

第一章 緒論

第一節 研究背景與動機

台灣航空工業發展的啟蒙可以由中華民國空軍於民國 58 年間成立了航空工業發展中心(以下稱航發中心)談起，由和美國貝爾公司(Bell Helicopter Co.)合作生產 UH-1H 直昇機，以及自行設計及生產介壽號初級教練機開始。提供我國陸軍部隊使用的 UH-1H 直昇機生產案建立與培養國內製造和組裝飛機的初期能力；至於介壽號教練機則是購買美國民間飛機藍圖仿製而成，目的在培養國人自行設計飛機的能力和經驗。初級教練機的研發及生產成功之後，航發中心又繼續發展中興號教練機、中型運輸機(軍用運輸機)、和自強號教練機。前二者屬於螺旋槳推進飛機，後者則提昇至噴射引擎飛機，這代表了技術層級的提昇。在這段期間航發中心又和美國諾斯洛普(Northrop)公司合作生產 F-5 戰鬥機提供中華民國空軍使用。至此時台灣的航空工業之技術能量幾乎完全在軍方機構之內，當時政府高層未曾考慮發展航空產業的意圖。而稱的上是民間航空相關產業只有負責維修外國(主要為美國)軍機業務的亞洲航空公司而已。

中美斷交後屢次向美採購先進戰機不成後，政府在民國 71 年決定自行投資發展與製造自製的噴射戰鬥機。首先，將負責發展機構由軍種管轄層級提昇至國防部督導層級，空軍的航發中心改隸國防部中山科學研究院；透過技術協助商業契約案(經美國政府批准)，和美國通用動力(General Dynamics, GD)公司合作設計飛機，與蓋瑞(Garret)引擎公司合作發展渦輪噴射機。同時國內成立國防役科技預官，以高額的獎學金鼓勵優秀的國內理工研究青年(碩、博士)投入國防工業行列。

隨著經國號戰機的試飛成功及十年投資累積的技術能量，使政府決策單位覺得航太(航空加太空)產業可成為國家未來發展重點之一。於是在民國八十年，在「國家建設六年計畫」中將其列入未來十年適合我國發展的新興工業項目，同年十二月，經濟部工業局提出十大新興工業(資訊工業、通訊工業、半導體工業、精密機械與自動化工業、污染防治工業、醫療保健工業、特用化學品與製藥工業、航太工業、消

費電子工業及高級材料工業)發展策略及措施，確立由政府協助民間研究發展及投資設廠，以加強各產業關鍵性技術研究開發及技術引進並重方式，建立自主技術並移轉民間等策略方向。

航太工業屬於資本密集、技術密集、經驗密集、勞力密集及產業關聯性大的產業，符合我國當時策略性工業的二高 附加價值高、技術密度高，二大 市場潛力大、產業關聯效果大，及二低 能源密度低、污染程度低的遴選原則，故入選為我國策略性發展的十大新興工業之一。

配合政府發展航太工業的政策，民間投資(實際上仍為政府主導)的台翔航太工業(股)公司於民國八十年成立，加上因應當時評估發展國內航太業的實際需要成立了「商用航太工業發展與生產系統」，其中政府投資 31%，民間投資 69%。台翔公司的經營理念及策略有：(1)投資與生產事業並重，(2)國內與國際的發展雙管齊下，(3)以整機開發、航太零組件生產、飛機維修、飛機租賃及工業銀行等重要航太事業多頭並進。成立不久，台翔公司的著名之舉即民國 81 年參與美國的麥道 MD-12 客機投資案，期望為國內的航太產業注入新的活力。

在搭配當時國際局勢及台灣經濟發展願景，以及航太產業成為國家重點發展的策略產業，政府單位希望將發展戰機所累積的技術能量能夠轉移至民間企業，為台灣高科技產業另外建立傲人的產業成就，在立法院的委員要求及主導下，將中山科學研究院航發中心由隸屬國防部改成經濟部國營企業 漢翔航空公司的主因，同時希望在數年後改制成民間企業，配合其他的措施開創台灣的航太產業國際商機及市場。

這期間另外值得一提的是，在美國參議員的游說下及考量中美友誼，政府及台翔投資美國史威靈公司之商務型小飛機開發案，迄 2005 年政府已出資 6.14 億美元（相當於台幣 202.62 億元）。

由以上的介紹看得到台灣在航太產業的努力相當積極，似乎可以預期將有相當的投資回收，這應該是曾經參與的關係利益人所期待的。

經過十多年的演變，從當年意氣風發的準備進軍國際市場，經歷了參與美國麥克道格拉斯公司(McDonald Douglas，後來併入波音公司) MD-12 廣體客機案的胎死腹中，英國航空公司(BAE)區間客機發展合作案的失敗。而漢翔公司後續參與美國賽考斯基公司(Sikorsky Co.)的 S-92，加那大龐巴地亞(Bombardia)公司的區間客機，波音 717 以及捷克斯拉夫的 L-212 合作案，都未能將台灣的民間航空產業的產值提

升。隨著時間的流失，發展航太產業動能在國內資訊和光電產業蓬勃情況下，以及國際航空產業的衰退下陷入泥沼，始終未能建立具國際競爭力的產業環境。

而投資美國史威靈公司之商務型小飛機開發案，過程中經歷原型飛機的設計不合市場競爭需求而更改設計、費用增加、時程拖延以及不斷要求增資等，最後造成國內總投資幾乎占該公司股權 92.12%，美國技術入股股份不到 10%。產品何時上市及投資何時回收皆不得而知。

而國際上航空產業也隨冷戰的結束而遭受嚴重的打擊，軍事需求的降低促成了國防航太產業之間的合併，美國方面波音(Boeing)公司合併麥道公司，洛克希德(Lockheed)公司合併了馬丁公司與通用動力公司成為洛克希德馬丁公司，諾斯洛普公司合併古魯門公司成為諾斯洛普古魯門公司，加上雷神(Raytheon)公司系統造成四雄鼎立局面。在歐洲方面，英國 BAE 軍機部門和法國達梭公司合併等顯示了企業生存的必然變革。國際長程客機市場變成美國波音和歐洲空中巴士寡占市場。而美國 911 事件更是打擊了原本就低迷的民間航空的產業。

因冷戰結束，大規模的全球性戰爭威脅解除(東、西歐共產與民主陣營對抗)，取代的是區域性衝突(如科索夫、南斯拉夫、中東等)。911 事件之後，反恐戰爭更成了歐洲、美、日先進國家極端重要的議題，家園安全成了刻不容緩的要求。而無人空中載具產業從支援的小角色，隨著美國在沙漠風暴後對其軍事用途的重視和成效，經過大力的投資和研發，到科索夫、南斯拉夫、阿富汗、伊拉克等戰爭的經驗，大大改變其未來空中載具發展的走向。而美國的投資和回收形成世界技術領先的地位，同時刺激歐洲國家盟邦國家的警惕和重視，因而引發投資發展技術的熱潮。而原始發展國家以色列更是不遺力的將其推銷至全世界，同時引起其他第三世界國家發展熱潮。全世界不約而同的承認無人空中載具產業將是未來航空工業的新興產業。

第二節 研究目的

雖然台灣的航空產業界在上一次發展國內航太產業的時機(或許只是一廂情願的幻想)中並未成功，但是國內的國防研究機構並未停止相關航空載具的研發。中山科學研究院(以下稱中科院)航空研究所(以下稱航研所)從民國 83 年執行經濟部科專計畫時，發展出國內第一架的無人空中載具，開啟國內進入此領域的先河。當時無人在意的醜小鴨(重心在經國號戰機的量產與國際的合作案)，隨著美國對其軍事用

途的重視影響，變成近年來國內航空載具研發的重點。

根據目前蒐集的資訊報導，無人空中載具的發展在可預見的未來(10-15年)仍然以軍事用途為主軸，但是民間及商業用途的市場前景及商業利益已受到全球的重視，更是未來待開發的龐大經濟市場。

而臺灣的航太產業也面臨了成長萎縮的危機，國內訂單隨經國號量產結束的停止，國外合作案及代工訂單不穩定造成國內投資業者意興闌珊的現象。而國內也因人工成本高漲發生不少的產業外移至中國大陸與東南亞的情況，在新興產業無法接續的情況造成大量的就業流失後不再恢復的現象，以致失業人口增加。然而最近隨著國內產業的調查發現，航太相關的產業如機械製造、加工等廠商是比較根留臺灣發展的產業，比較無法將數十年累積的技術、經驗、人才、設備等整體產業外移。他們都在努力的找尋高附加價值的產品及技術，航太產業仍是目標之一。

而國內的經濟發展決策單位也面臨了是否將無人載具產業的發展列入國家政策發展或重點發展之下，或是讓國內產業自然發展，由市場機制來決定其存亡？若是列入政策性主導產業，什麼是台灣發展的無人空中載具產業的參考地圖(Roadmap)？

本文的目的將針對目前及可見的未來國際上發展趨勢，國內發展現況以及島內相關產業界的內外部環境與資源條件，探討(1)國內是否具備了發展無人載具產業的條件和機會，(2)若是具備了進入此產業的條件和機會，什麼是台灣的目標市場？(3)台灣有什麼的競爭優勢？可否經由分析過去的錯誤以做為未來改進的參考？(4)什麼是台灣應該的發展的策略和配套作法，才可能在這新興的產業中在國際競爭下生存和創造國家經濟發展的目標。

第三節 研究流程與步驟

本論文之研究步驟流程如圖 1.1 所示。

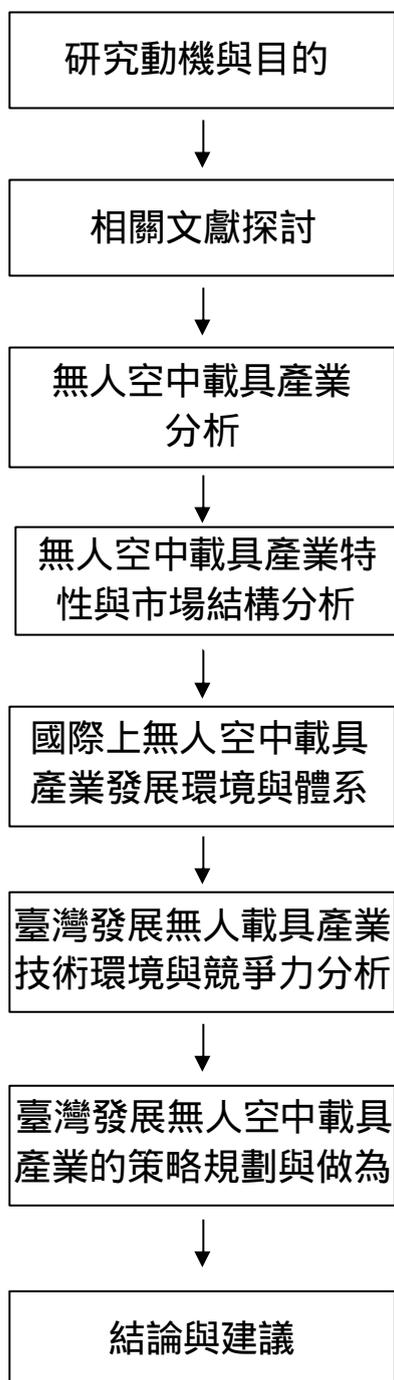


圖 1.1 本論文研究流程圖

第四節 論文架構

本論文共分數章，各章主要內容如下：

第一章 緒論

闡述本論文研究的動機和背景、研究的目的、研究流程與步驟，最後提出本文之內容架構。

第二章 文獻探討

介紹本文策略探討研究應用到的相關的理論，由破壞性創新、競爭策略相關、與核心競爭力的相關文獻進行簡單的討論。

第三章 無人空中載具產業分析

由介紹什麼是無人空中載具談起，接著介紹無人空中載具發展之歷史與發展趨勢，最後探討產品的範疇以提供後續分析參考。

第四章 無人載具產業特性與市場結構分析

探討無人空中載具是否屬於破壞式創新？又是屬於那類的創新？接著探討無人空中載具產業發展的特性，以及世界上各國無人載具產業發展現況與市場預測。

第五章 國際上無人載具產業發展環境與體系

介紹現行航空市場的價值鏈體系，分析國際民用/商業無人載具發展的整體環境與挑戰，說明民用/商業無人載具市場價值鏈體系，以及目前世界上發展民間及商業用途 UAV 的挑戰和努力。

第六章 臺灣發展無人載具產業技術環境與競爭力分析

說明無人載具產業的關鍵技術系統，分析臺灣無人載具產業整體資源與能耐，探討臺灣發展無人載具產業技術整備評估。

第七章 臺灣發展無人載具產業的策略規劃與做為

說明台灣發展無人載具的 SWOT 分析，探討臺灣發展航太產業的前車之鑑。討論在破壞式創新機會下臺灣發展航太產業的策略規劃，以及利用創新觀念創造臺灣發展航太產業的契機。

第八章 結論與建議

對本研究提出結論，以及未來後續研究的建議。

第二章 文獻探討

由於本文研究的目的是在探討台灣是否具備了發展無人空中載具產業的能耐和機會？以及未來採用相關策略的探討。因此必須深入了解無人空中載具產業現在和未來的發展趨勢和產業的特性，同時分析國內產業環境的現況與具備的優劣勢，才能對後續策略發展提供適當的參考資訊，對產業未來的發展有其參考價值的建議。

與本文研究有關的文獻及理論方面共有三部分，分別為：(1)創新相關理論，(2)產業競爭相關理論，及(3)核心競爭力相關理論。

首先，將經由「創新理論」來探討無人空中載具的出現，對現在的航空市場而言，是屬於漸進式創新還是破壞性式創新？在確定之後，將進一步分析現在發展的無人空中載具的產業結構與特性，因此產業的「競爭理論」將會深入探討。接著討論假若臺灣決定參與發展無人空中載具產業，相關「核心競爭力」理論將討論以提供借鏡。最後將結合「創新」、「產業競爭」、「核心競爭力」結合之整體策略規劃與創新經營模式提供做為臺灣未來發展的建議。

第一節 創新相關文獻探討

美國哈佛大學教授克里斯汀生(Clayton M. Christensen)在其系列著作「創新的兩難」、「創新者的解答」、「創新者的修練」等書中，對於企業的成長提出了一些獨特的看法。他認為創新可分成「維持性創新」(Sustaining innovation)和「破壞性創新」(disruptive innovation)。所謂的維持性創新是指在主流產品上銷售性能更好、更高價的產品給高階顧客，例如電腦的CPU 運算速度提昇、半導體記憶體(如 DRAM、FLASH)的容量倍增、數位相機的影像畫數等；而破壞性創新指銷售更簡單、更便利、更便宜的产品給新的顧客，例如早期電晶體收音機、都市小汽車。在他的研究發現了維持性創新的產品上，市場在位者通常是競爭的贏家，但是後者的競局中新進者的確往往能夠挑戰成功。而破壞性創新的市場又可因顧客的價值主張不同，分成低階市場和新市場的破壞性創新二類。新市場的破壞創新追求尚未消費的顧客，而低階市

場的破壞搶奪主流市場的低階市場。

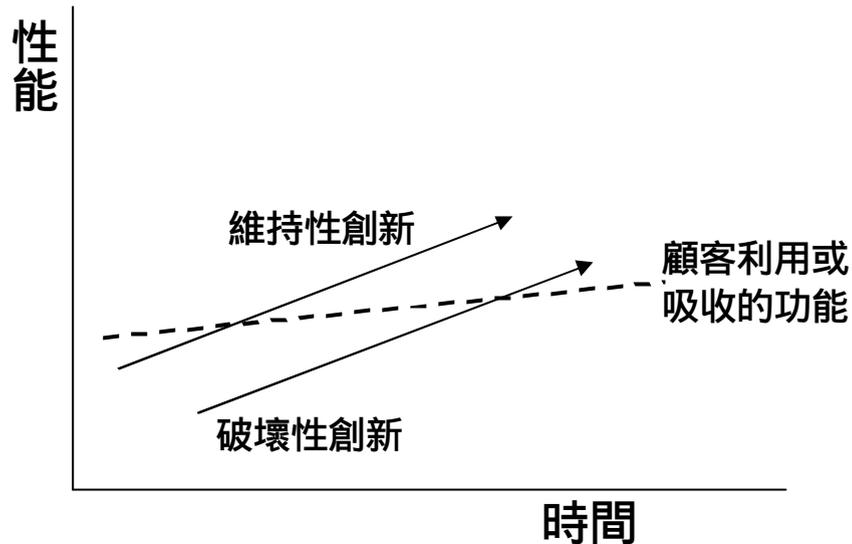
因此我們須要討論台灣想發展的「無人空中載具」產業對目前的國際航空市場而言是維持式創新還是破壞式創新？若是破壞式創新，是低階市場還是新市場的破壞性創新？

一、維持式創新與破壞式創新

現在我們引用「創新的兩難」的觀念來說明創新的演變。在圖 2.1 中橫軸代表時間的演進，縱軸代表標的產品的性能。克氏指出破壞有三個關鍵要素：(1) 每個市場都有一定程度的改善的空間，能被顧客利用或吸收的產品改良(見圖內上升的虛線)，例如電腦 CPU 的運算速度，(2) 每個市場都會出現創新公司推出改良式新產品，是獨特的產品改良軌跡(見圖內比較高的實線)，一般技術革新的速度比顧客吸收的速度還快，(3) 「維持式創新」與「破壞式創新」的區別在於前者主要針對高階的顧客，對性能要求高的顧客進行產品研發。而後者恰好相反，不是生產更好的產品給既有顧客，而是破壞既有市場，推出更簡單、更便利、更便宜的新產品給要求不高的新顧客(因產品性能已超過某些顧客的需求)。書中以日本新力(Sony)公司的電晶體收音機和佳能(Cannon)公司的桌上型影印機，以及美國小鋼廠為例說明破壞市場的過程。

克氏並非否定「維持式創新」對廠商的重要性，重點是在強調「破壞式創新」的作用具有癱瘓領導企業的殺傷力；強調新進者對市場在位者的最佳攻擊方法即是破壞市場。

圖 2.1 的時間-性能座標平面界定了顧客購買產品的特定應用市場，克氏稱此座標平面為價值網絡(Value Network)，係指特定環境時空背景之下，廠商建立產品的成本結構與作業流程，並結了合供應商與通路的合作，以滿足顧客的消費價值主張。



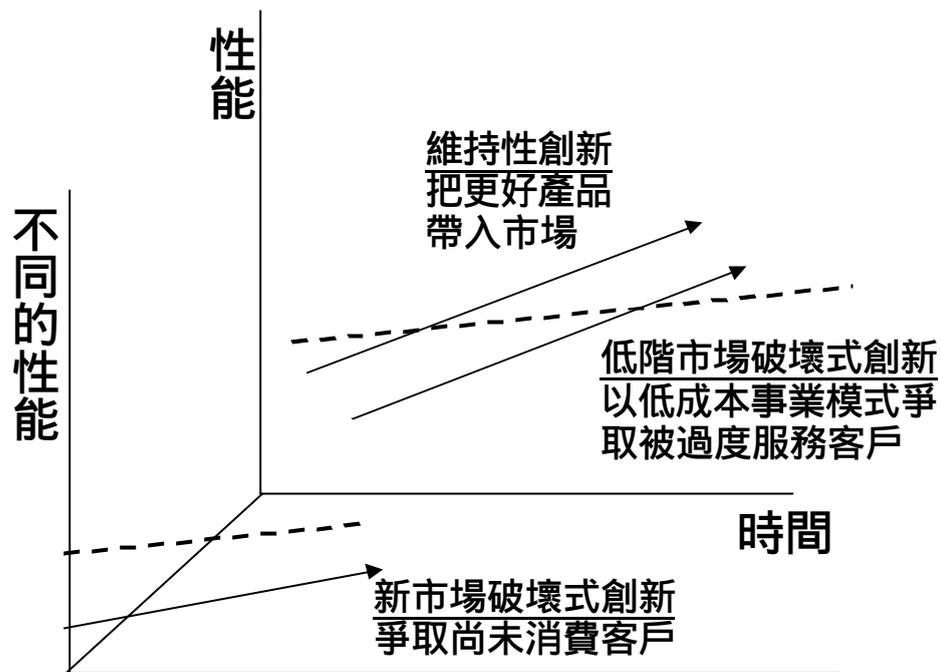
資料來源：創新者的解答

圖 2.1 破壞性創新模型

二、低階市場破壞性創新與新市場破壞性創新

上圖使用二度空間呈現破壞式創新是為了方便解說，而真正適當的說明克氏的觀念是應該以三維來說明。圖 2.2 內中橫軸及縱軸的定義和圖 2.1 相同，差別在第三軸 新顧客層與新的消費環境背景，也就是新的價值網絡。這部分是由過去沒錢購買或是不會使用這類產品的新顧客所構成的。在新價值網絡中代表性能的縱軸和原來價值網絡的縱軸不相同，因為不同價值網絡中顧客對產品的性能有不同的考量和定義。

接下來藉圖 2.2 說明「新市場的破壞性創新」與「低階市場的破壞性創新」的差異。「新市場的破壞性創新」係指第三軸上新的價值網絡，指尚未消費的新顧客群，因為破壞性的創新可帶給這類顧客更便宜、更便利、更容易使用的產品，讓尚未消費這種產品的顧客願意花錢。日本新力公司的第一代口袋型電晶體收音機，和佳能公司的桌上型影印機相對於當時市場主流的真空管收音機和公司級使用的大型影印機市場而言都屬於新市場的破壞性創新。因為新價值網絡的性能焦點是在於顧客使用(完成工作 郊外場所的娛樂和影印目的)的方便性，雖然品質仍無法和主流的產品競爭，但是顧客的價值主張已不再是更優良的品質而是使用方便性帶來的價值。



資料來源：創新者的解答

時間

圖 2.2 破壞式創新模型標準圖

新市場破壞創新在剛開始時爭取尚未消費的顧客，但是當產品性能改善(如上述收音機及影印機的品質)後就會吸引原先價值網絡中的顧客。最後完全顛覆(取代)原來市場的在位者之地位。

而「低階市場的破壞性創新」就是攻擊原有或主流價值網絡中的低階市場，並沒有創造新市場只是利用低成本掠奪市場在位者的低利潤顧客。美國小鋼廠和目前韓國小汽車在北美市場的形式就是最好的例子。

三、市場區隔

克氏利用顧客的「工作」來區隔市場，這和傳統的市場區隔定義概念不同，也就是說顧客是雇用(購買)「產品」來做特定「工作」。顧客是因為需要完成某件工作才開始尋求能讓他們以有效、快速、便宜的方式完成工作的產品，因此工作的功能、情感、與社會因素才是構成顧客購買情境的關鍵，因此區隔市場分析的對象不是顧客，而是顧客所處的情境。這觀念將會應用於未來發展的策略內。

克氏歸納出新市場破壞性創新的四大關鍵，以找出其理想的顧客與應用領域，它們分別為：

1. 顧客想完成某件工作 但因財力不足或是缺乏適當技能，需要更簡單更便宜的方法幫助完成工作。
2. 顧客會將產品和完全沒有情況來比較而購買，雖然產品性能不如價格較高、需要特殊專長的高性能產品，但需要跨越的性能障礙相對較低。
3. 產品背後的技術可能複雜，但是將產品變的簡單、便利、容易上手。讓收入不高或缺技能的人趨之若鶩。
4. 產品創造全新的價值網絡，讓新客戶透過新通路在新場合使用。

第二節 競爭策略、競爭優勢、與國家競爭優勢相關文獻探討

美國哈佛大學教授麥可 波特(Michael Porter)發展了系列有關產業競爭的研究；第一部「競爭策略」探討產業競爭情形，利用五力分析模型探討產業是否具有優勢。第二部「競爭優勢」探討企業競爭優勢及其持續力的相關要素，以價值鏈(Value Chain)的觀念討論企業內部各項價值活動對成本和差異化影響。第三部「國家競爭優勢」利用鑽石模型探討何以某些國家在特殊的產業具有競爭優勢。

本文將配合克氏的破壞性創新理論，結合上述的競爭優勢理論，及培養核心競爭力的觀點，對發展臺灣無人載具產業的策略提供基礎性的探討。

一、競爭策略

在產業的結構上，波特認為任何產業內競爭都包含五種競爭因素：(1)新加入者威脅，(2)替代產品(服務)的威脅，(3)供應商議價力量，(4)顧客議價力量，(5)現有競爭對手的競爭。這五力的架構(見圖 2.3)有助於企業釐清所處產業的競爭環境，指出產業中競爭的關鍵因素，並界定改善產業和企業獲利能力的策略創新。這五種競爭作用力的加總大小，可以決定產業競爭的程度是否激烈，與產業的長期上的獲利性。波特指出五種作用力都良好狀態的產業如製藥、軟性飲料等產業，廠商可賺取可觀的利潤；反之一種或多種競爭力表現不佳的產業如鋼鐵、橡膠，即使企業在經營管理下功夫，利潤仍然很微薄。顯示最強的一種或多種作用力將主宰全局，變

的非常的重要。不同的作用力對不同產業的競爭態勢，份量也不同。

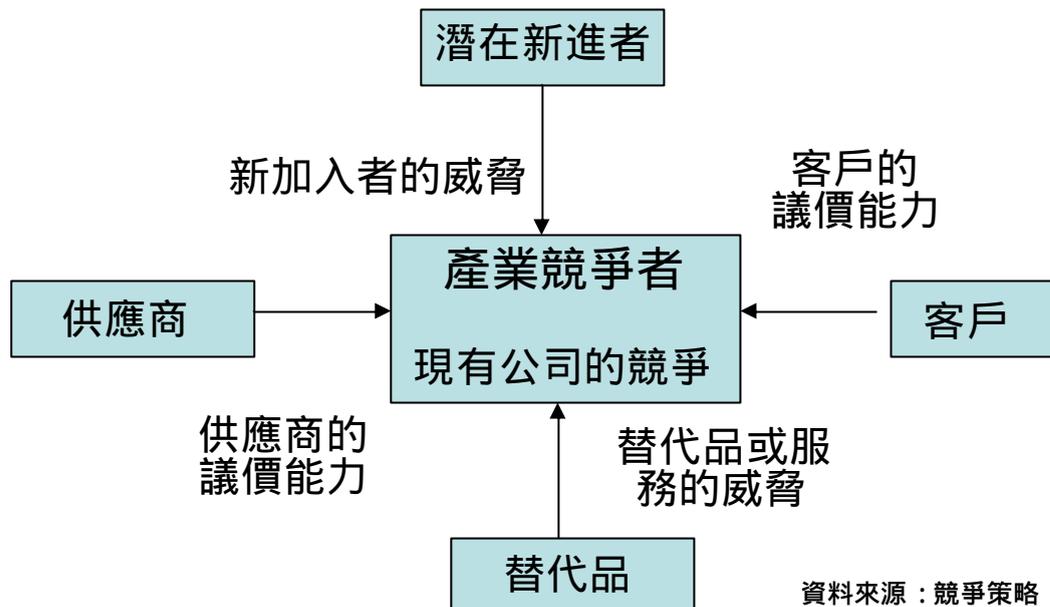


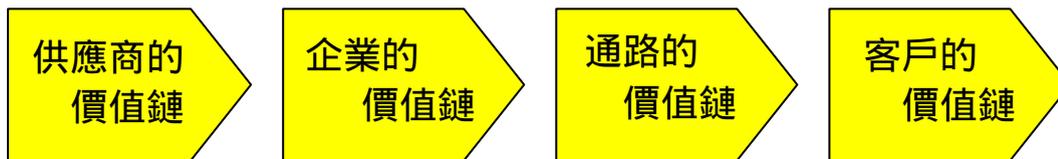
圖 2.3 波特之五力分析模型

我們將藉由五力的分析來探討無人空中載具產業的特性。是處於競爭力強烈的無利可圖的市場，還是作用力溫和將可獲得高報酬的新興成長市場？而將假設臺灣成為將進入產業的新進者之一，對於相關的討論將更為深入。

二、競爭優勢與價值鏈

波特在「競爭優勢」的著作中以「價值鏈」(Value Chain)的觀念做為分析競爭優勢來源的基本工具。價值鏈將企業依其策略性的相關活動分解開來，來了解企業的成本特性、以及目前與未來差異化的來源。波特認為價值鏈是包含於範圍更廣的「價值體系」(Value System)內，見圖 2.4。供應商、企業本身、通路、和客戶都有自己的價值鏈，都能夠透過許多方式對其上或下游的績效產生影響。競爭優勢的獲得與維持，除了對自身價值鏈的深入了解外，更須要了解企業與整個價值體系的配合。

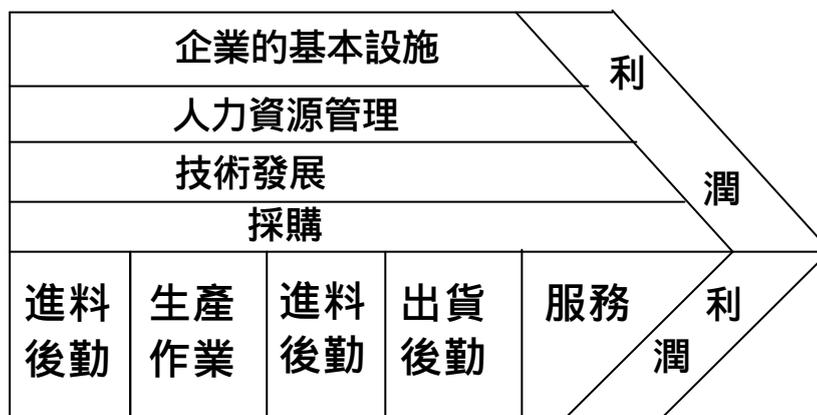
相同產業之中，不同的企業有不同的價值鏈，這反映了企業經營的歷史、策略、與績效成就。企業的價值鏈可能會在競爭範疇上和競爭者有所差異，這也是競爭優勢的一項潛在來源。企業可利用所處的產業區段建構其價值練，來獲得成本或差異化的優勢。



資料來源：競爭優勢

圖 2.4 價值體系模型

來自於企業內部的產品設計、生產、行銷、運輸、支援作業等多項獨立活動，這些活動的集合可以構成一個價值鏈，見圖 2.5，它們對企業產品的相對成本地位都有其相當的貢獻，同時也是構成差異化的基礎。競爭者之間價值鏈的差異就是形成競爭優勢的重要來源。



資料來源：競爭優勢

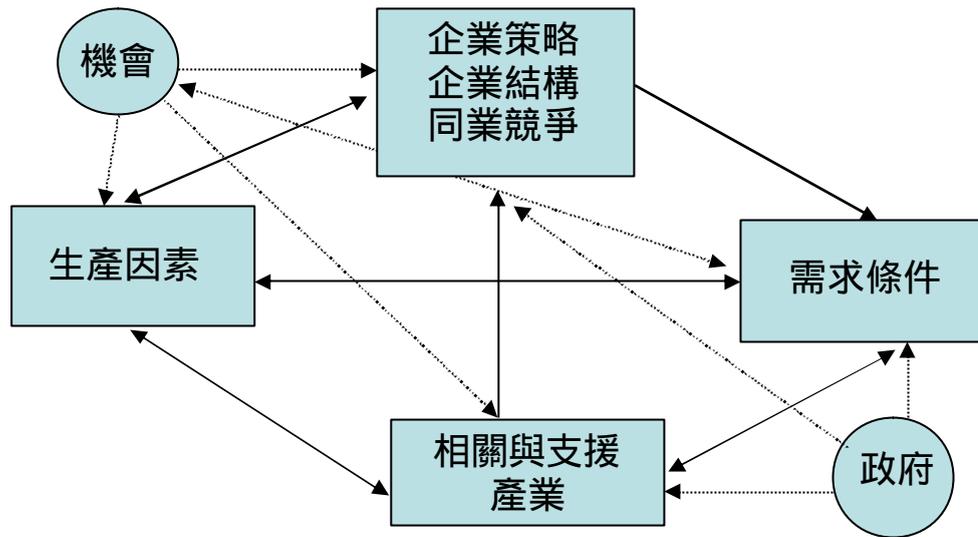
圖 2.5 一般價值鏈

價值鏈的總體價值是由各種價值活動和利潤所構成，是企業為客戶創造有價值產品的基礎。利潤是總體價值和總體成本的差額。價值活動可分為二大類，一是「主要活動」，即涉及產品實體生產、銷售、運輸、與售後服務等活動，另一是「輔助活動」，由採購、技術、人力資源、及各式整體功能的提供來支援主要的活動。因此價值活動是構成競爭優勢所需之眾多的獨立基礎，由活動的表現加上經濟效率決定企業的相對成本地位；而價值活動的表現決定企業滿足顧客需求程度，因此形成差異化。

三、國家競爭優勢

對於某些產業何以某些國家具有強烈的國際競爭力，波特發表了鑽石架構模型

理論(見圖 2.6)來說明。



資料來源：國家競爭優勢

圖 2.6 波特之國家鑽石架構分析模型

在波特的研究中，有四項重要的決定要素：(1)生產因素 指國家在特定產業競爭中有關生產方面的表現，(2)國家的需求條件 本國市場對該項產業所提供產品或服務的需求為何，(3)相關及支援性產業 這項產業的相關產業和上下游產業是否具有國際競爭力，(4)企業的策略、結構與同業競爭 企業在一個國家的基礎、組織和管理型態，以及國內市場競爭對手的表現。以上四項關鍵要素形成一個鑽石體系，攸關國家產業能否成功。此體系是一雙向強化的系統，任一項因素的效果必然影響其他項的狀態，當企業獲得某一項要素優勢時，也會幫助創造或提昇其他因素的優勢。

另外有二個重要變動：(1)機會，(2)政府。機會通常會在發明、技術、戰爭、政治環境發展等出現重大變革或突破時發生，一般非企業與政府能控制。機會變數可能調整產業結構，提供一國企業超過別國企業的機會。對國家發展競爭性的產業有關鍵的影響。政府變數對體系的影響最容易由政策來了解，例如法規改變 反托拉斯、國營改民營化等。

我們將應用菱形鑽石模型來探討台灣發展無人載具產業的策略。

第三節 核心競爭力文獻探討

有關能力(Capability)和能耐(Competence)的區別眾說紛紜,有人認為是有區別的,例如公司將具有的資產(assets)能耐(Competence)結合來創造出公司的(獲利)能力(Capability);也有人說可以互通的(interchangeably),關鍵在於形容詞的使用,指出像 Selznick(1957)使用「獨特能耐」(distinctive competence)描述一個公司比它的競爭者做的更好的事情部分。其他相關的看法也非常的多,因非研究重點不多討論。

本文以 Hamel & Prahalad(1990, 1994)等有關核心能力(Core Competence)的研究歸納為基礎,首先他們認為核心能力(或核心競爭力)定義為「企業組織藉過往至今所累積的知識與學習之效果,須要各事業單位之間充分的溝通、參與、及投入,特別的是致使不同的生產技能之間能相互合作,或者是將各種不同領域間的技術加以整合的能力,並能產生提供顧客特定的效用與價值」。因此可以說核心競爭力是一種獨特、不易被模仿、比競爭對手更優異的資源之應用與技巧。它是企業組織內許多技術的整合,包括有形與無形資產配合公司經營管理上的獨特能力,讓公司的經營可以具有「創造顧客核心價值」、「對競爭者產生差異化優勢」、「進入新市場的能力」的特性。

Hamel & Prahalad 認為有關核心競爭力的類型可分成三類:

- (1)技術的能力(Functionality) 提供產品或服務的能力,屬於最基本的優勢。
- (2)產品整合的能力(Products-Integration) 產品供應至客戶間的所有價值活動的整合,如從產品設計、物流管理、生產製造、存貨管理等過程的整合能力。
- (3)獲得市場的能力(Market Assess) 指企業拉進與顧客之間距離的計技巧與能力,例如市場行銷、品牌開發能力、廣告、售後服務、和技術支援能力。

第四節 國內相關研究文獻探討

由於全世界無人空中載具的發展歷史仍然很短,產業的發展主力仍在軍事國防

上運用，除了以色列和美國之外，各國的發展幾乎還在研發驗證或是初期階段。至於民間和商業用途的無人載具產業也才方興未艾。因此產業相關的專題論文不易發現，但是專業雜誌對產業發展的進展報導很多，可以提供做為研究的參考資料。而國內的發展也不過是近十年來的事而已，只在國防研究機構和學術單位的研究有所報導，因此可以發覺的相關研究論文幾乎全是工程方面的研究，尚未發現有關產業的部分。也許本文可能是國內第一篇討論臺灣無人空中載具產業相關的論文。

第三章 無人空中載具發展趨勢介紹

為方便本章的說明，廣義的無人空中載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)是指天空中無人駕駛的飛行載具，因此從早期發展的遙控駕駛飛機(Remotely Piloted Vehicle, RPV)，軍用靶機(Aerial Target Drone)，巡弋飛彈(Cruise missile)等都可以包含在內。本章中除了介紹發展過程歷史引用廣義定義之外，針對本論文探討之產業和科技的發展則專指無人駕駛的飛機。

最早無人空中飛機的研發是為了完成軍事任務的目的，直到現在情況仍然不變，但是隨著技術和功能的進步也逐漸發現了應用於民間用途的優點。下節將簡述過去/目前/及未來發展的分析，以做為後續產業發展的根據。

第一節 無人空中載具簡介

基本上(狹義)無人空中載具(以下多以 UAV 表示)和傳統的軍事/民航飛機的差別在於是否於機艙內需要有人來操作或駕駛飛機。早期而言 UAV 的定義是指飛行的載具要依據無線電遙控或飛控電腦依事先輸入程式自行飛行。前者即所謂傳統遙控飛機(早期一般玩家於戶外在視線內操控，而未來指有人於美國境內的控制室內操控飛行於中東上空執行任務的飛行載具)，而後者即本文所討論的必須具備視距外(Stand-off)自動飛行能力的無人空中載具。

由定義知 UAV 的最大特點是無須駕駛員，因此傳統飛機上的駕駛座艙與保護飛行員的系統設計可以完全取消，同時當初考量人體生理限制(例如飛行員只能承受最大瞬間 9 倍的重力加速度負荷，及常態下無法長時間飛行等等)的因素可以取消，因此飛機的尺寸可以合理的減小，載具的重量降低，操作的靈敏性提高，同時降低了研發/生產/服役/後勤保養成本。另外，UAV 和傳統的軍事飛機相比較，具有無須擔憂飛行人員傷亡的最大優點，因此可以全心全力於飛行功能極大化的設計。

目前 UAV 發展的觀念上，是現行飛機的補助載具，例如目標地區的持續監視任務(長時間/無聊性)，或是開戰之初執行壓制敵人空防系統(Suppress Enemy Air Defense, SEAD)任務(危險性)等等。未來隨著科技的進步發展，在趨勢上只要目前軍機所能執行的任務，UAV 都能實現(只是投資研發費用的多寡及發生時間的快慢)。

相對於目前各國努力於軍事任務的發展，無人飛機的民間用途也逐漸被世界各國民間及商業團體所重視，詳細討論將於第五章。

雖然本文探討 UAV 載具產業，而實際上 UAV 若沒有攜帶完成任務的酬載 (Payload)，只不過像是一架昂貴實髦的玩具。飛行載具和酬載對其執行任務的關係有如紅花綠葉相得益彰，任何一方的技術上的增進都會促進執行的任務精進。有關酬載部分可參考第六章的介紹。

第二節 無人空中載具與其相關技術發展簡介

就廣義的 UAV 發展上美國可說是世界最早的發展國家，但是在狹義 UAV 部分卻成效不彰。小國家以色列卻後來居上，利用「創新」的觀念將 UAV 的重要性展現於全世界。美國在引進及吸收以色列的發展經驗後，配合其國際政治與戰略目標，在投入大量的國防經費發展，以及利用參與國際上的區域戰爭(波灣戰爭、科索夫、南斯拉夫、阿富汗、伊拉克等戰爭)之實際應用經驗，已經變成世界 UAV 產業及技術發展的參考和模仿的對象。

當美國重新重視(狹義)無人飛機的軍事用途後，開始執行成軍方的計畫後，其發展的規劃路線即刻變成世界各國發展的參考指標。而這些方向也將是 UAV 產業的未來市場，因此必須對於整個技術及產業的未來走向有全盤的瞭解，才能在策略規劃提供正確的資訊作為決策的參考。

一、美國 UAV 技術的初期發展

UAV 應用的濫觴可以從美軍於 1960 年代越戰時使用 Teledyne Ryan 公司的遙控飛機於北越進行偵察任務開始。雖然當時載具的損失率相當的高，但獲得非常有軍事價值的影像及情報，而且有些飛機在敵方極端嚴苛的防禦環境下仍然存活歸來。這些都是後來發展時的支持理由。

然而，後續相關 UAV 的發展計畫卻演變成令人失望的結果，因為大多計畫都會演變成成本增加、計畫脫期、技術能力出現缺陷、以及實際運作的成效不良的情況。著名的例子有：(1)洛克西德公司為陸軍發展的天鷲座(Aquila UAV)計畫，在 1980 年被美國政府取消，以及(2)1993 年 Teledyne Ryan BQM-145A 中距離 UAV 計畫。

雖然相關的單位進行過事後檢討，然而並無法確定造成失敗的原因，只是能夠確定不是 UAV 本身，因為這期間的其他的廣義 UAV 計畫發展都很成功。一個可能的解釋是在 UAV 發展計畫時從來沒有獲得軍方使用者(顧客)的充分支持，只是一種協調的結果，例如是從現存的發展計畫上去找尋終端的使用者，或者是因為計畫產品

的性能只是用評估及推測的。因此造成了 UAV 計畫發展上的學習曲線很平緩(經驗無法累積)、計畫執行中發生很多次的失敗(無法準時達成 milestone 的要求)、計畫的風險裕度大幅的降低、產品的單位成本一再的增加，以至終端使用者(軍種)支持減少；如此現象一再重覆的發生，以致更進一步進入計畫毀滅的螺旋(Diminishing Spiral)。

二、以色列的傲人成就與 UAV 觀念的崛起

以色列的情形剛好相反，使用單位知道他們發展的目的，而且規劃了未來的需求與搭配措施。1970 年以色列秘密的從美國購買了 12 架 Firebee 無人載具，經過修改後執行偵察和誘餌(decoy)的任務。

1973 年的以阿戰爭讓以方學了一個很重要的教訓 無法再承受一次高程度的戰機損失。以色列可以對付蘇聯提供的薩姆 2 型和 3 型固定式的地對空飛彈，但是無有效的技術對付機動型的薩姆 6 型飛彈。以色列軍方決定發展 UAV 系統成為處理戰略威脅的武器系統，因此決定了 UAV 發展的地圖(roadmap)。

然而真正引起世人重視的 UAV 發展事件是以色列與敘利亞的戰爭；1982 年在黎巴嫩的貝卡山谷之戰，以色列軍方使用其發展成為軍事用途 Scout 和 Mastiff 無人飛機，利用它們的低雷達截面積(Radar cross section, RCS)特性，偷偷的飛行於敵方的空防陣地後面，在開戰之初，以方 UAV 假裝成戰機誘騙敘利亞打開防空雷達與發射飛彈後，以色列軍方戰機馬上利用反幅射飛彈摧毀敘利亞防空雷達後再攻擊飛彈陣地，在最威脅的二個小時內就摧毀了 19 座地對空防空陣地(敘利亞全部的防空系統)，而無任何戰機的損失。戰爭結果造成敘利亞地對空防空陣地全損及 86 架戰鬥機損失。雖然這一戰打醒了世界的各軍事強國(美、蘇、英、法等)，體會到 UAV 是可以發揮如此功效的。然而，在冷戰威脅的環境之下對促成投入研發卻無任何幫助。

而以色列仍然持續的發展適合其國家安全的獨特的 UAV，並成為世界戰術 UAV 的領導者，並全力向世界各國推銷產品。經過多年的努力，加上產品的優良和創新的觀念能力，後來世界各國發展 UAV 無不直接或間接的承襲了以色列發展 UAV 產品的影子。

三、美國發展後來居上並領導世界

以色列小型戰術 UAV 的成功發展變成了美國後續推展的原動力。1986 年美軍戰

艦在中東受到自殺式小船的攻擊，美國海軍暫時的對策是引進以色列 Scout UAV 並修改成 Pioneer UAV，成為後續美國公司發展的比較參考。1988 年在美國國會指示下，國防部成立無人飛機聯合辦公室(UAV Joint Project Office, UAV JPO)規劃四類 UAV 專案，分別為：(1)近距離(Close Range, CR)，(2)短距離(Short Range, SR)，(3)中距離(Mediums Range, MR)，(4)滯空型(Endurance)。經過仔細評估與計畫的演變，最後變成：(1)戰術 UAV(Tactical UAV)-由 Alliant 公司的 Outrider 代表 (2)中高空滯空(MAE)-General Atomics 公司的掠奪者(Predator)代表 (3)高高空(HAE)-Teledyne Ryan 公司的全球之鷹(Global Hawk)代表。其中中距離的 BQM-145 計畫取消。這三個計畫的成功後都變成美國和世界其他各國後來發展的參考依據。

中高空滯空型 UAV 掠奪者和全球之鷹搭配戰術型先鋒號在後續的戰爭中展現優異的軍事偵蒐功能，引起全球後來爭相加入 UAV 發展的行列，特別是歐盟方面，法國、德國、和英國更是不遺餘力。

另外，有一個很重要 UAV 關鍵發展就是美國國防先進研究計畫局(Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA)於 1994-1996 年資助研究計畫，探索利用網絡(network)致命性無人載具，在關鍵時刻(time-critical)提供彈性及可負擔的打擊能力，因此能於未來的衝突上讓美國獲得顯著的優勢。經過軍種的計畫檢討後，特別強調壓制敵人對空飛彈的能力(SEAD)，因此 DARPA 和空軍開始了無人戰鬥空中載具(Unmanned Combat Air Vehicle,UCAV)的發展計畫。若此觀念驗證可行性，將影響未來四十年的空中武器發展方向。

四、世界各國爭相發展 UAV

在美國展現了發展 UAV/UCAV 的實力以及後續科索夫、南斯拉夫、阿富汗、伊拉克等戰爭中的優異表現，幾乎同時刺激著參與這些戰爭的歐洲盟國 特別法國、德國、和英國，決定奮起直追不讓美國獨享 UAV 的優勢。同時，幾乎世界各國基於國防安全/技術能量/國防經費等考量也開始發展不同的 UAV 系統。依據 Aerospace American 雜誌報導的 2005 年世界 UAV 發展地圖就描述了全世界有一半的國家的軍方擁有 UAV，紀錄上有 43 個國家最少生產一型的 UAV，總共超過 500 種系統。

第三節 無人空中載具產品範疇

根據上節對無人載具發展的介紹，以及目前世界各國所有 UAV 的發展計畫，我們可以用下列三種方式來描述 UAV 的產品範疇，它們分別為：(1)載具最大滯空時間，(2)載具飛行方式，(3)載具設計目的地(軍事功能)來區分。

一、載具滯空時間與尺寸大小

這裡以國際性航太產業專門報導雜誌 Flight International (2005 June 21-27 版)介紹之 UAV Dictionary 的定義為參考。一般空中載具的大小和其飛行距離與酬載 (Payload) 大小呈現正向相關，因為飛行的距離長短和攜帶的燃料多寡有關，加上酬載的大小將會決定載具的尺寸(重量)設計。一般的分級有微型 (Micro)、迷你型 (Mini)、小型 (Small)、大型 (Large)、超大型 (Very Large) 等類。但目前主要還是執行任務的空域與滯空時間為分類基準。

1、微型 (Micro Aerial Vehicle, MAV 或 MUAV)

微型載具的原始定義依據美國 DARPA 的構想，是指載具尺寸小於 15 公分(6 英吋)的特殊用途載具。提供特殊部隊(單兵或少數幾人)在城市郊外或街道作戰任務之需求。規劃上依飛行方式有三個種類的發展，除了傳統的固定翼及旋翼外，最特別的是振翅翼(Flapping wing)的發展，這是一種類似昆蟲(蝴蝶、蜻蜓)或鳥類飛行方式的載具。1997 年開始研發共投入 3,700 萬美元的經費。已研發成功並可能已使用的產品則以美國 AeroVironment 公司的 Wasp 產品為代表，可以飛行 1 小時，飛行距離 1-2 公里，飛行高度在 600 呎以下攜帶彩色攝影機將拍攝的影像用資料傳輸(Data Link)至地面的控制站(小型筆記型電腦)。而目前發展中一些具備 VTOL 能力的旋翼型載具尺寸略大於此規定，但仍稱為微型載具。

2、迷你型 (Mini UAV)

迷你型 UAV 通只可以個人攜帶(Man portable)的小型 UAV，飛機最大飛行距離小於 10 公里，整機重量小於 7 公斤或更少，飛行於低高度(1,500 呎)的載具。一般將其列為迷你型 UAV，以區別微型載具，因為二者通常都是用手擲方式升空。此類載具可以用美國陸軍使用重 4 磅的 Raven 和海軍陸戰隊 6 磅重的 Dragon Eye 為代表。利

用機上的攝影機將山的那一邊(over the hill)情況，由資料鏈立即傳回筆記型電腦的地面控制站，一般使用於班級以下的地面部隊執行偵蒐任務。和微型 UAV 一樣具有設備簡單、操作方便、單位成本低、符合使用者需求的優點。

3、近距離(Close-Range UAV)

近距離 UAV 指最大飛行距離小於 30 公里，酬載小於 5 公斤，飛行於高度 10,000 呎以下的載具。此類 UAV 必須利用跑道或彈射方式起飛，滯空時間遠高於迷你型，適合正規地面作戰單位偵蒐任務應用例如火炮觀察、海岸巡邏等。此類載具可以用以色列 IAI(以色列飛機工業)的 Bird 200 為代表，重 4.1 公斤，滯空 80 分鐘，作戰範圍 15 公里。

4、短距離(Short-Range UAV)

短距離 UAV 指飛行距離小於 70 公里，飛行於低高度的載具。一般也將其列為小型 UAV，必須使用跑道或助飛器(彈射架)起飛。上述的產品多用於陸軍排級或是連級的作戰單位。此類載具可以用以色列 IAI(以色列飛機工業)的 Bird 500M 為代表，重 4.1 公斤，滯空 80 分鐘，作戰範圍 70 公里。

而戰術型 UAV(Tactical UAV, TUAV)通常指滯空時間 6-10 小時，有時中型戰術型(M TUAV)的滯空時間長達 10-15 小時更是平常，而滯空型指停留天空時間長達 15 小時以上或更長。

5、中距離(Medium-Range UAV)

一般中距離 UAV 指滯空飛行可 6-12 小時，飛行範圍 70-200 公里，飛行於 15,000 呎以下高度的載具。此類載具以美國陸軍使用的 Shadow 200 為代表，最大起飛重量 370 磅，飛行空度 15,000 呎，作戰範圍 125 公里，滯留 7.5 小時。這類 UAV 是目前世界各國發展最多的類型。

6、中高空長滯空型(Medium-Range High-Endurance, MALE)

中高空長滯空(High-Altitude Long-Endurance, HALE) UAV 指滯空飛行可達 20 小時以上(通常超過 24 小時以上)，飛行於 18,000 呎以上高度的載具。此類載具以掠奪者 RQ-1L 為代表，最大起飛重量 2,250 磅，飛行空度 25,000 呎，作戰範圍 740 公里，目標上空滯留 16 小時以上，酬載 450 磅。

7、高高空長滯空(High-Altitude Long-Endurance, HALE)

高高空長滯空 UAV 指滯空飛行可達 24 小時以上(通常超過 30 小時以上)，飛行於 50,000 呎以上高度的載具。此類載具以全球之鷹為代表，最大起飛重量 25,600 磅，飛行空度 65,000 呎，作戰範圍 13,810 英里，滯空 24 小時以上，酬載 2,000-3,000 磅。

將上述的資料綜整如表 3.1。

表 3.1 UAV 產品分類表

種類	航程(公里)	時間(小時)	高度(公尺)	代表載具
高高空長滯空 (HALE UAV)	1000~ 6000	24~48	15000~ 20000	Global Hawk EuroHawk
中高空長滯空 (MALE UAV)	500~750	24~48	5000~ 8000	Predator, Euromale
中距離 UAV (MR UAV)	70~200	6~10	3000~ 5000	Shadow 200
短距離 UAV (SR UAV)	30~70	3~6	3000	Bird 500M
近距離 UAV (CR UAV)	10~30	2~4	3000	Bird 200
迷你型 UAV (Mini UAV)	< 10	< 2	500	Raven, Dragon Eye
微型 UAV (Micro UAV)	< 1-2	< 0.5-1	300	Black Widow

二、載具飛行方式

除了振翅型微型載具(MAV)外，UAV 的飛行方式和傳統有人載具的區別完全相同，依據載具產生升力的飛行方式可分成下列三種：(1) 固定翼(Fixed Wing)，(2) 旋翼(Rotary Wing)，(3) 輕於空氣的載具。

1. 固定翼

飛行載具獲得的升力是來至於空氣相對機翼的作用力所提供。因此載具在天空無法停留，必需持續的前進。而載具的推力則使用螺旋槳推進，或是噴射引擎提供。從全球之鷹、掠奪者、UCAV、到一般的 TUAV 都屬之。是目前發展的主流。

2. 旋翼(Rotary Wing)

載具飛行升力和推進力都來至於旋轉的機翼所提供，也就是近似目前的直昇機飛行。此類載具的特點在於具有垂直起降(Vertical Take-off-and-Landing, VTOL)，以及能在空中懸停的能力，適合無跑道環境及海上船艦環境來使用，因此特別吸引陸軍特種作戰、海軍陸戰隊、與海軍艦隊的喜好。而未來發展的載具型式包括了：(1)雙軸直昇機，(2)同軸反轉直昇機，(3)多旋翼直昇機，和(4)風扇導管(Ducted-Fan)型式載具。

3. 輕於空氣的載具

類似飛行船或是氣球方式飛行。於本文內非討論重點，提出來以提供參考。

三、載具軍事任務

目前軍事上可以遂行的任務有：戰場偵察監視、目標指示、電子資訊戰、指揮控制、艦艇護航、無線電中繼平台、誘餌、作戰平台、地面部隊訓練、靶機等，而先進國家已進行轟炸及戰鬥任務的研發。至於未來的可能任務將依科技和國家目標需求而持續的開拓。目前可簡單的以非戰鬥和戰鬥任務來區分。

1. 非戰鬥任務 情資/監視/偵查任務

戰場的情報/監視/偵察(ISR)仍將是目前及短期的將來 UAV 的主要任務。而持續性的監視(Persistent Surveillance)能力更是未來著重的能力。因為對空軍及海軍而言這是非常關鍵的能量。

2. 戰鬥任務

美國在掠奪者 UAV 機翼上安裝地獄火火箭，於阿富汗戰爭對準目標發射，可說是第一個無人載具執行的戰鬥行為。而未來真正執行戰鬥任務的載具是以美國 J-UCAV 計畫發展中的 UCAV 以 X-45 及 X-47 為代表。

2000 年波音公司獲得政府合約發展 X-45A 計畫，驗證無人戰鬥飛機(Unmanned Combat Aerial Vehicle, UCAV)的可行性與軍事用途；同時期 DARPA 和海軍開始研究海軍的無人戰鬥空中載具(UCAV-N)，來檢驗於航空母艦上使用大型無人載具需要什麼。諾斯絡普公司自行投資製造一架 X-47 驗證飛機。經過一陣研究與實際飛試後，軍方擴大二者的任務，造成要求更大尺寸的 UCAV，波音 X-45B 及諾斯絡普 X-47B，

最後在 2003 年 10 月 UCAV 及 UCAV-N 合併成 DARPA 領導下的合作計畫 J-UCAV。軍事任務要求為：具備隱形能力(低被發現能力)，作戰半徑 1,300 海哩，酬載 4,500 磅。

另外在船艦的需求下，火斥候(Fire Scout)直昇機也將直行有限度的戰鬥任務。而陸軍也根據其未來戰爭構想，發展 UCAR 等載具。

3. 其他發展

由於美國在軍事用途的觀念將影響全球的作戰思維，不只美國空軍和海軍發展符合其任務思維的 UAV，例如 Global Hawk、Predator、UCAV，美國的陸軍也針對其未來戰爭需求提出規劃。以下就其陸軍未來戰鬥系統計畫(Future Combat System, FCS)包含的 UAV 載具需求，綜整成表，做為後續策略發展的參考資料。

表 3.2 美國陸軍 FCS 規劃之 UAV 等級

	系統階級	重量	戰場上時間	作戰高度	任務
等級 I (排級)	8 公里	5-10 磅	50 分鐘	500 呎	情況知曉、懸停並鎖定、有限通訊中繼
等級 II (連級)	16 公里	小於 112 磅	2 小時	1000 呎	情況知曉、懸停並鎖定、通訊中繼
等級 III (營級)	40 公里	300-500 磅	6 小時	2000 呎	、有限通訊中繼
等級 IV (旅級)	75 公里	3000 磅以上	75 小時	6500 呎以上	廣區域偵查、通訊中繼

而目前的發展都屬於 DARPA 的先導研究候選計畫而已。目前在等級 I 有漢威(Honeywell)公司提議的扇導管(Ducted-Fan)微型空中載具。等級 II 有漢威公司提議的扇導管系統性空中載具(Organic Air Vehicle, OAV)。等級 III 有蜻蜓影像(Dragonfly Picture)公司提議的旋翼型仔具(Rotorcraft)DP-5X 型。等級 IV 有諾斯絡普公司提議的火斥候(Fire Scout)直昇機載具。

美國的發展總是領先世界其他各國，在陸軍特種部隊的需求上也不例外，因此只要此計畫驗證成功將是其他國家參考的依據。

第四章 無人空中載具產業特性與市場結構分析

UAV 是屬於國防航太產業的一支，但是 UAV 在現在的航空市場中是否屬於破壞式創新的產業？若是的話，有些產業發展形成的傳統限制將可能被改變，有些新的產業特性即將發展。因此首先我們須要討論的是，UAV 產業對目前的國際航空市場而言是維持式創新還是破壞式創新？

第一節 無人空中載具是維持式創新還是破壞式創新？

根據飛機製造產業發展歷史(見圖 4.1)，噴射引擎的發明造成一次市場的不連續(Market Discontinuity)，同時也是一個破壞性的創新。和傳統螺旋槳飛機比較，噴射飛機提供了速度快、距離長的運輸優勢，滿足了顧客完成工作的需求(軍方的軍事任務及民間的商務或其他)。當噴射引擎飛機的性能追過螺旋槳飛機後，主流市場(軍事和民航市場)完全由噴射式飛機主導，螺旋槳飛機只在利基市場(飛行速度不重要，但飛行效率要求高)存在。

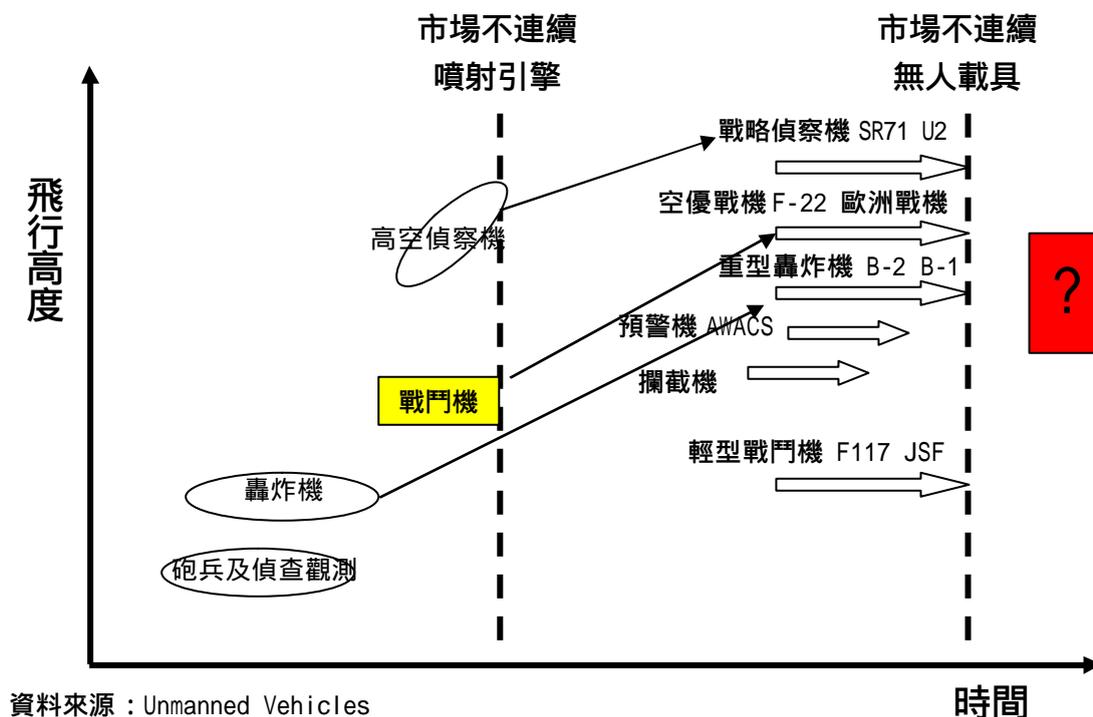


圖 4.1 軍事航空市場發展時間圖

因此我們須要討論 UAV 對目前的國際航空市場而言是維持式創新還是破壞式創新？首先必須說明的是目前 UAV 發展所應用的技術，完全承襲或應用現在航空市場的技術而來，並沒有破壞式的技術創新的部分在內(例如上面介紹噴射引擎推進方式

對內燃引擎配合螺旋槳推進)。重要的差異在於載具應用創新的區別，例如下節將所介紹的 3D 任務，和無人駕駛考量帶來的優點。

克氏提出三組問題(石磊試紙)來判斷創新概念是否具有破壞潛力。首先測試創新概念能不能成為新市場的破壞性創新：(1)過去是不是有許多人因為沒有錢或是相關設備或技能來做這件事，所以乾脆放棄、或是花錢請專業人員來做？(2)顧客使用這項產品或服務是否必須到不便或特定的地點？其次則測試創新概念能不能成為低階市場的破壞性創新：(1)低階市場的顧客是否願意以更低價購買性能較少，但夠好的产品？(2)公司能不能發展以低價吸引被過度服務的顧客，但仍具或獲利力的事業模式？最後問這個創新能夠破壞產業中的所有重要市場的在位者？以下用 UAV 和現行飛機的三項比較：(1)功能、(2)成本、及(3)總成本效益來說明。

一、功能：

破壞式創新強調的第三軸 新顧客層與新的消費環境背景，也就是新的價值網絡。這是上述第一個問題的核心，指市場將是由過去沒錢購買或是不會使用這類產品的新顧客所構成的。在新價值網絡中代表性能的縱軸和原來價值網絡的縱軸不相同，因為不同價值網絡中顧客對產品的性能有不同的考量和定義。

目前 UAV 在軍事支援作戰運作上的最大特色在於知名的 3D 任務，即是無聊(單調乏味)、骯髒、和危險(dull, dirty, dangerous)。在這些特性任務上 UAV 的表現都顯示出優於現行飛機的能耐。

就長時間能耐部分，美國的 P-3C 反潛機可以執行海上巡邏長達 6 小時，在目前的機種中已算是長任務時間，但是和目前一般 TUAV 的 6-12 小時來比較，算不上特別，若和全球之鷹的 36-48 小時來比更是小巫見大巫。更何況在一般的戰場監視任務上，運作 UAV 的整體資源需求(載具、地面控制站、及後勤支持)遠小於目前的系統(戰機群、基地、機場跑道、指揮塔、後勤保養)。很顯然新的價值體系出現，更何況解除了飛行員安危的因素。相同的情況也發生於危險和骯髒的功能上。在危險部分可和下面成本引用 UCAV 的情況來說明。至於有官核生化的偵測或火山爆發的環境量測任務皆屬之。

二、成本：

在傳統戰場偵蒐任務上，運作 UAV 的整體資源需求(載具、地面控制站、及後勤

支持)遠小於目前的系統(戰機群、基地、機場跑道、指揮塔、後勤保養)，根據 Aerospace American 雜誌(2003 Jan)的報導，TUAV 搭配感應器成本花費只有同功能有人載具的百分之一。

未來的戰爭衝突中來至地對空飛彈的威脅會持續增加是全世界都承認的趨勢，先進國家(美國)的軍方為避免此類危險任務的選擇有如下的可能：(1)使用每顆成本 100 萬美元的巡弋飛彈，(2)使用無隱形能力的戰機如 F-16 發射每顆成本 30 萬元的視距外(Standoff)飛彈，(3)使用造價二至三倍高的隱形戰機發射每顆成本 4 萬元的 GPS-導引炸彈，(4)或是造價只有隱形戰機一半的UCAV 攜帶每枚 4 萬美元的 GPS-導引炸彈。UCAV 最吸引人之處在穿透敵方防禦至目標區後使用便宜的彈藥。

在未來應用的UCAV 部份舉例來說明，就目前發展的波音/DARPA 的 X-45 UCAV 在 650 海里的作戰半徑下運送 2 枚 1000 磅 JDAM 攻擊指定目標，和今日的 F-16 執行相同任務來作比較。二者運送武器的性能相差不多，但是總重量 7,500 磅的UCAV 執行成本將只會是重 19,000 磅 F-16 戰機的一半或是更低。當然，這裡將了 F-16 執行空優戰鬥及其他軍事任務的效益給忽略了。

三、總成本效益：

UAV 被許多的國家視為戰力乘數(Force multiple)因為能夠增加單位的效度(Unit Effectiveness)，舉例來說一個停空中的哨兵型 UAV 所涵蓋的監視範圍超過人類哨兵在單調荒涼或潛在危險地區監視範圍 10 倍以上。

此外，依據美國國防部資料，F-16 戰機共花上 95%的飛行次數進行訓練 因此 8,000 小時產品壽期中只有 400 小時在支援作戰運作，相較之下，5,000 小時設計壽期的UCAV 可執行一半的作戰時數，就以每作戰小時的花費的折舊率(depreciated rate)來計算，UCAV 是 F-16 的 1/12，這意味著UCAV 機群可以承受今日 F-16 戰機作戰損失率的 12 倍下，仍然具備效益成本。

另外依據美國空軍部署於伊拉克的參戰指揮人員表示，”敵方移動的即時準確資訊能讓我們的戰場決定的時間由小時計減少成分鐘計”。對戰場指揮官而言這才是 UAV 價值的真正所在。

依據上述的分析，無人載具(包含 UAV 及UCAV)在特定的性能要求上(目前就偵蒐的任務上)是兼具滿足「新市場的破壞式創新」及「低階市場的破壞式創新」的石磊測試。至於是否滿足第三個問題，則是未能肯定，需要更進一步的探討。

第二節 無人載具產業發展特性探討

UAV 產業是屬於國際航空市場的一支，其產業特性和二次大戰後國際上各國發展國防航空工業情形並不完全類似。因為冷戰引起之國際政治考量，加上航空科技的技術層級相當的高與研究發展的投資費用大，各國又保護自己因此特別的強力防範技術擴散，外加學習曲線緩慢，後面發展的國家除非特殊的情況，否則不易趕上先進國家，最後市場仍主要掌控於美、蘇、及歐洲國家手中。日本雖在其他產業(汽車、機械製造、造船、電子產業等)獨霸全球，惟獨航空產業無法成功，航太技術發展仍受制於美國就是一個例子(政治限制也是重要因素之一)。

然 UAV 的情況則稍有不同。在 1990 年之前，除美國外，以色列是世界唯一投入發展的國家，而且成果斐然。然目前世界的發展可分成二大趨勢，(1)偵察任務的 UAV，及(2)戰鬥任務的UCAV。二者的特性不同，本文則探討與台灣未來產業發展有關的第一類，有關第二類的發展則不是本文關心的部分。

本文利用五力分析的模型，除了探討產業結構現象外，也分析產業目前的特色。

一、五力分析 產業競爭力

1. 供應商的議價能力：UAV 的技術多延用現行航太科技，冷戰結束後軍事飛機市場規模與廠商相對萎縮，現有之航太零組件等上游供應商處於競爭現況，因此其議價能力屬於低或弱。但是酬載系統屬於相對寡占市場，但也吸引新進廠商進入。

2. 顧客的議價能力：世界各國急須 UAV 來滿足其國防需求，因此只要經費來源穩定，系統滿足任務需求後，只要價格合理，多能接受。因此其議價能力屬於低或弱。

3. 替代品的威脅：UAV 和現有的飛機、人造衛星等互為替代品，現行飛機的製造價格屬於穩定情況，只要無人載具的未來的生命總成本低於現有飛機系統成本，替代品的威脅低。

4. 產業競爭者：於目前提供市場產品的主要國家就數美國和以色列，其他國家大多在執行所謂的研究計畫階段，尚無新產品出現，但這些計畫驗證完成後都可能變成潛在的競爭者。然而美國大廠正領先國際開發技術發展如UCAV及HALE，目前戰鬥型UAV市場則由美國及以色列廠商獨霸。因國際政治因素(如限制輸出或其他)，

目前各自發展自己的市場競爭上仍屬溫和，但競爭程度有增加趨勢。

5. 潛在進入者威脅：這是本產業發展最重要的作用力。將於下節詳細討論。

二、產業發展現況及趨勢

根據對世界各國的調查，Aerospace American 雜誌報導的 2005 年世界 UAV 發展地圖就描述了全世界有一半的國家的軍方擁有 UAV，紀錄上有 43 個國家最少生產一型的 UAV，總共超過 500 種系統。和 2003 年的報導比較，顯示 UAV 發展熱潮正持續著。

針對五力分析的潛在進入者威脅，趨勢告訴了會有許許多多的國家想進入發展，對未來產業的影響將很重要。下面將分析這現象的原因。

1、進入障礙低，進入技術獲得相對容易

除了UCAV、HALE、MALE 技術等級較高的 UAV 外，戰術級(含)以下 UAV 的技術進入障礙相對的低。原則上只要有能力設計製造小型飛機(民用型/螺旋槳推進)的國家都能進入此領域發展。另外，想發展的國家可經由 UAV 技術先進國家(以色列、或歐美的小型廠商)的技術合作、以及技術轉移的來獲得發展 UAV 技術。印度和新加坡和以色列 IAI 公司合作發展的例子即是很好的說明。

2、國防自主

和發展戰機的技術障礙、投資成本、國防/經濟效益等比較，發展軍事 UAV 的程度(指 ISR 功能上)是相對的容易、投資小、和效益大。此外，對第三世界國家而言，國防相關科技能夠自主自足也是國家志氣的表現，這也是全球眾多國家發展的因素之一。

3、提升國家科學技術的誘因

有些非歐美先進國家政府視本土和區域的 UAV 市場的需求成長，可以成為該國建立國防工業並成為區域 UAV 科技的領導中心，因此而獲得國家優勢。韓國和新加坡的積極發展即是一個好例子。而其發展 UAV 的策略取向，則是利用這些國家已經有的發展經驗的資訊科技產業策略來指導。因為發展的 UAV 產業不是傳統的重工業，不須要政府與社會投資大量的資本與技術，同時須要很長的學習曲線才能有國際競爭力與績效表現。因為非常大量的資訊零組件，UAV 產業發展的概念和資訊科技策略

相同，利用產業群聚(cluster)觀念，創新競爭的優勢。

4、國家支持與國家保護 技術驗證計畫主導

由於技術門檻低、投資所須的資本及人力低、民族自信心及尊嚴等因素，新進入發展國家都可藉國家發展驗證計畫(獨立發展或技術引進與合作)進入發展行業。此外，歐美先進國家也由國家主導發展，期待能增進國防影響力。歐洲大國紛紛加入發展的行列，就是怕落後美國太多喪失國際影響力。

5、民用及商業市場進展緩慢及缺乏民用及商業市場國際標準及規定

雖然軍事用途發展如火如荼，然而針對民航/商業用途的預期投資發展相對落後。這情況有點像「雞生蛋、蛋生雞」的現象，沒有市場則沒有投資，沒有投資則沒有進展，沒有進展則沒有顧客/市場，陷入惡性循環的可能。將於下節討論。

6、破壞式創新之新興產業

雖然 UAV 屬於國防/航太產業的一支，然而卻是具有破壞性創新的性質。像美國通用原子只是中小型企業，藉其掠奪者的成功是否可以挑戰如諾斯洛普公司的龍頭地位？美國 AeroVironment 公司不斷的提出創新的產品，例如微型載具的黑寡婦及 Wasp 以及全太陽能的 Helio UAV 產品，都可能開創前所未有之新市場。而以色列的發展過程更證明了新進廠商是有機會打敗現有市場龍頭的機會。

綜合前二節的分析可以說明無人空中產業目前至 2010 年左右仍然是高獲利高報酬的產業，而 2010 年之後世界各國的研發產品將會陸續出現來爭取目前美國和以色列寡占的市場，但是整個市場的需求(軍事與民間)仍然強烈，因此在短期內(2015 年前)這趨勢不易改變，能夠提供產品為市場接受的廠商仍會是此高獲利的產業的贏家。

第三節 世界無人載具發展現況與市場預估

本節討論現在及可預見未來世界上各國 UAV 的發展情況與規劃，以及未來 10 年的預估市場。針對市場的分析可以依據產品的功能、產品區隔市場、及地區市場。其中產品功能的介紹可參考第三章第三節的說明。而產品區隔市場可分成軍用市場與民用/商業市場二類；而地區市場為方便可以分北美地區、亞太地區、歐盟地區，

及其他(含南美洲及非洲)。因 UAV 產業為一新興產業，目前及最近的未來的發展及採購重點是在軍事用途上，為了清楚展現產業發展及市場全貌因此以地區區隔來說明。

依據 Frost & Sullivan 公司 2005 年的市場調查分析，預估在 2005-2014 年期間，北美、亞太、及歐洲地區將分居世界的前三大軍事 UAV 市場。分別的產值為 136 億美元、75 億美元、及 47 億歐元。

一、北美市場

就市場面而言，北美市場(美國)是全世界發展最積極的地區也是最廣大的市場。據統計共有超過 60 家以上公司製造超過 200 種以上的載具平台，控制了 50% 以上的市場佔有率(以市場價值)，同時生產的產品種類遠超過世界其他地區的總和。市場的領袖以諾斯絡普公司(全球之鷹製造商)和通用電子(掠奪者製造商)為代表。下面以表 4-1 來簡單表示北美地區主要的公司和其產品的種類。

表 4.1 北美地區 UAV 廠商及發展計畫與產品

公 司	計 畫 及 產 品
波音公司	1.UCAV : X-45A&C. 2.MALE : A160 蜂鳥 3.TUAV : X-50A 蜻蜓及無人小鳥, 4.LALE : Scan Eagle A15
諾斯絡普	1.UCAV : X-47A. 2.HALE : 全球之鷹 3.MALE : Hunter II. 4.VTUAV : RQ-8A/RQ-*B
洛克西德馬丁	1.TUAV : 多用途 UAV 2.迷你型 : Desert Hawk
通用原子	1.MALE : Altair, Altus II, Predator Mariner, 2.TUAV : GNAT 750, IGNAT ER
AeroVironment	1.HALE: Helio, Pathfinder, 2.ULAV: Hawkeye, Skytote, 3.CR UAV: Dragon eye, Pointer +, Puma
AAI	1.TUAV : Shadow 200A/200B/400/600 2.CR UAV : CLAW
美國海軍研究實驗室	1.TUAV: Duster, Finder, 2.SR UAV Spotlight
貝爾直升機	1.TUAV : HV-911 Eagle Eye
戰術航太集團	1.VTOL: M2600, 2.小 VTOL: M65/M80
Honeywell	1.OAV Class II
MMIST	1.ULAV: CQ-10A(加拿大公司)

已經於第三章介紹有關美國對 UAV 發展的介紹，也提及這是新興市場，因此大

部分的經費是投入研發上。911 事件後家園安全變成另一重要國家安全關注，因此美國國防部希望在未來 20 年內投入更多的經費，同時每年擬定 10 年發展規劃，稱為無人航空系統發展地圖(Unmanned Aerial System Roadmap, UAS Roadmap)，以推動 UAV 產業的發展。在經費上以全球之鷹和 J-UCAV 計畫佔最大部分。至於其他的計畫如 FCS 對陸軍使用的 UAV 發展具有指標性的地位。

911 事件後美國國土防衛部使用 UAV 巡邏美、墨邊界，同時發展海上長時間偵察的 UAV 計畫。而 2005 年卡崔納颶風造成的災害，也帶來美國政府迅速採購 UAV 的商機，這也表示在民間/商業服務上 UAV 是有很大的潛力，須要業者努力推廣與把握機會。

2、亞太市場

依據 Frost & Sullivan 公司的研究，2005-2014 亞太市場預期在軍事 UAV 系統會穩定的成長，總計有 75 億美元的採購，是僅次於北美大於與歐洲，為全世界第二大的市場。而市場將專注於四種主要的類型：TUAV、MALE、VTOL、HALE。而其分佈如圖 4.2。

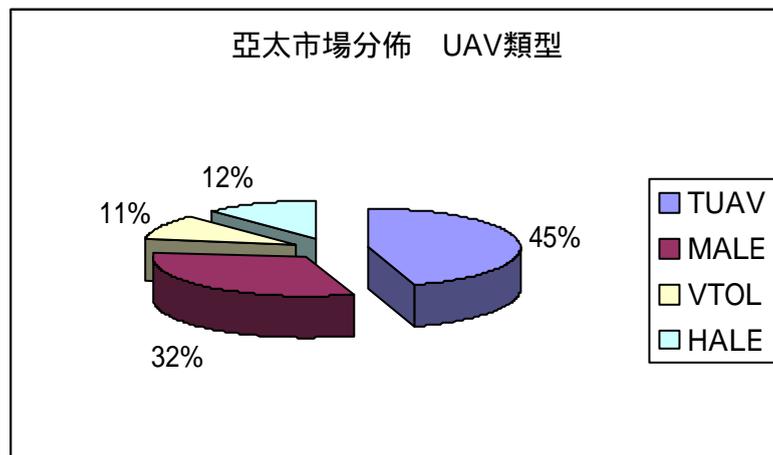


圖 4.2 亞太未來 10 年 UAV 市場類型產值分配圖

至於 2005-2014 年間的市場價值的預估如下；

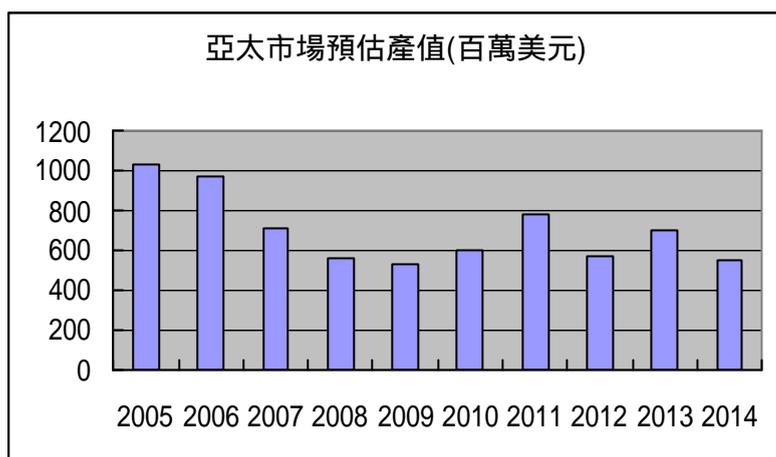


圖 4.3 亞太未來 10 年 UAV 市場產值分配圖

而國家的市場分佈如下：

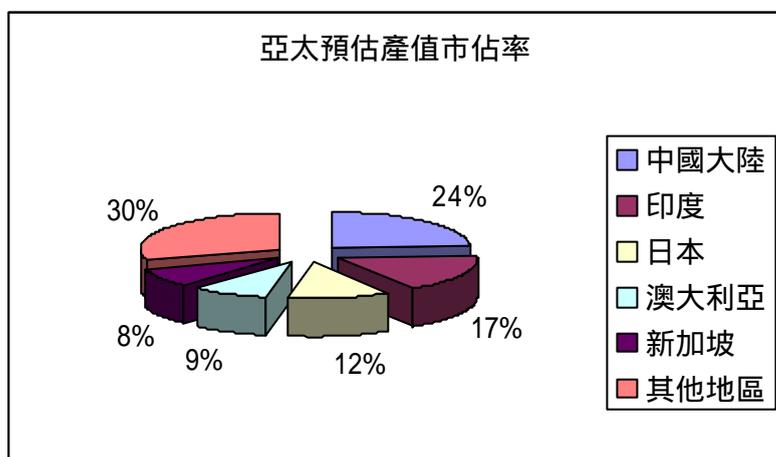


圖 4.4 亞太國家未來 10 年 UAV 市場產值分配圖

有關亞太各國發展 UAV 的主要公司及計畫呈現於表 4.2。

表 4.2 亞太地區 UAV 廠商及發展計畫與產品

公司	計畫及產品	備註
ADI	1. Mini: Firefly, 2. SR UAV: Cybird 2	澳大利亞
ADRO	1. SR UAV: Pelican Observer	澳大利亞
AEROSONDE	1. LALE: Aerosonde Mk4.1	澳大利亞
V-TOL 航太	1. TUAV: i-Foil, Seeker, 2. M. TUAV Phantom(直昇機)	澳大利亞
Rafael	1, CR UAV: Skylift	以色列
航空國防系統	1. SR UAV: Nishant/Gagan, 2. TUAV: Pawan, 3. MALE: Rustam	以色列
Elbit Silver Arrow	1. CR UAV: Seagull, Skylarj, 2. TUAV: Hermes 180, 3. M TUAV: Hermes 450/450S, 5. MALE: Hermes 1500	以色列

EMIT 航空	1.M TUAV:Blue Horizon II	以色列
INNOCON	1.TUAV: Mini Falcon, 2.M TUAV: ASIS	以色列
IAI	1.CR UAV:Bird Eye 100/400, 2.SR UAV:Bird Eye 500M, 3.M TUAV: Hunter 4.MALE:Heron	以色列
藍鳥航空系統	1.CR UAV: Boomerng, 2.SR UAV:Spy-Eye, 3.M TUAV:Blueye	以色列
CATIC	1.SR UAV:ASN-15, 2.TUAV:ASN-105B /-206, 3.M TUAV:WZ-5	中共
複材科技研究	1.Optionally Piloted M TUAV: Eagle ARV	馬來西亞
富士重工	1.SR UAV:RPH-2	日本
山葉馬達	1.CR UAV:RMAX Type II/IIIG(直昇機)	日本
韓國航太	1.TUAV:Night intruder 300	韓國
新加坡科技航太	1.CR UAV:Fantail(VTOL), 2.SR UAV :Skyblade,3.TUAV:MAV-1	新加坡
CSIST	1.M TUAV:中翔號 2.SR UAV:天隼號	中華民國
航空發展	1.CR UAV:Aerolight, 2. SR UAV: Aerosky,Orbitor, 3.M TUAV: Aerostar, 4.MALE:Dominator	印度

Frost & Sullivan 分析中國大陸及印度將會是本區域的最大市場所在。而其他和美國聯盟的國家如澳大利亞、新加坡、日本，以及南韓、台灣等採取美國網絡中心戰爭(Net-Centric Warfare)取向都是關鍵的 UAV 市場。這些國家在武裝力量的大小上，可能成為重度 UAV 使用者。特別是澳大利亞、新加坡將 UAV 視為顯著的武力乘數，在發展上採取強烈積極的態度。

日本的廠商很早即具備 UAV 的經驗、特別在 VTOL UAV 方面，目前有許多 R&D 計畫進行中，然武器外銷的限制表示只能發展本土市場。另外也準備和美國合作，引進諾斯洛普公司的全球之鷹 UAV，同時也計畫發展自己的 MALE UAV。

南韓方面有配合政府支持的 R&D 計畫，有良好結構的發展地圖，產業間籌組策略聯盟，運用工業合作方式，期望利用美國 UAV 能力的第二手經驗來強化 UAV 的發展。

巴基斯坦正建立最大廣泛本土 UAV 設施之一，至少 8 個生產設備製造 2 打已知的系統，主要以靶機與廉價 UAV 為主，並外銷至中東與非洲。

以色列是國際上除美國外最重要的國家，發展 UAV 種類繁多，並且策略運用與

經營型態經長創新，如大力促成國際合作，尤其和歐美及亞洲國家。過去發展的 MALE UAV 如 Hermes 已成為技術輸出的載具平台。而迷你型 UAV 的開發也是市場熱門產品。

3、歐洲市場

冷戰後歐洲國家面臨大規模地面作戰的可能性大幅降低，進而轉變成為專注於短時間內執行長距離的遠征武力的部署或是反應武力 (reaction forces)，例如波西尼亞的區域衝突或入侵伊拉克等。這個轉變成為 UAV 市場的關鍵驅動因子。傳統上歐洲地區的航太工業是和美國與俄羅斯三雄鼎立，然而目前歐洲廠商的 UAV 相關產品只佔全世界市場的 5%，顯示在此產業發展上的落後。但是將隨著各國簽署的許多新合約 (採購計畫) 而將逐漸提高廠商的市佔率。歐洲市場預期在 2005-2014 年間軍事 UAV 系統總計有 47 億歐元的採購，分佈情形如圖 4.5 所示。

歐洲地區 UAV 市場預估 (百萬歐元)

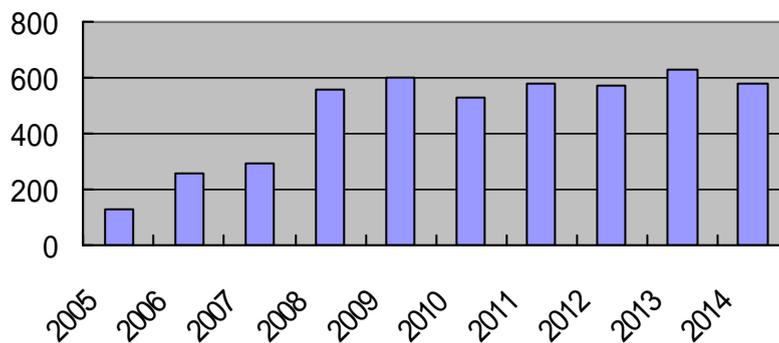


圖 4.5 歐洲未來 10 年 UAV 市場產值分配圖

很明顯的在歐洲方面對於 UAV 的採購上 2009 年後的金額維持一個穩定的局面。而至於採購產品的類型將集中於五大類型：TUAV、MALE、VTOL、HALE 和 MUAV。而其分佈如圖 4.6。其中 TUAV 和 MALE 佔了最大的部分，而 MUAV、HALE、VTOL 等部分也佔了不輕的份量，顯示歐洲方面需求的多樣性。

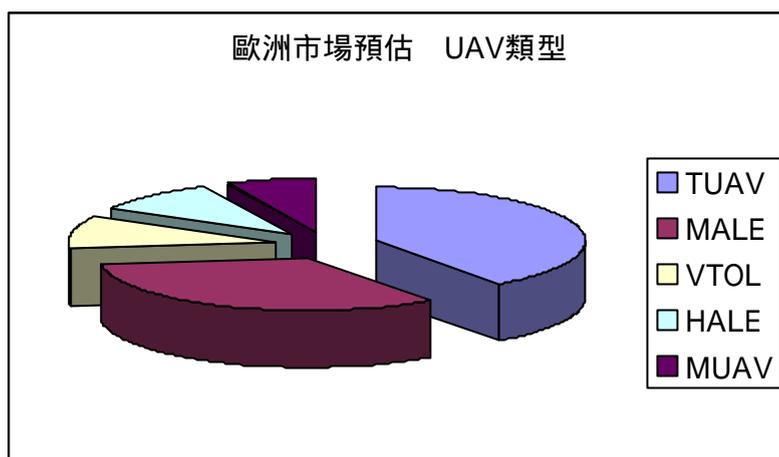


圖 4.6 歐洲未來 10 年 UAV 市場類型產值分配圖

歐洲各國目前的發展的現況可以用表 4.3 的資料來說明。

表 4.3 歐盟/歐洲地區 UAV 廠商及發展計畫與產品

公 司	計畫及產品	備 註
ALENIA	1.UCAV: Sky-X	義大利
Galileo 航電	1.M TUAV:Faico, 2.LADP:Nibblo, Nibblo II	義大利
EADS	1.CR UAV:Scopio, 2.SR UAV:Fox-At 3.VTOL TUAV:Orka-1200, 4.MALE: Euromale, 5.LADP:Surveyor 600, CL-289,	德國
EMT	1.CR UAV:Fancopter(Ducted-Fan), 2.SR UAV:Aladin, 3.TUAV:Luna,X-13	德國
RHEINMETALL	1.Mini UAV:Carolo P70/T140, 2.TUAV: KZO	德國
INTA	1.SR UAV:ALO, 2.TUAV:SIVA	西班牙
達梭航空	1.UCAV 驗證機:AVE/Neuron	法國
SAFRAN(SAGEM)	1.CR UAV:Merlin, 2.TUAV:Sperwer, Crecerelle, 3.M TUAV:Sperwer B	法國
SAAB 航太系統	1.UCAV 驗證機: Filur, Sharc, 2.TUAV	瑞典
Scandicraft	1.SR UAV:APID MK5	瑞典
Schiebel	1.SR UAV: Camcopter, S-100(直升機)	奧地利

歐洲發展 UAV 的積極度可分成四種等級,第一級為 EU 或 NATO 的成員國如法國、德國、英國等傳統軍事強國,配合國際政治須要派兵於區域爭議地區,第二級為擁有相當軍事能力,但對 UAV 發展企圖心有限制的國家,如義大利、西班牙、土耳其,第三級擁有小型武力但對 EU 或 NATO 快速反應武力能有所貢獻的國家,如瑞典、芬蘭、愛沙尼亞,第四級為無意採購大數量 UAV 的國家,以新加入 EU 或 NATO 的國家為主,至於丹麥即表示無意願加入任何遠征的行列。

第一級的國家中法國最為積極同時企圖心也最大，UAV 產品的範疇也最大，從UCAV、MALE、TUAV、Mini UAV、VTOL UAV 都包含在內。而德國、及英國也預期將大規模的使用全方位的 UAV 系統，從 MALE 到微型 UAV。在UCAV的發展方面歐洲也不落美後，共有六個歐盟成員形成全歐洲 Neuron UCAV 驗證計畫，但是英國卻選擇加入美國的 J-UCAS。第二級的義大利、西班牙及土耳其都在找尋發展 UAV 製造的能力，同時也早已進行外購，例如義大利購買美國通用原子的略奪者，土耳其購買以色列 IAI 公司的 Heron。第三級的國家指擁有比較小型武裝力量，經由多層戰鬥群體方式，但是找尋成為 EU 反應武力重要貢獻國家。如由瑞典芬蘭 Estonian 及挪威組成的 Nordic 戰鬥群體。比利時和荷蘭也屬於此層級。剩下由剛加入 EU 的國家比較無意採購大數量的 UAV。

四、其他地區

很顯然的，在南美洲和非洲方面除了南非(見表 4.4)外其他國家目前都沒什麼發展的計畫展現。然而這並不表示其他國家沒有興趣發展，而是目前的國家財務與軍方需求不如其他地區的強烈。然而預估 2010 年後 UAV 的需求將會增加，但佔的市場產值比例仍不具重要性。

表 4.4 其他地區 UAV 廠商及發展計畫與產品

公 司	計畫及產品	備註
ATE	1.TUAV:Vulture, Intelligence Vulture, Multi-mission Vulture	南非
DeneI 航太系統	1.TUAV:Seeker IIE, 2.MALE:Bataleur	

第五章 國際上無人載具產業發展環境與體系

目前世界上許多的國家莫不盡全力的發展 UAV，但所重視的仍是軍事上的用途。一般而言在國家安全要求下，平常軍事用途的航空領域各國自有界定，通常會和民航航空領域區相隔開，一旦必要時軍事的需求將凌駕民航之上。但是若要將 UAV 變成日常的飛行載具，也就是成為民間/商業 UAV 產業化，除了上述的問題外，在技術、商業營運、法規、與現在航空市場系統整合等層面上，仍有一些現實環境的問題須要克服和深入討論及研究，才能將無人載具系統整合融入現在的民航系統中。

第一節 航空市場的價值鏈體系

經過近百年來的發展和努力，國際上整體的航空市場建立了一套非常完整的體系，其價值鏈體系包括了：(1)空中載具的系統整合廠商，大型民航機製造公司如美國波音公司、歐洲空中巴士公司，區間客機製造商如加拿大的龐巴帝亞公司，還有支援上述系統整合廠商的引擎、航電、飛機次系統等關鍵系統及零組件供應廠商，(2)法規，規範國際及本土飛航相關的法律與規定，讓從事的企業與執行人員有合理的標準程序來依循，(3)機場與空域，提供飛機空中規定的飛行航線與地面的起降作業場所。(4)空中交通管理(Air Traffic Management, ATM)，提供安全、有效、快速的航線和機場進出管理，讓客貨運輸流程平順流暢，(5)適航認證，審查外國航空器進入本國領域的相關規定，以及國際上飛航的航空器需求標準，(6)操作人員，從航空飛行到地面操作與及相關支援的營運體系之執行組織與工作人員，(7)休閒飛行，提供顧客生活休閒相關的飛行活動之產業與相關設施等，(8)後勤與支援，(9)維護翻修(Maintenance、Repair、Overhaul, MRO)，(10)相關的服務等等。簡易的體系關係可以由圖 5.1 表示。

價值鏈的每一個相關體系都是一個非常龐大的產業體系。國際上整個的航空市場由飛機製造商(系統整合)開始，結合操作人員系統、後勤支援、維修保養，配合法規、適航認證以及機場/空域、空中交通管理、相關服務等等，造就了一個顧客(客貨運輸)信任、安全、便捷的而且全世界各國本土與國際之間每日運作產業價值體系。整個體系關係綿密相互影響，只要有一個體系受到干擾，例如機場地面服務人員罷工、或飛行駕駛員罷工等，可能到法國巴黎的飛行航線就會停擺，或是必須更換別家航空公司的航線。在中日斷航時，我方禁止日本飛機經過我飛航管轄區，迫

使日本航空飛機繞道造成成本與時間的增加。而二國之間航權的談判與獲得更是影響廠商經營獲利的關鍵因素。台灣製造的航空產品外銷美國的首要條例就是通過美國 FAA 的適航認證，而申請的手續與成本往往讓小公司放棄就是很好的說明。



資料來源：Frost & Sullivan 簡報

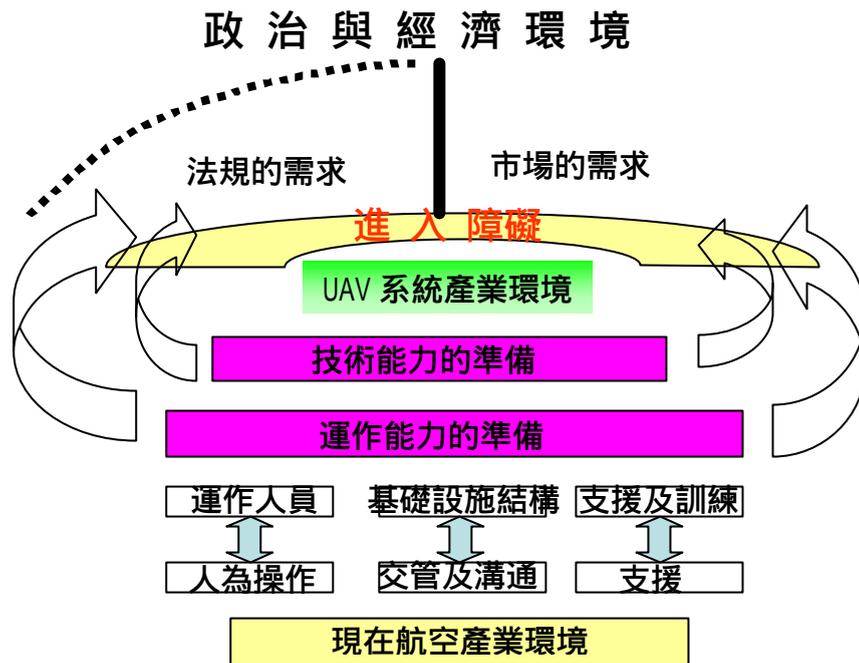
圖 5.1 航空市場的價值鏈體系

而民用/商業 UAV 產業的運作發展將會在現在航空市場環境下進行，無法獨立自成一體，因此下一節將探討發展上所面臨的整體環境與挑戰分析。

第二節 民用/商業無人載具發展的整體環境與挑戰分析

和現在航空市場現況對比，可以了解成熟 UAV 市場的核心組成仍將是由那些提供滿足 UAV 市場與法規需求所必需之技術、營運、和支援的公司和組織，來提供達到滿足使用者不同的需求條件的產品與服務。由目前發展的情況推論，能滿足上述需求的公司和組織很顯然的仍然大部分是由現在航空市場成員為主所混合而成的，當然這其中也包括了具有特殊專業技巧與能力的新進入成員。典型的 UAV 市場組成包括了設備和機體的製造商、零組件和酬載的供應商、系統整合廠商、商業營運的單位、以及像後勤、訓練、維護的支援團體、和專業的 UAV 組織結構供應商。為了方便區別 UAV 產業和現在有人航空產業市場，後者將以(現在)航空產業市場來描述。

為方便了解 UAV 和航空市場的關係，本文用圖 5.2 來顯示在怎樣的一個架構下 UAV 市場的運作，由圖可知整個體系是由影響因素、進入障礙、和與現在航空市場環境之間的介面、與能夠證明安全、符合法規和滿足顧客的基本條件所組成。



資料來源：Unmanned Vehicles

圖 5.2 無人載具產業的環境分析

對於核心的 UAV 市場有三個主要的外部影響，它們分別是政治及經濟環境、飛航相關法規、和 UAV 市場需求。在引進新的 UAV 系統進入現在的航空市場之前，世界各國都多多少少會有某些程度的政治與經濟環境，影響著圍繞著架構下的其他因素，一般而言比較引起關心的包括了以下的一些議題：

1. 對現在航空市場秩序而言，是否接受 UAV 市場為競爭還是補助的需求？
2. 對 UAV 市場是否存在經濟行為情況(economic case)？產品與服務是否比現在航空市場系統更為便宜或是更有效用的事實仍然等待事實來證明。
3. UAV 系統應用達成市場需求的驗證。
4. 政府與廠商是否有意願對 UAV 市場進行投資？
5. 社會大眾是否接受無人空中載具飛越居家的上空領域？
6. 政府與民間社團是否有意願提供(發展)系統及組織架構來將 UAV 市場整合於現在的航空市場環境之內？
7. 現在的航空團體是否接受 UAV 系統？
8. 國際之間有關 UAV 運作的條約。
9. 恐怖主義對國家安全的威脅。

上述的議題都會影響 UAV 市場的發展，若答案是正面的居多而負面答案又有對

策可以改善的話，則 UAV 市場的發展會相對的平順和快速；反之的話，可能須要很長的時間與努力才能有效建立 UAV 市場機制。

有關飛行相關的法規方面，理想上 UAV 產業會承襲或是選擇現在的航空市場的系統。但是在證明 UAV 載具和現在航空載具有同等依據(equivalent compliance)之前，仍然須要深入的了解產業自身特性與運作相關實務，以做為未來市場能有效的運作前題之下提供具備成本效益的選擇。另外，由於 UAV 飛行的控制管理是經由資料鏈(Data-Link)的上傳與下載方式執行，因此也會經由對於現行法規環境來進行評估及提供 UAV 運作的空域及所需通訊頻道，然而最後都會整合於現在的航空市場環境內。

雖然市場本身機制會定義出 UAV 的需求，但在目前產業初期的市場發展上，為了擴大與加速市場的開發的確是須要某種人為的傳統「後推和前拉」(push-pull)機制。一直增加需求的軍方市場是目前最寬大的領域，產業現在所反應的是前拉的策略。雖然大眾對潛在的 UAV 市場已經有一般性的確定，但是關於民間或商業市場的準確需求拉力仍然須要服務業者努力的發展，目前已知許多的需求是來至研究和發展的領域，也許有人會有不同的看法認為這是「後推」的部分機制。

現在 UAV 的直接使用者(如空照服務、國土監視等)定義了相關服務的市場，然而可以很清楚的發覺市場擴張趨勢已經進入目前的航空市場內。在某些情況下，過去避免的服務上例如在不利地形方面或是長時間監控任務上，是能夠經由使用 UAV 過程所衍生出成本效益及安全利益之經驗來獲得競爭的優勢。相同的概念下，有些服務的範疇內，顧客將會依據特殊飛行或環境的狀況來決定採取有人或無人載具之間何者適合飛行的任務。

由圖可知影響進入障礙的因素除了政治、經濟、社會、法律、和環境，在產業本身則為技術上的障礙。如同航空市場一樣 UAV 市場是由提供技術能力和運作能力的二個主要領域所組成。在提供技術能力部分，相關的次領域則反映現在航空市場內能直接應用於 UAV 系統的需求上之廠商，包括了製造、機體製造、酬載系統、地面系統。至於提供運作能力部分可經過操作人員、運作組織架構、和支援組織架構三個領域的發展而達成。

UAV 不可能封閉的獨立發展安全、整合的系統產業，除了直接的影響與天生的進入障礙外，產業須要和現在的航空環境有所介面與整合。許多 UAV 產業的單元是從現在的航空市場衍生出來，或是有類似的發展過程，因此現在的航空市場和 UAV 市

場的運作與組織架構之間須要許多的介面，例如在機場提供、空中交通管理與通訊系統方面；以及後勤組織架構方式，例如有關燃油和備份件的運送等。

有關市場區隔之討論已經於第四章進行詳細的分析，但是偏重於軍事市場的部分。在民用/商業的 UAV 市場，本文利用載具滯空時間，飛行高度，及成本三大屬性來表現民間 UAV 的市場機會區隔，見圖 5.3。這只是在產業發展早期階段時的方便說明，可以讓顧客或計畫的需求能清楚預期市場的價值所在，當成企業投資參考的經濟現況。本文從一開始即特別的強調 UAV 系統將比現在的系統便宜和更具效用，但是未來競爭的真正輸贏是在於整個壽期成本(Life-cycle cost)和成本效益(cost-effective)產出的基本分析。舉例來說，在持續偵查任務上，現在的航空市場與 UAV 在每平方哩/小時的成本對比上是比較合理和有說服性的比較方式，而不是完全依據直覺的判斷。這裡以美國諾斯洛普公司全球之鷹的成本(載具加整合感應器組)由當初估算的每具 1800-2000 萬美元為例說明，最後增加至 4800 萬美元(2002 年)，若再加上不可回收的成本(nonrecurring expenses)則高達 7600 萬元/具，這種結果是否仍然具成本優勢有待研究。

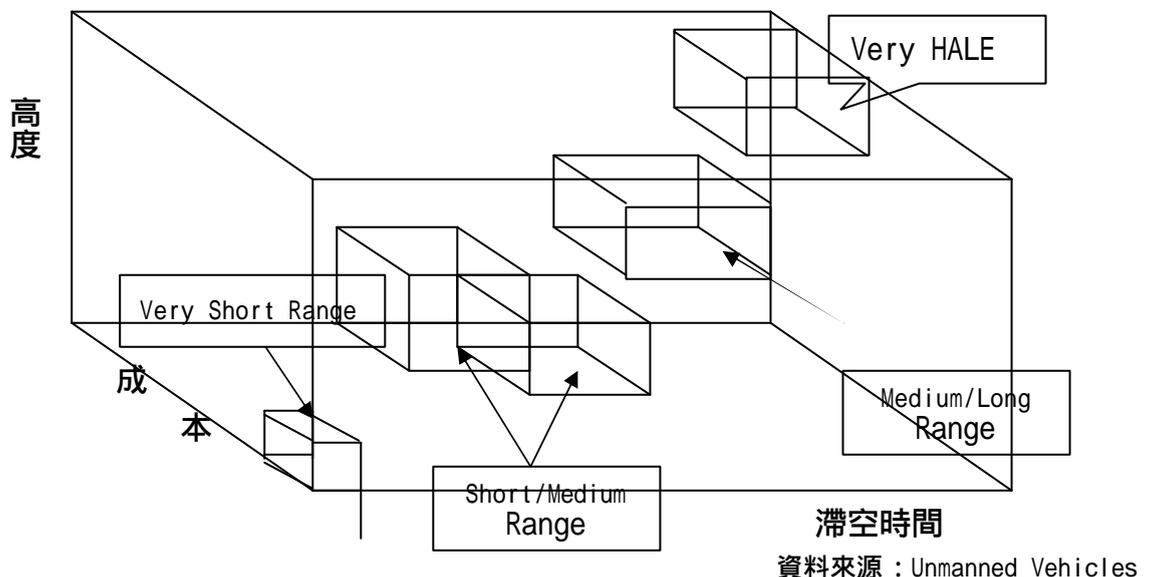


圖 5.3 民用/商業 UAV 的市場區隔

在圖 5.3 中，在非常短距離市場的用途包括了救援服務、農業服務、休閒運動服務等；在短/中距離方面的用途包括警方偵察、管線監視、環境監視、設施偵察、與追尋與搜救；在中/長距離方面的用途包括海岸偵防、通訊鏈、環境與資源監視、天氣與氣象、森林防火等；在非常高空長滯空方面用途包括通訊鏈與人造衛星代用

品。

參考及引用報導的資料，相關民間/商業和軍事 UAV 系統規劃的發展時間表顯示於圖 5.4。對於市場何時能夠開放於無所限制情況以及能提供和現在航空市場一般競爭，必須有一段不連續的需要，這時間將由 UAV 系統能夠日常的運作於所有的空域能力來定義。而這種能力將由產業技術的能力來提供預測之用，至少，「感覺及避免」(Sense-and-avoid)的系統能讓 UAV 運作服從國際及本國的空中導航法規。這類系統目前正在發展和演進中。除了這種技術之外，能夠運作於空域內的所有 UAV 等級系統之第二代與第三代系統必須發展，因為許多現在使用中的系統也許無法包含於未來強制性的能力要求之內，有時系統也可能無法在成本效益下提昇精進。

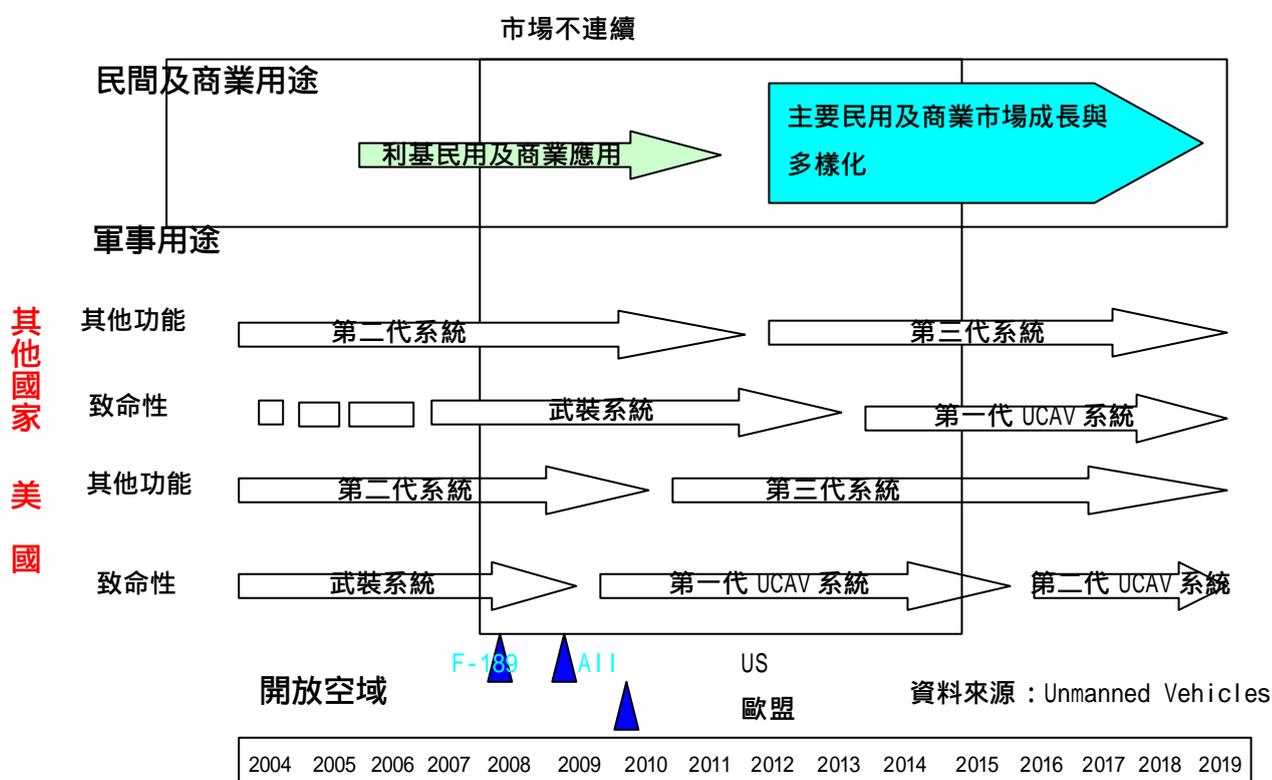


圖 5.4 民間/商業 UAV 市場的機會之窗

對 UAV 發展而言，上圖建議了可能有一個機會之窗(Window of Opportunity)，來達成「感覺及避免」的法規需求，以及在 2008 年和 2015 年間提供第二及第三代的能力與服務。現在及未來發展的 UAV 驗證計畫必須強調於這機會之窗，理想的狀況是在發展過程中在適當的時間由連續的服務和產品的探索過程中衍生出的價值。也許在機會之窗以後 UAV 市場將會發展、擴散、和成熟，但是早期競爭具備的優勢將會消失。

事實上沒有一家公司，組織或是國家有單獨的能力負擔起建立現在已經存在的飛機範圍和運作標準。同時，UAV 市場需要將一些要素安排成一致性用來向前推進以及實現浮現機會的成果。當市場的機會是發現於國家及國際的層級，因此需要的計畫及活動將那些要素強調出來。

首先，這些活動需要運送至營運的環境內。即是廣泛的建立規定、法規、運作指導、還有組織架構來提供 UAV 系統運作於國家及國際上的能力。再來是市場的發展。UAV 市場是個典型的新興市場，不像傳統的產品能夠有早期的供應商領導，這種 UAV 市場的特徵能夠由「雞與蛋」的關係說明。沒顧客需求，就沒有法規，也就沒有產品或服務。沒有產品或服務，就不需要法規，就沒有市場機會。在這階層上，沒有一個公司、組織、和國家可能執行所必要的投資。但是市場發展可能需要從所有興趣的公司和國家來努力。

最後，產業必需具備的能力需要被發展，包括了有效技術的提供和準備、UAV 系統和服務的發展。假如不能創造刺激興趣和主動的確認市場上的潛力顧客，那將 UAV 市場將不會有任何進展；假如不發展能力來運送支持和保持產品及服務品質滿足顧客的需求，那麼新興的市場仍然是會枯萎的。

第三節 民用/商業無人載具市場價值鏈

有關無人載具價值鏈體系可能以圖 5.5 表示。



資料來源：Unmanned Vehicles

圖 5.5 無人載具市場的價值鏈體系

無人載具的發展是在現行的航空市場體系下所發展出來的，因此其價值鏈體系應該和現在的民航市場很類似。其中顯著的差異在於增加了協調與控制部分。這是無人載具無人駕駛，無法自行控制載具的飛行(係依據程式設定及地面控制的指令)，需要額外的注意。另外則是操作人員包括了起飛降落與地面控制站操作人員。但是這價值鏈體系仍在自行發展當中。

而目前的無人載具的發展重心幾乎以軍事目的的任務進行，可以在軍方的體系進行。然而在可見的將來，區域或國際性的民間/商業無人載具應用市場一定會逐步的出現，如何提供未來顧客信任的體系，需要所有利益相關單位全體參與。

第四節 發展民間及商業用途 UAV 的挑戰

在本章第二節所討論的發展 UAV 產業的挑戰和限制中，除了政治經濟環境外，可分為技術發展和法規認證兩個主要的領域的挑戰。技術上的挑戰在於 UAV 是否具備現今航空載具具備的安全技術，即感應與避免(Sense-and-Avoid)系統，能讓 UAV 執行日常性的商業性任務，則有待國際間對於 UAV 航空的法規和認證等制度的建立。

一、 技術上的挑戰

現行之飛航規定(Rules)明確的說明了飛行載具飛行員的責任 - 執行所有可能的方法及對治，以確保載具不會和其他任何的載具相撞。這種人為的避免對撞(Collision avoidance)通常稱為「看到及避免」(See and Avoid)。對於執行 UAV 和 UCAV 的指揮人員也應該有相同要求。但是控制 UAV/UCAV 飛行的指揮人員不在飛機之內，因此可能會因為例如資料鏈的頻限制、系統反應遲延、或是感應器功能限制等許多的原因，無法有效的達成避免對撞情況。

假如 UAV/UCAV 的操作員無法有效的達成「看見及避免」的功能，額外的替代方式就是為 UAV 載具提供自動執行相等功能的系統，此即目前大眾認為的「感應及避免」(Sense and Avoid)技術。

目前的發展中的電子感應系統還無法證明具備了大眾期望飛行員應具備的技巧和能力。所以，已經導入特別的臨時性預防方式於 UAV 航空運作之中以避免對撞情形的發生，其中之一的方式是只允許 UAV 在限制的空域內運作，或者是人為追蹤計畫(manned chase-plane)。

產業在引進新的系統(感應及避免)之前應先定義出什麼樣的能力或功能需要的。在這議題上，英國方面認為新的電子感應設備應朝向提供傳統飛行員遵循「看

見及避免」原則相同等級的 compliance 目標。但是目前的法規內沒有特別的定義出什麼行為和指導為「看見及避免」原則，因此 UAV 市場是有需要對於「感應及避免」系統建議一組相同等級的法規需求。

對於電子感應器功能所涵蓋最小範疇的需求之定義就是上述法規需求相關議題將會面對的例子。理想的情況下是系統能夠提供球形的涵蓋範圍，然而從實務觀點來說，這不是目前科技下具備成本效益解答。但是只是想簡單的定義相等於傳統飛行飛機的功能說法也是有它的限制的，因為由飛機的座艙內看出的窗外的視野將因飛機不同的型態而有差異。根據研究的分析，合理可行的妥協為將限制視域的範疇中排除載具俯瞰 UAV 情況(飛航空中的規定說明了俯看下面的飛機應提供被俯看的飛機有一個安全的飛航方式)。這暗示了 ± 10 度的方位角視域(azimuth field of view)可能督欸 SSA 感應器而言是足夠了。相同的處理方式可以應用於所有的重要參數，例如水平視域、偵測範圍與操作狀況。

當初步檢討完成之後，接下來很重要的步驟是檢視這些「感應及避免」系統的需求與執行法規的當局協調，避免當產業投入價值的資源來發展系統後卻不被允許使用。

在英國方面，除了投入大量的經費和努力於感應器與技術的研究外，UAV 的相關協會也努力的聚焦於產出「感應及避免」系統的需求文件能與英國民航局(Civil Aviation Authority, CAA)的法規要求相符合，產出雙方能夠同意的一組需求規範。

目前在感應器與技術的研究方向上有二種取向，一種屬於答詢機式的合作系統與利用主動雷達或被動光電感應器之非合作系統。

現在距離 UAV 運作於無限制天空的預期仍有一段長的道路要走，仍然有許多問題等待來克服，然而若解決了「感應及避免」的問題，是顯著的向達到終極的目標前進一大步。

二、 航空的法規和認證等制度的建立

如同前述，有關飛行相關的法規方面，UAV 產業大約會承襲或是選擇現在的航空市場系統。但是要建立如同現在航空市場百年來建立的顧客安全與信任程度，仍然必須各國投入人力與心血來持續的發展和檢討。這過程將是煩瑣和冗長的，須要不同的飛航組織之間的討論和談判才能有一致的共識，才能有建設性的國際條約。

現在大西洋兩岸都努力的創造無區隔空間的條件，然而都仍在初期階段，但是在雙方都有意願與市場需求的狀況下，美國和歐盟之間的國際性共識與法規應該在

2010 年前會有初步結果。

第五節 世界各國發展民用/商業無人載具產業之策略

雖然現在各國 UAV 的發展仍然偏重於軍事用途方面，但是美國和歐盟方面已經注意到民間/商業 UAV 的潛力發展，政府組織與廠商已經開始發展民商用 UAV 的策略規劃與相關措施的討論與進行例如法規認證等議題。如同第二節分析的情況，要達成現在航空市場運作的程度，民商 UAV 市場發展的努力必須所有利益關係人(政府、廠商、顧客、國際、社會、服務機構等)共同參與才可能於合理時間達成。而事實上要達到初期的開放民商 UAV 每日運作的目標還須要多久時間，目前無法預期，然現在的努力就是往前的前進。

以下就搜集到的資料進行分析，以提供後續國內發展的參考依據。

一、美國方面

對於開放國家的空域提供給 MALE 及 HALE UAV 日常性的營運，由產業領導的美國無人載具國家產業小組(UAV National Industry Team, UNITE)，進行一個叫 Access 5 的計畫，希望在 10 年內將 UAV 由軍事角色的限制中，開放成為科學與商業區段的新市場。參加 Access 5 的成員政府機構方面包括了美國國防部、家園安全部、聯邦航空總署 (FAA)、與代表政府出資的航空太空總署 (NASA)，而民間參與的廠商有 AeroVironment、Aurora Flight Sciences、波音、通用原子、洛克西德馬丁、和諾斯洛普公司等六家。而這六家廠商即是 UNITE 的成員。

Access 5 規劃了四個步驟的過程 (four-steps process)，首先是專注運作於 43,000 呎 (13000m/FL430) 高度以上，包括獲得實驗的認證，讓高高度長滯空遙遠運作飛機 (HALE Remotely Operated Aircraft, HALEROA) 轉換至較低限制得的行層級。

第二步驟是降低飛行高至 18,000 呎以上 (FL180)，經由限制的空域讓 UAV 轉換，同時建議 UAV 的型態認證 (Type Certification)。有關執行前二步驟預計花費 10300 萬美元，至 2009 年 9 月結束。因為此專案預期在 5 年內完成上述二個步驟，因此名為 Access 5。

步驟三將經由控制空域、使用民間機場、為緊急狀況限制空域與機場方式轉換至 FL180，同時也建議產生 HALEROA 特定的適航認證 (Airworthiness certification)。步驟四將會產出典型的建議書，為使用民航機場的所有航空飛機運作發展標準的適航認證。

完成這四步驟的專案預估須要 36,000 萬美元，其中產業界貢獻 25%，其餘 75% 由政府出資。

以上介紹只是美國方面在開放空域努力的方向之一，然而卻是世界上第一個國家準備開發民用 UAV 市場的準備工作。

二、歐盟方面

不只美國而已，歐洲方面對於民用 UAV 能日常的運作於無分隔的空域早有期待，同時也注意穿越大西洋間的發展。在年度的 FAA-EASA 會談也討論相關議題。在 2005 年科隆的會議後，歐洲民用航空器設備組織(European Organization for Civil Aviation Equipment, EUROCAE)立即發動歐洲對映標準專案，發展不同的民用航空器標準草稿。歐洲聯合航空屬(EASA)和歐洲航管組織(EUROCONTROL)也共同合作發展 UAV 適航規範。

在英國，政府資助的英國自動化系統科技相關空中審查與評估(UK 's Autonomous System Technology Related Airborne Evaluation and Assessment, ASTRAEA)的多年計畫，規劃英國空域無人載具運作正常化的努力。目標在 2010 年完成 UAV 日常性運作於英國無分隔空域的主要驗證。此外，在威爾斯 ParcAberporth 地區設立歐洲 UAV 系統中心，提供歐洲國家發展與測試軍/民用 UAV 園區。

上述的計畫只是歐洲方面某些努力的部分之一，重心就是建立 UAV 日常性運作無分隔空域的努力，讓 UAV 市場和現在航空市場一般，整合成一大的整體航空市場。

除了法規外，歐盟方面也針對民用 UAV 的發展提出適合歐盟產業的發展計畫，在 2006 年初公佈的歐洲民用 UAV 地圖中，預期 2009-2010 年當空中交通整合和法規認證問題克服後，民用 UAV 市場將大幅發展。依據 Frost & Sullivan 的預估的市場如下：2006 年(850 萬歐元)，2007 年(1,050 萬歐元)，2008 年(3,100 萬歐元)，2010 年(10,000 萬歐元)，2011 年(13,700 萬歐元)，2015 年(27,000 萬歐元)，其中地球觀念佔 37%，通訊與海上偵察佔 13%，森林火災佔 12%，法律增強目標佔 3%。

在發展地圖內容中出現二個專案：歐洲委員會資助的 UAVNET，和民用 UAV 應用與潛在構型之經濟行效用(UAV Civil Applications and Economic Effectivity of Potential Configurations, CAPECON)。在 CAPECON 內將發展 4 種構型，包括 HALE、MALE、旋翼 UAV、及小型或是迷你型民用 UAV，目標在形成包括 UAV 在內的一個歐洲可以控制的空域架構。

三、其他區域

就資料收集上澳大利亞也是積極發展民用 UAV 科技和市場的國家，其產業界和學術界曾就建立國家無人產業計畫討論過，而且參與的廠商更願探索所有技術與政策上阻礙的所有問題。

亞洲的國家如中國大陸、南韓、新加坡、印度、與巴基斯坦對 UAV 發展都展現積極的企圖，然在民間/商業上的相關資料不多，無法進一步深入瞭解。

第六章 臺灣發展無人載具產業技術環境與競爭力分析

第一節 無人載具產業的關鍵技術與零組件

一般而言，UAV 的組成系統可分成三大類：(1)飛行載具系統，(2)地面控制系統，(3)訓練及支援系統。而飛行載具系統包括了：載具(機體)系統、推進系統、飛行控制系統、及酬載系統。為方便了解台灣產業具備的技術能量，本文使用圖 6.1 來說明 UAV 的技術層級，最高層級(Tier I)為載具平台或整體系統整合，第二層級(Tier II)則包括了(1)載具系統，(2)推進系統，(3)飛行控制系統，(4)酬載系統，(5)地面導控系統，(6)訓練模擬系統，(7)其他。而第三層級(Tier III)則為第二層級系統的次級系統。

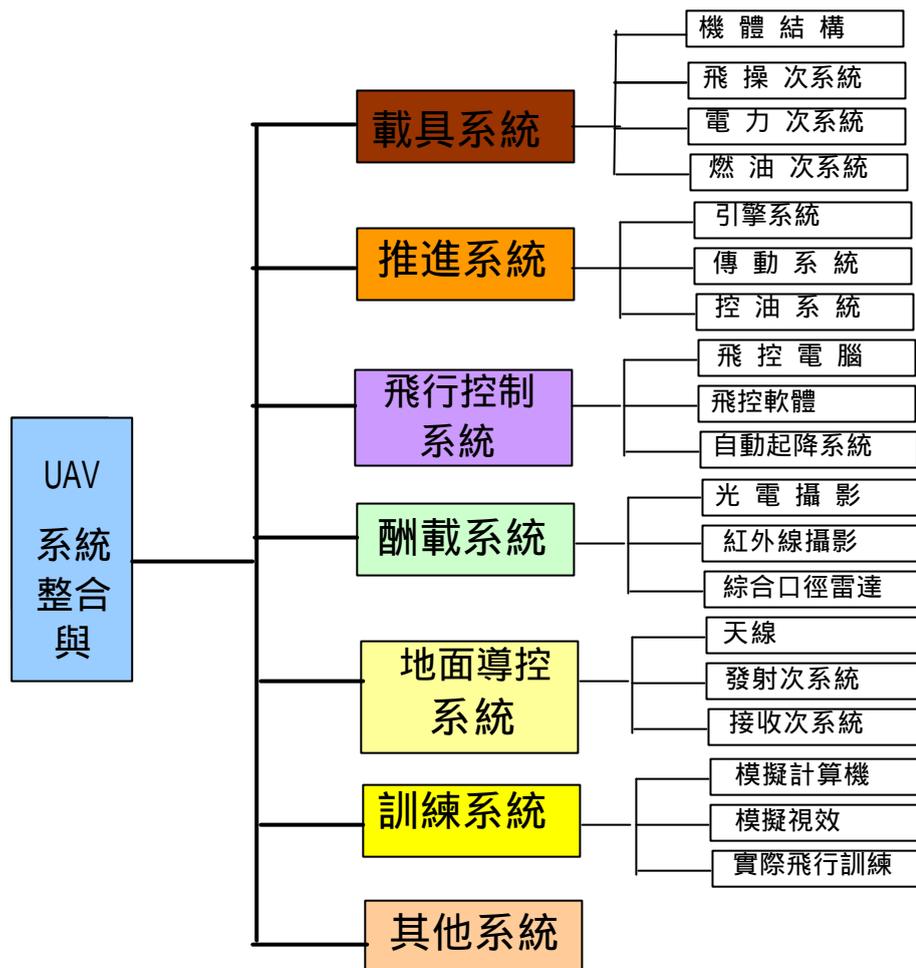
一、載具系統

載具系統涵蓋了(1)機體結構，(2)飛行操作次系統，(3)電力控制，(4)燃油控制，(5)其他相關的系統。這部分是屬於傳統的飛機設計及製造最基礎的部分，包括了載具外形設計(空氣動力學)，機體結構設計(含內部安裝)/製造(飛機結構及材料力學)，次系統設計(機構設計、多種控制系統)。傳統飛機設計製造的理論可完全應用而無須重新改變，如果有也是針對一小部分的精進，例如因載具尺寸的減小，機體的製造朝向簡單容易製造的全機複合材料設計製造，以取代傳統鋁合金製造機翼、機身、水平/垂直尾。

二、推進系統

推進系統涵蓋了(1)引擎選用，(2)傳動系統，(3)控油系統，(4)其他相關系統。載具的推進方式可依任務目的選用噴射引擎或螺旋槳推進方式，目前大部分的 TUAV 多使用螺旋槳推進方式，然未來的 HALE、MALE、UCAV 等構型則朝向噴射引擎發展。

其次，搭配引擎的傳動系統和燃油控制等系統，是本推進系統內重要的關鍵技術與零組件所在。若使用螺旋槳方式推進，槳葉外形的設計(提供最大推力、最經濟航行效率等)和引擎推力的匹配是關鍵技術所在。若使用噴射引擎，與機體的整合為設計關鍵。



資料來源：本研究整理

圖 6.1 無人載具關鍵技術圖

三、飛行控制系統

雖然 UAV 的飛行控制觀念和理論和現在的飛機並無不同，但是有人操作與完全由電腦硬體及軟體程式來操作會有很明顯的差別。目前除了UCAV和HALE的全球之鷹是完全自動外(起飛、至目的執行任務、返航、降落)，一般的UAV只是依照軟體程式輸入的指定的路線來飛行，起飛和降落的部分還是依靠人為操作。然未來的趨勢(有智慧的全自動化能力)已將技術的創新與研發重心專注於此部分。飛行控制系統涵蓋了(1)飛控電腦，(2)飛行控制軟體系統，(3)自動起降設備，(4)感應與避免對撞感應系統，(5)其他小系統。

飛控電腦的發展偏重航電上EMI/EMC的以及當機後恢復功能所需時間的問題，因為目前電腦的運算速度遠超過UAV飛行控制所需(一般個人電腦486級的能力即能滿足飛行任務所須)。

目前利用全球定位航系統(Global Positioning System, GPS)進行飛行點(Waypoint)飛行的飛控的軟硬體仍然是目前最重要的關鍵，但是完全自動起降的能力，與感應與避免對撞的技術會是未來特別重視的關鍵技術。

四、酬載系統

雖然本文的重點在探討 UAV 載具產業，而實際上 UAV 若沒有攜帶完成任務的酬載(Payload)，只不過是一架昂貴時髦的玩具。因此有必要了解重要的酬載功能與載具產業發展的技術。因為彼此可成為互補產品，如酬載的功能增加(例如功能不變但尺寸縮小重量減少，或照相解析度增加等)，UAV 的功能效益就越高，對吸引顧客使用的影響力就越大(成本效益)，UAV 市場需求就越大，對酬載的需求與改善需要就越多，大量需求後生產後成本會下降，UAV 的功能成本效益就越高。像是一個良性循環，彼此互利。

基本上酬載系統的關鍵功能在 C⁴ISR，就是指揮/控制/通訊/電腦/情報/監視/偵察(Command、Control、Communication、Computer、Intelligence、Surveillance、Reconnaissance)的 ISR 功能上，這可以說是目前至未來 20 年的主要需求，將會和 UAV 載具產業產生相互影響的效果。因此有關酬載的範疇討論只包括此類型。至於戰鬥相關增強或科學研究的部分則不介入討論。

目前主要的 UAV 酬載系統目前為(1)即時影像攝影機系統，(2)日夜偵查目的的或熱影像系統光電/紅外線(Electro-Optic/Infra-Red)，(3)雷達系統。而雷達系統主要又分為大區域掃描的綜合口徑雷達(Synthetic Aperture Radar, SAR)，和指示移動目標的目標移動指示雷達(Moving Target Indication Radar, MTI)。

任務的需求是酬載的發展的主導力量，在軍事的任務目標上已從大規模衝突轉移至網絡重心戰爭的方向時，已朝區域性低強度的衝突(Low Intensity Conflict, LIC)方向前進，因此持續性的監視、視距外的交戰、和損失生命的容忍度降低的需求快速的興起，這方面的需求上 UAV 系統的表現顯然比現行航空系統的成效優良。另外，都市環境的衝突要求衍生傷害為最小，以及正確的確認作戰士兵於平民百姓之外，這驅動 UAV 必須安置更優良的遙距感應器例如視覺照相機和 EO。

在民間方面，911 事件後家園的安全對歐美先進國家而言是非常重要的，因此海上和海岸監視需要大為增加，這又驅動雷達系統的要求，要求更廣泛的監視區域需求驅動 MALE 和 TUAV 對 EO 的要求。這期間 SAR 的市場變化最大，過去必須安裝於波音

707 飛機上的設備，現在已經縮小化到安裝於 TUAV 上，實際上 EADS 公司的 SAR 只重 4 公斤而已，然而成本仍然過高以致無法被大量使用。

即時影像和紅外線感應器提供偵察監視目標區的現場情資給部隊指揮官進行軍事任務的決策和任務的派遣。SAR 則提供大區域地區的掃描影像，對整個戰區作戰運作提供更上階層的情資。而 MTI 可提供是否敵方軍事行動的分析與威脅目標的資料，以利攻擊行動的有效資訊。

五、地面導控系統

UAV 所獲得的情資若無法及時傳回地面指揮所，提供指揮官作戰分析的依據與命令的下達，其關鍵的價值就消失了。因此地面導控的重要性和酬載系統是一體的。一般地面導控系統涵蓋了(1)控制發射系統，(2)下載接收系統，(3)控制平台系統，(4)天線系統。而地面系統的大小依功能不同而異，從裝置於貨卡車的大型控制車，到只有筆記型電腦大小的地面導控系統都有。

這部分的關鍵在於訊號的傳送和接收，基本上這是軍事系統的標準裝備，如何利用現有設備與零組件整合成功能完備而成本低廉的產品是重要的因素。將設備的體積能夠越縮越小，操作人員越減少是發展的方向。

六、訓練模擬系統

訓練模擬涵蓋了(1)模擬硬體系統，(2)視效展示系統，(3)飛行訓練，(4)其他輔助訓練系統。

在完全自動飛行系統普遍化之前，訓練模擬系統的重要性不容挑戰。模擬訓練系統的重要性在提供方便、低成本、有效率的基礎訓練。可以避免傳統實際飛行訓練過程可能的載具損失，以及時效上的延遲。現在已經成為飛行訓練的基本設備。

本部分的關鍵在提供真實的虛擬實境，讓訓練人員能夠快速的學習飛行的必須技巧，讓進入實際飛行操作的時間減少，達成使用單位的需求。硬體的發展受益於資訊產業的發展進步神速，而視效展示系統則受到軟體發展進展的影響。

七、其他系統

其他相關的系統有輔助發射系統及回收系統等。使用單位面臨的環境不同，須要不同的支援系統。例如缺乏跑道的區域或是要求機動性高的單位，會要求輔助發射系統及回收系統。另外，載具的組裝拆卸也是必須的設備，如何快速的執行任務後又能快速的轉移目的之技術是使用單位必然的要求。

至於 UAV 整套系統的組成如何，本文以美國陸軍使用的 Shadow UAV 為例，一套系統由 4 架載具、2 個地面控制站、發射系統及輔助支援設備所組成。2002 年美國 AAI 公司獲得合約以 8,600 萬美元價格提供 9 套系統，平均一套約 950 萬美元。2004 年繼續生產 11 套價值 7,190 萬美元，每個 UAV 單位系統降至 650 萬美元。

第二節 臺灣無人載具產業整體資源與能耐

國內的國防及航太產業係奠基中山科學研究院(含轉成國營的漢翔公司)執行國防任務所產生的設計及製造能力，以及國內配合國防計畫生產需求培養出的零組件製造供應商。在發展航太工業為六年國建目標當時，在經濟部的鼓勵下有國內有些廠商也投入航太產業的生產，例如保一科技，全鋒等公司，然而環境變化下並沒有促成民間體系的養成。以下就國內具備的技術能量簡單介紹。

一、中山科學研究院航空研究所

國內真正發展 UAV 載具的研究發展機構在中科院，目前的重心在航空研究所和資通所為主。資通所歷年來提供國內研發武器及軍種武器訓練使用的遙控靶機發展，已累積數十年的相關技術能量。而其自行研發的「天準一號」就是累積技術下自行發展能力的證明。而航空研究所在經國號發展完成後，即經由經濟部科專研發國內第一架 UAV，之後持續國防研發計畫完成中翔一、二號 UAV 的飛試，是國內展現的 UAV 產品最完整的單位。由於載具性能事屬國防計畫詳細資訊無法公開及證實，只能以已報導的資訊來分析。很顯然的航研所和資通所對於系統的整合具備完全的能量，至於 Tier II 的能量只能依據判斷分析。

二、經濟部國營漢翔航空公司

漢翔航空公司雖是國內最具規模與實力的飛機製造公司，然因比較利益及業務區隔，至民國 85 年由中科院航發中心轉成經濟部的國營企業後，從未在 UAV 領域研發著力過，但因業務發展也引進類似靶機服務的任務，也累積部分能量。因此只能說公司具有高度潛能於發展及製造 UAV 的技術與能量。但是在整體的技術能量規模和範疇上，是國內飛機相關能量與技術最完備的公司。因此在未來 UAV 產業的發展上必然扮演重要的角色。

三、工研院航太中心

為配合國家發展航太工業，經濟部於工研院成立航太中心，經近十年的發展，期間對 UAV 相關的計畫有微型空中載具研發，然時間只有一年且無後續計畫。近來，聽說航太中心已改名系統發展與航太中心，顯示航太任務已消失於工研院主流中。

四、國內大專及研究所

國內的學術和教育機構對 UAV 的發展上展示強烈企圖心，然而只偏重科學與基礎研究的應用，在 UAV 載具整體研發和製造能力，無法和國內國防航太相關機構如中科院航研所與漢翔航空公司累積近四十年的能量和技術相提並論，只能聊備一格提供參考。

五、經濟部軍品釋商計畫

在國防二法實施後，政府宣示「凡民間有能力者，國軍不建能量，也不向外採購」，經濟部利用此點切入，從 93 年於科技專案內推動「軍品釋商計畫」，促成國防軍品需求與民間研製能量結合。透過軍品共同設計、開發、試製等合作機制，輔導廠商從 OEM 邁向 ODM，並成為國防工業體系的供應商。軍品釋商科專有二項明確的策略目標，第一是藉產業科專計畫與國防科研計畫之結合，協助民間廠商建立軍品承製能力，促進民間獲得軍品研製訂單，達到國防自主軍民雙贏；第二是開發相關科技產業應用機會，開發衍生民生產品商機。

因此在 93-95 年軍品釋商計畫下，機械與航太領域有「小型軍用無人遙控靶機系統」，「數位飛控電腦」，「數位驅動控制器」，「無人載具關鍵機體組件」，「無刷發電機系統」，「機動彈射控制器」，「可攜式地面操控器」等技術，都是利用國防研發軍用 UAV 的計畫，將部分技術能量藉合作/轉移方式移植於民間廠商，為台灣發展 UAV 產業開擴產業的基礎奠石。

六、其他相關廠商

國內有相當多的小企業對航空器的發展很感興趣，尤其在小型飛機如運動式飛機與輕型小飛機。這些廠商也和航研所有些業務來往，因此對 UAV 的相關需求也有所了解，也有興趣加入發展行列中，如何擴大這些廠商的意願外，更重要是如何擴大其在航空產業的價值鏈中的技術與服務的價值，是未來發展可思考的方向。

第三節 臺灣發展無人載具產業技術整備評估

經過作者與參與國內的 UAV 設計人員的訪談，有關國內的技術發展能量現況的

評估可以用圖 6.2 來說明。



註 上表中； 表示「已具備」， 表示「待提昇」， 表示「尚未發展」

圖 6.2 UAV 系統發展流程及任務展示

圖上半部表示了一個計畫的執行可分技術發展階段(包括可行性分析、概念設計、初步設計、細步設計)與商品化階段(包括先期產品、測評驗證、量產)，下半部則對映的目前的技術能量。就本章第一節的描述 Tier II 的技術能量以「已具備」、「待提昇」、「尚未發展」來表示，至於詳細的技術種類及程度目前非本文重點，暫不深入探討，可留給後續有興建研究的人深入探討。

由圖 6.2 可清楚發現在技術能量上，國內已具備整合 Tier I 的完整能量，但在 Tier II 階層方面雖大部分都具足，但是缺乏推進系統及酬載系統及其關鍵零組件的能量。相同的在產品商業化上也顯示相當薄弱或缺乏的能耐，這些都是台灣發展 UAV 產業必須克服與解決的關鍵。

雖然目前臺灣的 UAV 產品仍在研發階段，但是根據多方面的資訊得知，相較亞洲或第三世界國家的需求，臺灣的 UAV 產品之技術層次與功能/成本等方面仍對其具有吸引力。如何增強台灣於市場行銷的能力是發展 UAV 產業必須特別重視的地方。

第七章 臺灣發展無人載具產業的策略規劃與做為

航太工業屬於資本密集、技術密集、經驗密集、勞力密集及產業關聯性大的產業，符合我國策略性工業的二高、二大、及二低(附加價值高、技術密度高；市場潛力大、產業關聯效果大；能源密度低、污染程度低)的遴選原則，故十多年前獲選為我國策略性發展的十大新興工業之一。雖然多年來的發展成果不如預期，沒有像半導體、通訊或資訊產業對國內經濟發展的重大貢獻。因此也引起經濟部對航太產業是否仍具策略性價值產生疑慮？

然而最近政府行政及立法單位發現國內大力倡導發展的半導體、通訊或資訊產業，在開放大陸投資多年後，生產製造部分大量轉移至大陸的現象，經仔細的檢討後發現，優惠這些產業產生的稅收和為國家創造就業機會的成果並非如政府規劃的預期，反而是實質稅收不多與產業外移工作機會減少。而真正能根留臺灣並提供就業機會，與實際貢獻經濟的產業是傳統類機械、化工、加工等製造業，而航太產業恰屬此類。雖然因產業環境經濟規模無法擴大，但由於航空工業屬高附加價值的產業，仍然具有相當的利潤空間。因此持續發展航空工業在經濟發展的方向上是無庸置疑的，只是機會成本比較下，台灣的航太業者是否能在 UAV 新興市場的機會下發展出自己的一片天空？

獨立自主的國防工業是國內自主防衛的表徵和實質所在，原則上不會放棄發展國防相關的技術發展，UAV 在未來軍事的應用具舉足輕重的地位。然陷入三項軍購紛爭的台灣，是否也把自主發展的部分包裹於武器外購策略中，對 UAV 未來的發展有決定性的影響。

第一節 台灣發展無人載具的 SWOT 分析

本節將台灣發展 UAV 產業的競爭優勢、劣點、機會、和威脅做一簡單分析，以提供後續策略規劃的參考依據。

一、優勢方面

相較亞洲諸鄰近各國，臺灣由於發展航太產業的時間相對的早，以及發展教練機及經國號戰鬥機所累積的技術、能量、經驗、人才等略具優勢。另外，在 MR UAV 等級(含)以下產品具備完整之研發、設計、製造能量。在支援的技術發展方面，中科院在電子、射頻技術、雷達、航電、系統整合可提供充分的技術支援。而且漢翔公司與其下包廠商對於民航機之機體製造，具備國際性合作經驗及參與製造實際的

經驗。國內資訊與光電產業具備完整及良好基礎，同時具備航電與全機整合基礎。這些都是發展 UAV 產業的優勢。

此外，基於國防的需求，軍種未來對 MALE 及UCAV 有其任務需求，對 UAV 產業的技術持續發展需求與經費提供是一大助益。國內可以經由國際性的合作或技術指導(如經國號模式)開發或是引進發展的關鍵技術，保持產品的技術競爭優惠。

二、劣勢

國內的民間航空產業基礎發展不夠均勻，產生所謂一大(漢翔)外其餘皆小的現象，產業價值鏈基礎薄弱，不易整合國內其他產業讓航太產業的規模增大和範疇增加。而研發機構又隸屬國防單位，基於軍事保密要求，對技術轉移民間廠商有很不利的限制。又國內民間 UAV 需求與未來發展策略不明顯，加上國防航太產業的投資大且回收慢特性，民間大/中企業投入相當少，國內廠商尚未整合。此外，缺乏推進系統與酬載系統內部分關鍵技術能量與不足也是競爭上的劣勢。

而最具關鍵者在於缺乏國際性銷售通路與售後服務之經驗與實務，也就是整個商業發展後半段之行銷、通路、市場、品牌等能力呈現嚴重缺乏。而另一等同原因是台灣國際外交地位的影響，若是牽涉到與外國政府相關的單位的交涉，如何突破中共的干擾和壓力可能是事先須要考慮的。

三、機會

如同優勢所言，中國大陸對台灣的軍事威脅，對 UAV 產業的發展是一個機會。除了軍種戰略需要外，配合美國以網絡中心戰爭的構想，讓 UAV 的角色變的很重要。從目前 MR UAV 的發展製造，以及未來 MALE 及UCAV 的國防計畫，都是國內技術發展和產業基石的活水源頭。此外龐大的軍購衍生的大量工業合作額度有利於向國際航太大廠爭取技術引進與合作研發機會，也包括了台灣專長的代工機會。未來國內及國外 UAV 需求日漸蓬勃，已具足夠之市場胃納量，國內產業基礎技術能量已提昇，已有廠商加入 UAV 軍品釋商計畫擴大關鍵零組件及系統發展的能量，目前 UAV 尚未納入民航法規，切入市場較易。

四、威脅

世界各國對 UAV 產業積極發展程度遠超過台灣的表現，無不配合政府政策自行開發或爭取新機種合作開發機會，技術發展進步速度驚人。加上和美國的外交關係密切，技術的獲得相對容易。此外，國外廠商夾其技術優識勢，已逐漸向國內需求

單位行銷 UAV，若無國家政策配合，國內市場可能在國內廠商尚未建立競爭力量前，落入外商市場內。

第二節 臺灣發展航太產業的國家競爭優勢分析

從上述的討論，本文可以對本文第一章的研究部分提出研究後的看法 臺灣的產業具備了發展無人空中載具產業的技術與能量，以及條件與機會。

接下來要問的什麼是臺灣的目標市場？以目前具備的已發展載具的實力，答案是戰術級(含)以下的 UAV 產品。後續將利用波特的鑽石理論 價值鏈，與核心競爭力的概念對產業發展的策略提出建議。首先利用鑽石理論的目的在發現臺灣所缺乏及應該於未來增強的部分。

一、波特的鑽石理論

參考第二章圖 2.6 可知影響國家競爭力的四個因素，分別是「生產要素」、「國內市場需求」、「相關及支援的產業」及「企業的策略、結構與競爭狀況」。了解這四個要素的情況可以找出未來在策略或作為上如何增進與改進，能夠於未來的努力中建立國家競爭優勢的條件或機會。以下簡單分析台灣的產業具備的現行情況以助後續的策略規劃。

一、 生產要素

產業發展最重要的就是人才，尤其是技術層次高的專業人才，除了研發外生產製造的人才一樣重要。以 UAV 產業而言，我國航發中心與中科院航研所過去三十年已培養出許多優秀的技術人才，除了成功地設計出先進的教練機及戰鬥機後，也發展出和國際等級媲美的 UAV 產品，因此在 UAV 產品設計製造整合上人才來源方面尚稱充足，在 UAV 相關的工程實務上(設計與部分零組件製造上)民間部分廠商也具備可觀經驗技術人員。然缺乏的是後續市場開發、顧客關係、後勤服務等方面的核心能力。在資金方面，雖然我國有充裕的民間資金，可用以發展 UAV 產業，但是若無說服性強的產業投資規劃與願景訴求，過去的投資失敗例子將會影響未來所需資金的募集。

二、 國內市場需求狀況

雖然波特認為國內市場需求狀況對產業的發展最為直接且影響深遠，假如國內需求狀況直接引導廠商發展出具國際競爭力的產品(或服務)及直接(或間接)使廠商相互良性競爭，激發廠商創新的速率，則國家的競爭力自然增強。

然而在半導體、資訊、光電產業方面，台灣並不相似日本有龐大國內市場與競爭的廠商，但利用國際代工的機會也產生具競爭力的產業。對發展 UAV 而言，未來十年政府有足夠培養出具備國際競爭的有限國內市場需求(軍種及政府單位如海巡署)，發展的方向是利用國內需求訂單的機會，創造及培養出國際競爭力的產業環境。

國內民間廠商早就練出一身工夫，全力尋找國際市場的最大機會。因此只要國內的訂單能吸引廠商投入初期的研發和生產，自然會為生存發展市場利機而努力。

三、相關及支援產業

一個具國際競爭力的產業，其國內的相關產業及供應商支援體系必定相當發達，使產業間及上下游間得以相互支援，共用資源，產生綜效，形成一個完整的產業群。我國具有相當完整的產業基礎，例如機械、資訊、光電等，如何利用這已具體國際競爭力的支援產業和創新的思維，為發展 UAV 產業建構良好的基礎是可努力的方向。

四、企業策略、結構與競爭

對我國而言，航空工業體系發展至今仍為一大數十小的結構，其間的競爭亦不激烈，因此要在台灣培養出強勁的競爭力，並不容易。但若是有些廠商具有企業家的精神願意將競爭眼光放在全世界，以全球的業者為競爭假想敵，自然能培養出強勁的競爭力。事實上，要求我國的業者直接面對強大國際競爭部分(整機系統外銷)，目前的民間廠商在技術與企業準備與意願仍嫌不足，但是可以由小地方或具備利基的產品努力，為後續整機奠定基礎。同時，未來負責大部份系統件、次系統件及零組件生產製造的中小企業，能夠在政府政策或產業環境的支援下，雖面對投資大回收期長的航空產業特性的 UAV 產業時仍然是有意願和作為的。

五、機會

除了以上條件外，一個產業發展的時機亦非常重要，一般來說產業有一個符合機會的切入時間點。目前全球正發展新產業或正發展下一代產品的時候，各廠商皆立於平等的地位一起競爭，大家的機會一樣。而 UAV 的發展正是符合這個條件的。

由前面對於世界 UAV 技術及市場發展的研究，目前到 2010-2015 年前是進入產業準備的好時光。現在國內具有基礎的需求訂單可以培養產業實力與發展核心競爭力的後援，國外有競爭激烈但各憑本事爭取的市場，就看各界努力與奮鬥來抓住這一新興市場開始的契機。

六、政府的角色

以國家競爭力的四個要素分析我國是否具有發展 UAV 產業的潛力的「外形」是基本的需求，同時而必須看「動態」的「勢」，亦即各國要發展出優勢的 UAV 產業，必須依賴這四要素間產生交互作用、相互增強的情況，由四個相互獨立要素轉換成一個完整的互動「系統」。這個「系統」經由內部的催化與良性的互動才會建立起競爭優勢。

而一般來說，政府的扮演角色即是影響這四個要素互動的重要來源，可使用的手段有：(1)資金的直接補助，(2)資本市場的政策，(3)教育政策，(4)改變需求條件或影響購買者，特別亦是重要的購買者，(5)建立產品標準、規範，(6)設定遊戲規則；甚至加入競局等，來促成具有競爭優勢「系統」的形成。

就我國發展經驗而言，政府的角色往往著重於產業技術的資源投入，且成效良好。另外在 UAV 產業發展上，政府也可扮演重要購買者的關鍵角色，國防二法保障了國內國防產業相關業者在初期發展上的威脅(這也是亞太國家發展的特色)，尤其是國防研發單位能避免國內代理商由外國直接引進的威脅競爭。此外民間具有能力的部分國防部則不會發展的策略，可以將 UAV 產業能量廣置之民間企業，如此可以保護初期發展階段的威脅同時培養廠商能力。

第三節 臺灣發展航太產業的前車之鑑

何以台灣發展航太產業十多年，政府投入的心力和資本也很多，但是成果無法和當初的預期相提並論？到目前並無討論和研究報導，本文於此不做批評式的討論，僅就報章雜誌的報導與個人工作的經驗與從業人員的交流過程，探討可能發生的原因，目的在為未來的策略規劃提供參考。由於個人並無參與決策，無法深入了解詳情，但是由結果對比初衷應可分析出有參考的見解。

一、缺乏核心競爭力與企業家精神

從當初的意氣風發到今日何去何從的景象，最主要的原因在於國內航太產業缺乏最具關鍵的核心競爭力，以及後續階段沒有培養出足夠的專業人才和能量來增強產業實力。同一時間的領導者缺乏企業家精神與長期策略規劃與執行力也可列入原因之一。

航太產業是屬於資本密集、技術密集、經驗密集、勞力密集、產業關聯性大、以及產品生命週期很長的產業，技術、經驗、能量都須要很長時間的發展與累積，無法一步登天，也無法短期速成，需要一步一步的努力與抓住機會來狀大，也須要不斷的資本投資。經國號戰鬥機的發展確實提供了台灣發展的機會，但是所有能量全部在產品製造完成(含)的前段，最重要的後段部分 行銷、通路、市場相關的人才和能量完全缺乏。此外，產品是因達成任務的條件完成的，是否具備了成本優勢不得而知。上述情況也就是缺乏 Hamel & Prahalad 所謂的核心能力 之一 接近市場的能力。而且同時無法從國際上招募到適當的市場行銷或開發市場的人才效力並當成種子教官，將培養人才訓練時間縮短與讓學習曲線變陡。此外，航空產業屬國際性交易行為，專業的商場行為能力極端重要，特別是法律與財務，然國內二大機構漢翔公司與台翔公司所依持的核心競爭力主要為台灣的科技及技術人員能力，與政府政策的支持。營運的最後結果並沒為台灣開創新市場的契機，而是在時光流動中失去了機會與動量。

此外，國內航太發展領導人原本從事國家指定任務的執行者，在任務第一要求及經費充足條件下可以圓滿完成目標。但由任務導向轉向市場導向的企業轉型中，產業的領導人並無足夠的能力和自知進行必要的企業改造，當然當時工作員工的認知也是重要因素。企業的目標是為股東創造最大的長期財富觀念是不易建立的，漢翔航空的董事長全由軍方推退休將官擔任可見一般，更何況任期的長短隨政府的政治環境氣氛而變，無法以民間企業的經濟理念來經營，當產業環境變差時成果可知。

而台翔公司在麥道合作案折損了具有美國企業經營的董事長後，後續人選對航太產業全無專業知識與背景來做為企業經營的指導，企業就在無強烈企圖心與能耐的情況無所進展。至於和美國史威靈公司的投資更是拿政府資金做外交公關，從無專業人員以企業投資的立場仔細的評估投資的效益成敗，以致一事無成徒浪費國家資源。

二、產業結構發展失衡與缺乏產業價值鏈

國內發展航太產業一直在國防部的中科院航發中心(後來改成漢翔航空)進行，國防單位的特性無法將相關的系統與零組件製造輕易轉移至民間廠商，以致發展的核心幾乎完全限制於軍事單位，產業的價值鏈從未形成。這裡也包括了產品發展的目的在完成政府的任務，而非長期的發展產業，因此無全盤的考量規劃。當經濟部

鼓勵民間廠商投入航太產業製造時，原本將外包給廠商的訂單因戰機訂單縮減與國外合作的製造訂單不如預期下，聽說漢翔公司在營業考量下，也減少當初默許的訂單量，結果造成民間廠商投資大、生產小、不具學習曲線效應。很明顯的結果是產業的上游供應製造商的實力並如預期的建立，擴大了產業的生產基礎，相對的產業的價值鏈沒有建立成功。

三、經濟行為觀念的缺乏

由於個人參與國內航空工業的研發工作超過二十年，工作的夥伴都是真正的從事航太工業的執行者，因此日常的聊天可以說可以獲得第一線的資訊。綜整後可以發現產業的文化特質也是很重要的因素。國內的漢翔公司是由隸屬國防部的單位轉成經濟部的國營事業單位，由任務導向技術掛帥的環境轉向市場導向獲利為主的企業，一時之間公司的文化無法改變，有關生產成本與企業經營的理念並未深入工作人員的日常工作中。當經營過程獲得政府足夠的訂單時(如經國號生產初期)，營運成效問題看不出來，等到保護性的訂單消失或減少時，營運管理的問題立即出現，此時即可發現缺乏經濟行為觀念的重要，因為部分員工仍存在過去政府機構觀念，認為是領導人的問題，沒有同舟共濟的想法。

四、市場發展不如預期與市場機制

經濟行為必須要尊重市場機制，台灣產品能在國際市場競爭是因為具備低成本的優勢，而企業的優勢來自具備之資產與能耐配合的管理效率發揮。漢翔原本想將 XAT-3 教練機及 IDF 戰機外銷，後來並未能實現。主要原因並不清楚，但是有幾個猜測：(1)美國壓力：不希望市場出現新競爭者，(2)智材問題：台灣設計製造的飛機使用的關鍵系統與零組件，受限於美國的外銷許可證(Export License)，或是模仿美國的設計。(3)不具市場競爭力，單價及成本效益不足吸引有興趣的買家，(4)國際外交實力現實等。因此只能藉國際大廠如波音等合作案來奠定產業根基，而當時的案子對方看重的是台灣的資金與低廉人工成本，若案子的市場不如預期，對台灣的訂單則大量減少。從賽考斯基的 S-12 合作案，龐巴地亞的區間客機，波音的 717 案皆發生不如預期的成果。

而 1990 年代冷戰結束應該意味航太與國防產業中期萎縮的趨勢，而期望民航部分的成長又除了無法彌補軍事方面的減少，又不如當初預期的順利，加上 911 事件的發生，這段期間整個航太產業發展的氣氛是低迷的，對於臺灣大力投入的期待造成嚴重的差距。

五、國防研發與產業發展的不接續

經國號戰機研發完成後，因美國同意銷售 F-16 及從法國購買 Mirage-2000 後，IDF 量產量由當初 250 架減少成 130 架，減少了漢翔和國內相關廠商的產量與學習生產曲線。而後近十年，國防部對軍機的需求及研發，因國防經費的日漸縮減，沒有新的大型研發計畫。很顯然的，國防研發和產業的發展未曾在政府的長期規劃中，很多的決策只是當時環境下的產物，並無整體國家最佳長遠利益的審慎思維在內。很多的政策並非長期經濟與產業眼光下的審慎決策，加上環境改變，企業經營思維無法跟隨改變，只能在劣勢中掙扎生存。

第四節 利用創新觀念創造臺灣發展航太產業的契機

波特在國家競爭策略強調，企業找尋新的競爭優勢時最重要的行動是「創新」，由廣義角度來看包括了改善技術與改進作事的方法。他認為創新有賴經驗的沉澱而非技術的突破，觀念上不必然為最新穎鮮奇，但卻是容易忽略的。克里斯丁生也強調破壞性的創新可讓新進者打敗市場在位者。這都在強調創新的關鍵性。

本文也一再強調核心競爭力的重要，目的在探討臺灣發展 UAV 產業過程時，要利用創新的觀念來創造及培養產業的核心競爭力。以下有關策略規劃的方向即是朝結合二者的觀念以提昇臺灣的競爭優勢。

另外，過去發展航太產業的經驗必須引以為鑑，對產業有幫助的持續保持與發揚光大，缺點部分則尋求對策改進。有一些的假設前題必須事先列出以做為後續的基礎，這些假設是根據合理的實務經驗與產業現況判斷而定，若有些情況因政治與經濟環境或國際局勢的改變，則有些策略規劃就必須做適當的調整與改變。

(1) 現在及未來的國防需求將持續推動 M TUAV、MALE、及 HALE 或 UCAV 的發展。若政策改為外購則本節看法必須另外討論。

(2) 國內市場在十年內有適當的需求(軍種及政府單位如海巡署等)。

(3) 國內的 UAV 系統整合能量 3-5 年仍侷限於國防研發機構。假若經濟部漢翔公司有願意參與發展的行列，在擴大產品範疇的觀點上對產業發展為正面助益。

(4) 國際民用/商業市場將於 2010 年以後逐漸的擴大與開放。

(5) 國內適當的發展準備時間是在 5-6 年內建立初步的國際競爭能力。

對於臺灣發展 UAV 產業產品的發展方向可分二條途徑，一是系統與零組件的發展，一是整機系統的發展。兩者可相輔相成互相影響。

在國內 UAV 產業發展的整體的策略規劃有如下的看法：

一、建立產業發展必須以商品或服務為基準的觀念，以純商業行為為行動指導

現在發展的 UAV 產品完全在國防研究機構內整合(由設計至製造組裝測試)，有關所有成本的分析制度尚未完整的建立(這是公家機構的通病)。這現象和當初經國號發展類似，也是漢翔航空在初期時與國外洽談合作案吃虧的地方。前車之鑑，因此研發單位必須由任務的觀點慢慢的走向商品的觀點，任何的生產和服務都是須要成本的。在產品的競爭上「成本」具重要關鍵，若研發機構沒有建立準商業行為的概念，最終只是完成任務而無法幫助臺灣建立產業的。以臺灣缺乏品牌與市場行銷的地位，若最後產品價格不具成本優勢，而又無法改善時，意味國內發展此產業不具比較利益，只因國防需求而必須發展，那麼只能縮小規模讓經費的支出變的最少。

因為，不管未來的經營模式如何，初期的技術發展與來源一定由國防研發機構負責，雖然這是沉末成本，但是擁有的智材權是屬於政府及全國民眾，可以轉移至民間企業但是須要收取智材權利金的，因此不管未來研發機構可自行出售或是技術轉移至民間發展的商品中，技術的研發的投資占成本的比例是須要明瞭的，因為都是悠關未來產品競爭的重要關鍵。

二、建立「創新」的事業經營模式

其實國內未來發展 UAV 產業最具關鍵的所在，是如何有效率的將國防研發的成果與投資，合理的轉變成全民的資產，而非國防研發單位特有的資產。目的就是國家資源極大化。

因此在目前條件之下，發展出具創新觀念的經營模式是成敗的關鍵。若無法有效的突破國防研發機密的框架，找出國防與產業發展的雙贏策略，結果會重蹈複策。

在現有環境下臺灣的民間企業在短期內是可以建立系統或零組件產品的技術能量，但絕對無法培養出設計與製造 UAV 的完整能量；相同的國防研發機構在短期內，除非政策與配套法律完成，生產的 UAV 產品只能在國內的軍方或政府機關使用。這二種現象構成發展 UAV 產業競爭國際市場上具大的鴻溝，若無法突破此困境就會看到有市場機會卻無法發展的窘態。

因此首要之處是處理國防研發資產國家化，在不洩露國防機密條件下，發展的產品及技術必須存在能轉成商品化的政策。這可利用和軍種使用產品不同設計或其

他的構想方式來避免。因此有二條路可走，一是國防研發機構的產品能外銷，也準備外銷的配套措施。二是在簽切結保證下政府允許國防研發技術在合理的智材保護下轉移給民間企業，經濟部的釋商科專計畫已初步將軍品的技術轉移給民間廠商，UAV 整機產品也應該循用此模式或更前進觀念方式進行。將國防研發與產業發展相互結合，避免投資重複資源浪費。

因此可以發展出一種民間企業經營模式，技術來源來至國防研發機構的國防計畫，經適當的改變部分設計，配合發展出的核心能量與價值鏈，就可能具備了參與國際競爭的載台。這裡強調的是必須各取所長才能生產成本具競爭的產品，因為在國防計畫上任務第一，時程的壓力迫使 UAV 的生產不是以成本考量為基準的。但是研發成功後，後續生產(包含轉移給民間企業競爭國際市場)的重心在降低成本與改善可靠度，以及國際市場的爭奪，這部分絕非國防研發單位的專長。如何以創新的構想創造出國防與產業發展並行的商業模式是非常重要的。

以上的構思只是為突顯「創新」商業模式對發展國內 UAV 產業的重要性，實際上的策略規劃方面有極寬廣的空間來討論。

三、整合國內有限資源建立 UAV 產業的價值鏈

臺灣的整體資源相當有限，無法一一從頭發展，如何有效率的整合現有資源與能量，以及培養缺乏的關鍵能耐來建立產業價值鏈是能否發展成功的關鍵之一。現在的情況是研發及技術能力在國防研究機構，民間企業有興趣投入關鍵系統與零組件的發展，政府也希望臺灣能生產高附加價值的產品。理想上，國防研發計畫的成功除了滿足軍種或政府單位任務需求外，若也能夠將發展的技術與產品轉移至民間企業去開發衍生性的商業產品，除了減少重複資外，具有擴大國內產業技術層級的功效，開拓相關系統與零組件的生產技術與衍生產品，配合民間企業的成本控制專長以及市場行銷、彈性應變的優點，找尋市場的利基所在，發展出臺灣 UAV 產業的商機。現在的環境只靠單打獨鬥的模式已無法於目前競爭激烈的市場環境生存，必須將產業的價值鏈建立才能應付市場的競爭。

四、政府在發展初期應提供發展環境與條件

很多國家在發展產業的初期時，政府扮演重要的保護與採購者角色，讓剛發展

的產業契機不被國外勢力藉成本優勢與技術壟斷方式摧毀。但是這種類似保護的手段只能是有限的短暫時期的作為，因為目的是在培養國內廠商建立初期競爭的能力，不可長期保護以致喪失長期競爭力。目前世界許多國家發展模式都採如此模式，新加坡、韓國、與印度無不如此。相同的，臺灣產業發展的單位也應該如此，在初期發展時提供發展的環境與條件。經濟部的軍品釋商計畫就發揮了如此的精神，考量未來大量生產的軍品，將部分技術轉移國內廠商，當量產軍品時國內廠商即可承製。軍品釋商機械航太領域軍用無人空中載具分項下的「小型軍用無人遙控靶機系統」，「數位飛控電腦」，「數位驅動控制器」，「無人載具關鍵機體組件」，「無刷發電機系統」，「機動彈射控制器」，「可攜式地面操控器」等研製計畫都是很好的例子。

五、結合國防研發規劃與產業技術發展規劃相容

上述一再的強調目前國內 UAV 的發展技術來至國防研發單位，而計畫的經費來源又是因為國防的需要。依據假設未來 MALE、HALE、UCAV 等相關計畫將會在不同時間展開。當國內環境已經形成國防發展與民間產業發展是有所相關聯時，在考量國防計畫時就應該將民間產業發展規劃考量進來，如此才能利用民間培養的技術與能量來幫助國防計畫的推行，因為單靠國防研發機構無法(也不必要)建構所有的技術與設備，必須只選擇具關鍵且困難的部分執行，已成熟的就轉移民間產業，讓國家資源有效率應用。

在國內民間產業能技術獨立並發展自己規劃的方向之前，國防研發計畫是國內 UAV 產業技術發展和產品訂單的主要來源，因此妥當的將國防研發計畫與產業發展規劃相結合，讓國內的資源能整合利用國防與產業發展都兼顧是很重要的。

六、利用軍購工業合作額度引進關鍵技術與代工機會

我國有極龐大的軍購，配合政府政策，都有很大比例的工業合作額度，目的希望國內廠商能利用此額度引進先進技術，提昇國內廠商的競爭力。同樣的，國外的航太廠中也有不少廠家發展不同的 UAV 系統，國內廠商可利用工業合作的機會，引進技術執行代工的工作。例如臺灣複合材料機體的製造能力與成本，對大廠具有某種程度的吸引力。同時，臺灣的製造實力，利用工合額度可吸引軍售廠商釋放其低階的製造產品至臺灣再回銷原廠的誘因，

七、擴大軍品釋商的範圍

如上所說，軍品釋商計畫已擴大了國內廠商承製 UAV 零組件的範疇與能力。為增大國內產業的晚完整性，可於釋商計畫內擴大 UAV 重要系統與零組件的技術轉移

至民間廠商，促進整體產業技術的層級與範疇，擴大產業價值鏈。

八、以創新觀念開發 UAV 民間用途

30 年前以色列在 UAV 的應用上發展出創新的觀念，創造出其獨特的價值，發年的努力已奠定成為世界能和美國相互輝映的 UAV 產業大國。美國的 AeroVironment 公司開發太陽能 UAV，創下不落地環繞世界的紀錄，這都是創新觀念下的成就。

國內的雷虎公司與廣營公司是世界級的遙控飛機製造商，產品類似迷你級 UAV 以下的類型，包括固定翼與直昇機類型。若國內能結合休閒娛樂產業廠商，與國內發達的光電、資訊、電子娛樂產業，開發創新的 UAV 用途，也是臺灣發展產業的利基。在 93-94 年軍品釋商計畫內廣營公司由中科院技術轉移火鶴二型靶機的生產技術，輔導國內廠商開發 UAV 相關技術。廣營公司另外開發縮小版的遙控飛機準備行銷世界，目的在創造習慣使用的玩家，等世界都接受此造型不同的飛行載具時，對未來火鶴二型靶機行銷有很大的助益，這也是具創意的例子。

臺灣的數位相機製造世界一流，是否能在酬載的攝影/照相設備上發展出破壞性的產品(低階或是新市場)也是一值得探討的問題。

九、民間有興趣產商籌組產業策略發展聯盟

欲發展臺灣的 UAV 產業單靠國防研發機構的努力是不夠的，必須有民間產業做基礎來發展才會持久與有成效。目前國內的民間廠商雖有興趣加入，但是公司的資源與能力適合發展那一部分並不清楚，藉研發聯盟的成立，可以藉由資訊的交流綜整出全國發展的策略地圖與分工，才能找出發展的方向與利基。

十、國內應發展相關飛航法規與適航認證相關

國內的相關單位應以幫助國內業者的立場，主動的瞭解世界發展 UAV 相關法規的趨勢與作為，同時考量國內環境發展適合臺灣環境的飛航法規與適航認證制度，協助業者排除進軍國際市場障礙。

第八章 結論與建議

第一節 結論

臺灣的航太產業發展由空軍的航發中心與貝爾公司合作生產 UH-1H 直昇機展開序幕，歷經 F-5 合作生產與初級教練機、中級教練機、中型運輸機、噴射教練機的自行研發、設計、生產的學習階段，在政府決定自行研發經國號戰鬥機及生產 250 架量的投資下，將發展的能量推向高峰。之後於民國八十年代年更將發展航太工業列為十大新興策略產業，意圖建立臺灣航太工業在世界舞台上的一角，為臺灣經濟發展貢獻一臂之力。可惜十多年的努力，在國際產業環境的變化之下，以及臺灣自身產業廠商的經營下，結果似乎不如當初的期望，陷於波特所說卡在中間的情境。

而 1990 年冷戰結束後，國際間的爭端局勢變成區域性的衝突，2003 年美國 911 事件後反恐戰爭與國家的家園安全也成為國防安全重心。美國因國際政治的因素，對無人空中載具的研發投入關注，隨國際區域衝突的實際驗證與應用經驗的增加，投入研發的經費與產品範疇大幅增加，而軍事成果令人非常的滿意，因而刺激世界各國紛紛投入，開啟一個世界性的新興產業大門。

臺灣的國防研發單位在發展無人空中載具的行列中並未缺席，然單靠國內的軍方需求無法建立 UAV 產業，加上國內航太產業發展進展不大，於是興起一序列相關問題：臺灣是否具備發展 UAV 產業的能耐與機會？若答案是正面，什麼是臺灣發展 UAV 的目標市場區隔？台灣有什麼樣的競爭優勢？可否經由分析過去的錯誤以做為未來改進的參考？什麼是台灣應該的發展的策略和配套作法，才可能在這新興的產業中在國際競爭下生存和創造國家經濟發展的目標。

針對上述的問題，本文由破壞式創新為起點來探討 UAV 的出現對現在的航空市場的影響，是漸進式創新還是破壞性創新。也介紹競爭優勢相關與核心競爭力相關的理論以提供策略規劃的依據與參考。

經過 UAV 技術發展的歷史簡介，產品範疇，產業結構與發展特性，以及未來 10 年間世界不同地區市場預測，提供一個產業外在環境的了解。由於 UAV 的發展是在

目前的航空市場環境下產生，因此先介紹現在航空市場的價值鏈做為參考，討論世界發展 UAV 產業遭遇的環境與挑戰，同時介紹國際間在技術與法規的努力現況與願景，同時說明各國發展民用/商業 UAV 產業的規劃地圖，以提供臺灣產業發展的借鏡。

接著簡易描述 UAV 發展的關鍵系統分類，與臺灣在發展 UAV 時島內相關業者的資源和能耐，最後發展出目前在關鍵系統內臺灣業者技術整備的程度。再來分析臺灣發展的 SWOT 與利用鑽石模型探討國家競爭優勢的因素，最後針對過去不成功的可能因素討論，以做為臺灣參與世界 UAV 產業競爭的參考思維。

最後，本文研究的結論可以歸納如下：

- (1) 台灣的航太產業環境與技術能量具備發展 UAV 產業的能耐與機會。
- (2) 臺灣 UAV 產業發展的目標市場為戰術型 UAV 級(含)以下的類型。
- (3) 臺灣發展 UAV 產業的競爭優勢不顯著，須要發展及培養更多的能耐來創造具競爭力的核心能力。
- (4) 臺灣必須利用創新的觀念在未來的 5-6 年發展契機中，建立起國家競爭優勢的條件，去開擴 2010 年後的市場機會。

對於發展臺灣 UAV 產業的策略規劃方面，本文也提出一些建議以供參考：

- (1) 建立產業發展必須以商品或服務為基準的觀念，以純商業行為為行動指導。
- (2) 建立「創新」的事業經營模式。
- (3) 整合國內有限資源建立 UAV 產業的價值鏈。
- (4) 政府在發展初期應提供發展環境與條件。
- (5) 結合國防研發規劃與產業技術發展規劃相容。
- (6) 利用軍購工業合作額度引進關鍵技術與代工機會。
- (7) 擴大軍品釋商的範圍。
- (8) 以創新觀念開發 UAV 民間用途。
- (9) 民間有興趣產商籌組產業策略發展聯盟。
- (10) 國內應發展相關飛航法規與適航認證相關。

第二潔 未來研究的建議

本文研究一路走下來，最後發覺題目包含範圍太大，可深入討論的問題甚多，

以致可能發生可能面面俱到卻又不夠深入的現象。然做為一個探討臺灣產業發展的題目 UAV 具備新興的市場本質有很吸引人的所在。對於未來的研究建議有如下的看法

- (1) 國防研發機構與類似機關研發成果轉移民間產業之策略與措施研究。
- (2) 臺灣民間產業發展 UAV 關鍵系統與零組件的策略研究。
- (3) 臺灣航太產業「創新」經營模式之探討研究。

參考文獻

1. 李永召, 1987。《航空、航空五十年 七二憶往》, 台北, 財團法人道聲出版社。
2. 華錫鈞, 1999, 《戰機的天空》, 台北, 天下遠見出版社。
3. 張友義, 2005。無人飛行載具產業發展現況概述, 航太通訊, 第五十八期。
4. 林永仁, 2005。學界無人飛行飛機研發現況, 航太通訊, 第五十八期。
5. 王聰榮, 2005。無人飛行載具 2005 年發展趨勢, 航太通訊, 第五十八期。
6. 王聰榮, 2006。無人飛行載具 2006 年發展趨勢, 航太通訊, 第五十九期。
7. 江田貴, 2004。軍品釋商科專計畫打開產業另一扇門, 航太通訊, 第五十四期
8. Afuah A. (2003), Innovation Management: Strategies, Implementation, and Profits, Oxford University Press, New York.
9. Christensen C., 1997. The Innovator ' s Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail。吳凱琳譯, 創新的兩難, 商周出版。
10. Christensen C. & Raynor M. , 2003. The Innovator ' s Solution: Creating and Sustaining Successful Growth。李芳齡、李田樹譯, 創新者的解答, 天下雜誌。
11. Christensen C., Anthony S. & Roth E. , 2004. Seeing What ' s Next: Using the Theories of Innovation to Predict Industry Change。李芳齡譯, 創新者的修練, 天下雜誌。
12. Hamel, G. and Prahalad, C. K. (1990), " Core Competence of Corporation " , Harvard Business Press, Vol. 68, pp. 71-91.
13. Hamel, G. (1994), " The concept of core competence " , in Hamel, G. and Heene, J. eds, Competence-Base Competition, Jonh Wiley, New York.
14. Grant, R. (2002), Contemporary Strategy Analysis: concepts, techniques, applications, Blackwell Publishing Ltd.
15. Porter M. , 1980. Competitive Strategy Techniques for Analyzing Industries and Competitors。周旭華譯, 競爭策略, 天下遠見出版股份有限公司。
16. Porter M. , 1985. Competitive Advantage Creating and Sustaining Superior Performance。李明軒、邱如美譯, 競爭優勢, 天下遠見出版股份有限公司。

17. Porter M. , 1990. The Competitive Advantage of Nations。李明軒、邱如美譯，國家競爭優勢，天下遠見出版股份有限公司。
18. Selznick, P. (1957), "Leadership in Administration ; a sociological interpretation", Berkeley: Harper & Row, Vol.41, pp. 95-107.
19. Shammai S. & Cradock C. , Jan-Feb, 2005, Heading for the Top , Unmanned Vehicles,pp.10-13
20. Shammai, S. & Cradock C. , Jan-Feb, 2005, Heading for the Top , Unmanned Vehicles, pp.10-13.