ラズベリーパイOSを用いた Linux学習環境構築に関する実践と考察

Practices and studies of how to build raspberry pi OS for studying

松露 真* Shin SHORO

概要

Linux を学習し利用するための環境として、米子工業高等専門学校の情報システムコースでは全学生がラ ズベリーパイ OS の環境を構築し、各自のポータブル SSD(Solid State Drive)に保存している。本論文では 2022 年度および 2023 年度における実践を踏まえて、40 人程度の学生に同時にラズベリーパイ OS の環境を 構築させる効率的な手順を考察する。さらに 2023 年度に起きたトラブルの発生原因を推測する。

1 序文

米子工業高等専門学校(以下、米子高専)の情報システム コース(以下、Jコース)およびその前身の電子制御工学科 (以下、D科)では、すべての学生がノートパソコンに加え てラズベリーパイ OS の環境が構築されたポータブル SSD(Solid State Drive)(以下、単に SSD)を持っている。 そしてこの SSD を教室等にあるラズベリーパイ本体に接 続して授業を受けたり自主学習をしたり研究を進めたり している。本論文では 40 人程度の学生に同時にラズベ リーパイ OS の環境を構築させる効率的な手順を考察す る。あわせて、2023 年度の「SSD 自由化」に伴って発生 したトラブルに触れ、その発生原因を推測する。

2 ラズベリーパイ OS 環境構築の手順と指導

J コース配属が決定した 2 年生は、後期の専門の授業 が始まってすぐ、各自の SSD にラズベリーパイ OS の環 境を構築する。ここでは 2023 年度の実施手順を基に考察 し、さらに改善した実施手順を述べる。

まず、ハード面ソフト面等の条件を述べる。

【ハード面の条件】

- 全学生が集まることのできる1つの部屋がある。
- その部屋に、1人につき1セットのディスプレイ・ キーボード・マウス・Raspberry Pi4 Model B(以 降、ラズパイ本体)があり、接続されている。
- 各学生が所持しているものとは別の、ラズベリー

【原稿受理日】2024年3月11日

* 技術教育支援センター

パイ OS の環境(以降、環境 A)が構築された SSD がある。

- 適切な長さの USB3.0(以上)の延長ケーブル(以下、 USB 延長ケーブル)が2本以上ある。これらはそ れぞれラズパイ本体の USB3.0 端子と接続する。
 SSD の差込口等が他のものと物理的に干渉する のを避けるためにこれらを用いる。
- (必須ではないが)プロジェクターがある。

【ソフト面その他の条件】

- 上記 SSD とラズパイ本体を接続すると、環境 A が起動する。
- ラズパイ本体からインターネット環境にアクセ スできる。
- 環境 A からアクセス可能なオンラインストレージがある。
- (必須ではないが)学生が容易にアクセスできるオンライン上の場所がある。

なお上記の条件は、2024 年 2 月 29 日時点で米子高専 F 棟 2 階にある「情報システム端末室 1」と J コースの 物品、そして Microsoft 365 の OneDrive で満たすこと ができる。また学生が容易にアクセスできる場所は、 (LMS の)WebClass で満たすことができる。以下ではオ ンラインストレージを OneDrive、「学生が容易にアクセ スできるオンライン上の場所」を WebClass と呼ぶ。

次に、指導者の事前準備内容を述べる。

- 【ファイル取得と配置】
 - [1]から、ラズベリーパイ OS のディスクイメージ
 と関連するファイルをダウンロードする。具体的

には、「Raspberry Pi OS with desktop」の Archive リンクから希望するバージョンのリンクを選択し、 遷移先画面で「.xz」ファイルと「.xz.256」ファイ ル(例参照)をダウンロードする。 (ファイルの例)

- > 2023-05-03-raspios-bullseye-armhf.img.xz
- > 2023-05-03-raspios-bullseyearmhf.img.xz.sha256
- 指導者自身の One Drive の[自分のファイル]領域 に.xz ファイルと.xz.256 ファイルを配置し、共有 状態を誰でもアクセス可能な状態にする。そして これらのファイルのリンクを取得する。
 (参考として、オンラインストレージが Microsoft 365 の One Drive の場合の具体的手順を記す。フ ァイル右クリック・[共有]で[指定したユーザーが 編集できます]のリンクをクリックし、[すべての ユーザー]を選択して[適用]ボタンを押下する。そ の後[リンクのコピー]ボタンを押下してリンクを 取得する。)
- 上記で取得したファイルのリンクを WebClass に 貼り付け、そのリンクを公開する。WebClass がな い場合は指導時にリンクを伝える。この場合は短 縮 URL を用いるのも一手である。

次に、学生が各自の持つ SSD ヘラズベリーパイ OS を 書き込むための指導手順と指導方法を述べる。

【ファイルのダウンロード】

- 環境Aが構築されたSSDを(ラズパイ本体に接続された)USB 延長ケーブルの内どちらか一方に接続し、環境Aにログインしてもらう。この際、ログインパスワードも伝える。以下、環境Aでの作業として説明する。
- WebClass にアクセスしてもらい、公開してある リンクが見えることを確認してもらう。そし て.xz.256 ファイルと.xz ファイルをリンク経由 でダウンロードしてもらう。ダウンロード先は説 明の簡便さのためにデスクトップとする(余力の ある学生向けに、デスクトップ以外の場所でも可 能であることも伝えるとなお良い)。なおこの際、 ダウンロード結果がどうなるかを学生に体験させ るために、ファイルサイズが小さい.xz.256 ファ イルを先にダウンロードさせるのが良い。.xz フ ァイルのダウンロード完了は先に実施し た.xz.256 ファイルと同様のことが起これば完了 である旨を学生に伝える。

- LXTerminal を起動し、以下の2つのコマンドを 実行してもらう。
 - ➤ cd Desktop
 - ≻ ls
- (ls コマンドの結果として)目視で.xz ファイル(の ファイル名の文字)と.xz.256 ファイル(のファイ ル名の文字)が LXTerminal に表示されたことを 確認してもらう。

【ハッシュ関数を用いたファイルチェック】

- LXTerminal で、以下のコマンドを実行してもらう。ここで[.xz.256 ファイル名]にはデスクトップにある.xz.256 ファイルのファイル名(例: 2023-05-03-raspios-bullseye-armhf.img.xz.sha256)を入力させる。この際「sha256sum -c 202」まで打って Tab キーを押下するとファイル名が「.xz」まで補完されることを指導し、残りの「.sha256」を手入力させる。なお「.s」を手入力し Tab キーで補完するのが最速ではある。学生の様子を見て最速の方法にするもの一手である。
 - ▶ sha256sum -c [.xz.256 ファイル名]
- 実行後「完了」と表示されることを確認してもらう。なお、この確認でハッシュ値の一致を確認している。

【ファイルの伸長】(引き続き環境Aでの作業である)

- LXTerminal で、以下のコマンドを実行してもらう。ここで[.xz ファイル名]にはデスクトップにある.xz ファイルのファイル名(例:2023-05-03-raspios-bullseye-armhf.img.xz)を入力させる。この際「xz-dk 20」まで打って Tab キーを押下するとコマンドが補完されることもあわせて指導する(注意:.xz ファイルのファイル名が 20 から始まっていることが前提である。ラズベリーパイOSの.xz ファイルのファイル名がアップロードされた年月日から始まらなくなった際には当該ファイル名のはじめの数文字に変更する必要がある)。
 - ▶ xz -dk [.xz ファイル名]
- しばらく待たせ、エラーが出ずにLXTerminalの 操作ができるようになればファイルの伸長は完 了であることを伝える。

【SSD への書き込み】(引き続き環境A での作業である)

● 学生が持っている SSD を(ラズパイ本体に接続さ

れた) USB 延長ケーブルの(何も接続していない) もう一方のものに接続させる。この際、エクスプ ローラーからの起動のダイアログが出た場合には [キャンセル]ボタンを押下させる。

- (デフォルトなら画面左上隅にある)ラズベリー マークをクリックさせ、[アクセサリ]-[Imager]を 選択させる。
- [ストレージ]を選択させる。接続した SSD が[マウ ントされています]と表示されるので、それをクリ ックさせる。
- [OS を選ぶ]を選択させる。そして[ディスクイメージ]を選択させる。そしてデスクトップにある .img ファイル(例: 2023-05-03-raspios-bullseye-armhf.img)を選択させる。
- [書き込む]を選択させる。「SSD のファイルが消去されます」には [はい]を選択させる。またパスワードを求められた際にはログインパスワードを入力させる。「正常に終了しました」と表示されたら完了である旨を伝える。

【環境AのシャットダウンとSSDの取り外し】

- (デフォルトなら画面左上隅にある)ラズベリー マークをクリックさせ、[ログアウト]を選択させ る。出てきたダイアログで[shutdown]を選択させ る。
- シャットダウン完了後、環境 A の入った SSD お よび学生が持っている SSD を取り外す。

なお、本来は先に学生が持っている SSD の取り外し 手続きをするのが筋ではある。しかしこの後、初期設定 をする際に環境 A はシャットダウンする必要がある。 そこで学生の負担を減らすために、あえてシャットダ ウンをさせてから SSD を取り外させる。

【初期設定】

- 学生が持っている SSD を USB 延長ケーブルに接続し、ラズパイ本体の電源を入れさせる。
- ダイアログが表示される。[Next]を選択させる。
- Set Country において、Country を[Japan]に設定 させる。自動的に[Japanese][Tokyo]になることを 確認させ、[Next]を選択させる。
- Create User において、ユーザ名(2022 年度および 2023 年度は「j」の後ろに学籍番号5文字の計6文字で設定した)とパスワードを設定させる。ここで特にパスワードは忘れないよう注意喚起する。

- Set Up Screen はそのまま[Next]を選択させる。 なお、ディスプレイの外枠付近に何も表示されていない黒い領域があり、それを解消したい場合は チェックを入れて[Next]を選択すると、再起動し 調整される。
- Select WiFi Network においては、無線 LAN 接続する場合は設定させる。有線 LAN 接続の場合は[Skip]を選択させる。なお有線 LAN 接続で[Next]を選択した場合、初期設定後にログインしたときにデスクトップ右上で WiFi を off にすればよい。
- Update Software においては、インターネット接続しているなら[Next]を選択させソフトウェアを最新版にする。「System is up to date」が表示されたら[OK]を選択させる。なお、インターネット接続していないなどで[Skip]を選択した場合、初期設定後にログインしたときにデスクトップ右上でアップデート可能である。
- Setup Complete においては[Restart]を選択させる。OS が再起動し、デスクトップが表示されれば完了である。

3 「SSD 自由化」とトラブル

米子高専のD科・Jコースでは、2022年度までは学校 で一括購入したSSDを学生に(代金と交換で)配布して いた。しかし 2023年度は、Jコースの各学生が事前に 250GB以上の容量のSSDを自力で調達し、そのSSDに ラズベリーパイOSの環境を構築するように変更となっ た。筆者はこれを勝手に「SSD自由化」と呼んでいる。 「SSD自由化」とした理由は、システムを組み込んで使 うことがメインとなるD科と異なり、Jコースではシス テムそのものに関する経験が必要であり、記憶媒体の調 達の経験も勉強の一環だと判断したものだと推測される (なおJコース初年度の2022年度は間に合わなかったの だと思われる)。しかし「SSD自由化」に伴って、ラズベ リーパイOSの環境構築においてトラブルが発生した。 ここではその詳細と推測される発生原因について述べる。

表 1(次ページに掲載)は、学生が調達した SSD の種類 とその SSD を調達した学生の人数を表した表である(調 査時点でパッケージを紛失し、かつ SSD にも型番の記載 がなかった 1 名を除く 41 名が対象である)。容量で見る と 250GB が 28 名と最も多く、次いで 500GB が 10 名、 1TB が 2 名、2TB が 1 名であった。

SSD(型番)	人数
SSD-PUT250U3-BKC	13
SSD-PUT250U3-B/N	7
ESD-EMA0250GBK	3
SSD-PUT500U3-BKA	3
SSD-PUT250U3-BC	2
SSD-PUT500U3-B/N	2
SSD-PUT500U3-BC/D	2
ESD-EMN0250GBKR	1
EZ6-USSD2TBS	1
SDSSDE61-1T00	1
ssd-phe500u3-ba	1
SSD-PUT1.0U3-BKC	1
SSD-PUT250U3BC/D	1
SSD-PUT250U3-BKA	1
SSD-PUT500U3-BC/N	1
SSD-PUT500U3-BKC	1

表1 学生が調達した SSD の種類とその人数

一方、2023年度に起きた環境構築でのトラブルは4件 であり、表2の通りであった。

SSD	トラブル	件数
SDSSDE61- 1T00	環境 A では OS が入らなかっ た。	1
SSD- PUT500U3-BKC	ラズパイ OS 起動で「カーネル パニック」 のエラーが出た。	1
SSD- PUT250U3BC/D	ラズパイ OS 起動で「カーネル パニック」 のエラーが出た。	1
ssd- phe500u3-ba	ラズパイ OS 起動が正常にで きなかった。このとき、SSD が 熱くなっていた。	1

表2 SSD の種類とトラブル内容と件数

OS が入らなかった 1 件とカーネルパニックのエラー の 2 件は、担当教員のノートパソコンで OS を入れなお すことで正常に OS が SSD に書き込まれた。またラズパ イ OS が正常に起動せず、その際に SSD が熱くなって いた1件は、新型コロナ対策も兼ねた各席の「仕切り板」 を外し空気が通るようになることで正常に動作した。

2023 年度にトラブルが起きた SSD の容量は、250GB が1名、500GB が2名、1TB が1名であった。さらに 発熱の1名を除く3名が、(環境Aの)ラズベリーパイで はなくノートパソコンで入れなおすことで正常に書き込 まれた。一般に、大容量の記憶媒体や高級な記憶媒体は より多くの電力を必要とする。このことを踏まえると、 電力供給面でラズベリーパイが下振れした場合に SSD への書き込みが正常終了しなかったのではないかと推測 できる。これと発熱問題を合わせると、米子高専Jコー スの学生が授業等を受ける環境で SSD にラズベリーパ イ OS の環境を構築する際は、容量 250GB で他の機能 はなく、かつ薄型の SSD が望ましいのではないかと推 測できる。

4 まとめ

以上のように、米子高専Jコースの学生に、SSD ヘラ ズベリーパイ OS の環境を構築するための指導方法を整 備し提案できた。さらに 2023 年度に起きたトラブルか らその際に用いる SSD の条件が推測できた。

次の関心事は、この方法が最適な指導方法・最適な SSD なのかどうかの検証である。これについては、2024 年度の指導者に委ねたいと考えている。

なお、本論文において特定の SSD でトラブルが起き たと表現しているが、そのあと説明しているようにこれ は SSD が不良なのではなく SSD の使い方が不適切だっ ただけである。その点を最後に改めて強調しておく。

5 参考文献

 [1] 「Operating system images」(ラズベリーパイ OS のディスクイメージ等が配置されている場所)、 https://www.raspberrypi.com/software/operatingsystems 、2024 年 2 月 5 日参照