

【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：淨零排放-廢水氮氮資源化技術示範推廣(1/4)

二、審議編號：113-0331-02-30-02

三、績效自評審查委員：江康鈺、李俊璋、童心欣、龍世俊、謝秉志

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	本計畫發展廢污水氮氮資源化技術示範推廣，開發有效回收廢污水中氮氮之新興廢水處理整合系統，應用於氮氮資源化，相關計畫已完成建立示範模廠與技術推廣，並進行減碳效益評估。整體而言，本計畫執行成果符合原預期目標。	良	謝謝委員肯定。
1-2	1. 尚稱符合原計畫之目標及內容。	良	謝謝委員肯定。
1-3	計畫執行內容與原計畫目標高度一致，並達成關鍵技術與示範應用成果。已成功建置實驗室規模的 MCDI 電容式氮氮富集系統，完成技術測試。已進行 1 處工廠氮氮廢水實驗室提濃驗證試驗，確認技術可行性。完成節能型氮氮氣提系統的設計與試驗，建立氮氮轉化為氨水或銨鹽的技術基礎。	優	謝謝委員肯定。
1-4	計畫實際執行符合原計畫目標。成果具體。	優	謝謝委員肯定。
1-5	本計畫主要提出低能耗及循環資源為核心之新興廢水處理技術，透過技術整合與效能提升來實踐廢水處理系統之淨零目標。今年度計畫主要建立高效氮氮提濃技術、進行廢水之氮氮資源提煉技術開發、並進行減碳效益評估。本	優	謝謝委員肯定。

	計畫今年建置半自動化實驗室規模電容式氮氮富集系統 1 套。完成 1 處實廠氮氮廢水完成實驗室規模提濃驗證試驗。建置實驗室規模節能型氮氮氣提系統之試驗裝置 1 套。並利用減碳效益盤查與熱點診斷運用生命週期評估方法，完成減碳效益評估。		
--	---	--	--

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	計畫經費運用符合原預定計畫內容。	良	謝謝委員肯定。
2-2	1. 與原規劃尚稱符合，執行率 100%。 2. 本案經常門 6,606 千元、均已完成使用。	優	謝謝委員肯定。
2-3	度預算 6,606 千元，全數執行，執行率 100%。無資本門支出，所有資金均用於技術開發與測試	優	謝謝委員肯定。
2-4	執行之經費與工作匹配，與原規劃一致。執行率 100%，相當好。	優	謝謝委員肯定。
2-5	本計畫經費支用率為 100%。	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	回復說明
3-1	<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>本計畫所開發之電容式氮氮富集系統，與節能型氮氮氣提系統，均為低碳氮氮廢水資源化技術，整體而言，本計畫有助於相關技術之後續開發與應用。</p> <p>【技術創新(科技技術創新)】</p> <p>【經濟效益(經濟產業促進)】</p>	良	謝謝委員肯定。

	<p>【社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)】</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>		
3-2	<p>【量化績效指標達成情形】</p> <p>1. 無彙整表難以認定。</p> <p>【學術成就(科技基礎研究)】</p> <p>1. 計畫成果尚未發表於國內外高影響力期刊或研討會。</p> <p>【技術創新(科技技術創新)】</p> <p>1. 已建置 1 套半自動化實驗室規模電容式氮氮富集系統，透過關鍵操作參數之調控以及效能評估指標之建立，最佳化操作效能。</p> <p>2. 已建置 1 套實驗室規模節能型氮氮氣提系統之試驗裝置，進行優化測試，最佳化整體系統之操作效能。</p> <p>3. 以 1 處實廠氮氮廢水完成實驗室規模氮氮提濃與氮氮提煉驗證試驗。</p> <p>【經濟效益(經濟產業促進)】</p> <p>1. 節能效率達 82%，有效降低系統能耗及用電成本。</p> <p>【社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)】</p> <p>1. 回復河川生態環境，削減污染排入河川，降低河川氮氮濃度進而提升河川溶氧，降低氮氮毒性及溶氧較低對水中生物影響，回復河川多元生命力。</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>	良	<p>謝謝委員肯定，本計畫完成建置日處理量為 400 LPD 之氮氮富集系統，其最高濃排階段氮氮濃度為 2,798 mg/L as N，濃縮倍率高達 5.2 倍，濃排水量較前一年技術水平增加約 6 倍。此外，更建置節能型氮氮氣提系統，其氮氮脫除率達 98% 以上，節能效率則介於 72% 至 82% 之間，證實熱泵的導入能夠有效達到節能的目標。本計畫於學術成就(科技基礎研究)方面，已將執行成果於 113 年 5 月 16 日發表於 2024 環境安全衛生工程研討會暨第 21 屆環境保護與奈米科技學術研討會，發表題目為利用奈米碳材製備多孔性碳電極進行廢水中氮氮富集及濃縮處理，促進新興廢水處理技術之推廣。</p>
3-3	<p>【量化績效指標達成情形】</p> <p>建立 MCDI 氮氮富集系統，濃縮倍率達 5 倍，遠高於傳統技術。節能型氮氮氣提系統節能效率提升 5%，符合減碳目標</p> <p>【學術成就(科技基礎研究)】</p> <p>突破性應用 MCDI 技術於氮氮回</p>	優	<p>謝謝委員肯定。</p>

	<p>收。發表 1 篇學術論文。</p> <p>【技術創新(科技技術創新)】 電容式氮氮富集技術(MCDI)，實現高效能氮氮濃縮。節能型氮氮氣提系統，降低氮氮回收的能耗。</p> <p>【經濟效益(經濟產業促進)】 技術可應用於高科技、化工、石化業，提高廢水再利用率。氮氮回收轉製為氨水或銨鹽，可作為肥料或工業原料，創造新市場價值。</p> <p>【社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)】 降低氮氮廢水對水體的污染，提升河川水質。提高水資源利用效率，減少對地下水的依賴。</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)】 技術可作為未來環保政策支持，推動更嚴格的氮氮排放管制。促進產學研合作，培育水處理領域的專業人才。</p>		
3-4	<p>【量化績效指標達成情形】</p> <p>【學術成就(科技基礎研究)】 開發電容式氮氮富集系統與節能型氮氮氣提系統，完成實驗室及實場測試。</p> <p>【技術創新(科技技術創新)】 開發電容式氮氮富集系統與節能型氮氮氣提系統。</p> <p>【經濟效益(經濟產業促進)】 目前成果，節能效率達 82%，有效降低系統能耗及用電成本。</p> <p>【社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)】 削減污染排入河川。</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)】 廢水資源化，符合循環經濟。培育人才，並有國際合作可能性。</p>	優	謝謝委員肯定。
3-5	<p>【量化績效指標達成情形】</p>	良	謝謝委員肯定。

<p>本計畫完成的量化績效有建置 1 套半自動化實驗室規模電容式氮氣富集系統，透過關鍵操作參數之調控以及效能評估指標之建立，最佳化操作效能。建置 1 套實驗室規模節能型氮氣提系統之試驗裝置，進行優化測試，最佳化整體系統之操作效能。完成 1 處實廠氮氣廢水完成實驗室規模氮氣提濃與氮氣提煉驗證試驗。</p> <p>【學術成就(科技基礎研究)】 本計畫開發之電容式氮氣富集系統與節能型氮氣提系統，在科技研究層面具有技術前瞻及應用性。計畫成果預計發表於國內外高影響力期刊。</p> <p>【技術創新(科技技術創新)】 本計畫完成電容式氮氣富集系統的內循環操作，在實廠氮氣廢水提濃驗證試驗中提高濃縮倍率 5.2 倍。透過增設熱泵於節能型氮氣提系統以提高分離效率並降低能耗。</p> <p>【經濟效益(經濟產業促進)】 目前的經濟效應以節省些許用電成本為主。</p> <p>【社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)】 本計畫預期透過降低河川氮氣濃度而達成環境社會面效益。</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)】 本計畫提出提高國際競爭效益、培育學生及儲備人才、及創造國際合作的效益。</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)

委員	審查意見	自評評等	回復說明
4-1	無。	良	-
4-2	無	-	-

4-3	前計畫主要由環境部推動，跨部會合作較少，可與經濟部合作，將技術導入產業水處理領域。也可與農委會或經濟部合作，評估氨氮回收產品(如銨鹽)在農業或工業上的應用潛力。	良	謝謝委員建議，今年計畫的重點專注於氨氮資源化技術的開發，因此目前尚未進行跨部會合作。未來在技術推廣階段，將考慮與相關部會展開合作。
4-4	無。	-	-
4-5	本計畫無跨部會協調說明。	可	因今年度計畫重點在於氨氮資源化技術之開發，故無跨部會協調合作。

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. 後續計畫執行可改善事項或後續可精進處已說明	良	謝謝委員。
5-3	擴大技術示範場域，進一步驗證MCDI與氨氮氣提系統在不同產業的適用性。強化減碳效益分析，量化技術對碳排放的影響，作為政策推動依據。推動技術市場化，透過產學合作模式，開發商業應用場域。	優	謝謝委員建議，本團隊計劃在四年期內逐年放大技術規模。第一年專注於開發實驗室系統(Lab scale)，第二年建立原型系統(Bench scale)，第三年建置示範模廠(Pilot scale)，並在第四年進行技術推廣，以驗證技術於實廠操作之可行性。 在整個系統開發過程中，皆會運用生命週期評估方法進行環境衝擊分析，全面評估技術的減碳效益，這將成為政策推動的重要依據。此外，計劃於第四年進行技術轉移，目的是將技術市場化並擴大其商業應用場域。
5-4	成果具體，依原訂規劃進行即可。	優	謝謝委員肯定。
5-5	在政策依據上，環境部發展廢污水氨氮資源化技術示範推廣，開發能有效回收廢污水中氨氮之新興廢水處理整合系統，應用於氨氮資源化，建立示範模廠與技術推廣，並進行減碳效益評估，產官學共同攜手合作，邁向廢水「淨零碳排，資源循環」目標。本計畫提出以低能耗及循環資源為核心之新興廢水處理技術，並透過技術整合與效能提升，實踐廢水處理	良	感謝委員的肯定與建議。後續將依循計畫書的總體規劃，持續推進相關技術的開發、驗證與推廣，並確保能夠實現量化的績效。

	系統之淨零目標。目前完成第一年執行計畫，建議後續依據計畫書總體規劃，持續執行，並關注量化績效。		
--	---	--	--

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	<p>【本計畫優點】</p> <p>【建議事項】</p> <p>建議計畫所開發之低碳氮氮廢水相關處理及資源化技術，除進行LCA之評估碳排放量外，建議執行單位宜進一步評估TRL，以期技術能落實執行。</p>	<p>謝謝委員建議，後續於技術開發過程，會進一步評估技術之TRL，以確保所開發的氮氮廢水資源化技術能夠順利落實並最終應用於實際場域。</p>
6-2	<p>【本計畫優點】</p> <p>【建議事項】</p> <p>1. 本計畫屬技術與系統發展之實務行計畫，應加速新技術系統建置及推廣。</p> <p>2. 計畫成果可努力發表於國內外高影響力期刊或國際研討會。</p> <p>3. 未來可進一步評估對河川生態系之影響。</p>	<p>1. 謝謝委員建議，目前已在第一年完成實驗室系統（Lab scale）的開發，並計劃在第二年建立原型系統（Bench scale），第三年建置示範模廠（Pilot scale），第四年進行技術推廣。我們會全力加速新技術系統的建置和推廣，以符合實務行動計畫的要求。</p> <p>2. 謝謝委員建議，計畫成果將規劃發表在國內外的高影響力期刊或國際研討會上，以推廣研究成果。</p> <p>3. 謝謝委員建議，未來會考慮評估河川生態系之影響。</p>
6-3	<p>【本計畫優點】</p> <p>突破傳統氮氮處理技術，首次應用MCDI技術於氮氮回收。環境效益顯著，減少氮氮排放，提高水資源循環利用率，符合淨零排放目標。</p> <p>【建議事項】</p> <p>本計畫執行成效良好，技術創新性高，對水污染治理與淨零排放目標具高度貢獻。但應進一步強化跨部會合作與技術市場化，以提升研究成果的實際影響力。</p>	<p>感謝委員的肯定與建議。未來在技術推廣階段，將積極考慮與相關部會展開更深入的合作，並規劃於第四年進行技術轉移，旨在將技術推向市場，擴大其商業應用場域，進一步提升研究成果的實際影響力。</p>
6-4	<p>【本計畫優點】</p> <p>開發新興廢水處理整合系統，應用於氮氮資源化，並規劃建立示範模廠與技術推廣，產官學合作，邁向廢水「淨零碳排，資源循環」目標。</p>	<p>感謝委員的肯定與建議。未來於系統放大化後，估算系統之成本，以評估其在當前市場上是否具有競爭力。此外，本計畫所建置的廢水氮氮資源化技術的主要預期使用者為高科技產業與有氮氮廢水處理問題之業者，並規劃與專責處理氮氮廢水之廠商合作，利用其在氮氮廢水處理領域的實務經驗，共同優化推廣本廢水氮氮資源化技術，</p>

	<p>【建議事項】</p> <p>應估算建置此兩系統之成本，了解在現今市場上，與其它類似產品是否有競爭力。</p> <p>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。</p>	<p>以加速技術落地進行實際應用。</p>
6-5	<p>【本計畫優點】</p> <p>本計畫進行電容式氮氮富集技術之關鍵材料開發、建置半自動化實驗室規模電容式氮氮富集系統並提高最佳化操作效能、建置實驗室規模之節能型氮氮氣提系統試驗裝置、完成實廠提濃與氮氮提煉驗證試驗、並進行節能後的減碳效益評估。</p> <p>【建議事項】</p> <p>本計畫目前完成電容式氮氮富集系統的建置與試驗工作，已啟動一場實廠試驗。建議後續多與其他業者進行合作，多蒐集實場環境的運轉測試資料，以利系統調教。本計畫亦有關注節能後的減碳效益，建議後續以如何更有效節能及從減碳熱點的角度思考系統的優化。</p>	<p>感謝委員的肯定與建議。後續將規劃與專責處理氮氮廢水之廠商合作，利用其在氮氮廢水處理領域的實務經驗，共同優化推廣本廢水氮氮資源化技術，以加速技術落地進行實際應用。此外，將運用生命週期評估方法進行環境衝擊分析，全面評估技術的減碳效益，透過相關評估結果，找出減碳熱點並優化系統效能。</p>

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
7-4	優
7-5	優