

## 出國報告（出國類別：其他）

參加日本關西國際太陽能光電展，並參觀明石大型太陽能發電廠(16MW)，及新型水上漂浮型太陽能發電站－河原上池水上太陽能發電廠(1.43MW)

### 出國報告

服務機關：台灣中油(股)公司－綠能科技研究所

姓名職稱：賴立中 機械工程師

派赴國家：日本

出國期間：民國 105 年 09 月 05 日至 105 年 09 月 09 日

報告日期：民國 105 年 09 月 27 日

## 摘要

日本自 311 大地震來，大力推動發展再生能，其中太陽光電，目前為世界前 3 大太陽光電新安裝量之國家，也是首先商業化使用氫能於家用發電及汽車的先進國家，其國際性再生能源展吸引國際大廠展出最先進技術。而再生能源(生質能、氫能、太陽能)亦為目前中油公司十分關注之未來新能源。此次參加日本關西國際性太陽能光電、氫氣燃料電池、生質能聯合展覽，主要以太陽能展的考察為主，因此也參加其展覽會場中與太陽光電相關之研討會議。

另外亦前往參觀兵庫縣加古川市的明石大型太陽能發電廠(16MW)，及最新型的水上漂浮型太陽能發電站－河原山池水上太陽能發電廠(1.43MW)，藉以瞭解目前最新型的水上型漂式太陽光電系統。

在太陽能展方面，觀查到目前太陽能光電已有向系統靠攏的趨勢，主要參展廠商以系統廠為主，亦有上下游整合之廠商(太陽電池→面板→系統)，未來面板主流可能朝向單晶高效太陽能面板為主。在系統方面，大型電廠建置及維運的技術日新月異，如何善用最新的技術及科技降低維建置及維運的成本成為近期太陽能發展主要的課題。

日本將展期這週訂為 2016 世界智慧能源週(World Smart Energy Week OSAKA 2017)，其同期展覽會還有:

- PV EXPO OSAKA 2016 第 4 屆關西國際太陽光電展
- PV SYSTEM EXPO OSAKA 2016 第 4 屆關西國際太陽能發電系統施工展
- BATTERY JAPAN OSAKA 2016 第 3 屆關西國際二次電池展
- 3th INT'L SMART GRID EXPO OSAKA 第 3 屆關西國際智慧生活展
- 1st Biomass Expo OSAKA 2016 第 1 屆關西國際生質能展
- 第 2 屆關西國際電力自由化展

大阪 INTEX OSAKA 展覽館攤位平面圖如圖一所示。

# 目次

摘要 .....	2
目次 .....	3
圖表目錄 .....	4
本文 .....	6
一、目的 .....	6
二、過程 .....	6
三、參訪與展覽 .....	9
(一) 參觀明石大型太陽能發電廠及河原山池水上太陽能發電廠 .....	9
(二) 關西國際太陽能光電展及研討會 .....	14
四、心得及建議 .....	38
參考文獻 .....	38

## 圖表目錄

表一、參訪行程與時間 .....	6
表二、參加之太陽光電研討會 .....	14
圖一、大阪 INEX OSAKA 覽館攤位平面圖.....	7
圖二、大阪 INEX OSAKA 覽館入口.....	8
圖三、展場入口 .....	8
圖四、衛星地圖：明石大型太陽能發電廠及河原山池水上太陽能發電廠(1.43MW)。	.9
圖五、上、下圖為明石大型太陽能發電廠一角 .....	10
圖六、浮體結構[2] .....	11
圖七、河原山池水上太陽能發電廠全景 .....	12
圖八、可行走之維護通道 .....	12
圖九、模組後線排設計 .....	13
圖十、漂浮式太陽能電廠線排匯整 .....	13
圖十一、漂浮式太陽能電廠線排匯整後至岸邊 .....	14
圖十二、電站及展示看板放大圖 .....	14
圖十三、四種基礎施作的工法 .....	16
圖十四、實例一 .....	17
圖十五、實例二 .....	17
圖十六、太陽能板支稱架及支稱架基礎約占成本之 10%，但占太陽光電系統成功與否 90%的風險.....	18
圖十七、太陽能板支稱架的選擇主要依荷重條件及設置場址條件來選擇.....	18
圖十八、四種太陽能板支稱架型式及特徵 .....	19
圖十九、支稱架基礎的型式及特徵 .....	19
圖二十、支稱架基礎的型式及特徵實例說明 .....	20
圖二十一、單晶多晶比較：單晶矽具有低缺陷密度、高效率等優點。並且單晶效率提昇較多晶快，差距日漸增加。未來單晶更具優勢。 .....	20
圖二十二、隨面板額定發電瓦數增加，未來發電成本將持續降低。 .....	21
圖二十三、NEXT ENERGY 公司資訊 .....	22
圖二十四、簡易調查及收購 .....	22
圖二十五、檢查及評價(外觀、洗淨、絕緣抵抗測定、I-V 出力渾楚、EL 檢查).....	23
圖二十六、販賣(保固十年) .....	23
圖二十七、不可再使用者回收。 .....	24
圖二十八、研討會會場照片 .....	24
圖二十九、O&M 說明 .....	25
圖三十、greentech 公司介紹 .....	26

圖三十一、左圖：監測設計。右圖：通訊可分為 RS232、RS485、Ethernet 三種。...	26
圖三十二、左圖：實機安裝狀態。右圖：監測資訊輸出.....	26
圖三十三、左圖：雙面發電型太陽能板概念。右圖：在不同環境下雙面發電太陽能板發量電增加之檢測。.....	27
圖三十四、YKD 株式会社横浜環境デザイン .....	27
圖三十五、狀況：面板堆置上方過動導致壓損下方面板.....	27
圖三十六、狀況：面板堆置上方過動導致壓損下方面板，經分析下方面板效能損失 1~2% .....	28
圖三十七、現場的 IR 分析找出問題面板.....	28
圖三十八、狀況：現場施工時刺穿線路.....	28
圖三十九、狀況：雜草生長過高.....	29
圖四十、目視檢查包括面板表面、背面、直流接線盒、發電廠環境(雜草、遮蔭).....	29
圖四十一、狀況：因直流接線箱過低導致浸水.....	29
圖四十二、狀況：配電箱未固定於地面，可能因地震或颱風損害.....	30
圖四十三、狀況：不合適之金屬扣鎖固定扣件.....	30
圖四十四、現場 EL 檢查.....	30
圖四十五、狀況：施工時踩到面板上造成微裂縫.....	31
圖四十六、晶科 JinKo Solar .....	31
圖四十七、Sharp 夏普公司.....	32
圖四十八、DIC Daishin International Corporation.....	32
圖四十九、Get 公司.....	33
圖五十、Next Energy 公司.....	33
圖五十一、Solar World 公司.....	34
圖五十二、YINGLI SOLAR 公司.....	34
圖五十三、日本 MEGA SOLAR 公司.....	35
圖五十四、LERRI Solar 公司.....	35
圖五十五、SVMAN 公司.....	35
圖五十六、NPC 公司.....	36
圖五十七、柳井電機工業.....	36
圖五十八、SKYROBOT 公司.....	37
圖五十九、SHIGEYAMAGUMI 公司.....	37
圖六十、Laplace System 公司.....	37

# 本文

## 一、目的

為汲取國際間太陽光電、氫能、生質能技術相關技術新知與新產品資訊，提升產品開發的知識見聞，藉由參加 PV、Hydrogen & Fuel Cell、Biomass Expo OSAKA 2016 關西國際太陽能光電、氫氣燃料電池、生質能展的機會，與國際知名廠商交換心得。本次主要聚焦於太陽光電系統，其他主題以收集產品資訊為主。在太陽光電系統部份，不僅僅收集產品資訊，亦同時參加在展覽會場中舉辦、與太陽光電相關之研討會議，以瞭解目前太陽能發展現況。

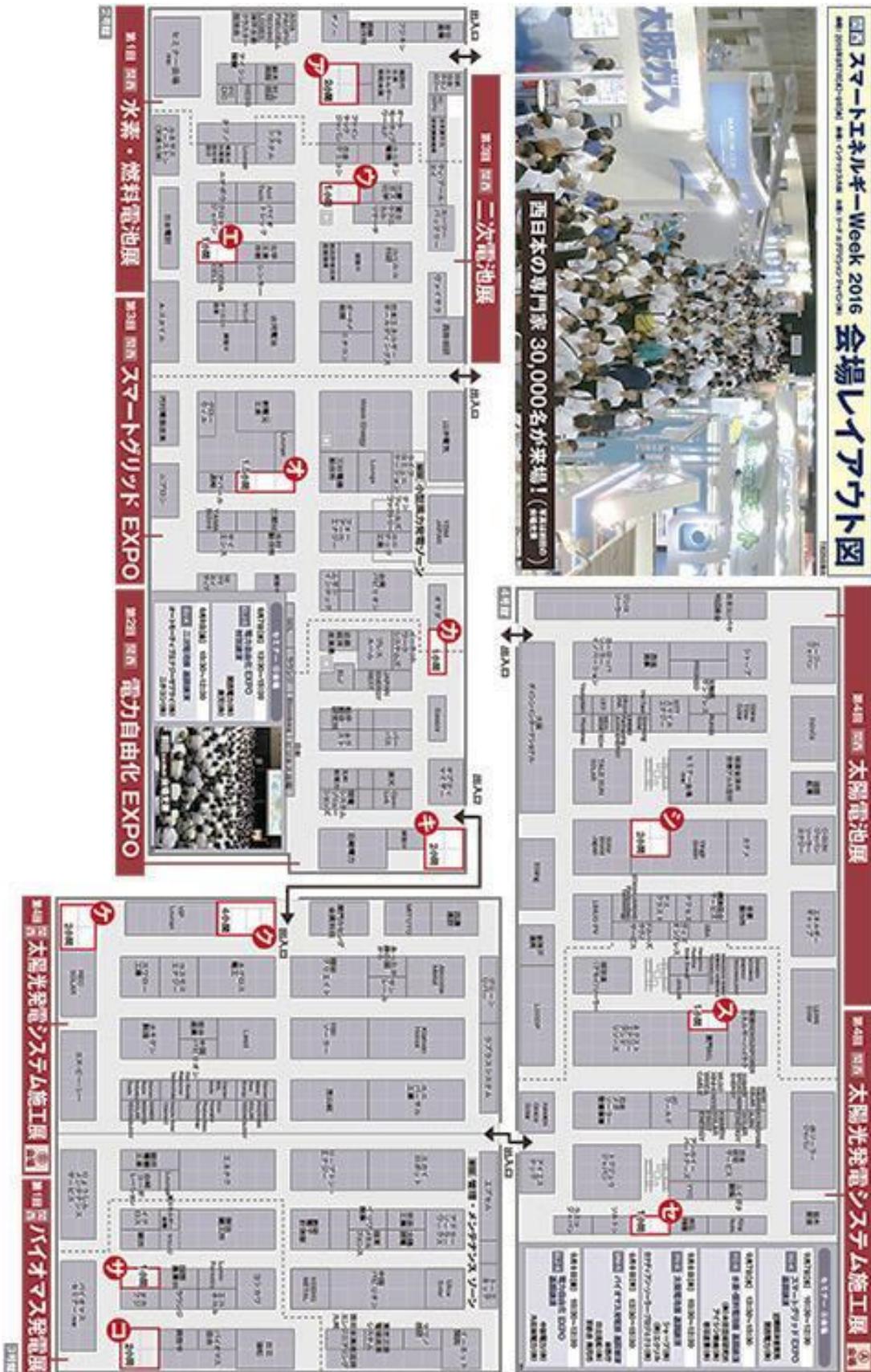
另外亦前往參觀兵庫縣加古川市的明石大型太陽能發電廠(16MW)，及最新型的水上漂浮型太陽能發電站－河原山池水上太陽能發電廠(1.43MW)，藉以實地瞭解大型地面型發電廠及目前最新型的水上型漂式太陽光電系統。

## 二、過程

參訪行程與時間安排如下表

表一、參訪行程與時間

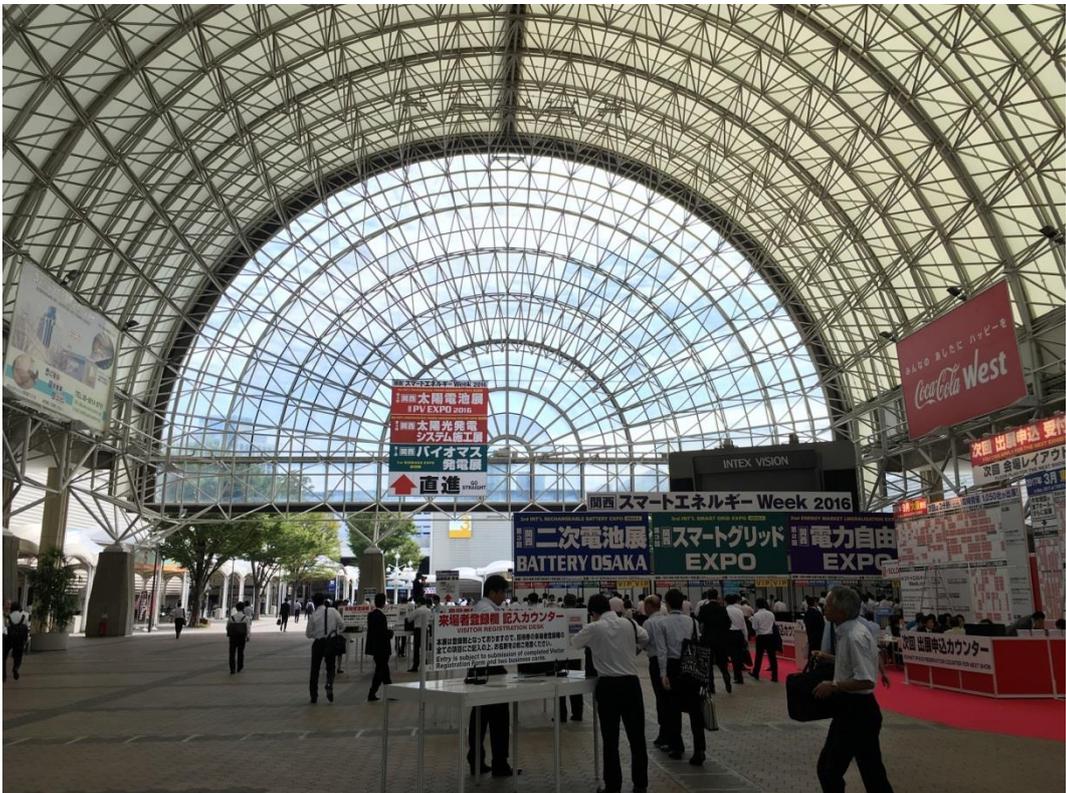
日期	詳細工作內容
09/05(一)	啟程(由桃園機場-日本關西機場)
09/06(二)	由大阪前往兵庫縣的加古川市，並參觀明石大型太陽能發電廠(16MW)，及河原山池水上太陽能發電廠(1.43MW)。
09/07(三)	日本大阪 INTEX OSAKA 展覽館參加 2016 西國際太陽能光電、氫氣燃料電池、生質能展
09/08(四)	日本大阪 INTEX OSAKA 展覽館參加 2016 西國際太陽能光電、氫氣燃料電池、生質能展
09/09(五)	日本大阪 INTEX OSAKA 展覽館參加 2016 西國際太陽能光電、氫氣燃料電池、生質能展及返程(日本關西機場-桃園機場)



圖一、大阪 INEX OSAKA 覽館攤位平面圖



圖二、大阪 INEX OSAKA 覽館入口



圖三、展場入口

### 三、參訪與展覽

#### (一) 參觀明石大型太陽能發電廠及河原山池水上太陽能發電廠

參觀兵庫縣加古川市的明石大型太陽能發電廠(16MW)，及最新型的水上漂浮型太陽能發電站－河原山池水上太陽能發電廠(1.43MW)。衛星地圖如圖四



圖四、衛星地圖：明石大型太陽能發電廠及河原山池水上太陽能發電廠(1.43MW)。

##### 1、明石大型太陽能發電廠(16MW)

明石大型太陽能發電廠於 2013 年 10 月 1 日開始運轉，設置容量達 16,817kW，為兵庫縣前五大太陽能發電廠[1]，原為高爾夫球座落於明石土山，其特色為一山丘地型上之太陽能發電廠。



圖五、上、下圖為明石大型太陽能發電廠一角

因為此電廠座落於一山丘，故地面亦有傾斜，面板依山坡鋪設如圖五上、下。圖五上圖地面為小石子，不見植被，可能有經整地處理或施以除草劑；同時圖五下可明顯見到植被，此可能為原高爾夫球場之草皮，高爾夫球場之草皮

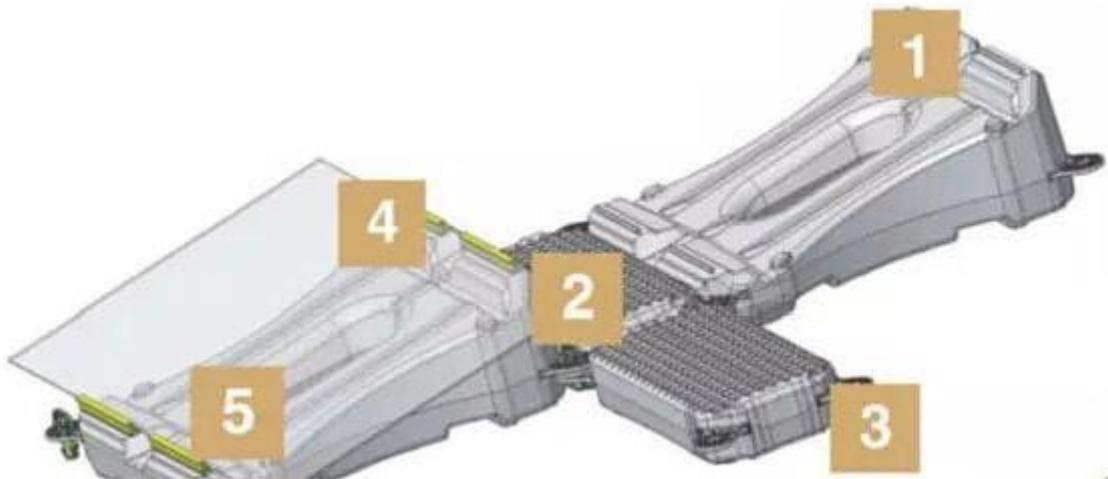
具有株矮葉細、生長一致、與雜草競爭能力強，因此設於此之面板不易因高長之雜草而造成局佈遮蔭之問題。

## 2、河原山池水上太陽能發電廠(1.43MW)

河原山池為兵庫縣農業灌溉用蓄水池，類似台灣之埤塘，分為上池(大天滿池)及下池(河原山池)。此漂浮式水上太陽能發電廠位於下池(如圖四)。

浮體結構如圖六：包括

- (1) 主浮模塊用於支撐面板組件
- (2) 副浮模塊，可做為維修通道
- (3) 連接板
- (4) 安裝面板組件墊片
- (5) 標準面板模組



圖六、浮體結構[2]

可能在設置太陽能面板前，河原山池有先進行整治，與相鄰之大天滿池相比，由圖七也可發現池內水質清澈，不見藻類生長，岸邊亦少見水生植物。



圖七、河原山池水上太陽能發電廠全景



圖八、可行走之維護通道



圖九、模組後線排設計



圖十、漂浮式太陽能電廠線排匯整



圖十一、漂浮式太陽能電廠線排匯整後至岸邊



圖十二、電站及展示看板放大圖

## (二) 關西國際太陽能光電展及研討會

### 1、研討會

表二、參加之太陽光電研討會

NO.	日期	地點	時間	主題
1	2016/09/07	會場 C	12:00~12:40	The technology develop trend of JinkoSolar
2	2016/09/07	會場 C	13:00~13:40	With respect to the best construction in very difficult land(Steep slops and rock)
3	2016/09/07	會場 C	16:00~16:40	Economical yet practical rack design
4	2016/09/08	會場 C	11:00~11:40	High Efficient Monocrystalline silicon technology to create more customer value
5	2016/09/08	會場 C	12:00~12:40	Guaranteed High Quality Utilization of reused panel to differentiate from your competitors.
6	2016/09/08	會場 C	15:00~15:40	改正 FIT 法後之保守點檢指導(O&M) RYOSHIN Maintenance Service co., LTD.
7	2016/09/08	會場 C	16:00~16:40	The greentech monitoring system and inverters from the point of communication environment.
8	2016/09/09	會場 C	11:00~11:40	About the new N-type silicon solar module technology
9	2016/09/09	會場 C	12:00~12:40	Efforts of health maintenance and defect case of power plant.

**(1) The technology develop trend of JinkoSolar :**

JinkoSolar 公司快速地說明在太陽能電池製造所使用的新技術，包括 PERC 技術、表面無 bus line 的技術、兩面型太陽電池技術、以新一代單晶太陽電池較低的劣化速率及較高的發電量。

**(2) With respect to the best construction in very difficult land(Steep slops and rock)**

知識+詳細調查=經驗者。失敗的案場計畫常因(1)未取得開發許可、(2)隣地協議未能達成共識、(3)土地施工規劃失敗(缺少詳盡的現地勘查:尺寸、地圖、用地、法規、地方自治法規、困難地施工)、(4)預算估算不正確(施工廠商須要及早決定，因為不同施工廠商、使用工法，預算差異大、事前調查)。

針對較困難地的施工，介紹四種基礎施作的工法如下圖：

<p>(1) <b>【ラミング工法】</b> 支柱を、直接地中に打ち込み、固定する工法となります。</p> <p>直接打ち込み固定する為、コンクリートを使用せず撤去の際のコストがかからない工法です。傾斜地での施工も可能です。</p>	<p>(2) <b>【ロックベース工法】</b> 当社の開発した新技術を結集した置き基礎工法です。</p> <p>ロックベースとは、小規模太陽光発電所の問題点を解決するため、当社が開発した新しい置き基礎の技術です。</p>
<p>(3) <b>【システム型枠工法】</b> 短工期での施工を可能とした、システム型枠を利用する工法。</p> <p>置き基礎コンクリートでは不可能だった、基礎でのレベル調整が可能となりました。支柱安定性が高いことも特徴です。</p>	<p>(4) <b>【キャストイン工法】</b> 固定三脚を利用した、当社開発の置き基礎工法です。</p> <p>固定式の三脚の為、簡単作業ですので一人で固定を行うことができ、工期短縮に繋がりますので、労務コストの削減を実現しました。</p>

圖十三、四種基礎施作的工法





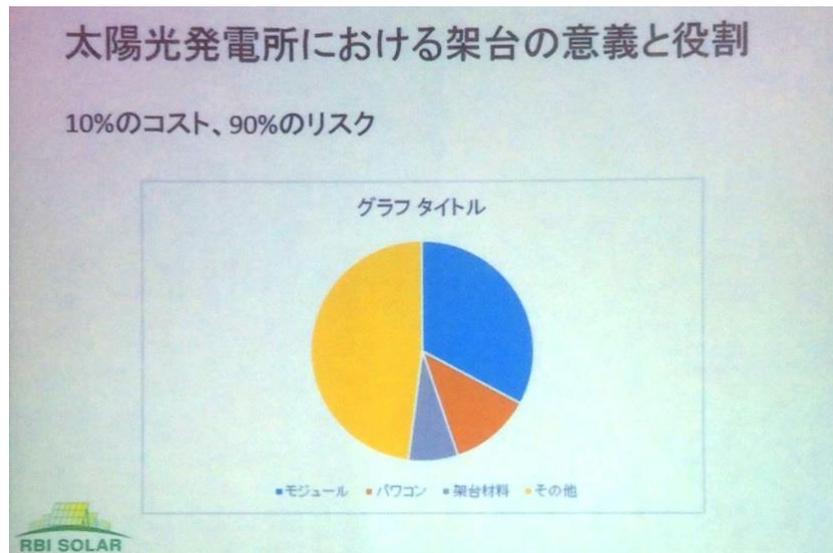
圖十四、實例一



圖十五、實例二

### (3) Economical yet practical rack design 岡孝則

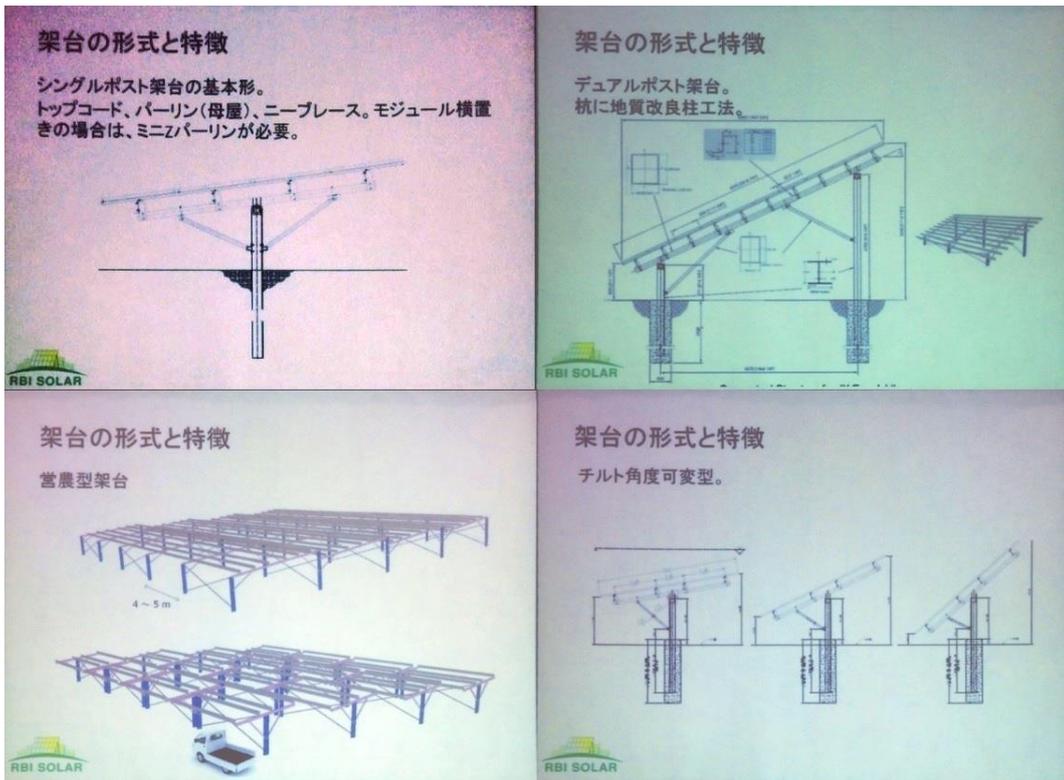
介紹太陽能板支稱架、支稱架基礎的型式及特徵：



圖十六、太陽能板支稱架及支稱架基礎約占成本之 10%，但占太陽光電系統成功與否 90%的風險



圖十七、太陽能板支稱架的選擇主要依荷重條件及設置場址條件來選擇



圖十八、四種太陽能板支稱架型式及特徵

### 架台基礎の形式と特徴

形式	設置方法	長所	短所
鋼杭 (H型、C型鋼)	打撃	安価 早い設置	転石等地質条件により 難しい。 騒音
	地質改良土	軟弱地盤対応 低騒音	転石、硬い地盤で難し い。コスト。
	根巻コンクリート	杭が利用できる。	コストと工期
	置基礎コンクリート	地中の状況に左右さ れない(地耐力は必 要)	コストと工期
	プレボーリング	岩盤対応	コストと騒音。岩の状況 でまっすぐ削孔できない 場合あり。
スクリュー杭	専用アタッチメント	施工性よい、低騒音 安価	地質条件により難しい

圖十九、支稱架基礎的型式及特徵

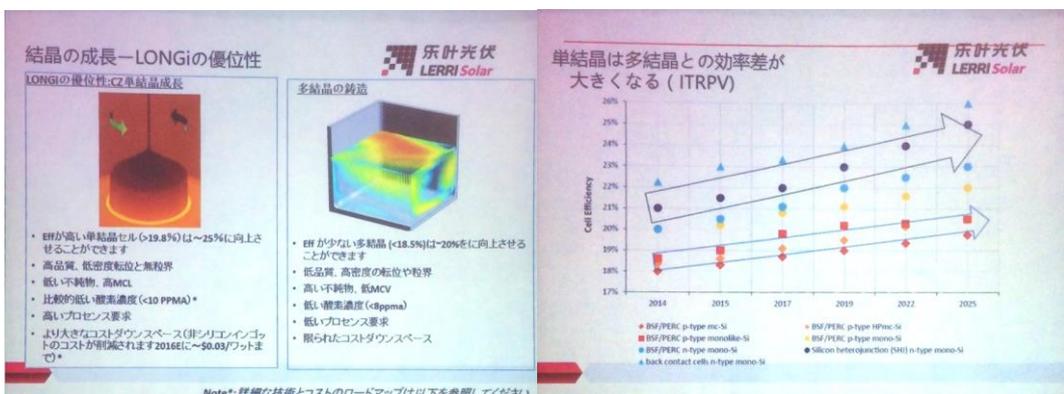


圖二十、支稱架基礎的型式及特徵實例說明

設計留意點包括(1)設計荷重(風、雪、地震、DEAD LOAD)、模組的傾斜角、離地高度、尺寸。(2)使用的基礎鋼材。(3)地質構造。(4)現地測試(基礎拉拔試驗)。(5)防蝕。(6)打樁時是否會碰到岩石。(7)地面傾斜變化施工。(8)支架組合時調整與對位。

**(4) High Efficient Monocrystalline silicon technology to create more customer value**

說明高效能之單晶矽電池能帶來更高的經濟效益。



圖二十一、單晶多晶比較：單晶矽具有低缺陷密度、高效率等優點。並且單晶效率提昇較多晶快，差距日漸增加。未來單晶更具優勢。

高效能的單晶可具有更高的經濟效益包括：(1)單位瓦數的各項安裝費用降低。(2)較多的發電量。(3)較慢的劣化速度。(4)較低的溫度影響。(5)較好的弱光吸光效率(波長)。

LCOE ロードマップ



	2015	2016E	2017E	2018E	2019E	2020E
モジュールコスト(\$/Wp)	0.58	0.52	0.46	0.41	0.37	0.33
BoSコスト(\$/Wp)	1.28	1.15	1.12	1.04	0.99	0.88
システムコスト(\$/Wp)	1.86	1.67	1.58	1.45	1.36	1.21
サイト使用(Years)	25	25	25	25	25	25
規模 MW	1	1	1	1	1	1
1日あたりの平均太陽照射ピーク時間	3.36	3.53	3.86	3.86	4.20	4.20
年間固定O&Mコスト(\$/W)	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038
負担軽減率(fraction)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
漸減 因数(fraction)	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
割引率 (%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
法人税 (%)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
<b>LCOE (\$/MWh)</b>	<b>208.9</b>	<b>183.5</b>	<b>163.6</b>	<b>155.5</b>	<b>138.7</b>	<b>128.5</b>
Tracker	Fixed Bracket	Adjustable Tilt Bracket	Horizontal Single-axis Tracker	Horizontal Single-axis Tracker	Dual-Axis Tracker	Dual-Axis Tracker
モジュール出力(Wp)	315 (multi)	350	360	370	385	400

Note: LCOE calculation, <http://www.solarlcoe.com/>

圖二十二、隨面板額定發電瓦數增加，未來發電成本將持續降低。

**(5) Guaranteed High Quality Utilization of reused panel to differentiate from your competitors.**

說明 NEXT ENERGY 公司在如何回收並重複使用太陽能面板之流程與技術。主要流程如下圖二十三、二十四、二十五：包括(1)簡易調查及收購。(2)檢查及評價(外觀、洗淨、絕緣抵抗測定、I-V 出力清楚、EL 檢查)。(3)販賣(保固十年)。(4)不可再使用者回收，如圖二十六。





圖二十五、檢查及評價(外觀、洗淨、絕緣抵抗測定、I-V 出力測定、EL 檢查)



圖二十六、販賣(保固十年)



圖二十七、不可再使用者回收。

#### (6) 改正 FIT 法後之保守點檢指導(O&M) 清水新野

主要介紹太陽能發電廠的維運(Operation&Maintenance)。主要包括：(1)檢點(精密點檢：I-V 測定、IR 查、電路探查、面板檢視、螺絲安裝扭力測試。標準點檢。巡回檢點。報告書作成)。(2)發電監測。(3)損害補償 (災害保險、盜竊補償、設備損壞費用補償、發電量保証)。(4)日常維護。

不具合事例介紹：雷擊、地盤崩落、By Pass 燒燬、接續盒燒燬。



圖二十八、研討會會場照片

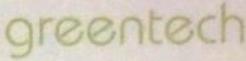


圖二十九、O&M 說明

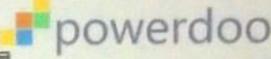
(7) The greentech monitoring system and inverters from the point of communication environment.

greentech 公司所發展的監控系統介紹

**当社のパートナー企業例**



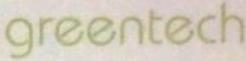
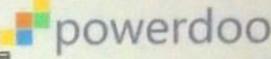
greentech GmbH & Cie. KG (O&M, ドイツ)  
太陽光発電所O&MサービスでNo. 1  
ESIは株主であり、ビジネスパートナー  
2016年6月期で100MW  
2018年6月期で累計1GWの契約目標



powerdoo GmbH (IT, ドイツ)  
太陽光発電所監視に特化したIT企業  
ESIは株主であり、ビジネスパートナー  
現在15万台を超えるパワコンのデータ取得  
O&Mの業務支援に最適なシステム

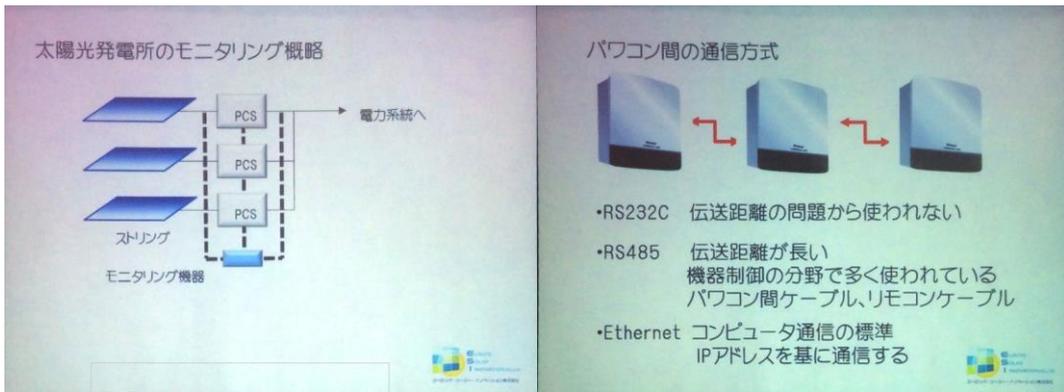


Conecon GmbH (EPC, ドイツ)  
太陽光発電所EPCでドイツNo. 1  
ヨーロッパだけではなく、  
アフリカ・アジアでの施工実績  
2015年には累積1.4GWの施工実績

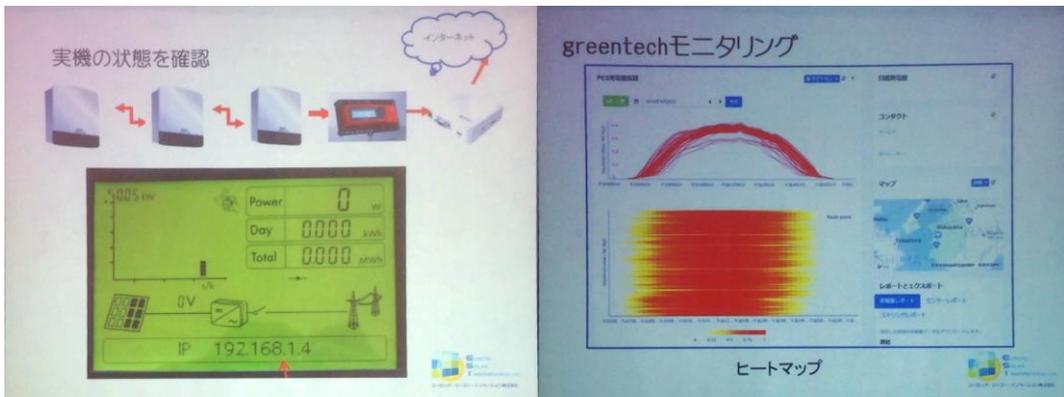


圖三十、greentech 公司介紹



圖三十一、左圖：監測設計。右圖：通訊可分為 RS232、RS485、Ethernet 三種。

greentech 公司採用 ethernet TCP/IP 的標準通訊協定，實機如圖三十一。



圖三十二、左圖：實機安裝狀態。右圖：監測資訊輸出

### (8) About the new N-type silicon solar module technology

主要介紹 ENERGY GAP 公司所開發的兩面發電型(一面轉換效率 20%、另一片轉換效率 19%)N 矽單晶太陽能面板。N 型與 P 型太陽電池比較:在(1)效率、(2)輸出電流(標準環境下每日多 25%發電量、年發電量多 14%、如以兩面發電年發電量可多出 25%)、(3)環境耐候性(高溫環境下每日多 23.9%發電量、多雲環境下多 25%、陰雨環境下多 28%)、(4)衰退速度上，N 型都比 P 型較佳。

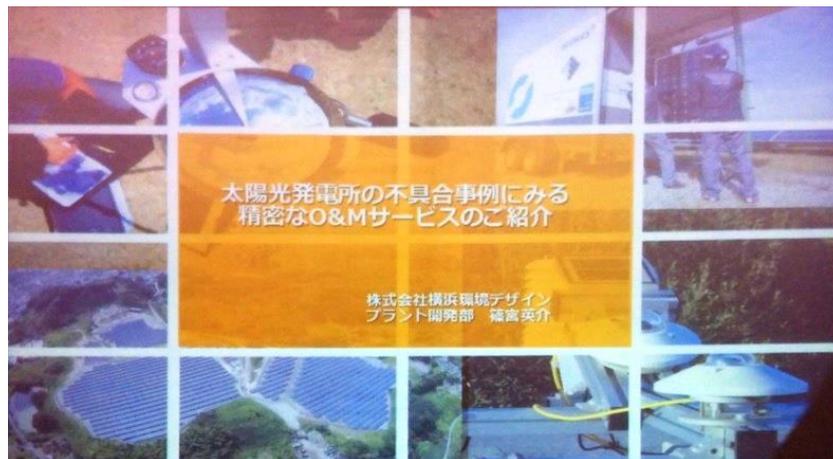


圖三十三、左圖：雙面發電型太陽能板概念。右圖：在不同環境下雙面發電太陽能板發量電增加之檢測。

在塗白漆之地面上架設雙面型太陽能板，發電量可增加 27.42%(如圖三十二右圖)。因此雙面發電型太陽能板在特殊地貌下可大幅增加發電量，例如可應用於水上發電及雪地發電...等。

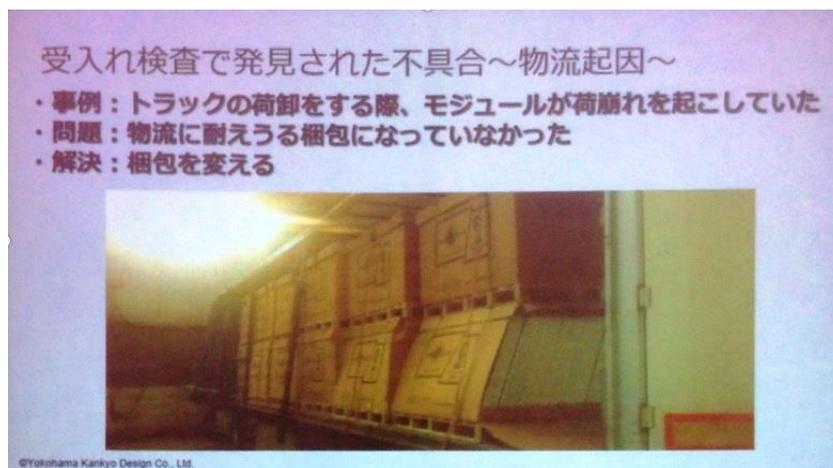
### (9) Efforts of health maintenance and defect case of power plant

主要以 YKD 株式会社横浜環境デザイン實際建置維運電廠的實例說明所遭遇的各種事故狀況。

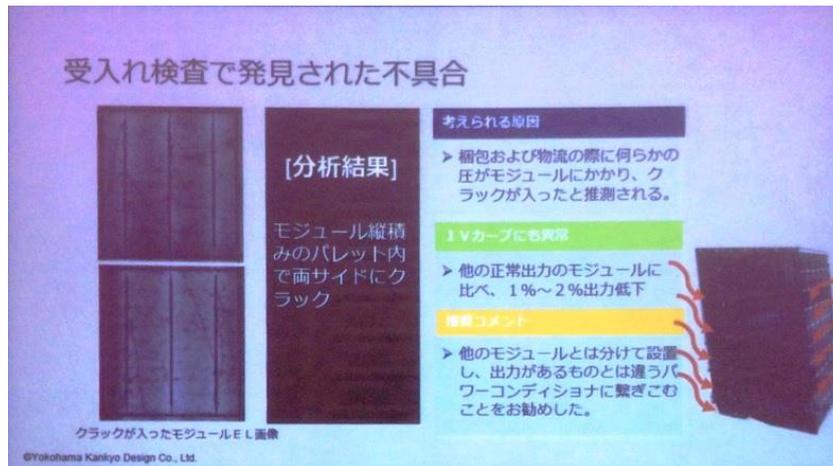


圖三十四、YKD 株式会社横浜環境デザイン

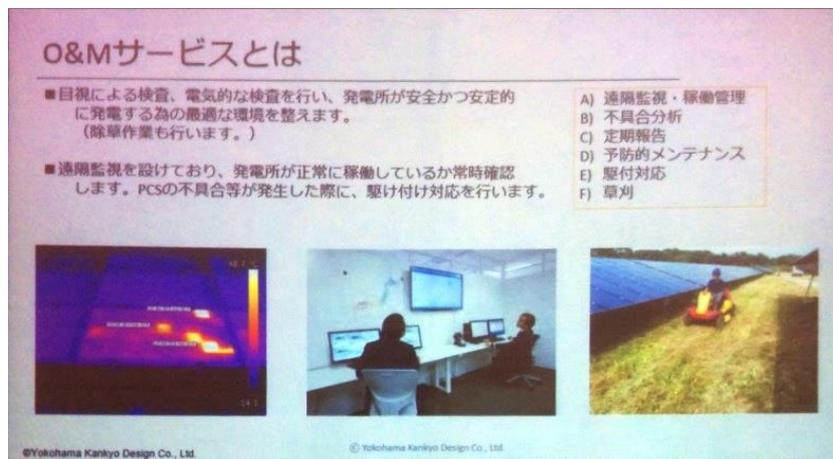
收貨前需進行 EL 及 IV 之檢查，於安裝現場需再抽檢 EL 及 IV。



圖三十五、狀況：面板堆置上方過動導致壓損下方面板



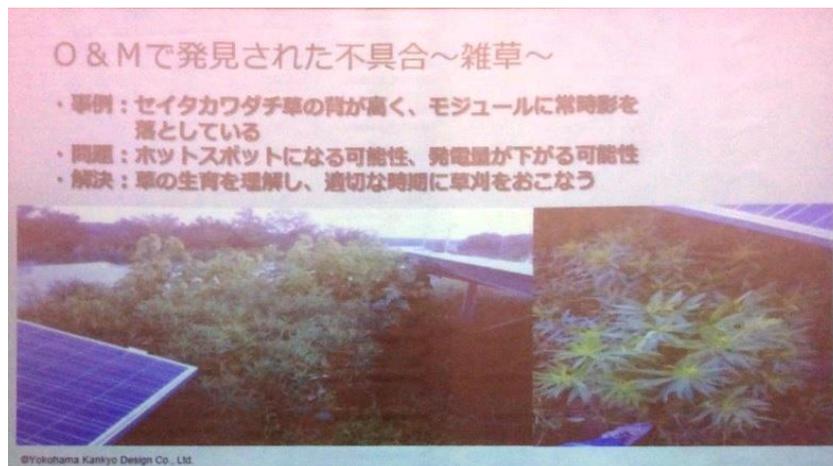
圖三十六、狀況：面板堆置上方過動導致壓損下方面板，經分析下方面板效能損失 1~2%



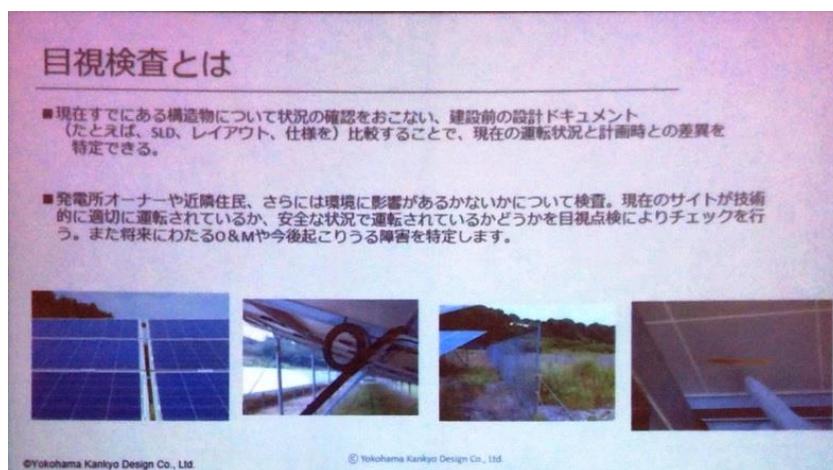
圖三十七、現場的 IR 分析找出問題面板



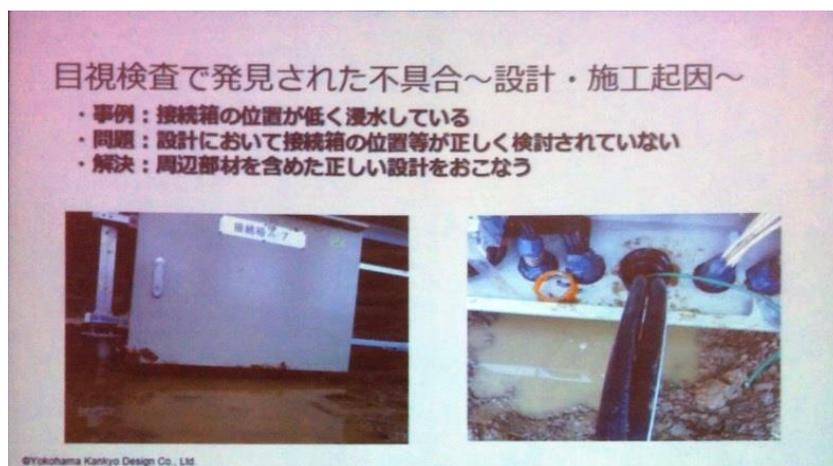
圖三十八、狀況：現場施工時刺穿線路



圖三十九、狀況：雜草生長過高



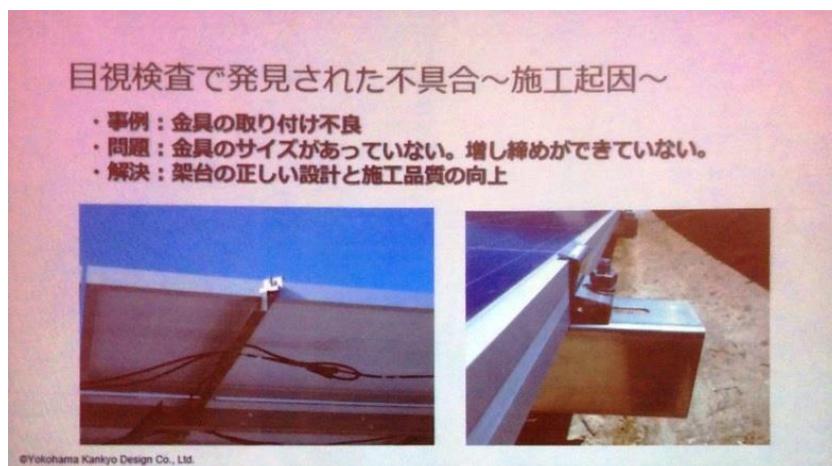
圖四十、目視検査包括面板表面、背面、直流接線盒、發電廠環境(雜草、遮蔭)



圖四十一、狀況：因直流接線箱過低導致浸水



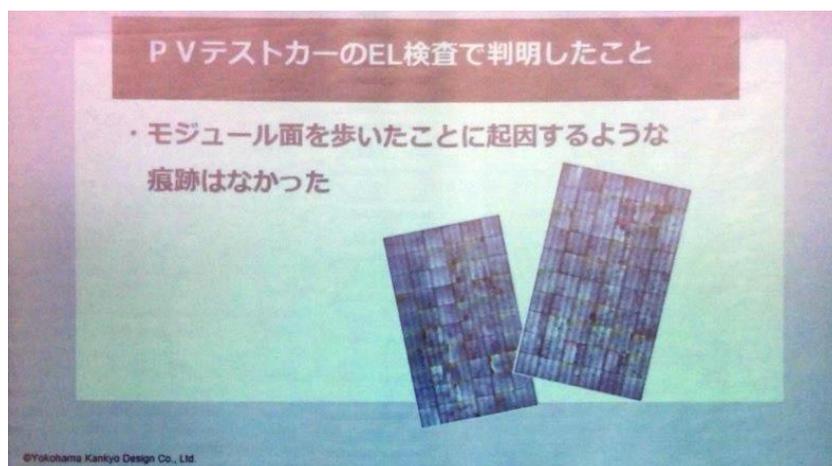
圖四十二、狀況：配電箱未固定於地面，可能因地震或颱風損害



圖四十三、狀況：不合適之金屬扣鎖固定扣件



圖四十四、現場 EL 検査



圖四十五、狀況：施工時踩到面板上造成微裂縫

## 2、展覽

- (1) 晶科 JinKo Solar(中國公司)。2016 上半年出貨世界第一。現場主要展出 PERC 技術的單晶矽面板，單片瓦數 280~300W。多晶矽瓦數 255~275 瓦。



圖四十六、晶科 JinKo Solar

(2) Sharp 夏普公司。展出(a)概念型手機充電/路燈裝置、(b)家用戶外安裝型蓄電池：15年保證(60%容量)。 (c)家用智慧電力控制。



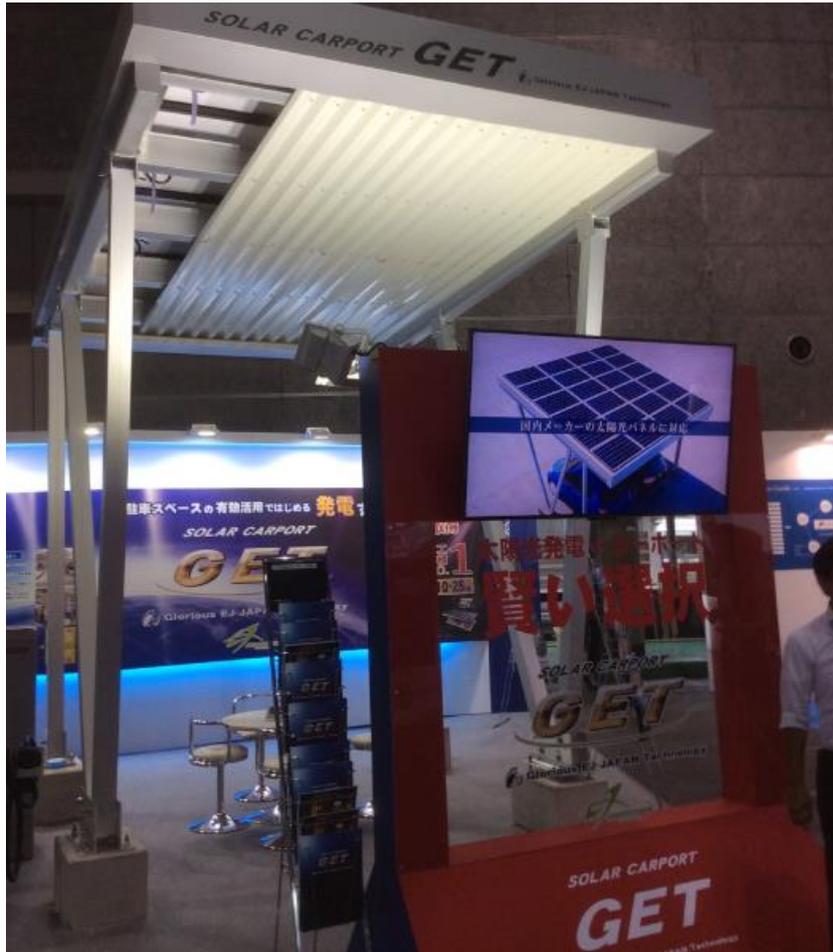
圖四十七、Sharp 夏普公司

(3) DIC Daishin International Corporation。展出太陽能充電停車場



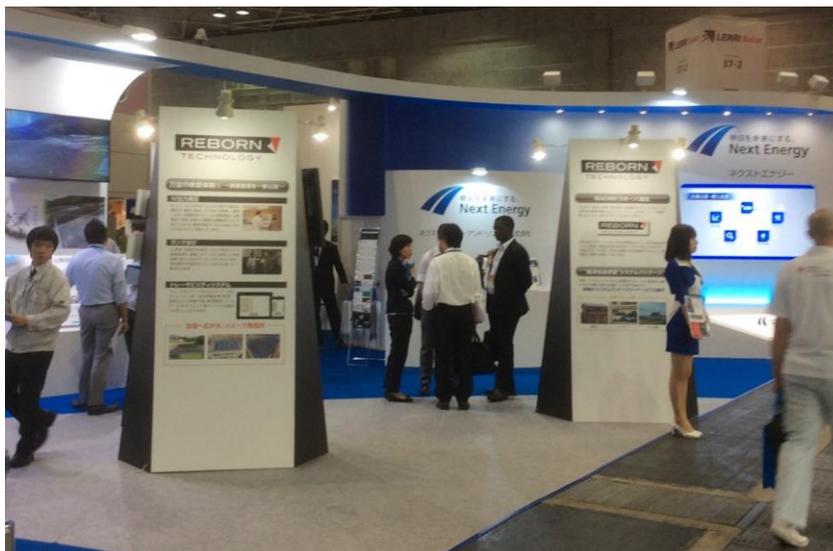
圖四十八、DIC Daishin International Corporation

(4) GET 公司。充電停車廠



圖四十九、Get 公司

(5) Next Energy 公司。經營面板再使用、或回收



圖五十、Next Energy 公司

(6) Solar World 公司



圖五十一、Solar World 公司

(7) YINGLI SOLAR 公司。展出水上型發電模組。



圖五十二、YINGLI SOLAR 公司

(8) 日本 MEGA SOLAR 公司。



圖五十三、日本 MEGA SOLAR 公司

(9) LERRI Solar 公司。



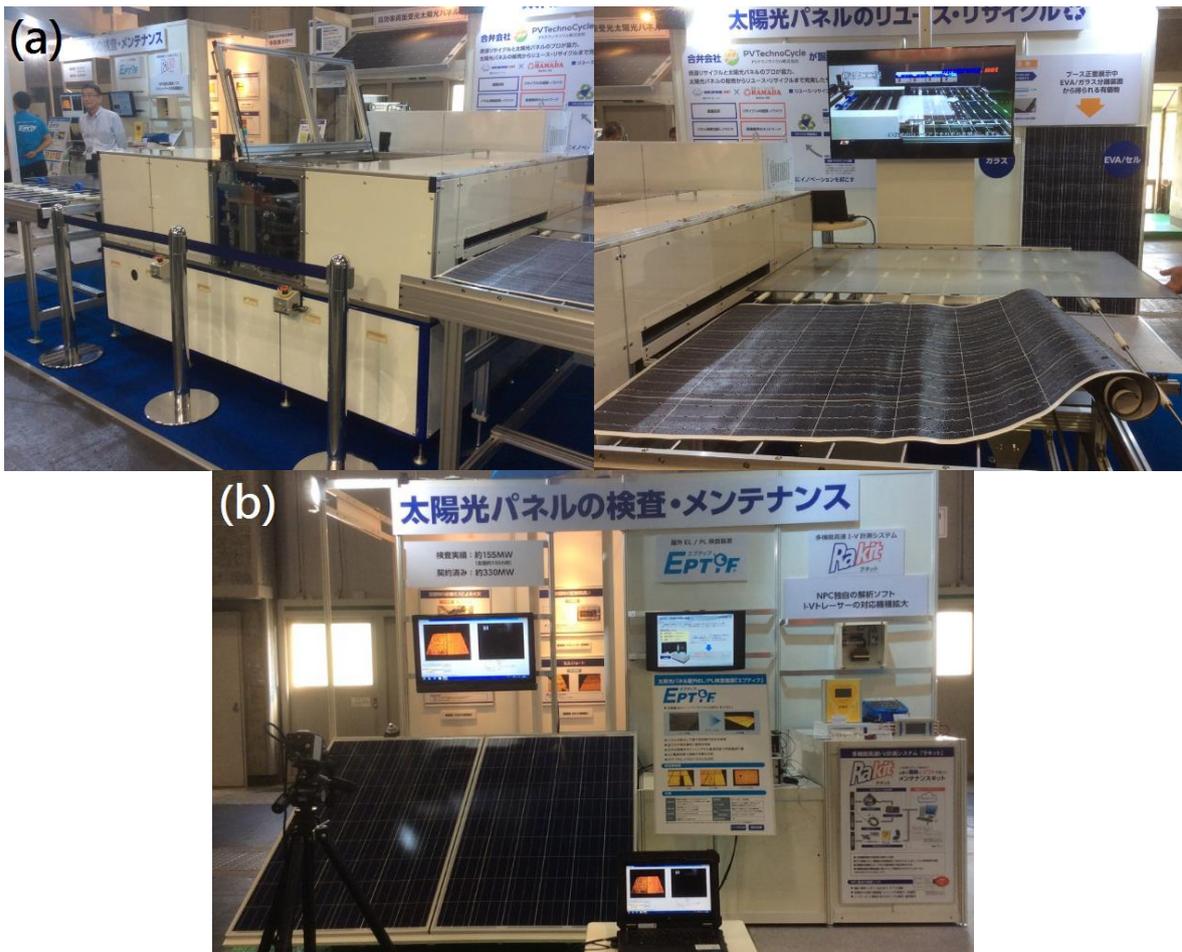
圖五十四、LERRI Solar 公司

(10) SVMAN 公司。展出可撓曲面板。



圖五十五、SVMAN 公司

(11) NPC 公司。展出(a)EVA and Glass 分離裝置：全程約不到 1 分鐘，即可分離標準矽晶模組晶片及玻璃。(b) EL/PL 檢查裝置。



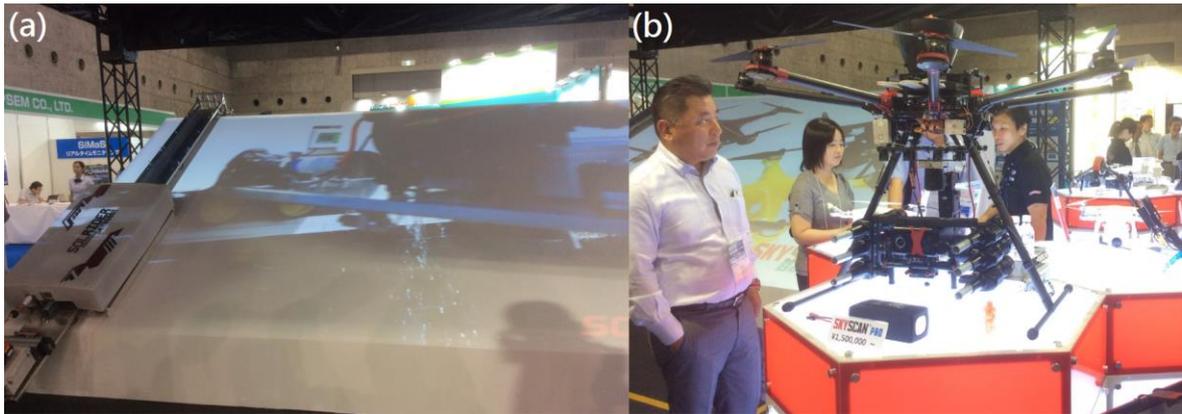
圖五十六、NPC 公司

(12) 柳井電機工業。展出電廠自動檢測無人機。



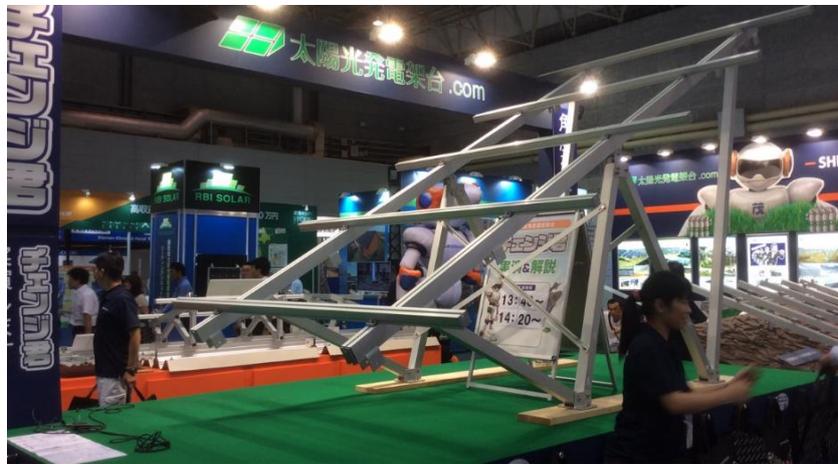
圖五十七、柳井電機工業

(13) SKYROBOT 公司。展出(a)面板清洗機及(b)自動檢測無人機。



圖五十八、SKYROBOT 公司

(14) SHIGEYAMAGUMI 公司。展出可調角度支撐架



圖五十九、SHIGEYAMAGUMI 公司

(15) Laplace System 公司。展出監控系統



圖六十、Laplace System 公司

## 四、心得及建議

- (一) 在太陽能展中可以觀察到目前太陽能光電已有向系統靠攏的趨勢，主要參展廠商以系統廠為主，亦有上下游整合之廠商(太陽電池→面板→系統)。
- (二) 善用最新的技術及科技降低維建置及維運的成本亦成為近期太陽能發展主要的課題。像是維運中現場的 EL 檢測設備、大廠區的無人機 IR 檢測。大型電廠建置技術日新月異，日益需要土木相關人員加入，因為良好亦建置的土地日漸缺少，需要在困難地，例如斜坡、地形起伏地來建置電廠。
- (三) 未來面板主流可能朝向高效能的單晶為主，因為高效能單晶矽具有更高的經濟效益包括：(1)單位瓦數的各項安裝費用降低。(2)較多的發電量。(3)較慢的劣化速度。(4)較低的溫度影響。(5)較好的弱光吸光效率(波長)。
- (四) 高效能單晶太陽能面板未來可能以 N-type 為主，主要與 P-type 單晶相比，在(1)效率、(2)輸出電流(標準環境下年發電量多 14%、(3)環境耐候性(高溫環境下每日多 23.9%發電量、多雲環境下多 25%、陰雨環境下多 28%)、(4)衰退速度上，N 型都比 P 型較佳。
- (五) 雙面發電可增加發電量 15~25%以上，如未來成本下降，在特殊地貌如水上、雪地、白色漆面地上都可大伏提昇發電量。
- (六) 系統施工注意面板的存放，如面板受壓會導至效率降低。安裝時要符合安裝手冊。不可貪求施工方便而踩在面板上面，會造成微裂縫而減低面板生命週期。
- (七) 失敗的案場計畫常因(1)未取得開發許可、(2)隣地協議未能達成共識、(3)土地施工規劃失敗(缺少詳盡的現地勘查：尺寸、地圖、用地、法規、地方自治法規、困難地施工)、(4)預算估算不正確(施工廠商須要及早決定，因為不同施工廠商、使用工法，預算差異大、事前調查)。
- (八) 未來中油公司將有許多太陽能發電之案場，相關的維運檢測技術仍待發展或訓練。可能需要增購相關檢測設備，例如 EL 或 IR...等。監測系統亦需要更加完備，以保證中油公司設置之太陽能發電設備於二十年能正常運轉。

## 參考文獻

[1]<https://ja.wikipedia.org/wiki/日本の太陽光発電所>

[2]水上漂浮式光伏電站的國內外發展現狀。<https://read01.com/jjRGRo.html>