

打造未來的智慧城市

公民服務數位轉型的三層次成熟度模型

擘劃智慧城市的未來藍圖

數位經濟 (2020年10月)



藉由數位科技支持帶動的智慧城市發展，將成為 21 世紀全球社會的最高成就之一。過去數位科技已經使得城市的日常生活變得更輕鬆、充實且安全。然而，城市的轉型才正要開始。展望未來，隨著民眾期望提高、城市人口持續增長、能源效率和永續性的重要性日益升高、政府系統也將隨著時間升級，創新的步伐不會放緩。

智慧城市發展不僅是技術，持續進步取決於直接參與制定解決方案的兩位關鍵參與者之間的關係，即政府及幫助政府實現其願景的私部門合作夥伴。資誠在全球智慧城市計劃方面的豐富經驗 (包括與世界經濟論壇有關城市發展的合作) 使我們能夠確定公私營部門該如何共同努力為民眾提供最佳的服務，它是一個由三個層次組成的成熟度模型，本文將解釋它是什麼、如何運作和其為何重要。

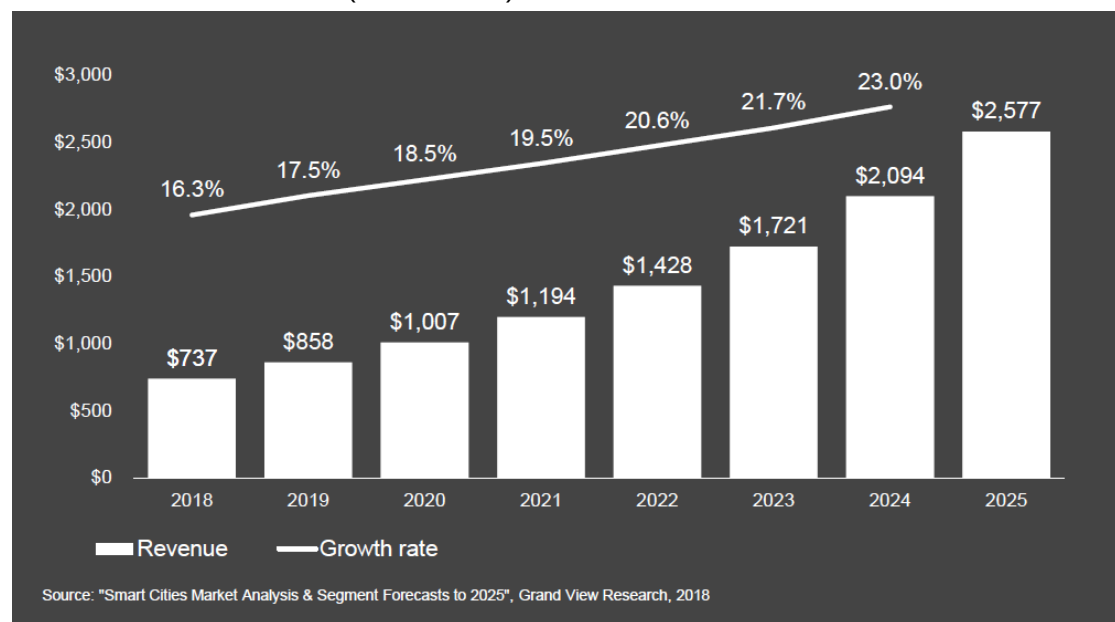
重點摘要：

- 就資誠觀察，全球各地智慧城市的演進歷程中，最重要的是關鍵參與者 (即政府與私部門企業) 彼此間的關係變化，主要沿著三個層次的軌跡發展。
- 在第一層次，公私部門以傳統簽約形式合作，通常用於特定服務的事案，如停車場管理系統等；第二層次是由基礎之數位城市建設中延伸出更多附加服務，如大眾運輸支付系統；第三層次則聚焦於數位生態系統之發展，創造更多新產品或服務，取得更多收入機會。
- 貫穿整個發展脈絡的是幾項總體驅動因素，包括公私協力夥伴關係(PPP)、5G、區塊鏈、電動車、網路資訊安全、雲端運算、大數據分析等。這些驅動因素帶來多樣的技術趨勢，包括開放和多向資訊流提升公民參與度、利用 AI 和累積資料使服務個人化。
- 智慧城市的發展帶來機會，也面對幾項挑戰，如資料管理、安全、利害關係人間的協調、資源稀缺等問題。
- 政府與企業在不同角色間轉換，在動態的關係中推動智慧城市的發展，如何在各自獲取利益，並提供民眾更多價值中達成雙贏，仰賴各方的前瞻性和創新性的思考。

三層次成熟度模型

智慧城市發展腳步加速，預計2025年其價值將達2.5兆美元（見圖1）。在智慧城市的演進歷程中，最重要且動態的面向為關鍵參與者扮演的角色及彼此間的關係。政府旨在增進與改變民眾生活、福祉與安全，而企業則藉由投入及管理數位城市基礎設施及服務，協助完成此城市願景。非營利機構及民眾等其他利害關係人也以不同形式參與其中，但政府與私部門為主要建構數位基礎建設的角色。

圖1 全球智慧城市市場（十億美元），2018年 - 2025年



資誠 (PwC) 認為，兩位主要參與者的關係主要沿著三個層次的軌跡逐步發展成熟，在這數十年間影響全球各地數位基礎設施的發展與融資方式。

這樣三層次發展的成熟度模型是全球趨勢，惟會依市場或服務領域的不同，而以不同速度演進。這三層次可以同時間並存，但仍有各自具體之特性及影響。

（一）第一層次

公私部門以傳統的簽約方式合作，此形式通常出現於特定智慧城市服務、功能或基礎設施的「單點實現」，例如建置交通或停車場管理系統、公共 Wi-Fi、LED 路燈、讓民眾可通報路面坑洞的行動 APP、監控用水的管理系統等。

此層次為智慧城市發展的初始階段，政府與企業的合作，使用特定技術或服務，以滿足城市規劃人員的想法及要求，企業也可從中建議更大範圍的其他技術與解決方案，協助實現智慧城市的遠景。

雖就結果來看，最初的簽約模式，往往演變成公私部門的合作與共同開發解決方案，其中可能伴隨公私部門之間的利益衝突、資料標準和共通性限制。但此層次的主要特性仍為公私部門之間的經濟安排是透過簽約形式讓私部門提供服務、解決方案、技術。

（二）第二層次

此層次的關係形式建立在第一層次的基礎上，為基礎數位城市設施開發及佈署更多服務，讓民眾應用在生活中的層面更加廣泛。如大眾運輸支付系統，進階成支持智慧型手機或人臉辨識，之後更延伸運用至廣泛的層面，甚至到整個城市的支付平台基礎建置。

第二層次中，產業合作夥伴坐擁更廣大的顧客群體，城市本身也因顧客使用附加服務獲得部分收益。只要經過妥善設計，這樣的合作關係能在優化民眾服務的同時，將附加的數位服務貨幣化。

這樣「公私協力夥伴關係 (public-private partnership, PPP)」對城市及私部門皆具高度吸引力，惟其簽約方式十分複雜，只要設計不當，可能面臨結構僵化，甚至壟斷，或公私部門的潛在服務與價值減少等風險。

（三）第三層次

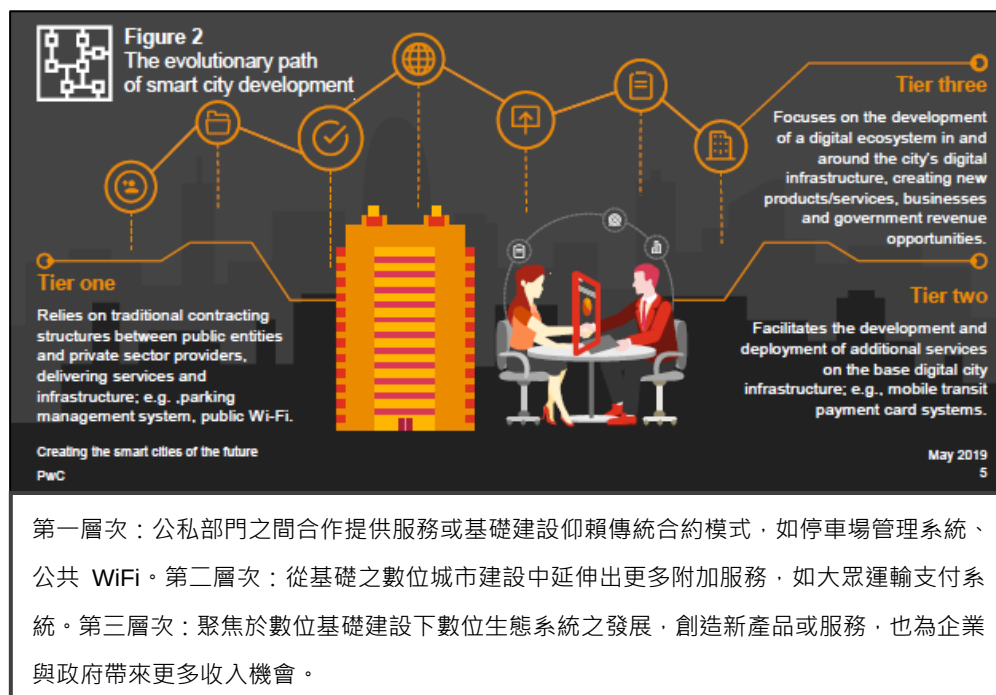
第三層次正逐步成形中，此層次主要特徵是圍繞著城市的數位基礎設施，發展出數位生態系統，在智慧城市平台上創造出更多新產品與服務，為企業及政府帶來更多收入機會。

更重要的是，這樣的生態系統發展並不需要所有功能運作皆是「智慧的」，以智慧路燈為例，路燈加裝感測器、Wi-Fi、數位顯示器等。這些技術佈署創造出一個數位平台，能藉此發展出更多創新服務及解決方案。

這樣的解決方案機會無窮，除了提供Wi-Fi、5G、廣告、交通和污染監測等服務外，也可多思考資料的運用面向，如交通堵塞、人潮聚集的資訊對零售商、自駕車製造商來說十分有用，只要管理得宜，可直接藉此獲利或作進一步的創新服務。這樣的公私部門交易標誌著智慧城市創新生態系統的重大發展，只要設計完善，能使民眾享受更新的服務，同時為政府帶來額外的收入機會。

智慧城市之發展軌跡請見圖2。值得注意的是，不同的基礎建設或服務領域可能位處不同階段，如大眾運輸與醫療照護，不過只要這樣的成熟度模型建立起來，就會產生數位發展的良性循環，一旦第三層次的專案成功，就會給管理當局信心從第一或二層次啟動更多新專案，逐步推進。

圖2 智慧城市之發展軌跡



從商業角度觀察，政府可依照專案性質的不同選擇不同的層次，如行動APP這類小型的專案可採用第一級的交易模式，而LED路燈這樣大型但擁有清楚商業案例的項目可使用第二級的PPP模式，至於平台及生態系統由於發展層面廣且可預見的效益較少，因此仍在起步階段，但已經看到部分城市用點項目來補貼平台的開發。

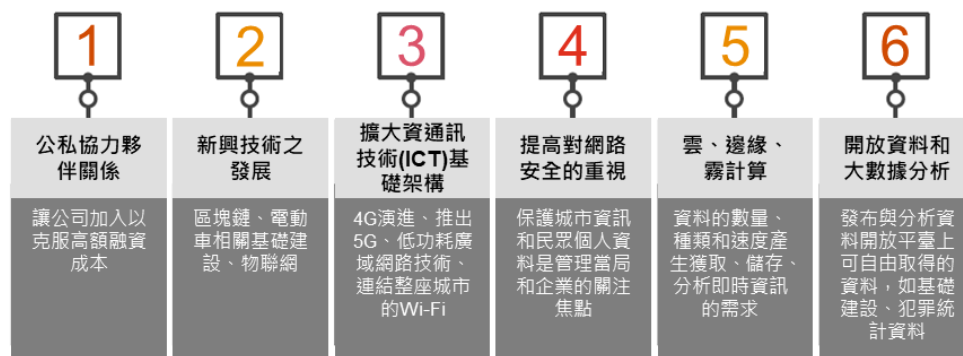
展望未來，決定公私部門從智慧城市平台獲取利益的關鍵因素為資料所有權，因此如何在手握高價值的資料資產與提供私部門足夠誘因來投入智慧城市計劃兩者間達到平衡，正是每個城市需要多加思考的議題。

整體驅動元素、技術發展與挑戰

上述為智慧城市動態演進的三個層次，而橫跨三個層次的是整體元素，驅動及塑造著智慧城市的發展，圖3即提出六大關鍵的科技與金融發展，為智慧城市運作

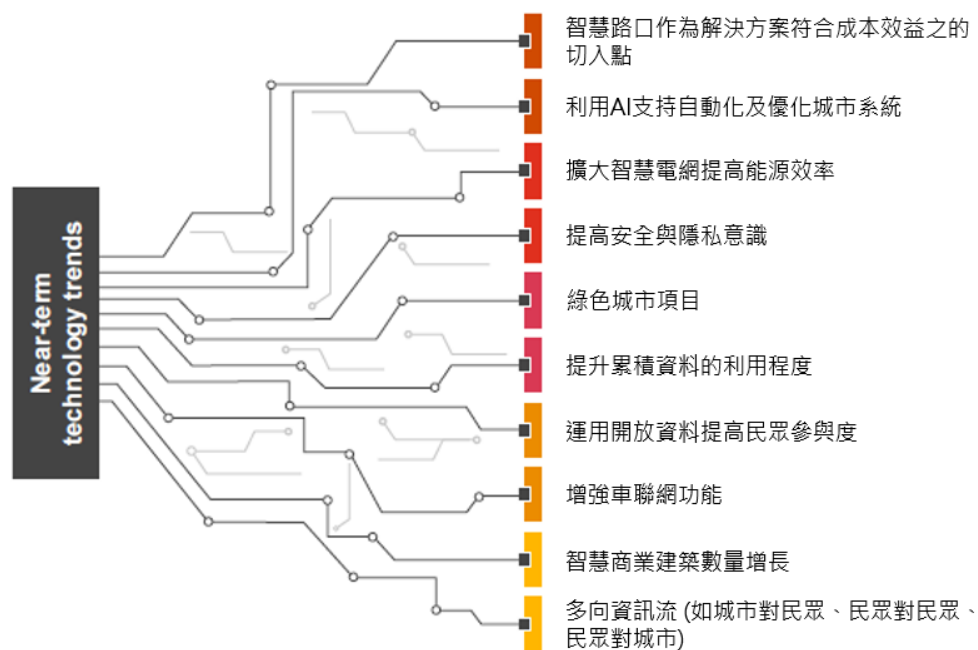
的基礎。首先是利用公私協力夥伴關係 (PPP)，省下鉅額的融資成本，讓城市可以開拓新興科技帶來的機會，如大家所關注的5G、區塊鏈、電動車。另外也包括社會愈趨重視的網路安全、雲端運算、大數據分析等，這些領域中，私部門的專業知識顯得十分有價值。

圖3 驅動全球智慧城市成長的六大關鍵科技與金融發展



當這些驅動因素運作正常時，會產生多樣的技術計劃，大致可分幾個種類 (見圖 4)，圍繞綠色議程的發展和建置智慧路口作為數位解決方案的切入點，重點關注的領域包括開放和多向資訊流提升社區參與度、利用AI和累積資料使服務個人化和回應民眾需求。

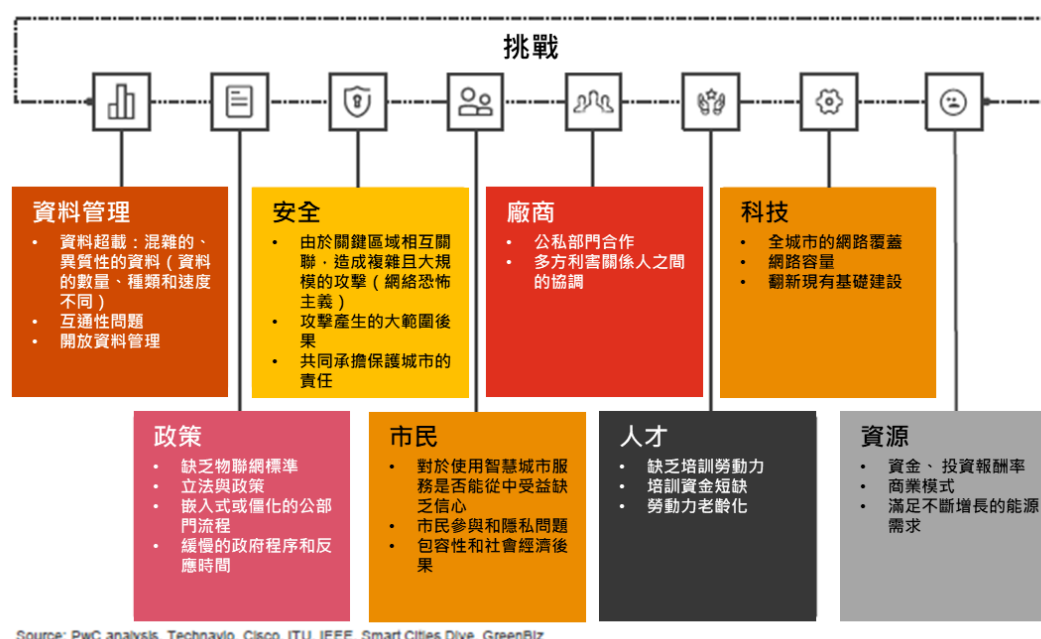
圖4 技術展望：近期智慧城市計劃



Sources: PwC analysis, Technavio, Cisco, ITU, IEEE, Smart Cities Dive, GreenB

不論採取何種技術項目，智慧城市皆帶領城市進入未知領域，不可避免地會遇到數項挑戰，其中最主要的幾個障礙(列示於圖5)，在各市場皆以某種程度出現，雖然因各地科技、政治、社會、經濟等因素不同，挑戰的性質及相對重要程度在各區域也不盡相同，但三層次成熟度模型提供了理想的架構來應對這些挑戰，也開闢出全新商業與服務機會。

圖5 實施智慧城市面臨的主要挑戰



公共基礎建設中實體與數位的整合

隨著三層次的成熟度模型建立，許多開發商將智慧城市元素融入大型公共基礎設施計劃中，不僅如此，商業及住宅區開發也有相同趨勢，物聯網運用層面廣泛，在住家、辦公室、街道創造各種以使用者為中心的體驗，增強社區的運用效率及可持續性。

實體與數位整合的例子不勝枚舉，在美國，智慧城市元素可於許多大型開發案瞥見，如體育館、藝術空間等，開發人員已將「智慧」視為影響使用該資產的消費者、居民或企業體驗的決定性元素。

過去公共基礎建設的實體與數位融合與城市本身在做的事平行，不是公私部門合作專案的一部分，但隨著公部門參與更多前瞻性計畫，這樣的情形開始轉變，私部門的開發人員從而扮演加速器和實驗室的角色，協助建置未開發地區，有時走的比公部門快，而私部門這些經驗可用於未來公私部門合作的計劃中。

全球各城市的「智慧」發展越趨成熟

縱觀全球，各城市在抓住智慧城市此機遇的能力上有很大的區別。亞洲城市一直處於領先地位，原因來自公共資金的投入，與持續都市化產生的迫切需求，因此採取較積極的方式開發智慧基礎設施及服務。而歐洲在積極推動許多智慧城市的投資，通常涵蓋綠色能源等對環境友好的元素，並獲得公共資金的參與。而美國智慧城市的發展則在些許案例中更多是由私部門發動的。

不過也有許多例外，在各城市中，有傑出的資訊長（CIO）和技術長（CTO）致力於推動城市的發展，並在市長的支持下發揮領導作用，由上而下打造數位環境。

近年來，無數的私部門開發商和技術提供商亟欲與政府合作，以善用智慧城市服務的機會。為了衡量城市規劃人員組織、計劃、整合數位服務的能力，因而衍生出各種智慧城市成長模型，這些模型與前述所提的「三層次成熟度模型」不同之處在於，三層次成熟度模型以更全面的方式觀察潛在城市的發展，而非僅關注特定服務領域。資誠相信無論城市現在位處哪個階段，皆可透過三層次成熟度模型開拓出理想的前進道路。

政府與私部門的未來方向

談完演進歷程，那公私部門現在該如何把握智慧城市發展的機遇，在三層次的發展中獲取最大利益？首先要認知的是，創新帶來各種嶄新服務與解決方案，政府與企業之間的關係需要靈活變化與應對，提供民眾最好的服務價值，以下問題是雙方須思索的。

政府須考慮的關鍵問題：

- 構思和建置數位智慧城市平台時，可預見到什麼附加解決方案或服務能夠放入？
- 如何評估民眾能從目前和預期未來解決方案和服務中可獲得的最大價值？
- 政府、承包商或第三方對於這些附加服務/解決方案有什麼開發和貨幣化權利？
- 目前的合約架構是否限制了數位平台創新的潛力，或是否為私部門承包商創造了「受保護」的市場？

- 如何建立允許智慧基礎建設佈署的規範性架構？
- 對於已簽訂的合約服務，還有未來平台的潛在服務(包括私部門之間的交易)，相關的IP、資料使用權、資料安全性、互通性和隱私保護的考慮事項有哪些？
- 當法令修改時，將會如何影響這些資料權利和隱私保護？
- 對於第二和第三層次的服務和解決方案，該如何分攤報酬和風險，且相關技術知識是否有合約保護？
- 在這些合約安排下，您將如何管理技術和服務的變化？
- 如何確保在退出時不會遭受不當懲罰或破壞生態系統的能力？

政府是扮演最重要的角色，如果成功，可刺激智慧城市周圍的創新生態系統，不僅為民眾提供一流的服務，更帶來大量的新收入來源。政府在智慧城市項目中的參與中，基本上涉及三個角色（有時角色是重疊的），分別作為私部門服務的購買方、與私部門共同投資或合作智慧城市解決方案、公共利益的監督和保護者，即同時要監督和促進智慧基礎建設的建置，包括租稅增額融資（TIF）和其他經濟激勵措施等。

如果城市已為智慧技術的開發和佈署制定了整體的藍圖，並考慮創建數位生態系統的意涵，則政府的角色和職責會更容易確定和實施。然而，大多數城市仍在制定整體規劃，便同時在簽訂新技術，對此情況，牢記政府的三個基本角色特別重要。

政府擁有多重角色，需要一定的靈活性和專業知識，更要在跨政府機構及整個智慧城市價值鏈的各層面中協調，實現這目標的政府可以取得豐碩的成果，印度在「智慧城市任務（Smart Cities Mission）」的推動下取得的巨大進步印證了這點。

除了核心角色外，隨著智慧城市的發展，政府的另一個重要功能是資料整合。市政府整合政府、私人（包括公用事業、企業、社區）和民眾資料，產生最大的互利。由於民眾對地方政府普遍信任，認為其可作為自己利益的代表和保護者，增強政府對這角色的適任度。同時，政府有責任注意隱私和資料安全。

除了政府之外，智慧城市中另一重要角色——私部門的企業應思考什麼？智慧城市計劃創造的機會使企業趨之若鶩，然大多數公司都習慣採用傳統的承包合約模式，利用競標取得合約，並提供服務，本質上是演變的第一步。儘管該模式仍然占主

導地位，但公私部門都在努力走向第二層次，最終到第三層次。越來越多的公司被要求與民眾分享利益，與政府建立真正的公私合作關係，即與政府分享收入、智慧財產權和風險。如果想從合作夥伴關係中獲得充分機會，並利用第二層次和第三層次的價值潛力，公司需要創新性思考，找出新的協作方式與政府互動。

私部門企業應考慮的關鍵問題：

- 如何在不讓初始提案過於複雜的情況下，向政府提出滿足當下需求的技術解決方案，並為新解決方案和服務提供下游潛力？
- 如何簽訂合約，使自己（或第三方）能夠從現有技術創新與發展新的服務和解決方案？又如何利用該服務獲利，且同時讓政府擁有開放市場所需的自由度？
- 如何使政府了解新技術解決方案和服務的融資，風險和回報方案，並與政府合理共享風險和報酬？
- 如何儘早與這個數位生態系統中的潛在第三方參與者互動，確保他們參與政府投資的服務/技術解決方案的架構？
- 如何促進與民眾的互動，確保他們為智慧城市發展及新的體驗買單？

行動呼籲：共同打造數位政府

全球智慧城市不停地發展，公私部門仍在學習找出適當的方式前進。如同上述所說，不同城市在智慧城市的訴求和行動上處於不同的成熟階段。但對於公私部門組織，我們認為瞭解和採用三層次成熟度模型可以幫助政府與企業找到正確的方向，並加快前進的步伐。