

# 國中校園虛擬化系統規劃與設計之探討

林宜隆<sup>1</sup> 曾志忠<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 元培科技大學資訊管理系  
cyberpaul747@mail.ypu.edu.tw

<sup>2</sup> 國立宜蘭大學資訊工程研究所  
n0043019@ms.niu.edu.tw

## 摘要

雲端運算的發展可以追溯到1983年，由昇陽電腦(Sun Microsystems)公司提出的「網路是電腦」(The Network is the Computer)概念。而後在2006年的搜尋引擎大會(SES San Jose 2006)上，Google執行長埃里克·施密特首次提出「雲端運算(Cloud Computing)」的概念，來形容無所不在的網路服務[1]。

西元2009年4月24日，美國國家標準與技術研究院(National Institute of Standards and Technology, NIST)，起草雲端運算的標準與定義，歐巴馬政府更明白地在2010年度國會預算書上，指出雲端運算是施政重點。隨後英國、日本、韓國等亦相繼宣佈將建立政府雲端的計畫，作為振興經濟的強心針，而我國政府也將2010年稱為台灣的雲端元年。

雲端運算的概念應用於校園教育環境，即可稱為教育雲(Education Cloud)。隨著虛擬化(Virtualization)技術的精進，校園建置教育雲(Education Cloud)的環境已不再遙不可及了。本研究是以臺北市某市立國中校園環境加以實作，尋找一個低成本或開放原始碼(Open Source)的系統，將原本教育局配置的中階伺服器，變身為虛擬化架構的伺服器，接著將原有的16台實體主機進行虛擬化評估進而建置校園的教育雲。不但替學校節省電費、硬體成本，同時也減輕資訊人員的工作與管理負擔，更有效率地做資源重新分配工作。

**關鍵詞：**雲端運算、教育雲、虛擬化

## Abstract

The development of cloud computing can be traced back to 1983. Proposed by Sun Microsystems company, the concept first started as “the network is the computer.” In the 2006 Search Engine Conference (SES San Jose 2006), Google CEO Eric Schmidt first proposed the concept of ‘Cloud Computing’ to describe the ubiquity of network services. [1]

On 24 April 2009, the U.S. National Institute of Standards and Technology (NIST) drafted the standard definitions of ‘Cloud Computing.’ In addition, the US government stated clearly in the CBO Report of year 2010 that ‘Cloud Computing’ was one key policy, a

proposition followed by the United Kingdom, Japan, Korea and many others. Taiwan government also announced 2010 a new era of ‘Cloud Computing’ application, which is also depicted as a booster to better revive the country’s economy.

The process of applying the concept of ‘Cloud Computing’ in campus is now called ‘the Education Cloud.’ Through the improvement of virtualization technology, the dream of building an education cloud environment is no longer far-fetched. This study is based in a Taipei municipal junior high school campus. In an effort to develop the educational cloud environment, a low-cost, open source system is utilized to transform the original midrange servers to virtual machines. To complete the process, 16 physical hosts were then further evaluated for virtualization. The development of ‘Education Cloud’ environment has been proved to be practical and more efficient in terms of electricity and hardware costs saving and reallocation of resources.

**Keywords:** Cloud Computing, Education Cloud, Virtualization.

## 1. 前言

臺北市政府自民國88年起，實施為期三年的第一期資訊教育白皮書[2]，建立高中、高職、國中、國小優良的資訊教學環境，依此計畫，各級學校開始網路基礎建置，提供的服務也愈來愈多元化。

由於個人電腦的穩定度不如伺服器來的高，往往需要更多的電力、空間與電力等基礎設施，加上硬體故障率偏高，萬一當機，必須從作業系統、網站伺服器、應用程式全部重新安裝，無形的成本更是難以估計。

對大多數的國中與國小學校而言，系統管理人員通常只有一位，往往都是教師所兼任，因此每提供一項網路服務，就意味著增加一台電腦、一套作業系統與多套應用程式的維護，不但增加機房的耗電量，更加重系統管理人員的工作與負擔。

隨著虛擬化技術的精進，校園內要建置教育雲的環境也不再遙不可及了。此技術也已經吸引許多企業與學校加以引進，不但可以提升硬體資源的使用率、提高軟硬體部署的靈活性、縮短系統作業時間、協助企業人力的精簡、節能省碳與縮短災難復原時間，亦是系統管理人員的另一選擇。本研究就

是希望能將這些複雜的事情變得簡單且容易管理，這也是校園系統管理人員所必須面對的事情。

## 2. 文獻探討

雲端運算是一種基於網際網路的運算方式，透過這種方式，共享的軟硬體資源和資訊可以按需求提供給電腦和其他裝置，如圖 1 所示[1]。「雲」是

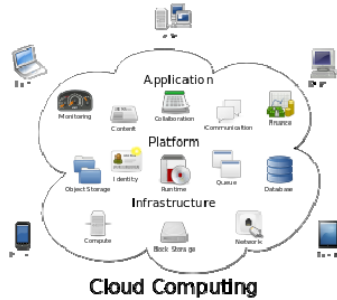


圖 1 雲端運算概觀

指網路，也就是我們最常使用的網際網路 (Internet)，「端」則是指使用者端(Client)。

雲端運算的定義可說是眾說紛紜，其中以美國國家標準與技術研究院 (National Institute of Standard and Technology, NIST) 的定義最具有公信力，其定義為：雲端運算是一種能普遍地、便利地隨著需求而透過網路連結存取設定好的共享運算資源(包括網路、伺服器、儲存裝置、應用程式及各項服務)運作模式，可以在最少的管理工作或服務供應商互動下，自動快速的提供資源配置和發佈[3]。

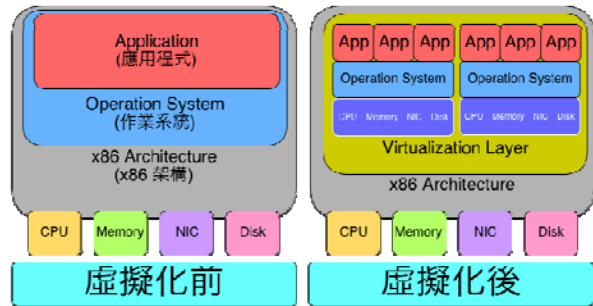
將雲端運算的概念套用於校園環境，即可稱為教育雲。所謂「教育雲」是指透過雲端儲存技術經網路連接到教室內所有電腦的一套系統，將書包、教材、測驗等教學資訊放在雲端，再藉由雲端桌面服務的方式讓老師和學共享資料，建構資訊共享的教育平台，希望能藉由教育雲讓學生的學習能夠



不受時間與空間的限制，並提高學生的自主學習能力[4]，教育雲服務環境如圖 2 所示。

圖 2 教育雲服務環境

虛擬化 (Virtualization) 是一個廣義的技術概念，是指將實體的資源，如個人電腦、伺服器、網路、作業系統與應用程式，轉變為邏輯的資源，以打破實體結構之間不可分割的障礙，虛擬化前與虛



擬化後的架構差異如圖 3 所示。

圖 3 虛擬化前後架構差異

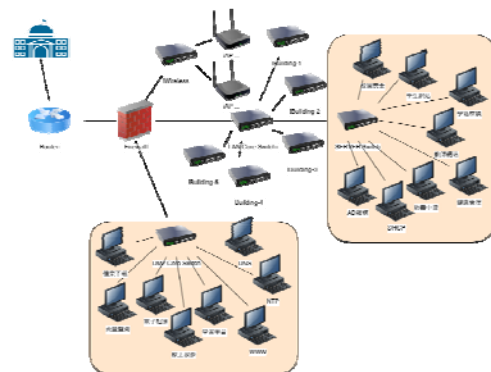
本研究探討的虛擬化是指硬體虛擬化 (Hardware Virtualization)，也可稱為伺服器虛擬化或是平台虛擬化。建置及管理虛擬化環境的軟體統稱為 Hypervisor (或稱 Virtual Machine Monitor, VMM)，根據硬體虛擬化的不同，Hypervisor 又有不同的選擇。硬體虛擬化方案大致可分為三類：全虛擬化、半虛擬化 (Para Virtualization)、硬體輔助虛擬化。

## 3. 系統規劃與設計

本研究是以臺北市某國中校園機房內現有的主機作為分析與規劃，將現有對外網路區 (Demilitarized Zone, DMZ) 與內部網路區 (Local Area Network, LAN) 現有的 16 台實體主機，藉由虛擬化技術做分析規劃與設計整合，將原本分散的系統，全部整合到校內的 IBM x3400 伺服器主機上。

### 3.1 現有系統架構與功能分析

在導入虛擬化技術之前，必須先針對現有的 16 台主機先做轉換評估，以確認是否要保留實體主機或是予以虛擬化，接著再評估是否要與其它主機合併或是獨立運作。評估方式則依主機用途、作業系



統、應用程式與使用量...等。圖 4 為校內 DMZ 區與 LAN 區現有主機與擺放位置示意圖。

圖 4 DMZ 區與 LAN 區現有主機擺放位置示意圖

首先是針對 DMZ 區與 LAN 區現有主機名稱與功能說明分析清單，內容包括電腦名稱、主機名稱、主機功能說明與擺放位置等，如表 1 所示。

表 1 現有主機名稱與功能說明分析清單

電腦名稱	主機名稱	主機功能說明	位置
dns	網域名稱	網域名稱與 IP 位址相互對映	DMZ
ntp	網路校時	提供校內所有主機校時服務	DMZ
www	學校首頁	提供校內外各項資訊服務	DMZ
bugtrack	線上報修	提供校內師生報修各項設備	DMZ
gallery	電子相簿	校內各項活動記錄	DMZ
mrtg	流量監測	記錄各交換器之流量	DMZ
download	檔案下載	各處室提供檔案下載	DMZ
elearn	學習平台	Moodle 線上數位學習平台	DMZ
ad	AD 主機	校內 Active Directory 主機	LAN
dhcp	配置 IP	校內 DHCP 主機	LAN
antivirus	防毒主機	校內防毒中控主機	LAN
school	校務行政	學生學籍、成績主機	LAN
health	健康管理	教育部健康管理系統	LAN
security	校園安全	教育部校園安全	LAN
teacher	教師主機	教師個人網頁與網路硬碟空間	LAN
student	學生主機	班級網頁與學生網路硬碟空間	LAN

接著是針對 DMZ 區與 LAN 區現有硬體設備分析清單，內容包括現電腦名稱、購買年份、CPU 等級、記憶體數量、網路速度、硬碟空間與擺放位置等，如表 2 所示。

表 2 現有硬體設備分析清單

電腦名稱	年份	CPU 等級	記憶體	網路速度	硬碟空間	位置
ns	98	Core 2 Duo	1G	1G	160G	DMZ
ntp	98	Core 2 Duo	1G	1G	160G	DMZ
www	100	Core i3	2G	1G	250G	DMZ
bugtrack	98	Core 2 Duo	1G	1G	160G	DMZ
gallery	100	Core i3	2G	1G	250G	DMZ
mrtg	98	Core 2 Duo	1G	1G	160G	DMZ
download	98	Core 2 Duo	1G	1G	160G	DMZ
elearn	100	Core i3	2G	1G	250G	DMZ
ad	99	Core 2 Quad	1G	1G	250G	LAN
dhcp	99	Core 2 Quad	1G	1G	250G	LAN
antivirus	100	Core i3	2G	1G	250G	LAN
school	100	Core i3	2G	1G	500G	LAN
health	101	Core i5	2G	1G	500G	LAN
security	101	Core i5	2G	1G	500G	LAN
teacher	100	Core i3	2G	1G	500G	LAN
student	100	Core i3	2G	1G	500G	LAN

最後則是針對 DMZ 區與 LAN 區現有主機內作業系統與應用軟體分析清單，內容包括電腦名稱、作業系統、擺放位置與應用軟體或服務程式名稱

等，如表 3 所示。

表 3 現有主機作業系統與應用軟體分析清單

電腦名稱	作業系統	位置	應用程式名稱
ns	FreeBSD	DMZ	BIND
ntp	FreeBSD	DMZ	NTPD
www	Windows	DMZ	IIS, MSSQL, TOMCAT
bugtrack	FreeBSD	DMZ	Apache, MySQL, PHP
gallery	FreeBSD	DMZ	Apache, MySQL, PHP
mrtg	FreeBSD	DMZ	Apache, MySQL, PHP
download	FreeBSD	DMZ	Apache, MySQL, PHP
elearn	FreeBSD	DMZ	Apache, MySQL, PHP
ad	Windows	LAN	AD
dhcp	Windows	LAN	DHCP
antivirus	Windows	LAN	NOD32
school	Windows	LAN	IIS, MSSQL
health	Windows	LAN	IIS, MSSQL
security	Windows	LAN	IIS, MSSQL
teacher	FreeBSD	LAN	Apache,MySQL,PHP,SAMBA,FTP
student	FreeBSD	LAN	Apache,MySQL,PHP,SAMBA,FTP

### 3.2 系統規畫與設計

在列出上述的原有主機名稱與功能、硬體規格、作業系統與應用軟體等三項清單後，接著開始進行整體性的評估，評估是否予以虛擬化或是保留原有的實體主機，以及是否合併或是單獨保留。評估的準則包括有：作業系統、CPU 需求、記憶體需求、硬碟空間需求、頻寬需求與其他特殊性需求等。整體評估的各項準則如下：

- 作業系統：作業系統是否相同是考慮合併的最基本條件，因為不同的作業系統有不同的作業環境與應用程式執行條件，所以不同的作業系統是無法合併的。
- CPU 需求：是指應用程式對 CPU 效能需求的高或低。若需較高的 CPU 效能，不論是保留實體主機或是虛擬化，主機予以保留，反之則可與其它主機合併。
- 記憶體需求：是指應用程式對記憶體數量需求的高或低。
- 硬碟需求：是指主機與應用程式對硬碟空間需求的高或低。主機不論是否進行虛擬化，對硬碟空間需求較高者，需提供另外的分割區來存放所需的空間，反之則可與系統分割區存放在一起。
- 網路流量：是指應用程式所提供的服務對網路頻寬流量的高或低。若頻寬流量較高，不論主機是否進行虛擬化，主機需予以保留，不可與其它主機進行合併。
- 其他特殊性：倘若主機所執行的應用程式或所提供的服務，是有其特殊目的或是針對特定使用者，不論是否虛擬化，主機需予以保留，不可與其它主機進行合併。

針對上述的評估準則，再將原有的 16 台主機進行整體性的評估，其整體評估結果如表 4 所示。

表 4 原有 16 台主機整體性的評估結果

電腦名稱	CPU 需求	RAM 需求	硬碟需求	網路流量	作業系統	位置	合併 / 保留	虛擬化 / 實體主機
dns	低	低	低	中	FreeBSD	DMZ	併	虛
ntp	低	低	低	中	FreeBSD	DMZ	併	虛
www	高	高	低	高	Windows	DMZ	留	虛
bugtrack	低	低	低	低	FreeBSD	DMZ	併	虛
gallery	低	中	中	中	FreeBSD	DMZ	併	虛
mrtg	低	低	低	中	FreeBSD	DMZ	併	虛
download	低	低	低	低	FreeBSD	DMZ	併	虛
elearn	中	高	中	高	FreeBSD	DMZ	留	虛
ad	低	低	中	高	Windows	LAN	併	虛
dhcp	低	低	低	高	Windows	LAN	併	虛
antivirus	高	中	低	高	Windows	LAN	留	虛
school	高	中	中	高	Windows	LAN	留	虛
health	中	中	中	低	Windows	LAN	留	虛
security	中	中	中	中	Windows	LAN	留	虛
teacher	高	高	高	高	FreeBSD	LAN	留	實
student	高	高	高	高	FreeBSD	LAN	留	實

註：併：合併；留：保留；虛：虛擬化；實：實體主機

由表 4 得知，原有的 16 台電腦主機中，有 8 台主機可進行虛擬化並加以合併，另外 8 台主機因整體需求較高或有其特殊性，只進行虛擬化並保留其單獨性，最後 teacher 與 student 主機，則是保留原有的實體主機，不予更動。

### 3.3 虛擬化系統需求與規格

本次研究之所以可以進行，係因臺北市教育局提撥給各校一台 IBM x3400 伺服器做為各校的校務行政主機，研究者認為此一中階伺服器只執行一套系統，並無法充份發揮出該機器應有的效能。因此藉由本次研究機會，先將原有的實體系統備份或是轉換成虛擬主機，再重新建置虛擬化系統來打造校園教育雲的環境。該伺服器之規格與明細如表 5 所示[5]，備註欄係學校添購的設備。

表 5 伺服器規格與明細

規格	明細	備註
尺寸外型 / 高度	直立式/5U(機架式)	
處理器	Intel Xeon E5620 2.40GHz	四核心
處理器數量	2	
記憶體	DDR-3 1333MHz UDIMM 4GB	添購 8GB RAMs
擴充插槽	五個 PCIe 及一個標準 PCI	
磁碟機櫃	3.5 吋熱抽換式串連接 SATA	4 個
網路介面	整合式千兆位乙太網路 * 2	添購 4 張雙 ports 網卡
電源供應器	920W	
熱抽換式元	風扇與標準硬碟機、電源供	

規格	明細	備註
件	應器 * 2	
RAID 支援	RAID 0, 1, 5, 6, 10, 50, 60	整合式

### 3.4 虛擬化整合與應用

經過上述整體評估的各項準則後，在 DMZ 區原有的 8 台實體主機中，全部皆可進行虛擬化，其中 www 與 elearn 主機在虛擬化後仍保留原來的運作模式，其餘主機則依應用程式的共通性予以合併；在 LAN 區原有的 8 台實體主機中，teacher 與 student 主機保留原有實體主機，其餘 6 台實體主機皆可進行虛擬化，ad 與 dhcp 予以合併，其餘主機則因特殊需求，保留原來的運作模式。表 6 為虛擬化後的新主機名稱與硬體新需求。

表 6 新主機名稱與硬體規格

電腦名稱	作業系統	CPU 需求	RAM 需求	頻寬需求	硬碟需求	位置
ns	FreeBSD	1	1G	1G	16G+16G	DMZ
web	FreeBSD	1	1G	1G	16G+32G	DMZ
www	Windows	1	1G	1G	16G+32G	DMZ
elearn	FreeBSD	1	1G	1G	16G+64G	DMZ
ad138	Windows	1	1G	1G	16G+16G	LAN
av138	Windows	1	1G	1G	16G+16G	LAN
sch138	Windows	1	1G	1G	16G+32G	LAN
health138	Windows	1	1G	1G	16G+16G	LAN
security	Windows	1	1G	1G	16G+16G	LAN
teacher	FreeBSD	1	1G	1G	80G+750G	LAN
student	FreeBSD	1	1G	1G	80G+750G	LAN

- ns 主機：由原本的 dns 與 ntp 合併後的新主機。dns 主機主要是負責 IP 與網域名稱查詢，查詢次數雖多，對 CPU 與網路頻寬來說，負荷不會太重。而 ntp 校時主機係針對校內所有主機的校時服務，當電腦開機後，都會向 ntp 主機發送校時封包，再由 ntp 主機傳回誤差時間後，由發送電腦自行更新。這兩台主機不需要提供網頁服務，負荷較輕，因此予以合併。
- web 主機：由原本的 mrtg、bugtrack、download 與 gallery 四台主機合併後的新主機。這四台主機中除了 gallery 主機對硬體的要求較高外，其餘三台主機要求均不高，除了 mrtg 外，另外三台主機都有執行 Apache + MySQL + PHP，因此將這四台予以合併成一台。
- www 主機：www 是 DMZ 區唯一的 Windows 系統，自然無法與 DMZ 區的其他主機合併。www 主機除了有安裝執行網頁服務，還有 JAVA 服務，所以主機的負荷已過重。因此將原本的實體主機透過 P2V 轉換程式予以虛擬化或是直接在虛擬系統內重新安裝虛擬主機。
- elearn 主機：elearn 主機是學校 Moodle 線上數位學習平台主機，提供校內學生線上學習課程

的主機。elearn 主機的系統為 FreeBSD，FreeBSD 系統無法透過 P2V 將實體主機轉成虛擬主機，因此只能採直接在虛擬系統內重新安裝虛擬主機。

- ad138 主機：由原本的 ad 與 dhcp 兩台合併後的新主機。ad 主機是針對電子公文系統而做的帳號認證，而 dhcp 主機則是配發 IP 位址給校內電腦的主機，負荷較輕，因此予以合併。
- av138 主機：av138 主機是原本 antivirus 實體主機虛擬化後的新名稱。防毒中控主機的主要功能是 mirror 官方網站的防毒定義檔，再提供給校內電腦主機做為防毒定義檔更新的依據，此外還有監控、管理與統計等功能。該主機有自己的網頁服務程式，因此將原本的實體主機透過 P2V 轉換程式予以虛擬化或是直接在虛擬系統內重新安裝虛擬主機。
- sch138 主機：sch138 主機是學校最重要的主機，有安裝 IIS 網頁服務程式、資料庫管理程式，所以系統負荷較重。因此將原本的實體主機透過 P2V 轉換程式予以虛擬化或是直接在虛擬系統內重新安裝虛擬主機。
- health138 主機：health138 是依教育部規定建置的學生健康管理系統，有 IIS 網頁服務程式、資料庫管理程式，系統負荷較重。因此將原本的實體主機透過 P2V 轉換程式予以虛擬化或是直接在虛擬系統內重新安裝虛擬主機。
- security 主機：security 主機是依教育部規定建置的校園安全管理系統，主機有安裝 IIS 網頁服務程式、資料庫管理程式，所以系統負荷較重。因此將原本的實體主機透過 P2V 轉換程式予以虛擬化或是直接在虛擬系統內重新安裝虛擬主機。
- teacher 主機：teacher 主機是學校重要的主機之一，主機有安裝網頁服務、網路硬碟空間(內含 FTP 與 SAMBA)服務，系統負荷較重，因此保留原有的實體主機。
- student 主機：student 主機是學校重要的主機之一，主機有安裝網頁服務、網路硬碟空間(內含 FTP 與 SAMBA)服務，系統負荷較重，因此保留原有的實體主機。

經過系統整合步驟後，DMZ 區只剩 4 台虛擬主機，而 LAN 區有 2 台實體主機與 5 台虛擬主機。

## 4. 結論

### 4.1 對學校的貢獻

原有的實體主機若要擴充設備，如記憶體、硬碟，必須購買規格相符的設備，而且要逐一更換並關閉實體主機運轉，造成服務中斷時也拉長。導入虛擬化後，只有在伺服器更換設備時才需關閉實體

電源，虛擬機器的更換只需動動滑鼠或鍵盤即可，大大的縮短了因停機而造成服務中斷的時間，也改善了原有機器負載過高的問題，因為在虛擬化系統中，硬體資源是可以動態調配給所需的服務機器。

另外，透過單一的網路管理介面程式 VMware vSphere Client，即可輕鬆的掌控所有在 ESXi 上的虛擬機器，不需再到主機房內針對要維護的電腦去切換與控制，只要在有網路的地方，更可以透過遠端連線方式，對 ESXi 伺服器進行管理與維護，將原本耗時與複雜的管理方式予以簡單化。

雖然 ESXi 缺少了 ESX 版本最重要的動態移轉 (Vmotion)、分散式資源調度 (Distributed Resource Schedule, DRS)、高可用性 (High Availability, HA) 與儲存設備動態移轉 (Storage Vmotion) 等功能。本研究採用具有 iSCSI 功能的 NAS 設備，來彌補缺少的 Vmotion 與 Storage Vmotion 的功能，雖然無法與付費 ESX 版本的效能匹敵，卻能在 ESXi 系統發生故障時，將虛擬機器與檔案遺失的風險，降到最低。

### 4.2 建議與未來展望

本研究是在以取得成本較低的 VMware ESXi 版本，來建置校園教育雲環境，除了可以確保虛擬機器與資料運作的正常，更可以減輕系統管理人員的負擔。也因為是採用 ESXi 版本，因此也針對本研究之結果，提出以下幾點建議：

1. 由於 ESXi 版本無法由官方取得任何支援，因此後續所衍生出來的安裝、調校與維護等事宜，必須自行克服困難與解決，或是上網搜尋相關的資源。
2. 採用 NAS 主機並提供 iSCSI 服務給伺服器使用，但資料並非百分之百及時複寫，而是每間隔 5 秒鐘抄寫一次，倘若在間隔時間內因資料量太大抄寫無法完成或網路品質不穩定時，會有遺失資料的風險存在，建置時必須瞭解。
3. 本研究提出的硬體架構是以臺北市政府教育局所配發的 IBM x3400 伺服器為主，再依系統分析結果，學校環境添購所需的其它硬體，如記憶體、網路卡等做最適當的搭配，這樣架構出來的環境比較適合虛擬化的環境。

## 參考文獻

- [1] 維基百科(2013)，雲端運算，2013 年 7 月 8 日取自網頁：<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%9B%B2%E7%AB%AF%E9%81%8B%E7%AE%97>
- [2] 臺北市政府教育局(民 88)，臺北資訊教育白皮書第一期，臺北市：臺北市政府教育局。
- [3] Peter Mell, Timothy Grance(2011), The NIST Definition of Cloud Computing, Retrieved July 10, 2013, from <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>
- [4] 電子商務時報(2011)，雲端時代教育雲，解決教學資源不均問題。2013 年 7 月 11 日取自網頁：<http://www.ectimes.org.tw/Shownews.aspx?id=110731235808>

- [5] IBM · IBM System x3400 M3 規格 · 2013 年 7 月 11 日取自  
網頁：[http://www-03.ibm.com/systems/tw/x/hardware/tower/  
x3400m3/specs.htm](http://www-03.ibm.com/systems/tw/x/hardware/tower/x3400m3/specs.htm)