

A Case Study for SOP of Core Router Replacement in NTRC

張瑛杰¹ 郭佳雯² 吳坤熹¹

南投區域網路中心¹、敦陽科技²

{ycc, solomon}@ncnu.edu.tw¹、Erica.Kuo@sti.com.tw²

摘要

南投區域網路中心自 2008 年於成立至今僅有短短三年時間，有幸參與台灣學術網路許多重要網路建置、調整與測試，包括：IPv6 路由監控、網路骨幹活動異常通報、網路電話建置經驗，並與 TWAREN GigaPOP 在 IPv6、Multicast 與無線漫遊監控有多次合作經驗。其中最具代表性的建置經驗為執行教育部「99 年度網路骨幹設備強化計劃補助案」。對於大多數網路管理者而言，核心骨幹設備的管理一直都屬於單位中極重要並且僅有少數人能觸及的領域；更何況本次更換的設備為台灣學術網路骨幹上的核心路由器，在執行上更是令人戒慎恐懼。因此經過多方多次的溝通與討論，訂定高度嚴謹的標準作業流程，期望能分享給台灣學術網路所有網路管理者，希望未來面對重要網路設備異動時，本案的執行經驗及標準程序能提供一份具有參考價值的依據。

關鍵詞：台灣學術網路、骨幹、路由、標準作業流程。

Abstract

Since its establishment in 2008, Nantou Region Network Center of Taiwan Academic Network (TANet) participated in many important network deployment activities, such as IPv6, VoIP, and the cooperation with TWAREN GigaPOP. The most impressive one is the project of upgrading the backbone router in this year. It is known that a backbone router plays the most significant role in network routing; furthermore, in this project we replaced the backbone router of Nantou Regional Network Center, with shorter than half an hour of network outage. To get the project perfectly completed, we tried our best to define a highly punctilious Standard Operating Procedure (SOP), and we want to share this precious experience with all network managers in TANet.

Keywords: Backbone, Routing, Standard Operating Procedure, TANet.

1. 前言

國立暨南國際大學計算機與網路中心在民國 97 年依據「台灣學術網路 (TANet) 管理委員會」第 53 次會議記錄，正式成立為南投區域網路中心，

主要業務提供南投地區大專院校、高中職及中小學網路相關服務及支援，積極加強南投境內網路品質。民國 100 年由教育部電算中心補助兩個新成立的單位：南投區域網路中心與宜蘭區網中心，執行「99 年度網路骨幹設備強化計劃補助案」，藉此提升網路服務品質。為避免侷限於選擇性較少的政府電子採購網，南投區域網路中心選擇較為複雜的採購流程，以公開招標的形式進行採購，期望以較高階的核心骨幹設備提供給使用者更穩定的服務。

本案經由公開招標程序，由敦陽科技股份有限公司以 Juniper MX960 得標。這是目前台灣學術網路骨幹上第一個非使用 Cisco 設備的建置經驗，因此在執行之前，並沒有太多的文獻及程序可以參考。本文期望能夠將不同廠牌設備的轉換經驗與規劃更換設備的標準作業程序作為分享，以利未來網管人員在執行類似專案時在規劃上可以更加完善。

2. 準備規劃

圖 1 為南投區域網路中心對外的網路架構圖，南投區域網路中心對上經由 NCNU TWAREN GigaPOP 連接至 TANet 網路骨幹，對下則負責南投縣網中心、國立暨南國際大學以及七個南投區域網路中心連線單位，依照介接順序排列：普台高中 (2009.08.30 介接完成)、暨大附中 (2009.12.30 介接完成)、埔里高工 (2009.10.01 介接完成)、水里商工 (2009.09.30 介接完成)、均頭國中 (2010.05.26 介接完成)、南投高中 (2010.05.26 介接完成) 和竹山台大實驗林 (2010.05.26 介接完成)。雖然連線單位數量不多，卻是南投縣市內重要的網路核心節點。

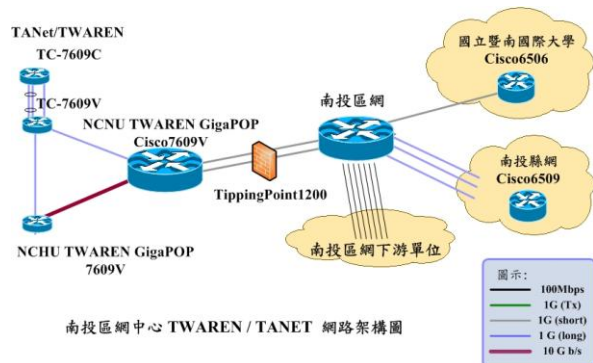


圖 1 南投區域網路中心網路架構圖

2.1 採購程序

南投區域網路中心在執行「99 年度網路骨幹設備強化計劃補助案」上，依循著強調公平、公正、公開的原則，將選擇釋放於市場上，而未採用政府電子採購網上所提供的設備選擇。經過評估，我們認為屬於高效能和高階等級的網路骨幹設備更適合於公開招標，原因在於，雖然政府電子採購網可以協助採購者在較為普遍性的商品上以較簡便的程序進行採購，但是若屬於稀少性且具有高技術性的網路產品，應該由單位內具有專業知識背景的團隊訂出技術規格後以公開招標的方式進行採購，不應該受限由政府電子採購網所公告的設備中選擇。否則採購單位在一開始就受限於產品的選擇性，喪失經由公開招標可能取得更高等級設備的機會。

2.2 聯絡清單格式

根據南投區域網路中心網路架構圖所呈現的資訊，可以了解上下游連線單位的關係，也就代表在核心骨幹路由器更換過程中，需要配合、協助與受影響的所有人員與單位。對此我們規畫了一份聯絡清單格式，如表 1，盡可能地將所有資訊順利地傳達至相關人員與單位。

以「單位」欄位而言，包括：教育部電算中心、國家高速網路與計算中心，南投縣市網路中心、南投區域網路中心下游單位、Juniper、Cisco、敦陽科技股份有限公司、麟瑞科技、中華電信和亞太電信。為何將 ISP 廠商與設備原廠都納入連絡清單中，是因為可提升整體技術支援與網路互連環境監測，能讓聯絡清單具備更高的完整性。

以「聯絡人」欄位而言，強調每一個單位有兩個以上順位的聯絡人員，如此依管理上的角度來說，這一份清單具備備援機制，可以避免單一窗口失去聯絡的風險。

表 1 聯絡資訊（部份呈現）

單位	聯絡人	VoIP	Mobile	E-mail
敦陽	1.郭佳雯	9430 9002	0936-047 918	Erica.Kuo @sti.com. tw
	2.蔡益宗	9430 9002	0933-449 567	Eugene.Ts ai@sti.co m.tw

2.3 先前準備工作

在掌握相關人員的連絡資訊後，除了透過正式管道通知有關人員，並公告網路停止服務的時間與範圍外，還要注意有哪一些單位需要具備 Juniper MX960 的管理權。例如：教育部電算中心和南投區域網路中心都必須擁有最高管理者權限以調整此一屬於學術網路骨幹的路由器。除此之外，由於

Cisco6509 和 Juniper MX960 管理模組在 SNMP 中的 MIB OID 不同，必須在設備切換前確認相關的管理資訊是否一致。如此才不會讓監控過程出現空窗現象。以南投區域網路中心所採購的 Juniper MX960 為例，具備有兩片管理模組，CPU Loading 對應的 OID 如下：

SNMPv2-SMI::enterprises.2636.3.1.13.1.8.9.1.0.0
SNMPv2-SMI::enterprises.2636.3.1.13.1.8.9.2.0.0

綜合以上，對於「先前準備工作」的重點，一共分成四個欄位，分別為準備項目、執行期限、檢查內容、檢查人員和協助人員，如表 2 所示。

表 2 先前準備工作

準備項目	執行期限	檢查內容	檢查/協助人員
通知相關單位	06/06	確認各單位所需的管理資訊	南投區域網路中心
檢查現有 Cisco6509 使用狀況	06/06	確認 Cisco6509 上所有使用中的介面數量與光纖種類	敦陽/南投區域網路中心
電力、光纖跳線預先準備工作與標籤	06/15	確認所有改接線路準備完成與標籤完成	敦陽/南投區域網路中心
轉換 Cisco6509 設定檔	06/15	確認已轉為 Juniper MX960 設定檔	敦陽/南投區域網路中心
確認頻寬與流量	06/15	確認 Cisco6509 與各點間連線流量	敦陽/南投區域網路中心

2.4 改接與檢查程序

對於「改接與檢查程序」的重點，一共分成四個欄位，分別為改接注意項目、執行期限、檢查內容、檢查人員和協助人員，如表 3 所示。

表 3 改接與檢查程序

改接注意項目	執行期限	檢查內容	檢查/協助人員
設定 Juniper MX960	6/18	進行 Juniper MX960 設	敦陽

		定並確認所有設定正確無誤	
記錄現有 Cisco6509 之 OSPFv3 與 IS-IS 狀況	6/18	紀錄 Cisco6509 之 OSPFv3 neighbor 狀態，IS-IS 學習路由筆數與路由表總筆數	敦陽/南投區域網路中心
將 Cisco6509 下架，Juniper MX960 上架，依照 Port Mapping 逐一接上原線路	6/18	Ping 對點 IP Address，逐一確認每一條連線使否正常	敦陽
檢查 OSPFv3 neighbor 連線正常	6/18	確認 OSPFv3 neighbor 均建立並進入 FULL state	敦陽
檢查 IS-IS neighbor 連線正常	6/18	確認 IS-IS neighbor 均建立且學習路由筆數與之前相同	敦陽
檢查路由表	6/18	確認路由總表建立完成且總筆數與之前相同	敦陽/南投區域網路中心
檢查網路使用與流量	6/18	確認所有上網服務正常，沒有 packet loss 與 long latency 情況發生	敦陽/南投區域網路中心

2.5 緊急還原程序

「緊急還原程序」的規劃是整體改接計畫中相當重要的機制，至於該在怎樣的狀況下啟動執行，則由現場人員依照狀況進行判斷。為了讓骨幹路由器切換時操作人員可以沒有後顧之憂，我們做了最

壞的打算，並對此擬定了一個緊急還原程序，一共分成四個欄位。分別為改接注意項目、執行期限、檢查內容、檢查人員和協助人員，如表 4 所示。

表 4 緊急還原程序

改接注意項目	執行期限	檢查內容	檢查/協助人員
觀察網路使用與流量正常	6/18	觀察上網服務是否有不正常現象	敦陽/南投區域網路中心
如有異常現象，則進行故障排除	6/18	檢查實體線路與相關設定，盡速修復，若無法修復則進行網路還原	敦陽/南投區域網路中心
逐一將已接在 Juniper MX960 上的線路還原到 Cisco6509 上	6/18	Ping 對點 IP Address，逐一確認每一條連線使否正常	敦陽/南投區域網路中心
檢查 OSPFv3 neighbor 連線正常	6/18	確認 OSPFv3 neighbor 均建立並進入 FULL state	敦陽/南投區域網路中心
檢查 IS-IS neighbor 連線正常	6/18	確認 IS-IS neighbor 均建立且學習路由筆數與之前相同	敦陽/南投區域網路中心
檢查路由表	6/18	確認路由總表建立完成且總筆數與之前相同	敦陽/南投區域網路中心
檢查網路使用與流量	6/18	確認所有上網服務正常，沒有 packet loss 與 long latency 情況發生	敦陽/南投區域網路中心

2.6 介面-連線

對於「介面-連線」的資料整理，一共有三份

資料，其中包括現有「介面連線狀況」、「介面 Port Mapping」和「設備介面圖」

表 5 介面連線狀況

Link A-B	A 點		B 點	
	interface	IP address	interface	IP address
Cisco 6509 to NCNU	Gi2/16	203.64.255.91 /29	National Chi Nan University	203.64.255.89 /29
Cisco 6509 to TWARREN IPv6	Vlan16 Gi2/4	2001:288:0:1659:192:83:196:108:112	TWARREN VPLS IPv6	*

表 6 介面 Port Mapping

模組一		模組二	
Cisco6509	Juniper MX960	Cisco6509	Juniper MX960
FE1/1	Ge-0/0/0	Gi2/1	Ge-0/1/0
FE1/2	Ge-0/0/1	Gi2/2	Ge-1/1/0
...

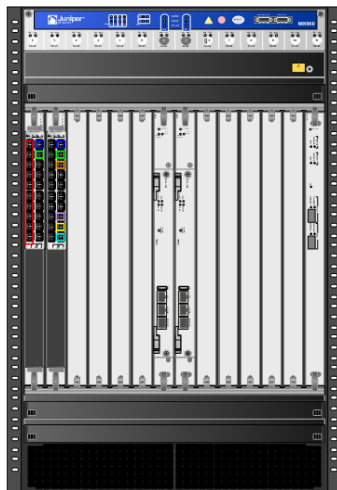


圖 2 設備介面圖

表 7 OSPFv3 Information

OSPFv3 Information	
Router ID	X.X.X.X
Interface	Vlan10 (Process 1659) Vlan16 (Process 1659) Vlan31 (Process 61659)
Neighbor	X.X.X.X X.X.X.X X.X.X.X ...

表 8 IS-IS Infformation

IS-IS Infformation	
Net ADDRESS	XX.XXXX.XXXX.XXXX.XX XX.XXXX.XXXX.XXXX.XX
Interface	Vlan10 (L2) Vlan11 (L1) Vlan12 (L1)
Neighbor	X.X.X.X X.X.X.X X.X.X.X ...

3. 圖形式規劃紀錄

文字敘述固然能提供完整的細節資訊，但是對於流程的呈現若能繪製成圖形，更能達到事倍功半的效果。因此在先前準備工作時的討論會議中，運用圖形作為流程規劃的簡報重點，不僅有助於管理者快速地將資訊傳遞給所有相關人員，更將繁雜的操作流程以簡化的方式說明，是一種相當有效率的方式。

以下將各項文字敘述的流程繪製成圖形，現有單位連線圖請參考圖 3，改接流程請參考圖 4 至圖 8，緊急還原程序請參考圖 9。

3.1 現有連線圖

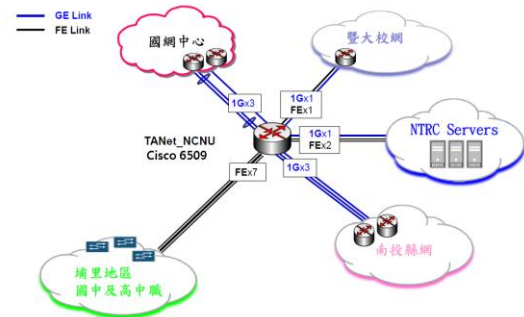


圖 3 TANet NCNU Core Router 現有連線圖

3.2 改接流程

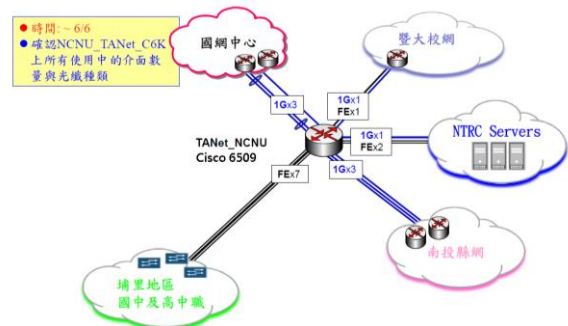


圖 4 TANet NCNU Core Router 改接(Step1)

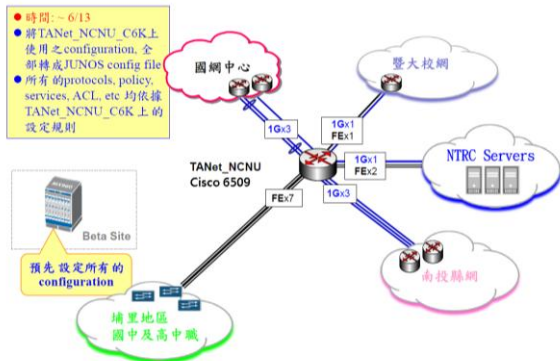


圖 5 TANet NCNU Core Router 改接(Step2)

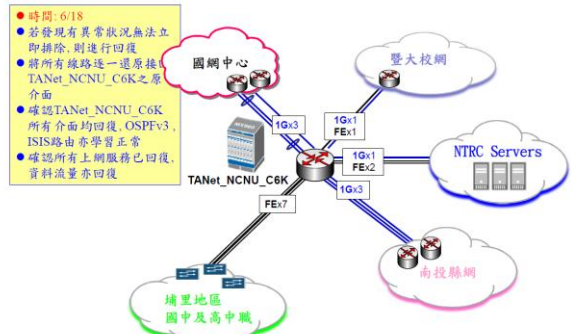


圖 9 TANet NCNU Core Router 緊急還原程序

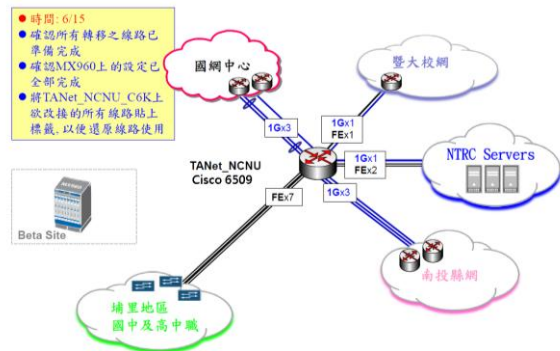


圖 6 TANet NCNU Core Router 改接(Step3)

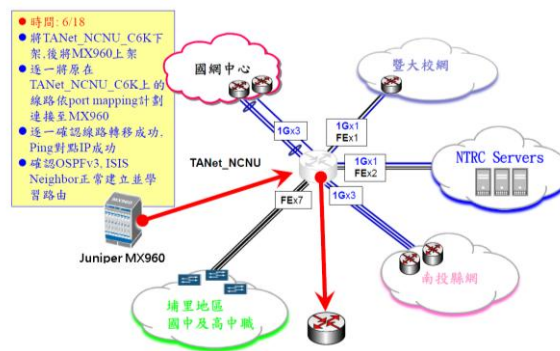


圖 7 TANet NCNU Core Router 改接(Step4)

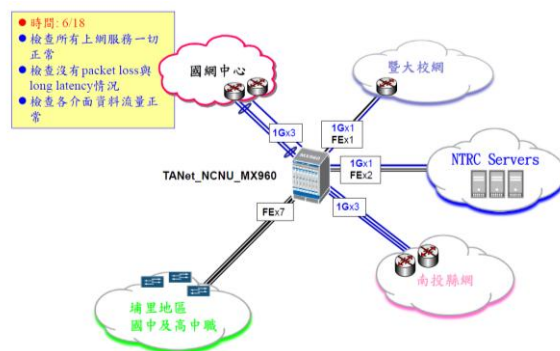


圖 8 TANet NCNU Core Router 改接完成

4. 異常問題排除

所謂「計畫趕不上變化」，雖然經過嚴密的規畫，但在本次更換設備過程中仍遭遇一個較為重大的問題。設備切換後，IPv4 立即就恢復運作，但 IPv6 卻未順利進行路由交換。希望藉由本次的故障排除紀錄作為未來不同廠牌的設備進行介接時，值得注意的事項。

4.1 狀況說明

Juniper MX960 上線後與 TANet 骨幹網路設備 IS-IS Level 2 adjacency 順利建立，但與南投縣網 Cisco6509 IS-IS Level 1 停在 Initializing 狀態。經檢查雙方 Level 1 IIH (Level 1 Hello Packet) 後發現，因 Juniper MX960 在介面啟動 IS-IS、IPv4 和 IPv6 等協定後，IIH 即同時支援 IPv4 及 IPv6。但 Cisco 產品特性並非如此，因此收到 Juniper Level 1 IIH 帶有 IPv6 資訊，就視為格式錯誤予以丟棄。圖 10 所示為 Juniper MX960 Level 1 IIH 可看出 Juniper MX960 已偵測到 Cisco 設備，並將 Cisco 設備列入 IS-IS Neighbor List。

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
9	24.924104	Juniper_N,38:F4:72	ISIS-all-level-1-151515	L1 HELLO	System-ID: 0140.0108.0000
10	28.901195		ISIS-all-level-1-151515	L1 HELLO	System-ID: 0140.0108.0000
11	32.592908	Juniper_N,38:F4:72	ISIS-all-level-1-151515	L1 HELLO	System-ID: 0140.0108.0000
12	38.313908	Cisco_25:c6:40	ISIS-all-level-1-151515	L1 HELLO	System-ID: 0140.0108.0000
13	40.908595	Juniper_N,38:F4:72	ISIS-all-level-1-151515	L1 HELLO	System-ID: 0140.0108.0000
14	46.402226	Juniper_N,38:F4:72	DEC-MAP-(0r-0517)-4E515	IS HELLO	
15	47.840784	Cisco_25:c6:40	ISIS-all-level-1-151515	L1 HELLO	System-ID: 0140.0108.0000
16	57.009575	Cisco_25:c6:40	ISIS-all-level-1-151515	L1 HELLO	System-ID: 0140.0108.0000
17	59.303061	Juniper_N,38:F4:72	ISIS-all-level-1-151515	L1 HELLO	System-ID: 0140.0108.0000
18	59.431790	Juniper_N,38:F4:72	DEC-MAP-(0r-0517)-4E515	IS HELLO	
19	65.303061	Cisco_25:c6:40	ISIS-all-level-1-151515	L1 HELLO	System-ID: 0140.0108.0000
20	65.331102	Juniper_N,38:F4:72	ISIS-all-level-1-151515	L1 HELLO	System-ID: 0140.0108.0000
21	73.448493	Juniper_N,38:F4:72	ISIS-all-level-1-151515	L1 HELLO	System-ID: 0140.0108.0000
22	74.300761	Cisco_25:c6:40	ISIS-all-level-1-151515	L1 HELLO	System-ID: 0140.0108.0000
23	81.687225	Juniper_N,38:F4:72	ISIS-all-level-1-151515	L1 HELLO	System-ID: 0140.0108.0000

```

ISIS HELLO
Circuit type          : Level 1 only, reserved(0x00 == 0)
System-ID (Sender of PDU) : 0140.0108.0000
Holding timer: 27
PDU length: 1492
Priority              : 64, reserved(0x00 == 0)
System-ID (Designated IS) : 0140.0108.0000.00
IS Neighbor(3): (6)
  * Neighbor: Cisco_25:c6:40
  * Protocols Supported (3)
  * IP Interface 200FE55(45) (4)
  * IPv6 Interface address(es) (16)
  * Area address(es) (8)
  
```

圖 10 Juniper MX960 Level 1 IIH

另一方面，南投縣網 Cisco 6509 未將 Juniper MX960 列入 IS-IS Neighbor List。而其 Cisco Level 1 IIH 只支援 IPv4，故其將 Juniper MX960 Level 1 IIH 封包丟棄的結果，導致 IS-IS Level 1 停在 Initializing 狀態。Cisco 6509 Level 1 IIH 如圖 11。

3.3 緊急還原程序

```

No.  Time      Source          Destination      Protocol  Info
 9  0.02104  Juniper_38-Fa-  IS-IS-11-level-1-251515  L1 HELLO, System-ID: 0140.0108.0000
10  0.02105  Cisco_25-C6-40  IS-IS-11-level-1-251515  L1 HELLO, System-ID: 0140.0108.0000
11  0.02106  Juniper_38-Fa-  IS-IS-11-level-1-251515  L1 HELLO, System-ID: 0140.0108.0000
12  0.02107  Cisco_25-C6-40  IS-IS-11-level-1-251515  L1 HELLO, System-ID: 0140.0108.0000
13  0.02108  Juniper_38-Fa-  IS-IS-11-level-1-251515  L1 HELLO, System-ID: 0140.0108.0000
14  0.02109  Cisco_25-C6-40  IS-IS-11-level-1-251515  L1 HELLO, System-ID: 0140.0108.0000
15  0.02110  Juniper_38-Fa-  IS-IS-11-level-1-251515  L1 HELLO, System-ID: 0140.0108.0000
16  0.02111  Cisco_25-C6-40  IS-IS-11-level-1-251515  L1 HELLO, System-ID: 0140.0108.0000
17  0.02112  Juniper_38-Fa-  IS-IS-11-level-1-251515  L1 HELLO, System-ID: 0140.0108.0000
18  0.02113  Cisco_25-C6-40  IS-IS-11-level-1-251515  L1 HELLO, System-ID: 0140.0108.0000
19  0.02114  Juniper_38-Fa-  IS-IS-11-level-1-251515  L1 HELLO, System-ID: 0140.0108.0000
20  0.02115  Cisco_25-C6-40  IS-IS-11-level-1-251515  L1 HELLO, System-ID: 0140.0108.0000
21  0.02116  Juniper_38-Fa-  IS-IS-11-level-1-251515  L1 HELLO, System-ID: 0140.0108.0000
22  0.02117  Cisco_25-C6-40  IS-IS-11-level-1-251515  L1 HELLO, System-ID: 0140.0108.0000
23  0.02118  Juniper_38-Fa-  IS-IS-11-level-1-251515  L1 HELLO, System-ID: 0140.0108.0000

```

```

IS-IS HELLO
Circuit type          : Level 1 only, reserved(0x00 == 0)
System-ID (Sender of pdu) : 0140.0108.0221
Holding timer: 30
PDU length: 1407
Priority
System-ID (Designated IS) : 0140.0108.0221.03
Protocols supported (1)
  NPID(s): IP (0x0c)
Area addresses (0)
Area address (3): 01.0112
IP Interface address(es) (4)
Restart signaling (3)
Padding (255)

```

圖 11 Cisco 6509 Level 1 III

4.2 解決方式

Juniper MX960 與南投縣網之 Cisco 6509 間之 IPv6 路由實際上使用 OSPFv3 進行交換，故 IS-IS Level 1 Interface 上 IPv6 協定並未實際用到。因此先將 Juniper IS-IS IPv6 協定 Disable。如此一來，即觀察到 Juniper MX960 IS-IS Level 1 狀態順利與 Cisco 6509 形成 adjacency。

5. 驗收程序

```

ycc@ql171 ~$ date
日 08月 14 01:56:41 CST 2011
ycc@ql171 ~$ ifconfig 203.64.255.91
Connected to 203.64.255.91.
Escape character is '^]'.

Tablet_NCHU_RX360-1 (ttypp0)
login:
Password:
*** JUNOS 11.1R2.3 built 2011-05-06 04:49:00 UTC
[emaster]# Tablet_NCHU_RX360-1> request system reboot
Reboot the system? [yes,no] (no) yes

*** FINAL System shutdown message from Tablet_NCHU_RX360-1 ***
System going down IMMEDIATELY

Shutdown NOW!
(pid 7280)

[emaster]#
[emaster]# Tablet_NCHU_RX360-1> Connection closed by foreign host.

ycc@ql171 ~$ date
日 08月 14 01:56:41 CST 2011
[emaster]# ifconfig 203.64.255.91
PING 203.64.255.91 (203.64.255.91) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=1 ttl=60 time=0.650 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=2 ttl=60 time=0.565 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=3 ttl=60 time=0.566 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=4 ttl=60 time=0.591 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=5 ttl=60 time=0.583 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=6 ttl=60 time=0.612 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=7 ttl=60 time=0.628 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=8 ttl=60 time=0.591 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=9 ttl=60 time=0.638 ms

--- 203.64.255.91 ping statistics ---
9 packets transmitted, 9 received, 0% packet loss, time 7998ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.565/0.602/0.650/0.040 ms

ycc@ql171 ~$ date
日 08月 14 01:57:00 CST 2011
ycc@ql171 ~$

```

圖 12 切換管理模組測試

```

ycc@ql171 ~$ date
日 08月 14 01:56:08 CST 2011
[emaster]# ifconfig 203.64.255.91
PING 203.64.255.91 (203.64.255.91) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=1 ttl=60 time=0.622 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=2 ttl=60 time=0.618 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=3 ttl=60 time=0.565 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=4 ttl=60 time=0.565 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=5 ttl=60 time=0.592 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=6 ttl=60 time=0.644 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=7 ttl=60 time=0.615 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=8 ttl=60 time=0.597 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=9 ttl=60 time=0.532 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=10 ttl=60 time=0.571 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=11 ttl=60 time=0.621 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=12 ttl=60 time=0.630 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=13 ttl=60 time=0.609 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=14 ttl=60 time=0.579 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=15 ttl=60 time=0.586 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=16 ttl=60 time=0.652 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=17 ttl=60 time=0.614 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=18 ttl=60 time=0.613 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=19 ttl=60 time=0.624 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=20 ttl=60 time=0.654 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=21 ttl=60 time=0.621 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=22 ttl=60 time=0.610 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=23 ttl=60 time=0.634 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=24 ttl=60 time=0.609 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=25 ttl=60 time=0.640 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=26 ttl=60 time=0.606 ms
64 bytes from 203.64.255.91: icmp_seq=27 ttl=60 time=0.621 ms

--- 203.64.255.91 ping statistics ---
27 packets transmitted, 27 received, 0% packet loss, time 26001ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.532/0.691/1.792/0.261 ms

ycc@ql171 ~$ date
日 08月 14 01:56:54 CST 2011
ycc@ql171 ~$

```

圖 13 測試結果 0 packet loss

在驗收過程中，應驗收人員要求，我們將 Juniper

MX960 其中一片管理模組動態停止運作，觀察模組在切換時是否會出現封包遺失的現象，結果如圖 12 和圖 13，數據呈現 0 packet loss 的成果，可以代表設備具有高可用性與穩定性。

5.1 驗收前準備

1. 設備安裝前通知廠商著手準備完工報告書，並於安裝完成後繳交至採購組。
2. 設備安裝前確認設備數量與硬體規格是否正確。
3. 確認廠商繳交完工報告書後，向採購組與主驗人員確認驗收日期。
4. 驗收前一日，發信通知相關驗收人員，並且備註：案名、地點、時間和驗收內容

5.2 驗收流程

1. 確認是否於期限內完成安裝測試
2. 確認設備品項、數量與硬體規格必須全部符合招標規格
3. 抽驗功能項目，以符合招標規格
查看管理模組：show chassis routing-engine
查看路由資訊：show route summary
查看 IPv4 路由：show route
查看 IPv6 路由：show ipv6 neighbors
管理模組切換測試：request system reboot
4. 確認是否為新品，檢視原廠或代理商保固證明書和設備產地證明
5. 確認其他項目：網路電話、教育訓練

6. 結論

在本篇文章中整理了許多的表格與圖片，全部都是南投區域網中心在本次核心骨幹路由器更換過程中所使用的資料整理方式與事件紀錄格式。期望能夠藉由本次以血淚換來的經驗分享，讓未來台灣學術網路能有更好的發展，做為南投區域網路中心的一份貢獻，再次感謝於所有協助南投區域網路中心成長的夥伴們。

參考文獻

- [1] Cisco, <http://www.cisco.com/>
- [2] Juniper, <http://www.juniper.net/>
- [3] IS-IS, <http://www.ietf.org/rfc/rfc1195.txt>
- [4] OSPFv3, <http://www.ietf.org/rfc/rfc2740.txt>
- [5] 教育部電算中心, <http://www.edu.tw/moecc/>
- [6] 國家高速網路與計算中心, <http://www.nhcc.org.tw/>
- [7] TWAREN NOC, <http://noc.twaren.net/>
- [8] 南投區域網路中心, <http://www.ntcc.edu.tw/>
- [9] 南投縣教育處, <http://www.ntct.edu.tw/>
- [10] 敦陽科技股份有限公司, <http://www.sti.com.tw>
- [11] 麟瑞科技, <http://www.ringline.com.tw/>