

目錄

壹、出國任務.....	3
貳、出返國行程.....	3
參、研習內容.....	3
一、2009年 春季.....	3
二、2009年 夏季.....	4
三、2009年 秋季.....	5
四、2010年 春季.....	6
五、2010年 夏季.....	7
六、2010年 秋季.....	7
肆、專題研討.....	8
一、引言.....	8
二、AMI 之架構.....	9
1. 用電資料蒐集單元.....	10
2. 通訊網路單元.....	11
3. 電表資料管理單元.....	12
三、建置 AMI 之優點.....	12
1. 從電力公司之角度.....	12
1.1 減少尖峰用電量.....	12
1.2 提高企業營運效率，減少營運支出.....	13
1.3 提高決策品質及速度，穩定供電.....	13
2. 從用戶之角度.....	13
四、建置 AMI 之問題與挑戰.....	14
1. 建置成本.....	14
2. 管理大量用電資料之挑戰.....	14
3. 網路安全問題.....	15
五、建置 AMI 之建議.....	16
1. 策略面：資訊科技策略之規劃應與企業營運策略、企業組織及資訊科技組織等一致.....	16
2. 架構面：以服務為導向之架構(Service-oriented Architecture, SOA)	

發展 AMI	17
3.應用面：建置資料倉儲(Data Warehouse)以活用用電資料.....	17
伍、感想.....	19
Reference.....	21

壹、出國任務

執行「菁英留學計畫推動方案」，赴美國德州大學阿靈頓分校進修資訊管理碩士學位(the Master of Science in Information Systems)，計劃於2 年內學成後提供資訊管理所學，協助本公司導入ERP，以整合及準標化作業流程，並在此基礎之下，建立資料倉儲，透過資料分析，以提升經營績效。

貳、出返國行程

時 間	地 點	工 作 概 要
97 年 12 月 26 日～ 97 年 12 月 27 日	桃園機場→美國洛杉磯機場 →美國達拉斯機場→阿靈頓	往程 (台北→阿靈頓)
97 年 12 月 28 日～ 99 年 12 月 22 日	德州大學阿靈頓分校 UT at Arlington	攻讀 MSIS(the Master of Science in Information Systems)
99 年 12 月 23 日～ 99 年 12 月 24 日	阿靈頓→美國達拉斯機場→ 東京成田機場→桃園機場	回程 (阿靈頓→台北)

參、研習內容

一、2009 年 春季

研修 Graduate English Skills Program (GESP)，GESP 係德州大學阿靈頓分校加強非英語系國家學生英語能力之課程，以提升其英語能力

至研究所等級為其目的，課程內容包含聽、說、讀、寫等四方面。

1. Listening 及 Speaking 課程：

英語聽寫能力、英語簡報能力及課程摘要能力之訓練與培養。

2. Writing 課程：

英語論文寫作能力之訓練及培養，包含論文之論點、主要論述及文獻探討之撰寫及如何使用 APA(American Psychological Association) 格式、引用文獻。

3. Reading 課程：

英語閱讀能力之訓練及培養，透過大量閱讀及摘要雜誌文章及期刊論文，以快速提升閱讀能力。

二、2009 年 夏季

1. 管理學：

課程以管理學四大功能規劃、組織、領導及控制為主軸，論及組織文化、外在環境、決策制定模式、策略管理、企業倫理及社會責任、領導能力、溝通能力、團隊合作、人力資源管理及變革管理等主題，包括 7 次個案研討，課程內容之教授能紮實管理學知識，個案研討有助於對個案問題的認識、分析及思考各種解決方案。

2. 財務管理

講授公司財務管理相關知識，包括公司債及股票的價值衡量、投資組合理論、選擇權價值之衡量方法、資金成本、資本預算、資金結構及實質選擇權等概念。另對於資金之時間價值計算方法，亦有相當深入之研討。

三、2009 年 秋季

1. 管理經濟學

課程內容包括供給理論、需求理論、需求彈性與需求量之分析、消費者行為理論、生產成本理論、完全競爭市場之特性、獨占市場之特性、獨占競爭市場之特性、寡占市場之特性及各種市場訂價策略等主題探討。

2. 物件導向程式設計

以Java語言實作物件導向程式設計，包括類別、方法及物件之設計；陣列、控制結構及資料型態之宣告及應用；多型、多載方法及物件繼承之概念及應用。

3. 資訊科技之策略管理

課程講授資訊科技對於策略管理之應用，主題包括企業流程管理、企業績效管理、企業資源規劃系統、高階主管資訊系統、平衡計分卡、服務為導向之資訊架構（SOA）、資料倉儲、顧客關係管理、供應鏈管理、雲端計算、商業智慧、資料探勘等。資訊科技策略應與公司整體之經營策略，緊密配合，方能有效發揮資訊科技之力量，以達組織之目標，另平衡計分卡之實施，亦有助於整合及協調各部門及各單位共同朝向公司整體目標邁進。

4. 資料庫應用與管理

資料庫應用與管理課程內容包括關連式資料庫模型之建立、設計及實作、實體關係模型之建立、正規化、交易管理及分散式資料庫管理等。本課程設計係理論與實務並重，在oracle資料庫管理系統上建立資料庫專案，更是受益良多。

四、2010 年 春季

1. 會計系統設計

以Visual Basic程式語言來設計會計總帳資訊系統，從企業支出與營收作業流程記錄會計分錄出發，進而產生試算表，損益表及現金流量表等財務報表。

2. 電腦通訊與網路

此課程介紹OSI各層之通訊協定，包括應用層、傳輸層、網路層、資料連接層及實體層，以及區域網路、骨幹網路、廣域網路等網路架構和網路安全、網路管理基本概念。

3. 資料倉儲

建立資料倉儲之目的為即時提供管理者做決策時所可能參考之資訊，其觀念在於決策時所需要之資訊可能隱含在處理日常作業之資料庫中，將存於資料庫中之資料挖掘出來，並加以整合轉換成爲有用的資訊。

五、2010 年 夏季

1. 進階統計學

課程內容包括簡單線性迴歸模式、多元迴歸模型、變異數分析、模型建立、時間序列分析及預測與卡方分配等假設檢定，其中假設檢定原理可應用於檢定預測模式之可信度。

2. 進階物件導向技術研討

課程內容係運用Java程式語言實作圖形、使用者介面、例外處理、多執行緒、檔案串流、網路I/O及資料庫存取等概念。物件導向概念是目前程式開發主要運用的技術，此技術能提升程式開發的速度及彈性。

六、2010 年 秋季

1. 資訊系統管理

資訊科技在企業裡扮演相當重要之策略地位，此課程之設計係提供廣泛之面貌，讓學生了解資訊科技在組織之功能及其對於企業策略地位之重要性。然非僅花錢投資資訊科技即能取得相當之報酬，若要充分發揮資訊科技力量，必須在資訊系統之管理面上著力，包括資訊系統之策略及規劃、資訊系統服務之管理、企業架構、資訊科技分權及資訊科技領導力等。

2. 系統分析與設計

本課程係教授物件導向系統分析與設計之原則及方法，使用統一塑模語言（UML，Unified Modeling Language）做為物件導向系統分析工具，包括類別圖、循序圖、活動圖、狀態圖等之繪圖，另探討各種設計模型，有助於快速解決未來在系統設計上遭遇類似之問題。

肆、專題研討

一、引言

回顧歷史，1970年代的能源危機讓許多工業國家面臨相當嚴重之石油短缺問題。此段時間，兩次最嚴重之能源危機為來自於1973年阿拉伯石油輸出國家組織 (Organization of Arab Petroleum Exporting Countries；OAPEC) 所實施之石油禁運及1979年之伊朗革命運動 (1970s energy crisis, 2010)。石油供給之短少造成石油價格驟升，形成所謂停滯性通貨膨脹，物價上揚，經濟卻停止成長，造成企業裁員，人民所得減少等經濟困境。

全球暖化是一個逐漸受到重視的議題。工業革命以來，由於大量燃燒石化燃料及伐林所引起之溫室效應，讓地球平均溫度不斷的上升，引起極地冰山和高海拔冰河開始融解並造成海平面上升。這些變動增加極端氣候發生之頻率，譬如颶風、旱災、和洪水等。全球氣候變遷，除減

少農作物及水資源之供給外，亦增加疾病傳播效率 (Effects of global warming, 2011)。

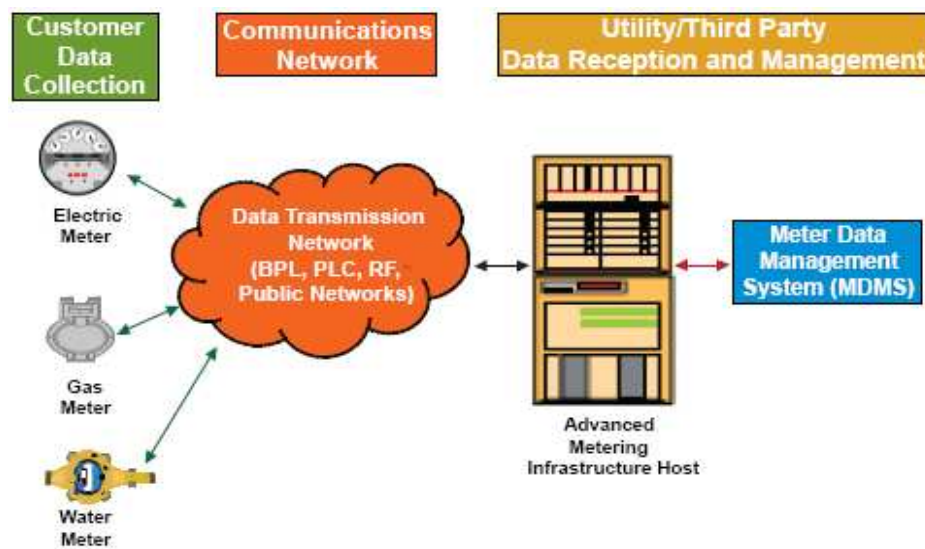
兩次能源危機及溫室效應，突顯出能源對人類生活之重要性，儘管無法改變我們對能源之高度依賴，但更有效率的使用能源卻是我們能努力的目標。在電業領域裡，智慧型電網 (Smart Grid) 概念因此誕生。所謂智慧型電網，係將電腦及網路等科技運用在電網上，使電網中元件能互相通訊以改善電網運作及維護效率 (smart grid)。其中先進讀表基礎建設 (Advanced Metering Infrastructure, AMI) 是實現智慧型電網的方法之一，它能透過各種通信網路，與各種智慧型讀表裝置，例如電表、水表及瓦斯表等雙向通訊，以衡量、蒐集及分析能源使用情形。

本專題係探討AMI運用在電力產業時之架構、優點、問題及挑戰，並從策略面、架構面及應用面，提供建置AMI之建議。

二、AMI 之架構

在電力公司發展出AMI之前，用戶的用電資料需要週期性地以人工的方式到電表裝置處讀取。建置自動讀表系統 (automatic meter reading, AMR)，則大幅改善抄表效率。AMR能自動從電表讀取用電資料，再傳送至資料庫提供電力公司建立電費帳務。AMR之建設能充分節省電力公司抄表成本及時間。然AMI更勝AMR，由於AMI具雙向通訊能力，建

置AMI，電力公司除能更快速掌握用戶用電資料及模式，提升管理電網能力及營運電網效率外，電力公司亦可藉此提供即時之電價資訊予用戶，透過時間電價之應用，以平緩尖峰用電量，降低發電成本。參考美國電力研究所對於AMI之架構定義 (EPRI, 2007)，AMI分為用電資料蒐集單元、通訊網路單元及電表資料管理單元等三個部分，如下圖所示：



來源 (EPRI, 2007)

1. 用電資料蒐集單元

用電資料收集單元包含一個能讀取用電資料、編碼，並與讀表系統做雙向通訊功能之數位式電表，一般而言，運用在AMI之讀表系統，包括移動式讀表系統(Mobile AMR)及固網式讀表系統(Fixed Network AMR) (Automatic Meter Reading (AMR)/Advanced Metering Infrastructure (AMI), 2005)。

移動式讀表系統係由抄表人員持一台能發送及接收無線電波之手持式電腦，接收來自智慧型電表之用電資料，通常這台電腦是裝配在具全球定位系統（GPS）功能之車輛上面，透過GPS導航的功能，引導車輛至安裝智慧型電表之位置，讀取用電資料；在固網式讀表系統之下，讀表系統係透過各種通訊網路與智慧型電表做雙向通訊。相較於移動式讀表系統，使用固網式讀表系統之優點是用電資料能完全自動地傳送到讀表系統，不再需要執行人工抄表工作。

2. 通訊網路單元

各種能夠提供雙向資料傳輸功能之通訊網路皆能夠運用

在AMI中，例如：

- ◆ 無線電波傳輸
- ◆ 電力線傳輸
- ◆ 3G行動電話傳輸
- ◆ 網際網路
- ◆ 衛星
- ◆ 微波

電力公司考量成本、地理特性或可取用之通訊網路等因素，決定通訊方式。

3. 電表資料管理單元

這個部分包含電表資料接收及管理，電表資料是以即時方式傳送並儲存於資料庫中，電表資料除提供計算電費外，還可應用於用戶用電模式分析、斷電管理及電網規劃等。用戶可透過網路讀取其過去之用電資訊，了解其在使用電尖峰及離峰時之用電情況，當電力公司實施時間電價 (Time-based pricing) 時，進一步調整其用電模式，節省用電支出。此外，由於電力公司能藉此更了解用電情況，也能更正確的規劃用電成長，提升營運效率及電力供應之可靠度及安全性。

三、建置 AMI 之優點

1. 從電力公司之角度

1.1 減少尖峰用電量

根據 DRAM (Demand Response and Advanced Metering Coalition) 對 38 家 AMI 示範計畫進行調查統計，若實施尖峰時間電價並提供尖峰電價資訊給用戶，約可減少 11% 用電尖峰需求量 (ctang, 2008)。由於尖峰時段之發電成本遠超過離峰時段，因此若能減少尖峰用電，有助於電力公司節省尖峰時段之發電成本。此外，為滿足尖峰時段之用電需求量，電力公司必須備有一定之裝置

容量及備用容量，故 AMI 之建置，對於高負債比之電力產業而言，可減少因備用容量所需增加之資本支出，改善其財務結構。

1.2 提高企業營運效率，減少營運支出

建置 AMI 後，最明顯的效益便是減少人工抄表工作，由於讀表工作將透過通訊網路自動化傳輸，可減少抄表業務人力成本，另電表及讀表系統間之即時通訊，能讓電力公司在第一時間掌握用戶用電情況。例如，當停電發生時，電力公司能很快偵測停電時間及位置，迅速派遣人力修復，減少斷電時間。對電力公司而言，可提升營運績效，對用戶而言，則能提升滿意度。

1.3 提高決策品質及速度，穩定供電

一旦建置 AMI，電力公司能即時讀取用電資料，透過分析用電資訊料，能提高負載預測及規劃之決策品質及穩定供電。例如，若電力公司之電力網路因受天候極高溫影響用電可能創新尖峰，導致電力網路不穩，電力公司能根據過去系統總負載情況等資料，做電力需求之預測規劃，先行採取相關預防措施，例如尖峰電價、需求端管理程式及負載程式等，避免問題發生導致嚴重損失。

2. 從用戶之角度

對用戶的優點是能夠透過 AMI 所蒐集資訊，了解自身用電模式，據其尖峰及離峰時間用電情況，配合電力公司時間電價措施調

整用電模式，減少用電支出。此外，用戶也可透過電力公司網站了解先進節能設備及措施。若大多數用戶都能配合減少尖峰用電量，進而減少電力公司尖峰時段發電成本，用戶便能享有更低電價，以良性循環方式，提高能源使用效率。

四、建置 AMI 之問題與挑戰

1. 建置成本

對於 AMI 之建設，電力公司必須付出相當之成本，因為若要全面建設 AMI，所有使用傳統電表（瓦時計）之用戶，其電表必須更換成具通訊並能即時記錄用電資訊之智慧型電表。而目前智慧型電表之售價較傳統瓦時計高，但使用年限卻較短而言，電力公司若要全面建置 AMI，將需考量成本及投資報酬率。

2. 管理大量用電資料之挑戰

對於沒有建置智慧型電表之電力公司而言，其僅需每月或每 2 個月週期性地抄表，並將用電資料提供做電費帳務處理使用，一旦建置 AMI，讀取電表資料之週期時間，將大大的縮短。若以每 15 分鐘讀取 1 次計算，則用電資料將成長 2,880 倍（4 次/時 x 24 小時/天 x 30 天/月）。電力公司應配合建置之資訊策略，管理及應用如此龐大之資料，儘管處理此項龐大資料對公司而言是一大的挑

戰，不過資料本身隱含之有用資訊及情報，對電力公司而言，卻可能是另一個契機。

3. 網路安全問題

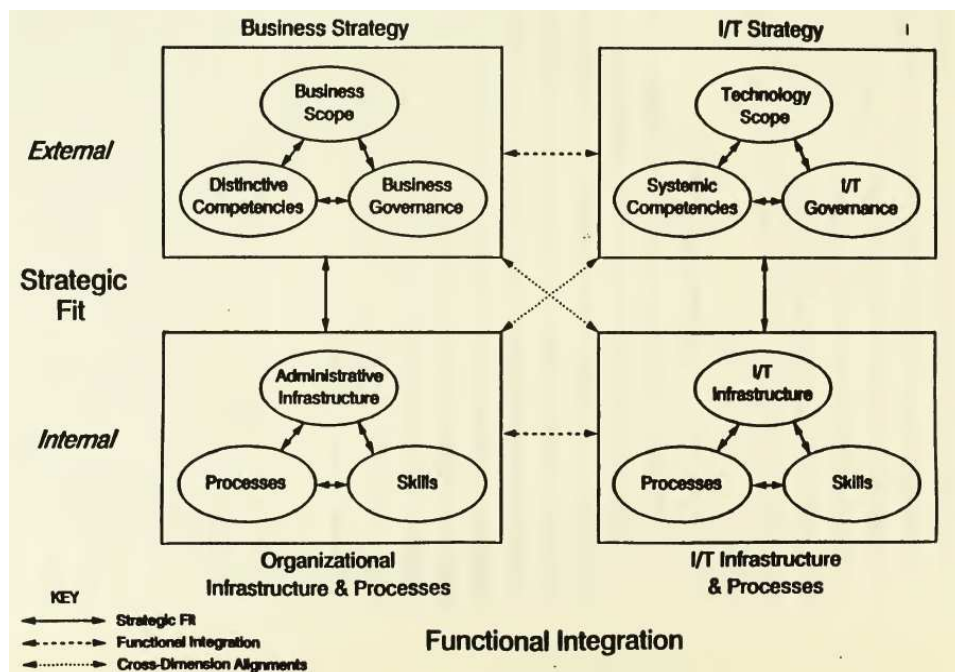
一般而言，對於網路安全需求可分為機密性 (confidentiality)、完整性(integrity)、可使用性(availability)及不可否認性(non-repudiation) (Cleveland, 2008)，依據Cleveland。機密性係指只有授權人員可以讀取資料且不會發生資料外洩情況；完整性則係指資料是正確的、完整的，沒有被未授權人員異動；可使用性係指授權人員在需要的情況下，隨時可存取資料；不可否認性係指任何已接收到資料之實體皆不可否認其未收到，反之亦然。

AMI 一旦建置之後，電表資料及電表控制指令將透過網路傳送。因此，在建置 AMI 時，不論是智慧型電表、通訊網路、讀表系統或電表資料管理系統等，均更需考量網路安全等議題。例如，用戶若未依限繳納電費，則智慧型電表可依來自電力公司之斷電指令，切斷用戶電源。反之，若 AMI 被未授權人員入侵，而對用戶執行一大規模之斷電指令，而造成大規模無預期停電，對電力公司及用戶都會造成相當大的損失，因此網路安全需求對於 AMI 建置之重要性，可想而知。

五、建置 AMI 之建議

1. 策略面：資訊科技策略之規劃應與企業營運策略、企業組織及資訊科技組織等一致

AMI 的核心是用電資料，當考量 AMI 之建置時，電力公司須思考如何重新設計企業流程以完全發揮用電資料之價值，因此，推動 AMI 之建置將會影響到企業原有之營運架構，依據 Henderson 及 Venkatraman 所提出之策略一致性模型(Strategic Alignment Model) (Henderson & Venkatraman, 1990)，如下圖所示，企業可以運用資訊科技來推動組織轉型。



來源(Henderson & Venkatraman, 1990)

AMI 係屬策略級之資訊科技，故推動 AMI 應有其資訊科技之發展策略，不僅如此，資訊科技策略之規劃及架構亦應與企業營運策

略一致。此外，企業亦需要組織及人員來推動及執行策略。也就是說，在發展 AMI 之前，企業應規劃 AMI 之資訊科技發展策略，其規劃之方向應與公司整體經營策略一致，並透過企業組織及資訊科技組織之整合及協同合作，藉由資訊科技力量，以達成企業之目標及願景。

2. 架構面：以服務為導向之架構(Service-oriented Architecture, SOA)發展 AMI

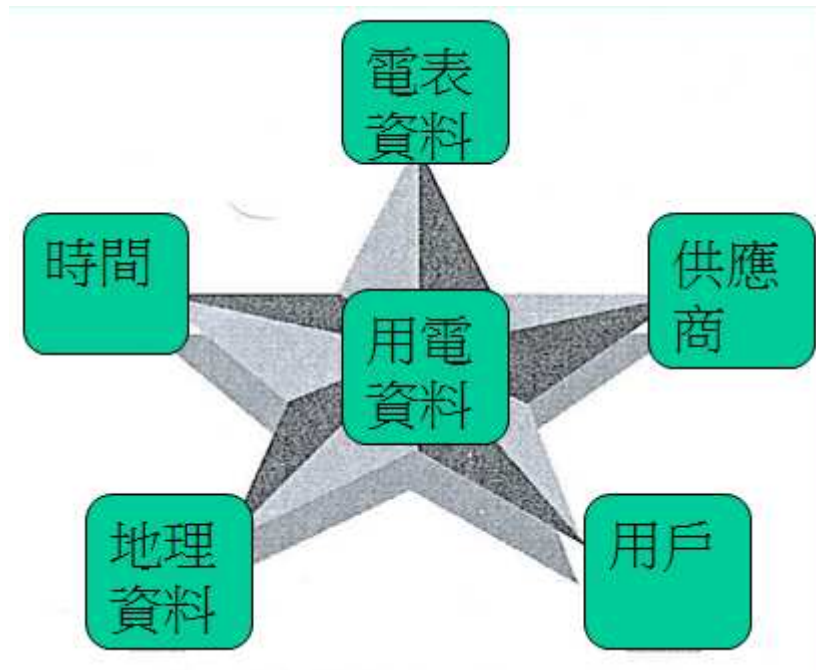
服務為導向之架構(SOA)係一種設計原則，應用在系統發展及整合，在 SOA 架構下，應用系統之功能將被封裝成為服務，這些服務能透過標準協定及介面互相溝通而達整合目的 (Service-oriented architecture, 2011)，當電力公司建置 AMI 後，用電資料除了作為計算電費基礎外，亦可作為其它決策參考資訊，例如負載預測或配電規劃使用。因此，AMI 中之電表資料管理系統需要與其它系統整合。採用 SOA 之優點是相同的服務能夠重覆使用，其方式為透過開放標準及介面，增加系統整合彈性及效率，並且協助企業快速回應不斷改變之經濟環境。

3. 應用面：建置資料倉儲(Data Warehouse)以活用用電資料

用電資料本身並不具任何意義，但若能將長期用電資料與其它資料整合，透過整理分析能成為具價值之策略資訊供決策者參考，

建置資料倉儲則可達此目的。資料倉儲是以星狀結構儲存資料，如下圖示，在星狀結構中心之表格，稱為事實表格 (Fact table)，用以儲存要分析之對象。例如，用電度數、電壓、電流等，另外星狀結構外圍之表格，稱為維度表格 (Dimension Table)，提供分析 fact table 資料所看之角度，例如時間、用戶分類、地理資料及電表資料等。

資料倉儲係透過 ETL (Extraction、Transformation and Loading) 步驟，將所需要但散落在各資料庫中之資料抽取出來，經清理及整合過程後，將資料載入資料倉儲中，透過 OLAP (online analytical processing) 工具進行資料分析，以圖示而言，透過此星狀結構之資料倉儲，可進行分析之方法舉例言之：去年上半年 (時間維度) 新竹地區 (地理資料維度) 之超高壓用戶 (用戶維度) 之用電成長情況，或今年 1 月 (時間維度) 某批電表 (電表維度) 在南部地區 (地理資料維度) 之故障維修次數。



伍、感想

兩年的國外經驗，最大的收獲莫過於增廣見聞，開拓視野。美國的地大物博，讓人的心胸不自覺得開闊起來。在學業方面，此次再進修不只是知識的累積，在國際人才濟濟的學識殿堂裡，多元的思維更激盪出不同的浪潮。

若有人問我此行最大的改變為何？我想應該是自我學習的負責態度，或許是因為珍惜公司給予這得來不易的機會，再加上年齡增長之故，讓職在學習方面多了一股自我督促的責任感，最自豪的就是兩年的學習時間內沒缺過一堂課，只是單純的不想錯過任何一次學習的機會。而每次的學習，我相信對日後工作上的專業都有不同的幫助。

美國人尊重人權，誠實直接的個性讓我印象深刻，尤其在對孩子的教育上多採正面積極的方式，這對為人父的我也是一個很好的機會教育，而社會福利

方面對於弱勢的照顧令人佩服。然而領教過美國公務機關的辦事效率後，則不由得對台灣的公務機關辦事人員豎起大拇指，我想以同樣的公務量，台灣的公務員應該只需工作半天吧！

很感謝單位裡諸多主管的支持及提攜，讓我能有這次出國深造的機會，也感謝組裡同事在這兩年內對我份內工作的支援，也感念在美國時的同鄉情誼，讓我在異鄉遇到問題時都能迎刃而解。未來則是職將所學回饋公司及社會的時機。

公司在近年來陸續有許多新血加入，也為公司注入一股新的生氣，而持續的學習新知，就和經驗的傳承一樣重要。為維續公司永續經營理念，我想鼓勵同仁再進修仍是個很不錯的方式。

Reference

- 1970s energy crisis*. (2010, 10 15). Retrieved 10 27, 2010, from Wikipedia:
http://en.wikipedia.org/wiki/1970s_energy_crisis#cite_note-14
- AMI*. (2010, 10 20). Retrieved 10 27, 2010, from Wikipedia:
http://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_Metering_Infrastructure
Automatic Meter Reading (AMR)/Advanced Metering Infrastructure (AMI).
(2005). *ABS Energy Research* , pp. 53-58.
- Cleveland, F. (2008). Cyber Security Issues for Advanced Metering Infrastructure (AMI). *Power and Energy Society General Meeting - Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century* (pp. 1 - 5). IEEE.
- ctang. (2008, 11 27). *AMI 對節能減碳所能產生的效益*. Retrieved 1 31, 2011, from <http://blog.udn.com/ctang/2422674>
- Effects of global warming*. (2011, 1 20). Retrieved 2 8, 2011, from Wikipedia:
http://en.wikipedia.org/wiki/Effects_of_global_warming#Food_supply
- EPRI. (2007, 2). Retrieved 10 28, 2010, from Federal Energy Regulatory Commission:
<http://www.ferc.gov/eventcalendar/Files/20070423091846-EPRI%20-%20Advanced%20Metering.pdf>
- Henderson, J. C., & Venkatraman, N. (1990, 11). *DSpace@MIT*. Retrieved 2 10, 2011, from Strategic alignment : a model for organizational transformation via information technology:
<http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/49184/strategicalignme90hend.pdf?sequence=1>
- Service-oriented architecture*. (2011, 2 19). Retrieved 2 19, 2011, from Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Service-oriented_architecture
- smart grid*. (n.d.). Retrieved 10 28, 2010, from whatis?com:
<http://whatis.techtarget.com/definition/smart-grid.html>