

國防科技發展特點與民生前瞻科技

侯昭平 博士

國防大學理工學院環境資訊及工程學系 教授

摘要

「國防科技」的發展，必奠基於良好的科學人才、強大的工業基礎和寬鬆的經濟環境，且具備「高度專業化」和「跨領域合作」的特點，並會受到政治環境、軍事需求和投注資金的影響，使發展產生不同程度的變化；「民生前瞻科技」多受惠於「國防科技」發展成果，產生一連串的經濟效益，這些經濟的成果，又會回過頭來，支撐「國防科技」的發展。現今的「國防科技」已是「知識力量」的展現，各類尖端的科學技術可能潛存於民間大學或公司，運用產業情報分析，特別是構建國防產業「開放式研究者與貢獻者辨別碼」，可於短時間內，匯集各類科學技術，建立國防產業伙伴。

關鍵詞：國防科技、民生前瞻科技、開放式研究者與貢獻者辨別碼

壹、前言

從歷史來看，「國防科技」的發展，必奠基於良好的科學人才、強大的工業基礎和寬鬆的經濟環境，如此才能有較好的機會，發展出多樣化且先進的「國防科技」，當然軍事上的需求，特別是已危及到國家的安全時，可能使潛存於民間的各類先進技術匯集，於是加速了「國防科技」的發展；就世界軍事科技發展過程而言，武器系統的發展，已越來越趨向「知識力量」的展現，而世界各國「國防科技」的發展，離不開「矛」與「盾」的對抗，特別是希望以小博大，以不對稱的發展理念，達成嚇阻和求勝的戰略目標。從軍事科技發展的過程來看，整體武器效能，在「速度」、「力量」和「破除戰場迷霧」等三個面向，則是過去、現在和未來，發展「國防科技」必需同時掌握，因時制宜的致勝關鍵。

軍事的需要，決定一個國家「國防科技」發展的必要性、發展的規模和速度，而經濟能力特別是技術條件，決定一個國家「國防科技」發展的可能性及可達到的規模、速度和水平。這些因素共同決定了一個國家「國防科技」的發展戰略、發展方向、發展計劃、發展項目。所謂「需求牽引」和「技術推動」正是這一特點和規律的高度概括。可將之簡稱為「國防科技」發展的宏觀規律。「國防科技」的發展決定武器的發展，而武器裝備對作戰方式、方法、戰略、戰役、戰術及軍隊的組織編制和軍隊指揮等都具有決定性的影響，因而發展「國防科技」成為一個國家增強軍事實力、達到軍事目的，並謀求政治和經濟利益的最重要手段。¹亦是推動「民生前瞻科技」的最強後盾。

「國防自主」是「國防科技」發展的核心動力，民國 91 年 3 月 1 日施行的國防法第二十二條規定：「結合民間力量，發展國防科技工業，獲得武器裝備，以自製為優先，向外採購時，落實技術移轉，達成獨立自主之國防建設。國防部得與國內、外之公、私法人團體合作或相互委託，實施國防科技工業相關之研發、產製、維修及銷售。國防部為發展國防科技工業及配合促進相關產業發展，得將所屬研發、生產、維修機構及其使用之財產設施，委託民間經營。」²也就是說，國防法中，對於我國「國防科技」的發展，不論在研發、產製、維修等任何一個面向，均已兼容民生科技的能力和發展。但是對於「達成獨立自主之國防建設」，在現有外購軍品比例仍高的情形下，民間公司對於軍品研發、產製、維修和銷售，均不易參與。因此現有民間的研發投入多止於產品應用的開發，對承擔風險的技術突破，仍有賴政府部門的投入；由於國防科技投入龐大，在其他國家均形成技術突破的龍頭，少了「技術龍頭」，對國家經濟的發展非常不利，需將「有效建軍」與「支持經濟」，這兩項和國家經濟與安全息息相關的因素，結合起來作整體考量。³

1 匡興華，〈國防科技發展的特點和規律〉，《免費論文下載中心》，2008 年 8 月 2 日，<<http://big.hi138.com/zhengzhi/zhengzhiqita/200808/73068.asp#.WdV2N7puJe1>>（檢索日期：2017 年 9 月 2 日）

2 法規名稱，〈國防法〉，《六法首頁》，2012 年 5 月 22 日，<<http://www.6law.idv.tw/6law/law/國防法.htm>>（檢索日期：2017 年 9 月 3 日）

3 陳友武等，〈國防科技的投入與國家科技發展的研析〉，《台灣技術展望》，第 5 期，2002 年 9 月 1 日，頁

在政府「國防自主」的政策指導後，國防部依據國防法第 31 條規定，於 106 年 3 月 16 日向立法院外交及國防委員會提出 106 年「四年期國防總檢討」報告，其中針對「國防產業發展策略」提出以下八點指導：1、前瞻國防科技趨勢，依聯合作戰需求，完成國防科技規劃，確保科研項目結合作戰需求。2、擇定航太、船艦及資安三大領域，投入相關資源，振興國防產業，創造經濟成長動能。3、建立國防科技發展機制，結合產、學、研多元科技能量，發展先進國防科技。4、突破武器關鍵技術，建立自主設計、製造、測試至整體後勤支援之自主能量，逐步達成武器系統自研自製目標。5、結合產業設計或製造能量，引導廠商投入國防產業，並協助與國際接軌，促進產業升級轉型。另投入相關建案預算，並納入資源釋商，創造國防與產業發展的雙贏局面。6、制定國防產業發展相關法案，鼓勵與獎助國內產業參與國防科技研發與製造，以提升國防產業技術能量。7、強化跨部會協調合作機制，轉化國防科技能量，創造國防產業衍生效益。8、建立參與國防事務廠商安全管控機制，防杜國防科技研究成果及關鍵技術遭竊或不當移轉。⁴此份報告書的內容，不但落實了政府「國防自主」的政策，重視「國防科技」的發展，亦巧妙說明了國防科研目標、近期國防重點發展領域、發展特點、結合民生科技產業發展和「國防科技」的管控機制。

貳、國防科技發展特點

「國防科技」發展，若以國防科技工業觀點來看，具有三大鮮明的特點：一是受政治環境影響大：在和平年代，軍用科技實力作為彰顯國家安全與威望的最重要因素被政府賦予重要使命，而每當國際政治環境惡化，尤其是戰爭年代，軍用科技則會被直接推向戰爭前沿，為戰勝敵國提供最具殺傷力的武器裝備。二是戰爭的需要直接刺激著軍用科技的快速發展：戰爭不僅推動了軍用科技活動，還為它提供了合法性。各種武器在「有計劃淘汰」的過程中被相繼快速代替。軍事研究開發出現在國家實驗室、國防工業部門、軍事後勤實驗室和大學中，其規模隨國家的不同而有所不同。三是軍用科技的高強度投資一般由政府承擔：從美國聯邦政府研究開發投入的分配比例來看，軍用科技在 20 世紀 50 年代占到 80% 以上，1955 年最高達到 84.9%。從 60 年代初以後直到 1990 年，軍用科技大體占 50%~70%。1991 年以來，軍用科技所占的比例沒有超過 60%，大部分年份低於 55%，2003 年以來逐步攀升到 55%~59.6%。可見，美國聯邦政府的科技投入，長期以來總體上是以軍用科技為第一投入。⁵而國防科技工業應以達成「研發、產製、維修及銷售」為目的，其內涵則應是涵蓋「達成國防自主、提升武獲能量、掌握產製品質、落實科技管理、執行研發計畫、妥善評核作為、健全整體後勤、強化供應管理、維持裝備壽期」等所有面向。

92。

4 中華民國 106 年《四年期國防總檢討》編纂委員會，《中華民國 106 年四年期國防總檢討》（臺北：國防部，2017 年），頁 25。

5 MBA 智庫百科，〈國防科技工業〉，2016 年 9 月 23 日，
<<http://wiki.mbalib.com/zh-tw/%E5%9B%BD%E9%98%B2%E7%A7%91%E6%8>>（檢索日期：2017 年 9 月 5 日）

此外，近年來「國防科技」的發展特點，不但越趨專業化，並且因應著軍事的特殊需求，出現跨領域合作的發展特點；也就是說，砲兵可能操作著結合材料、物理、資訊、電機電子、化學等相關領域的尖端設備，但卻在大氣領域的環境下進行高精度的射擊訓練，並在操作的過程中發現，具備主動或被動尋標的飛彈，深受大氣背景水氣、氣溶膠、閃電或風向風速的影響，使武器系統不易發揮其設計的效能；飛行員則是操作著結合機械、航空、航電、兵器、材料、測量、資訊雷達等領域逆蹤戰機，在複雜的大氣環境領域中，於不同高度執行著高精確性的作戰任務，而這也似乎暗示著有越來越多的學科專業領域在國防上有直接的或潛在的應用價值，進而刺激先進國家以產、學、研合作的方式，來協助「國防科技」的發展，居世界領導地位的美軍，更是以「基礎研究」、「應用研究」和「尖端技術發展」的方式，透過各種管道，廣納其國內和全世界各大學和民間公司的研究成果，來強化其領先地位。

也因此「國防科技」的發展，核心能量應來自良好的「國防科技」人才，所以「國防科技」人才的培育越顯重要，依國防法第 22 條，廣義的「國防科技工業人才」係指從事國防科技工業之「研發、產製、維修及銷售」具有專業知識及技術之人員。目前國內這些人才的培育管道可來自軍事院校（包含軍費及自費生）、研發替代役、大學儲備軍官訓練團（The Reserve Officers' Training Corps, ROTC）及專業軍士官班，這樣多元的來源，已包含所有民間各大專院校；而「國防科技」的需求，可大致區分為初階、中階和高階需求，在初階需求部分應包含維修保養、物料管理、補給管理及操作訓練；中階需求部分應包含研究發展、生產製造、督管測評及整體後勤；高階需求部分應包含政策規劃、軍投決策、科技管理及武獲管理等面向，對應這些需求，國軍「國防科技人才」可派遣至國軍各維修保養、科技研發及專業採購或決策單位，來發揮所長，亦可至民間如中科院、漢翔及其他國防產業鏈的公司服務，配合推動「民生前瞻科技」。

在 1991 年波灣戰爭中，美國體認到聯合作戰機制之重要性及聯戰效能，使戰爭型態，軍備獲得的方式由傳統的作戰觀點，發展為以作戰，系統，技術三個觀點的聯合作戰整合架構構想，而這樣的體認正式「國防科技」高度跨領域的一個特徵，也就是說，為完成特定作戰任務，必須有相對應的系統支持作戰任務當中的行動，而這些系統更必須以特定的技術標準予以適當規範，因此，觀點與觀點之間實為緊密架構相扣而不可分的。舉例言之，當獲得新的武器系統或技術後，即可能影響作戰觀點；或者，當發展新的作戰觀點時，是否具備相對應的系統及技術標準加以實現。然而，在進行架構描述與開發時，均必須先行定義架構的目的，範圍，限制假設，需求原因，成本與預定完成時間等相關內容，也唯有明確的摘要出前述的重要資訊，方能確保分析所得的產品符合實際需求。⁶因此，結合作戰實際需求的「國防科技」發展、「高度專業化」和「跨領域合作」不僅是特點，更是必須落實的要項。

6 國防大學理工學院，〈研析「美國國防部架構規範（DoDAF）」工作報告〉，2007 年 7 月，頁 5。

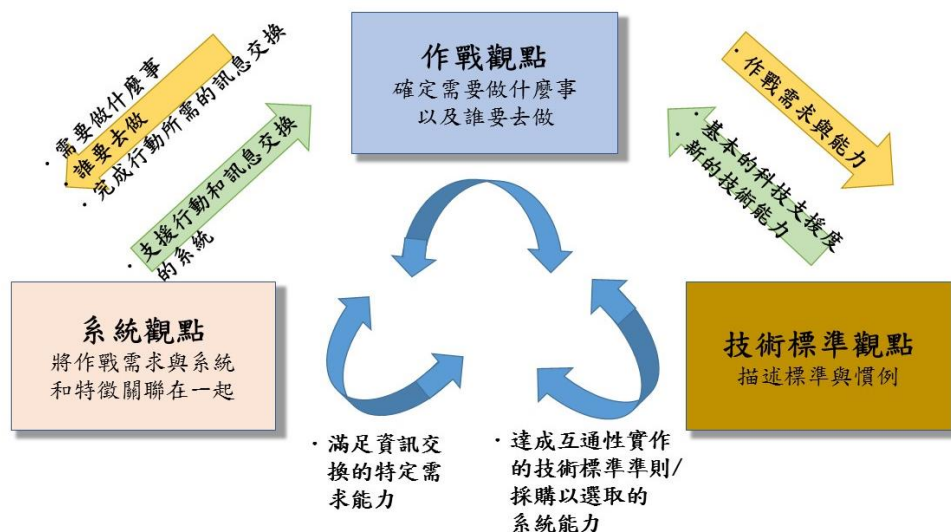


圖 1 各觀點間關連性示意圖

從另一個面向來說，大陸的學者認為，第二次世界大戰前，與國防特別是武器裝備的研製直接相關的一般是應用科學和技術科學，而基礎科學幾乎沒有對軍事技術產生直接的影響。第二次世界大戰以後，特別是最近 20 多年來，不但應用科學和技術科學，就連基礎科學的成果，也被大量應用於武器裝備的研制和改進之中，例如，除了數學、物理和化學之外，就是動物學中對某些動物器官的構造和功能的研究，也被用來設計與動物功能相似的軍事技術裝備。又如，生物學中對遺傳基因的研究用來研制基因武器，對人數高級神經活動的研究被用來研制瓦解人的意志、引起人們恐懼和幻覺的神經毒劑等。這使「國防科研」的研究範圍不斷擴大，從而形成了包括基礎研究、應用研究和發展研究在內的綜合性的科研結構。其次，隨著科學技術的不斷發展，武器裝備（特別是現代的大型武器裝備）的複雜性逐漸增加，武器裝備的研製一般都要利用來自多個不同學科專業領域的專家的集體智慧，進行綜合開發。⁷近期，可能大幅改變戰爭型態的另一關鍵技術—「量子技術」便是相當好的例子。

既然「國防科技」已具備「高度專業化」和「跨領域合作」的特點，從事「國防科技」的研究和發展，需求的廣大人力和物力當然也就所費不貲；因此「國防科技」的經費投入和「國防科技」的發展必定存在高度的相關性；中科院曾以「國防科技的投入與國家科技發展的研析」為題，說明科技政策及其績效概可以「投入」與「產出」兩類指標來作表達，文章中亦指出當時我國政府的《知識經濟發展方案》或《國家科技發展計畫》，均揭示「十年內（按：民國99年前）達到全國研發經費佔GDP之3%」、「未來十年政府部門對研發經費之平均成長率應不低於10%」的政策，但當時我國二代兵力，82%的武器裝備經由外購獲

7 匡興華，〈國防科技發展的特點和規律〉，《免費論文下載中心》，2008年8月2日，
<http://big.hi138.com/zhengzhi/zhengzhiqita/200808/73068.asp#.WdV2N7puJe1>（檢索日期：2017年9月2日）

得，十年間花了將近一兆元的經費，但不久依然有「2005年戰力優勢不再」的疑慮，出現了國防預算的花費對構建戰力與協助經濟兩方面均未能顧及的遺憾。顯見現在政府推動「國防自主」的政策，方向正確，且有其帶動民生經濟發展的深意。

另外，文章中亦將一些國家的國防規模與國防科技投資的概況與科技研發投資的比率，做了比較，分如表1、2。研究結果發現，美國的研發投資率穩定在12%至14%之間；瑞典、英、法、德等歐洲諸國，長久以來即維持在10%左右的水準，表2中也可以看到韓國的覺醒與直起急迫；而韓國政府已作了「2015年前要達到10%」的宣示。台灣則是變動較大。文章認為「穩定性」是科研工作成敗的關鍵，因為「武器革命總是比軍事革命先行一步」，國防科研是國家的戰略資產。同時戰爭總是優先運用新科技作創新；因此，「必須維持一支思想活躍的高素質科技隊伍，即使在國防預算最緊縮情況下，也必須保證給最優先的科技工作以穩定的經費，否則一經中斷就很難再恢復」。⁸這樣的看法，正說明了國防科技需要穩定投資的原因。

表 1 一些國家的國防規模與國防科技投資概況

年度	美國		英國		法國		瑞典		南韓		日本	
	T	RD	T	RD	T	RD	T	RD	T	RD	T	RD
1986	3350	510	428.7	54.0	410.8	62.0	53.9	6.6	78.3	1.2		8.2
1989	3736	510	426.5	41.0	521.0	71.0	53.5	6.8	112.5	1.7	474.1	11.0
1992	3313	440	388.3	35.0	505.3	68.0	55	6.9	130.3	3.4	488.2	14.0
1993	3138	430	379.6	38.0	499.8	62.0	52.3	6.5	130.0	3.9	493.8	15.0
1994	2962	390	367.1	33.0	502.3	60.0	52.4	5.0	136.3	4.0	496.3	15.0
1995	2787	370	338.4	33.0	477.7	52.0	54.2	5.7	144.2	4.4	501.1	16.0
1996	2637	370	344.0	34.0	466.0	50.0	57.4	5.7	154.8	4.6	511.0	18.0
1997	2622	380	322.2	33.0	470.4	46.0	52.3	5.2	155.6	5.3	513.2	18.0
1998	2518	398	323.2	39.0	459.8	36.0	53.4	5.3	150.4		512.9	
貨幣單位：億美元。T：國防總預算表現的國防規模；RD：國防研發預算。 資料來源：《SIPRI yearbook 1999》，p. 353。												

表 2 一些國家國防研發投資率之比較

國別 年度	國防研發投資率 = 國防研發預算 / 國防總預算						
	美國	英國	法國	瑞典	韓國	日本	台灣
1986	15.2	12.6	15.1	12.2	1.5		7.3
1989	13.7	9.6	13.6	12.7	1.5	2.3	9.0
1992	13.3	9.0	13.5	12.5	2.6	2.9	5.0
1993	13.7	10.0	12.4	12.4	3.0	3.0	3.7
1994	13.2	9.0	11.9	9.5	2.9	3.0	3.1
1995	13.3	9.8	10.9	10.5	3.1	3.2	2.7
1996	14.0	9.9	10.7	9.9	3.0	3.5	2.8
1997	14.5	10.2	9.8	9.9	3.4	3.5	
1998	15.8	12.1	7.8	9.9			2.4

8 陳友武等，〈國防科技的投入與國家科技發展的研析〉，《台灣技術展望》，第5期，2002年9月1日，頁83。

我國全國研發總經費近四年持續成長，占國內生產毛額(Gross Domestic Product,GDP) 比率，由民國98 年的2.83% 穩定成長至民國101 年的2.94%，呈現穩定成長的趨勢。各國研發經費占GDP之比率如下圖，從圖中可以發現，台灣低於南韓、以色列、芬蘭、瑞典、日本、德國等國(圖2)。其中韓國的大幅超越，顯示其政府推動科研的決心，值得我們警惕與學習。我國研發經費來源中，若由研發經費執行部門來看，近四年來均以企業部門執行經費為最高，其次為政府部門、高等教育部門及私人非營利部門。企業部門研發經費由民國99 年的2,825.46 億元逐年成長至民國102 年的3,434.56 億元；而政府部門研發經費以民國99 年的630.20 億元為最高，之後逐年下降至民國102 年的609.93 億元，全國研發經費投入類型：以技術發展所占比率最高，其次依序是應用研究與基礎研究。民國102 年技術發展占研發經費67.5%，應用研究與基礎研究的比例則分別為23.2% 與9.2%。若依執行部門劃分，企業部門的研發以技術研發為主，占企業部門研發經費的比例自民國99 年至民國102 年皆接近80%；政府部門研發經費執行類型，自民國99 年起應用研究及技術發展兩者差距逐漸拉大，顯示我國政府研發方向更側重技術發展研究。而高等教育部門則以基礎研究為主要研發活動，但其所占比例逐年下降，民國99 年所占比率為48.8%，民國101 年所占比率為48.3%，⁹這樣的趨勢，較為不利於高端科技的研究，因為很多關鍵技術的重大發現，多來自於紮實的基礎研究。（如表3）

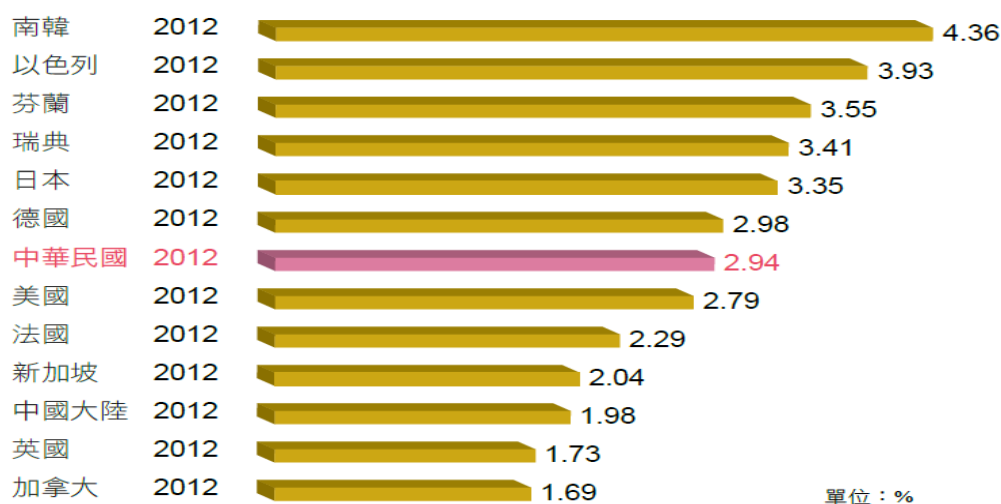


圖5 各國研發經費占GDP之比率

資料來源：1. 中華民國：科學技術統計要覽，2014年版，科技部。
2. 其他國家：主要科技指標(Main Science and Technology Indicators, MSTI) November 2014, OECD。

圖2 各國研發經費占GDP之比率

9 科技部，〈中華民國學技術白皮書〉，2015年6月，頁19-21。

表3 我國近四年研發經費—依研發類型及執行部門區分

單位：新臺幣百萬元

執行部門	研發類型	99 年	100 年	101 年	102 年
全國	基礎研究 (%)	10.0%	9.7%	9.4%	9.2%
	應用研究 (%)	24.7%	23.7%	23.5%	23.2%
	技術發展 (%)	65.3%	66.6%	67.1%	67.5%
	研發經費合計	394,960	413,293	431,296	454,891
企業部門	基礎研究 (%)	0.4%	0.4%	0.4%	0.5%
	應用研究 (%)	19.9%	19.8%	19.9%	19.8%
	技術發展 (%)	79.7%	79.7%	79.6%	79.8%
	研發經費合計	282,546	300,358	319,906	343,456
政府部門	基礎研究 (%)	23.2%	23.5%	25.3%	26.9%
	應用研究 (%)	34.8%	29.4%	29.4%	29.8%
	技術發展 (%)	42.0%	47.0%	45.3%	43.3%
	研發經費合計	63,020	62,546	61,172	60,993
高等教育部門	基礎研究 (%)	48.8%	48.7%	48.3%	48.3%
	應用研究 (%)	38.7%	38.9%	37.9%	38.1%
	技術發展 (%)	12.5%	12.4%	13.8%	13.6%
	研發經費合計	47,970	48,978	48,898	48,987
私人非營利部門	基礎研究 (%)	19.2%	20.5%	17.1%	18.6%
	應用研究 (%)	58.2%	66.5%	68.6%	69.3%
	技術發展 (%)	22.5%	13.0%	14.3%	12.2%
	研發經費合計	1,424	1,410	1,321	1,455

資料來源：科學技術統計要覽，2014 年版，科技部。

行政院考量國家整體經濟情勢與未來發展，在兼顧施政需求與財政健全原則下，妥適配賦國防預算，並承諾倘獲必要之武器裝備供售，將透過動支預備金、追加預算及特別預算等程序籌措需款，具體展現政府持續強化國防之施政理念，充分彰顯自我防衛決心。綜觀我國近10年（民國95年至104年）國防預算規模約新臺幣（以下幣制同）2,525億元至3,340億元間，占中央政府總預算比例約16.07%至19.51%間（98年以後逐年略微下滑）（如圖3）。

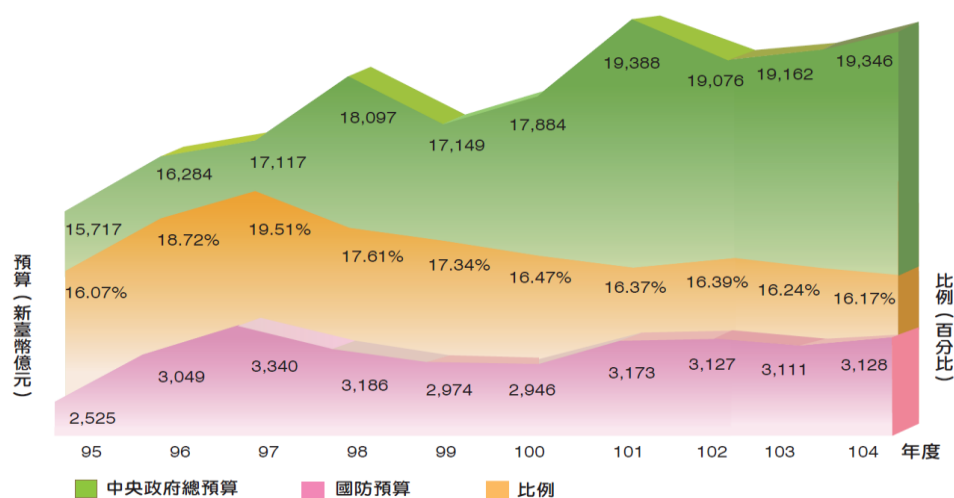


圖3 民國95年至104年國防預算與中央政府總預算關係圖

依據預算結構劃分，國防預算區分為「人員維持」、「作業維持」、「軍事投資」及「其他」等部分。「人員維持」主要編列人事費等預算；「作業維持」主要編列維持武器裝備妥善及各級單位運作等預算；「軍事投資」主要編列武器裝備研發與建置等預算；「其他」主要為國安局預算。有關近10年預算結構比例消長情形如圖4。¹⁰若依此結構劃分來看，「國防科技」研發和「軍事教育」的預算比例，應有討論和調整的空間，畢竟「國防自主」中，落實國防科研人才的培育和相關科技的研發工作，才能夠加速「國防科技」的發展，並提升其質量。

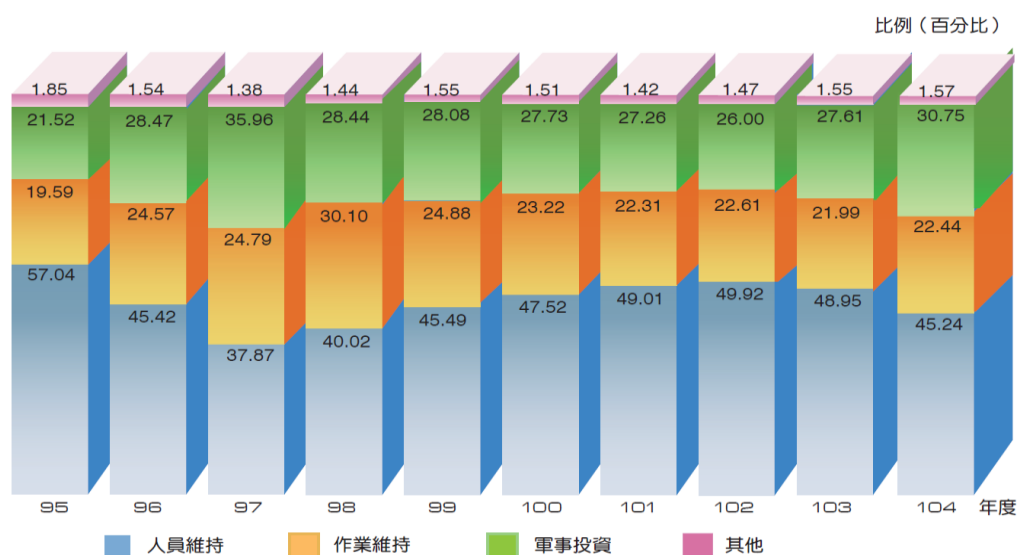


圖4 民國95年至104年國防預算配置圖

參、民生前瞻科技

什麼是「民生前瞻科技」？其實相當不易定義，因為隨著科技的快速發展，其內涵亦不斷的改變中，因此若是以時間軸來看，個人認為能夠領先現有市場科技技術達10年以上，才有機會制訂規格，創造規模，也才有機會領導市場，創造好的商業價值，如此稱之為「民生前瞻科技」，較為實在合理。但是「民生前瞻科技」和「國防科技」發展有什麼關連呢？美國國防大學國家戰略研究所資深研究員，馬丁·李比奇（Martin Libicki）在其所撰之明日戰爭一書中曾提到，看見戰場的能力將是主宰傳統戰場的關鍵因素，看見（seeing）與打擊間的密切關係將對傳統戰爭作戰的方式，投入的部隊與裝備，美國及其他國家在戰爭中的角色等產生全面性的影響。美國國防部利用偵測器（以達成情報，監視，偵察「ISR」之目的）及網路（以支援指揮，管制，通信，及電腦「C4」能力）照明戰鬥空間，上述能力復加上精確武器，形成了「整合各種系統的系統」。事實上，美國國防部即為一個「整合各種系統的系統」，其人員運用偵測器，檢視回饋訊息，維護資料庫產生報告與圖示，依令行事，與指定目標予某一武器複雜程度的升高，風險排斥心理的增加，速度的要求，持續不斷的成本壓力，與技術上的機會等。均迫使各層次的裝備必須從零星

10 國防報告書編纂委員會，《中華民國104年國防報告書》（臺北：國防部，2015年），頁125-126。

資訊提供者整合為自動化的知識提供系統。否則，洞穿戰鬥空間仍只是空言。¹¹

由此來看，若要以「國防科技」來領導「民生前瞻科技」，和軍事需求的結合程度，將是政府是否大力投資的關鍵。德國在二戰戰敗後，憑藉其良好的工業基礎，和對「國防科技」的重視，很短的時間便再次成為軍事工業強國，諸多「國防科技」甚至順利轉型為「民生前瞻科技」，使其居於世界領先地位，2011年的漢諾瓦工業博覽會提出了工業4.0，或稱生產力4.0，這是一個德國政府提出的高科技計劃，但工業4.0目標與以前不同，並不是單單創造新的工業技術，而是著重在將現有的工業相關的技術、銷售與產品體驗統合起來，是建立具有適應性、資源效率和人因工程學的智慧型工廠，並在商業流程及價值流程中整合客戶以及商業夥伴，提供完善的售後服務。其技術基礎是智慧型整合感控系統及物聯網。¹²而這對於具備極佳資訊軟硬工業經驗的台灣，是個絕佳的機會，因此以下僅以「洞悉未來戰場」的觀點，來論述台灣適合發展的「民生前瞻科技」。

一、物聯網：

1995年，比爾蓋茲在《未來之路》一書中，展開他的智慧家居狂想，成為物聯網概念的濫觴。1998年，美國麻省理工學院Auto-ID中心主任愛斯頓（Kevin Ashton）提出物聯網（Internet of Things，簡稱IoT）一詞，全球化的網路基礎建設，透過資料擷取以及通訊能力，連結實體物件與虛擬數據，進行各類控制、偵測、識別及服務，從此這詞廣泛流傳。台灣物聯網時代的科技巨頭，則是全球第三大晶片設計商聯發科與全球第一大晶元製造商台積電。Gartner就估計，2018年半導體產業營收為3,840億美元（約11兆9,200億元台幣），物聯網占了其中240億美元，而2013年台灣半導體產業產值則為1兆7,938億元台幣。¹³物聯網本質上是圍繞著資料的新商業模式，但在未來戰場上，這個萬物相連的概念，卻正是信息化戰場的核心概念，此概念透過日趨強大的網路傳輸技術（如未來可能的行動通訊技術5G），將使戰場景象，即時傳回指揮中心，並進入半人工智慧的決策模式。

11 馬丁·李比奇，《掌握明日戰爭》（國防部史政編譯局，2001年），頁 viii。

12 維基百科，〈工業4.0〉，2017年9月19日，<<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%B7%A5%E6%A5%AD4.0>>（檢索日期：2017年9月20日）

13 數位時代，《30個關鍵字讓你搞懂物聯網》，2015年12月1日，<<https://www.bnext.com.tw/article/34549/bn-article-34549>>（檢索日期：2017年9月8日）

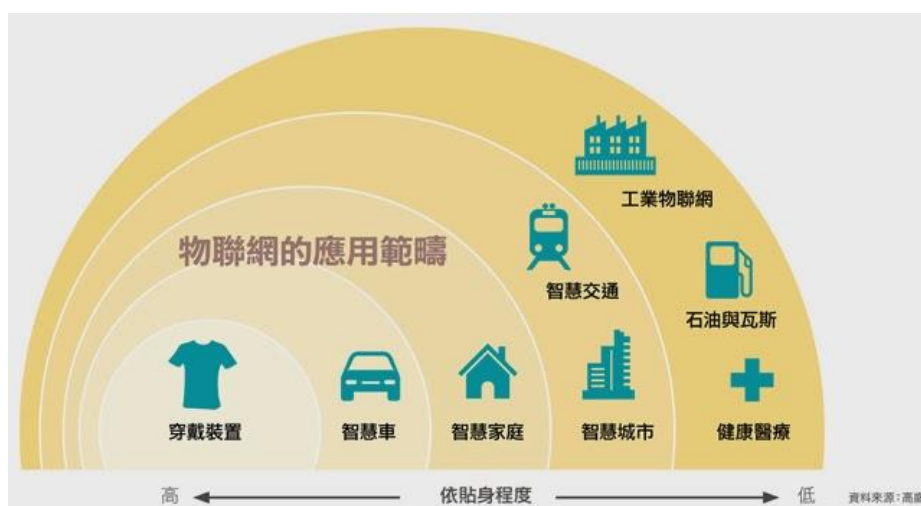


圖 5 物聯網的應用範疇

二、量子技術：

量子技術的工程化，是近代物理界相當重要的突破，因為這個技術影響的層面廣闊且爆發力十足，已有越來越多的外媒認為「量子技術」很可能是第四次工業革命的一個引爆點，其民生前瞻商業應用價值，目前難以計算；在國防科技運用上，量子技術可大致區分為傳輸、計算和偵測三個領域來進行論述：

- （一）傳輸：在軍事和商業的運用上，遠距操控已成為未來趨勢，但資安事件總是讓我們對於無線傳輸是否會洩密，產生極大的疑慮，事實上，就資安專家來看，任何手段的加密演算方式，都有可能遭破譯，差別只是時間上的多寡，即便是類似像軍用Link系列的跳頻或展頻技術也是一樣；但劃時代的量子傳輸方法，則是將徹底打破這樣的疑慮，因為量子傳輸運用的是量子糾纏的技術，這將會使任何想要偵測或干擾量子傳輸的企圖無法運作，因為一旦對此量子傳輸過程實施偵測或干擾，量子狀態會立刻改變，也就是說，未來將出現絕對安全的有線和無線傳輸方式，使戰場或商場情報能夠安全快速的傳送。而這類似科幻的論述，事實上，中國大陸已藉由墨子號，完成了空對地「千公里級」的訊號傳送測試。
- （二）計算：據報導2017年5月3日來自中國科學技術大學與浙江大學，共同研製出世界第一台光量子計算機。量子計算機最大的特點就是快，到底有多快？如果普通計算機猶如步行，那量子計算機就猶如高鐵。比現在最快的超級計算機天河二號還要快很多。媒撥報導，中國大陸量子科學研究上，取樣速度比國際同行類似的實驗還要加快至少二萬四千倍，也比人類 歷史上第一台電子管計算機和第一台電晶體 計算機運行速度快十至一百倍。¹⁴雖然這只是原型機，美國也有類似的技術，但世界各國已在較量子電腦的計算速度和未來發展，而這樣的計算速度，在民生上能夠解決天氣預報的大量計算問題，有效提升天氣預測的精確性，大幅增進各類藥物的開發速

14 中國經濟導報，《世界首台光量子計算機在中國誕生 比國際同行快 24000 倍》，2017 年 5 月 3 日，
< <https://read01.com/gGyy5z.html#.WdbRcGiCyUk> >（檢索日期：2017 年 9 月 20 日）

度，各種商業工程（汽車、飛機、船艦...等）也會因此大幅受益，在「國防科技」的運用上，當然就讓人充滿想像空間了，例如破譯各類資訊，便是其運用的一環。

- （三）偵測：量子雷達是基於量子力學基本原理，主要依靠收發量子信號實現目標探測的一種新型雷達（圖6）。量子雷達具有探測距離遠、可識別和分辨隱身平台及武器系統等突出特點，未來可進一步應用於飛彈防禦和空間探測，具有極其廣闊的應用前景，作為洞察未來戰場的「千里眼」，量子雷達技術勢必掀起各軍事強國變革雷達技術的時代潮流。自1934年美國開發出首部脈衝雷達以來，世界各國競相發展雷達技術，隨著隱身技術和電子干擾技術的迅猛發展，隱形戰鬥機逐漸展露頭角，傳統雷達遭遇前所未有的挑戰。量子雷達是量子度量學的另一個重要研究方向，其本質是將光量子作為光頻電磁波微觀粒子對目標進行探測，利用它不同於常規雷達電磁波的物理特性，提升對目標的探測性能，同時提高雷達的抗干擾和抗欺騙能力（圖7）。量子現象能夠大幅度提高傳感器靈敏度，促使量子傳感器得到優先研發，如磁力計、光電探測器和密度計等。量子雷達比傳統雷達的目標能見度更高，量子雷達具有優越的電子對抗性能，非常適合軍事應用，因此受到各國軍方的高度重視。¹⁵美國羅徹斯特大學的一支研究小組經研究發現，光子的量子特性可用於挫敗先進的隱形技術。麻省理工學院的《技術評論》解釋說，這種新型雷達建立在這樣一個事實基礎之上，即任何測量光子的做法往往都會改變其量子特性。為了利用這種奇異的特性，羅切斯特大學的研究人員建議利用偏振光子探測物體和進行成像。¹⁶當然這樣重要的儀器，所帶動一系列的光電產業，其商業產值，一定也非常的驚人。

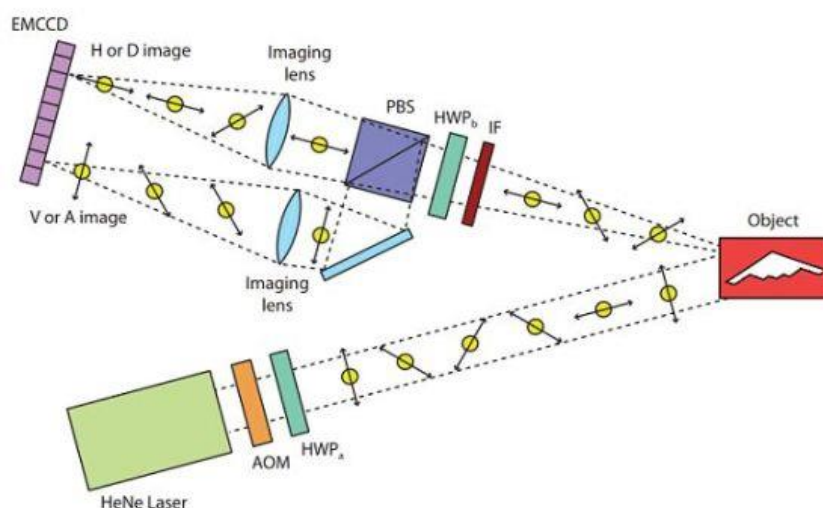


圖6 量子雷達工作原理示意圖

15 蕭何的部落格，《量子雷達簡介》，2017年1月26日，<<http://blog.udn.com/H101094880/89939337>>（檢索日期：2017年9月21日）

16 今日新聞，《軍武/美國科學家研發量子雷達，可截獲隱形飛機》，2013年1月9日，<<https://www.nownews.com/news/20130109/329351>>（檢索日期：2017年9月20日）

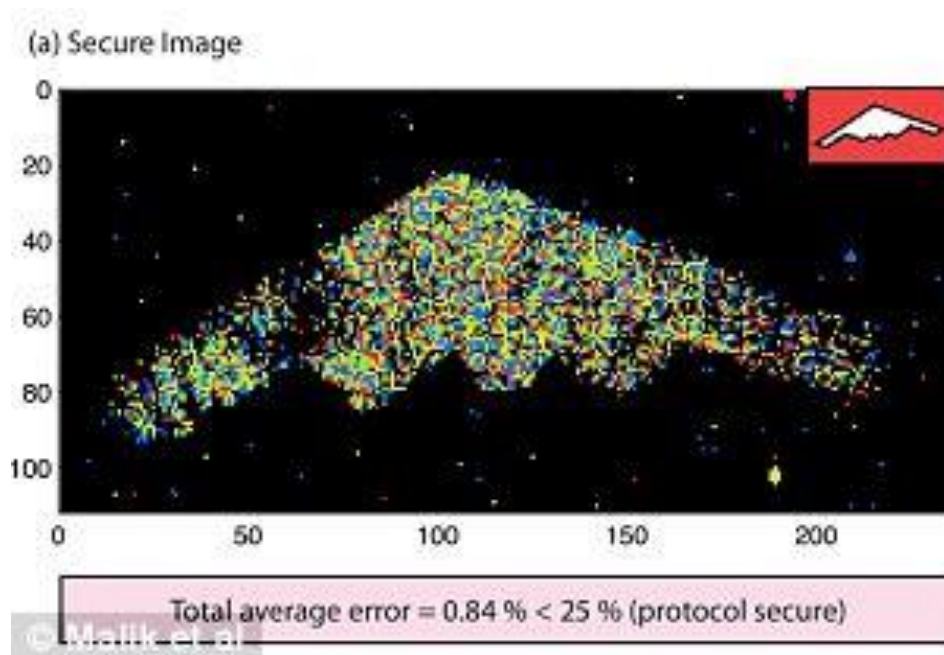


圖7 量子雷達探測B2隱形戰機的結果

三、奈米科技

未來的戰場上，一群不起眼的小螞蟻，有可能是敵人運用最新技術研製出來的滲透部隊-「微型機器人」。軍事上面運用奈米科技所創造出來的材料不但具有體積小、重量輕、強度高、壽命長的特點外，運用奈米製程所生產的電子元件亦具備運算效能高，儲存容量大、低耗能的優點，奈米科技可使武器系統達到「超微型化」、「高智能化」，並實現「大量化生產」，未來可能的奈米科技相關武器有小型無人飛機、螞蟻士兵、奈米偵測器等。除此之外，奈米橡膠塑料結構材料具有質輕、耐磨、強度大的特性，未來可能「取代金屬」成為載具裝甲，由於「奈米燃料」有體積小、燃燒效率高特性，使武器載具速度、巡航距離大增。武器方面，「機械昆蟲」是一種尺寸如昆蟲般大小的袖珍載具，可攜帶各種探測設備，可祕密部署到敵方資訊系統和武器系統的內部或附近，監視敵方情況；「塵埃間諜」是美國科學研發人員目前研究一種裝有奈米電子偵察設備的微型偵測裝置；「間諜草」是一種看似小草的微型偵測器內置入敏感的超微電子偵察儀器和感應器，可偵測出一百公尺以外的車輛移動時產生的震動和聲音，及時發出警告，具有定位、測距之能力，並能自動調整方向以便持續精確的監視目標；「智慧型戰鬥服」為金屬奈米顆粒與化學纖維合成具有導電性的纖維，可製成防電磁輻射的纖維製品，提昇抗磁輻射之使用效益；因為奈米微粒尺寸遠小於紅外線及雷達波波長，穿透率比一般材料要高，大幅減少波反射率，此「隱形材料」使得紅外線偵測器和雷達接收到的反射訊號變得很微弱。¹⁷若「國防科技」發展上，對於奈米科技能夠因軍事需求產生各面向的突破，轉型為「民生前瞻科技」時

¹⁷ 國立水里高級商工職業學校，《未來軍事科技發展趨勢-奈米科技》，2017年2月25日，<
http://www.slvs.ntct.edu.tw/ischool/public/resource_view/show.php?aid=1252>（檢索日期：2017年9月12日）

，不僅可以運用到醫療、運動、科技塗料等，甚至食、衣、住、行、育、樂等各個面向，都會產生極大的變化，藉此可帶動一系列龐大的商機，帶動民生經濟的發展。

四、太空武器：太空武力是指：「一個國家向太空遂行並影響作戰行動，以達其目標的全般力量。」太空武力具有全球化的特質。1957 年，前蘇聯將世上第一顆人造衛星送上太空軌道，震驚了全世界，而人類的太空競賽就此展開了序幕，更多的衛星、探測火箭升空了，十二年後人類踏上了別的星球。就軍事方面來說，目前太空載具僅能支援陸、海及空軍在戰場上之作戰行動，太空武器投射技術發展尚未成熟，其中導航衛星：一開始是美國為了軍事用途而設計的，而後因應民間需求，軍方才將此技術解密釋出。這種原屬於美國軍方使用的全球定位系統的使用，使人類的交通更加安全、也更加便利，另外偵測衛星的發展，已可以用極高的分辨率，看清衛星經過的地點的任何地面物體，這類衛星在民間的用途很廣，例如資源探勘、大氣觀測、通訊中繼...等，¹⁶ 近期台灣發射升空之福衛 5 號是台灣首枚自主研发的高解析度光學遙測衛星，由國家實驗研究院國家太空中心執行，總經費含委託發射費用共 56.59 億元、衛星本身耗資約 37 億元，經 6 年多研發，從設計、製造、組裝到測試，台灣完全自主發展。福衛 5 號拍攝影像的「光學遙測酬載」亦是百分百台灣自製，代表台灣有能力製造先進衛星，寫下台灣太空史新里程碑，¹⁸ 雖然目前傳出有些科學功能部分未能達標，但是完成這類高科技產品，定能產生許多關鍵技術，進而打入國際市場，為「民生前瞻科技」貢獻心力。

肆、產業情報

產業情報，特別是產業趨勢分析，一直是世界先進各國極為重視，並列為輔導廠商轉型的重要資訊，亦是廠商投資擴廠的重要參考依據，106 年「四年期國防總檢討」報告書中所揭示之「國防產業發展策略」中，期望未來能「結合產業設計或製造能量，引導廠商投入國防產業」的指導，在現有軍品市場小、成本高、不易形成產業週期的限制下，若不能結合一般商界產業情報，或佐以國防產業情報來提升配合廠商投資信心，相信具有關鍵技術，特別是必須調整產品設計，才能成為關鍵技術的廠商，在有限的國防產業中，願意接受國防部或中科院委託的意願必然低落，因此若希望能夠落實「引導廠商投入國防產業」，首先應該有良好的國防產業情報趨勢分析，並結合國防關鍵技術資料庫，才能有效率的挑選合作廠商，並建立一定規模的合作關係，由於各類產業發展快速，國內廠商為了滿足市場的快速變動，目前是藉由各相關產業政府研究單位來蒐集或建立產業情報，接著以國內具不同面向的專業團隊，來說明現有產業情報執行的方式：

一、國內技術領導單位「工業技術研究院」：

千禧年時隨著全球化的風行以及新興工業國家的崛起，台灣產業面臨更為激烈

18 蘋果即時，《自製福衛五號升空入軌道》，2017 年 8 月 25 日，

< <http://www.appledaily.com.tw/realtimenews/article/new/20170825/1189914/> > (檢索日期:2017 年 9 月 20 日)

的國際競爭，產業結構必須再次轉型，從以前的代工生產，朝向高附加價值的產業發展需求，在考量產經環境劇烈改變條件下，「工業技術研究院」決定成立產業經濟與趨勢研究中心（Industrial Economics and Knowledge Center，IEK）。工研院IEK於2000年成立，整合工研院強大的研發後盾及在國際舞台的能見度，期以知識力量促進國家競爭力提昇，協助產業界提高附加價值，形成台灣產業轉型重要推力。其主要任務是強化產業趨勢的研究，提供客戶專業的資訊與顧問服務，以為客戶創造價值並提升效能；¹⁹另一方面IEK亦致力帶動台灣知識型服務業發展，更自許在不遠的未來成為亞太地區產業趨勢與政策研究的重鎮。

IEK近年來為順應時代潮流及客戶習慣的轉變，致力於產業情報網之經營，其運用150位以上不同專業領域之產業分析師內部團隊，同時結合工研院6,000多位技術專家及國內外產官學豐富人脈網路的深厚基礎，定期提供全球/台灣產銷分析/調查、產業發展現況與市場趨勢預測、產品/技術應用趨勢、領導廠商策略、廠商競爭態勢分析、區域及新興市場研究、即時產業議題評析、關鍵零組件發展等研究內容，透過資訊化及網路技術，更即時地提供客戶所需之產業情報。也就是說結合工研院強大的研發後盾及在國際舞台的能見度，集結經驗豐富的產業專家組成優質團隊，期以知識力量促進國家競爭力提昇，協助產業界提高附加價值，如此當然能形成台灣產業轉型重要推力，並使商家產生信心與依賴。



圖 8 IEK 服務範疇

二、國防產業領導單位「中山科學研究院」：

19 IEK 產業情報網，〈關於我們〉，2017 年 9 月 1 日，<http://ieknet.iek.org.tw/about/>（檢索日期：2017 年 9 月 3 日）

中科院可以說是「國防自主」的核心推動單位，其不僅擁有國防科研相關之各類專業人才和設備，更具備數十年國防科研和各類武器系統製作的能量，也因此，中科院深知，武器系統的研發和整體後勤的維持，「人才」、「設備」、「材料」、「廠商」等關鍵組成，缺一不可，為了降低研發成本，提高國防產業價值，近年來除推動「軍民通用科技」外，創新育成中心的設立，更是與相關廠商互動的重要單位，在整個體系上，創新育成中心肩負著三個使命：1. 對內整合與包裝散置於各研發單位的技術與專家群，讓興業家能迅速的發現他所需要的寶玉。2. 對外協助民間企業家打開中科院神秘的殿堂，了解與掌握企業需求之脈動，適時將這些需求引介給中科院的專業單位，並從中加以媒合促成。3. 為胸懷美夢的興業家，準備好了孵化的平台，以完善的空間設施來迎接即將誕生的小雞。²⁰另外，也對進駐的企業提供技術、行政、設備及培育室等相關支援，並針對企業發展、行銷推廣及營運管理實施輔導。

20 中科院產業科技服務網，〈中心簡介〉，《支援體系》，2017年9月1日，http://www.csistdup.org.tw/innovation_content.aspx?n=1463&sn=1508 />（檢索日期：2017年9月3日）



圖 9 中科院編制與創新育成中心核心任務

三、資訊產業領導單位「資訊工業策進會」：

1970 年代初期，全球能源危機與工業國家的貿易保護政策，使我國面臨潮流及環境的嚴峻挑戰，如何從傳統產業轉型至技術密集產業，並提高國家整體競爭力，成為當時政府重要的產經發展政策。1979 年 5 月 17 日，行政院第 1631 次院會通過「科學技術發展方案」，決定由政府與民間共同籌設「財團法人資訊工業策進會」。同年 7 月 24 日，在資政 李國鼎先生的大力奔走下，創設以「推廣資訊技術有效應用，提升國家整體競爭力；塑造資訊工業發展環境與條件，增強資訊產業競爭力」為宗旨的「財團法人資訊工業策進會」（簡稱資策會，英文譯稱：Institute for Information Industry, III）。²¹

21 資訊工業策進會，〈歷史〉，《支援體系》，2013 年 4 月 24 日，
<http://www.wikiwand.com/zh-hk/%E8%B3%87%E8%A8%8A%E5%B7%A5%E6%A5%AD%E7%AD%96%E9%80%B2%E6%9C%83>>（檢索日期：2017 年 9 月 3）

資策會是中華民國經濟部成立的一個財團法人機構，主要是為了推動臺灣的資訊科技發展而成立，一直以來即為中華民國政府資訊通訊相關政策之智庫，對於資訊相關政策法律制定均參與極深，三十多年來，資策會參與規劃研擬並推動政府各項資訊產業政策、致力資通訊前瞻研發、普及與深化資訊應用、培育資訊科技人才及參與國家資訊基礎建設等各項業務，成就備受各界肯定。其主要任務為「研發先進資訊技術，聚焦產業研發服務」、「引領數位經濟發展，促進產業創新轉型」，也因此資策會的定位為「產業創新轉型的領航者」、「數位國家發展智庫數位經濟技術研發」、「產業化與人才培育機構」、「國家級數位創新與創業資源鏈結平台」，1987 年資策會成立產業情報研究所（**Market Intelligence & Consulting Institute, MIC**），專業於資通訊（ICT）產業各領域的技術、產品、市場及趨勢研究，以「領航亞洲 ICT 產業情報暨顧問服務」的專業智庫自期，積極致力於擔任「政府智庫」及「產業顧問」的角色。

MIC 研究範疇涵蓋電腦系統、行動通訊、數據網路、顯示器、多媒體與消費性電子、半導體、環保綠能、企業資訊應用、軟體應用服務、文化創意產業及前瞻研究。除致力於觀察全球產業發展趨勢外，並持續對台灣、中國大陸、日本及韓國等東亞地區的關鍵 ICT 國家進行深度的區域研究，多年來不僅為全球 ICT 廠商、金融投資界、學術研究等機構，提供即時的產業決策情報與顧問服務，也為本國及他國政府提供產業政策建言，不但見證臺灣資通訊產業的高度成長與國家政策的發展軌跡，更期許未來能與產業合作夥伴共同朝向優質與高值化的方向邁進。MIC 累積近 30 年的產業研究專業能量，擁有一流的產業顧問團隊，專業於 ICT 相關產業之市場、產品、技術及競爭態勢研究，提供產業情報蒐集、產業分析、產品與技術評估、競爭策略分析等，專業完整的產業情報資訊服務，協助客戶規劃創新與永續發展的國際化佈局與策略，秉持「為客戶創造最大價值」的核心服務理念，協助客戶提昇競爭力。MIC 對於特定趨勢的分析與策略採用五級制，首先是需求與問題的情報蒐集，接著為產業分析，之後為產品和技術的評估，然後進行競爭策略分析，最後是國家競爭力分析、政府政策評估、企業診斷和新事業的評估。²²

22 MIC 產業情報研究所，〈簡介〉，《政府的智庫》，2017 年 4 月 24 日，
https://mic.iii.org.tw/AboutMIC_FirmProfile.aspx（檢索日期：2017 年 9 月 3）



圖 10 資策會產業情報所服務範疇

四、國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心「科技產業資訊室」：

科技政策研究與資訊中心（Science & Technology Policy Research and Information Center, STPI）成立於 1974 年，一直是臺灣學研機構倚重的科技資訊服務單位，2005 年改制為財團法人後，除持續強化學術研究基礎環境，並積極發展科技資訊分析能力，建立科技政策研究的能量，以技援政府科技政策決策，目前已成為我國科技政策幕僚與資訊服務單位，肩負「國家級科技智庫」角色。其主要任務為：「擔任科技政策規劃、評估與計畫管理幕僚支援」、「進行系統性與長期觀點的科技政策研究及人才培育」、「對國家未來科技發展重要議題進行深入研究並提供政府 與各界參考」、「整合提供及擴散為內外科技資訊與研究成果，促進國家科技創新發展」。²³

「科技產業資訊室」隸屬於科技部之財團法人機構--國家實驗研究院之科技政策研究與資訊中心(STPI)。自 2003 年開始打造『市場 + 策略 + 專利』之知識創新服務網站，提供產業最新動態與專業觀點。其提供的產業情報服務，主要包括市場趨勢報告、產業新聞、市場報導、產業策略評析、專利教室、專題聚焦、產業情報掃描、資

23 國家實驗研究院，〈科技政策與資訊中心〉，《政府的智庫》，2017 年 4 月 24 日，
https://mic.iii.org.tw/AboutMIC_FirmProfile.aspx（檢索日期：2017 年 9 月 3）

料庫或專業網站、全球專利資訊檢索、全球技術交易網等十項。²⁴

五、開放式研究者與貢獻者辨別碼

如何在設計與製造規劃的同時，將可以配合的廠商資訊和產業情報儘可能的掌握，通常是能否成功開發出產品的關鍵要素之一，但科技變化快速，各類工具機和新的技術、方法層出不窮，且最新的方法和技術通常不具規模，僅存在於學校、小型公司或個人工作室，若僅藉由傳統之產業情報來分析和掌握最新科技動態，可能會有很大的時間落差，因此目前在學界，為了鍊結世界各國老師的研究成果和能量，開發出「開放式研究者與貢獻者辨別碼」(Open Researcher and Contributors Identification ID，簡稱ORCID)，藉提供研究者唯一身分認證的系統，藉由給予全世界每位研究者一組十六位元，獨一無二的電腦識別碼，讓人們得以分辨每篇著作真正的作者是誰，如此便解決學術研究中作者識別問題，並且可以使學校或出版商等相關需求單位，需要尋找某類專家時，快速的檢索和聯絡到希望的科學家或專業人士，這種方法很類似ISBN與DOI識別書籍與文章的方式。²⁵

在這類方便快捷的檢索工具實行前，資料庫建立的階段，採網路開放且免費註冊的方式來吸引所有學者的注意，並在宣傳上以未來免費媒合各類學術工作機會、大型研討會和出版需求，來強化大家註冊的意願，目前成效相當良好；國防產業未來若能學習以此方式，編寫國防廠商身分認證系統，並開放全世界廠商自由註冊，不但可以協助國內配合投入國防自主的廠商，瞭解世界上可以合作的伙伴及潛在競爭對手，當開發各類新式武器系統時，也能夠快速找到相關技術的商家，產生進一步合作的機會，落實國防自主的理念。

伍、結論與建議

軍事史、國防科技發展史都證明：軍事上的需要是國防科技發展的動力，從古至今，作為國防科技發展出的各種各樣的武器裝備，都是在軍事需求的刺激下而研制出來的。國防科技的發展要消耗大量財力、人力、物力資源，必須以強大的經濟能力和較先進的科學技術水平或條件為基礎。因此，持續性的國防科研資金挹注及國防科技人才的培育，殊值政府重視與支持；雖然在投資初期，「國防科研」預算可能有較大的支出，但是一旦掌握住一定程度的關鍵技術，相信「國防科技」成為帶動產業轉型的龍頭，將不會是夢中樓閣；值此政府大力推動「國防自主」，並期望「國防自主」拉動民生產業，創造加值空間，進而順利轉型的同時，調整部分國防預算，轉入「國防科技」研究，應有其必要性。

24 國家實驗研究院科技政策與資訊中心，〈科技產業資訊室〉，《簡介》，2017年9月5日，<http://iknow.stpi.narl.org.tw/Intro.aspx> (檢索日期：2017年9月5日)

25 國立台灣大學，〈Academic Hub〉，《啟動 NTUCM ORCID 計畫》，2017年9月5日，[file:///C:/Users/HOU%20JOU%20PING/Downloads/RR_ORCID%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HOU%20JOU%20PING/Downloads/RR_ORCID%20(1).pdf) (檢索日期：2017年9月5日)

政府推動國防產業，並區分三大部分來進行，首先是國防科技研發：1、前瞻國防科技需求，引導研發計畫具前瞻性與延續性，確保國防核心領域之科技優勢。2、堅實基礎扎根研究，透過學術合作，委託民間執行，並建立控管、考評及運用機制，厚實科技發展基礎。3、研議科技發展機制，結合現有資源，運用民間科技能量，投入先進科技發展。這些國防產業推動方向的指導，相當正確，但在執行上，若能納入情報體系，並構建類似「開放式研究者與貢獻者辨別碼」這樣的系統，確實掌握各類產業情報和國內外廠商能量，揚長補短，相信可以在最短的時間內，看見國防產業開始領導業界的現象，終而形成趨勢，使各行各業都能以加入國防產業，為提升公司發展的必要過程。

參考文獻

中文部分

期刊論文

陳友武等，〈國防科技的投入與國家科技發展的研析〉，《台灣技術展望》，第 5 期，2002 年 9 月 1 日，頁 92。

專書

馬丁·李比奇，《掌握明日戰爭》（國防部史政編譯局，2001 年），頁 viii。

中華民國 106 年《四年期國防總檢討》編纂委員會，《中華民國 106 年四年期國防總檢討》（臺北：國防部，2017 年），頁 25。

科技部，〈中華民國學技術白皮書〉，2015 年 6 月，頁 19-21。

國防大學理工學院，〈研析「美國國防部架構規範（DoDAF）」工作報告〉，2007 年 7 月，頁 5。

國防報告書編纂委員會，《中華民國 104 年國防報告書》（臺北：國防部，2015 年），頁 125-126。

網際網路

匡興華，〈國防科技發展的特點和規律〉，《免費論文下載中心》，2008 年 8 月 2 日，
<<http://big.hi138.com/zhengzhi/zhengzhiqita/200808/73068.asp#.WdV2N7puJe1>>

MBA 智庫百科，〈國防科技工業〉，2016 年 9 月 23 日，
<<http://wiki.mbalib.com/zh-tw/%E5%9B%BD%E9%98%B2%E7%A7%91%E6%8>>（檢索日期：2017 年 9 月 5 日）

維基百科，〈工業 4.0〉，2017 年 9 月 19 日，

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%B7%A5%E6%A5%AD4.0>

數位時代，《30 個關鍵字讓你搞懂物聯網》，2015 年 12 月 1 日，

<<https://www.bnext.com.tw/article/34549/bn-article-34549>>

中國經濟導報，《世界首台光量子計算機在中國誕生 比國際同行快 24000 倍》，2017 年 5 月 3 日，<<https://read01.com/gGyy5z.html#.WdbRcGiCyUk>>

蕭何的部落格，《量子雷達簡介》，2017 年 1 月 26 日，

<<http://blog.udn.com/H101094880/89939337>>

今日新聞，《軍武/美國科學家研發量子雷達，可截獲隱形飛機》，2013 年 1 月 9 日，

<<https://www.nownews.com/news/20130109/329351>>

國立水里高級商工職業學校，《未來軍事科技發展趨勢-奈米科技》，2017 年 2 月 25 日，<
http://www.slvs.ntct.edu.tw/ischool/public/resource_view/show.php?aid=1252>（檢索日期：2017 年 9 月 12 日）

蘋果即時，《自製福衛五號升空入軌道》，2017 年 8 月 25 日，

<<http://www.appledaily.com.tw/realtimenews/article/new/20170825/1189914/>>

IEK 產業情報網，〈關於我們〉，2017 年 9 月 1 日，<http://ieknet.iek.org.tw/about/>>

中科院產業科技服務網，〈中心簡介〉，《支援體系》，2017 年 9 月 1 日，
http://www.csistdup.org.tw/innovation_content.aspx?n=1463&sn=1508 />

資訊工業策進會，〈歷史〉，《支援體系》，2013 年 4 月 24 日，
<http://www.wikiwand.com/zh-hk/%E8%B3%87%E8%A8%8A%E5%B7%A5%E6%A5%AD%E7%AD%96%E9%80%B2%E6%9C%83>>

MIC 產業情報研究所，〈簡介〉，《政府的智庫》，2017 年 4 月 24 日，
https://mic.iii.org.tw/AboutMIC_FirmProfile.aspx>

國家實驗研究院，〈科技政策與資訊中心〉，《政府的智庫》，2017 年 4 月 24 日，
https://mic.iii.org.tw/AboutMIC_FirmProfile.aspx>

國家實驗研究院科技政策與資訊中心，〈科技產業資訊室〉，《簡介》，2017 年 9 月 5 日，
<http://iknow.stpi.narl.org.tw/Intro.aspx>>

國立台灣大學，〈Academic Hub〉，《啟動 NTUCM ORCID 計畫》，2017 年 9 月 5 日，
[file:///C:/Users/HOU%20JOU%20PING/Downloads/RR_ORCID%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HOU%20JOU%20PING/Downloads/RR_ORCID%20(1).pdf)>