

あとでスライドは公開しますので、  
今は雰囲気を感じておいてください。

Pull up!!

Thanks to クマーお (´(°)`)  
終身名誉ふれあい番長

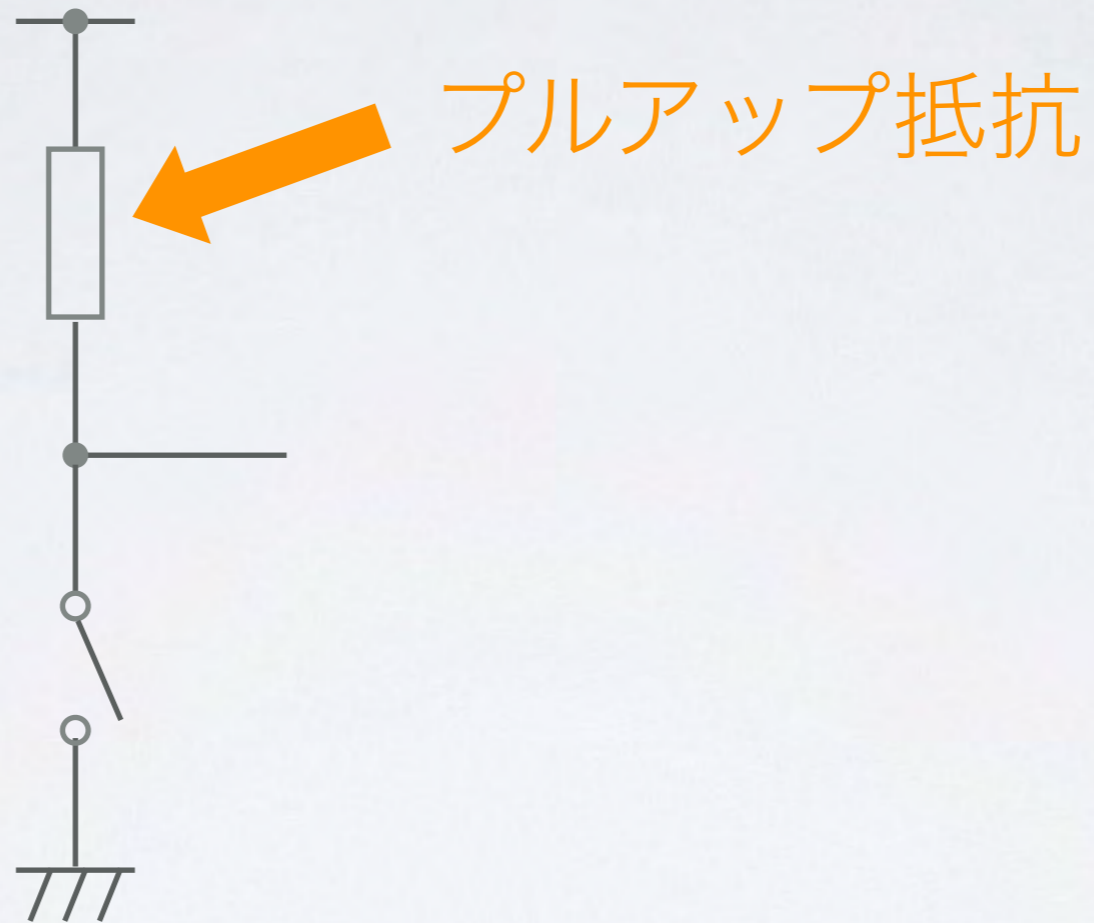
 **SWITCHSCIENCE**

坪井義浩

プルアップとは…

Pull (引っ張り) Up (上げる)

# プルアップ抵抗



# スレッシヨルド

**Table 16. Static characteristics (LPC1100, LPC1100L series) ...continued**

$T_{amb} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$  to  $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ , unless otherwise specified.

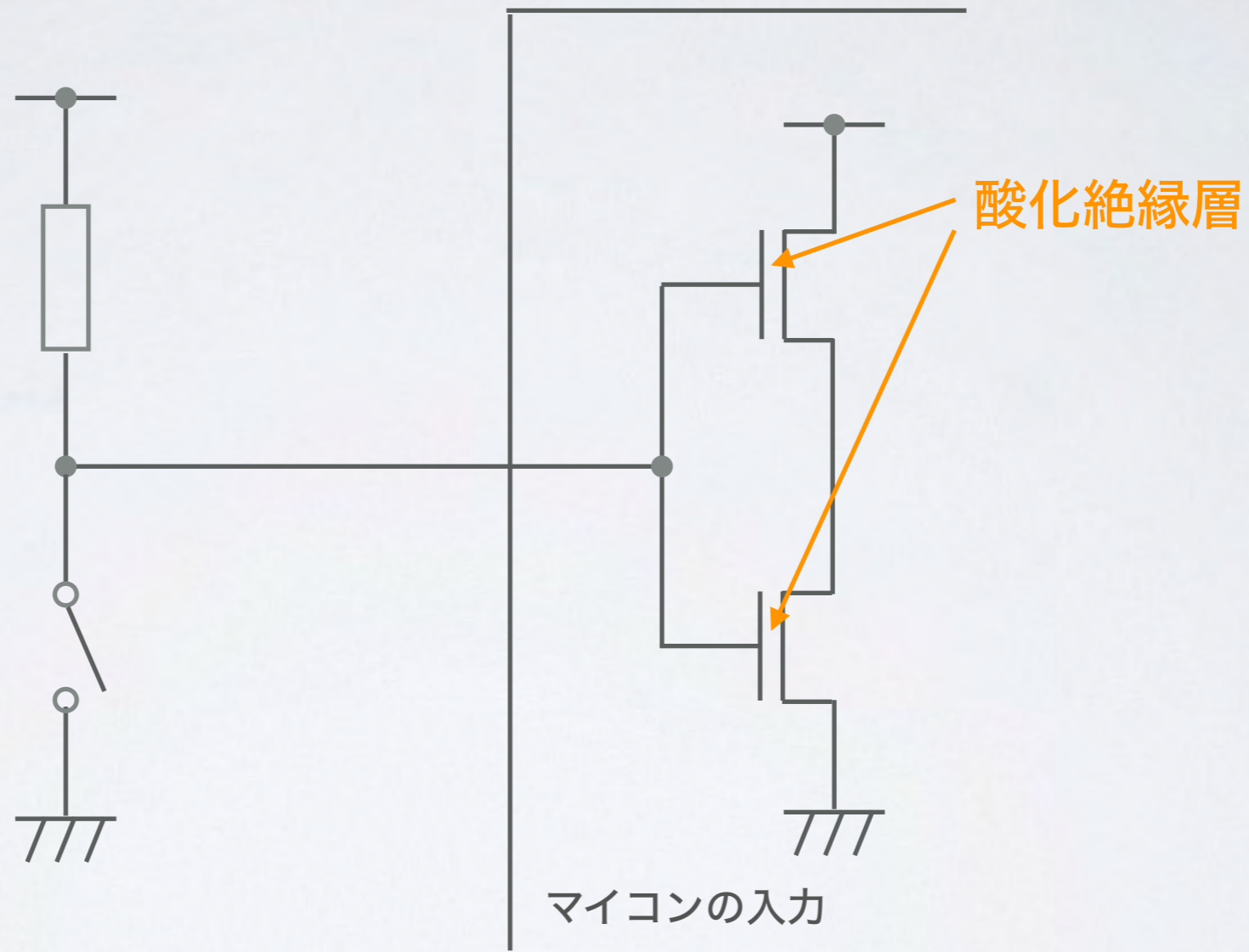
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ <sup>[1]</sup>	Max	Unit
<b>Standard port pins, RESET</b>						
$I_{IL}$	LOW-level input current	$V_I = 0\text{ V}$ ; on-chip pull-up resistor disabled	-	0.5	10	nA
$I_{IH}$	HIGH-level input current	$V_I = V_{DD}$ ; on-chip pull-down resistor disabled	-	0.5	10	nA
$I_{OZ}$	OFF-state output current	$V_O = 0\text{ V}$ ; $V_O = V_{DD}$ ; on-chip pull-up/down resistors disabled	-	0.5	10	nA
$V_I$	input voltage	pin configured to provide a digital function <a href="#">[12]</a> <a href="#">[13]</a> <a href="#">[14]</a>	0	-	5.0	V
$V_O$	output voltage	output active	0	-	$V_{DD}$	V
$V_{IH}$	HIGH-level input voltage		$0.7V_{DD}$	-	-	V
$V_{IL}$	LOW-level input voltage		-	-	$0.3V_{DD}$	V

つまり、 $3.3 \times 0.7 \approx 2.3\text{V}$ 以上でHIGH

$3.3 \times 0.3 \approx 0.99\text{V}$ 以下でLOW

間は？ どっちになっても文句を言えない領域。

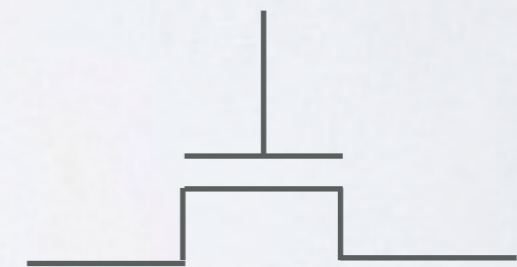
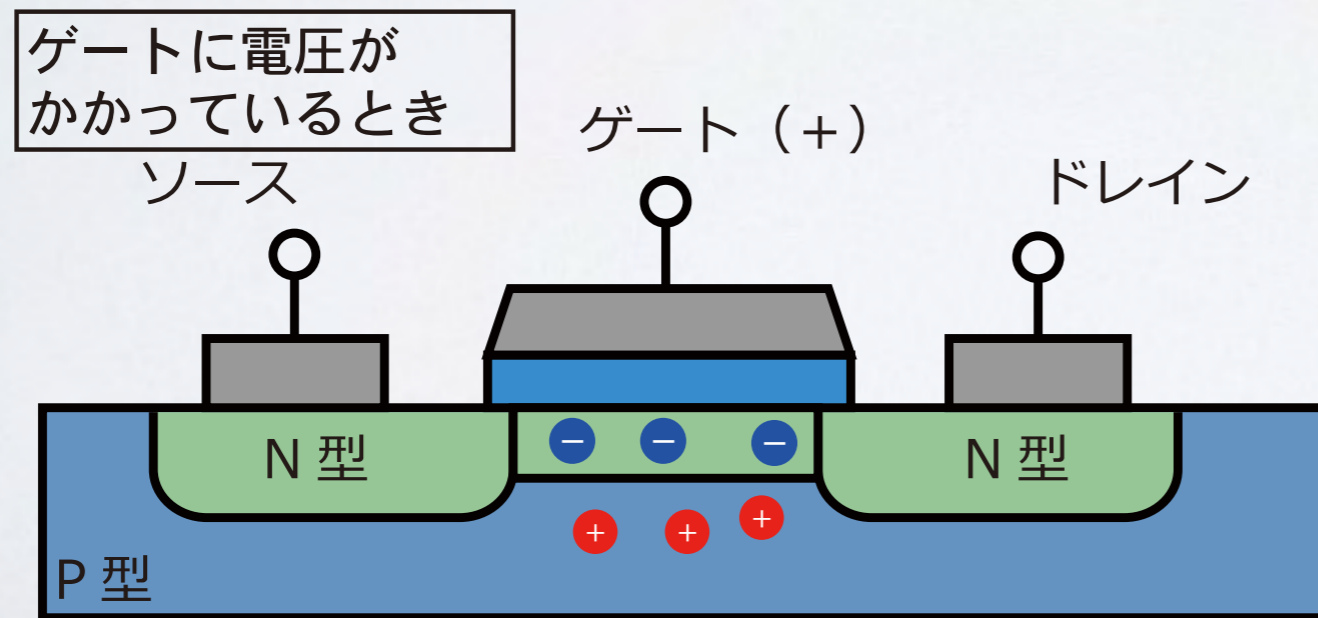
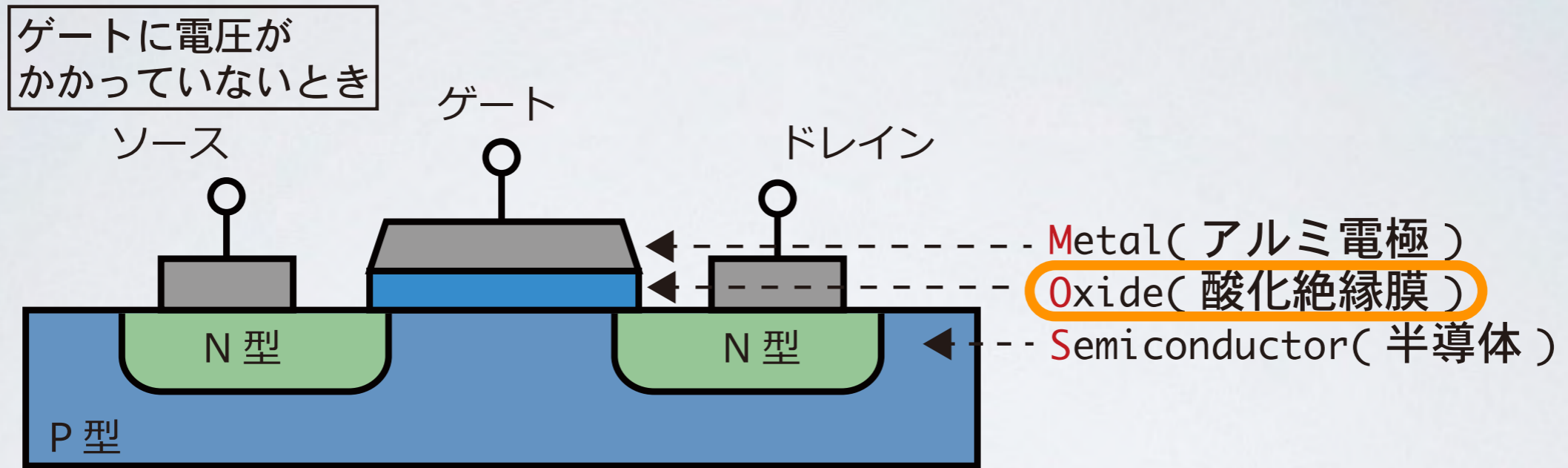
# マイコンの入力



※LPC111Xで、入力リーク電流(input leakage current)は、2uA程度。

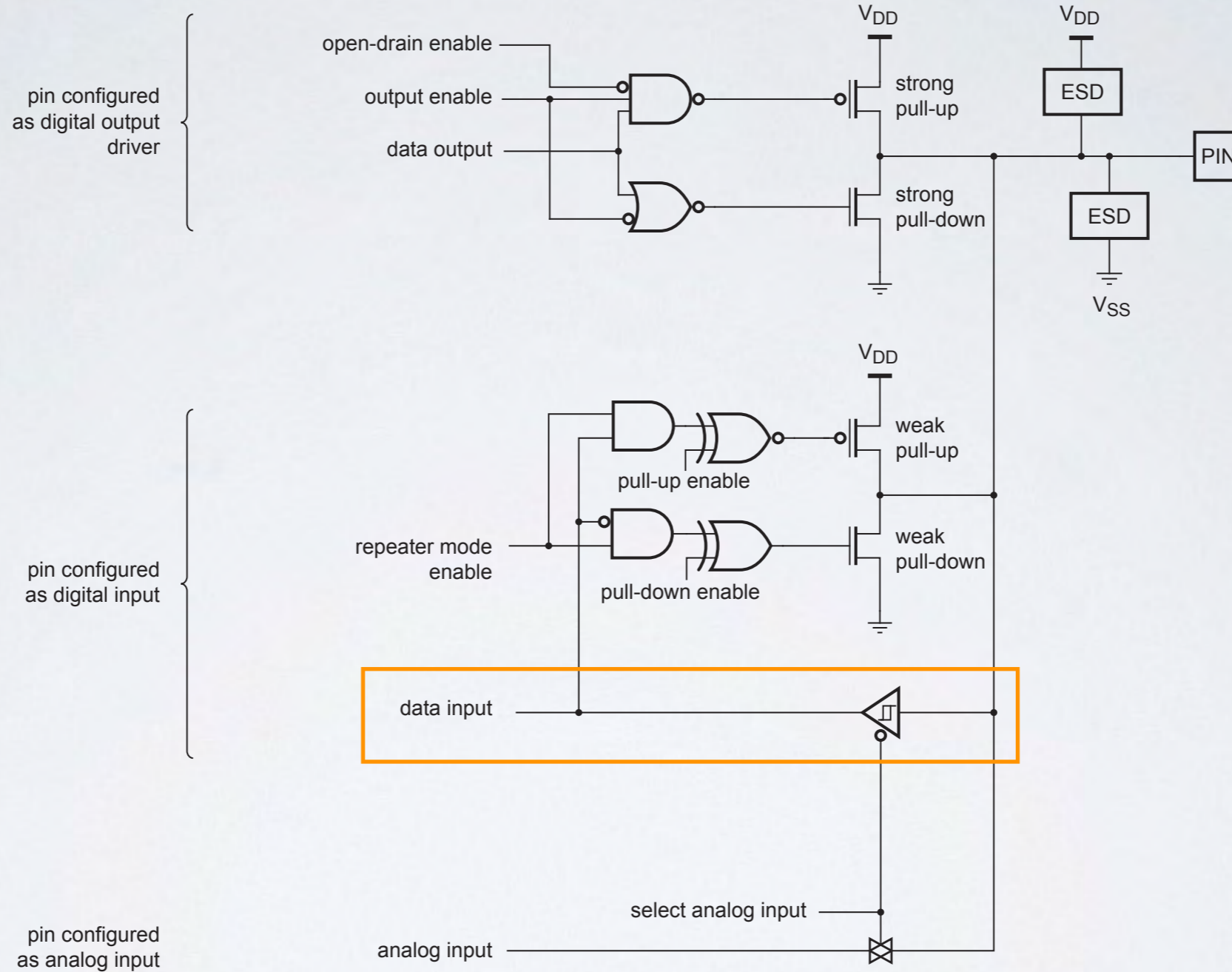
$$3.3 \div (2 \times 10^{-6}) \approx 1.7(\text{M}\Omega)$$

# MOSFETのしくみ



FETの回路記号

# マイコンのポートの詳細



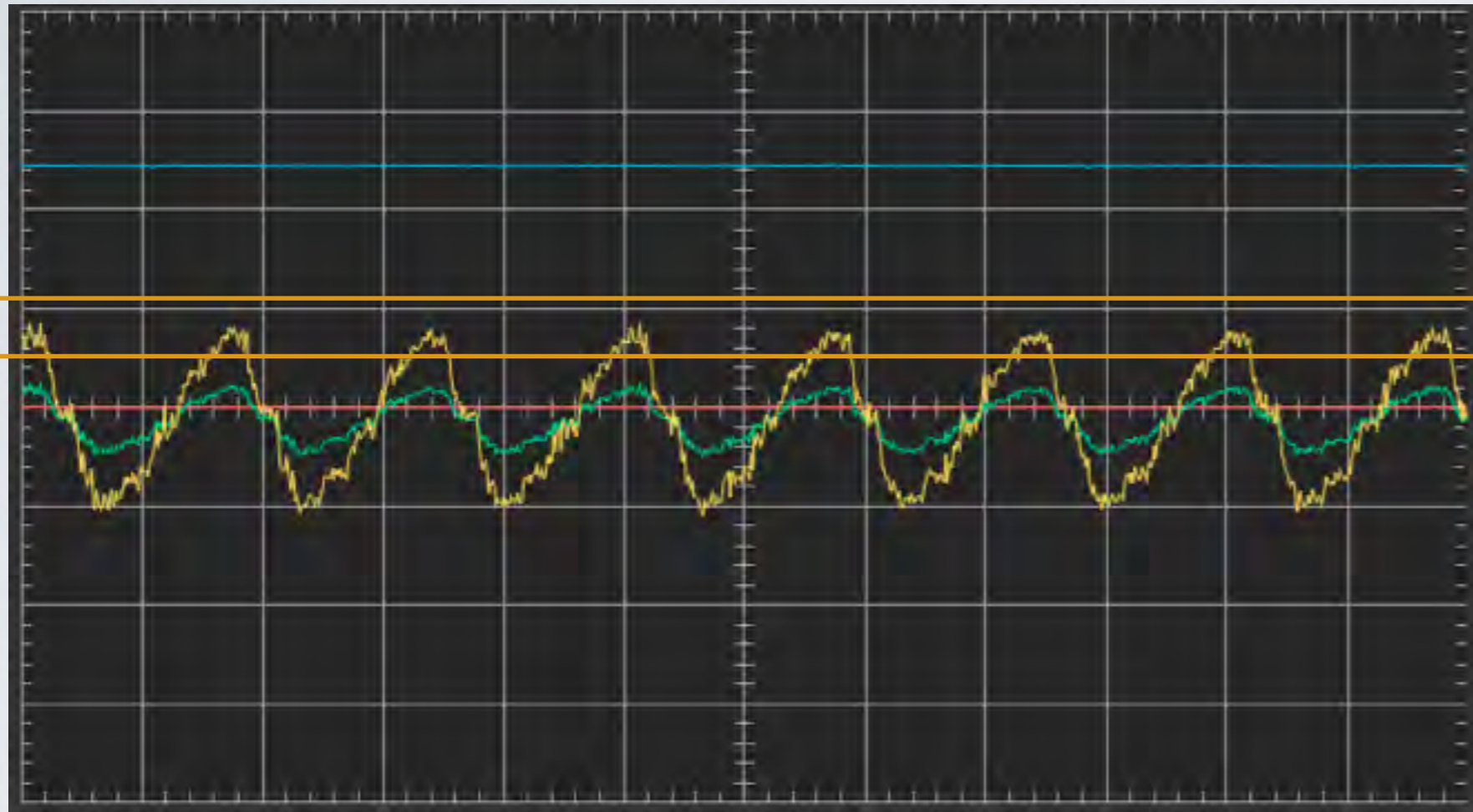
002aah159

Open-drain mode available on series LPC1100L and LPC1100XL.

**Fig 51. Standard I/O pad configuration**



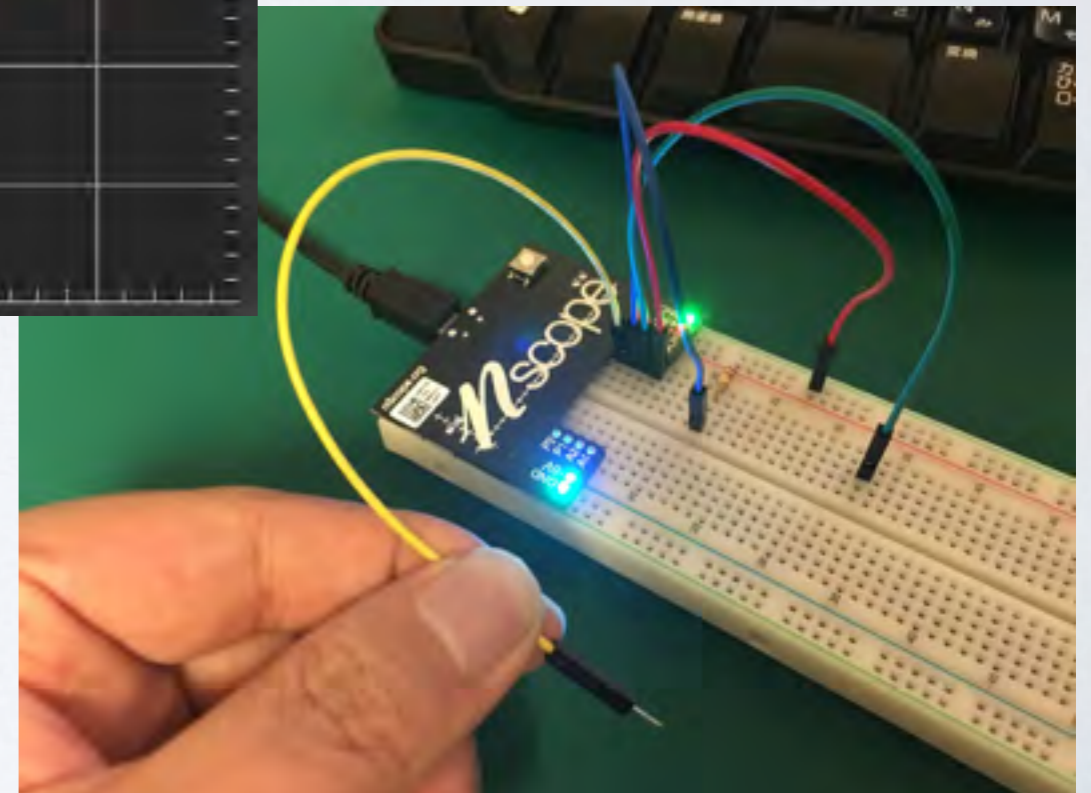
# ノイズノイズノイズ



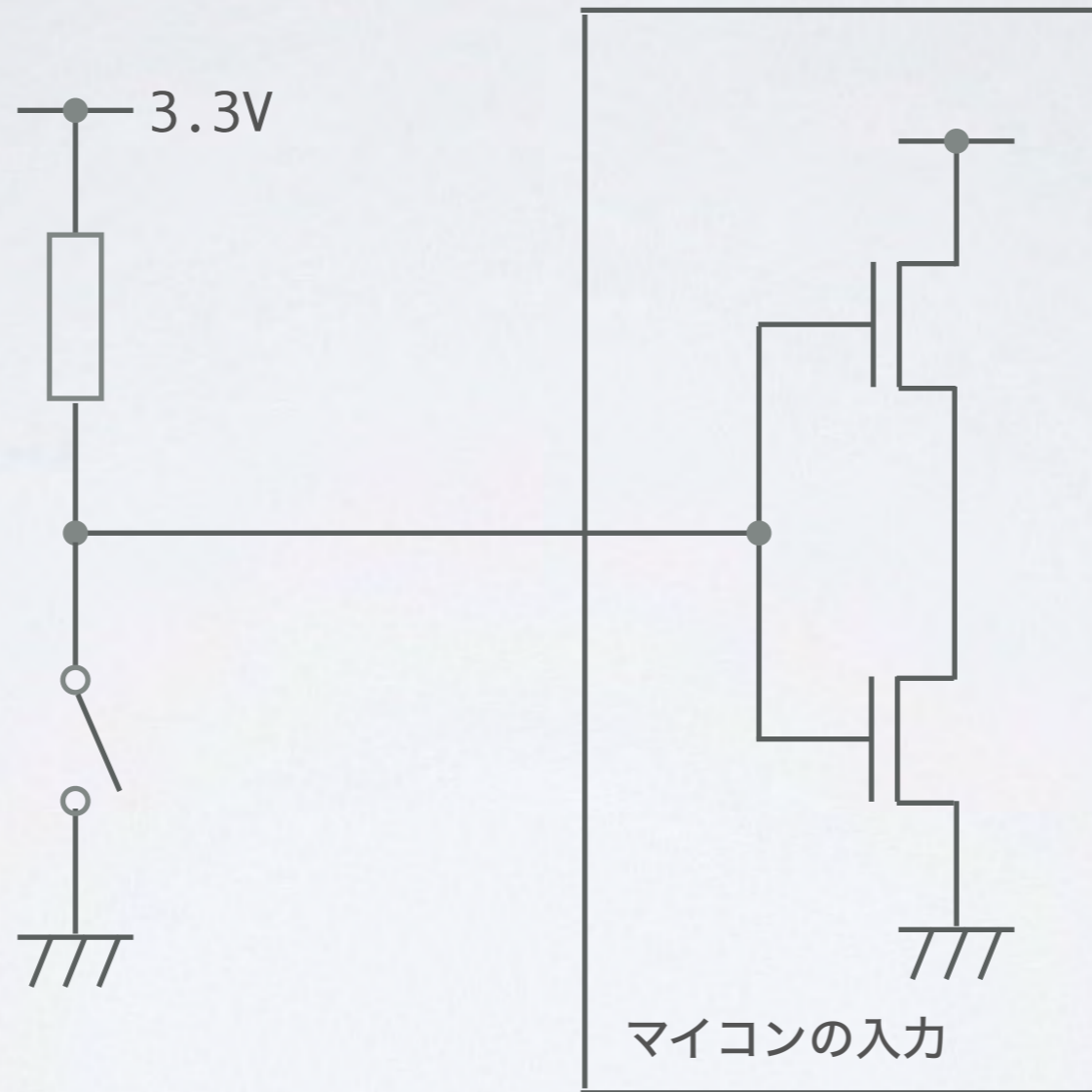
5.0V

2.3V

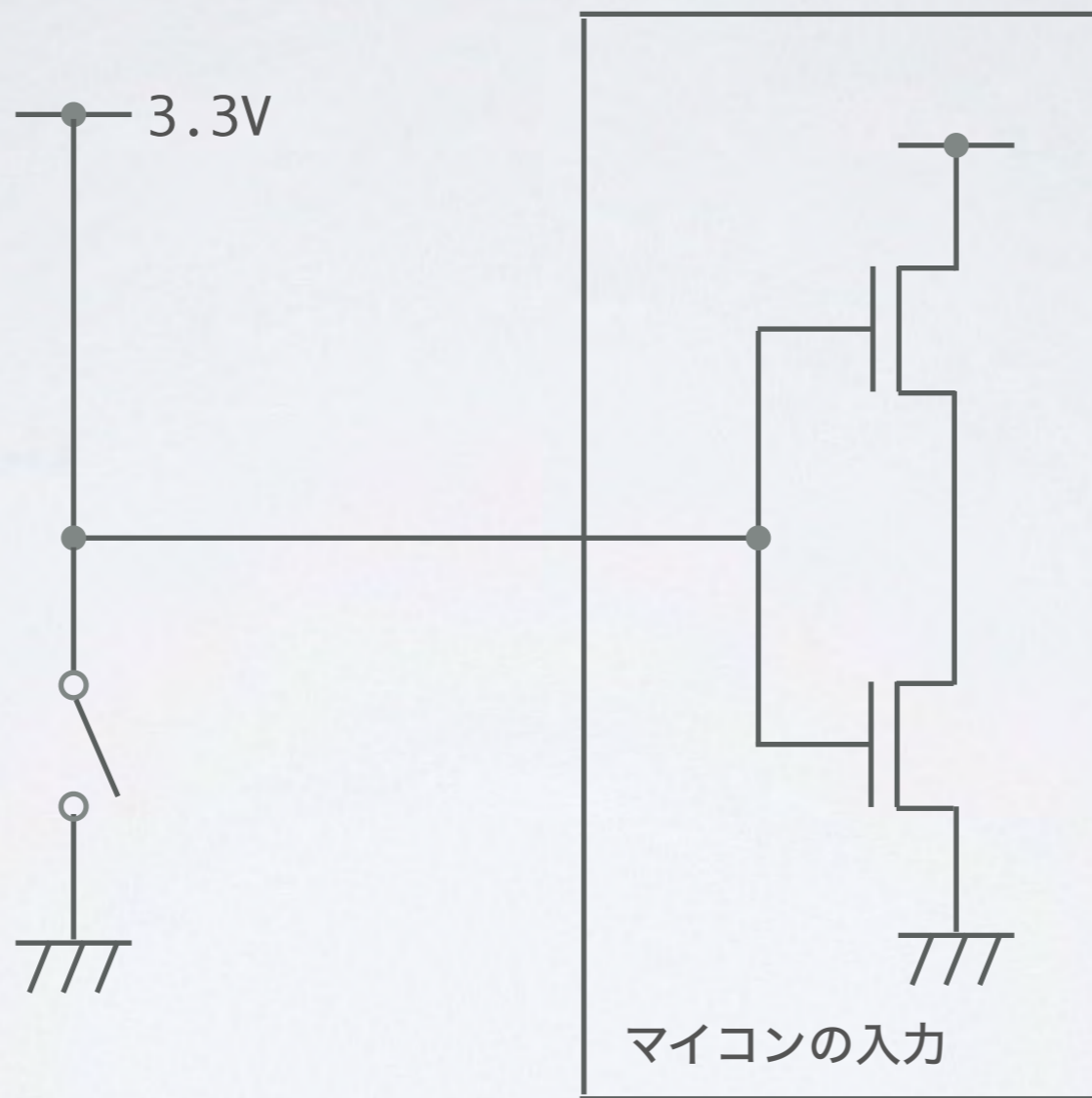
1.0V



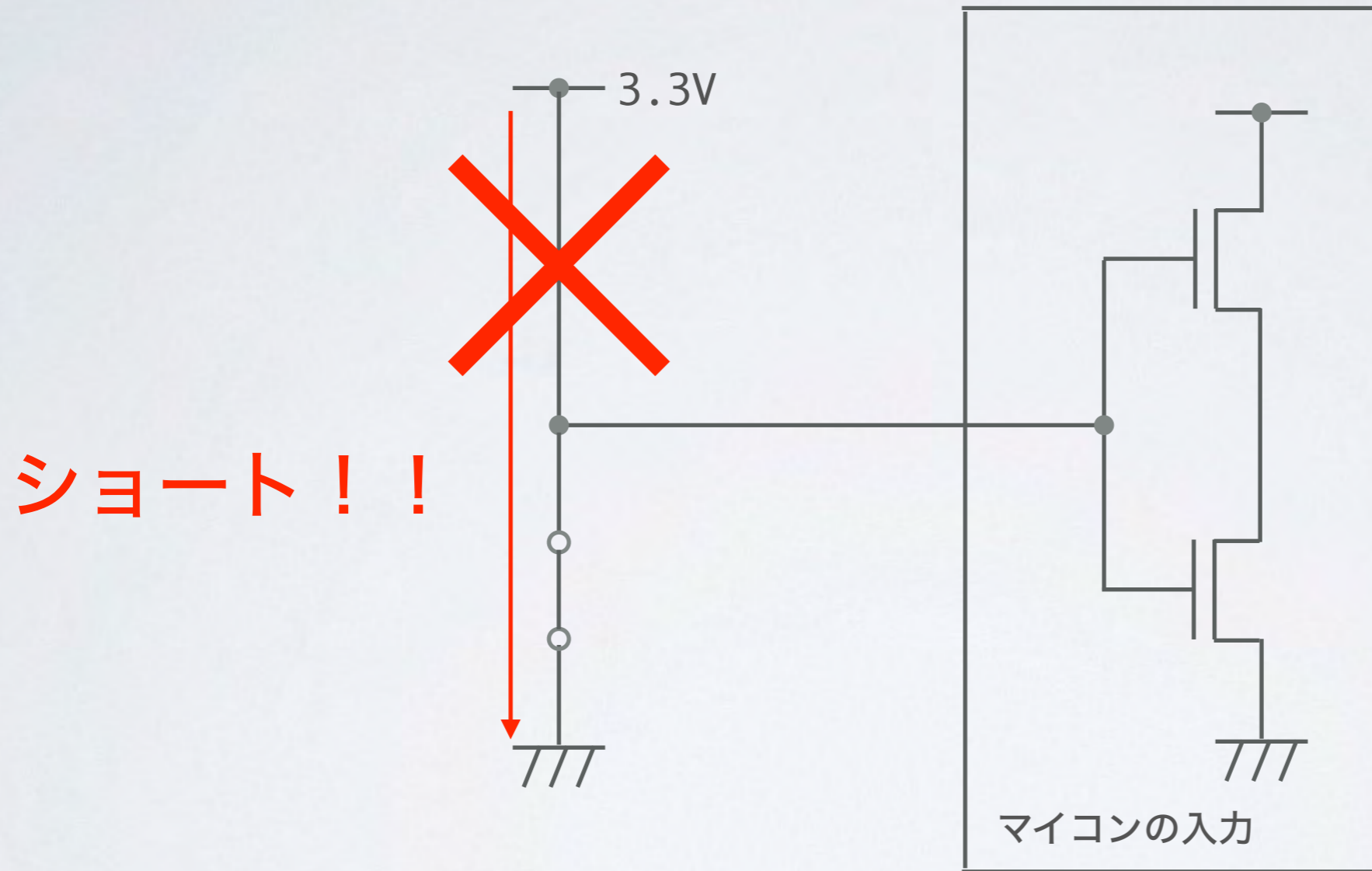
# きっちりプルアップ/プルダウン



こうすりゃいいじゃん？

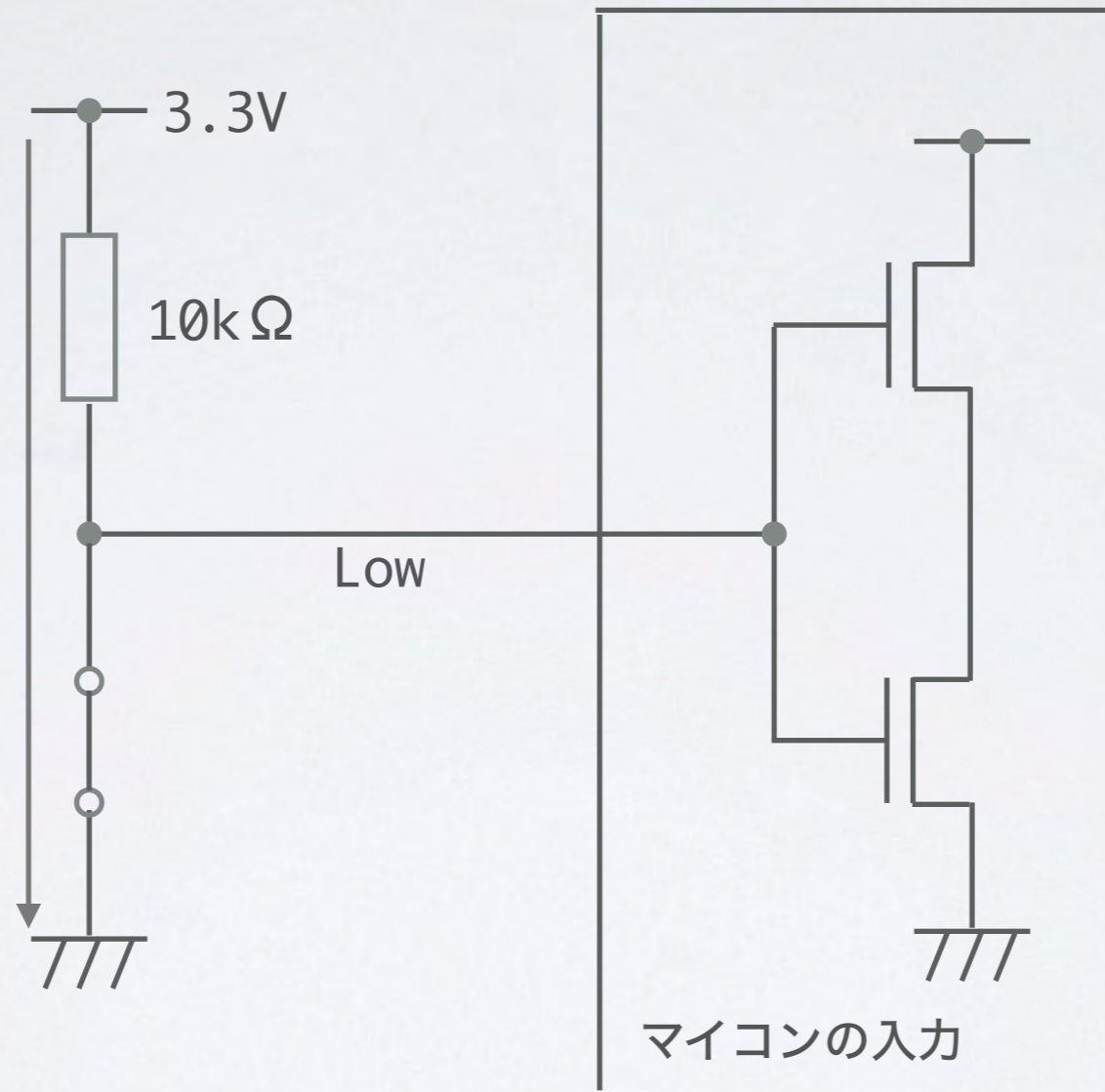


こうすりゃいいじゃん？

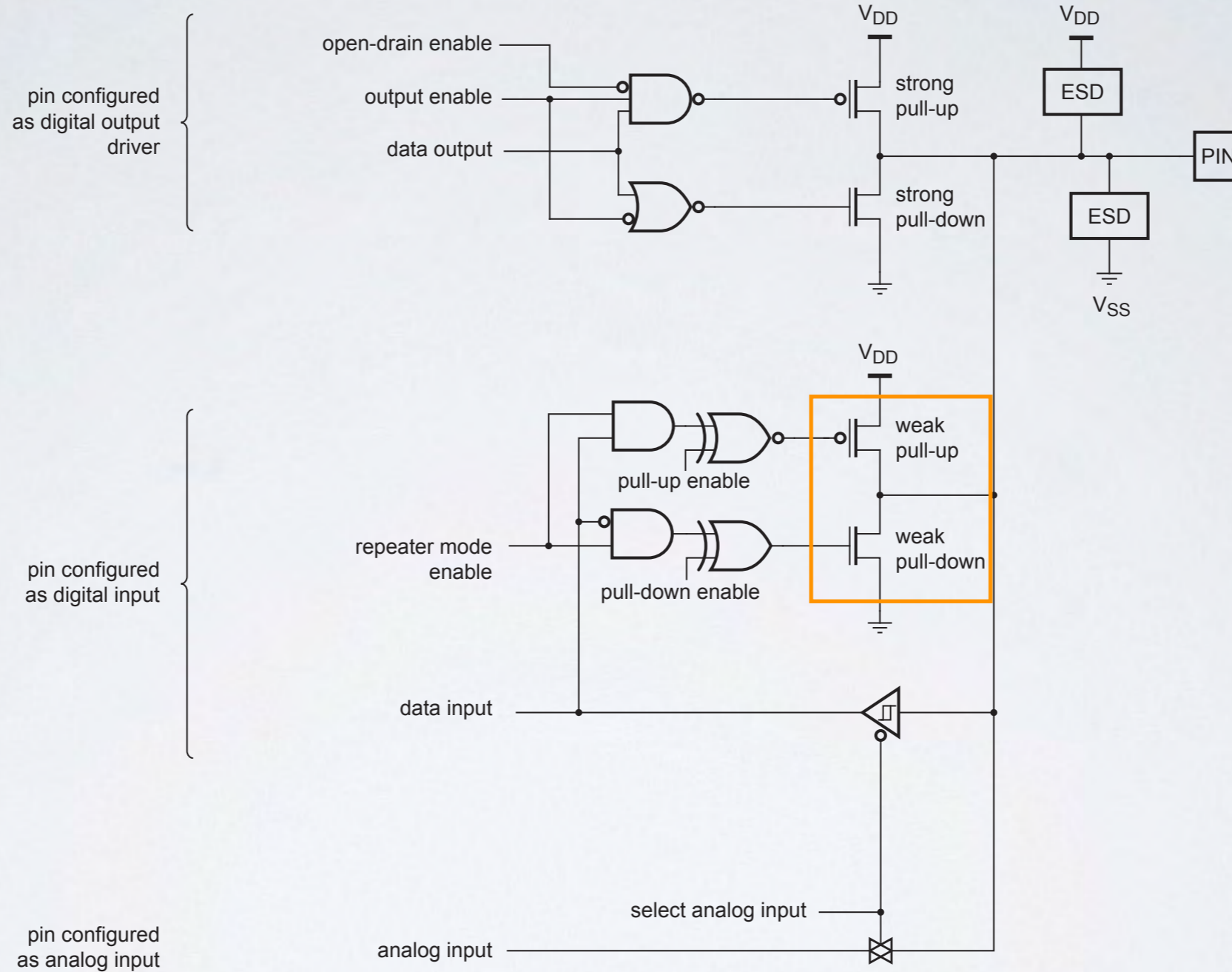


# オームの法則

$$\begin{aligned} &3.3 \div (10 \times 10^3) \\ &= 3.3 \times 10^{-4} \\ &= 0.00033(\text{A}) \\ &= 0.33(\text{mA}) \\ &\text{しか流れない。} \end{aligned}$$



# あれ、さっきの図...



002aah159

Open-drain mode available on series LPC1100L and LPC1100XL.

**Fig 51. Standard I/O pad configuration**

# DigitalIn Class of mbed SDK

## DigitalIn Class Reference

A digital input, used for reading the state of a pin. [More...](#)

```
#include <DigitalIn.h>
```

### Public Member Functions

**DigitalIn** (PinName pin)

Create a **DigitalIn** connected to the specified pin.

**DigitalIn** (PinName pin, PinMode mode)

Create a **DigitalIn** connected to the specified pin.

int **read** ()

Read the input, represented as 0 or 1 (int)

void **mode** (PinMode pull)

Set the input pin mode.

int **is\_connected** ()

Return the output setting, represented as 0 or 1 (int)

**operator int** ()

An operator shorthand for **read()**

**void mode ( PinMode pull )**

Set the input pin mode.

#### Parameters:

mode PullUp, PullDown, PullNone, OpenDrain

Definition at line 79 of file [DigitalIn.h](#).

プルアップと言えは…

アイ・スクエアド・シー

 I<sup>2</sup>C

Inter-Integrated Circuit





クマーお (´(°) `)

@tedd\_okano



フォロー中

アイスキャシイイイイ!! RT @ytsuboi: @tedd\_okano  
アイスキャシイイイイ!!

1

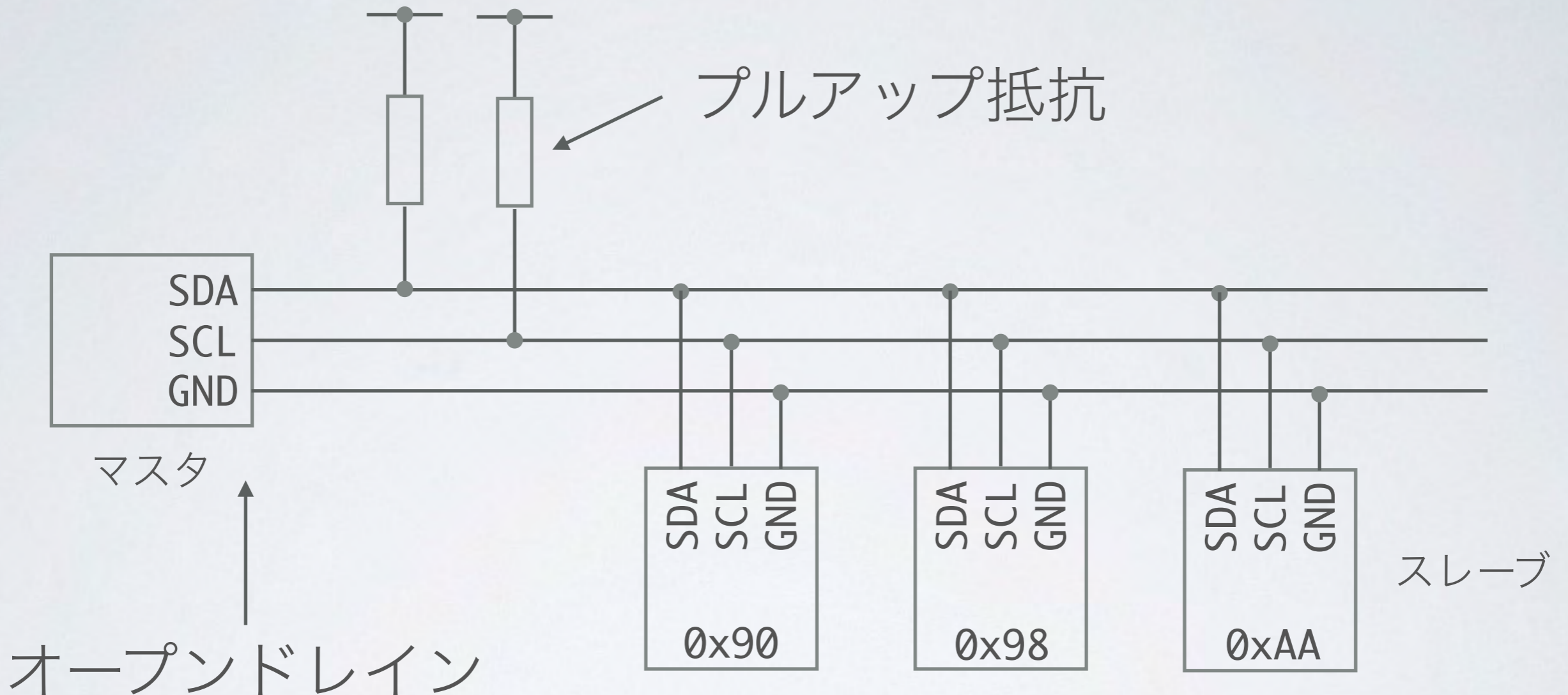
いいね



16:00 - 2014年9月4日



# スライド一枚でなんとなく分かるI<sup>2</sup>C



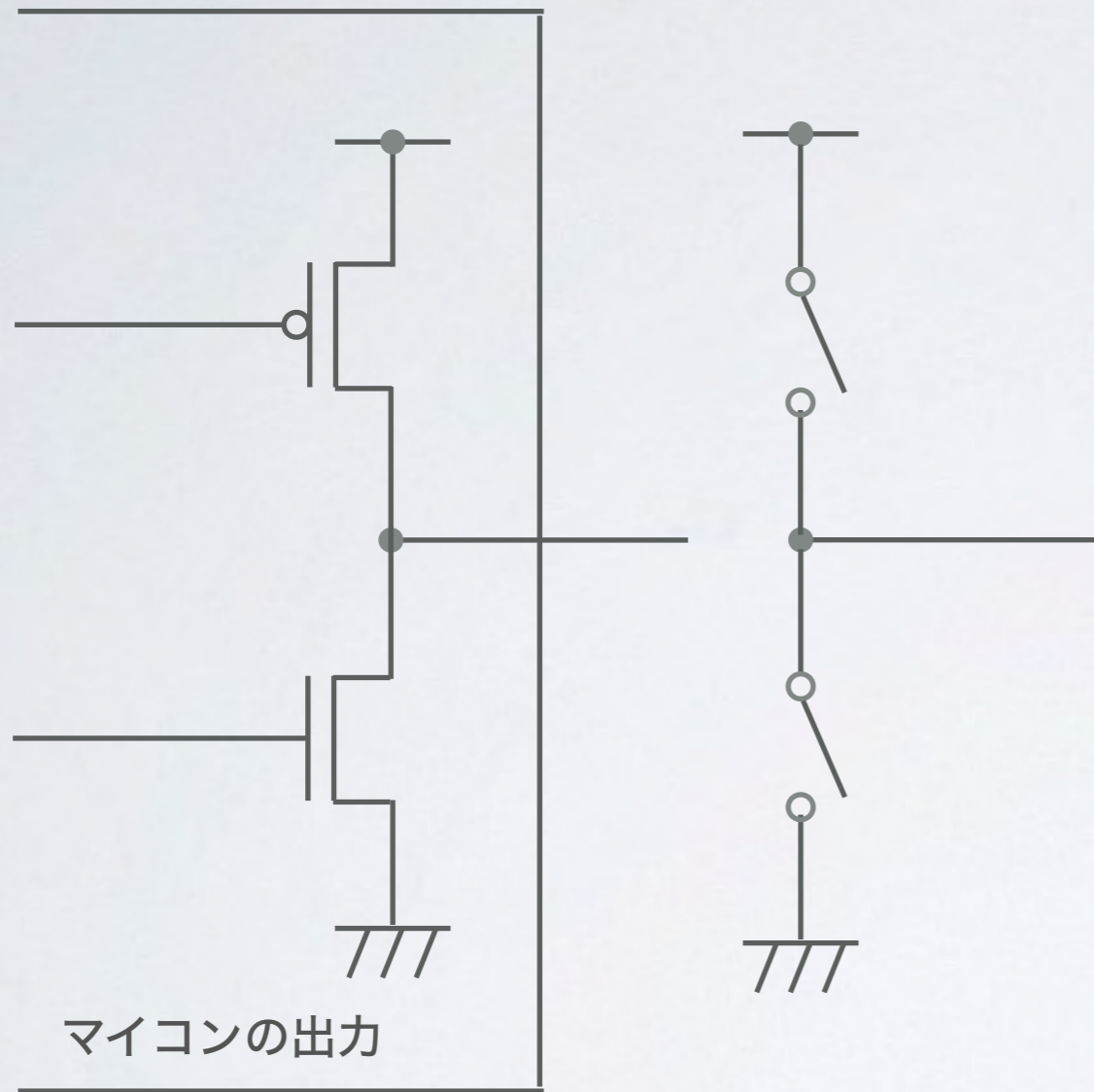
Sm 100kHz  
Fm 400kHz(Push-Pull)  
Hs 3.4MHz  
Fm+ 1MHz(True Open-Drain)

0b1001000

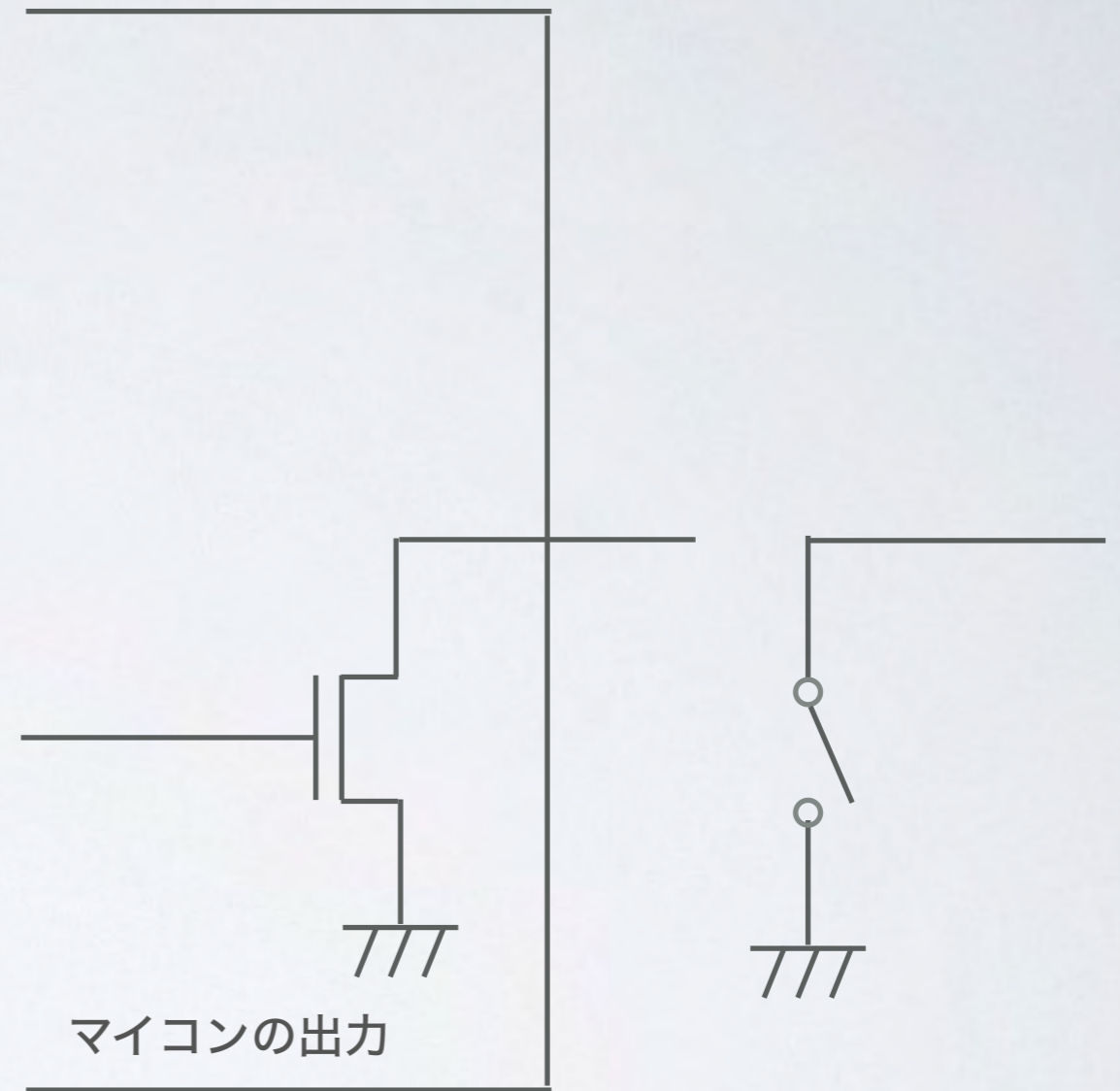
0b10010000=0x90 mbed式

0b01001000=0x48 Arduino式

# オープンドレインってなんじやらほい

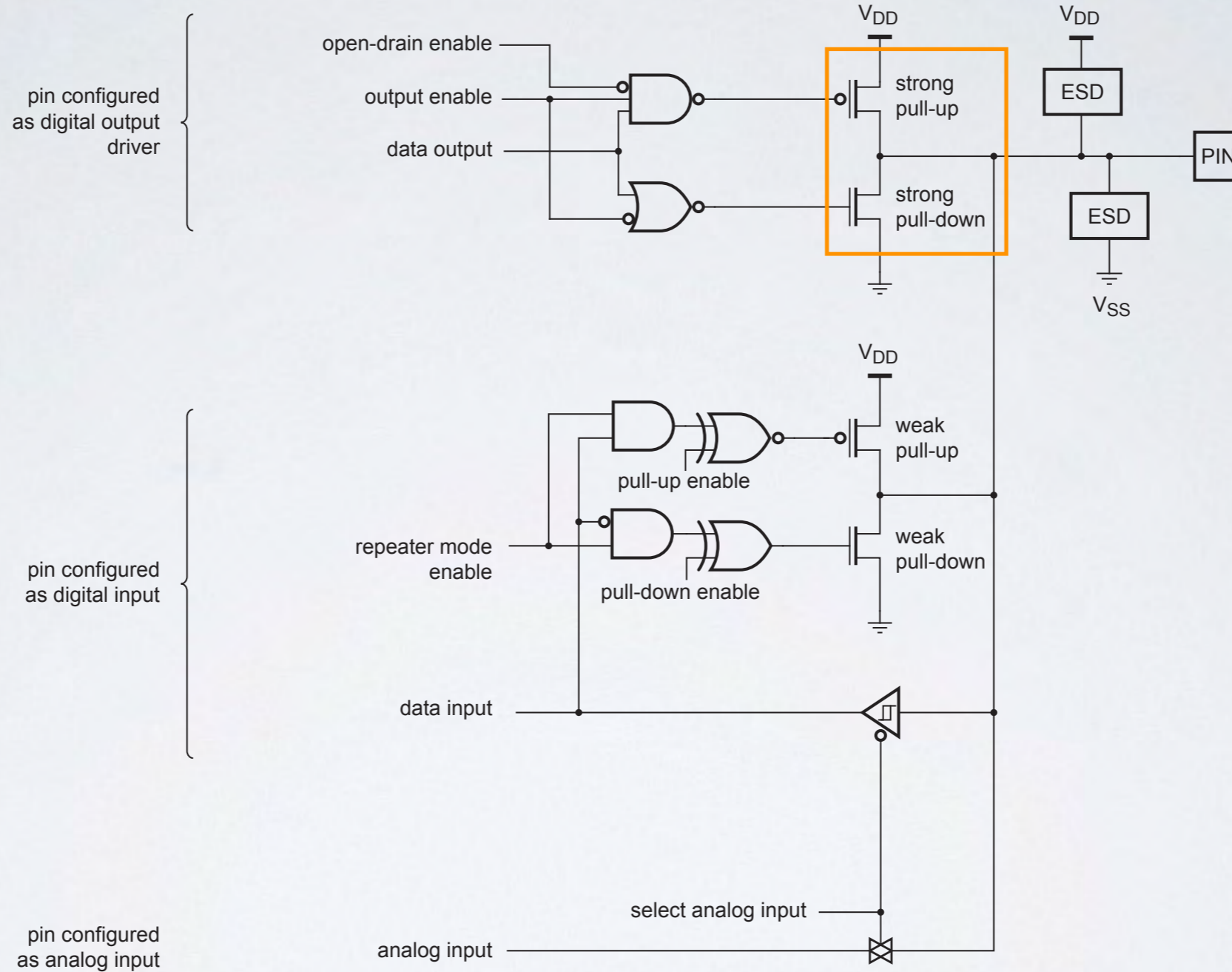


プッシュプル



オープンドレイン

# Push-Pull

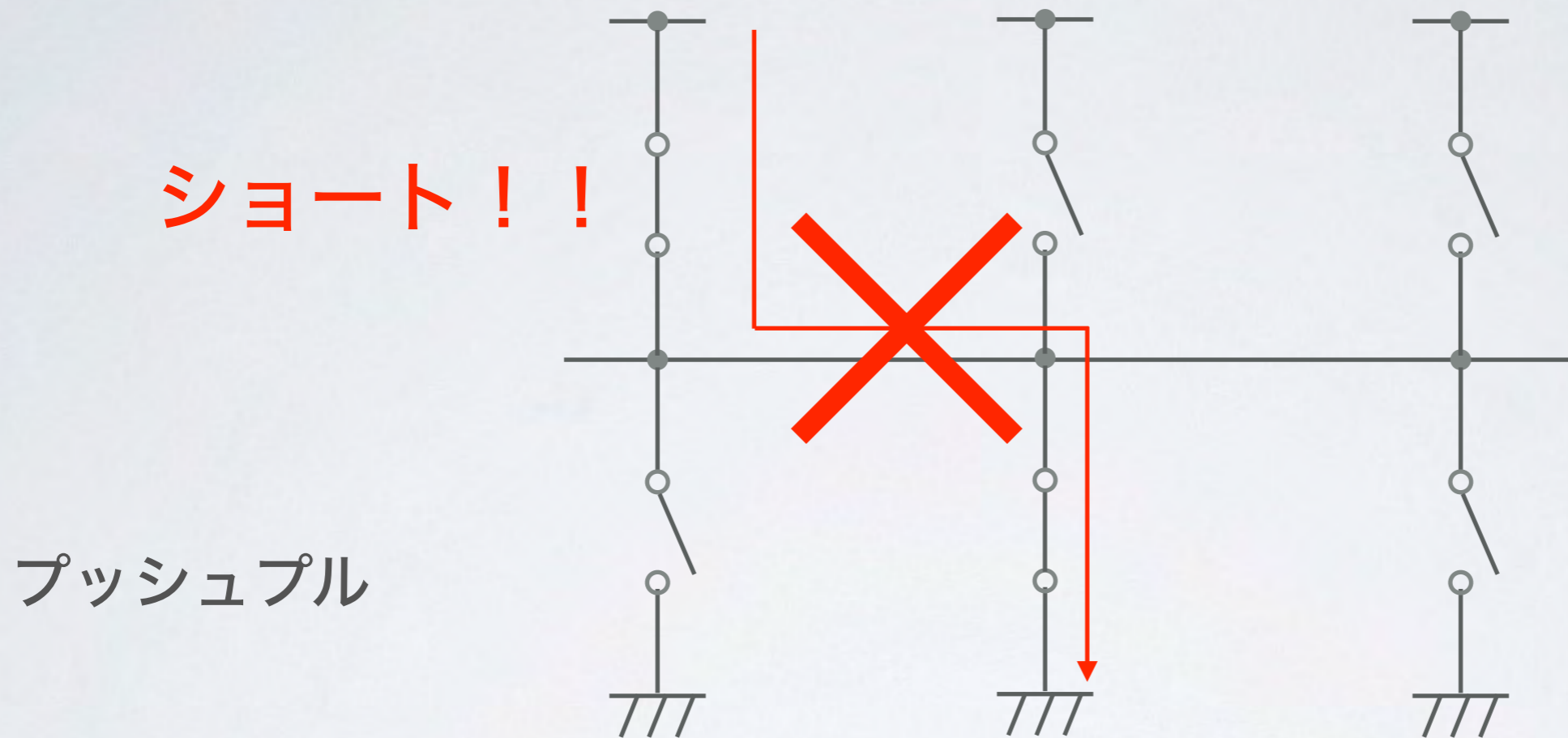


002aah159

Open-drain mode available on series LPC1100L and LPC1100XL.

**Fig 51. Standard I/O pad configuration**

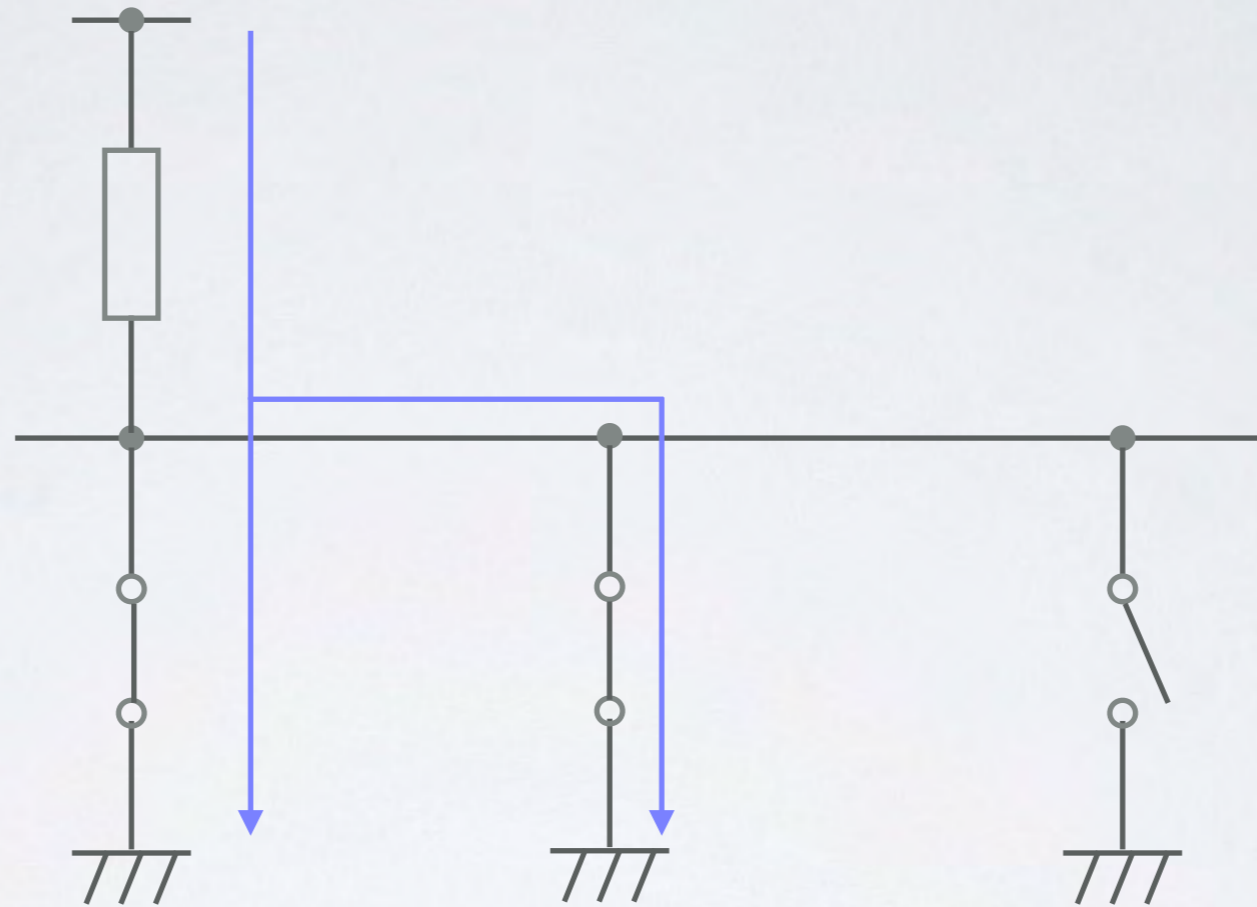
# なぜオープンドレインなのか (1)



バスに複数のデバイスが接続されていて、一方でHIGH、もう一方でLOWを出力すると、デバイスのI/Oに過大な電流を流してしまい、破損につながる。

# なぜオープンドレインなのか (2)

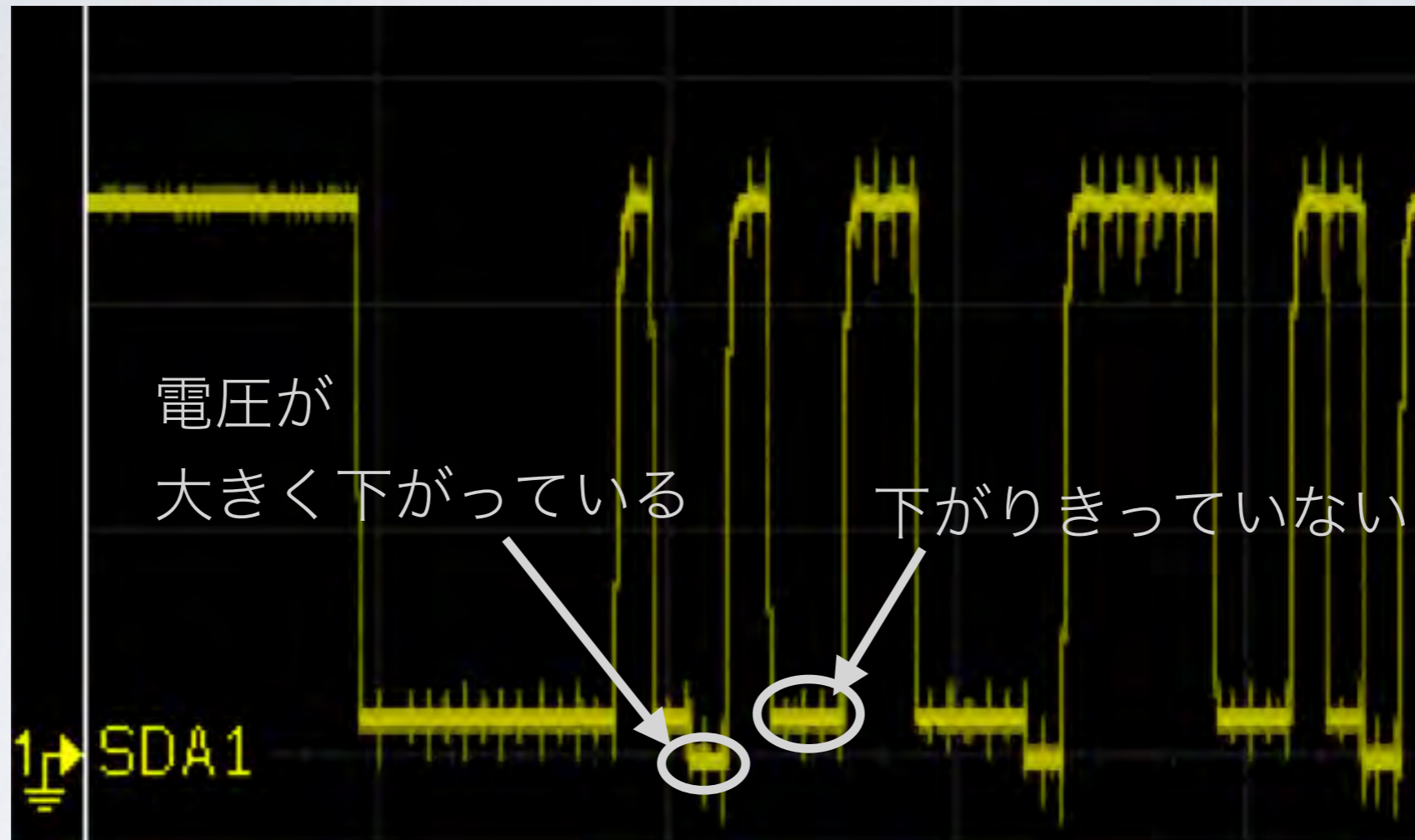
オープンドレイン



プルアップ抵抗を通過するので、過大な電流は流れない。  
複数のデバイスがLOWにしても大丈夫。

(ワイヤードAND接続)

# プルアップ抵抗値が小さすぎると…



電圧が下がっているものは、電流を引き込む能力の高い  $Fm+$  対応のスレーブが出している信号。

電圧が下がりきっていないものは、引き込む能力の低い  $Fm$  対応のマスタが出している信号。

# スレッショルド (再び)

**Table 16. Static characteristics (LPC1100, LPC1100L series) ...continued**

$T_{amb} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$  to  $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ , unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ <sup>[1]</sup>	Max	Unit
<b>Standard port pins, RESET</b>						
$I_{IL}$	LOW-level input current	$V_I = 0\text{ V}$ ; on-chip pull-up resistor disabled	-	0.5	10	nA
$I_{IH}$	HIGH-level input current	$V_I = V_{DD}$ ; on-chip pull-down resistor disabled	-	0.5	10	nA
$I_{OZ}$	OFF-state output current	$V_O = 0\text{ V}$ ; $V_O = V_{DD}$ ; on-chip pull-up/down resistors disabled	-	0.5	10	nA
$V_I$	input voltage	pin configured to provide a digital function <sup>[12][13]</sup> <sup>[14]</sup>	0	-	5.0	V
$V_O$	output voltage	output active	0	-	$V_{DD}$	V
$V_{IH}$	HIGH-level input voltage		$0.7V_{DD}$	-	-	V
$V_{IL}$	LOW-level input voltage		-	-	$0.3V_{DD}$	V

つまり、 $3.3 \times 0.7 \approx 2.3\text{V}$ 以上でHIGH

$3.3 \times 0.3 \approx 0.99\text{V}$ 以下でLOW

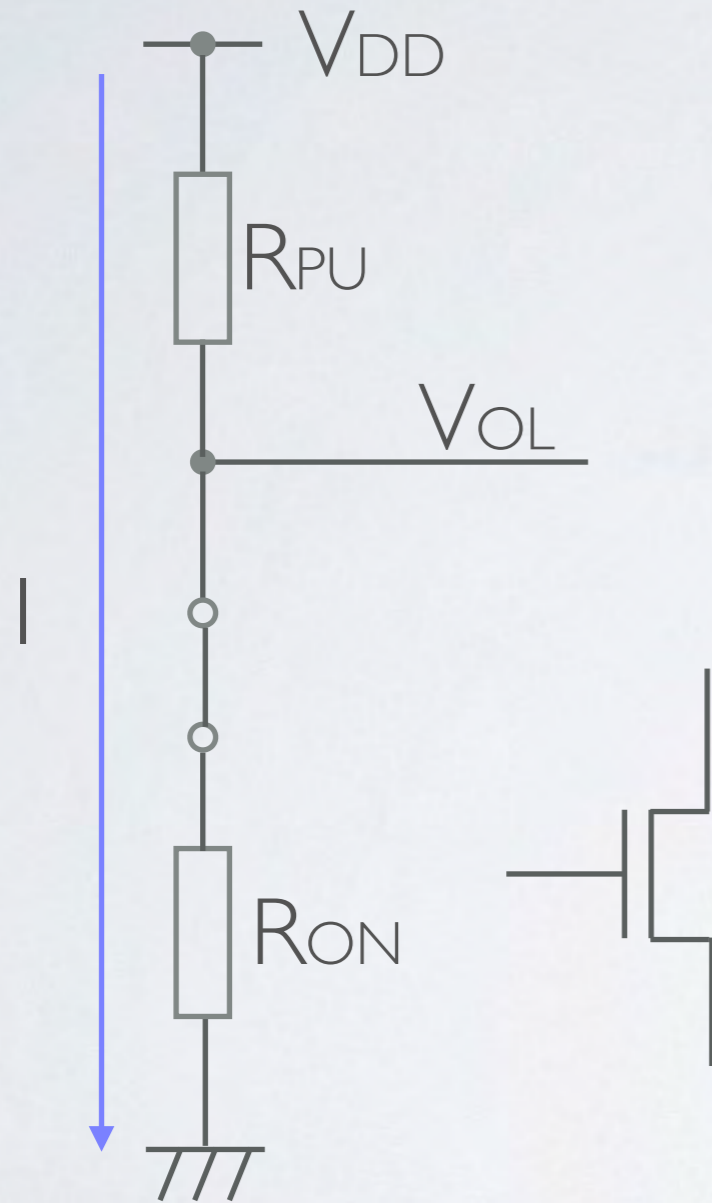
間は、どっちになっても文句を言えない領域。



# 適切なプルアップ抵抗値（低い方）

$$V_{DD} : V_{OL} = (R_{PU} + R_{ON}) : R_{ON}$$

プルアップ抵抗値が小さいと、  
流れる電流Iが増え、チップが信号線の  
電圧を落とすにくくなる。



$$\begin{aligned} R_{PU} &= (V_{DD} - V_{OL}) \div I \\ &= (5.0V - 0.4V) \div 3mA \\ &= 1.5k\Omega \end{aligned}$$

規格値

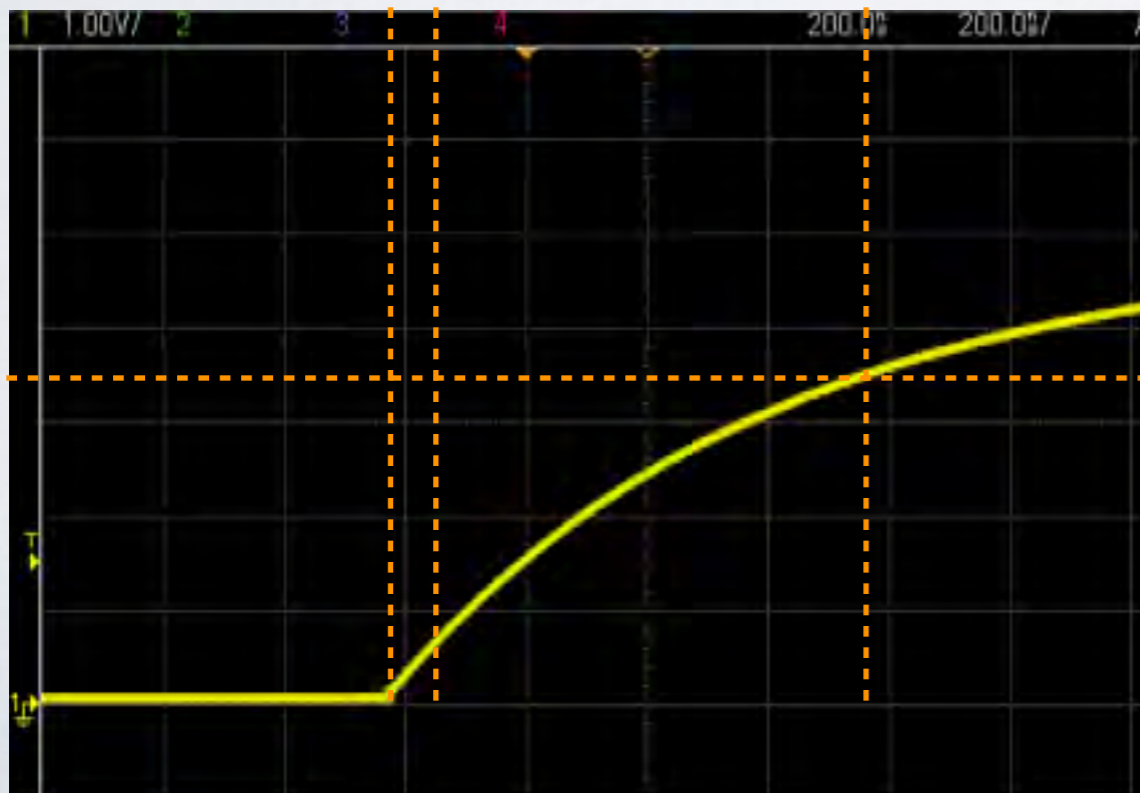
# プルアップ抵抗値が大きすぎると…



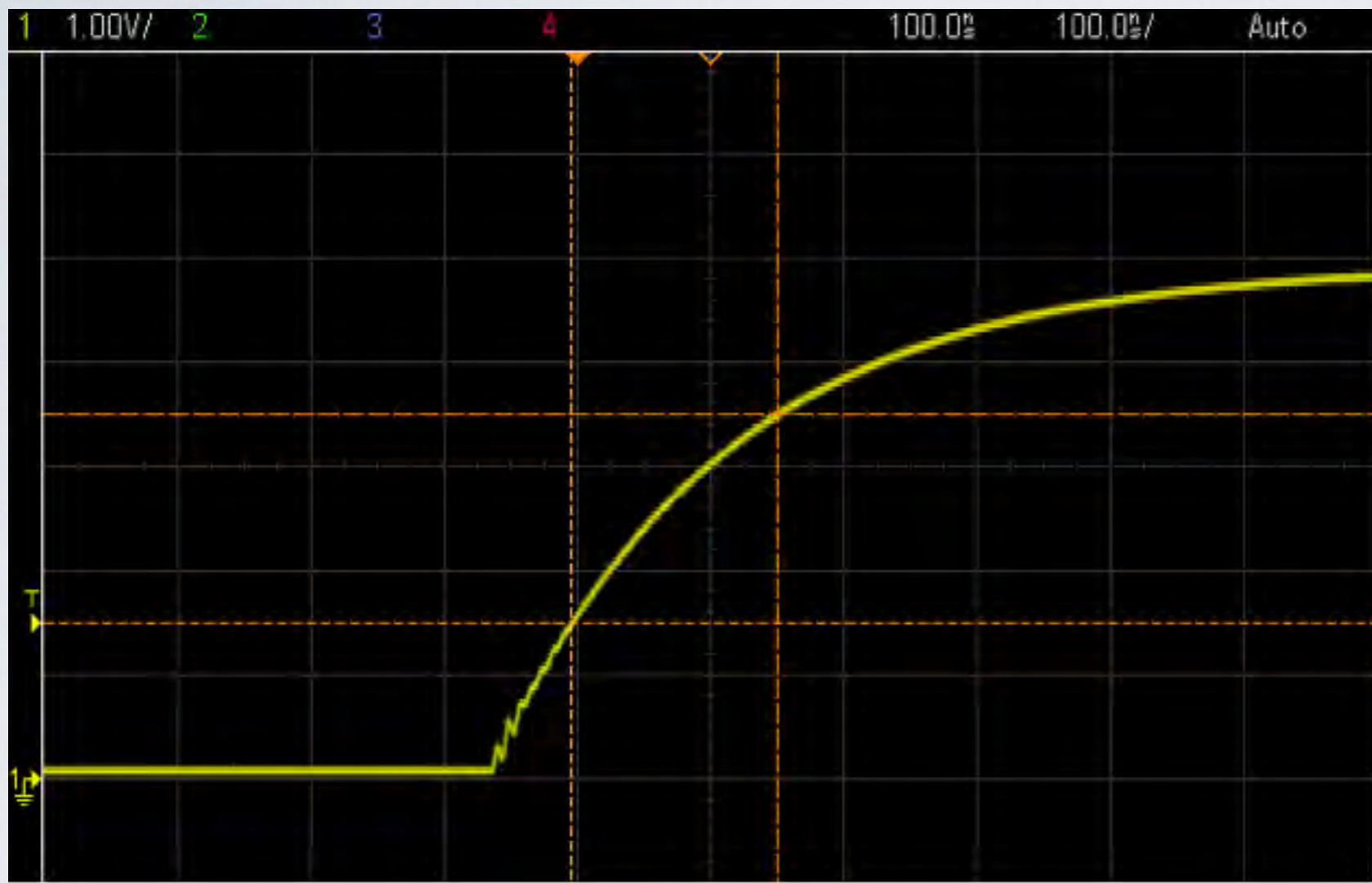
信号線を延ばしたり、デバイスを接続するとバス容量（信号線の静電容量）は増えていく。

信号がLowからHighになるときに要する時間は、バス容量とプルアップ抵抗値に依存する。

プルアップ抵抗値が大きい、あるいは、バス容量が大きいと充電に時間がかかる、つまり、信号の立ち上がりが遅くなる。



# バス容量の測定



I<sup>2</sup>Cの信号が、  
V<sub>DD</sub>の30%から70%に  
立ち上がるまでの  
時間を測定する。  
この場合、V<sub>DD</sub>は  
5Vなので、1.5Vから  
3.5Vまでの時間を  
測っている。(154nS)

$$(154\text{nS} \div (0.8473 \times 2.2\text{k}\Omega)) - 15\text{pF} \doteq 70\text{pF}$$

定数

プルアップ抵抗値

オシロのプローブの容量

# 適切なプルアップ抵抗値 (高い方)

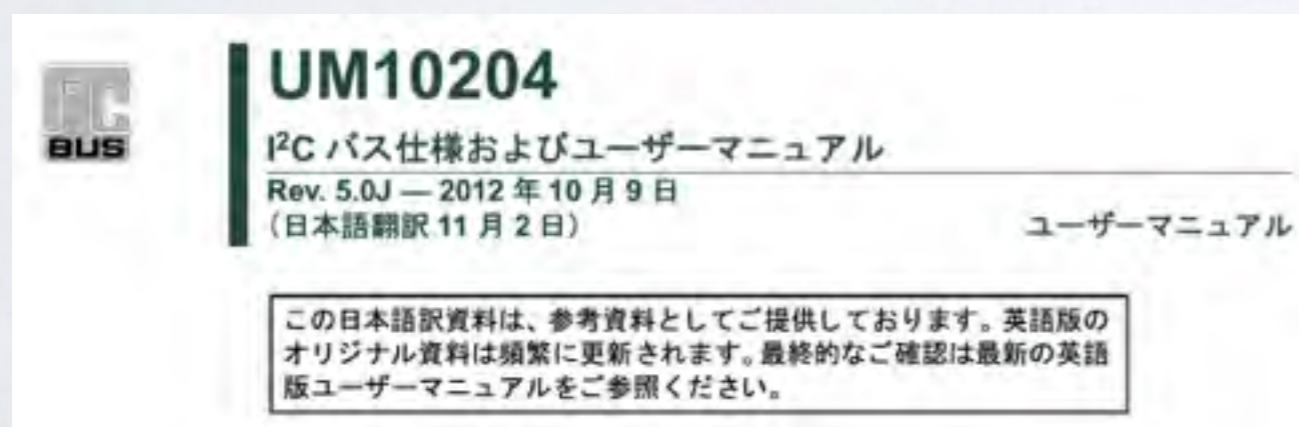
規格値



$$\begin{aligned} \text{Sm: } R_{\text{PU}} &= 1000\text{ns} \div (0.8473 \times 70\text{pF}) \\ &= 16.9\text{k}\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fm: } R_{\text{PU}} &= 300\text{ns} \div (0.8473 \times 70\text{pF}) \\ &= 5.1\text{k}\Omega \end{aligned}$$

Sm 100kHz  
Fm 400kHz  
Fm+ 1MHz



[http://www.nxp.com/documents/user\\_manual/UM10204\\_JA.pdf](http://www.nxp.com/documents/user_manual/UM10204_JA.pdf)

Rev.6の翻訳マダ - ? → クマーお ( ' ( ° ) ` ) 番長

# こんくるーじょん

ちゃんと電圧を下げられる抵抗値

$$\begin{aligned} R_{PU} &= (V_{DD} - V_{OL}) \div I \\ &= (5.0V - 0.4V) \div 3mA \\ &= 1.5k\Omega \end{aligned}$$

← I<sup>2</sup>Cのプルアップ抵抗はこの間に納めよう

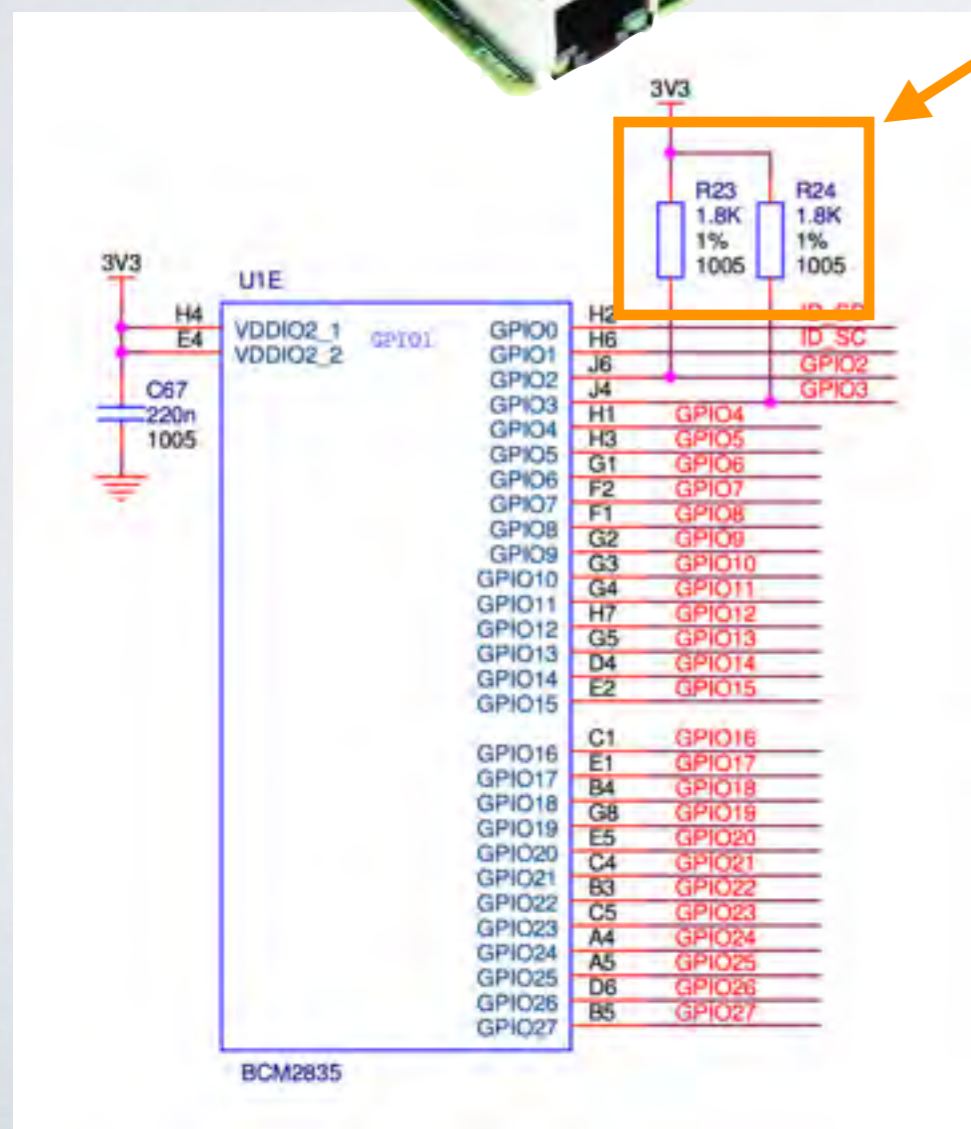
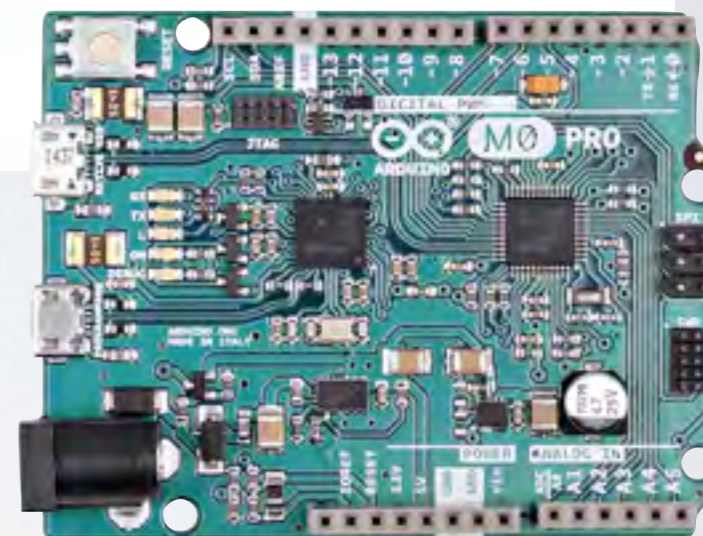
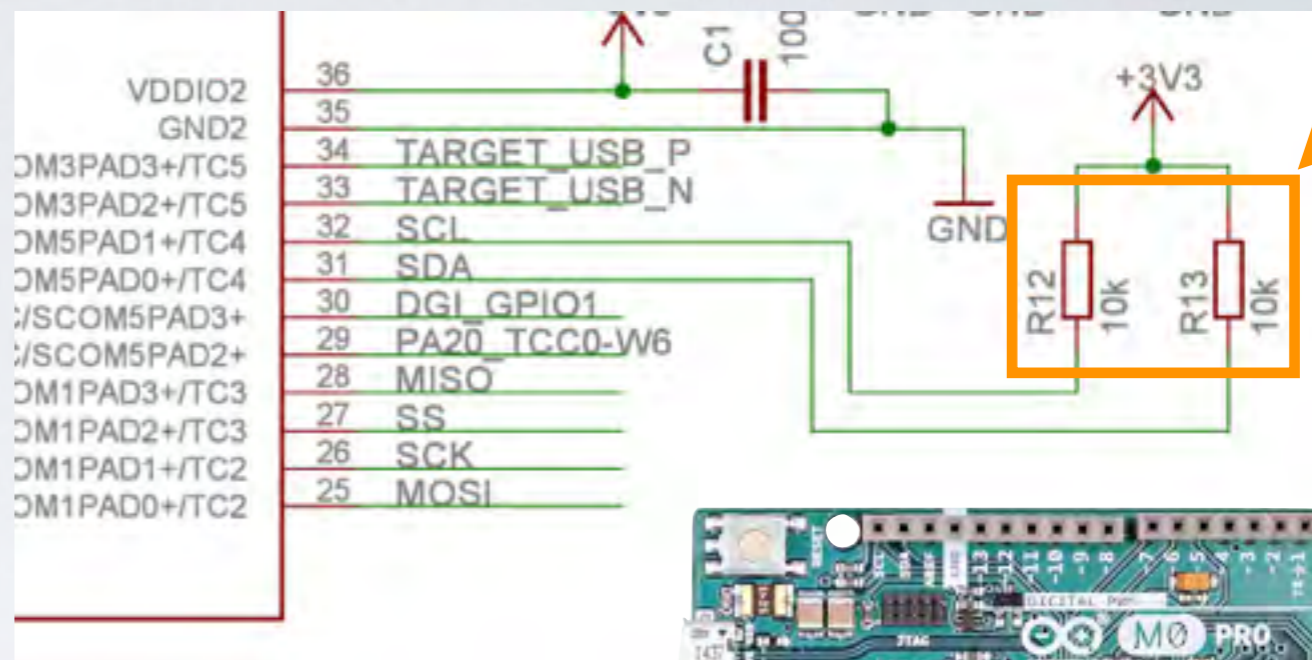
素早く信号が立ち上がる抵抗値

$$\begin{aligned} S_m: R_{PU} &= 1000ns \div (0.8473 \times 70pF) \\ &= 16.9k\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_m: R_{PU} &= 300ns \div (0.8473 \times 70pF) \\ &= 5.1k\Omega \end{aligned}$$

まあ、だいたい2.2k~10kΩにすれば動きます。

# 言っちゃなんんですけど...



マイコンボードにI<sup>2</sup>Cのプルアップ抵抗が付いているのはイケてない。

# せんでん

**トランスタテクノ** **トライアルシリーズ**

LED/モータからA-D/D-A変換まで  
2線インターフェースI<sup>2</sup>Cで数珠つなぎ!

**マイコンにプラス! IC40個入り**  
**シリアル拡張IC**  
**サンプルブック** [基板付き]

**全19種! mbed対応!** 岡野 彰文, 渡辺 明禎 著

本書付属の全ICを  
DIPモジュール化  
できる基板入り!!

IC-GPIO		IC 温度センサ	
PCAL9554BPW	8ポート	LM75BD	+/-2℃精度温度センサ
PCAL9555APW	16ポート	PCT2075D	+/-1℃精度温度センサ
IC-バスリバフタ		ICモータコントロール	
PCA9603DP	高ドライブ電流リバフタ	PCA9629APW	自動位相制御モータ・コントローラ
PCA9517ADP	標準的リバフタ		
IC-LEDコントロール		ICスイッチ/マルチプレクサ	
PCA9632DP1	4ch, 電圧スイッチ型	PCA9541ADV01	2:1 ICマルチプレクサ
PCA9624PW	8ch, 電圧スイッチ型	PCA9548AD	1:4 ICスイッチ
PCA9622DR	16ch, 電圧スイッチ型		
PCA9626B	24ch, 電圧スイッチ型	IC A-D/D-A変換	
PCA9555ATW	16ch, 電流型	PCF8591T	8bit SAR A-D, D-A変換
PCA9556ATW	24ch, 電流型	IC カウントIC	
ICアナログコンバータ		PCF85263AT	水晶内蔵RTC
SC16IS750PW	IC/SPIからUARTへ変換	PCF2129AT/2	水晶内蔵RTC, 高精度

協力 **NP** **CQ出版社**

PCA9632DP1 I2C 4ch LEDドライバ基板 600 円 在庫: 14	PCA9541APW I2C バスマスタマルチプレクサ基板 700 円 在庫: 多数	PCA9622DR I2C 16ch LEDドライバ基板 1,000 円 在庫: 多数	PCA9624PW 8ch I2C 電圧スイッチ型 LE... 756 円 在庫: 多数	PCA9600D 高ドライブ電流I2Cバスバッファ基板 624 円 在庫: 多数
1 <input type="button" value="カートに追加"/>	1 <input type="button" value="カートに追加"/>	1 <input type="button" value="カートに追加"/>	1 <input type="button" value="カートに追加"/>	1 <input type="button" value="カートに追加"/>
PCA9517ADP I2C レベル変換バスバッファ基板 500 円 在庫: 多数	PCF2129AT SPI/I2C接続リアルタイムクロック... 648 円 在庫: 多数	PCAL9555APW I2C GPIOエクステンダ 864 円 在庫: 多数	SC16IS750 シリアル-I2C/SPI ピッチ変換基板 1,620 円 在庫: 多数	LM75B温度センサ (I2C接続) 378 円 在庫: 多数
1 <input type="button" value="カートに追加"/>	1 <input type="button" value="カートに追加"/>	1 <input type="button" value="カートに追加"/>	1 <input type="button" value="カートに追加"/>	1 <input type="button" value="カートに追加"/>
I2C 8x8 LEDマトリクス基板 (MFT版) 2,160 円 在庫: 多数	PCA9626B LEDスティックボード 1,500 円 在庫: 多数	PCA9629APW ステッピングモータドライバ... 648 円 在庫: 多数	mbed LPC824 2,592 円 在庫: 17	
1 <input type="button" value="カートに追加"/>	1 <input type="button" value="カートに追加"/>	1 <input type="button" value="カートに追加"/>	1 <input type="button" value="カートに追加"/>	

せんでん

ssci.to/2574

**ARM mbed**

Platforms • Switch Science mbed TY51822r3

## Switch Science mbed TY51822r3

The Switch Science mbed TY51822R3 is FCC and Japan radio type approved Bluetooth low energy development board with the Nordic's nRF51822 Rev.3 SoC.

The Switch Science mbed TY51822R3 is FCC and Japan radio type approved Bluetooth low energy development board with the Nordic's nRF51822 Rev.3 SoC. This board is also compatible with nRF51-DK except the 32MHz MCU clock.

### Pinout

Pin	Function	Pin	Function
Pin 10	cts	Pin 9	tx
Pin 11	rx	Pin 8	rts
Pin 12	sel	Pin 7	AnalogIn
Pin 13	mosi	Pin 6	AnalogIn
Pin 14	miso	Pin 5	spi I2C0
Pin 15	sclk	Pin 4	3.3v
Pin 18	BTN3	Pin 3	VDD
Pin 19	BTN2	Pin 2	GND
Pin 17	BTN1	Pin 1	AnalogIn
Pin 16	BTN4	Pin 0	AnalogIn
Pin 20	LED1	Pin 30	sda I2C0
Pin 21	LED2	Pin 29	sclk
Pin 22	LED3	Pin 28	mosi
Pin 23	LED4	Pin 27	miso
Pin 24	sel SPI0	Pin 26	spi I2C0
GND	0V	Pin 25	mosi

**Table of Contents**

1. Pinout
2. Features
3. Firmware

**Platform Partner**

**SWITCHSCIENCE**

Switch Science is one of the open source hardware retailers in Japan. We are manufacturing our own products.

**Silicon Partner**

**NORDIC SEMICONDUCTOR**

**Nordic Semiconductor**

Nordic Semiconductor is a fabless semiconductor company specializing in ultra low-power wireless SoCs and connectivity devices for the 2.4 GHz ISM band, with ultra-low power performance and cost being the main focus areas.

[Open mbed Compiler](#)

[Buy Now](#)