

全球智慧城市發展於能源領域的應用與影響

—發展由下而上(Bottom-up)的規劃模式，解決城市居民的問題

許雅音

國家能源發展策略規劃及決策支援能量建構計畫

工業技術研究院 綠能與環境研究所

摘要

預估到2050年的全球都市人口將超過全球人口的70%，有29個超過千萬人的巨型城市(Megacity)，甚至發展出大都市組成的集合城市(Conurbation)。由於都市人口的持續增加，將會帶來各方面如交通、安全、垃圾處理及醫療等城市議題。但是在此同時，智慧城市發展亦可帶動新一輪的科技創新、產業重整與經濟發展，根據世界銀行估算，一個百萬以上人口的智慧城市建設，當實際應用程度達到85%時，經濟效益可增加至投入的2-2.5倍。本報告透過物聯網(IoT)技術、能源源頭、交通及建築等四大面向，審視國際智慧城市的發展趨勢，以及對於臺灣在智慧城市發展中可參考借鏡之處。

關鍵字：智慧城市、物聯網、IoT

一、前言

智慧城市的概念最早源於 IBM 提出的「智慧地球」這一理念，在此之前，類似的概念還有數位城市等。2008 年 11 月，恰逢 2007 年至 2012 年全球金融危機伊始，IBM 在美國紐約發布的《智慧地球：下一代領導人議程》主題報告所提出的「智慧地球」，即把新一代資訊科技充分運用在各行各業之中。

近年來，智慧城市結合物聯網(Internet of Things, IoT)、雲端計算技術，已經將構想中的城市樣貌一一進行示範計畫，並期待將智慧城市的概念和雛形持續擴散。

二、全球趨勢

預估到2050年的全球都市人口將超過全球人口的70%，有29個超過千萬人的巨型城市(Megacity)，甚至發展出大都市組成的集合城市(Conurbation)。如德國Ruhr、荷蘭Randstad、美國紐約與紐澤西等。

由於都市人口的持續增加，將會帶來各方面如交通、安全、垃圾處理及醫療等城市議題。但是在此同時，智慧城市發展亦可帶動新一輪的科技創新、產業重整與經濟發展，根據世界銀行估算，一個百萬以上人口的智慧城市建設，當實際應用程度達到85%時，經濟效益可增加至投入的2-2.5倍。

過往的智慧城市推動方案比較注重新科技的開發、應用、或是城市的標的物亮點建設，但是近年來以歐洲為首的智慧城市運動，將核心內涵鎖定為「解決城市居民遇到的問題」。

三、機制設計：公民參與

由於智慧城市的發展核心內涵鎖定為「解決城市居民遇到的問題」，因此過去由上而下(Top Down)的智慧城市規劃模式已經不適用，為了縮減公共措施和城市居民生活的落差，全球各地提出了由下而上(Bottom-up)的智慧城市規劃模式。

以智慧城市的龍頭之一荷蘭的阿姆斯特丹為例，提出了由下而上(Bottom-up)的智慧城市規劃模式之一，就是激發居民對智慧城市構想的自發性，那麼，如何讓來自企業及居民的繽紛想法、自主性創意蓬勃發展呢？主要的解決方式就是，創立一個在居民、企業、政府機構之間的合作平台(圖1)，也就是我們現在所講的Bottom-up (由下而上)。因此隨著政府退居幕後，自主性的創意逐漸成形。

該合作平台的主要目標為令「各方利害關係團體達成共識並彼此合作」，讓公部門、私部門以及生活在其中的公民共同參與，透過工作坊或焦點座談會等方式凝聚共識，找出共同可接受的最佳解決方案，並降低日後推動的阻力。

因此，阿姆斯特丹越來越突顯以人為本的可持續性創新理念，帶給城市居民與企業更好的居住環境以及商業投資環境。

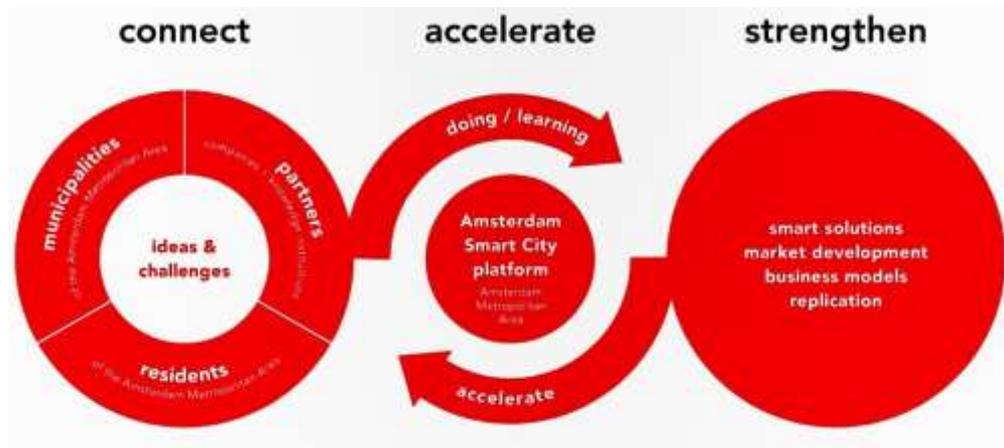


圖1、居民、企業、政府機構之間的合作平台[1]

四、IoT物聯網與智慧城市的關係

目前城市化的進程非常的快，到2050年預計會有70%的世界人口會居住在城市，試想，當70%的人口聚在城市的時候，會發生什麼？人口擁擠會成為一個問題，交通擁堵會成為一個問題，有限的資源會成為一個問題。如何以非常高效率、非常節能的方法解決人口擁擠、交通擁堵和分配資源的問題，是智慧城市的關鍵課題。

智慧城市就是讓所有城市裡的系統，比如說公路、交通、生活、供電等所有的系統變得更加的智慧，讓它們通過智慧變得更加便捷。

而IoT物聯網代表什麼意思呢？基本的概念非常的簡單，IoT就是代表著很多的智能設備讓我們的生活變得更加的智能、安全、連結。

IoT物聯網的技術如何能夠協助智慧城市發展呢？在所有物品都可以智慧相連的前提下，第一步就是建置一個設備，然後把智慧的成分放進去，進行控制，這邊提到的智慧成分就是晶片；第二步就是我們令另一個設備，也讓她變的智慧，這時候需要連接功能。目前有很多的設備是具有智慧和連接功能了，最後利用Cloud(雲端)，讓所有的大數據都進行連接，然後在雲端把所有的這些設備連接起來，最後的產出，能夠幫助我們分析處理，作出更好的決策，而且作出非常智慧

的決策。

透過IoT物聯網的技術能夠協助智慧城市一起解決眾多複雜的問題，但是如果把全部的要素考慮在一起，牽扯到的配合單位非常多，需要透過政府部門、有科技能量的民間部門，及民眾的配合才能落實智慧城市。

在中國大陸，以深圳作為智慧城市的代表案例。舉交通的案例而言，深圳地鐵每日乘客人數達212.8萬，年均乘客流量超7.77億，在2015年10月份，引入了移動交通解決方案。也就是在深圳你坐地鐵的時候，可以使用「鵬淘APP」，將傳統的地鐵卡的所有功能都可以整合到智慧型手機中，也可以在地鐵、公共交通和眾多便利店使用，大家看到這樣的App使用非常廣泛。

這個結合IoT物聯網的技術，運用到人們的生活當中的前提，需要透過智慧型手機的製造商、提供APP的公司，並且還有許多的上下游的合作企業、政府建設基礎設施共同來推動該移動交通解決方案，因此IoT物聯網技術雖然能夠協助智慧城市的發展，但是主要還是需要政府部門、私人企業、城市居民的群策群力才能落實。

五、能源的源頭

智慧城市中由於人口眾多，能源的消費量極大，在能源端如何控管安全以及確保智慧城市能夠獲得充足的能源，對智慧城市也是一大挑戰。下面就分別以3個例子來解釋如何透過IoT物聯網技術協助能源控管。

(一) 石化業管線風險

由於石化工業在高雄地區發展已有五十年歷史，過去輸送原料埋設之地下管線，多年來因為市區成長不斷往外擴充，地下管線成為埋藏在城市地底下的不安全因素。因此2014年7月31日高雄市發生之石化管線爆炸事件，造成32人死亡、321人受傷，道路、建築嚴重損壞，引起政府、民眾、廠商對於管線安全管理的高度重視。

目前石化管線的物聯網應用，欲透過感測器，建構管線相關數據，其中以Enbridge、TransCanada與PG&E等三家公司正在開發，包含：(1)蒸氣傳感管(Vapor-Sensing Tubes)；(2)光纖分佈式溫度感測系統(Fiber-Optic Distributed Temperature Sensing Systems, DTS)；(3)烯烴傳感電纜(Hydrocarbon-Sensing Cables)；(4)光纖分佈式聲波檢測系統(Fiber-Optic Distributed Acoustic Sensing Systems, DAS)等技術。

並且為了改善監測與管道配置，PG&E公司也將NASA所發展用以檢測甲烷氣存在與否的機載雷射系統(Airborne Laser-Based System)改良，將洩漏位置的GPS座標和溫度、時間等數據共同存儲下來。

IoT的技術讓石化產業從以往的災害控制開始朝向災害預警與風險控管的先期預防發展，作為智慧城市供應能源不可或缺的一環。

(二) 再生能源的應用

IoT物聯網技術逐漸臻於成熟，也逐漸運用在再生能源領域，以太陽能產業而言，由於太陽能市場漸趨成熟，客戶對系統的要求不再僅止於價格，更希望擁有高品質、高穩定的電力來源。

目前太陽能裝置設置有追日系統，以增加更多的太陽光照射，但是以目前的技術而言，追日系統的正確率令人擔憂，因此臺灣廠商Big Sun Group 太陽光電集團旗下系統商上陽能源科技公司(Topper Sun Energy)引進IoT物聯網的技術，監控追日系統的準確率，目前已在世界各地取得實證數據。

(三) 在需量反應上的應用--智慧電表之間的溝通

在日本，以櫻間一德副教授為首的日本鳥取大學研究團隊，於2016年11月21日在IEEE發表，利用智慧電表間的通訊方式，成功開發能夠調整分散式電源電力使用量的新技術，此新技術不需要伺服器等資訊基礎設備的更換，即能夠以低成本管理電力系統。

舊有方法，需要從家家戶戶個別地收集大量情報並進行數據處理，需要高性能的伺服器，成本極高，小型電業或微電網根本無法導

入。

為了能夠避免供需不平衡的情況產生與能夠及時消弭電力短缺，此新的演算法還考慮在新的通信網路中設置「強連結」這個角色，當各個微電網開始實施需量反應時，電力融通將透過此新演算法自然發生，不需要透過過去電力系統完全管理來達到計算。此方法能夠使得小型電業或微電網也能管理自家的供需平衡。

參考圖2，電力資訊通訊想像圖。黑色是通訊必經的中轉站，紅色箭頭表示智慧電表通訊的路線，且是透過箭頭方向傳輸資訊，可以看到智慧電表僅跟自己鄰近的建築物有連接，因此會造成資訊的落差，以至於實施需量反應的難度提升，但若通訊網路中多了「強連結」這個角色，也就是多了黑色通訊必經的中轉站，就能輕易地透過藍色箭頭，將遠距離的建築物給連接起來。

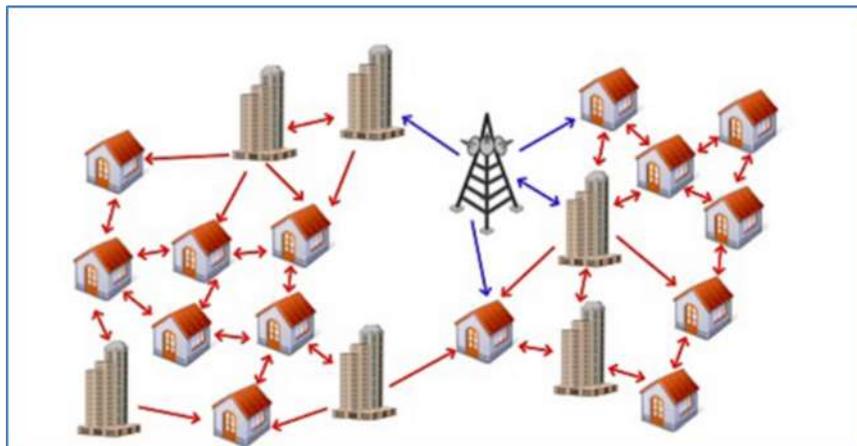


圖2、電力資訊通訊想像圖[6]

六、交通

在人口密度高的智慧城市，交通物流上常見幾個問題，首先是石化燃料所排放的廢氣造成城市空氣品質差，其次則是由於交通阻塞，增加物流移動的時間、成本及燃料。因為，善用IoT物聯網的技術，妥善調度車輛，高效率運送，還可以降低運輸成本，對穩定物價有所貢獻。因此將以以下兩個案例來介紹在智慧城市中，交通問題的解決方法。

(一) 電動巴士

TARC(美國主要的公共運輸系統供應商)提出了一款Zero bus，是一款能夠快速充電、全電動巴士。這些Zero bus在城鎮中穿梭，成了最大的矚目焦點。Zero bus的站牌通常是在工作場所、有名的地標，如音樂廳、博物館等。

Zero bus充飽電後，能夠跑2個小時，充電時間少於10分鐘。為什麼我們使用電動巴士的數個理由：(1)普通巴士使用過多的燃料；(2)巴士的停止、重新啟動，太過頻繁。普通的巴士停停開開太過頻繁，對於使用內燃機和普通巴士而言太沒有效率了；但相反的，對於電動巴士而言，停停開開的模式能夠成為電動巴士的充電電力，讓電動巴士能夠持續運轉一整天。

(二) NEC的RFID技術

資訊收集是智慧城市營運的基礎。尤其在供應鏈方面，無線射頻識別系統(Radio Frequency Identification, RFID)是完善供應鏈的工具，在掌握庫存數量、確認發送貨物位置、防止帶出或丟失等方面發揮作用，提高了準確性和便利性。因此，許多企業已經引進了日本電氣株式會社(NEC Corporation)的RFID技術，NEC在RFID技術的應用方面貢獻良多。

透過使用RFID技術與各種感測器組合而成的終端機，能夠不打開貨箱就能掌握貨物中的溫度；不需重新佈線亦可掌握停車場的空位狀況，應用範圍十分廣泛。

七、建築物

IBM認為，感知、溝通、思考，是「智慧建築」與傳統建築的最大分野。「智慧建築」擁有「對話」能力，主動呈現建築物運作的完整現況，將複雜系統以視覺化儀表板呈現，即時預警風險，自動調控營運效能，並協助管理者做出最佳化決策。大幅降低維護和能源成本，並提高可靠性和可持續性。

根據IBM的建築業的現在進行式，科技匯流實現智慧建築白皮書，要實現能夠感知、溝通並且思考的智慧建築，必須搭配資源運用與管理效率最佳化，這就要透過建築界與科技業界合作，在物聯網、雲端運算、巨量資料分析等新興科技加持方能達到。

傳統建築如何更新迭代為智慧建築呢？主要透過三個階段的轉型，包含：儀器化(Instrumented)、互連化(Interconnected)、智慧化(Intelligent)。儀器化是在建築環境與設備中安裝傳感器、量測儀與控制裝置，隨時蒐集建築營運關鍵數據作為管理基礎；互連化是透過「物聯網(IoT)」彙整數據至單一管理平台，用來建立營運效能指標與自動化運作規則；智慧化，則是運用分析工具擬定最佳化管理策略，改善資產與設備效能，發揮建築的最大價值。(圖3)

智慧建築與傳統建築解決方案有本質性的差異，當業主與建築師在選擇合作對象時，務必考量系統整合商的科技匯流整合能力與資訊科技(IT)專業能力，這兩項將是智慧建築的成敗關鍵。



圖3、迭代為智慧建築的3個階段[9]

八、臺灣智慧城市的進展與挑戰

臺灣各地方政府在智慧城市的發展已行之多年，大多做為推動城市治理及產業發展的主軸，並在不同領域進行各種創新應用服務。

並且已在進行「構建4G智慧寬頻應用城市計畫」，鼓勵企業結合地方政府共同提案，投入物聯網的建構，進而提供智慧照護、安全、物流、金流、運輸及育樂等整合性服務。

臺灣目前推動智慧城市所面臨的重大挑戰包括：

(一)公民參與：學習歐美經驗，創造以公民參與等機制解決該城市的在地問題的智慧城市規劃藍圖。

(二)強化合作與聯繫：強化政府部門、民間企業與城市居民間的聯繫，讓資源能夠整合。

建議臺灣在發展智慧城市的策略方向，應該要學習荷蘭的智慧城市規劃，由下而上(Bottom-up)的智慧城市規劃模式，以解決民眾生活痛點與幫助產業發展為目標。在科技面上，則是以我國強大的半導體產業為設備基礎，以創新的商業模式開發新功能，直接協助相關產業並創造新一代IoT物聯網產業。

參考文獻

[1] 智慧城市，維基百科，2017。

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%99%BA%E6%85%A7%E5%9F%8E%E5%B8%8>

[2] 智能城市與物聯網的關係，每日頭條，2016/09/06。

<https://kknews.cc/zh-tw/tech/3bzqja.html>

[3] 重建安全城市 廠商政府作伙拼 以物聯網技術 降低石化業管線風險，今周刊，2016/10/13。

<http://www.businessday.com.tw/article-content-80393-159174-%E9%87%8D%E5%BB%BA%E5%AE%89%E5%85%A8%E5%9F%8E%E5%B8%82%20%E5%BB%A0%E5%95%86%E6%94%BF%E5%BA%9C%E4%BD%9C%E4%BC%99%E6%8B%BC%20%E4%BBA5%E7%89%A9%E8%81%AF%E7%B6%B2%E6%8A%80%E8%A1%93%20%E9%99%8D%E4%BD%8E%E7%9F%B3%E5%8C%96%E6%A5%AD%E7%AE%A1%E7%B7%9A%E9%A2%A8%E>

9%9A%AA

- [4] 太陽能追日系統 + IoT，創造妥善率 99.9% 的高品質供電環境
<http://technews.tw/2016/02/26/ipv-tracker-iot/>
- [5] 分散電源の電力調整を低コストに、スマートメーターを使う新技術，2016/11/29。
<http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1611/29/news029.html>
- [6] 戦略的創造研究推進事業 C R E S T，研究領域リアルタイムプライシングの設計原理，2016。
https://www.jst.go.jp/kisoken/crest/evaluation/posteriori/1111069/JST_1111069_13413613_EE.pdf
- [7] Treehugger, 2015.
<http://www.treehugger.com/transportation/>
- [8] 智慧城市應用領域，NEC，2017。
http://tw.nec.com/zh_TW/solutions/smartcity/smartcity3.html
- [9] 建築業的現在進行式，科技匯流實現智慧建築白皮書
http://www-07.ibm.com/tw/dp-cs/smartercity/pdf/construction_industry.pdf