

# 人文與科學學院永續報告書

## 一、院永續發展願景

本院將遵循學校 114-118 年中程計畫與永續發展願景，並呼應聯合國 2030 年 17 項「永續發展目標」(Sustainable Development Goals, SDGs)，將本院的學術、產學、教學與永續目標結合與實踐，促進台灣與全球經濟、社會、環境之永續。

## 二、院永續發展目標

### (一)2025 年學院重點 SDGs 與成效分析

人科學院 2025 年 SDGs 績效一覽表

項目	總數	SDG 1	SDG 2	SDG 3	SDG 4	SDG 5	SDG 6	SDG 7	SDG 8	SDG 9	SDG 10	SDG 11	SDG 12	SDG 13	SDG 14	SDG 15	SDG 16	SDG 17
教學課程 (開課數)	259	6	2	19	<u>183</u>	14	0	15	<u>104</u>	25	44	<u>54</u>	26	1	0	1	29	37
產官學 合作計畫 (件數)	136	27	24	<u>29</u>	<u>42</u>	0	0	3	27	7	15	<u>52</u>	10	1	0	0	3	8
學術發表 (篇數)	147	3	3	39	<u>40</u>	1	0	5	<u>54</u>	<u>48</u>	20	35	5	2	3	2	16	13
全院總合		36	29	87	<u>265</u>	15	0	23	<u>185</u>	80	79	<u>141</u>	41	4	3	3	48	58

\*產官學資料範圍：國科會+產學合作+補助案

本院永續發展目標秉持大學教育與善盡社會責任之教育理念，追求經濟、社會與環境之永續。

- **教學課程**層面的永續重點目標包括：貧窮議題、飢餓議題、健康與福祉、教育品質、性別平等、綠色能源、就業機會與經濟成長、工業基礎建設與創新、降低各種不平等、永續的城市與社區、負責任的消費與生產、氣候議題、陸地生物、和平與正義、跨國全球合作，共 15 個 SDGs 永續指標。
- **產官學合作計畫**層面的永續重點目標包括：貧窮議題、飢餓議題、健康與福祉、教育品質、綠色能源、就業機會與經濟成長、工業基礎建設與創新、降低各種不平等、永續的城市與社區、負責任的消費與生產、氣候議題、和平與正義、跨國全球合作，共 13 個 SDGs 永續指標。
- **學術論文**層面的永續重點目標包括：貧窮議題、飢餓議題、健康與福祉、教育品質、性別平等、綠色能源、就業機會與經濟成長、工業基礎建設與創新、降低各種不平等、永續的城市與社區、負責任的消費與生產、氣候議題、水中生物、陸地生物、和平與正義、跨國全球合作，共 16 個 SDGs 永續指標。

## (二)院永續發展短中長目標

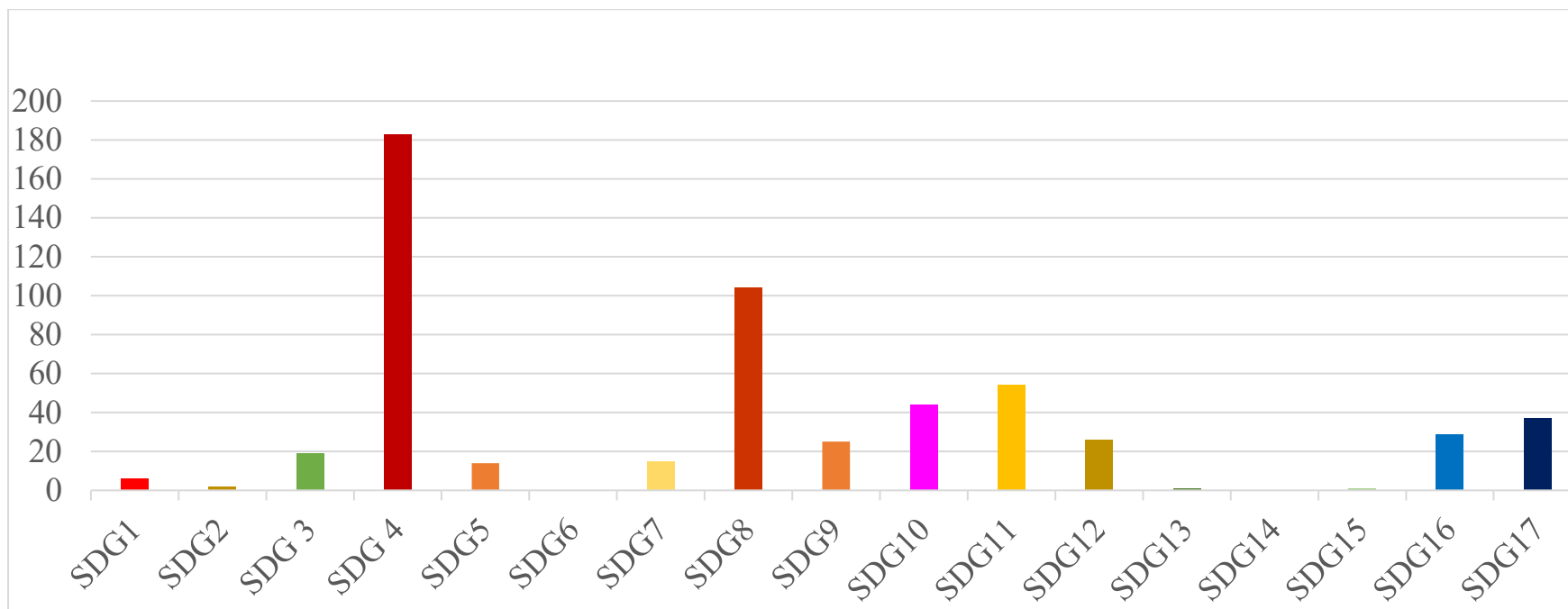
此外，本院鏈結本校五化策略(學習多元化、科研產業化、資源永續化、品牌國際化及決策敏捷化)，以達成以科技研發和創新服務推動 Yuntech 成為負責任的智慧型大學之願景，落實與國際接軌，善盡大學社會責任與永續精神。

短期目標	達成年度校務績效指標。
中期目標	<p>奠基於本校五化行動策略，於學習多元化、科研產業化、資源永續化、品牌國際化及決策敏捷化中，逐步落實永續願景。</p> <p>(1) 依據整體發展規劃，發展整合型教學、產學及國際交流，組成跨域團隊，推動研究中心與國內企業之間產學鏈結，促進科研成果之產業化。</p> <p>(2) 依據學院系所發展，將系所空間進行有效規劃及運用，提升資源使用效能，落實永續管理。</p> <p>(3) 定期召開院務會議，審議學院重大發展議題，強化決策效率與治理品質。</p> <p>(4) 定期召開學院行政會議，加強各系所溝通，提升行政協調與執行力。</p>

	(5) 定期召開學院教師評審委員會，審議教師之聘任、評鑑、升等、休假研究等事項。
長期目標	以全球 2030 永續發展願景為依歸，逐步在本校五化行動策略指引下，達成以院為主體，全面規畫符合社會、環境與學習者需求之學術研究、產學、永續課程與教學，為全球永續發展而努力。

### 三、2025 年教產研符合永續之成效分析

#### (一)2025 年教學課程永續成效分析



強弱項指標說明：

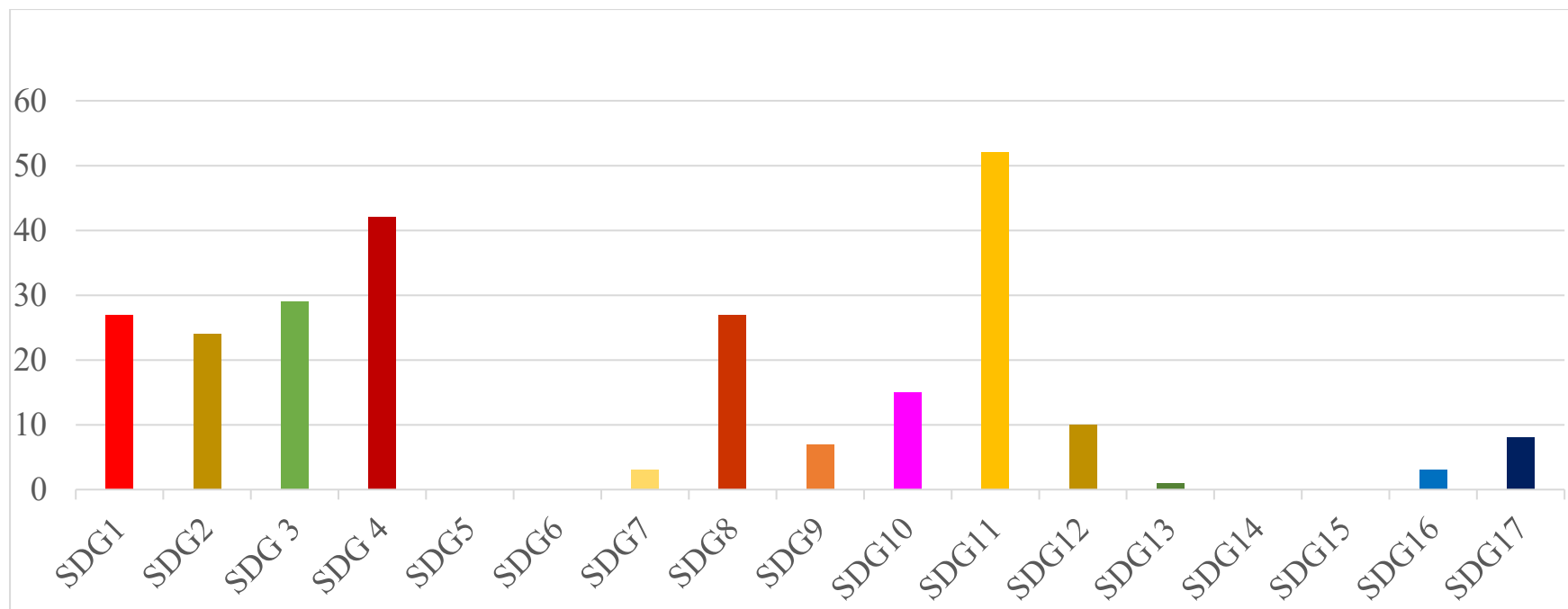
(1)強項：SDG4 教育品質、SDG8 就業機會與經濟成長、SDG11 永續的城市與社區。

(2)弱項：SDG6 水資源、SDG13 氣候議題、SDG14 水中生物、SDG15 陸域生物。

院課程總數(113-2 學期 127 門、114-1 學期 132 門) 共 259 門		
符合 SDGs	課程數	代表性課程名稱
SDG1	6	法學英文(二)、文化人類學導論(Introduction to Cultural Anthropology)、台灣原住民社會與文化(Society and Culture of Taiwanese Aborigines)、住宅與民居(一)、技職教育輔導研究(Studies on Guidance in Vocational and VTE)、生命倫理與法律專題(Ethics and Law of Biotechnology)。
SDG2	2	文化人類學導論(Introduction to Cultural Anthropology)、生命倫理與法律專題(Ethics and Law of Biotechnology)。
SDG3	19	組織員工輔導與諮商、高齡體適能與健康方案規劃(Fitness and Health Programming for Older Adults)、樂齡族保健理論基礎與實務(Fundamental Theory and Practice of Health Care For Senior Citizen)、教育心理學、日本休閒樂活 (LOHAS) 產業專題研究、腦功能電磁激發與腦電圖物理原理…等。
SDG4	183	英文溝通實務(二)、職業教育與生涯規劃、青少年發展與輔導、國際會展企劃與演練、商業談判心理學、全球在地化與世界英語、文物保存環境風險評估與規劃、聚落保存的理論與實務、織品文物修護、臺灣詩詞專題、節慶信俗語傳播專題、綠色能源法專題、人際關係與溝通…等。
SDG5	14	青少年發展與輔導、教育社會學、教育議題專題、英語戲劇表演 …等。
SDG6	0	無
SDG7	15	文化資產保存與修復基礎化學、綠色能源法專題、熱處理、奈米材料及其能源、高等材料科學 …等。
SDG8	104	觀光行銷、企業溝通策略與應用、電子商務實務、職場英文、產業文化的創意與行銷、文化資產經營研究、生態旅遊經營管理…等。
SDG9	25	繪本創作與編輯、漆器技藝(一)、商標法專題、材料機械性能、機器學習與深度學習於材料科學中的應用初探、儲能與節能材料特論 …等。

SDG10	44	職業教育與生涯規劃、特殊教育導論、教學媒體與運用、兒童英語教學、口譯實務、建築襲產與聚落保存專案研究 …等。
SDG11	54	觀光行銷、社區營造導論、無形文化資產導論、台灣原住民社會與文化、工藝文創與行銷、民俗圖像研究專題 …等。
SDG12	26	發現雲林、文物鑑賞、飲食文化資產、教育與校務評鑑研究、休閒運動產品管理研究 …等。
SDG13	1	預防性保存。
SDG14	0	無
SDG15	1	文化資產科學實務－分析技術與材料分析。
SDG16	29	東南亞社會、族群與文化、法律專業倫理、歐盟法專題、英美侵權行為法專題…等。
SDG17	37	進階英語簡報、全球在地化與世界英語、中國大陸法律專題、英文溝通實務（一）、中英翻譯（一）、初級日語（一） …等。

(二)2025 年產官學合作計畫（包含國科會、一般產學合作、政府補助案）永續成效分析



強弱項指標說明：

(1)強項：SDG3 健康與福祉、SDG4 優質教育、SDG11 永續城鄉。

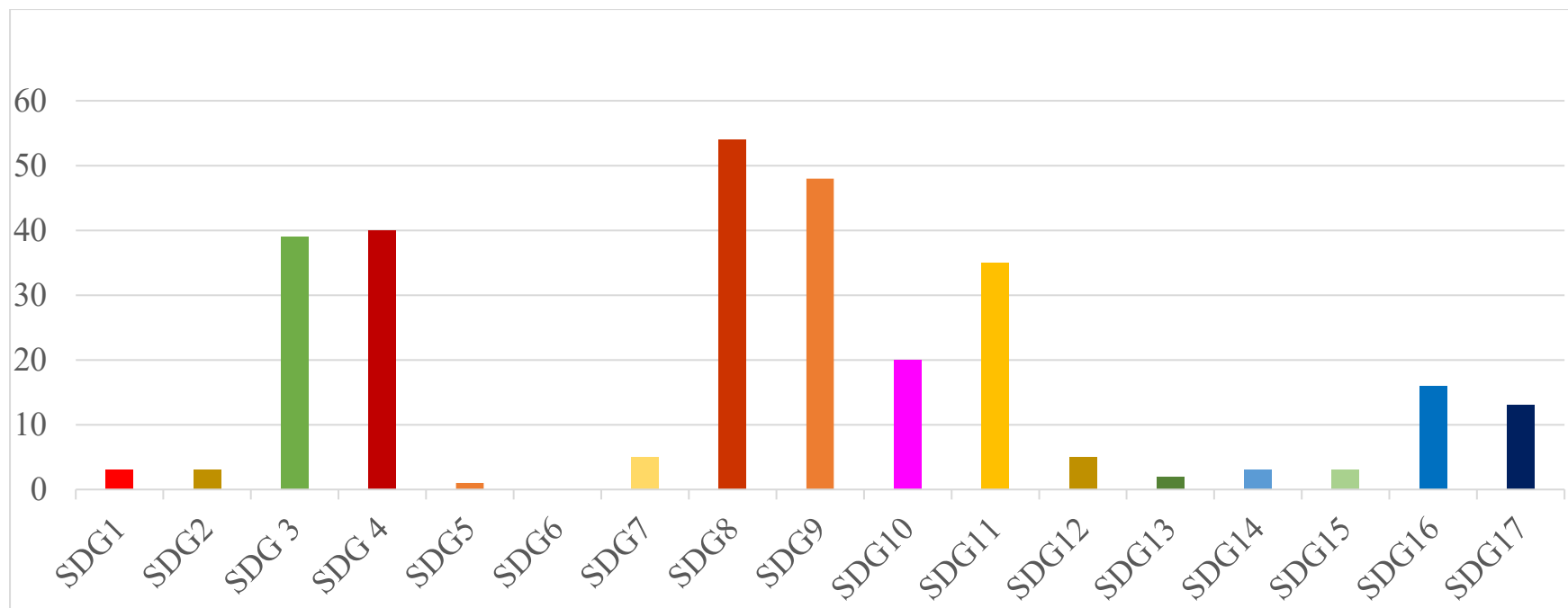
(2)弱項：SDG5 性別平等、SDG6 水資源、SDG14 水中生物、SDG15 陸地生物。

產官學計畫總數(國科會 22 件、產學合作 71 件、補助案 43 件) 共 136 件		
符合 SDGs	計畫數	代表性計畫名稱
SDG1	27	AI 學習生態系統：虛擬 AI 學習夥伴在多模態學習環境中的影響與應用-提升學生多元素養與文化素養以及

		教師人工智慧數位能力：生成式人工智慧多模態創作評估系統的開發與應用、人力資源管理與諮詢計畫、有一寶居家長照機構休閒活動規畫暨健康體適能維護諮詢、114 年校園心理健康促進計畫…等。
SDG2	24	司法減壓計畫：經濟刑法的訴訟程序與控管對策、AI 科技對大專校院諮商輔導工作之衝擊與因應研究、「永齡希望小學」弱勢學童課輔計畫、114 年度中區大專校院學生輔導工作協調諮詢中心、114 年度招收及輔導身心障礙學生工作計畫…等。
SDG3	29	透過開發擴增實境桌遊提升教師科技輔助學習設計能力及學生批判性思考能力、生成式人工智慧(GAI)信任因素之探究暨技職職前教師 GAI 運用素養職能與課程之建構與實踐、舒眠體驗五感行銷企劃競賽、114 年雲林縣銀髮健身俱樂部輔導團計畫、114 年大專校院防制學生藥物濫用服務學習模式方案…等。
SDG4	42	114 年度語言中心翻譯服務、江松樺先生學術暨社會公益講座、TSMC 職能分析及課程設計專案計畫、溝壩國小長期英語教學計畫、114 年度大專校院教學實踐研究計畫-拓展全球視野：透過沉浸環境中的互動反思學習培養多模態素養實踐永續發展目標議題…等。
SDG5	0	無
SDG6	0	無
SDG7	3	真空濺鍍奈米磁性薄膜於高溫熱處理特性研究、114 年度大尺寸太陽光電模組及零組件標準檢測驗證委辦計畫-項目七、114 年環境教育推廣活動計畫。
SDG8	27	融入永續發展目標之傳統工藝文化資產保存模式分析研究、臺灣古典文學為文本的永續發展議題與人機協作之大學教材製作研究、TMS 最佳化分析、國立雲林科技大學-台灣積體電路製造股份有限公司日籍半導體人才培育計畫、114 年度大專校院教學實踐研究計畫-「從在地邁向國際！」—融入生成式人工智慧與專題導向式學習(PBL)策略的無形文化資產導論課程教學實踐…等。
SDG9	7	合成氧化矽/奈米銀核殼結構微米球開發新型交趾陶釉彩、COMSOL 與人工智慧於磁性材料智慧製程最佳化之應用與整合、真空濺鍍奈米磁性薄膜於高溫熱處理特性研究、114 年度大尺寸太陽光電模組及零組件標準檢測驗證委辦計畫-項目七…等。

SDG10	15	社群媒體推薦演算法之監管方式、AI 科技對大專校院諮商輔導工作之衝擊與因應研究、我國內線交易罪免則抗辯條款之探討-以預定交易計畫為中心「德國法」證券交易法規範與預訂交易計畫抗辯/條款、勞資關係制度規劃諮詢計畫…等。
SDG11	52	當代動態藝術之保存維護標準、臺灣古典文學為文本的永續發展議題與人機協作之大學教材製作研究、114 年度雲林縣臺西鄉歷史人文與民俗信仰研究計畫、臺灣中部海線地區媽祖信俗文化路徑研究與設計規劃-以通霄、苑裡、大甲等區域為範圍計畫…等。
SDG12	10	楊麗花歌仔戲唱片之整理與研究：以電塔、新電塔、中新、月球、五龍、新時代、天聲唱片公司之出版品為主、嘉義市 114 年度社區青年回流—洄嘉青年 FUN 心玩社區行動參與計畫、114 年斗六舊城發展計畫、2025 文化部文化資產學院補助計畫(研發群組)-開發用於保護木質文化資產的 AI 辨識蛀蟲啃蝕聲波技術…等。
SDG13	1	氣候變遷下實踐循環經濟的理論架構：遊客的實證分析。
SDG14	0	無
SDG15	0	無
SDG16	3	社群媒體推薦演算法之監管方式、司法減壓計畫：經濟刑法的訴訟程序與控管對策、我國內線交易罪免則抗辯條款之探討-以預定交易計畫為中心「德國法」證券交易法規範與預訂交易計畫抗辯/條款、勞資關係制度規劃諮詢計畫…等。
SDG17	8	114 年度語言中心翻譯服務、我國內線交易罪免則抗辯條款之探討-以預定交易計畫為中心「德國法」證券交易法規範與預訂交易計畫抗辯/條款、114 年度大專校院教學實踐研究計畫-拓展全球視野：透過沉浸環境中的互動反思學習培養多模態素養實踐永續發展目標議題…等。

### (三)2025 年學術發表永續成效分析



強弱項指標說明：

(1)強項：SDG4 教育品質、SDG8 就業機會與經濟成長、SDG9 工業基礎建設與創新。

(2)弱項：SDG5 性別平等、SDG6 水資源、SDG13 氣候議題、SDG15 陸地生物。

院論文發表總數 147 件		
符合 SDGs	論文數	代表性論文名稱
SDG1	3	國小資源班教師休閒調適與工作滿意度關係之研究、南韓戒嚴對台灣的啟示、Promoting intracultural

		understanding and language proficiency through video creation: a schema activation perspective。
SDG2	3	國小資源班教師休閒調適與工作滿意度關係之研究、南韓戒嚴對台灣的啟示、Promoting intracultural understanding and language proficiency through video creation: a schema activation perspective。
SDG3	39	High-Myopia Diagnosis by Reciprocal of Circle Radius in Choroidal Image、雲林縣國小田徑選手課業壓力與學校適應之研究、Artificial Intelligence and Big Data Analysis Applied on Patent Profile Studies for Polymers in Orthopedics…等。
SDG4	40	從「正義」到「要義」—《五經正義》到《九經要義》中讖緯去留存化之演變探析、參訪台灣美術館體驗價值與行為意圖關係之研究、Using structural equations to explore the impact of university students' technology acceptance on AR-supported learning effectiveness: mediation variable of self-regulation、Characters and Objects — an Analysis on Similarity Imagination Nature of Analogy Composition of Chinese Characters…等。
SDG5	1	Navigating Taiwan' s Bilingual 2030 Policy: Language Inclusion Across Early Childhood and Elementary Education。
SDG6	0	無
SDG7	5	噴塗法製備 NaX Cs 0.05 (FA0.83MA0.17)(0.95-X)Pb(I 0.83 B r0.17)3 鈣鈦礦太陽能電池、透過丙烯酸脂犧牲層製作銅基 DMD 網絡透明電極之光電特性與機械性質之研究、虛擬實境教材應用於環境議題之易用性評估研究…等。
SDG8	54	Sublattice alignment and seed layer influence on magnetic hysteresis and Hall effect in Ta(Al)-TbCo-Ta(Al) films、Annealing effects on grain size, surface roughness, nanoindentation, and magnetic properties of Fe80Ce20 films deposited on PET and PMMA

		substrates、BreathRelax: A Game-Based Breathing System Combines Stress Relief and Engagement…等。
SDG9	48	Sublattice alignment and seed layer influence on magnetic hysteresis and Hall effect in Ta(Al)-TbCo-Ta(Al) films、Support Vector Machine to Forecast Reexamination Invalidation Decisions for Utility Model Patent、Artificial Intelligence and Big Data Analysis Applied on Patent Profile Studies for Drug Detection Biochip…等。
SDG10	20	Machine Learning Predict Patent Sustainability For Invention Patent、論國土計畫法下農地的公益義務與財產保護之衡平解決——以雲林縣為例、產品責任之盡頭：產品責任求償截止期限之研究、數位環境之暗黑模式與各國處理暗黑模式之法規範架構…等。
SDG11	35	〈濁水溪沖積平原「拜溪」民俗之考察研究〉、A Study on the Cognition and Behaviour of Indonesian Academic Staff Towards the Concept of The United Nations Sustainable Development Goals.、清末日治初期新竹「淋鹵晒鹽」技藝與地方經濟、Integration of Artificial Intelligence in Art Preservation and Exhibition Spaces…等。
SDG12	5	A Study on the Cognition and Behaviour of Indonesian Academic Staff Towards the Concept of The United Nations Sustainable Development Goals.、Integration of Artificial Intelligence in Art Preservation and Exhibition Spaces、雕鸞琢筆：臺灣扶鸞儀式中鸞筆的宗教物質性、儀式科技與文化資產永續性研究…等。
SDG13	2	虛擬實境教材應用於環境議題之易用性評估研究、114年連江縣寺廟文物普查建檔計畫(一)-南竿鄉委託專業服務案成果報告書。
SDG14	3	Enhancing Aquarium Fish Tracking with Mirror Reflection Elimination and Enhanced Deep Learning Techniques、永續雲林溪的人文實踐：結合構設實運的在地關懷素養培力、陽光升起的所在：向陽研究十八論--以複合媒體作為作家誌方法：臉書與《臉書帖》的向陽軌跡。

SDG15	3	土水污染場址健康風險管理之探討、論「噪音補償金」、「場站降落費」與「航空站回饋金」之性質與正當性、第十三屆通識教育「人文與教學」學術研討會論文集--從筆記模式探討大學國文課程學生學習策略與成效。
SDG16	16	論國土計畫法下農地的公益義務與財產保護之衡平解決——以雲林縣為例、AI 輔助創作可否主張著作權？美國、中國大陸發展與比較建議、權力制衡議題之憲法審查：美國台灣比較與評國會改革法案、Preventing Indigenous Elements From Being Registered as Trademarks: A Comparison of Approaches Across Countries…等。
SDG17	13	Career Guidance and Consultancy for Senior High School Student in Indonesia、A Study on the Cognition and Behaviour of Indonesian Academic Staff Towards the Concept of The United Nations Sustainable Development Goals.、數位環境之暗黑模式與各國處理暗黑模式之法規範架構…等。

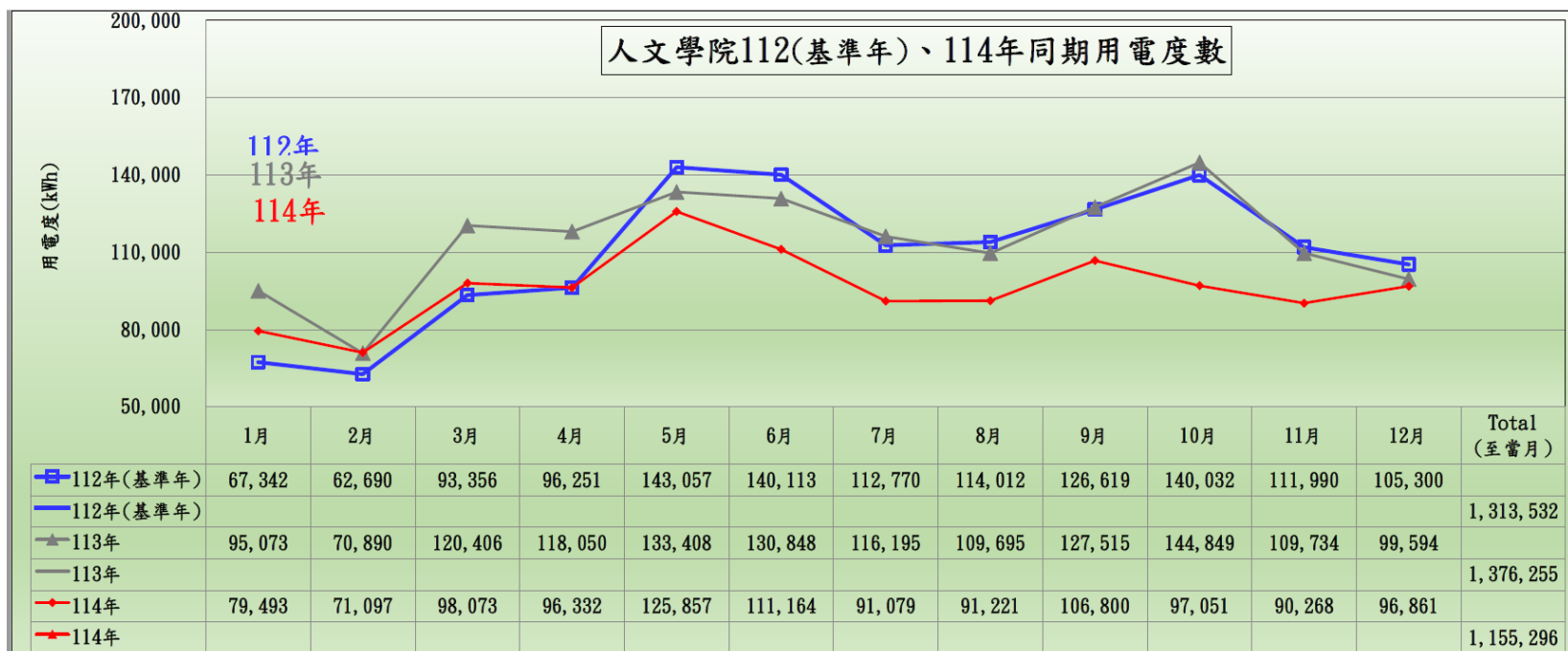
#### 四、院 2025 年空間場域經營符合永續之成效分析

說明學院空間場域管理措施，包含節約用水、用電、垃圾處理、植栽等與環境永續相關和落實永續生活之成效。

##### (一)用電情形/節電措施：

本院於 2025 年持續推動節電管理，配合本校節能政策落實各項節能措施，如定期於主管會議宣導節能觀念、空調溫度控管、巡查公共空間用電情形，並持續宣導電梯適度使用及隨手關燈等節能措施，以降低整體用電量。

由圖表可見，114 年全年用電量為 1,155,296 度，相較 112 年基準年 1,313,532 度，共減少 158,236 度，節電率達 12.05%，已高於本校年度節電目標 6%，顯示節能措施推動已具成效。



(二)用水節水情形：

本院持續配合本校節水政策，落實節約用水管理，並加強宣導節水觀念，提醒使用者避免不必要之用水浪費。另定期巡檢學院用水設備，檢視水管滲漏、堵塞等情形，並即時進行維護處理，以維持用水設備正常運作並提升用水效率。

(三)垃圾處理：

本院人科一館及人科二館均由專人負責垃圾處理作業。一館垃圾集中設置於西側一樓統一管理，以利垃圾分類與清運；二館則設置貨櫃屋集中收集垃圾，以減少校外人士丟棄家庭垃圾之情形。此外，持續加強資源回收與垃圾分類宣導，提醒使用者落實分類，以促進垃圾減量與資源回收之推動。

## 五、院 2025 年永續亮點案例說明(最少 1-2 件，可自行再增加件數)

### (一)代表性案例/活動：應外系陽光杉林茶樹山莊 校外參訪

對應 ESG 項目：環境 社會 治理

對應 SDGs 項目：SDG4 教育品質、SDG8 就業機會與經濟成長、SDG11 永續城鄉

#### 案例介紹：

本活動透過有機書店的實地訪視及體驗，了解地方創生如何透過“有機”元素推動閱讀，深化在地閱讀文化並建構出人文交流的對話活絡社區。讓學生瞭解台灣鄉里村鎮之中，綻放非一般的在地創生與文創文藝的魅力。

本次杉林在地創生文化體驗活動圓滿成功，學生透過實地走訪深入了解當地農品如何形成在地藝術產業並能結合技藝傳承與就業推動。而葫蘆藝術館展示的創意作品更讓學生感受到在地職人追求卓越的精神；公明宮的廟宇風味午餐則提供了文化與美食的雙重饗宴。在進香餅舖的麵龜製作體驗中，大家親手捏製祈福點心，笑聲不斷，留下深刻印象；最後於陽光杉林茶樹山莊有機書店中，學員們沉浸於書香與自然交織的空間中，對永續生活與在地創生有更深體會。多數參與的學生皆表示活動內容豐富、充實，能實際參與並感受地方文化，是一次極具



說明：訪視杉林有機書店

啟發性的體驗。

(二)代表性案例/活動：技職所國際教育見習課程師生團隊參加 2025AASVET 國際會議進行國際夥伴合作

對應 ESG 項目：■環境 ■社會 ■治理

對應 SDGs 項目：SDG4 教育品質、SDG8 就業機會與經濟成長、SDG 9 降低各種不平等、SDG 17 跨國全球合作

案例介紹：

2025 年 1122-1125 日，技職所劉威德教授，率領國際教育見習課程博士生葉國良、闕婉菁赴日本筑波大學參加 AASVET 國際研討會，發表技職教育與職能發展相關研究成果。本次會議聚焦 AI 融入技職教育、職能本位課程設計及產學合作創新模式，呼應 SDG4 優質教育與 SDG8 合適工作及經濟成長之核心精神。劉教授分享臺灣在 AI 輔助教學與勞動力職能評量制度建構之實踐經驗，博士生葉國良則分別就石化產業職能分析方法；闕婉菁針導入 AI 輔助珠寶設計人員職能訓練與學習歷程評量提出研究成果，展現本所深耕技職教育之學術能量。透過國際交流與跨國學術對話，深化亞洲技職教育合作網絡，強化治理透明與知識共享機制，落實 SDG9 創新發展與 SDG17 全球夥伴關係之永續理念，提升本所國際能見度與社會影響力。



說明：2025 年 11 月 23 日國際教育見習課程團隊於日本筑波大學優美綠色森林校園合影

(三)代表性案例/活動：漢學所 2025 雲科大應用中文成果展

對應 ESG 項目：環境 社會 治理

對應 SDGs 項目：SDG4 教育品質、SDG8 就業機會與經濟成長、SDG 17 跨國全球合作

案例介紹：

國立雲林科技大學人文與科學學院及漢學應用研究所致力於落實聯合國永續發展目標 (SDGs)，長期推動跨領域教學創新。學校必修的應用中文課程於 2025 年世界地球日期間，舉辦「2025 雲科大應用中文成果展：永續議題短影音製作」，將文學敘事力轉化為數位實踐力。展覽自 4 月 21 日起連續四週展出，首日即吸引逾百人次參與，展現師生對氣候行動與社會責任的高度關注。透過影像語言與創意敘事，成功將傳統中文課程與環境教育結合，不僅提升學生的數位媒介素養，更有效深化校園永續文化之傳遞與實踐。

雲科大永續網：<https://www.yuntech-csr.tw/tw/news/286/detail>



說明：2025 應用中文成果展合影

(四)代表性案例/活動：科法所實務課程模擬法庭

對應 ESG 項目：環境 社會 治理

對應 SDGs 項目：SDG4 教育品質、SDG16 和平與正義

案例介紹：

本課程係透過模擬法庭的演練，使學生能夠實際參與訴訟程序的進行，在活動中學生分別擔任法官、書記官、當事人及訴訟代理人等角色，藉由角色扮演與實務演練，深化對司法制度運作與法律實務之理解。其中更藉由實務律師進行專業指導與案例解析，帶領學生們親自模擬撰寫起訴狀、答辯狀、判決書等實務相關書狀以及開庭流程之掌握等。此種教學方式不僅強化學生之專業能力與法律思維，亦有助於培養法治觀念與程序正義意識，提升對公平正義之認知與重視。整體而言，本課程活動兼具教育功能與制度理解。



說明：模擬法庭活動紀錄

(五)代表性案例/活動：高效熱處理技術於零碳企業能源優化的應用

對應 ESG 項目：環境 社會 治理

對應 SDGs 項目：SDG7、SDG8、SDG9

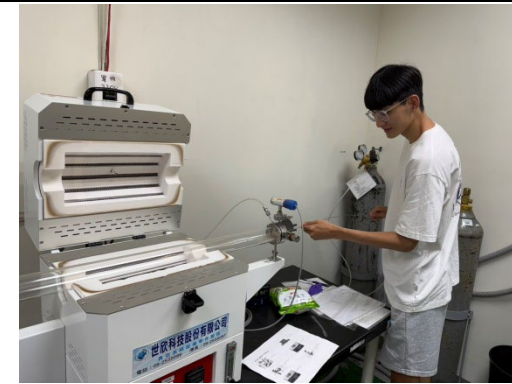
### 案例介紹：

本案例透過產學合作，將高效熱處理技術導入製造業與零碳示範企業，結合智慧能源管理與再生能源應用，以提升製程能源效率並降低碳排放。計畫透過實地測試與數據分析，建立可複製的低碳製程模式，協助企業達成節能減碳與永續經營目標。同時將研究成果融入教學與人才培育，強化學生在綠色製造與能源管理領域之實務能力，促進產業低碳轉型與永續發展。重要照片如下述：

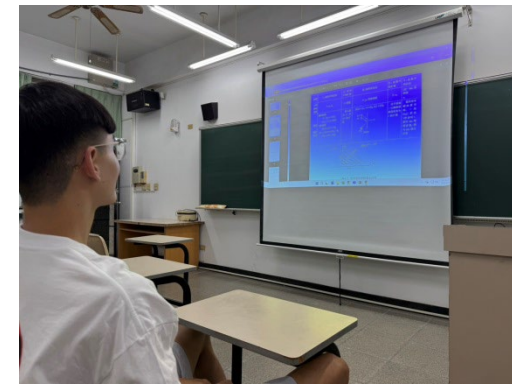
### 熱處理課程實務操作

- 學生在課程中進行理論學習與熱處理設備操作體驗

### 產學合作與研究成果



熱處理場域及學生實際操作



課程導入

➤ SCI 論文發表、世欣科技股份有限公司熱處理薄膜合作實驗場景



Influence of annealing temperature and polymer substrate type on the structural, magnetic, mechanical, and electrical properties of Ni<sub>80</sub>Co<sub>20</sub> thin films for flexible electronics applications

Shih-Hong Lin<sup>1</sup>, Yung-Huang Chang<sup>2</sup>, Yuan-Tsung Chen<sup>3</sup>, Chieh-Lin Wu<sup>4</sup>, Wei-Chian Chen<sup>5</sup>, Hsiang-Wei Chang<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Department of Electronic Engineering, National Tsing Hua University of Science and Technology, 101 Hsinchu Road, Section 1, Hsinchu, Taiwan 30001, Taiwan  
<sup>2</sup>Research Center for Material Technology, National Tsing Hua University of Science and Technology, 101 Hsinchu Road, Section 1, Hsinchu, Taiwan 30001, Taiwan  
<sup>3</sup>Graduate School of Materials Science, National Tsing Hua University of Science and Technology, 101 Hsinchu Road, Section 1, Hsinchu, Taiwan 30001, Taiwan  
<sup>4</sup>Department of Physics, National Cheng Kung University, 100 N-Si Rd, Tainan

ARTICLE INFO

Keywords:  
 Ni<sub>80</sub>Co<sub>20</sub> thin film  
 Annealing effect  
 Surface roughness  
 Magnetoresistance  
 Magnetoelectric  
 Hall effect  
 Mechanical properties

ABSTRACT

Nickel-cobalt (Ni<sub>80</sub>Co<sub>20</sub>) thin films with thicknesses ranging from 10 nm to 50 nm were deposited onto polyethylene terephthalate (PET) and polyimide (PI) substrates via sputtering at three various (30, 50, and 100) °C annealing temperatures at room temperature (RT), followed by annealing at 40 °C and 80 °C. The films were characterized using various techniques, including grazing incidence X-ray diffraction (GIXRD), atomic force microscopy (AFM), magnetic force microscopy (MFM), vibrating sample magnetometry (VSM), magnetoresistance, Hall effect measurement, and optical transparency. MFM results revealed crystallization and improved domain ordering with annealing, with a substrate-dependent crystallographic orientation observed at the (111) and (110) as PET and PI (111) as PI (110), further supported by statistical area analysis for PET and PI substrates. Magnetoelectric domain analysis showed a consistent trend across all substrates, including domain density. Magnetic properties, including saturation magnetization (M<sub>s</sub>) and coercivity (H<sub>c</sub>), varied with annealing temperature and substrate type. Mechanical properties, such as thickness and Young's modulus, increased with film thickness and annealing, with higher values observed for thicker films and films annealed at 80 °C. The domain properties, such as their size and density, exhibited a decrease with increasing film thickness and annealing temperature, which can be explained as reduced crystallinity and reduced domain ordering. These findings provide insights into the influence of annealing and substrate type on the structural, magnetic, mechanical, and electrical properties of Ni<sub>80</sub>Co<sub>20</sub> thin films for potential applications in flexible electronics.

1. Introduction

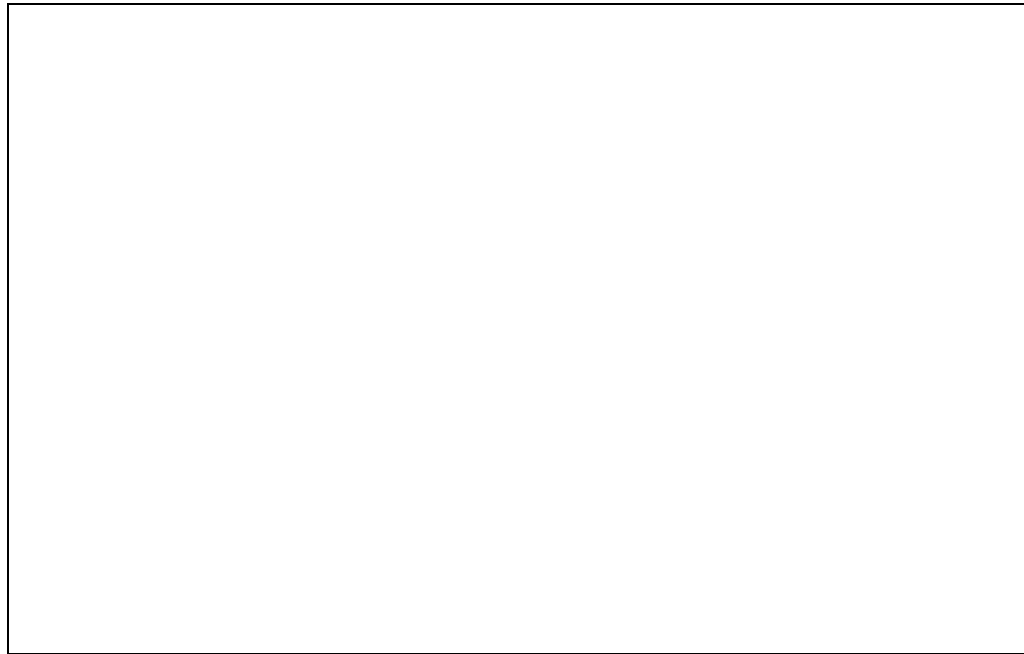
In recent years, the development of flexible electronic devices has accelerated the demand for thin films for various multidimensional properties, mechanical flexibility, electrical conductivity, and tunable magnetic behavior as polymer substrates, among various magnetic alloy systems, nickel (Ni)-based thin films have received considerable attention due to their excellent soft-magnetic characteristics, corrosion resistance, and compatibility with microfabrication processes. Despite with non-zero (111) domains such as various (111) has been shown to exhibit magnetic and electrical performance, owing to grain boundary pinning and modified electron scattering behavior [1, 2]. Although

nickel-cobalt Ni-Co alloy thin films have been investigated for magnetic and structural properties on rigid substrates such as silicon (Si) and glass [3, 4], there remains a significant gap in understanding how these films behave when deposited on flexible polymer substrates like polyethylene terephthalate (PET) and polyimide (PI) (PPI). In addition, the role of post-deposition annealing, which can induce some oxidation, grain recrystallization, and magnetic domain reorganization, has not been systematically examined in the context of flexible substrates. This work aims to fill this knowledge gap by conducting a comprehensive investigation into the influence of both annealing temperature and polymer substrate type on the structural, magnetic, mechanical, and electrical properties of nickel-cobalt (Ni<sub>80</sub>Co<sub>20</sub>) thin films, further pro-

\* Corresponding author.  
 E-mail address: [whc@nmt.nthu.edu.tw](mailto:whc@nmt.nthu.edu.tw) (W.-C. Chen).

<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2023.103420>  
 Received 18 March 2023; Received in revised form 18 July 2023; Accepted 28 July 2023  
 Available online 29 July 2023  
 0925-8389/© 2023 Elsevier B.V. All rights reserved, including those for text and data mining, AI training, and similar technologies.

學術發表



國立雲林科技大學產學合作中心第 110-12-01 版

### 產學合作約書

國立雲林科技大學 (以下簡稱甲方)  
國立雲林科技大學材料科技研究所陳光宗教授 (以下簡稱乙  
方)  
世欣科技股份有限公司 (以下簡稱丙方)

茲甲乙丙三方以產學合作方式進行其它機電各系磁性材料高溫熱處理特性研究計畫(以下簡稱本計畫)，特此簽署約書，約定如下條款，並依誠信原則履行：

第一條：三方合意

丙方同意委託甲方及乙方執行本計畫，甲乙及丙方均經計畫主持人同意受託，並依該法令之規定相關法令之規定。

第二條：計畫內容

一、本計畫之內容範圍係完成機電各系磁性材料高溫熱處理特性研究計畫書(以下稱本計畫書)；本計畫書為本合約之一部分，其效力與本合約同。

計畫主持人：陳光宗

職 稱：教授

地 址：雲林縣斗六市大學路3段123號國立雲林科技大學人文與科學學院材料科技研究所

電 話：(0926)32083

第三條：本計畫執行期間

本計畫全權執行期間：自民國114年1月1日起至民國114年12月31日止。

第四條：本計畫經費

本計畫經費總額為新台幣15萬元整(免稅)，明細詳見經費預算表。

第五條：付款規定

前項計畫經費總額應按月定支。

一、第一期：應於合約生效後30日內，先行匯寄第一期款新台幣15萬元整(免稅)。

二、丙方未依本條規定之期限內繳納本計畫經費且逾期三十日者，不論甲方有無報告，甲方得依丙方違約情事，逾期後由丙方本計畫經費總額百分之十計算為懲罰性違約金，逾期後不足三十日者以一個月計；如逾期六十日未繳者，甲方得不經催告逕行終止本合約。

三、丙方遲延支付甲方款項時，乙方得按丙方遲延之日數往後順延本計畫各交付項目之交付時程。

### 產學合作計畫