

# 【110 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：應用碳與鉛同位素鑑識技術評估細懸浮微粒的污染源計畫(3/3)

二、審議編號：110-0331-02-17-08

三、績效自評審查委員：林能暉、高志明、張添晉、顧洋、李俊璋

日期：111 年 3 月 8 日

## 第一部分、計畫管考評核-審查意見

### 壹、計畫執行情形管考填報資料

- 達成項目須有具體佐證，方予計分。
- 分數標準請依(實際達成值)/(原訂目標值)之結果對應參考繕打。

### 一、計畫「執行情形管考填報資料」與「法定版計畫書」扣合情形

18-20 分：計畫執行情形管考填寫與法定版計畫書完全一致，且有額外達成之項目。

16-17 分：計畫執行情形管考填寫與法定版計畫書完全一致。

14-15 分：計畫執行情形管考填寫與法定版計畫書大致相符。

12-13 分：超過 3 成以上管考填寫內容與法定版計畫書不符或未達成原訂目標，且仍須對所遭遇困難提出更有效可行之因應對策。

0-11 分：半數以上管考填寫內容與法定版計畫書不符或未達成原訂目標，且仍須對所遭遇困難提出更有效可行之因應對策。

委員	審查意見
1-1-1	計畫執行情形管考填寫與法定版計畫書相符。
1-1-2	本計畫應用前期計畫所建立的應用同位素在細懸浮微粒污染源鑑定之技術、經驗和資料和結合本計畫建立的污染源排放之細懸浮微粒同位素特徵，綜合討論無重大污染源，但細懸浮微粒污染情形仍舊嚴重的污染成因與來源，以利制定空氣污染減量措施與管制方案之參考，也可進行細懸浮微粒污染來源鑑定之應用。計畫執行情形管考填寫與法定版計畫書完全一致。
1-1-3	本計畫旨為建立嘉南地區大氣及細懸浮微粒同位素特徵，計畫之執行與法定版計畫目標相符。
1-1-4	計畫執行情形管考填寫資料與法定版計畫書之要求一致。
1-1-5	1. 無委外計畫執行報告，僅能由管考內容及績效報告評估。 2. 計畫執行情形管考填報內容與法定版計畫書契合且具一致性。

## 第一部分、計畫管考評核-審查意見

### 二、計畫關鍵績效指標達成情形

- 45-50分：依法定版計畫書填報之量化指標達成超越原計畫預期效益。  
 40-44分：依法定版計畫書填報之量化指標達成與原計畫預期效益相符。  
 35-39分：達成8成原計畫預期效益。  
 30-34分：達成6成原計畫預期效益。  
 0-29分：超過半數計畫預期效益未達成。

委員	審查意見
1-2-1	此為 3/3 計畫，以前兩年所建立之穩定同位素技術與經驗，本年度以南台灣為目標，探討細微粒汙染來源。與核定計畫書填報之量化指標達成與原計畫預期效益相符。
1-2-2	依據規劃執行已經完成春夏季周界採樣及 3 點重大污染源採樣，及資料彙，依法定版計畫書填報之量化指標達成與原計畫預期效益相符。
1-2-3	本計畫關鍵績效指標之國內外論文發表、研究技術人才培育及重要環境報告之撰寫符合原計畫預期之效益。
1-2-4	依法定版計畫書填報之量化指標達成與原計畫預期效益相符。
1-2-5	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. 依法定版計畫書填報之計畫關鍵績效指標達成情形與原計畫預期效益大致相符。</li> <li>4. 嘉義和台南地區之大氣 PM<sub>2.5</sub> 以硫酸鹽、硝酸鹽、銨鹽和有機碳為主要成分，其質量濃度約分別佔 PM<sub>2.5</sub> 質量濃度的 18%、25%、13%和 16%。</li> <li>5. 以 14C 推估 PM<sub>2.5</sub> 中碳的來源顯示，現代碳貢獻 PM<sub>2.5</sub> 總質量的 13%；化石碳貢獻 PM<sub>2.5</sub> 總質量的 10%。</li> <li>6. 整合鉛同位素和 PMF 的分析結果發現，整體來說，交通排放、工業鍋爐、鋼鐵廠和焚化爐排放是嘉南地區主要的鉛污染源。</li> <li>7. 整合 PMF 和同位素進行碳污染源的分析發現，交通排放、生質燃燒、焚化爐排放和重油燃燒是嘉南地區主要的碳污染源。</li> <li>8. 依據規劃執行完成春夏季周界採樣及 3 點重大污染源採樣及資料彙整，為何不選擇冬季可能有境外移入時進行採樣？</li> <li>9. 以上發現如何應用於 PM<sub>2.5</sub> 污染管制？</li> <li>10. 在嘉義縣市及台南市，PM<sub>2.5</sub> 在不同季節境外移入之比例為何？</li> </ol>

### 三、計畫質化效益達成情形

- 18-20分：具有重要突破事項。  
 16-17分：執行符合原訂目標。  
 14-15分：執行大致符合原訂目標。  
 12-13分：執行多數未符合原訂目標。  
 0-11分：執行極待改進。

## 第一部分、計畫管考評核-審查意見

委員	審查意見
1-3-1	執行符合原訂目標。
1-3-2	本計畫建立高雄和屏東地區等 8 個地區的大氣細懸浮微粒化學組成及碳與鉛同位素特徵；此外亦建立高雄港作業區內及其周遭排放之細懸浮微粒化學組成及同位素特徵；同時利用同位素分析技術和受體模式解析高屏空品區的大氣細懸浮微粒污染來源。執行符合原訂目標。
1-3-3	本計畫建立嘉南地區細懸浮微粒之同位素特徵，並與往年度調查區域分析比較，提高我國空氣污染源解析能力。
1-3-4	計畫執行符合原訂目標。
1-3-5	計畫質化效益達成情形符合原訂目標。

### 四、計畫特殊績效指標達成情形

不與關鍵績效指標及質化效益重複者，如：

- 國際競爭力或相關國際評比排名提升者。
- 外部評鑑或查核機制獲得獎項者。
- 計畫成效獲國內外媒體主動報導或論述肯定者。
- 業務創新、改良、簡化，有助提升政府施政效能，提高民眾對政府施政滿意度，效益具體顯著者。
- 計畫執行效能優良，有效降低計畫作業成本或提升執行效率者。
- 跨部會計畫規劃周詳且積極推動協調整合，計畫效益顯著者。
- 計畫規劃及執行過程納入社會多元參與，加強政策溝通及協調，有助計畫推動且效果具體顯著者。
- 其他因計畫執行所產生之特殊效益者。

9-10 分：所達成特殊績效超越原計畫預期效益。

8 分：所達成特殊績效與原計畫預期效益相符。

7 分：達成 8 成原計畫預期效益。

6 分：達成 6 成原計畫預期效益。

0-5 分：超過半數計畫預期效益未達成。

委員	審查意見
1-4-1	與原計畫相符。
1-4-2	所達成特殊績效與原計畫預期效益相符。
1-4-3	本計畫藉蒐集本土空污相關數據，以協助東南亞跨界污染問題之探討，亦可做為國際空污研究之借鑑，並藉此提升國際參與度。
1-4-4	本計畫執行有助提升政府施政效能，提高民眾對政府施政滿意度。

## 第一部分、計畫管考評核-審查意見

1-4-5

似無不與關鍵績效指標及質化效益重複之特殊績效指標。

請針對題目壹之子題一至四之審查結果，加總四項自評分數，以滿分 100 之分數制，給予計畫評核分數，並繕打綜合意見。(評核分數：83.2)

分數制	評等
90 分 以上	優
80 分-89 分	良
70 分-79 分	可
60 分-69 分	待改善
59 分以下	劣

委員	計畫評核 綜合意見	綜合意見 回復說明
1-1	此為 3/3 計畫，以前兩年所建立之穩定同位素技術與經驗，本年度以南台灣為目標，探討細微粒汙染來源。各項指標與核定計畫書大致相符。	謝謝委員。
1-2	本計畫透過本土性資料的蒐集，可和國際比較，並展現我國在環境分析化學與環境污染鑑識科學上的能力與能見度。此外，也可透過本土資料的發表，協助東南亞地區進行跨界污染問題的探討，進而提高我國的國際參與度。本計畫成果有助於解釋台灣之細懸浮微粒污染是受本土或境外傳輸的影響，進而成為細懸浮微粒改善對策的擬定依據。計畫的成果豐碩有助於政府後續空氣污染管制政策的擬定。	謝謝委員。
1-3	本計畫將同位素量測技術應用於辨識細懸浮微粒特徵，以解析各地區空污來源，完善我國空污資料庫之建立。	謝謝委員。
1-4	計畫執行之內容項目與原計畫之目標符合，執行績效大致良好，有助於強化我國污染源溯源效率與科學證據之目標。	謝謝委員。
1-5	1. 依法定版計畫書填報之計畫關鍵績效指標達成情形與原計畫預期效益大致相符。 2. 嘉義和台南地區之大氣 PM <sub>2.5</sub> 以硫酸鹽、	謝謝委員的問題。關於委員所提第 6-8 點問題，回覆如下：

## 第一部分、計畫管考評核-審查意見

<p>硝酸鹽、銨鹽和有機碳為主要成分，其質量濃度約分別佔 PM<sub>2.5</sub> 質量濃度的 18%、25%、13% 和 16%。</p> <p>3. 以 <sup>14</sup>C 推估 PM<sub>2.5</sub> 中碳的來源顯示，現代碳貢獻 PM<sub>2.5</sub> 總質量的 13%；化石碳貢獻 PM<sub>2.5</sub> 總質量的 10%。</p> <p>4. 整合鉛同位素和 PMF 的分析結果發現，整體來說，交通排放、工業鍋爐、鋼鐵廠和焚化爐排放是嘉南地區主要的鉛污染源。</p> <p>5. 整合 PMF 和同位素進行碳污染源的分析發現，交通排放、生質燃燒、焚化爐排放和重油燃燒是嘉南地區主要的碳污染源。</p> <p>6. 依據規劃執行完成春夏季周界採樣及 3 點重大污染源採樣及資料彙整，為何不選擇冬季可能有境外移入時進行採樣？</p> <p>7. 以上發現如何應用於 PM<sub>2.5</sub> 污染管制？</p> <p>8. 在嘉義縣市及台南市，PM<sub>2.5</sub> 在不同季節境外移入之比例為何？</p>	<p>6. 如同委員所言，冬季是台灣空氣品質受到境外影響的重要季節，然而，因環保署計畫執行期限均為每年的 12 月 31 日，若加上冬季樣本的採集，將無足夠的時間進行化學組成的分析，因此僅能在環保署規定的計畫執行期間內，收集兩個污染程度差異較大的春季和夏季樣本，並透過化學組成的分析來探討污染源。</p> <p>7. 本計畫根據污染源的調查成果合併近年政府推動的空氣污染管制政策，做為未來各地區 PM<sub>2.5</sub> 污染源之優先管制方案的參考。</p> <p>8. 由於不同季節的境外移入比例需要更多的氣象資料來進行評估，但因計畫執行時間有限，因此較難利用此資料進行境外移入比例的推估。然而，近期發表針對中南部地區 (106 年度研究成果，包含嘉義) 進行 PM<sub>2.5</sub> 中的鉛污染源量化結果顯示境外傳輸約占 35%，但夏季主要的污染源仍為本土污染源，非夏季期間的境外比例才明顯上升，但隨著地理位置越往南，貢獻比例越低，相關資料可參考近期發表的文章 (<a href="https://www.nature.com/articles/s41598-022-08096-1">https://www.nature.com/articles/s41598-022-08096-1</a>)。</p>
---	--

## 第二部分、計畫績效自評審查意見

### 貳、計畫實際執行與原計畫目標符合程度 (自評評等：良)

優：超越計畫原訂目標，且已就所遭遇困難提出有效之因應對策。

良：達成計畫原訂目標，且已就遭遇困難提出可行之因應對策。

可：大致達成原訂目標，且就遭遇困難所提因應對策尚屬可行。

待改善：超過 3 成以上執行內容與原規劃未符或未達成原訂目標，且仍須對所遭遇困難提出更有效可行之因應對策。

劣：半數以上執行內容與原規劃未符或未達成原訂目標，且仍須對所遭遇困難提出更有效可行之因應對策。

委員	審查意見	回復說明
2-1	本計畫為三年期計畫，旨在應用同位素分析鑑識技術評估細懸浮微粒的污染源，本年度 3/3 期以南台灣為主要實驗場域，達成計畫原訂目標。	謝謝委員。
2-2	應用同位素的採樣與分析技術，同步採集我國的大氣懸浮微粒同位素特徵，並結合過去調查的重大污染源排放之細懸浮微粒同位素特徵，探討造成細懸浮微粒的污染成因與來源，預期研究成果能做為改善當地細懸浮微粒污染問題的重要參考資料，並提高改善成效。本計畫達成計畫原訂目標。	謝謝委員。
2-3	本計畫於嘉義及台南等地區架設 PM <sub>2.5</sub> 採樣及監測設備，藉各測站採集資料及統計分析，評估鄰近縣市污染源對兩地區空品影響，計畫之實際執行與原目標相符。	謝謝委員。
2-4	計畫實際執行與原計畫目標相符。	謝謝委員。
2-5	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 依法定版計畫書填報之計畫關鍵績效指標達成情形與原計畫預期效益大致相符。</li> <li>2. 嘉義和台南地區之大氣 PM<sub>2.5</sub> 以硫酸鹽、硝酸鹽、銨鹽和有機碳為主要成分，其質量濃度約分別佔 PM<sub>2.5</sub> 質量濃度的 18%、25%、13% 和 16%。</li> <li>3. 以 <sup>14</sup>C 推估 PM<sub>2.5</sub> 中碳的來源顯示，現代碳貢獻 PM<sub>2.5</sub> 總質量的 13%；化石碳貢獻 PM<sub>2.5</sub> 總質量的 10%。</li> <li>4. 整合鉛同位素和 PMF 的分析結果發現，</li> </ol>	謝謝委員。針對第 6-8 點的問題，已於第一部份完成回覆。

## 第二部分、計畫績效自評審查意見

	<p>整體來說，交通排放、工業鍋爐、鋼鐵廠和焚化爐排放是嘉南地區主要的鉛污染源。</p> <p>5. 整合 PMF 和同位素進行碳污染源的分析發現，交通排放、生質燃燒、焚化爐排放和重油燃燒是嘉南地區主要的碳污染源。</p> <p>6. 依據規劃執行完成春夏季周界採樣及 3 點重大污染源採樣及資料彙整，為何不選擇冬季可能有境外移入時進行採樣？</p> <p>7. 以上發現如何應用於 PM<sub>2.5</sub> 污染管制？</p> <p>8. 在嘉義縣市及台南市，PM<sub>2.5</sub> 在不同季節境外移入之比例為何？</p>	
--	---	--

### 參、計畫經費運用之妥適度 (自評評等：良)

優：經費運用與工作內容相當匹配，且運用更有效率。

良：經費運用與工作內容相當匹配，與原規劃一致。

可：經費運用與工作內容與原規劃大致相符，差異處經機關說明後可以接受。

待改善：經費運用與工作內容與原規劃不盡相符，差異處經機關說明後可以接受。

劣：經費運用與工作內容與原規劃非常不相符，且未說明差異或說明無法獲得接受。

委員	審查意見	回復說明
3-1	經費運用與工作內容與原規劃一致。	謝謝委員。
3-2	年計畫經費達成率 100%。經費運用與工作內容相當匹配，與原規劃一致。	謝謝委員。
3-3	本計畫經常支出包括人事費、材料費及其他費用共 2,819 千元，經費編列得當且與原規劃符合。	謝謝委員。
3-4	經費運用與工作內容相當匹配，與原規劃一致。	謝謝委員。
3-5	經費運用與工作內容相當匹配，與原規劃一致。	謝謝委員。

### 肆、跨部會協調或與相關計畫之配合程度 (自評評等：良)

優：認同機關所提計畫執行無須跨部會協調，且不須與其他計畫配合。

良：跨部會協調或與相關計畫之配合情形良好。

可：跨部會協調或與相關計畫之配合情形尚屬良好。

待改善：跨部會協調或與相關計畫之配合情形有待改善。

## 第二部分、計畫績效自評審查意見

劣：跨部會協調或與相關計畫之配合情形非常待改善。

委員	審查意見	回復說明
4-1	無須跨部會協調，且不須與其他計畫配合。	謝謝委員。
4-2	本計畫無跨部會協調或相關計畫之配合。	謝謝委員。
4-3	本計畫由行政院環保署監資處主持，並委由經環保署核可之採樣實驗室執行採檢工作，計畫之執行績效良好，無須跨部會署計畫協調。	謝謝委員。
4-4	計畫執行無須跨部會協調，且不須與其他計畫配合。	謝謝委員。
4-5	本計畫無跨部會協調或與相關計畫之合作項目。	謝謝委員。

### 伍、後續工作構想及重點之妥適度（自評評等：可）

優：後續工作構想良好；屆期計畫成果之後續推廣措施良好。

良：後續工作構想良好；但屆期計畫成果之後續推廣措施可再加強。

可：後續工作構想尚屬良好；屆期計畫之後續推廣措施尚屬良好。

待改善：後續工作構想尚屬良好；但屆期計畫成果之後續推廣措施可再加強。

劣：後續工作構想有待加強；未規劃適當之屆期計畫後續推廣措施。

委員	審查意見	回復說明
5-1	目前提出現階段成果尚無法解析污染源全貌，未有明確未來規劃建議。	<p>謝謝委員的建議。本計畫透過污染源和周界之 PM<sub>2.5</sub> 的化學組成來評估台灣西半部的 PM<sub>2.5</sub> 污染源，並在有限的時間與成本內，完成不同地區之污染源的評估，也針對不同地區提出優先的 PM<sub>2.5</sub> 管制建議。歷年研究成果中，包含發現中部主要的碳污染源和非農廢燃燒的生質燃燒源有關，南部則和燃煤電廠、焚化爐和交通排放的貢獻有關，也提出利用傳統化學組成與同位素資料共同整併到 PMF 模式進行污染源的分析，都獲得良好的成果並發表在國際期刊 (<a href="https://www.nature.com/articles/s41598-022-08096-1">https://www.nature.com/articles/s41598-022-08096-1</a>)。</p> <p>然而，根據計畫執行成果，也確實發現有部份周界 PM<sub>2.5</sub> 樣本無法有效的被鑑定出來，表示仍有未掌握到的污染源，此為未來須持續努力的方向。另外，計畫成果也顯示煙道排放的可凝結性微粒的採樣與組成的分析可能是相對</p>

## 第二部分、計畫績效自評審查意見

		(相較於過去分析的可過濾性微粒)重要的目標。因此，本計劃團隊也在 2022 年開始針對煙道排放的可凝結性微粒進行採樣與化學組成分析，希望能提高污染源的鑑定能力。
5-2	後續工作構想良好。	謝謝委員。
5-3	本計畫已完成高屏及雲嘉南地區空品監測網絡之建立，後續宜利用監測網之相關資料作為污染防制政策擬定之依據，並建立地區空品監測平台分享即時資訊，以降低民眾健康危害風險。	謝謝委員。本計劃也根據研究成果，提出不同區域性的 PM <sub>2.5</sub> 優先管制建議，以降低民眾的健康危害風險。
5-4	本計畫為三年計畫之第三年，建議後續計畫之執行應考量新興污染物鑑識需求。	謝謝委員。計畫成果也顯示煙道排放的可凝結性微粒的採樣與組成的分析可能是相對 (相較於過去分析的可過濾性微粒)重要的目標。因此，本計劃團隊在 2022 年開始針對煙道排放的可凝結性微粒進行採樣與化學組成分析，希望能提高污染源的鑑定能力。在新興污染物的鑑定部份，感謝委員的建議，將納入未來可行性的評估，以更完整的針對污染源進行鑑定。
5-5	屆期計畫之後續應用管制措施尚待規劃。	謝謝委員。本計劃根據研究成果，提出不同區域性的 PM <sub>2.5</sub> 優先管制建議，以降低民眾的健康危害風險。

### 陸、總體績效評量暨綜合意見 (自評評等：良)

優、良、可、待改善、劣

委員	審查意見	回復說明
6-1	本計畫有助於釐清不同地區 PM <sub>2.5</sub> 之污染源，惟 3/3 計畫結束，對於未來建議可再強化。整體而言，可以達到良之等級。	謝謝委員。計畫成果也顯示煙道排放的可凝結性微粒的採樣與組成的分析可能是相對 (相較於過去分析的可過濾性微粒)重要的目標。因此，本計劃團隊在 2022 年開始針對煙道排放的可凝結性微粒進行採樣與化學組成分析，希望能提高污染源的鑑定能力。
6-2	本計畫應用同位素的採樣與分析技術，採集大氣懸浮微粒同位素特徵，並結合過去調查的重大污染源排放之細懸浮微粒同位素特徵，探討造成細懸浮微粒的污染成因與來源，主要工作項目均已完成。後續可依據研究成	謝謝委員。本計劃根據研究成果，提出不同區域性的 PM <sub>2.5</sub> 優先管制建議，以降低民眾的健康危害風險。但計畫成果也顯示煙道排放的可凝結性微粒的採樣與組成的分析可能是相對 (相較於過去分析的可過濾性微粒)重要的目

## 第二部分、計畫績效自評審查意見

	果擬定細懸浮微粒污染相關的管制法規以及改善策略，並且實際評估改善的成效。此外，後續可評估是否可進一步的釐清和確認污染源，以進行污染源的管制。	標。因此，本計畫團隊也在 2022 年開始針對煙道排放的可凝結性微粒進行採樣與化學組成分析，希望能提高污染源的鑑定能力。
6-3	本計畫應用同位素鑑識技術評估嘉義及台南地區細懸浮微粒之化學特性，並結合往年度計畫之成果建立地區空品監測網絡，其有助於各地區污染物特性解析，對我國空氣污染數據庫之建立做出實質貢獻。	謝謝委員。
6-4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本計畫主要目標係應用細懸浮微粒 (PM<sub>2.5</sub>) 同位素分析技術，在台南、嘉義地區，進行大氣及重要污染源排放之 PM<sub>2.5</sub> 樣品之分析；本年度計畫為三年計畫之第三年，規劃內容項目大致延續 108、109 年度計畫，本計畫之執行有助於我國 PM<sub>2.5</sub> 污染源的鑑定及相關技術之發展。</li> <li>2. 本年度計畫應彙整三年同位素分析結果之研析，考量採樣地點、時間、頻率、氣象條件等因素之代表性，以確認採樣檢測同位素分析結果之可信度。</li> </ol>	謝謝委員。
6-5	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 依法定版計畫書填報之計畫關鍵績效指標達成情形與原計畫預期效益大致相符。</li> <li>2. 嘉義和台南地區之大氣 PM<sub>2.5</sub> 以硫酸鹽、硝酸鹽、銨鹽和有機碳為主要成分，其質量濃度約分別佔 PM<sub>2.5</sub> 質量濃度的 18%、25%、13% 和 16%。</li> <li>3. 以 <sup>14</sup>C 推估 PM<sub>2.5</sub> 中碳的來源顯示，現代碳貢獻 PM<sub>2.5</sub> 總質量的 13%；化石碳貢獻 PM<sub>2.5</sub> 總質量的 10%。</li> <li>4. 整合鉛同位素和 PMF 的分析結果發現，整體來說，交通排放、工業鍋爐、鋼鐵廠和焚化爐排放是嘉南地區主要的鉛污染源。</li> <li>5. 整合 PMF 和同位素進行碳污染源的分析發現，交通排放、生質燃燒、焚化爐排放和重油燃燒是嘉南地區主要的碳污染</li> </ol>	謝謝委員。針對第 6-8 點的問題，已於第一部份完成回覆。

## 第二部分、計畫績效自評審查意見

	<p>源。</p> <p>6. 依據規劃執行完成春夏季周界採樣及 3 點重大污染源採樣及資料彙整，為何不選擇冬季可能有境外移入時進行採樣？</p> <p>7. 以上發現如何應用於 PM<sub>2.5</sub> 污染管制？</p> <p>8. 在嘉義縣市及台南市，PM<sub>2.5</sub> 在不同季節境外移入之比例為何？</p>	
--	---	--