



IPv6教育訓練

臺北市政府教育局

99年度全市公立各級學校網路管理人員
IPv6教育訓練實施計畫

課程大綱

時間	課程內容
08:40-09:00	報 到
IPv4/IPv6網路應用及互通演進技術	
09:00-10:20	IPv4回顧與IPv6國際最新發展
10:20-10:40	中 場 休 息
10:40-12:00	IPv6協定與轉換機制介紹
12:00-13:30	中 午 休 息(自行用餐)
IPv4/IPv6互運測試及設備驗證技術	
13:30-14:50	Windows/Linux IPv6功能與IPv6 Tunnel Broker介紹與使用
14:50-15:10	中 場 休 息
15:10-16:10	IPv6 DNS運作與Windows IPv6 server建置介紹
16:10-16:30	台灣IPv6測試服務 介紹
16:30-16:40	Q & A

教材參考「交通部新一代網際網路協定互通認證計畫」及
 「2010 TWNIC 新一代網際網路協定教育訓練」



點進網域新視界!

IPv4回顧與IPv6國際最新發展

課程大綱

- IPv6國際最新發展現況
 - IPv4回顧
 - IPv6的發展與簡介
 - 全球IPv4/IPv6技術發展現況

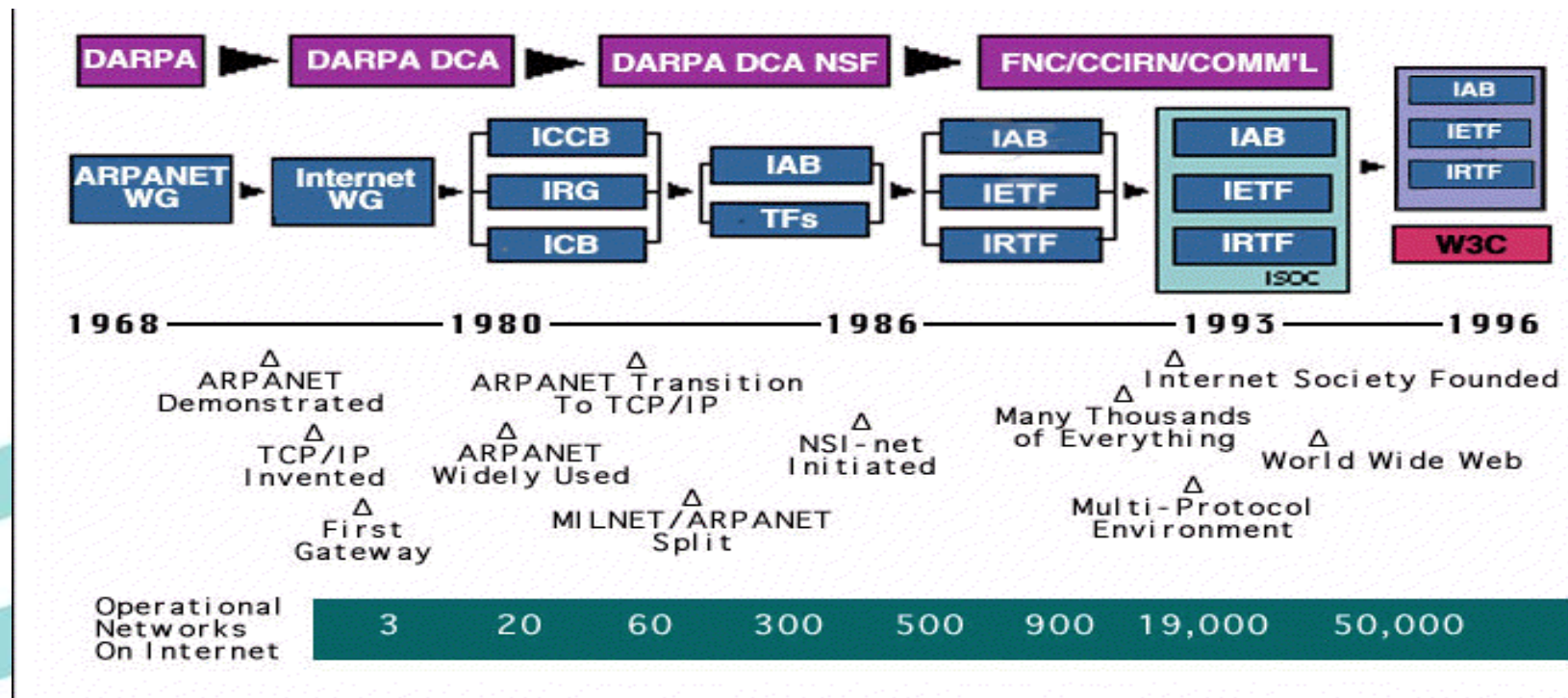


IP位址介紹



IP的角色

- 網路的門牌號碼：IP，位於網路堆疊的中心位置，兼容不同的網路介面，對Transport Protocol或Application提供統一的通訊方式。
- 網際網路發展



擁擠的IPv4網路世界！？

- 目前分配給電腦的位址稱為IPv4位址，其位址格式是由4組 0~255的數字排列組成的。像是 210.130.1.1。
- 算算看，總共有2的32次方個位址可以使用。
- 4294967296看起來很多嗎？可是預估西元2011年間即將用完。到時候新的電腦就再也擠不進網路世界了！

IPv4 位址定址方式

- 1994年以前
 - Classful
- 1994年以後
 - Classless

Classful IPv4 Address

類別	網路位址	主機位址	最多主機數量	可分配的組織數
A	8位元	24位元	16,777, 214	128
B	16位元	16位元	65,534	16,384
C	24位元	8位元	254	2,097,152

Classful IPv4 Address

	bits	0	1	2	3	4	8	16	24	31			
Class A		0	Network				Host					1.0.0.0 to 127.255.255.255	
Class B		1	0	Network				Host					128.0.0.0 to 191.255.255.255
Class C		1	1	0	Network				Host			192.0.0.0 to 223.255.255.255	
Class D		1	1	1	0	Multicast address						224.0.0.0 to 239.255.255.255	
Class E		1	1	1	1	Reserved						240.0.0.0 to 255.255.255.255	

Classless InterDomain Routing (CIDR)

- 打破Class的分法，使IPv4位址在配發上更有彈性
- 例如：
 - $/20=16*/24$

Class	CIDR
A	/8
B	/16
C	/24

IP位址分配的組織

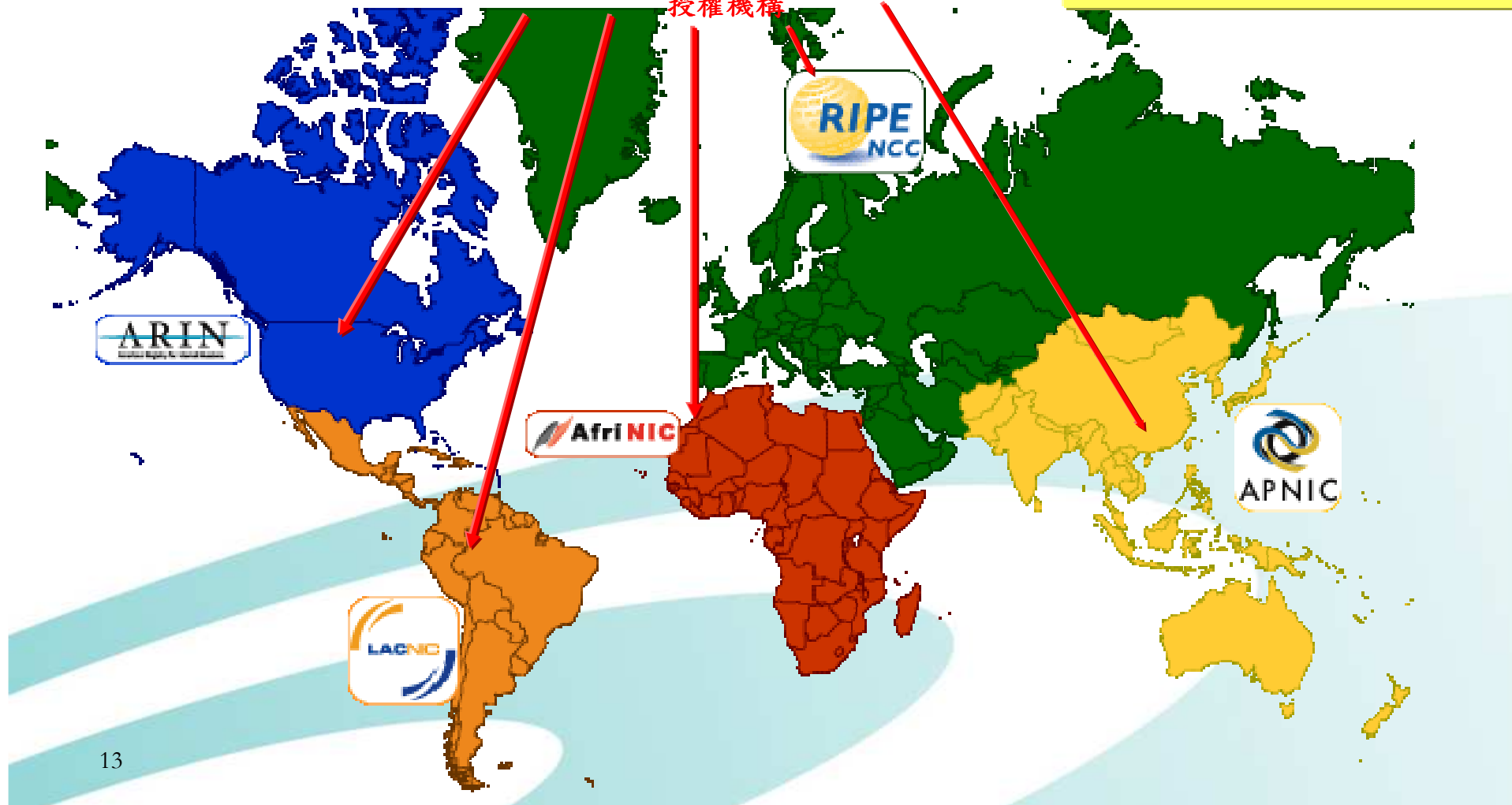
- 以紐約的IANA為中心（現委由ICANN管理），其下再依區域分成五個區域註冊中心(Regional Internet Registries)，
 - 歐洲地區：RIPE NCC
 - Réseaux IP Européens Network Coordination Centre
 - 北美地區：ARIN
 - American Registry for Internet Numbers
 - 亞太地區：APNIC
 - Asia Pacific Network Information Centre
 - 拉丁美洲：LACNIC
 - Latin American and Caribbean Internet Addresses Registry
 - 非洲：AfrINIC
 - Africa Network Information Centre

全球網際網路號碼管理架構

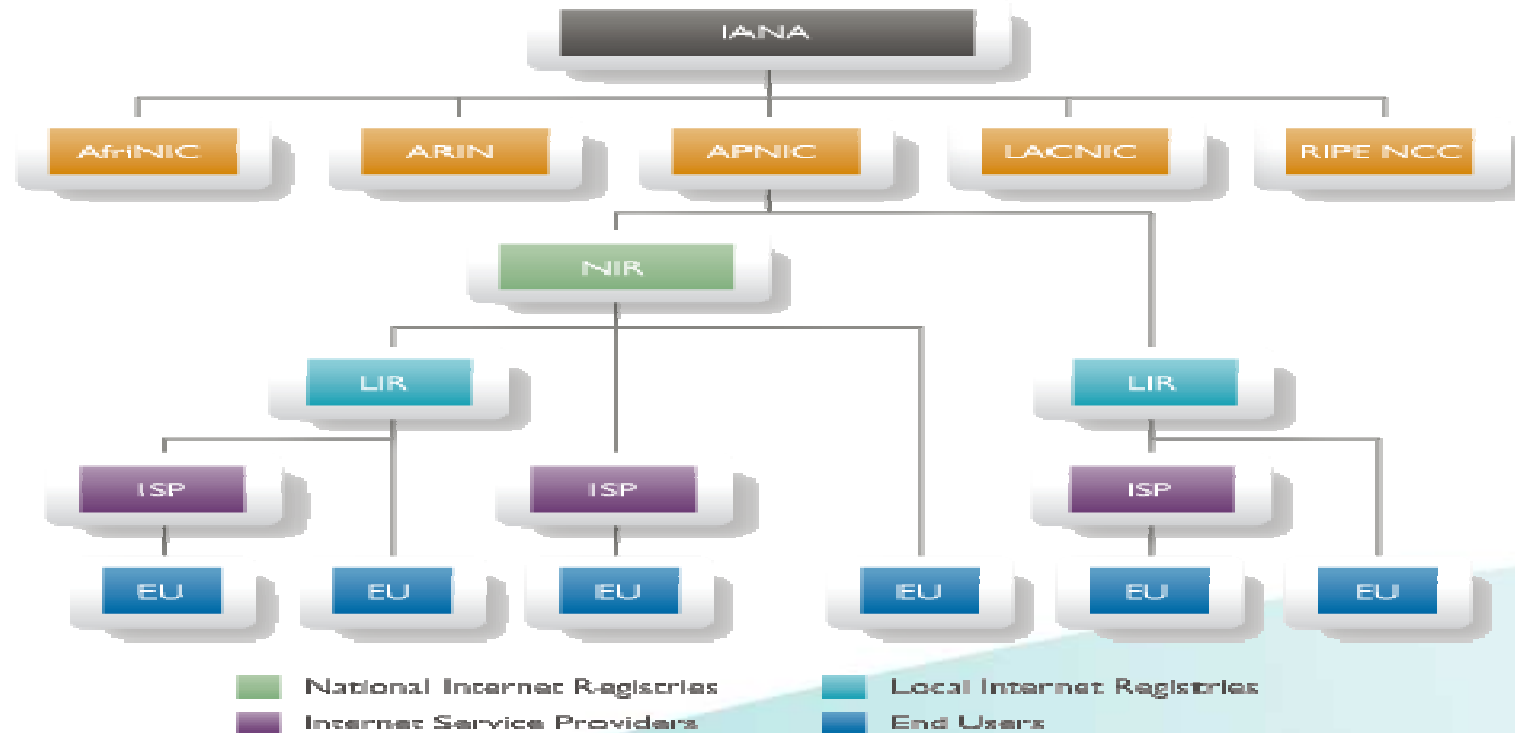


國際網際網路編碼
授權機構

負責管理全球IPv4/v6,
Domain Name及Protocol等之
編碼與註冊



位址指派機構之階層式架構圖



以亞太地區來說，RIR 可透過 NIR (National Internet Registry) 將資源發放給LIR (Local Internet Registry，一般皆為ISP)，LIR 再將資源指定分發給其客戶。如此階層式的組織不但使得資源分配及管理更有效率，也可避免資源過度集中，避免不公平的資源分配

主要國家IPv4位址配發狀況

<http://bgp.potaroo.net/iso3166/v4cc.htm>

國家或地區	國家代碼	取得IP數佔已發放之%	人口數 (百萬)	IPv4數量	IP數/人	2010 Q1排名
美國	US	50.02%	308,878,307	1,498,194,944	4.85	1
中國大陸	CN	7.82%	1,343,502,389	234,183,168	0.174	2
日本	JP	5.94%	126,945,055	178,000,640	1.402	3
德國	DE	2.92%	82,306,976	87,515,320	1.063	4
南韓	KR	2.60%	48,581,456	77,468,528	1.602	5
加拿大	CA	2.59%	33,639,176	74,338,648	2.303	6
英國	GB	2.48%	61,207,905	74,338,648	1.215	7
法國	FR	1.96%	64,252,773	58,669,088	0.913	8
澳大利亞	AU	1.29%	21,403,848	38,746,624	1.810	9
台灣	TW	0.91%	23,003,591	27,126,784	1.179	14
印度	IN	0.45%	1,176,081,940	19,421,440	0.017	20

- 美國雖擁有全球過半數之已配發IP位址數量，但美國聯邦政府IP骨幹基礎網路已於**2008年6月**完成IP雙協定化
- 至**2010年1月**，大陸上網人口超越美國達**3.61億人**，普及率達到**26.8%**，目前仍持續成長中
- 中、印經濟成長強勁，但IP數/人卻僅分別為**0.174**及**0.017**

全球IPv4 Address發展預估

• ITU by JPNIC IP Department, July 31,2006.

報告發表	發行日期	作者	預測條件	國際IP位址 pool (IANA*)預計用完時間
The ISP Column	July 2003	Geoff Huston	● 依據最近10年發展趨勢	2021
Internet Protocol Journal	Sep. 2005	Tony Hain (Cisco)	● 依據最近5年發展趨勢	2009~2016
IPv4 Address Report	Dec. 2005	Geoff Huston	● 依據最近10年發展趨勢	Jan 2013
IPv4 Address Report (daily update)	April 2008	Geoff Huston	● 依據最近1200 days 發展趨勢 ● predictive model : quadratic equation	July 2011

IANA : Internet Assigned Numbers Authority

全球IPv4位址配發現況與預估 (2010/05/10更新)

<http://www.potaroo.net/tools/ipv4/>

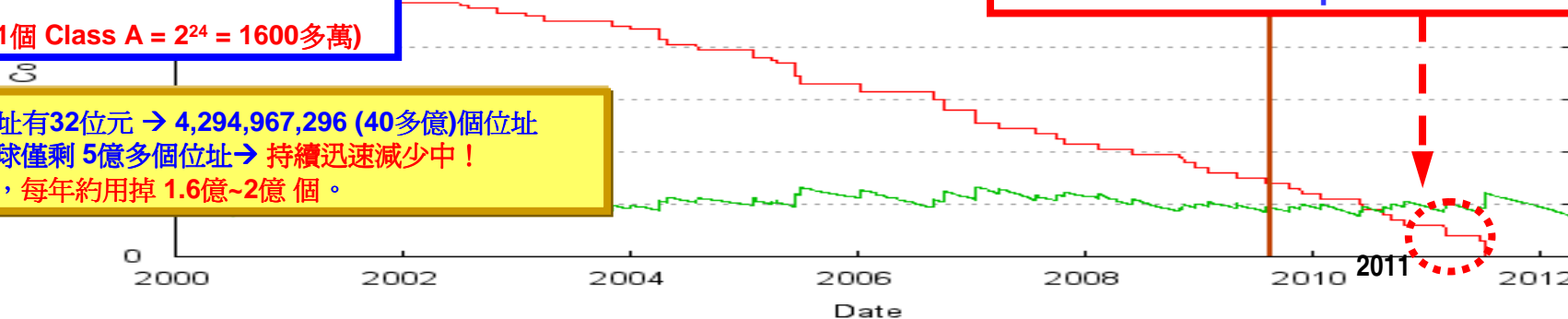
國際IP位址管理機構 (IANA)

2008年12月僅剩 34個 Class A
 2009年08月僅剩 28個 Class A
 2010年05月僅剩 20個 Class A

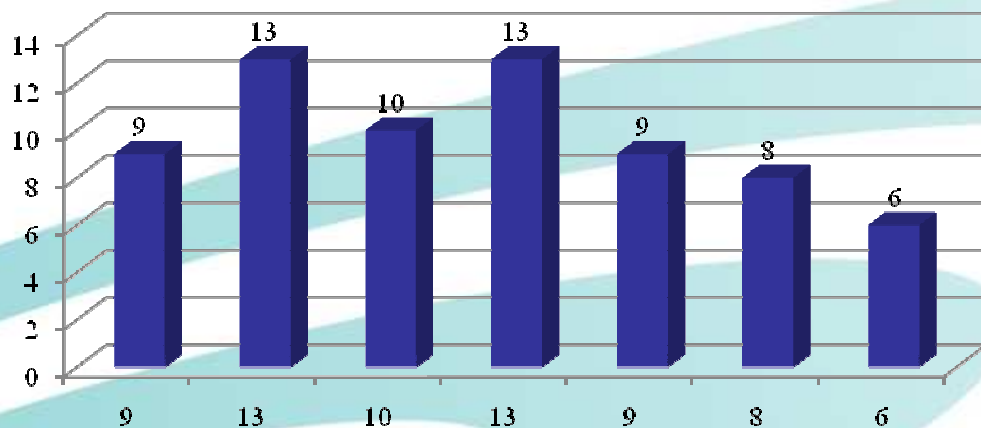
(註：1個 Class A = 2^{24} = 1600多萬)

IANA IPv4耗盡預估時間：2011/05/01
 RIRs IPv4耗盡預估時間：2012/05/08
 Update: 2010/05/10

- IPv4位址有32位元 → 4,294,967,296 (40多億)個位址
- 目前全球僅剩 5億多個位址 → 持續迅速減少中！
- 近幾年，每年約用掉 1.6億~2億 個。



每年消耗IPv4位址統計

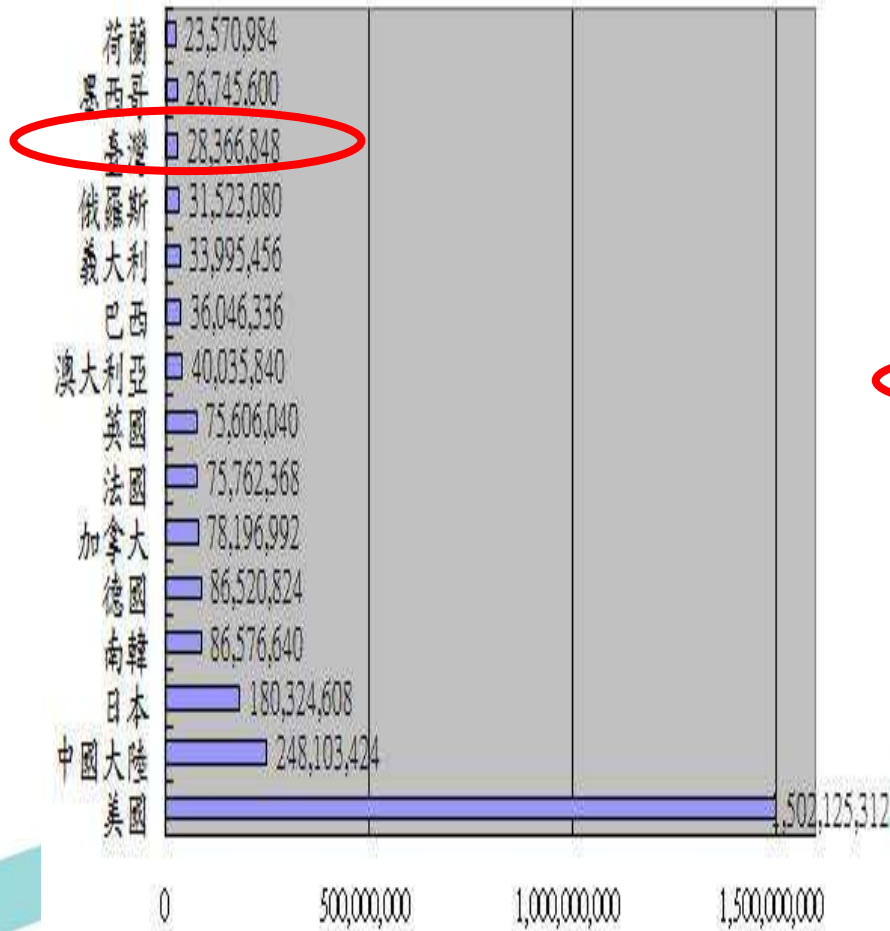


國際IPv4倒數計時器

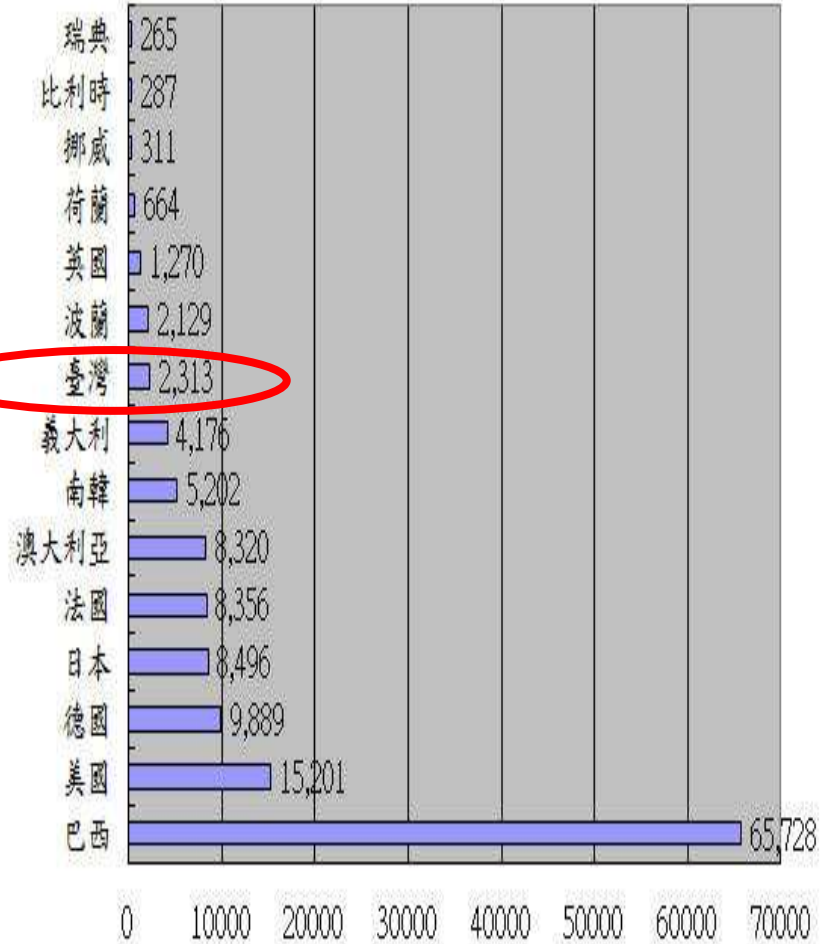


全球前15個國家IPv4/IPv6位址數量統計

IPv4位址數量統計(單位:個)



IPv6位址數量統計(單位:/32)



(2010/04/30更新)

財團法人台灣網路資訊中心 - IPv4位址 枯竭聲明稿

- 依據國際組織亞太網路資訊中心(APNIC)統計研究發現目前IP網路仍以IPv4為主，但IPv4位址可能於西元2010年前後將面臨沒有IPv4位址可核發。
- 為降低IPv4轉移至IPv6造成的衝擊過大，建議目前提供純IPv4網路服務之ISP及相關產業可先轉移至同時支援IPv4及IPv6網路，來降低轉移時所造成的衝擊。
- 為避免在IPv4轉移至IPv6之過程中造成服務中斷，影響營收，建議請各ISP及相關產業提早規劃評估並測試網路運作，來進行IPv6服務的佈建。並且在佈建IPv6服務時，可以整理並開始解決各種IPv6網路的問題，以俾能在IPv4位址枯竭時，能順利將現今的IPv4網路服務順利轉移到IPv6網路，降低IPv4位址枯竭所造成的影響。

IPv4位址枯竭影響與衝擊

- 影響
 - 無IPv4位址來提供新型態網路服務
 - 既有網路服務無法擴展
- 衝擊
 - 將造成網際網路發展停滯
- 解決方案
 - 使用NAT技術
 - IPv4 to IPv6位址移轉技術
 - 回收未使用的IPv4位址
 - 全面佈署IPv6
 - 其他---

各國IPv4位址枯竭因應措施

- 日本：
 - 於2008年成立Task Force on IPv4 Address Exhaustion，並提出Action Plan(2009.2.17)，預計2011年9月完成提供IPv6服務之準備。
- 美國：
 - 2005年6月由美國的管理預算局(OMB)宣布，定訂2008年6月為最後期限，所有機構的基礎設施必須使用IPv6和機構網路必須和基礎設施界面連接。
 - 美國政府依據2008年7月制定的RFC5211，規劃從IPv4轉移至IPv6的三階段轉移計畫。
- 中國：
 - 2007年8月由CNNIC對外發佈了全球IPv4位址資源枯竭問題的聲明，主要是希望可能受到IPv4地址耗盡問題影響的國內電信運營商、ISP建立有針對性的過渡期計畫，透過積極申請和使用IPv6位址，實現IPv4到IPv6的平穩過渡。
 - 加速IVI轉移技術標準的制定與推動，有效的實現從IPv4網路過渡到IPv6。

IPv4位址枯竭因應措施

- 開源
 - 開放保留的IP位址
 - IP位址的移轉或交易
 - IP位址的回收等等
- 節流
 - 調整現行的IP位址發放原則
 - 使用NAT相關技術延緩等等)
- 進行IPv6的佈署
 - 分階段實行

IPv4位址枯竭因應建議策略

因應措施	開源(回收、移轉)	節流(使用NAT)	部署IPv6
優勢 (Strengths)	無技術門檻與實施費用。	屬於現有成熟技術，可大量節省IP位址的使用，花費比部署IPv6相對便宜。	擁有大量的位址，可根本解決位址不足問題。
劣勢 (Weaknesses)	無確實可行的方法(回收或移轉均無好的實行經驗)，也非長期可行政策。	NAT本身對一些應用的連線所有限制、每一個網路使用者需要的連線數正快速增加中，減少可共享一個IP的使用者數。	對於大量實施在一些技術上仍有顧慮(如設備能力不足、安全性尚未完整考量)且部署費用相對較高。
機會 (Opportunities)	有不少可回收位址(約有50個/8未出現在BGP routing table中、36個/8是歷史或特殊用途位址)。	短期內有可能是唯一便宜可行的技術。	唯一長期的解決方案，極有可能是未來會被全面採用的協定。
威脅 (Threats)	合法擁有的IP位址要回收不容易，需擁有者願意配合。	非長期解決方案且對於大量的使用者、電信等級的NAT均仍有待市場考驗。	尚無明顯看到IPv6使用者市場，讓大部份的公司採觀望態度。

IPv4所遭遇的挑戰

- **IP位址有限** → 多人(戶)共用一個位址
- **NAT雖可減緩位址之消耗** → 但是
 - 終究抵擋不住新興市場需求(如金磚四國)爆發性需求。
 - 2010年全球上網人口約16.9億 → 仍迅速增加中！
- **行動上網需要更多IP位址及行動能力(Mobility)支援**
 - IPv4位址不足外，Mobility支援能力先天不足。
- **資源分配不均**
 - 2010年1月底美國上網人口2.2億 → 擁有超過50%以上之IP位址！
 - 2010年1月底中國上網人口3.6億 → 僅擁有不到6%的IP位址！

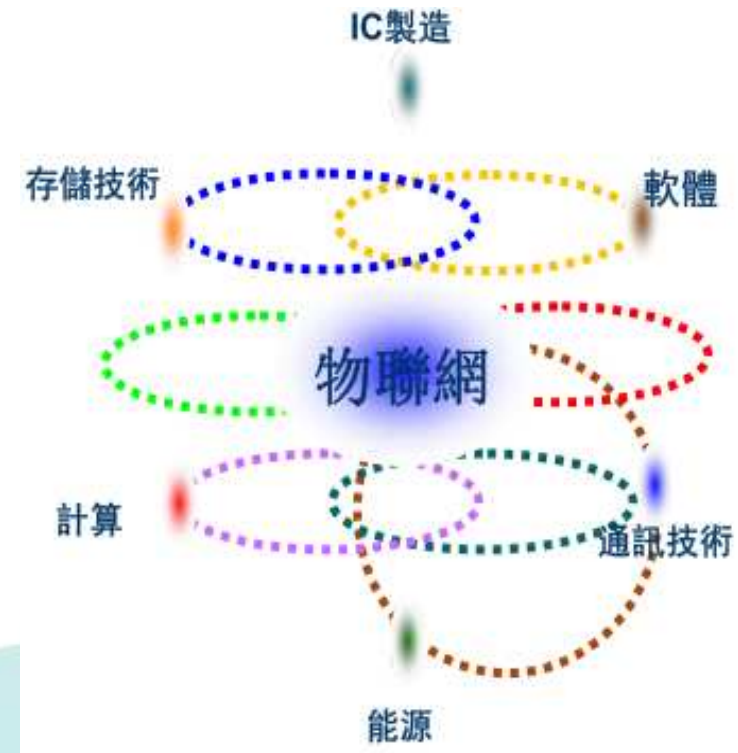
IPv4技術本身的缺陷

- 數目限制：
 - IPv4的網路位址只有32位元
 - 採用Class的方式劃分區域較缺乏彈性
- 效能問題：
 - 新興應用所需要的「QoS」服務，在IPv4上面實做極為困難。
 - CIDR的出現導致網路管理上的困難。
- 安全問題：
 - IPv4無法在基本的網路層提供安全的加密通訊
- 組態設定：
 - DHCP伺服器安裝設定不易，而且維持運作要花不少人力物力
 - 全自動化的組態設定

IPv4不只無法支應快速成長的為址需求，它的缺點是無法支援網路安全及國際漫遊的能力，還有IPv4需要利用網路位址翻譯器(Network Address Translator；NAT)，對經營者而言，它就增加了成本及管理上的負擔。

為何需要IPv6？

- 解決 IPv4 的問題
 - 即將發生 IPv4 位址不足 (預計2011年)
 - NAT 的應用增加
 - 對等式 (Peer-to-Peer) 網路技術問題
 - 行動設備的支援性
- 下一代 Internet 的標準
 - IETF 已完成 IPv6 核心網路的標準
 - 全球將邁入 IPv6 新世紀 (例如：3G)
 - 行動裝置、P2P 軟體應用
 - IPv6的安全性
- IPv6與物聯網社會
 - P2P通信、無國界通信、End2End security等特性
 - 與雲端運算特性結合
 - 利用IPv6實現更為廣闊的物聯網服務與應用



IPv6的發展 (1/2)

- 1992年，IETF之IPv4的Address空間不足的問題開始被檢討。
- 1994年，下一代的網際網路協定開始被提案，CATNIP (Common Architecture for the Internet)、TUBA (TCP/IP with Bigger Addresses)、SIPP (Simple Internet Protocol Plus)三個提案中出線。
- 1995年，SIPP被更名為IPv6，IPv6的規範將被RFC1752(The Recommendation for the IP Next Generation Protocol)公開。

IPv6的發展 (2/2)

- 1998年，IPv6之位址架構與通訊協定之規範分別在RFC2373 (IP Version 6 Addressing Architecture)與RFC2460 (Internet Protocol Version 6(IPv6) Specification)公開。
- 1999年，全球第一個業界團體(共有42個單位加盟)成立了「IPv6 Forum」。ARIN 將全球第一個之IPv6 Prefix：2001:400::/35授予給ESnet。
- 2002年，全球各區域性的Internet Registry RIR(Regional Internet Registries)實施新的「IPv6 Address Allocation and Assignment Global Policy」。

IPv6之優點與支援狀況

- **IPv6 發展之優勢(相對於IPv4)**
 - 足夠的位址空間
 - 彈性的聯網機制 (Plug & Play)
 - 安全機制
 - QoS功能增強
 - 強化的Mobility與Multicast能力等
- **標準已臻完備**
 - 2007年底止 IETF通過191項RFC標準，幾乎涵蓋所有IPv4既有標準。
 - 3GPP/3GPP2, IMS/NGN及WiMax等皆將IPv6列為必須採用之標準。
- **軟硬體設備支援已漸成熟**
 - Windows 7與Vista已內建IPv6且通過IPv6 Ready Logo認證
- **尚未蓬勃發展的主要因素**
 - IPv4位址尚未迫切短缺，業者普遍以不變應萬變
 - 發展期過長，致使專家不斷在IPv4技術上尋求位址不足之解決方法
 - 許多IPv4 applications均將NAT issue考慮在內
 - 尚無法找到有明確利基的IPv6 business model

IPv6全球發展摘要

- 1998 IPv6標準正式公佈
- 1999 IPv6商用位址開始發放
- 2000 e-Japan, 日本開始IPv6商業運轉
- 2001 CHT HiNet提供IPv6試用網路服務
- 2003 台灣eTaiwan計畫啟動IPv6推動計畫
- 2003 NTT完成全球網路IPv6化之建置
- 2005 NTT提供FTTH IPv6高頻寬、高品質、高安全服務
- 2006 美國最大Cable業者Comcast的網路開始佈建IPv6
- 2006/6/6 6Bone結束運作 → IPv6技術與運作機制已發展成熟
- 2007 Microsoft Vista正式對外販售，內建IPv6功能
- 2007/8 NTT West FTTH IPv6用戶已超過200萬
- 2008/1 全球6個root DNS已正式具備IPv6能力解析
- 2008/6 美國政府檢驗各機構第一階段IPv6準備狀況
- 2008/8 中國於北京奧運展示全球最大之IPv6寬頻網路
- 2009/5 Microsoft Windows 7公測版釋出，內建IPv6功能

全球IPv6發展觀察

● 區域發展狀況

- 日本在 IPv6 的商用及業務開展方面處於領先地位
- 台灣、韓、美和歐洲國家對 IPv6 的發展仍以試用為主
- 中國 CNGI (China Next Generation Internet) 計畫，2008 年在北京奧運展現全球最大之 IPv6 網路。
- 國際業者認為中國是 IPv6 最有機會實現的地方，紛紛參與相關投資。

● 時程規劃

- 日本 2008 年全面 IPv6 化。
- 美國 2008 年 6 月完成第一階段之政府基礎網路 IPv6 化工作
- 其餘主要國家則大多將完成導入 IPv6 的時程定在 2010 ~ 2013 年之間
- 台灣 2007 年完成第一階段 eTaiwan IPv6 計畫後，IPv6 計畫併入第三期電信國家型計畫 (2009~2012)

● 主要業者發展狀況

- 日本已有 NTT 等多家業者提供 IPv6 商用服務
- 美國最大 Cable 業者 Comcast 以網路維運為主，其他主要業者如 AT&T 及 Sprint 等以提供政府網路服務為主。
- 中華電信今年初提供光世代 IPv6/v4 雙協定上網員工試用服務。

全球IPv6發展觀察

ALL IP網路世界來臨

政府開始投入IPv6的規劃

發展IPv6相關技術與轉移機制

開始使用IPv6 ready設備取代舊有設備

IPv6逐漸取代IPv4成為主流網路協定

美國

先期優勢：網路發源地

競爭能力：作業系統廠商、網路設備廠商所在地

← 6Bone

Moonv6

GIG

逐步實現IPv4到IPv6的完全過渡

建置以研究或協調中心的IPv6網路

以支援DoD Moonv6 Trial作為引進設備依據

美國聯邦政府要求網路設備必須全面具備IPv6功能

歐洲

先期優勢：行動通訊技術發展重心

競爭能力：3G行動通訊與網路的融合發展

6INIT

Euro6IX

UK6X

使用IPv6 ready設備取代舊有設備

逐步轉移過渡到IPv6網路

6NET

歐委會建議歐洲國家應盡早採用IPv6

實現3G行動通訊網路和網際網路IPv6應用的融合

台灣

先期優勢：起步較早，搶得先機

競爭能力：通過Ready Logo 數全球第三，技術領先

Hinet提出IPv6試用服務

開始五年 e-Taiwan計劃

開始 u-Taiwan計劃

逐步實現IPv4到IPv6的完全過渡

成立IPv6 Ready Logo標準測試實驗室

完成國內五家ISP 的IPv6互連網路

七家ISP提供IPv6上網服務

韓國

先期優勢：無線通訊技術的發展經驗

競爭能力：具備國際電子產品廠商的加持

KOREN

TEIN

e-Korea

u-Korea

u-city

提供有線與無線的IPv6應用服務

建立IPv6測試網路平台

IT 839策略

開發基於IPv6的應用服務

進行IPv6商用服務的準備與試驗

日本

先期優勢：起步較早，搶得先機

競爭能力：全球IPv6發展的重要指標

e-Japan

展開全日本IPv6商用服務

u-Japan

建立JGN千兆元網路

推動IPv6網頁認證服務

將IPv6作為國家超高速網路和競爭政策的基本目標

開發與推廣IPv6應用服務

全面IPv6化

中國

先期優勢：網路用戶的市場廣大，商機無限

競爭能力：政府政策的支援與國家型計畫的加持

建置全球最大IPv6互連網路

發展IPv6應用服務技術

逐步實現IPv4到IPv6的完全過渡

CNGI國家型IPv6重點發展計畫結合主要營運商共同構建中國下一代網路的核心骨幹

北京奧運展示IPv6照明監控應用

2000

2002

2004

2006

2008

2010

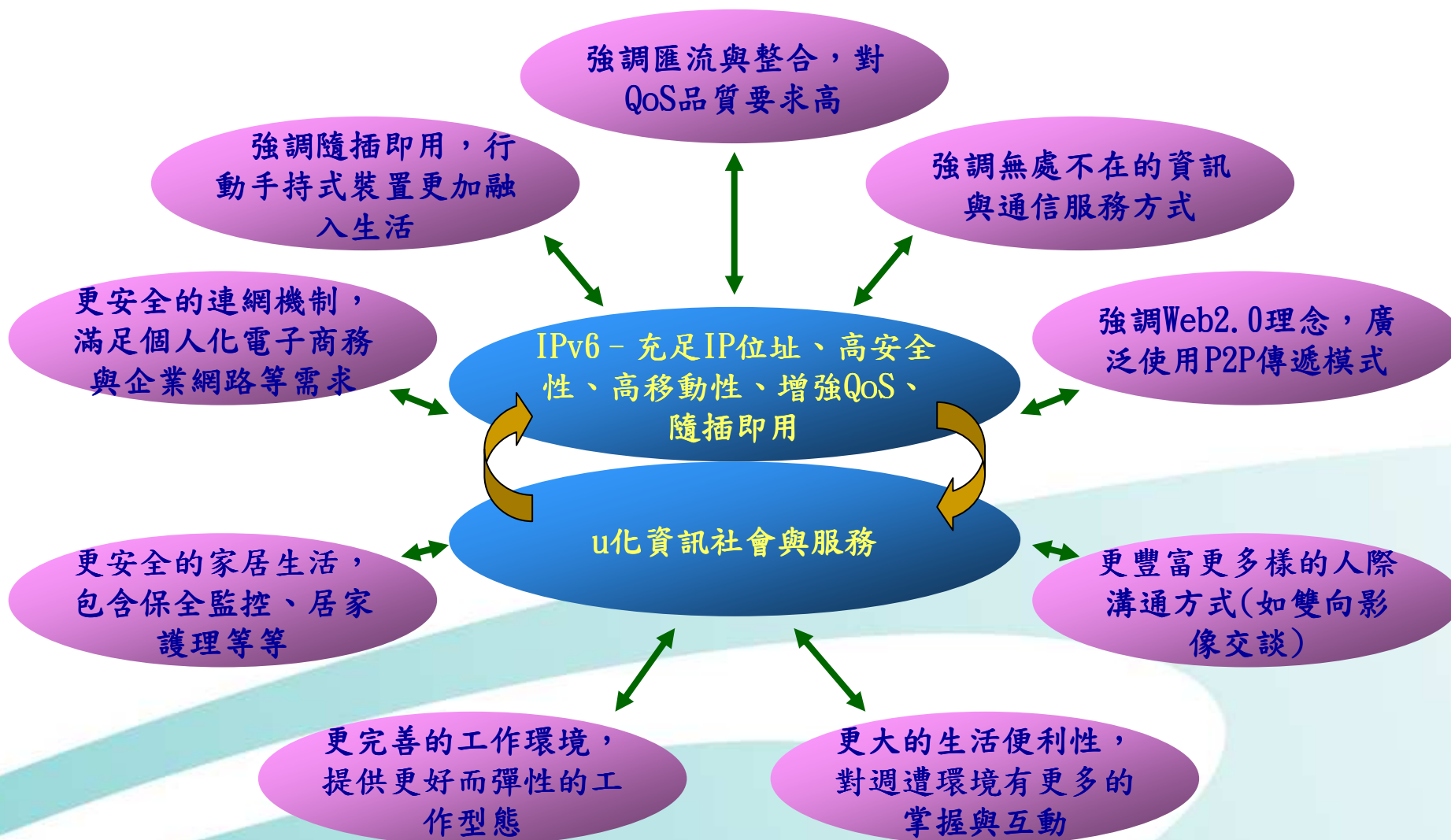
NOW

2011.05

2012~

預計IPv4位址用完

IPv6所引導的未來服務發展趨勢



支援IPv6之應用程式

Application	IPv6 supported?	Application	IPv6 supported?	Application	IPv6 supported?
AbsoluteTelnet	Yes	Microsoft Outlook	Yes	SmartFTP	Yes
Active Directory		mIRC	No	Squid cache	Yes
Apache httpd	Yes	Mozilla / SeaMonkey	Yes	srelay	Yes
Apple Mail	Yes	Mozilla Firefox	Yes	telnet.exe	Yes
BIND	Yes	Mozilla Thunderbird	Yes	TightVNC	Optional
BSD Telnet	Yes	Nmap	Yes	tinc	Yes
CUPS	Yes	Nortel Networks VPN client	?	Trillian	?
cURL	Yes	Novell eDirectory		UDP Speed Test 3	Yes
ffproxy	Yes	OpenLDAP	Yes	VLC	Yes
FileZilla	Yes	OpenSSH	Yes	Wget	Yes
ftp.exe	Yes	OpenVPN	Planned	Winamp	Yes
Google Chrome	Yes	Opera	Yes	Windows File and print sharing	Yes
Hiawatha	Yes	Outlook Express	No	Windows Media Player	Yes
IIS	Yes	Pidgin	Yes	WWWOFFLE	Yes
Internet Explorer	Yes	Polipo	Yes	XChat	Yes
Irssi	Yes	Privoxy	Yes	xinetd	Yes
Java	Yes	PuTTY	Yes	µTorrent	Yes
Konqueror	Yes	Quagga	Yes		
lighttpd	Yes	rsync	Yes		
Linux CIFS VFS	Yes	Safari	Yes		
Linux NetKit ftp	Yes	Samba	Yes		
Linux NetKit Telnet	Yes	Simple DNS Plus	Yes		
Microsoft DNS	Yes				



點進網域新視界!

謝謝