

# 物聯網概念及應用

◎王文娟／中華經濟研究院第三研究所 研究員兼副所長

美國次貸危機後，全球競爭日益激烈化，為了提升產業競爭力，掌握新興核心技術，發展物聯網成為各國的重點產業戰略。特別是高齡少子化發展，抑制各國內需市場成長與勞動供給減少，形成生產力危機，應用物聯網（Internet of Things, IoT）提升生產力成為勞動力不足的解決方案。

美國次貸危機後，全球進入成長低迷時期，為振興經濟，各國紛紛倡導科技創新，以培育新興產業，促進產業升級；與此同時，資訊科技（IT）產業經多年的普及化發展，通訊傳輸愈來愈快速，而數位化亦累積廣大的資訊，利用所搜集的資訊和技術配合成為科技創新之新趨勢。科技發展已成從追求單點最適化，朝「系統性思考」（systems thinking）和「技術融合」（converging technologies）之整體最適化方向發展。特別是高齡少子化以及中國大陸和印度等新興國家崛起等造成全球經濟生態環境丕變，人口變化將導致各國內需市場萎縮，而勞動投入的減少會造成生產力危機，

進而衝擊經濟成長。利用物聯網（Internet of Things, IoT）提升生產力成為勞動力不足的解決方案。物聯網的應用，不僅有助於提升產品、服務和品質，更可開創新產業、解決少子老齡、氣候變遷等社會課題。

物聯網係指物品與物品之聯網，此一概念早在90年代初即已提出，1988年美國全錄公司（Xerox）提倡「ubiquitous大樓」（ubiquitous building）概念，建議大樓內所有物品均與電腦聯網；2001年日本政府亦提出建設ubiquitous network的概念，韓國亦提出「u-Korea」等，這些概念均在倡導藉由無所不在的網路技術實現所有人與人、物與物、人與物間的連結，以實現得隨時隨地享有科

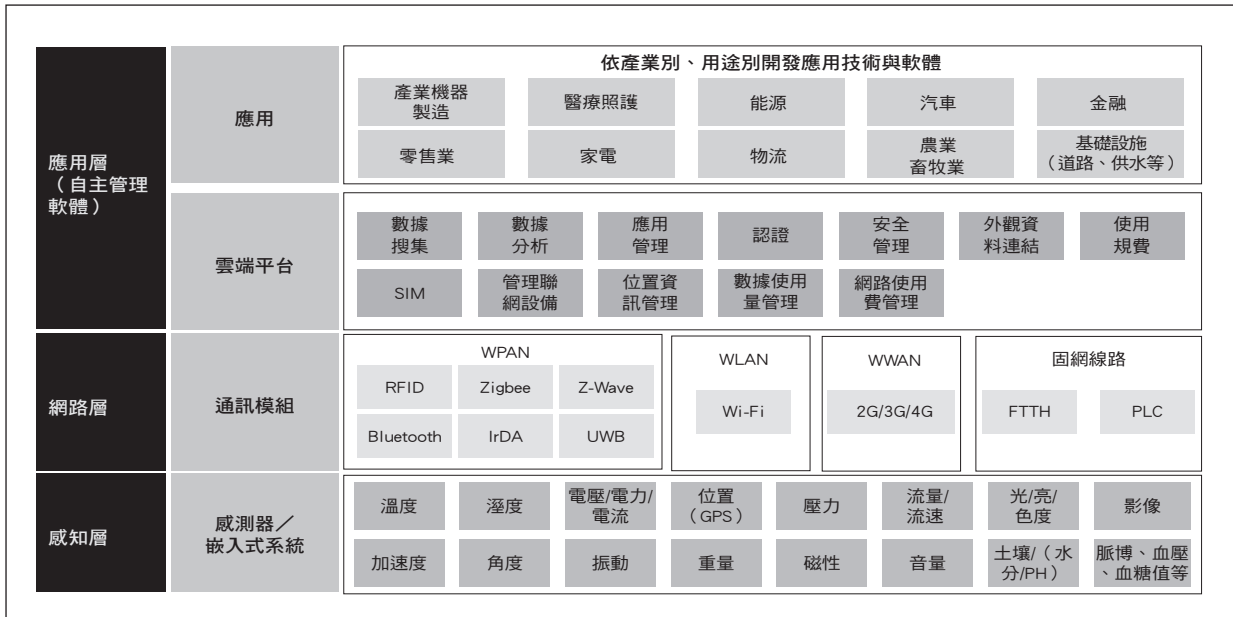
技智慧之社會。爾後，隨著無線射頻辨識系統（radio frequency identification, RFID）技術問世後，利用RFID技術連結實體物件與虛擬數據，實現遠端監控、偵測、識別及服務提供等，具體化物聯網觀念，而促使物聯網應用領域得以不斷擴大。2005年國際電信聯盟（ITU）發布《ITU互聯網報告2005：物聯網》，正式提出物聯網概念。2009年美國IBM公司提出「智慧地球」（smarter planet），建議美國政府投資新世代智慧型基礎設施，將感測器嵌入鐵路、橋樑、隧道、供水系統等公共設施，以建立監控網絡，之後美國國家科學基金會（National Science Foundation）亦推動網宇實體（Cyber-Physical Systems, CPS）研究計畫。此外，中國大陸於2015年提出「互聯網+」等，這些均是物聯網的概念。

近年來，物聯網的應用於生產與製造層面，更已成為各國產業政策的重點戰略。究其原因，面對日益競爭的國際環境與市場，以及日新月異的技術變化，為了提升產業競爭力，掌握新興核心技術，各國乃積極策略性地布局於物聯網的應用。「製造業智慧化」、「智慧城市」、「智慧生活」等，均係以IT技術為基礎，進一步結合製造、城市設施與日常家居等，以提供更便捷、更有效率及低成本的設施與環境。德國於2011年提出「工業4.0」（Industry 4.0）計畫，期望以CPS為核心，打造智慧工廠，目標在2025年成為全球製造生產第一大國。美國在2011年啟動「先進製造夥伴計畫」（Advanced Manufacturing Partnership, AMP），以「先進

感測、量測和製程控制」、「奈米製造」、「積層製造」、「先進的製造和檢測設備」、「先進的材料設計、合成、加工」、「軟性電子製造」、「永續製造」、「工業機器人」、「視覺化、資訊學（Informatics）和數位製造」、「生物製造和生物資訊學」、「先進的成型和結合技術」等11項跨領域尖端技術為重點研發項目，期待促使美國製造業的回流。日本在《日本再興戰略改訂2015》中，明確第四次產業革命的施政將重點推動物聯網、大數據分析（big data）、人工智慧等技術研發，藉由相關技術促進產業結構轉型與升級，增加就業機會，並因應超少子高齡化社會的需求。中國大陸在2015年公布「中國製造2025」戰略計畫，強調將以智慧製造為核心，推動創新驅動的經濟與產業發展模式，期待至2025年中國大陸由「製造大國」轉型為「製造強國」。整體而言，藉由物聯網之智慧化發展，促使產業升級轉型，並讓大眾生活進入全新時代是當前各國的產業發展的重點策略。

## 物聯網架構

物聯網強調所有物品的聯網，而且這些物品/設備需具備感測、邏輯與運算能力，以便透過資通訊技術（ICT）技術之蒐集數據、監控、分析，再回饋機器或物品，促成設備/物品的深度學習。基本上，物聯網並非嶄新的概念，而係強調設備與設施整合的系統化觀念，因此其發展必須具備三大要素，即感知層、模組層與應用層（圖1）。



資料來源：《科學月刊》，2014年6月號。

圖1 物聯網架構

感知層係指聯網的設備，可運用無線射頻識別（RFID）、感測器、二維條碼等感測元件，將感知元件裝置在設備上，利用其感知特性，取得設備運作狀況有關資訊，並予以數位化，以利收集或遠端監控，例如設備運作的強度、壓力、流速、振動等相關訊息，而半導體產業是感知裝置輕薄短小化研發的根基。其次，為充分發揮所收集資料的效用，透過無所不在的U化社會（ubiquitous network society）網路技術，利用無線及固網設施將蒐集到的數據，透過網路通訊上傳至雲端，是謂網路層。最上層則是應用層，將上傳的資料進行大數據分析，以分析並掌握設備等運作狀況，並根據分析結果，進行設備的最適化（optimization）及自動化

（automation）應用與調整等，以提高設備的使用效率。在整合硬體設備與網路通訊模組基礎上，依據市場需求，開發物聯網應用的系統整合商，是物聯網發展的重要關鍵。

### 實現物聯網之技術創新

由於物聯網係將物品的運行狀態數位化地收集數據，並藉由各種聯網技術，傳送感知裝置所搜集的數據，進行遠端監控與分析，以推動自動化與最佳化生產或開發新商品與服務，因此各國均將其發展視為科技創新的核心，以及促進產業轉型升級的策略。因此，網路傳輸、感測與運算能力是發展物聯網的先決條件，亦即快速而低成本傳輸、大量而多元的資訊即時收集，以及高速數據

處理與分析能力，方可及時掌握商機，創造經濟價值，相關的技術是實現物聯網發展的必要條件。根據瑞穗銀行的報告，物聯網之

所以能實現，主要來自三大技術創新，即感測器技術、網路技術與運算處理技術之創新（表1）。

表1 實現物聯網之技術創新

創新技術	內容
感測器技術創新	• 感測器的小型化
	• 感測器的節電化
	• 感測器的低價化
網路技術創新	• 傳輸速率提高
	• 通訊範圍擴大
	• 通訊成本下跌
	• IP位址的數量激增（IPv4約為2的32次方，而IPv6為2的128次方）
運算技術創新	• 數據分析能力增強（大數據分析） CPU高速化 分散處理 記憶體內運算（in-memory computing）等 • 雲計算進展快速

資料來源：日本瑞穗銀行調查

首先，網路技術創新方面，IT產業自90年代以來快速發展，通訊技術不斷創新，亦促使網路傳輸愈來愈快，成本愈來愈降，而奠定物聯網的發展基礎。通訊技術的不斷改進，固網的數據傳輸從早期的ADSL，到寬頻網路的光纖到戶（FTTH），而無線通訊傳輸亦由1G躍升至4G甚至5G，隨著網路升級，傳輸速度加快之外，通訊覆蓋的範圍亦不斷擴張，通訊成本因之亦持續下跌，有助於相關應用的開發，而形成網路的良性發展環境。根據統計數據入口網站公司Statista資料，全球上網人數持續擴增，由2005年的約10.24億人，增至2015年的31.74億人，網路滲透率至2015年時已

增至43%，並預估滲透率將持續上升，至2019年可達51.5%。上網人數激增之外，隨著聯網成本降低，聯網設備快速增加。資訊技術顧問公司Gartner預測聯網設備到2020年將達208億件，而2016年僅為64億件，年平均成長率達23%。如下圖（圖2），各機構的預測普遍認為全球的聯網設備數會呈兩位數字的快速成長，總體經濟分析顧問公司Global Insight亦估計聯網設備的成長率可達達14%。

IP位址（Internet Protocol address）是設備聯網的另一制約條件。IP是聯網設備的識別碼，每一台聯網設備均需有一個IP，而由於聯網設備的快速成長，「網際網路協定版



來源	期間	年平均成長率	來源	期間	年平均成長率
Gartner	2013	23%	CISCO	2013	23%
IDC	2014	17%	ERICSSON	2010	-
Harbor Research	2014	29%	GLOBAL INSIGHT	2014	14%
ABIresearch technology market intelligence	2014	21%			

資料來源：McKinsey Global Institute analysis

圖2 全球聯網設備成長趨勢

本4」(IPv4)下的IP位址耗盡問題愈來愈嚴重，明顯不利於物聯網的發展。但隨著IPv6的技術突破，IP網址已幾近無限。在IPv4之下，可聯網的設備數為2的32次方，約僅可供43億台設備使用，但在IPv6下則可增至2的128次方。網址的無限化讓物品聯網成為可能。

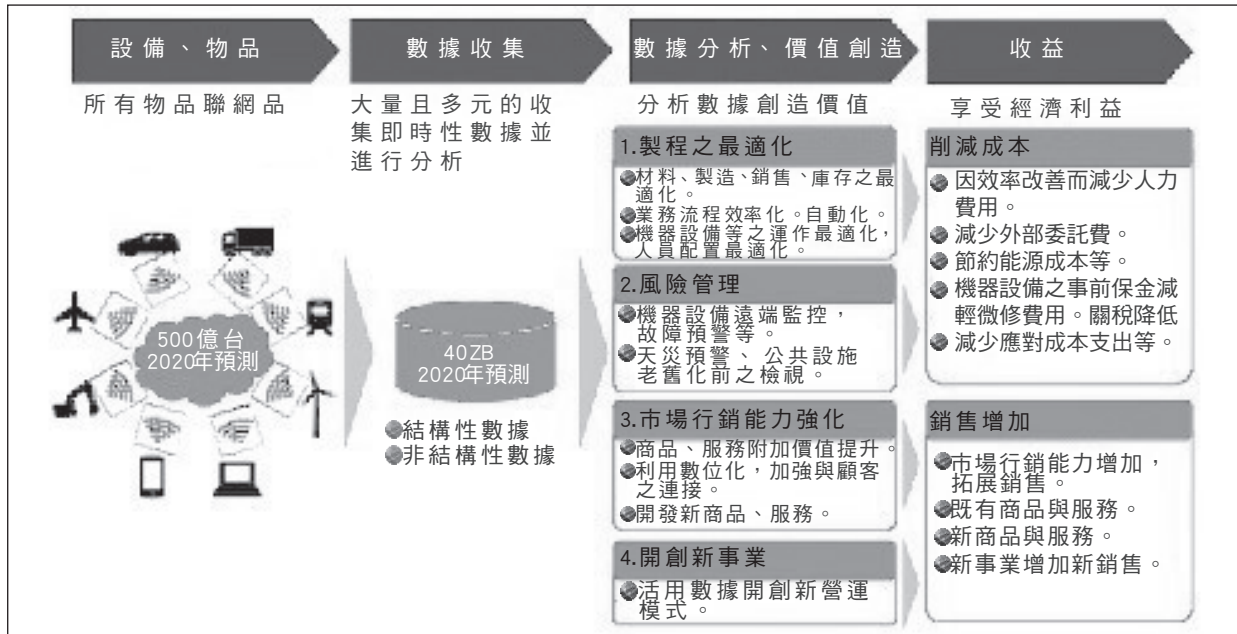
感測器是收集設備之溫度、振動、速度、位置等即時資訊的必要裝置，為物聯網的核心設施之一，而感測器的小型化、節電化與低價化技術突破，使設備裝設感測器的個數激增，如穿戴式裝置、智慧手機等均裝戴多種類型的感測器。半導體產業的輕薄短小化，以及微機電系統(MEMS)的發展，促使感測器的小型化，而應用市場的規模擴大，則使價格不斷下滑，加速應用的可行性。美國業者已提出未來全球的感測器市場，估計每年可達1兆個之規模。

在聯網設備成長下，數據資訊顧問公司IDC估計全球的數位資料量將由2013年的4.4ZB，以每年40%的速度成長，增至2020年

的44ZB(44兆gigabytes)，面對如此爆炸性的資料量，創造價值的高速運算與分析能力是必要的。自電腦問世以來，中央處理器(CPU)的規格不斷推陳出新，由512MB、1G、1.2G到2G等，運算效能快速提升，而記憶體用運算(in-memory computing)、Hadoop、雲端計算等處理大數據和分析技術軟體的開發，除進一步提升運算效能外，亦促進普及化。目前為止仍僅有少數的資料已被分析與應用，所創造的價值仍然有限，隨著資料取得加速，利用大數據分析，可設計與開發更及時且貼近顧客需求的產品，有利於消費意願與福祉的提升，而可創造物聯網商機。

### 物聯網的價值創造

物聯網基本上係藉由物品與設備的聯網，通過感測器等大量收集多元的即時資訊，經分析後，可拓展或開發新產品與市場，而創造新的價值。物聯網價值創造之路徑如圖3所示。



資料來源：日本瑞穗銀行

圖3 物聯網之價值創造路徑

基本上，物聯網可創造的價值係來自四個可能的路徑：（1）製程的最適化：從物流管理、業務流程、機器設備，以至於生產製程，均可透過所收集的數據進行分析後，可予以最適化、效率化的配置，並大幅減少不必要的等待時間與庫存、外部委託、減少能源消耗等，有助於降低生產成本；（2）強化風險管理：物品聯網後，可利用遠端監控進行事前管理、故障預警等之風險管理，可減少不必要的損失，有助於降低生產成本。此外，公共設施的聯網監管亦可進行事前維護，降低災害的發生，減輕災害損失等；（3）加強市場行銷：藉由聯網可增進與顧客的互動，而利用所收集到的消費相關資訊，可進行大數據分析，進而生產與提供更符合

消費需求之產品與服務，而增加產品與服務之附加價值，並增進銷售等；（4）開創新產業與服務：活用大數據分析可開發新產品，創造新的產業，或開創新營運模式等，有助於行銷與市場的擴大。物聯網的價值創造，是各界對物聯網商機給予極大肯定的原因。

麥肯錫估計至2025年，全球物聯網市場的潛在經濟效果（economic impact），含消費者剩餘，預期可達3.9兆～11.1兆美元，如圖4，其中智慧工廠可創造的經濟規模可達1.2兆～3.7兆美元，智慧住家可達2,000～3,500億美元，健康照護的規模將達1,700億美元～1.6兆美元規模，智慧城市9,300億～1.7兆美元等。另一方面，管理顧問公司Accenture的研究，估計工業部門的物聯網至2030年時，

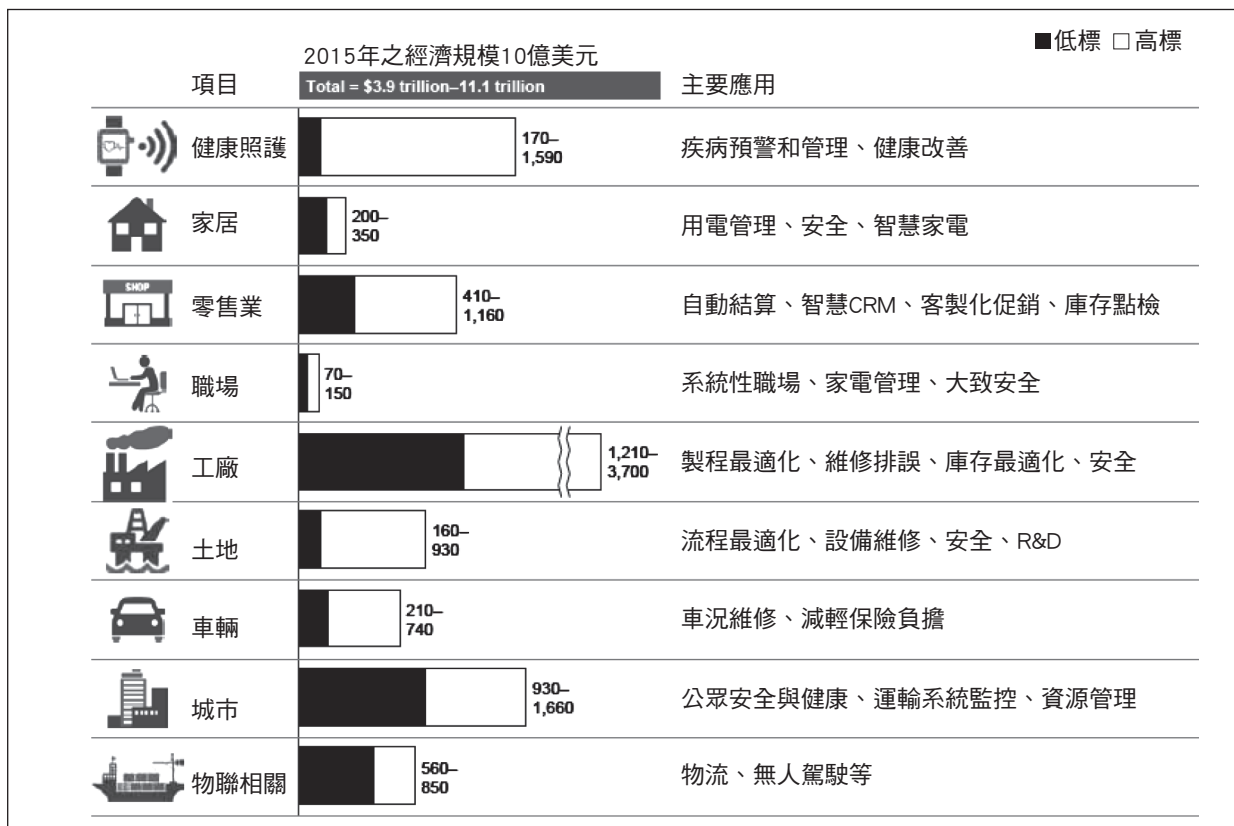


規模可達14.2兆美元，其中美國可增加6.1兆美元，倘若美國政府能增加相關的基礎建設投資，如寬頻等，甚至可增加至7.1兆美元，中國大陸可增加1.8兆美元，英國5,300億美元，日本1.1兆美元，而德國則可增加74億美元。此外，該研究對企業主管（CEO）的調查發現，52%的CEO認為導入物聯網所增加的就業，將超過因自動化所節約的勞動人數，換言之，物聯網應用的新營運模式或新創事業（如設計等）將創造更多的勞動需求，對就業市場亦會帶來正面效益。此外，IDC的研究（2015年）顯示，至2020年，全球

將有295億件設備聯網，可創造1.7兆美元的物聯網市場規模。基本上，物聯網將會重新定義業者與客戶間的互動模式，可更有效的利用人力資源，提升生產效率，而創新的商業模式將挑戰傳統的商业模式。

### 物聯網的應用

當前物聯網的感知、網路通訊、應用服務等三層架構上，皆已有不少的國際大廠布局，如英特爾（Intel）、博世（Bosch）、西門子（Siemens）、東芝（Toshiba）、三星



資料來源：McKinsey Global Institute analysis

圖4 2025年全球物聯網市場規模

( Samsung ) 等。由於物聯網應用係提升既有系統利用效率之解決方案，因此應用的範圍及種類相當廣泛，包括智慧工廠、智慧農業、智慧家庭、遠端監控、遠距醫療、智慧交通與行動支付等均可應用（表2）。

根據麥肯錫2015年報告，至2025年時，物聯網將更為廣泛地應用在製造業的生產操作管理、維修預警，以及公共安全、健康照護、交通監控、資源管理等智慧城市相關領域，亦有助於解決高齡化社會所衍生的各式問題。因為利用物聯網技術，讓製造生產智

慧化，可提高生產效率，彌補人口老化所形成的勞動缺口，同時可將人力資源轉投入創新、研發與加值型產業。智慧城市的發展，可促使生活模式的創新轉型，如因應人口高齡化發展的智慧健康照護產業將有助於高齡族群解決生活問題，提供便利的老後生活環境等。隨著物聯網應用市場的發展，可預見的未來人類生活將面對全新的體驗。總結地說，從經濟發展角度，物聯網是未來產業發展的必然趨勢。

表2 物聯網之應用及其案例

	物聯網應用案例
智慧製造	遠端監控機器運作狀況，以確保穩定生產流程、故障預警、機器運作之最佳化RFID、感測器等推動自動化流程
車聯網	提供影音娛樂系統（infotainment），包括多媒體、SNS、定位系統等運用車載感測裝置（雷達、加速器等）、GPS等提升車輛操控性（無人駕駛等）
醫療照護	利用穿戴式裝置搜集人體資訊（血壓、脈搏、活動量、睡眠時間等）、疾病與診斷搭配個人遺傳因子等資訊，可推動預防醫療等
金融保險	利用NFC、行動電話進行支付依車聯網之駕駛者傾向，計算汽車保險費等
零售	利用RFID進行銷售與庫存管理利用銷售資訊，進行促銷活動、透過人流分析調整賣場動線與商品陳列
物流	利用各式的sensors追蹤配送狀態、及早預知收件與配送擁塞狀況，提升效率運用車輛運行資訊與駕駛者開車傾向，預防事故與防止故障發生
能源	分散電源的電力供應調整、依據demand-response控制電力消費量最佳化家庭、工場、大樓的電力消費量
農畜牧業	根據氣象、土壤、農作物收成有關數據預測與最適化種植監控與搜集家畜的體溫、活動等數據，掌握家畜的體適能與繁殖期等
智慧居家	照明、空調、音響等的遠端操控，確保高齡者與小孩的使用安全性自動調理設備
公共設施（道路下水道等）	遠端監控道路、橋樑、隧道等，預防崩坍與異常檢點遠端監控水管線路，檢測與防治漏水

資料來源：日本瑞穗銀行