

出國報告（出國類別：實習）

赴美國參加奇異公司電力  
系統研習班

服務機關：台灣電力股份有限公司 電力調度處

姓名職稱：林琦軒 主辦電網軟體專員

派赴國家：美國

出國期間：101 年 9 月 8 日至 101 年 12 月 10 日

報告日期：102 年 1 月 7 日

## 出國報告審核表

出國報告名稱：赴美國參加奇異公司電力系統研習班

出國人姓名(2人以上,以1人為代表)	職稱	服務單位
林琦軒	主辦電網軟體專員	台灣電力股份有限公司 電力調度處

出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input checked="" type="checkbox"/> 實習 <input type="checkbox"/> 其他_____ (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)
------	--

出國期間：101年9月8日至101年12月10日	報告繳交日期：102年1月7日
--------------------------	-----------------

出國計畫主辦機關審核意見	<p><input checked="" type="checkbox"/>1.依限繳交出國報告</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>2.格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>3.無抄襲相關出國報告</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>4.內容充實完備.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>5.建議具參考價值</p> <p><input type="checkbox"/>6.送本機關參考或研辦</p> <p><input type="checkbox"/>7.送上級機關參考</p> <p><input type="checkbox"/>8.退回補正,原因:<input type="checkbox"/>不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/>以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/>內容空洞簡略未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/>抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/>電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/>未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔</p> <p><input type="checkbox"/>9..本報告除上傳至出國報告資訊網外,將採行之公開發表:  <input type="checkbox"/>辦理本機關出國報告座談會(說明會),與同仁進行知識分享。  <input type="checkbox"/>於本機關業務會報提出報告  <input type="checkbox"/>其他_____</p> <p><input type="checkbox"/>10.其他處理意見及方式:</p>
--------------	--

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

報告人		審核人		單位 主管	主管處 主管	總經理 副總經理
-----	--	-----	--	----------	-----------	-------------

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：赴美國參加奇異公司電力系統研習班

頁數 37 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：台灣電力股份有限公司/陳德隆/2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

林琦軒/台灣電力公司/電力調度處/八等 主辦電網軟體專員/02-2366-6630

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：101 年 9 月 8 日至 101 年 12 月 10 日 出國地區：美國

報告日期：102 年 1 月 4 日

分類號/目

關鍵詞：電力系統研習班(PSEC)、電力系統穩定度(Power System Stability)、自由化電力市場(Deregulated Power Market)

內容摘要：(二百至三百字)

美國奇異(GE)公司從湯瑪斯愛迪生創立以來，已有百年歷史，全球員工高達數萬人，憑其不斷地創新研發與企業轉型，經歷過許多變遷與考驗，是全球少數成功的百年跨國企業。其所舉辦的電力系統工程研習班課程(Power System & Energy Course，簡稱 PSEC)於西元 1949 年開辦至今已有 63 年歷史。今(2012)年為第 63 期課程研討班，其課程內容主要為電力系統理論、電力系統安全運轉分析、線上調度運轉與控制、電力經濟與自由化市場、電力電子元件應用技術、再生能源技術、及全球電業發展趨勢等。課程內容涵蓋電力系統之發電、輸變電、配電且於課堂中常以模擬軟體作為輔助教學，並實地參觀紐約州獨立調度中心、各設備製造廠及各發電廠，有計劃性之電力課程規劃使學員將理論與實務相結合。研習期間，與國外電力公司學員交流工作經驗，互相瞭解各國電力公司系統架構、規模及未來發展方向，以強化既有規劃、運轉、調度能力及技術，並融入當地生活，體驗該地風俗民情，了解其文化特色，擴增國際視野。

## 報告內容

圖目錄.....	5
表目錄.....	6
第一章、緣由與目的.....	7
第二章、出返國行程.....	8
第三章、致謝.....	9
第四章、感想與建議	
4-1 感想.....	10
4-1 建議.....	12
第五章、PSEC研習課程	
5-1 PSEC受訓學員與受訓地點.....	15
5-2 PSEC課程概述.....	17
第六章、參訪活動	
6-1 紐約州獨立調度中心(New York Independent System Operator).....	25
6-2 GE汽輪發電機製造工廠.....	32
6-3 GE全球研發中心(GE Global Research Center) .....	33
附錄一 奇異公司之電力系統訓練課程講義及參考書目.....	34
附錄二 2012 GE PSEC受訓學員結業照片.....	36
附錄三 2012 GE PSEC課程講師合照.....	37

## 圖目錄

圖一 2012 GE PSEC 受訓地點.....	16
圖二 2012 GE PSEC 全期課程內容.....	17
圖三 2012 PSEC 3 <sup>rd</sup> Quarter 訓練學員合影.....	18
圖四 分組簡報.....	22
圖五 PSEC 訓練學員於 NYISO 合影.....	25
圖六 紐約州電力系統區塊(Zone) .....	26
圖七 NYISO 次日能源市場價格.....	26
圖八 紐約州發電購成比.....	28
圖九 紐約州輸電線網絡圖.....	29
圖十 紐約州區域發電負載不平衡.....	29
圖十一 電費帳單範例.....	30
圖十二 不同種類的配電公司與電費計價費率.....	31
圖十三 ACCENT Energy 公司網站首頁.....	31
圖十四 PSEC 學員與 GE 同仁於 GE 汽輪機與發電機製造工廠大廳合影.....	32
圖十五 PSEC 學員於 GE 全球研發中心合影.....	33

## 表目錄

表一 GE 受訓行程表.....	8
表二 2012 PSEC 學員名冊.....	15

## 第一章、緣由與目的

由於世界各國均積極推動智慧型電網與發展綠色能源，深切體會電力專業知識須加強之必要，以期對日益龐大且複雜的電力系統，擬出更有效之策略與分析。參加美國奇異公司(GE)舉辦的電力系統研習課程(PSEC)，除能學習其先進電力系統技術及了解全球電業趨勢外，並能與其他國家的電力工程師交換工作經驗與心得，將有助於提昇電力技術與運用績效。

本項訓練課程由美國奇異公司(GE)舉辦，奇異公司為美國著名且主要的電力設備製造與電力技術研發機構，其舉辦之電力系統訓練課程，至今已有六十三年歷史。課程主要包含電力系統分析(含系統穩定度)、保護電驛、調度運轉、全球電力市場、經濟調度、發電及輸電策略、智慧型電網及新能源科技等相關電力課程，內容豐富且涵蓋發電、輸變電、配電領域，除可提供本公司派訓人員將電力系統理論與調度實務相結合外，並提升目前本公司人員較缺乏之電力自由化、新能源技術及智慧型電網等專業知識，訓練期間亦可與國外各知名電力公司派訓人員交流各項電力規劃及運轉理念，並安排參觀各型電廠、電力調度中心、設備製造廠及電力研究中心，俾利強化既有電力系統專業能力並吸取國外之經驗及技術。

電力為永續發展的事業，也是國家建設發展與民生需求所寄。今日電力系統的複雜度已提高許多，必須作出更精確的系統模擬、分析與研究，除需仰賴功能強大的分析軟體外，更需要優秀電力背景的人才，本課程可說是培育電力系統運轉與規劃專業人員的搖籃。

## 第二章、出返國行程

本出國計畫，自 101 年 9 月 8 日起，至 101 年 12 月 10 日止，出返國行程如表一所示：

去程：			
101/9/8	台北	紐約	
101/9/9	紐約	奧爾巴尼	斯堪那特提
<b>實習：101/9/10 ~ 101/12/7 美國奇異公司電力系統研習班</b>			
返程：			
101/12/8	斯堪那特提	奧爾巴尼	紐約
101/12/9	紐約		
101/12/10	台北		

表一 GE受訓行程表

### 第三章、誌謝

本次出國計畫得以順利成行，特別感謝總經理、李副總經理尚宗、籃處長宏偉、張副處長木軍、翁組長伯東、吳組長進忠、范專工正、林課長泉輝及周課長芳正大力協助與支持，謹此致上最誠摯的謝意。

同時也感謝，蔡課長培德和葉工程師宏志於出國前不吝惜提供出國經驗及注意事項；感謝當地僑胞陳醫師英仁給予在美國生活上之協助；感謝黃工程師啟峰和魏工程師豪廷，在出國期間代理職務，使業務能順利推展。最後，感謝本處全體同仁有良好的表現，獲得長官讚賞，得以繼續支持本出國計畫。

## 第四章、感想與建議

### 4-1 感想

今年有幸被公司長官選派前往美國奇異(GE)公司參加PSEC課程，首先感謝公司各級主管對於本項計畫的支持，提供國外進修實習的機會，另也謝謝本課課長與同仁於出國期間協助代理本人職務。本項實習對於職的實質助益很大，可歸納為以下幾點：

一、 外語能力提昇：於出國實習前，首先必須和美國奇異公司PSEC課程聯絡人Ms. Furchak Celeste以英文書信的方式辦理PSEC課程註冊、美國簽證及租屋等相關事宜。抵達美國後，除晚上與家人使用電腦應用軟體Skype聯繫外，英文-是課堂上及生活上的主要語言。研習期間，長時間接受來自不同國家講師的英文授課，對於英文的聽力有很大的增長，閱讀他們所編列之講義有助於增進英文閱讀能力；生活上，不管是購物、用餐或住宿等，更是讓本身之英文聽、說、能力大大增加。

二、 專業知識提昇：奇異公司所規劃之PSEC課程內容涵蓋範圍極廣，包凡電力系統基本理論、電力系統可靠度分析、調度運轉策略、電力系統電源及電網未來規劃、財務會計、機組模型、自由化市場、再生能源(風力、太陽能等)、汽電共生、智慧型電網等均有涉獵，本項課程可以說是國內大學研究所電力相關課程之加強，於實習其間亦安排相關發電廠、研發中心、製造廠房、調度中心等之參訪行程，對於己身專業能力之提升有很大幫助。

三、授課方式的不同：本課程的授課方式，與美國大學授課方式較為相近。課程採輕鬆並多樣化方式呈現，與台灣大學的授課方式大為不同。上課講師非常樂意接受提問，即使被問到回答不出來，大多先以幽默方式化解並於課後詢問其他GE資深同仁解答。有時，上課期間還免費提供咖啡和小餐點供講師與學員自行

享用。授課期間，安排多次分組團隊競賽，分組團隊競賽第一名，會接受講師表揚，大大刺激學習效果。有些講師還自製教具，輔助講課，學習效果也很顯著。

四、雙向考評方式：本課程的考評方式，採學員及講師雙向考評。每位講師都需要接受學員的考評，考評方式包含講師的專業能力，授課方式，資料準備充份度、課程整體評估、課程建議，讓講師了解其授課時的一些優/劣點。學員考評，考評包含家庭作業、考試測驗、機智問答、分組團隊競賽等方式。

五、拓展國際視野：本年度PSEC課程的學員來自很多國家和GE同仁，課堂上彼此討論專業知識，課餘休息或用餐時間相互分享各國文化、生活、工作等各方面寶貴經驗。

六、培養橫向團隊溝通的能力：奇異公司非常重視團隊合作，因此於研習期間，講師根據授課內容並安排分組討論、競賽，讓學員們學習橫向對話，做出最好的團隊決策。

七、學習主動關懷與互助：本次實習因交通補助費用較少之故，主是使用公車、步行與單車為主。於訓練研習期間，碰到颶風珊迪(Sandy)來襲。美國講師主動關懷並提供往返接送服務，相對於日本同學較為保守且被動式的關懷與互助，個人感受很深，也因此了解到各國人民不同的人格特質。

## 4-2 建議

一、持續派員參與美國奇異公司PSEC研習課程：如上節所述，本課程對於參訓學員助益甚大，不管是生活上、工作上、思考邏輯、知能管理上均有相當大的幫助，尤其分組團隊合作。本年度訓練期間共有多達6次分組團隊競賽，分組團隊競賽不僅可提高課程學習的深度，更強化團隊鏈結，激發團隊競爭力，建議增派參訓學員以吸取奇異公司團隊成功經驗，學成後可為公司提供更不一樣的視野與角度。以亞洲鄰近國日本與南韓為例，本年度共派員10位，建議持續並增派參訓學員至美國奇異公司參與研習課程。

二、加強本公司員工對於自由化電力市場的專業認知：本公司基層員工對於自由化電力市場的專業領域普遍較為不足，職尚未至奇異公司研習前，對於自由化電力市場的概念很生疏。雖然目前大部(經濟部)正積極推動台灣自由化電力市場，但短期內仍會維持目前現況，中長期則逐步走向市場競爭的機制，因此建議公司仍應重視培養有關電力自由化專業領域的人才。以亞洲鄰近國南韓為例，於2001年起開放電力自由化市場競爭機制，將原屬於韓國政府的電力公司(Korea Electric Power Corporation，簡稱KEPCO)下所有發電廠獨立分離成發電公司(Generation Company)，並與獨立民營發電業者(IPP)彼此透過自由化電力市場參與競價。KEPCO公司目前僅擁有輸/配電系統，而電源調度及電力市場價格的監控則由韓國電力交換中心(Korea Power Exchange，簡稱KPX)負責。台灣目前已朝向南韓電力自由化市場模式，台電公司目前正在討論廠網分離、機組競價等，後續亦將成立專業團隊和熟悉市場運作機制的調度員負責調度電源及市場價格監控。電力自由化的成敗與否與台灣經濟密切相關，建議應該要重視先期電力自由化領域的專業人員培育，未來台灣開放電力自由化時，專業人員才不會有供不應求、年齡斷層等問題發生。

三、積極推動需量反應政策：紐約州的裝置容量與尖峰負載其實與台灣非常相像，但該州需量反應之總量卻遠高出於台灣，其需量反應之總效益超過2,173 MW(2011年)。利用需量反應來換取負載尖峰時段的高燃料成本機組不僅符合能源有效利用，且在安全性上，於尖峰時段電源緊縮時期亦可以維持適當的備轉容量，可以有效避免尖載時段因發電機組跳機而可能造成的缺電或節電(限電)危機，本公司仍應積極並持續地推動需量反應政策，並研擬相關配套措施，提供用戶更大的誘因，以拓展需量反應之總量。

#### 四、適度調整差旅費用：

##### 1. 差旅費不足涵蓋當地生活費用：

奇異公司因鄰近於美東紐約州州政府奧爾巴尼(ALBANY)所在地，生活費用水平不低。學員按奇異公司建議居住之社區公寓，每月房租（含必要之傢俱、電、瓦斯和通訊網路）約美金2300元，租車每月約美金1200元，三餐伙食費用約美金300元，每月支出費用合計3800元，公司僅補助每月生活費美金1100元，每月學員必須透支美金2700元，對優秀且有意願之同仁產生經費上的困擾。

##### 2. 建議全額補助租車費用：

公司雖有提供綜合補助費每月美金150元，扣除赴美必須支付的醫療費用及書籍補助費後，一個月僅剩23美元可補助交通費用。由於本研習課程的上課地點較為偏僻，附近並無房屋出租，也無公車可到達，且奇異公司推薦給學員租用之社區公寓距上課地點約20公里。因北美冬天天氣非常寒冷且經常下雪，上課地點又地處偏遠，租車實在有其必要性。但自98年度起租車不全額補助之限制，給參訓人員生活上帶來極大的壓力，建議公司再度考量此特殊情況之訓練，准予至美國奇異公司的受訓學員補助租車費用。亦建議公司人事部門能於課程期間到受訓地考察，並與奇異公司課程規劃部門交流，了解當地之實際生活情形，研擬具彈

性且合理之生活津貼及租車補助。

五、適度調整出返國行程：第一天(9月9日)下午三點抵達美國紐約州租屋處，在時差尚未調整好且食衣住行等一切尚未就緒，第二天(9月10日)上午七點即要前到奇異公司報到上課；12月7日下午4時全部課程結束後，第二天(12月8日)一早就要搭機返國。通常，到達美國後的第一週及返國的前一週，學員們為了調整時差和打點各項日常所需或整理行李等，實在無心上課。公司出返國行程較為僵硬，可考慮有所調整。另，日本全期受訓學員於課程結束後，有1~3個月等時間參訪美國、加拿大電力公司與調度中心行程。訓練費用與公務所需之生活支出，皆可公司支付。日本公司培訓員工獨立安排訪問行程及並與同業交流之能力的用心，值得本公司借鏡參考。

## 第五章、PSEC研習課程

### 5-1 PSEC受訓學員與受訓地點

2012年奇異公司之PSEC課程共有15位學員，分別來自日本(6位)、南韓(3位)、智利(2位)、南非(1位)、泰國(1位)、及台灣(1位)等國家，學員名冊如表二所示(\*兩位智利學員因受訓時間未滿一個Quarter，因此未列出)，PSEC受訓地點如圖一所示。

學員	公司	國家
Masahiro Abe	Electric Power Development Company, Ltd	日本
Hiroaki Hosoi	Shikoku Electric Power Co., Inc.	日本
Junji Mochizuki	Chugoku Electric Power Company, Inc.	日本
Yu Morishita	Hokuriku Electric Power Company	日本
Akira Nishio	Kansai Electric Power Company, Inc.	日本
Koji Yasumoto	Chubu Electric Power Company, Inc.	日本
JinYi Kim	Korea Power Exchange	南韓
Kyeong-Yeol Kim	Korea Electric Power Corporation	南韓
Kyu-Man Lee	Korea Electric Power Corporation	南韓
Jinsan Choi	Korea Electric Power Corporation	南韓
Ci-Syuan Lin	Taiwan Power Company	台灣
Kwabena Baah	Electro Volta P&BD	南非
Patcharaporn Phasukavanich	Power Policy Bureau	泰國

表二 2012 PSEC學員名冊



圖一 2012 GE PSEC受訓地點

## 5-2 PSEC課程概述

今(2012)年全期PSEC課程，共有四個部份(1<sup>st</sup> Quarter ~ 4<sup>th</sup> Quarter)，課程內容如圖二所示。

1ST QUARTER	POWER SYSTEM ENGINEERING COURSES	4 WEEKS
August 13-14	Power System Fundamentals	2 days
August 15-17	Power System Analysis and Symmetrical Components	3 days
August 20-23	Protective Relaying Fundamentals	4 days
August 27-29	Surge Analysis & Equipment Application	2.5 days
August 29-31	Reactive Power Compensation & Voltage Control	2.5 days
September 4-7 (T-F)	Synchronous Machine Fundamentals	4 days
2ND QUARTER	POWER SYSTEM PLANNING AND ADVANCED APPLICATIONS	4 WEEKS
September 10-12	Power System Dynamics	3 days
September 17-19	Transmission Planning and Analysis	3 days
September 20-21	Power Generation Control and Excitation	2 days
September 24-27	Distribution Systems Planning and Engineering	4 days
October 1-3	Smart Grid: Substation/Distribution Automation	3 days
October 4-5	Power Electronic Applications in Transmission: HVDC and FACTS	2 days
3RD QUARTER	POWER MARKETS, ENERGY ECONOMICS AND STRATEGIC PLANNING	4 WEEKS
October 8-9	Global Power Markets	2 days
October 10-12	U.S. Electric Power Industry	3 days
October 15-16	Power Plant Financial Modeling and Evaluation	2 days
October 17-19	Utility Economics and Power Systems Operation	3 days
October 22-25	Smart Grid: Demand Response and Dynamic Pricing	4 days
October 26	Advanced Metering Infrastructure Fundamentals	1 day
October 29–November 1	Strategic Transmission & Generation Planning	4 days
4TH QUARTER	EMERGING GENERATION TECHNOLOGIES	4 WEEKS
November 5-8	Competitive Power Generation	4 days
November 12-14	Industrial Energy Users	3 days
November 15-16	Integrated Gasification Power Fundamentals	2 days
November 19-23	No Class	
November 26-28	Fuel Flexibility and Alternative Energy Applications	3 days
November 29-30	Energy Storage Fundamentals	2 days
December 4-7 (T-F)	Fundamentals of Renewable Energy Systems	4 days

圖二 2012 GE PSEC全期課程內容

本次出國實習只參與PSEC課程共三個部份(2<sup>nd</sup> Quarter ~ 4<sup>th</sup> Quarter)，以下對各部份的課程內容作簡單說明與介紹：

第二部份(2<sup>nd</sup> Quarter)- 電力系統規劃與進階應用(Power System Planning and Advanced Application)：



圖三 2012 PSEC 3<sup>rd</sup> Quarter訓練學員合影

(一) 電力系統動態研究(Power System Dynamics)內容包含：

- 1、電力系統穩定度的基本觀念。
- 2、電力系統穩定度分析探討
  - (1) 同步發電機模型(Synchronous Generator Model)
  - (2) 激磁系統(Excitation System)
  - (3) 電力系統穩定器(Power System Stabilizer)
- 3、使用MATLAB及GE PSLF電力系統分析軟體進行電力系統穩定度模擬操作與訓練。;

(二) 輸電系統規劃與分析(Transmission Planning and Analysis)內容包含：

- 1、電力潮流與故障電流分析之觀念講解。
- 2、GE公司電力系統分析軟體PSLF程式之功能介紹與操作說明講解。

- (1) 匯流排、輸電線路、變壓器及發電機資料之建立與修改。
- (2) 電力潮流分析(Power Flow Analysis)。
- (3) 偶發事故分析(Contingency Analysis)、穩定度分析(Stability Analysis)。

3、電力系統穩定度分析之觀念講解。

4、輸電線路偶發事故分析之觀念講解。

(三) 發電控制與激磁系統(Power Generation Control and Excitation) 內容包含：

1、激磁系統(Excitation System)介紹。

2、電力系統頻率、電壓之控制。

3、發電機慣性、負載與發電機調速機控制(Inertia、Load and Speed Control Governing Characteristics)。

(四) 配電系統規劃與工程(Distribution Systems Planning and Engineering) 內容包含：

1、配電系統介紹。

2、配電系統規劃簡介。

3、配電設備工程介紹。

4、配電設備應用介紹。

5、配電系統可靠度(Reliability)介紹與計算。

(五) 智慧型網路:變電所/配電系統自動化(Smart Grid: Substation Distribution Automation)內容包含：

1、智慧型電網(Smart Grid)概念簡介。

2、變電所之功能介紹。

3、變電所自動化觀念介紹。

4、智慧型電網之安全簡介。

(六) 電力電子應用於高壓直流傳輸系統和和彈性交流傳輸系統(Power Electronic Applications in Transmission: HVDC and FACTS)，內容包含：

1、電力電子原理與元件簡介。

2、高壓直流傳輸系統(HVDC)應用介紹。

3、彈性交流系統(FACTS)系統應用介紹。

(1) 並聯FACTS控制(Shunt FACTS Controllers)

(2) 串聯FACTS控制(Series FACTS Controllers)

(3) 串並聯FACTS(Combination FACTS)

4、變頻變壓器(Variable Frequency Transformer)簡介。

第三部份(3rd Quarter)-電力市場、能源經濟及策略規劃(Power Markets, Energy Economics and Strategic Planning)：

(一) 全球電力市場(Global Power Markets)內容包含：

1、全球能源需求與電力市場結構介紹。

2、全球環境市場簡介。

3、全球再生能源市場簡介(Renewable Markets)。

4、全球燃料市場簡介(Fuel Markets)。

(二) 美國電力工業(U.S. Electric Power Industry)內容包含：

1、北美電力市場結構介紹。

2、北美電力市場發展歷史介紹。

3、北美電力市場發展至今所面臨的問題。

4、分組模擬競賽。

(三) 電廠財務模型與評估分析(Power Plant Financial Modeling and Evaluation)內容包含：

- 1、電廠經濟評估之數學模型介紹。
- 2、電廠財務分析方法介紹。
- 3、財務報表簡介。

(四) 電力經濟市場與電力系統經濟調度(Utility Economics and Power Systems Operation)內容包含：

- 1、電力經濟市場概念簡介。
- 2、電力經濟市場分析簡介。
- 3、電力系統經濟調度之競價與分析。
- 4、分組模擬競賽。

(五) 智慧型電網:需量反應與動態電價(Smart Grid: Demand Response and Dynamic Pricing)內容包含：

- 1、需量反應概念簡介。
- 2、需量反應的應用方式。
- 3、需量反應的經濟效益。

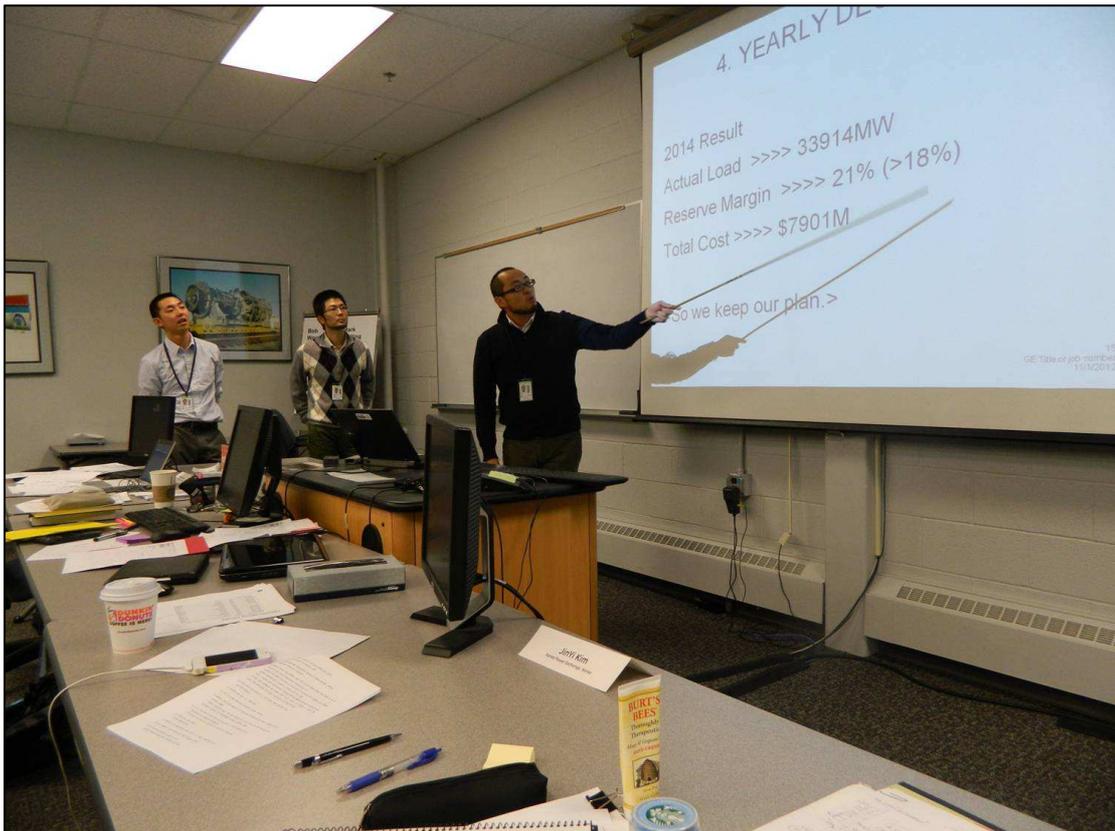
(六) 先進電錶基礎建設(Advanced Metering Infrastructure Fundamentals)內容包含：

- 1、電錶原理介紹。
- 2、智慧型電錶介紹。
- 3、智慧型電錶應用介紹。

(七) 發電機與輸電線之規劃(Strategic Transmission and Generation

Planning)內容包含：

- 1、發電機可靠度介紹(Generation Reliability)。
- 2、發電機與輸電線之規劃介紹。
- 3、負載預測觀念簡介。
- 4、分組模擬發電機規劃競賽與簡報(如圖四)。



圖四 分組簡報

第四部份(4th Quarter)-發電技術(Emerging Generation Technologies)：

(一) 發電機組(Competitive Power Generation)內容包含：

- 1、熱力學簡介。
- 2、氣渦輪機簡介。
- 3、汽輪機簡介。
- 4、複循環機組簡介。

5、汽電共生簡介。

6、分組模擬競賽。

(二) 工業用戶(Industrial Energy Users)內容包含：

1、造紙工業簡介。

2、煉鋼工業簡介。

3、水泥製造業及化學工業簡介等。

4、分組模擬競賽。

(三) 汽化發電原理(Integrated Gasification Power Fundamentals)內容包含：

1、IGCC (Integrated Gasification Combine Cycle) 簡介。

2、IGCC技術之應用與經濟性介紹。

3、分組模擬競賽。

(四) 燃料與替代能源應用(Fuel Flexibility and Alternative Energy Applications)內容包含：

1、全球燃料市場簡介。

2、各種燃料發電應用介紹。

3、核能發電簡介。

(五) 能源儲存(Energy Storage Fundamentals)內容包含：

1、燃料電池介紹。

2、抽蓄機組介紹。

3、飛輪(Flywheel)介紹。

(六) 再生能源系統(Fundamentals of Renewable Energy Systems)內容包含：

1、全球太陽能發電情形簡介。

2、太陽能發電原理介紹。

3、全球太陽能發電市場簡介。

4、全球風力能發電情形簡介。

5、風力發電原理介紹。

6、風力機組模型簡介。

7、其他再生能源應用。

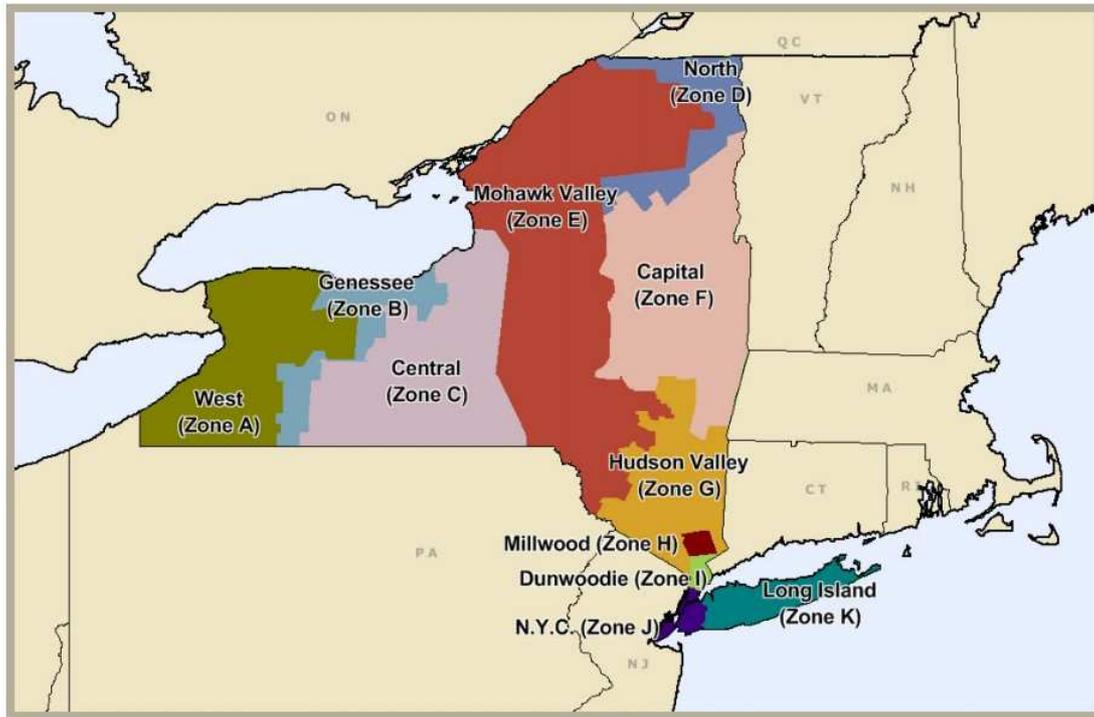
## 第六章、參訪活動

### 6-1 紐約州獨立調度中心 (New York Independent System Operator)

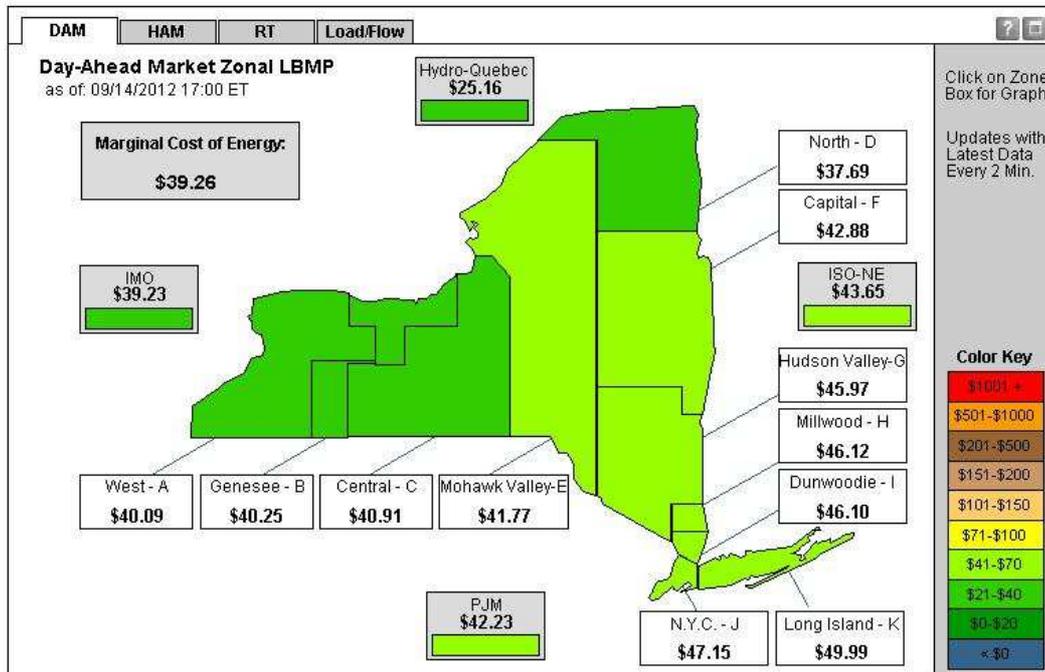


圖五 PSEC訓練學員於NYISO合影

NYISO調度中心位於紐約州州政府ALBANY附近之Schenectady，主要工作為監視和調度紐約州之發電機與輸電線網絡，每天2班輪值，每值12小時。紐約州電力系統可分為A ~ K共11區(Zones)，全州發電機組總裝置容量為39,570 MW，該州電力系統尖峰最高用電量為2006年8月的33,939 MW(不含需量反應1,200 MW)。去(2012)年尖峰最高用電量預估為33,295 MW(不含需量反應)。NYISO每日運轉24小時，一年運轉365天，透過公平、競爭的電能自由市場市場，確保紐約州電力供應無虞。



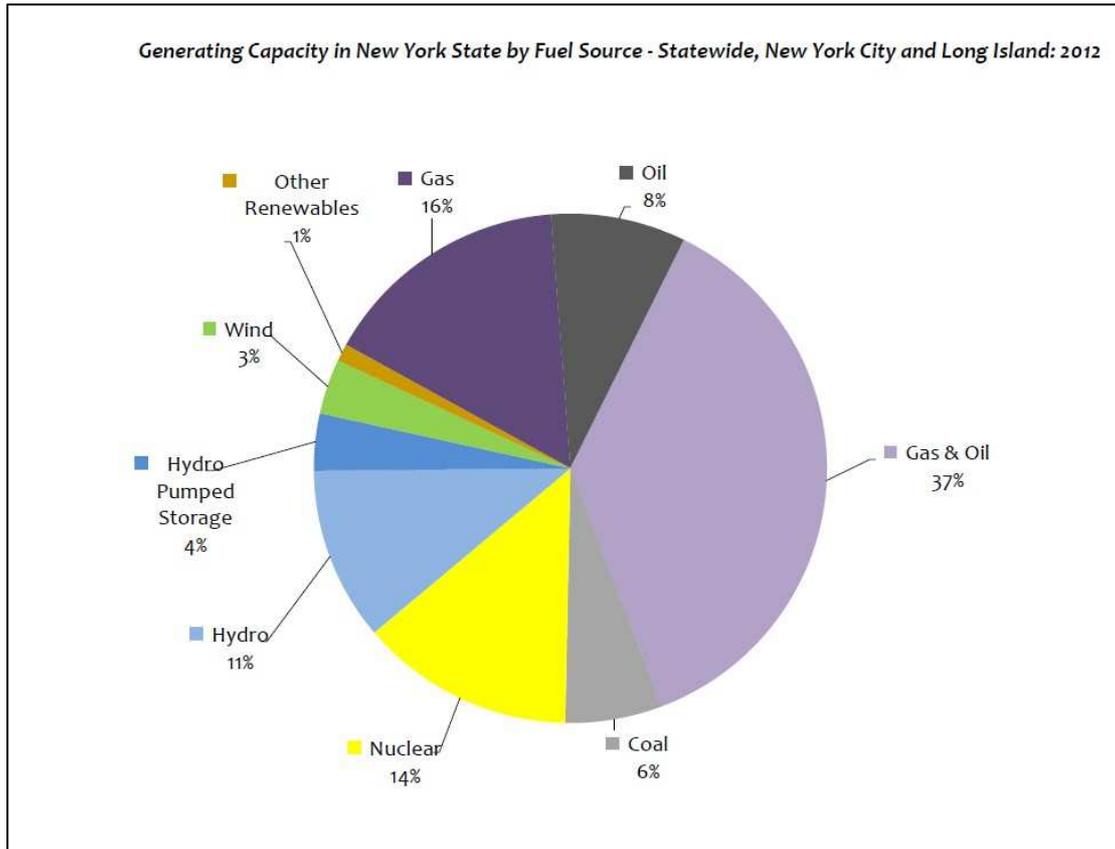
圖六 紐約州電力系統區塊(Zone)



圖七 NYISO次日能源市場價格

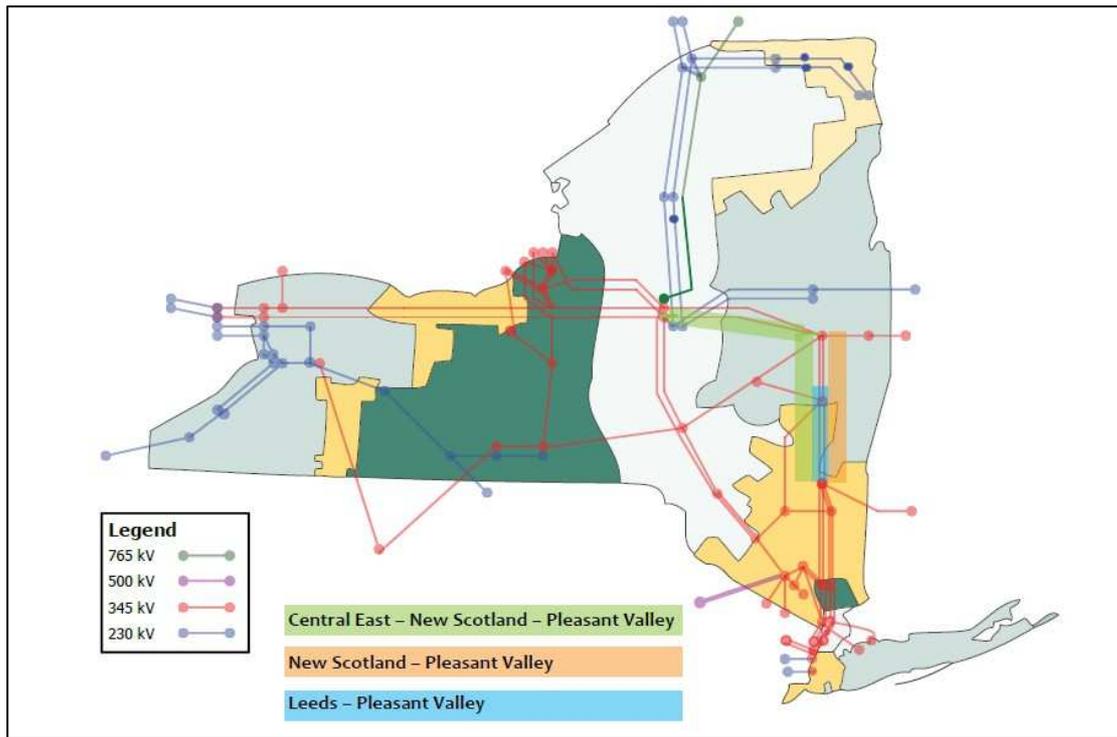
紐約州的自由電力市場在於發電端(Generation)彼此相互競爭，同時對於電力市場參與者 (Power Market Participants) 提供多樣的選擇。電力市場參

與者主要活動躉售(wholesale)電力、實際取得 (take possession) 購得電力。NYISO 扮演類似電力交易所(Power Exchange)的角色，安排市場的競價與服務，並負責維持該州電力系統安全與可靠的運轉。電力交易所的工作包括：撮合及促進裝置容量、電能及輔助服務等三大市場；買方與賣方間的交易；電能競標處理；計費結算(clearing price)等。紐約州的自由電力市場可提供各式各樣的交易，市場的買方與賣方可藉由雙邊(Bilateral)契約買/賣電力能量與電力容量 (energy and capacity)，亦可經由NYISO的協調市場 (coordinated markets) 內競標電力能量與輔助服務 (ancillary services)。NYISO 撮合市場買/賣電力交易量與電力能量買賣價錢。這些以競標為基礎的市場共分為兩種，並於兩時期開放，次日市場(Day-Ahead Market)和次時市場(Hour-Ahead Market)。自由市場參與者在一日前市場 (Day-Ahead Market) 競標的好處為可事先鎖定躉售電的買賣價格，然後可放心持續地執行各自的排程，以避免在即時市場可能發生的價格巨大波動，兩個市場的市場清算價格 (market clearing price) 皆以每小時為單位。目前紐約州電力自由市場交易情形為雙邊合約 (bilateral contract) 佔50%，一日前市場占 48%，即時市場2%。NYISO 另外有裝置容量市場 (ICAP)、輸電壅塞合約市場 (Transmission Congestion Contracts, TCC)、備用容量市場 (Reserves, 10分鐘備轉、10分鐘非備轉、30分鐘非備轉)、及輔助服務市場 (Ancillary Market)。紐約州可靠度委員會要求紐約州的備用容量裝置裕度為尖峰預測值18% 以上，而NYISO自行要求則為運轉時的備轉容量裕度為並聯發電機群中最大單一機組容量的1.5倍，即目前的要求為1,800 MW，其中1,200 MW必須在10分鐘內提供，其餘600 MW必須在30分鐘內提供，圖七所示為NYISO次日市場LBMP價格，圖八所示為目前紐約州發電構成比 (Fuel Sources)。

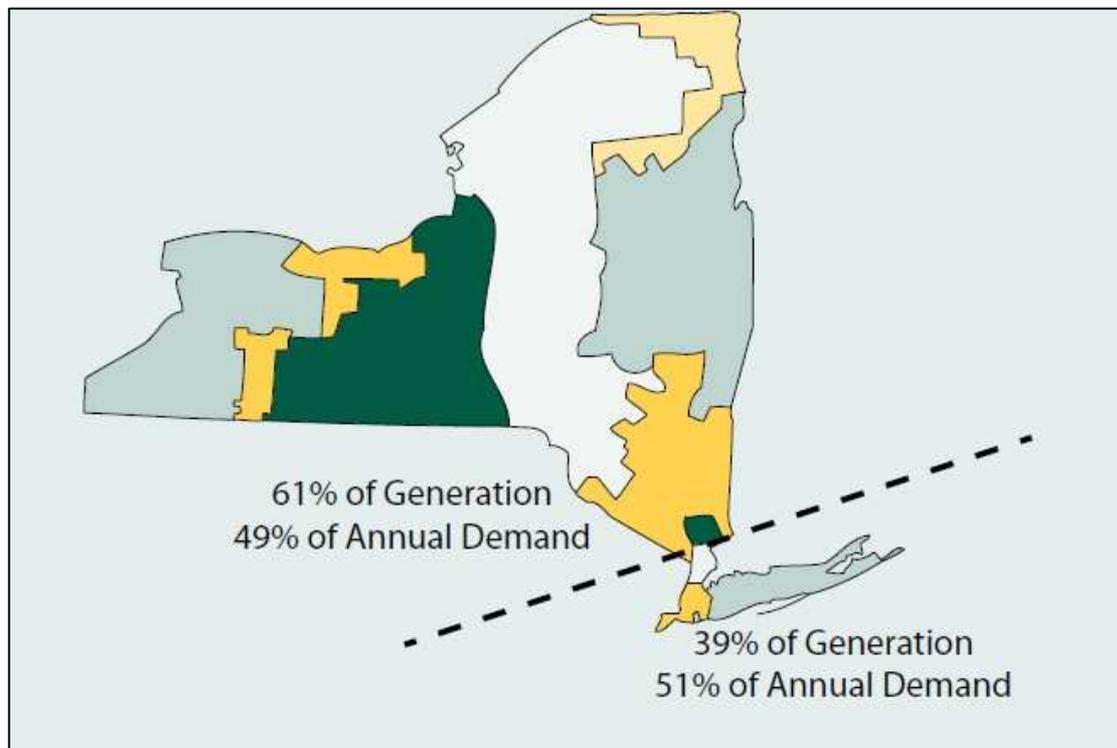


圖八 紐約州發電購成比

紐約州的輸電網路如圖九所示，輸電網路最高電壓等級為765 KV，輸電網路主要的電壓等級以345 KV為主。紐約州有51 %負載(發電量只有39 %)位於南邊紐約市附近(I~K區)，大量的電力(~12 %，約 4,200 MW)須由北邊或西邊往中部最終至南邊，大量電力且長距離的傳輸使得電網的穩定度常需被考量(這和我國的電力系統很類似)。紐約州的電力外連網路東邊為ISO-New England、西邊為加拿大安大略省IMO，南邊為PJM，北邊為加拿大魁北克省的Hydro Quebec。這些外連網路可為紐約州提供約2,000 MW的外購電力。這些外購電力，不僅可幫忙該州穩定電力系統的供需平衡外，也可滿足夏季尖峰負載高用電量的需求。



圖九 紐約州輸電線網絡圖



圖十 紐約州區域發電負載不平衡

紐約州的公用事業(Utility)或稱負載服務實體 (Load Serving Entity) 對工業客戶、商業客戶、及住戶(零售客戶)提供電能。對客戶進行收款後，再付款給電力市場參與者與NYISO，圖十一為電費帳單範例。

<b>Met-Ed</b> A FirstEnergy Company	February 16, 2010	Account Number: 22 22 22 2222 2 2	Page 1 of 4 M70
		Bill for: JOHN SMITH	
<b>Billing Period:</b>	Jan 16 to Feb 15, 2010 for 31 days		
<b>Next Reading Date:</b>	On or about Mar 15, 2010		
<b>Bill Based On:</b>	Actual Meter Reading		
Standard Residential			
Account Summary			Amount Due
<b>Basic Charges</b>			
<b>Customer Number: 888888888 0002081809 - Standard Residential - ME-RSD</b>			
Distribution		Customer Charge	8.11
	520 KWH	x 0.029904	15.55
Total Distribution Charges			23.66
Consumer Education Charge	520 KWH	x 0.000110	0.06
Transition	520 KWH	x 0.002740	1.42
Generation	520 KWH	x 0.051600	26.83
Transmission	520 KWH	x 0.028330	14.73
State Tax Surcharge			-0.01
Total State Tax Surcharge Charges			-0.02
<b>Total Charges</b>			<b>\$ 66.68</b>
<b>Price to Compare Message</b>			
Your current <b>PRICE TO COMPARE</b> for generation and transmission from Met-Ed is listed below. For you to save, a supplier's price must be lower.			
<b>Standard Residential - 0002081809</b>			<b>7.99 cents per kWh</b>
Customer reserves the right to shop for an electric supplier.			

圖十一 電費帳單範例

紐約州因電力高度自由化的關係，允許各級電力用戶可自由選擇其想要的負載服務實體和不同的電費計價費率(Rate Plans)，如圖十二所示，以 Accent Energy Midwest II LLC 公司為例，提供 Fixed 和 Variable 兩種費率共四種選擇。每種選擇的契約型式皆不同，提供不同種類和用電習慣的電力用戶需求。

Find	Choose	Compare	Print/Save
Zip: Schenectady (12308) Service Type: Electric Utility: National Grid ( <a href="#">update...</a> )			
ESCO	Offer	Rate	Green Offer
		Min. Term	Cancellation Fee
			Sample Sales Agreement
			Comments
<b>National Grid (incumbent utility)</b>			
<input type="checkbox"/>	<a href="#">Variable 0.04339 kwh</a>		0 0
Commodity rates change on a monthly basis. Assuming 500 kWh bill including MFC and ESRM.			
<b>AGWAY ENERGY SERVICES, LLC</b>			
<input type="checkbox"/>	<a href="#">Variable 0.029 kwh</a>	✓	1 Month(s)
Variable \$.029 per kwh for 1st month.			
<b>Accent Energy Midwest II LLC</b>			
<input type="checkbox"/>	<a href="#">Variable 0.062 kwh</a>		1 Month(s)
\$100 if the remaining term is less than 12 months and \$200 if the remaining term is 12 months or more			
<input type="checkbox"/>	<a href="#">Variable 0.064 kwh</a>	✓	1 Month(s)
\$100 if the remaining term is less than 12 months and \$200 if the remaining term is 12 months or more			
<input type="checkbox"/>	<a href="#">Fixed 0.064 kwh</a>		12 Month(s)
\$100 if the remaining term is less than 12 months and \$200 if the remaining term is 12 months or more			
<input type="checkbox"/>	<a href="#">Fixed 0.066 kwh</a>	✓	12 Month(s)
\$100 if the remaining term is less than 12 months and \$200 if the remaining term is 12 months or more			

圖十二 不同種類的配電公司與電費計價費率

Power My Home    Power My Business    Green Power    Energy 101    About Us

**ACCENT ENERGY**  
It's good energy.  
Home > Power My Home > Product, Plans, Services

**More choices. Cleaner Power. Maximum value for your energy dollar.**

Accent Energy is the only energy supplier focused on providing New York residents more choices, more value for your energy dollar, and more ways to make a difference through cleaner power. [Your utility can't do that.](#)

We call our approach *It's My Energy*, and it allows you to build your own personal energy plan from the various choices below...

**Products**

Accent Energy™ Electricity»

- GoAccent™ is the same electricity you get now, for the best value.
- GoGreen® is the ultimate in clean, sustainable energy.

**Rate Plans**

**Fixed Rate**  
Your rate stays constant, making it easier to plan your energy costs.

**Variable Rate**  
Your rate fluctuates with the market.

**Free Services**

NY Consumer Bill of Rights »

圖十三 ACCENT Energy 公司網站首頁

## 6-2 GE汽輪發電機製造工廠



圖十四 PSEC學員與GE同仁於GE汽輪機與發電機製造工廠大廳合影

GE汽輪發電機製造工廠位於紐約州Schenectady，佔地25 英畝，相當40 個足球場大。因發電機組施工製作需要，以三班制工作輪值，為世界最大且最先進汽輪機與發電機工廠製造工廠之一。至廠房參觀過程中，奇異公司派工廠主管解說廠區內的作業流程，由轉子線圈繞製、絕緣、轉子電樞製作、定子矽鋼片安裝排列、安裝線圈於轉子、定子、最後做現場測試工作，各項步驟皆詳細說明，讓學員瞭解製作發電機組的製作過程與流程。該廠已製造出近上萬部的發電機組，遍及全球九十幾個國家。

### 6-3 GE全球研發中心(GE Global Research Center)



圖十五 PSEC學員於GE全球研發中心合影

GE全球研發中心位於紐約州Niskayuna，是一個結合研發、科技與製造並多元性發展的研發中心，長久以來在很多領域有相當令人印象深刻的成果，目前在全球已成立數間的研發中心。一般來說，研發的成果，最終將變成商品。奇異公司全球研發中心投入大量的經費持續不斷地創新研發，使其企業得永續經營，並成為著名的百年跨國企業公司。圖七為參訪學員於GE全球研發中心合影，照片中的桌子為愛迪生之前使用的辦公桌。

附錄一 奇異公司之電力系統研習課程講義及參考書目

Quarter	參考書目	上課講義
2 <sup>nd</sup> Quarter	1. Power System Stability and Control, Kundur, McGraw Hill  2. Power Distribution Engineering, Burke, CRC Press  3. Electric Power Substation Engineering, McDonald, CRC	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Power System Dynamics</li> <li>➤ Transmission Planning &amp; Analysis</li> <li>➤ Power Generation Control &amp; Excitation</li> <li>➤ Distribution Systems Planning and Engineering</li> <li>➤ Smart Grid: Substation Distribution Automation</li> <li>➤ Power Electronic Applications in Transmission-HVDC and FACTS</li> </ul>
3 <sup>rd</sup> Quarter	None	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Global Power Markets</li> <li>➤ U.S. Electric Power Industry</li> <li>➤ Power Plant Financial Modeling and Evaluation</li> <li>➤ Utility Economics and</li> </ul>

		<p>Power System Operation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Smart Grid: Demand Response and Dynamic Pricing</li> <li>➤ AMI Fundamentals</li> <li>➤ Strategic Transmission &amp; Generation Planning</li> </ul>
4 <sup>th</sup> Quarter	None	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Competitive Power Generation</li> <li>➤ Industrial Energy Users</li> <li>➤ Integrated Gasification Power Fundamentals</li> <li>➤ Fuel Flexibility and Alternative Energy Applications</li> <li>➤ Energy Storage Fundamentals</li> <li>➤ Fundamentals of Renewable Energy Systems</li> </ul>

**Power Systems  
& Energy Course  
2012**

 <b>Masahiro Abe</b> ELECTRIC POWER DEVELOPMENT COMPANY, LTD. JAPAN	 <b>Kwabena Baah</b> VOLTA RIVER AUTHORITY AFRICA <i>Third Quarter</i>	 <b>Jinsan Choi</b> KEPCO KOREA <i>First &amp; Second Quarters</i>	 <b>Hiroaki Hosoi</b> SHIKOKU ELECTRIC POWER COMPANY, INC. JAPAN
 <b>JinYi Kim</b> KOREA POWER EXCHANGE KOREA	 <b>Kyeonp-yeol Kim</b> KEPCO KOREA <i>First Quarter</i>	 <b>Junji Mochizuki</b> CHUGOKU ELECTRIC POWER COMPANY, INC. JAPAN	 <b>Koji Yasumoto</b> CHUBU ELECTRIC POWER COMPANY, INC. JAPAN
 <b>Kye-Man Lee</b> KEPCO KOREA <i>First &amp; Second Quarters</i>	 <b>Ci-Syuan (Bok) Liu</b> TAIWAN POWER COMPANY TAIWAN <i>Second, Third &amp; Fourth Quarters</i>	 <b>Petcharporn Phasakavannich</b> POWER POLICY BUREAU THAILAND <i>Third Quarter</i>	 <b>Akira Nishio</b> KANSAI ELECTRIC POWER COMPANY, INC. JAPAN
 <b>Yu Morishita</b> HOKURIKU ELECTRIC POWER COMPANY, INC. JAPAN			

# Power Systems & Energy Course

## Instructors

### 2012

 <b>Steven A. Barnes</b> TRANSMISSION PLANNING & ANALYSIS POWER GENERATION CONTROL & EXCITATION	 <b>John D. McDonald</b> POWER SYSTEM ANALYSIS & SYMMETRICAL COMPONENTS MACHINE FUNDAMENTALS	 <b>Dr. Bahman Daryanian</b> SMART GRID DEMAND RESPONSE & DYNAMIC PRICING ENERGY FUNDAMENTALS	 <b>Brennan Downes</b> INDUSTRIAL ENERGY USERS	 <b>Dr. Hamid Elahi</b> POWER SYSTEM FUNDAMENTALS	 <b>Michael Farina</b> GLOBAL POWER MARKETS	 <b>Byron Flynn</b> SMART GRID SUBSTATION/DISTRIBUTION AUTOMATION	 <b>Lavelle A. Freeman</b> DISTRIBUTION SYSTEMS POWER GENERATION PLANNING & ENGINEERING	 <b>Gene A. Hinkle</b> U.S. ELECTRIC POWER INDUSTRY ENERGY STORAGE FUNDAMENTALS	 <b>Chris Kelbert</b> INTEGRATED GASIFICATION POWER FUNDAMENTALS	 <b>Elizabeth N. LaRose</b> GLOBAL POWER MARKETS	 <b>Daniel J. Leonard</b> POWER GENERATION CONTROL & EXCITATION	 <b>Gerard Loiselle</b> FUEL FLEXIBILITY & ALTERNATIVE ENERGY APPLICATIONS	 <b>Jason M. MacDowell</b> FUNDAMENTALS OF RENEWABLE ENERGY SYSTEMS	 <b>John D. McDonald</b> SMART GRID SUBSTATION/DISTRIBUTION AUTOMATION	 <b>Nicholas W. Miller</b> FUNDAMENTALS OF RENEWABLE ENERGY SYSTEMS	 <b>Abassane Ndour</b> GLOBAL POWER MARKETS	 <b>Steven E. Ottmanns</b> POWER PLANT FINANCIAL MODELING & EVALUATION	 <b>Luis Palanco</b> PROTECTIVE RELAYING FUNDAMENTALS	 <b>Fred J. Post</b> INTEGRATED GASIFICATION POWER FUNDAMENTALS	 <b>Elizabeth R. Pratico</b> SURGE ANALYSIS & EQUIPMENT APPLICATION	 <b>Christopher Prince</b> ANALYSIS OF ENERGY INFRASTRUCTURE FUNDAMENTALS	 <b>Michael L. Reichard</b> POWER PLANT FINANCIAL MODELING & EVALUATION	 <b>Dr. Juan J. Sanchez-Gasca</b> POWER SYSTEM DYNAMICS	 <b>Minerli Shao</b> SYSTEMS ENGINEERING FUNDAMENTALS	 <b>John P. Sotinas</b> POWER PLANT FINANCIAL MODELING & EVALUATION	 <b>Christopher L. Stammen</b> CONSUMER GENERATION	 <b>Bart Stoffer</b> GLOBAL POWER MARKETS	 <b>Larry Valery</b> INDUSTRIAL ENERGY USERS	 <b>Aron Weitz</b> GLOBAL POWER MARKETS	 <b>Sandeep K. Srinivasan</b> U.S. ELECTRIC POWER INDUSTRY POWER PLANT FINANCIAL MODELING & EVALUATION	 <b>Mark W. Williams</b> STRATEGIC TRANSMISSION & GENERATION PLANNING	 <b>Boris A. Wolkowicz</b> POWER PLANT FINANCIAL MODELING & EVALUATION	 <b>John A. Wolkowicz</b> COMPETITIVE POWER GENERATION CONTROL	 <b>Evan W. Wolkowicz</b> ALTERNATIVE ENERGY APPLICATIONS	 <b>Robert W. Wolkowicz</b> STRATEGIC TRANSMISSION & GENERATION PLANNING	 <b>Mark S. Schneider</b> NO PARTIAL POWER PLANT FINANCIAL MODELING & EVALUATION
---	--	---	---	---	--	--	--	---	--	---	---	---	--	---	--	--	---	---	---	---	---	--	---	--	---	---	---	--	--	--	---	--	--	---	--	---