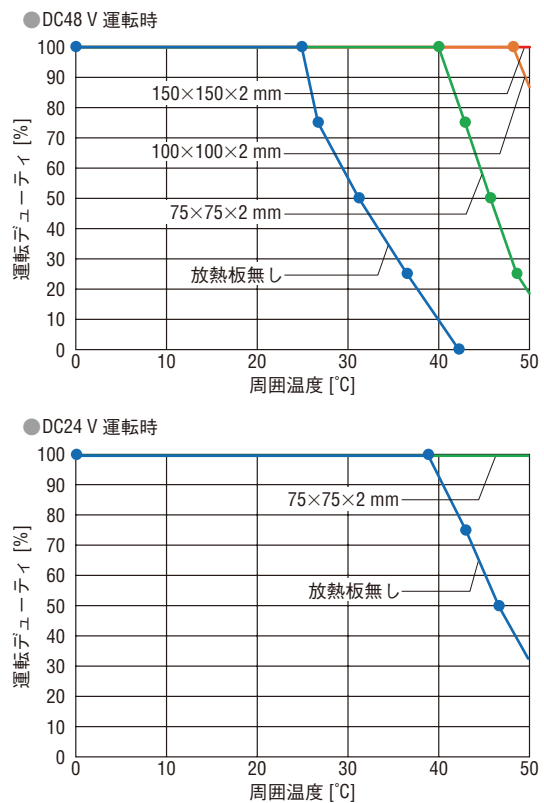


図10 放熱板サイズによる運転可能な領域

表2 測定条件

項目	条件
モーター品名	AZM66MK
運転速度 [r/min]	30
負荷	無負荷
運転電流 / 停止電流 [%]	100 / 5
ドライバ入力電圧 DC [V]	25.2 (24+5%) / 50.4 (48+5%)
ドライバ取付方向	水平

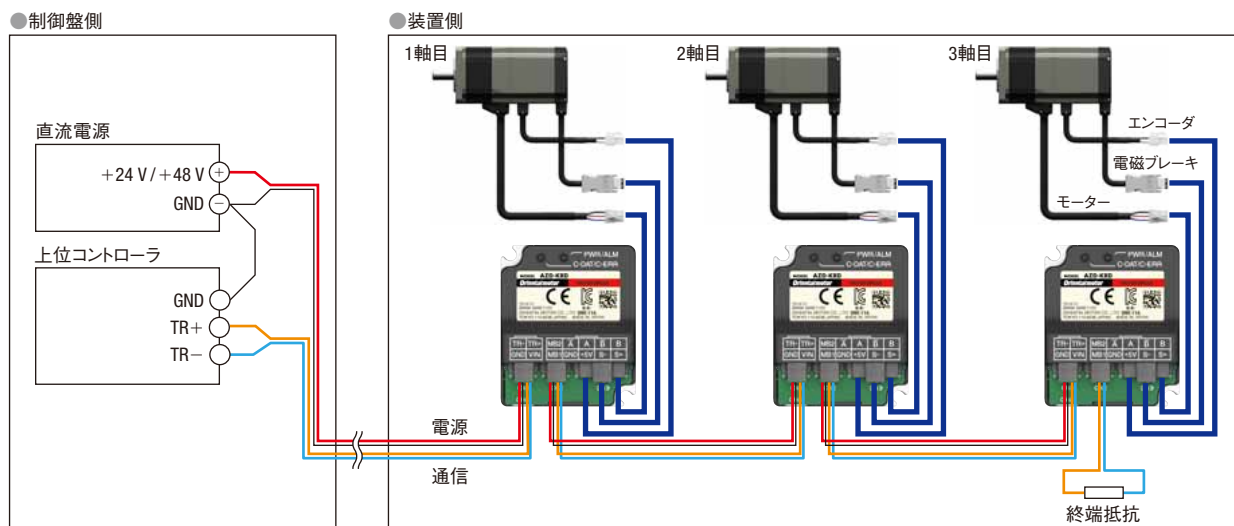


図 11 AZD-KRD の配線例

2.4. 回生電力の有効利用

AZD-KD は、回生処理回路を内蔵しており、発生した回生電力は個々のドライバ内で消費できます。

これに対して、**AZD-KRD** は複数軸をデジチェーン接続する使い方を想定したドライバのため、モーターで発生した回生電力をドライバ間で有効利用できる設計としています。そのため、モーターで発生した回生電力は電源線を通して電源へ戻す構成としており、ドライバ個々に回生処理回路は内蔵していません。

一方、運転条件、負荷条件、接続台数によっては、回生電力をドライバ間で消費しきれない場合があります。Z軸駆動やタクトタイムの短い運転など、さらに大きな回生電力が発生する運転に対する要望にこたえるために、回生処理回路をオプションとして取り揃えていく予定です。

3. 省配線化

3.1. AZD-KRDの配線

図11に**AZD-KRD**の配線例を示します。電源と上位コントローラは、制御盤に配置します。そこから、電源線2本と通信線2本をまとめて1軸目のドライバまで配線します。このとき、電源のGNDと上位コントローラのGNDは制御盤側で接続し、共通にしておく必要があります。2軸目以降も電源線と通信線をまとめて、ドライバのコネクタ間でデジチェーン接続します。上位コントローラから一番離れた位置にあるドライバは、通信の終端処理として終端抵抗を接続します。

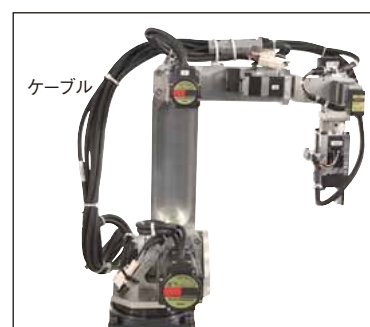
3.2. 省配線化の実例

図12は、多関節ロボットを**AZD-KD**で構成した場合と**AZD-KRD**で構成した場合の配線の比較です。

AZD-KDでは、ドライバを制御盤に配置し、そこからモーターケーブルおよびエンコーダケーブルを各モーター

へ引き回しています。複数のケーブルを束ねて引き回すため、配線が面倒だけでなく、ケーブル自体が占めるスペースが広がり、質量が大きくなります。一方、**AZD-KRD**で構成した場合は、ドライバはモーターの近くに配置でき、ドライバ間は電源と通信のケーブルを接続するだけのシンプルな配線となります。そのため、可動部のケーブルとドライバを含めた全体の質量は、**AZD-KD**に比べ1/4程度となります(表3)。

AZD-KD
ドライバは制御盤に配置



AZD-KRD
ドライバはモーター直近に配置

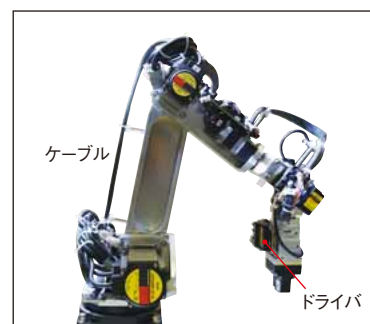


図 12 7軸ロボットアームの配線比較

表 3 7軸ロボットアーム可動部の質量比較

項目	単位: kg	
	AZD-KDで構成した場合	AZD-KRDで構成した場合
ケーブル	2.5	0.34
ドライバ	なし(制御盤に配置)	0.273(7台分)
総質量	2.5	0.613

このように、電源ケーブルと通信ケーブルをデジチェーン接続することで、装置全体の質量の低減が可能となり、モーターサイズの小型化やタクトタイムの向上が期待できます。

3.3. ケーブル延長距離

AZD-KRD は、省配線を実現するために電源線と通信線を共通ケーブルとしています。電源と通信のGNDが共通となり、動力用と信号用の電流が同一のケーブル内を流れることで、通信波形がノイズの影響を受けやすくなります。

このため、**AZD-KRD** では、通信の入出力部にノイズフィルタを構成することにより、ノイズの影響を軽減する工夫をしています。しかし、ケーブルが長いほどノイズの影響を受けやすくなるため、電源・通信ケーブルの総延長距離（複数台デジチェーン接続したときの合計）は5 m以内で使用できます。

また、モーター・エンコーダ・電磁ブレーキケーブルについては、引き回し性を重視し、シールドのないリード線にしています。そのため、延長距離は0.5 m以内で使用できます。ケーブルの延長距離を表4に示します。

表 4 最大ケーブル延長距離の仕様比較

単位：m

項目	AZD-KD	AZD-KRD
モーターケーブル	20	0.5
エンコーダケーブル	20	
電磁ブレーキケーブル	20	
電源ケーブル	規定なし	5 (総延長距離)
通信ケーブル	50 (総延長距離)	

3.4. AZD-KRD 専用モーター

軽量化、省配線化、引き回しやすさを向上するため、従来のシースが施されたケーブルからリード線にした、**AZD-KRD** に直結可能な専用モーターをラインアップしました(図13)。ロボット用途への使用を意識して、減速比50と100のハーモニックギヤードタイプで取付角寸法30 mmと42 mmをラインアップしています(取付角42 mmは電磁ブレーキ付き)。

また、**AZD-KRD** は、コネクタを変換するモーター接続ケーブルや電源・通信ケーブルをオプションとして用意しており、従来の**AZ**シリーズの全モーターを駆動可能です。

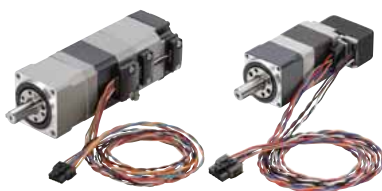


図 13 AZD-KRD 専用モーター

4. 機能

4.1. AZシリーズの特長

AZD-KRD は、ドライバサイズの小型化を実現しながら、バッテリーレスでアブソリュートシステムの構築が可能な**AZ**シリーズのモーター⁽¹⁾を駆動できます。また、ストアードデータ運転や簡易シーケンス機能をはじめとするさまざまな運転・機能⁽²⁾を搭載しています。特に多関節ロボットでは、バッテリーレスで原点復帰が可能な点や、高精度位置決め、高応答性、チューニングレスというステッピングモーターの特長が有効です。

AZシリーズは、取付角寸法20 mmから60 mmまでのモーターサイズに、ギヤードタイプ、電動スライダ、電動シリンダ、中空ロータリーアクチュエータ、電動グリッパなど多彩なラインアップを用意しています。多関節ロボットに限らず、お客様のさまざまな用途で使用できます(図14)。



図 14 AZシリーズ対応モーター例

4.2. ROS対応

ROS (Robot Operating System) は、各種センサやアクチュエータ、ロボットを簡単かつ同時に動かすことができる世界で注目されているロボット用オペレーティングシステムです。オリエンタルモーターでは、ROSに対応したModbus RTUパッケージを用意しています。このパッケージは、**AZD-KRD**をはじめとした、Modbus RTUに対応したオリエンタルモーターの各種製品で使用できます。

図15にModbus RTUパッケージを使用してモーター制御をする場合の構成例を示します。お客様で用意したコントロールノードと、オリエンタルモーターで用意したModbus RTUノードとの間でデータのやり取りを行うことでモーター制御が可能です。

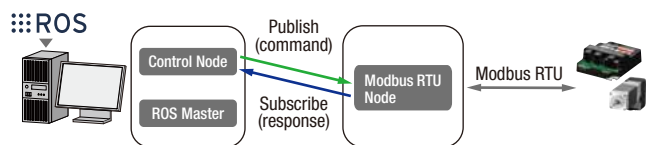


図 15 Modbus RTU ノードによるモーター制御の例

上位機器とドライバ間でModbus通信をする場合、上位機器では、クエリ作成、クエリ送信、レスポンス受信を行う必要があります。Modbus RTUパッケージは、これらの機能があるため、通信タイミングやエラーチェックのコードなどModbus通信に関わるコードを書く必要がなくなります。

5. まとめ

AZD-KRDは、ロボット向け用途を意識した、ドライバの小型・軽量化、省配線が特長の製品です。インターフェースや構造の見直しを行うことで、従来品より大幅な小型化を達成しました。また、ドライバをモーターの近くに配置し、配線はダイジーチェーン接続にすることで、装置全体の小型化が可能となります。小型にもかかわらず、**AZ**シリーズと同等の機能を搭載しており、**ROS**対応ソフトウェアも用意しているため、さまざまなロボットアプリケーションに使用可能です。

今後も、**AZD-KRD**の開発で生み出した技術をさらに発展させ、お客様の要望にこたえる製品開発を行ってまいります。

参考文献

- (1) 根岸 徳行,「バッテリー不要多回転アブソリュートセンサの開発」, RENGA, No.179, (2014), pp.18-21
- (2) 古田 雅治,「バッテリーレス多回転アブソリュートセンサ **ABZO** 搭載クローズドループステッピングモーターユニット **AZ** シリーズの開発」, RENGA, No.180, (2014), pp.10-27

筆者



石田 祐太

制御機器システム事業部