

BLA21-12R3-C01

Command Type Servo for Robotics

取扱説明書



注意

- 製品をご使用前に必ず本書をお読みください。
- 本書はいつでも活用できるように大切に保管してください。

1. 安全にお使い頂くために	4
表示の意味	4
ご使用時の注意	4
保管時の注意	6
その他の注意	6
2. お使いになる前に	7
製品構成	7
特長	7
各部名称	11
コネクタピン配置	12
● RS485 コマンド方式でのピン配置	12
● PWM 方式でのピン配置	13
角度の基準と可動範囲	15
● サーボの角度の基準と回転方向、可動範囲	15
システム構成	16
● コマンド方式でのシステム構成	16
● コマンド方式での接続上の注意	17
3. 制御方法	18
概要	18
● コマンド方式／PWM 方式の切り替え	18
● 通信プロトコル（RS485 コマンド方式）	18
● PWM 方式での制御	18
● メモリーマップ	19
● サーボ ID	19
● パケット	20
● ショートパケット	20
● ロングパケット	20
● リターンパケット	20
パケットの書式	21
● ショートパケット	21
● ロングパケット	25
● リターンパケット	27
メモリーマップ	29
3.1. 変更不可領域のメモリーマップ	29
● 00H / 01H モデル番号（2バイト、Hex 表記、Read）	29
● 02H ファームウェアバージョン（1バイト、Hex 表記、Read）	29
3.2. ROM 領域のメモリーマップ	30
● 04H サーボ ID（1バイト、Hex 表記、Read/Write）	31
● 05H サーボリバース（1バイト、Hex 表記、Read/Write）	31

●	06H	通信速度 (1 バイト、Hex 表記、Read/Write)	31
●	07H	返信ディレイ時間 (1 バイト、Hex 表記、Read/Write)	32
●	08H / 09H / 0AH / 0BH	CW/CCW リミット角度 (2 バイト、Hex 表記、Read/Write)	32
●	0CH / 0DH	原点角度 (2 バイト、Hex 表記、Read/Write)	33
●	0EH / 0FH	リミット温度 (2 バイト、Hex 表記、Read)	33
●	10H / 11H	CW/CCW リミット速度 (2 バイト、Hex 表記、Read/Write)	33
●	12H / 13H	リミットトルク (2 バイト、Hex 表記、Read/Write)	34
●	14H	ダンパー (1 バイト、Hex 表記、Read/Write)	34
●	15H	速度/トルク制御 ON (1 バイト、Hex 表記、Read/Write)	34
●	16H	無信号時トルク (1 バイト、Hex 表記、Read/Write)	34
●	17H	準備時間 (1 バイト、Hex 表記、Read/Write)	35
●	18H / 19H	コンプライアンスマージン (1 バイト、Hex 表記、Read/Write)	35
●	1AH / 1BH	コンプライアンススロープ (1 バイト、Hex 表記、Read/Write)	35
●	1CH / 1DH	パンチ (2 バイト、Hex 表記、Read/Write)	35
3. 3.	可変 (RAM) 領域のメモリーマップ		37
●	1EH / 1FH	指示位置 (2 バイト、Hex 表記、Read/Write)	38
●	20H / 21H	移動時間 (2 バイト、Hex 表記、Read/Write)	40
●	23H	最大トルク (1 バイト、Hex 表記、Read/Write)	40
●	24H	トルク ON (1 バイト、Hex 表記、Read/Write)	41
●	25H / 26H	指示速度 (2 バイト、Hex 表記、Read/Write)	42
●	27H / 28H	指示トルク (2 バイト、Hex 表記、Read/Write)	43
●	2AH / 2BH	現在位置 (2 バイト、Hex 表記、Read)	44
●	2CH / 2DH	現在時間 (2 バイト、Hex 表記、Read)	45
●	2EH / 2FH	現在速度 (2 バイト、Hex 表記、Read)	46
●	30H / 31H	現在トルク (2 バイト、Hex 表記、Read)	47
●	32H / 33H	現在温度 (2 バイト、Hex 表記、Read)	48
●	34H / 35H	現在電圧 (2 バイト、Hex 表記、Read)	49
●	3AH	ブートローダキー (1 バイト、Hex 表記、Read/Write)	49
4.	参考資料		50
	故障かなと思ったら		50

1. 安全にお使い頂くために

いつも安全に製品をお使い頂くために、以下の点にご注意ください。
製品の使用にあたっては、「取扱説明書」を一読した上でご使用ください。

表示の意味

本文の中で次の表示がある部分は、安全上で特に注意する必要がある内容を示しています。

表 示	意 味
 危険	この表示を無視して誤った取り扱いをすると、使用者または他の人が死亡または重傷を負う危険が差し迫って生じることが想定される場合。または、軽傷、物的損害が発生する可能性が高い場合。
 警告	この表示を無視して誤った取り扱いをすると、使用者または他の人が死亡または重傷を負う可能性が想定される場合。または、軽傷、物的損害が発生する可能性が高い場合。
 注意	この表示を無視して誤った取り扱いをすると、使用者または他の人が重傷を負う可能性は少ないが、傷害を負う危険性が想定される場合。ならびに物的損害のみの発生が想定される場合。

図記号：



：禁止事項



：必ず実行する事項

ご使用時の注意

注意

 電源投入時にサーボホーンを外部から回さないでください。

この行為を行いますと、初期化が適切に行われずに動作が不安定になる可能性があります。
サーボホーンを停止させた状態で電源を投入してください。

 サーボの分解・改造をしないでください。

これらの行為を行いますと、ギアボックスの破損・サーボの発煙・バッテリーの破裂等を引き起こす可能性があります。

 サーボ動作終了直後、サーボのケースには触れないでください。

サーボ内のモータや回路が高温となるため、やけどの恐れがあります。

 砂ぼこりや水をかけないでください。

サーボは防水構造になっていません。水や粉塵がかかるとサーボの破損や電源が短絡する恐れがあります。

 サーボホーンを外部から無理に回さないでください。

サーボホーンを外部から無理に回すと、サーボが破損する可能性があります。

 サーボをロックした状態で放置しないでください。

ロック状態（サーボが動けない程の力がかった状態）が続くと、発煙・破損の恐れがあります。

 十分な放電能力をもった電源（バッテリー又は DC 電源）をご使用ください。

サーボがロック状態（サーボが動けない程の力がかった状態）になったときなどは、サーボに非常に大きな電流が流れます。電源は十分に高い放電能力をもったものをご使用ください。なお、バッテリーや DC 電源の詳細については各電源メーカー様にご確認ください。

 電源投入後、250ms 以上経過してからコマンドを送信してください。

電源投入後 250ms 以内にサーボにコマンドを送信すると正しく受信できない場合があり、意図しない動作をすることがあります。

保管時の注意



 以下のような場所にサーボを保管しないでください。

60℃を上回る暑いところ。及び、－20℃を下回る寒いところ。

直射日光のあたるところ。

湿気の多いところ。

振動の多いところ。

ほこりの多いところ。

静電気の発生しやすいところ。

幼児の手の届きやすいところ。

◆上記のようなところに保管すると、変形や故障、事故の原因となります。

その他の注意

サーボから発生するコイル鳴きの音について

出力軸に負荷がかかった際にコイル鳴き（高周波数のノイズのような音）が発生しますが、電流保護機能によるものであり正常な動作音となります。

2. お使いになる前に

製品構成

BLA21-12R3-C01 には以下のものが含まれています。

- ① サーボ本体（出荷時、次の 2 種 2 点が取り付けられています）1 個
 - ② BLA21-12R3-C01 用アルミホーン1 個
 - ③ サーボホーン固定ねじ（十字、M3×8）1 本
- BLA21-12R3-C01 用付属品
 - ④ 両端 EH コネクタケーブル（150mm）1 本

特長

BLA21-12R3-C01 はロボット専用に設計されたサーボで、以下の特長があります。

● ブラシレスモータ採用

動力源に DC ブラシレスモータを採用。

優れたパワーウェイトレシオを実現しました。

● 温度センサによる保護機能

サーボに内蔵された温度センサが急激な温度上昇を検知すると、保護機能が働き自動的にブレーキをかけることで破損を防ぎます。

● 弾力制御(コンプライアンスコントロール)

目標位置からの角度に応じて出力を調整する弾力制御機能により、バネを用いたような弾性のある制御が可能です。この弾性を調整することで、出力軸の振動を押さえ、あるいは外力に対して柔らかく受け流すような動きが可能です。

● キャリブレーション

出荷前に基準器で制御角度の調整（キャリブレーション）を行っているため、サーボの中立位置や動作角度に個体差がありません。そのため、サーボ交換時に面倒な初期位置調整をする必要がありません。

● 反対軸による両持ち構造

サーボ底面、出力軸の裏側にフリーホーン用部品（別売）を取り付けることで、簡単に両持ち構造を構成することができます。

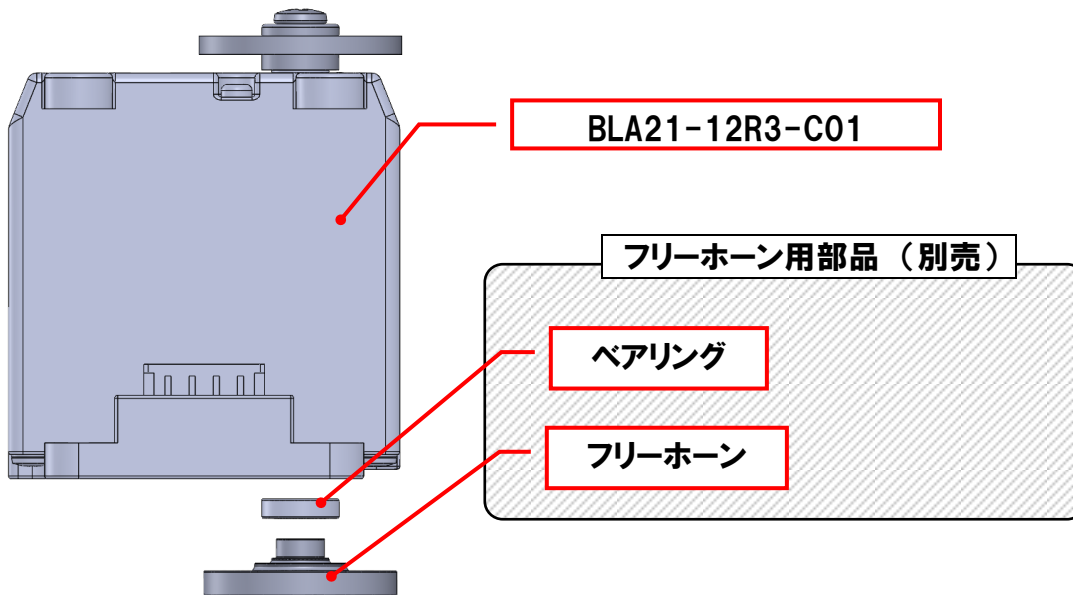


Fig. 2.1 反対軸構成（イメージ図）

● 2 コネクタによるデジチェーン接続

サーボの両側面にあるコネクタを使うことで、サーボ同士を数珠繋ぎに接続するデジチェーン接続が可能です（Fig. 2.2）。



Fig. 2.2 デジチェーン接続例

● 基準位置印付きアルミホーン

大出力に耐えるために、アルミホーンを標準採用しました。また出力軸上面とサーボホーン外周上に中立位置（0°）を表す目印があるので、電源を入れなくても位置あわせが可能です。



（左）出力軸上面の凹印



（右）サーボホーン上面と外周上の凹印



Fig. 2.3 0度位置での組合せ

● 双方向高速 RS485 通信

RS485 通信では、双方向通信による制御が可能です。

サーボのコントローラや PC から目標動作を指示するだけでなく、サーボに内蔵された位置、速度、負荷、温度等のセンサの値やアラーム状況などの情報を容易に取得することができます。

● RS485 通信のプロトコル

RS485 通信は、下記 2 種類のプロトコルのうち、いずれか一方を使用できます。

① コマンド方式

従来の RS485 通信プロトコル。

② CM.BUS

2025 年 4 月 1 日のアップデートにて利用可能となる新プロトコル。CM.BUS には、以下の特長があります。

- ・ 相対角度制御などの新機能追加
- ・ 短縮パケットによるデータ伝送効率の向上

ファームウェアアップデートにて、通信プロトコルを切り替えることができます。

ファームウェアアップデートについては、下記 URL の「RS485 サーボ_アップデートマニュアル」をご参照ください。

https://github.com/FutabaCorp/FUTABA_RS485Servo_Updater

● 各 RS485 通信プロトコルの仕様

本説明書に記載されている RS485 通信の仕様は、従来の通信方式であるコマンド方式のものとします。

CM.BUS の仕様については、下記 URL の「CM.BUS プロトコル仕様書」をご参照ください。

https://github.com/FutabaCorp/CM.BUS_Protocol_Specification

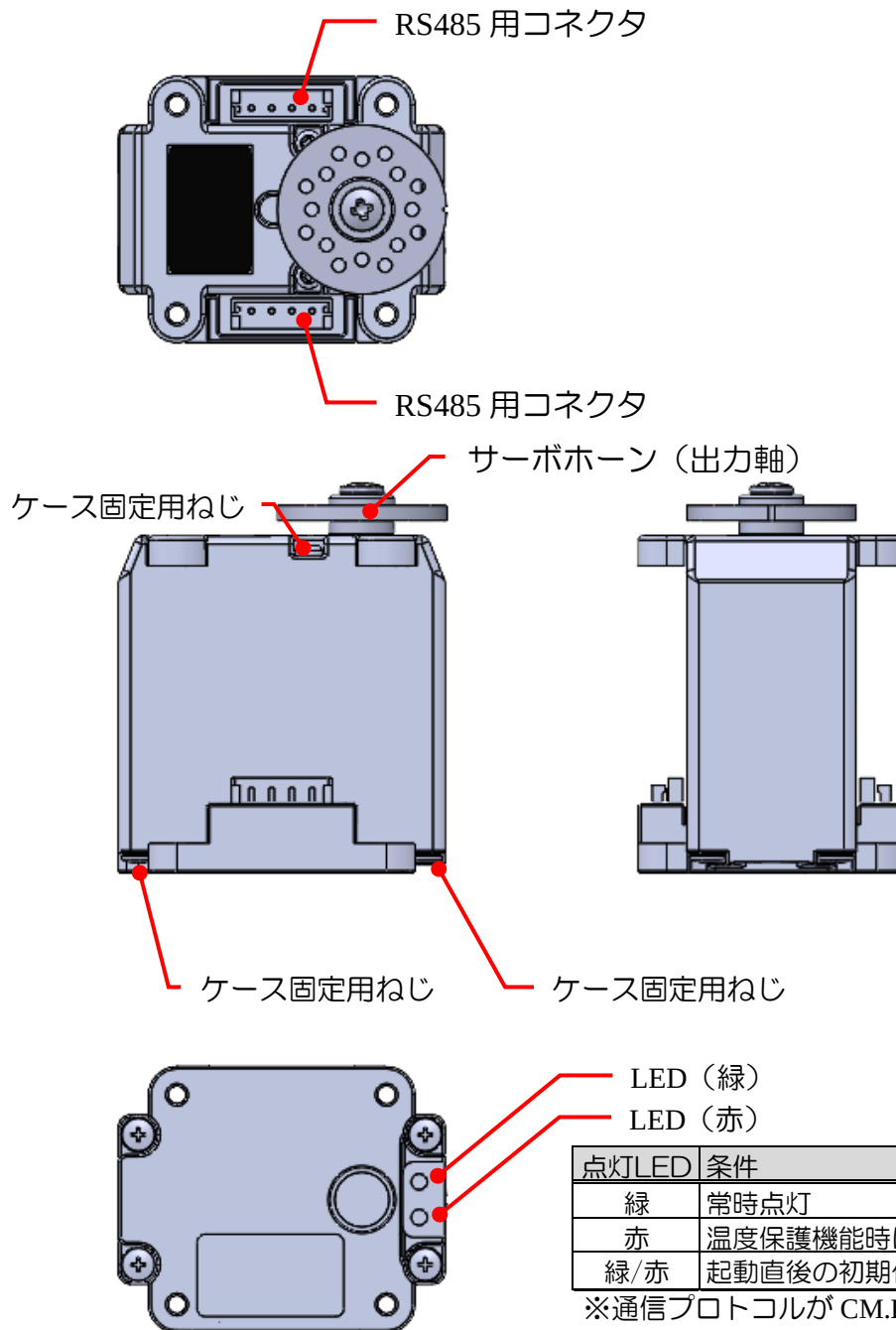
● RS485 通信／PWM 方式兼用

BLA21-12R3-C01 は RS485 通信により制御されますが、従来の R/C 用サーボと同じ PWM 方式でも制御が可能です。

制御方式は接続時に送られた信号によって自動的に切り替えられるので、制御形式を意識せずに使うことができます。

※PWM 方式での信号入力には BB0131 CC-E3P3-300（別売）や外部回路（[P.14 参照](#)）などが必要です。

各部名称



点灯LED	条件
緑	常時点灯
赤	温度保護機能時に点灯
緑/赤	起動直後の初期化処理時に点灯（約0.2秒）

※通信プロトコルが CM.BUS の場合、

起動後から通信信号を検知するまでの間は、

緑/赤両方の LED は点灯したままとなります。

通信プロトコルの切り替えが必要な場合は、

[P.10 の RS485 通信のプロトコルの項](#)をご参照ください。

Fig. 2.4 各部名称

⚠ 注意

ケース固定用ねじを緩めないでください。

コネクタピン配置

BLA21-12R3-C01 のコネクタピン配置は、下図のようになっています。
左右のコネクタの向きの違いにご注意ください。

● RS485 コマンド方式でのピン配置

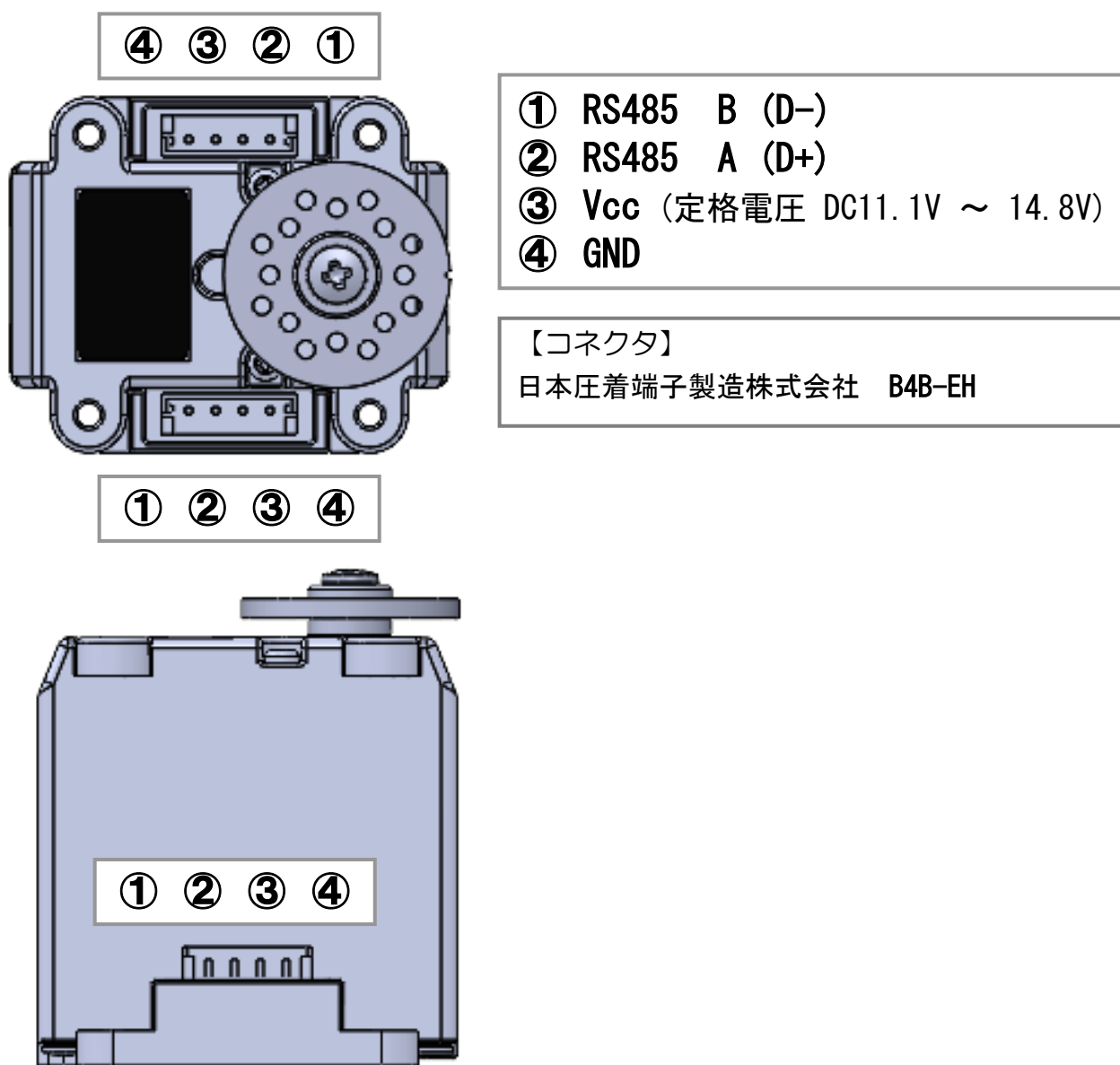


Fig. 2.5 コネクタピン配置

BLA21-12R3-C01 本体のコネクタは、日本圧着端子製造株式会社（JST）製 B4B-EH になります。

同梱のケーブルのコネクタは、JST 製 EHR-4 と対応端子（すずめっき品）を使用しています。

● PWM 方式でのピン配置

BB0131 CC-E3P3-300（別売）及び外部回路（[P.14 参照](#)）を使用することで、BLA21-12R3-C01 に PWM 方式サーボ用信号を入力することができます。

PWM 方式での使用時はサーボ両側面のコネクタのうちどちらか片方のみに PWM 信号を入力してください。

両方のコネクタから PWM 信号が入力された場合、正常に動作しない可能性があります。

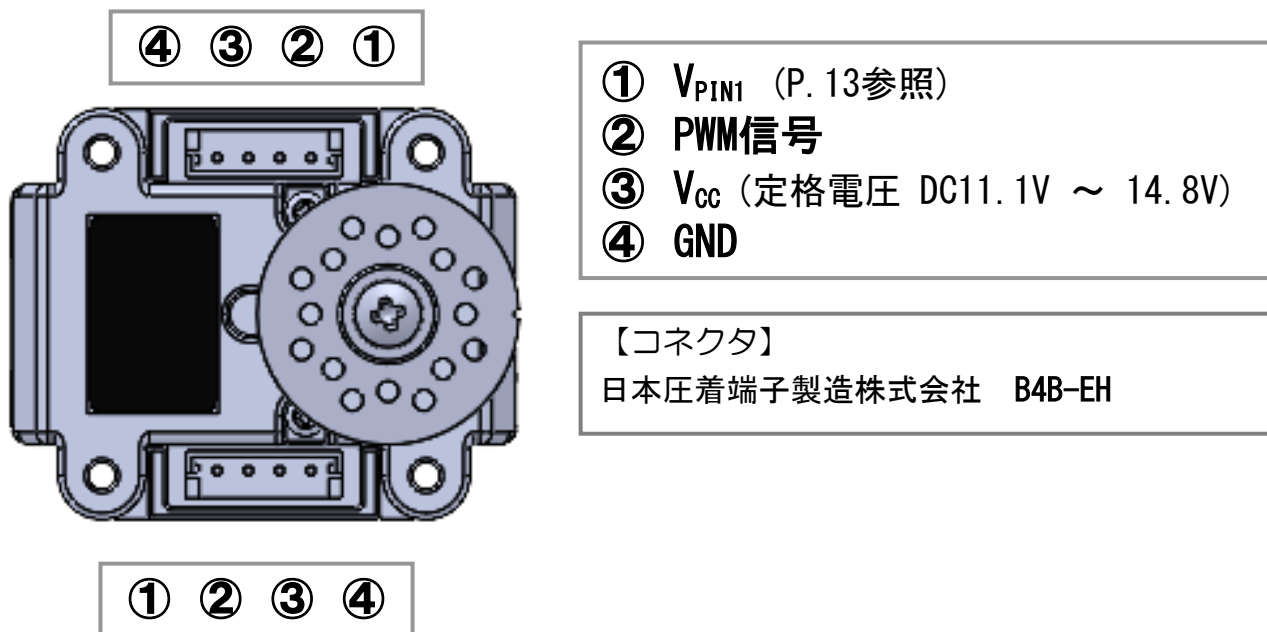


Fig. 2.6 コネクタピン配置



Fig. 2.7 BB0131 CC-E3P3-300

市販の PWM サーボ用コントローラ等をご使用になる場合、その仕様によっては BLA21-12R3-C01 を含めた双葉電子工業製サーボが正常に動作しない可能性があります。PWM 方式サーボ用コントローラ等の詳細については、各製品のメーカーにご確認ください。

PWM 信号入力時には必ず下記に類する回路を接続し、ピン①の電位(V_{PIN1})を一定に保ってください。

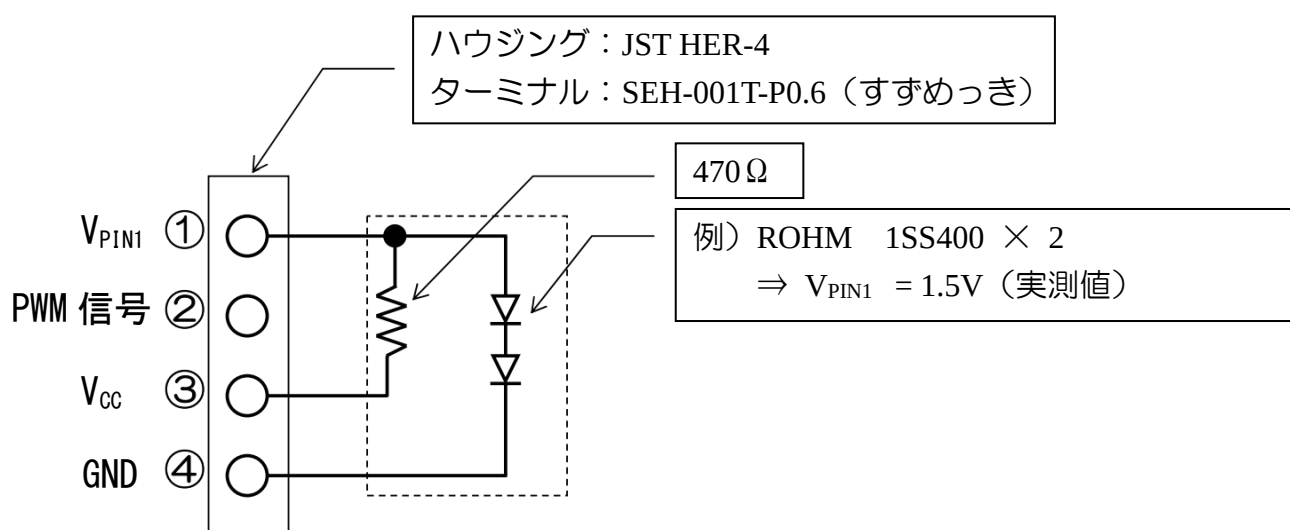


Fig. 2.8 PWM 信号入力使用時の外部回路例

V_{PIN1} に印加する電圧は、『1.0V』～『PWM 信号電圧 V_{high} - 1.0V』の範囲に収まる値を目安としてください。

例： $V_{high} = 5.0V$ の場合、 V_{PIN1} の印加電圧の目安は 1.0V～4.0V。

V_{PIN1} の印加電圧が上記の条件を満たすよう、ダイオード及び抵抗を選定してください。

V_{high} 等の PWM 信号の仕様については、[●PWM 方式での制御（P.18）](#)をご参照ください。

注意

電源および信号を誤ったピンに接続しないでください。

誤配線により、サーボが破損する可能性があります。

角度の基準と可動範囲

● サーボの角度の基準と回転方向、可動範囲

BLA21-12R3-C01 の角度は Fig. 2.9 のように定義されます。

全周回転が可能であり、最大 $0 \pm 3,270$ 度の範囲で動作の指示および角度の検出を行います。

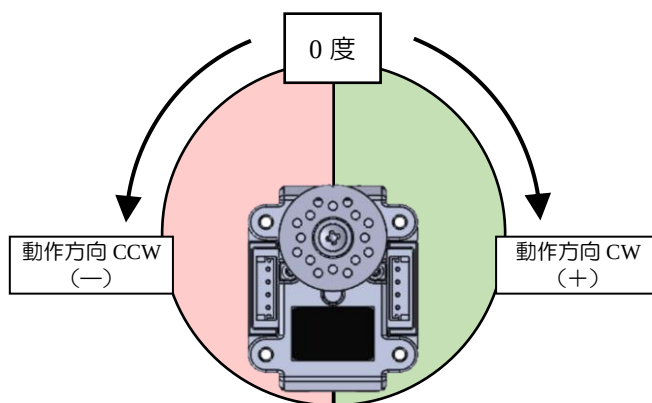


Fig. 2.9 角度の定義

システム構成

BLA21-12R3-C01 を用いたシステム構成は、コマンド方式で使用される場合と PWM 方式で使用される場合とで異なります。

● コマンド方式でのシステム構成

コマンド方式として使用される場合のシステム構成は Fig. 2.10 のようになります。

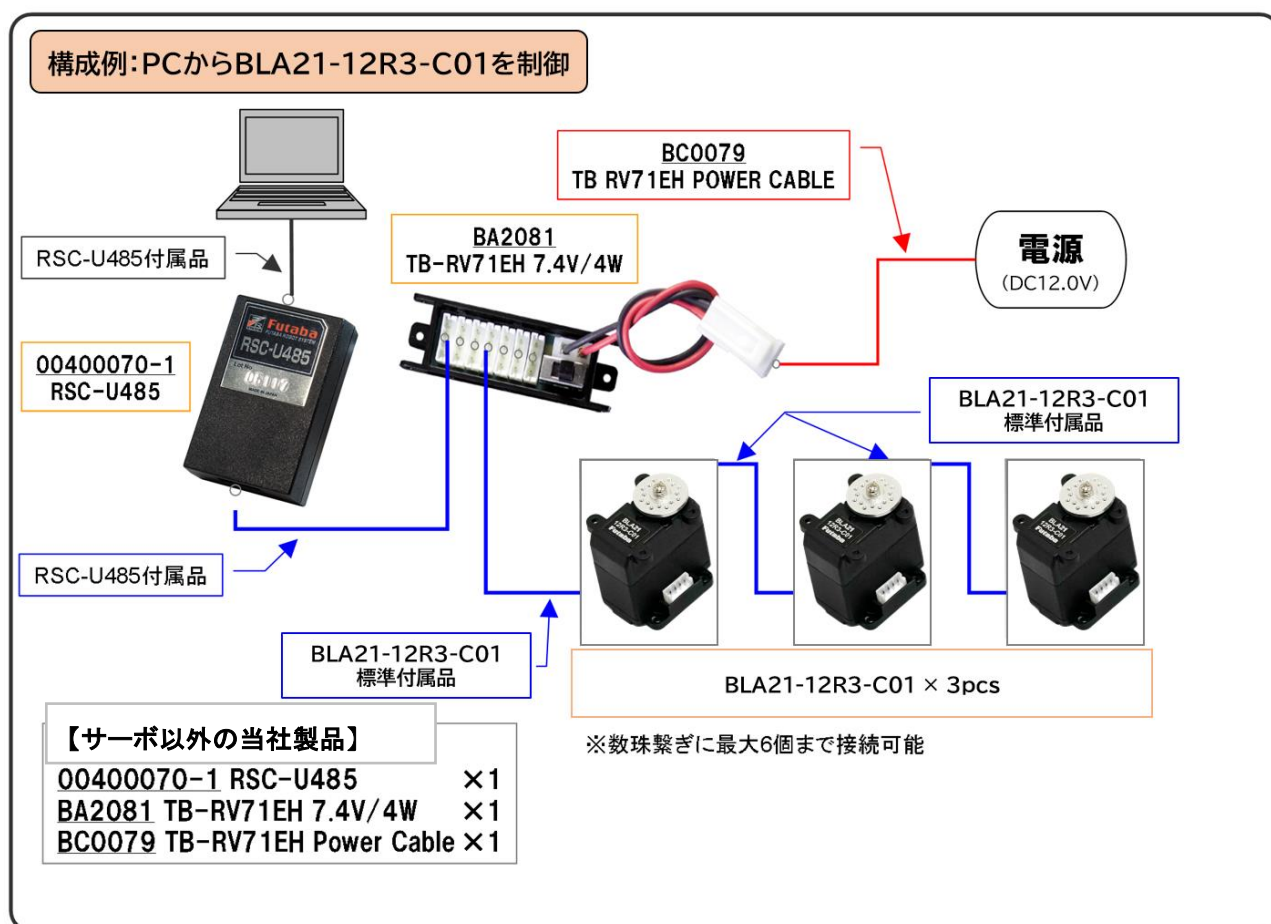


Fig. 2.10 RS485 コマンド方式として使用する場合のシステム構成

PC からの RS485 通信用には USB-RS485 変換器 RSC-U485（別売）をご使用ください。
このとき、PC 等の通信設定は、以下のように設定してください。

ビット／秒	:	115.2	[kbps]	(9.6[kbps]～230.4[kbps]で設定可能 →P.31 参照)
データビット	:	8	[bit]	
パリティ	:	なし		
ストップビット	:	1	[bit]	
フロー制御	:	なし		

● コマンド方式での接続上の注意

デジチェーン接続時の BLA21-12R3-C01 の最大接続数は 6 個です。

一つのサーボを通過する電流で駆動されるサーボが 5 個以下になるようにしてください。



Fig. 2.11 BLA21-12R3-C01 最大接続数

⚠ 注意

許容電流量は、中継コネクタ連続 2A、サーボハーネス連続 3A となっております。

また、電源から遠いサーボほど電源電圧が低下して出力が弱くなりますので、Fig. 2.11 では通常①が最も出力が高く、⑥が最も弱くなります。このとき下図のように両側から電源を供給するように接続することで、出力をより均等に近づけることができます。

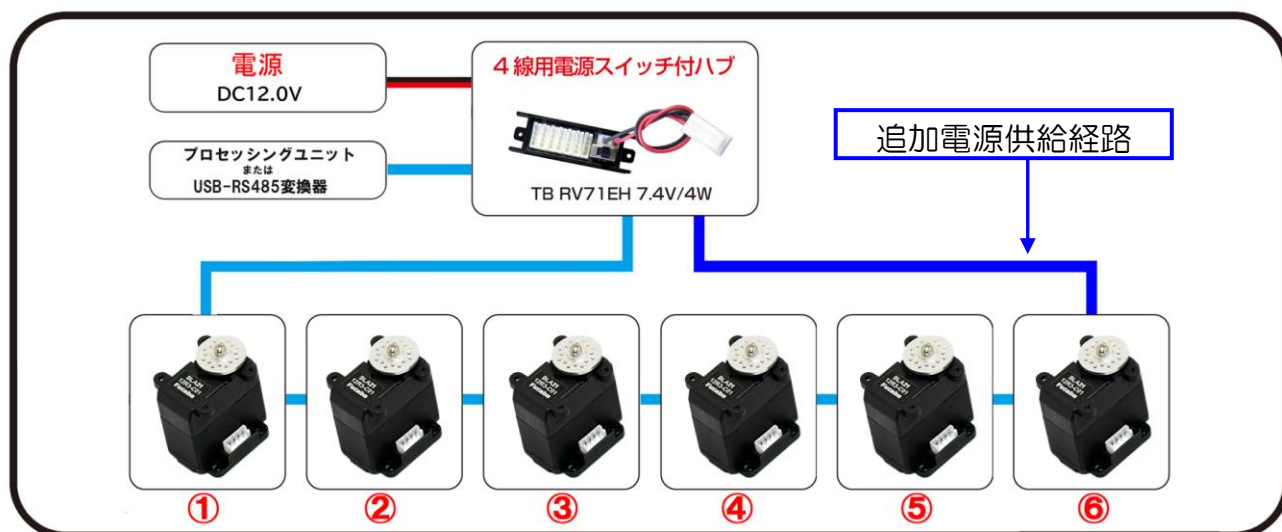


Fig. 2.12 電力供給経路の追加例

3. 制御方法

概要

● コマンド方式／PWM 方式の切り替え

BLA21-12R3-C01 は、コマンド方式と PWM 方式のどちらの信号でも制御できます。PC から USB-RS485 変換器などを介して制御する場合にはコマンド方式で、ラジコン用受信機や市販の PWM 方式サーボ用コントローラなどに接続して使用する場合には PWM 方式での動作となります。

どちらの方式になるかは、電源投入後に送られてくる信号で自動的に決定されます。その後、電源を切るまでは変わることはありません。

● 通信プロトコル(RS485 コマンド方式)

BLA21-12R3-C01 をコマンド方式で制御する場合に使われる通信プロトコルは、非同期半二重通信です。送信と受信は同じ信号線で、送信と受信を切り替えて行います。

コマンド方式での動作中、通常 BLA21-12R3-C01 は受信モードで待機しています。コントローラなどから、サーボのデータやステータスを取得するコマンドを受信した時に、送信モードに切り替わり、データを送信し、再び受信モードで待機します。

● PWM 方式での制御

BLA21-12R3-C01 を PWM 方式で制御する場合は、一定周期（4ms～50ms）のパルスの幅を変化させて動作させます。その周期とトルクやスピードには、直接的な関係はありません。

PWM 信号の仕様は下記の通りです。

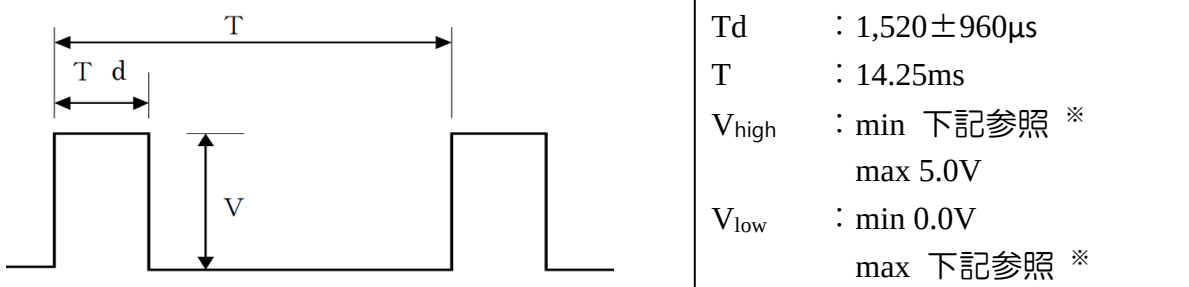


Fig. 3.1 PWM 信号の仕様

※ V_{high} (min)及び V_{low} (max)は、以下の式より求められます。

- $V_{high} (min) = V_{PIN1} + 0.5$ (定数) V
- $V_{low} (max) = V_{PIN1} - 0.5$ (定数) V

[Fig.2.8 の外部回路](#)を接続し、 $V_{PIN1} = 1.5V$ とした時の計算例を以下に示します。

- $V_{high} (min) = V_{PIN1} + 0.5 = 2.0V$
- $V_{low} (max) = V_{PIN1} - 0.5 = 1.0V$



注意

PWM 信号源として弊社ラジコン用機器に接続すると、 V_{high} に 5V 以上の電圧が印加されて破損する恐れがあります。

PWM 信号の電圧の仕様を確認した上でご利用ください。

パルス幅と動作角度（位置）の関係は下記となります。

Table 3.1 パルス幅と角度

パルス幅	角度（位置）
560 μ s	+144 度
1,520 μ s	0 度
2,480 μ s	-144 度

入力が無い状態か、500 μ s 以下又は 2,550 μ s 以上の無効な入力がある場合 80ms 以上続くと脱力します。
（16H 無信号時トルク（1 バイト、Hex 表記、Read/Write）参照）

● メモリーマップ

BLA21-12R3-C01 は、動作のためのデータを保存するメモリー領域を持っています。このメモリー領域の割り当て表を『メモリーマップ』と呼びます。

メモリーマップには、電源を切ると値が消えてしまう『RAM 領域』（→p.37）と、電源を切っても値を保存できる『ROM 領域』（→p.30）があります。

『ROM 領域』にはコマンド方式でのみ使われるパラメータと PWM 方式でのみ使われるパラメータ、双方の制御方式で使用されるパラメータがあります。これらのパラメータを書き換えるには、PWM 方式専用のパラメータであっても、USB-RS485 変換器（RSC-U485）等を用いてサーボを PC に接続し、コマンド方式によりデータを転送する必要があります。

PWM 方式での動作中はこれらのパラメータを書き換えることはできないため、あらかじめ書き込まれているパラメータを使っでの動作となります。

● サーボID

BLA21-12R3-C01 は、個々に ID 番号を設定できます。

サーボ ID は、コマンド方式での動作中にサーボの個体を識別するために付けられた固有の番号です。初期値は 1 になっていますので、一つの通信系で複数のサーボを接続する場合は、ID が固有の値になるように各サーボに設定してください。

● パケット

BLA21-12R3-C01 にコマンドを送ったり、BLA21-12R3-C01 からデータを受信したりする際のデータのかたまりを『パケット』と呼びます。

パケットは次の三種類に分類され、それぞれに異なる書式になっています。

● ショートパケット

一つのサーボに対して、メモリーマップのデータを送信するときに使用するパケットです。

● ロングパケット

複数のサーボに対して、メモリーマップのデータを一度に送信できるパケットです。

● リターンパケット

サーボにリターンパケットの要求をした時に、サーボから送られてくるパケットです。

パケットの書式

● ショートパケット

サーボに対して、メモリーマップのデータを送信するときに使用するパケットです。

パケット構成

Header	ID	Flags	Address	Length	Count	Data	Sum
--------	----	-------	---------	--------	-------	------	-----

Header

パケットの先頭を表します。ショートパケットでは FAAF に設定します。

ID

サーボの ID です。1~127(01H~7FH)までの値が使用できます。

ID:255 を指定すると、全 ID のサーボへの共通指令になります(リターンデータは取れません)。

Flags

サーボからのリターンデータ取得やデータ書き込み時の設定をします(詳細は次項以降参照)。

Address

メモリーマップ上のアドレスを表します。

このアドレスから「Length」に指定した長さ分のデータをメモリーマップに書き込みます。

Length

データ1ブロックの長さを指定します。ショートパケットでは Data のバイト数になります。

Count

サーボの数を表します。ショートパケットでメモリーマップに書き込む時は 1 に設定します。

Data

メモリーマップに書き込むデータです。

Sum

送信データの確認用のチェックサムで、パケットの ID から Data の末尾までを1バイトずつ XOR した値を指定します。

例) 次の送信データのチェックサムは、次のようになります。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Dat	Sum
FA AF	01	00	1E	02	01	00 00	1C

$$01H \text{ XOR } 00H \text{ XOR } 1EH \text{ XOR } 02H \text{ XOR } 01H \text{ XOR } 00H \text{ XOR } 00H = 1C$$

Flags 詳細

Flags はビット毎に下記表のような意味があります。

Table 3.2 ショートパケットのフラグ機能

ビット	機能
7	未使用
6	フラッシュ ROM へ書き込み
5	サーボを再起動
4	メモリーマップの値を初期値に戻す
3	リターンパケットのアドレス指定
2	リターンパケットのアドレス指定
1	リターンパケットのアドレス指定
0	リターンパケットのアドレス指定

● ビット 7 ： 未使用

常に 0 に設定してください。

● ビット 6 ： フラッシュ ROM へ書き込み

このビットを 1 にセット(Flags=40H)し、Address = FFH 、Length = 00H、Count = 00H のパケットをサーボへ送ると、メモリーマップ 04H～1DH の値を、電源を切っても失われないようにフラッシュ ROM へ書き込みます。書き込み時間は約 1 秒です。

例) ID 1 のサーボのフラッシュ ROM 書き込みを行います。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Sum
FA AF	01	40	FF	00	00	BE

フラッシュ ROM に書き込みたいデータは、あらかじめショートパケットを送信して更新しておく必要があります。

サーボ ID はパケットをサーボが受信した時点で有効になりますが、フラッシュ ROM に書き込まれないかぎり次回起動時に前の値に戻ります。

フラッシュ ROM への書き込み回数上限は 60,000 回となります。書き込み回数が 60,000 回を超過しますと、フラッシュ ROM への書き込みは行われません。

注意



フラッシュ ROM 書き込み中は絶対に電源を切らないでください。

● ビット5 : サーボを再起動

このビットを 1 にセット(Flags=20H)し、Address = FFH 、 Length = 00H、 Count = 00H のパケットをサーボへ送ると、サーボの再起動を行います。

例) ID 1 のサーボを再起動します。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Sum
FA AF	01	20	FF	00	00	DE

フラッシュ ROM への書き込みとサーボの再起動をまとめて指示することはできません。

必ずフラッシュ ROM 書き込み終了後にサーボの再起動指示を送信してください。

● ビット4 : メモリーマップ(04H~1DH)の値を初期値(工場出荷時の値)に戻す

このビットを 1 にセット(10H)し、Address = FFH、 Length = FFH、 Count = 00H 、 Data = FFH、 のパケットをサーボへ送ると、メモリーマップの 04H~1DH の値を初期値（工場出荷時の値）に戻します。

メモリーマップの初期値は、『ROM 領域のメモリーマップ』（p.30）の「初期値」の列をご覧ください。

例) ID 1 のサーボのメモリーマップ(04H~1DH)を工場出荷時の値に戻します。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Sum
FA AF	01	10	FF	FF	00	11



注意



工場出荷初期値に戻すと ID は 1 になります。

● ビット 3～0 : リターンパケットのアドレス指定

(1)メモリーマップデータリターン指定

ショートパケットを送信するときに下表のビットをセットすることで、サーボのメモリーマップの指定アドレスのデータをサーボから受け取ることができます。ビット 0 はリターンパケットの有無(1:有、0 無)を示します。ショートパケットを送信するときに、これらのビットを Table 3.3 のようにセットします。

サーボとの通信は RS485 半二重通信ですので、リターンパケットを送信するサーボは同時に複数指定できません。リターンパケット送信要求後は、リターンパケットの受信が終わってから次のデータを送信してください。

Table 3.3 リターンパケットのアドレス指定

ビット 3	2	1	0	機能
0	0	0	0	リターンパケット無し
0	0	0	1	ACK/NACK パケットの返信を要求
0	0	1	1	メモリーマップ No. 00～No. 29 の返信を要求
0	1	0	1	メモリーマップ No. 30～No. 59 の返信を要求
0	1	1	1	メモリーマップ No. 20～No. 29 の返信を要求
1	0	0	1	メモリーマップ No. 42～No. 59 の返信を要求
1	0	1	1	メモリーマップ No. 30～No. 41 の返信を要求
1	1	0	1	メモリーマップ No. 60～No. 127 の返信を要求
1	1	1	1	指定アドレスから指定バイト数 の返信を要求

(2)メモリーマップデータ任意アドレス指定(専用パケット)

ビット 3～0 を全て 1 にし、リターンさせるメモリーマップアドレスを Address へ、データ数を Length へ指定し、Count=00H のショートコマンドを送信することで、メモリーマップの指定アドレスから指定バイト数のデータをリターンさせることができます。

取得できるメモリーマップのアドレスは、00H～4CH までです。メモリーマップの一覧に記載されていないアドレスを指定して読み出した場合、不定な値が返信されます。

例) ID 1 のサーボのメモリーマップ 2AH から 2BH の値をリターンさせます。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Sum
FA AF	01	0F	2A	02	00	26

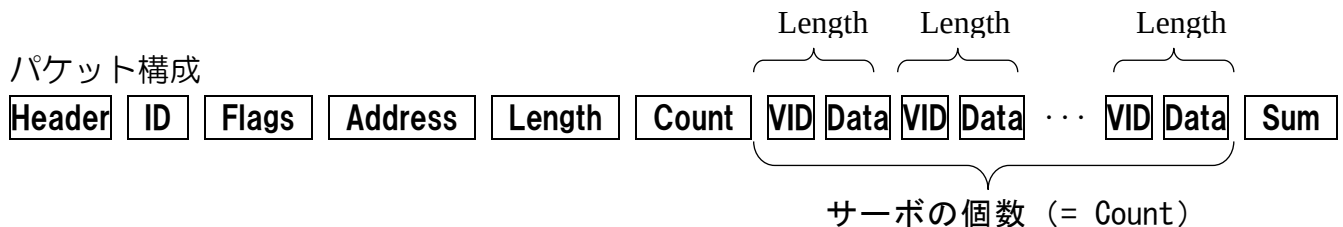
(3) ACK パケット

Flags の bit0=1,bit1=0,bit2=0,bit3=0 としてサーボに ACK の送信要求をすると、サーボから ACK が送信されます。リターンパケットは Data1 バイトのみで構成され、次のようになります。

07H のとき “ACK”

● ロングパケット

複数のサーボに対して、メモリーマップのデータを一度に送信できるパケットです。ただし、送信できるメモリーマップのアドレスとデータの長さは全てのサーボに対して同一となります。また、ロングパケットでリターンパケットを要求することはできません。



Header

パケットの先頭を表します。ロングパケットでは FAAF に設定します。

ID

常に 00H にしてください。

Flags

常に 00H にしてください。

Address

メモリーマップ上のアドレスを表します。このアドレスから「Length」に指定した長さ分のデータを指定した複数のサーボのメモリーマップに書き込むことができます。

Length

サーボ一つ分のデータ(VID+Data)のバイト数を指定します。

Length = VID のバイト数(1) + Data のバイト数

Count

データを送信する対象となるサーボの数を表します。この数分 VID と Data を送信します。

VID

データを送信する個々のサーボの ID を表します。VID と Data が一組でサーボの数分のデータを送信します。

Data

メモリーマップに書き込むサーボ一つ分のデータです。VID と Data が一組でサーボの数分のデータを送信します。

Sum

パケットのチェックサムを 8bit で表します。チェックサムはパケット列の ID から Data の最後までを 1 バイト単位で XOR した値です。ID から Data までの間に 2 バイト以上のパケットがあった場合、1 バイトずつに区切って XOR してください。

例) ID 1、2 のサーボに 指令角度 10 度、ID : 5 のサーボに指令角度 50 度のコマンドを出します。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	VID	Dat	VID	Dat	VID	Dat	Sum
FA AF	00	00	1E	03	03	01	64 00	02	64 00	05	F4 01	ED

上記送信データのチェックサムは、次のようになります。

00H XOR 00H XOR 1EH XOR 03H XOR 03H XOR 01H XOR 64H XOR 00H XOR
02H XOR 64H XOR 00H XOR 05H XOR F4H XOR 01H

● リターンパケット

Flags でサーボにリターンパケットの要求をした時に、サーボから送られるパケットです。

パケット構成

Header	ID	Flags	Address	Length	Count	Data	Sum
--------	----	-------	---------	--------	-------	------	-----

Header

パケットの先頭を表します。リターンパケットでは FDDF です。

ID

サーボの ID を表します。

Flags

パケットに設定されるフラグを表します。下表の各ビットがサーボの状態を表しています。

Table 3.4 リターンパケットのフラグ機能

ビット	値	機能
7	0:正常 1:異常	温度リミットエラー（温度リミットによりブレーキ）
6	0	未使用
5	0:正常 1:異常	温度リミットアラーム
4	0	未使用
3	0:正常 1:異常	フラッシュ ROM データエラー*1
2	0	未使用
1	0:正常 1:異常	受信パケット処理不可能エラー*2
0	0	未使用

*1：フラッシュ ROM データエラーの発生要因

- 書き込み回数が 60,000 回を超える(メモリマップ書き込み/読み込み時)
- フラッシュ ROM データのチェックサム異常
- 書き込み時のベリファイエラー
- 書き込み後の旧フラッシュデータ削除の異常
- トルク ON 状態で ROM 書き込みを実行（トルク ON 状態では ROM 書き込み不可）

*2：受信パケット処理不可能エラー

- 送信ヘッダの不一致(FAAF で送信していない)
- チェックサムエラー
- パケットタイプ(ショート or ロング)の不整合
- メモリマップ書き込み範囲外を指定
- トルク ON 状態でトルク OFF 時のみ変更可能なパラメータに書き込みを実行
- 最大値/最小値エラー

Address

サーボのメモリーマップのアドレスを表します。

Length

データ1ブロックの長さを表します。リターンパケットでは次のようになります。

Length = リターンデータのバイト数

Count

サーボの数を表します。リターンパケットでは常に1に設定されています。

Sum

チェックサム値になります。

リターンパケットの[ID]から[Data]の最後までを1バイト単位でXORした値です。

メモリーマップ

3.1. 変更不可領域のメモリーマップ

Table 3.5 変更不可領域のメモリーマップ

領域	アドレス 16 進	初期値 16 進	名称	内容	R/W
変更 不可 領域	00H	5CH	Model Number L	モデル番号	R
	01H	12H	Model Number H	モデル番号	R
	02H	**	Firmware Version	ファームウェアバージョン	R
	03H	-	Reserved	予備	-

● 00H / 01H モデル番号(2バイト、Hex 表記、Read)

モデル番号（サーボ機種）を表します。

● 02H ファームウェアバージョン(1バイト、Hex 表記、Read)

サーボのファームウェアバージョンを表します。

値は、製造時のバージョン（下の例では 100（64H））によって変わります。

Firmware Version 1.00 = 100（64H）

※2バイト長データの保存方法

メモリーマップにおいて2バイト長のデータを保管するときは、H(High byte)、L(Low byte) それぞれ 8bit に分けて保管をしています。

例) ID:23 のサーボに 29.2 度動作の指示を与える。

指示角度は Goal Position という項目に保存されます。角度を 10 倍した整数値で動作の指示を与えます。そのため 10 進数で 292 ですが、これを 16 進法に直すと 0124H になるので、保管されるデータは以下のようになります。

Goal Position (L) = 24H

Goal Position (H) = 01H

3.2. ROM 領域のメモリーマップ

Table 3.6 BLA21-12R3-C01 メモリーマップ (ROM 領域)

領域	アドレス 16 進	初期値 10 進	最小値 10 進	最大値 10 進	単位	名称	内容	R/W
ROM 領域	04H	1	1	127	-	Servo ID	サーボ ID *C *OFF	RW
	05H	0	0	1	flag	Reverse	サーボリバース *OFF	RW
	06H	7	0	9	-	Baud Rate	通信速度 *C	RW
	07H	0	0	255	50μs	Return Delay	返信ディレイ時間 *C	RW
	08H	1,799	0	32,700	0.1 度	CW Angle Limit L	CW リミット角度 L	RW
	09H					CW Angle Limit H	CW リミット角度 H	RW
	0AH	-1,800	-32,700	0	0.1 度	CCW Angle Limit L	CCW リミット角度 L	RW
	0BH					CCW Angle Limit H	CCW リミット角度 H	RW
	0CH	0	-1,800	1,799	0.1 度	Origin Position L	原点角度 L	RW
	0DH					Origin Position H	原点角度 H	RW
	0EH	80	-	-	°C	Temperature Limit L	リミット温度 L	R
	0FH					Temperature Limit H	リミット温度 H	R
	10H	100	0	100	min ⁻¹	CW Speed Limit L	CW リミット速度	RW
	11H	-100	-100	0	min ⁻¹	CCW Speed Limit H	CCW リミット速度	RW
	12H	1,000	0	1,000	0.1%	Torque Limit L	リミットトルク L	RW
	13H					Torque Limit H	リミットトルク H	RW
	14H	16	0	255	-	Damper	ダンパー	RW
	15H	0	0	1	flag	Speed/Torque Control ON	速度/トルク制御 ON	RW
	16H	0	0	2	flag	Torque in Silence	無信号時トルク *P	RW
	17H	200	0	255	10ms	Warm-up Time	準備時間 *P	RW
	18H	1	0	255	0.1 度	CW Compliance Margin	CW コンプライアンスマージン	RW
	19H	1	0	255	0.1 度	CCW Compliance Margin	CCW コンプライアンスマージン	RW
	1AH	4	0	255	度	CW Compliance Slope	CW コンプライアンススロープ	RW
	1BH	4	0	255	度	CCW Compliance Slope	CCW コンプライアンススロープ	RW
	1CH	1,200	0	10,000	0.01%	Punch L	パンチ L	RW
	1DH					Punch H	パンチ H	RW

*C はコマンド動作時のみ、*P は PWM 動作時のみで有効なパラメータ

*OFF はトルク OFF 時のみ変更可能なパラメータ

● 04H サーボ ID(1バイト、Hex 表記、Read/Write)

サーボの ID を表します。初期値は 01H です。

設定可能範囲は、1～127(01H～7FH)までです。

例) ID が 1 のサーボの ID を 5 に書き換えます。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Dat	Sum
FA AF	01	00	04	01	01	05	00

ID 書き換えのコマンドを受信した時点で、新しい ID で動作します。

ID を書き換えた後は、フラッシュ ROM への書き込みを行わないと、電源を切った時点で元の ID に戻りますのでご注意ください。

● 05H サーボリバース(1バイト、Hex 表記、Read/Write)

サーボの回転方向を表します。初期値は 00H で正転、01H で反転になります。

01H で設定した場合、回転リミット角度の範囲も反転します。

● 06H 通信速度(1バイト、Hex 表記、Read/Write)

通信速度を表します。

それぞれの設定値と通信速度の関係は次のようになっています。

Table 3.7 通信速度

設定値	速度	設定値	速度
00H	9,600bps	05H	57,600bps
01H	14,400bps	06H	76,800bps
02H	19,200bps	07H	115,200bps
03H	28,800bps	08H	153,600bps
04H	38,400bps	09H	230,400bps

(Data Bits : 8 bit、Stop Bit : 1 bit、Parity : None、Flow Control : None)

初期値は 07H(115,200bps)に設定されています。

値を書き換えた後も、サーボを再起動するまでは前の通信速度で動作します。新しい値で動作させるには、ROM への書き込みと同時または書き込み後にサーボの再起動が必要です。

例) ID が 1 のサーボの Baud_Rate を「38,400bps」に設定します。

Baud Rate = 04H を書き込みます。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Dat	Sum
FA AF	01	00	06	01	01	04	03

通信速度や ID の変更と ROM への書き込みおよびサーボの再起動は、同時に行うことができません。必ずデータ書き込み後に ROM 書き込みとサーボの再起動を別途実行してください。

● 07H 返信ディレイ時間(1バイト、Hex 表記、Read/Write)

リターンパケットを要求された時の返信ディレイ時間を示します。

設定 00H でデータ受信後 100 μ s 待ってから、サーボがリターンパケットを出します。パラメータは 01H = 50 μ s の単位になります。

返信ディレイ時間を 1ms にしたい場合は 18(12H)を書き込みます。(1ms=100 μ s+18 $\times$ 50 μ s)

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Dat	Sum
FA AF	01	00	07	01	01	12	14

● 08H / 09H / 0AH / 0BH CW/CCW リミット角度(2バイト、Hex 表記、Read/Write)

0 度を基準に、CW(時計回転)、CCW(反時計回転)それぞれの最大動作角度を指定します。使用される環境に合わせて設定してください。

回転リミット角度以上の指令値を与えても、最大動作角度を超えません。

例 1) ID=1 のサーボの CW 角度リミットを 100.0 度にします。

設定値は 0.1 度単位なので、100.0 度を指定するときは 1,000 (03E8H) を設定します。

CW Angle Limit L = E8H , CW Angle Limit H = 03H

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Dat	Sum
FA AF	01	00	08	02	01	E8 03	E1

例 2) ID=1 のサーボの CCW 設定値を -100.0 度 (FC18H) にします。

CCW Angle Limit L = 18H , CCW Angle Limit H = FCH

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Dat	Sum
FA AF	01	00	0A	02	01	18 FC	EC

● 0CH / 0DH 原点角度(2バイト、Hex 表記、Read/Write)

サーボの 0 度の位置を変更します。ホーンの切り欠き位置から 0 度の位置を変更したい場合に設定して下さい。

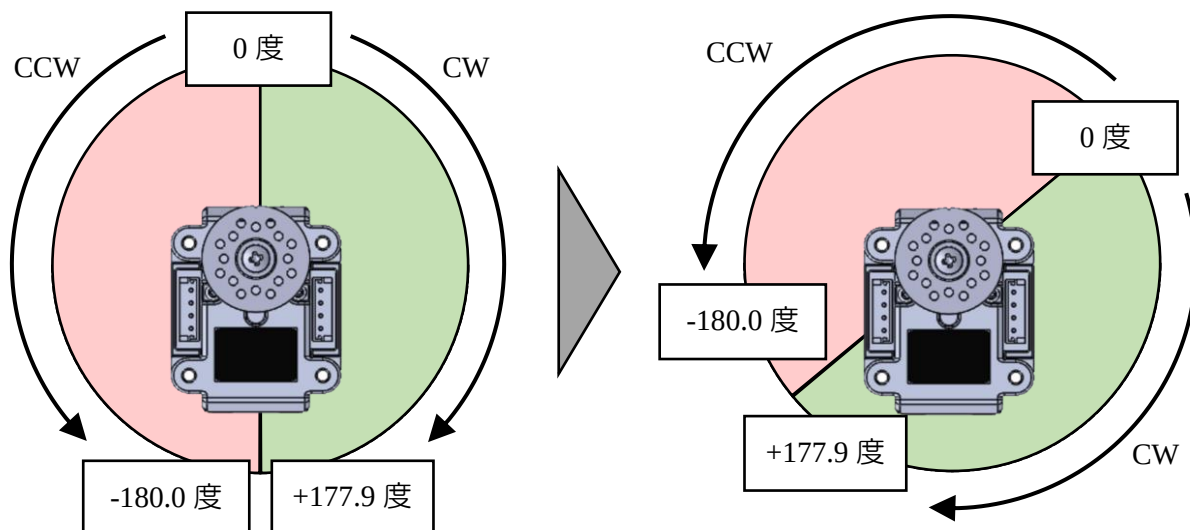


Fig. 3.2 設定例：450(+45.0 度)に設定した場合

● 0EH / 0FH リミット温度(2バイト、Hex 表記、Read)

モータ等の発熱による内部の温度上昇でサーボが故障しないように、サーボ内部の検出温度が温度リミット以上になると、自動的に「●24H トルク ON」の値がブレーキになります。サーボ内部の検出温度が温度リミット未満になるまでは、「●24H トルク ON」の値をトルク ON (01H) に設定することができません。

このメモリーマップの値は書き換えできません。

⚠ 注意

十分に温度が下がらないうちに再起動を繰り返し、高温状態での使用を続けるとサーボの故障の原因となりますのでご注意ください。

● 10H / 11H CW/CCW リミット速度(2バイト、Hex 表記、Read/Write)

「●1E/1FH 指示角度」、「●25H/26H 指示速度」による動作速度範囲を制限します。速度が動作速度制限を上回ると、制限速度を保持します。

「●27H/28H 指示トルク」入力時、「●15H 速度/トルク制御 ON」OFF 時は、本設定は無視されます。

● 12H / 13H リミットトルク(2バイト、Hex 表記、Read/Write)

「●1E/1FH 指示角度」、「●25H/26H 指示速度」、「●27H/28H 指示トルク」による動作トルク範囲を制限します。動作トルクがリミットトルクを上回ると、リミットトルクを保持します。最大トルクを 100%とし、0.1%単位で設定することができます。

「●15H 速度/トルク制御 ON」OFF 時は、本設定は無視されます。

● 14H ダンパー(1バイト、Hex 表記、Read/Write)

重たいものを動かす場合など大きい負荷がかかるときに、慣性によるオーバーシュート等を抑えてハンチング（サーボが痙攣するように動く現象）を起こりにくくします。コンプライアンスマージン、コンプライアンススロープ、パンチなどのパラメータが適正であっても、負荷によってハンチングが起きるような場合には、初期値より大きい値に調整してください。

初期値は 16 (10H) で、0～255 (00H～FFH) の範囲で設定可能です。

● 15H 速度/トルク制御 ON(1バイト、Hex 表記、Read/Write)

サーボモータ内部のモータ制御方法を設定します。ご利用頂く機器に応じて選択できます。

設定値	制御方法	特長
0	角度制御 → モータ出力 (速度/トルク制御不可)	・速度/トルク制御 ON から更にスムーズな動作 (ドローン手動操縦、カメラジンバル等に適している)
1	角度制御 → 速度制御 → トルク制御 → モータ出力	・角度/速度/トルクを個別に制御可能

本設定が OFF（設定値：0）の場合、「●25H/26H 指示速度」、「●27H/28H 指示トルク」は無視されます。

● 16H 無信号時トルク(1バイト、Hex 表記、Read/Write)

PWM 方式での制御時に、80ms 以上連続して入力が無い、もしくは 0.5ms 以下又は 2.55ms 以上の無効な入力が続いた場合のトルクの状態を表します。

00H で脱力状態（初期値）、01H でトルク維持、02H でブレーキモードとなります。

トルク維持に設定した場合は、サーボは入力が無くなる（または無効な入力開始される）直前に指示されていた角度を維持しつづけます。

● 17H 準備時間(1バイト、Hex 表記、Read/Write)

PWM 方式での制御時に、電源を入れた後に最初にサーボが所定の位置に移動する時間を設定できます。この値を設定することで、電源を入れた直後の急激な動きを抑制し、安全に初期姿勢に移ることができます。

表示は 10ms 単位で、0～2.55 秒（00H～FFH）の範囲で設定可能です。設定値によっては動作速度が最大速度（66 min⁻¹ 程度）を超えるため、追従しないことがあります。
初期値は 2.0 秒（C8H）に設定されています。

● 18H / 19H コンプライアンスマージン(1バイト、Hex 表記、Read/Write)

サーボ停止位置の許容範囲を指定します。指示した目標位置に対して、ここに設定した範囲に現在値があれば、目標位置に達したと判断してサーボを停止させます。CW、CCW それぞれ別々に設定できます。

表示は 0.1 度単位で、0～約 25.5 度（00H～FFH）の範囲で設定可能です。
初期値は 0.1 度（01H）に設定されています。ほとんどの場合において、この初期値が最適ですので、変更されないことを推奨します。
※p.35「●1CH/1DH パンチ」の項目の図をご参照ください。

● 1AH / 1BH コンプライアンススロープ(1バイト、Hex 表記、Read/Write)

現在位置が目標位置とずれている時に、目標位置へ戻ろうとするトルクを調整する範囲を指定します。ここに指定された範囲では、目標位置へ戻ろうとするトルクを目標位置と現在位置の差に比例して出力します。CW、CCW それぞれの方向を設定できます。
この機能を活用することで、ハンチングを減らしたり、衝撃を吸収したりすることが可能です。

表示は 1 度単位で、0～255 度（00H～FFH）の範囲で設定可能です。
初期値は 4 度（04H）に設定されています。
※p.35「●1CH/1DH パンチ」の項目の図をご参照ください。

● 1CH / 1DH パンチ(2バイト、Hex 表記、Read/Write)

サーボを駆動するときに、内部のモータにかかる最小電流を設定できます。この値を最適に設定することで、微少な指令を与えてもサーボが動作しない領域を少なくする事ができ、より正確に目標位置に停止させることができます。

表示は最大トルクの 0.01%単位で、0～100%（00H～2710H）の範囲で設定可能です。
初期値は 12%（4B0H）に設定されています。

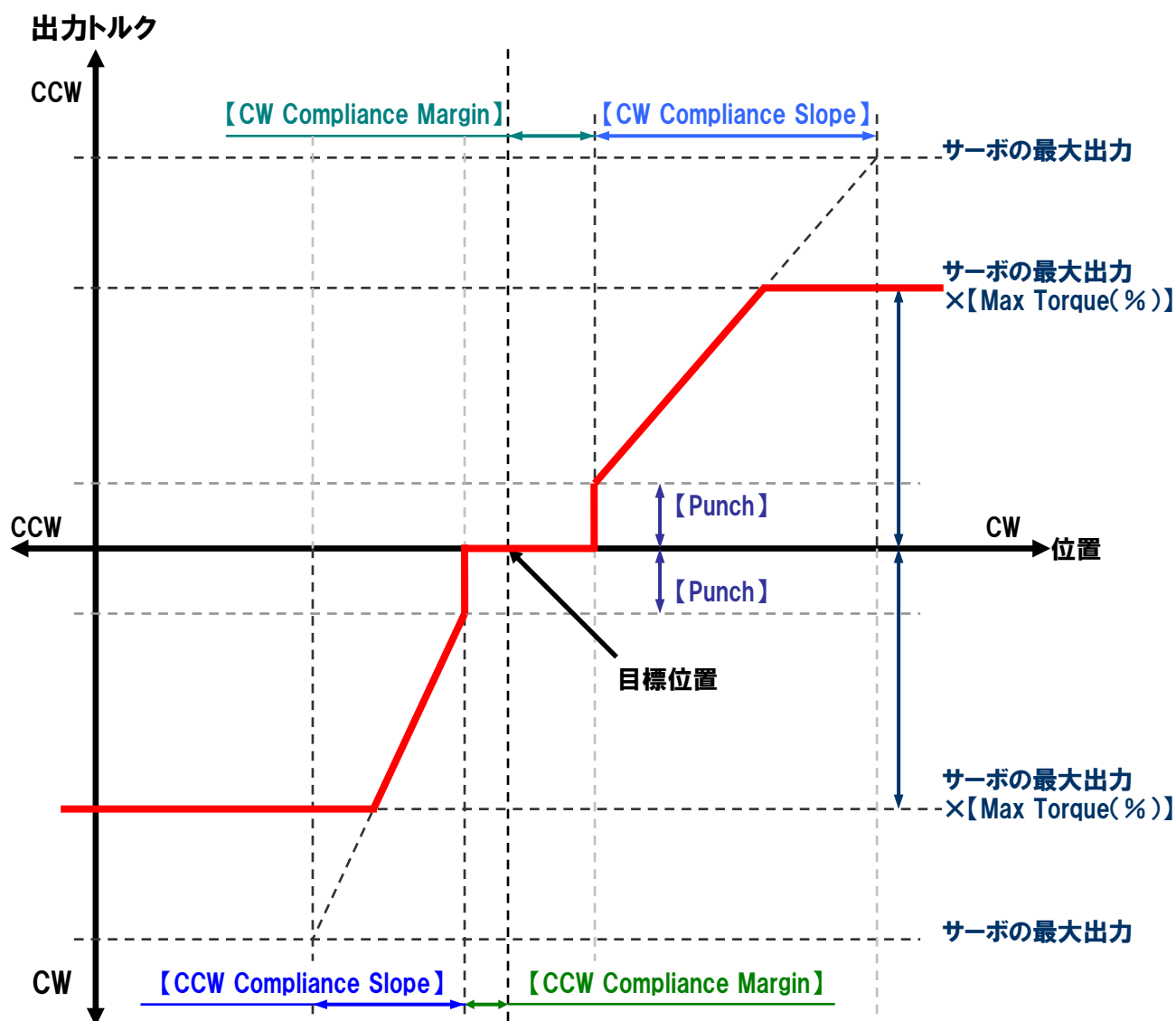


Fig. 3.3 コンプライアンスと最大トルク

例 1) ID=1 のサーボの Punch を 1% (0064H) に設定します。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Dat	Sum
FA AF	01	00	1C	02	01	64 00	7A

例 2) ID=1 のサーボを以下のように設定します。

CW Compliance Margin = 03H
 CCW Compliance Margin = 03H
 CW Compliance Slope = 14H
 CCW Compliance Slope = 14H
 Punch = 0064H

メモリー No.18 から No.23 まで 6byte 分を一度に設定します。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Dat	Sum
FA AF	01	00	18	06	01	03 03 14 14 64 00	7A

3.3. 可変(RAM)領域のメモリーマップ

Table 3.8 BLA21-12R3-C01 メモリーマップ (RAM 領域)

領域	アドレス 16 進	初期値 10 進	最小値 10 進	最大値 10 進	単位	名称	内容	R/W
RAM 領域	1EH	0	-32,700	32,700	0.1 度	Goal Position L	指示位置 L	RW
	1FH					Goal Position H	指示位置 H	RW
	20H	0	0	10,000	10ms	Goal Time L	移動時間 L	RW
	21H					Goal Time H	移動時間 H	RW
	22H	-	-	-	-	Reserved	予備	-
	23H	100	0	100	%	Max Torque	最大トルク	RW
	24H	0	0	2	flag	Torque Enable	トルク ON	RW
	25H	0	-100	100	min ⁻¹	Goal Speed L	指示速度 L	RW
	26H					Goal Speed H	指示速度 H	RW
	27H	0	-1,000	1,000	0.1%	Goal Torque L	指示トルク L	RW
	28H					Goal Torque H	指示トルク H	RW
	29H	-	-	-	-	Reserved	予備	-
	2AH	0	-	-	0.1 度	Present Posion L	現在位置 L	R
	2BH					Present Posion H	現在位置 H	R
	2CH	0	-	-	10ms	Present Time L	現在時間 L	R
	2DH					Present Time H	現在時間 H	R
	2EH	0	-	-	min ⁻¹	Present Speed L	現在速度 L	R
	2FH					Present Speed H	現在速度 H	R
	30H	0	-	-	0.1%	Present Current L	現在トルク L	R
	31H					Present Current H	現在トルク H	R
	32H	0	-	-	℃	Present Temperature L	現在温度 L	R
	33H					Present Temperature H	現在温度 H	R
	34H	0	-	-	0.1V	Present Volts L	現在電圧 L	R
	35H					Present Volts H	現在電圧 H	R
	36H	-	-	-	-	Reserved	予備	-
	37H	-	-	-	-	Reserved	予備	-
	38H	-	-	-	-	Reserved	予備	-
	39H	-	-	-	-	Reserved	予備	-
	3AH	0	-	-	-	Boot Loader Key	ブートローダキー	RW
	3BH	-	-	-	-	Reserved	予備	-

● 1EH / 1FH 指示位置(2バイト、Hex 表記、Read/Write)

サーボを指示した角度へ動かすことができます。可動範囲の中央が0度で、サーボ上面(銘板のある側)から見て、CW(時計回転)方向が「+」、CCW(反時計回転)が「-」です。目標位置の単位は0.1度で、設定可能な範囲は-3,270.0度～+3,270.0度です。

トルクオンホールディング機能により、トルクオフ時に受信した角度指令は無視されます。また、トルクオフの状態からトルクオンと目標位置を同時に指定したパケットを受信した場合、角度指令は無視されます。

「●05H サーボリバース」が01Hの場合はCW方向が「-」、CCWが「+」になります。また「●08H～0BH CW/CCW リミット角度」よりも大きな角度を目標位置として指示をした場合は、このリミット角度まで動作します。

指示速度/指示トルク入力時は、指令角度の値は”5,555(ダミーデータ)”に上書きされます。再度指示位置を入力すると、指示した角度へ動作します。

±180度以上の指示値も動作可能です。例えば指示値が+270度の場合、CW方向に270度の角度まで回転します。この場合、「●08H～0BH CW/CCW リミット角度」の初期値が±180度ですので、先にリミット角度の設定値を±270度以上に広げておく必要があります。

例1) ID=1のサーボを90.0度(384H)に動かします。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Dat	Sum
FA AF	01	00	1E	02	01	84 03	9B

例2) ID=1のサーボを-90.0度(FC7CH)に動かします。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Dat	Sum
FA AF	01	00	1E	02	01	7C FC	9C

【 角度指令が ± 180 度以上を超える際のご注意 】

- 本仕様書で説明する ± 180 度とは、 $+179.9$ 度 ~ -180.0 度を示します。
- サーボモータは ± 180 度を超える角度を検出できません。 ± 180 度以上の角度情報はサーボモータ内部で演算により求めた疑似的な拡張角度となります。
- ± 180 度以上の角度情報は、電源を切るとリセットされます。例えば $+270$ 度の状態で電源を再投入すると、サーボモータは現在角度を -90 度と認識します。
- 上記の動作より、次の角度指令時の回転方向が変化します。

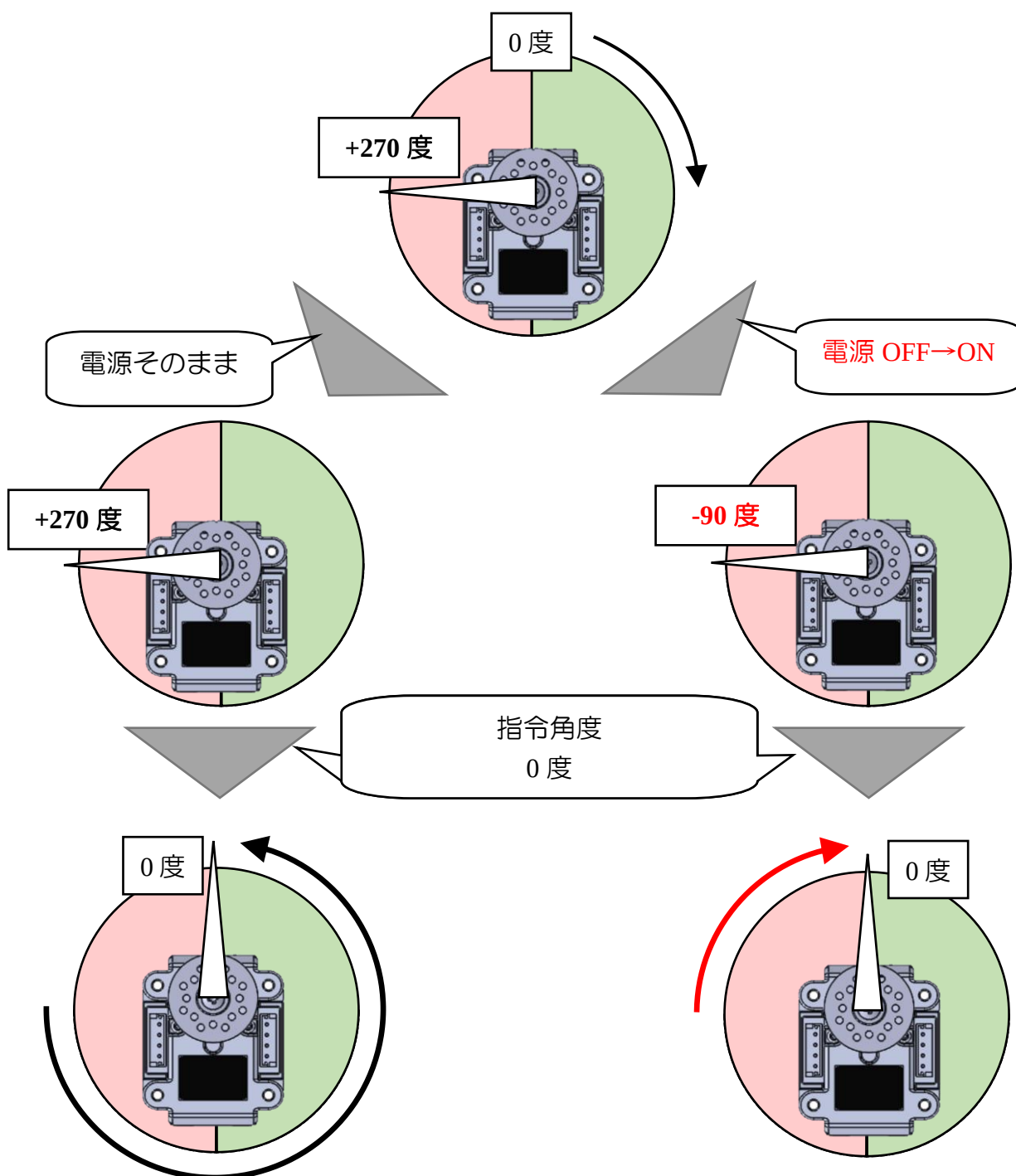


Fig. 3.4 角度指令が ± 180 度以上を超える際の挙動

● 20H /21H 移動時間(2バイト、Hex 表記、Read/Write)

目標位置までのサーボ移動時間を設定できます。10ms 単位で設定します。

指令値がサーボの最高速度を超える設定の場合は最高速度で動作します。

設定範囲は 0 ～ 10,000 です。極端に長い時間を設定する際は、個々のサーボに最大で 0.5%の誤差が有り得る事にご注意下さい。

例 1) ID=1 のサーボを 90.0 度 (384H) に、5 秒 (01F4H) で動かします。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Dat	Sum
FA AF	01	00	1E	04	01	84 03 F4 01	68

例 2) ID=1 のサーボを -120.0 度 (FB50H) に、10 秒 (03E8H) で動かします。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Dat	Sum
FA AF	01	00	1E	04	01	50 FB E8 03	5A

● 23H 最大トルク(1バイト、Hex 表記、Read/Write)

サーボが出力する最大トルクを設定できます。

この説明書の規格の所に記載されているサーボのトルクを 100%として、1%単位で設定できますが、値はおおよそその目安と考えてください。

初期値は 100% (64H) で、設定可能範囲は、0 ～ 100 です。

例) ID=1 のサーボの最大トルクを 80% (50H) に設定する。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Dat	Sum
FA AF	01	00	23	01	01	50	72

● 24H トルク ON(1バイト、Hex 表記、Read/Write)

サーボのトルクを ON、OFF できます。01H でトルク ON、00H でトルク OFF です。電源投入時は、トルク OFF(00H)になっています。

また、02H にするとブレーキモードになり、サーボホーンは自由に手で回すことができますが、弱いトルクを発生した状態になります。

ID=1 のサーボをトルク ON します。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Dat	Sum
FA AF	01	00	24	01	01	01	24

ID=1 のサーボをトルク OFF します。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Dat	Sum
FA AF	01	00	24	01	01	00	25

ID=1 のサーボをブレーキモードにします。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Dat	Sum
FA AF	01	00	24	01	01	02	27

● 25H / 26H 指示速度(2バイト、Hex 表記、Read/Write)

サーボを指示した速度で動かすことができます。回転方向は指示位置と同一です。
指示速度の単位は 1 min^{-1} で、設定可能な範囲は $-100 \text{ min}^{-1} \sim +100 \text{ min}^{-1}$ です。
指示値が“0”の場合、モータは回転せず出力軸はトルク OFF の状態になります。

指示速度は「●15H 速度/トルク制御 ON」が ON の時のみ有効となります。OFF の場合、指示速度は無視されます。

最大回転速度は電源電圧や負荷、制御ゲインによって異なります。BLA21-12R3-C01 の場合、定格電源電圧、無負荷、デフォルトパラメータの場合は 58 min^{-1} 程度となります。最低回転速度も同様で、上記と同じ条件の場合 3 min^{-1} 程度となります。

指示値は $\pm 100 \text{ min}^{-1}$ まで入力可能ですが、「●10H/11H CW/CCW リミット速度」よりも早い速度を指示値として入力した場合、リミット速度以上の速度では動作しません。

指示位置/指示トルク入力時は、指示速度の値は” 5,555(ダミーデータ)” に上書きされます。再度指示速度を入力すると、指示した速度で回転します。

「●05H サーボリバース」が 01H の場合は CW 方向が「－」、CCW が「＋」になります。

例) ID=1 のサーボを 50 min^{-1} (32H) で動かします。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Dat	Sum
FA AF	01	00	25	02	01	32 00	15

● 27H / 28H 指示トルク(2バイト、Hex 表記、Read/Write)

サーボを指示したトルクで動かすことができます。モータ電流量を制御する事により疑似的にトルクを制御しています。回転方向は指示位置と同一です。

指示トルクの単位は 0.1%で、設定可能な範囲は-100.0%~+100.0%です。

指示値が"0"の場合、モータは回転せず出力軸はトルク OFF の状態になります。

指示トルクは「●15H 速度/トルク制御 ON」が ON の時のみ有効となります。OFF の場合、指示トルクは無視されます。

指示値は、電源電圧が 12.0V の時に出力できる最大トルクを 100%としています。実際に出力できるトルクは電源/負荷等に依存しますので、指示値は目安として下さい。

指示値は±100.0% まで入力可能ですが、「●12H/13H リミットトルク」よりも高いトルクを指示値として入力した場合、リミットトルク以上のトルクは出力しません。

指示位置/指示速度入力時は、指示トルクの値は" 5,555(ダミーデータ)" に上書きされます。再度指示トルクを入力すると、指示した速度で回転します。

「●05H サーボリバース」が 01H の場合は CW 方向が「-」、CCW が「+」になります。

例) ID=1 のサーボを 10% (64H) で動かします。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Dat	Sum
FA AF	01	00	27	02	01	64 00	41

● 2AH / 2BH 現在位置(2バイト、Hex 表記、Read)

サーボの現在の角度を知ることができます。

現在いる位置の角度情報を 0.1 度単位で得ることができます。

±180 度以上の角度も読み取り可能ですが、サーボモータ内部演算による疑似的な拡張角度になります。詳細は「●1EH/1FH 指示位置」をご参照下さい。

例) ID=1 のサーボの現在位置を読み取る。

サーボのメモリーマップの 2AH と 2BH の値をリターンパケットとして得るには、送信パケットの『フラグ』の bit 1~3 を bit3=1、bit2=0、bit1=0、bit0=1 にしたパケットを送信します。

送信後、サーボから、メモリーマップ 2AH から 3BH の値が返信されてきます（詳細は p.21 の「送信パケット」の Flags の項目をご覧ください）。

フラグだけを送信する場合は【Address】=0、【Length】=0、【Count】=1、【Data】は無しにしてください（【Count】の次に ID から Count までのチェックサムが入ります）。

メモリーマップ 2AH~3BH のリターンパケットのフラグを送信します。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Sum
FA AF	01	09	00	00	01	09

リターンパケット

Data(メモリーマップアドレス)											
Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	2A	2B	...	3A	3B	Sum
FD DF	01	00	2A	12	01	84	03	00 00 00 00 00 06 00 ... 00 00 00 00 00 00			**

リターンパケットのデータの先頭から 2 バイトがメモリーマップの 2AH、2BH ですので、90.0 度（0384H）が現在位置になります。

● 2CH / 2DH 現在時間(2バイト、Hex 表記、Read)

現在時間は、サーボが指令を受信し、移動を開始してからの経過時間です。移動が完了すると最後の時間を保持します。

例) ID=1 のサーボの現在時間を読み取る。

サーボのメモリーマップの 2CH と 2DH の値をリターンパケットとして得るには、送信パケットの『フラグ』の bit 1~3 を bit3=1、bit2=0、bit1=0、bit0=1 にしたパケットを送信します。送信後、サーボから、メモリーマップ 2AH から 3BH の値が返信されてきます(詳細は p.21 の「送信パケット」の Flags の項目をご覧ください)。

フラグだけを送信する場合は【Address】=0、【Length】=0 で、【Count】=1、【Data】は無しにしてください。

メモリーマップ 2AH~3BH のリターンパケットのフラグを送信します。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Sum
FA AF	01	09	00	00	01	09

リターンパケット

Data(メモリーマップアドレス)																					
Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	2A	2B	2C	2D	...	3A	3B	Sum								
FD DF	01	00	2A	12	01	5C	FF	37	02	00	00	07	00	...	00	00	00	00	00	00	**

リターンパケットの 2CH、2DH の値から、5670ms (0237H) が現在時間になります。

受信データは 10ms の単位になりますので、受信データを 10 倍すると ms の単位になります。時間指定が 0 で動作する場合は、現在時間は無効になり更新されません。

● 2EH / 2FH 現在速度(2バイト、Hex 表記、Read)

サーボの現在速度を 1 min^{-1} 単位で知ることができます。

瞬間のスピードを表していますので、1EH-21H での指定値からの計算値とは異なる場合があります。

例) ID=1 のサーボの現在回転スピードを読み取る。

サーボのメモリーマップの 2EH と 2FH の値をリターンパケットとして得るには、送信パケットの『フラグ』の bit 1~3 を bit3=1、bit2=0、bit1=0、bit0=1 にしたパケットを送信します。送信後、サーボから、メモリーマップ 2AH から 3BH の値が返信されてきます(詳細は p.21 の「送信パケット」の Flags の項目をご覧ください)。

フラグだけを送信する場合は【Address】=0、【Length】=0 で、【Count】=1、【Data】は無しにしてください。

メモリーマップ 2AH~3BH のリターンパケットのフラグを送信します。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Sum
FA AF	01	09	00	00	01	09

リターンパケット

Data(メモリーマップアドレス)																							
Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	2A	2B	2C	2D	2E	2F	...	3A	3B	Sum								
FD DF	01	00	2A	12	01	5C	FF	37	02	14	00	07	00	...	00	00	00	00	00	00	00	00	**

リターンパケットの 2EH、2FH の値から、 20 min^{-1} (0014H) が現在速度になります。受信データは 1 min^{-1} 単位になりますので、受信データを 10 進数に変換すると、その値が現在速度になります。

● 30H / 31H 現在トルク(2バイト、Hex 表記、Read)

サーボの現在の発生トルクを 0.1%単位で表します。

トルク OFF 状態では 0 になり更新されません。

例) ID=1 のサーボの現在負荷を読み取る。

サーボのメモリーマップの 30H と 31H の値をリターンパケットとして得るには、送信パケットの『フラグ』の bit 3~0 を bit3=1、bit2=0、bit1=0、bit0=1 にしたパケットを送信します。送信後、サーボから、メモリーマップ 2AH から 3BH の値が返信されてきます(詳細は p.21 の「送信パケット」の Flags の項目をご覧ください)。

フラグだけを送信する場合は【Address】=0、【Length】=0 で、【Count】=1、【Data】は無しにしてください。

例)メモリーマップ 2AH~3BH のリターンパケットのフラグを送信します。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Sum
FA AF	01	09	00	00	01	09

リターンパケット

Data(メモリーマップアドレス)													
Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	2A	2B	...	...	30	31	...	Sum
FD DF	01	00	2A	12	01	4E	FB	00	00	00	2C 01	00 BA 03	00 00 00 00 00 00 00 00
													**

リターンパケットのデータの 30H、31H の値から、30% (012CH) が現在トルクになります。

● 32H / 33H 現在温度(2バイト、Hex 表記、Read)

サーボの基板上の温度を表します。温度センサには個体差があり、おおよそ $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 程度の誤差があります。

温度リミットの設定値 (p.33) より 10℃前からアラームフラグが上がり、さらに設定値を超えると温度エラーフラグが上がると同時にサーボは自動的にブレーキモード(ややトルクのかかった状態)になります。

ブレーキモードのとき、メモリーマップ「●24H トルク ON」の値は“2”になります (p.41)。

一度温度リミット機能による保護機能が働くと、サーボ内部の検出温度が温度リミット未満になるまでは、「●24H トルク ON」の値をトルク ON (01H) に設定することができません。十分にサーボの温度が下がってからご使用ください。

また温度リミット機能が働いたときは、サーボのモータ付近の温度が高温になっていますので、やけど等にご注意ください。

例) ID=1 のサーボの現在温度を読み取る。

サーボのメモリーマップの 32H と 33H の値をリターンパケットとして得るには、送信パケットの『フラグ』の bit 3~0 を bit3=1、bit2=0、bit1=0、bit0=1 にしたパケットを送信します。送信後、サーボから、メモリーマップ 2AH から 3BH の値が返信されてきます（詳細は p.21 の「送信パケット」の Flags の項目をご覧ください）。

フラグだけを送信する場合は【Address】=0、【Length】=0 で、【Count】=1、【Data】は無しにしてください。

例) メモリーマップ 2AH~3BH のリターンパケットのフラグを送信します。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Sum
FA AF	01	09	00	00	01	09

リターンパッケージ

Data(メモリーマップアドレス)

[illegible]

リターンパケットのデータの 32H、33H の値から、45°C (002DH) が現在温度になります。

● 34H / 35H 現在電圧(2バイト、Hex 表記、Read)

現在サーボに供給されている電源の電圧を表します。0.1V 単位で示していますが、電圧センサには個体差があり、±0.5V 程度の誤差があります。

現在電圧の値が 60 (6.0V)を下回ると、サーボモータは自動的に出力を 30%以下まで制限します。電圧が制限電圧範囲内に戻ると、出力の制限は解除されます。

例) ID=1 のサーボの現在電圧を読み取る。

サーボのメモリーマップの 34H と 35H の値をリターンパケットとして得るには、送信パケットの『フラグ』の bit 3~0 を bit3=1、bit2=0、bit1=0、bit0=1 にしたパケットを送信します。送信後、サーボから、メモリーマップ 2AH から 3BH の値が返信されてきます(詳細は p.21 の「送信パケット」の Flags の項目をご覧ください)。

フラグだけを送信する場合は【Address】=0、【Length】=0 で、【Count】=1、【Data】は無しにしてください。

例) メモリーマップ 2AH~3BH のリターンパケットのフラグを送信します。

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	Sum
FA AF	01	09	00	00	01	09

リターンパケット

Data(メモリーマップアドレス)

Hdr	ID	Flg	Adr	Len	Cnt	2A	2B	...	...	34	35	...	...	3A	3B	Sum	
FD DF	01	00	2A	12	01	4E	FB	00	00	00	00	06	00	2D	00	56 04 00 00 00 00 00 00	**

リターンパケットのデータの 34H、35H の値から、11.1V (0456H) が現在電圧になります。

● 3AH ブートローダキー(1バイト、Hex 表記、Read/Write)

ソフトウェアアップデートに使用します。ここには数値の書き込みを行わないでください。

4. 参考資料

故障かなと思ったら

サーボが動作しなくなった、指示したコマンドどおりに動作しない、著しく動作が安定していない場合、下表のチェックを行ってください。

チェックリスト

● サーボが動作しない／動作が遅い、弱い／ハンチング(振動)する

- ・ 適切な電源（十分に余裕のある電源）を使用されているか？
- ・ バッテリーは十分に充電されているか？
- ・ 電源は正しく接続されているか？
- ・ サーボ、ハブのコネクタは正しく接続されているか？
- ・ サーボ、ハブの配線が傷ついたり切れたりしていないか？
- ・ サーボホーンのねじが緩んでいないか？
- ・ 可動部に異物を挟み込んでいたり配線が引っかかったりしていないか？
- ・ 角度指示の前にトルク ON 指令は送信されているか？
- ・ 目標角度、移動時間の単位は間違っていないか？
- ・ 最大トルクの設定値が小さすぎ／大きすぎないか？
- ・ コンプライアンススロープの設定値が小さすぎ／大きすぎないか？
- ・ コンプライアンスマーシンの設定値が小さすぎ／大きすぎないか？
- ・ パンチの設定値が小さすぎ／大きすぎないか？
- ・ 温度リミット機能が働いていないか？

● コマンドが送信できない／リターンデータが取れない／パラメータが保存されない

- ・ 通信形式、設定（通信速度等）は間違っていないか？
- ・ 複数のアプリケーションで同じ通信ポートを使用していないか？
- ・ パケットの書式や値（ID、チェックサム）は間違っていないか？
- ・ パラメータ書込み後、Flash ROM への書き込みをしているか？
- ・ Flash ROM への書き込み完了前に電源を切っていないか？
- ・ 同じ ID のサーボが複数接続されていないか？
- ・ 信号線周辺にノイズ源（モータ等）が無いのか？

上記のチェックを実施しても問題が解決しない場合は、弊社公式サイトもしくは下記お問い合わせ先よりお問い合わせください。

公式サイト ： <https://www.futaba.co.jp/support/contact>

お問い合わせ先： 〒299-4395 千葉県長生郡長生村数塚 1080

ロボティクスソリューション事業センター 営業部

TEL 0475(32)6111(代) FAX 0475(32)2915

※ プログラミング言語および独自に作成されたプログラムの内容についてのサポートは致しかねますのでご了承ください。