

行政院及所屬各機關出國報告

出國類別：■5 其他 (出席國際會議)

二〇〇三國際工程教育研討會與會心得與  
國內工程教育改進建議

服務機關：教育部

出國人職稱：次長

姓名：呂木琳 (詳內頁)

出國地區：西班牙 - 瓦倫希亞

出國期間：92、7、21 - 92、7、25

報告日期：92、10、23

C0/  
C09203687

公務出國報告提要

頁數: 78 含附件: 是

報告名稱:

出席2003國際工程教育研討會

主辦機關:

教育部

聯絡人/電話:

馬淑珍/23565907

出國人員:

呂木琳 教育部 常務次長室 常務次長  
何卓飛 教育部 高教司 副司長  
吳亞君 教育部 顧問室 研究員

出國類別: 其他

出國地區: 西班牙

出國期間: 民國 92 年 07 月 18 日 -民國 92 年 07 月 25 日

報告日期: 民國 92 年 10 月 23 日

分類號/目: C0/綜合(文教類) C0/綜合(文教類)

關鍵詞: 工程教育, ABET認證, 產學合作, 數位學習

內容摘要:

國際工程教育研討會 (The International Conference on Engineering Education, ICEE) 為台灣創始成立, 已成為國際工程教育領域一年一度的盛會, 2003 國際工程教育研討會 (ICEE2003) 在西班牙瓦倫希亞舉行。我國在國科會魏主委哲和與教育部呂次長木琳領軍之下, 加上國內教授等一行六十餘人與會, 收穫豐碩。政府在推動我國工程教育改進的工作上一直積極投入, 除了積極參加國際工程教育研討會, 爭取國際工程及科技教育權威人士對我國各項制度之認同; 在國內亦協助建立工程科技教育認證單位並積極推動工程科技教育認證工作。本次出席會議代表, 一方面是參加學術研討會, 汲取各國推動工程教育經驗及宣揚我國工程教育成果; 另一方面也積極與世界各地 (特別是華盛頓協定會員組織) 代表與專家學者建立關係, 為我國加入華盛頓協定 (Washington Accord) 申請鋪路 (華盛頓協定主要內涵為會員組織互相承認該國所認證通過的學程, 每年也對會員國認證工作進行審查)。本次會議中, 多位我國與會校長與西班牙工藝大學簽訂了合作備忘錄, 希望藉此推動國內大學校院與世界各大學建立合作關係, 提高我國各項工程及科技教育推動成果的國際曝光度。而此次六十餘位與會教授, 分工進行資訊汲取及意見交流, 對於國內推動工程教育, 產生了多面向的看法與建議, 並能於現行之科技教育改進計畫中, 予以落實。本次報告陳現, 將以工程教育面臨發展困難、世界大環境驅使、國內教育環境的特殊現為主軸, 探討國內執行工程教育認證的必要性。此外, 再以我國工程教育認證實際執行方式、認證或是評鑑單位定位, 證照在不同領域之間所代表的意義, 以及各國證照在國際上操作情形為基礎, 討論我國工程教育認證執行方式, 並提出我國進入工程及科技教育認證時代的相關建議。本次大會過程較詳細紀錄, 列於附錄。

出國人員（詳細出國人員名單）：

國科會魏主委哲和	成功大學航太系江教授達雲
國科會國合處王處長偉中	中華大學機航所林教授君明
國科會工程處蔡處長忠杓	虎尾技術學院劉傳聖助理教授
國科會科教處陳副研究員寶玲	成功大學航太系呂宗行助理教授
教育部呂次長木琳	宜蘭技術學院機械系蔡國忠副教授
高教司何副司長卓飛	成功大學航太系溫昀哲助理教授
教育部顧問室林顧問則孟	虎尾技術學院飛機系陳良瑞助理教授
教育部顧問室李顧問世光	台灣大學應力所王教授安邦
教育部顧問室蔡顧問穎堅	台灣科技大學機械工程系鄭正元教授
教育部顧問室吳研究員亞君	中正大學機械系鄭友仁教授
成功大學歐副校長善惠	長庚大學機械工程系李明義教授
國際暨南大學張校長進福	台北科技大學自動化所陳亮嘉教授
雲林科技大學林校長聰明	中興大學機械系蔡志成教授
台灣大學工學院楊院長永斌	中興大學機械系邱顯俊教授
高雄第一科技大學谷校長家恒	國際暨南大學通訊系魏學文教授
清華大學動力機械系洪教授哲文	台灣科技大學電子系李三良教授
交通大學電子工程系周主任景揚	成功大學資工系黃崇明教授
中正大學羅校長仁權	中央大學電機系詹益仁教授
中正大學機械系宋主任震國	清華大學資工系黃能富教授
成功大學航太工程系苗教授君易	交通大學機械系蘇育德教授
虎尾技術學院蔡教務長永利	台灣大學電子工程研究所張耀文教授
中央大學教育學程中心張助理教授佩芬	雲科科技大學電子工程系黃穎聰教授
台灣大學應力所胡教授文聰	清華大學工業工程系侯建良助理教授
台灣大學機械所顏教授家鈺	

主辦機關聯絡人員：教育部顧問室 吳亞君（電話:02-23565994）

國科會科教處 陳寶玲（電話:02-27377554）

關鍵詞：工程教育、ABET 認證、產學合作、數位學習

## 報告摘要

國際工程教育研討會（The International Conference on Engineering Education, ICEE）為台灣創始成立，已成為國際工程教育領域一年一度的盛會，2003 國際工程教育研討會（ICEE2003）在西班牙瓦倫希亞舉行。我國在國科會魏主委哲和與教育部呂次長木琳領軍之下，加上國內教授等一行六十餘人與會，收穫豐碩。政府在推動我國工程教育改進的工作上一直積極投入，除了積極參加國際工程教育研討會，爭取國際工程及科技教育權威人士對我國各項制度之認同；在國內亦協助建立工程科技教育認證單位並積極推動工程科技教育認證工作。本次出席會議代表，一方面是參加學術研討會，汲取各國推動工程教育經驗及宣揚我國工程教育成果；另一方面也積極與世界各地（特別是華盛頓協定會員組織）代表與專家學者建立關係，為我國加入華盛頓協定（Washington Accord）申請鋪路（華盛頓協定主要內涵為會員組織互相承認該國所認證通過的學程，每年也對會員國認證工作進行審查）。本次會議中，多位我國與會校長與西班牙工藝大學簽訂了合作備忘錄，希望藉此推動國內大學校院與世界各大學建立合作關係，提高我國各項工程及科技教育推動成果的國際曝光度。而此次六十餘位與會教授，分工進行資訊汲取及意見交流，對於國內推動工程教育，產生了多面向的看法與建議，並能於現行之科技教育改

進計畫中，予以落實。本次報告陳現，將以工程教育面臨發展困難、世界大環境驅使、國內教育環境的特殊現為主軸，探討國內執行工程教育認證的必要性。此外，再以我國工程教育認證實際執行的方式、認證或是評鑑單位定位，證照在不同領域之間所代表的意義，以及各國證照在國際上操作情形為基礎，討論我國工程教育認證執行方式，並提出我國進入工程及科技教育認證時代的相關建議。本次大會過程較詳細紀錄，列於附錄。

目錄	
報告摘要 (500-800 字)	3
目錄	5
壹、目的	8
貳、過程	9
參、心得	12
一、整體心得整理	12
(一) 工程教育面臨發展困難	12
(二) 工程教育認證的相關議題	13
(三) 各國證照在國際上的操作	14
(四) 我國進入工程及科技教育認證時代	15
二、教育評鑑與認證	16
(一) 世界工程教育評鑑與認證趨勢	16
(二) 各國工程教育評鑑與認證之概況	17
(三) 工程教育認證組織之國際協定	25
(四) 認證制度背後所推行的教育目標	25
(五) 教育認證員	26
(六) 申請認證單位的工作	26
三、美國工程技術教育評鑑理事會 (ABET) 之認證過程	27
(一) 目前我國工程教育認證所遭遇的一些問題與克服之道	27
(二) 成立亞太地區的認證聯盟	27
四、重點科技教育改進計劃之心得	28
(一) 通訊與積體電路	28
(二) 航太相關領域	31

(三) 計畫導向學習 .....	34
五、其餘與研討會參訪相關心得 .....	36
(一) 製商整合計畫相關課程之教學與教材製作之參考 .....	36
(二) 產學聯盟 CMT (Center of Motores Termicos) 簡介 .....	39
(三) 社會大眾對工程領域的認知 .....	41
(四) 全球化思考下的在地行動 .....	42
肆、建議 .....	43
一、對中華工程教育學會發展以及工程教育認證推動之建議 .....	43
二、對於加強國際合作交流之建議 .....	45
三、對於國內教育發展相關建議 .....	46
四、對於國內產學合作之建議 .....	47
五、對於網路線上教學與實驗之建議 .....	49
六、參觀 Center of Motores Termicos (CMT) 之相關建議 .....	52
伍、參考網站 .....	54
附錄一：美國工程技術教育評鑑理事會 (ABET) 之認證過程 .....	55
附錄二：大會紀實 .....	58
1.委員會與訓練課程 (7/21/03) .....	58
(1) iNEER and ICEE Joint Board Meeting .....	58
(2) Workshop for effective patterning (workshop manual enclosed) .....	59
(3) Rensselaer Polytechnic Institute .....	60
(4) Cultural event of the first day .....	61
2.討論惠普公司大學事務與我國奈米教育 .....	62
3.Cultural event of the second day .....	62
4.Convergence of International Higher Education Program. Implementing the Bologna Declaration (7/23/03) .....	63

5.Sharing Online Laboratories and Their Components (7/23/03)	63
6.Progress through partnership (7/23/03)	64
7.會外會	66
8.Banquet in Gala Restaurant of the third day	67
9.研討會分組討論之情形 (7/24/03)	68
10.Cultural Visit to “L’Oceanografic” & “Museu de les Ciencies Principle Felipe” and Visit “Museuo Fallero ,” Valencia	74
附錄三：光機電資源中心拜訪德國	75



## 壹、目的

「國際工程教育研討會」(International Conference on Engineering Education, ICEE) 起始於一九九四年，是由國際上幾位關心工程教育的先進拜訪我國政府所促成的，其主要的議題在於工程教育的改進，其後一方面藉著我國政府大力的推動，一方面由於這個議題的確正逐漸在世界上受到各先進國家的重視，所以這個會議也逐漸贏得國際上的認知，成為國際工程教育界一個最重要的會議。今年的會議在西班牙的瓦倫希亞舉行已經是第九屆的 ICEE 了，實際上第十屆、第十一屆的 ICEE 都已經排定，將會在佛羅里達的甘氏村、波蘭及波多黎各舉辦。本年度大會主席在開幕式報告的時候告訴我們，今年投稿的論文數有四百五十多篇，加上當地的學生和七十幾位純粹參與會議學習與了解工程教育進展的各界人士，與會的人士有五百三十多人，這個規模已經達到世界上最大的國際會議所具備的規模，也可見世界各國教育界都逐漸有共識，工程教育的品質確有需要檢討，並有不斷隨時代的變遷改進的必要。這裡面值得一提的是有一個國際組織在幕後作國際工程教育研討會的推動工作，這個組織名為「國際工程教育及研究網絡(international Network on Engineering Education and Research, iNEER)」，它的精神是促進世界各國的工程教育改進，由於歐美許多先進國家在工程教育改進的工作上已經進步到教育認證的地步，所以這個網絡主要的目的除了聯絡有志之士一起為工程教育努力之外，也扮演溝通管道的角色，協助開發中國家推動其國內的教育改進計畫。為了迎上世界潮流，我國的工程教育改進不能落於人後

## 貳、過程

「國際工程教育研討會」(International Conference on Engineering Education, ICEE) 起始於一九九四年，其主要的議題在於工程教育的改進，由於這個議題目前逐漸在世界上受到各先進國家的重視，所以這個會議也逐漸贏得國際上的認知，成為國際工程教育界一個最重要的會議。今年的會議主席在開幕式報告的時候告訴我們，今年投稿數有四百五十多篇，加上當地的學生和七十幾位純粹參與會議學習與了解工程教育進展的各界人士，與會的人士有五百三十多人，這個規模大概已經達到最大的國際會議規模了。

這一次會議在西班牙的瓦倫西亞 (Valencia, Spain) 舉行，瓦倫西亞是西班牙的一個海港，面向大西洋，雖然是個海港但是它並不是一個非常大的城市，給人的感覺是一個相下的小城市的感覺，不過可能是西班牙地大物博，所以仍然有大國家的風範，建設也相當進步，有許多現代化的優美建築，都市的捷運與鐵路系統也相當發達，不過由於研討會的旅館選在當地一個很大的海洋博物館附近，沒有地鐵，所以從旅館到研討會場的交通可以說相當不便利，大會市提供交通車接送，算是研討會中較少見的安排。

瓦倫西亞這個地方的風土民情非常淳樸，民風也非常友善，具有西班牙古老的傳統，都市中有許多古老的建築，靠近海港的地區則開始興建了許多非常現代化的建築物，可能是這個地方沒有地震，所以建築物的設計非常大膽，在加上地大人稀，所以看得出建築師可以發揮的空間非常大，不像台灣的建築物，在法規的限制下必須考慮如何把所有可用的

空間都填滿，來這裡看到這種空曠的建築物，實在感覺到西班牙人曾經也是超級海權國家的氣魄。

會議場地是在瓦倫希亞有一個瓦倫希亞工業大學（University Polytechnica de Valencia），西班牙的學校與其他國家學校很不一樣的地方是他們的教授們很願意在自己的學校舉辦研討會，不像美國和台灣的教授，如果是要舉辦大型的國際研討會，一定會找到比較高級的旅館來辦，一方面對於與會的人來說生活起居比較方便，主辦單位不必擔心與會者找不到會議場地，也不用擔心是否有人需要接送，另一方面，由於與會者都住在會場，一般來說大家都住在會場的旅館，所以從房間下樓到會場非常容易，參與會議的情形會比較踴躍。此次大會的西班牙工業大學教授們則不然，會議場地是在大學的教室和會議廳，所以會議的場地可以說非常充裕。

教育部希望能夠在大會中召開會外會，向大會接洽臨時需要的場地時，這個過程可說非常順利，瓦倫西亞的人民友善的一面從這些接洽中流露出來，讓此行學者們感覺非常溫馨，尤其是國合處的王處長在會外會希望大會能提供一些飲水，大會也毫無猶豫的答應了提供了冰涼的礦泉水，這對在這炎熱的地方開會的人來說其實非常需要的。

會外會有兩次，第一次討論如何在華人社區中推動工程教育改進工作，由主委和教育部次長親自主持。會中決定由我國來主辦第一屆的「國際工程教育與研究研討會（International Conference on Engineering Education Research, iCEER）」，同時推動「國際華人工程教育會議（World Chinese Congress on Engineering Education, WCCEE）」的部分則由中正大學羅仁權校長負責推動，會中決定這兩個會議可以前後合併辦理以

提高會議的參與度。第二次的會外會討論的議題是推動國內工程教育認證制度，這個會議演變成中華工程教育學會的會務報告，與會的多位校長都熱心的參與意見，

大會中主委有兩場報告，第一場報告有關我國在工程教育方面的努力，第二場報告本來是要說明我國與世界其他國家的研究機構之間所建立的合作關係還有這些合作關係目前的進展情形，不過主委臨時有事必須先回國，所以由國合處王偉中處長代為報告。這些過程一方面顯示我國代表在會議中的重要性，另一方面也顯示出我國對工程教育方面的重視程度絕對領先世界各國。

本次會議之進行，可能是瓦倫西亞理工大學經驗不足或網路專業不夠，在會前的資料發佈、註冊與論文投稿部份常會有一些小問題。不過當天實際進入會場後使人印象改觀，雖然議程進行上偶有小問題，但從整個會議行程安排，交通接送以及穿插節目的安排上都可以看出主辦單位的用心，尤其晚宴的安排讓與會者皆留下永遠的回憶。

## 參、心得

ICEE 2003 在西班牙的瓦倫希亞舉行。此次會議由教育部與國科會所補助的成員達到四十七位教授，可見政府對「工程教育」的重視。而此次這麼多位教授與會也產生了許多非常有價值的看法與心得，此處特別將這些心得歸納整理成為這一份報告，希望對國內熱心工程教育發展和改進的人士提供一些思維的方向。各位教授詳細的報告與與會心得單都在「中華工程教育學會」的網站(<http://www.ieet.org.tw>)上可以找得到。這一份報告沒有刻意將某位教授注意到某個問題標明出來，若您覺得需要進一步的了解，可以直接參考這些教授報告，或是跟學會的工作人員聯絡。以下是這些觀察與心得的整理：

### 一、整體心得整理

#### (一) 工程教育面臨發展困難

##### 1. 世界大環境的驅使(工程科系不再吃香)

工程類科系在開發中國家一向是當紅的科系，但是當一個國家的行政與工商企業各項發展逐漸成熟而進入已開發國家的行列的時候，這個國家最主要（現實一點說，是經濟活動最蓬勃，年輕人覺得最容易賺錢）的科系就逐漸轉成財經與法律相關的科系。而我國不免正好處在這轉變的過程之中，因此工程科系將逐漸感覺到招生困難的壓力，而這將是一個正常的現象。這是說，這當兒我們的教育決策人員可能必須檢討國內教育發展如何因應這大環境的轉變，教育主管單位應有什麼樣的引導或是配合的動作。

事實上，世界上許多由所謂「開發中」轉型成「已開發國家」的國家都曾經或是正在面臨這個問題。這些國家都紛紛開始了工程教育改進的工作，這些工作循序漸進的可以分成—教育評鑑、教育認證、國際交互認證。由於推行工程教育認證可算是一個具體有效的實踐方法，因此世界上有許多國家都相當熱衷於推行這項工作。

## 2. 國內教育環境的特殊現象

我國近十幾年來大量開放專科學校改制成為科技學院，使得大專的工程科系一時間大量增加。學生與家長突然增加這麼多的選擇顯然會造成某種的排擠效應。選系的影響強過選校的影響，短期內許多科系將會感受到競爭與招生的壓力。工程教育認證可以提供這些學校多一個競爭的管道，給家長在選擇上多一些確實的資訊。

### (二) 工程教育認證的相關議題

#### 1. 工程教育認證實際執行方式

認證或是評鑑單位應如何定位才能建立公信力、達到公正性與一致性？從教授的分析報告中，我們也注意到各國的評鑑或認證單位的定位並不完全相同。以美國系統為基礎的國家基本上是以非政府組織來從事認證的工作，這主要是由於類似美國的「工程與技術認證理事會 (Accreditation Board for Engineering and Technology, ABET)」這些組織都強調認證的工作必須由民間的單位來執行，這是為了確保認證的執行不會受到不當的行政干擾，不過這些認證組織必須藉各種方法來贏得社會對它的公信力。而東歐國家執行評鑑的單位常常是政府所設的組織，這與我國目前由教育部推動學校科系的評鑑工作類似，由政府組織來執行評鑑在權威性的建立上較為容易。值得注意的是，看來從評鑑逐漸轉型到認證的過程，評鑑單位也經常轉移成為民間的機構(討論世界各國教

育改進發展的詳細資料可以參閱張佩芬教授的報告)。

## 2. 證照在不同領域之間所代表的意義是否一致

此次會議中我們也注意到教育改進並不侷限於工程與科技教育，事實上所有的教育領域都面臨著一樣的需要。目前各領域之間是獨立的在進行評鑑或是認證的工作，而領域之間似乎缺乏溝通，每一個領域的認證雖然在領域中代表了某種程度的品質，但是不同領域之間的認證並不一定代表一樣的品質意義。我們注意到波蘭的 Accreditation Boards of Technical Universities 已經注意到這個問題〔羅仁權校長、張佩芬教授〕，並且希望朝這個方向努力，由於領域之間存在極大的差異，這個問題可能需要長時間的研究討論。對我國來說，這個問題目前也比較沒有顯著的急迫性。

### (三) 各國證照在國際上的操作

美國的 ABET 與加拿大的 CEAB 基於兩個國家長久以來從文化與地緣關係的密切互動，從很早就發展出互相承認的認證。而國際間也藉由「華盛頓協定(Washington Accord)」發展出一個相互認證的機制，華盛頓協定提供世界各國認證組織建立本身公信力的一個管道，也是我國的認證制度可以很快的上軌道，在國內贏得公信力的努力目標。

但是由於這個組織是由幾個英語系國家(澳洲、紐西蘭、美國、加拿大、愛爾蘭、英國在加上香港和南非)所組成，其他語系國家進入這個組織眼看著遭遇了相當大的困難。而這個組織要求加入者必須先在自己國內建立公信力，才能得到許可，這和我國「中華工程教育學會」希望藉著加入華盛頓協定來建立組織公信力的希望也不盡一致。因此在我們努力加入「華盛頓協定」的同時應該也可以思考亞太地區的國家民族特性，檢

查促成亞太地區認證組織協定的可行性。

#### (四) 我國進入工程及科技教育認證時代

2002 年起我國正式進入 WTO，各行各業進入一個自由、公平的國際貿易環境，學術機構亦不能排除於外，競爭與衝擊應是我們及早準備與面對的。「中華工程教育學會」在教育部與國科會大力支持下成立大會，這個學會是由國內關心工程科技教育的人士所組成，在教育部協調進行籌備的工作，爭取到學界許多大學與技術學校校、院長的參與，此學會之成立獲得教育部、國科會與學界重視，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，作為對其工程科技教育改進的標竿。國內在工程及科技教育方面原本沒有類似的組織，近年來部份關心工程及科技教育人士開始對其相關的教育學程進行評量，藉以提升教育品質，但是這些努力仍屬於較零散的個別作業，缺乏統一的法則和整體性的作法。「中華工程教育學會」成立的目的是要在國內建立一個具公信力與客觀性，同時兼顧國內教育環境獨特性的工程及科技教育認證體制，作為國內工程及科技相關科系認證的平台。

目前國內有「中華工程教育學會」在從事類似 ABET 等工程教育認證的研究與推廣，但畢竟因為目前國內的教育改革重點不在這方面，所以進展不大，但今年行政院通過挑戰 2008 的重大行政計畫，其中的項目不乏重大工程，因此若能以此為切入點，鼓勵推廣工程科技教育認證，應不失為一個可行的方法。再者，當前國內的認證推廣機構對國外的接觸不多，應多多派員出國參訪，並嘗試親身參與其認證過程與組織，將實務經驗帶回國內。最後，當前國內的各領域的認證系統均有建立，但都是獨立作業，缺乏一個有制度的官方單位來統籌管理，若能讓各認證



系統彼此互相學習比較，相信應能建立一個類似高普考這類具有權威性的認證體系。

## 二、教育評鑑與認證

### (一) 世界工程教育評鑑與認證趨勢

工程教育評鑑在各國逐漸被視為強化工程教育品質適當的方法，而正在著手改善工科畢業生素質的發展中國家也視評鑑為建立當地科技基礎與達成全球市場經濟成長的不二法門。在許多國家和地區，新的評鑑體制正在籌備實行：在歐洲，部分是對歐洲聯盟 Bologna 宣言的回應；在墨西哥，部分是對北美洲自由貿易協定的回應；在約旦，部分是回應營利性質私立大學的激增。而工程教育改進計畫在美國也持續地進行，例如美國的工程和技術評鑑理事會(Accreditation Board for Engineering and Technology 以下簡稱 ABET)提出的新基準 EC 2000 便是以成果評鑑(outcome-based assessment)為根基。以下將描述目前各國工程教育評鑑與認證的主要趨勢。

工程教育評鑑在各國也逐漸被視為強化工程教育品質適當的方法，而正在著手改善工科畢業生素質的發展中國家也視評鑑為建立當地科技基礎與達成全球市場經濟成長的不二法門。在許多國家和地區，新的評鑑體制正在籌備實行：在歐洲，部分是對歐洲聯盟 Bologna 宣言的回應；在墨西哥，部分是對北美洲自由貿易協定的回應；在約旦，部分是回應營利性質私立大學的激增。而工程教育改進計畫在美國也持續地進行，例如美國的工程和技術評鑑理事會(Accreditation Board for Engineering and Technology 以下簡稱 ABET)提出的新基準 EC 2000 便是以成果評鑑(outcome-based assessment)為根基。以下將描述目前各國工程教育評鑑

與認證的主要趨勢。

## (二) 各國工程教育評鑑與認證之概況

### 1. 德國

德國—為因應 Bologna 宣言的壓力以及為使德國國內工程教育發展與歐盟當中的其它已發展國家齊頭並進，德國的大學正研發新型的學士加碩士工程教育體系。目前這些計畫正與傳統導向 Diplom-Ingenieur 的長期計畫平行進行，學生則可以自行選擇何種類型。為幫助這些計畫的發展，以及評鑑、認證它們的品質，德國成立一個「工程計畫與資訊評鑑機構(Accreditation Agency for Programs in Engineering and Computer Science) (簡稱 ASII)」。

### 2. 日本

長久以來，日本工科畢業生一旦被大公司雇用，即給予一系列職前或在職訓練，使其能貢獻所長，然後即享有雇主提供幾乎保證終生的工作和保障。曾幾何時，日本近年的泡沫經濟使得工作保障成為歷史，連帶也使得日本工科畢業生必須準備在全球化市場的趨勢下實行更自我導向的職業發展。緣此，「日本工程教育評鑑委員會(Japan Accreditation Board for Engineering Education)」成立，為日本高等教育機構提供一套工程教育計畫研發執行的品質保證。

### 3. 約旦

在許多發展中國家如約旦，公立大學的工程教育相關計畫並沒有足夠能力來培育想要從事熱門科技產業的大學生，而私立大學也因迎合市場需求而大量崛起，其品質開始受到質疑。故政府當局的 Council on Higher Education 採取兩項措施來面對這兩個挑戰：首先在一所新成立的公立大

學開始進行工程教育研究計畫，接著為私立大學在師生比例、實驗室設備與空間、圖書館等方面，訂定嚴格的評鑑系統，以確保私立大學的學位授與系統保持一定的水準。

#### 4.拉丁美洲

由於工程教育評鑑已在拉丁美洲國家開始發展 ABET 和加拿大工程評鑑委員會(Canadian Engineering Accreditation Board, CEAB)已在拉丁美洲舉辦研討會和訓練課程以幫助拉丁美洲國家發展工程評鑑系統。最近墨西哥的 Consejo de Acreditacion de la Ensenanza de la Ingenieria (CACEI)研發出的評鑑系統即是受北美洲自由貿易協定的激勵而產生的。接著 ABET、CEAB 和 CACEI 發表一項「西半球主動計畫(Western Hemisphere Initiative)」，目標在於進一步幫助拉丁美洲國家除了研發有效度的工程評鑑系統，並努力拓展美洲各國之間相互認證的交流。

#### 5.美國

自 1930 年代起，ABET 一直是美國工程教育品質保障的機制也是其它國家工程教育評鑑發展的楷模，至今儼然形成國際間主要的推動力。過去幾年，ABET 在評鑑基準上做了重大改變。它的「Engineering Criteria 2000」著重在受評機構鑑是否為系所及其課程內容設立可觀察的具體目標、以及展現受評鑑機構持續改進的成果。

自從 1996 年 11 月 2 日 ABET 的理事會認可新的 Engineering Criteria (EC 2000)，在 2001 年秋天正式實行，全美國的高等教育機構必須以不同的眼光來評估其大學工程教育持續改善的成效，其內容主要包含以下兩方面：

- (1)教育目標發展的計畫：由於畢業生的教育準備，將可描述他們職業生涯早期可期待的成就。教育目標通常是研究生離校投入就業市場三至五年後成就的期望。
- (2)對計畫成果的明確定義：為了明確訂定學生畢業時能被期待擁有的技術、知識和行為，需要相當的時間和努力，除了清晰地闡明計畫的教育目標和成果，還要研發適切的評鑑方法和工具，以及導入老師與學生對教學與學習成效的思想轉變。

## 6.澳洲

為確保學院研發及發布的計畫符合工業的需求，澳洲成立一個課程諮詢委員會(Course Advisory Committee，簡稱 CAC)。CAC 主要的角色是建議工學院重視業界對特定屬性畢業生的期望與需求。緣此，澳洲工程師協會(IEAust)指定被要求評鑑的工程教育機構必須培養 10 項專業屬性。這些屬性分布從運用基本科學知識和工程原理至從事終生學習的期望與能力。

其要求方式是：

- (1)教授的每項學習成果傳達出與項目相關的適當通用屬性。
- (2)各個課程的學習成果以清晰且有系統的方式重疊，以確保畢業時能傳達出具有整體感的屬性。

以上兩項都將受到嚴格檢閱，以確保 IEAust 認證的 10 項通用屬性均能達成。

隨著 West Sydney 大學重整的腳步，工程與工業設計學院已成功執行一套學術與行政體系。其執行學院組織重整方式與成果已受到認可，而

且學生回饋與 CAC 均給予正面評價。目前該校學生入學登記的數目正穩定上升中。

## 7. 匈牙利

這份報告提供匈牙利如何用評鑑來改善 University of Pecs 品質管理系統執行的概況。其所有有關品質改善的活動都由來自工學院的團隊主導。

品質管理系統執行的動機如下：

- (1) 根據匈牙利高等教育法，每所高等教育機構必須研發且執行品質管理系統。
- (2) 高等教育的標準和教育品質的保證是基於匈牙利評鑑委員會 (Hungarian Accreditation Committee) 的運作。每年都必須呈交一份品質報告至 Senate 大學。若沒有品質管理系統，這份報告的水準與公信力將受到質疑。
- (3) Pecs 大學的校務發展計畫 (The Institutional Development Plan) 也已納入品質管理系統的執行計畫。

品質管理系統的執行步驟如下：

- (1) 為每門課程培育種子審查員進行課程評鑑
- (2) 根據審查結果作自我評鑑
- (3) 研發教育品質程序的控管及品質手冊 (Quality Handbook) 的研究和籌備
- (4) 各學院依手冊付諸執行

初期遭遇的問題有：手冊使用的格式、課程的權限、品質瑕疵的順序

和排列、內部溝通和工作的和諧 (Pecs 大學共有 9 個學院和 110 個課程)，以及研究水準的控管。未來的任務包含：根據實施經驗修改手冊、蒐集來自學生、教師、研究生、與市場的需求、學生的教師評鑑、研究生滿意度評鑑、發展與夥伴間的溝通、領導權的掌握，和教師滿意度評鑑。

實行成果：Pecs 大學在匈牙利高等教育品質的領域逐漸扮演先驅的角色去年底在匈牙利教育部舉辦的發展品質管理系統的競賽中獲勝。去年並完成品質管理系統的執行及籌畫品質手冊。總共有 59 位教師取得審查員的執照。

## 8.波蘭

一份近期的問卷調查顯示，年輕的波蘭人比較喜歡就讀科技大學以得到真正的專業技能。由於近年學生人數從 1990 年的 400,000 人增加至現今的 1,800,000，以及私立大學如雨後春筍般的成立與發展，使得高等教育從菁英教育轉變為普及教育，使得教育水準低下的危機隨之浮現。引進一套通用的評鑑系統似乎是解決問題好方法，而成立評鑑委員會的目的在於：

- (1)提升教育品質
- (2)為狀況評鑑、教育方法以及研究課程創立清晰明確的程序，包括他國使用的系統，尤其是歐洲聯盟國家
- (3)設立有助於國內或國際交換學生的條件
- (4)提倡順應高品質標準的研究

波蘭的科技大學評鑑委員會 (Accreditation Boards of Technical

Universities)和課程評鑑委員會一同訂定下列評鑑項目：

- (1)大學任務
- (2)特定研究項目學術人員的資格與人數
- (3)教學程序的組織
  - a. 教育結構
  - b. 課程類別
  - c. 基礎課程需求
  - d. 課程進度
  - e. 研究的法規
  - f. 學年課程的組織架構
  - g. 課程/教學、教師研究成果和科學領域的連結
  - h. 課程進度和當代科學成就的連結
  - i. 學生的業界安置
  - j. 採用的教學方法
  - k. 榮譽制度
  - l. 學生
  - m. 教學設施
  - n. 研究的行政範圍
  - o. 教學品質保障系統
  - p. 國內以及國際合作
  - q. 研究工作的特性

當進行評估研究時，此獨立的評鑑委員會將考量與上述標準相關的質與量的各方面因素，並根據評鑑委員會的報告，許可對特定受評機構進行每 2 至 5 年的評鑑。他們也能延緩評鑑或甚至拒絕評鑑，直到受評機

構符合規定的條件。

儘管申請受評並不是義務，但是接受此項評鑑所帶來的正面效益與利益是相當可觀的。所以各大學都急於接受此評鑑委員會的鑑定，因而將聲望與排名向上提昇。

隨後，在 1997 年，Rectors of Polish 大學也成立學術評鑑委員會 (Academic Accreditive committee)。而在 2001 年初，Rectors of Technical 大學成立工業大學評鑑委員會 (Accreditive committee of Technical Universities)。接著包括經濟和其它學科的評鑑委員會也陸續成立。

這些被認可的教育品質評鑑的標準包含下列十項議題：

- (1)和學院有關的基本資料
- (2)和教師及研究原則有關資料
- (3)研究人員的資格與數量
- (4)教學過程的組織與流程
- (5)學生
- (6)教學方式的基礎
- (7)提供學生的行政服務
- (8)保障教育品質的系統
- (9)地方及國際合作
- (10)科學研究的特色

## 9. 西班牙

其過程可視為將評鑑從理論化為實際的案例。自 1992 年起，西班牙國內大學的品質便持續受到關切。國家大學品質評鑑計畫 II (II National



Plan for University Quality Assessment)的目標即是提升學院評鑑品質，於是創辦了國家品質評鑑及鑑定機構 (Quality Assessment & Accreditation National Agency)，由於缺乏先前的經驗與必須針對各項計畫的事實，導致評鑑方式的設計相當複雜，各項評鑑標準必須由專家們量身訂作。為確保評鑑過程進行適當，必須實施工程計畫評鑑先導研究計畫 (Accreditation Pilot Project of Engineering Programs)來測試評鑑方式及偵測可能遭遇的問題。

西班牙的品質評鑑程序和大部分歐盟國家的程序相似，包括內在評鑑(或自我評鑑)和外在外評鑑兩者。由各評鑑內容整理出一份報告，再由各評鑑項目作出總結報告，歸納出優缺點，和提出改善學院及過程本身的方法。受評鑑的項目是：研究計畫、系所，和大學服務。在某些情況下，類似的項目會同時接受評鑑。

在 2002 西班牙更進一步成立 La Agencia Nacional de Evaluacion de la calidad y Acreditacion- ANECA- (Spanish Agency for Quality Assessment and Accreditation)。其宗旨在於：

- (1)藉由評鑑和其它能導向認證和評鑑的過程，促成高等教育的評鑑與公開成效，以期能與目標程序與透明化過程一致。
- (2)增加大學系統的透明化和可匹配性，為對社會負責建立基準，以期能提升與保障大學品質。

本機構負責在五大主要知識領域執行評鑑計畫並創立國家評鑑委員會(National Accreditation Committee)，由國內外在各項研究或高等教育以及商業等各專業領域享譽盛名的人士組成。本委員會的功能在於使評

鑑過程合理化。2001年十一月開始進行，至今所有的基準已幾乎準備好進入測試階段。明年九月將率先進行先導計畫。預估兩年內將能完成第一波的評鑑工作。

### (三) 工程教育認證組織之國際協定

世界的領先群各國已致力研發評鑑系統，如 ABET(美國)、ASII(德國)、CTI(法國)、Engineering Council(英國)、Ordem dos Engenheiros(葡萄牙)、CACEI(墨西哥)、JABEE(日本)、CEAB(加拿大)。有一項已實行數十年的國際工程教育體系的協定是美國 ABET 和加拿大 CEAB 這兩個本質上相等的評鑑系統之間的工科畢業生建立完全對等評比的相互關係以及兩者間廣泛的交流。國際間還有一項更廣的相互認證協定：華盛頓協定(Washington Accord)，幾年前由幾個英語系國家研發：澳洲、紐西蘭、加拿大、美國、愛爾蘭，和英國。幾年前，香港和南非兩個國家也加入華盛頓協定，有幾個國家也在近期內提出申請。儘管這幾個國家的工程評鑑系統相異，華盛頓協定內國家的畢業生在其它各國進修和執照的申請也能受到平等對待。

### (四) 認證制度背後所推行的教育目標

目前各國所矚目的評鑑方法是 ABET 目前所採用的「Engineering Criteria 2000, EC2000」。EC2000 的精神是「基於受評鑑單位是否能為其課程內容設立可觀察的具體目標，以及該單位是否能夠展現持續改進的成果來評鑑該單位的表現」。基本上，它可以算是一個產出導向的評鑑方法。由於 EC2000 算是 WA 組織所共同認定的標準，因此這是我國目前需要積極努力達成的目標。

從另一方面來看，我們已經注意到香港的工程教育認證做得非常好，

它也是華盛頓協定的會員國，然而香港並沒有完全以 EC2000 的精神作為它認證的基準，僅是以部份的產出導向，仍然維持大半的傳統矩陣系統的評鑑方法。美國雖然是提倡 EC2000 的創始國，不過在老師們的心目中這套制度實施下去能夠維持多久卓實令人懷疑。最主要的懷疑是產出導向的衡量機制要求不斷改進的成果，而大部份的學校在受檢的時候為了達成一個說服力強的可觀察目標，經常都會設定一個相當高的考試通過率，或是學生通過課程的比例，這兩個指標長期執行下來都有它的問題，考試通過率是以全國所有同學的名次做評比，並不是以及格分數做評比，因此使用這個指標來不斷進步只會導致學校間的惡劣競爭與評鑑無法通過的窘境。以同學通過某各課程為依據更會造成老師調整課程的難易度來適應程度較低的同學的問題。教育是否在齊頭的平等或是要為國家培育精英，在教育政策制定單位顯然也需要做一些分別。

我國現在正處在這個認證制度制定之初期，此時的確是一個思考這個問題的時機，讓這些考慮可以在制度中反映出來，我們的認證制度才比較容易順利推行。

#### **(五) 教育認證員**

「中華工程教育學會」必須適時的舉辦認證員研討會，再認證工作開始的時候這些認證員就準備好了，可以實際到各單位去進行了解，協助各單位準備認證的資料，同時在時間期滿進行實際的認證作業。

#### **(六) 申請認證單位的工作**

「中華工程教育學會」也必須適時舉辦認證專題研討會，對申請認證單位進行說明，各單位應該遵循什麼樣的規定，有什麼要注意的地方，應該準備的資料有哪些？等等，讓申請單位有依據可循，使整個認證工

作順利。

### 三、美國工程技術教育評鑑理事會 (ABET) 之認證過程

認證單位的工作除了制定認證機制，還要考慮整個認證的過程如何執行，包括了誰來申請認證，誰來執行認證，申請認證的過程應有哪一些手續？這些過程在〔胡文聰〕教授的報告中有訪談美國 ABET program evaluator 之後對美國的認證程序的詳細紀錄（參附錄一）。

#### (一) 目前我國工程教育認證所遭遇的一些問題與克服之道

國際合作與認證是國內亟需參與的項目，目前看來，土木與機械學門比較有興趣，電機資訊學門的人因為畢業生國內、外出路都不錯且在國際上有一定的聲望與評價因此並不熱衷。不過長期來看，國內大專院校業已飽和，往國外招生恐怕是學校生存、成長的必要途徑。而國外招生，除非是國際公認一流的大學（台灣目前尚無），國際認證與國際合作是非常必要的。本次大會蘇育德教授在會中遇見一位馬來西亞的教授，跟他聊起一位去年本來答應來台灣後來卻轉到馬國任教的年輕學者，據他說，那位教授最近又轉任一家英國諾丁漢大學的馬國分校。國內大學若要在國外設分校，國際認證也是有必要的。國際合作除了簽署合作文件之外，實質的研究上的合作有賴個別教授的努力。

#### (二) 成立亞太地區的認證聯盟

教育部或許可以思考有無可能以 1999 年歐盟的波隆納宣言 (Bologna Declaration) 統一歐盟教育系統的精神，組成區域性 (臺、港、韓、日?) 教育聯盟，先從統一工程科系的課程、畢業要求等談起。

#### 四、重點科技教育改進計劃之心得

##### (一) 通訊與積體電路

領隊：國立暨南國際大學 張進福校長

參加人員：

通訊科技教改計畫：張進福、魏學文(暨大通訊)、李三良(台科大電子)、黃崇明(成大資工)、詹益仁(中央電機)、黃能富(清大資工)、蘇育德(交大電信)等計 7 人。

超大型積體電路教改計畫：張耀文(台大電子)、黃穎聰(雲科大電子)、侯建良(清大工管) 其中，詹教授與侯教授因臨時有事而不克前往，其論文由同事代為發表。

此次參加 ICEE2003 會議得以吸收參考其他國家之工程教育經驗，對我們推動通訊與 VLSI 教育有許多幫助。而從整個會議論文之發表主軸可以看出工程教育之改進必須配合電腦軟體之互動性及網路之資源整合才能發揮最大效果，因此 web-based 教育環境之建立可以說是本次工程教育會議之中心，而這也正是通訊教育改進計畫與 VLSI 計畫之推動重點。本次會議通訊與 VLSI 參與之 8 位老師，根據各組之推動重點選擇了許多 session 全程參與並紀錄了詳細的心得與建議，如附錄所示，茲將其中具體之心得與建議條列於下，除了可以供通訊與 VLSI 兩重點領域計畫之推動人員參考外，也可以提供為未來教育政策執行者之參考。

電腦、通訊與微電子領域進展極為快速，課程內容與流程時常兩、三年就要修訂一次，在課程設計上有許多課題值得討論。只是參與 ICEE

的電機資訊學界人士好像不多，無論是論文題目或與會人士似乎以機械相關科系居多。本人較有收穫的心得反而是在中場休息與同行交換意見時得到的。

國際合作與認證是國內亟需參與的項目，目前看來，土木與機械學門比較有興趣，電機資訊學門的人因為畢業生國內、外出路都不錯且在國際上有一定的聲望與評價因此並不熱衷。不過長期來看，國內大專院校業已飽和，往國外招生恐怕是學校生存、成長的必要途徑。而國外招生，除非是國際公認一流的大學(台灣目前尚無)，國際認證與國際合作是非常必要的。國內大學若要在國外設分校，國際認證也是有必要的。國際合作除了簽署合作文件之外，實質的研究上的合作有賴個別教授的努力，但教育部或許可以思考有無可能以 1999 年歐盟的波隆納宣言(Bologna Declaration)統一歐盟教育系統的精神，組成區域性(臺、港、韓、日?)教育聯盟，先從統一工程科系的課程、畢業要求等談起。

Web Lab 的 server 有使用人數的上限，即不能同時容納太多人上線。這也許是未來設計網路教學系統的教授們要解決的主要問題。

來自挪威的 Per Inge Norbech 報告其對在職工程師回校上課取得另一張 degree 的 program。他強調此 program 的要求，和一般普通生的要求一樣，並無降低品質要求。在數年的 evaluation 中，他發現職後生與一般學生的成績差異不大，但不及格學生的百分比中，職後生(3.8%)的表現優於一般學生(17.9%)，此 program 提供在職工程師回校攻取較高 degree 的機會。台灣的科技和技術學院應可以參考此 program。

基本上一成功的業界合作案除了要符合學校的教育目標與業界的期

望之外，完善的前置(與業界密切溝通合作形式及合作題目)以及後置計畫(結案報告及成果)呈現是相當重要的。其次是合作成果智財權歸屬的問題，應該在計畫初期即協商完成，避免往後無謂的紛爭。

國內從事 Web based 的課程似乎較少，主因為對一般教授而言，並不熟悉 Web 工具，在此次通訊教改中，我們將網路教材列為重點項目，感覺上要作得有效率，方能發揮效果，但此工作須發費較多心力。

### 1. 經援或技術援助外交

來自非洲的一位與會者大嘆，非洲和南美洲等第三世界的國家，教育經費佔國家 GDP 的比例太小，無法迎頭趕上先進國家，尤其是工程科技教育和網路建設。據悉非洲國家一般情況下，一個國家只有 1 到 12 個 class C 的 IP 位址！這個數目比一個成功大學的 IP 位址還少!!!此方面，台灣或許是一個可著力的地方。利用現有替代役的人才，派往非洲和中南美洲友邦國家，支援其工程科技教育的師資及協助其建立和維護網路環境。而在對其經援的經費中，撥出部份購買網路設備，協助其建立網路環境。而這此網路軟硬體設備必須向國內廠商購買。這種作法，一方面達成外交任務，二方面亦扶助國內電子資訊業，可謂雙贏的政策。

### 2. 虛擬大學

Antonio Hervas 談論 Virtual University，介紹在 UPV 的 implementation，以 Distant-learning 為平台，可應用於 Pre-University education, continuous educations, doctorate education 及 Grade education. Prof. Fogler 介紹 Asynchronous learning，利用 Web-based technologies 提供網路學習課程，並作了深入淺出的實例介紹，及如何進行的步驟和細節，這兩個 plenary talks 皆強調利用最新的 IT 及 multimedia 技術強

化 distant learning 的內容及效用。由此得到初步可應用在通訊教改計畫的構想，可在工作重點中加入二項工作。(I) Computer aided learning (Web based courses) (II) Web based remote laboratory。可 work out 執行方法，並列為後續工作重點。

國內在網路網路上的教學發展已有數年的經驗，部分學校也有豐富的執行成果，這方面應該可以多加強國際合作(包含課程及技術)及交流的規劃。Web laboratories 則是較新的發展方向，例用特別設計的實驗教學內容以及網路，進行網路線上模擬實驗，可以節省許多教學實驗設備及空間的建置，應該值得留意其未來發展趨勢。建議國內在工程教育的發展上應該多與國際合作、交流、以及接軌，尤其是線上教學及實驗方面，以提升國內在工程教育的整體競爭力。

International Conference on Engineering Education 似乎尚未成為工程教育領域的主流國際會議，建議除繼續保持我國在此會的影響力之餘，能將我國龐大的代表團分出部分人力參與美國科學與工程教育學會所主辦的年會，以與國際主流團體接軌，以提高我國在此領域的影響力。

## (二) 航太相關領域

參加人員與發表論文

苗君易	2003/7/24 Assessment of Student learning; 7/25 Coalition Between Industry and Academia Toward Enhancing Engineering Education and Research 2003/7/24 Project-based learning 2003/7/25 9:00-11:00 workshop: Coalition Between Industry and Academia Toward Enhancing Engineering Education and Research
蔡永利	2003/7/21 報到與註冊，無特殊主題 2003/7/23 Accreditation and Quality Assessment 2003/7/24 University—Industry Collaboration Programs 2003/7/24 International Cooperation and Student and Staff



	Exchange Programs 2003/7/25 New Learning Environments
陳良瑞	2003/7/22 Poster Section 2003/7/23 Sharing Online Laboratories and Their Components 2003/7/24 Education Robotics 2003/7/25 Advance in Control and Signal Process Education
劉傳聖	2003/7/22 Poster: The status and future development of the international cooperation in aviation technology education in Taiwan 2003/7/23 ABET'S Engineering Criteria 2000 : Our Efforts in a Nutshell 2003/7/24 Work Shop: Evaluating , Selecting , and Using Computer-Enhanced Learning Technology 2003/7/25 Advance in Control and Signal Process Education
溫昫哲	2003/7/22 Plenary 1: The future of engineering 2003/7/23 Parallel Area 3: Sharing Online Laboratories and Their Components 2003/7/24 Parallel Area 7: University-Industry Collaboration programs 2003/7/24 Parallel Area 13: New Learning Environment
呂宗行	2003/7/23 Area 3: Sharing Online Laboratories and Their Components
江達雲	2003/7/23 Distance Learning and Autonomous Self-Access Learning; 2003/7/24 Assessment of Student Learning; Accreditation and Quality Assessment
林君明	2003/7/25 Plenary 3 Progress Through Partnerships: Second Session
蔡國忠	2003/7/21 Poster 203/7/22 Asynchronous Learning ( AL ) E-learning Courseware as a Supplement to a circuits Course : Additional Results 2003/7/24 Evaluating , Selecting and Using Computer-enhanced Learning Technologies and Digital learning Material in Engineering Education PBL in electronic Engineering-A partnership aimed at the introduction of innovative teaching and learning method

## 1. Assessment of Student Learning

Georgia Institute of Technology 紡織工程學系(School of Textile and Fiber Engineering)的 Student Mentoring Program—該系邀請工業界人士

來擔任大學部學生的導師(mentor)，這些導師乃由系上挑選邀請，獲得首肯之後擔任，大部分的導師乃該系畢業之系友，在工業界表現傑出者。其當初設立該 program 的主要動機希望導師傳授其個人經驗，提供他個人的生涯規劃為借鏡，使得學生在該系完成學業後，未來在相關專長領域發展事業。目前他們已實施兩年，該系要求每一位 mentor 與指導學生(mentee)在 9 個月內至少作四次的面對面談話，其談話主題可無所不包，而 mentor 與 mentee 在加入這個 program 之初應先接受講習，以便了解此 program 的目的以及雙方的責任義務。至目前該系大約有 20 位學生以及工業界的 mentors 參加這個 program，結果發現這些學生的課業表現較其他學生好，且 mentors 的反應也大多非常的正面。必須說明的是這些 mentors 都是義務的，該系會有時請 mentors 聚餐，送些小禮物僅止於此。在會議中發表的兩篇文章分別在 7 月 24 日上午的 Assessment of Student learning 場次(paper no. 4667)以及在 7 月 25 日上午的 Workshop: Coalition Between Industry and Academia Toward Enhancing Engineering Education and Research (paper no. 4674)，筆者也特別在中場休息時間向負責這個 program 的 Professor Mary L. Reaff 請教相關細節以及她的經驗。Professor Reaff 目前是該系的副教授，她主持這個 program 是純義務性質，特別得到系主任的支持，目前系上每年提供 5000 美元經費，她表示未來希望能向工業界以及美國國科會(NSF)爭取更多的經費，讓更多的學生參加。另外，她也建議這個 program 一開始的時候最好不要超過 20 位學生，以方便初期管理與運作，且開始之際應多花時間關心每位 mentor 及 mentee 是否遭遇問題，待上軌道之後，可放心讓 mentor 自行主動安排會面交談。

### (三) 計畫導向學習

Project-based learning 為近年來工程教育發展的一個主要趨勢—近年來的工程教育重視學生的學習效果，美國 ABET2000 年的認證準則特別強調這個精神。為了使學生都能達到預期的學習效果，近年來的工程教育多強調專題實作教學。在此會議，7 月 24 日上午 Assessment of Student Learning 場次 (paper no. 5378) 論文題目 Project with a contract: evaluation without surprises 提出如何規範學生進行實作，使學生能依時程進行且能預期或評估學生的成果表現，7 月 24 日上午 Distance Learning and Autonomous Self-access Learning- e.g. Innovative Web-based Teaching Strategies and Tools 場次中的論文 (paper no. 5372) : Network Based Project Learning for Engineering Education，提出一套 Net Pro 軟體用來管理 project，使 project 的產出(deliverables)能如預期。另外，在 7 月 25 日中午的 Plenary Session，Professor Peter Lee 李友筠教授(Dean of College of Engineering，California Polytechnic State University)特別指出該學院強調 Project-based learning，在院內建立幾個研究中心執行研究計畫，這些計畫具有國際合作屬性，且得到產業界支持；由於這些研究計畫相當成功，近年來新生入學的品质顯著提升，今年該學院招收 800 位學生，但有 7000 位申請者，相較於數年前同樣的招生人數但申請者僅 3000 位。

教育部推動的製造領域科教教育改進計畫(包含精密機械、機電整合、及航太)鼓勵學生從事實作專題，乃與上述 Project-based learning 的國際趨勢吻合。在會議中聆聽相關論文及李院長提供 CalPoly 成功經驗有助於重視管理學生實作專題之成果表現，做好評審工作。以下做幾項建議：a.學生實作專題管理應可朝向電腦化，一方面可使用國外軟體如會

議上所提供之 Net Pro，或者可自行開發軟體，由於國內學生實作專題的數量明顯地逐年增加，因此自行開發軟體具有經濟效益。b. Project-based learning 常與業界合作實施，例如實作题目的構想可能來自於業界，學生為了實作，可能到業界實習，另外，實作所需的經費可能部分得到業界的支助。換言之，工程教育改進計畫所強調的產學合作，正可幫助學生實作的實施。c. Project-based learning 強調問題如何解決，學生從解決實際問題過程，獲得經驗，然而，實際問題通常是整合性的，正是學習系統工程的好機會，因此，在學生實作之初，應予以強調系統工程觀念，團隊合作對執行專案的重要性，以及做好計畫管理的工作。d.如前節提到的微微衛星實作課程可嘗試加入 mentoring program，在此再次指出 Project-based learning 可與上述的 mentoring program 結合，以便學生在進行實作過程，能安排導師予以指導，關於這個構想是否可行，有賴於系上行政支援以及主持實作老師的想法了。

#### 1. Coalition Between Industry and Academia Toward Enhancing Engineering Education and Research

學生創業計畫比賽-挪威教授 Professor Fjølrm G. Hauge (øsfold College of Engineering Norway)，對培養學生創業發展新產品構想相當有興趣，他在 7 月 25 日上午的 workshop: Coalition Between Industry and Academia Toward Enhancing Engineering Education and Research 場次有兩篇報告 (paper no. 5535 與 5512)，第一篇文章是關於如何鼓勵學生創新思維開發新產品，在去年挪威全國所舉辦的創業盃(Venture Cup)比賽，他指導該校提出 25 項參賽計畫(全國收件計 161 項計畫)，而且有一位入選為全國 10 名優勝之中，他進一步提供該校參賽學生的統計資料，該校有 4000 位學生，經他的大力鼓勵與宣導有 40 位學生參加，其中學工程者佔 16

位，學經濟者有 18 位，換言之，這兩類學生佔大多數；根據 Professor Hauge 所述，參與計畫必須是 business plan，以創新構想為主要訴求，未必已付諸實行，不過，Professor Hauge 指出有兩個計畫在參賽之後已獲得產業界的青睞，洽談實際投資事宜。第二篇文章乃敘述該校在 2000 年成立創新育成中心，其背景原因是該校得自於政府預算愈來愈少，促使教授投資成立公司自募財源，名為 sfold Innovation Ltd.，當初由 20 位教授發起，每位教授投資 10 萬元合資，更特別的是這些資金大部分 (75%) 用於僱學生與青年人，目前有 17 至 30 位學生參與公司營運，這些公司與校外的業界公司均有直接的聯繫。

由 Professor Hauge 的描述可體會他“絕處逢生”的心境，在挪威大環境不佳的情況下，他以自力救濟的精神鼓勵學生參加創業計畫競賽，以及參加該校創新育成中心設立公司。聆聽他的論文發表以及心境轉折，不禁想到國內的工程教育環境絕對比他面臨的情況好多了，希望我們也能在逆境中發展創新思維。

## 五、其餘與研討會參訪相關心得

### (一) 製商整合計畫相關課程之教學與教材製作之參考：

發展 Web 化教學與實習環境，使學生可以遠端取得相關教學資源。利用 Simulation、Visualization 技術，增加學生理解相關教學內容之重點。建構跨國、跨校之 Collaboration 環境，促成教學資源與經驗共享。利用 Rule-Based、Knowledge-Based、Modulization 等精神，建構與可客製化、再利用之教材。利用共通性之標準(XML-Based)，建構教材內容，使教材表達標準化，並利於交換。教材建置應以 User-Oriented(即學生)與 Problem-Oriented 為依歸，並對於各項教學改進時時藉由學生回饋進行

成果評估，並進而再改進。

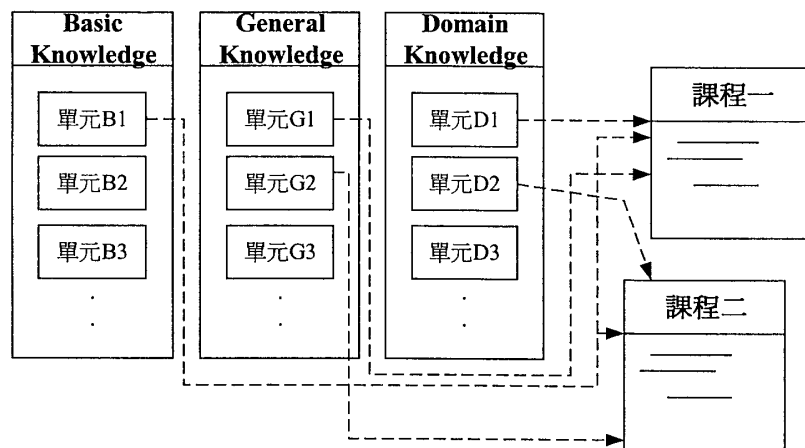
發展 Web 化教學與實習環境，使學生可以遠端取得相關教學資源。以各校目前製商整合計畫之執行趨勢而言，發展 Web 化之教學支援環境已為各校具備之重點功能；對於學生可以遠端取得相關教學資源之目標達成率較高。然就線上教學與實習而言，則仍有落差。目前雖有部分課程採用錄影技術(如清大)，然其非同步式教學、且尚未將錄影結果實施 Web 上線，取得性仍受限制。另有部分學校採用即時化線上轉播研討會實況(如中正大學)，然亦未充分落實於教學。故「遠距教學」之落實，實為製商整合計畫參與學校可再強化之重點課題；除了視訊技術之應用外，亦可多發展與課程教學相關之雛形系統(如利用專題、期末報告的方式，逐年接棒方式強化之)，提供學生更具親和性之實習環境。

利用 Simulation、Visualization，增加學生理解相關教學內容之重點。由於其他工程學門之實驗課程與量化課程較多，較易以 Simulation、Visualization 等觀念進行教材、實驗方式之改善；即透過相關參數之調整，以視覺方式呈現其影響性。以商務、管理之相關教學而言，可著重於針對具有流程關係、組合關係、單元關係、架構關係、地域關係之題材進行教材內容可視化之設計，以增進學生理解之能力。

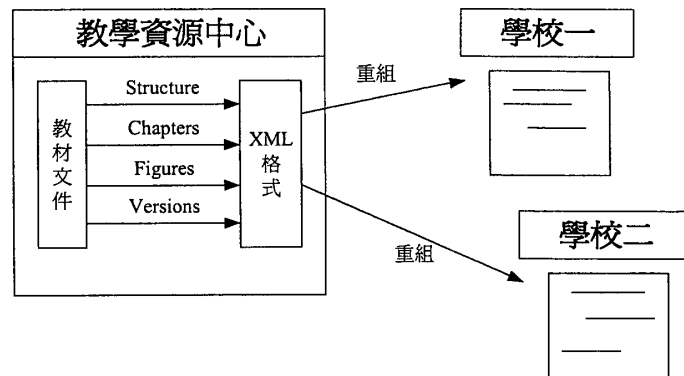
建構跨國、跨校之 Collaboration 環境，促成教學資源與經驗共享。以清大為例，為有效整合各校資源，使不同地域之學校不受空間限制仍能有效合作，乃積極發展 e 化之 Collaboration 環境，包含建置視訊整合、知識管理環境與 Call Center 服務中心等功能，都為積極推動跨校 Collaboration 的具體作法，各校可參考之。然藉由此次會議，可知其他推動跨校 Collaboration 之技術，如多方視訊等，可作為各校推動更高效

能合作之參考。

利用 Rule-Based、Knowledge-Based、Modulization 等精神，建構與可客製化、再利用之教材。各校之製商整合計畫教材製作固然已採多校教師依專長分工合作的方式進行，然僅限定於一門課程採用模組化之概念完成。然許多製商課程間有高度相關性，如 SCM、EC 與物流管理之部分章節即有高度相關。故各校教材之編纂若能更就全面性課程進行規劃，釐清不同課程的共同主題(Basic Knowledge、General Knowledge)、相異主題(Domain Knowledge)。共同主題部分可重複再利用、整合，不但可以避免重複規劃、設計之浪費，教材內容之一致性亦可提升。此概念可以下圖表示，當中課程一與課程二即共用單元 B1。



利用共通性之標準(XML-Based)，建構教材內容，使教材表達標準化，並利於交換。各製商整合計畫之資源中心可建立以共通性之標準建置之教材分享平台，各級學校可配合學校特性(如技職與非技職體系)與需求重組教材，形成對不同學校皆具高度適用性之教材。此概念可以下圖表示：



教材建置應以 User-Oriented(即學生)與 Problem-Oriented 為依歸，並對於各項教學改進時時藉由學生回饋進行成果評估，並進而再改進。目前各校製商整合計畫之相關教學改進作法，並未充分建置評量改進成效之量化指標(除了修習學程人數、教案/教材/研討會數量等指標外)或實際就學生之回饋進行調查。更具實效之改進計畫應每年進行問卷調查與評量，由學生充分回饋對於改進作法之看法與建議，再參考此些建議做成修正；且上述作法並需每年持續進行，使教學改進方向與學生之學習需求密切符合。另外可建置學生線上學習路徑追蹤之功能，以監控教學環境之使用成效，並作為教學改進績效評估與精進之參考依據。

## (二) 產學聯盟 CMT(Center of Motores Termicos) 簡介：

王安邦、李世光教授、鄭正元教授及洪哲文教授參觀 CMT 工廠是著眼於其發展產學聯盟有成，以及 CMT 的成長力及其相關研究機構。此中心約近百的產學聯盟中，55%為本地，其餘 45%，橫跨歐盟數國；自 1979 年創立至今，已以 CMT 為連結中心，縱向聯合五大部門 (DMMT, CIT-OTRI, ITMM, CAT, CITEV)，為一具有大學研究力的企業化研究機構。其經驗無論在於產學合作，或國際合作上，均可供我國產學研合作模式之學習。



CMT 所締結產學研聯盟結構中，包括：

OPVI (Public Organization for Research of Valencia)，

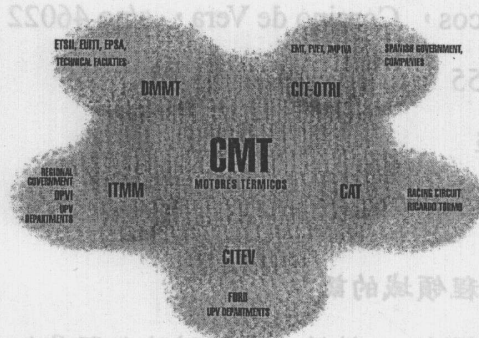
CAT (Technological Support Center)，

CITEV (Center of Research for Vehicles Technology)，

而以 CMT 一中間機構可協調聯盟中各部門關係，又有助於這些單位間緊密實質的聯盟關係，由中心扮演協調、資源整合的角色。

由線而面的產學聯盟：

上述三機構與 CMT 的關聯模式，不僅為技術發展與研究，更擴大成為聯盟網絡，以 CITEV 為例，此研究機構中的數個科系，均接受來自西班牙福特公司的研究計畫經費支持，透過此機構，CMT 可間接與西班牙福特公司合作發展，此聯盟亦由線擴充為面，成為流通的網絡。(如下圖示)

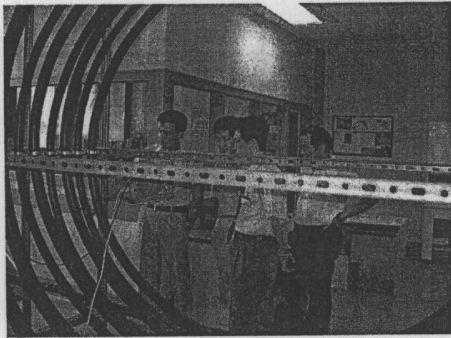


橫跨歐盟的國際合作：

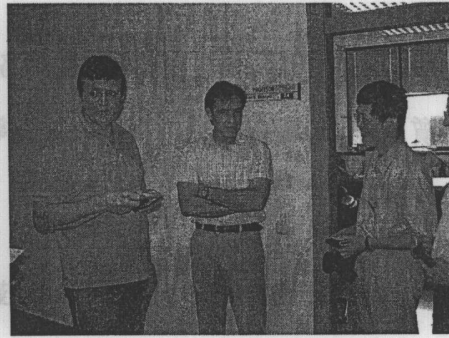
在歐盟整合歐洲各國成為經濟共同體的同時，CMT 透過上述由線而面的產學研聯盟，擴大進行國際合作、透過人才派遣相互交流，跨越西班牙疆界而歐盟化，甚至全球化。

培養國際化人才：

國際網絡健全有助於計畫性培養國際化人才，從 CMT 人才跨越國界流動的組成結構，可見其國際化傾向，無論在輸入與輸出方面，均與歐盟他國合作密切，應為我國應積極學習之處。



The CMT researchers show Prof. Lee and Prof. Wang the research facilities of CMT.



Discussion with F. Payri.

聯絡：Prof. F. Payri， Director of CMT R+D+T activires， Valencia， Spain.

CMT-Motores Termicos， Comino de Vera， s/no 46022 Valencia， Spain，

Tel: (+34) 963 877 655 Fax: (+34) 963 877 659

[jbenajes@mot.upv.es](mailto:jbenajes@mot.upv.es)

<http://www.cmt.upv.es>

### (三) 社會大眾對工程領域的認知

NJIT 的 Siobhan Gibbons 教授，她探討的主題是如何吸引高中生走入工程行列，他們曾經對 New Jersey 地區的高中進行一系列的問卷調查，希望從高中生、家長、和教師的角度，來了解他們對工程師的看法，並由此得出一些有效的手段，以鼓勵優秀的學生加入工程的行列。從幾家高等中學 counselor 的調查中，他們得到許多非常有用的結論，其中最有趣的是大家對工程的看法，諸如：工程師是有創造性的，從事工程是 boring 的，會選擇工程的人大都是高中生中的 nerds 等等，不一而足。

在 Gibbons 教授的報告中，一個重要的課題是如何吸引女學生，目前 New Jersey 地區女生佔工程學生的總數 11%，一直停留在此一水準，無法繼續提升，其原因有待進一步探討。以台大工學院而言，我們目前女學生的比例應該較此為高，估計應在 13% 以上。

#### (四) 全球化思考下的在地行動

以美國 Cal Poly 的經驗來看，依靠政府之經費無法成為全球一流大學，務必要能夠經費自給自足。德國目前正積極進行工程教育之修改，希望能夠完全學習美國，但有許多學者建議其技職訓練有其特定之優點，因此應尋求其特定之優點與推動辦法。目前之教學絕對不能與研究分開，如何訓練、如何於學校進行研發中心之設立均是應該要考慮之重點。

綜合以上國際經驗，為提升國際競爭力，中華工程教育(IEET, Institute of Engineering Education, Taiwan)脫離草創初期後，應朝向自籌經費發展。在發展教學法方面，則應關切「如何將研究成果變成教學材料」及「各校 Best Practice」應該是 IEET 之重要 Sessions，藉由所有人合作及經驗分享方可以迅速推動。與會同仁亦提出我國參與人員應該加強登錄於 iNEER ([www.ineer.org](http://www.ineer.org))，以加強我國於此一領域之可見度。

## 肆、建議

在此次 ICEE'03 會議中，國內所派出的各個不同工程領域之教授學者們，不但積極參與各項分組研討，並充分把握這難得的機會，與世界各地的學者交換學術研究心得以及意見討論，現將諸位教授學者之各項建議，綜合成六個主要方向並詳細敘述如下：

### 一、對中華工程教育學會發展以及工程教育認證推動之建議

評鑑制度有助於提供與教育體系有關資訊給社會大眾，並取得社會大眾的信任。反之，各大學若能藉由評鑑對社會需求作出適當回應，不僅能助長教育體系與社會的互動，並能提倡本身「重品質的文化」與持續的進步。對一個國家邁向國際化而言，評鑑是與國際工程教育接軌有效的機制。當兩個或多個國家的工程教育體系培育出相似程度的畢業生，相互認證的國際協定能提供跨國界畢業生相互認證的根基，強化工程師在全球市場中的機動性。目前國內有「中華工程教育學會」在從事類似 ABET 等工程教育認證的研究與推廣，在此次會議相關討論與參訪過程中，對於該學會之未來發展以及國內之工程教育認證推廣有以下建議：

- (一) 國內的教育改革重點不在工程教育之認證與推廣，所以進展不大，但今年行政院通過挑戰 2008 的重大行政計畫，其中的項目不乏重大工程，因此若能以此為切入點，鼓勵推廣工程科技教育認證，應不失為一個可行的方法。
- (二) 當前國內的認證推廣機構對國外的接觸不多，應多派員出國參訪，並嘗試親身參與其認證過程與組織，將實務經驗帶回國內。同時亦

應選派專人參加國外舉辦之評審員與稽核員訓練以取得相關認證。

- (三) 國內在考試院轄下，再加上民間單位引進國外的認證制度，各領域常常已有某種形式的認證系統，但都是獨立作業。建議能讓各認證系統彼此互相學習比較，或可考慮建立一個對內類似高普考，對外可得到認同的認證體系。
- (四) 為提升國際競爭力，中華工程教育（IEET, Institute of Engineering Education, Taiwan）脫離草創初期後，應朝向自籌經費發展。
- (五) 在發展教學法方面，IEET 應有重要委員會關切「如何將研究成果變成教學材料」及「各校 Best Practice」，藉由所有人合作及經驗分享方可以迅速推動。
- (六) 工程教育認證工作會在平日的教學管理業務中，平添很多的事情，衝擊現有的教學生態。且額外的付出，在目前看不到該有的成就認同，如何讓全體認同其存在的價值，長期的肯定及付出是當務之急。反映到國內學術界，即是要在大環境作一通盤改革，才能促成工程教育認證之推廣。
- (七) 建請教育部擬定相關政策，積極進行政策性之宣導。並將國際工程教育認證的推動，結合教育部核予各校獎補助款，增減調整所系科班，特色專案計畫等政策考量，以促進各校執行的意願與績效。或可選定第一批有意參與之學校與系所，選派老師與職員參與有關訓練。
- (八) 基礎科學與工程教育整合已是國內外工學院下一改進目標，由於牽

涉更基礎精深之現代物理、化學、生物等基礎課程與工學院新領域之應用課程，初期整合可能造成學生程度不足者負擔過重，故建議由國內排名較前之國立大學工學院先試行改革，並利用此改革時機，同時建立國際工程教育認證體系。

## 二、對於加強國際合作交流之建議

- (一) 明年期盼能參加捷克首辦之 ICEER 以及在美國 Florida 舉辦之 ICEE'04，除了增加與國際工程教育學者的互動外，並藉機會觀摩以對為未來接辦 ICEER'05 作好萬全的準備。
- (二) International Conference on Engineering Education 似乎尚未成為工程教育領域的主流國際會議，建議除繼續保持我國在此會的影響力之餘，並能將我國龐大的代表團分出部分人力參與美國科學與工程教育學會所主辦的年會，以與國際主流團體接軌，提高我國在此領域的影響力。同時建議我國參與人員應該加強登錄於 iNEER ([www.ineer.org](http://www.ineer.org))，以加強我國於此一領域之可見度。
- (三) 建構跨國、跨校之 Collaboration 環境，促成教學資源與經驗共享，使教學經驗與資源獲得最大之效能。以清大為例，為有效整合各校資源，使不同地域之學校不受空間限制仍能有效合作，乃積極發展 e 化之 Collaboration 環境，包含建置視訊整合、知識管理環境與 Call Center 服務中心等功能，都為積極推動跨校 Collaboration 的具體作法，各校可參考之。然藉由此次會議，可知其他推動跨校 Collaboration 之技術，如多方視訊等，可作為各校推動更高效能合作之參考。

(四) 國際合作與認證是國內亟需參與的項目，長期來看，國內大專院校業已飽和，往國外招生恐怕是學校生存、成長的必要途徑。而國外招生，除非是國際公認一流的大學(台灣目前尚無)，國際認證與國際合作是非常必要的。教育部或許可以思考有無可能以 1999 年歐盟的波隆納宣言 (Bologna Declaration) 統一歐盟教育系統的精神，組成區域性 (臺、港、韓、日?) 教育聯盟，先從統一工程科系的課程、畢業要求等談起。

(五) 可利用現有替代役的人才，派往非洲和中南美洲友邦國家，支援其工程科技教育的師資及協助其建立和維護網路環境。而在對其經援的經費中，撥出部份購買網路設備，協助其建立網路環境。而這此網路軟硬體設備必須向國內廠商購買。這種作法，一方面達成外交任務，二方面亦扶助國內電子資訊業，可謂雙贏的政策。

### 三、對於國內教育發展相關建議

(一) 為促進我國教育與國際接軌，並加速提昇大學校院的教學與學習環境，建議理、工領域的研究生以英文撰寫畢業論文，國科會研究計畫期中、期末報告以英文撰寫繳交，鼓勵學校部分專業科目以英文教學。

(二) 利用 Rule-Based、Knowledge-Based、Modulization 等精神，建構與可客製化、再利用之教材。

(三) 利用共通性之標準(XML-Based)，建構教材內容，使教材表達標準化，並利於交換。

(四) 教材建置應以 User-Oriented (即學生) 與 Problem-Oriented 為依歸，並對於各項教學改進時時藉由學生回饋進行成果評估，並進而再改進。

(五) 可建置學生線上學習路徑追蹤之功能，以監控教學環境之使用成效，並作為教學改進績效評估與精進之參考依據。

#### 四、對於國內產學合作之建議

此次會議中挪威(Norway)的 Siursnes 教授針對「新學習環境 (New Learning Environments)」的問題，提出「Teacher—Students—Industry : Inspired by Reality」之論文，該文說明挪威的 Osford University 結合教師、學生與產業界發展出「新學習環境」的模式。其目標在於：(1)學校的課程設計與教學能符合產業需求，(2)創造具有吸引力的學習環境以增進學生的學習動機，(3)促進學校與鄰近產業的產學合作。為達成以上目標，其執行方式包括教師需定期且經常前往業界夥伴公司進行訪問、交流與研討，而學生於大一被安排至夥伴公司接受公司人員的指導與訓練，學生可獲得專業知識，瞭解產業特性，促進學習動機以及規劃高年級時修課與學習的主軸；此外亦能培養學生團隊運作、溝通與協調、成本與行銷等能力。此一產學合作模式頗值國內學習，在聽取相關研討報告後，對於國內產學合作之發展，有以下心得建議：

(一) 建議相關的產學合作構想可在教育部航太科技教育改進計畫中嘗試，例如目前正在執行的微微衛星實作課程，可徵詢邀請有經驗的專家擔任 mentor 指導學生，相信有助於學生的學習。另外，也建議在國內大學教育可推行類似的 program，提供管道讓校友與學生直



接互動，相信可激勵學生學習的興趣。不過，必須指出推動這樣的 program 很重要的是必須做好 mentor 與 mentee 之間的橋樑工作，使得兩方之間的問題能即時解決，也必須時時關心雙方的相處情形，這些工作相信是非常需要時間與人力的。

- (二) 目前，航太科技教育改進計畫推動辦公室，苗君易主任結合產、官學界所開授的遠距教學課程，包括民航機概論班、微微衛星、微微衛星暑期實作及學生實作專題競賽等項目的特色以及成效，若與國外比較皆不惶多讓，建議教育部能續予經費補助，以免中斷。
- (三) 學生實作專題管理應可朝向電腦化，一方面可使用國外軟體如會議上所提供之 Net Pro，或者可自行開發軟體，由於國內學生實作專題的數量明顯地逐年增加，因此自行開發軟體具有經濟效益。
- (四) Project-based learning 常與業界合作實施，例如實作题目的構想可能來自於業界，學生為了實作，可能到業界實習，另外，實作所需的經費可能部分得到業界的支助。換言之，工程教育改進計畫所強調的產學合作，正可幫助學生實作的實施。
- (五) Project-based learning 強調問題如何解決，學生從解決實際問題過程，獲得經驗，然而，實際問題通常是整合性的，正是學習系統工程的好機會。因此，在學生實作之初，應予以強調系統工程觀念，團隊合作對執行專案的重要性，以及做好計畫管理的工作。
- (六) 成功的業界合作案除了要符合學校的教育目標與業界的期望之外，完善的前置(與業界密切溝通合作形式及合作題目)以及後置計畫(結案報告及成果呈現)是相當重要的。其次是合作成果智財權歸

屬的問題，應該在計畫初期即協商完成，避免往後無謂的紛爭。

(七) 來自挪威的 Per Inge Norbech 報告其對在職工程師回校上課取得另一張 degree 的 program。他強調此 program 的要求，和一般普通生的要求一樣，並無降低品質要求。在數年的 evaluation 中，他發現職後生與一般學生的成績差異不大，但被當掉的百分比中，職後生(3.8%)的表現優於一般學生(17.9%)，此 program 提供在職工程師回校攻取較高 degree 的機會。台灣的科技和技術學院應可以參考此 program。

## 五、對於網路線上教學與實驗之建議

ICEE2003 工程教育研討會中，有許多讓人驚喜的國際認證與工程教育改進的優良實例。對於以往工程教育教材、器材與設備上的限制，目前有許多部份已經能透過網路取得替代的教學資源。透過個人電腦執行，能夠有效的協助教學內容，並且增進學生學習意願，教學成效大幅改善，這是讓人出乎意料的。其實教育部最近大力推動的「教學改進」計畫，即有類似這種資源共享精神。然而，這種動態教學程式，所費的精力甚多，除須要表達教育內容外，還要綜合美學、創意與動畫趣味。在未來的推動過程中，有下列建議：

(一) 目前我們所建立之網路教學實驗室，應鼓勵使其具有互動式教學功能。換言之，即是發展 Web 化教學與實習環境，使學生可以遠端取得相關教學資源。並應考慮與國外大學進行合作，建立虛擬實驗室之可行性。

(二) 國內在網路網路上的教學發展已有數年的經驗，部分學校也有豐富

的執行成果，這方面應該可以多加強國際合作(包含課程及技術)及交流的規劃。Web laboratories 則是較新的發展方向，例用特別設計的實驗教學內容以及網路，進行網路線上模擬實驗，可以節省許多教學實驗設備及空間的建置，應該值得留意其未來發展趨勢。建議國內在工程教育的發展上應該多與國際合作、交流、以及接軌，尤其是線上教學及實驗方面，以提升國內在工程教育的整體競爭力。遠端網路實驗的設置能有效降低實驗室空間、成本及增進上課的便利性。在此次會議中有許多已經實際運作或已建置完成的遠端網路實驗，被提出來一起經驗分享。其中有一篇 “Traditional Laboratory Exercises and Remote Experiments in Electrical Engineering Education” 中提到，其利用開關矩陣(Switch Matrix)來模擬電路線之連接與否，使得電路實驗也能透過遠端網路實驗來進行。此構想可以利用在飛機電力電子實驗中。

- (三) 隨著科技的進步，教學方法與教具也隨之改變，從與此發展相關之論文發表的國家可發現，其大部份為先進國家，如美國、德國、法國、日本等等。所以此種 Educational Robotics 值得台灣教育工作者留意並研習。
- (四) 國內從事 Web based 的課程似乎較少，主因為對一般教授而言，並不熟悉 Web 工具，在此次通訊教改中，我們將網路教材列為重點項目，感覺上要作得有效率，方能發揮效果，但此工作須發費較多心力。此外，Web Lab 的 server 有使用人數的上限，即不能同時容納太多人上線。這也許是未來設計網路教學系統的教授們要解決的主要問題。

(五) Antonio Hervas 談論 Virtual University，介紹在 UPV 的 implementation，以 Distant-learning 為平台，可應用於 Pre-University education，continuous educations，doctorate education 及 Grade education。Prof. Fogler 介紹 Asynchronous learning, 利用 Web-based technologies 提供網路學習課程，並作了深入淺出的實例介紹，及如何進行的步驟和細節。以上這兩個 plenary talks 皆強調利用最新的 IT 及 multimedia 技術強化 distant learning 的內容及效用。由此得到初步可應用在通訊教改計畫的構想，可在工作重點中加入二項工作。(I) Computer aided learning (Web based courses) (II) Web based remote laboratory。再 work out 執行方法，並列為後續工作重點。

(六) 以各校目前製商整合計畫之執行趨勢而言，發展 Web 化之教學支援環境已為各校具備之重點功能；對於學生可以遠端取得相關教學資源之目標達成率較高。然就線上教學與實習而言，則仍有落差。目前雖有部分課程採用錄影技術(如清大)，然其非同步式教學、且尚未將錄影結果實施 Web 上線，取得性仍受限制。另有部分學校採用即時化線上轉播研討會實況(如中正大學)，然亦未充分落實於教學。故「遠距教學」之落實，實為製商整合計畫參與學校可再強化之重點課題；除了視訊技術之應用外，亦可多發展與課程教學相關之雛形系統(如利用專題、期末報告的方式，逐年接棒方式強化之)，提供學生更具親和性之實習環境。

(七) 利用 Simulation、Visualization，增加學生理解相關教學內容之重點。由於其他工程學門之實驗課程與量化課程較多，較易以 Simulation、Visualization 等觀念進行教材、實驗方式之改善；即透過相關參數之調整，以視覺方式呈現其影響性。以商務、管理之相

關教學而言，可著重於針對具有流程關係、組合關係、單元關係、架構關係、地域關係之題材進行教材內容可視化之設計，以增進學生理解之能力。

## 六、參觀 Center of Motores Termicos (CMT) 之相關建議

以教育部顧問室之光機電教學資源中心為例，該中心計畫原本即設定有「策略聯盟」、「國際化人才培養」等目標，現今以 CMT 為鏡有以下建議：

### (一) 推動策略聯盟與產業發展

該中心未來更可吸取 CMT 實際經驗，活化夥伴學校與產學關係，透過夥伴學校的媒介，擴大產學合作層面，建構由線而面的產學研聯盟網絡，使三者資源可相互流通與分享，對業界技術之引進及共同合作關係皆有更大的發展空間。

### (二) 國際產學研聯盟之實質建立

透過 ICEE 等國際研討會拜訪如 CMT 等單位，有助於吸取經驗建立國際產學聯盟，但仍需更強而有力的建立實質關係，則有待於更加強的官方或產業、學界間三者相互互動關係與交流，而國際聯盟之建立，有助於技術交流與國際化人才培養，可視為為基礎環境建設，應持續推動。

### (三) 教育資源整合

透過聯盟中夥伴學校與業界之關係，或由一中間機構(如資源中心)作為媒介中心，可主動出面以加強學校與業界之關係。中心諮議委員亦將扮演指導、建議、牽線或甚至提供系統平台的角色，使學界、

業界資源互想，且業界之最新發展可回流至學界，補充光機電領域人才最新資訊。

#### (四) 國際化人才培養

CMT 透過合作夥伴學校，間接建立與國外產業關係，成為一國際網絡，足以為我國效法。結合其他各夥伴學校舉行多項短期人才培訓，或人才派遣，包括國外專家學者來台演講、研討會，透過這些方式培養光機電領域的新血，更進一步的對已在職場上的工程師、技職教師再教育，務使我國產業人員可隨國際腳步提昇技術能力與競爭力。

## 伍、參考網站

[www.ieet.org.tw](http://www.ieet.org.tw)

[www.ineer.org](http://www.ineer.org)

[www.abet.org](http://www.abet.org)

[www.abet.uprm.com](http://www.abet.uprm.com)

[www.jabee.org](http://www.jabee.org)

[ceng-web.calpoly.edu](http://ceng-web.calpoly.edu)

[www.grow.orizona.edu](http://www.grow.orizona.edu)

[www.needs.org/engineering](http://www.needs.org/engineering)

[www.worldexpertise.com](http://www.worldexpertise.com)

[www.automaint.hamk.fi](http://www.automaint.hamk.fi)

[www.ece.uprm.edu/cmng](http://www.ece.uprm.edu/cmng)

[www.ethz.ch](http://www.ethz.ch)

[www.epfl.ch](http://www.epfl.ch)

## 附錄一：美國工程技術教育評鑑理事會(ABET)之認證過程

### 1. Qualification of an evaluator

For faculty , one must be a full professor

Attended the two-day EC2000 evaluator workshop

Observed one on-site accreditation

Actively participate in accreditation

Note: Professors want to be evaluator because this will help them in their career. Industry folks do not want to be evaluator because this is extra loading , thus usually there are more professors than industry folks in the review process.

### 2. Terms of evaluator participation

Voluntary basis

For on-site accreditation visit , gets pay for airfare and hotel only

### 3. Involvement of professional societies

One professional society is chosen by ABET for each engineering discipline (e.g. ASME for mechanical , AIAA for aeronautical , etc.)

Societies keep a list of qualified evaluators from both academia and industry

Some societies has a committee who oversees this process

When called upon from ABET for review on a program , the society provides a list of evaluators

### 4. Participation of a program desiring accreditation

Acquires a knowledge of EC2000 AC requirements

- study the requirement of EC2000
- attend workshop run by Rose ? College (every April) on how to prepare for Criteria a-k



- can (somehow) consult a person (e.g. ABET examiner) in the EC2000 review procedure

- Key: know the requirement of outcome assessment

Discuss among faculty on how to modify program to meet EC2000 requirements (meetings and/or retreat , attend ABET faculty improvement workshop)

Implement the change for at least one semester

Option: when all documents are prepared , can request a “Mock Visit” in which a examiner would come and comment on the likelihood of acquiring accreditation and what changes are necessary

Implement changes

Option: request another Mock Visit

Apply for on-site visit

#### 5. Choice of evaluators

Program under review can have a say on the evaluators

ABET obtains a list of evaluators from the relevant society and provide to the program under review

program under review can say who is a definitely NOT welcomed

The final decision of the choice rests with ABET

#### 6. The review team

comprise of a Chair , a member of ABET Engineering Accreditation Commission (EAC) , and qualified evaluators. (If there is more than one program to be reviewed on-site , can also perform a review with only 1 examiner per program. However , if there is only one program for on-site review , then must have 2 evaluators.)

performs an on-site visit (usually 2 days)

Note: the Chair is one who has been an examiner a few times (JABEE:

- more than once)
7. On-site visit (usually 2 days in the Fall term)
- The evaluators and the Chair visit the campus
  - The evaluators focus on the program and the Chair focuses on the Department and University level (talk to the Dean , the University president)
  - At the end of the visit , perform an “exit interview” where the Chair let the institution know the strength , weakness , and deficiencies , if applicable.
  - Note: any deficiency would likely render no accreditation.
8. Decision process
- the review chair writes to the program under review (before March 1)
  - Rebuttal letter by the program due in one month
  - In July , EAC members meet and vote on the final decision of whether or not to accredit the program
9. Technology program accreditation
- Under Technology Accreditation Commission (TAC)
  - All procedures similar for some modified criteria a-k

這一部份的訪談主要是與 Dr. Swami Karunamoorthy , Professor of Mechanical and Aerospace Engineering , Parks College of Engineering and Aviation , Saint Louis University (served as associate Dean of College of Engineering for four years) 訪談的結果。

## 附錄二：大會紀實

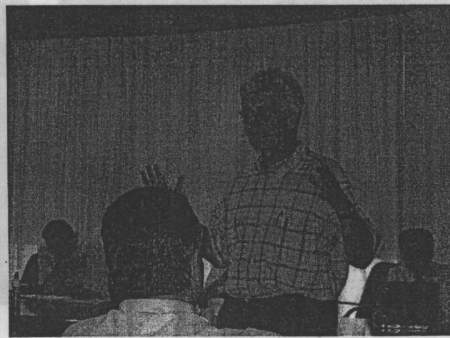
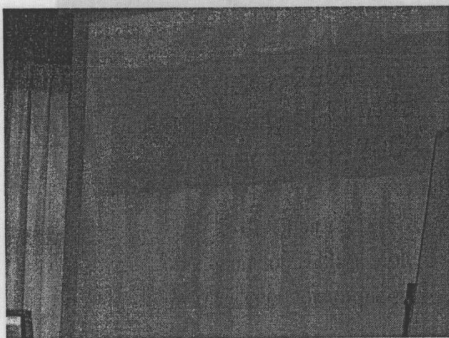
### 1. 委員會與訓練課程 (7/21/03)

Joint ICEE-ISC and iNEER-ISC Meeting , Monday , July 21 , 2003

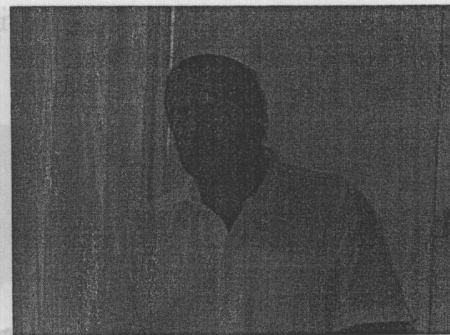
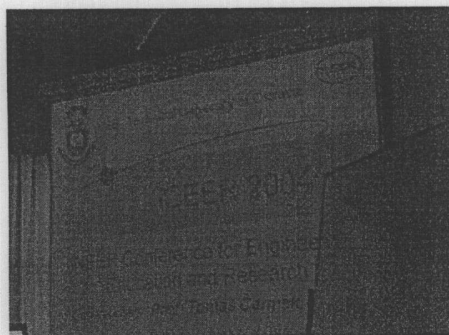
9 AM – 12 Noon

Chair: Vaclav Roubicek

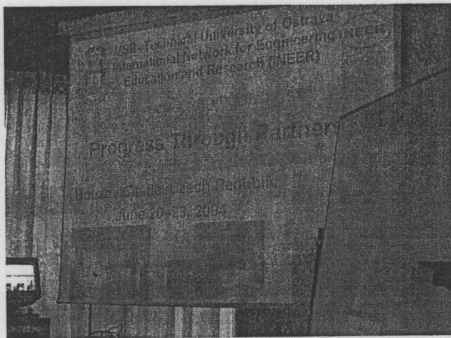
#### (1) iNEER and ICEE Joint Board Meeting



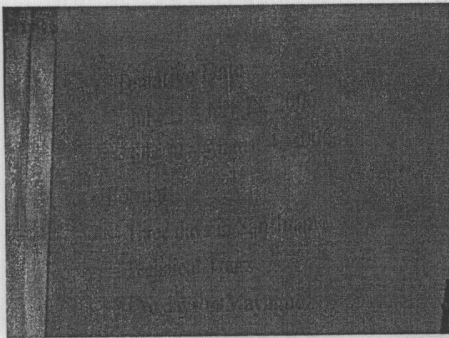
Presentations on ICEE 2004 (upper left) Tim Anderson (upper right) of University of Florida , USA.



Presentations on ICEE 2004 (upper left) Tomas Cermak (upper right)



Presentations on iNEER 2004 (upper left) (upper right)



(a)

(b)

Presentations on ICEE 2006 (a) by R. E. Vasquez-Espinosa of Puerto Rico

(b) Blueprints for Effective Partnering

(2) Workshop for effective patterning (workshop manual enclosed) .



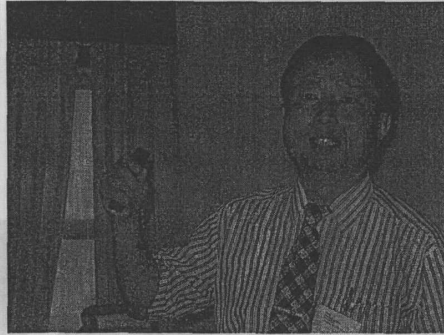
Sue Bray (upper left) and Kim Scalzo (upper right)

(3) Rensselaer Polytechnic Institute

由於美國 RPI 在選擇其作對象時，擁有一個完整之程序及方案，因此大會選擇他們來進行說明與介紹，同時由於其與墨西哥 TEC de Monterrey, Mexico 這個學校之合作成果良好，因此這一個 workshop 利用 RPI 及 TEC de Monterrey, Mexico 之合作過程來進行討論及報告。



(a)



(b)

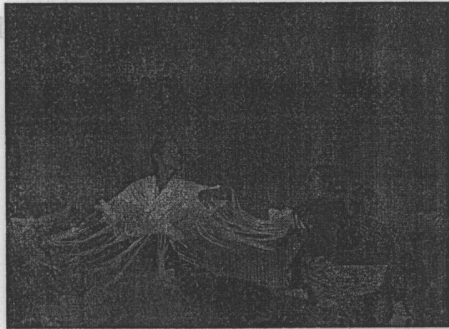


(c)

Panelist: Sandra Orrtiz (upper (a)), TEC de Monterrey, Mexico  
Shan-Hwei Ou (upper (b)), National Cheng Kung University  
Lueny Morell (upper (c)), University Relations, HP Labs,  
Hewlett-Packard Company, Highway 110 North, Km 5.1, Bldg. 2, P.O.  
Box 4048, Aguadilla, PR 00605-4048, [www.hp.com](http://www.hp.com) Tel: (787)  
819-7418, Fax: (787) 805-5442, Cellular: (787) 370-0031,

[lueny.morel@hp.com](mailto:lueny.morel@hp.com) ( would like to build up connection (on nanotechnology education with Taiwan)

(4) Cultural event of the first day



## 2. 討論惠普公司大學事務與我國奈米教育



(a)

(b)

Discussions of 李世光教授 (upper (a) right) with Lueny Morell (upper (a) left), University Relations, HP Labs, Hewlett-Packard Company, Highway 110 North, Km 5.1, Bldg. 2, P.O. Box 4048, Aguadilla, PR 00605-4048, [www.hp.com](http://www.hp.com) Tel: (787) 819-7418, Fax: (787) 805-5442, Cellular: (787) 370-0031, [lueny.morel@hp.com](mailto:lueny.morel@hp.com) (would like to build up connection on nanotechnology education with Taiwan, ideas include sending representatives from different nations to come to Taiwan to discuss/learn Taiwan's nanotechnology K-12 education approach or send Taiwan's representatives to other nations for presentations and collaborations missions)

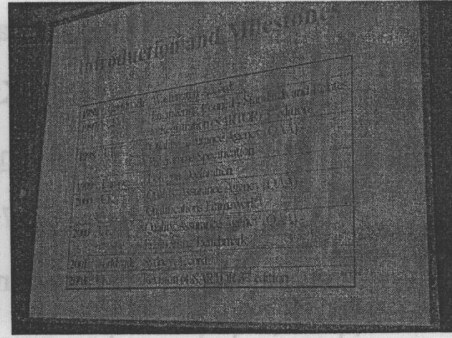
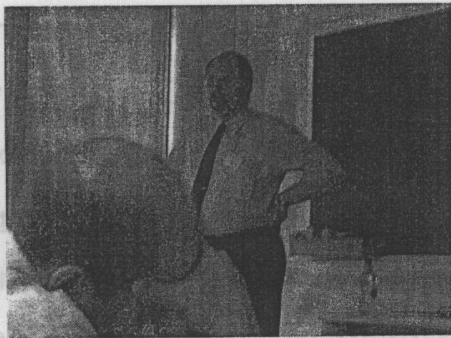
## 3. Cultural event of the second day





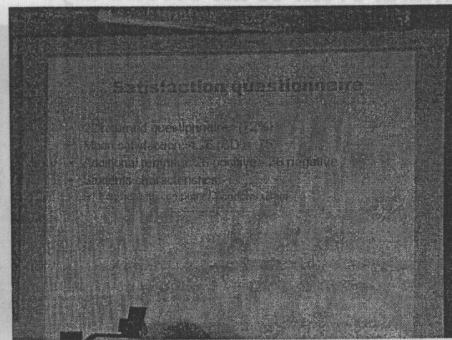
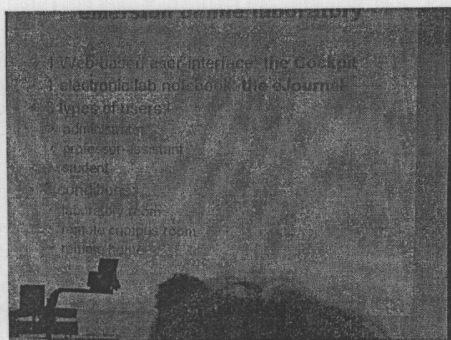
Added photos for parallel sessions (7/23/03)

4. Convergence of International Higher Education Program. Implementing the Bologna Declaration (7/23/03)



Presentations on Implementing the Bologna in Germany: Friction and Reality by Prof. Dr. Michael Hoffman (University of Ulm, Dept. of Microwave Techniques, Germany)

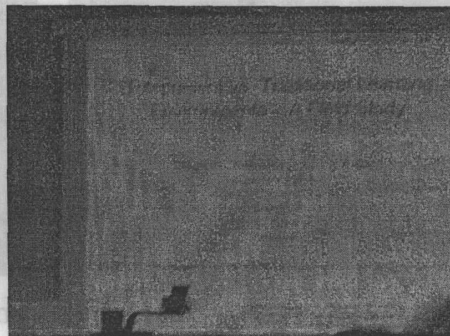
5. Sharing Online Laboratories and Their Components (7/23/03)



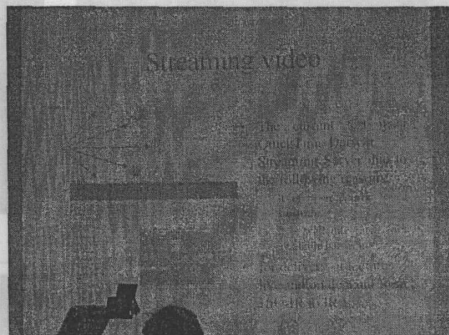
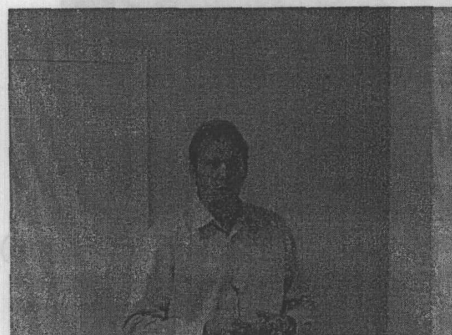
Presentations on Evaluation of a Web-based Training Environment for Hands-on Experimentation by Prof. Denis Gillet (University of Ulm, Dept.



of Microwave Techniques , Switzerland )

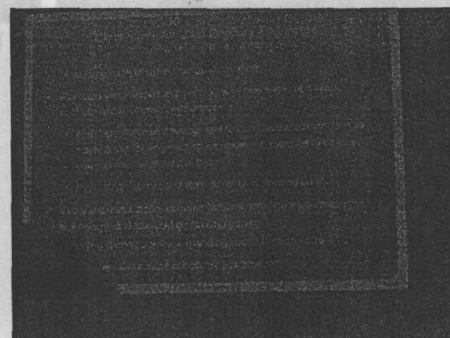
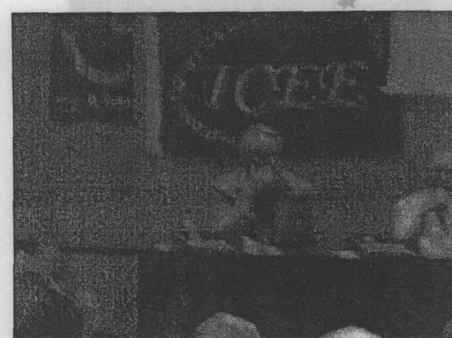


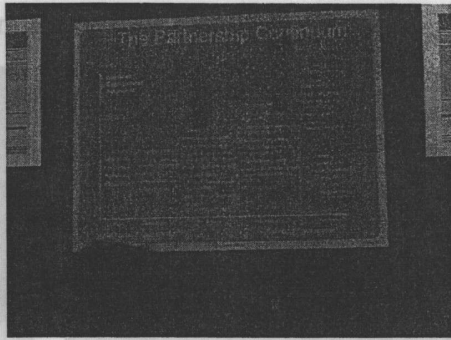
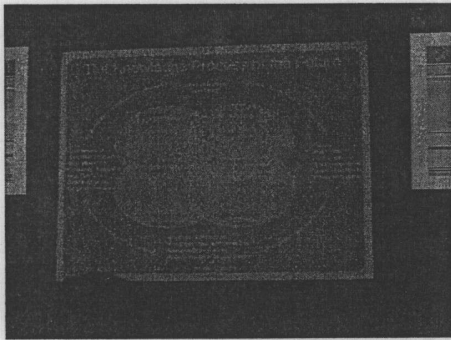
Presentations on Telepresent vs.Traditional Learning Environments: A Field Study by Prof. Tuttas Joerg ( University of Ulm , Dept. of Microwave Techniques , Germany )



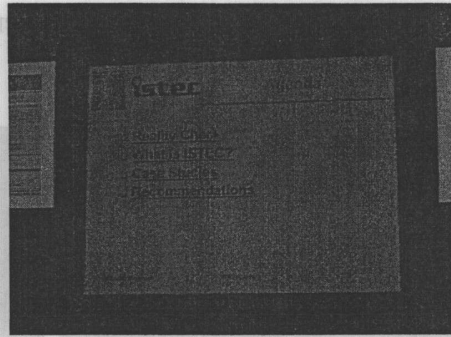
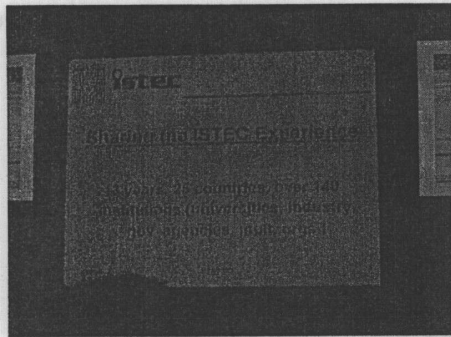
Presentations on The Need of Stability and Reliability: An Analysis for On-line Tests of Picture-Phone Solutions for Remote Scales by Prof. Gunnar Anderson , Oestfold University College , Norway )

6. Progress through partnership ( 7/23/03 )

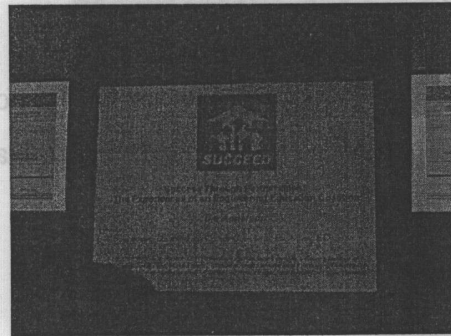




Presentations on HP perspective on continuum education by Wayne Johnson  
(Executive Director , University Relations , HP Lab.)

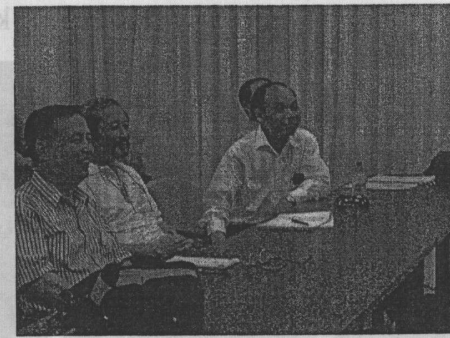
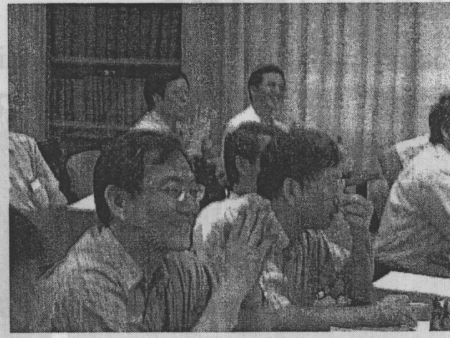


Presentations on by Ramiro Jordan (University of New Mexico , USA)

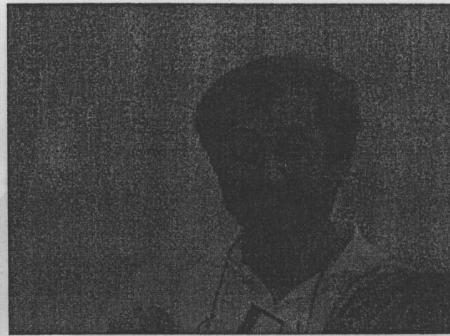
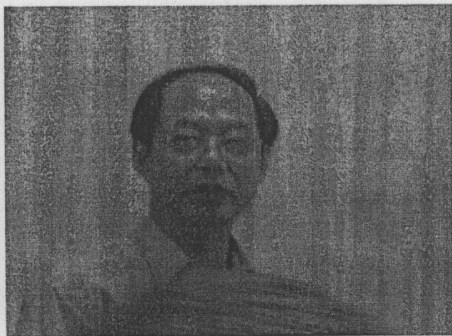


Presentations on by Tim Anderson (University of Florida , USA)

7. 會外會



Dr. Paula Trench of Athlone Institute of Technology, Ireland (middle of

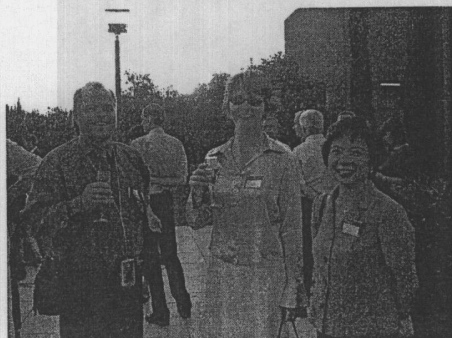


參與人員眾多、發言踴躍

### 8. Banquet in Gala Restaurant of the third day

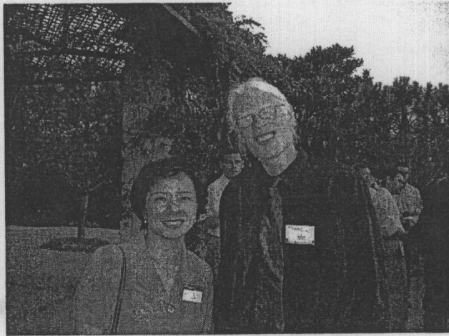


Dr. Tibor Kukai and his wife Kornelia Kukai (left 1st and 2nd of upper right; Assistant Professor, Vice-Dean, Head of Civil Engineering Institute, University of PECS, Pollack Mihaly Faculty of Engineering, Hungary, Tel: (+36) (72) 211-968, Fax: (+36) (72) 214-682, Cell: (+36) (30) 9568-273, kukai@witch.pmmf.hu)



Dr. Paula Trench of Athlone Institute of Technology, Ireland (middle of

upper left; sole representative of Ireland)



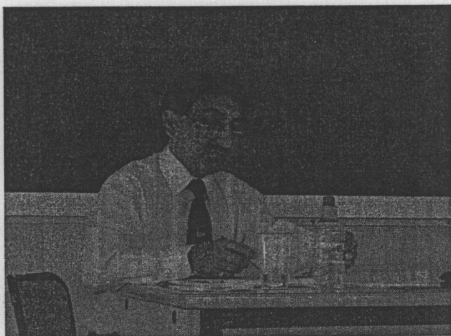
Dr. Forde Eika Sandnes (right 1st of upper right; Associate Professor, Faculty of Engineering, Computer Science Programme, Oslo University College, Norway, Tel: (+47) 22 45 32 00/32 49, Fax: (+47) 22 45 32 05, Frode-Eika.Sandnes@iu.hio.no)



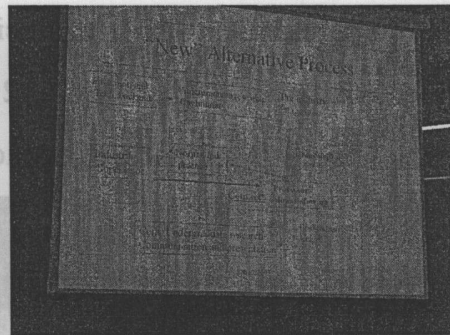
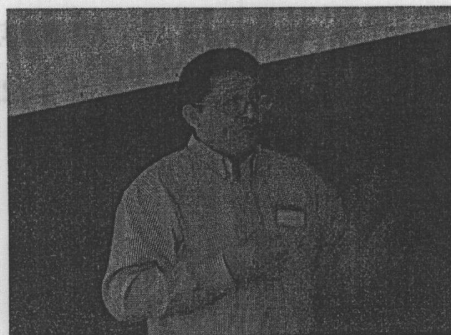
Dr. Wayne Johnson (upper left, Executive Director, University Relations, HP Labs.)

#### 9. 研討會分組討論之情形 (7/24/03)

Area 7: University-Industry Collaboration Program – e.g. Short/Modular Courses for Industry and Professional Development (7/24/03)

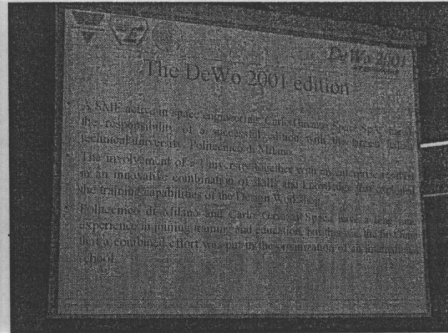
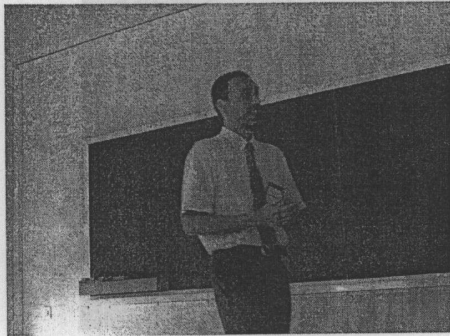


This session is chaired by Prof. Gurmohan Kochhar (The University of the West Indies, Trinidad and Tobago)



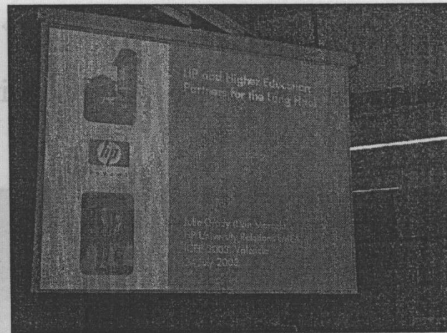
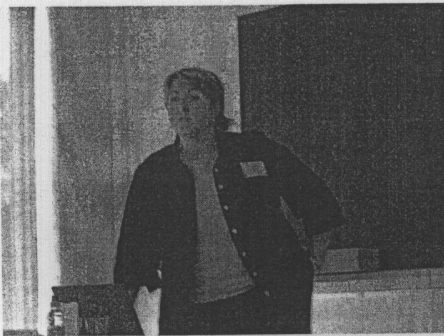
Presentations on Reflections on the Combination of Undergraduate Research and Industrial Practice as an Approach to University to Industry Relationships by Prof. Rogelio Palomera-Garcia (University of Puerto Rico at Mayaguez, USA)

這個報告認為大學部之研究工作期重點乃是學生，並不是要求學校利用此一計畫來進行高深研究。”Give the scheme a try. Nothing to loose, only to win.” 乃是此一計畫用來邀請工業界參與之說辭。



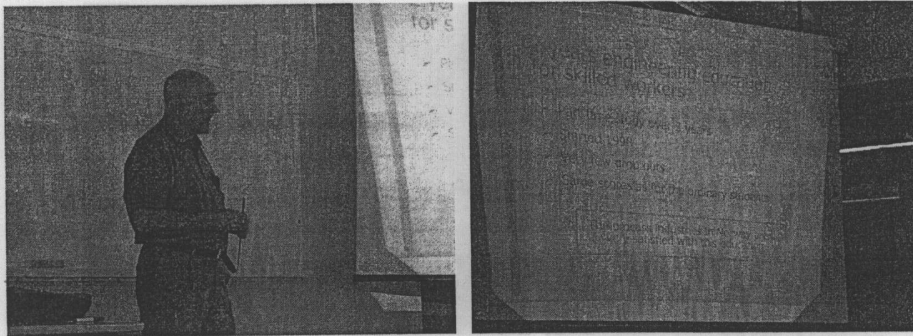
Presentations on A Space Engineering Summer School for European Students: Training on a Real Space Project by Prof. Amalia Ecoli Finzi (Italy)

這個暑期計畫在義大利米蘭舉辦，邀請歐盟各國之學生來參與，由於在暑假舉行，學生及參與之工程師需要放棄暑假，學校花約 15 萬歐元來推動此一計畫，當地之媒體亦參與此一計畫來增加其可見度。



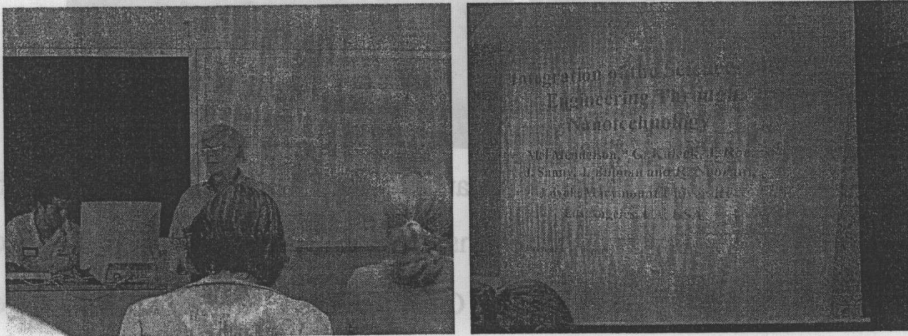
Presentations on HP and Higher Education – Partners for the long Haul by Ms. Julie Grady (University Relations Program Manager, HP, Filtron Road, Stoke Gifford, Bldg. 1, ms G2, Bristol B534 8QZ, UK, Tel: (+44) (0) 117 312 9602, Fax: (+44) (0) 117 312 9429, [Julie.grady@hp.com](mailto:Julie.grady@hp.com), <http://www.hp.com>)

HP 公司之學校合作目前均整合為一個單位，整個計畫之長期目標乃是能夠使 HP 對於學校之投資可取得最佳之成效。



Presentations on From Skilled Worker to an Engineer by Mr. Per Inge Norbech (Federation of Norwegian Process Industries (PIL), Norway)  
 本講演討論挪威從 1988 年開始對在職且未有學士學位之工程師所進行之兩年工程學位訓練，此一學位不是工程學士學位（正常挪威工學士學位須有 181 學分，此一訓練僅提供 120 學分），其成果發現通過此一訓練後，工業界可有較好且較穩定之員工。將來此一計畫將開始把數學加入課程中，以求能使工程師具有終身學習之能力。

Area 14: Integration of Basic Sciences in Engineering (7/24/03)



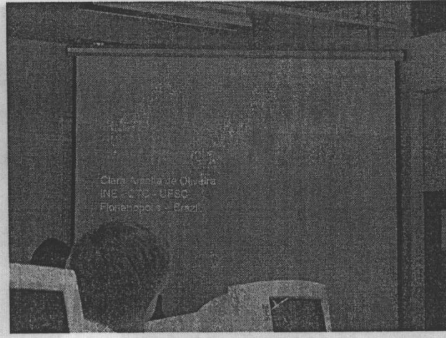
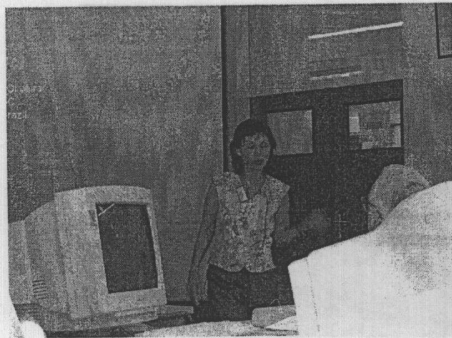
Presentations on Integration of the Basic Sciences and Engineering through nanotechnology by Prof. Mel Mendelson (Materials background, Layola Marymount University, USA)

此一講演討論該校將如何於 2004 年進行大二之奈米科技課程，此一課程由材料領域之教授為核心及各領域間之介面，而嘗試由化學、物理、

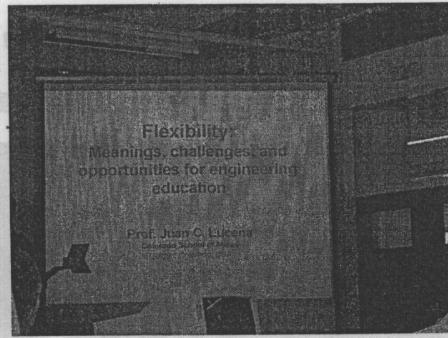
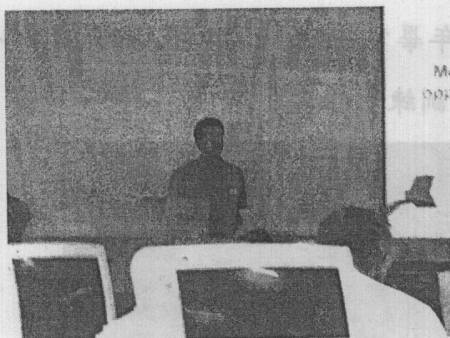


工程領域之教授來進行其餘領域之教學，此一課程將整合工程、奈米科技、及倫理。

Area 6: Technology and Society: Engineering Education in the Age of Digital Technology and Globalization (7/24/03)



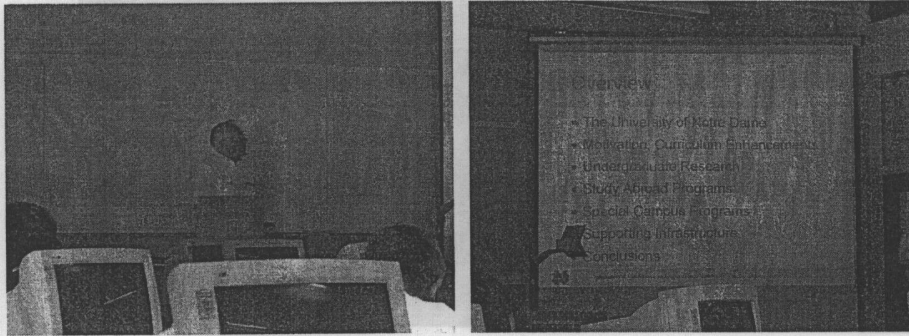
Presentations on Directions and Challenges in Engineering Education under Complex Approach towards Knowledge Society by Prof. Clara Amelia de Oliveira (Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC, Florianópolis, Brazil)



Presentations on Flexibility: Meanings, Challenges and Opportunities for Engineering Education by Prof. Juan Lucena ( [jlucena@mines.edu](mailto:jlucena@mines.edu); Colorado School of Mines, Golden, Colorado, USA)

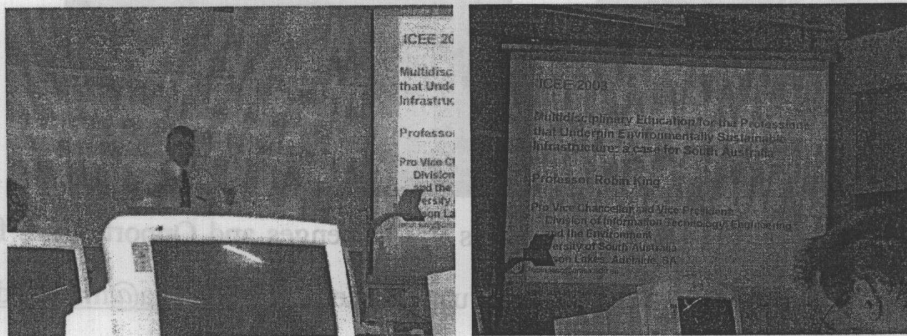
重要之想法”...We need human resources that will be flexible enough in terms of their training so that if they don't quite match what is at that time the need for their skills, they can be retooled very quickly”，目前美國工程

教育討論 Flexibility 之議題，可在 Engineering Coalitions 之網站上找到。所有教師應該每隔一段時間進行教學方法與成效之評估與分析，其主要原因乃是由於學生每隔一段時間就會因為成長環境不同而有所改變，除此之外，目前有許多工具可供教師選擇。



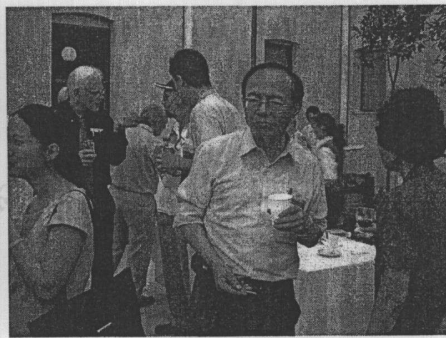
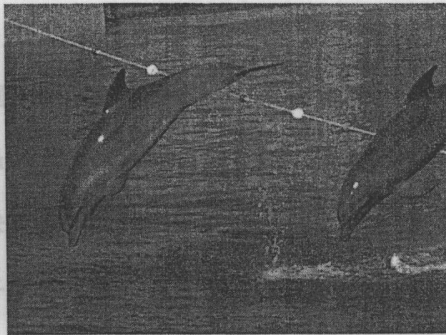
Presentations on Broadening the Engineering Curriculum and Infrastructure by Prof. Eugene Henry (Computer Science & Engineering, University of Notre Dame, Tel: (219) 631 6408, [ewh@cse.nd.edu](mailto:ewh@cse.nd.edu), USA)

Notre Dame 過去多年來均推動各種國際學習之途徑，並設有多個全球各地之中心來讓學生花暑假、半年（四年畢業）、或一年（五年畢業），在國外學習，以求能夠增廣學生在工程訓練之廣度。



Presentations on Multidisciplinary Education for the Professions that Underpin Environmentally Sustainable Infrastructure in a Modern Regional Economy: the case of South Australia by Prof. Robin King (Australia)

10. Cultural Visit to "L'Oceanografic" & "Museu de les Ciencies Principe Felipe" and Visit "Museo Fallero , " Valencia



### 附錄三：光機電資源中心拜訪德國

為落實國際研究交流並建立未來更寬廣的交流通道，王安邦教授於 ICEE2003 結束後，飛往德國與接受國科會 PPP 補助的三名學生會合，分別於一週內參觀四個單位，希望由此能打開學生國際視野，建立國際交流的種子，同時此次出訪亦已與各知名實驗室建立實質互動，未來將訂定交流實驗室合作計畫，進行人才之輸出與輸入，提昇我國科技人才國際化。

#### 1. 拜訪柏林法蘭微電子研究所

IZM (Fraunhofer Institut Zuverlässigkeit und Mikrointegration) 主要從事電子封裝及微電子電路整合，目前主要的計畫有以幾項：

矽晶圓封裝計畫

RF 無線計畫

3-D 系統整合計畫

Photonic packaging program

IZM 在德國柏林市郊的分部，在此分部主要是作研究工作部分。

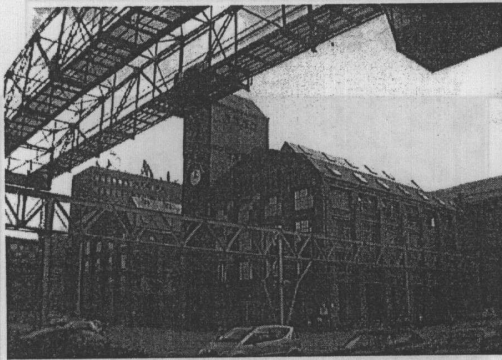
與 IZM 國際交流內容簡報：

Erik Jung 講解固態錫球與基材之間的擴散潛變現象，雖然溫度未達錫球熔點，擴散潛變亦會嚴重影響焊點結構。

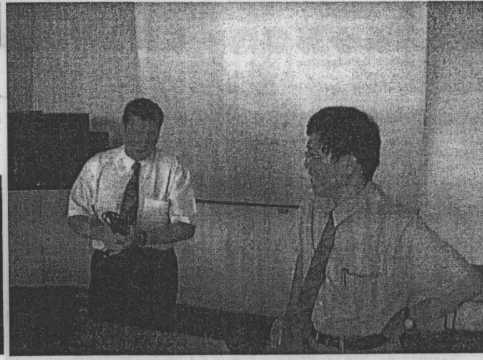
講解設備用途以及在研發過程中所扮演的角色。

IZM 的研究方向簡介—3D 系統整合(3D System Integration)，其想法是將電子電路 3D 化並微小化，通稱為電子穀粒(E-Grain)。

與 IZM 人員交流討論



IZM 在德國柏林市郊的分部



Deputy Director 介紹 IZM 運作



電子穀粒 (E-Grain) 藝術作品

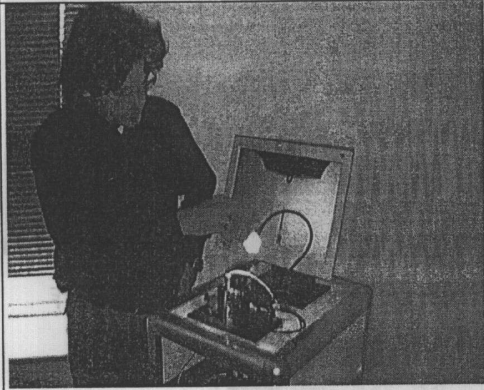
## 2. 拜訪 Microdrop 於漢堡

與 Microdrop 國際交流內容簡報：

由 Microdrop 人員 (Beate Poulson 經理及 Bjorn Fisher) 解說微液滴產生器與觀測系統。

就微液滴系統設計應用及未來合作進行交流討論

所有人員合影留念，並期盼雙方未來進一步合作與交流的展望。



Bjorn Fisher 解說微液滴產生器



所有人員合影留念

### 3. 拜訪 Stuttgart 大學於斯圖加特

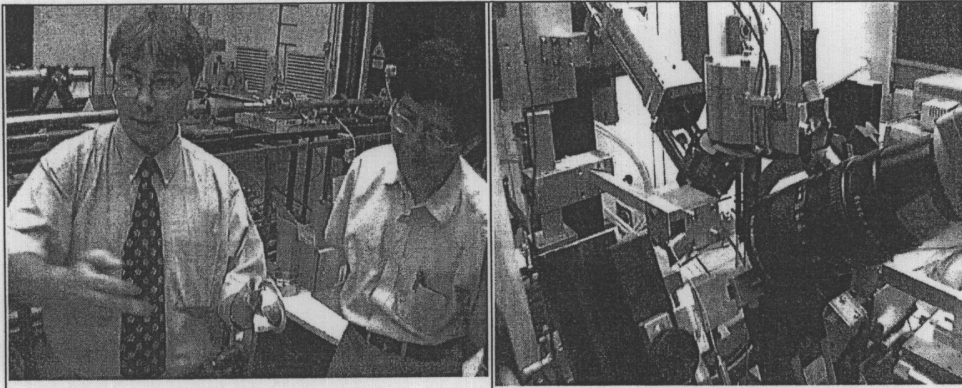
與 Stuttgart 大學國際交流內容簡報：

Stuttgart 大學人員 Prof. Jens Von Wolfersdorf 說明其研究所 Institute of thermodynamics of Astronautics and Aeronautics 研究方向並帶我們參觀實驗室的實驗設備與解釋。

示範液晶流場顯影

參觀研究燃料揮發的實驗設備與實驗結果，整個實驗最特別的地方是運用雷射光壓將燃料液滴懸浮在空中，並由雷射光干涉條紋推得液滴大小與液滴溫度。

參觀研究雙液滴撞擊融合的實驗設備與實驗結果，實驗結果並與數值模擬做比較



Stuttgart 大學人員 Erik 說明其研究  
所研究方向

燃料揮發的實驗設備

#### 4. 拜訪 TU Darmstadt

與 TU Darmstadt 國際交流內容簡報：

Prof. Cam Tropea 解釋液滴撞擊在不同基材上，接觸角所扮演的角色，此亦為本次拜訪 TU Darmstadt 的重點。

就液滴撞擊進行詳細討論

與實驗室成員共餐並討論日後研究交流。

