

【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：化學物質綠色替代診斷模組建置及決策支援計畫（3/4）

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			
<p>壹、計畫實際執行與原計畫目標符合程度(35%)</p> <p style="font-size: small;">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)</p>			
委員	審查意見	自評 評等	回覆說明
林 財 富	計畫目標為：於模組中建立提供「依工業用途」建議替代清單功能。主要成果包括結合人工智慧大語言模型，提升對談使用、更新介面、及加入「依工業用途」建議替代清單功能。整體整合 26 種工業用途，加入 435 筆安全替代物。計畫與原目標符合。	良	感謝委員
董 瑞	本 114 年計畫除持續彙整國際綠色化學資訊、擴增關聯資料庫、及平臺優化診斷模組系統外，也進一步納入產	良	感謝委員

計畫績效自評審查意見

安	<p>業應用發展需求，計畫目標主要於模組功能中納入產業需求參數，提供產業可快速蒐研替代建議。</p> <p>本年度的實際執行成果包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 完成蒐研國內外相關化學物質評估產業應用資訊，利用 AI 針對危害與風險等級進行安全替代物排序優先度調整建議，擴充化學物質提供資料與各國法規等。 2. 辦理 1 場次專家諮詢會，針對模組優化規劃需求，包含安全替代運作邏輯、關聯資料庫及安全替代建議資料庫等資訊徵詢專家建議，據以作為模組系統優化參據設計。 3. 因應大型語言模型技術漸趨成熟，以 AI 大型語言模型基於化學品毒性資訊與安全替代物資訊，由使用者與 AI 系統對談取得所需資料，以提升使用者體驗。 		
林耀東	<p>本計畫 114 年度（第三年）執行成效優異，準確達成各季里程碑。特別是在「化學物質風險資訊蒐研」與「替代資訊診斷模組更新」上，已完成 100% 之預期進度。針對毒理資料不足之技術困境，執行單位提出強化運作模型與導入 AI 輔助之對策，有效解決研發瓶頸，執行結果與原計畫目標高度符合。</p>	良	感謝委員
侯	<p>此計畫已完成綠色替代診斷模組優化、AI 對談系統建置、</p>	良	感謝委員

計畫績效自評審查意見

嘉 洪	資料庫擴充及產業應用功能開發等工作，並達成年度目標（如整合多項工業用途與替代物資料），整體執行與原訂目標高度一致。		
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 富	本計畫經費不多，使用合理。	良	感謝委員
董 瑞 安	本計畫經費支出主要為執行計畫之相關研究，人事費及材料費用於診斷模組維運及新功能擴充，資本門用於功能擴充。年度經費 3,456 千元，執行率為 100%，實際支用與原規劃無差異，經費運用妥適度相當高。	優	感謝委員
林 耀 東	114 年度法定預算為 3,456 千元，經費支用主要集中於系統關聯資料庫更新、AI 語言模型開發及產業教育訓練。經費與工作項目匹配度高，且依法提撥資安經費（約 70 千元）辦理帳號權限控管與資料傳輸機密性維護，資源配置合理且具效率。	優	感謝委員

計畫績效自評審查意見

侯 嘉 洪	經費執行率 100%，支用合理且與計畫內容高度相關。	優	感謝委員
<p>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%)</p> <p>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)</p>			
委員	審查意見	自評 評等	回覆說明
林 財 富	<p>【量化績效指標達成情形】 計畫中並未提供量化指標，但有增加、更新及擴增模組，及替代 26 種工業用途的 435 種替代物質。</p> <p>【學術成就(科技基礎研究)】 本計畫結合人工智慧與毒理資料庫應用，具有學術創新性。</p> <p>【技術創新(科技技術創新)】 計畫成果大語言模型帶入化學物質評估及資訊回復，具有跨領域創新應用價值。</p> <p>【經濟效益(經濟產業促進)】 研究成果可以提供產業快速簡易查詢國際化學品資訊及替代物清單，可以減少產業資訊落差並提升效率。</p>	良	感謝委員

計畫績效自評審查意見

	<p>【社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)】 提供化學物質風險及替代產品，具有環境保護意義。</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)】 推動包括與美國化學協會互動、辦理碩博士班訓練、及 3 場次化學物質綠色替代診斷模組系統說明暨操作教育訓練等。</p>		
董瑞安	<p>【量化績效指標達成情形】</p> <p>【學術成就(科技基礎研究)】 本計畫持續更新診斷模組系統關聯資料庫，強化毒理資料不足運算作法，辦理 3 場次化學物質綠色替代診斷模組系統說明暨操作教育訓練。</p> <p>【技術創新(科技技術創新)】 本計畫強化 AI 大型語言模型與對談機器人功能，以 AI 語言模型基於化學品毒性資訊與安全替代物資訊，藉由 Meta Llama 3 模型與 NVIDIA NeMo 程式柵欄實作對談機器人，由使用者與 AI 系統對談取得所需資料，並主動說明無提供無關化學品與危害相關回復。</p> <p>【經濟效益(經濟產業促進)】</p>	良	感謝委員

計畫績效自評審查意見

	<p>本計畫在經濟效益的成效上，主要可透過系統查詢已管制或禁限用化學物質之危害資訊，並取得較低風險之替代物清單。</p> <p>【社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)】</p> <p>藉由系統提供易取得之風險資訊，使企業及民眾更加理解如何選擇化學物質，增加認知替代於永續發展之重要性。</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>本計畫積極進行國際合作，與美國化學會永續發展化學分支及會員建立互動，並規劃 2026 年於美國化學會提案辦理相關議題研討會交流。另計畫的執行可培育多位與資料分析運算、毒理資料判定專長等領域之高階人才。</p>		
林耀東	<p>【量化績效指標達成情形】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 完成 3 場次系統說明暨操作教育訓練，有效推廣綠色替代理念。 2. 系統資料庫更新進度達成 100%。 3. 資安防護指標全數達標。 <p>【學術成就(科技基礎研究)】</p>	良	感謝委員。

計畫績效自評審查意見

優化診斷模組之關聯資料庫結構，並針對國際最新毒理資料進行系統性整合，強化缺失數據之推估運算法，具備實務學術應用價值。

【技術創新(科技技術創新)】

領先導入 Meta Llama 3 大語言模型與 NVIDIA NeMo Guardrails 實作對談機器人。此技術突破讓使用者能透過自然語言直接查詢化學品毒性與安全替代物資訊，並具備資安柵欄機制，防止無關或危害性資訊洩漏，技術領先性極高。

【經濟效益(經濟產業促進)】

顯著降低企業(尤其是中小企業)搜尋國際管制法規與低風險替代物之時間成本，加速綠色產品轉型，提升產業競爭力。

【社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)】

透過公開透明的風險資訊平台，提升民眾與企業對綠色化學的認知，降低有害化學物質對環境與健康的潛在威脅。

【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)】

培育跨領域(化學、資工、環境管理)人才，並透過國際法規比對，提供政府制訂化學物質管理政策之決策支持。

計畫績效自評審查意見

<p>侯 嘉 洪</p>	<p>【量化績效指標達成情形】 已完成模組建置與資料整合，建議強化實際應用成效與使用量指標。</p> <p>【學術成就(科技基礎研究)】 具資料分析與毒理運算基礎。</p> <p>【技術創新(科技技術創新)】 導入 AI 對談與診斷模組具創新性，建議持續優化模型準確度與應用範圍。</p> <p>【經濟效益(經濟產業促進)】 可降低產業資訊搜尋成本，建議進一步量化實際產業效益。</p> <p>【社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)】 有助提升化學物質風險認知。</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成果，建議強化制度連結與跨機關整合。</p>	<p>良</p>	<p>感謝委員肯定並提供寶貴建議，針對各項建議具體回應如下：</p> <p>一、強化實際應用成效與使用量指標 114 年度已完成 3 場 SAS 診斷模組系統操作教育訓練（高雄、臺中及線上），累計參與人次達 126 人，並回收 51 份使用者回饋問卷（以製造業 44 份為主要對象）；同時邀請 9 家廠商試用系統，作為後續精進之依據。後續年度將建立系統使用量化追蹤機制（如月活躍使用者數、查詢次數、熱門查詢化學物質排行、不同產業使用情形等），並定期產出使用狀況報表，以更完整呈現模組之實際應用成效。</p> <p>二、持續優化 AI 對談模型準確度與應用範圍 114 年度已採用 RAGAs 評估框架對對談機器人進行三項指標初步評估，分別為：回覆相關性（Answer Relevancy）0.74、回覆一致性（Faithfulness）0.85、回覆正確性（Answer Correctness）0.88，整體表現良好。後續將透過提示詞工程（Prompt Engineering）優化、知識圖譜（GraphRAG）擴充，及納入更多產業領域之少樣本學習（Few-shot Learning）範例，持續提升模型於不同產業情境下之準確度與適用範圍。</p> <p>三、量化實際產業效益</p>
----------------------	--	----------	---

計畫績效自評審查意見

			<p>後續規劃將產業效益量化指標納入計畫成果管考，具體包括：產業使用者經系統查詢後所節省之法規與替代物蒐研時間（相較人工查詢之時間節省比率）、成功輔導產業導入替代物之案例數、以及導入替代物後對應之毒性或關注化學物質用量減少估算值等，作為後續年度效益評量之依據。</p> <p>四、強化制度連結與跨機關整合</p> <p>SAS 診斷模組之資訊產出未來將與化學物質管理署現行管理業務進一步連結，如研議提供「關注化學物質清單」評估之情報參考、配合管制物質公告時同步提供產業替代建議等；另後續如相關計畫啟動，將參考委員建議研議與相關部會橫向聯繫，擴大系統之制度連結與應用範疇。</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
林財富	未說明與部會間之協調。	可	感謝委員。本計畫為建置化學物質替代物質診斷模組系統，因尚在逐步完備基礎建置中，目前無跨部會協調及與相關計畫配合之需求。
董瑞	本計畫無跨部會協調及與相關計畫配合之需求。	優	感謝委員

計畫績效自評審查意見

安			
林耀東	已與環境部內部資料庫達成對接。唯化學物質替代涉及產業上中下游，建議未來應強化與經濟部產發署(綠色工廠)及農業部(環境用藥/農藥替代)之橫向聯繫，擴大診斷模組之應用範疇。	優	感謝委員建議。後續相關計畫將考量委員建議強化橫向聯繫，擴大應用範疇。
侯嘉洪	本計畫以單一機關執行為主，跨部會合作著墨較少，跨部會整合仍有強化空間。	良	感謝委員。本計畫逐步完備建置化學物質替代物質診斷模組系統，目前尚無跨部會合作整合規劃，後續如有相關規劃將參考委員意見強化整合合作。
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	回覆說明
林財富	有提及使用者介面及使用改善議題為未來重點。	良	感謝委員。
董瑞安	在後續的工作構想與重點上，建議可更新 SAS 診斷模組系統關聯資料庫，及強化毒理資料不足之運算法，優化操作介面與對談機器人答覆內容，供使用者獲對應需求之資訊與相關問題，以提升使用者體驗與易用性。	良	感謝委員。
林	115 年度(最後一年)規劃聚焦於診斷模組之深度優化與	良	感謝委員。

計畫績效自評審查意見

耀東	決策支援系統之最終整合。構想已納入本年度關於 AI 模型精準度之檢討，重點明確且具推廣潛力。		
侯嘉洪	後續規劃聚焦於資料庫擴充、AI 模型優化及系統易用性提升，方向合理且具延續性，惟需強化實務應用推廣與制度連結。	良	感謝委員。
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	【本計畫優點】 1. 計畫目標為：於模組中建立提供「依工業用途」建議替代清單功能。主要成果包括結合人工智慧大語言模型，提升對談使用、更新介面、及加入「依工業用途」建議替代清單功能。整體整合 26 種工業用途，加入 435 筆安全替代物。計畫與原目標符合。 2. 計畫中並未提供量化指標，但有增加、更新及擴增模組，及替代 26 種工業用途的 435 種替代物質。 3. 本計畫結合人工智慧與毒理資料庫應用，具有學術創新性。計畫成果大語言模型帶入化學物質評估及資訊回復，具有跨領域創新應用價值。 4. 研究成果可以提供產業快速簡易查詢國際化學品資	感謝委員建議，分項回覆如下： 一、關於於美國化學會（ACS）研討會發表時列示本計畫貢獻誠如委員建議，本計畫後續規劃於年美國化學會（ACS）或相關研討會投稿「綠色替代診斷與 AI 應用」相關主題，屆時團隊於發表相關成果時，將明確列示「本研究由環境部化學物質管理署『化學物質綠色替代診斷模組建置及決策支援計畫』支持」之致謝聲明，並於所有投影片、摘要、論文與會議資料中清楚標示計畫受化學物質管理署之支持角色。 二、關於「ASR 電漿爐能源化」與「灰渣氧化鈣固碳」技術發表或申請專利 謹向委員說明，「ASR (Automotive Shredder Residue) 電漿爐能源化」與「灰渣氧化鈣固碳」技術屬於廢棄物能源化與碳固定相	

計畫績效自評審查意見

	<p>訊及替代物清單，可以減少產業資訊落差並提升效率。</p> <p>5. 推動包括與美國化學協會互動、辦理碩博士班訓練、及 3 場次化學物質綠色替代診斷模組系統說明暨操作教育訓練等。</p> <p>【建議事項】</p> <p>1. 相關 AI 及資料庫等技術，如果有在美國化學會研討會發表，建議應該列出本計畫之貢獻。分：建議應補充減碳量。</p> <p>2. 應鼓勵計畫團隊將「ASR 應用至電漿爐能源化」與「灰渣氧化鈣固碳」等創新技術的研發成果，積極向國內外學術期刊發表或申請專利。</p> <p>3. 建議應鼓勵計畫執行團隊申請專利，並將環境部列為共同擁有人。</p>	<p>關之研究領域，與本計畫（化學物質綠色替代診斷模組建置及決策支援計畫）所聚焦之「高風險化學物質替代評估與診斷模組開發」範疇並不相同，該等技術並非本計畫之工作項目或研究成果，因此無法直接由本計畫團隊進行發表或申請專利。（補充：本意見推測或為委員審查多份計畫時之跨計畫建議，建議彙整單位併卷參考，以利後續轉知相關研究團隊。）</p> <p>另就本計畫所屬之「AI 對談機器人結合化學物質毒性與安全替代資訊」、「基於 GraphRAG 與知識圖譜之化學資訊檢索」、「SAS 診斷模組之替代物排序與評估邏輯」等創新技術，後續將積極評估投稿國內外學術期刊（如 Journal of Cleaner Production、Green Chemistry、Chemosphere 等）及參與國際研討會如美國化學協會研討會發表，以強化學術成果之能見度。</p> <p>三、關於申請專利並將環境部列為共同擁有人</p> <p>感謝委員建議。後續將評估本計畫所開發之 AI 對談機器人架構、知識圖譜建構方法、以及診斷模組之安全替代排序演算法等具創新性之技術成果，就其技術特性與專利可能性進行盤點。如認屬具專利申請價值者，將依環境部委辦計畫契約之智慧財產權歸屬條款辦理，並將環境部化學物質管理署列為共同權利人，確保計畫成果之智財權益歸屬明確且為主管機關所共享。</p>
董	<p>【本計畫優點】</p>	<p>感謝委員肯定，診斷模組系統具有持續自動更新機制，後續將持</p>

計畫績效自評審查意見

瑞安	<p>本年度計畫除持續彙整國際綠色化學資訊、擴增關聯資料庫、及平臺優化診斷模組系統外，也進一步納入產業應用發展需求，計畫目標主要於模組功能中納入產業需求參數，提供產業可快速蒐研替代建議。本年度的實際執行成果已完成利用 AI 針對危害與風險等級進行安全替代物排序優先度調整建議、擴充化學物質提供資料與各國法規，同時也辦理 1 場次專家諮詢會，同時以 AI 大型語言模型建置「基於化學品毒性資訊與安全替代物資訊」，由使用者與 AI 系統對談取得所需資料，以提升使用者體驗。執行成果與原預期目標相當符合。</p> <p>【建議事項】</p> <p>在後續的工作構想與重點上，建議可更新 SAS 診斷模組系統關聯資料庫，及強化毒理資料不足之運算法。</p>	<p>續關注國際與各國法規與高關注清單新增或更新資訊，藉此持續與國際接軌，強化毒理資料不足處，亦需持續關注毒理資料庫發表與更新，並透過 QSAR 模型技術等強化，並與 AI 代理人架構整以強化診斷模組系統。</p>
林耀東	<p>【本計畫優點】</p> <ol style="list-style-type: none">1. 技術應用前瞻：成功將頂尖 AI 模型與化學專業結合，轉化枯燥的數據為易用的決策工具。2. 針對性強：直擊中小企業缺乏專業毒理分析能力的痛點，具備高社會價值。 <p>【建議事項】</p>	<p>感謝委員就計畫定位、跨署整合及功能深化所提供之具體建議，分項回覆如下：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 與資源循環署「綠色設計計畫」之深度整合 <p>認同委員所指功能定位之差異。後續將審慎研議將 SAS 模組之「低毒性/低風險替代路徑」資訊提供相關司署單位綠色設計評分或驗證之支持性依據，提升「源頭減毒」與「資源循環」得以相互補</p>

計畫績效自評審查意見

一、跨司署計畫整合與重複性審查意見

1. 計畫重複性檢核：經核，本計畫專注於「化學品毒性診斷與替代」，與資源循環署之「綠色設計」有業務交集，但功能定位明確（化管署專注物質毒性分析，循環署專注物質流循環），無重複投入。

2. 跨司署整合程度：屬「中整合」。建議應與資源循環署之「綠色設計計畫」深度整合，將「低毒性替代路徑」納入綠色設計之評分項目或驗證基礎。

3. 功能定位與差異化：化管署應定位為「國家化學物質風險數據中心」，提供底層毒理數據支撐；環境研究院則負責前瞻監測方法研發，兩者應建立數據共享 API。

二、具體改進建議

1. 決策支援深度化：目前系統多為查詢性質，建議 115 年應朝向「智慧推薦」發展，依據特定產業別產出自動化的綠色替代建議書。

2. 使用者體驗優化：針對 AI 對談功能，建議增加語音輸入或行動版介面，方便工廠端管理人員即時查詢。

充，形成完整綠色產品設計之決策支援體系之可行性。

2. 化管署作為「國家化學物質風險數據中心」之定位感謝委員對本計畫定位之建議與肯定。SAS 診斷模組所累積之毒理資料、各國高關注物質清單、替代物資料及危害評估邏輯，希冀有機會朝向成為我國化學物質風險數據中樞之角色。後續將依委員建議，評估建置資料共享 API 介面之技術可行性，使其他環境部所屬機關及相關部會如有相關需求時能以標準化方式介接本計畫之資料成果，避免資料重複建置並提升整體治理效率。

3. 決策支援深度化：朝「智慧推薦」發展認同委員所提之「由查詢走向智慧推薦」方向。後續計畫將強化對談機器人與診斷模組之整合，規劃以 AI 代理人架構結合知識圖譜與思緒鏈 (Chain of Thought) 技術，依產業別（如半導體、電子、塑膠加工等）自動產出結構化之「綠色替代建議書」，內容包括該產業常用之高風險化學物質清單、對應安全替代物候選、替代路徑可行性評估及相關法規資訊，以提升系統之決策支援深度。

4. 使用者體驗優化：行動版與語音輸入 114 年度已透過 Google PageSpeed Insight 工具優化使用者介面，並透過數位部 FreeGO 工具檢測完成多項無障礙設計（符合第一優先等級）。未來將參考委員建議，逐步於計畫中規劃：

計畫績效自評審查意見

		<ul style="list-style-type: none"> • 手機版介面配置優化，調整版面與互動設計以適配工廠端之行動裝置使用情境。 • 評估導入語音輸入功能 (Voice Input)，使現場人員得以免手持方式向對談機器人查詢化學品資訊。
<p>侯 嘉 洪</p>	<p>【本計畫優點】 此計畫整合 AI 技術與化學物質風險資料，建立可即時查詢替代建議之決策支援工具，具政策支援、產業應用及風險管理價值，並提升資訊取得效率與使用者體驗。成果具技術創新與政策應用價值，貢獻度良好。</p> <p>【建議事項】 建議強化系統實際應用與跨部會資料整合，提升產業導入與政策落地成效，並進一步量化實際產業效益。</p>	<p>感謝委員綜合建議，後續將從三方面具體強化：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 強化系統實際應用：延續並擴大 114 年度之產業試用機制（目前已有 9 家廠商試用、51 份回饋），後續計畫規劃邀請特定產業進行實際導入演練，將系統納入業者化學品管理工作流程，並蒐集實際應用成效資料。 • 跨部會資料整合：配合政策方向，研議與相關部會進行資料整合與介接機制設計，擴大 SAS 模組之資料涵蓋範圍與應用場域。 • 量化實際產業效益：建立產業效益量化指標，包括產業使用者查詢節省之時間成本、成功導入替代物之案例數、替代後毒性或關注化學物質用量減少估算值等，作為後續年度成果展現與計畫效益評量之依據。
<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)</p>		
委員	自評評等	
林財富	良	
董瑞安	良	
林耀東	良	

計畫績效自評審查意見

侯嘉洪

良