

# RZ/T1 グループ

ユーザーズマニュアル：モーションコントロール・  
ソリューションキット

RZファミリ RZ/T1シリーズ

本資料に記載の全ての情報は本資料発行時点のものであり、ルネサス エレクトロニクスは、予告なしに、本資料に記載した製品または仕様を変更することがあります。  
ルネサス エレクトロニクスのホームページなどにより公開される最新情報をご確認ください。

## ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器・システムの設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因して生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含みます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
  2. 当社製品、本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
  3. 当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
  4. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、リバースエンジニアリング、その他、不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製、リバースエンジニアリング等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
  5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。  
標準水準： コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等  
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通管制（信号）、大規模通信機器、金融端末基幹システム、各種安全制御装置等  
当社製品は、データシート等により高信頼性、Harsh environment向け製品と定義しているものを除き、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（宇宙機器と、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することは想定していません。たとえ、当社が想定していない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。
  6. 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザーズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
  7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は、データシート等において高信頼性、Harsh environment向け製品と定義しているものを除き、耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
  8. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。かかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
  9. 当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
  10. お客様が当社製品を第三者に転売等される場合には、事前に当該第三者に対して、本ご注意書き記載の諸条件を通知する責任を負うものといたします。
  11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。
  12. 本資料に記載されている内容または当社製品についてご不明な点がございましたら、当社の営業担当者までお問合せください。
- 注1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社が直接的、間接的に支配する会社をいいます。
- 注2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注1において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

(Rev.4.0-1 2017.11)

## 本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24（豊洲フォレシア）

[www.renesas.com](http://www.renesas.com)

## お問合せ窓口

弊社の製品や技術、ドキュメントの最新情報、最寄の営業お問合せ窓口に関する情報などは、弊社ウェブサイトをご覧ください。

[www.renesas.com/contact/](http://www.renesas.com/contact/)

## 商標について

ルネサスおよびルネサスロゴはルネサス エレクトロニクス株式会社の商標です。すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本ドキュメントおよびテクニカルアップデートを参照してください。

### 1. 静電気対策

CMOS製品の取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。CMOS製品は強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレーやマガジンケース、導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。また、CMOS製品を実装したボードについても同様の扱いをしてください。

### 2. 電源投入時の処置

電源投入時は、製品の状態は不定です。電源投入時には、LSIの内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。

### 3. 電源オフ時における入力信号

当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力プルアップ電源を入れしないでください。入力信号や入出力プルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。資料中に「電源オフ時における入力信号」についての記載のある製品は、その内容を守ってください。

### 4. 未使用端子の処理

未使用端子は、「未使用端子の処理」に従って処理してください。CMOS製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI周辺のノイズが印加され、LSI内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。

### 5. クロックについて

リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後、リセットを解除してください。リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。

### 6. 入力端子の印加波形

入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。CMOS製品の入力がノイズなどに起因して、 $V_{IL}$  (Max.) から  $V_{IH}$  (Min.) までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定の場合はもちろん、 $V_{IL}$  (Max.) から  $V_{IH}$  (Min.) までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズなどが入らないように使用してください。

### 7. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。アドレス領域には、将来の拡張機能用に割り付けられているリザーブアドレス（予約領域）があります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。

### 8. 製品間の相違について

型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。同じグループのマイコンでも型名が違えば、フラッシュメモリ、レイアウトパターンなどの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ輻射量などが異なる場合があります。型名が異なる製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

○Arm®およびCortex®は、Arm Limited（またはその子会社）のEUまたはその他の国における登録商標です。

All rights reserved.

○EtherCAT®は、ドイツBeckhoff Automation GmbHによりライセンスされた特許取得済み技術であり登録商標です。

○TwinCAT®は、Beckhoff Automation GmbHによりライセンスされた登録商標です。

○IEEEは、the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.の登録商標です。

○その他、本資料中の製品名やサービス名は全てそれぞれの所有者に属する商標または登録商標です。

# このマニュアルの使い方

## 1. 目的と対象者

このマニュアルは、RZ/T1 マイコンと RZ/T1 ソリューションキットのハードウェアの機能と電気的特性をユーザに理解していただくためのマニュアルです。本マイコンを用いた応用システムを設計するユーザを対象にしています。このマニュアルを使用するには、電気回路、論理回路、マイクロコンピュータに関する基本的な知識が必要です。

このマニュアルは、大きく分類すると、製品の概要、CPU、システム制御機能、周辺機能、電気的特性、使用上の注意で構成されています。

本マイコンは、注意事項を十分確認の上、使用してください。注意事項は、各章の本文中、各章の最後、注意事項の章に記載しています。

改訂記録は旧版の記載内容に対して訂正または追加した主な箇所をまとめたものです。改訂内容すべてを記録したものではありません。詳細は、このマニュアルの本文でご確認ください。

## 2. 略語および略称の説明

略語／略称	英語名	日本語名
ACIA	Asynchronous Communications Interface Adapter	調歩同期式通信アダプタ
bps	bits per second	転送速度を表す単位、ビット/秒
CRC	Cyclic Redundancy Check	巡回冗長検査
DMA	Direct Memory Access	CPU の命令を介さずに直接データ転送を行う方式
DMAC	Direct Memory Access Controller	DMA を行うコントローラ
GSM	Global System for Mobile Communications	FDD-TDMA の第二世代携帯電話の方式
Hi-Z	High Impedance	回路が電氣的に接続されていない状態
IEBus	Inter Equipment bus	—
I/O	Input/Output	入出力
IrDA	Infrared Data Association	赤外線通信の業界団体または規格
LSB	Least Significant Bit	最下位ビット
MSB	Most Significant Bit	最上位ビット
NC	Non-Connection	未接続
PLL	Phase Locked Loop	位相同期回路
PWM	Pulse Width Modulation	パルス幅変調
SFR	Special Function Registers	周辺機能を制御するためのレジスタ
SIM	Subscriber Identity Module	ISO/IEC 7816 規定の接触型 IC カード
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter	調歩同期式シリアルインタフェース
VCO	Voltage Controlled Oscillator	電圧制御発振器

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

# 目次

1. RZ/T1 ソリューションキット概要 .....	8
1.1 インバータボード .....	9
1.1.1 ブロック図 .....	9
1.1.2 電気的特性 .....	10
1.2 コントローラボード .....	11
1.2.1 ブロック図 .....	11
1.2.2 コントローラボードの仕様 .....	13
2. コネクタ配置 .....	14
2.1 インバータボードのコネクタ配置 .....	14
2.2 コントローラボードのコネクタ配置 .....	15
3. 電源供給 .....	16
4. モータ接続 .....	17
5. エンコーダ接続 .....	18
5.1 インクリメンタルエンコーダ .....	19
5.2 BiSS-Cエンコーダ .....	20
5.3 EnDat 2.2エンコーダ .....	21
5.4 FA-CODER <sup>®</sup> エンコーダ .....	21
6. Ethernet (EtherCAT)インタフェース .....	22
7. シリアルインタフェース .....	23
7.1 RS232/RS422/CANバス .....	23
7.2 USBインタフェース .....	24
7.3 UARTインタフェース .....	25
8. デジタル入出力 .....	26
8.1 デジタル入力 .....	26
8.2 デジタル出力 .....	28
8.3 ボード実装LED .....	28
8.4 8極DIPスイッチ .....	29
8.5 $\Delta\Sigma$ インタフェース .....	29

9. JTAG インタフェース .....	30
10. コントローラ／インバータ 接続インタフェース.....	31

## 1. RZ/T1 ソリューションキット概要

RZ/T1 モーションコントロール・ソリューションキットは、デュアルチャネルの産業用サーボコントローラ、ブラシレス DC モータ、IAR I-Jet デバッガプローブで構成されています。本ソリューションキットは、RZ/T1 デバイスの機能評価ツールとして、実アプリケーションで必要とされる各種インタフェースを装備しています。



コントローラは、2枚のボードで構成されています。上段のボードは、RZ/T1 を搭載するモーションコントローラで、2つの 40 ピンヘッダを介してデュアルチャネルのインバータと接続しています。コントローラボードは、デュアルユニバーサルエンコーダインタフェース、USB/RS232/RS422/CAN バス用シリアルインタフェース、EtherCAT<sup>®</sup>(\*1)、PROFINET、EtherNet/IP<sup>™</sup>(\*2)、Ethernet (\*3) 接続インタフェース、デジタル入出力および JTAG デバッグポートを搭載しています。

下段のボードは、ガルバニック絶縁型の温度センサと電流センサを備えたデュアルチャネルのインバータボードで、モータ位相電流のアナログフィードバックを行います。過電流、出力ショートおよび過電圧状態に対するハードウェアの保護機能も備えています。

インバータボードは、インバータ MOSFET のヒートシンクとしても機能する L 字型ブラケット（支持具）に取り付けられています。以下、これらで構成された本ソリューションキットのボードを「Biplane」ボードと称します。

本書では、本ソリューションキットの構成および各搭載コネクタのピン配置について説明します。

注1：EtherCAT<sup>®</sup>はBeckhoff Automation社にライセンス許諾された登録商標および特許技術です。

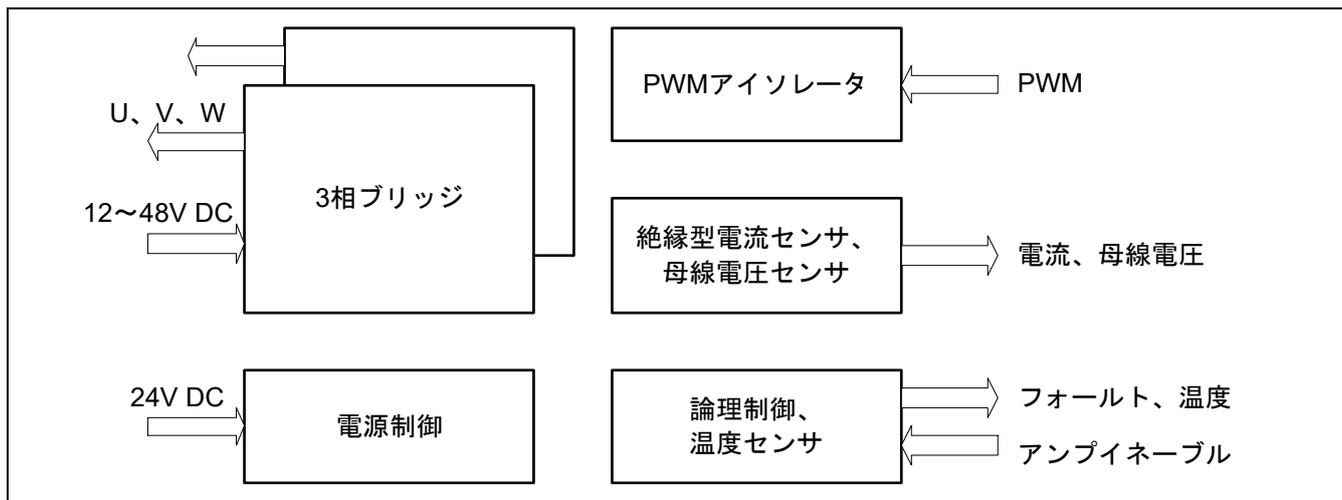
注2：EtherNet/IP<sup>™</sup>はODVAの商標です。

注3：Ethernetは富士ゼロックス株式会社の登録商標です。

## 1.1 インバータボード

インバータボードは、産業用サーボモータ 2 個に対応しています。コントローラ部と分離され、安全な操作が必要とされる低電圧アプリケーションシステムでの使用を前提としたリファレンス設計ボードです。以下に、インバータボードの構成とその構成要素（ブロック）について説明します。実装の詳細は概略図を参照してください。

### 1.1.1 ブロック図



RZ/T1ソリューションキットのインバータボードは、以下のブロックで構成されます。

- **電源制御**：ブリッジ内のMOSFETのゲートドライバに電力供給するための電圧レギュレータやDC-DCコンバータがあります。ここで生成される5Vの電圧は、絶縁型電流センサやコントローラボードにも供給されます。
- **3相ブリッジ**：駆動能力30Aのルネサス製MOSFET（RJK1002DPN）をベースに設計されています。スイッチングに対称性のあるタイミング特性を備えており、コントローラボード側からのデッドタイム挿入を必要としません。ブリッジのHigh側およびLow側の個々の制御は、ゲートドライバ（FAN73932MX）が行います。これにより、母線電圧を最大限に利用でき、ブリッジ駆動に必要なPWM信号数を半減できます。
- **PWMアイソレータ**：インバータボードとコントローラボード間にガルバニック絶縁が施されています。これにより、分散型モーションコントロールシステムにおけるグラウンドノイズを最小限に抑えます。搭載されているアイソレータは、Maxim製のMAX14930FASEです。
- **絶縁型電流センサ、母線電圧センサ**：電流センサは、PWMアイソレータと同様に、絶縁性を備えたホールセンサをベースに設計されています。信号調節および最大電流検知は、Allegro製のACS716により実現されます。一方、電圧センサは母線電圧を監視し、電圧の異常を検知すると、絶縁回路を介してコントローラボード側に検知信号を出力します。電圧センサの機能は、ツェナーダイオード（BZX84C3V3）およびAnalog Devices製のADuM3190により実現しています。
- **論理制御、温度センサ**：論理制御はチャンネルごとに独立した回路になっており、コントローラボード側からのアンビネーブル信号によってゲートドライバ動作を制御します。また、過電流状態の際には検知信号（フォールト）を出力し、インバータボードを保護するためブリッジを自動遮断します。一方、温度センサは、インバータボードの温度を監視し、温度に比例した電圧を出力します。搭載されている温度センサは、National Semiconductor製のLM35です。

### 1.1.2 電気的特性

インバータボードの電気的特性を表 1.1 に示します。

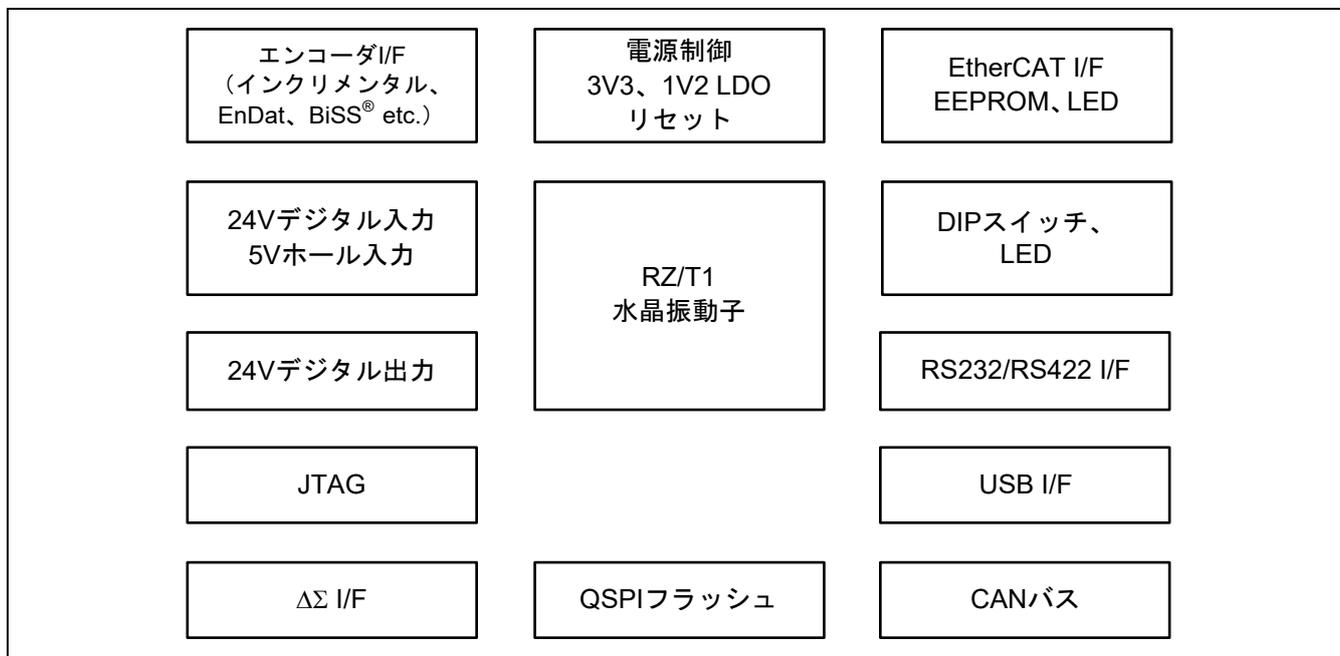
表 1.1 電気的特性

パラメータ	数値	
	Min.	Max.
チャンネル数	2	
ロジック電源電圧	24V	
モータ電源母線電圧	12V DC	48V DC
定常電流		15A
ピーク電流		25A
PWM 周波数		40kHz
動作温度	0°C	+60°C

## 1.2 コントローラボード

### 1.2.1 ブロック図

RZ/T1 コントローラボードの主な機能ブロックを以下の図に示します。



- **RZ/T1**：コントローラボードの心臓部に相当するCPUです。製品型番はR7S910018CBGです。本デバイスは、RZ/T1グループの中で最も豊富な機能を備えており、600MHzのArm® Cortex®-R4コア(\*1)、1MBの拡張内蔵SRAMと32KB+512KBのTCM、産業ネットワーク（EtherCAT）対応R-INエンジン、さらにBiSS®(\*2)など各種エンコーダに対応可能なマルチプロトコルエンコーダI/Fを搭載しています。
- **電源制御**：RZ/T1への電源供給に必要な電圧レギュレータ（3V3 LDO、1V2 LDOを含む）を搭載しています。このブロックでは、開発・テスト、トラブルシューティングの際にコントローラボードをリセットするためのリセットスイッチを搭載しています。
- **QSPIフラッシュ**：RZ/T1はフラッシュメモリを内蔵していません。QSPIフラッシュは、RZ/T1のRAMにロードされるファームウェアのコードおよびデータの格納元として、起動時にアクセスされます。本フラッシュは、起動後にデータ記憶装置としてアクセス可能です。
- **デュアルエンコーダインタフェース**：必要に応じて受信および送信バッファを実装することにより、2つのサーボモータを各々独立して制御することが可能です。

注1：ArmおよびCortexは、EUおよび他国にあるArm Limited社（関連会社を含む）の登録商標です。すべての著作権はそれぞれの所有者に帰属します。

注2：BiSSは、iC-Haus社の登録商標です。

- **デジタル入力**：24Vで動作する多様な産業用センサに直接接続することが可能です。本入力回路は、24Vのプルアップ抵抗と、3.3VトレラントのRZ/T1デジタル入力端子に接続するための分圧抵抗を有しています。また、別のコネクタとして、ホールセンサ接続を想定した5Vトレラント入力を備えています。このセンサはシングルエンド出力ドライバで、通常5V電源を必要とします。
- **デジタル出力**：デジタル出力は、24V DCで1Aまでの定常電流を駆動可能です。駆動側には過電流や温度超過に対する保護機能があり、さらに、電動のブレーキソレノイドのように、誘導性負荷による電圧スパイクを抑制するためのダイオードを実装しています。
- **EtherCATインタフェース**：EtherCATの接続を行うためのPHYインタフェースを2つ搭載しています。また、EtherCATで必要となるEEPROMデバイスと、EtherCATハードウェアブロックの動作状態を示すステータスLEDを実装しています。
- **DIPスイッチ、LED**：コントローラボードは、8極DIPスイッチを1個とユーザLEDを8個実装しています。
- **RS232/RS422インタフェース**：フィールドバスプロトコルでの接続を可能にするためのシリアルインタフェースを搭載しています。これらのハードウェアプロトコルは、同じコネクタを共有しています。プロトコルの選択は、ソフトウェア（どちらかの回路動作を有効にするための専用ビット）で行います。
- **USBインタフェース**：ホストコンピュータに接続するためのインタフェースです。RZ/T1は、CDCプロファイルを実行するUSBファンクション動作をサポートします。これは、Windowsデバイスドライバにより、ホストコンピュータ上でシリアルポートとして扱われます。
- **CANバス**：CANバスインタフェースは、本ソリューションキットでテスト可能なフィールドバスプロトコルとして搭載しています。CANバス信号は、RS232信号と同じコネクタに割り当てられています。
- **JTAG**：本インタフェースは、SEGGER社およびIAR社のデバッグプローブと互換性のある20ピンコネクタにて使用可能です。
- **$\Delta\Sigma$ インタフェース**：外付けADコンバータ接続用のヘッダ（コネクタ未実装）があります。また、 $\Delta\Sigma$ の他にGPIOも3本備えています。

## 1.2.2 コントローラボードの仕様

RZ/T1 用のコントローラボードの仕様を表 1.2 に示します。

表 1.2 コントローラボードの仕様

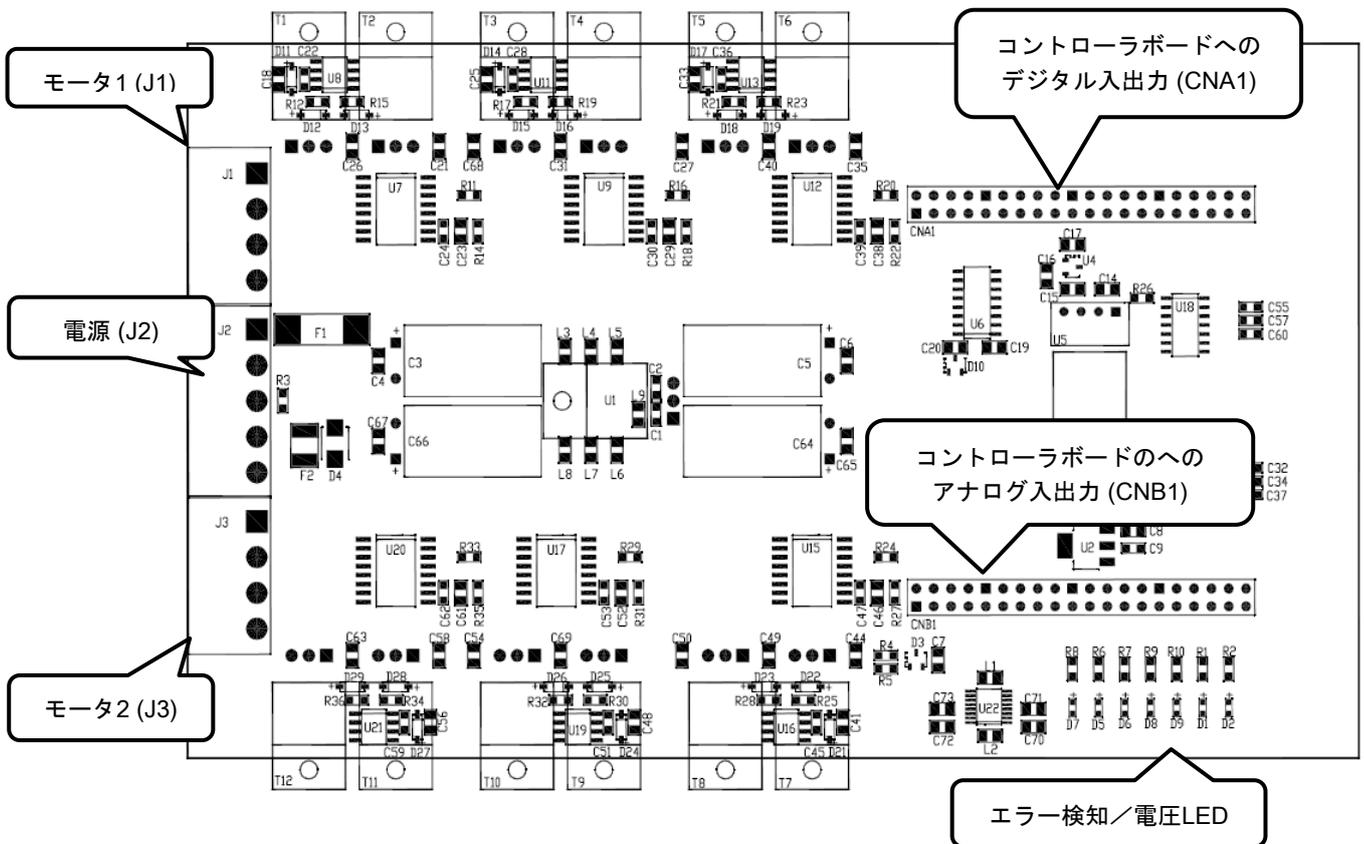
パラメータ	数値	
	Min.	Max.
エンコーダ数	2	
ロジック電源電圧	5V、24V	
デジタル出力		2
デジタル出力駆動能力		1A
デジタル入力 (24V)		8
デジタル入力 (5V)		12
$\Delta\Sigma$ チャンネル数		4
GPIO ポート数		3
QSPI フラッシュ容量		32MB
動作温度	0°C	+60°C

## 2. コネクタ配置

### 2.1 インバータボードのコネクタ配置

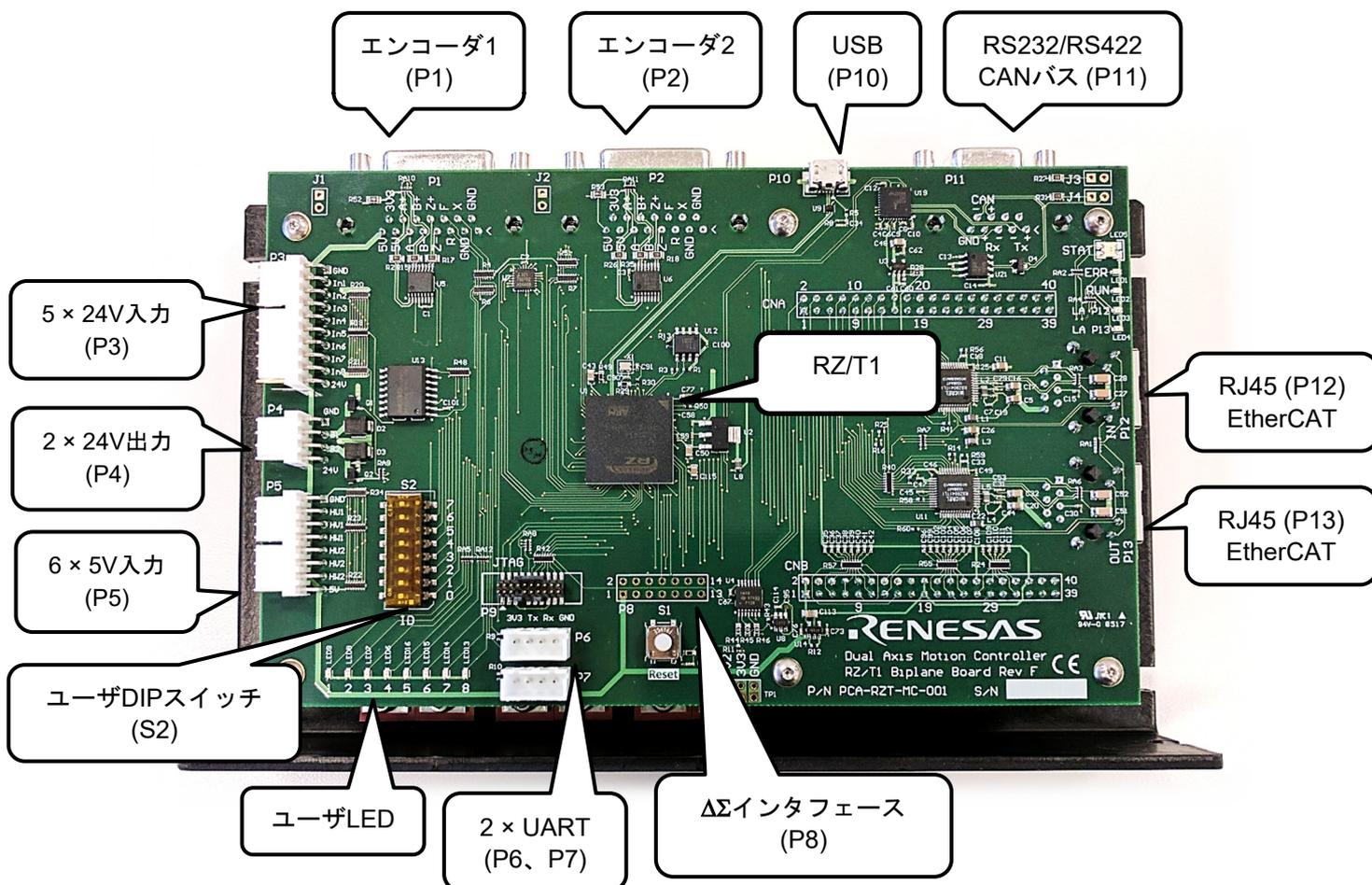
インバータボードのコネクタは、ボードの1辺に配置されています。インバータボードの電源は、コネクタ J2 から供給します。モータは、コネクタ J1 または J3 に接続します。

コントローラボードとの接続は、デジタルおよびアナログ信号用に、それぞれヘッダ CNA および CNB を介して行います。



## 2.2 コントローラボードのコネクタ配置

コントローラボードのコネクタは、ボードの 3 辺に配置されています。残りの 1 辺（以下の写真の底辺部）は、L字型のブラケット（支持具）に接しています。



### 3. 電源供給

本ソリューションキットは、2つの電源を使用します。1つは24V DCで、コントローラボードで使用します。もう1つはモータ用電源で、接続するモータによって12V DC～48V DCの間で電圧を変えることができます。供給電源の定格電流は、接続するモータの定格と、モータの動作速度/加速度に応じて決める必要があります。インバータボードの定格電流は、定常15A、ピーク時25Aです。

インバータボードとコントローラボード用にそれぞれ別の電源を使用することで、分散制御が可能になり、グラウンドループノイズへの耐性が向上します。評価目的としては、単一の24V電源を両方の電源に供給しても特に問題ありません。

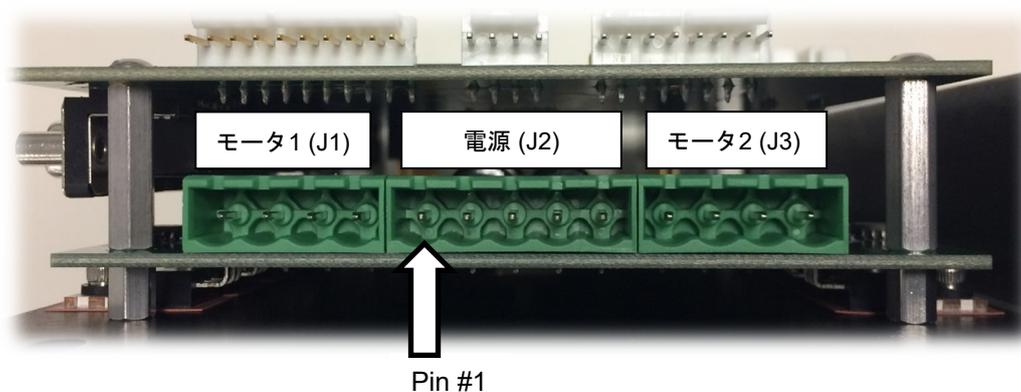
#### 【注意】

2本の電源レールに同じ24V電源を供給すると、コントローラボードは過電圧による損傷を受けやすくなります。例えば、高速で回転するモータを急停止させるような場合に注意が必要です。制動中にモータが発電機として機能するため、モータの逆起電力によって母線電圧が上昇します。電圧が36Vを超えると、24Vロジック電源レールのDC-DCコンバータが損傷する恐れがあります。このため、24Vロジック電源とモータ電源にはそれぞれ別の電源を使用することを強く推奨します。同じ電源を使用する場合、電力を分散させて過電圧から保護するために、4象限電源またはシャントレギュレータを使用する必要があります。

電源供給コネクタ J2 のピン配置を表 3.1 に示します。

表 3.1 電源供給コネクタ J2

Pin #	機能
1	モータ母線電圧+
2	モータ母線電圧-
3	シールド
4	ロジック電源 GND
5	ロジック電源 +24V



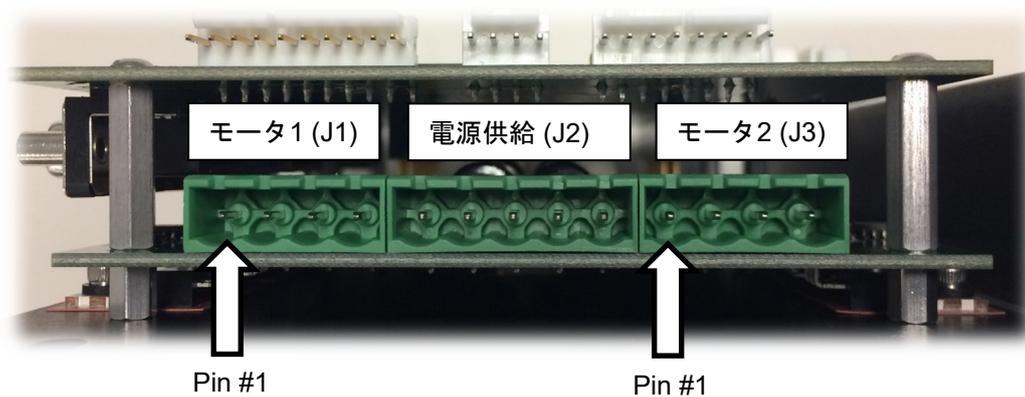
## 4. モータ接続

本ソリューションキットでは、モータ接続用に2つのチャンネルをインバータボードに備えています。モータ巻線コネクタ（J1 および J3）には、4本の端子があります。コネクタのピン配置を表 4.1 に示します。

モータ巻線の各相の配置は、本ソリューションキットのファームウェアにより変更可能です。このため、特定のモータメーカーのケーブル配線を、モータ巻線の相と一致させる必要はありません。

表 4.1 モータ巻線コネクタ：J1/J3 ピン配置

Pin #	機能
1	モータ U 相
2	モータ V 相
3	モータ W 相
4	シールド



## 5. エンコーダ接続

RZ/T1 の主な利点の一つは、通信プロトコルの異なるインクリメンタルエンコーダとアブソリュートエンコーダとの接続が可能であることです。本ソリューションキットでは、ハードウェアを変更することなく、これらのエンコーダとの接続が可能です。

表 5.1 に、対応エンコーダインタフェースおよび RZ/T1 デバイスへの配線の詳細を示します。本ソリューションキットは、ファームウェアがサポートする 2 つのエンコーダインタフェースに対応しています。

コネクタ P2 には、すべてのエンコーダ通信オプションが選択可能です。コネクタ P1 は、インクリメンタルエンコーダのみ対応しています。表 5.1 に示すように、両方のコネクタのピン配置は同じです。アブソリュートエンコーダは、EnDAT 2.2、BiSS-C、多摩川精機 (FA-CODER) などがサポートされています。その他のエンコーダ規格については、各入門ガイドを参照してください。

表 5.1 ユニバーサルエンコーダインタフェース：コネクタ P1、P2 ピン配置

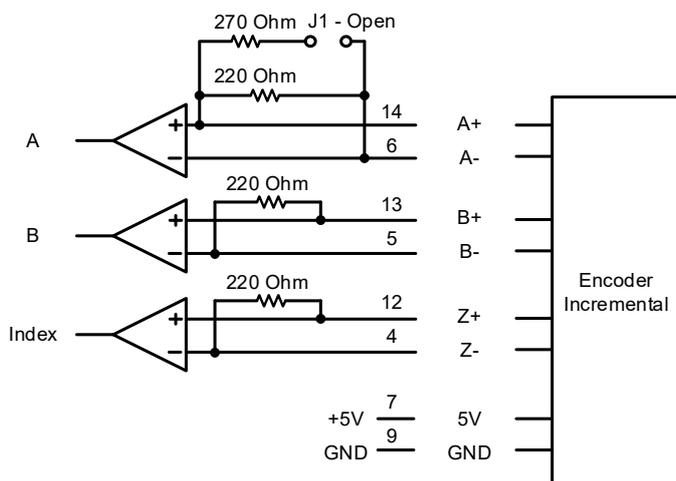
Pin #	端子名	インクリメンタル エンコーダ	アブソリュートエンコーダ		
			EnDat 2.2	BiSS-C	多摩川精機
1	N.C.				
2	GND				
3	R	Reverse Limit/Hall U			
4	Z-	Index-			
5	B-	B 相-	TCLK-	MA (CLK)-	
6	A-	A 相-	DATA_RC-/DATA_DV-	SLO-	SDAT- / SRQ-
7	5V				
8	5V				
9	GND				
10	X	Auxiliary Limit / Hall V			
11	F	Forward Limit / Hall W			
12	Z+	Index+			
13	B+	B 相+	TCLK+	MA (CLK)+	
14	A+	A 相+	DATA_RC+ / DATA_DV+	SLO+	SDAT+ / SRQ+
15	3V3	シングルエンドエンコーダ出力用の基準電圧			

## 5.1 インクリメンタルエンコーダ

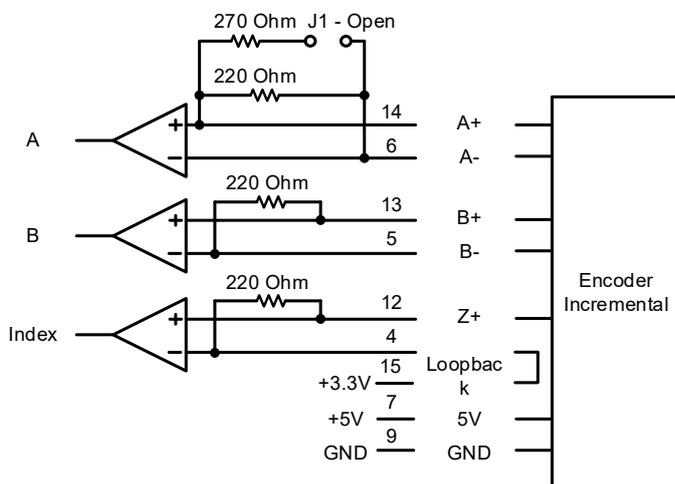
インクリメンタルエンコーダは、産業用サーボモータの精密な位置フィードバックを提供するエンコーダとして幅広く使用されています。インクリメンタルエンコーダのインタフェースは、ほとんどの場合、RS422規格に準拠しています。RZ/T1 ソリューションキットでは、この規格に準拠したレシーバ (ISL32173EFVZ) を実装しています。回路には、インピーダンスを調整して、パルスのスキューを最小限に抑える  $220\Omega$  の終端抵抗があります。

低コストのインクリメンタルエンコーダの中には、シングルエンドドライバのみしか持たないものがあります。この場合、負極入力の差動レシーバにコネクタのピン 15 (3.3V 基準電圧) を接続するための外部ジャンプが必要です。その場合、3.3V 電源がシングルエンドエンコーダ出力の閾値として使用されます。

以下に、コントローラボードとインクリメンタルエンコーダの接続図を示します。すべての差動レシーバに対し終端抵抗が  $220\Omega$  となるように、ジャンプ J1 と J2 はそれぞれオープンにする必要があります (ジャンプ J1 と J2 はどちらも出荷時オープンです)。

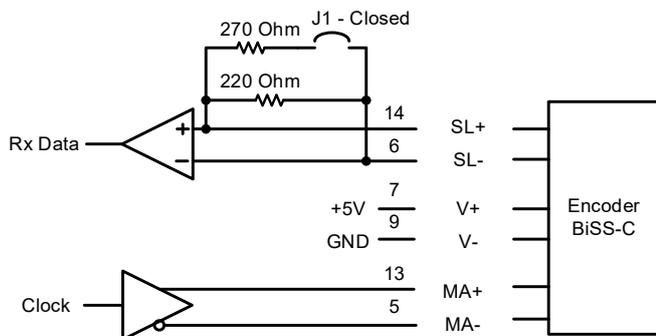


インクリメンタルエンコーダには、差動出力がないものがあります。この場合、エンコーダコネクタに、差動レシーバの負入力端子に 3.3V の基準電圧を接続するためのジャンパを挿入する必要があります。以下に、Index ラインからの差動出力がないエンコーダの例を示します。



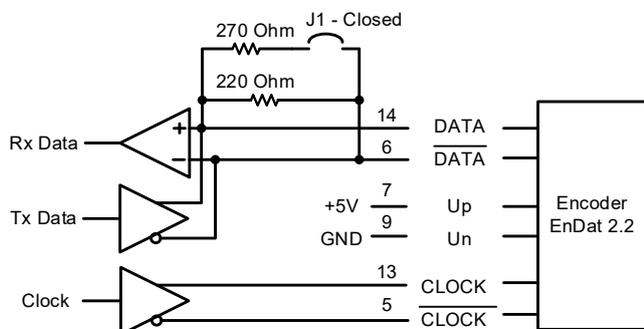
## 5.2 BiSS-C エンコーダ

BiSS-C エンコーダは、以下の図のように、Point-to-Point モードにて接続します。入力終端抵抗が  $120\Omega$  になるように、ジャンパ J1 をクローズする必要があります。



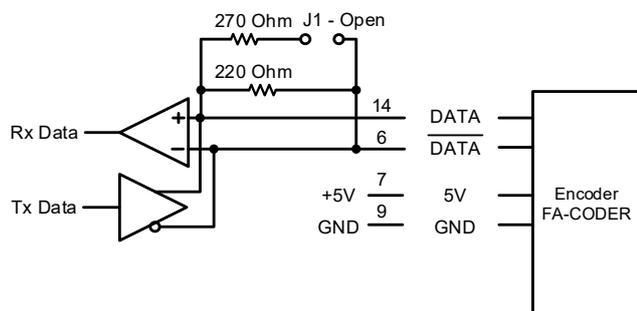
### 5.3 EnDat 2.2 エンコーダ

EnDat 2.2 エンコーダは、以下の図のように接続します。入力終端抵抗が  $120\Omega$  になるように、ジャンパ J1 をクローズする必要があります。



### 5.4 FA-CODER®エンコーダ

ベースバンド NRZ 対応の多摩川精機製エンコーダ FA-CODER<sup>®</sup>(\*1)(\*2)は、以下の図のように接続します。入力終端抵抗が  $220\Omega$  になるように、ジャンパ J1 をオープンにする必要があります。



注1：FA-CODERは多摩川精機株式会社の商標です。

注2：同期マンチェスタ符号方式はサポートしていません。

## 6. Ethernet (EtherCAT)インタフェース

EtherCATは、Beckhoff社のIPをベースにしたハードウェアブロックとしてRZ/T1に搭載されています。表6.1に、EtherCATの仕様を示します。

表 6.1 EtherCAT 仕様

項目	仕様
通信プロトコル	
通信制御 LSI	RZ/T1
EtherCAT PHY	Microchip Technology KSZ8041TLI
通信システム	IEEE802.3u (100Base-TX)
絶縁システム	パルストランス
ステータス LED	RUN (黄)、ERR (赤)、STAT (緑/赤)、LA P12 (緑)、LA P13 (緑)
インタフェース	RJ45 × 2

コネクタ P12、P13は磁気付きの標準 RJ45 ジャックで、EtherCAT 通信のアクティブ状態や速度を示す LED を備えています。コネクタ P12、P13 は Abracon LLC 製で、製品型番は ARJC02-111009D です。表 6.2 にコネクタ P12、P13 のピン配置を示します。

表 6.2 EtherCAT インタフェース (RJ45) : コネクタ P12、P13 ピン配置

Pin #	機能
1	データ送信+
2	データ送信-
3	データ受信+
4	GND
5	GND
6	データ受信-
7	GND
8	GND

EtherCAT のブロックには、その動作状態を示すインジケータとして複数の LED が接続されています。表 6.3 に、各 LED の機能を示します。

表 6.3 EtherCAT LED

LED#	色	機能	ラベル
LED1	赤	Error	ERR
LED2	黄色	Run	RUN
LED3	緑	Link/Active EtherCAT IN	LA P12
LED4	緑	Link/Active EtherCAT OUT	LA P13
LED5	緑/赤	RUN および ERR の 2 色の LED 表示	STAT

EtherCAT の状態および各 LED の表示内容の詳細については、「RZ/T1 グループユーザズマニュアルハードウェア編」を参照してください。

## 7. シリアルインタフェース

### 7.1 RS232/RS422/CAN バス

RZ/T1 コントローラボードは、RS232 と RS422 の両方のシリアル通信規格に対応しており、使用するシリアルインタフェースのモードをソフトウェアにより選択可能です。シリアルインタフェース用チップは、インターシル社製 ISL41387IRZ を使用しています。

シリアルインタフェースのモードの選択には、表 7.1 に示すように、RZ/T1 の汎用出力ポート（PK3/G15 端子）を使用しています。

RS232/RS422 インタフェースは、コネクタ P11 の一部のピンを共有しています。モードの選択は、ソフトウェアにて行います。DIP スイッチ S2 のピン 7（S2-7）の状態をソフトウェアで読み出し、PK3 の出力レベルを制御します。選択されたモードが RS422 の場合、RS422 ドライバの DE 入力を制御します。

表 7.1 シリアルインタフェースモード選択

S2-7 の状態	PK3 出力レベル	インタフェースモード
ON	0	RS232
OFF	1	RS422

RS422 インタフェースでは、DE 入力を設定することで、RZ/T1 の別の汎用出力ポート（PK2/F15 端子）を使用して RS422 ドライバを制御します。本機能は、同じ RS422 バスを共有する多くのデバイス上でのマルチドロップ接続を可能にします。表 7.2 に、RS422 ドライバ制御の定義を示します。

表 7.2 RS422 インタフェースドライバ制御

PK2 出力レベル	RS422 ドライバモード
0	Disable (ハイインピーダンス)
1	Enable

CAN バスインタフェースは、Infineon Technologies 製の CAN トランシーバ IFX1050 VIO を内蔵しています。

インタフェース信号は、いずれもコネクタ P11（小型の D-Sub 9 ピンコネクタ）に配線されています。表 7.3 に、コネクタ P11 のピン配置を示します。

表 7.3 シリアルインタフェース：コネクタ P11 ピン配置

Pin #	RS422 信号	RS232 信号	CAN バス信号	デバイスポート／端子
1	TX+			
2	TX-	TX		TXD2/R20
3	RX-	RX		RXD2/R19
4	RX+			
5	GND			
6				N.C.
7				N.C.
8			CAN H	CRXD0 (CAN RX)/T5
9			CAN L	CTXD0 (CAN TX)/Y2

RS422 受信部および CAN バスは、それぞれ 120Ω の抵抗により選択的に終端することができます。RS422 受信部ではヘッダ J3 に、CAN バスではヘッダ J4 にジャンパを取り付けることで終端できます。ヘッダ J3、J4 は、コネクタ P11 の近くに配置されています。

## 7.2 USB インタフェース

RZ/T1 コントローラボードは、USB インタフェースコネクタ P10（USB micro-B シリーズレセプタクル）を実装しています。表 7.4 に、コネクタのピン配置を示します。

表 7.4 USB micro-B シリーズレセプタクル：コネクタ P10 ピン配置

Pin #	機能	デバイスポート／端子
1	5V 電源	USB VBUSIN/R3（抵抗分圧器の後方側）
2	D-	USB DP/R1
3	D+	USB DM/R2
4	N.C.	
5	GND	

### 7.3 UART インタフェース

コントローラボードは、RZ/T1 の端子にダイレクト配線されている 2 つの UART コネクタ (P6、P7) を実装しています。それぞれの UART で TTL レベルのインタフェースを採用しています。

コネクタは JST 製で、製品型名は B4B-XH-A (LF) (SN) です。相手側コネクタの製品形名は XHP-4 です。

表 7.5、表 7.6 に、各 UART コネクタのピン配置と機能を示します。

表 7.5 ダイレクト UART インタフェース：コネクタ P6 ピン配置

Pin #	機能	デバイスポート／端子
1	3.3V 電源	
2	送信	TXD0/Y17
3	受信	RXD0/W13
4	GND	

表 7.6 ダイレクト UART インタフェース：コネクタ P7 ピン配置

Pin #	機能	デバイスポート／端子
1	3.3V 電源	
2	送信	TXD1/N18
3	受信	RXD1/M16
4	GND	

## 8. デジタル入出力

### 8.1 デジタル入力

コントローラボードは、24V トレラントデジタル入力端子を 8 本備えています。これらの端子はコネクタ P3 上にあり、NPN/オープンコレクタ出力段を持つ近接センサ/光センサまたは静電容量センサとの接続に利用可能です。この入力回路は、24V 電源へのプルアップ抵抗を実装しています。

コネクタ P3 の製品型番は 0022122104 (Molex 製) です。

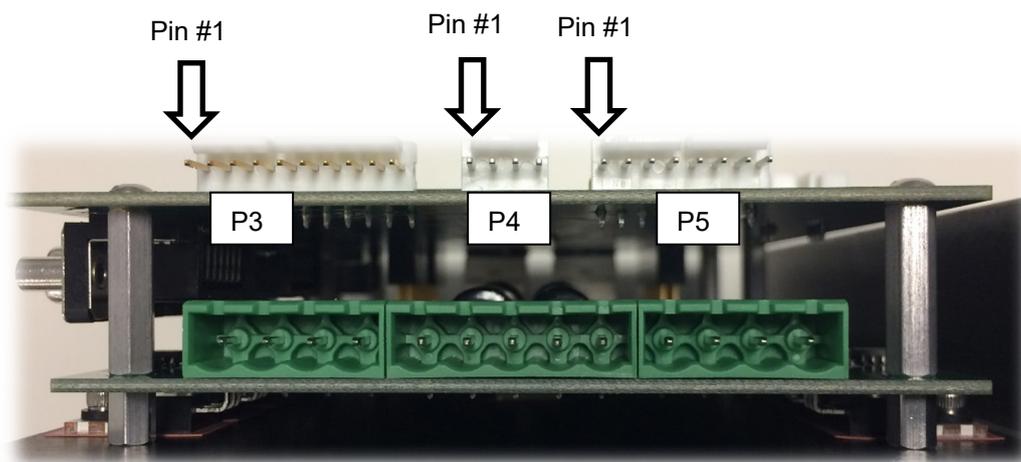


表 8.1 に、アプリケーション固有の機能を割り当て可能なデジタル入力端子の配置を示します。

表 8.1 ユーザ定義 24V トレラントデジタル入力：コネクタ P3 ピン配置

Pin #	機能	デバイスポート/端子
1	GND	
2	入力 1	PG0/R7
3	入力 2	PG1/V6
4	入力 3	PG2/R8
5	入力 4	PG3/T8
6	入力 5	PG4/V7
7	入力 6	PG5/V8
8	入力 7	PG6/T9
9	入力 8	PG7/R9
10	24V	

また、コントローラボードは、5Vトレラントデジタル入力端子を2組実装しています。1組は、コネクタ P5 に設けられた 6 本の入力端子です。

コネクタ P5 の製品型番は 0022053081 (Molex 製) です。

表 8.2 5Vトレラント入力：コネクタ P5 ピン配置

Pin #	機能	デバイスポート／端子
1	GND	
2	HALL_U1	P70/M18
3	HALL_V1	P21/V13
4	HALL_W1	P22/W14
5	HALL_U2	PL4/E7
6	HALL_V2	PN5/W3
7	HALL_W2	PN2/R6
8	24V	

もう 1 組の 5Vトレラント入力端子は、エンコーダコネクタ P1、P2 にあります。これはホールセンサを接続する際の代替接続として機能するもので、個々のエンコーダコネクタにて、ホールセンサに各モータ用インタフェースを提供することによって、接続するコネクタ数を減らすことができます。

表 8.3 各エンコーダコネクタにおけるホールセンサ接続ピン配置

Pin #	端子名	ホールセンサ (P1 に接続)	ホールセンサ (P2 に接続)
1	N.C.		
2	GND		
3	R	Hall U1	Hall U2
4	Z-		
5	B-		
6	A-		
7	5V		
8	5V		
9	GND		
10	X	Hall V1	Hall V2
11	F	Hall W1	Hall W2
12	Z+		
13	B+		
14	A+		
15	3V3		

## 8.2 デジタル出力

コントローラボードは、24V で 1A を供給するドライバをもつ 2 本のデジタル出力を実装しています。これらは、コネクタ P4 にあります。出力ドライバは回路のショートやオーバーヒートから保護されています。デジタル出力は、重力負荷軸に使用される電磁ブレーキのソレノイドを駆動することを主な目的としています。

コネクタ P4 の製品型番は、0022053041 (Molex 製) です。

表 8.4 に、出力コネクタのピン配置を示します。

表 8.4 ユーザ定義デジタル出力：コネクタ P4 ピン配置

Pin #	機能
1	GND
2	Brake1
3	Brake2
4	24V

## 8.3 ボード実装 LED

コントローラボードは、ユーザが使える LED を 8 個実装しています。これらは 1 つの抵抗を介して汎用出力端子に接続されています。各 LED は出力値を 1 にすると点灯します。表 8.5 に、各 LED と接続ポートとの対応を示します。

表 8.5 ユーザ LED 対応表

LED #	色	識別記号	デバイスポート／端子
1	緑	LED9	P43/W16
2	緑	LED8	P44/W15
3	赤	LED7	P45/V15
4	赤	LED6	P46/V16
5	緑	LED16	PT3/N20
6	緑	LED15	PT1/P20
7	赤	LED14	PT5/K20
8	赤	LED13	P42/Y16

## 8.4 8極 DIP スイッチ

コントローラボードは8極 DIP スイッチ (S2) を実装しており、その一部はアプリケーション固有の機能に使用可能です。RZ/T1 デバイスのポートに対する DIP スイッチの配置を表 8.6 に示します。

表 8.6 DIP スイッチ (S2) 配置

極 #	デバイスポート/端子	初期状態	ファームウェア定義機能
0	PP0/W5	ON	チャンネル 1 ホールセンサセレクタ : ON : コネクタ P1 入力端子使用 (F = HU1、R = HV1、X = HW1) OFF : コネクタ P5 入力端子使用 (2 = HU1、3 = HV1、4 = HW1)
1	PP1/Y5	ON	チャンネル 2 ホールセンサセレクタ : ON : P2 入力端子使用 (F = HU2、R = HV2、X = HW2) OFF : P5 入力端子使用 (5 = HU2、6 = HV2、7 = HW2)
2	PP2/W6	ON	ユーザスイッチ
3	PP3/Y6	ON	
4	PP4/W7	ON	
5	PP5/Y7	ON	
6	PP6/W8	ON	
7	PP7/W9	ON	RS422 (OFF)/RS232 (ON)セレクタ

## 8.5 ΔΣインタフェース

ヘッダ P8 は、外付け AD コンバータとの接続に用いられる RZ/T1 ΔΣインタフェース用端子に直接接続されています。また、同じヘッダに 3 本の汎用入出力端子 EA、EB、EZ が接続されています。

ヘッダ P8 のすべての端子は、接続するアプリケーションに応じて入力または出力として使用可能です。

**【注】** ヘッダP8で使用可能なRZ/T1端子は3.3VのTTLロジックのみに対応しています。これらの端子に5VのTTLロジックを直接接続しないように注意してください。

表 8.7 ΔΣインタフェース：ヘッダ P8 ピン配置

Pin #	方向	機能	Pin #	方向	機能
1		5V 電源	2	入出力	EA (ENCIF04)/Y12
3	入出力	EB (ENCIF05)/Y13	4	入出力	EZ (ENCIF07)/Y9
5	出力	MCLK3/J16	6	入力	MDAT3/J18
7	出力	MCLK2/G19	8	入力	MDAT2/H18
9	出力	MCLK1/H16	10	入力	MDAT1/G18
11	出力	MCLK0/G16	12	入力	MDAT0/H15
13		GND	14		GND

## 9. JTAG インタフェース

JTAG インタフェースは、コネクタ P9 に設けられています。

コネクタ P9 の製造型番は、FTSH-110-01-F-DV-007-K (Samtec 製) です。

表 9.1 JTAG インタフェース : コネクタ P9 ピン配置

Pin #	方向	機能	Pin #	方向	機能
1		3V3 電源	2	入力	TMS
3		GND	4	入力	TCK
5		GND	6	出力	TDO
7		N.C.	8	入力	TDI
9		N.C.	10	入力	SRST
11		N.C.	12	入力	TRACECLK
13		N.C.	14	出力	TRACEDATA0
15		GND	16	出力	TRACEDATA1
17		GND	18	出力	TRACEDATA2
19		GND	20	出力	TRACEDATA3

## 10. コントローラ/インバータ接続インタフェース

コントローラとインバータボード間は、2つの40ピン2段ヘッダにより接続されています。1つ目のヘッダ（CAN）は、PWM出力などのデジタル信号に、2つ目のヘッダ（CNB）は、電流センサからのアナログ信号のフィードバックに使用されます。

以下に示す情報は、同じインタフェースヘッダを共有する他のインバータにRZ/T1コントローラを接続する場合に参考にしてください。

インタフェースヘッダ上のすべての信号がインバータボードに実装されているわけではありません。インバータ上のどこにも接続されていない信号はグレー表示しています。

表 10.1 コントローラ/インバータ接続ヘッダ（CNA）：デジタル入出力ピン配置

Pin #	方向	機能	Pin #	方向	機能
1	出力	AEN1 – Amplifier Enable	2	出力	AEN2 – Amplifier Enable
3	出力	PFC	4	出力	VRL
5	入力	Fault1 – Amplifier Fault	6		N.C.
7	出力	PWM W1	8	出力	PWM V1
9	出力	PWM U1	10	出力	PWM W2
11	出力	PWM V2	12	出力	PWM U2
13	出力	N.C.	14		N.C.
15		5V 電源	16		5V 電源
17		GND	18		GND
19		N.C.	20		N.C.
21	出力	PWM W3	22	出力	PWM V3
23	出力	PWM U3	24	出力	PWM W4
25	出力	PWM V4	26	出力	PWM U4
27	入力	Fault2 – Amplifier Fault	28		GND
29	出力	PWM W5	30	出力	PWM V5
31	出力	PWM U5	32	出力	PWM W6
33	出力	PWM V6	34	出力	PWM U6
35	入力	Fault3 – Amplifier Fault	36		GND
37		N.C.	38		N.C.
39		N.C.	40		N.C.

表 10.2 コントローラ/インバータ接続ヘッダ (CNB) : アナログ入力ピン配置

Pin #	方向	機能	Pin #	方向	機能
1		アナログ 3.3V 電源	2		アナログ 3.3V 電源
3		N.C.	4		N.C.
5	入力	電流センサ U1	6	入力	電流センサ V1
7	入力	電流センサ W1	8	入力	電流センサ W1
9	入力	温度センサ#1	10	入力	電圧センサ U1
11	入力	電流センサ U1	12	入力	電圧センサ W1
13	入力	母線電圧センサ	14	入力	アナログ入力 PFC
15	入力	VRL 入力	16		N.C.
17		3.3V 電源	18		3.3V 電源
19		アナログ GND	20		アナログ GND
21	入力	電流センサ U2	22	入力	電流センサ V2
23	入力	電流センサ W2	24	入力	電圧センサ U2
25	入力	電圧センサ V2	26	入力	電圧センサ W2
27	入力	温度センサ#2	28		アナログ GND
29	入力	電流センサ W2	30	入力	電流センサ V3
31		N.C.	32	入力	電圧センサ U3
33	入力	電圧センサ V2	34	入力	電圧センサ W3
35		N.C.	36	入力	アナログ GND
37		N.C.	38		N.C.
39		N.C.	40		N.C.

改訂記録	RZ/T1 グループ ユーザーズマニュアル：モーションコントロール・ソリューションキット
------	--

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.05	2018.08.21	—	初版発行
1.06	2019.07.31	—	製品ご使用上の注意事項 登録商標に関する記述を追加
		18	5. エンコーダ接続 本文を修正
		22	表 6.3 EtherCAT LED 誤記を訂正 (LED3 および LED4 の機能欄)
		29	8.4 8 極 DIP スイッチ 本文を修正

---

RZ/T1グループ ユーザーズマニュアル：モーションコントロール・  
ソリューションキット

発行年月日 2018年08月21日 Rev.1.05  
2019年07月31日 Rev.1.06

発行 ルネサス エレクトロニクス株式会社  
〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24 (豊洲フォレシア)

---

RZ/T1 グループ