

# ForceSensorController通信仕様書

Rev.5

2021.12.03

MITSUMI ELECTRIC CO.,LTD.  
Semiconductor Business Div.

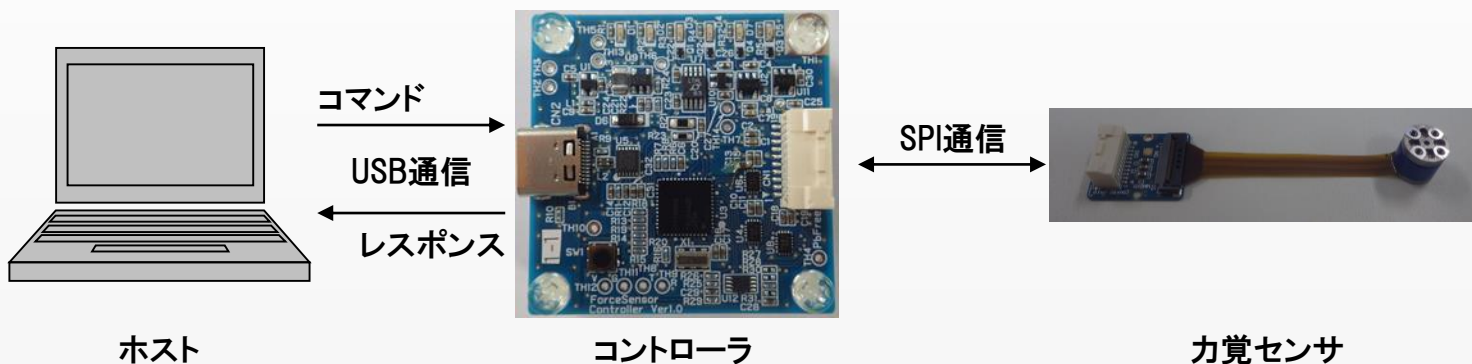
## ■ 概要

ホストは、ForceSensorController(以下、コントローラとします)に対して、要求コマンド(以下、コマンドとします)を送信してください。コントローラは、コマンドを実行して、結果レスポンス(以下、レスポンスとします)を返します。

基本動作は、この対話形式の繰り返しとなります。

ホストからのコマンドにより

- ・コントローラは、力覚センサに対してSPI通信を行います。
- ・コントローラは、基板の設定を切り替えます。



## ■ シリアル通信設定

USB通信のためのシリアル通信設定は以下となります。

項目	設定値
ボーレート	1,000,000 bps
データ長	8 bit
パリティ	無し
ストップビット	1 bit
データ転送方向	LSBファースト
フロー制御	無し
RTS	無効
デリミタ	CR

## ■ 通信データフォーマット

### 1. コマンドフォーマット

Byte	Name	Data
0	Instruction Code	0x54
1	Command Data Length	N>=1
2	Command ID	
3	Command Option[0]	
:	:	
N+1	Command Option[N-2]	

Instruction Code:

コマンドの種類を示します。本案件は0x54です。

Command Data Length:

Command IDとCommand Optionの合計のデータ長です。

Command ID:

コントローラに指示するコマンドの識別コードです。

コマンド一覧を参照してください。

Command Option:

Command IDに付随するパラメータがある場合、付加されます。

複数バイトデータの場合、バイトオーダーはビッグエンディアンです。

### 2. レスポンスフォーマット

Byte	Name	Data
0	Response Status	(OK=0x00, NG≠0x00)
1	Response Data Length	N>=0
2	Response Data[0]	
:	:	
N+1	Response Data[N-1]	

Response Status:

コマンドの実行結果を示します。

Response Status一覧を参照してください。

Response Data:

Response Status以外にデータがある場合、付加されます。

複数バイトデータの場合、バイトオーダーはビッグエンディアンです。

## ■ コマンド一覧

コマンド名	コマンドID	動作
Board Select	0x10	コントローラを選択するコマンド。 コントローラのBoard IDを選択することで接続を確立します。 コントローラとの通信をする前に必ず本コマンドを実行してください。
Firmware Version	0x15	コントローラのファームウェアバージョンを読み出すコマンド
Power Switch	0x36	コントローラ上の電源(LDO)のON/OFFを切り替えるコマンド。
Axis Select	0x1C	アクセスする軸を選択するコマンド。
Idle	0x94	力覚センサをIdle状態にするコマンド 本コマンドのみ、他のコマンドとフォーマットが異なります。
Bootload	0xB0	コントローラが力覚センサからマトリクス係数を読み出すコマンド。
Coefficient	0x27	コントローラに保持しているマトリクス係数をホストに転送するコマンド。
Interval Measure	0x43	データの取得間隔を設定するコマンド。
Interval Restart	0x44	温度更新間隔を設定するコマンド。
Start	0x23	測定開始コマンド。
Stop	0x33	測定終了コマンド。

## ■ Response Status一覧

Status Code	内容	
0x00	OK	エラーなし
0x01	Illegal Command	不正なコマンド (不正なタイミング時に応答します)
0x03	Illegal Command Parameter	不正なパラメータ (不正なパラメータ時に応答します)
0x08	Sensor Access Error	力覚センサへのアクセスに失敗
0x10	Not Support Command	非サポートコマンド (不正なコマンドID時に応答します)

## ■ Board Selectコマンド

コントローラを選択するコマンド。

コントローラは、マルチスレーブ接続を考慮した設計となっており、Board IDが割り当てられています。

Board IDを選択することで、コントローラとの接続を確立します。

※コントローラは、仮想COMポートでマルチスレーブ接続が可能ですので、Board IDは0x00固定となります。

**コントローラとの通信をする前に必ず実行してください。**

### コマンドフォーマット

Byte	Name	Data
0	Instruction Code	0x54
1	Command Data Length	0x02
2	Command ID	0x10
3	Board ID	0x00

Board ID: 0x00

### レスポンスフォーマット

Byte	Data
0	Response Status
1	Response Data Length

Response Status:

Response Status 一覧参照。

Response Data Length:0x00

## ■ Firmware Versionコマンド

コントローラのファームウェアバージョンを読み出すコマンド。

### コマンドフォーマット

Byte	Name	Data
0	Instruction Code	0x54
1	Command Data Length	0x01
2	Command ID	0x15

### レスポンスフォーマット

Byte	Data
0	Response Status
1	Response Data Length
2-5	Firmware Version

Response Status:

Response Status 一覧参照。

Response Data Length:

StatusがOKのとき: 0x04

StatusがNGのとき: 0x00

Firmware Version:

4桁のファームウェアバージョンを示します。

コントローラの通信仕様によって、以下のように応答します。

・SPI仕様の場合: 2.0.0.x

## ■ Power Switchコマンド

コントローラ上の電源(LDO)のON/OFFを切り替えるコマンド。

VDD45は力覚センサのアナログ電源、VDD12は力覚センサのデジタル電源です。

※VDD45、VDD12以外のLDOはONIにしないでください。

### コマンドフォーマット

Byte	Name	Data
0	Instruction Code	0x54
1	Command Data Length	0x03
2	Command ID	0x36
3	LDO ID	右表参照
4	ON/OFF	右表参照

### 電源、LDO ID、ON/OFF 対応表

電源	LDO ID	OFF	ON
VDD12	0x00	0x00	!0x00
VDD33	0x01	0x00	!0x00
VDD58	0x02	0x00	!0x00
VDD65	0x03	0x00	!0x00
VDD45	0x05	0x00	!0x00

### レスポンスフォーマット

Byte	Data
0	Response Status
1	Response Data Length

Response Status:

Response Status 一覧参照。

Response Data Length:0x00

## ■ Axis Selectコマンド

力覚センサの各軸に該当するAFEに個別にアクセスするために、アクセスする軸を選択するコマンド。  
力覚センサをIdle状態にするためには、各軸に該当するAFEを個別にIdle状態にしなければなりません。  
そのため、Idleコマンドを発行する前に、アクセスする軸を選択します。  
本コマンドでアクセスする軸を選択し、その後、Idleコマンドで選択した軸のAFEをIdle状態にします。

### コマンドフォーマット

Byte	Name	Data
0	Instruction Code	0x54
1	Command Data Length	0x02
2	Command ID	0x1C
3	Axis ID	右表参照

### Axis ID 対応表

軸	Axis ID
Fx	0x00
Fy	0x01
Fz	0x02
Mx	0x03
My	0x04
Mz	0x05

### レスポンスフォーマット

Byte	Data
0	Response Status
1	Response Data Length

Response Status:  
Response Status 一覧参照。

Response Data Length:0x00

## ■ Idleコマンド

力覚センサ(各軸に該当するAFE)をIdle状態にするコマンド。  
 コントローラがマトリクス係数を読み出すには、力覚センサをIdle状態にする必要があります。  
 力覚センサをIdle状態にするには、各軸に該当するAFEを個別にIdle状態にします。  
 本コマンドを実行する前に、必ずAxis Selectコマンドでアクセスする軸を選択してください。  
 AFEがIdle状態になるまで10msecかかります。  
 Bootloadコマンドを実行する前に10msecの待ち時間を設けてください。  
**本コマンドは、Instruction Codeが異なり、コマンドフォーマットがこれまでのものと異なります。**  
**レスポンスフォーマットは、他のコマンドと同じです。**

マトリクス係数を読み出すまでの流れ:

AxisSelect(Fx選択) → Idle → AxisSelect(Fy選択) → Idle → ..... → AxisSelect(Mz選択) → Idle  
 → 10msec ウェイト → Bootload

### コマンドフォーマット

Byte	Name	Data
0	Instruction Code	0x53
1	Command Data Length	0x02
2	SPI Write Command	0x57
3	Idle Command	0x94

### レスポンスフォーマット

Byte	Data
0	Response Status
1	Response Data Length

Response Status:  
 Response Status 一覧参照。

Response Data Length:0x00

## ■ Bootloadコマンド

コントローラが力覚センサからマトリクス係数を読み出すコマンド。  
※測定を開始する前に、マトリクス係数を読み出しておいてください。

### コマンドフォーマット

Byte	Name	Data
0	Instruction Code	0x54
1	Command Data Length	0x01
2	Command ID	0xB0

### レスポンスフォーマット

Byte	Data
0	Response Status
1	Response Data Length

Response Status:  
Response Status 一覧参照。

Response Data Length:0x00

## ■ Coefficientコマンド

コントローラが保持しているマトリクス係数をホストに転送するコマンド。

※予めBootloadコマンドを実行しておいてください。

Axis IDとCoefficient IDを組み合わせて、読み出してください。

### コマンドフォーマット

Byte	Name	Data
0	Instruction Code	0x54
1	Command Data Length	0x03
2	Command ID	0x27
3	Axis ID	右表参照
4	Coefficient ID	右表参照

### Axis ID 対応表

軸	Axis ID
Fx	0x00
Fy	0x01
Fz	0x02
Mx	0x03
My	0x04
Mz	0x05

### Coefficient ID 対応表

係数	Coefficient ID
Coefficient1	0x00
Coefficient2	0x01
Coefficient3	0x02
Coefficient4	0x03
Coefficient5	0x04
Coefficient6	0x05

### レスポンスフォーマット

Byte	Data
0	Response Status
1	Response Data Length
2-5	Coefficient Data

Response Status:

Response Status 一覧参照。

Response Data Length:

StatusがOKのとき: 0x04

StatusがNGのとき: 0x00

Coefficient Data:

・符号付き32bitデータ

・バイトオーダー:ビッグエンディアン

0x12 0x34 0x56 0x78の順に出力された場合、係数は0x12345678

## ■ Interval Measureコマンド

コントローラが力覚センサからデータを取得する間隔を設定するコマンド。

設定有効範囲は、0usec～10sec(10,000,000usec)で、usec単位で設定してください。

本コマンドが未実行の場合、0usec設定となります。

非常に短い間隔に設定した場合は、実動作として、データ取得時間、マトリクス演算時間、データの出力時間が発生しますので、設定どおりの間隔になるとは限りません。

力覚センサのデータ更新間隔は781.25usec(typ.)ですので、1000usec以上の設定を推奨します。

本コマンドは、Startコマンド実行前のみ有効です。

### コマンドフォーマット

Byte	Name	Data
0	Instruction Code	0x54
1	Command Data Length	0x04
2	Command ID	0x43
3-5	Interval	

Interval:

- ・設定有効範囲:0～10,000,000【usec】
- ・符号無し24bitデータ
- ・バイトオーダー:ビッグエンディアン  
1000(0x3E8)usecと設定する場合、0x00 0x03 0xE8の順に設定してください。

### レスポンスフォーマット

Byte	Data
0	Response Status
1	Response Data Length

Response Status:

Response Status 一覧参照。

Response Data Length:0x00

## ■ Interval Restartコマンド

コントローラが力覚センサの温度補正のための温度値を更新する間隔を設定するコマンド。

設定した間隔は、データを取得した回数で管理しています。

設定有効範囲は0～10,000,000で、本コマンドが未実行の場合、設定値は0となります。

**設定値が0の場合、初回のみの温度更新となり、以降、温度更新は行われません。**

設定値が1の場合、データ取得ごとに温度値を更新します。

力覚センサの温度更新に要する時間は7500usec(typ.)となりますので、その間に取得したデータは同じデータとなりますのでご注意ください。

本コマンドは、Startコマンド実行前のみ有効です。

### コマンドフォーマット

Byte	Name	Data
0	Instruction Code	0x54
1	Command Data Length	0x04
2	Command ID	0x44
3-5	Interval	

Interval:

- ・設定有効範囲:0～10,000,000
- ・符号無し24bitデータ
- ・バイトオーダー:ビッグエンディアン  
1000(0x3E8)回と設定する場合、0x00 0x03 0xE8の順に設定してください。

### レスポンスフォーマット

Byte	Data
0	Response Status
1	Response Data Length

Response Status:

Response Status 一覧参照。

Response Data Length:0x00

## ■ Startコマンド

力覚データ取得を開始するコマンド。

Interval Measureの間隔でデータを取得し、マトリクス演算結果の出力を繰り返します。

**初回のAD変換は約7.5msecの時間を要しますので、10msec以内のデータは不正値ですので破棄してください。**

初回の応答はStatusのみとなり、2回目以降の応答に力覚データが付加されます。

**※本コマンド実行後は、Stopコマンド以外は受け付けません。**

### コマンドフォーマット

Byte	Name	Data
0	Instruction Code	0x54
1	Command Data Length	0x02
2	Command ID	0x23
3	Option	0x00

Option:

必ず0x00としてください。

Response Status:

Response Status 一覧参照。

Response Data Length:

StatusがOKのとき: 0x17(初回はStatusのみの応答のため、0x00)

StatusがNGのとき: 0x00

Fx~Mz Data:

- 力覚データ(Fx,Fy,Fz:Force、Mx,My,Mz:Moment)

- 符号付き24bitデータ

- バイトオーダー:ビッグエンディアン

0x12 0x34 0x56の順に出力された場合、データは0x123456

- 初回は、Startコマンドを受け付けたかのみ応答になりますのでStatusのみの応答になります。

Time:

- 前回のデータ取得から経過した時間[usec]

- 符号無し24bitデータ

- バイトオーダー:ビッグエンディアン

0x00 0x03 0xE8の順に出力され場合、時間は0x0003E8で

1000usecとなります。

### レスポンスフォーマット

Byte	Data
0	Response Status
1	Response Data Length
2	0x80
3	0x00
4-6	Fx Data
7-9	Fy Data
10-12	Fz Data
13-15	Mx Data
16-18	My Data
19-21	Mz Data
22-24	Time

## ■ Stopコマンド

力覚データ取得を終了するコマンド。

### コマンドフォーマット

Byte	Name	Data
0	Instruction Code	0x54
1	Command Data Length	0x01
2	Command ID	0x33

### レスポンスフォーマット

Byte	Data
0	Response Status
1	Response Data Length

Response Status:  
Response Status 一覧参照。

Response Data Length:0x00

## ■ 動作フロー

