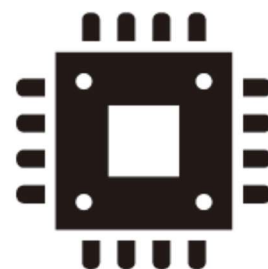
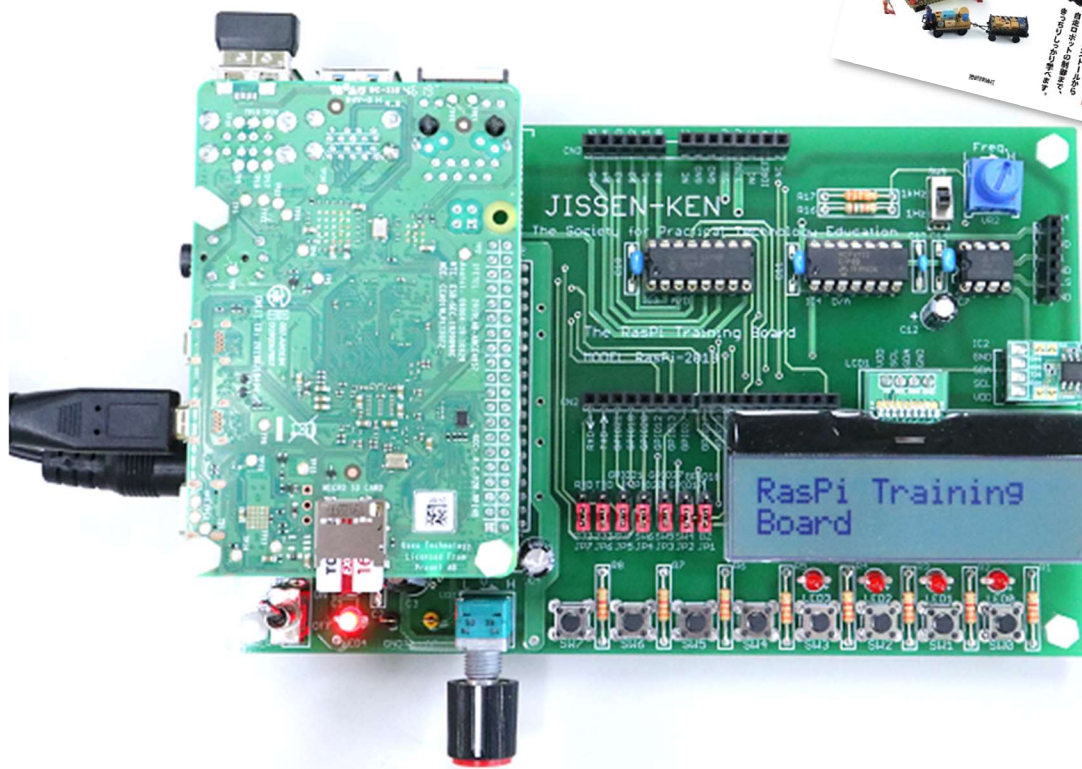


# RasPi 学習ボードの仕様書

## MODEL 2019



# 目 次

1. はじめに .....	3
1.1. 準備するもの .....	3
2. RasPi 学習ボードの構成 .....	4
2.1. 各部の名称 .....	4
2.2. ラズパイにコネクタとスペーサの取り付け .....	14
3. 資料 .....	15
3.1. RasPi 学習ボードの部品表 .....	15
3.2. Raspberry Pi に装着する部品表 .....	16
3.3. 回路図 .....	17
3.4. 部品面シルク図 .....	18
3.5. 部品面の写真 .....	19
3.6. はんだ面の写真 .....	20

## 必ずお読みください

RasPi 学習ボードは、書籍「C 言語ではじめる Raspberry Pi 徹底入門」（技術評論社）を使用した教育のみを目的としています。したがって、本学習ボードを用いた利用は、必ず自己の責任と判断によって行ってください。利用の結果について、技術評論社、実践教育訓練学会および著者はいかなる責任も負いません。なお、本仕様書の記載の情報は、2020 年 7 月現在のものをもとにしています。将来的に変更される場合もあります。

RasPi 学習ボード・プリント配線板の製造情報等©菊池達也  
クリエイティブ・コモンズ・ライセンス（表示 4.0 国際）CC BY-NC-SA



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ja>

以上の注意事項をご承諾いただいたうえで、ご利用願います。

本書で記載されている会社名、団体名、製品名、サービス名などは、一般に関係各社・団体の商標または登録商標です。なお、本書では™、® などは明記していません。また、本書では、通称やその他の名称で記述する場合がありますが、あらかじめご了承ください。

# 1. はじめに

RasPi 学習ボードは Raspberry Pi（以下、ラズパイ）を利用して、LED の点灯、スイッチの入力、A/D 変換及び D/A 変換、RS-232 シリアル通信などの周辺回路を効率的に学習できるように設計されています。また、Arduino に準拠したシールドを利用して、新しい電子回路を追加することが可能です。本学習ボードを利用して、「C 言語ではじめる Raspberry Pi 徹底入門」（以下、「徹底入門」）の前半の Chapter9 までの課題及び、著者のサポートページにアップした章末問題等の実習ができます。

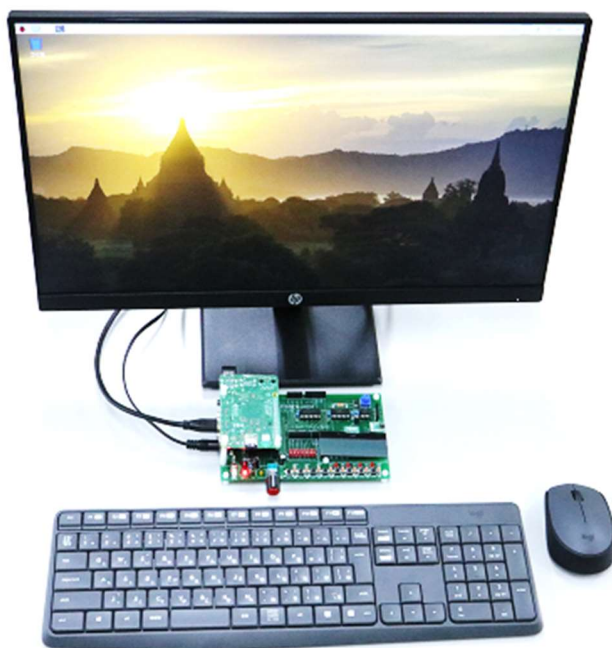
著者のサポートページ <http://raspi-gh1.blogspot.com/>

## 1.1. 準備するもの

図 1 に示した環境で RasPi 学習ボードを使用するには、下記の機器が必要となります。

- ・ Raspberry Pi..... 1 個
- ・ microSD カード(OS 書込み済み) ..... 1 枚
- ・ AC アダプタ 5V4A（参考：秋月電子通商 M-06238）..... 1 個
- ・ ディスプレイ（HDMI）..... 1 台
- ・ HDMI ケーブル..... 1 本
- ・ キーボード..... 1 個
- ・ マウス..... 1 個

図 1 RasPi 学習ボードと周辺機器



## 2. RasPi 学習ボードの構成

### 2.1. 各部の名称

RasPi 学習ボードの各部の名称を図 2 に示します。各デバイスと使用する信号の対応を表 1 に示します。表 1 の信号は、ラズパイの拡張コネクタに割り当てられています (表 2)。

図 2 RasPi 学習ボードの部品面

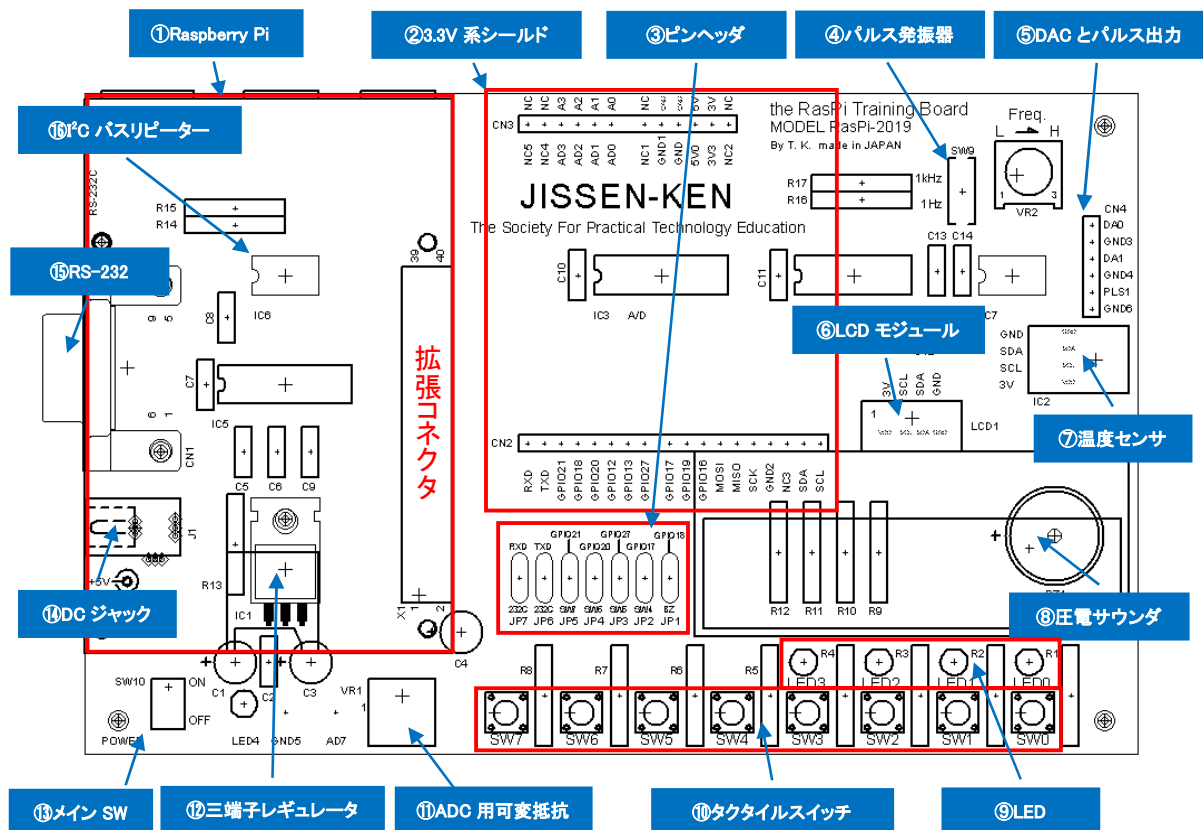


表 1 RasPi 学習ボードのデバイスと信号名

名 称	部品番号	信号名	方向	備 考
LED	LED0	GPIO23	出力	4 出力ポート 出力=HIGH→点灯 出力=LOW →消灯
	LED1	GPIO22		
	LED2	GPIO25		
	LED3	GPIO24		
タクトイルスイッチ	SW0	GPIO4	入力	8 入力ポート 押す→入力=HIGH 離す→入力=LOW
	SW1	GPIO5		
	SW2	GPIO6		
	SW3	GPIO26		
	SW4	GPIO17		
	SW5	GPIO27		
	SW6	GPIO20		
	SW7	GPIO21		
圧電サウンダ	BZ1	GPIO18	出力	1 出力ポート
LCD モジュール	LCD1	SCL	入出力	I <sup>2</sup> C バス アドレス 0x3e 表示 16 文字×2 行
		SDA		
温度センサ	IC2	SCL	入出力	I <sup>2</sup> C バス アドレス 0x48 測定範囲 -40℃～+105℃
		SDA		
A/D コンバータ	IC3	SCLK	出力	SPI バス 12bit ADC MCP3208 入力電圧範囲 0V～3.3V 入力 A0～A5 はコネクタ(CN3)と接続 A7 は可変抵抗(VR1)に接続
		MISO	入力	
		MOSI	出力	
		SS0	出力	
D/A コンバータ	IC4	SCLK	出力	SPI バス 12bit DAC MCP4922 出力電圧範囲 0V～3.3V 出力 D0 と D1 はコネクタ(CN4)に接続 <sup>1</sup>
		MOSI	出力	
		SS1	出力	
RS-232	CN1	TXD	出力	通信速度 115,200bps(デフォルト)
		RXD	入力	

<sup>1</sup> MCP4922 のデータシートでは DAC の出力信号名を V<sub>OUT0</sub> と V<sub>OUT1</sub> と表記していますが、本書では D0 と D1 と表記します。

## ① Raspberry Pi

- RasPi 学習ボードに対応するラズパイは下記の通りです。  
Raspberry Pi 3 Model B  
Raspberry Pi 3 Model B+  
Raspberry Pi 4 Model B
- ラズパイの拡張コネクタの信号線を表 2 に示します。いくつかの GPIO は I<sup>2</sup>C, SPI, RS-232, PWM 等の信号を兼用しています。
- 表 1 より、信号線の一部は、RasPi 学習ボードのデバイスに配線されているため(△注)、信号の入出力の方向は決まっています。


	<b>注意</b>	表 1 の信号線を異なる方向にイニシャライズすると、ラズパイやデバイス等の故障の原因になります。
---	-----------	--

表 2 拡張コネクタの信号名

方向		信号名	番号		信号名		方向
出力		3.3V	1	2	5V		外部入力
入出力	I <sup>2</sup> C	GPIO2/SDA	3	4	5V		外部入力
入出力		GPIO3/SCL	5	6	GND		
入出力		GPIO4	7	8	GPIO14/TXD	UART	出力
		GND	9	10	GPIO15/RXD		入力
入出力		GPIO17	11	12	GPIO18/PWM0	PWM	出力
入出力		GPIO27	13	14	GND		
入出力		GPIO22	15	16	GPIO23		入出力
出力		3.3V	17	18	GPIO24		入出力
出力	SPI	GPIO10/MOSI	19	20	GND		
入力		GPIO9/MISO	21	22	GPIO25		入出力
出力		GPIO11/SCLK	23	24	GPIO8/SS0	SPI	出力
		GND	25	26	GPIO7/SS1		出力
予約済み		ID SD	27	28	ID SC		予約済み
入出力		GPIO5	29	30	GND		
入出力		GPIO6	31	32	GPIO12/PWM0	PWM	出力
出力	PWM	GPIO13/PWM1	33	34	GND		
出力		GPIO19/PWM1	35	36	GPIO16		入出力
入出力		GPIO26	37	38	GPIO20		入出力
		GND	39	40	GPIO21		入出力

## ② 3.3V 系シールド

RasPi 学習ボードでは、Arduino UNO R3 に準拠したシールド (CN2 と CN3) を装備しています。しかし、Arduino UNO R3 と Raspberry Pi の設計上の違いから、表 3 に示す相違点がありますのでご注意ください。RasPi 学習ボードのシールドの信号名と概要を表 4 から表 6 に示します。

表 3 Arduino UNO R3 のシールドとの相違点

- Arduino UNO R3 は 5V 系で設計されていますが、Raspberry Pi は 3.3V 系で設計されているため (△注)、RasPi 学習ボードのシールド信号線は 3.3V 系です。
- 設計上の相違からサポートできない信号線については、NC(Non Connection)としています。NC の端子は未接続です。
- ハードウェア方式の PWM 信号は、PWM0 と PWM1 です。その他の GPIO を PWM を使用する場合はソフトウェア方式の PWM 信号となります。
- A/D コンバータは 12bit 分解能になります。AREF 端子は 3.3V に接続されています。
- Vin の機能はありません。該当端子は NC です。
- IOREF は 3.3V に接続されています。
- RESET の機能はありません。該当端子は NC です。



### 注意

RasPi 学習ボードのシールドの信号線は 3.3V 系です。そのため、5V 系信号等を入力すると故障の原因になります。

表 4 CN2 の信号 (その 1)

信号名	備 考
RXD	シリアル受信信号、③ピンヘッダの JP7 で RS-232 の受信信号と切り替え
TXD	シリアル送信信号、③ピンヘッダの JP6 で RS-232 の送信信号と切り替え
GPIO21	汎用入出力ポート、③ピンヘッダの JP5 で SW7 と切り替え
GPIO18	汎用入出力ポート、③ピンヘッダの JP1 で 圧電サウンダと切り替え
GPIO20	汎用入出力ポート、③ピンヘッダの JP4 で SW6 と切り替え
GPIO12	汎用入出力ポート
GPIO13	汎用入出力ポート
GPIO27	汎用入出力ポート、③ピンヘッダの JP3 で SW5 と切り替え

表 5 CN2 の信号(その 2)

信号名	備 考
GPIO17	汎用入出力ポート、③ピンヘッダの JP2 で SW4 と切り替え
GPIO19	汎用入出力ポート
GPIO16	汎用入出力ポート
MOSI	SPI のデータ出力信号
MISO	SPI のデータ入力信号
SCK	SPI のクロック信号
GND	グランド
NC	ノン・コネクション
SDA	I <sup>2</sup> C のデータ信号
SCL	I <sup>2</sup> C のクロック信号

表 6 CN3 の信号

信号名	備 考
A5	A/D コンバータ MCP3208 の CH5
A4	A/D コンバータ MCP3208 の CH4
A3	A/D コンバータ MCP3208 の CH3
A2	A/D コンバータ MCP3208 の CH2
A1	A/D コンバータ MCP3208 の CH1
A0	A/D コンバータ MCP3208 の CH0
NC	ノン・コネクション
GND	グランド
GND	グランド
5V	5V の出力
3.3V	3.3V の出力
NC	ノン・コネクション
IOREF	3.3V
NC	ノン・コネクション



### ③ ピンヘッダ

シールド側に GPIO 信号を充足させるために、RasPi 学習ボードの一部のデバイスの GPIO と兼用しています。表 7 に示すように、ピンヘッダにおいてジャンパーピンを差し替えて使用します。「徹底入門」の課題を行う場合、ジャンパーピンは図 3 に示すように設定します。

表 7 ピンヘッダによる信号の切り替え

ピンヘッダ	デバイス側		シールド側	
JP1	圧電サウンダ	出力	GPIO18	入出力
JP2	SW4	入力	GPIO17	入出力
JP3	SW5	入力	GPIO27	入出力
JP4	SW6	入力	GPIO20	入出力
JP5	SW7	入力	GPIO21	入出力
JP6	ADM3202AN	出力	TXD	出力
JP7	ADM3202AN	入力	RXD	入力

図 3 ピンヘッダとジャンパーピン



### ④ パルス発振器

パルス発振器にはタイマ IC555 (C-MOS タイプ) を使用して、3.3V のパルス信号を出力します。パルス信号の周波数の範囲はスライドスイッチ (SW9) で、1 Hz レンジと 1kHz レンジに切り替えることができます。各レンジの周波数の範囲を表 8 に示します。可変抵抗 (VR2) のつまみを時計方向に回すとパルス信号の周波数は高くなります。

表 8 パルス信号の周波数の範囲

レンジ	周波数
1kHz	約 600Hz～約 1.6kHz
1Hz	約 0.6Hz～約 1.6Hz

#### ⑤ DAC とパルス出力

CN4 のピンソケットでは、Microchip 社の 12bit D/A コンバータ MCP4922 の 2 チャンネルの出力信号と④パルス発振器のパルス信号が割り当てられています（表 9）。

表 9 CN4 の信号名と概要

信号名	備 考
D0	D/A コンバータ MCP4922 の CH0
GND	グラウンド
D1	D/A コンバータ MCP4922 の CH1
GND	グラウンド
PLS	パルス信号、表 8 を参照
GND	グラウンド

#### ⑥ LCD モジュール

秋月電子通商が販売している LCD モジュール AQM1602 を使用します。主な仕様を表 10 に示します。

表 10 LCD AQM1602 の主な仕様

項 目	備 考
ディスプレイ	16 文字×2 行 モノクロ
ディスプレイパターン	横 5×縦 8 ドット
電源電圧	3.1V～5.5V
インタフェース	I <sup>2</sup> C スレーブアドレス 0x3e

#### ⑦ 温度センサ

秋月電子が販売している I<sup>2</sup>C・16bit 温度センサモジュールを使用します。本温度センサモジュールは Analog Devices 社の温度センサ ADT7410 を実装しています（表 11）。

表 11 温度センサ(ADT7410)の主な仕様

項 目	備 考
電源電圧(V <sub>DD</sub> )	2.7V～5.5V
インタフェース	I <sup>2</sup> C スレーブアドレス 0x48
温度精度	±0.5℃@ -40℃～+105℃ (V <sub>DD</sub> =2.7V～3.6V)
温度分解能	0.0078℃ @16bit 分解能 0.0625℃ @13bit 分解能

## ⑧ 圧電サウンダ

村田製作所の圧電サウンダ(PKM17EPPH4001-B0)を使用します。主な仕様を表 12 に示します。なお、RasPi 学習ボード(MODEL 2019)では保護用の抵抗  $1k\Omega$  (「徹底入門」の図 6-11 (P. 130)) はありません。

表 12 圧電サウンダの主な仕様

項 目	備 考
許容入力電圧	$\pm 12.5V_{o-p}$ 以下
周波数	4.0kHz

## ⑨ LED

RasPi 学習ボードは 4 個の LED を実装しています。LED の部品番号と GPIO の対応を表 13 に示します。GPIO 信号の出力が HIGH のときは LED は点灯し、LOW のときは消灯します。

表 13 GPIO と LED の対応表

LED の部品番号	信号名
LED0	GPIO23
LED1	GPIO22
LED2	GPIO25
LED3	GPIO24

## ⑩ タクタイルスイッチ

RasPi 学習ボードにはタクタイルスイッチ 8 個を実装しています。タクタイルスイッチの部品番号と GPIO の対応を表 14 に示します。タクタイルスイッチを押す (ON 状態) と HIGH が GPIO 信号に入力され、離す (OFF 状態) と LOW が入力されます。

表 14 タクタイルスイッチと GPIO の対応表

スイッチの部品番号	信号名
SW0	GPIO4
SW1	GPIO5
SW2	GPIO6
SW3	GPIO26
SW4	GPIO17
SW5	GPIO27
SW6	GPIO20
SW7	GPIO21

#### ⑪ ADC 用可変抵抗

ADC 用可変抵抗 (VR1) は 0V ~ 3.3V の電圧を発生し (表 15)、ADC (MCP3208) の入力信号 CH7 に配線されています。デジタルマルチメータを使用して、VR1 のテストポイント (A7) と (GND) 間の電圧を測定することで、CH7 の電圧を確認することができます。VR1 のツマミを時計方向に回すと電圧が比例して高くなります。

表 15 ADC 用可変抵抗の出力電圧

電 圧	0V ~ 3.3V
-----	-----------

#### ⑫ 三端子レギュレータ (出力 3.3V)

三端子レギュレータには東芝製 TA48033S を使用しています。TA48033S は、5V から 3.3V を出力し、最大出力電流は 1 A です。TA48033S の 3.3V 出力で RasPi 学習ボード内のデバイスを動作させ、3.3V 系シールドから外部へ供給することができます。ただし、出力電流を大きくすると、三端子レギュレータが発熱しますので注意してください。

#### ⑬ メイン SW

メイン SW のレバーを ON 側にすると RasPi 学習ボードの電源が入ります (△注)。電源を OFF にする場合は、ラズパイを正しい手続きでシャットダウンしてから、レバーを OFF 側にします。詳しくは「徹底入門」の「2.5 シャットダウンの方法」(P. 37)を参照ください。

#### ⑭ DC ジャック

DC ジャックは 5V 電源の供給コネクタ (CN6) で、AC アダプタ (出力 5V) と接続します。ラズパイが安定して動作するために、AC アダプタの出力電流は 4A 程度のものを使用してください。



### 注意

RasPi 学習ボードでは DC ジャックから Raspberry Pi の電源を供給しています。同時に、Raspberry Pi の電源用 USB コネクタから電源を供給しないでください。機器の故障の原因になります。

#### ⑮ RS-232

RasPi 学習ボードには RS-232 に準拠したシリアル通信インタフェースを装備しています。コネクタ (CN1) の形状は D-Sub 9 ピン (メス) です。ピン番号を図 4 に示し、ピン番号と信号名の対応を表 16 に示します。

図 4 ピン番号の配列 (メス)

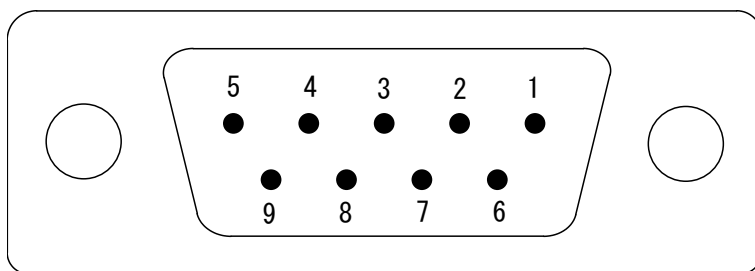


表 16 ピン番号と信号名

ピン番号	信号名	方向	備 考
1			ノン・コネクション
2	TXD	出力	送信信号
3	RXD	入力	受信信号
4			ノン・コネクション
5	GND		グラウンド
6			ノン・コネクション
7			ノン・コネクション
8			ノン・コネクション
9			ノン・コネクション

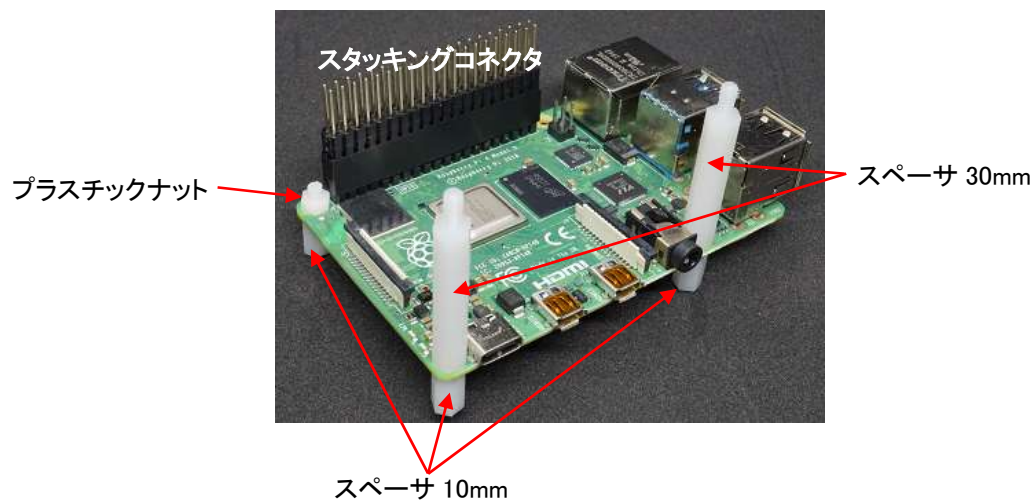
#### ⑯ I<sup>2</sup>C バスリピーター

I<sup>2</sup>C バスリピーターはラズパイと I<sup>2</sup>C 周辺デバイス間の信号線の電气的特性を補強する働きがあります。I<sup>2</sup>C バスリピーターには NXP Semiconductors 製 PCA9515AD を使用しています。

## 2.2.コネクタとスペーサの取り付け

ラズパイの部品面の 40 ピン拡張コネクタにスタッキングコネクタを装着します(図 5)。3 箇所スペーサのオネジ (M3) を挿入するのですが、ラズパイのキリ穴が小さいため、丸棒やすりなどでキリ穴を拡げます。ラズパイのはんだ面から 10mm のスペーサのオネジを挿入し、図 5 に示すように 2 箇所を 30mm のスペーサで、1 箇所を M3 のプラスチックナットで固定します。

図 5 ラズパイのコネクタおよびスペーサの取り付け



ラズパイのスタッキングコネクタを RasPi 学習ボードの 40 ピンのピンソケットに合わせ、しっかり奥まで挿入します (図 6(a))。スペーサのオネジを RasPi 学習ボードのキリ穴に挿入します (図 6(b))。

図 6 ラズパイと RasPi 学習ボードの接続



(a) 拡張コネクタ側



(b) スペーサ側

## 3. 資料

### 3.1. RasPi 学習ボードの部品表

部品表の個数は実際に使用する数です。秋月電子通商の商品には、個数やピン数の違い等がありますので、ご確認ください。

表 17 RasPi 学習ボードの部品表

回路記号	名 称	個数	備 考	参考品 (秋月電子通商)
BZ1	圧電サウンダ	1		P-04119
C1、C3、C4	電解コンデンサ 220u/16V	3		P-10272
C2	セラミックコンデンサ 0.33u/50V	1		P-08147
C5-C11,C14	セラミックコンデンサ 0.1u/50V	8		P-10147
C12	電解コンデンサ 10u/50V	1		P-03116
C13	セラミックコンデンサ 0.01u	1		P-08138
CN1	D サブコネクタ	1	メス 基板取り付け用 L タイプ	C-00645
CN2	ピンソケット	1	8 ピン ※CN2 は 2 つのピンソケットで構成しています。	C-03785
CN2	ピンソケット	1	10 ピン	C-03786
CN3	ピンソケット	1	6 ピン ※CN3 は 2 つのピンソケットで構成しています。	C-03784
CN3	ピンソケット	1	8 ピン	C-03785
CN4	ピンソケット	1	6 ピン	C-03784
CN5	ピンソケット	1	40 ピン	C-00085
CN6	2.1mmDC ジャック	1		C-00077
IC1	三端子レギュレータ	1	TA48033S	I-00534
IC2	温度センサモジュール	1	ADT7410	M-06675
IC3	A/Dコンバータ	1	MCP3208-CI/P	I-00238
IC4	D/Aコンバータ	1	MCP4922-E/P	I-02090
IC5	RS232C ドライバ	1	ADM3202AN	I-09001
IC6	I2C バスリピーター	1	PCA9515D	I-10882
	DIP化基板	1	IC6 用	P-05154
	細ピンヘッダ	2	IC6 用	C-04392
IC7	CMOS タイマ	1	ICM7555IPAZ	I-14116

(つづき)

回路記号	名 称	個数	備 考	参考品 (秋月電子通商)
JP1-JP7	ピンヘッダ 3 ピン	7	10 個入り	C-03949
	ジャンパーピン	7	25 個入り	P-03688
LCD1	LCD モジュール	1	AQM-1602	K-08896
LED0-LED4	LED 3mm 赤色	5		I-11577
R1-R8	カーボン抵抗 3.3k	8	100 本入り	R-25332
R9-R13	カーボン抵抗 390	5	100 本入り	R-25391
R14,R15	カーボン抵抗 10k	2	100 本入り	R-25103
R16	カーボン抵抗 15k	1	100 本入り	R-25153
R17	カーボン抵抗 33k	1	100 本入り	R-25333
SW0-SW7	タクトイルスイッチ	8		P-08075
SW8	スライドスイッチ	1	発振回路の周波数切り替え用	P-08791
SW9	トグルスイッチ	1	電源スイッチ用	P-00300
VR1	可変抵抗 50k	1	ADC 用可変抵抗	P-03605
	つまみ 赤色	1	VR1 用	P-00996
VR2	可変抵抗 100k	1	発振回路の周波数可変用	P-06113
TP1	チェック端子 黒色	1	GND 用、10 個入り	P-07591
TP2	チェック端子 黄色	1	ADC 用可変抵抗用、10 個入り	P-07592
	シングル 4 ピンソケット	2	LCD と温度センサのソケット用。C-00661 の 14 ピンを 4 ピン 2 本に分ける。	C-00661
	丸ピンICソケット8ピン	2	IC6, IC7 用	P-00035
	丸ピンICソケット14ピン	1	IC4 用	P-00028
	丸ピンICソケット16ピン	2	IC3, IC5 用	P-00029
	樹脂スペーサ 10mm	5	学習ボードの足用、10 個入り	P-01864

## 3.2. ラズパイに装着する部品表

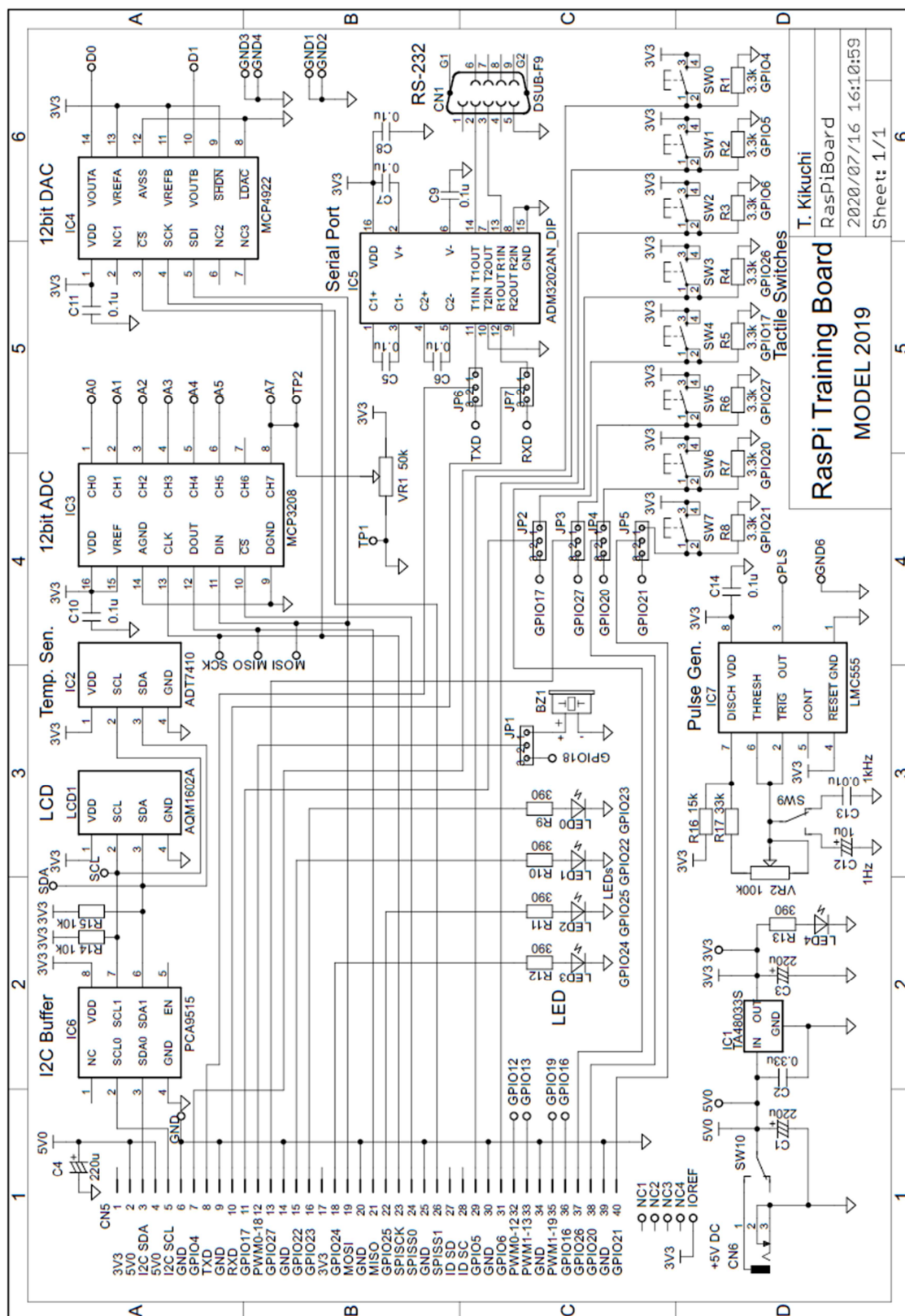
表 18 Raspberry Pi に装着する部品表

回路記号	名 称	個数	備 考	参考品 (秋月電子通商)
	スタッキングコネクタ	1	MFH2X20SG-2	C-10702
	樹脂スペーサ 10mm	3		P-01864
	樹脂スペーサ 30mm	2	Raspberry Pi の支柱用	P-07572



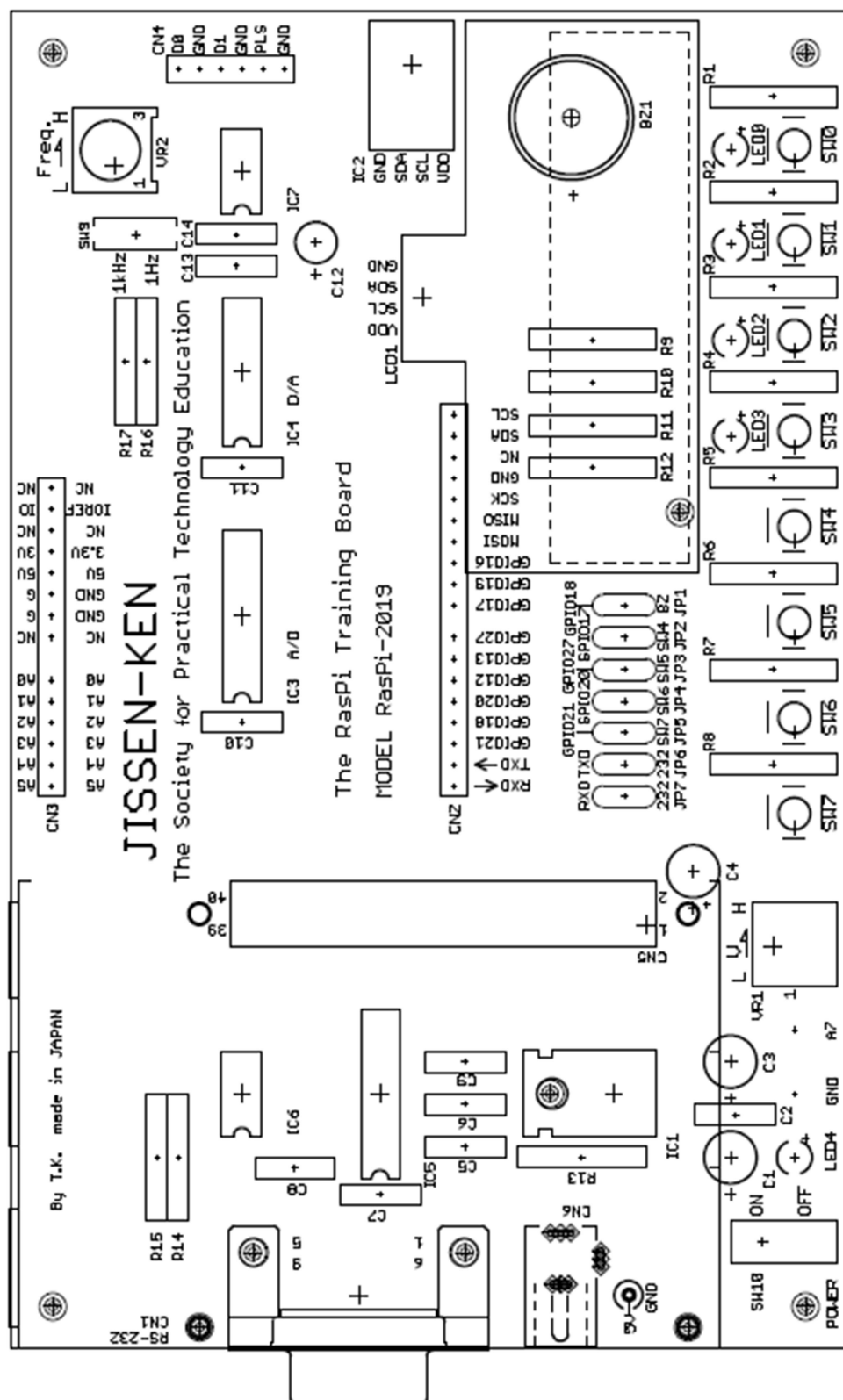
### 3.3. 回路図

図 7 RasPi 学習ボードの回路図



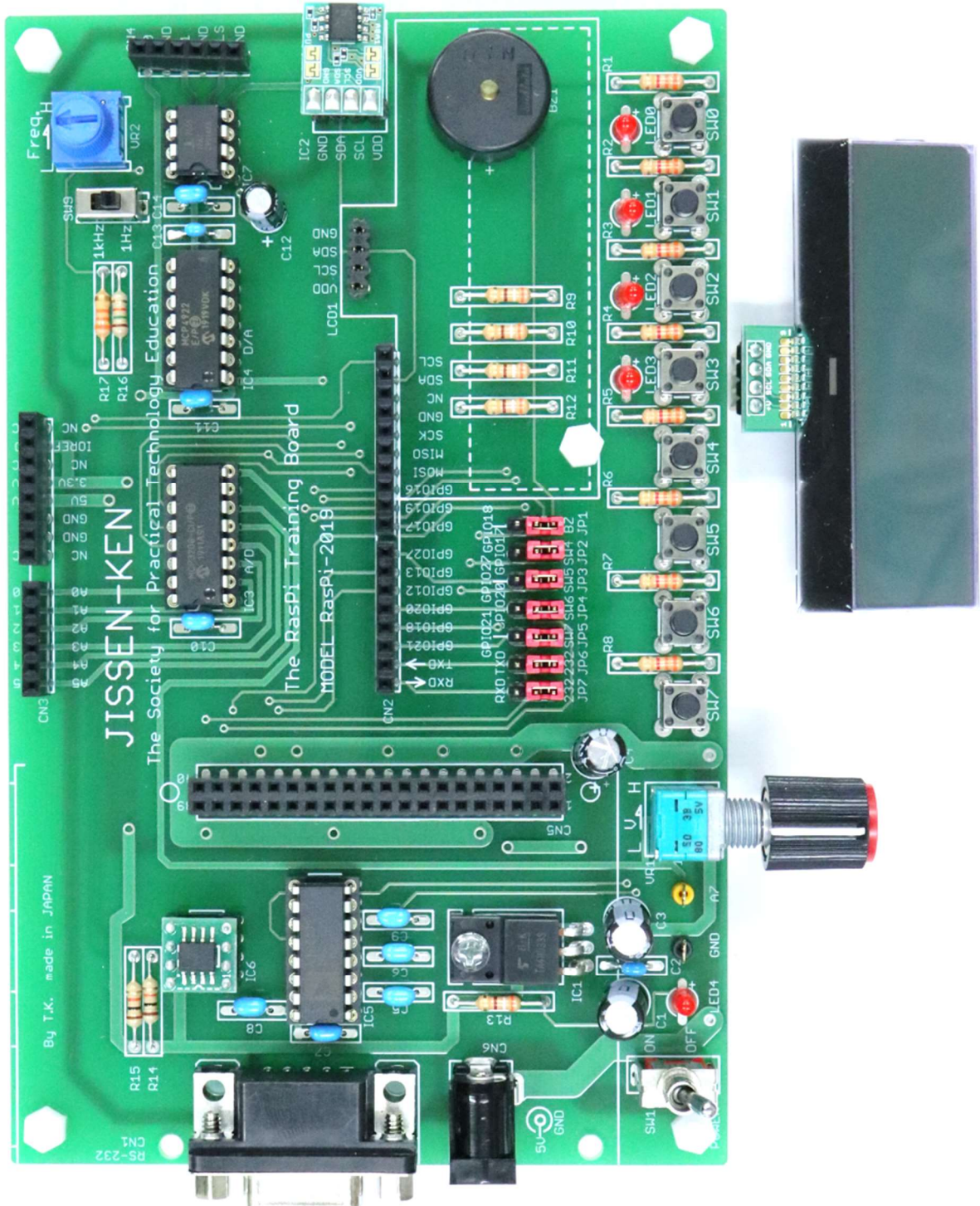
### 3.4. 部品面シルク図

図 8 部品面のシルク図



### 3.5. 部品面の写真

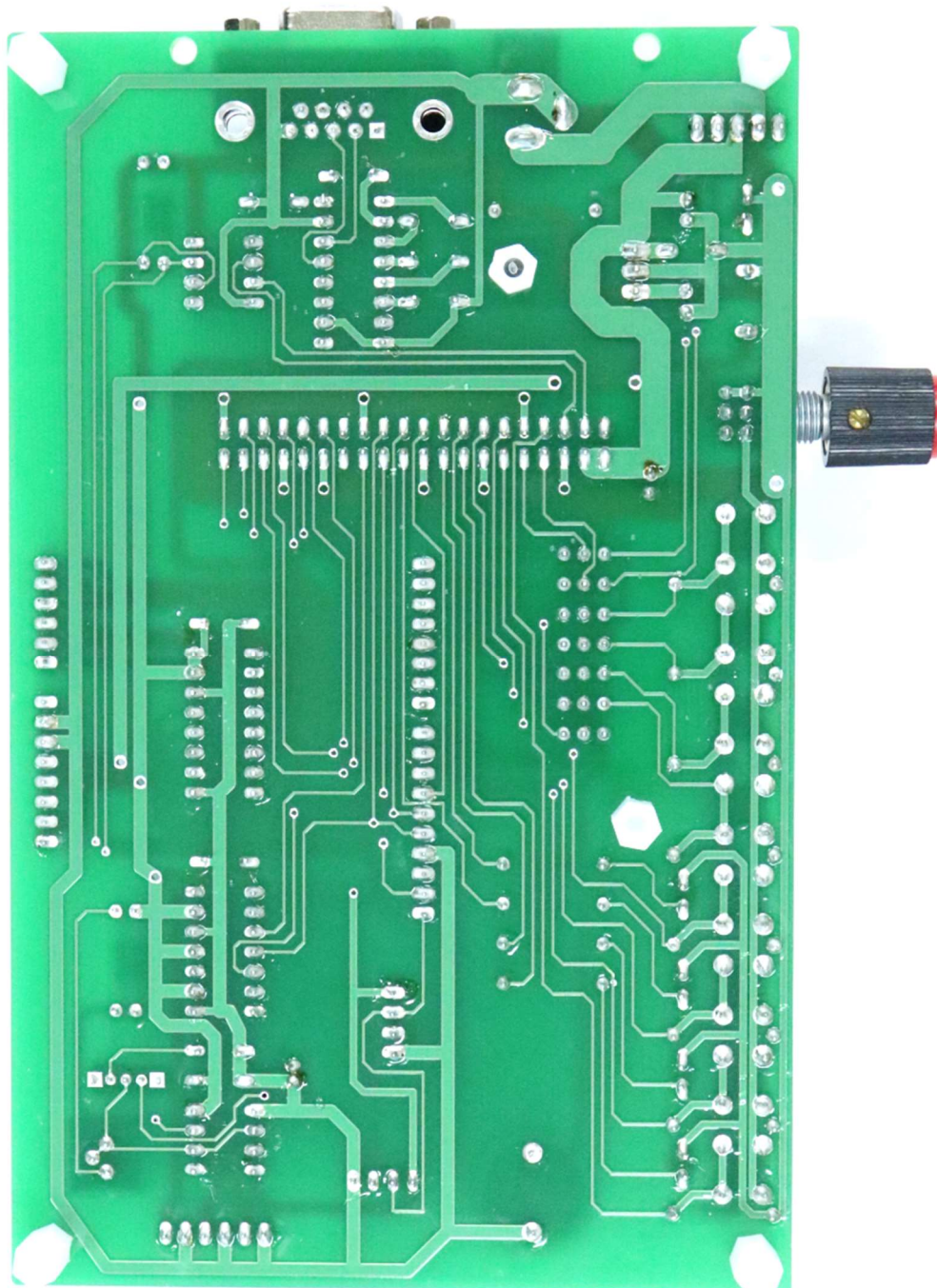
図 9 RasPi 学習ボードの部品面の写真





### 3.6. はんだ面の写真

図 10 RasPi 学習ボードのはんだ面の写真





---

# **RasPi 学習ボードの仕様書**

## **MODEL 2019**

2020 年 7 月 14 日 初版

2020 年 7 月 27 日 修正 図表レイアウト等

©2020 菊池達也

---