未來人才關鍵字：創客

在台灣，「動手做」是被低估的能力，在美國；卻已被定調為教育與人才的關鍵內涵，這個老掉牙的名詞，為什麼在此時顯得重要？

美國現場 歐巴馬砸120億元的教育大計

希薇雅，十二歲，就讀舊金山灣區公立學校。從小喜歡拆開滑鼠、鬧鐘等小家電，好奇裡面長什麼樣。四年前，她將自己在家做的各種簡單又好玩的實驗（例如用麵團導電、點亮LED燈），製成一集集七分鐘的「希薇雅超厲害手作秀」，放上YouTube，至今已經累積數百萬觀賞人次，吸引全世界許多孩子跟著動手玩。希薇雅最近的發明是一種會畫水彩畫的機器，還上網販售。

阿瑞亞，八年級，數理資優生。他喜歡機器人、武器、電玩等任何會動的東西，對莎士比亞文學卻興趣缺缺。還好文學課融合動手做專題，阿瑞亞特別研究莎劇《暴風雨》中的戰爭場面，再用3D列印、還原出一支十六世紀使用的弓箭。他也花四個星期的時間，設計出一個會爬牆的機器人。

什麼是創客？

他們透過動手做學習並解決問題

像希薇雅和阿瑞亞這樣喜歡動手做的孩子，被稱為「小創客」（young maker），是目前美國教育最希望培養的未來人才。因為他們主動學習，能把自己的點子做出來，能清楚解釋作品的來龍去脈，科技是他們的玩具。他們不用考試成績定義自己，而用動手做的專題、模型，來展現解決問題的能力和自信。

動手做、建造、敲打、發明的能力正在改變美國。

美國人喜歡在自家車庫或廚房裡DIY，今天，他們利用網路、3D列印機、雷射切割機等新工具、新科技，變身為「創客」（maker）。他們創新、發明、自己製造、雲端創業，不僅再度擦亮「美國製造」招牌，也創造新的工作。

創新、發明的基礎在「STEM」，也就是科學（Science）、科技（Technology）、工程（Engineering）及數學（Mathematics）等領域。根據美國聯邦教育部統計，未來十年需求最多的工作機會都和STEM相關，但只有一六％的美國高中畢業生精熟數學，並對STEM有興趣。

美國總統歐巴馬（Barack Obama）因此提出「教育創新」十年計畫，編列預算四億美元（約合新台幣一百二十億元），培養、訓練十萬名STEM老師，提升美國學生的科學和數學的能力。他建議老師們取法創客精神，透過動手做的實際任務，整合知識，讓科學更有趣實用。

歐巴馬甚至破天荒在今年（2014年）六月十八日舉辦第一屆「白宮創客市集」（White House Maker Faire），並明定這天為「全國手作日」（National Day of Making）。全美一百五十所大學、一百二十五間公立圖書館，以及九十位市長都宣示，將採取行動，支持動手做教育、成立社區創客空間、市集，目標是讓美國成為「創客大國」。

「學習，重新被定義」：動手做，讓學科知識連結真實世界

「創客運動」始於草根，如今有總統背書，決定國家發展。「想得出來，就做得出來」的創客精神和主張，影響所及絕不僅僅是重視科學教育，也將重新定義對學習的看法。

二十一世紀需要創新、發明的人才。「全世界的創客和發明家都強調，發明不會發生在理論的研讀中，而是發生在實際動手做的過程裡，利用各種科目的理論和內容，解決真實世界的問題，有意義的發明才會產生，」舊金山紐葉樺私校（The Nueva School）校長黛安．羅森堡（Diane Rosenberg）強調。

動手做必須成為教育內涵與過程中的關鍵元素，已經成為美國人的共識。

「傳統的學習好像進到工廠，孩子被放上輸送帶（教室），儘快的提供各種資訊，然後急著看他們從另一端出來，」皮克斯動畫工作室（Pixar Studio）檔案管理部總監湯尼．迪羅斯（Tony DeRose） 說。迪羅斯自己從小愛動手做，兩個兒子和太太都有「創客基因」，他也是全世界最大的創客市集（Make Faire）發起人之一。

他分析，傳統教育並不看重動手做的價值。現今的教育系統，仍依照工業化時代模式，注重記憶知識，幾乎沒有動手做的體驗，「我認為大多數孩子的確要透過動手做才能學得更好，看到一件東西的各個零件如何組合，在沒有標準答案的問題裡跌跌撞撞，任何科目透過動手做專題（project），你可以用更有意義的方式學數學、科學、歷史。」

迪羅斯因而結合皮克斯的贊助，發起「小創客培育計畫」，因為「培養訓練更多本質上就有創客傾向、能創新的孩子，就是皮克斯需要的未來人才，」他指出。

在台灣，「動手做」是一種被低估的學習活動和能力，只有成績不夠好、要走職校體系的孩子，才會接觸到動手做的學習經驗。像是各國中為學習成就低的孩子開設「技藝班」，或是「非主科」的美術、音樂等術科，才有機會跟「動手體驗」產生關聯。

「學校，跟著改變」：空間到課程規劃，充滿動手做精神

但在美國舊金山灣區，教育典範轉移的「震央」，為培養出更多二十一世紀需要的人才，有理念、有資源、目的在培育精英的資優私立學校們，卻是率先導入「動手做」課程的前鋒。

走訪灣區的精英學校，紛紛從空間、課程規劃、到評量的改變，重建學校為有「創客」精神的學習場域：

1、設立「創客空間」。資源豐足的私校，多在美術教室、實驗室之外，另外設立「創客空間」。傳統的木工工具、各種手作媒材，以及筆電、3D列印機等最新數位產品，取代粉筆、黑板，方便學生嘗試各種形式的動手做專題。

享有森林步道和海灣美景的柏克女校（Burke Girls School），將面積不大的電腦教室改裝成「創客坊（Makery），也排定各種手作小活動、小專題，成為女孩們流連忘返的地方。負責老師珍妮．郝蘭德（Jenny Howland）長期觀察，「當孩子真正投入一個自己想做的專題，會不惜手段去學所有相關知識和技巧，把東西做出來。」

2、重整課程「專題化」。動手做容許每個孩子用自己的步調和喜好，透過做出一個物品，來建構新知識和技巧，十分適合融入一個個專題。

暑假過後，柏克女校新上任的「創新課程」總監麥克．哈默斯（Mike Harms），將負責把幼兒園到八年級的課程，大量專題化，並加入更多科技、創新的動手做元素。

跨學科、跨年級的協同教學是一個方式。例如六年級的「達文西專題」，哈默斯教工程和發明，讓學生做出仿達文西發明的模型；歷史老師負責文藝復興時期的背景，學生得以從各方面了解這位多方位的歷史人物。來自紐約、不斷思考如何深化學生學習的哈默斯發現，「動手做讓學生提出有趣的問題，對所學更有熱情，講起來更有權威感。」他相信，動手做專題帶給學生的能力多元且深刻，值得所有老師花更多時間和心思去設計和執行。（見一六六頁）

3、「自我反思」取代分數評量。在台灣，考試成績和積分評比常被視為衡量孩子成就的唯一指標。但愈來愈多美國的精英學校，卻認為紙筆測驗的分數不但「看不出孩子的成長和進步」，反而「阻礙孩子的學習」。尤其在重視動手做專題學習的學校。

「孩子，愛上學習」：不追求成績，而是不斷超越自己

舊金山紐葉樺私校專收智商一百二十以上的資優生，一向以創新教學著稱。

「創新實驗室」（iLab）擁有三間寬敞明亮「創客工作室」，引進全球十大最有創意公司之一IDEO的「設計思考」（Design Thinking）模式和方法，來設計課程。

紐葉樺設計出全球中小學少見的「設計工程課」（Design Engineering），從幼兒園到高中都是必修課。整合跨學科的專題課，透過深層研究、提出想法、動手做出模型、回饋修正的步驟，訓練正向思考、培養創新能力。

這所學校九年級以下的學生，從來沒有見過成績單和排名，每個學期家長會收到一本厚厚的「進步檔案」，記錄著孩子在各科領域的進步歷程。

孩子的「成績」，就是專題完成後的「自我反思」（self -- reflection）。藉著五到十二個開放式問題，帶領孩子再次思考做專題過程中自己的學習：你覺得這專題自己最成功的地方在哪裡？最失敗的地方為何？為什麼成功？為什麼失敗？過程中你學到了什麼？

「我們當然可以從外面觀察孩子，去評量他多會焊接、多會用雷射切割機，但一個人多有創意，最好的評估者是自己，」創新實驗室負責老師琴．賽克斯（Kim Saxe）說。（見一七〇頁）

面對可能每科都拿A的資優生，只有幫助他一次次看到自己哪裡還可以改進，設立下一個學習目標，才能讓他們不斷超越自己。

大學端也已經用行動呼應評量目標和學習方式的改變。今年秋天起，以常春藤名校麻省理工學院（MIT）為首的一百五十所美國大學，將逐漸減少審核申請者的考試成績，轉而更重視動手做專題作品集。

桌遊\_1/16-1/30

世界變化得太迅速，沒有人能預測未來。全世界都在問同樣的問題：「中小學要教什麼？如何教？」動手做的學習，提供了新密碼。因為透過動手做，培養了四個二十一世紀最需要的能力：創新的能力、獨立自主思考的能力、主動的動機與解決問題的能力。

這些能力也正好和創客運動所強調的精神相符合。

動手做熱潮從精英私校開始，也延燒到限制較多、資源缺乏的公校，打破「動手做一定要花大錢、花時間、卻無益於成績」的種種迷思。

貝艾爾小學（Bel Aire Park Magnet School）位於北加州葡萄酒鄉納帕小鎮，八成學生來自墨西哥裔的低收入家庭。該校曾因標準測驗平均成績太差，瀕臨廢校命運。但是，現任校長賈妮．伯特（Janine Burt）利用申請成為IB（國際文憑，International Baccalaureate）認證學校的機會，大幅改革課程。三年後的今天，貝艾爾小學的標準測驗平均成績大幅進步，變成學區最耀眼的新星。

進步的祕密，也在強調動手做專題的探究式學習。

二年級學習天文，小朋友要先提出自己對行星的問題，然後在和老師的開放式討論中，共同尋找解答。功課是為自己最喜歡的行星，設計一個桌遊，邀請同組同學來玩。

四年級學習大腦功能。每個小朋友先用厚紙板做出一個自己的「腦袋」模型，標出最重要的皮質層、海馬迴等分區。老師歸納孩子所有關於腦波的問題，再分組用iPad或學習單找解答。

雖然沒有3D列印機和創客空間，雖然不再重視紙筆測驗，但貝艾爾小學透過動手做和主動探索，提升了孩子的學習動機，也正向提升了學習成就。伯特校長相信，「新課程改變孩子對學習的觀感，帶來更多自信和耐挫力，反而比不斷寫測驗卷考得更好。」

「動手做的學習」，在舊金山不是少數有資源學校的特權。為了讓更多孩子有機會把自己的點子動手做出來，全美的公立圖書館和社區中心，開始利用低成本軟硬體，提供社區孩子創意起飛的場所。舊金山南邊馬琳郡的Intel俱樂部，免費提供結合科技、動手做的課後活動，支持社區中小學的草根創新。各種手作工作坊、社團俱樂部建立起社區小創客網絡，讓孩子有更多交流、分享的機會。

離漁人碼頭不遠的舊金山探索館，是創客們最大的非正式學習管道。館內隨時有創客藝術家在創作，也鼓勵大小訪客盡情動手和展品互動。這裡也是舊金山的自學家庭、校外教學最受歡迎的選擇。

探索館鼓勵學習者實驗、冒險、並且「玩」自己的各種想法。合作動手做計畫負責人麥克．沛翠克（Mike Patrich）提醒：「動手做不是材料包，不是『請你跟我這樣做』的步驟一、二、三，然後大家做出來的東西都一樣。」大人只需提供材料和工具，讓孩子自己動手試試看，因為，「孩子需要被某個問題卡住、自己想辦法去突破的經驗，這樣，真實的學習才會發生。」

「家長，學習放手」：順應孩子「用手思考」的天性

也許你會問，動手做固然美好，但台灣還是得考試、比成績，美國的月亮圓，與我何干？

此行所有的受訪對象都表示，動手做不是唯一、也不一定是最好的學習方法；美國大部分的學校也還處於為標準化測驗教學的狀態。但是正如同探索館的沛翠克強調，「動手做」並不是要取代教育的一切過程。講課、閱讀、研究仍然有其重要性，但每個孩子與生俱來動手做的需求、用手思考的經驗不應被剝奪。

「大人必須要放棄一些原有的控制感。大多數成人會說，我要控制你今天學習的內容！讀這本書！按那個鈕！安靜！聽我的你就會學到今天該學的！但我們想嘗試創造一個空間，僅僅放上工具和材料，然後說，你今天想學什麼？關於這個光影，我們要不要一起想想可以做些什麼？」沛翠克的提醒，值得每位重視孩子學習的大人深思。

舊金山的前衛思潮、創新行動和發明，總是引領世界風潮、影響你我的生活。何不，放下我們對未知的恐懼、對學習的成見，讓台灣孩子也有機會從手開始，感受到對學習的快樂與滿足。