



行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書  
(出國類別：其他活動)

96 年度台日技術合作計畫下  
「結晶矽與薄膜矽太陽光電模組性能與安全檢測技術研究」

服務機關：經濟部標準檢驗局  
姓名職稱：職 稱：科長/技士  
姓 名：楊紹經/蔡宗傑  
派赴國家：日本  
出國期間：中華民國 96 年 09 月 25 日  
至 10 月 04 日  
報告日期：中華民國 96 年 12 月 12 日

行政院研考會/省(市)研考會 編號欄

# 96 年度台日技術合作計畫下「結晶矽與薄膜矽太陽光電模組性能與安全 檢測技術研究」出國報告

## 壹、目的：

由於世界各國對於能源的需求與日俱增，而傳統能源(如：原油、煤礦等)的供應卻已日漸耗竭，且傳統能源的使用所產生的環境破壞，已為世人所垢病，所以近年來綠色能源之研發及使用已成時下當紅且最具有未來發展之產業，我國產業界對此洪流不僅無法置之度外，更應積極投入。太陽光電模組正是綠能產業中相當重要的一環，因太陽能可說是取之不盡用之不竭，只要原物料”矽晶”之產能可以提昇，相信太陽光電模組等相關產業將會是成為我國產業的明日之星。有鑑於此，就本局保護消費者及輔導業界之職掌，正積極研究建立太陽光電模組檢驗能力及驗證制度，故藉此台日技術合作機會，學習有關太陽光電之檢測技術及瞭解檢測設備之建置情形，對本局未來業務之推動將有正面之幫助。

## 貳、過程：

本次研修單位為日本電氣安全環境研究所(Japan Electrical Safety & Environment Technology Laboratories，以下簡稱”JET”)，是日本經濟產業省認可之電器用品安全驗證檢查機構，其能執行檢測的品目相當的多，包括家電產品、配電用產品、醫療器材及太陽光電模組等；該研究所對於太陽光電模組(Photovoltaic module，以下簡稱”PVm”)之檢測設備已建置多年且檢測能力亦是相當成熟，另該研究所之技術顧問水上誠志郎(S.MIZUKAMI)博士現為 IEC TC82 WG2 委員會之委員，對於太陽光電模組之相關國際(IEC)標準具相當之影響力，因此在太陽光電模組之檢驗技術方面所累積之經驗，對於提供本局檢測技術之開發及檢測設備之建置有很大的幫助。

此次赴日本 JET 研修參與『結晶矽與薄膜矽太陽光電模組性能與安全檢測技術研究』訓練，為期 10 天（96 年 9 月 25 日至 10 月 4 日），其中扣除來回交通日及週六及週日外實際研修時間為 6 天，研修內容主要以 IEC61215(結晶矽陸上太陽光電模組-設計確認和型式認可)及 IEC61646(薄膜陸上太陽光電模組-設計確認和型式認可)等標準之內容解說及重要檢測項目之實測為主，亦研習日本 JET 之太陽光電模組的驗證制度及標準件的校正體系；另因 IEC61730(太陽光電模組之安全確認)標準與上述兩標準係為一組完整之試驗標準(設計品質之型式認可及安全確認)，故亦請講師簡介該標準內容，研習內容簡述如下：

### 一、 PVm 全球驗證體系簡介及日本之驗證制度：

(一) IECCE CB Scheme 已建立 PVm 之 NCB 國家共有 8 國，其中有：美國、德國、荷蘭、義大利、法國、西班牙、日本及印度等，但在以上各國中法國並未建置 PVm 之相關檢測試驗室；另日本唯一的檢測試驗室(CBTL)便是 JET，且 JET 亦為日本之 PVm 的驗證機構(NCB)。

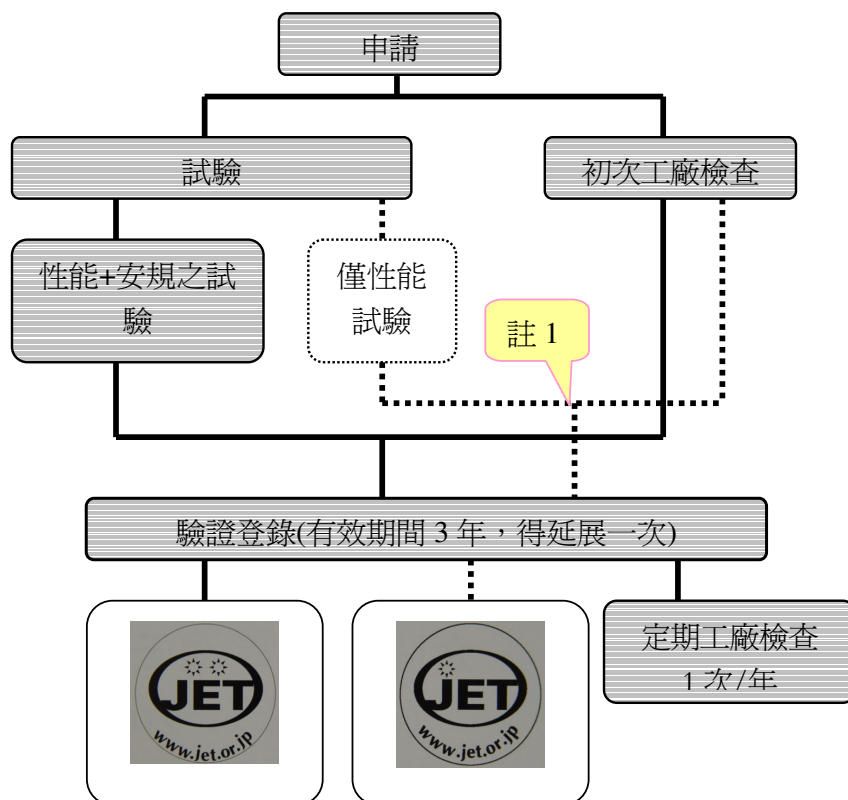
(二) 日本之 PVm 驗證制度及測試基本要求：

#### 1. PVm 之驗證制度：

日本於 2003 年開始施 PVm 驗證，開始之初因國際上關於 PVm 安規標準尚未訂定，故僅驗證性能，採用標準為 IEC61215 及 IEC61646，於當年 10

月之後因應 IEC61730 標準之公告，開始追加驗證 PVm 之安全規範；現在(2006 年 10 月以後)關於 PVm 之驗證均需測試性能以及安全規範，其驗證流程如圖 1 所示。通過驗證之產品，必須於產品貼附上述之驗證標章，且驗證單位(日本 JET)會依廠商申請驗證標章之產品數量收取標籤費用。

圖 1：日本 JET PVm 驗證流程圖



註 1：此部份流程已於 2006 年 10 月廢止，其在廢止日前通過驗證之證書最遲適用至 2011 年 3 月 31 日止。

## 2. 試驗所需資料：

- (1) 申請書。
- (2) 模組主型式及系列型式規格書。
- (3) 產品圖面及組成元件一覽表。
- (4) 使用說明書(消費者用)及安裝說明書(工程安裝用)。
- (5) 測試時所需資訊，如：標準電池之分光感度測試資料等。
- (6) 工廠檢查申請書及所需資料。

## 3. 試驗樣品之要求(僅測試性能部分)：

- (1) 試驗用樣品數共 9 台，其中標準規定樣品數為 8 台，另一台單獨測試標稱操作電池溫度(NOCT)。
- (2) 系列型式之模組的樣品數則依差異性判定。
- (3) 熱斑試驗及旁通二極體溫度試驗必須由廠商另提經過特殊加工之樣品。

## 4. 試驗時程：全項試驗平均約需 4 個月的時間

二、 IEC61215(2005 年 4 月 Ed.2)及 IEC61646(2006 年 6 月 Ed.2)標準簡介：

(一) 適用範圍：

1. IEC61215：本標準規定矽結晶陸上太陽光電模組之設計驗證與型式確認，但不適用於聚光型太陽光電模組。
2. IEC61646：本標準規定薄膜陸上太陽光電模組之設計驗證與型式確認，本標準以非晶矽技術所寫成，但亦可適用於其他薄膜 PV 模組。

(二) 測試順序：IEC61215 及 IEC61646 兩套標準之測試順序及測試項目大致上相同僅小部分或其內容規範要求不同，其測試順序如圖 2 及圖 3 所示：

圖 2：IEC61215 標準順序

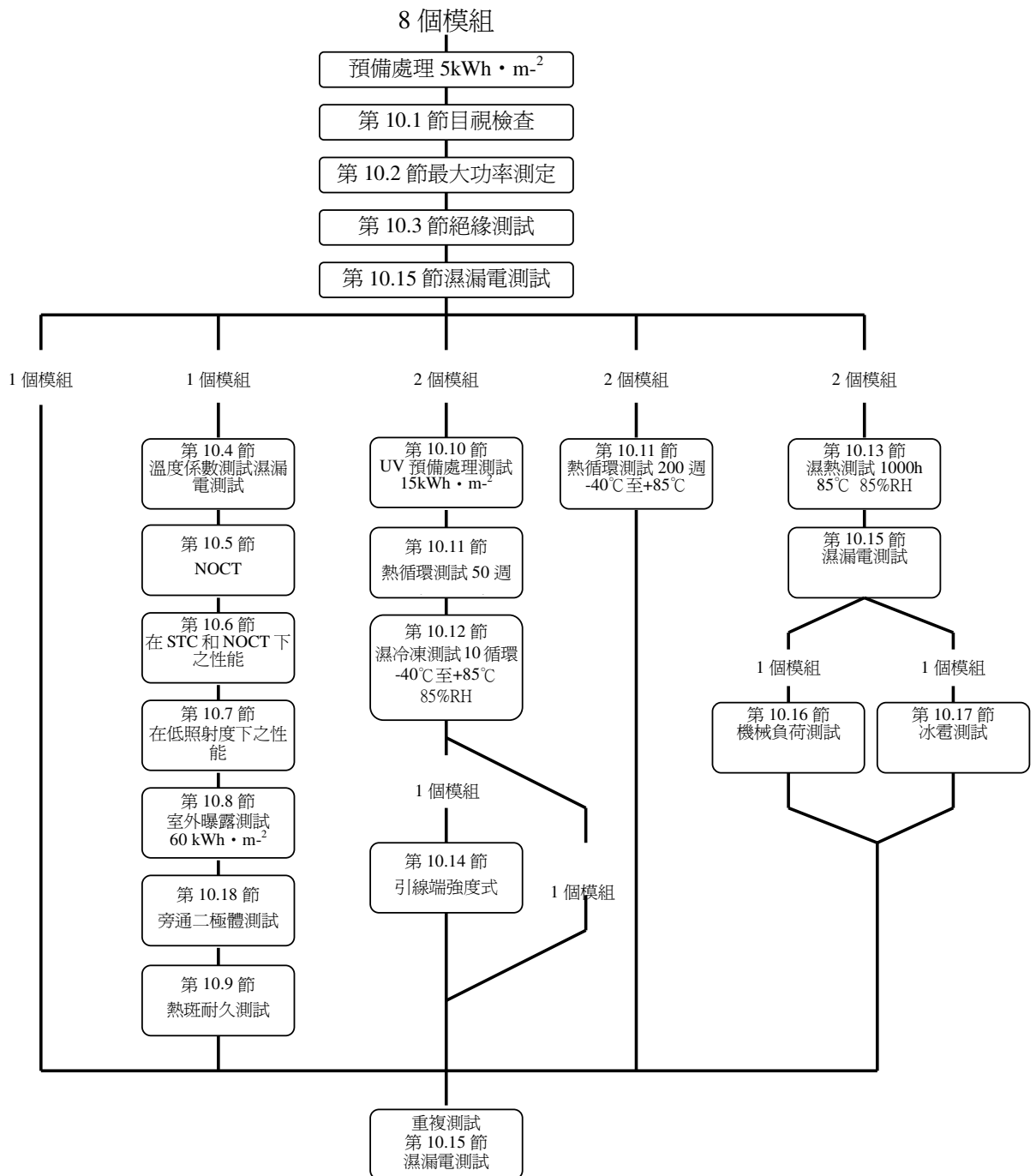
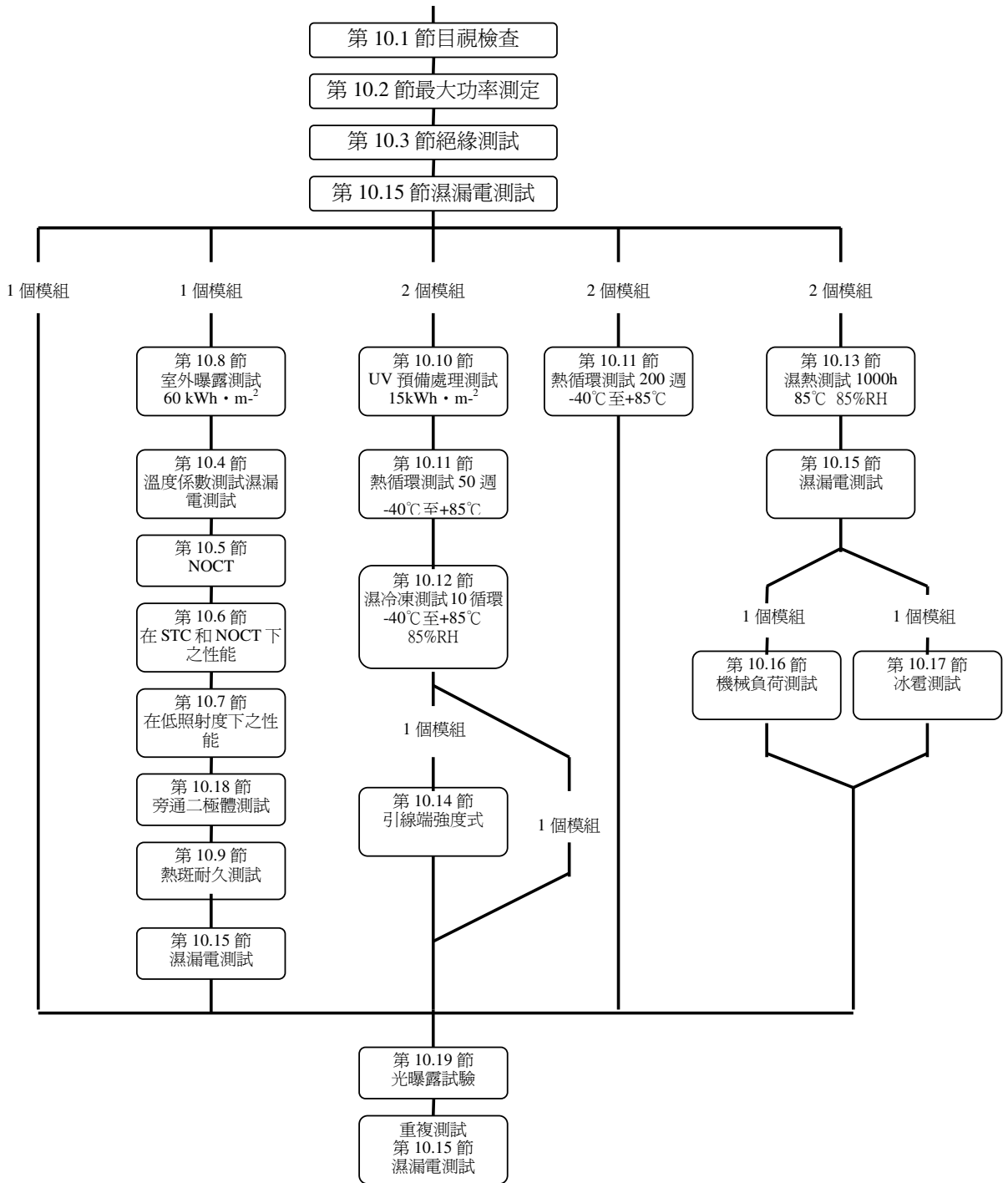


圖 3：IEC61646 標準順序  
8 個模組



(三) 合格標準：

1. 最大輸出功率之減少，在每一個測試後不超過預設之限度，或在每一個測試順序後不超過 8%。

2. 在測試時，沒有樣品顯示出任何開路狀態。
3. 沒有如第七節所述之主要目視缺陷。
  - (1) 外部表面破損、破裂、或損傷包括面材、基材、框架和接線盒。
  - (2) 外部表面包括面材、基材、框架和接線盒彎曲或變形會損害模組的安裝和/或操作之程度。
  - (3) 在某個電池的一條裂紋，其延伸可能導致模組減少該電池面積 10%以上。
  - (4) 在模組之邊緣和何一部分電路之間形成連續之氣泡和脫層通道。
  - (5) 喪失機械整體性，導致會損害模組的安裝和/或操作之程度。
4. 在測試後，符合絕緣測試要求。
5. 在每一個測試順序之開始和結束，以及在濕熱測試之後，符合漏電流測試要求。
6. 符合個別測試之特定要求。

(四) 主要測試設備、試驗項目及條件：IEC61215 及 IEC61646 兩套標準之測試項目及檢測設備大致相同，所差異者僅在測試條件要求上在些許的差異，其主要設備、測試項目及條件如下：

1. 太陽光模擬器(至少 Class B 等級)及 I-V 曲線自動量測系統，且需要一間有溫度控制之無光試驗室：提供標準測試條件(STC：1000W/m<sup>2</sup>之均勻模擬照射光及室溫為 25°C 之測試環境)，用以量測 I-V 曲線(最大功率測定)及溫度係數等。
2. 恆溫恆濕室：

試驗項目及條件：

- (1) 熱循環試驗(10.11 節)：

目的：確定模組抵抗由於溫度重覆變化產生之熱不均勻性、疲勞和其他應力之能力。

條件：溫度在-40~85°C 之間循環，且溫度變化率最大為 100°C/小時，測試週期分別為 200 及 50 個循環，測試時間估計約需 1500 小時。

- (2) 濕冷凍試驗(10.12 節)：-40~85°C / 85RH% ，1000 小時

目的：測定模組抵抗在高溫和高濕下，隨後之零下溫度之影響之能力。

條件：溫度在-40~85°C 之間循環，且溫度變化率在零度以上為最大 100°C/小時、零度以下最大為 200°C/小時，濕度必須維持在 85%RH，

測試週期為 10 循環，測試時間估計約需 1000 小時。

(3) 濕熱處理(10.13 節)：85°C/85RH%，1000 小時

目的：測定模組抵抗濕氣長期滲透之影響之能力。

條件：溫度維持在 85°C，濕度保持在 85%RH，持續測試 1000 小時。

3. 熱斑耐久試驗設備：

目的：為確定模組承受因焊點熔融或封裝材料老化、電池裂紋或不匹配、內部連接失效、局部被遮光或污邊等狀況所引起之熱斑加熱效應之能力。

設備：

- (1) 輻射源(太陽光模擬光源)：照射度不低於  $700\text{W}/\text{m}^2$  不均勻度不超過  $\pm 2\%$ ，瞬間穩定度在  $\pm 5\%$  以內，或 C 類或更好之穩態太陽模擬器或自然陽光，其照度為  $1000/\text{m}^2 \pm 10\%$ 。
- (2) 模組 I-V 曲線測試儀。
- (3) 溫度探測器。

試驗條件：

- (1) 在每一個串聯區塊中輪流將每一 CELL 遮蔽，選擇使短路電流( $I_{sc}$ )減少最大之 CELL，執行後續之試驗。
- (2) 調整遮光面積，使  $I_{sc}$  等於模組輸出最大功率時之電流( $I_{mp}$ )。
- (3) 將模組維持在  $50 \pm 10^\circ\text{C}$  之溫度，持續 5 小時。

4. 紫外線(UV)照射設備：

目的：確認模組是否因為 UV 之照射而產生劣化之材料和黏著鍵結之情形。

設備及試驗條件：

- (1) UV 光源模擬器及能將溫度控制在  $60 \pm 10^\circ\text{C}$  之溫箱，UV 光源之波長範圍在 280nm 至 320nm(UVB)和 320 至 385nm(UVA)等兩頻段，其照射度不大於  $250\text{W}/\text{m}^2$  (約自然光之 5 倍)，且均勻度在  $\pm 15\%$  之間。
- (2) 總照射值為  $15\text{k Wh}/\text{m}^2$ ，且在 280nm 至 320nm 之頻段之照射值至少有  $5\text{k Wh}/\text{m}^2$ 。

5. 室外曝露測試設備：

目的：確認模組曝露於室外情況下之抵抗力做初評估。

設備及試驗條件：

- (1) 能接受太陽光之枱架及太陽照射量測設備、風速量測設備、溫度量測設備以及能調整至最大輸出功率之負載。
- (2) 在標準測試條件下，使光照射量為  $60\text{ k Wh/m}^2$ 。

註：本設備之裝置必須考量氣候條件，台灣北部多雲多雨並不適合安裝。

#### 6. 冰雹測試設備：

目的：驗證模組有抵抗冰雹之能力。

設備及試驗條件：

- (1) 一能使冰球溫度為  $-4\pm 2^\circ\text{C}$  之製冰器及冰球模具、能將冰球以標準規定之速度射出之發射備(含速度測定器)。

(2) 冰球規定及測試速度如下表：

直徑 mm	質量 g	測試速度 m/s	直徑 mm	質量 g	測試速度 m/s
12.5	0.94	16.0	45	43.9	30.7
15	1.63	17.8	55	80.2	33.9
25	7.53	23.0	65	132.0	36.7
35	20.7	27.2	75	203.0	39.5

註：日本 JET 使用直徑 25mm 規格之冰球。

(3) 撞擊位置：如下所示共 11 點，

- a. 模組窗框之一個角落，離框架不超過 50mm 處取一點。
- b. 模組之一個邊緣，離框架不超過 12mm 處取一點。
- c. 電池之邊緣，靠近電氣接頭處取 2 點。
- d. 電池之間最小間距的點處取 2 點。
- e. 模組窗框上，離模組固定支撐結構的點不超過 12mm 位置取 2 點。
- f. 在模組窗架上，離上述所選之點最遠的點之位置取 2 點。
- g. 最有可能受到冰雹撞擊的點任取 1 點。

#### 7. 旁通二極體熱測試：

目的：評估用於防止模組熱斑之有害影響的旁通二極體在熱設計上之適性及其長期之相對靠性。



設備及試驗條件：

- (1) 測試時環境溫度：75±5°C。
- (2) 一組能提供模組的 STC 短路電流之 1.25 倍的電流的電源供應器。
- (3) 將所有二極體串接，若有必要時得請申請廠商提供特殊加工之樣品以供測試。
- (4) 施加 STC 短路電流之 1 倍的電流，1 小時後量測並計算出二極體之接面溫度，該溫度不得超過二極體製造廠宣告之最大接面溫度。

註：接面溫度之量測方法在 IEC61215 標準中只有一法，而 IEC61646(2006 年 6 月 Ed.2)標準中除 IEC51215 所示方法外，另有一法，其方法簡述如下：

a.  $T_j = T_{case} + R_{THjc} \cdot V_D \cdot I_D$  法，其中：

$T_j$ ：二極體接面溫度。

$T_{case}$ ：測得之二極體外殼溫度。

$R_{THjc}$ ：製造廠提供之接面溫度，係相對於外殼溫度。

$V_D$ ：二極體之電壓。

$I_D$ ：二極體之電流。

b.  $V_D-T_j$ 法：其試方法參考 IEC61646(2006 年 6 月 Ed.2)，日本 JET 以此方法進行測試。

- (5)將電流提高至 STC 短路電流之 1.25 倍維持 1 小時，二極體不得破壞。

8. 其他試驗項目：

除了上述幾項主要試驗項目及設備外 IEC61215 及 IEC61646 標準尚有些較簡易的試驗項目，如：引線端子強度試驗、濕漏電試驗及機械負荷試驗等。

三、 IEC61730-2(2004 年版)標準簡介：

(一) 適用範圍：

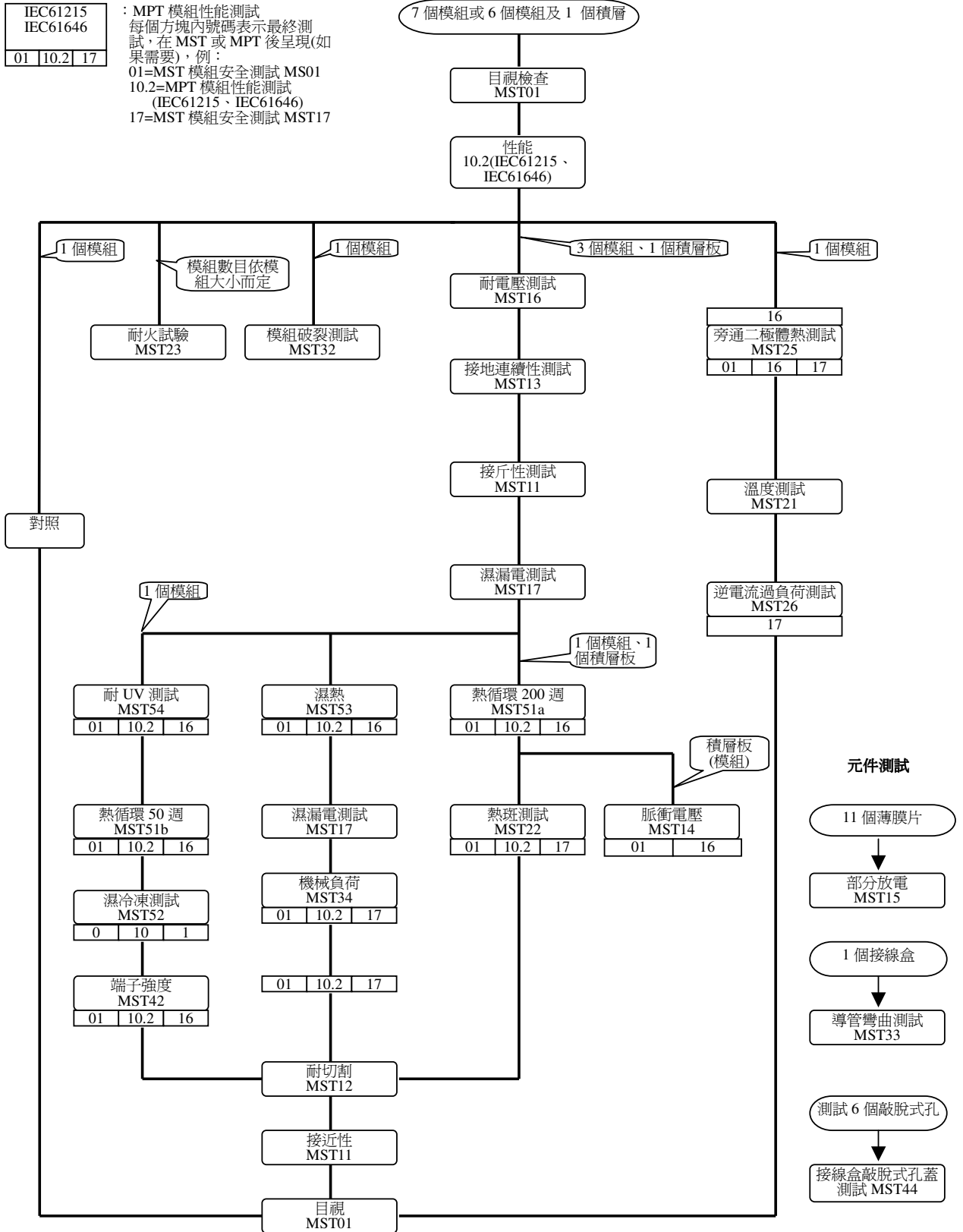
本標準適用於太陽光電(PV)模組之基本構造要求，以便在預期之壽命中提供安全電氣與機械之操作。

(二) 驗證測試順序：IEC61730-2 之測試順序如圖 4 所示：

圖 4 : IEC61730 標準順序

IEC61730-2 : MST 模組安全測試

IEC61215 : MPT 模組性能測試  
IEC61646 : MPT 模組性能測試  
每個方塊內號碼表示最終測試，在 MST 或 MPT 後呈現(如果需要)，例：  
01=MST 模組安全測試 MS01  
10.2=MPT 模組性能測試 (IEC61215、IEC61646)  
17=MST 模組安全測試 MST17



(三) 主要測試設備、試驗項目及條件：IEC61730-2 標準之測試項目有許多部分與 IEC61215 或 IEC61646 相同，扣除以上兩標準所述之外的主要試驗項目及設備有：

1. 耐切割測試 MST12：

目的：判斷聚合物材料所成之模組正面與背面是否能承受安裝與維護時之例行處理，而不會使人有遭受電擊之危險。

設備及試驗條件：

- (1) 使用  $0.64\text{mm}\pm 0.05\text{mm}$  厚之碳鋼刀片(如鋼鋸之背面)，並以  $8.9\text{N}\pm 0.5\text{N}$  之力施加於模組表面上。
- (2) 將測試夾具置於模組上 1 分鐘，然後  $(150\pm 30)\text{mm/s}$  之速率移動，重覆相同動在不同處測試共 5 次。

2. 脈衝電壓測試 MST14：

目的：確認模組之固體絕緣承受周圍發生過電壓之能力。

設備及試驗條件：

- (1) 設備為脈衝電壓產生器及示波器。
- (2) 測試前需以規定之銅箔將樣品表面完全包覆，將銅箔連接脈衝電壓產生器之負極，將輸出接頭(正負極短接)連接至脈衝電壓產生器之正極。
- (3) 測試電壓峰值如下表：

最大系統電壓 V	脈衝電壓(V)	
	應用等級 A	應用等級 B
100	1500	800
150	2500	1500
300	4000	2500
600	6000	4000
1000	8000	6000

註：最大系統電壓介於中間值者可以線性內插法求得。

3. 溫度測試 MST21：

目的：本測試是用來決定製造模組所用之各種元件與材料之最大參考溫度。

設備及試驗條件：

- (1) 測試時環境溫度維持在 20 至  $55^{\circ}\text{C}$  範圍之間，照射度不得低於  $700\text{W/m}^2$ ，且風速低於  $1\text{m/s}$ (室外時必須注意本要求)。
- (2) 必須在開路及短路等兩條件下分別測試。
- (3) 量測所得之  $T_{\text{obs}}$  必須加上  $40^{\circ}\text{C}$  與環境溫度( $T_{\text{amb}}$ )之差值：

$T_{\text{con}}=T_{\text{obs}}+(40-T_{\text{amb}})$ ，其中  $T_{\text{con}}$  就最終所得之值，該值不得超過標準規定。

#### 4. 耐火測試 MST23：

目的：要求為屋頂覆蓋材料或安裝到建物現有屋頂上之 PV 模組建立基本耐火性。

設備及試驗條件：

- (1) 火焰散佈測試：將樣品置於每 300mm 有 127mm 傾斜度的架上，以規定之燃燒器噴火燃燒，若火災安全等級為 A、B 者燃燒 10 分鐘，若為等級 C 者則燃燒 4 鐘。
- (2) 燃燒木堆測試：
  - a. 火災安全等級 A：以一個用松木條組成之 300mm 長 × 300mm 寬 × 高約 57.3mm 之松木堆所點燃的火堆置於樣品上。
  - b. 火災安全等級 B：以一個用松木條組成之 150mm 長 × 150mm 寬 × 高約 57.3mm 之松木堆所點燃的火堆置於樣品上，待第一個火堆完全熄滅後再於上第二個火堆(規格相同)。
  - c. 火災安全等級 C：以 20 個用松木條組成之 38.1mm 長 × 38.1mm 寬 × 高約 39.6mm 之松木堆所點燃的火堆，每隔一至二分鐘放於樣品之上。

#### 參、心得：

- 一、 藉由此次之訓練機會吸收國外相關產品之測試經驗，對於標準要求之詮釋及理解及瞭解相關檢測設備的規格及裝置，對國內建立有關『太陽光電模組』領域之檢測設備及能力有相當的幫助，並期以能協助國內太陽光電相關產業的發展並拓展外銷國際之通路。
- 二、 太陽光電系統組成包含單電池、模組、控制器及換流器等重要零組件，日本 JET 已對模組及系統提供廠商完整產品驗證服務。
- 三、 太陽光電模組銷售模式是以單位面積發電量 ( $W/m^2$ ) 來決定價格，必須有電池標準件(參考物質)確認模擬太陽光測試設備之準確性，亦即建立一套太陽光電模組標準件校正追溯系統，日本 JET 可執行太陽光電模組標準件一級及二級校正服務，但日本在該產品一級校正業務係由日本總合產業研究所(AIST)負責。
- 四、 日本 PVm 產能占全球 50%市場，其產品品質及安全可從本次研習更深入了解其用心及努力，是未來國內試驗室學習榜樣。

#### 肆、建議事項：

- 一、 建議本局應加強與國外驗證機構之資訊交流及合作關係，以隨時掌握國際驗證制度之最新趨勢及脈動，並能提昇同仁之國際觀及檢驗技術能力。
- 二、 2007 年 10 月國內太陽光電展覽暨研討會，提出我國下一個發展兆元產業即是太陽光電產品，2008 年我國 PVm 廠商增加至 20 家，相關矽原料及單電池來源不足問題將於 2 年內獲得解決，建議本局在促進產業發展願景上，對新興產品之太陽光電系統能從模組、系統級標準件校正系統等領域切入，建立完整產品驗證平台，提供廠商內外銷服務。



圖 5、日本電氣安全環境研究所(JET)東京本部



圖 6、太陽光模擬器內部光源及快門



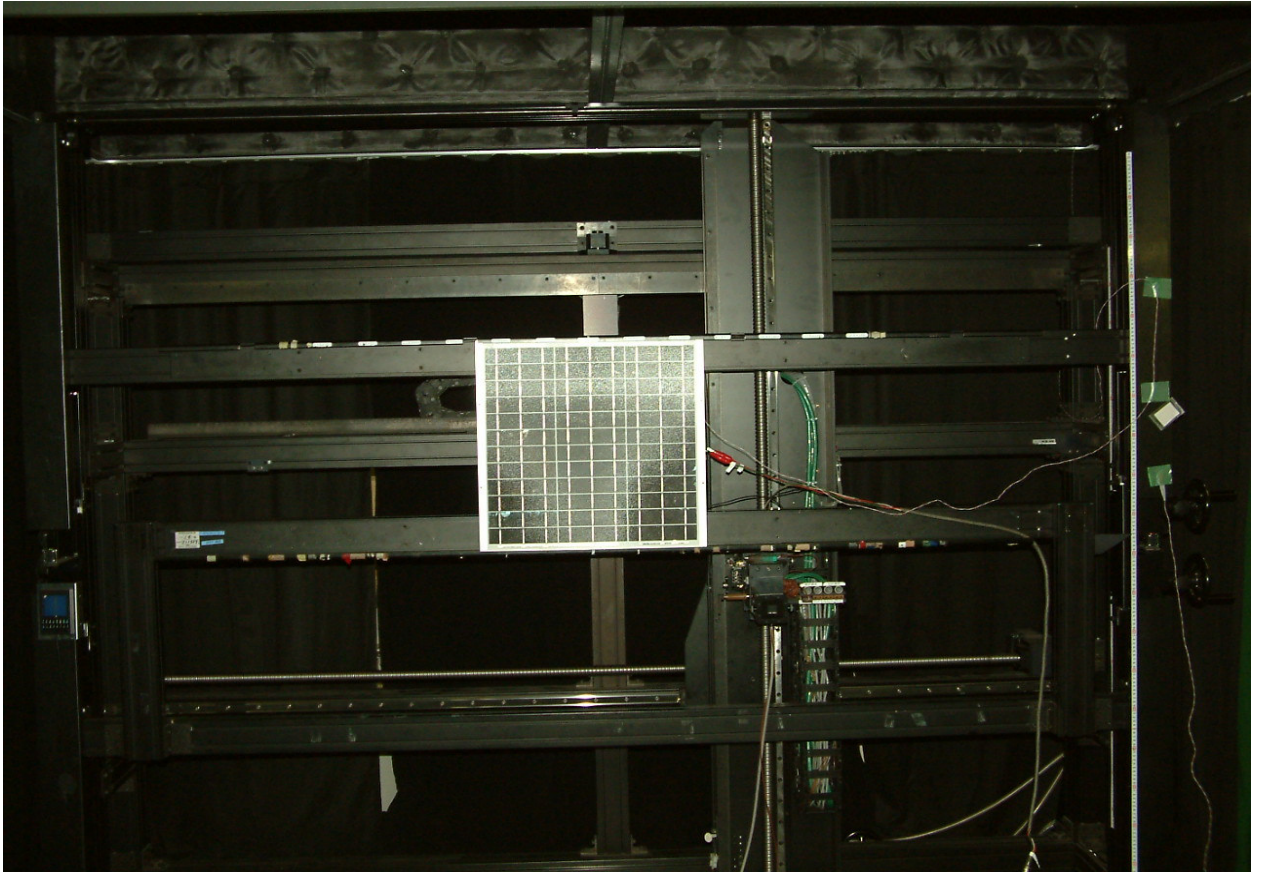


圖 7、I-V 曲線量測(樣品架設台)

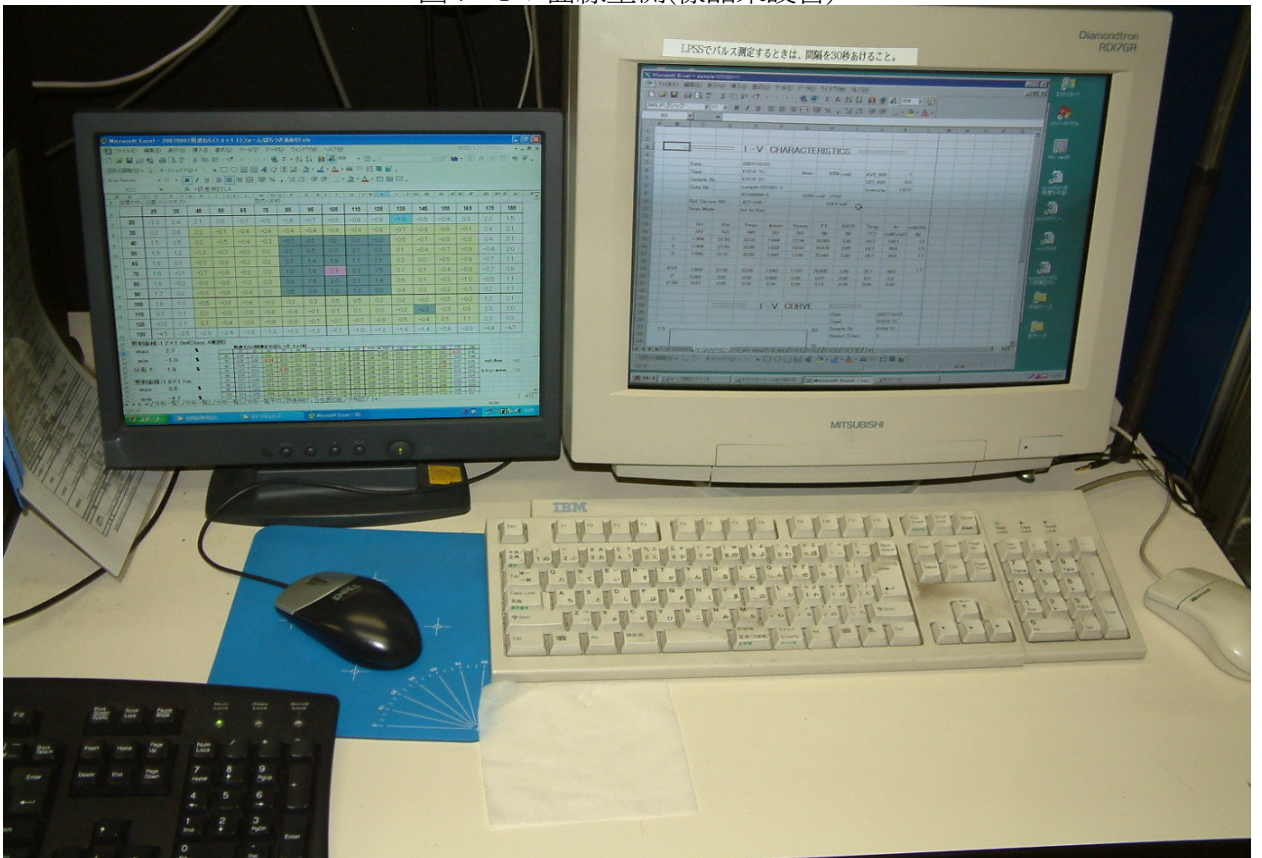


圖 8、I-V 曲線量測(控制介面及量測結果)





圖 9、恆溫恆濕箱內部

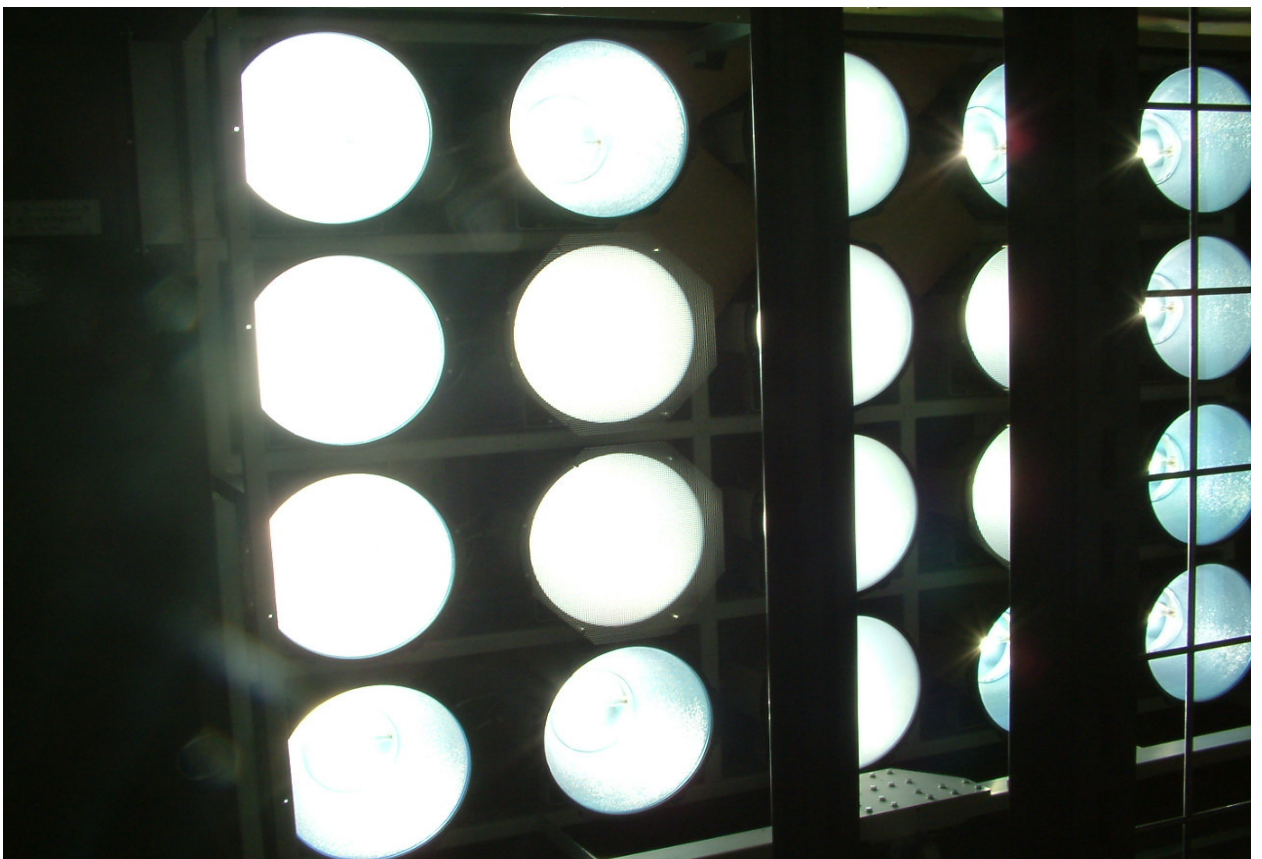


圖 10、熱斑耐久試驗設備(光源)



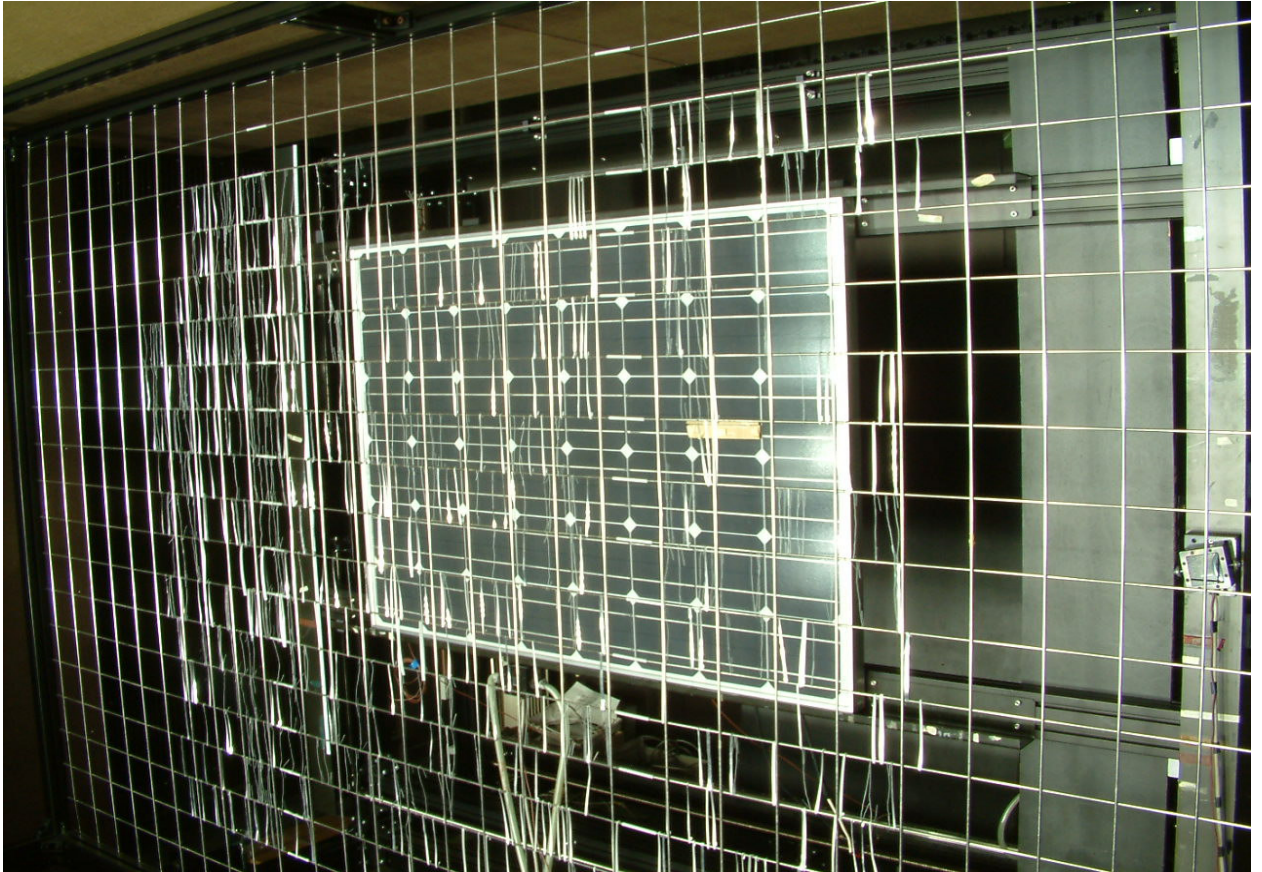


圖 11、熱斑耐久試驗設備(樣品架)



圖 12、紫外線(UV)照射設備





圖 13、室外曝露測試設備



圖 14、冰電測試設備





圖 15、冰雹測試設備(冰球)

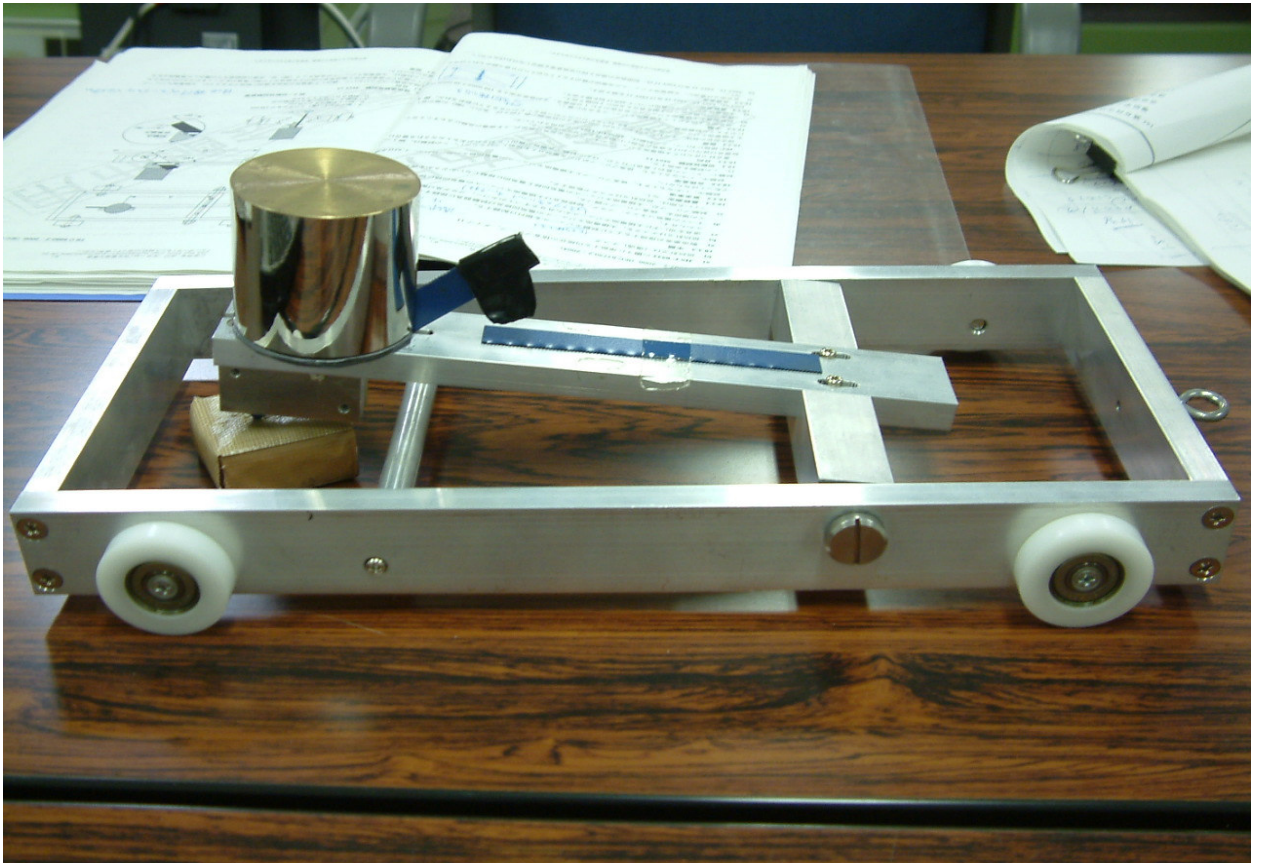


圖 16、耐切割測試設備





圖 17、脈衝電壓測試設備



圖 18、燃燒木堆測試之木堆(火災安全等級 B 測試用)