

# 照度センサ調査（電子工作） 【利用するならどれ？】

- 照度センサ基本仕様、プログラミングを理解
- ESP32を用いて利用した場合の実践データ

# 本チャンネルで投稿したセンサ利用

No	センサ	投稿名	URL
1	LED (抵抗値計算)	電子工作を始めるなら まずこれ「Lチカ」	<a href="https://hobby-it.com/smartremo2/">https://hobby-it.com/smartremo2/</a>
2	赤外線受信センサ	スマートリモコン電子工作 (赤外線受信センサ編)	<a href="https://hobby-it.com/smartremo3/">https://hobby-it.com/smartremo3/</a>
3	赤外線送信LED (トランジスタ)	スマートリモコン電子工作 (赤外線送信LED編)	<a href="https://hobby-it.com/smartremo4/">https://hobby-it.com/smartremo4/</a>
4	温度センサ	温度センサ調査 (電子工作) 【第1位は?】	<a href="https://hobby-it.com/temp-survey">https://hobby-it.com/temp-survey</a>
5	湿度センサ	湿度センサ調査 (電子工作) 【第1位は?】	<a href="https://hobby-it.com/humi-survey">https://hobby-it.com/humi-survey</a>
6	人感センサ	人感センサ調査 (電子工作) 【第1位は?】	<a href="https://hobby-it.com/motion-survey">https://hobby-it.com/motion-survey</a>
7	照度センサ	照度センサ調査 (電子工作) 【利用するならどれ?】	<a href="https://hobby-it.com/light-survey">https://hobby-it.com/light-survey</a>
8	カメラ [ESP32とOV2640]	GoogleDrive保存【API】	<a href="https://hobby-it.com/save-jpeg-image-with-gdriveapi-1/">https://hobby-it.com/save-jpeg-image-with-gdriveapi-1/</a>
9		GoogleDrive保存【GAS】	<a href="https://hobby-it.com/save-jpeg-image-gdrivegas-1/">https://hobby-it.com/save-jpeg-image-gdrivegas-1/</a>
10	カメラ [M5Stack TimerCamera]	スマホで動画視聴	<a href="https://hobby-it.com/m5timer_webcam">https://hobby-it.com/m5timer_webcam</a>
11		ESP32でLINEへ画像投稿	<a href="https://hobby-it.com/m5timer_line">https://hobby-it.com/m5timer_line</a>
12		定期・定刻のGoogleDrive画像保存	<a href="https://hobby-it.com/m5timer_gdrive">https://hobby-it.com/m5timer_gdrive</a>
13		冷蔵庫をカメラ付へ (GoogleDrive保存)	<a href="https://hobby-it.com/m5timer_refrigerator">https://hobby-it.com/m5timer_refrigerator</a>

# 目次

1. 照度センサの仕組み
2. 調査対象の照度センサー一覧
3. ESP32ポート仕様
4. 各センサ仕様
5. 回路
6. プログラム
7. 測定器
8. 測定結果
9. 回路など見直し
10. 測定結果
11. まとめ

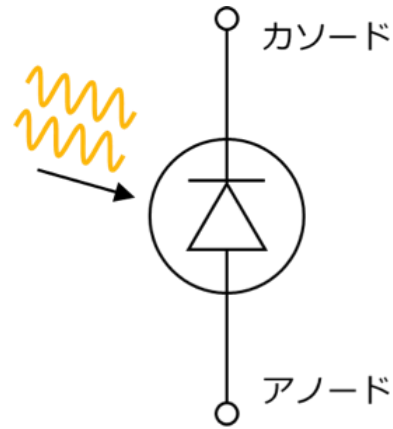
# 1-1. フォトダイオード

《参考URL》

<https://optipedia.info/laser/fiberlaser/photodiode/>

<https://www.analog.com/jp/analog-dialogue/raqs/raq-issue-108.html>

## ● フォトダイオードの仕組み

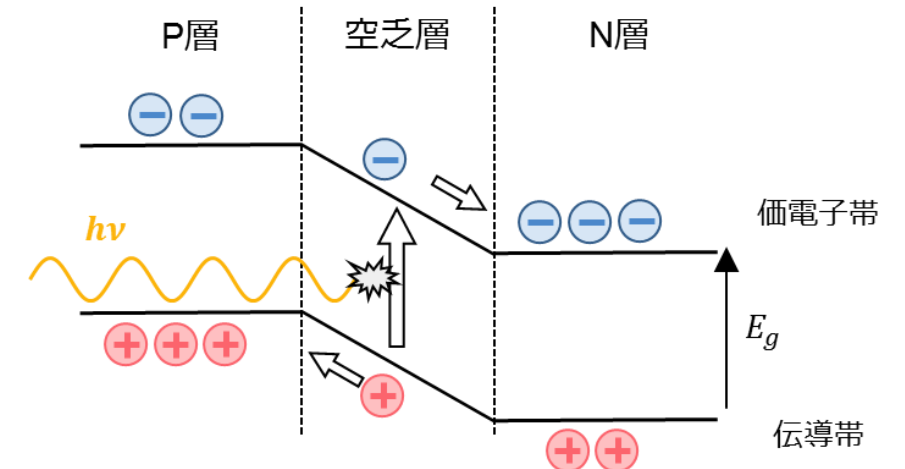


さらに  
詳細には

物質は光と相互作用することで、光のエネルギー(光子)を吸収して電気のエネルギー(電子)として放出することができる。これを光電効果と呼ぶ。

半導体において光電効果が起こると、光起電力効果と呼ばれる、接合部に電位差が生じる現象が生じる。フォトダイオードはこれらの効果を利用して光の検出を行う。

## ● フォトダイオードの基本的な構造



$E_g$ : バンドギャップエネルギー  
 $h\nu$ : 光のエネルギー (一光子)

入射光のエネルギーが半導体のバンドギャップエネルギーよりも大きいと、半導体結晶中の電子が励起され、価電子帯から伝導帯へと引き上げられる。この時、電子がもともと居た位置に正の電荷(正孔)が生じる。これら電子と正孔は、両層の間の電位差によってそれぞれN層、P層へと移動する。この結果電流が生じ、フォトダイオードにアンプなどの外部回路を接続することで電流信号として取り出すことができ、光の検出が可能となる。

フォトダイオードに使われる材料には、量子効率の波長依存性があるため、波長ごとに材料を選ぶ必要がある。近赤外域では、インジウム・ガリウム・ヒ素(InGaAs)が適している。

## ● LEDも発電できる

LEDもフォトダイオードと同様の原理で、光をあてると電流が流れます。

逆バイアスで電気を光にも変換できるので、通常は光を発するように利用しています。

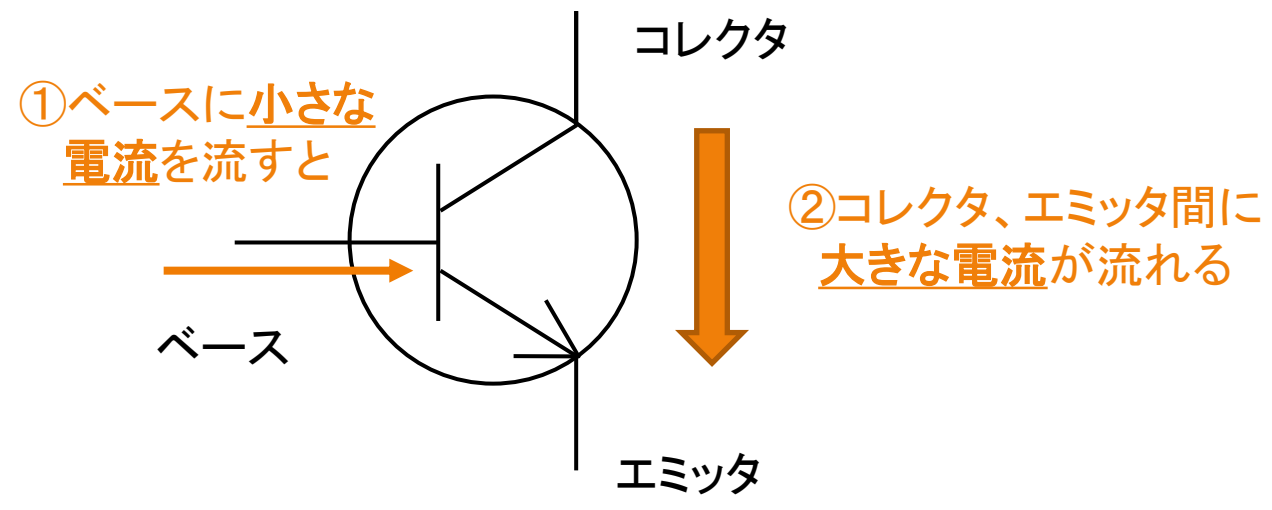
# 1-2. フォトトランジスタ・フォトICダイオード

《参考URL》

<https://metoree.com/categories/phototransistor/>

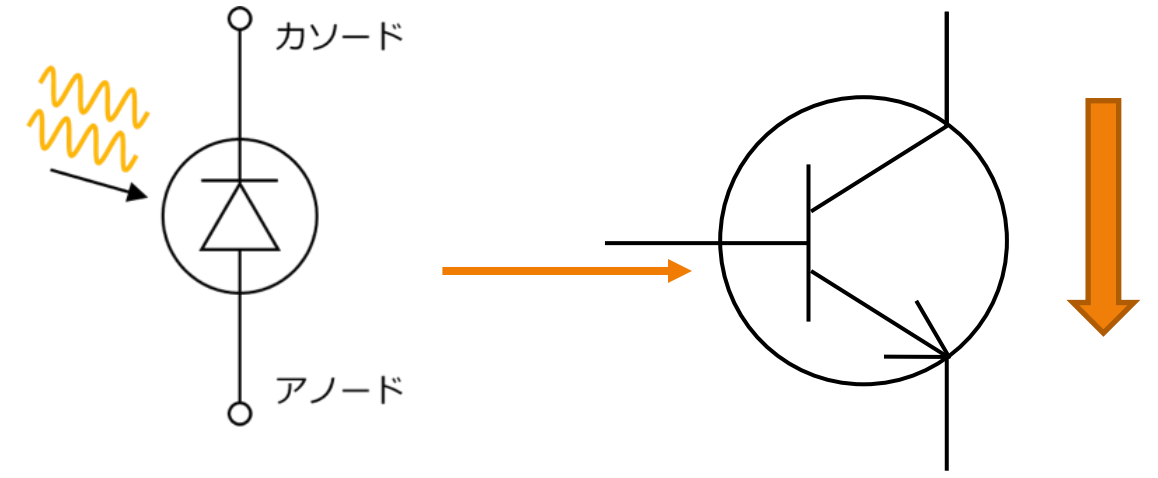
[https://www.hamamatsu.com/content/dam/hamamatsu-photonics/sites/documents/99\\_SALES\\_LIBRARY/ssd/photo\\_ic\\_diode\\_kpic9007j.pdf](https://www.hamamatsu.com/content/dam/hamamatsu-photonics/sites/documents/99_SALES_LIBRARY/ssd/photo_ic_diode_kpic9007j.pdf)

## ● トランジスタの動作

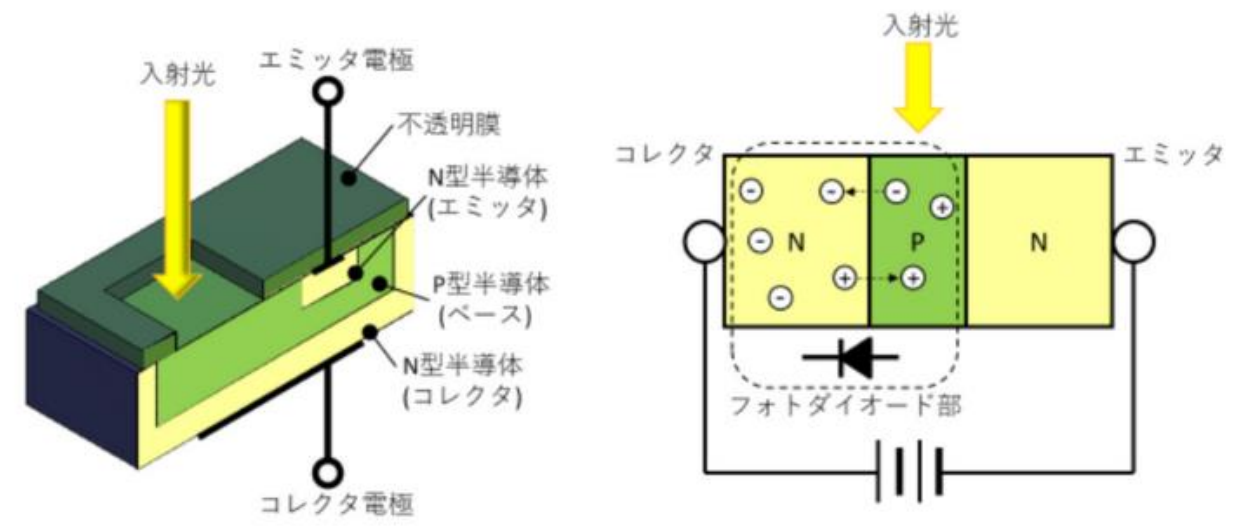
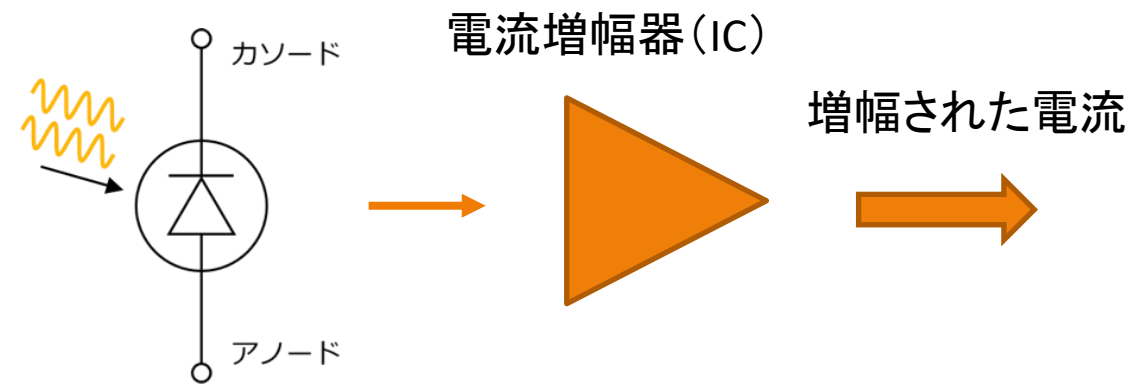


## ● フォトトランジスタ

「フォトダイオード」 + 「トランジスタ」の構造で  
フォトダイオードの取り出した電流をトランジスタで増幅



## ● フォトICダイオード



# 1 - 3. 照度と明るさの目安

《参考URL》

<http://photon.sci-museum.kita.osaka.jp/publish/text/koyomi/66.html>

<https://www2.panasonic.biz/jp/lighting/plam/knowledge/document/0215.html>

大阪市立科学館様のサイトより

照度(ルクス)	明るさの目安	(ルクス)
100,000	・雪山・真夏の海岸	> 100,000
	・晴天昼太陽光	100,000
	・晴天午前10時太陽光	65,000
	・晴天午後3時太陽光	35,000
	・曇天昼太陽光	32,000
10,000	・曇天午前10時太陽光	25,000
	・曇天日出1時間後太陽光	2,000
1,000	・晴天日入1時間前太陽光	1,000
	・パチンコ店内	1,000
	・百貨店売場	500~700
	・蛍光灯照明事務所	400~500
	・日出入時	300
100	・30W蛍光灯2灯使用八畳間	300
	・夜のアーケード	150~200
	・街灯下	50~100
10	・ライター@30cm	15
	・ロウソク@20cm	10~15
1	・市民薄明(太陽天頂距離96度)	5
	・月明り	0.5~1
0.01	・航海薄明(太陽天頂距離102度)	0.01
	・天文薄明(太陽天頂距離108度)	0.001

Panasonic様のサイトより

表1 JIS照明基準総則(JIS Z9110-2010)に掲載の維持照度

照度 (lx)	居間 <sup>a)</sup>	書斎、子供室、勉強室	応接室(洋間) 座敷	食堂 台所	寝室 <sup>a)</sup>	家事室 作業室	浴室、脱衣室、化粧室	便所	階段 廊下	納戸 物置	玄関 (内側)	門・玄関 (外側)	車庫 庭
1000	手芸、裁縫					手芸、裁縫、ミン							NEXT
750		勉強、読書											
500	読書	VDT作業			読書、化粧	工作、VDT作業					鏡		
300				食卓、調理台、流し台			ひげそり <sup>2)</sup> 、化粧 <sup>2)</sup> 、洗面						
200	団らん、娯楽 <sup>1)</sup>	遊び、コンピューターゲーム	テーブル、ソファ、飾り棚、座卓、床の間			洗濯					靴脱ぎ、飾り棚		
100		全般	全般	台所全般		全般	全般				全般		パーティー、食事
75								全般					
50	全般			食堂全般					全般				
30										全般		表札・門標、新聞受け、押しボタン	テラス、全般
20					全般								
5												通路	通路
2					深夜				深夜			防犯	防犯

室内環境では  
100ルクス前後の明るさ

# 2-1. 調査する照度センサ




選定基準 (IT太郎調べ)  
・3.3V/5V対応  
・同タイプの安価なものから順  
(次の価格が倍以上は選択なし)

NO	項目	メーカー	型番	イメージ	URL	価格	動作電圧	ピーク波長	記事
1	照度センサ (フォトトランジスタ) NJL7302L-F3	日清紡マイクロデバイス	NJL7302L-F3		<a href="https://akizukidenshi.com/catalog/g/g/gl-08910/">https://akizukidenshi.com/catalog/g/g/gl-08910/</a>	45	~15V	550 nm	
2	照度センサ (フォトトランジスタ) 550 nm NJL7302L-F5	日清紡マイクロデバイス	NJL7302L-F5		<a href="https://akizukidenshi.com/catalog/g/g/gl-08700/">https://akizukidenshi.com/catalog/g/g/gl-08700/</a>	50	~15V	550 nm	
3	照度センサ (フォトトランジスタ) 560 nm NJL7502L (2個入)	日清紡マイクロデバイス	NJL7502L		<a href="https://akizukidenshi.com/catalog/g/g/gl-02325/">https://akizukidenshi.com/catalog/g/g/gl-02325/</a>	50	~70V	560 nm	2個100円の 1パックで購入必要
4	フォトICダイオード 560 nm S13948-01SB	浜松ホトニクス	S13948-01SB		<a href="https://akizukidenshi.com/catalog/g/g/gl-13874/">https://akizukidenshi.com/catalog/g/g/gl-13874/</a>	100	~12V	560 nm	
5	Grove-Light Sensor v1.2	Seeed Studio	101020132		<a href="https://jp.seeedstudio.com/Grove-Light-Sensor-v1-2-LS06-S-phototransistor.html">https://jp.seeedstudio.com/Grove-Light-Sensor-v1-2-LS06-S-phototransistor.html</a>	269	3-5 V	540 nm	通販ではなく近隣店舗で購入
総合計						514			

安価で利用が簡単(明るさを抵抗として扱えます)な硫化カドミウム (CdS) セルがあります。ただ、カドミウムはRoHS指令(ローズ指令:電子・電気機器における特定有害物質の使用制限についての欧州連合(EU)による指令)の規制対象元素のようです。環境負荷が大きいようですので選択から除外しました。

## 2-2. 調査する照度センサ(仕様上)

製品のタイプとしては、以下の3つ「フォトダイオード」、「フォトICダイオード」、「モジュール化」に分類できる。

タイプ	内容	価格帯	利用方法	記事
フォトランジスタ [NJL7302L-F3/F5, NJL7502L] 	フォトダイオードと トランジスタが一体化 した製品	安価	光があたると電流が変化するため、 その変化を測定する (電流の変化は抵抗にかかる電圧を 測定することにより測定する)	
フォトICダイオード [S13948] 	フォトダイオードと 電流増幅器が一体化 した製品	やや安価		
モジュール化 [Grove-Light Sensor] 	基板に必要な素子が 一体化した製品	高価	出力される電圧の変化から 照度を測定	



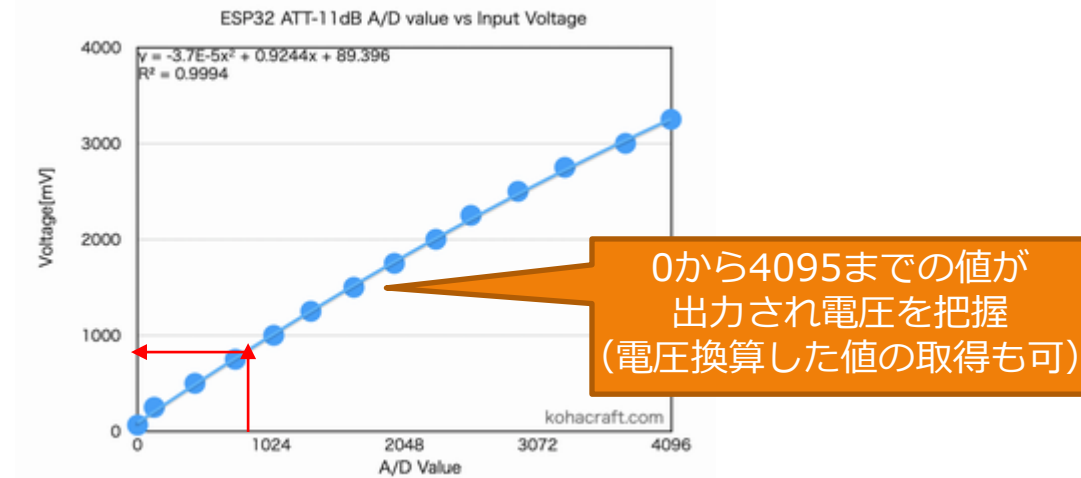
# 3-1. ESP32ポート

## ●ESP32 ポート構成

Touch	SPI/ DAC	Analog (ADC)	IO	IO	Analog (ADC)	SPI/ Serial	I2C/ Touch
			EN	GPIO23		VSPID	
		1-0 A0	GPI 36(VP)	GPIO22		VSPWIP	SCL
		1-3 A3	GPI 39(VN)	GPIO1		TXD0	
		1-6 A6	GPI 34	GPIO3		RXD0	
		1-7 A7	GPI 35	GPIO21		VSPHID	SDA
T9		1-4 A4	GPIO32	GPIO19		VSPIQ	
T8		1-5 A5	GPIO33	GPIO18		VSPICLK	
	DAC_1	2-8 A18	GPIO25	GPIO5		VSPICS0	
	DAC_2	2-9 A19	GPIO26	GPIO17		TXD2	
T7		2-7 A17	GPIO27	GPIO16		RXD2	
T6	HSPICLK	2-6 A16	GPIO14	GPIO4	A10 2-0	HSPHID	T0
T5	HSPIQ	2-5 A15	GPIO12	GPIO2	A12 2-2	HSPWIP	T2
T4	HSPID	2-4 A14	GPIO13	GPIO15	A13 2-3	HSPICS0	T3
			GND	GND			
			5V	3.3V			

## ●ADC (Analog to Digital Converter) 端子【電圧測定ができる】

- ADC回路は2つ搭載されている。
- 標準11dB(約3.55倍)の減衰が設定されており、0から3.3Vの測定可能 (プログラムで減衰なしも設定可能。0~1.0Vの測定となり)
- 分解能は9から12bit。標準で12bitなので0~4095で出力される。(電圧換算した値を出力も可能。10bitの場合0から1023で出力される)
- ADC2利用時はWi-Fi利用不可



<https://kohacraft.com/archives/202202091047.html>

# 3-2. ESP32入力端子

## 5. Electrical Characteristics

### 5.1 Absolute Maximum Ratings

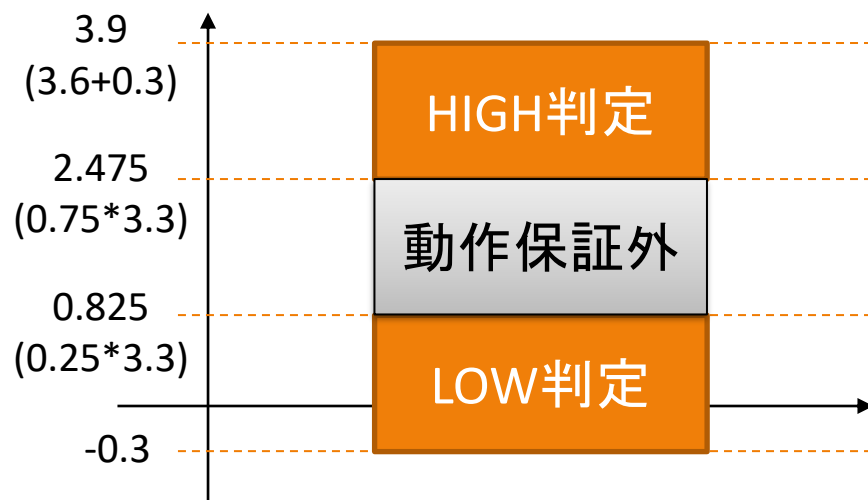
Stresses beyond the absolute maximum ratings listed in the table below may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and do not refer to the functional operation of the device that should follow the recommended operating conditions.

Table 11: Absolute Maximum Ratings

Symbol	Parameter	Min	Max	Unit
VDDA, VDD3P3, VDD3P3_RTC, VDD3P3_CPU, VDD_SDIO	Voltage applied to power supply pins per power domain	-0.3	3.6	V
I <sub>output</sub> *	Cumulative IO output current	-	1,200	mA
T <sub>store</sub>	Storage temperature	-40	150	°C

\* The chip worked properly after a 24-hour test in ambient temperature at 25 °C, and the IOs in three domains (VDD3P3\_RTC, VDD3P3\_CPU, VDD\_SDIO) output high logic level to ground.

### ●ESP32入力(DigitalRead時)のHIGH/LOW判定



### 5.3 DC Characteristics (3.3 V, 25 °C)

Table 13: DC Characteristics (3.3 V, 25 °C)

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
C <sub>IN</sub>	Pin capacitance	-	2	-	pF
V <sub>IH</sub>	High-level input voltage	0.75×VDD <sup>1</sup>	-	VDD <sup>1</sup> +0.3	V
V <sub>IL</sub>	Low-level input voltage	-0.3	-	0.25×VDD <sup>1</sup>	V
I <sub>IH</sub>	High-level input current	-	-	50	nA
I <sub>IL</sub>	Low-level input current	-	-	50	nA
V <sub>OH</sub>	High-level output voltage	0.8×VDD <sup>1</sup>	-	-	V
V <sub>OL</sub>	Low-level output voltage	-	-	0.1×VDD <sup>1</sup>	V
I <sub>OH</sub>	High-level source current (VDD <sup>1</sup> = 3.3 V, V <sub>OH</sub> >= 2.64 V, output drive strength set to the maximum)	VDD3P3_CPU power domain <sup>1, 2</sup>	-	40	mA
		VDD3P3_RTC power domain <sup>1, 2</sup>	-	40	mA
		VDD_SDIO power domain <sup>1, 3</sup>	-	20	mA
I <sub>OL</sub>	Low-level sink current (VDD <sup>1</sup> = 3.3 V, V <sub>OL</sub> = 0.495 V, output drive strength set to the maximum)	-	28	-	mA
R <sub>PU</sub>	Pull-up resistor	-	45	-	kΩ
R <sub>PD</sub>	Pull-down resistor	-	45	-	kΩ
V <sub>IL_nRST</sub>	Low-level input voltage of CHIP_PU to power off the chip	-	-	0.6	V

#### Notes:

- Please see Table IO\_MUX for IO's power domain. VDD is the I/O voltage for a particular power domain of pins.
- For VDD3P3\_CPU and VDD3P3\_RTC power domain, per-pin current sourced in the same domain is gradually reduced from around 40 mA to around 29 mA, V<sub>OH</sub>>=2.64 V, as the number of current-source pins increases.
- For VDD\_SDIO power domain, per-pin current sourced in the same domain is gradually reduced from around 30 mA to around 10 mA, V<sub>OH</sub>>=2.64 V, as the number of current-source pins increases.

IO-Pin  
最大入力電圧

3.9 (3.6+0.3)

IO-Pin  
出力電流

40mA

MAX3.9Vまでの入力なので、5V信号の入力不可

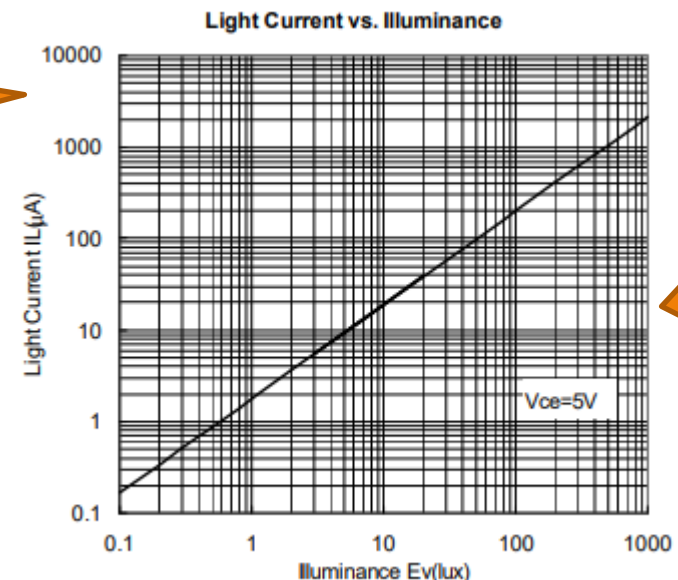
# 4-1.NJL7302L-F3/F5

《参考URL》

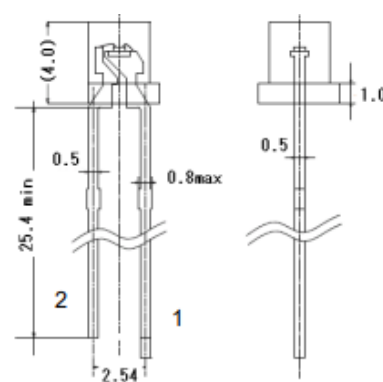
[https://www.nisshinbo-microdevices.co.jp/ja/pdf/datasheet/NJL7302L-F3\\_NJL7302L-F5\\_J.pdf](https://www.nisshinbo-microdevices.co.jp/ja/pdf/datasheet/NJL7302L-F3_NJL7302L-F5_J.pdf)

## ● 流れる電流と照度の関係

Max10mA程度

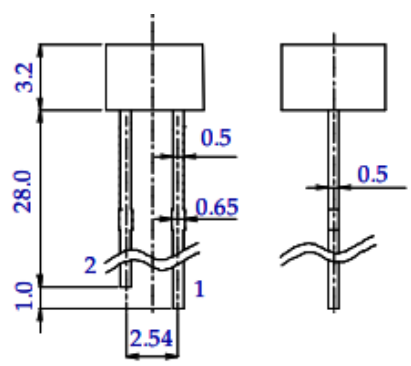


光の明るさにより  
流れる電流が変化する  
(この電流を利用し照度測定)



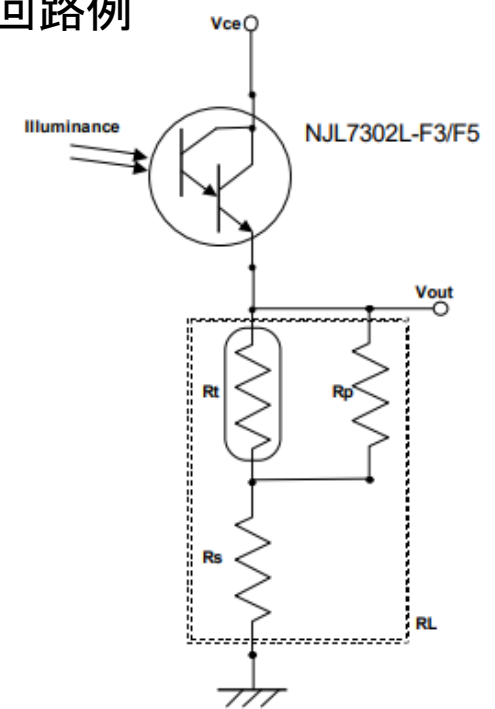
1: Collector  
2: Emitter

NJL7302L-F3



NJL7302L-F5

## ● アプリケーション回路例



Rt : NTC Thermistor NCP18 Series (muRata)  
Rs: Chip Resistance MCR03 F Series (Rohm)  
Rp: Chip Resistance MCR03 F Series (Rohm)

例  
Condition : Vce=5V , Ev=5lux , Vout=1.0V

Rt	100kΩ
Rs	33kΩ
Rp	180kΩ

半値角	$\Theta_{1/2}$	NJL7302L-F3	—	±55	—	deg.
		NJL7302L-F5	—	±45	—	

F3の方が半値角が広い(広角で光を把握)

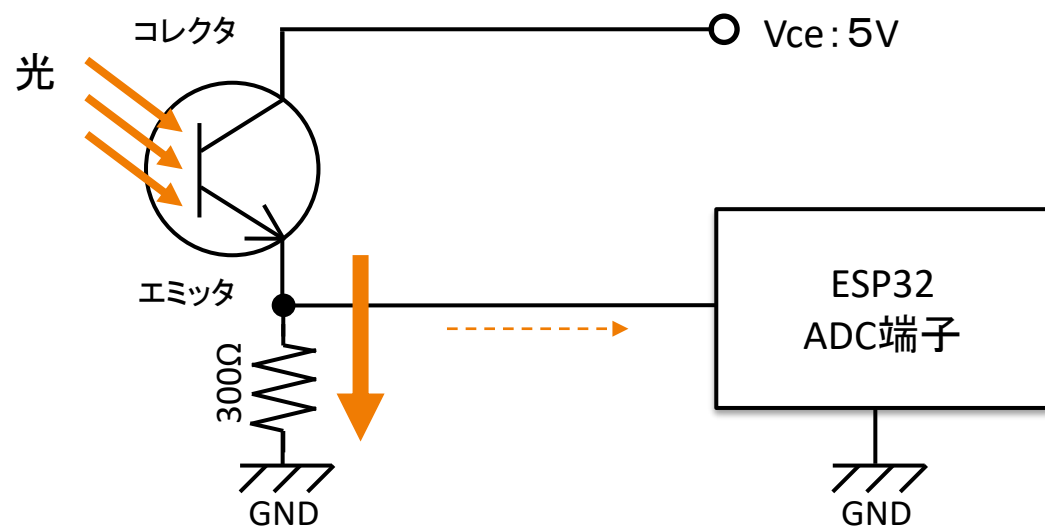
# 4-1.NJL7302L-F3/F5

《参考URL》

[https://www.nisshinbo-microdevices.co.jp/ja/pdf/datasheet/NJL7302L-F3\\_NJL7302L-F5\\_J.pdf](https://www.nisshinbo-microdevices.co.jp/ja/pdf/datasheet/NJL7302L-F3_NJL7302L-F5_J.pdf)

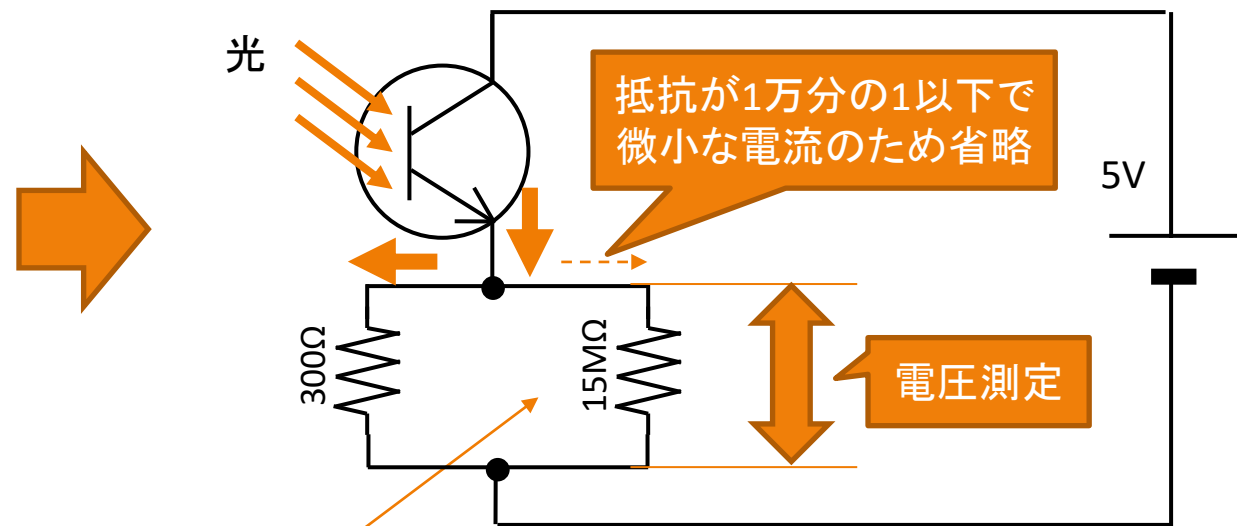
<http://radiopench.blog96.fc2.com/blog-entry-1035.html>

## ● 測定回路



ESP32を抵抗に並列接続し  
ADCで電圧測定し電流取得  
オームの法則  $I = V / R$

## ● 測定回路(同等でわかりやすく?)



抵抗が1万分の1以下で  
微小な電流のため省略

### 【抵抗値の算出】

フォトダイオード : 0~10mA変化

ESP32-ADC測定 : 0~3.3V(3Vとします)

10mA : 10万ルクス  
程度までを測定

オームの法則  $R = V / I$

$$= 3V / 0.01A(10mA) = 300\Omega$$

ラジオペンチ様のサイトより、ESP32のADC入力抵抗

GPIO36 (ADC1 CH0)			
Att=-11dB			
V1(直接)	V2(1MΩ)	V3(+0.1uF)	Rin(MΩ)
1004	938	940	14.2
2001	1889	1889	16.9
3002	2790	2790	13.2

約15MΩ



# 4-1.NJL7302L-F3/F5

《参考URL》

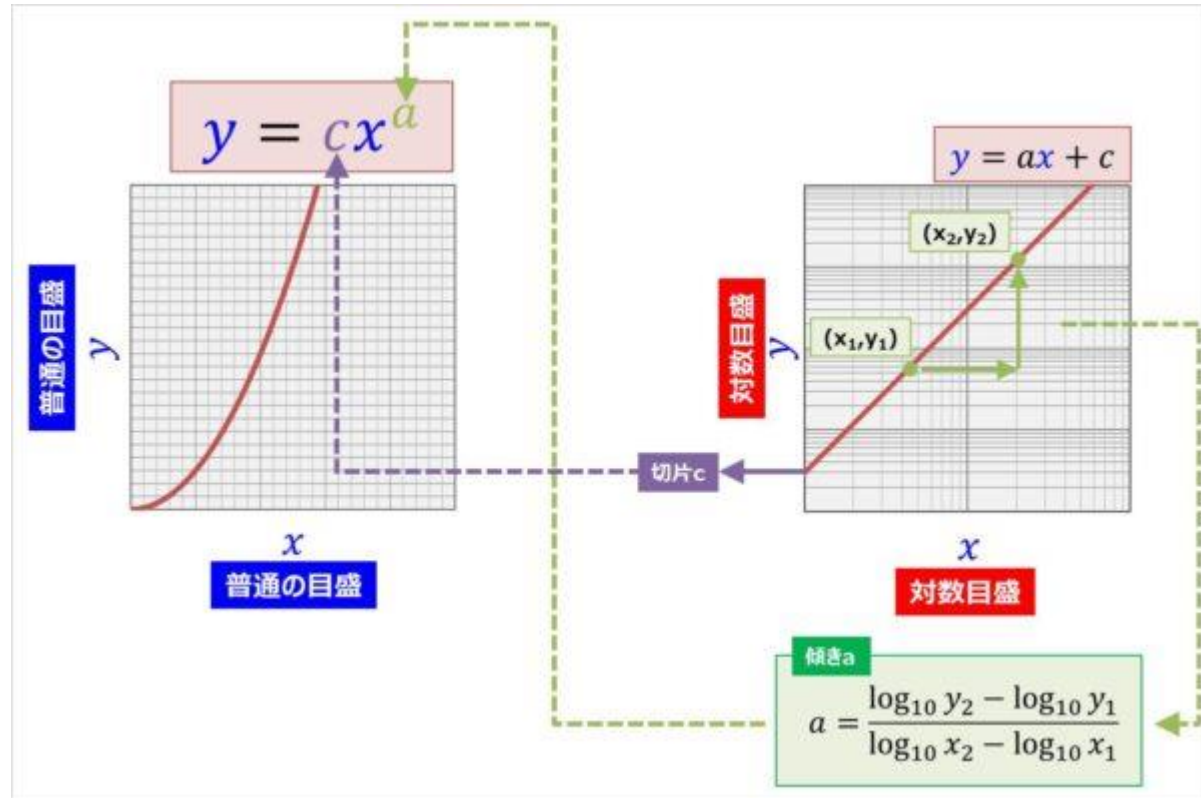
[https://www.nisshinbo-microdevices.co.jp/ja/pdf/datasheet/NJL7302L-F3\\_NJL7302L-F5\\_J.pdf](https://www.nisshinbo-microdevices.co.jp/ja/pdf/datasheet/NJL7302L-F3_NJL7302L-F5_J.pdf)

<https://detail-infomation.com/semi-log-plot-and-log-log-plot/>

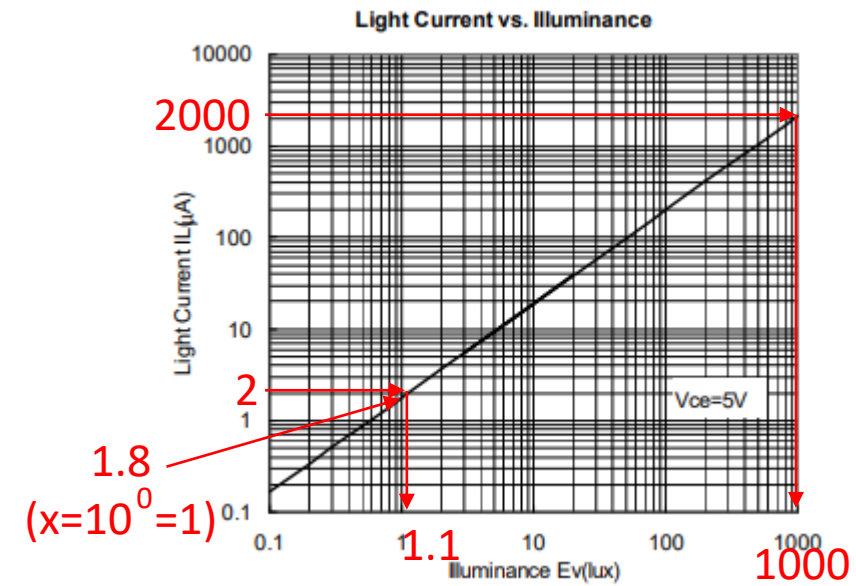
<https://mathlandscape.com/log-log-graph/>

## ● 両対数グラフの関係式

<https://detail-infomation.com/semi-log-plot-and-log-log-plot/>



## ● 電流とルクスの関係式



グラフから目視で値を取得

$$a = \frac{\log 2000 - \log 2}{\log 1000 - \log 1.1} = 1.01399 \quad c = 1.8$$



両辺にlogを作用させる

$$y = 1.8 x^{1.01399}$$

$$\begin{aligned} \log y &= \log 1.8 x^{1.01399} \\ &= \log 1.8 + 1.01399 \log x \end{aligned}$$



$$\log x = \frac{\log y - \log 1.8}{1.01399}$$



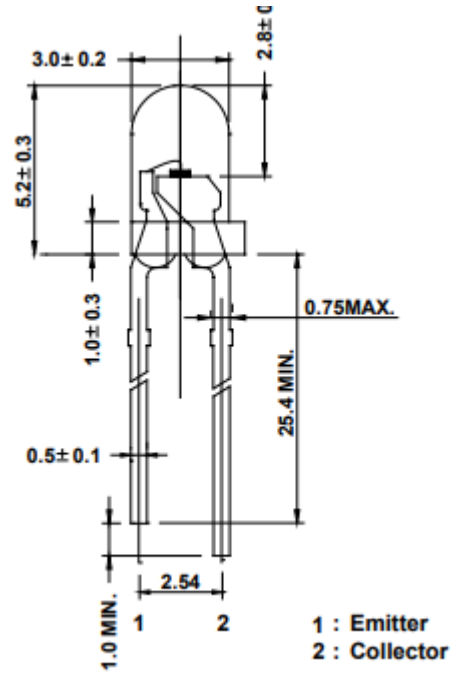
電流からのルクス換算式

$$x = 10^{\frac{\log y - \log 1.8}{1.01399}}$$

# 4-2. NJL7502L

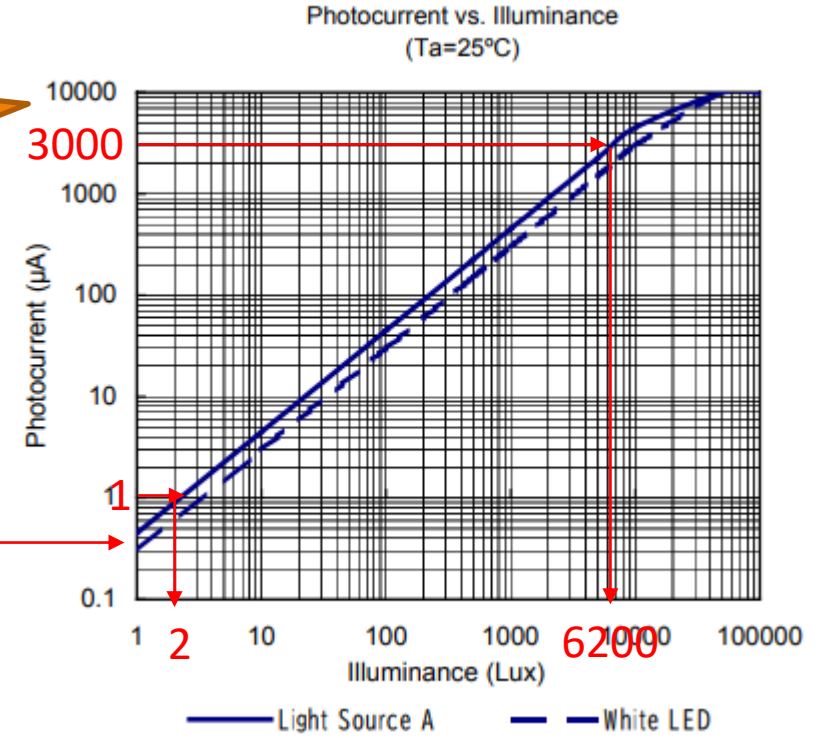
《参考URL》

[https://www.nisshinbo-microdevices.co.jp/ja/pdf/datasheet/NJL7502L\\_J.pdf](https://www.nisshinbo-microdevices.co.jp/ja/pdf/datasheet/NJL7502L_J.pdf)

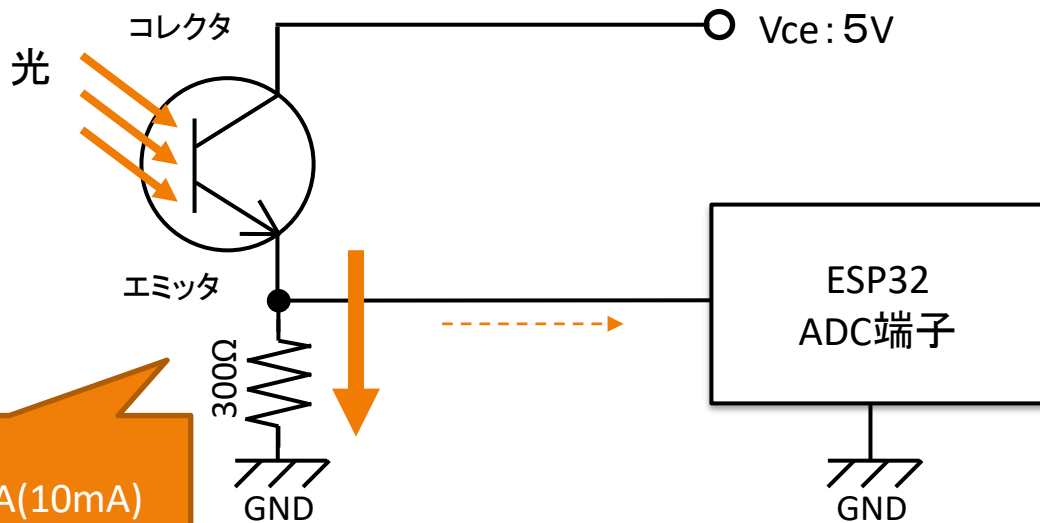


Max10mA程度

0.47  
( $x=10^0=1$ )



$$a = \frac{\log 3000 - \log 1}{\log 6200 - \log 2} = 0.99592 \quad c = 0.47$$



$R = V / I$   
 $= 3V / 0.01A(10mA)$   
 $= 300\Omega$

電流からのルクス換算式

$$x = 10^{\frac{\log y - \log 0.47}{0.99592}}$$

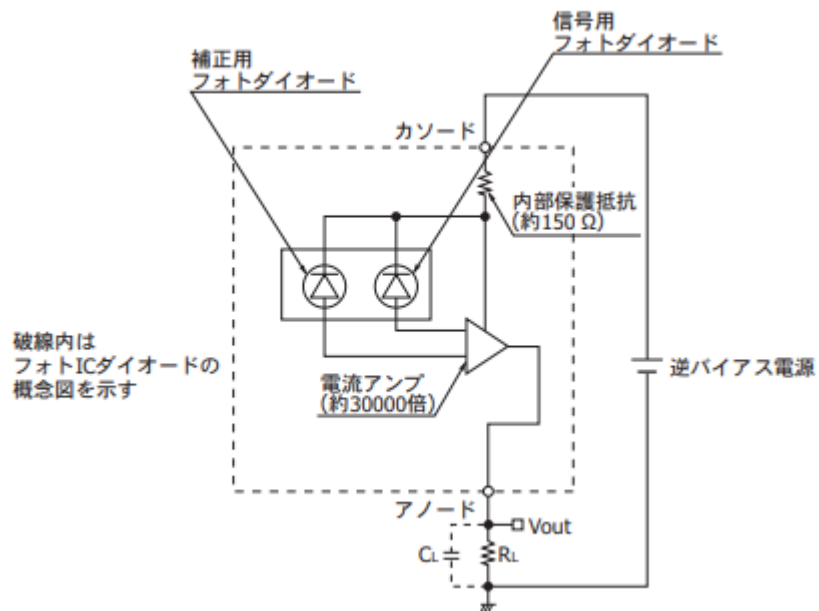
# 4-3. S13948

《参考URL》

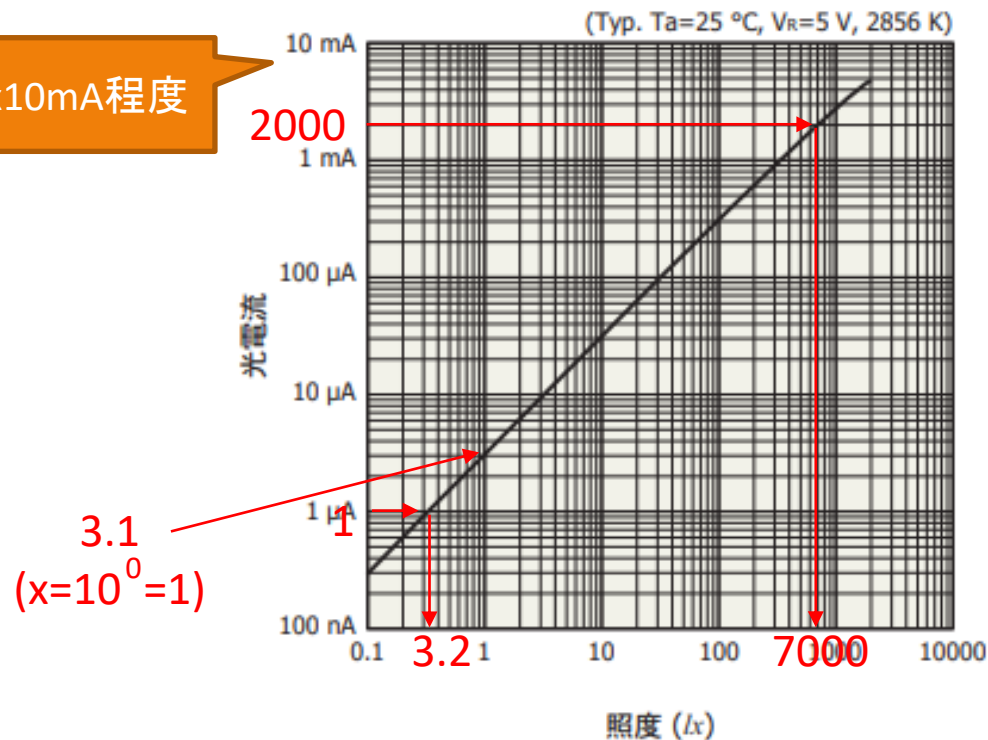
<https://akizukidenshi.com/download/ds/hamamatsu/s13948-01sb.pdf>



■ ブロック図

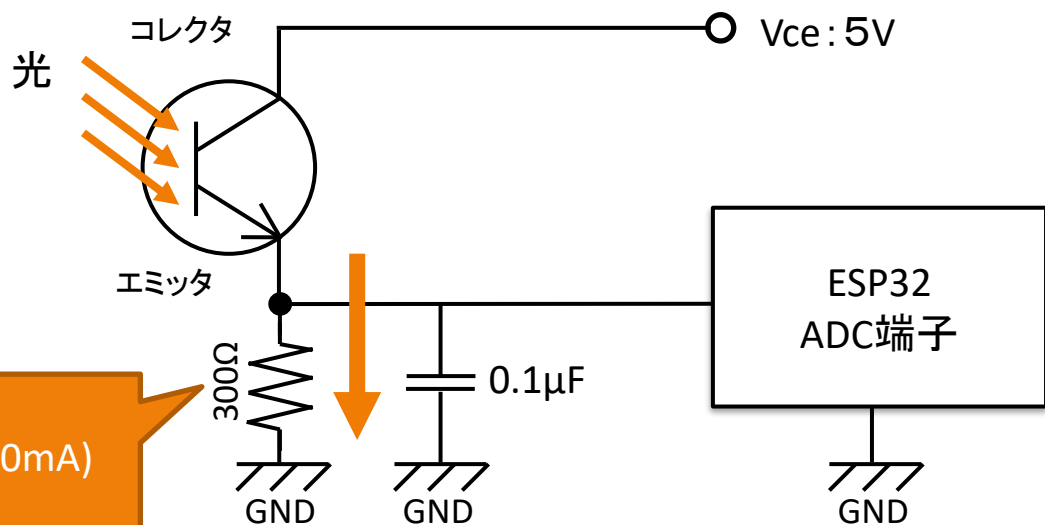


■ 光電流-照度



Max10mA程度

$$a = \frac{\log 2000 - \log 1}{\log 7000 - \log 3.2} = 0.98835 \quad c = 3.1$$



$R = V / I$   
 $= 3V / 0.01A(10mA)$   
 $= 300\Omega$

電流からのルクス換算式

$$x = 10^{\frac{\log y - \log 3.1}{0.98835}}$$

# 4-4. Grove-Light Sensor v1.2

《参考URL》

[https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Light\\_Sensor](https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Light_Sensor)



Seeeduino	Grove-Light Sensor
5V	Red
GND	Black
Not Conencted	White
A0	Yellow

## ● サンプルプログラム

```
#include <Grove_LED_Bar.h>

Grove_LED_Bar bar(3, 2, 0); // Clock pin, Data pin, Orientation

void setup()
{
  // nothing to initialize
  bar.begin();
  bar.setGreenToRed(true);
}

void loop()
{
  int value = analogRead(A0);
  value = map(value, 0, 800, 0, 10);

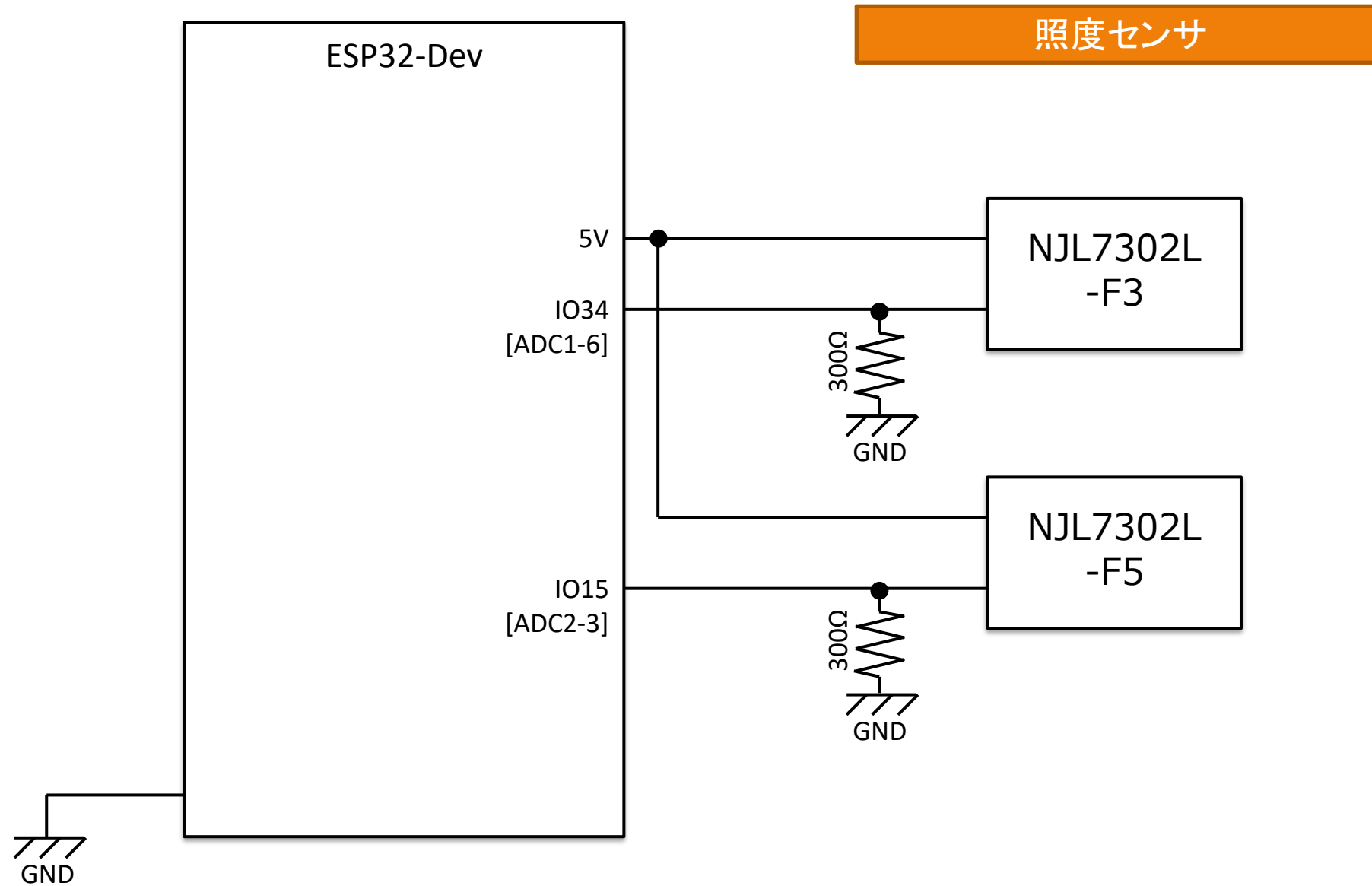
  bar.setLevel(value);
  delay(100);
}
```

出力電圧に応じて、10段階のLEDで明るさを表示する仕様  
出力電圧(電流)とルクスの関係グラフなし  
10段階がどの程度のルクスを表すか確認



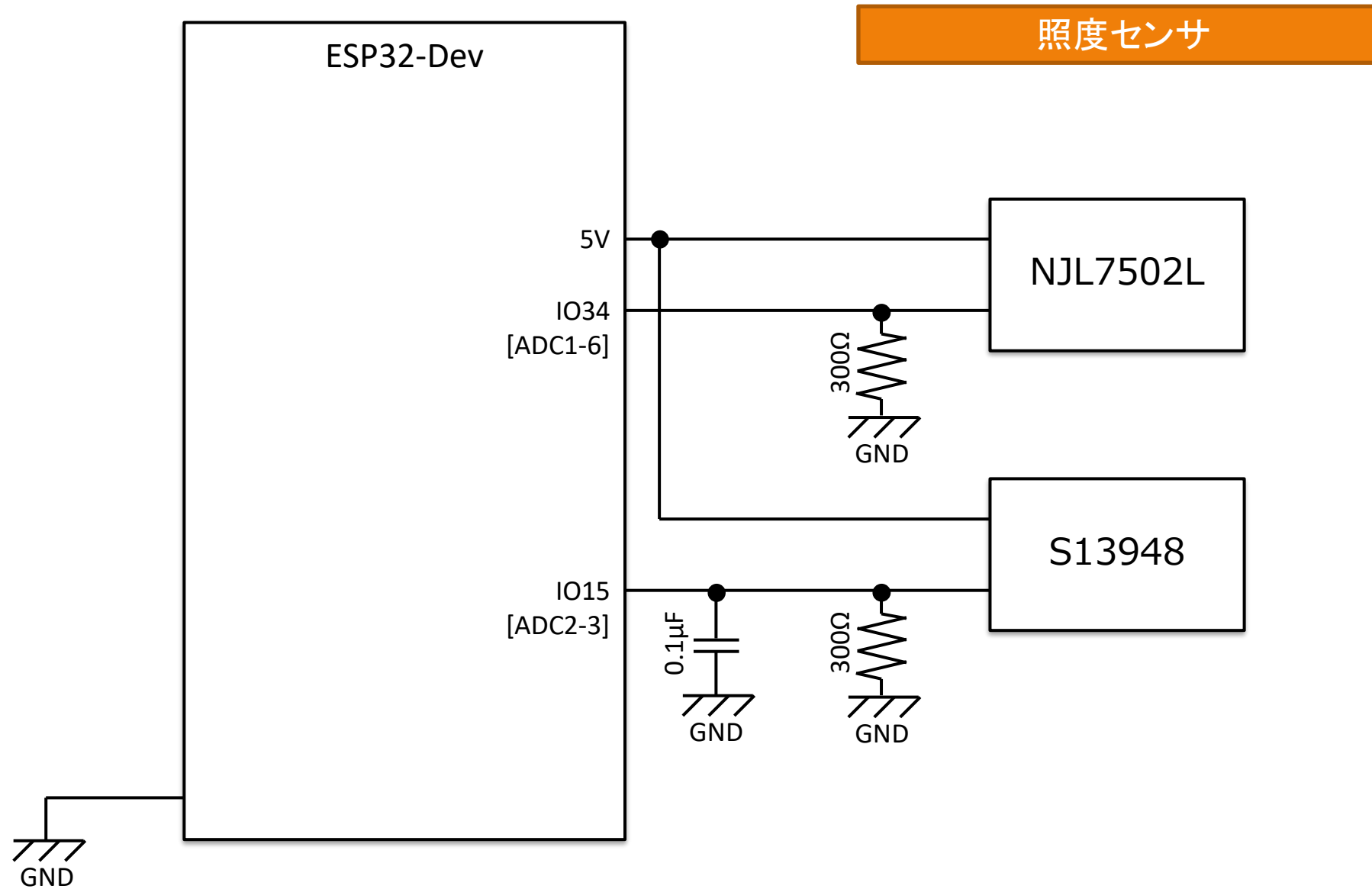
# 5-1. 回路1

ESP32の2つのADCにセンサを取り付けて電圧測定を行う



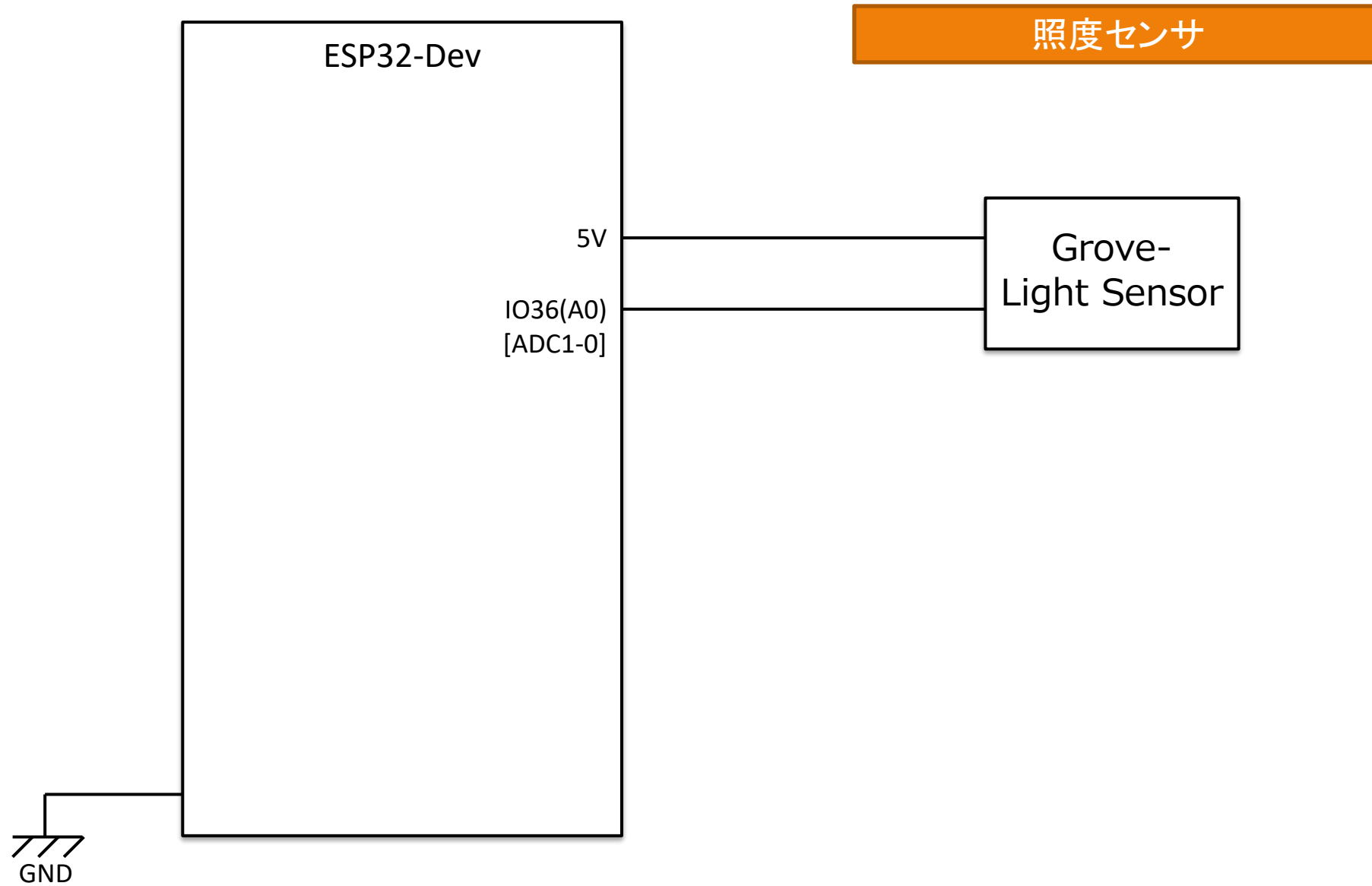
# 5-2. 回路2

ESP32の2つのADCにセンサを取り付けて電圧測定を行う



# 5-3. 回路3

ESP32のADCにセンサを取り付けて電圧測定を行う



# 6. プログラム

測定で利用したプログラムは全て公開しています。  
《Hobby-IT》 <https://hobby-it.com/>  
(概要欄にURLは記載しています。)

```
7 #define ADC1_PIN 34
8 #define ADC2_PIN 15
9
10 unsigned long loopCount = 0;
11
12 void setup() {
13     // Serial monitor
14     Serial.begin(115200);
15     // ADC Setting
16     //analogSetAttenuation(ADC_0db); // ATT 0dB[Default 11db]
17     //analogSetAttenuation(ADC_6db); // ATT -6dB[Default 11db],
18     //analogSetWidth(10); // Resolution Default:12bit(0-4095) [9-12]
19     pinMode(ADC1_PIN, ANALOG);
20     pinMode(ADC2_PIN, ANALOG);
21     // Display Serial monitor
22     Serial.println("Setup completed!");
23 }
24
25 void loop() {
26     // Sleep[5 sec]
27     delay(5000);
28     loopCount++;
29     // ADC1[NJL7302L-F3]
30     uint16_t analog1_adc = analogRead(ADC1_PIN);
31     uint32_t analog1_mv = analogReadMilliVolts(ADC1_PIN);
32     // Convert voltage to current (I=V/R) [micro A (* 1000)]
33     double lightCur1 = (double)analog1_mv * 1000.0 / 300.0;
34     // Convert current to lux
35     double lightLux1 = pow(10, ((log10(lightCur1)-log10(1.8))/1.01399) );
36     Serial.printf("[%ld] NJL7302L-F3 ADC=%d, mV=%d[mV], lightCur=%5.2f[A], lightLux=%6.1f[lux]\n", loopCount, analog1_adc, analog1_mv, lightCur1, lightLux1);
37     // ADC2[NJL7302L-F5]
38     uint16_t analog2_adc = analogRead(ADC2_PIN);
39     uint32_t analog2_mv = analogReadMilliVolts(ADC2_PIN);
40     // Convert voltage to current (I=V/R)
41     double lightCur2 = (double)analog2_mv * 1000.0 / 300.0;
42     // Convert current to lux
43     double lightLux2 = pow(10, ((log10(lightCur2)-log10(1.8))/1.01399) );
44     Serial.printf("[%ld] NJL7302L-F5 ADC=%d, mV=%d[mV], lightCur=%5.2f[A], lightLux=%6.1f[lux]\n", loopCount, analog2_adc, analog2_mv, lightCur2, lightLux2);
45 }
```

} ADCのポート設定

5秒毎に測定

ADC測定

電流の計算( $I=V/R$ )

ルクスの計算

} センサ1の測定

} センサ2の測定

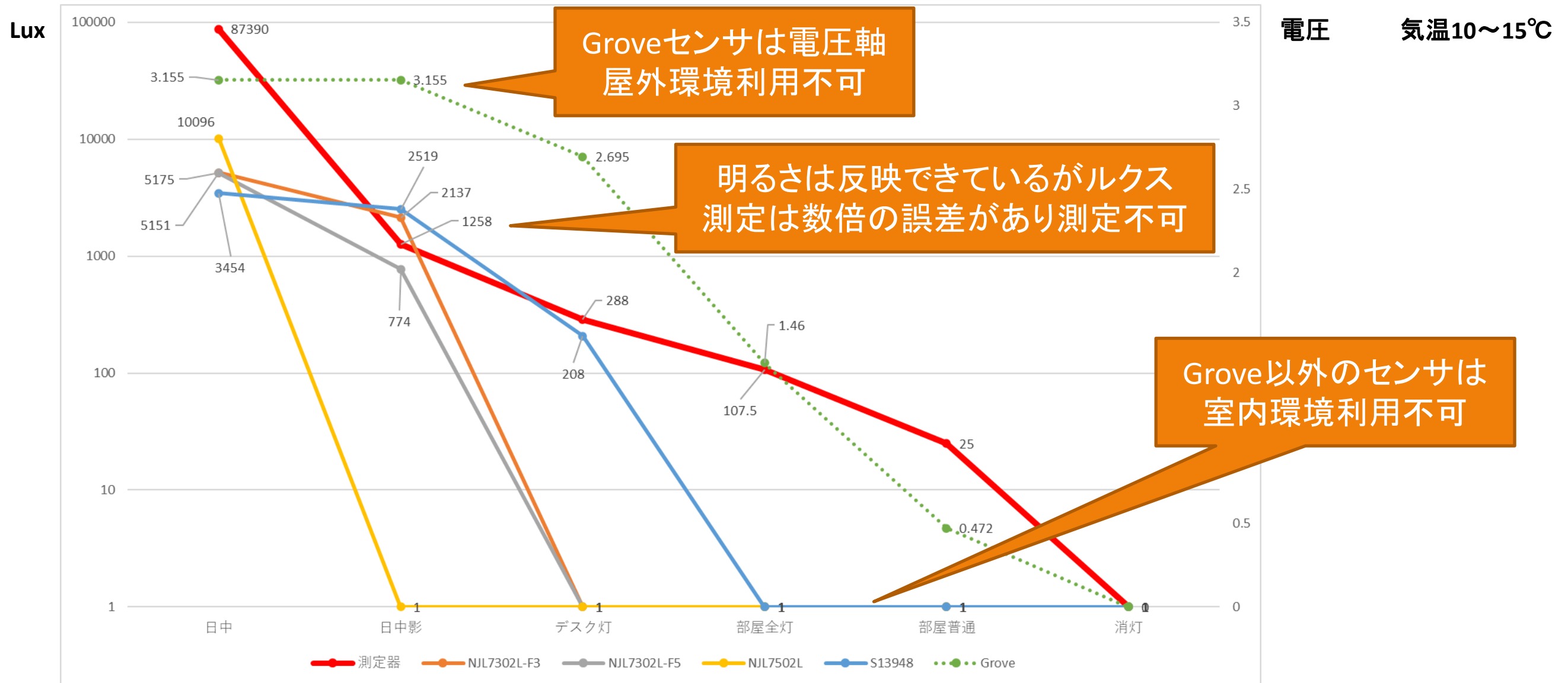
# 7. 測定器

スマホ(アプリ)の照度計を測定器として利用します。



# 8. 測定結果1 (5V、330Ω)

330オームの抵抗利用時は、大きな明るさを測定するような場合に利用  
(ただし、Groveセンサは抵抗が内蔵されていて変更不可。5000ルクス以上は測定不可で室内環境向け)  
明るさを反映して電圧を測定できるが、ルクス測定は数倍の違いが発生しているため測定不可。

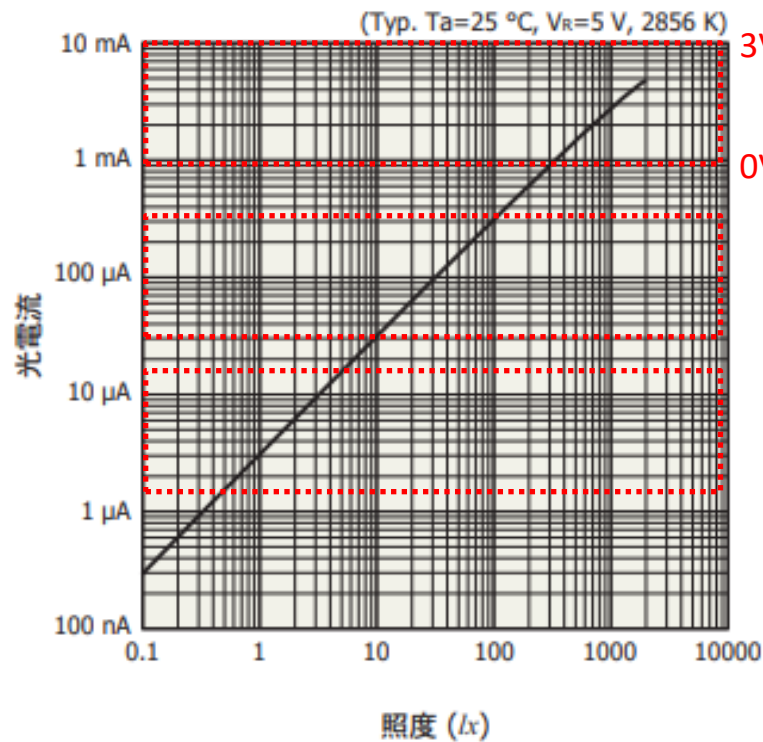


# 9-1. 回路、抵抗値の見直し

ESP32のADC回路は精度の高い測定ができないため、照度の測定できる電流は限定的

用途により抵抗値を使い分ける必要がある

光電流 - 照度



利用抵抗

測定できる電流

測定できる照度

想定される用途

300Ω



1mA ~ 10mA



300 lux ~ 10000 lux



太陽光、日陰の判定

10kΩ



0.03mA ~ 0.33mA  
(30μA ~ 330μA)



300 lux ~ 10000 lux



室内照明(明るい所)の判定

200kΩ



0.001mA ~ 0.0166mA  
(1μA ~ 16.6μA)



0.5 lux ~ 5 lux



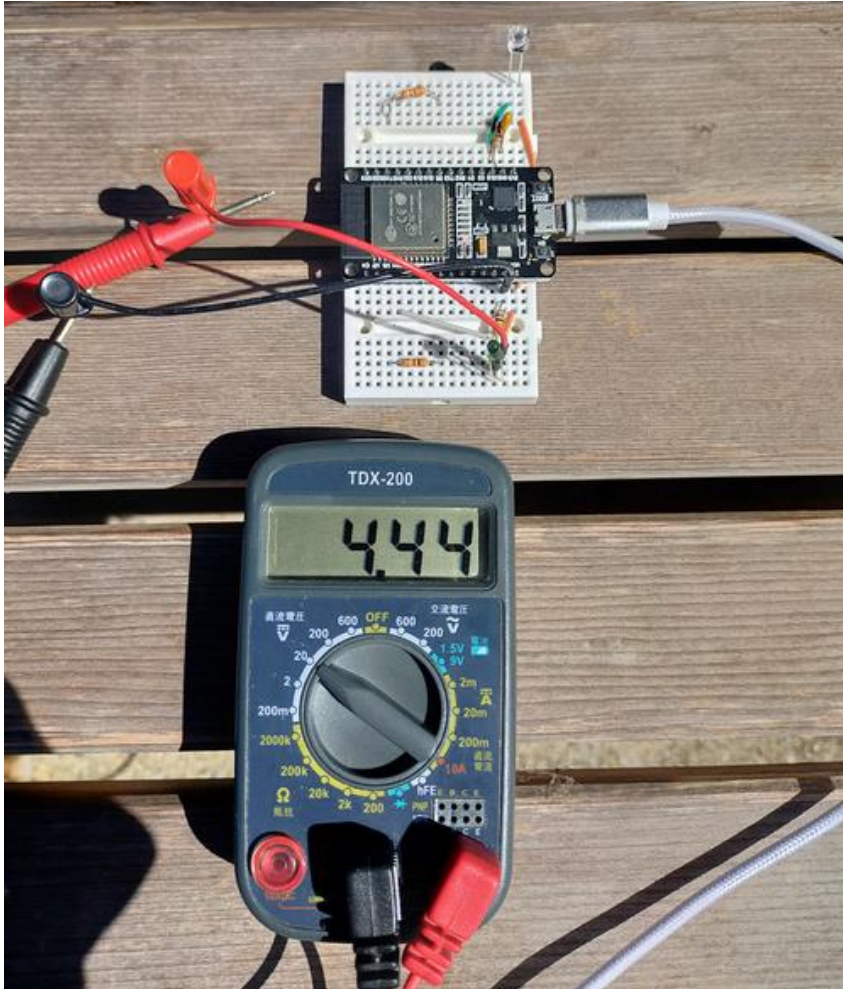
室内照明(暗め所)の判定

抵抗の大きさは測定したい明るさで任意の値を使用してください  
今回は、グラフから異なる3か所を把握するため、この3種類を利用しました。

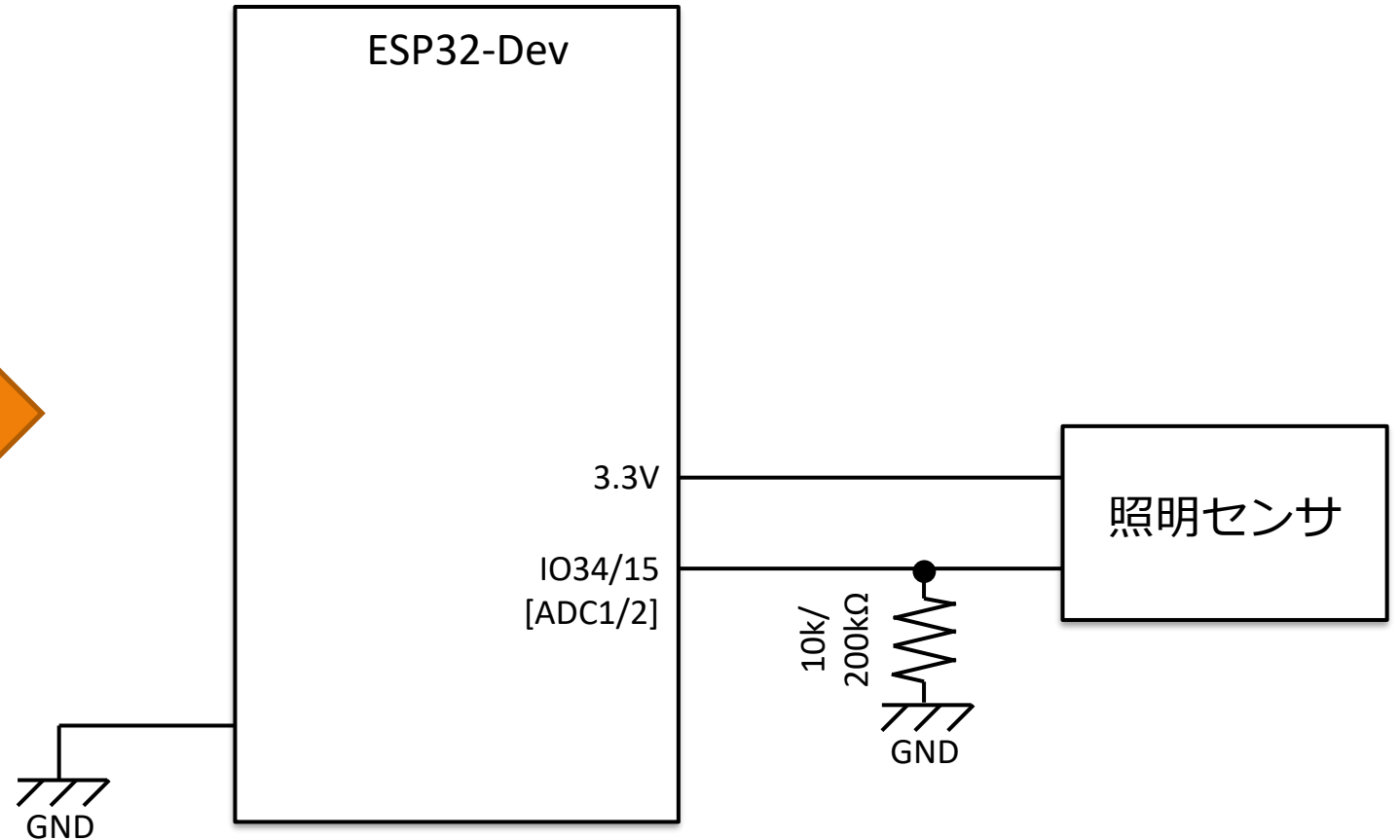


## 9-2. 回路、抵抗値の見直し

抵抗値を大きくするため、同じ電流でも電圧が大きくなるので、ESP32で扱えるか確認した。  
入力許容電圧3.9Vを超えているため、入力電圧を5Vから3.3Vに変更する。  
(電流ルクスの関係グラフは5V入力のため利用不可)



3.9Vを超える  
ため

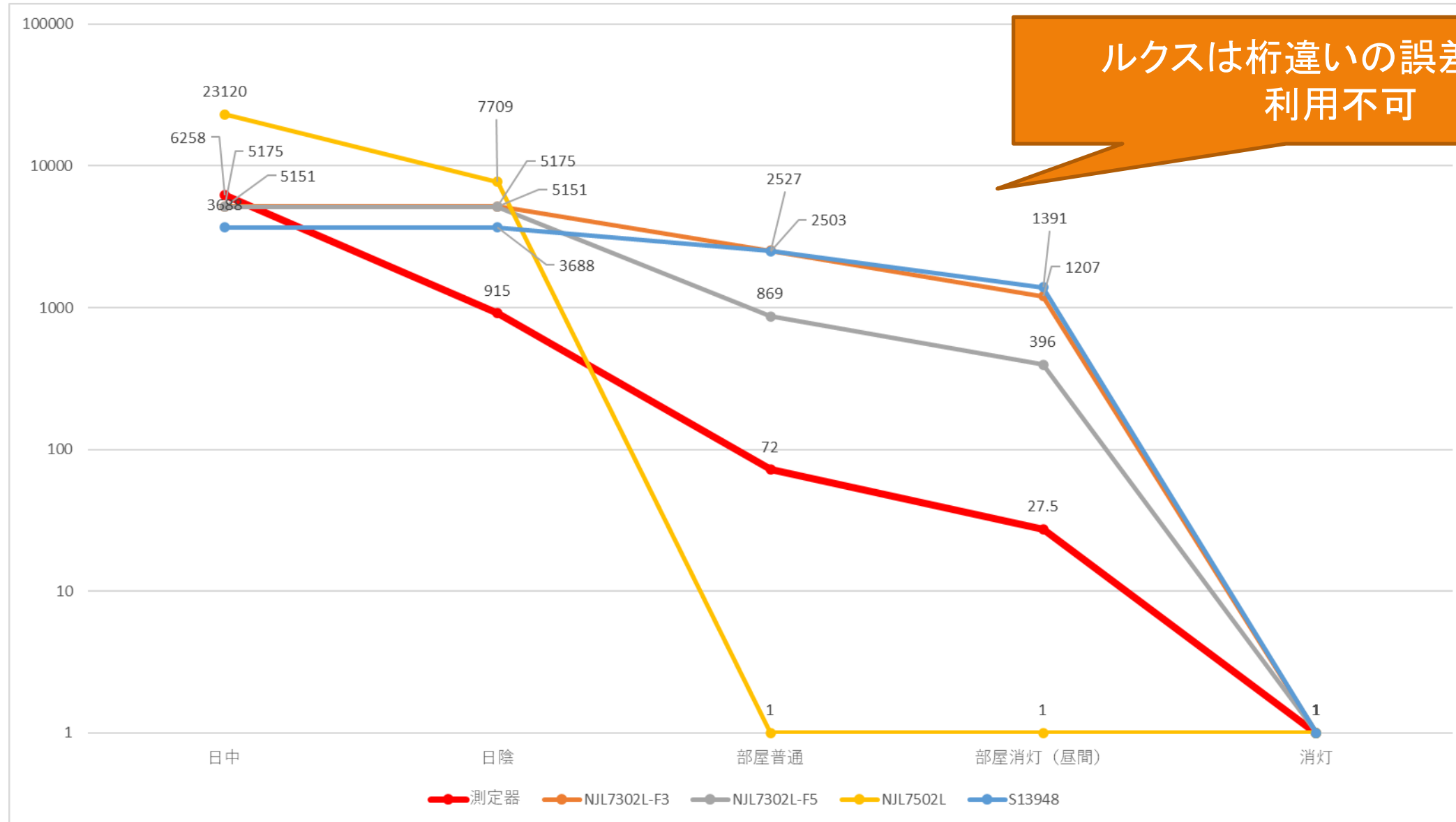




# 参考. 測定結果2 (5V、10kΩ)

念のため、ルクス測定可能か調査した。(本来、3.9Vを超えるため利用不可)  
桁違いの誤差が発生しているためルクス測定不可。(明るさの反映は可能)

Lux

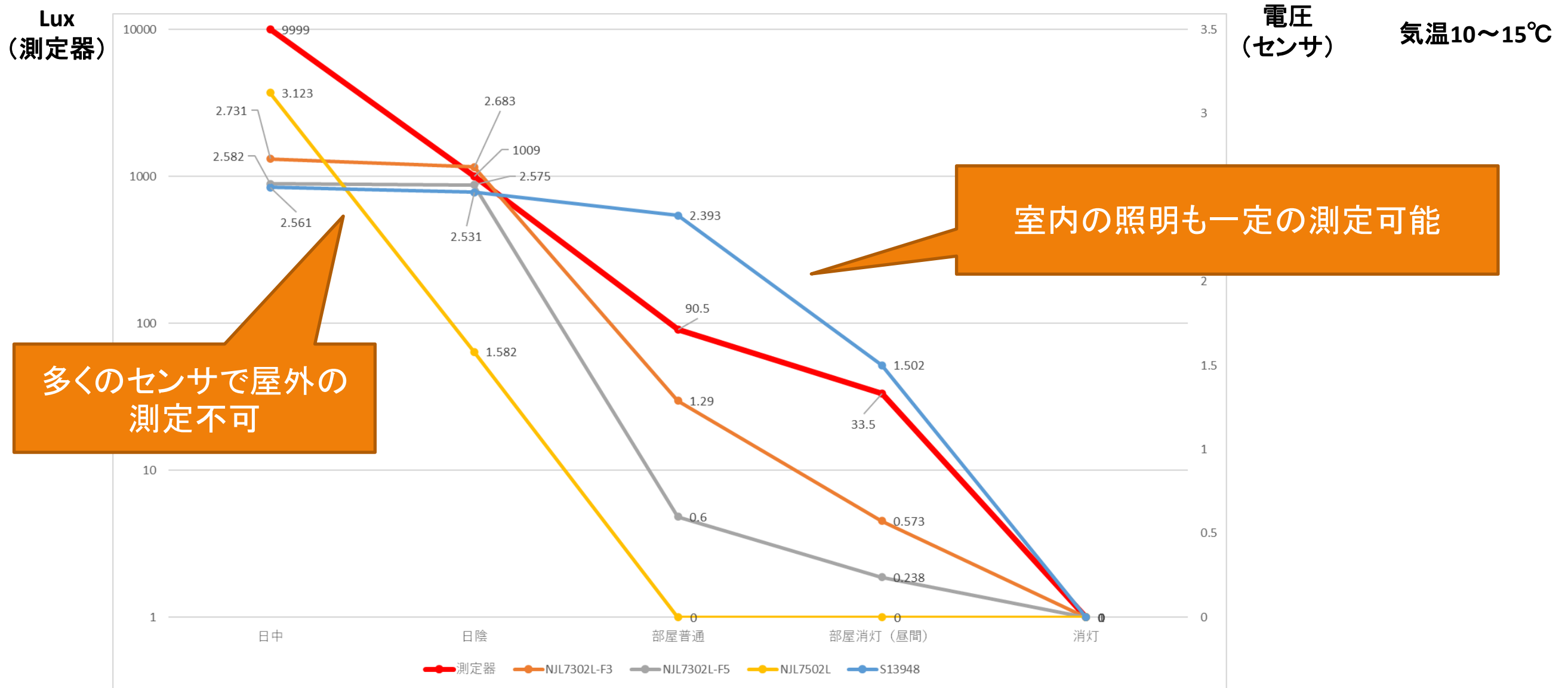


ルクスは桁違いの誤差があり  
利用不可

気温10~15°C

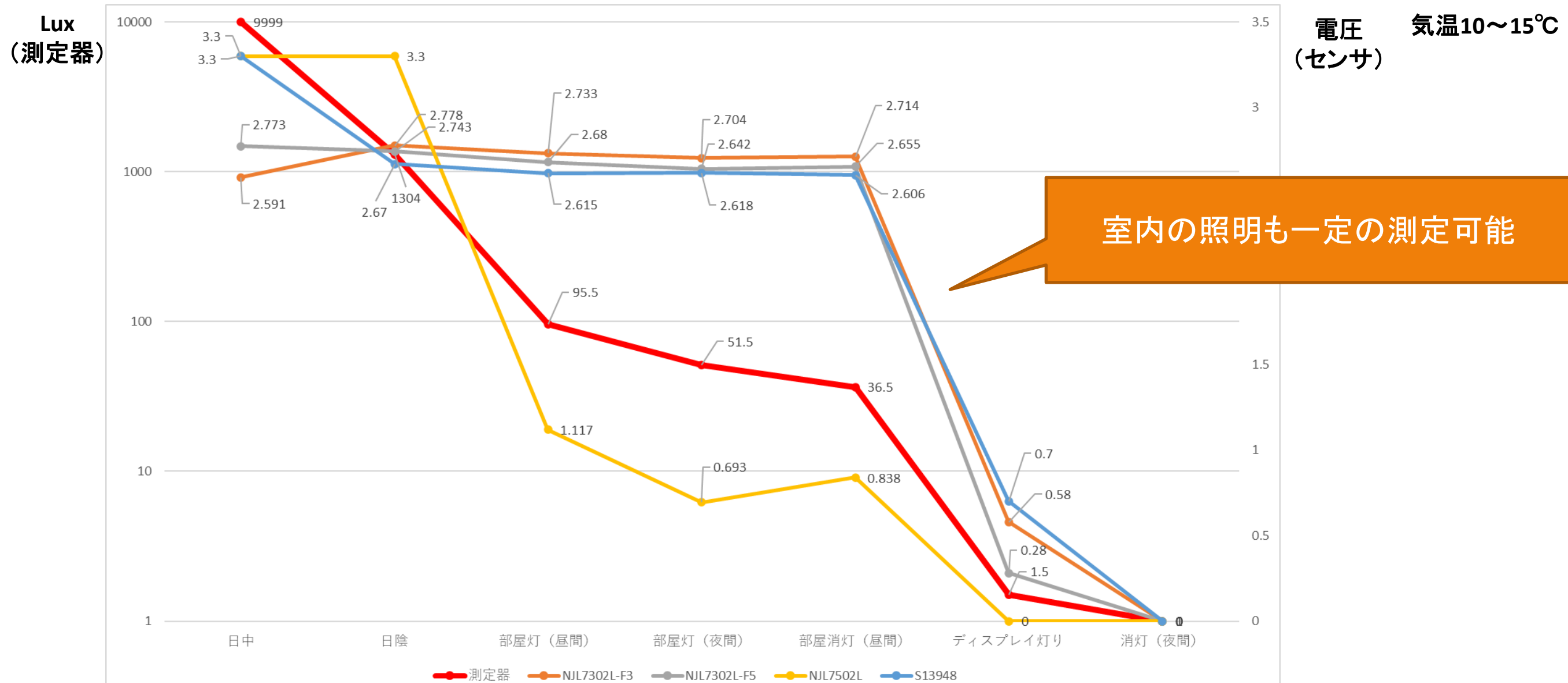
# 10-1. 測定結果3 (3.3V、10KΩ)

入力電圧3.3V、抵抗10KΩを利用すると、室内の照明ON/OFFを判定可能(NJL7502L以外)  
ただ、比較的明るめのところでも低い値となることから明るめのところに設置する場合での利用が望ましい



# 10-2. 測定結果4 (3.3V、200K $\Omega$ )

入力電圧3.3V、抵抗10K $\Omega$ を利用すると、室内の照明ON/OFFを判定可能  
部屋の隅に設置するなど暗めのところで照明のON/OFFを判定したい場合に利用可能



# 11. まとめ

- ・今回調査したセンサについて、ESP32を利用した構成では「ルクス測定は利用不可」
- ・全てのセンサで「明るさを反映した利用は可能」。性能面で大きな差はない。
- ・個人的に利用するなら、価格面、利用しやすさなどを考慮し「NJL7302L-F3」が良さそう。ただし、どのセンサを選んでも大差はない。
- ・入力電圧と抵抗値は用途により、使い分けるのが良い。  
(ただし、Groveセンサは抵抗の変更不可のため、室内で利用が望ましい)
  - 屋外での太陽光、日陰判定など ⇒ 入力電圧5V、抵抗330Ω
  - 室内の照明ON/OFFなど(明るめのところ) ⇒ 入力電圧3.3V、抵抗10KΩ
  - 室内の照明ON/OFFなど(暗めのところ) ⇒ 入力電圧3.3V、抵抗200KΩ