

STM32 Nucleo 用モーション MEMS／環境センサ拡張ボード  
X-NUCLEO-IKS01A2 入門

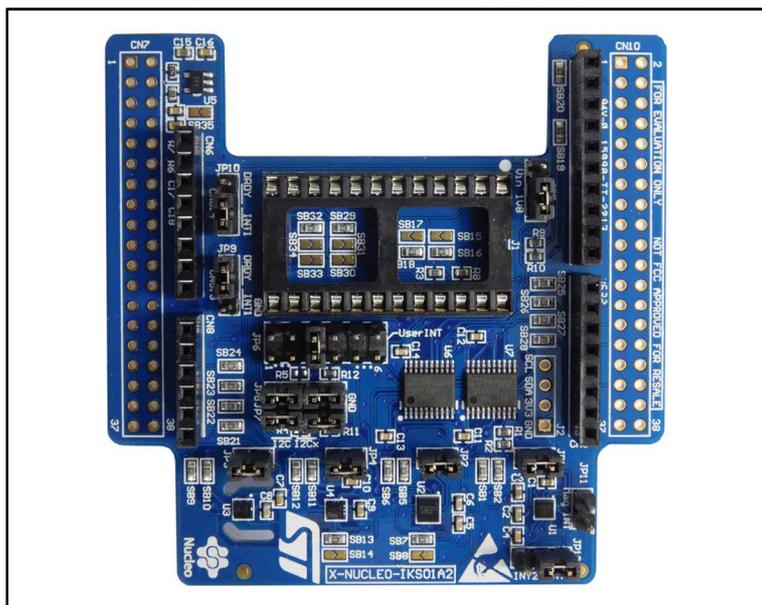
## はじめに

X-NUCLEO-IKS01A2 は、STM32 Nucleo 用のモーション MEMS／環境センサ拡張ボードです。

Arduino UNO R3 コネクタのレイアウトを備えており、LSM6DSL 3 軸加速度センサ + 3 軸ジャイロ・センサ、LSM303AGR 3 軸加速度センサ + 3 軸地磁気センサ、HTS221 温湿度センサ、LPS22HB 大気圧センサを搭載しています。

X-NUCLEO-IKS01A2 は、I<sup>2</sup>C ピンを介して STM32 マイクロコントローラと接続されますが、デフォルトの I<sup>2</sup>C ポートは変更可能です。

図 1: X-NUCLEO-IKS01A2 拡張ボード



---

**目次**

<b>1</b>	<b>はじめに</b> .....	<b>5</b>
1.1	ハードウェア要件 .....	5
<b>2</b>	<b>システム要件</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>ハードウェア解説</b> .....	<b>7</b>
3.1	デフォルトのはんだブリッジ構成 .....	7
3.2	ボードのブロックダイアグラム .....	8
3.3	センサーI <sup>2</sup> C アドレス選択 .....	11
3.4	センサ消費電流の測定 .....	11
3.5	センサの取り外し .....	12
3.6	DIL24 ソケット用アダプタボード .....	12
3.7	割込みの割り当て .....	12
3.8	コネクタ .....	14
<b>4</b>	<b>回路図と部品表</b> .....	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>レイアウト</b> .....	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>改版履歴</b> .....	<b>20</b>

## 表リスト

表 1: デフォルトのはんだブリッジ構成 (デバイスから I <sup>2</sup> C バス接続) .....	8
表 2: デバイス I <sup>2</sup> C アドレス .....	8
表 3: SDO レベル制御用はんだブリッジと I <sup>2</sup> C アドレス .....	11
表 4: 消費電流測定用ジャンパ .....	11
表 5: センサ、ジャンパ、I <sup>2</sup> C はんだブリッジの関係 .....	12
表 6: X-NUCLEO-IKS01A2 .....	14
表 7: ST morpho コネクタ .....	15
表 8: X-NUCLEO-IKS01A2 部品表 .....	16
表 9: 文書改版履歴 .....	20
表 10: 日本語版文書改版履歴 .....	20

## 表リスト

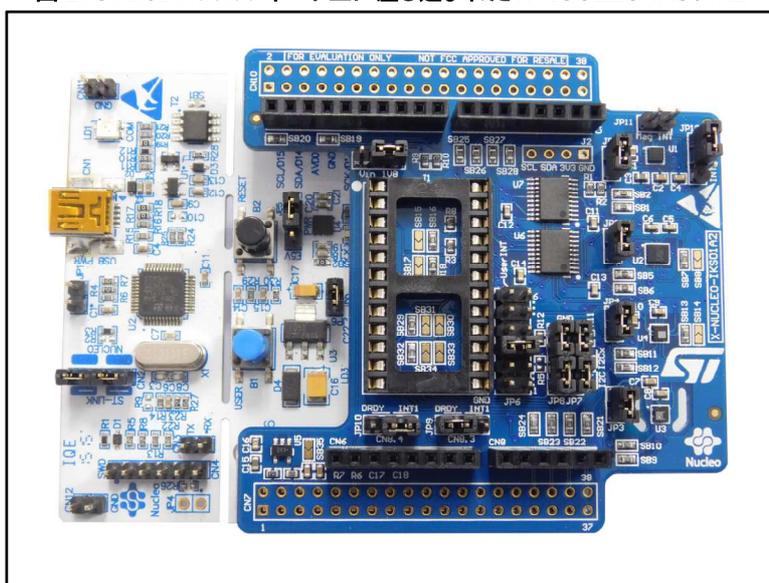
図 1: X-NUCLEO-IKS01A2 拡張ボード.....	1
図 2: STM32 Nucleo ボード上に差し込まれた X-NUCLEO-IKS01A2.....	5
図 3: X-NUCLEO-IKS01A2 標準 I <sup>2</sup> C.....	9
図 4: X-NUCLEO-IKS01A2 LSM6DSL I <sup>2</sup> C センサハブ.....	9
図 5: X-NUCLEO-IKS01A2 DIL24, LSM6DSL I <sup>2</sup> C センサハブ (全センサ).....	10
図 6: X-NUCLEO-IKS01A2 LSM6DSL, DIL24, I <sup>2</sup> C センサハブ (全センサ).....	10
図 7: X-NUCLEO-IKS01A2 LSM6DSL + センサハブ DIL24.....	11
図 8: X-NUCLEO-IKS01A2: JP6 INT 割り当て.....	12
図 9: X-NUCLEO-IKS01A2: JP6 拡大図.....	13
図 10: X-NUCLEO-IKS01A2: JP9/JP10 INT 割り当て.....	13
図 11: X-NUCLEO-IKS01A2: JP9/JP10 拡大図.....	14
図 12: X-NUCLEO-IKS01A2 回路図.....	18
図 13: X-NUCLEO-IKS01A2 表面レイアウト.....	19
図 14: X-NUCLEO-IKS01A2 裏面レイアウト.....	19

# 1 はじめに

## 1.1 ハードウェア要件

X-NUCLEO-IKS01A2 は、STM32 Nucleo ボードと共に使用するように設計されています (詳細は [www.st.com](http://www.st.com) をご覧ください)。

図 2: STM32 Nucleo ボード上に差し込まれた X-NUCLEO-IKS01A2



X-NUCLEO-IKS01A2 は、STM32 Nucleo ボードコネクタの対応するピンに差し込まれている必要があります。

STM32 Nucleo と X-NUCLEO-IKS01A2 との間の相互接続により、Arduino UNO R3 コネクタを備える STM32 Nucleo ボードであればどれも使用可能です。



X-NUCLEO-IKS01A2 の素子は ESD に敏感です。ボードにはオス／メスの貫通コネクタが付いていますので、ピンが曲がったり損傷したりしないように、十分に注意して取り扱ってください。

## 2 システム要件

システム設定に必要なものは以下のものです。

- Windows® 7 PC または Windows® 8 PC
- STM32 Nucleo を PC に接続するための USB type A を mini-B に変換する USB ケーブル
- ユーザ PC 上にインストールされたボードファームウェア/ソフトウェアパッケージ (X-CUBE-MEMS1)



X-CUBE-MEMS1 ファームウェアと関連マニュアルは、[www.st.com](http://www.st.com) からダウンロード可能です。

### 3 ハードウェア解説

ボードは、I<sup>2</sup>C 通信バスを通じて、モーション MEMS 加速度センサ、ジャイロ・センサ、地磁気センサ、湿度と温度と圧力の各環境センサの機能テストが可能です。

LSM6DSL センサハブの全機能のテストも可能となっています。

ボードの機能は以下のとおりです。

- LSM6DSL MEMS 3 軸加速度センサ ( $\pm 2/\pm 4/\pm 8/\pm 16$  g) + 3 軸ジャイロ・センサ ( $\pm 125/\pm 245/\pm 500/\pm 1000/\pm 2000$  dps)
- LSM303AGR MEMS 3 軸加速度センサ ( $\pm 2/\pm 4/\pm 8/\pm 16$  g) + MEMS 3 軸地磁気センサ ( $\pm 50$  ガウス)
- LPS22HB MEMS 大気圧センサ、260~1260hPa 絶対圧デジタル大気圧センサ
- HTS221: 温湿度センサ
- 追加 MEMS アダプタおよび他センサ用 DIL24 ソケット
- フリーの統合型開発ファームウェアライブラリおよび STM32Cube ファームウェア互換全センサの実装例
- LSM6DSL の I<sup>2</sup>C センサハブ機能
- STM32 Nucleo ボード互換
- Arduino UNO R3 コネクタ装備
- RoHS 準拠

各デバイスの電源は分岐されており、センサひとつひとつの消費電力の測定が可能です。

拡張ボードの電源は、STM32 Nucleo ボードの電源と互換性があります。

1.8V を生成する LDO が搭載されています。MEMS センサはすべて 1.8V ドメインを使用します。

センサとメインボードの間の信号は、すべてレベルシフタによって変換されます。

#### 3.1 デフォルトのはんだブリッジ構成

拡張ボードの上には、はんだブリッジがいくつかありますが、これらは開放 (未実装) または短絡 (実装) して異なるハードウェア構成とすることができます。

下表に、デフォルトの X-NUCLEO-IKS01A2 のはんだブリッジ構成を示します。

表 1: デフォルトのはんだブリッジ構成 (デバイスから I<sup>2</sup>C バス接続)

デバイス	I <sup>2</sup> C バス	はんだブリッジ (デフォルト)	はんだブリッジ (未実装)
LSM303AGR	I <sup>2</sup> C1	SB1, SB2	
LSM6DSL	I <sup>2</sup> C2	SB5, SB6	
HT221	I <sup>2</sup> C1	SB9, SB10	
LPS22HB	I <sup>2</sup> C1	SB11, SB12	
STM32 Nucleo	I <sup>2</sup> C2	SB19, SB20	
DIL24 アダプタ	I <sup>2</sup> C1	SB29, SB32	SB30, SB31, SB33, SB34
DIL24 アダプタ <sup>(1)</sup>	I <sup>2</sup> C2	SB31, SB34	SB29, SB30, SB32, SB33
DIL24 アダプタ <sup>(1)</sup>	I <sup>2</sup> Cx	SB30, SB33	SB30, SB31, SB33, SB34

**Notes:**<sup>(1)</sup>デフォルトで未実装表 2: デバイス I<sup>2</sup>C アドレス

デバイス	はんだブリッジ	デフォルト I <sup>2</sup> C アドレス
LSM303AGR	--	Acc= 32h Mag= 3Ch
LSM6DSL	SB7	D6h
LSM6DSL	SB8 <sup>(1)</sup>	D4h <sup>(1)</sup>
LPS22HB	SB13	BAh
LPS22HB	SB14 <sup>(1)</sup>	B8h <sup>(1)</sup>
HTS221	--	BEh

**Notes:**<sup>(1)</sup>デフォルトで未実装

それ以外のデフォルトはんだブリッジ: SB21~SB28 (STM32 Nucleo GPIO INT), SB16, SB18. それ以外のデフォルトで未実装のはんだブリッジ: SB15, SB17, SB35

## 3.2 ボードのブロックダイアグラム

LSM6DSL には I<sup>2</sup>C センサハブがあり、I<sup>2</sup>Caux バスを通じて接続されている他のスレーブデバイスに対する I<sup>2</sup>C マスタとして機能することができます。LSM6DSL のセンサハブを使用したものも、いろいろな I<sup>2</sup>C 接続に対して変化に富んだ構成が可能となっています。

### モード 1: 標準 I<sup>2</sup>C バス接続 (全センサ)

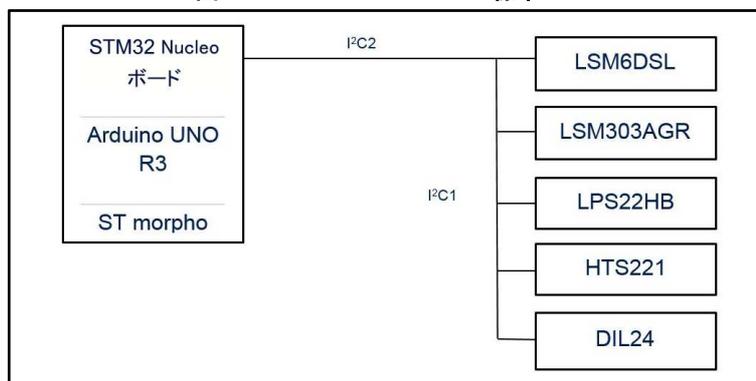
標準 I<sup>2</sup>C モードでは、同一の I<sup>2</sup>C バスを介してすべてのデバイスが外部メインボードに接続されています。

ボード構成は次のとおりです。

JP7: 1-2 3-4 (I<sup>2</sup>C1 = I<sup>2</sup>C2, I<sup>2</sup>Cx=GND)

JP8: 1-2 3-4 (I<sup>2</sup>C1 = I<sup>2</sup>C2, I<sup>2</sup>Cx=GND)

図 3: X-NUCLEO-IKS01A2 標準 I<sup>2</sup>C



### モード 2: LSM6DSL I<sup>2</sup>C センサハブ (全センサ)

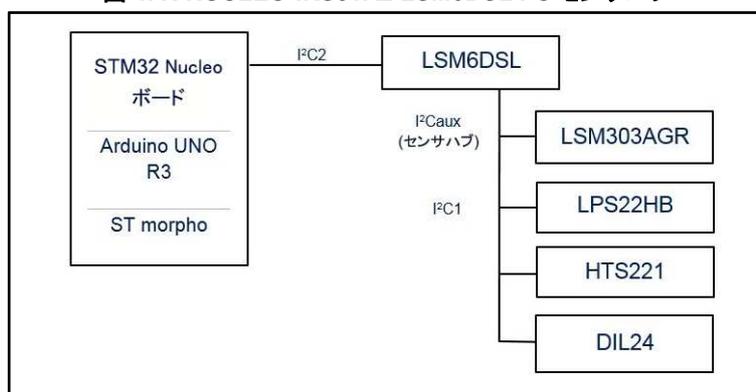
センサハブ I<sup>2</sup>C モードでは、LSM6DSL は、I<sup>2</sup>C バスによって外部メインボードに接続されています。それ以外のすべてのデバイスは、I<sup>2</sup>Caux を介して LSM6DSL に接続されているスレーブとなります。

ボード構成は次のとおりです。

JP7: 2-3 (I<sup>2</sup>C1 = I<sup>2</sup>Cx)

JP8: 2-3 (I<sup>2</sup>C1 = I<sup>2</sup>Cx)

図 4: X-NUCLEO-IKS01A2 LSM6DSL I<sup>2</sup>C センサハブ



### モード 3: DIL24 + LSM6DSL I<sup>2</sup>C センサハブ (全センサ)

センサハブ I<sup>2</sup>C モードでは、LSM6DSL と DIL24 アダプタは、I<sup>2</sup>C バスによって外部メインボードに接続されています。それ以外のすべてのデバイスは、I<sup>2</sup>Caux を介した LSM6DSL のスレーブとなります。

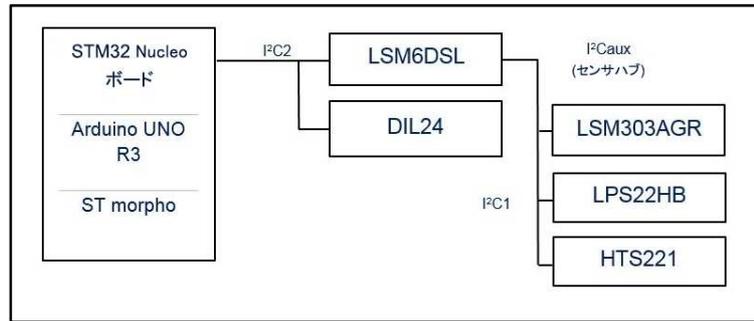
ボード構成は次のとおりです。

JP7: 2-3 (I<sup>2</sup>C1 = I<sup>2</sup>Cx)

JP8: 2-3 (I<sup>2</sup>C1 = I<sup>2</sup>Cx)

DIL24 アダプタ (I<sup>2</sup>C2 へ): SB31, SB34

未実装: SB29, SB30, SB32, SB33

図 5: X-NUCLEO-IKS01A2 DIL24, LSM6DSL I<sup>2</sup>C センサハブ (全センサ)**モード 4: LSM6DSL + DIL24 I<sup>2</sup>C センサハブ (全センサ)**

センサハブ I<sup>2</sup>C モードでは、LSM6DSL と DIL24 アダプタは、I<sup>2</sup>C バスによって外部メインボードに接続されます。それ以外のすべてのデバイスは、I<sup>2</sup>Caux を介した DIL24 アダプタのスレーブとなります。

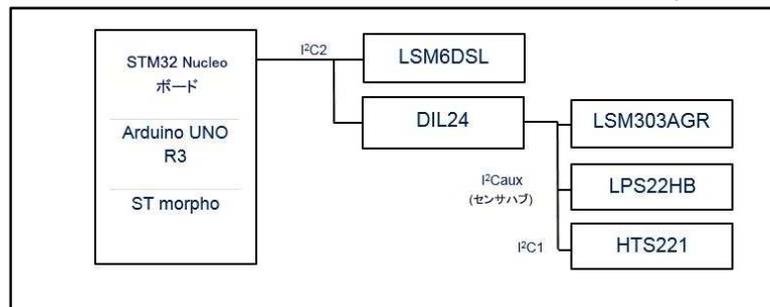
ボード構成は次のとおりです。

JP7: 2-3 (I<sup>2</sup>C1 = I<sup>2</sup>Cx)

JP8: 2-3 (I<sup>2</sup>C1 = I<sup>2</sup>Cx)

DIL24 アダプタ (I<sup>2</sup>C2 へ): SB31, SB34

未実装: SB29, SB30, SB32, SB33

図 6: X-NUCLEO-IKS01A2 LSM6DSL, DIL24, I<sup>2</sup>C センサハブ (全センサ)**モード 5: LSM6DSL + I<sup>2</sup>C センサハブ DIL24**

センサハブ I<sup>2</sup>C モードでは、LSM6DSL とそれ以外のセンサは、I<sup>2</sup>C バスを介して外部メインボードに接続されています。DIL24 アダプタは、I<sup>2</sup>Caux を介した LSM6DSL のスレーブとなります。

ボード構成は次のとおりです。

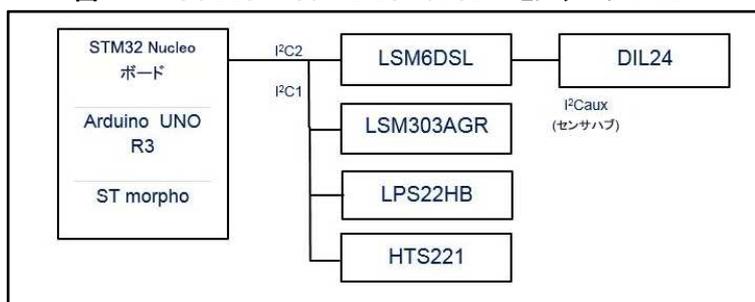
JP7: 1-2 (I<sup>2</sup>C1 = I<sup>2</sup>Cx)

JP8: 1-2 (I<sup>2</sup>C1 = I<sup>2</sup>Cx)

DIL24 アダプタ (I<sup>2</sup>Cx へ): SB30, SB33

未実装: SB29, SB31, SB32, SB34

図 7: X-NUCLEO-IKS01A2 LSM6DSL + センサハブ DIL24



### 3.3 センサーI<sup>2</sup>C アドレス選択

ほとんどのセンサでは、SDOピンをLowかHighとすることにより、I<sup>2</sup>CアドレスのLSBを選択できます。本ボードには、SDOレベルを制御するためのはんだブリッジがあります。

表 3: SDO レベル制御用はんだブリッジとI<sup>2</sup>C アドレス

センサ	SDO High	SDO Low
LSM303AGR (U1)	Mag = 3Ch Acc = 38h	
LSM6DSL (U2)	SB7 ADD = D6h	SB8 ADD = D4h
LPS22HB (U4)	SB13 AD = BAh	SB14 ADD = B8h
HTS221 (U3)	ADD = BEh	
DIL24 アダプタ (J1)	SB15/SB17	SB16/SB18

### 3.4 センサ消費電流の測定

X-NUCLEO-IKS01A2 拡張ボードは、各センサの消費電流を個別に測定できるジャンパを備えています。

消費電流を測定するには、該当するジャンパに電流計を接続してください。



センサの消費電流は非常に小さいため、電流計を適切なレンジに設定して、電圧降下を小さく抑えてください。

表 4: 消費電流測定用ジャンパ

センサ	ジャンパ
LSM303AGR (U1)	JP1
LSM6DSL (U2)	JP2
HTS221 (U3)	JP3
LPS22HB (U4)	JP4
DIL24 アダプタ (J1)	JP5

### 3.5 センサの取り外し

センサを取り外すには、I<sup>2</sup>C バスと電源の接続を外す必要があります。該当するジャンパとはんだブリッジについては、下表を参照してください。

表 5: センサ、ジャンパ、I<sup>2</sup>C はんだブリッジの関係

センサ	電源	SDA	SCL
LSM303AGR (U1)	JP1	SB2	SB1
LSM6DSL (U2)	JP2	SB6	SB5
HTS221 (U3)	JP3	SB9	SB10
LPS22HB (U4)	JP4	SB12	SB11
DIL24 アダプタ	JP5	SB29,30,31	SB32,33,34

### 3.6 DIL24 ソケット用アダプタボード

J1 DIL24 ソケットに対するアダプタボードとして、追加のセンサを接続できます。

それ以外に利用可能なセンサについては、[www.st.com](http://www.st.com)にてご確認ください。

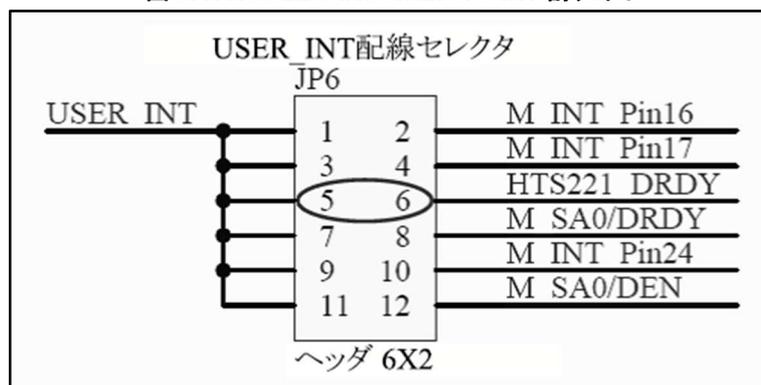
DIL24 ピンには割込み信号の配置が異なるものがいくつかあるため、JP6 ヘッダを使用して適切なピンを選択できます。

### 3.7 割込みの割り当て

外部メインボードと拡張ボード上のデバイスとの間で、割込みの割り当てが異なるものがいくつかあります。

下図に示すように、JP6 ジャンパを通じて、DIL24 アダプタの割込み信号の何本かと HTS221\_DRDY を、USER\_INT 信号 (外部メインボードの CN 9.3) として選択できます。

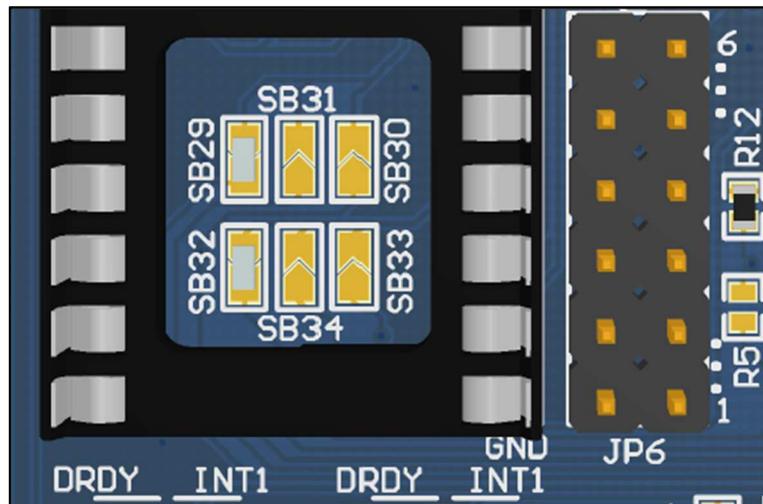
図 8: X-NUCLEO-IKS01A2: JP6 INT 割り当て



デフォルトの構成では、HTS221 データレディ信号が選択されています。

JP6 を通じて USER\_INT に接続可能な INT 信号は、1 本だけです。

図 9: X-NUCLEO-IKS01A2: JP6 拡大図



JP9とJP10のジャンパ(図 10: "X-NUCLEO-IKS01A2: JP9/JP10 INT 割り当て"参照)は、LSM303AGR\_INTおよびLSM303AGR\_DRDYの割り当てを、CN8.3とCN8.4(図 10: "X-NUCLEO-IKS01A2: JP9/JP10 INT 割り当て"参照)との間で切り替えるために使用できます。この機能を用いて、別の拡張ボードでのハードウェア競合を回避します。

図 10: X-NUCLEO-IKS01A2: JP9/JP10 INT 割り当て

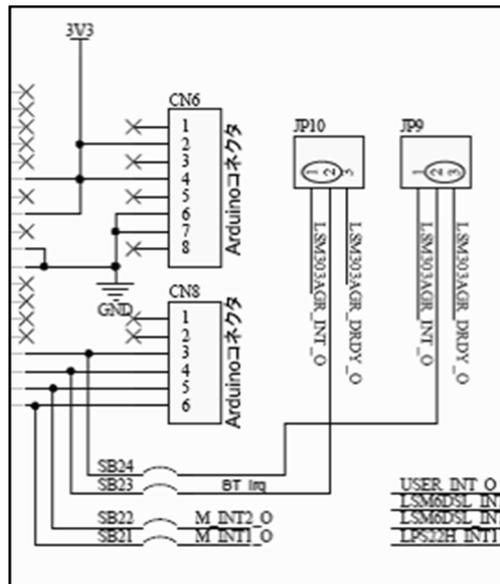


図 11: X-NUCLEO-IKS01A2: JP9/JP10 拡大図



### 3.8 コネクタ

表 6: X-NUCLEO-IKS01A2

コネクタ	ピン <sup>(1)</sup>	信号
CN5	7	GND
	9	I <sup>2</sup> C SDA
	10	I <sup>2</sup> C SCL
CN6	2	3.3 V
	4	3.3 V
	6	GND
	7	GND
	8	未接続
CN8	3	LSM303AGR INT / DRDY
	4	LSM303AGR INT / DRDY
	5	INT2 (DIL24)
	6	INT1 (DIL24)
CN9	3	USER INT
	5	LSM6DSL INT1
	6	LSM6DSL INT2
	7	LPS22H INT1

**Notes:**

<sup>(1)</sup>記載のないピンは未接続です。

表 7: ST morpho コネクタ

コネクタ	ピン <sup>(1)</sup>	信号
CN7	12	3.3 V
	16	3.3 V
	20	GND
	22	GND
	32	LSM303AGR INT / DRDY
	34	LSM303AGR INT / DRDY
	36	INT2 (DIL24)
	38	INT2 (DIL24)
CN10	3	I <sup>2</sup> C SCL
	5	I <sup>2</sup> C SDA
	25	LPS22HB INT1
	27	LSM6DSL INT2
	29	LSM6DSL INT1
	33	USER INT

**Notes:**

<sup>(1)</sup>記載のないピンは未接続です。

## 4 回路図と部品表

表 8: X-NUCLEO-IKS01A2 部品表

項目	個数	リファレンス	部品 / 値	説明	メーカー	部品番号
1	1	C1	220 nF	CAP CER 0603 220 nF 25 V X7R 10%	KEMET	C0603X224K4RACTU
2	12	C2, C4, C5, C6, C8, C9, C11, C12, C13, C14, C16, C17	100 nF	CAP CER 0603 100 nF 25 V X7R 10%	MULTICOMP	MC0603B104K250CT
3	2	C3, C15	10 $\mu$ F	CAP CER 0603 10 $\mu$ F 6.3 V X5R 20%	MULTICOMP	MC0603X106M6R3CT
4	2	C7, C18	2.2 $\mu$ F	CAP CER 0603 2.2 $\mu$ F 25 V X5R 10%	MULTICOMP	MC0603X225K100CT
5	1	C10	4.7 $\mu$ F	CAP CER 0805 4.7 $\mu$ F 16 V X7R 10%	TDK	C2012X7R1C475K125AB
6	1	CN5	ヘッダ 10x1	極長型 10ピン メス-オス ストリップ		
7	2	CN6, CN9	ヘッダ 8x1	極長型 8ピン メス-オス ス トリップ		
8	1	CN8	ヘッダ 6x1	極長型 6ピン メス-オス ス トリップ		
9	1	J1	DIL24 ソケッ ト	DIL24 ソケット	MULTICOMP	SPC15503
10	5	JP1, JP2, JP3, JP4, JP11	ヘッダ 2x1 + シャント	ヘッダ 1x2 ピ ン、2.54 mm、 ストレート	HARWIN	M20-9990246
11	3	JP5, JP9, JP10	ヘッダ 3x1 + シャント	ヘッダ オス 2.54 mm	Generic Components	2211S-03G
12	1	JP6	ヘッダ 6x2 + シャント	ヘッダ オス 2.54 mm	Generic Components	90131-0126
13	2	JP7, JP8	ヘッダ 4x1 + 2 シャント	ヘッダ オス 2.54 mm	Generic Components	2211S-04G
14	1	JP12	ヘッダ 3x1 + シャント	ヘッダ オス 2.54 mm	Generic Components	2211S-03G

項目	個数	リファレンス	部品 / 値	説明	メーカー	部品番号
15	6	R1, R2, R9, R10, R11, R12	4k7 Ω	RES 0603 4k7 1% 1/16 W	MULTICOMP	MC0063W060314K7
16	2	R3, R8	2k2 Ω	RES 0603 2k2 1% 1/16 W	MULTICOMP	MC0063W060312K2
17	1	R6	12k Ω	RES 0603 12k 1% 1/16 W	MULTICOMP	MC0063W0603512K
18	1	R7	15k Ω	RES 0603 15W 1% 1/16 W	MULTICOMP	MC0063W0603515K
19	24	SB1, SB2, SB5, SB6, SB7, SB9, SB10, SB11, SB12, SB13, SB16, SB18, SB19, SB20, SB21, SB22, SB23, SB24, SB25, SB26, SB27, SB28, SB29, SB32	はんだブリッジ	RES 0603 0R 1% 1/16 W		
20	1	U1	LSM303AGR	LSM303AGR	STM	LSM303AGR
21	1	U2	LSM6DSL	LSM6DSL	STM	LSM6DSL
22	1	U3	HTS221	HTS221	STM	HTS221
23	1	U4	LPS22HB	LPS22HB	STM	LPS22HB
24	1	U5	LDK130M-R	LDO adj, 0.3A	STM	LDK130M18R
25	2	U6, U7	ST2378E	ST2378E	STM	ST2378E



# 5 レイアウト

図 13: X-NUCLEO-IKS01A2 表面レイアウト

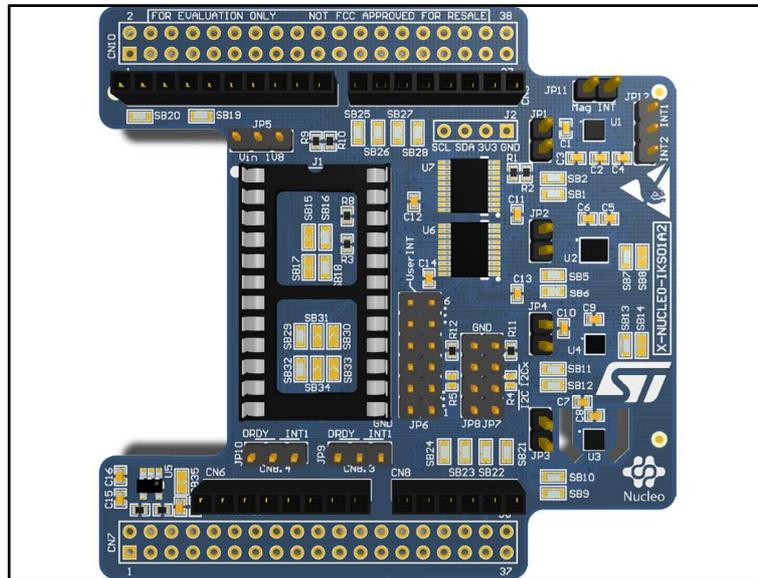
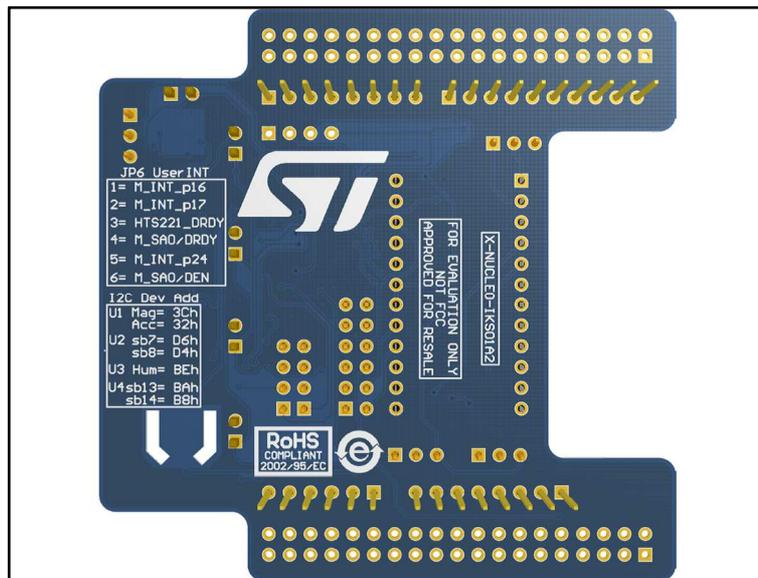


図 14: X-NUCLEO-IKS01A2 裏面レイアウト



## 6 改版履歴

表 9: 文書改版履歴

日付	版	変更内容
2016年11月2日	1	初版発行
2017年1月12日	2	文章の小変更 <a href="#">セクション 3.2: "ボードのブロックダイアグラム"</a> において: - モード 3 ボード構成を更新 - モード 5 ボード構成を更新

表 10: 日本語版文書改版履歴

日付	版	変更内容
2017年9月07日	1	初版発行

**重要なお知らせ(よくお読み下さい)**

STMicroelectronics NV およびその子会社(以下、ST)は、ST 製品及び本書の内容をいつでも予告なく変更、修正、改善、改定及び改良する権利を留保します。購入される方は、発注前に ST 製品に関する最新の関連情報を必ず入手してください。ST 製品は、注文請書発行時点で有効な ST の販売条件に従って販売されます。

ST 製品の選択並びに使用については購入される方が全ての責任を負うものとします。購入される方の製品上の操作や設計に関して ST は一切の責任を負いません。

明示又は黙示を問わず、ST は本書においていかなる知的財産権の実施権も許諾致しません。

本書で説明されている情報とは異なる条件で ST 製品が再販された場合、その製品について ST が与えたいかなる保証も無効となります。

ST および ST ロゴは STMicroelectronics の商標です。その他の製品またはサービスの名称は、それぞれの所有者に帰属します。

本書の情報は本書の以前のバージョンで提供された全ての情報に優先し、これに代わるものです。

この資料は、STMicroelectronics NV 並びにその子会社(以下 ST)が英文で記述した資料(以下、「正規英語版資料」)を、皆様のご理解の一助として頂くために ST マイクロエレクトロニクス(株)が英文から和文へ翻訳して作成したものです。この資料は現行の正規英語版資料の近時の更新に対応していない場合があります。この資料は、あくまでも正規英語版資料をご理解頂くための補助的参考資料のみにご利用下さい。この資料で説明される製品のご検討及びご採用にあたりましては、必ず最新の正規英語版資料を事前にご確認下さい。ST 及び ST マイクロエレクトロニクス(株)は、現行の正規英語版資料の更新により製品に関する最新の情報を提供しているにも関わらず、当該英語版資料に対応した更新がなされていないこの資料の情報に基づいて発生した問題や障害などにつきましては如何なる責任も負いません。

© 2017 STMicroelectronics - All rights reserved