

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 工業工程與管理學門赴歐洲考察計畫

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2217-E-002-013-

執行期間：93年09月01日至93年12月31日

執行單位：國立臺灣大學工業工程學研究所

計畫主持人：陳正剛

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 12 月 20 日

# 國科會工業工程與管理學門歐洲考察報告

## 行程

**Day 1 (Sept. 11, Saturday) : Departure from CKS airport to Europe**

**Day 2 (Sept. 12, Sunday) : Berlin, Germany**

Traveling

Rest and preparation for TU Berlin visit

**Day 3 (Sept. 13, Monday) : 參訪柏林工業大學 ( Berlin University of Technology )**

8.45 Hotel Lobby

9.15-10.45



**Introduction to Berlin University of Technology and  
Department of Production Management**

Dr. Martin Grunow 主講

Internet: <http://www.tu-berlin.de/eng/>

Internet: <http://www.pm-berlin.net>

10.00-11.00



**Meeting with Vice President (*Prof. Dr.-Ing. Klaus Petermann*)  
of the Berlin University of Technology**

Petermann教授專責學校研發

11.15-13.00

**Overview of research projects at the Department of Production  
Management**

Dr. Martin Grunow 主持

報告人包含 : Dr. Grunow, Dipl.-Math. oec. Matthias Lehmann, Dipl.- Ing. Ulf

Neuhaus, Dipl.- Math. oec. M. Schleusener

13.30-14.30

**Lunch**

approx. 15.00

**Sightseeing tour of Berlin**

**Day 4 (Sept. 14, Tuesday) : 參訪 Fraunhofer 研究所、訪問德國國科會**

**Fraunhofer Institute for Production Systems and Design Technology**

Production Technology Centre (PTZ)

Phone: +49 (0) 30 / 3 90 06-0

Fax: +49 (0) 30 / 3 91 10-37

E-Mail: [info@ipk.fraunhofer.de](mailto:info@ipk.fraunhofer.de)

Internet: [www.ipk.fraunhofer.de/engl/](http://www.ipk.fraunhofer.de/engl/)

10:00



Address of welcome and introduction

*Prof. Dr.-Ing. Frank-Lothar Krause* 主講

Head of Industrial Information Technology Department

10:50-12:00

實驗室參訪 *Claudia Schiebold, M.A.* 主持

10:50 Virtual reality lab Public Relations

11:15 Medical technology lab

11:40 Dry ice blasting

12:00

Fraunhofer's South-East Asia Projects報告

*Dr.-Ing. R. Friedland*主講

12.20-13.00

**International master's program Global Production Engineering**

國際碩士學程報告 *Dipl.-Ing. Michael Pech* 主講

Institute for Machine Tools and Factory Management(IWF)

Production Technology Centre (PTZ)

<http://www.iwf.tu-berlin.de/> Master Program Coordinator

<http://www.gpe.tu-berlin.de/>

15.00-16.30

**Visit at Berlin office of German Research Foundation**

<http://www.dfg.de/en/>

現況介紹 : *Dr. Marion Müller* 主講

**Day 5 (Sept. 15, Wednesday): Departure from Berlin to Zurich, Switzerland**

Swiss LX 975 Berlin (TXL) Zurich 09:40/15Sep 11:15/15Sep ( 1hr. 35mins )

Departure from Berlin, Germany, to Zurich, Switzerland ( preparation for visit to ETH )

**Day 6 (Sept. 16, Thursday): Zurich, Switzerland**

- morning: visit to ETH Zürich (Prof. Bärtschi: BWI and MBA-SCM), lunch at the ETH lecturer's lounge

- afternoon: transfer by car to Stans, visit of Pilatus Aircraft (Focus Integration of Product Innovation and SCM), Host: Dr. Bruno Cervia

- evening: Dinner in Lucerne (on the way back from Stans to Zurich)

**Day 7 (Sept. 17, Friday): Zurich, Switzerland**

- morning: transfer by car to Buchs, visit of Chocolat Frey (Focus Manufacturing and SCM), host: Marianne Wütherich, lunch at Chocolat Frey

- afternoon: return to Zurich, free programm in Zurich, possibility of a boat ride from Zurich to Küssnacht (approx. 45 min)

**Day 8 (Sept. 18, Saturday): Departure from Zurich to London, UK**

英航 BA711 11:15 Zurich 12:05 London ( 1hr. 50mins )

Heathrow Express to Paddington Mainline Station

**Day 9 (Sept. 19, Sunday): Departure from London, to Cambridge**

- afternoon: arrive in Cambridge

- evening: buffet supper in Jesus College with other people who attend the 9<sup>th</sup> CamSIM

**Day 10 (Sept. 20, Monday): Cambridge, UK**

- morning and afternoon: participate the 1<sup>st</sup> day of CamSIM – Industry Workshop

- afternoon 5:00 – 7:00: discussion UK EPSRC in Jesus College

- evening: CamSIM dinner

**Day 11 (Sept. 21, Tuesday): Cambridge to London**

- morning

- lunch

- afternoon (14:00 – 17:30): discussion with Institute for Manufacturing of Cambridge University (in IfM, Mill Lane, Cambridge)

- evening (18:00 – 21:00): Dinner with Professor Mike Gregory in Churchill College

**Day 12 (Sept. 22, Wednesday): Departure from Europe back to Taiwan**

- 11:00 – 17:00: visiting Cranfield University

- dinner

- Heathrow Airport

## 參訪內容

### 一、德國

#### 1. 柏林工業大學

##### 1.1. 學校介紹

*Berlin University of Technology*



柏林工業大學(TU Berlin)的前身為礦業學院、建築學院、職校，創立於1770年，至1945年間方更名為TU Berlin，至2001年已擴充達八個學院，分別為：(1)Humanities, (2)Mathematics and Natural Sciences, (3)Process Sciences, (4)Electrical Engineering and Computer Science, (5)Mechanical Engineering Transport Systems, (6)Civil Engineering and Applied Geosciences, (7)Architecture Environment Society, (8)Economics and Management。本次參訪之生產管理系屬經濟與管理學院。

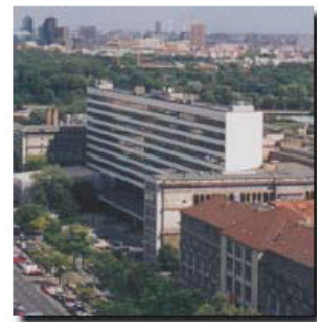


**1770-1821** Founding of the predecessors of the TU Berlin: Mining Academy, Building Academy, Vocational Academy

**1879** Unification into Royal Technical College of Berlin



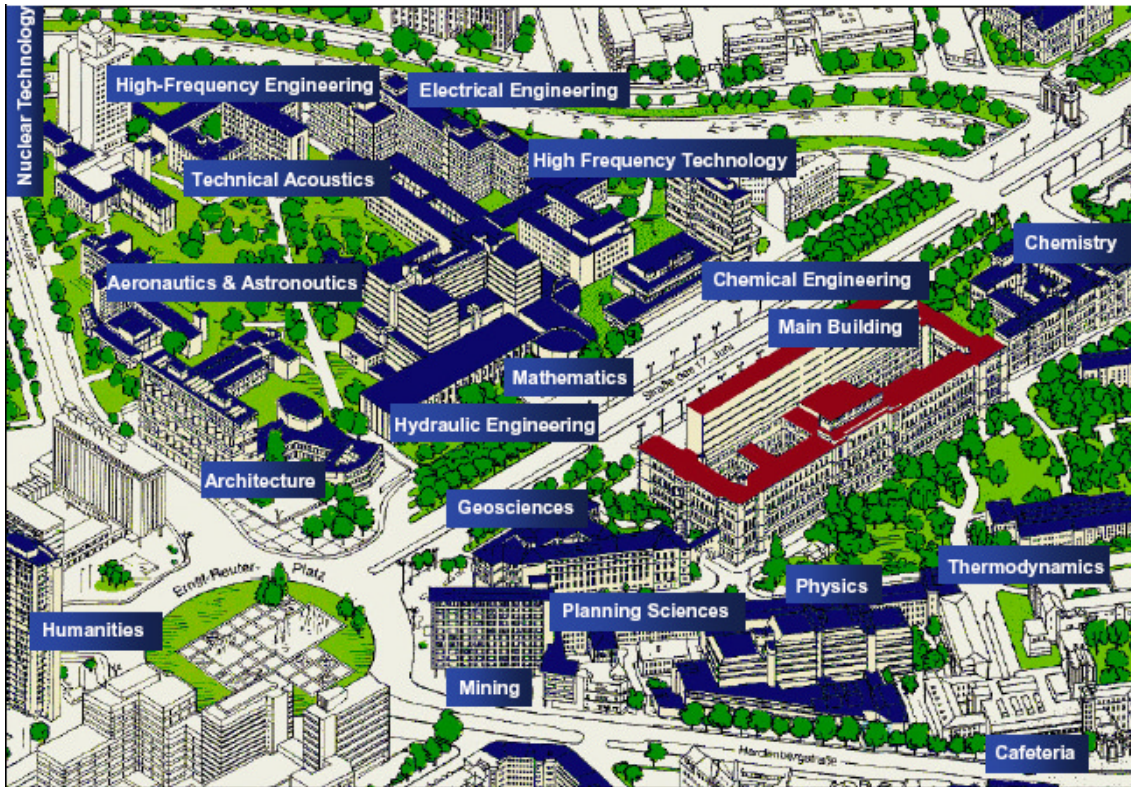
**1945-1946** Closure of the Technical College of Berlin and reestablishment under the new name: Berlin University of Technology



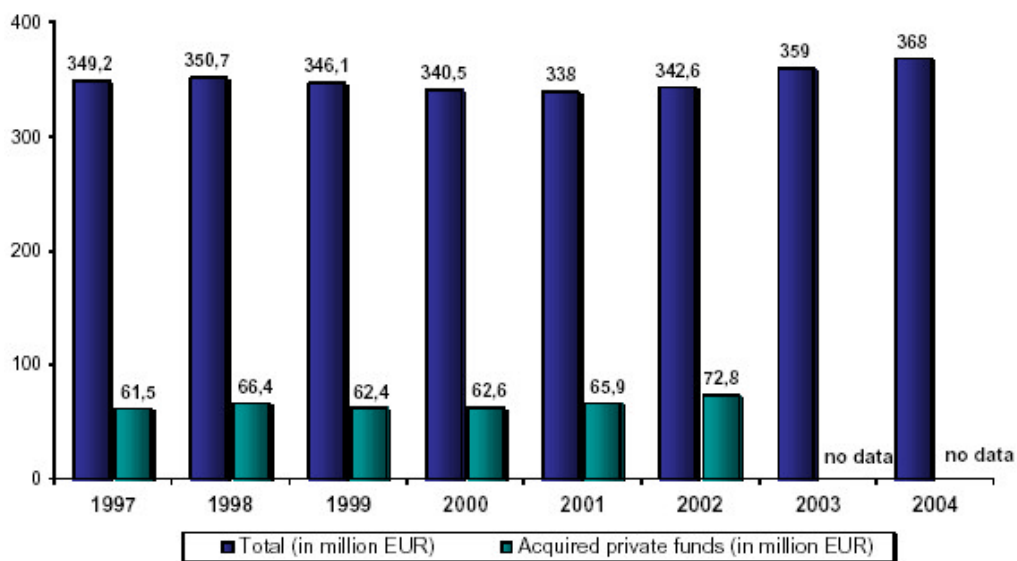
**1950** Establishment of the Faculty for Humanities

**2001** Concentration of teaching and research into 8 faculties

TU Berlin位於西柏林，其主校區建築規劃如下圖所示，生產管理系位於Main Building內。TU Berlin現有學生32076人，其中外籍學生分別來自131個國家共6286人，以土耳其最多共780人，大陸次之708人，波蘭第三共414人，台灣僅25人，學校有教授354人，研究人員1766人，技術員和職員則為2265人。



自1997至2004年，每年經費達四億歐元(約為168億新台幣)，統計資料如下圖所示。

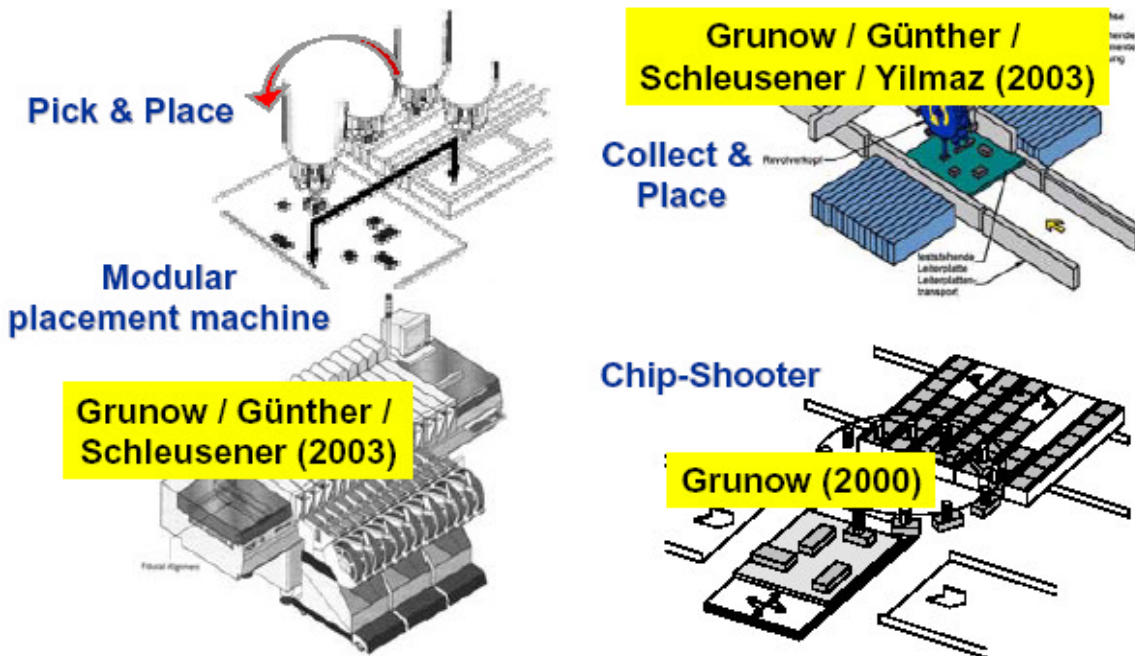


## 1.2. 生產管理系介紹 (Department of Production Management)

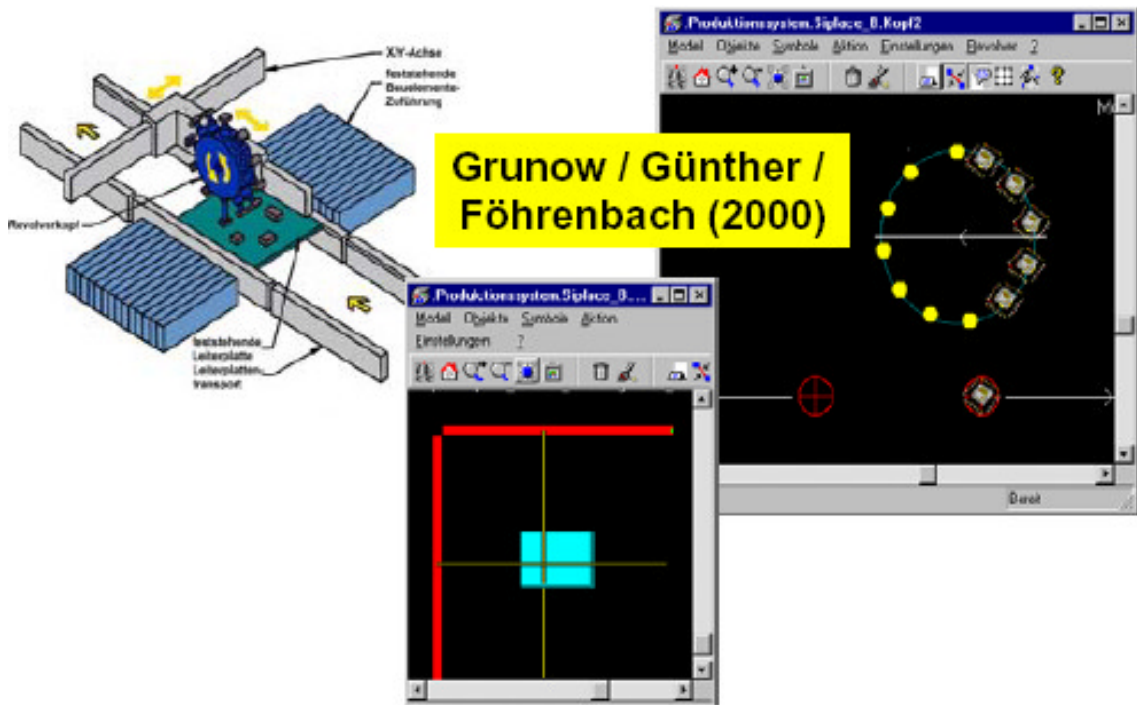
經濟與管理學院下設四群：技術與管理、企業管理、總體經濟與經濟法、健康科學。生產管理系屬企業管理群，該群的授課領域主要涵蓋：工業工程、企業管理、經濟學、全球生產工程、公共健康。生產管理系的主任為Professor Gunther，另一位主要教師為Dr. Grunow，其餘尚有六位講師博士生配合教學。

該系研究領域有四，範例如下諸圖：

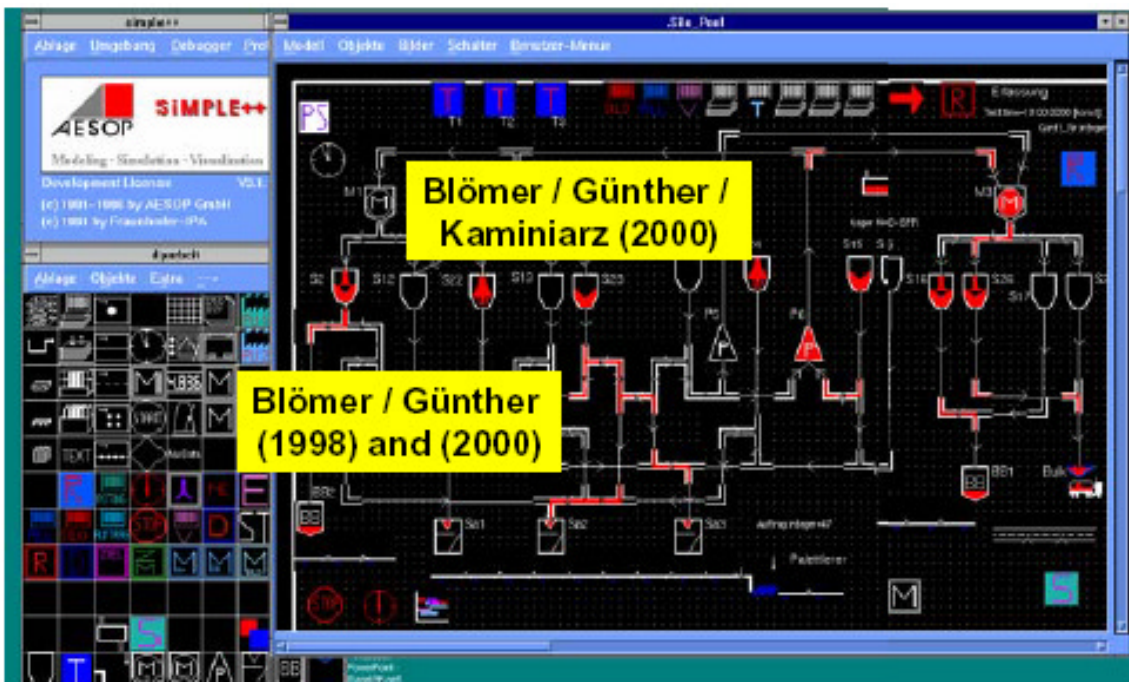
- (1) 供應鏈管理與先進規劃系統—主要在化學工業和consumer goods工業上的應用 (研究起自1997年)，
- (2) 貨櫃場調度運籌 (起自2002年)，
- (3) 電子(PCB)裝配 (起自1994年)，
- (4) 醫院管理 (起自2002年)。



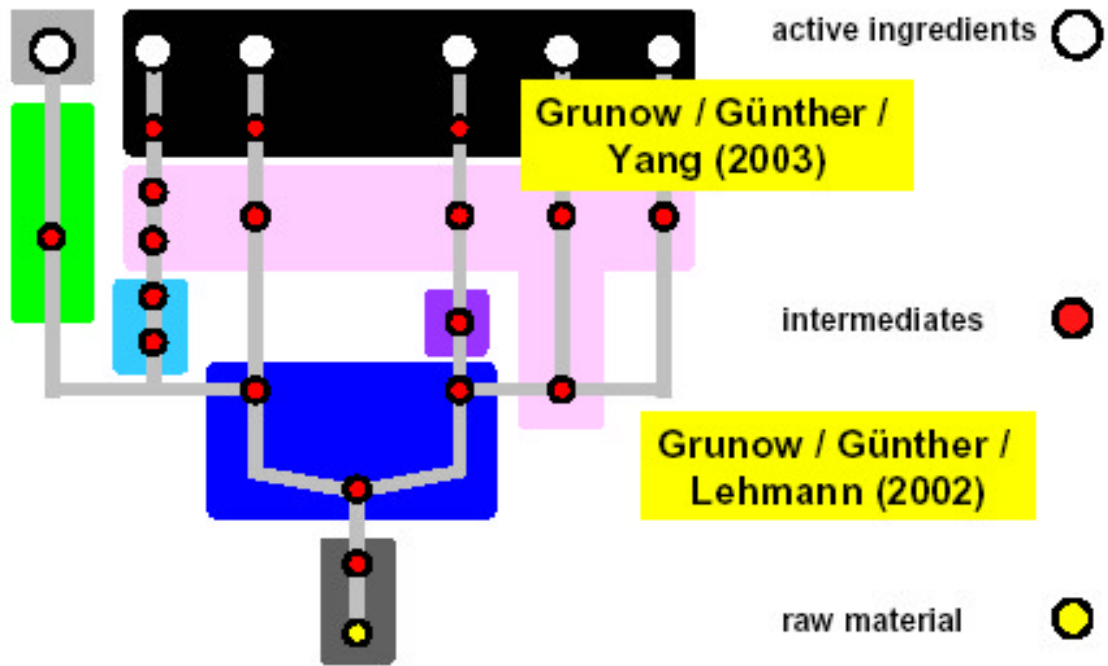
PCB裝配程序規劃研究示意圖  
(註：圖中黃色框內文字為發表論文資訊)



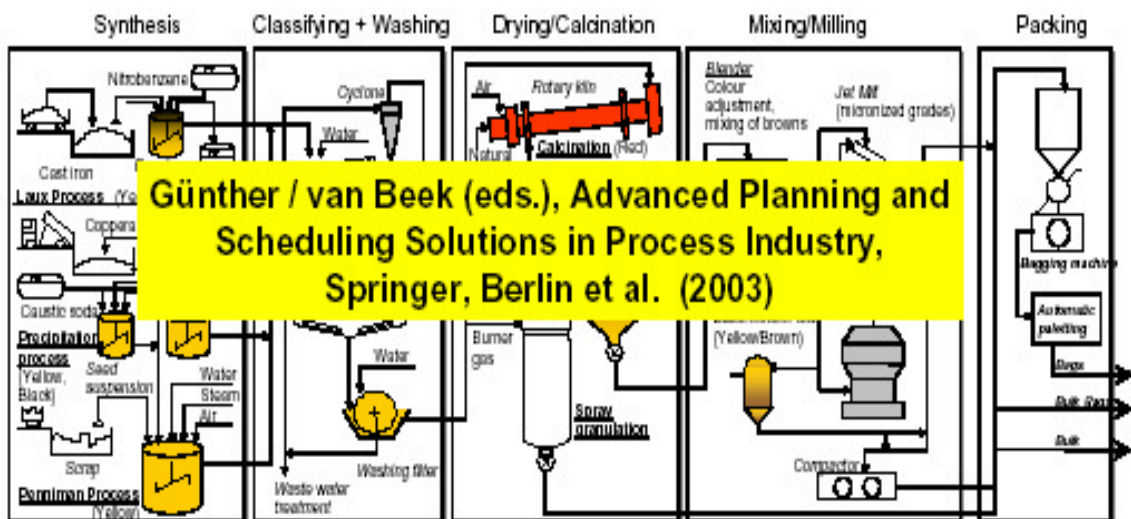
PCB裝配模擬研究



化學工業作業規劃與排程研究



先進規劃排程—Supply Network Planning (in the Process Industries)



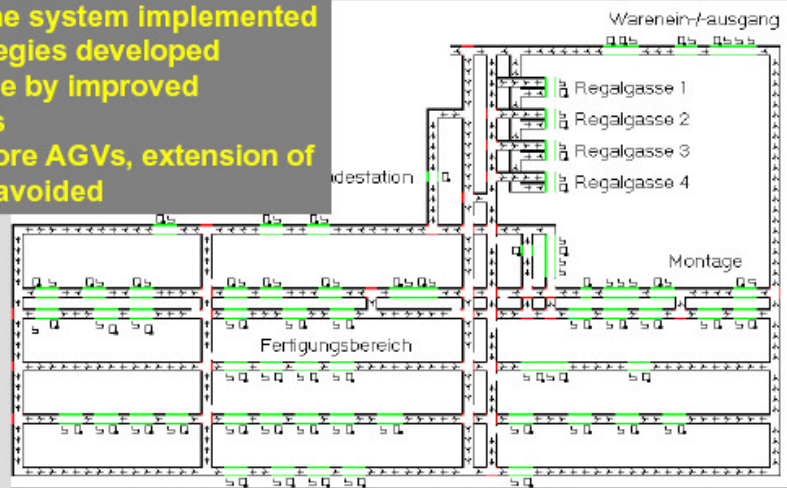
先進規劃排程—Production Planning and Detailed Scheduling

**Case:**

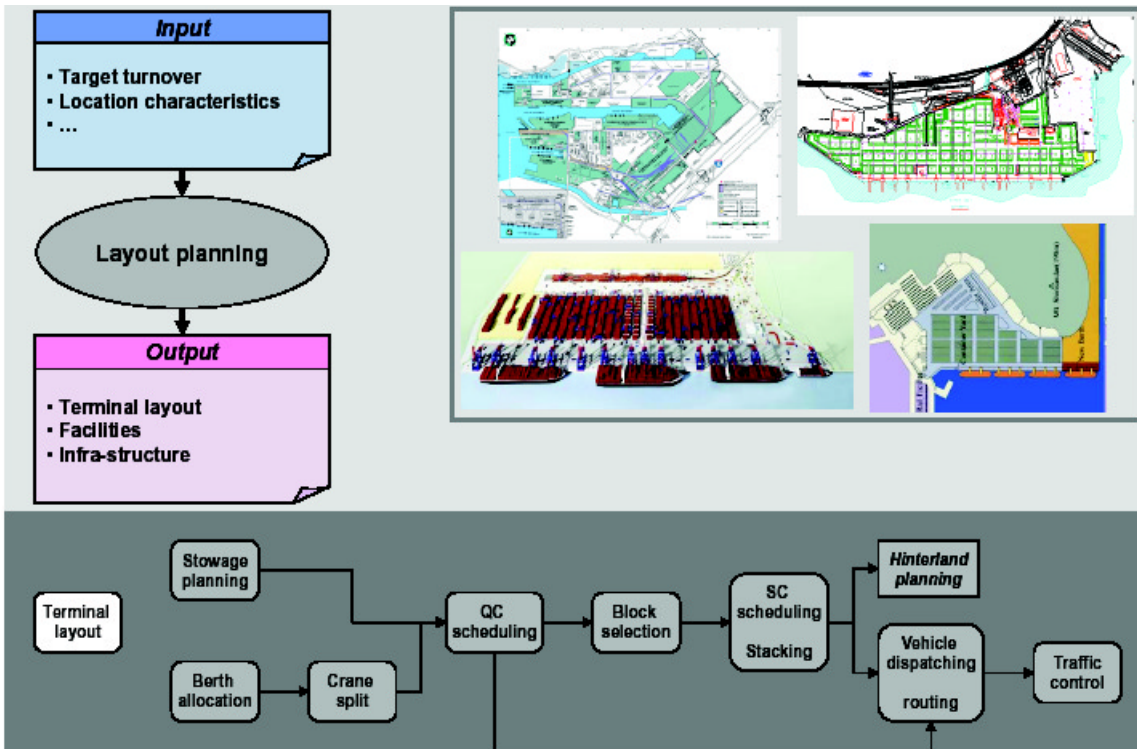
- Temporary congestion of the AGV leads to complete stand-still
- Planned extension of production capacity is expected to increase these effects

**Results:**

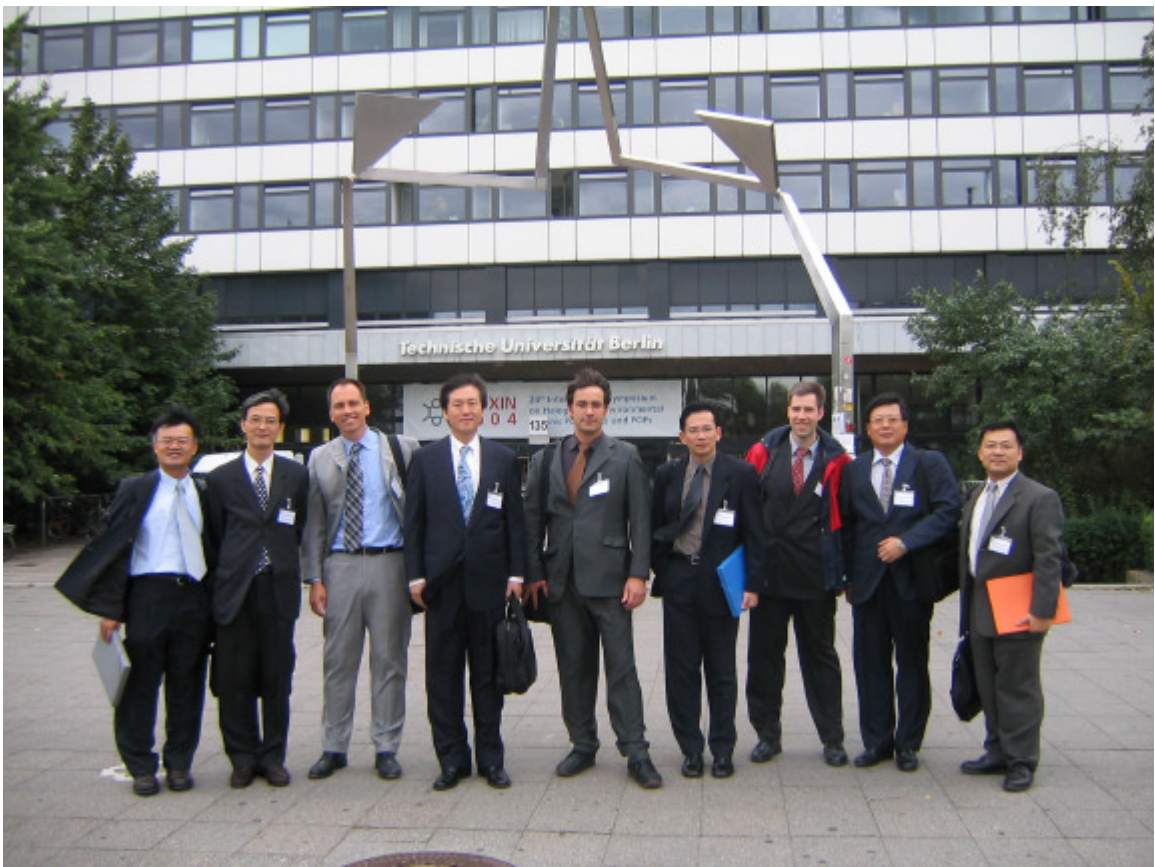
- Simulation model of the system implemented
- New dispatching strategies developed
- 30% efficiency increase by improved dispatching strategies
- Capital investment (more AGVs, extension of warehouse) could be avoided



AGV排程在製造系統應用之研究



貨櫃港口運籌之研究



## 2. Fraunhofer研究所

Fraunhofer在德國共有57個研究所分別位於32處，如下圖所示，57所的員工達8400人，在2002年的研究經費即達十億歐元(約為420億新台幣)。Fraunhofer對大型計畫的審核程序非常嚴謹，例如，首先call for proposal，以10頁為準，約有1000份proposals寄達，經評選後得15份入選，給予經費並要求撰寫detailed proposal，再經決選最後得5份計畫書，執行計畫。本次學門參訪屬位於Berlin的研究所。



### 2.1. 生產技術中心

學門參訪位於Berlin的Fraunhofer研究所其主要單位又稱Production Technology Center (PTC)，建築物如下圖所示，佔地2130坪，包含70個測試場所和7個特殊實驗室，每年經費達2300萬歐元，下設兩大研究單位: Institute for Machine Tools and Factory Management (簡稱IWF)和Institute for Production Systems and Design Technology (簡稱IPK)。IWF由TU Berlin教授群主持，IPK則並不完全由TU Berlin教授主持，亦包含多位來自他校的教授擔任重要programs的負責人。

因此，有許多研究所學生參與結合產業界的研究計畫，並以此為畢業論文，達學以致用、理論實務結合目標，故學生(縱使是博士班)在畢業後投入業界的比例甚高。IWF更有一專為外國學生設立的碩士學位學程，稱之為International Master program of Global Production Engineering，每年招收30位非德國籍的學生，由TU Berlin授予學位，但上課

和實習地點則以Production Technology Center為主。

PTC現有人數為446，其中IPK有262人(含學生152人)，IWF有184人(含學生68人)。學生畢業後就業分布統計如下:教學28%、自行創業12%、 R&D28%、管理32%。

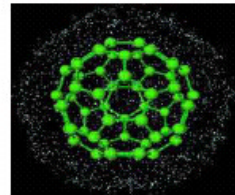


Production Technology Center

Production Technology Center

### Mission and Goals

- Fundamental research and education
- Optimization of industrial processes – from the product idea through to product development, design and manufacture
- Fast transfer of R&D results into practical applications
- Cost-effective and environmentally friendly solutions for SME

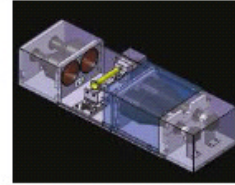
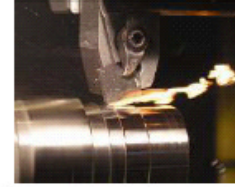
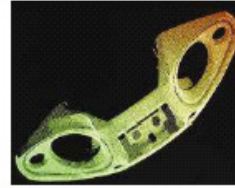


## 2.2. Institute for Production Systems and Design Technology (IPK)

IPK共分五大領域，其中Corporate Management更負對外推廣之責任，工作內容與工業工程相似，如下: (1) Planning corporate strategies and goals for national and global companies, (2) Analyses and concepts for region and branch development, (3) Supply chain management, (4) Business processes for production, service industry and public institutions, (5) Integrated corporate and logistics concepts and layout planning, (6) Integrated management systems for quality, environment and work safety, (7) Development of knowledge management concepts and systems。

## R&D Areas

- [Corporate Management](#)
- [Virtual Product Creation](#)
- [Production Systems](#)
- [Automation Technology](#)
- [Medical Technology](#)



## Products and Projects

- [MO<sup>2</sup>GO – software to optimize business processes](#)
- [European Virtual Engineering Network – EVEN](#)
- [Machining technologies for difficult to cut materials in machine, vehicle and turbine construction](#)
- [»String Man« – robotic system for motor skill rehabilitation](#)
- [Automatic reconstruction of torn documents](#)
- [Vario 3D – isocentric C-arm for orthopedics and traumatology](#)

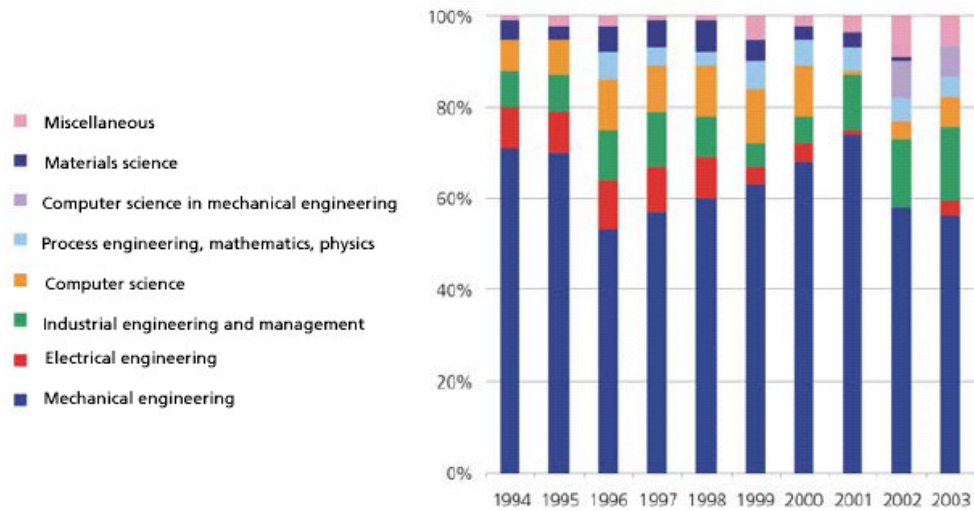
## Markets and Customers

- Mechanical and plant engineering
- Tool and mould making
- Vehicle construction
- Electrical engineering
- Software applications
- Health care
- Public institutions

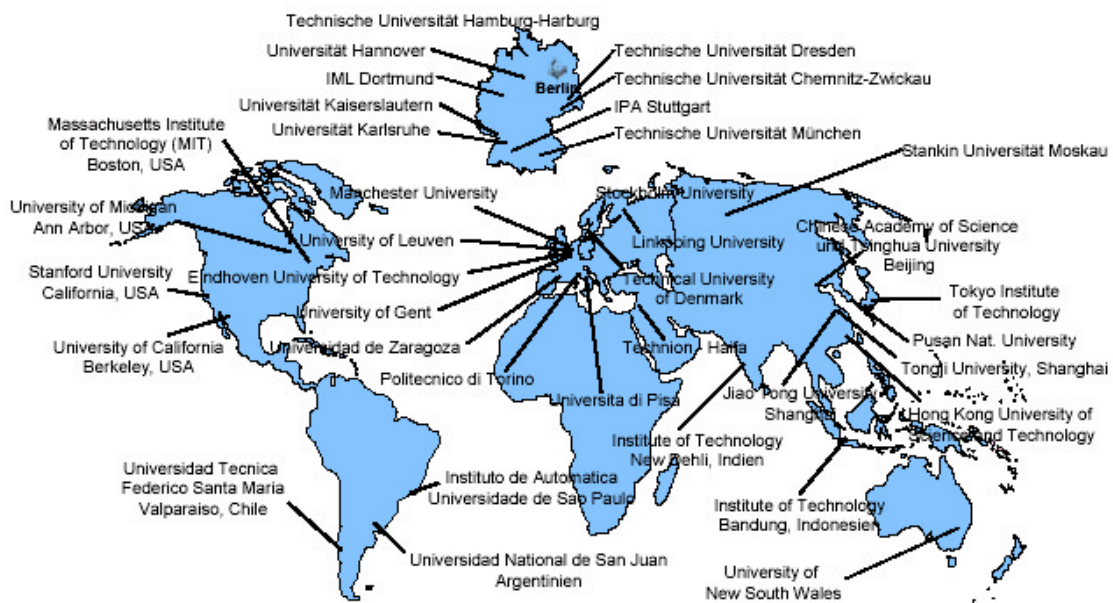


### 2.3. Institute for Machine Tools and Factory Management (IWF)

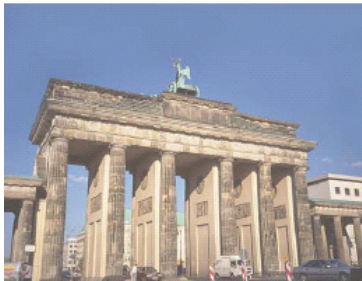
IWF下設七大領域: (1)Assembly technology factory management, (2)Machine tools and manufacturing technology, (3)Industrial Automation technology, (4)Microproduction technology, (5)Industrial information technology, (6)Joining and coating technology, (7)Quality service。由下圖相關於Staff人員背景統計可見，工業工程與管理所佔的比例逐年增加，在2003年已達16%。



IWF在德國內外具合作關係的組織遍佈全球，其所設立的Global Production Engineering碩士學程具獨特處，請見下諸圖。



IWF合作組織遍佈圖



### Technical University of Berlin

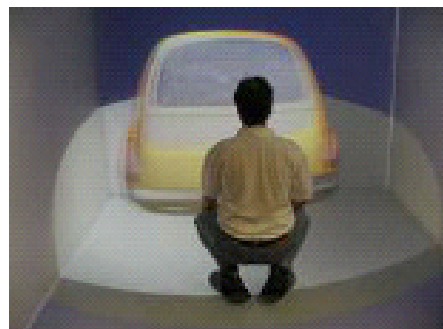
Institute for Machine Tools and Factory Management  
 Department Assembly Technology and Factory Management  
 Prof. Dr.-Ing. Günther Seliger  
 Tel.: (+4930) 314 - 79879 Coordinator: Michael Pech  
 Fax.: - 22759  
 email: info@gpe.tu-berlin.de



Content of Teaching (Education Modules)		Study Process	
		Semester	
<b>Production:</b> - Industrial Information Technology - Manufacturing and Factory Planning - Global Production Management - Production Technology	<b>Management:</b> - International Logistics - Quality Management - Supply Chain Management	Individual composition of teaching contents from the Education Modules, based on the European Credit Transfer System (ECTS)	1 2 3
<b>Engineering Sciences:</b> - Energy Engineering - Numerics for Engineers - Systematic Product Development	<b>Special Profile:</b> - Environmental Management - Simulation  <b>Intercultural Communication:</b> - Technology & Knowledge Transfer - Basic German for Engineers	Internship Master Thesis	4

## 2.4. 工廠參觀

由於時間的限制，僅參觀三個實驗室：虛擬實境實驗室(於汽車設計上之應用)、醫學工程技術(於手術定位上之應用)、乾冰技術(於PCB清洗上之應用)，請見下諸圖。



虛擬實境3D車體設計



工廠全景(充分採光設計)



C形環影像擷取與校正系統





### 3. 德國國科會(DFG)

DFG在德國有兩處: Bonn和Berlin, 本次訪問為在Berlin的辦公室。除一般研究案, DFG與我國NSC較大的不同處是, 更強調對年輕研究學者的鼓勵和更重視國際合作(雖然NSC亦有相對的方案, 但不足)。

以2002年的統計資料看, DFG一年的研究經費達12億5750萬歐元, 其中7億3710萬來自聯邦政府, 5億1600萬來自州(state)政府, 440萬為私人企業捐款。Funding種類以一般個別計畫為最大比例佔33.7%, 合作性質的研究中心次之28.1%, 優先計畫第三佔12.8%, 研究training groups佔5.8%, 對年輕研究學者的鼓勵計畫經費佔5.1%, DFG(特選)研究中心1.9%。

一般個別型計畫的通過率, 依四大類學門來看, 從1999年到2002年均呈現降低的趨勢。人文類自66.4%降至49.6%, 生物醫學類自55.3%降至48.5%, 自然科學類自67.8%降至51.8%, 工程類自57.9%降至48.8%。

合作性質(Collaborative)研究中心, funding約以3-4年為準, 但可長達12年, 每年的平均經費為160萬歐元。在2003年DFG 共funding了279個此類的研究中心, 若依上段文的分類順序, 這些中心在各學門的數量分別為33、113、70、63。

優先計畫係鼓勵卓越研究學者, 以及跨校、跨組織和跨國之研究計畫。研究年限可長達6年, funding的研究群可內含達30個別型計畫。在2002年所funding的群計畫數在人

文、生醫、自然、工程類的分佈分別為17、40、45、46。

研究training groups類計畫則以培育博士生、博士後研究生為主，鼓勵學生藉參與研究計畫完成論文。每一申請group必須有5-10位研究人員參與，並由德國大學教授主持。亦歡迎國際合作學校機構參與，但以能自付必要經費為前提。

對獲得promoting young researcher此類計畫的年輕學者，其計畫內容包含兩部分，第一部份為提供可長達兩年的出國研究，第二部分為在德國領導年輕學者進行以四年為上限的研究。依過去近二十年的資料顯示，DFG通過此類計畫的年輕學者年紀分布在29-42歲之間。此外，DFG另有仿效美國的獎勵計畫，謂之European Young Investigator Awards，須經兩階段的評選—德國與歐盟。

DFG研究中心為一特殊計畫，以建立大型卓越研究中心為主，學校和企業均得提出申請。每年補助經費約為500萬歐元，計畫核准每次四年，得連續核准補助但以十二年為上限。在2001年核准者有三，均為大學，其一是TU Berlin，在2002年核准有二，亦均為大學，其一亦是TU Berlin，值得一提是其內容與工業工程OR相關—Mathematics for Key Technologies: Modeling, Simulation, and Optimization of Real-World Processes (註: TU Berlin工業工程相關研究除在生產管理系外，亦在數學系)。

至於DFG的計畫審核程序與NSC類似，首先經call for proposal或例行計畫投遞程序，再經peer review的selection process以及evaluation process，最後由經費委員會決定補助計畫經費。



## 4. 心得

歐洲已經感受到人才荒的壓力，紛紛提出各種方案以聚集人才，德國尤甚，從德國放寬移民政策就可見一斑，DFG對國際合作的支持以及Fraunhofer研究所的跨國計畫均是明例。TU Berlin是德國首屈一指的大學，其在工程與管理類的教學、研究上，強烈要求理論必須結合實務，或許是TU Berlin學校性質有類似科技大學的訴求，也或許因為德國企業環境供需使然，教授與學生也樂於選擇practical problem導向的研究，此舉不僅易於學生對問題的了解，利於深入思索並提出解決方案(不至於空泛、抽象)，更可結合產業合作，這可能也是業界願提供高額經費予校方並有大多博士生畢業後即到業界工作的主要原因，此點值得我們深思。(註：德國系統要成為 full professor的歷程頗艱辛，也是較少人獲得博士學位後願直接任教的因素。)

德國民族性與我們類似，就經濟角度看，也是我國在歐洲的最大貿易國，DFG與我國NSC又簽有合作協定，因此，正值此德國廣泛展開雙臂之際，我們更應利用雙方的優勢進行國際合作，並深思其在研究內容上的務實作法，以集中學門研究能量，獲取較大成效。

## 二、瑞士

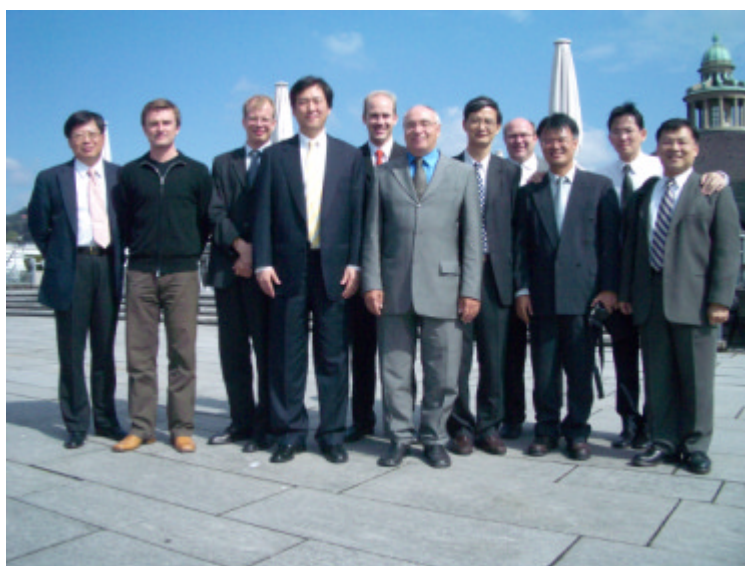
瑞士位於歐洲大陸的中央，北接德國、西鄰法國、南連義大利、東僻奧地利。根據美國CIA的Fact books，瑞士國土面積 (41,290 sq km) 略大於台灣 (35,980 sq km)，人口卻只有台灣的三分之一 (7,450,867)，瑞士人民的年收入為歐洲第三高，僅次於盧森堡與挪威，其2003年之GDP per capita (Purchasing Power Parity ~US\$32,700) 約為台灣 (~US\$23,400) 的1.4倍。此次參訪瑞士，主要是因為瑞士位於歐洲大陸的樞紐位置，由於保持中立，瑞士一直到2002年才加入聯合國，瑞士的人口組成 (德 64% 法 19% 義 8%) 亦和台灣 (台 70% 客 15% 外 13%) 相近。相較於台灣極為動態而多變的產業型態，瑞士的主要產業型態並沒有多大變化，瑞士如何在歐洲的主要經濟體 (如德法英等國) 的狹縫間，保持其產業競爭力，其實很值得台灣參考。此次訪問是由Dr. Eric Scherer負責安排，主要有三個單位：ETH是瑞士聯邦科技大學；Pilatus Aircraft是代表瑞士傳統的國際科技產業；而 Chocolat Frey則是瑞士本土的傳統產業。

### 1. ETH BWI

#### 1.1. 簡介

根據上海交通大學的2003年全世界大學排名，ETH Zurich (Swiss Federal Institute of Technology Zurich) 為歐洲本土大陸排名第一的大學，ETH產出過21個諾貝爾獎得主。瑞士這樣的一個小國卻可以擁有歐洲首屈一指的大學，主要是因為ETH徹底的國際化，ETH的教職員工生來自全世界80個國家，有大約50%的博士班學生以及多於50% 的教授

是來自瑞士以外的國家地區。ETH是一所科技大學，主要有五個學院：Construction and Geomatics、Engineering Sciences、Natural Sciences and Mathematics、System-Oriented Sciences and Humanities以及 Social and Political Sciences。此次的參訪主要是在 Engineering Sciences之下的Industrial Management and Manufacturing (BWI)。BWI於1999年轉型為Center for Enterprise Sciences，BWI之下主要有 Logistics and Information Management及Technology and Innovation Management。我們的參訪對象是由Prof. Paul Schonsleben 與 Prof. Markus Baertchi所領導的 Logistics and Information Management (LIM)，圖一是訪問成員與Prof. Baertchi研究團隊的合照。



圖一 (上) 在 ETH 主要建築前合影 (下) 在教員餐廳用過午餐後合影

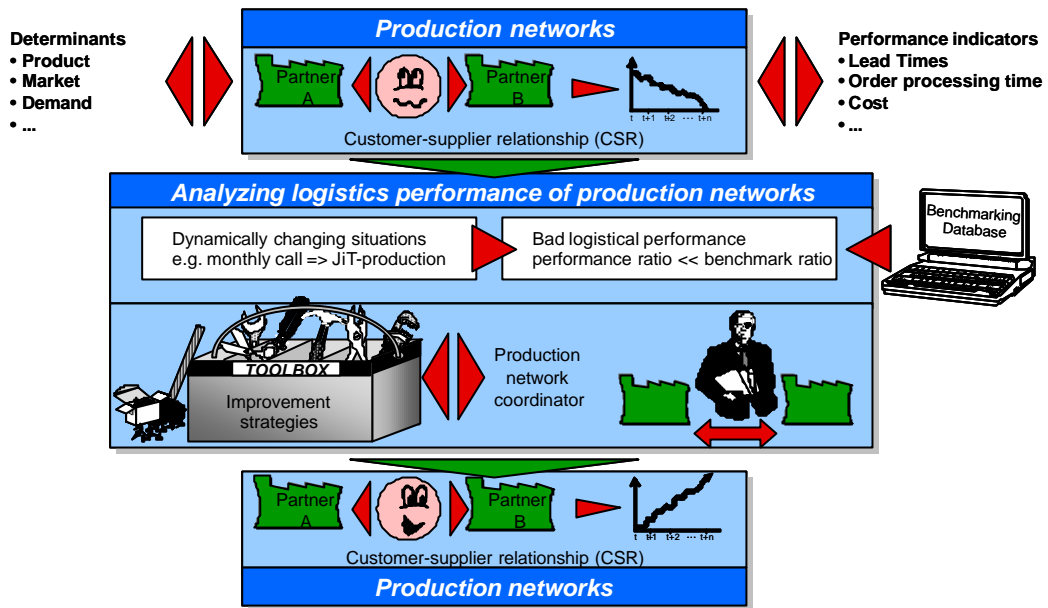
我們於九月十六日早上抵達ETH，由Prof. Baertchi負責接待，Prof. Baertchi首先介紹他們的組織，除了兩位領導的教授外，LIM有14個研究人員 (Scientific Staff)、3個技術/行政人員及30個學生助理，總共有140個學生，平均每年有25篇專業論文發表，40本學位論文，LIM目前主要有兩個大型研究計畫 ProChain 和 LicoPro。接著 Mr. Andre Graber 介紹他們的供應鏈管理 (SCM) Executive Master Program，這是個類似於EMBA的學程，此學程從供應鏈全球化的觀點和中國大陸、香港與日本主要大學合作，吸收超過五年以上工作經驗的研究生。之後，兩位博士班候選人詳盡介紹兩個研究計畫，以下將針對兩個大型研究計畫的現況與未來發展作介紹，並提出此次參訪的感想與建議。

## 1.2. 研究現況與發展

BWI現在的兩個大型計畫都與全球化的生產供應網路有關。其中，ProChain是以公司logistics的特徵分門別類，再舉出效率欠佳的地方與相對應的改善措施，幫助企業在全球化的生產網路追求卓越，這個大型國際計畫除了吸引著名跨國公司的加入，也同時和德國的Research Institute for Operations Management at Aachen University of Technology ([www.fir.rwth-aachen.de](http://www.fir.rwth-aachen.de)) 與隸屬於義大利國科會 (National Research Council, CNR) 的 Institute of Industrial Technologies and Automation ([www.itia.cnr.it](http://www.itia.cnr.it)) 學術合作。LicoPro是考量整個產品週期下全球化生產網路的規劃，這個計畫亦和Aachen University of Technology 的 Laboratory for Machine Tools and Production Engineering ([www.wzl.rwth-aachen.de](http://www.wzl.rwth-aachen.de)) 學術合作，以下針對這兩個計畫再分別作較詳盡的說明。

### *ProChain*

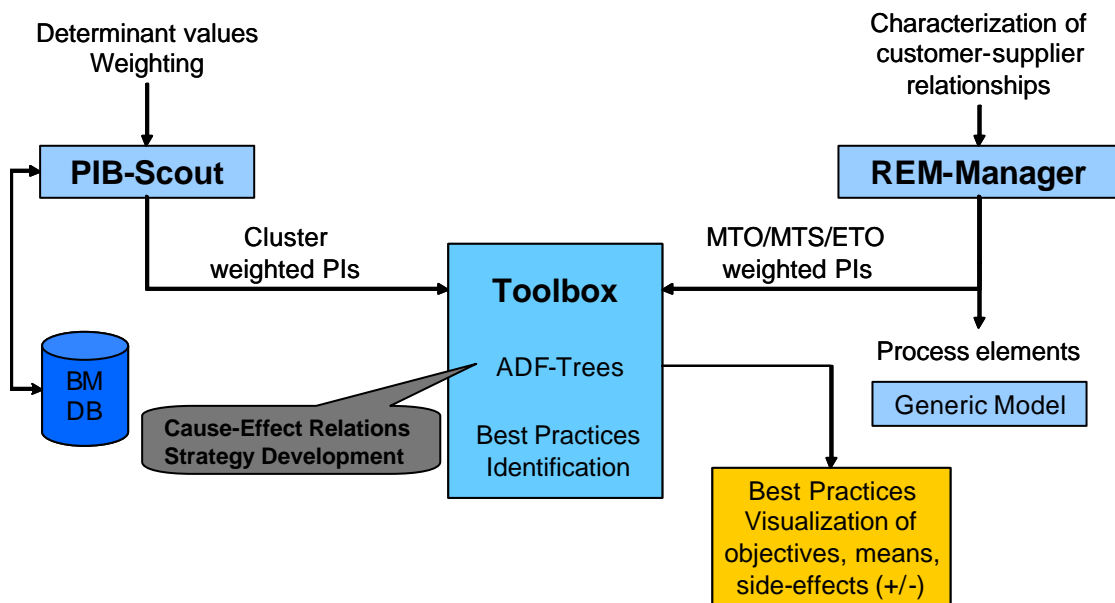
這個計畫最主要是要回答國際化生產網路的幾個關鍵問題：(i) 如何分析生產網路的運籌執行效率(logistics performance) (ii) 如何選擇最適合的手法來解決面臨的生產運籌問題 (iii) 如何描述和分析顧客與供應者 (customer-supplier) 之間的特性與關係 (iv) 如何選擇最適合的手法來改善一特定的顧客供應者關係。為了回答這些問題，整個計畫的目的便是發展一套決策支援方法來改善一個全球化生產網路的運籌效率，其構想可以用下圖來表示。



圖二 ProChain Methodology 構想

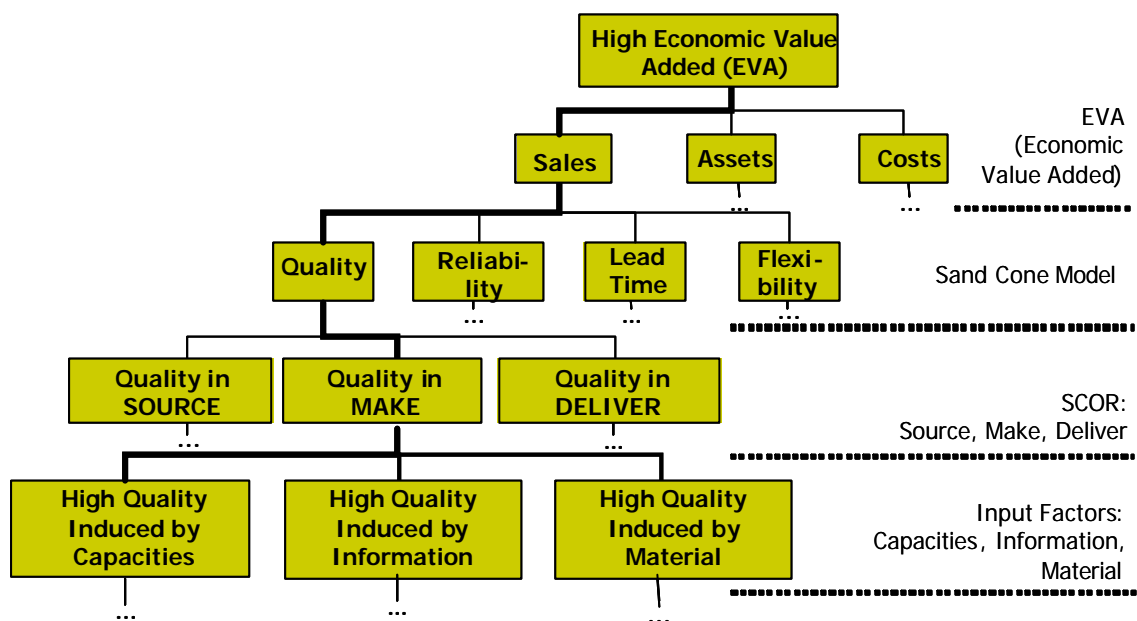
在這個構想圖中，最上層是建構生產網路及顧客供應者關係的模型，模型的建立是由產品、市場、需求等等特性作為決定因子 (Determinants) 以及前置時間、訂單處理時間、成本等等表現作為效率指標 (Performance Index)。第二層透過基準比較 (benchmarking) 資料庫與同類型生產網路的最佳應用案例作比較分析，尋找出不佳的運籌執行表現。第三層則是以第二層的分析結論為基礎提出改善策略給生產網路的統籌者，這些策略最後再導入到顧客供應者關係及整個生產網路。

ProChain計畫根據圖二的構想發展了一套工具，這套工具的架構如圖三所示。



圖三 ProChain 工具架構

這套工具可分為四大部份：PIB-Scout、REM-Manager、ADF-Trees及Best Practices Identification。 PIB-Scout是由使用者所輸入的生產網路定義因子的值，配合Benchmarking Database歸納出網路群別 (cluster)，並粹取應有的效率指標，再由使用者給予不同指標權重，最後產生的網路群別及加權指標 (weighted PI's)。REM-manager則是利用使用者所描述的顧客供應者關係特徵，配合供應鏈程序模型，產生不同的供應型別及加權指標。PIB-Scout及REM-Manager所產生的生產網路群別、供應關係群別及各種加權指標，都是ADF-Tree所需要的輸入因子，ADF-Tree是ProChain計畫的關鍵技術，利用特有的Tree結構來分析效率不佳的因果關係 (cause-effect relations) 如圖四所示。

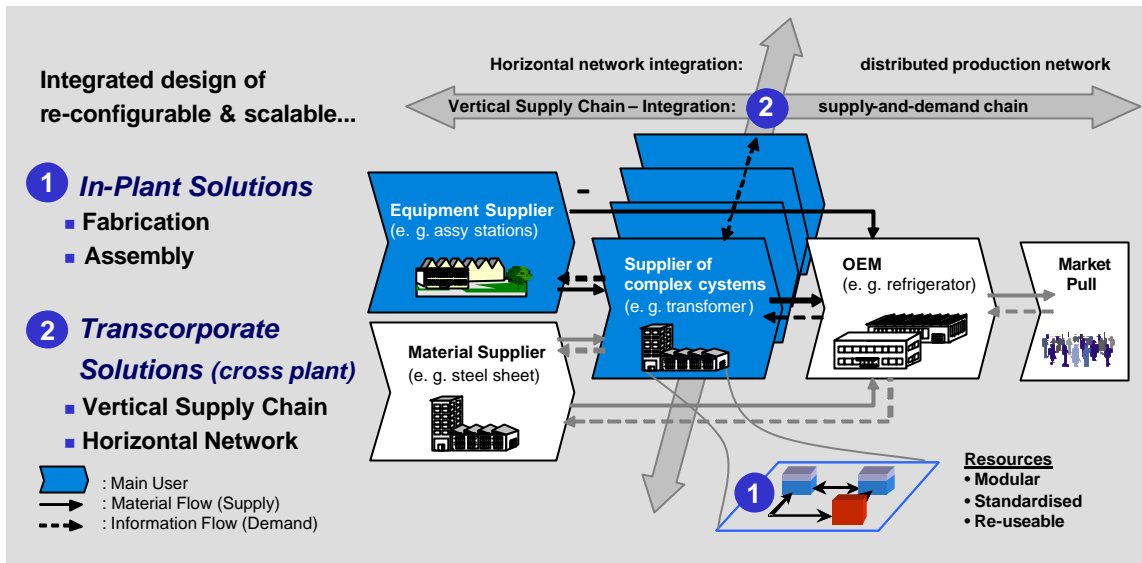


圖四 ADF-Tree 因果關係分析結構

ADF-Tree先從最上層的經濟附加價值 (Economic Value Added) 出發，逐層? 沙漏模型、SCOR模型遞演排序出真正導致效率表現落後的關鍵因子，圖四中的粗實線代表這遞演的過程。最後，Best Practices Identification就是透過ADF-Tree的關鍵因子排序及影響矩陣 (Influence Matrix)，選出最佳的改善策略。

### LicoPro

在產品週期越來越短、產品種類多樣化以及國際市場的高不確定性下，一個具高彈性 (flexible) 及可重複組構 (reconfigurable) 的全球化生產系統將是一個必然的趨勢。LicoPro計畫的目的便是分析、規劃及設計一個橫跨多個生產系統、縱貫整個供應鏈的彈性生產體系，並稱之為跨廠解決方案 (Transcorporate Solutions) 如圖五中的(2)所示。

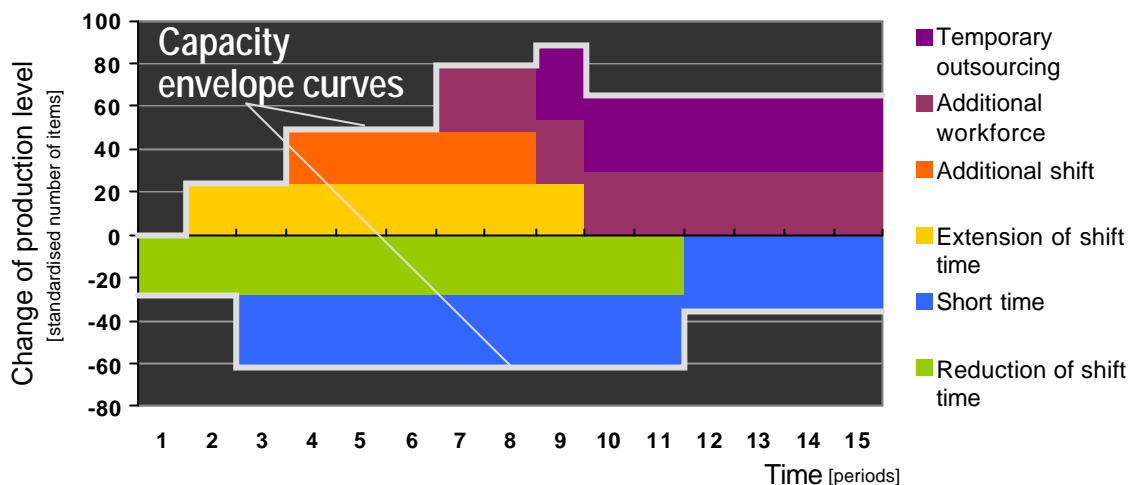


圖五 LicoPro 的研究範圍：跨廠解決方案 (Transcorporate Solutions)

LicoPro 計畫所提出的跨廠解決方案可分為四個構面：網路分析 (Network Analyzer)、動態網路模擬 (Dynamic Network Simulation)、彈性分析 (Flexibility Analyzer) 及庫存模型 (Stock Model)。

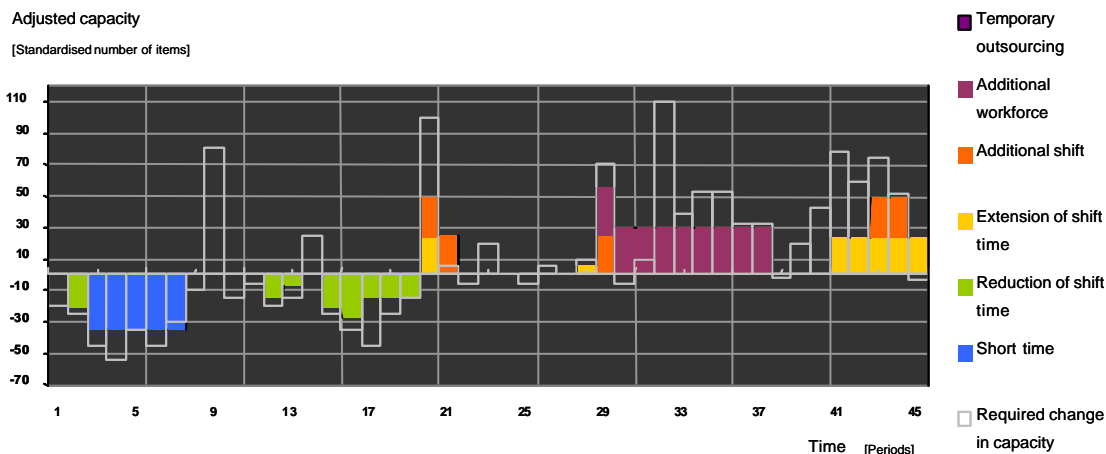
網路分析所要回答的問題主要有二：1) 那個產品應該在那個地點生產 2) 某個廠或配銷中心的產能或容量應多少，LicoPro 主要採取兩種手段來回答這兩個問題，一是建立替代網路結構 (alternative network structures)，二是分析在不同需求情境下各個網路的成本及風險結構。網路分析是屬於靜態的分析，對於網路結構的重新組構變化的影響則是由網路模擬負責，動態網路模擬要回答的問題是：1) 重新組構 (reconfigure) 一個現存生產網路的影響為何 2) 可否整理出網路組構的規則，LicoPro 分別從庫存 (stock/storage)、運通 (transportation)、產能 (capacity) 及訂貨策略 (order strategy) 等四個模組，來作模擬與 what-if 分析。

LicoPro 的關鍵技術是彈性分析，彈性是每一個生產系統所希望具備的，但是生產系統的彈性卻很難定義、量化，更遑論分析。LicoPro 和 Flexis ([www.flexis.com](http://www.flexis.com)) 合作的 Flexibility Analyzer 主要是要回答兩個問題：1) 公司所擁有用來應變措施 (adaptation measures) 是否足夠 2) 在某個特定條件下所採取的應變措施是否適當。他們從「產出」、「時間」、「成本」這三個維度來進行分析，首先他們利用一個稱為彈性剖面 (flexibility profile) 的圖表 (圖六)，來分析一家公司所擁有的應變措施。



圖六 彈性剖面分析

當需求不如預期時，可採取的措施，可能是減少每一輪班的工時，或是減少每週工時。當需求大於預期時，可採取的增加工時、增加輪班、增加產能或人力資源、委外代工等等措施。彈性剖面是審視一家公司可採取應變措施，在時間軸上對於產出變化的影響。彈性剖面可用來分析一家公司的應變措施是否充足而且夠快，應變策略便是在需求與預期不同時如何運用些應變措施，去評估或組構一個應變策略，就需要進一步與真正的產能變化需求 (required change in capacity) 作比較 (圖七)。



圖七 應變措施的組構與評估

最後，LicoPro 為生產網路建構一庫存模型，其目的是為了：1) 促成供應的動態變化以因應不同需求形勢所需要的系統彈性 2) 分派給每一生產網路組成份子最佳的派工策略 (optimal dispatching strategy)，以降低訂貨、庫存、缺貨或過時等成本。

### 1.3. 參訪感想與建議

從ETH BWI兩個大型計畫中，我們看到雖然瑞士在歐洲其實只是一個小國，他們卻是放眼整個世界，兩個計畫都是以全球化生產網路為重點，所進行的計畫也都實際掌握到現行供應鏈規劃解決方案的不足，雖然Supply Chain Council 定義了SCOR，SAP也結合SCOR在他們的Best Practice分析中，ETH BWI的ProChain卻有其獨到與首創之處。首先，ProChain的Benchmarking不是根據產業別，而是根據一家公司的生產網路運籌特性，這讓比較的基準更廣泛地跨越不同產業。其次，ProChain首創ADF-Tree來分析生產網路執行效率不佳的原因，並實際提出改善的策略。ADF-Tree突破了一般供應鏈工具停留在分析階段的瓶頸，實際利用分析結果找出問題根源，並進一步提出策略建議。反觀國內大部份的研究因缺乏產業的參與，亦都停留在供應鏈分析或一假定供應鏈的規劃問題，而且範圍也不夠國際化。ProChain中並沒有高深的數學規劃運算，但卻能利用系統方法與資訊技術，實際處理產業最棘手的問題。LicoPro更是把「生產系統彈性化」的口號，真正付諸於執行。從工廠製造系統到整個生產網路系統無不要求彈性，但是大部份僅停留於概念的宣導與管理上的運用。LicoPro利用一些系統工具真正量化分析一生產網路的彈性，藉以提出提高應變能力的策略建議，實在非常值得國內產業與學術界的參考。經由這次的參訪我們有以下的建議：

- (1) 如本年度規劃書所提出未來研究重點，單一生產系統的研究應該更擴及彈性且可組構 (flexible and reconfigurable) 的全球運籌系統研究。
- (2) 供應鏈系統研究 不應該只停留在分析階段，應更深入到問題根源與並提出解決方法的建議。
- (3) 應更積極尋求產業合作 減少求解假設性問題，應系統化的闡述業界的實際困難，並從實際問題中提出首創的模型或解決方案。
- (4) 國內研究計畫規模過小，很少可以有真正具宏觀的研究計畫，雖然小型產學合作計畫很重要，但是一個全球性的產學合作計畫亦應鼓勵。

## 2. Pilatus Aircraft

### 2.1. 簡介

Pilatus Aircraft是一已有65年歷史的飛機公司，專伺生產商用及軍事訓練用小型飛機。Pilatus Aircraft於1939年成立，第一架飛機SB-2於1944首次試飛，1953年將所生產的P-3軍事訓練機移交瑞士及巴西空軍，1959年極富盛名的功用飛機 (utility aircraft) PC-6 Porter出廠，45年後的今天PC-6仍然生產中，可見Pilatus 的飛機具有瑞士產品優良品質與可靠度的傳統。1978年真正量產的軍事訓練機PC-7出廠，至今已生產了超過450架的PC-7。為了因應現代空軍訓練的需求及降低整個飛機生命週期維護成本，1999年一月，Pilatus開始PC-21的發展計畫，並於2002年七月一日首航。我們此次的參訪的重點，便是要了解 Pilatus如何在短短的三年內，利用全新的電腦輔助系統開發出全新的PC-21軍事訓練機。我們於九月十六日下午抵達Pilatus Aircraft公司，由首席空氣動力學家Dr.

Leonardo Manfriani負責接待，首先對簡介Pilatus公司，接著訪問各個部門了解PC-21的研發。圖八為參訪成員與Pilatus的Dr. Manfriani及Dr. Scherer在PC-7前的合影。



圖八 Pilatus 飛機公司著名的 PC-7 前合影

## 2.2. 現況與發展

PC-21的研發可說是Pilatus 飛機公司轉型為現代高科技公司的轉戾點，主要有三個目標：

- (1) 比起全世界其他 Turboprop Trainer，具有最優略的空氣動力表現。
- (2) 比起全世界其他 Turboprop Trainer，最具效力、彈性且成本效益的整合訓練系統。
- (3) 比起全世界其他 Turboprop Trainerr，具毫不遜色的低生命週期維護成本。

圖九為 Pilatus 在 2002 年四月正式推出的 PC-21 雄姿。



圖九 PC-21

PC-21在設計階段，便考慮到飛機整個生命週期的維護成本以及風險。整個飛機平台不但容易維修、保養，更重要的是其穩定性及可預測性，並保證零件大小精確度及一致性使整個機隊的維護更趨容易。PC-21的研發引進了最先進的可靠度與可維護度觀念，所採用的最現代的鑄造技術不但大幅縮短整個生產組裝時間、降低維修及工程變更成本，更使飛機結構與系統行為在整個飛機生命週期內都非常容易預測。PC-21在研發階段便考慮了零件的選擇與取得，並建立與零件供應商的智慧型關係，大大改善了整個物流及運籌體系的效率，同時也提供了一個具創新及成長性的研發環境。經過這些革命性的研發過程，Turn-round times 和每一飛行小時所需要的維修保養人時都大大的縮減。PC-21在各個研發階段全面使用數位設計工具、有限元素建模 (finite element modeling)、靜態及動態模擬以及三維度的流體計算 (three-dimensional flow computation)，這些都使PC-21的品質大幅提升，並使其風險降到最低。PC-21所採用最現代的材料，更進一步提升其可預測性、降低整個飛機生命週期的成本。

### 2.3. 參訪感想與建議

Pilatus Aircraft是瑞士典型的傳統科技產業，體認到國際化以及數位化的趨勢，他們在20世紀末進行了幾乎是革命性的變革。台灣雖然沒有歷史如此悠久的科技產業，卻也有像裕隆汽車、台中精機等歷史不算短的傳統科技製造業。雖然concurrent engineering、quality engineering及design for manufacturability已經推廣許久，Pilatus Aircraft在極短的時間內便徹底在研發階段，便考慮到整個產品生命週期可能遇到的問題。這是非常值得國內產業界與學術界參考的，經由這次的參訪我們有以下的建議：

- (1) 傳統科技產業在面臨新的競爭挑戰，應該設定超越世界上同業的卓越目標，徹底躍昇成為世界頂尖的公司，對於學術界而言，科技管理不應該只停滯在個案分析，應該積極尋求與傳統科技產業合作，應用科技管理手法造就頂尖的國際科技公司。
- (2) 研發不但要考慮生產製造的種種問題，更應該進一步考慮到產品的整個生命週期，包括產品的使用彈性、後勤供應及維修保養成本。

## 3. Chocolat Frey

### 3.1. 簡介

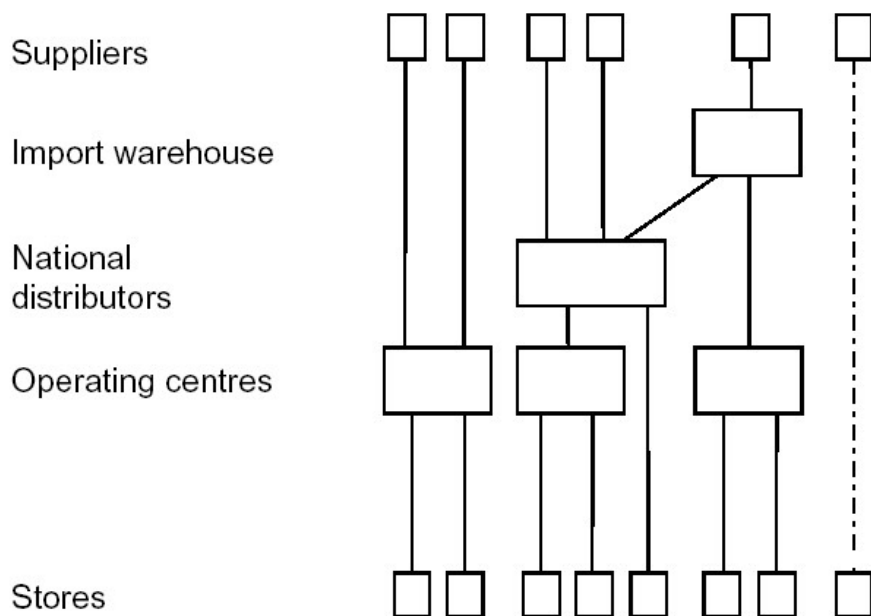
Chocolat Frey成立於1887年，是瑞士最具代表性的傳統產業，在1950年被瑞士最大的零售集團MIGROS Group所購併，MIGROS年營業額大約140億歐元，有大約83,000個員工，全瑞士有超過600個銷售據點，據估計，MIGROS每天大約有1,300,000的顧客上門。Chocolat Frey藉著MIGROS的龐大銷售體系，也成為瑞士國內最大的巧克力供應商，年營業額在1999年達到了一億八千三百萬歐元，大約佔了整個瑞士市場的38%。1998年MIGROS決定導入最新的物流運籌系統，Chocolat Frey被指定為新系統的先導公司之一，並於2000年正式啟用SAP/R3。我們於九月十七日早上造訪Chocolat Frey，由該公司供應鏈管理部門負責人Ms. Marianne Wüthrich負責接待，圖十為參訪成員在參觀工廠時的合影。



圖十 Chocolat Frey 工廠參觀

### 3.2. 現況與發展

由於Chocolat Frey屬於MIGROS集團的成員之一，所有的銷售也是藉由MIGROS的龐大通貨系統，因此很多供應鏈策略是由集團所主導。MIGROS的物流大概可分為五個層級如圖十一所示。



圖十一 MIGROS 的物流層級

MIGROS 的物流系統還有下列特色：

- (1) 不管是物流或銷售皆需保持充足的貨源。
- (2) 不同的物品種類皆有其特定的物流需求。
- (3) MIGROS 有特定的群體採購及配銷原則。
- (4) MIGROS 要求極高的 Service Rate。
- (5) MIGROS 是一個高度分工的集團 全國性或區域性通貨皆有不同負責單位。
- (6) MIGROS 要求很一致的標準化過程。

MIGROS於1998年啟動了新的物流系統計畫，其目的主要有三：1) 在同樣或更高的到貨率下降低成本 2) 提升整個零售體系的效率 (efficiency) 與效用 (effectiveness) 而不是部份單位的最佳化導致其他單位的損失 3) 建構一個持續性的、一致的IT系統。1998年，MIGROS決定針對 全國性乾食品 (dry food) 物流、全國性非食品物流及區域性新鮮食品物流導入新系統，並同時建立集團標準的IT系統。Chocolat Frey 的產品屬於全國性dry food的一種，MIGROS的dry food 物流新系統已達成了：(a) 型錄管理 (b) 全國單一dry food 配銷中心 (c) 導入 SAP dry food系統 (d) 新的運銷組織 (e) 在2003年導入到MIGROS的十個Cooperatives。初步的評估是在零售業1%~2% 的利潤中已節省了幾個 0/00 的成本，同時MIGROS也發現新系統造成更好的貨架使用率、較低的庫存及整個供應鏈較高的透通性。

### 3.3. 參訪感想與建議

Chocolat Frey及MIGROS分別為傳統的食品業及零售業，兩者的整合，就像是統一食品與7-11便利商店的整合一樣。台灣的消費型態較接近鄰近的日本，配銷系統亦大多引進自日本。但是本次參訪歐洲體系裡的瑞士產業，仍有值得參考之處。雖然瑞士位於幾個大經濟體之間，大部份傳統產業卻完全是瑞士本土的，具有非常高度的本土特色，像巧克力產業就是因為本土特色的發展 最後成為全世界首區一指的產業。而零售業選擇不擴張到其他鄰近國家，即便如此這些傳統產業，仍然在學術界的輔助下，追求最高的運籌效率。經由這次的參訪我們有以下的建議：

- (1) 台灣傳統產業不一定要急著往外擴張，可以發展出本土特色，並從高度本土特色進而進軍國際市場，我國的速食麵以及波霸奶茶都可以成為很好的典範。
- (2) 學術界不應該只選擇高科技產業為合作對象，政府應更重視傳統產業的轉型，並鼓勵學術界更積極的參與。

## 三、英國

工業工程與管理學門歐洲考察團承國科會補助於自 2004 年 9 月 19 日至 2003 年 9 月 22 日前往英國劍橋大學製造所( The Institute for Manufacturing )訪問，受到 Professor Mike Gregory、石湧江主任 ( Yongjiang Shi )、Don Fleet ( Centre for International

Manufacturing ) Peter Templeton 主任( Director, Industry Links Unit ) Clare Farrukh( Centre for Technology Management ) Andy Shaw 及 James Brusey( Auto-ID Lab ) Finbarr Livesey ( Centre for Economics & Policy ) 及陳建豪博士 ( Billy Chen ) 等的熱烈歡迎和接待。

劍橋大學成立於 1209 年，學院則於 1284 年出現。為歷史非常悠久之大學，2008 年將舉行 800 週年校慶。劍橋大學有教師 1,000 餘名，另外還有 1,000 餘名訪問學者。大學共有學生 16,900 名，其中包括 6,935 名研究生(定居在劍橋的 4,430)，72%的研究生來自其他大學，研究生中 42%是國外留學生，女生占 36%。

1999 年《時代》週刊 ( Times ) 的大學等級評估中，劍橋大學評估總分為第 1 名。其中：教學品質第 1 名；科研品質第 1 名；入學標準第 1 名；師生比例第 5 名；圖書電腦經費第 3 名；設備經費第 16 名；獲榮譽等級的比例第 1 名；畢業去向第 4 名。2000 年《時代》週刊 ( Times ) 等級評估中仍獲總分第 1 名。1999 年至 2003 年連續被 Financial Times 評估等級為第 1 名。

劍橋大學以科學方面的卓越研究聞名全世界，至今已有超過六十位諾貝爾獎得主。無論學習環境，圖書館設備和藏書，都十分理想。校內除大學圖書館外，尚有數十個系所圖書館，圖書館內有 6 百萬以上的藏書量。校內另有 10 個博物館，內容由人類學，考古學到動物學，包羅萬象。

劍橋大學擁有 31 個學院、62 個系。著名之學院包含國王學院 ( King's College ) 三聖學院 ( TRINITY COLLEGE ) 聖約翰學院 ( St. John's College ) 皇后學院 ( Queens' College ) 等。科系則包含 29 個理科系、33 個文科系，眾多系中尤為著名的是物理系。大學實驗室專業廣泛，包括農業、解剖學、生物學、化學、實驗物理學、遺傳學、醫學、材料科學等，共約 20 個實驗室。

至今，劍橋大學和牛津大學保持著獨特的學院制。劍橋的 31 個學院錯落有致地分佈在只有 10 萬人左右的小鎮裏。這些學院建於不同的時代，最早的已有七、八百年歷史。每個學院都有各自的風格和獨立的個性。大學與學院雖相輔相成，卻是不同的實體，在經濟上也是獨立的。大學是公有制，由國家撥款，而學院則為私有，自負盈虧。大學負責研究生的招生，學院負責本科生的招生，數量由大學統一規劃。所有學生的教學是由大學負責，而學院負責學生的生活和本科生的業餘輔導。每年年底，大學按照各學院本科生的成績，按一定規則打分，把學院排隊，促使學院之間相互競爭。

## 1. IfM

### 1.1. 簡介

The Institute for Manufacturing (IfM) 製造所成立於 1998 年，為劍橋大學工程系的一個重要研究單位。在 Professor Mike Gregory 負責領導下，廣泛的整合製造的各種專業領域，包含績效與策略、國際製造、經濟與政策、科技管理、產業永續發展、生產流程、

決策分析以及自動化與控制。

IfM 結合超過 150 位的產業專家，政策制定人員，研究員以及學生，共同發展尖端的教學及研究，提供先進的服務給地方性，全國性或全球性之製造業。IfM 之服務旨在協助企業成長並提升競爭力，期使於產業循環中獲得利潤。

IfM 強調研究，教學與實務三方的連結，提供大學，研究所，與在職進修之課程，成立 7 個研究中心與 3 個研究小組，得到了英國研究基金會(EPSRC)的重視，是少數受到 EPSRC 支助之大型研究中心之一；並與業界領導廠商密切合作各項專案，合作廠商包含 BAE Systems, Caterpillar, Domino Printing Sciences, GKN, Glaxo Smith Kline, Herbert Group, Inca Digital, Michell Instruments Ltd, Philips, Rolls-Royce and Sofa & Co, 同時也與國家或地方政府團體合作，遍及英國國內與海外。目前 Professor Mike Gregory 製造所國際製造中心石湧江 (Yongjiang Shi) 主任、逢甲大學張保隆副校長以及清華大學簡禎富教授共同主持由英國皇家學會與中華民國國科會贊助「台灣電子產業製造模式演進」國際合作計畫，對促進台英雙邊學術交流與國際合作極有貢獻。

## 1.2. 教學

IfM 提供大學部課程(4 年)、研究所課程(1 年)、在職進修課程(2 年)以及博士班課程(3 年)。

Manufacturing Engineering Tripos 為 4 年之 MEng, 課程內容旨在提供學生廣泛之製造與管理的相關課程，配合產業實作專案或產業參訪，並輔以語言方面之訓練。畢業前，學生需根據選定之主題，安排國外企業之研究專案。

IfM 提供兩類的研究所課程，欲往產業發展之學生可選擇 Advanced Course in Design Manufacturing and Management (ACDMM)。此課程為期 1 年，提供學生專業技術能力，個人發展以及實務經驗。為使學生能力符合實務需求的，可即刻進入人力市場，一年內學生須參與數個企業提供之短期專案。

欲在學術方面深造之學生可選取一年期的博士班預備課程(MPhil)，進而修習博士班課程。這類型課程強調培養學生進行高品質學術研究之能力，但研究領域仍與產業應用緊密結合，研究成果應能於商業或產業中。博士班課程也須進行產業合作專案，期使畢業生能兼具堅強之實務經驗與研究專長。

針對有工作經驗，欲往高階職位發展之主管，IfM 提供兩年期，在職進修之碩士學位，Manufacturing Leaders program。此課程主要培養學員企業營運的能力與領導能力，期使將經理人培養為領導者。此課程包含四個模組，(1)實現營運卓越，(2)策略發展與實行，(3)全球化研究，與(4)全球化企業參訪。

### 1.3. 研究：IIM成立7個研究中心與3個研究小組

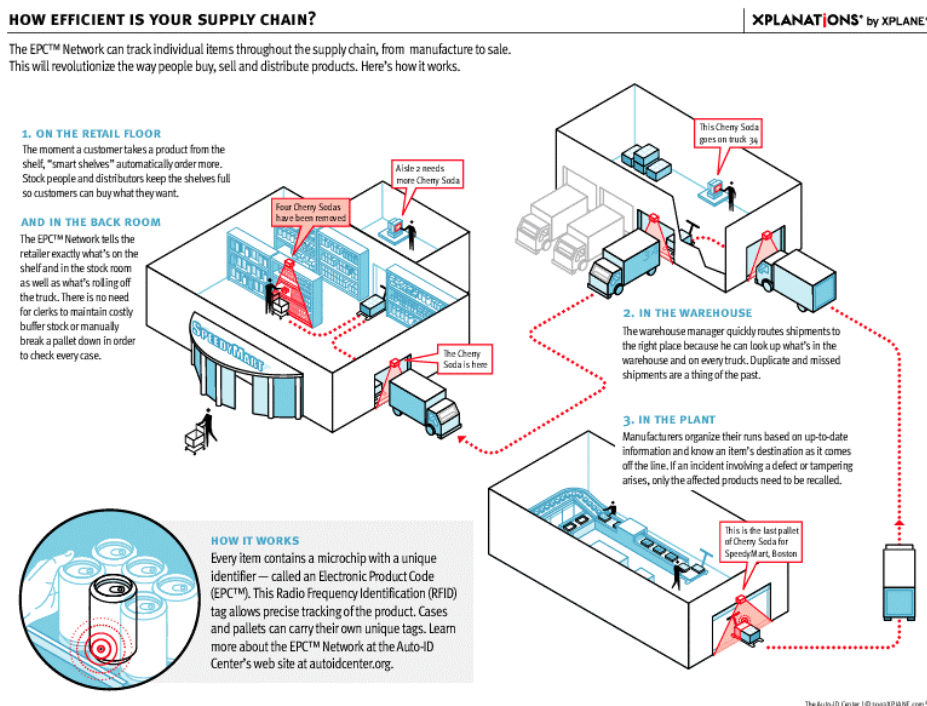
工業工程與管理學門歐洲考察團此行的重點即在工業工程與管理的學術交流與參訪，並瞭解國外先進的研究團隊最新方向，並尋求進一步合作的機會，以協助國內發展研究方向，提昇研究能量。劍橋大學製造所包括 7 個研究中心與 3 個研究小組，其中最大的特點是英國在面對製造業外移後的製造管理與工業工程學術研究的轉型，及其針對未來發展所做的大型研究計畫，可做為工業工程與管理學門在面對國內產業轉型，規劃學門未來發展方向與推廣產學合作研究的參考。

#### (1) Centre for Distributed Automation and Control

成立於1995年，專注於自動化與控制領域，旨在結合產業需求於學術研究。在商業上，中心主要工作方向為提升製造生產能力，以因應與日俱增之市場變化及非預期干擾。技術上，則致力於發展可靠且可應用之演算法，以及可調變之控制系統架構。最新的楊就方向為發展以網路為基礎之分散式智慧控制技術，以支援快速且產品導向之供應鏈。

#### (2) Auto-ID Lab

劍橋大學之Auto-ID Lab成立於2000年，與各界各知名的Auto-ID Labs建立聯盟，於2003年在區分為，Auto-ID Labs與 EPC global，由UCC 與 EAN合資成立。



#### (3) Centre for Economics & Policy

此中心結合產業人士與政策制定人士，探討製造業的定位與經濟和制度上的需求，作

為未來政策發展之參考。期使經由產官學的合作，制定出符合經濟發展方向之法規。中心包含三個研究小組：製造業未來發展、製造與技術政策、製造與經濟。

(4) Centre for International Manufacturing

擔負全球化製造相關研討活動之角色，提供數個專業群組，讓產業界主管交流探討全球化製造之相關議題，並提供各式的產學研討會。中心之研究重點為應用導向之研究，著重於以學術研究為根基，發展實用之工具與技術。他們不但將傳統的製造系統和生產運作管理概念由單純的工廠範疇拓展到國際化的分佈協調網路範疇，並為此建立起了一套基於網路系統的績效評價體系和戰略分析流程，而且最近幾年來又繼續將研究的前沿推進到跨國與跨公司聯合的虛擬製造網路系統範疇之中，尤其是在國際動態聯盟的研究中取得了進一步的進展，瞭解到了在電子行業和生物技術產業中新近湧現的專業合同製造廠商以及與其相適應的新的虛擬製造模式。

(5) Centre for Technology Management

科技管理中心專注於有效的整合科技與商業決策。

(6) Center for Innovative Manufacturing Research

本中心源於劍橋大學製造學院，由 Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC) 贊助，提供製造與科技管理相關之教學研究與實務。主要發展重點為(1)建構與管理全球化供應網路(2)技術快速取得與發展(3)製造知識與溝通。

(7) Centre for Strategy and Performance

主要研究方向為探討如何改善策略選擇與決策之方法，如何實施企業計畫與進行績效考核並提升績效，發展並提供實用之工具給產業之管理者與顧問使用，建立產學人士針對策略與績效相關專業的討論群組，提供教育訓練。

(8) Decision Support Group

決策分析小組致力於發展個人或群體決策相關之方法論、工具、以及軟體，以提高營運環境中決策的品質。主要研究方向為評估科技、組織文化、人類專業知識對決策之影響。同時也研究這些因素對營運整合與改善上之影響，以及對長期之團隊學習，知識管理之影響。

(9) Production Processes Group

生產流程小組主要針對傳統流程發展新的模式，根據最新科技進行流程之創新，並提供技術移轉。

(10) Industrial Sustainability Group

不同於一般永續發展之研究竹重於國家層級的研究，產業永續發展小組致力於企業層級之研究，探討永續發展之議題對企業的影響。主要研究方向為發展新工具與架構以協助企業管理環境與社會議題，研發符合永續發展的產品與技術，預測未來永續發展之趨勢以及產業之因應方法。

#### 1.4. 服務

本次參訪期間剛好是英國劍橋大學製造所舉辦的 The 9th annual Cambridge International Manufacturing Symposium，今年度主題為「Designing and operating global manufacturing and supply networks」，專題講員包含五位產業界高階主管(Chris Carter, Gary Kedgley, Fred C. Masson, Mark Philips, Nicholi Tandrup)，以及一位教授 Professor Ann Vereecke；其他還有論文發表與討論。因此有機會與來自世界各地有關製造管理與製造策略的專家學者齊聚一堂。在研討會的討論中，藉著產業界及企業界的熱烈討論，更深刻瞭解到產業界目前應用工業工程與管理的方法和技術的情形及相關問題，另一方面也能體認到歐美學術界在面對製造業外移後的轉型，及學術界可以對產業界的幫助，並可做為在國內產業界推廣產學合作研究的參考。「劍橋國際製造論壇」(Cambridge International Manufacturing Symposium)內容不僅限於一般的製造管理和工業工程而已，並及於各領域的應用和整合，提供跨學門、跨領域的學者彼此交流的很好機會，值得國內工業工程與管理學門各領域的學者多多參與。此外，製造所的7個研究中心與3個研究小組均設有產學聯盟，招收企業及政府單位會員，除了收取會費外，並固定召開各種論壇與研討會，加強對企業的服務，促進產學合作研究。





## 2. 英國研究基金會(EPSC)

我們也有機會和英國研究基金會(EPSC)負責 Design and Manufacturing Management 的 Andrew Clark 博士進一步會談交流。我們一方面發現英國投入科研的經費比我國多好幾倍，另一方面與其是「齊頭式平等」的大家都分一小塊研究經費既餓不死也成不了氣候；英國將更多的資源集中於少數教授所領導的研究中心，其中包括英國劍橋大學 Professor Mike Gregory 所領導的製造所，並鼓勵作長期、跨領域且具創新性的大型研究計畫，值得國內參考以擷取其中的優點。

## 3. Cranfield University

本次參訪的最後一站是位於倫敦西郊的 Cranfield University，目前有 3,146 位學生，包含 2,149 全職學生與 997 兼職學生。學生中，66%來自英國國內。提供 Undergraduate degree, Research degrees 與 Postgraduate courses。科系包含管理，理工，醫藥，以及環境與生物科技。Cranfield University 是一個以航空工程為基礎發展的一個小而美的大學，儘管不如劍橋大學等研究型大學可以從英國研究基金會(EPSC)拿到大量的研究資源，其產學合作與國際化均值得國內大學特別是新成立的科技大學學習與交流。透過英國劍橋大學與 Cranfield University 的訪問與對比，更讓我們深刻體認大學教育在英國已經成為知識服務業，各大學因其專長和優勢，已經發展出不同研究與教學特色，除了與地區產業結合，並能國際化，值得我們借鏡。