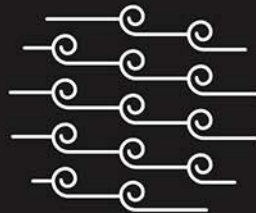
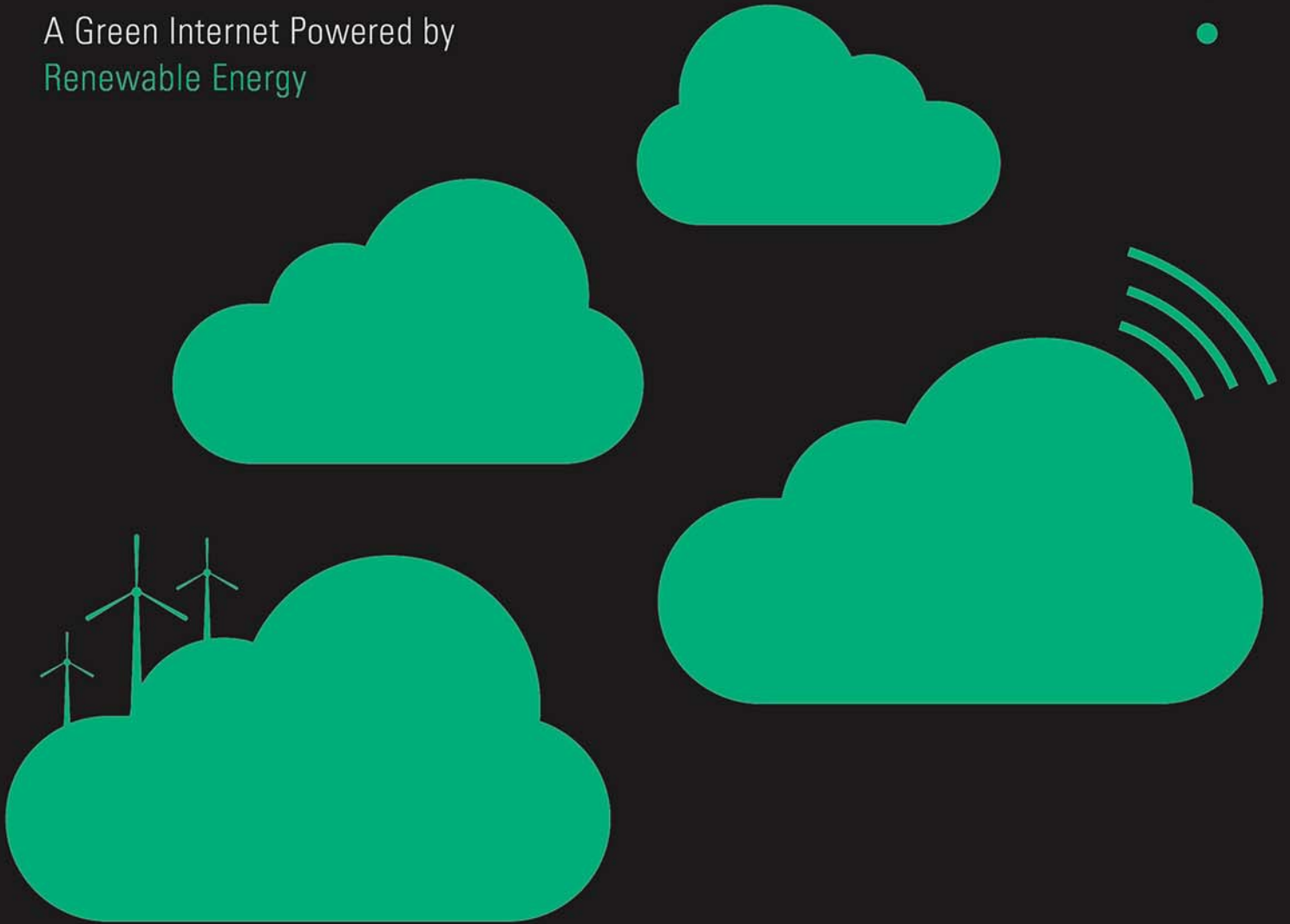


黑點·擊·綠

Clicking Clean

A Green Internet Powered by
Renewable Energy

再生能源創造綠色網路



GREENPEACE 綠色和平



Content

Chapter 01	資料中心簡介	04
Chapter 02	臺灣資料中心的能源挑戰	10
Chapter 03	綠色網路新契機	14
Chapter 04	再生能源在台灣	20
Chapter 05	綠色和平 X 臺灣資料中心	24

序

Summary

「每天早上眼睛還沒睜開，本能地摸向手機的位置，自動化的直接點開Gmail檢查有沒有新的電子郵件；晚上關燈睡覺前，還會上YouTube看一下好笑的影片再入睡。」這樣的無時無刻上網已成必然趨勢，也是許多人的智慧生活模式。全球目前有超過二十五億網友，預計未來五年上網人口更會增加六成，網路已經成為社會上不可或缺的一環。

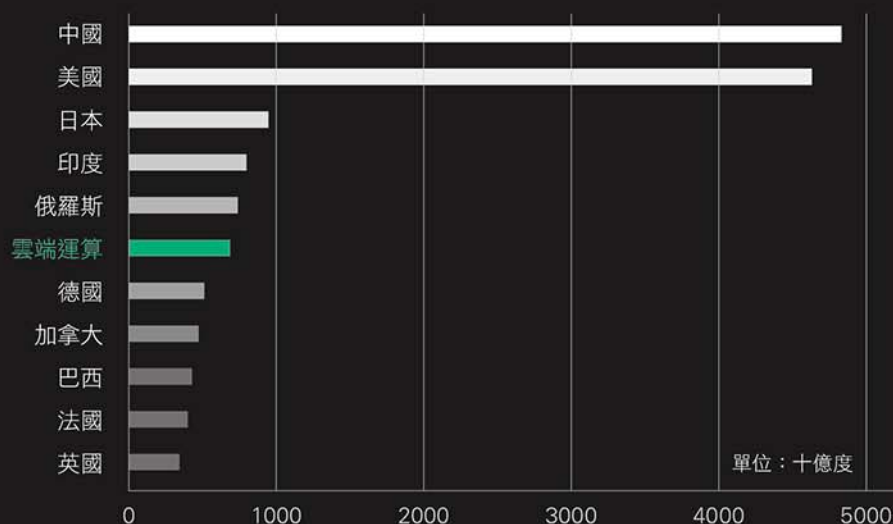
這些網路服務如此深入在每個人的生活中，背後是由數以萬計的伺服器、占地廣大的資料中心、機房在一天24小時全年無休地運作維持著，形成今時今日的「雲端」。隨著生活中大小資訊、音樂、照片、影片、社交生活往雲端遷移，資料中心的發展成為近年來全球最耀眼的電力需求增長產業，而機房(資料中心)所消耗的能源增長、能源來源，都是企業必須正視的問題與風險。

根據SMARTer 2020報告所做的分析，雲端在全球2011年所帶來的耗電量(不包括個人上網裝置)達6,840億度，預計全球2020年的增長將會達63%。若將2011年全球雲端運算用電量(6840億度)與各國用電量相比，甚至高過德國、加拿大、巴西、法國、英國全國用電量，排名第六。

2011年資料中心 與各國總用電量比較

資料來源 -

GeSI SMARTER 2020: The Role of ICT
in Driving a Sustainable Future. IEA:
2011 Electricity and Heat.



為因應急速成長的雲端用電，網路巨擘如Google、Facebook與Apple均已提出資料中心使用100%再生能源的承諾。再生能源的使用不但可以協助產業減少碳排放，更因其具有可再生性，大幅減低了傳統能源有限資源的風險。

在臺灣，資通訊產業的機房耗電量從2011年到2013年預估成長了近10.4%，而整體資料中心產業超過50臺伺服器的大型機房數量預估將以每年12.9%的比例成長。此外，資料中心用電亦會製造二氧化碳排放，2013年，臺灣總機房的碳排放量為153萬公噸，佔總碳排放量的1%。

臺灣目前發電方式高度仰賴進口能源，依存度高達97.6%。發電成本亦深受燃煤、天然氣、油價波動影響，而自2007年起，每年進口能源花費都超過GDP的10%，能源安全備受威脅。臺灣正處於能源抉擇的十字路口，資料中心的用電選擇絕對是企業與政府需要面對的問題。解決用電需求成長，若走回火力、核電的舊路，不但將加深臺灣對進口能源的依賴，更無益於減碳、減緩氣候變遷。而風能、太陽能等再生能源，則已有Google、Facebook、Apple等IT龍頭的先例，證實是可行且理想的能源選項。

全球暖化日益嚴重，氣候變遷成為21世紀人類社會最難解的課題之一。IT產業在這樣的演進中，如何扮演帶領改變的角色，從能源選擇可以看出端倪。資料中心在世界各地蓬勃發展，IT產業不只在網際網路帶來革命性的改變，在能源發展上亦有舉足輕重的影響。企業如何選擇，絕對值得各界拭目以待。

Chapter **01**

Data Centers Introduction

資料中心 簡介

資料中心的基本概念

How Does a Data Center Work?

資料中心(Data Center, DC)是提供電子資訊設備運作的空間，具有集中管理、存儲、傳輸、交換大量資料的功能。我們平日透過電腦或行動裝置，例如智慧型手機、平板電腦等上網收發email、交易商品、下載影音、分享圖片等均必須透過背後資料中心的運作才得以完成，因此資料中心是與現代人生活息息相關、隱身在幕後的龐大力量。雲端運算和海量資料(Big data)的興起，運算資源高度仰賴伺服器端，其性能要求亦大幅提升，促使伺服器朝向高密度、高效能的特性發展；而新興IT的服務的日趨複雜多樣性，以及需要處理之資訊量大幅增加，也促使儲存設備必須具備高度容量擴展性，而網路設備也需要更快速且高品質的傳輸能力。

早期在機房營運的成本當中，伺服器的採購成本遠高於資料中心基礎設施建置成本以及維持設備運轉的能源成本¹。但是，隨著生產技術逐漸提升、資訊科技產品日益普及，至2008年資料中心之能源成本已超越伺服器的成本。長期來看，伺服器等科技產品的成本變化不多，但維持伺服器營運之基礎設施建置成本和能源成本卻不斷增加，突顯了在機房維運上，基礎設施及能源使用管理之重要性與日俱增。

而更多的能源耗用，也可能產生更多的碳排放量，因此在資料中心不斷擴展的今天，其能源來源與如何節能絕對是**製造、電信與網路業者以及政府部門**應積極思考的重點。

臺灣資料中心的現況

Data Centers in Taiwan

資料中心(DC)的型態概分為三類，一類是各家企業的自用機房，第二類是對外營運、接受其他企業資訊服務委外之作業的資料中心，例如：宏碁的渴望園區，提供有機房需求的企業一個電子資訊設備運作的空間，並協助其維運與管理。而第三類就是各個提供雲端服務的資料中心，例如：Google、Amazon、中華電信雲端機房。

全臺的資料中心數量相當多，小自各家公司的網路機房，大至提供主機代管服務或網路服務的大型資料中心均屬之。越來越多業者為了獲得專業且有效率的IT設備管理服務，以降低營運和管理的成本和人力，而將維護IT運作的業務委，進而加速大型資料中心的建造³。根據資策會Foreseeing Innovative New Digiservices (Find)於2011年的調查⁴估算，在臺灣有機房需求的企業中，自建機房者大約占81%，租用外部資料中心服務者占19%。根據2010至2011年機房數量推估，機房數量以每年5%的比例成長⁵；至於大型資料中心之間數成長，以臺灣三大電信業者、企業集團及外國企業建置則至少有30間以上。

在評估資料中心的能源使用狀況上，可以從不同面向的指標來衡量，包括總耗電量、能源使用效率指標(Power Usage Effectiveness, PUE)、耗電結構以及碳排放量等項目。

以下從這幾個角度來觀察與了解臺灣資料中心的能源使用概況：

總耗電量

Electricity Consumption

資料中心的耗電量，以一台伺服器平均功率約為257瓦(W)⁶，以及PUE值為1.9來估算⁷，2011年整體產業的機房總耗電量約為21.7億度^{8/9/10}，至2013年達24.1億度，約占全臺灣總用電1%(2013年總用電量約為2450.9億度)¹¹，等於超過69萬戶臺灣家庭一年用電量¹²。

2011年機房耗電量按產業別排名分別為：

製造業(約5.3億度)，批發零售業(約3.6億度)、資通訊傳播業¹³(約2.8億度)、金融及保險業(約2.5億度)、教育服務業(約2.4億度)、公共行政與國防¹⁴(約1.7億度)。製造業雖為目前機房耗電量最高者，但成長幅度遠不如資通產業。預估2016年製造業機房耗電量將成長至約6.1億度左右，2020年將成長至6.7億度，僅微幅增加。值得注意的是，資通訊產業的機房耗電量成長快，僅次於後起之秀金融與保險業，從2011年到2013年，共成長近10.4%，達到3.4億度^{15/16}。據估計，若在企業不進行任何節能作為之下計算，資通訊傳播業機房耗電量將在2016年達到4.6億度，在2020年更將上看6.8億度^{15/16}，爬升至第二名。

資料中心產業日益蓬勃，用電需求亦不斷成長，面臨能源選擇的十字路口，電從何而來將會是一大挑戰。科技產業帶領近十年臺灣的經濟發展，如今從製造轉向雲端，企業該如何解決電力需求成長，絕對是各界關注的議題。

能源使用效率

Power Usage
Effectiveness,
PUE

$PUE = \text{機房總耗電量} / \text{機房IT*耗電量}$
(*機房IT為伺服器、網路通訊、儲存等三大硬體設備)

國際上評估機房效能之指標，最常採用的是能源使用效率指標 (Power Usage Effectiveness, PUE)。其定義為機房的整體耗電量與IT設備耗電量的比值，此數值越趨近於1代表能源使用效率越佳，亦即代表機房運作中大部份的電力是花費在核心的IT設備運轉上，而非浪費在其他外部維持IT設備運轉的基礎設施上。

以美國資料中心來看，其能源使用效率PUE值於2003年平均為1.95；而臺灣2010年抽樣40座資料中心的PUE平均量測結果約為1.9以上，相當於美國2003年的數值表現。

碳排放量

CO₂
Emissions

根據2009年研究¹⁷指出，1度電會產生0.636公斤的二氧化碳，機房中的伺服器1天運作24小時，1年運作365天，因此生產的二氧化碳量相當可觀。據此估計，臺灣2011年機房的總碳排放量為280萬公噸，2013年的碳排放量則達320萬公噸，相當於該年臺灣總二氧化碳排放量的1.2%。由此可知，機房產生的溫室氣體排放量非但可觀，更持續成長，對環境的影響不容小覷。

傳統 vs. 再生能源

傳統骯髒能源，包括燃煤、核能除了製造溫室氣體排放，對減緩氣候變遷毫無助益外，也有核廢料污染的危險隱憂。更重要的是，這些發電方式高度仰賴進口能源，將會加重臺灣進口能源物料的壓力，不利能源自主，更恐對經濟發展構成不良影響。

隨著電力需求持續成長，乾淨的再生能源提供了最好的出路。再生能源包括風能、太陽能、地熱、潮汐能等，除了低碳排、低污染外，為大自然中可持續再生的能源來源。臺灣若能善用自然豐沛的資源，不但有助於減碳，更可以降低臺灣對進口能源的依賴，達到能源自主，使臺灣的能源與經濟皆能永續發展。

- ¹ 財團法人台灣綠色生產力基金會，2010年，「電信網路機房節能應用技術手冊」，pp.2
- ² IT設備是指伺服器、網路通訊、儲存等三大硬體設備。
- ³ 李乾立，2013年，「探討大型資料中心興起對於伺服器產業之影響」，資策會MIC，pp.3~4
- ⁴ 資策會Foreseeing Innovative New Digiservices (Find)，2011年，「企業自建機房使用現況與綠色機房需求動向」，pp.10
- ⁵ 以2009~2011年台灣整體/>50台伺服器之機房數量之年複合成長率估算；年複合成長率= $\frac{\text{最終年數值}}{\text{最初年數值}}^{\frac{1}{\text{年數}}}-1$ *100%
- ⁶ Jonathan G. Koomey，2007年，ESTIMATING TOTAL POWER CONSUMPTION BY SERVERS IN THE U.S. AND THE WORLD，pp.30。Table 6: Electricity used by servers for the U.S. and the World。
- ⁷ 財團法人台灣綠色生產力基金會，2010年，「電信網路機房節能應用技術手冊」，pp.5
- ⁸ 行政院主計處電子處理資料中心，「電腦應用概況報告」，2005年表5伺服器設置概況—按機構類別分；2011年表15電腦設置概況—按行業別分。2012~2020年伺服器數量以2004~2011年之年複合成長率估算；年複合成長率= $\frac{\text{最終年數值}}{\text{最初年數值}}^{\frac{1}{\text{年數}}}-1$ *100%。
- ⁹ 機房總耗電量 / 機房IT耗電量=PUE；機房IT耗電量=(機房伺服器總台數*一台伺服器耗電量)+儲存設備耗電量+通訊設備耗電量；以2005年全球平均每台伺服器耗電功率257W為基準，再以2000~2005年的全球平均每台伺服器耗電功率的年複合成長率1.72%推估全球各年平均每台伺服器耗電功率。在24小時都不關機的狀態下，一年365天，一台伺服器共耗0.257千瓦(kw)*24小時*365天=2251.32度(kwh)。
- ¹⁰ Jonathan G. Koomey，2011年，GROWTH IN DATA CENTER ELECTRICITY USE 2005 TO 2010，P21。Table 2之註2指出，美國Environmental Protection Agency(EPA)於2007年公布的2010年電力效率趨勢預測(Current Efficiency Trends forecast for 2010)調查中的推估，儲存及通訊設備耗電量分別為伺服器耗電量的24%及15%。
- ¹¹ 能源局，2013年，「能源統計手冊」，pp.89
- ¹² 台電網頁指2013年臺灣家庭平均每月用電量291度。
<http://www.taipower.com.tw/content/govern/govern01.aspx?MType=5&MSType=14>
- ¹³ 行政院主計處，2011年，「中華民國行業標準分類」，pp.143；資訊及通訊傳播業是指從事資訊及通訊傳播之行業，包括出版、影片服務、聲音錄製及音樂出版、傳播及節目播送、電信、電腦系統設計、資料處理及資訊供應服務等
- ¹⁴ 行政院主計處，2011年，「中華民國行業標準分類」，pp.167；公共行政與國防指的是政府機關、民意機關、國防事務及國際組織等
- ¹⁵ 行政院主計處電子處理資料中心，「電腦應用概況報告」，2009年，表11電腦設置概況—按行業別分；2010年，表23電腦設置概況—按行業別分；2011年表15電腦設置概況—按行業別分；2012~2020年各產業伺服器數量以2009~2011年之年複合成長率估算；年複合成長率= $\frac{\text{最終年數值}}{\text{最初年數值}}^{\frac{1}{\text{年數}}}-1$ *100%。
- ¹⁶ 機房總耗電量 / 機房IT耗電量=PUE；機房IT耗電量=(機房伺服器總台數*一台伺服器耗電量)+儲存設備耗電量+通訊設備耗電量；以2005年全球平均每台伺服器耗電功率257W為基準，再以2000~2005年的全球平均每台伺服器耗電功率的年複合成長率1.72%推估全球各年平均每台伺服器耗電功率。在24小時都不關機的狀態下，一年365天，一台伺服器共耗0.257千瓦(kw)*24小時*365天=2251.32度(kwh)。
- ¹⁷ 張明生，2009年，「一度電的話題」，能源報導，
<http://energymonthly.tier.org.tw/outdatecontent.asp?ReportIssue=200907&Page=11>；總碳排放量(公斤)=一度電產生0.636公斤二氧化碳*總機房耗電量(度)

綠色和平與美國愛荷華農民工會 (Iowa Farmers Union) 合作，做出風車型狀的麥田藝術裝置，呼籲各界重視再生能源，共同減緩氣候變遷。





Chapter **02**

Challenges on Energy Sources for
Data Centers in Taiwan

臺灣資料中心 的能源挑戰

電力需求 大增

Significant Increase In Demand For Electricity

全球網際網路目前有超過二十五億人口，預計未來五年上網人口會增加六成^{18/19}，顯示雲端世代正式來臨。2011年全球雲端耗電量估達6840億度，預計2020年將會成長63%，成為用電需求增長最快的產業之一²⁰。

網路日益發達，大型資料中心更如雨後春筍出現在世界各地。近年來，臺灣亦興起新一波的資料中心建置熱潮，臺灣資通訊產業的機房耗電量從2011年到2013年成長了10.4%，而機房數量預估將以每年1.4%的比例成長^{21/22}。許多大型電信業者或網路服務提供者均積極擴充規模或者興建大型雲端資料中心；中華電信2013年6月在板橋新建6,500坪資料中心，規畫建置4,500個伺服器機櫃，是全台10多座資料中心的主中心；未來還將規畫在宜蘭頭城興建新的資料中心，桃園埔心機房亦評估改造成大型資料中心²³。臺灣大哥大則於2013年11月啟用台北內湖的第10座資料中心，佔地將近8,000坪，為旗下最大，可提供企業客戶超過數千個機櫃²⁴。遠傳已有8個大機房，總面積2萬多坪，於2013年與遠東集團共同開發的綠色資料中心位於板橋的遠東通訊園區，標榜節能²⁵。

有些企業集團瞄準網際網路的發展以及資訊委外的商機，成立資料中心。其中以宏碁投資之電子化資訊管理中心eDC最具代表性。eDC於2000年成立，位於桃園龍潭宏碁渴望園區，機房使用面積七千坪，投資新臺幣30億元以上，主要提供企業專業的電子化資訊管理服務；2010年時又啟用了高密度的新型雲端資料中心，可容納約800台伺服器，搶攻雲端市場²⁶。此外，Google亦於2012年4月宣佈來台建置資料中心，已於2013年12月正式啟用。其位於彰化縣彰濱工業區，佔地15公頃。而繼Google之後，Facebook、日本NTT亦是下一波考量來台設置雲端資料中心的廠商²⁷。

¹⁸ 2 GeSI SMARTer2020: The Role of ICT in Driving a Sustainable Future
<http://gesi.org/SMARTer2020>

¹⁹ The Cisco® Visual Networking Index (VNI) Forecast (2012-2017)
<http://newsroom.cisco.com/release/1197391/>

²⁰ GeSI SMARTer2020: The Role of ICT in Driving a Sustainable Future
<http://gesi.org/SMARTer2020>

²¹ 行政院主計處電子處理資料中心，「電腦應用概況報告」，2009年，表11 電腦設置概況—按行業別分；2010年，表23 電腦設置概況—按行業別分；2011年表15 電腦設置概況—按行業別分；2012-2020年各產業伺服器數量/機房數量以2009-2011年之年複合成長率估算；年複合成長率= $[(\text{最終年數值}/\text{最初年數值})^{(1/\text{年數})}-1]*100\%$ 。

²² 機房總耗電量 / 機房IT耗電量=PUE；機房IT耗電量=(機房伺服器總台數*一台伺服器耗電量)+儲存設備耗電量+通訊設備耗電量；以2005年全球平均每台伺服器耗電功率257W為基準，再以2000-2005年的全球平均每台伺服器耗電功率的年複合成長率1.72%推估全球各年平均每台伺服器耗電功率。在24小時都不關機的狀態下，一年365天，一台伺服器共耗0.257千瓦(kw)*24小時*365天=2251.32度(kwh)。

²³ 林淑惠、袁延壽，2013年，「中華電砸130億元 板橋IDC動土」，中時電子報；
<http://www.chinatimes.com/newspapers/20130618000151-260204>

²⁴ 林俊輝，2013年，「臺灣大啟用雙認證IDC雲端機房」，中時電子報，
<http://www.chinatimes.com/newspapers/20131128000377-260210>

²⁵ 江明晏，2013年，「遠傳投資百億8大機房盼商機」，中央社

²⁶ 趙郁竹，2010年，「宏碁eDC推新型資料中心，搶雲端大餅」，數位時代；
<http://www.bnext.tw/article/view/id/15543>

²⁷ 吳其勳，2013年，「Google亞洲最大機房，Google臺灣資料中心啟用」，iThome；
<http://www.ithome.com.tw/node/84428>

臺灣近期大型雲端機房 興建概況

資料來源：中時電子報、中央社，
2014年7月

業者	Google	宏基	台灣大	中華電信	遠傳
雲端資料中心	彰濱工業園區	桃園龍潭宏碁渴望園區	內湖綠能雲端機房	板橋綠色園區	遠東通訊園區
投資總額 (新臺幣)	90億	30億以上	50億	130億	180億
採購金額	雲端伺服器採購金額將達台幣數十億元				
容量		最新雲端機房至少有800台伺服器	超過數千個機櫃	4,500個機櫃	
啟動營運	2013年底	2000年成立，最新雲端機房於2010年啟用	2013年第一季營運	2015年完工	2014年年底完工
整體規劃		改善散熱設計讓其新型機房能夠容納比以往密度更高的伺服器數量	資料中心規劃考量國際標準 ²⁸ ，建立高效能綠色雲端機房	資料中心陸續提供雲端服務，綠色園區營運規劃中	內湖安康機房已於2000年啟用，陸續提供雲端服務，至今全台已有7座綠能機房

以上這些大型資料中心的興建只是開始，後續均將規劃更多的雲端機房、資料中心，雖然業者們均強調其興建之雲端機房均是符合Uptime Institute²⁹標準的綠色機房，且也致力於節能措施。但隨著伺服器不斷擴充與成長，電力需求不可避免地上升，絕對是業者必須面對的問題。

除了這些大型雲端機房的建置，未來其他中小型企業的機房也將因業務擴張而增加，預期2016年時，臺灣的機房數量將增加至9.2萬間，伺服器數量將擴張至39.4萬台，耗能量將達28.3億度^{30/31}，碳排放量也將增加至180萬公噸³²；而預期至2020年時，臺灣的機房伺服器數量將擴張至45.4萬台，機房耗能量將達34.9億度³³，年複合成長率達約5.4%³⁴，由此可知，這些龐大且還在逐漸成長的機房耗電量及碳排放量是當前不可忽視之重要問題。

²⁸ 符合Uptime Institute Tier III的規範

²⁹ Uptime Institute，是具權威性的國際機房認證機構，制定一套機房建置參考指南，並推出兩大類的機房認證方案，分別是Tier分級認證，以及Tier永續經營認證。

³⁰ 行政院主計處電子處理資料中心，「電腦應用概況報告」，2005年表5伺服器設置概況—按機構類別分；2011年表15電腦設置概況—按行業別分；2012~2020年各產業伺服器數量/機房數量以2004~2011年之年複合成長率估算；年複合成長率= $\left[\frac{\text{最終年數值}}{\text{最初年數值}}\right]^{\frac{1}{\text{年數}}}-1$ *100%。

³¹ 機房總耗電量 / 機房IT耗電量=PUE；機房IT耗電量=(機房伺服器總台數*一台伺服器耗電量)+儲存設備耗電量+通訊設備耗電量；以2005年全球平均每台伺服器耗電功率257W為基準，再以2000~2005年的全球平均每台伺服器耗電功率的年複合成長率1.72%推估全球各年平均每台伺服器耗電功率。在24小時都不關機的狀態下，一年365天，一台伺服器共耗0.257千瓦(kw)*24小時*365天=2251.32度(kwh)。

³² Ibid. 張明生，2009年，「一度電的話題」，能源報導

³³ 行政院主計處電子處理資料中心，「電腦應用概況報告」，2005年表5伺服器設置概況—按機構類別分；2011年表15電腦設置概況—按行業別分；2012~2020年各產業伺服器數量/機房數量以2004~2011年之年複合成長率估算；年複合成長率= $\left[\frac{\text{最終年數值}}{\text{最初年數值}}\right]^{\frac{1}{\text{年數}}}-1$ *100%。機房總耗電量 / 機房IT耗電量=PUE；機房IT耗電量=(機房伺服器總台數*一台伺服器耗電量)+儲存設備耗電量+通訊設備耗電量；以2005年全球平均每台伺服器耗電功率257W為基準，再以2000~2005年的全球平均每台伺服器耗電功率的年複合成長率1.72%推估全球各年平均每台伺服器耗電功率。在24小時都不關機的狀態下，一年365天，一台伺服器共耗0.257千瓦(kw)*24小時*365天=2251.32度(kwh)。

³⁴ 2016~2020年年複合成長率；年複合成長率= $\left[\frac{\text{最終年數值}}{\text{最初年數值}}\right]^{\frac{1}{\text{年數}}}-1$ *100%



Chapter **03**

—
*Renewable Energy:
a New Opportunity for a Green Internet*

綠色網路 新契機

Clicking Clean

綠色和平自2010年首次發布《黑色雲端報告》(Make IT Clean)，揭露全球資通訊ICT產業以燃煤支援資料中心的運作，雲端運算技術成為全球暖化的幫兇，並點名Microsoft、Apple、Amazon、Google、Yahoo等業界龍頭，要求產業擴大再生能源的使用。

2014年初再度發表ClickingClean: How Companies are Creating the Green Internet報告，闡述科技龍頭如何透過使用100%再生能源，處理電力需求成長的挑戰。處理能源的挑戰，作出100%再生能源的承諾。資料中心使用100%再生能源，除了為品牌加分、帶動網路的永續發展，還能改變能源產業的結構。更重要的是，在傳統能源日益枯竭的今日，使用再生能源可幫助企業達到避險的重要功能，絕對符合企業發展的長遠利益。

資料中心要達到使用100%再生能源的目標，目前有多種不同的管理政策可以採用，既不影響運算中心的穩定營運，更有助企業平衡能源價格波動的風險。以下以Facebook、Google及Apple三家已承諾100%再生能源的資料中心為例，分享資料中心的再生能源政策，作為臺灣資料中心的發展參考藍圖。

Facebook

全球擁有12.3億活躍用戶的Facebook早在2011年就公開宣佈以再生能源為優先的資料中心選址策略³⁵。2012年於能源政策上大躍進，企積極建構綠色網路產業的企圖強烈。2013年選擇在以100%水力發電的瑞典Luleå建構資料中心，在美國愛荷華州(Iowa)³⁶設立第四個資料中心，透過再生能源認證(REC, Renewable Energy Certificate)向當地的電力公司購買100%的風能外，更促成了全球最大筆的風機採購計畫。Facebook在愛荷華州促成當地電力公司投資風力發電計畫，金額達20億美元，不但有助再生能源發展，更帶來了許多工作機會。該計畫將為電網帶來138MW的再生能源電力，遠大於Facebook在愛荷華州資料中新的能源需求。Facebook更承諾2015年在全國的資料中心電力來源中，再生能源佔比需達到25%³⁷。

此外，即使在電力市場壟斷的北卡羅來納州(North Carolina)，Facebook 與Google、Apple還有其他主要電力消費企業，合力推動當地唯一的電力公司(Duke Energy) 提出全新的再生能源電價方案。並將此成功模式複製至俄勒岡州(Oregon)，推動當地電力公司提出再生能源電價措施。於2014年Facebook更直接遊說愛荷華公共事業局(Iowa Utilities Board)應建設分散式能源發電以利再生能源的發展。

Facebook能源效率與永續發展經理Bill Wehl表示：「現在公營電力公司相當樂意與我們合作。短短幾年間，電力公司進行能源結構轉型的速度非常快，事實也證明資料中心若要長遠永續發展，再生能源絕對不可或缺。」³⁸

³⁵ Facebook, 2014, our mission, 2014. <http://newsroom.fb.com/company-info/>

³⁶ Economic development HQ, May 2014, MidAmerican Energy to Invest \$1.9B for Iowa Wind Generation <http://www.economicdevelopmenthq.com/blog/midamerican-energy-wind-generation-iowa/>

³⁷ Facebook, Nov. 2013, Bringing New Wind to Iowa, 2014, <http://newsroom.fb.com/news/2013/11/bringing-new-wind-to-iowa/>

³⁸ 綠色貿易資訊網, Nov. 2013, 資料中心不綠不可！Google、Facebook宣佈新的太陽能、風能採購案, 2014. <http://www.greentrade.org.tw/node/43585>

Google

作為IT產業的龍頭，Google在其能源使用上亦不斷創新。2007年，Google提出了碳中和(Carbon neutrality)的目標，隨後亦提出資料中心100%使用再生能源的承諾。

Google目前的總耗電量為3315GW，其中有34%是來自乾淨能源。除了在加州Mountain View總部裝設1.6百萬瓦的太陽能板供其園區使用外³⁹，在芬蘭與美國愛荷華州(Iowa)、奧克拉荷馬州(Oklahoma)的資訊中心皆採用電力購買合約(PPA)使用100%再生能源發電。

Google不但發表能源白皮書，亦在其網站公開能源足跡，詳盡提供各廠房的能源使用效率(PUE)，再再展現推動再生能源的決心。

在資料中心選址政策上，Google將傳統火力發電的碳排放作為外部成本考慮，使得再生能源得以公平與傳統火力發電競爭。此外，Google更直接投資的15個再生能源專案，總金額10億美元，可帶來2GW 的發電裝機容量，相當於美國50萬個家庭一整年的用電量。⁴⁰

在奧克拉荷馬州與北卡羅萊納州(North Carolina)，Google運用其商業影響力，成功推動全美最大電力公司Duke Energy，開始提供如Google的大型用戶採購100%再生能源。

除了電力購買合約⁴¹(Power Purchase Agreements, PPA)與直接投資外，Google也積極參與遊說與倡議，促進再生能源發展。在奧克拉荷馬州與電力公司Grand River Dam Authority (GRDA)合作，促成GRDA的第一筆再生能源投資，相當於48MW的風力發電⁴²。Google 在美國亦提倡透過租稅優惠獎勵再生能源投資，旗下基金會更資助Energy Foundation 250萬美元，支持其推動能源政策改革⁴³。

隨著Google資料中心往亞洲與中南美洲拓展，其碳中和與再生能源的目標將會面臨嚴峻挑戰。Google近年來在仰賴傳統發電方式的新加坡、臺灣、智利開設資料中心，如何在當地實踐其100%再生能源承諾，絕對是各界關注而Google亦亟需解決的課題。

³⁹ Google Inc., Sep. 17, 2013, "Google's Green PPAs: What, How, and Why," p.2, https://static.googleusercontent.com/external_content/untrusted_dlcp/c7.re/en/us/green/pdfs/renewable-energy.pdf

⁴⁰ Google Inc., Investing in a clean energy future. 2014. <http://www.google.com/green/energy/investments/>

⁴¹ PPA, An increasing number of cloud companies, such as Google and Microsoft, have begun to take charge of their electricity supply chain by signing long-term contracts to buy renewable electricity from a specific source through a utility or renewable energy developer via a power purchase agreement (PPA), which helps to increase the supply of renewable electricity onto the grid, and provides the purchaser an effective buffer against rising or volatile electricity prices.

⁴² Google Inc., Sep. 2012, More Renewable Energy for Data center.2014. <http://googleblog.blogspot.tw/2012/09/more-renewable-energy-for-our-data.html>

⁴³ Google Inc., January 2014, Paving a path to intelligent energy use. 2014. <http://googlegreenblog.blogspot.tw/2013/01/paving-path-to-intelligent-energy-use.html>

Apple

Apple在2012年提出資料中心100%使用再生能源的承諾，並隨後公開其資料中心的用電量。Apple不但做出承諾，更提出具體原則、作法與計畫，給了iCloud與iTunes用戶信心，100%再生能源絕對可行⁴⁴。

Apple在美國加州、德州、德國慕尼黑、愛爾蘭科克的園區，以及在美國的四座資料中心，皆使用100%乾淨能源。Apple在北卡羅萊納州的資料中心建構了兩個20MW的太陽能發電裝置，是目前全美最大的私有太陽能電廠。

Apple在加州Newark的資料中心自2013年開始達到100%使用加州風能，而奧勒岡州(Oregon)的資料中心也透過風力與微型水力發電系統(micro-hydro system)，達到100%再生能源⁴⁵。

在資料中心選址上，也會依當地再生能源選項考量是否設置資料中心。Apple 在選購再生能源上，就以當地生產的再生能源為優先，有助加快改善當地的發電燃料組合，淘汰傳統火力發電，改善當地的環境素質。

2013年在內華達州(Nevada)建造的資料中心，就充分發揮當地太陽能與地熱，提供資料中心充足的再生能源⁴⁶。Apple與當地的電力公司合作，運用彎曲的鏡面集中日光的新型太陽能板，共同開發18到20MW的太陽能裝置，預計在2015年運轉，每年可產生超過4300萬度的再生能源⁴⁷。

除了Apple自有的資料中心外，向第三方租用的資料中心或機房也在Apple 100%再生能源承諾之中。2013年起，Apple租用機房再生能源比例已超過70%⁴⁸，其推動再生能源的決心，值得其他公司參考。

⁴⁴ Apple Inc, 2013, Environmental Responsibility Report 2014 Progress report, p.7-p.9, 2014.

http://images.apple.com/environment/reports/docs/apple_environmental_responsibility_report_0714.pdf

⁴⁵ Ibid., p.8-p.9

⁴⁶ Katie Fehrenbacher, July 2013, Apple Is Planning a Solar Panel Farm for its Data Center in Reno.2014

<http://gigaom.com/2013/07/01/apple-is-planning-a-solar-panel-farm-for-its-data-center-in-reno/>

⁴⁷ Apple Inc, 2013, Environmental Responsibility Report 2014 Progress report, p.8,

2014http://images.apple.com/environment/reports/docs/apple_environmental_responsibility_report_0714.pdf

⁴⁸ Apple Inc, 2013, Environmental Responsibility Report 2014 Progress report, p.9,

2014http://images.apple.com/environment/reports/docs/apple_environmental_responsibility_report_0714.pdf

承諾100%使用再生能源的資料中心應對能源挑戰的策略總覽

	政策內容	好處
01 選址政策	在興建資料中心時，選擇能提供再生能源的電網為優先；而在租用資料中心，就優先選擇以再生能源運作的服務提供者。	能促成電力生產商及電網營運商改變現有的發電燃料組合，形成良性競爭。
02 電力購買合約 (PPA)	電力購買合約是用電戶以長期定價定額的合約，向電力提供者購買指定電力種類，例如再生能源。	降低再生能源計劃的投資風險，以及控制用電戶面對電價波動的风险。
03 再生能源電價	電力提供者將再生能源按成本劃分獨立的電費，容許用電戶自己申請使用再生能源。	方便快捷地令用電戶可獲取已有的再生能源。
04 投資再生能源	企業既可直接在資料中心內興建再生能源項目，亦可投資發展其他再生能源項目，增加整體再生能源電力的供應。	增加再生能源發展的資金，並分攤產業風險。

特別案例

ACER 宏碁集團

宏碁集團Acer發跡於臺灣，在IT產業早已是家喻戶曉的國際品牌。近年來，Acer在國外積極推動再生能源發展的政策，然而在臺灣卻未能徹底落實使用再生能源。Acer在德國、歐非中東區、瑞士總部及義大利等辦公室，約有322萬度外購綠色電力，但是臺灣電子化資料中心與渴望園區的自發綠色電力卻僅約7萬度⁴⁹。臺灣市場佔Acer整體年度營收的6.21%，但Acer在臺灣使用再生能源電力的比例僅佔集團在全球購買綠色電力的2.2%⁵⁰。作為臺灣本土領導品牌的Acer，除了在科技上求新求變外，如何透過能源選擇，實踐其永續責任，值得各界關心。

⁴⁹ P.14 Acer CSR Report 2013

http://www.acer-group.com/public/Sustainability/chinese/pdf/Acer_CR_Report2013_CH.pdf

⁵⁰ P.46 Acer CSR Report 2013

http://www.acer-group.com/public/Sustainability/chinese/pdf/Acer_CR_Report2013_CH.pdf



Chapter **04**

Taiwan's Renewable Energy Potential

再生能源 在台灣

由前段章節可知，再生能源供電的綠色雲端已經是國際趨勢。隨著越來越多指標性企業提出資料中心使用100%再生能源目標，政府與電力公司也必須做出因應改變，方能對再生能源的發展有所助益。

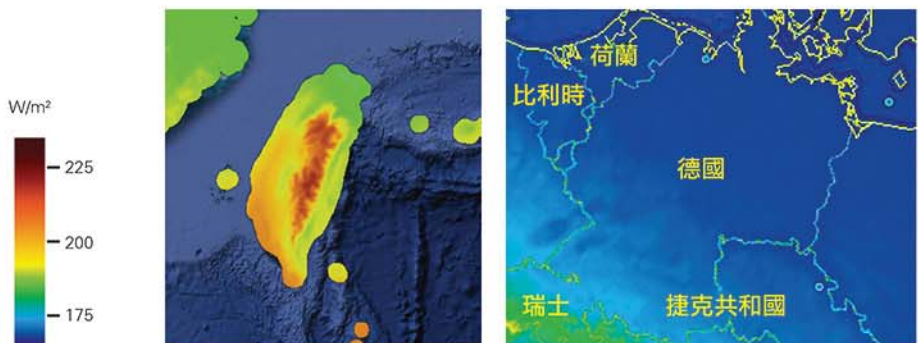
在臺灣，雲端產業與資料中心日益蓬勃，若能效法國際潮流，採用再生能源，可望為產業帶來另一種可能。尤其面臨未來電力短缺挑戰，產業若能洞燭先機，率先推動再生能源，既可提供資料中心長期穩定的電力，減低對進口能源仰賴的風險；更可以達到減碳目標，善盡社會企業責任。

幸運的是，臺灣發展再生能源的潛力無窮，依據臺灣大學應用力學研究所陳發林教授之評估，臺灣再生能源蘊藏電力量是當前電力需求的2.8倍⁵¹。而工業研究院的臺灣2050能源供需情境模擬器中，即使將臺灣水力發電開發限制納入考量時，2050年，臺灣再生能源蘊藏電力量，絕對可以充分滿足電力需求⁵²。

環顧臺灣的再生能源發展條件，依據4C Offshore此專業離岸風力顧問公司的調查，臺灣現有規劃中的離岸風場的風速，排名均在全世界前20⁵³，可見臺灣的風資源並不會構成再生能源的發展阻力。而在日照量上，臺灣的遠較太陽能蓬勃發展的德國為佳(見下圖)⁵⁴

臺灣與德國 單位日照強度 分析

(w/m²瓦每平方米)



依據臺電公佈的實際資料，在夏日中午時，太陽光電與風力發電於尖峰時刻可提供的發電能力均可分別達到裝置容量的60%以及30%以上，可見太陽光電及風電都可以回應臺灣電力缺口的困局。因此，資料中心應可參考前述案例，積極使用再生能源，方可促進臺灣再生能源利用情況。⁵⁵

⁵¹ 陳發林等，2011，臺灣低碳電力結構分析，p.23,能源國家型計畫。

⁵² 工研院，臺灣2050能源供需情境模擬器。 <http://2050.twenergy.org.tw/>

⁵³ 4C Offshore. 10 years Global Wind Speed Rankings. <http://www.4coffshore.com/windfarms/windspeeds.aspx>

⁵⁴ 3TIER. Global Solar Irradiance Map

http://www.3tier.com/static/ttcms/us/images/support/maps/3tier_solar_irradiance.pdf

⁵⁵ <http://stpc00601.taipower.com.tw/loadGraph/loadGraph/genshx.html>

再生能源 發展受限制

臺灣目前發電方式高度仰賴進口能源，依存度高達97.6%。發電成本亦深受燃煤、天然氣、油價波動影響，而自2007年起，每年進口能源花費都超過GDP的10%，能源安全備受威脅。

發展再生能源雖為解決當前危機的一劑良藥，然而臺灣目前的再生能源發展深受政策問題所限制，一直未能充分利用豐沛的再生能源潛力。政府制定的再生能源裝置容量目標僅發揮了臺灣再生能源潛力不到六成，導致資料中心未能如同民眾的認知一樣，是乾淨、環保、綠色的運轉方式，而是如同其他製造業、石化產業般持續使用傳統高污染的能源當電力來源。

基於再生能源發展條例，經濟部能源局每年度訂定再生能源發展目標，但此目標非但不具有鼓勵再生能源發展效果，反而對其發展產生諸多限制。依據工研院計算臺灣2030能源供需情境模擬器中各項再生能源的最大潛力預估(已考慮土地限制)，臺灣再生能源裝置量可達24.2GW，然而2014年政府所提出的再生能源發展目標，其預估2030年時再生能源裝置容量僅由3.8GW增加至13.7GW（約台中火力發電廠的2.5倍），發電量可由目前的107億度，提升至334億度，是工研院預估的57%。

臺灣正面臨能源轉型的關鍵時刻，而當臺灣產業逐漸從製造業轉型為服務業時，網路雲端的能源需求將不斷攀升。若臺灣持續仰賴進口能源，勢必受到國際燃料價格波動影響，使得發電成本上升，成為產業不可避免的風險。唯有使用再生能源，才可以大幅提升能源自主獨立性，並提供資料中心穩定的營運環境。

美國IT產業龍頭Google、Apple與Facebook深知傳統能源的不穩定性與風險，皆相繼提出資料中心100%使用再生能源的承諾，並已在美國的資料中心落實再生能源使用。哪種能源最具穩定性與競爭力，能夠降低產業面臨的風險，答案已經顯而易見。

臺灣現行再生能源發展目標 與潛力值比較^{56/57}

能源別	2013年	2020年	2025年	2030年	工研院預估最大潛力值	
					2030年	2050年
陸域風力	614	1,200	1,200	1,200	2,430	2,430
離岸風力	0	320	1,520	3,000	4,146	29,375
水力	2,081	2,100	2,150	2,200	2,200	2,550
太陽光電	392	2,120	4,100	6,200	11,806	23,689
地熱能	0	66	150	200	875	7,080
生質能	740	768	813	950	1,496	3,940
海洋能	0	0	0	0	1,290	9,515
合計	3,828	6,574	9,933	13,750	24,243	78,579

資料整理：綠色和平東亞分部

裝置容量：MW

⁵⁶ 院總第887號,政府提案第14717號之1187,立法院第8屆第5會期第9次會議議案關係文書,中華民國103年5月7日印發 http://ci.ly.gov.tw/LyLCEW/agenda1/02/pdf/08/05/09/LCEWA01_080509_00072.pdf

⁵⁷ 2050能源情境模擬器資料整理,工業技術研究院, <http://2050.twenergy.org.tw/pathways/>

Chapter **05**

Recommendations
for Data Centers in Taiwan

綠色和平 × 臺灣資料中心

綠色和平近十年不斷努力推動IT產業負起對環境應盡的責任，尤其在再生能源的使用上看到豐碩的成果。由前述的IT產業龍頭Google、Facebook、Apple的案例不難看出企業在電力市場投資可發揮的影響力之鉅，其對再生能源的政策亦可發揮巨大的加乘。隨著Google、Facebook、Apple等IT產業領航者先後發表100%再生能源政策，再生能源不再是遙不可及的口號，反而成為IT產業能源來源的解決方式之一。

聚焦臺灣，雲端產業在臺灣蓬勃發展，其背後的資料中心實為臺灣在能源政策上應關注的重點。觀察臺灣當前機房狀況及未來機房發展可發現，臺灣現有機房耗電量龐大，且能源使用效率不佳；而為因應雲端發展，有越來越多大型資料中心興建，未來將耗用更為大量的電力。若資料中心所使用電力是依賴如燃煤、核能等傳統污染能源，不但將造成更多二氧化碳排放，其原料高度仰賴進口的特性也將對產業的發電成本帶來許多不確定的風險。整體而言，臺灣機房老舊耗能的現況，以及未來即將積極興建的龐大機房規模，都將可能造成未來能源使用短缺、空氣污染等能源與環保問題，嚴重影響生態環境。

若企業對於高耗能之機房，無積極之節能作為，對外將使其排碳量日益增加，造成環境汙染；對內亦將造成其電力成本增加，侵蝕營業利潤。而企業也應儘早開始處理機房問題以降低機房能源成本、提升自身機房能源使用效率，以降低對環境的傷害，善盡企業社會責任，實現永續經營的願景。而臺灣能源相關政府單位應儘快討論和處理機房能源管理的相關問題，進而規畫完整的能源政策，對企業提出規範和要求。

綠色和平要求在IT產業 特別是正積極在臺發展資料中心的企業

01 承諾使用100%再生能源

02 全面公開電力使用數據，包括總電力使用量、不同設施能效，以及電力來源，讓民眾監督企業對電力的運用

03 提高能源利用效率，增加再生能源使用比例。

臺灣能源使用正面臨轉型，民間、政府、企業三方在此關鍵時刻皆扮演舉足輕重的角色。再生能源在臺灣的發展固然面臨重重挑戰，除了政府須撤走目前不合理的政策障礙外，產業的選擇亦不容小覷。隨著越來越多企業提出100%再生能源的承諾，臺灣的雲端產業是要跟上這波潮流，創造綠色網路，抑或是走向舊路，逐漸喪失競爭力？產業現在的能源選擇決定不但可以左右網路的未來，更可以使再生能源在這場角力中取得一席之地，進而蓬勃發展，創造更永續的環境。

點擊「綠」



讓臺灣，
從網路開始一點綠。



綠色和平再生能源專案的經費，都來自於會員每月小額捐款。您的穩定捐助，支持環境工作不中斷，達到100%再生能源目標！



歡迎成為環境專案資助人

請致電 (02)2321-2798 或 線上捐助

<https://donate.greenpeace.org/hpp/pay.shtml>



綠色和平是一個全球性的環保組織，致力於以實際行動推動積極的改變，保護地球環境與世界和平。我們在世界40多個國家和地區設有分部，擁有超過300萬名支持者。為了維持公正性和獨立性，我們不接受任何政府、企業或政治團體的資助，只接受民眾和獨立基金會的直接捐款。

點 擊 綠

Clicking Clean



10093 臺北市中正區羅斯福路一段83巷10號

80756 高雄市三民區承德街22號

電話 | +886 (2) 2321 5006 傳真 | +886 (2) 2321-3209

電子信箱 | inquiry.tw@greenpeace.org