

# 工程領域應屆畢業生 專業核心能力國際標準更新

■ 文／劉曼君 · IEET辦公室主任兼認證委員會副執行長

**國**際工程聯盟 (International Engineering Alliance, 簡稱 IEA)、世界工程組織聯合會 (World Federation of Engineering Organizations, 簡稱 WFEO) 及聯合國科教文組織 (The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 簡稱 UNESCO) 聯手擬定, 並由IEA於2021年6月的年度大會上公告最新版本的工程領域應屆畢業生核心能力及專業工程師能力標準 (IEA Benchmark for Graduate Attributes and Professional Competencies, 簡稱IEA GAPC), 所有華盛頓協定及雪梨協定會員須於3年期限內提出執行規劃。這份新標準將成為全球工程教育界培育未來工程師的重要導引。

## 國際工程教育實質相當的基準

美國ABET、加拿大Engineers Canada、英國ECUK、愛爾蘭Engineers Ireland、澳洲Engineers Australia及紐西蘭Engineering New Zealand等6個工程教育認證機構為提升國際間工程教育品質以及畢業生專業國際移動力, 於1985共同簽署華盛頓協定 (Washington Accord), 透過同儕審查的機制, 相互認可彼此通過認證的學系及畢業生。在過去36年期間, 華盛頓協定會員從最初的6個會員成長到目前

21個正式會員及7個準會員, 而彼此相互認可的學系也近8,000個, 這其中包括了IEET的420個通過工程教育認證 (EAC) 學系。

在華盛頓協定的架構參考下, 對應工程技術教育的雪梨協定 (3-4年大專 / 學教育體系) 及都柏林協定 (2年大專教育) 遂後成立, 此三個教育協定及另四個專業工程師協定, 如: 亞太工程師 (APEC Engineer) 等共結聯盟形成國際工程聯盟 (IEA)。

早期國際上任一國家的工程教育認證機構若想加入IEA旗下之教育協定, 是透過會員之間的同儕審查機制, 認定新進會員的認證機制是與其實質相當。但因著工程領域專業度的提升, 工程師所面臨的問題複雜度愈來愈高, 三大協定於2009年起即開始要求會員 (認證機構) 必須確保其機制能符合一套共通的應屆畢業生核心能力標準 (IEA Graduate Attributes, 簡稱IEA GA), 且要求參與認證的學系提出其畢業生具備IEA GA的具體佐證。IEA於2013年稍事調整這部應屆畢業生核心能力標準, 並於2021年與WFEO及UNESCO聯手公告年修訂版本。三大教育協定的會員必須著手進行差距分析 (Gap Analysis), 並於3年內提出具體執行方案。

表一 國際工程協定對於工程問題的面向Range of Engineering Activities

IEET認證規範 對應國際協定	IEET工程教育認證 (EAC) 華盛頓協定	IEET工程技術教育認證 (TAC) 雪梨協定
工程問題定義	複雜且整合性問題 (Complex Problem)	實務技術問題 (Broadly-defined Problem)
工程問題定義內涵	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 需較深的知識才可解決的問題。</li> <li>• 問題本身是多面向的，或在技術、專業與其他層面上相互衝突的。</li> <li>• 是一個實際的問題，沒有顯而易見的解決方法。</li> <li>• 需創新應用專業基本原則及實務上最新研究成果才可解決的問題。</li> <li>• 需考量現實環境的多方限制，如：人力、成本、設備、材料、資訊及技術等。</li> <li>• 問題本身可能對社會及環境有廣而遠的影響。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 需專業知識才可以解決的問題，同時強調既有技術的應用。</li> <li>• 問題本身是多面向的，或具備潛在技術、專業與其他層面上相互衝突的。</li> <li>• 是一個常見的問題，且運用一般既有的分析技術可以解決的問題。</li> <li>• 需考量現實環境的特定限制，如：人力、成本、設備、材料、資訊及技術等。</li> <li>• 問題本身或許較單純，但也可能對社會及環境有廣而遠的影響。</li> </ul>

### IEA、WFEO、UNESCO聯手推動全球工程教育品質標準

IEA於2020至2021年間對GA的修訂是國際工程教育界的一項重要里程碑，因為這次的修訂是IEA和WFEO聯手合作。WFEO是代表世界工程專業的國際非政府組織，由世界各區域工程組織於1968年在UNESCO的支持下成立，集合了來自90多個國家／地區的國家工程組織，代表了約2,000萬名來自世界各地的工程師。IEA及WFEO此二國際上重要的工程教育及專業團體共結聯盟，推動一套國際認定的工程領域應屆畢業生核心能力標準，這個結盟有著重大意義，將牽動未來幾年國際工程教育的發展。因著WFEO受UNESCO支持，2021年通過的IEA GA也受UNESCO支持，將會被UNESCO認定為世界工程教育品質的指引。

IEA旗下的三大工程教育認證協定推動國際工程教育標準並非一朝一夕，三十餘年來已對全球超過上萬個學系發揮了影響力，而IEA也並非第一次與聯盟之外的組織合作。多年前IEA已和歐洲工程教育認證網絡 (European Network for Accreditation of Engineering Education, 簡稱ENAE)，透過歐盟的歐洲暨全球工程教育計畫

(European and Global Engineering Education, 簡稱EUGENE) 的支持，共同合作建構雙邊認定的認證詞彙及標準 (Glossary of Terminology)。這項合作是促進全球不同區域間，認證組織在工程教育品質議題上的闡述、對話及多邊認定，進一步促成國際工程領域畢業生國際移動力。

### 從解決問題出發，界定工程師所需之知識、技術及態度

常言道：工程師的天職是「解決問題」！而這句話也充分彰顯在IEA建構應屆畢業生核心能力的元素中。IEA的三個教育協定及四個工程師協定代表了工程師養成從教育到執業的階段，其應屆畢業生核心能力 (GA) 是依據工程師階段的專業核心能力 (PA) 來設計，二者具備銜接性。例如：一位在臺灣取得通過IEET EAC認證學系的學士學位畢業生，其學歷資格受到華盛頓協定認可，即是具備華盛頓認定的應屆畢業生核心能力 (GA)，待其畢業後進入職場發展7年後取得亞太工程師 (APEC Engineer) 執照，便是具備APEC Engineer認定的專業核心能力 (PA)。

華盛頓協定、雪梨協定及都柏林協定因著其所各自對應的教育範疇，在應屆畢業生核心能力

的架構上有著明顯的層次感，也就是畢業生能解決的問題能力有著程度上的差別。表一即界定了IEET工程教育認證（EAC）及工程技術教育（TAC）的差異。

從應屆畢業生解決問題的程度出發，IEA建構了對應的知識架構（Knowledge Profile）及12項應屆畢業生核心能力，也就是IEET EAC認證規範3中的8大核心能力。例如：因應華盛頓協定認定的「複雜工程問題」（Complex Problem），在知識層面上就必須具備數學、基礎科學及工程專業相關的知識；反之，雪梨協定對於數學及基礎科學就沒有如華盛頓協定般的要求，畢竟應屆畢業生所能解決的是偏實務型的工程問題。

### 「永續」與「資訊」將是串聯未來工程師核心能力的重要元素

IEA、WFEO及UNESCO共同推動的2021年版IEAGA中有幾項重要的修訂方向，將導引國際工程教育認證機構未來認定教育品質的標準。「解決問題」是工程師的天職，工程教育自然必須重視養成學生解決問題的能力，而其中又首重「功能」，不容置喙工程師的成果必須具備功能，要能解決問題。長久以來，臺灣工程教育在這方面具備絕對的優勢，培育出非常優秀的工程師。隨著時代改變，人民生活福祉提高，工程師養成教育也導入對美學、對設計概念，以及對經費成本、財務管理的重視，我們希望未來工程師能提供不僅符合功能的成品，更需要美觀、符合人體工學、更加人性化，當然也要能符合業主在成本上的考量。而當時代再進步，「環境永續」儼然為世界人類的「顯學」，聯合國科教文組織2030年永續目標逐步被深入於我們生活的每一層面，產官學無一不重視。對工程教育而言，我們如何培育學生能從永續的角度思考，讓他們的工作成

果能促進環境、世界及人類生命的永續？當代的工程教育必須深化學習永續的概念，將永續納入學生畢業後的工作環節中，包含：使用材料的永續、製造過程中能源使用的永續，以及成品本身的永續等。

永續的精神還可擴大解釋到對「人」的概念，工作團隊組成的多元化、包容力都是這個時代不能迴避的課題，而未來工程師不僅要面對所屬團隊的多元、其所面對的業主、設計成果的使用者的多元都是未來工程師在工作中必須納入思考的範疇，否則其成果必定不能符合時代的需求。這方面的教育，如：同理心、團隊精神、溝通能力的培育等，是工程教育相當重要的內涵。另外，資訊更是驅動當今全球疫情下生活及工作的軸心。資訊知識、技術及設備的更新速度原本就驚人，而2020年橫掃全球，百年一見的新冠肺炎疫情讓我們見證了近代前所未見的人類移動停滯與經濟停擺，遠距工作模式遍佈於世界各個角落。此時此刻在疫情爆發已逼近二年的時間點，我們仍在變種病毒及一波波疫情起伏間掙扎。唯有靠資訊，我們才得以與家人、工作夥伴、國際同儕連結，才能讓我們持續工作，保持生產力，維繫我們生命的意義。未來工程師如何在工作中善用資訊並將資訊能力發揮到最佳化顯然是當代工程教育的關鍵；教師和學生在這方面相信在未來的時代會是共同學習，不同於過往的模式，也會引發新型態的教與學。而這也更彰顯未來的工程師必須強化終身學習，以發展其本身對解決工程問題的「敏銳度」。畢竟社會、世界的變化愈來愈不在我們的掌握中，而這也正是新冠肺炎發生給我們的深刻一課。以上皆是IEA和WFEO及UNESCO聯合修訂IEA應屆畢業生核心能力的主要方向，也將是IEET後續修訂認證規範之處。📍