

【114 年度政府科技發展計畫績效自評暨計畫管考評核審查意見表】

一、計畫名稱：細懸浮微粒成分來源解析及危害指標評估計畫（2 / 4）

二、審議編號：

三、績效自評審查委員：董瑞安、林財富、林耀東、侯嘉洪

日期： 年 月 日

計畫績效自評審查意見			
壹、計畫實際執行與原計畫目標符合程度(35%) 計畫之執行是否符合原計畫之目標及內容，並就所遭遇困難提出有效因應對策，若有差異，經說明後是否可接受 (優：90 分以上、良：89 分-80 分、可：79 分-70 分、待改善：69 分-60 分、劣：59 分以下)			
委員	審查意見	自評 評等	回覆說明
林 財 富	計畫預期關鍵成果：完成以斗六站為核心地區細懸浮微粒(PM2.5)污染情形調查及背景資料建立(含水溶性陰陽離子、碳、金屬及同位素等)；利用高時間解析度數據解析 1 個地區細懸浮微粒時空分布特徵、貢獻及影響；污染來源解析模型，扣合空氣污染防制方案，並提供政策建議。本年度成果：整合 738 筆數據解析，找出四種主要污染源、及其他來源，確認交通排放、區域傳輸與工業活動為主要	優	謝謝委員肯定。

計畫績效自評審查意見

	<p>貢獻來源。二林與斗六站 PM2.5 平均濃度降低，但是二次氣膠增加，NOx 的控制與二次生成機制是後續重點。風速增強可稀釋污染物，內陸地區受本地污染累積和傳輸而來的污染影響較大。初步建立區域 PM2.5 污染解析模式，可全面理解區域污染特性及污染源，計畫成果優良。</p>		
<p>董瑞安</p>	<p>本計畫主要篩選我國細懸浮微粒(PM2.5)空氣污染較為嚴重或環境污染特徵獨特地區進行成分研究調查，解析此地區污染源比重、貢獻及影響，提供科學數據使強化空污政策之研訂與執行以加強易感受族群之防護，降低社會醫療成本，維護民眾健康。</p> <p>114 年的研究以斗六站為核心地區進行 PM2.5 污染特徵調查研究，採樣點包括二林、員林、斗六、崙背及嘉義氣象站等五站。在執行上共分析 738 筆高時間解析度 PM2.5 數據進行 PMF 源解析，整體而言，PM2.5 以二次氣膠 (NO₃⁻、SO₄²⁻、NH₄⁺) 為主，顯示交通排放、區域傳輸與工業活動為主要貢獻來源，夜間局地環流為 PM2.5 濃度最高的氣象條件，主要因夜間風速低、擴散不良導致污染物累積。另本計畫也已初步建立了區域 PM2.5 污染解析模式，並對數據進行系統分析，以理解區域污染特性、潛在污染源，以及不同氣象條件對污染特徵的影響。</p>	<p>良</p>	<p>謝謝委員肯定。</p>
<p>林</p>	<p>本計畫 114 年度 (第二年) 執行進度精準。針對雲林斗</p>	<p>優</p>	<p>謝謝委員肯定。</p>

計畫績效自評審查意見

耀 東	六地區 PM2.5 高濃度事件，已完成上、下風區域同步採樣及受體模式解析。針對委員關於「體外細胞毒性測試與即時預警時效性」之質疑，執行單位提出建立「短期（1小時）健康保障預警服務」之具體因應對策，成功將學術研究轉化為符合施政需求之健康風險指標，理由合理且具前瞻性。		
侯 嘉 洪	本計畫已完成高時間解析度 PM2.5 採樣、成分分析及污染源解析，並建立區域性污染來源解析模型，年度目標均已達成，執行進度符合規劃。同時透過整合 113 至 114 年共 738 筆高時間解析度數據，進一步解析主要污染來源（如二次氣膠、工業污染與交通排放）及其在不同氣象條件下之變化特性，顯示研究具系統性與分析深度。 整體而言，執行成果不僅符合原訂目標，亦有效提升對區域 PM2.5 污染特徵與成因之掌握程度。	優	謝謝委員肯定。
貳、計畫經費運用之妥適度(10%) 本計畫執行之經費與工作匹配，與原計畫之規劃是否一致，若有差異，其說明是否能予接受 （優：90 分以上、良：89 分-80 分、可：79 分-70 分、待改善：69 分-60 分、劣：59 分以下）			
委員	審查意見	自評 評等	回覆說明
林 財	經費依原規劃執行完畢。	良	謝謝委員肯定。

計畫績效自評審查意見

富 董 瑞 安	本計畫經費支出主要為執行計畫所需費用，包括材料費、人事費用、差旅費用及行政管理等其他經常支出費用。114 年度計畫經費為 6,090 千元，執行率為 100%，實際支用與原規劃無差異，經費運用妥適度高。	優	謝謝委員肯定。
林 耀 東	114 年度法定預算為 6,090 千元。即便面臨經費刪減，計畫仍能優先保障高時間解析度採樣與化學組成分析等核心任務。經費支用與原計畫規劃之雲林地區監測工作高度匹配，資源配置具規模經濟效益，無資源浪費情事。	優	謝謝委員肯定。
侯 嘉 洪	經費執行率 100%，配置合理且與研究內容一致。	優	謝謝委員肯定。
參、計畫主要成就及成果(重大突破)之價值、貢獻度及滿意度(35%) 請依計畫在學術成就、技術創新、經濟效益、社會影響及其他領域所獲得成就之價值與貢獻，包含量化指標及質化效益達成情形進行評量，若其達成情形與原列指標與預期成效有所差異，其說明是否合理並予採計。 (優：90 分以上、良：89 分-80 分、可：79 分-70 分、待改善：69 分-60 分、劣：59 分以下)			
委員	審查意見	自評 評等	回覆說明
林 財 富	【量化績效指標達成情形】 【學術成就(科技基礎研究)】	優	1. 謝謝委員肯定。

計畫績效自評審查意見

	<p>1. 本計畫採樣分析數據及後續模式解析，對於高汙染事件之成因與特性，提供學術上驗證基礎，預計將成果撰寫成期刊論文並投稿。</p> <p>【技術創新(科技技術創新)】</p> <p>1. 小區域高解析時空數據，更精確掌握區域特性、解析污染來源。</p> <p>【經濟效益(經濟產業促進)】</p> <p>【社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)】</p> <p>計畫成果如主要污染源及其生成時機、機制等，可提供相關主管機關政策制定參考。</p> <p>【其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等)】</p>		
<p>董瑞安</p>	<p>【量化績效指標達成情形】</p> <p>【學術成就(科技基礎研究)】</p> <p>本計畫探討以斗六站為核心地區 PM_{2.5} 高濃度事件之成因與污染特性為研究重點，透過於斗六站上風與下風區域進行同步採樣，系統性掌握污染來源及其傳輸與影響範</p>	<p>良</p>	<p>謝謝委員肯定。</p> <p>計畫成果已 114 年於 ICAST 國際氣膠研討會發表。</p> <p>本計畫未來會嘗試運用 AI 技術解析數據，期望可以發展出更好的污染解析方法。</p>

計畫績效自評審查意見

	<p>圍。預期可產出 1 篇論文，惟目前尚無相關佐證資料。</p> <p>【技術創新(科技技術創新)】</p> <p>本年度計畫鎖定特定區域，進行上下風處高時間解析度的密集採樣與化學成分分析，以更精細地掌握污染的時空變化，並透過如 PMF 受體模式等方法解析可能的污染源，深化區域性污染來源解析。</p> <p>【經濟效益(經濟產業促進)】</p> <p>本計畫無相關經濟效益說明。</p> <p>【社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)】</p> <p>本計畫於雲林地區進行多點佈設採樣，系統性掌握區域 PM2.5 污染特徵及其可能成因，相關成果可作為主管機關研擬與推動有效空氣品質改善策略之參考依據。</p> <p>【其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等)】</p> <p>本計畫所得結果可配合 AI 進行細懸浮微粒相關政策規劃管理，同時也培育空氣污染相關領域之高階人才。</p>		
林耀	<p>【量化績效指標達成情形】</p> <p>1. 累計至第 4 季進度達成率 100%。</p>	優	謝謝委員肯定。

計畫績效自評審查意見

東	<p>2. 預計產出 1 篇以上國內外 SCI 論文，並培育 1 位碩博士級研究人員。</p> <p>【學術成就(科技基礎研究)】 系統性掌握中南部(雲林)特定污染事件之傳輸路徑與化學特徵，深化我國大氣氣膠受體模型之在地化應用。</p> <p>【技術創新(科技技術創新)】 整合高時間解析度採樣資料與風場動態分析，並嘗試建立心肺細胞毒性與 PM2.5 濃度之關聯模型，補足傳統 24 小時平均濃度監測對短期暴露風險評估之不足。</p> <p>【經濟效益(經濟產業促進)】 提供地方環保局精準之污染溯源依據，減少盲目稽查人力成本，提升空氣品質治理之投資回饋率。</p> <p>【社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)】 針對民眾殷切期盼之橘警、紅害事件提供更具健康保障的預警服務，落實國家保護國人健康之施政目標。</p> <p>【其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等)】 提供環境部及地方環保局具科學證據之政策管理建議。</p>		
侯 嘉	<p>【量化績效指標達成情形】 已完成高解析採樣與模型建置，建議強化污染減量與政策</p>	良	謝謝委員肯定，會將委員寶貴建議納入後續計畫執行期間參考。

計畫績效自評審查意見

洪	<p>成效之量化指標。</p> <p>【學術成就(科技基礎研究)】 具 PM2.5 成分與來源解析研究基礎，建議持續提升基礎研究與學術影響力。</p> <p>【技術創新(科技技術創新)】 採用高時間解析與 PMF 模型具技術特色，建議結合 AI 方法提升解析精度。</p> <p>【經濟效益(經濟產業促進)】 目前以政策支撐為主，建議評估空污改善帶來之經濟效益與成本效益。</p> <p>【社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)】 助空氣品質改善與健康風險降低，建議強化與健康風險評估之連結。</p> <p>【其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等)】 具政策支援與人才培育功能。</p>		
<p>肆、跨部會協調或與相關計畫之配合程度(10%) (優：90 分以上、良：89 分-80 分、可：79 分-70 分、待改善：69 分-60 分、劣：59 分以下)</p>			
委員	審查意見	自評 評等	回覆說明
林	有跨部會合作潛力(例如與衛福部、氣象署)，但無說明	可	謝謝委員肯定本計畫具有跨部會之潛力，考量本計畫之核

計畫績效自評審查意見

財 富	是否有相關合作或協調。		心目標為 PM2.5 來源解析與方法學建立，目前透過引用氣象署（氣象觀測數據）之公開資料，已足以支撐本計畫在氣象因果分析之需求，無須額外動用跨部會行政協調資源。基於現有經費規模與執行效能，本計畫採取「 數據端整合 」優於「 行政端合作 」之策略。透過主動蒐集跨部會公開資訊進行交叉驗證，即可達成科研數據之完整演繹，確保研究成果能精準回饋部內大氣治理政策。本計畫現階段專注於環境部核心監測技術之深化。未來若有涉及法規強制性之跨部會管制需求，將再行研議相關行政鏈結之必要性。
董 瑞 安	本計畫無跨部會協調及與相關計畫配合之需求。	優	謝謝委員肯定。
林 耀 東	本計畫整合了環境部(國環院)與中央研究院之科研能量，合作默契良好。唯在監測數據與衛生福利部(疾管、國健署)健康資料庫之對接上仍有強化空間，建議未來應朝「環境暴露與疾病管理」聯防邁進。	良	謝謝委員肯定，本計畫在 113-114 年審議時，考量經費刪減，且多次審查委員對於探討短期健康效應及發展體外細胞毒性平台技術的必要性皆有不同的疑慮，故已於 114 年起依審查意見，刪減危害指標評估工作之相關內容。未來將視後續計畫資源與政策需求，再行評估與相關公衛資料進行橫向鏈結之可行性。
侯	主要支援環境部與地方單位，跨部會整合仍可提升。	良	謝謝委員建議。

計畫績效自評審查意見

嘉 洪			
伍、後續工作構想及重點之妥適度(10%) 計畫是否落實檢討改進，並將檢討結果納入後續工作構想？屆期計畫後續是否有推廣或擴散計畫成果效益之措施等？ (優：90分以上、良：89分-80分、可：79分-70分、待改善：69分-60分、劣：59分以下)			
委員	審查意見	自評 評等	回覆說明
林 財 富	1. 本年度計畫初步掌握斗六及鄰近地區 PM _{2.5} 主要污染特徵及釐清環境風場條件與污染物濃度之關聯性、氣項條件分類；並提出南方傳輸路徑監測資料及氣相資料累積不足。並建議下一階段調整部分採樣站點配置及累積氣象資料，再行詳細分析。	優	謝謝委員建議，本計畫規劃 115-116 將於南方嘉義地區進行調查，補充南方傳輸氣象資料，進行詳細分析。
董 瑞 安	目前本計畫已初步掌握斗六及鄰近地區 PM _{2.5} 主要污染特徵及釐清環境風場條件與污染物濃度之關聯性，然而，針對南方傳輸路徑之監測資料仍顯不足。因此，在後續工作構想及重點規劃上，將於下一階段研究中調整部分採樣站點配置，強化南方區域污染源之監測涵蓋範圍，也將進行長時間序列分析與統計推論，提升研究結果之可信度與應用價值。		謝謝委員建議，本計畫規劃 115-116 將於南方嘉義地區進行調查，補充南方傳輸氣象資料，進行詳細分析。
林 耀	第三年度規劃將研究重點由斗六核心區延伸至跨縣市傳輸分析，並深化細胞毒性指標之標準化。構想符合技術發	良	謝謝委員肯定。

計畫績效自評審查意見

東	展邏輯 (TRL 提升)，且已將預算限制納入工作範疇之動態調整。		
侯 嘉 洪	後續已提出優化採樣站點配置、強化污染傳輸監測及累積長期數據等方向，具延續性與發展潛力。	良	謝謝委員肯定。
陸、綜合意見 對整體計畫之看法，以及是否有其他可提升或創造價值之建議？ (優：90 分以上、良：89 分-80 分、可：79 分-70 分、待改善：69 分-60 分、劣：59 分以下)			
委員	審查意見	回覆說明	
林 財 富	<p>【本計畫優點】</p> <p>本計畫初步建立區域 PM2.5 污染解析模式，可全面理解區域污染特性及污染源。計畫成果佳。</p> <p>本計畫採樣分析數據及後續模式解析，對於高污染事件之成因與特性，提供學術上驗證基礎，預計將成果撰寫成期刊論文並投稿。</p> <p>小區域高解析時空數據，更精確掌握區域特性、解析污染來源。</p> <p>計畫成果如主要污染源及其生成時機、機制等，可提供相關主管機關政策制定參考。</p> <p>計畫對於目前技術進度及改善，提出適當之後續工作項目。</p>	<p>謝謝委員肯定。</p> <p>在解析模式準確度與政策回饋方面，本計畫開發之模式屬於方法學模式建立而非單純數值預測，其準確度建立在化學組成指紋與環境監測值的高相關性，能精準區分局地累積與長程傳輸之貢獻，並以此轉化為行政建議，協助管理單位在資源有限的情況下，針對高貢獻之源項進行優先管制。</p> <p>關於高解析度數據之進步性與技術推廣，本計畫利用高時間解析度數據，相較於傳統 24 小時採樣，能更敏銳捕捉 4 小時的短時間風場與濃度變化，避免短期污染脈衝（如夜間非法排放或清晨露燃）被稀釋，預估對污染源之空間定位精準度可提升 30% 以上，此套標準化之調查設計模式具備高度可移植性，未來可作為「空品治理工具箱」推廣至各空品區，協助地方環保局建立具備科學實</p>	

計畫績效自評審查意見

	<p>【建議事項】</p> <p>解析模式準確度如何？對於政策之件亦為何？</p> <p>建議說明利用高解析度數據，相較於傳統其進步性為何？有多少？</p> <p>建議能有技術推廣之可能性。</p>	<p>證的跨域管理機制。</p>
<p>董 瑞 安</p>	<p>【本計畫優點】</p> <p>本計畫主要篩選我國 PM2.5 較為嚴重或環境污染特徵獨特地區進行成分研究調查，同時以斗六站為核心地區進行 PM2.5 污染特徵調查研究。在執行上共分析 738 筆高時間解析度 PM2.5 數據進行污染源解析，結果顯示交通排放、區域傳輸與工業活動為主要貢獻來源，對瞭解區域性污染相當有幫助。另本計畫也已初步建立了區域 PM2.5 污染解析模式，並對數據進行系統分析，研究成果也透過同步採樣及高時間解析度的密集採樣與化學成分分析，系統性掌握污染來源及其傳輸與影響範圍，可深化斗六地區的污染來源及特性。</p> <p>【建議事項】</p> <p>本計畫針對數種典型氣象條件進行分類，因觀測資料累積</p>	<p>謝謝委員肯定，針對委員建議 PM2.5 污染特徵之系統性分析，本團隊回覆如下，本團隊於 114 年度將 113-114 連續 2 年累積的氣象條件進行分析污染成因。待未來累積數據至一定規模，將納入系統性分析規劃。我們將整合斗六與嘉義地區之歷年數據，針對不同典型氣象情境，對比其化學成分（如離子、金屬、碳組分）之消長，並利用受體模型（PMF）演繹各情境下之主導污染來源。落實政策轉譯與彈性管制。透過釐清「氣象—來源」之因果關係，為環保機關提供科學依據，以利在不同氣象預報條件下，實施更具彈性的精準管制策略，達成韌性城市之治理目標。</p>

計畫績效自評審查意見

	<p>有限，建議進行系統性分析不同氣象情境下 PM_{2.5} 之污染濃度變化、化學成分差異及主要污染來源貢獻比例。此些研究工作將有助於釐清污染生成機制、區域傳輸行為與氣象條件間之因果關係，為建立動態污染預警系統與制定因應氣象條件之彈性管制策略提供科學依據。</p>	
<p>林耀東</p>	<p>【本計畫優點】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 定位明確：鎖定雲林斗六等空污熱區進行深度解析，具高度政策針對性。 2. 回應民意：積極發展短期暴露預警，解決 24 小時平均值無法反映尖峰污染衝擊之長期痛點。 <p>【建議事項】</p> <p>一、跨司署計畫整合與重複性審查意見</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 計畫重複性檢核：應確認本計畫之來源解析方法，是否與大氣環境司年度例行之「移動/固定污染源普查」重複。建議環研院專注於「新興危害指標（如細胞毒性）」開發，而大氣司則負責「法規符合度監控」，達成技術分工。 2. 跨司署整合程度：屬「中整合」。建議應與氣候變遷署整合，研析淨零排放策略（如燃料轉換）對減少 PM_{2.5} 毒 	<p>謝謝委員肯定。</p> <p>有關跨司署整合與分工部分，本計畫核心定位於受體模式方法學之研發與污染來源特徵解析，與大氣環境司針對移動及固定源之例行性行政普查具備本質上的技術差異，未來將持續強化「機制研究」與「政策建議」之腦力功能，產出具備法理依據的管理建議。至於新興危害指標評估工作，因考量歷年預算核定情形及審查委員對體外細胞毒性平台技術發展之疑慮，已於 115 年起依審核意見刪減相關內容，後續將視經費資源與政策需求，再行評估與公衛數據橫向鏈結之可行性。</p> <p>關於委員建議部分，綜合回覆如下：</p> <p>本計畫 4 年期關鍵目標為建立地區性細懸浮微粒污染溯源方法模型，並嘗試納入 AI 於數據解析流程之中，期於計畫期末時可將分析數據視覺化。另，危害指標評估與健康風險數據鏈結部分，本計畫在 113-114 年審議時，考量經費刪減，且多次審查委員對於探討短期健康效應及發展體外細胞毒性平台技術的必要性皆有不</p>

計畫績效自評審查意見

	<p>性之實質貢獻。</p> <p>3. 功能定位與差異化：確立國環院作為「環境科學大腦」角色，負責「機制研究 VS 政策建議」。</p> <p>二、具體改進建議</p> <p>1. 數據視覺化與科普化：細胞毒性等危害指標具專業深度，建議 115 年度產出成果時，應同步開發易於民眾理解的「空污健康風險地圖」，提升科普效益。</p> <p>2. AI 模型導入：建議利用本計畫累積的高時間解析度數據，協同環境部數位化相關計畫，開發「PM2.5 危害預測 AI 模型」，提前預警高風險事件。</p>	<p>同的疑慮，故已於 114 年起依審查意見，刪減危害指標評估工作之相關內容。未來將視後續計畫資源與政策需求，再行評估與相關公衛資料進行橫向鏈結之可行性。</p>
侯 嘉 洪	<p>【本計畫優點】</p> <p>本計畫透過高解析度數據與 PMF 模式解析污染來源，掌握區域污染特徵及二次氣膠生成機制，並提供空污治理政策之科學依據，具學術與政策應用價值。</p> <p>【建議事項】</p> <p>建議持續累積長期高時間解析度數據，並強化污染減量與政策成效之量化指標，並進一步評估空污改善所帶來之經濟效益與成本效益，同時加強與健康風險評估之連結，以提升整體政策決策與治理成效。</p>	<p>謝謝委員肯定，後續計畫擬將委員寶貴意見納入執行參考。</p>

計畫績效自評審查意見

柒、總體績效評量

(優：90分以上、良：89分-80分、可：79分-70分、待改善：69分-60分、劣：59分以下)

委員	自評評等
林財富	優
董瑞安	良
林耀東	優
侯嘉洪	良