

出國報告(計畫類別:參訪)

# 臺北市112年度STEM暨科技教育 參訪計畫

服務機關：臺北市政府教育局

姓名職稱：陳秉熙科長等12名

派赴國家：美國

出國時間：112年09月18日~09月25日

報告日期：113年10月13日

## 目錄

|                        |    |
|------------------------|----|
| 摘要.....                | ii |
| 壹、計畫緣起與目標 .....        | 1  |
| 貳、出國人員及分工職掌.....       | 2  |
| 參、參訪過程 .....           | 4  |
| 肆、STEAM 美國參訪心得總結 ..... | 23 |
| 伍、建議 .....             | 27 |
| 陸、結語 .....             | 31 |
| 附錄：行程表 .....           | 33 |

## 摘要

臺北市為臺灣首屈一指的科技化城市，近年在資訊科技教育的投入更是不遺餘力，除資源挹注外，更透過各式參訪、研習及交流活動，引導第一線校長、主任及教師持續藉由反思、進步、創新、實驗及分享等理念，逐年進步、向上提升。

臺北市政府教育局（以下簡稱本局）為創造全國最優質的 STEAM 及新科技教育環境，在教育部所公布的科技領域課綱基礎上，更建立因應本市學子特性與教育環境現況之各學層資訊科技教學綱要，藉此銜接資訊教育，培育適應未來科技社會之素養，進而成就科技之人才，特別成立「臺北市大同區日新國民小學」、「臺北市立仁愛國民中學」、「臺北市立石牌國民中學」、「臺北市立龍山國民中學」、「臺北市立南門國民中學」、「臺北市立新興國民中學」及「臺北市立北投國民中學」等 7 所自造教育及科技中心，分別服務本市 12 個行政區，引導各服務區內國中、國小推廣資訊與科技教育，合作辦理師資增能研習、寒暑期營隊及自造教育相關競賽，培育學生以跨域創思、智慧創科、藝術創新，達成 12 年國教之科技領域課綱。

此外，為充實並擴大大本市 STEAM 及新興科技教育資源，本局更致力於拓展所屬機構與產業及學術界之合作關係，結合專業技術與業界資源，期盼藉以提升師資能力並合作開發課程，增進學生對 STEAM 及新興科技的瞭解與實際應用能力。

綜上，本次參訪主要是由教育局代表及各科技中心校長、主任一同前往美國科技重鎮加州進行整體性學習，自當地小學、國中、高中、職業探索中心及大學進行訪視與交流，更和當地華人持續對話，瞭解在不同學制、文化差異的前提下，如何推動 STEAM 及新興科技教育，更如何擷取國外成功經驗，複製回本市進行推廣。除學校參訪交流，本次活動更在城市與學校移動過程中，進行部分文化參訪，透過與當地人互動、實際感受當地民族性及文化，讓成員對於國外優劣勢有更深刻的感受與反省。

本次報告將針對參訪學校及文化景點作基本論述，並由各成員依實際分工，針對各地點進行論述，最後在綜整出提供本市未來推動 STEAM 及新興科技教育參考，期本次建議能提供未來政策訂定、課程發展依據，另各科中心校長、主任，亦能將本次所學融入中心未來發展策略，提供給臺北市學子更高一層的 STEAM 及新興科技教育課程內容。

## 壹、計畫緣起與目標

21 世紀資訊科技蓬勃發展，從雲端運算、量子電腦、元宇宙到生成式 AI，造成社會環境變動快速， $\alpha$  世代所面臨的問題日趨複雜，兼具人文與科技素養的整合型人才需求隨之增加，因此，各國多將培育「科學、科技、工程、藝術、數學」的跨域人才的 STEAM 教育列為重點發展項目，世界強權如日本、中國、英國及本次參訪美國，更是如此，也是臺北市應虛心體察、參訪學習重點。

本局肩負「向世界學習，開創教育新格局」的使命，以創新 (creativity)、前瞻 (perspective)、卓越 (excellence)、永續 (sustainability) 的願景，將 STEAM 及新科技發展教育列為 2023 年至 2026 年重要教育政策，112 年至 114 年規劃以「科技創發思考」為主軸，預計達成以下四大目標，包含：「設置臺北市 STEAM 及新科技發展專責單位」、「增加學生 STEAM 及新科技課程體驗時間」、「促進 STEAM 及新科技教育課程國際化」、「強化資優教育 STEAM 及新科技課程」。

規劃從國小到高中職各階段，系統化地推動 STEAM 及新科技教育課程，培養臺北市的學子成為具備「主動探索、尊重多元、合作分享、終身學習」的未來人才，計畫將由高中團隊召集專業人力組成實務工作小組，配合十二年國民基本教育向下連結國民小學、國民中學自造科技教育中心資源，建制 STEAM 及新科技課程推廣的平臺，惟平臺建立應務實與世界各國互通長短，特安排本次出國參訪。另本次參訪預計學習重點及目標包含：

- 一、思考如何統籌發展高中職至國小學層 STEAM 及新科技專題課程，激發學生以科技教育連結科學、數學、藝術等領域學科學習並主動探究實作。
- 二、思考如何整合本市現有及產、官、學、研資源，促進各行政區 STEAM 及新科技教育均質發展，以利各校落實課程推動。
- 三、思考如何建立師生 STEAM 及新科技教育國際交流平臺，並促進本市科技教育與國際接軌。

四、思考如何引導本市 STEAM 及新科技教育以平等、性別平權、人權、健康福祉等永續議題，發展結合真實情境、解決問題導向的學習專題。

## 貳、出國人員及分工職掌

| 機關名稱       | 姓名  | 職稱      | 分工職掌  |
|------------|-----|---------|---|
| 臺北市政府教育局   | 陳秉熙 | 資訊教育科科長 | 綜理教育參訪考察事宜、撰寫出國報告(總結)及個人心得建議  |
| 臺北市政府教育局   | 曾柏璣 | 資訊教育科股長 | 協助教育考察相關事宜、撰寫出國報告(摘要及計畫緣起)及第六天(9/23)整天行程與個人心得建議   |
| 臺北市立新興國民中學 | 楊啟明 | 校長      | 主持出國行前會議、準備紀念品、撰寫出國報告(San Francisco High School of the Arts 與第 1 天(9/18)行程)及個人心得建議、回國進行簡報分享   |
| 臺北市立新興國民中學 | 李建邦 | 科技中心主任  | 發送公文(公假、行前會議)、請購核銷、逐日查核行程、彙集行程中團員意見、參訪庶務事務(攜帶布條、拍合照等)、撰寫出國報告(San Francisco High School of the Arts 及第 1 天(9/18)行程)及個人心得建議、製作行程結束後之自審表、追蹤表、檢核表、報告書、知識分享簡報資料、實際支用明細表等報局 |

|              |     |        |   |
|--------------|-----|--------|---|
| 臺北市立日新國小     | 林裕勝 | 校長     | 撰寫出國報告 (Redwood middle school & Argonaut Elementary School 與第二天(9/19)行程)及個人心得建議           |
| 臺北市大同區日新國民小學 | 黃美月 | 科技中心主任 | 撰寫出國報告 (Redwood middle school & Argonaut Elementary School 與第二天(9/19)行程)及個人心得建議           |
| 臺北市立北投國民中學   | 陳澤民 | 校長     | 撰寫出國報告(第三天(9/20)下午 Silicon Valley Career Tech education district 與 第四天(9/21)下午行程) 及個人心得建議 |
| 臺北市立北投國民中學   | 邱森德 | 科技中心主任 | 撰寫出國報告(第三天(9/20)下午 Silicon Valley Career Tech education district 與 第四天(9/21)下午行程) 及個人心得建議 |
| 臺北市立南門國民中學   | 王福從 | 校長     | 撰寫出國報告(第三天(9/20)上午 Saratoga High School 與第四天(9/21)上午行程)及個人心得建議                            |
| 臺北市立南門國民中學   | 張聖昌 | 科技中心主任 | 撰寫出國報告(第三天(9/20)上午 Saratoga High School 與第四天(9/21)上午行程)及個人心得建議                            |
| 臺北市立仁愛國民中學   | 李美惠 | 科技中心主任 | 撰寫出國報告(洛杉磯 UCLA 與第五天 (9/22))  |

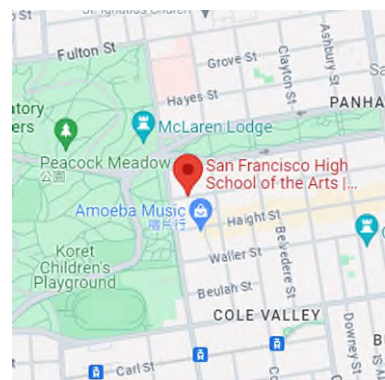
|            |     |        |   |
|------------|-----|--------|---|
|            |     |        | 行程) 及個人心得建議                             |
| 臺北市立龍山國民中學 | 洪瑞甫 | 科技中心主任 | 撰寫出國報告(洛杉磯 UCLA 與第五天 (9/22) 行程) 及個人心得建議 |

## 參、參訪過程

### 一、舊金山藝術高中(San Francisco High School of the Arts)

#### (一)學校簡介與特色

舊金山藝術高中創建於一九八一年，是美國加州舊金山灣區唯一一所私立六年級到十二年級的藝術特色中小學。創校團隊為一群熱心教育的家長，首任校長擁有化學博士學位和電池技術專業。學校坐落於舊金山市中心金門公園旁邊，校園環境優美宜人。在校長和教師團隊努力下，學校在提供嚴格學術教育的同時，也開設音樂、美術、舞蹈等專業藝術課程。這使得學生在知識技能上全面發展，成為社會頂尖人才。學校與多所頂級大學保持緊密聯繫，為學生升學鋪路。



#### (二)師資與教學模式

##### 1、STEM 教師

學校的科學、技術、工程和數學教師，大多擁有頂尖理工科院校背景。他們運用**專題研究式教學法**，由學生主動規劃和解決現實世界的複雜問題，**從中培養運算思維和創新能力**。教師也將 Python、Java 等程式語言融入課堂，運用程式設計的方式**將抽象概念具象化，解決更多生活難題**。他們還會將優秀學生作品上傳 Code.org 等平台，供公眾互動學習。

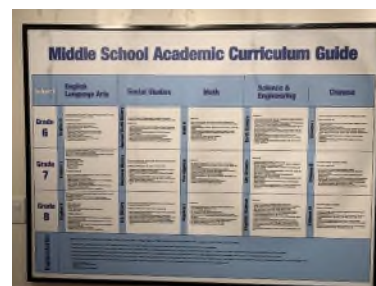
##### 2、科學教師

科學教師注重**體驗式學習**，**設計跨學科課題**，讓學生走出教室開展考察。他們與本地科研機構合作，利用校內外設施資源，教學生進行實驗和數據搜集。例如觀察記錄蜜蜂的覓食、育幼過程，考察太陽能發電效益等。這增強了學生運用知識**解決開放性問題的能力**，也**展現了 STEM 知識的應用價值**，值得借鑑。

#### (三)課程設置及特色

## 1、課程設置

舊金山藝術高中為學生提供完善的六年級到十二年級課程體系。包括英語、數學、科學、歷史等主要學科，並有部分 AP 先修課程(進階先修課程)，滿足不同學生的需要。此外，學校要求每位學生修習一到兩項專業藝術課程，如音樂、美術、舞蹈等。學生可因意願和長處自主選擇修讀領域。



|         | English Language Arts | Social Studies | Math | Science & Engineering | Chinese |
|---------|-----------------------|----------------|------|-----------------------|---------|
| Grade 6 |                       |                |      |                       |         |
| Grade 7 |                       |                |      |                       |         |
| Grade 8 |                       |                |      |                       |         |

中學部課程規劃

## 2、專題教學法

無論是語文、數學、還是科學課堂，教師都會運用**專題教學法**，由學生主動出題，並組隊利用知識解決問題。例如運用程式語言模擬一定時期內股票價格變化情況。藝術課則鼓勵發掘個性，教師會因材施教，給每位學生提供量身定製的技能訓練。



程式語言(coding 課程專題

### (四)文化差異與啟發

相較臺灣教育模式，美國中學 STEM 課程更加強調學生的**動手實踐和主動探索**。舊金山藝術高中這種強調**跨域綜合運用知識的 STEAM 人才培養**，可供我國教改時參考。臺灣中小學 STEM 教育存在過分依賴標準化考試的問題，忽視了解決開放性問題的能力培養。希望未來能在中小學階段，推廣注重學生體驗、運用知識的 STEAM 優質教育。這不僅能**培養複合型人才**，也能提高學生學習科技的興趣。

### (五)參訪感想與心得

這次親身參訪使我們深刻認識到優質 STEAM 教育對學生成長的重要性。舊金山藝術高中在傳授知識的同時，也注重建立學生運用知識主動發現和解決問題的能力。這種教育理念不僅能**激發學生的創新思維**，也讓學生**建立面對開放性困難的信心**。希望能將這次經驗應用到臺灣中小學 STEM 課程設置中，鼓勵更多元化的知識運用和問題拓展，讓學生在學習中受益。

## 二、紅木中學(Redwood Middle School)

### (一)學校簡介與特色

Redwood Middle School 位於美國加州矽谷(Silicon Valley)地區，是該地區薩拉托加學區(Saratoga Union)轄下的一所公立國中，創立於上世紀 60 年代。該校有約 675 名學生，服務對象為 11-14 歲的青少年。校區屬高科技產業雲集之處，學生家長或為科技公司研發人員，或從事相關產業，學生族群多元，亞裔佔六成以上。



Redwood Middle School 一直奉行「每個學生都是獨特的個體」的教育理念。學校的努力目標是透過提供嚴謹的學術教育，幫助每一位學生找到並發展自己的專長與興趣，成為獨立思考和終身學習的現代公民。近年來，該校積極推動 STEM 教育，透過動手做中學的課程，增進學生運算思維和解決真實世界問題的能力。

## (二)師資與教學模式

### 1、STEM 教師

Redwood Middle School 的 STEM 教師團隊由 8 位成員組成，多數擁有電機、資訊等工程科系學士以上學歷，部分更出自於矽谷(Silicon Valley)的高科技公司，如 Intel、Nvidia 等。他們熟稔程式設計，且富有中學之科學和工程教學經驗。教師團隊運用專題研究式的教學模式，引導學生動手實作，從中培養運算思維和解決真實問題的能力。他們也將 Python、C++、Java 等程式語言融入課堂，訓練學生邏輯思維和程式設計能力。

### 2、實作課程

該校 STEM 課程十分注重實作體驗，讓學生不會僅停留在知識的接受，更能夠親身參與並主導工程設計的過程，從錯誤中學習，逐步培養解決真實問題的能力。教師除講授工程和科學知識，也以指導教練的身份，引領學生團隊參加區域性的機器人和生物科技競賽，提供即時的反饋與建議。這增強了學生團隊協作、獨立思考、主動解決問題和實踐創新的能力。



機器人賽事場地情境布置，在白板上記錄參賽人員自行組隊人員與專題狀況。

## (三)課程設置及特色

### 1、STEM 課程設置

Redwood Middle School 的 STEM 課程由科學、資訊科技和工

程設計三大板塊組成。學生可選修生命科學、物理學等自然科學課程，培養科學思維；亦可習 Scratch、Python、Java 等程式設計語言，學習運算思維；此外，學生還可以進行機器人和太陽能模型車等工程設計和製作，完成從理論到實踐的知識和技能養成。

## 2、STEM Studio

STEM Studio 是該校重要的網路學習平台，教師和學生可以在此分享 STEM 學習過程和成果。平台集結學生不同年級參與的 STEM 專題研究，如機器人和生物科技競賽，以及太陽能車(solar car)等工程設計作品的文檔和影片。這有效促進了 Redwood Middle School STEM 教育理念和經驗的傳承，也建立起校園內跨域和跨年級的學習社群。

### (四)文化差異與啟發

相較臺灣傳統注重標準化考試的教學模式，Redwood Middle School 的 STEM 課程更加強調動手做中學和主動探索，讓學生在實踐過程中培養運算思維和解決真實問題的能力。這種強調實作體驗的 STEM 人才培養，值得我們在推動中小學 STEM 教育時借鏡。

另一方面，STEM Studio 平台讓老師可縱向連結不同年級的 STEM 課程，學生也可以在社群中分享 STEM 學習的心得和作品。這種鼓勵知識分享、開放學習的理念，啟發我們也可以建立虛擬社群，促進老師和學生的跨域和跨年級 STEAM 交流，提升學習趣味性。

### (五)教學環境設備配置

#### 1、STEM Studio 虛擬平台

STEM Studio 虛擬平台整合學生在 STEM 領域主動探索和動手做中學的學習記錄和心得，有效促進知識分享和經驗傳承，也展現師生在 STEM 領域持續創新和學習的成果。

#### 2、STEM Maker 實驗室

學校具備先進的 STEM Maker 實驗室，提供 3D 列印機、雷射切割機、微控制器等尖端設備，供學生動手製作創意作品；也配置 Lego 機器人和程式設計軟體等教具，讓學生實際操作、組裝和撰寫程式，培養創新思維和解決問題的能力。



#### 3、彈性教室

STEM 課程教室採用可移動的波浪形板凳和不規則形教具架，學生可根據學習主題組隊進行探究，自由變換座位位置，打造多變化的小組合作學習空間。這與目前本市在推動的「新世代學習空間」不謀而合。

桌子的桌邊與桌面底部都是磁鐵，所以可以吸附白板，椅子並可吸附在桌面底部，容易清潔。

## (六)參訪感想與心得

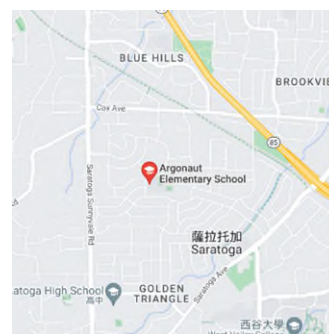
這次參觀使我們深入了解美國中學推動 STEM 教育的理念和做法。Redwood Middle School 透過做中學的課程和 STEM Studio 虛擬平台，努力落實「每個學生都是獨特的個體」的教育信念，幫助學生在實踐過程中培養運算思維和解決真實問題的能力。

這種推崇個性發展、注重實作體驗的 STEM 人才培養模式，和我們現有的標準化考試導向教學形成明顯的對比，給我們許多省思和啟發。總體而言，透過這次美國 STEM 教育之旅的經驗分享和交流，相信可以為我們教改注入新的動力，也期盼看到更多主動探索的 STEM 課堂在臺灣教室裡落地生根！

## 三、阿爾戈小學(Argonaut Elementary School)

### (一)學校簡介與特色

Argonaut Elementary School 位於美國加州矽谷(Silicon Valley)地區薩拉托加(Saratoga)聯合學區，是該區域性學校群的重要組成部分。該校從幼兒園到小學五年級，現有學生約 480 人。學校氛圍溫馨親切，校園環境優美寬敞。



該校的辦學理念強調「以學生為中心」的個性化教育，幫助每位學生找到自己的專長和興趣。同時，該校也高度重視家長和社區的參與，學校組織了強大的家長志工團隊，支持學校教育活動的開展。

### (二)師資與教學模式

Argonaut Elementary School 的 STEM 教師團隊多具備工程或相關科系背景。他們不僅具備電機、機械等專業知識，也熟諳程式語言，能夠指導學生進行機器人和工程模型的製作。

該校 STEM 課堂採取專題研究式的教學模式，教師主要以指導教練的角色出現。他們會根據學生的學習進度和問題，提供即時的反饋和建議，引導學生團隊進行動手實作，完成從理論到實踐的知識和技能養成。

### (三)課程結構及特色

Argonaut Elementary School 開設有多樣化的 STEM 課程，包括科學實驗、程式設計、機器人製作等。這些課程特別強調動手做中學和主動探索的教學模式，給予學生足夠的空間發揮創造力、培養解決問題的能力。

值得一提的是，該校不僅建有先進的 STEM 實驗室，更在戶外空間打造了自造空間(maker space)，供學生進行實物製作和練習。這為

STEM 課堂創造了自由開放的學習環境，也增強了師生和家長之間的互動交流。

Argonaut Elementary School 十分重視工程設計專題研究，如太陽能車和保護雞蛋不破的小車設計等實作課題。學生從中培養解決實際問題和團隊合作的能力。這樣強調動手做中學的教學理念，給我們很大啟發，期許能在臺灣中小學的 STEM 課堂中推廣開來。



教室內生活科技手工具的使用，從小學就開始，與我們的工具製作與使用都相似。

#### (四)文化差異與啟發

與臺灣注重標準化考試的教育模式不同，Argonaut Elementary School 更加強調 STEM 課堂的**主動探索性**。教師以指導教練的角色出現，鼓勵學生團隊依據自己的學習進度和興趣進行實驗和製作。這種教學模式值得我們在推動 STEM 教育過程中加以借鑑。



教室座位的安排很有趣，圖書角懶人式沙發，似乎也是一種開放式的選擇情境。

另一方面，該校也十分重視家長和社區的參與，建立了強大的家長志工團隊。這種理念讓我們深受啟發，期許我們也能**打開校門**，讓更多社會力量進入 STEM 課堂，豐富師生的學習經歷，也為 STEM 人才培育注入更多正向能量。

#### (五)教學環境設備配置

該校 STEM 課程的主要教學環境包括:

##### 1、STEM 實驗室

實驗室內配置有 3D 列印機等先進設備，供學生動手製作和練習，培養創新思維和解決問題的能力。還具備 Lego 機器人和程式設計教具，訓練邏輯思維和程式設計能力。

##### 2、戶外自造空間(maker space)

特別在戶外空間打造的自造空間(maker space)，給予學生更大的自由度進行實物製作，創造開放的 STEM 學習氛圍。[自造空間\(maker space\)更像是工程設計專題研究的展演空間。](#)

### 3、多功能教室

教室內可根據主題組建不同形式的合作學習團隊，打造多變化的師生互動空間。具備波浪形可移動板凳和不規則形教具架，可自由變換座位位置。



### (六)參訪感想與心得

透過此行參訪，我們深入體會到 Argonaut Elementary School 推動 STEM 教育的用心和成效。該校不僅配置豐富的教學資源，更注重實作體驗、主動探索的課堂模式，致力培養學生成為運算思維和解決問題的現代公民。值得肯定的是，在這校園裡，充分感受到「以學生為中心」的教育理念正在實踐和傳承。對此，我們衷心期盼 STEM 教育的推動也能帶給臺灣[更多開放、開明的教育氛圍](#)，讓每位學生都能在[潛能得到開展](#)的課堂中快樂成長！

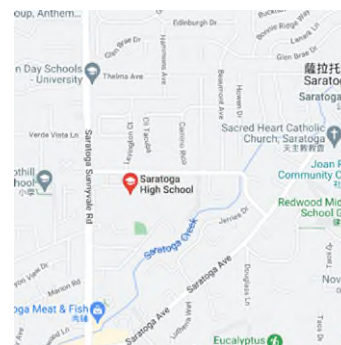
The Engineering Design Process(工程設計流程)的海報設計與 STEM 的圖案都是一種豐富的情境設計。

## 四、薩拉託加高中(Saratoga High School)

### (一)學校簡介與特色

薩拉託加高中(Saratoga High School)位於美國加州的薩拉託加市，風景優美且社區氣氛良好。學校創立於 1964 年，提供國中與高中教育，在當地享有良好的聲譽。學校致力於為學生提供高品質的教育和全面的發展機會，以卓越的學術成就而聞名。

學校重視 STEM 教育的推動，尤其在工程與電腦科學領域。校園中設立了工程實驗室，讓所有學生都可以進行 STEM 相關課程的學習。在電腦科學課程中，學生從視覺化程式開始學習，逐步學習各種程式語言如 Python。工程課程則著重學生透過 3D 建模軟體學習繪圖與製圖，並[利用各種機具與工具將設計轉化為實際產品。](#)



### (二)師資與教學模式

薩拉託加高中在 STEM 課程的教師陣容相當強大。大多數教師擁有工程或電腦科系的學士以上學歷，部分更來自於矽谷 (Silicon Valley) 的高科技公司。這些教師不僅熟稔程式設計，也富有中學 STEM 教學

的經驗。

教師團隊採取以**專題研究為導向**的教學模式，**透過設計真實情境的學習任務**，引導學生動手實作，從中培養運算思維和解決真實問題的能力。他們也將 Python、C++、Java 等程式語言融入課堂中，訓練學生的邏輯思維與程式設計能力。教師角色從知識講授者轉變為學習引導者與合作者，透過專題式教學活動，培養學生**主動學習**、**批判思考**、**團隊合作與知識應用**的能力。



與校方 STEM 團隊教師進行交流

### (三)課程結構與特色

薩拉託加高中 STEM 課程的結構完善，由三大板塊所組成：

#### 1、電腦科學課程

電腦科學課程著重學生利用程式設計來解決問題，課程安排從基礎到進階，學生可以從視覺化程式設計開始學習，逐步學習 Python、Java、C++ 等不同程式語言。學校配置充足的電腦教室，讓學生有足夠的機會進行實作練習。教師運用**翻轉教室的教學模式**，學生在課前觀看教學影片，上課時進行程式設計與除錯。教師則在旁協助解決問題。



電腦科學相關課程

#### 2、工程課程

工程課程中，學生需要透過繪圖軟體設計 2D 平面圖和 3D 立體圖，然後進行實際的加工與製作。學校工程實驗室配備有雷射切割機、3D 列印機等機具，以及各種手工具，提供學生完整的產品設計與製作環境。教師鼓勵學生主導工程方案的過程，從選題、草圖、設計圖、切割、組裝到完成作品，**培養設計思考與動手解決問題**的能力。

#### 3、機器人相關課程

學校積極培訓學生參加美國各地舉辦的高中機器人競賽 (FIRST Robotics Competition)。教師團隊提供指導，學生則自主組成團隊參賽。透過機器人相關課程的學習，學生在結合科技、工程與程式知識解決實際問題的能力大幅提升。

### (四)文化差異與啟發

與臺灣相比，薩拉託加高中在以下幾個面向有顯著的差異：

### 1、師資結構

薩拉託加高中聘有許多來自高科技公司的 STEM 教師，讓課程緊貼**產業發展最新趨勢**。相較之下，臺灣高中少有這樣的師資結構。這對於 STEM 人才培育有重要的啟發意義。

### 2、學習模式

薩拉託加高中 STEM 課程強調以學生為主體的動手實作、自主學習與合作學習。臺灣高中 STEM 課程則仍以教師講授為主，學生主動參與的空間有限。這點值得我國參考。

### 3、設備配置

薩拉託加高中工程實驗室與電腦教室的硬體設備完善，有利於 STEM 課程的開展。相形之下，臺灣高中配備仍有不足。這需要政策面的投入與改善。

### 4、跨域整合

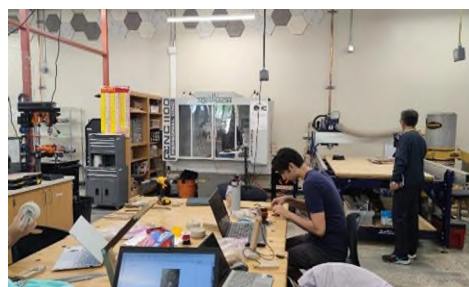
薩拉託加高中透過機器人競賽等方式，讓學生跨領域運用所學。臺灣學科分科教學，整合性較差，這是未來 STEM 推動方向之一。

綜上，薩拉託加高中 STEM 課程實施與師資、模式、設備等各面向，對臺灣推動高中職 STEM 教育，具有重要的啟迪意義。

#### (五)教學環境設備配置

薩拉託加高中工程實驗室及電腦教室的教學環境設備配置完善，可為中小學 STEM 教育的發展應用借鏡，其主要特色為：

- 1、實驗室硬體設備規模相當，幾乎具備大學水準的設備。
- 2、提供 3D 列印機、雷射切割機等數位製造設備，供學生進行設計與實作。
- 3、數位控制機具如銑床等，讓學生親手動手操作，熟悉工具使用。
- 4、手工具收納有序，養成學生良好的整理習慣。
- 5、空間規劃考量師生生活動需求，流通順暢。
- 6、設有專屬資訊教室，可容納一整班進行電腦相關課程教學。
- 7、軟體部分則有繪圖設計軟體、程式軟體等，供學生操作使用。



STEM 專科教室(ENGINEERING LAB)

#### (六)參訪感想與心得

是次參訪薩拉託加高中，讓我們深切體會該校在 STEM 推動上的用心及投入。從師資質量、課程結構到教學環境設備配置，可說是作工精緻。尤其是工程與電腦科學課程最為突出，不論硬體設備或教學模式，均值得我國高中職機構參考借鏡。

就硬體部分，薩拉託加高中工程實驗室及電腦教室的規模及完備

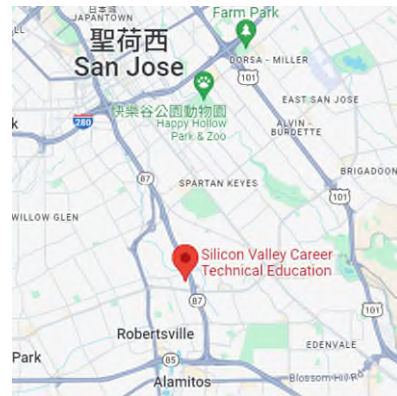
度，遠超一般高中職學校。數控機具、3D 列印設備及專業軟體應用，均有助學生動手實作、設計思考，培養實作能力。在規劃設計上也相當人性化，空間流通順暢，桌椅和工具櫃典雅整齊，可營造良好學習氛圍。這些都可讓我們反思臺灣高中職 STEM 環境建置的格局與標準。

就課程與教學部分，薩拉託加高中 STEM 師資結構多元，聘有業界教師；課程強調學生自主探索，教師在旁支持。這種由學生主導的教學法有別於臺灣目前仍以教師講授為主的 STEM 課堂。值得我們改進。再者，學校透過機器人競賽，促成跨域知識運用，也是值得借鑒之處。總體而言，這次參訪令人印象深刻，對推動臺灣中小學 STEM 教育帶來許多具體啟發。

## 五、矽谷職業技術學校(Silicon Valley Career Technical Education)

### (一)學校簡介與特色

Silicon Valley Career Technical Education(SVCTE)是座落在加州洛杉磯矽谷地區大都會教育區(MetroED)內所屬的職業與技術教育機構，SVCTE 提供與 11 個產業相關的 23 門職業課程，課程內容以 STEAM 為基礎分類，其中多數符合 UCA-G 課程架構認證，著重於培養學生的分析思維、實事求是、口語表達與聆聽理解能力。這些課程可以協助學生獲得 60 種以上的專業認證，用來幫助學生認識在高中畢業後的求職需求，並在申請大學時提供額外的價值與優勢。



SVCTE 主要提供 MetroED 6 個學區內的 11 年級~12 年級高中學生，以交通車到校接送，運用每週一到週五的上午或下午時段進行職業與技術課程。在 2021-2022 年期間，學生註冊人數為 1209 人，其中男性約為 46%、女性約為 53%，其中西班牙裔約 59.06%、亞洲裔約 18.45%、白種人約 12.55%、菲律賓裔約 4.55%、非裔美國人約 2.44%。

在 Silicon Valley Adult Education(SVAE)矽谷成人教育部份，該機構提供免費或收費低廉的衛生技術課程、職業入門課程、成人基礎教育課程、英語第二語言課程(ESL)、高中職業技術教育同等學歷課程。在 2021-2022 年期間，學生註冊人數為 844 人，其中男性約為 29.6%、女性約為 70.4%，其中西班牙裔約 41.4%、白種人約 35.4%。亞洲裔約 12.9%、非裔美國人約 5.4%，成人教育的學生年齡分布:22-34 歲佔 46.32%、35-44 歲佔 24.08%、45-54 歲佔 15.18%，以青壯年人口為主。

SVCTE 並開辦職業探索營隊(Career Exploration Camps)，推廣職業

技術課程，以互動方式做中學(learning by doing)，聚焦體驗動手實作，學習 STEAM 主題，每堂課可選修 5 學分、每週收費為 250 美元，提供動畫、時裝設計、紡織藝術、電影與短片製作、醫療輔助醫學/健康事業、獸醫科學。

SVCTE 也提供遠距虛擬課程(Virtual Learning)，每週 2 天線上授課、2 天自主學習、1 天輔導/討論/作業，課程內容有醫學科學健康職業、時裝設計與紡織藝術，3 階段課程共 26 週，學費合計為 910 美元，課程符合 UC A-G 課程架構認證，可取得學分證明。

## (二)師資與教學模式

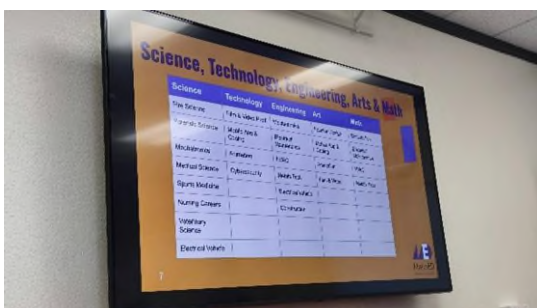
SVCTE 與區域的產業緊密合作，瞭解產業的勞動力需求，課程教具與實際產業接軌，多數邀請具備實務經驗專業人員擔任講師工作，例如消防課程就延攬地區資深消防隊員，運用消防裝備實際進行教學活動，讓高中學生在完成課程訓練之後，有機會投入職場工作，也能進一步銜接對應的學院及大學課程。



參觀消防教室，說明產學教育模式

## (三)課程結構與特色

SVCTE 的職業技術課程分為動畫與遊戲設計、建築與工程、藝術、傳媒與娛樂、商業與財務、教育與人力資源、能源與公用事業、時尚與室內設計、醫療保健科學、資訊與通信技術、製造與產品開發、市場營銷、公共安全等領域。課程內容聚焦動手實作，並與不同產業的實習機會連結，培養學生獨立思考與解決問題的能力。



SVCTE 的課程與 STEAM 的分類對應

此外，SVCTE 重視個人化學習，教師角色從知識傳授者轉變為學習伴隨者，透過翻轉教室、適性教學等策略，學生可以依自己的學習進度與需求進行學習，教師則在旁協助和引導。課程也強調團隊合作，讓學生在小組中互相學習和交流，培養溝通協調能力。

## (四)文化差異與啟發

與臺灣相比，SVCTE 在職業技術教育方面具有下列特色：

1、師資結構：聘任許多業界專業人士為講師，使課程內容能緊貼產業發展趨勢。

2、教學模式：採取以學生為主體的翻轉教室、適性教學等模式設計課程，重視學生的個別差異。

3、課程規劃：課程模組化，學生可以依興趣與發展需求選修。

4、產學合作：與產業緊密連結，提供豐富的實習機會。

這些做法對臺灣目前仍偏向單一職業學校體系、課程標準化的職業教育是值得借鏡的地方。未來臺灣職業教育可以在師資、課程、教學等面向引入更多彈性，以因應產業和學生的多元需求。

#### (五)教學環境設備配置

SVCTE 的教學環境設備配置完善，各專業教室均具備實際作業所需的機具和設備。例如電工教室有電路實驗台、電子儀表；木工教室有鋸床、鑽床等機台器材；冷凍空調教室配置有真實的冷氣機組，供學生實地操作維修；獸醫教室也備有動物骨架模型、各種儀器設備。這些均有助學生習得實務技能。

此外，教室空間規劃考量師生生活動需求，流通順暢。並以模組化方式設計，學生可依需求進入不同教室學習。整體而言，SVCTE 的硬體設備與空間規劃，可作為職業技術教育的典範。

#### (六)參訪感想與心得

透過這次參訪 SVCTE，讓我們看到美國職業技術教育的用心與投入。SVCTE 能與區域產業緊密鏈接，瞭解勞動力需求趨勢，使課程內容與實際職場接軌。再加上完善的教學環境設備，以及引進業界師資的策略，實現了理論與實務的有效結合，值得肯定。

相形之下，臺灣職業教育仍停留在傳統教室教學，與產業脫節的階段。建議未來在課程規劃上，可朝向模組化和選修化方向革新，並增加實習課程的比重。在空間規劃上，也需要投入更多預算添購實作設備，落實動手做中學的理念。

此外，臺灣職業教育過度偏向升學取向，導致部分職校面臨招生困境。建議可以採 SVCTE 的做法，將某些職業技能課程納入普通高中選修，以拓展學生的職涯視野。當學生在高中階段已有職業技能基礎，也會提升其就業競爭力，有助職教與普教的連結。

## 六、加利福尼亞大學洛杉磯分校(University of California, Los Angeles)

### (一)學校簡介與特色

加利福尼亞大學洛杉磯分校(University of California, Los Angeles, UCLA) 創立於 1919 年，是加州大學(University of California)十個分校之一，座落在加州南部的洛杉磯市。該校規模廣大，坐擁 400 英畝校園，擁有逾 174 座校舍建築。UCLA 的教育願景是發展成為全球一流的公立研究型大學，致力於追求卓越，學術領先，世界影響力。學校提供 125 個學士、139 個碩士、106 個博士項目，是公認的教育與研究重鎮。



## (二)師資與教學模式

UCLA 學術研究實力雄厚，聘用高素質師資，其中教授超過 4,400 名，過半數為各領域翹楚。在 STEM 相關領域，UCLA 亨利·山姆艾利工程與應用科學學院(Henry Samueli School of Engineering and Applied Science)聚集一流專家學者，追求卓越的教學、研究與服務。此外，UCLA 活絡的創新創業生態系亦對科研師資具吸引力。

**教學和研究並重**是 UCLA 的學術傳統，學校聘請優秀教授進行講學與實驗指導，提供學生高品質的學習機會。此外，UCLA 鼓勵進行應用研究，學校設有**眾多跨學科、同行評審的研究中心**，盡可能結合基礎和應用領域專才，**開展多範疇合作**。比如工程與應用科學學院即著重技術創新，研發人工智能與機器人等前瞻科技。

## (三)課程結構與特色

UCLA STEM 教育架構先進，開設完備的基礎與專業課程。學生在完成大一大二必修科後，可深入專業選修。值得一提的是，UCLA 同時設有生命科學、理學、工學、醫學等院系，而且相互銜接、融會貫通，學生可依興趣選修跨領域課題，滿足對知識的廣泛求知慾望。

例如工程與應用科學學院提供各工程學位，並設置精密儀器設施供學生操作研究，師生共同探索科技領域前瞻課題。學生可同時修習生物學、物理學、心理學、經濟學等非工科選修課，充分延伸知識領域。而 UCLA 所開設的「**創新技術與政策專業學位**」，則利用多校聯動機制，統籌工、理、文、管等領域學科資源，培養具備**跨界視野與綜合政策能力**的創新人才。

## (四)文化差異與啟發

1、UCLA STEM 教育始終注重人文情懷，不僅教授學生專業知識，也著力**全人發展**，包括人文藝術與社交素質培育。與許多注重技術訓練的大學專業分科強烈對比，UCLA 跨領域課程的設計觀念，以及對人文薰陶的重視，實非常值得學習與借鏡。

2、UCLA STEM 課程緊扣實際社會需求和市場導向，**對整個創新產業**

鏈發展有極強互動與支撐作用。這種針對未來就業能力培育的宏觀規劃，以及把握當代科技趨勢的前瞻眼光，也為臺灣及其他亞洲國家的 STEM 課程設計帶來重要啟迪。

3、UCLA STEM 課程開發充分考量教師創新動機與教學自主，鼓勵教師設計新課，關注學生相應度。這種教師主體的課程設計理念，相比一味對標國際化的做法，會給予教師更大的教學自主空間，從而提升課程創新效能。

#### (五)教學環境設備配置

UCLA 的教學研究環境一流，特別是工程與應用科學學院的各類專業實驗室設備指標齊全。以黃光實驗室(Photolithography Lab)為例，該實驗室集微影技術於一室，學生可進行晶片蝕刻、化學溼蝕等前瞻半導體製程技術的實習研究。據悉，全美政府五個主要資助的學科研究中心之一，就是位於 UCLA 工程學院。



工程院館裡的黃光實驗室

無論教室配置或科研設施，UCLA 均可謂運用科技，打造智慧校園示範區。比如工學院增設的工廠 4.0 實驗室，配備 3D 列印機與工業機器人等，有助學生技能訓練。雖然這種雄厚的教研基礎設施，對許多資源較為缺乏的亞洲學校而言，尚屬遙不可及，但總體理念仍有相當的借鏡價值。

#### (六)參訪感想與心得

這次 UCLA 的 STEM 教育參訪，讓我們獲益良多。無論是跨學科課程的統籌整合，世界一流師資的充沛支持，以及技術與人文並重的教學理念，都是值得深入研究的範例。



參訪團在圖書館後棟合影

從整體學術格局來看，UCLA 工程與應用科學學院的人才培育模式，可謂具備跨領域的理解力、系統的設計力和協作的管理力，正好呼應學界對未來 STEM 領袖的期望。而其背後所代表的校內資源跨界整合機制，亦帶來啟發。

科技教育雖在青壯年技能提升、創新產業推進上發揮關鍵作用，但仍需與人文教育相輔相成，共同促進個人、社群與國家的全面發

展。日後實踐 STEM 教育時，應注重**多面向的課程設計**，加大人文與社交素養培育，**厚植學生成為社會棟樑的綜合能力**。從而為社會有好處，也為人有用。

## 七、南加州大學(University of Southern California)

### (一)學校簡介與特色

南加州大學(University of Southern California，簡稱 USC)創立於 1880 年，是美國最古老的私立研究型大學之一。學校位於加州氣候宜人的洛杉磯，校園面積達 243 英畝。USC 一直秉持「以學生為中心」的辦學理念，提供小班制教學，著重培養學生的獨立思考和自主學習的能力。

USC 擁有工程、商學、電影藝術、計算機等多個世界一流的學院。其中，瓦特綜合工程學院(Viterbi School of Engineering)在電機、計算機、航太、生物工程等領域位居全美前茅。商學院(Marshall School of Business)則常年位列美國最佳商學院前 25 名。另外，電影電視學院(Cinema School)和音樂學院在培養影視娛樂人才方面也擁有卓越的國際聲譽與影響力。



南加大校園

### (二)師資與教學模式

USC 教職員總人數近 5 萬人。教師團隊涵蓋諾貝爾獎得主及各領域翹楚，所有的教授都需承擔教學和科研雙重任務。學校十分鼓勵教師開發創新課程，並**採用專題研究、案例討論、小組合作**等多種教學模式，大力推動「課堂翻轉」，以提高學生的**學習主動性**和**批判性思維能力**。

例如，工程學院就開設了「工程專題研究課程」，由不同專業和年級的小組學生共同攻讀工程實踐項目。教師則在整個過程中擔任指導的角色，讓學生透過主動探索、小組討論和反覆修改的方式獲得工程設計與解決問題的經驗。這種「學生為中心」的教學模式，可使學生在掌握專業知識的同時，也鍛煉出**獨立學習**和**協同合作**的能力，正是 USC 辦學理念的體現。

### (三)課程結構與特色

南加大課程架構完備，學科設置廣泛。除了傳統理工科外，也開設前瞻的跨學科專業，如數位藝術、神經科學等。課程內容緊扣社會發展需求，設定明確的培養目標。以工程學院為例，其使命就是要培

育工程創新人才，能夠解決複雜的全球挑戰。因此課程既涵蓋計算機工程、工業設計等基礎知識，也涉及風險評估、商業模式創新等應用課題，還開設了「工程與創業」專題，鼓勵學生將技術成果轉化為產品。

南加大也非常重視跨學科整合。學生可以自由選修不同學院的課程。比如，影視專業的學生也可以修讀商學院的市場行銷課；工程專業的學生也可以學習電影製作課。這種跨界學習不僅擴展了學生的知識面，也培養他們綜合運用知識解決實際問題的能力。可以說，南加大的課程設置是立足當代發展的需要，以培養學生成為未來社會棟樑為目標。

#### (四)文化差異與啟發

與臺灣的大學相比，南加大學生的自主學習意識更加濃厚。他們不僅積極利用圖書館、實驗室等校內學習資源，還樂於參加各種與課外專業相關的活動。如社團運作、田野調查、企業實習等，都被學生視為增長知識、開拓視野的重要途徑。校方也從制度上鼓勵這種自發學習。比如學分制包含了社團和志願服務時數的累計；實習課程可以抵免部分專業課堂。這種生活化的教育理念，為我們營造「自主學習型社會」提供了重要啟示。

另一方面，南加大課程內容與社會需求和產業發展緊密銜接。除了理論教學，所有的專業都強調實習和項目探索，鼓勵學生參與前瞻技術和商業模式的創新應用。這種產學合作的模式，不僅拓寬了學生的視野，也為他們搭建了與企業接軌的渠道。臺灣的大學應加強校企合作，真正做到「學用相符」，共同推動社會進步。

#### (五)教學環境設備配置

南加大教學研究設施先進齊全。校內建有先進材料製造中心、高可靠度電子中心、技術商業化中心等尖端科研基地。所有實驗室都配備精良儀器和豐富資源，可為學生提供實踐開發的平臺。值得一提的是，學校還和波音、通用電氣等知名企業合作成立研發中心。企業專家與教授、學生共同攻研工程技術難題。這種產學研的緊密協同，不僅能產出更多高水準的科研成果，也使學生獲益匪淺。

#### (六)參訪感想與心得

本次南加大參訪見識到該校在 STEM 人才培育方面的諸多特色與優勢。其「以學生為中心」的教學理念，不僅重視學生個性發展，也大力推廣自主探究的學習方式，可謂體現「自主學習」的典範。另外，南加大課程設置與社會需求相銜接、產學融合的特點也令人印象深刻。這為我們構建適應未來發展的教育體系提供了重要借鑒。

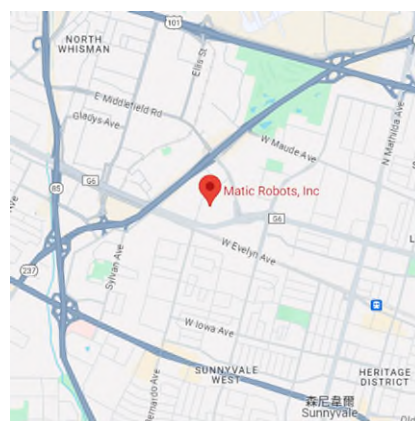


南加大校園內與臺灣留學生交流合影

## 八、矽谷科技公司-Matician

### (一)Matician 公司簡介

Matician 成立於 2017 年，是由 Navneet Dalal 和 Mehul Nariyawala 兩位工程師共同創立的美國矽谷新創公司。公司名稱中“Mat”代表機器人，“ician”則代表專家，合起來象徵 Matician 致力於打造新一代機器人清潔專家。



該公司的主力產品-Matic

Matician 的願景是創造一個不需人為維護就能始終保持乾淨的家。傳統清潔機器人存在諸多問題，如纏繞電線、尋找充電基座困難、卡住地毯等。為解決這些問題，Matician 團隊決定開發一款如人類般「看得見、清得乾淨」的機器人。

公司位於美國加州聖塔克拉拉，是全球最著名的高科技中心之一。該區匯聚了眾多科技巨頭如 Intel、AMD、

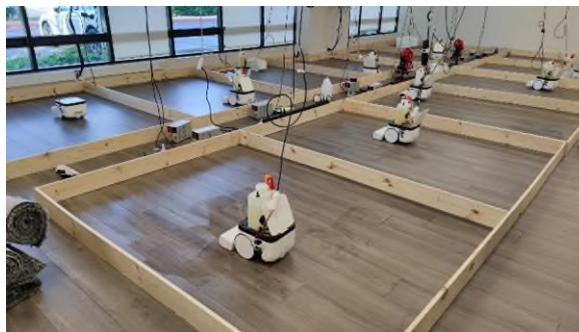
Nvidia、飛思卡爾、思科系統、Oracle、惠普、IBM、谷歌、臉書、亞馬遜、Netflix 等，被譽為「矽谷」。Matician 正是在這樣的創新環境中誕生和成長。

### (二)發展模式

Matician 開發的核心產品是一款名為 Matic 的家用清潔機器人。它融合了包括機械工程、電子工程、計算機視覺、機器人技術、機器學

習等多個領域的尖端技術，實現高效的表面清潔。

Matic 採用四驅全方位移動底盤，使其能夠靈活地在室內環境中移動。機器人上搭載了多種傳感器，包括 RGB 攝像頭、慣性測量單元、超聲波感測器、雷射雷達等。這些視覺與定位傳感器所收集的數據，輸入給機器人上運行的演算法進行處理分析。



Matic 正進行各式各樣的測試中

在視覺方面，Matician 研發了同時定位與地圖建置(SLAM)演算法，可以構建複雜環境的精確定位與地圖；設計了基於深度學習的語義分割與距離估計網絡，可以解析場景中的物件邊界和距離資訊。這些視覺輸入，協助機器人進行自主導航規劃、避開障礙等。

另外，Matician 還利用 Unity 引擎打造了高度仿真的三維虛擬環境。通過自動生成大量合成的傳感器數據，用於訓練視覺演算法與控制算法，從而使 Matic 不斷優化和升級。

Matician 目前主要面向美國的家用和商用市場。未來計劃推出 SaaS 訂閱服務，即用戶只需支付每月的抽成費用，就可獲得 Matic 機器人的清潔服務，而無需一次性支付高價購買。

### (三)科技知識結構及特色

Matic 的科技知識結構主要由三個層面組成:

#### 1、智能移動系統

運用自主移動技術、多傳感器融合定位技術、區域建圖與導航技術，使 Matic 可以實現輕鬆不碰撞的任意點導航，靈活移動至任何角落進行清潔。

#### 2、智能環境感知系統

通過 RGB 攝像頭、物體偵測與深度學習算法，Matic 可以識別空間中的各種物件，選擇適當的清潔運動軌跡，實現環境感知並避開各類障礙物。

#### 3、智能清潔系統

基於清潔力學建模和自主決策技術，可以根據不同類型污漬智慧選擇清潔工具與力度，實現高效清潔。同時結合定制化精密鋼琴線刷等實現覆蓋全面、零死角的清潔任務。

Matic 的最大特色在於**視覺與定位技術的突破**。傳統機器人主要依靠超聲波、紅外線等非視覺傳感器進行運動和定位。Matic 則採用

RGB 攝像頭作為「眼睛」，並自主開發同時定位與地圖建置(SLAM)演算法作為「大腦」，[構建家中 3D 地圖並精準定位](#)，從而實現高可靠的自主移動與清潔。

#### (四)人才培育與養成

Matician 目前擁有約 50 名員工，其中工程技術人員占 80%以上。公司致力於打造一個專注技術創新的文化，吸引矽谷(Silicon Valley)地區頂尖人才的加入。

公司為員工提供良好的工作環境、完善的福利制度、高額的薪酬回報、股權激勵等。此外，Matician 還定期組織內部技術交流分享會，鼓勵工程師們相互學習、開放創新、促進跨團隊協作。

對於新入職的年輕工程師，公司特別設置指導委員會，由高級工



實際參訪相關硬體及測試部門

程師擔任導師，通過[專案實踐](#)、[程式碼複評](#)、[每周指導](#)等方式，[加速新人的成長進步](#)。

Matician 同時積極開展校企合作，每年招募多名大學生實習生，並根據實習表現優先錄用為正式工程師。這為優秀人才搭建了獲得實戰經驗、轉化為工作崗位的捷徑。

#### (五)STEAM 教育銜接

Matician 本身就是將[科學](#)、[技術](#)、[工程](#)、[藝術](#)和[數學](#)等多個學科知識有機結合，[轉化為實際產品與解決方案的典型代表](#)。

公司開發的 Matic 家用智能機器人，可以作為學校 STEAM 教育的絕佳教材。學生可以分析 Matic 的系統架構、運動機制、演算法原理、設計藝術等，加深對知識本質的理解，培養跨學科的思維能力。

實際操作 Matic 進行任務程式編寫、場景測試，更能激發學生的探索與創造力，深化“做中學”的體驗。教師也可以設計以 Matic 為載體的專題研究或科技競賽，提升學生解決實際問題的能力。

未來，Matician 計劃推出面向 K12 (自幼兒園至高中)教育的 Matic 人工智慧機器人(AI Robot)開發套件產品。學生可以通過組裝硬體模組、編寫程式、擴充功能等方式，[建立自己的 Matic 機器人並實現特定任務](#)。這將是極具教育意義的產品。

#### (六)參訪感想與心得

通過這次參訪 Matician 的經歷，我們深刻地感受到矽谷式創新文化的魅力。年輕的公司團隊擁有無限創造力，他們[勇於打破傳統思維的框架](#)，[辛勤追求技術的極致](#)。正是這種[科技熱情](#)催生了一批又一批世界一流的產品。

Matic 機器人從概念、原型到量產的整個開發、迭代過程，充分展

現了「**以人為本**」和「**自主學習**」的理念。領導團隊從市場和用戶痛點出發，反覆論證核心問題，並**持續探索最佳解決方案**。工程師們則主動學習相關技術，圍繞共同願景攜手努力。

這種**開放、務實、協作的氛圍**，正是孕育創新產品的溫床。

STEAM 教育也應秉承這樣的理念，幫助學生建立主動學習的能力和創新精神，培養他們解決問題和創造未來的動力。

## 肆、STEAM 美國參訪心得總結

### 一、參訪緣起與感謝

本次受臺北市政府教育局長官的嘉許，帶領臺北市中學推動 STEM 的教育專家團隊，前往美國加州地區的公私立大學、職訓中心、公私立高中以及一所公立國中和一所公立小學參訪，深入瞭解美國 STEM 教育的現況與發展。此行由教育局資教科陳秉熙科長帶領，新興國中楊啟明校長和李建邦主任規劃行程與聯繫參訪對象，包含：舊金山藝術高中 San Francisco High School of the Arts、紅木中學 Redwood Middle School、阿爾戈小學 Argonaut Elementary School、矽谷科技新創公司 Matician、薩拉托加高中 Saratoga High School、矽谷職業技術學校 Silicon Valley Career Technical Education、加州大學洛杉磯分校(UCLA)、南加州大學(USC)、加州科學中心 California ScienCenter 等。

在此衷心感謝教育局陳秉熙科長和曾柏璣股長的悉心安排與帶領，使本次參訪圓滿完成。也要感謝所有團員校長和主任的熱心參與，在行程中分享觀察和交流討論，讓本次參訪更加豐富和充實。

### 二、參訪各學校與地點環境特色

#### (一)舊金山藝術高中(San Francisco High School of the Arts)

該校創辦人之一的張雪麗校長，提出以**重視品德教育**為宗旨，透過藝術與文化課程培養學生的基本功，增強其恆毅力，並培養學生的普世價值觀和社會責任。學校與飛天藝術學校的課程基本類似。STEM 課程以電腦科學為基礎，靈活跨域整合到其他學科，如資訊科技與數學的結合。學校採小班制，提供學生個別化的教學輔導。

#### (二)紅木中學(Redwood Middle School)

Redwood 是設有自造空間(maker space) 的公立中學，招收 6-8 年級學生。校長史蒂夫哈姆熱情接待，介紹校園中各類創客空間與設施。學校開設 STEM 相關課程供學生選修，並**舉辦機器人競賽**，曾奪得加州地區冠軍。資訊教室設備先進，採用 Adobe 系列軟體進行圖形與影像處理教學。

#### (三)阿爾戈小學(Argonaut Elementary School)

阿爾戈小學每棟建築都為單層樓，校園廣闊寬敞。學校注重任務導向的 STEM 教育，如設計讓雞蛋不破的車輛。**透過分組討論、動手**

操作、驗證想法等步驟，引導學生主動探索與解決問題。學校也鼓勵家長參與志工，協助 STEM 活動的推展。

#### (四)薩拉托加高中(Saratoga High School)

Saratoga 是當地頂尖的公立高中，招收 9-12 年級學生。Sanderson 校長帶領參觀 STEM 課程的專業教室，如工程實驗室、電腦科學室等。課程開設多元化，鼓勵自主學習，學生利用課間時間主動研讀。學校為 STEM 學習投入大量經費，教學設備一流。

#### (五)矽谷職業技術學校(Silicon Valley Career Technical Education)

SVCTE 整合矽谷地區職業教育資源，提供與產業相關的 23 種 STEAM 本位職業技能課程，服務對象涵蓋高中生與成人。許多課程獲 UC 學分認證或為取得職業證照的先修課程，設備新穎完備。矽谷職業學校發展的職業教育體系，值得借鏡與推廣。

#### (六)加州大學洛杉磯分校(UCLA)

UCLA 是世界一流的公立研究型大學，學術實力雄厚。校園內圖書館、實驗室等教學科研設施一應俱全。我們由臺大畢業的博士生藍昕帶領參觀，過程中遇到多位臺灣學子，見證他們在美國頂尖學府的優秀表現，深受啟發。

#### (七)南加州大學(USC)

USC 是私立研究型大學，擁有卓越的師資和先進的教學設備。我們由兩位臺灣碩士生帶領遊覽校園，參觀可容納 300 人的大教室。

USC 積極招收海外學生，提供豐富的學術課程和多元化的校園活動。

### 三、參訪學校師資與教學模式

#### (一)舊金山藝術高中(San Francisco High School of the Arts)

該校校長與 STEM 主力教師，大多具有業界經歷，如校長曾從事電動車鋰電池研發，資訊組長為退休的軟體工程師。退而不休的他們願意為教育下一代貢獻所長。透過跨域課程設計，有效把 STEM 知識和技能融入藝術與文化學習之中。

#### (二)紅木中學(Redwood Middle School)

紅木中學的教師群體積極推動 STEM 教育，開設多元化的 STEM 課程供學生選修，並舉辦科技競賽激發學生興趣。教師注重學生動手操作與實踐，如運用 code.org 平臺進程式設計教學。學校提供良好的教學環境，資訊教室配備新穎的硬體設備和軟件。

#### (三)阿爾戈小學(Argonaut Elementary School)

Argonaut 小學的教師注重任務導向與問題解決的 STEM 教學，設計富挑戰性的任務活動。教師起帶頭作用，但主要以引導和協助的方式輔佐學生動手探索、討論和驗證。學校運用家長和社區資源支援 STEM 活動，形成教師、家長和社區三方合作的教育模式。

#### (四)薩拉托加高中(Saratoga High School)

Saratoga 高中聘請優秀的專業教師開設 STEM 課程，自造教育課就是一例。教師注重任務導向、專題式的教學模式，先講授操作工具和技能，再由學生自主設計、動手製作專題作品。過程中教師從旁協助，發揮引導作用。學校為 STEM 教育投入大量資源，提供良好的軟硬體設備支援教學。

#### (五)矽谷職業技術學校(Silicon Valley Career Technical Education)

SVCTE 的 STEAM 職業技能課程的師資多來自業界，掌握最新技能和市場趨勢。他們注重實作教學，將理論知識和實踐技能緊密結合，幫助學生掌握職場所需的核心能力。學校與高科技產業和大專院校保持緊密聯繫，據此設計和調整課程體系。

### 四、參訪學校教學環境設備與 STEAM 教育特色

#### (一)舊金山藝術高中(San Francisco High School of the Arts)

學校將 STEM 作為基礎學科，利用 code.org 和積木程式設計教授計算機科學概念。資訊技術與其他學科跨域整合，如數學運算。課程注重動手操作和專題設計，鍛鍊學生的實踐能力。硬體設備和網絡設施能充分滿足教學需要。

#### (二)紅木中學(Redwood Middle School)

紅木中學是設有自造空間(maker space)的 STEM 示範學校。學校有先進的多媒體教室、STEM 教室和專業電腦教室，配備 3D 列印機等設備。學生可以選修多樣化的 STEM 課程，並參加科技競賽，開展動手實踐。學校 STEM 教育注重知識、技能和態度的培養。

#### (三)阿爾戈小學(Argonaut Elementary School)

Argonaut 小學的 STEM 教室開設有設計思維、程式設計等課程。教師運用飛蛋挑戰和機器人比賽等有趣的主題活動，引導學生動手探索和解決問題，培養他們運用 STEM 知識分析和解決生活難題的能力。學校 STEM 教育著重學科的有效融合。

#### (四)薩拉托加高中(Saratoga High School)

Saratoga 高中投入大量資源促進 STEM 教育，開設 30 多門專題式和實踐性的 STEM 選修課程。創客空間、工程實驗室等專業教室硬體設備齊全，有助於專題設計和動手實踐。學生可以根據自己的興趣和專長選修 STEM 課程，並參加各類科技競賽，展示設計和實現能力。該校 STEM 教育的設施投入和課程設置可謂建立了良好的氛圍和條件。

#### (五)矽谷職業技術學校(Silicon Valley Career Technical Education)

SVCTE 根據不同專業設置實訓教室，配備先進、尖端的設備。如消防教室配置實物火場、水龍帶等；美容教室提供專業理髮、美容工具和設施。這為學生開展實習實訓、技能操練提供了堅實的硬體保障。職業技能課程注重理論與實踐的結合，使學生掌握職場核心競爭

力。

## 五、STEM 教育文化氛圍與文化特色

### (一)重視 STEM 教育，注重實作體驗

美國中小學均將 STEM 教育作為發展重點，開設富於挑戰性的 STEM 活動，培養學生運用知識分析和解決問題的能力。STEM 課程注重動手實踐，讓學生在操作和體驗中學習。美國的 STEM 教育理念值得我們汲取借鑒。

### (二)鼓勵自主學習，重視學生個性發展

美國教育注重學生的個性發展，為每個學生提供適當的學習挑戰。學生可以根據自己的興趣選修課程並參與社團，培養獨立思考的能力和主動學習的精神。美國學生的自信心和實踐能力值得我們學習。

### (三)強調實用主義，職業教育與社會需求緊密銜接

美國教育強調實用主義，職業技能教育緊扣社會和就業需求。SVCTE 根據不同行業設置職業訓練課程，配套完善的實訓設施。課程系統有利於培養學生就業所需的硬技能。這種教育理念值得我們在職業教育的發展中加以借鑒。

### (四)家校社協作，教育資源投入充足。

美國中小學注重家校社協作，家長和社區都積極參與和支持學校教育。家長、企業和社會團體通過多種途徑為學校注入資源，確保教學設備和師資等條件。這種投入為學校提供了充沛的物質基礎。臺灣可以進一步拓展家校社夥伴關係，聚集更多教育資源。

## 六、參訪感想與心得

通過這次參訪，我們深入瞭解到美國中小學推動 STEM 教育的現況，也體會到美式教育的一些特點，如重視學生個性發展、鼓勵自主學習、強調實用主義等等。這些理念和做法給我們的 STEM 教育發展帶來了許多有益的啟示：

(一)加強 STEM 課程的實踐性和應用性。注重學科跨域整合，設計動手操作和專題任務，培養學生運用知識分析和解決問題的能力。

(二)重視學生個性發展。為不同需求的學生提供適當的學習挑戰和空間。擴大課程選擇，讓學生可以根據自己的興趣和專長選課。

(三)加強職業技能教育與社會、就業市場的銜接。注重學生實踐能力的培養，設置完善的職業技能訓練設施。

(四)拓展家校社合作。爭取更多教育資源，豐富 STEM 課程的教學內容和形式。

通過此行親身體驗和交流學習，不僅開拓了視野，也讓我們看到臺灣 STEM 教育發展的方向。期待將這些經驗和啟發轉換為具體行動，推動臺北市學校 STEM 教育的進一步提升與發展。

## 伍、建議

### 一、前言

本次由陳秉熙科長帶領臺北市科技中心團隊，前往美國加州地區的公立大學、職訓中心、公立高中以及一所公立國中和一所公立小學 STEM 教育參訪，深入瞭解美國 STEM 教育的現況與發展。團隊獲益良多，茲就本次參訪所見，從 STEM 推動的角度提出建議如下：

### 二、STEM 教育的重要性

(一) STEM 教育是當今世界教育發展的重要趨勢。它強調科學 (Science)、技術 (Technology)、工程 (Engineering) 與數學 (Mathematics) 的跨領域整合，**著重學生的動手實踐和問題解決能力的培養**。隨著科技和社會的快速變遷，STEM 教育已成為培養學生成為未來社會公民所必需的**關鍵能力** (國家教育研究院, 2020)。

(二) 推動 STEM 教育，有利於激發學生的創新思維和實踐能力，**培養其數位時代所需的共通能力**，如批判思考與問題解決、創造力與想像力、溝通與協作等 (教育部, 2017)。這些都是學生未來就業和生活中極為重要的能力。

(三) 總體而言，STEM 教育在培養學生成為未來世界公民所需的知識、技能和態度上，扮演著舉足輕重的角色，**已成為全球教育發展的主流趨勢**。

### 三、美國 STEM 教育的發展與特色

(一)美國 STEM 教育發展歷史悠久，政府和社會高度重視，投入大量資源支持 STEM 教育，並制定明確的發展目標和策略 (US Department of Education, 2018)。許多州將 STEM 教育列為優先發展項目，大力推動 STEM 課程和活動的開展。

(二)美國 STEM 教育**強調實踐和應用**，著重培養學生運用知識分析和解決問題的能力 (NSF, 2017)。STEM 活動強調動手操作、設計思考和小組合作，讓學生在實踐中學習。STEM 教室和實驗室的硬體設施也非常先進完備。

(三)美國支持 STEM 教育創新和多樣性，**鼓勵跨學科整合**，以及 STEM 與藝術和人文學科的結合 (NSF, 2017)。許多 STEM 計畫支持學校和教師開發創新課程和教學模式。學生可以根據自己的興趣選修 STEM 相關課程。

(四)美國 STEM 教育**強調產學合作**，與高科技產業保持緊密聯繫 (US Department of Education, 2018)。許多 STEM 課程直接面向未來職場，以培養學生成為高科技人才。產業也提供實習機會，支持 STEM 教育。這增強了 STEM 教育的實效性。

### 四、美國 STEM 教育啟示

(一)加強 STEM 課程的實踐性和應用性。注重學科跨域整合，設計動手操

- 作和專題任務，培養學生運用知識分析和解決問題的能力。
- (二)重視學生個性發展，為不同需求的學生提供適當的學習挑戰和空間。擴大課程選擇，讓學生可以根據自己的興趣和專長選課。
- (三)加強職業技能教育與社會、就業市場的銜接。注重學生實踐能力的培養，設置完善的職業技能訓練設施。
- (四)拓展家校社合作，爭取更多教育資源，豐富 STEM 課程的教學內容和形式。
- (五)支持 STEM 教師和學生參加國際研討會、競賽和交流項目。吸收國際 STEM 教育的成功經驗。

## 五、學校個案分析與啟示

### (一)舊金山藝術高中 (San Francisco High School of the Arts)

#### 1、學校特色

- (1)提供完善的藝術課程，培養學生的創造力和多元智能
- (2)STEM 課程以電腦科學和資訊技術為基礎，與其他學科跨域整合
- (3)採小班制，提供學生個別化的教學輔導
- (4)聘任具業界經驗的 STEM 師資，如資訊組長是退休的軟體工程師

#### 2、啟示

- (1)引入更多藝術教育課程，以培養學生的創造力和美學素養
- (2)STEM 課程設計可適度跨域整合，如數學運算和資訊技術的結合
- (3)鼓勵退休科技人才投入 STEM 教育，分享實務經驗
- (4)採小班制教學，照顧不同需求學生，提供個別化輔導

### (二)紅木中學 (Redwood Middle School)

#### 1、學校特色

- (1)設有 自造空間(maker space) 等創客空間與 STEM 教室
- (2)開設多元化的 STEM 選修課程，實施任務導向的教學
- (3)參加機器人與科技競賽，培養學生動手實踐的能力
- (4)資訊教室配備新穎設備和軟體，開展數位化教學

#### 2、啟示

- (1)學校應優化改造，設立創客空間與 STEM 專業教室
- (2)STEM 課程學習應注重動手實作和任務導向
- (3)可運用科技競賽，激發學生 STEM 學習興趣
- (4)更新資訊教室軟硬體設備，符合數位教學需求

### (三)阿爾戈小學 (Argonaut Elementary School)

#### 1、學校特色

- (1)STEM 教育融入常態課程，設計真實情境任務
- (2)強調任務導向教學，學生分組探索與解決問題
- (3)教師以提問和引導方式協助學生主動學習

(4)鼓勵家長志工團隊參與學校 STEM 活動

## 2、啟示

- (1)STEM 教學應設計真實情境任務，貼近學生生活
- (2)採任務導向與問題解決教學法，培養學生探究能力
- (3)教師應充分發揮引導與協助的作用，啟發學生主動學習
- (4)結合家長和社區資源，有助 STEM 教育的推展

### (四)薩拉托加高中 (Saratoga High School)

#### 1、學校特色

- (1)開設 30 多門 STEM 專題選修課程，學生可根據興趣選課
- (2)STEM 教室配置新穎，設有工程實驗室、電腦科學室等
- (3)課程設計注重專題式和實作式教學，強調動手實踐
- (4)配備先進教學設備，有力支援 STEM 教學實施

#### 2、啟示

- (1)擴大 STEM 課程的選修空間，讓學生適性學習
- (2)更新 STEM 教室設備，建構實踐和創新空間
- (3)推動專題和任務導向的 STEM 教學模式
- (4)持續投入資源，確保 STEM 教學所需的軟硬體設備

### (五)矽谷職業技術學校 (Silicon Valley Career Technical Education)

#### 1、學校特色

- (1)設置 23 種技能課程，直接面向高科技產業
- (2)聘請業界師資，理論和實務知識並重
- (3)配套完善的實訓設施與新穎設備
- (4)課程取得學分認證，部分可作為大學學分

#### 2、啟示

- (1)強化職業技能教育，設定面向產業的專業技能課程
- (2)優化師資結構，聘請更多業界實務專家任教
- (3)持續投入經費和空間，充實職業教育的實踐設備
- (4)推動產學合作，讓部分課程可取得學分認證

## 六、建議與行動方案

(一)STEM 課程與教學:檢討現行 STEM 課程，增強實踐性和應用性；鼓勵跨學科整合，設計任務導向的專題式學習。

(二)師資培育與支持:制定 STEM 教師的職前培育和在職進修計畫；建立教師社群，分享 STEM 教學資源和經驗。

(三)學習環境建設:改造 STEM 專業教室，建立創客空間；配備先進的數控機械和實驗設備。

(四)家校社合作:推動企業參與 STEM 教育，提供技術支持和資源挹注；鼓勵家長志工團隊參與學校 STEM 活動。

(五)國際交流:支持 STEM 教師和學生參加國際研討會、競賽和交流項目。

吸收國際 STEM 教育的成功經驗。

## 七、總結

本次美國參訪，讓我們深入了解美國 STEM 教育發展現狀，也看到他們在課程設計、教學模式、學習環境、產學合作等方面的一些成功經驗與做法。這些對我們推動 STEM 教育都具有重要啟發意義。希望能將此行所見所聞，轉化為臺灣 STEM 教育發展的積極作為，使 STEM 教育在臺灣得到更好和更快的推進。

## 陸、結語

面對 21 世紀資訊快速變動和發展，臺北市作為首都、科技重點發展城市，理應擔當全國 STEAM 及新興科技教育發展的領航者角色，除現有發展軸線外，更應專注民族性、教學理念、實務應用、人文教育和品格教育的實踐，促進未來新興科技人才的全面發展。

針對本次參訪，原有參訪目標包含：

- 一、思考如何統籌發展高中職至國小學層 STEAM 及新科技專題課程，激發學生以科技教育連結科學、數學、藝術等領域學科學習並主動探究實作。
- 二、思考如何整合本市現有及產、官、學、研資源，促進各行政區 STEAM 及新科技教育均質發展，以利各校落實課程推動。
- 三、思考如何建立師生 STEAM 及新科技教育國際交流平臺，並促進本市科技教育與國際接軌。
- 四、思考如何引導本市 STEAM 及新科技教育以平等、性別平權、人權、健康福祉等永續議題，發展結合真實情境、解決問題導向的學習專題。

於參訪後，提出策略如下：

- 一、國小自高中職 STEAM 及新科技課程架構應以「專題發展」及「滿足基礎知能」為主要目標，在美國我們看見，課堂中老師僅指導學生基礎及正確的基本概念，便開放學生自行搜尋資料、實驗與創造，如此才能真正地自小而大的引導其自主學習、創發思考潛能，更能藉以避免升學制度所造成的沉痾。
- 二、在美國並不會刻意強調學校外部能量的挹注，而是訴諸於「家長」和「教師」的責任。在參訪過程中，每當詢問起學校是否獲得高額補助或贊助時，校長或行政人員總是親切地提起「家長」才是學校最大的資源。亦即家長選擇了學區，卻也創造了學區。一所好的學校、好的教育資源，並不單純僅由外部贊助形成，而是家長願意自動投入學校運作，帶入其能量，併適時引導孩子一同進行社會參與，經過時間發展，自然會影響學

區。至於學者進入一環，美國學校即為強調其校本的主體性，在校本課綱架構下，引導學生自主、適性學習才是常態，而非由專家學者強勢導入過多不符和學生實際需求資源。

三、本次活動中，認識了當地教育名人曾景琳女士，言談中，曾女士不斷強調目前協助臺灣將孩子送過去美國的機構，收費都過於昂貴。不論是寒暑假的課程或是未來升學，其實曾姊都可以協助提供相當的資源。對於本市而言，未來不論國小、國中、高中乃至於技職體系，曾姊其實都有相當充沛的資源可以協助本市進行國際交流。針對科學部分，亦認識了北一女中校友采媿，建議本局可以以知識管理方式與渠等人員保持聯繫，定期將本市優秀學子進行媒合、與國際接軌學習。

四、在美國發現它們的專題式教學並不若臺灣操作模式，美國教育是很直接地結合真實情境、解決問題導向的學習專題，我們所參觀的學校，並不時常提起 SDGS 等議題，相反地，它們相當強調學生自主尋找解決生活情境問題的策略。因此，本市或許能借鏡，在較基礎、低年齡學層時，應專注強調其正確且合理使用 STEAM 及新科技能力，而非以成績為訴求，強迫學生進行尚未完全瞭解的全球議題學習。

教育是一項無盡的責任，本局將勇於承擔，持續遵循「向世界學習，開創教育新格局」的使命，以創新、前瞻、卓越和永續的願景，積極努力，共同開創共融、共學、共好的教育新格局。本次參訪所學習，不僅是 STEAM 及新科技所需，更期望未來能夠帶給教育局內各科室業務發展建議，不論是國小教育、國中教育、高中教育、技職教育，或許都可以思考如何導入美國全然實用主義的教育思維，在傳統儒家倫理、道德的思想下，教導學生發展出有用為真的未來領航能力。

## 附錄：行程表

| 日數  | 日期          | 活動內容   | 參訪國家/城市/單位   | 備註                          |
|-----|-------------|--|--|-----------------------------|
| 第1天 | 112.9.18(一) | 臺北桃園<br>(10:15)→<br>舊金山(6:30)<br><br>舊金山學校參訪 | 美國/舊金山<br>上午: 桃園機場→舊金山國際機場<br>→舊金山等市區→金門大橋→藝術宮<br>下午: San Francisco High School of the Arts<br>舊金山藝術中學參訪                               | 長榮<br>BR08<br><br>下午<br>學校1 |
| 第2天 | 112.9.19(二) | 矽谷地區學校參訪<br>科技企業參訪                           | 上午: 紅木中學Redwood middle school & 阿爾戈小學Argonaut Elementary School (Maker Space)<br>下午: 矽谷園區科技公司參訪<br>→Apple Park & Matician              | 上午<br>學校2<br>學校3            |
| 第3天 | 112.9.20(三) | 矽谷地區學校參訪                                     | 上午: 薩拉托加高中 Saratoga High School<br>下午: 矽谷職業技術學校 Silicon Valley Career Tech education district:<br>矽谷STEM teacher of the year矽谷科技職業教育參訪 | 上午<br>學校4<br>下午<br>學校5      |
| 第4天 | 112.9.21(四) | 交通移動<br>圖書館參訪                                | 美國/洛杉磯<br>上午: 弗雷斯諾→outlet<br>下午: 漢庭頓圖書館花園  |                             |
| 第5天 | 112.9.22(五) | 洛杉磯地區學校<br>博物館參訪                             | 上午: 洛杉磯UCLA學校參訪<br>(當地學生學習分享)<br>下午: 洛杉磯郡立美術館→好萊塢星光大道<br>→格里菲斯天文台  | 上午<br>學校6                   |
| 第6天 | 112.9.23(六) | 大學參訪<br>文化參訪                                 | 上午: 南加州大學<br>(當地學生學習分享)<br>下午: 加州科學中心→聖塔莫尼卡  | 上午<br>學校7                   |
| 第7天 | 112.9.24(日) | 返臺   | 上午: 洛杉磯機場 搭乘飛機返臺<br>洛杉磯(凌晨00:15)→臺北桃園  | 凌晨搭<br>機返臺                  |
| 第8天 | 112.9.25(一) | 返臺   | 臺北桃園(清晨05:10)  | 長榮<br>BR11                  |