



行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：其他)

# 赴新加坡出席第 17 屆電力系統工程 國際研討會(ICPSE 2015)心得報告

服務機關：經濟部標準檢驗局

出國人職稱姓名：技士 董建利

出國地點：新加坡

出國期間：中華民國 104 年 9 月 9 日至 9 月 12 日

報告日期：中華民國 104 年 12 月 3 日

## 目 錄

壹、	前言與目的.....	5
貳、	活動行程簡述.....	6
參、	過程.....	9
	一、 研究成果發表.....	9
	二、 參加專業論壇.....	15
肆、	心得與建議.....	20
	一、 心得.....	20
	二、 建議事項.....	22

## 圖目錄

圖 1、研討會舉辦會場.....	7
圖 2、第一場次研討會.....	7
圖 3、與來自各國之出席研討會人員共同合照.....	8
圖 4、論文接受通知.....	9
圖 5、論文排入議程.....	10
圖 6、一所台灣的小學其屋頂建置太陽能發電系統.....	12
圖 7、電力的輸出預估計算.....	13
圖 8、(a)為依太陽方位裝置模組，(b)為依建築方位裝置模組.....	13
圖 9、單位面積的年輸出功率改善效果.....	14
圖 10、智慧電網的七項領域(資料來源：論文集).....	16
圖 11、不同國別發表論文數之統計.....	21
圖 12、空氣品質不佳.....	21

## 表目錄

表 1、研討會之論文發表種類 .....	10
表 2、攻擊型態分類表(資料來源：論文集).....	19
表 3、智慧電網中不同層級的安全性的要求(資料來源：論文集)....	19

## 壹、前言與目的

本局執行行政院國家科學技術發展基金補助計畫「智慧電網用戶側標準及測試規範之制定與研究」，其研究成果與萬能科技大學共同撰寫論文「Grid Tied Photovoltaic Power on School Roof」(於學校屋頂的併網型太陽能發電系統)，論文經投稿至第 17 屆電力系統工程國際研討會，通過該會審查並排入發表議程。此次出國行程係由參與計畫人員出席研討會接受與會人員之技術諮詢，並蒐集智慧電網技術領域之最新資訊，以提供後續智慧電網標準及檢測驗證技術業務規劃之參考。

第 17 屆電力系統工程國際研討會(17th International Conference on Power Systems Engineering, ICPSE 2015)今年在新加坡舉行，研討會於 9 月 10 日、11 日兩天舉辦，出席人員有來自瑞士、韓國、日本、泰國、印度、印尼、澳大利亞、新加坡等等國家的學者及研究人員，並且於研討會中發表其專業領域之最新研究成果與技術發展趨勢之預測。

本次出國除了已順利完成研究論文之發表，亦蒐集其他研究人員之研究論文並了解之內容以提供本局後續執行智慧電網計畫或有關標準與檢測驗證技術之發展規劃。

## 貳、活動行程簡述

本次研討會只有兩天，本篇論文被安排於第一天發表，參加研討會之行程簡述如下：

- 9月9日(星期三)：桃園國際機場搭乘華航班機赴新加坡，至新加坡飛行時間約需4小時20分。
- 9月10日(星期四)：參加「第17屆電力系統工程國際研討會(ICPSE 2015)」，一早即至會場(新加坡 River View Hotel Singapore，圖1)辦理報到手續，並且領取會議相關資料，領取之資料包括議程手冊及論文集各一本，以及集合所有論文檔案之光碟片一片，之後開始研讀手冊上的相關資訊及了解議程之安排並進入會場，此時該場次即將主持會議來自瑞士的 Philippe Gugler 主席(圖2)為掌握好議程時間，對於進入會場的人員都親切的問候來自何處，並且握手寒暄，並詢問接下來是否有上台發表，請要發表之人員其將簡報檔案先預備好。而本篇論文雖然被歸屬於電子海報方式發表(e-Poster)，但在這場研討會安排上還是需上台發表，並且接受來賓詢問相關技術性問題。



圖 1、研討會舉辦會場



圖 2、第一場次研討會

- 9月11日(星期五)：因為本次論文的發表安排在第一天，這一天至會場聆聽其他人發表之論文，並就技術上的疑問與其他研究人員進行討論，收集相關領域研究的最新資訊。最後議程結束時並且與在場來自各國之研究人員共同合照(圖3)。
- 9月12日(星期六)：搭乘華航班機由新加坡返抵桃園國際機場。



圖 3、與來自各國之出席研討會人員共同合照

## 參、過程

### 一、研究成果發表

本次出國主要目的係將本局於執行智慧電網科發計畫之研究成果進行發表。本局與委辦單位萬能科技大學共同撰寫之論文「Grid Tied Photovoltaic Power on School Roof」(於學校屋頂的併網型太陽能發電系統)，經投稿至第 17 屆電力系統工程國際研討會並通過該會審查，圖 4 為論文接收通知信，圖 5 為排入之議程。

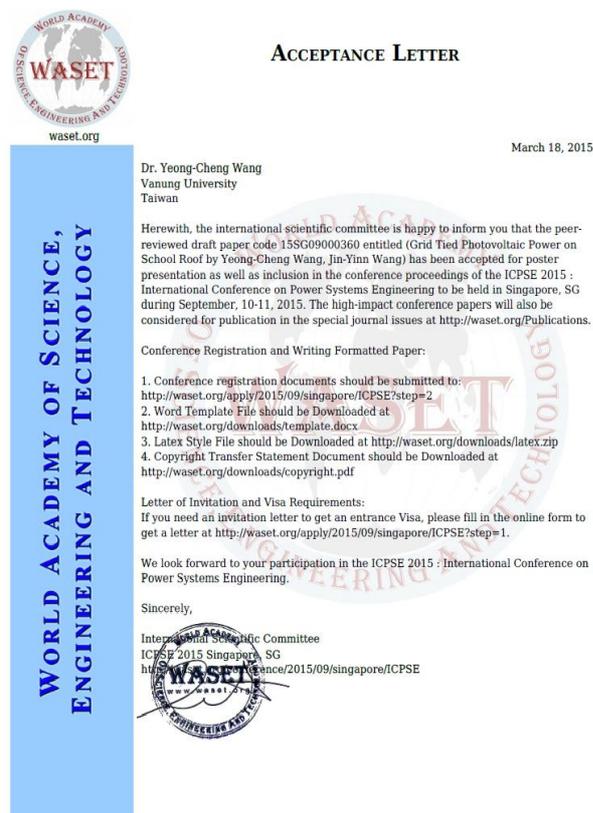


圖 4、論文接受通知

81	Oral	Zameerpal Kaur Central University of Punjab, Bathinda India
SESSION 7		
Chair : Jaibir Sharma		
82	Oral	<b>Reliability Analysis in Power Distribution System</b> R. A. Deshpande, P. Chandhra Sekhar, V. Sankar Central Power Research Institute India
83	Poster	<b>Fuzzy Control of an Intelligent Hybrid PV-Wind-Storage-Grid Power System Applied to a Dwelling</b> A. Derrouajin, N. Mekkaki, M. D. Taleb, M. Holsim, A. Benbouali University Hassiba Benbouali of Chlef Algeria
84	Poster	<b>Grid Tied Photovoltaic Power on School Roof</b> Yeong-cheng Wang, Jin-Yinn Wang, Ming-Shan Lin, Jian-Li Dong Vanung University Taiwan
85	Oral	<b>Biodiesel as an Alternative Fuel for CI Engines</b> Sanat Kumar, Rahul Kumar Tiwari SRM University India
86	Poster	<b>Dynamic Stability Characteristic of Power Grid with Ultra High Voltage Demonstration System</b> Jianming Wang, Yonghua Yin, Chuandong Li China Electric Power Research Institute China
87	Oral	<b>The Time-Frequency Domain Reflection Method for Aircraft Cable Defects Localization</b> Reza Rezaeipour Honarmandzad University of Aerospace Technology Iran, Islamic Republic Of
88	Oral	<b>Preparation of Porous Metal Membrane by Thermal Annealing for Thin Film Encapsulation</b> Jaibir Sharma, Lee JaeWung, Merugu Srinivas, Navab Singh Institute of Microelectronics Singapore
89	Poster	<b>Microfabrication of Three-Dimensional SU-8 Structures Using Positive SPR Photoresist as a Sacrificial Layer for Integration of Microfluidic Components on Biosensors</b> Su Yin Chiam, Qing Xin Zhang, Jaehoon Chung The Institute of Microelectronics (IME) Singapore
90	Oral	<b>The Design, Development, and Optimization of a Capacitive Pressure Sensor Utilizing an Existing 9DOF Platform</b> Andrew Randles, Ilker Ocak, Cheam Daw Don, Navab Singh, Alex Gu Institute of Microelectronics Singapore
91	Poster	<b>Investigation of Magnetic Resonance Wireless Charger Efficiency for Mobile Device</b> SeungHee Ryu, Junil Moon Korea University Korea, Republic Of
92	Oral	<b>Optimizing Power in Sequential Circuits by Reducing Leakage Current Using Enhanced Multi Threshold CMOS</b> Patkinetti Sreenivasulu, K. srinivasa Rao, A. Vinaya Babu Jawaharlal Nehru Technological University Kakinada India
93	Oral	<b>Alignment of Information System Strategy and Green Information System Strategy: Comprehension and A Review of the Literature</b>

圖 5、論文排入議程

一般國際上的大型研討會其論文發表會有如表 1 的幾種型式，包括口頭報告方式發表(Oral)、海報展示方式發表(Poster)、主題型演講(Keynote Speech)、特邀演講(Invited Speech)、教學型演講(Tutorial)等，本次研討會因屬小型研討會，議程只有兩天，故沒有邀請專家演講，只有來自各國之研究人員之技術發表。

表 1、研討會之論文發表種類

口頭報告方式發表(Oral)
海報展示方式發表(Poster)
主題型演講(Keynote Speech)
特邀演講(Invited Speech)
教學型演講(Tutorial)

接下來對於這次發表的論文內容做簡要的介紹。

為了普及再生能源的發展，政府鼓勵民眾在建築物屋頂裝設太陽能發電裝置，然而許多太陽能發電設備並沒有在設計規劃時就系統性的考量發電效率與成本間的關係，這會影響到的是太陽能發電設備整體建設的成本與年平均發電所衍生的賣電收益。影響太陽能發電設備發電效率的因素常見的包括有溫度、太陽能板擺設的方位、傾斜的角度，以及太陽能板陣列的間隔距離等等。這些設計參數的改變，直接影響的是年發電量，並且與工程項目的報價及成本也有關係。本篇論文的研究是基於在台灣的一所小學(如圖 6)，於其屋頂建設之太陽能板發電系統如何整體設計規劃的實際案例，使其年發電效率最佳化，更有助於智慧化之能源管理。而所謂智慧化的能源管理系統定義可以簡述如下：

(1) 一個智慧化的電力系統是能自動化的開關控制電網所併接的發電及儲能系統，該系統能將生產過剩的電力傳送回饋至發電網絡中，而當需求的電力不足、或儲能的電池沒有充滿電時，則從主要的電力網絡供給電力之不足。

(2) 而建置太陽能發電與蓄電電池的集合系統，可以將白天生產的多餘電力儲存於電池系統中，以供給電力在夜間使用。

(3) 一個智慧化的居家能源管理系統(Home Energy Management Systems, HEMS)，是指將家電設備裝設電量感測裝置，透過資訊網路蒐集家電的使用情形，以最佳化控制，並達到節電之目的。

而在本案例是位於台灣北緯 24.8°N、東經 121.0°E 的一所公立小學，在其屋頂建設太陽能發電裝置的工程設計實例。首

先工程的第一步應該是尋求政府機關有無相關的政策補助計畫，以支持該項工程的進行。該下來則是實際發電效率設計上的考量。

Jian-Gong elementary school, Taiwan

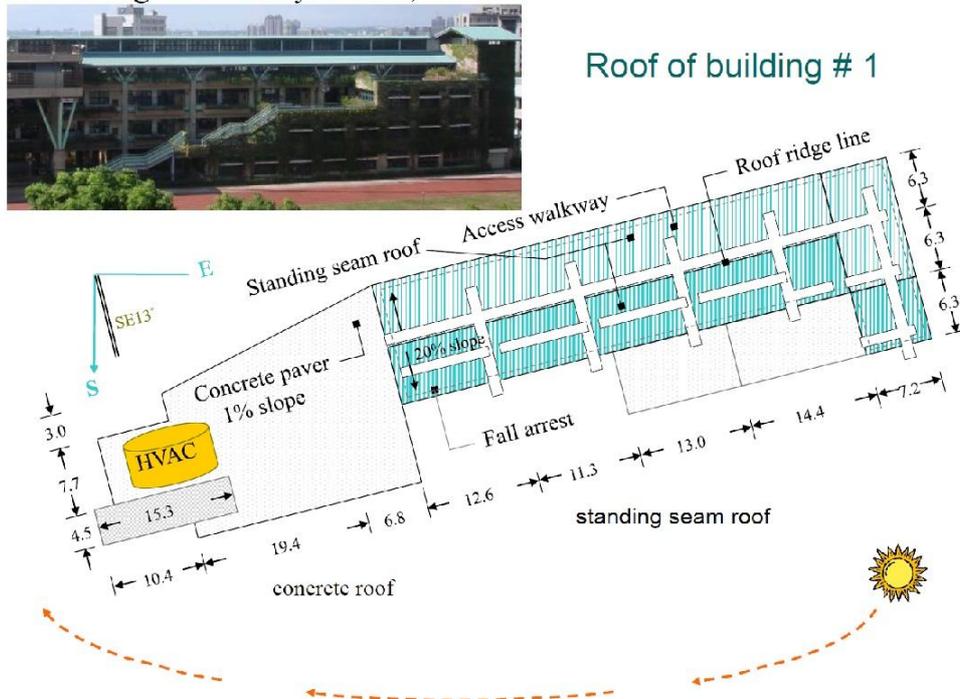


圖 6、一所台灣的小學其屋頂建置太陽能發電系統

設計首先是獲得將採用的太陽能板模組其發電效率的規格資料，以進行整體電力系統的輸出估算(圖 7)，而接下來的考量則是屋頂實際可裝置太陽能板的面積，對於可裝設的區域面積與可裝設的型式，皆可事先測量其面積。其次太陽能板的電力損耗會與模組的工作溫度有關，當模組溫度越高，損耗會越大。而其它的損失包括太陽能板模組本身的製成品質，灰塵及汙染造成的發電效率損失，模組的不匹配造成的損耗，以及電力直流轉交流造成的損耗等。

另一個重要考量的因素是太陽能板模組裝設的角度。因為直接日照強度越大，輸出的電力越大，因而位於北半球建築的太陽能板通常會採坐北朝南傾斜一定角度的方式擺設。但建築物屋頂本身的

建築方位通常與正對太陽的最佳傾斜方位不一致，如圖 8 所示，左圖為依太陽之方位裝置太陽能板模組，雖然裝置的太陽能板模組因為正對陽光，會有較佳的效率，但能裝設的數量受限制，右圖為依建築方位裝置太陽能板模組。因此，太陽能板的裝置與建築方位需要整體性的考量，才能達到年發電效率的最大化。太陽光之入射角，在不同經緯度，不同季節，會有不同的方位數值，但一個地方的太陽光年平均入射角，是可以由氣象機關所提供的天文數據，據以做為設計規劃之最佳化設計計算使用。按照這樣調整最合適的裝置角度之設計原則，單位面積的年輸出功率會有如圖 9 的改善效果。

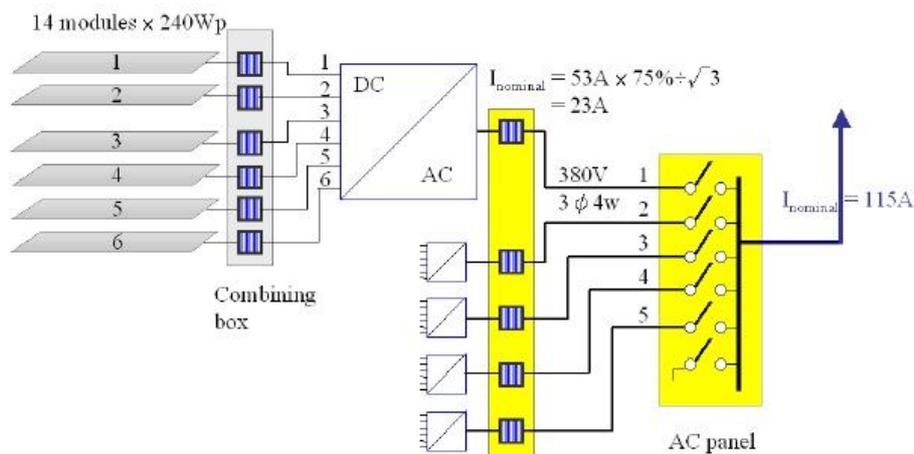


圖 7、電力的輸出預估計算

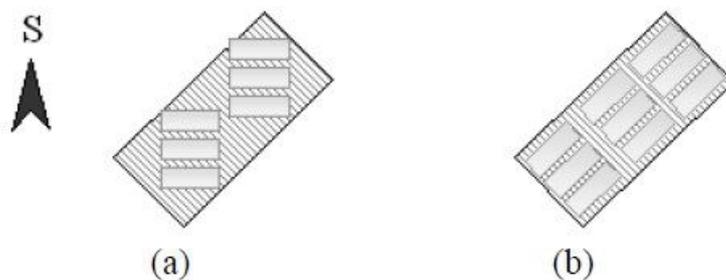


圖 8、(a)為依太陽方位裝置模組，(b)為依建築方位裝置模組

## Unit area annual energy output, MWh/m<sup>2</sup>

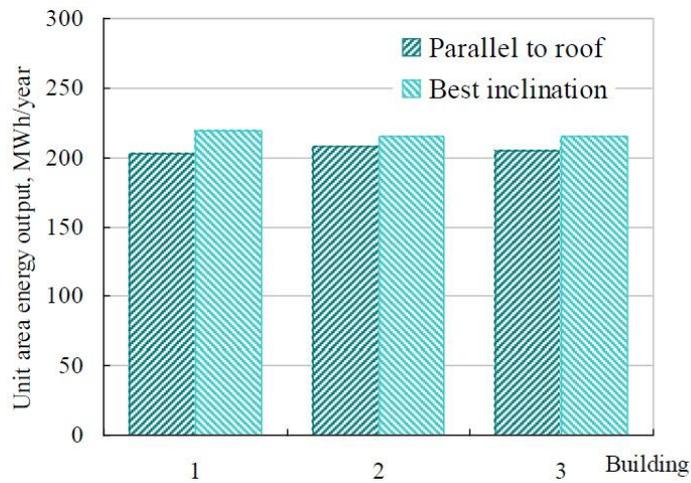


圖 9、單位面積的年輸出功率改善效果

最後總結本篇研究主要的貢獻有三，第一是提出一個在屋頂裝置太陽能板系統的設計流程法，包括需考量的參數點。第二為提出一個簡易估算在屋頂裝置太陽能板系統成本的考量計算方法。第三是提出太陽能板裝置的最佳傾斜角不僅取決於所在緯度也與建築物本體的方向有關。

## 二、參加專業論壇

由於此次研討會是屬於小型國際研討會，且只有兩天議程，而主辦單位的接收投稿的論文範圍較廣，發表的論文有偏向感測器、電力系統、通訊等的研究，在此選擇一篇與智慧電網有關，而其探討的技術是關於智慧電網資通安全性之技術論文作介紹。

**題目：Smart Grids Cyber Security Issues and Challenges**

(智慧電網網絡安全問題和挑戰)

作者：Imen Aouini, Lamia Ben Azzouz

由於人口的增長，對於電力之需求也大量增加，而智慧電網技術的研究目標，就是在於提供更有效率、更可靠的電力系統供應網絡。因為智慧電網是運用資通訊技術(Information and Communication Technology, ICT)達到節能省電的目標，而這樣複雜且多種設備組合而成的電力網絡系統架構，其資通訊安全性自然成為重要的關鍵。這篇論文的研究重點就在於提出智慧電網安全性的問題。

為了發展國際間智慧電網技術及相關標準，許多的國際上標準化的組織如 NIST、IEEE、IEC、ETSI ...等，公佈了有關智慧電網資通訊安全技術之標準，例如電機電子工程師學會(Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE)，公布的智慧電網互操作性指南 IEEE 2030-2011(Guide for Smart Grid Interoperability of Energy Technology and Information Technology Operation with the Electric Power System)，就定義了智慧電網架構互操作性的三個層級，包括電力系統(Power System)、通訊技術(communications technology)及資訊技術(information technology)之間的互操作性邏輯功能定義，電力系統包括了發電、配電、電力消耗，而通訊技術包括智慧電網的各

種子網絡，家域網（Home Area Network，HAN）、鄰域網（Neighbor Area Network，NAN）、場域網絡（Field Area Network，FAN）和廣域網(Wide Area Network，WAN)等，資訊技術則是數據流(data flows)的各種運用。

而美國國家標準技術研究院(National Institute of Standards and Technology，NIST)是將智慧電網分成七個領域的概念架構(圖 10)，分別是發電站(Bulk Generation)、輸電網(Transmission)、配電網(Distribution)、營運者(Operations)、供應商(Service Provider)、一般客戶(Customer)和市場(Market)，每個領域涵蓋多項設備（例如智慧電錶，變電站，控制中心...等），而其設備間的交互作用則提供了智慧電網的多種應用。

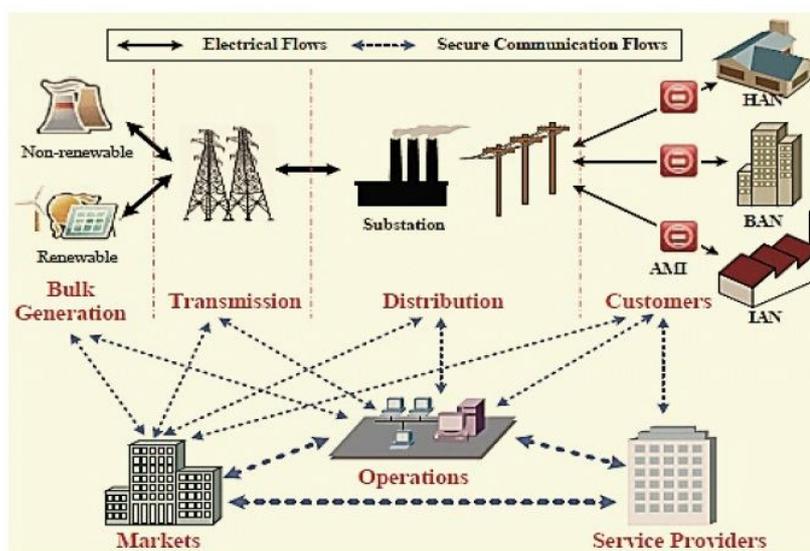


圖 10、智慧電網的七項領域(資料來源：論文集)

在歐洲的智慧電網標準化工作則是由其標準化組織歐洲標準化委員會/歐洲電工標準委員會（CEN/CENELEC）和歐洲電信標準協會（ETSI）下面的智慧電網協調小組(The Smart Grid Coordination Group，SGCG)，為確保在歐洲的智慧電網技術發展具一致性，對智

慧電錶的功能及通訊介面進行標準化。

由於智慧電網是一個複雜的基礎設施，包括了許多的異質通訊節點(例如智慧電錶、家域網和智慧電子設備等)，其節點使用的通訊技術皆可能面臨安全性的挑戰。一般將攻擊目標的安全型態分為三種，即需要具備資訊的可用性(Availability)、完整性(Integrity)與機密性(Confidentiality)，才能確保智慧電網資訊的安全。這方面已有一些相關文獻討論，這些影響包括了資料保密性或完整性的保護不夠的話，資料可能會遭到竊取、竄改，嚴重會造成用戶的個資外洩，或是電費漏交等情形。而本篇論文的主要研究是提出一個新的有關於受攻擊型態的分類。攻擊的目標可以區分為三類，組件(Components)、系統(Systems)、網路(Network)，而這三個分類下又含多種節點或協定(Node/protocol)的設備，包括智慧電錶(smart meter)、相量量測設備(Phasor Measurement Unit, PMU)、相量資料集中暫存器(Phasor Data Concentrators, PDC)、閘道器(Gateway)、先進讀表系統(AMI system)、廣域量測、控制與保護系統(Wide-area Monitoring, Protection and Control system, WAMPAC system)、控制系統(Control system)、通訊技術(Communication technology)、路由協議(Routing protocols)等。本論文提出這些節點或協定可能受到的攻擊分類如表2所示，而其攻擊的方式略述如下，

- Jamming(阻斷攻擊)：偽造資料造成資訊設備的訊息阻塞而不可用。
- Eavesdropping(竊聽)：資訊被中途截取。
- Tracking(追蹤)：攻擊者可以追蹤位置。
- False data injection(假數據攻擊)：攻擊者擁有電網結構的資訊又

能夠及時串改部分電錶的測量值，使電力公司能源管理系統使用錯誤狀態做出不正確的電力調整或控制決策。

- Replay attacks(重送攻擊)：攻擊者藉由竊聽取得的資訊，假冒合法裝置通過鑑別。
- Spoofing(詐騙攻擊)：偽造設備資料，進而取得假冒資料。
- Modification(訊息竄改)：攻擊者可將收到的訊息做修改之後，再傳送出去。
- Man in the middle(中間人攻擊)：駭客在傳輸中加入惡意節點，經過網路封包攔截，以取得機密的訊息。
- DoS attacks(阻斷服務攻擊)：使目標電腦的網路或系統資源用盡，使其服務暫時中斷。
- Selective forwarding(選擇性轉送攻擊)：攻擊者的節點不會依協定方式執行其它節點的資料轉送，選擇性丟棄數據包，因而造成整個網路消耗電力增高，使網路效率降低。
- Black hole(黑洞攻擊)：黑洞的惡意節點會假冒新路徑以吸引數據包，而當來源端將資料封包傳出，惡意節點將不會協助轉送資料封包並且將其丟棄，因而造成網路資料無法傳遞。

綜合表2的攻擊分類，本篇論文將智慧電網中不同層級的安全性要求整理如表3所示，安全性的要求說明如下，

- Confidentiality(機密性)：確保資料傳遞與儲存的私密性。
- Privacy(隱私性)：避免個人資料隱私權受侵害。
- Integrity(完整性)：確保資訊內容應保持正確，非經授權不得更改
- Availability(可用性)：讓資料保持可用狀況。

- Non-repudiation(不可否認性)：收發雙方無法否認做過的事。
- Authentication(身分鑑別)：辨識資訊使用者的身份。

表 2、攻擊型態分類表(資料來源：論文集)

ATTACKS AND SECURITY REQUIREMENTS		
	Node/protocol	Attacks
Components	Smart meter	Jamming, Eavesdropping, Tracking, False data injecting, Replay attacks
	PMU and PDC	Spoofing, Modification, Replay, Modification,
	Gateway	Eavesdropping, Modification,
	AMI system	Man in the middle, Eavesdropping,
Systems	WAMPAC system	DoS attacks, DoS attacks,
	Control system	False data injecting Replay, Jamming,
Location (HAN,NAN,WAN)	Communication protocols	Eavesdropping
	Routing protocols	Selective forwarding, Black hole

表 3、智慧電網中不同層級的安全性的要求(資料來源：論文集)

SECURITY SERVICES REQUIREMENTS OF SMART GRID NETWORK							
Groups	Security Services	Confidentiality	Privacy	Integrity	Availability	Non-repudiation	Authentication
	Smart meter	×	×	×	×	×	×
	PMU and PDC			×		×	×
	Gateway	×	×	×			×
	AMI system	×	×	×			
	WAMPAC system				×		
	Control system			×	×		
	Communication technology				×		
	Routing protocols			×	×		

## 肆、心得與建議

### 一、心得

這次能有機會出國參加研討會，對我而言是難得的經驗，而新加坡也是一個陌生的國家。在出發前為了能夠得到更多的資訊，並且了解新加坡有關智慧電網技術的發展，出發在網路上也做了一些功課，包括新加坡在東北邊的一個離島烏敏島，島上有建置微電網設施，而新加坡南洋理工大學也有對於智慧電網進行相關的研究，但受限於此次出國行程單為參加研討會活動，故未能參觀新加坡相關的發展建設有些可惜。

本次參加研討會已順利完成論文發表及蒐集相關資料，而此研討會分析各國投稿的論文數量，主要參與國家還是來自東南亞，各國發表論文的比例經統計如圖 11 所示。此研討會雖然為本局第一次參加，但分析其各國投稿論文比例，這研討會應是屬於區域型的研究討，往後可以考量研討會在國際上的能見度，視經費評估是否需派員參加。

這次至新加坡期間，剛好遇到新加坡大選，但並未有特別的感受，是經當地新加坡人的告知才知道有選舉。另一個有注意到的現象是在新加坡的幾天發現空氣都灰濛濛的，而且平時不會鼻子不舒服的我，也覺得有些鼻塞。而同樣也是由新加坡當地人的解釋，才知道這就是霾害(圖 12)，據了解是印尼的農民以大面積的火耕方式清理農地，而煙霧隨著氣流飄散，而影響新加坡等鄰近國家。這也使我深深感受到發展再生能源及能源效率提升的必要性。如果只是為了短期的經濟效益，其造成的環境或人體的傷害往往是不可回復的。

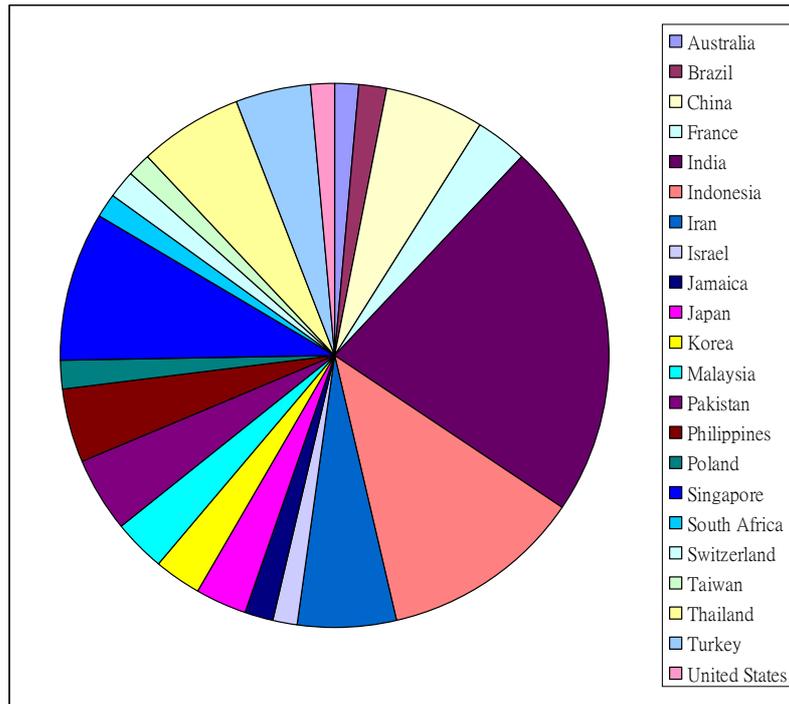


圖 11、不同國別發表論文數之統計



圖 12、空氣品質不佳

## 二、建議事項

本次赴新加坡出席第 17 屆電力系統工程國際研討會活動後有幾點建議：

1. 智慧電網的安全性亦是一門重要的課題，如何確保不會因為資通訊技術上的漏洞，造成有電力網路有被攻擊的危險性，進而造成更無可彌補的損失，這值得思考。電力網路的失效造成的經濟損失很難以評估，故有關智慧電網網路的安全性的議題更顯的重要，但因為智慧電網技術也還在發展中，所以密切追隨 NIST、IEEE、IEC、ETSI 等等國際標準組織有關智慧電網資通安全性的標準就顯得重要。
2. 這次的研討會有些論文是在於感測器技術的發展，在科技技術發展上，感測器技術的發展也是重要的一環，尤其國內資訊半導體產業發達，對於發展感測產品應有其國際市場的競爭力。台灣未來的科技發展將是整合智慧電網、智慧機械、物聯網、雲端、大數據等等技術之整合。而感測技術能力又是這些技術關鍵，這如同人要有各種精準的感官能力，也才能綜合其感受，以進行準確的分析決策。
3. 國際間最新技術的發展往往不只有單一個組織在發展，在本局標準與檢驗業務推展上，可思考專業化的服務，比如國內因為有些業者屬於中小企業，並沒辦法投入太多人力在於追隨最新的國際標準技術的發展，有可能因此錯失商機，本局在執行科發、科專相關工作上，若能在國際標準的最新發展技術上做好掌握，配合國內相關的法人機構，把自身定位在標準與驗測驗證的專業代工服務者角色，所提供的是有關標準與檢測驗證的專業知識與管理的服務，

讓國內廠商業者不必付出太多的人力成本，即能夠快速掌握國際技術的最新發展，這將能使國內業者擴展更大的商機，即時切入全球市場，把服務國內廠商的標準檢測驗證需求，當成本局執行科專、科發業務的標竿。