

國際科技人才之工程教育認證發展

趙榮輝¹ 張嘉穗² 陳姿吟²

¹德霖技術學院機械工程系
²國立臺灣師範大學工業教育學系

中文摘要

本研究旨在了解國際上科技人才之工程教育認證之發展與應用，並進一步將各國工程認證模式建立通則，以提供我國科技人才工程認證的建立作為一發展基礎。

本研究首先說明美國的工程教育認證所具備的發展背景、基準規範及其實施情形與策略，並描述日本的工程教育認證所具備的發展背景、基準規範及其實施情形與策略，接著述說加拿大的工程教育認證所具備的發展背景、基準規範及其實施情形與策略，再來闡述澳洲的工程教育認證所具備的發展背景、基準規範及其實施情形與策略，最後與我國的科技人才之工程教育認證作一比較，提供各國之科技人才之工程教育認證給予我國學界、政府部門與產業界作參考。

關鍵字：各國科技人才、工程教育認證、國際通用科技人才工程教育認證基準、華盛頓公約

The Development of The International Technologist on

Engineering Education Identification

Jung-Hui Chao¹ , Chia-Sui Chang² , Tzu-Yin Chen²

ABSTRACT

The major purposes of this study are to understand the development and the application of the international technologist; and further, we establish a general principle to provide a developmental base for identifying our technologist engineering education.

The study makes a description of the development background, the standard ,the procession, and the effect on engineering education identification in USA, JAPAN, CANADA, AUSTRALIA.

Keywords : International Technologist, Engineering Education Identify, The Standard Of The International Technologist Engineering Education Identification, Washington Accord, WA

壹、前言

二十一世紀是個高度科技化以及知識經濟的時代，因此，科技與知識之結合發展與創新成爲當前主要提升國家科技與經濟發展競爭力的原動力，而科技與知識之發展結合與創新研發需要的是更多專業性科技人才，因此，使得科技人才的培育成爲國家經濟與科技整體發展的一個主要議題。有感於科技人才爲國家科技與經濟發展主要重心，以及面對全球化的強力競爭背景之下，科技人才的工程教育相形之下更爲重要。

所謂的工程教育就是整合大學內機械、電機、電子、資工、冷凍、車輛等各科技相關工程學系之教學性質與特色，並配合各個學程，例如「自動化學程」、「光電學程」、「平面顯示器學程」、「半導體學程」及「能源工程學程」等等學程當作規劃主軸來整合，並積極設計適合各大學工學院或技術學院等大學部學生之工程教育課程，以培養學生的創造力與整合能力。觀看我國目前的大專校院工程課程，主要還是以專業知識爲教學重點，普遍缺乏整合性的課程與培育創造思考的訓練，因此，學生畢業後與產業界的結合配合不易。故推動一套正式且有效的工程教育認證，實爲當前我國工程教育重要的配套措施。

工程教育認證乃運用類似於企業界「ISO 認證」的評量方法，是在學校及其在教育學程成效上作衡量。爲了確保認證組織的公正性與其所發給認證執照的公信力，此認證必須由公正的民間學會團體來執行。爲了進一步的統一其公正性與公信力，我國便在 2003 年 6 月 21 日正式成立了中華工程教育學會，並期待藉此平台與世界的工程認證協會相互交流合作，並進一步期許達到相互認可的地位。

國際性的工程教育認證發展在二十世紀末開始於英語語言國家蓬勃發展。1989 年，以工程認證爲主軸的華盛頓公約(Washington Accord, WA)正式成立，其正式會員包括美、加、英、愛爾蘭、澳、紐，及香港(1995)、南非(1999)等八國，近日，日本(2005)也獲准入會，目前，更有許多國家被列爲觀察國等著入會當中。華盛頓公約提供了世界各國一個相互承認其認證資格的管道，當前科技發達的主要國家，如美國、日本、加拿大、澳洲等國家皆已積極投入發展科技人才工程教育認證並於國際上作交流互通。因此，華盛頓公約乃爲我國與國際上接軌的重要橋樑，並促使我國需積極投入參與。

我國的工程教育認證尙屬開發階段，各國的科技人才之工程教育認證發展勢必可提供我國一個良好的準則與模範。因此，冀於不浪費國家教育資本以及充分擅用人力資源的條件下，借重各國科技人才之工程教育認證的發展來建立我國科技人才的工程教育認證，期許我國科技的人才教育真正成爲專家教育，乃成爲國家經濟、科技發展以及與世界接軌的首要目標，因此，本研究借重美國、日本、加拿大、澳洲的成功經驗，探討各國的工程教育認證的發展與實施情形，以提供我國作爲最終提升我國科技人才的教育品質及成功國際化的一個重要參考依據及指導方針。

貳、美國工程教育認證

一、背景

美國的工程教育認證機關稱作「工程教育認證委員會」Accreditation Board for Engineering and Technology, 簡稱ABET。ABET創立於1932年,是一個非官方的組織,共分為工程(Engineering Accreditation Commission, EAC)、技術(Technology Accreditation Commission, TAC)、電腦(Computing Accreditation Commission, CAC)、應用科學(Applied Science Accreditation Commission, ASAC)等四個認證委員會,及工業諮詢、國際活動、其他先導等委員會,另外加上一執行委員會,其主要任務在建立美國工程教育及技術認證制度。ABET為了落實其工程教育的改革,設計了一套評鑑標準(ABETEC-2000)供美國國內各大學院校工程課程採用,目的是希望透過一系列成果導向(outcomes-based)持續改進的評鑑方法,幫助學生得到最符合需要的知識與能力;也幫助教師掌握學生的學習狀態、作最有效率的教學,並於1995年,將舊有的基準大幅網絡化,更加重視學程教育的成果,並發表認定基準EC-2000(Engineering Criteria), EC-2000是採取「成果導向」的評估模式,來針對教育目標、成果評估、產業連結、學生的核心能力、教師能力、教學設備、及學校支援等各項作明確的評估。經調查顯示,經由採用EC 2000的認證準則之後,對教育單位有很大的助益在於被評估單位的教學品質之提升,以及學生創意的激發。ABET目前已成為工程教育最受肯定的認證團體。因此,ABET的認證功能已經普遍獲得美國各主要工科學校的認同,而被視為最權威的認證機構(楊永斌,2003)。

二、認證的基準規範

ABET 的認證基準規範 EC-2000(Engineering Criteria)分為兩部分,第一部分為所謂的一般基準規範。其分類為〈一〉、認證目的;〈二〉、基礎階層的認定基準,計有八個組合要素,分別為1.學生 2.課程的教育目標 3.課程的結果與評鑑 4.專業構成要素部分 5.教職員 6.設備 7.教育機關的支持與財務的支援 8.課程特定的規範等,其組合要素可區分為過程(processes)和資源(resources)兩大主軸。過程主軸的核心在上述的第 2 和 3 項;資源主軸的核心則著重在第 1,4,5,6,7,8 等六項(ABET,2000; Figueiredo,2002);〈三〉、認證基準規範的合作方式;〈四〉、研究生課程的學程。而第二部分為學程的基準規範(範圍基準)也就是依據 ABET 理事會協定並得到 ABET 理事會的承認而能適用的學程(豐貞雅宏,2003)。

三、實施情形與策略

自 1989 年以來,以英語系國家為首的美國、加拿大、英國、愛爾蘭、澳洲及紐西蘭相繼簽訂「華盛頓協定」,以進行簽約國之間相互認證工程學位與職業證照,尤其以 1995 年亞洲的香港籍 1999 年南非相繼加入ABET認證體系,非英語系的日本也在 2001 年以JABEE (Japan Accreditation Board for Engineering Education) 組織加入,(我國在 2003 年成立「中華工程教育學會」(Institute of Engineering Education Taiwan, R.O.C. 簡稱IEET),主要是希望藉此學會來推動

國內「工程及科技教育認證」的工作(張吉成,2003)。ABET系統主要在提供工程教育領域世界性的領導關係,期能確認工程類的教育品質和激勵創新(ABET, 2003)。其策略規劃依循著下述十二個主要目標,詳如表 1 所示:

表 1 ABET 認證系統的策略目標及其策略規劃

| 目標 | 策略規劃 |
|----|-----------------------------------------|
| 1 | 發展與運作 ABET 中之工程、科技、應用科學等計畫,成爲最高品質的認證系統。 |
| 2 | 增進 ABET 組織所認證的工程、科技及其相關計畫的多方參與。 |
| 3 | 發展擴展各種國際認證活動的計畫。 |
| 4 | 認可提升教育品質和創新的各項計畫。 |
| 5 | 擴大參與 ABET 系統的多樣性。 |
| 6 | 支持與調適新的教育典範(educational paradigms)。 |
| 7 | 增進 ABET 認證系統,工程課程計畫的一致性,促進專業的承認。 |
| 8 | 提升參與 ABET 系統內個體間關係的效率。 |
| 9 | 增加產、學、社會各界對 ABET 的參與及支持。 |
| 10 | 訂定合理的認證費用,確保財務符合組織未來運作的需要。 |
| 11 | 設立 ABET 組織內部運作持續改進的程序。 |
| 12 | 創造持續修正與改善的回饋系統,以檢測 ABET 組織的管理和結構。 |

資料來源:(ABET, 2003;張吉成, 2003)。

叁、日本工程教育認證

一、背景

日本於 1995 年加入 WTO,爲因應入會後影響,於是決定參酌美國 ABET 認證組織,在 1999 年 11 月 19 日設立了 JABEE 認證組織,全名爲日本的工程教育認證委員會(Japan Accreditation Board for Engineering Education)簡稱 JABEE,該認證組織是一個技術相關學系協會之間的相互聯繫,另外進行技術者教育的學程審查、認定密切結合的非政府團體。(日本 JABEE 官方網站, 2005)。JABEE 在國際上的申請過程經過許多年的努力,開始於 2001 年 6 月南非召開的大會中申請進入暫定加盟,2003 年 6 月,在紐西蘭召開的大會中,請求了正式的加盟審查。華盛頓會議主要簽約國家同時並派遣由加拿大(委員長),美國,紐西蘭的審查團來進行審查,並於同年 11 月在日本 3 所大學實地審查。2004 年 4 月的認定委員會再度經過了詳細的審查。在一連串嚴謹且有次序的審查後,並配合國際一連串的審查與日本本身的積極參與配合之下,日本已於 2005 年 6 月 15 日獲得國際的認可成爲華盛頓公約組織正式會員國的一員。(日本 JABEE 官方網站之ワシントン協定加盟實現, 2005)。JABEE 的目的依據條款第三條的說明「按照統一的基準,進行在高等教育機關的技術人員教育學程的認定,確保與國際上的同等性,同時通過技術人員教育來提高國際性通用的技術人員的培養,對於社會和產業的發展有所貢獻」,具體來說,涵蓋了以下的內容(日本 JABEE 官方網站, 2005):

〈一〉、實施認定的審查,並且是世界所公認的認定學程。

- 〈二〉、促進出色的教育方法之引進。
- 〈三〉、共同發展技術人員評鑑方法，培養相關評鑑的專家。
- 〈四〉、共同明確指出對於教育活動組織的責任和個人的作用，評鑑對於教育人員的教育貢獻。
- 〈五〉、華盛頓公約組織的加入。

JABEE的系統是依據以下的基本理念來設計，當審查發生問題時，便有所依據，回到基本理念來作判斷，其基本理念詳列如下（日本JABEE官方網站，2005）：

- 〈一〉、不妨礙大學教育的個別化、多樣性及改革性。
- 〈二〉、非強制性的選修學科。
- 〈三〉、認定基準或基準的公開化(透明化的確保)
- 〈四〉、由權威中立的第三者來進行評鑑。
- 〈五〉、定期公佈認證時程。
- 〈六〉、確定認證的有效期限。
- 〈七〉、維持公正一貫的評鑑。
- 〈八〉、適合於日本的系統。
- 〈九〉、減少不必要的費用，節省浪費。
- 〈十〉、對 JABEE 本身系統作自我且有週期性的評鑑，並能加以改正。

二、認證的基準規範

JABEE 的認定基準需按照 Plan、Do、Check、Act 的一定順序，按照各領域的重要程度補充基準 1，並要求各領域最小範圍應掌握的內容。其認定基準如表 2 所示：

表 2 JABEE 的認定基準

| | |
|------------------------------|--------------|
| 基準 1:教育目標 | Plan |
| 基準 2:教育的質量 | |
| 基準 3:教育手段(入學者選擇方法，教育方法，教育組織) | Do |
| 基準 4:教育環境(設施・設備，財源，對學生的支援體制) | |
| 基準 5:教育目標的達成 | Check |
| 基準 6:教育改善(教育系統檢查，持續的改善) | Act |
| 各領域重要的事情（用基準被要求的不僅僅是知識還有能力） | |

資料來源：大中逸雄，日本機械学会誌，104-990（2001），289

JABEE 的審查的基本方針及要點是確保教育學程和其內容的品質保證的實施，以下九點分別為其審查水準的要求內容（日本官方網站，4.2 審査の基本方針と要点，2005）：

- 〈一〉、審查是由同一個審查團進行，審查團委員通常包含三人左右的產業界委員。
- 〈二〉、接受認定的學程修完者，全部達成至少應包含上述基準 1 的內容，且各學程保證全部

的學習、教育目標的達成是必要的。

〈三〉、審查的重點，基準 1、2 和各領域重要部份以及基準 5、6 學習目標達成的評鑑、證明和持續的改善其在滿足教育學程的的證明是否妥當。亦即考慮重點涵蓋以下幾點：

- 1、是否有考慮到社會需求具體的教育目標的設定。
- 2、教育目標達成的評鑑方法是否妥當，是否達到國際要求的水準。
- 3、上述的評鑑方法是否明確實施。
- 4、實施持續的教育改善組織之存在有作用嗎。

〈四〉、基準 1 及滿足各領域重要部份的最低水準，要考慮各學程在社會(產業界、畢業生、其他)的需求要設定且明示出來。而且，學程方面必須能證明修完的學生能超過其水準。審查員最低水準與證明在國際判斷上是否妥當。此外，審查員必須能說明最低水準的設定依據。如圖 1 所示：

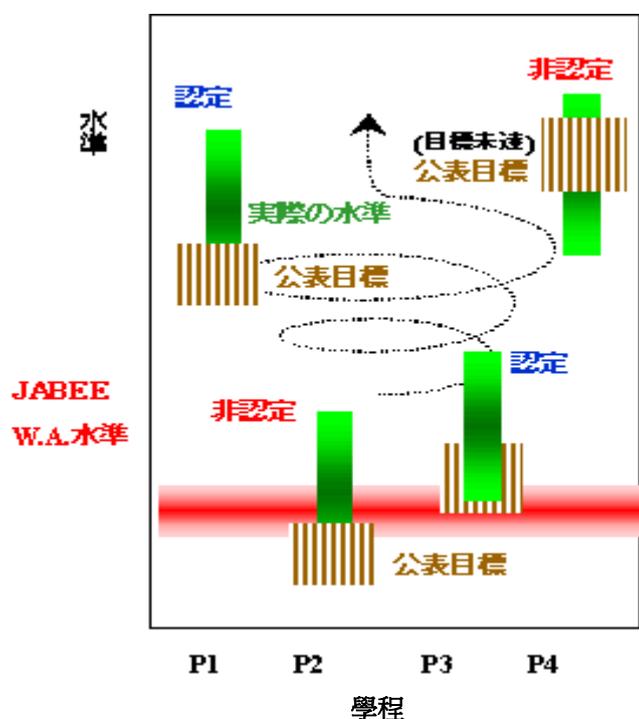


圖 1 認定水準的考慮方法

資料來源：大中逸雄，日本機械学会誌，104-990（2001），289

〈五〉、僅僅只有教育內容(課程)的提示，是不能證明其滿足的基準。例如在考試等證明場合當中，最少要有考試的問題和最低水準的解答或報告等的證據提示是很重要的。

〈六〉、在入學編入中，需要用學程來證明編入生和其他學生有實質上的同等證明。除了有制度的入學編入外，國際通用的具體證明也是很必要的。

〈七〉、審查員必須能說明接受別的大學的講課和遠距教育的合格水準，並用各學程判斷是否超出在各學程方面的最低水準以上。

〈八〉、專家希望教育帶給的不僅是專業人員而已，還需培養人文社會學和倫理學的專家，而

且要求具備常識的教育能力。講課不僅是授與讓學生思考自己的知識也注重應用的機會。

〈九〉、用基準被要求的不僅僅是知識還有能力。

對於認證的基準，JABEE 的認證基準和其他評鑑基準(機關評鑑)是有差異的(日本 JABEE 官方網站，2005)，JABEE 的認證基準和原有的大學評鑑機關的審查基準的想法上有很大的分歧。原有代表的外部評鑑是「大學設置及學校法人審議會的設置審查」、「督學的不定期審查」、「大學基準協會的加入審查」等等，其審查基準和 JABEE 的認證基準的想法的不同，以表三表示。

表 3 機關評鑑基準和 JABEE 認證基準之比較

| 教育機關的活動 | 機關評鑑 | JABEE 認定基準(教育學程認定) |
|------------|--------------|----------------------|
| 尋求的活動 | 檢查 | 品質改進 |
| 評鑑的視點 | 目前正在進行的事 | 作為目的之學習成果達成與結合能成為一體嗎 |
| 教育活動的立場 | 教育活動本身是評價對象 | 教育活動是用於達成教育成果的手段 |
| 評鑑對象 | 輸入(課程 教員、設備) | 教育成果 (輸出) |
| 輸出的作用 | 沒有定義 | 教育成果是用來改善教育活動的訊息來源 |
| 做回饋活動評鑑的目的 | 外部審查基準的活動 | 評鑑是教育學程用於謀求品質改善的活動 |

資料來源：日本 JABEE 官方網站，2005

三、實施情形與策略

JABEE 主要的活動是滿足在高等教育機關舉行的教育活動的品質，另外，所呈現的教育成果是為作為技術人員活動必要的最低限度的知識和能力 (Minimum Requirement)成功養成的認定。JABEE 的活動在教育機關裡按一定的課程和達成度，按照教育部的大學設置基準的大綱化來伸展各大學的個性。在各教育機關裡，要求公開獨自的教育理念和教育目標，促進開發新的教育學程和教育手法，支援在日本和世界上被認為是必要且多重能力技術人員的養成。意即在於培養出擁有許多專業意識的出色技術人員，並能對國家整體有所貢獻。

JABEE 創立 6 年來，對於日本的最初的教育學程認定是推行順利，也確實的在日本持續地執行並不停的修正。其中有三要件更是每年修正並增加的部分，此三要件分別為認定基準、自我檢查報告、認定檢查的次序和方法，每年都有增新的版本出現。JABEE 在國際上來看，其成長的速度是令人驚嘆不已的。JABEE 在加入華盛頓公約組織同時，其認定學程的數目僅次於 ABET 而已，2004 年時約實施了 80 多個學程之審查，且認定學程的畢業生也超過一萬人，審查員團並已培養出 1000 多個具有資格的審查委員，最後順利 2005 年 6 月 15 日成為正式會員，其重要地位不言而喻。但仍有些許的問題，值得我們去注意並預防的(日本 JABEE 官方網站，2005)：

〈一〉、規格化的助長對於妨礙學生個性化之憂心：

JABEE 基準是按領域來分類，帶來了教育的規格化，如此可能會帶來個性化品質的抑制和教育改革的妨礙。

〈二〉、著名大學的認定學程少：

目前，北海道大學、東北大學、東京工業大學、慶興義塾大學、早稻田大學、名古屋大學的一部分的學程正在認定，而東京大學、京都大學、大阪大學九州大學還沒認定學程。不過隨著社會變化、一流大學也不得不隨著變化。上述的大學有關人員大多數都積極地參加 JABEE 的活動認識其必要性。

〈三〉、產業界對於 JABEE 認知度低：

目前日本的產業界對於 JABEE 的認識度很低，與上述大學認定學程少的原因有關連，而且目前對於研究所的畢業生沒有認定的學程，但是大企業錄用的碩士生卻很多，因此目前多有 JABEE 的消息在業界中宣導，讓企業逐漸了解。和產業界的聯繫對於 JABEE 來說是很重要的部分。

〈四〉、認定的最低水準不明確：

JABEE 在各學程方面的水準是由各學程決定，以及審查員的審查，都是在 JABEE 最低水準認定問題。

〈五〉、各國的學程名稱多，無法通用情形產生：

在工學院有許多的科學名稱，但並不是國際上都用同一個名稱，因此如此的國際上無法通用的學程名稱對於社會來說也是很不便的。

肆、加拿大工程教育認證

一、背景

加拿大於 1976 年 3 月由內布拉斯加州立法通過並建立了協調委員會 Coordinating Commission for Postsecondary Education(CCPE)，主要針對後期中高等教育作一個教育把關工作。在初成立時期，委員會的責任仍相當有限。1990 年，CCPE 做了些許結構上的調整，由內布拉斯加人民投票修正，並經由憲法建立了新的協調委員會，以負責全州全面的後期中高等教育計劃，此時的協調委員會之權責慢慢增大。組織協調委員會包括由州長任命與認可並經由立法機關程序通過的十一位委員，每位委員服務的期限為 6 年。

CCPE 是為後期中高等教育作一個有法律支持的教育把關，其目的有以下四項〈CCPE 官方網站，2005〉：(一)開發一個持續性以及全面全州性後期中高等教育與經濟進步計劃。(二)瞭解和制定適應具體政策狀態的教育，並研究公共業務需要，(三)在內布拉斯加州公共機關中經由排除多餘的學程和設施，對可利用的資源作最有效的利用。委員會秉持著平等公正原則，承諾給所有人民，不問種族、文化、性別、年齡或傷殘提供一個教育環境。

委員會其主要任務如下〈CCPE 官方網站，2005〉：

〈一〉、為後期中高等教育建立和校正一個全面全州計畫。

〈二〉、為現有的教育學程以及公共機關所提出的資本建造計畫作一回顧、許可或拒絕的動

作。

- 〈三〉、如果需要促進與遵行一貫性全面全州計畫並防止多餘的浪費，經由委員會請求通過與修改預算。
- 〈四〉、建立一個同儕小組，其目的是為各個公共機關作預算的審查。
- 〈五〉、進行研究與調查 Commission 之目的。
- 〈六〉、推薦給立法機關且委員會視為必要的改進後期中高等教育適當方法並呈送內布拉斯加州長立法。
- 〈七〉、執行聯合後期中高等教育資料系統 Integrated Postsecondary Education Data System (IPEDS)，以及內布拉斯加教育資料系統 Nebraska Educational Data System (NEEDS)。
- 〈八〉、執行州學生財務支援學程。
- 〈九〉、在內布拉斯加批准州際後期中高等教育機關所提供學位學程。
- 〈十〉、為州際協定教職員提供後期中高等教育有力的支持。
- 〈十一〉、執行內布拉斯加後期中高等教育學程以及改進教師品質學程。

二、認證的基準規範

CCPE在 1997 年開始重視ABET或EC基準所造成的教育成效。便將以往的基準修正並發表改訂版。1997 年發表的新CEAB，其認證基準構成要素如下：

- 〈一〉、關連條件
- 〈二〉、認證的目的和基準
 - 1、認證的目的
 - 2、課程內容
 - 3、學程環境
 - 4、一般基準
- 〈三〉、認證程序
 - 1、認證訪問開始的時期
 - 2、訪問日期的選定
 - 3、認證訪問的準備
 - 4、認證的訪問
 - 5、訪問團體的報告書
 - 6、認證的決定
 - 7、正式的再調查
 - 8、非正式的評鑑些許的訪問
 - 9、認證結果的發表

三、實施情形與策略

目前CEAB為內布拉斯加年年提供統計資料與高等教育註冊分析總結、授予學程、協會財務、和教職員數、獨立學院和大學總結。並與美國教育部合作，透過IPEDS，每年內布拉斯加公立

獨立學院與大學都會要求提供與更新美國教育部的統計資料，以提供加拿大教育系統作一個詳細的分析。未來，協調委員會更期望能夠提出在內布拉斯加州關於勞工發展、中等教育統計和其它關於高等教育實際的資料，並持續為加拿大工程教育認證作一努力。

伍、澳洲工程教育認證

一、背景

澳洲的工程教育認證機關為澳洲工程師協會（IEAust），IEAust成立於1919年，由當時的12個工程學科學會合併而成。1938年獲英國皇家特許狀，其成員可以使用特許工程師（澳洲）的稱號。協會總部設在首都堪培拉，在全國按區域設有9個分會。凡是澳州的工程師或工程專業的學生均可申請成為會員。會員共分6等，即榮譽會員、高級會員、會員、研究生會員、學生會員、非正式會員。前3類會員是得到IEAust承認的合格的和具有實踐經驗的專業工程師。

IEAust的宗旨和任務是促進和提高各學科工程理論和實踐，提高工程師的地位，發展和壯大澳大利亞工程學科組織、提高工程師的專業素質，提高工程師的教育和培訓水準、使其知識和技術水準得到豐富和熟練，出版學術刊物，組織召開專題學術報告會、討論會、展覽會，鼓勵工程師們就共同關心的問題和促進工程專業的發展交換看法(IEAust官方網站，2005)。

IEAust的目的是在推進工程學程與實踐並推進成員的國際化，培養終身學會成員，儘可能廣泛促進一般行業的貢獻，維護專業和道德品行，迎接有希望的實踐工程，激勵學會成員的志向，刺激學會成員的創造性和創新能力，慶祝在工程學程的優秀表現，緊扣經濟、社會、與環境的價值，傳承工程學程，接受正當的行業，率先為行業作保護動作(IEAust官方網站，2005)。

IEAust的最大不同的是在澳洲認可專業工程師，澳洲工程師協會會員資格開放給所有工程學程合格的成員。IEAust接受工程學程所有學科和工程學程領導與管理學程，且透過IEAust可與政府、服務產業、學術界、媒介和社區做一完整的連接。澳洲為了提高工程師協會會員的專業工程師身分，推行目的是為了所有澳洲人的行業，並且保護澳洲工程學程在國家服務的資源基礎。

IEAust除開展學術活動外，也開展交流或舉辦研習、工程教育講演會等，特別是其地區分會組織開展繼續教育活動，為工程師舉辦講座和各種學程課程，以及工程師資格評鑑，向各級政府、產業、團體提供技術諮詢，對本國及外國工程專業技術課程進行評估，協助澳洲聯邦政府審定外國來澳工程師的資格等。

工程師職業和素質是動態的，協會進行的工程師（會員）資格認證滿足了公眾的需求，也為國家註冊奠定了基礎。澳洲工程師協會為工程師的素質提高是終身過程的，如圖2所示說明了一名工程師從中小學到退休的終身過程。

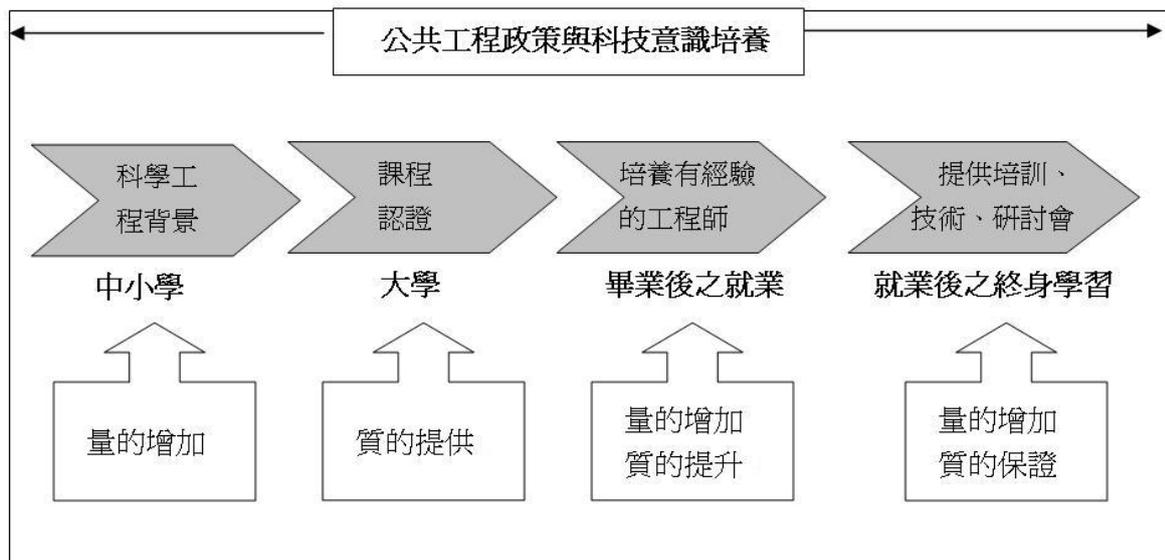


圖 2 澳洲工程師協會(IEAust)為工程師所安排提高素質之程序

二、認證的基準規範

IEAust在 1994 年開始於工業學會部長評論會議說明澳洲的技術者教育要修正。1997 年 11 月發表多樣化與品質保證的新方針，根據華盛頓公約(WA)進行檢討從 1990 年 10 月以來的工程教育學程Manual for the Accreditation of Professional Engineering Programs，並做修訂。

工程教育學程的第四章明確說明其認證的基準規範，如下所示：

- 〈一〉、課程和學習的環境
 - 1、確認出來的組織
 - 2、策略的陳述、機關的支援
 - 3、能力和設備、財源
 - 4、產業界包含的諮詢組織
- 〈二〉、大學學程
 - 1、學程名稱
 - 2、期限和計畫
 - 3、入學許可
 - 4、學程目的
 - 5、學程的構成和內容
 - 6、教育的訓練
 - 7、學程的提供
 - 8、成果評鑑
 - 9、學程的標準
- 〈三〉、專門的工程實務經驗
- 〈四〉、合作教育學程

〈五〉、品質系統和次序

三、實施情形與策略

IEAust在澳洲發展成效良好，提供了在學學生一個方向，且其學程還能與就業相結合，進一步地持續為社區提供最高標準的工程師，確定社區的公共安全保障，重視專業技術短缺問題，以及適時提供能源政策，真正為澳洲政府提供良好的人力資源，協會進行的工程師（會員）資格認證滿足了公眾的需求，也為國家註冊奠定了良好基礎。

IEAust為工程師提供一個創造終身學習的機會，以及最新的工程技術發展狀況、職業操作經驗、個人發展機會、繼續教育等，對大學工程技術課程的認證，促進工程技術教學品質的提高等等行動也不遺餘力地進行著，並且宣導科學普遍活動，促進國民了解工程技術知識，了解工程對公眾生活和社會發展的作用等。因此，不僅僅只在澳洲國內受到肯定，國外的會員國日益增加，目前IEAust會員超過 6 萬餘人，約佔澳大利亞全國工程師總數的 75%，海外會員所處的國家包含了英國、馬來西亞、新加坡、香港等國家，目前的海外會員更已超過 5000 人，因此IEAust也很順利並成功將其工程認證系統國際化。

陸、我國的科技工程教育認證

一、背景

綜觀各國的科技人才之工程教育認證發展蓬勃，面對此一全球化工程教育的產生與發展，國科會與教育部有感於為了促進我國工程教育與國際儘速接軌，以及持續提升大學暨技職校院工程教育的品質，始於 2000 年，有效率的彙集國內產、官、學、研界的力量，共同提升工程及科技教育的品質，並於 2003 年 6 月 21 日加強統合資源，有系統的增進工程教育的成效，正式成立「中華工程教育學會」(Institute of Engineering Education Taiwan, R.O.C. 簡稱 IEET)，主要是希望藉此學會來推動國內「工程及科技教育認證」的工作。近年來，工業先進國家不斷強調工程及科技教育認證，因此各國的科技人才之工程認證教育紛紛作為我國工程科技教育改進的標竿。

中華工程教育學會之定位不是以營利為目的之社會團體，而是依法所設立。其宗旨在於「研究、推廣工程及科技教育，培育專業人才，服務社會，促進國家經濟發展」。其主要任務計有以下幾項：

- 〈一〉、推動工程及科技教育認證。
- 〈二〉、努力加入華盛頓公約。
- 〈三〉、工程教育學術之研究、應用及推廣事宜。
- 〈四〉、工程教育人員之培訓事宜。
- 〈五〉、工程教育議題之建議及諮詢事宜。
- 〈六〉、國內及國際工程教育組織之合作事宜。
- 〈七〉、其他有關事宜等。

IEET 除了積極改善我國的工程教育，提升我國高等教育品質之外，也希望能藉由此窗口與

國際性作一交流，儘早成爲「華盛頓公約」組織會員。因此，目前「中華工程教育學會」係依照「華盛頓公約」的指導原則而設立，並希望在二〇〇五年先申請成爲臨時會員，然後逐步申請成爲正式簽署會員。

二、認證的基準規範

台灣工程教育認證規範是參照美國來訂定，先看教育目標，即使同一科系，各校辦學目標可能不同，其次要看提供學生的學習辦法與措施，例如帶學生實習的做法，第三要評量學生有沒有獲得核心能力，例如數學科學工程能力、設計、團隊合作、分析處理能力、專業倫理與社會責任意識、時事議題瞭解程度等等。

再者，學生要學到核心能力，就要看課程設計，認證要看基礎課程、專業課程、通識課程如何搭配；第五要查看教師在教與學的執行是否良好？教師專業、專任人數、互動、教師成長過程等都要被檢視，以保證非常前端的能力；第六要看學校的設備與空間，以支持教學要求；第七看學校行政支援與經費能否搭配前述目標；第八是針對不同領域還有不同的專門要求。

IEET的認證的基準規範AC2004 認證規範(Accreditation Criteria 2004, AC2004)如下所示：

- 〈一〉、教育目標：本規範評量學系之教育目標及其執行成效
 - 1、須具備公開且明確之教育目標，展現學系之功能與特色，且符合時代潮流與社會需求。
 - 2、須說明教育目標與學校教育目標之關聯性及形成之流程。
 - 3、須說明課程設計如何達成教育目標。
 - 4、須具備有效的評估方式，以確保教育目標之達成。
- 〈二〉、學生：本規範評量在學學生的教育與畢業生的品質與能力
 - 1、須訂有配合達成教育目標合理可行之規章。
 - 2、須訂有鼓勵學生交流與學習的措施及辦法。
 - 3、須確切說明如何能持續並有效執行學生之指導與評量。
 - 4、須能要求學生在畢業前完成所有的要求。
- 〈三〉、教學成效及評量：本規範評量學系之教學成效及其自我評量、發展及改善的計畫
 - 1、學生在畢業時須具備下述核心能力：
 - (1)、運用數學、科學及工程知識的能力。
 - (2)、設計與執行實驗，以及分析與解釋數據的能力。
 - 3)、執行工程實務所需技術、技巧及使用工具之能力
 - 4)、設計工程系統、元件或製程之能力。
 - 5)、有效溝通與團隊合作的能力。
 - 6)、發掘、分析及處理問題的能力。
 - 7)、認識時事議題，瞭解工程技術對環境、社會及全球的影響，並培養持續學習的習慣與能力。
 - (8)、理解專業倫理及社會責任。
 - 2、學系須提供自我評量過程及具體成果，以及持續改善的計畫和落實的成果。
- 〈四〉、課程之組成：本規範評量學系之課程規劃及組成：
 - 1、學系課程設計與內容須與教育目標一致，且至少應包含數學及基礎科學、工程專業課程及通識課程三大要素：

- (1)、數學及基礎科學課程須佔最低畢業學分之四分之一以上。
 - (2)、工程專業課程須佔最低畢業學分之八分之三以上。
 - (3)、通識課程須與專業領域均衡，並與學系教育目標一致。
- 2、課程規劃與教學須考量產業需求，並能培養學生將所學應用在工程實務的能力。
- 〈五〉、教師：本規範評量學系教師下列各項的執行情形：
- 1、學系應有足夠的專任教師人數。
 - 2、教師須參與學系目標的制定與執行。
 - 3、教師的專長應能涵蓋其相關領域所需的專業知識。
 - 4、教師與學生間的互動與輔導學生的成效。
 - 5、教師與業界交流的執行成效。
 - 6、教師專業持續成長的管道與鼓勵措施。
 - 7、教師參與相關學術及專業組織以及其活動。
- 〈六〉、設備及空間：本規範評量學系教學相關軟硬體設備、設施及空間：
- 1、須能促成良性的師生互動。
 - 2、須能營造一個有利於學生發展專業能力的環境。
 - 3、須能提供學生使用相關專業設備與工具的學習環境。
 - 4、須能提供足夠的資訊設備供師生進行與教育目標相符之教學活動。
 - 5、須有合適之維護及管理制度。
- 〈七〉、行政支援與經費：本規範評量學校及學系行政支援與經費：
- 1、須提供足以確保學程品質及賡續發展之行政支援及經費，並具備有效的領導及管理制度。
 - 2、須提供足以支援教師專業成長之經費。
 - 3、須提供足夠的行政支援與技術人力。
 - 4、須提供足夠的經費支應教學、實驗及實習設備之取得、保養與運轉。
- 〈八〉、學系認證規範：本規範評量各學系領域之認證規範：
- 1、各學系的課程與師資須與其名稱所指之領域名實相符，若該學系屬整合性領域，則須分別滿足各相關領域的認證規範。
 - 2、學系於認證通過後，名稱若有變更，須知會認證單位。

三、實施情形與策略

中華工程教育學會自早期 1980 年由教育部成立顧問室開始，便不斷推動各項資訊工程教育專案，並為我國的工程教育以及認證做一連串的努力，1994 年在國科會及教育部共同主導下，辦理了第一屆國際工程教育研討會(International Conference on Engineering Education, ICEE)，開啓我國在工程教育領域第一個國際重要的研討會，直至 1989 年華盛頓公約正式成立後，為促進我國工程教育能與國際儘速互惠交流，於 2000 年代後開始真正結合產學資源。並於 2003 年成立之中華工程教育學會，開始建立及推動國內高等教育體系工程及科技教育認證制度以來，已具有相當發展的潛力(張吉成，2005)，對學生在校學習成果的確保具有相當的幫助。

IEET自民國 93 年開始實施實地訪評認證，迄今完成認證及訪評的學系總共 12 系，其主要成果如下(IEET, 2005)：

〈一〉、第一梯次已完成實地訪評並已完成認證學系(93 年 12 月)

- 1、逢甲大學：水利工程系、資訊工程系。
- 2、中原大學：醫學工程系、資訊工程系。

〈二〉、第二梯次已完成實地訪評並已完成認證學系(94 年 3 月)

- 1、逢甲大學：航太與系統工程系。
- 2、中原大學：電子工程系、土木工程系、工業工程系、電機工程系、化學工程系。
- 3、雲林科大：電子工程系。
- 4、虎尾科大：飛機工程系。

除了繼續做國內工程系所相關認證以及推動工程、科技教育以及人才培育的提升的工作之外，我國仍繼續努力於申請加入華盛頓公約組織會員國，選派種子認證委員出國訪察，並致力於參加國際間的工程教育認證的研討會，尋求國外組織對IEET的認可，以期有一天，我國也能登上國際性組織，共享國際資源。

最後參考ABET認證制度及結合教育部對技專校院的評鑑制度，可嘗試依下列步驟逐步建立運作機制以爲參酌，張吉成(2003)。

- 〈一〉、鼓勵技專校院接受工程教育認證的意願。
- 〈二〉、集中資源依規劃確實執行。
- 〈三〉、從執行過程中，累積問題解決之經驗。
- 〈四〉、提升搜尋與應用資源的能力與執行績效。
- 〈五〉、將執行流程規則化，形成運作機制。

柒、結論

隨著國際交流頻繁，以及教育品質的急待提升的呼聲下，科技人才的培育除了增加專業課程量的增加之外，還需要一個質的提升。至於如何將品質提升，則須借重認證的程序。當然，更重要的還是要參考國際上已經建立好的完整認證發展。綜合上述科技人才工程教育認證發展的成熟國家資料，歸納爲以下幾點結論，以提供我國科技人才的工程教育認證發展做一參考。

- 一、工程教育認證的對象爲高等教育的工程相關科系，美國、加拿大、澳洲、日本皆爲四年制大學的工程教育學程，本研究尚未提及的英國還增加了研究所工程教育學程。學生取得畢業證書前，皆須上過最基礎課程，並通過認證。
- 二、認證的基準規範需隨著環境變遷、時代潮流而修訂。美國於 1995 將 ABET 的舊基準大幅網絡化，更清楚明白標明新基準的認證。加拿大於 1997 年參考 ABET 以及英國 EC 的基準而重新修正並發表改訂版。澳洲也於 1997 年依據華盛頓公約進行檢討並修正發表改訂版，日本的認證基準也是每年都會修正。
- 三、工程教育認證的基準規範不脫離以下幾個範圍：認證的目的、認證的過程、認證的人力與財源設備、認證結果的發表等等，在在提供我國重視此共同項目。
- 四、工程教育認證學程的課程主要包含數學、基礎科學、工程科學，而美國多了和教育機

- 關一致補充課程，加拿大多了補充學習(人文科學、社會科學、管理、溝通)等部份，澳洲也有類似加拿大補充學習的實務體驗課程(管理、倫理)部分，日本則大部分相同。
- 五、工程教育學程認證的有效期限分別為美國六年、加拿大六年，澳洲五年、日本六年。
- 六、各國皆以加入華盛頓公約為前提，美國、加拿大、澳洲都在早期皆以申請並成功入會，日本則於 2005 年才成為正式會員國，可見，華盛頓公約是所有工程教育認證的一個規準，促使著各國以其為目標紛紛加入。
- 七、目前國際上的學程名稱統一化尚未達成一致，因此，透過國際性的組織，可慢慢建立共識。

為了孕育出更優秀的高科技產業人才，我們需要各大專校院的工程學程與工程相關科系之教育。而為了讓這些科系所培育出的人才真正為我國的科技、產業貢獻所學，光靠教育是不夠的，認證制度的建立才是確保人才不浪費的不二法門。起步較晚的我們，不見得就會輸在起跑點，「他山之石，可以攻錯」，我們可以多參考已經建立完整的他國工程學程認證制度，避免盲點的產生，並且參考我國本身國情、環境，真正制定出一套適合我國科技人才的工程教育認證系統，並參考世界上主要國家的認證系統，自身努力為擠進華盛頓公約國家做準備，如此才能真正對我國的科技產業以及學界有所貢獻。

參考文獻

- 1、大中逸雄(2001)，日本機械学会誌，104-990，289。
- 2、中國科學技術協會訪澳科普考察報告書(2001)。摘自 <http://big5.cast.org.cn/gate/big5/old.cast.org.cn/11gjjw/02xxgz/010.htm>。
- 3、翁翠萍(2004)。工程教育認證年底開辦四所大學自願參與。中央社新聞，2004/08/15。
- 4、張吉成(2003)，ABET工程教育認證在技職校院實施之策略。技術及職業教育雙月刊。75期，頁7-13。
- 5、楊永斌(2003)。大學與工程教育認證。民國92年臺大教聯會「大學法修正案相關論述」，摘自：<http://www.ce.ntu.edu.tw/~ybyang/cht/article-13.htm>，2005/03/20。
- 6、楊永斌(2005)。工程及科技教育認證現況及未來發展。摘自 <http://nft01.nuk.edu.tw/rd/scan/940404-%C5U%B0%DD%AB%C7%A4u%B5{%A4%CE%AC%EC%A7%DE%B1%D0%A8|%BB{%C3%D2%C2%B2%B3%F8950324.pdf#search='IEET'}>，2005/03/29。
- 7、陳恆光(2005)。IEET推動工程科技教育認證接軌國際。中央日報民國九十四年三月一日，文教報。
- 8、ABET官方網站(2005)。摘自 <http://www.abet.org/>。
- 9、JABEE，日本技術者教育認定制度的現狀與展望，官方網站(2005)。摘自 <http://www.jabee.org/OpenHomePage/jabee3.htm>。
- 10、JABEE，ワシントン協定加盟實現，官方網站(2005)。摘自 <http://www.jabee.org/OpenHomePage/greeting.htm>。
- 11、JABEE，日本技術者教育認定制度とは，1.技術者教育プログラム認定の目的，官方網站(2005)。摘自 <http://www.jabee.org/OpenHomePage/q&a020405.htm>。

12、CCPE官方網站(2005)。摘自<http://www.ccpe.ca/e/index.cfm>。

13、EAustE官方網站(2005)。摘自<http://www.engineersaustralia.org.au/>。