

## 『MMS101 SDK for Arduino』 User's Guide:

### 取扱説明書

#### 概要

本ドキュメントは「MMS101 SDK for Arduino」の取扱説明書です。

「MMS101 SDK for Arduino」は、Shield(Arduino に接続)、変換基板、Sample Sketch と評価アプリで構成されるシステムデザインキット(SDK)です。本キットは、Sample Sketch を利用して、簡易にセンサの動作を確認できます。本キットは、Arduino の拡張パーツで、キット単体では動作しません。

MMS101 の詳細については、データシートを参照ください。

#### 注意

本キットは、当社製品の設計ツール／販促ツールです。

したがって、製品保証(性能保証)、信頼性保証、含有物質管理、輸出管理他 すべての保証には対応いたしません。

ただし、初期状態での不具合には、交換対応をいたしますので、その際は弊社までご一報ください。

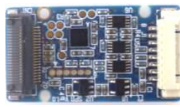
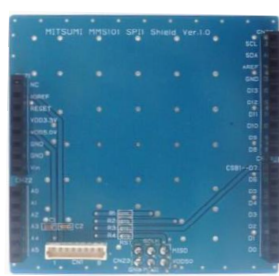
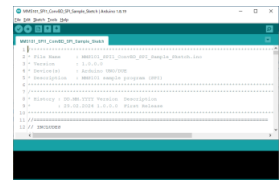
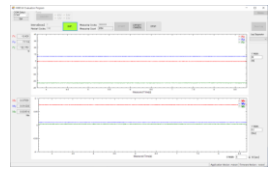

## 目次

1	構成	3
1-1	キット構成	3
2	使用形態	4
3	Arduino 対応機種	4
4	Sample Sketch	5
4-1	ファイル構成	5
4-2	サンプルスケッチのアップロード	5
4-3	シリアルモニタ/シリアルプロッタ使用方法	7
4-4	対応機種(Arduino)変更方法	8
4-5	出力データの区切り文字の変更方法	8
4-6	UNO R4 対応方法	9
5	評価アプリ	10
5-1	ファイル構成	10
5-2	評価アプリ使用方法	10
6	基板構成	15
6-1	拡張基板: MMS101 SPI1 Shield Ver.1.0	15
6-2	変換基板: MMS101B SPI1 Conv.BD Ver.1.0	15
6-3	変換基板: MMS101C SPI1 Conv.BD Ver.1.0	15
7	回路図	16
7-1	拡張基板: MMS101 SPI1 Shield Ver.1.0	16
7-2	変換基板: MMS101B SPI1 Conv.BD Ver.1.0	17
7-3	変換基板: MMS101C SPI1 Conv.BD Ver.1.0	18
8	レイアウト図	19
8-1	拡張基板: MMS101 SPI1 Shield Ver.1.0	19
8-2	変換基板: MMS101B SPI1 Conv.BD Ver.1.0	20
8-3	変換基板: MMS101C SPI1 Conv.BD Ver.1.0	21
9	部品表	22
9-1	拡張基板: MMS101 SPI1 Shield Ver.1.0	22
9-2	変換基板: MMS101B SPI1 Conv.BD Ver.1.0	22
9-3	変換基板: MMS101C SPI1 Conv.BD Ver.1.0	23
10	MMS101B SPI1 Conv.BD Ver.1.0 通信仕様	24
10-1	概要	24
10-2	SPI 通信設定	24
10-3	通信フォーマット	24
10-4	コマンド一覧	25
10-5	Status Code 一覧	29
10-6	Measure Status 一覧	29
10-7	State ID 一覧	29
10-8	状態遷移図	30
10-9	状態遷移表	30
10-10	動作フロー	31
11	注文情報	32
11-1	PO No. 詳細	32
11-2	ラインナップ	32
11-3	評価キット一覧	34

## 1 構成

### 1-1 キット構成

本キットは、以下で構成されます。

変換基板	拡張基板	ケーブル	サンプルスケッチ	評価アプリ
 MMS101B SPI1 Conv.BD	 MMS101 SPI1 Shield	 PicoBlade(8p) Cable 300mm(*1)	 MMS101_SDK_for_Arduino _Sample_Sketch.ino	 ForceSensorEvaluation Program Ver.4.0.0.x
 MMS101C SPI1 Conv.BD + FPC Cable(*2)				

(\*1) Molex 社製の PicoBlade(8p) Cable (Model No.15134-0803)です。

追加購入や長さ違いが必要な際には、市販の PicoBlade(8p) Cable をご利用ください。

(\*2) Molex 社製の FPC Cable(Model No.15032-0215)です。

追加購入や長さ違いが必要な際には、市販の FPC Cable をご利用ください。

### 力覚センササンプル

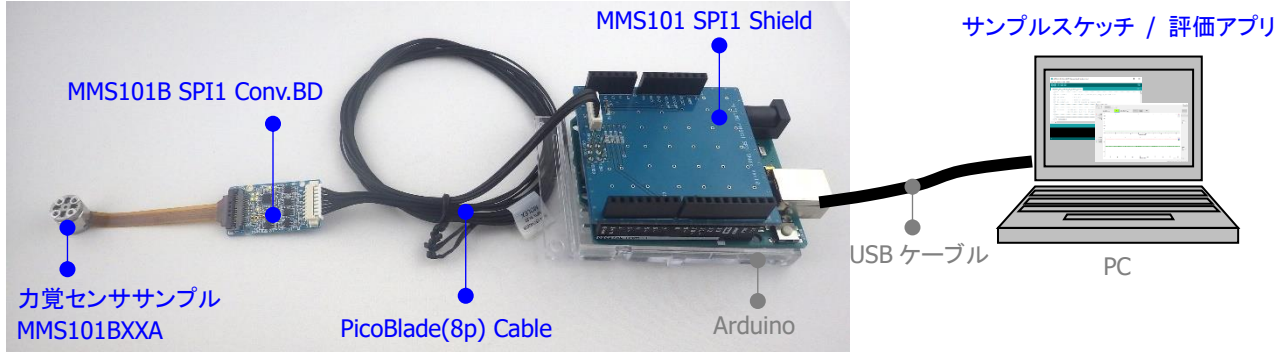
 MMS101BXXA	<p>力覚センササンプルの有無は、キットのセット内容で選択できます。 詳細は、<a href="#">注文情報</a>をご参照ください。</p> <p>※変換基板は、各力覚センサに対応しているものを使用してください。</p>
 MMS101C09	

本キットには、以下のものは含まれません。お客様で準備してください。

Arduino	USB ケーブル	PC	Arduino IDE
	<p>Arduino に合ったものを 用意してください。</p>		

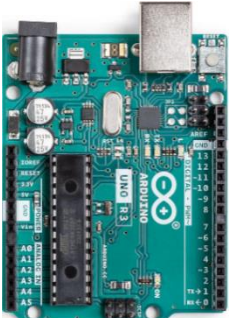




## 2 使用形態

キットを下記の通りに接続してください。



## 3 Arduino 対応機種

本キットは、UNO、LEONARDO、DUE、MEGA2560、UNO R4 に対応しています。  
UNO R4 を使用する場合は、[UNO R4 対応方法](#)を参照ください。

Model	UNO(R3)	LEONARDO	DUE	MEGA2560	UNO R4
外観					
システム電源	5.0V	5.0V	3.3V	5.0V	5.0V
制限事項(*1)	Data Rate > 1msec	Data Rate > 1msec	Data Rate >= 1msec	Data Rate > 1msec	Data Rate >= 1msec

(\*1) Data Rate は、サンプルスケッチの loop()関数の実行周期となります。Arduino の CPU の能力に依存します。

## 4 Sample Sketch

### 4-1 ファイル構成

[MMS101\_SDK\_for\_Arduino\_Sample\_Sketch]

└ MMS101\_SDK\_for\_Arduino\_Sample\_Sketch.ino : メイン処理

### 4-2 サンプルスケッチのアップロード

#### (1) Arduino IDE の導入

サンプルスケッチを Arduino にアップロードするためには、Arduino IDE が必要です。下記 URL から Arduino IDE を入手してください。

ダウンロード HP: <https://www.arduino.cc/en/software>

#### (2) Arduino IDE を起動してください



#### (3) Arduino IDE に Arduino(DUE の場合)を認識させてください

Select [Tools]

-> [Board:"Arduino Due (Programming Port)"]

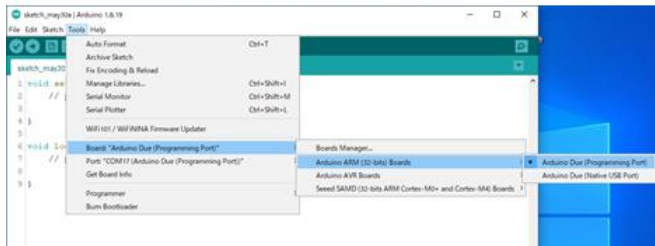
-> [Arduino ARM (32-bits) Boards]

-> [Arduino Due (Programming Port)]

Select [Tools]

-> [Port]

-> [COMxx(Arduino Due(Programming Port))]



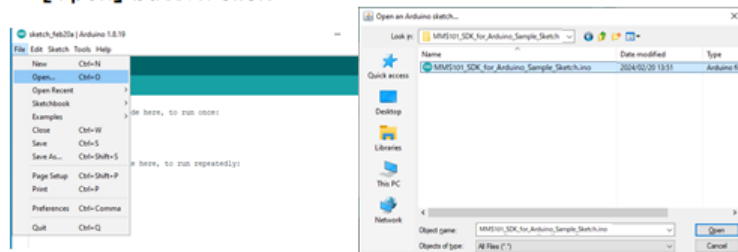
#### (4) Arduino IDE にサンプルスケッチをロードしてください

Select [File]

-> [Open...]

-> [MMS101\_SDK\_for\_Arduino\_Sample\_Sketch.ino] file select

-> [Open] button click



## (5) サンプルスケッチの Arduino の選択

サンプルスケッチは、DUE を選択しています。使用される Arduino に合わせて、以下のコードを修正してください。

```

1 //=====
2 * File Name      : MMS101_SDK_for_Arduino_Sample_Sketch.ino
3 * Version        : 1.0.0.0
4 * Device(s)      : Arduino UNO/DUE
5 * Description     : MMS101 SDK sample program
6 //=====
7 //
8 * History : DD.MM.YYYY Version Description
9 *          : 03.04.2024 1.0.0.0 First Release
10 //=====
11 // INCLUDES
12 //=====
13 #include <SPI.h>
14
15
16 //=====
17 // Sample Board Version
18 //=====
19 #define ARDUINO_VERSION "1.0.0.0" // Release version
20
21 //=====
22 // DEFINES AND INCLUDES for Arduino Settings
23 //=====
24 #define DUE // For Debug
25
26
27 #define UNO 1
28 #define DUE 2
29 #define LEONARDO 3
30 #define MEGA2560 4
31 #define ARDUINO_VER DUE // Used Arduino Board

```

- For use of UNO  
30 #define ARDUINO\_VER UNO
- For use of DUE  
30 #define ARDUINO\_VER DUE
- For use of LEONARDO  
30 #define ARDUINO\_VER LEONARDO
- For use of MEGA2560  
30 #define ARDUINO\_VER MEGA2560

## (6) サンプルスケッチをベリファイして、Arduino にアップロードしてください

Click [Verify] button

```

1 //=====
2 * File Name      : MMS101_SDK_for_Arduino_Sample_Sketch.ino
3 * Version        : 1.0.0.0
4 * Device(s)      : Arduino UNO/DUE
5 * Description     : MMS101 SDK sample program
6 //=====
7 //
8 * History : DD.MM.YYYY Version Description
9 *          : 03.04.2024 1.0.0.0 First Release
10 //=====
11 // INCLUDES
12 //=====
13 #include <SPI.h>
14
15

```

Click [Upload] button

```

1 //=====
2 * File Name      : MMS101_SDK_for_Arduino_Sample_Sketch.ino
3 * Version        : 1.0.0.0
4 * Device(s)      : Arduino UNO/DUE
5 * Description     : MMS101 SDK sample program
6 //=====
7 //
8 * History : DD.MM.YYYY Version Description
9 *          : 03.04.2024 1.0.0.0 First Release
10 //=====
11 // INCLUDES
12 //=====
13 #include <SPI.h>
14
15

```

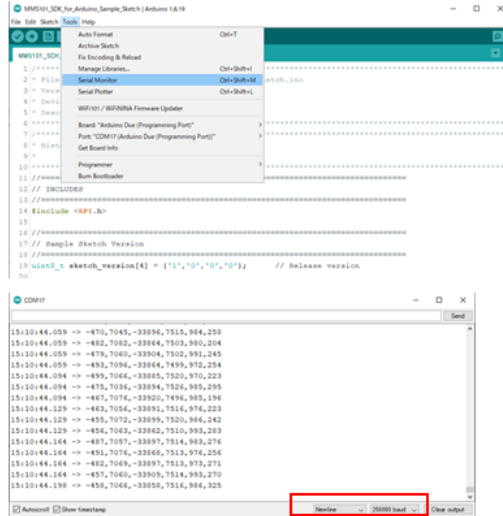
## 4-3 シリアルモニタ/シリアルプロッタ使用方法

本キットは、Arduino IDE に付属するシリアルモニタ/シリアルプロッタでデータをモニターすることが可能です。

### 4-3-1 起動方法

シリアルモニタの場合

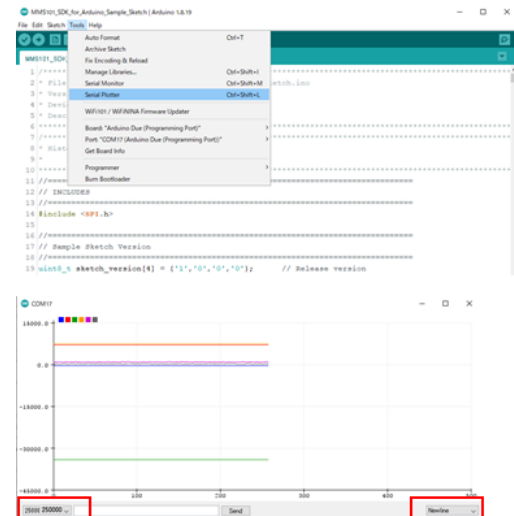
Select [Tools]  
-> [Serial Monitor]



- Delimiter: Newline
- Baud rate: 250,000

シリアルプロッタの場合

Select [Tools]  
-> [Serial Plotter]

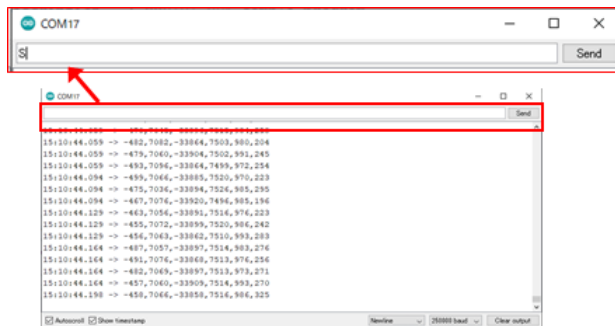


- Delimiter: Newline
- Baud rate: 250,000

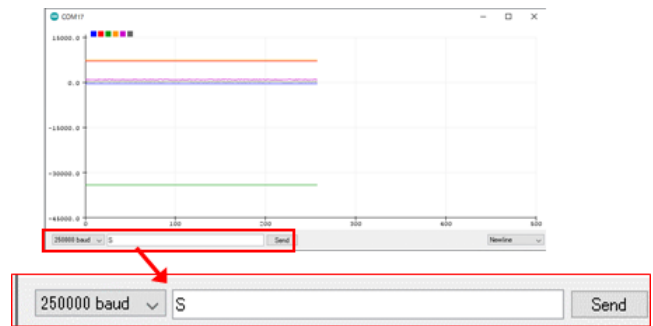
### 4-3-2 評価手順

(1) モニター開始:[S]または[s]を入力して下さい

シリアルモニタの場合

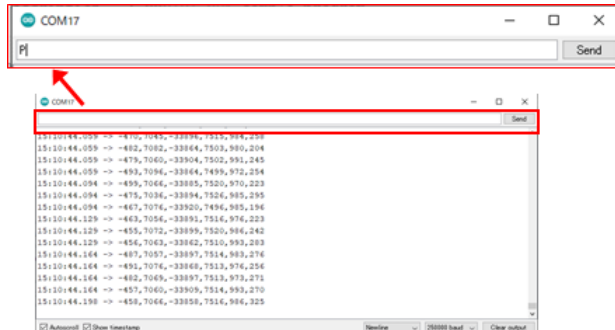


シリアルプロッタの場合



(2) モニター停止:[P]または[p]を入力して下さい

シリアルモニタの場合




シリアルプロッタの場合



#### 4-4 対応機種(Arduino)変更方法

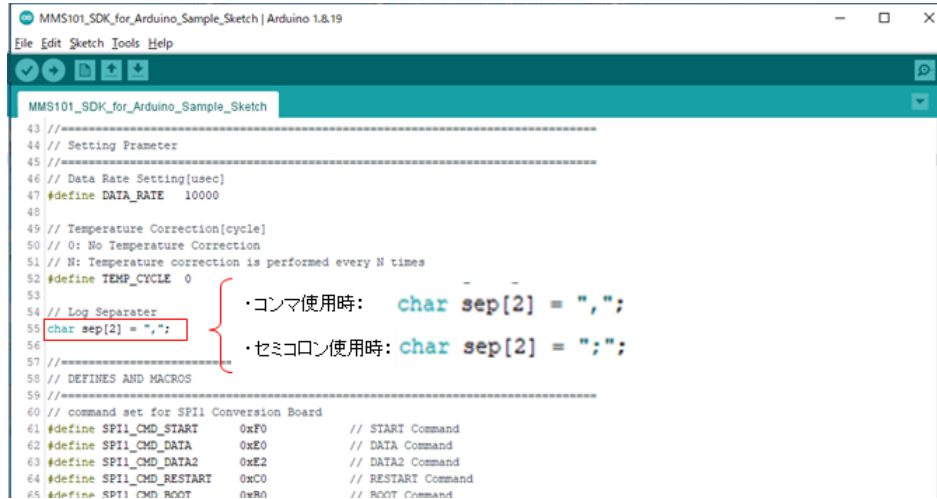
サンプルスケッチの初期状態は、DUE で動作するコードになっています。  
使用される Arduino の機種に合わせて、以下のようにコードを修正してください。



•For use of UNO	<code>#define ARDUINO_VER UNO</code>
•For use of DUE	<code>#define ARDUINO_VER DUE</code>
•For use of LEONARD	<code>#define ARDUINO_VER LEONARDO</code>
•For use of MEGA2560	<code>#define ARDUINO_VER MEGA2560</code>

#### 4-5 出力データの区切り文字の変更方法

サンプルスケッチの初期状態は、データの出力がコンマ区切りとなっています。  
区切り文字を変更する場合は、以下のコードのダブルコーテーションの中を使用される区切り文字に変更してください。



・コンマ使用時:	<code>char sep[2] = ",";</code>
・セミコロン使用時:	<code>char sep[2] = ";";</code>

## 4-6 UNO R4 対応方法

Sample Sketch が UNO R4 を未対応のときに UNO R4 を使用する場合は、Sample Sketch に以下のコードを適用してください。

### 4-6-1 SPI 通信

setup()関数内のコードを下記の通りに修正してください。

・以下のコードを削除してください

```
149 SPI.setDataMode(SPI_MODE3);           // SPI Mode:3
150 SPI.setBitOrder(MSBFIRST);           // MSB first
151 SPI.setClockDivider(SPI_CLOCK_DIV8); // SCLK=2MHz
```

・以下のコードを追加してください。

```
152 SPI.beginTransaction(SPISettings(2000000, MSBFIRST, SPI_MODE3));
```

・修正例

```
147 // Initialize SPI
148 SPI.begin();
149 // SPI.setDataMode(SPI_MODE3);           // SPI Mode:3
150 // SPI.setBitOrder(MSBFIRST);           // MSB firstS
151 // SPI.setClockDivider(SPI_CLOCK_DIV8); // SCLK=2MHz
152 SPI.beginTransaction(SPISettings(2000000, MSBFIRST, SPI_MODE3));
```

### 4-6-2 Serial 通信

評価アプリを使用する場合は、下記の通り、setup()関数内に「Serial.dtr();」を追加してください。

```
137 void setup() {
138     uint8_t axis;
139     uint8_t count;
140
141     Serial.begin(250000);           // serial boudrate: 250000bps
142     Serial.dtr();
```

## 5 評価アプリ

### 5-1 ファイル構成

評価アプリのファイル構成は、以下になります。

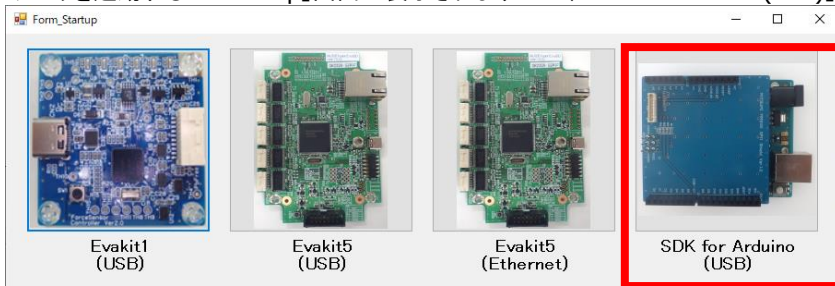
[ForceSensor\_EvaluationProgram\_ver.4.0.0.x]

- └ ForceSensor\_EvaluationProgram.exe: 実行ファイル
- └ NPlot.dll: 描画ツール
- └ OpenTK.dll: 描画ツール
- └ OpenTK.GLControl.dll: 描画ツール
- └ [Settings]: 設定ファイル保存フォルダ
- └ [UserData]: 測定データ保存フォルダ

### 5-2 評価アプリ使用方法

#### 5-2-1 評価アプリ起動

アプリを起動すると「Start up」画面が表示されますので、「SDK for Arduino(USB)」をクリックしてください。



本アプリは、Windows10、11 で動作確認しています。

本アプリを動作させるには、.NET Framework 4.8 が必要です。マイクロソフト社のホームページ(下記 URL)にインストールガイドがありますので、ご利用の環境にあわせてインストールしてください。

マイクロソフト社.NET Framework インストールガイド HP:

<https://learn.microsoft.com/ja-jp/dotnet/framework/install/>

## 5-2-2 画面内容

データ取得間隔設定  
※設定は 1~10000msec(1msec ステップ)

COM 選択  
COM Select  
COM32  
Set

測定回数設定/測定回数表示  
Interval[msec] 1  
Restart Times 100  
Measuring Cycles 3600000  
Measuring Count 0

ログ開始ボタン  
INIT.

オフセットキャンセルボタン  
(ON 状態の際はライトグリーンに変化)  
START  
OFFSET  
CANCEL  
STOP

セーブログボタン  
(連続測定データを CSV ファイルで出力)  
Save Log

ログ区切り選択  
(ログデータの区切り方式を選択)  
Log Separator  
[.]Comma

Y Width  
70  
[N]

Fx, Fy, Fz 測定値  
Fx 0  
Fy 0  
Fz 0  
N

オフセット温度補正用  
温度センサ値更新設定  
(設定した数値のデータ取得回数毎に  
オフセット温度補正を実施)

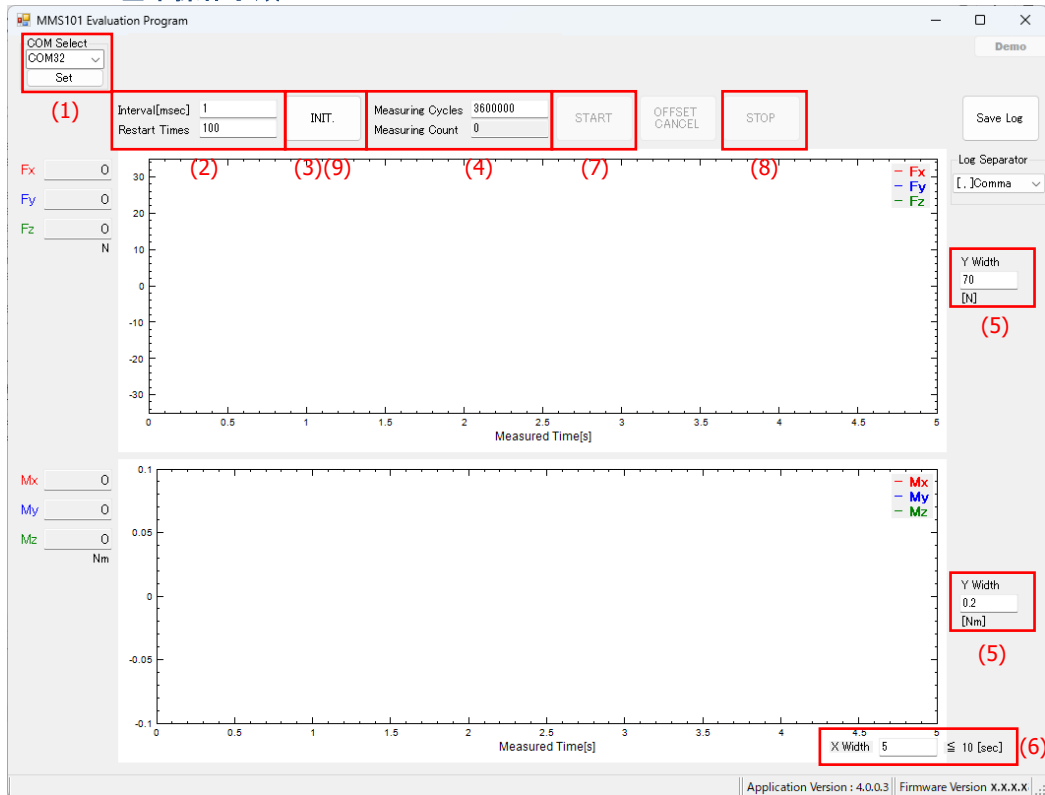
Mx, My, Mz 測定値  
Mx 0  
My 0  
Mz 0  
Nm

測定グラフ  
X 軸スケール設定  
(Interval の値により  
設定できる最大値が変化)  
X Width 5 ≤ 10 [sec]

Application Version : 4.0.0.3 | Firmware Version X.X.X.X

The screenshot displays the MMS101 Evaluation Program window. At the top, there are controls for COM selection (COM32), interval setting (1 msec), and restart times (100). Below these are buttons for INIT., START, OFFSET CANCEL, and STOP. A 'Measuring Cycles' counter shows 3600000, and a 'Measuring Count' shows 0. On the right, there is a 'Save Log' button and a 'Log Separator' dropdown set to '[.]Comma'. The main area contains two graphs. The top graph, 'Fx, Fy, Fz 測定グラフ', shows force data with a Y-axis scale of 70 [N]. The bottom graph, 'Mx, My, Mz 測定グラフ', shows torque data with a Y-axis scale of 0.2 [Nm]. Both graphs have an X-axis representing 'Measured Time[s]' from 0 to 5. On the left side of each graph, there are input fields for Fx, Fy, Fz and Mx, My, Mz, all currently set to 0. A 'Y Width' setting is present for each graph. At the bottom right, there is a 'X Width' setting (5) and a note about the X-axis scale depending on the interval. The status bar at the bottom shows 'Application Version : 4.0.0.3' and 'Firmware Version X.X.X.X'.

### 5-2-3 基本操作手順



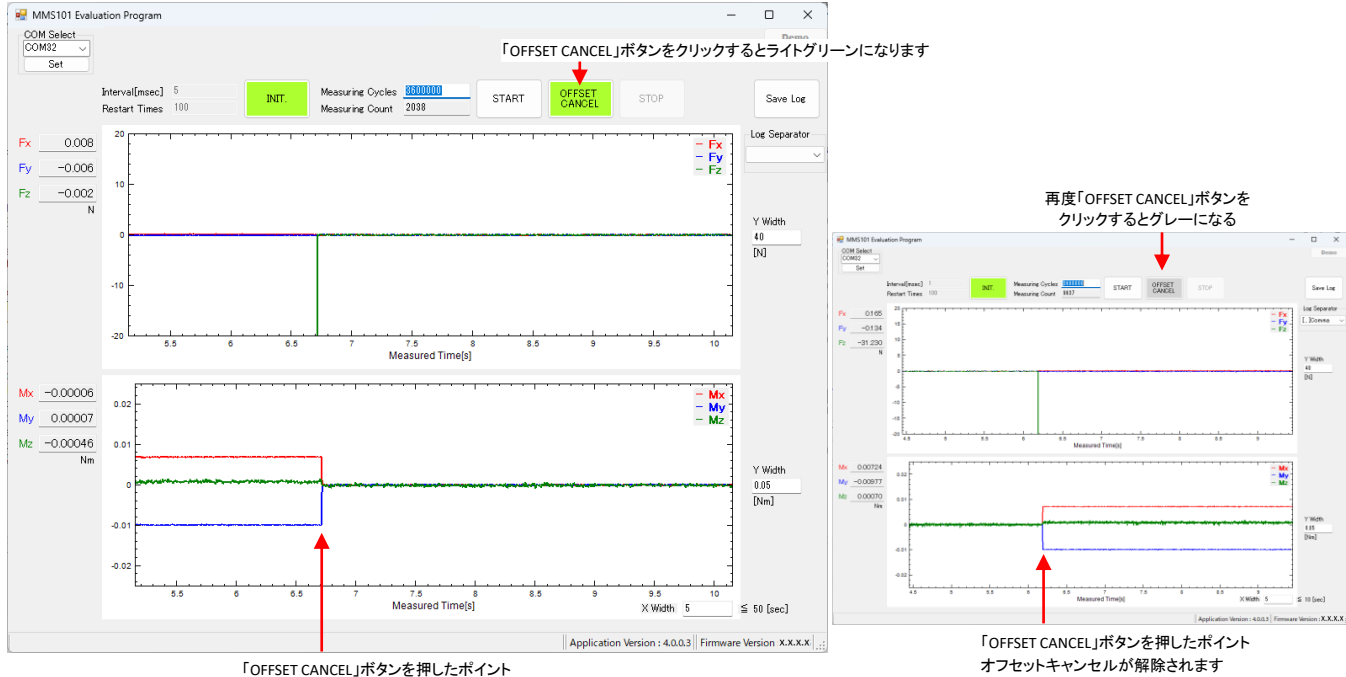
- (1) COM Select で評価基板の COM ポートを選択。「Set」ボタンをクリックしてください。  
COM ポートは使用する PC により異なります。
- (2) Interval[msec]、Restart Times を入力してください。  
Restart Times で設定した数値のデータ取得回数毎にオフセット温特補正用温度センサ値の更新を行います。  
例) Restart Times=0 : 温度センサ値取得は初回のみ、以降温度センサ値更新無し  
Restart Times=1 : 毎回温度センサ値更新  
Restart Times=10 : データ取得 10 回に 1 回温度センサ値更新
- (3) 「INIT.」ボタンをクリックしてください。  
センサ動作を開始します。  
センサ動作中は、「INIT.」ボタンがライトグリーンになります。  
もう一度クリックすると、センサ動作を停止します。
- (4) Measuring Cycles を入力してください。  
測定回数は、最大 2,147,483,647 回まで設定可能です。  
ただし、測定回数は PC のスペックに依存しますので、「測定回数 × 64 バイト < PC メモリの空き容量」となるように設定してください。
- (5) Y Width を入力してください。(測定中でも変更可)
- (6) X Width を入力してください。(測定中でも変更可)
- (7) 「START」ボタンをクリックしてロギング処理を開始して下さい。
- (8) 「STOP」ボタンをクリックしてロギング処理を停止して下さい。  
測定した Measuring Cycles 分のロギング処理が完了すると「STOP」ボタンをクリックしなくてもロギング処理は停止します。
- (9) 「INIT.」ボタンをクリックしてセンサ動作を停止してください。  
センサ動作を停止します。  
センサ動作が停止すると、「INIT.」ボタンがグレーになります。

### 5-2-4 オフセットキャンセル手順

センサ状態によりオフセットずれが発生します。

「OFFSET CANCEL」ボタンでオフセットをキャンセルすることが可能です。

再度「OFFSET CANCEL」ボタンを押すとオフセットキャンセルが解除されます。



「OFFSET CANCEL」ボタンを押したポイント

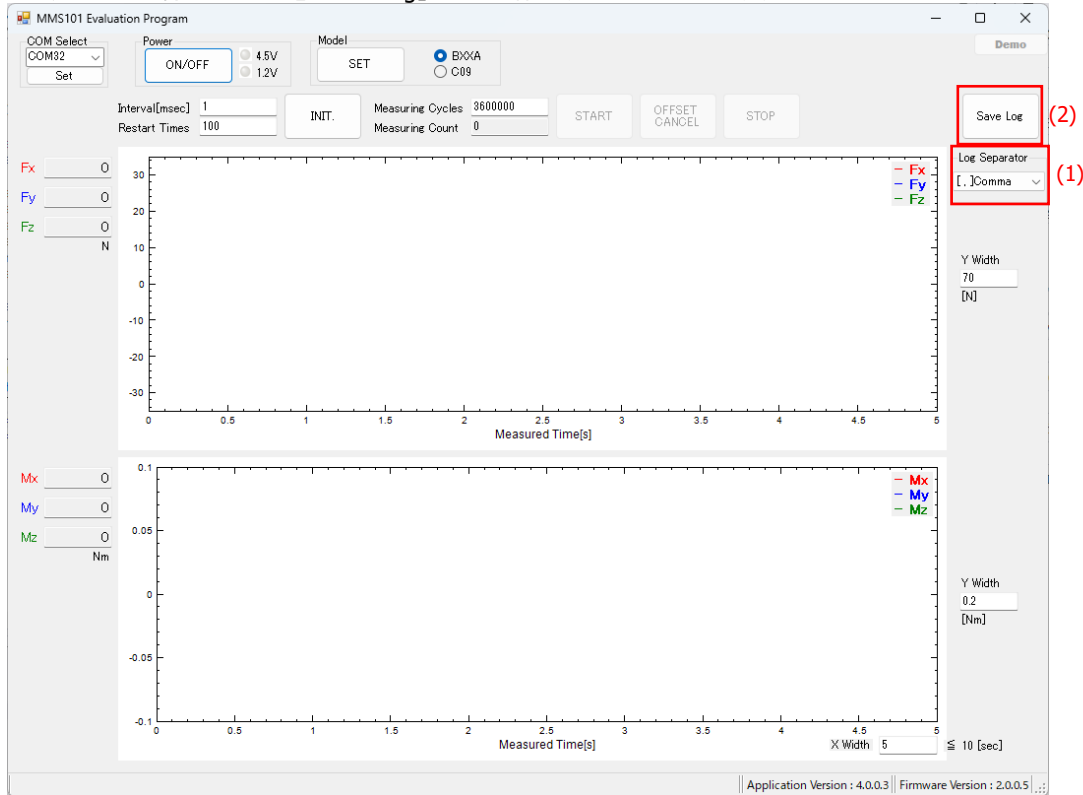
「OFFSET CANCEL」ボタンを押す直近 10 回分のデータを  
平均化し、オフセットキャンセルします。

センサ動作開始後 5min 以上経過してから「OFFSET CANCEL」ボタンを押して使用するをお願いします。

※センサ起動後の出力(初期ドリフト)安定待ち時間は 5min 以上を推奨いたします。

### 5-2-5 測定データの保存手順

測定により取得したデータを「Save Log」ボタンで保存することが可能です。

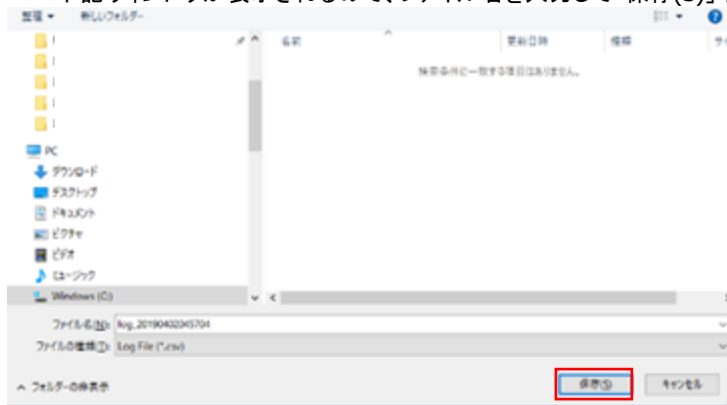


(1) 区切り文字を選択してください

- [ , ]Comma
- [ ; ]Semicolon
- [ ]Tab

(2) 「Save Log」をクリックしてください。

下記ウィンドウが表示されるので、ファイル名を入力して「保存(S)」ボタンをクリックしてください。

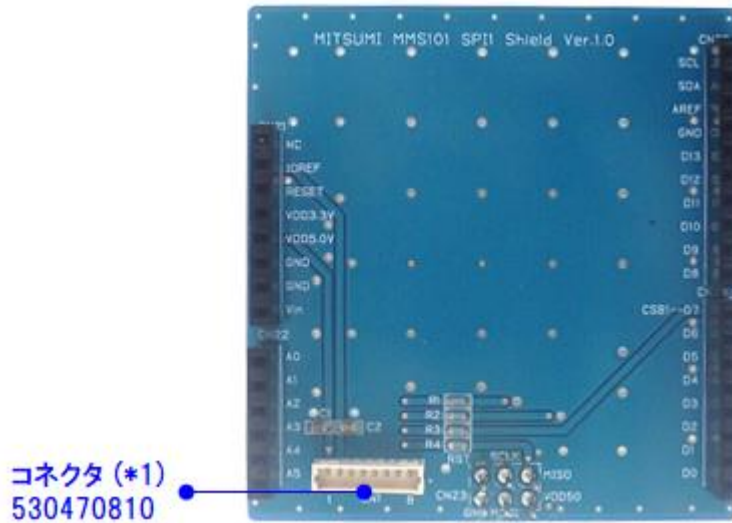


データは下記フォーマットで保存されます。

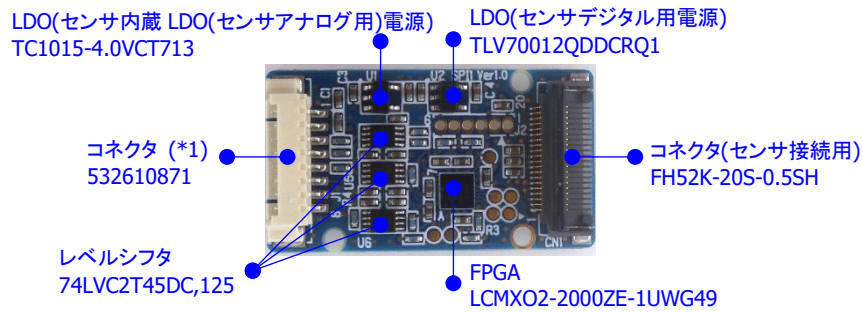
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	2019/4/3 14:20							
2	count[times]	Measured Time[s]	Fx Value[N]	Fy Value[N]	Fz Value[N]	Mx Value[Nm]	My Value[Nm]	Mz Value[Nm]
3	1	0.00244	0.014	-0.085	-1.537	0.00095	-0.0007	-0.00027
4	2	0.003681	0.013	-0.12	-1.318	0.00121	-0.00062	-0.00087
5	3	0.004922	0.009	-0.125	-1.214	0.00113	-0.00081	-0.00121
6	4	0.006161	-0.011	-0.106	-1.052	0.00119	-0.00085	-0.00088
7	5	0.0074	0.003	-0.111	-0.961	0.00093	-0.00067	-0.00131
8	6	0.008641	0.005	-0.133	-0.837	0.0012	-0.00091	-0.00124
9	7	0.009882	0.003	-0.089	-0.743	0.0009	-0.00081	-7.00E-05

## 6 基板構成

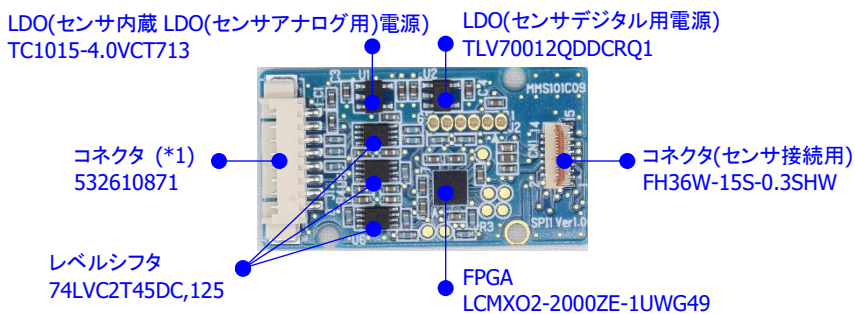
### 6-1 拡張基板: MMS101 SPI1 Shield Ver.1.0



### 6-2 変換基板: MMS101B SPI1 Conv.BD Ver.1.0



### 6-3 変換基板: MMS101C SPI1 Conv.BD Ver.1.0

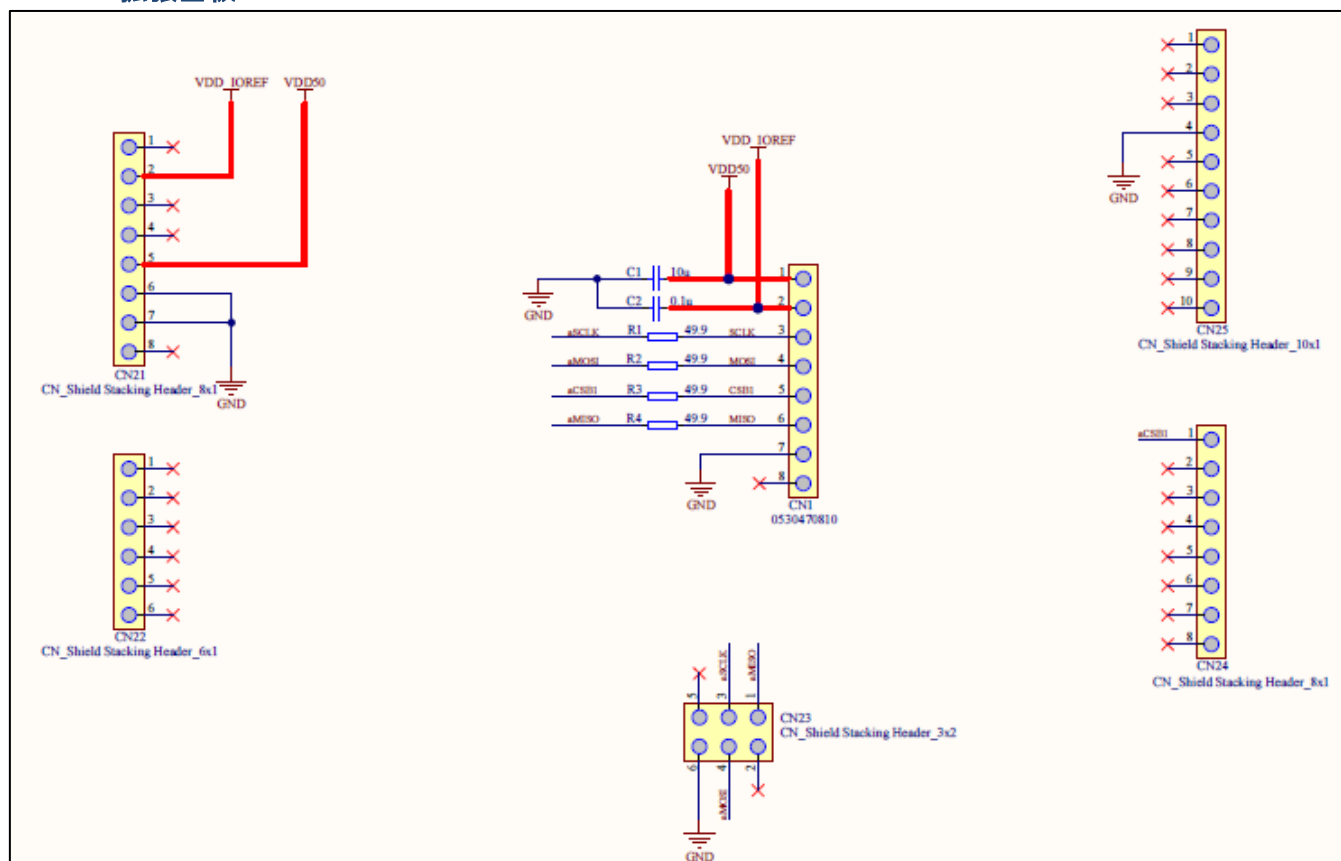


ピン配置: コネクタ(\*1)

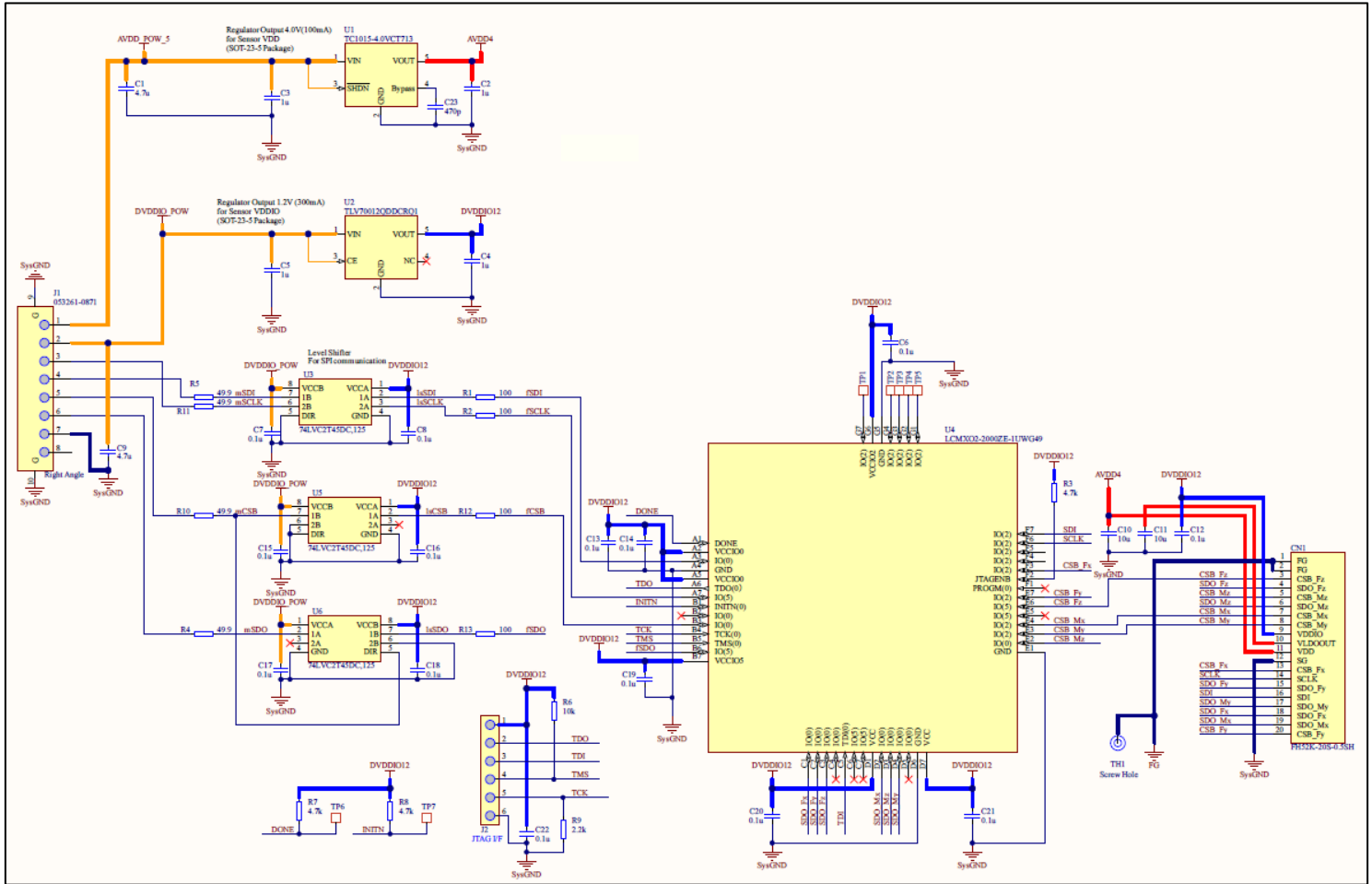
No.	Pin Name	Function
1	VDD	Analog power supply (4.5 ~ 6.0V)
2	VDDIO	Digital I/O power supply (2.0 ~ 5.5V)
3	SCLK	Serial clock for SPI
4	SDI	Serial Data Input for SPI (MOSI)
5	CSB	Chip select for SPI (negative logic)
6	SDO	Serial Data Output for SPI (MISO)
7	GND	Ground
8	NC	-

## 7 回路図

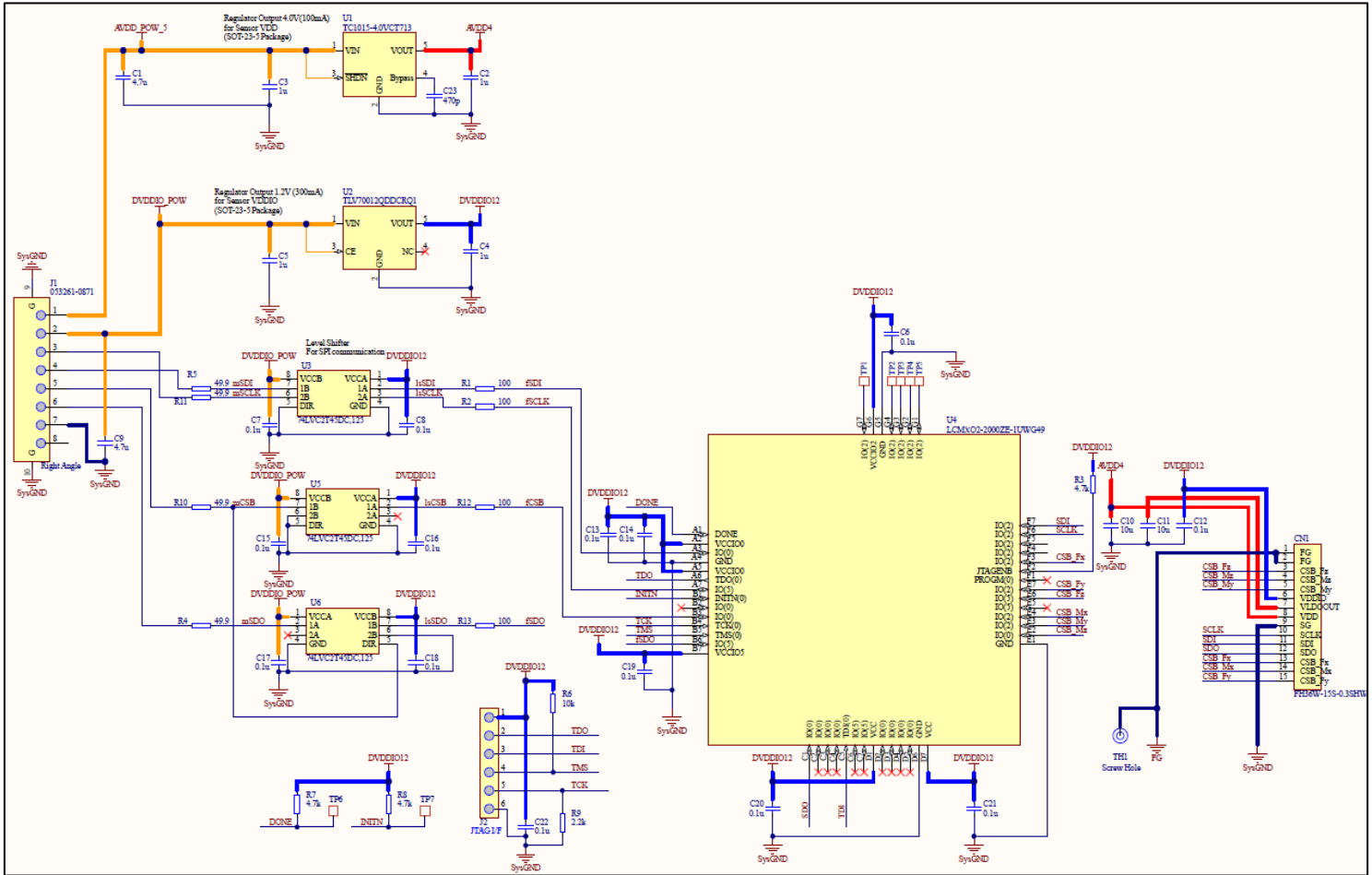
### 7-1 拡張基板: MMS101 SPI1 Shield Ver.1.0



## 7-2 变换基板: MMS101B SPI1 Conv.BD Ver.1.0

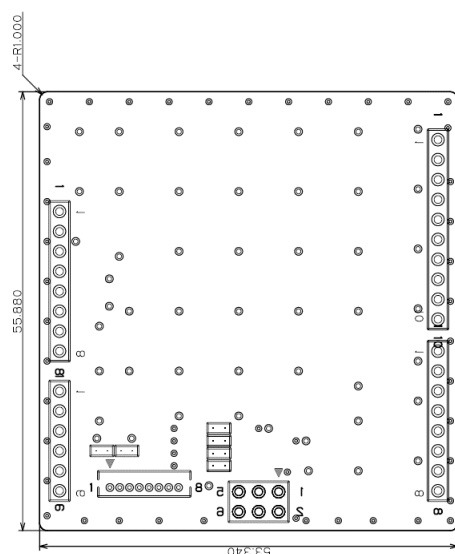


### 7-3 变换基板: MMS101C SPI1 Conv.BD Ver.1.0

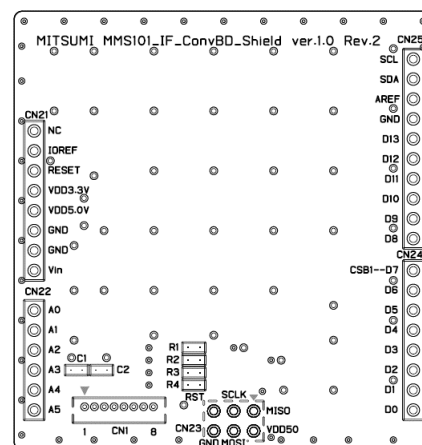


## 8 レイアウト図

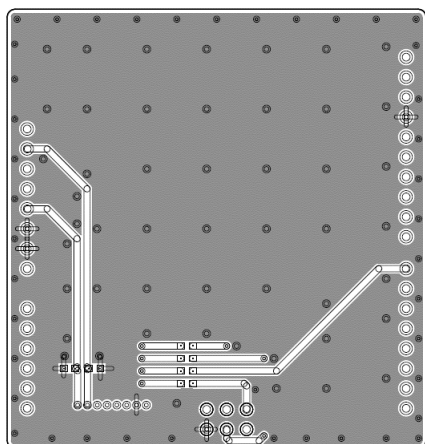
### 8-1 拡張基板: MMS101 SPI1 Shield Ver.1.0



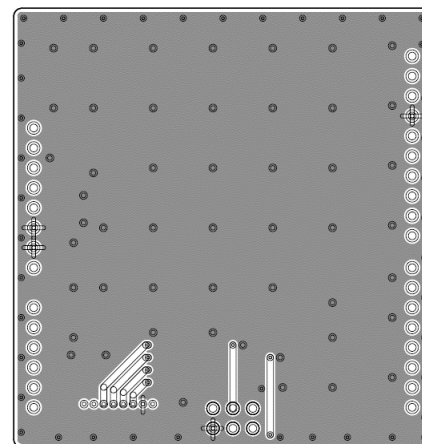
寸法図



部品配置図

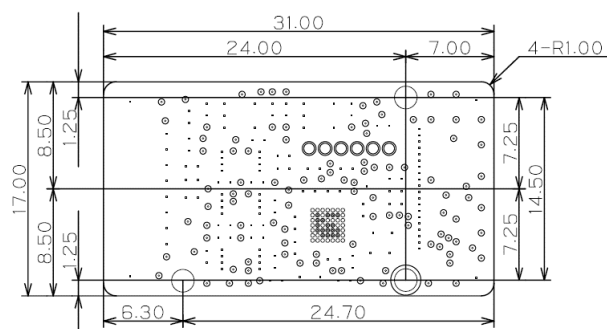


パターン図(部品面)

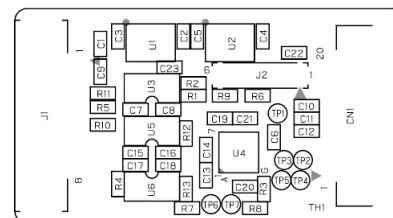


パターン図(半田面)

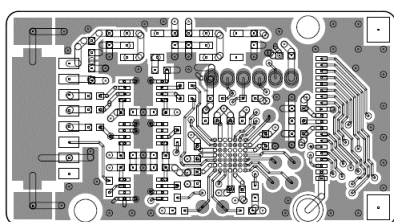
## 8-2 変換基板: MMS101B SPI1 Conv.BD Ver.1.0

取付穴:  $\Phi 1.8$ 

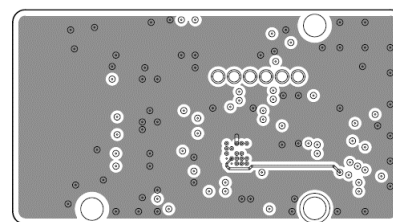
寸法図 (Unit: mm)



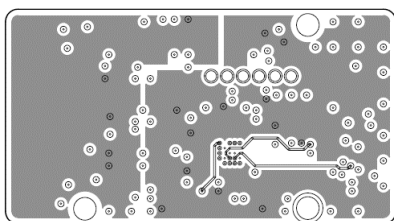
部品配置図



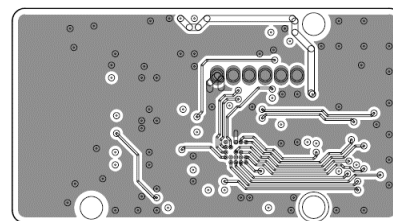
パターン図 (部品面)



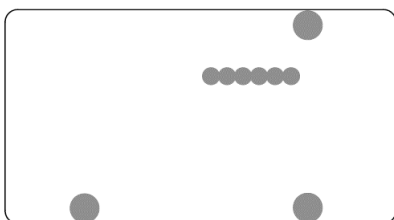
パターン図 (L2)



パターン図 (L3)

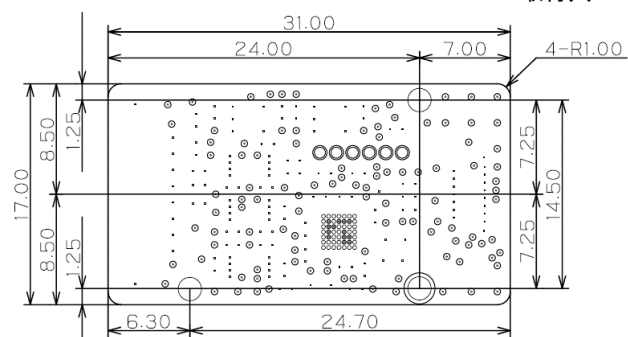


パターン図 (L4)

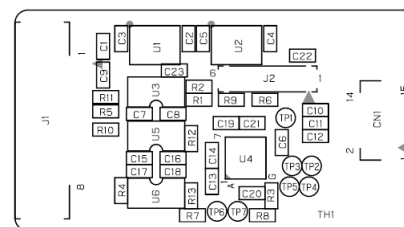


パターン図 (半田面)

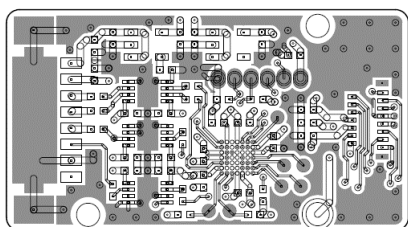
## 8-3 変換基板: MMS101C SPI1 Conv.BD Ver.1.0

取付穴:  $\Phi 1.8$ 

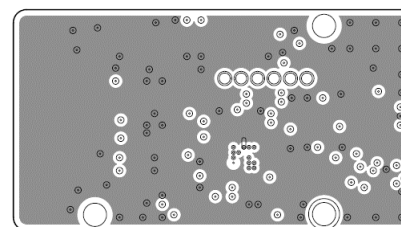
寸法図 (Unit: mm)



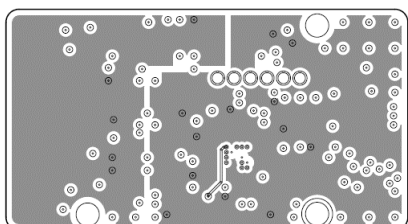
部品配置図



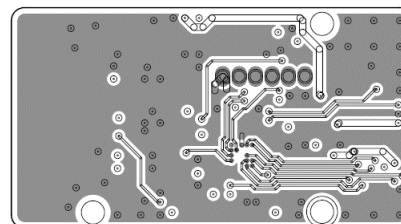
パターン図 (部品面)



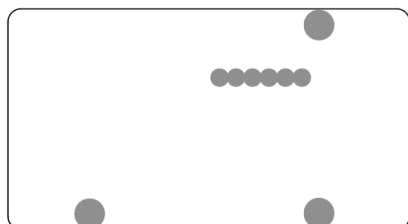
パターン図 (L2)



パターン図 (L3)



パターン図 (L4)



パターン図 (半田面)

## 9 部品表

### 9-1 拡張基板: MMS101 SPI1 Shield Ver.1.0

Designator	Model	Maker	Parts name	Value	Q'ty
C1	GRM188R61E106KA73D	muRata	Capacitor	10u	1
C2	CGA3E2X7R1H104K080AA	TDK	Capacitor	0.1u	1
CN1	530470810	Molex	Connector	8pin	1
CN21, CN24	85	Adafruit Industries	Pin header	8pin	2
CN22	85	Adafruit Industries	Pin header	6pin	1
CN23	85	Adafruit Industries	Pin header	6pin	1
CN25	85	Adafruit Industries	Pin header	10pin	1
R1, R2, R3, R4	RK73H1JTDD49R9F	KOA	Resistor	49.9	4

### 9-2 変換基板: MMS101B SPI1 Conv.BD Ver.1.0

Designator	Model	Maker	Parts name	Value	Q'ty
C1, C9	GRM155R61A474KE15D	muRata	Capacitor	4.7u	2
C2, C3, C4, C5	GRM155R61E105KA12D	muRata	Capacitor	1u	4
C6, C7, C8, C12, C13, C14, C15, C16, C17, C18, C19, C20, C21, C22	GCM155R71C104KA55D	muRata	Capacitor	0.1u	14
C10, C11	GRM155R61A106ME11D	muRata	Capacitor	10u	2
C23	GCM1555C1H471JA16D	muRata	Capacitor	470p	1
CN1	FH52K-20S-0.5SH	Hirose Electric	Connector	20pin	1
J1	532610871	Molex	Connector	8pin	1
J2	XB-1-3 6pin	Mac8	Pin header	OPEN	1
R1, R2, R12, R13	RK73H1ETTP1000	KOA	Resistor	100	4
R3, R7, R8	RMC1/16SK472FTH	KAMAYA	Resistor	4.7k	3
R4, R5, R10, R11	RK73H1ETTP49R9F	KOA	Resistor	49.9	4
R6	RMC1/16SK103FTH	KAMAYA	Resistor	10k	1
R9	RK73H1ETTP2201F	KOA	Resistor	2.2k	1
TH1	-	-	Through hole	Φ1.8	1
TH2	-	-	None TH	Φ1.8	1
TP1, TP2, TP3, TP4, TP5, TP6, TP7	-	-	Test land	Φ1.0	7
U1	TC1015-4.0VCT713	Microchip Technology	LDO	4.0V,100mA	1
U2	TLV70012QDDCRQ1	Texas Instruments	LDO	1.2V,300mA	1
U3, U5, U6	74LVC2T45DC,125	Nexperia USA Inc.	Level shifter	-	3
U4	LCMXO2-2000ZE-1UWG49	Lattice Semiconductor	FPGA	-	1

## 9-3 変換基板: MMS101C SPI1 Conv.BD Ver.1.0

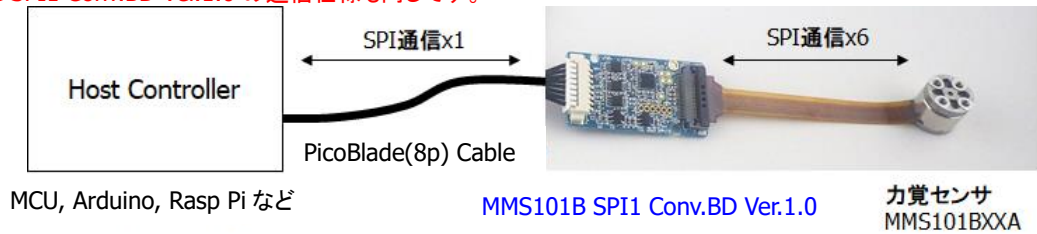
Designator	Model	Maker	Parts name	Value	Q'ty
C1, C9	GRM155R61A474KE15D	muRata	Capacitor	4.7u	2
C2, C3, C4, C5	GRM155R61E105KA12D	muRata	Capacitor	1u	4
C6, C7, C8, C12, C13, C14, C15, C16, C17, C18, C19, C20, C21, C22	GCM155R71C104KA55D	muRata	Capacitor	0.1u	14
C10, C11	GRM155R61A106ME11D	muRata	Capacitor	10u	2
C23	GCM1555C1H471JA16D	muRata	Capacitor	470p	1
CN1	FH36W-15S-0.3SHW	Hirose Electric	Connector	15pin	1
J1	532610871	Molex	Connector	8pin	1
J2	XB-1-3 6pin	Mac8	Pin header	OPEN	1
R1, R2, R12, R13	RK73H1ETTP1000	KOA	Resistor	100	4
R3, R7, R8	RMC1/16SK472FTH	KAMAYA	Resistor	4.7k	3
R4, R5, R10, R11	RK73H1ETTP49R9F	KOA	Resistor	49.9	4
R6	RMC1/16SK103FTH	KAMAYA	Resistor	10k	1
R9	RK73H1ETTP2201F	KOA	Resistor	2.2k	1
TH1	-	-	Through hole	Φ1.8	1
TH2	-	-	None TH	Φ1.8	1
TP1, TP2, TP3, TP4, TP5, TP6, TP7	-	-	Test land	Φ1.0	7
U1	TC1015-4.0VCT713	Microchip Technology	LDO	4.0V,100mA	1
U2	TLV70012QDDCRQ1	Texas Instruments	LDO	1.2V,300mA	1
U3, U5, U6	74LVC2T45DC,125	Nexperia USA Inc.	Level shifter	-	3
U4	LCMXO2-2000ZE-1UWG49	Lattice Semiconductor	FPGA	-	1

## 10 MMS101B SPI1 Conv.BD Ver.1.0 通信仕様

### 10-1 概要

変換基板 MMS101B SPI1 Conv.BD Ver.1.0 (以降、SPI1 Conv.BD とします) は、力覚センサ MMS101BXXA の SPI 通信の 6 配線を、SPI 通信の 1 配線に集約して、ホストコントローラとの通信を行います。

変換基板 MMS101C SPI1 Conv.BD Ver.1.0 の通信仕様も同じです。



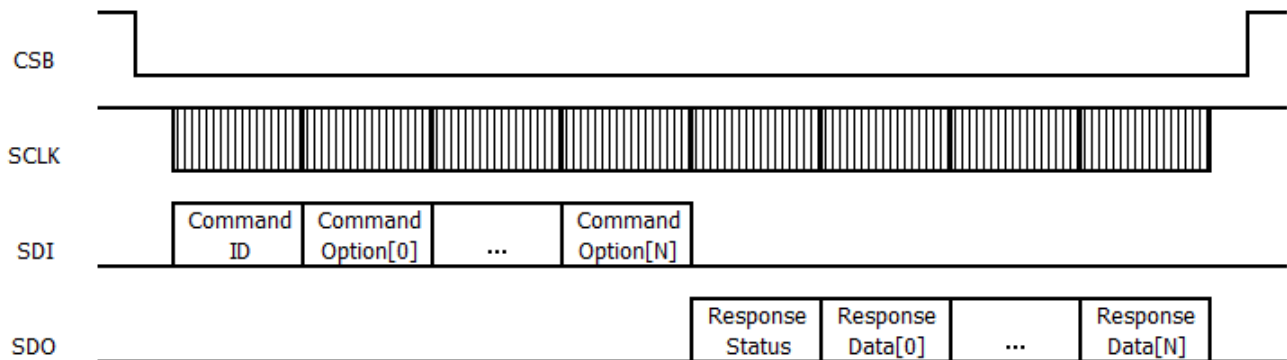
### 10-2 SPI 通信設定

ホストコントローラと SPI1 Conv.BD は SPI で通信します。SPI 通信設定は以下です。

項目	設定値
動作モード	Mode3(CPOL=1,CPHA=1)
ボーレート	~ 2MHz
データ長	8 bit
データ転送方向	MSB First
バイトオーダー	Big Endian

### 10-3 通信フォーマット

SPI1 Conv.BD は、受信したコマンドに対して、必ずレスポンスを返します。基本的な通信フォーマットは以下になります。



#### コマンドフォーマット

Byte	Name	内容
0	Command ID	SPI1 Conv.BD に指示するコマンドの識別コードです。 <a href="#">コマンド一覧</a> を参照してください
1	Command Option[0]	Command ID に付随するパラメータがあるときに、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。
:	:	
N+2	Command Option[N]	

#### レスポンスフォーマット

Byte	Name	内容
0	Response Status	コマンドの実行結果を示します。 <a href="#">Status Code 一覧</a> を参照してください。
1	Response Data[0]	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。
:	:	
N+2	Response Data[N]	

## 10-4 コマンド一覧

SPI1 Conv.BD に指示するコマンドは、以下になります。

Name	Command ID	動作
START	0xF0	SPI1 Conv.BD が測定を開始するコマンド
DATA2(*1)	0xE2	SPI1 Conv.BD が保持している ADC データを取得するコマンド
RESTART	0xC0	MMS101 のオフセット温特補正用温度センサ値を更新するコマンド
BOOT	0xB0	SPI1 Conv.BD が MMS101 からマトリクス補正係数を取得し保持するコマンド
STOP	0xB2	SPI1 Conv.BD が測定を停止するコマンド
RESET	0xB4	SPI1 Conv.BD のデータ、状態をリセットするコマンド
STATUS	0x80	SPI1 Conv.BD の状態を読み出すコマンド
VERSION	0xA2	SPI1 Conv.BD のバージョンを読み出すコマンド
COEFF	0x30(*2)	SPI1 Conv.BD が保持しているマトリクス補正係数を読み出すコマンド
INTERVAL	0x44	MMS101 のオフセット温特補正用温度センサ値を設定した周期で更新するコマンド

(\*1) ユーザーのシステムでマトリクス演算を実施してください。

(\*2) 軸毎にコマンド ID が異なります (Fx=0x30、Fy=0x32、Fz=0x34、Mx=0x36、My=0x38、Mz=0x3A)

### 10-4-1 START コマンド

SPI1 Conv.BD が測定を開始するコマンドです。MMS101 から 1msec 間隔で ADC データを取得し、最新データを保持します。READY 状態のときに実行してください。

コマンドフォーマット

Byte	Data	内容
0	Command ID=0xF0	

レスポンスフォーマット

Byte	Data	内容
0	Status Code	<a href="#">Status Code 一覧</a> を参照してください

### 10-4-2 DATA2 コマンド

SPI1 Conv.BD が保持している ADC データ(マトリクス演算前)を取得するコマンドです。力覚データを得るには、ADC データに対して、マトリクス演算を実施してください。予め COEFF コマンドでマトリクス補正係数を取得してください。MEASURE 状態のときに実行してください。

コマンドフォーマット

Byte	Data	内容
0	Command ID=0xE2	

レスポンスフォーマット

Byte	Data	内容
0	Status Code	<a href="#">Status Code 一覧</a> を参照してください
1-2	Measure Status	<a href="#">Measure Status 一覧</a> を参照してください
3-5	FxADC	各軸の ADC データ
6-8	FyADC	
9-11	FzADC	
12-14	MxADC	
15-17	MyADC	
18-20	MzADC	

マトリクス演算式:

$$FxMD = A1 * FxADC + A2 * FyADC + A3 * FzADC + A4 * MxADC + A5 * MyADC + A6 * MzADC$$

...

$$MzMD = F1 * FxADC + F2 * FyADC + F3 * FzADC + F4 * MxADC + F5 * MyADC + F6 * MzADC$$

単位換算式:

$$Fx = FxMD / 2^{11} [*0.001 \text{ N}]$$

...

$$Mz = MzMD / 2^{11} [*0.00001 \text{ Nm}]$$

詳細は、データシートの[マトリクス演算]を参照してください。

### 10-4-3 RESTART コマンド

MMS101 のオフセット温特補正用温度センサ値を更新するコマンドです。MEASURE 状態のときに実行してください。

INTERVAL コマンドで温度センサ値の自動更新周期を設定することも可能です。

コマンドフォーマット

Byte	Data	内容
0	Command ID=0xC0	

レスポンスフォーマット

Byte	Data	内容
0	Status Code	<a href="#">Status Code 一覧</a> を参照してください

#### 10-4-4 BOOT コマンド

SPI1 Conv.BD が、MMS101 からマトリクス補正係数を取得し、保持するコマンドです。STANDBY 状態のときに実行してください。

コマンドフォーマット

Byte	Data	内容
0	Command ID=0xB0	

レスポンスフォーマット

Byte	Data	内容
0	Status Code	<a href="#">Status Code 一覧</a> を参照してください

#### 10-4-5 STOP コマンド

SPI1 Conv.BD が測定を停止するコマンドです。MEASURE 状態のときに実行してください。

コマンドフォーマット

Byte	Data	内容
0	Command ID=0xB2	

レスポンスフォーマット

Byte	Data	内容
0	Status Code	<a href="#">Status Code 一覧</a> を参照してください

#### 10-4-6 RESET コマンド

SPI1 Conv.BD の内部情報、マトリクス補正係数をリセットします。MMS101 に対してリセットを実行します。本コマンド実行後、STANDBY 状態に遷移します。

コマンドフォーマット

Byte	Data	内容
0	Command ID=0xB4	

レスポンスフォーマット

Byte	Data	内容
0	Status Code	<a href="#">Status Code 一覧</a> を参照してください

#### 10-4-7 STATUS コマンド

SPI1 Conv.BD の状態を読み出すコマンドです。各状態で実行可能です。

コマンドフォーマット

Byte	Data	内容
0	Command ID=0x80	

レスポンスフォーマット

Byte	Data	内容
0	Status Code	<a href="#">Status Code 一覧</a> を参照してください
1-2	Measure Status	<a href="#">Measure Status 一覧</a> を参照してください
3	State ID	<a href="#">State ID 一覧</a> を参照してください

### 10-4-8 VERSION コマンド

SPI1 Conv.BD のハードウェアバージョン、ファームウェアバージョンを応答するコマンドです。各状態で実行可能です。

コマンドフォーマット

Byte	Data	内容
0	Command ID=0xA2	

レスポンスフォーマット

Byte	Data	内容
0	Status Code	<a href="#">Status Code 一覧</a> を参照してください
1-2	ハードウェアバージョン	2 桁のハードウェアバージョンを示します
3	ファームウェアバージョン	4 桁のファームウェアバージョンを示します

### 10-4-9 COEFF コマンド

SPI1 Conv.BD が保持しているマトリクス係数を取得するコマンドです。予め BOOT コマンドで MMS101 からマトリクス補正係数を取得しておく必要があります。軸ごとに Command ID が異なります。READY 状態で実行してください。

コマンドフォーマット

Byte	Data	内容
0	Command ID=0x30	0x30 = Fx, 0x32 = Fy, 0x34 = Fz, 0x36 = Mx, 0x38 = My, 0x3A = Mz

レスポンスフォーマット

Byte	Data	内容
0	Status Code	<a href="#">Status Code 一覧</a> を参照してください
1-3	Coefficient Data1	マトリクス補正係数 1 (A1 ~ F1)
4-6	Coefficient Data2	マトリクス補正係数 2 (A2 ~ F2)
7-9	Coefficient Data3	マトリクス補正係数 3 (A3 ~ F3)
10-12	Coefficient Data4	マトリクス補正係数 4 (A4 ~ F4)
13-15	Coefficient Data5	マトリクス補正係数 5 (A5 ~ F5)
16-18	Coefficient Data6	マトリクス補正係数 6 (A6 ~ F6)

### 10-4-10 INTERVAL コマンド

MMS101 のオフセット温特補正用温度センサ値を更新するコマンドです。データを取得した回数が Interval 値に達するとオフセット温特補正用温度センサ値を更新し、データ取得回数はリセットします。Interval 値の周期で、オフセット温特補正用温度センサ値を自動更新します。各状態で実行可能です。

RESTART コマンドを実施した場合も、データ取得回数をリセットします。

コマンドフォーマット

Byte	Data	内容
0	Command ID=0x44	
1-3	Interval = 0~10,000,000	0: 温度更新を自動で行いません。 N(>0): データを N 回取得した後に温度センサ値の更新を実施します。

レスポンスフォーマット

Byte	Data	内容
0	Status Code	<a href="#">Status Code 一覧</a> を参照してください

## 10-5 Status Code 一覧

受信したコマンドの実行結果を示します。

Status Code	内容	
0x00	OK	エラー無し
0x01	Busy	アクセス拒否(コマンドを受け取れる状態では無い場合)
0x81	Not Support	非サポートコマンドを受け付けた場合
0x82	Illegal Command	不正なコマンドフォーマット
0x83	Illegal Parameter	不正なパラメータ(範囲外)

## 10-6 Measure Status 一覧

SPI1 Conv.BD でエラーが発生した際に、該当ビットが 1 になります。エラーがない場合は、すべてのビットが 0 になります。  
(例) BOOT 処理中に Fx 軸との通信エラーが発生した場合は、b0=1、B6=1 となります。

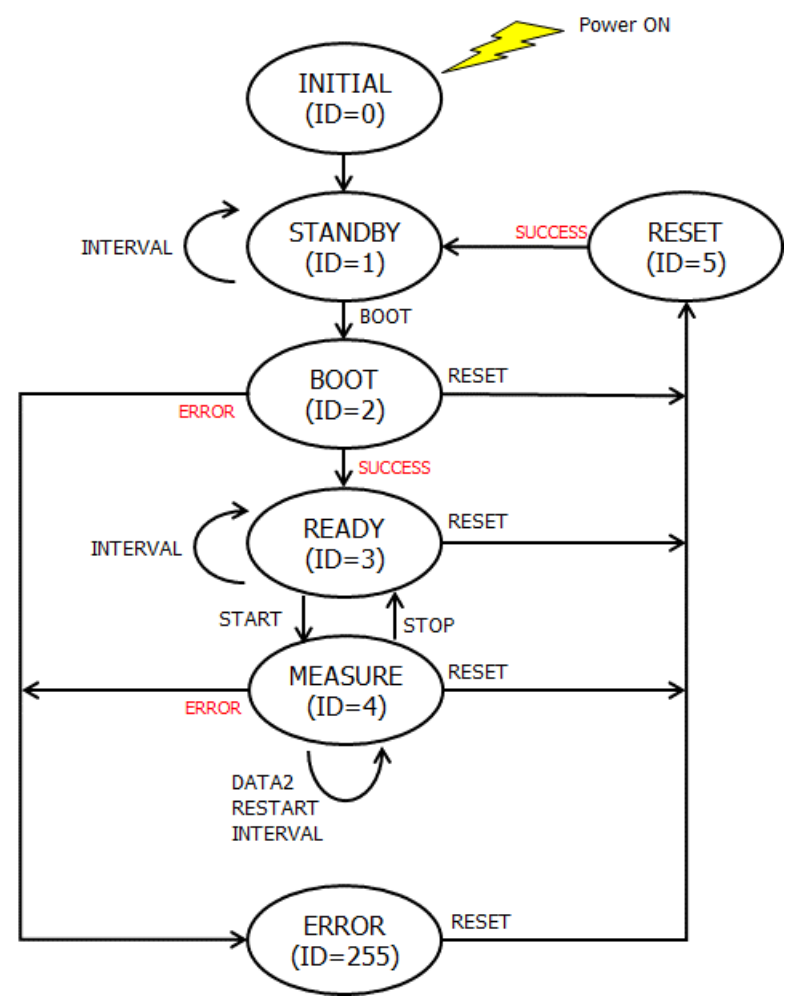
Bit	内容	
b0	Fx NACK	MMS101 の該当する軸への通信エラー(NACK 応答)
b1	Fy NACK	
b2	Fz NACK	
b3	Mx NACK	
b4	My NACK	
b5	Mz NACK	
b6	BOOT Error	BOOT 処理中の通信エラー
b7	START Error	START 処理時の通信エラー
b8	MEASURE Error	MEASURE 処理中の通信エラー
b9	Not Update	新しい ADC データが準備できていない
b10	RESTART Error	RESTART 処理時の通信エラー
b11	STOP Error	STOP 処理時の通信エラー
b12	RESET Error	RESET 処理時の通信エラー
b13-b15	Reserved	-

## 10-7 State ID 一覧

SPI Conv.BD の状態を示します。

状態	ID	動作
INITIAL	0	電源投入直後の内部初期化。
STANDBY	1	内部初期化完了後の BOOT コマンド待ち状態。
BOOT	2	MMS101 からマトリクス補正係数の取得動作。
READY	3	マトリクス補正係数を保持し、START コマンド待ち状態。
MEASURE	4	1msec 間隔で ADC データを更新。 DATA2 コマンドで、保持している最新 ADC データを出力。
RESET	5	MMS101 に対してリセットコマンドを実行。 SPI1 Conv.BD の内部変数、マトリクス補正係数をリセット
ERROR	255	Error 発生時に遷移。ホストから RESET コマンドが実行されるまで待機。

10-8 状態遷移図

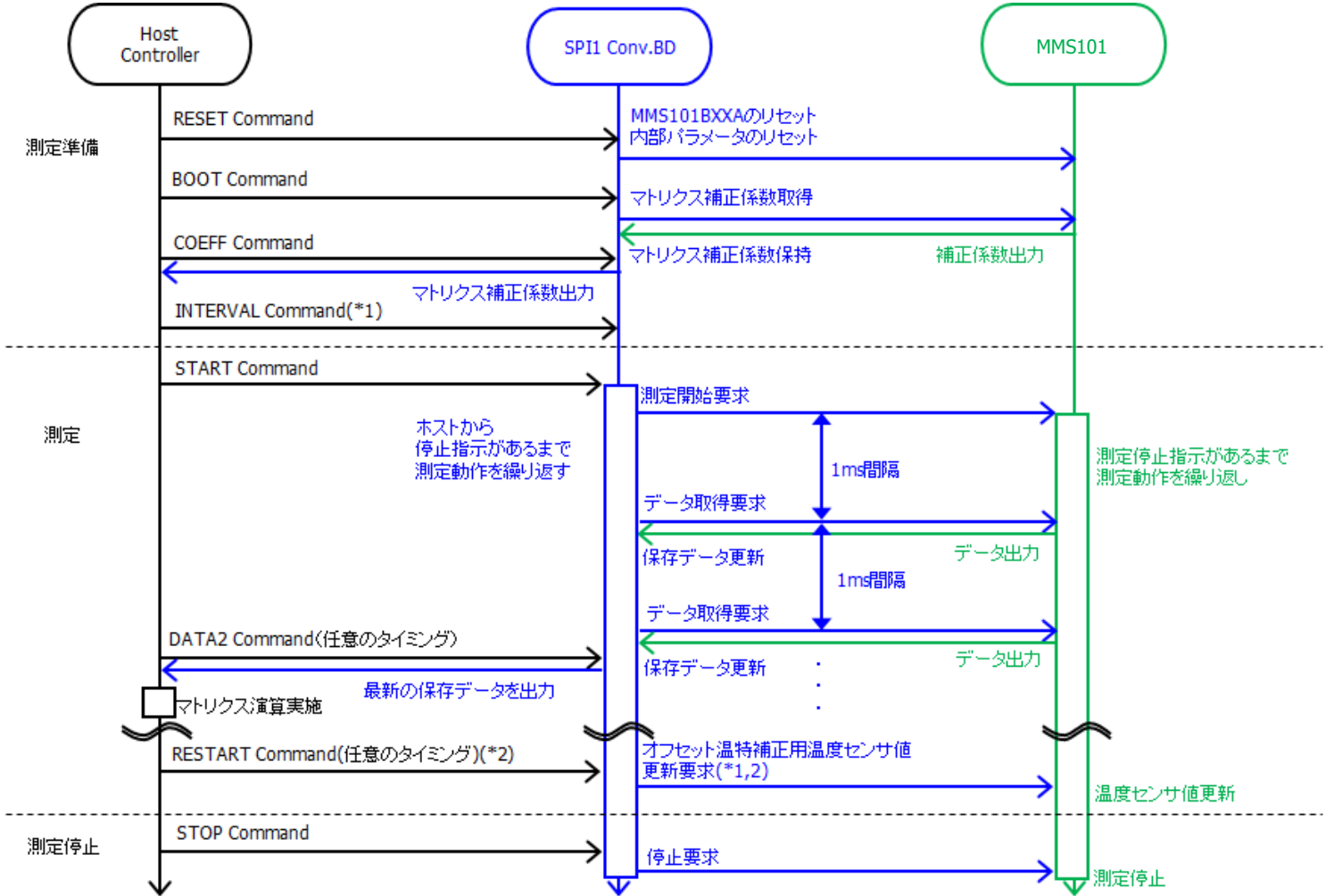


10-9 状態遷移表

		State						
		INITIAL	STANDBY	BOOT	READY	MEASURE	RESET	ERROR
Command	START	/	/	/	->MEASURE	/	/	/
	DATA2	/	=	=	=	=	=	=
	RESTART	/	/	/	/	=	/	/
	BOOT	/	->BOOT	/	/	/	/	/
	STOP	/	/	/	/	->READY	/	/
	RESET	/	->RESET	->RESET	->RESET	->RESET	/	->RESET
	STATUS	/	=	=	=	=	=	=
	VERSION	/	=	=	=	=	=	=
	COEFF	/	=	=	=	=	/	/
	INTERVAL	/	=	=	=	=	/	/

[->] 状態遷移    [=] 状態維持    [/] 無視(Busy を返します)

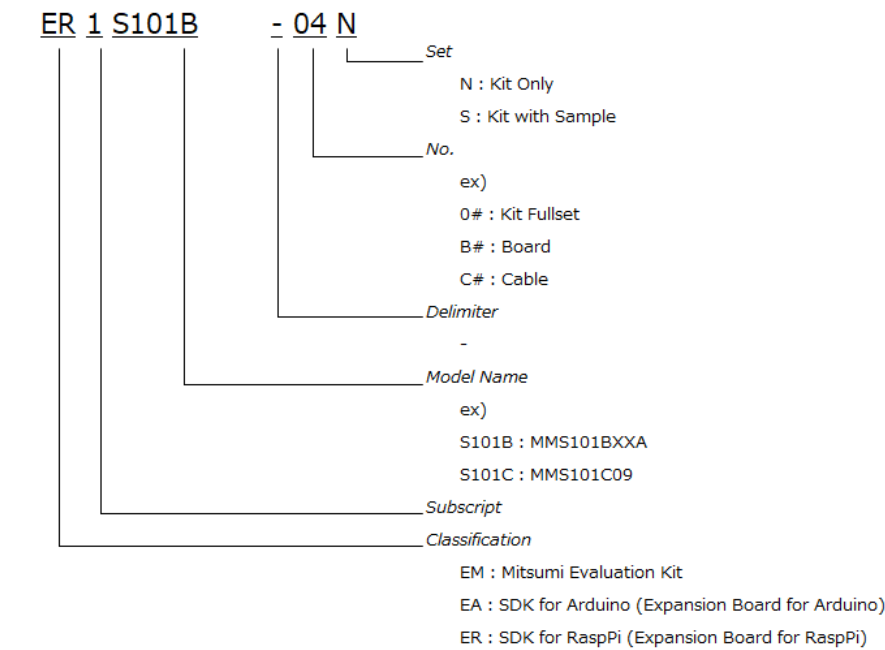
10-10 動作フロー



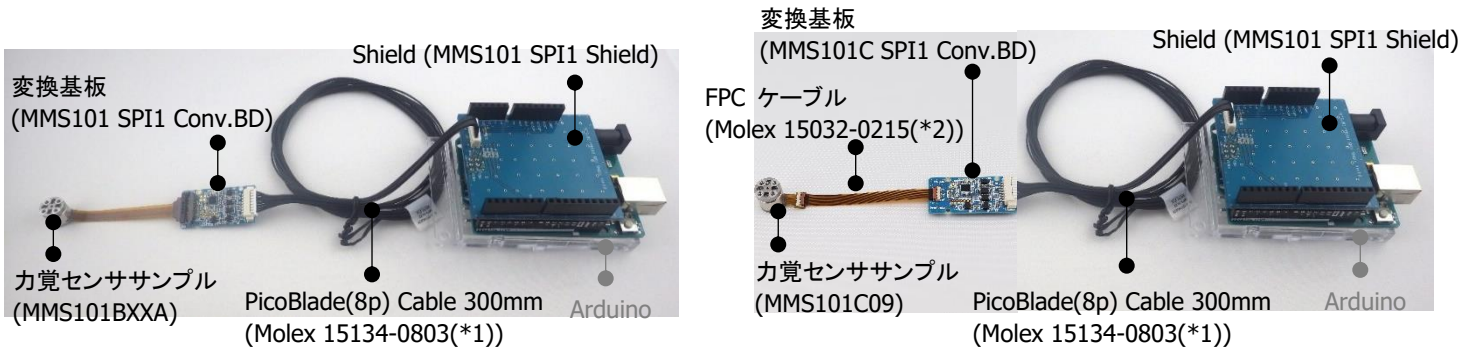
(\*1)(\*2) INTERVAL Command、RESTART Command に従って、オフセット温特補正用の温度センサ値の更新を行います。

11 注文情報

11-1 PO No. 詳細



11-2 ラインナップ

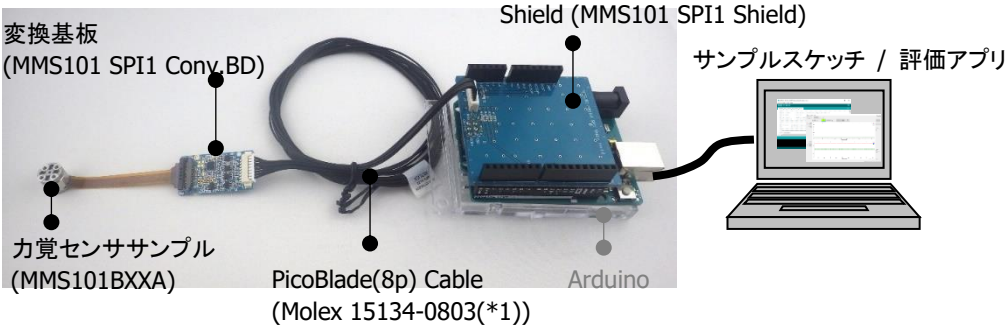
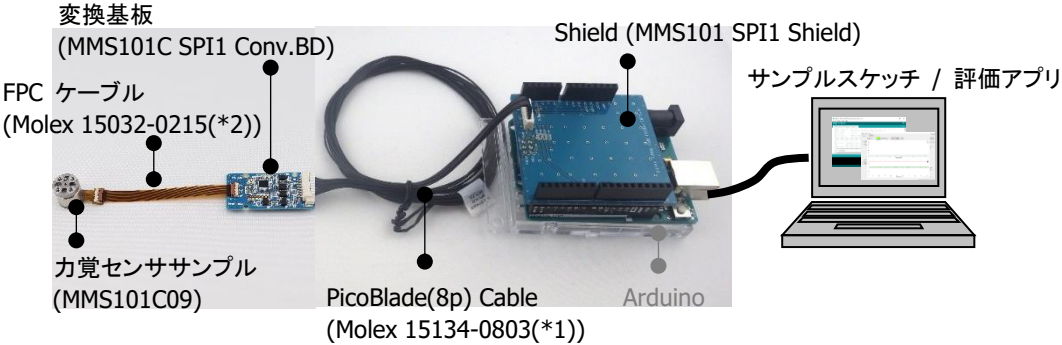
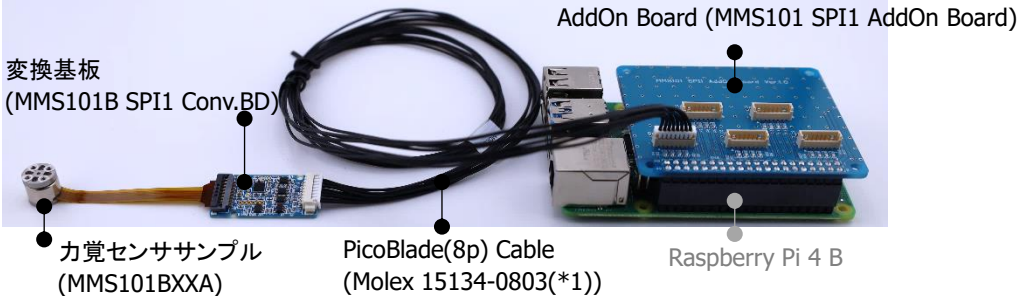
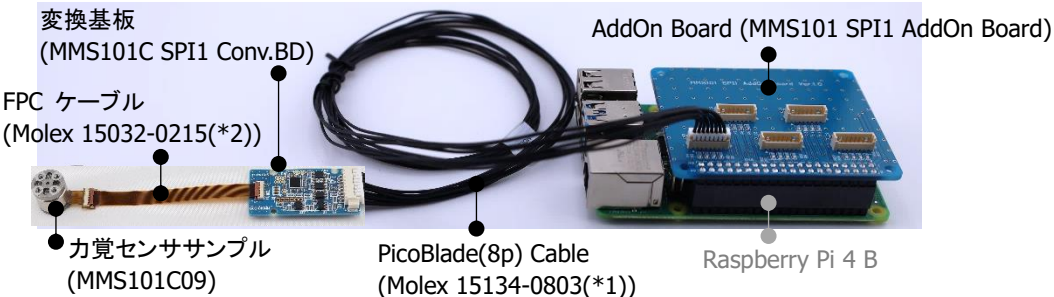


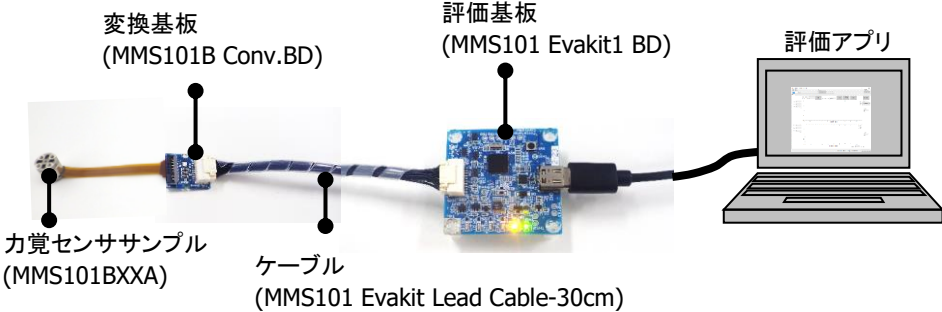
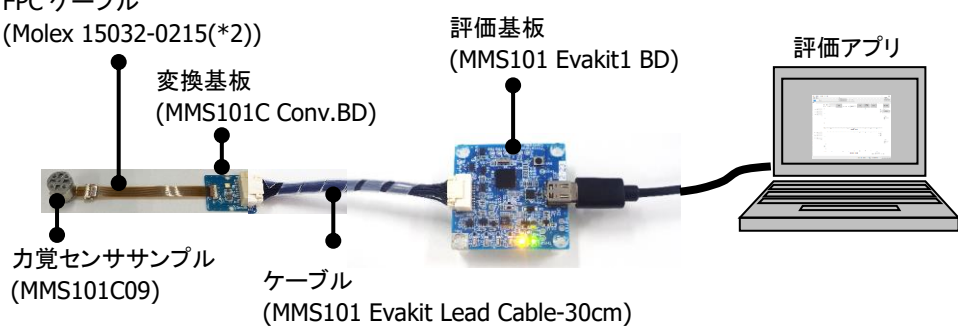
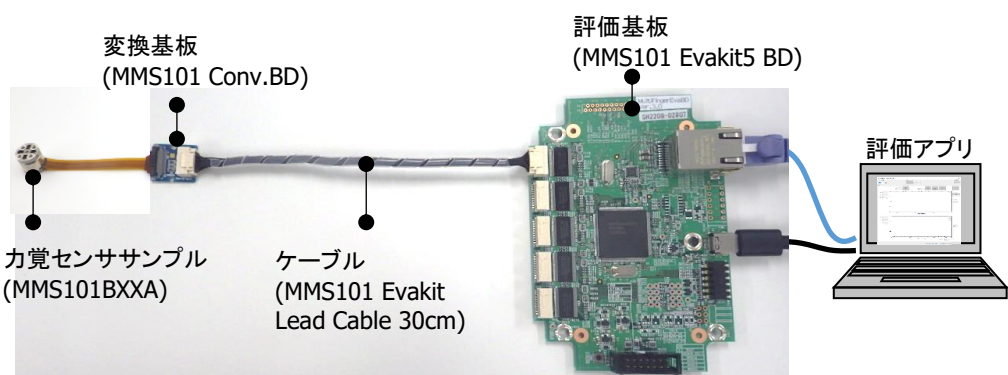
PO No.	Details			Contents			
	Product Name	Kit Name	Set	Main Contents	Sample	Accessory1	Accessory2
MMS101B							
EA1S101B-04N	MMS101BXXA	MMS101B SDK for Arduino	Kit Only	MMS101 SPI1 Shield	no	MMS101B SPI1 Conv.BD	PicoBlade(8p) Cable 300mm (*1)
EA1S101B-04S	MMS101BXXA	MMS101B SDK for Arduino	Kit with Sample	MMS101 SPI1 Shield	MMS101BXXA	MMS101B SPI1 Conv.BD	PicoBlade(8p) Cable 300mm (*1)
EA1S101B-B1	MMS101BXXA	MMS101B SPI1 Conv.BD	Accessory	MMS101B SPI1 Conv.BD	-	-	-

PO No.	Details			Contents			
	Product Name	Kit Name	Set	Main Contents	Sample	Accessory1	Accessory2
<b>MMS101C</b>							
EA1S101C-04N	MMS101C09	MMS101C SDK for Arduino	Kit Only	MMS101 SPI1 Shield	no	MMS101C SPI1 Conv.BD + FPC Cable(*2)	PicoBlade(8p) Cable 300mm (*1)
EA1S101C-04S	MMS101C09	MMS101C SDK for Arduino	Kit with Sample	MMS101 SPI1 Shield	MMS101C09	MMS101C SPI1 Conv.BD + FPC Cable(*2)	PicoBlade(8p) Cable 300mm (*1)
EA1S101C-B1	MMS101C09	MMS101C SPI1 Conv.BD	Accessory	MMS101C SPI1 Conv.BD	-	-	-

- (\*1) Molex 社製の PicoBlade(8p) Cable (Model No. 15134-0803)です。  
追加購入や長さ違いが必要な際には、市販の PicoBlade(8p) Cable をご利用ください。
- (\*2) Molex 社製の FPC Cable(Model No. 15032-0215)です。  
追加購入や長さ違いが必要な際には、市販の FPC Cable をご利用ください。

## 11-3 評価キット一覧

評価キット名	構成/特徴
MMS101 SDK for Arduino	 <p>変換基板 (MMS101 SPI1 Conv.BD)</p> <p>力覚センササンプル (MMS101BXXA)</p> <p>PicoBlade(8p) Cable (Molex 15134-0803(*1))</p> <p>Shield (MMS101 SPI1 Shield)</p> <p>サンプルスケッチ / 評価アプリ</p> <p>Arduino</p> <p>◆外部通信: USB ◆Arduino は付属しません</p>
	 <p>変換基板 (MMS101C SPI1 Conv.BD)</p> <p>FPC ケーブル (Molex 15032-0215(*2))</p> <p>力覚センササンプル (MMS101C09)</p> <p>PicoBlade(8p) Cable (Molex 15134-0803(*1))</p> <p>Shield (MMS101 SPI1 Shield)</p> <p>サンプルスケッチ / 評価アプリ</p> <p>Arduino</p> <p>◆外部通信: USB ◆Arduino は付属しません</p>
MMS101 SDK for Raspberry Pi	 <p>変換基板 (MMS101B SPI1 Conv.BD)</p> <p>力覚センササンプル (MMS101BXXA)</p> <p>PicoBlade(8p) Cable (Molex 15134-0803(*1))</p> <p>AddOn Board (MMS101 SPI1 AddOn Board)</p> <p>Raspberry Pi 4 B</p> <p>◆最大 5 サンプルの同時接続可能 ◆Raspberry Pi は付属しません</p>
	 <p>変換基板 (MMS101C SPI1 Conv.BD)</p> <p>FPC ケーブル (Molex 15032-0215(*2))</p> <p>力覚センササンプル (MMS101C09)</p> <p>PicoBlade(8p) Cable (Molex 15134-0803(*1))</p> <p>AddOn Board (MMS101 SPI1 AddOn Board)</p> <p>Raspberry Pi 4 B</p> <p>◆最大 5 サンプルの同時接続可能 ◆Raspberry Pi は付属しません</p>

MMS101 Evakit1	 <p>変換基板 (MMS101B Conv.BD)</p> <p>評価基板 (MMS101 Evakit1 BD)</p> <p>評価アプリ</p> <p>力覚センササンプル (MMS101BXxA)</p> <p>ケーブル (MMS101 Evakit Lead Cable-30cm)</p> <p>◆外部通信: USB</p>
	 <p>FPC ケーブル (Molex 15032-0215(*2))</p> <p>変換基板 (MMS101C Conv.BD)</p> <p>評価基板 (MMS101 Evakit1 BD)</p> <p>評価アプリ</p> <p>力覚センササンプル (MMS101C09)</p> <p>ケーブル (MMS101 Evakit Lead Cable-30cm)</p> <p>◆外部通信: USB</p>
MMS101 Evakit5	 <p>変換基板 (MMS101 Conv.BD)</p> <p>評価基板 (MMS101 Evakit5 BD)</p> <p>評価アプリ</p> <p>力覚センササンプル (MMS101BXxA)</p> <p>ケーブル (MMS101 Evakit Lead Cable 30cm)</p> <p>◆外部通信: Ethernet / USB</p> <p>◆最大 5 サンプルの同時接続可能(Ethernet のみ)</p>

(\*1) Molex 社製の PicoBlade(8p) Cable (Model No. 15134-0803)です。

追加購入や長さ違いが必要な際には、市販の PicoBlade(8p) Cable をご利用ください。

(\*2) Molex 社製の FPC Cable(Model No. 15032-0215)です。

追加購入や長さ違いが必要な際には、市販の FPC Cable をご利用ください。

**【お問合せ】**

ミツミ電機株式会社  
半導体事業部設計技術部

〒243-8533  
神奈川県厚木市酒井 1601  
TEL: 046-230-3367  
URL: <https://product.minebeamitsumi.com/contact/>

## 免責事項（取り扱い上の注意）

1. 本資料に記載のすべての情報（製品データ、仕様、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等）は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。
2. 本資料に記載の回路例および使用方法是参考情報であり、量産設計を保証するものではありません。本資料に記載の情報を使用したことによる、本資料に記載の製品（以下、本製品といいます）に起因しない損害や第三者の知的財産権等の権利に対する侵害に関し、弊社はその責任を負いません。
3. 本資料の記載に誤りがあり、それに起因する損害が生じた場合において、弊社はその責任を負いません。
4. 本資料に記載の範囲内の条件、特に絶対最大定格、動作電圧範囲、電気的特性等に注意して製品を使用してください。本資料に記載の範囲外の条件での使用による故障や事故等に関する損害等について、弊社はその責任を負いません。
5. 本製品の使用にあたっては、用途および使用する地域、国に対応する法規制、および用途への適合性、安全性等を確認、試験してください。
6. 本製品を輸出する場合は、外国為替および外国貿易法、その他輸出関連法令を遵守し、関連する必要な手続きを行ってください。
7. 本製品を大量破壊兵器の開発や軍事利用の目的で使用および、提供（輸出）することは固くお断りします。核兵器、生物兵器、化学兵器およびミサイルの開発、製造、使用もしくは貯蔵、またはその他の軍事用途を目的とする者へ提供（輸出）した場合、弊社はその責任を負いません。
8. 本製品は、生命・身体に影響を与えるおそれのある機器または装置の部品および財産に損害を及ぼすおそれのある機器または装置の部品（医療機器、防災機器、防犯機器、燃焼制御機器、インフラ制御機器、車両機器、交通機器、車載機器、航空機器、宇宙機器、および原子力機器等）として設計されたものではありません。上記の機器および装置には使用しないでください。ただし、弊社が車載用等の用途を事前に明示している場合を除きます。上記機器または装置の部品として本製品を使用された場合または弊社が事前明示した用途以外に本製品を使用された場合、これらにより発生した損害等について、弊社はその責任を負いません。
9. 半導体製品はある確率で故障、誤動作する場合があります。本製品の故障や誤動作が生じた場合でも人身事故、火災、社会的損害等発生しないように、お客様の責任において冗長設計、延焼対策、誤動作防止等の安全設計をしてください。また、システム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
10. 本製品は、耐放射線設計しておりません。お客様の用途に応じて、お客様の製品設計において放射線対策を行ってください。
11. 本製品は、通常使用における健康への影響はありませんが、化学物質、重金属を含有しているため、口中には入れないようにしてください。また、ウエハ、チップの破断面は鋭利な場合がありますので、素手で接触の際は怪我等に注意してください。
12. 本製品を廃棄する場合には、使用する地域、国に対応する法令を遵守し、適切に処理してください。
13. 本資料は、弊社の著作権、ノウハウに係わる内容も含まれております。本資料中の記載内容について、弊社または第三者の知的財産権、その他の権利の実施、使用を許諾または保証するものではありません。本資料の一部または全部を弊社の許可なく転載、複製し、第三者に開示することは固くお断りします。
14. 本資料の内容の詳細その他ご不明な点については、販売窓口までお問い合わせください。
15. この免責事項は、日本語を正本として示します。英語や中国語で翻訳したものがあった場合、日本語の正本が優越します。