臺北市立第一女子高級中學 112 學年度多元選修課程大綱

<table>
<tr><td>課程類別</td><td colspan="4">□語文應用 □英語文學創作 □發現數學 ■科學探索 □社會研究
□資訊科技 □多元文化探索 □創意設計 □第二外語 □國際議題行動
□戶外教育</td></tr>
<tr><td>課程名稱</td><td colspan="4">機器人學簡介</td></tr>
<tr><td>英文名稱</td><td colspan="4">Introduction to the Robotics</td></tr>
<tr><td>授課教師</td><td colspan="4">陳正源</td></tr>
<tr><td>師資來源</td><td colspan="4">■校內單科 □校內跨科協同 □跨校協同 □外聘(大學) □外聘(其他)</td></tr>
<tr><td>課程屬性</td><td colspan="2">跨領域/科目專題、跨領域/科目統整、
實作(實驗)</td><td>學期/學年</td><td>學年</td></tr>
<tr><td>修課對象</td><td colspan="2">高一學生</td><td>修課人數</td><td>35 人以下</td></tr>
<tr><td>授課時間</td><td colspan="2">□單邊開課：週一或週四第 3-4 節
■雙邊開課：週一和週四第 3-4 節</td><td>學分數</td><td>2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">本校學生
能力指標
(2-3 項)</td><td>核心素養</td><td>彈性多元</td><td>溝通合作</td><td>宏觀參與</td></tr>
<tr><td>關鍵能力</td><td>▓批判探究
▓創意思考</td><td>▓語文溝通
▓團隊合作</td><td>▓全球學習
□美感賞析</td></tr>
<tr><td rowspan="2">課綱
核心素養
(2-6 項)</td><td colspan="2">A 自主行動</td><td>B 溝通互動</td><td>C 社會參與</td></tr>
<tr><td colspan="2">▓A1.身心素質與自我精進
▓A2.系統思考與問題解決
▓A3.規劃執行與創新應變</td><td>□B1.符號運用與溝通表達
▓B2.科技資訊與媒體素養
□B3.藝術涵養與美感素養</td><td>□C1.道德實踐與公民意識
▓C2.人際關係與團隊合作
▓C3.多元文化與國際理解</td></tr>
<tr><td>對應學群
(1-6 項)</td><td colspan="4">▓資訊 ▓工程 ▓數理化 □醫藥衛生 □生命科學 □農林漁牧
□地球環境 □建築設計 □藝術 □社會心理 □大眾傳播 □外語
□文史哲 □教育 □法政 □管理 □財經 □體育休閒</td></tr>
</table>

一、 課程目標(請清楚闡述課程如何培養學生能力指標與核心素養)

(一) 培養整合型的科學科技素養(應用課綱知識解決真實世界的問題)

(二) 建立動手實作與探究的能力(自由軟體與機械工程實作)

(三) 藉由國際交流拓展科技視野(鼓勵參加 FRC2024 澳洲區預賽選手的甄選)

工程教育與科學教育的整合是近年來先進國家中學教育的趨勢。美國在 The next generation science standards 中揭櫫整合式 STEM 教育的重要。國內 108 課綱也明定資訊教育要紮根中小學教育，高中數學課綱更鼓勵以程式的計算思維來解決數學問題。另外，自然科學中有 4 學分的「自然科學的探究與實作」希望能突破過往台灣科學教育只重解題，忽視實作與實驗的重要性。

工程與科學互相協助與發展是近代文明進步的動力來源。工程教育著重設計素養，科學教育著重探究素養。但其對解決真實世界問題的功能是相通的，以下是工程設計與科學探究歷程的比較表：

項次	工程設計歷程	科學探究歷程
1	確認需求	界定問題
2	研究需求	資訊蒐集
3	發展可能的解決方案	建立假設
4	選擇最可行的解決方案	計劃實驗方法
5	製作產品原型	測試實驗方法
6	測試評估產品原型	解釋數據，得出結論
7	介紹解決方案	展示實驗成果
8	再設計	發展新假設

因此發展整合工程與科學教育的課程，所使用的教育歷程是相同的。而且今日許多的新興科技工具已滲透入科學實驗的各領域，不管是實驗操作自動化、數據分析數位化、數據分析雲端化。另一方面，許多科學現象的深入探究所延伸建造的各種感測器與電磁波技術、特殊材料性質等，也促使工程技術的突飛猛進。因此在高中的教育中若能整合兩者，使學生於學習中體會兩者的整合優點，裨益於學生未來大學專業學習與發展。

二、 課程內容：上學期

週次	課程主題	內容綱要
一	機器人學與 FRC 簡介	參觀 2019 自動化與機器人展、TAS 實驗室
二	FRC2023 機器人簡介	基本電路與配電系統
三	Vscode Java：基本語法	Vscode、變數、運算子、迴圈
四	Vscode Java：基本語法	函數、陣列、指標
五	Vscode Java：基本語法	結構、類別
六	致動系統：馬達系統	控制器、馬達、齒輪箱、皮帶輪、鍊齒輪
七	致動系統：氣壓系統	控制器、壓縮機、壓力計、氣壓缸、電磁閥、調節閥。
八	Inventor 製圖	底盤、輪子
九	Inventor 製圖	手臂、發射器
十	Inventor 製圖	馬達系統
十一	Inventor 製圖	氣壓系統
十二	Vscode Java：WPILib	馬達系統
十三	Vscode Java：WPILib	氣壓系統
十四	分組設計：	底盤、發射、撿取、爬升、手臂、自動
十五	分組設計：	底盤、發射、撿取、爬升、手臂、自動
十六	分組設計：	底盤、發射、撿取、爬升、手臂、自動
十七	分組設計：	底盤、發射、撿取、爬升、手臂、自動
十八	分組設計：	底盤、發射、撿取、爬升、手臂、自動
寒假	FRC2023(六週)	機器人建造

下學期

週次	課程主題	內容綱要
一	FRC2023	機器人建造
二	FRC2023	機器人建造
三	FRC2023	機器人操縱練習
四	FRC2023	競賽策略分析
五	FRC2023	澳洲參賽工作分配、交流事項準備
六	FRC2023	參加 FRC2023 澳洲
七	FRC2023	參加 FRC2023 澳洲
八	FRC2023 檢討	策略、設計、建造、技術、組織、交流
九	FRC2023 優化設計	機構

十	FRC2023 優化設計	機構
十一	FRC2023 優化設計	程式
十二	FRC2023 優化設計	程式
十三	FRC2023 優化設計	自動化
十四	FRC2023 優化設計	自動化
十五	機器人研究社幹部甄選	行政類
十六	機器人研究社幹部甄選	工程類
十七	機器人暑期訓練籌備	課程
十八	機器人暑期訓練籌備	師資

三、 上課方式及課程要求

(一) 上課方式：

1.一人一台筆電　2.短暫課程講解　3.長時間實作

(二) 課程要求：

1. **選此課的同學：鼓勵加入機器人研究社(鼓勵參加)**
2. **選此課的同學：鼓勵報名甄選參加 FRC2024 競賽，地點澳洲臥龍崗市。**
   (需加入機器人研究社才有資格參加 FRC2024 澳洲機器人競賽)
   此活動已在美澳盛行多年(1992 年開始)。活動中，學生藉由設計製作機器人進而整合 STEM 領域的學科知識與技能、利用出國競賽活動，練習團隊合作與擴展國際視野。北一女中機器人隊 FRC team 6191 從 2016 年參加此活動，於 FRC2017 獲得 Southern Cross regional 亞軍。
3. **此課程專業程度要求高，期待有熱忱、吃苦耐勞的同學加入。**
4. **可以學到技術：Java、Inventer 製圖、機構設計。為了確定學習成果，第二次期中考後，舉行技術檢定。**

四、 評量及成績計算方式

(一) 實作 30%

(二) 技術檢定 40%

(三) **隨堂學習態度 30%**

五、 指定教科書或參考書

(一) Autodesk Inventor 2022 教學：https://www.youtube.com/watch?v=hEDcaKSzsmM

(二) **FRC 競賽簡介**：http://archive.firstinspires.org/roboticsprograms/frc

(三) **FRC design**：https://frcdesigns.com/

六、 成果效益與影響：

北一女中機器人研究社從 2016 年至 2019 年參加美國高中生機器人競賽 FRC 共四年，期間共獲得獲得區域賽亞軍、團隊精神獎、形象獎。四年來經由師生的努力，申請科技部與教育部經費補助，建立小型金屬加工室，設備計有：銑床、車床、帶鋸、圓鋸、6040 雷切、7040CNC 雕刻機、15060CNC 雕刻機、折板機。藉由這些設備，北一機研的同學設計與製造加工所有機器人的金屬機構。另外我們也學習了關於機械設計與製造所需的 CAD、CAM 軟體，共有 Autodesk Inventor、SolidWorks、HSM CAM。而此比賽需要 C++、Java 程式設計控制機器人，以及利用 Gyro、Encoder 等感測器配合 PID 程式使機器人自動化完成各種機構的動作，我們的程式組也完成了影像辨識，使機器人可以追蹤目標前進。

FRC2019 機器人製作 https://photos.app.goo.gl/N6k5wx5iMmwY5GKDA

競賽影片 https://youtu.be/6JT6ZdnvhGw

機構測試影片 https://youtu.be/qeSxlSLkK34； ， https://youtu.be/gLNd2h_QBG4

FRC2019 製作期與澳洲雪梨區域賽 https://youtu.be/qLWI6ggzhlQ

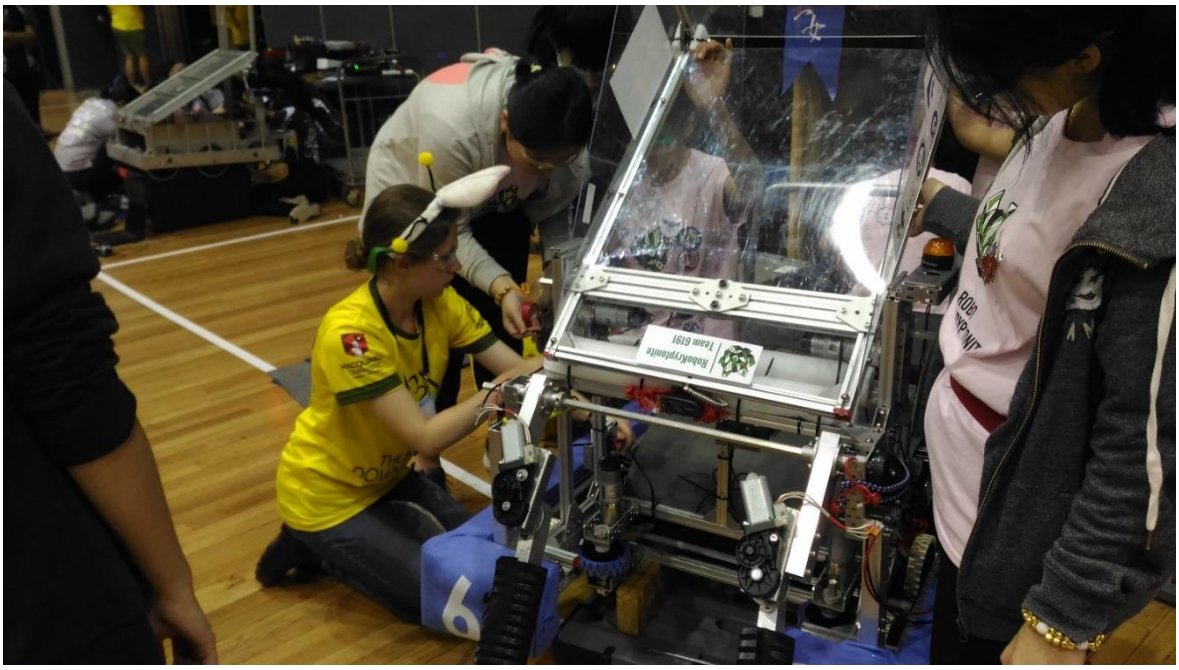
北一女中 2018 機器人新生營 https://youtu.be/LSmEIufjPws

北一機研成果簡報 https://drive.google.com/file/d/1EVqfu8hUtdYjvqN2q2Fu2V1-SVgvxpVy/view?usp=sharing

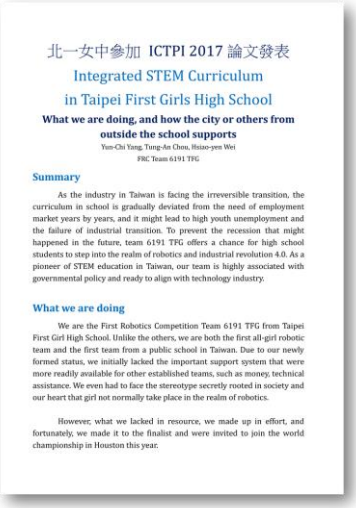
北一機研第三屆學姊三良陳悅庭 申請 2020 美國大學心得

https://drive.google.com/file/d/1WO6W_9tSJR4le3OvlTu5RccTFZZlImqj/view?usp=sharing

1. 活動紀錄



2. 論文發表



北一女中參加 ICTPI 2017 論文發表

Integrated STEM Curriculum in Taipei First Girls High School

What we are doing, and how the city or others from outside the school supports

Yun-Chi Yang, Tung-An Chou, Hsiao-yen Wei

FRC Team 6191 TFG

Summary

As the industry in Taiwan is facing the irreversible transition, the curriculum in school is gradually deviated from the need of employment market years by years, and it might lead to high youth unemployment and the failure of industrial transition. To prevent the recession that might happened in the future, team 6191 TFG offers a chance for high school students to step into the realm of robotics and industrial revolution 4.0. As a pioneer of STEM education in Taiwan, our team is highly associated with governmental policy and ready to align with technology industry.

What we are doing

We are the First Robotics Competition Team 6191 TFG from Taipei First Girl High School. Unlike the others, we are both the first all-girl robotic team and the first team from a public school in Taiwan. Due to our newly formed status, we initially lacked the important support system that were more readily available for other established teams, such as money, technical assistance. We even had to face the stereotype secretly rooted in society and our heart that girl not normally take place in the realm of robotics.

However, what we lacked in resource, we made up in effort, and fortunately, we made it to the finalist and were invited to join the world championship in Houston this year.

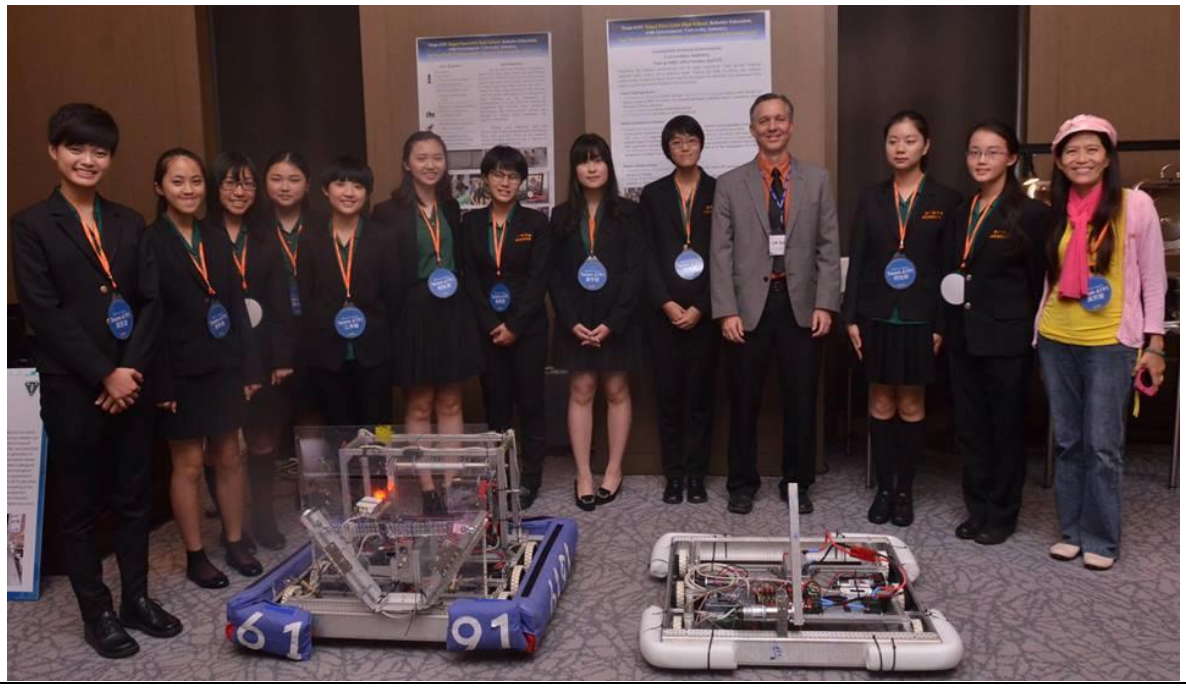
我們隊伍獲邀在 ICTPI2017 國際科技政策與創新研討會發表論文，論文主要論點為：國家科技發展奠基於中學的科學科技教育(STEM education)，因此政府與企業應關注中學的 STEM education，並投入資金協助發展，我們隊伍此次廣達基金會、南科管理局、師大科教中心協助此次營隊為例，說明台灣政府企業如何協助中學發展 STEM education，並進而為政府的五加二的產業厚植人才培育。

此次論文的指導教授為美國德州大學奧斯汀分校 IC2 Institute 的 Dr. Cliff Zintgraff。

論文共有以下兩篇

[1] Yang, Y. , Chou, T., & Wei, H. (2017). Team 6191 Taipei First Girls High School: Robotics education, with government, university, industry, and non-profit collaborations, towards Industrial Revolution 4.0. Paper presented at the *16th International Conference on Technology Policy and Innovation*, Taipei, Taiwan.

[2] Zintgraff, C., Chen, C., & Yang, Y. Secondary STEM education, industry clusters, and society: Encouraging the virtuous cycle. Paper presented at the *16th International Conference on Technology Policy and Innovation*, Taipei, Taiwan.

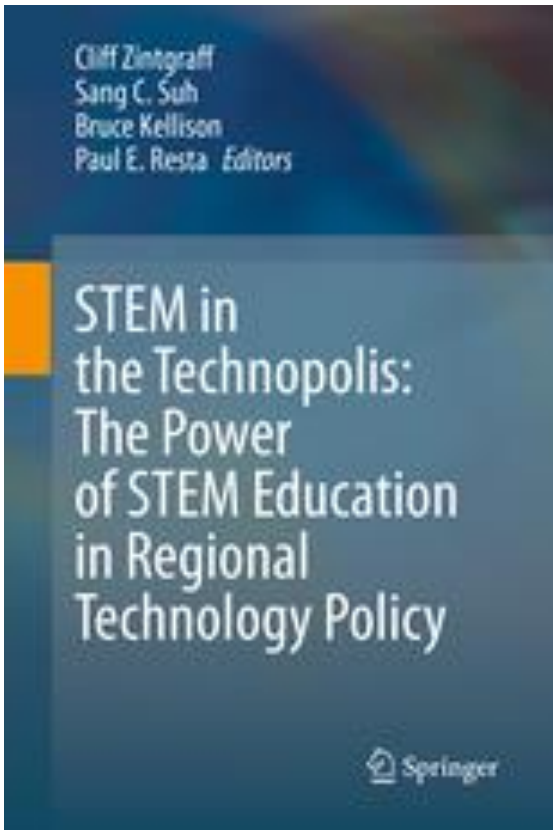


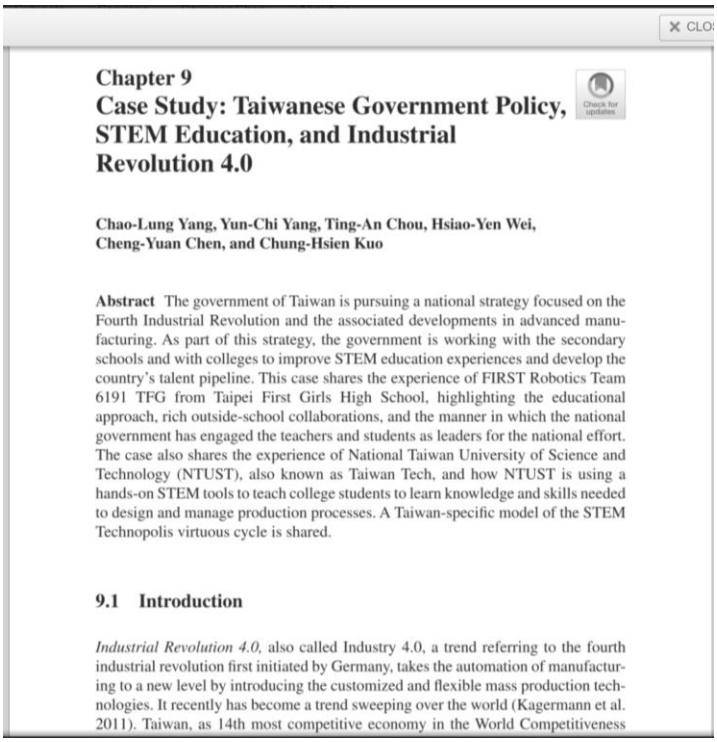
3. 專書發表

This book addresses how forward-thinking local communities are integrating pre-college STEM education, STEM pedagogy, industry clusters, college programs, and local, state and national policies to improve educational experiences, drive local development, gain competitive advantage for the communities, and lead students to rewarding careers. This book consists of three sections: foundational principles, city/regional case studies from across the globe, and state and national context. The authors explore the hypothesis that when pre-college STEM education is integrated with city and regional development, regions can drive a virtuous cycle of education, economic development, and quality of life.

Why should pre-college STEM education be included in regional technology policy? When local leaders talk about regional policy, they usually talk about how government, universities and industry should work together. This relationship is important, but what about the hundreds of millions of pre-college students, taught by tens of millions of teachers, supported by hundreds of thousands of volunteers, who deliver STEM education around the world? Leaders in the communities featured in STEM in the Technopolis have recognized the need to prepare students at an early age, and the power of real-world connections in the process. The authors advocate for this approach to be expanded. They describe how STEM pedagogy, priority industry clusters, cross-sector collaboration, and the local incarnations of global development challenges can be made to work together for the good of all citizens in local communities.

This book will be of interest to government policymakers, school administrators, industry executives, and non-profit executives. The book will be useful as a reference to teachers, professors, industry professional volunteers, non-profit staff, and program leaders who are developing, running, or teaching in STEM programs or working to improve quality of life in their communities.





Chapter 9

Case Study: Taiwanese Government Policy, STEM Education, and Industrial Revolution 4.0

Chao-Lung Yang, Yun-Chi Yang, Ting-An Chou, Hsiao-Yen Wei, Cheng-Yuan Chen, and Chung-Hsien Kuo

Abstract The government of Taiwan is pursuing a national strategy focused on the Fourth Industrial Revolution and the associated developments in advanced manufacturing. As part of this strategy, the government is working with the secondary schools and with colleges to improve STEM education experiences and develop the country's talent pipeline. This case shares the experience of FIRST Robotics Team 6191 TFG from Taipei First Girls High School, highlighting the educational approach, rich outside-school collaborations, and the manner in which the national government has engaged the teachers and students as leaders for the national effort. The case also shares the experience of National Taiwan University of Science and Technology (NTUST), also known as Taiwan Tech, and how NTUST is using a hands-on STEM tools to teach college students to learn knowledge and skills needed to design and manage production processes. A Taiwan-specific model of the STEM Technopolis virtuous cycle is shared.

9.1 Introduction

Industrial Revolution 4.0, also called Industry 4.0, a trend referring to the fourth industrial revolution first initiated by Germany, takes the automation of manufacturing to a new level by introducing the customized and flexible mass production technologies. It recently has become a trend sweeping over the world (Kagermann et al. 2011). Taiwan, as 14th most competitive economy in the World Competitiveness