國家高速網路與計算中心

新世代學術研究骨幹網路建置規劃

國網中心
網路與資安組
張聖翊

大綱

- 國網中心服務介紹
- 國內100G學研骨幹網路現況
- 國際學術研究網路NREN 400G骨幹發展現況
- 新世代400G國內學研網骨幹建置規劃
- 國網中心自建骨幹光纖建置規劃與服務說明

從高速計算到前瞻智慧

國家實驗研究院
NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

國研院國網中心於1991年成立，致力扎根國內**高速計算技術**，
為台灣唯一聚焦**共用大型計算平台**及**學術研究網路**服務之研究機構，
提供**高效能計算、儲存、網路、平台整合、大數據分析**的前瞻技術服務
為台灣的科技能量奠基。

為推動台灣**基礎科研、前瞻智慧應用的研究與發展**，
國網中心以**超級電腦**、**100G網路**為基石，
打造國家級大數據人工智慧雲端平台
提供產學研界**更即時**、**更便利**的運算服務。

From Enabler to

Enhancer

超級電腦是研發的火種，
幫助台灣各界研發團隊點燃最亮的成果!!

組織願景與變革

國家實驗研究院
NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

	NCHC 1.0	NCHC 2.0
	提供科研基礎設施服務 →	供應全台最優質可靠 AI/HPC/Data服務 
	成為國科會計畫用戶 關鍵研發資源 →	成為台灣AI/HPC 創新驅動者 
	滿足學研用戶 算力與網路服務 →	建立開放/便利/信賴 國家雲端服務品牌 

沿革歷史

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

算力與雲端平台建設

1991
行政院核准
隸屬國科會

2003
改制財團法人

177 TF

2011
台灣首座百T主機
御風者 WINDRIDER

2004
TWAREN
台灣高品質
學研網路啟用

1.7 PF

2017
新世代Peta主機
台灣杉一號
TAIWANIA 1

2016
TWAREN
100G網路啟用

2018
台灣首座
AI超級電腦
台灣杉二號
TAIWANIA 2
9 PF

2021
執行前瞻計畫
建構先進網路
骨幹建設

2021
台灣杉三號
TAIWANIA 3
2.7PF

2022
行政院核定
A級資安等級
FOX交換中心
啟用

2023
國科會TAIDE
專用主機

2023
自主建置
骨幹光纖啟用

2024
創進1號
3.53PF 7月啟用

可信賴雲端資料
分析服務平台
-建置中

2025~2029
晶創臺灣方案
大南方新矽谷推動方案
目標建置480PF算力

2025
預計NCHC
IDC 啟用

2029
大南方計畫
沙崙AI資料中心
動工

2003

網路與資料中心建設

場域與認證

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

ISO 50001驗證
能源管理系統

ISO 27018認證
個人隱私資料保護

ISO27701認證
個人資訊管理

ISO 27017認證
安全雲端環境

ISO DCOS
數據中心營運標準

ISO 27001驗證
資安管理系統

ISO/IEC 20000
資訊服務管理驗證

ISO 9001驗證
品質管理

ISO PLUS AWARD
變革創新管理
品質典範獎

健康職場
認證標章


1993 新竹本部


2005 台南分部


2008 台中分部


2018 沙崙資安辦公室


2025 南科IDC (即將落成)

國網中心於**竹科**、**中科**、**南科**
設置3地機房，**互為備援**
並於**台南沙崙**設置**資安基地**
（2025南科IDC即將落成）

國網中心為國內研究法人中
唯一取得**最完整雲端服務相關認證**
之機構，提供**最先進HPC算力**
完善雲端平台及**高速聯網基礎設施**

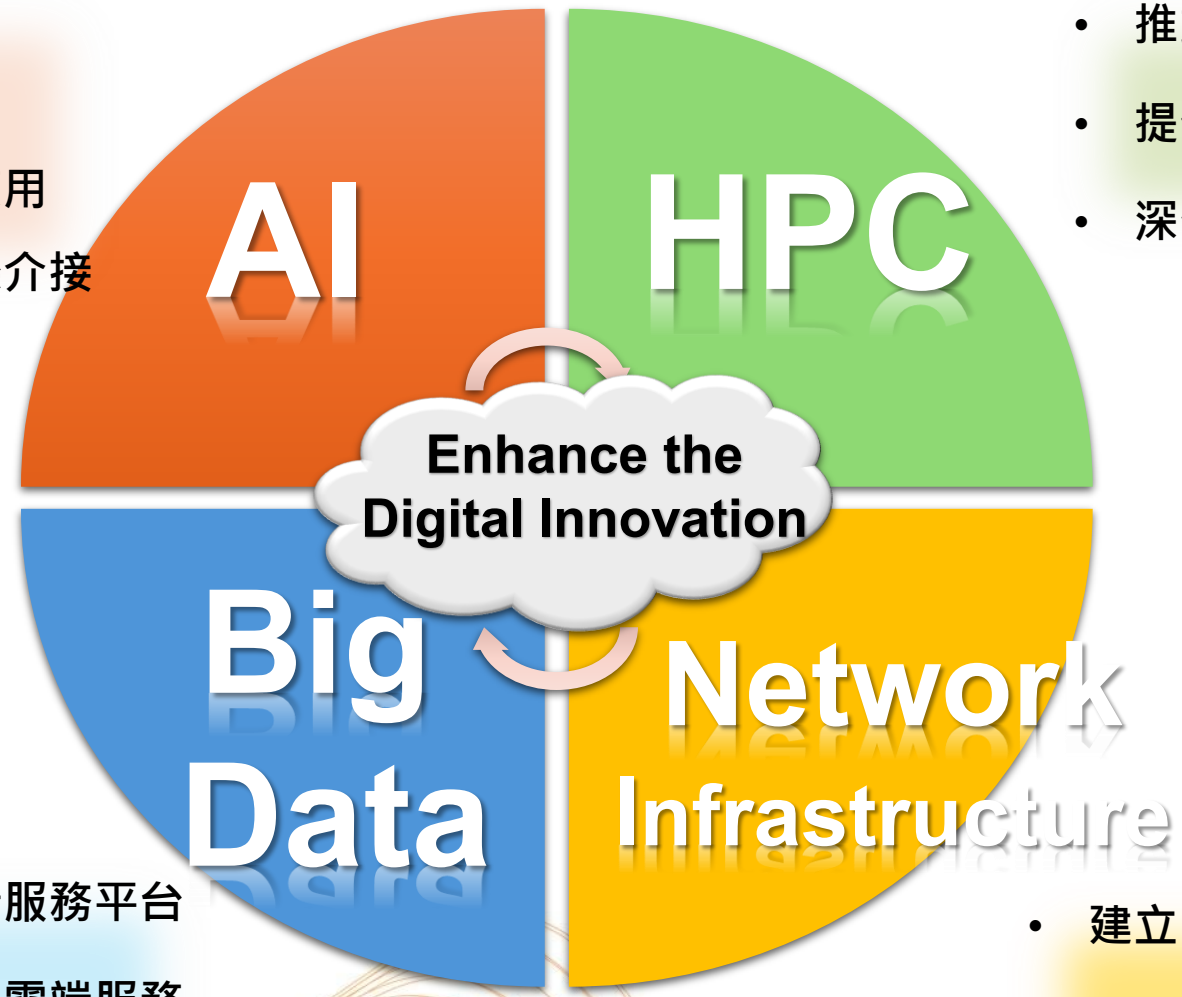
展現本中心對**品質**、**資訊安全**及
能源管理等多方面的專業
打造**可信賴雲端環境**
也是對**用戶隱私**及**資料安全保障**的承諾

促進研發應用 打造雲端大數據運算生態系

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

- 國家中長期大型AI算力佈署
- 提供GenAI模型服務平台
- 促成GenAI模型之釋出與實務應用
- 加速我國GenAI自主研發與國際介接

- 推動高效能運算國家重點計畫
- 提供優質可靠運算研發環境
- 深化高效能運算人才培育



- 建立多領域巨量資料之特色雲端服務平台
- 提供高信賴環境、敏感資料專用雲端服務
- 促進我國資料再利用之創新價值

- 建立國家級寬頻網路建設
- 厚植南部雲端資料中心服務能量
- 強化我國總體網路韌性

服務架構

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

Data Service

建置巨量資料平台，提供便捷、穩定、安全之研究環境

惡意程式知識庫 Malware Knowledge Base | CDX Cyber Defense Exercise | 民生公共物聯網 | SciDM 資料集平台

SP-ISAC | 生物醫學服務平台 | 3D GIS圖資共構

Core Technology

強化開發工具、統合服務，提供完善研發環境

大型運算資源調度管理 | 大型平行計算 | 高效能計算模擬應用 | AR/VR | 點雲應用

LLM Inference Service | 模型繁中訓練/調優/RLHF/RAG/Multimodality

系統整合 | 巨量資料分析 | 影像/語音辨識 | 雲端虛擬化

Infrastructure Service

超級電腦

巨量儲存

IDC及
網路交換中心

學研網路
及骨幹光纖

服務升級

用戶滿意
效能精進

前瞻研發

引領趨勢
啟動創新

- HPC/AI Application
- Next Gen HPC/QC
- Cyber-Physical System (CPS) & Simulations
- Privacy Enhancement Technologies (PETs)
- Forward Thinking Research

深化育才

多元訓練
科研紮根

- HPC x AI冬夏令營
- 科普展覽
- HiPAC應用程式優化競賽/動畫大賽/女婕思
- 開設專業訓練課程
- 黑客松/Bootcamp
- 創進學院
- 客座/兼聘/派駐
- 碩博士生培育方案
- 技術研討會 / 趨勢座談
- 學群讀書會

核心設施

算力與雲端平台

2019
台灣杉3號
2.7PF

2018
台灣杉2號
9PF

2023
TAIDE模型
專用 H100
3.8PF

2024
創進 1號
3.4PF

2025
晶創主機Nano5
16 PF

2026
晶創(第2期)
預計100 PF

2028
晶創總目標
280+ PF

2029
大南方新矽谷
算力總目標
480PF

2022
FOX網路
交換中心啟用

2023
自主建置
骨幹光纖啟用

2025
- 國網雲端資料中心
預定啟用
- 骨幹光纖第2期啟用

2029
大南方計畫
沙崙AI產業生態園區
AI Datacenter動工

網路與資料中心

算力規劃

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

2024-2028

晶片驅動產業創新再升級(新一代高速運算主機與AI評測環境建構計畫)

本計畫將建構智慧應用所需高速運算整合環境，以人工智慧與雲端技術結合物聯網、跨節點與模型優化等技術，推動生成式AI之技術研發與應用服務。 本計畫將分期建置共用型之異質性架構超級電腦，提供通用性AI運算(GPU)、大型科研運算(CPU)與未來量子運算等多樣服務。也將開發優質便捷之雲端服務平台，促進用戶體驗，提升應用成效。

2024

16 PF GPU
- 400+ GPUs
- 10 PB storage
- InfiniBand 200Gbps
- PUE <1.35

2025

100 PF GPU
- 1680+ GPUs
- 25 PB storage
- InfiniBand 200Gbps
- PUE <1.3

2026

80 PF GPU+CPU
- 1200+ GPUs
- 20 PB storage
- InfiniBand 400Gbps
- PUE <1.27

2027

35 PF GPU+CPU
- 520+ GPUs
- 10 PB storage
- InfiniBand 400Gbps
- PUE <1.25

2028

49 PF GPU+CPU+Quantum
- 700+ GPUs
- 10 PB storage
- InfiniBand 800Gbps
- PUE <1.25

Total 280 PF

2029

65 PF GPU+CPU
- 1020+ GPUs
- 20 PB storage
- InfiniBand 800Gbps
- PUE <1.25

60 PF GPU+CPU
- 1000+ GPUs
- 15 PB storage
- InfiniBand 400Gbps
- PUE <1.25

75 PF GPU+CPU
- 1260+ GPUs
- 25 PB storage
- InfiniBand 800Gbps
- PUE <1.25

Total 200 PF

2027-2029

大南方新矽谷推動方案—打造以AI科技為核心的南臺灣產業生態系

為打造臺灣AI產業生態系，行政院規劃將以臺南沙崙為核心，並結合南部半導體、生技醫材、精密機械、光電綠能產業優勢，從AI技術研發能力、到系統開發能力全面升級，讓臺灣進入AI應用的時代，帶動百工百業數位及淨零雙軸轉型。為提升國家整體運算量能，目標將算力提昇至480PF。

臺灣高品質學術與研究網路

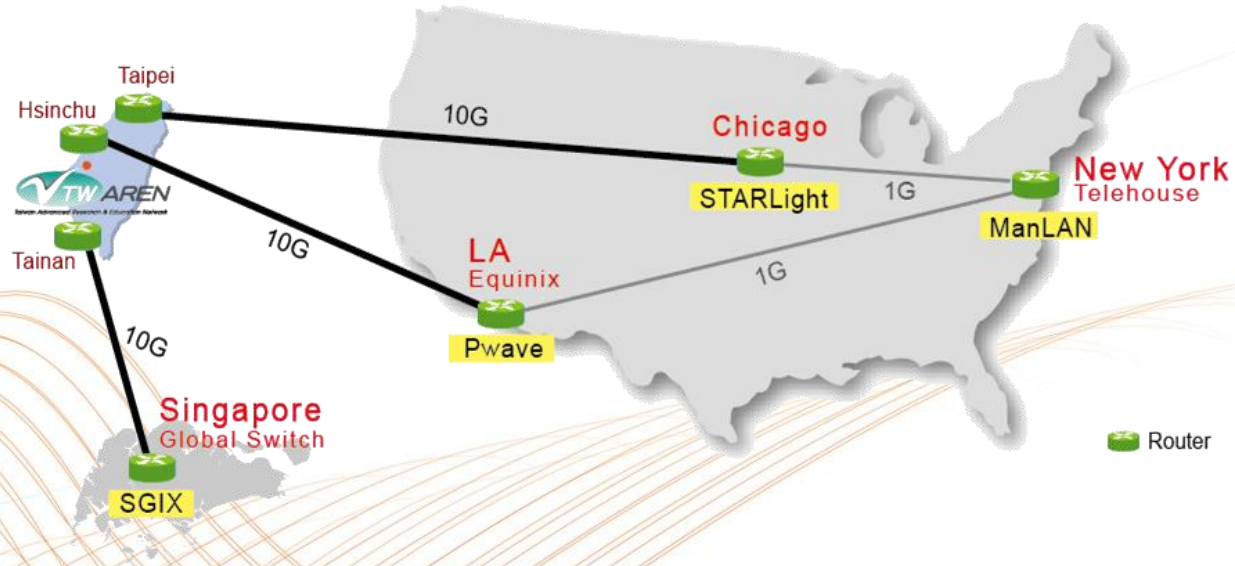
TWAREN
Taiwan Advanced Research & Education Network

■ 100G國內骨幹

- ✓ 光網路連結中研院、台北、新竹、台中、以及台南五個主節點
- ✓ 連接 12 所各地大學做為骨幹網路接取點 (GigaPOPs)
- ✓ SDN實驗網路

■ 30G國際連線

- ✓ 與30國際研網互連，遍及五大洲



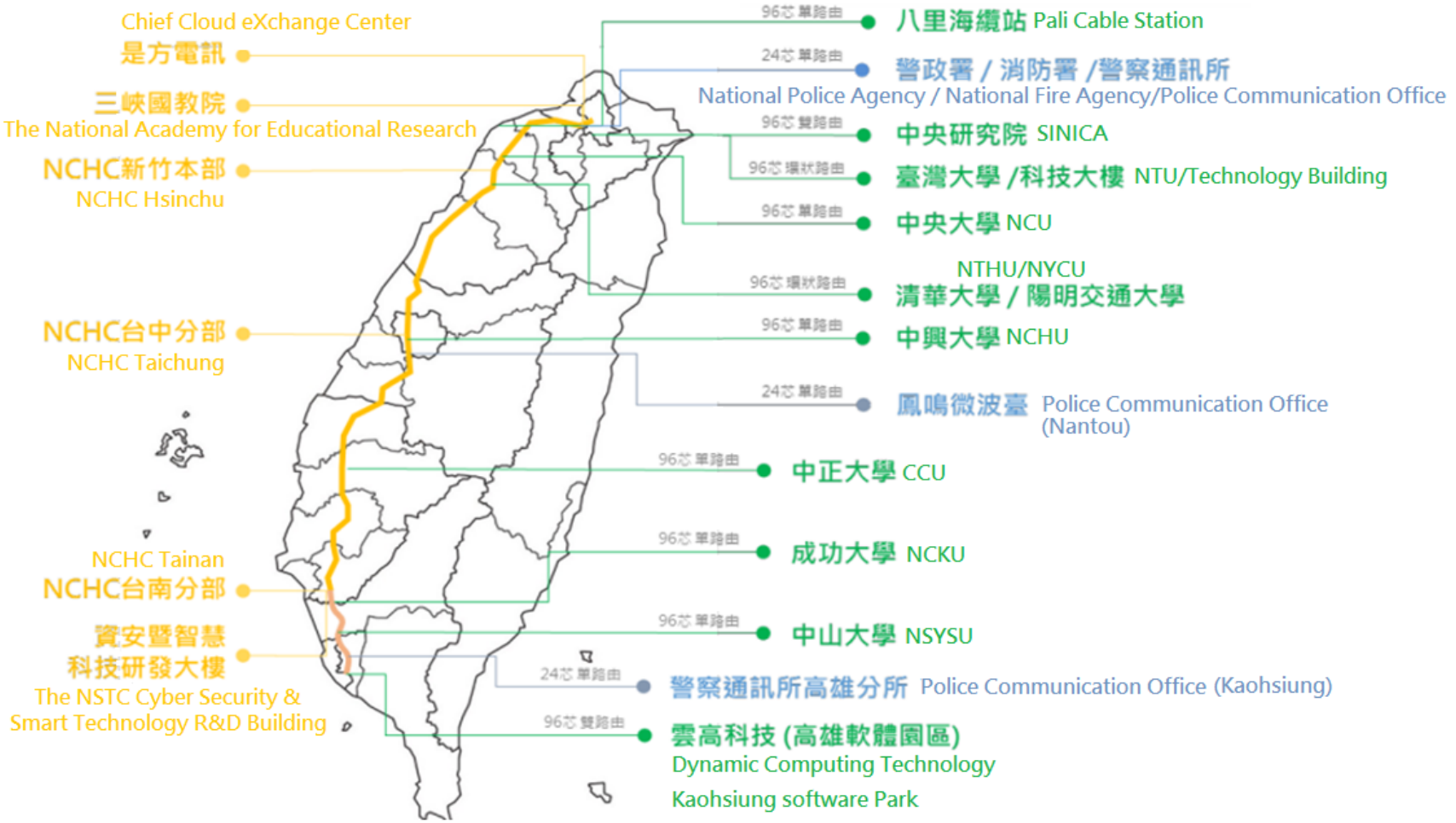
5G時代，國網中心將運用TWAREN基礎設施與大資料雲端平台優勢，加速與5G各項應用場域之網路互連環境串接。

骨幹光纖網路

提升台灣網路基礎設施韌性

骨幹光纖建置

未來延伸



育才成果與國際合作

育才成果-由科普深化、以競賽提昇

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

HPC

- 國網盃應用程式效能優化競賽
- HPCxAI 學生營隊
- NCHC Open Hackathons
- HPC國網動畫大賽

資安

- CGGC網路守護者挑戰賽
- GICS資安女婕思
- SP-ISAC資安沙龍

靜態展↓

- 士林科教館-科學家秘密基地常態展
- 台中國資圖-國研院科普靜態展
- 高雄科工館-科學家秘密基地2.0

科普

- 科學探究競賽 - 這樣教我就懂
- Kiss Science實驗室開放日

國際夥伴策略地圖

國家實驗研究院
NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

國際組織委員會

SC23

參與組織決策職務

PRAGMA/
CENTRA

共同研究

美國 MIT/
UW華盛頓大學

美國iCAIR

- 跨國平臺建置與技術交流
- 共同於國際會議(GRP或SC23)發表成果或展示

法國 DATAIA-UPS

工作坊、互訪

西班牙 CSIC/BSC

工作坊、互訪

葡萄牙 INESC TEC

合作計畫

工作坊、互訪

共同研究

持續由國網中心開發之地理空間資料交換平台與德國earthearth進行資料聯盟

德國Jacobs University

德國HLRS

HPC模擬展示平台合作

iSC

大會指導委員會委員

富岳 HPC 軟體合作，交流互訪

日本RIKEN

日本AIST

合作計畫

工作坊、互訪

泰國法政大學
(&日本AIST)

合作計畫
維繫國際重要合作夥伴結合雙方研發能量，共同執行AI相關研發

國內100G學研骨幹網路現況

100G學研網路組成(現況)

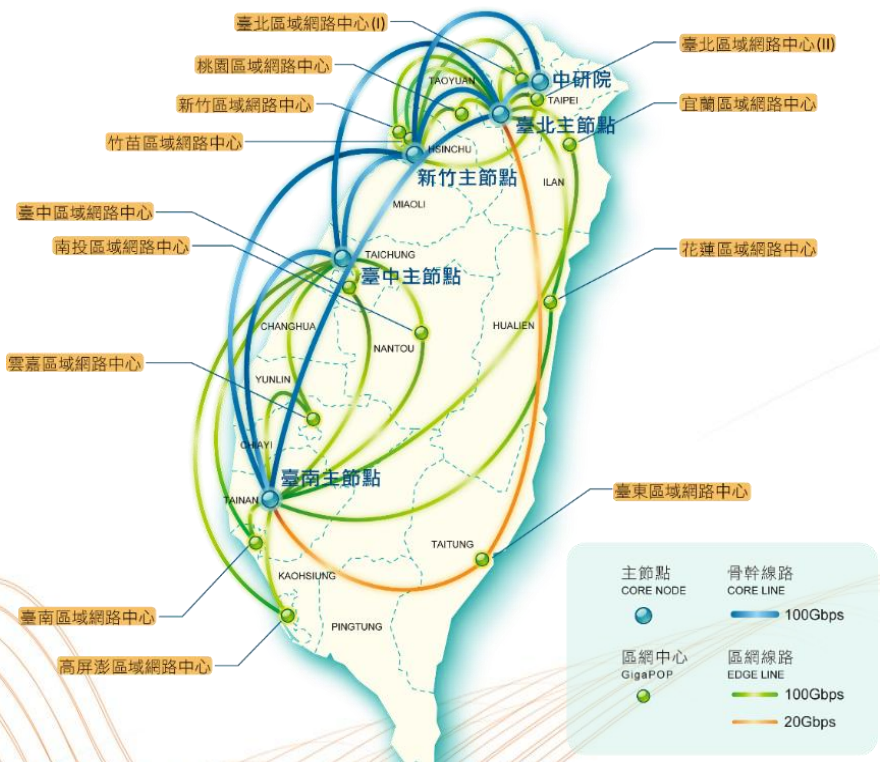
國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

TANet(教育部)/含TWAREN(國研院國網中心)

雙網共構光網路

TWAREN 100G骨幹

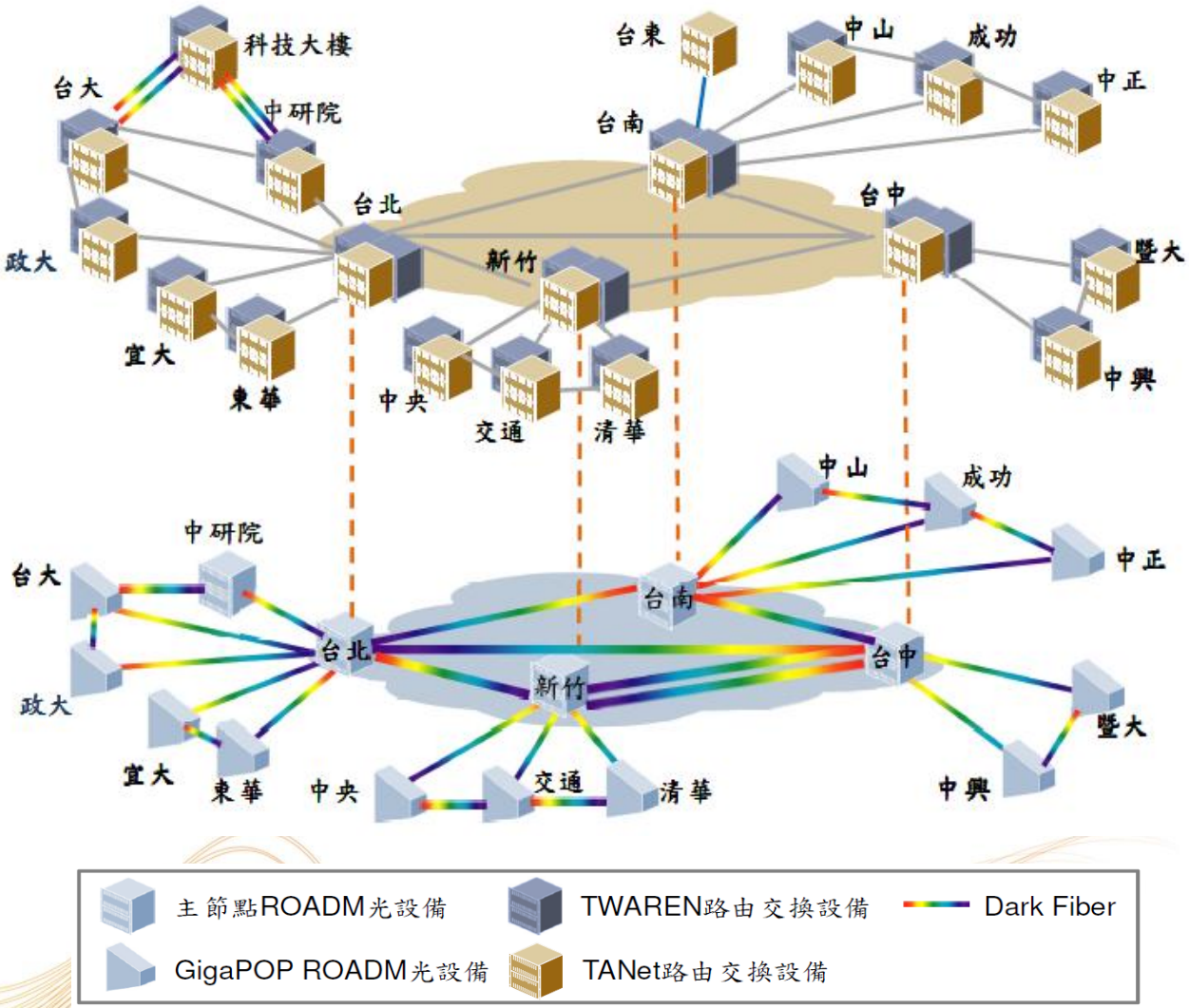
TANet 100G骨幹



100G學研網路組成

TWAREN/TANet共構

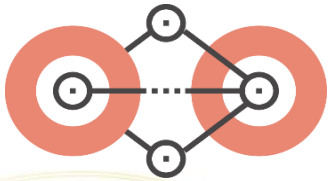
- 建置兩套IP/MPLS骨幹網路，一套由TWAREN管理使用，另一套由TANet管理使用(各自管理)
- 建置**一套ROADM全光波網路**供TWAREN及TANet雙骨幹網共同管理使用(由國網中心主要維運)
- **雙網共構光網路**，共享資源



100G學研網路特色

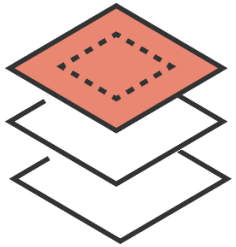
國家實驗研究院
NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

創新
『異地雙中心』
光網路架構

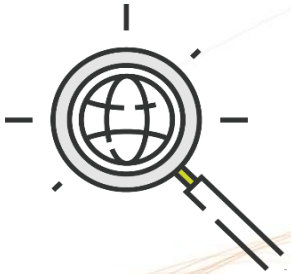


TWAREN / TANet
互連備援架構

提供
『多層次』
網路服務



搭配SDN技術
與全球學研網
接軌



100G學研網路特色

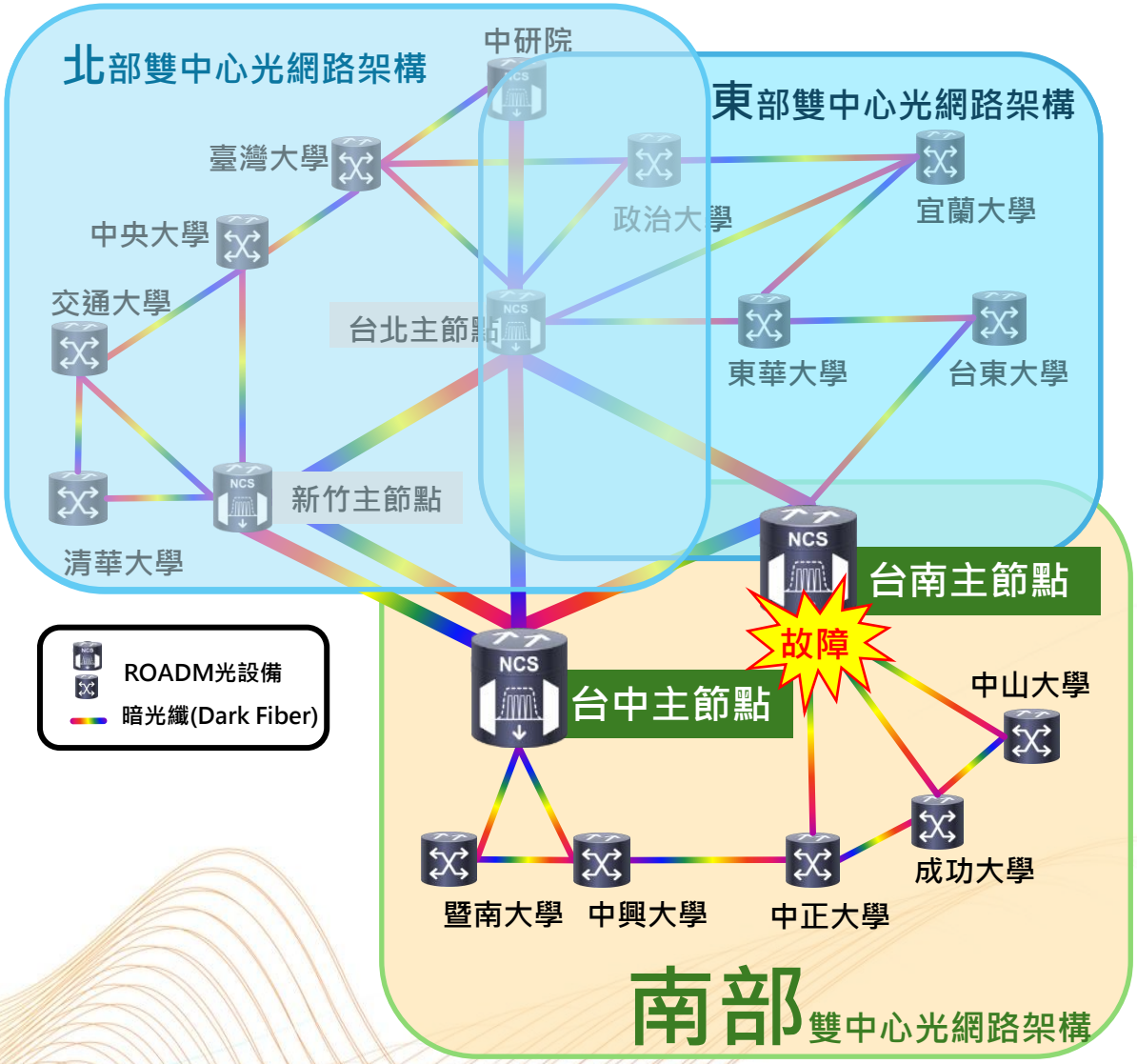
國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

創新『異地雙中心』光網路架構

具高容錯特性

任一主節點故障不影響區域連線

提升網路可用率



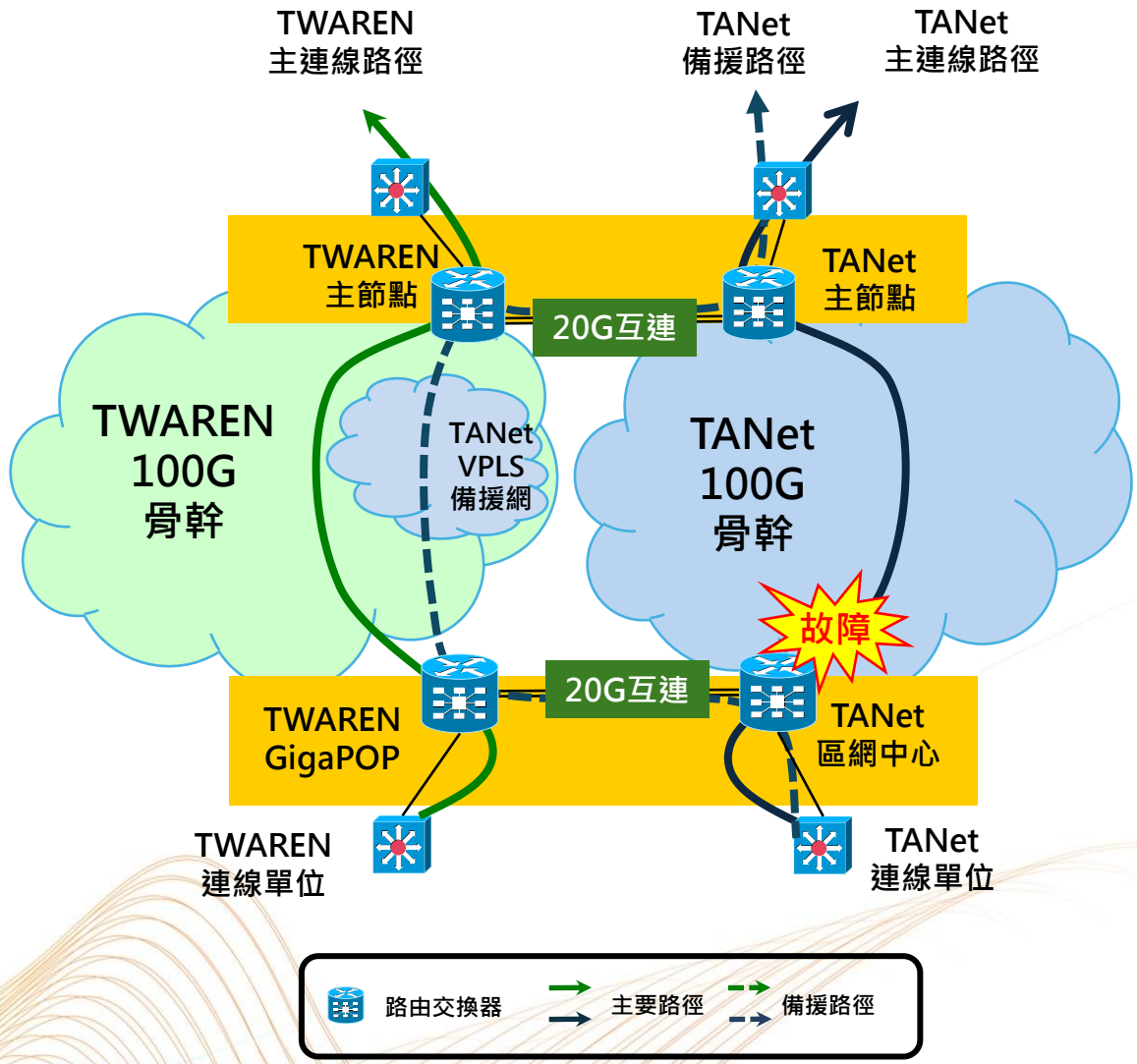
100G學研網路特色

TWAREN / TANet 互連備援架構

雙網各節點20G互連

使用VPLS VPN相互備援

提升網路可用率



100G學研網路特色

提供『多層次』網路服務

可支援各類網路應用

- **網路層**

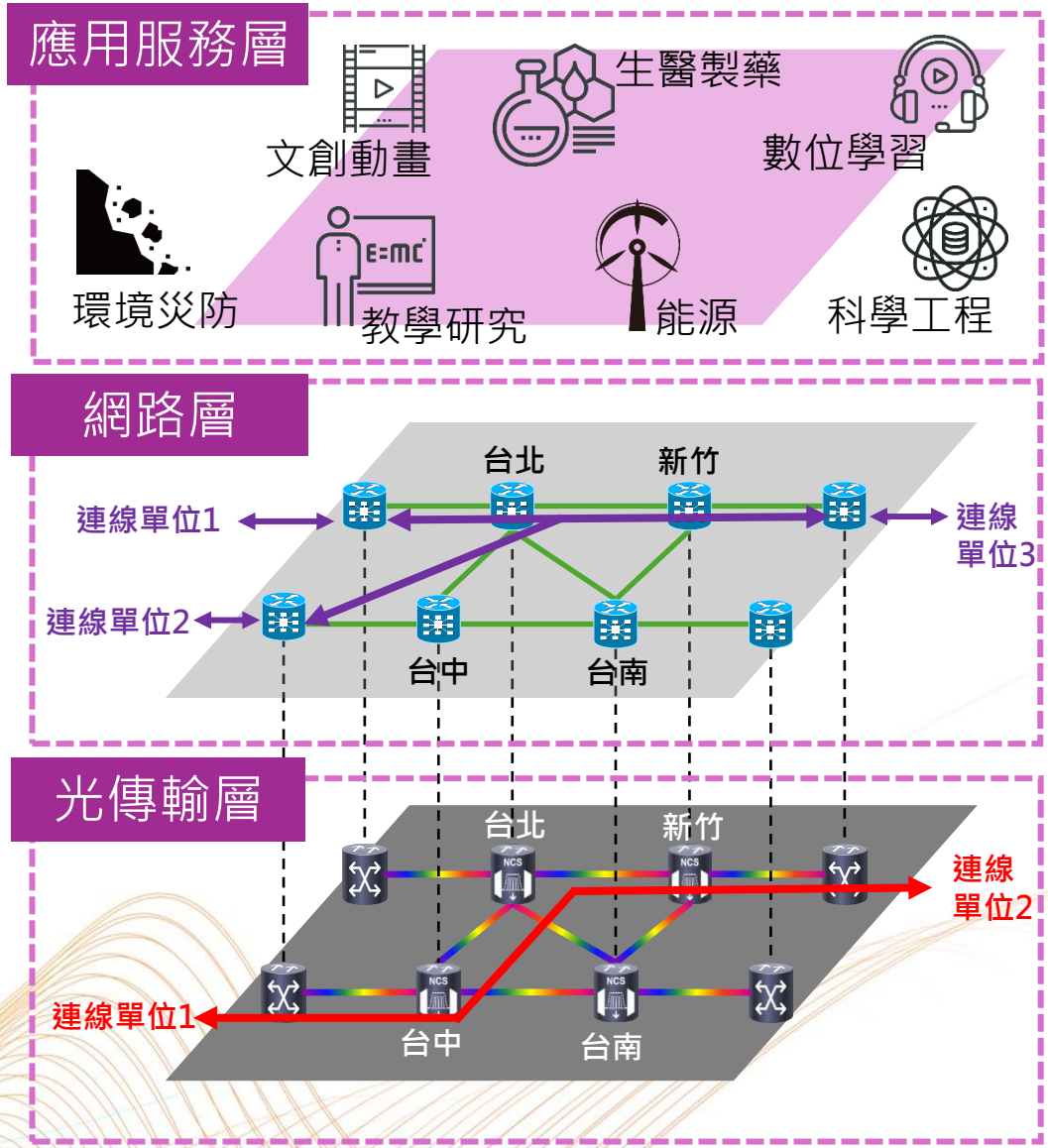
提供 多點對多點 VPN網路服務
提供Internet2國際研網路由轉訊服務

相當於在高速公路上建立高乘載通道，並提供多個交流道

- **光傳輸層**

提供 點對點 專屬獨立大頻寬
提供學術研究、特殊計畫
例如: 跨校駭客攻防、大資料傳輸

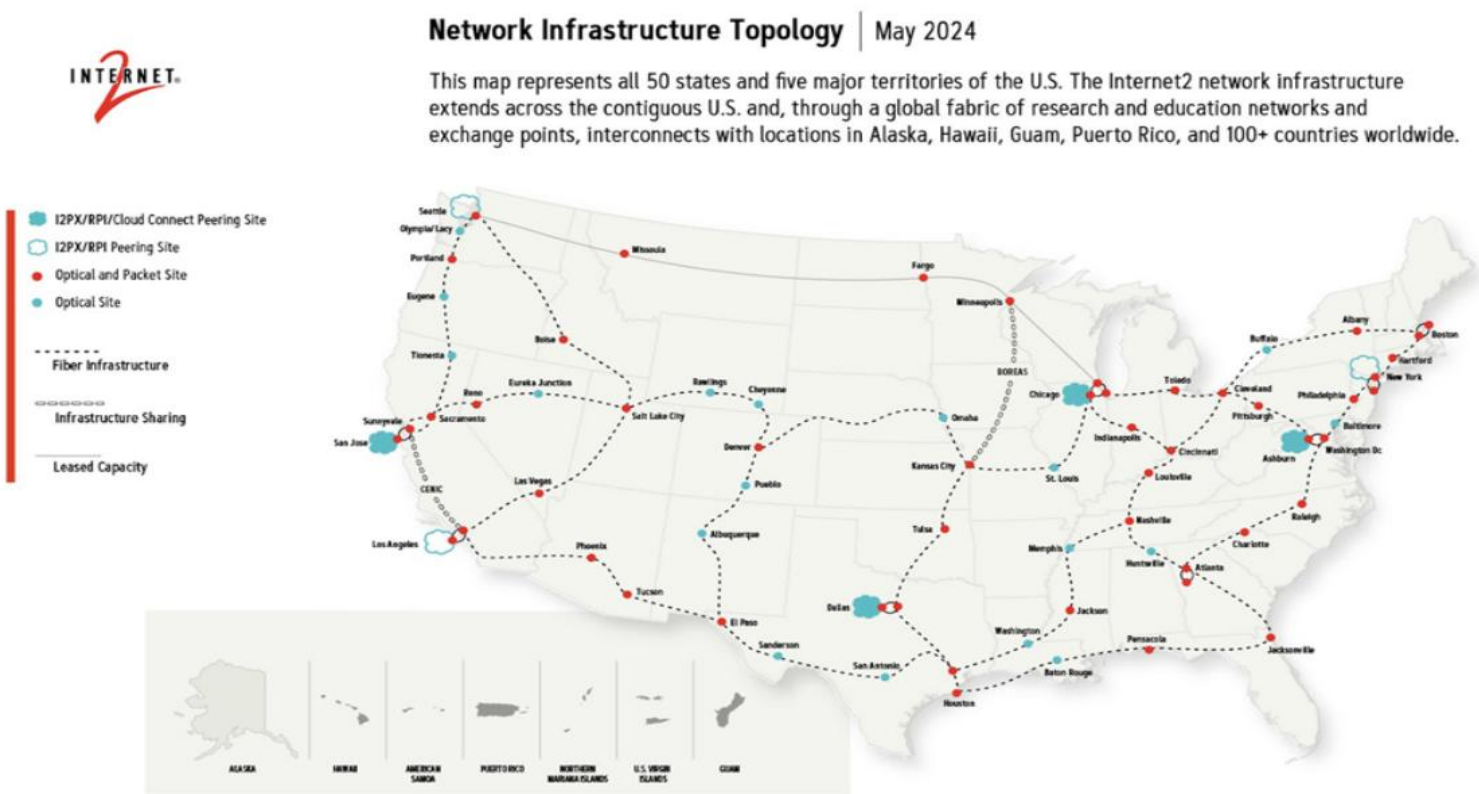
相當於依需要隨時可在任兩地建立一條專用的高速公路



國際學術研究網路NREN
400G骨幹發展現況

美國-國際研網Internet2

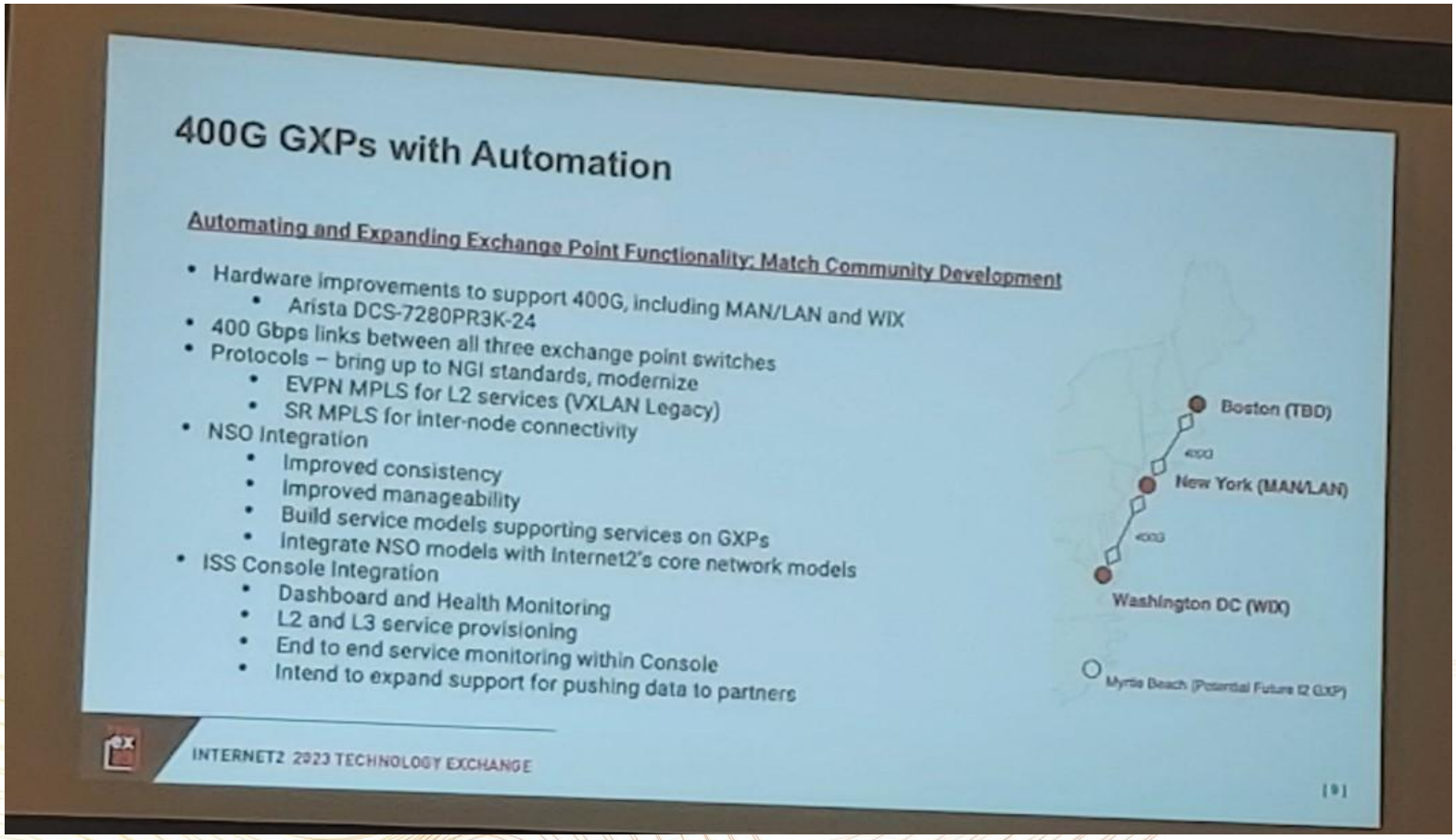
- Internet2 是美國主要的學術研究網路，連達全美主要大學、研究機構、社區大學及各地公共圖書館，並與全世界主要國家學術研究網路相連。不僅是美國主要的學術網路骨幹，同時也是全世界學術研究網路交換訊務的樞鈕。



資料來源: https://internet2.edu/services/layer-1/

美國-國際研網Internet2(cont.)

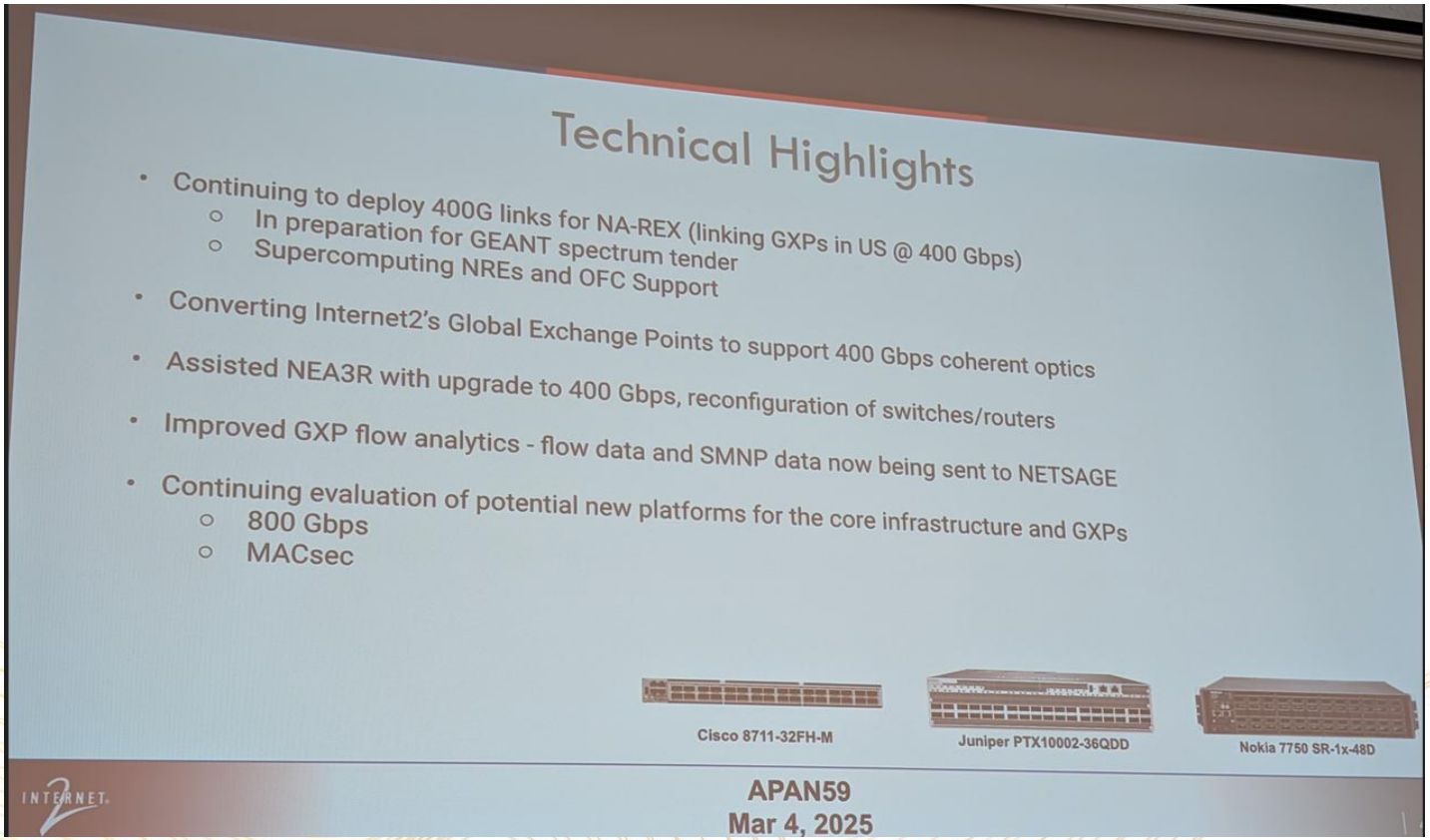
- Internet2骨幹網路部份節點GXP(MANLAN及WIX節點)設備擴充至支援**400G**高速連線，在NGI網路協定(protocol)則提供**EVPN** MPLS L2 Services及**SR MPLS**



資料來源：2023 Internet2 Technology Exchange 國際研討會簡報

美國-國際研網Internet2(cont.)

- **北美學術研究網路NA-REX** (North America Research and Education Exchange)和 Internet2 **在 400G 和 800G** 網路基礎架構的升級與擴展工作，包括支援超級計算、改善流量分析，以及加強安全性（MACsec）。此外，團隊正在測試新的交換設備，以進一步提升網路性能。



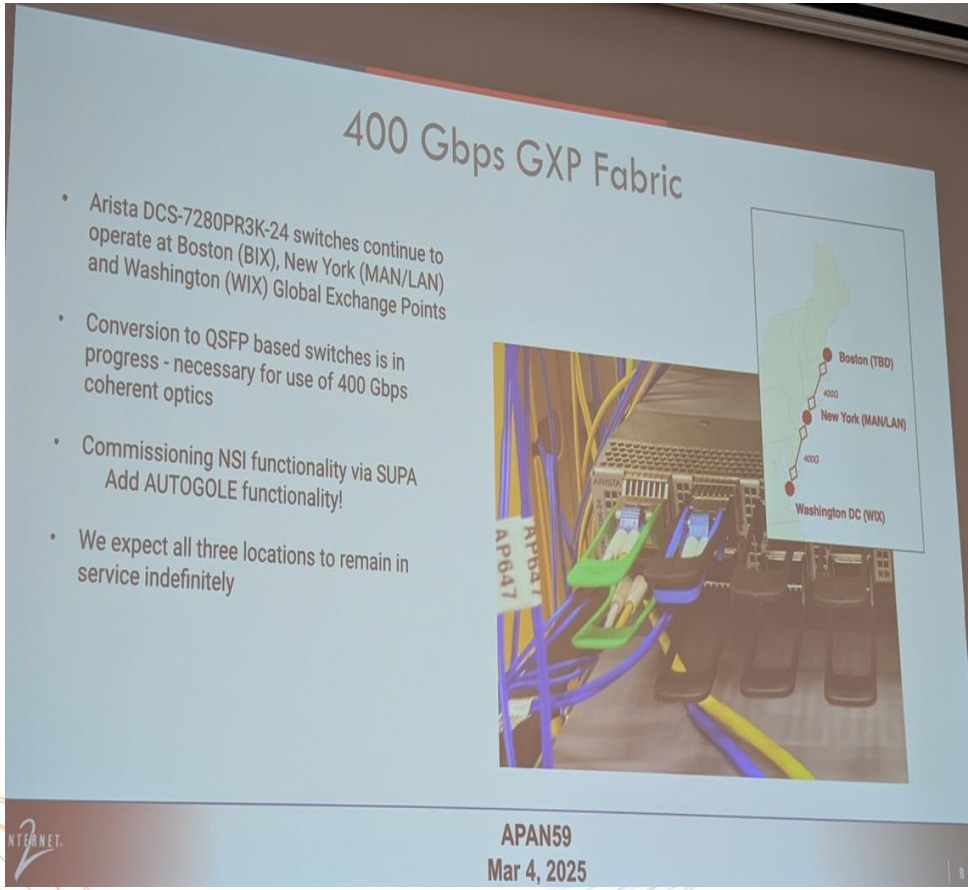
資料來源：2025 APAN59 國際研討會簡報

美國-國際研網Internet2(cont.)

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

■ **美東400 Gbps GXP 網路架構**

- 美東地區的 400G 全球交換點（GXP）基礎設施升級，包括使用 Arista 骨幹交換設備、採用 400G QSFP 相干光學技術。
- 所採用的Arista DCS-7280PR3K-24骨幹交換設備持續在波士頓（BIX）、紐約（MAN/LAN）和華盛頓（WIX）全球交換點運行。
- 目前正在將骨幹交換設備轉換為QSFP（四通道小型可插拔）架構，以支援 400 Gbps 相干光學技術。

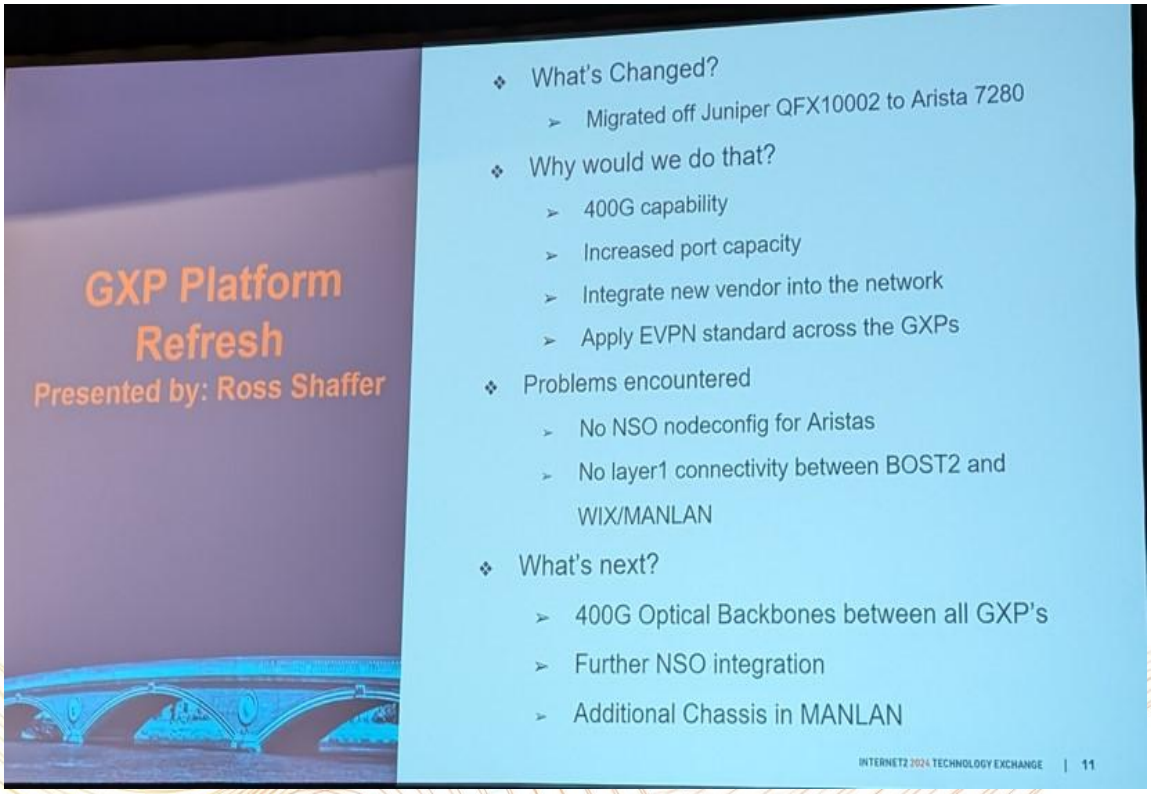


資料來源：2025 APAN59 國際研討會簡報

美國-東北研究和教育網路NEREN

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

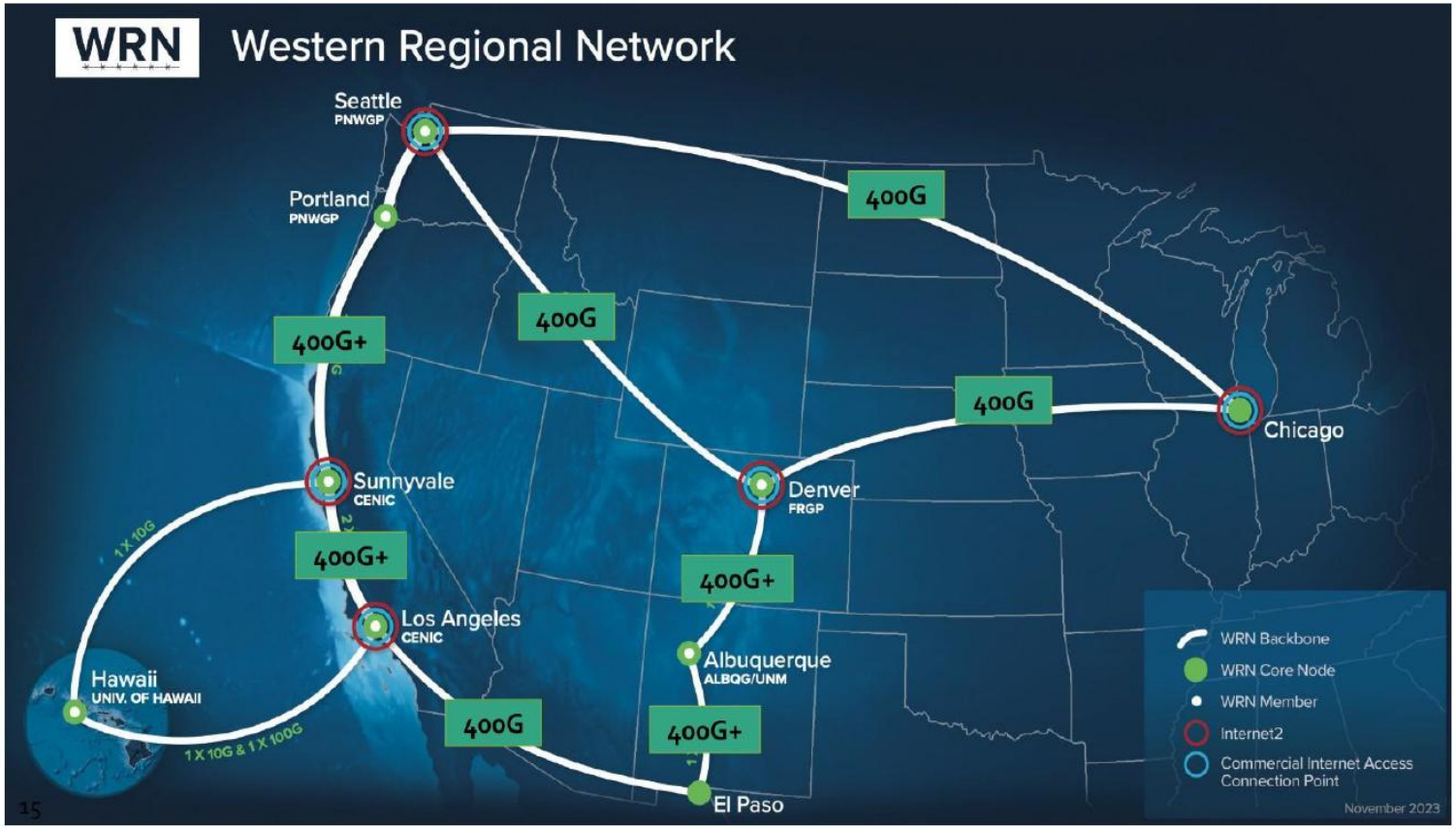
- **美國東北研究和教育網路NEREN**的400G骨幹GXP Platform及EVPN發展方向 ，包含：(1) 從舊的 Juniper 設備轉向 Arista 7280，可以支援更高的 400G 網路速度，並導入 EVPN 技術標準，實現更靈活的 Layer 2 虛擬網路、**(2)支援400G 功能**、(3)提升設備連接埠容量、(4)將新供應商整合到網路中、(5)在所有 GXP 節點中**採用 EVPN（Ethernet VPN）標準**、(6) 加強 400G 光學骨幹，提升網路規模。



資料來源：2024 Internet2 Technology Exchange 國際研討會簡報

美國-西部研究教育網路WRN

- 美國西部區域網路WRN(Western Regional Network)是一個跨州網路，旨在為研究、教育和相關用途，提供先進的高速網路
- 下為為WRN 400G網路架構



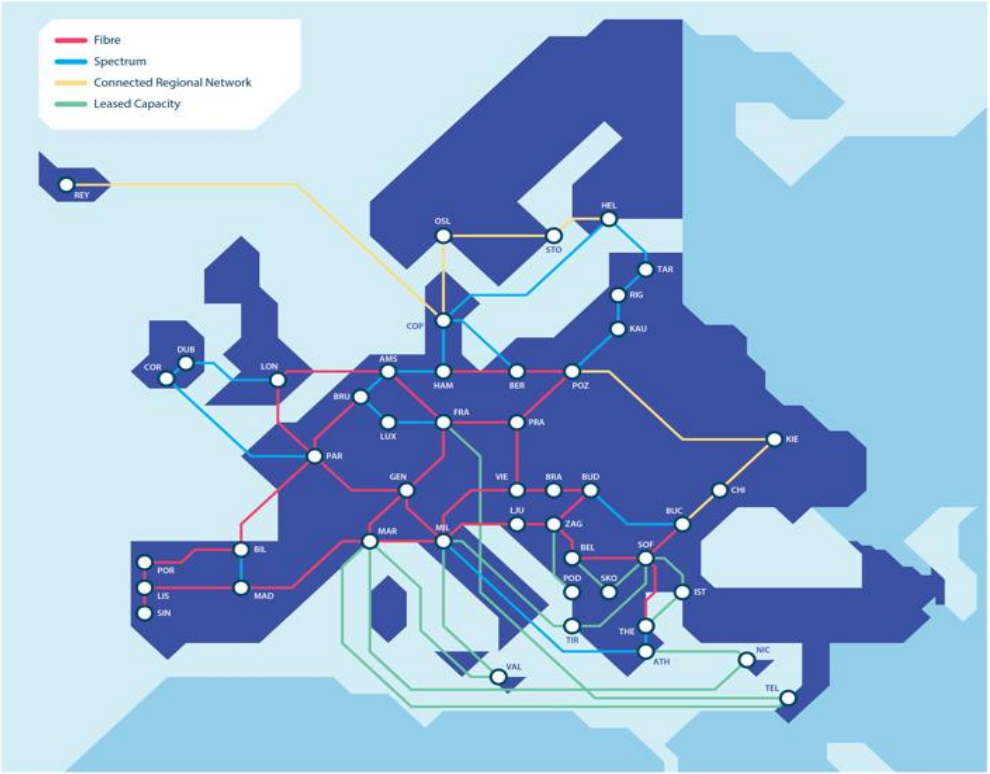
＊圖片取自 The 5th Global Research Platform PacificWave update投影片

泛歐學術研究網路GEANT

- GEANT為橫跨歐洲諸國最重要的泛歐學術研究網路，提供歐洲各國學術研究網路彼此連接及交換訊務，並對外與美國、南非、東亞等地相連接

GÉANT

The GÉANT network interconnects Europe's NRENs and provides onward connectivity to regional networks worldwide. Enabling the most important scientific discoveries, it is essential to Europe's research and education communities.

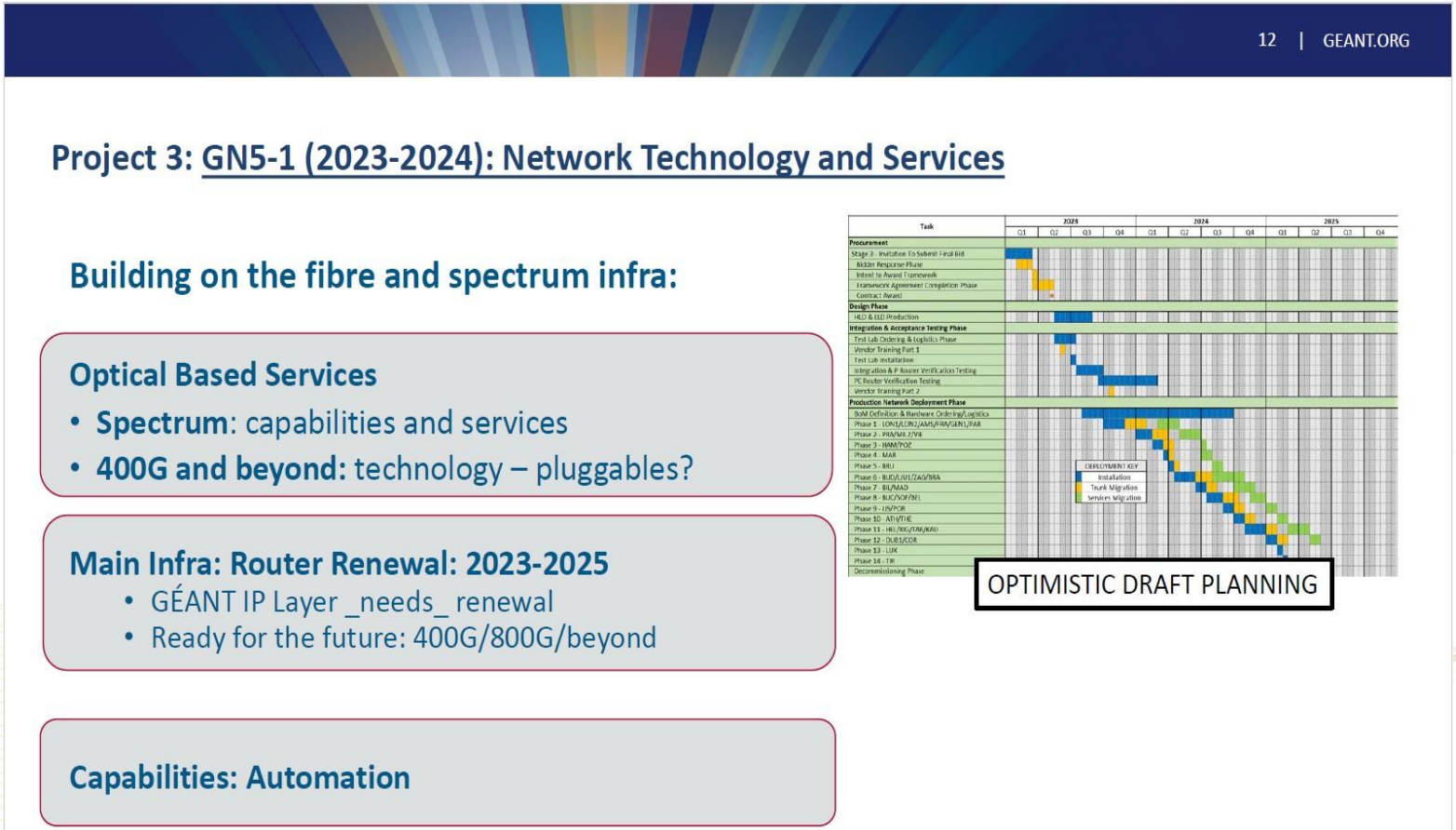


資料來源: https://geant.org/

泛歐學術研究網路GEANT(cont.)

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

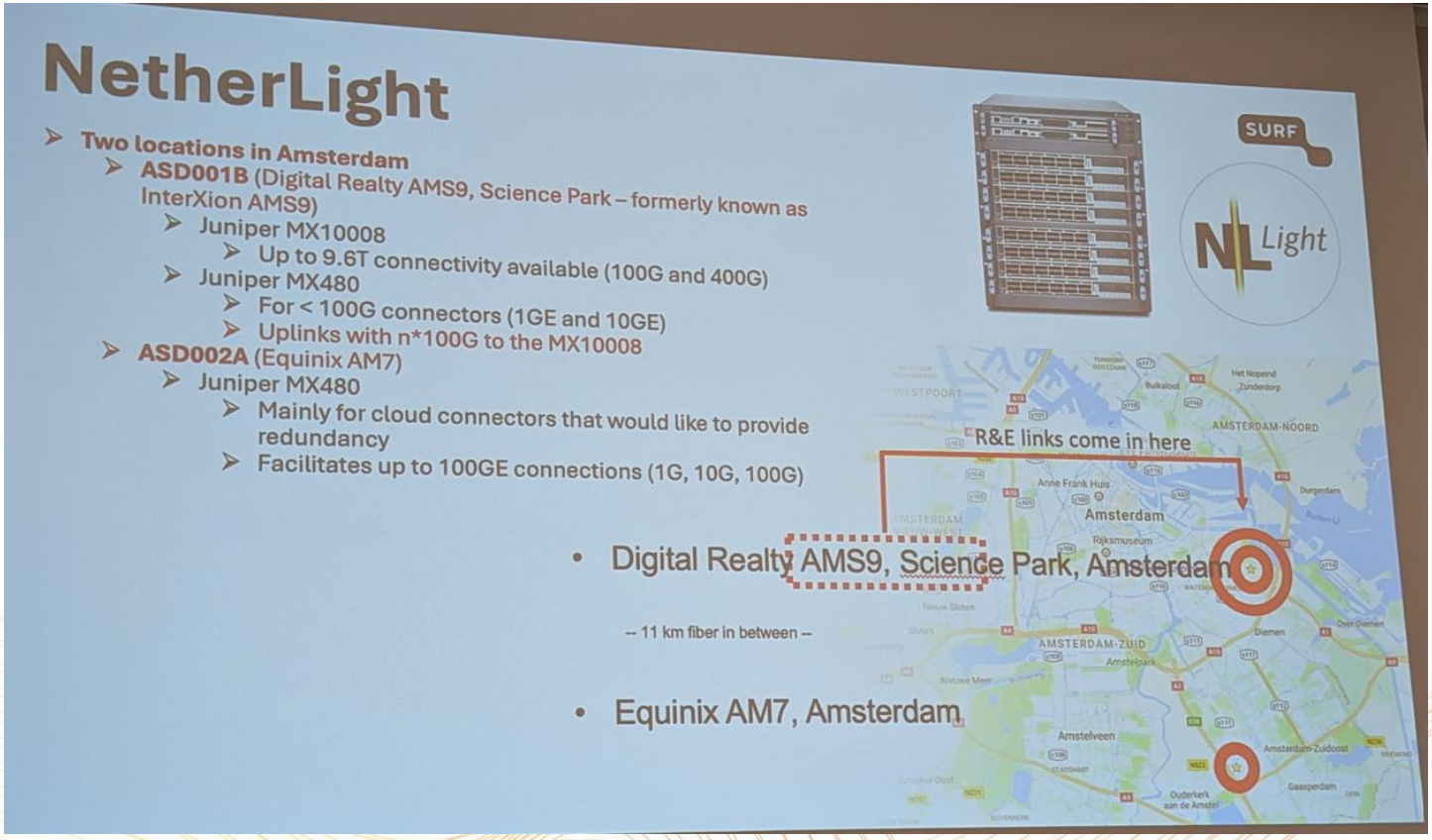
- GEANT在GN-5-1(2023~2024)計畫，規劃考量的網路技術及服務，包含規劃建置採用**400G** Router設備來提供IP/MPLS層服務，設備並考量具備**400G/800G的未來擴充能力**，並具備Automation自動化功能。



資料來源：2024 Internet2 Technology Exchange 國際研討會簡報

歐洲-荷蘭研網SURFnet/ NetherLight

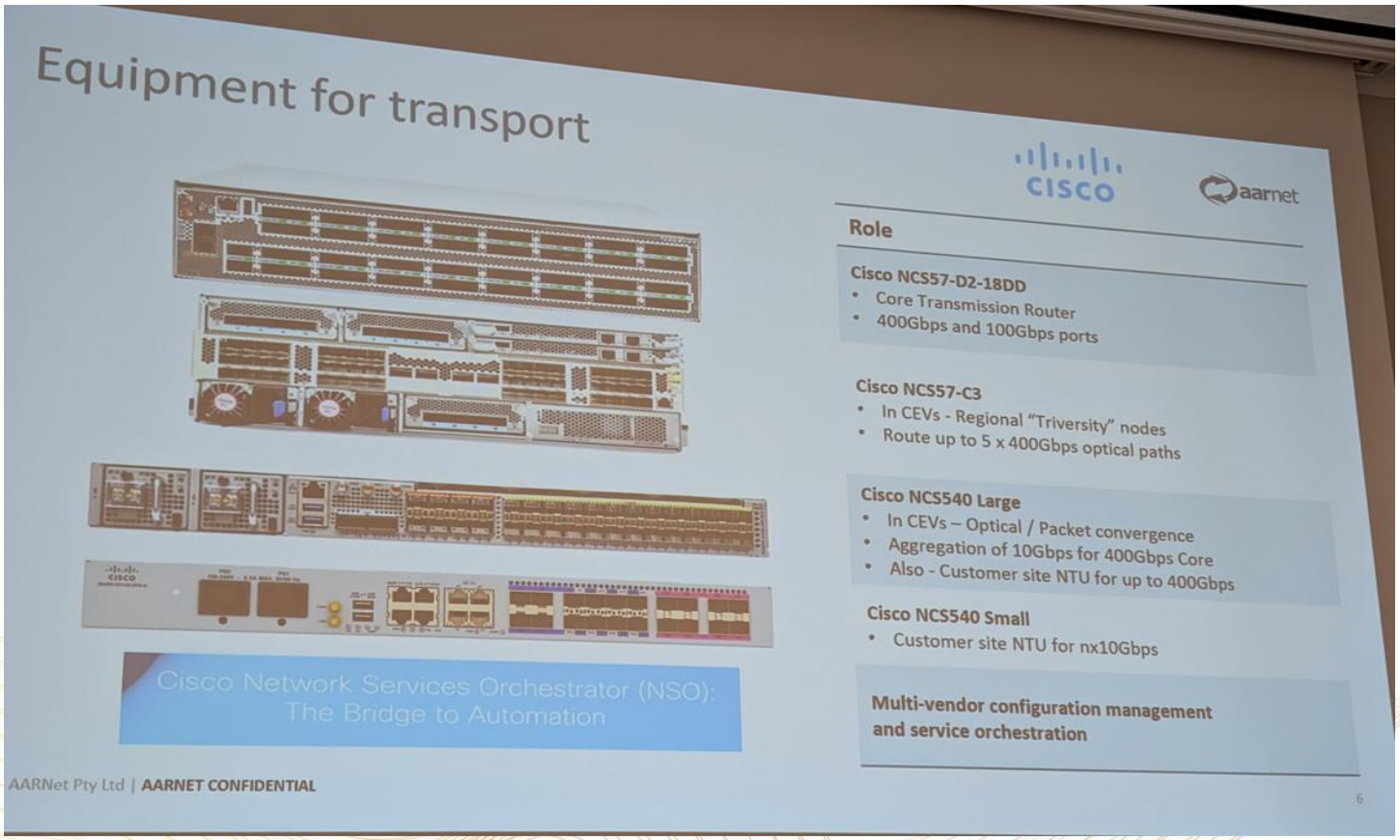
- **荷蘭研網SURFnet/NetherLight** 在阿姆斯特丹擁有兩個主要的數據中心（AMS9 和 AM7），提供高容量網路連接。
- 骨幹設備可提供最高 9.6T 的**連接能力（100G 和 400G）**
- **可提供的連線介接（1G、10G、100G）**



資料來源：2025 APAN59 國際研討會簡報

澳洲學術研究網路-AARNet

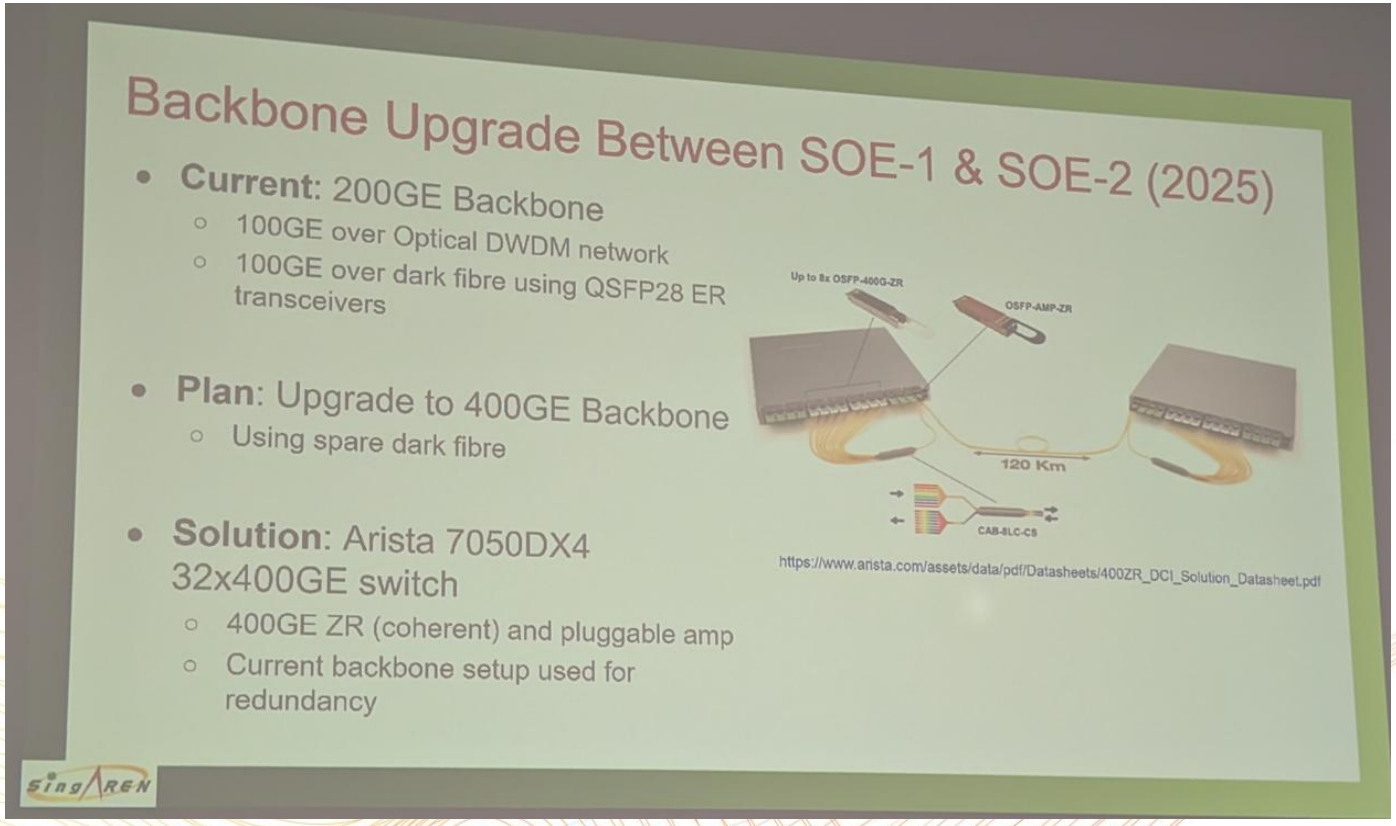
- **澳洲學術研究網路AARNet**使用Cisco 的核心傳輸設備，包括 NCS57 和 NCS540 系列。這些設備主要用於高速 光學與數據傳輸，**支援 100Gbps 至 400Gbps 的連接**，並可用於 數據中心、遠端設備站點（CEVs）與客戶端站點。



資料來源：2025 APAN59 國際研討會簡報

新加坡研網SingAREN

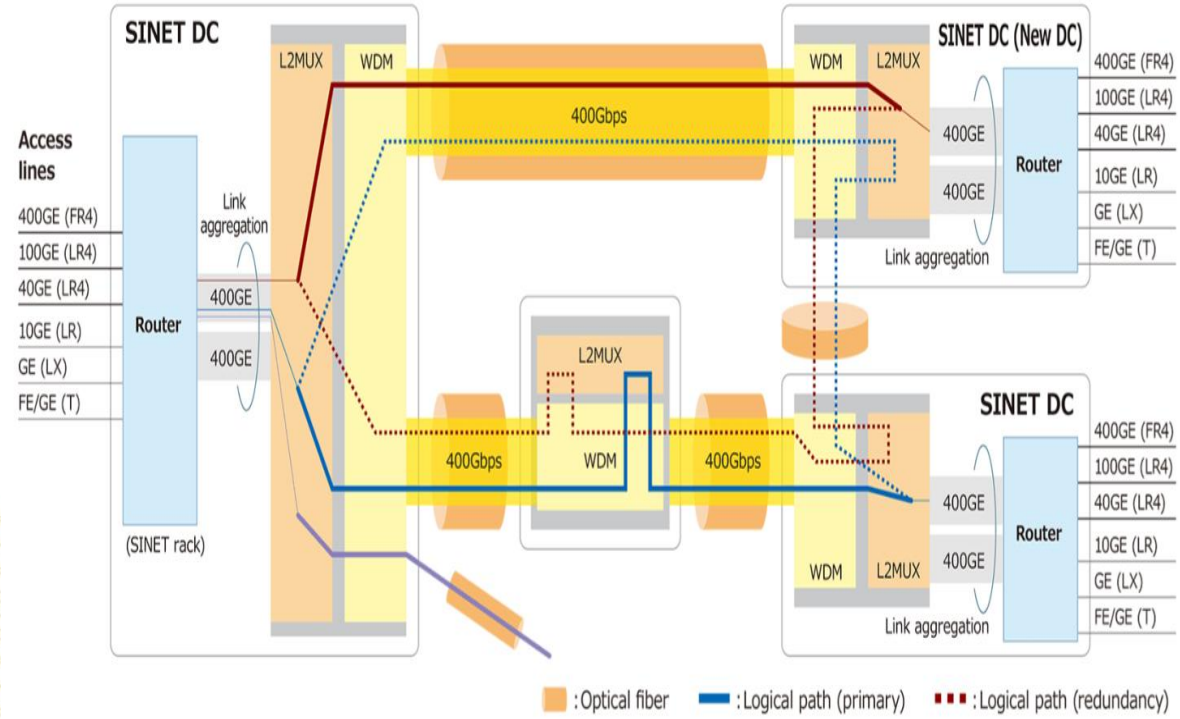
- **SingAREN（新加坡研究和教育網路）**是新加坡的國家研究和教育網路
- SingAREN 開放式網路交換中心 (SOE) 將新加坡的研究和教育界與包括亞洲、澳洲、歐洲和美國在內的國際研究和教育網絡連接起來
- 目前 SOE-1 與 SOE-2 之間使用 200GE骨幹網，透過 DWDM光網路與暗光纖 進行 100GE 傳輸。**計劃在 2025年升級為400GE骨幹網**。



資料來源：2025 APAN59 國際研討會簡報

日本-科學資訊網路SINET6

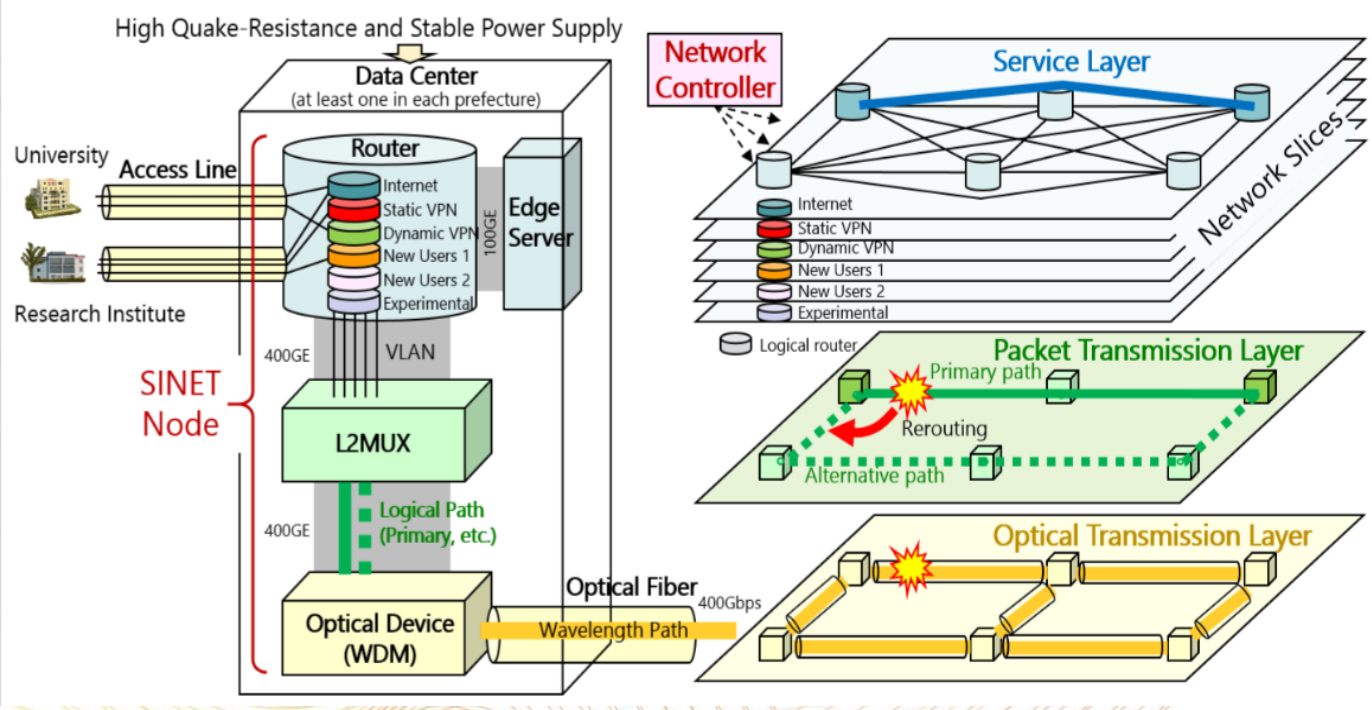
- **科學資訊網絡（SINET）**是由日本國立資訊研究所（NII）建立和運營的資訊和通訊網路，作為日本各地大學和研究機構的科學資訊基礎設施
- 路由器：透過兩個已聚合的 **400Gbps** 連結連接到 L2MUX，並平衡流量。路由器將邏輯路由器與 VLAN 連接起來
- L2MUX：透過 400 Gbps 線路與 WDM 連接，並透過邏輯路徑與另一個 L2MUX 連接
- WDM：透過 400 Gbps 波長路徑與另一個 WDM 連接



資料來源: https://www.sinet.ad.jp/en/aboutsinet-en/architecture

日本-科學資訊網路SINET6

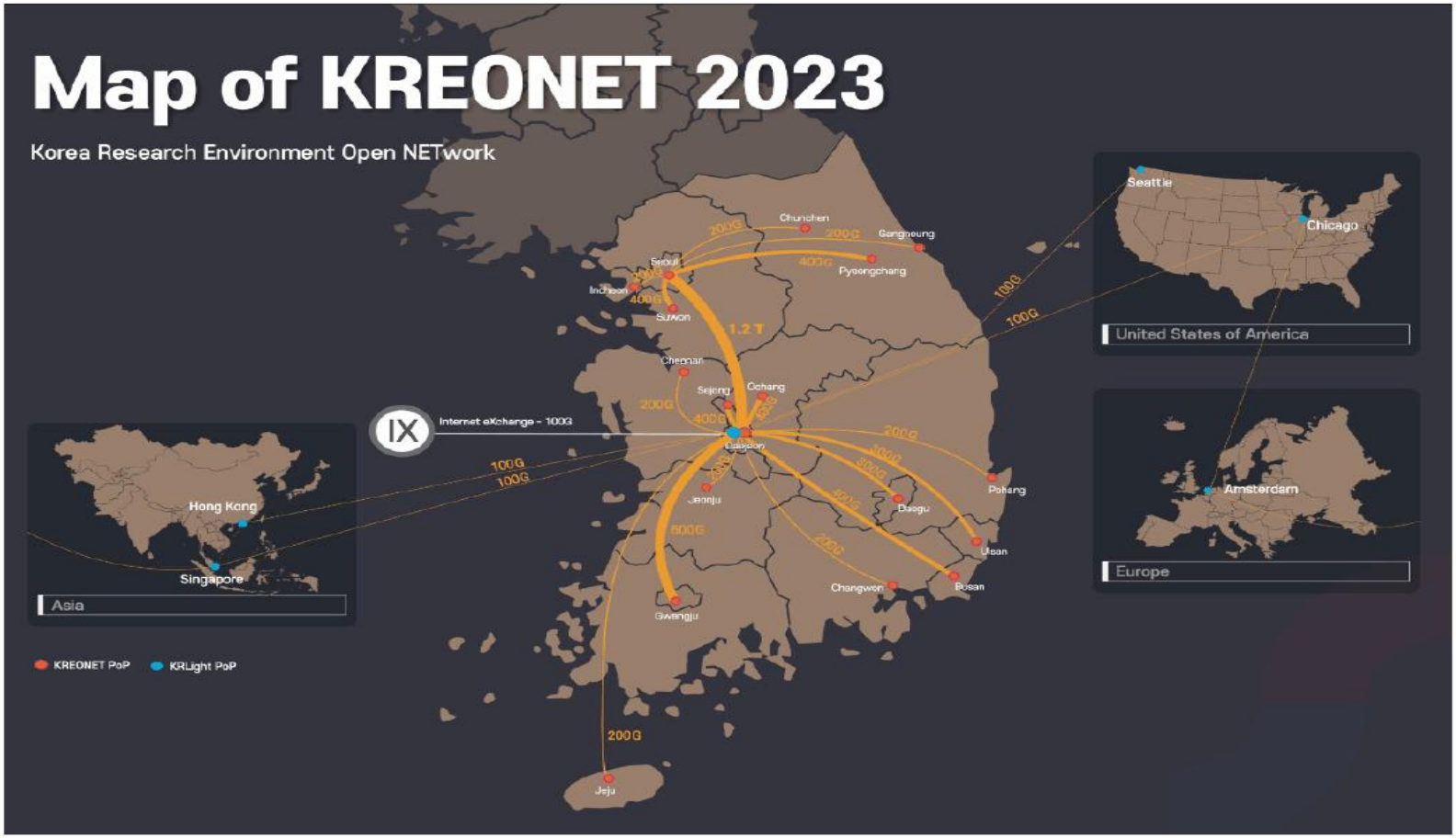
- 路由器的**服務層**由**多個邏輯上分離的網路切片**（邏輯系統（LS））組成，以實現高安全性。
- IP雙切片：提供IPv4/IPv6網路連線服務
- 靜態 VPN 切片：設定 L3VPN、L2VPN、VPLS、虛擬大學 LAN 等
- 動態 VPN 切片：按需設定 L2VPN、VPLS 等
- 演示評估切片：用於測試先進技術



資料來源: https://www.sinet.ad.jp/en/aboutsinet-en/architecture

韓國學研網KREONET

■ **韓國學研網KREONET**，近幾年亦大幅拓展其骨幹頻寬至**光網路600G** 及**IP 網路400G** 的規模，如下圖所示。其中首爾至大田的主要骨幹頻寬更高達1.2 Tbps 之譜。



＊圖片取自 The 5th Global Research Platform KREONET update 投影片

新世代國內學研網400G骨幹建置規劃

新世代國內學研網400G骨幹建置規劃

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

- 100G骨幹設備汰換緣由
  - TANet/TWAREN 100G骨幹設備已老舊(使用8年以上)、 故障率逐年增加
  - 部份設備已停止銷售(EOS, END OF SERVICE)、終止生命週期(EOL, END OF LIFE)等狀況
  - 教育部與國網網中心共同編列**前瞻計畫**經費(全案約計7.7億元)，共同採購規劃建置**TANet/ TWAREN新世代400G骨幹網路設備**，以持續提供高強韌性骨幹網路供國內學研單位使用

新世代國內學研網400G骨幹建置規劃

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

TANet/TWAREN 新世代骨幹網路規劃建置

(112~114年)

新世代骨幹

設備採購案

(113~114年)

骨幹光纖線路

租用業者光纖

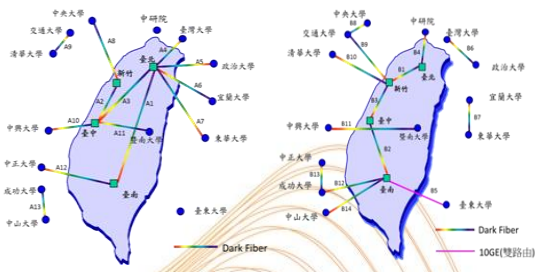
(A、B標)

NCHC自建光纖

(一、二期)

中研院

光纖



113/10/22已決標

(1)建置期

(113/10~114/Q3)

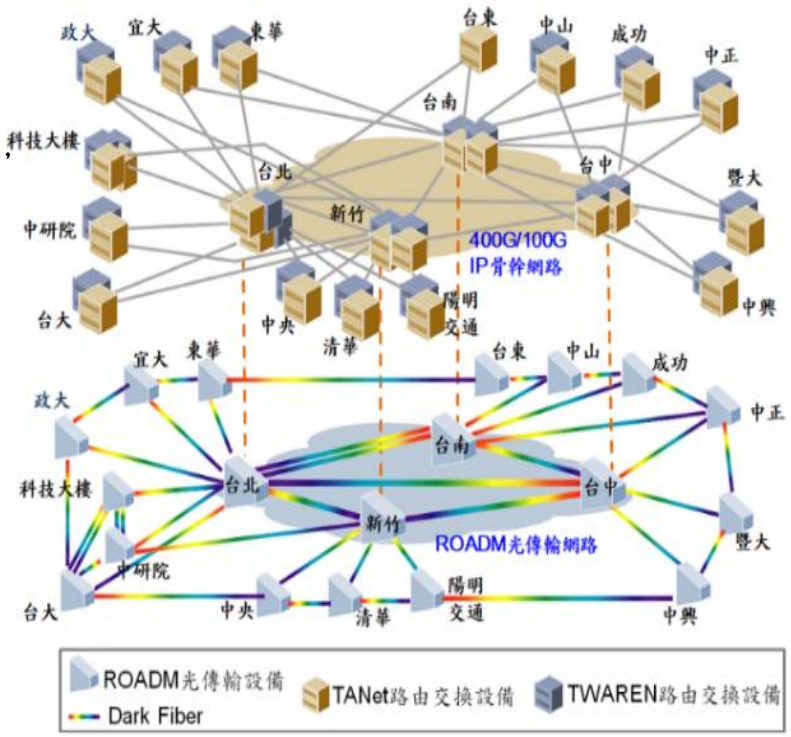
(2)新舊網服務移轉

(待驗收完成後安排時間進行)

新世代國內學研網400G骨幹建置規劃

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

- TANet / TWAREN骨幹網路強韌性提升(具備**高備援性**及**高強韌性**高可用性網路)
  - ROADM光傳輸網路，仍維持雙網共構建置1套光設備
    - 採用**國網中心自建(高鐵)骨幹光纖**及**中研院光纖**，搭配**租用兩家ISP 業者光纖**，學研網路骨幹具備**多路由光纖**備援
  - IP/MPLS骨幹路由交換器， TWAREN及TANet各建置一套
    - **主節點**：雙網各建置2台，**雙機備援**
    - 區網中心/GigaPOP ：雙網至少各建置1台
  - 各區網中心/GigaPOP**異地雙主節點**連線架構
- **骨幹頻寬提升至400G**
  - 主節點間骨幹頻寬: 400G(目前為100G/200G)
  - 各區網中心/GigaPOP至雙主節點頻寬:100G
- 建置TANet / TWAREN網管系統
- TANet 6都(縣市網路中心)提升為DWDM光傳輸光纖連線高頻寬連線架構

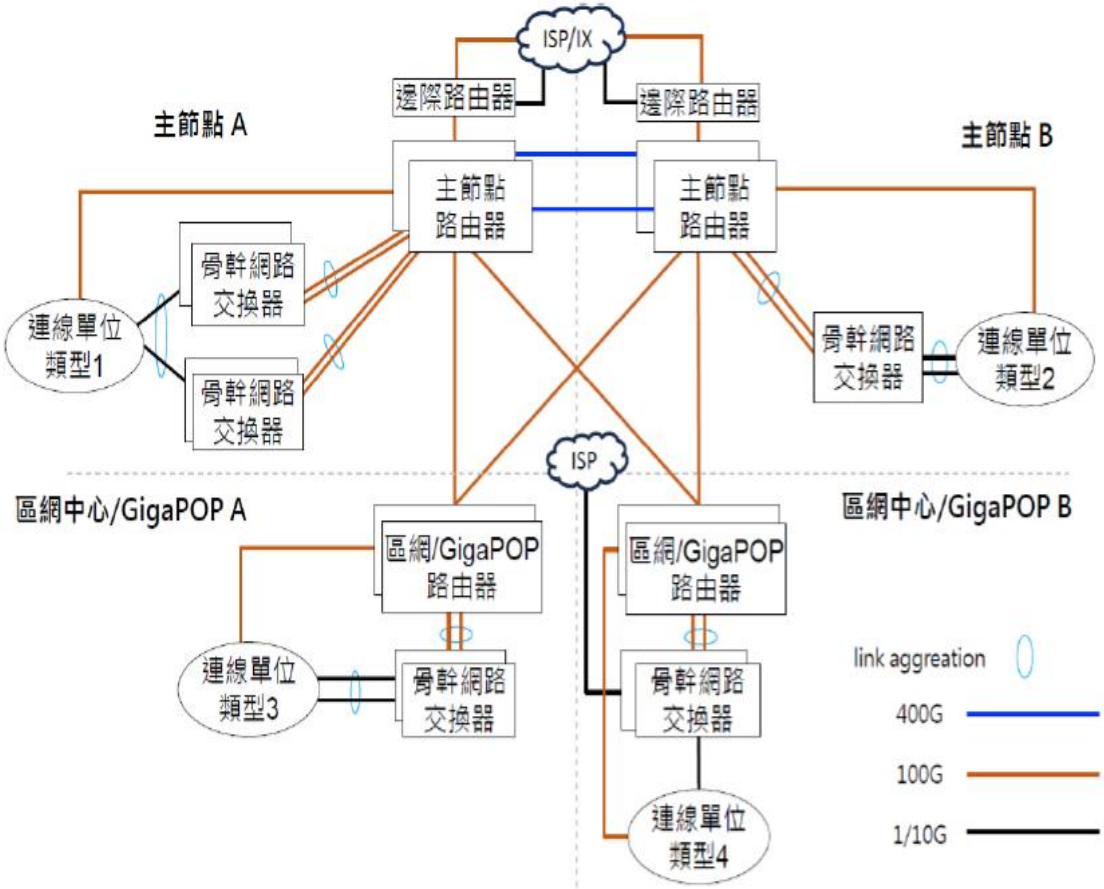


新世代TANet/TWAREN 400G骨幹共構雛形架構

新世代國內學研網400G骨幹建置規劃
- 400G骨幹路由交換設備連線架構

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

- 400G骨幹設備採購及架構規劃設計：
  - **參考國際研網NREN架構**
  - 完成400G**骨幹設備市場研調**
    - 骨幹光傳輸設備及IP/MPLS路由器設備廠商包含：Cisco、Juniper、Nokia、Arista、Ciena等
  - 已於113年Q2完成採購案RFP需求書規格制訂，由教育部辦理骨幹設備採購案招標作業
  - **本案113/10/22決標，建置期為113/10~114/Q3**



新世代400G骨幹路由交換設備連線架構示意圖

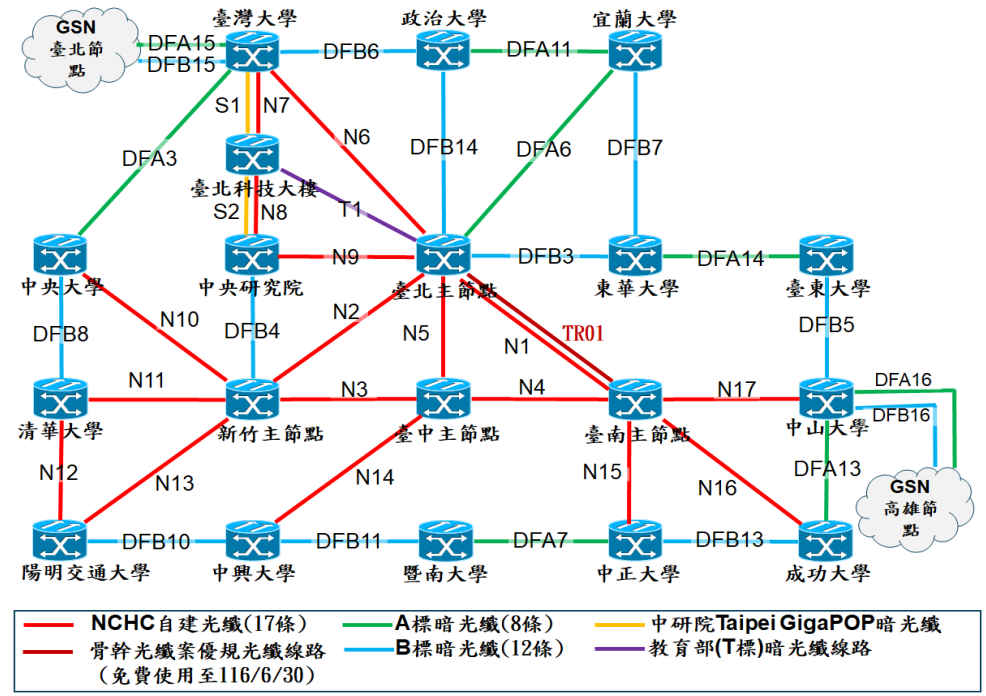
新世代國內學研網400G骨幹建置規劃
-骨幹光纖線路架構規劃

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

- 骨幹光纖線路架構**容錯**及**備援性**規劃：
  - 國網中心自建高鐵骨幹光纖(含第一期、第二期)
  - 中研院支援提供Taipei GigaPOP光纖
  - 搭配租用兩家ISP 業者光纖
  - 透過**多路由光纖線路**形成**高強韌之光纖備援架構**，作為新世代400G骨幹建置規劃使用

國網中心自建高鐵骨幹光纖架構示意圖
(含第一期、第二期)

提供



新世代學研網400G骨幹光纖線路架構

新世代國內學研網400G骨幹建置規劃
-骨幹光傳輸設備規劃建置(1)

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

- ROADM光傳輸設備規劃建置：
  - ✓ 光傳輸設備具備**Colorless**、**Directionless**、**Flex Grid**、**Contentionless**功能，**光波長**與**方向**皆可調整，提升光路由彈性與波長資源利用率，降低波長衝突可能性。
  - ✓ ROADM光傳輸系統具備動態服務配置、**重新光路由恢復(Restore)功能**，可於Dark Fiber線路故障時依據整體網路資源智能地選擇合適的替代路由與波長恢復兩端點間連線，這種**1+R光層保護**和**恢復機制**，可提升自動化與網路穩定性。

設備功能項目	功能優點說明
Colorless	允許任何光波長的光訊號都可透過任一埠 Add/Drop，不需物理調整
Directionless	允許光通道可從任意方向 Add/Drop、不受物理方向限制
Flex-Grid	允許依據需求動態配置光頻寬度，更細緻頻譜分配，提升頻譜利用率
Contentionless	允許多個相同波長的訊號同時從不同方向 Add/Drop，不會產生波長衝突

ROADM光傳輸設備功能說明

Step1 故障偵測	ROADM節點或控制平面偵測到某條光路故障（如光纖斷、傳輸設備失效）
Step2 通報控制平面	通報 WSON 控制平面（如GMPLS或Path Computation Element, PCE）進行路徑重計算
Step3 路徑重計算	控制平面計算出可行之備援路徑，包含方向與可用波長
Step4 ROADM重配置	將新的波長與方向資訊下達至各ROADM節點，自動調整連接狀態
Step5 光路徑恢復	完成光路重建，恢復原業務資料傳輸

圖2.1.2 ROADM故障偵測及自動光路徑恢復流程說明

新世代國內學研網400G骨幹建置規劃
-骨幹光傳輸系統規劃建置(2)

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

■ ROADM Restore運作機制：

- ✓ 當電路主要路徑中斷時，ROADM Restore運作機制為「**最佳路徑**」，會優先選擇經過最少節點的路徑作為備援路徑，若備援路徑所經過之**節點數**相同時，再以**路徑長度總和**作為次要選擇的依據。
- ✓ 圖1以成功大學至臺南主節點為例，當主要線路Working Path N16中斷時，備援線路有兩條路徑可以選擇，備援路徑Backup Path A(經過中山大學ROADM設備及中繼機房OLA光放大器共2個節點，備援路徑Backup Path B(經過中正大學ROADM 設備及中繼機房OLA光放大器總計亦為2個節點)，唯N17與A13路徑長度加總(157Km)短於N15與B13路徑長度加總(186Km)，因此，Restore備援路徑會優先選擇備援路徑Backup Path A。

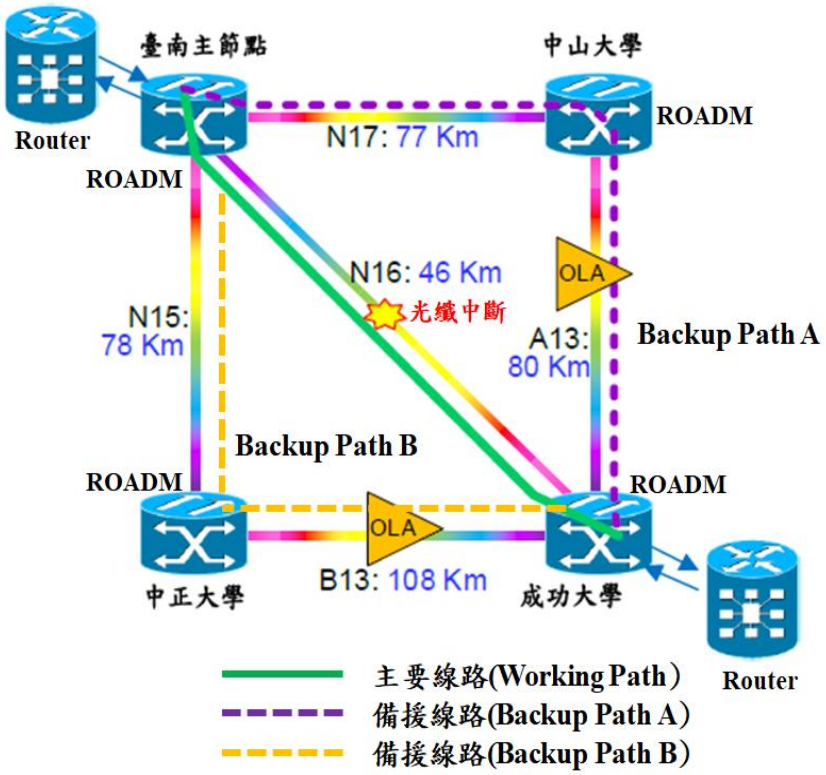


圖1 光傳輸網路系統Restore運作圖例

新世代國內學研網400G骨幹建置規劃
-IP/MPLS骨幹網路規劃建置(1)

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

- 已完成建置架構規劃，具備**超高頻寬(Tera等級)**、**高強韌性**特色
  - ✓ 主節點之間頻寬由100G/200G擴充至**1.6T(1600G)**
  - ✓ 各GigaPOP至雙主節點頻寬由100G(10Gx10)擴充至**1.6T(800Gx2)**
  - ✓ 各GigaPOP(含科技大樓節點)**異地雙中心**、**雙線路**備援架構
  - ✓ **全網各節點**(含4個主節點、12個GigaPOP、科技大樓節點) **雙機HA高備援**架構

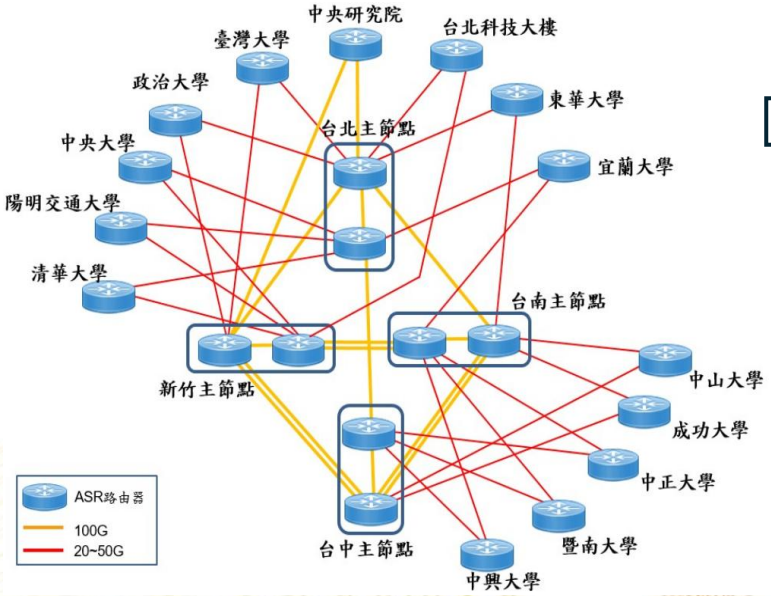


圖1、TWAREN100G骨幹網路架構(現有架構)

頻寬、韌性全面提升

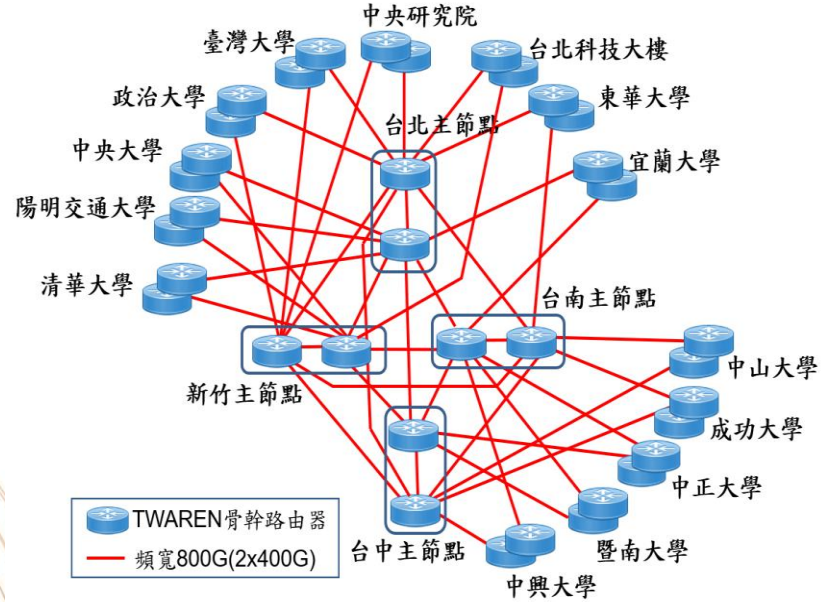


圖2、TWAREN新世代骨幹網路架構(新架構)

新世代國內學研網400G骨幹建置規劃
-IP/MPLS骨幹網路規劃建置(2)

- IP/MPLS骨幹網路規劃建置：
  - 主節點、GigaPOP之骨幹路由器以兩路400Gbps，合計800Gbps頻寬方式與另一節點骨幹路由器對接
  - 利用「鏈路聚合控制協議」（LACP：Link Aggregation Control Protocol）的功能，將兩個400Gbps的頻寬綁定成單一介面，以達成800Gbps交換速度，而800Gbps的流量會平均分散於兩個400Gbps電路介面上，取得負載平衡
  - 各GigaPOP分別以800G頻寬連線至兩個主節點

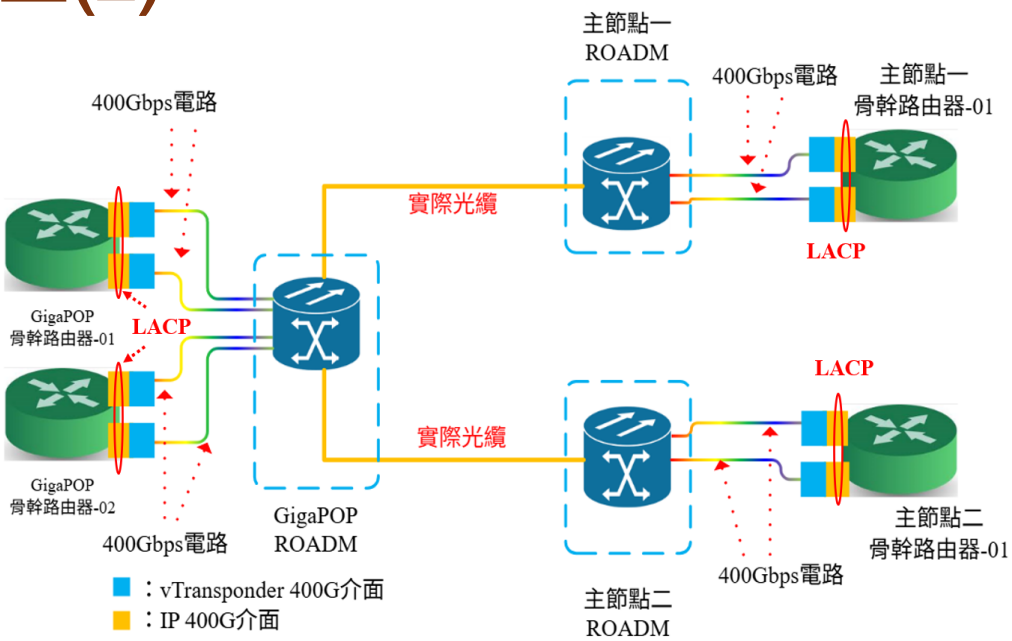


圖1 GigaPOP至雙主節點IPoDWDM電路架構示意圖

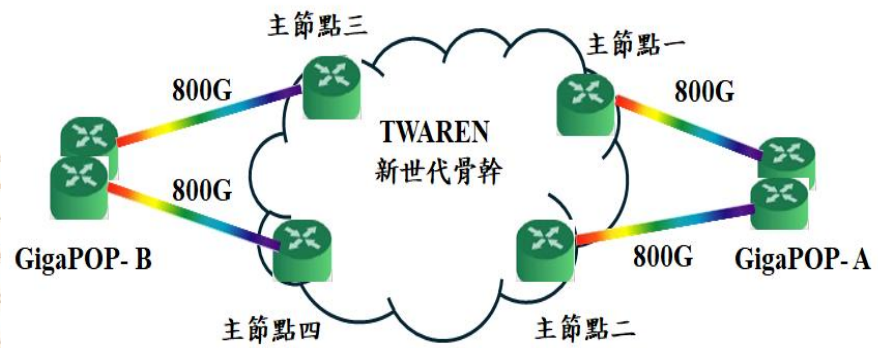


圖2 GigaPOP連線至雙主節點架構示意圖

新世代國內學研網400G骨幹建置規劃
-IP/MPLS骨幹網路規劃建置(3)

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

- IP/MPLS骨幹網路規劃建置：
  - 以Segment Routing(SR)取代傳統MPLS，SR是新一代的IP/MPLS路由技術，具備以下優點:
    - ✓ 可簡化網路操作與除錯
    - ✓ 提升可擴展性與靈活性
    - ✓ 提升網路可視性
    - ✓ 支援 TI-LFA 快速切換 Fast Reroute功能，主路徑上的某個鏈路或節點發生故障時，50毫秒(ms)內將流量快速切換到備用路徑(切換後的路徑是「無迴圈」
  - 新世代EVPN服務將取代舊網VPLS服務
    - ✓ 改善原本舊網VPLS無法Multi-Homing的問題
    - ✓ 更容易負載平衡，因為EVPN的Multi-Homing是採用Per-Flow的方式運行，因此在雙線雙PE採用Active-Active架構時，可以使流量分散於不同的PE線路上，更有效的頻寬應用

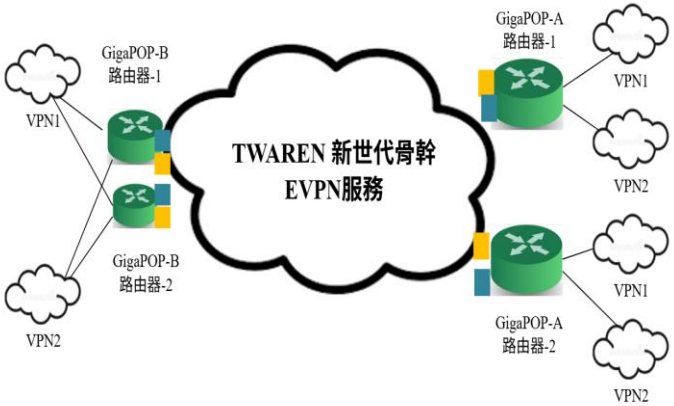


圖1 新世代骨幹EVPN服務應用架構

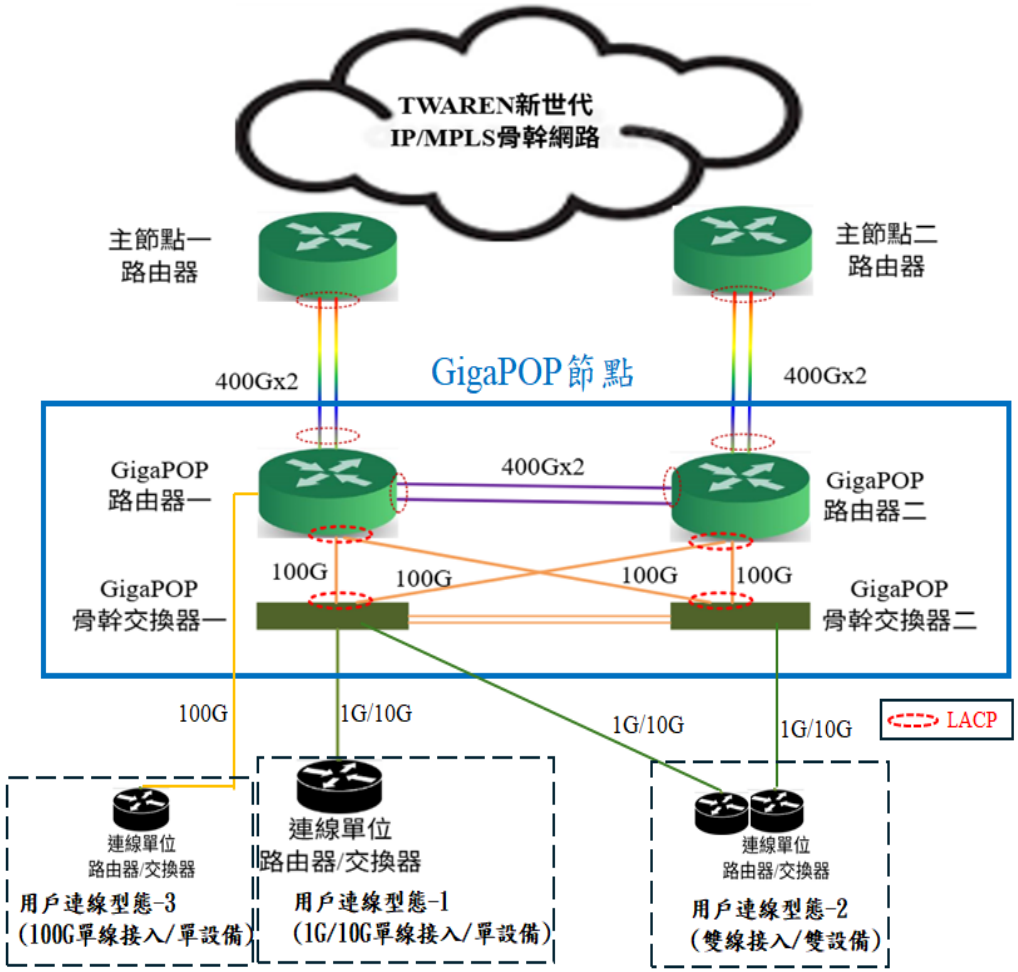
比較項目	EVPN(L2VPN)	VPLS(傳統 L2VPN)
支援度	Multihoming 支援雙 PE 易擴充與分散	Single Homing 只支援單 PE
應用場景	E-Line、E-LAN、E-Tree	VPLS VPN

表1 EVPN與VPLS比較表

新世代國內學研網400G骨幹建置規劃 -GigaPOP 節點連線單位連線介接架構

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

- 骨幹設備
  - TWAREN**骨幹路由器**:
    - ✓ 各GigaPOP節點2台路由器、可提供100G連線介接
  - TWAREN**骨幹連線交換器**:
    - ✓ 各節點2~4台、提供1G/10G連線介接
    - ✓ 骨幹交換器採跨機箱式LACP技術，可同時達成HA與負載平衡需求
    - ✓ 骨幹交換器可承載上行400G之流量負載



新世代國內學研網400G骨幹建置規劃
-TWAREN/TANet雙網互為備援架構

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

- 雙網互為備援架構規劃建置：
  - 主節點以400G線路串接TWAREN及TANet骨幹路由器
  - 區網中心/GigaPOP各以4條100G線路串接TWAREN及TANet骨幹路由器
  - 雙網各自預先設定L2VPN備援網路互為備援
  - TWAREN與TANet的相互備援的前提條件是，雙網所共構之光傳輸網路(ROADM)仍為正常運作，但其中一個區網中心/GigaPOP之對所有節點皆無法其主節點對外連線時，才會啟動此一緊急通道的使用

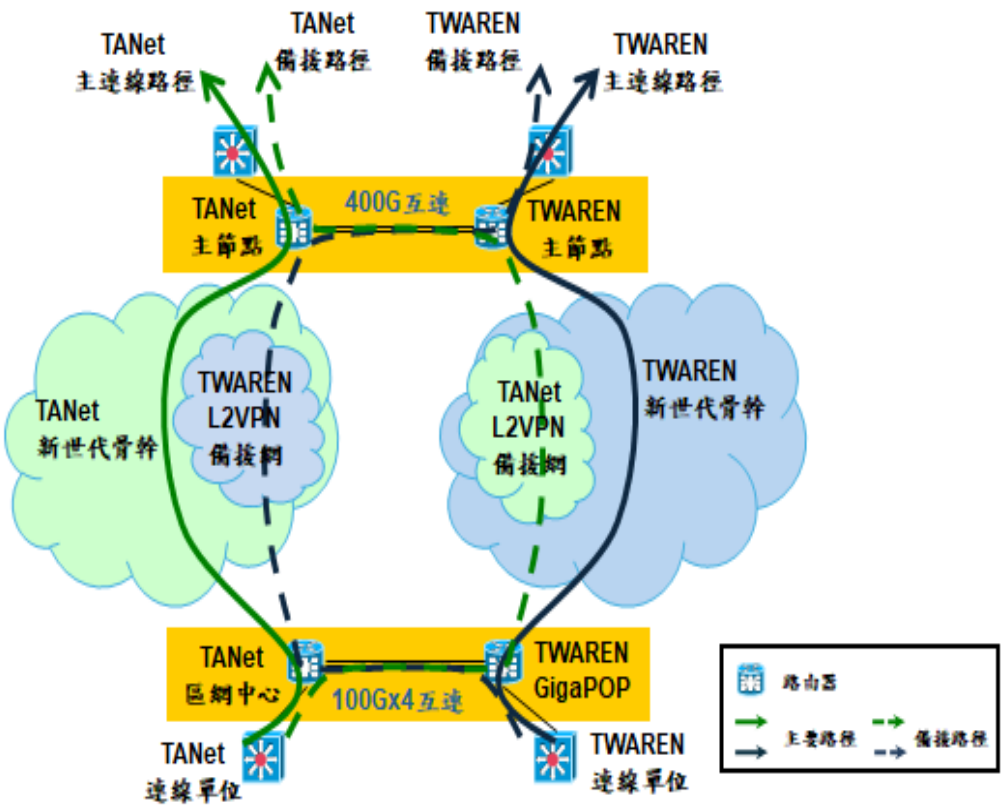


圖1 TWAREN/TANet雙網互為備援架構示意圖

TWAREN國際線路架構
- 114~116年線路架構規劃與建置(1)

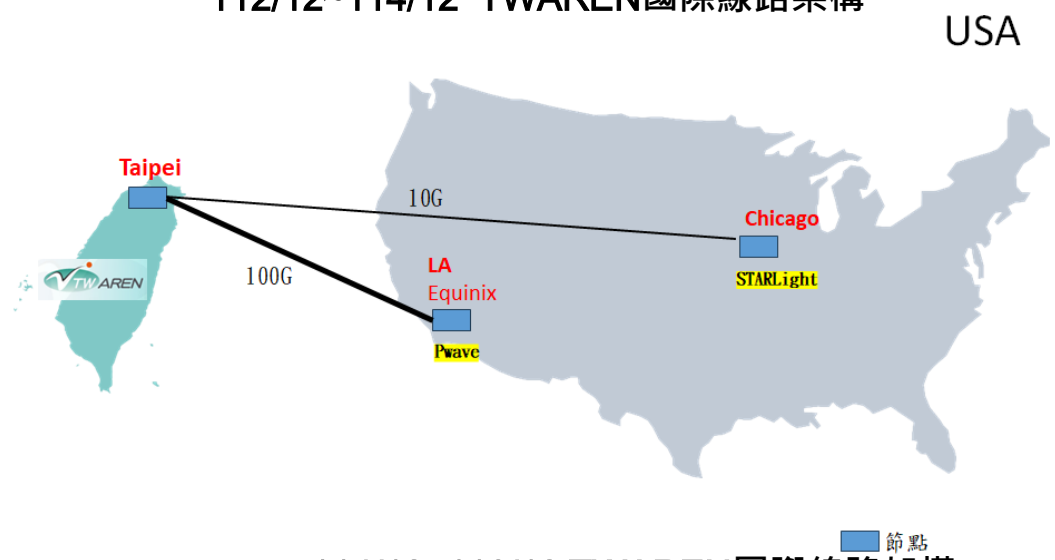
- TWAREN國際線路，將於114年12月中旬租約期滿
- TWAREN新世代國內1.6T超高頻寬骨幹網路，預計於114年Q4完成建置驗收
- 考量國際歐、美、亞等先網研網均已完成跨國單條或多條100G線路高速互連
- 114年度進行TWAREN 100G國際線路建置規劃(暫訂114年Q3開標)
- 提供高韌性、高頻寬國際研究網路連線服務

TWAREN國際線路架構(112/12~114/12)

TWAREN國際線路架構
- 114~116年線路架構規劃與建置

- TWAREN國際線路，將於114年12月中旬租約期滿
- 已完成TWAREN國際連美100G線路新架構規劃，114Q3進行標案公告

112/12~114/12 TWAREN國際線路架構



114/12~116/12 TWAREN國際線路架構

國網中心自建骨幹光纖建置規劃與服務說明

建置緣由及建置期程說明

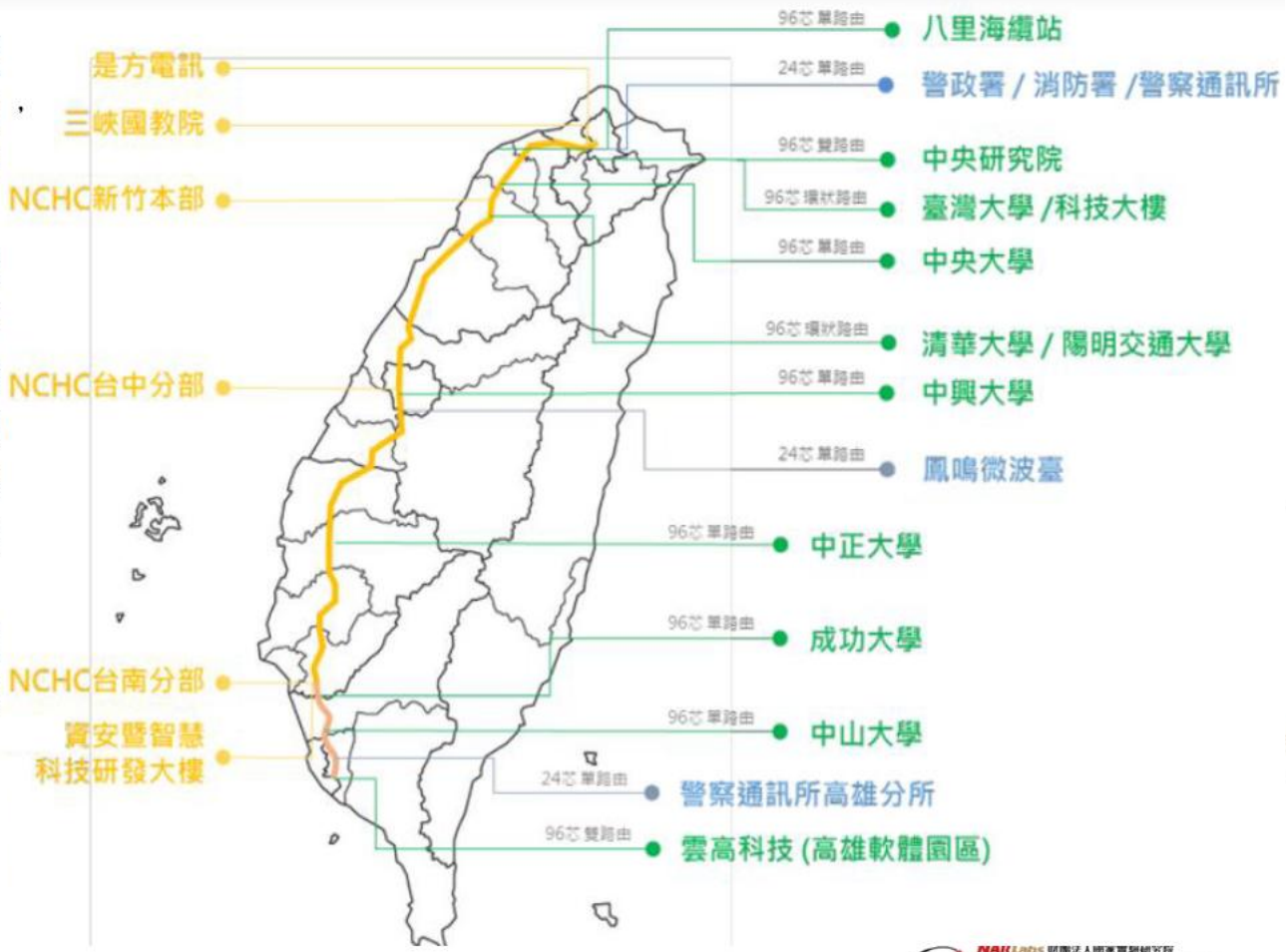
- 自110年起，國家高速網路與計算中心(以下簡稱本中心)配合國家之「先進網路計畫」政策，建立亞太網路電纜暨分散式高速網路交換樞紐，供國內學研網路光纖連接、海纜聯網中心與5G應用場域網路互連之平台
- 第一期「骨幹光纖建置」網路基礎建設(110~112年)
  - 已取得NCC核發之「審驗合核證明」，可對外營運光纖出租服務
- 第二期「骨幹光纖建置」網路基礎建設(112~114年)
- 第三期「骨幹光纖建置」網路基礎建設(114/2~114/10)

骨幹光纖(一期+二期)建置架構

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

第一期(110-112)建置 → **第二期(112-114)建置**

- 沿高鐵鋪設96芯雙路由光纖網路設施，建置12個站外機房與15個投落點，
- 光纖網路連接1個海纜登陸站、2個國際交換中心、4個科學園區、5個學研網路主節點、和重要學研與公部門單位共19個。
- 取得NCC核發公眾電信網路審驗合格證明。



NAR Labs 財團法人國家實驗研究院 NCHC 國家高速網路與計算中心

骨幹光纖第一期-出租服務規劃

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

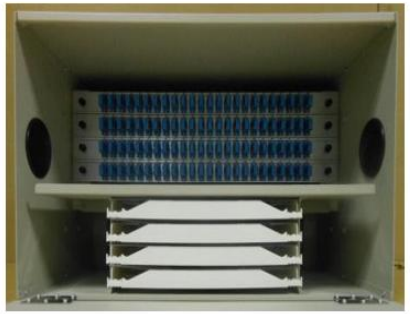
- **規劃服務項目：**
  - ✓ 骨幹光纖出租服務
    - 規劃出租部份比例骨幹光纖數
  - ✓ 中繼機房機櫃空間出租服務
    - 規劃出租部份中繼機房機櫃空間

服務項目	說明
光纖出租(裸光纖)	(1) 係指以光纖 (Dark Fiber) 芯數出租。 (2) 本中心規劃建置骨幹96芯雙路由光纖，各節點之間共計建置192芯(96芯x2)光纖，本中心規劃出租部份比例光纖芯數。
中繼機房 機櫃空間出租	(1) 提供機櫃空間出租服務，以提供租用本中心骨幹光纖之用戶，可於中繼機房機櫃內設置網路連通之必要網路通訊設備。 (2) 本中心規劃建置11個中繼機房，各機房規劃建置4個42U機櫃，本中心規劃出租部份比例機櫃空間。

骨幹光纖出租服務項目規劃表

骨幹光纖(第一期)
-提供用戶銜接及接續規劃

- 高鐵沿線雙向96芯骨幹光纖可提供共計32處用戶接續點
  - 高鐵正線接入口
    - 11處中繼機房
      - ✓ 提供「光纖收容箱」供用戶接續
    - 15處投落點
      - ✓ 提供「光纜接續盒」供用戶接續
  - 分支節點接入口
    - 6處分支節點機房
      - ✓ 提供「光纖收容箱」供用戶接續

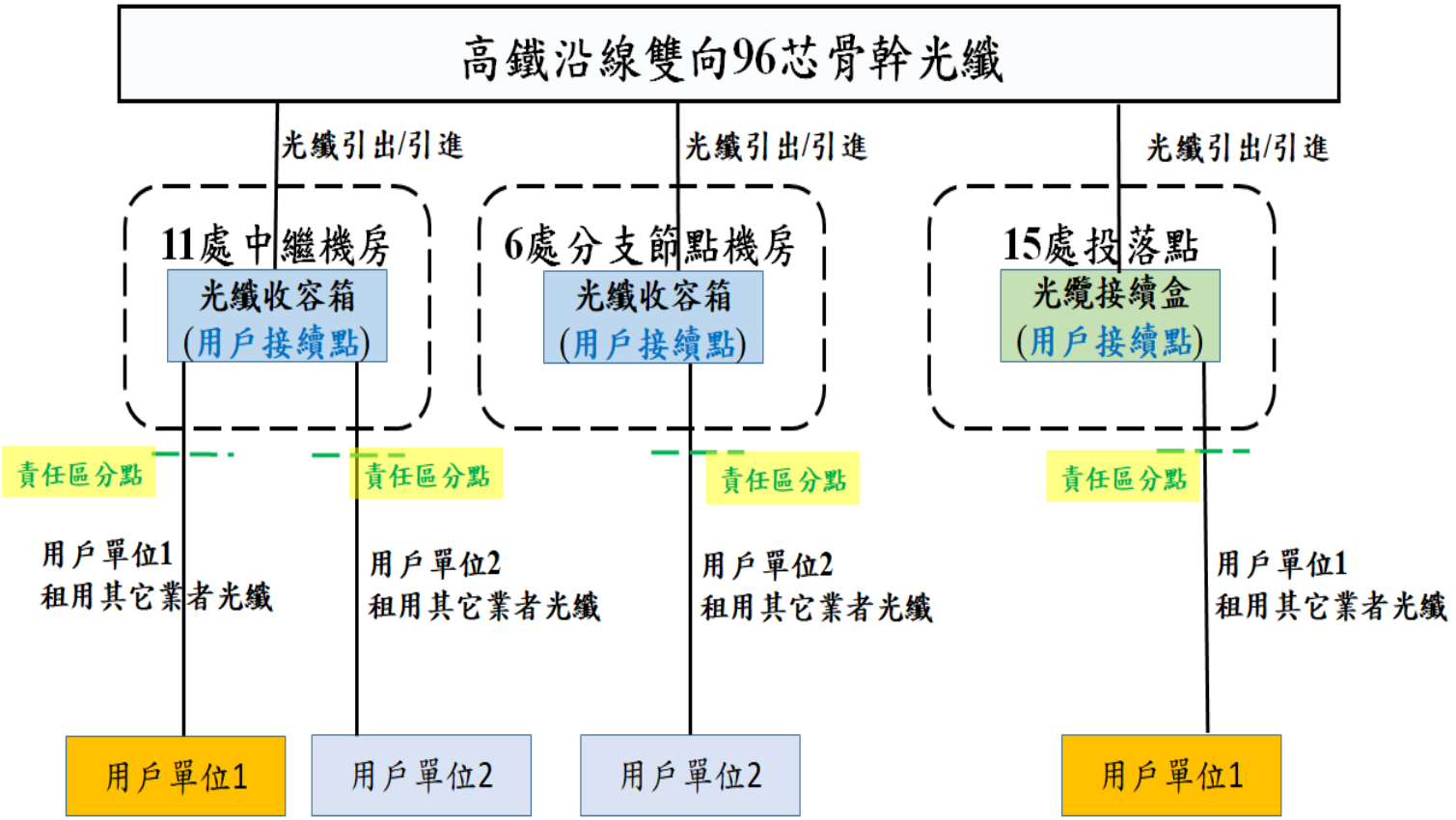


「光纖收容箱」示意圖

「光纜接續盒」示意圖

骨幹光纖供用戶銜接及接續圖說

骨幹光纖(第一期)
-提供用戶銜接及接續規劃



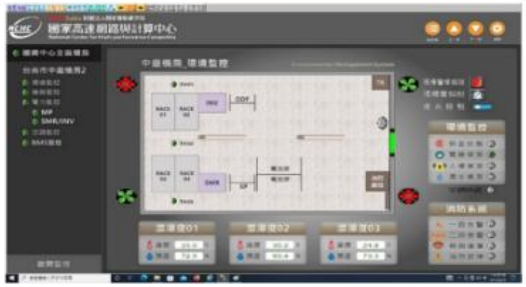
骨幹光纖供用戶銜接及接續圖說

骨幹光纖及中繼機房(第一期)維運管理機制
-即時監控與障礙查修

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

- 骨幹光纖監控系統
  - ✓ HA主/備援架構
  - ✓ 可自動監測並**整合圖資系統**功能
  - ✓ **迅速定位光纖障礙故障點**，縮短修復時間，確保骨幹光纖通信品質
- 中繼機房監控系統
  - ✓ HA主/備援架構
  - ✓ 遠端**整合監控11個中繼機房環境**(電力、空調、消防、環境溫度等)
  - ✓ 具告警機制
- 本中心7x24 NOC維運網管監控中心

▲骨幹光纖監控系統障礙通知及查修SOP

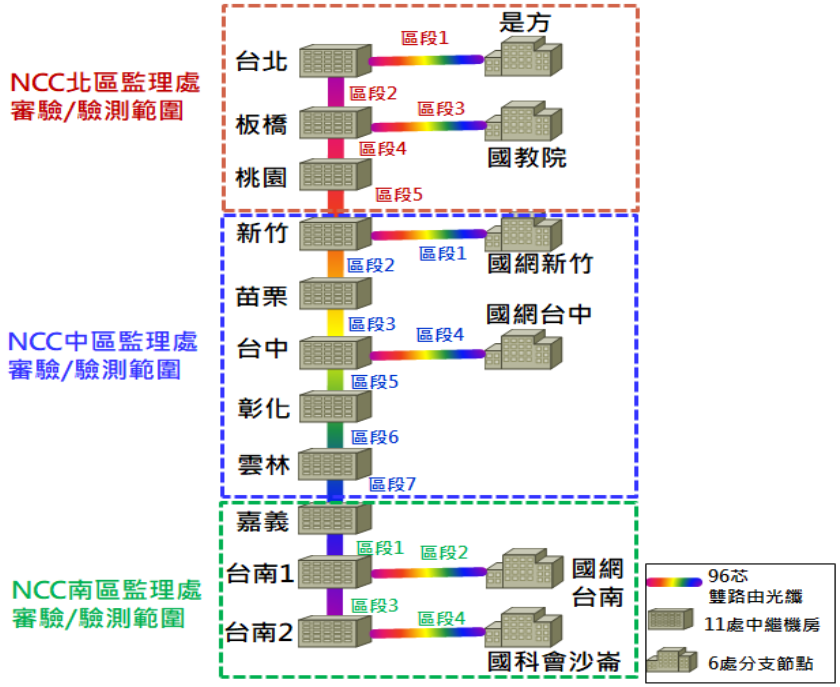


▲中繼機房環境遠端監控

骨幹光纖及中繼機房監控示意圖

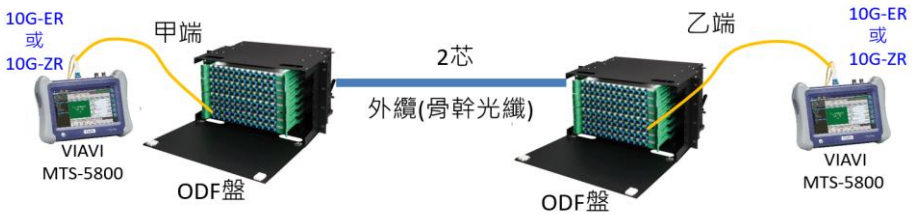
骨幹光纖機房暨線路維運機制作業流程圖

骨幹光纖(第一期)建置完工報驗
-通過NCC實地審驗/驗測



骨幹光纖全網(16光纖區段)驗測架構

- 驗測架構 10GE 電路品質掛測
  - 甲乙端機房距離小於40公里(VIAVI MTS-5800採用10G-ER SFP光介面模組)
  - 甲乙端機房距離介於40-80公里(VIAVI MTS-5800採用10G-ZR SFP光介面模組)



骨幹光纖-每一光纖區段驗測架構

- **自建骨幹光纖：**
  - **第一期建置(110-112年)：**
    - 112年5月已全數建置完畢。
  - **營運申請**
    - 112年3月NCC審查核准、6月報驗、7月完成報告補正、8-9月完成骨幹光纖全網連線品質及11個中繼機房接地電阻實地審驗及驗測
    - 112年10月**NCC核發網路審驗合格**證明函，可依此證明，營運骨幹光纖出租服務

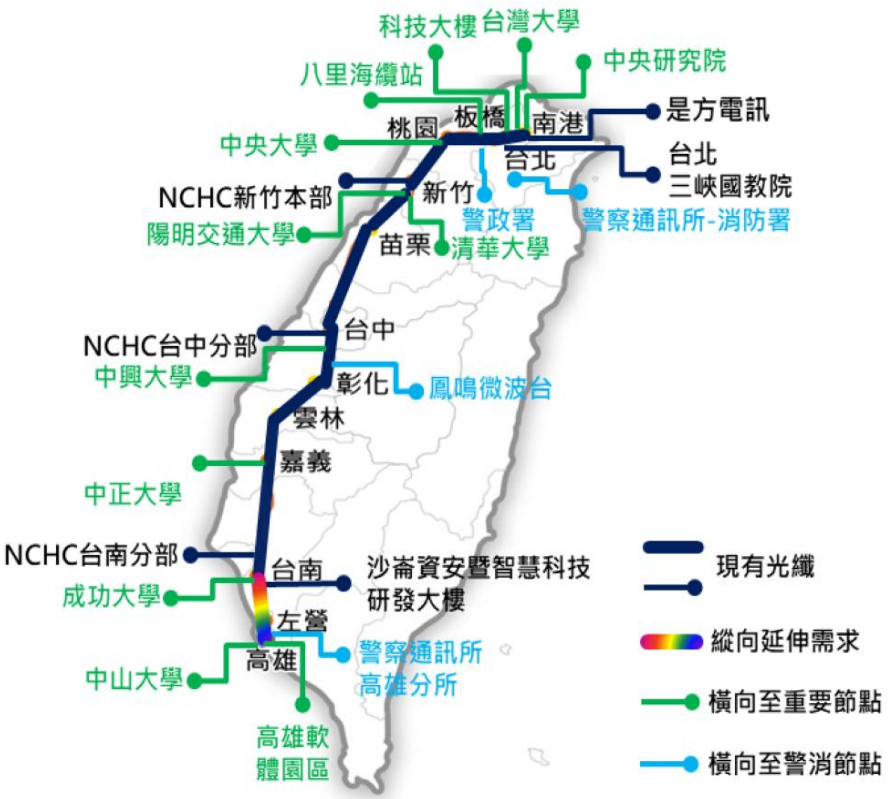
光纖連線品質驗測

國網中心骨幹光纖一、二期現況
-骨幹光纖二期建置現況

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

骨幹光纖二期建置

- **高鐵**縱向骨幹**光纜往南延伸至高雄**
  - ✓ 高鐵縱向(台南-高雄)96芯雙路由完成佈纜
  - ✓ **新增**完成建置**1個高雄中繼機房**
- **橫向光纜延伸**至部份**區網中心(GigaPOP)節點**
  - ✓ **至114年Q2前已完成佈置節點**： 中研院、清華大學、陽明交通大學、成功大學、中央大學、中興大學、台灣大學、科技大樓節點、中正大學、中山大學



圖一：112~114 年骨幹光纖建置架構

使用單用

- 已提供國內學研單位使用，如：
  - ✓ **教育部TANet/國網中心TWAREN共構光纖骨幹網路**
  - ✓ **清華大學量子網路團隊(QKD研究及測試)**

骨幹光纖用戶
-學研骨幹採用國網中心自建光纖規劃建置(1)

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

- 113年完成**骨幹光纖4條線路建置及上線**(圖二 編號N1、N2、N3、N4線路)， 4條線路總長約**617公里，提供教育部TANet/國網中心TWAREN學研骨幹使用：**

(1)學研骨幹**具備 (高鐵、台鐵等)多管道路由光纖備援，降低線路單斷風險，提升架構韌性**

(2)取代原本租用4 條光纖，**退租4條**租用光纖，**節省線路租金**

提供用戶

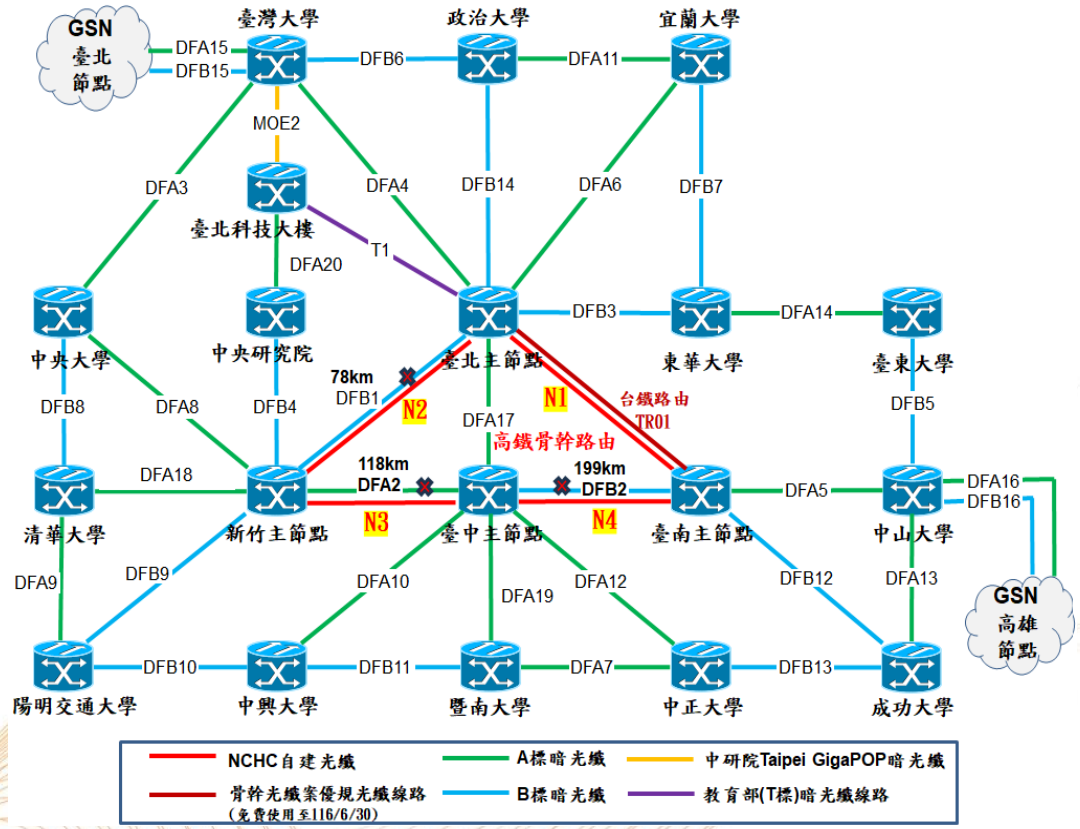


圖1 第一期骨幹光纖網路建置範圍
(建置期110-112年；已完成建置)

圖2 TANet/TWAREN 學研網骨幹光纖網路

骨幹光纖三期-規劃與建置

國家實驗研究院 NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

- 建置期程： **114/2~114/Q4**
- 以112~114年完成之高鐵骨幹光纖建置為基礎，**自高雄延伸到枋山海纜站**
- 使用**交通部台灣光纜通道**之電纜槽，**佈放96芯單路由光纜**
- 新增設立1個**屏東中繼機房節點**

國家實驗研究院
NATIONAL INSTITUTES OF APPLIED RESEARCH

敬請指導