

神戸高専食堂における電光掲示板の設置 —専攻科エンジニアリングデザイン演習の取り組みから—

吉野 寿紀* 若林 茂**

Electric bulletin board in the cafeteria - Exercise of Engineering Design -

Kazuki YOSHINO* Shigeru WAKABAYASHI**

ABSTRACT

Exercise of Engineering Design is offered in advanced course as one of the project based learning at Kobe City College of Technology. This paper mentions about the electric bulletin board in the cafeteria as one of the works of the exercise of engineering design in the fiscal year 2018. The purpose of the electric bulletin board is complementing public address sound system in noisy area. The electric bulletin board is mainly consisted of a single board computer called Raspberry Pi and the Light Emitting Diode (LED) matrix. The Raspberry Pi has wireless networking system and General-Purpose Input/Output (GPIO) pin connectors. The Raspberry Pi gets the e-mail subject from the mail server to display some texts to the LED matrix which is connected to the GPIO pins. The system was designed to be sustainable after the graduation of developer students. In addition, we took a questionnaire for fundamental course students and teachers to evaluate the system, and it suggested the positive effect.

Keywords : project based learning, advanced course, engineering design, Raspberry Pi

1. はじめに

近年、大学等の高等教育機関においても従来の講義形式の学習に対して課題解決型授業（Project Based Learning, PBL）が広く取り入れられてきている。国立高等専門学校機構のモデルコアカリキュラム改訂版⁽¹⁾においても技術者が備えるべき分野横断的能力として、コミュニケーションスキル、課題発見、チームワーク力やエンジニアリングデザイン能力の重要性が指摘されている。また、これらを身につけるための方法として PBL 授業が例示されている。

神戸市立工業高等専門学校（以下、本校）でも各学科・専攻の教育課程において、実験実習科目を中心に PBL 授業の導入が進んできている。本校専攻科において開講されているエンジニアリングデザイン演習（1 単位）はその PBL 科目の一つである。本稿では 2018

年度のエンジニアリングデザイン演習の取り組みの中の一つの事例（第 4 班）について述べる。

2. エンジニアリングデザイン演習

本校専攻科ではすべての専攻の 2 年次後期に 1 単位のエンジニアリングデザイン演習という必修科目が設定されている。機械システム工学、電気電子工学、応用化学、都市工学という専門分野の異なる学生が協力して与えられた課題に取り組むという科目である。この試みはそれまでの専攻科実験に代わって 2010 年度から（初年度は専攻科実験の枠の中で）始まった。シラバスの授業の概要と方針⁽²⁾には、「構想力、専門的知識や技術を統合して必ずしも正解のない問題に取り組む、専門分野が異なる少人数のグループでチームワーク力や協調性を養う」と記載されている。専攻の異なる学生が 5-6 名程度の班に分かれて、指導教員のもとで与えられた課題に取り組むというものである。

2018 年度の課題は「校内の改善について」というテーマであった。第 4 班（学生 5 名）では、校内の学生

* 同志社大学 生命医科学研究科（2018 年度

神戸市立工業高等専門学校 電気電子工学専攻 修了）

** 神戸市立工業高等専門学校 電子工学科 教授

への情報伝達手段に着目した。現在、情報伝達手段の一つとして校内放送があるが、周辺音にまぎれて放送内容が聞き取りにくい、繰り返し放送することが難しいなどの問題がある。そこで、食堂に電光掲示板を設置し、文字での情報伝達をすれば繰り返し正確に情報を伝達できると考えた。

また、与えられたテーマは「校内の改善」であり、ものづくりは重要な要素ではあるが目的ではなく、改善のための一つ的手段と捉えることにした。したがって、学生が専攻科を修了した後も継続して利用されるための仕組みづくりも合わせて工夫することにした。

3. 電光掲示板の製作

3.1 構想と利用方法 本システムは構想から設計・開発を通してすべて専攻科の学生がおこなった。まず、「校内の改善について」というテーマに対して、校内の問題点を列挙し、校内放送の聞き取りづらさに着目した。この問題を改善する初期の構想としては、校内放送をおこなった人がその内容を電光掲示板に文字として掲示することによって、校内放送を補完するというものであった。このとき、校内では無線 LAN (Local Area Network) が整備され始めた時期と偶然にも一致したため、無線 LAN を使用したリアルタイム表示を取り入れることとした。

電光掲示板への掲示手続きは簡単でなくては継続的に利用されないと考え、eメールによる投稿システムを採用することにした。これは、特定のメールアドレスにメールを送ると、その内容が表示されるといったシンプルなシステムである。普段から頻繁に利用するメールの本文には自動的に署名を追加している場合が多く、それらが電光掲示板に表示されてしまうことを考慮し、表示する内容はメールの件名とした。

しかしながら、シンプルなシステムであることと引き換えに、メールアドレスをオープンにすると悪用されてしまうというセキュリティの側面からの懸念が挙げられた。そのため、まずは限られたユーザに対してこのシステムの利用を進めることにした。また、電光掲示板が使用するメールサーバとしては神戸高専が提携して利用できるサービスである Gmail を採用した。なお、掲示できる内容は最新のメール 1 件分とした。

3.2 ハードウェア 製作した電光掲示板に使用した部品等を表 1 に示す。これらの部品は合計金額が上限金額 25000 円以下となるように計画して使用した。

配線を図 1 に示す。Raspberry Pi 3 Model B+ (以下、Raspberry Pi) は 2.4 GHz 帯と 5 GHz 帯の無線 LAN を利用できるシングルボードコンピュータであり、汎用入出力 (GPIO: General-Purpose Input/Output) を 40 ピン搭載している。Raspberry Pi は電子工作の教育ツールなどにも利用され、安価に入手できる点も大きな特徴の一つである³⁾。発光ダイオード (LED: Light Emitted

Diode) マトリックスの制御には Raspberry Pi の GPIO を用いる。この GPIO のうち 17 ピンを LED マトリックスの INPUT ピンと接続した。この接続は Henner Zeller 氏が公開している制御ライブラリ⁴⁾を活用できるように公開されている配線に従った。

表 1 使用部品

| 名称 | 単価 [円] | 個数 | 備考 |
|-------------------------|--------|----|----------------------------------|
| Raspberry Pi 3 Model B+ | 5400 | 1 | |
| microSD カード | 640 | 1 | microSDHC 16GB |
| LED マトリックス | 3200 | 3 | 32*16 フルカラードット 192 mm * 96 mm |
| 5V12W 電源 | 1300 | 1 | Raspberry Pi 用 |
| 5V10A 電源 | 4300 | 1 | LED マトリックス用 |
| スイッチ | 100 | 1 | 非常リセット用 |

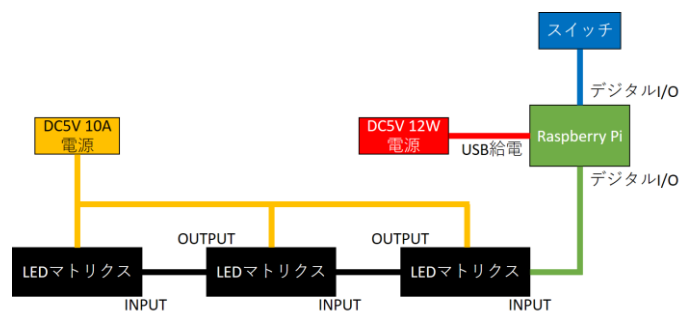


図 1 配線図

LED マトリックスは食堂内の 20 m 離れた地点からも見えやすいよう、3 枚を直列に接続し、576 mm x 96 mm サイズの電光掲示板とした。このとき、各 LED マトリックス間の接続は付属のフラットケーブルを用い、Raspberry Pi に直接接続した LED マトリックスの OUTPUT から次段の LED マトリックスの INPUT へ接続した。図 2 は開発途中の電光掲示板の外観である。後述するソフトウェアの開発のためにマウスやキーボード、モニターを接続した。実用化の段階ではこれらの装置は不要であるため取り除いた。

定電力を必要とする Raspberry Pi と、点灯数によって消費電力が変化する LED マトリックスを同じ電源とするのは難しい。そのため本システムでは電源をそれぞれ分けることにした。また、使用した電源はいずれも家庭用交流電源 100V を直流 5V に変換する。

スイッチは Raspberry Pi を強制的に再起動させる目的のために接続した。この制御については 3.5 節を参照されたい。

また、本システムでは機械システム工学専攻の学生を中心に、LED マトリックスや電源周辺機器をまとめて安全に管理できるような枠を作成した。この枠を設計するにあたっては三次元設計ソフトを用い、3D プリンタによって製作した。枠の材料は電気的な絶縁性を持

つ ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene copolymer) 樹脂とし、ハニカム構造を取り入れた軽量化を施した。これにより万が一の落下時などの被害を軽減することができる。また、神戸高専食堂内の設置場所は生協の購買部レジ裏の金属製の棚の上であり、枠にマグネットテープを張り付けることによって横滑り防止を施した。

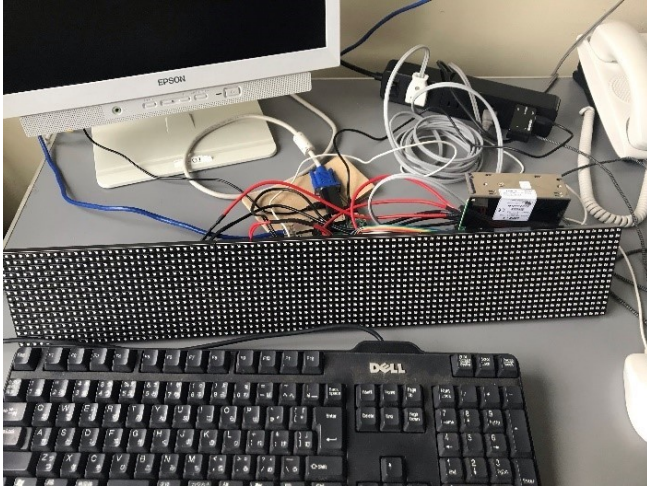


図2 開発段階の電光掲示板

3.3 ソフトウェア 本システムでは Raspberry Pi の標準的な OS (Operating System) である Raspbian をベースに開発をおこなった。Raspbian は Linux 系 OS の中でも Debian ベース OS に分類され、小規模な開発環境として用いられることが多い。図3に本システムの簡単なフローチャートを示す。主なプログラム部分を Python3 言語によって作成した。これは、Python が Linux 系 OS と相性がいいことに加え、ライブラリが豊富に公開されている利点があるためである。

公開されている LED マトリクス制御ライブラリには 11 種類の制御コマンドが用意されており、その中には指定画像を左方向へスクロールするコマンドがある。本システムではこのコマンドを用い、掲示内容を左方向へスクロールさせることにした。そのため、Raspberry Pi にこの LED マトリクス制御ライブラリをインストールし、Python からそのコマンドを実行することにした。このライブラリでは扱える画像フォーマットは ppm ファイル形式のみであるため、掲示内容となるテキストデータを ppm 形式の画像ファイルに変換する部分も Python によっておこなうことにした。この変換には OS に標準搭載された PIL と呼ばれるモジュールに含まれる ImageFont, ImageDraw, および Image ライブラリをインポートしてプログラムを自作した。これにより、図4のような流れによってテキストデータを LED マトリクスに表示することができる。なお、フォントも自由に設定でき、本システムでは日本語フリーフォントのなかでも、人名の表記等における細かな字形の差異を使い分けられる IPAmj 明朝フォント⁶⁾を用いた。これらに加えて、Gmail サーバに接続して最新メール

の件名をテキストデータとして取得できれば図2に示した流れとして実現できると考えた。



図3 簡略化したフローチャート

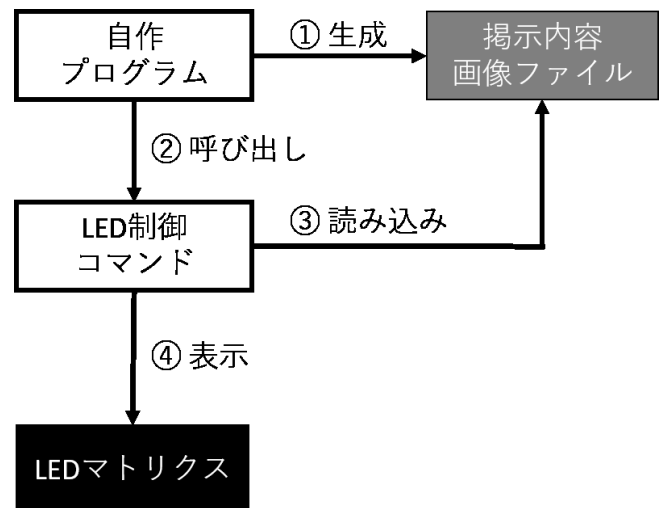


図4 LED マトリクスへの表示フロー

3.4 Gmail サーバとの通信 図3は常時最新メールを取得することによってリアルタイムに投稿内容を反映させるシンプルなアルゴリズムである。しかし、これでは常に通信をする必要があり、動作的に非効率的である。そこで Gmail との通信にはプッシュ方式を採用した。プッシュ方式とは図5に示すような、デバイスとメール受信サーバ間において通信を確立し、サーバが新着メールを受信するとデバイス側に通知を送る方式である。これにより、Raspberry Pi は新たな掲示内容を受け取るまで待機すればよく、中央演算処理装置 (CPU) 負荷の面を含め、安定したパフォーマンスを発揮できる。ここで気を付けなければならないのは、セッションのタイムアウトである。一般的にセッションは 30 分間有効であり、待機時間がこれを超えると新着通知が届かなくなってしまう。このため、自作プログ

ラム内では 20 分に一度、セッションを更新することにより、この問題を解決した。

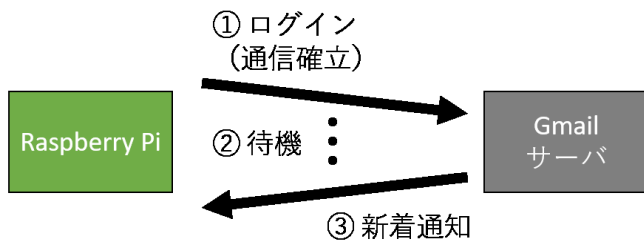


図5 プッシュ方式による通信の概念

3.5 systemdによる自動起動 構想を実現するシステムは前節までの技術を組み合わせることにより確立できた。しかしながら、神戸高専食堂において実用化するにあたって制限がある。一つ目の問題は、校内無線LANが曜日・時間帯によってアクセス制限をしている点である。つまり、プログラム起動時にRaspberry Piがオフラインとなってしまうとメールを取得できずエラーが発生する。この問題を解決するために我々が着目したのは、systemdとよばれるLinuxの起動処理およびシステム管理プラットフォームである。図6にsystemdが採用されているLinuxにおける起動処理を示す。近年、systemdは多くのLinux系OSに標準採用されており、Raspbianにおいてもinitプロセスとして採用されている。systemdの特徴はプロセスの起動となるトリガーが豊富であることや複数のサービスをUnitという単位として個別管理し、並列処理が可能である点である。似たシステムとしてcronと呼ばれる自動起動方法もあるが、Unit同士の依存関係を任意に定義できるsystemdの方が適していると判断した。具体的な手順としては、テキストエディタによってserviceファイルを/etc/systemd/system/に作成し、コマンドラインからそのserviceファイルをアクティブにすればよい。ここでは詳細な記述は割愛するが、このsystemdのサービスの一つとして、「オンライン検出後にメール取得プログラムを実行する」といったserviceファイルを作成し、校内無線LANの変則的な開放時間に対応した。また、本システムでは更なるエラー防止・動作安定化のために、毎日午前8時（日本標準時）にRaspberry Piを再起動するようPythonプログラムに組み込んだ。これにより、停電などによる予期せぬシャットダウンが発生した場合においても電源復旧後に24時間以内に自動再起動され、通常通りの動作に戻る。

本システムでは図1に示したように非常用のリセットスイッチを接続している。これについてはPythonがGPIOピンの電位の立ち上がりを検知すると再起動するプログラムを用意し、メインであるLED制御プログラムと並列にsystemdのサービスを用いて自動起動するように設定した。

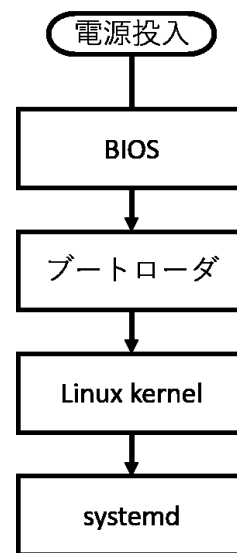


図6 Linuxの起動処理の例

4. アンケート調査

本システムは2018年10月～12月の期間に完成し、2019年1月から食堂において試験運用を開始した。設置から2週間後の、システムの認知度や食堂利用者による評価を得ることを目的とし、神戸高専本科の全学級(30学級)にアンケート用紙(A4サイズ)を配布した。なお、アンケートは匿名式とし、二肢選択法による問いを4問(内、1問は記述欄あり)と自由記述(空欄可能)による問いを1問設けた。以下に問いの内容を示す。

- Q1 あなたは神戸高専の食堂を週に1回以上使いますか?
- Q2 あなたは神戸高専の食堂に電光掲示板が設置されたことに気づきましたか?
- Q3 放送内容を電光掲示板に表示するアイデアはよいと思いますか?
- Q4 神戸高専の学内で放送が聞こえにくい場所がありますか?
- Q5 設置された電光掲示板について意見などがありましたらご自由にお書きください。

このQ1-Q4までのアンケートの集計結果を図7に示す。このとき、本科学生および教員から908人分の回答を得た。なお、白紙などの無効な回答については設問ごとに集計から取り除いた。図7のQ1およびQ2の結果より、全体の43%が週に1回以上食堂を利用する中、電光掲示板の認知度はこれを10%上回り、全体の半数以上が電光掲示板の設置に気づいたと報告した。すなわち、食堂利用者以外(購買部利用者など)へも認知されている可能性が示唆され、非常に目につきやすい設置であると考えられた。また、Q3の結果から全体の80%が電光掲示板による校内放送補完に賛同し、継続的な運用を続けていく後押しとなった。Q4では全体の1/3が校内放送の聞きづらさを報告しており、アンケート回収初期(2019年1月22日)段階の613人分の回答のうち70件は各ホームルーム教室を示す内容

であった。次いで33件が食堂、12件が校内全体、10件が電子工学科棟であった。エンジニアリングデザイン演習では予算が限られており、各教室に電光掲示板を設置することは難しい。一方、学年・学科に関係なく、多くの人が利用する施設としては食堂が最も単機設置による効果が高いと判断し、食堂における電光掲示板運用を本格的に継続することとした。また、自由記述のQ5では掲載情報に関する意見が多くみられた。以下に実際に挙げられた意見の例を示す。

- ・休講情報を載せてほしい。
- ・日経平均株価がみたい。
- ・天気予報はどうか。
- ・電光掲示板のサイズを大きくしてほしい。
- ・ニュースとか流すのはどうですか？

現状ではこれらの意見を反映する検討はおこなっていないが、これらの意見は今後のエンジニアリングデザイン演習の取り組みなどに活用される可能性がある。

さらに、放送を流す立場からの電光掲示板運用に関する評価を得るため、電光掲示板を利用した学生会中央執行委員会に所属する学生1名に対して聞き取りによるアンケート調査をおこなった。その結果、「食堂の外側からでもきれいに見えた。これからも使っていきたい。」という意見が得られた。この意見をもとに、2019年度においても学生会中央執行委員会による電光掲示板の利用を継続して認め、従来の音声放送に加えて、文字による情報伝達が現在もおこなわれている。

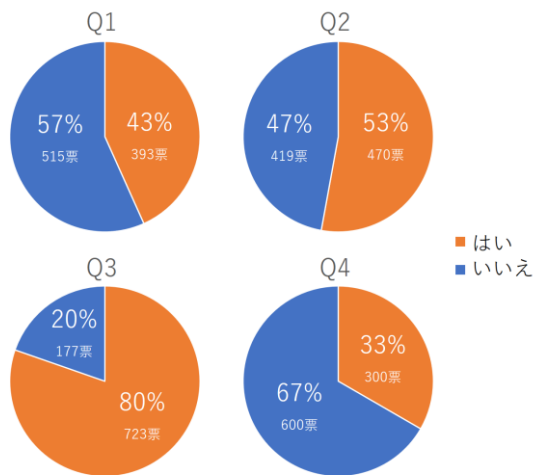


図7 アンケート結果(回答割合と回答数)

5. 現在の運用状況と課題

食堂の電光掲示板は2019年10月現在も継続して稼働中である(図8)。設置場所は試験運用時と同様に生協購買部レジ裏の棚の上である。また、電光掲示板が2018年度のエンジニアリングデザイン演習における製作品であることを周知する立て札も設置した。2019年前期(4月～9月)の電光掲示板の利用回数は27件であり、

そのうち学生会中央執行委員会からの発信が17件であった。いくつかのメッセージ例を以下に示す。

・中央執行委員会よりお知らせです。各教室にパイプライン(学内新聞)を掲示しました。今回は、一般科数学 工藤先生の研究室へ取材させていただきました。是非ご覧ください。(2019.5.11)

・模擬店および有志企画の参加を希望する団体の代表者の方は、学生会館1階学生会室までお越し下さい。資料の配布メ切は7月12日(金)までとなっております。また、ステージ企画の参加も募集しております。カラオケ大会、KCCT コレクションのパフォーマンス部門およびファッション部門への参加を希望される方は、学生会館1階学生会室までお越し下さい。こちらの資料の提出メ切は7月5日(金)までとなっております。たくさんのご参加お待ちしております。(2019.6.27)

・スポーツ大会実行委員会からのお知らせです。只今、スポーツ大会での落とし物を学生主事室に保管してあります。心当たりのある方は、学生主事室に確認しに行くようにしてください。(2019.10.2)

問題点および今後の課題としては次のようなものがある。1つ目は、不適切なメッセージが特定のメールアドレスに送信された場合、そのまま電光掲示板に表示されてしまう点である。この場合は電源スイッチをOFFにする、あるいは新しいメッセージを表示させるしか当面の対応策がない。2つ目は、直近のメール1通のみが表示される仕様であるため、複数の内容を表示するためには新しいメッセージを送信する人が事前にメッセージ内容を知っておく必要がある。

食堂の電光掲示板という性格上、緊急性のある場合や学生全員に確実に伝えなければならない重要な情報の伝達に利用することは難しい。しかし、プリント配付、校内放送、電子メールなど他の情報伝達手段を補完する目的であれば十分利用できると思われる。また、ソフトウェアの改良を加えることにより、掲示内容の表示期間の設定や文字のカラーリングも可能となり、今後の需要を見極めながら対応していく。

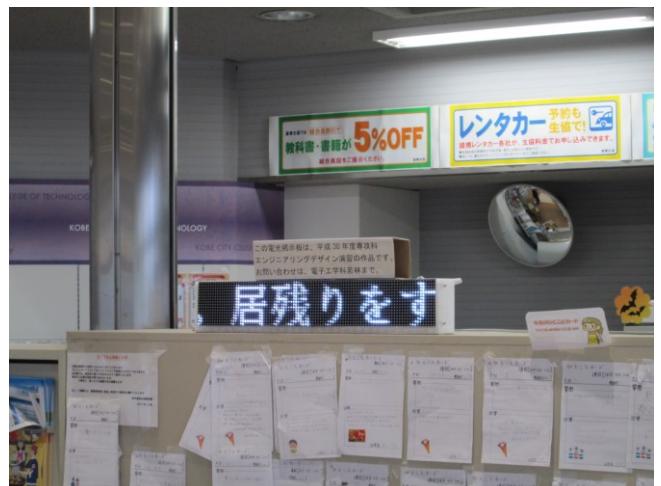


図8 2019年度も稼働中の電光掲示板

謝辞

本研究は 2018 年度エンジニアリングデザイン演習第 4 班の取り組みとして進められた。当時同班員であった機械システム工学専攻の河村惟友氏，永田将氏，電気電子工学専攻の坂田祐馬氏，澤田純兵氏，応用化学専攻の佐藤諒氏の協力に感謝する。さらに，Gmail アカウント発行や校内無線 LAN の使用については総合情報センターの佐藤洋俊教授，戸崎哲也教授に協力いただいた。また，電光掲示板の食堂への設置については久保田尚稔生協店長にお世話になった。ここに感謝申し上げる。

参考文献

- (1) “モデルコアカリキュラム改訂版,” 国立高等専門学校機構,
https://www.kosen-k.go.jp/about/profile/main_super_kosen.html (2019 年 10 月 25 日閲覧).
- (2) “2018 年度 エンジニアリングデザイン演習 シラバス,” 神戸市立工業高等専門学校,
http://www.kobe-kosen.ac.jp/education/syllabus/2018/html/A2_2151011.html (2019 年 10 月 25 日閲覧).
- (3) “Raspberry Pi,” Raspberry Pi Foundation,
<https://www.raspberrypi.org/about/>
(2019 年 10 月 25 日閲覧).
- (4) “Controlling up to three chains of 64x64, 32x32, 16x32 or similar RGB LED displays using Raspberry Pi GPIO,” <https://github.com/hzeller/rpi-rgb-led-matrix>
(2019 年 10 月 25 日閲覧).
- (5) “IPAmj 明朝フォント,” 情報処理推進機構,
<https://mojikiban.ipa.go.jp/1300.html>
(2019 年 10 月 25 日閲覧).