

台灣 IPv6 全面升級

IPv6 升級實作技術手冊第 2.0 版

第十五篇 Ubuntu Linux Server/Apache/Nginx/BIND 升級 IPv6



財團法人台灣網路資訊中心編撰

中華民國 110 年 12 月 31 日

IPv6 升級實作技術手冊

出版者：財團法人台灣網路資訊中心

網址：<https://www.twnic.tw/>

地址：105 臺北市松山區八德路四段 123 號 3 樓

總機電話：886-2-25289696

發行人：李育杰

編審：黃勝雄

主編：顧靜恆

編輯：蔡更達、鄭進興、林柏宇、林豈葳

中華民國 110 年 12 月第 2.0 版

IPv6 升級實作技術手冊

目錄

| | |
|---|----|
| 第十五篇Ubuntu Linux Server/Apache/Nginx/BIND 升級 IPv6 | 1 |
| 一、 本篇概述 | 1 |
| 二、 Linux Server 主機啟動支援 IPv6 | 2 |
| (一) 系統環境說明..... | 2 |
| (二) 啟動 Linux 伺服器主機支援 IPv6..... | 3 |
| (三) 驗證 IPv6 通訊協定 | 8 |
| 三、 Apache 伺服器啟動支援 IPv6 | 12 |
| (一) 安裝 Linux Apache 網站伺服器 | 12 |
| (二) 設定 Linux Apache 網站伺服器 | 14 |
| (三) 測試 IPv6 網站伺服器 | 17 |
| 四、 Nginx 伺服器啟動支援 IPv6 | 19 |
| (一) 安裝 Linux Nginx 網站伺服器..... | 19 |
| (二) 設定 Linux Nginx 網站伺服器..... | 21 |
| (三) 測試 IPv6 網站伺服器..... | 23 |
| 五、 Linux (Ubuntu) BIND DNS 伺服器軟體啟動 IPv6 作業流程 | 25 |
| (一) 安裝 DNS 伺服器..... | 25 |
| (二) 設定 BIND | 27 |
| (三) 設定 IPv4 DNS 記錄..... | 32 |
| (二) 檢測 DNS IPv4 A 設定 | 35 |
| (三) 設定主設定檔 IPv6 DNS 參數 | 39 |
| (四) 設定 IPv6 DNS 記錄 | 41 |
| (五) 檢測 DNS IPv6 AAAA 設定 | 44 |
| (六) 上層 DNS 的設定..... | 50 |



第十五篇 Ubuntu Linux Server/Apache/Nginx/BIND 升級 IPv6

一、本篇概述

Linux Kernel 在 2.1.8 即加入 IPv6 的部份功能，現今的 Linux Kernel 5.4x 中，IPv6 已經是被完整地支援。在 2008 年 12 月 1 日，Linux Foundation (Linux 基金會)宣佈 IPv6 在 Linux 主要的 Distribution(發行版)中，已經相容美國國防部的標準(連結)。現在只要下載任何一個常見的 Distribution，都可以支援 IPv6。本文件教學以 Ubuntu 20.04 作為示範。

Apache 是 Linux 系統上最廣泛用來架設 Web 伺服器的架站軟體，許多大型 Web Site 都是採用 Apache 作為 Web 伺服器。BIND 全名為 Berkeley Internet Name Domain，是目前世界上使用最為廣泛的 DNS 服務器，由美國加州大學 Berkeley 分校開發和維護。無論是 Unix、Sun Solaris、Free BSD、Linux，甚至 Windows 系統，都可以安裝 Apache 及 BIND 來提供服務。

本篇文件為針對 IPv4 與 IPv6 雙協定網路服務環境，以大量附圖說明如何一步一步完成 Linux 伺服主機、Apache Web 伺服器及 BIND DNS (Domain Name System，DNS) 伺服器的安裝設定。首先介紹 Linux 主機的 IPv6 相關設定，接著說明 Apache Web 伺服器的安裝與設定，以及介紹如何將常見的網頁程式語言修改支援 IPv6 環境，如 HTML、PHP、ASP、ASP.NET 以及 JSP；最後介紹 DNS 伺服器的安裝與設定。

本篇文件內容參考新一代網際網路協定互通認證計畫移轉技術分項計畫團隊提供之資料進行編撰，特此感謝。



二、Linux Server 主機啟動支援 IPv6

(一) 系統環境說明

本範例之系統建置環境如圖 1，說明如下：

1. 伺服主機

- (1) 作業系統： Ubuntu 20.04
- (2) WWW 伺服器： Apache ver. 2.4.41
- (3) DNS 伺服器： BIND ver. 9.16.1

2. 測試用戶端

- (1) Windows 10 20H2 (預設 IPv6 enable)
- (2) 使用其他具有 IPv6 連線能力的作業系統也可以

3. 待設定 DNS 記錄之主機

- (1) DNS 伺服主機，名稱： ns1.labubuntu.ipv6net.tw，IPv4 位址：
163.18.23.237，IPv6 位址：2001:288:8005:23::237
- (2) WWW 伺服主機，名稱： www.labubuntu.ipv6net.tw，IPv4 位址：
163.18.23.237，IPv6 位址：2001:288:8005:23::237

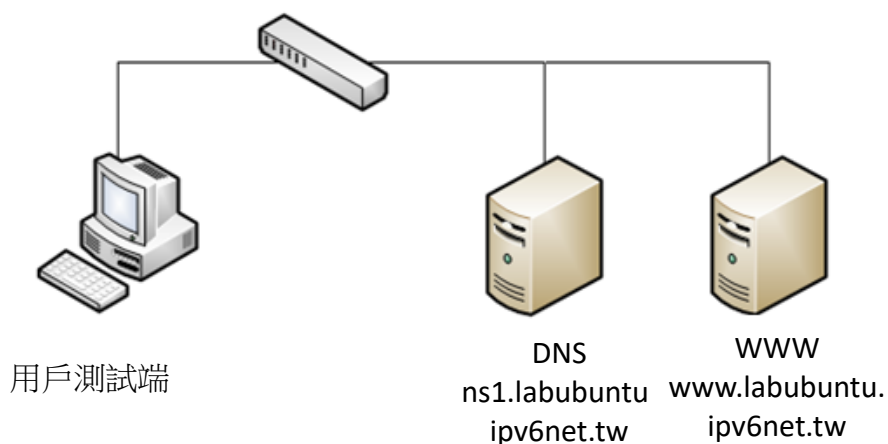


圖 1 網路架構圖

(二) 啟動 Linux 伺服器主機支援 IPv6

1. Ubuntu 預設啟動支援 IPv6

Ubuntu 在安裝時，系統已經預設啟動 IPv6 功能，使用者可在圖形介面視窗中進行手動設定 IPv6 位址，如圖 2。

The screenshot shows the 'Network Settings' window for a wired connection. The 'IPv6' tab is selected. Under 'IPv6 Method', the 'Manual' option is chosen. The 'Address' section shows a table with one entry: address '2001:288:8005:23::237', prefix '64', and gateway '2001:288:8005:23::254'. The 'DNS' section has a toggle for 'Automatic' which is turned on, and a text field containing '2001:288:8005:1::7'.

| 地址 | 前綴 | 通訊閘 |
|-----------------------|----|-----------------------|
| 2001:288:8005:23::237 | 64 | 2001:288:8005:23::254 |
| | | |

DNS: 自動 ☒ 2001:288:8005:1::7

請以逗號 (,) 分隔 IP 地址

圖 2 Ubuntu 設定 IPv6 位址

Program Office



2. 修改 IPv6 網路相關組態

在 Ubuntu 修改 IPv6 網路相關組態的步驟包括：

(1) 識別我們的介面

Command: # ip a 或

Command: # ip addr

```
root@ns1:~# ip addr
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN
group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: ens33: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel
state UP group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:a9:e1:1a brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.124.144/24 brd 192.168.124.255 scope global dynamic
noprofixroute ens33
    valid_lft 1429sec preferred_lft 1429sec
    inet6 fd15:4ba5:5a2b:1008:20c:29ff:fea9:e11a/64 scope global tentative dynamic
mngtmpaddr
    valid_lft 86400sec preferred_lft 14400sec
    inet6 fe80::20c:29ff:fea9:e11a/64 scope link noprefixroute
    valid_lft forever preferred_lft forever
```

圖 3 識別網路介面

在上面的輸出中，這是在 Ubuntu 虛擬機上運行指令的結果，我們可以看到兩個介面：lo 和 ens33。第一個是「虛擬」接口，系統使用它與自身「對話」。第二個是我們感興趣的，目前它的 IPv4 位址是「192.168.124.124」以下將說明如何修改。

(2) 尋找網路設定檔案

Ubuntu 20.04 使用「netplan」作為預設網路管理器。「netplan」的設定檔案儲存在/etc/netplan 目錄中。你可以使用以下指令在 /etc/netplan 目錄中找到此設定檔案：

Command: # ls /etc/netplan

```
root@ns1:~# ls /etc/netplan
00-installer-config.yaml
```

圖 4 尋找網路設定檔案

上面的指令將返回帶有.yaml 擴展名的設定檔案的名稱，在本範例為 00-installer-config.yaml。





(3) 修改 00-installer-config.yaml 檔案

在對此檔案進行任何更改之前，請確保為其建立備份副本。使用 `cp` 命令執行此操作：

■ Command: `# sudo cp /etc/netplan/00-installer-config.yaml 00-installer-config.yaml.bak`

您可以使用任何文件編輯器編輯網路規劃配置。為此，我們在這裡使用 Nano 文件編輯器。

■ Command: `#sudo nano /etc/netplan/00-installer-config.yaml`

```
# This is the network config written by 'subiquity'
network:
  renderer: NetworkManager # add this line
  ethernets:
    ens33:
      dhcp4: no
      dhcp6: no
      addresses:
        - 163.18.23.237/24
        - 2001:288:8005:23::237/64
      gateway4: 163.18.23.254
      gateway6: 2001:288:8005:23::254
      nameservers:
        addresses: [163.18.1.7]
        addresses: [2001:288:8005:1::7]

version: 2
```

圖 5 修改網路設定檔

儲存變更設定並離開 nano 設定（`ctrl + x > y > enter`）

(4) 測試及套用設定

使用以下指令測試修改檔案有無錯誤

■ Command: # sudo netplan try

套用新網路設定

■ Command: # sudo netplan apply

(5) 檢查設定結果

Command: # ip addr

顯示變更後設定結果，「ens33:」為變更後設定結果

```
root@ns1:~# ip addr
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state
UNKNOWN group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: ens33: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
fq_codel state UP group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:a9:e1:1a brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 163.18.23.237/24 brd 163.18.23.255 scope global noprefixroute ens33
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 2001:288:8005:23::237/64 scope global noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::20c:29ff:fea9:e11a/64 scope link noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

圖 6 網卡變更設定後



(三) 驗證 IPv6 通訊協定

1. 驗證啟動 IPv6 通訊協定

在 Linux 主機藉由命令提示字元模式使用『ping』指令，查看是否有回應，確認主機已啟動支援 IPv6 通訊協定，如圖所示。

Command : ping6 ::1

說明：

- 『Ping6』表示進行 IPv6 網路的測試。
- 『::1』是 IPv6 中的繞回位址(Loopback Address)，Loopback 位址是用來測試本機電腦上的 TCP/IP 通訊協定，即使網路線沒有接上也可以用來測試通訊協定是否已經正常運作。
- 出現類似『64 bytes from ::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.019 ms』回應表示作業系統已啟動 IPv6 通訊協定。

```
root@ns1# ping6 ::1
PING ::1(::1) 56 data bytes
64 bytes from ::1: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.020 ms
64 bytes from ::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.076 ms
64 bytes from ::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.079 ms
64 bytes from ::1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.082 ms

--- ::1 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3062ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.020/0.076/0.079/0.082 ms
root@eve#
```

圖 7 ping6 ::1 指令

2. 驗證 IPv6 位址

安裝完 Ubuntu 之後，可以使用 `ifconfig` 指令，如圖所示，會發現 `ens33` 這個 interface 已經有 `2001:288` 開頭的 IPv6 位址。

■ Command : `# ifconfig`

說明：

出現『`inet6 : 2001:288:8005:23::237 prefixlen 64 Scopeid:0x0<global>`』表示之前設定的 IPv6 位址已經生效。

```
root@ns1:~# ifconfig
ens33: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST>  mtu 1500
    inet 163.18.23.237  netmask 255.255.255.0  broadcast 163.18.23.255
    inet6 2001:288:8005:23::237  prefixlen 64  scopeid 0x0<global>
    inet6 fe80::20c:29ff:fea9:e11a  prefixlen 64  scopeid 0x20<link>
    ether 00:0c:29:a9:e1:1a  txqueuelen 1000  (Ethernet)
    RX packets 36920  bytes 15834660 (15.8 MB)
    RX errors 0  dropped 0  overruns 0  frame 0
    TX packets 8430  bytes 1149604 (1.1 MB)
    TX errors 0  dropped 0 overruns 0  carrier 0  collisions 0

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING>  mtu 65536
    inet 127.0.0.1  netmask 255.0.0.0
    inet6 ::1  prefixlen 128  scopeid 0x10<host>
    loop  txqueuelen 1000  (Local Loopback)
    RX packets 1542  bytes 162626 (162.6 KB)
    RX errors 0  dropped 0  overruns 0  frame 0
    TX packets 1542  bytes 162626 (162.6 KB)
    TX errors 0  dropped 0 overruns 0  carrier 0  collisions 0
```

圖 8 `ifconfig` 指令



3. 驗證對外 IPv6 連線

在 Linux 主機藉由命令提示字元模式使用『ping』指令，查看是否有回應，以確認 Linux Server 主機是否已經可以連接到外界之 IPv6 網路。測試用 IPv6 網站可選 www.ipv6.org.tw 或其他 IPv6 網站，如圖 9。

Command: # ping6 www.ipv6.org.tw

說明：

- 『Ping6』表示進行 IPv6 網路的測試。
- 『::1』是 IPv6 中的繞回位址(Loopback Address)，Loopback 位址是用來測試本機電腦上的 TCP/IP 通訊協定，即使網路線沒有接上也可以用來測試通訊協定是否已經正常運作。
- 出現類似『64 bytes from 2001:c50:ffff:1::9242
(2001:c50:ffff:1::9242): icmp_seq=1 ttl=63 time=58.8 ms』回應表示作業系統已啟動 IPv6 通訊協定。

```
root@ns1#ping6 www.ipv6.org.tw
PING www.ipv6.org.tw(2001:c50:ffff:1::9242 (2001:c50:ffff:1::9242)) 56 data bytes
64 bytes from 2001:c50:ffff:1::9242 (2001:c50:ffff:1::9242): icmp_seq=1 ttl=63 time=58.8
ms
64 bytes from 2001:c50:ffff:1::9242 (2001:c50:ffff:1::9242): icmp_seq=2 ttl=63 time=17.0
ms
64 bytes from 2001:c50:ffff:1::9242 (2001:c50:ffff:1::9242): icmp_seq=3 ttl=63 time=16.8
ms
64 bytes from 2001:c50:ffff:1::9242 (2001:c50:ffff:1::9242): icmp_seq=4 ttl=63 time=19.8
ms
64 bytes from 2001:c50:ffff:1::9242 (2001:c50:ffff:1::9242): icmp_seq=5 ttl=63 time=16.7
ms
--- www.ipv6.org.tw ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 4010ms
rtt min/avg/max/mdev = 16.672/25.803/58.774/16.526 ms
root@eve#
```

圖 9 Linux Server 檢測主機連接外界 IPv6 網站

4. 從測試用戶端 Ping 主機

如果要從其他電腦對主機做 Ping 測試，要先確定主機的防火牆已經打開『允許傳入的回應要求』。在 Windows 10 測試用戶端藉由命令提示字元模式使用『ping』指令，查看是否有回應，如圖 10。

Command : ping -6 2001:288:8005:23::237

說明：『-6』表示對 IPv6 網路連線進行測試。

```
C:\Users\Lab>ping -6 2001:288:8005:23::237

Ping 2001:288:8005:23::237 (使用 32 位元組的資料):
回覆自 2001:288:8005:23::237: 時間=1ms
回覆自 2001:288:8005:23::237: 時間=2ms
回覆自 2001:288:8005:23::237: 時間=3ms
回覆自 2001:288:8005:23::237: 時間=3ms

2001:288:8005:23::237 的 Ping 統計資料:
    封包: 已傳送 = 4, 已收到 = 4, 已遺失 = 0 (0% 遺失),
大約的來回時間 (毫秒):
    最小值 = 1ms, 最大值 = 3ms, 平均 = 2ms

C:\Users\Lab>
```

圖 10 從測試用戶端 Ping 主機





三、Apache 伺服器啟動支援 IPv6

依據 2021 年 Web Server 世界排名，目前 Apache 市占率為 31.7%。最高的為 Nginx，後面會說明 Nginx 安裝步驟。

資料來源：https://w3techs.com/technologies/overview/web_server

(一) 安裝 Linux Apache 網站伺服器

設定 Apache 時，主要工作是設定一些基本 Web Server 的選項，將 Apache 服務與指定的 address 與 port 結合，只需設定下列幾項基本的設定，即可啟用 Apache 的 IPv6 功能。

透過指令模式安裝 Apache，輸入 `sudo apt install apache2` 指令進行安裝，如圖 11 所示。

Command: # `sudo apt install apache2`

```
root@ns1:~ ~# sudo apt install apache2
正在讀取套件清單... 完成
正在重建相依關係
正在讀取狀態資料 完成
下列的額外套件將被安裝:
apache2-bin apache2-data apache2-utils libapr1 libaprutil1
libaprutil1-dbd-sqlite3 libaprutil1-1dap liblua5.2-0
建議套件:
apache2-doc apache2-suexec-pristine |apache2-suexec-custom
下列【新】套件將會被安裝:
apache2 apache2-bin apache2-data apache2-utils libapr1 libaprutil1
libaprutil1-dbd-sqlite3 libaprutil1-1dap liblua5.2-0
升級個,新安裝個,移除個,有。個未被升級。
需要下載 1,819B 的套件。
此操作完成之後,會多佔用 7,935kB 的磁碟空間。
是否繼續進行[/n]?[/n]
下載:1http://tw.archive.butu.com/ubuntu/oc/md64iapr1amd641.6.5-1u
buntu1 [91.4 kB]
下載:2http://tw.archive.buntu.com/ubufocird64.6
-----<以下省略>-----
Created symlink/etc/systemd/system/multi-user.target.wants/apache2.service ->/
```

```
ib/systemd/system/apache2.service.  
created symlink /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/apache-htcacheclean.  
service /lib/systemd/system/apache-htcacheclean.service.  
執行 ufw(.36-6)的觸發程式...  
執行 systemd(25.4-4ubuntu3.5)的觸發....  
執行 man-db(2.9.1)觸發程式  
執行 libc-bin(2.31-0ubuntu9.2)的觸發程.....  
root@eve:~#
```

圖 11 指令模式安裝 apache





(二) 設定 Linux Apache 網站伺服器

1. 確認網站伺服器

安裝完成後，使用以下指令確認 Apache 服務狀態。

■ Command: # `sudo systemctl status apache2`

用以下命令檢查該服務是否正在運行

```
● apache2.service - The Apache HTTP Server
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/apache2.service; enabled; vendor preset:
   enabled)
   Active: active (running) since Mon 2021-08-02 14:16:18 CST; 35min ago
     Docs: https://httpd.apache.org/docs/2.4/
  Main PID: 14716 (apache2)
    Tasks: 55 (limit: 4577)
   Memory: 7.4M
    CGroup: /system.slice/apache2.service
            └─14716 /usr/sbin/apache2 -k start
            └─14717 /usr/sbin/apache2 -k start
            └─14719 /usr/sbin/apache2 -k start

Aug 02 14:16:18 eve systemd[1]: Starting The Apache HTTP Server...
Aug 02 14:16:18 eve apachectl[14715]: AH00558: apache2: Could not reliably determine
the server's fully qualified domain>
Aug 02 14:16:18 eve systemd[1]: Started The Apache HTTP Server.
~
~
~
```

圖 12 確認 Apache 服務狀態

停止 Apache 服務

■ Command: # sudo systemctl stop apache2

啟動 Apache 服務

■ Command: # sudo systemctl start apache2

重新啟動 Apache 服務

■ Command: # sudo systemctl restart apache2

2. 設定防火牆允許 HTTP、HTTPS 通過

■ Command: # sudo ufw app list

```
root@ns1:~# sudo ufw app list
可用套用程序：
  Apache
  Apache Full
  Apache Secure
  CUPS
```

圖 13 防火牆允許程式通過狀態

如輸出所示，Apache 有三個可用的設定狀態：

Apache：此設定值僅允許 port 80（正常、未加密的網路）

Apache Full：此設定值同時允許 port 80（正常、未加密的網路）和 port 443（TLS/SSL 加密的網路）

Apache Secure：此設定值僅允許 port 443（TLS/SSL 加密的網路）

■ Command: # sudo ufw allow 'Apache Full'

```
root@ns1:~# sudo ufw allow 'Apache Full'
已更新防火牆規則
已更新規則（v6）
```

圖 14 變更防火牆設定值



輸出顯示提供允許的 HTTP 流量列表：

■ Command: # sudo ufw status

```
root@ns1:~# sudo ufw status
```

狀態： 啟用

| 至 | 動作 | 來自 |
|------------------|-------|---------------|
| - | -- | -- |
| Apache Full | ALLOW | Anywhere |
| Apache Full (v6) | ALLOW | Anywhere (v6) |

圖 15 防火牆目前狀態

(三) 測試 IPv6 網站伺服器

1. 測試啟動 apache:

Command: # hostname -I

會得到幾個由空格分隔的位址。可以在 Web 瀏覽器中嘗試每種方法，以確定它們是否有效

```
root@ns1:~# hostname -I
163.18.23.237 2001:288:8005:23::237
```

圖 16 尋找網頁連線方式

2. 連線開啟 IPv6 測試網站

建立 IPv6 測試網站後，可使用具有 IPv6 連線能力的用戶端進行開啟網頁的測試。以本範例 Web 伺服器主機的 IPv6 位址為例，在測試用戶端開啟瀏覽器，輸入 `http://[2001:288:8005:23::237]/` 之網址(URL)。請注意，IPv6 網址兩端必須以中括號包起來，如使用網域名稱(Domain name)時則不需要中括號。如圖 17 所示，如網頁順利開啟，則可驗證網站伺服器是具有 IPv6 連線能力。



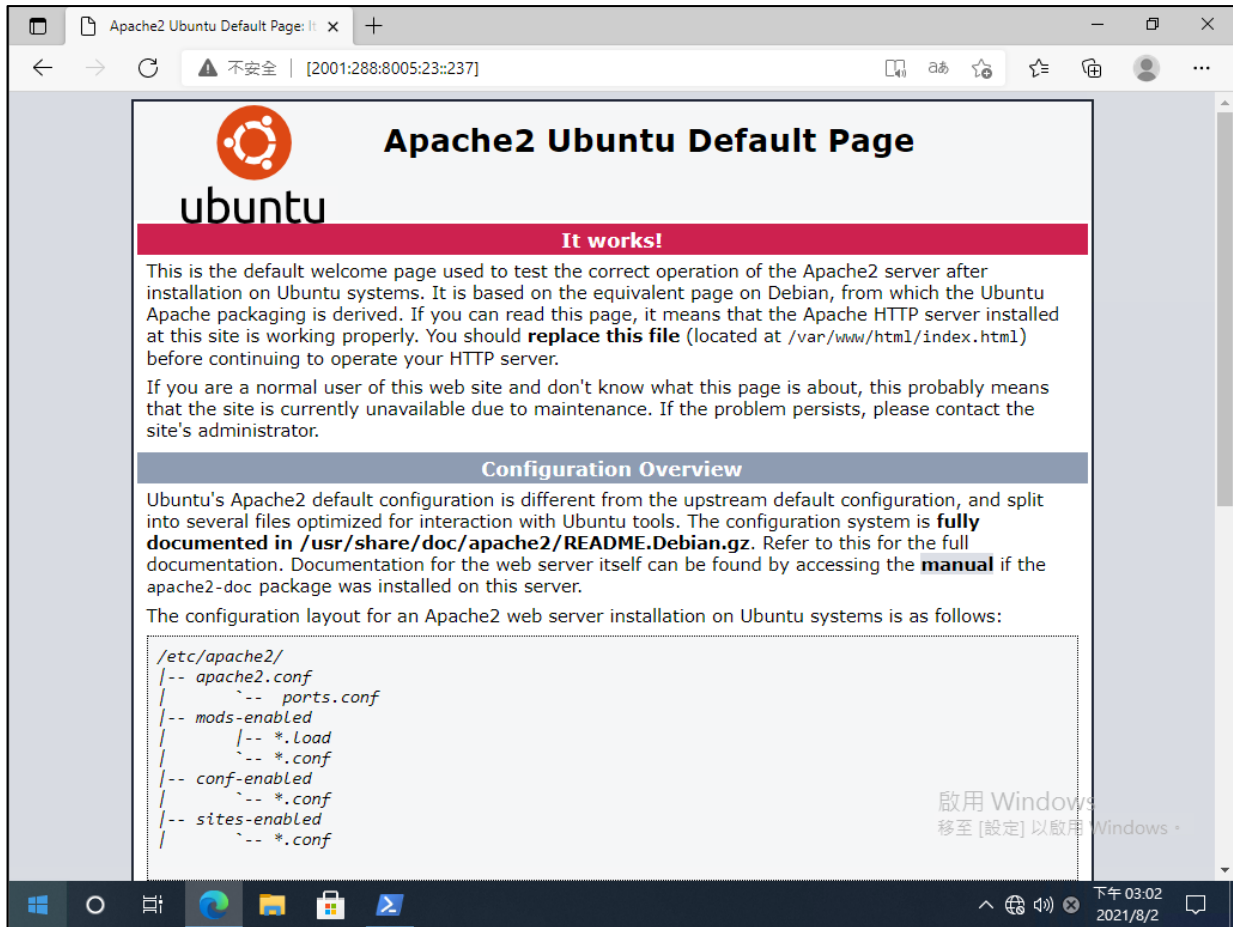


圖 17 用戶端瀏覽器驗證

四、Nginx 伺服器啟動支援 IPv6

依據 2021 年 Web Server 世界排名，目前 Nginx 市占率為 33%，資料來源請參考 https://w3techs.com/technologies/overview/web_server。

以下為 Nginx 安裝步驟：

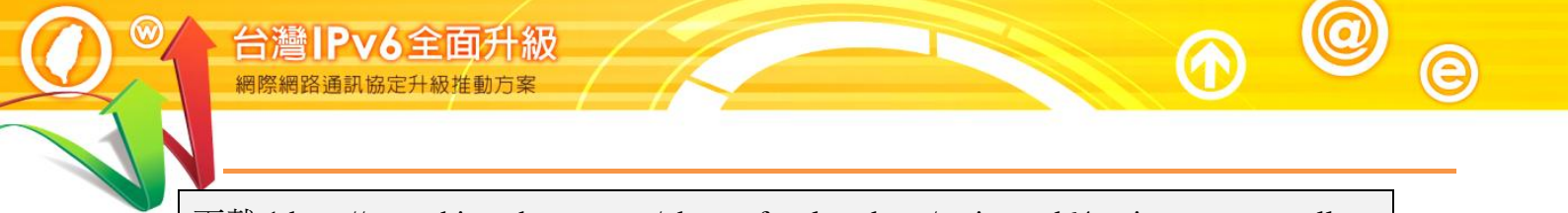
(一) 安裝 Linux Nginx 網站伺服器

設定 Nginx 時，主要工作是設定一些基本 Web Server 的選項，將 Nginx 服務與指定的 address 與 port 結合，只需設定下列幾項基本的設定，即可啟用 Nginx 的 IPv6 功能。

透過指令模式安裝 Nginx，輸入 `sudo apt install nginx` 指令進行安裝，如圖 18 所示。

Command: # `sudo apt install nginx`

```
root@ns1:~# sudo apt install nginx
正在讀取套件清單... 完成
正在重建相依關係
正在讀取狀態資料... 完成
以下套件為自動安裝，並且已經無用：
  apache2-bin apache2-data apache2-utils libapr1 libaprutil1 libaprutil1-dbd-sqlite3
  libaprutil1-ldap liblvm11 liblua5.2-0
使用 'sudo apt autoremove' 將之移除。
下列的額外套件將被安裝：
  libnginx-mod-http-image-filter libnginx-mod-http-xslt-filter libnginx-mod-mail
  libnginx-mod-stream nginx-common nginx-core
建議套件：
  fcgiwrap nginx-doc
下列【新】套件將會被安裝：
  libnginx-mod-http-image-filter libnginx-mod-http-xslt-filter libnginx-mod-mail
  libnginx-mod-stream nginx nginx-common nginx-core
升級 0 個，新安裝 7 個，移除 0 個，有 5 個未被升級。
需要下載 603 kB 的套件檔。
此操作完成之後，會多佔用 2,134 kB 的磁碟空間。
是否繼續進行 [Y/n]? [Y/n] y
```



```
下載:1 http://tw.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/main amd64 nginx-common all
1.18.0-0ubuntu1.2 [37.5 kB]
下載:2 http://tw.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/main amd64 libnginx-mod-http-
image-filter amd64 1.18.0-0ubuntu1.2 [14.4 kB]
-----<以下省略>-----
設定 nginx (1.18.0-0ubuntu1.2) ...
執行 systemd (245.4-4ubuntu3.13) 的觸發程式.....
執行 man-db (2.9.1-1) 的觸發程式.....
執行 ufw (0.36-6ubuntu1) 的觸發程式.....
設定 'Bind9' 的規則已經更新
已經重新載入防火牆
root@ns1:~#
```

圖 18 指令模式安裝 Nginx

(二) 設定 Linux Nginx 網站伺服器

1. 確認網站伺服器

安裝完成後，使用以下指令確認 Nginx 服務狀態。

■ Command: # sudo systemctl status nginx

用以下命令檢查該服務是否正在運行

```
root@ns1:~# sudo systemctl status nginx
● nginx.service - A high performance web server and a reverse proxy server
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/nginx.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: active (running) since Wed 2021-11-17 11:30:57 CST; 9min ago
     Docs: man:nginx(8)
  Main PID: 5427 (nginx)
    Tasks: 5 (limit: 4577)
   Memory: 6.1M
   CGroup: /system.slice/nginx.service
           └─5427 nginx: master process /usr/sbin/nginx -g daemon on;
master_process on;
           └─5428 nginx: worker process
           └─5429 nginx: worker process
           └─5430 nginx: worker process
           └─5431 nginx: worker process

Nov 17 11:30:57 ns1 systemd[1]: Starting A high performance web server and a reverse
proxy server.>
Nov 17 11:30:57 ns1 systemd[1]: Started A high performance web server and a reverse
proxy server.
lines 1-16/16 (END)
```

圖 19 確認 Nginx 服務狀態



停止 Nginx 服務

- Command: # sudo systemctl stop nginx

啟動 Nginx 服務

- Command: # sudo systemctl start nginx

重新啟動 Nginx 服務

- Command: # sudo systemctl restart nginx

2. 設定防火牆允許 HTTP、HTTPS 通過

Command: # sudo ufw app list

```
root@ns1:~# sudo ufw app list
```

可用套用程序：

CUPS

Nginx Full

Nginx HTTP

Nginx HTTPS

圖 20 防火牆允許程式通過狀態

如輸出所示， Nginx 有三個可用的設定狀態：

Nginx HTTP：此設定值僅允許 port 80（正常、未加密的網路）

Nginx Full：此設定值同時允許 port 80（正常、未加密的網路）和 port 443（TLS/SSL 加密的網路）

Nginx HTTPS：此設定值僅允許 port 443（TLS/SSL 加密的網路）

- Command: # sudo ufw allow 'Nginx Full'

```
root@ns1:~# sudo ufw allow 'Nginx Full'
```

已添加規則

已添加規則 (v6)

圖 21 變更防火牆設定值

輸出顯示提供允許的 HTTP 流量列表：

■ Command: # sudo ufw status

```
root@ns1:~# sudo ufw status
```

| | | |
|-----------------|-------|---------------|
| 狀態： 啟用 | | |
| 至 | 動作 | 來自 |
| - | -- | -- |
| Nginx Full | ALLOW | Anywhere |
| Nginx Full (v6) | ALLOW | Anywhere (v6) |

圖 22 防火牆目前狀態

(三) 測試 IPv6 網站伺服器

1. 測試啟動 Nginx:

Command: # hostname -I

會得到幾個由空格分隔的位址。可以在 Web 瀏覽器中嘗試每種方法，以確定它們是否有效

```
root@ns1:~# hostname -I
```

| |
|-------------------------------------|
| 163.18.23.237 2001:288:8005:23::237 |
|-------------------------------------|

圖 23 尋找網頁連線方式

2. 連線開啟 IPv6 測試網站

建立 IPv6 測試網站後，可使用具有 IPv6 連線能力的用戶端進行開啟網頁的測試。以本範例 Web 伺服器主機的 IPv6 位址為例，在測試用戶端開啟瀏覽器，輸入 `http://[2001:288:8005:23::237]/` 之網址(URL)。請注意，IPv6 網址兩端必須以中括號包起來，如使用網域名稱(Domain name)時則不需要中括號。如圖 24 所示，如網頁順利開啟，則可驗證網站伺服器是具有 IPv6 連線能力。

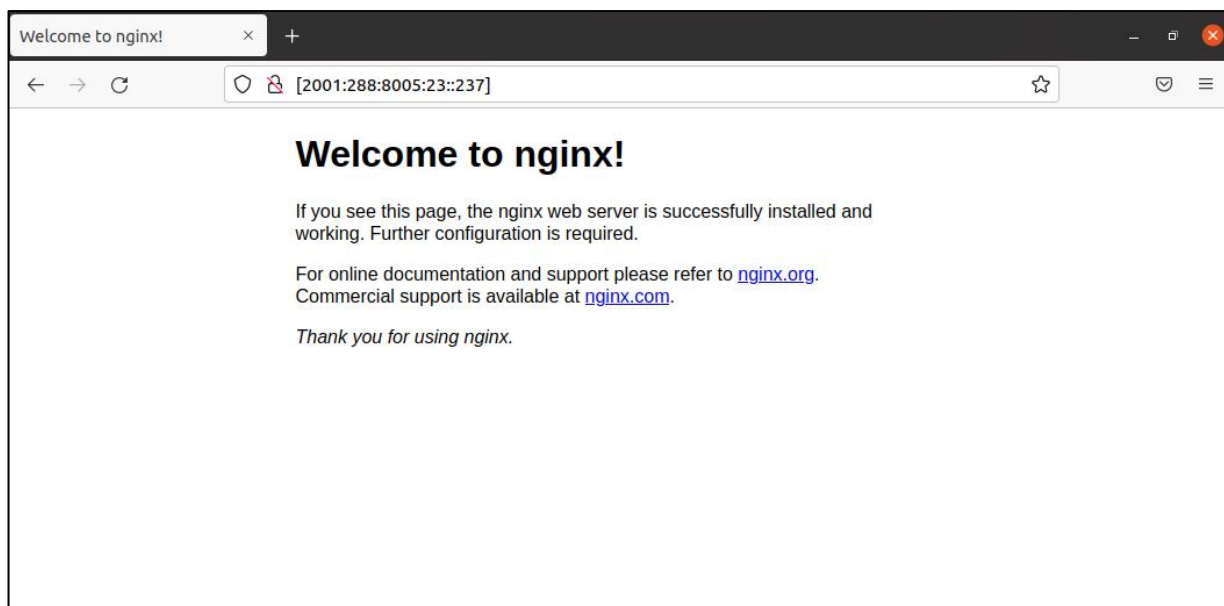


圖 24 用戶端瀏覽器驗證

五、Linux (Ubuntu) BIND DNS 伺服器軟體啟動 IPv6 作業流程

(一) 安裝 DNS 伺服器

1. 安裝 BIND 與其設定檔範本

透過以下指令安裝 BIND，如圖 25：

Command : # apt install bind9 bind9utils -y

```
root@ns1:~# apt install bind9 bind9utils -y
正在讀取套件清單...完成
正在重建相依關係
正在讀取狀態資料...完成
下列的額外套件將被安裝：
  bind9-dnsutils bind9-libs bind9-utils python3-ply
建議套件：
  bind-doc resolvconf python-ply-doc
下列【新】套件將會被安裝：
  bind9 bind9-utils bind9utils python3-ply
下列套件將會被升級：
  bind9-dnsutils bind9-libs
升級 2 個，新安裝 4 個，移除 0 個，有 167 個未被升級。
需要下載 1,696 kB 的套件檔。
此操作完成之後，會多佔用 1,942 kB 的磁碟空間。
下載:1 http://tw.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/main amd64 bind9-dnsutils amd64
1:9.16.1-0ubuntu2.8 [134 kB]
下載:2 http://tw.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/main amd64 bind9-libs amd64
1:9.16.1-0ubuntu2.8 [1,108 kB]
-----<以下省略>-----
設定 bind9utils(1:9.16.1-0ubuntu2.8)...
設定 bind9-dnsutils (1:9.16.1-0ubuntu2.8)
執行 ufw(0.36-6)的觸發程式.....
設定'Apache Full'的規則已經更新
執行 systemd(245.4-4ubuntu3.5)的觸發程式.....
執行 man-db(2.9.1-1)的觸發程式.....
執行 libc-bin(2.31-0ubuntu.2)的觸發程式.....
root@ns1#
```

圖 25 在命令列利用 apt 安裝 BIND



2. 設定防火牆

透過以下指令設定將 Bind 服務防火牆設定允許連線

Command: # ufw allow Bind9

Command: # ufw status //查看設定結果，如下圖 26

```
root@ns1:~# ufw status
```

狀態: 啟用

| 至 | 動作 | 來自 |
|------------------|-------|---------------|
| --- | ----- | ---- |
| Apache Full | ALLOW | Anywhere |
| 22/tcp | ALLOW | Anywhere |
| Bind9 | ALLOW | Anywhere |
| Apache Full (v6) | ALLOW | Anywhere (v6) |
| 22/tcp (v6) | ALLOW | Anywhere (v6) |
| Bind9 (v6) | ALLOW | Anywhere (v6) |

圖 26 防火牆允許 Bind 連線設定結果

(二) 設定 BIND

前面提到有一個網域為 labubuntu.ipv6net.tw。對應至 IPv4 位址：163.18.23.237；IPv6 位址：2001:288:8005:23::237。以下說明如何設定。

1. 編輯/etc/bind/named.conf

編輯以下資訊讓 BIND 能正常運作，如圖 27

Command: # nano /etc/bind/named.conf.options

```
root@ns1# nano /etc/bind/named.conf.options
options {
    directory "/var/cache/bind";    //DNS 資料預設放置的位置

    // If there is a firewall between you and nameservers you want
    // to talk to, you may need to fix the firewall to allow multiple
    // ports to talk. See http://www.kb.cert.org/vuls/id/800113
    // If your ISP provided one or more IP addresses for stable
    // nameservers, you probably want to use them as forwarders.
    // Uncomment the following block, and insert the addresses replacing
    // the all-0's placeholder.
    // forwarders {
    //     0.0.0.0;
    // };
    forwarders {
        168.95.1.1;
        8.8.8.8;
    };    //DNS 伺服器無法解析時，會交由其他台 DNS 解析
    dump-file "/var/cache/bind/cache.dump.db";    //一些統計資料存放路徑
    statistics-file "/var/cache/bind/named.stats";    //統計資料存放路徑
```



```
managed-keys-directory"/var/cache/bind/" ;

recursion yes;

allow-transfer { none; };                //設定 Slave DNS

allow-query { any; };                    //限制此台 DNS 的使用者

version "None of your business";        //隱藏 DNS 版號

//=====

// If BIND logs error messages about the root key being expired,
// you will need to update your keys. See https://www.isc.org/bind-keys

//=====

dnssec-validation auto;

listen-on-v6 { any; };                  //設定 IPv6 監聽

};
```

圖 27 修改 named.conf

重要參數說明如下：

(1) **directory "/var/cache/bind";**

指定 named.conf 裡如有規範到正、反解的 zone file 檔名時，此檔案預設放置的路徑位置。

(2) **dump-file "/var/cache/bind/cache dump.db":**

一些相關資料統計存放的檔案名稱及路徑位置，如果不常看這些統計的資料，可以不用特別設定。

(3) **allow-query { any; };**

限制可使用此台 DNS 的用戶端，無預設值。如果要全部開放就設定為{any;}，若要針對某些用戶開放，就把 any 改為 ip，如: allow-query { 192.168.1.122; 192.168.1.123; }。

(4) **allow-transfer { none; };**

指定允許接受查詢的 Slave DNS。因此如果 Slave DNS 的 IP 為 192.168.1.2，就可以定義：allow-transfer { 192.168.1.2; };，這樣就可以

和 Master DNS 同步。

(5) forwarders { 168.95.1.1; 8.8.8.8; };

指定要對上層的那幾部 DNS Server 進行轉遞，可以設定多部的上層 DNS Server。

(6) version "None of your business";

此參數可用來設定將 DNS 隱藏更新時的版號，以增加安全性。

2. 檢查 `named.conf.options` 有無語法錯誤，正確無任何訊息

Command: # `sudo named-checkconf`





3. 設定主設定檔

/etc/bind/named.conf.local 是 BIND 的主要設定檔，主要是設定通用的伺服器組態，並指出 DNS server 管轄的網域名稱及相關檔案存取的位置和名稱。設定指令及內容如圖 28。

Command: # nano /etc/bind/named.conf.local

```
//  
// Do any local configuration here  
//  
  
// Consider adding the 1918 zones here, if they are not used in your  
// organization  
//include "/etc/bind/zones.rfc1918";  
  
zone "labubuntu.ipv6net.tw" in {           //正解 Zone file  
    type master;                          //本主機為 master DNS  
    file "/etc/bind/db.labubuntu.ipv6net.tw"; //正解 Zone file 檔案名稱  
    allow-update { none; };               //不允許動態更新服務  
    allow-query { any; };  
};  
  
zone "23.18.163.in-addr.arpa" in {        //反解 Zone file  
    type master;                          //本主機為 master DNS  
    file "/etc/bind/db.23.18.163";        //反解檔案名稱  
    allow-update { none; };               //不允許動態更新服務  
    allow-query { any; };  
};
```

圖 28 named.conf.local 設定內容

說明如下：

(1) zone "labubuntu.ipv6net.tw" in {};

"labubuntu.ipv6net.tw" 為正解區域名稱，也就是網域名稱。

(2) zone "23.18.163.in-addr.arpa" in {};

"23.18.163.in-addr.arpa" 為 IPv4 位址的反解區域名稱，命名方式為將位址首碼倒過來，再加上 ".in-addr.arpa"。

(3) file "db.labubuntu.ipv6net.tw" 及 file "23.18.163.in-addr.arpa"

file 後面所接為正解或反解檔案名稱(zone file)，檔名可自取，檔案內容是反解對應的資料。

(4) allow-update { none; };

none 表示不允許動態更新服務。

4. 檢查 named.conf.local 有無語法錯誤，正確無任何訊息

Command: # sudo named-checkconf





(三) 設定 IPv4 DNS 記錄

1. 正解設定(A Record)

接下來要新增 db.labubuntu.ipv6net.tw 的 zone file，將「db.local」檔案複製另存成「db.labubuntu.ipv6net.tw」，並放置於目錄/etc/bind，新增指令如下。設定內容如圖 29

Command: # sudo cp /etc/bind/db.local /etc/bind/db.labubuntu.ipv6net.tw

Command: # sudo nano /etc/bind/db.labubuntu.ipv6net.tw

```
;
; BIND reverse data file for local loopback interface
;
$TTL 38400
@    IN SOA ns1.labubuntu.ipv6net.tw. admin.labubuntu.ipv6net.tw. (
                                2021062001      ;Serial Number
                                604800           ;Refresh
                                86400            ;Retry
                                2419200          ;Expire
                                604800 )         ; Negative Cache TTL
;
@    IN  NS   ns1.labubuntu.ipv6net.tw.
@    IN  A    163.18.23.237
ns1   IN  A    163.18.23.237
www   IN  A    163.18.23.237
```

圖 29 IPv4 正解檔案設定

說明如下：

(1) @ IN SOA ns1.labubuntu.ipv6net.tw.

labubuntu.ipv6net.tw.宣告這個設定檔是所屬的網域。

(2) admin.labubuntu.ipv6net.tw.

指定管理者的 Email 信箱，也就 admin@labubuntu.ipv6net.tw。在這裡不能使用”@”。

(3) @ IN NS ns1.labubuntu.ipv6net.tw.

指定 labubuntu.ipv6net.tw.網域的 DNS 查詢主機名稱。

(4) ns1 IN A 163.18.23.237

指定 ns1.labubuntu.ipv6net.tw的正解對應 IP 位址。

(5) www IN A 163.18.23.237

指定 www.labubuntu.ipv6net.tw的正解對應 IP 位址。

2. 反解設定(PTR Record)

配合 named.conf.local 的設定，新增反解 zone 檔案「db.23.18.163」，將「db.local」檔案複製另存成「db.23.18.163」，指令設定如下。新增內容如圖 30。

Command: # sudo cp /etc/bind/db.local /etc/bind/db.23.18.163

Command: # sudo nano /etc/bind/db.23.18.163

```
;
; BIND reverse data file for local loopback interface
;
$TTL 38400
@ IN SOA ns1.labubuntu.ipv6net.tw. admin.labubuntu.ipv6net.tw. (
    2021032001 ;Serial Number
    604800     ;Refresh
    86400      ;Retry
    2419200    ;Expire
    86400 )    ; Negative Cache TTL
;
@ IN NS ns1.labubuntu.ipv6net.tw.
237 IN PTR ns1.labubuntu.ipv6net.tw.
237 IN PTR www.labubuntu.ipv6net.tw.
```

圖 30 反解設定(PTR Record)

說明如下：

(1) 237 IN PTR ns1.labubuntu.ipv6net.tw.

指定 237.23.18.163.in-addr.arpa 反解對應為 ns1.labubuntu.ipv6net.tw.。

(2) 237 IN PTR www.labubuntu.ipv6net.tw.

指定 237.23.18.163.in-addr.arpa 反解對應為



www.labubuntu.ipv6net.tw。

3. 確認 DNS 區域查找文件無任何語法錯誤，執行已下指令檢查。檢查結果如圖 31。

(1)正解檔案檢查

```
Command: # sudo named-checkzone labubuntu.ipv6net.tw  
/etc/bind/db.labubuntu.ipv6net.tw
```

(2)反解檔案檢查

```
Command: # sudo named-checkzone 163.18.23.237  
/etc/bind/db.23.18.163
```

```
root@ns1#sudonamed-checkzone labubuntu.ipv6net.tw /etc/bind/db.labubuntu.ipv6net.tw  
zone labubuntu.ipv6net.tw/IN: loaded serial 2021032001  
OK  
root@ns1# sudonamed-checkzone 163.18.23.237 /etc/bind/db.23.18.163  
zone 163.18.23.237/IN: loaded serial 2021032001  
OK
```

圖 31 正解檔案及反解檔案檢查結果

(二) 檢測 DNS IPv4 A 設定

修改 DNS 設定後，在測試 IPv4 DNS 正解功能是否正常之前，記得先重新啟動 BIND。

Command : # sudo systemctl restart bind9 //重啟 BIND 或

Command : # sudo service bind9 restart //重啟 BIND

Command : # service bind9 status //查看 BIND 啟用狀態

1. 從 DNS 主機使用 nslookup 指令檢查

(1) 檢查 IPv4 正解設定

```
root@ns1:~# nslookup
> server ns1.labubuntu.ipv6net.tw //指定查詢 DNS 伺服器
Default server: ns1.labubuntu.ipv6net.tw
Address: 163.18.23.237#53
> set type=a //指定查詢 A 紀錄
> ns1.labubuntu.ipv6net.tw //輸入查詢內容
Server: ns1.labubuntu.ipv6net.tw
Address: 163.18.23.237#53

Name: ns1.labubuntu.ipv6net.tw //查詢結果
Address: 163.18.23.237 //回應對應 IPv4 位址
>
> www.labubuntu.ipv6net.tw //輸入查詢內容
Server: ns1.labubuntu.ipv6net.tw
Address: 163.18.23.237#53

Name : www.labubuntu.ipv6net.tw //查詢結果
Address: 163.18.23.237 //回應對應 IPv4 位址
>
```

圖 32 檢查 IPv4 正解設定

Program Office



(2) 檢查 IPv4 反解設定

```
root@ns1~# dig -x 163.18.23.237

; <<>> DiG 9.16.1-Ubuntu <<>> -x 163.18.23.237
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 48830
;; flags: qr rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 0, ADDITIONAL: 1

;; OPT PSEUDOSECTION:
; EDNS: version: 0, flags:; udp: 65494
;; QUESTION SECTION:
;237.23.18.163.in-addr.arpa. IN PTR

;; ANSWER SECTION:
237.23.18.163.in-addr.arpa. 998 IN PTR ns1.labubuntu.ipv6net.tw.

;; Query time: 0 msec
;; SERVER: 127.0.0.53#53(127.0.0.53)
;; WHEN: Mon Aug 02 15:59:21 CST 2021
;; MSG SIZE rcvd: 89
```

圖 33 檢查 IPv4 反解設定

2. 從用戶測試端使用 nslookup 進行查詢

(1) 指定 DNS 伺服器

```
C:\Users\eve>nslookup //使用 nslookup 命令查詢
預設伺服器: ns1.labubuntu.ipv6net.tw
Address: 163.18.23.237
>server ns1.labubuntu.ipv6net.tw //指定 DNS 查詢主機
預設伺服器:ns1.labubuntu.ipv6net.tw
Address: 163.18.23.237
>
```

圖 34 使用 nslookup 進行查詢

(2) IPv4 正解(A Record)查詢

```
>set type=a //指定查詢 A 記錄
>ns1.labubuntu.ipv6net.tw //輸入要查詢的網址
伺服器: ns1.labubuntu.ipv6net.tw
Address: 163.18.23.237 //回應對應的 IPv4 位址

名稱: ns1.labubuntu.ipv6net.tw
Address: 163.18.23.237

>www.labubuntu.ipv6net.tw //輸入要查詢的網址
伺服器: ns1.labubuntu.ipv6net.tw
Address: 163.18.23.237

名稱: www.labubuntu.ipv6net.tw
Address: 163.18.23.237 //回應對應的 IPv4 位址
>
```

圖 35 IPv4 正向對應區域查詢



(3) IPv4 NS 記錄查詢

```
>set type=ns //指定查詢 NS 記錄
>23.18.163.in-addr.arpa //輸入要查詢的網域
伺服器: ns1.labubuntu.ipv6net.tw
Address: 163.18.23.237

23.18.163.in-addr.arpa nameserver = ns1.labubuntu.ipv6net.tw
//回應網域的 name server
```

圖 36 IPv4 NS 記錄查詢

(4) IPv4 反解記錄(PTR Record)查詢

```
>set type=ptr //指定查詢 ptr 記錄
>23.18.163.in-addr.arpa //輸入要查詢的 IPv4 位址
伺服器: ns1.labubuntu.ipv6net.tw
Address: 163.18.23.237

23.18.163.in-addr.arpa
primary name server = ns1.labubuntu.ipv6net.tw
responsible mail addr = admin.labubuntu.ipv6net.tw
serial = 2021032001
refresh = 604800 (7 days)
retry = 86400 (1 day)
expire = 2419200(28 days)
default TTL = 86400 (7 days)
>
```

圖 37 IPv4 反向對應區域查詢

(三) 設定主設定檔 IPv6 DNS 參數

在 BIND 設定檔加入 IPv6 相關設定。

1. 編輯/etc/bind/named.conf

編輯 named.conf 增加其它台 DNS IPv6 位址，如圖 38

Command: # nano /etc/bind/named.conf.options

```
=====省略=====

forwarders {
168.95.1.1;
8.8.8.8; 2001:4860:4860::8888;
};           //DNS 伺服器無法解析時，會交由其它台 DNS 解析

=====省略=====
```

圖 38修改 named.conf 檔案

2. 設定 IPv6 反解 zone 區塊資料

每一個子網路位址的反解需要獨立 Zone 區塊記錄檔，所以必須幫 AAAA 記錄的反解在/etc/bind/named.conf.local 裡增加一筆記錄檔的資料，如圖 39：

Command: # nano /etc/bind/named.conf.local

```
zone "3.2.0.0.5.0.0.8.8.8.2.0.1.0.0.2.ip6.arpa" in {
type master;           //本主機為 master DNS
file "/etc/bind/db.ipv6.2001"; //反解檔案名稱
allow-update { none; }; //不允許動態更新服務
allow-query  { any; };
};
```

圖 39 在 BIND 主設定檔 named.conf.local 設定 IPv6 反解 zone 區塊

說明如下：

- (1) zone "3.2.0.0.5.0.0.8.8.8.2.0.1.0.0.2.ip6.arpa " in {};
- "3.2.0.0.5.0.0.8.8.8.2.0.1.0.0.2.ip6.arpa "為 IPv6 位址的反解區域名稱，



命名方式為將位址首碼倒過來，所有的 0 不得省略，再加上".ip6.arpa."。請注意，是".ip6.arpa."，而不是".ip6.arpa."。

(2) file "/etc/bind/db.ipv6.2001"

file 後面所接為 IPv6 反解檔案名稱(zone file)，檔名可自取，檔案內容是反解對應的資料。

(四) 設定 IPv6 DNS 記錄

1. 正解設定(AAAA Record)

AAAA 正解記錄的設定的方式是在 IPv4 正解記錄的同一個檔案上增加一筆 IPv6 的記錄即可，所以要編輯：`/etc/bind/db.labubuntu.ipv6net.tw` 檔案。

Command: `# sudo nano/etc/bind/db.labubuntu.ipv6net.tw`

```
;
; BIND reverse data file for local loopback interface
;
$TTL 38400
@    IN SOA ns1.labubuntu.ipv6net.tw. admin.labubuntu.ipv6net.tw. (
                                2021062001      ;Serial Number
                                604800           ;Refresh
                                86400            ;Retry
                                2419200          ;Expire
                                604800 )         ; Negative Cache TTL
;
@    IN  NS   ns1.labubuntu.ipv6net.tw.
@    IN  A    163.18.23.237
@    IN  AAAA 2001:288:8005:23::237
ns1  IN  A    163.18.23.237
ns1  IN  AAAA 2001:288:8005:23::237
www  IN  A    163.18.23.237
www  IN  AAAA 2001:288:8005:23::237
```

圖 40 在 zone 檔案增加 IPv6 正解設定

說明如下：

(1) `ns1 IN AAAA 2001:288:8005:23::237`

指定 `ns1.labubuntu.ipv6net.tw` 的正解對應 IP 位址，AAAA 表示為 IPv6 記錄。

(2) `www IN AAAA 2001:288:8005:23::237`

指定 `www.labubuntu.ipv6net.tw` 的正解對應 IP 位址，AAAA 表示為

3. 確認 DNS 區域查找文件無任何語法錯誤，執行以下指令檢查。檢查結果如圖 26。

(1)設定檔案檢查

Command: # sudo named-checkconf

(2)正解檔案檢查

Command: # sudo named-checkzone labubuntu.ipv6net.tw
/etc/bind/db.labubuntu.ipv6net.tw

(3)反解檔案檢查

Command: # sudo named-checkzone 2001:288:8005:23::237
/etc/bind/db.ipv6.2001

```
root@ns1:~#sudo named-checkzone labubuntu.ipv6net.tw /etc/bind/db.labubuntu.ipv6net.tw
zone labubuntu.ipv6net.tw/IN: loaded serial 2021032001
OK
root@ns1:~#sudo named-checkzone 2001:288:8005:23::237 /etc/bind/db.ipv6.2001
zone 2001:288:8005:23::237/IN: loaded serial 2021032001
OK
```

圖 42 正解檔案及反解檔案檢查結果





(五) 檢測 DNS IPv6 AAAA 設定

修改 DNS 設定後，在測試 IPv6 DNS 正解功能是否正常之前，記得先重新啟動 BIND，輸入 `sudo systemctl restart bind9` 重啟 BIND。

1. 從 DNS 主機使用 `nslookup` 指令檢查

(1) 使用 `nslookup` 指令檢查 IPv6 正解

```
root@ns1:~# nslookup
> server ns1.labubuntu.ipv6net.tw
Default server: ns1.labubuntu.ipv6net.tw
Address: 2001:288:8005:23::237#53
Address: 163.18.23.237#
> set type=aaaa
> ns1.labubuntu.ipv6net.tw
Server :    ns1.labubuntu. ipv6net.tw
Address:   2001:288:8005:23::237#53

Name: ns1.labubuntu.ipv6net.tw
Address : 2001:288:8005:23::237
>
> www.labubuntu.ipv6net.tw
Server:     ns1.labubuntu.ipv6net.tw
Address:    2001:288:8005:23::237#53

Name:      www.labubuntu.ipv6net.tw
Address : 2001:288:8005:23::237
>
```

圖 43 使用 `nslookup` 指令檢查 IPv6 正解

(2) 使用 dig 指令檢查 IPv6 反解

```
root@ns1:~# dig -x 2001:288:8005:23::237

; <<>> DiG 9.16.1-Ubuntu <<>> -x 2001:288:8005:23::237
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 11503
;; flags: qr rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 2, AUTHORITY: 0, ADDITIONAL: 1

;; OPT PSEUDOSECTION:
; EDNS: version: 0, flags::, udp: 65494
;; QUESTION SECTION:
;7.3.2.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.3.2.0.0.5.0.0.8.8.8.2.0.1.0.0.2.ip6.arpa. IN PTR

;; ANSWER SECTION:
7.3.2.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.3.2.0.0.5.0.0.8.8.8.2.0.1.0.0.2.ip6.arpa. 38400IN PTR
ns1.labubuntu.ipv6net.tw.
7.3.2.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.3.2.0.0.5.0.0.8.8.8.2.0.1.0.0.2.ip6.arpa. 38400IN PTR
www.labubuntu.ipv6net.tw.

;; Query time: 0 msec
;; SERVER: 127.0.0.53#53(127.0.0.53)
;; WHEN: Mon Aug 02 16:54:58 CST 2021
;; MSG SIZE rcvd: 153
```

圖 44 使用 dig 指令檢查 IPv6 反解

Program Office



2. 從用戶測試端使用 nslookup 進行查詢

(1) 指定 DNS 伺服器

使用 nslookup 指令檢查 DNS 設定

Command: # nslookup

```
C:\Users\eve>nslookup                                     //使用 nslookup 命令查詢
預設伺服器:  ns1.labubuntu.ipv6net.tw
Address:  163.18.23.237

> server ns1.labubuntu.ipv6net.tw                         //指定 DNS 查詢主機
預設伺服器:  ns1.labubuntu.ipv6net.tw
Addresses:  2001:288:8005:23::237
           163.18.23.237
>
```

圖 45 使用 nslookup 進行查詢

(2) IPv6 正解(A Record)查詢

使用 set type 指令查詢指定的紀錄，如查詢 IPv6 A 紀錄輸入 set type=aaaa

Command: # set type=aaaa

```
> set type=aaaa                                           //指定查詢 AAAA 記錄
> ns1.labubuntu.ipv6net.tw                                //輸入要查詢的網址
伺服器:  ns1.labubuntu.ipv6net.tw
Address:  2001:288:8005:23::237
           163.18.23.237

名稱:  ns1.labubuntu.ipv6net.tw
Address:  2001:288:8005:23::237                          //回應對應的 IPv6 位址

> www.labubuntu.ipv6net.tw                                //輸入要查詢的網址
伺服器:  ns1.labubuntu.ipv6net.tw
Address:  2001:288:8005:23::237
           163.18.23.237

名稱:  www.labubuntu.ipv6net.tw
Address:  2001:288:8005:23::237                          //回應對應的 IPv6 位址
>
```

圖 46 IPv6 正向對應區域查詢

(3) IPv6 NS 記錄查詢

使用 set type 指令查詢指定的紀錄，如查詢 NS 紀錄輸入 set type=ns

Command: # set type=ns

```
> set type=ns //指定查詢 NS 記錄
> 3.2.0.0.5.0.0.8.8.8.2.0.1.0.0.2.ip6.arpa //輸入要查詢的網域
伺服器: ns1.labubuntu.ipv6net.tw
Address: 2001:288:8005:23::237
          163.18.23.237

3.2.0.0.5.0.0.8.8.8.2.0.1.0.0.2.ip6.arpa      nameserver = ns1.labubuntu.ipv6net.tw
```

圖 47 IPv6 NS 記錄查詢

(4) IPv6 反解記錄(PTR Record)查詢

使用 set type 指令查詢指定的紀錄，如查詢 ptr 紀錄輸入 set type=ptr

Command: # set type=ptr

```
> set type=ptr //指定查詢 ptr 記錄
> 2001:288:8005:23::237 //輸入要查詢的 IPv6 位址
伺服器: ns1.labubuntu.ipv6net.tw
Address: 2001:288:8005:23::237
          163.18.23.237

7.3.2.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.3.2.0.0.5.0.0.8.8.8.2.0.1.0.0.2.ip6.arpa      name =
ns1.labubuntu.ipv6net.tw //回應對應的第一筆網址
7.3.2.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.3.2.0.0.5.0.0.8.8.8.2.0.1.0.0.2.ip6.arpa      name =
www.labubuntu.ipv6net.tw //回應對應的第二筆網址
>
```

圖 48 IPv6 反向對應區域查詢

Program Office



3. 使用網址存取網頁伺服器

用戶端開啟瀏覽器造訪網站（此為 Apache），如圖 49 所示。

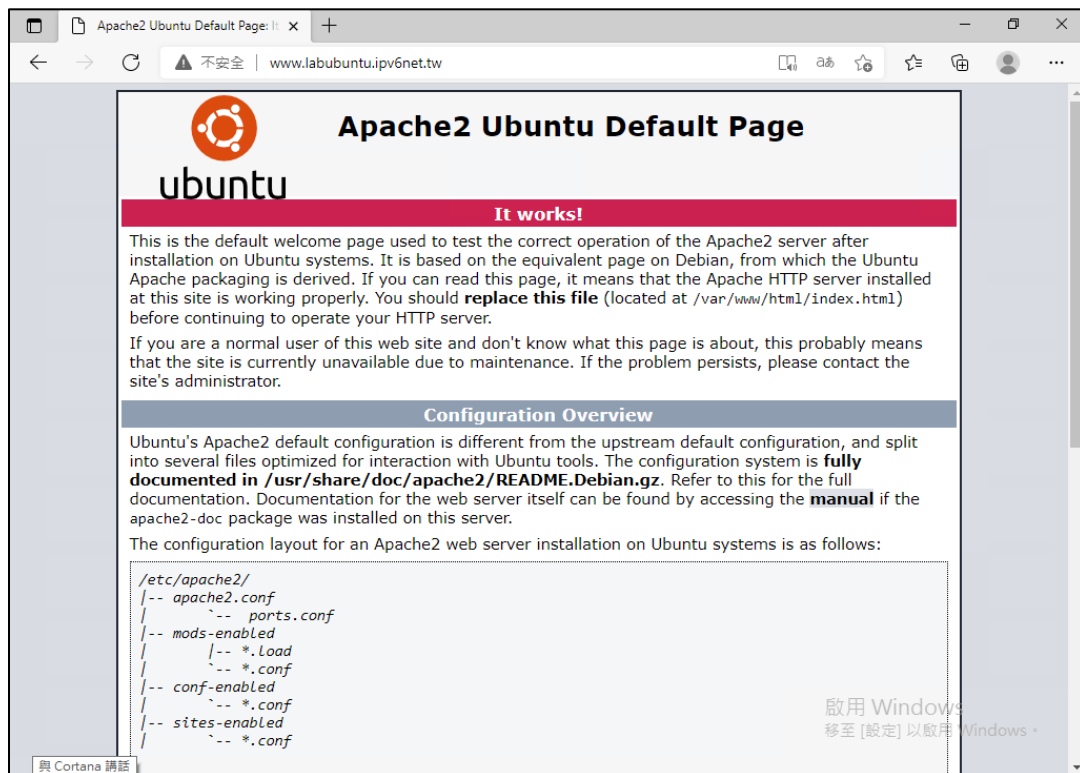


圖 49 用戶端存取網站（Apache）

用戶端開啟瀏覽器造訪網站（此為 Nginx），如圖 50 所示。

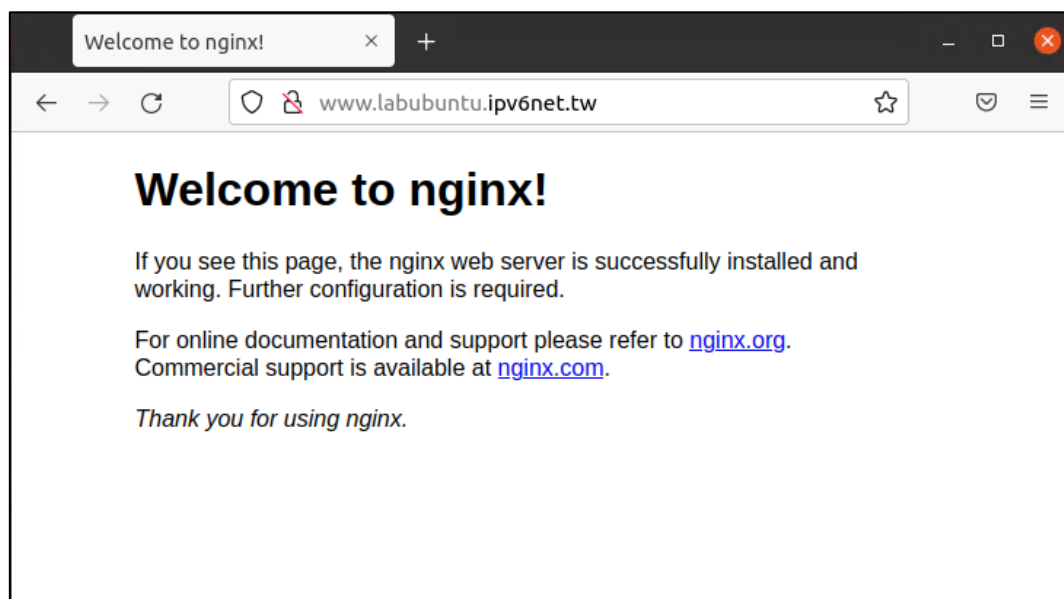


圖 50 用戶端存取網站（Nginx）

4. 驗證 DNS 的 IPv6 存取能力

使用 IPv6 站台測試網頁（網址為 <http://test-ipv6.com/>）的「網域環境測試」來檢驗網域內的 DNS 是否具有 IPv6 存取能力，如圖 51 所示。



圖 51 10 項檢驗 DNS 是否有 IPv6 功能





(六) 上層 DNS 的設定

本範例 DNS 管理網域為 labubuntu.ipv6net.tw，上層隸屬於 ipv6net.tw 網域，所以上層的 DNS 必須對 labubuntu.ipv6net.tw 網域的 NS 記錄、A 記錄及 AAAA 記錄進行授權，正解授權至 labubuntu.ipv6net.tw 此主機。需請上層管理單位增加的記錄如下：

```
$ORIGIN labubuntu.ipv6net.tw.
```

```
labubuntu      IN  NS      ns1.labubuntu
```

```
ns1.labubuntu  IN  A        163.18.23.237
```

```
ns1.labubuntu  IN  AAAA     2001:288:8005:23::237
```