

出國報告（出國類別：實習）

## 赴日研修「智慧變流器相關檢測標準 及檢測實驗室建置研習」

服務機關：經濟部標準檢驗局、能源局、工業局

姓名職稱：李技正其榮、林技士子民、顏科長為緒、張辦事員可微

派赴國家：日本

出國期間：108年9月17日至108年9月21日

報告日期：108年12月12日



## 摘要

配合政府綠能政策推動，再生能源發電設備大量設置及併入電網，若與電力系統相互連接，需要透過變流器將再生能源產生的電力與電力系統間相互連接，但若併網之變流器無法提供良好電力品質，對電網將造成電力衝擊，也間接對綠能產業造成阻礙，爰針對智慧變流器檢標準檢測驗證、能源政策及智慧變流器國產化方案等，赴日本電機產業系統株式會社(Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corporation, TMEIC)、一般財團法人電氣安全環境研究所(Japan Electrical Safety & Environment Technology Laboratories, JET)及日本獨立行政法人製品評價技術機構(National Institute of Technology and Evaluation, NITE)汲取相關檢測設備及實驗室建置規格，以提升國內實驗室檢測能力，並評估日本對智慧變流器在電力政策上的管理模式，適時導入我國電力系統，提高電力品質，另對日本在智慧變流器產業政策推動，進一步蒐集資料及資訊交流。

# 目 錄

摘要 .....	1
壹、 目的.....	4
貳、 研修行程與內容.....	5
一、 赴日本電機產業系統株式會社研修.....	6
二、 赴一般財團法人電氣安全環境研究所研修.....	11
三、 赴日本獨立行政法人製品評價技術機構.....	15
參、 心得與建議.....	19

## 圖目錄

圖 1 我方與日本 TMEIC 交流雙方合影 .....	6
圖 2 我方與日本 TMEIC 進行交流 .....	7
圖 3 我方人員參觀 TMEIC 變流器製造工廠 .....	7
圖 4 我方與日本 JET 交流雙方合影 .....	11
圖 5 日方與會人員與我方人員合影 .....	15
圖 6 多目的大型實驗室 .....	16
圖 7 儲能貨櫃系統 .....	16
圖 8 破壞實驗室 .....	17
圖 9 振動試驗室 .....	17

## 壹、 目的

本次赴日研習主要係配合本部本(108)年臺日技術合作計畫項下申請赴日研修「智慧變流器相關檢測標準及檢測實驗室建置研習」，前往日本電機產業系統株式會社(Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corporation, TMEIC)、一般財團法人電氣安全環境研究所(Japan Electrical Safety & Environment Technology Laboratories, JET)及日本獨立行政法人製品評價技術機構(National Institute of Technology and Evaluation, NITE)研習，針對智慧變流器標準檢測驗證、能源政策等，汲取相關檢測設備及實驗室建置規格，以提升國內實驗室檢測能力，並評估日本對智慧變流器在電力政策上的管理模式，適時導入我國電力系統，提高電力品質，另對日本在智慧變流器產業政策推動，進一步蒐集資料及資訊交流。

## 貳、 研修行程與內容

本次赴日研修行程自本年 9 月 17 日至同年 9 月 21 日，共計 5 日，參與成員包括本部能源局顏科長為緒、工業局張辦事員可微、本局李技正其榮及林技士子民等 4 員，主要赴日本電機產業系統株式會社(Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corporation,TMEIC)、一般財團法人電氣安全環境研究所(Japan Electrical Safety & Environment Technology Laboratories ,JET)及日本獨立行政法人製品評價技術機構(National Institute of Technology and Evaluation ,NITE)等機構研修。

行程概述：

時間	行程
9 月 17 日(星期一)	啟程，搭機至日本(東京都)
9 月 18 日(星期二)	赴電機產業系統株式會社(Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corporation, TMEIC)研修。
9 月 19 日(星期三)	赴一般財團法人電氣安全環境研究所(Japan Electrical Safety & Environment Technology Laboratories, JET)研修。
9 月 20 日(星期四)	赴日本獨立行政法人製品評價技術機構(National Institute of Technology and Evaluation, NITE)研修。
9 月 21 日(星期五)	返程，搭機返回臺北

## 一、赴日本電機產業系統株式會社研修

日本東芝（Toshiba）與三菱（Mitsubishi）合資成立的電機產業系統株式會社（Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corporation, TMEIC）。TMEIC 成立於 2003 年 10 月，是分別由東芝旗下的通用自動化有限公司的電氣設備部門和三菱電機的大容量電機製造部門開始業務整合。因此在成立之初即擁有煉鋼、造紙、石油/化學、半導體等領域的豐富知識與技術儲備，為大功率電力驅動系統及高壓大功率變流驅動設備商。

TMEIC 的太陽光電變流器（Photovoltaic Inverter, PV Inverter）曾經獲得 Intersolar AWARD 2014 頒發的產品傑出獎。PV Inverter 可將太陽光電模組經由光電效應所產生的直流電轉換成交流電，並將太陽光電模組所產生的電能饋入市區電網中。太陽能發電系統亦能透過不同型式的配置，提供使用者自用電源或經由 PV Inverter 提供給公用電力網路，如果用電設施是使用直流電，則不需要裝置 Inverter。用戶可視自身需求選擇不同形式的 Inverter。

本次行程日方與會人員與我方人員合影，如圖 1 所示。本次赴 TMEIC 研修，主要針對大型變流器(MW 級)產品進行了解此類大型變流器相關測試要求，也針對測試方法及驗證標準要求進行討論(如圖 2 所示)，TMEIC 在交流會議上針對該公司在太陽光電變流器研發歷程、產品全球佈局及新研發絕緣柵雙極電晶體（Insulated Gate Bipolar Transistor, IGBT）進行簡報；我方亦就本局「再生能源系統變流器產品實施自願性產品驗證」進行簡報，在該簡報中分別就背景、驗證標準、驗證方式、型式試驗相關作法、變流器執行監督試驗方式、變流器併網標準市電系統電壓要求及台灣再生能源發電系統併聯相關規定進行說明。



圖 1 我方與日本 TMEIC 交流雙方合影





圖 2 我方與日本 TMEIC 進行交流

本次行程 TMEIC 亦安排參觀變流器製造工廠(如圖 3 所示)，該公司目前所生產變流器額定容量最大為 3.36MW，該公司所生產大型變流器主要仍以多部較小額定容量之變流器併聯組裝而成，該工廠並設有自主測試系統，測試所需電力可進行回收。



圖 3 我方人員參觀 TMEIC 變流器製造工廠

有關本次行程討論議題及回應內容說明如下：

1. 在日本進行變流器型式試驗(併網)時，若變流器輸出電壓非標稱電壓時，則變流器併網測試電壓如何決定？

以大型變流器為例，在進行併網測試時，由變流器輸出電壓(一般為低壓)透過實驗室變壓器轉換後，逕行併網測試，其併網電壓無須與標稱電壓一致。

2. 在日本，是否有針對變流器不同輸出功率，在驗證制度上有所區分？(例如多少功率以上是由電力公司檢驗，多少功率以下進行實驗室驗證)

變流器於申請併聯運轉時，其額定功率小於或等於 50kW 者，需取得一般財團法人電氣安全環境研究所 (Japan Electrical Safety & Environment Technology Laboratories ,JET) 驗證；其額定功率大於 50kW 者，則由廠商與日本各區電力公司進行協商，一般提供技術文件供電力公司審查，並視需要進行測試。

3. 若變流器額定功率超出日本國內實驗室試驗能量，如何進行驗證？

以大型變流器為例，廠商可與日本各區電力公司進行協商，一般允許以同型縮小版變流器(小容量)進行測試評估，以解決實驗室試驗能量不足問題。

4. 在其他區域，針對大型變流器的驗證，允許降功率測試，在日本是否也有類似作法？

據了解，在歐洲針對大型變流器進行測試時，在硬體結構相同前提下，針對不同電壓等級，主要係針對最大電壓進行測試，其他作法則參考國際電工委員會(IEC)相關標準規定進行測試。

5. 在日本，是否有針對變流器的資訊安全進行評估？若有，其標準為何？

日本並未針對變流器的資訊安全進行評估，惟日本各區電力公司基於電力品質及穩定度要求，有權透過遠端控制方式，針對變流器進行控制，其通訊協定主要參考 IEC 61850(Communication networks and systems in substations) 及 DNP(Distributed Network Protocol，分布式網絡規約)3.0 標準。

6. 在日本，是否有要求變流器需進行高電壓穿越(high voltage ride through) 及低電壓穿越(Fault Ride Through or low voltage ride through)測試？

日本僅針對變流器低電壓穿越(Fault Ride Through or low voltage ride

through)測試進行要求。

7. 在日本對於具有儲能功能的太陽光電變流器，其測試標準為何？

針對具有具有儲能功能的太陽光電變流器，其測試標準主要分為安規、併網及電磁相容等 3 個部分，說明如下：

安規標準：IEC 62477-1 (Safety requirements for power electronic converter systems and equipment - Part 1: General)

併網標準：IEC 61727 (Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility interface)、IEC 62116(Utility-interconnected photovoltaic inverters - Test procedure of islanding prevention measures)

電磁相容：IEC 61000-1(Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 1) 至 IEC 61000-4(Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4)

8. 在日本，針對儲能型太陽光電變流器的驗證，是將樣品分為儲能系統及變流器分別驗證，還是僅對變流器進行測試驗證？

在日本，並無針對儲能型太陽光電變流器進行驗證，惟電力公司針對併網之儲能型太陽光電變流器，會要求廠商出具有關儲能及併網相關測試報告，該測試報告並不強制要求由第三方實驗室出具；另外，日本各區電力公司為求測試要求一致性，會一同針對一致性作法進行討論，以尋求共識，並減輕廠商負擔。以併網測試為例，一般會要求低電壓穿越、孤島效應保護及諧波失真測試。

9. 在日本，若變流器體積大於測試實驗室 chamber，該如何測試？

若變流器體積大於測試實驗室 chamber，以電磁相容測試為例，得將原型式變流器縮小尺寸進行測試，若通過測試，則認可原型式；另以安規溫升測試為例，可透過大型帳篷取代 chamber，並進行測試。

10. 若要進行高電壓穿越(high voltage ride through)及低電壓穿越(Fault Ride Through or low voltage ride through)測試，AC grid simulator 容量通常是 DC source 幾倍？

進行低電壓穿越(Fault Ride Through or low voltage ride through)測試時，AC grid simulator 容量通常是 DC source 1.5 倍。

11. 日本是否接受 IEC(International Electrotechnical Commission)的儲能產品報告直接轉換日本國內報告?

在日本，各區電力公司接受 IEC(International Electrotechnical Commission)的儲能產品報告做為測試報告。

12. 在日本，變流器要求實施：“多数台連系対応型太陽光発電システム用 (JETGR0003)” ， 主要用以評估多台變流器調控時， 相互干擾議題。 請問實務上，是否可以確實降低變流器相互干擾的問題？ 不實施此要求可能發生的問題為何？

以大型變流器為例，並無要求「多数台連系対応型太陽光発電システム用 (JETGR0003)」。

13. 在日本，針對具有自立運轉功能的變流器，於檢測以及設計上是否有需要注意的地方？

目前並沒有針對自立運轉功能的變流器有任何測試及標準要求。

14. 在日本，有關變流器遠端通訊控制實功輸出功能之測試要求為何？

日本電力公司會針對變流器遠端通訊控制實功輸出功能提出相應要求，惟並非全部全部電力公司皆如此。

15. 請教日本變流器產業與其他關聯產業對接情形？ 產業應用上是否有遇到什麼困難？

目前太陽光電變流器產品零組件多樣，所需對應零組件廠商相對也提高，因此必須思考如何確保零組件來源品質，成為一大課題。此外，針對不同銷售區域，有不同的檢測驗證要求，如何去適應相關規定，亦成為另一大課題。

## 二、赴一般財團法人電氣安全環境研究所研修

一般財團法人電氣安全環境研究所 (Japan Electrical Safety & Environment Technology Laboratories)，本名為日本電器協會電器測試實驗室，成立於西元 1963 年，並於此年度從工業部工業技術研究所電氣測試實驗室中接手安全測試工作，以前受經濟產業省核工業安全局所管轄，1964 年成立關西實驗室，1965 年更名為日本電器測試實驗室(Japan Electrical Testing Laboratories.)，1987 年橫濱實驗室成立，於 1997 年又改名為日本電氣安全與環境技術實驗室(Japan Electrical Safety & Environment Technology Laboratories)，於 1999 年建立 EMC 測試實驗室，2008 年電磁場信息中心開幕，於 2011 年建立研究中心並成為一般財團法人。為一電器產品的第三方檢驗驗證單位，主要業務包含電器產品 S-JET 驗證(測試和出廠檢驗)、電氣用品安全方法測試、基於安全法案與消費產品之兼容性測試、檢驗與技術諮詢等。總部設置於東京涉谷。

本次行程日方與會人員與我方人員合影，如圖 4 所示。本次赴 JET 研修，主要針對日本對智慧變流器在電力政策上的管理模式進行了解，以適時導入我國電力系統，提高電力品質，並對日本在智慧變流器產業政策推動，進一步蒐集資料及資訊交流。由於 JET 許多實驗設備有保密規定，並禁止拍攝，因此僅



圖 4 我方與日本 JET 交流雙方合影

就雙方討論議題及回應內容說明於後。

有關本次行程討論議題及回應內容說明如下：

1. 若變流器輸出電壓非標稱電壓時，變流器併網測試電壓如何決定？

JET 之驗證試驗中沒有為變流器之非標稱輸出電壓進行測試，一般皆是以標稱輸出電壓進行試驗。

2. 在日本是否有針對變流器不同輸出功率，在驗證制度上有所區分？(例如多少功率以上是由電力公司檢驗，多少功率以下進行實驗室驗證)

JET 對於低壓配電線路併聯的(Power Conditioning System, PCS)，因為「系統併聯的技術要件」的要求與容量無關，所以 JET 使用同一的制度/系統進行驗證，惟對於太陽光電變流器，驗證對象是輸出功率 $\leq 50\text{kW}$  的設備。另外，在日本，對於高壓配電線路併聯的變流器(額定容量超過 50kW)並沒有驗證制度，因此每次併網皆需與電力公司進行個別協議。

3. 若變流器輸出功率超出日本國內實驗室試驗範圍，如何進行驗證？

JET 並沒有變流器輸出功率超出日本國內實驗室試驗範圍的 PCS 驗證經驗。

4. 在其他區域，針對大型變流器的驗證，允許降功率測試，在日本是否也有類似作法？

以 JET 針對變流器的驗證測試為例，並不允許降功率來進行測試，惟在日本對於高壓配電線路併聯的變流器，按照「系統聯係的技術要件」規定，在與電力公司進行個別的協議的時候，如同意指定的降功率測試(power-down testing)條件時，即可進行降功率之測試。

5. 在日本是否有針對變流器的資訊安全進行評估？若有，其標準為何？

在日本並沒有針對變流器的資訊安全進行評估。

6. 在日本，是否有要求變流器需進行高電壓穿越(high voltage ride through)及低電壓穿越(Fault Ride Through or low voltage ride through)測試？

以 JET 驗證測試為例，其中有包括 low voltage ride through test，惟不包括高電壓穿越(high voltage ride through)的測試。

7. 在日本對於具有儲能功能的太陽光電變流器，其測試標準為何？

對於具有儲能系統功能之變流器，在變流器中的直流側的 PV 及電池兩方都有

專用輸入端進行太陽光電變流器的測試，試驗方法係參考複合型輸入系統 (PV+BS)用系統併聯保護裝置等的個別試驗方式(JETGR0003-6)。

8. 在日本，針對儲能型太陽光電變流器的驗證，是將樣品分為儲能系統及變流器分別驗證，還是僅對變流器進行驗證？

針對具有儲能之太陽光電變流器、對於儲能系統(energy storage system)的產品安全與變流器的系統保護機制，必須個別進行驗證。

9. 在日本，若變流器體積大於測試實驗室 chamber，該如何測試？

以 JET 現行作法為例，目前並沒有為變流器體積大於測試實驗室的試驗經驗。

10. 若要進行高電壓穿越(high voltage ride through)及低電壓穿越(Fault Ride Through or low voltage ride through)測試，AC grid simulator 容量通常是 DC source 幾倍？

依照 JET 的經驗，一般而言進行 LVRT 試驗時，AC grid simulator 的電源容量約為 DC 電源的 3 倍。

11. 日本是否接受 IEC(International Electrotechnical Commission)的儲能產品報告直接轉換日本國內報告？

JET 目前並沒有接受 IEC 儲能產品測試報告，後續將再行研議該項作法。

12. 在日本變流器有實施：“多数台連系対応型太陽光発電システム用 (JETGR0003)” ，主要用以評估多台變流器調控時，相互干擾議題。請問實務上， 是否可以確實降低變流器相互干擾的問題？不實施此要求可能發生的問題為何？

當發生隔離操作時，此功能非常實用。其實用性的原因及此功能的技術原理分別在日本電力併網相關規範（系統互連規則：JEAC 9701-2016）及日本電氣製造商協會建立的 JEM1498 中進行了說明，並已標準化為 PCS 所需的功能。

簡要說明技術原理如下：

當變流器發生孤島效應後，多個變流器測得的頻率會改變，基於 JEM1498 標準化的計算方法，多個變流器使用相同的方法測量頻率變化的方向和幅度。多台變流器根據 JEM1498 的頻率變化適當地注入虛功功率，從而減少了變流器之間的相互干擾。

13.在日本，針對具有自立運轉功能的變流器，於檢測以及設計上是否有需要注意的地方？

將自立運轉功能附加到併網變流器時，需要注意的是，在電力系統恢復後，獨立運行的變流器必須停止運行並將其連接到電力系統，以免對電力系統造成危險，在日本電網規範（電網互連規定：JEAC 9701-2016）中有此相關規定之要求。

14.在日本，變流器需測試遠端通訊控制實功輸出(出力制御システム)功能，請問在法規制訂以及實驗室規劃上，是否有應注意的要求？另外在實務上如何進行測試？

在遠程輸出控制功能中，變流器從電力公司的服務器接收輸出指令，並且要求變流器根據輸出指令的指令適當地輸出。變流器需要進行測試，涵蓋直接接收電力公司輸出命令的控制器的相關測試內容。

在實際測試中，有必要構建一個模擬電力公司服務器的設備，而無需使用真實電力公司的服務器。模擬電力公司服務器的設備可以由驗證申請人提供而不是實驗室來提供。



### 三、赴日本獨立行政法人製品評價技術機構

日本獨立行政法人製品評價技術機構（National Institute of Technology and Evaluation, NITE）為日本國內調查商品事故之專責機構。日本 NITE 大阪產品安全技術中心（Product Safety Technology Center）負責受理事故案件調查與鑑定工作安排，並與日本經產省（METI）合作。NITE 為了推動新興科技產品及系統之發展，其評價技術中心（Global Center for Evaluation Technology, GCET）於建立新興科技領域之測試及評價技術，如大型電池儲能系統、極小氣泡科技及電力安全科技等，未來預期成長之市場。

NITE 之大型電池儲能系統測試實驗室，由於建立大型電池儲能系統測試實驗室及評價技術並非民營企業所能投資，於是 2016 年 4 月 NITE 於大阪灣地區成立了先進儲能技術之國家實驗室（NLAB），同時為日本第一個大型電池儲能系統之測試及評價技術機構。能源存儲技術國家實驗室（NLAB）為日本第一個大型電池儲能系統的測試和評估設施。

本次赴 NITE 研修主要就儲能型變流器有關儲能裝置相關測試及要求進行了解，作為本局未來規劃建置儲能型變流器實驗室的參考。本次行程日方與會人員與我方人員合影，如圖 5 所示。



圖 5 日方與會人員與我方人員合影

本次行程 NITE 亦安排參觀「多目的大型實驗室」、「儲能貨櫃系統」、「破壞實驗室」、「震動試驗室」，如圖所示。



圖 6 多目的大型實驗室



圖 7 儲能貨櫃系統



圖 8 破壞實驗室



圖 9 振動試驗室

有關本次行程討論議題及回應內容說明如下：

1. 在日本，針對儲能型太陽光電變流器的測試，是將樣品分為儲能系統及變流器分別測試，還是僅對變流器進行測試？

以 NITE 進行儲能型太陽光電變流器的測試為例，主要以儲能型太陽光電變流器整個系統進行測試。

2. 家用儲能系統費用高昂，如果沒有補助，民眾接受程度如何？早期日本有針對儲能系統設置進行補助，補助的實行上有甚麼需要注意的地方？

目前儲能系統價格高昂，一般認為若政府沒有提供補助，降低成本則成為推廣儲能系統可能考量重點。

3. 儲能系統裡面高能量密度之電池危險程度高，即使通過檢測，國外發生意外的案例不少。請問實務上規劃本類產品檢測方案經驗，如何確實降低此類產品風險？

以韓國為例，曾發生儲能系統電池火災案例，當務之急，應針對整體系統進行評估，惟目前並無標準。

4. 再生能源存有間歇性問題，將造成瞬間備轉容量不足之現象。而儲能系統具有反應快速之特性，應用於即時調節系統頻率、削峰填谷、可改善負載供需平衡之問題。惟在台灣，儲能電池其經濟性與安全性、成為極大的阻力。日本在家用及大型儲能系統為世界先鋒。因此想請教日本方面的推行經驗。

日本有多家電力公司，其電價由電力公司及市場機制決定，有關儲能方案推行，有賴政策及降低產品成本進行推動。

5. 為減少未來大量再生能源併網後對電力調度產生衝擊，台灣電力公司基於掌握再生能源即時發電資訊，優化進行傳統機組與線路調度。擬推動 100 kW 以上案場，以 4G 無線網路建置通訊回傳發電資訊機制，期望能收到維持綠能併網、提升饋線併網容量等目標。請問日本方面的推行經驗。

有關維持綠能併網、提升饋線併網容量等目標，仍由日本政府決定相關政策。

## 參、心得與建議

- 一、目前經濟部標準檢驗局已於 102 年 11 月 26 日公告實施再生能源系統變流器自願性產品驗證，考量太陽光電搭配智慧變流器新增自主調控能力及再生能源資料傳輸功能，對配合政府擴大推動太陽光電設置目標，維持國內電力系統可靠穩定具重要性與必要性，相關驗證標準於 107 年 4 月 12 日公告修正，惟國內實驗室目前最大測試能量僅達 120kW，對於額定容量大於 120kW 變流器，無法於國內進行試驗，僅能透過執行監督試驗及臨場試驗方式辦理。
- 二、藉由本次赴日研修了解日本國內現階段針對變流器額定功率超出國內實驗室試驗能量作法，可透過與各區電力公司進行協商，並允許以同型縮小版變流器(小容量)進行測試評估，以解決實驗室試驗能量不足問題。該作法或許可提供國內未來面對大型變流器進行測試時，實驗室容量不足的變通解決方案，畢竟隨著太陽光電案場大規模建置，大型變流器的使用已成為趨勢，且額定容量之規模日漸增大，惟變流器實驗室檢測能量規劃建置，受限於經費考量，往往無法同步進行，因此，該作法不失為一解決方案。
- 三、日本針對多台太陽光電變流器併聯運轉時可能產生相互干擾的問題，已有相應標準予以規範，該規範對於國內未來大規模建置太陽光電案場，可能會遭遇類似問題而言，極具參考價值。此外，目前日本針對變流器遠端通訊控制輸出功能測試，已有具體作法，可作為未來國內電力公司為確保電力品質穩定，所需進行變流器遠端控制參考。