

計畫編號：Y106-A4

網際網路交換中心之國際發展趨勢及 我國之市場需求研究

期末報告

補助機關：國家通訊傳播委員會

執行單位：財團法人中華民國國家資訊基本建設產業發展協進會

中華民國 106 年 12 月

此頁為空白頁

計畫編號：Y106-A4

PG10606-0044

網際網路交換中心之國際發展趨勢及 我國之市場需求研究

期末報告

執行單位

財團法人中華民國國家資訊基本建設產業發展協進會

計畫主持人

陳文生 博士

研究人員

黃勝雄 博士、吳國維、梁理旋、章之岱

本報告不必然代表國家通訊傳播委員會意見

中華民國 106 年 12 月

此頁為空白頁

計畫名稱：

網際網路交換中心之國際發展趨勢及我國之市場需求研究計畫

中文摘要：

本研究主要目的為，襄助國家通訊傳播委員會規劃符合國際趨勢並符合網路服務提供者需求的網際網路交換中心未來發展與治理政策建議，期能健全網際網路交換中心、網際網路服務供應商之網際網路互連環境，減少跨境互連造成之網路遲延及提升網路連線品質。

本研究主要分為國際發展趨勢以及國內市場需求調查兩大部分，在國際發展趨勢的主要發現包括：市場結構及本地訊務量會影響 IXP 參與者家數；本計畫探討 IXP 成功發展案例中多為非營利協會；遠端互連使全球大型 IXP 跨區擴展；以及 CDN 業者成為網路訊務傳遞主要者。

在國內市場需求調查部分主要分析發現包括：國內網際網路訊務交換比例遠低於國際；國內交換中心缺乏互連信任度；物聯網應用對網際網路訊務量影響不大；針對所提出的 4 個交換中心市場缺口模型評估結果為，優先採取 IPv6 交換中心策略。

本研究依短期及中長期提出以下 7 個建議事項，短期措施包括：依新電信事業法針對市場顯著地位者之要求事項辦理；持續針對電信市場主導業者進行批發價資費管制；IXP 服務水準應與國際接軌。中長期措施包括：網際網路交換發展優先採取中立 IPv6 交換中心策略；輔導建立產業自律規範重啟 IXP 互連信任關係；強化我國 IXPs 集市效應協助建全內容產業發展；以及考量其他交換中心替代方案策略。

關鍵字：

網際網路交換中心、內容傳遞網路、IPv6 交換中心、中立交換中心。

Project Name:

International Trends Analysis and Local Market Demand Study on Internet Exchange Point

Executive Summary:

With an aim to give policy recommendations strengthening the local Internet peering environment in Taiwan, this project analyzed the international Internet exchange and peering development trends and conducted a local Internet exchange market demand study.

The main findings in the international Internet exchange and peering development trends analysis include: 1) the ISP market structure and the local Internet traffic is relevant to the number of IXP participants; 2) non profit IXPs seems function well; 3) remote-peering model makes IXPs act like ISPs; 4) CDN operators dominates Internet content traffic delivery.

The summary findings of the local Internet exchange market demand study include: 1) the local Internet traffic exchange is much less than that of the international; 2) a lack of trust in the local IXP; 3) current IoT application has no impact on the Internet traffic; 4) the assessment result of the four IXP Market Gap Models are given priority to the IPv6 IXP.

In the short term, the paper suggests the government to regulate significant market power (SMP) players following the current rules, continue to regulate the wholesale prices of the significant market power players and encourage local IXPs to comply with international QoS standards. In the mid-to-long term, the paper suggested to set up an independent and neutral IPv6 IXP as a priority strategy, guide the establishment of industry self-regulation to build up IXP trust, strengthen IXP market aggregation power to improve the local content business development.

Key Words:

Internet Exchange, IXP, Content Delivery Networks, CDN, IPv6 IXP, Neutral IXP

目 錄

壹、 計畫說明.....	1
一、 計畫目標	1
二、 計畫架構	1
三、 研究方法	2
(一) 文獻探討.....	2
(二) 比較分析.....	2
(三) 個案分析.....	2
(四) 訪談調查法.....	3
(五) 專家座談法.....	3
四、 工作成果	5
貳、 國際網際網路交換中心之發展趨勢研析	6
一、 網際網路互連之運作	6
(一) 網際網路互連.....	6
1. 互連與轉訊	6
2. 互連的動機	6
3. 互連的兩種形式	7
4. IXP 提供的連結選項	7
(二) 網際網路交換中心的市場需求	8
(三) 網際網路交換中心的組織運作	10
(四) 相關名詞說明彙整表.....	12
二、 國際網際網路交換中心市場發展現況分析報告.....	14
(一) 國際網際網路交換中心發展現況分析	14
1. 地理分布概況.....	14
2. 會員數.....	17

3. 組織運作.....	21
4. 互連政策.....	23
5. 法規環境.....	24
6. 相關技術與服務發展.....	26
(二) 2016 年網際網路營運商相互連接(Interconnection)調查	33
1. 國家與國家互連概況	33
2. IPv6 互連狀況.....	35
3. 互連適用法律管轄權	36
三、 國內外網際網路交換中心個案分析與比較.....	38
(一) 個案分析方法與個案選擇.....	38
(二) 個案分析.....	40
1. 德國 DE-CIX Frankfurt.....	40
2. 荷蘭 Amsterdam Internet Exchange	43
3. 英國 London Internet Exchange.....	46
4. 巴西 Ponto de Troca de Tráfego Metro São Paulo.....	48
5. 香港 Hong Kong Internet Exchange	51
6. 美國 Seattle Internet Exchange	53
7. 日本 JPNAP Tokyo.....	56
8. 美國 Equinix IBX Ashburn	58
9. 加拿大 Toronto Internet Exchange	60
10. 南韓 Korea Internet Neutral Exchange	62
11. 臺灣 Taiwan Internet Exchange.....	64
12. 臺灣 Taipei Internet Exchange	67
(三) 比較分析.....	69
1. 組織運作模式	69
2. 尖峰訊務量與連結 ASN 數量	70

3. Port 月使用費	71
4. 國家基本資料比較表	72
5. 國家網路使用比較	73
6. 所在城市基本資料比較	73
四、小結	75
(一) 市場結構及本地訊務量會影響 IXP 參與者家數	75
(二) 本計畫探討 IXP 成功發展案例中多為非營利協會	75
(三) 遠端互連使全球大型 IXP 跨區擴展	75
(四) CDN 業者成為網路訊務傳遞主要者	76
參、我國網際網路交換互連市場需求調查	77
一、我國網際網路交換中心及互連概況	77
(一) 我國網際網路交換中心發展現況	77
(二) 我國網際網路互連發展現況	78
1. TWNIC 調查網路互連頻寬架構	78
2. 訪談調查之實際網路連線架構	79
3. 臺灣與亞洲其他國家網際網路互連架構比較	80
(三) 我國網際網路互連相關法規政策	81
1. 現行電信相關法規對 IXP 之定位與規管概況	81
2. 電信事業網路互連管理辦法修訂	82
二、國內 IXP 利益關係方訪談調查資料分析	84
(一) 國內網際網路市場發展情形	85
1. 內容數據集中化趨勢	85
2. 網際網路交換中心互連信任模型	87
(二) 網際網路交換中心市場缺口模型	88
1. IX 市場缺口模型 1：大型 IX 優化網路效能	88
2. IX 市場缺口模型 2：微型 IX 扶持新創	90

3. IX 市場缺口模型 3：IPv4/IPv6 分流 IX.....	92
4. IX 市場缺口模型 4：非營利 IX 業務功能分離.....	94
(三) 其他諮詢內容與政策建議.....	95
1. 政策建議訪談問題	95
2. 訪談問題之意見回饋	96
三、 業者與專家座談	97
(一) 相關業者座談會.....	97
1. 會議執行概況	97
2. 會議結論.....	97
(二) 第一次專家座談會.....	98
1. 會議執行概況	99
2. 會議結論.....	99
(三) 第二次專家座談會.....	100
1. 會議執行概況	100
2. 會議結論.....	101
四、 缺口模型排序與政策方案	103
(一) IoT 應用及對國內訊務可能之影響.....	103
1. 智慧電表.....	103
2. 車聯網 Connected Vehicles.....	105
(二) 缺口模型可行性分析.....	106
1. AHP 階層分析法	106
2. 市場供需.....	107
3. 市場價值.....	110
4. 經營風險.....	112
5. IX 發展策略	112
(三) IPv6 交換中心政策規劃	113

(四) IPv6 交換中心營運啟動要件	115
1. 會員連接交換中心之數據專線	115
2. 交換中心營運模式	116
3. 交換中心營運者	116
4. 交換中心建置與營運成本	117
(五) IPv6 交換中心政府介入	118
1. 政府介入	118
2. 推動步驟	119
五、 小結	122
(一) 國內網際網路訊務交換比例遠低於國際	122
(二) 國內交換中心缺乏互連信任度	122
(三) 交換中心市場缺口模型	122
(四) 物聯網應用對網際網路訊務量影響不大	122
(五) IX 發展優先採取 IPv6 交換中心策略	123
肆、 結論與建議	124
一、 結論	124
(一) 網路內容數據朝趨向眼球配置趨勢	124
(二) 臺灣市場對 IXP 的仰賴低	124
(三) 網際網路轉訊價格降低影響互連意願	124
(四) 遠距互連模式對我國 IXPs 造成潛在威脅	125
(五) 國內 IXPs 互連信任度不足	125
(六) 訪談結論出四大交換中心市場缺口模型	125
(七) IPv6 交換中心策略排序最高	126
(八) 其他來自於國內網路相關業者的建議事項綜整	126
二、 建議事項	127
短期措施	127

(一) 依新電信事業法針對市場顯著地位者之要求事項辦理	127
(二) 持續針對電信市場主導業者進行批發價資費管制	127
(三) IXP 服務水準應與國際接軌	127
中長期措施	128
(四) 網際網路交換發展優先採取中立 IPv6 交換中心策略	128
(五) 輔導建立產業自律規範重啟 IXP 互連信任關係	128
(六) 強化我國 IXPs 集市效應協助建全內容產業發展	129
(七) 考量其他交換中心替代方案策略	129
伍、 參考文獻	131
國外文獻	131
國內文獻	135
附錄	136
附錄 1. 相關業者座談會議紀錄	137
附錄 2. 第一次專家會議紀錄	144
附錄 3. 第二次專家會議紀錄	152
附錄 4. 性別統計分析	160

圖目錄

圖 1-1. 計畫研究架構.....	1
圖 1-2. 網際網路交換中心需求調查實施步驟.....	4
圖 2-1. IXP 服務示意圖.....	8
圖 2-2. 全球 IXP 分布地圖.....	15
圖 2-3. 依會員數量之 IXP 分布情形.....	17
圖 2-4. 歐美主要都會地區平均每月跳線維護價格（2013 年上半年）.....	20
圖 2-5. 全球網際網路交換中心組織運作類型.....	21
圖 2-6. 各洲別的網際網路交換中心組織運作類型分布狀況.....	22
圖 2-7. 2016~2021 年透過 CDN 傳遞訊務量預測.....	27
圖 2-8. OIX 驗證內部工作流程圖.....	29
圖 2-9. 傳統互連模式示意圖.....	30
圖 2-10. 轉訊價格趨勢圖.....	31
圖 2-11. 遠端互連模式示意圖.....	31
圖 2-12. 美國網路的互連夥伴國籍分布（大圖為 IPv4/小圖為 IPv6）.....	33
圖 2-13. 英國網路的互連夥伴國籍分布（大圖為 IPv4/小圖為 IPv6）.....	34
圖 2-14. 德國網路的互連夥伴國籍分布（大圖為 IPv4/小圖為 IPv6）.....	34
圖 2-15. 俄羅斯網路的互連夥伴國籍分布（大圖為 IPv4/小圖為 IPv6）.....	35
圖 2-16. PCH 最具代表 30 個國家互連協議有路由 IPv6 訊務之比例.....	36
圖 2-17. 被選為協議法律管轄國家的機率（前 10 名與末 10 名）.....	37
圖 3-1. 臺灣網際網路互連頻寬架構簡圖.....	79
圖 3-2. 訪談歸納之臺灣網際網路互連架構示意圖.....	80
圖 3-3. 部分亞太國家之網路互連架構比較.....	81
圖 3-4. 臺灣傳統之水平互連結構.....	85
圖 3-5. 內容數據集中化後之垂直互連結構.....	86

圖 3-6. 互連信任模型	87
圖 3-7. 市場缺口模型 1: 大型 IX 優化網路效能	89
圖 3-8. 市場缺口模型 1 之 SWOT 分析	90
圖 3-9. 市場缺口模型 2：微型 IX 扶持新創	91
圖 3-10. 市場缺口模型 2 之 SWOT 分析	92
圖 3-11. 市場缺口模型 3：IPv4/IPv6 分流 IX	92
圖 3-12. 市場缺口模型 3 之 SWOT 分析	93
圖 3-13. 市場缺口模型 4：非營利 IX 業務功能分離	94
圖 3-14. 市場缺口模型 4 之 SWOT 分析	95
圖 3-15. 中立交換中心對受訪者機構重要性分析	96
圖 3-16. 智慧電表系統	103
圖 3-17. 智慧電表傳輸資料	104
圖 3-18. 汽車數量、IP 位址、行動門號數量	105
圖 3-19. 可行性分析步驟	107
圖 3-20. BEP 損益平衡模型	110
圖 3-21. IPv6 採用率成長預測	111
圖 3-22. 創新採用策略	114
圖 3-23. IPv4/IPv6 分流 IX 政策規劃	115
圖 3-24. IPv6 交換中心政策方案推動步驟	120

表目錄

表 1-1. 計畫查核點報告一覽表	5
表 2-1. 學者與國際相關組織就 IXP 分類之比較表	10
表 2-2. IXP 經營與運作模式的優缺點比較	11
表 2-3. 各大洲 IXP 數量分布概況.....	14
表 2-4. 擁有 10 家以上 IXPs 的國家列表.....	15
表 2-5. 擁有 10 家以上 IXPs 國家的資通訊環境比較表.....	16
表 2-6. 會員數超過 100 的 IXP 列表	18
表 2-7. OIX 驗證費定價表	28
表 2-8. 網際網路交換中心個案分析與比較項目	38
表 2-9. 網際網路交換中心個案分析標的	39
表 2-10.DE-CIX FRANKFURT 個案分析資料彙整表.....	41
表 2-11.AMS-IX 個案分析資料彙整表.....	43
表 2-12.LINX 個案分析資料彙整表	46
表 2-13.IX.BR 個案分析資料彙整表.....	49
表 2-14.HKIX 個案分析資料彙整表.....	51
表 2-15.SIX 個案分析資料彙整表.....	53
表 2-16.JPNAP 個案分析資料彙整表.....	56
表 2-17.EQUINIX IBX ASHBURN 個案分析資料彙整表	58
表 2-18.TORIX 個案分析資料彙整表	60
表 2-19.KINX 個案分析資料彙整表.....	63
表 2-20.TWIX 個案分析資料彙整表	65
表 2-21.TPIX 個案分析資料彙整表	67
表 2-22.各家 IXPs 的組織運作模式比較表	69
表 2-23.各家 IXPs 的尖峰訊務量與連結 ASN 數比較表.....	70

表 2-24.各家 IXP 的 PORT 使用月費比較表	71
表 2-25.各家 IXP 所屬國家基本資料比較表	72
表 2-26.各家 IXP 所屬國家網路發展比較表	73
表 2-27.各家 IXP 所在城市人口與 IXP 家比較表	74
表 3-1. 我國網際網路交換中心客戶數及訊務量統計表	78
表 3-2. 中華電信網際網路互連頻寬批發費率	83
表 3-3. 中華電信 HiNET 免費互連條件表	83
表 3-4. 智慧電表訊務量情境	104
表 3-5. 車聯網服務與資料量	105
表 3-6. AHP 階層分析結果	107
表 3-7. 缺口模型市場供需分析綜整表	109
表 3-8. 市場供需分析量表	109
表 3-9. 市場價值分析量表	111
表 3-10.經營風險分析量表	112
表 3-11.IX 發展策略排序	113
表 3-12.IX 可能之政策模式	114
表 3-13.IPv6 交換中心啟動要件說明	119
表 3-14.IPv6 交換中心導入步驟與政府介入	121

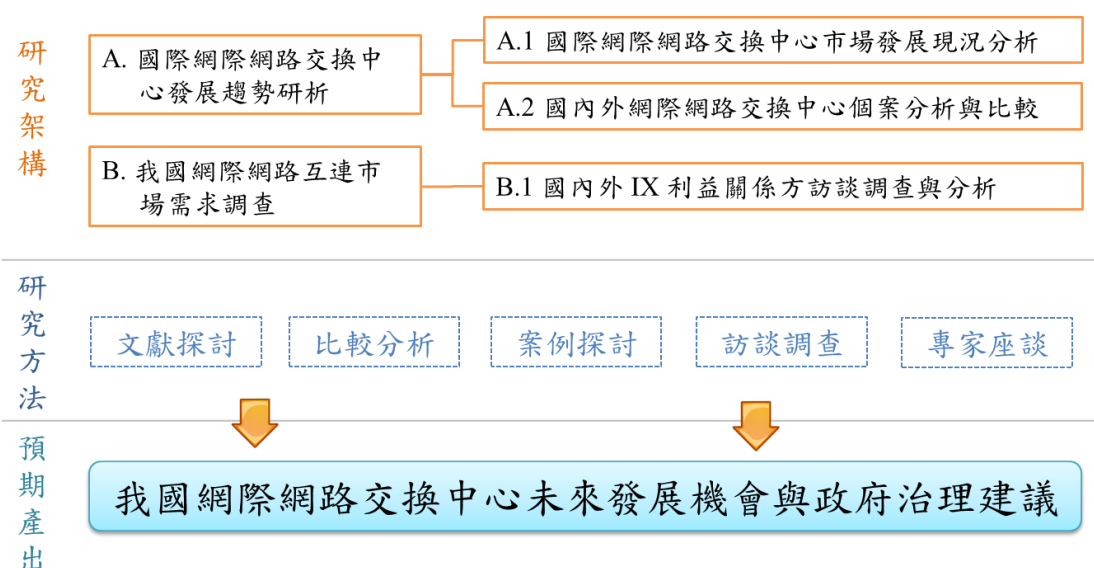
壹、計畫說明

一、計畫目標

本計畫主要目的為，提出我國網際網路交換中心未來發展機會分析與政府治理建議，以為襄助國家通訊傳播委員會規劃符合國際趨勢並符合網路服務提供者需求之網路公共政策用途，期能協助健全網際網路交換中心（Internet Exchange Point, IXP）、網際網路服務提供者(Internet Service Provider, ISPs)之網際網路互連環境，減少跨境互連造成之網路遲延、提升網路連線品質及網路安全等，達成行政院「數位國家•創新經濟發展方案（2017-2025 年）」有關「建構有利數位創新之基礎環境」的策略目標。

二、計畫架構

本計畫分 2 個子項工作，分別為「A.國際網際網路交換中心之發展趨勢研析」以及「B.我國網際網路交換互連市場需求調查」，預計將採用文獻探討、比較分析、訪談調查及專家座談等研究方法進行各項研究工作，整體研究架構如圖 1-1。



資料來源：本計畫整理

圖1-1. 計畫研究架構

三、 研究方法

有關「A.國際網際網路交換中心之發展趨勢研析」工作項目，主要針對國際網際網路交換中心之發展現況進行分析，並挑選 10 個國外重要網際網路交換中心為案例，進行個案深入探討，並與國內主要網際網路交換中心比較，最後再從發展現況以及個案分析中，找出未來發展趨勢。在施行上主要將採取文獻探討、比較分析、個案分析等研究方法。

有關「B. 我國網際網路互連市場需求調查」工作項目，本研究透過訪談調查法與專家座談，期使透過訪談法獲取利害關係人之意見或想法，了解臺灣網路環境中對網際網路交換中心之需求情形、網路服務供應對公共網路交換需求。最末並結合本案 A 大項國際趨勢發展的研究結果，綜整出相關議題，並召開專家座談會探討上述議題可能發展方向，以作為提出對政府相關政策建議之基礎。以下概要說明本研究計畫所運用的研究方法。

（一）文獻探討

文獻分析是以「系統而客觀的界定、評鑑並綜合證明的方法，其主要目的在於了解過去、洞察現在以及預測未來」。文獻探討主要回顧過去與某主題相關之重要發現、理論與方法，藉以形成較新研究或討論的立論架構基礎。文獻探討對象包括專書、期刊論文、研討會論文、報章雜誌、網路資料庫等。

（二）比較分析

比較研究方法是對相同事物的不同方面或同一性質事物的不同種類，透過比較而找出其中的共同點或差異點，來深入認識事物本質的方法。因此，比較研究法的基本原則有二：比相同與比差異；比相同之目的在於，以類似情況當作前研究現象之比附援引，以做出同因必同果的解釋或預測，而比差異之目的，則常為證明不同因不同果，故不能將前研究對象與其他對照現象混為一談。

（三）個案分析

個案研究是一種科學研究的方法，其運用技巧對特殊問題能有確切深入的

認識，以確定問題所在，進而找出解決方法。針對的是其特殊事體之分析，非同時對眾多個體進行研究。研究的單位可能是個人、家庭、機關、團體、社區、地區或國家。個案研究與統計研究之爭，在社會學史上為時甚久。但目前大家都已同意兩種方法在研究過程中均有合法的地位。個案研究提供統計上所需的變數與假設的資料，而統計分析所發現的重要關係可經個案研究獲得確認。兩種研究相輔相成，關係密切。

(四) 訪談調查法

訪談法是指研究者通過與受訪者面對面的交流，加深對受訪者的了解，獲取內容訊息的一種分析方法。具體作法包含個人訪談、群體訪談等。根據學者 McNamara 說明，訪談調查法對於獲取受訪者親身經驗之故事特別有用，其認為訪談調查法在質性研究中特色包含：

- 訪談法經受訪者回答，由採訪者蒐集整理資料而完成。
- 與問卷調查法相較，訪談法於研究方面具備更多個人形式。
- 個人訪談時，由採訪者直接與受訪者對話。
- 訪談法不像郵件問卷，訪談者更有機會深度探討問題。
- 訪談法對受訪者較為容易，因為受訪者可較容易表達想法或感受。
- 訪談法耗費時間、較消耗資源。

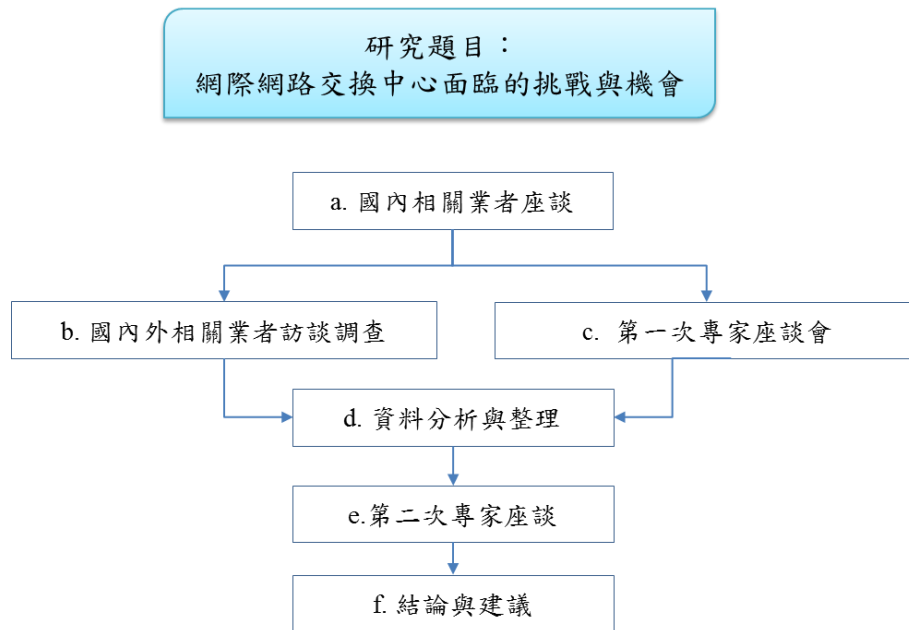
訪談調查法包含非正式、對話式訪談；一般訪談；標準化、開放式訪談；以及封閉式、固定回應選項訪談等四種形式。

(五) 專家座談法

專家座談法主要將邀請相關專家學者、網路服務相關業者（含交換中心業者）參與討論、探討臺灣網路環境對交換中心的需求、面臨的問題或未來可能之機會等進行討論。專家座談法的特色優點包含：

- 獲得的資訊量大、品質較佳、資料蒐集速度快、效率高。
- 可將進行過程錄製下來、以進行事後分析。
- 參與者可深度討論，充分表達自己看法。
- 互動式討論、有利於多方面多角度取得多元建議。

專家座談法的特色缺點則包含受訪者可能不具代表性，以及對結果分析可能具有主觀性等。本調查之研究題目設定為「國際與國內網際網路交換中心面臨的挑戰與機會」，透過訪談調查與專家座談探討交換中心面臨的問題與可能發展機會，並進一步提出具體政策建議。調查施行步驟如下圖：



2

圖1-2. 網際網路交換中心需求調查實施步驟

四、工作成果

本計畫已依計畫時程完成所有工作並如期交付各查核點報告，各查核點報告列表如下。

表1-1. 計畫查核點報告一覽表

編號	查核點	完成日
a.1	國際網路交換中心市場發展現況分析 <u>階段性</u> 報告	6/15，報告彙整於第一次工作進度報告
a.2	國際網際網路交換中心市場發展現況分析報告	8/15，報告彙整於期中研究報告
a.3	國內外網際網路交換中心個案分析與比較報告	9/30，報告彙整於第二次工作進度報告
b.1	國內相關業者座談會	6/15，紀錄彙整於第一次工作進度報告
b.2	第一次專家座談會	7/30，紀錄彙整於期中研究報告
b.3	第二次專家座談會	9/30，紀錄彙整於第二次工作進度報告
b.4	我國網際網路互連市場需求調查報告	11/10，報告彙整於期末研究報告
p.1	第一次工作進度報告	6/15
p.2	期中研究報告	8/15
p.3	第二次工作進度報告	10/15
p.4	期末研究報告（初稿）	11/15
p.5	完整期末報告	11/30

貳、國際網際網路交換中心之發展趨勢研析

一、網際網路互連之運作

(一) 網際網路互連

全球網際網路並非單一網路，其為一群使用相同通訊協定(TCP / IP)，彼此分享其用戶訊務所組合而成的網路。

網際網路接取服務提供者 (Internet Access Service Providers, IASPs) 的功能是使用戶連結到全球網際網路上的任何一個節點，無論這個節點是否與用戶在相同網路上。ISP 為網際網路服務提供者(Internet Service Provider)之縮寫，可視為網際網路接取服務、平臺業者、內容業者、應用程式提供商等較廣義之泛稱。惟為便於閱讀，倘若無特別說明，本報告文中所提及之 ISP 為 IASP 之通稱。

1. 互連與轉訊

參考 Wikipedia 的定義，互連(Peering)為不同網路之間自願性的連結，主要目的為進行不同網路使用者之訊務交換。再引用 Norton 定義，網際網路互連(Internet Peering)是指兩家 ISPs 間相互提供接取彼此客戶的業務關係，透過互連，兩個網路的客戶（節點）才能彼此互通。通常網際網路互連是沒有協議亦不付費的，兩造彼此估計互連價值對等，就不再特別去談協議。另外一個與網際網路互連有關的名詞為網際網路轉訊(Internet Transit)，是指透過 ISP 所提供連結至全球網際網路的業務關係，相對於互連，轉訊可接取轉訊服務商(Transit Providers)路由表上的所有位址。(Norton, 2014)

網際網路互連關係是不可遞移(transitive)的，換言之，當 A 網路與 B 網路互連、而 B 網路又與 C 網路互連時，不代表 A 網路與 C 網路可互連。此外，也因為互連通常不存在協議關係，當任何一方認知到互連關係中獲得的好處並不對等時，其中一方可能拒絕互連或要求付費連結。

2. 互連的動機

ISPs 會選擇與其他網路互連的動機包括：降低轉訊成本、減少網路訊務

遞送延遲提高使用者體驗，以及對訊務有監控與管理等需求時。其中，轉訊成本通常在 ISPs 營運成本中占比很高，倘若透過互連關係交換訊務的成本低於轉訊，那麼互連就是財務上合理的選擇。(Norton, 2014)

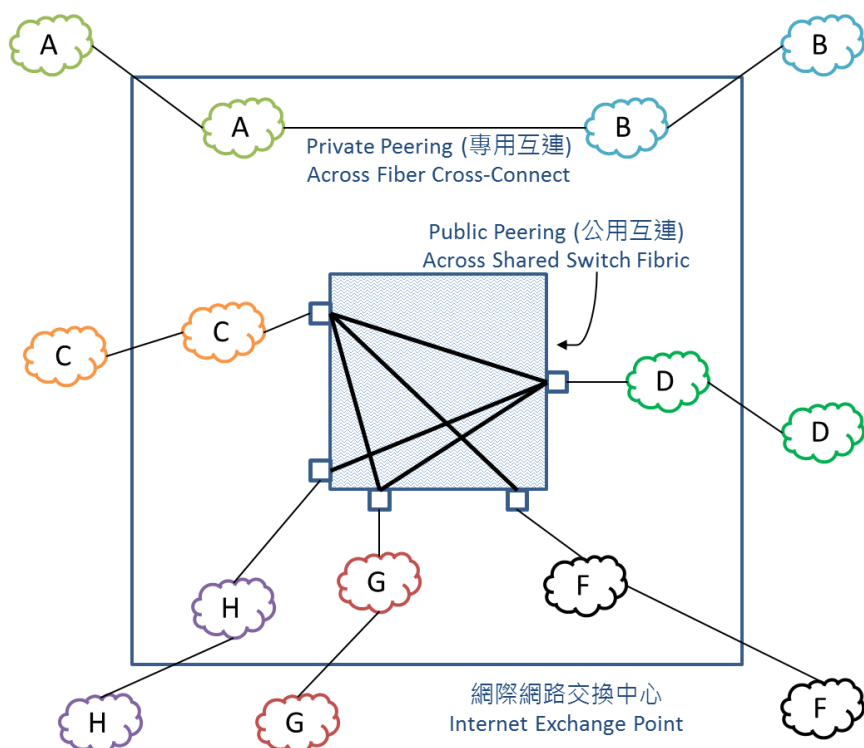
3. 互連的兩種形式

互連可透過下列兩種模式施行，其一為直接電路互連(Direct-Circuit Peering)，其二為網際網路交換中心(Internet Exchange Point)。在 Direct-Circuit Peering 模式中，不需要額外的網路連接點(point of presence)或硬體設備，兩個網路的 PoPs 間只要購買一條電路串接即可。

第二種互連模式則是網際網路交換中心(Internet Exchange Point, IXP)，其為多個 ISPs 的網路相互連結之處，在 IXP 內會同時有許多互連關係存在。依全球網際網路交換中心聯盟(The Internet eXchange Federation, IX-F)所定義的 IXP 為，促進三個以上的獨立自治系統(Autonomous Systems)網路設施間訊務交換的網路設施。其強調 IXP 是網路技術設施，與提供該設施的組織不同，該組織稱之為 IXP 營運商(IXP Operator)。

4. IXP 提供的連結選項

IXP 通常會提供兩種連結的選擇，其一為連到共享交換模組設備(shared switching fabric)，稱之為公用互連(Public Peering)；另一種則是兩個網路透過交互連結(cross-connect)方式進行連結，也稱之為專用互連(Private Peering)，如圖 2-1 所示。在此圖例中，於公用互連的情境下，與 IXP 連結的 ISP 可與其他任何一個也連結在該 IXP 上的 ISPs 互連，換言之 C 網路的訊務封包可以與 D、F、G 網路的訊務進行交換；而在專用互連的情況下，僅有連結的彼此可相互交換訊務，亦即，僅 A 網路與 B 網路之間有訊務交換 (Norton, 2014)。同一個 IXP 可以同時支援公用及專用互連。



資料來源：Norton (2014)

圖2-1. IXP 服務示意圖

(二) 網際網路交換中心的市場需求

國際網際網路學會(Internet Society, ISOC)認為，當區域內有兩個以上具有訊務交換需求的網路存在時，透過網際網路交換中心會比較有效率的做法，因為訊務可於本地網路進行傳輸，有效節省 ISPs 彼此訊務交換的電路支出成本。

對 ISPs 而言，當透過 IXP 交換本地訊務的成本低於購買國際頻寬（轉訊）成本時，就會選擇加入或建立 IXP。市場結構及本地訊務量也會影響 ISPs 加入 IXP 與否，在只有少數 ISPs 主導的市場內，因為市場中大部分的訊務都在同一個網路內流通，故對 IXP 的仰賴度會較低。另外一種情境是，該地區大部分的訊務都流向國外網站時，IXP 也較難扮演降低本地訊務交換成本的功能。相反地，倘若網際網路交換中心位於國際光纖連結價格具競爭力的樞紐位置時，該 IXP 也可能吸引國際會員，倫敦網際網路交換中心(London Internet Exchange, LINX)即為一例，其會員來自於數十個不同的國家。

ISOC 認為，對於 ISPs 和用戶而言，透過網際網路交換中心進行本地網路

訊務交換有著以下優點(Jensen, n.d.)：

- 因訊務不必經過長途連接到世界其他地方的網路再連回當地網路，可節省成本；
- 因為當地端的訊務交換成本降低，當地用戶可取得更多頻寬；
- 由於訊務延遲減少，本地連線速度通常可變快，也減少訊務到達目的地的跳接數；
- 仰賴高速低成本連接的新興本地內容提供商和服務可因此推出，且進一步可因為 IXP 觸及更廣泛的用戶；
- 提供 ISPs 更多上傳訊務到網際網路的選擇，使其在轉訊訊務批發市場上更具競爭力。

而對於發展中國家來說，網際網路交換中心還扮演著扶植本地網路內容業者發展的功能，而本地網路內容為國家網路生態長期發展的根基之一。由於許多發展中國家的本地線上內容和服務的數量有限，用戶所產生的大多為國際網路訊務；由於當地缺少網際網路交換中心基礎架構，致使這些國家的本地內容提供商的服務選擇在海外託管的成本反而更低。IXP 的存在可促使小型 ISPs 進入市場，有助於降低本地訊務交換的成本，並且使得本地使用者更有效率的造訪本地線上服務內容，進一步鼓勵更多本地內容的發展，並激發本地的託管服務，提升整個國家網路服務市場的競爭及服務品質(Jensen, n.d.)。

另外從網際網路線上影音串流或下載服務成長趨勢的角度來說，因為多媒體內容的傳輸需要較大頻寬，倘若本地內容服務提供商的所在城市或國家沒有 IXP 時，這些多媒體內容訊務的交換就得經由成本較高的國際網路來處理，對於本地內容業者而言，成本自然也會增加。(ISOC, 2011)

電信與媒體研究機構 Analysys Mason 所發表「網際網路交換中心對網路新興市場的影響」(The impact of Internet exchange points in emerging markets)評論結語指出(Kende, 2012)，IXPs 在許多地區的網際網路生態系統 (Internet Ecosystem) 進展中扮演了關鍵角色，以非洲肯亞為例，肯亞網際網路交換中心(Kenya Internet Exchange Point, KIXP) 在 2011 年的運作成效包括：

- 訊務本地化，流經 KIXP 的本地訊務量超過 1Gbps（尖峰訊務量）；

- 大幅降低傳輸延遲時間，從原本的 200-600 ms 降至 2-10 ms；
- 使 ISPs 省下每年約 150 萬美金的國際網路接取成本；
- 增加行動業者在行動數據服務的收入，以額外增加 100Mbps 的訊務量來估算，約為每年 600 萬美金；
- 促進內容本地化；
- 增加政府稅收；
- 作為鄰近國家的訊務交換中心點。

(三) 網際網路交換中心的組織運作

網際網路交換中心的組織運作模式有很多種，不同學者（如 Ryan & Gerson）與組織（如 ISOC 及 Packet Clearing House）因為不同研究目的而有不同分類方式。下表彙整 3 種網際網路交換中心的組織運作分類方式，其中 Ryan & Gerson，在不同分類的定義方面最為詳細；而 ISOC 以及 PCH 則僅有簡短說明。

表2-1. 學者與國際相關組織就 IXP 分類之比較表

Ryan & Gerson	Internet Society (ISOC)	Packet Clearing House
1. 自願型 Voluntary IXPs	1. 非正式的網路協會 Informal Association of Networks	1. 協會 Association
2. 商業型 Commercial IXPs	2. 中立的商業/營利公司 Operator-Neutral Commercial/for-profit Company	2. 商業 Commercial
3. 非營利合作型 Corporative IXPs	3. 非營利獨立組織 Not-for-profit Independent Organization	3. 政府 Governmental
4. 非營利管理型 Managed non-profit IXPs	4. ISP 產業公會或協會 Industry Association of ISPs	4. 都會 Municipal
	5. 大學或政府機構 University or Government Agency	5. 大學 University

資料來源：Ryan & Gerson (2012), ISOC (2014), PCH (2017) | 製表：NII 產業發展協進會

Ryan & Gerson 首先定義自願型 IXPs，其認為自願型 IXPs 主要適用於新興或小型的網際網路市場，可迅速開始運作，惟自願型 IXPs 運作在資金要求、取

得、累積與配置等方面，並沒有清楚定義，也可能沒有正式員工在處理網路設施等工作。自願型 IXPs 未來可能因為市場逐漸成熟而演進成為商業型 IXPs。

商業型 IXPs 以營利為主要目的，其對客戶也有相對好的服務及可歸責性。商業型 IXPs 較願意投資於核心服務上，例如海底纜線等大型投資；但也因為商業型 IXPs 提供的服務越來越多元化，可能直接與傳統 ISP 服務（亦即其客戶）產生競爭，因此越來越難在技術政策或轉訊規定等方面維持公正性。

非營利合作型 IXPs 由會員共同運作，以滿足其會員需求為最大目標，理論上也能讓全體會員均能獲益，但也因缺乏營利目的，對市場風險的承受度較低，可能對整體網路市場的發展幫助較少。

非營利管理型的 IXPs 是將 IXP 視為非營利組織在營運，以維持其中立性。此類的 IXPs 會將加入的 ISPs 視為客戶，而非會員或利益關係者，客戶也無法否決或贊成 IXPs 的相關決策或政策。表 2-2 彙整該 4 種類型的 IXPs 優缺點比較。

表2-2. IXP 經營與運作模式的優缺點比較

IXP 營運模式	優點	缺點
自願型	容易設置與維護、低成本	功能發展受限、不太可能建立領導地位
商業型	容易延伸 IXP 範圍、能負擔得起投資	可能與客戶(ISPs)直接競爭、較難維持中立性
合作型	最理解會員需求	可能建立薄弱的領導地位
非營利管理型	客戶不能否決 IXP 政策或決策	需要健全的非營利組織來扮演 IXP 營運監督角色

資料來源：Ryan & Gerson (2012)

ISOC 提出一種由既有電信商所經營的 IXPs，這種類型的 IXP 稱之為「phony IXPs」，由具備主導地位的網路或電信商於一兩個主要城市中提供本地的網路交換服務。在此種案例中，IXP 比較像是一種商業轉訊(transit)提供者所使用的行銷用語，作為行銷其本地與/或國際轉訊服務的手段。此類的 phony IXPs 不易擴大規模，因為其他的主要業者可能不大有興趣加入。此外，這類的 IXPs 也很容

易辨識出來，因為他們通常會依交換的訊務量來收費，或者訂出接近國際轉訊成本的價格。

另外，ISOC 也特別指出，由大學所經營的 IXPs 通常與國家研究教育網路有關聯，且通常由一群技術專家所組成的團隊經營；這類的 IXPs 也是技術支援與知識分享的最佳育成者。(ISOC, 2014)

Packet Clearing House 則在其全球 IXP 資料庫的分類上，將 IXP 運作區分為協會(Association)、商業(Commercial)、政府(Governmental)、都會(Municipal)以及大學(University)等 5 種。其中，協會類型 IXP 主要是由參與會員自我管理的非營利組織；商業類型 IXP 則通常由獨立於參與成員的組織來運作；政府類型 IXP 則是由國家政府機關來進行營運，通常是該國與通訊有關的部會負責；都會類型 IXP 則是由市政府主導，以及大學類型 IXP 由學校單位主導。

實際進行 IXP 分類時，也可能出現不易分類的情況，例如有些政府成立的網際網路交換中心 IXPs 是由其加入的會員來共同決策，混合政府與協會兩種類型。本研究在探究國際網際網路交換中心組織運作模式時，將採 Packet Clearing House 針對 IXP 分類的定義，主要因為 Packet Clearing House 為全球 IXP 資料庫，也是唯一針對其 IXP 組織運作類型定義，並且對全球 IXPs 進行分類之參考資料來源。

(四) 相關名詞說明彙整表

名詞	說明
Autonomous System 自治系統	自治系統是由一個或數個 IP 位址字首(prefixes)相互連結所組成的群組，這些系統會由一家或多家網路營運商依據單一且清楚定義的路由政策所營運。(RFP 1930)
Bilateral Peering Agreement 雙邊互連協議	雙邊互連也可以稱作為專用互連，雙邊協議為兩個網路彼此透過私下協議來交換訊務，該互連可透過 IXP 發生，也可以是兩個網路之間實體的連結，其中後者通常也稱為專用互連。

名詞	說明
Content Distribution Network 內容傳遞網路	內容傳遞網路是指座落於多家網路中心的全球快取伺服器分布網路，CDN 之目的為將網路內容以較快速度傳遞到終端使用者。(Wikipedia: CDN)
Internet Exchange Point 網際網路交換中心	網際網路交換中心是指能促使三個以上的 AS 彼此連結的網路設施，主要用於網際網路訊務之交換。(The Internet Exchange Federation)
Looking-Glass	Looking Glass 是指網路上可提供網路進行路由查詢並協助排除 Internet 上路由問題的伺服器。它通常是由 ISP 或 IXP 所運行。(Wikipedia)
Multilateral Peering Agreement 多邊互連協議	一種許多 IXP 運作上常見的互連政策，其 IXP 成員願意和 IXP 上的其他成員彼此交換訊務。(Internet Society IXP toolkit)
Peering 互連	兩家 ISPs 間相互提供接取彼此客戶的業務關係，透過互連，兩個網路的客戶（節點）才能彼此互通。
Remote Peering 遠端互連	在遠端互連模式下，ISP 租用電路連接交換中心，電路不再連接 ISP 自有且由網路交換中心代管的交換器上，而是直接接入交換中心的交換器通訊埠。
Transit 轉訊	透過 ISP 所提供連結至全球網際網路的業務關係，相對於互連，轉訊可接取轉訊營運商路由表上的所有位址。

二、 國際網際網路交換中心市場發展現況分析報告

(一) 國際網際網路交換中心發展現況分析

本項國際網際網路交換中心發展現況分析主要觀察以下六個面向：全球網際網路交換中心地理分布概況、會員數、組織運作、互連政策、法規環境，以及相關技術與服務發展。

1. 地理分布概況

根據 Packet Clearing House 統計，截至 2017 年 5 月為止，全球約有 477 個網際網路交換中心，其所在位置於各大洲之分布如下表；其中有超過一半以上的交換中心位於歐洲及北美洲，歐洲是 IXP 家數最多的區域，非洲則是 IXP 家數最少的區域。

表2-3. 各大洲 IXP 數量分布概況

洲別	IXP 數量		
	2016 年 5 月	2017 年 5 月	成長率
北美洲地區	77	95	+23%
拉丁美洲地區	43	71	+65%
歐洲地區	128	174	+36%
亞洲太平洋地區	77	92	+19%
非洲地區	26	42	+62%

資料來源：Packet Clearing House (2017) | 製表：NII 產業發展協進會

過去一年來，全球 IXP 數量成長率最高的區域是拉丁美洲的 65%，其次是非洲的 62%。若以國家為單位，擁有 IXPs 的國家共有 126 個，另有 78 個國家沒有 IXPs，全球的 IXPs 地理分布如圖 2-2。



資料來源：TeleGeography (2017)

圖2-2. 全球 IXP 分布地圖

在擁有 IXPs 的國家中，計有 50 個國家有超過 1 家以上 IXPs，另也有 9 個國家擁有超過 10 家的 IXPs（參考表 2-4），其中以美國的 IXPs 數量最高，共有 84 個，全球有超過 10% 的 IXPs 位於美國。

表2-4. 擁有 10 家以上 IXPs 的國家列表

國家	IXP 數量
美國 United States	84
巴西 Brazil	27
俄羅斯 Russia	21
德國 Germany	20
阿根廷 Argentina	20
澳洲 Australia	18

國家	IXP 數量
法國 France	16
日本 Japan	16
波蘭 Poland	10

資料來源：Packet Clearing House (2017.06.01) | 製表：NII 產業發展協進會

表 2-5 為參考國際電信聯盟(International Telecommunications Union)的資通訊技術發展指標(ICT Development Index, IDI)，比較上述 9 個擁有 10 家以上 IXPs 的國家其資通訊發展環境概況。從表中可歸納，這些國家通常擁有成熟的網際網路基礎建設，或者是人口較多或人口密度較高的國家；其他人口數多的國家，包括印度目前的 IXPs 家數為 9 家，中國則擁有 7 家 IXPs。

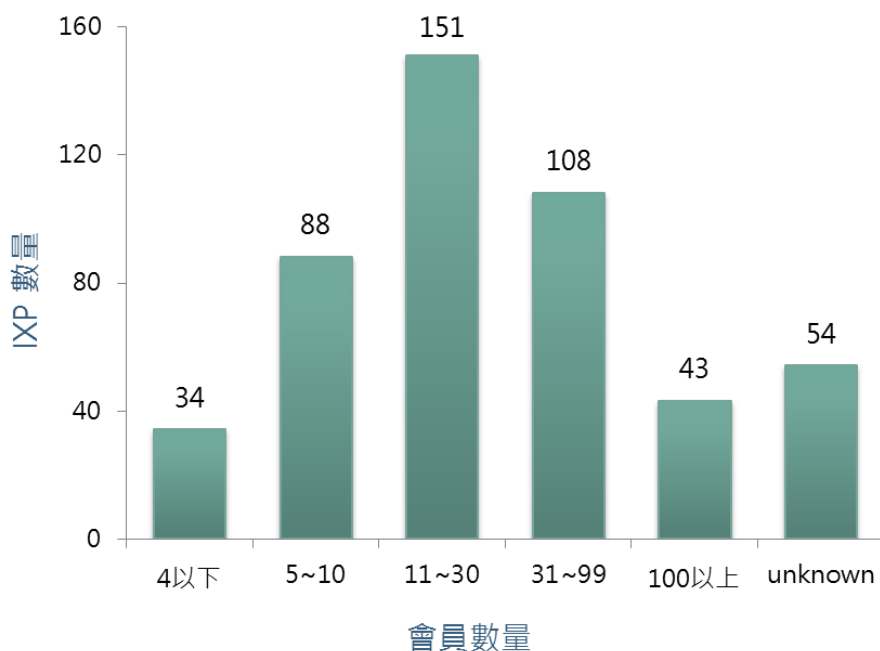
表2-5. 擁有 10 家以上 IXPs 國家的資通訊環境比較表

國家	IDI 2016 排名	人口密度 (每平方公里 人口數)	平均每人國 民所得毛額 (GNI per capita)	每位網路使用 者國際頻寬 (Bit/s)	使用網際網路 的人口比例 (%)	每百位居民的 有效行動寬頻 用戶數
美國	15	35.14	54,960	99,016.99	74.55	109.23
巴西	65	24.87	9,850	43,633.78	59.08	88.62
俄羅斯	43	8.8	11,400	26,845.33	73.41	71.29
德國	12	233.58	45,790	117,539.86	87.59	75.1
阿根廷	56	15.86	13,640	46,144.54	69.4	67.3
澳洲	14	3.09	60,070	81,564.06	84.56	112.86
法國	16	122.01	40,580	129,972.71	84.69	74.65
日本	10	348.25	36,680	62,618.15	93.33	126.44
波蘭	47	124.1	13,370	86,573.32	68.00	60.18

資料來源：ITU (2016) | 製表：NII 產業發展協進會

2. 會員數

各個 IXPs 會員數變化非常大，參考圖 2-3 依 PCH 統計所繪製之會員數量分布圖，會員數在 11~30 區間為目前 IXPs 最常見的數量。



資料來源：Packet Clearing House (2017.06.01) | 製圖：NII 產業發展協進會

圖2-3. 依會員數量之 IXP 分布情形

表 2-6 則是會員數超過 100 的 IXP 清單，從該表中可觀察，這些 IXPs 主要位於西歐。會員數最多的是位於巴西聖保羅的網際網路交換中心——Ponto de Troca de Tráfego Metro São Paulo，連結會員數達 817 個；而名單中的 3 個拉丁美洲 IXPs 均位於巴西。亞太地區的 6 個高會員數的 IXPs 則依序為：印尼雅加達的 OpenIXP Internet exchange Point、香港的 Hong Kong Internet Exchange、澳洲雪梨的 PIPE Networks Sydney、New South Wales IX、日本東京的 Japan Internet Exchange 及 JPNAP Tokyo I – Otemachi 等。

表2-6. 會員數超過 100 的 IXP 列表

	區域	國家	城市	IXP 全稱	會員數
1.	拉丁美洲	巴西	聖保羅	Ponto de Troca de Tráfego Metro São Paulo	817
2.	歐洲	荷蘭	阿姆斯特丹	Amsterdam Internet Exchange	783
3.	歐洲	德國	法蘭克福	Deutscher Commercial Internet Exchange DE-CIX Frankfurt	702
4.	歐洲	英國	倫敦	London Internet Exchange	698
5.	亞太	印尼	雅加達	OpenIXP Internet exchange Point	673
6.	歐洲	荷蘭	阿姆斯特丹	Neutral Internet Exchange	604
7.	北美	美國	洛杉磯	Any2 California	449
8.	歐洲	俄羅斯	莫斯科	MSK-IX Moscow	408
9.	歐洲	法國	巴黎	Equinix Paris	315
10.	歐洲	法國	巴黎	France-IX	299
11.	歐洲	波蘭	華沙	Polish Internet Exchange	278
12.	非洲	南非	約翰尼斯堡	NAPAfrica Johannesburg	259
13.	北美	美國	西雅圖	Seattle Internet Exchange	256
14.	歐洲	俄羅斯	哈巴羅夫斯克	DataIX Khabarovsk	237
15.	歐洲	俄羅斯	烏法	DataIX Ufa	237
16.	亞太	中國	香港	Hong Kong Internet Exchange	234
17.	北美	美國	阿什本	Equinix IBX Ashburn	224
18.	北美	加拿大	多倫多	Toronto Internet Exchange	211
19.	歐洲	烏克蘭	基輔	Ukrainian Internet Exchange	186
20.	歐洲	瑞士	蘇黎世	SwissIX	182
21.	非洲	南非	開普敦	Cape Town Internet Exchange	180
22.	歐洲	瑞典	斯德哥爾摩	Netnod Stockholm	175
23.	亞太	澳洲	雪梨	PIPE Networks Sydney	173
24.	歐洲	英國	倫敦	London Network Access Point	172
25.	歐洲	英國	倫敦	XchangePoint London IPP	166
26.	歐洲	波蘭	華沙	Thinx Poland	165
27.	北美	美國	紐約	New York International Internet Exchange	163

	區域	國家	城市	IXP 全稱	會員數
28.	歐洲	德國	柏林	European Commercial Internet Exchange Berlin	155
29.	歐洲	德國	法蘭克福	European Commercial Internet Exchange	155
30.	亞太	澳洲	雪梨	New South Wales IX	148
31.	拉丁美洲	巴西	阿雷格里港	Ponto de Troca de Trafego do Porto Alegre	141
32.	歐洲	捷克	布拉格	NIX.CZ - Neutral Internet eXchange for the Czech Republic	141
33.	歐洲	烏克蘭	基輔	Digital Telecom Internet Exchange	140
34.	歐洲	德國	法蘭克福	KleyReX Internet Exchange	138
35.	亞太	日本	東京	Japan Internet Exchange	135
36.	歐洲	波蘭	華沙	TPIX - Internet Exchange	131
37.	歐洲	奧地利	維也納	Vienna Internet Exchange	124
38.	北美	美國	紐約	DE-CIX New York	122
39.	北美	美國	亞特蘭大	Digital Realty Atlanta Internet Exchange	121
40.	歐洲	義大利	米蘭	Milan Internet Exchange	109
41.	拉丁美洲	巴西	里約日內盧	Ponto de Troca de Tráfego do Rio de Janeiro	108
42.	歐洲	愛爾蘭	都柏林	Internet Neutral Exchange Association Limited	106
43.	亞太	日本	東京	JPNAP Tokyo I – Otemachi	101

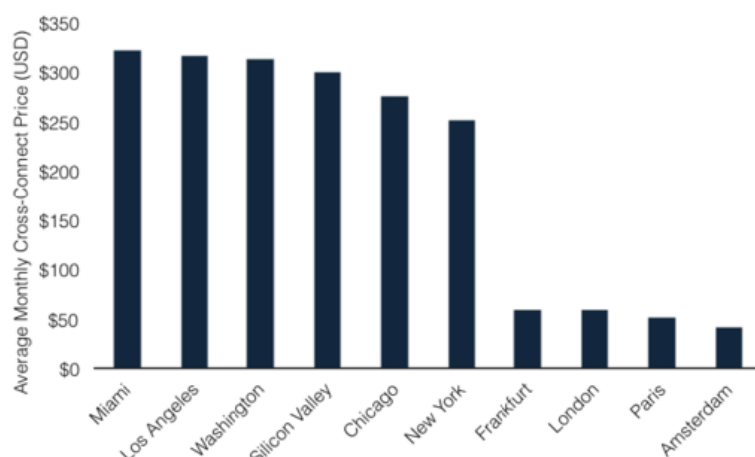
資料來源：Packet Clearing House (2017.06.01) | 製表：NII 產業發展協進會

在 Chatzis 等人的研究認為(Chatzis, Smaragdakis, Feldmann and Willinger, 2015)，美國與歐洲在互連產業生態中最大差異為，在歐洲的大型 IXPs 通常擁有 500-600 個會員，而且其在公用互連設備所要處理的訊務量加總達 Tbps 的數倍以上；此外，歐洲 IXPs 通常也會公開其所維護與更新的會員清單，除廣告行銷目的外，也期望能夠透過網路效應吸引更多新會員加入。在歐洲，透過 IXPs 進行專用互連的數量通常不會公開，但一般認知是專用互連的量遠少於公用互連的量。

相反地，北美地區的大型 IXPs 多由大型商業資料中心或主機託管服務業者經營，這些商業公司通常不會揭露客戶或營運相關資訊，部分的美國 IXPs 會公開公用互連的會員清單資訊，一般認知是，在美國的公用互連的量是遠少於專用互連的。

在 Chatzis 的研究中定義，互連產業生態是指，所有的 ASes 網路之間的互連或轉訊的相互連結；其中公用互連是指在公共交換器上的互連行為，而專用互連是指 2 個網路間經由 transport 的互連行為(如跳線)。在其研究中指出，因為有大量的公用互連，歐洲的網路通常都有比較多的互連選項；相比之下，美國的網路通常只有非常有限的選擇，通常該選項就是跳線(Cross-Connect)。

歐美間互連產業生態的差異造成的明顯後果如圖 2-4 所示。該圖為 2013 年由 TeleGeography 進行有關歐洲及美國主要都會地區的每月平均跳線維護價格(Cross-Connect Price)，美國價格約為歐洲的 6 倍左右，而主要原因是，在美國市場中，IXP 服務多由商業公司所經營，其網路相互連結服務集中在該業者設備內，可供選擇連結的網路選項有限，也提高了相互連結主要形式(例如跳線)的相關成本。(Chatzis, Smaragdakis, Feldmann and Willinger, 2015)



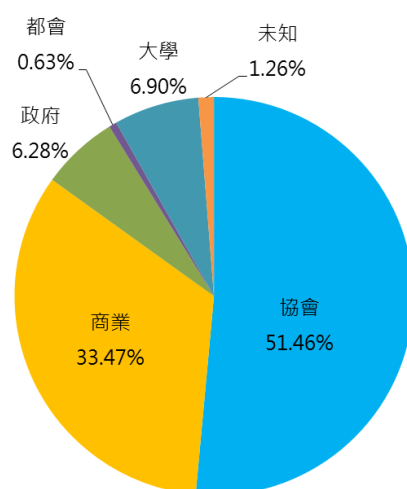
資料來源：TeleGeography

圖2-4. 歐美主要都會地區平均每月跳線維護價格（2013 年上半年）

3. 組織運作

根據 Packet Clearing House 資料庫，截至 2017 年 6 月 8 日為止，全球 478 個狀態為 Active 的網際網路交換中心當中，其組織運作型態以協會者最多，占約 51.46%；其次是商業類型，占 33.47%，各種類型之分布如圖 2-5 所示。

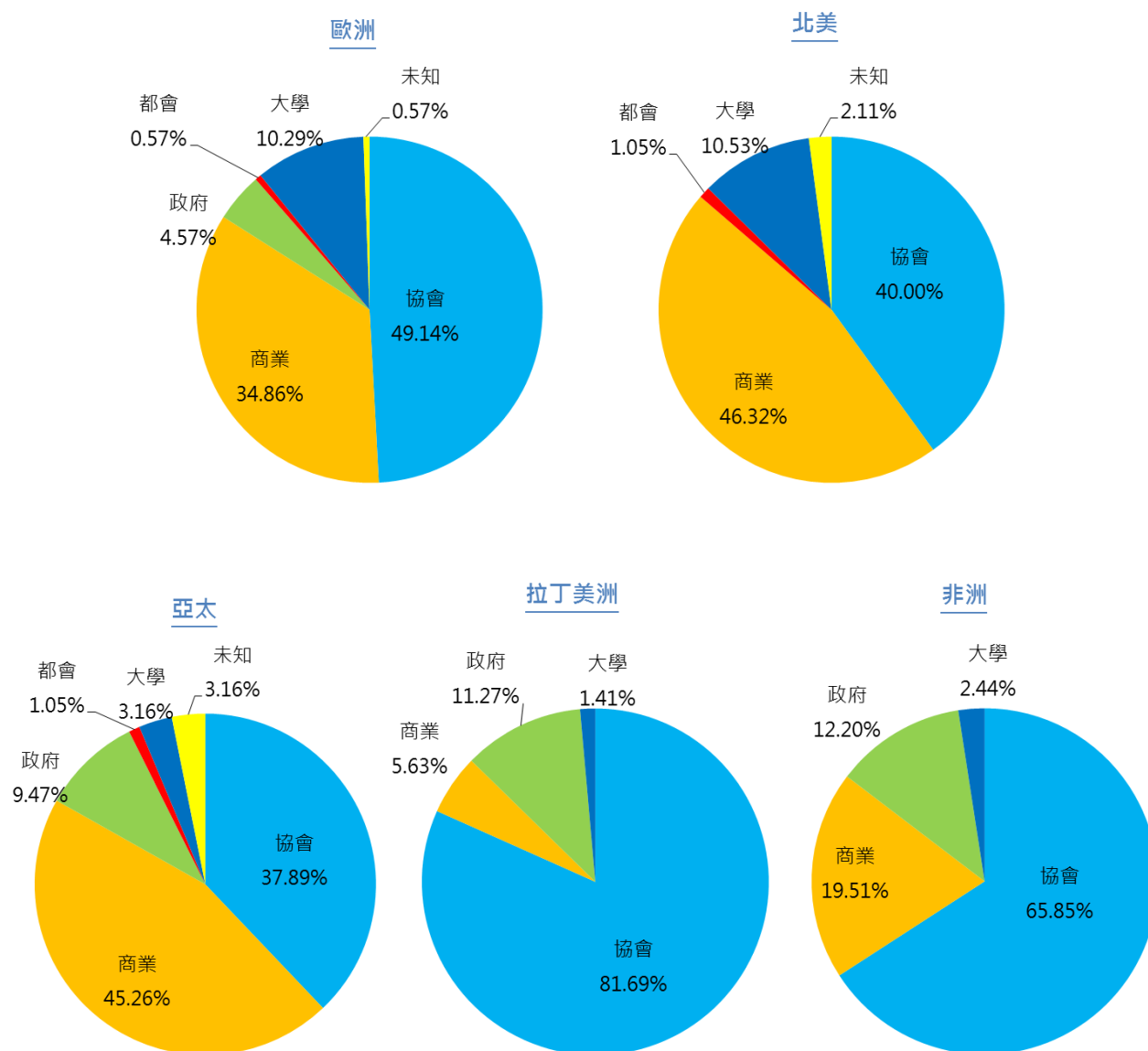
其中，協會類型 IXP 主要是由參與會員自我管理的非營利組織；商業類型 IXP 則通常由獨立於參與成員的組織來運作；政府類型 IXP 則是由國家政府機關來進行營運，通常是該國與通訊有關的部會負責；都會類型 IXP 則是由市政府主導，以及大學類型 IXP 由學校單位主導。



資料來源：Packet Clearing House (2017) | 製圖：NII 產業發展協進會

圖2-5. 全球網際網路交換中心組織運作類型

進一步區分各個洲別的網際網路交換中心組織運作類型可發現，歐洲、拉丁美洲以及非洲的網際網路交換中心均以協會類型為最多，惟在歐洲，協會與商業類型的 IXPs 數量差距較少，在拉丁美洲與非洲則有顯著的差距，超過八成的拉丁美洲 IXPs 組織運作為協會類型，將近 66% 的非洲 IXPs 組織運作為協會類型。北美及亞太地區的 IXP 則是以商業類型為最多，但是商業類型的 IXP 數量與協會類型的 IXP 數量並未差距過大。值得一提的是，北美地區沒有由國家政府所經營的網際網路交換中心，但是有少數(1.05%)由市政府主導的 IXPs。



資料來源：Packet Clearing House (2017.06.01) | 製圖：NII 產業發展協進會

圖2-6. 各洲別的網際網路交換中心組織運作類型分布狀況

另參考 ISOC 在 2015 年的分析報告，當今最常見 IXP 經營模式是，由非營利獨立組織或由 ISP 產業協會來營運。其中，非營利獨立組織模式在歐洲特別常見，許多 IXPs 的設施為會員共有，運營所需成本則由會員們分攤，可能由會員支付一筆一次性費用，然後每月/每季或每年度再繳交 port 費用。商業型 IXP 在美國較普遍，由專門提供訊務交換或資料中心等服務的公司營運。但 ISOC 認為，此類型的專業公司幾乎是供應商中立的，且不會與提供終端用戶的服務產生競爭。(Internet Society, 2015)

4. 互連政策

各個 IXPs 對會員間的訊務路由協議內涵不盡相同。部分的 IXPs 會要求強制性多邊互連協議(Mandatory Multilateral Peering Agreement, MMLPA)，在此情況下，IXP 上的任何會員都必須與其他會員進行互連，屬前述的公用互連模式；此模式通常無法吸引大型的營運商來連接，因為大型營運商傾向只與其他大型營運商進行互連。

有些 IXPs 會要求每個網路都必須要與其他的會員間達成雙邊互連協議(Bilateral Peering, BLP)。也有些 IXPs 提供會員可選擇多邊互連、雙邊互連或甚至兩者混和的協議模式，且不會限制會員彼此間進行轉訊訊務或互連協議的性質；此彈性的互連政策可允許 IXP 上的會員們彼此間達成個別的互連或轉訊協議。(Jensen,n.d.)

ISOC 組織認為，與雙邊互連比較，多邊互連因為允許網路透過單個 port 與其他網路互連，一般而言會對小型或新興網路比較具備吸引力，而大型網路亦可透過多邊互連匯集多家小型網路的訊務。多邊互連將可讓中小型營運商在新興市場中更公平競爭。(ISOC, 2014)

除多邊與雙邊互連的路由協議外，Jensen 也進一步歸納了以下 6 種 IXPs 會採用的政策或策略：

- 網路與 IXP 間的連接成本與管理通常是參加會員的責任，也有些 IXP 會以均值來計算，對所有會員訂定相同價格來連結 IXP；
- 非來自於會員網路的訊務不會流經 IXP，除非有其他轉訊服務；
- 監控會員的訊務僅限於訊務分析與控制用途；
- IXP 可強制會員提供路由資訊以及 Looking-Glass 資訊（有關 Looking-Glass 的說明可參照本報告第貳、一、(四)：相關名詞說明彙整表）；
- 路由或交換 port 資訊可公開或僅限會員；
- IXP 會訂有安全事件、基礎設施故障、路由設備故障，以及軟體設定

錯誤等情況下作出回應的規定。

5. 法規環境

ISOC 的網際網路交換中心工具及最佳實務運作指南文件(ISOC, 2014)提出，有助於提升市場競爭，以及降低價格並促進地方、國家和區域之網路基礎設施投資水準的國家資訊通訊技術發展政策，可促使網際網路交換中心的正向發展；這些政策主要包括：

- 強制用戶迴路細分化 (local-loop unbundling) 和相關設施可以採取租賃模式。
- 強制提供獲取暗光纖 (dark fiber) 和相關連接條件，特別是定價。
- 限制市場顯著地位者 (SMP) 營運商之市場力量。
- 允許合格的網路營運商可自行供裝基礎設施。
- 降低營運商和頻譜許可證的成本和條件。
- 消除特別營收增加稅 (revenue-raising taxes)。
- 取消內容提供商、國外網路業者，以及 IXP 許可證制度。
- 強制交通運輸和能源經營者共享基礎設施、電信基礎設施、土木工程和替代基礎設施。
- 解決限制基礎設施開發商和 ISPs 跨越國界的問題。
- 提高本地營運商(carrier)、ISPs 以及內容提供商，對於連接網際網路交換中心之認知。
- 理解公共部門提供資金發展偏遠地區建設基礎設施的重要性。
- 在政策制定過程中與多方利害相關團體協商，以理解並處理所有受政策影響的利益關係方，並與其建立信任關係。
- 提升網路營運商更有效利用現有網際網路交換中心的能力。

- 使政府主責機關、相關機構理解網際網路交換中心的重要性，以及可能的政策變革。

參考上述 ISOC 建議的政策，像是限制市場顯著地位者營運商的市場力量、在政策制定過程中與多方利害相關團體協商等項目，我國已有相關作法；其他可參考的措施還有降低營運商和頻譜許可證的成本和條件、提高本地網路服務業者對於連接至 IXP 的認知、提高網路服務業者有效利用 IXP 的能力等。

以境內擁有最高數量 IXPs 的兩個國家—美國和巴西為例，根據陳人傑等之研究指出，美國對於網際網路訊務互連與轉訊一向未採取任何管制措施，聯邦通訊委員會(Federal Communications Commission, FCC)或任一政府機關也未對大型骨幹網路業者進行價格管制、或是任何接取限制。在美國，業者之間的網路互連多為私下協商，也因此不容易了解其協商的結果，包括像是價格或者互連形式等（陳人傑、江耀國、陳志成，2016）；美國亦未針對市場顯著地位(Significant Market Power, SMP) 營運商進行管制。

巴西則是南美人口最多、面積最大的國家，也是南美洲最大的電信市場。巴西電信市場較早引入競爭機制，也因此電信產業發展迅速，管理和營運水準相對較高，現已成為巴西吸收外資最多的產業之一。

巴西的電信管制機構為 1997 年成立的國家電信局(Agência Nacional de Telecomunicações, ANATEL)，在巴西提供電信服務須由 ANATEL 事先授權，授權類型與相關要求會根據每個電信服務模式而有所不同，大致可以分為特許權、許可或嚴格授權等。另外也需要 ANATEL 事先授權的項目還有頻譜使用，以及電信設備認證。為了在巴西提供電信服務，營運商必須在該國內成立、組成並有實體地址。

電信互連(Interconnection)在巴西的電信法中有相關規定，由 ANATEL 負責監理，網路與網路之間的互連是強制性的。在其電信法中亦訂有電信服務商網路彼此互連方針；而實施互連協議的條件須經 ANATEL 批准 (DLA Piper, 2016；Ferreira et al., 2016)。惟，在本研究中並未發現巴西有針對 IXPs 的訊務交換與互連行為進行管制。

ISOC 在 IXP Toolkit 資料庫亦針對巴西擁有大量 IXPs 的原因進行分析，

其認為是強大的政府政策支持，加上負責巴西網際網路管理的多方利益相關者機構 CGI.br 有效管理的結果；其中，CGI.br 組織主要從國碼頂級域名 .br 註冊取得資金，為主要負責促進巴西網際網路發展的機構，由政府、私部門以及公民團體代表所共同組成。

巴西在 2003 年時僅有 3 個城市有 IXPs 運作，而整個巴西有將近 20 個城市人口超過 100 萬，各個城市的網際網路訊務量大幅增長，對於城市以外幾個地區的成本和服務質量均產生不利影響。2004 年，CGI 在全國各城市發起一項名為 Ponto de Troca de Tráfego (PTT.br) 推動更多 IXP 成立的計畫；該計畫中有各種網路營運商（從大學到大型 ISP 業者）建立夥伴關係，由 CGI.br 負責網路維運，並由巴西網路資訊中心 (The Brazilian Network Information Centre, NIC.br) 負責提供設備和管理。PTT.br 計畫提供了一個中立平臺讓小型業者可以較低的安裝與傳送成本，與較大網路營運商進行訊務交換。其中，NIC.br 主要作為巴西網際網路指導委員會 CGI.br 組織的執行組織，負責協調與整合巴西所有網際網路服務計畫。

根據 Brito 等的研究指出，巴西公用互連市場之所以能夠蓬勃發展的關鍵為 IX.br (亦即上述的 PTT.br) 的施行，以及允許多方協議的非營利運作模式；該國家級互連計畫提供了吸引創新及促進 IP 互連市場的環境。巴西亦有在全國境內各地建置新 IXPs 的國家計畫，尤其是在北部、東部以及中部地區等網路較不普及之處。比較特別的規定是，在 IX.br 進行交換的 ASes 被規定不得以公用交換中心作為其唯一的網際網路連結，換言之，加入 IX.br 的 ASes 必須證明其已經擁有全球網際網路連結能力，例如透過其他轉訊服務商。(Bruto et al., 2016)

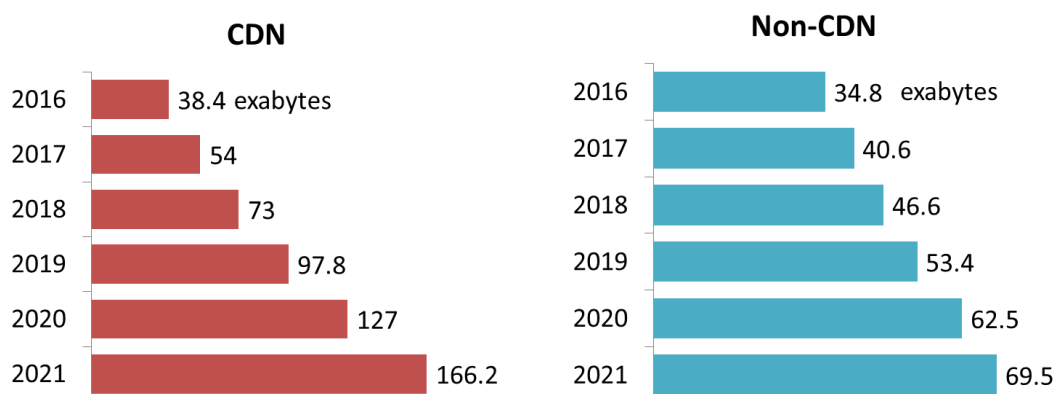
6. 相關技術與服務發展

與網際網路交換中心市場發展有關的近期技術與服務發展現況與趨勢，本研究歸納為「網際網路內容遞送服務」、「Open-IX 驗證標準」，以及「遠端互連模式」等，以下分別說明。

(1) 網際網路內容遞送服務

線上影音串流或下載服務的成長，促使內容業者、內容傳遞業者(Content Delivery Network, CDN)、骨幹網路業者、地區上網服務業者間關係的演變，彼此的區別也越來越模糊。這些結構性的改變降低對訊務轉訊及地區型網際網路交換中心的需求，因為替代方案讓訊務路由更直接、降低延遲且改善服務品質(OECD, 2013)，市場也出現為加強服務品質的訊務轉訊替代方案，如 Google 自建網路及交換基礎設施，以及像是 Akamai 等的第三方 CDN 中介服務提供商等。

再參考 Cisco 的預測數據，全球網際網路訊務量呈現穩定成長趨勢，網際網路訊務流也因為 CDN 的發展而產生變化，Cisco 預測到了 2021 年，超過七成(71%)的網際網路訊務量將會透過 CDN 傳遞，2016 年的 CDN 遞送訊務量僅為 52%(Cisco, 2017)，預測發展趨勢如圖 2-7。



資料來源：ATLAS, Cisco (2017)

圖2-7. 2016~2021 年透過 CDN 傳遞訊務量預測

越來越多的 CDN 訊務是透過私有 CDN 來遞送，而不是第三方 CDN 服務提供商，而所謂的私有 CDN 是由內容服務商自建與營運的 CDN，主要目的為遞送本身的內容，通常也不開放對外販售內容遞送服務。大型的私有 CDN 營運商包括像是 Google、Amazon、Facebook 以及微軟等。

(2) Open-IX 驗證標準

在 2013 年 9 月，由網路社群在美國所發起的中立性質非營利產業協會

Open-IX，其任務為透過發展、實施和認證透明技術與營運標準，來鼓勵網際網路的擴散，目的為創造更具彈性和更高效率的全球網際網路基礎架構。

Open-IX 協會定義了 IXP 技術要求(IXP Technical Requirements)，符合該技術要求者則可取得 OIX-1 驗證；該技術要求文件主要定義 IXP 的基本功能，讓 IXP 會員可期望 IXP 會公開哪些資訊。此驗證標準並非詳細描述 IXP 如何設計、構建或運作。OIX-1 驗證標準—IXP Technical Requirements OIX-1 內容主要就 IXP 的服務(Service)、基礎設施(Infrastructure)、運作(Operation)等部分進行規範，包含技術面規格要求以及應公開資訊等。

在服務項目中，OIX-1 標準首先規範 IXP 至少應提供公用交換虛擬網路(Public Exchange VLAN)服務，當提供額外服務時則應能將相關資訊公開於網站上。在基礎設施項目中，依 OIX-1 標準規範，倘若 IXP 有提供路由伺服器服務，則應同時支援 IPv4 和 IPv6 以及 4byte ASN，且必須在公開網站上發布路由伺服器服務的設定。

在運作項目當中，OIX-1 標準亦規範，IXP 須在網站上公布具有能力管理交換中心基礎架構的技術支援人員的聯繫方式，以取得技術支持；此外該聯繫管道須為 24x7（全天候）可用。其他在運作面應公開的資訊尚有該 IXP 的連線參與者的 AS 號碼，以及流出與流入的訊務量總和（以 5 分鐘平均訊務量為基礎），且必須區分公用互連、VLAN 訊務量以及任何其他互連服務。

無論 IXP 規模大小、服務範圍的多寡，都可以依循 IXP 技術要求並取得驗證。驗證申請費用主要依 IXP 會員數多寡而有差別定價，驗證費歸納如表 2-7；其中市場認定以 IXP 服務地區為主，每個市場應獨立申請 1 個驗證，惟驗證費可因市場較多而有折扣。申請驗證 IXP 的會員數以驗證之際的數量為準，倘若一年內會員數量發生變化，驗證費不會因此改變。

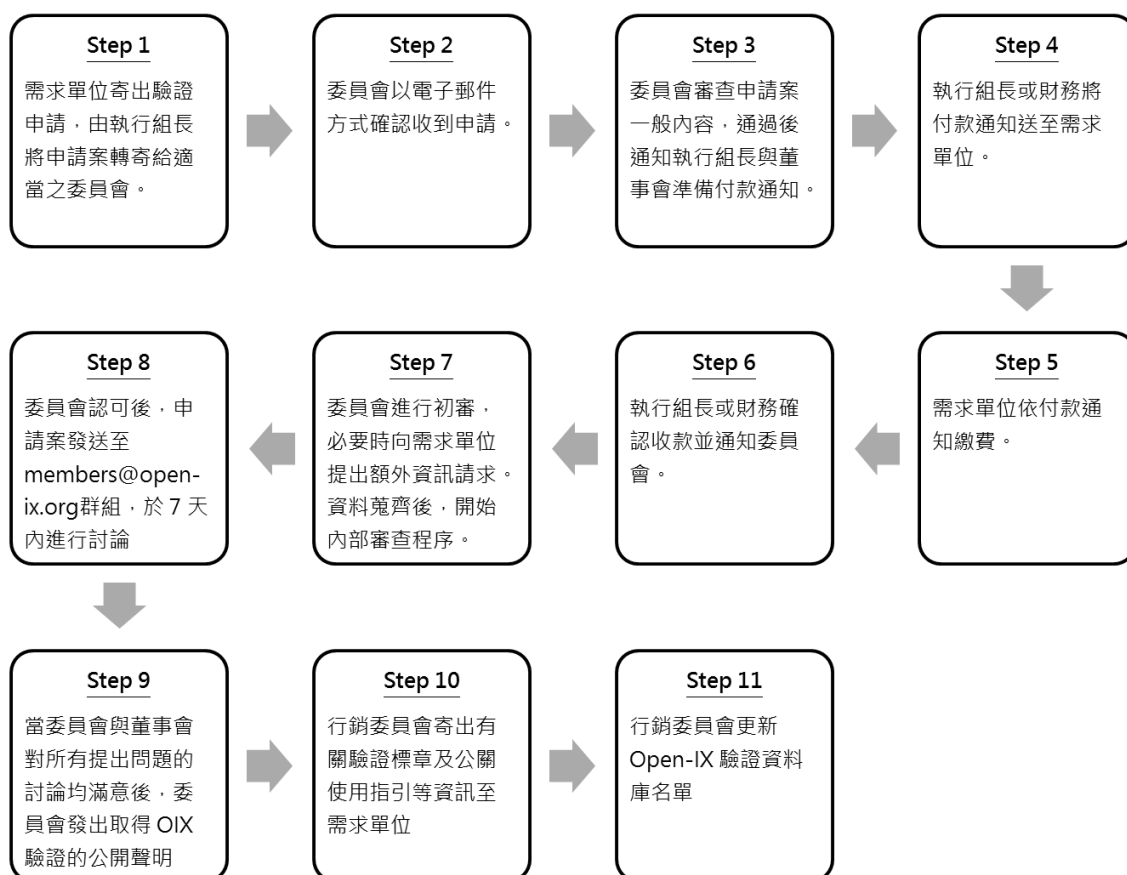
表2-7. OIX 驗證費定價表

會員數	驗證費
小於 35	US\$1,000/市場
36~75	US\$2,500/市場

76 以上	1~2 個市場	US\$5,000/市場
	3~4 個市場	US\$4,000/市場
	5 個市場以上	US\$3,000/市場

資料來源：Open-IX (2017) | 製表：NII 產業發展協進會

OIX 驗證的內部程序如圖 2-8 所示，主要分為 11 個步驟，以書面審查為主。Open-IX 開放認證申請至今（2017 年 7 月），已通過 OIX-1 驗證的 IXPs 家數為 10 家，其中包含有 6 家 IXPs 位於通過 OIX-2 認證的機房；OIX-2 則是針對資料中心(IDC)所提供的認證服務。



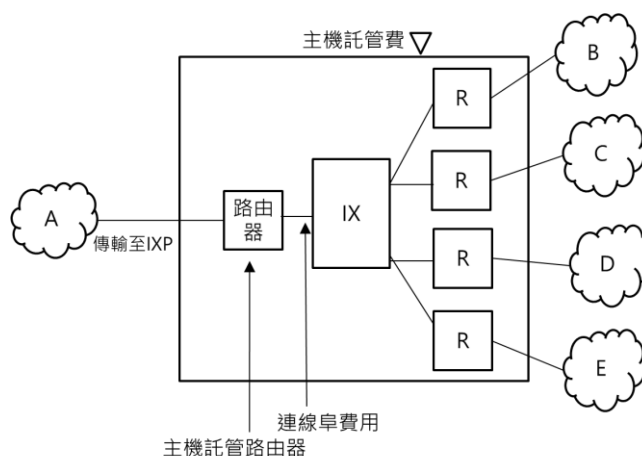
資料來源：Open-IX (2017)，製圖：NII 產業發展協進會

圖2-8. OIX 驗證內部工作流程圖

(3) 遠端互連模式 (Remote Peering)

遠端互連已成為 IXP 連結趨勢，其允許 ASN（或網際網路營運商）在不放置路由器、租用實體空間、或耗費相關人力成本等條件下加入 IXP。Castro 等人研究認為，遠端互連確實增加了 IXP 的會員數，並使 IXP 生態系統中有更多的訊務交換與路由，從而提高 IXP 的戰略價值。(Castro et al., 2014)

傳統網際網路交換中心提供機房主機託管(colocation)與訊務交換服務（包含 peering 與 transit），連線到網際網路交換中心的 ISP 置放自己的網路交換設備在託管機房內，使用該網路交換設備與交換中心的交換器連線(public peering)、或是與其他 ISP 託管的網路交換設備直接連線(private peering)。傳統網路交換中心服務模式如圖 2-9 所示。



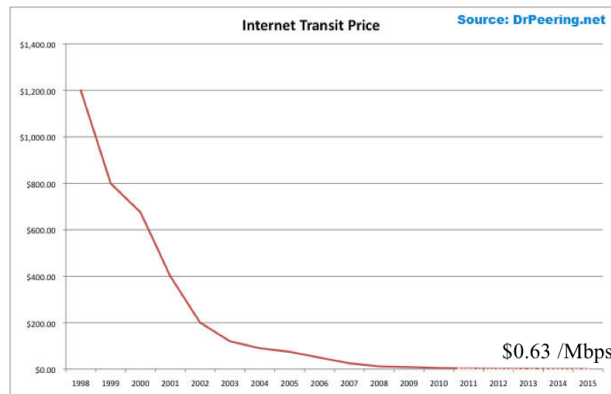
資料來源：Plater (2013)

圖2-9. 傳統互連模式示意圖

傳統互連模式的缺點包括耗時、耗費人力且管理複雜，Norton 曾提出，2013 年時每個網際網路服務提供商與 IXP 完成互連耗時約 6 個月，整個互連過程可能涉及多家不同的服務廠商，如主機託管服務商、transporting 服務商等；通常也需要一次性的網路設備資本投入，像是購置路由器、交換器或負載平衡器等；一旦互連部署好之後，還會有持續維運的費用。(Norton, 2014)

ISP 在市場競爭下，近年轉訊費用逐年降低，圖 2-10 為美國地區的轉訊價格趨勢圖，圖中顯示從 1998 年以來，網路轉訊費用每年大幅度下降之趨勢；至 2015 年底為止，網路轉訊費用降至每 1 Mbps 為 0.63 美元(DrPeering, n.d.)。

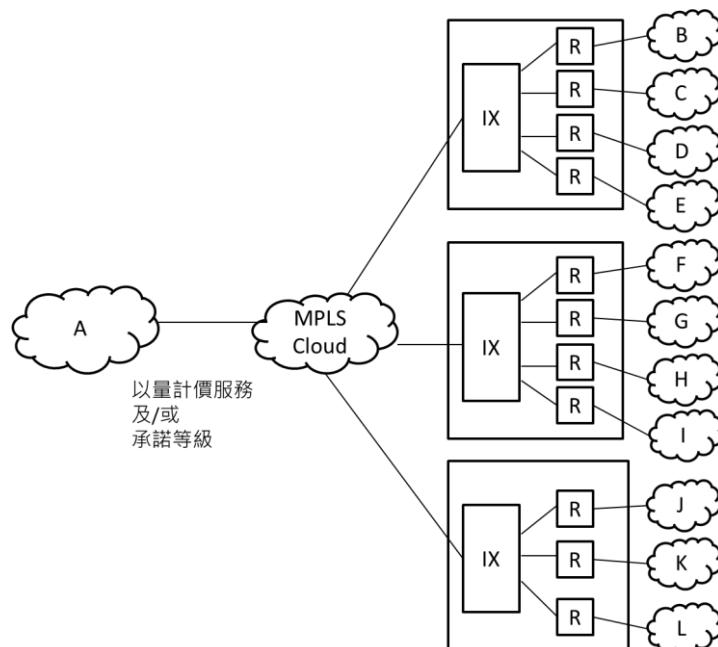
當網路互連成本過高時（包含租用電路、交換中心主機託管費用、網路交換器成本等），ISPs 可能會選擇購買較低的轉訊服務，而不願意採互連服務。



資料來源：Norton (2014)

圖2-10. 轉訊價格趨勢圖

為降低互連成本而有遠距交換中心互連(Remote Peering)模式。在該模式下，ISP租用電路連接交換中心，電路不再連接ISP自有主機託管的交換器上，而是直接接入交換中心的交換器通訊埠。如此節省額外交換器費用，以及交換中心主機託管費用。



資料來源：Plater (2013)

圖2-11. 遠端互連模式示意圖

遠端互連可透過遠端互連服務供應商(Remote Peering Provider)來實施，在此模式中，ISPs 可透過 Remote Peering Provider 擴展其網路至各個 IXPs，而不需要擴張自身的網路設備。而 Remote Peering Provider 會向連線的 ISPs 針對延伸到 IXP 的每一個虛擬區域網路(Virtual Local Area Network, VLAN)收取每月固定費用。

遠端互連模式對客戶最大的好處包括：簡化（不需要額外購買或佈建網路設備、不需要與主機託管業者簽約）；快速（因為流程簡化，整個佈建時間可以從數個月縮短至數週完成）。此外，ISPs 在決定進行完全 colocation-based POP 部署前即開始遠端互連；當 ISPs 認為具有足夠訊務量及效能改善可值得投入實體設備後，再將網路設備部署至主機託管中心(colocation center)並再決定轉為採用實體伺服器。(Norton, 2014)

在歐洲，倫敦、阿姆斯特丹以及法蘭克福的主要 IXPs 都已經有合作的遠端互連服務商，在遠端互連下，這些 IXPs 的連線會員數以及訊務量均大幅成長(Strong, 2016)。在歐洲，大部分 IXPs 亦允許 port 零售，而遠端互連服務商也因此可能網綁 IXP peering ports 服務，提供透過 IXPs 進行專用互連。

這些遠端互連服務商可能是為提供遠端互連而設立的服務商，例如 IX Reach 或 Atrato IP Networks 等，也可能是傳統的轉訊服務提供商，利用其既有的訊務傳遞扮演遠端互連中介的角色。而在像是非洲等發展中的市場，遠端互連成為具備成本效益的替代方案，讓其網路可以觸及歐洲、北美等地(Castro et al., 2014)。

由於交換中心逐漸改變服務模式，不同等級的交換中心對此轉變導致的衝擊與影響也不一樣，而擁有眾多客戶的大型交換中心也比小型交換中心面臨較高轉換風險。此外，網際網路交換中心也越來越像網路服務供應商，因為地理區域擴充，成為多點的交換中心服務商 (multi-sites IXPs)。大型交換中心擴充到全球市場，小型交換中心擴充到區域市場，有些自有網路骨幹，可提供網路接取或轉訊服務。在這樣的結構下，越來越不易區分國際互連或是本地互連，也不容易區分 ISP 及 IXP 之間的差異。

網際網路交換中心未來發展趨勢受到許多因素影響，例如轉訊成本將持

續降低，且尚看不到有停止降低的趨勢。對 ISPs 而言，網際網路互連由於可以降低成本、提升網路品質、因此網路互連仍具有高度價值。

(二) 2016 年網際網路營運商相互連接(Interconnection)調查

Packet Clearing House 在 2016 年底發表，其針對全球 10,794 個不同的網路（此 10,794 個網路橫跨 148 個不同的國家）、共計 1,935,822 份的互連協議進行的調查報告結果顯示，99.93% 的互連協議(Interconnection Agreement)是口頭協議(handshake agreements)，與其在 2011 年的調查結果 99.51% 相比，比例稍微增加。在同一份調查研究中也發現，部分受訪者表示，書面互連協議隨著時間而到期後不再續約，以口頭協議方式取代。

1. 國家與國家互連概況

若以任何國家與其他國家之間的相對互連數量為依據，最頻繁互連的前 4 名國家分別為美國、俄羅斯、英國及德國。以美國為例，其國際連結及國內連結比例如圖 2-12 所示，無論是 IPv4 或 IPv6 情境，其國內互連比例（23% 與 27%）低於國際互連比例(77%)，與英國及德國的情況類似，參照圖 2-13 及圖 2-14 (Woodcock & Frigino , 2016)。

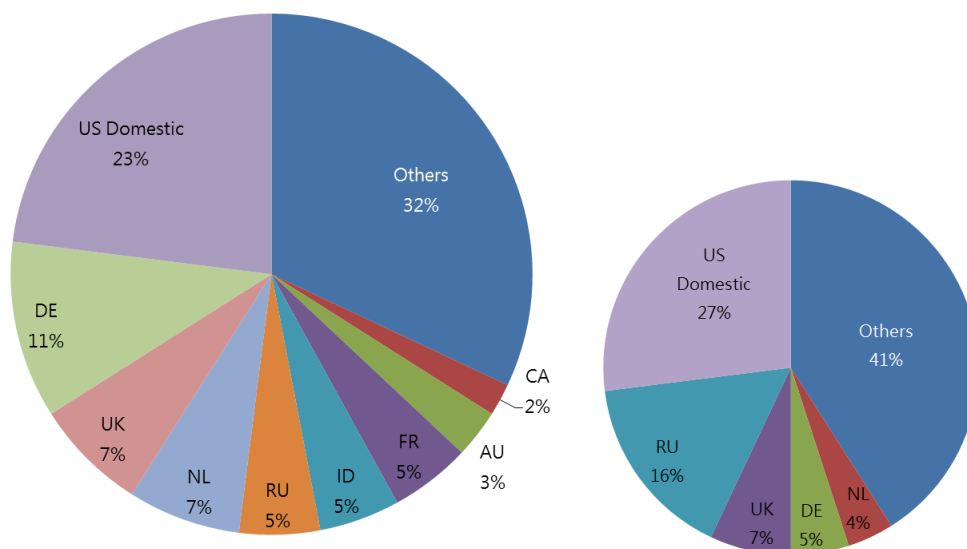


圖2-12. 美國網路的互連夥伴國籍分布（大圖為 IPv4/小圖為 IPv6）

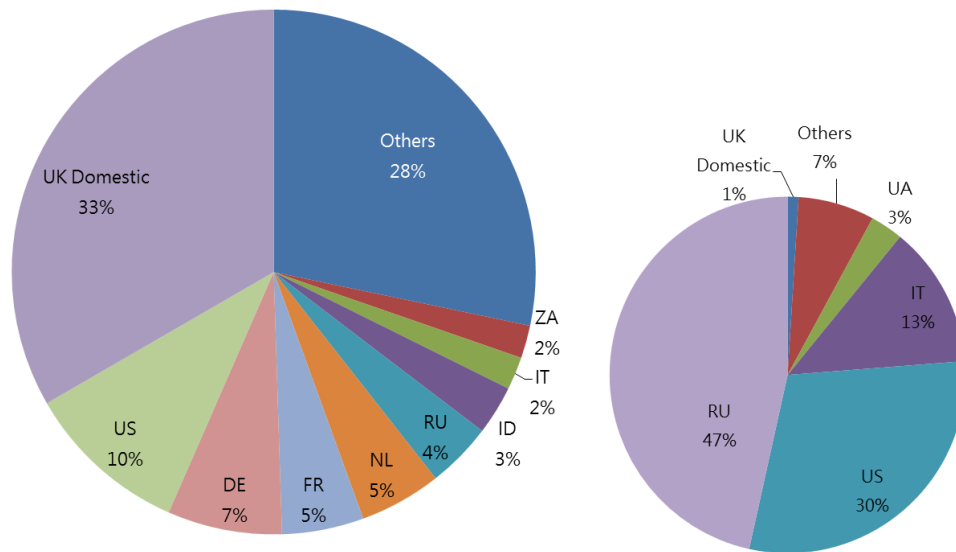


圖2-13. 英國網路的互連夥伴國籍分布（大圖為 IPv4/小圖為 IPv6）

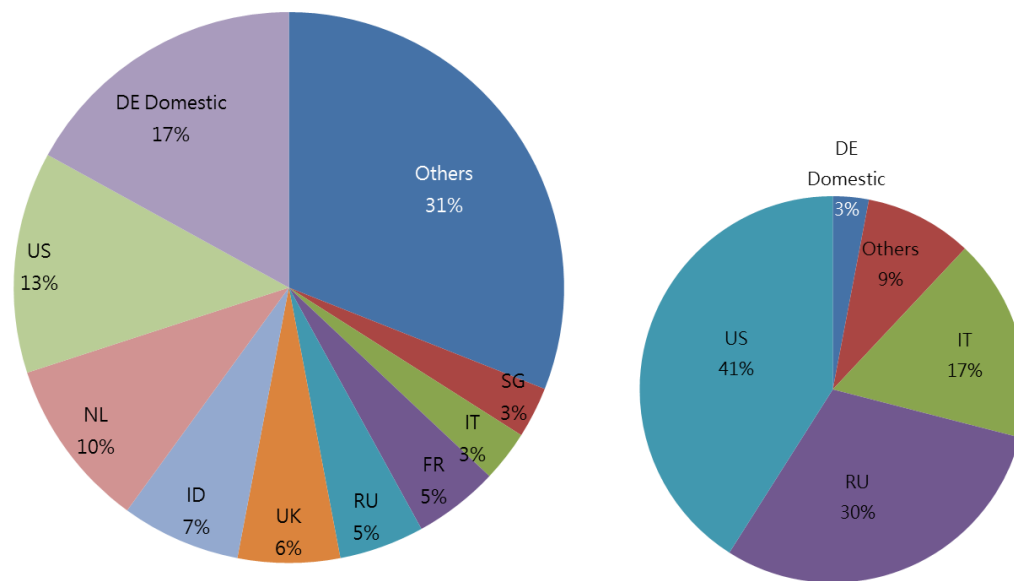


圖2-14. 德國網路的互連夥伴國籍分布（大圖為 IPv4/小圖為 IPv6）

參考圖 2-15，俄羅斯的國內 IPv6 互連比例相當高，占 84%；PCH 調查報告亦指出，俄羅斯在 IPv6 成功發展的最主要因素為，其擁有多家大型的 IXPs，而每一家 IXPs 都有高參與率的多方互連協議(Multilateral Peering Agreement, MLPA)；在國際互連數量方面，全球排名上俄羅斯也僅次於美國，排名第二。

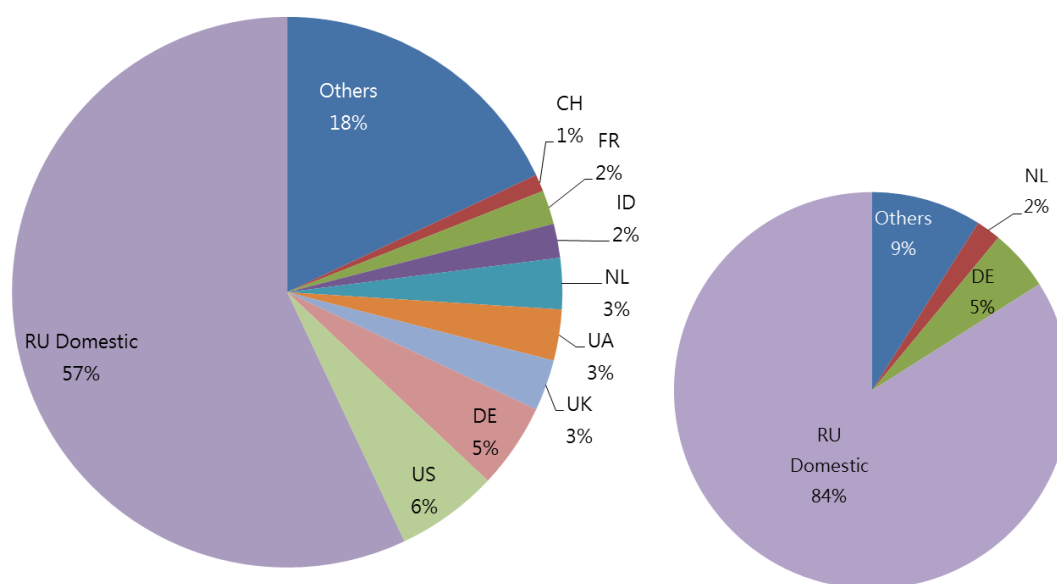


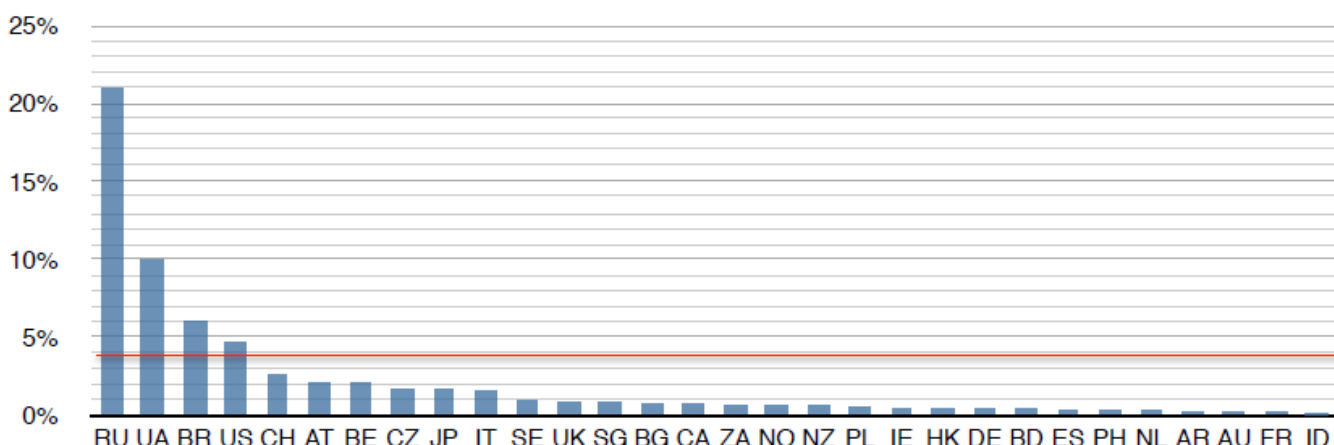
圖2-15. 俄羅斯網路的互連夥伴國籍分布（大圖為 IPv4/小圖為 IPv6）

不同國家的國內互連協議數與國際互連協議數之比率差異性很高，造成這些差異的可能包含國內頻寬的產量、消費量、進出口貿易的程度等因素間的複雜相互作用。PCH 歸納之趨勢包括：

- 同時擁有高度頻寬供需的國家在國內互連方面表現較佳，例如美國、俄羅斯、巴西、印尼、澳洲、阿根廷、芬蘭、波蘭以及南非等國家；
- 倘若該國的國內網路頻寬供給量不大，但具有大量消費力，會有較多的國際連結比例，尤其當該國的鄰近國為主要的網路生產國家的情況；如墨西哥鄰近美國、摩洛哥與埃及鄰近歐洲、東南亞鄰近東北亞等。

2. IPv6 互連狀況

PCH 的全球互連協議調查結果顯示，僅有 74,886 份協議(3.88%)闡述其為交換 IPv6 訊務。若以國家來比較，參照圖 2-16 為 PCH 資料庫最具代表性的 30 個國家參與調查的互連協議中，俄羅斯擁有最高 IPv6 路由比例(21.6%)，其次是烏克蘭 10%、巴西 6%，及美國 4.83%。其他 26 個國家的 IPv6 路由比例均低於全球平均值 3.88%，圖中橫線即為全球平均值基準。



資料來源：Woodcock & Frigino (2016)

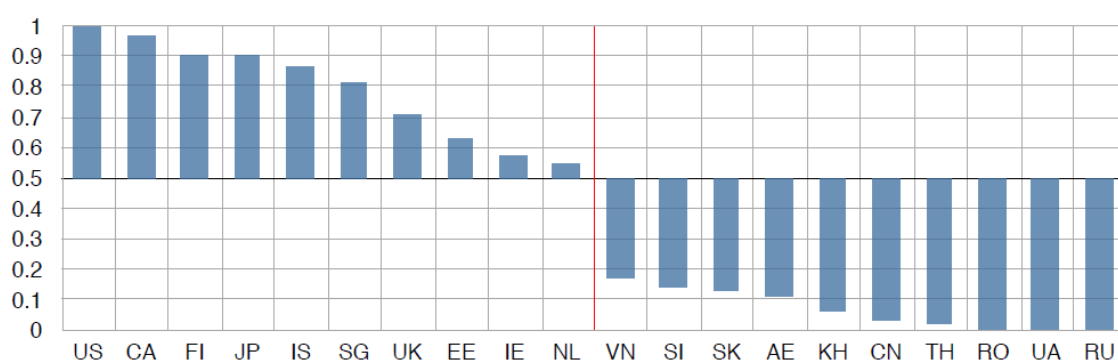
圖2-16. PCH 最具代表 30 個國家互連協議有路由 IPv6 訊務之比例

倘若從個別網路來觀察，PCH 調查則顯示大型網路和小型網路在 IPv6 支援方面有很大的差異，最大的 12 家受訪對象均支援 IPv6，其平均宣告 (advertise) 100 個 IPv6 prefixes 並支援近七成互連對象為 IPv6。而最小的五成受訪對象網路中，92.5% 沒有 IPv6 互連對象或甚至沒有 IPv6 prefixes，其平均的 IPv6 prefix 宣告數量為 0.44，也僅支援 0.15% 互連對象為 IPv6。

3. 互連適用法律管轄權

只有非常少數的案例是，互連協議中的適用法律管轄權沒有指定協議兩造的其中一方的所屬國家，此種狀況通常發生在合併或併購前的協議，新的公司坐落在第三個國家。另外一種狀況則是，會選擇在特別設定為吸引企業投資的商業法規環境的國家，像是巴拿馬或瑞士等。

該調查報告也顯示，這些互連協議有明顯的法律管轄權國家偏好，如圖 2-17 所示，當互連協議的其中一方所在國家為美國或加拿大時，幾乎都會選擇以這兩個國家作為協議的法律管轄權國家；另外一個極端就是，幾乎沒有任何協議選擇下列這些國家：俄羅斯、烏克蘭以及羅馬尼亞，即使這些國家的網路仍確實存在與他國網路互連之協議(Woodcock & Frigino, 2016)。



資料來源：Woodcock & Frigino (2016)

圖2-17. 被選為協議法律管轄國家的機率（前 10 名與末 10 名）

三、 國內外網際網路交換中心個案分析與比較

(一) 個案分析方法與個案選擇

本研究針對 10 個國際主要網際網路交換中心，以及 2 個國內網際網路交換中心，進行個案資料蒐集與分析比較，期能夠歸納出國際整體網際網路交換中心的發展趨勢。個案分析面向主要參考 ISOC 提出的網際網路交換中心標竿比較項目，因資源限制僅選擇部分項目（參照表 2-8），ISOC 所提出的績效評估方法 (Benchmarking IXPs: a Methodology for Assessing Performance) 主要用來評估交換中心改善績效的潛力，部分項目亦可用於描述交換中心的現況。

表2-8. 網際網路交換中心個案分析與比較項目

類別	細項
1. 基本資料	1.1 組織全稱與縮寫 1.2 網站 1.3 主要服務區域 1.4 所在國家或領土、城市
2. 所處地理位置特性	2.1 所在國家人口數 2.2 所在國家發展程度(以 GNI per capita 為依據) 2.3 所在國家是否有國家型教育學術研究網路 2.4 所在國家的分配自治系統網路 ASNs 數量 2.5 所在國家的上網人口數 2.6 網際網路交換中心所在城市位置的人口數 2.7 在同個城市內的網際網路交換中心家數
3. 網際網路交換中心規模	3.1 參與會員數 3.2 尖峰訊務量(peak traffic in Gbps)
4. 網際網路交換中心政策與中立性	4.1 運作模式 4.2 與其他網際網路交換中心的關係 4.3 會員種類 4.4 互連政策 4.5 是否有董事會或類似組織架構

類別	細項
	4.6 相關費用（如設定費、會員費、年費等）
5. 網際網路交換中心服務	5.1 是否公開互連政策文件 5.2 是否支援 IPv6 5.3 是否登錄於 Peering DB 5.4 提供網路交換以外服務

在個案選擇方面，主要考慮訊務量、會員數、知名度、低取代性、地理區域平衡等，初步篩選出的 10 家國外網際網路交換中心包括，3 個位於歐洲、3 個位於美洲、3 個位於亞洲，以及 1 個位於拉丁美洲；另外並加入國內 2 家主要的網際網路交換中心。預計進行個案分析的 12 個交換中心如下表。

表2-9. 網際網路交換中心個案分析標的

洲別	國家	網路交換中心
歐洲	德國	Deutscher Commercial Internet Exchange DE-CIX Frankfurt
歐洲	荷蘭	Amsterdam Internet Exchange
歐洲	英國	London Internet Exchange, LINX
拉美	巴西	Ponto de Troca de Tráfego Metro São Paulo (ix.br)
亞洲	香港	Hong Kong Internet Exchange
美洲	美國	Seattle Internet Exchange
亞洲	日本	JPNAP Tokyo I - Otemachi
美洲	美國	Equinix IBX Ashburn
美洲	加拿大	Toronto Internet Exchange

洲別	國家	網路交換中心
亞洲	南韓	Korea Internet Neutral Exchange KINX
亞洲	臺灣	Taiwan Internet Exchange, TWIX
亞洲	臺灣	Taipei Internet Exchange, TPIX

(二) 個案分析

以下個案分析的相關資料，除於各個 IXP 的公開網站中取得外，部分資料來自於既有文獻，部分資料則從參加 2017 年 9 月於臺中舉辦的 Asia IX Forum 會議中和參加的與會者訪談中取得。有關案例 IXPs 的所在國家與城市相關的社經資料與網路發展現況等資料來源，分別說明如下：各國/經濟體的國家人口數採 CIA Factbook (2016)；各國/經濟體的 GNI per capita 採 World Bank (2016)；各國/經濟體的上網人口數採 CIA Factbook (2014)；同個城市內的 IXP 家數採 Packet Clearing House (2017) 資料庫；各國/經濟體的 ASN 數量採 Geoff Huston (2017)；各個城市的人口數採各城市之市政府網站資料。

1. 德國 DE-CIX Frankfurt

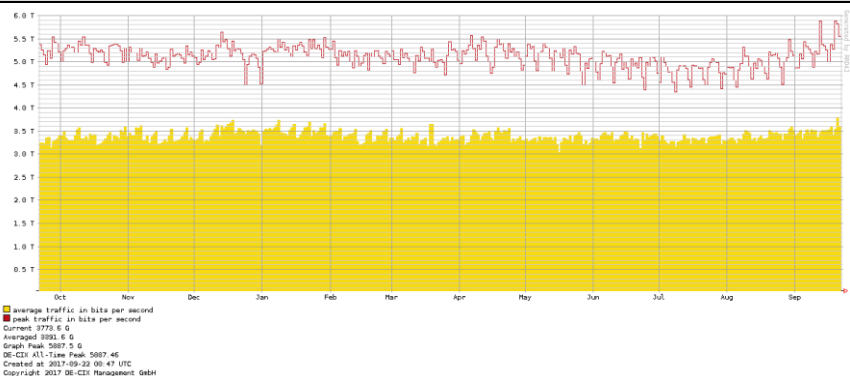
位於法蘭克福的德國網際網路交換中心(Deutscher Commercial Internet Exchange, DE-CIX)成立於 1995 年，一開始是德國 3 家 ISPs 所共同發動的計畫，至今已發展成為世界上最大的網際網路交換中心之一。DE-CIX 主要服務歐洲地區，於中東、北美亦有營運點，包括在德國漢堡、杜塞道夫、慕尼黑、紐約、達拉斯、馬德里、杜拜、伊斯坦堡、義大利巴勒摩(Palermo)等城市。

DE-CIX Management GmbH 公司主要營運 DE-CIX 在德國的據點，該公司由德國網際網路協會 eco 所資助，法律地位上，其完全屬於 eco 協會子公司。DE-CIX 的執行董事與 eco 協會執行長目前為同一人 Harald A. Summa，決策由客戶諮詢委員會(Customer Advisory Board)來決定，委員會成員是由 DE-CIX 客戶所選出，每年開會 2 次用以監督 DE-CIX 的管理、策略與發展等(DE-CIX,

2017)。其他與 DE-CIX Frankfurt 有關的分析項目之內容彙整如下表。

表2-10. DE-CIX Frankfurt 個案分析資料彙整表

細項	內容
組織全稱與縮寫	Deutscher Commercial Internet Exchange, DE-CIX
網站	https://www.de-cix.net/
主要服務區域	歐洲。
所在國家或領土、城市	德國法蘭克福。
所在國家人口數	80,722,792
所在國家 GNI per capita	US\$43,660
所在國家是否有國家型教育學術研究網路	是。 Deutsches Forschungsnetz(DFN)
所在國家的分配自治系統網路 ASNs 數量	2,170
所在國家的上網人口	70.82 million
網際網路交換中心所在城市的人口數	729,624
在同個城市內的網際網路交換中心家數	共 5 家： ● DE-CIX Frankfurt* ● European Commercial Internet Exchange Frankfurt ● Frankfurt Network Access Point ● KleyReX Internet Exchange ● OpenCarrier e.G. Member IX Frankfurt
連結 ASN 數量	770(DE-CIX, 2017/09/22)
尖峰訊務量	5.887 Tbps (DE-CIX, 2017/09/22)

細項	內容
	
運作模式	非營利協會類型。
與其他 IXP 的關係	● DE-CIX 於中東、北美等城市亦有營運點，包括漢堡、杜塞道夫、慕尼黑、紐約、達拉斯、馬德里、杜拜、伊斯坦堡、巴勒摩（義大利）等城市。 ● DE-CIX 在杜拜之據點即是阿拉伯聯合大公國網際網路交換中心(UAE-IX)。
會員種類	大部分 DE-CIX 會員為 eco 協會的企業會員，而 eco 企業會員可取得 DE-CIX 的 GlobePEER 服務大量折扣價。
互連政策	未公開相關資訊。
是否有董事會或類似組織架構	是。DE-CIX 之決策由客戶諮詢委員會決定，5 位委員會成員來自於 DE-CIX 客戶，每年開會 2 次。
相關費用	網站上未公開費率相關資訊。
互連條件	無特別條件。
是否公開互連政策文件	網站上未公開互連政策文件。
是否支援 IPv6	是。
是否登錄於 Peering DB	是。登錄網址： https://www.peeringdb.com/ix/31
提供網際網路交換以外之服務項目	DE-CIX 除提供訊務交換服務外，亦提供遠端互連、Blackholing、雲端服務直接連接服務、專用互連等服務項目。

2. 荷蘭 Amsterdam Internet Exchange

AMIX 成立於 1994 年，原本只是 2 間學術機構與荷蘭學術網路之間交換訊務使用，後來也讓其他 ISPs 加入。到了 1997 年，由參與互連的 20 家 ISPs 及業者共同成立阿姆斯特丹網際網路交換中心協會(AMS-IX Association)。

AMIX 的正式法人組織有 2 個，其一為協會(Amsterdam Internet Exchange Association)，其二為有限公司(Amsterdam Internet Exchange B.V)；兩個組織的簡稱都是「AMS-IX」。兩個法人組織依法都必須每年召開 2 次正式的利害關係人會議，其中協會部分為會員大會，而有限公司部分則是召開股東會議。AMS-IX 的作法是，將兩種會議合併召開。

AMS-IX 在協會部分設有執行董事會(Executive Board)，公司部分設有監督委員會(Supervisory Board)，此 2 個團體適用相同原則，並由相同成員所組成，並且合併稱之為「董事會(Board)」。AMS-IX 管理階層每季向董事會報告，而董事會則每年於大會中向會員及股東進行報告。

AMS-IX 的決策大多由公司部分來訂定，但不會逾越由董事會通過的年度計畫範疇。AMS-IX 年度計畫、預算以及超過管理階層權責範圍外的項目，則由董事會成員來決定。董事會成員席次共 5 名，成員在年度的董事會中進行選舉。在大會中，會員以投票方式決定組織的策略長期計畫以及董事會成員，所有會員的投票權均相等。其他與 AMS-IX 有關的分析項目之內容彙整如下表。

表2-11. AMS-IX 個案分析資料彙整表

細項	內容
組織全稱與縮寫	Amsterdam Internet Exchange, AMS-IX
網站	https://ams-ix.net/
主要服務區域	歐洲。
所在國家或領土、城市	荷蘭阿姆斯特丹。
所在國家人口數	17,016,967
所在國家 GNI per capita	US\$46,310

細項	內容
所在國家是否有國家型教育學術研究網路	是。 SURFet(https://www.surf.nl/en)
所在國家的分配自治系統網路 ASNs 數量	1,087
所在國家的上網人口	15.78 million
網際網路交換中心所在城市的人口數	1,349,373
在同個城市內的網際網路交換中心家數	共 2 家，分別為： ● Amsterdam Internet Exchange* ● Neutral Internet Exchange
連結 ASN 數量	817 (資料日期：2017/09/14)
尖峰訊務量	5.513Tbps (資料日期：2017/09/14)
運作模式	協會類型，非營利組織。
與其他 IXP 的關係	AMS-IX 共有 6 個服務據點，除阿姆斯特丹外，其他據點位於美國灣區、紐約、芝加哥、加勒比海小島古拉索以及香港。其中，美國的 3 個據點由其子公司 AMS-IX USA Inc. 提供服務。
會員種類	無論是否為 AMS-IX 協會的會員，都可以成為 AMS-IX 的客戶，但是與 AMS-IX 互連的經銷商 (reseller) 則規定不可以是 AMS-IX 協會會員。
互連政策	AMS-IX 不涉入會員彼此間兩兩訊務交換，提供包括多邊以及雙邊互連服務。

細項	內容																								
是否有董事會或類似組織架構	AMS-IX 的正式法人組織有 2 個，其一為協會 (Amsterdam Internet Exchange Association)，其二為有限公司 (Amsterdam Internet Exchange B.V)。 AMS-IX 在協會部分設有執行董事會，公司部分設有監督委員會，此 2 個團體由相同成員組成，合併稱為董事會。AMS-IX 管理階層每季向董事會報告，而董事會則每年於大會中向會員及股東進行報告。MS-IX 的決策大多由公司部分來訂定，但不會逾越由董事會通過的年度計畫範疇。																								
相關費用	不同速度 Port 使用月費用如下表： <table><tr><th>Port</th><th>excluding SLA</th><th>including SLA</th></tr><tr><td>GE</td><td>EU\$ 500</td><td>EU\$ 600</td></tr><tr><td>10 GE</td><td>EU\$ 950</td><td>EU\$ 1,200</td></tr><tr><td>100GE LR4</td><td>EU\$ 4,750</td><td>EU\$ 5,500</td></tr></table> 換算成為臺幣的數值如下（匯率 EU\$1= NT\$35.76）： <table><tr><th>Port</th><th>excluding SLA</th><th>including SLA</th></tr><tr><td>GE</td><td>NT\$ 17,880</td><td>NT\$21,456</td></tr><tr><td>10 GE</td><td>NT\$ 33,972</td><td>NT\$ 42,912</td></tr><tr><td>100GE LR4</td><td>NT\$ 169,860</td><td>NT\$ 169,680</td></tr></table>	Port	excluding SLA	including SLA	GE	EU\$ 500	EU\$ 600	10 GE	EU\$ 950	EU\$ 1,200	100GE LR4	EU\$ 4,750	EU\$ 5,500	Port	excluding SLA	including SLA	GE	NT\$ 17,880	NT\$21,456	10 GE	NT\$ 33,972	NT\$ 42,912	100GE LR4	NT\$ 169,860	NT\$ 169,680
Port	excluding SLA	including SLA																							
GE	EU\$ 500	EU\$ 600																							
10 GE	EU\$ 950	EU\$ 1,200																							
100GE LR4	EU\$ 4,750	EU\$ 5,500																							
Port	excluding SLA	including SLA																							
GE	NT\$ 17,880	NT\$21,456																							
10 GE	NT\$ 33,972	NT\$ 42,912																							
100GE LR4	NT\$ 169,860	NT\$ 169,680																							
互連條件	擁有由 RIRs 所核發 ASN 的法人組織，且與 AMS-IX 所選擇的 colocation 或 IP-transport 服務商簽約。																								
是否公開互連政策文件	網站上未公開互連政策文件。																								
是否支援 IPv6	是。																								
是否登錄於 Peering DB	是。登錄網址： https://www.peeringdb.com/ix/26																								
提供網際網路交換以外之服務項目	除交換服務外，AMS-IX 亦提供專用互連以及行動互連(Mobile Peering)服務。																								

3. 英國 London Internet Exchange

倫敦網際網路交換中心(London Internet Exchange, LINX)起源於幾個英國的早期網路服務供應者，嘗試彼此將在英國境內的網路連結在一起，以減少訊務跨越大西洋由美國交換的成本和時間延遲；這些早期網路服務供應者包括像是 Demon Internet（目前為 Vodafone 旗下品牌）、PIPEX（英國的第一家 ISP）以及英國教育研究網路（United Kingdom Education and Research Networking Association, UKERNA，為 Janet Network 的 trading 名稱）等。當英國電信(British Telecom, BT)表示願意加入時，建立 LINX 的想法隨即誕生，主要目的是使地區內的訊務能留在區域內；這也是 LINX 自 1994 年開創以至今的主要精神。LINX 位於英國倫敦，主要服務區域為歐洲地區。

從創立開始，LINX 即以非營利組織型態運作，並以會員利益為優先，透過定期的會員大會由會員共同管理，此方式也一直運作至今。LINX 與其會員間的關係以合作備忘錄為基礎，會員參與的資格條件包括：必須是法人或註冊社團；擁有由任何一個區域型網路註冊機構所核發的 ASN，或者由 LINX 會員所認同的替代方案等。

表2-12. LINX 個案分析資料彙整表

細項	內容
組織全稱與縮寫	London Internet Exchange, LINX
網站	https://www.linx.net/
主要服務區域	歐洲。
所在國家或領土、城市	英國倫敦。
所在國家人口數	64,430,428
所在國家 GNI per capita	US\$42,390
所在國家是否有國家型教育學術研究網路	有。 Janet Network
所在國家的分配自治系統網路 ASNs 數量	2,396
所在國家的上網人口	58.96 Million

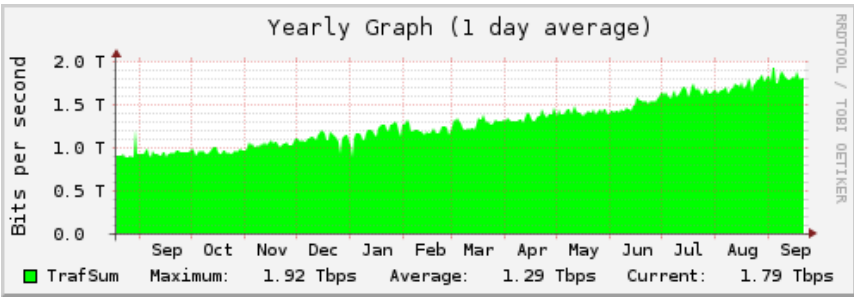
細項	內容		
所在城市的人口數	8,787,892 (UK Office for National Statistics, 2017)		
在同個城市內的網際網路交換中心家數	在倫敦市的 IXPs 一共有 3 家： ● LINX ● EchangePoint London IPP ● London Network Access Point		
連結 ASN 數量	721(LINX, 2017/09/20)		
尖峰訊務量	3.75Tbps (LINX, 2017/09/20)		
運作模式	協會類型，非營利組織。		
與其他 IXP 的關係	LINX 在倫敦有 2 個分開的高速乙太交換平臺，另成立 4 個服務據點，分別為 IXManchester、IXScotland、IXCardiff 以及 LINX NoVA 等。其中，IXCardiff 為威爾斯地區的第一家 IXP 且為獨立與 LINX 無互連；另外在 2013 年於北美成立的 LINX NOVA 採 Open-IX 標準並且為全球第一家取得 Open-IX 驗證的 IXP。		
會員種類	不區分會員種類。		
互連政策	LINX 的公用互連服務同時支援雙邊以及多邊互連；LINX 另也提供專用互連服務，惟提供專用互連服務的網路與公用互連的網路不同，且僅於倫敦有限據點提供。		
是否有董事會或類似組織架構	LINX 設有管理委員會，執行長由董事會選出，董事會設有主席和 6 名董事成員，董事成員由會員選出。		
相關費用	每年 11 月份舉辦的會員大會(LINX EGM)會決定下一個年度的服務費率；2017 年度 LINX 會員年費為 1,200 英鎊，公用互連服務依 port 大小收取不同費用，每月費用如下表：		
	Port Type	LON1 London	LON2 London
	1GE	第一個 port 免費，第二個以後的 port 收取 £219（相同 LAN）	第一個 port 免費，第二個以後的 port 收取£97（相同 LAN）

細項	內容		
	10GE	£834	£424
	100GE	£5,288	£2,679
	換算成為臺幣的數值如下（匯率£1= NT\$40.34）：		
	Port Type	LON1 London	LON2 London
	1GE	NT\$ 8,834	NT\$3,919
	10 GE	NT\$ 33,644	NT\$17,104
	100GE	NT\$ 213,318	NT\$108,070
互連條件	只要擁有由 RIRs 所核發 ASN 的法人組織均可向 LINX 申請互連。		
是否公開互連政策文件	否。		
是否支援 IPv6	是。		
是否登錄於 Peering DB	是。登錄網址： https://www.peeringdb.com/ix/18		
提供網際網路交換以外之服務項目	除交換服務外，LINX 亦提供 Colocation 服務以及專用互連服務。		
所屬國家/地區相關政策法規	英國電信網路監理機關並未針對網際網路訊務交換之費率進行規管，以商業協商；其重視的是，ISPs 的流量管理機制是否透明、是否符合網路中立性等要求。（王碧蓮，2016）		

4. 巴西 Ponto de Troca de Tráfego Metro São Paulo

負責巴西網際網路管理的多方利益相關者機構 CGI.br 於 2004 年在全國各城市發起一項名為 Ponto de Troca de Tráfego (PTT.br，亦為 IX.br) 推動更多 IXP 成立的計畫，其著重於大都會區的網際網路訊務交換。IX.br 由 NIC.br 所營運，共有 27 個交換中心（或服務據點），其中位於聖保羅的 PTTMetro São Paulo 為交換訊務量最高者(2.77 Tbps)，約佔所有服務據點總訊務量(3.48 Tbps) 的八成。而 CGI.br 本身是由政府、企業、第三部門以及學術界共同組成，其目的為協調和整合巴西所有網際網路服務措施，並促進技術品質、創新與服務傳遞。其他與 IX.br 有關的分析項目之內容彙整如下表。

表2-13. IX.br 個案分析資料彙整表

細項	內容
組織全稱與縮寫	Ponto de Troca de Tráfego Metro São Paulo, PTTMetro São Paulo (IX.br São Paulo)
網站	http://ix.br/
主要服務區域	拉丁美洲。
所在國家或領土、城市	巴西聖保羅。
所在國家人口數	205,823,665
所在國家 GNI per capita	US\$8,840
所在國家是否有國家型教育學術研究網路	是。 RNP (the Brazilian National Research and Educational Network)
所在國家的分配自治系統網路 ASNs 數量	4,577
所在國家的上網人口	120.676 million
網際網路交換中心所在城市的人口數	12,038,175
在同個城市內的網際網路交換中心家數	2 個。 ● NAP do Brasil ● Ponto de Troca de Tráfego Metro São Paulo
連結 ASN 數量	1,359(ix.br, 2017/09/21)
尖峰訊務量	1.92 Tbps (ix.br, 2017/09/21)  Yearly Graph (1 day average) Bits per second 2.0 T 1.5 T 1.0 T 0.5 T 0.0 Sep Oct Nov Dec Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep TrafSum Maximum: 1.92 Tbps Average: 1.29 Tbps Current: 1.79 Tbps
運作模式	非營利且由 NIC.br 所資助與管理。

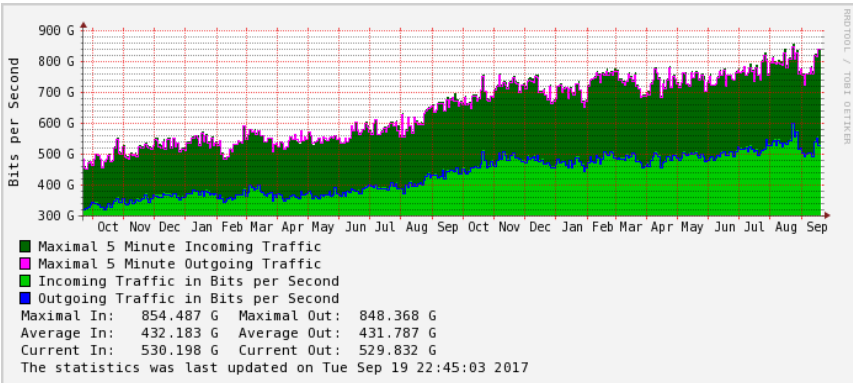
細項	內容																
與其他 IXP 的關係	IX.br 在巴西各個城市中共計有 27 個交換中心（或服務據點），其中位於聖保羅的 IX.br São Paulo 交換中心為訊務量最高者。																
會員種類	無區分不同類型的會員。																
互連政策	可同時支援雙邊及多邊互連。																
是否有董事會或類似組織架構	PPT.br(IX.br)是巴西網際網路指導委員會(CGI.br)所發起的計畫，由 NIC.br 所營運。																
相關費用	不同速度 Port 使用月費用如下表： <table border="1"> <thead> <tr> <th>Port</th><th>Monthly Fee</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1G</td><td>BR\$ 115</td></tr> <tr> <td>10 G</td><td>BR\$ 690</td></tr> <tr> <td>100G</td><td>BR\$ 5,520</td></tr> </tbody> </table> 換算成為臺幣的數值如下（匯率 BR\$1= NT\$9.68）： <table border="1"> <thead> <tr> <th>Port</th><th>Monthly Fee</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>G</td><td>NT\$ 1,113</td></tr> <tr> <td>10 G</td><td>NT\$ 6,679</td></tr> <tr> <td>100G</td><td>NT\$ 53,433</td></tr> </tbody> </table>	Port	Monthly Fee	1G	BR\$ 115	10 G	BR\$ 690	100G	BR\$ 5,520	Port	Monthly Fee	G	NT\$ 1,113	10 G	NT\$ 6,679	100G	NT\$ 53,433
Port	Monthly Fee																
1G	BR\$ 115																
10 G	BR\$ 690																
100G	BR\$ 5,520																
Port	Monthly Fee																
G	NT\$ 1,113																
10 G	NT\$ 6,679																
100G	NT\$ 53,433																
互連條件	● 擁有 ASN 號碼； ● 採用 BGP 4 協定； ● 證明已具備全球聯網能力。																
是否公開互連政策文件	否。																
是否支援 IPv6	是。																
是否登錄於 Peering DB	是。登錄網址： https://www.peeringdb.com/ix/171																
提供網際網路交換以外之服務項目	僅提供網際網路交換服務。																
所屬國家/地區相關政策法规	巴西公用互連市場蓬勃發展關鍵為政府的推動，期透過國家型互連計畫的施行，以及 IX.br 允許多方協議的非營利運作模式，創造出吸引創新及促進 IP 互連市場的環境。																

5. 香港 Hong Kong Internet Exchange

香港網際網路交換中心(Hong Kong Internet Exchange, HKIX)成立於 1995 年 4 月，由香港中文大學基金會公司附屬的 Hong Kong Internet eXchange Limited 以及香港中文大學的資訊科技服務處(Information Technology Service Center, ITSC)共同營運。HKIX 強調自己是完全業者中立的角色，其主要目的為傳輸香港境內的網路訊務，也作為與其他國家訊務交換用途。其他與 HKIX 有關的分析項目之內容彙整如下表。

表2-14. HKIX 個案分析資料彙整表

細項	內容
組織全稱與縮寫	Hong Kong Internet Exchange, HKIX
網站	https://www.hkix.net/
主要服務區域	亞洲。
所在國家或領土、城市	香港。
所在國家人口數	7,167,403
所在國家 GNI per capita	US\$43,240
所在國家是否有國家型教育學術研究網路	是。 HARNET (Hong Kong Academic & Research Network)
所在國家的分配自治系統網路 ASNs 數量	761
所在國家的上網人口	6.066 Million
網際網路交換中心所在城市的人口數	7,167,403
在同個城市內的網際網路交換中心家數	香港一共有 4 家網際網路交換中心，分別為： ● AMS-IX Hong Kong ● BBIX Hong Kong ● Equinix Hong Kong ● Hong Kong Internet Exchange*
連結 ASN 數量	276(HKIX, 2017/09/19)

細項	內容																
尖峰訊務量	854.49 Gbps(HKIX, 2017/09/19)  ■ Maximal 5 Minute Incoming Traffic ■ Maximal 5 Minute Outgoing Traffic ■ Incoming Traffic in Bits per Second ■ Outgoing Traffic in Bits per Second Maximal In: 854.487 G Maximal Out: 848.368 G Average In: 432.183 G Average Out: 431.787 G Current In: 530.198 G Current Out: 529.832 G The statistics was last updated on Tue Sep 19 22:45:03 2017																
運作模式	由大學營運，非營利的中立組織。																
與其他 IXP 的關係	沒有公開相關資訊。																
會員種類	無區分會員種類。																
互連政策	允許多邊以及雙邊互連。																
是否有董事會或類似組織架構	有。																
相關費用	不同速度 Port 使用月費用如下表： <table border="1"> <thead> <tr> <th>Port</th><th>Monthly Fee</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1GE</td><td>HK\$ 936</td></tr> <tr> <td>10 GE</td><td>HK \$ 7800</td></tr> <tr> <td>100GE</td><td>HK \$ 31,200</td></tr> </tbody> </table> 換算成為臺幣的數值如下（匯率 HK\$1= NT\$3.88）： <table border="1"> <thead> <tr> <th>Port</th><th>Monthly Fee</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1GE</td><td>NT\$ 3,632</td></tr> <tr> <td>10 GE</td><td>NT\$ 30,264</td></tr> <tr> <td>100GE</td><td>NT\$121,056</td></tr> </tbody> </table>	Port	Monthly Fee	1GE	HK\$ 936	10 GE	HK \$ 7800	100GE	HK \$ 31,200	Port	Monthly Fee	1GE	NT\$ 3,632	10 GE	NT\$ 30,264	100GE	NT\$121,056
Port	Monthly Fee																
1GE	HK\$ 936																
10 GE	HK \$ 7800																
100GE	HK \$ 31,200																
Port	Monthly Fee																
1GE	NT\$ 3,632																
10 GE	NT\$ 30,264																
100GE	NT\$121,056																
互連條件	● 具備全球網際網路聯網能力； ● 採用 BGP 4 協定； ● 取得由 RIRs 所核發的 ASN 號碼； ● 參與者應自給自足； ● 參與者提供資料聯結(Data Links)至 HKIX。																

細項	內容
是否公開互連政策文件	否。
是否支援 IPv6	是。
是否登錄於 Peering DB	是。登錄網址： https://www.peeringdb.com/ix/42
提供網際網路交換以外之服務項目	僅提供網際網路交換服務。
所屬國家/地區相關政策法規	香港之 IXP 營運無須取得執照。

6. 美國 Seattle Internet Exchange

美國的西雅圖網際網路交換中心 (Seattle Internet Exchange, SIX) 最早成立於 1997 年 4 月，當時是一棟大樓內的 2 家 ISPs 之間的專用連線，串接西雅圖與德州間的訊務，隨後越來越多的 ISPs 也開始有興趣加入連結，因此在同年 6 月 20 日，SIX 正式開始運作，也因為成本低，SIX 的參與者家數也越來越多。

SIX 為非營利組織，早期加入 SIX 的會員要求其所在建築物必須為中立獨立空間，此精神也持續至今；SIX 主要收入為來自會員的一次性 port 使用費，並藉會員贊助而持續運作。

根據 SIX 網站所公開的資訊，今 (2017) 年所收到的會員捐款有來自於 Yahoo! 或其他本地會員捐助從 US\$150 至 US\$50,000 不等的金額，有的會員則捐助其服務或基礎設施，像是轉訊頻寬服務、2 棟 SIX 交換中心之間的光纜、域名服務、備援發電機的電力等。SIX 甚至也在其網站上公開所需要資源，除要求金錢捐贈外，會要求像是硬體設施等捐贈(SIX, 2017)。其他與 SIX 有關的分析項目之內容彙整如下表。

表2-15. SIX 個案分析資料彙整表

細項	內容
組織全稱與縮寫	Seattle Internet Exchange, SIX

細項	內容
網站	https://www.seattleix.net/
主要服務區域	美洲。
所在國家或領土、城市	美國。
所在國家人口數	323,995,528
所在國家 GNI per capita	US\$56,180
所在國家是否有國家型教育學術研究網路	有。 Internet 2
所在國家的分配自治系統網路 ASNs 數量	25,102
所在國家的上網人口	239.58 Million
網際網路交換中心所在城市的人口數	713,700
在同個城市內的網際網路交換中心家數	西雅圖內的網際網路交換中心共 3 家，分別為： ● Equinix-Seattle ● Pacific Wave International Peering Exchange ● Seattle Internet Exchange*
連結 ASN 數量	277 ASNs (SIX, 2017/09/20)
尖峰訊務量	969.59 Gbps (SIX, 2017/09/20)
運作模式	非營利協會類型。
與其他 IXP 的關係	SIX 為 Equinix 在北美洲的夥伴。
會員種類	沒有特別區分會員種類。
互連政策	僅提供雙邊互連選擇。

細項	內容																														
是否有董事會或類似組織架構	有董事會，依其規章，董事會成員不得少於 3 名，但不能超過 6 名；目前成員有 5 名。董事成員是任何由大多數會員所選出的對象。																														
相關費用	不同速度 Port 使用月費用如下表，SIX 原則上不提供月繳選項，僅針對 1 次繳交 US\$2,000 以上（以目前費率為連結 10GE 速度以上）方提供月繳選項，倘若月繳，繳交 10 個月，費用為一次繳交的 12%。 <table><tr><th>Port</th><th>Monthly Fee</th><th>NRC（一次繳交）</th></tr><tr><td>1GE</td><td>不適用</td><td>US\$100</td></tr><tr><td>10GE</td><td>US\$240</td><td>US\$2,000</td></tr><tr><td>40GE</td><td>US\$1,200</td><td>US\$10,000</td></tr><tr><td>100GE</td><td>US\$1,200</td><td>US\$10,000</td></tr></table> 換算成為臺幣的數值如下（匯率 US\$1= NT\$29.91）： <table><tr><th>Port</th><th>Monthly Fee</th><th>NRC（一次繳交）</th></tr><tr><td>1GE</td><td>不適用</td><td>NT\$2991</td></tr><tr><td>10GE</td><td>NT\$7,178</td><td>NT\$59,820</td></tr><tr><td>40GE</td><td>NT\$35,892</td><td>NT\$299,100</td></tr><tr><td>100GE</td><td>NT\$35,892</td><td>NT\$299,100</td></tr></table>	Port	Monthly Fee	NRC（一次繳交）	1GE	不適用	US\$100	10GE	US\$240	US\$2,000	40GE	US\$1,200	US\$10,000	100GE	US\$1,200	US\$10,000	Port	Monthly Fee	NRC（一次繳交）	1GE	不適用	NT\$2991	10GE	NT\$7,178	NT\$59,820	40GE	NT\$35,892	NT\$299,100	100GE	NT\$35,892	NT\$299,100
Port	Monthly Fee	NRC（一次繳交）																													
1GE	不適用	US\$100																													
10GE	US\$240	US\$2,000																													
40GE	US\$1,200	US\$10,000																													
100GE	US\$1,200	US\$10,000																													
Port	Monthly Fee	NRC（一次繳交）																													
1GE	不適用	NT\$2991																													
10GE	NT\$7,178	NT\$59,820																													
40GE	NT\$35,892	NT\$299,100																													
100GE	NT\$35,892	NT\$299,100																													
互連條件	針對會員沒有任何互連條件，只要對方能遵守互連相關的規定即可。																														
是否公開互連政策文件	否。																														
是否支援 IPv6	是。																														
是否登錄於 Peering DB	是。登錄網址： https://www.peeringdb.com/ix/13																														
提供網際網路交換以外之服務項目	無。																														
所屬國家/地區相關政策法規	美國對於網際網路訊務交換與轉訊未採取任何管制措施。																														

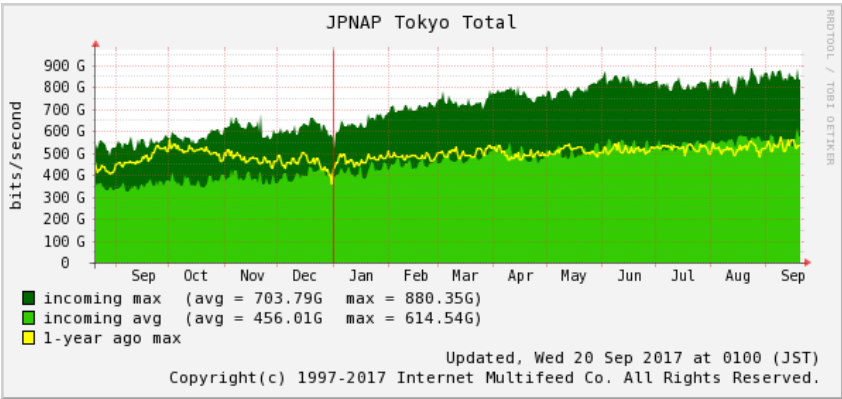
7. 日本 JPNAP Tokyo

JPNAP (Japan Network Access Point)是由 Internet Multifeed 股份有限公司所提供的商用網際網路交換服務，該公司由 NTT 集團與日本第一家 ISP -- IJJ (Internet Initiative Japan)為中心共同組成，原先以經營 data center 事業為主，後來在 2001 年 5 月成立了 JPNAP。

日本的 IX 市場的特別發展現象為，市場中主要的 3 家 ISPs --包含 Softbank, NTT, KDDI，各自擁有其網際網路交換中心，也造成市場的分裂。(Paseka, 2017) 其他與 JPNAP 有關的分析項目之內容彙整如下表。

表2-16. JPNAP 個案分析資料彙整表

細項	內容
組織全稱與縮寫	Japan Network Access Point, JPNAP
網站	http://www.jpnap.net/
主要服務區域	亞洲。
所在國家或領土、城市	日本東京。
所在國家人口數	126,702,133
所在國家 GNI per capita	US\$38,000
所在國家是否有國家型教育學術研究網路	有。 Science Information NETwork 5 (SINET 5)
所在國家的分配自治系統網路 ASNs 數量	1,085
所在國家的上網人口	118.45 Million
網際網路交換中心所在城市的人口數	35,682,460
在同個城市內的網際網路交換中心家數	日本東京內的網際網路交換中心一共有 5 家，分別為： ● BBIX Tokyo ● Equinix IBX Tokyo ● Japan Internet Exchange

細項	內容
	● JPNAP ● Network Service Provider IXP
連結 ASN 數量	124 (JPNAP, 2017/09/20)
尖峰訊務量	880.35Gbps (JPNAP, 2017/09/20) 
運作模式	商業公司。
與其他 IXP 的關係	Equinix 在亞太地區的合作夥伴為 JPNAP。
會員種類	網站並未公開相關資訊。
互連政策	多邊互連。
是否有董事會或類似組織架構	商業公司。
相關費用	主要提供 1Gbps / 10Gbps / 100Gbps 三種速度的 port 連接服務，但未公開費率資訊。
互連條件	客戶應有 AS 號碼且其網路支援 BGP 4 協議。
是否公開互連政策文件	網站並未公開互連政策文件。
是否支援 IPv6	是。
是否登錄於 Peering DB	是。登錄網址： https://www.peeringdb.com/ix/95
提供網際網路交換以外之服務項目	PI-CUG Service、Link Aggregation、In-house Cabling Service、Co-location Service for line termination equipment，以及 RouteFeed Service。
所屬國家/地區相關政策法規	日本政府並未針對 IXP 進行規範。

8. 美國 Equinix IBX Ashburn

Equinix 在美國的專用互連市場中為主導業者，其所營運網際網路交換中心 Equinix Internet Exchange 是在 1998 年成立，為一個以盈利為目標的組織，在當時短短幾年內擊敗市場中由 WorldCom 經營的 IXP - MAE-East，並在美國東部的 IXP 市場中成為主導業者，其關鍵戰略在於充分利用「網路效應」，簡言之，其在早期發展時，成功網羅了關鍵客戶（如 Tier-1 ISPs），從而吸引更多網路加入成為 Equinix 客戶。Equinix 在業界最多人知曉的是其在北美洲資料中心及網路互連市場的主導者(Chatzis, Smaragdakis, Feldmann and Willinger, 2015)。其他與 Equinix IBX Ashburn 有關分析項目之內容彙整如下表。

表2-17. Equinix IBX Ashburn 個案分析資料彙整表

細項	內容
組織全稱與縮寫	Equinix Internet Exchange, Equinix
網站	https://ix.equinix.com
主要服務區域	美洲。
所在國家或領土、城市	美國維吉尼亞州阿什本。
所在國家人口數	323,995,528
所在國家 GNI per capita	US\$56,180
所在國家是否有國家型教育學術研究網路	有。
所在國家的分配自治系統網路 ASNs 數量	25,102
所在國家的上網人口	239.58 million
網際網路交換中心所在城市的人口數	43,511
在同個城市內的網際網路交換中心家數	在阿什本的網際網路交換中心一共有 2 家，分別為： ● Equinix IBX Ashburn ● Megaport IX Ashburn

細項	內容
連結 ASN 數量	189 (PCH Internet Exchange Directory, 2017/09/20)
尖峰訊務量	610Gbps (PCH Internet Exchange Directory, 2017/09/20)
運作模式	商業公司。
與其他 IXP 的關係	Equinix Internet Exchange 在全球一共有 20 個服務據點，分別為： ● 北美地區(10)：西雅圖、矽谷、洛杉磯、達拉斯、芝加哥、華盛頓特區、亞特蘭大、邁阿密、紐約，以及多倫多。 ● 歐洲地區(4)：赫爾辛基、蘇黎世、華沙以及巴黎。 ● 亞太地區(6)：大阪、東京、香港、新加坡、雪梨，以及墨爾本。 與 Equinix 有合作關係的 IXP 也不少，整理如下： ● 北美地區：Seattle Internet Exchange (SIX) and the Toronto Internet Exchange (TORIX)。 ● 歐洲地區：AMS-IX, BIX.bg, CIXP, DE-CIX, ECIX, INEX, IXManchester, KleyReX, LINX, LONAP, MIX-IT, NETNOD, NL-IX, SOLIX, STHIX, SWISS-IX, UAE-IX。 ● 亞太地區：BBIX, JPIX 以及 JPNAP。
會員種類	無特別區分會員種類。
互連政策	多方互連。 除 Equinix IBX Ashburn 之外，Equinix 其他共計 20 個服務據點均提供多方互連交換服務。
是否有董事會或類似組織架構	上市公司。
相關費用	未公開費用相關資訊。
互連條件	並未設定相關限制條件。

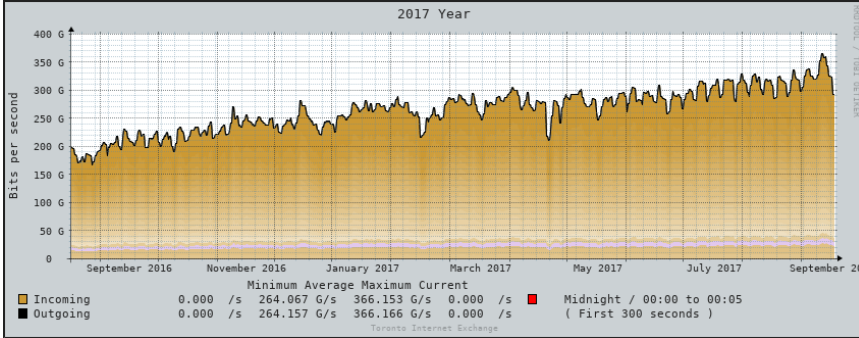
細項	內容
是否公開互連政策文件	否。
是否支援 IPv6	是。
是否登錄於 Peering DB	是。登錄網址： https://www.peeringdb.com/ix/1
提供網際網路交換以外之服務項目	Equinix 主要業務為資料中心(Data Center)，網際網路交換中心為資料中心所提供多樣服務項目之一。
所屬國家/地區相關政策法规	美國對於網際網路訊務交換與轉訊未採取任何管制措施。

9. 加拿大 Toronto Internet Exchange

加拿大的多倫多網際網路交換中心 (Toronto Internet Exchange, TorIX) 最早是由 Jason Lixfeld 等人在 1997 年所成立，為非營利的交換中心；較特別之處為，TorIX 是由其會員採自願型式共同運作。其他與 TorIX 有關的分析項目之內容彙整如下表。

表2-18. TorIX 個案分析資料彙整表

細項	內容
組織全稱與縮寫	Toronto Internet Exchange Community, TorIX
網站	https://www.torix.ca/
主要服務區域	美洲。
所在國家或領土、城市	加拿大多倫多。
所在國家人口數	35,362,905
所在國家 GNI per capita	US\$43,660
所在國家是否有國家型教育學術研究網路	有。 CANARIE
所在國家的分配自治系統網路 ASNs 數量	1,919
所在國家的上網人口	31.05 Million
網際網路交換中心所在	10,236,408

細項	內容																		
城市的人口數																			
在同個城市內的網際網路交換中心家數	多倫多僅有 TorIX 1 家網際網路交換中心。																		
連結 ASN 數量	222(TOrIX, 2017/09/20)																		
尖峰訊務量	366.15Gbps(TOrIX, 2017/09/20)  Minimum Average Maximum Current Incoming 0.000 /s 264.067 G/s 366.153 G/s 0.000 /s Outgoing 0.000 /s 264.157 G/s 366.166 G/s 0.000 /s Midnight / 00:00 to 00:05 (First 300 seconds)																		
運作模式	非營利協會類型。																		
與其他 IXP 的關係	TorIX 營運於 Equinix 及 Cologix 的設備中。																		
會員種類	無區分會員。																		
互連政策	未公開相關資訊。																		
是否有董事會或類似組織架構	有董事會，目前董事會成員為 7 位，自會員中選出，任期 2 年，每年就董事會成員至少半數會進行改選。																		
相關費用	依所連結的 port 速度收取年費，下表為相關費用，幣值為加拿大幣。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>速度</th><th>年費</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1x GE port</td><td>CA\$ 1,200</td></tr> <tr> <td>Single 10GE w/traffic < 1gbps 95th % avg.</td><td>CA\$ 1,200</td></tr> <tr> <td>Single 10GE w/traffic < 4gbps 95th % avg.</td><td>CA\$ 2,400</td></tr> <tr> <td>1x 10GE port full rate</td><td>CA\$ 10,000</td></tr> <tr> <td>2x 10GE port</td><td>CA\$ 19,500</td></tr> <tr> <td>3x 10GE port</td><td>CA\$ 28,500</td></tr> <tr> <td>4x 10GE port</td><td>CA\$ 37,000</td></tr> <tr> <td>1x 100 GE port</td><td>CA\$ 36,000</td></tr> </tbody> </table>	速度	年費	1x GE port	CA\$ 1,200	Single 10GE w/traffic < 1gbps 95 th % avg.	CA\$ 1,200	Single 10GE w/traffic < 4gbps 95 th % avg.	CA\$ 2,400	1x 10GE port full rate	CA\$ 10,000	2x 10GE port	CA\$ 19,500	3x 10GE port	CA\$ 28,500	4x 10GE port	CA\$ 37,000	1x 100 GE port	CA\$ 36,000
速度	年費																		
1x GE port	CA\$ 1,200																		
Single 10GE w/traffic < 1gbps 95 th % avg.	CA\$ 1,200																		
Single 10GE w/traffic < 4gbps 95 th % avg.	CA\$ 2,400																		
1x 10GE port full rate	CA\$ 10,000																		
2x 10GE port	CA\$ 19,500																		
3x 10GE port	CA\$ 28,500																		
4x 10GE port	CA\$ 37,000																		
1x 100 GE port	CA\$ 36,000																		

細項	內容																		
	換算為臺幣之數值如下（匯率 CA\$ 1 = NT\$ 24.53）。 <table> <tr> <th>速度</th><th>總年費</th></tr> <tr> <td>1x GE port</td><td>NT\$ 29,436</td></tr> <tr> <td>Single 10GE w/traffic < 1gbps 95th % avg.</td><td>NT\$ 29,436</td></tr> <tr> <td>Single 10GE w/traffic < 4gbps 95th % avg.</td><td>NT\$ 58,872</td></tr> <tr> <td>1x 10GE port full rate</td><td>NT\$ 245,300</td></tr> <tr> <td>2x 10GE port</td><td>NT\$ 478,335</td></tr> <tr> <td>3x 10GE port</td><td>NT\$ 699,105</td></tr> <tr> <td>4x 10GE port</td><td>NT\$ 907,610</td></tr> <tr> <td>1x 100 GE port</td><td>NT\$ 883,080</td></tr> </table>	速度	總年費	1x GE port	NT\$ 29,436	Single 10GE w/traffic < 1gbps 95 th % avg.	NT\$ 29,436	Single 10GE w/traffic < 4gbps 95 th % avg.	NT\$ 58,872	1x 10GE port full rate	NT\$ 245,300	2x 10GE port	NT\$ 478,335	3x 10GE port	NT\$ 699,105	4x 10GE port	NT\$ 907,610	1x 100 GE port	NT\$ 883,080
速度	總年費																		
1x GE port	NT\$ 29,436																		
Single 10GE w/traffic < 1gbps 95 th % avg.	NT\$ 29,436																		
Single 10GE w/traffic < 4gbps 95 th % avg.	NT\$ 58,872																		
1x 10GE port full rate	NT\$ 245,300																		
2x 10GE port	NT\$ 478,335																		
3x 10GE port	NT\$ 699,105																		
4x 10GE port	NT\$ 907,610																		
1x 100 GE port	NT\$ 883,080																		
互連條件	開放給任何擁有 ASN 的組織均加入。																		
是否公開互連政策文件	未公開相關資料。																		
是否支援 IPv6	是。																		
是否登錄於 Peering DB	是。登錄網址： https://www.peeringdb.com/ix/24																		
提供網際網路交換以外之服務項目	僅提供網際網路交換服務。																		
所屬國家/地區相關政策法规	加拿大經營 IXP 無須經由主管機關許可。																		

10. 南韓 Korea Internet Neutral Exchange

在南韓，早期的網際網路國內訊務流通須經過海外網際網路交換中心，因整體對網際網路的使用需求量大增，考量網路品質以及成本，韓國政府國家電腦化局(National Computerization Agency，現在的 National information Society Agency)，在 1995 年 2 月成立首家網際網路交換中心 – Korea Internet eXchange (KIX)，之後並私有化 KIX 的運作。

韓國電信公司(Korea Telecom，現在的 KT Corporation) 在 1996 年 12 月開始營運 Korea Telecom Internet eXchange (KTIX)；另外一家電信業者 Dacom（現在的 LG Uplus）也成立了 Dacom Internet eXchange (DIX)。三家網際網路

交換中心的運作並沒有解決國內訊務於海外交換的問題，KTIX 和 DIX 兩家 IXP 帶來了其他的挑戰，包括像是 IX 的服務費越來越高。到了 1998 年，為了解決這個問題，除了上述 2 家 ISPs 以外的另外 16 家中小型 ISPs 共同成立了韓國網際網路中立交換中心(Korea Internet Neutral eXchange, KINX)，並且於 2000 年正式運作。目前 KTIX 或 DIX 在 peeringdb 資料庫中均已查無資料，亦搜尋不到網站。其他與 KINX 有關的分析項目之內容彙整如下表。

表2-19. KINX 個案分析資料彙整表

細項	內容
組織全稱與縮寫	Korea Internet Neutral Exchange, KINX
網站	https://www.kinx.net/
主要服務區域	亞洲。
所在國家或領土、城市	韓國首爾。
所在國家人口數	50,924,172
所在國家 GNI per capita	US\$ 27,600
所在國家是否有國家型教育學術研究網路	有。 Korea Rearch Environment Open NETwork , KREONET Korea Advanced Research Network, KOREN
所在國家的分配自治系統網路 ASNs 數量	1,023
所在國家的上網人口	44.153 Million
網際網路交換中心所在城市的人口數	10,236,408
在同個城市內的網際網路交換中心家數	在韓國首爾的網際網路交換中心有 3 家，分別為： ● 6NGIX ● Korea Internet Neutral Exchange KINX ● LGDACOM Internet Exchange
連結 ASN 數量	45 (KINX, 2017/09/20)
尖峰訊務量	157G (PCH, 2017/09/20)
運作模式	商業公司類型。

細項	內容
與其他 IXP 的關係	未公開相關資訊。
會員種類	未公開相關資訊。
互連政策	未公開相關資訊。
是否有董事會或類似組織架構	未公開相關資訊。
相關費用	主要提供 100Mbps / 1Gbps / 10Gbps 三種速度的 port 連接服務，但未公開費率資訊。
互連條件	未公開相關資訊。
是否公開互連政策文件	未公開相關資訊。
是否支援 IPv6	是。
是否登錄於 Peering DB	是。登錄網址： https://www.peeringdb.com/ix/52
提供網際網路交換以外之服務項目	KINX 提供的網路連結服務除 IX 之外，還有轉訊、專用互連等；另也提供 IDC 相關服務如 co-location、主機託管等；KINX 也提供 CDN 服務以及網路 DDoS 安全解決方案。
所屬國家/地區相關政策法規	依據韓國電信事業法第 39 條第 2 項，主管機關應制定電信設施互連範圍、條件、程序、費用計算等標準並予以公告；而上述相關互連標準規定的適用對象為電信業者。 在 Paseka (2017) 的分析中，其認為即使 KINX 為韓國最大 IX，但只有約 10% 的眼球觸擊率，主要是因為韓國在保護最大的三家運營商（SKBB，KT 和 LGU）方面採取了嚴格的政策，也阻礙了競爭與成長。

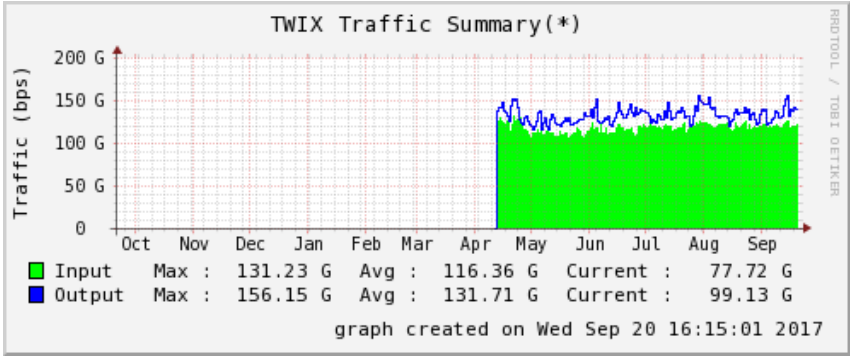
11. 臺灣 Taiwan Internet Exchange

台灣網際網路交換中心(Taiwan Internet Exchange, TWIX)由中華電信公司建置，並於 1997 年 11 月 26 日開始提供服務，為我國第一個成立的網際網路

交換中心。TWIX 亦於 91 年 1 月 25 日通過【第十三次 TWNIC IP 位址及網路協定委員會】審核。其他與 TWIX 有關的分析項目內容彙整如下表。

表2-20. TWIX 個案分析資料彙整表

細項	內容
組織全稱與縮寫	台灣網際網路交換中心 Taiwan Internet Exchange, TWIX
網站	http://www.twix.net/
主要服務區域	亞洲。
所在國家或領土、城市	臺灣臺北。
所在國家人口數	23,464,787
所在國家 GNI per capita	US\$24,874
所在國家是否有國家型教育學術研究網路	是。 台灣高品質學術研究網路(TaiWan Advanced Research and Education Network, TWAREN) 臺灣學術網路(Taiwan Academic Network, TANet)
所在國家的分配自治系統網路 ASNs 數量	347
所在國家的上網人口	20.60 million
網際網路交換中心所在城市的人口數	7,045,071
在同個城市內的網際網路交換中心家數	在臺北的網際網路交換中心共 3 家，分別為： ● 台灣網際網路交換中心(TWIX) ● 台北網際網路交換中心(TPIX) ● 亞太網路交換中心(EBIX)
連結 ASN 數量	26 (TWIX, 2017/09/20)
尖峰訊務量	156.15 Gbps (TWIX, 2017/09/20)

細項	內容						
	 附註：2017 年 4 月 12 日起，TWIX 將 Public Peering 與 Private Peering 訊務併計為 IX 訊務總量。						
運作模式	商業公司。						
與其他 IXP 的關係	未公開相關資訊。						
會員種類	未公開相關資訊。						
互連政策	未公開相關資訊。						
是否有董事會或類似組織架構	公司。						
相關費用	有關 port 使用費標準整理如下表： <table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>月租費牌價/ Port</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GE Port</td><td>NT\$20,000</td></tr> <tr> <td>10 GE Port</td><td>NT\$120,000</td></tr> </tbody> </table>		月租費牌價/ Port	GE Port	NT\$20,000	10 GE Port	NT\$120,000
	月租費牌價/ Port						
GE Port	NT\$20,000						
10 GE Port	NT\$120,000						
互連條件	● 國家通訊傳播委員會核准經營之第二類電信事業經營者、網際網路內容提供者、經交通部專案核准之學術教育或實驗研發電信網路。 ● 擁有直接向 NIC 申請之合法 IP Address (含 NIC 授權之 ISP 發放者)。 ● 擁有直接向 NIC 申請之合法 AS Number。						
是否公開互連政策文件	未公開相關資訊。						
是否支援 IPv6	無。						
是否登錄於 Peering DB	是。登錄網址： https://www.peeringdb.com/ix/43						
提供網際網路交換以外	無。						

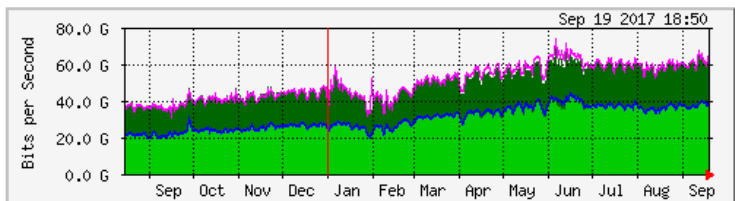
細項	內容
之服務項目	
所屬國家/地區相關政策法規	我國目前電信法第 26 條之 1 規範對於第一類電信事業市場主導者禁止行為：不得有濫用市場地位或經主管機關認定之不公平競爭行為，例如不得拒絕對其他事業揭露其網路互連費用之計算方式、不得對其他電信事業或用戶給予差別待遇等。

12. 臺灣 Taipei Internet Exchange

由是方電訊股份有限公司所經營的台北網際網路交換中心 (Taipei Internet Exchange, TPIX) 成立於 2002 年 3 月，其以扮演國內外網際網路與內容服務供應商之間的中立開放數據交換服務平臺為宗旨，TPIX 平臺設置與維運於是方電訊的 IDC 機房內。是方電訊股份有限公司於 2006 年正式成為中華電信集團的關係企業，而其他與 TPIX 有關的分析項目之內容彙整如下表。

表2-21. TPIX 個案分析資料彙整表

細項	內容
組織全稱與縮寫	台北網際網路交換中心 Taipei Internet Exchange, TPIX
網站	http://www.tpix.net.tw/
主要服務區域	亞洲。
所在國家或領土、城市	臺灣臺北。
所在國家人口數	23,464,787
所在國家 GNI per capita	US\$24,874
所在國家是否有國家型教育學術研究網路	是。 台灣高品質學術研究網路(TaiWan Advanced Research and Education Network, TWAREN) 臺灣學術網路(Taiwan Academic Network, TANet)
所在國家的分配自治系	347

細項	內容												
統網路 ASNs 數量													
所在國家的上網人口	20.60 million												
網際網路交換中心所在 城市的人口數	7,045,071												
在同個城市內的網際網路交換中心家數	在臺北的網際網路交換中心共 3 家，分別為： ● 台灣網際網路交換中心(TWIX) ● 台北網際網路交換中心(TPIX) ● 亞太網路交換中心(EBIX)												
連結 ASN 數量	40(TPIX, 2017/09/19)												
尖峰訊務量	73.5Gbps(TPIX, 2017/09/19) `Yearly' Graph (1 Day Average)  <table><thead><tr><th></th><th>Max</th><th>Average</th><th>Current</th></tr></thead><tbody><tr><td>In</td><td>71.7 Gb/s (76.9%)</td><td>29.8 Gb/s (32.0%)</td><td>39.4 Gb/s (42.3%)</td></tr><tr><td>Out</td><td>73.5 Gb/s (78.9%)</td><td>30.0 Gb/s (32.2%)</td><td>39.4 Gb/s (42.3%)</td></tr></tbody></table>		Max	Average	Current	In	71.7 Gb/s (76.9%)	29.8 Gb/s (32.0%)	39.4 Gb/s (42.3%)	Out	73.5 Gb/s (78.9%)	30.0 Gb/s (32.2%)	39.4 Gb/s (42.3%)
	Max	Average	Current										
In	71.7 Gb/s (76.9%)	29.8 Gb/s (32.0%)	39.4 Gb/s (42.3%)										
Out	73.5 Gb/s (78.9%)	30.0 Gb/s (32.2%)	39.4 Gb/s (42.3%)										
運作模式	商業公司。												
與其他 IXP 的關係	TPIX 由是方電訊所營運，是方電訊於 2006 年成為中華電信關係企業，中華電信則營運 TWIX。												
會員種類	無區分。												
互連政策	提供多邊互連或雙邊互連服務。												
是否有董事會或類似組織架構	依商業公司運作。												
相關費用	主要提供 1Gbps / 10Gbps / 100Gbps 三種速度的 port 連接服務，但未公開費率資訊。												
互連條件	● 具備第一類電信事業許可執照、第二類電信事業許可執照、或國內外網際網路相關服務供應商。												

細項	內容
	● 擁有直接向 NIC 申請之合法 IP Address (含 NIC 授權之 ISP 發放者)。 ● 擁有直接向 NIC 申請之合法 AS Number。
是否支援 IPv6	是。
是否登錄於 Peering DB	是。登錄網址： https://www.peeringdb.com/ix/823
提供網際網路交換以外之服務項目	僅提供網際網路交換服務。

(三) 比較分析

1. 組織運作模式

本報告所探討國際成功運作的 10 家 IXPs 並納入臺灣的 2 家主要 IXPs 的組織運作模式比較表如下列，從比較表可發現，這些成功運作的 IXPs 中大多數為協會類型的組織運作架構 (7/10)，設有董事會或類似的決策機制，並由會員選出董事會成員。

整體而言，協會類型運作的 IXPs 在資訊揭露的程度相對較高，而商業公司類型的 IXPs 在服務提供種類上則選擇較多元化，最常見的服務項目為網路資料中心、雲端服務等。部分 IXPs 也提供遠端互連服務 (如 DE-CIX)。

表2-22. 各家 IXPs 的組織運作模式比較表

國家	IXP	組織運作模式
德國	DE-CIX Frankfurt	非營利協會，DE-CIX 由歐洲最大的網際網路協會 eco 所擁有，其決策由客戶諮詢委員會決定，5 位委員會成員來自於 DE-CIX 客戶。
荷蘭	AMIX	非營利協會，AMS-IX 的法人結構包括協會與有限公司，兩者的會員與股東大會合併舉行，且共用 5 位由會員大會投票選出的董事會成員。組織決策在董事會同意範疇內由公司部分決定。

英國	LINX	非營利協會，LINX 運作以會員利益最大為考量，其董事會設有主席和 6 名董事成員，董事成員則是由會員選出。
巴西	IX.br São Paulo	非營利協會，IX.br 是巴西網際網路指導委員會 (CGI.br) 所發起的計畫，由 NIC.br 所營運。
香港	HKIX	大學運作。
美國	SIX	非營利協會，設有董事會，目前成員有 5 名，由會員選出，SIX 主要靠會員贊助而持續運作。
日本	JPNAP Tokyo	商業公司。
美國	Equinix Ashburn	商業公司。
加拿大	TorIX	非營利協會，由其會員採自願型式共同運作，組織並設有董事會，目前董事會成員為 7 名。
南韓	KINX	商業公司。
臺灣	TWIX	商業公司。
臺灣	TPIX	商業公司。

製表：NII 產業發展協進會

2. 尖峰訊務量與連結 ASN 數量

本報告所探討國際成功運作的 10 家 IXPs 並納入臺灣的 2 家主要 IXPs 的尖峰訊務量以及 ASN 數量比較表如下列，從比較表可發現，DE-CIX Frankfurt 的尖峰訊務量最高（超過 5.8 Tbps），其也是目前全球訊務量最高的網際網路交換中心，而全球連結 ASN 數量最高者為 IX.br Sao Paulo，數量超過一千個。臺灣的 TWIX 以及 TPIX 的尖峰訊務量以及 ASN 數量相對較低，若只與包括香港、日本及南韓等亞洲國家的 IXPs 比較，只有南韓數據與我國的較為接近。

表2-23. 各家 IXPs 的尖峰訊務量與連結 ASN 數比較表

國家	IXP	尖峰訊務量	連結 ASN 數量
德國	DE-CIX Frankfurt	5,887.5 Gbps	770

國家	IXP	尖峰訊務量	連結 ASN 數量
荷蘭	AMIX	5,513 Gbps	817
英國	LINX	3,750 Gbps	721
巴西	ix.br São Paulo	1,920 Gbps	1359
香港	HKIX	854.5 Gbps	276
美國	SIX	969.6 Gbps	277
日本	JPNAP Tokyo	880.4 Gbps	124
美國	Equinix Ashburn	610 Gbps	189
加拿大	TorIX	366.2 Gbps	222
南韓	KINX	157 Gbps	45
臺灣	TWIX	156.15 Gbps	26
臺灣	TPIX	73.5 Gbps	40

製表：NII 產業發展協進會

3. Port 月使用費

相對於非營利型的 IXPs，商業公司形式的 IXPs 多不會公開其連接埠使用費等與費率有關的資訊；我國的 TWIX 在 Port 月使用費的牌價，較其他國家的 IXPs 公開的費率都要高。尤其是 10 GE 部分，另在 100GE 部分，大部分國家的 IXPs 皆已提供連結服務，我國的兩個主要 IXPs 則尚未正式提供。

表2-24. 各家 IXP 的 port 使用月費比較表

國家	IXP	1GE	10GE	100GE
德國	DE-CIX Frankfurt	未公開	未公開	未公開
荷蘭	AMIX	NT\$21,456	NT\$ 42,912	NT\$ 169,680
英國	LINX	NT\$ 8,834	NT\$ 33,644	NT\$ 213,318
巴西	ix.br São Paulo	NT\$ 1,113	NT\$ 6,679	NT\$ 53,433
香港	HKIX	NT\$ 3,632	NT\$ 30,264	NT\$121,056

國家	IXP	1GE	10GE	100GE
美國	SIX	不適用	NT\$7,178	NT\$35,892
日本	JPNAP Tokyo	未公開	未公開	未公開
美國	Equinix Ashburn	未公開	未公開	未公開
加拿大	TorIX	NT\$2,453	NT\$ 20,442	NT\$ 73,590
南韓	KINX	未公開	未公開	未公開
臺灣	TWIX	NT\$20,000	NT\$120,000	尚未提供
臺灣	TPIX	未公開	未公開	尚未提供

附註 1. 月費數值為依報告撰寫期間之匯率換算為新臺幣之數值。

附註 2. 便於比較，TorIX 的數值為年費直接除以 12 估算。

製表：NII 產業發展協進會

4. 國家基本資料比較表

大部分發展較佳（從訊務量以及連結 ASN 數量來判斷）的 IXPs 所屬國家在經濟發展上也有不錯的表現，但是也有少數例外情形。

表2-25. 各家 IXP 所屬國家基本資料比較表

國家	IXP	所在國家 人口數	所在國家 GNI per capita
德國	DE-CIX Frankfurt	80,722,792	US\$43,660
荷蘭	AMIX	17,016,967	US\$46,310
英國	LINX	64,430,428	US\$42,390
巴西	ix.br São Paulo	205,823,665	US\$8,840
香港	HKIX	7,167,403	US\$43,240
美國	SIX	323,995,528	US\$56,180
日本	JPNAP Tokyo	126,702,133	US\$38,000
美國	Equinix Ashburn	323,995,528	US\$56,180
加拿大	TorIX	35,362,905	US\$43,660
南韓	KINX	50,924,172	US\$27,600

國家	IXP	所在國家 人口數	所在國家 GNI per capita
臺灣	TWIX	23,464,787	US\$24,874
臺灣	TPIX	23,464,787	US\$24,874

製表：NII 產業發展協進會

5. 國家網路使用比較

從本研究探討發展較佳的 IXPs 所屬國家上網人口比例幾乎都有七成以上，除巴西以外，但似乎與其所在國家的 ASN 數量多寡沒有正向的關聯。

表2-26. 各家 IXP 所屬國家網路發展比較表

國家	IXP	所在國家 ASN 數量	所在國家每百人上網數
德國	DE-CIX Frankfurt	2,170	87.73
荷蘭	AMIX	1,087	92.72
英國	LINX	2,396	91.51
巴西	ix.br São Paulo	4,577	58.63
香港	HKIX	761	84.63
美國	SIX	25,102	73.95
日本	JPNAP Tokyo	1,085	93.49
美國	Equinix Ashburn	25,102	73.95
加拿大	TorIX	1,919	87.81
南韓	KINX	1,023	86.70
臺灣	TWIX	347	87.80
臺灣	TPIX	347	87.80

製表：NII 產業發展協進會

6. 所在城市基本資料比較

除加拿大多倫多只有單一家 IXP 之外，本研究所探討的 IXPs 所在城市幾

乎都有 2 家以上，甚至更多的 IXPs 並存於市場中，德國法蘭克福甚至有 5 家的 IXPs 在市場中。各家 IXP 所在城市人口與 IXP 家數的比較如下表。

表2-27. 各家 IXP 所在城市人口與 IXP 家比較表

國家	IXP	所在城市 人口數	所在城市 IXP 數
德國	DE-CIX Frankfurt	729,624	5
荷蘭	AMIX	1,349,373*	2
英國	LINX	8,787,892	3
巴西	ix.br São Paulo	12,038,175	2
香港	HKIX	7,167,403	4
美國	SIX	713,700	3
日本	JPNAP Tokyo	35,682,460*	5
美國	Equinix Ashburn	43,511	2
加拿大	TorIX	5,928,040*	1
南韓	KINX	10,236,408	3
臺灣	TWIX	7,045,071*	3
臺灣	TPIX	7,045,071*	3
說明：城市人口數標示*符號者為大都會地區之人口數，例如臺北市人口數為將近 270 萬，但臺北都會區（包含臺北市、新北市、基隆市）的人口約 700 萬。			

製表：NII 產業發展協進會

四、小結

歸納國際網際網路交換中心市場發展現況之研究成果，以及網際網路交換中心個案所蒐集到的資訊，可總結以下發展趨勢：

(一) 市場結構及本地訊務量會影響 IXP 參與者家數

市場結構及本地訊務量也會影響 ISPs 加入 IXP 與否，在只有少數 ISPs 主導的市場內，因為市場中大部分的訊務都在同一個網路內流通，故對 IXP 的仰賴度會較低。另外一種情境是，該地區大部分的訊務都流向國外網站時，IXP 也較難扮演降低本地訊務交換成本的功能。不過，倘若網際網路交換中心位於國際光纖連結的樞紐位置且價格具競爭力時，該 IXP 也可能吸引國際會員，倫敦網際網路交換中心(London Internet Exchange, LINX)即為一例，其會員來自於數十個不同的國家。

(二) 本計畫探討 IXP 成功發展案例中多為非營利協會

全球的網際網路交換中心當中，有超過一半的組織運作型態為非營利協會類型，而從本研究針對成功發展案例分析中可發現，更有多達 7 個 IXPs (7 家) 屬於非營利協會類型組織運作架構，透過如董事會或類似的會員決策機制，達到扮演中立連接服務提供者的功能。非營利協會類型的網際網路交換中心似能夠扮演良好的角色。

(三) 遠端互連使全球大型 IXP 跨區擴展

遠距互連模式已成為網際網路交換中心發展趨勢，並能帶動 Peering 市場的持續成長；包括倫敦、阿姆斯特丹以及法蘭克福等城市的主要 IXPs 都已經有合作的遠端互連服務商，這些 IXPs 的連線會員數及訊務量均大幅成長。

遠距互連模式的發展，使得網際網路交換中心越來越像網路服務供應商，因為地理區域擴充，大型交換中心擴充到全球市場，小型交換中心擴充到區域市場，有些尚具備自有網路骨幹，可提供網路接取或轉訊服務。在此結構下，越來越不易區分國際互連或是本地互連，也不容易區分 ISP 及 IXP 間的差異。

(四) CDN 業者成為網路訊務傳遞主要者

線上影音串流或下載服務的快速成長，促使內容業者、CDN 業者、骨幹網路業者，以及地區 ISP 業者間關係的演變，這些業者間的區別越來越模糊，也降低對訊務轉訊及地區型網際網路交換中心的需求。另外，市場也出現為加強服務品質的訊務轉訊替代方案，越來越多的 CDN 訊務是由大型網路服務商透過其專屬 CDN 來遞送，而這些全球大型網路服務商占據超過 50% 以上的全球網路訊務，此發展已對全球網路互連架構造成影響。

參、我國網際網路交換互連市場需求調查

一、我國網際網路交換中心及互連概況

(一) 我國網際網路交換中心發展現況

我國隨著電信自由化，網際網路朝多網路交換中心架構發展。為提升交換中心服務品質與效能，促進臺灣網際網路蓬勃發展基礎，台灣網路資訊中心(Taiwan Network Information Center, TWNIC)的 IP 位址及網路協定委員會，在 1997 年 1 月成立「網路互連推動組」，並於該委員會第 12 次會議通過 IXP 認可程序。經台灣網路資訊中心 IP 位址及網路協定委員會審查認可通過的 IXP 共 4 家，此 4 家交換中心及其通過日期分別為：

- 2002 年 1 月 25 日通過「台灣網際網路交換中心 (Taiwan Internet Exchange, TWIX) 」
- 2002 年 1 月 25 日通過「中華民國網際網路交換中心 (Taiwan Network Access Point, TWNAP) 」
- 2002 年 1 月 25 日通過「台北網際網路交換中心(Taipei Internet Exchange, TPIX)」；
- 2003 年 3 月 31 日通過「亞太網際網路交換中心 EBIX」。

上述 4 家網際網路交換中心的訊務量及客戶數等統計資訊，可參照表 3-1，由國家通訊傳播委員會公布的「106 年第 1 季網際網路交換中心(Internet Exchange IX) 統計資訊」，目前各交換中心的平均流量介於 29Gbps 至 51Gbps 間，會員數則在 19~29 個之間。

表3-1. 我國網際網路交換中心客戶數及訊務量統計表

項 目 交換中心		客 戶 數	訊務量 (Mbps)				備註
			來(Inbound)		去(Outbound)		
			平均 (Average)	最大 (Maximum)	平均 (Average)	最大 (Maximum)	
TWIX	1 月	26	36,090	61,060	38,250	60,570	訊務監測機制之取 樣及統計方式： 每 5 分鐘對 IX Ethernet Switch 所 有通訊埠進行來去 (input/output)訊務 取樣與加總，並在 該月取樣值中計算 平均值與最大值。
	2 月	26	38,340	61,650	39,520	61,310	
	3 月	26	36,840	62,680	37,420	62,210	
TPIX	1 月	29	44,203	53,429	44,164	54,149	
	2 月	29	43,690	51,219	43,041	51,275	
	3 月	29	51,467	57,456	51,146	58,086	
EBIX	1 月	19	27,300	54,400	28,400	53,200	
	2 月	19	29,700	61,600	30,800	59,700	
	3 月	19	29,000	61,800	30,200	62,900	
TWNAP	1 月	1	0	0	0	0	
	2 月	1	0	0	0	0	
	3 月	1	0	0	0	0	

資料來源：國家通訊傳播委員會(2017a)

鑑於中華民國網際網路交換中心 TWNAP 現已無網路交換業務，有關 TWIX 以及 TPIX 之現況可參照本報告第貳、三、(二)、11 與 12 小節之說明，另外一家未登錄於 PeeringDB 的亞太網路交換中心(EBIX)之現況簡要說明如下。

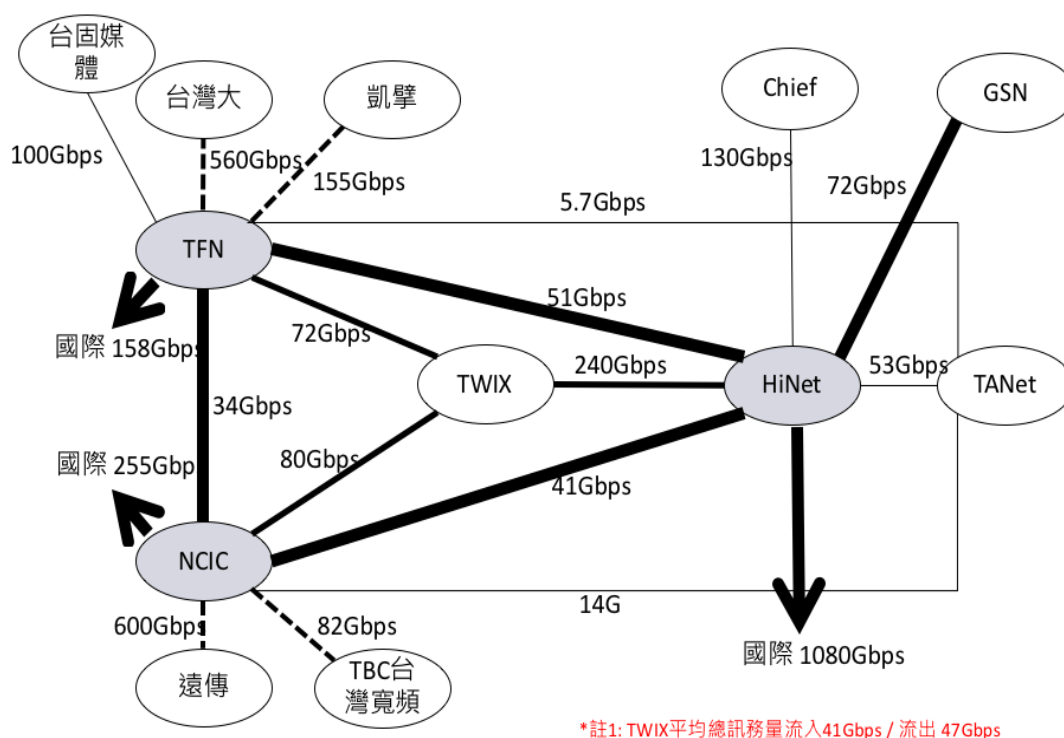
由亞太電信集團所經營的亞太網際網路交換中心(EBIX)成立於 2003 年 3 月，提供路由交換服務(Peering)、轉訊服務(Transit)、網路設備置放(Network location)以及界接連結服務(connections)等項目。有關網路訊務量資訊，除國家通訊傳播委員會所公布的統計表外（表 3-1），EBIX 並未公開其他相關資訊。

(二) 我國網際網路互連發展現況

1. TWNIC 調查網路互連頻寬架構

本研究參考 TWNIC 提供的網路連線頻寬調查資料，將主要之網路服務供應商與主要網際網路交換中心互連資料，彙整如圖 3-1，圖中所示頻寬為網路

設備建設頻寬，非為實際啟用頻寬。



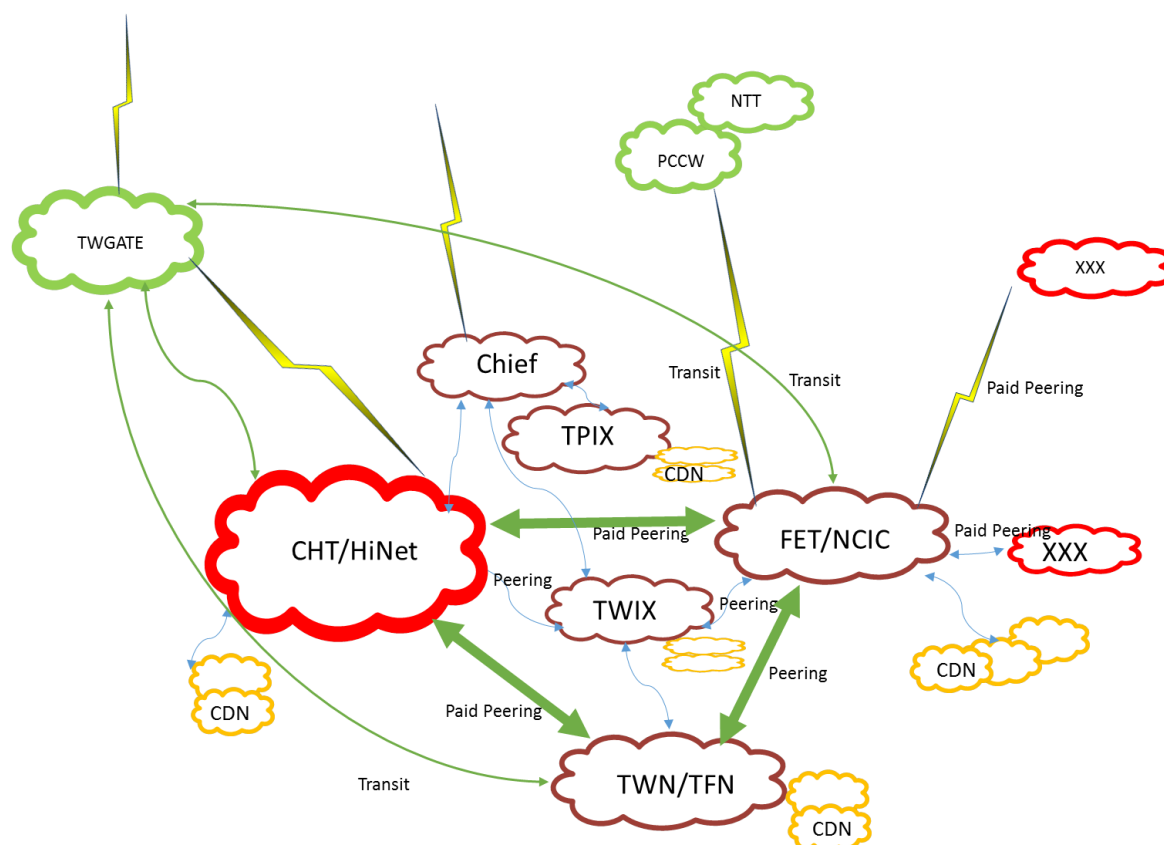
資料來源：TWNIC (2017 年 5 月)，黃勝雄博士整理

圖3-1. 臺灣網際網路互連頻寬架構簡圖

2. 訪談調查之實際網路連線架構

經本研究實地就國內主要 ISPs 及相關政府單位進行訪談後，所歸納的臺灣網際網互連概況如圖 3-2。其中，中華電信的 HiNet、遠傳的新世紀資通 (NCIC)、台灣大哥大的台灣固網(TFN)三家未於 TPIX 與其他業者進行公用互連；NCIC 與 TFN 兩家與 HiNet 是付費互連(paid peering)。我國現行的 TPIX 及 TWIX 的運作組織為中華電信及其子公司(是方)，適度整合建置成分散或相互備援之 IXP 為可能發展之方向，惟 TPIX 與 TWIX 之間亦未相互介接。

TPIX 置於是方電訊的資料中心機房(IDC)，有多條海纜接入，故許多國外的網路服務供應商、網際網路內容業者、內容傳遞網路 CDN 業者，以及其他國際科技大廠如 Amazon、CloudFlare、Facebook、微軟等皆已經接入，並在此進行公用互連與專用互連之訊務交換。



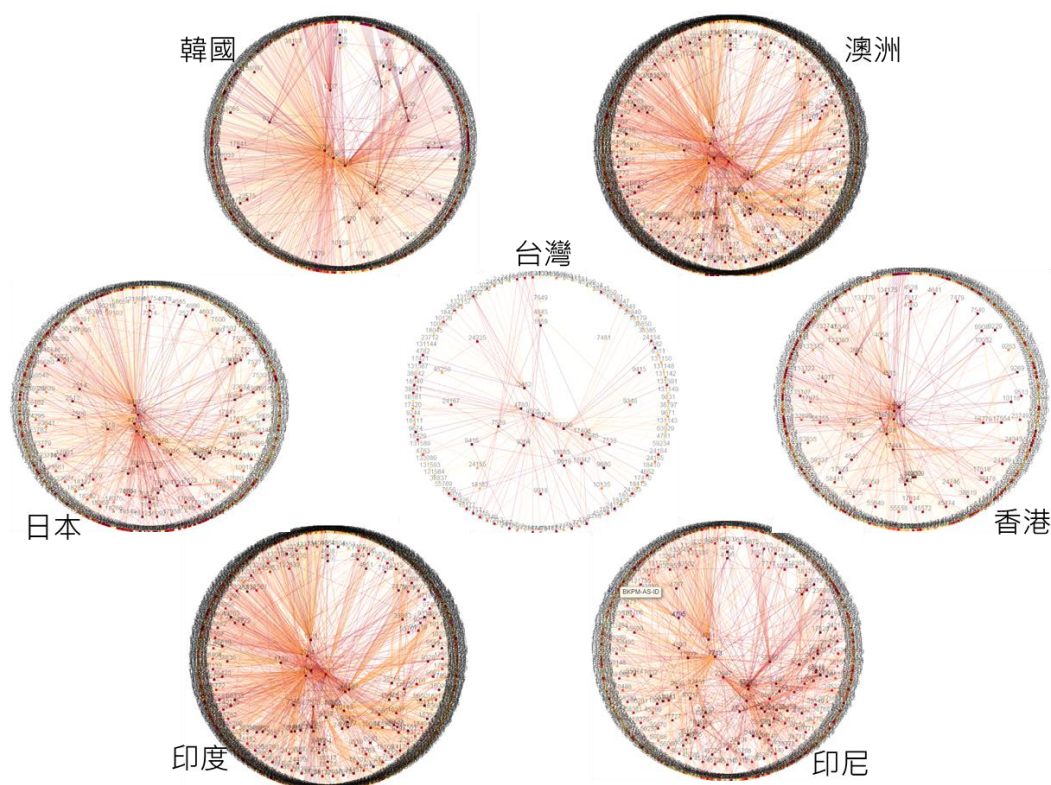
資料來源：本研究整理

圖3-2. 訪談歸納之臺灣網際網路互連架構示意圖

3. 臺灣與亞洲其他國家網際網路互連架構比較

本研究參考亞太網路資訊中心(Asia Pacific Network Information Center, APNIC)的 AS 連線分析資料，彙整部分國家網際網路互連架構如圖 3-3。從網際網路互連架構圖可以發現，臺灣網際網路互連密度明顯低於其他國家互連密度，代表臺灣網路服務提供者數量低於其他國家。

另參照 TWNIC 在 2017 年 7 月的連線頻寬調查統計，我國營運中的 ISPs 連線家數為 83 家，其中商業組織 72 家，非商業組織有 7 家，而交換中心有 4 家。此也顯示出，臺灣網路服務供應商市場競爭動能不足。



資料來源：APNIC (2016)，黃勝雄博士整理

圖3-3. 部分亞太國家之網路互連架構比較

(三) 我國網際網路互連相關法規政策

1. 現行電信相關法規對 IXP 之定位與規管概況

我國現行電信法並未針對 IXP 之服務予以定義，但從第二類行政規則「申請經營第二類電信事業應行注意事項」附件「第二類電信事業業務類別、營業項目名稱及定義」，得知經營撥接、數位用戶迴路、有線電視纜線或其他連線方式接取網際網路之電信服務並提供網際網路接取服務提供者間之互連交換服務，屬於第二類電信事業之「網際網路接取服務」營業項目。

IXP 並非特定電信服務項目，而是透過電信事業兼營 IX 服務時，延伸管制範疇。故國內既有 3 家 IXP 之經營者係符合上開定義後段。如僅提供網路交換服務而未提供接取上網服務者，非國家通訊傳播委員會之監理範疇。

目前我國市場上，在網際網路接取服務商與中華電信協商 IP 互連時，均由中華電信進行單向收費，費率過高在過往一直是主要爭點。國家通訊傳播委員會為解決費率爭議，已將「網際網路互連頻寬」列為市場主導者應提供批發價之業務項目予以管制。而在 IXP 與網際網路接取服務商間的互連部分，目前幾乎屬於由市場機制方式自由運作，政府過去到現在從未真正介入。

2. 電信事業網路互連管理辦法修訂

國家通訊傳播委員會曾於 2013 年嘗試修訂電信事業網路互連管理辦法並召開公聽會，惟並未實際進行修法。

該公聽會期間所探討之議題可勾勒出我國網際網路訊務交換存在已久的爭議所在，這些議題包括：「網際網路互連是否應立法明確規範（電信事業網路互連管理辦法）」、「是否應對網際網路市場採不對稱管制（第一類電信資費管理辦法）」、「網際網路免費互連之條件與資格」、「規範具網際網路免費專用互連者之網際網路公用互連義務」以及「現行第一類電信事業資費管理辦法批發價之網際網路互連頻寬費用（含建立、變更或解除連線之費用）是否應納入電信事業網路互連管理辦法中規範」等。

由於該次嘗試修訂電信事業網路互連管理辦法未成，一直迄今，僅能就現有法規對電信市場主導業者進行批發價資費管制。目前國家通訊傳播委員會所認定之電信市場主導業者，固定通信業務之市場主導者為中華電信，由於網際網路互連性質比較傾向固定通信市場相關業務，通傳會遂要求中華電信將互連資費，一併納入一類電信事業資費管理辦法批發價之管制，要求中華電信逐年檢討網際網路互連資費。

中華電信為國內的市場主導者，其所提供予相關電信事業之「網際網路互連頻寬服務批發費率」，應提報國家通訊傳播委員會核定與實施。該批發費率為中華電信專用互連之費率，非 TWIX 之費率。自 1996 年迄今，中華電信的 IP 專用互連頻寬每 Mbps 單價已自 7,500 元降至 2016 年 4 月的 314 元，再降至 2017 年 4 月的 170 元，請參閱表 3-2。

表3-2. 中華電信網際網路互連頻寬批發費率

項目			批發價	
			牌價	大量租用 優惠折扣
設定費/每次每路			1,500	無
TWIX	機箱月租費（註一）/ 每月每單位		11,000	
	通信埠月租費/ 每月每一通信埠	FE/GE	20,000	
		10GE	120,000	
	ISP（註二）進線維護費 （註三）/每月每路（第一 路免費）	T1	3,000	
		T3（含） 以上速率	10,000	
	ISP 互連維護費/ 每月每端	FE	5,000	
STEM-1（含） 以上		10,000		
HiNet	多方互連（註四）（Public Peering）		0	
頻寬連接	雙方互連（Private Peering）		170/Mbps	適用
註一：機箱每單位為寬 19 英吋*高 7U（約 30 公分）*深 85 公分，電力為 6A/110V。				
註二：營業項目為「網際網路接取服務」者。				
註三：ISP 進線維護費第一路免收。				
註四：提供進駐 TWIX 之每家業者 HiNet 100Mbps 免費多方互連頻寬。				

資料來源：中華電信(2017/04/26)

依據表 3-2，與中華電信 HiNet 雙方專用互連的資費為 170/Mbps，如租用專用互連頻寬超過一定數量後，即有大量資用優惠折扣。中華電信的公用互連為免費，而其專用互連之免費互連條件如表 3-3，免費互連條件實施以來，即使是如台灣大哥大或遠傳等國內大型業者，均未滿足與 HiNet 達成免費互連之條件，且長期以來，HiNet 接入 TWIX 之頻寬不足，造成 HiNet 長期不支持 TWIX 之畸形發展，迫使大部分 ISP 業者須向 HiNet 購買專用互連頻寬的結果。

表3-3. 中華電信 HiNet 免費互連條件表

項次	項目	符合條件 ISP：HiNet
一	國內 POP 數	不低於 1:3
二	主節點骨幹網路 Trunk 容量	不低於 1:4

項次	項目	符合條件 ISP：HiNet
三	國際互連總頻寬	不低於 1:3
四	與 HiNet 間訊務量	不低於 622Mbps
五	與 HiNet 訊務交換比	不低於 1:2
六	IP Address 擁有數量	不低於 1:3
註：符合 6 個條件適用免費互連時，互連之 AS NO.與頻寬大小由雙方另行協議之。		

資料來源：中華電信(2017/04/26)

二、國內 IXP 利益關係方訪談調查資料分析

本研究已完成國內外網路產業參與者訪談，對象包含電信公司、學研網路管理者、交換中心營運者等，訪談對象如下列共 15 位。

- 國內網際網路交換中心
 1. 台北網際網路交換中心 TPIX
 2. 台灣網際網路交換中心 TWIX
- 國內網際網路服務供應商/非營利網路維運機構
 1. 中華電信股份有限公司數據分公司
 2. 遠傳電信股份有限公司
 3. 台灣大哥大股份有限公司
 4. 亞太電信股份有限公司
 5. 台灣之星股份有限公司
 6. 中嘉和網股份有限公司
 7. 臺灣學術網路 TANet 教育部資訊及科技教育司
 8. 中央研究院資訊服務處 ASNet
 9. 中央研究院網格計算小組 ASGC
- 國外網路服務業者

1. Cloudflare 公司

2. Google 公司

● 網路互連政策專家學者

1. 蔡志宏 教授

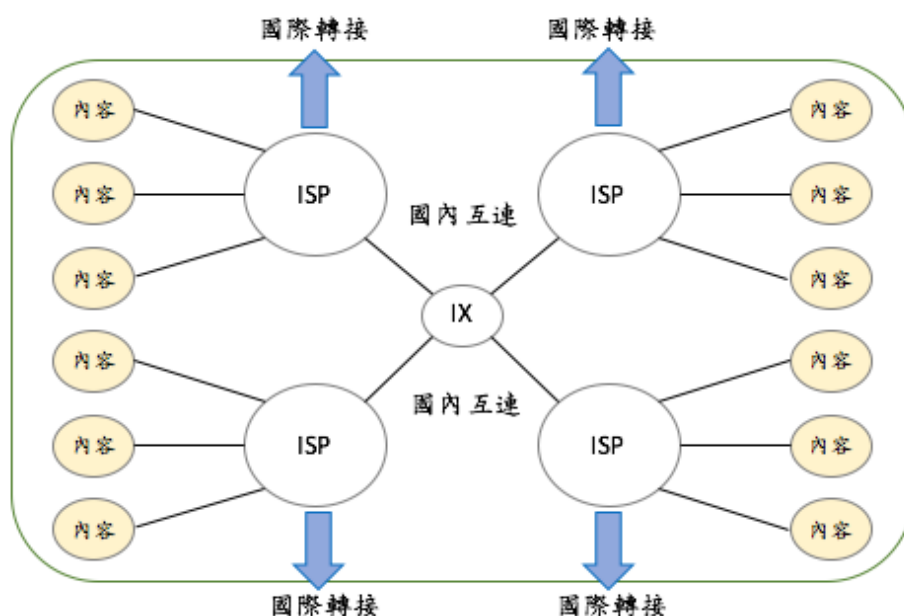
2. 劉大川 教授

經由訪談了解其對網際網路交換中心的需求及可能政策建議，訪談結果整理如下，主要分為「國內網際網路市場發展情形」、「網際網路交換中心市場缺口模型」，以及「其他諮詢內容與政策建議」等三個部分。

（一）國內網際網路市場發展情形

1. 內容數據集中化趨勢

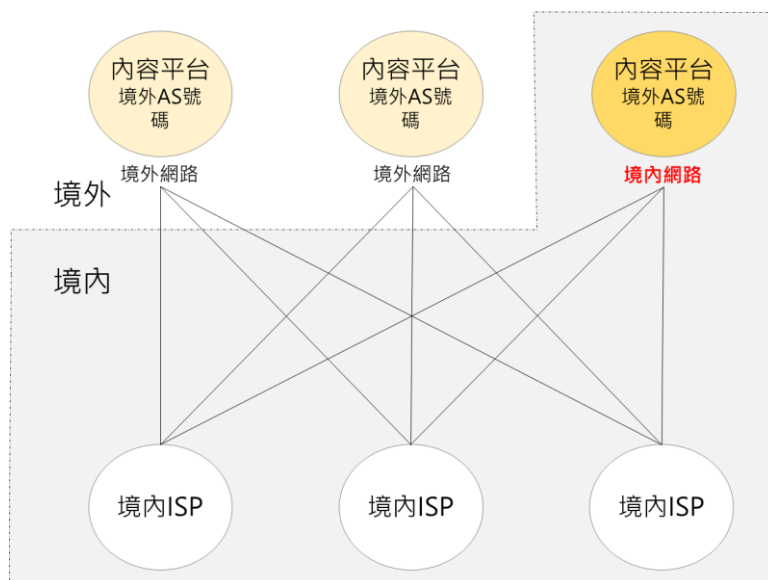
透過訪談，可歸納國內的內容數據有集中化趨勢。過去國內網際網路市場生態是，內容業者為 ISPs 的用戶，各個 ISP 彼此互連並交換其網路內容資料。國內的各家 ISPs 之間的互連頻寬決定了內容傳送的品質，因主要內容來自於國內的內容供應商，因此國內的水平東西向互連訊務占 ISPs 總訊務量相當大的比例，過去的網際網路結構如圖 3-4 所示。



資料來源：本研究整理

圖3-4. 臺灣傳統之水平互連結構

全球網際網路內容逐漸朝集中化、極大化的方向發展，這些網路內容主要由國際內容平臺大廠所掌握。國際內容平臺大廠並非國內 ISPs 客戶，但這些平臺大廠是以互連模式與國內 ISPs 連接，如此的網路互連模式逐漸形成國內與國際垂直南北向互連架構，如圖 3-5。



資料來源：本研究整理

圖3-5. 內容數據集中化後之垂直互連結構

內容數據集中化後對國內互連環境的影響主要可以從內容平臺本身的差異、內容集中化後對訊務差異，以及對交換中心影響等三個方面來說明。首先在內容平臺方面，過去較多中小型內容平臺會採購 ISP 主機託管 colocation 服務；國際大型內容平臺業者則網路獨立，與國內 ISP 免費互連。國際大型內容平臺掌握先進資訊技術、獨占性營運數據與用戶個資，以及大規模資本市場資源等，產生難以超越的競爭門檻。

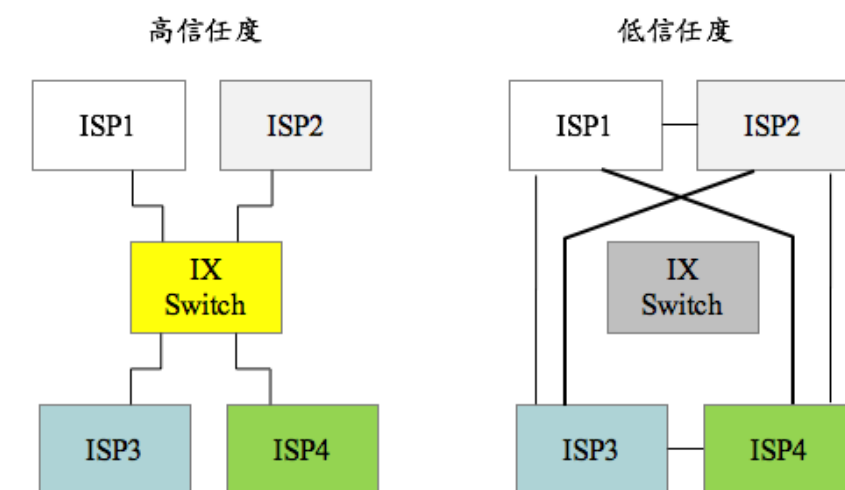
內容集中化後對網際網路訊務的影響，最主要為國際交換訊務大幅成長；過去國內的互連訊務比例高，現在國內互連訊務比例降低，根據本計畫實際與國內 ISPs 進行訪談的結果，多數營運商表示比例低於 20%。此外，過去互連以國內網路 AS 號碼互連為主，當網路內容逐漸移轉到國際內容平臺大廠後，現在互連以國際網路 AS 號碼互連為主。此轉變可比喻為，過去國內對國內東西向水平互連(國內 AS)，逐漸移轉為國內對國際南北向垂直互連(國際 AS)

架構。

對網路交換中心而言，此轉變使網際網路交換中心逐漸變成國際訊務閘門(gateway)，提供國內與國際網路互連或轉訊用途；國際內容平臺大廠與國內 ISPs 在網際網路交換中心內互連交換訊務。

2. 網際網路交換中心互連信任模型

本研究在訪談國內網際網路交換中心業者過程中發現，即便是 ISPs 已進駐至交換中心所在的資料中心內，這些業者未必是透過交換中心的網路設備進行訊務交換，而是租賃其光纖跳接線與其他網路業者直接互連，造成網際網路訊務並非在交換中心設備內交換，而是在資料中心透過光纖跳接線交換的現象。此現象可顯示，國內 ISPs 對於網際網路交換中心的信任度不足。



資料來源：本研究整理

圖3-6. 互連信任模型

在與國內業者訪談討論後，歸納以下可能會影響互連信任度之因素，包含：「交換中心中立性」、「網路品質」、「成本效益」，以及「集市考量」等四種，概述如下：

- (1) 中立性：多數受訪者表達中立 IXP 的重要性。即便受訪的交換中心業者說明其交換中心營運中立，但對於競爭業者而言，他們所關心的是該網際網路交換中心的公司股權結構與競爭者的公司股權關係。

當該網際網路交換中心的主要股東為競爭對手，潛在會影響業者評估在該交換中心內交換訊務的決策。

- (2) 網路品質：當 ISPs 設備連接至 IXP 的交換器時，系統效能或基礎設施效能有可能會影響網路品質，例如交換器本身效能，或是交換器的供電設施因停電無法運作等情況。但是當僅透過資料中心的光纖跳接線連線，因沒有連接到交換器，較不易發生系統效能或基礎設施效能影響網路品質的結果。
- (3) 成本效益：連接交換器頻寬費用與租賃光纖跳線費用比較，由支付交換器通訊埠的成本與交換頻寬可以換算出成本效益。
- (4) 集市考量：集市因素取決於因果關係之先後順序，理論上連接網路交換器的業者越多，越容易因為網路效應獲得較大的集市效益。但進駐交換中心的 ISP 只願意評估資料中心與各主要業者雙邊互連的可能性，並無意願透過連接交換器擴大該 IXP 的集市效益。

網際網路互連的基礎基於信任，信任透過人際關係產生，網際網路互連架構也等同人際關係結構，存在不信任關係。網路交換中心 IXP 常強調中立性，中立性同時也代表被信任與不被信任。對 ISPs 而言，他們並不強制流量在 IXPs 內交換，因為進駐的業者永遠不曉得鄰居是哪些人，而當 ISPs 進駐交換中心時，IXPs 總是忙著尋找更多營運商來填補剩餘空位，ISPs 永遠不曉得在同一個網路架構內還有哪些業者進駐，以及這些業者進駐連線的動機是什麼。(Meier-Hahn, 2017)

(二) 網際網路交換中心市場缺口模型

本研究經訪談網路產業業者，蒐集受訪者在國內網路市場對網路交換中心服務需求，並探討網路交換中心在網路市場定位與功能，從受訪者訪談資料中整理出 4 種可能的 IX 市場缺口模型如下：

1. IX 市場缺口模型 1：大型 IX 優化網路效能

部分受訪者表示應建構大型網際網路交換中心，讓大型或小型 ISPs 可以

在該大型交換中心內進行訊務交換，大型網路交換中心可以優化網路訊務，降低網際網路互連成本。此處所謂大型 IX 代表對國內 ISPs 間網路公共互連訊務具顯著影響，例如整體公共互連流量超過整體國內網路互連流量達一定比率，如 10%。大型交換中心倡議者的提案建議為由現有的大型商用 IX 擴充服務規模改善國內網路公共互連品質。

缺口模型1:大型IX優化網路效能

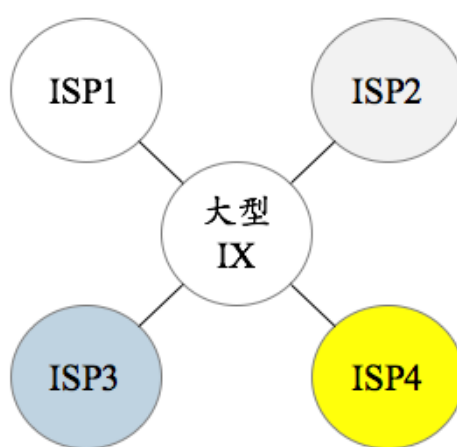


圖3-7. 市場缺口模型 1: 大型 IX 優化網路效能

大型網際網路交換中心的優點包括，可提升 IX 的集市效益，亦可提供一站式服務，例如網路雙邊或多邊互連、雲端增值服務、內容傳遞網路 CDN、資訊安全服務等。缺點則包括，由於大型 IX 為現有 IX 供應商，參照前述 IX 信任模式，多數連線 ISP 普遍對現有 IX 服務供應商信任不足，對其中立性有疑慮，不易獲得其他 ISPs 支持；大型交換中心的投資金額較高，形成投資風險；此外，也因為資本密集，營運風險高，造成政府政策不易介入。

大型網際網路交換中心未來機會包含，可以發展為中立運作機制，並透過匯集國內 ISPs 訊務提高對國際大型內容平臺業者的談判能量。可能威脅包含，當 IX 為單點接入時，容易形成單點障礙 (single point of failure)；也因政府政策不易介入，衍生市場不確定性風險高。市場缺口模型 1 的 SWOT 分析整理如圖 3-8。

大型 IX 初步評估政策可行性為低等級，原因為大型 IXP 的信任度低，缺

乏產業共識，此外，政府政策措施介入也相對不容易。

缺口模型1:大型 IX 優化網路效能	
Strengths	Weaknesses
✓ 提升 IX 集市效應 ✓ 一站式服務：網路、內容、CDN、資安等	✓ IX 中立性：與競爭業者結構關係 ✓ 大型 IX 信任度不足，不易獲得營運商支持 ✓ 資本密集，營運風險高 ✓ 政策措施介入難度高
Opportunities	Threats
✓ 中立化運作機制 ✓ 提升 IX 與國內 ISP 對國際大型內容平台的談判能量 ✓ 關鍵性資訊基礎設施 ✓ 法遵檢驗場域	✓ IX 單點障礙 ✓ 政府政策未介入，衍生市場不確定性風險高
政策可行性初步評估：可行性低 說明 (1) 大型 IXP 信任度低，缺乏產業共識 (2) 政府政策措施不易介入	

圖3-8. 市場缺口模型 1 之 SWOT 分析

2. IX 市場缺口模型 2：微型 IX 扶持新創

本研究在訪談調查過程中有不少業者對於以微型網路交換中心來支援新創公司均表示支持，微型 IX 主要概念為提供新創公司以免費或低費用方式透過微型網際網路交換中心與其他 ISPs 互連。微型 IX 連線對象主要為新創公司、或非現有 ISP 用戶之新公司。雖然運作初期支援的 ISPs 無法從新創公司獲利，但當新創公司成長壯大後，連線的 ISPs 不需要像目前支付昂貴的國際電路費用與國際大型內容平臺業者互連。

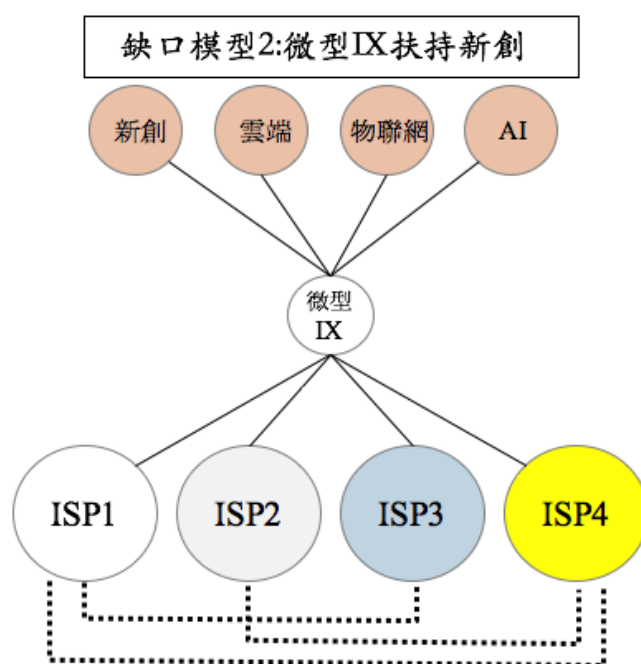


圖3-9. 市場缺口模型 2：微型 IX 扶持新創

微型 IX 優點包含，可以培育國內新內容、或新創產業；投入成本低，因此風險相對低；ISPs 對於微型 IX 的信任度高，因此容易獲得 ISPs 的支持。缺點則包括，新創或新內容業者對網路營運能量不足；另外則是微型 IX 的營運模式尚不確定，有待進一步評估應為營利、或非營利模式，或者應採取市場機制或政府介入方式等。

微型 IX 的未來發展機會包括，提供新創業者市場利基，可能將快速成長；微型 IX 也可能成為大型 ISPs 的備援連線方案選項，如此可以擴大發展規模。未來威脅是，倘若連線的新創業者或內容業者營運未成長，則可能成為微型 IX 在營運方面的風險。市場缺口模型 2 的 SWOT 分析整理如圖 3-10。

微型 IX 初步評估政策可行性為中等級，原因包含微型 IX 未破壞現有市場結構，受信任度高與 ISP 支持；其次為投資成本低，風險低，政府政策可介入機會相對較可行。

缺口模型：微型 IX 扶持新創	
Strengths	Weaknesses
✓ 培育國內新內容、新創產業 ✓ 投入資本低、風險低 ✓ 微型 IX 信任度高，易獲得營運商支持 ✓ 政策措施介入較可行	✓ 新創或新內容業者對網路營運能量不足 ✓ 營運模式待評估：非營利/盈利？市場機制或政府介入？
Opportunities	Threats
✓ 新創或新內容業者，如果找到發展機會，可望快速成長 ✓ 提供 ISPs 現有網路之備援或分流方案	✓ 新創或新內容業者業務未成長，產生營運風險
政策可行性初步評估：可行性中 說明 (1) 微型IX信任度高，較易獲得營運商支持 (2) 政府政策措施介入較可行	

圖3-10. 市場缺口模型 2 之 SWOT 分析

3. IX 市場缺口模型 3：IPv4/IPv6 分流 IX

第 3 種市場缺口模型為 IPv4/IPv6 分流的網路交換中心，原則上國內多數的 ISPs 內部網路採用 IPv4/IPv6 雙協定，所以 IPv4/IPv6 網路內部路由是一致的。當跨越網路區段後，再採取 IPv4/IPv6 分流措施。

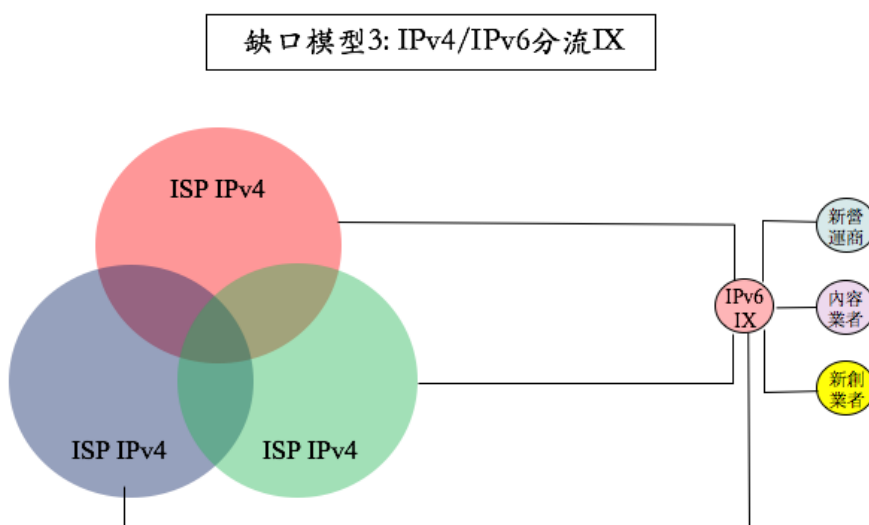


圖3-11. 市場缺口模型 3：IPv4/IPv6 分流 IX

IPv4/IPv6 分流交換中心優點包括，可推動國內的 IPv6 網路產業發展，因鼓勵各 ISP 以最低成本連入公共交換中心，可降低 ISP 的 IPv6 互連成本與導入 IPv6 門檻；也因為國內的 IPv6 訊務量低，IPv6 交換中心將不會影響既有的 IPv4 網路市場結構；IPv4/IPv6 分流交換中心預期受 ISPs 的信任度較高，也較容易獲得 ISPs 支持；此外，IPv6 交換中心投資資本相對低，風險較低，政府政策措施在介入上也較可行。缺點為，因為 IPv6 訊務量低，互連需求低；此外，此種營運模式仍有待進一步評估，包括像是評估應採取營利或非營利模式、或者應採取市場機制或政府政策介入等。

建立 IPv6 交換中心的未來機會則有，多數國家 IPv6 訊務呈現倍數成長趨勢，IPv6 交換中心可促進 IPv6 新市場的競爭，並提供 IPv6 加值服務，如 NAT64/DNS64 或 DS-Lite 等。未來風險則為，倘若 IPv6 訊務量並未如預期成長，將使 IPv6 交換中心產生營運風險。

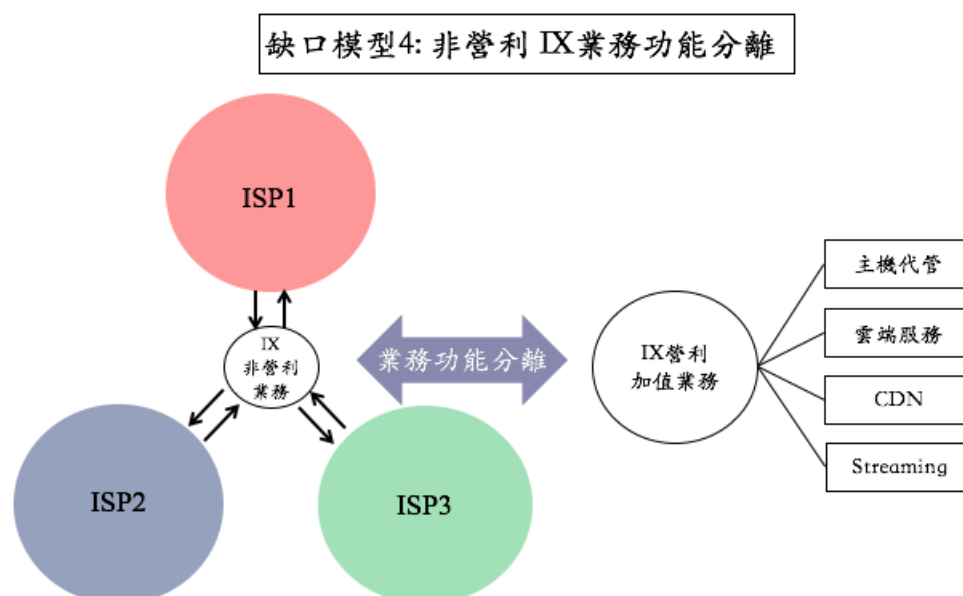
IPv4/IPv6 分流交換中心政策可行性初步評估屬於中度或高度可行，原因是 IPv6 交換中心受到 ISP 信任度高，易獲得產業支持。由於產業支持，風險較低，政府政策措施介入可行性也較高。

缺口模型 3：IPv4/IPv6 分流IX	
Strengths	Weaknesses
✓ 推動 IPv6 網路產業發展，降低 IPv6 進入門檻 ✓ 國內 IPv6 訊務低，IX 信任度高，較易獲得營運商支持 ✓ 投入資本低，風險低 ✓ 政策措施介入較可行	✓ IPv6 訊務低，互連需求低 ✓ 營運模式待評估：非營利/營利？市場機制或政府介入
Opportunities	Threats
✓ 多數國家 IPv6 均呈倍數成長 ✓ 促進 IPv6 新市場競爭 ✓ IPv6 加值服務：NAT64/DNS64, DS-Lite	✓ IPv6 訊務未成長，產生營運風險
政策可行性初步評估：可行性中/高 說明 (1) IPv6 IX 信任度高，較易獲得營運商支持 (2) 政府政策措施介入較可行	

圖3-12. 市場缺口模型 3 之 SWOT 分析

4. IX 市場缺口模型 4：非營利 IX 業務功能分離

第 4 種市場缺口模型為非營利 IX 業務功能分離，此作法主要為既有的網際網路交換中心營運者重新定位，將網際網路交換功能與公司之資料中心及網路增值服務業務分離。網際網路交換業務可以成本攤提方式重新訂定連線價格，由於採取成本攤提的中立營運模式，可望提升連線 ISPs 的信任度，擴大 IX 集市效應。交換中心營運商亦可藉由集市效應，以資料中心及網路增值服務來增加獲利營收。



資料來源：本研究整理

圖3-13. 市場缺口模型 4：非營利 IX 業務功能分離

非營利 IX 業務功能分離模式的優點包括，IX 分離網路交換與資料中心及網路增值業務，網路交換部分以攤提成本計價，提升 ISP 信任與支持度；網路交換中心具有公共服務性質，政府政策措施介入相對容易。缺點為該型態的 IX 治理模式有待進一步規劃與評估，同時此策略需要獲得交換中心營運商董事會支持。

非營利 IX 業務功能分離模式的未來發展機會包含，由於交換中心具公共性，可望吸引國際大型內容平臺業者參與；並且作為國家關鍵資訊基礎設施

一環。未來威脅則包括，該 IX 營運可能成為單點障礙，此外，倘若資料中心及網路加值業務未成長，也可能造成交換中心營運風險。市場缺口模型 4 之 SWOT 分析整理如下圖。

缺口模型4：非營利 IX 業務功能分離	
Strengths	Weaknesses
✓ 非營利及業務功能分離強化營運商對IX信任度 ✓ 以攤提成本計價，提升產業支持度 ✓ IX具公共性，政策措施介入較容易	✓ IX治理模式待評估 ✓ IX營運商董事會支持度
Opportunities	Threats
✓ IX具公共性，吸引國際大型平台公司參與 ✓ 關鍵資訊基礎設施	✓ IX單點障礙 ✓ 加值服務未成長，產生營運風險
政策可行性初步評估：可行性中 說明 (1) IX 信任度高，較易獲得營運商支持 (2) 政府政策措施介入較可行	

圖3-14. 市場缺口模型 4 之 SWOT 分析

此模式之政策可行性初步評估為中等，主要原因為 IX 受到產業信任度高，可得到產業支持；因其具備公共性，政府政策措施介入的可行性亦相對較高。

(三) 其他諮詢內容與政策建議

1. 政策建議訪談問題

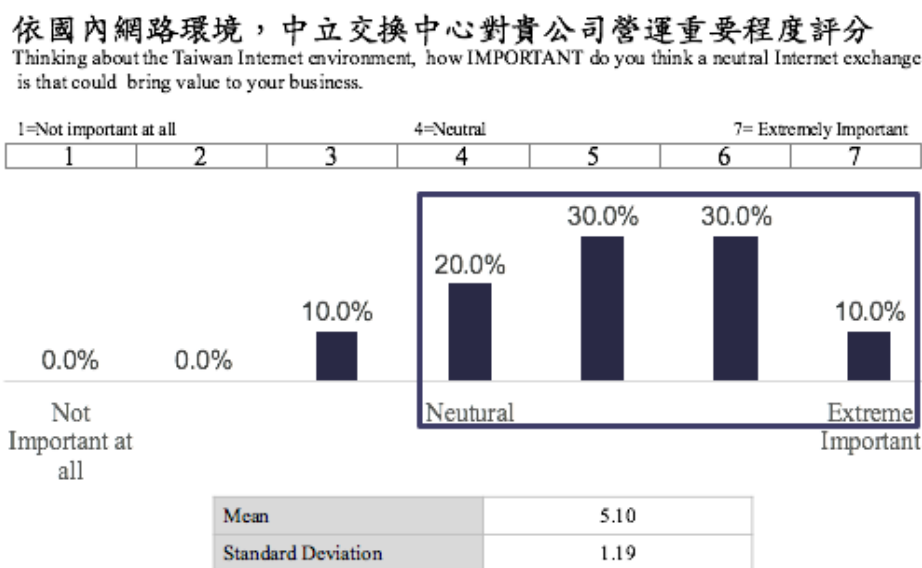
本研究對網際網路交換中心市場發展與缺口訪談內容整理如前一節所示，訪談內容包含諮詢受訪者對網路交換中心相關政策措施建議。諮詢內容包含下列 3 個問題：

- (1) 依國內網路環境，中立交換中心對貴公司營運重要程度評分。
- (2) 哪些交換中心規範（含產業自律）可能對網路產業有助益。
- (3) 有助於產業發展的政府政策措施建議。

2. 訪談問題之意見回饋

(1) 依國內網路環境，中立交換中心對貴公司營運重要程度評分

問題 1 主要詢問中立交換中心對受訪者公司營運之重要程度，採取李克特七點量表，一點表示十分不重要，七點表示十分重要。經收集受訪者資料後，多數受訪者(70%)認為中立網路交換中心對公司營運屬於重要（5 點）或很重要（6 點）。



資料來源：本研究整理

圖3-15. 中立交換中心對受訪者機構重要性分析

(2) 哪些交換中心規範可能對網路產業有助益

問題 2 主要探討有哪些網路交換中心規範，包含產業自律規範等，可能會對網路產業有所助益。受訪者的一般意見包含：成立中立交換中心、需要政府在政策上的支持、建立交換中心產業生態環境（例如更多參與者、交換中心位置等）、交換中心服務計費合理性、市場主導業者應該加入參與中立網路交換中心以活化網路互連環境等。

受訪者的特定意見則包含，交換中心應為非營利、可建立 IPv4/IPv6 分流交換中心、建立微型交換中心扶持新創產業、營運大型交換中心優化國內網路品質並產生集市效應、交換中心會員不需具第二類電信事業許可執照等。

(3) 有助於產業發展的政府政策措施建議

問題 3 詢問有哪些交換中心相關政策措施可能對網路產業發展有助益。受訪者對政策措施建議包含市場主導者應該支持並參與網路交換中心的互連、政府應該介入並規範中立交換中心，優化產業發展環境、鼓勵國際大型平臺與內容業者參與中立網路交換中心等。

三、業者與專家座談

(一) 相關業者座談會

1. 會議執行概況

本計畫於 5 月 26 日下午 2 時至 4 時 30 分假 NII 會議室 A 辦理網際網路交換中心相關業者座談會，該相關業者座談會為國內市場調查研究之第一步驟，主要透過座談會形式，邀請國內相關業者代表共同討論，以理解國內網路市場生態，以及業者面對有關國內網際網路交換中心相關議題之初步想法與態度。該座談共邀請 15 家業者及臺灣學術網路之代表與會，出席者除計畫補助單位（國家通訊傳播委員會）以及計畫研究團隊之外，包括以下電信公司委派的代表出席，會議記錄可參照本報告附錄 1：

- 教育部資訊及科技教育司(TANet) 高級管理師
- 是方電訊股份有限公司(TPIX) 業務協理
- 中華電信數據分公司(TWIX) 處長
- 亞太電信股份有限公司(EBIX) 副總經理
- 遠傳電信股份有限公司 協理
- 台灣大哥大股份有限公司 處長
- 台灣之星電信股份有限公司 處長

2. 會議結論

該座談主要針對「市場供需」、「現行網際網路交換中心功能強化」，以及「其他有助於我國網際網路交換中心健全發展建議」等課題進行探討，詳細之會議發言紀錄（包括會議簡報資料）請參照附錄 1，以下為會議主要結論。

(1) 網際網路交換中心營運模式

網際網路交換中心營運模式主要基於市場機制下滿足商業需求，並以維持中立運作為原則。網路交換中心服務功能包含提供空間、電力、相關設備的場所。交換中心所提供的互連服務為公用互連或專用互連，依據互連雙邊協議來決定免費互連或者付費互連。

(2) 國際與國內訊務成長趨勢

國內 ISP 業者的網路訊務量每年仍逐步成長，但國內網路訊務量與國際網路訊務量成長速度不同。國內網路內容市場主要由國際網路內容業者或網路平臺業者主導，境外國際網路訊務量成長速度遠大於國內網路間訊務量成長速度，國內流量占網路服務供應商流量比例越來越少。這樣的發展趨勢也影響網路服務供應商對國內網路互連的需求。

(3) 吸引國際內容與平臺業者在臺灣交換訊務

臺灣網路內容產業發展不足，使用者對網路內容需求仍舊以國際大型內容或平臺廠商為主流。這個趨勢導致國內網路業者投資昂貴的國際網路頻寬來滿足國內使用者對內容的需求。如果合作規劃一個大型網路交換中心，讓國外大型內容業者或平臺業者聚集起來，將有助於國內網路服務業者降低國際訊務量營運支出。

(4) 政府在網路交換中心的角色

雖然網際網路交換或互連目前主要為市場自由競爭機制，但是政府介入提供適度規範仍有存在必要。擴大臺灣網路交換市場的使用效率是業者生存的主要關鍵因素，如果政府介入維持一個公平競爭的市場環境，方可加速促進網路產業環境的蓬勃發展。

(二) 第一次專家座談會

1. 會議執行概況

本計畫於7月20日下午2時至4時30分假NII會議室A辦理第一次專家座談會，本專家座談會辦理之目的為，針對本計畫就國際網際網路發展現況、國內網路服務供應商之網際網路交換中心需求訪談綜整結果，以及初步建議事項進行討論。該座談共計有9位專家出席，出席者除計畫補助單位（國家通訊傳播委員會）以及計畫研究團隊之外，包括以下單位的專家，會議記錄可參照本報告附錄2。

- 國家發展委員會 分析師
- 國立臺灣大學電機工程學系 教授
- 中央研究院資訊處 組長
- 中央研究院資訊處 科長
- 教育部資訊及科技教育司(TANet) 科長
- 中央研究院物理研究所 博士
- 國立中央大學資訊工程學系 教授
- 國立交通大學資訊技術服務中心 顧問
- 國家高速網路與計算中心 副主任

2. 會議結論

該座談主要針對「國內業者訪談調查階段性成果」以及「網際網路交換中心市場缺口模型」等課題進行探討，詳細之會議發言紀錄請參照附錄2，以下為該次會議專家提出的重點。

(1) 推動國內內容產業發展

國內的網路內容產業必須發展方有機會與國際大廠抗衡，同時解決互連的問題，倘若能夠提供國內的內容業者較低成本與網際網路交換中心互連，將可以使國內的訊務充分在交換中心內交換。

(2) 網路交換中心市場缺口模型

若國家所支持的台灣高品質學術研究網路(TaiWan Advanced Research and Education Network, TWAREN)、教育部的臺灣學術網路(Taiwan Academic Network, TANet)、中央研究院研究網路(Academic Sinica Network, ASnet)以及政府網際服務網(Government Service Network, GSN)等四個主要網路能接入 IXP，讓新創公司可以較低成本使用，對於整體國內訊務及網路發展將有所助益。GSN 現階段原則開放互連，但需要兩個點以上才能互連；而 TANet 目前則是要求要有三點才能申請互連。

(3) 網際網路交換中心之網路優化效益

教育部的 TANet 實際透過 TPIX 交換中心與國際大廠互連後，初估 2017 年上半年 TANet 的國際訊務已減少 60%，TANet 之國際電路使用效益已大幅提升。

(4) 短中長期網路策略

未來網路會以 Machine-to-Machine 為主，例如推動人工智慧 AI，此發展預期將產生很多訊務需求，需有對應的頻寬支援；建議不應只看到眼前問題，需要有決心改變整個遊戲規則，前瞻規劃以滿足未來網路應用頻寬可能大幅成長的需求。

1997 年行政院 NII 計畫有相關決議，由 TWNIC 委請 HiNet 經營 TWIX，當時即有共識 TWIX 應為中立營運單位；建議政府過去支持國網、教育部、中研院國際連線的政策，應可延續到網際網路交換中心，交換中心的連線電路亦應該規劃相關可能協助措施之方案。

此外，新創公司、AI 公司可由政府支持與公用網際網路交換中心互連，待這些新創業者發展成熟後，在互連費用部分，則可回復正常商業機制。

(三) 第二次專家座談會

1. 會議執行概況

本計畫於9月22日下午2時至4時30分假NII會議室A辦理第二次專家座談會，本專家座談會辦理之目的為，針對國內網際網路交換中心市場缺口模型構面之可行性，以及其他可能模型進行討論；並就國內網際網路交換中心推動政策提出建議。該座談共計有8位專家出席，出席者除計畫補助單位（國家通訊傳播委員會）以及計畫研究團隊之外，包括以下單位的專家，會議記錄可參照本報告附錄3。

- 國家發展委員會 工程師
- 國立臺灣大學電機工程學系 教授
- 中央研究院資訊處 組長
- 教育部資訊及科技教育司(TANet) 科長
- 中央研究院物理研究所 博士
- 國立中央大學資訊工程學系 教授
- 國立交通大學資訊技術服務中心 顧問
- 國家高速網路與計算中心 副主任

2. 會議結論

該座談主要針對「國內網際網路交換中心市場缺口模型構面之可行性」以及「國內網際網路交換中心推動政策」等課題進行探討，詳細之會議發言紀錄請參照附錄3，以下為該次會議專家提出的重點。

(1) 成立新的IPv6網際網路交換中心的考量因素

國內的IPv6使用率仍偏低，市場主導電信業者提供商用IPv6服務後，其他業者方可能跟進；參考早期中研院的IPv6交換中心建置經驗，當時的成本約400萬採購路由器設備，其他人力、場地、空調水電、頻寬等費用均未納入考量。IPv6交換中心的另外一個成功關鍵因素在於吸引像是Google等重要網路平臺的納入。

(2) 成立新的網際網路交換中心的實施建議

成立一個新的 IXP 初期經費並不高，規劃時應考量未來拓展的空間，並且有政府在政策上的支持，例如推動行動訊務交換政策、政府授權某個單位 2 年時間來運作新的 IXP 等。有關新的 IX 設置地點則應該考量海纜及陸纜容易接入、接入成本、海纜市集效應等因素。

新 IXP 應為中立，可能模式為成立一個新的公司，該公司初期由政府投資部分比例、未來營運機構投資部分比例，以及民間募資等取得資金。再者，從長期發展角度，該新的 IXP 要能取得至少北美、日本或香港的海纜頻寬，以及國內南北陸纜頻寬，未來也要有能力投資海纜等，方有機會不靠政府而永續運作。

(3) IX 業務功能分離模式可行性尚待政策協助

倘若國內既有 IXP 將訊務交換業務獨立出來變成非營利服務時，訊務量最大的幾家國際內容平臺業者可能轉移去和非營利的 IXP 互連，降低既有 IXPs 將業務功能分離的意願。本模式如能獲得政策支持，是目前花費最少的可能方案。

(4) 進一步評估政府涉入之必要性

倘若國際上 IXP 都是由商業自由運作為基礎，另由政府出資成立新的 IXP 參與市場競爭，由政府的政策引導接入，例如強制業者，則對其必要性應有充足論述，並就所建議（規劃）之商業模式有更細緻之評估。

(5) 扶植國內創新服務產業的建議

國內的年輕族群創新方面確有需要一個成本較低的環境供其發揮，例如將 TANet 或 TWAREN 禁止使用商業用途的規定移除；而學術或研究網路倘若要用於商業用途，可將部分頻段切割給新創業者接入使用的方式來進行。

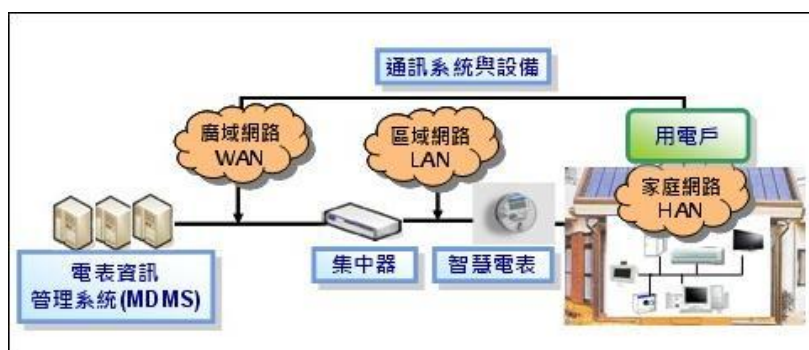
四、 缺口模型排序與政策方案

(一) IoT 應用及對國內訊務可能之影響

由於資通訊技術發展快速，帶動物聯網 IoT 與物聯網相關應用發展。Gartner 顧問公司研究指出，到 2020 年物聯網的部署數量將會超過 200 億組物聯網終端設備(Gratner, 2017)。物聯網應用廣泛，若干應用服務商業模式並不明確，本研究並選擇近期可能產生的幾項物聯網應用服務，包括智慧電表與車聯網，對網際網路訊務的影響進行探討。

1. 智慧電表

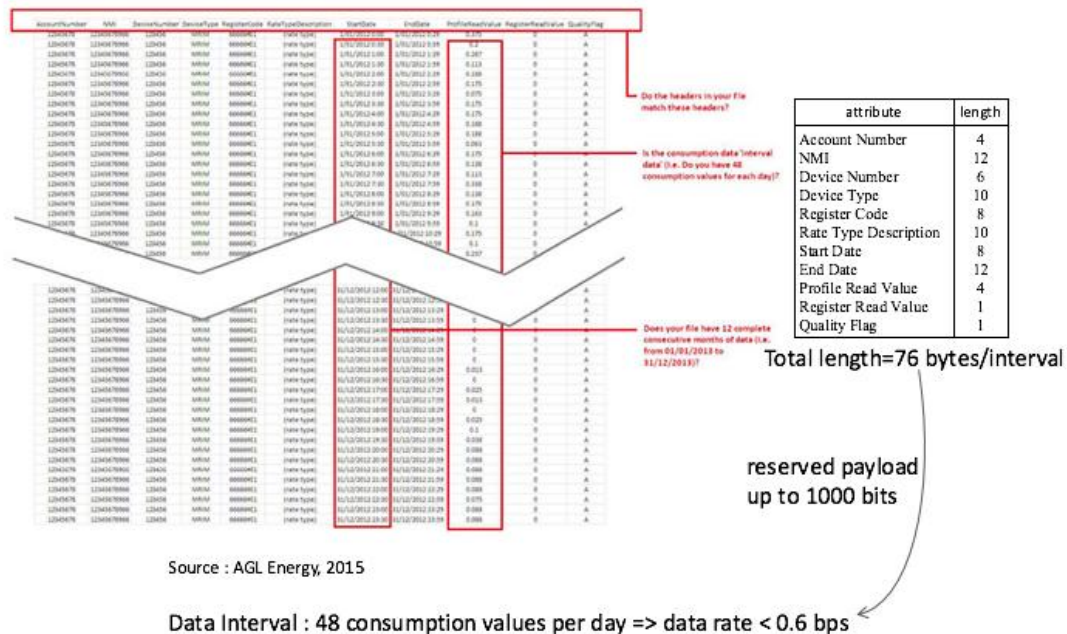
智慧電表乃將電表用量資料，透過網路將資料傳送回資料中心端，電力公司利用收集資料，計算用戶家庭、企業用電量與費用。下圖為智慧電表系統架構案例。



資料來源：工研院 IEK(2010/08)

圖3-16. 智慧電表系統

本研究以國外智慧電表系統所產生的資料為例，計算智慧電表資訊傳輸量。該範例為美國 AGL 能源公司物聯網電表之資料案例，物聯網電表每 30 分鐘傳送一次使用量資料，等同每天傳送至資料中心 48 次。計算每次資訊量需求為 76Bytes，保留部分未來可能擴充欄位後換算網路流量為 0.6 bps。



資料來源：本研究整理

圖3-17. 智慧電表傳輸資料

國內安裝電表家戶將近 1,200 萬家戶，如果初期採取 20 %家戶更新為物聯網電表，總計物聯網電表家戶數為 240 萬家戶。物聯網電表產生的總訊務量為 1.44Mbps。依國家通訊傳播委員會 2016 年 11 月至 2017 年 3 月行動上網速度量測，平均上傳速度為 21.04Mbps。約占單一載具行動上網訊務量的 6.8%。此數據可顯示，物聯網電表訊務量對行動通訊訊務量影響不大。

表3-4. 智慧電表訊務量情境

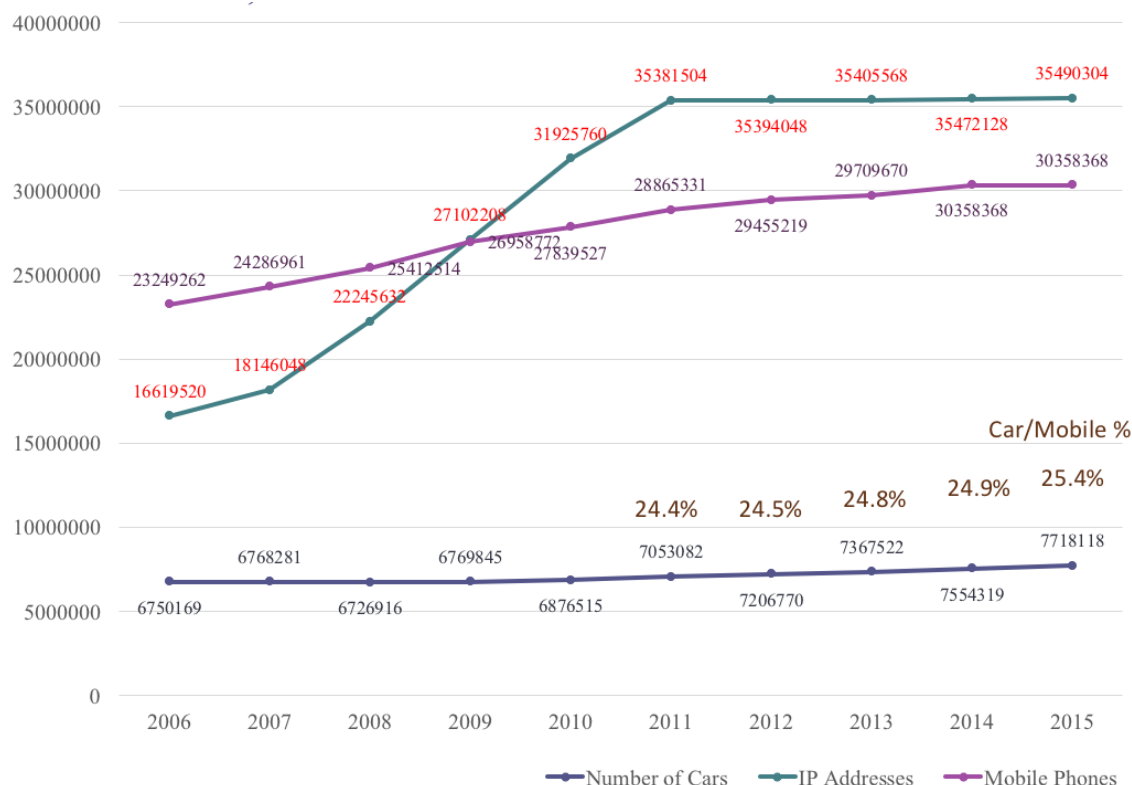
Smart Meter Penetration	Smart Meter Installed Units	Total Data Traffic	% of single mobile data
*20%	2,400,000	1.44Mbps	* 6.8%
40%	4,800,000	2.88Mbps	13.7%
60%	7,200,000	4.32Mbps	20.5%
80%	9,600,000	5.76Mbps	27.4%
100%	12,000,000	7.2Mbps	34.2%

*: 初期最可能情境

資料來源：本研究整理

2. 車聯網 Connected Vehicles

本研究統計臺灣地區 IP 位址發放數量、行動通訊門號數量、汽車牌照數量整理如下圖所示，我國 IP 位址與行動通訊門號遠高於汽車數量。汽車數量約占行動通訊門號 25.4%。以汽車成長速度，未來每部汽車發放一組 IP 位址與一組行動通訊門號對網路位址資源影響有限。



資料來源：交通部、ITU、TWNIC、本研究整理

圖3-18. 汽車數量、IP 位址、行動門號數量

現有車聯網應用服務的上網需求包含娛樂、導航、法規、自動控制系統、與通訊需求等。本研究將各類別上網需求及頻寬需求整理如下表所示。

表3-5. 車聯網服務與資料量

	Application	Reference	Data Usage
Infotainment	Web Radio	BMW, Mercedes Benz, Telsa	32kbps
	Online Music		32-128kbps
Navigation	GPS Navigation	Google map	20-40kbps
Regulation	Emerging	EU eCall chip	out-of-band

	Messaging		
Automation	Driverless Car	Google self-driving car	n.a.(in-band & out-of-band)
	Remote Control (on/of)	BMW, Mercedes Benz, Telsa	<1kbps
Communications	Car phone	Bluetooth speaker	out-of-band
*Estimated Aggregated Data Usage for a Connected Vehicle			<100kbps

*driverless car excluded

資料來源：本研究整理

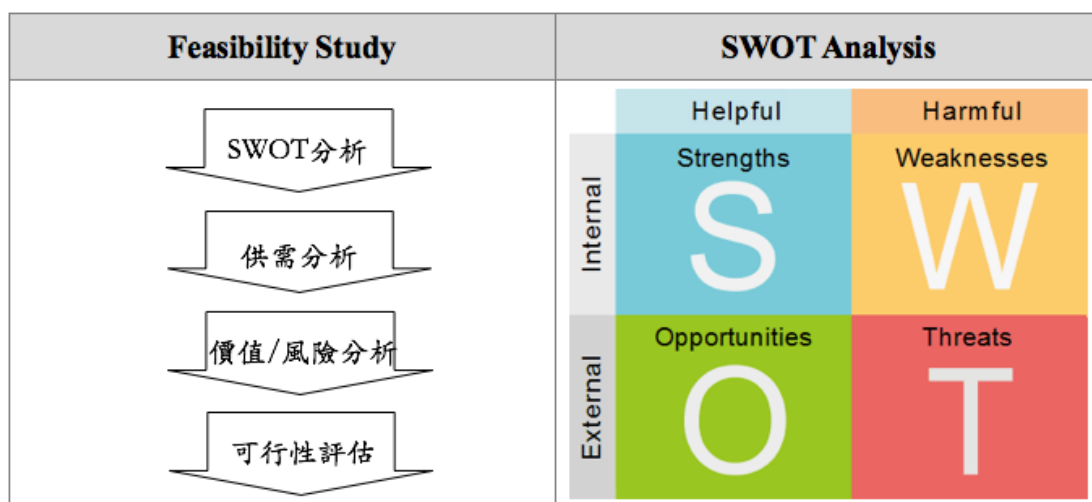
依據上表頻寬使用量計算，現有車聯網應用服務頻寬需求小於 100kbps（不包含無人車頻寬需求）。依據國家通訊傳播委員會公布上網速率量測結果，全國 4G 定點量測平均上傳速率為 21.04Mbps(國家通訊傳播委員會, 2017b)。車聯網應用服務使用頻寬約占行動上網頻寬的 0.5%。以此數據分析，車聯網應用服務對於行動通訊業務影響不大。

此處說明部分物聯網服務業務可能模型，雖然資料顯示物聯網業務對現有臺灣網路業務影響有限；然物聯網或 M2M(machine to machine)發展日新月異，可能產生更多新型物聯網服務型態，進而大幅度提升網路業務量。國外文獻曾預測物聯網可能在 2018 年提升 300%網際網路流量(Martinez, 2014)，但目前仍缺乏有效理論或預測工具來預估物聯網對網路業務量的影響，建議未來研究可朝此方向進行。

(二) 缺口模型可行性分析

1. AHP 階層分析法

前文針對交換中心缺口模型分別討論其優點、缺點、機會與威脅，本節進一步針對市場供需、市場價值、與經營風險三構面評估各方案的可行性。



資料來源：本研究整理

圖3-19. 可行性分析步驟

首先導入 AHP (Analytic Hierarichy Process) 階層分析法，由 5 位網路領域專家分別對兩組構面相互比較以計算各構面權重（專家一共 10 位，僅 5 位提供此題之回覆）。經階層分析法計算後，市場供需構面權重為 58.4%、市場價值構面權重為 21.6%、經營風險構面權重為 20.0%。顯示市場供需因素考量高於其他因素考量。

表3-6. AHP 階層分析結果

	市場供需	市場價值	經營風險	幾何平均	總幾何平均	權重
市場供需	1	5	1	1.710	2.175	58.4%
市場價值	0.2	1	3	0.843	0.803	21.6%
經營風險	1	0.33	1	0.693	0.745	20.0%
總計					3.722	100%

資料來源：本研究整理

2. 市場供需

本研究訪談主要利害關係人，討論 IX 市場供給與需求狀況，說明如下。

(1) 大型 IX 優化網路效能

- 市場需求：第一類大型電信業者多使用私有互連，公用互連需求低。

- 市場供給：國內 TWIX、TPIX 提供公用交換服務。兩大 IX 皆有擴充容量。
- 供需分析：大型 IX 供給大於需求，政府不易介入。
- 主要利害關係人：大型 ISP（第一類電信業者）、內容平臺業者。

(2) 微型 IX 扶持新創

- 市場需求：新創尋求低費率網路服務，擴大 free peering 基礎，可減少轉訊成本。
- 市場供給：網路互連非標準化商品，ISP 之間透過個別協商供裝。
- 供需分析：IX 無免費互連服務，可考量政府介入。
- 主要利害關係人：新創、內容平臺業者。

(3) IPv4/IPv6 分流 IX

- 市場需求：現行國內 IPv6 訊務量低，ISP 尚未導入商用 IPv6 服務。
- 市場供給：國內 IX 可提供 IPv6 交換，但 ISP 對現有 IX 信任度低，缺乏中立 IPv6 IX。
- 供需分析：無中立 IX IPv6 服務，可考量政府介入。
- 主要利害關係人：各 ISP（第一、二類電信業者）、內容平臺業者。

(4) 非營利 IX 業務功能分離

- 市場需求：連線之 ISP 期待中立 IX 採取非營利方式運作。
- 市場供給：現有 IX 無意願實施業務功能分離；IX 服務無法以成本計價提供 ISP。
- 供需分析：無非營利中立 IX，政府不易介入。
- 主要利害關係人：各 ISP（第一、二類電信業者）、內容平臺業者。

綜合整理 4 種缺口模型的市場供需分析如下表 3-7 所示。

表3-7. 缺口模型市場供需分析綜整表

缺口模型 1：大型 IX 優化網路效能		缺口模型 2：微型 IX 扶持新創	
供給：國內 TWIX、TPIX 提供公共交換服務。兩大 IX 皆有擴充容量。	需求：第一類電信業者多使用專用互連，公用互連需求低	供給：網路互連為非常標準化商品，ISP 之間透過個別協商供裝。	需求：新創尋求低費率網路服務，擴大免費互連基礎，減少轉訊成本
供需分析：大型 IX 供給大於需求，政府不易介入。 主要利害關係人：大型 ISP（第一類電信業者）、內容平臺業者		供需分析：IX 無免費互連服務，可考慮政府介入。 主要利害關係人：新創、內容平臺業者	
缺口模型 3：IPv4/IPv6 分流 IX		缺口模型 4：非營利 IX 業務功能分離	
供給：國內 IX 可提供 IPv6 交換，但 ISP 對現有 IX 信任度低，缺乏中立 IPv6 IX	需求：國內 IPv6 訊務量低，ISP 尚未導入商用 IPv6 服務	供給：現有 IX 無意願實施業務功能分離；IX 服務無法以成本計價提供 ISPs	需求：連線之 ISP 期待中立 IX 採取非營利方式運作
供需分析：無中立 IX 提供 IPv6、可考慮政府介入 主要利害關係人：各 ISPs（第一、二類電信業者）、內容平臺業者		供需分析：無非營利中立 IX、政府不易介入 主要利害關係人：各 ISPs（第一、二類電信業者）、內容平臺業者	

資料來源：本研究整理

本研究共計 10 位網路領域專家學者，依網路交換中心市場供需情形，分別對 4 種模型提供量測計分。本量測採「九點李克特量表」，9 點代表市場需求遠大於市場供給，1 點代表市場供給遠大於市場需求。市場供需分析量表如表 3-8 所示，排序一為 IPv4/IPv6 分流 IX，排序四為大型 IX 優化效能。

表3-8. 市場供需分析量表

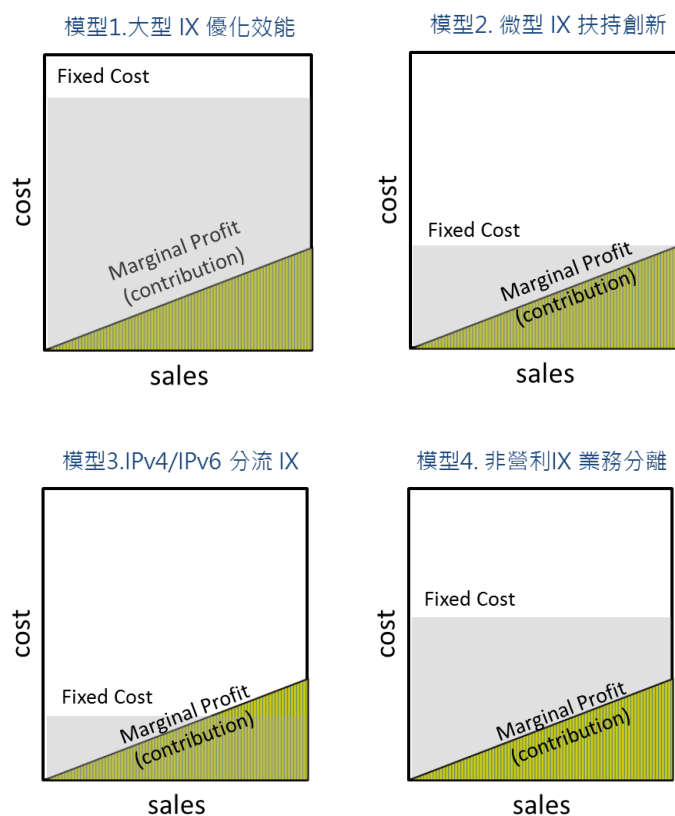
模型	Interviewers											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	加權積分	排序
模型一、 大型 IX 優化效能	2	3	2	3	2	7	3	6	5	5	38	4
模型二、 微型 IX 扶持新創	7	7	7	4	7	7	7	8	5	4	63	2

模型三、 IPv4/IPv6 分流 IX	8	7	8	6	7	1	2	8	9	8	64	1
模型四、 IX 業務功能分離	3	6	3	7	4	3	3	6	5	5	45	3
說明 9-Point Likert Scale: 9：需求遠大於供給 1：供給遠大於需求												

資料來源：本研究整理

3. 市場價值

市場價值可以由計價模型 (Valuation Model) 進行商業價值評估，損益平衡 BEP (Break Even Point) 示意圖可以簡要呈現企業財務輪廓。圖 3-20 以 BEP 損益平衡示意圖模擬各模型可能呈現的樣貌。

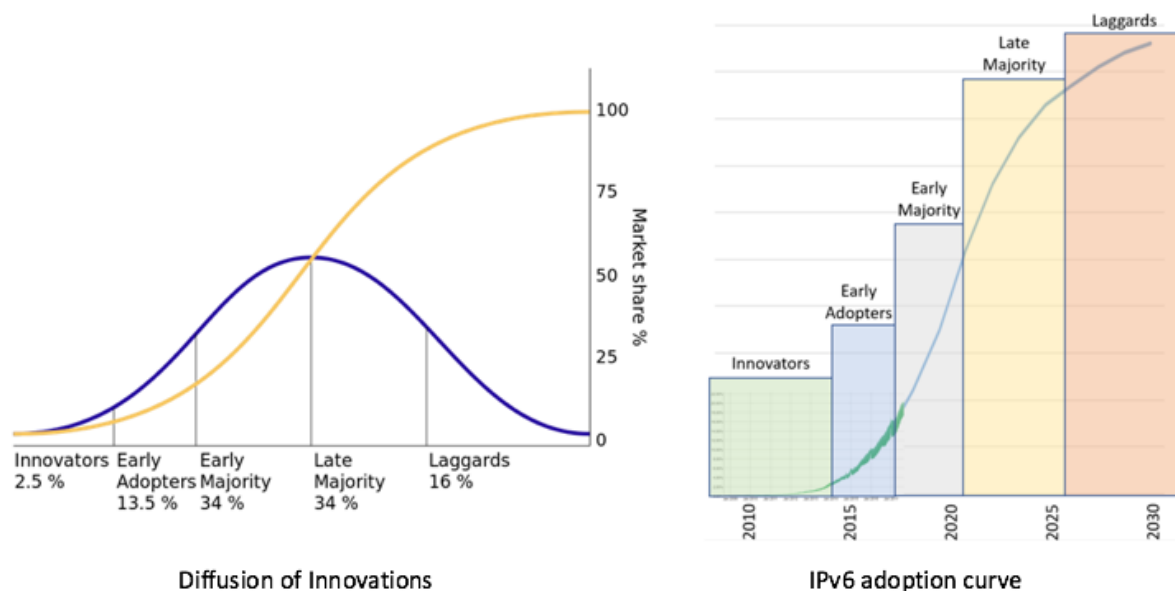


資料來源：本研究整理

圖3-20. BEP 損益平衡模型

其中，大型 IX 因為投資金額高，固定支出高，需要較長時間達到損益平衡；而非營利 IX 同樣需要較高投資金額。微型 IX 與 IPv6 IX 由於初期訊務量低，相較資本門檻較低。微型 IX 主要以扶持新創業者經營，短期間不易達

成損益平衡。IPv6 IX 雖然初期訊務量低，但 IPv6 已是國際大型網路服務業者共同推動的方向，具有高度成長動能，所以 IPv6 訊務量可望快速成長。下圖 3-21 顯示 IPv6 網路未來可能成長曲線。



資料來源: SHogg (2017)

圖3-21. IPv6 採用率成長預測

市場價值評量同樣由 10 位網路領域專家學者，依網路交換中心市場價值，分別對四種模型進行量測計分。本量測採「九點李克特量表」，9 點代表市場價值極高，1 點代表市場價值極低。市場價值分析量表如下表所示，排序一為 IPv4/IPv6 分流 IX，排序四為大型 IX。

表3-9. 市場價值分析量表

模型	Interviewers											排序
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	加權積分	
模型一、 大型 IX 優化效能	2	4	2	3	2	7	8	6	5	5	44	4
模型二、 微型 IX 扶持新創	6	8	7	6	7	9	9	7	5	4	68	2
模型三、 IPv4/IPv6 分流 IX	8	6	8	8	6	7	6	8	9	8	74	1

模型四、IX 業務功能分離	4	7	4	6	4	2	6	4	5	6	48	3
9-Point Likert Scale: 9：極高價值 1：極低價值												

資料來源：本研究整理

4. 經營風險

經營風險與投資強度及固定支出直接相關，投資強度、固定支出越高者風險越大，例如大型 IX 或 IX 業務功能分離都屬於投資強度較高項目。相對微型 IX 及 IPv6 投資門檻低，固定支出也低，所面臨的風險相對較低。

經營風險同樣由 10 位網路領域專家學者，依網路交換中心經營風險，分別對四種模型提供量測計分。本量測採「九點李克特量表」，9 點代表經營風險極低，1 點代表經營風險極高。經營風險分析量表如下表所示，排序一為 IPv4/IPv6 分流 IX、排序二為微型 IX 扶持新創、排序三為 IX 業務功能分離、排序四為大型 IX 優化效能。

表3-10. 經營風險分析量表

模型	Interviewers											排序
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	加權積分	
模型一、大型 IX 優化效能	2	2	2	4	2	3	7	5	5	3	35	4
模型二、微型 IX 扶持新創	7	8	7	6	6	6	6	7	5	5	63	2
模型三、IPv4/IPv6 分流 IX	7	7	7	6	7	3	8	8	9	6	68	1
模型四、IX 業務功能分離	2	6	2	5	4	3	8	3	5	4	42	3
9-Point Likert Scale: 9：極低風險 1：極高風險												

資料來源：本研究整理

5. IX 發展策略

將市場供需量表、市場價值量表、經營風險量表所得到的計分，彙整 AHP

階層分析法所計算之各構面權重，即可得到各模型總計分及總排序。經計算後總排序第一為 IPv4/IPv6 分流 IX、排序第二為微型 IX 扶持新創、排序第三為 IX 業務功能分離、排序第四為大型 IX 優化效能。依據產出的排序順位，建議以 IPv6 IX 作為優先發展政策方案。

表3-11. IX 發展策略排序

模型	市場供需 58.4%		市場價 21.6%		經營風險 20%		加權積分	排序
模型一、大型 IX 優化效能	38	22.19	44	9.50	35	7.00	38.70	4
模型二、微型 IX 扶持新創	63	36.79	68	14.69	63	12.60	64.08	2
模型三、IPv4/IPv6 分流 IX	64	37.38	74	15.98	68	13.60	66.96	1
模型四、IX 業務功能分離	45	26.28	48	10.37	42	8.40	45.05	3

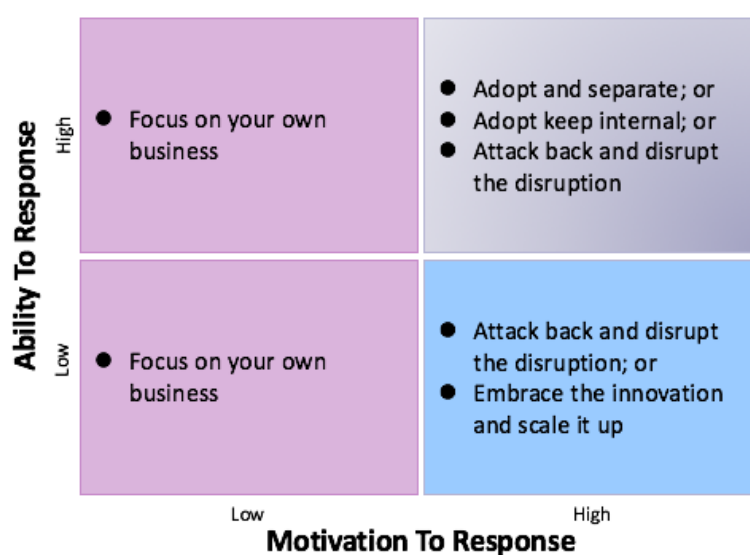
資料來源：本研究整理

IPv6 交換中心可採取營利模式或非營利模式。營利模式的優點為交換中心機構運作更重視市場需求、具有較高經營績效；缺點為可能連線會員負擔較高費用影響參與意願。非營利模式的優點為較易取得參與會員的信任、連線會員共同分攤交換中心營運成本；缺點為交換中心營運可能較缺乏效率。

本研究在利害關係人訪談與專家座談會中，多數受訪者與專家表達傾向以中立第三方非營利方式營運，以獲得更多參與者的信任。

(三) IPv6 交換中心政策規劃

推動創新技術或創新服務，須考量組織對創新是否具高度興趣，同時評估組織本身是否有能力來支持創新，如圖 3-22 的創新導入評量構面，即包含了創新興趣構面，以及組織能力兩個構面。當組織對創新有興趣時，可以進一步思考於系統外導入創新、或組織內導入；而當組織對創新無意願，則應專注組織本身既有業務。以 IPv4/IPv6 分流交換中心為例，如果政府評估後認為 IPv6 IX 創新服務對產業有益，可考量在既有系統外導入。



資料來源: MIT Sloan

圖3-22. 創新採用策略

不同的 IX 方案，需求的政策模式也不盡相同。例如大型 IX 投資金額大，較適合市場機制、以獎勵措施作為政策工具；微型 IX 扶持新創，不易由客戶營收獲利，政策模式較適合政府介入，透過政府投入基礎建設作為政策工具。IPv4/IPv6 分流 IX 可能由市場機制運作，也可能透過政府介入來運行。IX 業務功能分離同樣面臨高資本投資，較適合市場機制。

表3-12. IX 可能之政策模式

IX 方案	主利害關係人	成本	政策模式	政策工具
1. 大型 IX 優化效能	大型 ISP	極高	市場機制	獎勵措施
2. 微型 IX 扶持新創	新創、內容產業	低	政府介入	基礎建設
3. IPv4/IPv6 分流 IX	所有 ISP	低	政府介入； 市場機制	基礎建設
4. IX 業務功能分離	所有 ISP	高	市場機制	政策補貼

資料來源: 本研究整理

經專家綜合評估後，IPv4/IPv6 分流交換中心為優先推動政策，本研究從議題定位、政策構想、政策執行、與政策評估等 4 個構面分析 IPv4/IPv6 分流交換中心政策提案之政策風格。

議題定位方面，IPv6 IX 政策提案鼓勵公眾（網路服務供應商、內容平臺業者）參與；政策構想方面，IPv6 IX 政策提案屬於新政策目標；政策執行方面，IPv6 IX 政策提案的政策模糊程度低、衝突程度低，屬於行政執行類別；政策評估方面，IPv6 IX 政策提案屬於社會學習類別。

議題定位		公眾參與屬性	
		高	低
議題發起人	公眾	公眾發起(外部)	加強或合併議題
	政府	鼓勵公眾參與	政府發起(內部)

政策構想		新角色參與	
		是	否
新構想	是	新政策目標	推動方案更新
	否	使用工具實驗	工具修補

政策執行		政策模糊程度	
		高	低
衝突程度	高	象徵性實施	政策性實施
	低	實驗性實施	行政執行

政策評估		子系統主導者	
		社會參與者	政府人員
政府管理能力	高	社會學習	工具學習
	低	無學習	有限學習

資料來源：本研究整理

圖3-23. IPv4/IPv6 分流 IX 政策規劃

(四) IPv6 交換中心營運啟動要件

推動 IPv4/IPv6 分流交換中心營運至少包含下列 4 個啟動要件：「會員連接交換中心之數據專線」、「交換中心營運模式」、「交換中心營運者」以及「交換中心建置與營運成本」等。以下分別說明此 4 個啟動要件之內涵：

1. 會員連接交換中心之數據專線

導入 IPv4/IPv6 分流策略首先面臨的問題是，現有公用、私有互連架構已可由雙協定技術達到 IPv6 互連目的，重新建構 IPv6 互連網路對網路服務供應商是否造成重複投資？IPv6 外部網路互連不影響網路服務供應商內部網路雙協定配置，網路服務供應商 ISP 內部網路仍可維持相同營運系統雙協定配置。此外，外網 IPv6 採取單點公用互連而非多點專用互連，IPv6 外網單點公用互連不影響 ISP 現有營運系統成本，不會導致 ISP 營運系統重複投資顧慮。唯

一對 ISP 微增成本是網外新增一組連接至 IPv6 交換中心之專用電路，此 IPv6 專用電路頻寬成本與網路訊務量有直接相關。

國內提供 IPv6 網路包含 TANet 與 GSN，國內網路服務供應商大多尚未提供商用 IPv6 服務，因此國內整體 IPv6 訊務比例相當低，Google 臺灣 IPv6 量測數據僅有 0.78% (Google, 2017/10/07)。由於目前 IPv6 訊務量相當低，網路服務供應商啟動商用 IPv6 初期僅需一組低成本低頻寬電路作為網外 IPv6 分流使用。未來隨著 IPv6 訊務增加，帶動業務成長再擴充 IPv6 外網容量並提升容錯設計，IPv6 外網擴充成本可望轉移由業務成長之營收支付。

整體而言，導入 IPv4/IPv6 分流方案，不影響 ISP 現有營運系統成本，初期 IPv6 外網單點公用互連也由於頻寬需求不大因此電路租金不高，尤其對具有第一類電信事業執照之服務供應商而言此點並非考量因素。IPv6 未來訊務成長產生的擴充成本可轉移至新增營收支付。

2. 交換中心營運模式

在探討交換中心的營運模式及可能參與者之前，須先探討參與者或會員對交換中心信任程度。假設 IPv6 交換中心採取非營利方式經營，參與互連之 ISPs 及內容平臺營運商繳交的費用以分攤營運成本與必要之管理成本為主。

本研究訪談多數網路服務供應商對此營運模式均表示支持，因此建議未來交換中心採取非營利模式經營，將交換中心營運可能之管理成本最小化爭取參與者支持。由精簡之管理成本、設備支出與折舊可以換算合理的計費方式。公開透明的價格計算方式不僅可獲得參與者支持，並且可以提升交換中心未來可持續營運的目標。

3. 交換中心營運者

網路服務供應商參與交換中心的意願除了成本支出因素外，另外一個重要因素就是參與者對交換中心的信任程度。如同本研究提出，特定服務供應商主導之交換中心不易得到其他參與者信任，而降低單一業者的主導程度則可提升參與者對交換中心的信任。

合適的交換中心經營者可能是中立專業之非營利機構，例如網際網路協會、電信協會、台灣網路資訊中心、或者電信技術中心等，透過中立專業非營利機構推動及營運 IPv6 交換中心，比較容易獲得參與者信任、並且能保障一定程度的服務品質。政府介入雖有助於提升參與者信任度，但政府本身較不合適作為該交換中心營運者，然而政府仍可作為協調者，協調遴選適合機構提供交換中心營運服務，此推動方向對提高參與者信任度有很大幫助。

4. 交換中心建置與營運成本

網際網路交換中心初期建置基本需求包含以下 8 個項目：

(1) 地理位置

地點應迴避易淹水區域、選擇鄰近多數網路服務供應商市內電路可及區域、或鄰近主要內容平臺之資料中心區域為優先考量。

(2) 高階 Layer 2 乙太網路交換器

通訊埠數量至少滿足 TWIX 及 TPIX 會員總數量需求，乙太網路交換器數量必須滿足 2 組以上（含）基本容錯需求。

(3) 機房

機房空間至少滿足 10 組高度 42U 通訊機櫃數量需求，而機房設施包含所需的電力與空調設施。

(4) 大樓固網進出管道

至少 2 組不同位置進出管道供固網業者纜線佈放，以及足夠之大樓垂直管道空間。

(5) 路由伺服器 (Route Server)

互連資料庫、接收與發送路由資料、管理互連政策。

(6) 網路管理系統

收集 SNMP 資料、執行管理員 Script 程式。

(7) 辦公空間

管理人員辦公空間及設施，辦公空間建議不低於 30 坪。

(8) 人力資源

初期建議至少 2 位人力，含高階管理者 1 名與一般管理者 1 名；7x24 網管以 Remote-Hands 服務進行第一線處理。

交換中心導入時程分為規劃期 6 個月、建置期 1 年、後續則為營運期。由於新型服務具有不確定因素，建議以低資本投入降低可能的市場風險，建置期經費（含第一年管銷費用與人力成本）以不低於新臺幣 700 萬元為佳，可能成本包含人事費 150 萬、網路設備與網管系統 350 萬、辦公傢俱 30 萬、機房與辦公室租金 60 萬、水電費 20 萬、雜支 20 萬、其他費用 70 萬。營運期起每年管銷費用與人力成本以不低於新臺幣 250 萬元為佳。未來隨著營運量及營收增加再逐步擴大交換中心設施規模。

交換中心建置成本如果由初期參與者分擔，不易釐清初期參與者及非初期參與者之權利義務，亦可能影響非初期參與者對交換中心信任度及參與意願，因此初期建置成本經費來源以未來負責營運的交換中心營運者負擔較為合適。

(五) IPv6 交換中心政府介入

1. 政府介入

建議政府介入可採行之措施，包含協調功能、經費補助、及網路融合三項，以下分別說明這些措施之內涵。

(1) 協調功能

政府協助網路服務供應商協調可能之中立 IPv6 交換中心營運者，透過政府協調提升業者對交換中心營運者之信任。

(2) 經費補助

政府負責網路產業政策及產業推廣之部會（例如：交通部、通訊傳播委

員會、經濟部等)如能部分補助 IPv6 網路交換中心第一年建置費用，對於 IPv6 交換中心推動方案將有相當大的助益，因除了加速催化 IPv6 交換中心的設立、也由於政府介入，大幅提升網路服務供應商對 IPv6 交換中心的信任。交換中心完成建置後，未來營運轉移交換中心營運者，由其負責營運所需經費及其他支出。

(3) 網路融合

由於 IPv6 交換中心的建立，建議政府經費所建設公部門網路，在 IPv6 公用交換中心與國內網路營運商互連，如此將可加速國內 IPv6 環境的推動，提升國內訊務本地交換，促進國內 IPv6 網路融合。上述的公部門網路包含 TANet 與 GSN 等。

2. 推動步驟

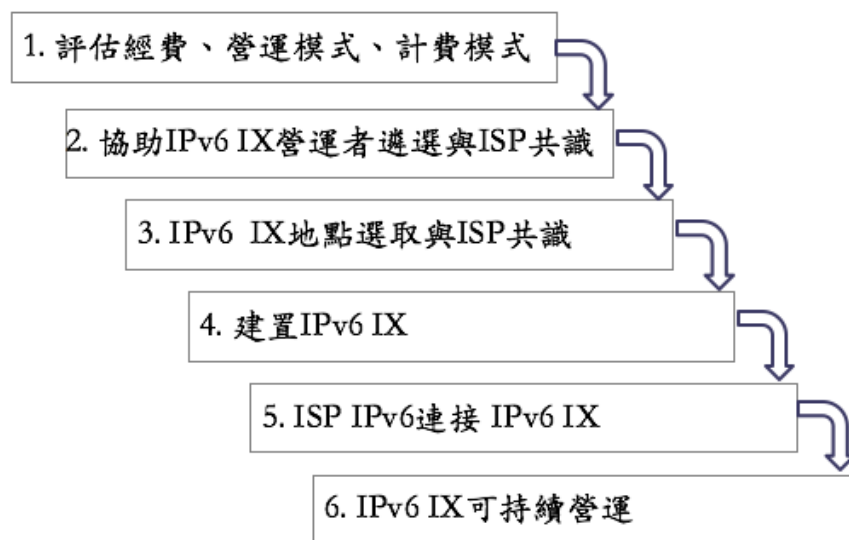
前節說明 IPv6 交換中心需四項啟動要件，包含(1)會員連接交換中心之數據專線 (2)交換中心營運模式 (3)交換中心營運者 (4)交換中心建置與營運成本。下表說明此四大啟動要件之利害關係人及其必要性。唯有此必要條件成立情況下，成立 IPv6 交換中心才具有實質效益。政府唯有此四要件滿足情況下，方介入市場實施可能的政策措施。

表3-13. IPv6 交換中心啟動要件說明

啟動要件	主要利害關係人	必要性	說明
會員連接交換中心之數據專線	交換中心連線會員（包含電信業者、平臺業者、政府網路、教育網路等，以下相同）	必要	利害關係人須自行支付己方連接交換中心的數據專線費用。
交換中心營運模式	交換中心連線會員	必要	多數利害關係人同意採非營利營運模式，成立非營利機構管理交換中心
交換中心營運者	交換中心連線會員	必要	多數利害關係人同意委由專業第三方營運交換中心
交換中心建置與營運成本	交換中心連線會員	必要	由交換中心營運者負責建置成本；並由會員共同負擔未來營運成本。

資料來源：本研究整理

上述要件經多數利害關係人討論取得共識後，政府在產業後續發展方向提供必要之協助。建議之整體推動步驟包含：(1)評估經費、營運模式、計費模式；(2)協助 IPv6 IX 營運者遴選與 ISP 共識；(3) IPv6 IX 地點選取與 ISP 共識；(4)建置 IPv6 IX；(5) ISP IPv6 連接 IPv6 IX；以及(6) IPv6 IX 可持續營運；推動步驟如圖 3-24，各個步驟之說明如後。



資料來源：本研究整理

圖3-24. IPv6 交換中心政策方案推動步驟

- **步驟 1. 評估經費、營運模式、計費模式：**本步驟主要利害關係人為交換中心連線會員，包含電信業者、平臺業者、政府網路營運者、教育網路營運者等。

參與會員評估交換中心建置經費、討論營運模式，例如是否成立非營利交換中心管理機構，各會員在管理機構的權利與義務。會員並討論收費辦法。政府介入措施包含協調政府網路營運者、教育網路營運者連接 IPv6 交換中心，並與交換中心會員互連。

- **步驟 2. 協助 IPv6 交換中心營運者遴選與 ISP 共識：**本步驟主要利害關係人同樣為交換中心連線會員。

交換中心管理機構評估自行維運交換中心，或委託專業第三方負責交換中心維運。政府介入措施為協調遴選適合之專業第三方提供交換中

心營運服務。

- **步驟 3. IPv6 交換中心地點選取與 ISP 共識：**本步驟主要利害關係人為交換中心連線會員，會員依共識遴選交換中心地點。此步驟政府未介入。
- **步驟 4. 建置 IPv6 交換中心：**本步驟依交換中心建置規劃書進行 IPv6 交換中心之建置工作。

政府介入措施為協助提供一次性部分建置經費補助，主要建置經費以及未來營運費用，則由交換中心管理機構的會員費用以及未來營收來負擔。

- **步驟 5. ISP 的 IPv6 連接 IPv6 交換中心：**交換中心會員依據原承諾意向進行連接 IPv6 交換中心網路部署，連線網路電路費用由各會員自行負擔，連線會員並需依據交換中心收費辦法繳交交換中心服務費。政府未介入此步驟相關工作。
- **步驟 6. IPv6 交換中心可持續營運：**交換中心所有營運費用均由會員所繳交之服務費負擔，由於採取非營利模式，服務費收入主要支付管銷成本。政府未介入 IPv6 交換中心的持續營運。

表3-14. IPv6 交換中心導入步驟與政府介入

導入步驟		主要利害關係人	政府介入措施
(1)	評估經費、營運模式、計費模式	交換中心連線會員（包含電信業者、平臺業者、政府網路、教育網路等，以下相同）	網路融合、協調功能
(2)	協助 IPv6 IX 營運者遴選與 ISP 共識	交換中心連線會員	協調功能
(3)	IPv6 IX 地點選取與 ISP 共識	交換中心連線會員	無
(4)	建置 IPv6 IX	交換中心連線會員	一次性部分建置經費補助
(5)	ISP IPv6 連接 IPv6 IX	交換中心連線會員	無
(6)	IPv6 IX 可持續營運	交換中心連線會員	無

資料來源：本研究整理

五、 小結

歸納本研究現階段分析成果，可總結以下國內的網際網路交換中心所面臨挑戰，以及本計畫所提出的市場缺口模型。

(一) 國內網際網路訊務交換比例遠低於國際

因國內的網際網路內容逐漸移轉到國際內容平臺大廠，過去國內的 ISPs 間訊務交換以國內對國內之互連結構為主，逐漸轉換為國內 ISP 與國際大型內容平臺互連之結構。這些國際大型內容平臺業者多與國內 ISPs 免費互連，其掌握先進資訊技術、獨占性營運數據與用戶個資，以及大規模資本市場資源等，產生難以超越的競爭門檻。

網際網路交換中心也因為此結構改變，使網際網路交換中心逐漸變成國際訊務閘門(gateway)，提供國內與國際網路互連或轉訊用途；國際內容平臺大廠與國內 ISPs 在網際網路交換中心內互連交換訊務。

(二) 國內交換中心缺乏互連信任度

國內網際網路交換中心不易獲得國內網路服務供應商 ISPs 信任，影響信任因素包含：網路交換中心之中立性；透過交換器可能影響互連網路品質；通訊埠頻寬費用高於光纖直接互連，因此成本效益較低；以及 ISPs 無意願擴大 IXP 集市效益等因素。

(三) 交換中心市場缺口模型

依據國內網際網路交換中心市場缺口，整理出以下 4 個缺口模型：「模型 1：大型交換中心優化網路效能」、「模型 2：微型交換中心扶持新創產業」、「模型 3：IPv4/IPv6 分流之交換中心」，以及「模型 4：非營利交換中心業務功能分離」。

(四) 物聯網應用對網際網路訊務量影響不大

本研究探討智慧電表與車聯網等兩項物聯網應用服務對網際網路訊務的影響，結果發現，此兩項應用服務對行動通訊訊務量影響不大。

(五) IX 發展優先採取 IPv6 交換中心策略

本研究從市場供需、市場價值，以及經營風險三個面向，彙整 AHP 階層分析法所計算之各構面權重後，將四個市場缺口模型排序後的結果，第一為 IPv6 IX、排序第二為微型 IX、排序第三為 IX 業務功能分離、排序第四為大型 IX。依據產出的排序順位，建議以 IPv6 IX 作為優先發展政策方案。

肆、結論與建議

本計畫經過文獻研究、國際趨勢研析、個案分析，並透過訪視、國內業者座談等形式進行國內市場需求調查，所提出的市場缺口模型與建議事項並於 2 次的專家座談會中進行討論，綜合以上研究所得結論與建議如後。

一、結論

(一) 網路內容數據朝趨向眼球配置趨勢

線上影音串流或下載服務的快速成長，促使內容業者、CDN 業者、骨幹網路業者，以及地區 ISP 業者間關係的演變，這些業者間的區別越來越模糊，也降低對訊務轉訊及地區型網際網路交換中心的需求。另外，市場也出現為加強服務品質的訊務轉訊替代方案，越來越多的 CDN 訊務是由大型網路服務商透過其專屬 CDN 來遞送，而這些全球大型網路服務商占據超過 50% 以上的全球網路訊務，此發展已對全球網路互連架構造成巨大影響。

(二) 臺灣市場對 IXP 的仰賴低

市場結構及本地訊務量也會影響網際網路服務供應商加入 IXP 與否，在只有少數 ISPs 主導的市場內，因為市場中大部分的訊務都在同一個網路內流通，故對 IXP 的仰賴度會較低。另外一種情境是，該地區大部分的訊務都流向國外網站時，IXP 也較難扮演降低本地訊務交換成本的功能。

根據國內 ISP 業者的訪談結果，國內互連訊務比例低於 20%，且大部分的訊務都流向國外網站或國外大型廠商之本地 cache 服務；國內的 IXP 逐漸變成國際訊務閘門，提供國內與國際網路互連或轉訊用途。此外，我國的網路接取服務市場為少數 ISP 主導之市場。由此可推論，臺灣市場對 IXP 的仰賴低，且 IXP 不易扮演降低本地訊務交換成本的功能。

(三) 網際網路轉訊價格降低影響互連意願

國際網際網路轉訊價格有持續下降之趨勢，如美國地區的轉訊價格從 1998 年一直下降到 2015 年的 1 Mbps 為 0.63 美元。因此，ISPs 可能會選擇成本較低

的轉訊服務替代方案，放棄成本較高的互連選項。

(四) 遠距互連模式對我國 IXPs 造成潛在威脅

遠距互連模式已成為網際網路交換中心發展的新趨勢之一，並能夠帶動互連市場的持續成長；包括 LINX、AMIX 以及 DE-CIX 等主要 IXPs 都已經有合作的遠端互連服務商，於遠端建立 POP，就近爭取本地 ISPs 繞過本地 IXP 直接連接國外訊務。

此種遠距互連模式的發展，使得大型交換中心可快速擴充到全球市場，小型交換中心擴充到區域市場，有些並擁有自有網路骨幹，可提供網路接取或轉訊服務；這些具備遠端互連服務的 IXPs 可能會對我國 IXP 產生潛在威脅。

(五) 國內 IXPs 互連信任度不足

國內的網際網路交換中心不易獲得國內 ISPs 的信任，而影響信任因素包含：網路交換中心之中立性，如是否為競爭對手所經營；透過交換器可能影響互連網路品質；通訊埠頻寬費用高於光纖直接互連，因此成本效益較低；以及 ISPs 只願意評估資料中心與各主要業者雙邊互連的可能性，無意願擴大 IXP 集市效益等因素。

(六) 訪談結論出四大交換中心市場缺口模型

本研究訪談可能的網際網路交換中心市場缺口，整理出的四大市場缺口模型以及其最主要特色分別為：

- 「模型 1：大型交換中心優化網路效能」：幾乎維持現狀，依現行市場機制讓大型 IXP 自行運作之解決方案，但可透過大型交換中心優化國內網路品質並產生集市效應。
- 「模型 2：微型交換中心扶持新創產業」：提供新創業者免費或低費率透過微型 IX 與其他 ISPs 互連；亦可透過將 TAnet 或 TWAREN 禁止商業用途規定移除等方式達到鼓勵新創之目的。
- 「模型 3：IPv4/IPv6 分流之交換中心」：現行國內 IPv6 訊務量低，IPv6

交換中心將不影響既有市場結構，且預期受 ISPs 信任度會較高。

- 「模型 4：非營利交換中心業務功能分離」：將國內既有 IXP 訊務交換業務獨立出來變成非營利服務，倘本模式獲得政府政策支持與輔導，為目前花費最少的可能方案。

（七）IPv6 交換中心策略排序最高

本研究從市場供需、市場價值，以及經營風險三個面向，彙整 AHP 階層分析法所計算之各構面權重，將四個市場缺口模型排序後的結果，第一為 IPv6 IX、排序第二為微型 IX、排序第三為 IX 業務功能分離、排序第四為大型 IX。依據產出的排序順位，建議以 IPv6 交換中心作為優先發展規劃之政策方案。

推動 IPv4/IPv6 分流交換中心營運至少包含下列 4 項啟動要件：「會員連接交換中心之數據專線」、「交換中心營運模式」、「交換中心營運者」以及「交換中心建置與營運成本」等。

（八）其他來自於國內網路相關業者的建議事項綜整

本計畫透過訪談國內網路相關業者，以理解業者對於網際網路交換中心發展政策之建議，其中有助於產業發展的政府政策措施建議包括：市場主導者應該支持並參與網際網路交換中心的互連；政府應於政策上支持網際網路交換中心的中立性，確保交換中心的服務計費合理性，以建立交換中心產業生態環境，優化產業發展；鼓勵國際大型平臺與內容業者參與中立交換中心。

二、建議事項

國家通訊傳播委員會可從維護我國整體電信網路產業公平競爭發展角度，對於國內網路交換服務的提供採開放態度，提供公平的競爭環境，並鼓勵 IXP 服務的中立性，或輔導建立產業自律規範，並採透過與國際型內容平臺業者合作等方式，來提升網際網路訊務效率與集市效果，進一步推動我國網路內容產業發展，促進我國數位經濟發展。本研究提出以下 3 項短期及 4 項中長期建議事項。

短期措施

(一) 依新電信事業法針對市場顯著地位者之要求事項辦理

網際網路交換中心並非特定電信服務項目，因此目前尚不是國家通訊傳播委員會之監理範疇，但因為 IXP 發展與國內電信及網路產業發展息息相關，且參照國際上其他國家多未有針對 IXP 核予特許或執照的規定，本研究不建議加諸類似做法。惟 IXP 之經營如附屬於其他類別之市場顯著地位者中，應納入新電信事業法促進市場競爭中對市場顯著地位者之要求事項辦理。

(二) 持續針對電信市場主導業者進行批發價資費管制

網際網路轉訊價格逐年下降影響 ISPs 互連，且國內已公開的 TWIX 的 Port 使用費牌價，較本計畫所探討的其他國家 IXPs 公開費率要高。在尚未有其他措施前，應持續關注國外轉訊價格下降趨勢，並建議至少能以國際市場價格相近之幅度，調降電信市場主導業者的互連頻寬批發價資費。

(三) IXP 服務水準應與國際接軌

由全球網路社群所發起的中立性質非營利產業協會 Open-IX，其任務為透過發展、實施和認證透明技術與營運標準，來鼓勵網際網路的擴散，以創造更具彈性和更高效率的全球網際網路基礎架構。Open-IX 協會定義了 IXP 技術要求，符合該技術要求者則可取得 OIX-1 驗證，OIX-1 驗證標準-- IXP Technical Requirements OIX-1 內容主要就 IXP 的服務、基礎設施以及運作等部分進行規

範，包含技術面規格要求以及應公開資訊等，我國 IXP 之服務水準可參考該標準以提升服務水準並與國際接軌。

中長期措施

(四) 網際網路交換發展優先採取中立 IPv6 交換中心策略

依本研究從市場供需、市場價值，及經營風險等面向的分析結果，建議以 IPv6 網際網路交換中心作為優先發展政策方案，該交換中心應採取非營利經營模式以維持中立性，參與互連之 ISPs 及內容平臺營運商(Platform Operators)繳交的費用以分攤營運成本與必要之管理成本為主。

政府介入建議可採行之措施，包含政策協調功能、經費補助、及網路融合等，其中在協調功能部分，主要協調出可能之中立 IPv6 交換中心營運者，透過政府協調提升業者對交換中心營運者之信任。IX 經營者以專業中立之非營利機構為佳，例如網際網路協會、電信協會、台灣網路資訊中心 TWNIC、或電信技術中心 TTC 等。在經費補助方面，政府負責網路產業政策及產業推廣之部會可部分補助 IPv6 網路交換中心第一年建置費用，加速催化 IPv6 交換中心的設立與信任度；在網路融合方面，臺灣學術網路 TANet 與政府服務網路 GSN 等由政府經費建立的公部門網路，可在 IPv6 公共交換中心與國內網路營運商互連，提升國內訊務本地交換，促進國內 IPv6 網路融合。

(五) 輔導建立產業自律規範重啟 IXP 互連信任關係

我國目前運作中的 IXPs 計有 3 家，由於大型固網公司，彼此相互信任度低，又缺乏產業發展共識，政府屢次擬協商，惟因 IXP 大都為市場發展所主導，政府介入協助不易，致我國網際網路發展 20 餘年以來，國內外網路交換及功能效率發展，仍顯遲滯。

政府可以鼓勵網路 ISP/IXP 業者發起建立產業自律規範，例如鼓勵 GSN/TANet/ASnet 等一起接入某 IX 為起點，讓集市效果更容易發生，也減少網路訊務延遲時間，再逐步有效建立包括透明機制、參與機制、課責機制等產業自律規範，以重啟國內網路服務提供商對 IXP 之互連信任關係，進而共同探討健全之 IXP 應有機制，一方面解決歧異，一方面提出創新方案，並參考 IXP 最佳實

務運作原則，讓互連訊務績效提升，進而產生集市效應，並與國際接軌。

倘若國內既有 ISP/IXP 業者能藉由政府政策上之支持輔導，建立產業自律規範，重啟 IXP 互連信任關係，讓 ISP/IXP 業者為共同利益而努力，使 ISP/IXP 生態體系健全發展，可說是目前花費最少的可能方案。

(六) 強化我國 IXPs 集市效應協助建全內容產業發展

IXP 可以產生集市效應之相關因素繁多，諸如中立透明取得 ISP 信任願意接入，IXP 營運開放透明，例如海纜及纜線選擇性多、連線設備選擇性多、託管共構空間成本較低等，進而可導致整體接入成本相對較低。另政府政策鼓勵亦會影響 IXP 之集市運作成效，政府可採行讓 IXP 更具集市效應之可能措施包括：政策鼓勵國內 IXPs 取得如 OIX-1 國際驗證彰顯其服務具備國際水準、協助建立產業自律規範，以透明、參與、課責等機制建構具中立性的 IXP、協助國內 IXPs 提供遠端互連服務據點爭取國外客戶等綜合措施。因此集市效應大多是 IXP/ISP 業者間之產業合作與自律措施，政府政策之引導亦不可或缺。

如 IXP 能產生集市效應後，即可降低網路互連成本及提升用戶服務品質(藉由降低延遲)，進而吸引更多內容服務業者進駐，此內容服務業者可能包括國外中大型內容服務業者，亦包括國內內容服務業者。國內外內容業者進駐 IXP 後，彼此的競爭與合作將更為複雜，專家座談會中有些討論談及國外內容業者可能將大舉入侵，未必使臺灣本土內容業者獲益之思維，當然這些政策或許仍有相當討論空間，但集市效應之動能，透過競爭與合作，藉由 IXP 訊務服務品質與集市效果的提升，一方面可增加國內網路 IXP 業者與國外平臺公司及內容公司之談判籌碼，也改善國內網際網路互連環境發展困境，另一方面因訊務交換品質提升，且內容業者可利用較低的費用存取網路，將可降低其營運成本，進而帶動 IXP/ISP 及內容業者與相關生態體系之良性循環。

(七) 考量其他交換中心替代方案策略

當本計畫提出的 IPv6 網際網路交換中心無法達成目標時，可考慮本計畫所提出的其他替代方案策略、或策略之組合，例如非營利 IX 業務功能分離、微型 IX 扶持新創、成立全新的 IXPs 等。

以非營利 IX 業務功能分離為例，政府政策上可支持國內既有 IXP 將訊務交換業務獨立出來變成非營利服務，而仍維持原有 IDC、雲端等商業營運模式，推動過程中輔導建立自律規範，以取得互連信任關係，此模式可能成本最低。

伍、參考文獻

國外文獻

- APNIC (2017). APNIC Statistics: Taiwan ASN Total by Year.
<https://stats.apnic.net>
- ATLAS (2017). Most internet traffic will flow over content delivery networks (CDNs). <https://www.theatlask.com/charts/S1kiUTIMW>
- Brito, SHB et al. (2016). An Analysis of the Largest National Ecosystem of Public Internet eXchange Points: The Case of Brazil. Journal of Communication and Information Systems, Vol. 31, No. 1, 2016
- Castro, Cardona, Gorinsky, and Francois (2014). Remote Peering: More Peering without Internet Flattening. In Proceedings of the 10th ACM International on Conference on emerging Networking Experiments and Technologies (CoNEXT '14). ACM, New York, NY, USA, 185-198.
- Chatzis, Smaragdakis, Feldmann and Willinger (2015). Quo vadis Open-IX?. ACM SIGCOMM Computer Communication Review Volume 45, Number 1, January 2015
- Cisco (2017). The Zettabyte Era: Trends and Analysis
- DE-CIX (2017). DE-CIX Annual Report 2016
https://www.de-cix.net/_Resources/Persistent/b9d7e07d6c6e88e9013861e17ef8e4642874b5c1/DE-CIX%20Annual%20Report%202016.pdf
- Degezelle, Wim (2017). Contributing to the success and continued development of Internet exchange points. IGF 2016 Best Practice Forum on IXPs
http://www.intgovforum.org/multilingual/index.php?q=filedepot_download/3408/442
- Di Lallo, Roberto (2015). Is It Really Worth Peering at IXPs? A Comparative Study. RIPE NCC 2015/08/03
https://labs.ripe.net/Members/roberto_di_lallo/is-it-really-worth-peering-at-ixps
- DLA Piper (2016). Telecommunications Laws of the World
<https://www.dlapiperintelligence.com/telecoms/>

- DrPeering (n.d.). Internet Peering White Papers
<http://drpeering.net/white-papers/An-Internet-Peering-White-Papers-Index.html>
- Galperín, Hernán (2016). Localizing Internet infrastructure: Cooperative peering in Latin America.
http://annenbergl.usc.edu/sites/default/files/2016/01/25/published%20article_0.pdf
- Internet Society (2014). The Internet Exchange Point Toolkit & Best Practices Guide. <http://www.internetsociety.org/ixptoolkitguide>
- Internet Society (2015). Internet Exchange Points - An Internet Society Public Policy Briefing. <https://www.internetsociety.org/policybriefs/ixps>
- ISOC, OECD & UNESCO (2011). The Relationship between Local Content, Internet Development and Access Prices. 2011/09
- ITU (2016). ITU ICT Development Index 2016.
<http://www.itu.int/net4/ITU-D/idi/2016/>
- Jensen, Mike (n.d.). Promoting the Use of Internet Exchange Points: A Guide to Policy, Management, and Technical Issues. Internet Society
<https://www.isoc.org/educpillar/resources/docs/promote-ixp-guide.pdf>
- Johann Adjovi (2015). How Internet xchange points (IXPs) drive growth of the Internet ecosystem in the Middle East: the case of UAE-IX. Analysys Mason 2015/06/29
<http://www.analysysmason.com/About-Us/News/Insight/UAE-IX-case-study-Jun2015/>
- Kende, Michael (2012). The impact of Internet exchange points in emerging markets. Analysys Mason 2012/04/24
<http://www.analysysmason.com/About-Us/News/Newsletter/Internet-exchange-points-Africa-AMQ-Apr2012/Assessment-of-the-impact-of-Internet-exchange-points-empirical-study-of-Kenya-and-Nigeria/>
- Klöti, Ager, Kotronis, Xenofontas, and Dimitropoulos (2016). Public Review for A Comparative Look into Public IXP Datasets. ACM SIGCOMM Computer Communication Review Volume 46, Number 1, January 2016

- LINX(2016). Memorandum of Understanding Version 16.01. 2016/11/22
<https://www.linx.net/governance/mou>
- Martinez, Juan. The Internet of Things will cause IP traffic to skyrocket 300% by 2018. Techradar 2014/06/10
<http://www.techradar.com/news/internet/broadband/the-internet-of-things-will-cause-ip-traffic-to-skyrocket-300-by-2018-1252812>
- Meier-Hahn, Uta (2017). The Internet was built on trust – but what does it run on. APNIC Blog 2017/07/13
- Norton, William B (2014). The 2014 Internet Peering Playbook
- OECD (2013). Internet Traffic Exchange Market Developments and Policy Challenges
- ONS (2017). Population Estimates for UK, England and Wales, Scotland and Northern Ireland". Office for National Statistics 2017/06. Retrieved on 2017/07/24
- Packet Clearing House (2017). Internet exchange point directory. Retrieved on 2017/06/01 from <https://www.pch.net/ixp/dir>
- Park, Emily (2016). KINX Introduction. 2016/11/02
- Paseka, Tom (2017). Interconnection Landscape in Asia. Presentation of Taiwan Peering Forum 2017
- Plater, Ruth (2013). Remote Peering - A Shift in Internet Architecture. LU-CIX General Assembly Day
- Preuschat, Archibald and Troianovski, Anton (2013). German Intelligence Admits to Frankfurt E-Mail Tap. The Wall Street Journal
<https://blogs.wsj.com/digits/2013/10/09/german-intelligence-admits-to-frankfurt-e-mail-tap/>
- RFC 1930 - Guidelines for creation, selection, and registration of an Autonomous System (AS). 1996 <https://tools.ietf.org/html/rfc1930>
- Russo, Kim (2014). A Review of Intercarrier Compensation. TransNexus White Paper
<https://transnexus.com/user/documents/archived-whitepapers/Telecom/Intercarrier-Compensation-Reform.pdf>

- Ryan, Patrick S. and Gerson, Jason (2012). A Primer on Internet Exchange Points for Policymakers and Non-Engineers. <https://ssrn.com/abstract=2128103>
- Strong, Marty (2016). Think Global, Peer Local. Peer with CloudFlare at 100 Internet Exchange Points. CloudFlare 2016/01/18
<https://blog.cloudflare.com/think-global-peer-local-peer-with-cloudflare-at-100-internet-exchange-points/>
- Brito, S. H. B., etc.(2016). An Analysis of the Largest National Ecosystem of Public Internet eXchange Points: The Case of Brazil. Journal of Communication and Information Syetems, Vol/31, No. 2, 2016
- TeleGeography (2017). Internet Exchange Map
<http://www.internetexchangemap.com/>
- UK Office for National Statistics (2017). Population estimates: Persons by single year of age and sex for local authorities in the UK, mid-2016
- Wagner, Ben & Mindus, Patricia (2015). NoC Internet Governance Case Studies Series: Multistakeholder Governance and Nodal Authority – Understanding Internet Exchange Points
- Weller, D. and Woodcock, Bill (2013), "Internet Traffic Exchange: Market Developments and Policy Challenges", OECD Digital Economy Papers, No. 207, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/5k918gpt130q-en>
- Wong, Joon Ian (2017). The internet in rich countries will be unrecognizable from the rest of the world's in five years. QUARTZ 2017/06/08
<https://qz.com/1001569/the-cdn-heavy-internet-in-rich-countries-will-be-unrecognizable-from-the-rest-of-the-worlds-in-five-years/>
- Woodcock, Bill & Frigino, Marco (2016). 2016 Survey of Internet Carrier Interconnection Agreements. Packet Clearing House November 21, 2016

國內文獻

- 陳人傑、江耀國、陳志成等(2016)。各國電信市場競爭分析與管制措施之研析。國家通訊傳播委員會委託研究
http://www.ncc.gov.tw/chinese/files/17022/3500_35654_170221_1.pdf
- 彭正文(2016)。通訊傳播匯流架構與 OTT/SMP 管理。國家通訊傳播委員會
- 廖啟文(2015)。網際網路架構與互連類型。NCC News 104 年 4 月號
<http://www.ncc.gov.tw/chinese/files/ebook/118/ebook/NCC%20News10404.pdf>
- 國家通訊傳播委員會(2017a)。106 年第 1 季網際網路交換中心(Internet Exchange IX) 統計資訊。2017 年 5 月 17 日
- 國家通訊傳播委員會(2017b)。106 年上半年 4G 上網速率量測結果。2017 年 7 月 12 日 https://www.ncc.gov.tw/chinese/files/17071/8_37640_170714_1.pdf

網站

- DE-CIX. <https://www.de-cix.net/>
- Equinix Internet Exchange, retrieved on September 2017
<http://www.equinix.com/services/interconnection-connectivity/internet-exchange/>
- Internet Exchange Federation <http://www.ix-f.net/>
- Internet Society IXP toolkit. <https://ixpwp.isocdev.org/ixps/>
- JPNAP. <http://www.jpnap.net/>
- London Internet Exchange. <https://www.linx.net/>
- Linx: Looking Glass. <https://www.linx.net/tech-info-help/looking-glass>
- Open-IX. <https://open-ix.silkstart.com/cpages/home>
- Wikipedia. <https://www.wikipedia.org/>.
- 中華電信網際網路互連頻寬批發費率公告
<http://www.cht.com.tw/enterprise/iib-rate.html>

附錄

附錄 1. 網際網路交換中心相關業者座談會會議紀錄

附錄 2. 第一次專家座談會議紀錄

附錄 3. 第二次專家座談會議紀錄

附錄 4.

附錄 1. 相關業者座談會議紀錄

會議背景	本研究計畫透過訪談調查與專家座談等方式，獲取利益關係者之意見或想法，以評估「臺灣網際網路交換中心面臨的挑戰與機會」，包括臺灣網路環境對網際網路交換中心之需求與供給情形、網路服務供應對公用網路交換需求，我國網際網路交換中心設置地點之合適性等。
會議目的	本座談會為本計畫針對國內市場調查研究之第一步驟，主要透過座談會形式，邀請國內相關業者代表共同討論，以理解國內網路市場生態，以及業者面對有關國內網際網路交換中心相關議題之初步想法與態度。
會議時間	2017 年 5 月 26 日下午 14 時 至 16 時 30 分
會議地點	NII 產業發展協進會 會議室 A（臺北市中山區松江路 317 號 7 樓）
會議主席	NII 協進會 陳文生執行長（計畫主持人）
與會人員	國家通訊傳播委員會 林隆全科長 是方電訊股份有限公司(TPIX)業務協理 中華電信數據分公司(TWIX)處長 中華電信數據分公司(TWIX)科長 亞太電信股份有限公司(EBIX)副總經理 遠傳電信股份有限公司協理 台灣大哥大股份有限公司處長 台灣之星電信股份有限公司處長 教育部資訊及科技教育司(TANet)高級管理師 國立交通大學資訊技術服務中心顧問 NII 產業發展協進會： 黃勝雄博士、梁理旋副執行長、章之岱副理
報告事項 (詳簡報)	報告事項 1—計畫簡介 梁理旋副執行長 報告事項 2 —我國網際網路互連概況 陳文生執行長 報告事項 3 —網際網路交換中心市場需求調查構想 黃勝雄博士
討論事項	1. 如何吸引各家 ISP 或內容業者透過國內的 IXP 匯集？

2. 如何建構健全的網路交換中心運作機制？

- 中華電信處長：網路交換中心本身就是一個商業機制，TWIX 的成立有其成立的歷史背景，雖然位於中華電信內，其運作為中立，相關協商機制也是公開的，即便在中華電信的機房內也是獨立空間。在今年 4 月份有參考亞洲或國際作法針對費率做了調整。與 ICP 互連部分，正在修訂契約，未來是可以在 IXP 環境內運作，這都是我們所做的努力。
- 中華電信科長：建議在討論 IXP 之前，應當就 IXP 扮演的角色予以確認，其應該提供空間、電力、相關設備的場所，IXP 所提供的互連服務可能是公用互連或專用互連，付費與否或者付費的金額多寡，端視互連雙邊協議，即便公用互連也不見得是免費，香港、韓國、日本也都是類似的作法。對於大型的 ICP 業者而言，在交換上，它們最希望的是能夠有海纜進線。
- 中華電信處長：有關集市的效應，其實使用者在哪裡，內容業者自然就會出現在哪裡，集市或群聚效應自然就會出現。
- 主席補充：業者間的 Paid Peering 當然是商業機制，但既稱為 TWIX 考量其運作之中立性及透明性，建議是否有一個第三方檢核之機制。此外，使用者及其所形成的集市效果甚為重要，尤其是吸引國際業者進駐國內。中華電信於 4 月份調整 paid peering 資費及取消公用互連至 TWIX 頻寬，但讓連接至 TWIX 業者有 100Mbps 後，未來 TWIX 的 public peering 是否會受到影響。此部分 TWIX 是否可以持續公布 public peering 之流量，非常值得後續觀察。
- 亞太電信副總經理：由於未來電視由 2k 朝向 4k/8K 發展帶動影音需求，另外依據國外統計美國影音需求及網路 TV 流行是流量和 IPv6 的成長的主要來源，確實假使沒有 free peering 的環境存在，類似 Netflix 等的影音應用服務市場就會受限，在美國觀看網路電視是很順暢的，因為彼此間的 peering 是自由的，且也是剛剛提到的集市效應。

- 目前雖然開放 Local loop unbundling，但是租用最後一哩的光 / 銅纜線及 peering 費用還是很高，小 ISP 業者如無法經營到一定的經濟規模還是無法與現有大業指競爭，另外發展 LTE 要做 small cell，租用最後一哩的光 / 銅纜線及 peering 整體的成本仍是高的。當市場上互連越連越密時，我即便沒有跟某家戶連，但仍能夠透過其他管道連到他的網路，這樣才有競爭的機會。對於小型業者而言，各式的合作都是歡迎的；目前 EBIX 也是以自給自足損益平衡為優先考量。
- 台灣大哥大處長：在網際網路的業務上，台哥大每年的網路訊務量成長大約 70%，可是我們對國內網路流量年成長只有 10% 左右，換言之，國外的流量越來越大，國內的流量雖然有增加，但比例越來越小。其中 Google 和 Facebook 的訊務量就占一半左右，另外 HiNet 約占 10% 多，照這樣的趨勢來說，國內互連的需求大約是 10%，另外還有連到香港、日本、新加坡等也有 10% 多的需求，這一部分，如果做一個大一點的 IXP，然後讓這些國外大型內容業者進駐國內匯集起來，或許比較可行。
- 主席補充：如何吸引國外大型 ICP、Cloud、Social Media 業者進駐，可能是目前國內策略性非常重要的做法，至於各業者國內不管是 paid peering 或 public peering，因為彼此間之訊務量比率相對少，或許可再檢討是否有一個更有效的協商合作機制，共同合作吸引國外業者進駐或分享的作法。
- 中華電信科長：國際內容廠商連到亞洲地區時，選擇 IXP 的優先順序通常為香港、日本、新加坡、再來才是臺灣，而進線時通常也會優先選擇有海纜者，並且在亞洲區可能只會選擇單一個點，而不會選擇太多點，不然成本會較高。
- 中華電信處長：因為臺灣內容業者比較不夠努力，還是以國外內容業者為主，他們也會有其佈點策略，再利用像是 Cache Server 進行延伸。另外像是國際 CDN 或 OTT 業者在亞洲區會優先選香港，當大到某程度後就會選擇臺灣，到臺灣會優

先選擇是方(海纜)，再成長後就會開始到各個業者。然而進駐各業者之條件，都是只自備 Cache Server，未支付頻寬、IDC 等費用。

- 主席補充：目前國外業者進駐，臺灣各 ISP 業者仍處於較不利處境，換句話說 ICP、Social Media 業者收取廣告費等收入，但卻未支付電信 ISP 業者費用，此為現實處境，看未來是否應創造集市合作環境，以集中力量與國外大型業者協商之可能性。
- 教育部資科司高級管理師：學術網路都是靠國內業者協助。另透過與 Google 協調如何讓學術網路內的大量使用者能夠良好使用環境，Google 將 Cache Server 放在 6 個區網中心內，一方面也可以節省頻寬，但是學術網路擴充的量也一直趕不上使用量，也會透過像與 IXP 互連來舒緩，目前透過 TPIX 及中研院的協助與 Google 互連，未來可以配合整體做法來共同合作，以吸引更多國外業者進駐，以改善整理流量環境。

3. 如何吸引國外業者在臺灣交換？免費互連是否可帶動國內的 ISP 業者、內容業者或者對 4G 業務服務的發展？

- 台灣之星處長：雖然市場自由競爭，但規範仍有存在的必要，用以處理既有業者或歷史因素造成的結果。從台灣之星的立場，近期消費者應該能夠充分感受到在資費方面的回饋，作為一個市場新進業者，擴大臺灣市場的使用率是一個關鍵，當然期盼的是能夠有一個公平競爭的環境，促成更蓬勃發展的產業環境。
- 是方電訊協理：首先澄清「大部分」Peering 慣例是 Settlement free，當然有少數特例，但大部分是免費的。而從美國的網路中立或開放網際網路(Net Neutrality/ Open Internet)法案來看，許多新創網路服務及公益性質網路活動都需要 Open Internet 環境來保障，不然在成形前就會因為相對高的網路成本而胎死腹中；臺灣內容產業也需要這樣的環境來協助發展，否則在臺灣很難有機會存活。

大型 ICP 較有本錢採用分散式架構，因此可以不只透過交換中心進行交換，甚至能取得比「付費互連」價格更低的成本，這樣的情形是否合理？而對小型 ICP 而言，由於無法負擔分散架構，能否有健全的交換中心以節省成本並改善品質就至關重要。

是方電訊營運的 TPIX 因為機房中立角色，海纜進線中心及 IDC 集市等條件，自然讓 IXP 之間可以互相跳線連接，但是可惜目前國內前三大業者都未接入。我們從成本考量幫各家進行過試算，接入 TPIX 絕對比支付許多條跳線節省，因此判斷不願接入可能是因為是方股東成份的關係，但是從對使用者、ICP 及 ISP 本身，若能從 IXP 進行交換不只成本最低，品質也相對較好，國外經驗也是愈在乎客戶體驗的業者愈願意主動加入 IXP，期待國內前三大龍頭業者能放下心結加入 IXP 創造三贏。

- 主席補充：其他國內外業者連線進入是方 IDC 機房，進線、轉訊、跳線等之計價是否合理(例如直接跳線為何價錢這麼高?)，建議亦可檢討，以吸引更多業者願意拉線近來，才會有集市效應。
- 中華電信處長：TWIX 會開出 100M free peering 條件的原因是配合 NCC 政策，扶植中小型的內容業者。
- 中華電信科長：免費互連對扶植中小型內容業者(如 HiNet 提供 100Mbps 免費互連頻寬)僅是其中一環，以目前環境而言，中小型內容業者確實不容易與如 Amazon 等國際大型內容業者競爭；應思考倘若開放全部免費互連，是否有因此造福國內中小型內容業者，或是間接造就國際大型內容或國際 ISP 業者更強大，宜謹慎討論。
- 通傳會林隆全科長：從各位業界先進發言，Google 等大型國際網際網路業者似已與我國各主要 IXP 直接互連，這與世界各國 IXP 都有往往戶社區移動的趨勢相同，均希望能夠拉近與用戶的距離，以減少延遲、提高使用者經驗。但從我國電

信業者與大型國際網際網路業者互連，幾乎需負擔全部成本的經驗，如果我國全部免費互連了，電信業者會不會變成笨水管？對我國整體網際網路產業長遠發展的影響是什麼？建議大家可再進一步思考。

增加 cache server 是電信業者提高用戶體驗及降低成本的解決方法，同時可降低客訴。我想請教，google 等國際業者願意在業者機房放 cache server，除了提高其用戶體驗、提高交易成功率外，是否有考慮到著作權等的問題？

- 國立交通大學資訊技術服務中心顧問：國內新創業者也偏好向國外租用雲端空間，不但費用比放在臺灣更便宜，而且沒有繞不到的路徑，從服務等級來看，國外雲端服務比免費互連還有利；這個部分國內各大 ISP 業者應盡量改善自身服務環境，包括整合型服務，讓國內 ICP 業者願意將 host 空間與相關服務放在國內，希望能進一步提升使用者經驗。

4. IXP 對於 ISP 業者互連而言，扮演了那些角色？

- 台灣大哥大處長：對於大型業者如中華、遠傳和台哥大而言，國內是否有 IXP 的存在，確實沒有太大差異，因為我們不需要進 IXP，可以自己拉線。
- 亞太電信副總經理：類似 Google、Facebook 的國際大廠進來後，IXP 的角色會越來越少，生存的空間就會越少。
- 遠傳電信協理：臺灣目前數家 IXP 規模皆不大之主因，主要是因為規模較大的業者之間訊務交換皆已透過直連電路互連進行，加上小型業者近年來不停地歷經整併調整，數量一直減少，IXP 的主要客群亦逐漸減少之故。

5. 國內如何建立合作機制共同對抗國際大廠？如何說明自己為中立？例如透過第三方來認定。

- 遠傳電信協理：目前國內經營 IXP 業務的業者，仍以既有之一、二類電信業者為主，而許多電信業者間彼此皆有相當的業務競爭，加入對方的 IXP 可能會有一定程度之利益考量，造成彼此互相不願為彼此抬轎。相較鄰近香港 HKIX 是由香

	港中文大學營運，或許未來可考慮由較不具特定電信公司色彩之單位經營交換中心角色，並有適當之吸引力（例如可與國外大型內容業者介接之類），較有可能吸引國內電信業者加入。 ■ 黃勝雄博士：有關於 TWNOG 的機制，後續可以和 TWNIC 討論如何運作，因為目前的做法比較類似研討會方式，其實應該讓業者彼此討論，效果會比較好。後續計畫團隊將前往各業者進行深度訪談，以理解業者對網際網路交換中心需求更細部的想法或碰到的問題。 ■ 主席補充：在 IXP 中立方面建議建立第三方機制來確立中立是否為實質之中立環境，讓各業者透明檢視之可能性，未來或許可以朝著引導 ISP/IXP 間建立合作協調機制方向來努力。
--	--

附錄 2. 第一次專家會議紀錄

會議背景	本研究計畫透過訪談調查與專家座談等方式，獲取利益關係者之意見或想法，以評估「臺灣網際網路交換中心面臨的挑戰與機會」，包括臺灣網路環境對網際網路交換中心之需求與供給情形、網路服務供應對公用網路交換需求，我國網際網路交換中心設置地點之合適性等。
會議目的	本專家座談會辦理之目的為，針對本計畫就國際網際網路發展現況、國內網路服務供應商之網際網路交換中心需求訪談綜整結果，以及初步建議事項，進行討論。
會議時間	106 年 7 月 20 日下午 14 時 至 16 時 30 分
會議地點	NII 產業發展協進會 會議室 A（臺北市中山區松江路 317 號 7 樓）
會議主席	NII 協進會 陳文生執行長（計畫主持人）
與會人員 (依姓氏 筆畫順 序)	國家發展委員會 分析師 國立臺大學電機工程學系 教授 中央研究院資訊處 組長 國家通訊傳播委員會 林隆全科長 教育部資訊及科技教育司(TANet) 科長 中央研究院物理研究所 博士 國立中央大學資訊工程學系 教授 國家高速網路與計算中心 副主任 中央研究院資訊處 科長 國立交通大學資訊技術服務中心 顧問 NII 產業發展協進會： 黃勝雄博士、梁理旋副執行長、章之岱副理
報告事項	1. 計畫背景與相關定義(陳文生執行長) 2. 國際網際網路交換中心發展現況分析(陳文生執行長) 3. 臺灣網際網路路連概況(陳文生執行長) 4. 國內網際網路業者需求調查訪談階段結果(黃勝雄顧問)
綜合討論	● 林隆全科長：

- 通傳會補助本計畫的最主要目的是，在國內 IX 相關發展上，業者一直仍有意見；國內的 IX 市場其實不大，各個 IXP 在自負盈虧方面都有困難，而政府的立場為，倘若 IX 可以在數位經濟當中扮演一定的角色，即便 NCC 沒有辦法處理所有的問題，但至少可在此領域看是否能夠做出貢獻。
- 另外針對執行團隊簡報當中提到訊務量定義不明確的問題，NCC 目前在網站上有公開各家業者的訊務資料，而此訊務資料是有經過討論定義的，但是否仍不明確或業者填報不實等會再檢視。而另外有關 TWIX 將 public 和 private peering 的訊務量合併計算的課題，是因為 public 和 private peering 都在該場域發生，但在 4 月份之前，針對 public 是沒有收費，private 部分收費稍高，所以許多業者很在乎成本，過往多透過 public peering，在 private peering 降價後，業者則轉往使用 private peering 提高服務品質，而 public peering 訊務量是降低的。

● 陳文生執行長：

- 有關中立性，大家的觀點都可能不相同；過去有一些提議如由政府相關部門來運作 IX，像是 TANET、國網中心或中研院，是否願意擔任 IX 的功能，未來是否還可行等，等一下也可以進一步討論。

● 國立交通大學資訊技術服務中心顧問：

- 應釐清業者和中華電信互連之目的為何，因為中華電信擁有最多固網用戶，惟使用者也逐漸移轉至 cable 及 4G 上網業者。另中華電信還有其他重要應用的客戶，例如金融業者、郵局等，這些業者訊務量雖不高，但其服務相對關鍵，而這些業者網路多以外包方式運作，也會選擇中華電信。此外，對於較小型網路內容業者而言，仍會優先考量用戶量最多的中華電信，整體而言，臺灣的網路生態系統在

access 端是不健康發展的，而 cable 及 4G 上網有助於改善此情況。臺灣還有一個特別之處，除了國際幾家重要大型網路業者為主要的網路訊務來源之外，許多內容還來自於香港(含轉訊中國大陸訊務)。

- － 在中華電信仍擁有最多用戶的前提下，任何政府行政措施，要解決互連的問題都有一定難度。

● **國立中央大學資訊工程系教授：**

- － IX 議題從張善政建立國網中心以來就被提出，到目前有四家 IX 近來經營，但 IX 議題從未減少。主因是 IX 依然要收費營運，而主要客戶普及率極重要的內容都在中華電信，中華電信在商言商收費也是理所當然，但 IX 的最大問題是民怨太高，其中一個關鍵問題是中華電信是否完全民營化，或許能夠降低民怨。
- － 臺灣要能夠發展出能夠與國際大廠相抗衡的內容業者，才能夠解決 IXP 或網路互連的問題，因此可以讓國網、教育部資科司、中研院的整個網路再加入 GSN，完全開放讓創新業者使用，此部分可考慮政策性降低互連聯門檻，或許可以舒緩長期留下來的民怨問題。另外提供新創業者的網路與計算能力，是 TANet、TWAREN、中研院可以替代 IX 作用的方案之一。
- － 研究團隊所提出的 4 個缺口模型若由 TANet、TWAREN、中研院(ASNet)合併提供是能夠有所助益的。

● **黃勝雄博士：**

- － 中華電信曾考慮將 TWIX 切割，但還沒有釐清實施方式。

● **國家發展委員會分析師：**

- － 在 GSN 契約中有訂定開放、公平與業者互接的規範，並明確要求不得額外收取 peering 費用，不過因各 ISP 業者連入

GSN 的訊務量並不大(約 1G)，如要額外付電路或設備費用 peering GSN，恐怕效益不高，故仍使用 Hinet 連接至 GSN。現行 GSN 訊務透過臺北機房連出 internet，並設有臺中備援機房，(經會後確認)各 ISP 業者可只與臺北機房介接，本會將於每年檢視規格書要求，提供更公平互惠的條件，鼓勵各大電信業者可直接互連 GSN。

● **國立交通大學資訊技術服務中心顧問：**

- 業者表示不與 GSN 互連的原因是，要連接 2 個點，國內的電路太珍貴，長途電路光纜成本太高，目前國內長途電路市場亦屬於寡占情況。

● **黃勝雄博士：**

- 倘若 GSN 在業者互連方面的政策是開放的，那麼教育與學術網路其實也可參考這樣的開放作法，讓新創業者有機會以較低的成本互連。
- 請教倘若國網中心來擔任 IX，且因為提供 IX 服務收取費用，是否會造成行政方面的困難？

● **國家高速網路與計算中心副主任：**

- 要解決問題有兩個關鍵方式，一為要有營運模式，要能夠自負盈虧、永續經營，另一為政府政策上的持續支持，類似過去的 TANet 形式。TWAREN 與 TANet 運作上仍不一樣，教育部為一級單位，國網中心則是科技部的三級單位，在運作上是以計畫形式進行。在國網運作 TWAREN 方面，分自主額度與政策額度兩種預算，網路是屬於自主額度，自主額度預算逐年降低，但是網路營運成本並沒有減少。政策支持的長久性很重要，但是目前政府運作方式下，不容易做長久維運的規劃，經費也應該穩定。
- 建議採用第二種的微型 IX 模型，因為此模式在鼓勵創新業

者方面，與行政院推動的「數位國家・創新經濟發展方案」(DIGI plus)，是可以搭配的。

- － 針對黃博士詢問是否 TWAREN 有可能擔任 IXP 角色的問題，倘若國網要扮演 IXP 功能，則經費編列上應能夠穩定。收費方面，行政上是沒有困難，但是過去有規範，TWAREN 是被規範不能做商業用途。

● 陳文生執行長：

- － 倘若 TWAREN 提供商業用途的服務，是否 NCC 有可能會將之納入規管的範疇？

● 林隆全科長：

- － NCC 沒有預設規管立場，這也是本計畫可以進一步研究與發揮之處，只要是能促進 IX 良性發展的方案都可以列入建議參考。

● 教育部資訊及科技教育司科長：

- － TANET 的國際頻寬需求過去幾年一直在成長，網路訊務量從 5G 一直成長至 30G 左右，每年的使用率幾乎都有九成以上；去年開始採用 IX 來做介接後，國際頻寬確實有改善，已經不像過去用滿九成以上的量。
- － 關於要選擇哪一種模型的問題，從 TANET 立場，IX 倘若能夠越大越好，因為可以有效降低國際頻寬需求；但也建議至少有兩種的模式提供市場進行選擇。

● 中央研究院資訊處科長：

- － 中研院提供 TANET 到香港與日本的出口頻寬，在經費有限前提下，流量需求不斷增加，如何控制流量是一個課題，而 IX 確實能夠提供降低訊務量的解決方案。即便如此，進 IX 機房的 port 仍有限，還是要謹慎選擇哪些可以 peer，得

以學術研究用途為優先考量，即使需求在，也無法大量與商業化的 IX 進行互連。

- 有關 IX 部分，個人想法是，是否有可能讓 IX 掌握流量，讓所有的內容業者都以較低的成本落地在 IXP 內，也許可以成為一個誘因。

● 中央研究院物理研究所博士：

- Infrastructures(基礎建設)是有(have)與沒有(have not)的問題，當有基礎建設後會改變做事的方式，所以 Business model 會因為有了基礎建設之後而有不同的方式。供給與需求的思考方式只能在目前的科技架構下，解決一些瑣碎的問題。
- 未來的網際網路使用會以 Machine-to-Machine 為主，不只是 Big Data 或者 IoT 而已；例如政府要推動 AI 時，許多應用會產生訊務量，須有後端頻寬來支持。
- 目前以內容為主的思考看不到未來的網際網路需求與發展。政策應考量更長遠的發展，不要只有著眼於現有問題的解決，要有決心做遊戲規則改變者。
- 建議建構一個以光纖連接雲端式(虛擬的)全國交換中心，讓國內外業者、使用者可以最低代價、最近的距離連結到單一全國性交換中心，純粹做服務，能夠 cost-recovery，才是永續之道。阿姆斯特丹和新加坡都是類似的作法。

● 中央研究院資訊處組長：

- 早期曾接觸 IPv6 專案辦公室，曾思考過要提供何種 IX 環境來吸引業者連進來，不外乎就是這幾個點，例如 IX 的頻寬成本、界接的便利性、提供的服務有哪些等。以香港的 HKIX 為例，與臺灣類似，是由香港大學專業團隊來營運，但機器不是放在大學內機房內，而是放在其他 IXPs 的機房，提供其他業者來免費界接。目前已經達到 700G 的交

換訊務量，在香港這樣的環境下，當時能夠突破法規，政策支持度很重要。雲端 IX 的概念，讓所有的業者都連接在此，會吸引業者連結。

- 中研院會連接到 TPIX，因為 TPIX 積極度高，角色也相對中立，又有海纜。從中研院角度，未來是否有機會透過 TPIX 與國際的更多海纜做界接，就可以節省 backend 的成本。

● **國立臺灣大學電機系教授：**

- 1997 年行政院 NII 計畫設置，經由 TWNIC 委請 HiNet 營運 TWIX，當時即有共識 TWIX 應為中立的非營利單位。
- 政府過去支持國網、教育部、中研院設立國際連線，此一政策任務應可延續到 IX 部分，IX 間連線之電路及連線均應由政府支持，但 IX 應由 TWNIC 的 IP 委員會審查通過，惟 TWNIC IP 委員會審查 IX 相關事務已停止運作，未來仍應有適當的中立單位來處理。
- 臺灣市場不大，不能期待培養出很多成功的民營 IXPs，政策上支持 TPIX 是可行的，並藉此督促 TWIX 改善，使臺灣有兩家的 IXPs 相互合作競爭，保障臺灣網路良性發展。
- 針對臺灣的物聯網、人工智慧等新創公司，可由政府支持免費與 IXPs 互聯，當這些業者發展成熟或 IPO 後，再恢復正常的商業機制。

● **國立交通大學資訊技術服務中心顧問：**

- 呼應與會代表的意見，建立雲端交換中心可解決一些問題，包含國內幾大城市的主結點，還要包含歐洲、香港、北美，完成後，包含 TANet、HiNet 任何人都會連過來。降低成本的方式，由政府編列預算投入建設海纜，未來每年支付維護費，成本遠低於每年支付海纜租金或電路租金，如此才能夠永續，也不必逼著讓各個業者連上來。

	● 陳文生執行長： － 過去 TWNIC 的 IXP 管理辦法制定或修訂及相關議題持續討論之機制已經良久沒有在運作，建議應想辦法讓此 IXP 協商自律的機制重新運作起來，或許應該要有一個中立的機構來協助建立類似之運作機制。
--	---

附錄 3. 第二次專家會議紀錄

會議背景	本研究計畫透過訪談調查與專家座談等方式，獲取利益關係者之意見或想法，以評估「臺灣網際網路交換中心面臨的挑戰與機會」，包括臺灣網路環境對網際網路交換中心之需求與供給情形、網路服務供應對公用網路交換需求等。
會議目的	針對本計畫有關國內網際網路交換中心市場缺口模型構面之可行性，以及其他可能模型進行討論；並就國內網際網路交換中心推動政策提出建議。
會議時間	106 年 9 月 22 日下午 14 時 至 16 時 30 分
會議地點	NII 產業發展協進會 會議室 A（臺北市中山區松江路 317 號 7 樓）
會議主席	NII 協進會 陳文生執行長（計畫主持人）
與會單位	國家發展委員會 分析師 國立臺灣大學電機工程學系 教授 中央研究院資訊處 組長 國家通訊傳播委員會代表林隆全科長 教育部資訊及科技教育司（TANet）科長 中央研究院物理研究所 博士 國立中央大學資訊工程學系 教授 國家高速網路與計算中心 副主任 國立交通大學資訊技術服務中心 顧問 NII 產業發展協進會： 黃勝雄博士、梁理旋副執行長、章之岱副理
報告事項 (詳簡報)	1. 物聯網服務對國內訊務影響 2. IX 市場缺口模型之供需分析 3. 專家問卷說明
綜合討論	<u>議題討論：市場缺口模型三（IPv4/IPv6 分流 IX）</u> ● 黃勝雄博士：

- IX 市場缺口模型三 (IPv4/IPv6 分流 IX) 未來可能有機會獲利，因為國內市場 IPv6 商用化服務尚未啟動，倘若現在成立 IPv6 網際網路交換中心，則有機會在未來當 IPv6 商用服務擴大後可立即提供 IPv6 訊務交換服務。倘若選擇模型三，時機點也很重要，倘若過了目前這段期間等到 IPv6 起飛後，模型三將無法運作。

● **國立交通大學資訊技術服務中心顧問：**

- 因為中華電信所握有的 IPv4 位址數量相當大，在其對 IPv6 需求不大前題下，IPv6 相關佈建工作自然不明顯；倘若中華電信的商用服務不採取 IPv6，則另外幾家業者可能也不會積極採用，因為其服務品質可能會因為 IPv6 受到影響(品質較差)。國內若希望能夠突破 IPv6 使用率的現況，要能夠讓中華電信採用商用 IPv6 服務，其他業者才會跟進。
- 目前臺灣的手機雙協定 dual-mode 預設值為關閉。

● **教育部資訊及科技教育司科長：**

- 中華電信在 IPv6 方面有相關的推動工作，例如今年 7~12 月份期間，有針對 4G 月租型行動門號進行 IPv6 測試(試用)作業。

● **中央研究院資訊處組長：**

- 中研院早期曾經參與過交通部的 IPv6 推動計畫，當時也曾經做過 IPv6 的網路交換中心，大概有 7 家業者的加入，當時的成本約 400 萬採購路由器設備，其他人力、場地、空調水電、頻寬等費用均未納入考量。比較不容易的部分是後期的維運人力成本。

- － IPv6 的訊務量其實不小。只要四大業者、內容業者都接進來後，訊務量有很明顯的成長。

- **國立交通大學資訊技術服務中心顧問：**

- － Google 要進來，IPv6 交換中心才有機會成功。

- **陳文生執行長：**

- － IPv4/IPv6 分離模式，因絕大分 IX 採皆 IPv4/IPv6 混和同時交換(大型交換設備皆以同時支援 IPv4/IPv6 之交換)方式，如未來由現行之 IX 營運者擔任是否願意另行設置 IPv6 IX，或新 IPv6 IX 營運者可能之意願，亦應列入考慮因素。

- **黃勝雄博士：**

- － 模式三可進一步分為兩軌，可以用實驗計畫的形式來取代給牌。

議題討論：市場缺口模型四（IX 業務功能分離）

- **國立交通大學資訊技術服務中心顧問：**

- － 有關模型四 IX 業務功能分離，當國內的 IXP 將訊務交換業務獨立出來變成非營利服務時，訊務量最大的幾家國際內容平臺業者，包括像是 Google, Facebook 以及 CDN 業者等，都會跑去和非營利的 IXP 互連，也因此，既有國內 IXPs 不願意將業務功能分離。
- － 成立一個新的 IXP 不需要太多的經費，可在既有機房中租用可放單個機櫃的空間即可，相關服務業者也會願意提供空間，因為設立 IXP 後還有機會賺取其他的費用，只要政府能授權或給牌，該新的 IXP 可以順利運作。給牌不一定要給

	執照，例如政府有政策要推動行動訊物交換更順暢，可由政府授權某個單位 2 年時間來運作新的 IXP。 — 越來越多的網際網路訊務量來自於智慧型手機，此部分的訊務是未來 IXP 發展上應該考量的，建議可強制行動通訊的訊務量在 IXP 交換。 ● 中央研究院物理所博士： — 成立一個新的 IXP 需要有建築物、有空間，也要規劃未來當規模擴大時的擴展空間。 ● 林隆全科長： — 國際上鮮少有政府會針對 IXP 發營業執照的，當商業模式已經存在時，是否確實有必要由政府涉入？ ● 陳文生執行長： — 實際去看過國內的 TPIX 或 TWIX 的機房，確實空間不必很大，大概是 2~3 個機櫃的空間而已；但是外圍進線的空間確實很大，進線方便會容易讓連線單位接入。因此海纜設施之健全與否，包括容易接入、接入成本、海纜市集效應等，都是 IX 設置地點的重要考量因素。 ● 黃勝雄博士： — 包括台灣大哥大、遠傳、中嘉、Google 等業者，都很願意提供免費空間讓新的 IXP 運作。 ● 國立臺灣大學電機系教授： — 因為既有的兩家 IXPs 不願意將 IX 業務分離，若成立一個夠
--	--

中立的 IXP，其他業者也會願意接進來，就可以建立一個模式，成立一家由政府，例如 NCC，投資 15% 股份成立新公司，NII 也可以投資 15%，剩餘 70% 進行募資，例如一半向國發基金募款，一半向民間募資。因為這家新公司政府有股份，大家會更願意連進來，沒有特許的情況下，這樣 Google 等業者會有興趣投入。當然這也要取決於 NCC 投資的意願。

● **國立交通大學資訊技術服務中心顧問：**

- 另外一個關鍵點是，該 IXP 要能夠以便宜價格買到至少北美、日本或香港的海纜頻寬，以及國內南北路纜頻寬，未來也要有能力投資海纜等，不能夠永遠靠政府編列預算。要長期來看，這家新成立的公司必須要有牌才能夠在臺灣建立自己的光纜，在國際海纜過臺灣的時候，政府要能夠讓他有機會參與投資，他才能夠降低成本。
- 倘若沒有政府支持，可能需要 6 億預算，倘若有政府支持，只要 200 萬。

● **中央研究院物理所博士：**

- 可能需要至少有 2 億才能夠做起來。
- 目前我國政府缺乏中高階主管級的人可以做出決策建議，否則部長級的人員不容易做出判斷。

● **國立中央大學資訊工程系教授：**

- 新 IXP 運作最主要關鍵點在於 NCC 的支持。許多政務官在推動新的構想或計畫時面對的最大難題就是，政府經費動支會遇到許多阻礙，包括來自於事務官、會計人員等，也因此新的想法推動不易。

- **教育部資訊及科技教育司科長：**
 - － IPv4 與 IPv6 分流模式為不錯模式，從過往 TANet 的協商經驗來看，與小型的 IXP 協商的彈性確實比較高。
- **國家高速網路與計算中心副主任：**
 - － 長期來看，以公司形式較能夠長久穩定發展。
- **國立臺灣大學電機系教授：**
 - － 成立一家新的公司真的有機會，因為只會有兩家業者來抱怨，但是若有政府投入，則可以增加成功的機會。

議題討論：市場缺口模型二（微型 IX 扶持新創）

- **國立中央大學資訊工程系教授：**
 - － 有關模型二微型 IXP，國內的年輕族群需要有一個成本較低的環境讓他們能夠發揮，臺灣學術網路禁止使用商業用途的規定移除掉，或者新創公司可試行 3 年，就有機會存活。
- **國立臺灣大學電機系教授：**
 - － 注意不要讓實驗計畫，結果變成類似 TWNIC 最後只是轉成法人，那樣的發展就相當受限。
- **教育部資訊及科技教育司科長：**
 - － 倘若 TANet 要商業運作，除非將學術網路進行切割，將某些頻段切割給新創業者接入 IXP 就有可能。
- **國家高速網路與計算中心副主任：**

- － 科技部與行政院都在推研發服務公司（RSC），C 即代表公司要能夠結合一些研究的成果、要能夠新創、要能夠維持運作，即便 not for profit 也不代表不能夠獲利（不是 non-profit）。

● 中央研究院物理所博士：

- － 歐盟的相關學術研究計畫也允許商用，澳洲學術網路也有商業活動。我們可以找國外案例，或透過類似計畫的形式來取得資金。公司治理會有其模式，會由董事會等方式來做出相關決議。

議題討論：綜合意見

● 國家發展委員會分析師：

- － GSN 的訊務量較少可能不大顯著，但癥結點在於業者，特別是中華電信因為客戶數較多，模式二的可行性可以較大，模式三的模式可能比較不樂觀，因為去確實中華電信的 IPv4 數量很多，IPv4 已經成為其利基，若同時存在 IPv4 及 IPv6 的 2 個 IXPs 的話，中華電信也沒有意願接入，因為系統、人力等等必須要有 2 套。
- － 所有的問題政府希望中華電信擔任甚麼樣角色，是要給予壓力，或者任市場發展，倘若任市場發展，可能變發展成目前 TWIX 的結果。中華電信角色比較特殊，半民營與公營，會比較不容易處理。

● 黃勝雄博士：

- － 有關模型二 IX 業務功能分離，將以成立商業公司(民營方式)，由政府入資一部分，民間入資較大比率方式，宣示政府支持 IX 全面互連之政策外，其餘由民間模式方式運作之

模式。

- － 會後會再彙整相關資料，並就今日各位專家所填寫的問卷內容，綜合整理出大家的看法並計算結果；後續方案會走兩軌制，一是依原訂想法，二是走另外一個今日討論的方向。

● **林隆全科長：**

- － 倘研究團隊提出由政府出資成立公司經營 IXP 之建議時，應注意將相關建議出資對象之職掌及屬性併予考量，例如 NCC 是獨立機關，是否能夠出資呢？
- － 據瞭解，目前 TWIX、TPIX 及 EBIX 等 3 家 IXP 均有營運 IPv6 訊務交換之能力，倘若國際上 IXP 都是由商業自由運作為基礎，另由政府出資成立新的 IXP 參與市場競爭並強制業者接入，請研究團隊對其必要性應有充足論述，並就所建議（規劃）之商業模式有更細緻之評估

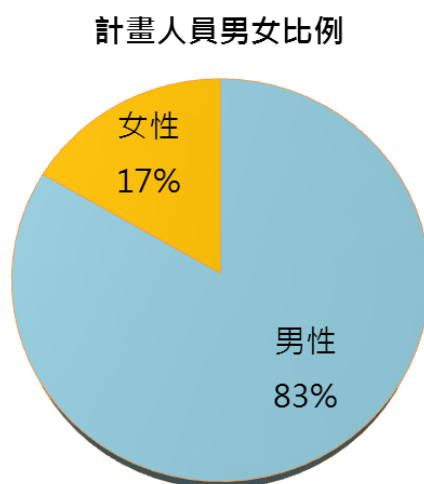
● **國立交通大學資訊技術服務中心顧問：**

- － 研究團隊可以思考，可以透過政府委託計畫的方式來改善現有國內市場 TWIX 或 TPIX 沒有辦法達成的互連目標，包括像是大型業者與 CDN 業者不願意連入。成立新的 IX 所需經費不多，如此可以讓臺灣的網路發展更健康，也讓新創業者更有機會。

附錄 4. 性別統計分析

1. 計畫研究人員組成統計

本計畫人力包括計畫主持人、兼任研究員 2 名、以及專任副研究員、專任助理研究員、研究助理各 1 名，共計 6 名。其中，男性人員 5 名，女性人員 1 名，性別統計如下圖：



2. 會議參與人員性別統計分析

本計畫共舉辦 3 場座談會，下表整理各會議參與人員性別統計。

會議時間	會議名稱	參與人數	男性人數	女性人數
2017 年 5 月 26 日	業者座談會	14	13	1
2017 年 7 月 20 日	第一次專家座談會	14	13	1
2017 年 9 月 22 日	第二次專家座談會	13	12	1

3. 本案與性別相關統計、分析、建議項目

無，本案「國際網際網路交換中心之發展趨勢研析」以及「我國網際網路交換互連市場需求調查」等研究主題與性別議題無關。