

マルツの実験の素 第1回

I2C で温度計

2016年7月25日

中田宏

目次

方針説明.....	2
企画1 ラズベリーパイを使ってみよう,流行っているよね.....	3
企画2 ラズベリーパイで何をしよう?.....	4
企画3 ネットワークをどう使う?.....	4
どんな方法が使える?.....	4
メール送信は?.....	4
WEB サーバーを立てるか?.....	4
民間会社のサーバー経由でデータ送信?.....	5
基礎知識1 Twitter のサービスをソフトウェアから使う方法.....	5
Twitter も API を使うには認証が必要.....	5
数年前 MashUp って流行ったの覚えている?.....	5
基礎知識2 今やネットワークサービスに認証手続きは必須.....	5
認証手続きとは?.....	5
認証手続きは何のため?.....	6
認証手続きは面倒くさい.....	6
個人情報管理も面倒くさい.....	7
基礎知識3 インターネット上の認証を一括管理する試み.....	7
一括管理で悪人の封じ込めも簡単に.....	7
個人情報のコントロールもこまめに.....	7
一括管理の急所.....	7
厳密に言うと今回使用する OAuth は人の認証ではなくてプログラムを認証する仕組み.....	8
マイナンバーの情報管理はインターネット最先端の真逆をやっている.....	8
工作手順1 そうだ I2C 温度計を作ろう.....	8
何を作ったの?.....	8
なぜ温度計なんて簡単なものを作るの?.....	8
工作手順2 温度センサーと液晶をラズベリーパイから制御する.....	9
完成形.....	9
接続.....	9

回路図.....	9
部品.....	10
部品表.....	10
変換基板にハンダ付け.....	10
ソフトウェアを用意する.....	10
OS のインストール.....	11
I2C の有効化.....	11
追加モジュールのインストール.....	11
プログラムの作成.....	11
プログラムの動作.....	11
工作手順 2 のまとめ.....	11
工作手順 3 収集したデータを Twitter に送る.....	11
ラズベリーパイをインターネットにつなぐ.....	12
Twitter のアカウントを用意する.....	12
Twitter のアプリケーション管理サイトに登録する.....	12
OAuth 認証.....	12
定期的駆動.....	13
おまけ知識 1 電子工作世界のお約束 (電子工作の入り口でさまよえる全ての子羊たちへ)	13
電子工作入門.....	13
電子工作に関わる要素.....	14
まずは手を動かしてみよう.....	14
初心者は悩んで当たり前.....	15
電子工作の世界にあるお約束を説明します.....	15
ハードウェアのお約束.....	15
電子回路のお約束.....	15
ハードウェア→電子回路→部品.....	15
ハードウェア→電子回路→配線.....	16
ハードウェア→電子回路→電源.....	16
ハードウェア→電子回路→信号.....	16
ハードウェア→電子回路以外.....	16
ソフトウェア→実行環境.....	17
ソフトウェア→実行環境→OS のインストールと設定.....	17
ソフトウェア→実行環境→テキストファイルの作成方法など OS 世界のお約束を学ぶ.....	17
ソフトウェア→アプリケーションの作成→プログラミング言語の準備.....	18
ソフトウェア→アプリケーションの作成→作成したプログラムを実行する.....	18
おまけ知識 2 電子工作以外の豆知識.....	18
ラズベリーパイって何?	18
OS って? Linux って?	18
キーボードやマウス,ディスプレイを繋がなくてもラズベリーパイは動くの?	19

I2C は小規模な回路で遅い通信に使用します.....	19
I2C の通信はこんなふうに通線整理されています.....	19
ネットの情報を活用しよう.....	20
おまけ知識3 覚えなくてもよいキーワード.....	20
参考文献.....	21
図.....	21

ラズベリーパイ3を使って工作しよう

実験の素は、今回リニューアルしました。取り扱うマイコンがラズベリーパイに変わります。名刺サイズの人気基板を使って、電子回路とプログラムをつくっていきましょう。リニューアル1回目は、温度計を作ります。

方針説明

実験の素シリーズは、エレクトロニクス以外の分野を専攻する学生さんに電子工作の楽しさを伝えようとしています。読者がエレクトロニクスの専門家ではないので、専門家が知っていることを丁寧に説明する必要があります。かといって最初から100ページの理論説明をしたら、みんな飽きてしまうでしょう。

全体の構成を、以下に示します。

- 企画1～企画3 今回製作したものがどんなものか、簡単に説明します
- 基礎知識1～基礎知識3 制作物が利用している技術のうち、今回採用したものを説明しています。ここより先に工作手順を読んで制作し、後から勉強のために読み返してもよいでしょう。
- 工作手順1～工作手順3 今回の工作を読者が再現するための手順説明です
- おまけ知識1～おまけ知識3 電子工作やその他の基礎知識のうち、他の工作にも応用できるものをごくごく簡単に解説しています。

企画1 ラズベリーパイを使ってみよう、流行っているよね

2016年現在、本屋でエレクトロニクス関係の雑誌の表紙をチェックすると、ラズベリーパイを取り上げている雑誌がたくさんあります。ここまで流行るのには理由があります。ラズベリーパイは、それまでになかった融通の効く小型コンピューターなのです。

今、一般の人が使えるコンピューターを考えてみましょう。

種別	特徴
パソコン	<ul style="list-style-type: none"> • ちょっと高価 • デスクトップやタワー型に追加基板を内蔵すれば,機能拡張が可能 (USB 接続でも Ok) • ソフトウェアをインストールすれば,いろんな仕事ができる • ネットワークにつながって高速通信できる • 計算処理も速い
スマートフォン タブレット	<ul style="list-style-type: none"> • パソコンより安め • 接続できる回路は,USB の外付け機器とヘッドフォンくらい • 専用のアプリストアから,ソフトウェアをインストールできる • 携帯電話回線につながるものが多い,無線 LAN にもつながる • 計算処理はパソコンほど早くないが,日常的な処理には十分
マイクロコンピュータ (組み込み分野)	<ul style="list-style-type: none"> • 一般の人が直接目にしないが,家電製品一つ一つに入っている • 趣味の電子工作でハンダ付けして使う人もいる • 特定の回路で特定の処理をするだけ • 一部ネットワークにつながるものもある • 計算処理は遅め

表1 コンピューターの分類

今まで電子工作に使ってきたマイクロコンピュータは小回りがきくのですが,センサーで収集したデータの統計処理などをさせようとするとう能力が足りません。

逆にパソコンは,小さな回路を接続しようとしたとき,複雑な仲介回路を間に挟まなくてはなりません。

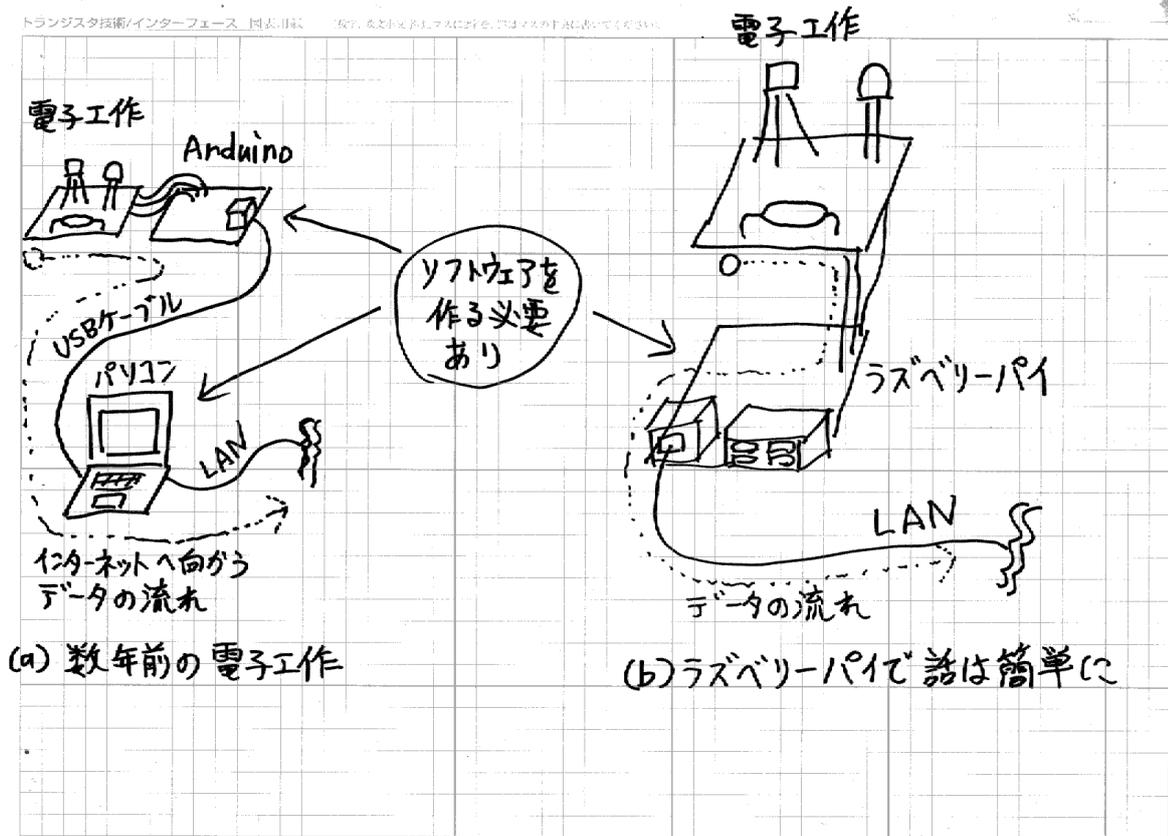
数年前まで,電子工作で収集したデータを統計処理するときは,データ収集に Arduino というマイクロコンピュータをつかって,USB 経由でパソコンにデータを転送していました。でもラズベリーパイが現れて図1のように世界は変わりました。マイクロコンピュータのように小回りがきいてセンサー IC などを直接つないでデータを集めることができ,パソコンのように複雑な処理ができます。最新型のパソコンと比べるとまだ 1/10 くらいのスピードですが,1 台でデータ収集から統計処理まで出来るので重宝します。

<図1>

企画2 ラズベリーパイで何をしよう？

せっかく能力が上がったラズベリーパイで工作するのですから,今までのマイクロコンピュータの力ではできなかった(できたけど難しすぎた)分野に挑戦してみましょう。

ラズベリーパイの特徴の一つは,ネットワーク通信が得意というところにあります。今までのマイクロコンピュータでは,接続した電子工作機器のデータはせいぜい同じ室内のパソコンに届けておしまいでした。でも,ラズベリーパイは違います。ネットワークカメラのように,収集したデータをインターネット経由で世界中に届けることもできます。



<図 1>

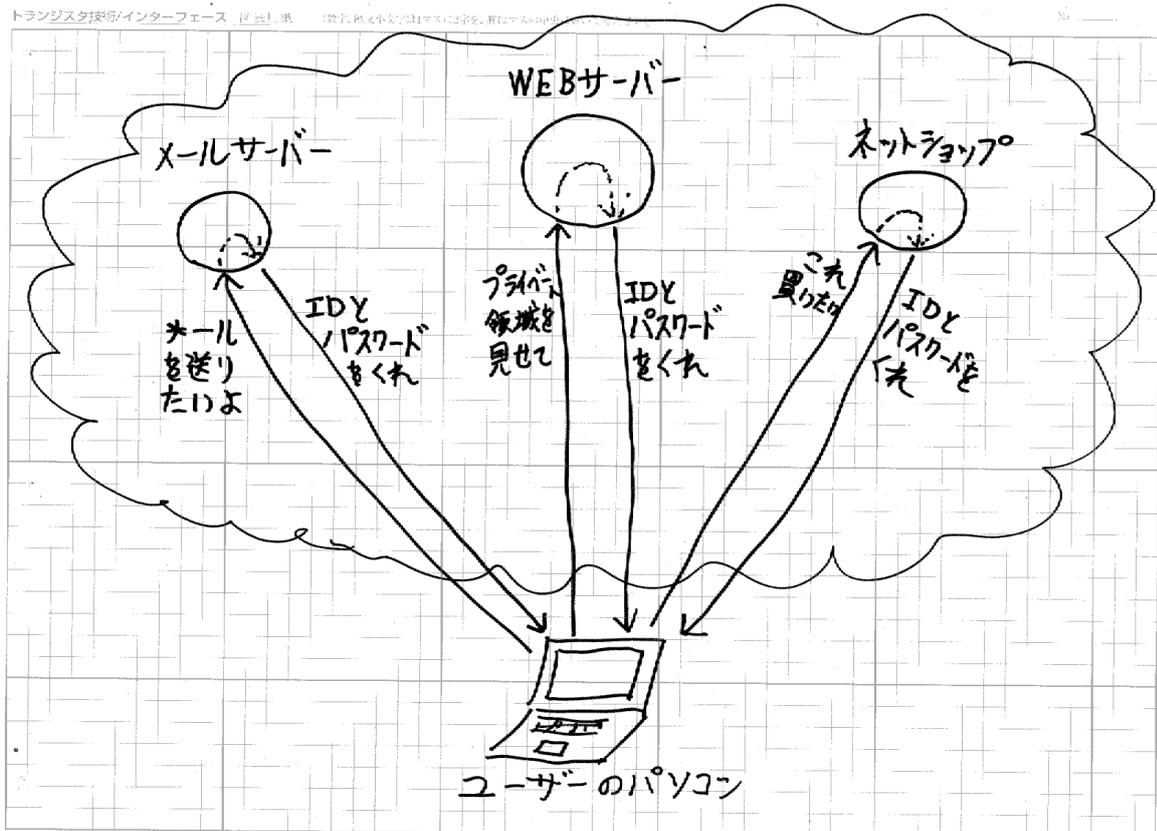
企画 3 ネットワークをどう使う？

研究室で測定したデータをリアルタイムにチェックする仕組みを考えます。測定装置の異常報告や、実験成功などをインターネットを経由して移動中のスマートフォンで確認する状況を想定しています。

どんな方法が使える？

すぐに考えつくのは、以下の3つです。図2に示します。

- ショートメッセージやメールによる通知
- WEB サーバーで情報公開
- Twitter, Facebook など民間会社のサービス経由



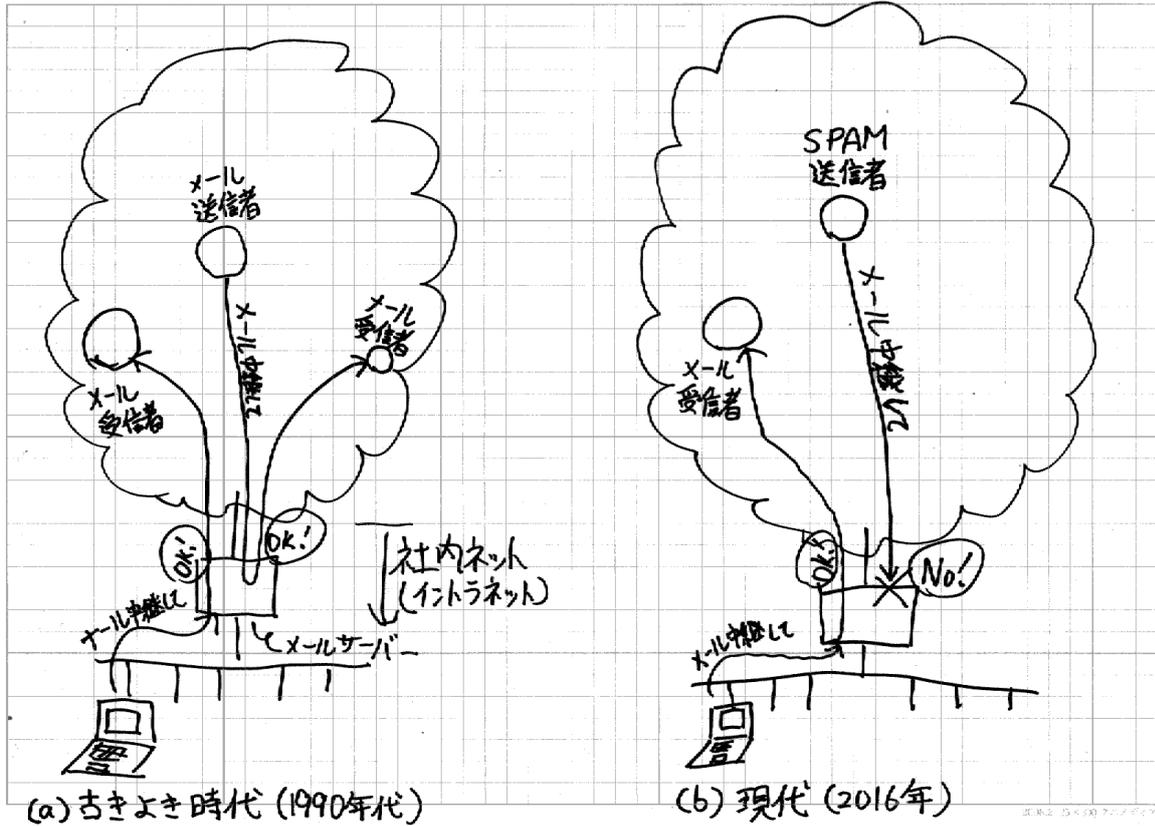
それぞれ,検討していきましょう.

<図 2>

メール送信は？

研究室の測定データを毎日数回記録して,研究者にメールで配信できると便利です.今から 15 年前にラズベリーパイのようなコンピューターがあったら,多くの研究者がメールで通知していたことでしょう.かくいう筆者も 2000 年頃に Intel パソコンを使ったインターネットショップを実装,運用していて,システムの異常報告をメールで自宅に通知していました.

現代は,図 3 に書いた通り迷惑メールを減らすために,メール送信の手順が以前より複雑になりました.ラズベリーパイから送信することも技術的に不可能ではないですが,契約しているインターネットのプロバイダ (あるいは研究者が使っている大学ネットワークの管理組織) によって,メールサーバーの管理ポリシーが異なります.メール送信の手順もプロバイダ毎に少しずつ違うでしょう.



<図 3>

ショートメッセージは、携帯電話会社毎に違う仕組みを使っていて、一旦携帯電話会社のサーバーに届いた後会社間の連携システムで別会社にも届けられます。契約している電話会社によってサーバーへのアクセス方法が違いますし、そもそも自作ソフトウェアからではアクセスできないように保護してあるでしょう。

WEB サーバーを立てるか？

ラズベリーパイを WEB サーバーにすることができます。定期的に HTML ファイルを書き換えて見せたり、CGI を使ってアクセスされるたびにデータを更新したりできます。最新のネットショップのように、美しくかつダイナミックに表示が変わるシステムを構築することもできます。

問題は、外からラズベリーパイにアクセスする方法を用意するところです。学校でも企業でも、メンテナンスのいい加減なサーバーが乗っ取られて悪事に転用されるのを防ぐため、外から簡単にアクセスできるサーバーを増やすことを嫌います。サーバー設置の申請は手続き上可能かもしれませんが、侵入者対策としてネットワークに詳しい管理者を常時貼り付けるように要求されることでしょう。インターネット全体からアクセスできる WEB サービスの構築と運営は、専門家にまかせておいたほうが良さそうです。

業他社はユーザーに乗り換えられないように同じサービスで対抗する必要があります。

Twitter も API を使うには認証が必要

Twitter の API も認証手続きが必要です。そうしないと、誰かのアカウントを悪人が利用して広告を連続して発信するなど、みんなに迷惑をかけることが可能です。Twitter は OAuth という外部の認証サービスを利用しています。

数年前 MashUp って流行ったの覚えている？

Web2.0 なんてバズワードが流行った頃でしょうか。MashUp という遊びが流行りました。Twitter の API やその同類を利用して、付加価値を付けたサービスを提供するアイデア勝負のことで。インターネット上の天気予報情報をプログラムに検索させて、集まった情報を Twitter に流すシステムなど、お手軽でちょっと便利なシステムをみんなが競い合って作っていました。

今では流行が終わって、Twitter の API はこの記事のような地味な工作に使われています。

基礎知識 2 今やネットワークサービスに認証手続きは必須

認証手続きとは？

認証手続きを簡単に言うと、ネットショップで買い物するときなどに、ユーザーの名前とパスワードを入力しないとアクセスできない仕組みです。

認証手続きは何のため？

ネットワークサービスが一般の人に普及した時、大きな問題が見つかりました。迷惑メール送信者や、他のユーザーになりすまして他人に損害を与える悪意あるユーザーの存在です。

今の人は、「なんで最初から悪意あるユーザーによる妨害を想定していなかったの？」と疑問に思うでしょうが、そもそもインターネット基礎技術の開発を始めた頃は、世界中がつながるなんて夢のまた夢でした。とりあえず学校内のコンピューターだけをつなぐ時でも、目先の技術的問題を山ほど解決することが必要でした。世界中をつなぐためには、新しい技術の発明や、法律の整備、ネットワークを運営するための会社設立、ユーザーからネットワークインフラ維持費を徴収する仕組みの考案と周知など、超えなければならない壁がたくさんあったのです。悪意あるユーザーへの対策は、結果として後回しになってしまいました。

後回しになったものの、できる限りの対策を打たなくてはなりません。

そこで、インターネットのサーバーを使うときは、認証手続きが必要な仕組みを作り上げたのです。

今では、メールの読み書きも、WEB サーバーのプライベート領域へのアクセスも、その他もろもろのイン

ターネットサービスを利用するときも、パソコンを起動した時のようにユーザー名とパスワード入力が必要です。

認証手続きは面倒くさい

パスワードによる制限は、完璧ではありません。パスワードを忘れる人がいるでしょうし、パスワードが通信路を伝わっていく途中へ、盗み見る仕組みをこっそり埋め込む悪人もいるでしょう。『HTTPS による暗号化通信を使えば途中で盗み見られる心配は無い』と考えるかもしれませんが、途中の回線に違法でちょっと複雑な仕組みを割りこませれば、盗み見ることも絶対不可能ではありません。セキュリティの防御技術に完璧はなく、常に攻撃技術とのいたちごっこを続ける運命にあります。

またパスワードを管理する側からは、いろいろと指示がきます。

- 8文字以上にしろ（逆に文字数上限があって5文字以上入らないケースも）
- メモを取らずに暗記しろ
- アルファベット大文字と小文字と数字と記号をそれぞれ最低1文字は含めろ（場合によっては記号が入力できないケースや、大文字/小文字を区別しないシステムも）
- 2週間毎にパスワードを変更しろ
- 過去に使用したパスワードを2度と使うな
- 一つのパスワードを別のサイトと共通に使うな
- 自分の誕生日をパスワードに使うな
- 辞書に載っている単語は使うな
- 入力するときはCAPSキーや仮名漢字変換の状態を確認せよ

はっきり言って、こんな条件を全部守ってネットショップ10箇所にアカウントを作ったとしたら、筆者は全部を管理しきれません。

個人情報管理も面倒くさい

ネットショップは、パスワードだけでなく住所氏名などの個人情報も入力させます。通信販売ならば、商品発送先の情報が必要なのはわかります。でも、性別、年齢、血液型など聞いてどうするのでしょうか？

引っ越しすると、住所を登録した全てのサイトで、再入力が必要になります。実世界でも住民票や印鑑証明の移動やら、郵便局、銀行、NHK、クレジットカード会社、総合通信局（ハム局免の移動）などへの住所変更連絡が必要なのに、さらにオンラインで住所変更をしなければならないのです。一括管理できたら楽ですよ。

オーナーが変わらなくても、ユーザーの気が変わってそのネットショップを使わないと決めたら、利用者本人が手続きすることで一人分だけアカウントを無効化するように設定変更ができます。

個人情報のコントロールもこまめに

個人情報全部を一括管理していても、ネットショップで買い物するときに、最低限必要な一部情報だけを渡すことができます。鉄道の切符を予約するときに、身長や体重の情報は不要だから渡さなくて済むのです。

一括管理の急所

パスワードや個人情報を一括管理している会社が悪意ある人物に乗っ取られたらどうなるでしょうか？

それが成功したら、大問題です。別のサービスにおいても乗っ取られると危険な会社として、以下がありません。

- パソコンなどの OS を作っている会社（パスワード入力時のキーボードやネットワークに出て行く通信が暗号化される前を見ているので）
- ブラウザを作っている会社（暗号化する前のパスワードをキーボードから受け取るので）
- Verisign などの暗号化通信に必要な証明書を管理している会社（暗号化通信の安全性を担保している）
- インターネットの DNS を管理している組織など（接続先のサーバーをこっそり代替マシンに差し替えることが可能なので）

過去には、某国で開発されたフリーソフトの中に、何度も違法なデータ収集の仕組みが見つかったこともあります。

そこで、簡単には乗っ取られないように、また乗っ取られた場合すぐわかるように、重要な情報を扱う会社は経営を透明化することが求められます。

厳密に言うと今回使用する OAuth は人の認証ではなくてプログラムを認証する仕組み

ここまで認証の話は、人間がどこかのサービスを利用する状況を想定してきました。

でも、今回はプログラムが自動的に Twitter にアクセスするわけであって、だれか人間が Twitter にアクセスするのはちょっと違います。許可を求めるのが、人ではなくてプログラムなのです。MashUp の世界では、プログラムに特定のユーザーが結びついていないかもしれませんし、大勢のユーザーが同時に同じサービスを利用するかもしれません。そんな時に、プログラムの一括認証を担当できるのが OAuth なのです。

この辺の話はよく理解できなくても、『プログラムから Twitter に投稿するためには、OAuth という認証

を通るのがお約束になっている』とだけ理解してください。

マイナンバーの情報管理はインターネット最先端の真逆をやっている

マイナンバーシステムは、管理組織が秘密で、被雇用者の個人情報を全国の事業所に分散管理させるなど、今まで説明してきたインターネット上の一括管理の真逆をやっています。

筆者には、個人情報の積極的漏洩を意図したシステム設計にしか見えません。

工作手順1 そうだI2C温度計を作ろう

何を作ったの？

今回作ったのは、温度計です。温度センサーと液晶表示の2つの部品をラズベリーパイにつなぎ、コントロールします。

収集したデータはTwitter経由でどこにいてもスマートフォンから見るすることができます。

作成したものは、大きく分けて3つです。

- ラズベリーパイにつないで温度を収集し、液晶表示する回路
- ラズベリーパイから上記回路をコントロールするソフトウェア
- 回路から収集した情報をTwitter経由で通知するソフトウェア

なぜ温度計なんて簡単なものを作るの？

今回作成した回路とソフトウェアは、くり返し温度を測って液晶表示するだけの機能しかありません。お店で液晶表示の温度計を買ってくれば1000円くらいでしょう。なぜ高い部品を使って簡単なものを作るのかというと、ここがゴールではなくて改造のためのスタートだからです。

ソフトウェアを追加すれば、定期的に温度を記録することができます。ネットワーク経由でパソコンにデータを送ることもできます。温度センサーを細菌培養などの実験装置の中に入れれば、実験装置の温度監視をして温度異常をアラームやメールで知らせることだってできます。家庭の台所にあるレンジフードに温度センサーをつければ、ガス調理器の消し忘れを検出できますし、居室に置いて熱射病警告もできそうです。ラズベリーパイからネット経由で、警告をメールで送ることだって可能です。

いろいろなソフトウェア、ハードウェアと組み合わせてどんどん発展できるのが、電子工作の楽しいところです。

でも最初から機能を欲張ってしまうと、なかなか完成しません。実は筆者も機能を欲張ってしまう方です。電子工作を始める前に、『まだ誰も作ったことのないシステムを作ろう』と無茶な計画をしてしまうために、未完成で放り出した電子工作がたくさんあります。そのうち、自宅にある未完成基板の山に埋もれて

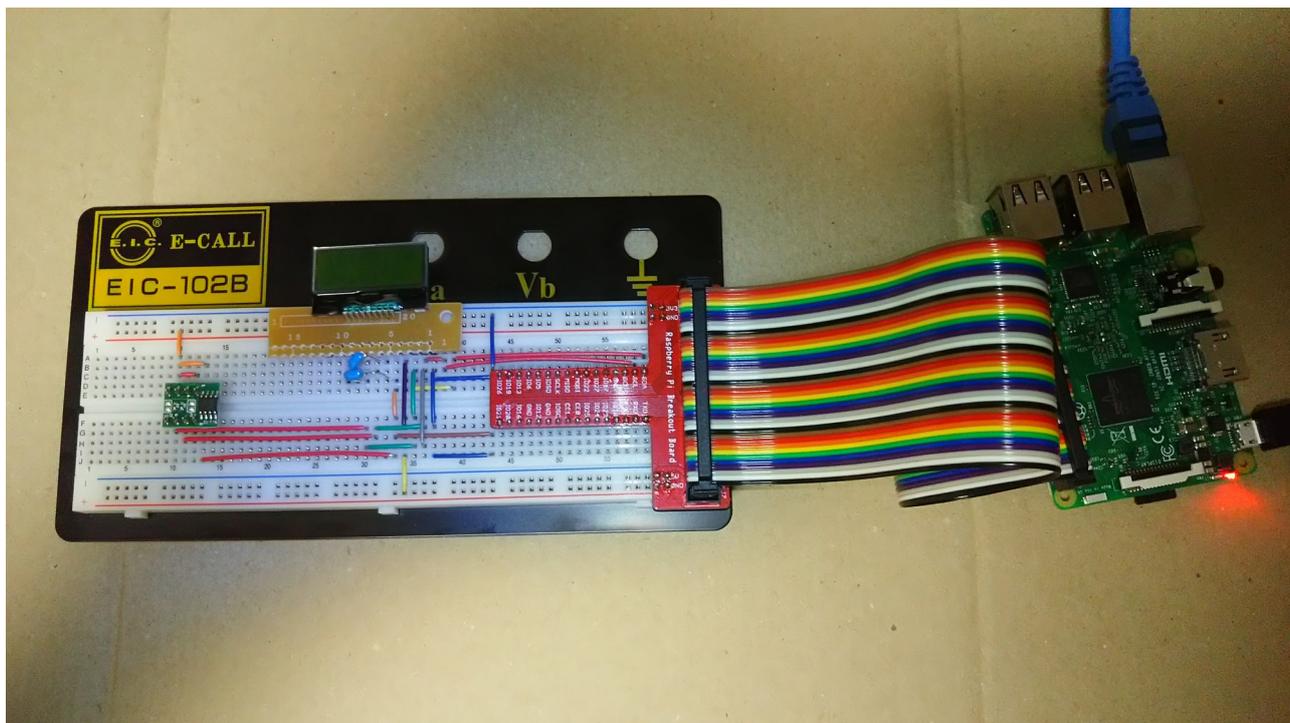
窒息死してしまうかもしれません。

読者の皆さんは、無茶をしないで少しずつ機能を拡張したほうが良いと思います。

工作手順2 温度センサーと液晶をラズベリーパイから制御する

完成形

完成写真をみてもらいましょう。

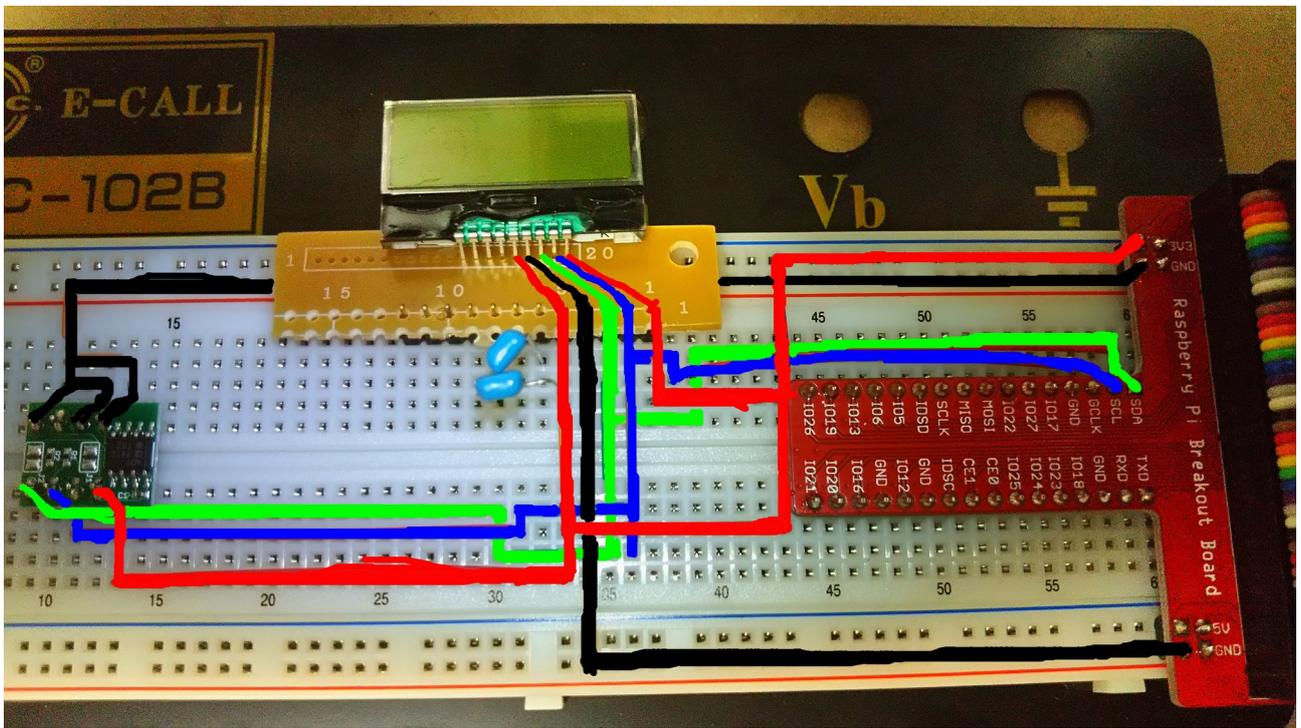


<図 6>

右にある緑の名刺サイズ基板がラズベリーパイ3です。そこからケーブルを引っ張って、穴がたくさん空いた白い基板の上に回路を作りました。この白い基板をブレッドボードと呼びます。ブレッドボードを使うと、ハンダ付けしなくてもいろいろな部品を組み合わせることができます。

接続

ラズベリーパイ本体とブレッドボードの間は、カラフルな平たいケーブルと赤いI字型のアダプタでつながっています。ラズベリーパイから出ている40本の信号（中には電源線があったり、おなじ信号が複数ピンにつながっていたりします）を一度に接続できるのですが、今回は4本しか使いません。たった4本をつなぐだけで電源供給と信号の送受信ができるのが、今回使用したI2Cという通信規格の良い所です。



<図7>

写真をなぞった4色は,以下の接続を示します.

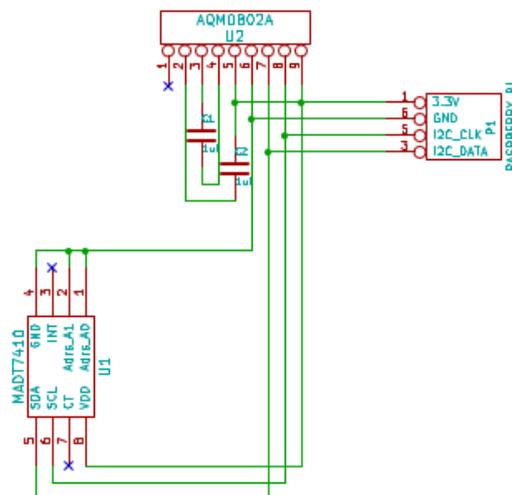
黒=GND

赤=3.3V 電源

緑=I2C データ線

青=I2C クロック線

回路図



<図8>

電子工作としてはシンプルな方です.液晶の1番ピンと温度センサーの2箇所のピンにx印がついています.この印は『どこにもつながない』という意味です.

部品

ブレッドボードの上にある部品は,以下です.

- ラズベリーパイにつなぐためのコネクタ
- 液晶画面
- 温度センサー
- 2個のコンデンサー (小さな青い部品)
- 電線

最近の電子部品は小型化が進んでいて,液晶画面も温度センサーもそのままではブレッドボードにあげられた接続用の穴にささりません.両方とも変換基板を介して信号ピンの間隔をブレッドボードに合わせます.

部品表

今回使用した部品を表にします.

品目	マルツのサイトURL	型番	価格
Raspberry Pi3	http://www.marutsu.co.jp/pc/i/603555/	RASPBERRYPI3M ODELB	5741
AC adaptor + USB cable	http://www.marutsu.co.jp/pc/i/599900/	KSY0525USB- RASPI	1790
Bread Board	http://www.marutsu.co.jp/pc/i/14851/	16541102BE	1380
I2C kit	http://www.marutsu.co.jp/pc/i/232224/	MPK-TG1-CP	2839
Bread Board & Raspberry Pi con	http://www.marutsu.co.jp/pc/i/576038/	114990080	800
ピッチ変換基板	http://www.marutsu.co.jp/GoodsDetail.	ICB-019	850
ピンヘッダー	http://www.marutsu.co.jp/GoodsDetail.jsp	GB-ICP-SGL12R	47
合計			13447

表2 今回の工作のために購入した部品の一覧

変換基板にハンダ付け

せっかくハンダ付け不要のブレッドボードを使うのに,変換基板にハンダ付けすることになってしまいました.

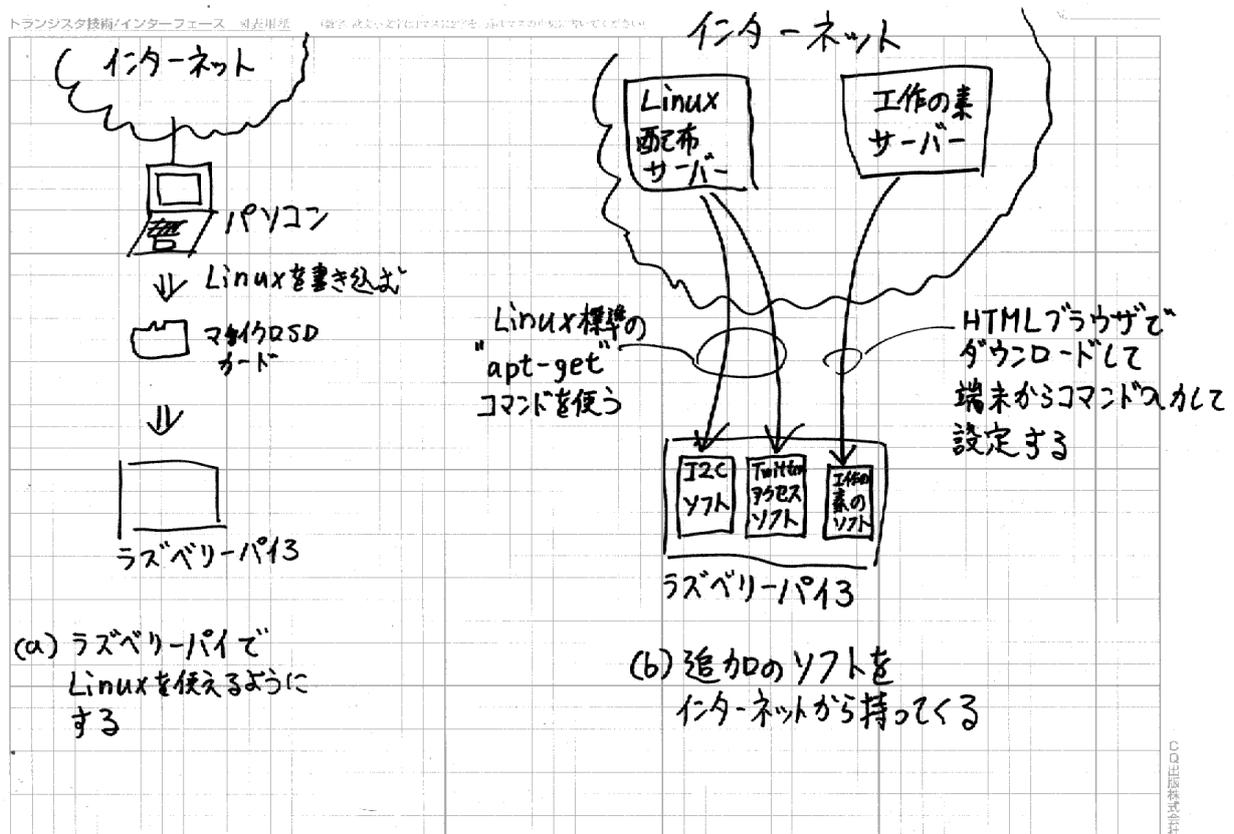
温度センサーは小さな緑の基板に載っています.この基板に4本x2列の足がついた部品をハンダ付けします.温度センサーも足もI2C kitに入っています.

液晶画面はちょっと厄介です.ピンの間隔を調整して,ブレッドボードにさせるようにします.変換基板を別途買ったのですが,大きすぎるのでブレッドボードにさすために変換基板の一部だけを切り出します.

切り出した後、変換基板に液晶画面とピンヘッダをハンダ付けします。ハンダ付けに神経を使う細かい作業になります。ハンダ付け初心者の方は、できればエキスパートに手伝ってもらってください。

ソフトウェアを用意する

ハードウェアの準備が終わったので、続けてソフトウェアを準備します。



<図9>

OSのインストール

SDカードに Raspbian Jessie をインストールします。詳細な手順は参考文献 1,2 を参照してください。

I2Cの有効化

ソフトウェアから I2C を使えるように、メニュー操作をします。

追加モジュールのインストール

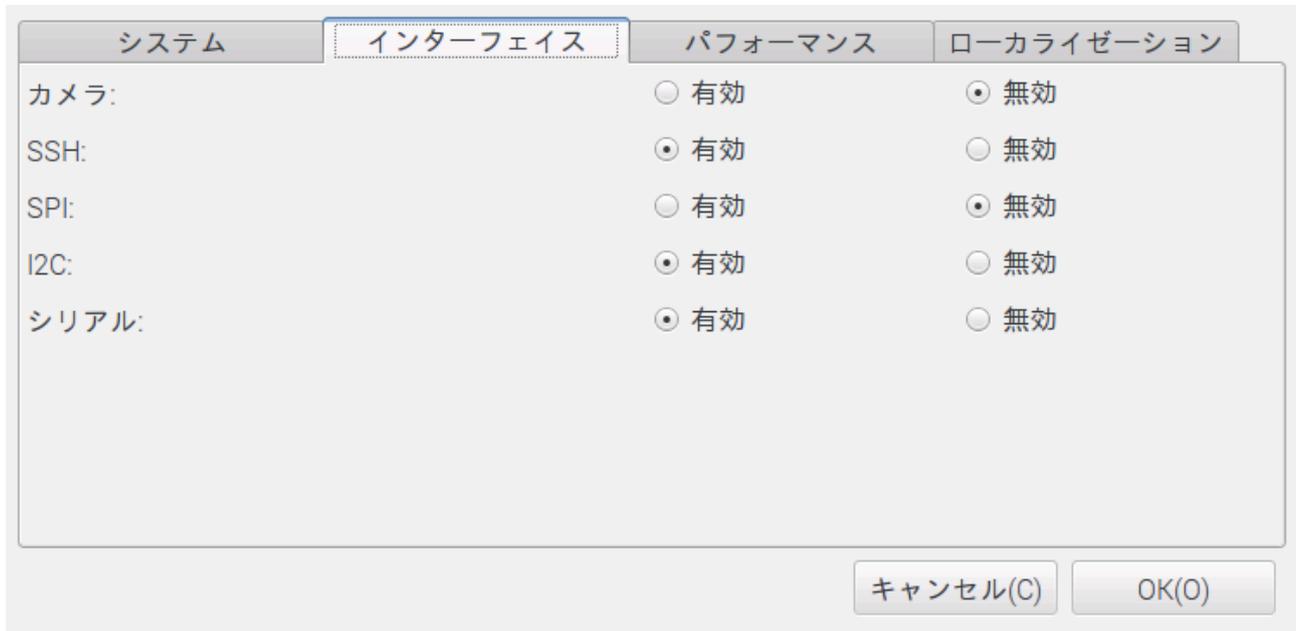
i2c-tools と python-smbus という 2 つのモジュールを追加インストールします。

以下のコマンドを、端末から実行してください。

```
$ sudo apt-get install i2c-tools
$ sudo apt-get install python-smbus
```

プログラムの作成

ラズベリーパイでは,様々な種類のプログラミング言語が使えます.今回は,Python という名前の言語を使いました.



<図 10>

温度計のプログラムは(TBD)から入手してください.

このプログラムを実行すると,60 秒おきに温度を測定して液晶に表示します.

プログラムの動作

プログラムには,日本語のコメント (コンピューターが実行する命令ではなくてプログラムを読む人間向けの注意書き情報) を埋め込んであります.ざっと眺めるだけでも,中で行っている作業はなんとなく解ると思います.

液晶のハードウェアは,I2C からコマンドを一つ送るたびに待ち時間が必要だったり,文字表示できるまでにたくさんのコマンドを送る必要があったりして,使いこなすのが一苦勞でした.

温度センサーからは 16 ビットの情報を取得した後,データの順番を入れ替えています.これは,I2C の通信では 8 ビットごとにデータが区切られることと,データの並びかたが関係してきます.コンピューターが扱うデータ並びの種別は,エンディアンと呼ばれていて,チップや CPU ごとにどの並びを採用するか決めています.今回のようにコンピューターと周辺 LSI でエンディアンが違うと,ソフトウェアで変換することになります.

手順 2 のまとめ

ラズベリーパイに周辺 LSI を I2C 通信でつないで簡単な温度計を作りました。温度センサーの代わりに別の I2C 方式センサーを接続すれば、温度以外のものを測れます。回路やプログラムを少しずつ変えてみて、いろいろな応用例を作ってみてください。

手順 3 収集したデータを Twitter に送る

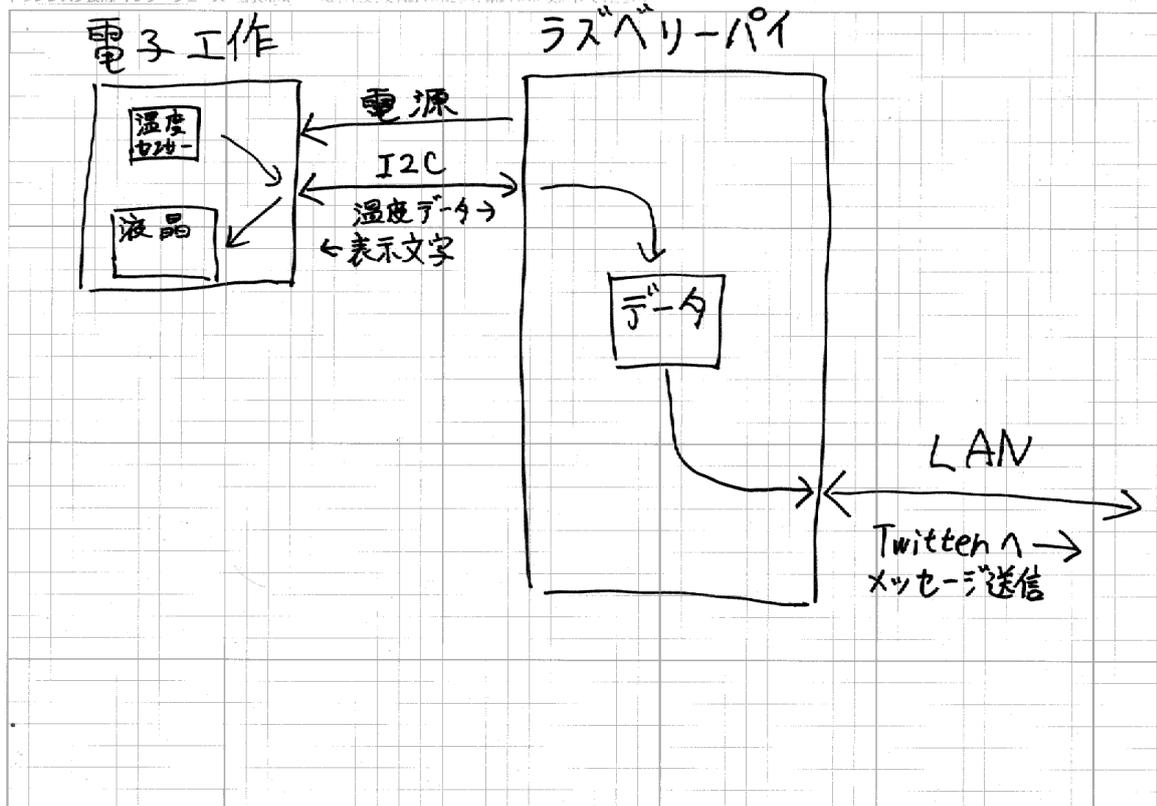
参考文献 4 をみながら、同様にシステムをセットアップしましょう。こちらの作成が参考文献 4 と異なるのは、インターネットに接続する時、有線 LAN を前提にしていることです。Wi-Fi 経由で繋ぎたい場合は、参考文献 4 をみてください。

手順 3 のステップは、以下です。

1. ラズベリーパイをインターネットにつなぐ
2. Twitter のアカウントを用意する
3. Twitter の API 使用許可をもらうためアプリケーション管理サイトに登録する
4. OAuth 認証を設定して Twitter の API を使う

ラズベリーパイをインターネットにつなぐ

ラズベリーパイは、有線 LAN、無線 LAN のどちらからでもインターネットにつなぐことができます。ラズベリーパイを置く場所に合わせて選択してください。



<図 11>

Twitter のアカウントを用意する

あなたがすでに Twitter のアカウントを持っていれば、そのアカウントを利用できます。別のアカウントを追加作成してラズベリーパイからの送信を投げることもできます。重要なことは、少なくともひとつのアカウントをラズベリーパイからの送信のために用意することです。

参考文献 4 では、普段のアカウントと別のアカウントを用意することを勧めています。システムの不具合で間違えて大量のメッセージを Twitter に送ってしまうことで、アカウント停止処分になる危険性があるそうです。

Twitter のアプリケーション管理サイトに登録する

インターネットを検索すると、様々な人が Twitter API を登録して動かす方法を丁寧に解説しています。(例えば <https://syncer.jp/twitter-api-matome>) 作業に入る前に、ひと通り目を通しておきましょう。

手順がなんとなくつかめたら、参考文献 5 のサイトにアクセスして登録手続きを始めます。

登録手続きが必要になる理由は、API の使用を Twitter サーバー側で管理できるようにすることと、使用者に

「API を悪いことに使いません.Twitter 運営会社に迷惑をかけません。」という文面に同意させることです。

手続きが無事終了すると,ソフトウェアから Twitter API にアクセスさせるための『キー』と『アクセストークン』が2組ずつ入手できます.この合計4つを組み込むことで,Twitter にアクセスする時あなたのソフトウェアが偽物でないことを証明できます.

OAuth 認証

プログラムが OAuth 認証を成功させるには,以下の4種類の文字列が必要になります.

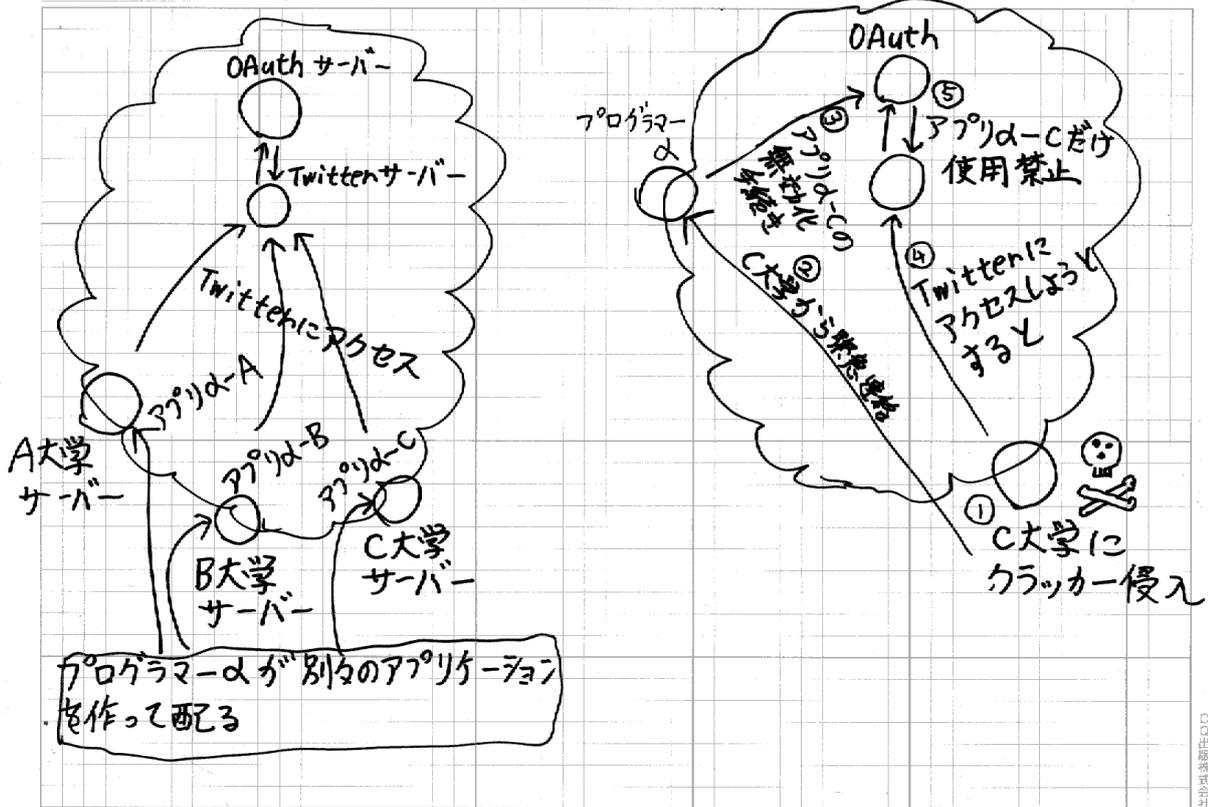
- CONSUMER_KEY
- CONSUMER_SECRET
- ACCESS_TOKEN
- ACCESS_SECRET

Twitter の開発者向けサイトに読者自身を登録して,全部取得します.このうち,CONSUMER_KEY と ACCESS_TOKEN は,他の利用者からも見える公開情報ですが,2つの SECRET はパスワードに相当する秘密情報です.

配布しているサンプルプログラムは,筆者の取得したキーや SECRET で動作確認しましたが,そのまま皆さんが使うと,全部筆者の Twitter アカウントに投稿されてしまいます.皆さんが自分で取得した値を使って,サンプルプログラムの『ここにはあなたが Twitter から取得した値を入れてください』と書かれている部分を置き換えてください.

サンプルプログラムで OAuth 認証の許可をもらう部分には,ネットに公開されている別人のソフトウェアを利用しています.以下のコマンドで入手してください.

```
$ sudo apt-get install python-tweepy
```



<図 12>

定期的駆動

工作手順2のサンプルプログラムは、60秒待ったあとで温度を測って表示することを繰り返していました。工作手順3のサンプルプログラムは、1回Twitterにメッセージを投稿したら終了します。意図的に作り分けました。

違いは、工作手順3がネットワークにアクセスする機能を持つです。

ネットワークを通してプログラムが通信するのは、人間同士が電話するのに似ています。会話が終了したら、電話回線を切らなくてはなりません。つながったままだと、料金はかさむし、スマートフォンでアプリを使うこともできません。用もないのに相手を電話口で待たせることとなりますし、電話会社の回線をつなぎっぱなしにすることで、本来ならば電話出来たはずの別の人を待たせてしまうかもしれません。ネットワークの通信も同じです。そこで、お行儀のよい通信ソフトウェアは、用事が済んだらすぐに通信を終了します。ここでは、プログラムに通信終了と再開をくり返させる代わりに、プログラム自身を終了することで、通信終了を確実にしています。

定期的にデータを送信したい場合は、サンプルプログラムとは別の仕組みで実現しましょう。

アイデアとしては、2種類浮かびます。

1. 定期的にサンプルプログラムを呼び出す別のプログラムを作る
2. Linux が標準でもっている cron という仕組みを使ってサンプルプログラムを定期的に行う

Twitter サーバーは、プログラムからの投稿が短時間に連続すると、SPAM とみなす仕組みを持っているようです。投稿は、多くても 1 分に 1 回くらいにしておいたほうが良さそうです。

おまけ知識 1 電子工作世界のお約束 (電子工作の入り口でさまよえる全ての子羊たちへ)

電子工作入門

実験の素の読者は、エレクトロニクスを専攻していない工学部の大学生を想定しています。化学、物理、生物学などが専門だけど、実験、研究などの都合で仕方なく電子回路を扱わなければならないような人たちです。

皆さんから見て、電子工作になれた人はスラスラと回路図を書いて、てきぱきと配線して、鼻歌交じりでソフトウェアを組んでいるように見えませんか？ 実は筆者も 30 年ほど前大学に通っていたころ、電子工作のエキスパートをみて同じ感想を持っていました。それがいつの間にか、電子工作の作り方を伝える側になってしまいました。教わる方から教える方に移るのに、何が必要だったと思いますか？ 努力？ 根性？ 時間？ 座学？ ...どれも少しずつ必要ですが、一番のハードルは『電子工作世界のお約束』を知るところでした。

入門直後の初心者には暗中模索の世界ですが、どこにどんなルールがあるかわかってしまえば、電子工作の世界（デジタル回路の方が易しい）を理解するのは難しくないと思います。「少年少女老いやすく、学成り難し」です。「学問に王道なし」ですが、王道はなくても遠回りしない幹線道路はあります。勉強は最短コースで終わらせて、時間は要領よく使いましょう。

電子工作に関わる要素

電子工作で気をつけなければならないルールを学ぶその前に、電子工作を構成する技術ジャンルをおさらいしましょう。電子工作は、以下の技術ジャンルの組み合わせです。

大分類	中分類	小分類	実験の素での必要度
ハードウェア	電子回路	部品	大
		配線	中（簡単な回路を取り上げる予定なので、配線で悩まないように筆者が工夫します）
		電源	大
		信号	大
	電子回路以外	部品の放熱	小（実験の素が扱うネタは放熱を気にしなくても良い簡単な実験にします）
		輻射電波を抑える	小（実験の素が扱うネタは不要電波を出しにくい題材にします）
ソフトウェア	実行環境	OSのインストールと設定	大
		テキストファイルの作成方法などOS世界のお約束を学ぶ	大
	アプリケーションの作成	プログラミング言語の準備	大
		作成したプログラムを実行する	大

表3 電子工作を構成する技術一覧

まずは手を動かしてみよう

電子工作に限らずどの分野の勉強でも、座学で知識を詰め込むだけでは、応用が効きません。自分で手を動かして大小様々な失敗を重ねていって、ようやく身につくことがたくさんあります。興味を持ったら、ぜひ自分で試してみてください。最初は、記事に書かれている工作例のコピーしか作れないかもしれませんが、場数を踏んで経験値を積むと見えてくる世界があります。

電子部品は、極端な高電圧（許可されている電圧の2倍とか）や逆電圧（±の間違い）をかけたり高温（目玉焼きが焼けるくらい）で放置すると壊れてしまいますが、少しくらい回路の接続を間違えても短時間ならばめったに壊れません。あまり臆病にならずに、積極的に工作を試してみましよう。今回の工作では一番高価な部品だって、一万円しないラズベリーパイです。

とは言うものの、教授がようやく手に入れたレア部品とか1個数万円もする高価な部品、もう生産中止になった部品を接続するときは、それなりに慎重になってください。

それから、作ったばかりの回路を試すとき、電源を入れてから少しの間は様子を見ていてください。部品が加熱していないか、焦げ臭くないか、ちゃんと動作が続いているかなどを5感を駆使して見守る習慣を付けましょう。メーカーが工場で作る量産品でも、不良部品が入っていたせいで完成直後に壊れる個体がたまにあります。初期不良品の混入は、電子回路の避けられない宿命です。

初心者は悩んで当たり前

知らないことだらけの初心者は、エキスパートにとって常識であることも知りません。それが当たり前で

す.悩むことも大事.重要なことは『自分が何を悩んでいるか』を常に意識することです.言葉にまとめることができたら,身近な電子工作経験者に質問してみましょう.相手も忙しくて,わかりにくい答しか返ってこないかもしれません.それでも諦めずに回避策を探し出せることが,壁を超える能力になります.

電子工作の世界にあるお約束を説明します

それでは,分類別にお約束を説明していきましょう.

本当は,100ページ位の単行本で電子工作のひと通りを説明したいところですが,都合により,少ない説明から始めます.実験の素の回路をコピーしてもらうことを,最低限の合格ラインにしましょう.なるべく参考文献を挙げるので,興味を持った分野があったら,独学で掘り下げてみてください.

ハードウェアのお約束

古きよき時代,エレクトロニクス機器はハードウェア部品を組み合わせるだけで動作しました.今は,コンピュータのソフトウェア抜きでは話が進みません.ソフトウェアとハードウェアを組み合わせることで目的を達成します.実験の素は,毎回全体の手間が最小になるようにハードウェアとソフトウェアのバランスをとります.

残念なことに世の中のほとんどの電子工作入門書は,ハードウェア目線の書籍とソフトウェア目線の書籍の2種類のどちらかです.著者が得意な分野から解説を始めるからです.本当のシステム設計は,ソフトウェアとハードウェアのバランスを取らなければなりません.もっとも,プロのエレクトロニクスエンジニアを職業に選ばない人は,そんなに気にする必要はありません.工作の素では,バランスをとるために悩むのは筆者の役割です.

電子回路のお約束

電子回路のお約束は,4つに分けられました.部品,配線,電源,信号です.この4つは独立していなくてお互いに影響し合います.

ハードウェア→電子回路→部品

電子回路の部品を分類してみます.

大分類	中分類	小分類
主要機能を作るもの	単純な部品 (ディスクリートと呼ば れることもある)	抵抗
		コンデンサ
		コイル
		ダイオード
		トランジスタ
		表示器 (LED や液晶など)
	複雑な部品 (チップと呼ぶことも ある)	IC (LSI とも呼ぶ もともと 2 つの用語を使い分 けていたが今ではほとんど同じものをさす)
補助的なもの		ケーブル
		コネクタ
		ジャック, プラグ
		基板

表 4 電子部品の分類

現代の電子工作では,実現したい機能をもとに,最初に IC や表示器を選びます.選んだ IC,表示器とマイコンを接続するために,単純な部品で間をつないでいきます.

IC を提供するメーカーは,『データシート』という名前の仕様書を用意しています.この『データシート』を読むと IC の使い方や,使うときにやってはいけないこと (ある電圧以上の信号を入れてはいけないとか),メーカー推奨の回路図などが載っています.実験の素では筆者がデータシートを読むので,読者の方で気にする必要はありません.

現代は IC が主要で複雑な機能を担当していて,単純な部品は IC の間の接続を調整する役割に使います.実は,『この単純な部品には似たような性能の部品がたくさんあるけど,どの型番の部品を使うのがよいか』というところで,プロフェッショナルは悩むことが多いです.読者は記事に書いてあることを鵜呑みにして,書かれている通りの部品を書かれているとおりに接続してください.部品を取り替えて実験したくなったら,最初の回路で動作するのを確認してから着手しましょう.

ケーブルや基板は,回路の部品をつなぐのに必要です.エキスパートが部品の間を電線でつないでハンダ付けしている姿を見ることもあるでしょう.

コネクタ,ジャック,プラグは,出来上がった回路を他の回路と接続するときに必要なになります.今回接続する相手は,ラズベリーパイだけなので,専用コネクタとケーブルの組み合わせを使います.

ハードウェア→電子回路→配線

実験の素ではなるべくハンダ付けしなくて良いように,『ブレッドボード』という白いブロックを使います.このブレッドボードに並んでいる小さな穴に,部品から出ている電線をさしたり,部品の間をつなぐ電線をさしたりすると,回路が出来上がります.おもちゃのレゴに似ているかもしれません.

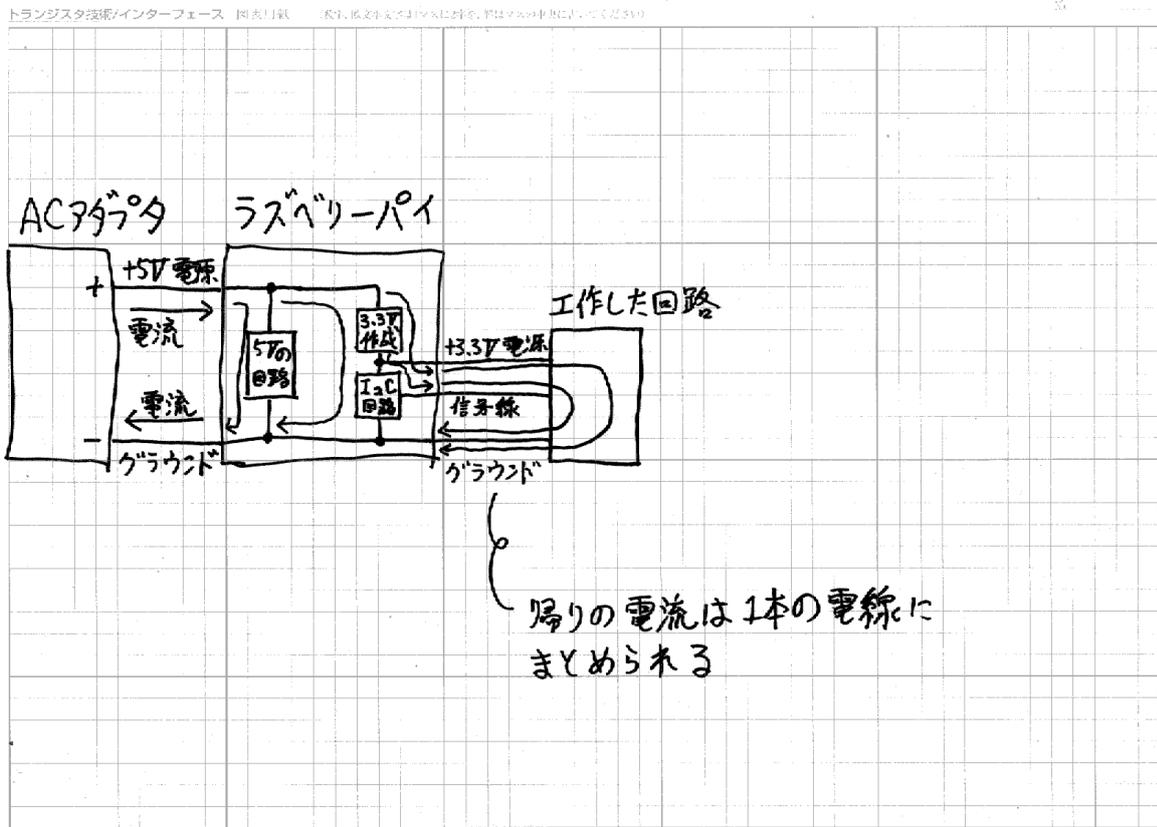
ハンダ付けすると間違えた時に直すのが一苦労ですが,ブレッドボードは部品と線の配置をさし直すだけですみます.電子回路の役割が終わったら,出来上がった回路をばらして,部品とブレッドボードを別の目的に再利用することもできます.

ハードウェア→電子回路→電源

電子工作の電源については,教わらないと考えていてもわかりません.過去の技術発展の歴史により,現在

デジタル IC の電源は直流 5V もしくは直流 3.3V の 2 種類が主流になっています。特殊目的やアナログ部品では、バリエーションもありますが、今回は 3.3V だけで動作する回路を組みました。3.3V は、ラズベリーパイからもらってブレッドボード上の部品に供給します。ラズベリーパイの中には、外からもらった 5V 電源を 3.3V に変換する回路があります。

回路や部品に電流を流すには、行きと帰り（プラスとマイナス）の 2 本の線が必要です。デジタル回路では、マイナスの方をグラウンド（GND とか G と省略表現することもある）と呼び、プラスの方を 3.3V などと表現します。グラウンドは、電源以外に信号線のマイナス線も兼ねています。



<図 13>

複数ある電源や信号線の帰りが 1 本のグラウンドにまとめて流れても、行きのプラス線が分かれば別の電源、信号として成立します。

ハードウェア→電子回路→信号

マイコンから IC に指示を送ったり、測定結果をもらうために、信号線を用意します。電源の説明にも書きましたが、電気の流れはプラスとマイナスが必要で、グラウンドという線で電源と信号線のマイナスをまとめてしまいます。グラウンドを使わない例外的な信号処理もありますが、今回は全部グラウンドで共有します。

今回マイコンと IC の間の通信には、I2C という名前の通信方式を採用しました。I2C の特徴は以下です。

- グラウンドの他に 2 本の信号線で通信できる
- 2 本+グラウンドで、複数の IC を同時にマイコンに接続し、個別に通信できる
- マイコンの通信方式としては遅い方

複数の IC と個別に通信するため、それぞれの IC は『I2C アドレス』という名称の番号を持っています。ソフトウェアは、マイコンから I2C 通信するときに I2C アドレスで通信相手を指定します。指定されなかった IC は、次に指定されるまで、黙っています。

ハードウェア→電子回路以外

電子回路以外の項目は、実験の素において意識することはないでしょう。特別に大電力を消費するチップや、電磁波ノイズを盛大に出す部品は使用していません。

それでも、「今回使用した温度センサーを『高温多湿の実験装置』に入れよう」なんて話になると、考慮する必要が出てくるかもしれません。電子回路ですから、結露はショートの原因となり大敵です。

ソフトウェア→実行環境

ラズベリーパイは高機能なコンピューターです。測定結果を一旦ファイルに記録することができれば、表計算ソフトで統計処理することなど朝飯前です。高機能な分、実行環境の準備は手間取ります。

ソフトウェア→実行環境→OS のインストールと設定

OS のインストールなんて、普通の人はやったことが無いと思います。そもそもなぜ必要なのでしょう。

パソコンを買ってくると、OS がすでに入っていて電源 ON で使えることがほとんどです。パソコンを部品で買って組み立てたりすると、Windows を DVD からインストールしたりしますが、そういう人は少数派ですね。

ラズベリーパイは、安い代わりに本体価格に OS の値段が入っていません。自分で OS を準備することになります。ラズベリーパイで使える OS は、Windows 10 IoT というバージョンもありますが、実験の素では Raspbian という OS を使います。Raspbian は、Linux というジャンルに分類される OS で、無料で入手できます。

ラズベリーパイは、OS やプログラム、データの置き場にハードディスクを使いません。マイクロ SD カードに全部入れてしまいます。ラズベリーパイのために SD カードをセットアップするのはユーザーの役目です。パソコンを使ってインターネットから Raspbian をダウンロードし、パソコンを使ってマイクロ SD カードに書き込みます。最初に Raspbian を起動した時は、いろいろ設定を行う必要もあります。詳細手順は、参考文献をみてください。

ソフトウェア→実行環境→テキストファイルの作成方法など OS 世界のお約束を学ぶ

OS の設定を変えたり、プログラムを作ったりする時、テキストファイル（文字情報だけのファイル）を編集できなければなりません。その他にも、Raspbian の終了処理の開始方法や、マウス操作だけでは扱えないコマンドなど、Raspbian 独自のお約束があります。Windows しか使ったことのない人、そもそもパソコンすら使ったことのないスマホ派の人には、大きなハードルです。こちら、入門書(TBD)を手に入れて勉強してください。

- まず端末を開こう

残念ながら、実験の素で行う作業はマウス操作だけで完結していません。コンピューターのユーザーとして作業しているのではなく、特注システムのメーカー（発注したのも受注したのも貴方自身）として作業するために、使いにくいツールを使用する局面もあります。『端末』と呼ばれるプログラムを起動して、キーボードから文字でコマンドを打ち込む操作方式にもなれてください。

- 次に文字ファイルを書こう

OS を設定したり、プログラムを作ったりするためには、文字ファイルを作成したり編集したりする必要があります。

Linux には文字ファイルを作成できるツール（エディタと呼ばれる）がたくさんあります。Windows ユーザーだったら、『メモ帳』に似た感覚で使用できる gedit が使いやすいでしょう。

- superuser になって作業する必要もあるよ

superuser とは、Windows の世界で Administrator と呼ばれているシステム管理者のことです。ちょっとした操作ミスでハードディスクを全部消去してしまったり、OS が 2 度と立ち上がらないようなダメージを与えることすらできる特別な権限を持っています。

Windows を使っているときは、システムに変更を加える時にコマンドメニューを右クリックして『Administrator として実行』を選ぶことがあるでしょう。また新しいプログラムをインストールする時、『なんとかがシステムを変更する許可を求めています』といったメッセージダイアログで、重要なコマンド実行の許可を求められることもあります。

ラズベリーパイの Linux では、端末から "sudo" というコマンドを頭に付けて実行すると、一般のユーザーがアクセスできないファイルも特別な権限で読み書きできるようになります。

ソフトウェア→アプリケーションの作成→プログラミング言語の準備

SD カードの Raspbian を起動した直後は、出来合いのプログラムしか使えません。

電子工作の回路を接続したラズベリーパイは、いわばオーダーメイドのスーツしか着られない体型の人のようなものです。レディーメイドのスーツでは間に合いません。

スーツだったらお金を払って仕立てることもそんなに高価ではありませんが、電子工作を動かすソフトウェアをプロに作らせると大学研究室の予算が 10 年分くらい飛んでしまいます。おとなしく、自作しましょう。

では、プログラミング言語の準備とは何が必要なのでしょう？ プログラムを動かすためのソフトウェア（コンパイラとかインタープリターとか呼びます）を用意しなければなりません。C 言語や Python などラズベリーパイの世界でメジャーな言語は、SD カードにインストール済みですが、他の言語を使う場合はインストール操作が必要になる場合もあります。実験の素では言語に Python を使いますので、パソ

コンから SD カードに書き込んだ時にインストール済みです。

ソフトウェア→アプリケーションの作成→作成したプログラムを実行する

Python のプログラムは、テキストファイルとして作ります。実行時には、テキストファイルに書かれたコマンドを直接 Python のインタプリタが実行します。実験の素の電子回路をそのまま組み立てた場合は、すぐに使用可能なプログラムが今回の ZIP ファイルに含まれているので、そのファイルを実行します。

ラズベリーパイの電源が一旦切れた時、再起動直後に自動で実行したい場合には、ひと工夫が必要です。

Linux の持つ/etc/rc.local というファイルに登録しておくことで自動起動が可能です。/etc/rc.local ファイルの書き方は、他の資料(TBD)を参考にしてください。

おまけ知識 2 電子工作以外の豆知識

ラズベリーパイって何？

はい、『実験の素』読者はコンピューターの専門家とは限らないので、ラズベリーパイを知らない人も多いでしょう。スマートフォンで使われているコンピューターとその周辺回路を取り出して、電話送受信回路の代わりにいろんなハードウェアにつながるように設計された名刺サイズの基板です。最新パソコンと比べると速度や機能で負けますが、ちょっとしたアイデアで世界が広がる楽しい素材です。

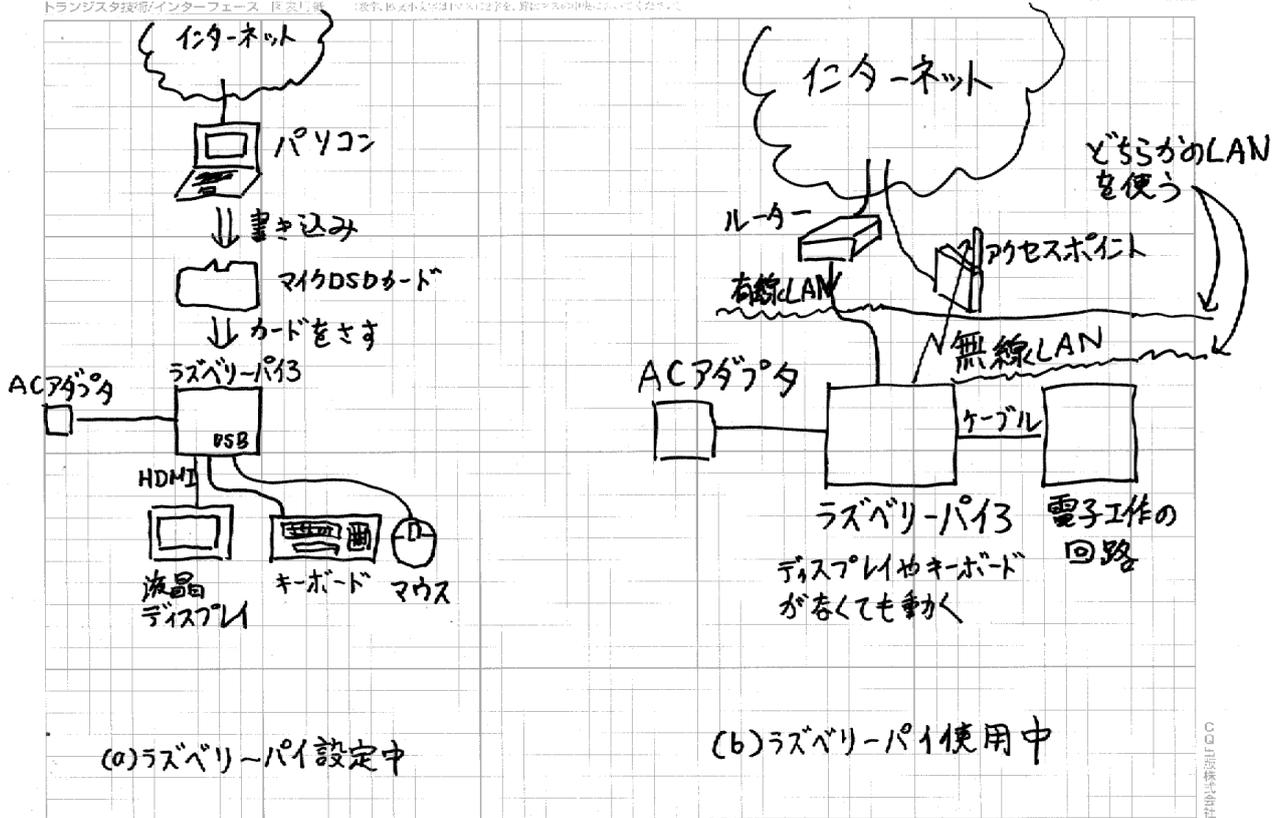
OS って？ Linux って？

コマーシャルで「パソコンもソフトなければただの箱」と言っていたのは、だいぶ昔になってしまいました。今でもソフトがなければ、パソコンは何もできません。ラズベリーパイも同様です。では、ソフトウェアを自作できるプログラマーじゃないとコンピューターを使いこなせないのでしょうか？ハードウェアの性能を最大限に引き出すようなきつい仕事に使わなければ、出来合いのプログラムをちょこちょこっと組み合わせて使うこともできます。

最近のソフトウェアは複雑なので、複数のソフトウェア部品を組み合わせでつくります。その土台となる共通部分が OS です。パソコンの OS は、Windows とか Mac OS が有名ですね。ラズベリーパイには、Linux という無料 OS が使えます。Windows10 の一種もラズベリーパイで動作するのですが、圧倒的に使いやすい Linux をつかってみます。

キーボードやマウス、ディスプレイを繋がなくてもラズベリーパイは動くの？

SD カードをさした直後のラズベリーパイでは、いろいろな設定操作をする必要があるため、必ず全部つないでおきましょう。設定とプログラムの準備が終わったら、図 14 のようにこの 3 つを外すこともできます。



<図 14>

デスクトップパソコンでは、マウスやキーボードを繋がないと起動してくれないものもあります。ラズベリーパイは、電源を切ったときに外しておけば、マウス、キーボード、ディスプレイなしでも起動します。USB 接続のマウスやキーボードならば Linux が起動した後から接続することもできます。そのときには工作した回路の配線が引っ張られてずれないように、また接続した瞬間のノイズでラズベリーパイが再起動しないようにそとつなぎましょう。

I2C は小規模な回路で遅い通信に使います

先にも述べましたが、今回は I2C という通信方法を使います。I2C は、パソコンの基板上でも裏方の信号線として使われています。CPU など部品の加熱を監視する温度センサーなどに使われていて、以下の特徴を持ちます。

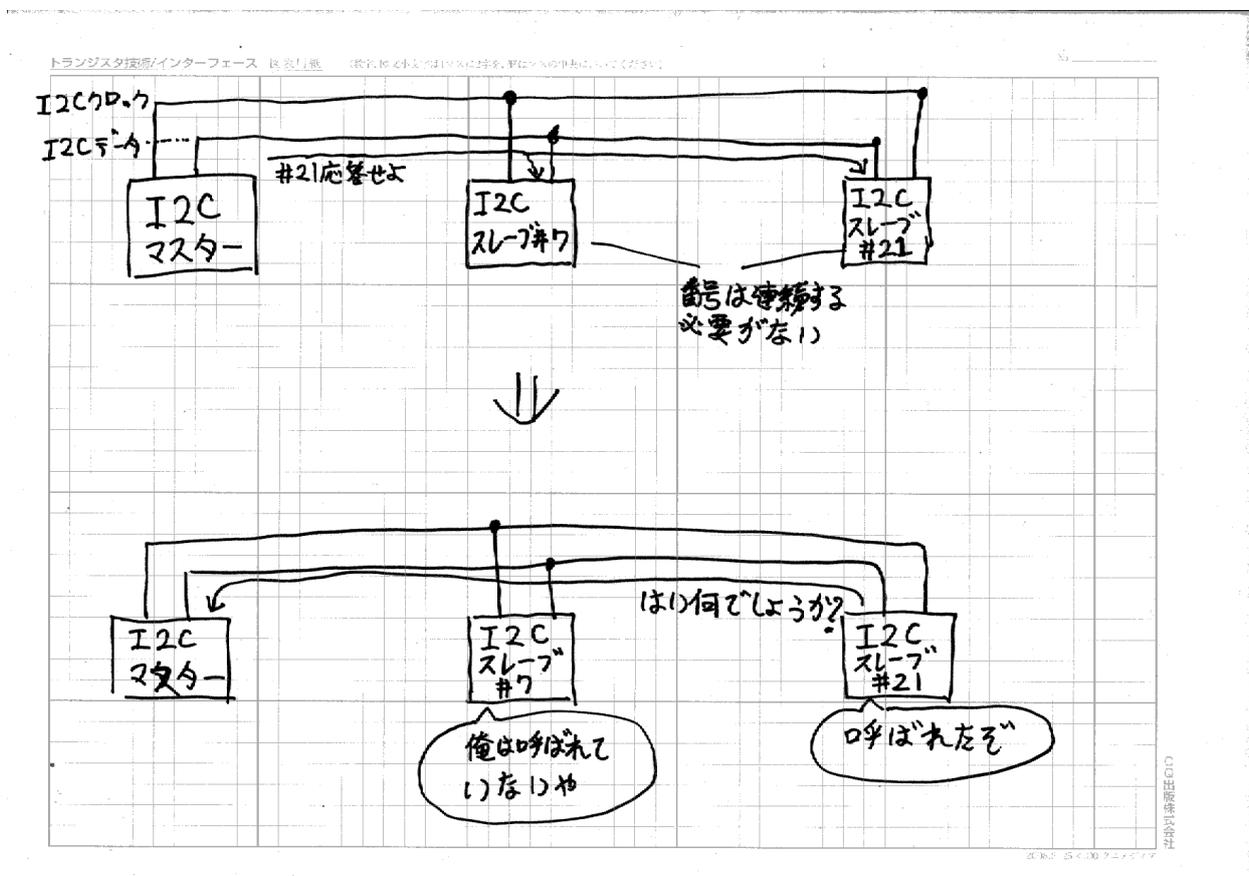
- データ転送の速度は比較的遅い方です (1 秒間に送受信できる回数上限は 1000 回くらいかな?)
- GND の他に 2 本の通信線が必要です (もちろん外付け部品には電源とグラウンドも別途必要ですが、それも合わせて 4 本の接続ですんでしまう方式なので有利です)
- ラズベリーパイと工作した回路の間で同じ信号線を使いながら、通信方向を適宜切り替えることができます
- 2 本の線に、同時に 2 個以上の部品を接続できます。複数の部品が同時に話し出さないように交通

整理されています

- メジャーな通信方法なので、対応している IC がたくさん手に入ります。磁気センサー、時計、その他いろいろです。

I2C の通信はこんなふうに通信整理されています

- 最初に話を始めるマスター（主人:主導権を持った役割という意味です）が、通信線上に 1 台だけいます。今回を含めて、大抵の場合マスターはコンピューターが担当します。残りはスレーブ（従者:マスターに従う役割です）と呼ばれていて、マスターからの指示が来た時だけ、指示にしたがって受信したり、送信したりします。
- 同じ信号線にスレーブが 2 台以上つながっているときでも、図 15 のようにスレーブに番号がついていてマスターが別々に呼び出します。この呼び出し番号を I2C アドレスと呼びます。



<図 15>

- I2C の通信は面倒な手順をハードウェアに任せることができそうですが、マスター役になるラズベリーパイがいつどの部品と何を通信するかを、ソフトウェアで指定しなければなりません。タイミングと通信内容は使う人が目的に合わせて指定するので、その部分だけはソフトウェアを専用に組みます。

- 通信の始まりを示すタイミング信号など,2本の通信線を駆使しています.その手順はここに書ききれないので,知りたい人は参考文献3を読んでください.

ネットの情報を活用しよう

実は,ラズベリーパイとか I2C 規格は,電子工作の世界で広く使われているため,ネットにたくさん情報があります.Wikipedia を筆頭にいろいろなサイトを訪問して調べてみましょう.そして,自分の失敗談を正直に書いているホビイスト(趣味の電子工作人)がいたら,よく読んでみてください.実は,他人の成功談よりも失敗談のほうが参考になることが多いのです.

おまけ知識3 覚えなくてもよいキーワード

この記事には,初心者には馴染みのない名詞がたくさん出てきました.全部を覚える必要はありません.以下にリストする単語は,おそらく人生で2度と出会わないでしょうからすぐに忘れて結構です.

用語	解説
MashUp	WEB で手に入る情報やサービス API を組み合わせて,新しいサービスを提供すること
API	プログラムから利用できるサービスの受け口
OAuth	インターネット上のサービス API において,共通認証を実現した仕組みの一つ
OpenIDConnect	一括認証の仕組み 大変な思いをして設計や実装しているのに,なかなか広まらない 日本の役所が作るマイナンバーシステムなんかより 100 倍堅牢で役に立つ
Arduino	小型のマイクロコンピューターを使いやすくしたもの エンジニアや研究者よりもデザイナーに人気がある
CGI	WEB サーバーにブラウザからアクセスした時,決まりきった HTML ファイルを返さないで,その都度プログラムで返答を決める仕組みの一つ コンピューター業界では,流行遅れ扱いされているが,今でもちゃんと動く
エンディアン	コンピューターのデータには,1バイトという単位があります.0 から 255 まで 256 種類の整数を表現でき,英数字などの文字を割り当てることもできます. 256 以上の大きな数値を表現するには,1バイトのデータを複数組み合わせます.組み合わせるときの並びが大きく 2 種類に別れ,LSI メーカーによって採用方式が違います.これをエンディアンと呼びます.異なるエンディアンを扱う LSI からデータを受信したら,コンピューターの中で並べ替えます.
コメント	プログラムのソースコードは,人間が文字で書いたコンピューターへの指示書です.命令やデータを並べるだけでプログラムとして成立しますが,後から読み返すとどうい設計にしていたのか思い出せなくなります.そこで,人間向けにメッセージを埋め込めるようになっていて,その部分をコメントと呼びます.
インタープリター	プログラムのソースコードは,ほとんどが文字で書いてファイルにします.最終的にコンピューターが実行する命令は,文字ではなくてメモリ上の命令データの並びです.

	先に文字を命令データに置き換えておくコンパイラ方式と,実行時に毎回置換え作業をするインタプリタ方式があり,どちらも一長一短です. 実験の素で使用するプログラミング言語”Python”はインタプリタの方です.
データシート	LSIのメーカーが,自社製品の特性や使い方を解説した技術書類. 家電製品のカタログと取扱説明書を兼ねるようなもの. 実験の素では筆者が読むので,読者は黄にしなくて良い.

表5 覚えなくてもよいキーワード

参考文献

1	CQ出版社	トランジスタ技術 2016年6月号 P.44 速報
2	CQ出版社	コンピュータ電子工作の素 ラズベリー・パイ解体新書 第2章
3	CQ出版社	AVR マイコン・プログラミング入門
4	CQ出版社	インタフェース 2016年7月号 P.139
5	WEB サイト	https://dev.twitter.com/

図

図1	タイトル	小型マイコン + パソコン = ラズベリーパイ
	キャプション	かつて電子工作の回路で収集したデータをネットワークに送るには,マイコンとパソコンの両方を經由する必要がありました.ラズベリーパイならば,1台でデータ収集とネットワークアクセスができます.
図2	タイトル	インターネットを使うにはパスワードが必須
	キャプション	メールも,プライベートWEBもネットショップも,アクセスするにはパスワードが必要です.
図3	タイトル	メールの安易な中継は行われたい
	キャプション	かつてメールの中継が無制限に行われた時代もありました.現在は,迷惑メール対策のため,メールの中継は基本的に行われません. 社外に出かけている人が,そこから会社のメールサーバーを読み書きするには,特別な手順を用意します.
図4	タイトル	プログラムから Twitter に投稿する
	キャプション	Twitter に投稿できるのは,人間だけではありません. プログラムから,有用なデータを世界中に通知することだって可能です.
図5	タイトル	一括認証のメリット
	キャプション	個人が利用するネットショップの数だけ名前とパスワードの組を管理するのは,

	ン	面倒で,間違いも多く,セキュリティ上危険です. ネットワークの安全性を日々研究している人たちが,OAuth や OpenID connect など一括認証の仕組みを作ってくれたのですが,なかなか広まりません.
図 6	タイトル	今回作成した回路
	キャプション	右に見える緑色の基板がラズベリーパイです. ラズベリーパイにつながるケーブルは電源です. 左の白い基板(ブレッドボード)とケーブルでつながっています. ブレッドボードの上には,部品があって,部品の間に電線が通っています.
図 7	タイトル	ブレッドボード上の配線
	キャプション	ブレッドボードは,白いプラスチックの中でも電線がつながっています.今回のブレッドボードの長手方向を横に向けると,2行の電源部分は横一列がつながっています.5行の配線部分は,縦一列がつながっています.ブレッドボードの上に部品や電線を配置することで,複雑な回路も作ることができます.
図 8	タイトル	今回作成した回路の回路図
	キャプション	主要な部品は,ラズベリーパイ,液晶,温度センサーの3者です.あと2個のコンデンサーを追加して,電線でつなぎます.
図 9	タイトル	ラズベリーパイにソフトウェアをインストールするには
	キャプション	ラズベリーパイを最初に起動するには,パソコンを使ってマイクロSDカードにOSを書き込んでおく必要があります. さらに,追加モジュールをLinux配布サイトから専用コマンド”apt-get”で入手します. 今回の回路を使うには実験の素のサーバーからもソフトウェアをダウンロードして設定します.
図 10	タイトル	I2C 機能を有効化する設定画面
	キャプション	I2C を有効にするために,操作が必要です.
図 11	タイトル	ラズベリーパイが電子工作とインターネットを直結する
	キャプション	ラズベリーパイ1台あれば,電子工作の回路から収集したデータを,直接インターネットに転送できます. ラズベリーパイとインターネットの間は無線LAN(Wi-Fi)か速度100Mbpsの有線LANのどちらかが使えます.
図 12	タイトル	なぜ OAuth のキーは2段階なの?
	キャプション	OAuth を利用して Twitter にメッセージを投稿するためには,ID(名前)と
図 13	タイトル	電流の帰り道は1本のグラウンドで共通化できる
	キャプション	
図 14	タイトル	ラズベリーパイにはディスプレイもキーボードも必須ではない
	キャプション	

図 15	タイトル	I2C は,通信相手を番号で指定する
	キャプション	