

出國報告（出國類別：研究）

105 年組團出國專題研究智慧城市班

<u>服務機關</u>	<u>姓名／職稱</u>
國家發展委員會國土區域離島發展處	郭翡玉／處長
	江衍緯／技正
行政院科技會報辦公室	許華欣／諮議
科技部產學及園區業務司	黃郁禎／副司長
交通部臺灣區國道高速公路局	黃裕文／科長
內政部建築研究所	羅時麒／簡任研究員
經濟部工業局	謝戎峰／副組長
臺北市政府資訊局	楊世鈺／高級分析師
新北市政府研究發展考核委員會	莊榮哲／主任秘書
桃園市政府資訊中心	張珮璇／科長
臺中市政府都市發展局	許由興／總工程司
臺南市政府資訊中心	林怡壯／主任
高雄市政府資訊中心	劉俊傑／主任

派赴國家：美國

出國期間：_105_年_10_月_23_日至_105_年_11_月_5_日

報告日期：_105_年_12_月_30_日

105 年組團出國專題研究智慧城市班報告

摘要

我國數位發展素來擁有先進科技、豐富人才庫與積極發展動能，使我國的中央電子化政府以及地方政府智慧城市推動上，在國際智慧城市發展趨勢屢屢嶄露頭角。然而面對全球智慧城市的發展趨勢與競爭下，105 年度由國家發展委員會提案組團赴美參訪智慧城市發展內容，並由國家發展委員會國土區域離島發展處郭翡玉處長擔任團長，於 105 年 10 月 23 日至同年 11 月 4 日率經濟部工業局、科技部產學園區司、內政部建築研究所、交通部台灣區國道高速公路局、行政院科技會報辦公室等中央部會代表，以及台北市、新北市、桃園市、台中市、台南市、高雄市等地方政府代表共 14 位赴美國加州研習，並與美國史丹佛大學、加州州政府、舊金山市政府以及特斯拉、西門子、福特等美國產官學研超過 20 個單位、學者、專家與業界主管進行經驗交流與研習。

本團於兩周研習中，從美國智慧城市政策制定、實證場域、經營模式等面向，學習到聯邦政府以去中央化(Decentralization)的經營模式，建立智慧城市規劃與產業發展生態系，支持地方與區域政府發展地方特色、網羅人才與推動產業國際化，使中央與地方合作機制良性發展，並使美國智慧城市政策推動發揮最大效益。本團更進一步學習到在此良好的生態體系下，加州政府、舊金山市政府與帕羅奧圖市政府能安心推動智慧能源永續發展的軸、聚焦公公民夥伴關係以及產官學合作的互動模式、強化解決方案的投資效益、為新創家建立良好的新創舞台等，並能共同以智慧治理方式解決城市有關交通、能源、農耕、水資源、城市製造、建築物、人民生活、產業發展與國際化等所面臨的問題。

最後，本次研習綜合我國的發展現況與美國發展優勢，未來我國智慧城市推動將朝向健全產業與政府、政府間溝通交流平台、完善智慧城市發展指標、建構完整生態體系、調和法規與制度、健全智慧城市發展之財務規劃，並構築良好資安領域布局與人才培育機制，期許我國智慧城市推動能從城市特色發展，整合全國智慧化發展，再放眼國際，使我國智慧城市發展在國際社會大放異彩。

目錄

壹、智慧城市班參訪目的與研究行程表	
一、參訪目的與研究行程表	3
二、國際物聯網智慧城市發展趨勢觀察	10
三、參訪機構與業者介紹	21
四、參訪研究學者介紹	68
五、參訪與研究心得	83
貳、研究建議	96

壹、智慧城市班參訪目的與研究行程表

一、參訪目的與研究行程表：

(一)目的

智慧城市為目前全球都市的發展趨勢，係利用資通訊技術（ICT）協助解決各種日益複雜且嚴重的都市發展問題，以及在有限資源下的效率利用，並透過不同領域的具體實踐達到經濟發展、社會正義與環境保護兼籌並顧的永續發展。本計畫期以智慧城市為主題，強調研究內容與業務之相關性，將學習成效具體回饋於業務推動，瞭解先進國家經驗，作為推動相關業務之參考。

(二)參訪與研究行程表

10/23 星期日	
8 pm	搭乘中華航空 CI41 接待人：Jessica Dutro 副主任 萊恩美國西部中心 史丹佛大學
9:30 pm	飯店 Check-in Sheraton Palo Alto 地址：625 El Camino Real, Palo Alto, CA 94301
10/24 星期一	
地點：	Spilker 232 教室
9:00 am – 11:30 am	開幕儀式 Blas Luis Pérez. Henríquez 教授 萊恩美國西部中心主任 全球能源、水資源與基礎建設創新倡議 史丹佛大學
11am-12pm	校園參訪與史丹佛大學科學與工程學院導覽
中午 – 2:00 pm	Keynote Speech & 午宴 能源的未來與智慧城市 Sally Benson 教授 Precourt 能源研究中心主任, 史丹佛大學
地點：	史丹佛教授俱樂部
2:00 – 5:30 pm	智慧城市：從概念到實踐 Michael Lepech 副教授 土木與環境工程學系, 史丹佛大學



史丹福大學專題研究智慧城市班主任 Blas
圖 1. 開幕儀式



圖 2. 史丹佛大學校園巡禮

10/25 星期二	
地點:	Joint Venture Silicon Valley Suite 310, 100 W San Fernando St, San Jose, CA 95113
智慧城市及區域計劃發展策略	

9:00 am – 11:30 am	智慧城市：從概念到實踐 Russell Hancock 執行長 David Witkowski 執行董事 Joint Venture Silicon Valley
智慧節約能源及都會地區移動解決方案	
地點:	SolarCity Corp. 444 De Haro St., San Francisco, CA 94107
2:00-3:00 pm	太陽能與都會智慧運輸系統 Adam James 副主任 全球政策與策略部門 SolarCity Corp.
地點：	Yerba Buena gardens W Hotel San Francisco 181 3rd Street, San Francisco CA 94103
5:00 – 6:30 pm	智慧建築與都會智慧能源系統 Ian Hamilton 講師 環境、能源與資源學系 倫敦大學學院
6:30 – 8:30 pm	Keynote Speech & 晚宴 創造智慧、主動且健康的社群 Michael Jones 執行長 Brett Hondrop 副總經理 Alta Planning + Design

10/26 星期三	
地點:	Institute for the Future(IFTF) 201 Hamilton Avenue,Palo Alto, CA 94301
智慧城市的未來	
9:30 am – 11am	參訪 Institute for the Future(IFTF) 智慧城市的未來 Lyn Jeffery 研究主任暨特聘研究員 Institute for the Future
11-11:45 am	智慧城市與健康在台灣的發展 Ian Hamilton 講師 環境、能源與資源學系 倫敦大學學院
地點:	Tai Pan ,560 Waverley St, Palo Alto, CA 94301
智慧城市的設計與規劃	

地點:	Shriram 262
2-5 pm	智慧城市:創新設計及治理 Erick Valle 總經理 Valle, Valle & Partners

10/27 星期四	
地點:	Spilker Rm 232
9:30 am – 10:30am	能源效率, IT 與都市脈絡 Jim Sweeney 教授 科學與工程管理學系 Pedram Mokrian 講師 史丹佛大學
11-12 am	史丹佛能源系統創新(SESII)
地點:	Shriram Rm SB33
2-5 pm	智慧立法與群眾參與 Kushyar Kasarie 執行長 Mobile PD Jaimison Johnson 副總經理 Mobile PD Gary Berg 警察隊長 City of Campbell 警察局

10/28 星期五	
創新創業與智慧科技經濟發展	
地點:	舊金山市政廳 Room 201, 市長會議室
10:30 – 12:00am	拜訪舊金山市政府 舊金山智慧城市發展策略:創新創業與共享經濟 Mark Chandler 主任 舊金山市政府 國際貿易與商業部
地點:	The Patriot House 2 Embarcadero Ctr Level P San Francisco, CA 94111
2-3:30 pm	基礎建設與智慧城市未來發展 Sean Randolph 經理 灣區委員會經濟研究院

地點:	灣區委員會經濟研究院 353 Sacramento St, San Francisco, CA 94111
4-6:30 pm	拜訪 SPUR Ideas + Action for a Better City 運輸建設規劃與設計 Chi-Hsin Shao 主席 CHS Consulting Group 智慧城市規劃與設計 Robert Best 工程師 ARUP 智慧城市與交通 Wendy Tao 智慧交通系統設計部門 西門子公司 智慧交通解決方案 Daniel Liem 技術產品經理 Uber
地點:	Public Assembly Hall SPUR- Urban Center 654 Mission St., San Francisco, CA 94105

10/31 星期一	
地點：	Spilker 232 教室
規劃、制度與智慧基礎建設	
9:00 am – 中午	永續城市系統 James O. Leckie, C.L. Peck, 1906 環境工程與應用科學學院教授 史丹佛大學
	計畫基礎學習 Derek Ouyang, 講師 土木與環境工程 史丹佛大學
	以數位工具達成城市永續發展 Glen Katz, 講師 土木與環境工程 史丹佛大學
	生態區 Sandy Robertson, 講師 土木與環境工程

	史丹佛大學
地點：	思科客戶體驗中心 300 East Tasman Drive, San Jose, CA 95134
2:00—6:00 pm	智慧與社區連結 Mike Potter, 州與地方政府事務處經理 政府事務與社區關係 思科系統公司 Jeffrey Wang, 台灣區區域經理 思科系統公司

11/01 星期二	
智慧城市發展與加州清潔科技	
地點：	1325 J Street, Suite 1800, Sacramento, CA 95812
10:30 am—12pm	創新、創業 (CA I-hubs)與智慧城市 Louis Stewart, 副處長 創新、創業與國際貿易 加州政府商業與經濟發展辦事處
地點：	Esquire Grill 1213 K Street, Sacramento, CA 958141 (510) 448-8900
地點	1400 Tenth Street—Room 209, Sacramento, CA 95814
1:45—3pm	智慧城市：加州政府政策與經濟發展上的策略與創新 Michael McCormick, AICP Governor Edmund G. Brown's Office of Policy & Research
地點：	1516 Ninth Street, MS-29, Sacramento, CA 95814-5512
3:15—4:30 pm	能源政策與智慧城市 Drew Bohan, 副委員長 加州能源委員會 (CEC) Alana Sanchez, 國際關係顧問, CEC Mike Gravely, 效益科副司長, CEC

11/02 星期三	
地點：	汽車研究中心 473 Oak Rd., Stanford, CA 94305
智慧與以人為中心的行動性	
9:15—11am	智慧城市中載具的未來 Stephen Zoepf, 執行董事, 史丹佛汽車研究中心

地點：	福特研究與創新中心 3200 Hillview Ave, Palo Alto, CA 94304
1:30—2:30pm	美國的智慧可動性 Dragos Maciuca, 技術指導 福特研究與創新中心 (RIC) Dennis Liu, 產品與商業發展 (RIC) Chih-Wei Tang, 資深硬體研發工程師 (RIC)
地點	特斯拉公司,主大廳 45500 Fremont Boulevard, Fremont, CA94538
4—5:15pm	移動的未來 Julianne Lee, 特斯拉

11/03 星期四	
地點：	Shriram Rm SB33
智慧城市、規劃與包容性的社區參與	
地點：	Shriram Rm 262
9:00—中午	智慧社區參與和城市規劃 Ciaran Gilsean, Buldingeye 執行長
中午—2 pm	午餐演講 智慧海運：物流、基礎建設與可接觸性 Rainer Wolfsberger, indoo.rs 執行長
水的創新、智慧健康與資源管理	
2—3:30 pm	Craig S. Criddle, 教授, 環境工程與科學高級研究員, 史丹佛伍茲環境研究中心 參觀 William and Coy Codiga 資源回復中心 Sebastian Tilmans, 營運總監, Codiga Center 及 Wei-Min Wu, 資深研發工程師, 土木與環境工程, Criddle Group International Cooperation, 中國計畫
4—5:15pm	Ryan Sheinbein, Google 全球基礎建設 1599 Amphitheatre Pkwy Mountain View, CA 94043
地點：	MacArthur Park Restaurant 27 University Avenue Palo Alto, CA 94301
6—8 pm	Farewell Keynote Dinner Palo Alto—智慧與數位城市 Jonathan Reichental, 資訊長 (CIO) City of Palo Alto, CA

11/04 星期五

10–12 pm	參觀 Palo Alto 市政府 智慧城市：好生活的夥伴 James Keene, 城市經理
政府治理與智慧城市政策制定	
中午–3 pm	午餐演講會 Keynote 閉幕式 Bruce Cain, 美國西部 Bill Lane Center Spence and Cleone Eccles Family 總監, and the Charles Louis Ducommun 史丹佛大學人類與科學學院教授
閉幕流程	
3–4 pm	評價、結業、聚會與團體照 Blas L. Pérez Henríquez, 課程主任；智慧城市：政策、策略與創新制度總監；加州全球能源；水與基礎建設主動創新；史丹佛大學
11/05 星期六	
1:05 am	中華航空 C13 次班機



班主任 Blas 頒發證書(本班團長郭翡玉)

圖 3. 結業式

二、國際物聯網智慧城市發展趨勢觀察

(一) 智慧城市發展緣由

觀察全球經濟發展歷史進程，於 18 世紀的第一次工業革命與 20 世紀初的第二次工業革命中，集體化機器生產取代了個體化手工生產，使大量生產、大量消費為本階段產業發展的典範，而擁有較多資源（包括人力、土地、礦產或資本）者具有競爭優勢，人民生活區域也依資源所在地形成聚落，因而

形成了許多農業城市、礦業城市或工業城市。

然而經歷長年的資源消耗，加上全球人口快速成長，民眾所生存的環境條件愈加惡劣，減少資源消耗及提升資源使用效率成為近年來產業發展的主要訴求。隨著數位科技演進帶起的第三次工業革命，不僅城市功能為追求「低耗」與「效率」而重組，對住民而言，不再需要實際居住在城市中才能接取到各項功能或服務，打破傳統城市的藩籬，是為「智慧城市」的概念。

包括美國、德國、瑞典、日本、韓國等全球主要國家正積極往建設智慧城市的路途前進，事實上從市場需求面及產業供給面來看，發展智慧城市也是勢在必行。

1. 市場需求面：全球都市化趨勢

回顧及前瞻全球民眾群聚趨勢，發現人口往都市集中的現象愈見明顯。根據聯合國統計，1950 年時全球只有 30% 的人口居住在都市，2014 年提升至 54%，若依此趨勢進行，預估至 2050 年時將有超過 70% 以上的人口居住於城市。此外，全球在 1950 年時僅兩座城市達一千萬人口以上，2014 年時達 21 座，樂觀預估全球到 2050 年將有 100 座千萬級人口的巨型城市。

面對城市人口增長快速所造成的能源消耗及效率降低等嚴峻問題，考驗著各國資源的分配及運用，正仰賴透過事前的審慎智慧城市應用規劃與導入，已降低人口快速集中所帶來之衝擊。

2. 產業供給面：資通訊產業成長動能

資通訊產業發展至今，也需要以發展智慧城市作為新的成長動能，目前最重要的資通訊產品（如：智慧型行動電話、平板電腦與筆記型電腦等）都面臨了技術進步超越消費者需求的窘境。以智慧型行動電話為例，首先在通訊技術已來到了 LTE，下載速率可超越過去的 ADSL 固網；處理器已來到了八核心、時脈 2GHz 以上，運算能力媲美一般筆記型電腦；螢幕解析度已來到了 400ppi 以上，人眼無法辨識其中像素。

現階段技術仍然持續進步，然而卻無法刺激消費者改變購買行為—這些智慧手持裝置的換機週期沒有明顯縮短，市場銷售量成長持續趨緩，平均銷售單價仍快速下滑中。對資通訊產業而言，傳統單純透過技術演進以刺激消費者換機來帶動銷售的模式已逐漸失效，必須仰賴一場「典範轉移」來重振成長動能。環顧生活周遭，個人用智慧手持裝置應用幾已發揮到極致，家庭用智慧裝置應

用正在起步，反而城市中的用水、電力、交通等機能還停留在使用傳統系統，尚有許多導入資通訊技術以提升效率的空間。

(二) 全球智慧城市發展重點

發展智慧城市的國家與城市雖然相當多，但其發展目的與執行方式皆不盡相同。經研究發現，全球目前積極開發智慧城市之國家或地區包括美國、加拿大、巴西、歐洲各國（瑞典、丹麥、芬蘭、英國、荷蘭、法國、德國、義大利與西班牙等）、中國大陸、日本、南韓、東南亞各國（新加坡、馬來西亞、印尼、越南、泰國及菲律賓等）、澳洲、印度、阿拉伯聯合大公國、非洲各國（南非、肯亞及加納等）等國，智慧城市之建構風潮可謂遍布世界各地。以下歸納個數較多國家之智慧城市發展特徵，如圖所示。



圖 4. 各國智慧城市發展特色

1. 美國

美國因為輸配電網基礎建設老朽化，導致多次大規模停電造成經濟莫大損失；因此，以國家力量推動智慧電表、智慧電網之普及化為主要智慧城市發展策略，除政府補助智慧電網布建與發展外，民間投資亦相當熱絡，諸如：創投基金或天使基金投資許多企業，如：Silver Spring Networks、Foundation Capital 與 Google Ventures 等矽谷主要創投公司合計投資 1.5 億美元資金於智慧電網產業。

2. 歐盟

歐盟由推動 20-20-20 計畫，驅動各國建設永續發展家園，從各國都市自行主導智慧城市開發，透過都市彼此競爭，以 2020 年之溫室氣體排放量達到 1990 年的 20%、再生能源占整體能源使用量 20%以及減少能源需求 20%之目標。該區域具備導入智慧電網、提升再生能源效率與計畫地理範疇廣泛等 3 大發展特徵，其中透過大量導入再生能源與智慧電網技術，藉以達到歐盟國家電力分配最佳化與減少溫室排放之最終目標。整體而言，20-20-20 計畫之目標引領歐盟各國，藉由完善的整體都市規劃搭配集中型電力供應體系等 Top-Down 手段，達到歐洲地區永續發展的目標。

3. 日本

日本政府在 2010 年 6 月提出產業結構願景 2020 計畫，公開宣示將於 2020 年前達成所有城市皆為智慧城市，寄望由大量各自獨立的智慧社區試點計畫，先從縣級區域驗證電動車、智慧建築與智慧電網之串聯，逐漸轉為國家統整的完整區域實證計畫；對此，日本政府經濟產業省與法人機構 NEDO 共同促成日本智慧社區聯盟（Japan Smart Community Alliance, JSCA），大力推動產業化。多方建構獲取海外訂單之合作體制，積極輸出成果。2011 年日本 20 家企業及業界團體組成「智慧城市基礎建設評價指標暨標準化國內準備委員會」與「基準認證創新技術研究組合（International Standard Innovation Technology Research Association, IS-INOTEK）」，企圖透過制訂國際標準，擴大日本在智慧城市產業之優勢。

值得一提的是，日本經濟產業省推動智慧城市產業化的同時，日本政府國土交通省推出自立循環住宅綱領，藉由研討與講習活動，搭配簡易說明書，引導社會大眾及營建相關業者落實住宅溫室氣體減量，寄望藉由基層的自發性作為，達到溫室氣體減量與節能的目標；此外，日本政府也積極推動住宅或商用建築與各地區之再生能源網路配合，達到能源自給自足的目的。

4. 新加坡

新加坡以水資源作為智慧城市產業發展之主軸，由公共事務局（Public Utilities Board, PUB）統一主導水資源相關政策，積極朝向海外合作開發技術，希冀成為全球水務樞紐（Global Hydro Hub）；此外，2007 年於新加坡國立大

學成立太陽能研究所（Solar Energy Research Institute of Singapore, SERIS）及南洋理工大學設立永續能源研究中心，寄望打造全球綠能樞紐（Global Green Energy Hub），預計至 2015 年止將創造 17 億新幣 GDP 以及 7,000 個工作機會，目前與日本政府積極進行技術合作，主攻新興國家市場。

5. 南韓

南韓以整個國家作為智慧城市之發展主體，鎖定智慧電網為主要發展類型，藉由快速制訂政策與決策執行力，在特定島嶼或城市發展示範據點，期以輸出智慧城市成果於海外國家。其中，南韓為搶攻全球智慧電網市場，積極舉辦國際研討會並公開該國智慧城市計畫藍圖，藉此吸引各國學者、城市領導人與企業前往參與活動，尋求合作機會。

6. 阿拉伯聯合大公國

阿拉伯聯合大公國將天然資源定位為賺取外匯的工具，石油、天然氣等天然資源不做發電使用。因此，為彌補能源供應缺口，該國智慧城市大量導入再生能源之應用，致力於發展太陽熱能與光能發電技術。大幅投資再生能源產業，將技術與產品導入智慧城市專案中，進行再生能源應用實證，推動該國綠能產業發展。

7. 中國大陸

中國大陸每年 1,500 萬人遷徙城市，多數城市正面臨環境破壞、能源消耗、交通壅塞、空氣污染、糧食自給不足、就業等問題。對此，中國大陸政府於 2010 年 10 月 18 日中國共產黨第十七屆中央委員會第五次全體會議通過的十二五規劃建設(2011 年-2015 年)，通過投入 1 兆人民幣推動城鎮智慧化，企圖打造兼具綠能、舒適居家、交通便利、水資源再利用之全方位智慧城市；住房與城鄉建設部 2013 年提出 103 處國家智慧城市試點名單，其中不乏 2、3 線智慧城市。同時藉由 G2G 合作模式，積極引入國外技術與資本力量，打造中國特色智慧城市，企圖讓中國大陸智慧城市遍地開花；此外，中國大陸業者也於 2013 年組成聯盟，希冀透過產業聯盟方式，制訂中國大陸特色之標準體系，建構公共服務管理平臺與人才認證制度，帶動整體智慧城市相關產業發展。

8. 巴西

巴西推動城市智慧化，以獲得舉辦世界級體育競賽之機會，如 2014 年 6 月世界盃足球賽與 2016 年 8 月里約熱內盧奧運。為獲取世界級體育競賽舉辦權，巴西鎖定改善社會基礎建設，更從導致城市負面形象的治安問題著手，導入綜合監控中心，解決交通事故、災害、犯罪等城市問題，打造可智慧治理之國際城市。

9. 印度

印度人口將於 2025 年超越中國大陸人口，都市化趨勢更突顯印度基礎建設不足、國民無法充分就業與能源消耗等問題；因此，目前印度的智慧城市是以健全基礎建設為主要目標，與日本政府合作，於 2006 年提出德里—孟買工業走廊（Delhi-Mumbai Industrial Corridor, DMIC）構想，興建德里與孟買間約 1,500 公里貨運專用鐵路，及沿線 150 公里周邊之工業區、物流中心、港口、發電所、道路、住宅及商業設施等基礎設施；其中，印度政府採取政府民間合作關係（Public-Private Partnership, PPP）之概念，利用民間融資提案（Private Finance Initiative, PFI），以招標方式引導國內外民間企業投資各項公共基礎建設。

10. 印尼

同樣列為新興發展中國家的印尼近年經濟發展快速，以健全國內基礎建設為主要目標，消弭東西部開發差異，經濟成長表現不一致的問題；因此，印尼與日本共同規劃印尼經濟迴廊計畫（Indonesia Economic Development Corridor, IEDC），橫跨印尼 6 個經濟區，落實基礎建設發展，預計 2020 年後城市智慧化促進國家永續發展。

(三) 全球智慧城市應用主流方向

現階段全球主要國家智慧城市佈建進度正方興未艾，目前已知進行中的計畫就超過 600 個。值得注意的是，智慧城市雖是近年來興起的概念，但並不集中於成熟國家開展，反而是中國大陸、印度等新興國家腳步最為積極。此或許是因為成熟國家基礎建設已屬完備，城市機能問題較小，而多數新興國家人口稠密，衍生許多公部門效率不彰等問題，亟需智慧應用以改善城市運作。

智慧城市的建設需求，結合國家發展經濟的企圖心，其背後不僅只是個別城市的建設或是新興科技的導入，而是整體國家產業發展之課題。有鑑於此，智慧城市的發展已成為各國政府重要的施政方向，並且各國家對於智慧城市的發展重點項目及優先順序則依照當地狀況而有所不同。其中，智慧城市的發展重點常見有四大主軸及八大應用，包括：安全健康（智慧安全、智慧健康）、智慧商業（智慧物流、智慧支付）、生活育樂（智慧運輸、智慧育樂），以及能源管理（智慧電網、智慧建築）等。以下就智慧交通、智慧教育、智慧能源與智慧建築/住宅面向進行現況與案例剖析。

1. 智慧交通

智慧交通運輸是智慧城市重要的技術與服務系統。據 Frost & Sullivan 估計，2020 年智慧交通運輸（smart mobility）可達 1,360 億美元，占整體智慧城市市場 8.7%，2012~2020 複合成長為 18.9%。Frost & Sullivan 著重在資通訊軟硬體智慧交通系統，包括：交通管理系統、電動車充電基礎建設、電子偵測與擁擠收費系統、整合移動管理、電子牆與資產追蹤、停車管理與付費系統。

從市場發展趨勢來看，可以發現傳統交通運輸系統重視在大眾運輸系統的可靠性與速度；智慧交通運輸系統則轉向更重視居民／通勤者的個人化即時訊息與服務，例如：大眾運輸即時停靠訊息、周邊旅遊訊息或停車訊息、即時交通擁擠、危險狀況提醒與最佳路徑規劃、多交通工具電子票證整合。傳統交通管理系統，諸如：燈號控制、交通流量設置亦轉變或增加動態電子收費與計價、依個人情境提供即時交通訊息。此外，新興智慧交通系統亦鼓勵由下而上的創新商業模式，讓創新服務者發展更多樣智慧交通服務。政府扮演平台整合者、資料開放者、創新育成者的角者，發展多樣的政府－私人企業的新關係與商業模式。

許多城市已利用各種技術與服務解決城市中壅塞、環境汙染問題，如：擁擠區域收費、個人交通工具限制、停車限制等，以避免過多車輛進入擁擠區域。此外，透過即時訊息服務，提供居民／通勤者重要訊息，以降低擁擠或減低交通意外。以下列舉數個著名城市／國家的智慧交通案例：

(1) 新加坡

新加坡是全世界最擁擠的城市／國家之一，因此其積極發展先進智慧交通運輸系統，包括：即時路況監、控與訊息通報、交通擁擠資訊通報、

最佳化交通路線調整、動態指示燈調整、利用計程車收集即時路況資訊、停車導引、即時交通預測系統。其中，即時交通預測系統為新加坡交通管理局與 IBM 合作的預測系統，可以提供 10、15、30、45、60 分鐘後的交通擁擠狀況預測，讓駕駛者避開路況；交通管理者也可依據進行事前交通管制、動態交通收費等措施。

(2) 英國倫敦

英國倫敦積極地導入智慧交通運輸系統，例如：根據擁擠程度的動態入城費收費系統、攝政街設置電子貨車以統一運送各零售店的貨物進出、根據交通狀況的最佳化路徑處理、零售業配送最佳化系統等。

(3) 澳洲

澳洲提供一個交通系統整合架構，以提供各地方政府、私人企業共通標準，以整合不同領域、不同服務、投資標準以發展更加市民、市場導向的智慧交通系統。澳洲政府思考建立合作智慧交通系統，讓駕駛人共享訊息、避免車禍，將決策權交由居民／駕駛人處理。

(4) 阿拉伯聯合大公國杜拜

杜拜非常積極地發展智慧城市，其中智慧交通運輸系統是其重要目標，包括：駕駛人擁擠訊息告知、繞路訊息、管制交通以避開擁擠路段、交通事件發生後能調整路況，讓所有道路速度平均、提供緊急車輛的優先道路與路徑指示等。杜拜更積極地建立多交通模式、交通單位整合的智慧交通中心，以提供統一智慧交通系統。

(5) 芬蘭斯德哥爾摩

斯德哥爾摩與 IBM 合作，在 1,500 計程車上放置 GPS 設備搜集器，以協助城市規劃者進行即時交通路況、旅行時間以及通勤選擇的資訊分析。

(6) 美國紐約

美國重視以車輛為中心的車輛－基礎建設、車輛與車輛間的訊息合作系統。紐約市即在中城區設置多個感測器、監視器，以即時了解路況，提供交通管理者燈號的即時設定。

2. 智慧教育

智慧教育產品市場又稱為電子化學習（e-learning）產品市場。教育學習內容包括教材、數位影音內容、測驗試題等。學習管理工具則包括教材製作、線

上發行、線上討論等輔助工具。當然，電子化學習市場還包括各行業的在職教育訓練市場，但仍以 12 年級前及大學教育市場最大。

新興的雲端運算、智慧行動科技、物聯網、巨量資料等科技，將可以協助教育內容的分享、存取、互動以及學習管理工具的發展。因此，新興科技支持智慧教育達到四大方向的各種科技應用：第一，個人化內容：提供個人化的教材或教育內容，滿足個人需求並加速教師理解學生狀況。可以利用雲端運算提供遠端存取、巨量資料分析學生學習等。在實體的教室，則透過各種感測器監視與分析學生學習狀況。第二，開放教育資源：利用雲端平台，讓學生、教師、教材提供者能分享內容或透過訂閱方式取得教材內容。第三，社群溝通：透過社群工具，讓老師、學生間能互相溝通、協作、彼此分享與學習。第四，模擬與遊戲化工具：利用智慧手機 App、物聯網感測器、雲端平台等，發展遊戲化互動工具。讓學生透過互動與遊戲情境，加速學習效果。

目前已經有許多智慧教育的例子，包含從政府角度的實施、教育機構、零售機構的實施等。以下列舉幾項著名的智慧教育案例：

(1) 英國東倫敦大學

英國東倫敦大學與 Samsung 合作，提供 4,000 台平板電腦給予學生、200 台平板電腦給予教職員。導入平板電腦與智慧化 App，讓學生可以容易獲得校園資源服務與線上學習資源。學生與教職員亦可透過 App 追蹤學業進度。

(2) 美國墨西哥州中小學

美國墨西哥州阿布奎基市與 Discovery 內容廠商合作發展電子教科書，一方面減少教科書成本、一方面可讓學生利用平板電腦、筆記型電腦進行互動，提升學習體驗。

(3) 日本佐賀縣武雄市中小學

日本武雄市政府借給國中小學生 7,000 台平板電腦。中小學生在家先預習功課，在學校將預習成果與教學整合，並能強化學生討論意願，以反轉教學，提升學生自我學習能力。

(4) 日本東京博物館

日本東京博物館利用室內定位服務，讓參觀者到各個展示區位時，收到精準的導覽服務。

(5) 美國紐約地鐵虛擬圖書館

美國邁阿密廣告學院學生與紐約地鐵、紐約圖書館合作，在地鐵車廂內布置虛擬圖書館。搭乘者可以利用智慧手機掃描圖書內容，可進行試讀、預借等。

3. 智慧能源

就技術發展來看，智慧能源主要趨勢包括有：行動裝置之整合、IoT 潮流下智慧機器連結、巨量資料應用，以及雲端運算與平台服務等。相關內容說明如下：

- 第一**，在整合行動裝置方面，各類服務將結合平板、手機等各種行動裝置進行能源資料監測與設備控制或各種 App 應用，以隨時隨地監控能源使用狀況，App 應用也將促使服務迅速融入日常生活。
- 第二**，IoT 潮流下智慧機器連結方面，藉由連網裝置與其他各種設備連結將可提供智慧化管理，如自動化控制用電設備、自我學習功能等，大幅提升使用方便性。
- 第三**，巨量資料運用方式上，許多能源資通訊服務都是透過演算法之建立，以匯集並分析龐大數據資料，融入內外部資訊等多元變數，進行分析並推估未來能源使用情況。
- 第四**，透過雲端運算及其平台服務將資料儲存至雲端，並在雲端直接進行處理，用戶即可隨時存取雲端資料與使用軟體服務。

從應用發展趨勢觀之，能源資通訊衍生服務所提供硬體介面符合低成本、安裝方便、具自動調節功能，已成為基本條件。在能源資訊分析上，除整合即時資訊之外，能整合不同種類資訊、智慧化分析甚至進一步提供能源使用預測，也成為提高服務附加價值的重要關鍵。另外，有許多資訊提供平台和介面開始運用社群，透過使用行為科學研究，或創造節能競賽、經驗分享、節能目標等可讓使用者積極參與的管道，亦有助加強使用者對平台之黏著度和提高節能意願、落實節能行動。

觀察全球城市在智慧能源之布局，可知的是目前全球多數國家積極導入智慧能源城市，已開發國家大多實行電力自由化政策，因此由當地電力公司主導智慧電網整合再生能源計畫，協同國際大廠發展智慧能源城市。德國 RWE、EnBW 與 IBM、SAP、Siemens 等大廠共同發展德國智慧電網計畫；日本亦由當地電力公司作為計畫推動的主要角色，與著名日本國際廠商，例如：NEC、三

菱重工、日立製作所、東京電力、東芝及 NEDO 等，推動再生能源整合智慧電網之相關計畫。

另一方面，開發中國家亦以當地電力公司為計畫推動主體，協同在地企業與國際大廠發展智慧能源智慧城市，如南韓的南韓電力公司結合南韓現代重工業以及 LG，邀請 Cisco Systems 共同發展南韓智慧電網系統。另一方面，人口紅利國家則多引進大廠協助，規劃發展智慧能源城市。

4. 智慧建築/住宅

智慧建築主要目的在於運用物聯網與智慧分析等資通訊技術來提升建築物之運作效能，進而達到降低能源消耗、減少營運成本之功效，並提供更佳之使用者體驗。觀察目前智慧建築之發展趨勢，包括有綠能、感測與 IoT 等。在綠能部分，強調的是如何讓建築物達到能源節約之目的，感測部分與 IoT 則是著重在透過建築物之布建感測器來獲取各類資訊，透過物聯網技術進行建築物能源管控。

相較於各國積極打造智慧能源城市，智慧建築型之發展則以已開發國家扮演重要角色。歐洲與日本積極發展智慧建築，參與廠商多為該國企業參與，藉由國家推動的智慧城市計畫作為智慧建築產品、技術與系統之展示台。需求緩現(?)國家，如：南韓，藉由發展家電智慧化，推動該國智慧建築產業發展。觀察全球主要國家在智慧建築政策之規劃，美國在 2010 年時推動住宅節能法案，同時擬訂在 2050 年前全部商業建築需達到淨零耗能知能源獨立及安全法案。英國政府則是宣示 2016 年之前，所有新建物需達到國家節能標準。德國規劃 2020 年新建築應到達零碳建築標準。日本於 2010 年提出 i-Japan 計劃，由高效能家電設備切入節能建築，並提供建築能源效率投資低息貸款。

此外，智慧建築型計畫多藉由建造新大樓或新社區之方式進行，進而推動智慧建築普及化。而大樓建造需要各行各業的參與，舉凡營建業、電機業、資通訊科技統整合，日本甚至援引汽車製造業者的技術，將電動車充電技術融入建築設計中，顯示各種產業的加入方能達成智慧建築普及之目標。

觀察廠商在智慧住宅解決方案之布局，Opower 分析 Green Button 資料，利用行為科學提供用戶節能建議，使得每個用戶平均節能 3%。NEST 則是發展智慧空調設備恆溫控制器，依據用戶行為與 Green Button 提供之用戶用電資料，進而獲得智慧控制達到節能知效益。EcoFactor 則是發展智慧恆溫控制器，分析

GB 資料，協助用戶主動節能與參與需量反應，進而獲得累積節能量超過 90 億度電之效益。Bidgely 應用 GB 資料與演算法技術，分析宅住用量，提供用戶節能與參與需量反應方案建議，平均可提高能源效率 7.7。

由於我國屬為亞洲國家，城市面臨問題與日本、韓國及中國大陸相近。綜觀我國產業於智慧建築、智慧交通、智慧能源與智慧教育技術與設備已有一定能量，價值鏈趨於完整，唯較缺乏大型系統整合業者、且少有機會累積應用布建機會。值此智慧城市市場需求方興未艾之際，政府與產業應密切合作，除了佈建相關應用以提升社會福祉外，進而強化我國解決方案能力，掌握下一波產業成長動能，以及佈建起下世代物聯網永續城市。

三、參訪機構與業者介紹

(一) CALIFORNIA - GLOBAL ENERGY, WATER & INFRASTRUCTURE INNOVATION INITIATIVE (加州全球能源、水及基礎建設創新計劃)

1. 機構背景

該單位的主持人為 Dr. Blas Pérez Henríquez，其背後主要由史丹佛大學的比爾·萊恩 Bill Lane 中心及 Precourt 能源中心所資助。Henríquez 擁有 UC Berkeley 公共政策博士學位，亦在墨西哥經濟研究與教學中心擔任過客座教授，是減碳創新 (Low-Carbon Innovation) 和智慧基礎建設 (Smart Infrastructure) 政策方面的專家，對於北美地區節碳管理及潔淨能源市場有深入的研究。因此，該單位主責針對各國的能源與環境相關公共政策進行長期而深入的研究。

2. 智慧城市發展訴求

(1) 提供價值與主要客戶

接受史丹佛大學的比爾·萊恩 Bill Lane 中心及 Precourt 能源中心之委託，與政府單位及私營機構（企業或非營利組織）保持聯繫，透過訪談及舉辦研討會的方式，對於特定區域（如北美洲）的碳排放權政策及清潔能源之相關議題進行研究。

North American Energy & Climate Policy: Scaling Up Action



圖 5. 加州全球能源、水及基礎建設創新計劃對北美的碳排放權政策研究

(2) 提供價值的方法

加州全球能源、水及基礎建設創新計劃本質上為一研究單位，因此會透過出版研究報告，或以舉辦工作坊或研討會的方式，提供客戶各國能源使用現況（如墨西哥）、各國的碳排放交易機制研究及清潔能源創新模式的發想。

Academic Workshop: US – Mexico Research Collaboration

**WATER-ENERGY NEXUS IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE:
THE U.S.-MEXICO BORDER REGION AND THE CASE OF CALIFORNIA-BAJA CALIFORNIA**
STANFORD UNIVERSITY
OCTOBER 1-2, 2015



圖 6. 美墨合作研究工作坊

(二) Global Climate and Energy Project

1. 機構背景

Global Climate and Energy Project (GCEP) 為史丹佛大學主導的長期科學工

程研究計畫，希望在全球人口成長的趨勢下，尋求能夠克服能源供給問題並兼顧環境保護的新解決方案。

GCEP 的贊助者為能源領域專業的民間企業，2002 年 12 月由 ExxonMobil、GE、Schlumberger 與 Toyota 共同協助史丹佛大學啟動 GCEP，並於過去 10 年投資 2.25 億美元，DuPont 與 Bank of America 分別於 2011 年及 2013 年加入 GCEP。GCEP 至 2016 年 3 月執行約 127 個研究計畫，與全球 46 個研究機構合作，並已申請 53 項專利，其中已有 15 項專利許可。

2. 智慧城市發展訴求

(1) 提供價值與主要客戶

GCEP 執行多項基礎及商用前的研究，研發與評估各種能夠減少溫室氣體排放的能源解決方案。

(2) 提供價值的方法

世界各國鑑於資源枯竭及溫室氣體排放等環境衝擊，持續投入再生能源技術研發與使用，但決策者在規劃轉換低碳排的能源生產系統時，經常以價格成本作為主要考量因素，忽略對其他無法價格化的外部因素，使新技術價格無法被真實呈現。同時許多初期發展的技術無法使用成本衡量，政府的補貼也使新技術成本被低估。GCEP 建立能源系統分析模型，包含彙整能源基礎建設資訊、比較不同技術在提供相同能源服務的效益、評估特定技術對能源基礎建設的影響。協助決策者在有限的資源下，多個不同替代再生能源方案中，選擇最具效益的技術導入。

在能源系統分析中，GCEP 聚焦於淨能源分析（Net Energy Analysis），所有的經濟活動都需要能源的投入，如鋼鐵廠消耗能源將鐵礦製成有用的建材。能源製造過程中同樣也需要能源的投入，透過淨能源分析量化能源生產過程中所有能源的投入與產出，衡量生產一單位能源所需的能源成本，其結果以投資能源報酬率（Energy Return On Investment, EROI）表示，可評估各種能源生產方式的效益。在淨能源分析模式下，生產出的能源總量只有淨能源部分是能提供消費者使用，其中一部必須再次投入能源生產流程。

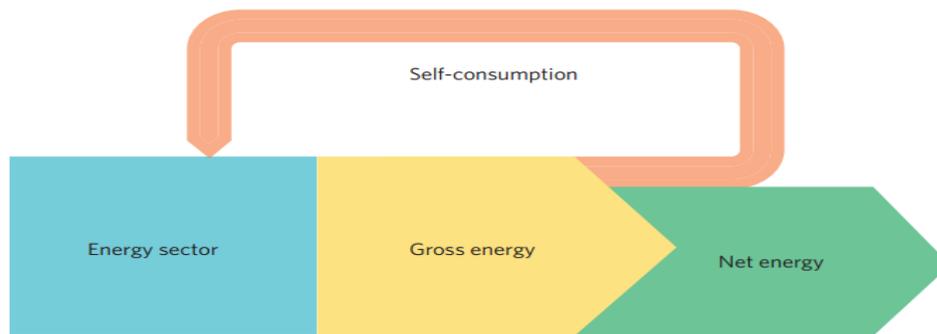


圖 7. GCEP 淨能源分析示意圖

GCEP 自 2013 年開始利用淨能源分析方法，評估包含太陽能與風力發電等再生能源技術，近期分析結果發現，每投入一單位的能源於風力發電，可以產生 80 個單位的電力，而每投入一單位的能源於太陽能發電，可以產生 10 單位的電力，表示目前風力發電的能源投資報酬率較太陽能好。一個成熟的電力系統所產生的電必須足以提供自身發電及其他用途使用，GCEP 分析報告指出太陽能系統過去發電量不足，必須以其他電力系統作為補充，呈現能源赤字，2012 年以後不同的太陽能技術都達到損益平衡，2014 年分析顯示太陽能系統已有 2 年的能源盈餘，但若考量太陽能系統持續普及，未來太陽能系統所產生的電力中有 90% 都是提供本身發電使用，所以仍需持續研究降低太陽能系統發電過程使用的能源。

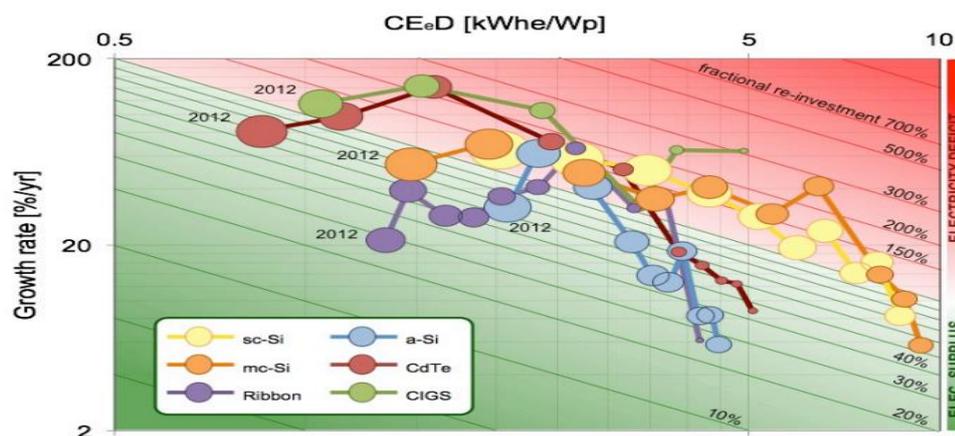


圖 8. 太陽能電系統能源損益平衡分析

(二) Joint Venture Silicon Valley Network (合資矽谷網路)

1. 機構背景

「合資矽谷網路」機構成立於 1993 年，主因當時矽谷的半導體產業面臨美國其它城市或國際競爭的挑戰，亟需引入創意思維及提供區域性概念實驗平

台，以增進矽谷半導體產業的整體競爭力。

目前的「合資矽谷網路」仍保留當時區域協同整合的設計，並納入更多的公私部門意見領袖，包括企業、政府、學術單位、勞工及非營利事業組織等多方代表參與，針對經濟成長、基礎建設、交通、通訊、教育、健康照護、災害預防等提出行動策略方案。



David Witkowski 演講智慧城市智慧區域

圖 9. 參訪 Joint Venture Silicon Valley Network

2. 智慧城市發展訴求

「合資矽谷網路」機構主要針對智慧城市的各種議題，提供公私部門與新創企業共同合作的參與平台，成立相關的研究專案，包括智慧能源(Smart Energy)、太陽能系統、智慧交通(Smart Mobility)、智慧教育、永續建築(Sustainable buildings)、災害預防等，其目的是發展出灣區(Bay Area)各種智慧城市解決方案。

公私部門可以透過資金贊助計畫的方式加入成為會員，享受與意見領袖交流的平台機會與取得相關的研究白皮書或智慧城市指標報告(Silicon Valley index)。民間贊助者包括高通、AMD、AT&T、Cisco、Deloitte、Google、Microsoft、SAP等知名廠商，而台灣的台達電亦是贊助者之一。



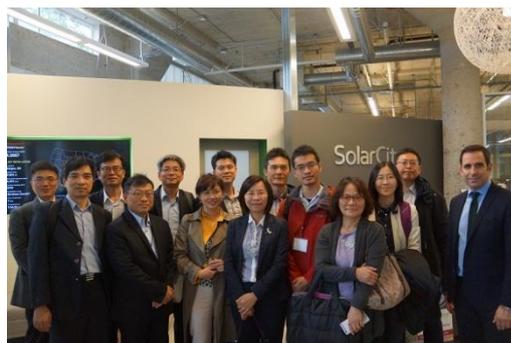
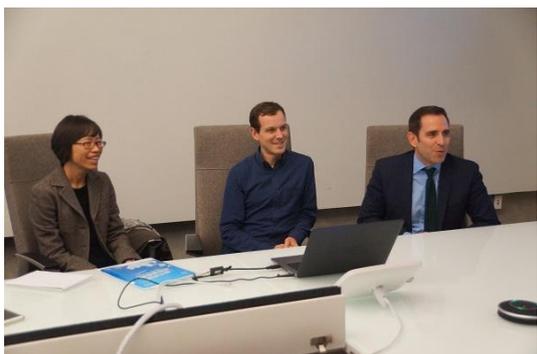
圖 10. 智慧交通 App

(三) SolarCity Corporation

1. 公司背景

SolarCity 成立於 2006 年，是目前美國最大的太陽能服務供應商，總部位於美國加州 San Mateo，員工人數達 9,012 人，SolarCity 的願景為成為未來的智慧綠色電廠。SolarCity 的董事長為 Tesla 和 PayPal 創辦人兼執行長 Elon Musk。SolarCity 於 2006 年創辦時，從 DFJ Growth、Peter Rive、Lyndon Rive 和 Elon Musk 取得種子投資 1 千萬美元。其後陸續有相當多的投資，除 B~E 輪投資外，還有貸款融資、私人募股等，前後共十幾次，總計達 10 億美元。2011 年 Google 投資 2.8 億美元，協助該公司在北美市場安裝太陽能發電設備；而在 2015 年 2 月 Google 又在 SolarCity 所建立的 7.5 億美元的基金中投資 3 億美元（剩餘的 4.5 億美元融資主要來自借債），約可為 2.5 萬個住宅太陽能項目提供融資。2012 年底，SolarCity 公開發行上市（IPO），上市市值達 8.45 億美元。

除透過創投、私募基金、貸款以及公開發行股權來取得資金之外，2014 年 10 月 SolarCity 發行價值 2 億美元的太陽能債券，將其用戶未來的租金包裝成金融商品，供投資者進行認購，以為自己的預先支出取得資金。2015 年 1 月，SolarCity 與摩根大通共同設立一項投資基金，用於太陽能發電項目的建設，預計融資規模將超過 3.5 億美元。此外，SolarCity 也購併設計網路籌資平台的金融科技公司 Common Assets，目的是要為 SolarCity 建立直接融資的有價證券網路投資平台。因為過去要投資 SolarCity 必須經過創投或綠色基金，但透過這個平台，任何人皆可透過在網路上認購有價證券來投資 SolarCity。



Adam James(中間)演講太陽能與都會智慧運輸系統

圖 11. 參訪 SolarCity Corporation

2. 智慧城市應用商業模式

(1) 提供價值與主要客戶

SolarCity 主要為家庭與商業客戶提供太陽能系統安裝服務。2011 年 9 月，SolarCity 推出「Solar Strong」的大型計畫，為美國約 120 個軍事建築開發案安裝 16 萬個屋頂太陽能系統，產生 371MW 的太陽能發電量，美國能源部並為該計畫 3.44 億美元的貸款提供擔保。同時，SolarCity 也提供整合式的能源監控服務 Powerguide 及智慧型能源儲存系統 DemandLogic。Powerguide 可將太陽能系統與家電連結，彙整各種電力資訊，提供太陽能生產量、即時能源消耗、電費成本與各類電器電費占比等分析。DemandLogic 透過儲能降低災封用電的費用，其運作方式為在有陽光時充電並儲電，待無法透過太陽能發電時，再從電池釋放電力，以節省尖峰用電費用。

(2) 提供價值的方法

影響太陽能發電普及的因素除轉換效率等技術議題外，設備導入成本、電力價格等亦是用戶使用太陽能取代傳統電力的重要考量。SolarCity 透過不同商業模式包含三種分別是系統買斷、太陽能系統租賃及太陽能購電協議，降低用戶導入太陽能系統的前置成本，增加安裝意願。

- 系統買斷：如傳統上使用太陽能發電系統由用戶買斷系統設備，需要投入大筆設備成本，用戶可自行支付裝置費用，或透過貸款方式購買太陽能系統。以設置 5 瓩太陽能發電系統為例，需要約 50 萬設施費用，依照國內 105 年再生能源躉購費率 6.4813 元計算，若一年產電 6,295 度，

需 13 年才可回收成本。

- 太陽能系統租賃：為減少用戶在太陽能發電系統導入初期所需耗費的成本，可利用租賃方式向太陽能發電系統廠商租借太陽能發電設備，由太陽能系統業者針對用戶建築物進行評估、設計與設置太陽能發電系統，用戶與廠商簽訂長期契約，契約期間設備的保固亦由廠商負責，用戶透過每月繳交固定金額或依照使用量支付太陽能發電系統的電費，電力不足時由廠商補足。
- 太陽能購電協議：與太陽能系統租賃模式的差異為用戶不需支付太陽能設備或裝置費用，僅支付太陽能電費。

(四) Alta Planning + Design, Inc.

1. 公司背景

Alta 是一家位於美國 Portland，專注於社區環境規劃、設計及施工的國際顧問公司，由 170 名的規劃師、工程師及設計師所組成的團隊，規劃並設計各式自行車、行人步道、公園、綠園道及道路。Alta 亦致力與運輸工程師協會、交通研究委員會、交通官員協會和聯邦公路管理局合作，根據特定地區的旅運需求特性，規畫公共自行車共享系統及發展永續運輸政策等。

2. 智慧城市應用商業模式

(1) 提供價值與主要客戶

Alta 與政府單位合作，打造以自行車為主的低碳城市交通環境，其中包括與芝加哥市交通局合作，透過 2020 計畫建置能讓市民安全騎乘自行車通勤之路網；亦和杜拜交通管理局合作規畫自行車網路，以連接杜拜的地鐵及一些熱門景點，如帆船酒店、朱美拉海灘等等。

(2) 提供價值的方法

依照客戶的需求，規劃並建置交通基礎建設。以芝加哥市 2020 自行車路網為例(如下圖)，Alta 規劃的自行車道並非緊貼著人行道，且沿著 A 區域行駛的自行車遇紅燈時應駛入 B 區域停放，其優點在於當汽機車要右轉時，能有效減少與自行車相撞的機會，保護騎乘者的安全。

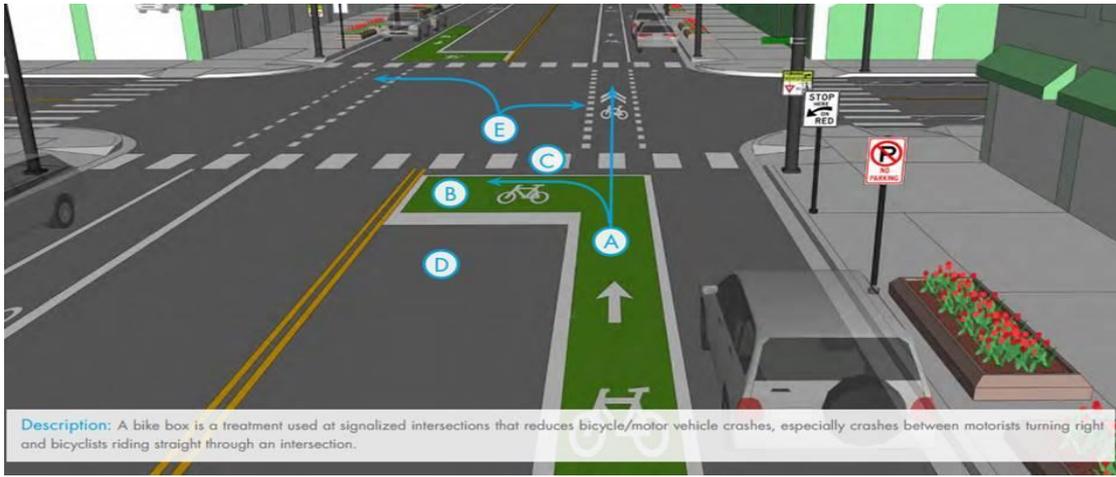


圖 12. 芝加哥市 2020 自行車路網之示意圖

(五) Institute for the Future (ITF)

1. 機構背景

未來研究所 IFTF 位於矽谷 Palo Alto 市區（與史丹佛大學同一城市），是獨立的非營利性的研究組織，該研究所已成立超過 40 年。專長在三到十年後的長期預測、未來情境分析及科技對企業的影響。ITF 提供預測服務的領域如下：工作和日常生活、技術與社會、健康和保健、全球商業趨勢、變化的消費市場。該公司所強調的精神是：遠見創造見識，見識付諸行動(Foresight Into Insight Into Action)。



Lyn Jeffery 研究主任暨特聘研究員演講智慧城市的未來

圖 13. 參訪 Institute for the Future

2. 智慧城市發展訴求

(1) 提供價值與主要客戶

ITF 常運用德菲法進行預測工作，透過一連串相關問題，在與專家互動的過程中，藉由多次的來回溝通，提出對科技(如區塊鏈)或未來生活(如

糧食生產)的預測。IFTF 的主要客戶為 AT&T、John Deere、Huawei、Intel、Microsoft、Mitsubishi、Qualcomm 等大型企業，接受這些公司的委託，進行未來趨勢的預測研究。

(2) 提供價值的方法

IFTF 每一年都會在網站上發表所謂的「十年預測」，告訴讀者未來十年的政治、經濟、科技、文化等各領域的發展趨勢。

(六) Valle, Valle & Partners

1. 公司背景

Valle, Valle & Partners 位於美國佛羅里達州 Coral Gables 地區，為專責於城市規劃與設計的建築師事務所。該公司成立於 1996 年，迄今已於全球三大洲一百多個城市提供過程式規劃服務。



Erick Valle 總經理演講智慧城市:創新設計及治理

圖 14. 參訪 Valle, Valle & Partners

2. 智慧城市應用商業模式

(1) 提供價值與主要客戶

Valle, Valle & Partners 接受政府單位委託進行城市規劃服務，包括傳統鄰里開發(Traditional Neighborhood Development, TND)，以基於尊重地方傳統的精神，開發出低碳環保的城市環境；也包括大眾運輸導向發展(Transit Oriented Development, TOD)，以大眾運輸引導地區之再發展。此外 Valle, Valle & Partners 的客戶也包含度假村和度假俱樂部，基於該公司的建築專業提供客製化設計服務。



圖 15. Valle, Valle & Partners 的客製化建築設計服務

(2) 提供價值的方法

Valle, Valle & Partners 提供公部門與私人機構關於建築設計之顧問服務，包含建築物之景觀設計、整體城市規劃等等。

(七) Precourt Energy Efficiency Center (PEEC)

1. 機構背景

Precourt Energy Efficiency Center (PEEC) 於 2006 年由史丹佛大學校友 Jay Precourt 資助成立，隸屬於史丹佛大學能源研究院 (Precourt Institute for Energy, PIE)，PIE 的研究涵蓋所有能源領域，PEEC 則專注於能源市場需求端以及減少能源使用的經濟效益與能源密集度 (Energy Intensity) 的相關研究。



圖 16. 參訪 Precourt Energy Efficiency Center

2. 智慧城市發展訴求

(1) 提供價值與主要客戶

PECC 主要研究提升能源效率技術、系統及作法導入的機會，並聚焦能源使用，特別是減少能源使用的經濟效益。

(2) 提供價值的方法

PEEC 透過建立能源需求模型（Energy demand modeling），區分使用能源服務的行為變化及能源消耗資本設備的技術變化對於能源需求影響的差異。認為能源服務的行為變化可能僅導致短暫的需求變化，而使用節能資本設備可能會帶來能源使用的永久減少。深入理解能源需求的短暫與長期變化，將會對許多政策選擇造成影響，如即時電力價格會促使能源使用的立即改變，用電將從發電邊際成本高的時段移轉至邊際成本較低的時段。非以時間差異的方式提高電費，可能會同時減少平均能源使用及提升能源消耗資本設備的效率。政策干預促進能源使用減少可能會導致經濟福利的下降，而利用政策鼓勵使用節能設備將會推動經濟福利的提升。

能源需求模型聚焦於二項研究，第一，透過對能源需求文獻的深入探討，研究能源消耗裝置的技術變化與能源服務使用改變對能源需求反應的影響。第二，以加州經驗作為案例研究，量化分析當美國人平均用電量持續成長的同時，加州人平均用電量卻自 1970 年代中期以來基本保持不變的原因。各州的能源密度不僅受能源價格及政府能源計畫影響，亦因為新建築、產能利用率、人口、氣候與創新科技的差異而有所不同。

透過建立不同應用的能源效率前緣（Efficiency Frontier）可以客觀評估特定節能方案是否為最適選擇。該應用若沒有落在效率前緣區間，就表示使用過多的能源或其他資源，因此會被推定為不效率的。效率前緣提供工程師、經濟學家與政策制定者理解能源效率議題，能夠比較不同應用間的

非效率問題，如建築物中的溫度控制與照明，協助決策者權衡不同措施的重要性，亦能夠協助釐清提升能源效率的條件，如鋼鐵工廠在使用較新的設備或滿負荷運轉下的效率較高。

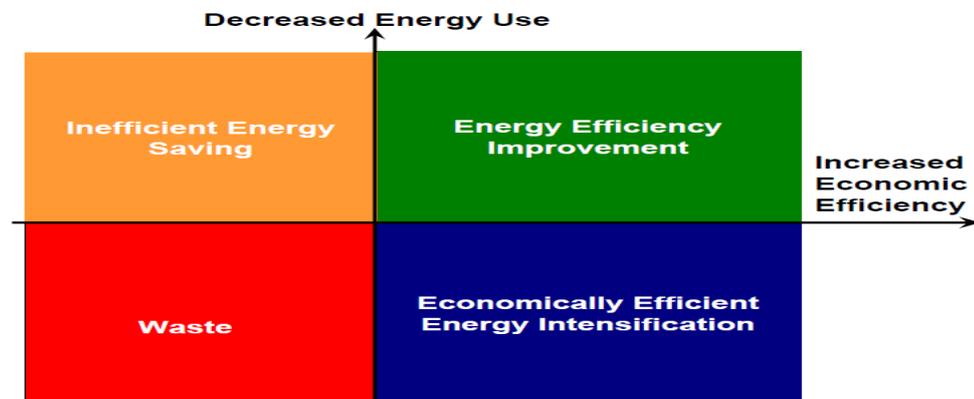


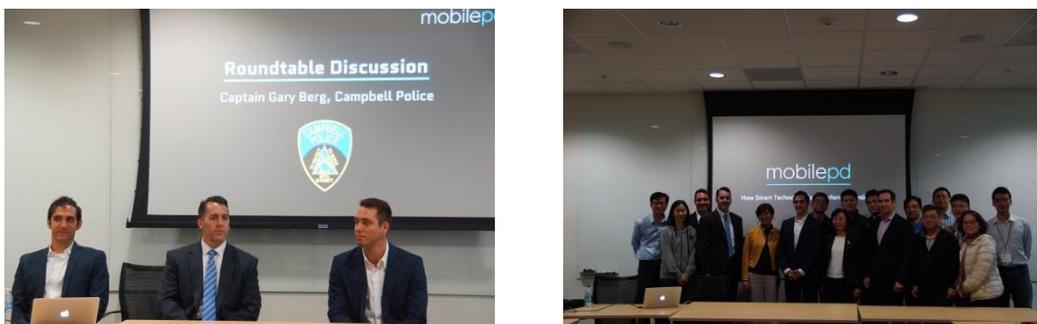
圖 17. 能源效率分析

(八) MobilePD

1. 公司背景

MobilePD 成立於 2010 年，其信念為真正的公共安全只有在執法機構和他們所服務的社區之間有牢固的伙伴關係時才會存在。透過創建 MobilePD 使其成為現實。2011 年，MobilePD 與聖克魯斯警察局（Santa Cruz Police Department）合作，在北美發布了第一個社區參與應用程式。其後不久，北美幾個其他警察部門陸續加入行列。

2014 年 7 月，MobilePD 被選中參加舊金山創業家居留計劃（San Francisco Entrepreneurship in Residence program）。MobilePD 在全球數百家公司中脫穎而出成為執法單位的創業公司，獲得舊金山警察局內部培訓了 3 個月的機會。這段時間可完全沉浸在警察部門的文化和工作流程中，並與相關職員深入合作，以科技處理該部門每天遭遇的挑戰。



執行長 Kushyar Kasarie、警察隊長 Gary Berg、副總經理 Jaimison Johnson 討論智慧立法與群眾參與

圖 18. 與 MobilePD 圓桌座談

2. 智慧城市應用商業模式

(1) 提供價值與主要客戶

主要服務對象為社區民眾與警察員警，讓民眾即時掌握社區安全狀況，員警可即時連結警局內部資料與民眾突發事件，加強社區安全。

(2) 提供價值的方法

提供各警局專屬 App，讓員警與一般民眾下載，並建構資訊平台統整警局內部數據，例如地址、照片與新聞等，可提供通報系統、過去犯罪地點、案件警示等相關功能，與該社區警局緊密且即時連結，目前支援 iOS 與 Android 平台。

(3) 定價與收費模式

向警局收取費用，項目包括一次性的系統建置費用、與每年的使用費用，費用的計算依據該局人口服務的規模大小，與訂閱的服務種類。定價並未公開，需要上線申請專人一對一的諮詢服務。



圖 19. MobilePD App 功能介紹

(九) San Francisco City Hall

1. 機構背景

舊金山市位於北加州舊金山半島北端，東臨舊金山灣，西臨太平洋，南邊與聖馬刁縣為鄰、南灣的聖荷西和矽谷地區，加上東灣奧克蘭、柏克萊以及北邊的馬林縣和納帕縣合稱舊金山灣區。

舊金山是加州自 1856 年起唯一的合併市郡。舊金山市長也是郡政系統裡的最高的行政長官，市議會也同時兼具郡監事會議(board of supervisors)的功能。由於舊金山的特殊定位，舊金山也能在市區外市府擁有土地執法，如舊金山國際機場。舊金山國際機場座落於舊金山南邊的聖馬刁郡內，但卻由舊金山市政府擁有和管理。



Mark Chandler 主任演講舊金山智慧城市發展策略:創新創業與共享經濟

圖 20. 參訪舊金山市府

2. 智慧城市發展訴求

舊金山市府致力推動智慧交通的計畫。2015 年 9 月美國中央發布一項「白宮新智慧城市(New “Smart Cities”)計畫」，透過中央 1.6 億經費投入，協助地方社區在智慧城市的發展，提升城市的服務品質和經濟效能。其中美國運輸部 (DOT) 啟動 4,000 萬美元的 Smart City Challenge 計畫，目的是運用大數據促進城市內更安全、便利、可靠的交通運輸系統，而舊金山是最後入選的 7 大提案城市之一（註：美國 DOT 在 2016 年年中公布最終獲勝名單為哥倫布市），且入選城市可獲得 DOT 補助 10 萬美元進行細部的提案計畫。

在舊金山市的 Smart City Challenge 計畫，主要由舊金山市與 UC Berkely 大學成立「舊金山智慧城市組織」 (San Francisco Smart City Institute)，針對跨區域、城市與社區三種範疇執行 16 項智慧交通計畫。最終希望建置全球第一個

共享、電動、互聯與自動化的運輸系統（Shared, Electric, Connected, Automated Transportation System）。

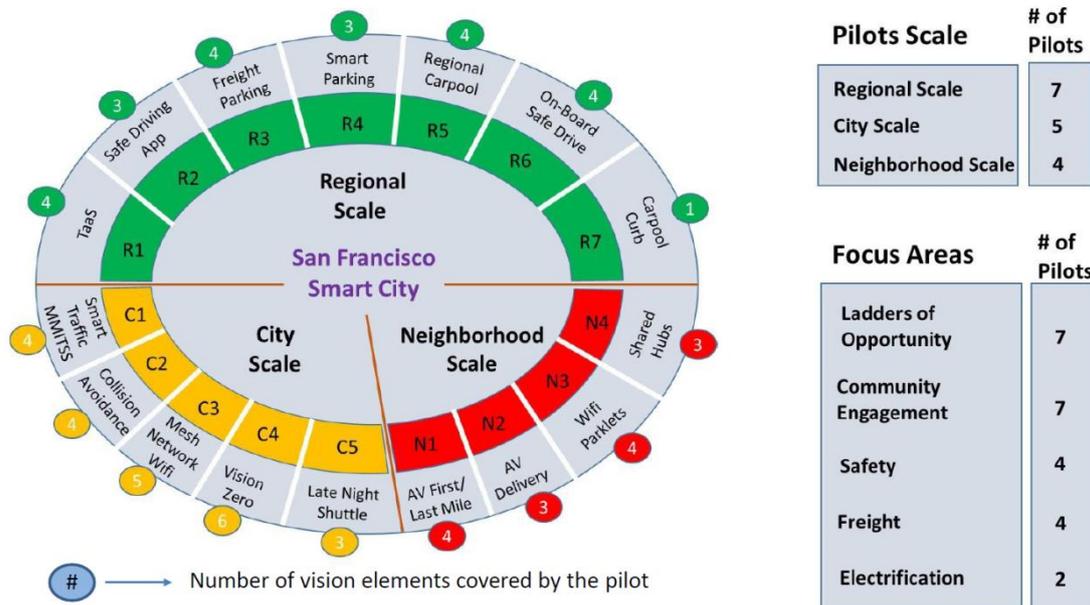


圖 21. 舊金山市 16 項智慧交通 Pilot Program

(1) 區域等級 (Regional scale)

- R1:運輸即服務 (TaaS)
- R2:安全駕駛 App (Safe driving app)
- R3:停車費 (Freight Parking)
- R4:智慧停車 (Smart Parking)
- R5:汽車共乘 (Regional Carpool)
- R6:安全駕駛診斷 (On-board safe drive)
- R7:路邊共乘 (Carpool curb)

(2) 城市等級 (City Scale)

- C1:智慧交通號誌系統 (Smart Traffic MMITSS)
- C2:車輛防碰撞技術 (Collision Avoidance)
- C3:Wifi 網狀網路 (Mesh Network Wifi)
- C4:V2X 零延遲技術 (Vision Zero)
- C5:深夜接駁 (Late Night Shuttle)

(3) 社區等級 (Neighborhood scale)

- N1:短程自動車輛 (AV First/Last mile)

- N2:自動車輛派送 (AV delivery)
- N3:路邊停車 Wifi 網路 (Wifi parklets)
- N4:汽車共用平台 (Shared hubs)

(十) Bay Area Council Economic Institute

1. 機構背景

Bay Area Council Economic Institute 針對灣區(bay area)內的九個郡所面臨最緊迫的經濟及政策議題擔任領導性智庫的角色。透過舉辦媒合各利益關係人的論壇、切實的消息來源及以事實為基礎的分析，此機構對於企業及政府都是一個可靠的夥伴及政策幕僚的角色。

Economic Institute 著重主要的研究面向為：

- (1) 競爭力
- (2) 經濟發展
- (3) 改善當地生活品質
- (4) 子研究標的為
- (5) 基礎設施
- (6) 全球化科學
- (7) 科技及健康政策

而指引研究方向的委託人董事會組成背景多元，包括來自企業界、學術界、非營利組織及政府部門等具影響力的領袖。Economic Institute 接受來自灣區委員會(Bay Area Council)的協助，此委員會為一達數百人規模之公共政策機構，旨將灣區打造為世界上最具經濟競爭力及最宜居之區域。Economic Institute 也同時支援及管理 Bay Area Science and Innovation Consortium (BASIC)，此為北加州一具領導性的科學研究實驗室的合作夥伴。



Sean Randolph 經理演講基礎建設與智慧城市未來發展

2. 智慧城市發展訴求

(1) 提供價值與主要客戶

解決灣區所面臨的政策及經濟問題，客戶包括政府部門及企業界。

(2) 提供價值的方法

以 21 世紀的基礎建設而言，為了保持加州在經濟上的競爭力，如何為通訊業者提供事業創新上的彈性及降低投資門檻，Economic Institute 針對通訊類別做出的政策建議為：擬定網路管線計畫、促進地方機關審核速度、重新評估監管模式、創建一個進階的工作小組。

- 網路管線計畫：此建議之基礎肇因於城市中的許多管線在鋪建時多為單方功能考量，例如為紅綠燈信號架設的管線原本可以順便鋪載光纖，但因為缺乏系統性的事先規畫及準確的勘測造成了空間的浪費，也阻礙了許多公部門及私人企業在擴展寬頻速度上的機會及增加不必要的開銷。
- 促進地方機關的審核速度：此建議則是希望透過重新分類，將通訊基礎建設改列為市政上的公共建設，藉此加速專案通過的速度。以 Santa Clara 郡為例，其試圖將其寬頻建設從市府中的未來規劃部門(planning department)轉至公共建設(public works department)，希望可加速專案的審核。城市也可嘗試總括性的核可模式，將系統更新的核決層級調為全市的等級，相較之前為 project-by-project 的模式，這些改變將為寬頻基礎建設帶來更高的確定性，並可減少這些申請核可的相關費用及可能的延遲時間。
- 重新評估監管模式：此建議則是希望政府可以了解到目前的通訊系統多已逐漸改為以 IP 為主的服務，但是許多的監管服務仍要求營運商要維護這些現已非常少人使用的電話網路。因此一個技術中立的的監管架構是必須的，此新架構可維護多數人的公眾利益並使營運商在市場中保有競爭實力。此外若在 2020 年之後的規管制度仍存有變數，將使營運商因擔心對於 IP-based 服務的管制將更加嚴格，而在未來推遲相關服務更新。
- 創立一個進階的工作小組：此建議在於希望結合現有的網路運營

商、州及郡的行政機關、公共利益團體，監管機構和發展中網路產品和服務的相關利益者，共同考慮具跨州性質的標準化基礎設施指南、網路的技術演進和選擇、全國的資本支出需求、安全和隱私、權利規則及使用優先權。

(十一) SPUR Ideas + Action for a Better City

1. 機構背景

SPUR 主要的工作在於改善舊金山灣區的整體城市建設，及建立一個關於都市議題的研究組織。SPUR 的金源基礎來自向會員收取會費的非營利組織。會員會接收到 SPUR 每月出版的雜誌-The Urbanist、及免費或可持減價過的票卷參加每年超過 200 場的活動。

SPUR 的建立意圖在於透過研究、教育及倡議，提倡對於舊金山灣區更健全的規劃及改善政府的政策。SPUR 聚集不同政治光譜上的人們，發展對於舊金山現今所面臨都市問題的解決方案。SPUR 在舊金山、聖荷西及奧克蘭均設有辦公室。

SPUR 的特點在於提供解決都市問題的獨立性及全面性觀點，因此該組織為一個被認可，並具領導性的公民規劃團體。



Chi-Hsin Shao 主席演講運輸建設規劃與設計

圖 23. 參訪 SPUR Ideas + Action for a Better City

2. 智慧城市發展訴求

(1) 提供價值與主要客戶

以非營利團體的身分，透過研究、教育及倡議，倡導對於舊金山灣區更健全的規劃及改善政府的政策，並試圖解決灣區所面臨的政策及經濟問題。

(2) 提供價值的方法

在解決都市的交通問題上，SPUR 認為可以為灣區帶來最大的改變在於將現行的交通模式的進行轉型。現今此區有 80%的交通主力由汽車或機車組成，而基於為提升此區的生活品質，SPUR 認為這個比率必須減少，80%的都市交通其實可以改為步行、單車或大眾交通工具的轉運達成。

SPUR 認為大家都選用自行駕車的問題在於土地利用的密度不高，因此要用走的到達社區超市或是利用轉乘的方法作替代方法並不符合人們的最佳考量。

SPUR 所提出的交通計畫在於加強步行、單車與轉乘的重要性。雖然汽車與機車仍會扮演城市運輸中的重要角色，但若加州想成為一個永續性的城市，汽機車不應做為市民運乘時的第一選擇。

SPUR 提出了數項關於改善灣區交通問題的政策建議，包含：

- 將道路改造為更安全並對行人更為友善，並在人行道不足時應該進行拓寬或擴建，同時增加更多的公共空間如路樹及座椅空間。
- 完善城市內的單車路網，如在既有的單車車道上建造更明顯及更具體地的標誌，以提供單車使用者更安全的騎乘環境。
- 檢視市內公車行駛效率，檢視並裁撤使用率不高的站牌及路線，將資源改投入以增加市內關鍵公車路線的班次及提高輕軌的乘載量及速度。
- 投資更多資金在鐵路操控系統，容許在尖峰時段有更多的車次可同時運轉，並增加「迴轉(turnback)功能」，以提升城市內的尖峰路段的鐵路服務效率。
- 建造州內的高速鐵路。
- 將地區內眾多的轉運運營商進行整合，以提供無縫接軌的使用體驗。
- 控制交通轉運工具的費用。
- 調漲尖峰時路的高速公路過路費及市內停車價格作為解決城市內的堵塞問題。

(十二) ARUP

1. 公司背景

奧雅納（ARUP）工程顧問有限公司成立於 1946 年，總部位於英國倫敦，在全球 40 個國家和地區設立了 90 多家分支機構，擁有逾 12,000 名規劃、設計、工程和諮詢專業人員，提供設計、工程等建築環境相關領域的諮詢服務，在超過 160 個國家執行著不同的計畫，代表作品包括倫敦眼、巴黎龐畢度中心、日本關西國際機場、北京奧運會體育場的「鳥巢」和「水立方」、台中歌劇院設計等。年營業額突破 10 億歐元。

近幾年 ARUP 亦著手智慧城市規劃，例如規劃墨西哥瓜達拉哈拉市的「創意數位城市」，建立能源、水、廢棄物和交通等城市建設和系統。又如在紐西蘭基督城，與當地產業和社會企業合作，提出世界上第一個「感應城市」概念，收集即時資訊為市民服務。

2. 智慧城市應用商業模式

(1) 提供價值與主要客戶

目前 ARUP 提供智慧城市的顧問諮詢服務，包括分為四大類客戶服務，包括：①城市諮詢、②國家政府諮詢、③城市開發人員數位總體規劃，以及④民間機構的「智慧城市時代策略」。

除了策略規劃，ARUP 也有能力提供分析、視覺化、細節技術設計、執行計畫書和營運檢討等數位資源整合服務，支援客戶落實各種策略構想。

(2) 提供價值的方法

根據英國商務創新技術部（BIS）的預測，2020 年全球智慧城市產業的經濟效益達到 4,000 億美元。ARUP 主要建議政策制定者、執行者、城市部門、開發商等評估合理的投資金額以及預期的產出效益。

日前 ARUP 獲委任為香港第一個智慧城區-東九龍可行性研究計畫的首席顧問，其 18 個月的工作任務將涉及：制定智慧城市發展框架、概念驗證、戰略實施、商業模型等方面。

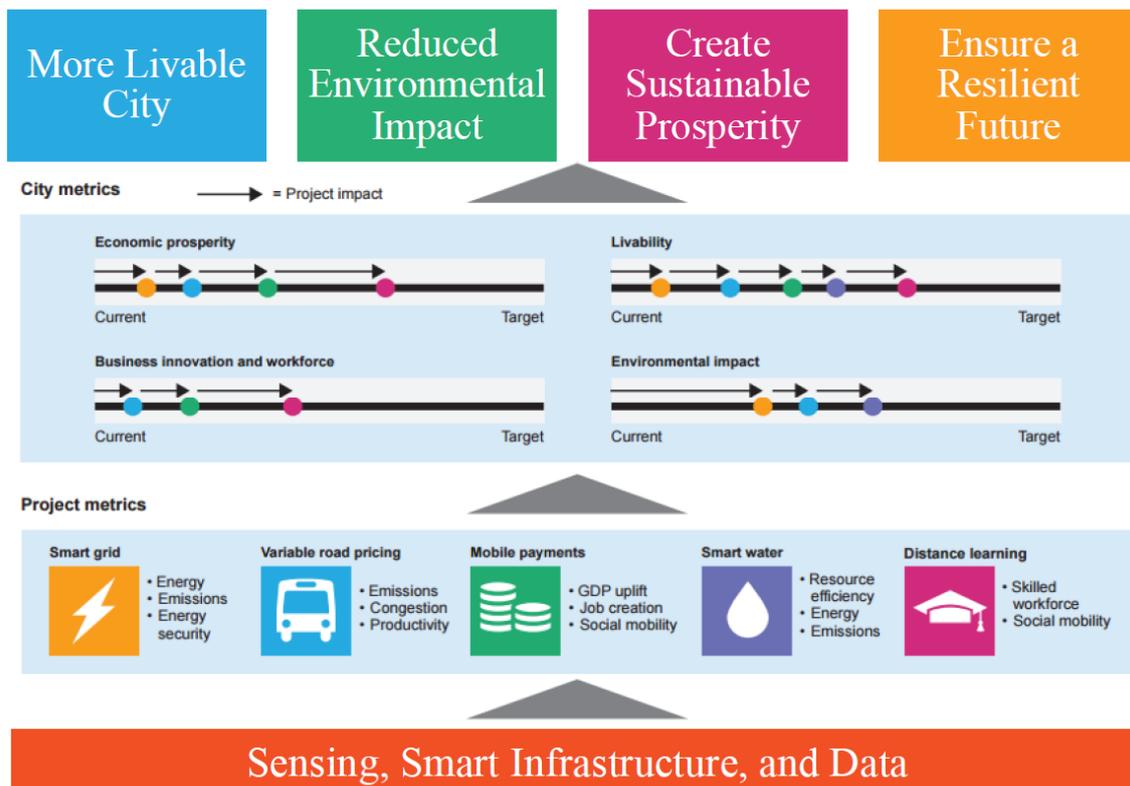


圖 24. ARUP 智慧城市系統（感測、基礎建設與數據）

(十三) Siemens

1. 單位或公司背景

Siemens 是一家全球性電氣化，自動化與數位化解決方案提供者，是全球最大的節能與資源節約技術供應商之一。截至 2016 年 9 月 30 日，在 200 多個國家擁有約 35 萬名員工，2016 財年，營收約 796 億歐元。

Siemens 的市場解決方案目前區分為 23 類，包括航太、自動化、交通與物流、化學、食物、資料中心與其他等。其交通與物流解決方案以提高安全性，效率和環境可持續性為目標，提供從鐵路與一般道路基礎設施、以及各類軌道車類車廂等。

2. 智慧城市應用商業模式

(1) 提供價值與主要客戶

- 即時免費停車位資訊發送
- 即時停車位訂價變動
- 整合駕車與大眾運輸資訊提供最佳交通方式建議
- 車位尺寸與車輛尺寸對照
- 以感測器而非攝影機感測保障隱私

- 降低找尋停車位產生的油耗、碳排、時間與道路壅塞
- 以路燈安裝感測器較地面感測器可顧及範圍大、安裝簡易、直接使用路燈電力不用另外安裝電池

(2) 提供價值的方法

在智慧路燈上安裝道路感測器，每個感測器可感知 30 公尺路面範圍，供電由路燈原有電力系統提供。感測器同時可計算停車位面積與車主車輛尺寸對照，或是該停車位是否提供電動車充電等功能，以提供車主適合的停車資訊。Siemens 不僅偵測停車位，亦可感測道路其他狀況，以建立中央管理系統。車主安裝智慧型手機 App 後可接收訊息推送，取得停車位價格、空間與最佳交通方式資訊。

(3) 定價與收費模式

Siemens 為解決方案技術供應商，可與停車管理業者合作，由停車管理業者採購與整合 Siemens 技術及服務，停車管理業者或地方政府則是賺取停車費。

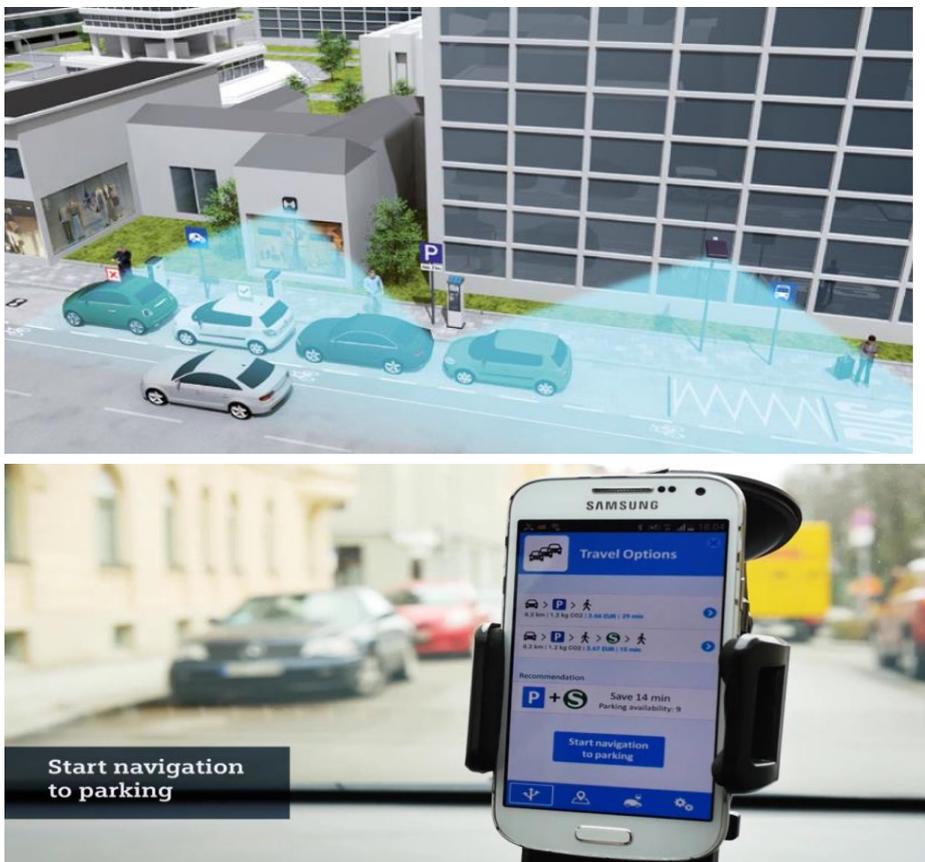


圖 25. Siemens 智慧停車解決方案

(十四) Uber

1. 公司背景

根據發源地美國加州之定義，總部位於舊金山市的 Uber 為交通網路公司 (Transportation Network Company, TNC)，主要業務為媒介自用/營業用小客車車主對終端消費者提供小客車運輸服務。2016 年 Uber 的服務已擴及 77 個國家共 527 座城市，與 Uber 處於合約關係之營業駕駛已有近 20 萬人。

Uber 的前身為 Ubercab，成立於 2009 年。經由數輪業務擴張與募資後，Uber 的 2016 年市場估值目前約 62.5 億美金。2016 年第三季 Uber 的收入達到 50 億美元、淨營收達 11 億美元。然而扣除營運成本，Uber 2016 年第三季整體虧損估計為 20 億美元(GAAP losses, 美國會計準則下的虧損)。顯示 Uber 仍處於「做越大、虧越多」的策略性擴張期。

Uber 定義其業務為「媒介平台」而非運輸服務業，為其在全世界之業務帶來重大法規監管課題。除少部分國家或地區（美國數州、中國）等已特別對應 Uber 之經營模式另立專法管理類似經營模式，包含臺灣等眾多國家，仍對於如何有效管理類 Uber 經營模式處於爭議階段。

2. 智慧城市應用商業模式

(1) 提供價值與主要客戶

Uber 的主要客戶為需要計程車服務的終端消費者。Uber 對消費者的價值提案主張為：

- 預先安排車輛載客，無須臨時路邊攔車
- 路線透明化，避免繞路超收爭議
- 可評價駕駛服務，制衡駕駛服務品質
- 使用行動支付，避免現金交易
- APP 介面整合上述叫車、路線透明化、駕駛評價與行動支付系統，方便使用
- 更容易叫到車
- 較計程車更低的費用

(2) 提供價值的方法

- 功能整合：APP 介面
 - 預先安排車輛載客：透過 APP，Uber 能夠即時媒合消費者與

Uber 司機，引導司機前往指定地點載客。

- 路線透明化：Uber APP 能夠以電子地圖顯示並記錄顧客當次路程軌跡。
- 可評價駕駛服務：Uber APP 能於顧客乘車服務後評價司機，並依評價結果對司機進行獎勵、教育或解約以維護整體服務品質。
- 使用行動支付：Uber APP 僅接受信用卡線上付費，無現金交易。

- 更容易叫到車：加成計費技術 Surge Pricing

Uber 發展出獨特的加成計費技術 Surge Pricing。在某地之叫車需求量大時（如下班時間的市中心），該區域的搭乘費用將會即時且動態提升。由於加成後之費用將有部分可分潤至司機，因此此機制能夠吸引更多 Uber 司機在需求尖峰期前往高需求區域載客，減少當地客戶叫不到車的機率。

- 費用較計程車低：

相對於前述價值結構係運用科技促成更高效率，Uber 費用較計程車為低之可能因素則複雜許多：

- 以加成計費營收平衡一般收入：Uber 加成計費時價格常高於計程車定價，此收入可用於平衡平時較計程車定價為低所產生的損失。
- 司機補貼：Uber 之低價策略為其競爭策略一環，在許多競爭區域（如中國）Uber 需要維持低定價、並額外補貼司機費用維持司機載客意願。司機補貼亦為 Uber 迄今仍呈現虧損之重要因素之一。
- 系統營運成本：雖然部分說法強調 Uber 系統營運成本較傳統計程車行業管理成本為低，然而由於缺乏實際比較數據，未能證實。
- 無人車化：2016 年 Uber 與國際汽車零組件大廠、亦為無人車設備大廠 Delphi 合作進行無人車之開發。目的在於最終以無人車提供載客服務甚至貨運服務，進一步減少司機分潤與人事支出，進一步創造具競爭力的價格。

(十五) Cisco

1. 公司背景

Cisco 為網路設備廠商，企業總部位於美國加州，為企業、教育單位、政府機構及家庭建構人性化的網路環境，產品包括數據中心交換器、伺服器、路由器、雲端和系統管理服務、企業網路服務、視訊服務等等，藉由軟硬體整合滿足最終消費者的需求。



John T. Chambers 介紹思科客戶體驗中心

圖 26. 參訪 Cisco

2. 智慧城市應用商業模式

(1) 提供價值與主要客戶

Cisco 為發展物聯網商機，近年來利用 IoT 的概念，將能源使用、交通、照明、長照、居住問題都納入設計範圍，打造整個智慧城市。舉例而言，Cisco 與各國地方政府合作，在道路口、路燈等地方裝設感應器和監攝影機，用感測器監測停車格數量以管理交通，用攝影機加上大數據進行人臉辨識以維持治安，強化軟硬體整合，以提供無所不在（Ubiquitous）之整合服務。

(2) 提供價值的方法

Cisco 已於韓國松島(Songdo)國際商業特區建置佔地 1,500 英畝的智慧城市，包含數位家庭、數位商店、數位辦公室、智慧醫療等不同的面向。Cisco 藉由智慧互聯社群數位平臺(Smart+Connected Digital Platform for Smart City, CDP)串接個別獨立的網路群體，利用這樣的整合平臺串接用戶、公用設備及企業網路，匯聚由人或各式設備所產生的大量資料。因此，Cisco

可把這些智慧城市的運作資料再行增值或整合，經由資料探勘及大數據處理，開發與試煉新的應用。



圖 27. Cisco 智慧互聯社群數位平臺架構

(十六) Innovation and Entrepreneurship International Trade GO-Biz California

1. 機構背景

州長商務與經濟發展辦公室（GO-Biz）為加州的經濟發展和創造就業機會的單一窗口。GO-Biz 為企業主提供一系列服務，包括：提供誘因、選址、監管指導、小型企業援助，國際貿易發展，對州政府的援助等等。

GO-Biz 主要在以下方面支持企業：

- (1) 加州商業投資服務(CalBIS)
- (2) 加州稅務優惠計畫
- (3) 創新和創業
- (4) 國際事務和商業發展
- (5) 許可協助
- (6) 小企業援助
- (7) 零排放載具(ZEV)
- (8) 其他 GO-Biz 附屬機構包括：
 - 加州基礎設施和經濟開發銀行(IBank)
 - 加州參訪
 - 加利福尼亞電影委員會

創新和創業部門是促進加州創新基礎設施的聯繫窗口，該單位主要負責加州創新中心（iHub）計劃的管理；是全國最大的創新網絡。該單位的職能是建

立一個鼓勵創業，促進長期經濟增長和通過創新促進就業創造的環境。它還用於召集支持 GO-Biz 在全州各地活動所需的關鍵利害關係人，以及刺激創業和加州創新勞動力的發展。



Louis Stewart 演講創新、創業 (CA I-hubs)與智慧城市

圖 28. 參訪加州州長商務與經濟發展辦公室

2. 運作模式與價值提供

(1) 提供價值

2013 年州長 Edmund G. Brown Jr.將「加州創新中心」(iHub)計劃編入「250 號法案」。iHub 計劃藉由與研究團隊推動合作夥伴關係，刺激經濟發展和創造就業機會，以提高競爭力。iHubs 通過 GO-Biz 和加州內不同區域之間的合作協議運作。每個 iHub 代表地方政府、公立大學、研究機構、風險投資機構網絡和經濟發展組織之間的獨立合作夥伴關係。企業和潛在投資者可以利用這些基於地方區域的 iHubs 獲得更多的融資機會、技術轉讓、研究關係、孵化器空間和當地勞動力。目前有 15 個 iHubs。

(2) 提供價值的方法

- 利用加州龐大的人力和投資資本，作為領導創新的全球基地。
- 建構將研究單位與大學的創新創意轉移到企業的平台，以之加強既有產品或成立新創。
- 為加州企業之現有業務導入新技術、流程與解決方案，增加其優勢。
- 為創投支持之新創提供聯邦與州政府現有資產、設施和營運的相關互動與協助，使其測試和評估開發中的產品。
- 建構誘因連結投資資本與發明人，使其概念可轉化為產品，最終在加州產生經濟效益。

- 以教育、競賽、與實習等方式提升加州勞動力，使學生可成為創業者或是成為企業主雇用之優秀人才

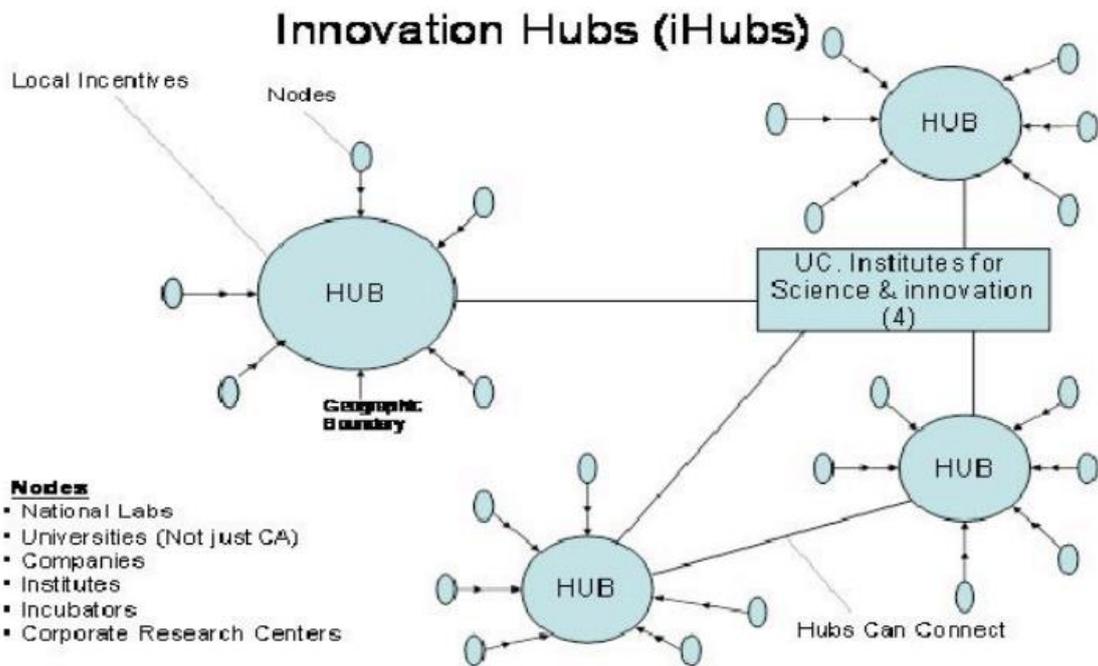


圖 29. iHub 概念

(十七) Governor Edmund G. Brown' s Office of Policy & Research

1. 機構背景

規劃及研究辦公室（OPR）成立於 1970 年，為州長辦公室的一部分。OPR 為州長及內閣提供服務，擘劃長期政策規劃與研究，並建置加州計畫管理署。

政府與公共資源協定為 OPR 設下了數項標的，包含：

- (1) 為長期的土地使用制定目標及政策
- (2) 調解各個局處可能的歧異
- (3) 協調發放以維護環境為目標的聯邦資金
- (4) 協調加州內的環境監控
- (5) 協調關乎加州成長與發展的研究
- (6) 管理州內規畫的資金
- (7) 鼓勵地方及區域間的規劃
- (8) 創建及採納具概括性的建設指南
- (9) 起草加州自然資源署(California Natural Resources Agency, CEQA)指導大

綱

- (10) 擬定及撰寫以四年為一期的本州環境目標及政策報告
- (11) 分發及審查 CEQA 相關的文件
- (12) 協調關於環境正義的活動
- (13) 與美國軍方協調土地運用及其他州內事務



Michael McCormick(中左)演講加州政府政策與經濟發展上的策略與創新

圖 30. 參訪加州州長辦公室規劃及之規劃及研究辦公室 (OPR)

2. 智慧城市發展訴求

- (1) 提供價值與主要客戶

OPR 為州長及他的內閣提供服務，擘劃長期的政策規劃與研究。

- (2) 提供價值的方法

由於近年來面臨氣候變遷的問題，加州政府希望在解決洪災、森林野火、颶風等問題之餘，也要考量加州在 2050 年即將到達 5000 萬人口的情境，因此制定出「California @ 50 Million」的環境戰略計畫，希望透過各式減碳及採用再生能源等設施，將加州建設為一個具永續發展可能性的城市及經濟體。

加州州長 Brown 在其就任誓詞中，提及此計畫中的五大關鍵支柱，分別為：

- 在加州的能源使用中，再生能源的比率在 2030 年前達至少 50%。
- 在 2030 年前減少 50%石油的使用率。
- 在 2030 年前將現行建築中的能源使用效率提升至 50%。
- 減低短期氣候污染物的排放。
- 保護加州的自然資源，如森林、濕地等，並提升其他環境效益。

加州政府必須要採行具有效率的管理策略以達上述的五大關鍵支柱目標，因此策略面向將涵括：

- 優先支持都市土地的使用，尤其作為社區重建等目標。
- 建造具備恢復力及永續性的水利系統。
- 保護自然及工作用地（working landscape）。
- 將氣候變遷整合至整體城市規劃及投資。
- 將城市帶往具長期永續性的方向。

加州在 2050 年的發展目標建立在透過具備智慧城市及戰略型的發展選擇，將有助於加州應對目前正在發生的變化。智慧土地的政策將促進都市發展的轉型，以實現溫室氣體減排，並為已開展的變革做好準備。加州並制定以下發展目標為應對長期氣候之變化。這些發展目標是：

- 至 2050 年，相對於今天的趨勢，將發展土地減少 50%。
- 至 2020 年人均車輛行駛里程減少至少 15%，2040 年減少 25%。
- 目標另包含優先保護高品質農業用地。

(十八) California Energy Commission (CEC)

1. 機構背景

California Energy Commission (CEC) 為加州制定推動能源政策與計畫的主要機構，CEC 致力於降低能源成本及能源使用的環境衝擊如溫室氣體排放，同時確保安全、彈性與可靠的能源供給。

CEC 根據 1975 年通過的加州能源節約與發展法案（Warren-Alquist State Energy Resources Conservation and Development Act）所設立，由加州州長 Jerry Brown 指定第一批委員，委員任期為 5 年，委員可以續任直到下一任委員選出。



Drew Bohan 演講能源政策與智慧城市

圖 31. 參訪 California Energy Commission

2. 智慧城市發展訴求

(1) 提供價值

CEC 八大目標為在相關資訊分析基礎上制定能源政策；蒐集目標能源數據提供決策者、消費者與利害關係人可用的資訊及分析；透過研發與示範促進新能源解決方案發展與區域創新；核定發電廠的設計、建造、運作與廢止確保能源系統的可靠性；推動建築與家電效能標準促進零能源建築與高效能家電；鼓勵研發與導入先進交通運輸科技協助政府達成能源安全、空氣品質維護與降低溫室氣體排放等目標；建立再生能源配額制度，認證合格的再生能源發電設備，確保電力公司購買再生能源，促進加州再生能源發展；建立、執行與維持財政及資源管理，確保委員會的長期運作與發展。

(2) 能源政策與智慧城市訴求

為達成加州政府節能減碳與維持能源供應穩定目標，CEC 設立七大核心任務，包含加州能源政策制定、達成能源效率、火力發電廠認證、投資能源創新、交通運輸轉型、發展再生能源與能源緊急狀況回應。在發展先進能源政策方面，CEC 釐清加州主要能源趨勢與議題，同時提供電力與天然氣需求預測，協助能源策略與政策的建立。在能源效率方面，CEC 建立加州的建築與家電能源效率標準，協助加州所有低層建築於 2020 年，新建的商業建築於 2030 年達成零耗能目標。針對火力發電廠認證，CEC 對管轄範圍內的發電廠進行工程設計及環境影響評估，確保符合相關規範並將環境衝擊降到最低。對於再生能源發展，CEC 推動 SB 350 法案，促進加州再生能源電力比率於 2030 年並須達到總電力的 50%。在交通運輸轉型方面，透過發展低碳替代燃料與先進汽車技術，達到 2020 年一百萬輛零排放汽車普及的目標。

CEC 並提供研發與投資計畫發展創新能源解決方案，研究範圍包含能源效率、再生能源、先進潔淨能源發電、能源轉換與配送、交通及能源相關環境衝擊評估等。2016 年 CEC 於 Electric Program Investment Charge (EPIC) 計畫提供 1,892 萬美元，協助建商、地方政府、科技公司、研究人員、公共事業者等合作發展先進能源社區。如提供 131 萬美元協助 San Mateo 市政府、Clean Coaliton 與 Pacific Gas & Electric 發展先進能源社區，

透過發展太陽能電力系統、零耗能建築、太陽能緊急供電微電網與電動汽車充電設施，預計可以節省約 2,500 萬美元的電力支出，創造當地超過 1 億美元的經濟產出。



圖 32. San Meteo 先進能源社區計畫

(十九) Center for Automotive Research (CARS)@Stanford

1. 機構背景

史丹佛大學車輛研究中心成立於 2008 年。其起源為由福斯汽車（volkswagen）贊助多位電機、機械、資工、通訊等領域教授成立之汽車創新實驗室。目前史丹佛大學車輛研究中心已與麻省理工學院史隆汽車實驗室、密西根車輛研究中心（原為密西根大學車輛研究中心）等頂尖大學相同，成為集結造車領域頂尖學生、教授與企業之汽車先進研究重鎮。

史丹佛大學車輛研究中心的企業伙伴眾多，包含福特、本田、GM、現代、賓士等汽車廠、Valeo 與 Bosch 等一線汽車設備供應商、Allstate 與 StateFarm 等汽車保險業者、乃至於 nVidia 與三星等重量級科技業者均為其列名成員，顯見其於汽車研發生態圈中之重要地位。

2. 智慧城市發展訴求

(1) 與智慧城市關聯領域

史丹佛大學車輛研究中心之研究主軸為「人因移動力」（Human-centered mobility）的研究，主要研究集中在下列三項領域：

- 人與高度自動化車輛的互動模式研究
- 無人車在政策、道德與法律上帶來的社會影響
- 感測、決策與控制關聯科技的研發

由此，史丹佛大學車輛研究中心之成員主要來自於工學院、法學院、

人類與科技學院、醫學院與商學研究所等廣泛領域。

(2) 經營模式與內容

史丹佛大學車輛研究中心之主要經營模式為藉由招收學生及由企業贊助取得研究資源。在經營內容上，史丹佛大學車輛研究中心主要包含連結學程與跨領域共同研究兩部分：

- 連結學程

史丹佛大學專為汽車研究成立了「研究、教育、傳承與連結學程」(Research, Education, Heritage, Connection, REVS) 並由各學院關聯領域教授開設與汽車相關的十數項課程，成為跨領域研究與業界接軌的典範。

史丹佛大學車輛研究中心在此 REVS 學程中間扮演重要角色，提供師資、與產業直接對接等機會。

- 跨領域共同研究：

史丹佛大學車輛研究中心由福斯汽車贊助成立的汽車創新實驗室 (Volkswagen Automotive Innovation Lab, VAIL) 提供先進的汽車研究環境工況領域團隊進行汽車科技研究。該實驗室目前主要研究領域為：

- 汽車控制：由 Dynamic Design Lab 主導
- 人工智慧：由 Sanford Artificial Intelligence Lab 主導
- 人因互動：由 Center for Design Research 主導
- 太陽能車：由 Stanford Solar Car Project 主導

(廿) Ford Research and Innovation Center

1. 機構背景

福特研究與創新中心於 2012 年在加州 Palo Alto 成立。佔地超過 2 萬平方英尺的創新中心擁有約 120 位人力是福特在移動力、無人車、消費者體驗與大數據等先進研究領域的主要設施。

在福特汽車欲從傳統汽車製造業轉型為「移動力服務」企業的藍圖中，福特研究與創新中心佔有關鍵地位。透過導入矽谷創新文化以及建立開放式創新生態圈，福特汽車對於此創新中心的投資已經開始產生具體成果。

舉例而言，將福特車載資通訊系統 SYNC 3 與連結 Google 智慧家庭系統 Nest 的提案即是由福特研究與创新中心促成。其他包含舊金山灣區自行車資訊化、自行車電動化以及無人車測試計畫等先進研究計畫，均成為福特轉型之鑰。



Stephen Zoepf 演講智慧城市中載具的未來

圖 33. 參訪福特研究與创新中心

2. 智慧城市發展訴求

(1) 與智慧城市關聯領域

福特研究與创新中心之研究主軸為「智慧移動力」(Smart mobility)，亦即如何能提供更高值、更有效率的移動服務。在此主軸下之研究領域，已不限於汽車科技之研究：

- 人機互動（人因工程、人機介面等）
- 運輸技術（如停車、物流、交通管理、多運具聯運等）
- 全自動/半自動無人車

(2) 經營模式與內容

福特研究與创新中心之主要經營模式係由母集團福特汽車提供研究資源。在經營內容上，「串連大學資源進行先進研究」以及「推動開放式創新」為福特研究與创新中心的主要工作：

- 串連大學資源進行先進研究

與頂尖大學學術能量結合，為美國企業進行創新的常見策略。福特研究與创新中心設立於距離史丹佛大學車輛研究中心非常接近之地點，目的即為深度運用頂尖學術能量協助企業持續進行創新。除史丹佛大學車輛研究中心之合作外，福特研究與创新中心亦同時建立對與史丹佛大學車輛研究中心齊名的麻省理工學院史隆汽車實驗室之合作關係。

舉例而言，福特對無人車光達演算法以及感測器融合等技術之研

發，即重度倚賴上述兩頂尖大學之研究能量。

- 推動開放式創新：

福特從傳統製造業轉型之路的基礎藍圖為「福特移動力藍圖」(Blueprint for Mobility)。該藍圖清楚說明透過跨領域關係人創新，方能發展出人類創新運輸模式。因此，福特進行「移動力」開放式創新的任務則由福特研究與创新中心負責執行。

福特的開放式創新，主要由福特主導與贊助的「智慧移動力挑戰」(Smart Mobility Challenge)來完成。

「智慧移動力挑戰」由福特與全球各地都市或機構共同討論移動上存在的值得攻克議題，並由福特整理議題後成為「挑戰」，供民間團隊以駭客松方式進行研究與設計，該挑戰由福特以及該議題合作機構提供獎金。

舉例而言，2015 年由臺灣資策會執行之「雪山隧道改善計畫」競賽，即透過福特智慧移動力挑戰平台發佈，成功為福特探索進行交通改善的創新構想。

(廿一) Tesla Motors

1. 公司背景

特斯拉(Tesla Motors)成立於 2003 年加州 Palo Alto，為汽車與能源企業。在汽車事業方面，從 2008 年至 2016 年 Tesla 電動車總銷量已超越 16 萬台，成為僅次於雷諾-日產的世界第二大電動車供應商。

在能源事業方面，Tesla 核心事業係為販售能源儲存設備 (Energy Storage) 以及設備內藏之電池。Tesla 與電池產業領導者 Panasonic 合資、位於美國內華達州的巨型工廠「Giga Factory」完工後，Tesla 電池年產量將可提升 35Gwh，與 Panasonic 共同成為世界最大電池供應商。

在 2016 年併購美國太陽能設備製造商與電業業者 Solarcity 後，特斯拉成為發電-能源儲存-電動車一條龍的高度垂直整合事業。根據 Goldman Sachs 評估，Tesla 事業體的垂直整合比例高達 80%。

經由數次融資與股票上市，目前 Tesla 之資產總額約 125 億美元，2015 年年營收則達 40 億美元。然而由於大規模投資於提升電動車與電池產能，以及兼顧能源事業的推動，2015 年 Tesla 仍呈現 9 億美元的虧損，顯示其仍處於擴張

期。



圖 34. 參訪特斯拉

2. 智慧城市應用商業模式

Tesla 主要商業模式仍為電動車販售，其商業模式分析如下：

(1) 提供價值予主要客戶

Tesla 的主要客戶為購買自用小客車者。Tesla 對消費者的價值提案主張為：

- 價格合理的電動車
- 半自動駕駛，減省駕駛人心力
- 如同手機般隨時更新汽車軟體與韌體，無須回廠設定
- 硬體預留功能升級空間，另行加購軟體即可升級車輛功能
- 與家用儲能與太陽能發電設備高度整合

(2) 提供價值的方法

- 價格合理的電動車
 - 提高垂直整合：相對於汽油車的成本分散在眾多系統中，電動車之建造成本更集中在電池。當電池係由 Tesla 自行製造時，即已大量提升了 Tesla 自主的程度、降低對外採購成本，進而反映在較低的售價上。
 - 生產自動化實現客製化造車（Bill to Order）：客製化造車模式即接單再生產，為需求導向製造的實現。先接單再生產能夠有效降低庫存，進而創造更高的利潤空間以及售價競爭空間。然而不同於手機，汽車產業產業鏈相當複雜，訂單到交貨時間冗長。若是等待消費者訂單累積一定數量後方啟動整個供應鏈開始製造，則必然難以在消費者合理等待時間內交貨。

針對上述「訂單到交貨」時間過長、造成 BTO 模式無法實現的問題，Tesla 極力推動自動化造車，藉以縮短造車時間。同時，由於電動車之製造工序相對於汽油車簡單，進一步縮減造車所需時間。

➤ 運用共享經濟降低車主持有成本（發展中）：除了降低生產成本以增加價格競爭力外，在無人車普及化的未來，Tesla 則提案車主若願意於不用車時提供其車輛加入 Tesla 之無人車隊提供計程車服務，則車主可獲得相應報酬降低車主的持有成本。此亦為運用共享經濟概念，創造產品價格競爭力的具體策略。

- 半自動駕駛，減省駕駛人心力

Tesla 目前為全球車輛自動駕駛技術的領導者，透過其 autopilot 自動駕駛功能，能夠有效降低駕駛時之負荷。

- 如同手機般隨時更新汽車軟體與韌體，無須回廠設定

Tesla 配備 3G 連線與連接 Wifi 基地台功能，能夠隨時更新汽車軟體與韌體，大幅度提升其新軟體/新功能的上市時間（time-to-market），創造領先於傳統車輛的功能優勢。

- 硬體預留功能升級空間，另行加購軟體即可升級車輛功能

Tesla 汽車除軟體可即時更新外，諸如半自動駕駛與全自動駕駛等功能所需要的硬體，在出廠時即以配備於汽車上（但並未解鎖）。一旦車主於汽車介面上加購半自動駕駛或全自動駕駛功能，對應硬體即開啟其功能以提供服務。此模式能不斷推播運用車上現有硬體的新軟體/服務，提供車主不斷升級的空間。

- 與家用儲能與太陽能發電設備高度整合

Tesla 的垂直整合並非僅存在於汽車製造部分。由於 Tesla 同時擁有製造電池與電源儲存設備的技術，因此 Tesla 亦推出「powerwall」家用儲能設備供 Tesla 車主返家充電並提供家庭電力備載。再者，Tesla 於完成收購 Solarcity 後，更能提供家用太陽能發電設備，並直接連結至其家用儲能設備 powerwall，形成發電-儲電-用電的完整解決方案，降低客戶分散採購與管理各系統的困難，提升消費者採用其整體方案的意願。

(廿二) Buildingeye

1. 公司背景

Buildingeye 為愛爾蘭及新創公司，成立於 2011 年，2012 年參與 NDRC 為期 12 週的加速器計畫 LaunchPad，贏得第二名並獲得 20,000 歐元的投資，之後陸續獲得 Enterprise Ireland、愛爾蘭風險投資 Frontline Ventures、愛爾蘭國家數位研究中心（NDRC）及加州天使基金的投資共 50 萬歐元的融資。

Buildingeye 的創立者 Ciaran Gilsenan 為土木工程師，曾參與愛爾蘭及英國地方政府都市計畫發展長達 12 年，在工作中發現由於每個單位使用的網站與系統不盡相同，因此經常耗費許多時間與人力在蒐集計畫的相關資訊上。Buildingeye 於 2014 年被選定為舊金山市政府的駐點企業家(Entrepreneur in residence, EIR)計畫的參與企業之一，進駐舊金山市政府 16 週，與舊金山市交通局合作開發服務。



圖 35. 與 Buildingeye 創辦人 Ciaran Gilsenan 座談

2. 智慧城市應用商業模式

(1) 提供價值與主要客戶

Buildingeye 利用地理資訊系統（GIS）、資訊視覺化與分析技術，透過便利的操作介面，提供政府單位將建築許可、建築違規情形、都市計畫等資訊數位化與系統化，整合相關資訊提供管理者查詢及使用；同時，都市內各種建築物、基礎建設等工程施工，經常會帶來噪音、空氣汙染等問題，或因工程需求必須封閉部分路段，對於民眾生活、工作造成影響，利用 Buildingeye 平台亦可開放相關資訊供民眾檢索。

(2) 提供價值的方法

Buildingeye 解決方案主要提供地方政府使用，透過整合政府部門如建築物管理單位、都市計畫單位的相關資訊如程計畫、建築物施工許可、施

工目的與施工期限等，利用地理資訊系統、資料視覺化工具等相關軟體技術，將資訊以地圖方式呈現，用戶可以利用關鍵字檢索所需的資訊，或使用訂閱服務，定期接收特定地理區域相關訊息。

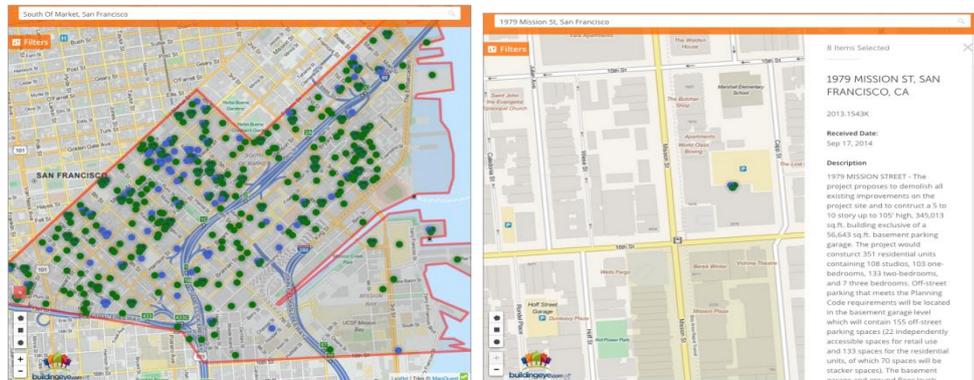


圖 36. Buildingeye 資訊平台

Buildingeye 提供服務的方式可分為平台建置與平台維護二部分，平台建置包含資料整合、分析與相關使用介面的開發，平台維護主要為資訊的更新等，依照城市範圍、資訊多寡等面向以個案評估向地方政府收費。如 Buildingeye 提供匹茲堡市第一年 66,000 美元的服務，之後每 3 個月的維護服務為 15,000 美元；Buildingeye 與奧勒岡州奧爾巴尼市（Albany）簽訂 3 年 15,000 美元的服務合約。

(廿三) Indoo.rs

1. 單位或公司背景

Indoo.rs 最先由兩名學生 Bernd Gruber 及 Markus Krainz 在 2010 年創立，其最初的名稱為「CustomLBS」。創立的點子來自於 Gruber 發現在機場中需要花費龐大的時間，以找到旅客想要使用的設施，若是有相關的室內導航系統輔助，則這些中途花費的時間將可縮短許多。

自此之後，Indoo.rs 的規模成長至今已達 28 名員工，其總部設於下奧地利邦（Lower Austria），而研發部門設於維也納、業務部門於舊金山。



圖 37. 與 Indoo.rs 執行長 Rainer Wolfsberger 座談

2. 智慧城市應用商業模式

(1) 提供價值與主要客戶

Indoo.rs 的客戶產業別主要包括企業、健康照護、活動策展、零售、交通等。其客戶舉例可參見以下：

- KLM（皇家荷蘭航空）：荷蘭航空是荷蘭具代表性的航運公司，其提供歐洲內的直航班機及跨州的交通轉運服務，除客機外也包括貨櫃的服務。Indoo.rs 在其專案中協助資產追蹤（asset tracking）、機場內導航（airport navigation）、交通分析。
- Atsence：Atsence 為一在荷蘭為據點之公司，其提供對於交通、機場、購物中心、醫院及其他機構等地監控服務，優化其定位之需求。其目標在於增進客戶服務及共同打造智慧城市。Indoo.rs 在其專案中提供的價值主要在於視覺障礙的導航服務。
- Billa：Billa 創建於 1950 年代，為首批導入自助服務的零售雜貨公司之一。今日其已成為歐洲一主要連鎖超級市場，單在奧地利營運超過 1000 家分店。Indoo.rs 在此專中主要協助其進行店內導航及鄰近行銷服務（Proximity Marketing）。

Indoo.rs 提供的解決方案主要包括導航、鄰近服務、數據分析、資產追蹤及視覺障礙的導航服務。此外 indoo.rs 推出的一項即時定位及規劃服務(Simultaneous Localization and Mapping, SLAM)，透過 SLAM Engine、SLAM Crowd Engine、SLAM Crowd Learning，客戶可以減少手動維運的人力成本及時間，自動產生語音地圖，並透過大數據的方式維持地圖準確性，並從中萃取地圖特性及分析要點。



圖 38. Indoo.rs 應用

(2) 定價與收費模式

Siemens 為解決方案技術供應商，可與企業、健康照護、活動策展、零售、交通等業者合作，由業者採購與整合 indoo.rs 的室內導航技術及地圖數據服務，以達提升終端使用者的用戶體驗、蒐集大數據並提供客戶個人化的行銷、降低業者管理成本及提升效率等效益。

(廿四) William and Coy Codiga Resource Recovery Center

1. 機構背景

CR2C 設施將位於史丹佛大學鄰近「建築和房地產辦公室」(LBRE)之處，為廢水資源回收處理(產出清潔水、營養物、能源與可再生材料)之新技術測試場域。註冊為「第 4 級測試點設施」(WERF 國家水資源恢復設施測試床網絡和目錄)。CR2C 將幫助全球研究人員和企業家辨別具有商業潛力的系統，並提供測試和驗證服務協助其跨越創新「死亡之谷」。

其前身為 1970 年代建立的廢水處理廠，透過此計畫將其改造為新技術的實驗場域。

2. 智慧城市發展訴求

- (1) 測試與優化工具前景的資源回收技術，使其能處理足夠規模的廢棄物，加速其商用化發展以吸引投資。
- (2) 為政策制定者提供必要的資訊，以針對廢水及廢棄物管理基礎設施建設或投資作出決策。
- (3) 培訓工程師和科學家設計和營運新的資源回收技術。

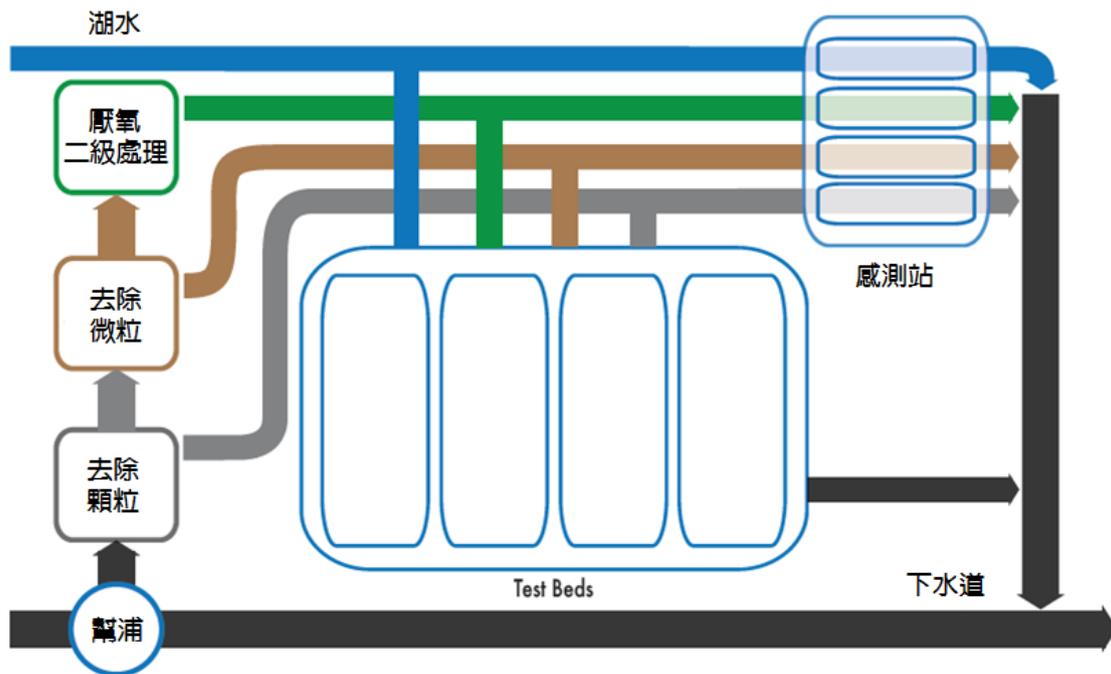


圖 39. 廢水回收測試廠

(廿五) Criddle Group International Cooperation, China Project

Criddle Group 為 Craig S. Criddle 教授在美國史丹佛大學進行的一個生技環境計畫團隊。Criddle 教授的研究興趣領域包括環境工程、環境科學、健康的生態系統、及在研發潔淨的水利管理、潔淨能源(clean energy)的科學素養 (Scientific Literacy)等，而研究主體本身較集中在環境生技。Criddle 教授最廣為人知的在於其大型且跨領域的實地研究計畫，如研究生物反應器中的微生物生態學、對持久性污染物的微生物轉化。某些近期的計畫包括現場試驗階段規模的鈾修復評估、全面性規模下的生物污水處理廠之微生物群落結構的 DNA 監測、關於生物反應器中膜的能量回收與營養物質去除的進程、闡明了鹵化溶劑中微生物轉化的機理和動力學。

吳唯民教授為 Criddle Group 研究計畫的成員之一。此外，吳教授本身在美國史丹佛大學土木與環境工程系擔任高級研究員、史丹佛大學科蒂加資源回收研究中心國際合作部主任、史丹佛大學永續發展和全球競爭力研究中心資深研究員。吳教授 1976 年 9 月畢業於哈爾濱建築工程學院給水排水學士，1984 年 11 月獲得清華大學環境工程系碩士，1991 年 11 月獲得美國密西根州立大學土木與環境工程系博士。吳唯民博士研究領域包括有厭氧廢水廢物處理環境生物技術、環境微生物學、微生物生態學與反應動力學有機物、產甲烷發酵回收能源技術、地下水與土壤污染生物修復、微生物電池與生物電化學過程、廢水廢棄物資源化、可生物分解塑膠與石油基塑膠的生物降解。吳教授先後參與和承擔美國國家科學基金會、美國能源部、美國空軍、美國陸軍工程兵、美國五大湖保護基金會、密西根州環境品質部、加州環境保護部以及中國國家自然科學基金等機構的重大專案。迄今發表學術論文 150 餘篇，擁有美國專利 6 項。先後擔任美國國家科學基金會項目建議書評審人、中國長江學者申請評審人、美國 JohnWiley and Sons 公司和 Elsevier 公司書籍出版建議書評審人、哥倫比亞國家研究促進計畫部專案建議書評審人、Frontiers of Environmental Science and Engineering 編委及 37 家學術期刊審稿人。

(廿六) Google Inc.

1. 公司背景

Google Inc. 為 1998 年於加州 Menlo Park 成立的資訊服務業。目前市面上通稱之「GOOGLE」實際上係為經營團隊因業務分工另行於 2015 年另行組成的母公司 Alphabet Inc.。目前「Google Inc.」僅經營下列業務：

- (1) Android 系統
- (2) 搜尋引擎
- (3) Youtube 影音串流服務
- (4) Apps 應用開發
- (5) Maps 地圖應用
- (6) Ads 廣告服務

至於 Google Ventures（創投）、Google Capital（投資）、Nest（智慧家庭）、Google X（創新研發）、Google Fiber（光纖網路）、Calico（生物科技）、Verily（生命科學研究）等與原始 GOOGLE 較遠的業務，已分別另行成為母公

司 Alphabet Inc. 下的獨立子公司。2016 年第一季 Alphabet Inc. 之估值為 5510 億美金，為全球估值最高之企業。



圖 40. 參訪 Google Inc.

2. 智慧城市或應用商業模式

Google 主要商業模式為精準廣告投放，其商業模式為：

(1) 提供價值予主要客戶

Google 廣告投放的主要客戶為任何需要投放廣告的業主（包含直接受益產業、廣告代操業）。Google 對廣告業主的價值提案主張為：

- 提供網路世界上與顧客最多接觸點：

Google 以免費的方式提供民眾數量眾多的各類應用服務，其目的即在於網路世界上全方位接觸消費者，使消費者在任何情境下，都處於 Google 能夠投射廣告的空間。目前 GOOGLE 提供給大眾的主要免費服務概有：

- Google 搜尋引擎
- Chrome 網頁瀏覽器
- Android 行動裝置作業系統
- YouTube 影音內容網站
- Google Drive 網路儲存空間
- Gmail 網路信箱
- Google maps 電子地圖
- Google News 電子新聞
- Google Docs 文件處理器
- Google+ 社群服務

由上述服務可以看出，除了並未直接經營電子零售平台外，Google 幾乎提供了終端消費者大部分日常所需的數位服務。消費

者即使不斷切換服務，仍然極有仍落於 GOOGLE 的服務覆蓋之中，形成最全面的廣告投射環境。

- 最精準的廣告投放：

由於 GOOGLE 提供的全方位服務，消費者在所有服務上的使用行為均能被 GOOGLE 所蒐集，進而對於個別消費者的消費者輪廓有更清楚的認知，從而精準投放消費者真正需求的商品或服務之廣告，創造較普通廣告投放服務更高的消費者轉換率。

- 只需按成效付費：

相對於傳統廣告媒體不論是否有廣告效益、只要投放廣告便收取廣告費的機制，GOOGLE 僅在消費者確實按下廣告內藏的超連結、或打電話至廣告所提及服務時、才向廣告主收費。

- 提供完整廣告效益分析工具

GOOGLE 提供廣告主相當數量的廣告效益分析工具，透過連結網站流量分析工具 GOOGLE Analytics，廣告主能夠進行「帳戶分析」以分析對其有興趣之消費者在跳出率，網站停留時間，頁面/瀏覽等消費者行為，深入瞭解消費者輪廓。

(廿七) Palo Alto City Hall

1. 機構背景

帕羅奧圖市（Palo Alto）位於美國加州聖塔克拉拉郡（Santa Clara），被稱為矽谷的中心，因為它擁有很多高科技公司，知名社交網站 Facebook 總部曾設於該市，HP 公司總部及名校史丹佛大學（Stanford University）亦位於帕羅奧圖市。

帕羅奧圖是一個孵化器型的城市，有很多新興的公司在此誕生、發展，這裏的人們說著 15 種語言，在民族、文化上都相當豐富，是美國多樣性最豐富的一個城市。



資訊長 Jonathan Reichental(中)



城市經理 James Keene(中)

圖 41. 參訪 Palo Alto 市政府

2. 智慧城市發展訴求

帕羅奧圖市長帕特里克·伯特在第三屆世界互聯網大會數字經濟論壇上表示，帕羅奧圖市是矽谷的所在地，創新和技術意味著必須要發展可持續的城市，必須要是低碳的城市，為此必須要建設智慧型的城市。在努力的提高能效、節能，帕羅奧圖市也是第一個實現電力生產零排放的一個城市。到 2030 年目標是實現溫室氣體排放降低 80%的目標，現在已經實現減排降低了 35%。

矽谷的下一代重點技術將放在智慧交通領域，而且將採用無人駕駛的清潔能源汽車。現在帕羅奧圖市裡已經匯聚了來自世界各國的汽車公司，如福特研究與創新中心（Ford Research and Innovation Center Palo Alto）已取得美國加州自動駕駛車輛測試許可，將於加州的街道上測試全自動駕駛車輛—FORD FUSION HYBRID。



圖 42. 福特自動駕駛車輛於加州的街道上進行測試

另一方面，加州水資源是非常的匱乏的，是因為氣候變化所帶來的影響所造成的，所以帕羅奧圖市希望透過建立智慧的連接的城市來解決問題。第一個基礎是啟動了開放數據（Open data），市政府所有的數據都是對公民、企業開放的，保證資訊的透明度；第二點就是讓企業來可以利用這個開放的數據系統，通過技術的創新幫助城市解決問題，提高人們的生活品質。其中一項「311 計畫」就是讓公民將發現的路燈故障照片上傳到市政府系統，減輕市政府維修人員的巡檢負擔與快速修護回應，提升服務滿意度。

四、參訪研究學者介紹

（一）Blas L. Pérez Henríquez

1. 背景

Blas Pérez Henríquez 是史丹佛加州全球能源、水與基礎建設創新中心（The California Global Energy, Water & Infrastructure Innovation Initiative）的成立主任。這個中心是由 Bill Lane for American West, Precourt Institute for Energy 中心贊助成立。

Henríquez 也是 Local Governance Summer Institute@Stanfor (LGSI) 及 Smart City: Policy, Strategy and Innovation Institute 的主任。他同時也是加拿大蒙特婁、墨西哥、倫敦政經學院等多所學校的訪問學者。他也著作與編輯多本關於環境政策的書籍，包括「Environmental Commodities and Emissions Trading: Towards a Low Carbon Future」、「Carbon Governance, Climate Change and Business Transformation」、「High-Speed Rail and Sustainability, Decision-making and the political economy of investment」等書。他研究過關於矽谷在政府-私人機構環境與能源的合作關係及如何利用資訊科技支援環境市場與智慧政策制定。他也在墨西哥、亞洲期刊上，建立關於環境政策的許多學術與政府交流。Henríquez 取得 UC Berkeley 公共政策博碩士學位。

2. 智慧城市研究方向

Henríquez 主要研究在於環境與能源的政策議題，包括政府與私人機構合作關係、企業轉型議題、資訊科技政策等。在智慧城市議題上，Henríquez 在 Bill Lane for American West 任職，協助美國西部（含墨西哥）地區的環境與政策議

題。這些研究包括如何利用政策、科技，協助西部的地下水與表面水系統的永續；也支援決策者與研究者對於緊急挑戰與機會進行對話，包括土地使用規劃、能源與環境教育。Henríquez 認為在環境議題上必須創造政府與私人機構的雙贏機制，政府政策可以利用市場機制的方式來促進私人機構願意漸少碳排放或維護永續生態，例如：碳排放的交換（ETS, emission trading systems）。這種以市場機制為主的環境政策將可以發展更好的政府-私人機構合作關係 PPP，也更容易達到永續環境政策的推行。

(二) Sally M. Benson

1. 背景

Sally M. Benson 是史丹佛環境與能源科學院（Earth, Energy & Environment Sciences）、能源資源工程系（Department of Energy Resources Engineering）的教授。2007 年加入史丹佛大學，即接任史丹佛 Global Climate and Energy Project（GCEP）研究計畫的主任。Benson 致力於研究如何利用技術來減少溫室效應的氣體排放。Benson 致力於研究如何利用技術來減少溫室效應的氣體排放。

在加入 GCEP 之前，Benson 是 Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) 實驗室的地球科學部門科學家。2000-2004 年，Benson 擔任該實驗室的副主任一職。Benson 發表了超過 160 篇科學文章，同時也是 American Geophysical Union, the Society of Petroleum Engineers, the American Association for the Advancement of Science, and the American Chemical Society 等成員。Benson 於 1988 年取得加州柏克萊材料科學及礦物工程（Materials Science & Mineral Engineering）博士學位。



(左 2. Blas Pérez Henríquez，左 3. Sally M. Benson)

圖 43. 能源的未來與智慧城市演講與座談

2. 智慧城市研究方向

Benson 一系列研究均在於探討環境與能源議題。她的研究議題包括將 CO₂ 放在深層的地底下、低碳技術與能源系統以及利用岩土工程儀器進行土壤分析與監視。主要研究興趣包括：（1）將 CO₂ 儲存在地底深層形式技術；（2）低碳技術與能源系統；（3）氣候變遷對於關鍵習慣影響；（4）硒元素（Se）的生物地球化學；（5）岩土工程儀器對於地表下狀況的擷取與監視。Benson 帶領學生利用各種技術將 CO₂ 保存在地底下岩石中，並監控其散逸狀況。近幾年，主要的研究發表多以 CO₂ 保存技術為主，並包含一些全球、美國環境汙染議題的趨勢研究。

2014 年，Benson 獲得史丹佛第 11 屆年度地球科學研究的 Best Poster 獎、也於國家地理頻道談論炭的問題；2013 年，其實驗室成員也實際進行田野研究，偵測固化在地底下的 CO₂ 的散逸狀況。在智慧城市議題上，Benson 致力於城市利用低碳的能源系統，減少 CO₂ 的排放。此外，也利用地區模型、CO₂ 散逸監控等，協助城市監視 CO₂ 排放狀況。

(三) Michael Lepech

1. 背景

Michael Lepech 是史丹佛市民與環境工程（Civil and Environmental Engineering）副教授、Woods 環境機構資深研究員。Lepech 的主要研究在於整合永續指標至工程設計，包括材料設計、結構設計、系統設計以及營運管理等。永續指標包括環境、經濟、社會成本等各方面指標。近期，他的研究主要設計高效能彈性橡膠材料，可用於建築、基礎建設設計與營運、交通、水系統、消費產品等。同時，他以研究永續公民工程創新、社群永續概念發展，使得能漸漸達到長遠的永續目標等。Lepech 於 2006 年取得密西根大學公民與環境工程博士學位、2008 年取得密西根大學財務與策略 MBA 管理碩士。



(中間 Michael Lepech)

圖 44. 智慧城市-從概念到實踐演講與座談

2. 智慧城市研究方向

Lepech 的研究方向主要以永續指標的建構與材料的設計等。例如：為 Steelcase 密西根家具產業設計環境評量方法與程序，協助木製產品業營運製程能滿足永續環境要求、持續監控營運過程的碳足跡產出。甚至在產品開發階段，即能夠在材料選擇、處理等階段能滿足永續需求。

在智慧城市上，Lepech 除了倡言在智慧城市重要橋樑、道路、建築設置環境監控感測外，更舉出在城市橋樑建造、建築建造時能夠在材料、施工做法上滿足永續的目標，以建造更綠色的城市環境。Lepech 一系列的研究包括：結合產品生命週期概念，如何在城市建築建構與管理上滿足永續目標、如何分析橡膠複合材料的環境影響、永續材料選擇的指標、價值衡量建築設計等。綜合來看，主要結合永續指標、材料科學、產品生命週期等方法，提供城市在材料、建築發展階段的永續設計、永續建構的方法，以滿足智慧城市對於環境永續的需求。

(四) Ian Hamilton

1. 背景

Ian Hamilton 是英國倫敦大學環境、能源與資源學院的環境設計與工程機構的講師與資深研究員。Hamilton 是永續設計工程師，設計節能、室內環境品質、低健康影響的房屋。同時，Hamilton 是英國政府的研究顧問，協助評估政府的住家、能源政策、環境規劃、永續發展、建築能源需求與能源效率以及低碳科技等。在未加入倫敦大學前，Hamilton 是在英國工程與建築產業擔任專案設計

工程師，協助英國與海外建築的專案，專案包括倫敦 2012 年奧林匹克運動會的設計；他也發展加拿大許多城市發展策略。Hamilton 在 2015 年取得倫敦大學的建築環境博士學位。

Hamilton 主要的研究興趣在於能源需求、能源科技、能源效率、永續城市、室內與城市環境與健康。他的研究包括調查能源效率正對於房屋能源需求影響、分析時空能源使用狀況以及對於當地氣候影響、室內環境使用能源趨勢與影響、整合再生能源於都市等。



圖 45. 智慧建築與都會智慧能源系統演講與座談

2. 智慧城市研究方向

Hamilton 主要是國際能源總署在建築與社群的 Annex 70 計畫營運代表。這個計劃透過國際合作，分析使用者對於建築內的能源需求，以建立最好的實務方法與調和方式。同時，Ian 也研究從個人、建築、社區等不同層次的人群對於能源需求的原因與影響。Ian 也是調查英國環境、能源效率、健康影響、住宅政策的資深研究員。

Hamilton 研究包括環境溫度影響小孩的受傷、健康；如何利用環境因素分析對市民健康的影響。在一個減少空氣污染、減少碳排放的永續城市目標中，要如何利用各種政策來增加建築使用的能源效率、增加大眾運輸使用以及滿足市民人口的成長。在房屋中，如何利用各種技術與設計，適應各種炎熱、寒冷天氣，建構一個具能源效率、低燃料使用成本的房屋。並透過模擬程式，分析天氣、房屋政策、能源使用、房市股價等，以提供能源與房屋、交通政策的發展建議。

(五) Jim Sweeney/ Pedram Mokrian

1. 背景

James L. Sweeney 是史丹佛大學普雷斯特能源效率中心的主任、管理科學與工程系的教授、史丹佛環境政策研究中心的資深院士等。他也是史丹佛工程經濟系統、作業研究學系的主席。他主要的研究領域在於經濟政策分析，特別著重在能源、自然資源與環境。他的研究包括廢棄、可再用資源使用、電子市場分析、環境經濟；全球氣候變遷政策、燃油市場動態、能源需求、能源價格、房屋市場動態分析等。他時常為私人企業、政府組織、非政府組織、法律公司的顧問與諮詢。

Sweeney 在 1971 年取得史丹佛大學工程經濟系統博士學位。2008 年，Sweeney 獲得能源經濟國際協會的傑出貢獻獎。Pedram Mokrian 則是管理科學與工程系的講師，為 Sweeney 的學生。

Sweeney 主要研究興趣在於能源效率的機會、障礙以及政策的選擇等。他的研究重點在於個人、企業或組織的行為議題。這些行為將可以透過經濟誘因、社會、文化因素等來激勵，提升對於能源使用效率。



(左 1. Jim Sweeney，左 2. Pedram Mokrian)

圖 46. 智慧城市-能源效率與創新演講與座談

2. 智慧城市研究方向

Sweeney 主要的研究在於環境政策、能源市場等宏觀層面政策與市場機制，進而影響個人或組織的能源使用行為。主要研究的議題包括再生能源的市場失靈因素、加州太陽能政策、加州電力危機等。

在智慧城市上，Sweeney 則談論城市政策如何主導乾淨的能源在城市中使用，降低高碳排放的能源使用，建立一個永續的能源系統。Sweeney 認為一個永續能源系統包括世界、經濟兩個循環、世界或經濟必須利用能源發展可預測、

可信賴、國際關係等。經濟上，永續能源系統則必須建立有效率、可營收、可負擔等。在能源的使用上，住宅內的冷、暖空調、照明設備佔了 60%以上的能源使用，也產生了高額的碳排放。在城市中，交通運輸則佔了 33%的碳排放、建築營運 20%、建築內使用 20%、工業則佔 27%。因此，城市的永續政策要從住宅科技與營運、土地使用與大眾運輸工具上著手。智慧城市的政策也要思考住宅政策，如何影響城市居民在住宅使用、交通工具搭乘等碳排放問題。

(六) James Leckie

1. 背景

James Leckie 是史丹佛大學公民與環境工程系的教授。Leckie 調查化學汙染行為，排放到汗水或工程過程，特別在表面化學、膠體化學的地球生物化學追蹤。最新的研究在於建立技術與評估模型以追蹤人們暴露在有毒環境中，特別評估小孩在有毒環境中的影響。其他研究領域包括科技轉移以及開發中國家的環境科學計畫。

Leckie 是美國國家工程學會的成員、也是北京清華大學環境科學與工程學系的客座教授。



James Leckie

圖 47. 史丹佛永續都市系統演講與座談

2. 智慧城市研究方向

Leckie 主要的研究在於追蹤化學汙染、化學物質，不論透過環境或是食物上，對於人們或小孩的健康影響。在智慧城市方面，Leckie 則擔任史丹佛永續發展與全球競爭力中心總主任。該中心提供一個平台讓全球學術、研究界共同交流與發表關於環境、經濟對於城市、國家、產業競爭力的影響。主要在於建立健康環境對於商業成功的認知、提倡商業政策對於環境汙染、經濟提升與社

會福祉重要、建立研究永續環境的創新概念發想平台、利用技術技術或概念支援永續環境等。該中心其中一項重要計劃是建立跨學科的智慧城市研究，以了解如何利用資訊科技與知識整合，以永續的方式建構城市。

Leckie 與史丹佛永續發展與全球競爭力中心（SDGC, Center for Sustainable Development & Global Competitiveness）另一個主任一王捷，特別重視中國大陸的城市環境問題。SDGC 也積極與中國大陸各大學，如：同濟大學簽訂各項研究計畫。2006 年，SDGC 在北京成立分部。Leckie 認為智慧城市設計必須先架構智慧基礎建設，設計推行實體系統、資訊系統、與社會系統整合的整體系統，包括水、電力、交通建設等互相配合。Leckie 與學生設計智慧基礎架構系統，並認為利用資訊科技可以協助建立這樣的架構。

(七) Derek Ouyang（歐陽立）

1. 背景

現任史丹佛大學工程學院/土木工程與環境系/永續發展與全球競爭力中心講師，同時也擔任 Cloud Arch Studio (舊稱 Cloud Architecture)公司共同創辦人，專營建築設計、都市發展規劃與工程營建。



Derek Ouyang

圖 48. 史丹佛計畫基礎學習演講與座談

2. 智慧城市研究方向

Derek Ouyang 提倡永續都市系統計畫（SUSTAINABLE URBAN SYSTEMS PROJECT）為專題式學習（Project-Based Learning）場域，也就是進行小規模跨領域團隊合作真實都市場景的複合設計、工程及政策問題。

由 Ouyang 專職督導的加州史塔克頓南部發展計畫（SOUTH STOCKTON DEVELOPMENT PROJECT）為例，史塔克頓為美國第二大城市，居於 Detroit 之後，從 2008 年景氣衰退申請破產保護。2015 年正式脫離破產命運，但史塔克頓仍無法招架經濟與環境壓力。史塔克頓南部的第六街區長期受到衰敗與犯罪問題，尤其以已荒廢的商業走廊--機場路最明顯。近來，該市招標出售市有土地。非營利單位（STAND）提出綜合發展計畫，並獲得為期九個月的獨家談判權。4 至 6 人團隊將持續進行 STAND 的觸媒計畫（catalyst project）並與當地建築師、開發商緊密合作，進行社區的參與式設計，進而推出符合灣區在地化的財務分析研究結果的計畫。

2013 年 11 月 Ouyang 擔任太陽能十項全能（Solar Decathlon）大賽計畫經理，該競賽由 2002 年美國能源局發起舉辦，史丹佛大學首次參與的。Ouyang 要將最新的科技帶入設計，證明可以提供永續環保的住屋，同時還帶動最新的環保住屋觀念，不只是住在一個建築裡的觀念，還希望居民可以和住屋互動（Interact with Building）。從每個人最相關的住家開始，有永續環保的觀念。

Ouyang 表示，應用新的能源技術來建能源屋，要考慮許多環保上的問題，如建材是否可以循環使用、採光和通風是否能達到節能作用、屋頂的光伏太陽能板是否會用到最新的太陽能電池等，都在考量之列。Ouyang 認為節省能源是最高考量，還有就是造價成本是否可以成為市場上能源屋的指標。

(八) Glenn Katz

1. 背景

現任史丹佛大學環境工程系講師、CSDGC 可持續城市系統專案副主任、AutoDesk 公司 AEC（建築、工程和施工建設）教育專員。



Glenn Katz

圖 49. 智慧城市設計-從 BIM 到 UIM 演講與座談

2. 智慧城市研究方向

(1) Sustainable Development Studio

採用「從搖籃到搖籃」(Cradle to Cradle)的概念，即向大自然學習，所有東西皆為養份，皆可回歸自然。利用「養分管理」觀念出發，從產品設計階段就仔細構想產品結局，讓物質得以不斷循環。而這個概念可分成兩種循環系統：

- 生物循環：即產品由生物可分解的原料製成，最後回到生物循環提供養分；
- 工業循環：即產品材料則持續回到工業循環，將可再利用的材質同等級或升級回收，再製成新的產品。

藉由針對建築、結構、材料、能源、水、空氣、景觀和食物跨領域材質的研究，進而設計、開發和推廣使用，使城市建築與環境資源系統得以連結並永續經營。

(2) Sustainability Design Thinking

建立以人為中心的設計思維，進一步分析環境、功能和技術，透過對整體空間、形式、環境、能源、經濟和健康的系統性思考，打造可與環境共生的永續性設計。具備應用程序性的設計思維可使永續性產品具有吸引力、影響力及可實現性。研究範圍包括工作專案的原型設計、建模、測試以及可實現的永續性設計理念。

(3) Building Information Modeling and Parametric Design Optimization

使用數位立體繪圖軟體在建築設計和施工過程中創建 2D 和 3D 建築資訊模型，同時運算並生成用於建築設計、施工規劃和書面報告資料。使用視覺化的資料模型有利於進一步閱讀並分析複雜的建物與環境資訊。此外也善用數位化建模平台(Revit/FormIt, Rhino)，以 n-Visual 腳本語言進行可視化模型的快速建模。

(九) Sandy Robertson

1. 背景

現任：史丹佛大學大學土木工程與環境系講師、永續發展與全球競爭力中心計畫經理，專攻物理性/化學性水處理、廢水處理、水文地球化學。



Sandy Robertson

圖 50. 生態區演講與座談

2. 智慧城市研究方向

(1) Environmental Entrepreneurship and Innovation

現行的環境基礎設施，如：淨水、能源、交通與環保相關設備…等，皆需因應環境、氣候變遷而進行大幅升級。而新科技與不同領域在材質、工法與設計方面的交互作用，更進一步影響了與環境領域相關的一切科學和工程創新，因此針對符合價值鏈中相關者互利的經濟因素和價值主張的分析，建構平衡經濟發展與環境保護的新世代環境工程，使以永續經營的綠色環工成為可具體落實並有利可圖新實業。

(2) Water Chemistry

藉由針對分析天然和污染水域的分析，研發檢測與淨化水質的化學技術。此外更進一步將汙、廢水檢測與生物科技及公衛領域結合，提出水汙染預警乃至以自然性的生化分解模式，研發對環境影響較小的淨水技術。

(3) Foundations of Water Science and Engineering

水塑造了地球與生命，而水的利用、管理和控制則是所有人類社會的關鍵問題。因此分析與研究既有的水工程系統及其運作的理論，即成為研發與提升相關設施的基礎。同時針對人類行為與社群聚落，乃至於當代城市與水資源之間關係，以永續概念打造廢水排放、淨化並循環利用的智慧水工程，是未來重大的城市課題。而 Robertson 博士更以斯坦福大學的宿舍為工程實驗對象，建立一個水資源與廢棄物的管理系統，藉由回收雨水與廢水來增加水資源的使用率。

(十) Stephen Zoepf

1. 背景

Stephen Zoepf 是史丹佛大學車輛研究中心（Center for Automotive Research at Stanford, CARS）的執行長，具 MIT 電子工程及計算機科學學士、科技與政策碩士以及工程系統與科技、管理與政策博士學位，研究興趣在未來移動力（future mobility）、共享汽車系統（shared vehicle systems）以及運輸能源的使用與政策（transportation energy usage and policy）等主題。

曾於 BMW 和福特汽車擔任工程師及產品經理八年，之前並於美國運輸部（Department of Transportation）帶領整合機密資料，以作為汽車能源政策的參考。亦曾於 ENI 能源研究中心與馬丁能源（Martin Energy）公司任研究員。

於 2013 年贏得全球青年科學家高峰會（Global Young Scientists Summit）之新加坡全球挑戰賽、獲美國運輸協會年會（Transportation Research Board）之能源與替代燃料委員會頒發的 Barry McNutt 獎項，以及 MIT 的傑出服務榮譽 Infinite Mile 獎項。



Stephen Zoepf

圖 51. 智慧城市中載具的未來演講與座談

2. 智慧城市研究方向

相關研究主要集中於永續能源發展之交通應用，如：汽車替代能源之相關研究、共享乘車研究、以及城市運輸系統研究等等。相關文章與論點如下：

- (1) 分析 BMW 的 ActiveE 電動汽車系列之「估算剩餘電量可行駛之距離 (Distance to Empty, DTE)」應用之算式 (Analyzing the Energy Consumption of the BMW ActiveE Field Trial Vehicles with Application to Distance to Empty Algorithms, 2014)。作為傳統以石油為燃料的汽車之其中一個重要替代方案，電動車的能源續航力發展到目前都還是待解決的問題；因此讓使用者能夠準確瞭解剩餘電量可行駛之距離，便成為電動車首要發展的技術之一。該研究建議將輔助能量消耗納入 DTE 算式，以提高其精確度。
- (2) 大規模的插電式混合動力汽車原型操作調查中的充電選擇與燃油替代方案效率研究 (Charging Choices and Fuel Displacement in a Large-Scale Demonstration of Plug-In Hybrid Electric Vehicles, 2013)。研究調查了 150 輛在美國的混合動力車的駕駛和充電習慣如何影響車輛的電池狀態、零件壽命與耗油量。結果顯示多數人習慣在每日出外回家前，將車子充電；或將駕駛 3 小時以上車程前充電。這種規律充電與隨機充電對電池續航力的影響是幾乎一樣的。

研究結果建議，使用容量相對較小的電池可有效減少燃油的使用量；充電習慣也會影響零件的壽命。建議決策者在擬訂燃油汽車替代方案時，應考慮補助的方向與項目。

(十一) Craig S. Criddle

1. 背景

Craig S. Criddle 是史丹佛大學環境工程與科學領域的教授、伍茲環境學院 (Woods Institute for the Environment) 的資深研究員。主要研究興趣在環境工程、乾淨水源的微生物生態與生物科技、乾淨能源與健康生態系統研究。Criddle 在 1982 年取得猶他州立大學的西班牙語和土木及環境工程的雙學士學位，之後便專精於土木及環境工程研究上；在猶他州立大學取得該領域的碩士學位、最後於史丹佛大學取得博士學位。

他以大型跨領域計畫的執行成果而廣為人知，如微生物生態的生物反應器

研究以及持久性污染物的微生物轉化等等。目前進行中的計劃包含：鈾污染修復的現場試驗評估、生物污水處理池中的微生物群體結構之 DNA 監測等等。

此外，Criddle 對於推廣科學素養教育同樣不遺餘力。他和舊金山知名的漫畫家 Larry Gonick 合作出版了《化學漫畫指南》（The Cartoon Guide to Chemistry）一書，作為啟蒙教育讀物。



Craig S. Criddle

圖 52. 史丹佛水的創新、智慧健康與資源管理演講與座談

2. 智慧城市研究方向

以舊金山的灣區規劃研究為例，說明廢水在未來如何作為資源再利用。摘要如下：

- (1) 目前舊金山灣區的廢水處理狀況：該區域有 40 間廢水處理廠，每間工廠都具有淨水設備，將廢水處理後，回歸該區域使用。
- (2) 理想的廢水再利用比例是：99%的廢水可進行生物分解再利用，而只有 1%的廢水是含有耐高溫受污物質與鹽分，因此難以回收的。
- (3) 在成本考量上，廢水再利用須考慮：回收處理成本、為欲售物添加價值的成本、運輸成本以及定價。Criddle 列出部份物質如甲烷、氦及純水的區域定價。
- (4) 資源回收會因為每地區市場與生態環境不同而各異。首先，地區應針對排水系統、集水與建築分佈等城市設計劃分水利用層級，並考量每個層級的資源分佈平衡性、成本以及科技利用來安排回收利用。Criddle 舉例，如舊金山灣區為分水嶺，下一個層級為 Palo Alto 城市（集水區）、下為史丹佛校區（建築群），最末為史丹佛生活創新中心（綠宿舍建築）。

- (5) 接下來，Criddle 在每個層次上解說廢水再利用的作法與優點。例如在最小的層級上，也就是每個建築單位做水資源回收的優點；是由於它是最接近水需求的末端單位，所以對於幫浦的能量需求最小、使用的運輸水管也最短。水資源的稀釋需求最少（也就是水的成份最不複雜），最有可能進行水中的資源分離，達到資源利用最大化的目的。
- (6) 在建築群（聚落）的層級上可做區域性的廢水處理與利用，並較城市等級的集水區處理節能且有效率。除了水資源外，分離出其他可再利用能源可行性高。

(十二) Bruce Cain

1. 背景

Bruce E. Cain 是史丹佛大學的政治科學教授，同時身兼萊恩美國西部中心（the Bill Lane Center for the American West）執行長。他的研究興趣包含美國政治、政治規章、民主理論、以及州政府與地方政府之研究。

Cain 於 1970 年畢業於鮑登文理學院（Bowdoin College），兩年後又在牛津大學取得哲學學士的學位（The Bachelor of Philosophy (BPhil) in Philosophy），1976 年取得哈佛大學博士學位。

Cain 在任職於史丹佛大學之前，曾於加利福尼亞理工學院（Caltech）以及柏克萊大學任教；亦曾任柏克萊大學政府研究學院院長（Director of the Institute of Governmental Studies）與加州大學華盛頓中心的執行長（Executive Director of the UC Washington Center）。曾於 2000 年獲選為美國文理科學院（American Academy of Arts and Sciences）院士；他的教學、研究以及公共服務也獲得無數獎項。



圖 53. 政府治理與智慧城市政策制定演講與座談

2. 智慧城市研究方向

依據其所著「失衡的加利福尼亞州方程式（Califormula for Dysfunction）」一文，主要討論加州近來的政治與財務問題根源。Cain 認為加州人不懼怕改變、或嘗試不同的新作法，再加上州政府對於使用者非常友善的制度，致使加州時常有新的政治制度實驗。實驗結果當然有好有壞，但部份結果不盡如人意的實驗正是導致加州政治發展失衡的關鍵因素。

加州人的實驗精神與對於直接民主的熱愛直接形塑了近幾年加州的政治圖像；例如加州人認為過度偏向黨派政治已造成問題，加州人便透過申請、某種審查機制與抽選而重新召集一個新的委員會（Cain 稱之為「奇怪的混合物」）。又如他們覺得議院老是無法準時通過預算審查，便透過人民提案權（popular initiatives）讓加州公民們直接決定財政事務。

Cain 認為，加州公民在尋找政治結構上的解決方案太過急切，而政治中的一些本質問題卻無法透過這些方法解決。此外，加州仍然保持著封閉保守的特性，她改變得不夠快速（或不夠智慧），以跟上這個全球化的世界。

Cain 解釋，加州是全球經濟結構最重要的環節之一，同時也充滿來自世界各地的移民，因此，要如何培養並容納這些多元文化，乃是政策制定的首要之重。譬如加州到現在都還非常封閉的海外貿易政策制定、對於海外能源的取得與智慧財產權的保護、乃至移民政策的調整等等，都需要公民耐心的爭取達成一致。

五、參訪與研究心得

史丹佛研究智慧城市時主要由能源議題出發，主軸聚焦在談論城市永續、市場模式、城市 GDP、產業等領域；整體而言，跟我們過往所討論之方法有著很大不同點。以下幾點為此次參訪時觀察美國智慧城市與台灣相異之處，同時也列舉出台灣可學習之面向。

(一) 以永續發展為主軸

第一為以永續發展為主軸，因應溫室氣體減量來知曉未來。除考慮資通訊技術外，需加入不同思維如水、電、環境等基礎設施，進而讓城市可以永續發展。

以美國智慧城市計畫來說，由於總統歐巴馬於 2009 年提出的振興經濟方案中，將智慧電網計畫納入，促使美國諸多重要城市投入智慧電網的佈建，包括紐約、費城、波士頓、芝加哥、匹茲堡、洛杉磯、舊金山、聖地牙哥等共超過 30 個城市，參與之電力公司涵蓋 ConEdison、ComEd、PG&E 及 SDG&E 等。除了建置智慧電表外，亦有休士頓等數座城市佈建智慧水表、智慧瓦斯表等 AMI (Advanced Metering Infrastructure) 建設，足見能源管理為現階段美國智慧城市應用的推展主軸。節約能源亦可從民眾駕駛的車輛著手，智慧電動車因而成為美國另一項智慧城市應用重點。目前包括 Tesla、Coulomb Technologies 均積極在全美佈建電動車充電站，期望縮短民眾找尋充電站的時間來加速電動車普及。

(二) 聚焦 Public-Private-People-Partnership 合作模式

台灣目前已發展出公私合作模式 (Public-Private-People-Partnership, PPP)，並結合中央及地方政府資源，但仍缺乏公民 (People) 對話機制，以創造政府與民間雙贏。

近期的國際智慧城市發展，結合民間與市民力量的「由下而上 (Bottom-up)」之 4P (Public-Private-People-Partnership) 合作模式蔚為風潮。如 2016 年的歐洲城市創新獎-iCapital 評比首獎為荷蘭阿姆斯特丹 (Amsterdam)，即為串連阿姆斯特丹市府、民間單位及阿姆斯特丹市民的三方協作平台，將整座阿姆斯特丹市做為試煉場域，加速民間單位與市民提出之各種創意轉化成可行之商業模式與解決方案。另一個成功案例是美國查塔努加市 (Chattanooga)，原先是一座環境嚴重污染的工業城市，由民間力量發起市民討論，舉辦數十場市民集會與共同決定市政建設目標，再委託政府資源支持與民間募款，搖身一變為兼具現代科技與環境共生之智慧城市。

相較「由上而下」之智慧城市規劃與建設適合於從無到有的新市鎮開發，而「由下而上」之 4P 合作模式則適合舊城市的改造與升級，普遍適用於全球既存發展已久的超級城市。唯 4P 模式的挑戰在於如何鼓勵民眾參與、集結市民共識、形塑開放透明的決策機制，其根本關鍵在於「智慧市民 (Smart Citizen)」的養成，也是阿姆斯特丹市智慧城市計畫 (Amsterdam Smart City, ASC) 的推動主軸，藉由推動民眾開放住家感測數據的積極參與感，提升市民對居住環境的重視程度，共同齊力改

善城市生活品質。因為，再好的資通訊科技，如果缺乏以「人」為中心的參與要素，智慧城市將難以順利運轉，最終可能形成發展的阻力。

(三) 減少解決方案重複投資

觀察台灣目前發展情況，不難看到各地方政府在智慧城市之發展面向大多太過雷同，同時廠商之解決方案也一直重演著重複投資。然台灣市場不大，所以如何跨縣市合作、如何訂定採購標準與計價模式，以及如何發展地方特色，並將其成功經驗推廣給其他縣市政府，應該有著一套完整之機制進行處理。

(四) 智慧城市是最佳新創舞台

不似一般資通訊產品或應用多由產業自行主導開發，智慧城市無論是由公部門或私部門主導，均有賴政府與產業的通力合作—政府提供「城市」場域，並由產業負責「智慧」技術與應用的開發與佈建。

政府所扮演角色方面，當務之要為從民眾需求為出發點，辨認及排序最優先解決的城市問題所在，據以定義智慧城市發展目標。在發展初期，所有法規調整、標準制定及通訊頻譜釋出等牽涉公權力項目均須由政府積極協助產業解決；到了發展中期，應協助提供實驗場域供廠商進行應用之概念驗證（proof of concept, PoC）與服務驗證（proof of service, PoS），必要時也須尋求國際政府或大廠的共同投資合作。最後俟智慧城市完成布建後，應推動成功經驗複製到其他地區、甚至海外，藉由累積布建經驗，強化智慧城市解決方案能量，嘉惠本土產業。至於產業所扮演角色方面，主要負責智慧城市應用技術與設備的開發、建置，過程中以建立產業聯盟為佳，透過聯盟內部廠商之間的彼此協調分工，方能加速與完善智慧城市系統的布建。

基於上述觀點，智慧城市之發展仰賴著優異之智慧城市解決方案以及政府提供之「城市」場域，而新創公司所推出新興之智慧城市解決方案正有賴著政府的大力扶植，也需要有城市場域進行方案試煉，待方案試煉後進而可推展至其他區域甚至是國際舞台。觀察美國加州及其他各個地方政府之作法，均提供著政府之龐大市場，同時也提供新創與政府對話之機會，且設立新創成長等機制，以讓好的新創團隊可與政府完美互動，進而讓新創了解政府運作，政府也可基於新創需求提供非金錢之資源(如: Open Data、公權力等)，最終目標均朝向下世代物聯網永續城市進行推動。

(五) 資訊安全發展

沒有資安，就沒有物聯網，也就沒有所謂的智慧城市可言。隨著全球資通訊新技術之快速發展，各類資安及隱私權問題已趨於嚴重。也因此，如何建立採購機制，進而協助各地方政府發展智慧城市安全，已成為目前台灣極為重要之發展課題。未來可透過創新採購模式，編列一定經費由政府提供資金或資源以協助廠商研發實證，再來是打造應用服務商城協助廠商創新產品上架試用採購，並透過共契採購的成熟市場，以創新採購機制帶動創新產品之採購。

舉例來說，政府可建置創新採購服務辦公室來調研規劃政府資安需求之創新服務，並透過主題式研發補助輔導廠商研發資安創新服務，再者是資安研發成果透過政府試用實證檢視服務之可用性，最後則是基於實證成熟之資安創新服務來輔導上架共同供應契約。

(六) 矽谷的分享精神及數位經濟

加州是充滿分享氛圍之所在，除不停有各式研討會或分享會外，並有許多人將其理想付諸實現，加州政府為達成溫室氣體減量前提目標，鼓勵產業發展許多智慧城市解決方案並在企業實現，如 UBER、Tesla 及 SolarCity 公司等，也是在地引以為傲之產業。值得一提的是，為穩定電源供應來源，他們也已經規劃除原來集中式電網架構，也應該思考建立分散式的能源供應電網可能性，創造能源之分享經濟產業。

(七) 美國聯邦政府與地方政府共同合作發展智慧城市，解決城市面臨挑戰

美國白宮於 2015 年 9 月發布「智慧城市倡議(Smart Cities Initiative)」，撥鉅款投資智慧城市研究基礎設施，包括智慧能源、智慧交通、智慧建築、公共安全、健康等議題。並鼓勵城市參與跨城市的合作，以協助地方政府解決各城市面臨的挑戰，例如氣候變遷、都市化、高齡人口增加、交通堵塞、促進經濟成長及提高城市服務等，以滿足地方需求，並支持以社區為主導的解決方案。例如，美國運輸部透過舉辦競爭型「智慧城市挑戰(Smart City Challenge)」，從 78 個城市計畫中選擇俄亥俄州哥倫布，發展未來的城市交通。

美國政府體制是高度去中央化(Decentralization)的國家，中央聯邦政府(Federal Government)並非以強制方式主導州政府(State Government)與地方政府(Local Government，如郡、市、鎮)事務，故聯邦政府一向僅止於提供政策方向及部分預算鼓勵州政府或地方政府發展，並以願者上鉤的模式由地方政府自行決定是否爭取預

算補助。州政府與相關政府亦非以投入大量建設經費發展智慧城市軟硬體設備為政策手段，而是鼓勵民間企業與政府合作，發展相關智慧城市應用如警政安全、能源效率、醫療、交通、教育等。

因此，政府是以協助者的角色，由民間主導智慧城市發展之相關應用。由政府體制觀察，美國智慧城市發展可歸類至可促進經濟與產業發展的領域中，自由經濟主義掛帥的情況之下，智慧城市發展是以「由下而上」的方式進行，民間得以發揮對智慧城市的各種想像，企業為謀商機必須推出具備可行且有利潤的產品，政府則處於樂觀其成的角度鼓勵並協助各種民間創新與實證，以達智慧城市發展。

但在這種體制之下，也造成美國智慧城市的發展狀況極度不均。美國國土範圍廣大，有許多州並無發展高科技產業或知識密集產業，而是以農業、紡織業、運輸業等傳統產業為主要產業，在不干涉經濟市場運作的思維之下，導致智慧城市分布集中於西岸與東岸的主要大都市，其餘則呈現低度、緩慢甚至停滯的發展。加州因為灣區聚集許多高科技產業，人民平均知識水平較高，民間具備強大創新潛力發展相關智慧應用，因此智慧城市發展相較美國其他州較為領先；而相關智慧應用由民間主導發展，因此發展項目多以具備有商機的發展為主，結果導致各種領域的應用落差甚大。所以從美國智慧城市的發展模式觀察，是呈現強者恆強、弱者恆弱的現象。

(八)美國智慧城市之發展，具自由市場經濟特色

美國與我國發展智慧城市最大之差異，係美國具強烈自由市場經濟特色，產業發展由市場機制決定，政府係扮演營造有利發展環境的角色，儘量不干預市場，但會參與對話。以加州政府為例，加州是全美吸引外商投資最多的州，為提升競爭力及創造就業機會，2013年州長布朗簽署法案(Bill 250)，透過具法源基礎之「加州創新中心計畫(California Innovation Hub Program)」，指定舊金山、聖荷西/矽谷等15個創新中心。加州創新中心採三螺旋(Triple Helix)創新經濟發展模式，由企業、政府及學術研究機構等三方夥伴共同合作發展，加州矽谷聚集思科、谷歌、臉書、SolarCity 太陽能租賃商、特斯拉電動車等高科技公司及新創公司，而位於矽谷心臟的史丹福大學及非營利機構則作為研發引擎。

(九)美國發展智慧城市之主要關鍵策略及創新趨勢

1. 加州矽谷聚集眾多新創產業，積極導入物聯網(Internet of Things, IoT)應用，提供城市服務解決方案。
2. 鼓勵年輕人參與、發揮創意及創業，促進新創產業發展及經濟成長。
3. 因應氣候變遷，加州積極推動潔淨能源、再生能源等產業，例如太陽光電、電動車、自行車等。透過改變融資方式，將能源產業發展成最大共享經濟(Sharing Economy)。
4. 導入公、私合作之智慧治理，城市匯集創新技術、數據及公民參與的解決方案，以提升生活品質。例如舊金山政府 2008 年開放數據(Open Data)，企業整合大數據分析，民眾參與創新對話，聯手打造智慧城市。
5. 針對不斷增強的數據革命，政府需加強資訊安全及個人隱私權之維護。

(十) 美國以非洲及亞洲之城市，作為未來創新產業輸出之戰略目標

世界人口 54% 居住在都市化地區，人口持續增長和都市化，在 2050 年將增加 25 億人到世界各城市，其中約 90% 將發生在非洲及亞洲，氣候和資源需求將面臨挑戰，美國發展智慧城市創新產品及服務，將是美國增加出口的重要機會。

(十一) 全力發展再生能源

大量設置包括風力、太陽能等之發電系統，鼓勵使用綠色能源，並將減少碳排放量的能源政策深度融入都市規劃與產業發展；此外，任何的能源政策都要從經濟發展、環境保護及安全可靠等三個面向來考量。這樣的概念必須擴展到全世界，人類才有機會來改善氣候變遷的問題。

現階段以太陽能發電為乾淨能源之主要來源。以技術層面觀察，目前太陽能板的發電效率隨著科技演進較以往有小幅提升，且不受天氣影響可穩定發電；此外，為了讓電力更有效率的應用，許多的能源管理系統透過資通訊技術因應誕生，可以有效管控能源使用與減少浪費。雖然太陽能發電系統仍無法做為主要的能源來源，但若能漸少化石燃料發電所佔的比例以及能源的有效管理，對於全球環境的改善仍具有相當的助益。

因此，美國聯邦政府透過補助、減稅等方式協助推廣太陽能發電，而加州政府則持該州地屬地中海型氣候，陽光充足全年少雨之優勢，於舊金山灣區之建築物屋頂或空曠土地廣設與鼓勵設置太陽能發電設備；民間企業亦積極配合政府政策，推

廣太陽能發電並研發相關儲能技術，有效解決能源短缺以及開拓潔淨能源使用之契機。

(十二) The Negawatt revolution(負瓦特革新)

最好的能源政策就是不要使用能源。例如舊金山市政府為鼓勵市民多騎自行車少開車，將部分路段的汽車停車格改造為自行車道。阿諾·史瓦辛格擔任市長後，也頒佈了許多有關能源的法規，例如在加州駕駛電動車，即使車上只有一個人，也可開上共乘車道等，使得加州成為全美唯一能源使用負成長的州。

舊金山灣區一帶近期積極發展智慧交通技術，並聚焦開發於電動車、自動駕駛、無人車…等低汙染且高效率的技術。美國素來有「活在輪子上的國家」(A Nation on Wheels)的稱號，民眾高度倚賴小客車，平均約 1.25 人就擁有 1 台車，讓小客車成為移動性的碳製造者。由於無法在短時間內改變民眾習慣並減少小客車的持有與使用下，為短期降低小客車造成的碳排放量，電動車的發展成為節能減碳計畫中重要的一環。目前電動車的發展已從早期的油電混合車到技術逐漸成熟的純電動車，許多車廠都紛紛利用資通訊技術投入電動車的開發，而隨著技術的成熟，大家開始思考下一步推動的方向：自動駕駛、無人車及共享車等。

(十三) 明確的政策方向及維持政策的延續性

美國智慧城市發展確實有明確的政策方向，美國白宮於 2015 年 9 月宣佈啟動智慧城市倡議(Smart Cities Initiative)，針對交通、治安、經濟發展，氣候變遷及施政服務等重要部門投入 1.6 億美元；2016 年 9 月智慧城市週，更宣布新增超過 8 千萬美元的聯邦投資，超過 70 座城市和社區參與此項計畫；加州政府則以交通與氣候變遷為現階段推動智慧城市發展的主要領域。因此，明確的政策方向不但有助於政府與民間共同推動智慧城市發展，更重要的是可以讓有限的資金集中準確投資，避免資源浪費。

加州政府相當重視政策的延續性，因此，對於智慧城市的政策，已有未來十年、二十年，甚至更長期的策略規劃，不會只是著眼於短期的績效。

(十四) 運用最新科技，提升能源使用效率

現階段這樣的推動方式會比要求降低使用能源更為有效。例如：再生能源結合微電網之概念，可大幅減少能源傳輸損失，有效減少碳排放量，並可增加區域能源供

應的穩定度及可靠度。又如加州的地下水銀行系統(Groundwater Banking)，透過雨季時將水導入地下水之儲水層，在旱季時再將水抽取使用。再如污廢水處理系統，已從過去污染控制的思維進入資源再生的境界。

(十五) 科學及客觀的決策

導入智慧城市規劃、設計、決策、實施、回饋等生命週期的方法論，並善用大數據與科學模型模擬等工具輔助。

(十六) 智慧城市的發展導向

政府以解決問題為導向，企業則以創新發展為導向，由政府提出在地問題，讓民間發展創新解決方案。例如舊金山市政府公告了六項想要解決的問題並徵求民間提出解決方案，政府不出錢但提供資源的協助與媒合，結果民間共有約 200 個提案參與，因為很多新創公司想要透過這樣的機會來獲得政府的資源，同時也建立了公司的口碑與知名度，使得公司更容易取得其他城市的標案。

(十七) 鼓勵創新，公私協力

政府負責創造優質的生活環境與基礎建設並媒合國內外及公私部門間的資源，例如加州州政府成立了 ihub 中心，負責國內外的招商與創投育成的媒合。民間則負責發展創新經濟與服務，例如電動車、共享經濟、循環經濟等。

(十八) 尊重專業，跨域合作

大學學院間正積極進行跨院跨系合作，以發展因應氣候變遷的能源理論與對策，達成碳排放量降低 80% 目標。例如史丹佛大學的政治人文、城市規劃、工程技術等學系便合組團隊，共同研究及推動永續城市系統。

(十九) 創新思維須有創新人才及培育機制

舊金山市政府設立了全美第一個創新長，其直接向市長負責，有權可以調動各部門的資源並協調各部門的合作來推動舊金山的創新產業。另外，又如 Palo Alto 市政府，其將自己定位為政府機構中的新創公司，所以制度上採用了許多民間公司的制度，例如：市長聘請了一位 City Manager，其角色就如同公司的執行長(CEO)，而

市長就像董事會的董事長，每位市民都是公司的股東；同時，市長也延聘了許多產業界的優秀人才進入市政府擔任要職，這些人的知名度很多都比市長還高。

利用創意競賽方式讓公共政策公開徵求創意，讓民間企業與社區建立夥伴關係並擴大與民眾參與，亦為目前發展態樣之一。為鼓勵民間發揮創意以提升政府施政品質，美國各級政府不約而同採用創意競賽方式，向民間公開徵求創新思維，如：聯邦政府透過智慧城市競賽的方式，讓地方政府結合民間企業共同規劃提案，以爭取獎金以推動智慧城市發展；舊金山市政府則徵求 16 個新創產業進駐市府，透過貼近公務體系的觀察提出改善公務效率，獲獎者依舊未獲得經費補助而是取得與市府合作機會，進一步驗證企業產品服務並取得認可後向外推廣；有的區域政府甚至透過不同研究主題公開徵求跨領域團隊進行創意研究，來自各行各業與學生團體的研究成果成為政府瞭解民眾需求以及激發民間創意的重要管道。

從上述諸多案例可以發現美國政府與民間企業及民眾的高度合作關係，「政府」負責營造適宜的發展環境，提供相關法令或數據協助；「企業」充分發揮創意與彈性，「民眾」則參與規劃提供切身需求，最後在政府架構的基礎之上，試驗各種創新產品以產出各種不同解決方案，因此，進而促成以「公公民夥伴關係（Public-Private-People-Partnership，簡稱 4P）」模式為基礎的發展模式，透過學研機構、法人團體、公益團體及非政府組織等進行跨界整合運作，以更開放更透明的模式擴大市民參與，營造智慧城市運動。

(二十) 強化公民參與，落實民眾需求與政策推動的鏈結

透過公民參與，將節能減碳概念深植人民心中，同時政府也創造誘因促使人民及企業使用綠色能源，例如以碳罰款及碳負擔為棒子，減碳獎勵及社區減碳競賽為蘿蔔，雙管齊下，目前已有明顯成效。再多的創新技術的研發與再多資通訊基礎建設的投入，都需要民眾確實的瞭解與積極的參與。因此，強化民眾對智慧城市知識的充實與參與能力的建構，才是落實智慧城市政策成功的關鍵。

此外，政策規劃與推動必須與民眾需求相契合，推出政策規劃之前，必須先進行可行性評估，盤點政策缺口以及民眾需求，並進行與民眾對話與溝通，並導入專業團隊與良善的監督管理機制，將資訊透明化與強化民眾參與，才能使智慧城市之發展與應用達到最高效能。

(二十一) 善用 NGO 團體的力量

設立中立的研究性質非營利性機構，扮演產官學界間溝通與整合的橋樑，推動跨域跨界合作。

(二十二) 資訊整合與開放

智慧來自於整合，資源與資訊都要整合，資源以媒合方式整合，資訊以開放串流方式整合；另外，資訊的開放應建立統一的標準，如此民間才有辦法去發展整合性服務。但資訊的開放共享仍應架構在建全的個資、隱私與資安的防護之下。

(二十三) 沒有創新的心，如何打造亞洲·矽谷

矽谷的文化就是敢冒險、不怕失敗，不管技術或資金皆是如此；反觀台灣，人民期待的是大有為的政府，但在政府不敢犯錯，擔心選票流失及社會也不容許犯錯，只求穩扎穩打的反創新氛圍下，要發展智慧城市創新產業可說是緣木求魚，如何突破此困境，著實是值得深思的問題。

(二十四) 智慧城市的推動必須有財務及永續的規劃

政府可透過公共資源的釋放來得到財務支援。例如，可出租路街上之照明或交通燈桿，在不妨礙城市景觀的前提下提供民間付費附掛設施，甚至可直接將智慧燈桿共構的建設與營運委託給民間來做，政府不僅不須投資更可獲得回饋金。

(二十五) 科技始終因為人而存在

善用新科技來改善人民的生活。例如加州的坎貝爾市(Campbell)就利用所蒐集的歷史犯罪紀錄來分析犯罪行為與氣候、收入、地理位置等之關係以及透過社區的社群合作，來強化警力之配置以改善治安，目前已獲得具體之成效。

(二十六) 健全實證場域篩選與操作的機制

在智慧城市的實證場域之中，將 ICT 應用於生活中並透過實做驗證，反覆滾動修正回饋以取得最佳解決方案，並藉此進一步推廣擴及其他地區，為智慧城市發展與治理創造良好的操作模式。

美國舊金山灣區(Bay Area)堪稱世界最創新的區域，除了有大量的新創產業、科技公司陸續移入該地區外，高認知度與高參與度的民眾除了接受新科技所帶來的便利生活，並且勇於嚐試各種新事物，而灣區相關政府機關亦順應潮流，配合修訂

相關規範制度以協助孵育新創事業與養成社會氛圍，最後這股優勢持續讓新創產業蜂擁聚集於灣區，讓灣區成為最佳的實證場域。因此，要做為實證場域，是需要有政府制度、企業創新與民眾參與等三方的無間的默契下形成，而整個環境的氛圍讓加州成為美國智慧城市發展的領導者。

(二十七)大數據之蒐集、分析與應用

1. Ian Hamilton 教授對於想利用建築環境來管理和改變能源需求及使用，認為應調查建築物冷氣、暖氣、外部環境等大數據需求可供決策、創新。目前許多建築物並沒有自動監視控制與判斷調整能源之功能，缺乏建築能源管理將造成的浪費，因此可利用大數據建立建築能源管理制度，先獲得現有系統運轉之基準做為參考並擬定能源使用效能改善策略，對偵測異常時可即時處理，以達有效建築能源管理。

2. Alta Planning+Design, Inc CEO Michael Jones 分享在規劃自行車道時先收集數據並藉由訪談及智慧型 APP 需求，例如為何決定走路非開車，對土地人口及熱點撞車點分析，利用 GIS、建模、數據收集和數據可視化調查當地發生的情況，並預測基礎設施變化帶來的影響，幫助政策制定者做出決策找出最適當位置路線。

3. Ford Palo Alto 研發創新中心：把腳踏車當作偵測器，可掌握城市狀態、安全路徑及使用狀態，並將此技術延伸應用到非洲地區機車運送藥品的優化路徑上。

4. 史丹佛大學的自動汽車研究中心：在自駕車研究方面包括有車輛模組化設計、量測車輛失控時人腦的思考模式、人機介面、模擬器、人與自駕車的互動、Level3 部份人為駕駛，手動、自動與第三人操作等實驗模式。

(二十八) ICT 擴大應用於各領域之發想與創新研究

1. 從 BIM 到 UIM:

(1) BIM 在營建施工生命週期中，利用電腦模擬真實工程行為，以協助營建工程生命週期規劃、設計、施工、營運、維護工作中之各項管理與工程作業技術，以提高精確度、降低錯誤、碰撞分析設計、提高工程效率、促進永續發展，但如此僅止於單一建築物。

(2) UIM 則是將一棟建築物模型擴大至都市模型，採圖像化、視覺化，了解建築外觀及整體環境對於建築物周遭區域大樓環境影響、日照影響、風洞分析、照明等，另分析大樓風洞試驗亦可採取軟體分析，可減省實體模型的製作經費及時間，可以提供設計者隨時調整建築設計。

2. Sensor 除運用於環境品質、水位升漲、亮度等感應監控外，也可以運用在更貼近民眾生活相關應用上，如英國倫敦在垃圾清運上，運用 sensor 於大型垃圾筒上，監控垃圾滿溢程度及週期，更加有效率安排垃圾車清運頻率、時段及路線，達到清運最佳化。

3. 將穿戴式裝置與既有業務或大型活動結合，如警察配戴具脈搏、血壓量測之穿戴裝置，遇到緊急狀況時可即時預警執勤中心，追蹤警察所在地及加派警力支援；同樣也可以在大型運動賽事如環台自行車賽、馬拉松等，透過穿戴式裝置，掌握參賽者身心狀況及移動情形。

4. 運用 Beacon 佈建感知網，除可應用於室內導航外、訊息推播通知，亦規劃未來可透過 Beacon 進行下列應用，形成特定網域感知網，發展下列應用：

(1)安全網服務（用手機追蹤定位、發送緊急求救訊號），可運用於校園/公園等陰暗處，追蹤行人移動軌跡外，行人如遇到緊急事件，可透過手機發送警訊求助。

(2)消防救災人員定位：當消防救災人員進入火場時，如於消防員身上或輸水帶上裝設耐高溫耐火的 Beacon，可清楚掌握消防員位址，提升調度力。

(3)建築物緊急疏散導引：當危急情況發生時，如火災，可依火災起火點來判斷最佳的疏散路線，導引人群儘速撤離。

5. 無線網路佈建可朝向移動式架構發展（如：臉書-無人機、Google-熱氣球、馬斯克-衛星等），以因應未開發國家或偏鄉上網需求，有效推廣相關資訊化應用。

6. Cisco 關注智慧城市發展，並致力於物聯網發展，開發建置 CDP(City Digital Platform)平台，整合各種 sensor，透過終端節點設備蒐集 sensor 之數據，傳回 CDP 平台進行統計分析，發展多元應用，如：交通動態、智慧街燈、智慧停車、車牌辨識、電子圍籬、智慧垃圾筒等。

7. 智慧城市不只收集數據，更重要是應用數據使其更彈性、更永續發展，舊金山設置有資訊長，可負責全市感應器數據，以前各自為政，現在藉由各區資訊整合，能了解能源使用等情形而知道如何改善，藉由數據收集可知那些建築物在大地震時適合作收容中心或那些須更新補強。

8. 西門子公司作數位化，在街道上透過感應器打造良好環境，主要透過三原則來考量：

(1)科技系統提高安全性。

(2)環境。

(3)移動性及效率。

9. Ford Palo Alto 研發創新中心

(1)與史丹佛、柏克萊等大學合作專案，其中包括車子以物聯網方式與房子的雙向互動專案，可透過車子開關家用電器，在家裡透過聲控查詢車子剩餘電量、油量。

(2) Ford openXC 專案

美國所有汽車都配有訊號連接孔及部分訊號標準以提供檢測引擎轉速、碳排放等用途，Ford 是第一個將車況訊號以開源程式碼方式公開出來，可透過連接器或藍芽裝置傳送來讓外界做車聯網創新應用。

10. OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) 隱私權指導原則：

- (1)要通知民眾政府在收集數據及數據的用途。
- (2)政府使用數據的使用範圍必須完全符合告知個人，不能擴大。
- (3)取得個人同意，並讓人可拒絕收集數據。
- (4)資料的安全性與完整。
- (5)讓個人能取得自己的數據。
- (6)政府要做到究責，資料必要確保安全並追蹤責任、加密。

貳、研究建議

(一)設立智慧城市產業主管交流會議，中央及地方政府主管定期或不定期討論採購、標準、產業、新創、資安等議題。

中央及各地方政府主管可定期或不定期討論採購、標準、產業、新創、資安等議題，縮短磨合期冗長之問題，另透過交流討論各城鄉所面臨要解決之城市及跨城市之相關議題及解決方法。另如何擴大各城市影響力，彼此發展其城市特色產業，透過交流方式，選擇優良營運廠商，除提供智慧城市服務外，以內需市場建立其在台灣之規模經濟產業基礎，每個領域培養廠商具營運中心實力，以利其未來可國際拓銷。

(二)建立智慧城市發展指標，作為檢視各縣市智慧發展水準，以及作為政府及企業如何最適投資之依據。

目前智慧城市指標主要著重在城市發展面向，但未將智慧城市產業發展訂定一指標，而地方政府近來已開始重視其城市經濟發展課題，因此可以參考史丹佛大學城市 GDP 指標想法，訂定一智慧城市產業發展目標，以作為政府及企業如何最適投資之依據。

(三)建立智慧城市生態體系，將能源、交通、社區等各項城市技術發展之運用，經由 PoC、PoS、PoB 三階段進行。

目前智慧城市指標主要著重在城市發展面向，但未將智慧城市產業發展訂定一指標，而地方政府近來已開始重視其城市經濟發展課題，因此可以參考史丹佛大學城市 GDP 指標想法，訂定一智慧城市產業發展目標，以作為政府及企業如何最適投資之依據。在法規容忍下促進產業發展：運用國際市場趨勢（如：數據服務、減碳、網路安全…等），將台灣發展作為先導市場（如：智慧產業、資安產業、自動車產業、能源產業…），設立一定法規容忍情況下做各式應用之實驗計畫（如：Uber 自動車在加州未實際合法，但花一年安全測試計畫，仍讓它上路），並結合運用城市發展議題，提供新興智慧生活實驗場域，發展產業基礎環境，讓創新產業可在台灣發生。

(四)在法規容忍下促進產業發展，組成跨部會推動小組，於實證場域中健化沙盒機制，以讓企業盡情發揮創意。

在政府有限資源下，為聚焦智慧城市的初期發展，應先劃設優先示範區，實驗各種智慧應用服務；同時，利用四個「創」的發展策略來落實實驗場域目標，包括：

- (1) 創造需求：透過政策規劃與公民參與，創造應用服務的市場需求，再據以發展應用服務的內容及營運模式。
- (2) 創新法令：在地方自治的授權範圍下，突破不合宜的法令限制，透過法規沙盒的概念，制訂能催生智慧城市應用實驗及營運發展的法案。
- (3) 創建環境：佈建感測網路、物聯網等智慧城市實驗友善環境及基礎設施。
- (4) 創業服務：邀請創業團隊進駐，提供創業獎勵或創業投資，聘請具成功創業經驗的創業家導師引導協助，以發展智慧服務新經濟。

期待未來能藉由該實驗場域，透過公益的心態、商業的手法創造智慧生活圈進

而形成智慧產業生態系。

(五)設計兼顧政府財政及鼓勵創新的財務計畫，將經費投入於相關研究發展及建立育成中心，並以財稅誘因扶植創新。

智慧城市應打造一個以「公公民夥伴關係（Public-Private-People-Partnership，pppp）」共同參與及投資之模式為基礎，並兼顧政府財政及鼓勵創新的財務計畫發展模式，透過學研機構、法人團體、公益團體及非政府組織等進行跨界整合運作，以更開放更透明的模式擴大市民參與，營造智慧城市運動。提供產業間資訊交流及專案式學習，連結跨領域與產業資源，讓創新創業者或產業在參與智慧城市創新過程中可跳躍式成長，也讓跨領域串連結合出更多突破性創新成果，並開創衍生性事業及對外輸出，確保財務永續。

參考舊金山市政府設立「創業家居留計畫(STIR)」做法，運用競賽方式，由各新創公司送其服務原型(prototype)及申請其欲合作之政府部門，最後經舊金山市政府所組成之委員會篩選出值得鼓勵之優異新創公司，獲選之新創公司獲得機會可將其提案與政府對話，並讓新創與政府合作時間一定期間(舊金山市政府提供四個月給新創公司與政府磨合期)，成功將打造舊金山成為友善新創基地，如:MobilePD(警政)、BuildingEye(地政)、Yelp(觀光)...，此部分經驗與機制可以納入物聯網發展計畫或數位經濟計劃協助新創公司發展。

(六)法規規範創造資安市場，並結合鼓勵社群研發、實地實驗、技術移轉、鏈結國際資本市場機制，茁壯資安產業。

- (1) 比照美國透過法規規範，創造資安市場需求，以構築產業發展溫床透過國家安全會議（National Security Council，NSC）與國土安全會議（The Homeland Security Council，HSC）訂定國家資通安全保障策略，間接促進美國境內的資通訊安全產業蓬勃發展。
- (2) 發展產業推動計畫：比照美國國土安全部會與關鍵基礎設施的擁有者共同合作，將資安研發項目的優先做排序，透過研討會與實驗室的探訪，讓研發社群瞭解聯邦政府的需求。再透過研發補助計畫、實地實驗及技術移轉，讓研發成果可以真正產品化，也讓資安技術在台灣生根茁壯。
- (3) 建立鏈結國際資本市場機制：產業發展均仰賴成熟資本市場機制為後盾，但台灣資本市場對資安產業籌資不易，可比照以色列運用美國鏈結資本市場，發展資安產業模式。