

出國報告（出國類別：進修）

美國紐約大學坦登工程學院
碩士進修報告

服務機關：國防大學理工學院

姓名職稱：陳冠霖上尉

派赴國家：美國

出國期間：108年8月17日至110年6月23日

報告日期：110年7月27日

摘要

職於 108 年 8 月 17 日奉派赴美國紐約大學坦登工程學院(New York University Tandon School of Engineering)機械工程學系(Master of Science, Mechanical Engineering)進修碩士。此次進修旨在培養國防大學理工學院機械及航太系未來儲備師資，職於 110 年 6 月 21 日修業期滿，6 月 23 日返國，返國後配合中央流行疫情指揮中心防疫專案實施十四天居家隔離以及七天自主管理後，返院報到述職。於美國紐約進修期間，除了課業上的學習及增廣見聞外，亦在課餘時間，體驗美國紐約大學學術環境、產學合作及吸收該大學教學理念，期望未來能將所學應用於院內之教學研究工作。

本報告係依據「行政院及所屬各機關出國報告宗和處理要點」相關規定撰擬，旨在提報個人進修經驗與所見所聞，除有利大眾查閱外，更可提供日後國內大專院校相關行政及教學人員運用參考。案內所述均屬於公開性質、未涉及機敏資料，內容主要記述於美國進修期間之研究及學習心得。本報告內容概分為：目的、過程、心得及建議、參考資料等項次，包含針對進修學校、系所介紹、修課及評分制度、個人實驗專案計畫及心得及建議。

目次

壹、目的	1
貳、過程	1
一、紐約大學坦登工程學院介紹.....	1
二、機械工程學系介紹.....	3
三、碩士課程及評分制度.....	4
四、研究成果及發表.....	5
參、心得及建議	9
肆、參考資料	12

壹、目的

本次進修奉國防部 108 年 8 月 13 日國人培育字第 1080012800 號令核定，赴美國紐約大學坦登工程學院機械工程學系進修碩士，進修時間為一年 10 個月。職於 108 年 8 月 17 日啟程前往美國，於 110 年 6 月 18 日達畢業標準，6 月 23 日返抵臺灣。此次進修目的在於習得專業知識、提升學術涵養及取得學位，以作為國防大學理工學院機械及航太系師資培育儲備人員。

本報告係依據「行政院及所屬各機關出國報告宗和處理要點」相關規定撰擬，旨在提報個人進修經驗與所見所聞，除有利大眾查閱外，更可提供日後國內大專院校相關行政及教學人員運用參考。

貳、過程

一、紐約大學坦登工程學院介紹

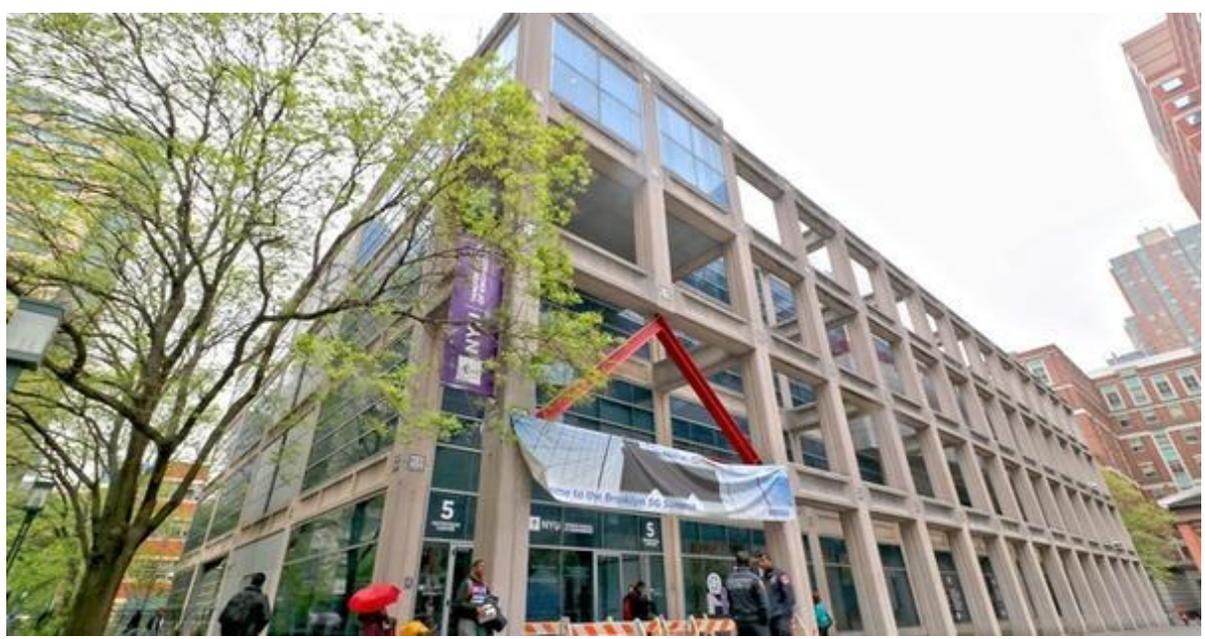
紐約大學坦登工程學院[1]（英語：New York University Tandon School of Engineering）是紐約大學的工學院，位於紐約布魯克林，成立於 1854 年，是美國第二所成立的私立工學院[2]。



圖片 1－紐約大學坦登工程學院學務中心



圖片 2 – 坦登工程學院工學院大樓



圖片 3 – 坦登工程學院圖書館

成立之初學院是按照法國模式所建立起來的獨立學院，不附屬於任何大學。[3]成立之初學院被命名為"布魯克林理工學院"，1973 年在紐約大學出現財務危機出售學校資產的時候，布魯克林理工學院收購了當時的紐約大學理工學院，之後改名為"紐約理工學院"，1985 年取得大學資格，改名為"理工大學"(理工大學源自其當時的英文名字 Polytechnic University, 但當時的中文翻譯有時會翻譯為"紐約科技大學")。自 2004 年起與紐約大學進行合併商討，於 2008 年啟動合併程序，2013 年秋季學期之後，也就是 2014-2015 學年度，學院名稱由 NYU Poly (Polytechnic Institute of NYU) 改為 NYU Polytechnic School of Engineering。合併之後學院會一直待在布魯克林，不會遷移到紐約大學本部所在的曼哈頓去。[4]2015 年 10 月 5 日，紐約大學工程學院接受校友坦登 (Tandon) 夫婦一億美元捐款，正式更名為紐約大學坦登工程學院 (NYU Tandon School of Engineering)。

二、機械工程學系介紹

(一) 學院與設施

坦登工程學院(NYU Tandon School of Engineering)，由九個科系組成，分別為應用物理學系(Applied Physics)、生物醫學工程系(Biomedical Engineering)、化學工程及生物分子學系(Chemical and Biomolecular Engineering)、土木工程學系(Civil and Urban Engineering)、資訊工程學系(Computer Science and Engineering)、電機工程學系(Electrical and Computer Engineering)、經濟及風險工程學系(Finance and Risk Engineering)、數學系(Mathematics)、機械及航空工程學系(Mechanical and Aerospace Engineering)。

本校工程學院在院長(Jelena Kovačević)的領導之下，各系所研究項目鼓勵納編多個系所共同參與，以集合各自的專業，從多方角度探討及研究，而與本系機械及航太工程學系相關計有數個研究團隊，各研究團隊內部成員來自多方系所，包括大學部學生、碩、博士生及博士後研究，授課教授包括其他系別，以提供多元的教學經驗，另外，坦登工程學院亦與紐約市共同建立科技三角。

紐約大學坦登工程學院，專注於重點科學研究領域，特別是人工智能、網絡安全、通信和信息技術、數據科學、新興媒體、健康、機器人、可持續性和所有城市事物之間的交叉領域。且擁有豐富的歷史。

自 2009 年以來，紐約大學坦登在《美國新聞與世界報導》中上升了 42 位。女性佔 2023 年 Tandon 班級的 46%，是所有工程學校的全國平均水平的兩倍多。30% 的學生是家庭中第一個上大學的。研究支出在過去十年中增長了 471%。

(二) 機械工程學系

機械工程學系下轄兩大組，分別為機械工程組(Mechanical Engineering)及機電工程與機器人組(Mechatronics and Robotics, M.S.)。本系課程範圍與物理及數學息息相關，而本組所學囊括微觀至巨觀材料之電、磁、機械、光學與熱性質，機械工程碩

士課程足夠靈活，許多人進入計算機工程、納米技術、軟件開發和金融工程等領域。亦或是生物工程、製造、航太、系統工程、企業管理和法律領域擔任職務。

本系所亦秉持著坦登工程學院教育理念，以學術研究拓展視野，將拓展的眼界帶入業界。

三、碩士課程及評分制度

(一) 機械工程碩士 (Mechanical Engineering, M.S.)

要在工程學院獲得機械工程理學碩士學位，須選擇機械工程專業並完成本系必修、本系選修以及論文合計 30 個學分。

除必修外，本系提供四個專業，(Energy Engineering and Policy Specialty)、(Controls and Dynamic Systems Specialty)、(Mechanics and Structural Systems Specialty) 以及 (Fluids Specialty) 畢業要求須選擇其中一專業修課達 6 學分，以取得該專長，目的在塑造學生專業知識，以利後續博士研究方向。

(二) 機械工程學系課程

材料組學期成績評定標準使用 GPA 4.0 制，區分十三個等第(A：4.0 以上； A-：3.5； B：3.0； B-：2.5； C：2.0； C-：1.5； D：1.0； D-：0.5； F：0.0)，修課期程至少四個學期，須於碩一第二學期開始參與實驗研究，或經教授同意加入研究團隊參與實驗專題，始可於碩二第一學期選擇論文撰寫課程或經教授同意繼續進行未完成之研究，五年內必須完成學業。

本組學生畢業總成績須達 GPA 3.0 以上，並修畢至少 30 學分（含必修 12 學分、選修 9 學分及論文 9 學分，且除畢業學期外，其餘學期需修習必、選修或論文至少達 9 學分）。

課程內容方面，必修 12 學分課程內容如下（每門課程均為 3 學分）：

1. 應用工程數學(Applied Mathematics in Mechanical Engineering)
2. 工程熱力學(Thermal Engineering Fundamentals)
3. 固體力學(Introduction to Solid Mechanics)
4. 線性控制及設計(Linear Control Theory and Design I)

上述必修課程均為於一般教室授課之理論課程，實施兩次期中考及一次期末考，各課程考試分數配比均由該課教授律定，教材部分以教科書、講義與教學簡報外，亦有相關產業資料、時下商、工業使用之資訊作以授課之內容，且時常請商業人士到課分享商、工業最新成果。課堂中也會以分組討論方式，讓學生研討、模擬及報告，部分內容亦會納入作業或考試範圍。作業方式多元，不僅有課本習題、客座教授授課內容，亦有小型專題實施分組研究，並以小組方式撰寫報告及設計實作，以訓練學生協同作業、學術寫作能力、小組溝通能力以及資料彙、整理之技能，專題作業也常使用電腦模擬或是程式語言如 Python、Matlab、SolidWork 等等專業軟體輔助。

除了 12 個必修學分，職另外有碩士論文撰寫共計 9 學分 (MS THESIS IN MECHANICAL ENGINEERING)

餘 9 學分選修課程修課程為金屬 3D 列印(Additive Manufacturing of Metallic Materials)、3D 列印基礎(Additive Manufacturing Fundamentals)及 3D 列印防偽設計(SEcurity IN ADDITIVE MANUFACTURING)

四、研究成果及發表

職此次論文教授為材料及固體力學領域，且於 109 年取得(National Science Foundation)NSF 研究經費，協助探討工業 4.0(Industry 4.0)網路安全防禦(Cyber Security)領域，結合 3D 列印工程，研擬網路科技作業安全，保護智慧財產權以及專利，避免相關損失。

職針對 3D 列印技術逆向工程一項，搭配電腦斷層掃描(CT Scan)，分析 3D 列印成品，配合人工智慧(Artificial Intelligence)以及程式語言深度學習(Deep Learning)，分析成品列印結構、方向以及內部瑕疵(defects)來判別成品來源，以及逆向複製 3D 列印成品。

除了使用電腦斷層掃描檢視 3D 列印成品內部列印品質和方向外，也針對所使用材料之 3D 列印成品實施拉伸實驗，檢測不同 3D 列印方向所產生之成品機械性能(Mechanical Properties)，藉此可搭配深度學習，判斷 3D 列印之成品是否為贗品。3D 列印之材料為複合材料，內含玻璃纖維，目的是在電腦斷層掃描時，能夠清楚檢視 3D 列印機噴頭移動方向，此外，電腦斷層掃描可生成數千張以上的 3D 列印成品切片圖，對程式語言深度學習有非常大的助益，由於深度學習實質上為數據分析，若要讓判斷準確，數據量需達到一定要求，電腦斷層掃描即能解決此問題。



(a)



(b)



(c)

圖 4—(a)紐約大學坦登工程學院電腦斷層掃描機；(b)玻璃纖維複合材料；
(c)FlashForge Creator Pro 3D 列印機



(a)

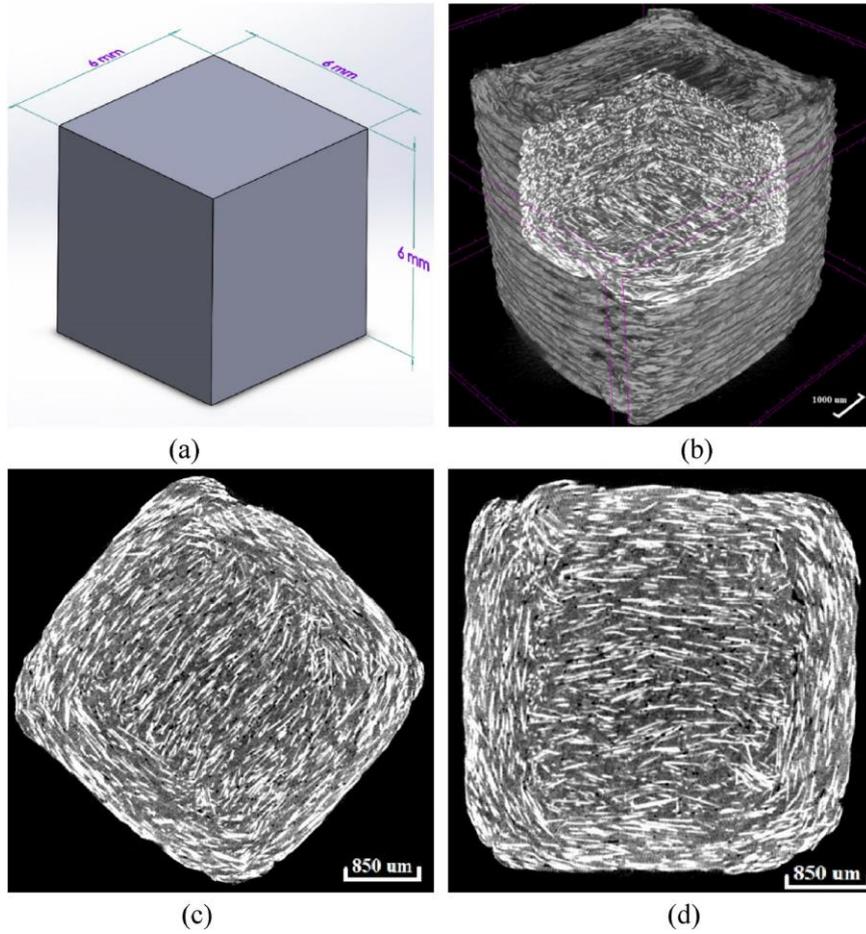


(b)

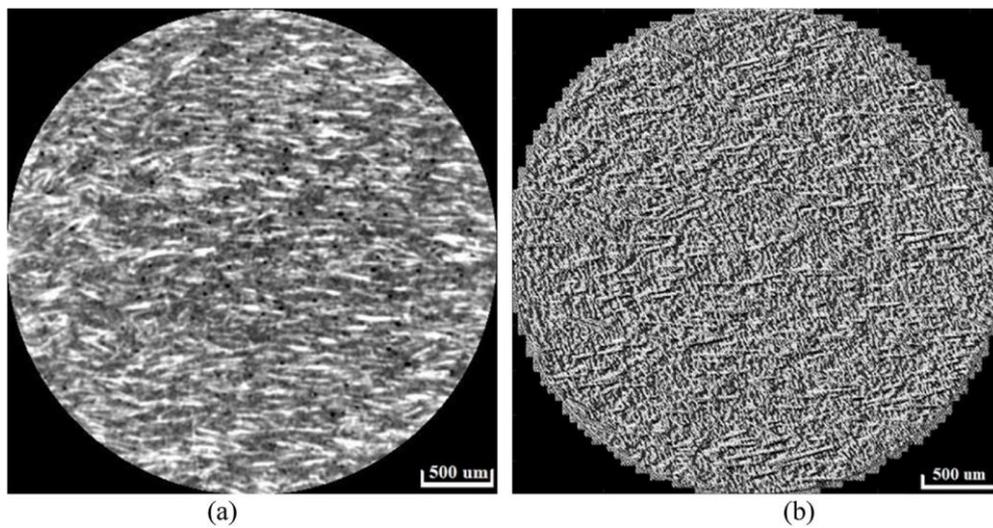
圖片 5—(a) 3D 列印拉伸試驗樣品；(b) 拉伸試驗測試台

職分別參與兩項專案，第一項為 3D 列印逆向工程，使用含玻璃纖維之複合材料進行 3D 列印，以電腦斷層掃描捕獲列印成品內部切片幾何形狀，加上 3D 列印的噴頭路徑，輔以深度學習重建。該逆向工程實驗之成品尺寸精度僅有 0.33% 的差異。文章發表於期刊(Composites Science and Technology, Volume 198, 29 September 2020, 108318) 文章 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2020.108318>。

第二項為 3D 列印瑕疵(defects)判斷，主要以機器學習 (Machine Learning) 執行缺陷偵測，此方法需要大量的影像數據，才能有效地處理斷層掃描所取得之數據庫並進行缺陷檢測。除此之外，電腦斷層掃描對玻璃纖維增強複合材料所取得的數據，亦需要先行進行圖像增強始能將數據庫資料用來訓練 Machine Learning。以生成用於缺陷檢測的圖像集。此次研究中亦加入了微結構二值化統計圖像特徵 (binarized statistical image features) 方法進行壓縮處理，且保留所需的缺陷信息。該研究成果使用卷積神經網絡(Convolutional Neural Network)模型在纖維取向預測中的均方誤差為 0.001，並且基於從 ML 模型獲得的預測開發了一種瑕疵檢測方案。文章發表於期刊(The Journal of The Minerals, Metals & Materials Society (TMS), 73, pages2075–2084, 14 May 2021)文章 DOI: <https://doi.org/10.1007/s11837-021-04708-9>



圖片 6—(a) SolidWorks 繪製 3D 列印模型；(b)3D 立體建模；(c)電腦斷層掃描切片影像；(d)掃描切片影像轉正



圖片 7—(a)經圓形擷取區域之電腦斷層影像切片；(b)經過微結構二值化統計圖像特徵 (binarized statistical image features) 方法處理之影像

參、心得及建議

職自 108 年 8 月至美國進修，直到 110 年 6 月返國，有幸經歷史無前例世界性疫情爆發，且身處於美國首當其衝之疫區，實在讓職體驗了前所未有的感受。以下區分求學、生活、心態及建議等四方面論述：

(一) 求學方面

紐約大學坦登工程學院是一所產學合作項目極多的一所學院，由於位處於紐約科技重點區域，相關工程、建設、及化學工業極其活躍，時常搭配市政府執行多項工程，因此在學期間，教授時常提供多樣實務案例以作為課堂討論之內容，職在校期間，指導教授正在與產業界合作，提供時下最新動態機械分析儀(Dynamic Mechanical Analyzer)，以供研究使用。

然而，在 108 年底，大陸地區爆發大規模肺炎感染，當時，世界各地均未有警戒心，僅從新聞得知，國內已禁止大陸地區人員入境，且國內亦開始實施口罩令，直至 109 年 2 月初，紐約新聞開始報導零星幾例確診案例，但由於美國民情對口罩極度反感，美國人認為配戴口罩是病人的行為，生病戴口罩且不要離家，反觀華人對口罩接受度高，從小認知就是口罩不僅僅只是生病的人配戴，健康的人更是要戴，因為口罩是保護自己的最後手段，職在國內甚至騎機車時都會配戴口罩，避免吸入過多的汽車廢氣，因此，紐約疫情爆發初期，僅有華人配戴口罩，加上當地新聞大肆宣導該病毒係由大陸地區傳出，導致當地人排華情形加劇，尤其針對配戴口罩華人，時常發生嚴重肢體衝突。

慶幸的是，紐約疫情爆發後，隨即改為線上教學，相關活動亦改為於線上實施，且紐約大學配套措施完整，使線下改線上無縫接軌，更改為線上授課後，反而產生了一個優勢，教授能夠邀請世界各地的產業界龍頭來分享實務經驗，職的指導教授為印度人，在印度有許多合作夥伴，時常於線上授課時期，教授邀請印度 3D 列印的業界人士，分享當前世界 3D 列印趨勢以及未來發展面向，這是線下教學時期無法體驗到的寶貴經驗。

(二) 生活方面

由於生活在紐約市區，生活必要花費稍高，因此在當地以合租的方式租屋，所幸在網路的協助下，找到一位台灣房東，生活習慣相似，相處融洽，使職能夠全心專攻學校課業，租屋處位於華人聚集地區，超市商店所販售的物品和台灣極度類似，所以一到紐約的隔日，及能夠買台灣食物，一解思鄉之情，紐約地區公共交通發達，地鐵亦有販售月票，時常在課業完成後，至紐約曼哈頓區域體驗當地生活，拜交通發達所賜，造訪數個知名景點，但由於紐約屬於商業都市，相較於美國其他地區，紐約人口組成較複雜，不過也因次能夠看到各族群聚集的地方，猶如到了其他國家。

在疫情爆發之初，猶如上面所述，當地人完全不戴口罩，導致感染人數指數上升，成為美國地區疫情最嚴重的地區之一，直到 109 年 6 月份，紐約市政府以及美國疾病控制與預防中心（CDC）的大力宣導之下，才讓當地人戴起口罩，除此之外，美國政府也大力提供補助給相關高風險商家，因此在疫情爆發期間，紐約所有的商店及餐廳全部停業，僅保留必要超市以及賣場，且以無接觸外送為主，室內人數嚴格管制，所以常常能看到超市大排長龍，也因為這樣補助完善、規定明確、嚴格執行，紐約當地的疫情才能穩定。

(三) 心態方面

職在紐約的那段時間，國內似乎處在另一個平行時空，所有生活模式正常，還曾連續三百多天零確診，深感欣慰，至少不用擔心家人的狀況，由於新聞媒體加油添醋、誇大其辭的報導，反倒讓家人非常擔心紐約的疫情，然而實際情形也不如新聞報導般驚悚，因此每日與家人聯繫使家人放心。

(四) 建議

此次進修，遇到史無前例的全球性傳染病毒，在美國疫情爆發時期，口罩也是一罩難求，導致價格飆升，然而疫情前期，國外進修人員雖有國內口罩配給，但是加上運送時間，實際拿到口罩時間和疫情擴散期間無法有效搭配，致在美人員需要先行購買口罩防疫，建議後續可以及早通知在美受訓人員，以利人員安全。另外，赴美進修機會難得，建議美團若是有相關會議、活動或是聚會，可以詢問在美受訓人員，如果期程能夠配合，相信個學員參與都有意願參與。

非常感謝國防大學理工學院機電能源及航太工程學系提供此次赴美進修碩士的機會，職也非常珍惜此次經驗，能夠在美國第一商業重鎮－紐約地區進修，甚至體驗到了紐約地區疫情前後的巨大變化和當地政府針對疫情的處置作為，想必是將來茶餘飯後的聊天內容，另外在學校課業上，也因為提早規劃研究方向，加上指導教授的大力傾囊相授，才能如期如質的完成研究作業，雖然因為疫情，導致課堂上受課的經驗較不足，未能近距離與來自世界各地一流的同學交流，但也因此和同學們共同擁有了不平凡的經歷，也和指導教授的研究團隊更緊密的協作，這些珍貴的體驗，成為了無價的經驗，除了讓職瞭解紐約大學的研究風氣，也能更加打磨自己的時間管理和工作安排，學習如何避免過多不必要的會面，以提高學習效率，期許將來，能將在美所學和經驗，內化提升，成為可運用的能力。



(a)



(b)

圖片 8—(a)應屆畢業同學與紐約帝國大廈；(b)紐約近郊冷泉鎮登山步道



圖片 9—紐約市康尼島遊樂園雪景



圖片 10—指導教授與研究團隊家庭派對

肆、參考資料

[1]. <http://engineering.nyu.edu/node/8046>

[2]. https://web.archive.org/web/20140107171843/http://brooklyn.about.com/od/collegesunivrsities/ss/Higher-Education-In-Downtown-Brooklyn-And-Brooklyn-Heights_5.htm

[3]. https://web.archive.org/web/20140305083047/http://www.ee.washington.edu/research/dms/ee/PDF_files/CCLI_Gateway_History_EngEd.pdf

[4]. <http://www.nyunews.com/2013/04/25/poly-2/>