

行政院原子能委員會 98 年度
政府科技計畫(期末)成果效益報告
(98.1.1 ~ 98.12.31)

計畫名稱：核能研究所高聚光太陽光發電高科研發中心建置

執行期間：

全程：自 98 年 1 月 1 日至 99 年 12 月 31 日止

本年度：自 98 年 1 月 1 日至 98 年 12 月 31 日止

主辦單位：核能研究所

目 錄

壹、基本資料.....	1
貳、計畫目的、計畫架構與主要內容.....	1
一、計畫目的.....	1
二、計畫架構(含樹狀圖).....	3
三、計畫主要內容.....	6
四、工作進度.....	8
(一)全程目標及執行成果.....	8
(二)本年度目標及執行達成情形.....	9
五、計畫工作項目實施步驟及方法.....	11
六、計畫執行成果.....	13
七、計畫管理情形.....	15
八、重點技術或措施與國際之比較，並與本計畫目前成果作比較.....	16
九、目前碰到困難以及因應對策.....	17
十、已有重大突破及影響.....	18
十一、98 年度作業計畫績效評核項目達成情形.....	21
參、計畫經費與人力執行情形.....	22
一、計畫經費執行情形：.....	22
(一)計畫結構與經費.....	22
(二)經資門經費表.....	22
二、計畫人力運用情形：.....	24
(一)計畫人力(人年).....	24
(二)主要人力投入情形(副研究員級以上).....	25
肆、計畫已獲得之主要成就與量化成果(output)(截至 12 月 31 日為止).....	27
伍、評估主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)(截至 12 月 31 日為止)	31
一、學術成就(科技基礎研究)(權重 20%).....	31
二、技術創新(科技整合創新)(權重 20%).....	35
三、經濟效益(產業經濟發展)(權重 30%).....	36
四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重 15%).....	37

五、其它效益(科技政策管理及其它)(權重 15%).....	37
陸、與相關計畫之配合	39
柒、後續工作構想之重點	39
捌、檢討與展望	41
附錄一、主要成就與量化成果清單.....	49
附錄二、98 年度期中審查意見回覆辦理情形.....	54
附錄三、98 年度期末審查意見回覆.....	55

計畫成果效益摘要(Abstract)

壹、基本資料

計畫名稱：核能研究所高聚光太陽光發電高科研發中心建置

主持人：郭成聰

審議編號：98-2001-02-01-06

計畫期間(全程)：98年1月1日至99年12月31日

年度經費：92,441千元 全程經費規劃：272,441千元

執行單位：核能研究所

貳、計畫目的、計畫架構與主要內容

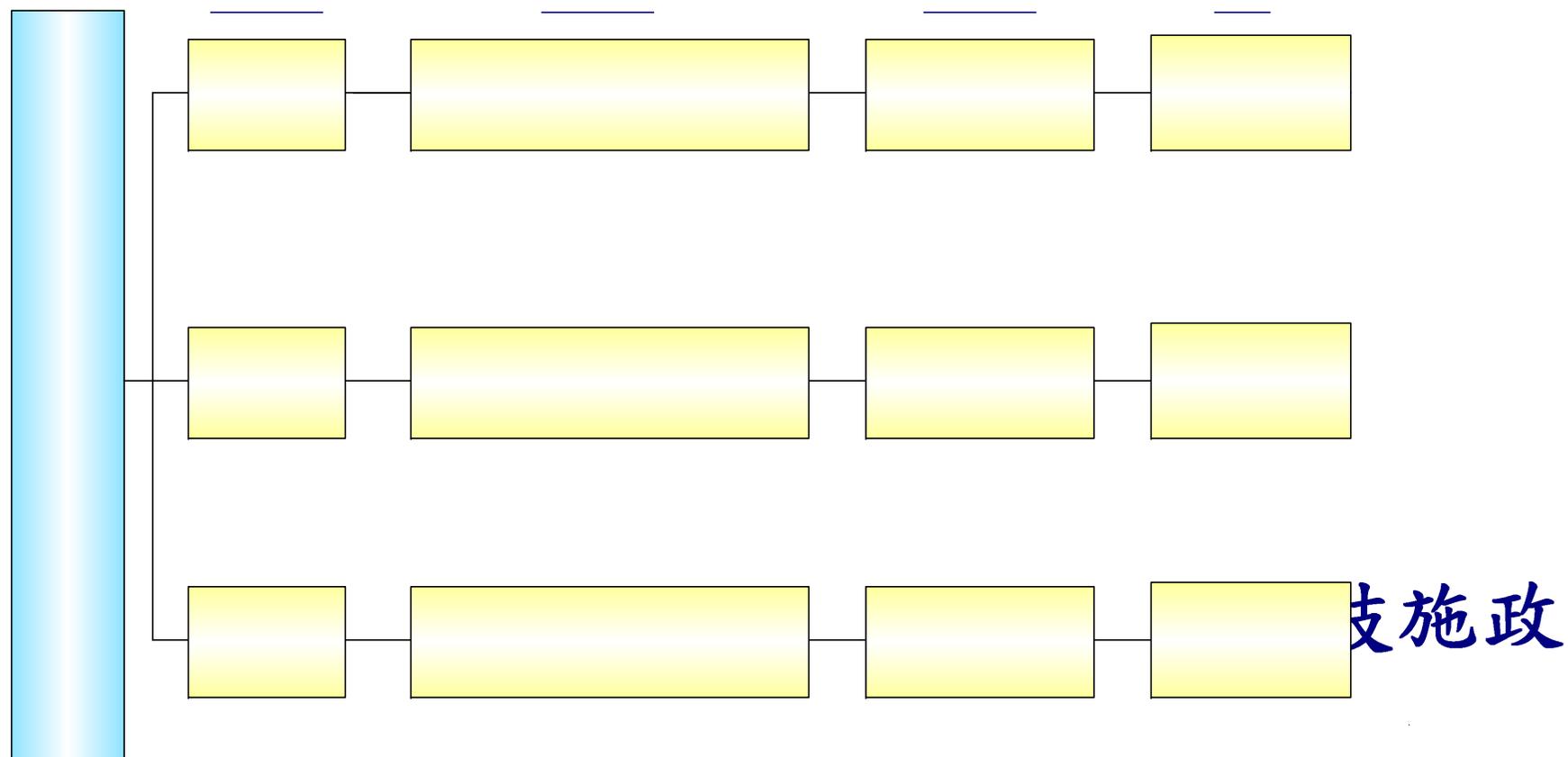
一、計畫目的

核能研究所在高聚光太陽光發電(HCPV)系統技術之研發，隨技術之精進及國際光發電應用環境之開展，已達產業化之起端。目前光發電產業以每年30%以上之成長率迅速發展中，因HCPV系統具備高效率、高聚光發電特性，最有降低發電成本之潛能，極具市場競爭力。

本計畫目標及內容如下：(1) 高聚光倍率太陽電池研發—建立聚光型高效率多接面太陽電池之磊晶相關技術及製程，以提供國內產業針對聚光型太陽光發電系統之上游自有技術能量，並確立量測技術指標，使國內能迅速形成產業規模。(2) 模組驗證技術建立與應用—建置符合國際標準規範的聚光模組檢測與驗證技術及認證實驗室，以確保模組研發設計與製造的正確性與可靠性，未來可接受廠商委託測試，扶持國內產業加速獲得產品驗證，縮短國內業者驗證時程及節省驗證成本，使其取得驗證進軍國際市場，擴大國內太陽光發電之產業與產值規模。(3) HCPV技術育成與推廣—推廣高聚光太陽光發電系統技術及其應用，扶植國內產業，含技術推廣、資訊推廣等業務。利用此計畫協助南部科學工業園區高雄園區招商，結合國內廠商，形成產

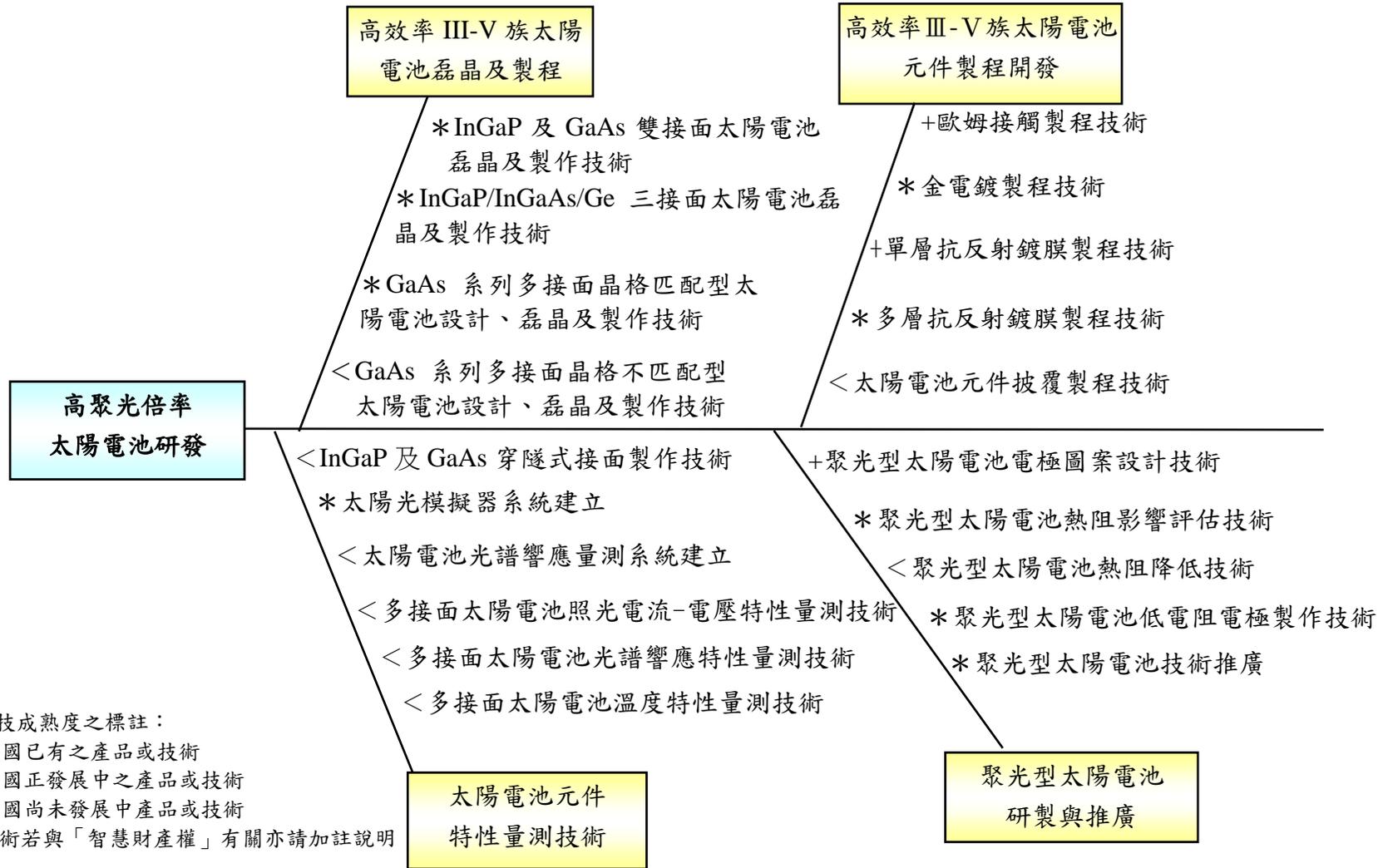
業聚落，以利上中下游產業整合，達成技術生根，建立本土化之 HCPV 產業。

二、計畫架構(含樹狀圖)

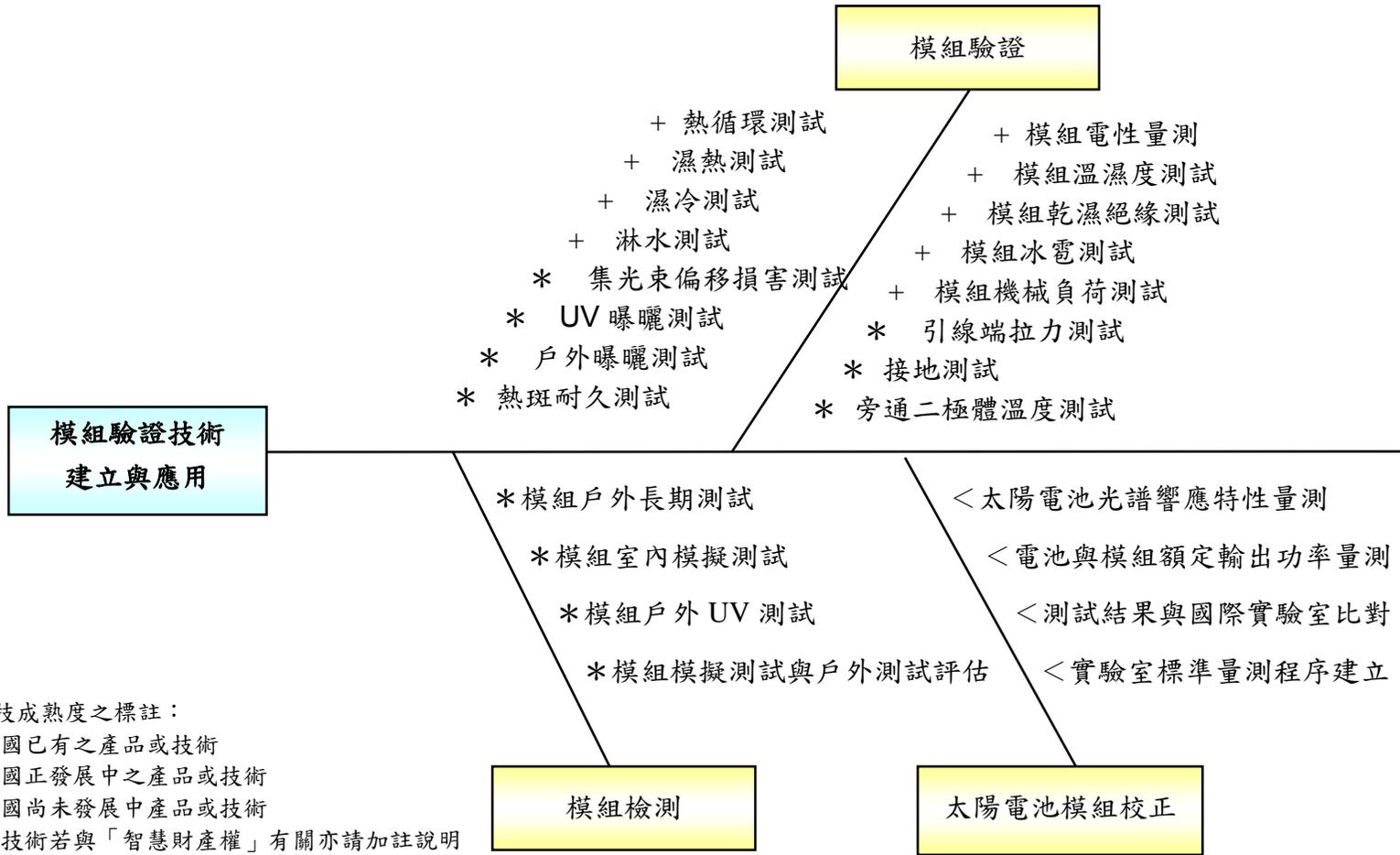


圖一、計畫架構圖

促進國家
永續發展



圖二、高聚光倍率太陽電池研發重要科技關聯圖



圖三、模組驗證技術建立與應用研發重要科技關聯圖

三、計畫主要內容

98 年度本計畫各分項工作內容如下：

1. 高聚光倍率太陽電池研發

分三個部分進行：聚光型太陽電池磊晶技術建立與結構設計之開發、進階製程之設計、太陽電池磊晶片檢測指標之規劃。

磊晶技術與結構設計之開發，將首先接續前一年建立之參數，於砷化鎵與單晶鍍基板上成長砷化鎵系列材料之結構。由單接面太陽電池開始，包括第一道關鍵的異質緩衝層成長方式的開發，背場、基極、射極、窗層之基本結構介面開發。第二道關鍵之穿隧二極體層磊晶技術建立是未來堆疊式太陽電池的核心，於此可開發雙接面結構，預計 98 年度以雙接面太陽電池結構達到 476 倍幾何聚光比條件下之能量轉換效率 25%。

鑒於磊晶片的檢測規範實為產業界開發之依據，以核研所開發聚光型太陽電池六年來的經驗，規劃磊晶片之檢測指標，針對光性、電性、表面輪廓等等進行初步之綱要策劃。

本計畫在磊晶、製程、量測等三個面向，奠基於核研所領先於國內的經驗與能力，架構起進階開發及統一規範的基礎。

2. 模組驗證技術建立與應用

分三個部分進行：模組驗證、電池與模組可靠度、太陽電池校正。

建置符合國際標準規範 IEC62108 的聚光模組檢測與驗證技術及認證實驗室，共含 17 項測試，包括：(i) 6 項性能測試：目視檢查、電性量測、接地測試、乾絕緣測試、濕絕緣測試和旁路二極體溫度測試；(ii) 4 項機械測試：冰雹衝擊、淋水測試、端子強度測試和機械負荷測試；及(iii) 7 項環境測試：熱循環測試、濕熱測試、濕冷測試、集光束偏移損害測試、UV 曝曬測試、戶外曝曬測試和熱斑耐久測試。驗證實驗室將申請成為美國 UL 公司認可符合 IEC62108 標準規範之測試實

驗室，為業界提供認證服務。

聚光型模組的使用條件比一般面板型模組嚴苛，因此藉由溫濕度加速老化與戶外長期測試，以確認電池與模組可靠度，對產品商品化與降低成本，將非常有助益。

為快速服務國內產業，以及確保量測的正確性與公正性，本計畫將建立模組性能室內模擬測試與太陽電池模組量測校正能力。

3. HCPV 技術育成與推廣

本項工作可分為技術推廣、資訊推廣等項目，說明如下。

(1)技術推廣：主要是將核研所已發展的高聚光太陽光發電技術薪傳，以培養國內在 HCPV 的產能，內容如下：

A. 資訊平台

a.設施：是指模組、太陽光追蹤器、換流器及中央控制系統等硬體設備，包括使用、操作與維護，移轉者除提供硬體設備之外，還要包括標準作業程序以及一些配套的訓練，並訓練廠商使其具備推動自主改善的能力。

b.技術知識（含追蹤策略）：是指設計及生產太陽光電產品所應具備的專業知識與技術，這方面的移轉主要針對發展子公司人員在相關專業技術與知識的能力，需要經由文件、教育訓練、人員互動，甚至實驗以及試製，才能達成目的。

B.技術輸出：可提供整體規劃方案，包括設計、組裝、安裝、建置、測試等項目輸出，提供高聚光太陽光發電技術及經驗，及必須之諮詢服務，以促使國內廠商具有國際競爭力。

(2)資訊推廣：建立 1.5 kW、5 kW、7.5 kW 高聚光太陽光發電系統，作為資訊平台基礎。再以網路資源，提供有關高聚光太陽光發電推廣資訊，及相關網站之網路連結服務。利用教育訓練，培訓國內相關企業人才，以推廣高聚光太陽光發電技術，並建立高聚光太陽光

本土產業能量。

四、工作進度

(一) 全程目標及執行成果

全程目標	執行成果	差異分析
1. 高聚光倍率太陽電池研發		
利用自行建置之有機金屬氣相沉積系統，建立聚光型太陽電池磊晶技術能量，並確立太陽電池磊晶片檢測指標；研製之多接面太陽電池於476倍幾何聚光比條件下，能量轉換效率達35%。	GaAs 單接面太陽電池效率達 20.3%，InGaP 單接面太陽電池效率達 7.1%，InGaP/GaAs 雙接面太陽電池效率達 25.1%。	<ul style="list-style-type: none"> ● 符合 98 年度目標。 ● 99 年度將奠基於本年度研發雙接面太陽電池之經驗，續開發三接面太陽電池。
2. 模組驗證技術建立與應用		
建立 IEC62108 聚光模組驗證實驗室，取得實驗室認證，對國內產業界提供模組驗證服務，並增設大面積連續式太陽光模擬器，以精進太陽電池模組戶外性能測試時效性與穩定性。	<ul style="list-style-type: none"> ● 已於高科太陽電池模組驗證實驗室建置符合 IEC62108 規範之 10 項測試平台(包含冰雹衝擊、機械負荷、熱循環、濕冷、濕熱、戶外電性、集光束偏移損害、戶外曝曬、紫外線曝曬及熱斑耐久)，現階段持續進行上述平台運轉測試，將採用 900 倍 CPV 模組執行 IEC62108 規範之相關性能測試，累積適當之實際 CPV 模組操作測試經驗，以便執行太陽電池模組驗證實驗室認證申請。 ● 完成太陽電池模組驗證實驗室之 IEC62108 規範相關測試程序書彙整。 ● 架設自動化太陽電池模組端子強度測試平台，且提出台灣及美國區域之發明專利申請。 ● 架設氣壓式太陽電池模組機械負荷測試平台，可提升機械負載施壓力量之均勻性(於 2100~5500Pa 測試範圍內，機械負荷測試平面荷重均勻性在 6% 以下)，減少待測太陽電池模組局 	<ul style="list-style-type: none"> ● 符合 98 年度目標。 ● 已完成大部分實驗室測試平台建置，且將採用 900 倍 CPV 模組執行 IEC62108 規範之相關性能測試，累積適當之實際 CPV 模組實際測試經驗，以便執行太陽電池模組驗證實驗室認證申請。而剩餘 7 項驗證測試平台將於 99

	<p>部受力不均之狀況產生。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 大照度範圍的連續式太陽光源模擬測試系統是國內太陽能產業急需發展的重要儀器設備，可於室內進行太陽電池模組長時間效能監控與相關日照曝曬測試分析，目前分別與台灣樂利士及日本 WACOM 公司進行有關連續式可聚光之太陽光源模擬技術討論，預計 99 年度可進行系統採購架設。 	<p>年 1 月提出採購建置，99 年 7 月將可提出太陽電池模組驗證實驗室認證申請。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 將於 99 年度採購架設大面積連續式太陽光模擬系統。
3. HCPV 技術育成與推廣		
<p>推廣高聚光太陽光發電系統技術，扶植國內產業，含資訊及技術推廣等業務。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 5 月完成 1.5 kW、5 kW、7.5 kW HCPV 系統建置及調校測試，作為資訊推廣平台基礎。 ● 完成「高聚光太陽光發電系統研發現況與展望」、「III-V 族聚光型多接面太陽電池製作與量測」、「聚光型太陽電池模組製作技術」、「太陽光追蹤器」、「高聚光太陽光發電中央監控技術」、「聚光型太陽電池模組驗證標準」，6 項 HCPV 教育訓練教材編定。 ● 8 月舉辦第一次教育訓練，計有 28 人參加；10 月舉辦第二次教育訓練，計有 23 人參加。兩次教育訓練共有 26 家廠商參與，發揮培訓企業相關人才之功能。 ● 完成高研發中心網站架構、網頁內容規劃設計及伺服器環境架設。 ● 5 月 13 日召開「高聚光太陽光發電技術移轉暨技術服務諮詢會議」，裨益國內 HCPV 相關廠商策略聯盟建立。 ● 9 月 9 日配合南部科學工業園區管理局招商計畫，共同拜訪國內廠商。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 符合 98 年度目標。 ● 持續扮演國內 HCPV 產業推手的角色，執行資訊及技術推廣。

(二)本年度目標及執行達成情形

年度預期目標	達成情形	差異分析
<p>雙接面太陽電池於幾何聚光比476倍下之光電轉換效率達到25%</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 聚光型太陽電池磊晶進行中；(In)GaAs單接面太陽電池效率達20.3%，InGaP單接面太陽電池效率達7.1%，InGaP/GaAs雙接面太陽電池效率達25.1%。(圖1、2) ● 針對磊晶製程進行進階教育訓練，包括磊晶實務與量測分析。 ● 針對太陽電池結構設計與磊晶成長條件規劃，利用軟體進行太陽電池磊晶相關模擬，完成基礎磊晶結構資料庫建立，多種異質接面結構整理中。(圖3、4) 	<p>依預定進度執行</p>
<p>提出檢測規範綱要</p>	<p>依據III-V族多接面聚光型太陽電池結構，包括裸晶片之初階光性(如螢光光譜映像)、電性檢測項目(如表面阻抗映像)等，以及製程晶片之光電特性(如光激電流電壓映像)等，進行適用於產業模式之規範。</p>	<p>依預定進度執行</p>
<p>建置符合IEC62108規範之太陽電池模組驗證實驗室</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 完成高科研發中心太陽電池模組驗證實驗室相關測試平台配置規劃、Epoxy地板鋪設及390kW大電力傳輸作業。 ● 已於高科太陽電池模組驗證實驗室建置符合IEC62108規範之10項測試平台(包含冰電衝擊、機械負荷、熱循環、濕冷、濕熱、戶外電性、集光束偏移損害、戶外曝曬、紫外線曝曬及熱斑耐久)，現階段持續進行上述平台運轉測試，將採用900倍CPV模組執行IEC62108規範之相關性能測試，累積適當之實際CPV模組操作測試經驗，以便執行太陽電池模組驗證實驗室認證申請。(圖5~9) ● 完成太陽電池模組驗證實驗室之IEC62108規範相關測試程序書彙整。 ● 架設自動化太陽電池模組端子強度測試平台，且提出台灣及美國區域之發明專利申請。 ● 架設氣壓式太陽電池模組機械負荷測試平台，可提升機械負載施壓力量之均勻性(於2100~5500 Pa測試範圍內，機械 	<p>依預定進度執行</p>

	負荷測試平面荷重均勻性在 6% 以下)，減少待測太陽電池模組局部受力不均之狀況產生。	
完成資料庫及程式設計	<ul style="list-style-type: none"> ● 完成高科展示系統中央監控程式設計、網頁顯示及查詢程式設計、SQL Server 資料庫系統建置等軟體設計相關工作，並於現場完成實際連線及系統整合測試，目前系統穩定運作中。(圖 10~13) ● 完成網站資料庫與網頁程式撰寫，並設計 HCPV 教育訓練線上報名系統。 	依預定進度執行
建置 1.5 kW、5 kW、7.5 kW HCPV 系統，完成 2 次教育訓練	<ul style="list-style-type: none"> ● 5 月 6 日完成 1.5 kW、5 kW、7.5 kW HCPV 系統建置及調校測試，作為資訊推廣平台基礎。 ● 完成 6 種 HCPV 教育訓練教材編定，8 月 14 日舉辦第一次教育訓練，計有國內廠商或學術單位等 28 人參加；10 月 8 日舉辦第二次教育訓練，計有 23 人參加。兩次教育訓練共有 26 家廠商參與，發揮培訓企業相關人才之功能。(圖 14、15) 	依預定進度執行
完成 2 件技術活動(含 Workshop 或會議)	<ul style="list-style-type: none"> ● 5 月 13 日召開「高聚光太陽光發電技術移轉暨技術服務諮詢會議」，裨益國內 HCPV 相關廠商策略聯盟建立。 ● 9 月 9 日配合南部科學工業園區管理局招商計畫，共同拜訪國內廠商。(圖 16) 	依預定進度執行

五、計畫工作項目實施步驟及方法

工作項目	實施步驟及方法
高聚光倍率太陽電池研發	多界面太陽電池的開發，首重磊晶控制能力，完整而深入的分析是最重要的依據。磊晶技術由每層材料的控制參數調整開始，包括砷化鎵、砷化銻鎵、磷化銻鎵、磷化銻鋁、磷化銻鋁鎵等材料之成長溫度、化學比、成長速率...等參數，對於各種材料之導電態，即 n 型與 p 型材料之磊晶品質與摻雜控制等，均須整理完備。對於材料分析的方式，材料表面利用偏光顯微鏡與電子顯微鏡觀察、結構特性利用 X 射線繞射儀分析、光性利用光激光譜儀量測、電性利用霍爾量測系統與非接觸式表面阻抗分析儀量測、載子濃度利用電化學電

	<p>壓電容輪廓儀分析摻雜分佈等。</p> <p>對於單層材料的成長控制穩定後，開始成長異質界面，接著單層結構，包括砷化鎵單界面太陽電池與磷化銦鎵單界面太陽電池。由於本年度為本所首次成長太陽電池，因此對於材料的成長控制為初期最重要的工作。單界面太陽電池的結構不複雜，因此元件效率的提升，主要來自材料結晶品質的調整，砷化鎵單界面結構達 20.3%、磷化銦鎵單界面結構達 7.1%。</p> <p>雙界面結構將前述兩個單界面結構堆疊成長，以穿隧層連結兩個單界面結構。穿隧層極薄，僅數十奈米厚，但摻雜高達 $5 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 以上，除了摻雜物的控制與選擇極為重要之外，兩層溫度與成長時間的控制亦極為重要，須避免交互擴散。成功的穿隧層結構可以發揮被連結的子電池的效率，堆疊成長的上下層間的晶格常數與成長間的應力控制亦極為重要，利用即時表面曲度監視系統於成長間觀察並控制應力，可在第一時間調整參數。本研究之雙界面結構太陽電池效率達 25.1% 以上。</p>
<p>模組驗證技術建立與應用</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 在路竹高科研中心頂樓架設兩座戶外太陽電池模組太陽追蹤測試平台，每座平台可架設測試面積為 2.4m×1.5m，並完成戶外日照氣象監測系統，計有直達日射計、全日照計、UV 日照計、戶外溫濕度計、風速風向計、直達日射追蹤器，主要可作為太陽電池模組驗證測試日照資料判讀使用，並可支援長期蒐集高雄路竹區域日照氣象資料，作為台灣區域日照場研究參考資料)，及太陽電池模組 I-V 量測系統建置(可同時連結 12 個額定功率 300W 以下之太陽電池模組，進行太陽電池模組電量特性量測與分析，可避免執行太陽電池模組戶外電性量測時，因更換測試連接線路所需耗費時間，減低因外在環境變動而影響量測數據穩定性)。高科研中心頂樓所架設之戶外測試平台，已長時間運轉測試，將採用本所新研發之 900 倍 CPV 模組執行戶外曝曬與 UV 累積照射等試驗項目，可作為模組研發設計試驗及實驗室認證程序申請參考資料之用。 ● 高科研中心太陽電池模組驗證實驗室目前已完成架設室內測試設備，計有大型恆溫恆濕測試機台、大型溫濕度循環測試機台、大型 UV 光照老化測試平台、機械負荷測試機台、冰雹測試機台，可執行熱循環、濕冷、濕熱、冰雹衝擊及機械負荷等五項太陽電池模組性能測試，其中 UV 光照測試平台以支援所內太陽光電計畫模組研發

	<p>設計部門執行 CPV 模組聚光透鏡性能測試，且將利用 900 倍 CPV 模組執行 IEC62108B、C 程序之濕冷、濕熱性能測試。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 架設自動化太陽電池模組端子強度測試平台，將太陽電池模組設於測試平台上，以校驗標準法碼與待測端子連接，配合驅動機構進行待測端子之強度測試，可達到減少人為操作誤差、提高測試準確度，且具有易於操作之功效，該平台已提出台灣及美國區域之發明專利申請。 ● 架設氣壓式太陽電池模組機械負荷測試平台，分為氣壓缸與薄膜式兩種平台，氣壓缸式機台，其測試區域面積可達 2.2m×2.6m，負載施力 2100~5500Pa 範圍內，負載不均勻性差異在 10% 以內，而薄膜式平台之模組測試區域面積受限於橡膠薄膜尺寸，目前高科研發中心架設薄膜式機械負荷測試平台(測試面積為 1.4m*0.6m)，但其在 2100~5500Pa 施力範圍內，測試區域施力均勻性優於 6%。使用氣壓式機械負荷測試平台減少待測太陽電池模組局部受力不均之狀況產生，目前國際上大多數實驗室(例如日本 JET 及德國 TUV)仍使用沙袋來施作太陽電池模組機械負載測試。
HCPV 技術育成與推廣	<ul style="list-style-type: none"> ● 5 月完成 1.5 kW、5 kW、7.5 kW HCPV 系統建置及調校測試，作為資訊推廣平台基礎。 ● 5 月召開「高聚光太陽光發電技術移轉暨技術服務諮詢會議」。 ● 完成 6 項 HCPV 教育訓練教材編定，8 月舉辦第一次教育訓練；10 月舉辦第二次教育訓練，計有 51 人參加，兩次教育訓練共有 26 家廠商參與。 ● 9 月配合南部科學工業園區管理局招商計畫，共同拜訪綠源公司。 ● 11 月高科網頁伺服器作業環境安裝完成，並安裝防毒軟體且完成掃毒，以確保伺服器安全性。網頁程式已移轉至伺服器，並完成測試。伺服器對外網段與網域名稱目前正申請中，未來民眾可透過高科網頁瀏覽最新消息及相關資訊。

六、計畫執行成果

1. 高聚光倍率太陽電池研發

(1) 聚光型太陽電池 GaAs 單接面太陽電池效率達 20.3%，InGaP 單接

面太陽電池效率達 7.1%，InGaP/GaAs 雙接面太陽電池效率達 25.1%。

- (2) 檢測規範之規劃，針對太陽電池磊晶片之表面形貌使用 SEM 做為檢測依據，電性及光性則使用 PLM、ECV、Hall measurement 及 XRD 做為磊晶片濃度、厚度、成份組成等檢測分析，並同時完成均勻性分布之檢測，元件轉換效率則使用光譜吻合度 $\pm 10\%$ 以內之雙光源太陽光模擬器為光源進行電流-電壓量測。多接面結構中，分層之效率由光譜響應量測提供。

2. 模組驗證技術建立與應用

- (1) 已於高科太陽電池模組驗證實驗室建置符合 IEC62108 規範之 10 項測試平台(包含冰雹衝擊、機械負荷、熱循環、濕冷、濕熱、戶外電性、集光束偏移損害、戶外曝曬、紫外線曝曬及熱斑耐久)，現階段持續進行上述平台運轉測試，將採用 900 倍 CPV 模組執行 IEC62108 規範之相關性能測試，累積適當之實際 CPV 模組實際測試經驗，以便執行太陽電池模組驗證實驗室認證申請。
- (2) 完成太陽電池模組驗證實驗室之 IEC62108 規範相關測試程序書彙整。
- (3) 架設自動化太陽電池模組端子強度測試平台，將太陽電池模組設於測試平台上，以校驗標準法碼與待測端子連接，配合驅動機構進行待測端子之強度測試，可達到減少人為操作誤差、提高測試準確度，且具有易於操作之功效，該平台已提出台灣及美國區域之發明專利申請。
- (4) 架設氣壓式太陽電池模組機械負荷測試平台，分為氣壓缸與薄膜式兩種平台，氣壓缸式機台，其測試區域面積可達 2.2m×2.6m，負載施力 2100~5500Pa 範圍內，負載不均勻性差異在 10%以內，而薄

膜式平台之模組測試區域面積受限於橡膠薄膜尺寸，目前高科研發中心架設薄膜式機械負荷測試平台(測試面積為 1.4m*0.6m)，但其在 2100~5500Pa 施力範圍內，測試區域施力均勻性優於 6%。使用氣壓式機械負荷測試平台可減少待測太陽電池模組局部受力不均之狀況產生。

3.HCPV 技術育成與推廣

完成高科研發中心網站架構、網頁內容規劃設計及伺服器環境架設，可將 HCPV 相關活動、技術資料(非限閱部分)及國內外最新資訊分享於相關業界與學界，有效提升產學界相關人士吸收新知速度與增加相互間經驗交流之機會。此外，1.5 kW、5 kW、7.5 kW HCPV 展示系統建置及調校測試完成，可供實際操作訓練；並完成 6 項教育訓練教材，可供培育 HCPV 產業人才，參與教育訓練後發予之結業證書能提高學員本身就業機會，降低失業人數，減少社會成本支出，更有助於技轉廠商乃至於太陽光電相關產業快速培訓員工，減少公司培訓所花費之時間與金錢，有效提升太陽光電整體產業經濟效益。

目前執行成果具體條述如下：

- (1) 完成高科研發中心網站架構、網頁內容規劃設計及伺服器環境架設。
- (2) 完成 1.5 kW、5 kW、7.5 kW HCPV 展示系統建置及調校測試，已提供實際操作訓練。
- (3) 完成 6 項教育訓練教材。
- (4) 完成教育訓練 2 次及技術活動 2 次。

七、計畫管理情形

1. 計畫管理

- a. 本計畫為院列管計畫，每月按時交月執行進度。

- b. 每週專案計畫會議追蹤工程進度與計畫研究進度，以落實計畫工作。
- c. 各分項計畫每週定期召開技術討論會，及不定期舉行個案專業技術研討與心得討論會。
2. 年度目標達成情形：各分項工作依預定進度執行。
3. 量化產出：今年績效量化產出，應完成國外論文 2 篇、專利 2 篇、研究報告 3 篇、技術報告 6 篇。

八、重點技術或措施與國際之比較，並與本計畫目前成果作比較

計畫之重點技術或措施	與國際之比較	與計畫目前成果之比較
高聚光倍率太陽電池研發技術	<p>砷化鎵系列材料之太陽電池原為人造衛星之能量來源，相關技術於冷戰時期急速發展，由當時世界強國全力發展太空技術，開發之單位俱為國家級實驗室，大部分並有軍方資助。地面用聚光型太陽電池以太空用砷化鎵雙接面太陽電池為基礎，成長於鍍基板上形成三接面結構，此材料系統太陽電池經過二十餘年的開發，達到今日的 40% 以上。目前世界上主要的太陽電池開發單位有美國國家再生能源實驗室 (NREL) 及 Spectrolab 公司，與德國太陽能實驗室 (ISE) 及 Azur 公司，效率均達 40% 以上。目前雙接面最高效率約為 28%，三接面結構太陽電池的世界記錄為 2009 年 8 月由 Spectrolab 公司達成之 41.6%</p>	<p>核能研究所自本年度起，自行開發太陽電池磊晶成長技術，於一年的研發時程內，雙接面效率達 25.1%，距離世界領導效率仍有距離，然僅一年的時程已有此成果，研發速度可謂迅速。奠基於本所多年的製程與分析經驗，明年度計畫目標為產品級的 35%，應可順利達成。</p>
聚光型太陽電池模組驗證技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 國際電工委員會 IEC 網站上日前並未更新已取得聚光型太陽電池模組認證資格實驗室資料，目前僅知美國 UL 及德國 TUV/PTL 已取得 IEC62108 測試認證資格。 	<p>已於高科太陽電池模組驗證實驗室建置符合 IEC62108 規範之 10 項測試平台 (包含冰雹衝擊、機械負荷、熱循環、濕冷、濕熱、戶外電性、</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ● 國內工研院導入德國 TUV 認證體系，以 IEC61215 測試規範執行平板太陽電池模組驗證測試，而 TUV 本身亦在台中成立測試實驗室，將提供 IEC 61215、61646、61730 及其他相關材料測試與驗證服務；此外，財團法人電信技術中心（TTC）也與 UL 合作，將於路竹建置符合 UL 1703 之測試實驗室，以上皆屬於平板式或薄膜式太陽電池模組測試實驗室。 ● 本所龍潭太陽電池模組驗證實驗室除獲得 TAF ISO 17025 實驗室認證外，亦於 98 年 10 月通過 UL 國際認可，也是亞洲地區唯一取得依據 IEC62108 執行聚光型太陽電池模組驗證資格的實驗室，可提供國內業者 CPV 模組驗證服務。 	<p>集光束偏移損害、戶外曝曬、紫外線曝曬及熱斑耐久)，目前持續進行上述平台運轉測試；完成太陽電池模組驗證實驗室之 IEC62108 規範相關測試程序書彙整。將採用 900 倍 CPV 模組執行 IEC62108 規範之相關性能測試，累積適當之實際 CPV 模組實際測試經驗，以便執行太陽電池模組驗證實驗室認證申請。</p>
--	---	--

九、目前碰到困難以及因應對策

1. 高聚光倍率太陽電池研發

III-V 族聚光型太陽電池磊晶技術之開發，須利用有機金屬氣相沉積系統進行化合物半導體薄膜成長，更重要的是成長後的分析。本計畫已建立光學特性及均勻性量測平台、電性及分布量測平台、與晶格結構特性分析平台等，然而對於直觀的表面形態與即時成分分析能力卻付諸闕如。薄膜表面與組成成份的同步分析，對於磊晶參數的分析極為重要，特別是在於均勻性的因素分析，對於提升奈米級高摻雜的穿隧層結構品質，扮演關鍵性的角色。今年度原本預定採購之分析平台，由於預算調整而未能採購，下年度計畫中的設備建置規劃亦不含

該部分。因此，希望在下年度的預算範圍內，能經由調整以建置表面形態與同步成分分析平台。

2. 模組驗證技術建立與應用

為符合政府台灣南北發展平衡之理念，以及南部陽光充足，適於進行高聚光太陽光發電系統驗證，故於高雄(路竹)科學園區成立高科研發中心太陽電池模組驗證實驗室，計畫結合國內廠商之進駐，達成太陽光電產業技術生根，建立本土化之 HCPV 產業聚落。實驗室場址係向高科管理局租用標準廠房，雖然驗證測試設備配置空間足夠，但因太陽電池模組有關溫度老化測試平台需使用高電力能源，故額外支付數百萬元供大電力傳輸建置作業，且耗費時間於申請與配電硬體線路安裝架設，導致實驗室今年僅建置符合 IEC62108 規範之 10 項測試平台(包含冰雹衝擊、機械負荷、熱循環、濕冷、濕熱、戶外電性、集光束偏移損害、戶外曝曬、紫外線曝曬及熱斑耐久)。實驗室內已於 10 月份完成 390kW 大電力傳輸作業(若未來實驗室運轉過程中發現電力供應不足，將逐步提升電力傳送輸配量，避免浪費電力申請費用)，且 IEC62108 規範相關之測試程序書亦已綜整完成，將採用 900 倍 CPV 模組執行 IEC62108 規範之相關性能測試，累積適當之實際 CPV 模組實際測試經驗，而剩餘 7 項驗證測試平台將於 99 年 1 月提出採購建置，預計 99 年 7 月將可提出高科研發中心太陽電池模組驗證實驗室認證申請，以符合計畫年度目標。

十、已有重大突破及影響

1. 高聚光倍率太陽電池研發

本年度計畫為兩年期計畫的第一年，今年度亦為本所首次自行開發高聚光型太陽電池磊晶技術，因此，本年度的主要目標除了達成雙界面結構太陽電池光電轉換效率 25% 外，建立材料之磊晶經驗參數，

是為實質重要工作項目。建立磊晶之經驗參數雖會暫時延緩效率數字的提升，但是對於長期元件效率的增進，有絕對的助益。

2. 模組驗證技術建立與應用

(1) 已於高科太陽電池模組驗證實驗室建置符合 IEC62108 規範之 10 項測試平台(包含冰雹衝擊、機械負荷、熱循環、濕冷、濕熱、戶外電性、集光束偏移損害、戶外曝曬、紫外線曝曬及熱斑耐久)，目前持續進行上述平台運轉測試，並完成太陽電池模組驗證實驗室之 IEC62108 規範相關測試程序書彙整。將採用 900 倍 CPV 模組執行 IEC62108 規範之相關性能測試，累積適當之實際 CPV 模組實際測試經驗，以備申請太陽電池模組驗證實驗室認證。

(2) 架設自動化太陽電池模組端子強度測試平台，將太陽電池模組設於測試平台上，以校驗標準法碼與待測端子連接，配合驅動機構進行待測端子之強度測試，可達到減少人為操作誤差、提高測試準確度，且具有易於操作之功效，該平台已提出台灣及美國區域之發明專利申請。

(3) 架設氣壓式太陽電池模組機械負荷測試平台分為氣壓缸與薄膜式兩種平台，目前高科研發中心架設薄膜式機械負荷測試平台(測試面積為 1.4m*0.6m)，其在 2100~5500Pa 施力範圍內，測試區域施力均勻性優於 6%。使用氣壓式機械負荷測試平台可減少待測太陽電池模組局部受力不均之狀況產生，而目前國際上大多數實驗室(例如日本 JET 及德國 TUV)仍使用沙袋來施作太陽電池模組機械負載測試，其測試區域施力均勻性較差。

3. HCPV 技術育成與推廣

(1) 經由兩次教育訓練，向國內相關廠商及專業人士介紹本所高聚光太陽光發電系統關鍵技術及國際研發現況，發揮培訓企業相關人才

之功能；完成 1.5 kW、5 kW、7.5 kW HCPV 系統建置及調校測試，可即時監控及作為資訊推廣平台基礎，並大幅提升教學與推廣之效益。

- (2)與南科管理局共同拜訪綠源科技公司，就進駐高科、發展綠色能源產業交換意見，討論 HCPV 未來市場的走向，雙方共識為上下游廠商應聯盟，形成太陽能產業聚落，以降低成本，建立本土化之 HCPV 產業。希望未來可將現有技術應用到大規模系統的建置，達到經濟效益。

十一、98 年度作業計畫績效評核項目達成情形

		績效指標	目標%	達成%		
執行績效	年度目標達成情形	高聚光倍率太陽電池研發	100	100		
		模組驗證技術建立與應用	100	100		
		HCPV 技術育成與推廣	100	100		
	指定指標達成情形			目標值	達成值	
		學術成就	論文	2 篇	3 篇	
			研究團隊養成	1 件	1 件	
			博碩士培育	1 位	2 位博士生、 3 位碩士生	
			研究報告	3 篇	3 篇	
			形成教材	1 種	6 種	
		技術創新	申請專利	2 件	已申請 3 件專利 (國內 1 件、國外 2 件)	
			技術報告	6 篇	6 篇	
			技術活動	2 件	2 件	
		經濟效益	促成與業界或產業團體合作研究	與國內 2 家以上廠商達成雙方協議，促成合作研究	與國內 2 家廠商達成雙方協議，促成合作研究；另與 1 所大學進行學研合作	
		特殊績效	就近協助亞洲第一座百萬瓦級 HCPV 示範系統建置，主動解決建置期間所遭遇之困難			

參、計畫經費與人力執行情形

一、計畫經費執行情形：

(一)計畫結構與經費

細部計畫 (分支計畫)		研究計畫 (分項計畫)		主持人	執行機關	備註
名稱	經費	名稱	經費			
核能研究所 高聚光太陽 光發電高科 研發中心建 置	92,441			郭成聰	核能研究所	
		高聚光倍率 太陽電池研 發	53,211	吳志宏	核能研究所	
		模組驗證技 術建立與應 用	30,846	徐耀東	核能研究所	
		HCPV 技術 育成與推廣	8,384	龍宜島	核能研究所	

(二)經資門經費表

預算執行數統計截止日期 99.01.08

會計科目	項目	預算數(執行數)/元			備註	
		主管機關預算 (累計分配數)	自籌款	預算執行		
				流用後預算數 (實際執行數)		占總經費% (執行率%)
一、經常支出						
1.人事費						
2.業務費						
3.差旅費						
4.管理費						
5.營業稅						
小計						
二、資本支出						
1.設備費						
小計						

合計	金額	92,441,000 (92,441,000)		92,441,000 (92,210,547)	100% (99.75%)	
	占總經費%： (執行率=執行數÷ 流用後預算數)	100%		(99.75%)		

請將預算數及執行數並列，以括弧表示執行數。

與原計畫規劃差異說明：

無

二、計畫人力運用情形：

(一)計畫人力(人年) 人力統計截止日期 98.12.31(全年)

計畫名稱	執行情形	總人力	研究員級	副研究員級	助理研究員級	助理
分支計畫 核能研究所高聚光太陽光發電高科技研發中心建置	原訂(全年)	30		7.5	2.5	20
	實際	29.5	1	4	3.4	21.1
	差異	-0.5	1	-3.5	0.9	1.1
分項計畫 高聚光倍率太陽電池研發	原訂(全年)	14		4.2	0.5	9.3
	實際	12.2	1	2	1	8.2
	差異	-1.8	1	-2.2	0.5	-1.1
分項計畫 模組驗證技術建立與應用	原訂(全年)	6		1.3	1	3.7
	實際	5.4		0.3	0.9	4.2
	差異	-0.6	0	-1	-0.1	0.5
分項計畫 HCPV 技術育成與推廣	原訂(全年)	10		2	1	7
	實際	11.9		1.7	1.5	8.7
	差異	1.9	0	-0.3	0.5	1.7

說明：

研究員級：研究員、教授、主治醫師、簡任技正、若非以上職稱則相當於博士滿三年、或碩士滿六年、或學士滿九年之研究經驗者。

副研究員級：副研究員、副教授、總醫師、薦任技正、若非以上職稱則相當於博士、碩士滿三年、學士滿六年以上之研究經驗者。

助理研究員級：助理研究員、講師、住院醫師、技士、若非以上職稱則相當於碩士、或學士滿三年以上之研究經驗者。

助理：研究助理、助教、實習醫師、若非以上職稱則相當於學士、或專科滿三年以上之研究經驗者。

(二)主要人力投入情形(副研究員級以上)

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
郭成聰	計畫主持人	計畫管理 3.6 人月	學歷	博士
			經歷	核能研究所組長、副組長、副研究員、助理研究員
			專長	固態物理、半導體材料與元件製程
辛華煜	計畫副主持人	協助計畫推行 3.6 人月	學歷	博士
			經歷	核能研究所研究員、副研究員、助理研究員、研究助理
			專長	半導體物理及光電元件
張正雄	計畫副主持人	協助計畫推行 10.8 人月	學歷	碩士
			經歷	核能研究所副研究員、助理研究員
			專長	計畫管考、技術推廣
吳志宏	分項計畫主持人	高聚光倍率太陽電池研發規劃與督導 7.2 人月	學歷	博士
			經歷	核能研究所副研究員、助理研究員
			專長	半導體材料與元件製程
趙志剛	研究人員	高聚光倍率太陽電池研發 4.8 人月	學歷	博士
			經歷	核能研究所工程師
			專長	電機工程、半導體材料與元件製程
高治舟	研究人員	高聚光倍率太陽電池研發 4.8 人月	學歷	博士
			經歷	核能研究所工程師
			專長	物理
陳孟炬	研究人員	高聚光倍率太陽電池研發 9.6 人月	學歷	博士
			經歷	核能研究所工程師
			專長	光電
徐耀東	分項計畫主持人	聚光模組檢測驗證技術建立規劃與督導 3.6 人月	學歷	博士
			經歷	核能研究所副研究員、助理研究員、研究助理
			專長	機械工程、設備可靠度研究
龍宜島	分項計畫	HCPV 技術育	學歷	碩士

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
	主持人	成與推廣規劃與督導 6人月	經歷	核能研究所副研究員、助理研究員、研究助理
			專長	電機工程
李政達	研究人員	HCPV 技術育成與推廣 6人月	學歷	碩士
			經歷	核能研究所副研究員、助理研究員
			專長	核能數位儀控系統、高聚光太陽光追蹤系統

與原計畫規劃差異說明：

原規劃全年人力為 30 人年，實際人力為 29.5 人年，因部分人員工作內容調動或離職等因素，與原規劃有些許差異，但不影響整體工作進度。

肆、計畫已獲得之主要成就與量化成果(output) (截至 12 月 31 日為止)

(請就主要成就依學術成就 (科技基礎研究)、技術創新成就 (科技整合創新)、經濟效益 (經濟產業促進)、社會影響 (社會福祉提昇、環保安全)、其它效益 (政策管理及其它)方面,擇主要之成就填報。如學術成就代表性重要論文、技術移轉經費/項數、技術創新項數、技術服務項數、重大專利及項數、著作權項數等項目,含量化與質化部分,請將本計畫之實際產出重要之績效項目先勾選表一,再依序填寫已勾選之各項績效成果,填寫說明詳如表二,本作業可至政府研究資訊系統《網址:<http://www.grb.gov.tw>》填報績效表格,選取列印後將產出表格貼入)

表一 科技計畫之績效指標(請依計畫性質勾選項目,色塊區為必填)

計畫類別 \ 績效指標	1	2	3	4	5	6	7	8	9	99
	學術研究	創新前瞻	技術發展(開發)	系統發展(開發)	政策、法規、制度、規範、系統之規劃(制訂)	研發環境建構(改善)	人才培育(訓練)	研究計畫管理	研究調查	其他
A 論文			√							
B 研究團隊養成			√							
C 博碩士培育			√							
D 研究報告			√							
F 形成教材			√							
G 專利			√							
H 技術報告			√							
I 技術活動			√							
S 技術服務			√							
T 促成與學界或產業團體合作研究			√							

表二 請依上表勾選合適計畫評估之項目填寫初級產出、效益及重大突破(填寫說明如表格內容)(截至 12 月 31 日為止)

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
學術成就(科技基礎研究)	A 論文	3 篇	藉由論文發表於國外期刊或國際會議，提高核研所在 HCPV 相關技術研發之國際能見度。	
	B 研究團隊養成	建立「高聚光太陽光發電高研發中心」研發團隊	培育太陽光發電領域人才。	
	C 博碩士培育	博士：2 人(國立中央大學陳政佑、國立中興大學曾明俊) 碩士：3 人(國立中央大學陳鵬壬、國立中興大學郭家豪、屏東科技大學車輛工程系卜浩特)	培育太陽光發電領域人才。	
	D 研究報告	3 篇 ● 赴美執行參考模組之校驗、測試訓練及參加國際光電可靠度研討會 ● 研究在晶圓尺寸下 mesa 深度對元件特性量測的影響 ● 新方法鍍製氮化鈮薄膜作為擴散阻障層在銅製程中的應用	為本計畫後續研發工作之參考，以及技術傳承。	
	F 形成教材	6 種 ● 高聚光太陽光發電系統研發現況與展望 ● III-V 族多接面太陽電池製作與量測 ● 聚光型太陽電池模組製作技術 ● 太陽光追蹤器 ● 聚光型太陽電池模組驗證標準 ● 高聚光太陽光發電中央監控技術	形成訓練教材，供 HCPV 技術育成與推廣時，教育訓練用。	

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
技術創新(科技整合創新)	G 專利	3 件 ● 自動化太陽電池模組端子強度測試平台,(台灣及美國區域之發明專利申請) ● 聚光型太陽能電池模組之線材結構改良(美國區域之發明專利申請)	藉由專利之申請及取得,將計畫所建置的專業技術能力實質化,使智財權可有效維持,並利於後續技術移轉國內業界之作業。	
	H 技術報告	6 篇 ● 聚光型太陽電池模組濕-熱測試報告 ● 新型太陽光追蹤控制技術設計 ● MW 級 HCPV 系統中央監控技術 ● HCPV 育成中心網頁軟體設計文件 ● 太陽光電高科研發中心無塵室電力系統建置 ● 高科電子束蒸鍍機操作手冊	裨益研發成果交流、傳承。	
	I 技術活動	2 件	● 98 年 5 月 13 日核研所舉辦「高聚光太陽光發電系統技術移轉暨技術服務諮詢會議」,共計有 23 人(包括 10 家參與技轉與技服廠商及南部科學工業園區代表)與會,本次會議裨益國內高聚光太陽光發電產業策略聯盟的建立。 ● 9 月配合南部科學工業園區管理局招商計畫,共同拜訪綠源公司。	

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	S 技術服務	3 件	<ul style="list-style-type: none"> ● 曾接受 2 家公司驗證測試諮詢 ● 1 家廠商提出協助執行 CPV 模組先前測試 (pretest) 服務 	
	T 促成與學界或產業團體合作研究	<p>2 件</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 目前億芳能源公司與綠源科技公司就太陽光追蹤系統已成為合作夥伴，億芳能源公司負責系統及提供追蹤控制裝置(含太陽位置感測器及控制器)，綠源科技公司則提供追蹤機械結構。 ● 委託國立屏東科技大學車輛工程系蔡建雄教授執行太陽能電池模組長期戶外特性研究，於該校架設一組直射日照追蹤平台，並安裝聚光型太陽電池模組，長期分析電池模組實際戶外測試性能，評估太陽能發電系統平均年發電量，同時蒐集年度太陽直射日照量分佈資料，以作為建置太陽電池模組測試與應用的參考依據。此外使用計算流體力學的方法模擬太陽能模組的散熱性能與所受參數的影響，並且利用長期觀測的氣象（如氣溫、風速、風向、相對溼度與日照）與太陽能模組溫度的關係做驗證。 	廠商建立量產技術能力。	

伍、評估主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)(截至 12 月 31 日為止)

一、學術成就(科技基礎研究)(權重 20%)

(一) 完成期刊論文 1 篇、會議論文 2 篇、所內報告 3 篇。

1. 陳孟炬、洪慧芬、傅毅耕、敦俊儒、郭奇文、紀國鐘、潘敬仁、藍山明，The effect of absorption layer of different quantum well arrangement on optoelectronic characteristics of nitride-based photovoltaic cells grown by MOCVD(INER-6496，98 年 10 月 12 日編號)。In this study,III-nitrides solar cells with multi-quantum well (MQW) absorption layer were grown on sapphire substrates by metal organic chemical vapor deposition (MOCVD). The effect of different arrangement quantum wells (QWs) on optoelectronic characteristics of III-nitrides photovoltaic cells was investigated. It was found that the upper quantum well (QW) layer will dominate electroluminescence (EL) emission mechanism and the electrical characteristics of solar cell. The advantage of modulating the short-circuit current density (JSC) and open-circuit voltage (VOC) can be obtained by different arrangement of blue and green QW in MQW absorption layer. The optimum electrical characteristics of solar cell with a JSC of 0.30 mA/cm², an VOC up to 1.51 V, fill factor (FF) as high as 0.601, and a series resistance (RS) of 9 ohm can be obtained by using MQW absorption layer.
2. 陳孟炬、洪慧芬、傅毅耕、敦俊儒、郭奇文、紀國鐘、潘敬仁、藍山明，The Effect of Absorption Layer of Different Arrangement Quantum Well on Electrical Characteristics of III-nitrides Photovoltaic Cells Grown by MOCVD，國際會議名

稱：The International Workshop on Nitride semiconductors (IWN2008) (INER-6497，98年10月12日編號)。In this study, III-nitride solar cells with single unintentionally doped InGaN (i-InGaN) layer and multi-quantum well (MQW) absorption layer were grown on sapphire substrates by metal organic chemical vapor deposition (MOCVD). It was found that solar cell with i-InGaN absorption layer exhibits a short-circuit current density (JSC) of 0.44 mA/cm² and open-circuit voltage (VOC) of 1.46 V, a fill factor (FF) of 0.266, and a series resistance (RS) of 44 ohm. By using MQW structure as absorption layer, The Rs was reduced from 44 to 7 ohm and then the FF was improved from 0.266 to 0.685. In addition, the JSC and VOC can be modulated by different arrangement of blue and green QW in MQW absorption layer, The optimum electrical characteristics of solar cell with a of JSC of 0.14 mA/cm², an VOC of 1.91 V, FF of 0.685, and a RS of 7Ω can be obtained by using MQW absorption layer.

3. 龍宜島，HCPV Gets a Boost(INER-6177，98年10月12日編號)。因為石化原料大量的消耗，二氧化碳排放快速增加，溫室效應日趨嚴重，石油蘊藏量漸趨殆盡，各國政府爭相發展再生能源。其中以太陽能發電最為耀眼，根據日本太陽光電大廠 Sharp 預測太陽電池佔有市場將由已飽和的矽晶圓轉換至薄膜 III-V 族及其他種類太陽電池。因為 III-V 族的轉換效率最高，最具有市場潛力。
4. 許怡儒、龍宜島、陳盈汝，赴美執行參考模組之校驗、測試訓練及參加國際光電可靠度研討會(INER-INER-F0289，98年10月16日編號)。聚光型模組的使用條件比一般平板型模組嚴苛，藉由溫濕度加速老化與戶外長期測試，可確認電池與模組可靠度，

對產品商品化與降低成本，有非常之助益。為快速服務國內產業，以及確保量測的正確性與公正性，核研所已建置符合國際標準規範 IEC 62108 的聚光模組檢測與驗證技術及驗證實驗室，並逐步建立聚光模組室內模擬光性能測試與太陽電池模組量測校正能力。因我國非屬聯合國會員，而無法加入國際電工委員會（International Electrotechnical Commission, IEC），因此也無法取得產品認證發證資格。於 2008 年 8 月與 Underwriters Laboratories(UL)合作，導入 UL 之實驗室認證機制，來達成實驗室之認證，且早於 2007 年即開始規劃進行國內全國認證基金會（Taiwan Accreditation Foundation, TAF）ISO 17025 之測試實驗室認證，並於 2008 年 8 月提出申請，2009 年 6 月 11 日正式取得認證。另外本所於 2008 年 5 月在高雄路竹科學園區也開始規劃成立太陽電池模組驗證實驗室，目前正持續建置中。本次公差主要目的為至 UL 聖荷西太陽光電測試實驗室，就核能研究所之聚光模組進行測試資料比對，並進行測試訓練。UL 特別為本所安排至 National Renewable Energy Laboratory（NREL）國家實驗室觀摩，瞭解各式太陽電池測試設備及參觀實驗室設施，俾益建立國際級模組驗證實驗室，就地輔助國內企業將產品標準化，提升產品競爭力。未來核能研究所將透過技術移轉、服務或合作方式，將自行研發之聚光型太陽光發電技術推廣至業界，以培育產業菁英，晉身國際檢測驗證行列。此外，利用本次公差機會參加第二屆國際光電可靠度研討會，參觀了美國亞歷桑納公共事業公司太陽能測試和研究機構、亞歷桑那州立大學、TÜV 於美國亞歷桑納之光電測試實驗室（TÜV Rheinland Photovoltaic Testing Laboratory, PTL）及阿特拉斯材料測試中心等處。

5. 侯杰利、吳志宏，研究在晶圓尺寸下 mesa 深度對元件特性量測的影響(INER-6608，96 年 10 月 26 日編號)。III-V 族三接面太陽電池元件主要由三種不同能隙的子電池串聯組成，本實驗利用 mesa-etching 的方法，對三接面太陽電池晶圓進行不同深度的蝕刻，把原本相連的子電池隔離；再利用太陽光模擬器對晶圓進行不照光、一個太陽光及多個太陽光的量測，對量測結果進行分析與比較，研究在晶圓尺寸下 mesa 深度對元件特性量測的影響。
 6. 呂咨賢，新方法鍍製氮化鈮薄膜作為擴散阻障層在銅製程中的應用(INER-6694，96 年 10 月 30 日編號)。主要探討以專利申請案號 098115080 製程製作之鈮化鈮薄膜作為擴散阻障層在銅製程中熱穩定性，其中分別以 X 光繞射儀(XRD)鑑定其晶相，場發射電子顯微鏡(FE-SEM)觀察薄膜表面形貌及其晶粒大小，經由快速退火爐在氮氣氛下進行熱穩定性實驗，並觀察薄膜在不同溫度下對銅原子的擴散阻障特性。實驗顯示經由特殊製程所得之氮化鈮薄膜於 600°C 氮氣氛下 1 小時，仍可維持良好的擴散阻障特性，無任何矽銅化合物產生，超過 700°C 氮氣氛下 1 小時，即出現銅矽化合物，顯示已有銅擴散至矽，750°C 氮氣氛下 1 小時已會產生不同的矽鈮銅化合物。
- (二) 藉由論文發表於國外期刊或國際會議，提高核研所在 HCPV 相關技術研發之國際能見度。
 - (三) 形成 6 種訓練教材，供培訓相關企業人才用。
 - (四) 藉由學研合作，培育國立中央大學、中興大學及屏東科技大學 2 名博士生及 3 名碩士生，有助於培育太陽光發電領域人才。
 - (五) 於高科研發中心所架設之日照 UV 監測系統，可持續蒐集該區域之太陽日照強度資訊，整合核研所先前在台灣本島所架設之 7 處

日照氣象站，進行台灣區太陽日照場分析統計，有助於評估太陽光電產業應用與相關建設，並提升其使用與推廣效益。

二、技術創新(科技整合創新) (權重 20%)

(一) 完成專利申請 3 篇、技術報告 6 篇。

1. 許怡儒、歐陽啟能、林聰得、徐耀東，太陽電池模組端子強度測試機台(申請本國/美國發明專利，申請案號 098119491、12/507,582)。架設自動化太陽電池模組端子強度測試平台，將太陽電池模組設於測試平台上，以校驗標準法碼與待測端子連接，配合驅動機構進行待測端子之強度測試，可達到減少人為操作誤差、提高測試準確度，且具有易於操作之功效，該平台已提出台灣及美國區域之發明專利申請。另外，架設薄膜式機械負荷測試平台(測試面積為 1.4m*0.6m)，其在 2100~5500Pa 施力範圍內，測試區域施力均勻性優於 6%。使用氣壓式機械負荷測試平台可減少待測太陽電池模組局部受力不均之狀況產生，目前國際上大多數實驗室(例如日本 JET 及德國 TUV)仍使用沙袋來施作太陽電池模組機械負載測試。該二項太陽電池模組驗證測試平台，可提升模組檢測穩定性、試驗精確性及使用效益，並減少人為操作誤差，乃太陽電池模組驗證實驗室於模組驗證技術建立與應用之重要儀器設備。
2. 梁逸平、林國新、洪慧芬、辛華煜、郭成聰，聚光型太陽能電池模組之線材結構改良(申請美國專利，申請案號 12/390,424)。由於聚光型太陽光發電系統常遭遇到電線被匯聚之高能量光點(或聚光線、聚光面)燒毀之情形，因此針對此問題提出專利。使用具有高反射率且耐高溫之披覆材料披覆於已具有絕緣層之導線之外，如：純白色之光滑材料、錫箔、鋁箔等；或是使用具有高穿透率且耐高溫之披覆材料披覆於導線之外，如：透明之矽膠、

塑膠材料等，則匯聚於此披覆層之光線會直接穿透，而不致將光線能量囤基於導線上，而導致導線燒毀。故本專利之第一型屬於高反射型披覆導線，第二型屬於高穿透型披覆導線，此二型皆能使光能不致累積於導線上，進而保護導線不被燒毀。

- (二) 整合多頻道太陽電池特性 I-V 量測系統，可同時連結 12 個額定功率 300W 以下之太陽電池模組，進行太陽電池模組電量特性量測與分析，可避免執行太陽電池模組戶外電性量測時，因更換測試連接線路所需耗費時間，減低因外在環境變動而影響量測數據穩定性，並可與核研所龍潭太陽電池模組驗證實驗室進行 CPV 模組電性量測比對分析。

三、經濟效益(產業經濟發展)(權重 30%)

- (一) 本計畫可協助國內產業界精進太陽電池磊晶相關技術，進而掌握聚光型太陽電池核心技術，以期未來降低生產成本，並創造高附加價值的太陽電池產業，使我國的產業更具國際競爭力。
- (二) 建置高科太陽電池模組驗證實驗室，俟取得國際認證後，可就近提供國內廠商模組驗證服務，加速其拓展國際市場。
- (三) 促成億芳能源公司與綠源科技公司就太陽光追蹤系統進行合作，億芳能源公司負責系統及提供追蹤控制裝置(含太陽位置感測器及控制器)，綠源科技公司則提供追蹤機械結構。
- (四) 98 年 5 月 13 日核研所舉辦「高聚光太陽光發電系統技術移轉暨技術服務諮詢會議」，共計有 23 人(包括 10 家參與技轉與技服廠商及南部科學工業園區代表)與會，本次會議裨益國內高聚光太陽光發電產業策略聯盟的建立。
- (五) 98 年 8 月 14 日舉辦第一次教育訓練，計有國內廠商或學術單位等 28 人參加，另於 10 月 8 日舉辦第二次教育訓練，計有 23 人參加，兩次教育訓練共有 26 家廠商參與，發揮培訓企業相關人才

之功能。

- (六) 98年9月9日與南科管理局人員共同拜訪國內廠商，積極協助南科管理局招商。

四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重 15%)

- (一) 高科太陽電池模組驗證實驗室建置，提供國內廠商模組驗證服務後，可大幅縮短模組驗證測試時程，將有助於高聚光太陽光電產業本土生根及吸引業界投入，創造更多就業機會。
- (二) 本所技轉與技服廠商億芳能源公司增加太陽光追蹤控制團隊，僱用 5 人。
- (三) 培育 HCPV 產業人才，參與教育訓練後發予之結業證書能提高學員本身就業機會，更有助於技轉廠商乃至於太陽光電相關產業快速培訓員工，可減少公司培訓所花費之時間與金錢，有效提升太陽光電整體產業經濟效益。

五、其它效益(科技政策管理及其它)(權重 15%)

- (一) 在高科建置 1.5 kW、5 kW、7.5 kW 等 3 座 HCPV 展示系統，除可輔助資訊推廣工作外，亦可供系統驗證用。
- (二) 1.5 kW、5 kW、7.5 kW HCPV 展示系統是屬於開放式，可供民眾自由參觀，得以了解聚光型太陽能發電系統與傳統型矽晶發電系統、薄膜發電系統之不同。
- (三) 5月13日「核能研究所太陽光電高科驗證中心」揭牌儀式，全新光電/和光光電董事長當場表示因核研所在南部發展據點，該公司有意願考慮在高科投資生產線。6月12日立法院通過再生能源發展條例，未來將為太陽光電產業帶來龐大商機，在景氣好轉後，廠商恢復技轉技服需求意願，將可培植更多的高聚光太陽光發電人才及研發量產能力，藉以厚植本土化技術，提升系統效率，有

效降低成本。(圖 17~19)

- (四) MW 級 HCPV 示範系統於 98 年 9 月 1 日正式動工，高科研發中心人員挾地利之便，就近支援、協調、監督，裨益系統建置工作圓滿達成。

陸、與相關計畫之配合

- 一、本計畫「高聚光倍率太陽電池研發」分項工作可與「奈米科技在新能源之應用發展-化合物半導體太陽電池技術之發展與應用」分項計畫配合，利用該計畫已經發展與建立好的製程技術與設備，驗證本計畫太陽電池晶片磊晶與結構的條件與品質。
- 二、高科研發中心所架設之戶外測試平台，可配合「新能源技術之發展與應用-高聚光太陽光發電系統技術研發」分項計畫執行太陽電池模組耐久性能測試研究，室內預計架設之大型太陽光模擬測試平台除執行 CPV 模組驗證測試使用，亦可支援所內進行太陽電池模組研發設計與性能檢測，此外於該區域所架設之日照 UV 監測系統，可作為 MW 級 HCPV 示範系統建置後發電效能評估用。

柒、後續工作構想之重點

一、高聚光倍率太陽電池研發

本年度計畫已達成雙接面結構太陽電池效率 25.1%，對於該結構之磊晶品質之持續精進為率先執行的接續任務，以確保未來三接面之中、上層子電池之品質。雙接面結構開發至效率 27% 以上後，將開發三接面結構太陽電池，目前三接面結構主要成長於鍍基板上，鍍基板也同時負擔下層子電池的功能。在鍍基板上開發 p-n 接面結構為下層子電池開發的第一步，例如利用擴散方式將 p 型鍍基板的表面轉化為 n 型層，以形成 p-n 接面。在鍍基板與下層子電池之上成長砷化鎵，需要藉由一適當之緩衝層，以緩和晶格參數之不匹配，並阻隔上下層之交互擴散。

當下層子電池與緩衝層開發完成後，利用穿隧層將雙接面結構疊長於其上，待磊晶品質穩定後，便須進行電流匹配之結構調整，以最佳化太陽電池效率，搭配製程如抗反射層與電極被覆等之調整，將三

接面結構聚光型太陽電池之工作效率提升至 35% 以上。

二、模組驗證技術建立與應用

高科太陽電池模組驗證實驗室可用面積為 300 坪，預計規劃建置符合太陽電池模組 IEC62108 檢測驗證技術與能量，目前已建置符合 IEC62108 規範之 10 項測試平台(包含冰雹衝擊、機械負荷、熱循環、濕冷、濕熱、戶外電性、集光束偏移損害、戶外曝曬、紫外線曝曬及熱斑耐久)，上述建置設備平台已經長時間試運轉，且將採用本所新研發之 900 倍 CPV 模組執行 IEC62108 規範之太陽電池模組性能試驗，而剩餘 7 項驗證測試平台將於 99 年 1 月提出採購建置，預計 99 年 7 月將可提出太陽電池模組驗證實驗室認證申請。而大照度範圍的連續式太陽光源模擬測試系統是國內太陽能產業急需發展的重要儀器設備，可於室內進行太陽電池模組長時間效能監控與相關日照曝曬測試分析，目前分別與台灣樂利士及日本 WACOM 公司進行有關連續式可聚光之太陽光源模擬技術討論，預計 99 年度亦將執行連續式太陽光源模擬平台採購與架設作業。

三、HCPV 技術育成與推廣

在技術推廣、資訊推廣方面將進行之工作說明如下：

1. 技術推廣

(1)技術知識：撰寫相關文件作為教育訓練之用，並投稿國內外會議及期刊。

(2)技術輸出：拜訪相關業界，提供國內廠商諮詢服務，以促使國內廠商具有國際競爭力。

2. 資訊推廣：將舉辦教育訓練，培訓國內相關企業人才，以推廣高聚光太陽光發電技術，並建立高聚光太陽光本土產業能量。

捌、檢討與展望

一、高聚光倍率太陽電池研發

本年度計畫為兩年期計畫的第一年，今年度亦為本所首次自行開發高聚光型太陽電池磊晶技術，因此，本年度的主要目標除了達成雙接面結構太陽電池光電轉換效率 25% 外，建立材料之磊晶經驗參數，是為實質重要工作項目。建立磊晶之經驗參數雖會暫時延緩效率數字的提升，但是對於長期元件效率的增進，有絕對的助益。

本年度計畫已完成 X 射線繞射儀等分析儀器及電子束鍍膜系統等製程儀器之研發能量建立；元件效率的年度成果為單接面 GaAs 結構太陽電池效率達 20.3%，單接面 InGaP 結構太陽電池效率達 7.1%，InGaP/GaAs 雙接面太陽電池效率達 25.1%。

下年度計畫，於優化今年度成果後，再加入第三層結構，經過電流匹配之結構調整，預期三接面 III-V 族高聚光型太陽電池之光電轉換效率為 35% 以上，達到目前市場產品等級之效率。

二、模組驗證技術建立與應用

本年度計畫已完成高科研發中心太陽電池模組驗證實驗室相關測試平台配置規劃、耐壓絕緣地板鋪設及 390kW 大電力傳輸作業，並已建置 5 項室內太陽電池模組驗證設備測試平台，可執行太陽電池模組冰電衝擊、機械負荷、熱循環、濕冷及濕熱測試等測試，且將利用 900 倍 CPV 模組執行 IEC62108 規範 B、C 程序之濕冷、濕熱性能測試。此外，在高科研發中心頂樓架設兩座戶外太陽電池模組太陽追蹤測試平台，每座平台可架設測試面積為 2.4m×1.5m，並完成戶外日照氣象監測系統與太陽電池模組 I-V 量測系統建置，可作為太陽電池模組驗證測試日照資料判讀，及可執行太陽電池模組戶外電性量測、集光束偏移損害測試、戶外曝曬、紫外線曝曬及熱斑耐久測試等 5 項檢測項

目，並可支援長期蒐集高雄路竹區域日照氣象資料，作為台灣區域日照場研究參考資料，高科研發中心頂樓所架設之戶外測試平台，已長時間運轉測試，並將採用本所新研發之 900 倍 CPV 模組執行戶外曝曬與 UV 累積照射等試驗項目，可作為模組研發設計試驗及實驗室認證程序申請參考資料之用。由於聚光太陽電池模組 IEC62108 標準規範主要目的是為了測定 CPV 模組和組件之電氣、機械及熱性質，並在合理的成本及時間限制下，顯示模組和組件能長期曝露在本標準所述之氣候下使用，而未針對 CPV 模組安全規範進行定義，計畫執行中，除持續建構 IEC62108 規範之相關測試平台及量測技術，將著手進行 UL8703 規範之聚光太陽電池模組安全規範認證技術能力建置作業，健全 CPV 模組檢測與驗證能力，以提供 IEC(性能)+UL(安全)之太陽光電產品認證服務，協助國內太陽光電產業便於與國際歐、美市場連結。

三、HCPV 技術育成與推廣

根據 2009 年 12 月 9 日環球財經報導，在哥本哈根全球氣候峰會議，各國承諾在 2020 年碳排放量將下降 17~45%，又根據市調機構 2009 年 12 月 7 日 Displaysearch 發表的研究報告指出，今(2009)年太陽能電池終端市場，因全球景氣不佳，需求量年減 14%至 5,169 MW(百萬瓦)，但到了 2010 年，預期太陽能產品價格下降、市場需求多樣化，及各國政府所提出的獎勵方案，將使得太陽能需求明顯提升。

IntertechPira 2008 年出版的整體市場估計，全球太陽光電產值至 2010 年將達到 364 億美元，2020 年產值將超過 1,000 億美元。根據 CPV Today 2009 年 7 月 30 日文獻指出，至 2020 年 CPV 將佔全球太陽能發電市場的 10%，即 CPV 產值將達 100 億美元。由此可見，聚光型太陽能發電未來的市場必定蓬勃發展。因此，當聚光型太陽能發

電萌芽之際，我們要積極培育 HCPV 產業技術人才、協助國內業界進行教育訓練，以彌補國內太陽光電專業技術人力不足的問題；同時，建立相關交流平台，加速產學研各界間交流與經驗學習，不但可整合國內太陽光電產業能量，並可增加國內廠商之國際競爭力。

最後，綜整以往核研所既有的成果及高科研發中心預期技術成果之技術發展藍圖於后。

填表人：郭成聰 聯絡電話：03-4711400-6400 傳真電話：03-4115851
E-mail：ctkuo@iner.gov.tw

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
上游	III-V 族化合物半導體太陽電池	太陽電池能量轉換效率	38%	40%	42%	43%	44%	45%		
		太陽電池填充因子	0.81	0.82	0.83	0.84	0.84	0.85		
		磊晶材料與結構	InGaP/GaAs/Ge 三界面	InGaP/InGaAs/Ge 三界面	InGaP/InGaAs/Ge 三界面	AllInGaP/InGaP/GaAs/Ge 四界面	AllInGaP/InGaAsN/Ge 系列多界面			
中游	高效率聚光模組設計開發	模組轉換效率	27%	29%	30%	30%	30%	31%		
		模組聚光倍率	950X	950X	1000X	1100X	1200X	1300X		
		模組可靠度	IEC 62108 先期測試	IEC68-2-52 先期測試	符合 IEC 62108 規範	符合 IEC68-2-52 規範	符合 IEC 62108 規範&IEC68-2-52 規範	符合 IEC 62108 規範&IEC68-2-52 規範		
	大型太陽光追蹤器設計開發	大型太陽光追蹤器機構設計開發，建立電腦模型設計及理論分析能量	開發 15 kW 級太陽光追蹤器機構	開發 20 kW 級太陽光追蹤器機構	開發 20 kW 級太陽光追蹤器機構	開發 25 kW 級太陽光追蹤器機構	開發 30 kW 以上之太陽光追蹤器機構			
		太陽位置感測器及追蹤控制器	追蹤精度 <0.2 度	追蹤精度 0.1 度	追蹤精度 <0.1 度	追蹤精度 <0.1 度	追蹤精度 <0.1 度			
	系統整合及監控技術精進	監控技術	建立自動偵錯及修復復原中央監控技術			建立中央監控系統 智慧型自動最佳化技術	建立整廠線上流程 自動控制技術	建立自然語言完成監控系統技術		
下游	扶植高聚光太陽光發電系統進入產業化	產業科專計畫	先期參與或技術移轉及技術服務			技術移轉建立自主產業				

高聚光太陽光發電系統技術研發之技術發展藍圖

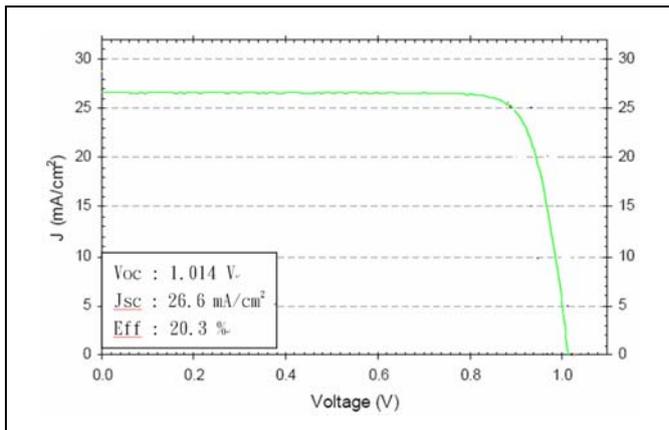


圖 1：GaAs 單接面太陽電池效率達 20.3%

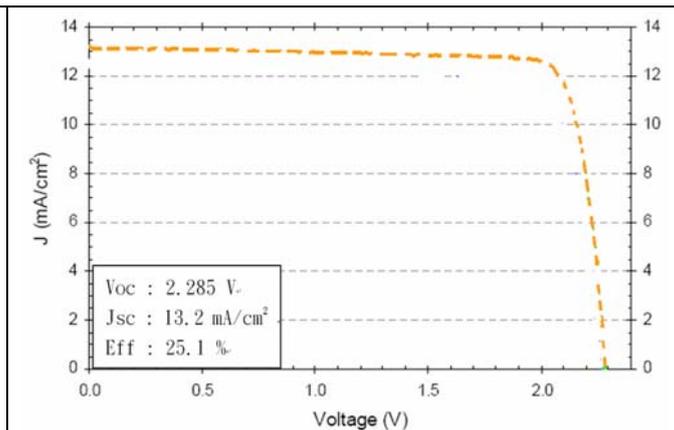


圖 2：InGaP/GaAs 雙接面太陽電池效率達 25.1%

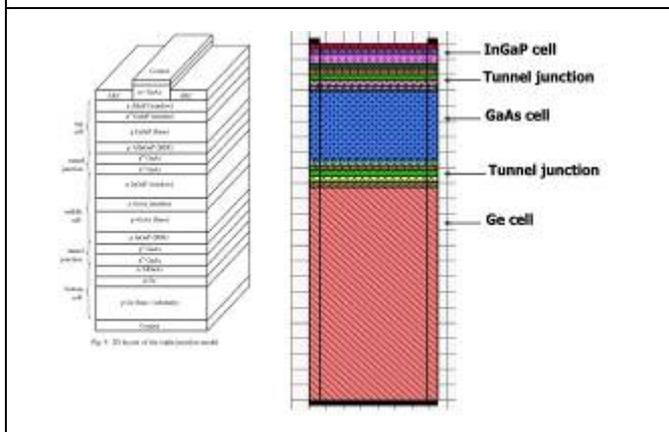


圖 3：模擬的 InGaP/GaAs/Ge 三接面太陽電池結構

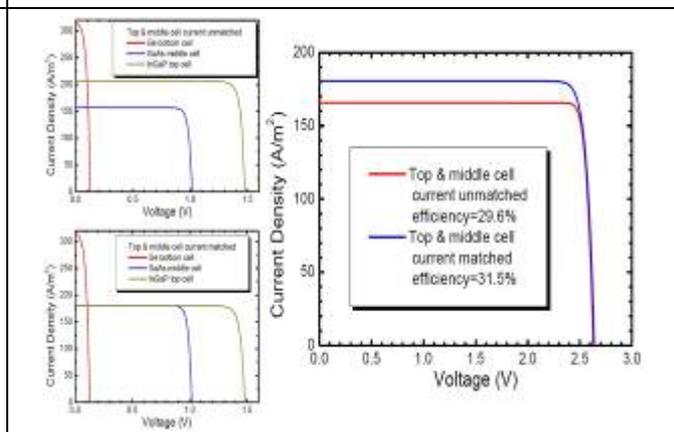


圖 4：模擬的 InGaP/GaAs/Ge 三接面太陽電池電流電壓輸出



圖 5：大型溫濕循環測試平台



圖 6：機械負荷測試平台



圖 7：冰電衝擊測試平台



圖 8：小型追蹤器測試平台



圖 9：戶外日照量監測平台



圖 10：高聚光太陽光發電(HCPV)高科研發中心網頁-1



圖 11：高聚光太陽光發電(HCPV)高科研發中心網頁-2



圖 12：高聚光太陽光發電(HCPV)高科研發中心網頁-3



圖 13：高聚光太陽光發電(HCPV) 高科技研發中心網頁-4



圖 14：教育訓練上課情形



圖 15：學員參觀追蹤器



圖 16：拜訪廠商



原能會核研所在高科園區戶外展示1.5、5、7.5kw等3座HCPV示範發電系統。(記者蘇福男攝)

圖 17(資料來源：自由時報電子報 98.05.14)



原子能委員會在高雄科學園區設太陽光電驗證中心，原能會主委蔡春鴻(左三)與高雄縣長楊秋興(中)，一起參觀測試模組實驗室。記者林保光/攝影

圖 18(資料來源：聯合報 98.05.14)



核能研究所太陽光電
高科驗證中心揭牌典禮

圖 19：(資料來源：自由時報電子報
98.05.14)

附錄一、主要成就與量化成果清單

表一、論文發表清單

No.	論文名稱	作者	所屬計畫名稱	期刊(年份)	卷數/期數/頁次	SSCI	SCI	EI	屬性
1	HCPV Gets a Boost	龍宜島 郭成聰 辛華煜 李政達 洪慧芬	核能研究所高聚 光太陽光發電高 研發中心建置	期刊：INTERPV, JUNE 2009	頁次：70~73				國外期刊論 文
	國外期刊論文小計 1 篇								
1	The effect of absorption layer of different quantum well arrangement on optoelectronic characteristics of nitride-based photovoltaic cells grown by MOCVD	陳孟炬、洪慧芬 傅毅耕、敦俊儒 郭奇文、紀國鐘 潘敬仁、藍山明	核能研究所高聚 光太陽光發電高 研發中心建置	期刊：0370-1972, PHYSICA STATUS SOLIDI B-BASIC SOLID STATE PHYSICS	卷別：C6 期別：No.S2 頁次： S873~S876		✓		國外期刊論 文
2	The Effect of Absorption Layer of Different Arrangement Quantum Well on Electrical Characteristics of III-nitrides Photovoltaic Cells Grown by MOCVD	陳孟炬、洪慧芬 傅毅耕、敦俊儒 郭奇文、紀國鐘 潘敬仁、藍山明	核能研究所高聚 光太陽光發電高 研發中心建置	會議名稱：The International Workshop on Nitride semiconductors (IWN2008) 會議地點：Switzerland					國外研討會 論文
	國外研討會論文小計 2 篇								

表二、人才培育清單(含培訓)

No.	姓名	學校或服務機構	系所	碩士	博士	屬性	所屬計畫名稱
1	陳政佑	國立中央大學	電機工程		√	培育	核能研究所高聚光太陽光發電高科研發中心建置
2	曾明俊	國立中興大學	精密工程		√	培育	核能研究所高聚光太陽光發電高科研發中心建置
3	陳鵬壬	國立中央大學	電機工程	√		培育	核能研究所高聚光太陽光發電高科研發中心建置
4	郭家豪	國立中興大學	精密工程	√		培育	核能研究所高聚光太陽光發電高科研發中心建置
5	卜皓特	屏東科技大學	車輛工程	√		培育	核能研究所高聚光太陽光發電高科研發中心建置

表三、研究報告/技術報告清單

No.	名稱	作者	所屬計畫名稱	出版年月	頁數	出版單位	屬性
1	赴美執行參考模組之校驗、測試訓練及參加國際光電可靠度研討會	許怡儒、龍宜島 陳盈汝	核能研究所高聚光太陽光發電高科研發中心建置	98/10	19	核能研究所	研究報告
2	研究在晶圓尺寸下 mesa 深度對元件特性量測的影響	侯杰利、吳志宏	核能研究所高聚光太陽光發電高科研發中心建置	98/10	28	核能研究所	研究報告
3	新方法鍍製氮化鈮薄膜作為擴散阻障層在銅製程中的應用	呂咨賢	核能研究所高聚光太陽光發電高科研發中心建置	98/10	11	核能研究所	研究報告
	研究報告小計 3 篇						

1	聚光型太陽電池模組濕-熱測試報告	許怡儒、林聰得 彭武豪、徐耀東	核能研究所高聚光太陽光發電高科研發中心建置	98/06	14	核能研究所	技術報告
2	新型太陽光追蹤控制技術設計	黃英郎、葉宏易 李政達	核能研究所高聚光太陽光發電高科研發中心建置	98/08	29	核能研究所	技術報告
3	MW 級 HCPV 系統中央監控技術	高智柏、馬志傑 林宏儒、龍宜島	核能研究所高聚光太陽光發電高科研發中心建置	98/09	21	核能研究所	技術報告
4	HCPV 育成中心網頁軟體設計文件	楊琇如、張馨文	核能研究所高聚光太陽光發電高科研發中心建置	98/09	32	核能研究所	技術報告
5	太陽光電高科驗證中心無塵室電力系統建置	侯杰利、吳志宏 張正雄、陳孟炬 黃兆輝	核能研究所高聚光太陽光發電高科研發中心建置	98/10	25	核能研究所	技術報告
6	高科電子束蒸鍍機操作手冊	黃兆輝、吳志宏 張正雄、陳孟炬 侯杰利	核能研究所高聚光太陽光發電高科研發中心建置	98/10	27	核能研究所	技術報告
技術報告小計 6 篇							

表四、專利獲得清單(含申請中案件)

No.	專利名稱	申請人	所屬計畫名稱	申請日期	專利申請國	專利案號	專利期限	核准日期	申請中或已核准	備註
1	太陽電池模組端子強度測試機台	許怡儒 歐陽啟能 林聰得 徐耀東	核能研究所高聚光太陽光發電高科研發中心建置	98.06.11	中華民國	098119491 (申請案號)			申請中	

2	太陽電池模組端子強度測試機台	許怡儒 歐陽啟能 林聰得 徐耀東	核能研究所高聚光太陽光發電高科研發中心建置	98.07.22	美國	12/507,582 (申請案號)			申請中	
3	聚光型太陽能電池模組之線材結構改良	梁逸平 林國新 洪慧芬 辛華煜 郭成聰	核能研究所高聚光太陽光發電高科研發中心建置	98.03.17	美國	12/390,424 (申請案號)			申請中	
專利申請中 3 件										

表五、研討會/說明會清單

No.	名稱	舉辦日期(起~迄)	主辦/協辦單位	主辦地點	講員姓名	題目	參與人數	備註
1								
2								
3								
	研討會小計 場次							
1								
2								
3								
	說明會小計 場次							

表六、技術移轉清單

產出年度	計畫名稱	技術移轉項目	移轉年度	廠商名稱	繳庫金額(單位：元)			現況說明
					先期技術授權金	技術移轉授權金	合計	

表七、促進民間投資清單(含技術移轉、產學合作等)

產出年度	計畫名稱	技術移轉、關鍵技術、產品、產學合作名稱	移轉年度	廠商名稱	年度金額(元)	總金額(元)	現況說明	備註
98	核能研究所高聚光太陽光發電高研發中心	目前億芳能源公司與綠源科技公司就太陽光追蹤系統已成為合作夥伴，億芳能源公司負責系統及提供追蹤控制裝置(含太陽位置感測器及控制器)，綠源科技公司則提供追蹤機械結構。					億芳能源公司將在高雄第一科技大學建置50 kW HCPV系統，目前正在洽談合約。	

附錄二、98 年度期中審查意見回覆辦理情形

九十八年度政府科技發展由院列管計畫期中審查意見回覆辦理情形

計畫名稱	核能研究所高聚光太陽光發電高科研發中心建置		
主管機關	原子能委員會	執行單位	核能研究所
回覆審查委員意見承諾改進強化項目	辦理情形		
在技術創新的查核上，應以是否提出關鍵性之專利技術以突破國外專利權之壟斷為主要之查核點(如計畫書第 21 頁所述)，有了關鍵之專利技術，未來才可能有可觀之產業效益，請修正查核點，併入期末報告說明。	<p>原規劃申請專利 2 件，實際申請 3 件，未來仍將積極申請具關鍵性之專利。98 年度申請 2 項(3 件)分別為太陽電池模組端子強度測試機台(申請美國及中華民國專利)，及聚光型太陽能電池模組之線材結構改良(申請中華民國專利)，聚光型太陽光電(CPV)模組和組套件之設計確認和型式認可規範 IEC62108 於 2007 年 12 月發行，本所太陽電池模組驗證實驗室，在該規範之電氣、機械與熱性質檢測中，已有多件檢測經驗，相關測試經驗累積與技術精進，開發之太陽電池模組端子強度測試機台，可達到減少人為操作誤差、提高測試準確度，且具有易於操作之效益，這對未來標準修訂、量測準確性與技術開發皆有重要影響，有可能成為太陽光電產品檢測認證之重要專利。</p> <p>聚光型太陽能電池之線材結構改良，其專利重點在於避免聚光透鏡因太陽光追蹤裝置發生故障時，聚光透鏡將太陽電池模組內部之連接線材燒毀，造成太陽能發電模組發生故障。利用線材結構改良之專利，即可降低聚光型太陽光發電模組發生故障之機率，此乃關鍵之專利。</p>		

附錄三、98 年度期末審查意見回覆

核能研究所 98 年度科技計畫(期末)成果效益報告審查委員意見及回復表

計畫名稱：核能研究所高聚光太陽光發電高科研發中心建置	
審查單位：核能研究所	
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明
1. 本計畫於 98 年度依規劃完成相關技術之建立，完成符合國際規範之實驗室建置，並建立協助扶植相關產業之基礎，成效優異。	謝謝委員意見。
2. p.17，目前困難除 p.37 所述之設備外尚須何種儀器？而目前因應措施為何？若為 SEM 則請考量所內現有儀器之共用效益。	<p>符合需求之設備為「高解析熱場發射掃描式電子顯微鏡系統」，須具備包括表面形貌傳真解析能力、輕元素分析能力、材料光性與映像分析能力等。所內雖已有 SEM，但均不具上述能力。詳述如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 砷化鎵系多接面太陽電池為高功率光電元件，對於材料品質的要求極為嚴苛，材料品質的分析可由表面形貌提供，因此需要在不鍍導電膜之下，直接觀察材料表面形貌，對於缺陷分析可避免導電膜的遮蔽，提供直接的訊息。 ● 對於提升多接面太陽電池效率，目前世界上研究的主力之一，是增加接面數，特別是含氮砷化物，對於氮含量的分析，解析輕元素的能量色散質譜儀扮演重要角色。 <p>目前世界上 HCPV 太陽電池效率領先群陸續發表依賴冷陰極光譜系統分析磊晶品質與光性，而有效改善太陽電池特性，利用冷陰極光譜搭配光激光譜，可得到更完整的材料光性資訊。CL 與 EDS 能力的發揮，也依賴不用鍍導電膜的檢測能力，可將不同分析</p>

	結果投射於相同平面，獲得材料完整的特性資訊，對於材料分析與元件表現有決定性的影響力。目前國內同時提供 SEM+EDS+CL 的量測結果極為罕見，而此分析能力卻恰為發展 HCPV 多接面太陽電池的利器。
3. 學術成就 (p.31) 應加強質化及量化之重點說明；另博碩士之培育應不屬學術成就。	已加強學術成就之說明，另依計畫主要績效指標表中分類，博碩士之培育屬於學術成就。(期末報告 P.31~34)
4. 技術創新應於摘要說明前先標示專利之名稱。	已修改完成。(期末報告 P.35)
5. 其他效益部分建議加強對於 1MW 驗證系統建立之貢獻。	其他效益部分，已加強對於 1 MW 驗證系統建立之貢獻。(期末報告 P.38)
6. p.40 之發展藍圖缺時程規劃，請補充。	已更新發展藍圖。(期末報告 P.44)
7. p.45，第 2 篇論文之相關資料應補齊。	已補齊。(期末報告 P.49)
8. p.46、47 中之頁數應補齊。	已補齊。(期末報告 P.50~51)
9. 98 年度目標為雙接面能量轉換效率 25%，全程 (99%) 目標為多接面能量轉換效率 35%，建議於 98 之“差異分析”中之“符合年度目標”後加註 98 年之年度目標，以避免混淆。	遵照辦理。(期末報告 P.8~9)
10. 有關驗證技術之建立，請確認目前執行狀況(17項測試平台完成10項)確實符合 98 年度目標。另此項工作在 P18 提及之困難 (額外費用) 是否影響 99 年計畫執行，建議強化說明，以避免誤解。	98 年度因高科標準廠房供應電力申請，衍生額外費用支出與測試設備架設時程延緩等事項，目前已開始製作淋水與濕絕緣測試水槽，及採購所需電源供應器與耐壓絕緣測試設備，預計 99 年度第一季可完成剩餘 7 項測試平台架設，並將全力於第三季完成高科太陽電池模組驗證實驗室認證程序申請，以符合計畫年度目標。(期末報告 P.18)

核能研究所 98 年度科技計畫期末查證書面審查意見答復表

計畫名稱：核能研究所高聚光太陽光發電高科研發中心建置	
審查單位：原能會	
審 查 委 員 意 見	答 復 說 明
壹、執行之內容與原計畫目標符合程度	
<p>評估委員 A：</p> <p>本計畫三項工作之目標均依計畫完成，包括在 476 倍太陽下之雙接面太陽電池效率達 25.1%，建立 IEC62108 聚光模組實驗室及執行 HCPV 技術育成與推廣，唯 IEC62108 共有 17 項試驗，目前已建置多少項，試驗能量及何時取得實驗室認證，應說明</p>	<p>高科太陽電池模組驗證實驗室於 98 年底前已完成 10 項測試平台建置，99 年 3 月底前已完成剩餘測試系統採購，4 月底前可完成所有 IEC62108 測試平台建置，且計畫已提供 7 個 CPV 模組送往高科實驗室進行相關驗證測試，預計第三季將可執行實驗室認證申請程序。</p>
<p>評估委員 B：</p> <p>本計畫之執行符合原計畫之目標，幾無差異。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 C：</p> <p>符合計畫目標。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 D：</p> <p>本計畫包含三個工作項目：高聚光倍率太陽電池研發、模組驗證技術建立與應用、以及 HCPV 技術育成與推廣。98 年度執行成果符合原計畫目標。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 E：</p> <p>本計畫之三個分項計畫之執行符合原計畫目標，執行情形良好。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 F：</p> <p>大致符合原計畫目標之方向，但因無原全程計畫之內容，無法判斷是否符合原計畫之目標，原全程計畫欲達光電轉換效率 35%，並未達成，現僅有二接面之效率 25.1%，差距不少。其餘二項模組驗證與 HCPV 技術育成符合原計畫之目標。</p>	<p>謝謝委員意見。高聚光倍率太陽電池研發分項計畫之期程目標分別於 98 年底須達成 25%，99 年底須達成 35%。本計畫於 98 年底之太陽電池光電轉換效率為 25.1%，符合計畫目標之要求。</p>

貳、已獲得之主要成就與成果滿意度	
評估委員 A： KPI 主要指標完成情形，包括論文 3 篇、申請專利 3 件、研究報告 3 篇、技術報告 6 篇，促成產業合作 2 家，均符合原定目標。	謝謝委員意見。
評估委員 B： 執行後之成果達成原列之 KPI，惟其內容之重要性尚有努力之空間。	謝謝委員意見。將加強 KPI 內容的重要性，並將主動積極與相關廠商保持互動，瞭解需求，透過技轉、技服或諮詢服務，促進產業發展。
評估委員 D： 1. InGaP/GaAs 雙界面太陽電池有 476 倍幾何聚光比下光電轉換效率達到 25%，99 年度三界面太陽電池需要達到 35% 轉換效率。 2. 完成 IEC62108 規範之 10 項測試平台。 3. 成果績效達成原列 KPI (原列 KPI 有點偏低)。	1. 謝謝委員意見。 2. 謝謝委員意見。 3. 謝謝委員意見。已提高 99 年度之 KPI 值，次外將加強 KPI 內容的重要性，並將主動積極與相關廠商保持互動，瞭解需求，透過技轉、技服或諮詢服務，促進產業發展。
評估委員 E： 98 年度所執行之三個分項計畫大多已達到預定之技術指標，但在 HCPV 太陽模組驗證部分尚有 7 個項目未完成。	謝謝委員意見。高科太陽電池模組驗證實驗室部分尚有 7 項驗證測試平台，已於 99 年 3 月底前完成剩餘測試系統採購，4 月底前可完成所有 IEC62108 測試平台建置，且計畫已提供 7 個 CPV 模組送往高科實驗室進行相關驗證測試，預計第三季將可執行實驗室認證申請程序。
參、評估主要成就及成果之價值與貢獻度	
一、學術成就之評述(科技基礎研究)	
量化成果評述：	
評估委員 A： 量化成果為期刊論文 1 篇、國際會議論文 2 篇、所內報告 3 篇。	謝謝委員意見。
評估委員 B： 合乎預期量化目標。	謝謝委員意見。
評估委員 C： 有論文 3 篇、培育 2 位博士生、3 位碩士生、研究報告 3 篇、形成教材 6 種，達成目標。	謝謝委員意見。

<p>評估委員 D： 完成 SCI 期刊論文 1 篇、會議論文 2 篇、所內報告 3 篇。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 E： 發表論文 3 篇、研究報告 3 篇、教材 6 種、碩士及博士培育 5 人。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 F： 完成期刊論文 1 篇，會議論文 2 篇，所內報告 6 篇。期刊論文 1 篇是有關 Quantum well PV 之研究，期刊作者與本計畫之主要參與人力無關。</p>	<p>謝謝委員意見。核研所甫完成太陽電池元件磊晶設備建置，先期研究電池晶片採取與學術單位合作模式進行，所以期刊作者會以學校單位為主。本篇論文為本所與學校合作之研究成果，論文作者之一為本計畫之主要參與人力(9.6 人月)，因此並非與本計畫無關。</p>
<p><u>質化成果評述：</u></p>	
<p>評估委員 A： 期刊論文 1 篇發表於報導性雜誌，屬業務介紹性、國際會議 2 篇係與學校合作計畫完成，由於聚光型太陽電池磊晶技術具前瞻性，應有較具學術性之論文產出。</p>	<p>謝謝委員意見。本計畫中太陽電池磊晶技術之開發為針對業界進入市場之需求為優先考量，同時，本年度為本所首次利用磊晶機台開發磊晶技術，因此，本計畫初期著重於快速開發出與市場產品同級之技術實力。聚光型太陽電池磊晶技術確係具有前瞻性，接續將加強前瞻性之先進技術開發，並提出較具學術性之論文。</p>
<p>評估委員 B： 經論文發表於國外期刊或國際會議，提高我國於太陽光電研究之曝光度，若能提高論文數量則更佳。</p>	<p>謝謝委員意見。本計畫在開發技術之同時，考量避開國際上已建立之專利布局，並設計技術之未來性，實質上對於前瞻性有所規劃，累積先進技術能量，未來將以此為基礎，加強學術論文發表之產出。</p>
<p>評估委員 D： 會議論文期中一篇題目和 SCI 期刊論文題目幾乎一樣，應該是同一成果；如此來看，學術成就在質和量兩方面都不夠，需要加強。（原列 KPI 值可以再提升）。</p>	<p>謝謝委員意見。投稿會議論文獲選後，大會將優質會議論文進行轉投 SCI 期刊論文，內容也經過補充修訂，因此比會議論文更為嚴謹豐富。</p>
<p>評估委員 E： 在拓展國際能見度、人才培育、技術傳承等方面都有助益。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>

<p>評估委員 F： 內容普通，所內報告之 TaN barrier in copper process 此篇報告與本計畫無關。</p>	<p>謝謝委員意見。本計畫之目標為提供業界進入市場等級之技術，更冀望盡速建立技術門檻，以提高國內產業競爭力。本研究以核研所建立之高聚光太陽電池製程為基礎，優化高倍率聚光之表現，包括位於元件最上方之電極與抗反射層之設計。新材料電極（如，銅）與新結構（如，廣域多層）之抗反射層均為太陽電池元件開發之重點項目。氮化鉍具有抗惡劣環境之優點，廣泛應用於銅製程記憶體產業，也是本研究規劃之太陽電池元件之潛力材料之一，該篇報告即為應用此材料之先期評估型研究之紀錄。</p>
<p>二、技術創新成就之評述(科技整合創新)</p>	
<p><u>量化成果評述：</u></p>	
<p>評估委員 A： 申請美國專利 2 件、國內專利 1 件、技術報告 6 篇。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 B： 合乎預期量化目標。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 C： 已申請 3 件專利(國內 1 件、國外 2 件)、技術報告 6 篇、技術活動 2 件，符合原定目標</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 D： 完成專利申請 3 件、技術報告 6 篇。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 E： 申請專利 3 件、技術報告 6 篇，舉辦 HCPV 技轉及技服諮詢會議，與學界合作研究。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 F： 完成專利申請 3 篇、技術報告 6 篇。但僅記載 2 篇。</p>	<p>謝謝委員意見。同一專利申請不同國家(或是地區)時，申請案號不同，因此以「件數」統計；另相同之專利以「項數」統計之。本計畫係申請專利 2 項，共 3 件。</p>
<p><u>質化成果評述：</u></p>	
<p>評估委員 A： 國內專利與國外專利申請 2 件之一相同，實際為專利申請 2 件，就申請內容來看，2 項專利均有實用價值。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>

<p>評估委員 B： 專利雖有 3 件，惟內容為 2 項，且能否獲得尚屬未知。</p>	<p>謝謝委員意見。同一專利申請不同國家(或是地區)時，申請案號不同，因此以「件數」統計；另相同之專利以「項數」統計之。一般而言，專利獲得時程較難掌握，但計畫將持續追蹤相關審查進度。</p>
<p>評估委員 D： 專利申請 3 件中有兩件是同一內容，分別申請中華民國和美國。質和量皆有成長空間。</p>	<p>謝謝委員意見。同一專利申請不同國家(或是地區)時，申請案號不同，因此以「件數」統計；另相同之專利以「項數」統計之。</p>
<p>評估委員 E： 所得之成果對 HCPV 研發有助益。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 F： 有關 cell 製程與技術無技術創新，模組部分有 2 篇專利。</p>	<p>謝謝委員意見。本計畫為本所實際進行磊晶成長研究之第一年，主要在於建立磊晶所需之材料對應參數分佈圖，同時針對低耗能與專利迴避之設計等進行規劃與開發，屬於 baseline 之範疇，此階段之技術創新產出較為有限，預計本計畫之第二年即可有較豐碩之技術成果。</p>
<p>三、經濟效益之評述(產業經濟發展)</p>	
<p><u>量化成果評述：</u></p>	
<p>評估委員 A： 建立 IEC62108 聚光模組實驗室，促成國內 2 家廠商合作，辦理 2 次教育訓練，共 26 家廠商參與，另舉辦技術移轉及技術諮詢會議，有 10 家廠商參與。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 B： 合乎預期量化目標。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 C： 與國內 2 家廠商達成雙方協議，促成合作研究；另與 1 家大學進行學研合作。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 E： 與國內廠家進行追蹤控制裝置合作，舉辦 HCPV 技轉及技服諮詢會議，舉辦人才培訓。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>

<u>質化成果評述：</u>	
<p>評估委員 A： 本計畫配合 MW 級 HCPV 示範計畫，因而吸引業者注意，而能達成合作參與之目的，對 HCPV 國內推動有相當助益。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 B： 雖與 2 家公司進行合作研究，唯皆屬太陽光追蹤系統，並非本計畫之核心技術。</p>	<p>謝謝委員意見。將核研所開發之技術（包含太陽光追蹤系統）成果及經驗推廣至產業，為本計畫工作項目之一。而在聚光型太陽電池磊晶技術方面，將積極建立前瞻性之磊晶技術能力，並積極推展與國內業界合作研究工作，共同開發產業化技術，以兼顧磊晶技術之實用性與未來性。此外，由於台灣非屬聯合國會員，無法參與國際電工委員會 (IECEE)，也無法取得 IEC 產品認證發證資格。因此太陽電池模組驗證實驗室將持續與 UL 合作，導入 UL 之實驗室認證機制。</p>
<p>評估委員 D： 太陽電池核心技術的提升和模組驗證實驗室的建立有助於促進國內太陽光電產業發展。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 E： 有助於 HCPV 在國內生根。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>四、社會影響之評述(民生社會發展、環境安全永續)</p>	
<u>量化成果評述：</u>	
<p>評估委員 A： 技轉廠商增加人才僱用 5 人，辦理教育訓練，培育 HCPV 產業人才 51 人。</p>	<p>本計畫教育訓練的目的，在於將核能研究所在高聚光太陽光發電多年研究心得，推廣至國內業界，達到技術本土化之目的。HCPV 產業屬於新興產業，雖然接受教育訓練人數為 51 人，但廠家計有 27 家(涵蓋上中下游)、學府 3 所，對推廣高聚光太陽光發電技術來說，應屬尚可，未來將繼續努力。</p>
<p>評估委員 E： 建置 HCPV 模組驗證實驗室。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>

質化成果評述：	
<p>評估委員 A：</p> <p>就社會效益影響層面之成果而論，績效並不顯著。</p>	<p>聚光型太陽電池磊晶技術於 98 年度主要針對基礎技術之建立，特別是對於市場既有專利之迴避與相關技術之未來性進行研發，因此本年度之成果較不易顯現。隨著研究進程的發展，除與學校合作外，並已與業界展開合作規劃，相信將可對於產學界產生正面且積極之影響。</p> <p>在驗證實驗室建立方面，99 年 4 月底前將可完成 IEC62108 規範之 17 項測試平台建置，實驗室目前已接收 7 個 CPV 模組，開始執行 CPV 模組驗證測試，預估可於今年第三季提出驗證實驗室認證申請作業，俟獲得認證後，將可有效提供國內廠商模組驗證服務，加速開拓國際市場，增加就業機會。</p>
<p>評估委員 B：</p> <p>就訓練產業人才而言，有助於促進我國之太陽光電產業。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 C：</p> <p>非常有助於國內綠能產業能力之建構。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 D：</p> <p>發展太陽光電提升國內再生能源配比，有助於國內能源應用永續發展，惟製程耗能分析需要深入探討其節能減碳效益。</p>	<p>謝謝委員意見。聚光型太陽能晶片之磊晶及製程與 LED/LD 類似，會有能源消耗議題，本計畫於開發過程中，磊晶成長部分極力朝向低耗材使用之參數設計，製程部分簡化步驟，並調整減少高耗能步驟之使用量，以期降低產品之碳排放量，以及縮短能源回收期 (energy payback time)，達到綠能產品本質上之綠化。</p>
<p>評估委員 E：</p> <p>吸引業界投入，將來可創造就業機會。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 F：</p> <p>培育 HCPV 人才，由模組認證實驗室設置提供國內廠商模組認證服務。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>

五、其它效益之評述(科技政策管理及其它)	
<u>量化成果評述</u> ：	
<p>評估委員 A：</p> <p>本計畫在高科建置 1.5 kW、5 kW、7.5 kW 等 3 座 HCPV 展示系統，作系統驗證及推廣工作。</p>	<p>1.5 kW、5 kW、7.5 kW 等 3 座 HCPV 展示系統，作為資訊推廣平台基礎，以供實際操作、維護、訓練及系統驗證用。在環境對高聚光太陽光發電狀況影響方面，如灰塵 vs. 模組效率、風力 vs. 太陽光追蹤器之影響等，都持續進行評估其影響。</p>
<p>評估委員 C：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 建議成果可再進一步加強推廣。 2. Core IP 應加強申請專利，尤其是歐盟的專利。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將主動積極與相關廠商保持互動，瞭解需求，透過技轉、技服或諮詢服務，促進產業發展。 2. 未來將加強核心技術之專利申請，亦將歐盟專利申請列為重要考量。
<p>評估委員 E：</p> <p>建置 HCPV 展示系統 3 座。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<u>質化成果評述</u> ：	
<p>評估委員 A：</p> <p>本計畫之技術指標均順利達成，認證實驗室及展示系統亦順利執行，在計畫管理方面績效良好。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 B：</p> <p>配合 MW 級 HCPV 示範系統之完成，提升國人對於太陽光電產業之重視度。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 D：</p> <p>協助核研所太陽光電高科驗證中心的展示工作，有助於推廣工作。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 E：</p> <p>可供推廣及系統驗證。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 F：</p> <p>促進台灣 HCPV 產業發展。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
肆、與相關計畫之配合程度	
<p>評估委員 A：</p> <p>本計畫相關計畫有「奈米科技在新能源之應用發展」、「新能源技術之發展與應用」及「MW 級 HCPV 系統建置」等，均有良好的互動與配合。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>

評估委員 B： 與相關計畫配合良好。	謝謝委員意見。
評估委員 D： 良好	謝謝委員意見。
評估委員 E： 本計畫與核研所另二個計畫有配合，互相在技術開發上可支援。	謝謝委員意見。
伍、計畫經費及人力運用的適善性	
評估委員 A： 經費執行率 99.75%、人力投入預計 30 人年，實際投入 29.5 人年，運用情形良好。	謝謝委員意見。
評估委員 B： 經費與人力幾乎與預期計畫一致，惟保留款 150000 元應加說明。	謝謝委員意見。計畫之保留款乃因高雄縣路竹鄉大公路拆除物品運棄，於 98 年 9 月 23 日通知廠商清運，98 年 9 月 29 日已完成清運並向高雄縣政府環保局提出廢棄物申報，惟該局至目前尚未核准申報作業，必須等高雄縣政府環保局核准本案申報後，本所再行辦理驗收結報(150 千元)，預計 99 年 4 月可完成結報。
評估委員 C： 本計畫經費、人力與工作匹配與原計畫之規劃一致。	謝謝委員意見。
評估委員 D： 執行經費、人力與工作匹配與原規劃一致。	謝謝委員意見。
評估委員 E： 98 年度之執行經費、人力與工作匹配，與原計畫之規劃一致。	謝謝委員意見。
評估委員 F： 本計畫執行之經費及人力運用，大致與原計畫之規劃一致。	謝謝委員意見。
陸、後續工作構想及重點之妥適度	
評估委員 A： 後續工作將完成三接面結構聚光型太陽電池，效率達 35% 以上，IEC62108 實驗室後 7 項測試平台之建置及提出認證申請，後續工作構想完整。	謝謝委員意見。

<p>評估委員 B：</p> <p>99 年後續計畫大致合宜，惟 98 年雖已完成雙接面結構太陽電池效率 25.1%，對於 99 年之目標三接面效率 35% 以上，需要大力加強。</p>	<p>謝謝委員意見。本年度之目標為雙接面結構太陽電池，效率 25% 以上，已順利達成，該成果顯示，本研究已建立良好之發展基礎。由於未來三接面之上、中接面均來自於雙接面結構，並且由最新之下接面接合層之研究結果觀察，已獲致良好成效，接續將整合並加強三接面太陽電池磊晶製程能力，預計將可順利達成 99 年度之計畫目標。</p>
<p>評估委員 C：</p> <p>本計畫執行時間合適。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 D：</p> <p>合適</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 E：</p> <p>後續工作構想及重點對提升 HCPV 系統性能有助益，在時間上應適當。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 F：</p> <p>本計畫全程規劃經費 272 百萬元，98 年度 92 百萬元，沒達到全程目標，後續工作應積極趕上進度。</p>	<p>謝謝委員意見。奉核後，98 年度經費為 92,441 千元，99 年度經費為 149,442 千元，全年總經費為 241,883 千元，98 年度執行計畫經費達成該年度目標。</p>
<p>柒、綜合意見</p>	
<p>評估委員 A：</p> <p>本計畫年度工作執行符合原計畫目標，但在論文方面仍可加強，對認證實驗室之申請除 17 項測試平台建立外，另應對實驗室人員培訓及程序書建立情形做較清楚之說明。</p>	<p>謝謝委員意見。高科太陽電池模組驗證實驗室之 IEC62108 規範測試程序書，將採用所內現有已建置之測試程序書，而實驗室相關人員除於所內完成實驗室內部之聚光模組測試訓練外，亦於 99 年起陸續參與 TAF 舉辦之實驗室人員訓練課程，以完善測試人員培訓作業。</p>
<p>評估委員 B：</p> <p>本年度計畫之各項 KPI 雖已達成，惟研發之目的為促進我國太陽光電之產業發展，應予重視技術移轉之成果。</p>	<p>謝謝委員意見。目前，核研所與技轉、技服、合作廠商仍保持密切連繫；國內廠商欲至國外承包大型太陽能發電系統建置案，屢次至核研所徵詢意見，以進一步了解建置問題及關鍵技術。未來，在 HCPV 領域，核研所將持續研發精進相關技術，並與國內廠商協同合作，採取技轉、技服或合作開發方式，促進我國 HCPV 太陽光電產業之發展。</p>

<p>評估委員 C：</p> <p>本計畫依規劃完成符合國際規範之實驗室建置，並建立扶植相關產業鏈之堅實基礎，成效卓著。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>
<p>評估委員 D：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 98 年度執行成效符合原規劃目標，並達成預定 KPI 值。 2. 預定 KPI 太低，有提升空間。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝委員意見。 2. 謝謝委員意見。將加強 KPI 內容的重要性並將主動積極與相關廠商保持互動，瞭解需求，透過技轉、技服或諮詢服務，促進產業發展。
<p>評估委員 E：</p> <p>本計畫在 98 年度之執行成果在技術開發上表現良好，在研發成果推廣方面則應再加強。</p>	<p>謝謝委員意見。核研所技轉的一家廠商，2009 年 10 月獲得阿拉伯聯合大公國阿布達比世界第一座綠能未來城(MASDAR ECO-CITY)太陽能 1 MW 示範資格標案。今後將主動積極與相關廠商保持互動，瞭解需求，透過技轉、技服或諮詢服務，促進產業發展。</p>
<p>評估委員 F：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 計畫全程時期所列不符，請問此為第幾年計畫？ 2. 高聚光之太陽光電研發落後目標，僅 HCPV 計畫技術育成與推廣有成效。 3. 期刊論文 1 篇是有關 Quantum well PV 之研究，期刊作者群似與本計畫之主要參與人力無關。請說明 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝委員意見。本計畫為兩年期計畫之第一年。 2. 高聚光倍率太陽電池研發於本計畫 98 年度之目標為光電轉換效率 25%，本計畫順利達成，並無落後之事實。 3. 謝謝委員意見。核研所甫完成太陽電池元件磊晶設備建置，先期研究電池晶片採取與學術單位合作模式進行，所以期刊作者會以學校單位為主。本篇論文為本所與學校合作之研究成果，論文作者之一為本計畫之主要參與人力(9.6 人月)，因此並非與本計畫無關。

核能研究所 98 年度科技計畫績效評審會議評審意見答覆表

計畫名稱	核能研究所高聚光太陽光發電高科技研發中心建置		
主管機關	行政院原子能委員會	執行單位	核能研究所
審查委員意見	答覆說明		
1.本計畫之 HCPV 磊晶部份之深入物理新想法在技術提升上應有很重要之影響，未來應在這方面多下點功夫。	謝謝委員意見。本計畫於磊晶部分的開發皆以產業之需求為規劃依歸，如低成本製程與迴避既有專利之技術等，未來將繼續在此前提下，開發具國際競爭力之技術，並與產學研合作，以深化量產技術之學理背景。		
2.HCPV 系統建置成本降低為未來能否推廣至業界之關鍵，本計畫之研發應在成本降低上要多努力。	謝謝委員意見，成本降低為本計畫研發目標之一。		
3.技術移轉應列為下年度計畫重點。	謝謝委員意見。未來，在 HCPV 領域，核研所將持續研發精進相關技術，並與國內廠商協同合作，採取技轉、技服或合作開發方式，促進我國 HCPV 太陽光電產業之發展。		
4.預定之 KPI 值幾乎皆已達成。	謝謝委員意見。		
5.專利申請 3 件之內容，其中 2 件為追蹤機械裝置，並非本計畫之核心技術。今後宜多專注於富附加價值之核心技術。	謝謝委員意見。在聚光型太陽電池磊晶技術方面，將積極建立前瞻性之磊晶技術能力，並積極推展與國內業界合作研究工作，共同開發產業化技術，以兼顧磊晶技術之實用性與未來性。此外，太陽電池模組驗證實驗室將持續與 UL 合作，導入 UL 之實驗室認證機制，建立 UL 認可之太陽電池模組驗證技術，協助國內模組產品獲得國際認證。		
6.本計畫之分項內容既包含「推廣」之任務，宜多注重與廠商之合作，並視技術移轉為重要成就。	謝謝委員意見。目前，核研所與技轉、技服、合作廠商仍保持密切連繫；國內廠商欲至國外承包大型太陽能發電系統建置案，屢次至核研所徵詢意見，以進一步了解建置問題及關鍵技術。未來，在 HCPV 領域，核研所將持續研發精進相關技術，並與國內廠商協同合作，採		

	取技轉、技服或合作開發方式，促進我國 HCPV 太陽光電產業之發展。
7.本計畫經費、人力與工作匹配與原計畫一致。	謝謝委員意見。
8.本計畫執行時間合適，非常有助於國內綠能產業能力之建構。	謝謝委員意見。
9.本計畫原訂各項績效評核指標，皆順利達成且有超前情形。	謝謝委員意見。
10.本計畫依規劃完成符合國際規範之實驗室建置，並建立扶植 HCPV 相關產業鏈之堅實基礎，成效卓著，建議准予結案。	謝謝委員意見。
11.本計畫研發成果可再進一步加強推廣。	將主動積極與相關廠商保持互動，瞭解需求，透過技轉、技服或諮詢服務，促進產業發展。
12.Core IP 可加強申請專利保護，尤其是歐盟的專利。	未來將加強核心技術之專利申請，亦將歐盟專利申請列為重要考量。
13.建議將 cell 轉換效率對時間作圖，並與國外比較。	因本計畫為兩年期，故計畫書中並未針對長遠規劃進行量化論述。核研所與本研究內容相關之中長期計畫，皆有敘明核研所對於 cell 效率之進展規劃，例如能源國家型計畫之計畫書中表示，2013 年目標效率為 43%，2016 年之目標效率則達到 45%，與國外相較並不遜色。
14.目前國外商用磊晶片已有約 38%，本計畫下一年度欲達成 35%效率，98 年度僅達成 25%，仍有一段距離，下一年度仍待努力。	目前市場上聚光型太陽電池產品的最高效率確為 38%，僅有兩家公司擁有量產品，均為冷戰時期太空技術，由國家全力支援之技術背景。本研究以二年之時程，將目標設定為 35%，實屬非常積極，國內產學界許多單位已努力數年，仍未突破 35%所在多有，該技術之難度可見一斑。本計畫年度之目標為雙接面太陽電池 25%，2010 年為三接面太陽電池 35%，目前第三接面之研究進度順利，而本研究之中程目標為 45%，望能提供國內業界豐沛之技術支援。