

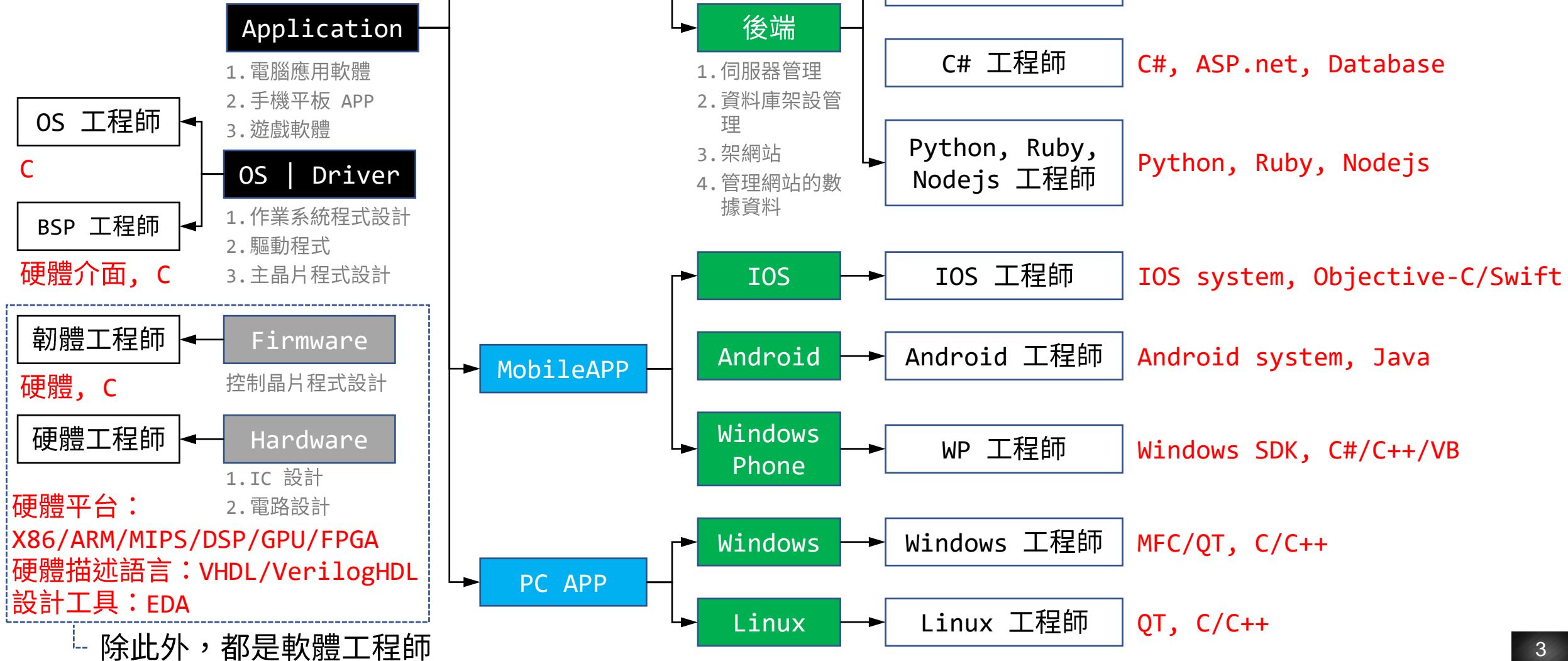
AIoT：樹莓派應用

Chapter 1：樹莓派基本操作

Coder, Hacker, and Maker

- 程式設計師 (programmer, 或 coder)
 - ✓ 主要透過編輯程式，簡稱編程 (coding)，它可以指在程式設計**某個專業領域的專業人士**，或是從事軟體撰寫，程式開發、維護的專業人員。
- 駭客 (hacker)
 - ✓ 除了**精通**程式設計、作業系統的人可以被視作駭客，對硬體裝置做創新的工程師通常也被認為是駭客，精通網路入侵的人也被看作是駭客。
- 創客 (maker)
 - ✓ 又稱自造者。是一群酷愛科技、熱衷實踐的人群，他們以分享技術、**激發的創造力**與交流思想為樂。

科技業工程師 主要分類



科技業的下一個未來

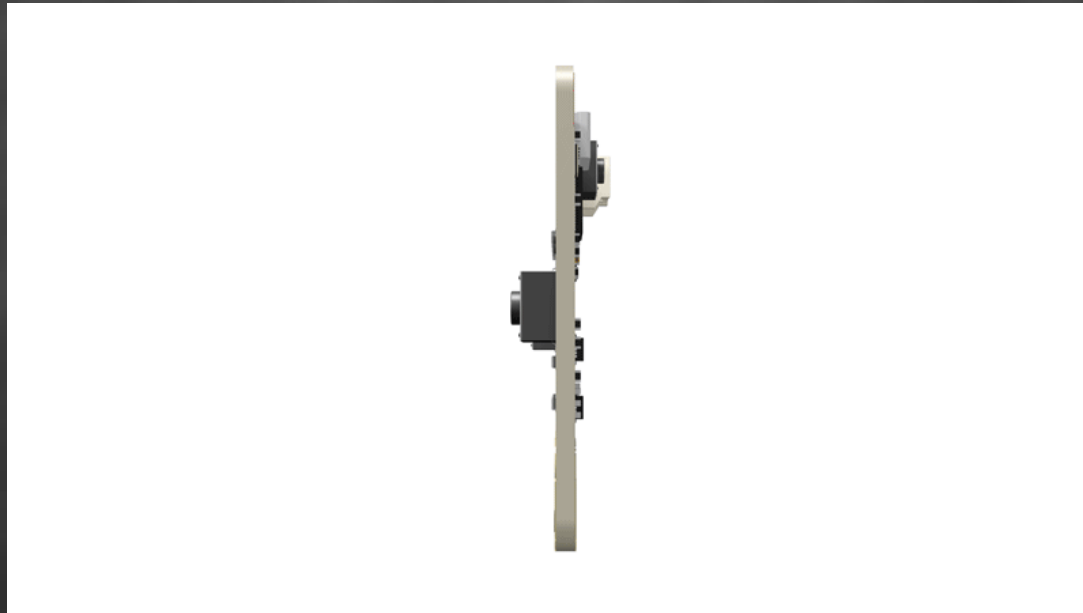
電子商務 X 社群網路 X 串流媒體



物聯網 X 人工智慧 X 區塊鏈

主流的創客材料：micro:bit (適合國小生)

- micro:bit 是一塊沒有外殼的開發板。由英國廣播公司 (BBC) 設計用於英國的青少年程式教育。具備以下特點：
 1. 體積小、耗電低、便宜，主控板市價約 450~550 元，配件也很便宜。
 2. 主控板基本功能完整，可額外結合許多硬體，創造更多樂趣。
 3. 能夠使用積木式程式 (Blocks)、JavaScript 或 MicroPython 編寫。



主流的創客材料：Arduino（適合小四 ~ 玩家）

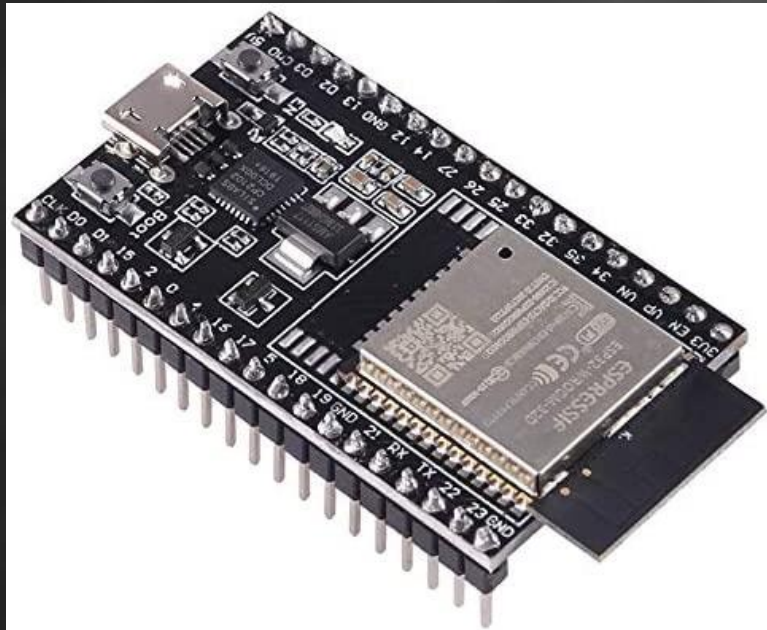
- Arduino 是一家製作開源硬體和開源軟體的公司，該公司負責設計和製造單板微控制器和微控制器套件，用於構建數位裝置和互動式物件。



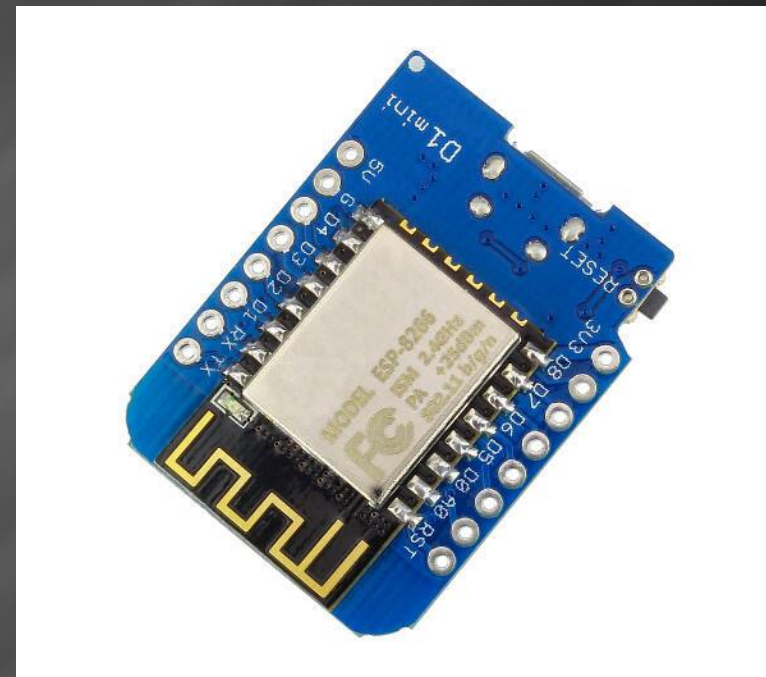
Arduino Uno SMD R3

主流的單晶片：ESP 系列（適合小四 ~ 玩家）

- ESP 系列由上海樂鑫信息科技所開發，基於這個 Wi-Fi IoT 晶片發展出的開發套件系列，這一、兩年紅透半邊天，甚至給其他通訊晶片大廠很大的壓力。



ESP32



ESP8266 (D1 mini)

主流的創客材料：樹莓派（適合專業玩家）

- 樹莓派（Raspberry Pi），簡稱 pi，是基於 Linux 的單板電腦，由英國樹莓派基金會開發。目的是以低價的硬體，及自由軟體促進學校的電腦科學教育，使得軟體開發變得非常上手。



因為有這些程式
生活更美、更好



Outline

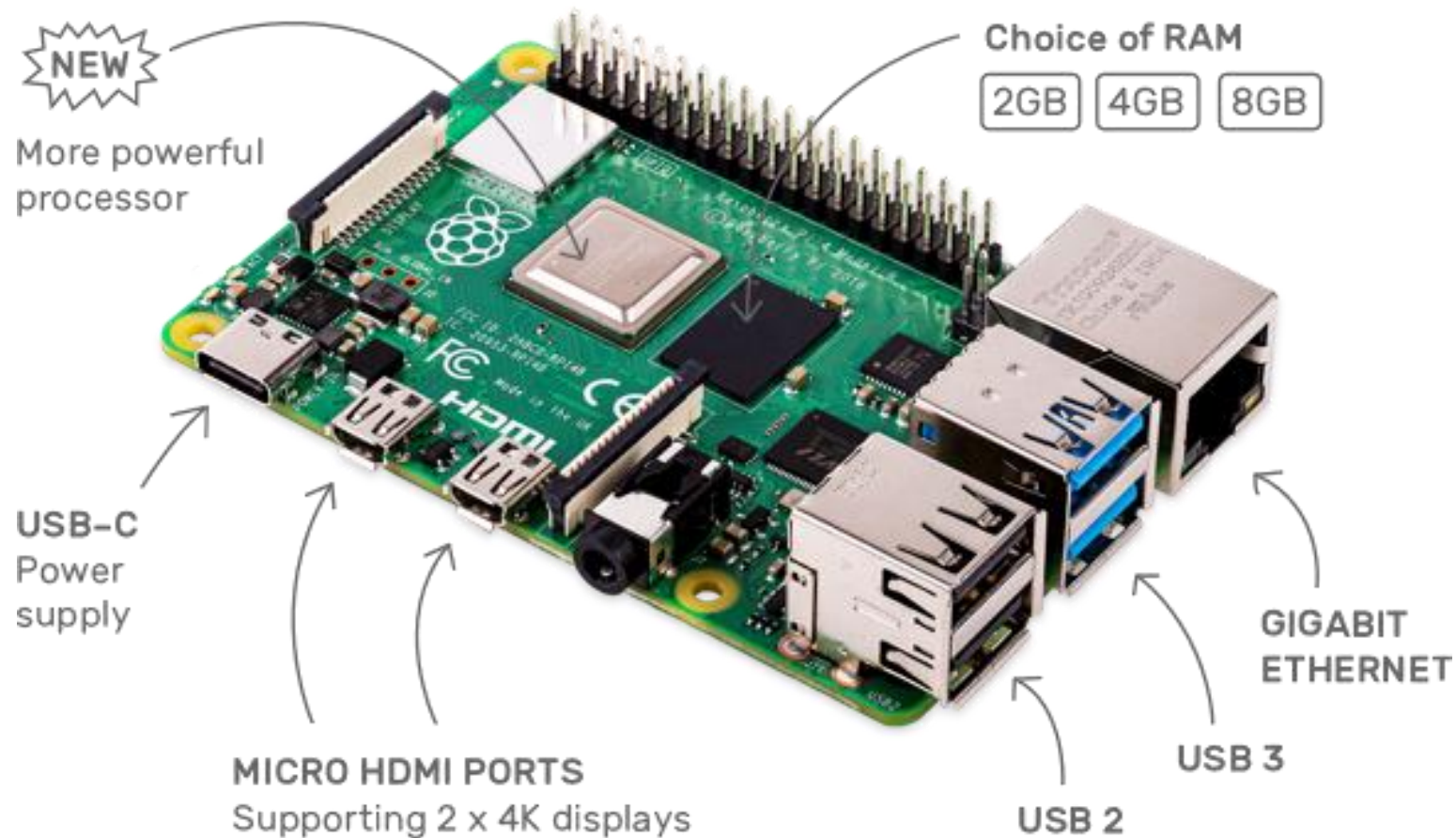
- 樹莓派介紹
- 燒錄作業系統
- 串列控制 (UART/TTL Serial)
- 網路設定
- 遠端控制 (使用 SSH/VNC)

樹莓派介紹 (1/2)

- **支援 SD 卡啟動**：樹莓派沒有配置 FLASH，支援 SD 卡啟動作業系統。
- **支援多種作業系統**：樹莓派由於其開源軟體的特性，支援很多的系統，Raspbian、Arch Linux ARM、Firefox OS、Google Chrome OS、Raspberry Pi Fedora Remix、WebOS、RISC OS、FreeBSD...等。
- **便宜、耗電低**：使用 USB (micro USB 或 USB-C) 供電。
- **開發用途廣**：可作為控制模組，開發多種電子、軟體、機械和機器人。
 - ✓ **樹莓派電腦**：接上鍵盤、滑鼠與螢幕，安裝上 Windows 或 Linux 系統，就能當作平價的桌上型電腦使用。
 - ✓ **物聯網節點**：樹莓派的網路介面完整，尤其是無線網路 (wifi)，適合架構各種物聯網的應用。

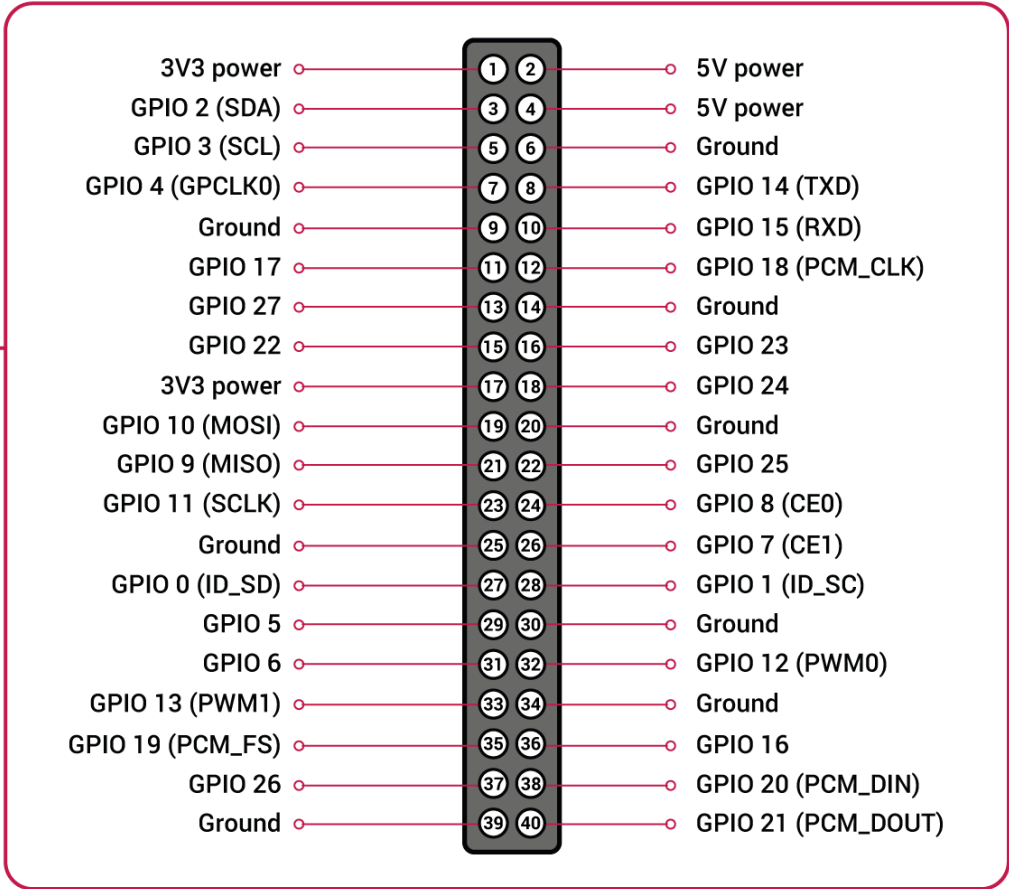
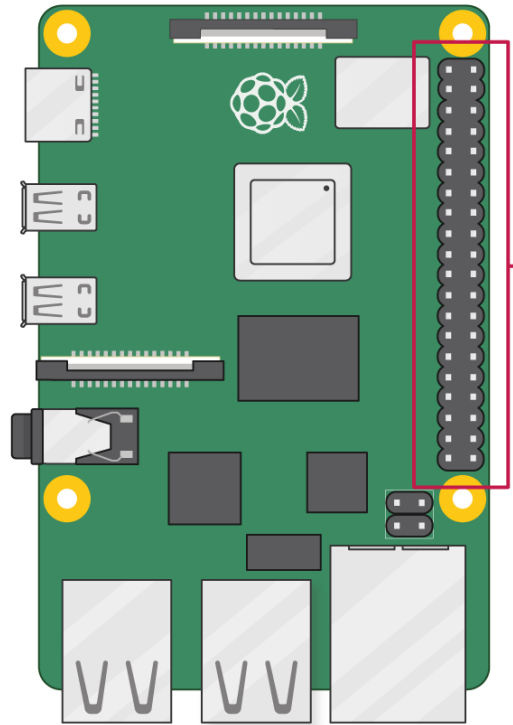
樹莓派介紹 (2/2)

- Raspberry Pi 4 model B



General-Purpose Input/Output (GPIO)

注意單晶片的實際腳位與 PCB 板上的編號不同。
(若外接電路或模組，寫程式時是控制實際腳位的)

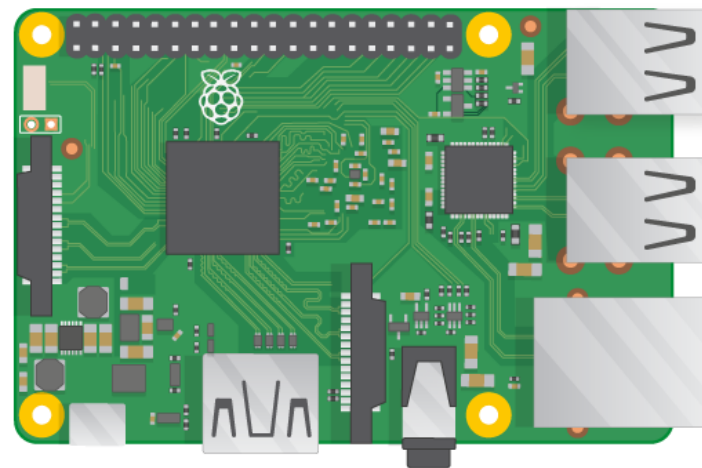
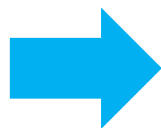
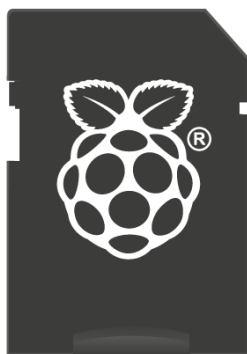


Outline

- 樹莓派介紹
- 燒錄作業系統
- 串列控制 (UART/TTL Serial)
- 網路設定
- 遠端控制 (使用 SSH/VNC)

燒錄作業系統

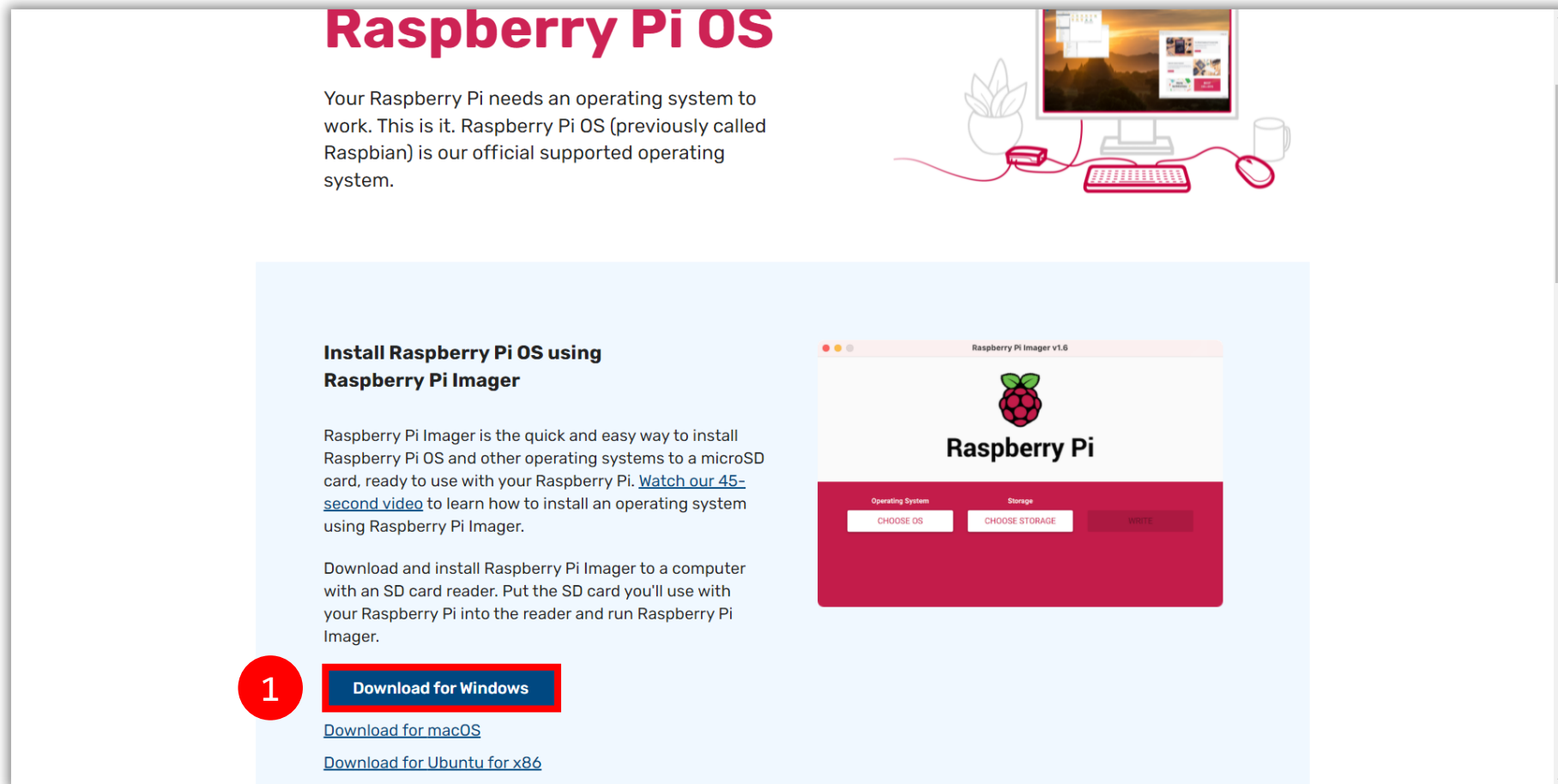
- 安裝樹莓派系統的三個步驟：(在電腦上操作)
 1. 下載樹莓派映象檔
 2. 燒錄映象檔到 SD 卡
 3. 安裝 SD 卡到樹莓派



下載 OS 的燒錄程式：imager_1.7.1.exe

ex1-1

- <https://www.raspberrypi.com/software/>



Raspberry Pi OS

Your Raspberry Pi needs an operating system to work. This is it. Raspberry Pi OS (previously called Raspbian) is our official supported operating system.

Install Raspberry Pi OS using Raspberry Pi Imager



Raspberry Pi Imager is the quick and easy way to install Raspberry Pi OS and other operating systems to a microSD card, ready to use with your Raspberry Pi. [Watch our 45-second video](#) to learn how to install an operating system using Raspberry Pi Imager.

Download and install Raspberry Pi Imager to a computer with an SD card reader. Put the SD card you'll use with your Raspberry Pi into the reader and run Raspberry Pi Imager.

1 [Download for Windows](#)

[Download for macOS](#)

[Download for Ubuntu for x86](#)



線上燒錄映像檔到 SD 卡

- 安裝後，執行 Raspberry Pi Image，燒錄合適的 OS。



燒錄完成會自動卸除 SD 卡，再次插入

The image shows two windows from a Windows operating system. The left window is File Explorer, displaying the 'This PC' view with various folders and drives. The right window is Disk Management, showing a list of disks and their partitions. A red box highlights a partition on the Kingston drive (H:) with the following details:

磁碟	配置	類型	檔案系統	狀態	容量	可用	動作
boot (J:)	簡單	基本	FAT32	良好 (主要磁碟分割)	7.77 GB	7.7	磁碟管理

Below the Disk Management window, a diagram shows the physical layout of drives. A red box highlights the 'boot (J:)' drive, which is a small USB drive with 204 MB of space out of 252 MB. A red arrow points from the highlighted partition in the Disk Management window to this drive in the diagram.

Linux 的檔案系統與 Windows 不一樣，只出現 boot (開機管理磁碟) 是正常的

沒有螢幕與鍵盤如何使用樹莓派？

進行下一步之前，該知道的事

- 安裝 SD 卡到 Pi 之後，要解決連線到 Pi 的問題。

連接樹莓派，跟桌上型電腦一樣

Yes

有 HDMI 的螢幕、鍵盤、滑鼠

No

1. 先使用 **UART** 連接 (TTL serial)
2. **SSH** (需要網路)
3. **VNC** (需要網路)



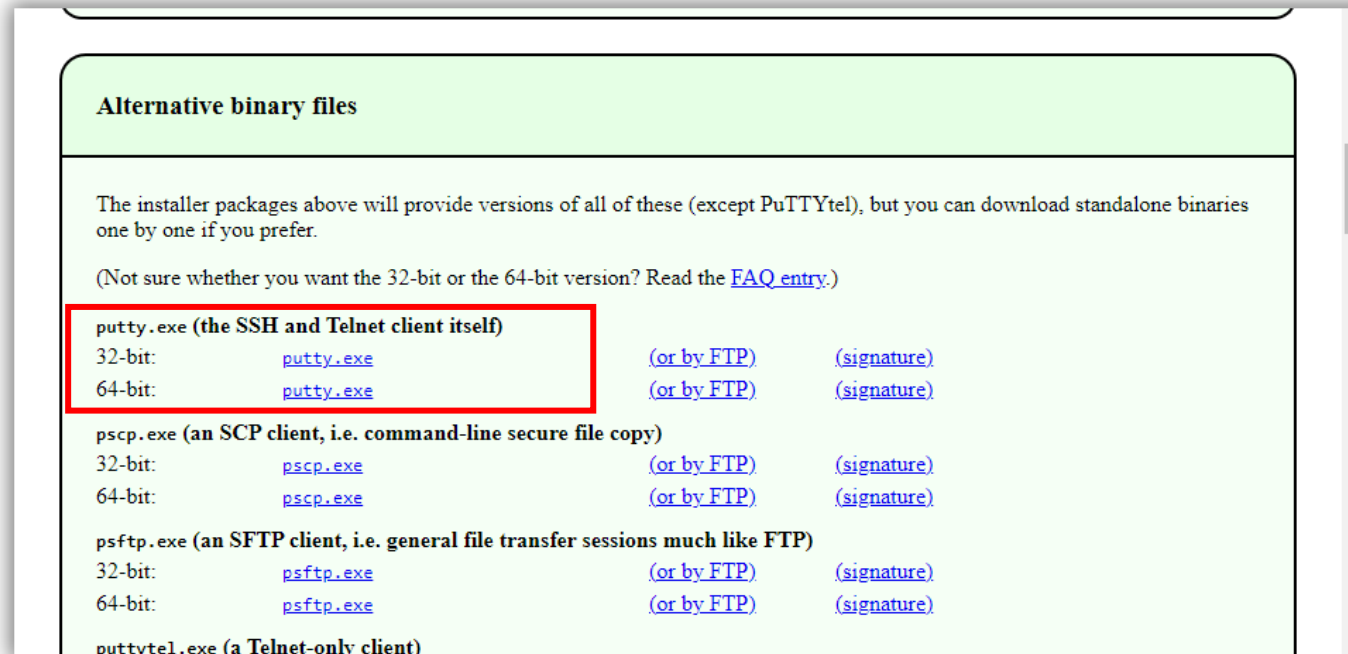
需要準備的工作 (1/2)

- 先使用一台電腦透過 **UART Serial**，先設定 Pi 的 WiFi
 - ✓ 本次實驗，請使用你的手機基地台分享一個區網 IP 給 Pi。
 - ✓ 並熟悉設定 IP 的技巧。
- 在同一區網內，使用相同區網的電腦連上樹莓派。
 - ✓ 有筆電，用你的 WiFi。
 - ✓ 只有桌電，用個 WiFi 網卡。

1. 先使用 **UART** 連接 (TTL serial)
2. **SSH** (需要網路)
3. **VNC** (需要網路)

需要準備的工作 (2/2)

- 透過 **Putty** 使用 UART/TTL serial ◦ (for Windows)
- 下載並執行 **Putty**.
 - ✓ <https://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/latest.htm>
1



Outline

- 樹莓派介紹
- 燒錄作業系統
- 串列控制 (UART/TTL Serial)
- 網路設定
- 遠端控制 (使用 SSH/VNC)

串列控制 (UART/TTL Serial)

- 在一開始樹莓派沒有無線網路連接，所以也沒辦法使用 **SSH**。
- 所以可以使用 **UART port**，連接 TTL 線來設定網路連線，並且 **Enable SSH**。



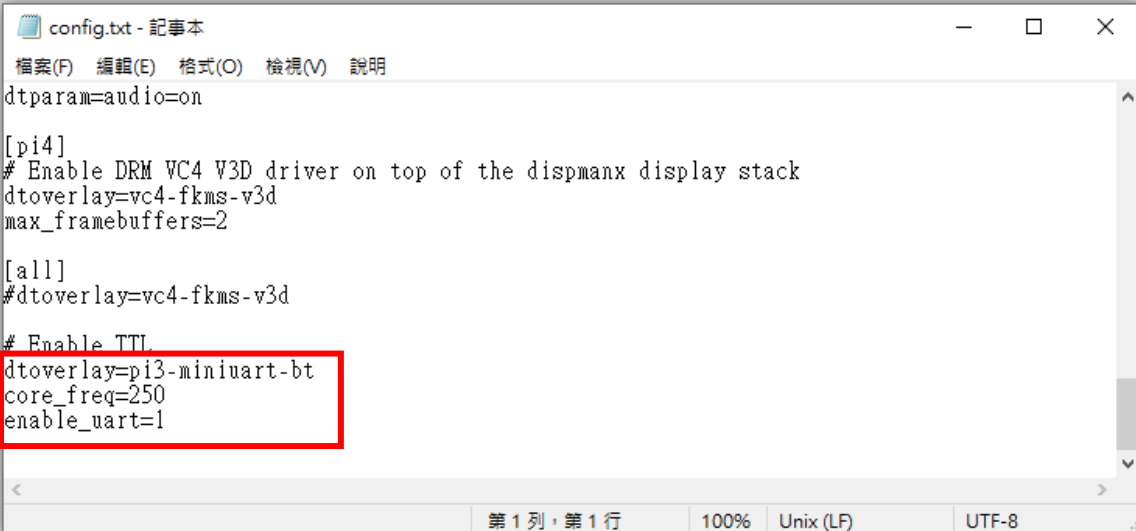
PL2303HXD USB to TTL

本次使用 PL2303HXD 連接線。

Enable UART – Step 1

- 使用編輯器（例如：記事本），修改 Pi 的 `/boot/config.txt`。
- 加入下列三行到最後。

```
dtoverlay=pi3-miniuart-bt
core_freq=250
enable_uart=1
```



```
config.txt - 記事本
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明
dtparam=audio=on

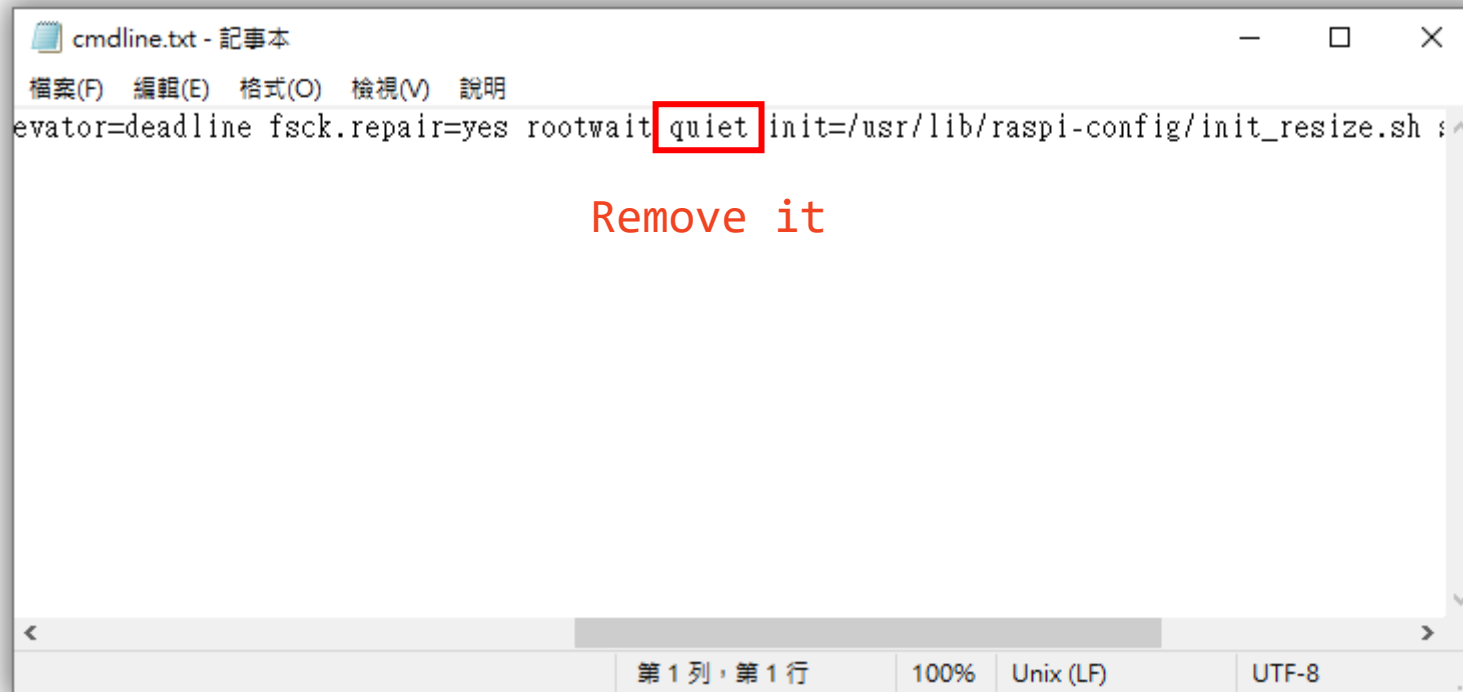
[pi4]
# Enable DRM VC4 V3D driver on top of the dispmanx display stack
dtoverlay=vc4-fkms-v3d
max_framebuffers=2

[all]
#dtoverlay=vc4-fkms-v3d
# Enable TTL
dtoverlay=pi3-miniuart-bt
core_freq=250
enable_uart=1

第 1 列, 第 1 行 100% Unix (LF) UTF-8
```

Enable UART – Step 2

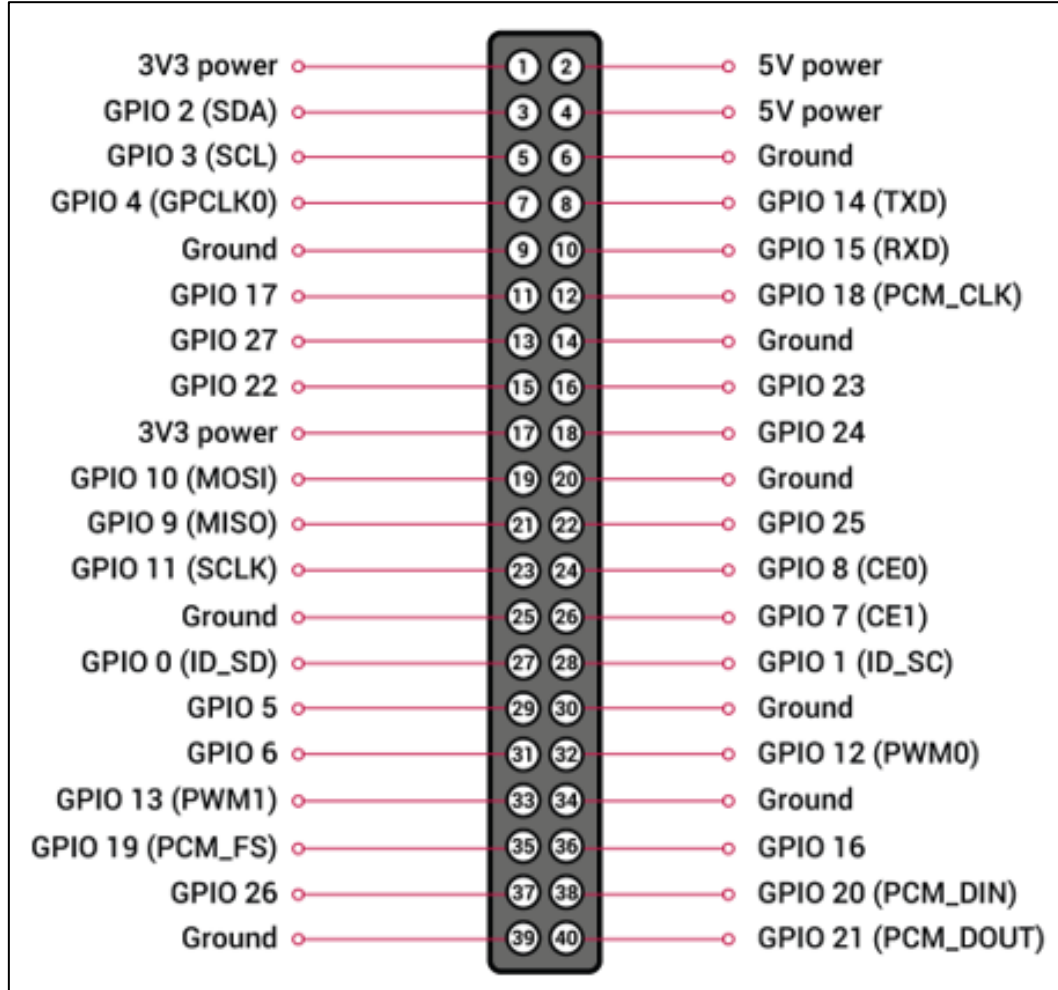
- 刪除 "quiet" in `/boot/cmdline.txt`



```
cmdline.txt - 記事本
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明
evator=deadline fsck.repair=yes rootwait quiet init=/usr/lib/raspi-config/init_resize.sh s ^
Remove it
第 1 列, 第 1 行 100% Unix (LF) UTF-8
```

Enable UART – Step 3

- 兩個檔案修改好之後，SD 卡插入 Pi，並連接 TTL 線。



按接線，連接 Pi 與 TTL 線。



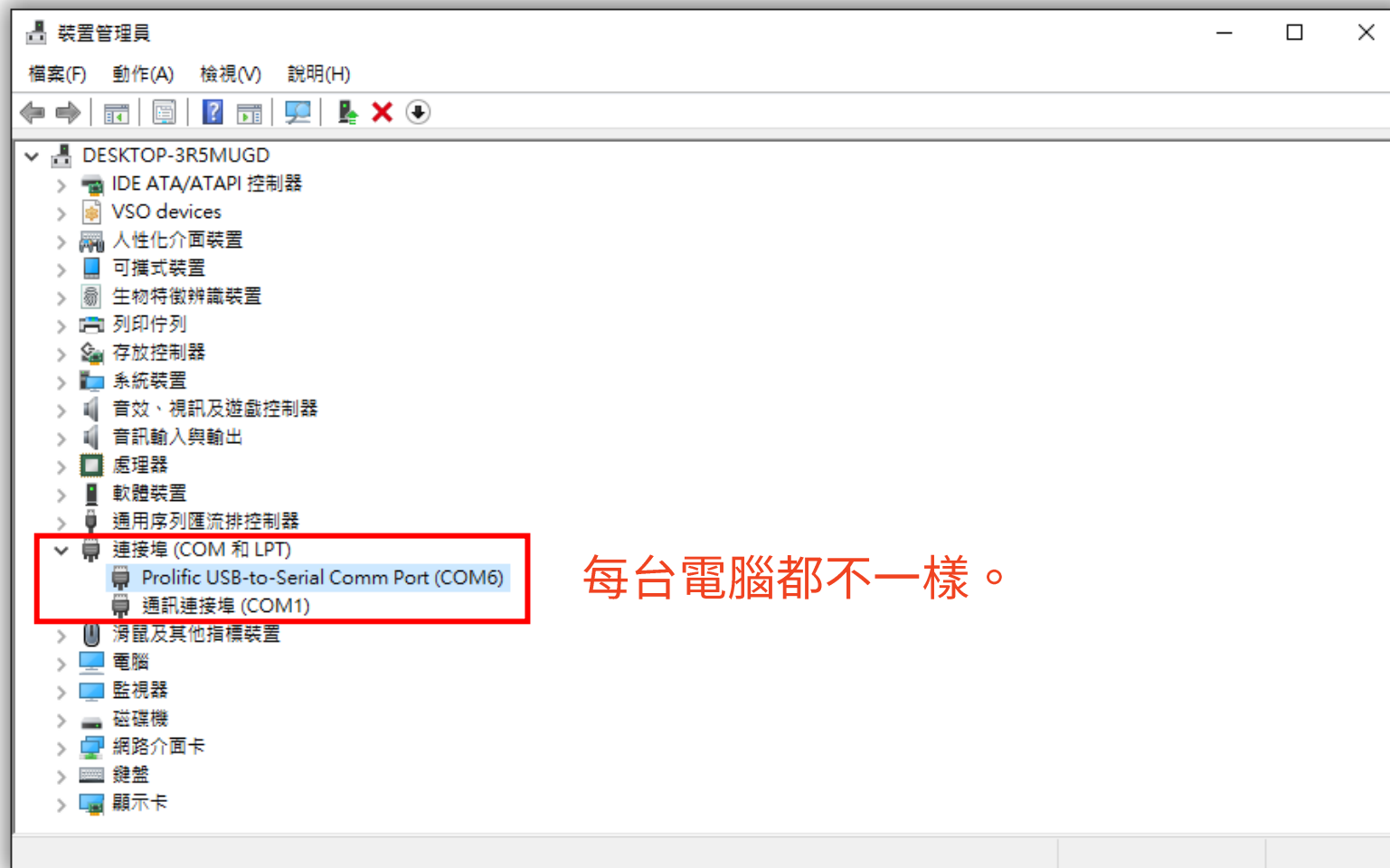
Pin06：黑線
Pin08：白線
Pin10：綠線



- 下載與安裝 PL2303 驅動程式。
 - Windows:
 - http://www.prolific.com.tw/US/ShowProduct.aspx?p_id=225&pci_d=41
 - Mac OS:
 - http://www.prolific.com.tw/US/ShowProduct.aspx?p_id=229&pci_d=41

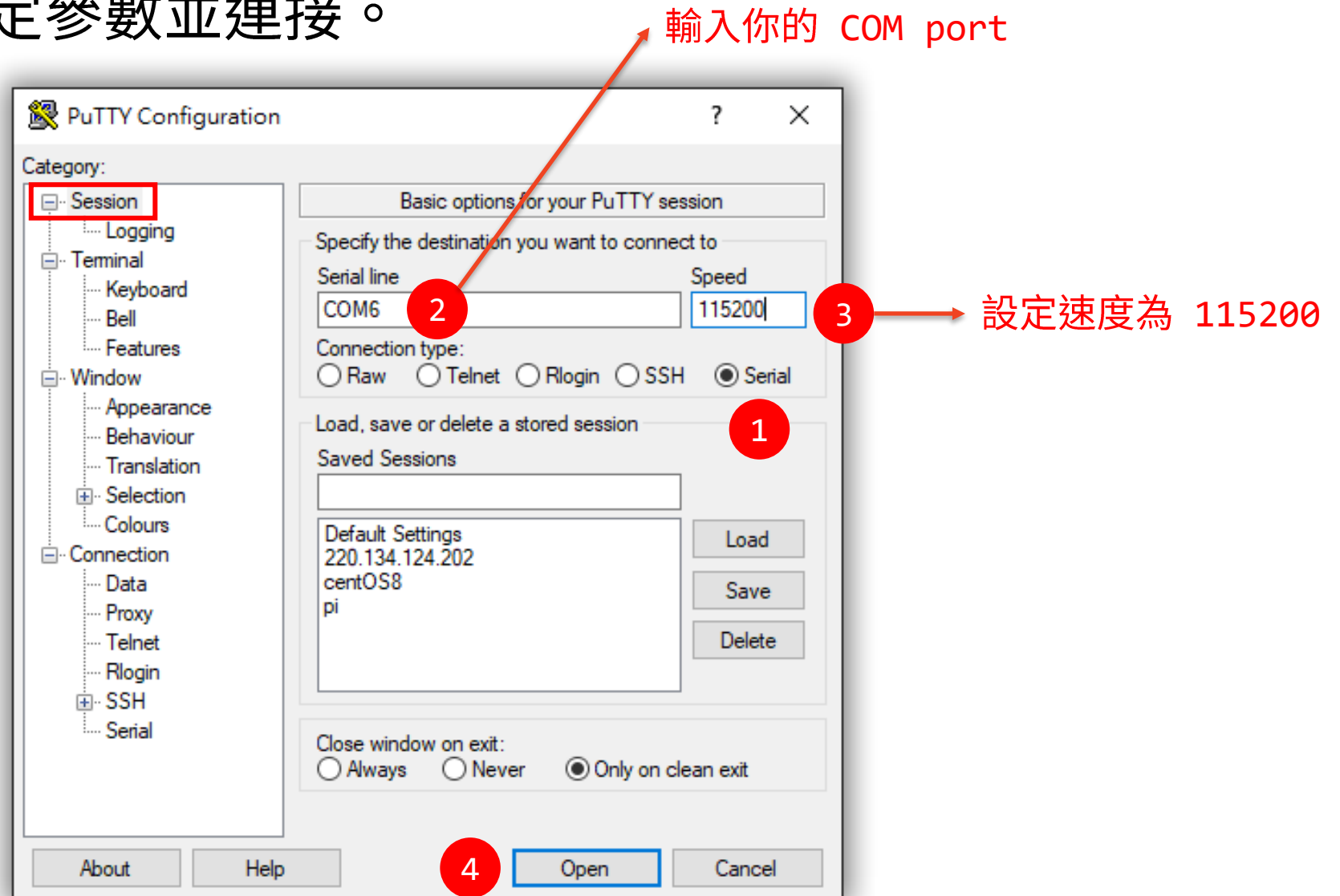
Enable UART – Step 5

- 檢查 COM port (for Windows) ◦



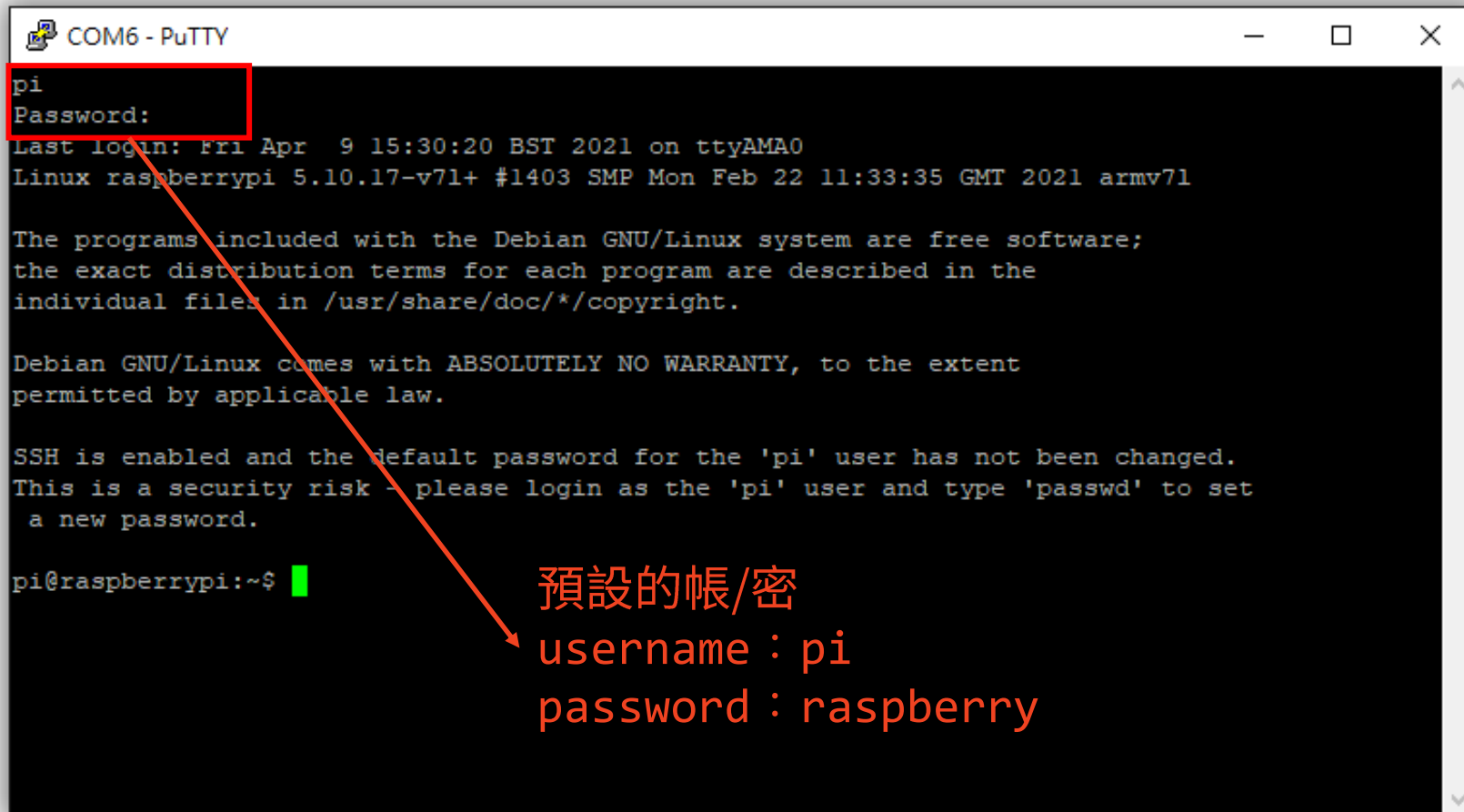
Enable UART – Step 6 (for Windows)

- 執行 **Putty**，設定參數並連接。



Enable UART – Step 7 (for Windows)

- 若連接成功，輸入 Pi 預設的 `username` and `password`.



```
COM6 - PuTTY
pi
Password:
Last login: Fri Apr  9 15:30:20 BST 2021 on ttyAMA0
Linux raspberrypi 5.10.17-v71+ #1403 SMP Mon Feb 22 11:33:35 GMT 2021 armv71

The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

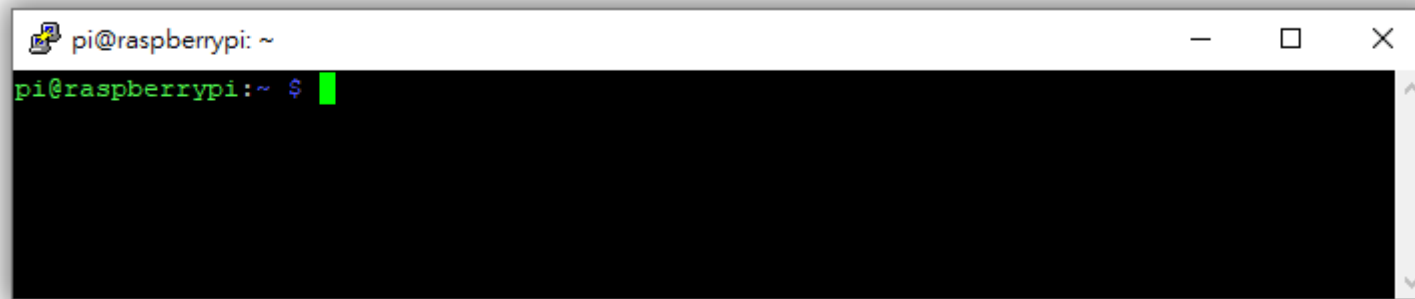
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.

SSH is enabled and the default password for the 'pi' user has not been changed.
This is a security risk - please login as the 'pi' user and type 'passwd' to set
a new password.

pi@raspberrypi:~$
```

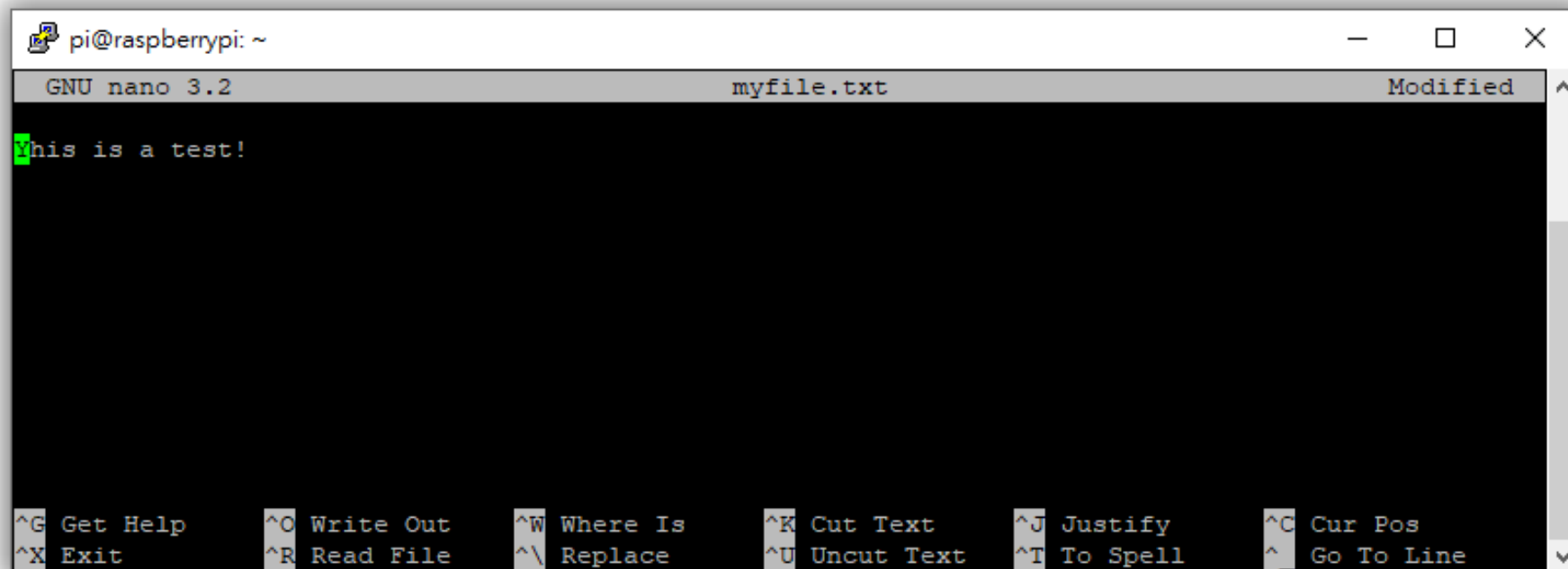
預設的帳/密
username : pi
password : raspberrypi

- 登入畫面

A terminal window titled "pi@raspberrypi: ~" with standard window controls. The prompt "pi@raspberrypi:~ \$" is displayed in green text on a black background, followed by a green cursor bar.

- pi：目前登入的使用者
- @：表示"在"
- raspberrypi：是主機名稱
- ~：表示在家目錄 (home directory)
- \$：表示該使用者所使用的 shell (一種文字工具介面)
 - ✓ 例如：`$ nano myfile.txt`
 - 表示用 nano 編輯器，開啟/新增 myfile.txt 檔案

nano 編輯器使用



```
pi@raspberrypi: ~
GNU nano 3.2          myfile.txt          Modified
this is a test!

^G Get Help      ^O Write Out    ^W Where Is     ^K Cut Text     ^J Justify     ^C Cur Pos
^X Exit          ^R Read File    ^\ Replace      ^U Uncut Text   ^T To Spell    ^  Go To Line
```

- 使用：nano
 - ✓ 不存檔離開：Ctrl + x
 - ✓ 儲存檔案：Ctrl + o

- 基本指令：

\$ **ls**：列出目前所有的檔案/目錄。(**ls -al** 為列出詳細資訊)

\$ **pwd**：顯示當前所在的目錄位置 (絕對路徑)。

\$ **mkdir 目錄名稱**：新增一個目錄。(例如：\$ **mkdir ex1-6**)

\$ **rm -rf 目錄名稱**：刪除一個目錄。(例如：\$ **rm -rf ex1-6**)

\$ **rm 檔案名稱**：刪除一個檔案。(例如：\$ **rm myfile.txt**)

\$ **cd 目錄路徑**：變更目錄到指定位置。(例如：\$ **cd ex1-6**)

\$ **cd ..**：回到到上一層。

\$ **cd ~**：直接到家目錄的位置。(Pi 預設的家目錄在 [/home/pi](#))

\$ **sudo shutdown now**：關機。(sudo 為取得 root 權限)

\$ **sudo reboot**：重新啟動。

- 好用的快速鍵：

"↑" 鍵：顯示曾經使用過的指令。

"Tab" 鍵：自動填指令。

Linux 常用的指令 (2/2)

- Linux 系統常用 apt (高級軟體工具, Advanced Package Tool) , 來安裝軟體。
- 前提是您的 Linux 要連上網際網路, 以及取得 root 權限, 以下 sudo 指令就是用來取得 root 權限的!

\$ sudo apt-get install <軟體名稱>	安裝某個軟體。
\$ sudo apt-get update	軟體資料庫同步, 升級前都先做。
\$ sudo apt-get upgrade	升級已安裝的軟體。
\$ sudo apt-get remove <軟體名稱>	刪除某個軟體。

Outline

- 樹莓派介紹
- 燒錄作業系統
- 串列控制 (UART/TTL Serial)
- 網路設定
- 遠端控制 (使用 SSH/VNC)

未來，物聯網的神話只會有 WiFi

檢查目前的網路

\$ **ifconfig wlan0** (若加上 wlan0，只針對無線網卡)

```
COM4 - PuTTY
pi@raspberrypi:~$ ifconfig wlan0
wlan0: flags=4098<BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500
    ether dc:a6:32:6c:ac:0b txqueuelen 1000  (Ethernet)
    RX packets 32  bytes 4042 (3.9 KiB)
    RX errors 0  dropped 1  overruns 0  frame 0
    TX packets 57  bytes 8753 (8.5 KiB)
    TX errors 0  dropped 0  overruns 0  carrier 0  collisions 0

pi@raspberrypi:~$
```

沒有 IP，無線網卡沒有連上網路

```
pi@raspberrypi: ~
pi@raspberrypi:~ $ ifconfig wlan0
wlan0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 192.168.68.112 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.68.255
    inet6 fe80::c885:6d69:604b:5bbb prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether dc:a6:32:6c:ac:0b txqueuelen 1000  (Ethernet)
    RX packets 14433  bytes 2200185 (2.0 MiB)
    RX errors 0  dropped 0  overruns 0  frame 0
    TX packets 1338  bytes 205608 (200.7 KiB)
    TX errors 0  dropped 0  overruns 0  carrier 0  collisions 0

pi@raspberrypi:~ $
```

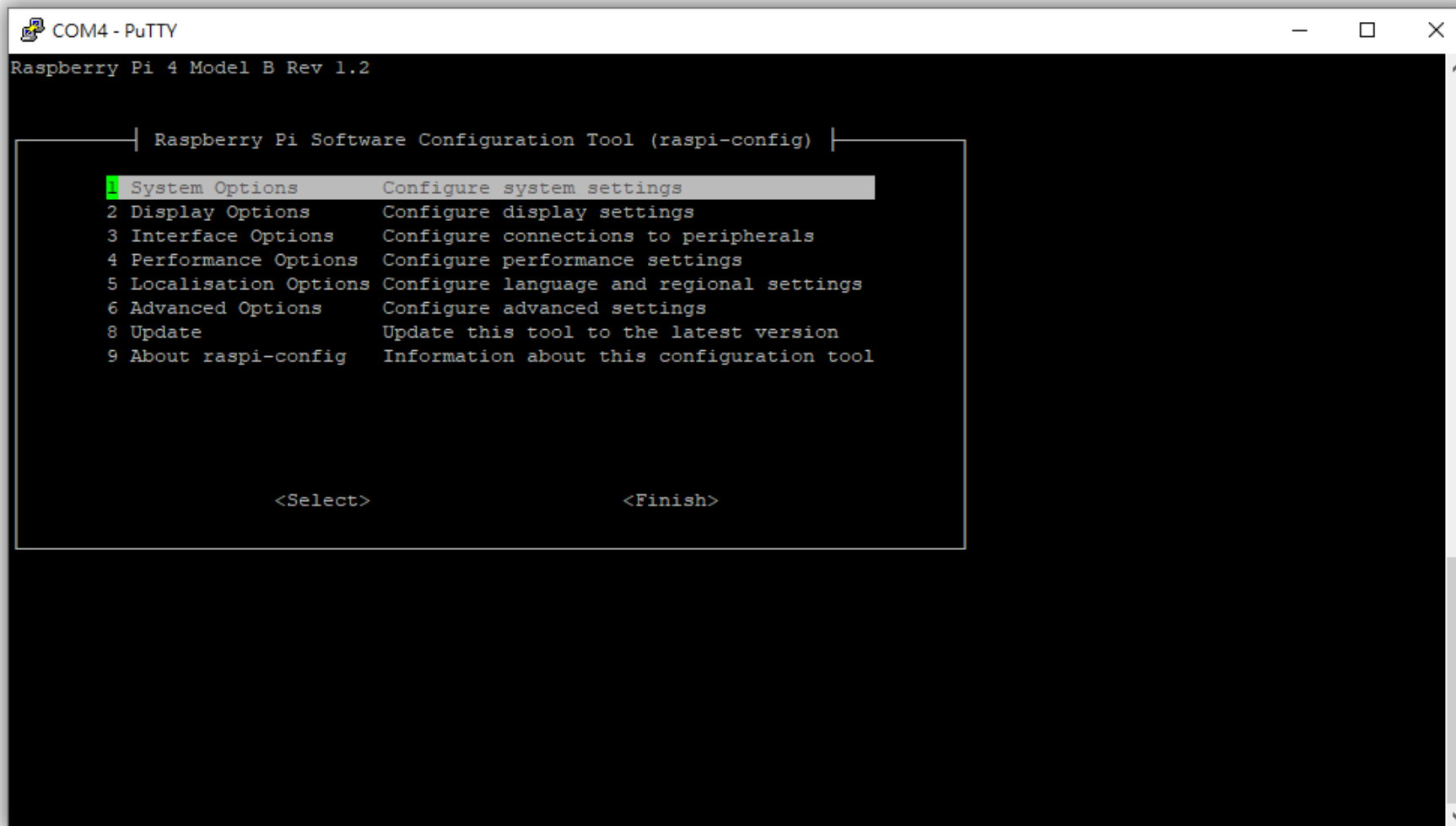
有 IP，無線網卡連上網路

設定 WiFi

- 兩種方法設定 WiFi：
 1. 使用指令 `raspi-config`
 2. 修改 wpa-suppllicant configuration file
- 第一種方法：適用 `raspi-config`，輸入：
`$ sudo raspi-config`

raspi-config 設定 Wifi - Step 1

- 選擇 『 1 System Options 』



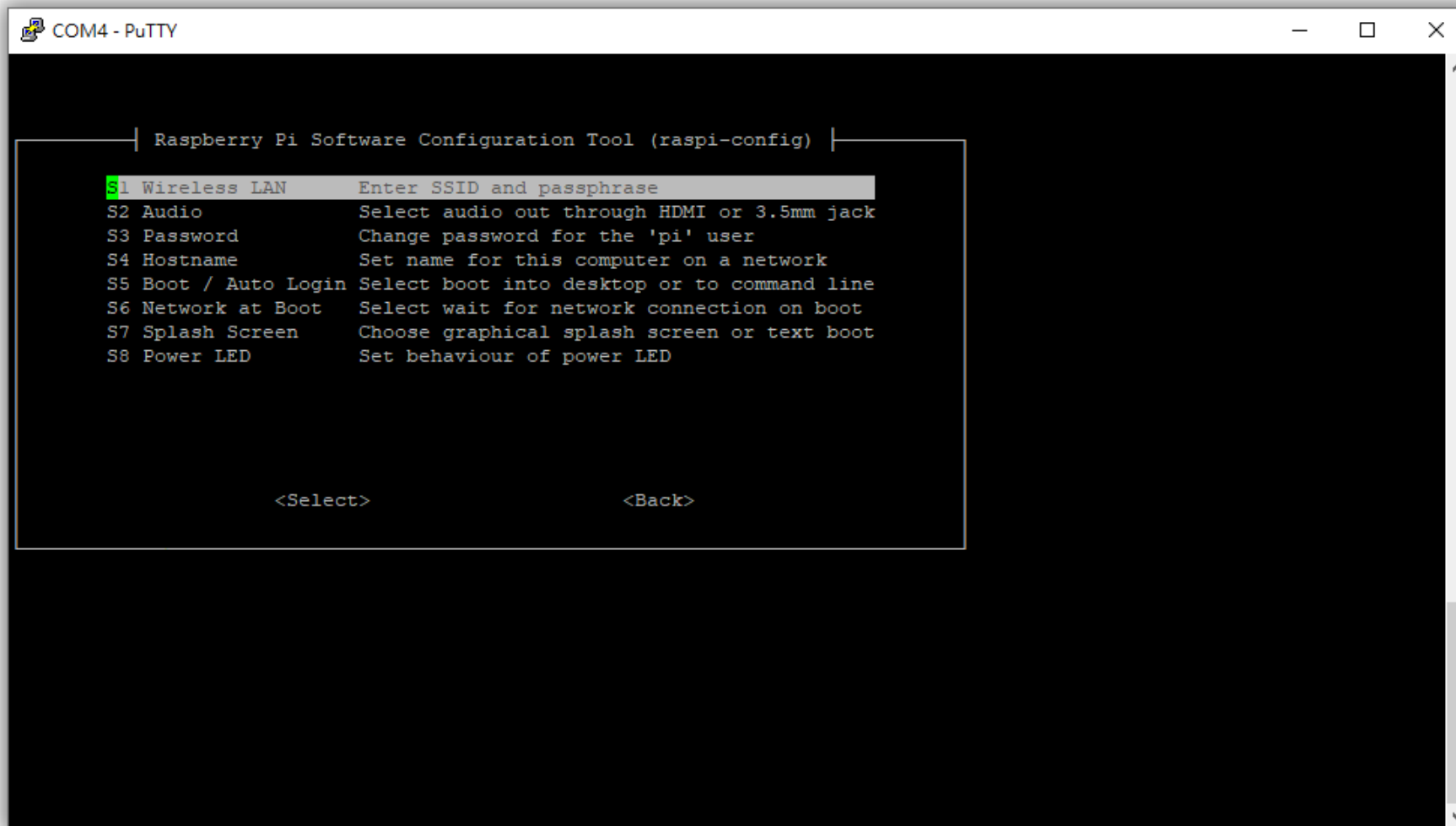
```
COM4 - PuTTY
Raspberry Pi 4 Model B Rev 1.2

Raspberry Pi Software Configuration Tool (raspi-config)
1 System Options      Configure system settings
2 Display Options     Configure display settings
3 Interface Options   Configure connections to peripherals
4 Performance Options Configure performance settings
5 Localisation Options Configure language and regional settings
6 Advanced Options    Configure advanced settings
8 Update              Update this tool to the latest version
9 About raspi-config  Information about this configuration tool

<Select>              <Finish>
```


raspi-config 設定 Wifi - Step 2

- 選擇 『 S1 Wireless LAN 』

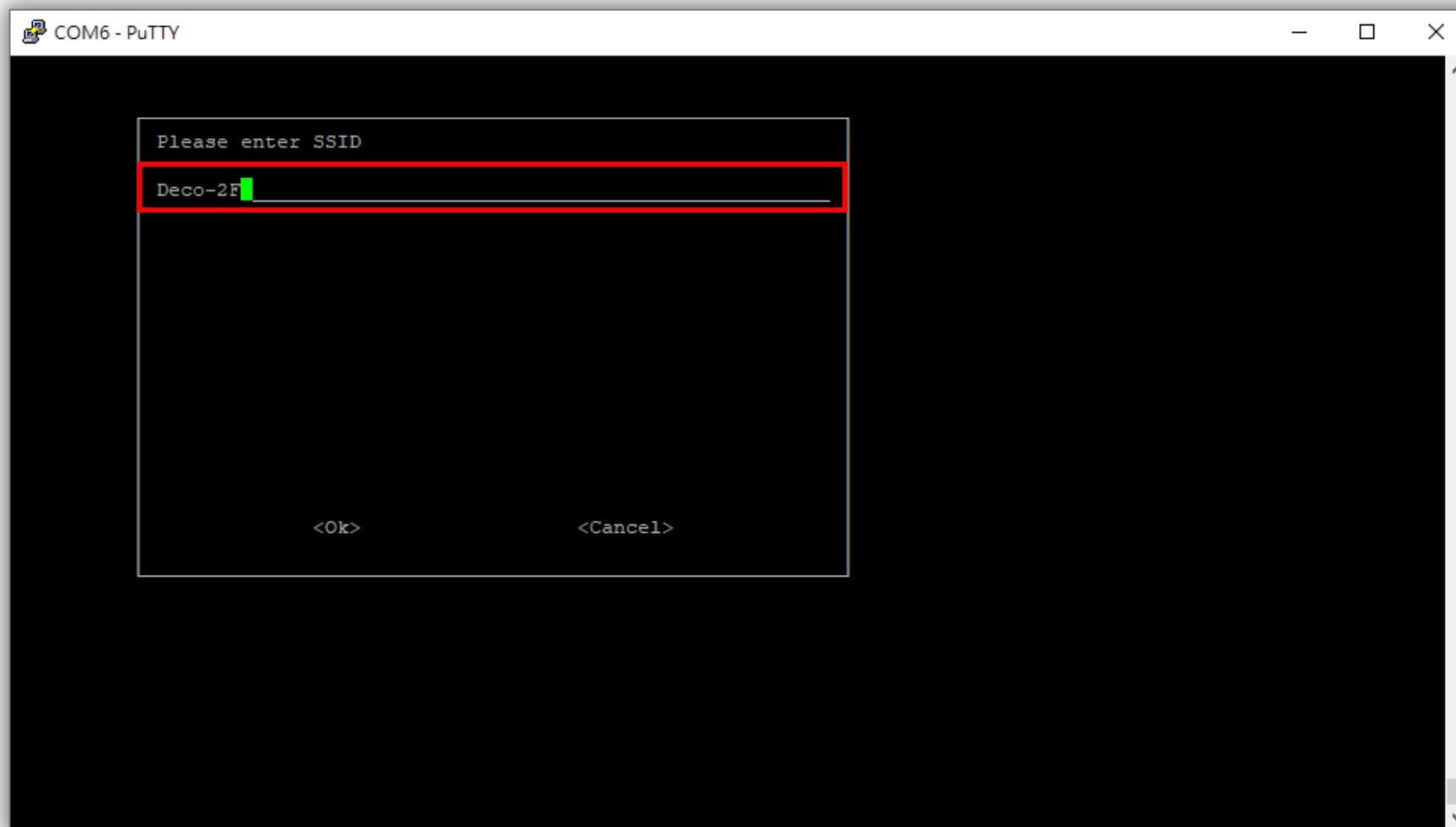


```
COM4 - PuTTY
Raspberry Pi Software Configuration Tool (raspi-config)
S1 Wireless LAN      Enter SSID and passphrase
S2 Audio             Select audio out through HDMI or 3.5mm jack
S3 Password          Change password for the 'pi' user
S4 Hostname          Set name for this computer on a network
S5 Boot / Auto Login Select boot into desktop or to command line
S6 Network at Boot   Select wait for network connection on boot
S7 Splash Screen     Choose graphical splash screen or text boot
S8 Power LED         Set behaviour of power LED

<Select>           <Back>
```

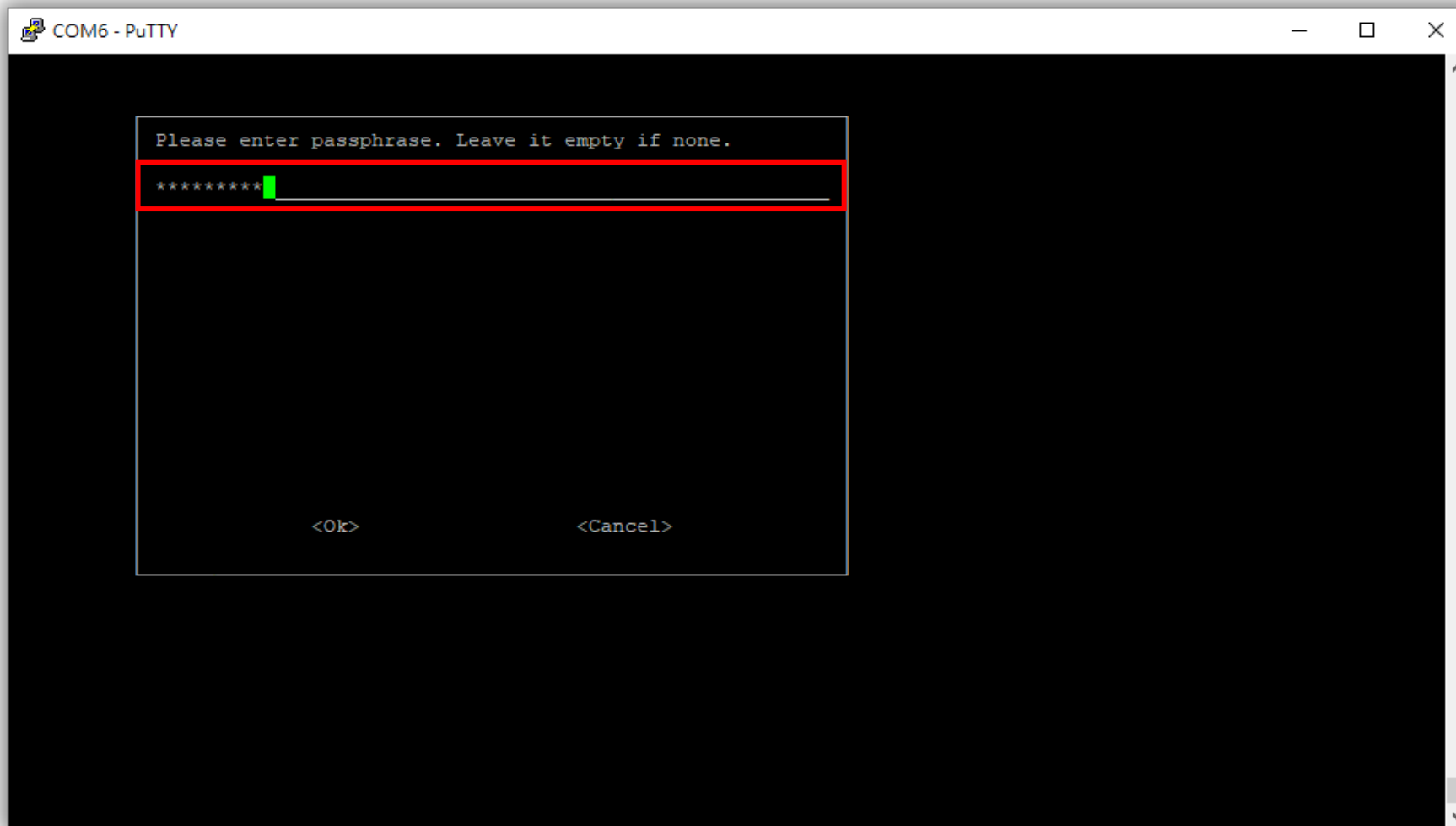
raspi-config 設定 Wifi - Step 3

- 輸入你的 WiFi AP's SSID (無線基地台的帳號)



raspi-config 設定 Wifi - Step 4

- 輸入 SSID 的密碼。

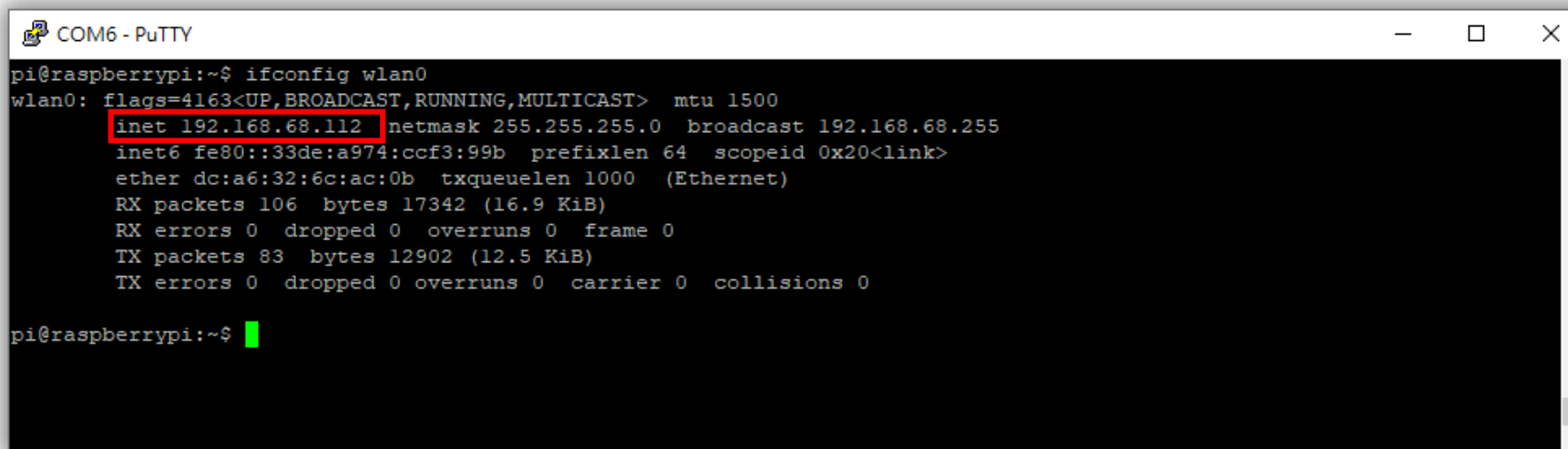


raspi-config 設定 Wifi - Step 5

- 檢查目前的網路

- ✓ 輸入：

- \$ `ifconfig wlan0`



```
COM6 - PuTTY
pi@raspberrypi:~$ ifconfig wlan0
wlan0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
  inet 192.168.68.112 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.68.255
  inet6 fe80::33de:a974:ccf3:99b prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
  ether dc:a6:32:6c:ac:0b txqueuelen 1000 (Ethernet)
  RX packets 106 bytes 17342 (16.9 KiB)
  RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
  TX packets 83 bytes 12902 (12.5 KiB)
  TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

pi@raspberrypi:~$
```

- ✓ 若 `inet` 沒有 IP，檢查以下檔案，帳/密是否正確？

- `/etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf`

修改 wpa_supplicant.conf

- 設定 WiFi 方法二：wpa-suppllicant configuration file
 - ✓ 輸入：
`$ sudo nano /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf`
 - ✓ 檢查 ssid (帳號) 與 psk (密碼) 是否正確，設定好後重新啟動 Pi。

```
network={  
    ssid="SSID of AP"  
    psk="password"  
}
```

Outline

- 樹莓派介紹
- 燒錄作業系統
- 串列控制 (UART/TTL Serial)
- 網路設定
- 遠端控制 (使用 SSH/VNC)
 - ✓ 使用 SSH
 - ✓ 使用 VNC

遠端控制 Pi

- 設定好網路，可以使用 **SSH** 或 **VNC** 取代 UART/TTL Serial。
 - ✓ 建議使用 **SSH** (純文字介面比視窗快很多)。
- Mac/Linux 使用 terminal (終端機)。
- Windows 用戶需要安裝 SSH client。
 - ✓ 使用 Putty

微型系統：Linux + 文字介面是王道

遠端控制 Pi (SSH) - Step 1

- 使用 **SSH** 連接 Pi 之前，需要先 enable SSH。

\$ **sudo raspi-config** (Select 『 3 Interface Options 』)

```
pi@raspberrypi: ~
Raspberry Pi 4 Model B Rev 1.2

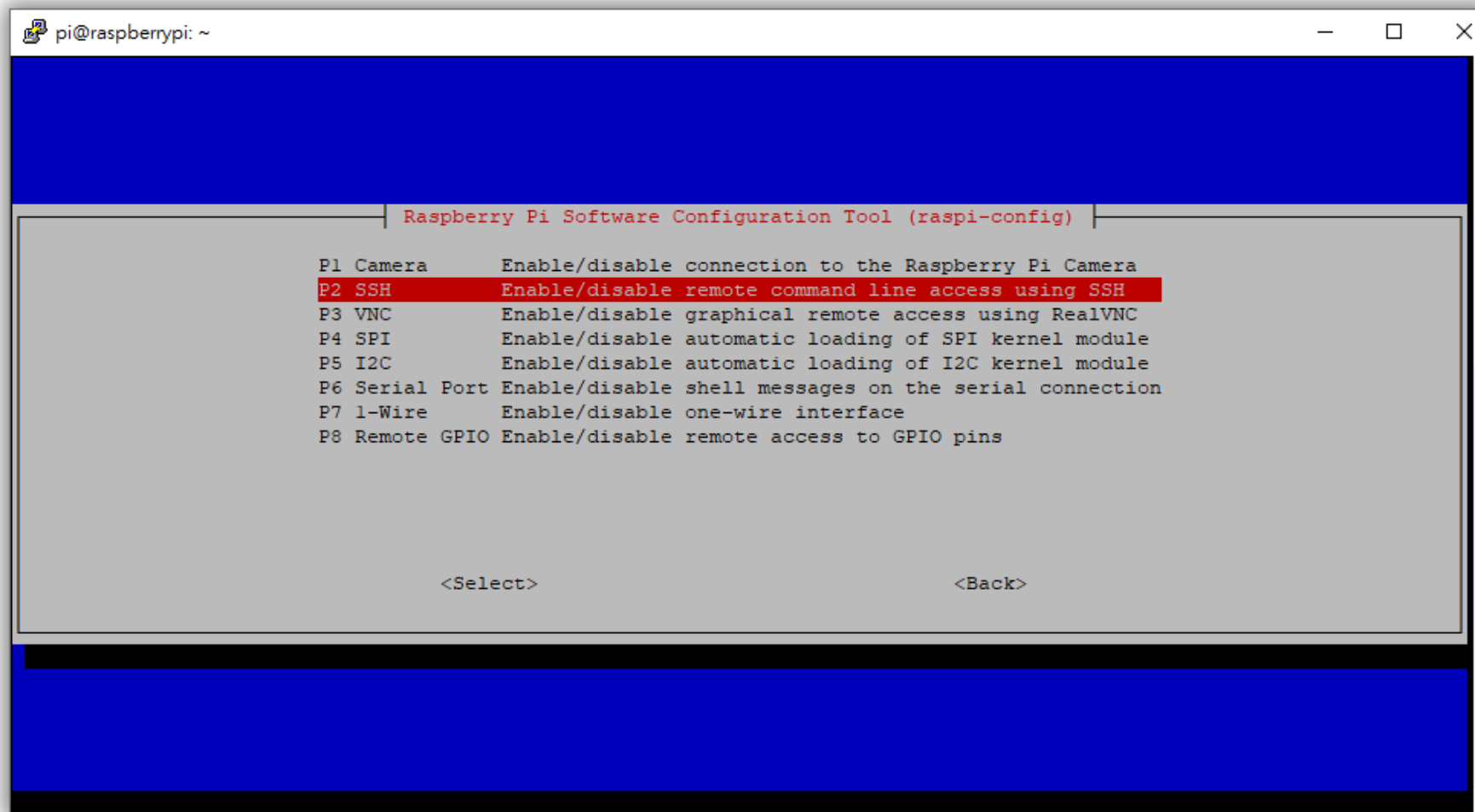
Raspberry Pi Software Configuration Tool (raspi-config)

1 System Options      Configure system settings
2 Display Options     Configure display settings
3 Interface Options   Configure connections to peripherals
4 Performance Options Configure performance settings
5 Localisation Options Configure language and regional settings
6 Advanced Options    Configure advanced settings
8 Update              Update this tool to the latest version
9 About raspi-config  Information about this configuration tool

<Select>                <Finish>
```

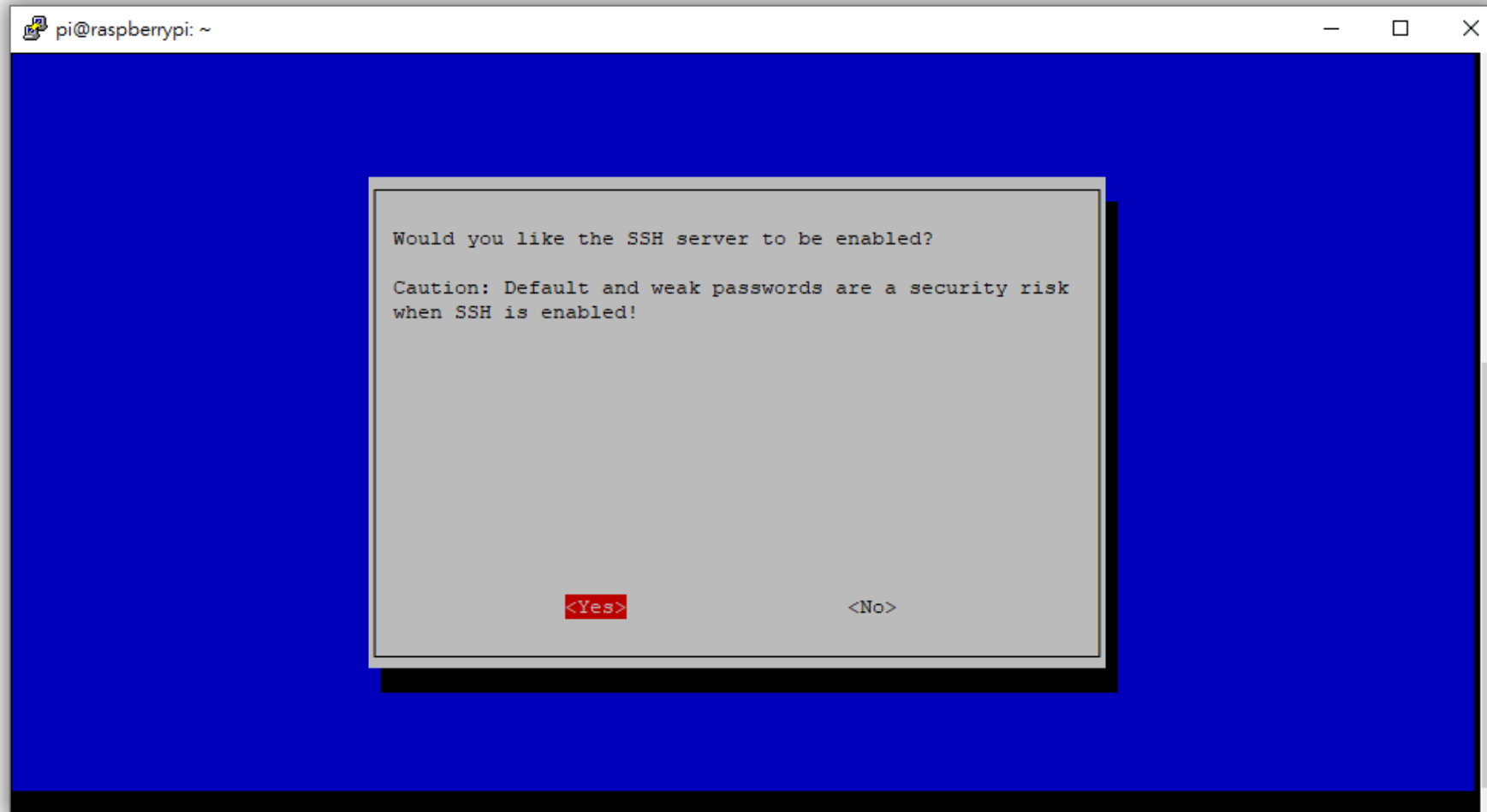
遠端控制 Pi (SSH) - Step 2

- 選擇 『 P2 SSH 』 。



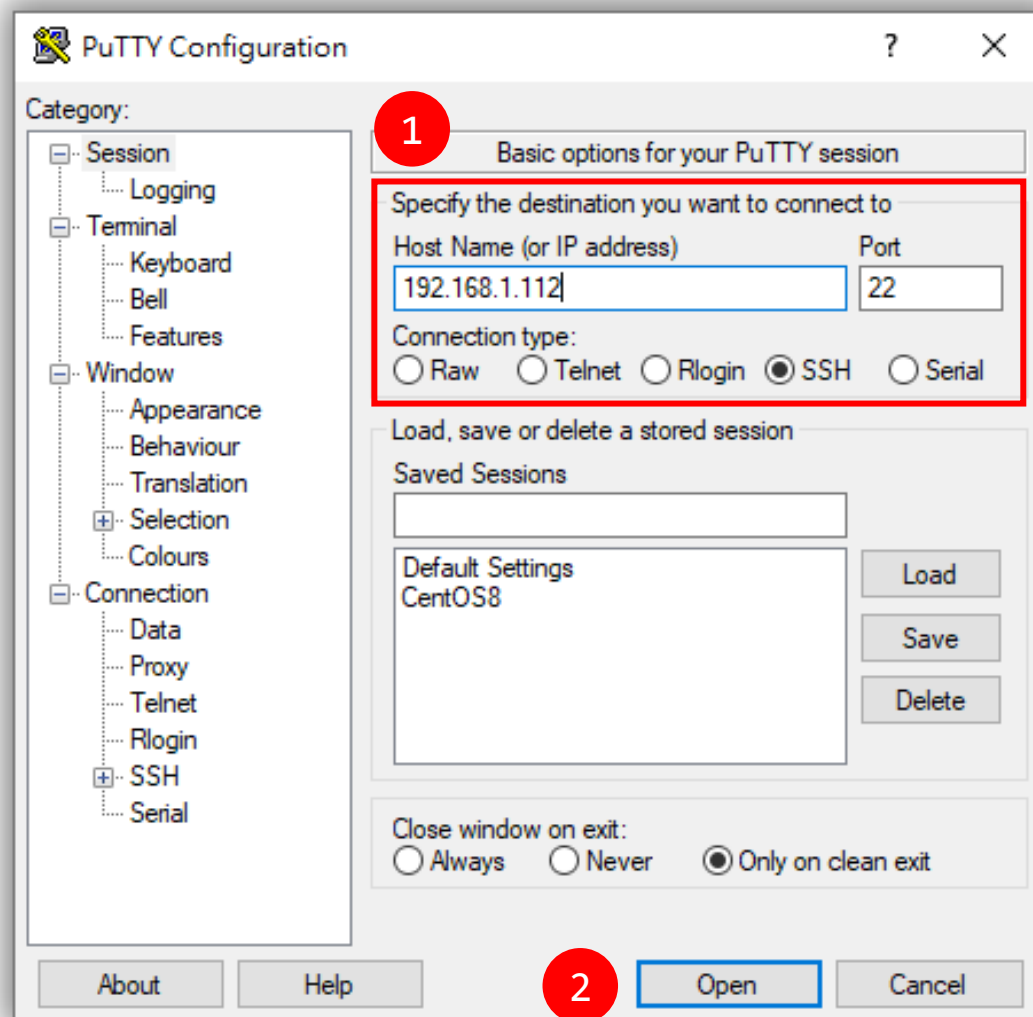
遠端控制 Pi (SSH) – Step 3

- Enable SSH.

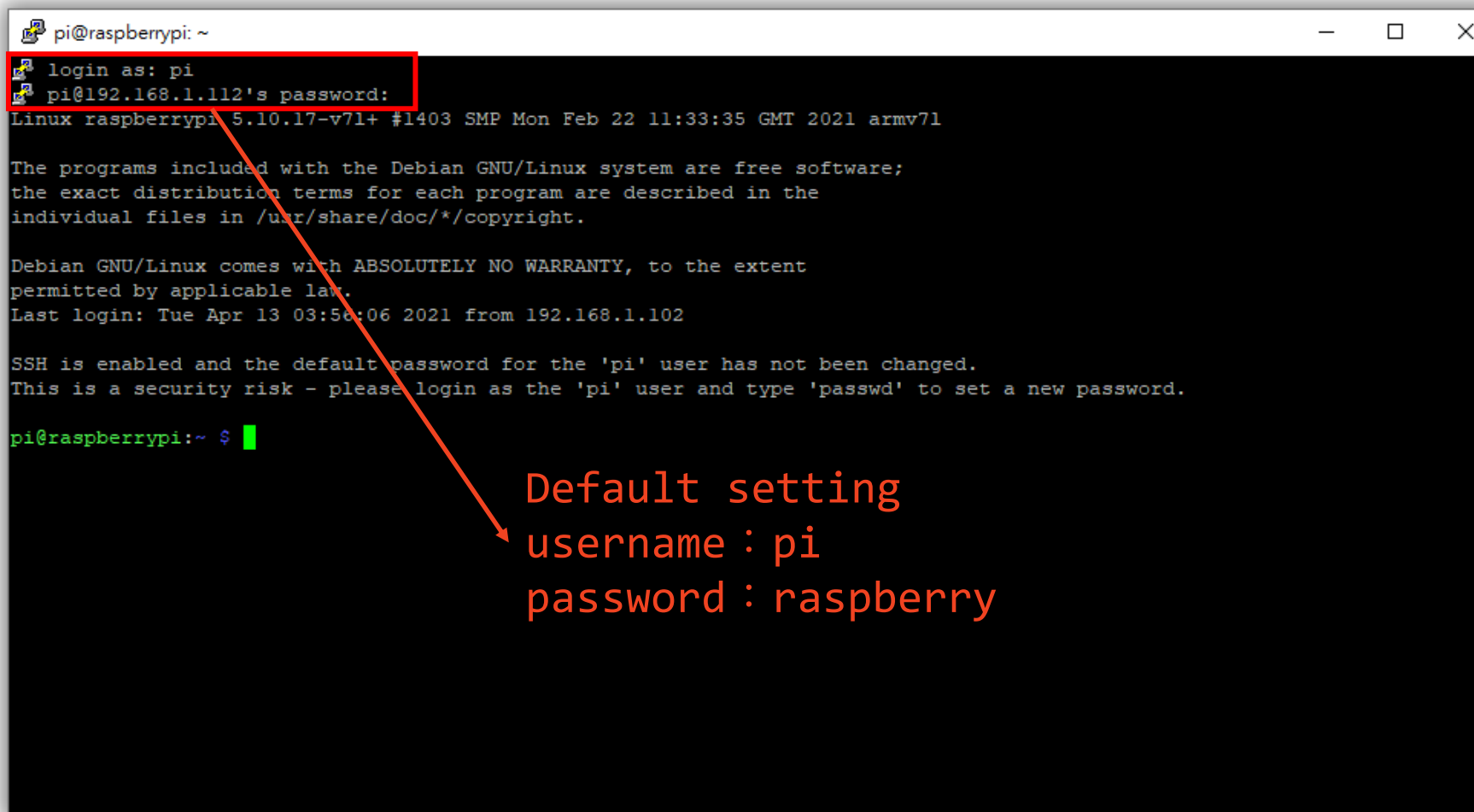


遠端控制 Pi (SSH) for Windows (1/2)

- 然後，開啟 Putty 使用 SSH 連線。(SSH Port : 22)



遠端控制 Pi (SSH) for Windows (2/2)



```
pi@raspberrypi: ~  
login as: pi  
pi@192.168.1.112's password:  
Linux raspberrypi 5.10.17-v7l+ #1403 SMP Mon Feb 22 11:33:35 GMT 2021 armv7l  
  
The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;  
the exact distribution terms for each program are described in the  
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.  
  
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent  
permitted by applicable law.  
Last login: Tue Apr 13 03:56:06 2021 from 192.168.1.102  
  
SSH is enabled and the default password for the 'pi' user has not been changed.  
This is a security risk - please login as the 'pi' user and type 'passwd' to set a new password.  
  
pi@raspberrypi:~ $
```

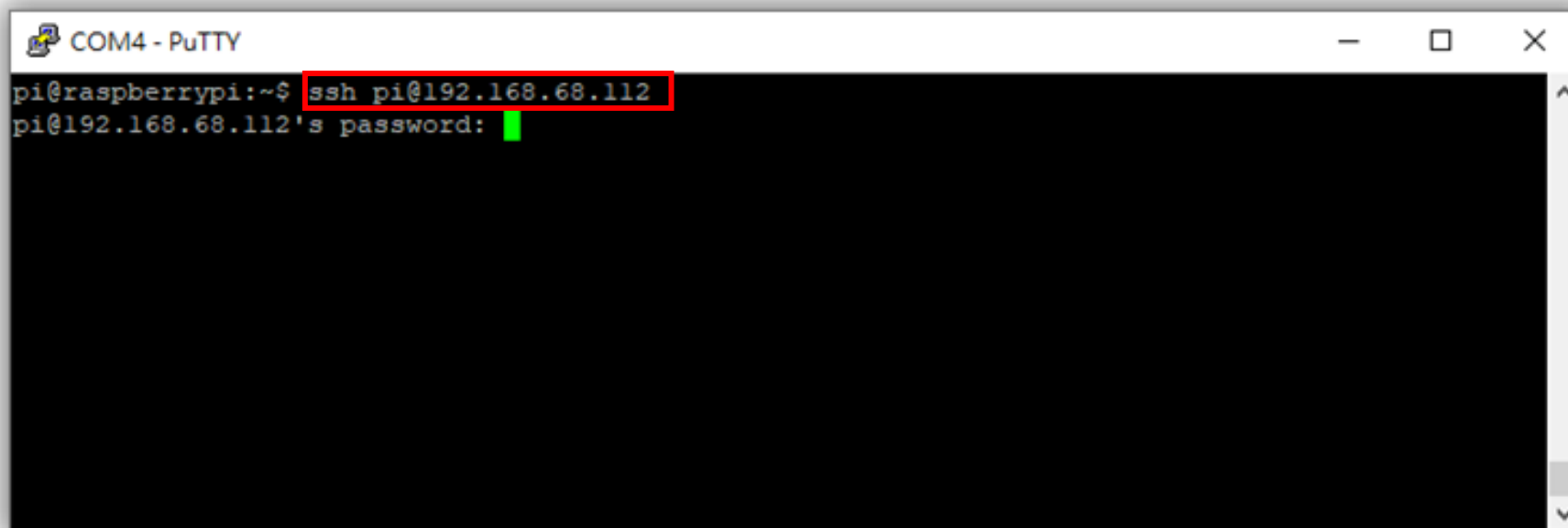
Default setting
username : pi
password : raspberry

遠端控制 Pi (SSH) for Mac/Linux

- 若你使用 Unix-like 系統 (Mac/Linux)，開啟 terminal:

\$ `ssh pi@"your_Pi_IP"` (例如：`ssh pi@192.168.1.112`)

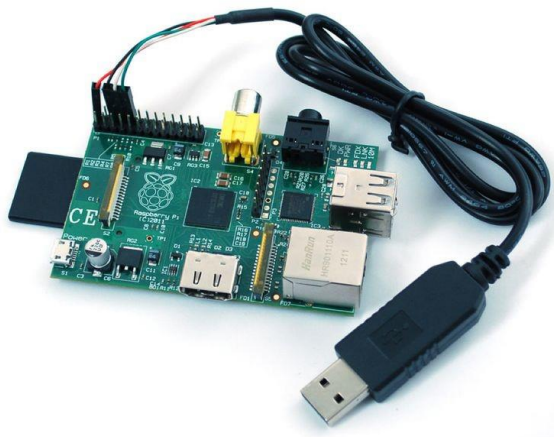
\$ `exit` (離開 SSH 連線)



A screenshot of a PuTTY terminal window titled "COM4 - PuTTY". The terminal shows the command `ssh pi@192.168.68.112` being entered at the prompt `pi@raspberrypi:~$`. The command is highlighted with a red box. Below the command, the prompt `pi@192.168.68.112's password:` is displayed with a green cursor.

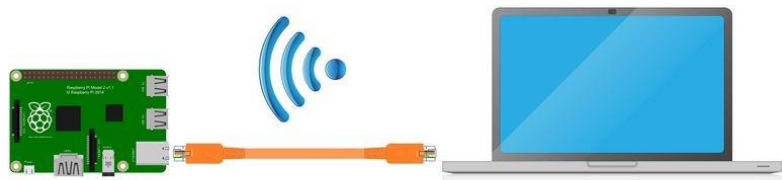
Serial 連線和 SSH 連線有什麼不同？

- Serial 以實體線路相連，純文字、是獨占式的連線

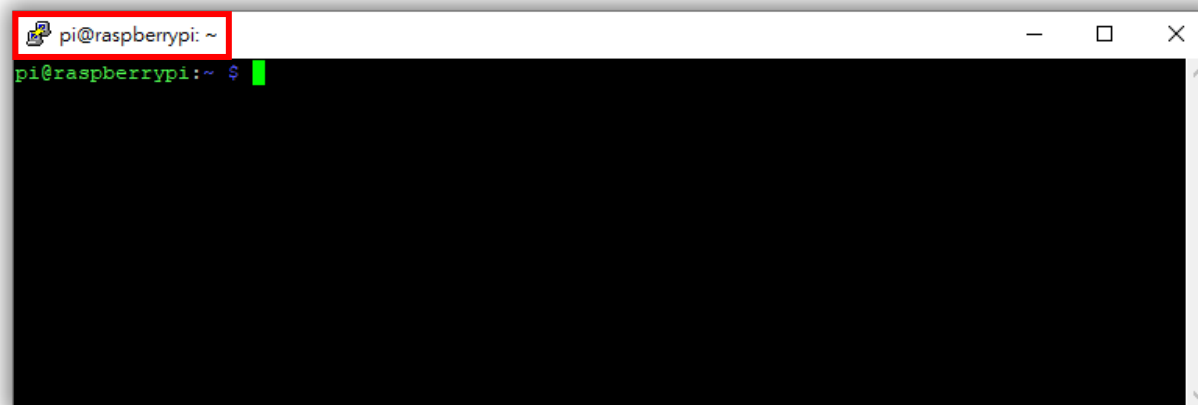


- SSH 是 TCP/IP 通訊協定，透過 Ethernet 或 WiFi 連線

Raspberry Pi



Direct Ethernet Connection



Outline

- 樹莓派介紹
- 燒錄作業系統
- 串列控制 (UART/TTL Serial)
- 網路設定
- 遠端控制 (使用 SSH/VNC)
 - ✓ 使用 SSH
 - ✓ 使用 VNC

遠端控制 Pi (VNC)

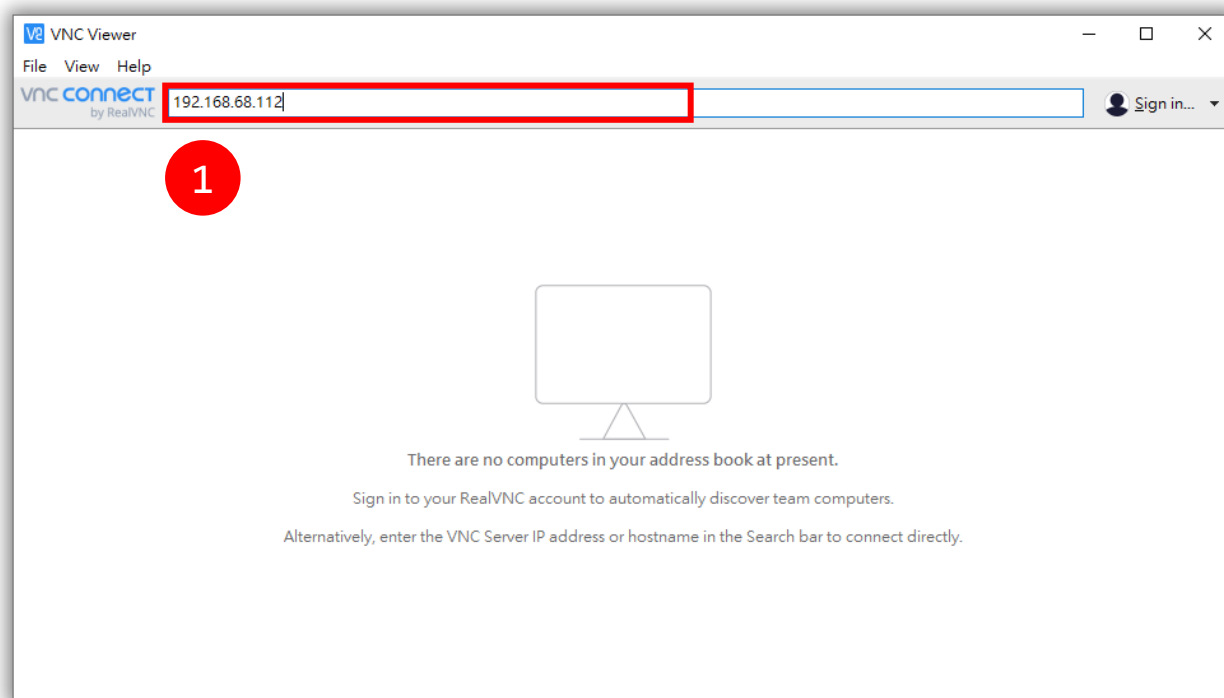
- 使用 **VNC** 連接 Pi 之前，需要先在 Pi 上 enable VNC。
 1. \$ **sudo raspi-config**
 2. 選擇 『 3 Interface Options 』
 3. 選擇 『 P3 VNC 』
 4. Enable VNC

遠端控制 Pi (VNC) for Windows (1/2)

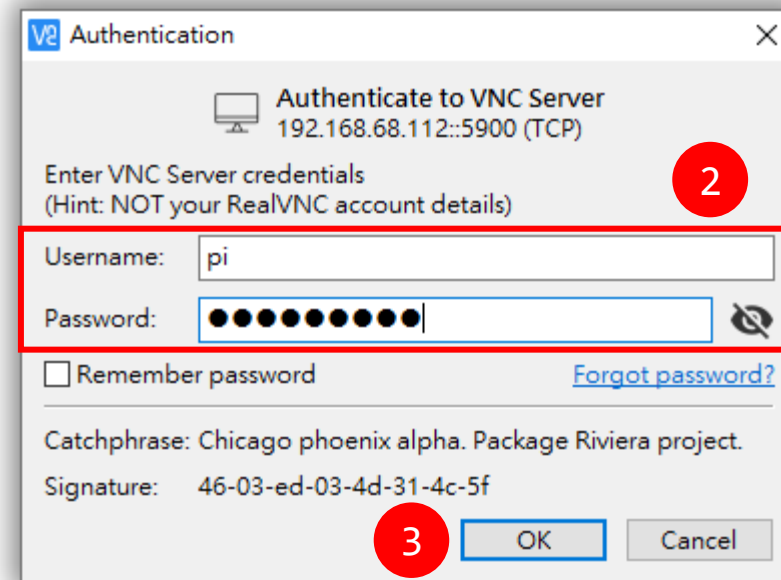
ex1-9

- 下載與安裝 VNC Viewer

- ✓ <https://www.realvnc.com/en/connect/download/viewer/>

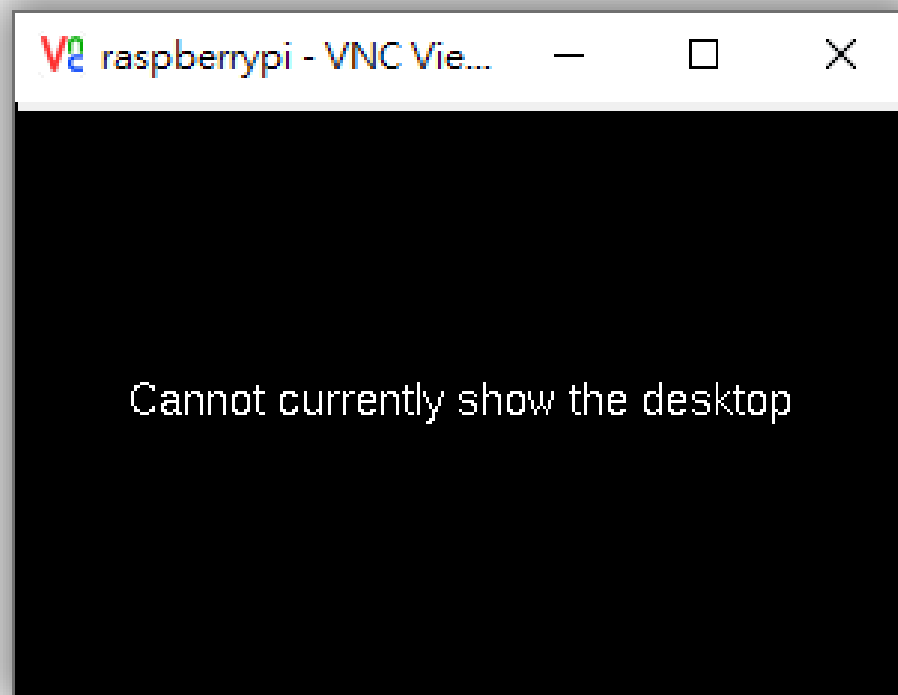


username : pi
password : raspberry



當出現這個時，調整解析度

- 解決辦法：changing the resolution to the highest (更改更高的分辨率即可)。



調整分辨率

- 修改 Pi 的 `/boot/config.txt`。

```
$ sudo nano /boot/config.txt
```

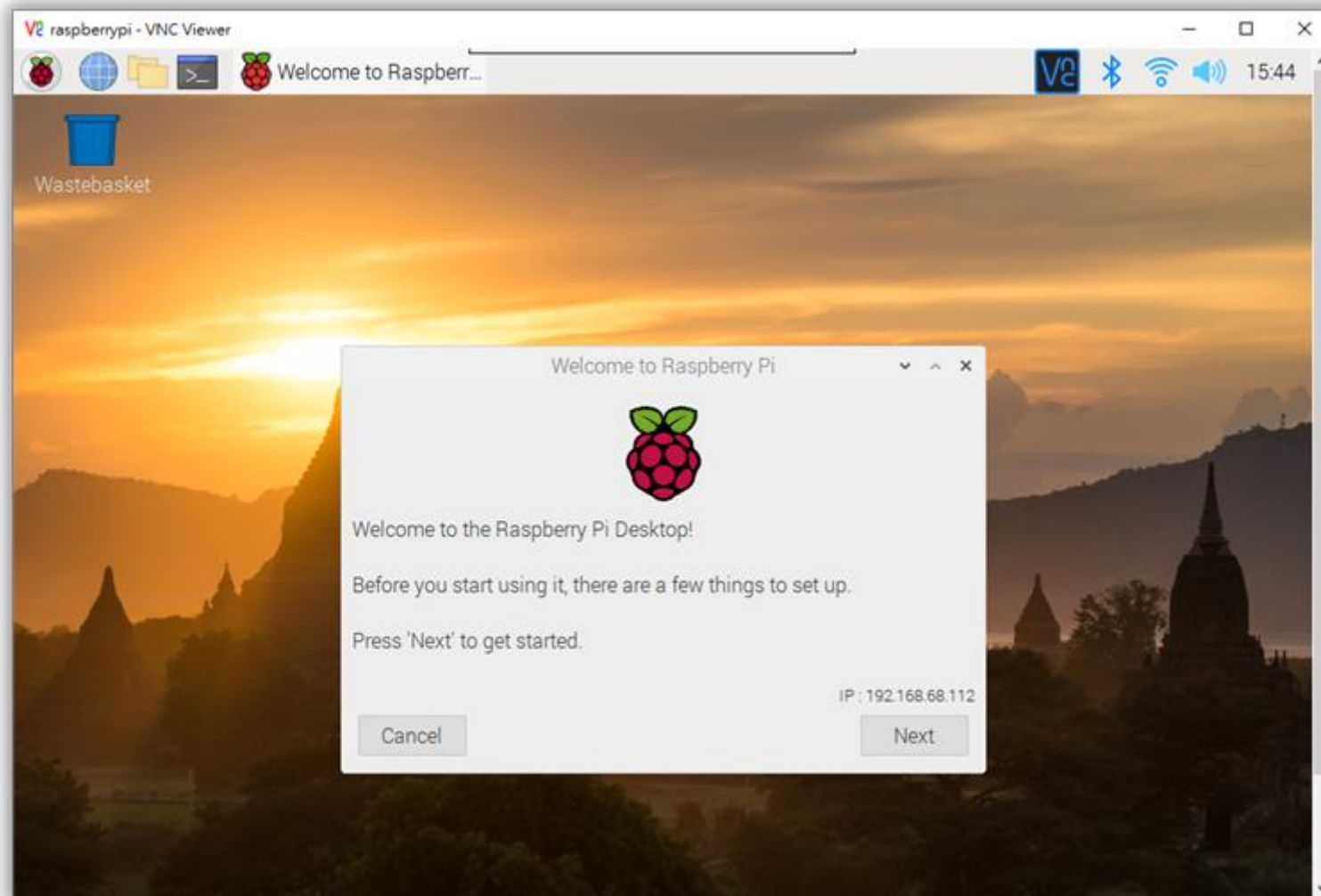
```
# uncomment if hdmi display is not detected and composite is being output
#hdmi_force_hotplug=1
# uncomment to force a specific HDMI mode (this will force VGA)
#hdmi_group=1      拿掉註解
#hdmi_mode=1
```



```
# uncomment if hdmi display is not detected and composite is being output
hdmi_force_hotplug=1
# uncomment to force a specific HDMI mode (this will force VGA)
hdmi_group=2      更改參數
hdmi_mode=16
```

```
$ sudo reboot
```

遠端控制 Pi (VNC) for Windows (2/2)



材料帶回家，實操到作夢都會做

You have one week!