

【113 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：新世代污染鑑識及感測技術開發計畫(3/4)

二、審議編號：113-0331-02-28-01

三、績效自評審查委員：江康鈺、李俊璋、童心欣、龍世俊、謝秉志

1.			
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%) 本項目在評核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	回復說明
1-1	本計畫總目標規劃達成強化污染源追蹤溯源效率與科學化證據，以及研發新興即時智慧化感測與提升流域管理之量能等目標，計畫執行成果符合原預期之目標。	良	感謝委員意見。
1-2	1.尚稱符合原計畫之目標及內容。 2.主要工作項目推動具體成果未填寫。	良	感謝委員意見。 感謝委員意見，已填報。
1-3	本計畫成果與原計畫目標及內容一致。已完成許多關鍵任務。雖然有遭遇挑戰，例如環境因子變異影響鑑識技術應用的穩定度，部分測試結果仍需進一步驗證，但已提出合理的因應措施，並持續優化技術。	優	感謝委員意見，本計畫將持續優化技術發展。
1-4	目標2、3、4皆有具體成果，亦符合原目標。但目標1之成效並未清楚呈現，只知道完成了工作項目，並未呈現完成之事項是否達成原先預期目標。例如：1-1，已完成2次源採樣，但未說明是否解析該場域不同氣候條件之成分差異。1-4運用建立之細胞毒性檢測技術，完成細懸浮微粒樣品的細胞毒性評估。目前僅呈現”驗證替代動	良	目標1之研究係探討雲林及嘉義地區PM _{2.5} 中的成分變化情形，於4月、7月及10月等不同氣候條件時進行採樣，4月份為空氣污染高濃度季節（春季），採樣期間為高壓出海及高壓迴流天氣型態，雲嘉等兩地區因環境風場為西風及西北風，導致西半部擴散差污染物累積，成分主要以硝酸根（斗六工業區：6.1±5.0μg/m ³ 、斗六市區：5.9±4.4 μg/m ³ 、嘉義市區：4.3±3.9μg/m ³ ）為主，其次為硫酸根（斗六工業區：5.8±1.4μg/m ³ 、斗六市區：5.5±1.2μg/m ³ 、嘉義市區：5.9±1.

1.

	物毒性評估檢測技術”，不清楚此技術是否真能檢驗台灣懸浮微粒樣品的細胞毒性，在報告中都未清楚說明。		4 μg/m³）。7月為夏季時期環境風場以西及西南風為主，採樣期間低壓通過，臺灣整體環境濃度低，PM_{2.5}平均約在10μg/m³以下，其中成分以硫酸根為主（斗六工業區：2.0±0.8 μg/m³、斗六市區：1.9±0.8μg/m³、嘉義市區：1.8±0.7μg/m³），硝酸根（斗六工業區：0.2±0.1μg/m³、斗六市區：0.2±0.1μg/m³、嘉義市區：0.2±0.1 μg/m³）。 10月份雲嘉地區環境風場逐漸轉為北北西風，採樣期間為高壓出海，整體環境PM_{2.5}濃度尚未大幅上升，平均濃度約23.5μg/m³，其成分主要以硫酸根為主（斗六市區：3.5±0.9 μg/m³、嘉義市區：3.9±1.1μg/m³），硝酸根次之（斗六市區：0.9±0.4μg/m³、嘉義市區：1.1±0.6 μg/m³）。 綜上，可以發現硝酸鹽增加與當地的天氣型態息息相關，當春季空污事件發生時，雲嘉地區均以硝酸根為主要成分且多為風速低擴散不佳導致本地污染物累積，而秋季之分析結果顯示硫酸鹽濃度高於硝酸鹽，表示雲嘉地區污染物非一直以硝酸鹽為主。透過採樣觀測分析，說明需持續了解PM_{2.5}的成分，以釐清不同天氣型態對空污的影響以及污染事件的成因。
1-5	本計畫主要進行尖端鑑識分析技術開發、新興水質感測技術研發、飲用水安全管理政策推動、及聲光波物理性公害鑑測工作。本年度執行內容與目標相符，執行過程順利，研究成果豐碩。	優	感謝委員意見。

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	回復說明
2-1	經費運用妥適，目前僅人事費標餘款剩餘 29 千元，執行成果符合預期規劃。	良	感謝委員意見。
2-2	1.與原規劃尚稱符合執行率99.92	優	感謝委員意見。

1.			
	%。 2.本案經常門29,521千元、資本門8,620千元均已完成撥款，其中經常門29千元係人事費標餘款。		
2-3	本計畫法定預算為38,170千元，實際執行率100%，資金分配於人事費、材料費、儀器設備等，符合原計畫規劃。	優	感謝委員意見。
2-4	執行之經費與工作匹配，與原規劃一致。執行率99.92%，相當好。差異處之說明合理。	優	感謝委員意見。
2-5	本年度計畫經費支用良好，完成100%支用。	優	感謝委員意見。
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	回復說明
3-1	【量化績效指標達成情形】 缺資料說明。 【學術成就(科技基礎研究)】 計畫執行成果共發表4篇學術論文，且已發表於國內相關學術研討會；同時對於水質感測元件發展、物聯網應用及水體流量感測等應用，有具體之成果展現。 【技術創新(科技技術創新)】 有關水質感測技術之研發成果，有一項美國專利申請中。 【經濟效益(經濟產業促進)】 本計畫衍生之技術權利金約為新台幣46萬元。 【社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)】 本計畫藉由固定式或移動式水質感測器，針對民眾陳情和重大污染事件疑慮的地區，進行感測器	良	感謝委員意見。 感謝委員意見。 感謝委員意見。 感謝委員意見。

1.			
	布建及監測，共計有91件水質發現異常趨勢並成功稽查之結果，累計裁罰金額超過6,400萬元。 【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)】		
3-2	【量化績效指標達成情形】 1.無彙整表難以認定 【學術成就(科技基礎研究)】 1.1篇國內期刊論文發表 2.3篇國內研討會發表。 【技術創新(科技技術創新)】 1.各項創新技術發展尚符合預期。 2.1項專利於美國審查中 【經濟效益(經濟產業促進)】 1.本計畫之研究成果尚無技轉權利金收入。 【社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)】 1.雖有參與研討會、展覽場等活動，後續社會影響尚待觀察。 【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)】 1.關於光污染量測方法草案、波束成型電磁波量測方法草案之效益待觀察。	良	感謝委員意見。 感謝委員意見。 感謝委員意見，說明如下： 本計畫執行以來逐年針對已開發技術進行專利或技術移轉，為了將國產開發技術落地並擴大發展，於108、110及111年分別對廣域科技股份有限公司、奇輝資訊有限公司及儀展科技有限公司應用「浮動式水質連續監測平臺」、「即時線上餘氯電化學感測元件技術」及「多成分光學式水質即時監測」進行3件技術移轉，本年度(113)新增權利金463,680元，上繳權利金185,472元；本計畫累計獲得技術授權金額2,300,000元，逐年權利金3,243,768元，繳庫權利金1,402,821元。 感謝委員意見。
3-3	【量化績效指標達成情形】 於雲林、嘉義等地完成99個細懸浮微粒樣品採樣與分析，涵蓋不同氣候條件與污染時段。完成9家電弧爐煉鋼廠及2家一貫作業煉鋼廠之副產物採樣，比對特徵差異。研發4台小型化光學感測	優	【量化績效指標達成情形】 完成雲林嘉義等兩地區細懸浮微粒採樣及分析，初步了解不同季節的氣候與天氣型態對PM2.5主要成分之變化狀況。完成9家電弧爐煉鋼廠及2家一貫作業煉鋼廠採樣，累計85個樣品採集及分析，比對樣品外觀、元素及結晶物種在各製程之差異，以應用

1.

模組，進行連續測試，提升水質監測能力。

【學術成就(科技基礎研究)】

發展電子顯微鏡-微區X射線螢光技術，提升污染源解析能力。進行污染物細胞毒性分析，為環境健康風險評估提供依據提供細懸浮微粒污染源

【技術創新(科技技術創新)】

整合伏安法重金屬感測系統，可應用於河川水、自來水等場域。開發水質感測原型機，具備即時數據傳輸能力，適用於智能環境監測網絡。LED閃爍光源曝露評估技術進一步驗證，有助於光污染管理標準制定。

【經濟效益(經濟產業促進)】

新開發的水質感測技術可減少傳統監測成本，提高監測頻率與精度，提升國內環境監測設備的自主技術能力。細懸浮微粒鑑識技術可應用於環保稽查，提升污染責任追蹤的科學證據能力，進而提高企業環境合規成本效益。

【社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)】

透過污染物指紋資料庫建置，可提升污染事件的溯源效率，減少民眾受害時間。改進飲用水污染物篩選機制，能強化飲用水安全保障，降低潛在健康風險。5G電磁波環境曝露量測與聲光波污染監測研究，可為未來環境法規提供科學依據。

【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)】

可作為未來環境監測法規修訂的技術參考依據。

於未來環境污染鑑識，並已撰寫成果報告，將投稿於環分學會發表。並將持續推動聲光波物理性公害鑑測及防治技術之科技研究，並驗證相關技術，以完備光污染管理標準之制定。

113年度針對4台小型化光學感測模組進行功能升級並與既有固定式感測器系統整合後，於實際環境場域進行為期1個月的連續運作。測試結果顯示，新版光學感測模組能提供更穩定、連續且較高精度的感測數據，並可自主運作長達2至3週，大幅降低人工維護的頻率。此成果充分驗證小型化光學感測模組在實際應用場域中的可行性與優越性，為未來更廣泛的環境監測提供可靠的技術支持。

【技術創新(科技技術創新)】

感謝委員肯定，計畫團隊過去所開發的重金屬感測系統，現已成功整合至固定式感測設備，並於實廠進行應用，支援淨水廠及環境監測作業。113年針對重金屬感測模組進行演算法修正及系統優化，顯著提升感測數據品質，以滿足更高水準的監測需求。

【經濟效益(經濟產業促進)】

感謝委員肯定，未來將持續精進水質感測器，及提高即時水質感測數據品質。

【社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)】

本計畫已於113年完成抽驗29項新興污染物3041處次調查，部分項目雖有檢出但低於國際管理參考值，顯示我國淨水場暫無顯著風險。

【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)】

謝謝委員意見，參考該計畫之新興關注項目篩選原則，本部於113年3月11日訂定「飲用水水質新興關注項目檢測管理及篩選作業指引」，據以篩選、訂定指引值與檢測管理新興污染物項目，透過指引值先行管理作為，

1.			
			促使水事業優先加速推動強化淨水處理設施。將持續推動聲光波物理性公害鑑測及防治技術之科技研究，將相關科學數據納入法規研訂之依據。
3-4	【量化績效指標達成情形】 達成。 【學術成就(科技基礎研究)】 有相關發表。 【技術創新(科技技術創新)】 技術測試中，有進展。 【經濟效益(經濟產業促進)】 108年完成之「浮動式水質連續監測平台」是以前之成果，本計畫之成果經濟效益尚不明顯。 【社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)】 訂定「飲用水水質新興關注項目檢測管理及篩選作業指引」，成果具體。 【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)】 修正發布飲用水水質標準第3-1條、完成光污染量測方法草案、完成波束成型電磁波量測方法草案等，成果具體。	優	感謝委員意見。 感謝委員意見。 感謝委員意見。本計畫執行以來逐年針對已開發技術進行專利或技術移轉，除108年完成之「浮動式水質連續監測平台」技術外，亦於110及111年分別對奇輝資訊有限公司及儀展科技有限公司應用「即時線上餘氯電化學感測元件技術」及「多成分光學式水質即時監測」進行另外2件技術移轉；本計畫累計獲得技術授權金額2,300,000元，逐年權利金3,243,768元，上繳權利金1,402,821元。 【社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)】 本部於113年3月11日訂定「飲用水水質新興關注項目檢測管理及篩選作業指引」，據以篩選、訂定指引值與檢測管理新興污染物項目，透過指引值先行管理作為，促使水事業優先加速推動強化淨水處理設施。 【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)】 本部為加強管理飲用水新興污染物，根據國際管制趨勢及國內現況，滾動檢討修訂國內飲用水管理相關規定，已於113年11月25日發布飲用水水質標準，增訂PFAS標準(PFOA+PFOS≤50ng/L、PFOS+PFHxS≤70ng/L)等規定，此標準相較國際衛生組織(WHO)2022年

1.			
			草案(PFOA和PFOS各為100ng/L)及鄰近日本暫定目標值(PFOA+PFOS$\leq$50 ng/L)。 謝謝委員，將持續推動聲光波物理性公害鑑測及防治技術之量測方法訂定確認，以維環境與民眾生活福祉。
3-5	【量化績效指標達成情形】 本計畫完成所規劃之所有量化指標，計畫最終執行的量化數據皆超過原先規劃。 【學術成就(科技基礎研究)】 完成雲林及嘉義全自動高流量採樣、完成國際水質感測物聯網應用報告、發表4篇學術論文、完成淨水場原水/清水濃度分析等。學術成就良好。 【技術創新(科技技術創新)】 完成光學模組光源自動校準功能及實場連續運作、完成測試自動清洗功能移動式感測器，有效降低人力成本，提升水質監測的效率與可靠性。完成用無人機搭配感測器與採樣器作業提高人員安全性及成本效益。完成能控制策略，節省電能及減少碳排。並將研發成果申請專利。技術發展良好。 【經濟效益(經濟產業促進)】 本計畫有獲得權利金46萬元。 【社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)】 訂定「飲用水水質新興關注項目檢測管理及篩選作業指引」，建立標準檢測方法及執行檢測追蹤。也持續進行技術應用與露出，舉辦多場會參與展覽。協助稽查並取得裁罰金額，對於環境保護有正面助益。 【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)】	優	感謝委員意見。 感謝委員意見。 感謝委員意見。 感謝委員意見。 感謝委員意見。 感謝委員意見。

1.

	協助環境部進行政策管理，採用較嚴格之規定而領先國際。完成光污染量測方法草案及波束成型電磁波量測方法草案。並於營建工地完成研究測試。		感謝委員意見。
--	---	--	---------

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)

委員	審查意見	自評評等	回復說明
4-1	無資料說明。	良	
4-2	1.113年度尚無跨部會協調或與相關計畫之配合	良	感謝委員意見。
4-3	本計畫主要由環境部國家環境研究院執行，執行面向涵蓋空氣品質、水污染、光污染及電磁波等領域，與其他政府部門（如經濟部、水利署）在污染監測技術發展上具有協同效應。然而，報告中對於跨部會合作的具體機制著墨較少，未詳細說明如何與其他政府機構協作提升監測技術的實際應用。建議強化與其他部會（如水利署、經濟部能源局）的合作，確保新技術能更快導入法規應用。	良	謝謝委員，本計畫執行期間，協助環境管理署南區管理中心高雄旗山大林里轉爐石案、台南市光電廠增壓站低強度水泥含爐碴案、桃園市觀音區「鈦鐵礦氯化爐碴」案比對及數據解析。 將持續推動聲光波物理性公害鑑測及防治技術之科技研究，以維環境與民眾生活福祉。目前修正發布之「光污染管理指引」以與各目的事業主管機關進行光源之管制（包括內政部、交通部、經濟部、農業部及教育部等其他部會），擴大跨部會合作應用。 未來針對跨部會合作的規劃說明如下： 1.後續運用歷年水質測站資料與持續收集連續水文水質資料，建立區域性污染負荷評估模式，研析推估水體涵容能力之時空變化趨勢及研析運用水質感測物聯網推估即時水體涵容能力之可行性。將上述相關成果供管制策略參考。 2.後續應用可與相關污水處理主管機關進行討論，做為評估污水廠及節能減碳效益之參考。 另本計畫為建立國內飲用水新興關注項目本土資料，以撙節經費以提高檢項目及其量能，均透過各縣市環保局會同自來水事業共同公私協力，至國內淨水場執行採樣，再交受託廠商執行檢測。同時也讓自來水事業知悉檢測結果及國際管理作法，以及早因應。
4-4	無	-	

1.			
4-5	本計畫無與外部計畫進行配合之說明。	可	
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	回復說明
5-1	無。	良	
5-2	1.113年為第三年計畫，可持續執行。	良	
5-3	應持續擴大污染物指紋資料庫，強化污染溯源的精確度。進一步驗證開發的水質感測技術，提升在不同水體場域的適應性，並探索市場化應用可能性。針對5G電磁波、LED光污染等新興環境議題，建議提出具體管理策略與標準，並與現有環保政策銜接。可建立更完善的技術推廣計畫，確保已開發技術能夠進入環境監測市場，提高政策影響力。	優	謝謝委員意見，將持續推動聲光波物理性公害鑑測及防治技術之科技研究，納入法規研訂之參考，以確保相關研究技術實際運用於環境污染改善。
5-4	各項工作皆持續進行中。但目標1的四項工作比較像例行工作，看不太出來是否有新技術，也沒有推廣或擴散計畫，宜加強。	良	在台南市光電廠增壓站低強度水泥中含少量顆粒狀爐碴應用案例，利用所建立之爐碴鑲埋微區分析技術，找到其中包覆金屬及結晶物種特徵，本技術主要應用於環境污染鑑識，視業界、學界需求推廣新技術。 過去針對空氣中細懸浮微粒(PM_{2.5})的採樣，大多是蒐集24小時1張濾紙進行成分分析，無法看出短時間內PM_{2.5}成分變化趨勢；本研究以6小時蒐集1張濾紙進行採樣，提高時間解析度後，可觀察到當PM_{2.5}濃度增加時，主要成分硝酸鹽占比快速增加。了解PM_{2.5}成分變化情況，可提供科學實證支持，對地區性空污事件提供管制策略之參考依據。本計畫後續將加強推廣或擴散計畫效益。
5-5	依據總體計畫書，本計畫為第三年計畫。後續第四年可依據計畫書規劃持續進行，並建議在明年結束後進行總體四年計畫之回顧	優	謝謝委員意見。

1.			
	。		
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？			
委員	綜合意見	回復說明	
6-1	【本計畫優點】 【建議事項】 1.建議本計畫對於產業效益之推廣或技術授權金之成效，宜有進一步之推廣或應用計畫，以利計畫成果成果之展現。 2.對於學術成果發表建議除國內研討會或論壇外，宜有國際性之成果發表，更能彰顯計畫之執行成效。	謝謝委員意見。 謝謝委員意見，後續有機會將規劃於國際會議發表。	
6-2	【本計畫優點】 【建議事項】 1.已結合無人機與移動式設備之採樣與感測模式，預期可提升傳統監測對環境阻力的應變能力，建議應擴大實地應用之規模。 2.關於即時監測可為野生動植物提供更佳的生存條件，支持生物多樣性保護，建議與農業部合作應用 3.相關量測方法草案應儘速評估及施行。	謝謝委員，將持續推動聲光波物理性公害鑑測及防治技術之科技研究，將相關科學數據納入量測方法內，以完備量測方法草案。 感謝委員建議，未來若有相關經費，會持續針對無人機與移動式設備之採樣與感測模式，進行相關計畫之規劃與研擬，提升無人機採樣技術。	
6-3	【本計畫優點】 技術創新與應用：開發多項新興污染監測與鑑識技術，提升污染溯源與環境品質監測能力。執行效能良好：計畫目標達成率高，經費使用合理，執行進度與預期相符。 社會與環境貢獻：有助於提升環境監測精度、污染責任追溯能力，並提供未來法規修訂依據。 【建議事項】 建議加強跨部會合作，如與水利	接軌國際滾動式檢討並持續辦理飲用水新興關注項目抽驗，並持續依政策需求持續建立污染物指紋資料庫。 謝謝委員建議，將持續推動聲光波物理性公害鑑測及防治技術之科技研究，以維環境與民眾生活福祉。目前修正發布之「光污染管理指引」以與各目的事業主管機關進行光源之管制（包括內政部、交通部、經濟部、農業部及教育部等其他部會），擴大跨部會合作應用。	

1.		
	署、能源局等單位協調，提高新技術的法規應用可能性。另外，技術標準化與市場應用推廣上，建議建立更明確的技術標準與市場應用策略，確保研究成果能落地實施。建議擴大環境污染物指紋資料庫，提升污染溯源技術的應用範圍與精確度。績效表中建議將可填寫的項目填寫。	感謝委員建議，後續應用可與相關污水處理主管機關進行討論，做為評估污水廠及節能減碳效益之參考。
6-4	【本計畫優點】 目標2、3、4皆有具體成果，如上述。 【建議事項】 目標1要達到的具體成效不明確，應在最後一年加強。應具體規劃實質內容並強化其與施政目標間之關係。 年度執行摘要應撰寫預期成果之主要成果使用者/服務對象/合作對象。	謝謝委員意見。 謝謝委員意見。 謝謝委員意見。
6-5	【本計畫優點】 本計畫在技術層面的目標設計及結果良好，計畫執行都有進行量化評估，且最終研究成果皆符合目標，在政策面、技術面及社會面都有良好績效。 【建議事項】 就計畫結果報告來說，有關聲光波物理性公害鑑測及防治技術之科技研究政策推動方面的內容敘述較少，建議在明年執行完所有計畫後可以就此部分多做說明。	謝謝委員意見。
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	
7-1	良	
7-2	良	
7-3	優	

1.	
7-4	優
7-5	優