



經濟部標準檢驗局 103 年度執行報告(審核後修訂版)

民生化學計量標準計畫 (2/4)

(第 2 年度)

全程計畫：自 102 年 1 月至 105 年 12 月止

本年度計畫：自 103 年 1 月至 103 年 12 月止



工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

中華民國 103 年 12 月

目 錄

基本摘要	I
壹、103 年度重要活動與成果記事	1
貳、前言---年度目標與計畫全程目標之連結說明	16
參、計畫變更說明	18
肆、執行績效檢討	19
一、計畫達成情形.....	19
(一) 進度與計畫符合情形.....	19
(二) 目標達成情形.....	21
(三) 配合計畫與措施.....	29
二、資源運用情形.....	30
(一) 人力運用情形.....	30
(二) 經費運用情形.....	31
(三) 設備購置與利用情形.....	33
(四) 人力培訓情形.....	33
伍、成果說明與檢討	38
一、非量化執行成果說明.....	38
(一) 氣體化學計量標準技術分項.....	38
(二) 環境化學計量標準技術分項.....	78
二、年度計畫整體量化執行成果說明.....	94
(一) 技術運用收入.....	94
(二) 技術推廣活動成果說明.....	97
(三) 技術服務成果說明.....	98
(四) 論文發表成果說明.....	110
(五) 產出成果一覽表.....	117
陸、結論與建議	118
一、氣體化學計量標準技術分項.....	118
二、環境化學計量標準技術分項.....	119
柒、附件	122
附件一、新台幣 3 百萬元以上(含)之儀器設備清單	122
附件二、新台幣 1 百萬元以上(含)之儀器設備清單.....	123
附件三、國外出差人員一覽表.....	124
附件四、專利成果統計一覽表.....	128
附件五、論文一覽表.....	129
附件六、研究報告一覽表.....	131
附件七、研討會/成果發表會/說明會一覽表	133
附件八、中英文對照表.....	134
附件九、研究成果統計表.....	136
附件十、參考文獻索引.....	137

附件十一、國際技術交流研究報告.....	141
附件十二、客戶滿意度報告.....	149
附件十三、期末委員意見彙整表.....	155

圖 目 錄

圖一：CO、CO ₂ 、CH ₄ 、H ₂ O、NO 與 SO ₂ 等六物種之分析方法及量測結果.....	10
圖二：於 SCL 溫濕度實驗室進行 CO ₂ Removal System 性能測試	10
圖三：新瑞僑氣體股份有限公司_氣體純度分析實驗室建置設計	11
圖四：新瑞僑氣體股份有限公司_氣體純度分析實驗室內空間規劃	11
圖五：新瑞僑氣體股份有限公司_氣體純度分析人員培訓	12
圖六：微量水氣產生與量測硬體暨軟體系統	12
圖七：高壓氣瓶管理系統資訊存取架構及系統軟體主畫面說明	13
圖八：空氣品質監測數據統計分析軟體啟動畫面	14
圖九：北部空品區各監測站 2013 年 7 月懸浮微粒月均值盒狀圖	15
圖十：計畫執行之全程預定產出技術/系統與驗證參考物質	16
圖十一：計畫目標與各工作子項技術建立期程說明	17
圖十二：NMIJ 簡易型微量水氣產生裝置	37
圖十三：國內氣體濃度量測需求彙整圖	38
圖十四：由產業需求歸納之氣體計量核心技術要項	38
圖十五：產業上下游氣體計量需求鏈分析	39
圖十六：微量水氣產生暨量測裝置設計圖	41
圖十七：微量水氣產生暨量測裝置硬體設備	42
圖十八：50 ppb 至 54 ppm 微量水氣濃度趨勢圖	42
圖十九：Degree of equivalence for the APMP.QM-S7 (k = 2)	48
圖二十：國內氣體濃度驗證比對活動流程圖	49
圖二十一：能力試驗 Degree of equivalence (DOE)分析圖	50
圖二十二：靜態重力法高壓氣體充填配製裝置與氣瓶質量衡重程序圖	54
圖二十三：FTIR 氣體濃度驗證系統設備圖	56
圖二十四：NO in N ₂ 驗證參考物質濃度與分析訊號迴歸分析圖	56
圖二十五：SO ₂ in N ₂ 驗證參考物質濃度與分析訊號迴歸分析圖	57
圖二十六：GC-TCD 氣體濃度驗證系統設備圖	59
圖二十七：GS-GASPro 管柱標準層析圖	60
圖二十八：硫化物離子碎片圖	61
圖二十九：硫化物混合樣品層析圖	62
圖三十：硫化物儀器訊號與濃度關係圖	63
圖三十一：酒精動態氣體濃度配製系統	64
圖三十二：動態酒精氣體濃度配製系統組成示意圖	64
圖三十三：酒精動態配製之理論濃度與酒精分析儀讀值關係圖	67
圖三十四：酒精分析儀校正流程圖（含動態產生之酒精氣體濃度之驗證）	67
圖三十五：(a) 氣體濃度稀釋裝置 (b) 軟體介面	69
圖三十六：氣體濃度稀釋裝置之稀釋分率驗證流程圖	70
圖三十七：理論稀釋分率與實際稀釋分率換算方程式其關係圖	72
圖三十八：甲醛原級標準系統示意圖	74

圖三十九：磁浮天平樣品室溫控系統功能測試結果.....	75
圖四十：甲醛滲透管之滲透率測試結果.....	77
圖四十一：新興污染物環境暴露、法規管理與檢測需求關聯圖.....	78
圖四十二：十溴二苯醚(BDE-209) ID GC-MS 分析檢量線.....	80
圖四十三：八溴二苯醚(BDE-203) ID GC-MS 分析檢量線.....	81
圖四十四：五溴二苯醚(BDE-99) ID GC-MS 分析檢量線.....	81
圖四十五：十溴二苯醚濃度 ID GC-MS 量測不確定度來源.....	83
圖四十六：氣體分項驗證參考物質產出規劃.....	錯誤! 尚未定義書籤。
圖四十七：有機物質與重金屬量測技術之產業運用規劃說明.....	120

表 目 錄

表一：FTIR、QMS、與 GC-DID 量測惰性純氣中不純物種之方法偵測極限.....	40
表二：103 年度環保用零氣體規格驗證技術開發成果.....	41
表三：氫氣純氣之純度分析結果整理表（含樣品分析範例）.....	43
表四：氧氣純氣之純度分析結果整理表（含樣品分析範例）.....	43
表五：三氟化氮純氣之純度分析結果整理表（含樣品分析範例）.....	44
表六：四氟化碳純氣之純度分析結果整理表（含樣品分析範例）.....	44
表七：一氧化氮純氣之純度分析結果整理表（含樣品分析範例）.....	44
表八：六氟化硫純氣之純度分析結果整理表（含樣品分析範例）.....	44
表九：氮氣純氣之純度分析技術整理表.....	45
表十：氫氣純氣之純度分析技術整理表.....	45
表十一：氧氣純氣之純度分析技術整理表.....	45
表十二：美國國家環境保護署公告之零空氣中不純物規格.....	46
表十三：各國比對件分析方法與追溯.....	48
表十四：能力試驗濃度驗證分析 En 計算結果.....	50
表十五：能力試驗比對件鋼瓶濃度變化監測結果.....	51
表十六：鋼瓶氣體品質查核分析結果.....	51
表十七：國內廠商 10 $\mu\text{mol/mol}$ CO in N ₂ 鋼瓶氣體濃度驗證分析結果.....	52
表十八：(50 至 2000) $\mu\text{mol/mol}$ 氮氣中一氧化氮驗證參考物質配製濃度表.....	54
表十九：(50 至 2000) $\mu\text{mol/mol}$ 氮氣中二氧化硫驗證參考物質配製濃度表.....	55
表二十：(1 至 20) mmol/mol 空氣中甲烷驗證參考物質配製濃度表.....	55
表二十一：FTIR 氣體濃度驗證系統分析條件.....	56
表二十二：GC-TCD 氣體濃度驗證系統分析條件.....	59
表二十三：硫化物偵測極限.....	62
表二十四：氣體濃度稀釋裝置測試氣體成分，濃度範圍及其稀釋分率說明表..	69
表二十五：CO in N ₂ 實際稀釋分率分析表.....	72
表二十六：CH ₄ in air 實際稀釋分率分析表.....	73
表二十七：氣相層析質譜儀量測參數.....	79
表二十八：多溴二苯醚 ID GC-MS 分析系統確效結果.....	81
表二十九：十溴二苯醚 ID GC-MS 濃度驗證不確定度分量表.....	87
表三十：數位式密度計量測甲苯中十溴二苯醚溶液密度不確定度分量表.....	90
表三十一：雙酚 A 之分析方法與偵測極限.....	93

基本摘要

【期末報告摘要資料】

科資中心編號				
計畫中文名稱	民生化學計量標準計畫 (2/4)			
主管機關	經濟部標準檢驗局	計畫編號	103-1401-04-08-03	
執行機構	財團法人工業技術研究院	審議編號		
年度	103	全程期間	10204-10512	
本期經費	34,990 仟元			
執行單位出資 0 %				
經濟部標準檢驗局委託 100 %				
執行進度		預定進度	實際進度	落後比率 (比較)
	當年	100 %	100 %	0 %
	全程	50 %	50 %	0 %
經費支用		預定支用經費	實際支用經費	支用比率
	當年	34,990 仟元	34,990 仟元	100.00 %
	全程	65,590 仟元	65,590 仟元	100.00 %
中文關鍵詞	化學計量、環境化學、參考物質、微量水氣、氣體純度、無機酸、多溴二苯醚、氣相層析質譜儀、氮氧化物、硫氧化物、品質管制、室內空氣品質、揮發性有機物			
英文關鍵詞	Metrology in Chemistry、Environmental Chemistry、Reference Material、Trace Moisture、Gas Purity、Inorganic Acid、Polybrominated Diphenyl Ethers、Gas Chromatography Mass Spectrometer、Nitrogen Oxide、Sulfur Oxide、Quality Control、Indoor Air Quality、Volatile Organic Compounds			
研究人員	中文姓名		英文姓名	
	彭國勝		Gwo-Sheng Peng	
	林采吟		Tsai-Yin Lin	
	羅幼旭等		Yu-Shiu Lo etc.	
研究成果中文摘要	<p>「民生化學計量標準計畫」針對科技產業與民生工業所使用之化學品排放濃度管制建立國家最高計量標準，提供國內民生產業之計量追溯，連結我國與國際之「標準、檢測及認驗證」達技術等同。計畫目的在建置與國際接軌之國家民生化學計量追溯體系，扎根國內民生化學計量基礎，確保量測結果的準確度，協助政府落實「永續社會」、「永續環境」與「永續經濟」之政策方</p>			

	<p>針。本年度技術工作主要包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 新建可提供儀器校正服務之國家標準系統一套(系統名稱：氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統)。內容為動態酒精氣體濃度產生，驗證及後續可提供之酒精氣體分析設備校正技術建立。 2. 擴建可供標準混合氣體且驗證廠商所配製之標準混合氣體的既有標準系統共計兩套(系統名稱：質量法高壓混合氣體供應驗證系統；鋼瓶氣體濃度量測系統)。內容為研製固定污染源排放管制使用之 50 至 2000 $\mu\text{mol/mol}$ SO_2 in N_2 與 NO in N_2 驗證參考物質(系統相對擴充不確定度小於 2%)，以及 1 至 20 mmol/mol CH_4/air 分析系統校正用驗證參考物質(系統相對擴充不確定度小於 2%)。 3. 參與標準混合氣體配製與濃度驗證技術國際比對兩次。 4. 辦理國內標準混合氣體配製與濃度驗證能力比對活動一次。 5. 建立低濃度高吸附性或反應性之混合氣體的動態配製技術，包含利用滲透管法(permeation method)配製甲醛氣體以及利用擴散法(diffusion method)配製微量水氣。其中有關微量水氣建立之技術範圍為 0.1 至 50 $\mu\text{mol/mol}$ H_2O in N_2。 6. 建立室內粉塵中多溴二苯醚之微波消化與濃度驗證技術。 <p>以上技術建立過程，同時進行技術推廣運用，簽約金額為新台幣 170 萬元，共計 7 家次。主要之技術內容為本計畫所建立之標準混合氣體濃度驗證技術及其於固定污染源或廢氣處理設施之現場檢測運用。其中並開發高壓氣瓶氣體管理系統以及空氣品質監測數據分析軟體，可提供檢測公司以及權責主管機關進行空氣品質監測結果的後續統計分析。</p>
英文摘要	<p>The main objectives of this project are to establish the highest level national measurement standards with metrological traceability for chemicals used in high-technology and traditional industries, to ensure the accuracy of measurement results, to achieve international recognition of our metrology competence, and to help implement government policies for sustainable development in society, environment, and economy. The major tasks accomplished in 2014</p>

include:

- (1) Setting up a new standard system (Gas Concentration Dilution Device and Concentration Analysis Device Calibration System) which can provide instrument calibration services. In this task, we developed techniques for dynamic generation and concentration verification of alcohol vapor, and calibrations of alcohol gas analyzing devices.
- (2) Expanding services of two existing standard systems (Gravimetric High-Pressure Cylinder Gas Mixture Supply and Certification System & Cylinder Gas Concentration Certification System) to supply standard gas mixtures and to verify the concentrations of commercial standard gases that are used in industries. We can now provide certified reference gas mixtures of 50 to 2000 $\mu\text{mol/mol}$ SO_2/N_2 and NO/N_2 (with relative expanded uncertainty $< 2\%$), which can be used for audit of emission from stationary sources, and 1 to 20 mmol/mol CH_4/air (with relative expanded uncertainty $< 2\%$), which can be used for calibration of analytical systems.
- (3) Participating in international comparison activities two times, one for the preparation of standard gas mixtures and the other for concentration verification, to demonstrate our metrological capabilities.
- (4) Holding a national proficiency testing activity to understand the domestic capabilities for preparation of standard gas mixtures and concentration verification.
- (5) Establishing dynamic preparation technique for highly adsorptive or reactive gas mixtures at low concentrations. This includes the use of permeation method for preparation of formaldehyde and the use of diffusion method for preparation of trace moisture. For trace moisture, the established concentration range is 0.1 to 50 $\mu\text{mol/mol}$ H_2O in N_2 .

	<p>(6) Establishing an analytical protocol for microwave-assisted extraction and concentration analysis of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in indoor dusts.</p> <p>To generalize the above techniques, we provided technical services to 7 industrial companies, with the IP contract amount of \$1,700 k NTD. The major contents of these services are the concentration certification for standard gas mixtures and its applications for in-situ check of stationary emission sources or waste gas processing equipment. We also developed software for systematic management of high-pressure cylinder gases and for analysis of continuous measurement data, which can be a very useful tool for testing laboratories or competent authorities to conduct statistical analysis for air quality monitoring.</p>
報告頁數	161
使用語言	中文
全文處理方式	可對外提供參考

報 告 內 容

壹、103 年度重要活動與成果記事

日期	活動內容簡述
103.04.04	<p>國際研討會論文發表與合作洽談</p> <ul style="list-style-type: none"> • 參加4月4日至11日於法國巴黎國際度量衡局舉辦第三十一屆化學物量之氣體分析工作小組年度會議（The 31th Meeting of the CCQM-Gas Analysis Working Group）；藉由該會議的參與，瞭解目前各區域組織內各國的技術比對現況，以及國際比對可能之新增項目，並向內圈比對主辦國提出比對項目的申請規劃，確認比對項目與技術規格之可行性，滿足民生化學計量標準計畫對於技術發展之國際等同性的要求。 • 前往荷蘭國家計量研究院與美國國家標準與技術研究院進行技術洽談與合作規劃，洽談內容如下： <ul style="list-style-type: none"> □ 荷蘭國家計量研究院：進行固定污染源排放之計量標準（濃度與流量）開發合作規劃。 □ 美國國家標準與技術研究院： <ul style="list-style-type: none"> -- 氣體計量技術討論/交流，並針對美國標準氣體追溯制度建構精神，及國家標準與技術研究院與美國環保署的合作模式進行瞭解，以為計畫規劃參考。 -- 參訪美國國家標準與技術研究院之臭氧標準系統，瞭解國家標準與技術研究院針對該系統之軟體更新的狀況，作為本研究協助環保署提升臭氧空氣品質監測品質與準確度之參考。
103.04.04	<p>國際比對</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 有關 2000 $\mu\text{mol/mol}$ 氮氣中甲烷的比對，已提交比對結果給主辦國韓國國家計量研究院（KRISS）。本次比對參與之國家單位計有：新加坡科技研究局(A*STAR)、韓國國家標準與科學研究院（KRISS）、泰國國家計量研究院(NIMT)、南非國家計量研究院（NMISA）、印度國家物理研究所(NPLI)、土耳其國家計量研究院（UME）、台灣國家度量衡標準實驗室(NML)，等 7 個單位。詳細比對結果說明於報告書中。 ■ 有關 1000 $\mu\text{mol/mol}$ 氮氣中甲烷的比對，預計參與由日本計量研究所(NMIJ)舉辦之核心比對活動(Key Comparison)

	<p>(APMP.QM-K111, C₃H₈ in N₂), 目前施行比對之方法草案已遞交荷蘭國家計量院進行審核, 預定下半年度完成報名與比對件傳遞、濃度驗證分析等工作。本次比對參與之國家單位計有: 台灣 國家度量衡標準實驗室(NML)、日本化學物質評價研究所(CERI)、韓國國家標準與科學研究院(KRISS)、新加坡科技研究局(A*Star)、中國計量科學研究院(NIM)。比對執行將配合國際度量衡委員會轄下之氣體分析工作小組的規劃, 進行時間上的調整。CERI 於 9 月通知因行政作業問題比對件鋼瓶寄送時程將延至 2015 年上半年度, 因此技術團隊另行規劃 2 個活動以驗證建立技術品質:</p> <p>(1) 與 CERI 進行雙邊先行比對, 方式為團隊將配製完成的標準氣體(鋼瓶編號: D216092; 驗證濃度: (999.4±1.5) μmol/mol)寄送至日本 CERI, 由日本 CERI 執行濃度驗證, 再由 CERI 所出具之驗證結果與團隊之結果進行 En 值比較。比對件已寄達 CERI, 日方初步回覆其驗證結果為(1000.0±3.5) μmol/mol), En 值為 0.16 (小於 1.0)。</p> <p>(2) 採用原級參考物質之穩定度評估方式, 向 CERI 採購一瓶標示濃度為 1000 μmol/mol 之 C₃H₈ in N₂ 混合氣體, 運用本計畫所建立之原級參考物質進行該氣體之濃度驗證後, 比較 CERI 所提供之報告值與技術團隊所驗證之濃度值的等同性(DoE, Degree of Equivalence)。結果顯示, CERI 之報告濃度為(983.5±3.5) μmol/mol), 技術團隊之驗證濃度為(983.8±1.5) μmol/mol), En 值為 0.08 (小於 1.0)。</p>
103.05.03	<p>國內研討會論文口頭發表兩篇</p> <p>參與於輔仁大學國璽樓舉辦之 2014 年(第 28 屆)環境分析化學研討會暨會員大會暨第二屆海峽兩岸環境分析化學學術研討會, 並進行兩篇論文之口頭發表。第一篇論文發表內容為「連續排放監測系統量測煙道排放氯化氫污染物之準確度實場查核」, 內容主要為利用標準添加法進行固定污染源排放管路中氯化氫的量測技術開發, 此技術可適用於複雜基質且高濕高溫環境的氯化氫量測。第二篇論文發表內容為「零級氣體規格驗證技術要求及其應用」, 主要發表零氣體規格驗證技術的發展需求以及技術發展現況說明。</p>

<p>103.05.27 103.05.29</p>	<p>技術推廣研討會辦理 I</p> <p>於高雄及台北辦理「氣體濃度計量追溯與標準品管理實務分析」研討會各一場。</p> <p>鑑於標準氣體正確選用及其計量追溯體制的健全為氣體分析設備能否嚴謹運行主要因素之一，計畫特舉辦「氣體濃度計量追溯與標準品管理實務分析」研討會，針對氣體濃度計量追溯與國際標準氣體管理、氣體純度分析技術實務探討、氣體參考物質配製與濃度驗證技術及其不確定度評估、解讀分析報告 COA(Certificate of Analysis)等主題之理論實務加以探討，提供產學研各界技術與經驗交流平台。</p> <p>05/27 以及 05/29 兩場研討會中，計有各大氣體廠商、氣體監(偵)測器儀校實驗室與設備供應商、環境檢測與顧問公司等產、學、研氣體技術需求單位，40 家 56 位領域專家共襄盛舉。</p>
<p>103.05.27</p>	<p>技術推廣研討會辦理 II</p> <p>辦理「檢測實驗室玻璃儀具校正品保暨實務演練」研討會。</p> <p>假工研院光復院區舉辦「檢測實驗室玻璃儀具校正品保暨實務演練」研討會，針對實驗室品保不可或缺的一環：正確地使用及校正玻璃儀具進行說明與探討，解說玻璃儀具校正與不確定度評估技術，藉此推廣校正追溯觀念。共計 17 家廠商 32 位產學研等相關單位之人員參與。</p>
<p>103.06.03</p>	<p>兩岸合作平台建立</p> <p>參加「2014 第十屆海峽兩岸計量研討會」、「2014 光伏計量論壇」暨大陸相關計量單位討論交流，找尋合作機會，建構兩岸計量技術溝通平台，以協助產業在大陸市場之發展。</p>
<p>103.06.03</p>	<p>國際研討會論文</p> <p>參加「2014 第十屆海峽兩岸計量研討會」，發表「固定污染源排放計量技術研究」成果，說明整合應用本研究兩個子項技術「工業管制氣體濃度驗證參考物質研製」以及「民生安全管制氣體計量標準技術建立」，於環保用校正氣體之品質查核的具體績效，展現我國計量技術能力。並針對該技術領域投入方向進行討論與交流，為結合兩岸能量播撒合作的種子。</p>
<p>103.06.07</p>	<p>國際合作洽談</p> <ul style="list-style-type: none"> 在歐盟計量研發計畫下，至荷蘭國家計量院及英國國家物理研究院，洽談計量技術合作方式與分工，瞭解歐盟技術與國際標準訂定

	<p>(歐盟主導)發展方向及內容，將我國技術發展提昇至國際舞台，深耕廣度與深度，躍昇技術發展。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 跨進歐盟，搭建我國計量技術國際合作平台，掌握國際發展趨勢與技術研發時程，助益我國技術規劃與國際發展之搭配。主要洽談主題如下： <ul style="list-style-type: none"> □ 荷蘭國家計量院：污染物排放流量量測技術，交流討論後續技術合作及分工，技術項目主要為煙道排放--針對既有標準參考物質性能及進行下一階段規範/技術/設施之發展。以上主題為本研究子項技術「工業管制氣體濃度驗證參考物質研製」工作主軸之一。 □ 英國國家物理研究院：洽談歐盟計量研發計畫之國際合作，洽談計畫名稱為「建立計量標準以作為未來工業污染排放法之制定基礎」。
103.06.09	<p>國際活動參與</p> <p>參加「2014年光伏計量論壇」，瞭解大陸節能減碳技術資訊，及其計量標準技術之研發現況及未來發展，以利掌握世界發展趨勢。</p>
103.07.30	<p>獲環保署邀請協助自動懸浮微粒監測儀器品質性能評估</p>

標準系統擴建查驗

於 103.09.29 執行 C08 質量法高壓混合氣體供應驗證系統擴建查驗會議，查驗委員為瞿港華教授（國立東華大學化學系，兼任查驗主席）、簡聰文博士（國立成功大學永續環境科技研究中心）、高寶珠組長（全國認證基金會）、孫元平科長（標檢局四組）、王藜樺技士（標檢局四組）、張智遠技士（標檢局四組）、王品皓經理（量測中心品質部）。審查結果為全數建議通過。



103.09.29

委員名單	(主席)瞿港華 教授 國立東華大學 化學系
	(委員)簡聰文 博士 國立成功大學永續環境科技研究中心 助理研究員
	(委員)高寶珠 組長 全國認證基金會



參考混合氣	濃度範圍	相對擴充不確定度
CO in N ₂	1 μmol/mol 至 100 mmol/mol	≤ 1.5 %
CH ₄ in N ₂	100 μmol/mol 至 100 mmol/mol	≤ 0.7 %
C ₃ H ₈ in N ₂	100 μmol/mol 至 50 mmol/mol	≤ 0.9 %
CF ₄ in N ₂	100 μmol/mol 至 3000 μmol/mol	≤ 0.8 %
SF ₆ in N ₂	10 μmol/mol 至 1000 μmol/mol	≤ 1.4 %
NO in N ₂	50 μmol/mol 至 2000 μmol/mol	≤ 1.5 %
SO ₂ in N ₂	50 μmol/mol 至 2000 μmol/mol	≤ 0.9 %
O ₂ in N ₂	1 μmol/mol 至 10 μmol/mol	≤ 2.8 %
	1 mmol/mol 至 14 mmol/mol	≤ 1.2 %
CH ₄ in air	1 mmol/mol 至 20 mmol/mol	≤ 1.0 %

標準系統新建查驗

新建系統名稱為「氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統」量測系統(C10)，此系統可提供 CO in N₂、CO in N₂、CH₄ in air 氣體濃度稀釋裝置以及 C₂H₅OH in air 氣體濃度分析設備之校正技術，除可服務產業執行相關儀器校正業務，提升量測準確度外，亦可運用所建立之量測不確定度評估結果，提供不同量測技術之量測結果最大容許誤差設定原則，作為相關主管機關執行所需檢測設備準確性之依據。

標準系統擴建查驗

本年度 C03 標準系統擴建查驗會議，邀請中國醫藥大學職業安全與衛生學系楊禮豪副教授(兼任查驗會議主席)、國立成功大學永續環境科技研究中心簡聰文博士以及全國認證基金會高寶珠組長擔任查驗委員，項目為 NO/N₂、SO₂/N₂ 與 C₂H₅OH/air 氣體濃度驗證分析技術。委員針對相關標準文件、分析流程及現場實際操作進行考核，會後委員決議通過系統擴建。系統擴充後將可提供環檢實驗室與產業使用之 NO/N₂、SO₂/N₂ 與 C₂H₅OH/air 氣體鋼瓶濃度驗證之服務。

103.10.17



委員名單	(主席)楊禮豪 副教授 中國醫藥大學 職業安全與衛生學系
	(委員)簡聰文 博士 國立成功大學永續環境科技研究中心 助理研究員
	(委員)高寶珠 組長 全國認證基金會



氣體成分	量測技術	量測評估模式	校正濃度範圍 (μmol/mol)	相對擴充不確定度(%)
SO ₂ in N ₂	FTIR	一次迴歸分析法	50 至 2000	0.5 至 1.4
NO in N ₂	FTIR	二次迴歸分析法	50 至 2000	0.4 至 1.8
C ₂ H ₅ OH in air	GC-FID	單點校正分析	137 至 547	0.8 至 1.3

<p>103.10.21 - 103.10.24</p>	<p>國際研討會論文發表</p> <p>2014/10/21-24 參加「參加第 12 屆亞太計量組織化學計量技術委員會-氣體分析工作小組研討會」，發表「酒精動態產生系統」研究成果，此系統可應用於相關作業環境偵測器與酒測器材校正之用，此外藉由參與此會議，與其他國家標準實驗室及產學研之氣體領域專家交流，吸取氣體計量化學與分析技術相關專業知識與經驗，蒐集亞太地區氣體計量化學發展趨勢，增進民生化學計量氣體化學技術能力。</p>
<p>103.11</p>	<p>與日商 Horiba 及其代理商宇慶公司洽談 NMHC 非甲烷碳氫分析設備性能驗證技術交流</p> <p>非甲烷碳氫含量一般可以總碳氫化物含量減去甲烷含量表示之。國內開始進行固定污染源揮發性有機物之排放管制，排放管道的總碳氫化物量測以及非甲烷碳氫化物量測結果的準確度直接影響科技廠的空污費計算結果。科技廠發現運用無物種分離功能之分析儀進行排放管道之 NMHC 以及甲烷的量測時，部分製程氣體可能造成甲烷量測結果的干擾，也因此可能造成非甲烷碳氫含量的誤判。此現象對於儀器開發廠商而言，具有儀器改良開發以因應實務市場需求的價值。因此國內儀器代理商宇慶公司邀請其原廠 Horiba 與工研院共同進行相關設備之開發與改良，並由本技術團隊運用既有之氣體濃度配製技術與驗證技術協助進行產品開發與性能驗證。</p>
<p>103.08 - 103.10</p>	<p>前往日本 NMIJ 濕度標準實驗室進行技術交流合作</p> <p>由於目前國內尚未建立微量水氣之計量追溯鏈，故今年度規劃至日本獨立行政法人計量研究所(National Metrology Institute of Japan, NMIJ)濕度標準研究室進行客座研究，主要內容為簡易型微量水氣產生暨量測裝置，該裝置為 NMIJ 濕度標準研究室近年所開發之前瞻技術，利用擴散法於特定溫度、壓力條件下產生某濃度之水氣，搭配動態式流量稀釋系統可產生 10 ppb ~ 10 ppm 之微量水氣，並可用以同時測試多部水分分析儀或露點計之性能，其計量追溯源為該研究室建立之原級水氣標準，標準的傳遞仰賴經校正之共振腔振盪衰減頻譜 (Cavity Ring-Down Spectroscopy, CRDS) 的量測結果，相關技術成果已發表於今年五月的 Sens. Actuators A: Physical 期刊。透過本次客座研究，可縮短國內建立微量水氣計量追溯之期程，盡早提供國內產業服務。</p>

<p>103.03 - 103.11</p>	<p>國內外貴賓到訪與技術交流活動列表</p> <p>1. 三聯科技 參觀行動酒測查核器以及酒精動態產生系統(3/7)</p> <p>2. 泰國 DSS 介紹質量法高壓混合氣體供應驗證系統，以及行動酒測檢查器系統(6/6)</p> <p>3. 廈門市計量檢定測試院 介紹質量法高壓混合氣體供應驗證系統、微水與甲醛系統(9/24)</p> <p>4. 弘光科技大學生物醫學工程系廖本義主任 至量測中心進行參訪交流(10/7)</p> <p>5. 氣體廠 The Linde group 介紹甲醛與微水系統。(10/28)</p> <p>6. 中山醫學大學醫學檢驗暨生物技術系至 NML 進行校外研習 符合性評鑑與認證概論”大二至大四學生約 40 人，至量測中心參觀實驗室(10/28)</p> <p>7. 德國 Rubotherm Dr. Reza Seif A.H., Managing Director 來訪，進行甲醛配製用磁浮天平系統測試與使用經驗交流。(11/19~11/21)</p> <p>8. 宸昶企業、TSI、Thermo、Horiba、MetOne、GRIMM、ESA： 了解各廠商之懸浮微粒自動監測儀器之原理、功能與操作以及探討各廠牌儀器於國內外參與性能比對之過去履約績效、實蹟</p> <p>9. 逢甲大學環境工程與科學學系李書安副教授與其研究生 進行氣體濃度量測技術交流與實驗室參訪</p> <p>10. 雋脈科技 洽談偵測器開發技術並進行實驗室參訪</p>
--------------------------------	---

■ 其他技術推廣運用之量化成果說明：

• 技術成果運用（共計簽約收入新台幣 1,700.1 仟元）：

1. 新瑞僑氣體股份有限公司：氣體中微量水氣濃度量測技術運用，技術服務簽約收入新台幣 250 仟元。
2. 衡準科技公司：製程後端暨排放管道氣體濃度量測技術運用，技術服務簽約收入新台幣 490 仟元。
3. 香港商昇達廢料處理有限公司台灣分公司：CEMS 準確度查核評估技術運用，技術服務簽約收入新台幣 450 仟元。
4. 一冠實業有限公司：功能水氧氣含量穩定度評估技術應用，技術服務簽約收入新台幣 110 仟元。
5. 三福氣體股份有限公司：鋼瓶氣體濃度分析技術運用，技術服務簽約收入新台幣 100.1 仟元。
6. 衡準科技股份有限公司：空氣品質監測數據分析軟體技術運用，技術服務簽約收入新台幣 150 仟元。
7. 升百億實業有限公司：金屬氧化物物質分析技術運用，技術服務簽約收入新台幣 150 仟元。

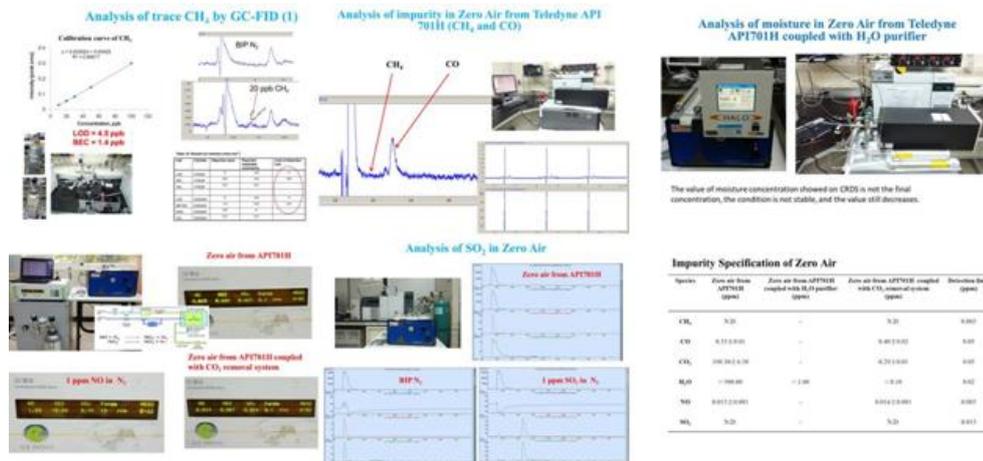
• 年度重要產業服務案例說明：

1. 零級氣體產生裝置設計與性能驗證__服務對象為香港商科電工程公司及香港標準與校正實驗室 (Standard and Calibration Laboratory, SCL)

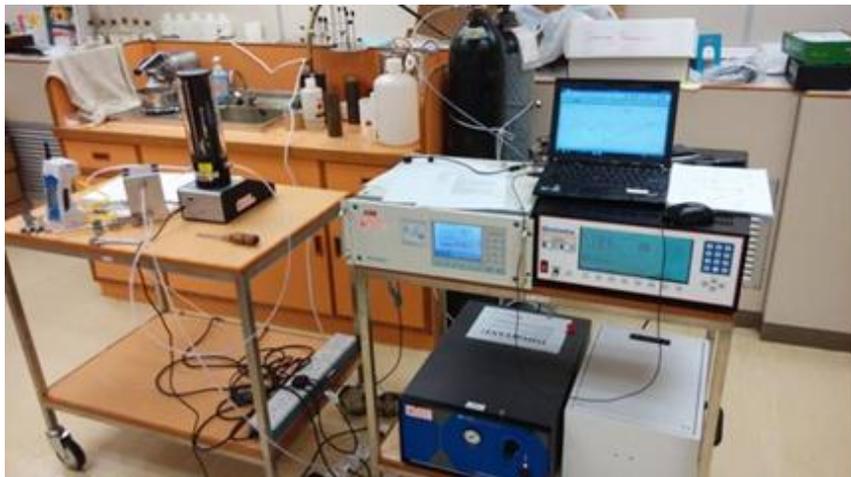
香港標準及校正實驗室(Standard and Calibration Laboratory, SCL)委託協助建立一套二氧化碳去除系統(CO₂ removal system)，該系統旨在去除零空氣產生機所生產空氣中之二氧化碳及水氣，SCL 並希望其性能可藉由本計畫所建立之技術進行驗證，經純化後需驗證分析的空氣中不純物濃度，包含一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、水氣(H₂O)、一氧化氮(NO)與二氧化硫(SO₂)等六物種。

由於香港特別行政區目前已對於室內空氣品質訂定相關法規，因此近來 SCL 常接收到對於相關儀器檢測或校正之需求，負責此計畫規劃的乃是溫溼度實驗室，由於過去 SCL 從未具有氣體相關的分析經驗，因此考量由較簡易的 CO 及 CO₂ 的檢測與校正著手。計畫技術團隊本年度協助 SCL 了解氣體濃度計量追溯之概念、講解分析儀器之原理特性、並進行儀器示值校正、解說流量稀釋裝置之重要性與相關注意事項，最終將所有儀器

及系統串聯後進行偵測極限確認及 CO₂ Removal System 處理效能測試。



圖一：CO、CO₂、CH₄、H₂O、NO 與 SO₂ 等六物種之分析方法及量測結果



圖二：於 SCL 溫濕度實驗室進行 CO₂ Removal System 性能測試

2. 氣體純度分析實驗室建立輔導...服務對象為國內氣體供應商新瑞僑氣體股份有限公司

新瑞僑氣體股份有限公司為了提升產品品質滿足客戶端之需求，進而加強市場競爭力，因此希望針對該公司主要販售之大宗氣體，如氮氣、氬氣與氧氣等建置氣體純度分析技術。工研院量測技術發展中心協助提供實驗室整體建置規劃、純度分析技術建立輔導、分析人員培訓及技術諮詢等服務，藉此協助該公司提升產品品質與分析技術方面能力。氣體純度分析實驗室建置設計與空間規劃如圖三所示。實驗室空間建置完成後，亦協助該公司進行空間規劃，如圖四所示，包含辦公區、討論區、備料區與實驗區

等四部分，此規劃除了方便該公司的分析人員進行分析工作與數據處理外，若該公司客戶有實驗室參觀需求，亦利於人員能清楚介紹與說明。



圖三：新瑞僑氣體股份有限公司_氣體純度分析實驗室建置設計



圖四：新瑞僑氣體股份有限公司_氣體純度分析實驗室內空間規劃

由於新瑞僑氣體股份有限公司的現場工作人員皆不具備氣體純度分析相關背景與知識，故於此輔導案中亦協助該公司培訓一名氣體純度分析人員，該人員於工研院量測中心接受三個月的訓練課程，包含分析化學基本概念、氣體分析相關知識、分析儀器實際操作與結訓考核等，結訓後該人員回到新瑞僑氣體股份有限公司主要負責分析該公司氣體產品的工作。該人員於工研院量測中心培訓階段如圖五所示。

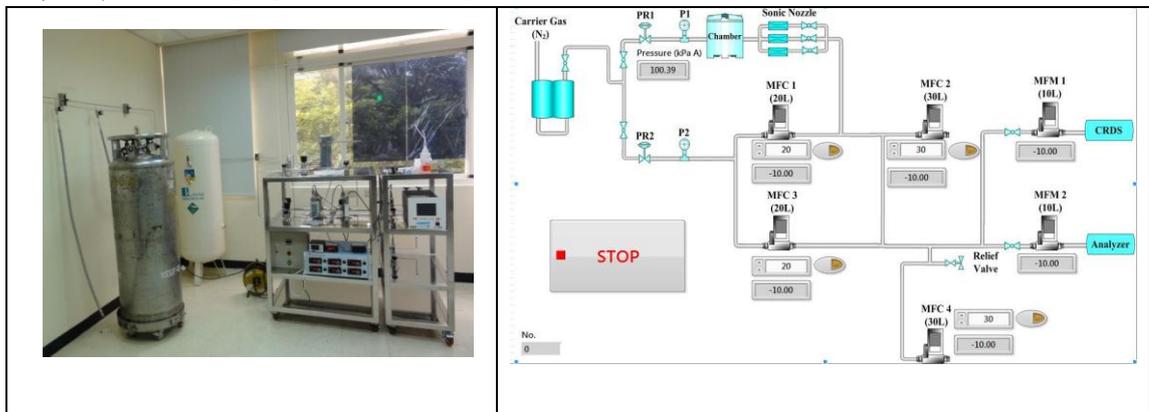


圖五：新瑞僑氣體股份有限公司_氣體純度分析人員培訓

• 技術/裝置開發設計：

1. 微量水氣產生暨量測裝置與其控制軟體

微量水氣產生暨量測裝置乃師法日本 NMIJ 濕度標準研究室近年所開發之前瞻技術^[1-1~1-4]，裝置組成包含：載流氣體供應源(N₂)、微量水氣產生腔、動態式質量流量稀釋系統與高靈敏度之微量水氣量測儀器。利用此裝置可比較參考標準件(經 NMIJ 原級微量水氣產生系統校正過之共振腔振盪衰減頻譜)與待測件(國內廠商的微量水氣量測儀器)之量測結果，可藉此修正待測件之量測讀值，提供國內廠商作為製程調整或儀器維護調整之參考依據，裝置硬體與軟體如圖六所示。



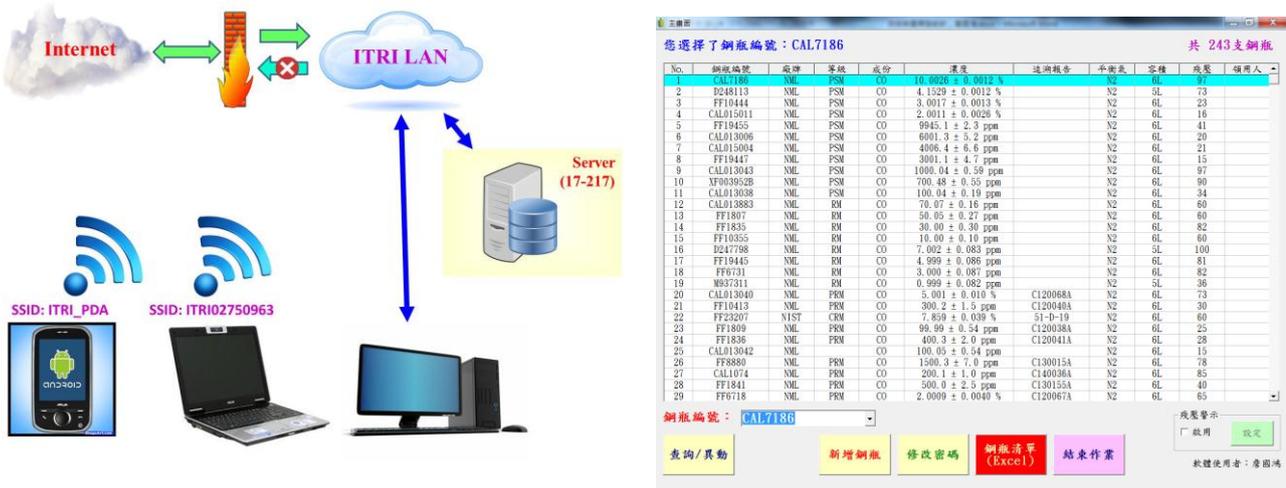
圖六：微量水氣產生與量測硬體暨軟體系統

控制軟體部分係採用質流量控制器(Mass Flow Controller, MFC)與質流量計(Mass Flow Meter, MFM)，流量訊號是透過 RS485 進行訊號傳輸，再以 MOXA 1250 轉串列轉接器將 RS485 訊號轉至 USB(通用串列埠)至筆記型電腦。人機操作軟體介面如圖六所示，包含微量水氣產生腔體之壓力監測、質流量控制器流量調控與顯示、質流量計流量擷取與 CRDS 量測結果紀錄，其中流量調控功能可選擇程式調控或手動調控切換。

2. 高壓氣瓶管理系統程式

本團隊開發高壓氣瓶管理系統，以解決因使用氣瓶數量日趨眾多造成管理不易之問題，未來亦規劃此管理系統可移轉氣體廠運用。本系統在 ITRI 區域網路架構下，建置關聯式資料庫伺服器，以儲存高壓氣瓶各項資訊。系統使用氣瓶編號為存取資料庫中氣瓶資訊之鍵值，而氣瓶編號之輸入除了具自動完成文字之智慧輸入功能外，也運用條碼編碼管理技術進行辨識，未來也可擴充為 QR Code 或 RFID 管理。系統主要功能為：

- (1) 鋼瓶殘壓警示
- (2) 鋼瓶領用/歸還/充填/標籤列印
- (3) 密碼管理
- (4) 鋼瓶清單製作與列印
- (5) 軟體自動更新

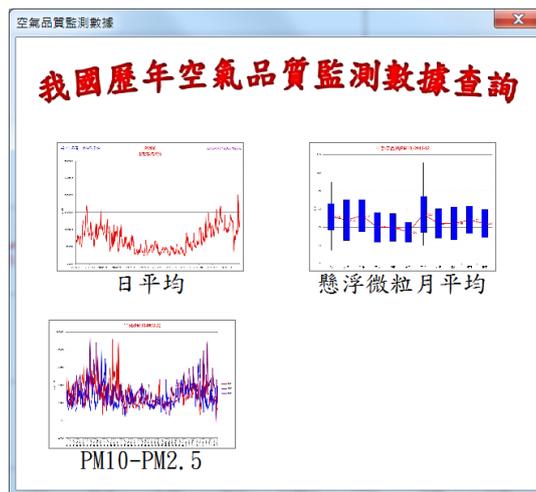


圖七：高壓氣瓶管理系統資訊存取架構及系統軟體主畫面說明

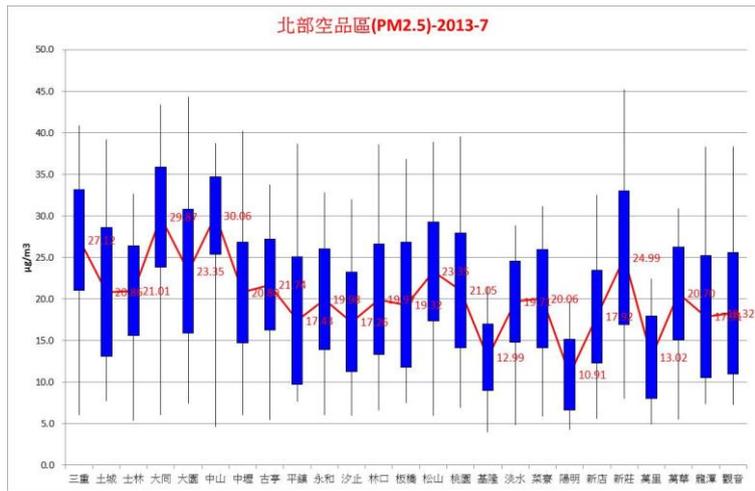
3. 空氣品質監測數據統計分析軟體開發

本技術團隊自環保署網站下載相關檔案後，自行設計軟體將各測站監測數據存成關聯式資料庫後，透過結構化查詢語言自資料庫中提取和分析有用資訊以供決策之用。本軟體有三個主功能選項：

- (1)可查詢每個監測站所有監測項目之有效數據數量、日平均值、日最大平均值、日最小平均值、日平均值標準差、日平均 25 %位數、日平均中位數、日平均 75 %位數，並取得各站所屬空品區之區日平均值，用以比較、區日最大平均值及區日最小平均值。
- (2)選擇空品區後，以盒狀圖顯示區內各測站選擇月份之 PM10 或 PM2.5 之月平均值、月平均值 + 月平均值標準差、月平均值 - 月平均值標準差、月最大平均值、月最小平均值。
- (3)以趨勢圖顯示每個監測站三年來(2011~2013)之 PM10 和 PM2.5 之日平均值差值。



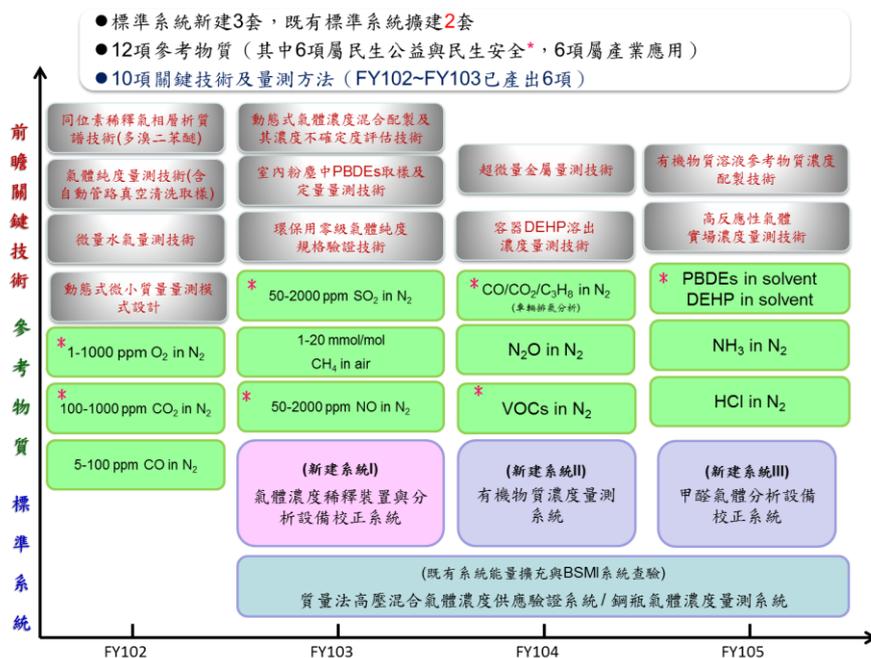
圖八：空氣品質監測數據統計分析軟體啟動畫面



圖九：北部空品區各監測站 2013 年 7 月懸浮微粒月均值盒狀圖

貳、前言---年度目標與計畫全程目標之連結說明

本計畫針對科技產業與民生工業所使用之化學品排放濃度管制建立國家最高量測標準，提供國內民生產業之計量追溯，連結我國與國際之「標準、檢測及認驗證」達技術等同。自 102 年度起四年期程中，將規劃培育氣體化學計量、民生安全環境化學計量方面的專家研究團隊。至少可完成 3 套化學計量標準系統的建置、增項擴建 2 套既有氣體化學計量標準系統之技術能量、完成 12 項驗證參考物質及 10 件量測技術與方法的開發（圖十）。



圖十：計畫執行之全程預定產出技術/系統與驗證參考物質

延續 102 年度之技術成果，103 年度主要工作執行成果及其後續發展規劃如下說明（圖十一）：

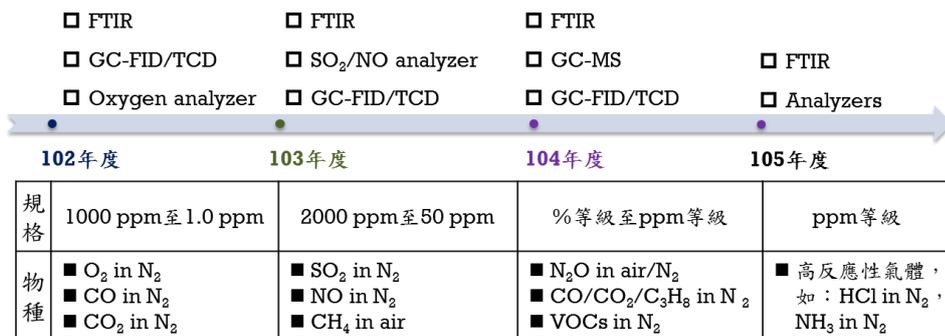
- (1) 民生安全管制氣體量測標準技術建立：102 年度已進行零級空氣供應系統建置、動態氣體濃度配製裝置設計、與酒精氣體濃度量測技術建立。103 年度延續成果完成建置「氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統」。本年度並採購建置甲醛氣體濃度配製動態配製與量測設備，預計於 104 年度完成可產生之甲醛濃度範圍及其量測擴充不確定度的整體評估，以建立校正系統服務產業。
- (2) 工業製程氣體純度計量標準技術開發：102 年度已針對 FTIR 與 QMS 於不同物種的量測建立基礎技術。103 年度整合 FTIR 與 QMS 建立氣

體純度量測技術、微量水氣產生暨量測裝置設計開發、與零氣體純度規格驗證技術建立。其中有關微量水氣已建立 0.1 至 50 $\mu\text{mol/mol}$ 之產生與量測技術，此成果為目前國內尚缺乏之前瞻技術。

- (3) 工業管制氣體濃度驗證參考物質研製：102 年度已進行包括 CO/N₂ 與 CO₂/N₂ 污染物以及 1-10 $\mu\text{mol/mol}$ 等級 O₂/N₂ 參考物質研製。103 年度延續相同技術系統，完成 50 $\mu\text{mol/mol}$ 以上 SO₂/N₂ 與 NO/N₂ 污染物管制濃度驗證參考物質、1-20 mmol/mol 以上 CH₄/N₂ 驗證參考物質研製，並執行既有標準系統「鋼瓶氣體濃度量測系統」及「質量法高壓混合氣體供應驗證系統」能量擴建。

(a) 工業暨環境管制氣體驗證參考物質研製規劃

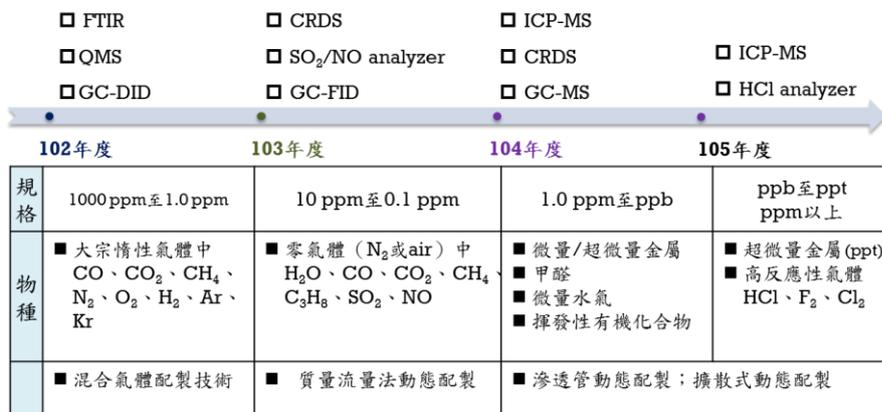
量測技術與儀器類別



• CRM研製之技術執行需依循ISO Guide 34及ISO/IEC 17025相關品質管理系統

(b) 氣體純度暨民生安全管制氣體計量技術發展規劃

對應之量測技術與儀器類別



圖十一：計畫目標與各工作子項技術建立期程說明

- (4) 有機物質計量標準技術研究：102 年度已進行多溴二苯醚 PBDEs 分析技術以及濃度驗證技術建立。103 年度延續成果進行室內粉塵 PBDEs 定量量測技術與參考物質配製用溶劑純度量測技術建立。

參、計畫變更說明

- 一、本計畫派員出國計畫暨概算表之出國規劃項目 3，原規劃前往國家/地區為大陸，參加國際計量研討會(會議)，拜訪計量相關單位進行技術交流，促進國際合作機會。在原經費及任務下，出差地點增加歐洲，參加「2014 經濟部台荷創新研發合作工作團」，前往荷蘭國家計量院及英國國家物理研究院，洽談污染物排放流量量測技術、及歐盟計量研發計畫之國際合作「建立計量標準以作為未來工業污染排放法規之制定基礎」合作方式與分工，瞭解歐盟技術與國際標準訂定(歐盟主導)發展方向及內容，掌握國際發展趨勢與技術研發時程，搭建我國計量技術國際合作平台，深耕廣度與深度，將我國技術發展提昇至國際舞台。本變更案標檢局以「經標四字第 10300539880 號」覆函同意。
- 二、本計畫派員出國計畫暨概算表之出國規劃項目 5，在原赴陸任務、經費不變下，增加「2014 光伏計量論壇」及參訪「福建省標準化研究院」行程，建立計量人脈與長期交流合作機制，搭建兩岸計量溝通平台。本變更案標檢局以「經標四字第 10300539880 號」覆函同意。

肆、執行績效檢討

一、計畫達成情形

(一) 進度與計畫符合情形

預期進度

 實際進度

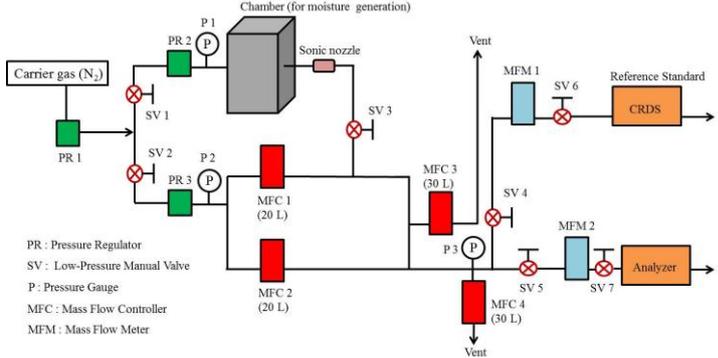
進度 月份	FY103											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. 氣體化學計量標準技術分項												
1.1 民生安全管制氣體計量標準技術建立												
- Ethanol in air 動態式混合氣體配製與濃度檢驗					A1-1							
- CO in N ₂ 、CO ₂ in N ₂ 以及 CH ₄ in air 動態式混合氣體配製與濃度檢驗技術建立完成，並提出系統查驗申請								A1-2				
- EPA Protocol Gas 滲透裝置型式或滲透管型式混合氣體濃度驗證評估研究											A1-3	
1.2 工業製程氣體純度計量標準技術開發												
- FTIR 與 QMS 整合之氣體純度量測技術					A2-1							
- 微量水氣濃度產生與量測技術（包含國際技術合作）								A2-2			A2-3	
- 零級氣體（Zero gas）純度規格驗證技術												A2-4

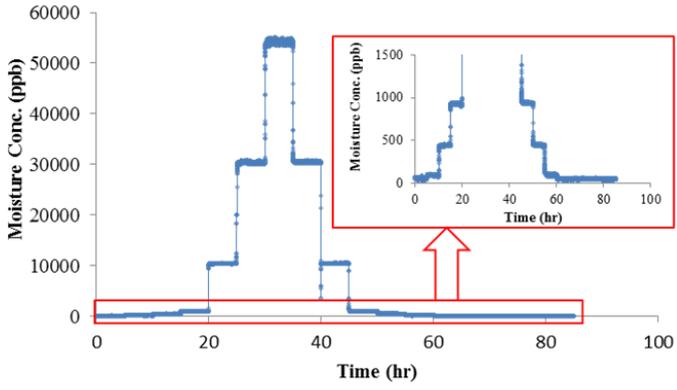
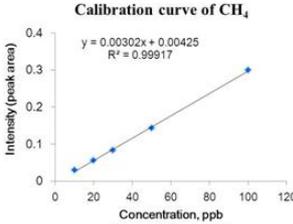
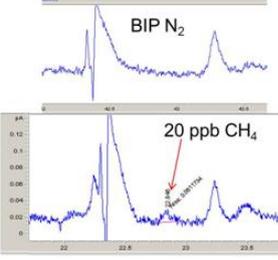
進度 月份	FY103											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
工作項目												
1.3 工業管制氣體濃度驗證參考物質研製												
- 高壓鋼瓶型式 50-2000ppm NO in N ₂ 驗證考物質配製與濃度檢驗					A3-1							
- 高壓鋼瓶型式 50-2000ppm SO ₂ in N ₂ 驗證考物質配製與濃度檢驗								A3-2				
- 高壓鋼瓶型式 1-20 mmol/mol CH ₄ in air 驗證考物質配製與濃度檢驗技術建立完成，並進行 2 套既有系統擴建申請										A3-3		
2、環境化學計量標準技術分項												
2.1 有機物質計量標準技術開發												
- PBDEs 濃度驗證技術與參考物質配製用溶劑純度量測技術						B1-1						B1-2
- 建立室內粉塵 PBDEs 定度量測技術									B1-3			B1-4
進度百分比%	20%			45%			70%			100%		

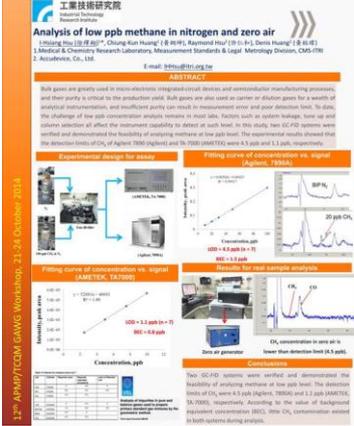
(二) 目標達成情形

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
一、氣體化學計量標準技術分項			
(一) 民生安全管制氣體計量標準技術建立			
<ul style="list-style-type: none"> Ethanol in air 動態式混合氣體配製與濃度檢驗 	<ul style="list-style-type: none"> 藉由動態氣體濃度配製裝置建立酒精氣體濃度配製技術，並完成系統操作程序與量測不確定度評估之研究報告，共計兩份。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成“動態式甲醛氣體濃度配製與分析設備”之採購規範書撰寫，與設備訂購作業。 完成恆溫水槽與酒精曝氣瓶的系統組裝與架設。並利用氣相層析火焰離子偵測器建立酒精氣體之濃度驗證程序。氣相層析法的實驗室參數為： <ol style="list-style-type: none"> 載流氣體（氦氣）：25 mL/min 層析管柱：DB-624 UI；30 m × 0.530 mm × 40.0 μm 烘箱溫度：40 °C 進氣口溫度：100 °C 偵測器條件：溫度為 400 °C，氫氣流量為 40 mL/min，空氣流量為 450 mL/min，補償流量為 30 mL/min 完成不同濃度空氣中酒精的動態配製技術建立，及技術量測不確定度評估。濃度評估範圍為 <u>(100 至 1000) μmol/mol</u>。由技術成果已經完成兩篇研究報告產出，報告名稱與技資編號為：酒精氣體濃度產生與量測程序研究(07-3-A3-0115-01)、酒精氣體產生與濃度量測不確定度評估研究(07-3-A3-0116-01)。如期完成查核點。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
<ul style="list-style-type: none"> 「氮氣中一氧化碳」、「氮氣中二氧化碳」以及「空氣中甲烷」動態式混合氣體配製與濃度檢驗技術建立完成，並提出系統查驗申請。 	<ul style="list-style-type: none"> 藉由動態氣體濃度配製裝置建立「氮氣中一氧化碳」、「氮氣中二氧化碳」以及「空氣中甲烷」動態式混合氣體配製與濃度檢驗技術，完成系統操作程序與量測不確定度評估之研究報告，共計兩份。並提出新建系統查驗申請以及進行國內研討會論文投稿一篇。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成「氮氣中二氧化碳」之動態式混合氣體配製與濃度檢驗技術建立，所建立之濃度範圍為(100 至 5000) $\mu\text{mol/mol}$。 根據上述技術成果完成一份系統操作程序研究報告，報告名稱與技資編號為：氣體濃度稀釋裝置校正研究—氣相層析儀搭配火焰離子偵測器(技資編號：07-3-A3-0136-01)。 完成論文：連續排放監測系統量測煙道排放氯化氫汙染物之準確度實場查核，並於5月3日於2014年環境分析研討會進行口頭論文發表。 完成「空氣中甲烷」之動態式混合氣體配製與濃度檢驗技術建立，建立之濃度範圍為(0.1 至 2.0) cmol/mol。 完成「氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統(C10)」建置，系統建置過程完成之系統操作程序與量測不確定度評估研究報告與技資編號如下：氣體濃度稀釋裝置校正程序—氣相層析分析儀(技資編號：07-3-A3-0185-01)、氣體濃度稀釋裝置校正系統評估報告—氣相層析分析儀(技資編號：07-3-A3-0186-01)。 本查核點完成後，計畫9/30日以工研量字第1030014019號函，函送系統查驗計畫，向標檢局提出新建系統查驗申請，已於10/17完成系統查驗會議，公告完成即可對外服務。 	<ul style="list-style-type: none"> 系統查驗之技術規格超越計畫原規劃指標
<ul style="list-style-type: none"> EPA Protocol Gas 滲透裝置型式或滲透管型式混合氣體濃度驗證評估研究 	<ul style="list-style-type: none"> 參考各國技術資料，執行EPA Protocol Gas 滲透裝置型式標準氣體濃度驗證技術先期研究，並完成與子項計畫工作內容相關之國內期刊論文一篇以及進行國內研討會論文投稿一 	<ul style="list-style-type: none"> 完成“動態式甲醛氣體濃度配製與分析設備”之採購、測試及驗收作業。 完成濃度配製管線組裝，進行甲醛滲透管之滲透率研究中。此項研究利用磁浮天平定量滲透管在不同溫度下之質量損失率(即滲透率)變化。相關參數設定如下： <ul style="list-style-type: none"> ■ 載流氣體(氮氣)：200 sccm ■ 樣品室溫度：70°C、80°C、90°C、100°C ■ 溫度穩定後擷取12個小時以上之數據 ■ 甲醛滲透管：KIN-TEK HRT 以100°C為例，在14小時中讀取超過4500組甲醛產生數據，重要結果如下： <ul style="list-style-type: none"> ■ 溫度平均值=99.96°C，標準差=0.048°C ■ 載氣流量讀值全為200 sccm 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
	篇。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 氣壓平均值= 964.73 mbar，標準差= 0.446 mbar ■ 質量損失率= 5.936 $\mu\text{g}/\text{min}$，線性迴歸決定係數(R^2)= 0.998 • 完成國內期刊論文投稿一篇，論文名稱為：甲醛原級標準技術原理與方法（技資編號：07-5-A3-0305） • 完成國內環境分析化學研討會論文投稿一篇，論文名稱為：零級氣體規格驗證技術要求及其應用，零級氣體之規格驗證為建立氣體動態配製系統之必要支援技術。 	
(二) 工業製程氣體純度計量標準技術開發			
<ul style="list-style-type: none"> • 傅立葉紅外光譜與質譜整合之氣體純度量測技術 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成 QMS 與 FTIR 整合之工業製程大宗氣體不純物量測技術。並搭配 GC-DID 技術的建立進行不同量測方法確效評估。 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成傅立葉轉換紅外光譜儀與四極柱質譜儀整合之氣體純度分析系統規劃與架設，並搭配氣相層析系統與共振腔振盪衰減頻譜建立大宗氣體純度分析技術，純氣種類包含氫氣、氧氣、三氟化氮、四氟化碳、一氧化氮與六氟化硫等。 • 完成氣相層析儀搭配放電游離偵測器或火焰離子偵測器(GC-DID/FID)與微氧分析儀(Oxygen Analyzer)之量測系統設計，並完成氮氣、氫氣與氧氣純度分析方法之確效評估，如期達成查核點目標。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無差異
<ul style="list-style-type: none"> • 微量水氣濃度產生與量測技術 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成 sub ppm 微量水氣產生技術建立，並以 CRDS 執行惰性大宗氣體中微量水氣濃度量測，裝置產生之水氣濃度範圍為 100 ppb ~ 50 ppm 等級。並進行國內研討會論文投稿一篇。 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成建立一套微量水氣產生與量測裝置，其規劃產生水氣濃度範圍為 100 ppb 至 50 ppm，裝置設計如下圖所示，主要元件包含：載流氣體供應源(氮氣)、微量水氣產生腔體、動態式質量流量稀釋系統(由數個質量流量控制裝置所組成)與高靈敏度之微量水氣量測儀器(共振腔振盪衰減頻譜，Cavity Ring-Down Spectroscopy, CRDS。儀器偵測極限約 20 ppb)。 <div style="text-align: center;">  <p>PR: Pressure Regulator SV: Low-Pressure Manual Valve P: Pressure Gauge MFC: Mass Flow Controller MFM: Mass Flow Meter</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> • 計畫成員林承翰於 8/24 至 10/17 前往日本獨立行政法 	<ul style="list-style-type: none"> • 無差異

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討																																								
		<p>人產業技術綜合研究所·計量研究所 (AIST-NMIJ) 之濕度標準研究室進行技術合作研究, 引進微量水氣產生與量測系統相關建置技術, 並完成一份技術報告與訓練報告, 如期完成此項工作查核點。</p> <ul style="list-style-type: none"> 完成濃度範圍約 50 ppb 至 54 ppm 之間的水氣產生暨量測技術建立。水氣濃度趨勢圖如下圖所示：  <ul style="list-style-type: none"> 完成 11/14-15 日在東海大學舉辦之環工年會投稿, 論文名稱為: 微量水氣量測技術於環保用零空氣之規格驗證。如期完成此項工作查核點。 																																									
<ul style="list-style-type: none"> 零級氣體 (Zero gas) 純度規格驗證技術 	<ul style="list-style-type: none"> 完成環保用零級氣體純度規格驗證技術, 驗證物種包含 CO、CO₂、H₂O、THC(以 CH₄ 或 C₃H₈ 代表)、SO₂、以及 NO。並依據子項計畫執行內容完成一篇國外研討會論文投稿與國內期刊論文各一篇。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成環保用零空氣之純度分析技術建立, 工作內容針對零空氣中的六種常見不純物建立分析技術, 物種包含 CH₄、CO、CO₂、H₂O、NO 及 SO₂。各物種之偵測極限分別為 4.5 ppb、50 ppb、50 ppb、20 ppb、5 ppb 及 15 ppb, 其中碳氫化合物 CH₄ 物種之方法偵測極限更可低達 4.5 ppb, 此技術水準與歐洲各國家實驗室比對之技術能力相近。   <table border="1" data-bbox="970 1787 1279 1953"> <caption>Table 10 Results for methane (nmol mol⁻¹)</caption> <thead> <tr> <th>Lab</th> <th>Cylinder</th> <th>Reported value</th> <th>Reported expanded uncertainty</th> <th>Limit of Detection LoD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LINE</td> <td>479295</td> <td>0</td> <td>4.5</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>NPL</td> <td>479295</td> <td>0.8</td> <td>0.8</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>VSL</td> <td>479295</td> <td>0.3</td> <td>0.3</td> <td>0.3</td> </tr> <tr> <td>LINE</td> <td>2230340</td> <td>0</td> <td>4.6</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>METAS</td> <td>2230340</td> <td>1.2</td> <td>0.9</td> <td>0.3</td> </tr> <tr> <td>BAM</td> <td>2230340</td> <td>127</td> <td>4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>VSL</td> <td>2230340</td> <td>0.3</td> <td>0.3</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>  <ul style="list-style-type: none"> 完成國外研討會論文發表一篇(2014 APMP/TCQM 	Lab	Cylinder	Reported value	Reported expanded uncertainty	Limit of Detection LoD	LINE	479295	0	4.5	4	NPL	479295	0.8	0.8	0.8	VSL	479295	0.3	0.3	0.3	LINE	2230340	0	4.6	4	METAS	2230340	1.2	0.9	0.3	BAM	2230340	127	4		VSL	2230340	0.3	0.3		<ul style="list-style-type: none"> 無差異
Lab	Cylinder	Reported value	Reported expanded uncertainty	Limit of Detection LoD																																							
LINE	479295	0	4.5	4																																							
NPL	479295	0.8	0.8	0.8																																							
VSL	479295	0.3	0.3	0.3																																							
LINE	2230340	0	4.6	4																																							
METAS	2230340	1.2	0.9	0.3																																							
BAM	2230340	127	4																																								
VSL	2230340	0.3	0.3																																								

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
		<p>GAWG Workshop)。論文題目: Analysis of Low ppb Methane in Nitrogen and Zero Air. 發表日期:2014/10/23 (技資編號:07-5-A3-0312)</p>  <ul style="list-style-type: none"> • 完成國內期刊論文發表一篇，論文題目為：氣體純度暨超微量分析 (技資編號：07-5-A3-0311)。如期完成此項工作查核點。 • 完成明年於荷蘭舉辦之 GAS 2015 研討會投稿，論文題目為：The Development of Trace Moisture Mesasuring Technique in Taiwan and its industrial application.如期完成此項工作查核點。 	
(三) 工業管制氣體濃度驗證參考物質研製			
<ul style="list-style-type: none"> • 高壓鋼瓶型式 (50-2000) ppm NO in N₂ 驗證考物質配製與濃度檢驗 	<ul style="list-style-type: none"> • 根據 ISO Guide 34、ISO 6142 及 ISO 6143，進行 50 ppm 以上濃度之 NO in N₂ CRM 之配製，並完成濃度檢驗技術研究報告一份，系統之相對擴充不確定度小於 2.0 %。 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成配製生產規劃並採購原料氣體，進行純度分析工作。由於一氧化氮(NO)為反應性氣體，因此規劃使用全新氣體鋼瓶搭配不銹鋼材質高壓氣瓶調壓閥。 • 本項工作配合工研院自有資金投資的新採購天平設備 (最大秤量 26 kg，秤重質量解析度為 1 mg) 執行校正允收標準的評估與訂定。 • 利用國家度量衡標準實驗室既有之質量法高壓混合氣體驗證供應系統，進行氮氣中一氧化氮驗證參考物質的配製，並利用所配製之混合氣體以及氣體進樣裝置進行傅立葉紅外光譜儀的量測線性範圍評估。 • 完成之濃度配製範圍為(30 至 5000) ppm，測試範圍為 (40 -2000) ppm，系統之相對擴充不確定度小於 2.0 %。並完成原級標準物質濃度檢驗評估報告 (NO/N₂) 一份(技資編號 07-3-A3-0117-01)。如期達成目標。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無差異

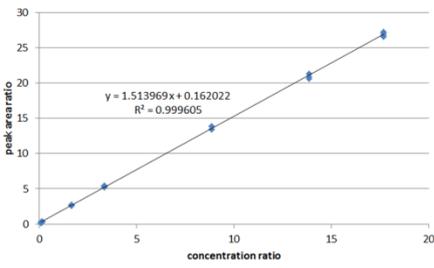
目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
<ul style="list-style-type: none"> 高壓鋼瓶型式 (50-2000) ppm SO₂ in N₂ 驗證考 物質配 製與濃 度檢驗 	<ul style="list-style-type: none"> 根據 ISO Guide 34、ISO 6142 及 ISO 6143，進 行 50 ppm 以 上濃度之 SO₂ in N₂ CRM 之配 製，並完成濃 度檢驗技術 研究報告一 份 6，系統之 相對擴充不 確定度小於 2.0 %。 	<ul style="list-style-type: none"> 利用國家度量衡標準實驗室既有之質量法高壓混合 氣體驗證供應系統，進行氮氣中二氧化硫驗證參考物 質的配製，並利用所配製之混合氣體以及氣體進樣裝 置進行傅立葉紅外光譜儀的量測線性範圍評估。 完成之濃度配製範圍為(30 至 5000) ppm，測試範圍為 (40 至 2000) ppm，系統之相對擴充不確定度小於 2.0 %。並完成原級標準物質濃度檢驗評估報告 (SO/N₂) 一份，技資編號 07-3-A3-0168-01。如期達成查核點 目標。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
<ul style="list-style-type: none"> 高壓鋼瓶型式(1-20) mmol/mol CH₄ in air 驗證考物質配製與濃度檢驗技術建立完成，並進行2套既有系統擴建申請 	<ul style="list-style-type: none"> 根據 ISO Guide 34、ISO 6142 及 ISO 6143，進行(1-20) mmol/mol 以上濃度之 CH₄ in air CRM 之配製，系統之相對擴充不確定度小於 2.0 %。並根據子項計畫執行成果完成國內研討會論文投稿一篇。 	<ul style="list-style-type: none"> 利用國家度量衡標準實驗室既有之質量法高壓混合氣體驗證供應系統，進行氮氣中甲烷驗證參考物質的配製，完成驗證考物質之濃度配製範圍為(1-20) mmol/mol，測試範圍為(1 至 20) mmol/mol，系統之相對擴充不確定度小於 1.0 %。 完成國外論文一篇，論文名稱為：Development of a Dynamic Generation System for Gaseous Ethanol，已於 10/20-24 日於大陸成都舉辦之 12th Workshop of APMP/TCQM-Gas Analysis Working Group 研討會進行口頭論文發表，並完成報告一份(技資編號 07-5-A3-0284)。 於 9/29 進行 C08 標準系統擴建查驗會議，邀請國立東華大學化學系瞿港華教授、國立成功大學永續環境科技研究中心簡聰文博士以及全國認證基金會高寶珠組長擔任查驗委員，會後委員決議通過系統擴建。 於 10/17 進行 C03 標準系統擴建查驗會議，邀請中國醫藥大學職業安全與衛生學系楊禮豪副教授、國立成功大學永續環境科技研究中心簡聰文博士以及全國認證基金會高寶珠組長擔任查驗委員，會後委員決議通過系統擴建。如期達成查核點目標。 完成國內論文一篇，論文名稱為：固定污染源連續監測系統校正用氣體計量追溯原級參考混合氣體之研製(技資編號 07-5-A3-0304)，於 11/22-23 日於中國化學會年會研討會進行壁報論文發表。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異

二、環境化學計量標準技術分項

(一) 有機物質計量標準技術開發

<ul style="list-style-type: none"> PBDEs 濃度驗證技術與參考物質配製用溶劑純度量測技術 	<ul style="list-style-type: none"> 完成密度量測技術建立與評估並完成技術報告一份。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成甲苯中 PBDEs 密度測試方法設計。 完成不同溫度範圍(17~23 °C)十溴二苯醚/甲苯的測試。利用數位式密度計(DMA4500)進行不同溫度範圍(17~23 °C)十溴二苯醚/甲苯中密度值之量測。初步量測結果線性良好，如下表。 <table border="1" data-bbox="715 1787 1169 1977"> <thead> <tr> <th>Temp (°C)</th> <th>density, g/cm³ (黏度補償)</th> <th>density, g/cm³ (無補償)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>23</td> <td>0.86504</td> <td>0.86503</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>0.86783</td> <td>0.86782</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>0.87062</td> <td>0.78062</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> 以數位式密度計進行不同溫度範圍(17 °C 至 28 °C)十 	Temp (°C)	density, g/cm ³ (黏度補償)	density, g/cm ³ (無補償)	23	0.86504	0.86503	20	0.86783	0.86782	17	0.87062	0.78062	<ul style="list-style-type: none"> 無差異
Temp (°C)	density, g/cm ³ (黏度補償)	density, g/cm ³ (無補償)													
23	0.86504	0.86503													
20	0.86783	0.86782													
17	0.87062	0.78062													

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討														
		<p>溴二苯醚/甲苯中密度值之量測，並完成密度量測技術建立與評估及技術報告一份(技資編號：07-3-A3-0099-01)。達成計畫規劃目標，如期完成查核點。</p>															
	<ul style="list-style-type: none"> 完成 PBDEs 濃度驗證技術 ICT 技術報告一份與參考物質配製用溶劑純度分析技術評估。 	<ul style="list-style-type: none"> 進行 PBDEs(sub $\mu\text{g/mL}$ 至 $\mu\text{g/mL}$ 等級十溴二苯醚、八溴二苯醚與五溴二苯醚)濃度驗證系統線性、再現性、與量測不確定評估，以十溴二苯醚為例，量測檢量線與線性查核結果如下： <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <caption>單位: $\mu\text{g/mL}$</caption> <tbody> <tr> <td>C_i</td> <td>49.2</td> </tr> <tr> <td>C_0</td> <td>49.3</td> </tr> <tr> <td>U_i</td> <td>3.4</td> </tr> <tr> <td>U_0</td> <td>2.4</td> </tr> <tr> <td>$C_i - C_0$</td> <td>0.147</td> </tr> <tr> <td>$\sqrt{U_i^2 + U_0^2}$</td> <td>4.200</td> </tr> <tr> <td>$C_i - C_0 < \sqrt{U_i^2 + U_0^2}$</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> </div> <ul style="list-style-type: none"> 完成多溴二苯醚濃度分析程序技術報告一份(技資編號：07-3-A3-0259-01)。 完成溶劑純度暨水分含量量測技術報告一份(技資編號：07-3-A3-0276-01)。 	C_i	49.2	C_0	49.3	U_i	3.4	U_0	2.4	$ C_i - C_0 $	0.147	$\sqrt{U_i^2 + U_0^2}$	4.200	$ C_i - C_0 < \sqrt{U_i^2 + U_0^2}$		<ul style="list-style-type: none"> 無差異
C_i	49.2																
C_0	49.3																
U_i	3.4																
U_0	2.4																
$ C_i - C_0 $	0.147																
$\sqrt{U_i^2 + U_0^2}$	4.200																
$ C_i - C_0 < \sqrt{U_i^2 + U_0^2}$																	
<ul style="list-style-type: none"> 建立室內粉塵 PBDEs 定量量測技術 	<ul style="list-style-type: none"> 完成微波輔助萃取技術評估完成技術報告一份。 	<ul style="list-style-type: none"> 以添加十溴二苯醚擬似標準品(Surrogate)之模擬粉塵，應用微波輔助萃取技術，配合吹氮濃縮法與同位素稀釋氣相層析質譜法(GC-MS)之檢測方法進行十溴二苯醚定量分析，評估樣品前處理回收率。 完成微波輔助萃取參數評估，評估參數包括萃取溶劑種類與體積、萃取溫度、萃取反應時間、溶劑/固態樣品量比例、樣品基質與系統背景等。 完成室內粉塵中多溴二苯醚微波輔助萃取評估技術報告一份(技資編號：07-3-A3-0215-01)。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異 														
	<ul style="list-style-type: none"> 室內粉塵 PBDEs 濃度驗證分析技術，完成 ICT 文件一份。相關技術成果將發表為：國 	<ul style="list-style-type: none"> 結合微波輔助萃取與 PBDEs 濃度驗證技術，建立室內粉塵 PBDEs 濃度分析技術，並完成室內粉塵中多溴二苯醚濃度分析程序技術報告一份(技資編號：07-3-A3-0262-01)。 於環境工程學會 2014 年土壤與地下水研討會中進行論文口頭發表(技資編號：07-5-A3-0286)。 與氣體分項合作於 11 月量測資訊刊物發表甲醛原級 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異 														

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
	內期刊論文與研討會論文各一篇，國外期刊一篇。	標準技術原理與方法，完成國內期刊論文一篇(技資編號：07-5-A3-0305)。 <ul style="list-style-type: none"> 於國際期刊 Analytica Chimica Acta 發表 SCI 論文一篇(技資編號: 07-5-A3-0105)。 	

(三) 配合計畫與措施

合作項目名稱	合作單位	合作計畫內容	經費	執行情形	突破點或創新成果
無					

二、資源運用情形

(一) 人力運用情形

1. 人力配置

單位：人年

主持人	分項計畫(主持人)	預計人年	實際人年
計畫主持人：彭國勝	(1) 氣體化學計量標準技術分項 (分項主持人：林采吟)	7.77	7.86
	(2) 環境化學計量標準技術分項 (分項主持人：羅幼旭)	2.83	2.34
	合 計	10.60	10.20

註：本表資料內容為截至 103.12.10 之人力運用數。

2. 計畫人力

單位：人年

分類	狀況	職稱					學歷					合計
		研究員級以上	副研究員級	助理研究員級	研究助理員級	研究助理員級以下	博士	碩士	學士	專科	其他	
103	預計	6.08	4.52	0	0	0	3.09	5.85	1.08	0.58	0	10.60
	實際	6.45	3.75	0	0	0	3.82	5.48	0.82	0.08	0	10.20

註：1.本表採用工研院職級計算。

2.本表資料內容為截至 103.12.10 之人力運用數。

(二) 經費運用情形

1. 歲出預算執行情形

單位：新台幣千元

會計科目	預算金額	佔預算%	動支金額	佔動支%	差異說明
(一)經常支出					
1.直接費用	27,303	78.03%	27,303	78.03%	
(1)直接薪資	12,936	36.97%	12,936	36.97%	
(2)管理費	3,235	9.25%	3,235	9.25%	
(3)其他直接費用	11,132	31.81%	11,132	31.81%	
2.公費	162	0.46%	162	0.46%	
經常支出小計	27,465	78.49%	27,465	78.49%	
(二)資本支出					
1.土地					
2.房屋建築及設備					
3.機械設備	7,525	21.51%	7,525	21.51%	
4.交通運輸設備					
5.資訊設備					
6.雜項設備					
7.其他權利					
資本支出小計	7,525	21.51%	7,525	21.51%	
合計	34,990	100.00%	34,990	100.00%	

註：預算金額按簽約計畫書之預算數填列，動支金額為截至 103.12.10 日之動支數。

2. 歲入繳庫情形

單位：新台幣元

科 目	本年度預算數	本年度實際數	差異說明
財產收入			<ul style="list-style-type: none"> • 本年度技術移轉與服務之簽約金額合計 1700.1 仟元，計畫按規定比例上繳國庫。 • 本計畫舉辦研討會收入 13,600 元。 • 計畫購買多成分混合氣體、腐蝕性氣體壓力調節器零件等，供應商逾期罰款 2,481 元。
不動產租金			
動產租金			
廢舊物資售價			
技術移轉		1,020,060	
權利金			
技術授權		1,020,060	
製程使用			
其他－專戶利息收入			
罰金罰鍰收入		2,481	
罰金罰鍰		2,481	
其他收入			
供應收入－資料書刊費			
服務收入		13,600	
教育學術服務		13,600	
技術服務			
審查費			
業界合作廠商配合款			
收回以前年度歲出			
其他轉項			
合計		1,036,141	

註：本表技轉簽約並實際收款後，按規定比例上繳國庫金額，其餘項目之金額全額上繳國庫。

(三) 設備購置與利用情形

1. 本年度計畫經費購置 300 萬元以上儀器設備 1 件，請參閱附件一之儀器設備清單。
2. 本年度計畫經費購置 100 萬元以上儀器設備計 0 件，請參閱附件二之儀器設備清單。
3. 本計畫 300 萬以下設備，悉由執行單位自行籌款購置。

(四) 人力培訓情形

1. 國外出差

- (1) 本計畫協同計畫主持人成員林采吟博士，於 4 月外差，參加「第三十一屆化學物量諮詢委員會之氣體分析工作小組年度會議」、拜訪荷蘭計量標準研究院 (Van Swinden Laboratory, Netherlands, VSL) 與之技術人員針對固定污染源排放量測技術之研究內容進行討論、赴美國國家標準與技術研究所 (National Institute of Standards and Technology, USA, NIST) 進行臭氧量測標準技術之研究內容討論。主要內容如下：
 - 第三十一屆化學物量之氣體分析工作小組年度會議 (The 31th Meeting of the CCQM-Gas Analysis Working Group)；藉由該會議的參與，瞭解目前各區域組織內各國的技術比對現況，以及國際比對可能之新增項目，並向內圈比對主辦國提出比對項目的申請規劃，確認比對項目與技術規格之可行性，滿足民生化學計量標準計畫對於技術發展之國際等同性的要求。會中討論比對項目共計 16 項，其中氣候變遷相關之大氣濃度監測 3 項，室內空氣品質相關 3 項 (甲醛、臭氧、一氧化碳)，與科技產業相關有 4 項，與傳統工業以及新能源產業相關的項目各有 3 項。本年度民生化學計量標準計畫所執行之技術內容有關者以空氣品質管制要求的甲醛，臭氧，與一氧化碳為主。參與該會為計畫國際等同目標下之重要資訊管道，與技術規劃參考。
 - 荷蘭國家計量研究院：進行固定污染源排放之計量標準 (濃度與流量) 開發合作規劃。
 - 美國國家標準與技術研究院：

--氣體計量技術討論/交流，並針對美國標準氣體追溯制度建構精神，及國家標準與技術研究院與美國環保署的合作模式進行瞭解，以為計畫規劃參考。

--參訪美國國家標準與技術研究院之臭氧標準系統，瞭解國家標準與技術研究院針對該系統之軟體更新的狀況，作為本研究協助環保署提升臭氧空氣品質監測品質與準確度之參考。

- (2) 本計畫成員馬慧中管理師與李信宏研究員，於6月參加第十屆海峽兩岸計量研討會，致力兩岸技術合作平台搭建，並針對技術進行交流與未來合作技術項目討論。李君於海峽兩岸計量研討會中，發表「固定污染源排放計量技術研究」成果，說明整合應用本計畫兩個子項技術「工業管制氣體濃度驗證參考物質研製」以及「民生安全管制氣體計量標準技術建立」，於環保用校正氣體之品質查核的具體績效，展現我國計量技術能力。並針對該技術領域投入方向進行討論與交流，為結合兩岸能量播撒合作的種子。該報告表現傑出獲兩岸專家共同評選為最佳人氣獎。

李君在歐盟計量研發計畫下，至荷蘭國家計量院及英國國家物理研究院，洽談計量技術合作方式與分工，瞭解歐盟技術與國際標準訂定(歐盟主導)發展方向及內容，將我國技術發展提昇至國際舞台，跨進歐盟，搭建我國計量技術國際合作平台，掌握國際發展趨勢與技術研發時程，助益我國技術規劃與國際發展之搭配。主要洽談主題如下：

- 荷蘭國家計量院：污染物排放流量量測技術，交流討論後續技術合作及分工，技術項目主要為煙道排放--針對既有標準參考物質性能及進行下一階段規範/技術/設施之發展。以上主題為本研究子項技術「工業管制氣體濃度驗證參考物質研製」工作主軸之一。
- 英國國家物理研究院：洽談歐盟計量研發計畫之國際合作，洽談計畫名稱為「建立計量標準以作為未來工業污染排放法之制定基礎」。

- (3) 本計畫林承翰研究員，於8月赴日本計量研究所-獨立行政法人產業技術總合研究所(National Metrology Institute of Japan-National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, NMIJ -AIST)，進行微量水氣產生暨量測技術國際合作研究，並參加2014 CCQM 氣體分析工作小組(GAWG)會議。為期近2個月的微量水氣產生暨量測技術合作研究，主要

針對 NMIJ 濕度標準研究室近年所開發之前瞻技術--簡易型微量水氣產生暨量測裝置進行瞭解，以利計畫提供國內產業於微量水氣量測之計量追溯源有所助益。另，亦使用自台灣帶來之擴散槽(Diffusion Cell)進行 50 nmol/mol ~ 50 μ mol/mol 之微量水氣的產生測試，此濃度範圍除能滿足本計畫預定之技術產出規格，由於目前 NMIJ 所開發技術裝置之服務量能上限為 10 μ mol/mol，本研究亦可作為往後 NMIJ 規劃擴充裝置服務量能之先期實驗參考。

本次行程的最後一週活動，林君代表國家度量衡標準實驗室/量測技術發展中心參加日本 NMIJ 主辦之 2014 化學計量物量諮詢委員會 (Consultative Committee for Amount of Substance - Metrology in Chemistry, CCQM) 氣體分析工作小組(Gas Analysis Working Group, GAWG)會議，且於會議中進行台灣氣體計量發展成果報告，藉此機會讓世界各國能了解台灣目前於氣體領域之發展成果，此外，透過本會議與各國國家實驗室與會人員進行技術合作，獲悉各國在氣體配製或分析上之技術能力與發展趨勢，及未來數年將舉辦之國際比對項目與規格，可做為民生化學計量標準計畫規畫未來氣體領域發展方向之參考指標。

- (4) 本計畫成員劉信旺博士，於 10 月赴大陸成都，參加第 12 屆亞太計量組織化學計量技術委員會-氣體分析工作小組研討會，劉博士於會中，針對民生化學計量標準計畫在氣體動態配製系統之發展，進行「酒精氣體動態產生系統建置」論文發表，展現計畫成果與技術實力。本次研討會主要討論的議題有：1) 氣體計量的未來發展；2) 氣體參考物質於環境、能源、健康和工業等領域的需求；3) 氣體成分物種於環境、能源、健康和工業等領域中新的分析方法；4) 氣體計量的追溯和品保；為亞太地區民生化學計量重要會議之一。

2. 國際技術交流

- (1) 泰國 DSS 於本年度 6 月 6 日到訪參觀氣體與有機分析實驗室，特別針對氣體計量部分展現高度興趣。並透過座談，就彼此在標準物質配製、計量技術開發、產業應用等之進展進行交流討論，以期未來能有合作互動的機會。

(2) 廈門市計量檢定測試院於本年度 9 月 24 日到訪參觀氣體與有機分析實驗室，計畫成員針對質量法高壓混合氣體供應驗證系統、甲醛及微量水氣動態產生系統進行介紹。參訪來賓除對於原級參考物質的生產程序及相關氣體濃度驗證技術有更進一步瞭解外，並評估購買本單位生產之原級參考物質之可行性。

(3) 德商林德集團 The Linde group 於本年度 9 月 28 日到訪參觀氣體實驗室，主要瞭解目前民生計畫執行所建立之氣體純度分析技術是否可與該公司發展新製程物料之規格制定與驗證等相關需求作技術整合與合作。

(4) 國際研討會參與與論文發表：

劉信旺博士、張君綾副研究員於本年度 10 月 21-24 日參加「12th APMP/TCQM GAWG Workshop」，發表酒精動態氣體產生系統、連續監測系統之查核驗證程序等 2 篇論文，除展現計畫研究成果，並與與會專家針對技術內容做深入討論，了解國際氣體化學計量發展趨勢，助益計畫後續之規劃發展，與亞太計量領域民生化學專業形象之建立。

(5) 日本獨立行政法人計量研究所濕度標準研究室技術交流研究

林承翰副研究員於本年度前往日本獨立行政法人計量研究所進行微量水氣之技術合作交流。由於目前國內尚未建立微量水氣之計量追溯鏈，故今年度至日本主要合作研習之內容為簡易型微量水氣產生暨量測裝置，該裝置為 NMIJ 濕度標準研究室近年所開發之前瞻技術，利用擴散法於特定溫度、壓力條件下產生某濃度之水氣，搭配動態式流量稀釋系統可產生 10 ppb 至 10 ppm 之微量水氣，並可用以同時測試多部水分分析儀或露點計之性能。透過本次客座研究，可縮短國內建立微量水氣計量追溯之期程，盡早提供國內產業服務。日本 NMIJ 所建置之簡易型微量水氣裝置如圖十二所示。裝置組成包含載流氣體供應源、載流氣體純化器、微量水氣產生腔、動態式流量稀釋系統與高靈敏度微量水氣分析儀器。



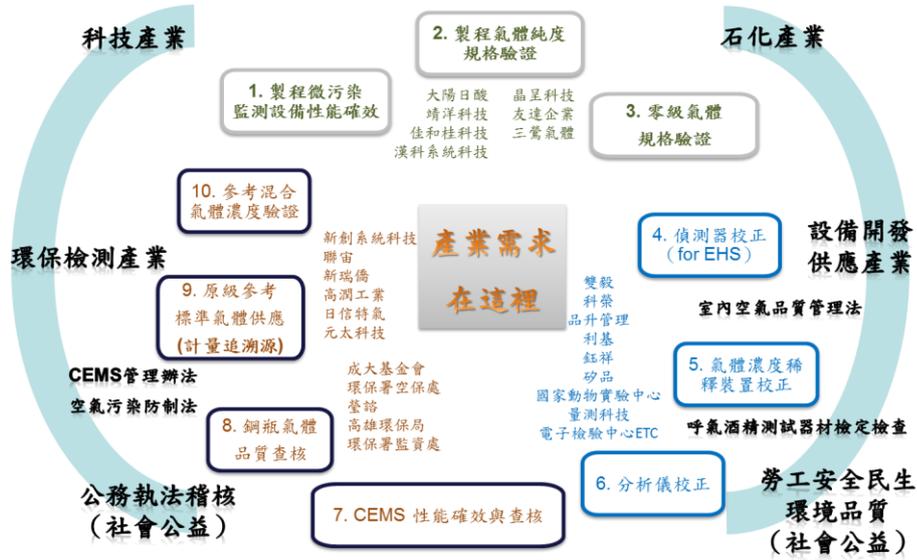
圖十二：NMIJ 簡易型微量水氣產生裝置

伍、成果說明與檢討

一、非量化執行成果說明

(一) 氣體化學計量標準技術分項

圖十三為綜合 102 至 103 年度之產業需求調查結果，彙整出目前台灣在產業製程品管與法規執行上所衍生的技術服務需求及其類別。



圖十三：國內氣體濃度量測需求彙整圖

根據所獲得之產業資訊，對照計畫執行規劃，技術團隊將技術發展核心目標歸類如圖十四所示，也依此調整且更新未來延續計畫之執行內容：

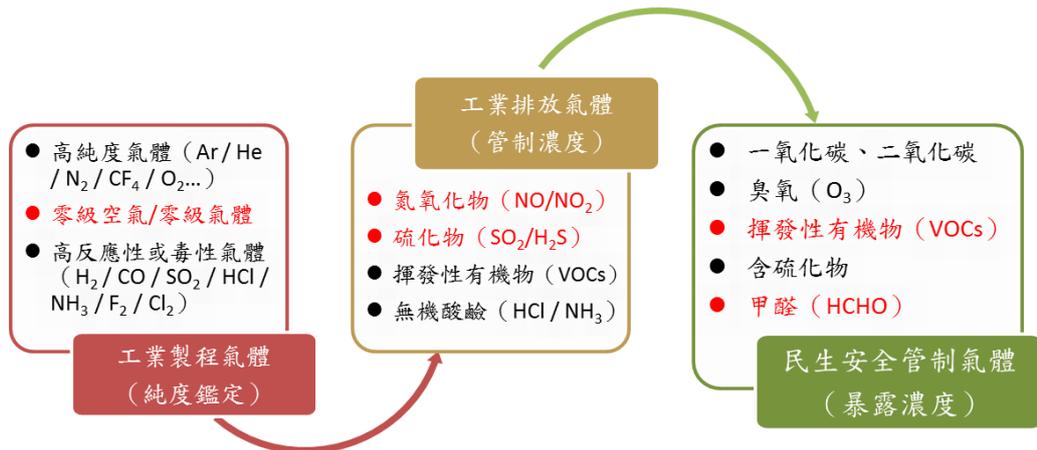


圖十四：由產業需求歸納之氣體計量核心技術要項

根據產業需求所歸納之氣體計量核心技術要項為：

1. 氣體純度規格驗證技術；
2. 高壓氣瓶型式混合氣體生產配製技術；
3. 線上標準混合氣體動態配製技術。

若以產業上、中、下游進行氣體濃度計量需求分析（圖十五），亦可歸納出相同的基礎工業技術發展項目。



圖十五：產業上下游氣體計量需求鏈分析

以下針對此三大核心技術進行本年度技術之成果及其創新突破點說明。

1. 氣體純度規格驗證技術

(1) 103 年度技術創新突破點

在全程計畫第一年度（102 年度）執行時，團隊於氣體純度技術發展上主要為運用傅立葉紅外光譜儀（Fourier transform infrared spectroscopy, FTIR）以及四極柱質譜儀（Quadrupole mass spectroscopy, QMS）個別開發大宗純氣中不純物量測技術^[1-5]。依據分析物種之特性，運用紅外光譜分析技術、質譜分析技術、與氣相層析儀搭配放電離子偵測器（GC-DID）等進行分析技術建立，各不純物種之方法偵測極限如表一所列。當年度之技術成果中，各物種的量測方法偵測極限約至 0.1 ppm。(下述章節所使用之 ppm 單位代表 $\mu\text{mol/mol}$ ，ppb 單位代表 nmol/mol)

表一：FTIR、QMS、與 GC-DID 量測惰性純氣中不純物種之方法偵測極限

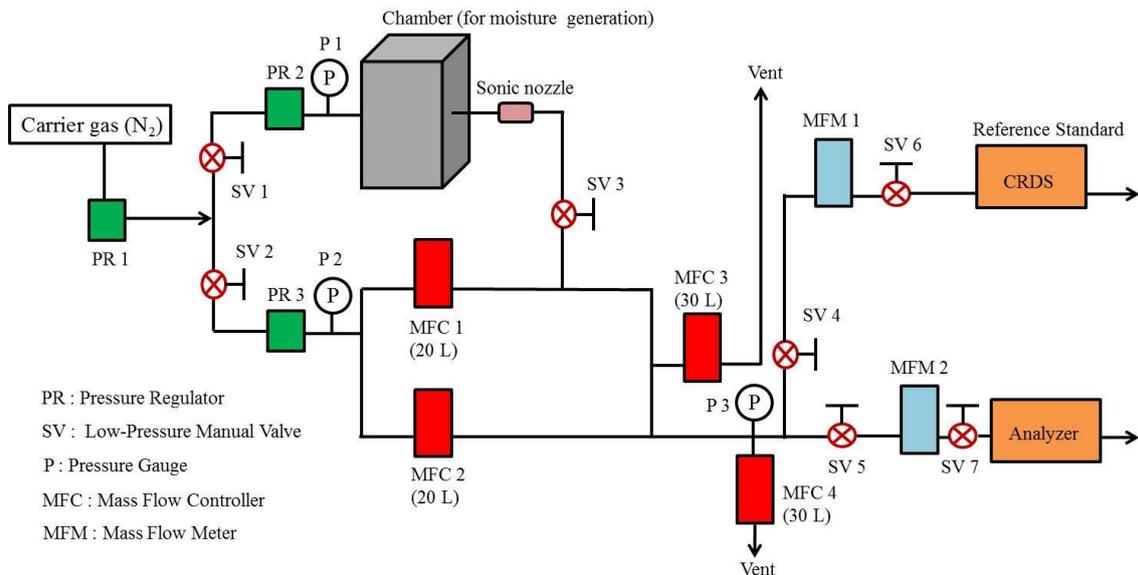
不純物種	量測技術	方法偵測極限(ppm)	
		計畫目標	技術成果
CO	FTIR	1.0	0.2
CO ₂	FTIR	1.0	0.1
CH ₄	FTIR	1.0	0.3
N ₂	QMS	10.0	1.4
O ₂	QMS	10.0	2.0
Ar	QMS	額外 技術產出	2.6
Kr	QMS		3.6
H ₂	QMS		15.9
N ₂	GC-DID		0.08
O ₂	GC-DID		0.10
Ar	GC-DID		0.11
Kr	GC-DID		0.03

103 年度計畫延續前期成果，除了持續運用紅外光譜分析技術整合質譜分析技術建立純氣中不純物之分析方法外，也針對環保用零氣體（Zero gas）進行規格驗證技術開發，運用之分析技術包含氣相層析系統搭配火焰離子偵測器或質譜偵測器、直讀式氮氧化物分析儀與共振腔振盪衰減頻譜等，技術開發成果如表二所列。整體而言，團隊將技術之偵測極限降低了 1 至 2 個數量級，部分成分可量測至 ppb 濃度等級。

表二：103 年度環保用零氣體規格驗證技術開發成果

不純物種	量測技術	方法偵測極限($\mu\text{mol/mol}$)	
		技術目標	技術成果
CH ₄	GC-FID	0.1	0.005
NO	NO Analyzer	0.1	0.005
SO ₂	GC-MS	0.1	0.015
CO	GC-FID	1	0.050
H ₂ O	CRDS	5	0.020
CO ₂	GC-FID	400	0.050

表二各技術規格中，微量水氣產生與量測技術的建立為國內在相關技術發展上重要的突破點。為了提供國內於微量水氣量測之計量追溯來源，計畫技術團隊建立了一套微量水氣產生暨量測裝置，產生微量水氣的濃度範圍為 100 ppb 至 50 ppm，裝置設計如圖十六所示，組成元件包含：載流氣體供應源(液態氮桶槽)、微量水氣產生腔、動態式質量流量稀釋系統(由數個質量流量控制裝置所組成)與高靈敏度之微量水氣量測儀器(共振腔振盪衰減頻譜，Cavity Ring-Down Spectroscopy, CRDS；儀器偵測極限約 20 ppb)。此裝置建置於工業技術研究院光復院區 17 館 214 室，如圖十七所示。



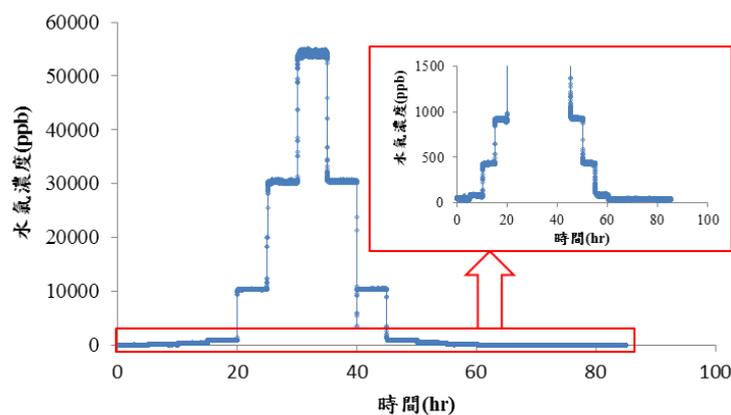
圖十六：微量水氣產生暨量測裝置設計圖



圖十七：微量水氣產生暨量測裝置硬體設備

微量水氣產生及量測結果如圖十八所示，濃度範圍為 50 ppb 至 54 ppm，單次濃度持續產生之穩定性（以相對標準差計算）以及階段性改變濃度，再調整至原濃度之再現性量測的相對偏差皆小於 10 %。

稀釋流量變更/回	Q1/(L/min)	Q2/(L/min)	Q3/(L/min)	階段時間/h	量測平均值/ppb
1	27.2	26.7	28.5	5	53.76
2	25.5	24.8	25.5	5	101.23
3	23	21	19.5	5	443.03
4	15	13	14.5	5	934.56
5	6	1.9	3.5	5	10390.14
6	2	1	1	5	30313.40
7	1.4	0.6	0.5	5	54088.39
8	2	1	1	5	30375.63
9	6	1.9	3.5	5	10421.63
10	15	13	14.5	5	952.05
11	23	21	19.5	5	453.76
12	25.5	24.8	25.5	5	109.24
13	27.2	26.7	28.5	25	56.20



圖十八：50 ppb 至 54 ppm 微量水氣濃度趨勢圖

(2) 其他技術細項內容整體說明

本年度氣體純度鑑定技術發展延續 102 年度計畫，利用傅立葉轉換紅外光譜儀與四極柱質譜儀進行純氣中不純物量測技術開發，純氣種類包

含：氮氣、氫氣、氧氣、三氟化氮、四氟化碳、一氧化氮與六氟化硫等。運用之分析儀器以傅立葉轉換紅外光譜儀、四極柱質譜儀為主，再搭配氣相層析系統與共振腔振盪衰減頻譜。實際進行純氣純度分析的結果整理如表三至表八。

氣體純度之計算方式乃參考 2011 年公告之 CGA M-8^[1-6] 文件所述，依實際應用需求選擇欲分析之不純物種類，並利用分析儀器量測不純物之濃度，最後以 100 % 扣除所有不純物之濃度總合即為該氣體之純度。以表三執行氫氣純度分析為例，欲分析之不純物種類包含氮氣、氧氣、一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫與水氣，使用之分析儀器包含傅立葉轉換紅外光譜儀、四極柱質譜儀與共振腔振盪衰減頻譜等，由於大多數不純物之濃度低於儀器偵測極限，因此計算氣體純度時以儀器偵測極限作為該不純物之濃度計算，由分析結果計算氫氣純度 = 100 % - (8.55 ppm + 4.52 ppm + 0.40 ppm + 0.09 ppm + 0.51 ppm + 5.74 ppm) = 99.9980 % 。

表三：氫氣純氣之純度分析結果整理表（含樣品分析範例）

項目: Ar	(ppm, 10 ⁻⁶ mol/mol)					
不純物種類	氮氣	氧氣	一氧化碳	二氧化碳	二氧化硫	水氣
不純物濃度	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	5.74
偵測下限	8.55	4.52	0.40	0.09	0.51	0.02
分析儀器	QMS	QMS	FTIR	FTIR	FTIR	CRDS

N.D. : Not Detected, 表示分析之成分濃度低於偵測下限

表四：氧氣純氣之純度分析結果整理表（含樣品分析範例）

項目: O ₂	(ppm, 10 ⁻⁶ mol/mol)			
不純物種類	一氧化碳	二氧化碳	甲烷	水氣
不純物濃度	N.D.	8.46	N.D.	0.19
偵測下限	3.0	0.11	2.2	0.02
分析儀器	FTIR	FTIR	FTIR	CRDS

N.D. : Not Detected, 表示分析之成分濃度低於偵測下限

表五：三氟化氮純氣之純度分析結果整理表（含樣品分析範例）

項目: NF ₃	(ppm, 10 ⁻⁶ mol/mol)				
不純物種類	一氧化碳	二氧化碳	四氟化碳	六氟化硫	一氧化二氮
不純物濃度	1.1	1.39	7.14	0.6	0.33
偵測下限	0.54	0.10	2.31	0.06	0.12
分析儀器	FTIR	FTIR	FTIR	FTIR	FTIR

N.D. : Not Detected, 表示分析之成分濃度低於偵測下限

表六：四氟化碳純氣之純度分析結果整理表（含樣品分析範例）

項目: CF ₄	(ppm, 10 ⁻⁶ mol/mol)					
不純物種類	氧氣	氮氣	一氧化碳	六氟化硫	甲烷	二氧化碳
不純物濃度	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
偵測下限	1.97	1.39	0.40	0.05	0.18	0.33
分析儀器	QMS	QMS	FTIR	FTIR	FTIR	GC/FID

N.D. : Not Detected, 表示分析之成分濃度低於偵測下限

表七：一氧化氮純氣之純度分析結果整理表（含樣品分析範例）

項目: NO	(ppm, 10 ⁻⁶ mol/mol)						
不純物種類	一氧化碳	二氧化碳	甲烷	一氧化二氮	二氧化氮	亞硝酸	硝酸
不純物濃度	N.D.	1.6	N.D.	1682	1905	50.7	N.D.
偵測下限	0.46	0.08	0.53	10.4	4.9	0.18	0.58
分析儀器	FTIR	FTIR	FTIR	FTIR	FTIR	FTIR	FTIR

N.D. : Not Detected, 表示分析之成分濃度低於偵測下限

表八：六氟化硫純氣之純度分析結果整理表（含樣品分析範例）

項目: SF ₆	(ppm, 10 ⁻⁶ mol/mol)			
不純物種類	一氧化碳	二氧化碳	甲烷	四氟化碳
不純物濃度	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
偵測下限	0.35	0.54	0.83	0.019
分析儀器	FTIR	FTIR	FTIR	FTIR

N.D. : Not Detected, 表示分析之成分濃度低於偵測下限

除了使用傅立葉轉換紅外光譜儀搭配四極柱質譜分析儀此兩種儀器進行純度分析技術建立外，亦使用氣相層析系統(氣相層析儀搭配放電游離偵測器(GC-DID)或火焰離子偵測器(GC-FID))與微氧分析儀(Oxygen Analyzer)進行方法偵測極限的比較(表九至表十一)。

表九：氮氣純氣之純度分析技術整理表

項目: N ₂	(ppm, 10 ⁻⁶ mol/mol)				
不純物種類	氫氣	一氧化碳	二氧化碳	甲烷	氧氣
偵測下限	0.004	0.020	0.051	0.051	0.01
分析儀器	GC-DID	GC-DID	GC-FID	GC-FID	Oxygen Analyzer

N.D. : Not Detected, 表示分析之成分濃度低於偵測下限

表十：氬氣純氣之純度分析技術整理表

項目: Ar	(ppm, 10 ⁻⁶ mol/mol)					
不純物種類	氫氣	氮氣	一氧化碳	二氧化碳	甲烷	氧氣
偵測下限	0.003	0.015	0.015	0.034	0.063	0.01
分析儀器	GC-DID	GC-DID	GC-DID	GC-FID	GC-FID	Oxygen Analyzer

N.D. : Not Detected, 表示分析之成分濃度低於偵測下限

表十一：氧氣純氣之純度分析技術整理表

項目: O ₂	(ppm, 10 ⁻⁶ mol/mol)		
不純物種類	一氧化碳	二氧化碳	甲烷
偵測下限	0.018	0.043	0.047
分析儀器	GC-DID	GC-FID	GC-FID

N.D. : Not Detected, 表示分析之成分濃度低於偵測下限

本年度計畫亦針對環保用零氣體純度規格驗證技術進行開發，驗證物種與規格乃參考美國國家環境保護署於2012年公告之規範(表十二)以及歐洲相關法規與相關產業需求標準所訂定^[1-7-1-9]。其中，在量測微量水氣方面，由於水氣具有高反應性，且易吸附於鋼瓶內壁造成濃度降低，故至今仍無法取得具有高穩定性之低濃度水氣鋼瓶標準品，因此於本年度派員前往日本獨立行政法人產業技術綜合研究所·計量研究所(AIST-NMIJ)進行技術交流與共同研究，藉此縮短國內建立微量水氣量測技術之期程，並透過將

共振腔振盪衰減頻譜儀送至日本 NMIJ 濕度標準研究室進行校正的方式，藉此做為傳遞標準 (Transfer Standard)，整合開發一套微量水氣產生暨量測裝置，以便未來執行零氣體規格驗證時，可搭配提供微量水氣量測計量追溯服務。

表十二：美國國家環境保護署公告之零空氣中不純物規格^[1-7]

(此規格僅適用於固定污染源排放監測所需使用之零空氣)

物種	濃度規範(ppm)
二氧化硫(SO ₂)	≤0.1
氮氧化物(NO _x)	≤0.1
總碳氫化合物(Total Hydrocarbons, THC)	≤0.1
一氧化碳(CO)	≤1
二氧化碳(CO ₂)	≤400
水氣(H ₂ O)	< 5

2. 高壓氣瓶型式混合氣體生產配製技術

(1) 103 年度技術推展突破點（國際等同與國內標準傳遞）

標準氣體配製之主要目的為建立國家量測標準作為國內各氣體廠或校正實驗室之計量追溯源。在提供產業服務之前，技術本身需要通過國內技術系統查驗，國際同儕評鑑，以及國際比對的參與等程序藉以確保所提供服務之國際等同性。此外，在技術能力確認之後，未來對於產業的服務型式除了供應與驗證標準混合氣體之外，亦可擔任能力試驗提供者的角色，協助國內實驗室確保量測結果的一致性。

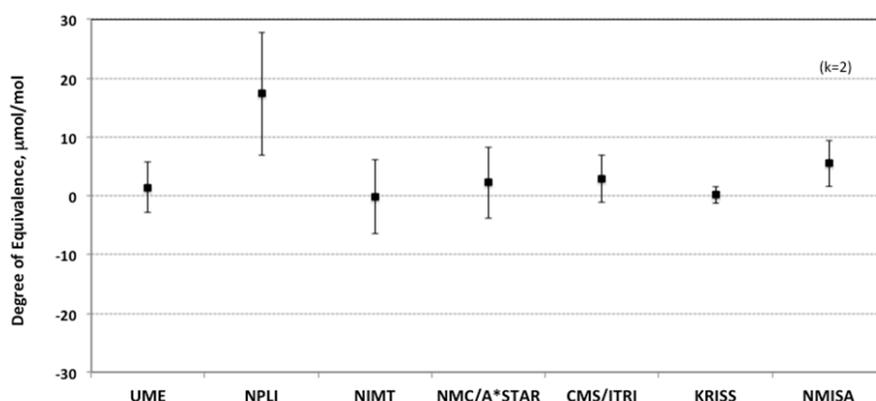
以下針對本年度所執行之國際比對，國內能力試驗等兩項成果進行簡要說明。技術系統的國內專家查驗部分於附件中另做說明，本年度亦開始規劃五年一次的國際同儕評鑑活動，預計將於 104 年度執行。

本年度參與由韓國國家標準及科學研究院(KRISS)主辦的 APMP.QM-S7 國際比對，比對項目為 $2000 \mu\text{mol/mol CH}_4 \text{ in N}_2$ ，參加此項比對的國家計有：土耳其國家計量院(National Metrology Institute Turkey, UME)、印度國家物理實驗室(National Physical Laboratory India, NPLI)、泰國國家計量院(National Institute of Metrology Thailand, NIMT)、新加坡國家計量學中心(National Metrology Centre/A*STAR, NMC/A*STAR)、台灣工研院量測中心(Center for Measurement Standards, Industrial Technology Research Institute, CMS/ITRI)、韓國國家標準及科學研究院(Korea Research Institute of Standards and Science, KRISS)、南非國家計量院(National Metrology Institute of South Africa, NMISA)等 7 個國家，各國家實驗室用於比對件的分析方法與追溯如表十三所示，結果如圖十九，數據顯示有兩個參與國的分析值與標準值不一致，且分析不確定度過大。

工研院量測中心於本次比對活動中以自行配製的驗證參考物質進行比對件的濃度驗證分析，在進行獨立的五次分析後，針對分析所得的數據進行不確定評估，濃度驗證分析結果除了與主辦國的標準值一致外，不確定度大小範圍僅次於主辦國 KRISS，優於其他參與國家。

表十三：各國比對件分析方法與追溯

Laboratory acronym	Measurement dates	Calibration	Traceability	Number of measurements	Measurement technique
UME	13/11/2013 – 14/11/2013	Multiple points	NPL standards	4	GC/FID
NPLI	18/10/2013 – 23/10/2013	One point	Own standards	3	GC/TCD
NIMT	06/11/2013 – 07/11/2013	Multiple points	Own standards	3	GC/FID
NMC/A*STAR	19/09/2013 – 05/11/2013	One point	Own standards	3	GC/FID
CMS/ITRI	05/11/2013 – 05/12/2013	One point	Own standards	5	GC/TCD
KRISS	25/10/2013 – 30/10/2013	One point	Own standards	3	GC/FID
NMISA	28/01/2014 – 30/01/2014	Multiple points	Own standards	3	GC/FID

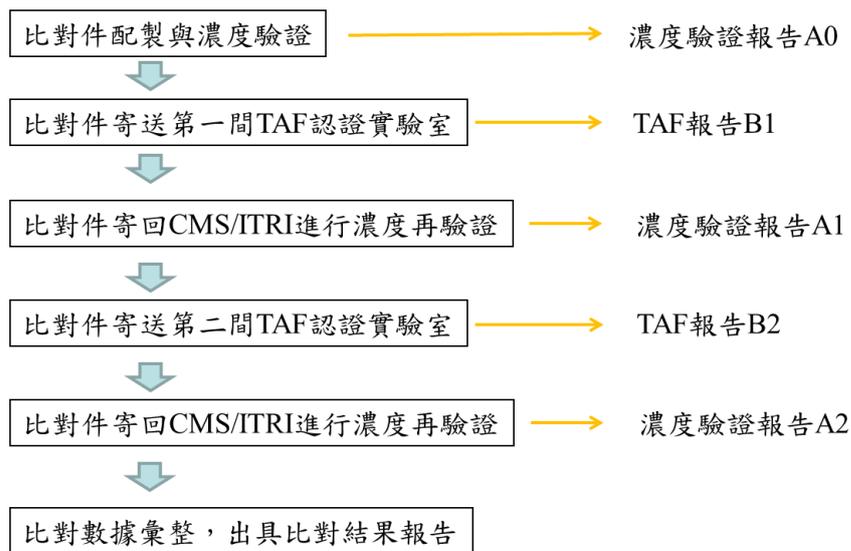


圖十九：Degree of equivalence for the APMP.QM-S7 (k = 2)

本研究參考各國國家實驗室間能力試驗模式，進行國內氣體廠商能力試驗比對活動之規劃研究，比對流程設計如圖二十所示，由本研究技術團隊配製比對件，該傳遞方式係將經過適當包裝後之比對件鋼瓶樣品傳遞予第一家 TAF 認證實驗室，待其分析完後，將比對件寄回工研院進行濃度驗證分析。此工作完成後，再將比對件傳遞至第二家 TAF 認證實驗室執行量測工作，最後再將比對件寄回工研院進行濃度再驗證，以確定比對過

程中，比對件鋼瓶濃度並無改變。

各參與實驗室於比對完成後除提供濃度驗證分析結果，另均應提供符合 ISO/IEC Guide 98-3:2008^[1-10]評估方式之不確定度，試驗結果將以 $|E_n|$ 值作為衡量各實驗室濃度驗證分析能力之指標，得到一份國內氣體廠商對於氣體配製與分析能力的評估報告，藉此評估如何針對國內氣體交易市場建立更為完善的品質管理機制。



圖二十：國內氣體濃度驗證比對活動流程圖

能力試驗評估指標是依據 ISO/IEC 17043:2010，以 $|E_n|$ 值來表示各參與實驗室此次鋼瓶中一氧化碳(平衡氣為氮氣)濃度驗證分析能力。若 $|E_n| \leq 1$ ，表示該實驗室的量測結果與國家度量衡標準實驗室的量測結果一致；若 $|E_n| > 1$ ，表示實驗室的量測結果與國家度量衡標準實驗室的量測結果不一致。

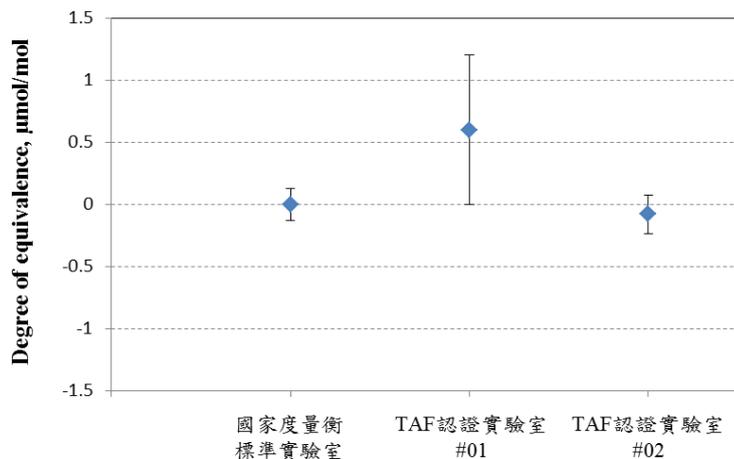
$$E_n = \frac{V_{\text{lab}} - V_{\text{ref}}}{\sqrt{U_{\text{lab}}^2 + U_{\text{ref}}^2}}$$

其中， V_{lab} 為參與實驗室的量測結果， V_{ref} 為國家度量衡標準實驗室的量測結果， U_{lab} 為參與實驗室的量測結果之擴充不確定度， U_{ref} 為國家度量衡標準實驗室的量測結果之擴充不確定度，擴充不確定度係於 95 % 信賴水準下估計所得之結果。

目前國內經過 TAF 認證且具有 10 $\mu\text{mol/mol}$ 一氧化碳氣體鋼瓶濃度驗證分析能力之實驗室共兩間。本次能力試驗研究結果如下表所示，以附件中兩家提供之報告數值進行 $|E_n|$ 計算，結果顯示兩者量測結果雖與國家度量衡標準實驗室之測量值具一致性，但其中一家的 $|E_n|$ 值偏大。而在第二家 TAF 認證實驗室將比對件分析完成並寄送回工研院後，亦再進行比對件濃度之驗證分析，得到報告編號 A2，將其與報告編號 A0 分析結果進行 $|E_n|$ 計算，結果顯示者量測結果一致，表示比對件鋼瓶在整個比對前後濃度並無出現明顯變化。本次研究進行兩間 TAF 認證實驗室能力試驗研究，兩間實驗室的分析結果雖與國家實驗室之分析結果具一致性，但其中一家的 $|E_n|$ 值偏大，此結果顯示國內具備有對於低濃度一氧化碳鋼瓶之濃度驗證分析能力，但由於分析設備與分析流程不同，有可能會造成最後分析數值的差異，因此相關的能力試驗活動應定期舉辦，除可提升認證實驗室之分析量測水準外，並希望可藉此維持國內氣體量測標準之一致性。此研究結果可做為未來舉辦類似國內比對活動之參考依據。

表十四：能力試驗濃度驗證分析 $|E_n|$ 計算結果

濃度驗證單位	$ E_n $
國家度量衡標準實驗室	
TAF 認證實驗室#01	0.977
TAF 認證實驗室#02	0.389



圖二十一：能力試驗 Degree of equivalence (DOE) 分析圖

表十五：能力試驗比對件鋼瓶濃度變化監測結果

報告編號	$ E_n $
A0	0.013
A1	
A1	0.272
A2	
A2	0.330
A0	

〈氣體濃度檢驗分析技術於產業應用〉

本年度建置之氣體濃度驗證技術，亦應用於協助學研單位-成功大學研究發展基金會，進行國內固定污染源連續監測儀器使用之校正用鋼瓶氣體的品質查核工作，鋼瓶氣體樣品在分析前先以線性迴歸分析法初步評估待測件鋼瓶氣體濃度，並確認分析儀器之線性範圍濃度以及待測件鋼瓶氣體濃度是否落於檢量線的濃度區間，由分析結果確定待測件鋼瓶氣體的濃度介於檢量線濃度範圍後，可選擇以下方式進行濃度驗證分析：(1)選擇鄰近待測鋼瓶(S)氣體濃度之標準鋼瓶氣體(R)進行單點比對的量測比對分析，鋼瓶氣體依下列順序分析(R→S→R、…、R→S→R)，並取連續5次訊號的平均值作後續數據分析；(2)以多點不同濃度之標準氣體建立檢量線與迴歸方程式，以求得待測件鋼瓶濃度，分析結束後取連續5次量測之訊號平均值作後續數據分析與量測不確定度評估，表十六為本次查核結果，結果顯示在5點次的測試結果中，有3個點次鋼瓶氣體濃度分析結果落在原廠標示誤差範圍內，有2個點次落在原廠標示誤差外，最大偏差值最多者達2.9%。

表十六：鋼瓶氣體品質查核分析結果

鋼瓶編號	鋼瓶氣體成分	標示濃度	分析精度 ^{註1}	檢測濃度	U ^{註2}	偏差(%) ^{註3}
CC98874	NO, SO ₂ in N ₂	NO : 280.8 ppm	±2%	289.3 ppm	2.2 ppm	2.9 %
		SO ₂ : 188.2 ppm	±2%	183.5 ppm	0.5 ppm	-2.5 %
9109	O ₂ in N ₂	O ₂ : 19.89 %	±1%	19.88 %	0.04 %	0.05%
9103418	NO in N ₂	NO : 76.7 ppm	±2%	75.7 ppm	1.4 ppm	1.3 %
8516	O ₂ in N ₂	O ₂ : 19.94 %	±1%	19.94 %	0.02 %	0

註1：原廠標示該數值代表分析精度（以相對百分比表示）

註2：擴充不確定度(U) = 組合標準不確定度(u)*涵蓋因子(k)。本報告之擴充不確定度(U)係在95%信心水準下，使用涵蓋因子k=2來計算。

註3：原廠標示濃度與檢測濃度之差異，以百分比表示。

驗證參考物質的研製生產之外，在「標準混合氣體計量追溯與認證管理制度探討」上，上半年亦進行了國內標準氣體配製技術市場調查與品質查核實證評估，以利下半年可具體規劃完成國內技術比對工作。目前國內多數標準混合氣體使用者，對於廠商提供之標準氣體只能被動接受，無法主動對廠商所提供之濃度分析報告提出疑問，加上國內目前對於氣體廠商之氣體配製技術以及所供應之標準氣體品質無一致性的規範，使得目前國內氣體市場交易糾紛事件頻繁。

本年度針對國內較具規模之氣體廠所生產之標準混合氣體進行品質查核，目標氣體種類濃度為 10 $\mu\text{mol/mol}$ CO in N₂，此濃度與環保署公告「室內空氣品質管理法」所規範之室內空氣品質標準中的 CO 濃度接近，可用於相關 CO 偵測器校正使用，因此該標準混合氣體品質乃直接影響一般民眾健康權益。藉由採購 5 家國內氣體廠商所供應之 10 $\mu\text{mol/mol}$ 一氧化碳氣體鋼瓶，以國家度量衡標準實驗室所生產之驗證參考物質佐以單點校正方式進行濃度驗證比對，結果如表十七所示。

表十七：國內廠商 10 $\mu\text{mol/mol}$ CO in N₂ 鋼瓶氣體濃度驗證分析結果

(表格中之 1 ppm 代表 1 $\mu\text{mol/mol}$)

製造廠商	鋼瓶氣體成分	鋼瓶編號	有效期限	原廠標示濃度	檢測濃度	偏差 ^{註3}
A	CO in N ₂	7***4	104.01.14	10.5 ppm ($\pm 5\%$) ^{註1}	(10.42 \pm 0.12) ppm ^{註2}	0.76 %
B	CO in N ₂	***0186	105.05.11	10.1 ppm ($\pm 5\%$)	(10.28 \pm 0.11) ppm	-1.75 %
C	CO in N ₂	****5048	104.04.10	9.45 ppm ($\pm 1\%$)	(9.85 \pm 0.11) ppm	-4.06 %
D	CO in N ₂	****015	104.04.08	10.5 ppm	(11.25 \pm 0.12) ppm	-6.67 %
E	CO in N ₂	1***1	104.03.27	10.2 ppm ($\pm 2\%$)	(7.43 \pm 0.08) ppm	37.28 %

註 1：原廠標示該數值代表分析精度（以相對百分比表示）

註 2：分析擴充不確定度 (k=2)。

註 3：檢測濃度與原廠標示濃度之差異，以百分比表示。

(2) 其他技術細項內容整體說明

本計畫針對驗證參考物質的生產程序，依據 ISO Guide 34: 2009、ISO 6142: 2001、ISO 6143: 2001 等系列品質管理規範與技術規範^[1-11~1-16]，建置國家工業管制氣體之氣體濃度計量標準。本年度建立之技術規格如下：

(i) 進行 NO in N₂ 以及 SO₂ in N₂ 驗證參考物質研製：

濃度範圍(50 至 2000) μmol/mol，相對擴充不確定度小於 2.0 %。

(ii) 進行 CH₄ in air 驗證參考物質研製：

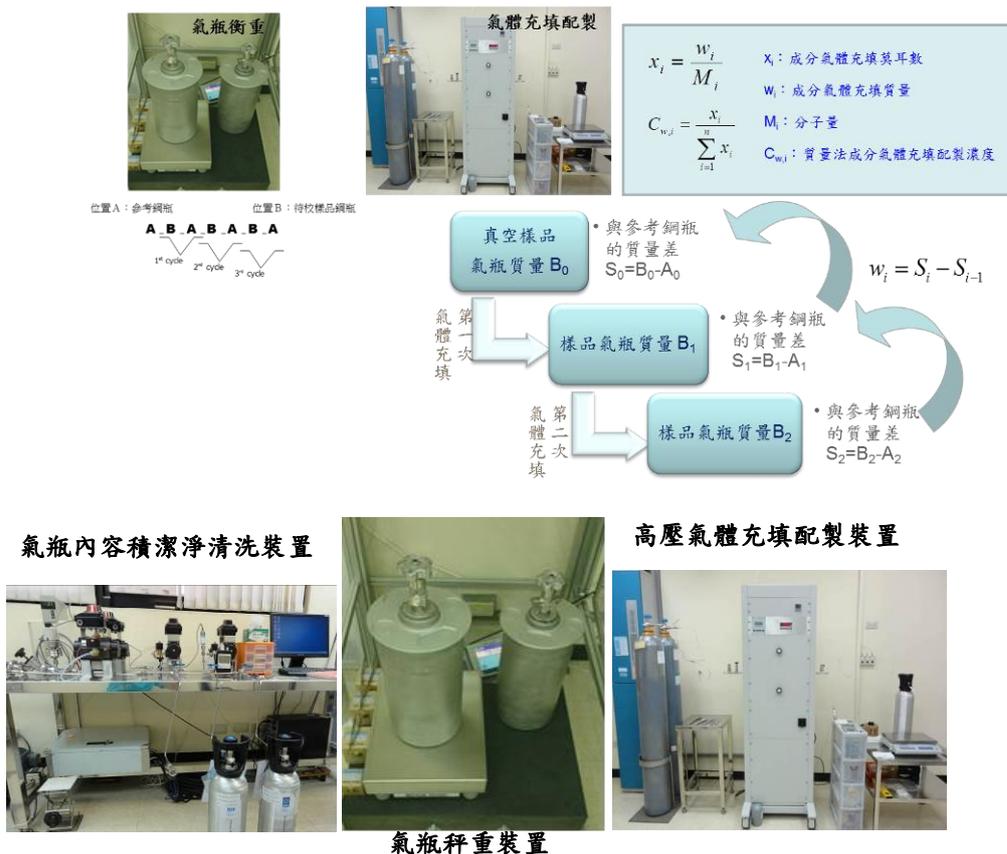
濃度範圍(1 至 20) mmol/mol，相對擴充不確定度小於 2.0 %。

配製技術流程及其系統裝置如圖二十二所示，包括：

- 氣瓶內容積潔淨清洗：氣瓶內容積潔淨清洗裝置的主要功能是利用氣動閥控制氣瓶內氣體的排出與充填，並藉由高純度氮氣在氣瓶內反覆的排出與充填程序，提高氣瓶內容積的潔淨度，最後利用低真空抽氣裝置進行氣瓶內容積的真空清洗 (< 10⁻⁶ mbar)。
- 氣瓶秤重：氣體充填技術則是採用 ABA 替換量測模式 (Substitution Weighing Method) 進行充填前樣品氣瓶的質量量測
- 高壓氣體充填配製：將樣品氣瓶置於氣體充填裝置中的天平 (解析度為 0.1 g)，進行讀值歸零，再利用氣體的高低壓差進行氣瓶的氣體充填；單次氣體充填質量為 10 g 以上。完成充填後，再利用解析度達 1 mg 天平，重複進行氣瓶的質量量測，單次充填質量之量測不確定度達 5 mg 以內。

由國際標準組織氣體分析工作小組 ISO/TC 158 之建議，依據秤重法

(Gravimetric Method) 進行不同成份氣體之鋼瓶充填後，以秤重質量及氣體分子量估算氣體莫耳數、及各成份氣體莫耳分率 (mol/mol)，可為標準氣體濃度表示法。而成份氣體之充填質量則可藉由 ABA 替換量測模式避免線性誤差 (Linearity Errors)，調整誤差 (Adjustment Errors) 與天平讀值漂移效應，以達到充填質量之準確估算、並降低量測系統的不確定度。目前應用既有之靜態重力法高壓氣體充填配製裝置，完成上述驗證參考物質的配製，配製濃度及配製之擴充不確定度如表十八至表二十：



圖二十二：靜態重力法高壓氣體充填配製裝置與氣瓶質量衡重程序圖

表十八：(50 至 2000) $\mu\text{mol/mol}$ 氮氣中一氧化氮驗證參考物質配製濃度表

鋼瓶編號	濃度 ($\mu\text{mol/mol}$)	擴充不確定度 ($\mu\text{mol/mol}$)	相對擴充不確定度, %
CAL014284	2000.4	9.8	0.49
CLM010092	999.8	5.2	0.52
CLM010076	800.1	1.8	0.62
FF10510	500.0	3.1	0.62
D248114	300.2	1.9	0.63
CAL013039	100.0	0.5	0.50
5603604	80.05	0.51	0.64
5603559	70.02	0.47	0.67
5603579	60.02	0.44	0.73
D248080	50.0	0.31	0.62

表十九：(50 至 2000) $\mu\text{mol/mol}$ 氮氣中二氧化硫驗證參考物質配製濃度表

鋼瓶編號	濃度 ($\mu\text{mol/mol}$)	擴充不確定度 ($\mu\text{mol/mol}$)	相對擴充不確定度, %
5603605	1999.9	8.1	0.41
5603566	999.8	4.1	0.41
5603609	700.3	2.9	0.41
5603548	500.2	2.2	0.44
5603588	300.2	1.5	0.50
5603577	100.06	0.46	0.46
5603613	70.01	0.36	0.51
5603625	49.99	0.29	0.58

表二十：(1 至 20) mmol/mol 空氣中甲烷驗證參考物質配製濃度表

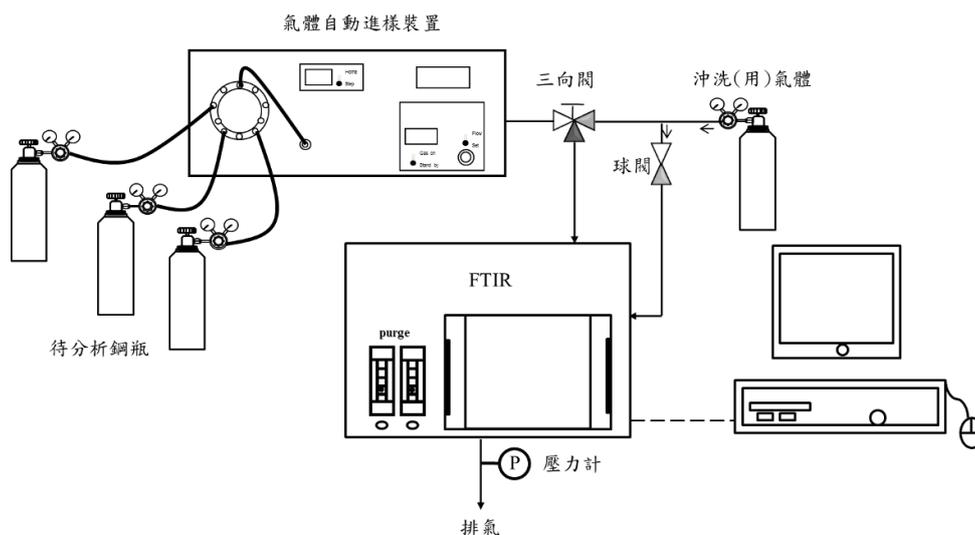
鋼瓶編號	濃度 (mmol/mol)	擴充不確定度 (mmol/mol)	相對擴充不確定度, %
D216082	2006.3	4.5	0.06
D216051	20036	11	0.01
D216056	5010.7	4.8	0.02
D216054	1002.7	1.0	0.13

標準混合氣體完成配製工作以後，必須使用濃度分析方法以建立迴歸檢量線的方式進行所配製計算之濃度的確效。氮氣中一氧化氮與氮氣中二氧化硫驗證參考物質濃度驗證是利用傅立葉轉換紅外光譜儀進行分析，由於分子運動包含了轉動、振動和移動等運動方式，因此具有特定振盪頻率。

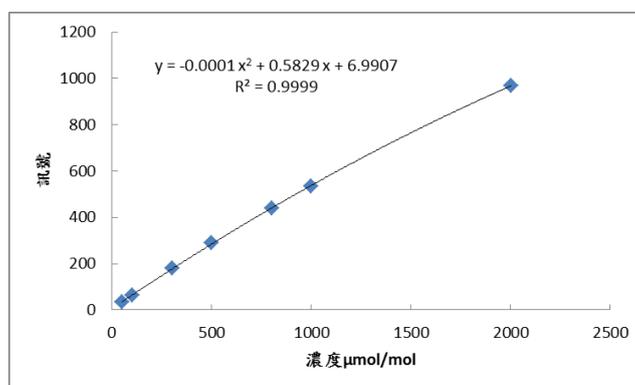
圖二十三為本研究進行氮氣中一氧化氮與氮氣中二氧化硫驗證參考物質濃度驗證時所使用之系統設備圖，系統包含了 FTIR，氣體自動進樣裝置，沖洗用鋼瓶與記錄分析數據之電腦設備，進行濃度檢驗之分析條件如表二十一：

表二十一：FTIR 氣體濃度驗證系統分析條件

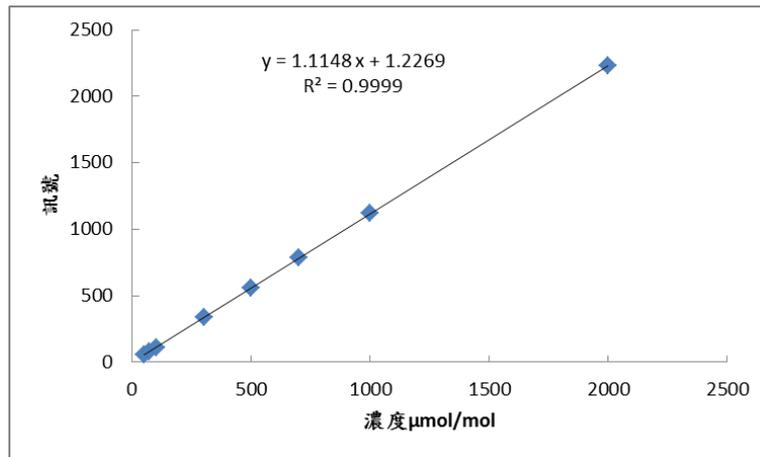
氣體成分	偵測器型式	濃度檢驗條件
NO/N ₂	MCT	1. Gas Cell：5.11 m 2. 進樣溫度：(25 ± 5) °C，偵測結果須修正至 35 °C。 3. 進樣壓力：(1.0083 ± 0.0002) atm，偵測結果須修正至 1.0 atm。 4. 進樣流量：500 mL/min 5. 系統平衡時間：3 min 6. 定量區間：(1892 ~ 1904) cm ⁻¹
SO ₂ /N ₂	MCT	1. Gas Cell：5.11 m 2. 進樣溫度：(25 ± 5) °C，偵測結果須修正至 35 °C。 3. 進樣壓力：(1.0083 ± 0.0002) atm，偵測結果須修正至 1.0 atm。 4. 進樣流量：500 mL/min 5. 系統平衡時間：3 min 6. 定量區間：(1055 ~ 1248) cm ⁻¹



圖二十三：FTIR 氣體濃度驗證系統設備圖



圖二十四：NO in N₂ 驗證參考物質濃度與分析訊號迴歸分析圖



圖二十五：SO₂ in N₂ 驗證參考物質濃度與分析訊號迴歸分析圖

待分析驗證參考物質之氣體鋼瓶以傅立葉紅外光譜儀 FTIR 進行濃度分析，並用數據擷取軟體取得分析光譜之訊號值。利用程控設計進行 5 次以上的重複分析，分析順序為 (A1, B1, C1, ..., A2, B2, C2, ..., B5, C5, ..., A6)；而後將訊號值先計算求得訊號值之平均值及其標準差，此為系統量測精密度 (Precision) 及 FTIR 穩定度的初步判斷依據。檢驗濃度估算及量測不確定度評估程序採用線性迴歸分析法 ($C_{anal} = a \cdot X + b$)，依據 ISO 6143:2001 之評估方式建立，數據處理分析模式以 SO₂ in N₂ 舉例如下所述。

(1) 利用各驗證參考物質之秤重法濃度 (C_w) 與 FTIR 訊號數值比進行線性迴歸分析

(2) 由迴歸方程式估算每一支驗證參考物質的檢驗濃度 (C_{anal})。

完整的演算程序如下所示。

$$C_{anal} = a \cdot \overline{X_{PSM,i}} + b \quad \dots(1)$$

式 (1) 中的 ($\overline{X_{PSM,i}}$) 為積分數值的平均值，計算公式如式 (2)。

$$\overline{X_{PSM,i}} = \frac{\sum_{j=1}^n X_{PSM,ij}}{n} \quad \dots(2)$$

不確定度估算是以 ABA 循環模式重複量測不同之驗證參考物質共 5 次以上，可得到各驗證參考物質之訊號值之平均值，其標準不確定度估算採用 A 類評估模式求得。

$$u(\overline{X_{PSM,i}}) = \frac{s(X_{PSM,i})}{\sqrt{n}}$$

以迴歸函數進行分析的準確度之標準不確定度為

$$u_e = \sqrt{\frac{SSE}{n-2}} = \sqrt{MSE}$$

用以進行迴歸分析之 PSM 的迴歸分析值標準不確定度 ($u_{cal,i}$) 為

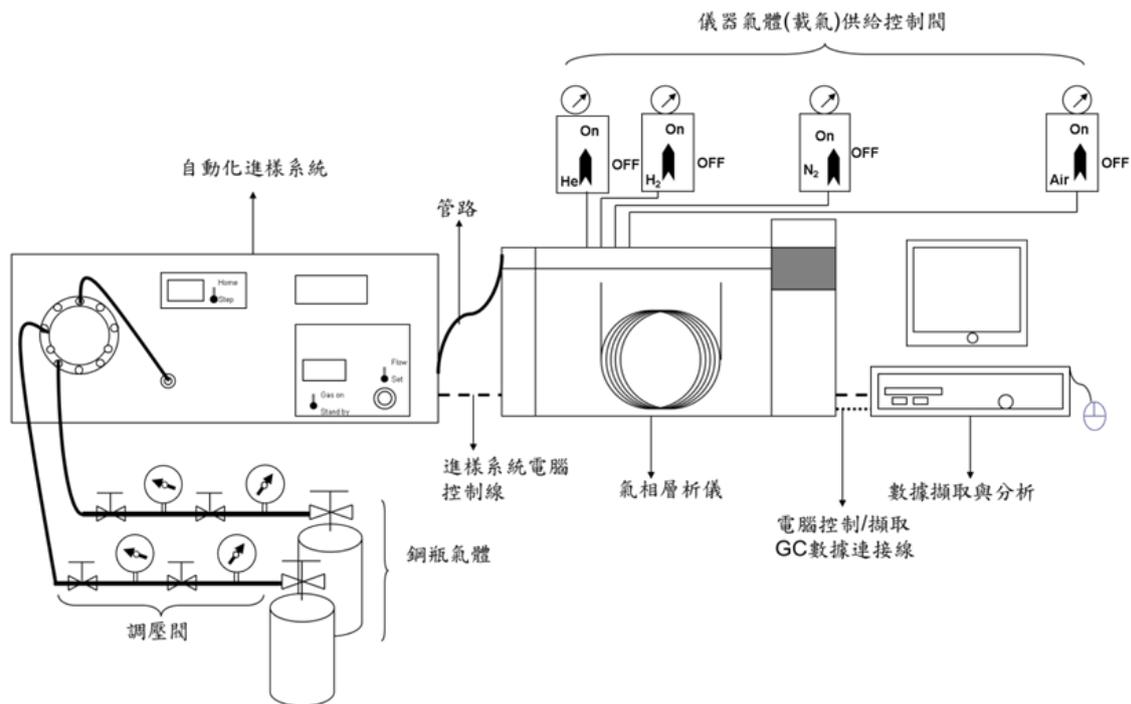
$$u_{cal,i} = u_e \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(\overline{X_{PSM,i}} - \overline{\overline{X_{PSM}}})^2}{\sum (\overline{X_{PSM,i}} - \overline{\overline{X_{PSM}}})^2}}$$

用以進行迴歸分析確效之 PSM 的分析值標準不確定度 ($u_{val,i}$) 為

$$u_{val,i} = u_e \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(\overline{X_{PSM,i}} - \overline{\overline{X_{PSM}}})^2}{\sum (\overline{X_{PSM,i}} - \overline{\overline{X_{PSM}}})^2}}$$

建立線性迴歸函數後，會使用另一來源之標準氣體鋼瓶進行迴歸函數確效分析，本研究乃利用荷蘭國家計量研究院 (VSL) 所配製之標準氣體鋼瓶進行迴歸函數確效分析，根據 ISO Guide 34、ISO 6142 及 ISO 6143 之說明，秤重值與迴歸分析值間絕對差值 ($|C_w - C_{anal}|$) 若小於二者之標準不確定平方和開根號的兩倍乘積 ($2\sqrt{u_w^2 + u_a^2}$)，則可達到檢驗確效之目標。當此絕對差值大於 ($2\sqrt{u_w^2 + u_a^2}$) 時，則應重新檢視該驗證參考物質的所有配製程序、配製紀錄及濃度估算評估紀錄是否有誤，必要時應進行該驗證參考物質之重新配製與評估。

空氣中甲烷驗證參考物質濃度驗證則是氣相層析儀搭配熱導偵測器 (GC-TCD) 進行分析，圖二十六為本研究進行空氣中甲烷驗證參考物質濃度驗證時所使用之系統設備圖，表二十二為進行濃度檢驗分析條件參數。



圖二十六：GC-TCD 氣體濃度驗證系統設備圖

表二十二：GC-TCD 氣體濃度驗證系統分析條件

氣體成分	層析管柱	偵測器型式	濃度檢驗條件
CH ₄ /air	Porapak Q 6 ft × 1/8 in × 2.0 mm 80/100 mesh 載流氣體 He : 25 mL/min	TCD	1.進氣口溫度：100 °C 2.烘箱溫度：30 °C 3.偵測器溫度：250 °C 4. reference flow : 25 mL/min 5. Makeup flow (He) : 2 mL/min

以上技術分別於本年度 9 月 29 日以及 10 月 17 日由經標準檢驗局同意後，邀請國內技術專家進行技術查驗，並獲得審查委員同意。相關技術將於 104 年度經報部公告後，對產業提供服務。

〈氣相層析質譜儀硫化物分析技術建立〉

硫化物 (Sulfide) 指含有二價硫的有機化合物。根據具體情況的不同，有機硫化物可包括：硫醚 (R-S-R)、硫酚/硫醇 (Ar/R-SH)、硫醛 (R-CSH)、硫代羧酸和二硫化物 (R-S-S-R) 等。有機硫化物廣泛存

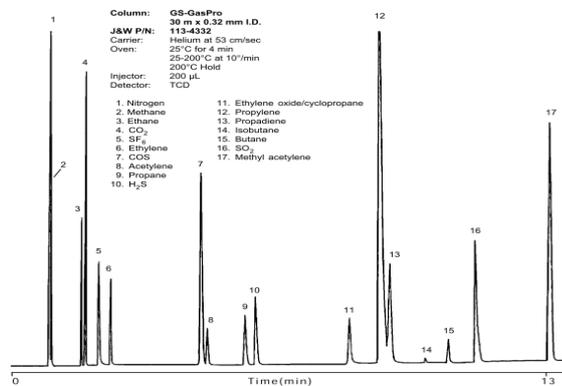
在於自然界中，具有特徵性的令人討厭的氣味，但少數也帶甜味。很多化石燃料，如煤、天然氣、石油中，都含有一定數量的有機硫化合物，燃燒時會釋放出有毒的二氧化硫氣體。本年度進行氣相層析質譜儀硫化物分析技術建立，參考行政院環境保護署環境檢驗所公告之 NIEA A701.11C、NIEAA715.15B 環境樣品檢測標準方法及相關技術文獻 [1-17~1-18]，本計畫所使用之儀器設備與操作參數如下：

- _ 氣相層析質譜儀：Agilent 7890B/5977A GC/MS
- _ 分離管柱：GS-GasPro (60 m × 0.32 mm I.D., Agilent, USA)
- _ 管柱設定參數：

	°C/min	維持溫度°C	維持時間 min
初始溫度	-	60	2
第一段升溫	25	260	5

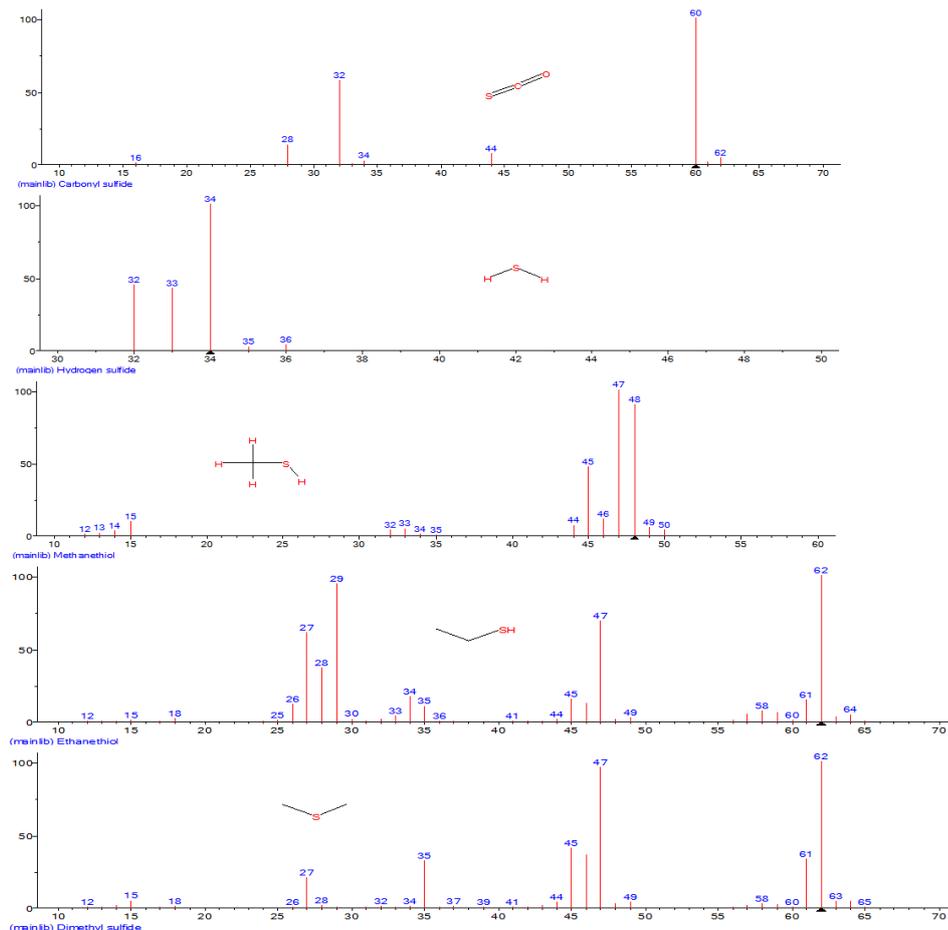
- _ 載流氣體 (氦氣) 流率：3 mL/min
- _ 電子能量：70 電子伏特
- _ 掃描模式：Scan and SIM (Scan, from 29 to 300 amu; SIM, 34 amu)
- _ 離子源溫度：230°C

本研究使用之管柱，於文獻資料中顯示可利用升溫梯度的方式，有效分離樣品中的含硫化合物，例如 COS、SO₂、H₂S、SF₆ 等成分，以及一些低碳數之碳氫化合物，如圖二十七所示。本計畫使用長度為 60 公尺相同靜相填充物之管柱，遇到更複雜成分樣品時，可預期有更佳的分離效果，由於搭配質譜儀進行分析，因此對於樣品中未知組分可進行資料庫比對做定性分析。

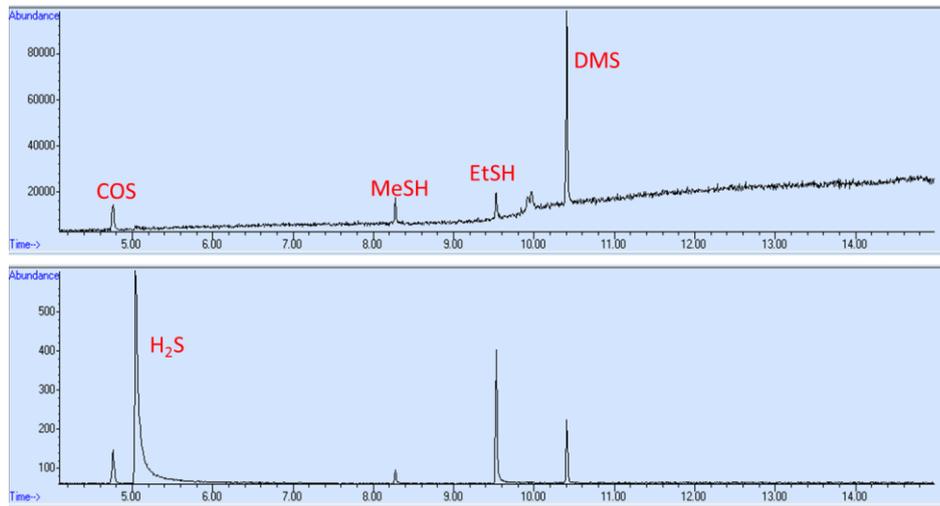


圖二十七：GS-GASPro 管柱標準層析圖

分析物種目標鎖定為大氣中 5 種常見的硫化物，分別為硫化氫 Hydrogen Sulfide（分子式 H_2S ）、甲硫醇 Methyl Mercaptan（分子式 CH_3SH ）、乙硫醇 Ethyl Mercaptan（分子式 CH_3CH_2SH ）、硫化羰 Carbonyl Sulfide（分子式 COS ）以及二甲基硫 Dimethyl Sulfide（分子式 $(CH_3)_2S$ ），這些物種在質譜儀中受到高速電子撞擊，由於這些電子的能量為 $70eV$ ，大大超過分子離子的游離電壓，使分子離子的一些鍵發生斷裂，產生比分子離子質量小的離子，這些離子稱為碎片離子，目標硫化物經過撞擊後所產生的離子碎片如圖二十八所示。圖二十九為硫化物混合樣品之層析圖，上方為總離子碎片圖譜，主要用於甲硫醇（ $MeSH$ ）、乙硫醇（ $EtSH$ ）、硫化羰（ COS ）、二甲基硫（ DMS ）之定性定量分析，下方為選擇離子模式圖譜，主要針對硫化氫（ H_2S ）進行定性定量分析。



圖二十八：硫化物離子碎片圖

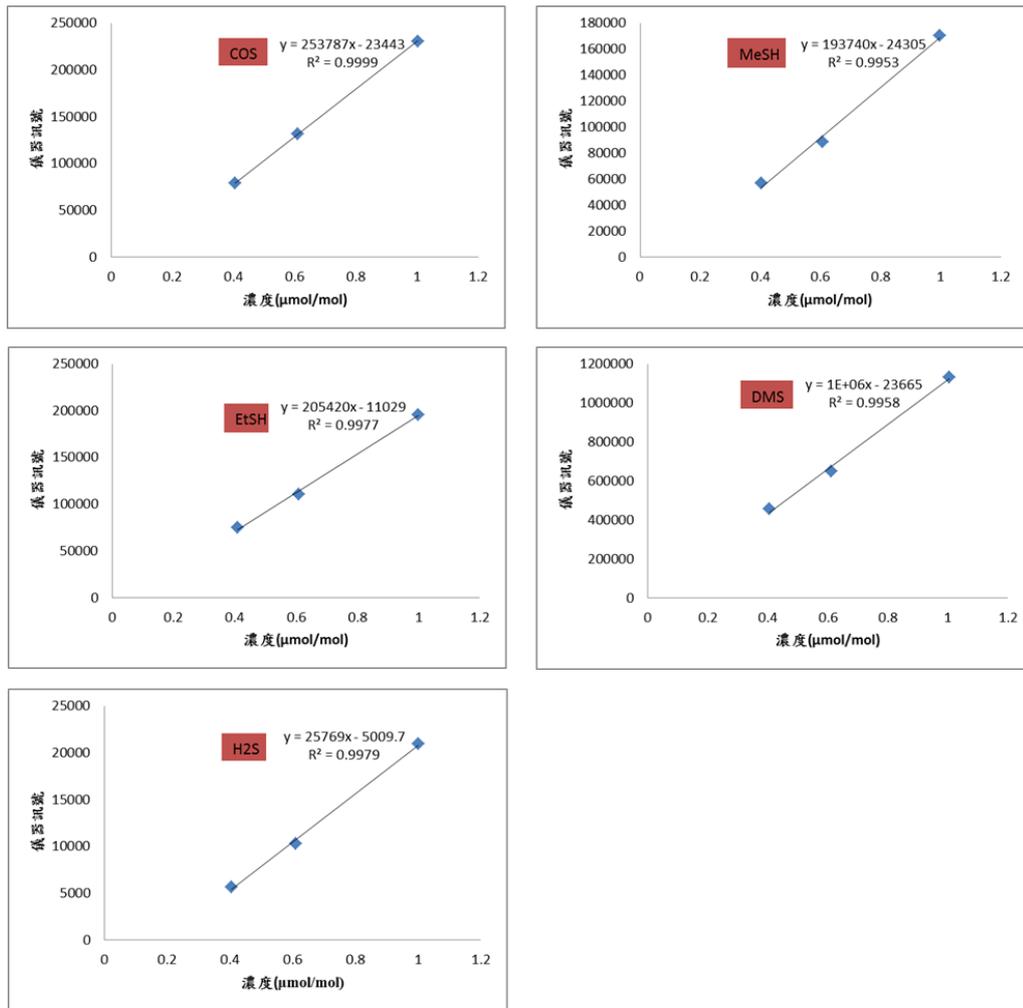


圖二十九：硫化物混合樣品層析圖

將濃度為 $1 \mu\text{mol/mol}$ 五成分硫化物之標準氣體，以動態稀釋法進行稀釋，稀釋為 $0.6 \mu\text{mol/mol}$ 與 $0.4 \mu\text{mol/mol}$ ，以這些濃度進行物種的分析測量，如圖三十，建立不同物種之儀器訊號與濃度之關係圖，其中硫化氫由於在低濃度時的感度欠佳，因此以選擇離子模式進行定量分析，其餘物種則以掃描離子模式進行定量分析。各物種儀器訊號與濃度間檢量線方程式建立後，以檢量線最低濃度點進行重複分析，取其重複分析數值之三倍標準偏差除以檢量線方程式之斜率，即可初步評估系統對於該物種的偵測極限，各物種的偵測極限如表二十三。

表二十三：硫化物偵測極限

物種	偵測極限 ($\mu\text{mol/mol}$)
硫化羰	0.064
甲硫醇	0.085
乙硫醇	0.20
二甲基硫	0.033
硫化氫	0.040



圖三十：硫化物儀器訊號與濃度關係圖

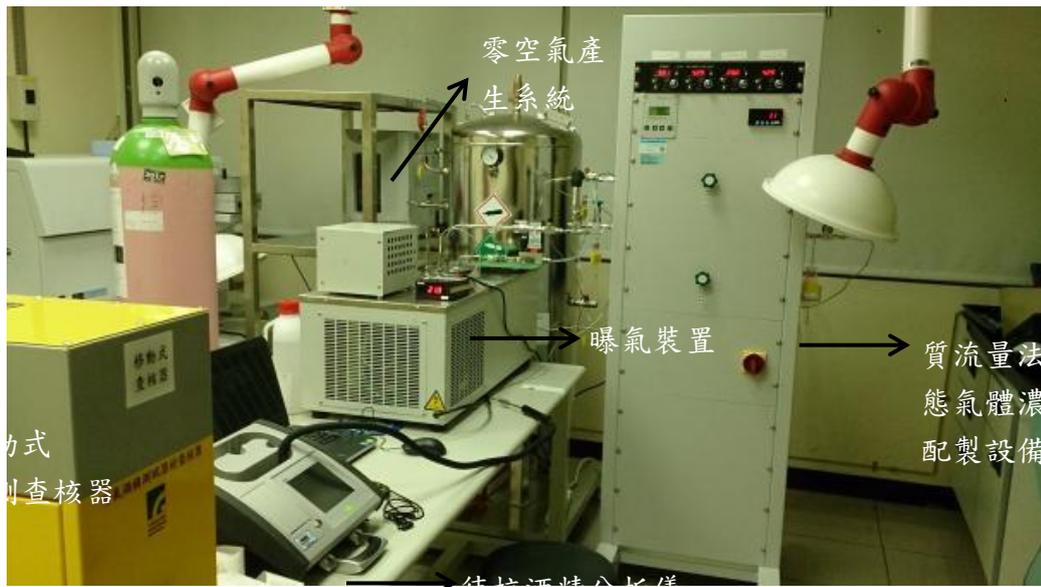
3. 線上標準混合氣體動態配製技術

(1) 103 年度技術創新突破點

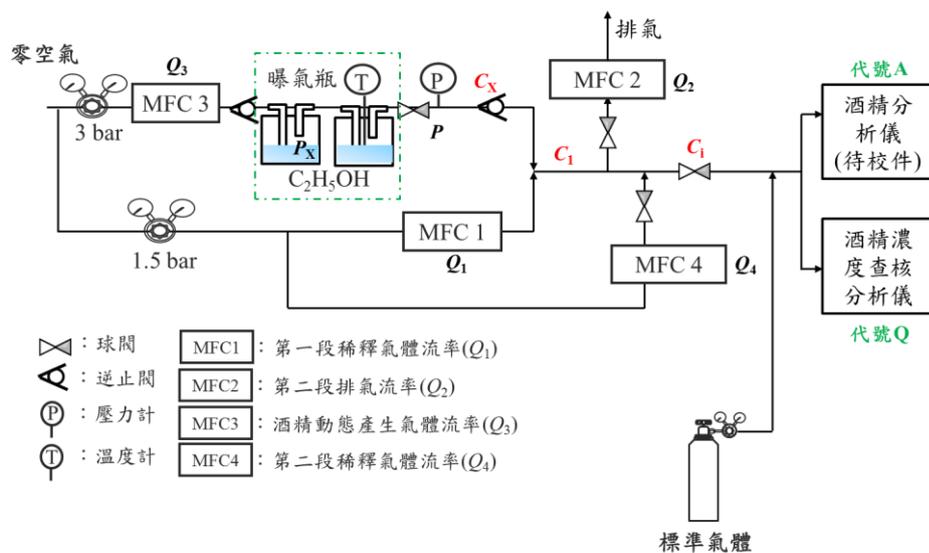
此項技術之年度工作重點為建置「氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統」，系統設置主要應用目標為因應國內室內空氣品質管理法的實施將衍生大量氣體偵測器或分析設備的校正需求，而多數儀器的校正方式會使用高濃度標準混合氣體搭配氣體濃度稀釋裝置，以產生校正工作用標準氣體作為氣體供應源，因此本技術項目亦針對氣體濃度稀釋裝置的稀釋倍率建立校正技術。

除室內空氣品質管理以外，酒精氣體濃度偵測亦在國內有很大的需求（包含公務酒測以及一般勞安管理），因此本年度亦建立一套可完成執行

酒精氣體濃度驗證、酒精氣體濃度產生，以及酒精分析設備校正的完整技術，可服務的技術濃度範圍為(90 至 1200) $\mu\text{mol/mol}$ ，若換算為公務執法的酒測值，量測濃度範圍約在(0.16 至 2.2) $\mu\text{mol/mol}$ （於 34 °C，1.013 bar 氣體條件下）。技術系統硬體與管路設計如圖三十一與圖三十二，此技術之創新點為運用線上動態產生酒精標準氣體可取代對於高壓氣瓶型式酒精標準氣體的需求量，降低分析設備校正成本，使產業提高對於所使用儀具執行應有校正或測試品管措施的比率，促進產業成長。



圖三十一：酒精動態氣體濃度配製系統



圖三十二：動態酒精氣體濃度配製系統組成示意圖

線上產生之標準酒精氣體濃度配製乃依據 ISO 6145-9: 2009^[1-19]標準以及 ISO 6145-7: 2009^[1-20]標準，採用質量流量法進行標準酒精氣體濃度配製技術開發（圖三十二），在固定溫度下，利用稀釋用零氣體（一般使用零空氣）通入曝氣瓶中，通過純酒精後帶出酒精蒸汽（蒸汽壓力為 P_x ），所產生的酒精蒸汽再搭配不同流量的空氣進行稀釋，即可混合配製出不同濃度的酒精氣體。酒精混合氣體動態配製理論濃度計算公式如下：

■ 初始酒精濃度

$$C_x = \frac{P_x}{P}$$

$$P_x(T) = P_x(20) + (T - 20) \left(\frac{dP_x}{dT} \right)_{20}$$

$$\left(\frac{dP_x}{dT} \right)_{20} = 3.5 \text{ mbar} / K$$

$$P_x(20) = 58.6 \text{ mbar}$$

其中 C_x ：酒精飽和氣體濃度； P_t ：總壓； P_x ：在溫度 T 下之酒精飽和蒸氣壓

■ 酒精動態產生氣體濃度估算方程式

$$C'_i = C_x \left(\frac{Q_3}{Q_3 + Q_1} \right) \left(\frac{Q_3 + Q_1 - Q_2}{Q_3 + Q_1 - Q_2 + Q_4} \right)$$

$$C'_i = C_x \left(\frac{Q_3}{Q_3 + Q_1} \right) \left(\frac{Q_t - Q_4}{Q_t} \right) = C_x \left(\frac{Q_3}{Q_3 + Q_1} \right) \left(1 - \frac{Q_4}{Q_t} \right)$$

其中， C'_i ：理論產生氣體濃度； Q_3 ：酒精動態產生氣體流率； Q_1 ：第一段稀釋氣體流率； Q_2 ：第二段排氣流率； Q_4 ：第二段稀釋氣體流率； Q_t ：總流率

■ 酒精動態產生氣體濃度估算表格

EtOH flow	Q_3 (sccm)	350			P_x	65.456	mmbar
Dilution MFC ^{1st}	Q_1 (L/min)	9.86				0.065	bar
	理論濃度(ppm)	1143.430			C_1	0.033	mol/mol
T, P	理論濃度(mg/L)	2.172			P_1	1.958	bar
	理論濃度(mg/L)	2.087			T	21.96	°C
	Vent MFC	Dilution MFC ^{2nd}				T=34 °C, P = 1 atm	
分析編碼	Q_2 (L/min)	Q_4 (L/min)	Total flow rate (L/min)	EtOH濃度 (μmol/mol)	EtOH濃度 (mg/L)		
1	0.44	0.44	10.21	1094	1.997		
2	5.33	5.33	10.21	547	0.998		
3	7.04	7.04	10.21	356	0.649		
4	7.52	7.52	10.21	301	0.549		
5	8.01	8.01	10.21	246	0.449		
6	8.50	8.50	10.21	191	0.349		
7	8.99	8.99	10.21	137	0.250		
8	9.48	9.48	10.21	82	0.150		

目前技術系統成功建立動態配製之酒精氣體的理論濃度與分析儀讀值的關連圖（圖三十三），其決定係數(R^2)達 0.999 以上。由於酒精標準鋼瓶氣體取得不易，導致相關分析儀器的校正執行受到限制，因此本系統運用動態產生方式線上產生不同濃度酒精氣體，並利用酒精分析儀建立量測訊號與經驗證之配製濃度的迴歸檢量線。後續提供酒精氣體濃度驗證或是酒精分析儀（偵測器）校正時，即可隨時透過濃度稀釋流率的調整，配製出不同濃度酒精氣體，建立標準氣體供應源。進行客戶送校之酒精分析儀的校正時，作法為將經濃度驗證之酒精氣體 C_i 通入待校的酒精分析儀，假設其讀值為 A_i ，則進行此儀器之器差 (d) 分析，量測公式為 $d = A_i - C_i$ 。整體技術工作執行流程如圖三十四。

部公告後，對產業提供服務，服務對象包含酒測器材開發廠商之開發設備（本年度已接觸之廠商為雋脈科技公司），勞安作業場所設置之偵測器，非公務執法之公民營機構所使用之人員安全維護用酒測器材等等。此外，本技術系統未來亦可擔任第三公正單位，擔任二級檢校實驗室之能力試驗或量測能力稽核的角色。

(2) 其他技術細項內容整體說明

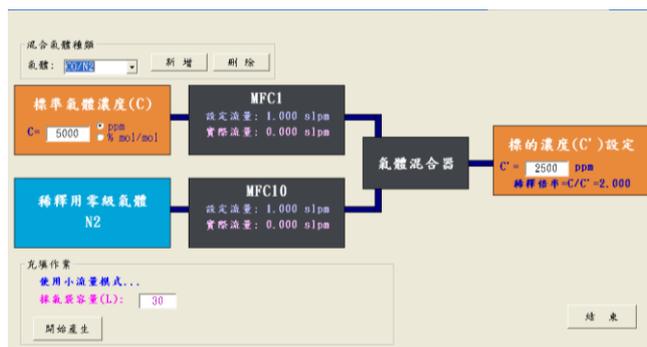
〈氣體濃度稀釋裝置校正〉

依據『毒性化學物質應變器材及偵測與警報設備管理辦法』偵測器設備於警報設定值之誤差應在正負百分之三十以內，本研究進行簡易型式氣體濃度稀釋裝置的開發並建立其稀釋分率驗證技術，經稀釋裝置動態配製下所產生的混合氣體濃度在應用於偵測器校正時亦應符合上述政府法規規範之規格要求。

本研究所設計開發之稀釋裝置系統照片如圖三十五所示，包含稀釋裝置主體以及軟體設計。技術程序參考 ISO 6145-7:2009^[1-20] 以及美國 EPA/600/R-12/531^[1-7]，利用不同濃度具計量追溯性之標準鋼瓶氣體，及氣相層析分析儀搭配不同偵測器進行標的混合氣體之濃度驗證（CO₂ in N₂ 與 CO in N₂ 混合氣體使用火焰離子偵測器，CH₄ in air 混合氣體使用熱導式偵測器），驗證結果可用以評估氣體濃度稀釋裝置的稀釋分率。

上述方法有別於流量校正的濃度稀釋分率校正方式。執行方法為：

- 1) 以不同濃度標準鋼瓶氣體進行氣相層析分析儀的檢量線建立；
- 2) 進行待校稀釋裝置之理論稀釋分率設定；
- 3) 利用跨距或全幅氣體（Span Gas）結合稀釋用零氣體（Zero Gas）搭配已設定理論稀釋分率的待校正稀釋裝置，動態配製出混合氣體，此混合氣體濃度以步驟 1 所建立之檢量線進行濃度驗證；
- 4) 由驗證濃度與跨距或全幅氣體（Span Gas）濃度之比值即可計算出實際稀釋分率及其量測擴充不確定度。



圖三十五：(a) 氣體濃度稀釋裝置 (b) 軟體介面

針對不同氣體成分濃度所建立之稀釋裝置校正範圍如表二十四所列。技術執行之工作流程如圖三十六說明。氣體濃度分析實驗室運用經校正的濃度稀釋裝置搭配具計量追溯之標準鋼瓶氣體，即可自行產生不同濃度的工作標準混合氣體，用以進行各類分析儀或偵測器校正。可成為室內空氣品質管理或作業環境管理等領域或產業之檢測技術建立之有利工具。

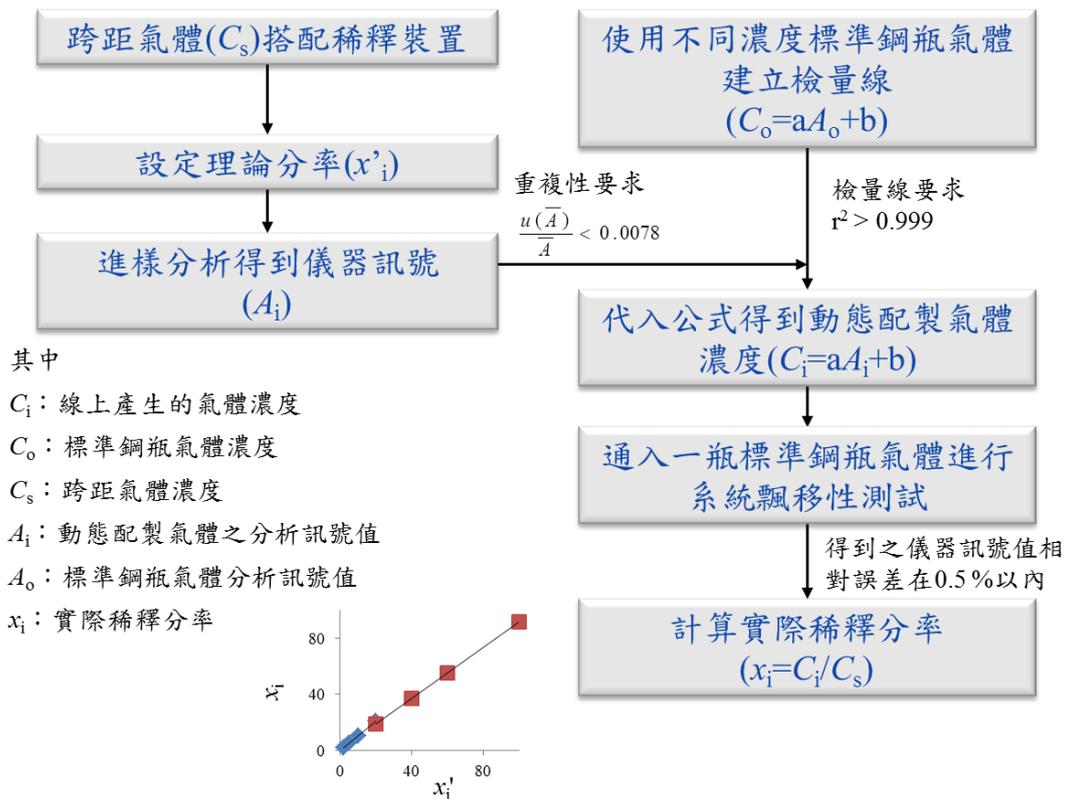
表二十四：氣體濃度稀釋裝置之測試氣體成分，濃度範圍及其稀釋分率說明表

氣體成分	濃度(mol/mol)	稀釋分率 (%)	稀釋分率之相對擴充不確定度(%)
CO ₂ in N ₂	CO ₂ : (50 至 5000) × 10 ⁻⁶	50 至 1	1.2 至 3.0
CO in N ₂	CO : (1 至 100) × 10 ⁻⁶	50 至 1	1.4 至 3.0
CH ₄ in air	CH ₄ : (0.1 至 2) × 10 ⁻²	50 至 5	2.1 至 3.0

註：(1) 相對擴充不確定度數值對應稀釋分率，因此稀釋分率寫法由大到小。

(2) 信賴水準為 95 %。

(3) 相對擴充不確定度 (%) = $\frac{\text{稀釋分率擴充不確定度}(\%)}{\text{稀釋分率}(\%)} \times 100$ 。



圖三十六：氣體濃度稀釋裝置之稀釋分率驗證流程圖

本方法參考美國環保署於 2012 年五月所公告使用之「氣態校正標準之分析與驗證技術追溯協議」(EPA Traceability Protocol for Assay and Certification of Gaseous Calibration Standards; EPA 600/R-12/531 May 2012) 執行。數據分析方式為：將動態配製氣體之分析訊號值 (A_i) 代入檢量線中，求得線上產生氣體的濃度 (C_i)，進而求得實際稀釋分率 (x_i)。量測方程式如下所示：

■ 線性迴歸檢量線建立

$$C_o = aA_o + b$$

其中 C_o ：標準參考氣體濃度

A_o ：標準氣體分析訊號值

■ 動態配製混合氣體濃度

$$C_i = aA_i + b$$

其中 C_i ：動態配製混合氣體濃度

A_i ：動態配製氣體之分析訊號值

■ 實際稀釋分率

$$x_i = \frac{C_i}{C_s}$$

其中 x_i ：實際稀釋分率； C_s ：跨距氣體濃度

本分析方法之擴充不確定度係依據 ISO/IEC Guide 98-3:2008 以及 ISO 6145-7:2009(E) 進行評估。所得到之擴充不確定度係組合標準不確定度與涵蓋因子 ($k=2$) 之乘積，相對應約 95 % 之信賴水準。本分析方法之實際稀釋倍率量測不確定度評估方程式如下所示：

$$u^2(x_i) = \left(\frac{\partial x_i}{\partial C_s}\right)^2 u^2(C_s) + \left(\frac{\partial x_i}{\partial C_i}\right)^2 u^2(C_i) = \left(\frac{1}{C_i}\right)^2 u^2(C_s) + \left(\frac{C_s}{C_i^2}\right)^2 u^2(C_i)$$

根據驗證程序以及濃度量測方程式所列參數，不確定度來源評估項目包含：1) 標準氣體之濃度不確定度， $u(C_s)$ ；2) 動態配製混合氣體濃度之不確定度， $u(C_i)$ 。此外，量測準確度亦會受量測過程系統穩定性所影響。綜合上述說明，量測擴充不確定度來源包含下列部分：

1. 動態配製混合氣體濃度之標準不確定度 $u(C_i)$ ；
2. 跨距氣體 (Span gas) 之濃度擴充不確定度 $u(C_s)$ ；
3. 系統穩定性之標準不確定度 $u(S_{sys})$ ；

綜合以上結果，上述不確定度評估公式可修飾為：

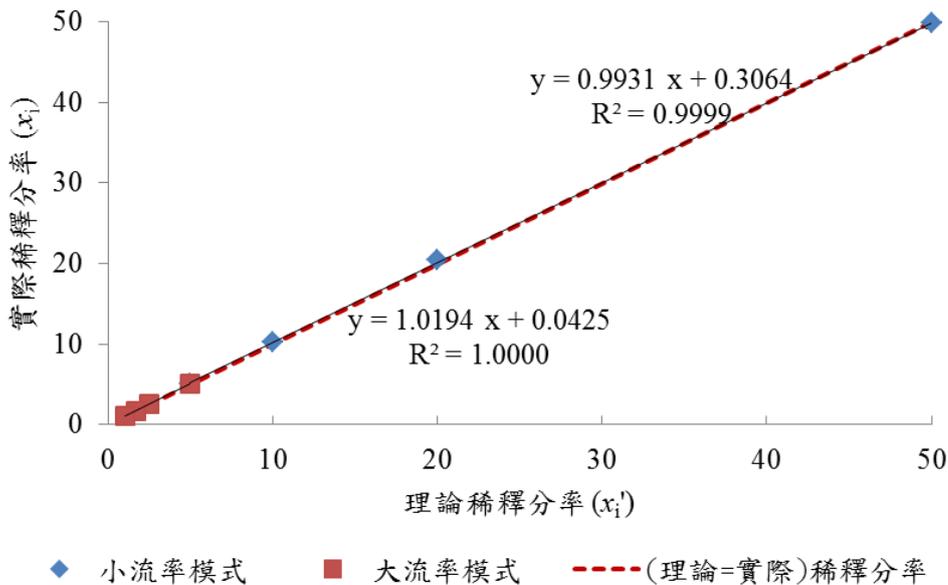
$$u_c^2(x_i) = \left(\frac{\partial x_i}{\partial C_s}\right)^2 u^2(C_s) + \left(\frac{\partial x_i}{\partial C_i}\right)^2 u^2(C_i) + u^2(S_{sys})$$

本研究針對 CO in N₂ 在 (1 至 50) $\mu\text{mol/mol}$ 之實際稀釋分率分析結果如表二十五，並以擴充不確定度表示量測品質。理論稀釋分率與實際稀釋分率換算方程式與關係圖如圖三十七。稀釋分率的倒數即為稀釋倍率，由結果可發現，當稀釋倍率越高，實際稀釋倍率與理論稀釋倍率的偏離值越大，且其相對擴充不確定度也越大（相對擴充不確定度之計算方式為實際稀釋分率之擴充不確定度除以實際稀釋分率）。

表二十五：CO in N₂ 實際稀釋分率分析表

跨距氣體 濃度 C _s (ppm)	理論 稀釋分率 x _i ' (%)	動態稀釋產生 後之驗證濃度 C _i (ppm)	實際 稀釋分率 x _i (%)	實際稀釋分率 之擴充不確定度 U(x _i) (%)
99.57	50	49.66	49.9	0.7
	20	20.34	20.4	0.2
	10	10.15	10.2	0.3
	5	5.11	5.1	0.1
	3	2.60	2.6	0.1
	1.7	1.72	1.7	0.1
	1.0	1.06	1.1	0.1

氣體濃度稀釋裝置_CO/N₂



圖三十七：理論稀釋分率與實際稀釋分率換算方程式其關係圖

(座標軸單位為%)

以相同方法，本研究針對 CH₄ in air 在(1.0 至 20) mmol/mol 之實際稀釋倍率分析結果如表二十六，並以擴充不確定度表示量測品質。與 CO in N₂ 的實驗評估取得相同的結論，當稀釋倍率越高，實際稀釋分率與理論稀釋分率的偏離值越大，且其相對擴充不確定度也越大。

表二十六：CH₄ in air 實際稀釋分率分析表

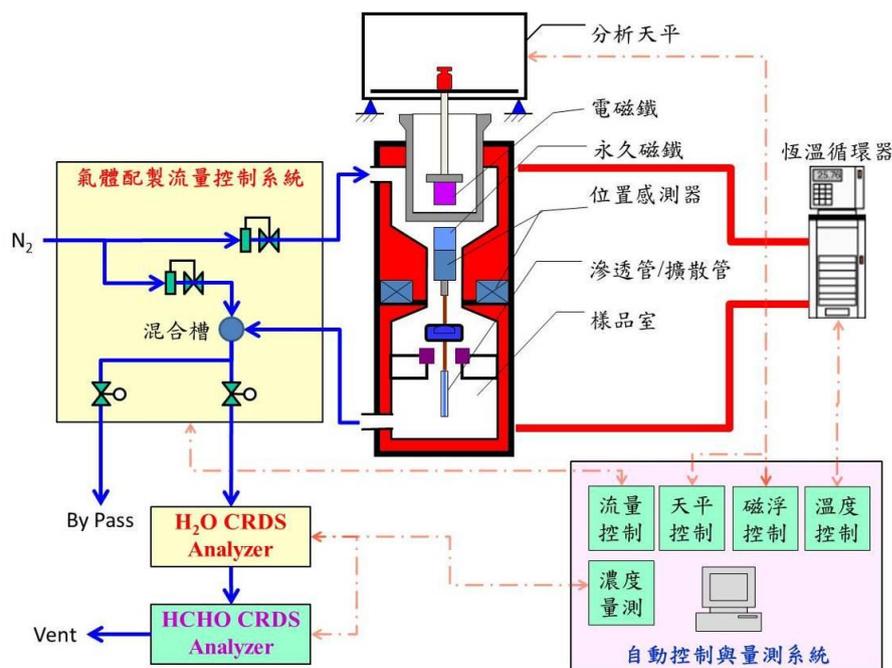
跨距氣體 濃度 C _s (mmol/mol)	理論 稀釋分率 x _i ' (%)	動態稀釋產生 後之驗證濃度 C _i (mmol/mol)	實際 稀釋分率 x _i (%)	實際稀釋分率 之擴充不確定度 U(x _i) (%)
20.036	50	9.913	50.1	1.1
	20	4.071	20.6	0.5
	10	2.032	10.3	0.3
	5	1.018	5.1	0.2

以上所說明之技術內容主要為進行氣體濃度稀釋裝置的校正，未來可納入新建系統「氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統」之服務範圍。新系統並於本年度 10 月 17 日由經標準檢驗局同意後，邀請國內技術專家進行技術查驗，並獲得審查委員同意。相關技術將於 104 年度經報部公告後，對產業提供服務。

〈滲透管型式甲醛氣體濃度動態配製與量測硬體建置〉

目前國內環檢所公告之甲醛濃度檢測方法係以定流量之採氣泵收集至含 2,4-二硝基代苯肼 (2,4 - Dinitrophenylhydrazine, DNPH) 和過氯酸溶液之收集瓶中，經由高效能液相層析測定樣品中醛類化合物之含量^[1-21]。然而，以室內空氣品質連續監測的需求來看，此方法為批次式取樣分析，不適用執行甲醛偵測或分析儀校正。

近年來，國際度量衡局(Bureau International des Poids et Mesures, BIPM)、日本國家計量研究所(National Metrology Institute of Japan, NMIJ)等國家計量標準實驗室在這方面的研究，聚焦在使用磁浮天平即時量測滲透管之滲透率^[1-22]，配合精密之分析儀器，建立甲醛動態式配製原級標準系統。有鑑於國內對於室內空氣品質的重視以及法規落實執行的必要性，本計畫將建立甲醛濃度量測原級標準並於本年度完成硬體建置，設施示意圖如圖三十八。



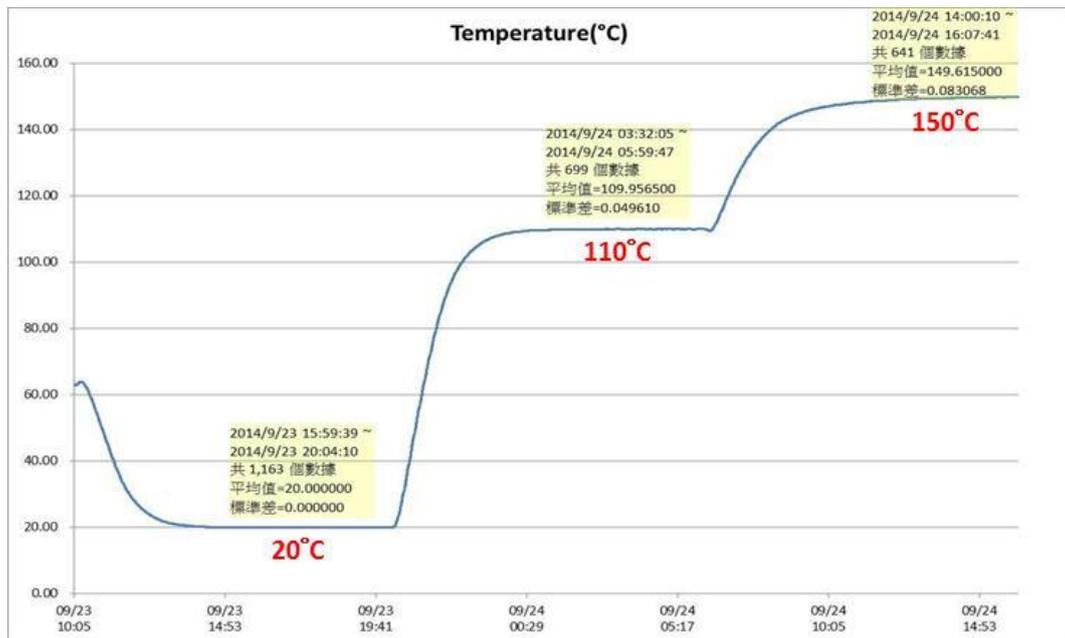
圖三十八：甲醛原級標準系統示意圖

各子系統功能如下：

A. 磁浮天平

磁浮天平為本系統之核心設備，此天平之量測範圍為(0 至 22) g，解析度為 2 μg ，天平內除了有一不鏽鋼製標準法碼可作內部校正外，另有兩個尺寸完全一樣的輔助法碼，其材質分別為鈦(Ti)和不鏽鋼(SS)，在量測過程中交替將這兩個輔助法碼置於秤盤中，藉以消除浮力及環境溫度變化對質量量測造成的效應。天平下方之連桿下端為電磁鐵；滲透管上方連接一懸吊桿置於樣品室中，樣品室之管壁為雙層不鏽鋼組成之中空結構；懸吊桿上方連接位置感測器及永久磁鐵，平常此懸吊桿靜置在樣品管室內之支架上，當需要秤重時，系統送出電流至電磁鐵中產生磁力，吸引懸吊桿上方之永久磁鐵，使得懸吊桿上升，依據位置感測器之輸出配合 PID 回饋控制，控制系統送出適當的電流讓懸吊桿維持在一定的高度，俟位置穩定後再以天平讀取重量，完成讀值後，慢慢降低電流使懸吊桿回到支架處。將前後二次讀值間之差值除以二次讀值之時間差，此計算結果即為滲透率。樣品室之雙層不鏽鋼間以一恆溫循環器使其達到恆溫狀態，其溫度控制範圍為(100 至 110) $^{\circ}\text{C}$ ，控制穩定度為 ± 0.02 $^{\circ}\text{C}$ 。

目前已進行滲透管所置放之樣品室的溫控功能測試，其結果如圖三十九。測試時間為 2014/9/23 10:05 ~ 2014/9/24 14:16：



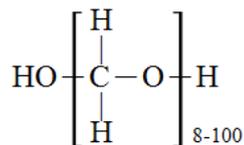
圖三十九：磁浮天平樣品室溫控系統功能測試結果

B. 氣體配製流量控制系統

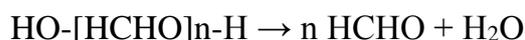
本系統使用氮氣作為載氣和稀釋氣體，氣體先被導入一氣體純化器以去除水、氧氣及其他不純物。純化後的氣體以二個精密質量流量控制器調節分成二股，一股進入磁浮天平系統中之樣品室作為載氣，將滲透管滲透出之甲醛帶出送至氣體混合槽中，另一股以原狀態直接進入混合槽中作為稀釋氣體。氣體自樣品室流至此控制系統之入口處，安裝數位式壓力控制系統，可自動調節壓力與流量，以避免樣品室內因浮力變化而使得天平無法準確量測質量。將進入樣品室之載氣流量控制在 100 mL/min，稀釋氣體之流量控制在(0.3 至 5) L/min，則可產生甲醛濃度約為(1 至 10) $\mu\text{mol/mol}$ 甲醛/氮氣混合氣。

C. 微水/甲醛分析系統

甲醛滲透管內之物質為多聚甲醛 (Paraformaldehyde, IUPAC 命名 Polyoxymethylene, POM)，為甲醛的線型聚合物，一般結構長度有八到一百個單位。其分子結構如下：



利用高溫催化裂解後，1 莫耳的多聚甲醛產生 n 莫耳的甲醛和 1 莫耳的水蒸氣，其中 n 為多聚甲醛中甲醛聚合單體之數量。其裂解反應如下：

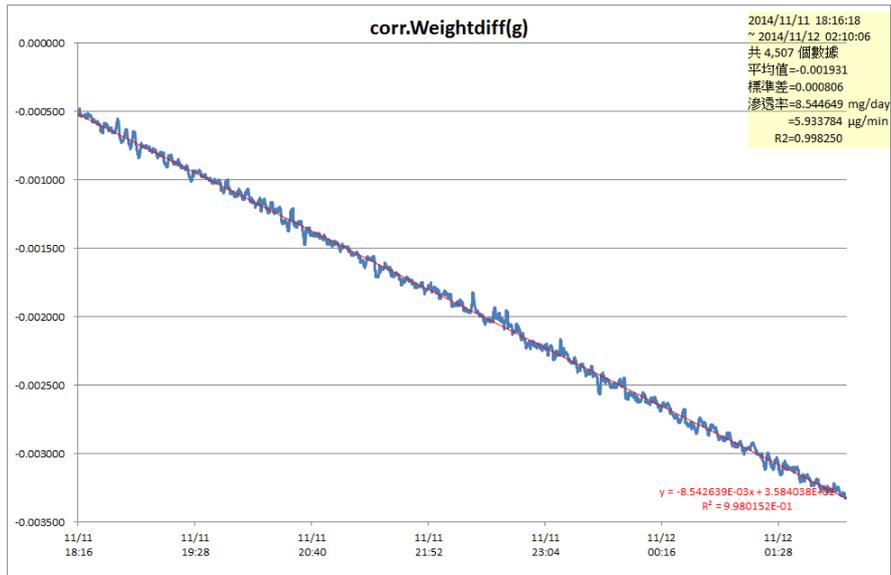


由於多聚甲醛之鏈長並非固定，故其裂解後產生之水氣濃度亦非定值，需要以微量水氣分析儀進行量測，本系統將使用共振腔振盪衰減頻譜技術(Cavity Ring-down Spectroscopy, CRDS)微量水氣分析儀定量水氣濃度。本系統作為系統查核標準之甲醛濃度分析儀也是利用 CRDS 原理，同時，此甲醛分析儀也可作為濃度比對時之比對件。圖四十為目前進行甲醛滲透管之滲透率的測試結果。測試時間為 2014/11/11 18:16:18 ~ 2014/11/12 02:10:06。測試參數設定如下：

- 載流氣體(氮氣)：200 sccm
- 樣品室溫度：100 °C
- 溫度穩定後擷取 12 個小時以上之數據
- 甲醛滲透管：KIN-TEK HRT

簡要測試結果如下說明：

- 溫度平均值= 99.96 °C，標準差= 0.048 °C
- 載氣流量讀值全為 200 sccm
- 氣壓平均值= 964.73 mbar，標準差= 0.446 mbar
- 質量損失率= 5.936 µg/min，線性迴歸決定係數(R²) = 0.999



圖四十：甲醛滲透管之滲透率測試結果

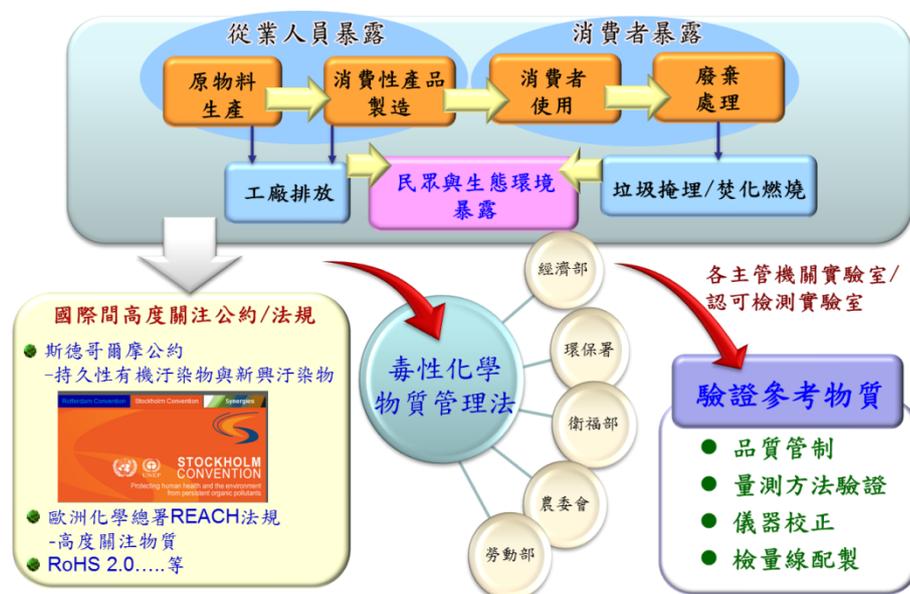
D. 自動控制與量測系統

本系統為一 PC Based 全自動控制/量測系統，由以下控制/量測單元組成：

- 天平控制/量測單元：控制標準/輔助法碼之切換，以及擷取天平之量測值。
- 磁浮控制單元：輸出電流至電磁鐵，控制滲透管至質量量測位置。
- 溫度控制/量測單元：設定恆溫循環器溫度及擷取溫度讀值。
- 流量控制/量測單元：設定質量流量控制器流量及擷取流量讀值。
- 濃度量測單元：擷取微量水氣/甲醛濃度分析儀讀值。

(二) 環境化學計量標準技術分項

隨著儀器偵測極限之躍進，以往無法檢出的微量化學物質逐漸呈現。這些化學物質多數為持久性有機汙染物(Persistent Organic Pollutants, 簡稱 POPs)或內分泌干擾物質(Endocrine Disrupting Chemicals, 簡稱 EDCs),其中若屬「新認定或之前未確認」、「未受法規規範」、「且對人體健康及生態環境具有風險性」等性質，則被定義為新興汙染物(Emerging Contaminant, 簡稱 EC)^[2-1]。此類化學物質因具不易分解之特性，透過人類活動，經由商品製造生產至消費者使用(或食用)與最終環境處置(或棄置)之生命週期，流佈於環境(空氣、懸浮微粒、土壤、水及底泥)、食品與植物等介質中。不論是直接或間接暴露，與民生安全皆息息相關，嚴重者，甚至可會透過不同環境介質進行跨境轉移，造成國際糾紛。緣此，國際間將持久性有機汙染物(包含新興汙染物)的有效管理視為刻不容緩的工作，聯合國「斯德哥爾摩公約」與歐盟「化學品登記、評估和審批」法規，明列管制或禁用篩選出之新興汙染物^[2-2]。行政院業已通過我國「毒性化學物質管理法」修正草案，針對「第4類毒性化學物質(即具有危害人體健康或污染環境之虞之化學物質)」進行加嚴管理，同時進行化學物質之跨部會(如經濟部、環保署、衛生署等)共同管理^[2-3]。圖四十一顯示對於新興汙染物流佈途徑、法規管理與檢測需求之關聯。



圖四十一：新興汙染物環境暴露、法規管理與檢測需求關聯圖

環境化學計量標準技術分項本年度持續以新興汙染物計量標準技術之研究為主軸，針對常見之阻燃劑多溴二苯醚(PBDEs)，以 102 年度建置之同位素稀釋法氣相層析質譜法 PBDEs 濃度分析技術為基礎，除完成 PBDEs 濃度驗證系統線性與再現性評估、量測不確定度之估算建立外，同時建立粉塵中 PBDEs 萃取之前處理技術，將濃度驗證之技術拓展至可執行室內粉塵中 PBDEs 濃度分析；此外，亦投入雙酚 A(BPA)分析之先期研究。相關工作內容成果說明如下：

〈PBDEs 定量分析技術建立〉

延續 102 年度參考 ISO 22032: 2006、CNS15050 與 NIEA T506.30B 等標準方法建立之 PBDEs 濃度量測模式，完成 PBDEs 濃度驗證系統線性評估、線性查核與再現性評估。本研究以重量法進行 PBDEs 檢量線標準品配製(線性範圍：十溴二苯醚 0.5 µg/g 至 100 µg/g；八溴二苯醚 0.5 µg/g 至 50 µg/g；五溴二苯醚 0.5 µg/g 至 50µg/g)，搭配同位素內標準品添加，續以氣相層析質譜儀並採用單離子監測(Single Ion Monitoring, SIM)模式進行分析，所使用之氣相層析質譜儀之最佳量測參數詳列於表二十七。分析結果利用 ChemStation 軟體進行層析波峰面積之積分運算。接著以檢量線樣品分析濃度/內標準品分析濃度為 X 軸、檢量線樣品分析波峰積分面積/內標準品分析波峰積分面積為 Y 軸，利用最小平方法進行線性迴歸之運算，建立多溴二苯醚濃度分析檢量線以進行濃度驗證系統線性評估。

表二十七：氣相層析質譜儀量測參數

氣相層析儀	Agilent 7890A
注射口	300 °C
載流氣體	高純度氮氣，3.8 mL/min
層析管柱	DB-5HT 毛細管柱 (15 m × 0.250 mm × 0.10 µm)
升溫程式	110 °C (2 分鐘)，以 30 °C/min 至 200 °C，以 20 °C/min 至 300 °C (8 分鐘)
介面溫度	300 °C
質譜儀	Agilent 5975C
離子化模式	電子撞擊式(EI，70 eV)
離子化溫度	250 °C
四極柱溫度	150 °C

針對其品質管制，參照環保署環境檢驗所公告之環境檢驗品質管制指引文件-環境檢驗檢量線製備及查核指引(NIEA-PA103)^[2-4]，使用至少五種不同濃度之標準溶液建立檢量線，決定係數(R^2)值應大於或等於 0.995；檢量線建立完成應即使用第二來源標準樣品（若無第二來源標準品時，至少應使用另一獨立配製之標準品）配製接近檢量線中點濃度之查核用樣品，以執行檢量線之核查，其分析結果之相對誤差值宜在 $\pm 20\%$ 以內。

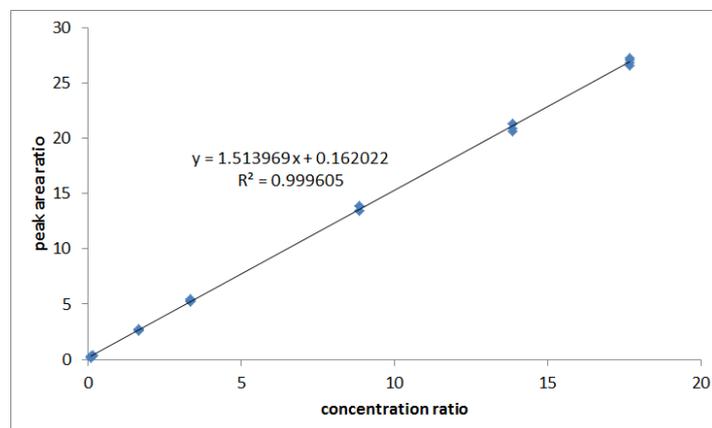
$$\text{相對誤差值(\%)} = \frac{\text{計算所得濃度} - \text{配製濃度}}{\text{配製濃度}} \times 100\%$$

線性查核參考 NIEA-PA103 環境檢驗檢量線製備及查核指引，初始校正時所建立之檢量線，必須作週期性之查核，以接近檢量線中點之標準品進行分析確認，其分析結果介於可接受範圍時才可持續性地使用該檢量線，以確認檢量線之「續用性」，其分析結果之相對誤差值宜在 $\pm 20\%$ 以內。系統確效參考工業技術研究院鋼瓶氣體濃度量測系統評估報告（技資編號 073910074），選擇一組濃度在量測服務範圍內的驗證參考物質，利用本系統的量測程序進行濃度量測，當濃度分析結果與驗證參考物質之原始報告濃度符合下列要求，代表系統之量測結果無誤，此方法可視為系統確效工作。

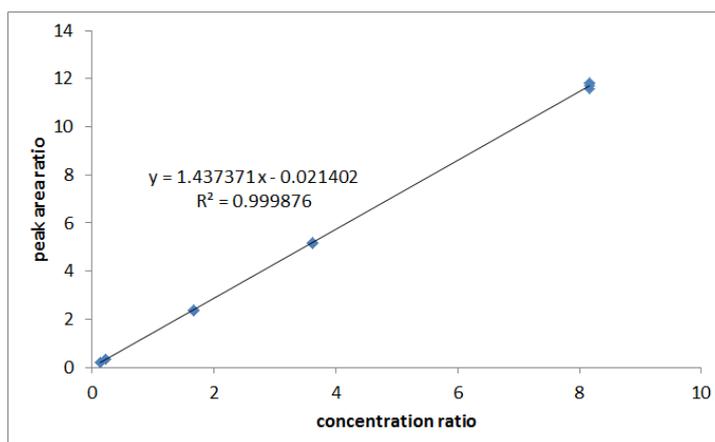
$$|C_i - C_0| \leq \sqrt{U_i^2 + U_0^2}$$

其中， C_i 代表系統分析結果， C_0 為驗證參考物質原始報告濃度， U_i 為系統分析結果之擴充不確定度， U_0 為驗證參考物質原始報告濃度之擴充不確定度。

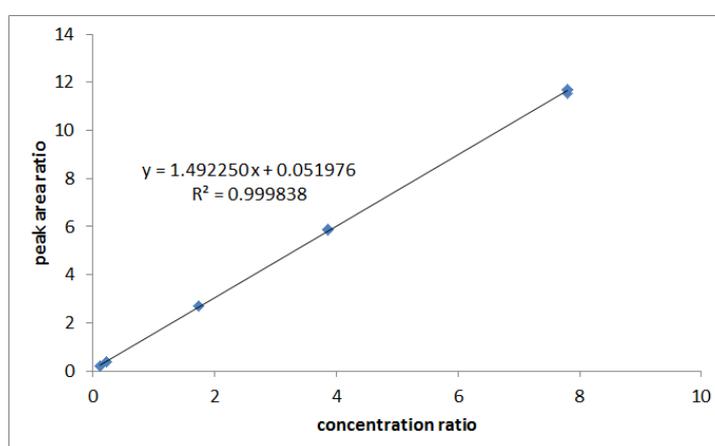
針對十溴二苯醚(BDE-209)、八溴二苯醚(BDE-203)、五溴二苯醚(BDE-99)，利用 ID GC-MS 分析建立之檢量線顯示於圖四十二至圖四十四；系統確效結果彙整於表二十八。



圖四十二：十溴二苯醚(BDE-209) ID GC-MS 分析檢量線



圖四十三：八溴二苯醚(BDE-203) ID GC-MS 分析檢量線



圖四十四：五溴二苯醚(BDE-99) ID GC-MS 分析檢量線

表二十八：多溴二苯醚 ID GC-MS 分析系統確效結果

分析物	十溴二苯醚	八溴二苯醚	五溴二苯醚
系統確效	分析濃度($\mu\text{g/mL}$)		
測試 1	48.2	51.7	49.4
測試 2	49.1	48.9	48.3
測試 3	50.2	49.4	47.5
C_i (平均值)	49.2	50.0	48.4
U_i	3.4	5.6	5.7
C_0	49.3	50.5	49.6
U_0	2.5	2.6	2.5
$ C_i - C_0 $	0.1	0.5	1.2
$\sqrt{U_i^2 + U_0^2}$	4.2	6.2	6.3
確效結果	$ C_i - C_0 < \sqrt{U_i^2 + U_0^2}$		

註 1: 系統確效用標準溶液共 3 組，每組溶液重複分析 4 次。

註 2: 再現性標準不確定度 $u_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (A_i - \bar{A})^2}{3-1}}$

$$\text{重複性標準不確定度 } u_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 S_i^2}{3}}$$

$$\text{組合標準不確定度 } u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2}$$

擴充不確定度 $U_i = u_c \times \text{涵蓋因子 (95\% 信賴水準)}$

〈十溴二苯醚濃度驗證不確定度評估〉

十溴二苯醚濃度量測方程式如下，可由儀器訊號所得積分面積、檢量線方程式、內標準品原始濃度與秤重質量，求得十溴二苯醚樣品濃度：

$$\begin{aligned} C_{\text{sample}} &= \frac{R \cdot C_{\text{isotope}} \cdot (W_2 - W_1)}{(W_3 - W_0)} \cdot \frac{(W_3 - W_0)}{(W_3 - W_2)} \\ &= \frac{R \cdot C_{\text{isotope}} \cdot (W_2 - W_1)}{(W_3 - W_2)} \end{aligned}$$

C_{sample} ：十溴二苯醚待測樣品原始濃度

R ：(十溴二苯醚待測樣品分析濃度/內標準品分析濃度)比值

C_{isotope} ：內標準品原始濃度

W_0 ：空瓶秤重質量

W_1 ：稀釋液秤重質量(空瓶+稀釋液)

W_2 ：內標準品秤重質量(空瓶+稀釋液+內標準品)

W_3 ：待測樣品秤重質量(空瓶+稀釋液+內標準品+待測樣品)

註： $R = [(MS_{959}/MS_{971}) - b]/a$ (平均檢量線： $y = ax + b$)

MS_{959} ：十溴二苯醚待測樣品分析波峰積分面積

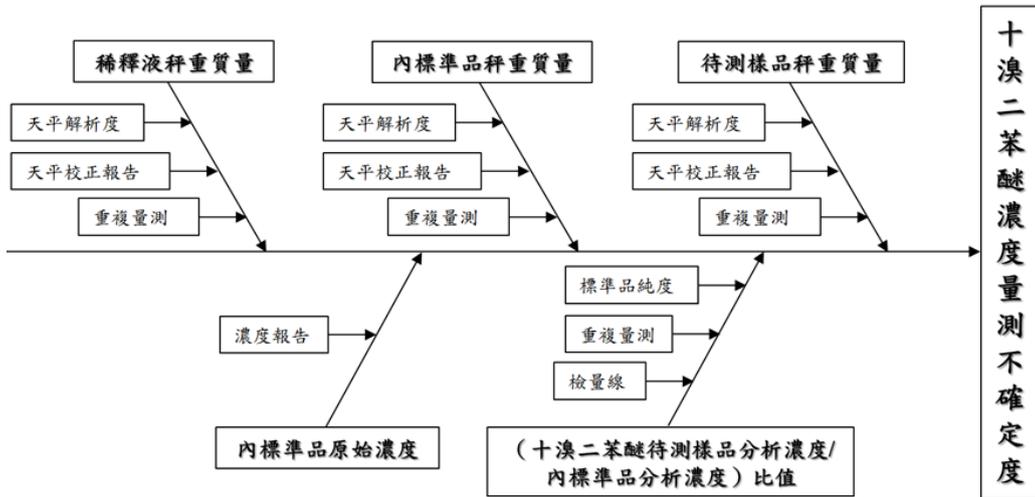
MS_{971} ：內標準品分析波峰積分面積

以第二來源標準樣品所配製之查核用樣品作為待測樣品為例，其濃度驗證不確定度評估如下所述。首先可由十溴二苯醚濃度量測方程式列出不確定度來源並進行評估與計算，詳如圖四十五。

(1) 稀釋液秤重質量不確定度評估：

(i) 標準不確定度

$$\begin{aligned} u(W_1) &= \sqrt{u^2(\text{Resolution}) + u^2(\text{Report}) + u^2(\text{Repeat})} \\ &= \sqrt{\left(\frac{0.00001}{2\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{0.00012}{2}\right)^2 + \left(\frac{0.000005}{\sqrt{3}}\right)^2} \\ &= 0.00006 \text{ (g)} \end{aligned}$$



圖四十五：十溴二苯醚濃度 ID GC-MS 量測不確定度來源

(ii) 自由度

$$\begin{aligned}
 v(W_1) &= \frac{u^4(W_1)}{\frac{u^4(\text{Resolution})}{v(\text{Resolution})} + \frac{u^4(\text{Report})}{v(\text{Report})} + \frac{u^4(\text{Repeat})}{v(\text{Repeat})}} \\
 &= \frac{0.00006^4}{\frac{0.0000029^4}{50} + \frac{0.00006^4}{12.5} + \frac{0.0000029^4}{2}} \\
 &= 12.6
 \end{aligned}$$

(iii) 靈敏係數

$$\frac{\partial C_{\text{sample}}}{\partial W_1} = \frac{R \cdot C_{\text{isotope}} \cdot (-1)}{(W_3 - W_2)}$$

$u(\text{Resolution})$ ：天平解析度，其值為0.00001 g

$u(\text{Report})$ ：天平校正報告，其值為0.00012 g

$u(\text{Repeat})$ ：重複量測，其標準差為0.000005 g

(2) 內標準品秤重質量不確定度評估：

(i) 標準不確定度

$$\begin{aligned}
 u(W_2) &= \sqrt{u^2(\text{Resolution}) + u^2(\text{Report}) + u^2(\text{Repeat})} \\
 &= \sqrt{\left(\frac{0.00001}{2\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{0.00012}{2}\right)^2 + \left(\frac{0.00005}{\sqrt{3}}\right)^2} \\
 &= 0.00007 \text{ (g)}
 \end{aligned}$$

(ii) 自由度

$$\begin{aligned}
 v(W_2) &= \frac{u^4(W_2)}{\frac{u^4(\text{Resolution})}{v(\text{Resolution})} + \frac{u^4(\text{Report})}{v(\text{Report})} + \frac{u^4(\text{Repeat})}{v(\text{Repeat})}} \\
 &= \frac{0.00007^4}{\frac{0.0000029^4}{50} + \frac{0.00006^4}{12.5} + \frac{0.00003^4}{2}} \\
 &= 14.0
 \end{aligned}$$

(iii) 靈敏係數

(3) 待測樣品秤重質量不確定度評估：

(i) 標準不確定度

$$\begin{aligned}u(W_3) &= \sqrt{u^2(\text{Resolution}) + u^2(\text{Report}) + u^2(\text{Repeat})} \\ &= \sqrt{\left(\frac{0.00001}{2\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{0.00012}{2}\right)^2 + \left(\frac{0.00002}{\sqrt{3}}\right)^2} \\ &= 0.00007 \text{ (g)}\end{aligned}$$

$u(\text{Resolution})$ ：天平解析度，其值為0.00001 g

$u(\text{Report})$ ：天平校正報告，其值為0.00012 g

$u(\text{Repeat})$ ：重複量測，其標準差為0.00005 g

(ii) 自由度

$$\begin{aligned}v(W_3) &= \frac{u^4(W_3)}{\frac{u^4(\text{Resolution})}{v(\text{Resolution})} + \frac{u^4(\text{Report})}{v(\text{Report})} + \frac{u^4(\text{Repeat})}{v(\text{Repeat})}} \\ &= \frac{0.00007^4}{\frac{0.0000029^4}{50} + \frac{0.00006^4}{12.5} + \frac{0.000013^4}{2}} \\ &= 13.6\end{aligned}$$

(iii) 靈敏係數

$$\frac{\partial C_{\text{sample}}}{\partial W_2} = \frac{R \cdot C_{\text{isotope}} \cdot (1)}{(W_3 - W_2)} - \frac{R \cdot C_{\text{isotope}} \cdot (W_2 - W_1)}{(-1) \cdot (W_3 - W_2)^2}$$

(4) 內標準品原始濃度不確定度評估：

$$\frac{\partial C_{\text{sample}}}{\partial W_3} = \frac{R \cdot C_{\text{isotope}} \cdot (W_2 - W_1)}{(-1) \cdot (W_3 - W_2)^2}$$

$u(\text{Resolution})$ ：天平解析度，其值為0.00001 g

$u(\text{Report})$ ：天平校正報告，其值為0.00012 g

$u(\text{Repeat})$ ：重複量測，其標準差為0.00005 g

由廠商提供之 COA (Certificate of Analysis) 中查得內標準品原始濃度為 $(49.1 \pm 1.0) \mu\text{g/mL}$ ，其溶於 nonane 中，nonane 密度為 0.718 g/mL ，故內標準品原始濃度為 $(0.0000684 \pm 0.0000014) \text{ g/g}$ ，擴充不確定度為 0.0000014 g/g ，涵蓋因子 $k = 2$

(i) 標準不確定度

$$u(C_{\text{isotope}}) = \frac{0.0000014}{2} = 0.0000007 \text{ (g/g)}$$

(ii) 自由度

$$v(C_{\text{isotope}}) = \frac{1}{2} \left(\frac{100}{20} \right)^2 = 12.5$$

(iii) 靈敏係數

$$\frac{\partial C_{\text{sample}}}{\partial C_{\text{isotope}}} = \frac{R \cdot (W_2 - W_1)}{(W_3 - W_2)}$$

(5) (十溴二苯醚樣品分析濃度/內標準品分析濃度)比值不確定度評估：

(i) 檢量線樣品純度標準不確定度

由廠商提供之 COA (Certificate of Analysis) 中查得 BDE-209 純度為 99.7 %

$$u(\text{Purity}) = \frac{0.003}{\sqrt{3}} = 0.00173$$

(ii) 重複量測標準不確定度

$$u(\text{Repeat}) = \frac{0.10299}{\sqrt{4}} = 0.05149 \text{ (ppm/ppm)}$$

(iii) 檢量線標準不確定度

$$\begin{aligned} u(\text{Calibration curve})^{\text{註}} &= \frac{S}{b} \sqrt{\frac{1}{p} + \frac{1}{n} + \frac{(X_{\text{sample}} - \bar{x})^2}{\sum(X_i - \bar{x})^2}} \\ &= \frac{0.04304}{1.51396} \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{1}{28} + \frac{(8.71400 - 6.51583)^2}{299.19}} \\ &= 0.01562 \end{aligned}$$

S : x_i 在 Y 方向到平均檢量線距離之標準差

b : 平均檢量線之斜率

p : 檢量線條數

n : 檢量線樣品分析次數

X_{sample} : 用平均檢量線算出之(樣品分析濃度/內標準品分析濃度)比值

\bar{x} : 所有(檢量線樣品分析濃度/內標準品分析濃度)比值得平均值

x_i : (多溴二苯醚檢量線樣品分析濃度/內標準品分析濃度)比值

註：參考 EURACHEM/CITAC Guide CG4 - Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement (Third Edition) Page 115

組合(i)檢量線樣品純度標準不確定度、(ii)重複量測標準不確定度、(iii)檢量線標準不確定度可得「(十溴二苯醚待測樣品分析濃度/內標準品分析濃度) 比值標準不確定度」。

(a) 標準不確定度

$$\begin{aligned}u(R) &= \sqrt{u^2(\text{Purity}) + u^2(\text{Repeat}) + u^2(\text{Calibration curve})} \\ &= \sqrt{0.00173^2 + 0.05149^2 + 0.01562^2} \\ &= 0.05384\end{aligned}$$

(b) 自由度

$$\begin{aligned}v(R) &= \frac{u^4(R)}{\frac{u^4(\text{Purity})}{v(\text{Purity})} + \frac{u^4(\text{Repeat})}{v(\text{Repeat})} + \frac{u^4(\text{Calibration curve})}{v(\text{Calibration curve})}} \\ &= \frac{0.05384^4}{\frac{0.00173^4}{12.5} + \frac{0.05149^4}{3} + \frac{0.01562^4}{28-2}} \\ &= 3.5\end{aligned}$$

(c) 靈敏係數

$$\frac{\partial C_{\text{sample}}}{\partial R} = \frac{C_{\text{isotope}} \cdot (W_2 - W_1)}{(W_3 - W_2)}$$

(6) 綜合上述各不確定度來源，可得十溴二苯醚濃度驗證不確定度，其不確定度分量表詳如表二十九。

表二十九：十溴二苯醚 ID GC-MS 濃度驗證不確定度分量表

不確定度 x_i	變異量	機率分布	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 $\frac{\partial f}{\partial x_i}$	不確定度分量 $\left \frac{\partial f}{\partial x_i}\right u(x_i)$ (ppm)	自由度 $v(x_i)$
稀釋液秤重質量 1. 天平解析度 2. 天平校正報告 3. 重複量測	1. 0.00001 g 2. 0.00012 g 3. 0.000005 g	1. 矩形 2. 常態 3. t	0.00006 g 1. $\frac{0.00001}{2\sqrt{3}}$ g 2. $\frac{0.00012}{2}$ g 3. $\frac{0.000005}{\sqrt{3}}$ g	-0.00981 $\frac{1}{g}$	0.5901	12.6 1. 50 2. 12.5 3. 2
內標準品秤重質量 1. 天平解析度 2. 天平校正報告 3. 重複量測	1. 0.00001 g 2. 0.00012 g 3. 0.00005 g	1. 矩形 2. 常態 3. t	0.00007 g 1. $\frac{0.00001}{2\sqrt{3}}$ g 2. $\frac{0.00012}{2}$ g 3. $\frac{0.00005}{\sqrt{3}}$ g	0.01095 $\frac{1}{g}$	0.7384	14.0 1. 50 2. 12.5 3. 2
待測樣品秤重質量 1. 天平解析度 2. 天平校正報告 3. 重複量測	1. 0.00001 g 2. 0.00012 g 3. 0.00002 g	1. 矩形 2. 常態 3. t	0.00007 g 1. $\frac{0.00001}{2\sqrt{3}}$ g 2. $\frac{0.00012}{2}$ g 3. $\frac{0.00002}{\sqrt{3}}$ g	-0.00114 $\frac{1}{g}$	0.0703	13.6 1. 50 2. 12.5 3. 2
內標準品原始濃度	0.0000014	常態	0.0000007	1.01461	0.7066	12.5
(多溴二苯醚待測 樣品分析濃度/內標 準品分析濃度) 比 值 1. 檢量線樣品純度 2. 重複量測 3. 檢量線	1. 0.003 2. 0.00586	1. 矩形 2. t	0.05384 1. $\frac{0.003}{\sqrt{3}}$ 2. $\frac{0.10299}{\sqrt{4}}$ 3. 0.01562	0.0000079623	0.4287	3.5 1. 12.5 2. 3 3. 26

〈室內粉塵 PBDEs 濃度驗證分析技術建立〉

文獻指出人體暴露多溴二苯醚的主要途徑為居家灰塵^[2-5~2-8]，傳統的粉塵中 PBDEs 分析方法以索氏萃取法(S Soxhlet Extraction)搭配氣相層析質譜儀為主^[2-9,2-10]，但索氏萃取法有耗時、耗溶劑及樣本回收率不佳等缺點，不符合經濟效益與環保考量。微波輔助萃取法(Microwave-assisted Extraction, MAE)應用微波加熱萃取溶劑，具有溶劑用量減少、萃取時間縮短、操作容易、在最適條件下具高萃取效率、與提高後續分析表現—例如回收率和再現性、可同時萃取多件樣品、可自動化等之優點；除分子極性較高或熱不安定之分析物，容易因微波加熱而破壞或降解而較不適用外，其它分析物皆可以微波輔助萃取法進行萃取^[2-11]。

本研究以添加十溴二苯醚擬似標準品(500 ppm 與 1000 ppm)之模擬粉

塵，應用微波輔助萃取技術，配合吹氮濃縮法與 GC-MS 之檢測方法進行十溴二苯醚定量分析，評估樣品前處理回收率，探討微波輔助萃取技術中萃取溶劑種類與體積、萃取溫度、萃取反應時間、樣品重量、基質、系統背景等因子對萃取效果之影響。微波輔助萃取回收率計算方式如下：

由添加於模擬粉塵中之十溴二苯醚標準品濃度 (C_s ，單位為 $\mu\text{g/g}$) 以及用以進行微波輔助萃取之模擬粉塵稱取量 (M_s)，可計算出可完全被萃取出之十溴二苯醚之預估量 ($M_{s, \text{BDE-209}}$)。

$$M_{s, \text{BDE-209}}(\mu\text{g}) = C_s(\mu\text{g/g}) \times M_s(\text{g})$$

以十溴二苯醚濃度分析檢量線為基礎，依據 ID GC-MS 分析結果可知經微波輔助萃取、吹氮濃縮、並回溶於甲苯後溶液中十溴二苯醚濃度 (C_{soln} ，單位為 ppm)；再由回溶濃縮物之甲苯體積 (V_{soln} ，單位為 cm^3)、甲苯密度 ($\rho = 0.866 \text{ g/cm}^3$)，可進而計算萃取出十溴二苯醚之分析量。

$$M_{A, \text{BDE-209}}(\mu\text{g}) = C_{\text{soln}}(\mu\text{g/g}) \times V_{\text{soln}}(\text{cm}^3) \times \rho(\text{g/cm}^3)$$

微波輔助萃取回收率可由上述之十溴二苯醚分析量 ($M_{A, \text{BDE-209}}$) 與預估量 ($M_{s, \text{BDE-209}}$) 計算而得。

$$\text{回收率} = \frac{M_{A, \text{BDE-209}}(\mu\text{g})}{M_{s, \text{BDE-209}}(\mu\text{g})} \times 100\%$$

十溴二苯醚為低極性、親脂之分析物，本研究參考已發表之粉塵中多溴二苯醚濃度分析研究論文^[2-12]，選擇萃取溶劑種類(n-hexane、acetone、THF)，以固定萃取溶劑總體積，調整個別體積比例方式，藉此評估非極性/極性溶劑比例對萃取效果之影響。由數據得知，當體積比例為 n-hexane : acetone : THF = 2 : 1 : 2 時，為最佳之萃取溶劑比例。微波輔助萃取主要利用微波加熱提高溶劑溫度以加速溶劑萃取、提升萃取效率，萃取溫度亦為主要影響微波輔助萃取法的參數之一。較低之萃取溫度或微波輸出功率，對分析物之影響較小；溫度或微波輸出功率過高，會導致分析物破壞或降解，而降低檢出量，影響分析結果之準確性^[2-11]。故對於萃取溫度的選擇並非越高越好。依據之前所得最佳溶劑比例，調整微波加熱溫度，評估溫度對萃取效果之影響，實驗結果顯示在升溫與達到定溫萃取時間均為 15 分鐘下，萃取溫度由 100 °C、120 °C、至 140 °C，萃取效果隨溫度上升而增加，回收率可由 55.2 % (100 °C) 增加為 62.7 % (140 °C)。萃取反應時間亦是微波輔助萃取必須考量的參數之

一，較長的萃取時間通常可增加萃取量，但在特定時間之後，延長萃取時間便不再顯現提升效果。而過長之萃取時間，可能造成過熱（Overheating）而導致分析物之破壞或降解，降低檢出量，影響分析結果之準確性。顯示微波加熱時間在 5~30 分鐘範圍內，對於本研究中萃取效果無明顯影響。

微波輔助萃取使用之溶劑必須足夠，以確保於萃取過程能完全覆蓋樣品，溶劑量也不宜過多，以避免於萃取後需耗費更多能量與時間進行萃取液濃縮及後續純化。此外，微波輔助萃取亦可能會有微波能量照射不均的現象，故需探討最佳溶劑/固態樣品量比例（Solvent-to-feed Ratio, S/F）。實驗結果顯示隨著 S/F 降低，回收率可由 66.1 %（S/F = 240 mL/mg）增加為 77.3 %（S/F = 40 mL/mg）。另外，我們使用 SiO₂ 與 Al₂O₃ 配製之空白樣品進行微波輔助萃取，並改變模擬粉塵基質中 SiO₂ 與 Al₂O₃ 比例以探討基質效應，結果顯示本研究中，並無顯著之系統背景與基質的影響。在本研究最佳的實驗參數條件下，可得最高十溴二苯醚萃取回收率為 73.1 %。詳細之參數評估過程與結果請參見室內粉塵中多溴二苯醚微波輔助萃取評估技術報告(技資編號：07-3-A3-0215-01)。

〈驗證參考物質(十溴二苯醚)配製技術〉

配合靜態重力法配製十溴二苯醚驗證參考物質之環境溫度進行體積濃度與重量濃度間之換算，本研究以數位式密度計進行有機物質(甲苯中十溴二苯醚)密度量測及其量測不確定度之評估。

其密度量測的方法係將受測流體注入數位密度計的量測玻璃管內，於特定溫度恆溫後可測得流體的振盪週期值(T)。藉由密度計內部電腦已儲存的振盪週期值對應密度值的計算式(係數 A,B)，即可得到受測流體於該特定溫度的密度量測值 ρ_m ，計算式如下。

$$\rho_m = AT^2 - B$$

待測溶液密度量測結果之不確定度，係依據 ISO GUM 建議方式進行評估，先計算各量測變數的靈敏係數值和標準不確定度，然後加以合併計算得量測結果的組合標準不確定度。本程序係以 95 %信賴水準下的擴充不確定度，來表示標準系統密度計校正所得係數值的不確定度。表三十詳列以數位式密度計量測 50 $\mu\text{g/g}$ 甲苯中十溴二苯醚溶液密度之各項不確定度來源、標準不確定度分項、靈敏係數及自由度等資訊。

表三十：數位式密度計量測甲苯中十溴二苯醚溶液密度不確定度分量表

不確定度來源(x_i)	機率分佈	標準不確定度 $u(x_i)$ (g/cm ³)	靈敏係數 $\frac{\partial C}{\partial x_i}$	不確定度分量 $\left \frac{\partial C}{\partial x_i} \right u(x_i)$ (g/cm ³)	自由度 $\nu(x_i)$
密度計器差(E_s) 標準追溯	常態	1.31×10^{-5}	-1	1.31×10^{-5}	163
密度量測值(ρ_m)		1.89×10^{-5}	1	1.89×10^{-5}	27
儀器解析度(ρ_{m1})	矩形	2.9×10^{-6}			∞
重複量測(ρ_{m2})	常態	9.8×10^{-6}			2
恆溫環境(ρ_{m3})	矩形	1.6×10^{-5}			∞
組合標準不確定度： 2.30×10^{-5} g/cm ³ 有效自由度：57 信賴水準：95 % k 值：2.00 擴充不確定度： 4.60×10^{-5} g/cm ³					

為建置利用靜態重力法配製十溴二苯醚/甲苯與異辛烷混合溶劑($\mu\text{g/mL}$ 等級)驗證參考物質標準溶液之技術，本年度亦執行參考物質配製用溶劑純度量測及水分含量測定技術評估。卡爾-費雪法(Karl-Fisher Method)由於有快速偵測、簡單、偵測範圍大(1 ppm~100 %)等優點，已成為在物質中量測水分含量的最佳方法之一^[2-13~2-14]。在本研究裡，利用卡爾-費雪法能有效地分析有機溶劑中的水分含量，在適當地保存狀態下，層析級甲苯與異辛烷均可符合出廠報告資訊，水分含量低於 0.02 %。而利用氣相層析質譜技術進行純度分析，結果顯示甲苯及異辛烷中並無多溴聯苯醚的干擾物存在，因此利用層析級溶劑，其不純物不會影響多溴聯苯醚的分析，應可使用於多溴聯苯醚參考物質標準溶液之配製。

〈多溴二苯醚參考物質生產計畫規劃〉

依據國際規範 ISO Guide 34 ”5.3 製造計畫”中 5.3.3 所列評估項目進行多溴二苯醚參考物質生產規劃，其 5.3.3 評估項目如下

- a) 材料的選擇 (包括：何處適宜、如何取樣)
- b) 維持適當的製程環境
- c) 材料準備
- d) 測量/測驗

- e) 設備/測量方法的校正/查驗 (Calibration / Validation)
- f) 評估 (Assessing) 材料的均質性 (Homogeneous)
- g) 評估材料的穩定度
- h) 與合作者組織跨實驗室的研究
- i) 根據測量的結果給予指定數值 (Assign Property Values)
- j) 針對所給予的指定數值，估算產生其 Uncertainty Budgets and Uncertainty Intervals
- k) 保證有充分適當 (Adequate) 的儲存設施和條件
- l) 保證有充分的包裝設施
- m) 保證有適當的運輸安排；
- n) 保證有適當的物流配送服務 (Post-distribution Service)

針對均質性 (Homogeneous) 評估部分，實驗室擬建立之多溴二苯醚參考物質為溶液相樣品，依據 ISO Guide 34 中對於預期具有良好均質性的參考物質建議採用”系統性的取樣程序 (Systematic Sampling)” ，其作法係在一個可界定或定義的批次製造程序中，在某一固定間隔中作為取樣測試，舉例來說，一個連續的製程中，每 10 個產品取一個作為測試樣品進行均質性測試，而且均質性評估必須在參考物質係以其最後型式包裝之後執行，除非穩定性研究指出該材料 / 產品的儲存時必須維持在大量的狀態 (Bulk Form)。

另外，評估均質性時，亦要考慮到光線、濕度、溫度和時間等條件對最後型式包裝參考物質的影響，且，也必須針對各分析方法本身使用之樣品量進行參考樣品本身的均質性評估，例如：使用石墨爐原子吸收光譜儀(AAS)或感應耦合電漿原子發射光譜儀(ICP-OES)分析參考物質時，其參考物質的使用量非常少，所生產之參考物質評估均質性時需一併考量，或將參考物質均質度分析時所使用的樣本大小列於文件中供參。

〈雙酚 A (Bisphenol A) 分析方法先期評估〉

雙酚 A (Bisphenol A, BPA) 又名酚甲烷，可作為合成聚碳酸酯塑料 (Polycarbonate Plastics) 與環氧樹脂 (Epoxy Resins) 原料、聚氯乙烯 (PVC) 的抗氧化劑以及感熱紙塗層。聚碳酸酯塑料常用於製成食物保存容器 (如保特瓶

與嬰兒奶瓶)、光碟片、塑膠鏡片等。環氧樹脂可作為罐頭、鋁罐和玻璃罐上蓋的內塗層以保護食物不直接與金屬接觸。聚碳酸酯塑料與環氧樹脂中未反應完的雙酚 A，易受溫度影響而進入食品中^[2-15]。由於雙酚 A 是高產量物質且已被視為內分泌干擾物(Endocrine Disrupting Chemicals, EDCs)之一，會抑制荷爾蒙功能，對內分泌、生殖、心血管與消化等系統皆有影響^[2-16]，各國已有訂定相關法規限制其使用，因此開發快速準確的雙酚 A 分析方法是重要的議題。本年度投入雙酚 A 分析檢測之文獻蒐集，關於雙酚 A 之分析方法與偵測極限資訊初步彙整於表三十一。

表三十一：雙酚 A 之分析方法與偵測極限

Detection	Sample	Sample treatment	Linear rang and LOD	Reference
HPLC-UV (224 nm)	River and top water	DLLME	Linear range: 0.5-100 $\mu\text{g L}^{-1}$ LOD: 0.07 $\mu\text{g L}^{-1}$	[2-17] (Rezaee et al. 2009)
HPLC-FL (ex: 227 nm, em: 300 nm)	Effluent wastewater	VALLME	Linear range: 0.05-100 $\mu\text{g L}^{-1}$ LOD: 0.02 $\mu\text{g L}^{-1}$	[2-18] (Yiantzi et al. 2010)
HPLC-FL (ex: 275 nm, em: 305 nm)	Lake water and top water	LLLME	Linear range: 0.1-200 ng mL^{-1} LOD: 0.014 ng mL^{-1}	[2-19] (Lin et al. 2011)
HPLC-FL (ex: 276 nm, em: 303 nm)	Canned food	LPME	Linear range: 0.6-500 $\mu\text{g L}^{-1}$ LOD: 0.02 $\mu\text{g kg}^{-1}$	[2-20] (Alabi et al. 2014)
HPLC-FL (ex: 270 nm, em: 430 nm)	Cola, green tea, milk and powdered milk	UA-DLLME with derivatization	Linear range: 5-400 ng L^{-1} LOD of drinks: 0.5 ng L^{-1} LOD of dairy products: 0.04 $\mu\text{g kg}^{-1}$	[2-21] (Lv et al. 2014)
LC-MS/MS	Powdered milk and infant formulas	PLE	LOD: 0.005 mg kg^{-1}	[2-22] (Ferrer et al. 2011)
GC-MS	Environmental water	SPE	Linear range: 0.04-500 ng L^{-1} LOD: 0.01 ng L^{-1}	[2-23] (Azzouz and Ballesteros 2014)

HPLC = high-performance liquid chromatography; LC = liquid chromatography; GC = gas chromatography; UV = ultraviolet-visible absorption; FL = fluorescence; MS = mass spectrometry; MS/MS = tandem mass spectrometry; DLLME = dispersive liquid-liquid microextraction; VALLME = vortex-assisted liquid-liquid microextraction; LLLME = liquid-liquid-liquid microextraction; UA-DLLME = ultrasound-assisted dispersive liquid-liquid microextraction; PLE = pressurised liquid extraction; SPE = solid-phase extraction.

二、年度計畫整體量化執行成果說明

(一) 技術運用收入：本計畫技術運用簽約金額共 1700.1 仟元：

技術運用 產業公司	技術運用 名稱	技術收入 (千元)	技術運用內容
香港商 昇達廢 料處理 有限公 司台灣 分公司	CEMS 準 確度查核 評估技術 運用	450	<p>本次連續排放監測系統 (Continuous Emission Monitoring System, CEMS) 量測準確度濕式查核的實施，係參考 Method 320, US EPA 及 Method 321, US EPA 等相關標準方法為之，並以標準添加法決定量測準確度。本次查核於採樣幫浦前端先、後注入追蹤氣體 (Tracer Gas) 及標準氣體，並於 CEMS 的排氣端連接傅立葉轉換紅外光譜儀 (Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FTIR)，連接 FTIR 有助於量測追蹤氣體的濃度 C_{SF6}。利用質量流量控制器 (Mass flow Controller, MFC I) 控制追蹤氣體的注入流量，再配合 FTIR 的量測濃度 C_{SF6}，可以計算出實際流量 Q_i。</p> <p>此外，本次查核採用標準添加法決定 CEMS 的量測準確度。在採樣幫浦前端注入不同流量的標準氣體，並記錄 CEMS 的儀器面板讀值。經由風量修正，即可計算出實際添加於採樣管路的 HCl 濃度，再以 CEMS 儀器面板讀值與實際添加的標準氣體濃度作圖，由此得到迴歸關係式。當縱軸為零時，橫軸數值即代表排放氣體中 HCl 的實際濃度。最後，應用相對誤差 (Relative Difference, R.D.) 表示連續排放監測系統的 HCl 量測準確度。</p>

技術運用產業公司	技術運用名稱	技術收入(千元)	技術運用內容
衡準科技股份有限公司	製程後端暨排放管道氣體濃度量測技術運用	490	國內法規針對廢氣排放管道之排放物種及濃度嚴格控管以維護環境空氣品質。衡準科技公司主要承接科技廠區內廢氣處理設備效能驗證評估之業務，因此該公司希望運用本技術團隊建立之氣體濃度量測技術與相關實場分析經驗，協助至科技廠內進行廢氣處理設備之處理效能評估，藉此可幫助國內科技產業降低廢氣排放汙染，確保工廠附近地區之空氣品質。
新瑞僑氣體股份有限公司	氣體中微量水氣濃度量測技術應用	250	新瑞僑氣體股份有限公司為新竹地區提供產業生產及製程氣體的氣體供應商，其希望能借助本技術團隊今年度建立之微量水氣產生暨量測技術，協助進行高壓鋼瓶氣體中微量水氣濃度量測之方法開發，以利分析生產之氣體產品中微量水氣濃度。
升百億實業有限公司	金屬氧化物物質分析技術運用	150	升百億從事奈米鋅防抗菌技術研發、產品可應用居家、辦公環境及醫療場所，都可透過奈米鋅抗菌產品抵抗外來細菌的侵略，抗菌產品主要利用內含奈米鋅複合物，它的外層能形成螯合的分子結構，並與細菌外層結合，造成胞膜各種機制喪失進而死亡。此種奈米殺菌粒子，可有效進行抑制害菌在產品表面滋長，達到其抗菌目的。為確保奈米鋅尺寸(100 nm 以下)、成分及相容性分散等問題，希望能藉由研究單位之 SEM/EDS、TEM 等分析儀器，分析奈米鋅塗料之奈米尺寸(100 nm 以下)及成分之組成，以提升產品之穩定性及功能性。

技術運用產業公司	技術運用名稱	技術收入(千元)	技術運用內容
衡準科技股份有限公司	空氣品質監測數據分析軟體技術運用	150	本技術團隊協助蒐集我國環保署公開之歷年空氣品質監測站數據並設計軟體進行各數據分析。本技術團隊自環保署網站下載相關檔案後，自行設計軟體將各測站監測數據存成關聯式資料庫後，透過結構化查詢語言自資料庫中提取和分析有用資訊以供決策之用。
三福氣體股份有限公司	鋼瓶氣體濃度分析技術運用	100.1	國內機車排氣檢驗之項目包含碳氫化合物(HC)、一氧化碳(CO)與二氧化碳(CO ₂)此三種氣體，而碳氫化合物通常以甲烷(CH ₄)或丙烷(C ₃ H ₈)代表。三福氣體股份有限公司為國內氣體大廠，供應國內工業界或環保專用氣體。由於法規要求此類標準氣體需追溯至國家標準實驗室或其他國際標準，因此於此技術運用計畫中，三福氣體股份有限公司將該公司所生產配製之四瓶不同濃度含一氧化碳、二氧化碳、丙烷，基質為氮氣之四成分混合氣體送至國家度量衡標準實驗室進行濃度驗證與計量追溯。該公司目前已具備氣體濃度分析之相關設備與技術能力，故可將此四瓶經國家標準實驗室驗證過之混合氣體鋼瓶當作標準品及追溯源，用於分析該公司其餘相同產品。
一冠實業有限公司	功能水氧氣含量穩定度評估技術應用	110	一冠實業有限公司因投入氧氣水的生產製造，加上對於其產品品質格外要求，進而尋求本單位進行其產品品質穩定性與特性之評估，協助該廠商對其最終產品中的氧氣含量進行分析。

(二) 技術推廣活動成果說明

(1) 本計畫為推廣計量追溯與標準實務，特別於高雄、台北召開 2 場「氣體濃度計量追溯與標準品管理實務分析」研討會，由協同計畫主持人林采吟博士帶領計畫成員徐繹翔博士，鄭瑞翔工程師，劉信旺博士，針對氣體濃度計量追溯與國際標準氣體管理實務分析、氣體純度分析技術之重要性與實務探討、含氟溫室氣體參考物質配製驗證技術及其產業應用、污染源排放監測與檢測設施量測品質評估技術開發應用等主題進行分析講解，計有三福、中油、台電、逢甲、中山等產、學、研等氣體技術需求單位，40 廠家，56 人次參加。參與本次研討會的產業包含：

- 各大氣體廠商
- 氣體監(偵)測器儀校實驗室與設備供應商
- 環境檢測與顧問公司
- 其它氣體技術需求相關單位

(2) 鑑於玻璃儀具（泛指滴定管、定量瓶、移液管及玻璃量筒等），廣泛運用於化學、生物、環境、食品及醫藥等各相關領域中，亦為各教學與研究上必備之基礎，玻璃儀具的準確與否，不僅會直接影響到各領域商品及實驗研究成果的正確性與可靠性。本計畫特於 103.05.27 舉辦「檢測實驗室玻璃儀具校正品保暨實務演練」研討會，透過玻璃儀具依循之校正標準介紹與實驗演練，在理論與實務搭配下，協助學員正確的使用、校正玻璃儀具，帶領學員了解玻璃儀具的相關知識與規範。研討會共 24 廠家，32 人次參加。

(三) 技術服務成果說明 (共計 87 件技術諮詢與評估服務)

〈校正與實驗室輔導〉

洽談日期	編號	公司	技術上的需求	技術應用單位(領域)
2014/1/6	C-01	芳生螺絲股份有限公司	有 TAF logo 之分析儀校正，儀器廠牌與型號為 Super Systems/ PGA3510，需求氣體成分與濃度範圍：1. CO：0 % ~ 30 %；2. CO ₂ ：0 % ~ 0.499 %；3. CH ₄ ：0 % ~ 4.84 %	機械工業
2014/1/7	C-02	漢鐘精機股份有限公司	氬測儀標準漏率規校正	機械工業
2014/1/17	C-03	中原大學	四用氣體偵測器校正，氣體需求項目：CO、CH ₄ 、O ₂ 、H ₂ S	學術機構
2014/2/6	C-04	上泰儀器	手持式水中溶氧量偵測器校正(環檢用)	儀器商
2014/2/17	C-05	勁捷生物科技(股)公司	毛細管式玻璃黏度計校正	生化產業
2014/3/14	C-06	富國國際有限公司	業主販售氧氣警報器給彰化全興工業區內的鋼鐵廠，鋼鐵廠要求業主提供第三方檢測報告，需要團隊到彰化現場進行檢測	儀器商
2014/3/24	C-07	World Peace Industrial Co, LTD	PM ₁₀ 、PM _{2.5} 或是水質檢測標準量測技術諮詢	電子業
2014/4/10	C-08	國緯興業有限公司	甲醛偵測器檢測(報告不需 TAF LOGO)	儀器商
2014/5/13	C-09	王先生	現有甲醛快篩試驗機乃使用試紙變色檢測甲醛濃度，希望未來可運用團隊技術確認甲醛快篩試驗機快篩結果與實驗室機台檢測之差異性	儀器商
2014/5/28	C-10	路昌公司	濁度計的檢測技術諮詢	-
2014/7/2	C-11	TPC 和崧科技股份有限公司	固定式氧氣偵測器需執行校驗(遊校)，客戶端需求協助判斷設備符合允收規格，在 2.0 vol %~25.0 vol % 濃度範圍內之量測誤差為± 0.5 vol%	儀器商
2014/7/15	C-12	威迅科技	甲醛分析儀校正技術諮詢	-
2014/7/29	C-13	蓋世公司	臭氧分析儀校正技術諮詢濃度點為 (50, 100, 150, 200) ppm	-
2014/8/21	C-14	中軸公司	建立潤滑油分析認證實驗室(ISO 17025)	機械工業

洽談日期	編號	公司	技術上的需求	技術應用單位(領域)
2014/9/4	C-15	慧濟普科技股份有限公司	甲醛偵測器校正，需求報告格式為國家實驗室校正報告(依據相關認證規範，需求校正濃度：0 ppm, 2.5 ppm, 5 ppm)	醫療器材製造&販售商
2014/10/31	C-16	鍋爐協會危險性機械及設備代檢機構	邀請國際度量衡標準實驗室提供教育訓練課程，進行協會內人員之職訓符合相關品質系統稽核要求，緣由如下： <ul style="list-style-type: none"> ■ 進入鍋爐清洗/施工前，需先使用偵測器確認無安全疑慮後才進入，機構內使用之四用氣體(LEL/O₂/CO/H₂S)偵測器常年來作法為委託 TAF 認證實驗室進行校正。本年度接受外部稽核時，委員看到校正報告內容提出下列問題，讓機構及 TAF 校正實驗室人員無法難以應對，因此需求相關專業課程作人員培訓 Q1：校正時，標準氣體鋼瓶是使用四種氣體混合充填(裡面有 O ₂ 又有可燃性氣體)，擺放是否會有爆炸疑慮 Q2：目前標準氣體充填比例是否可達安全要求 Q3：偵測器校正方式是否恰當(直接使用四種氣體成分校正，為何不使用單一氣體成分進行校正) Q4：校正時會不會有干擾	設備代檢機構
2014/11/14	C-17	百利通亞陶科技股份有限公司	氬氣洩漏儀校正	電子業
2014/11/14	C-18	新海瓦斯(股)公司	遠距甲烷偵測雷射儀校正需求，該儀器原理為利用光學方式遠距離量測甲烷濃度，目的是確認管線外是否有甲烷氣體及儀器校正	氣體廠

〈CRM 供應及濃度驗證需求〉

洽談日期	編號	公司	技術上的需求	技術應用單位(領域)
2014/02/01	RM-01	三福氣體	4瓶CO、CO ₂ 與C ₃ H ₈ (基質為氮氣)多成分混合氣體濃度驗證與2瓶C ₃ H ₈ (基質為氮氣)雙成分混合氣體濃度驗證	氣體廠
2014/2/13	RM-02	Deltron Technology Inc.	是否有在生產酒精標準氣體鋼瓶廠商的聯絡方式？該公司想開發酒精的測試產品，需要標準酒精氣體來測量和校準。	儀器商

洽談日期	編號	公司	技術上的需求	技術應用單位(領域)
2014/2/13	RM-03	SGS(高雄)	酒精氣體配製(配製平衡氣體為 air)與濃度驗證, 0.15 mg/L(容積: 16 L、30 L)、0.25 mg/L(容積: 16 L、30 L)、0.3 mg/L(容積: 16 L、30 L)	檢測業
2014/3/3	RM-04	日信特氣	O ₂ : 25 % in N ₂ (10L)與 CO ₂ : 6000 ppm in N ₂ (10L)標準氣體鋼瓶購買	氣體廠
2014/3/3	RM-05	亞太站科技有限公司	可在純度很高(5 N 或 6N)的氮氣管路中測量水氣含量達 10 ppb 的感應 SRNSOR, 因其感應頭可能會因為無法耐酸鹼而損壞, 因此由專業領域的同仁協助提供諮詢	儀器商
2014/3/11	RM-06	台美檢驗科技有限公司	提供樟芝酸(Antcin)驗證標準/參考物質	醫學
2014/3/11	RM-07	雙和醫院實驗診斷科	膽固醇及其他生化物枝質校正及標準物質	醫學
2014/03/27	RM-08	恆翼公司	標準氣體鋼瓶供應及甲醛偵測器校正	儀器商
2014/04/14	RM-09	Air Products San Fu Gas Co., Ltd	需 2 瓶標準氣體, 濃度與種類分別為: 30 % CO ₂ /N ₂ 及 20 % CO/N ₂	氣體廠
2014/05/21	RM-10	群創光電	CAD乾燥空氣中THC濃度檢測	光電業
2014/05/29	RM-11	中鴻鋼鐵	因應能源局相關管理規範要求, 申請1 %, 4 %, 21 % 氧氣鋼瓶濃度檢測	鋼鐵業
2014/6/10	RM-12	增誠科技	6/10 增誠科技來電訂購一瓶 5000 ppm CO ₂ /N ₂ CRM, 已於 7/8 親送配製完成之 5000 ppm CO ₂ /N ₂ CRM 至增誠科技, 並進行驗證報告內容與使用方式說明。NML 規費收入 5.5 萬元。	儀器商
2014/6/23	RM-13	中油天然氣事業部_行銷室城鎮瓦斯組	民眾與欣中天然氣公司(中油天然氣事業部下 游廠商)瓦斯表計量有糾紛, 向消保官要求執行端瓦斯表出口端天然氣之 CH ₄ 濃度分析以及壓力檢測。	石化業、民生用天然氣
2014/6/30	RM-14	工研院材化所水處理研究室	2N 氮氣濃度驗證分析	研究機構

洽談日期	編號	公司	技術上的需求	技術應用單位(領域)
2014/7/1	RM-15	泰利司系統股份有限公司	(100, 300, 500, 700) ppm 之氧氣標準氣體鋼瓶以及高純度氮氣鋼瓶配製與濃度驗證需求	儀器商
2014/7/30	RM-16	台美檢驗科技有限公司	1.目前農毒所提供之標準品不穩定且種類太少,希望能有不同半衰期之農藥 RM/CRM 2.牛樟芝產品具經濟效益且已有產業聯盟運作,建議可制定本項產品規格標準,及建置相關檢測用 RM/CRM	醫學
2014/8/8	RM-17	食研所檢驗中心	建議建置食安之 RM/CRM 項目,可參酌 NIST SRM 基質項目,選擇較穩定/不易 decade 者,例如:食品重金屬/塑化劑/防腐劑等項目	醫學
2014/8/13	RM-18	TFDA 食品化學科	TFDA 及各地衛生局有 CO 標準氣體需求(燒香環境之空氣品質檢測)	醫學
2014/8/13	RM-19	台灣現用公司	建議配合 2015/07/01 生效之食品過敏源(如蝦/蟹/芒果/花生/牛奶/蛋)項目,可籌建相關國產 RM/CRM 供應鍊	醫學
2014/8/18	RM-20	工研院綠能所	針對「鋼鐵製造業遵行之節約能源及使用能源效率規定」中有關氧氣分析儀校正及標準氣體追溯之相關條文進行討論,瞭解後續 C03/C07/C08 標準系統 O ₂ in N ₂ 的校正/配製應建立能量範圍	研究機構
2014/8/19	RM-21	工研院綠能所	申請 TAF 認證所以有 1 支 1000 ppm CO in N ₂ CRM 的需求(NML 規費 5.5 萬元)	研究機構
2014/8/19	RM-22	中華穀物類食品工業技術研究所化驗組	建議建置食安之 RM/CRM 項目,例如:小麥 & 高粱重金屬/農藥/黃麴毒素/防腐劑等項目	醫學
2014/8/27	RM-23	塑膠工業技術發展中心驗證技術部	建議本中心 FY104 規劃建置 塑化劑等項目時,可考量與該中心洽商技術合作/運用方	研究機構
2014/8/29	RM-24	農委會毒物所	建議建置國產之農藥殘留測試需用之 RM/CRM 供應鍊	政府機構
2014/8/29	RM-25	興農股份有限公司	日常使用 RM/CRM 因標準品易衰減,所需費用龐大且交貨時效掌控不易等,故對建置國產之農藥殘留測試所需之 RM/CRM 供應鍊,表示贊同與支持,該公司亦建議能與主管機關(TFDA)多溝通期能納入相關法規要求,有利後續業務推展	農藥製造業

洽談日期	編號	公司	技術上的需求	技術應用單位(領域)
2014/9/1	RM-26	宜析亞洲股份有限公司	天然氣氣體鋼瓶濃度驗證分析	氣體廠
2014/9/5	RM-27	濟生化學製藥	(1)檢驗設備製造出之藥品或者擦拭設備之抹布，甲醛殘留於產品或抹布上之濃度 (2)詢問相關法規、規範關於設備揮發出或者溶出甲醛、藥品殘留甲醛之容許濃度	製藥業
2014/09/15	RM-28	電子檢驗中心	180 ppm 一氧化碳(基質為氮氣)雙成分混合氣體濃度驗證	檢測器
2014/09/15	RM-29	今日儀器公司	1000 ppm 二氧化碳(基質為氮氣)雙成分混合氣體濃度驗證	儀器商
2014/09/15	RM-30	日信特殊氣體有限公司	氣體濃度驗證分析能力試驗比對	氣體廠
2014/09/15	RM-31	一冠實業有限公司	二氧化碳(基質為氮氣)與產品氧氣含量濃度驗證技術諮詢	氣體廠
2014/09/15	RM-32	成大基金會	一氧化氮、二氧化硫與氧氣(基質為氮氣)之濃度驗證	研究機構
2014/09/15	RM-33	高雄市仁武垃圾焚化廠	一氧化氮、二氧化硫與二氧化碳(基質為氮氣)之濃度驗證	公務機關
2014/09/15	RM-34	良欣氣體股份有限公司	二氧化碳濃度(基質為氮氣)驗證技術諮詢	氣體廠
2014/9/29	RM-35	宏亞精密	(500~10000) ppm CH ₄ (基質為空氣) 氣體濃度分析。廠商要求提供報告樣本供參 (須確定其追溯性)	電子業
2014/10/20	RM-36	程航科技工程有限公司	3% 與 21 % 氧氣(基質為氮氣)濃度分析，需出具TAF logo報告	環保業
2014/11/20	RM-37	財團法人台灣電子檢驗中心	1 瓶 0.05 mg/L 酒精鋼瓶氣體濃度驗證。希望出 NML 報告(已回覆)，廠商將回去討論是否可以使用工研院檢測報告。	檢測業

〈氣體純度分析〉

洽談日期	編號	公司	技術上的需求	技術應用單位(領域)
2014/1/3	P-01	聯興空氣系統實業	氮氣產生機所製造氮氣中含氧量分析	儀器商
2014/1/15	P-02	均宜公司	主要執行飲水機開發，需要進行氫跟氧的含量分析，諮詢如何申請檢測	-
2014/2/17	P-03	碧氫科技	H ₂ 純度分析	儀器商
2014/3/11	P-04	友達光電	詢問零空氣中甲烷不純物分析相關資訊	電子業
2014/03/19	P-05	板大消防企業有限公司	檢測滅火用潔淨氣體 HFC-227EA 成分分析	儀器商
2014/3/24	P-06	新瑞僑氣體公司	委託建立 N ₂ 、Ar 與 O ₂ 純氣純度分析技術	氣體廠
2014/4/8	P-07	橙佑科技有限公司	無塵室空氣甲苯濃度檢測。需求內容為在無塵室中，檢測空氣中甲苯濃度 (量測結果須 < 1.6 ppm)，目前無塵室區隔成 6 間小房間，每一間都需要進行甲苯濃度檢測	電子業
2014/4	P-08	香港電科工	零空氣產生機所製造空氣中不純物濃度分析	儀器商
2014/4	P-09	環保署監資處	零空氣中不純物濃度分析相關資訊	公務機管
2014/5	P-10	福聚太陽能	SiCl ₄ 中不純物濃度分析相關資訊	電子業
2014/5	P-11	三鶯氣體	SF ₆ 中水氣成分及其他不純物濃度分析	氣體廠
2014/5/19	P-12	晶元光電	LED 燈泡內灌充氣體之成分分析技術資訊	電子業
2014/5/27	P-13	錦德氣體	CO 純氣純度分析相關資訊	氣體廠
2014/6/24	P-14	聯華氣體	Si ₂ H ₆ 及 SiH ₄ 氣體中不純物濃度分析資訊	氣體廠
2014/6/26	P-15	南亞科技	HBr 氣體中不純物濃度分析相關資訊	半導體業
2014/7/8	P-16	綠能所-微污染分析研究室	CH ₄ 中的 PH ₃ 分析	研究機構
2014/9/18	P-17	營諮公司	零空氣鋼瓶供應並附一份規格驗證報告，驗證項目：THC<0.1 ppm。	環檢業
2014/10/22	P-20	台積電固態照明	壓縮空氣中總碳氫化合物分析技術諮詢	半導體

洽談日期	編號	公司	技術上的需求	技術應用單位(領域)
2014/10/30	P-18	電光所三維晶圓整合構裝技術部	技術需求為確認製程烘箱內之氧氣濃度是否如廠商所說小於 50 ppm 1. 製程烘箱會通入氮氣並加熱至 400 度 C 2. 想確認 400 度 C 下，烘箱內氧氣濃度	研究機構
2014/10/31	P-19	工研院材化所水處理研究室	2N 氮氣純度分析，分析成分 CO ₂ 以及 CH ₄	研究機構
2014/11/19	P-21	幸託公司	露點計量測讀值修正測試技術諮詢	儀器商
2014/11/20	P-22	寶磯公司	超微量氣體濃度監測設備規格驗證	儀器商
2014/12/05	P-23	台灣流力機械有限公司	臺灣流力公司與花蓮台泥廠合作建置 CO ₂ 廢氣回收系統，未來將生產高純度 CO ₂ 氣體，需純度相關分析技術協助。	機械工業

〈其他〉

洽談日期	編號	公司	技術上的需求	技術應用單位(領域)
2014/1/17	O-01	耐銻化成	重金屬成分分析，需使用 ICP 檢測 (檢測項目如附檔，共 13 項)，樣品量：1 g 粉狀，需出具檢測報告或是研究報告	化工業
2014/1/27	O-02	長庚醫院	pH meter 測試	醫學
2014/2/19	O-03	塑膠中心	詢問 ISO GUIDE 34 申請流程與經驗	研究機構
2014/2/27	O-04	漢民科技股份有限公司	製程排放廢氣濃度檢測	電子業
2014/6/5	O-05	日榛材料行	保溫材料氧極限指數測試	建材業
2014/6/9	O-06	增誠公司	諮詢“氣體量測系統氣體監測設備校正程序”	環檢業
2014/6/9	O-07	工研院材化所	NO ₂ 壓力測試	石化業
2014/7/4	O-08	財團法人台灣綠色生產力基金會	稻殼及污泥混合製成的固體保溫材料，需求依不同檢測方法檢測以下項目： <u>檢測項目/ 檢測方法</u> 1. 水份(IM %)/ ISO 11722 2. 揮發物(VM %)/ ISO 562-2010 3. 硫(S %)/ ASTM D4239-12 4. 固定碳(FC %)/ CNS 10824	環保業

2014/7/8	O-09	清谷電子	火警偵測器警報測試，測試項目包含煙霧測試以及溫度測試	電子業
----------	------	------	----------------------------	-----

另針對 15 項技術服務內容詳細說明如下，本年度技術服務與諮詢洽談之客戶滿意度服務報告提供說明如附件十二：

1. 聯興空氣系統實業公司：

該公司代理荷蘭 Besseling 壓力擺盪吸附式(Pressure Swing Adsorption, PSA)氮氣產生機，並將此類型之氮氣產生機販售給交通大學材料工程系某一實驗室作為實驗所需之氮氣供應來源。由於買方於設備採購規格中要求該公司必須尋求第三方公正單位驗證氮氣產生機產生氮氣中之氧氣濃度至少需低於 100 ppm，以確保氣體品質能符合實驗需求。因此該公司希望利用本技術團隊近年開發之微量氧氣量測技術，搭配具追溯性之低濃度氧氣標準品，協助該公司驗證氮氣產生機產生氮氣中之氧氣濃度，並出具具有公信力之第三方測試報告，以符合該買方實驗需求。

2. 寶璣公司：

目前半導體廠對於所使用大宗氣體之純度要求落在 ppb 等級，並會利用線上分析儀器監控管道內所供應之氣體純度。寶璣公司目前提供許多國內大廠相關之服務，利用其代理之超微量碳氫化合物分析儀滿足相關檢測需求，然部分半導體廠對於該超微量分析儀器之性能有所存疑，因此寶璣公司尋求與國家實驗室合作，利用 ppb level 之低濃度驗證參考物質對該分析儀進行規格驗證。驗證結果顯示該分析儀之偵測極限低於 1 ppb (CH₄)，符合原廠提供之規格，且為國際間少數確實具備超微量分析能力之機型。

3. 高雄瑩諮公司：

全台灣目前約有 85 個空氣品質監測站，針對該地區環境空氣中二氧化硫、氮氧化物、臭氧、碳氫化合物與一氧化碳等物種進行濃度監測。測站所使用之分析儀器需以標準氣體進行校正才可確保量測品質，針對儀器的零點校正，相關權責機關與查核工作執行的環檢公司利用零空氣產生機生產之空氣作為背景值，然而其品質卻未被實際驗證過，無法確認此空氣之規格是否如原廠標稱所述，因此該公司協尋具備零空氣規格驗證技術之單位協助確認零空氣產生機之性能或其生產空氣之規格。

4. 科榮公司：

環保署-毒性化學物質應變器材及偵測與警報設備管理辦法中要求偵測器應每年執行定期測試與校正。因此，科榮公司欲申請氣體偵測器校正/測試實驗室之 TAF ISO/IEC 17025 認證，加強提供服務時之競爭力與說服力。本研究去年度移轉該公司有關氣體濃度動態稀釋技術（技轉金額新台幣 35 萬元），本年度持續協助科榮公司進行所移轉建立之濃度稀釋裝置的性能穩定性評估，以及量測系統不確定度評估的技術諮詢服務。

5 幸託有限公司：

水氣具有易造成管路鏽蝕、與製程氣體反應與降低產品良率等影響，因此工業製程對於製程原料內之微量水氣格外重視，尤其是科技產業，為了確保產品良率，對於製程中使用之大宗氣體內水氣濃度要求需至 ppb 等級。然而，由於水具有高極性之特性，容易吸附於金屬表面，因此至今仍無法取得高穩定性之低濃度水氣鋼瓶標準品；再者，國內目前於微量水氣量測缺乏追溯來源，因此使用者只能被迫接受儀器廠商提供之儀器性能報告。幸託有限公司代理國外數個廠牌之露點計，受國內在微量水氣量測無追溯來源之困擾已久，因此希望能利用今年度民生化學計畫建立的微量水氣產生暨量測技術，進行露點計之量測數值修正，提升其量測準確度。

6 香港商科電工程公司：

香港標準及校正實驗室(Standard and Calibration Laboratory, SCL)委由科電工程公司向我司訂購一套 CO₂ Removal System，該系統旨在去除零空氣產生機所生產空氣中之 CO₂ 及 H₂O，SCL 並要求檢測經純化後空氣中之不純物濃度，包含 CO、CO₂、CH₄、H₂O、NO、SO₂ 等六物種。藉由本次前往香港 SCL 交機之機會，讓 SCL 充分了解台灣對於氣體計量之發展與技術能力，SCL 亦詢問我司是否能向其供應發展之標準氣體作為追溯源，且 SCL 已規劃於 2020 年前將擴大發展氣體相關之技術能量，相信未來有更多的機會能提供 SCL 氣體相關服務。

7 高雄市仁武垃圾焚化廠：

垃圾焚化廠的操作程序，須倚靠相關檢測儀器的數據進行操作參數及藥劑添加量的改變，由於這些檢測儀器的數據與其用來校正的標準氣體的品質直接相關，為此該廠委託本單位進行現場使用標準氣體品質確認，

除確保該廠污染物排放量符合法規需求外，亦可減低其垃圾焚化時的操作成本。

8 日信特殊氣體有限公司：

該公司為南台灣特殊氣體製造與供應商，已取得 ISO 17025 校正實驗室認證，並需要對於自身不同濃度混合氣體配製與濃度驗證分析能力做進一步評估，因此尋求本單位協助進行氣體濃度驗證分析能力試驗比對，目前已提出實驗室能力試驗參與計畫書，預計使用氣相層析儀與國家度量衡標準實驗室所生產之驗證參考物質進行能力試驗相關分析工作。

9 成大基金會：

固定污染源空氣污染物連續自動監測設施(Continuous Emission Monitoring System，簡稱 CEMS)是政府為防制空氣污染，維護國民健康、生活環境，以提高生活品質，依法要求固定污染源之業者設立管理監控設施，並定出污染物排放總量之相關標準，超出標準者則課以空氣污染防制費，因此相關業者莫不致力於改善相關生產設施與廢氣處理設備，以期減低相關空氣污染物之排放。成大基金會針對不同場所 CEMS 所使用之標準氣體鋼瓶委託本單位進行濃度分析測試，以瞭解目前標準氣體鋼瓶之使用品質現況。

10 一冠實業有限公司：

因國內機能水市場逐漸擴大，市面上舉凡酸素水(氧氣水)、水素水(氫氣水)等產品琳琅滿目，但品質良莠不齊，且無一個標準方法評估該類產品之穩定性。一冠實業有限公司本身為醫用氣體製造商，亦投入相關氧氣水的生產製造，有鑑於此市場亂象，因此對於其產品品質格外要求，進而尋求本單位進行其產品品質穩定性與特性之評估，除協助該廠商對其最終產品中的氧氣含量進行分析，因其製程原料使用高純度之氧氣，亦協助該廠對於其原物料的品質查核進行相關技術輔導與諮詢服務。

11 新瑞僑氣體股份有限公司（促進產業投資氣體純度分析實驗室）：

新瑞僑氣體股份有限公司為新竹地區供應產業生產及製程氣體的知名氣體供應商，供應之氣體種類包含氫氣、氮氣、氧氣、氬氣等，主要客戶遍佈各科技產業、石化業與公務單位。隨著工業製程技術日新月異，氣體使用者，尤其是科技產業，對於製程氣體品質日益重視，此外，由於

氣體同業間彼此在市場上競爭激烈，若能具備產品規格分析技術與品質控管、驗證能力，將可大幅提高市場競爭力。因此該公司為了提升服務品質並達到客戶端需求，規劃建置氣體純度分析實驗室針對大宗氣體，如氮氣、氫氣與氧氣等進行規格驗證。本技術團隊除了協助該公司進行實驗室整體建置規劃、純度分析技術建立、分析人員能力培訓與氣體分析技術諮詢等，以提升該公司產品品質與分析技術能力外，也規劃輔導該公司申請財團法人全國認證基金會(TAF)之測試實驗室認證，以增加產品分析報告之公信力。

12 中軸科技服務股份有限公司：

中軸科技服務股份有限公司是中軸事業集團下的一個子公司，主要服務項目有機械零組件、測量及監控儀器進出口買賣、機械設備預知保養及監控技術服務與油品分析技術服務。其中，油品分析技術服務之建立是根據國外油品分析技術工程的研究發現，絕大多數的設備故障問題都會反應自潤滑油的品質上，因此建立油品（潤滑油）分析技術可以進行機械設備的有效管理與降低搶修頻率。因此中軸科技服務股份有限公司欲依據 ASTM 標準規範申請油品（潤滑油）動態黏度(ASTM D445-12)、總酸價(ASTM D664-11a)、水分(ASTM E1064-12)三項分析技術之實驗室 ISO/IEC 17025：2005(E)TAF 認證，提升實驗室自我能力、加強提供對外服務時之競爭力與說服力。因此，本計畫依據中軸科技服務股份有限公司實驗室現況提供進行 TAF 測試實驗室申請之規劃。

13 顏昌興業有限公司：

公司 1990 年創業之初，在臺灣代銷歐洲等先進國家的建築與木器塗料，自 1996 年起，為了使建材塗料更適用於臺灣本土特殊的環境與氣候條件，引進相關國外技術與配方，積極研發並改良建材塗料，是國內水性塗料主要供應廠商之一；近年來更開發出能取代歐美進口之天然木蠟油系列產品及無苯木環保木器塗料等，原料是純天然原料製成，無添加任何溶劑，不含任何石油化學物質，產品定位為環保及安全無毒的高級建材塗料。但是為確保水性環保產品之品質，希望能從原料進料檢驗、中間加工及包裝過程不受到污染或變質，希望能建立超微量優機化合物中苯、硫及重金屬等有害物質分析檢測技術，以確保產品品質及價值。

14 升百億實業有限公司：

近幾年隨著科技及醫療知識的發達，人們對於所處的居住環境、辦公環境之要求已經從原材料的環保、安全，提升到抗菌的思維。因此，升百億從事奈米鋅防抗菌技術研發、產品可應用居家、辦公環境及醫療場所，都可透過奈米鋅抗菌產品抵抗外來細菌的侵略，抗菌產品主要利用內含奈米鋅複合物，它的外層能形成螯合的分子結構，並與細菌外層結合，造成胞膜各種機制喪失進而死亡。此種奈米殺菌粒子，可有效進行抑制害菌在產品表面滋長，達到其抗菌目的。為確保奈米鋅尺寸(100 nm 以下)、成分及相容性分散等問題，希望能藉由研究單位之 SEM/EDS、TEM 等分析儀器，分析奈米鋅塗料之奈米尺寸(100 nm 以下)及成分之組成，以提升產品之穩定性及功能性。

15 台灣現用股份有限公司：

公司主要進口歐美日最先進微生物粉末培養基、醫藥/食品標準物質、黃麴毒素檢測套組、儀器設備、快速檢測套組之專業代理商。相關培養基—採用國外最新的專業技術，透過專業團隊的研發、生產與行銷，供應實驗室與研究單位高品質與方便的需求。為配合目前食品安全之重視及檢驗標準之需求，建議配合衛生福利部食品藥物管理署 2015/07/01 生效之食品過敏源(如蝦/蟹/芒果/花生/牛奶/蛋)項目,可籌建相關國產 RM/CRM 供應鍊，以增強國內食品檢測實驗室之分析能力。

(四) 論文發表成果說明

1. 國內研討會論文 (共計 6 篇)

研討會名稱	題目	內容摘要
2014 環境分析化學研討會	連續排放監測系統量測煙道排放氯化氫污染物之準確度實場查核	<p>為有效掌握大型污染源之空氣污染物排放狀況，一般會在煙囪、大型鍋爐、焚化廠等排放管路中設置連續排放監測系統 (Continuous Emission Monitoring System, CEMS)；依據固定污染源空氣污染物連續自動監測設施管理辦法，監測設施需定期予以例行校正測試、查核及保養，並作成紀錄。對於具有高反應性之汙染物種，在含水氣的環境下量測其排放濃度會有損失或是偏差的可能性，因此，本研究針對氯化氫(HCl)，於一焚化爐煙囪實場查核在高濕度環境下監測 HCl 濃度之量測準確度。本次 CEMS 量測準確度濕式查核的實施，係參考 NIEA 公告之空氣中氣相化合物檢測方法—抽氣式霍氏紅外光光譜分析法及 Method 321, US EPA 等相關標準方法，並以標準添加法 (Standard Addition Method) 決定量測標準值。量測程序為在採樣幫浦前端注入不同流量的乾燥 HCl 標準氣體，經由注入 SF6 進行風量修正後，即可計算出實際添加於採樣管路的 HCl 濃度，並記錄 CEMS 的儀器面板讀值，再以 CEMS 儀器面板讀值對實際添加的標準氣體濃度作圖並進行線性迴歸，外插至縱軸為零時之橫軸截距絕對值即代表煙囪排放氣體中 HCl 的真實濃度，再以此值為標準值進一步計算連續排放監測系統的 HCl 量測準確度。本研究針對抽取式連續自動監測設施 (CEMS) Perkin Elmer MCS-100 機型抽取排放氣體進行監測系統準確度溼式查核，應用相對誤差 (Relative Difference, R.D.) 表示此套連續排放監測系統的 HCl 量測準確度，分析兩次之量測結果最大偏差為-10.8%，符合法規要求之 15% 以內。</p>
2014 環境分析化學研討會	零級氣體規格驗證技術要求及其應用	<p>零氣體規格配合固定污染源監測與空氣品質監測等相關管理辦法之要求而有所不同，其主要功能為執行分析儀器的零點校正以及校正用參考標準氣體的動態稀釋。歐洲聯盟指令(The European Directive)於 “Ambient air quality and cleaner air for Europe” (2008/50/EC) 中設定污染物管制值以及週界空氣之</p>

		<p>量測數據品質標準，但發現各國家之間對於空氣品質監測儀器的校正方式目前還難能取得共識，也因此量測結果一致性難以比較。其中主要問題是：如何確認所使用之零氣體或零空氣的不純物含量符合儀器零點校正的要求。技術困難點在於：此類微量濃度的標準品難以取得，而配製此類標準品的稀釋用氣體本身即必須是”零氣體”；也由此在技術發展上衍生如”雞生蛋，蛋生雞”的技術邏輯問題。目前國內各領域針對所使用之零氣體甚少對不純物含量做明確要求。由標檢局針對車輛排氣分析儀性能檢定所公告的技術規範 CNMV99 中，明訂零氣體的規格為：總碳氫化物(THC)小於 0.5 ppm，CO 小於 1 ppm，CO₂ 小於 1 ppm，H₂O 小於 5 ppm 之高純度氮氣。國際度量衡局(BIPM)針對臭氧標準 SRP(Standard Reference Photometer)比對所使用之零空氣則建議 H₂O 小於 3 ppm，揮發性有機物各物種含量小於 1 ppb，氮氧化物含量小於儀器偵測極限。本研究參考美國 NIST，日本 NMIJ 等先進國家長期發展的體制，依循 ISO 6142: 2001 以及 ISO 6145-7:2009 系列方法，建立不同型式之標準混合氣體配製及其濃度驗證技術，其中有關 H₂O 含量測試，亦透過與日本 NMIJ 的合作，完成量測儀器的校正追溯以維持量測系統的準確度（定量極限為 20 ppb），確保技術能力符合法規所要求之追溯至國家標準或國際標準。以氮氣為例，利用 GC-PDHID 搭配所配製標準混合氣體進行分析檢量線的建立後，所估算各不純物的儀器偵測極限為：H₂: 3 ppb、O₂: 0.15 ppb、CO: 14 ppb、Ar: 2.2 ppb；利用 GC-FID 搭配所配製標準混合氣體所評估各不純物的儀器偵測極限為：CH₄: 65 ppb、CO₂: 55 ppb。</p>
<p>中華民國環境工程學會年會暨各專門學術研討會</p>	<p>微量水氣量測技術於環保用零空氣之規格驗證</p>	<p>隨著近年國內環保意識抬頭，對於環境空氣品質日益重視。空氣品質監測設備需經過嚴格之校正程序方可確認量測數據品質，校正之依據除了仰賴具追溯性之驗證參考物質，進行零點校正所使用的零空氣品質亦是影響監測設備量測準確度的原因之一。美國國家環境保護局(United States Environmental Protection Agency, USEPA)於 2012 年針對固定污染源排放監測設施，公告零點量測與氣體濃度稀釋用零空氣中不純物之規格規範，其中，水氣濃度需低</p>

		<p>於 5 ppm。由於水具有高極性之特性，故微量水氣極易吸附於金屬鋼瓶內壁造成濃度降低，因此至今仍無法取得高穩定性的低濃度水氣鋼瓶標準品，目前各國國家實驗室產生微量水氣之方法乃參考 ISO 6145-8: 2005，利用擴散槽(Diffusion Cell)在固定溫度、壓力下產生特定濃度水氣，擴散槽懸掛於經過校正之磁浮天平下方，透過磁浮天平量測擴散槽的重量損失計算產生水氣之濃度，此特定濃度之水氣再經由動態式流量稀釋系統配製成各個不同濃度作為微量水氣原級標準。本研究與日本獨立行政法人計量研究所(National Metrology Institute of Japan, NMIJ)濕度標準研究室進行技術開發合作，於國內建立簡易型微量水氣產生暨量測技術，並透過將水分分析儀送至 NMIJ 進行校正的方式取得計量追溯證明，目前技術產生之水氣濃度及量測範圍為 0.1 ppm 至 50 ppm，可提供國內相關氣體純度驗證服務。</p>
<p>中華民國環境工程學會 2014 土壤與地下水研討會</p>	<p>水相系統中銅物種效應對銅-胺基酸錯合物光分解反應評估</p>	<p>於會受陽光照射之地表水中，銅錯合物可參與許多光化學氧化還原反應，而這些反應對於銅物種分布以及其地質化學中之銅循環具有重要影響，亦決定銅在地球上層水域的生物可獲取性與毒性。由於胺基酸普遍存在環境與生物系統中，銅-胺基酸之間的作用力備受關注。本研究主要以銅(II)-丙胺酸為一銅-胺基酸錯合物代表，探討其在不同 pH、銅離子濃度、丙胺酸濃度等條件下，經光化學氧化還原反應造成亞銅離子生成與丙胺酸分解之量子產率。研究目的為透過對個別物種量子產率之計算量測，可定量評估銅物種效應對銅-胺基酸錯合物光分解反應之影響。</p>
<p>103 年中國化學年會</p>	<p>固定污染源連續監測系統校正用氣體計量追溯原級參考混合氣體之研製</p>	<p>為了評估固定污染源連續監測系統(CEMS)的準確性，用來進行 CEMS 校正用標準品乃是必要的元件。有鑑於此，工研院量測中心正在發展 CEMS 校正用氣體計量追溯原級參考混合氣 (PRMs) 之研製 (如 NO 與 SO₂)，以達成氣體濃度量測的最高計量品質，其中用於生產原級參考混合氣的技術方法為依循 ISO 6142: 2001 版建立，而混合氣生產的品質系統則遵循 ISO Guide 34: 2009 版建置，這些 PRMs 可以用來作為 CEMS 氣體分析儀校正用之原級標準品，以及進行儀器驗證或確效之計量追溯源。本中心目前已完成研製 50 ~ 2000 ppm 濃度之氮氣中一氧</p>

		<p>化氫 PRMs，以及 50 ~ 2000 ppm 濃度之氮氣中二氧化硫 PRMs 之配製，這些 PRMs 濃度的相對擴充不確定度均小於 2.0 %。</p>
<p>103 年中國化學年會</p>	<p>以 2,4-二硝基苯肼衍生法搭配高效液相層析儀量測工作場所空氣中甲醛濃度</p>	<p>甲醛廣泛地應用於家具、木製材料、隔熱材料等日常生活用品中，但甲醛為刺激性的揮發性氣體，接觸過甲醛的皮膚及黏膜可能出現過敏現象，造成咽喉、眼睛、鼻腔等部位水腫、發炎甚至潰爛，最後導致鼻咽癌等病變，嚴重時甚至會導致肝炎、肺炎及腎臟損害。環保署已將甲醛列為室內空氣污染管制物質，因此監控空氣中甲醛濃度為一重要檢測項目。由於甲醛不易直接量測，許多分析方法皆利用衍生技術改善分析準確度與靈敏度。本研究使用全玻璃燒結之衝擊式氣體吸收瓶進行氣體採樣，利用 2,4-二硝基苯肼(2,4-dinitrophenylhydrazine, DNPH) 衍生劑溶液進行甲醛衍生，搭配高效液相層析儀 (High-performance Liquid Chromatography, HPLC)，量測工作場所空氣中的甲醛含量。此分析方法操作簡單，且能調整吸收溶液中的 DNPH 衍生劑濃度，因此能應用於不同甲醛濃度的環境中。分析方法的水相偵測極限值約在 0.1μM，氣體樣品的偵測極限值可達 ppb 範圍。實驗主要針對單一工作場所，分析空氣中甲醛濃度隨時間的變化。結果顯示，甲醛訊號與採樣時間成正比增加，甲醛濃度值介於 1.4~1.9 ppb，低於法定標準值 80 ppb，顯示此工作場所並無立即的甲醛危害。然而世界衛生組織已將甲醛列為人類致癌物，在空氣不流通的環境下長期接觸甲醛，也可能會增加罹癌風險，值得後續追蹤研究。</p>

2. 國外研討會論文（共計 4 篇）：

研討會名稱	題目	內容摘要
12 th APMP/TCQM GAWG Workshop	酒精氣體動態 產生系統建置 Development of a Dynamic Generation System for Gaseous Ethanol	<p>針對酒精動態產生系統進行介紹，此系統可動態產生 90 ~ 1200 $\mu\text{mol/mol}$ 酒精氣體濃度範圍，系統建立乃是參考 ISO 6145-9:2009 標準以及 ISO 6145-7:2009 標準採用質量流量法進行酒精氣體濃度之產生，除了利用購自於荷蘭國家計量院 (VSL) 的標準氣體進行校正係數確認外，此外也針對此動態產生系統配製之酒精氣體濃度之不確定度進行評估。</p> <p>Drunk driving has become a serious problem in many countries. Over 1,400 Taiwanese people died from drunk driving each year during the past ten years. In Taiwan there are about 3,500 evidential breath alcohol analyzers (EBAs) used by the police officers for drunk driver alcohol test, and each of the EBAs must be verified by two designated testing laboratories every year. The National Measurement Laboratory in Taiwan has recently developed a dynamic ethanol vapor generation system, which serves as an alternative to replace cylinder gas used in verification of EBAs. The uncertainties of the dynamic system were evaluated, and the components of uncertainty included: 1) expanded uncertainty of dynamic dilution concentration; 2) uncertainty of correction factor; 3) uncertainty from replicated measurements.</p>
12 th APMP/TCQM GAWG Workshop	零空氣或氮氣 中之 ppb 等級 甲烷分析 Analysis of low ppb methane in nitrogen and zero air	<p>Bulk gases are greatly used in micro-electronic integrated-circuit devices and semiconductor manufacturing processes, and their purity is critical to the production yield. Bulk gases are also used as carrier or dilution gases for a wealth of analytical instrumentation, and insufficient purity can result in measurement error and poor detection limit. To date, the challenge of low ppb concentration analysis remains in most labs. Factors such as system leakage, tune up and column selection all affect the instrument capability to detect at such level. In this study, two GC-FID systems were verified and demonstrated the feasibility of analyzing methane at low ppb level. The experimental results showed that the detection limit of CH₄ of Agilent 7890 and</p>

		TA-7000 (AMETEK) were 4.5 ppb and 1.1 ppb, respectively.
12th APMP/TCQM GAWG Workshop	連續排放監測系統量測煙道排放氯化氫污染物之準確度實場查核	<p>為有效掌握大型污染源之空氣污染物排放狀況，一般會在煙囪、大型鍋爐、焚化廠等排放管路中設置連續排放監測系統（Continuous Emission Monitoring System, CEMS）。對於具高反應性之污染物種，在含水氣的環境下量測其排放濃度會有損失或是偏差的可能性，因此，本研究針對氯化氫(HCl)，於一焚化爐煙囪實場查核在高濕度環境下監測 HCl 濃度之量測準確度。</p> <p>Continuous emission monitoring systems (CEMS) are generally required in industrial settings such as chimneys, large boilers and incineration plants as a means to comply with air emission standards. According to the regulations for CEMS of stationary air pollution sources, facilities employing the use of CEMS must conduct routine calibration, performance evaluation, maintenance, and record and report the required emissions data. The purpose of the present research is to evaluate the measurement accuracy of an extractive CEMS for pollutants (CO, NO, SO₂, HCl) and to further evaluate the measurement uncertainties of the system. The work is divided into two parts. In the first part, the CEMS was evaluated on a dry basis by injecting certified reference gas mixtures into the CEMS and comparing the CEMS readings with the reference values. The results show that that the CEMS had no significant bias in NO measurements, positive bias in CO measurements, and negative bias in HCl and SO₂ measurements. For pollutants with high reactivity such as HCl and SO₂, humidity can have a great effect on their measurements. Therefore, for HCl and SO₂, it is not proper to use dry reference gas mixtures as “standards” to establish monitor calibrations or to assess the accuracy of CEMS based on assigned tag values. In the second part, the CEMS was evaluated on a wet basis according to US EPA Method 320 and US EPA Method 321. The HCl concentrations were determined by standard addition method, and used as reference values to determine HCl measurement accuracy of the CEMS. The maximum bias was–10.8 %.</p>

<p>International Conference on Engineering and Technology Innovation</p>	<p>多孔皮托管之新式校正方法研究 A Novel Calibration Method for Multi-hole Pitot Tubes</p>	<p>ANFIS 演算法具有高效學習、易於實現與可藉由模糊規則進行分析的優點，因此在本文中將其應用於多孔皮托管的建模與校正研究。藉由 ANFIS 演算法可以協助識別主要參數、構建模糊學習系統並從校正數據中判別壓力係數與流動角度及流動速度之相關性，最終甚至可藉由連結自動化角度調整控制系統與風洞，達成自動校正的目的。</p> <p>The ANFIS algorithm was first applied to calibration modeling of the multi-hole pitot tube in this study. Owing to its capability of efficient learning, easy implementation and excellent explanation through fuzzy rules, ANFIS can help identify the dominant parameters and construct fuzzy learning system. After determination of the ANFIS structure from the calibration data, the network of pitot tube calibration parameters was established and the correlation among non-dimensional pressure coefficients, flow angle and flow velocity were constructed as well. Meanwhile, the air velocity can be predicted based on the measurements of flow angles and flow angle coefficients. It can reach to a high consistency of 0.0068 with the original data after iteration. Eventually, ANFIS can be integrated with real-time data acquisition system and wind tunnel due to its programmability. A large database consisting of flow properties, flow angles and the non-dimensional pressure coefficients can be efficiently established and will be helpful for shortening the calibration procedures.</p>
--	---	---

(五) 產出成果一覽表

	項 目	氣體分項		環境分項		合 計		備註
		目 標	實 際	目 標	實 際	目 標	實 際	
國家量測標準建立	量測系統新建	1	1			1	1	
	量測系統擴建	2	2			2	2	
國際等同/國際認證	國際比對	2	2			2	2	
	國內比對活動	1	1			1	1	
驗證參考物質		2	3			2	3	
CMC 登錄申請		2	2			2	2	
論文	國內期刊	2	3.	1	1	3	4	國內論文 10 篇，國外論文 6 篇，合計 16 篇，其中 SCI 論文 2 篇
	國外期刊		1	1	1	1	2	
	國內研討會(口頭)	3	3	1	1	4	4	
	國內研討會(書面)		2				2	
	國外研討會(口頭)	1	3			1	3	
	國外研討會(書面)		1				1	
研究報告	技術	6	21	4	5	10	26	研究報告 26 篇
	調查							
	訓練	1	1			1	1	
研討會	場次	2	2	1	1	3	3	
	人數	60	56	25	32	85	88	
技術/專利 運用收入(仟元)		技術服務目標 40，實際 87 件次 收入數目標 1,700 仟元，實際 1,700.1 仟元						

註：

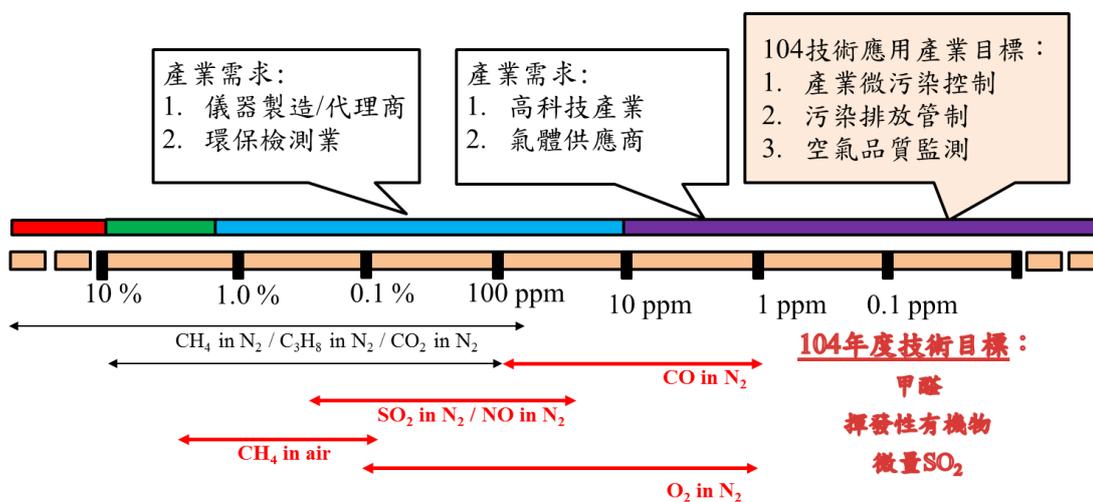
本計畫除上述績效產出，另完成成果如下：

- 完成 3 項參考物質(NO/N₂、SO₂/N₂、CH₄/air)。
- 延續先期研究成果，進行 2 項新登錄申請。

陸、結論與建議

一、氣體化學計量標準技術分項

本年度技術連結第一年度計畫執行在高壓氣瓶型式標準氣體配製的成果，已完成如圖四十六之驗證參考物質生產，並通過系統查驗可於104年度起提供國家度量衡標準實驗室之校正服務，主要服務應用類別為國內固定污染源排放管理所需之校正用標準氣體的計量追溯，以及室內空氣品質管理所要求之相關偵測器或分析儀校正（圖四十六）。104年度起將透過計畫執行持續擴充可提供之驗證參考物質的濃度範圍與種類，主要將採用液體注入（Syringe Injection），滲透管（Permeation Tube）或擴散腔（Diffusion Cell）等技術建構線上動態混合氣體配製技術，物種類別以室內空氣品質管理所要求之甲醛，多成分揮發性有機物量測為主。本年度計畫執行過程中，行政院環保署尋求國家實驗室協助針對空氣品質監測儀器(包含氣狀物與懸浮微粒)之性能驗證方式提供建議。團隊先行針對空氣品質監測數據統計分析軟體進行開發，再由其彙整結果挑選出具疑議之數據與儀器。並由後續提供的技術諮詢與交流互動過程中，建議環保署建立如法定計量檢定檢查制度之儀器性能週期確效作業。也由此活動中與環保署建立之互動管道，瞭解國內目前針對懸浮微粒及ppb等級SO₂等分析設備的性能確效有迫切技術需求，因此在104年度所規劃工作中，已將懸浮微粒之採樣與成分分析技術及微量SO₂動態配製技術增列至計畫工作中，並擬將相關技術擴建於標準系統中，再經報部公告程序對外提供校正服務。



此外，透過本年度計畫執行過程與產業的互動，氣體化學分項整合產業需求，調整與更新技術發展順序為：

1. 建立與民生及勞工安全有關之氣體偵測器材校驗平台，其必要深化之基礎工業技術為：各類動態氣體生產混合技術及裝置的設計開發，以及各類型式偵測器校驗的技術資料庫建立。
2. 建立超微量之氣體濃度量測技術，以協助產業執行氣體純度規格驗證以及支援國內偵測器廠商開發高品質的超微量危害毒物偵測設備。
3. 將懸浮微粒量測技術整合氣狀污染物微量分析技術，建立完整的製程氣體純度分析技術（其中包含超微量重金屬分析技術）。

以上三項技術之間必須相互整合運用。由此規劃，希冀未來國內不論是設備商，檢校實驗室，或是氣體供應廠，均能透過此計畫尋求到國內的自主技術支援產業發展，特別是在標準氣體的自主供應與自主計量追溯部分。

在成果運用推動策略方面，計畫執行期間將持續採取研討會辦理、產業簽署合作意向書、技術運用有價契約等方式進行（技術推廣方式將參考本年度12月24日與鍋爐協會合作開設氣體偵測器校正實務訓練課程的成果，讓國家度量衡標準實驗室所建立技術可為各工業或環境檢測協會所熟悉並做運用）。並透過與各業務主管機關研究計畫執行單位的技術合作以及能力試驗活動的舉辦，推廣執行成果運用模式與服務機制，以確保標準系統完成新建或是擴建後，可順利推廣於產業以及公務部門提供濃度驗證服務與參考物質供應服務，確保政府資源投資的有效性與產業運用價值。

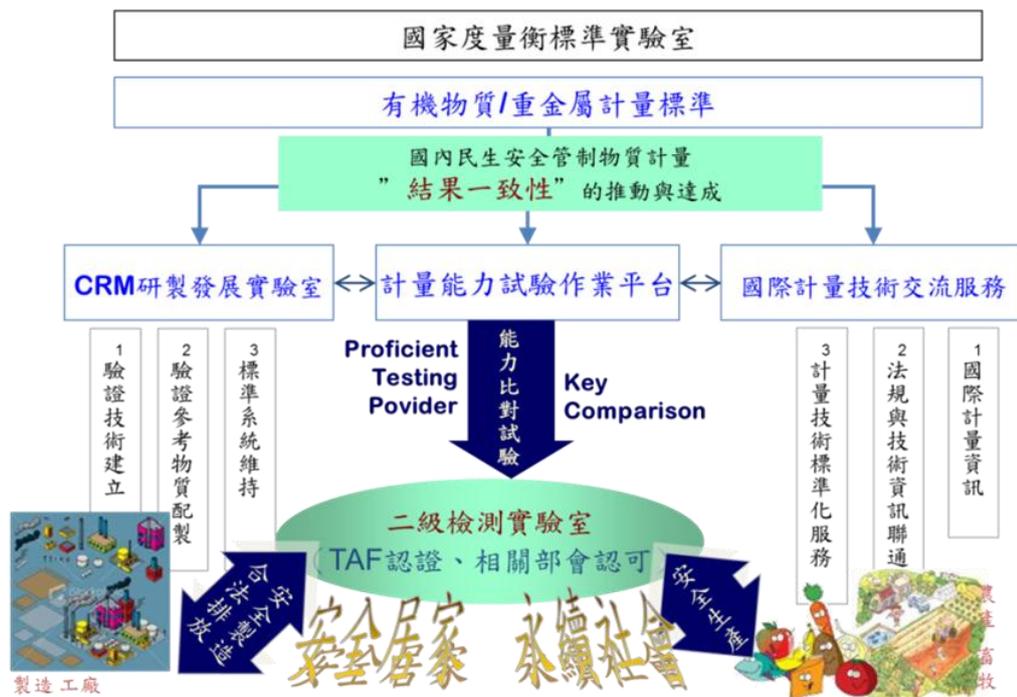
二、環境化學計量標準技術分項

隨著民眾環境和健康意識高漲，為追求社會永續發展，各類型化學物質的管制或排放濃度的監測，必須因時、因地在資源上做長期的投入與經營。在民生化學產業，不論是商品生產、作業場所安全、環境品質監測和食品安全等，化學量測技術已是必要的工具。因為量測儀器的進步，分析的靈敏度提升，偵測極限越來越低，甚至以往無法檢測出之微量化學物質(即所謂的新興污染物)亦逐漸浮現，對於民生安全管制物質的檢驗將越來越嚴格，其相關之量測量測技術及相應合理標準議題備受關注。另一方面，從環境、食品、農業、醫學乃至於進出口貿易商品等，我國與國際各國皆有制定法令限定特定物質含量標準。具備精準的量測能力，亦即量測之可追溯性與檢測結果之

可比較性，對於社會運作、商品交易、國際貿易至為關鍵。因此，產業對於化學物質質量測技術的開發與分析物標準品的取得有著迫切需求。

檢視國內檢測產業包含環境檢驗、食品/農業檢驗等業別，皆已具備良好檢測能力，但用以實現計量追溯與量測系統確效的標準品於國內並不易取得，目前國內事業主管機關雖有負責執行實驗室能力試驗的中心實驗室，但相關實驗室目前亦尚未以 ISO Guide 34 系統運作比對用標準品的技術與品質管理。也因此，不同體系實驗室(如:環檢、食品藥物體系等)量測結果的一致性，分析報告的擴充運用性，乃至於國際間相互認可，尚待整合與建立連結。

本計畫以運作國家度量衡標準實驗室之角色，本年度環境化學計量標準技術分項針對多溴二苯醚新興污染物建立濃度驗證技術，並建立室內粉塵中多溴二苯醚濃度分析方法，以研製與供應有機物驗證參考物質於國內檢測實驗室與產業為目標。未來本分項將延續前兩年民生環境化學計量標準技術之發展規劃，擴展為開發建置國內民生安全管制物質計量標準。透過建置國家氣體量測標準運作 ISO Guide34 品質系統的經驗，以圖四十七模式建立相關量測技術與參考物質配製技術，並透過 CRM 供應以及國內能力試驗支援角色協助國內於民生安全管制物質量測品質的提升，提高民眾對於各實驗室之檢測結果的信心度。



圖四十六：有機物質與重金屬量測技術之產業運用規劃說明

附 件

柒、附件

附件一、新台幣3百萬元以上(含)之儀器設備清單

三百萬元以上科學儀器設備彙總表

機關(學校)名稱：經濟部標準檢驗局

單位：新台幣元

編號	儀器名稱 (英文名稱)	使用單位	單位	數量	單價	總價	優先順序	備註
1	動態式甲醛氣體濃度配製與分析設備 Dynamic formaldehyde gas mixture generation & analysis system	工研院 量測中心	台	1	7,525,000	7,525,000	1	

填表說明：

- 1.本表中儀器名稱以中文為主，英文為輔。
- 2.本表中之優先順序欄內，係按各項儀器採購之輕重緩急區分為第一、二、三優先

附件二、新台幣 1 百萬元以上(含)之儀器設備清單

新台幣一百萬元以上儀器設備清單

單位：新臺幣元

儀器設備名稱 (中/英文)	主要功能規格	預算數	單價	數量	總價	備註
無						

註：凡單價 300 萬元以下之機儀器設備，均由量測中心以自有資金購置。

附件三、國外出差人員一覽表

■ 短期訓練

出差性質	主要內容	出差機構/國家	期間	參加人員姓名	在本研究擔任之工作	對本研究之助益	計畫書項次
參加會議	參加國際度量衡局 BIPM 舉辦之 CCQM 化學計量研討會議，並拜訪計量相關單位進行技術交流。	國際度量衡局、荷蘭計量標準研究院、美國國家標準與技術研究所/法國、荷蘭、美國	103.04.04 ~ 103.04.19	林采吟	協同計畫主持人暨氣體分項主持人	<ul style="list-style-type: none"> 藉由 CCQM-GAWG 會議的參與，瞭解目前各區域組織內各國的技術比對現況，以及國際比對可能之新增項目，並向內圈比對主辦國提出比對項目的申請規劃，確認比對項目與技術規格之可行性，滿足民生化學計量標準計畫對於技術發展之國際等同性的要求。 前往荷蘭計量標準研究院 VSL 進行固定污染源排放之計量標準（濃度與流量）開發合作規劃。 前往美國國家標準與技術研究所 NIST 與其氣體技術團隊進行技術交流，著重於瞭解美國在標準氣體追溯制度的建構精神，以及美國 NIST 與美國 EPA 的合作模式；並邀請氣體實驗室專家 James E. Norris 來台參與國際技術交流研習會。 	4

出差性質	主要內容	出差機構/國家	期間	參加人員姓名	在本研究擔任之工作	對本研究之助益	計畫書項次
參加會議	參加國際計量研討會(會議)，拜訪計量相關單位進行技術交流，促進國際合作機會。	兩岸計量研討會、廈門市質量技術監督局、光伏計量論壇、荷蘭及英國國家標準實驗室/大陸、歐洲(荷蘭、英國)	103.06.03 ~ 103.06.19	李信宏	固定污染源排放計量技術研發	<ul style="list-style-type: none"> • 參加「2014 第十屆海峽兩岸計量研討會」，發表「固定污染源排放計量技術研究」成果，展現我國計量技術能力。並針對該技術領域投入方向進行討論與交流，精進專業技術，為結合兩岸能量播撒合作的種子。 • 參加 2014 年光伏計量論壇，瞭解大陸節能減碳技術資訊，及其計量標準技術之研發現況及未來發展。 • 參加「2014 經濟部台荷創新研發合作工作團」，至荷蘭國家計量院及英國國家物理研究院，洽談計量技術合作方式與分工，瞭解歐盟技術與國際標準訂定(歐盟主導)發展方向及內容，掌握國際發展趨勢與技術研發時程，搭建我國計量技術國際合作平台，深耕廣度與深度，將我國技術發展提昇至國際舞台。 	3

出差性質	主要內容	出差機構/國家	期間	參加人員姓名	在本研究擔任之工作	對本研究之助益	計畫書項次
參加會議	參加兩岸計量相關會議/研討會，展現計畫計量技術能量，促進技術交流與發展。	兩岸計量研討會、廈門市質量技術監督局、光伏計量論壇/大陸	103.06.02 ~ 103.06.18	馬慧中	計畫廣宣策略擬定與督導	<ul style="list-style-type: none"> 參加「2014 第十屆海峽兩岸計量研討會」、「2014 光伏計量論壇」暨大陸相關計量單位討論交流，找尋合作機會，建構兩岸計量技術溝通平台，以協助產業在大陸市場之發展。 	5
參加會議 發表論文	參加國際化學計量技術研討會發表論文，廣宣技術成果，建立專業人脈。	第 12 屆亞太計量組織化學計量技術委員會-氣體分析工作小組研討會/大陸	103.10.18 ~ 103.10.25	劉信旺	子計畫主持人與驗證參考物質配製技術	<ul style="list-style-type: none"> 於此次會議提出 2015 年亞太地區氣體計量國際比對項目申請，瞭解亞太地區其他國家對於氣體計量之相關需求，及其產業界所面臨之問題，除有助本計畫掌握國際合作之機會，也可預估並提早因應國內產業界可能面臨之問題。 	1

■ 長期訓練

出差性質	主要內容	出差機構/國家	期間	參加人員姓名	在本計畫擔任之工作	對本計畫之助益	出國項次
國際合作研究	前往 NMIJ 濕度標準研究室進行微量水氣產生暨量測技術合作研究，並參加 2014 CCQM 氣體分析工作小組會議，針對台灣於氣體計量領域發展現況進行口頭報告	NMIJ/ 日本	103.08.24 ~ 103.10.17	林承翰	氣體分項中之氣體純度子項計畫主持人，負責規劃、執行與管理	<ul style="list-style-type: none"> • 至 NMIJ 濕度標準研究室引進簡易型微量水氣產生與量測技術，以利縮短國內建立相關技術與計量追溯體制之期程，儘早提供產業服務。 • 參加 2014 CCQM 氣體分析工作小組 (GAWG) 會議，介紹台灣於氣體計量領域發展現況讓各國與會人員了解台灣目前之技術能力，並與各國研究人員進行技術交流，藉此了解各國於氣體領域之發展與能力；蒐集未來數年預計舉辦國際比對活動之資訊，作為計畫往後規劃之參考。 	2

附件四、專利成果統計一覽表

專利申請

項次	類別	專利名稱	官方申請日	申請國家	申請案號/專利號碼	申請人
無						

專利獲證

項次	類別	專利名稱	獲證日期	申請國家	專利起迄期	專利號碼
無						

附件五、論文一覽表

研討會論文

項次	論文名稱	發表日期	技資編號	會議名稱	作者	國家	頁數
1	連續排放監測系統量測煙道排放氯化氫汙染物之準確度實場查核	103.10.23	07-5-A3-0079	環境分析化學研討會	張君綾 邱信夫	中華民國	F1 Oral
2	零級氣體規格驗證技術要求及其應用	103.05.03	07-5-A3-0104	環境分析化學研討會	林采吟 徐繹翔 林承翰	中華民國	F2 Oral
3	連續排放監測系統量測準確度評估	103.05.05	07-5-A3-0283	Workshop of APMP/TCQM GAS Analysis Working Group	張君綾 邱信夫	大陸	Session5
4	酒精氣體動態產生系統建置 Development of a Dynamic Generation System for Gaseous Ethanol	103.10.22	07-5-A3-0284	12 th APMP/TCQM Gas Analysis Working Group Workshop	劉信旺	大陸	Session3 oral
5	Analysis of low ppb methane in nitrogen and zero air	103.10.23	07-5-A3-0312	12 th APMP/TCQM Gas Analysis Working Group Workshop	徐繹翔	大陸	4 poster
6	A Novel Calibration Method for Multi-hole Pitot Tubes 多孔皮托管之新式校正方法研究	103.11.01	07-5-A3-0318	International Conference on Engineering and Technology Innovation	李信宏	中華民國	B1-2 oral
7	微量水氣量測技術於環保用零空氣之規格驗證	103.11.15	07-5-A3-0285	中華民國環境工程學會年會暨各專門學術研討會	林承翰	中華民國	108 oral
8	水相系統中銅物種效應對銅-胺基酸錯合物光分解反應評估	103.11.15	07-5-A3-0286	中華民國環境工程學會年會暨各專門學術研討會	羅幼旭 林呈瑞 吳劍侯	中華民國	233 oral
9	固定污染源連續監測系統校正用氣體計量追溯原級參考混合氣體之研製	103.11.22	07-5-A3-0304	103 年中國化學會年會	劉信旺 黃炯坤 鄭瑞翔	中華民國	D43 poster
10	以 2,4-二硝基苯肼衍生法搭配高效液相層析儀量測工作場所空氣中甲醛濃度	103.11.22	07-5-A3-0306	103 年中國化學會年會	吳重毅 羅幼旭 吳劍侯 林采吟	中華民國	D42 poster

期刊論文

項次	論文名稱	發表日期	技資編號	期刊名稱	作者	國家	頁數
1	Sequential photocatalyst-assisted digestion and vapor generation device coupled with anion exchange chromatography and inductively coupled plasma mass spectrometry for speciation analysis of selenium species in biological samples	103.01.06	07-5-A3-0105	Analytica Chimica Acta	蔡雲妮 林政興 徐繹翔 孫毓璋	荷蘭	165-171 本篇為 SCI 論 文
2	氣體純度暨超微量分析	103.11.01	07-5-A3-0311	量測資訊雙月刊	徐繹翔	中華民國	53-56
3	科技廠製程之溫室氣體排放處理設備效能驗證及其節能最佳化技術案例分享	103.03.01	07-5-A3-0034	量測資訊雙月刊	黃炯坤 鄭瑞翔 林采吟	中華民國	21-24
4	溫室氣體流量計量技術國際發展現況	103.03.03	07-5-A3-0220	量測資訊雙月刊	李信宏	中華民國	12-15
5	甲醛原級標準技術原理與方法	103.11.01	07-5-A3-0305	量測資訊雙月刊	詹國鴻 羅幼旭	中華民國	44-47
6	APMP.QM-S4 氮氣中二氧化碳國際比對成果	103.08.01	07-5-A3-0181	Metrologia	林采吟 鄭瑞翔 黃炯坤	法國	Issue1A 本篇為 SCI 論 文

附件六、研究報告一覽表

☑ 技術報告

項次	資料名稱	產出日期	技資編號	語言	列管等級	作者	頁數
標準系統運作類技術文件							
1	醇類混合氣體濃度校正程序	103.11	07-3-A2-0120-02	中文	非機密	林承翰 黃炯坤	27
2	醇類混合氣體濃度量測系統評估報告	103.11	07-3-A2-0131-02	中文	非機密	林承翰 黃炯坤	25
3	原級標準物質濃度檢驗評估研究 (NO/N ₂)	103.07	07-3-A3-0117-01	中文	非機密	黃炯坤 劉信旺 鄭瑞翔	11
4	原級標準物質濃度檢驗評估報告 (SO ₂ /N ₂)	103.09	07-3-A3-0168-01	中文	非機密	黃炯坤 鄭瑞翔 林采吟	11
5	原級標準物質濃度檢驗評估報告 (NO/N ₂)	103.09	07-3-A3-0169-01	中文	非機密	黃炯坤 鄭瑞翔	13
6	參考混合氣濃度穩定度查驗報告 (NO/N ₂)	103.09	07-3-A3-0172-01	中文	非機密	黃炯坤 劉信旺 鄭瑞翔	12
7	參考混合氣濃度穩定度查驗報告 (50 μmol/mol SO ₂ /N ₂)	103.09	07-3-A3-0174-01	中文	非機密	鄭瑞翔 黃炯坤 林采吟	12
8	鋼瓶氣體充填質量與混合氣濃度驗證程序-秤重法 (工業管制氣體)	103.09	07-3-A3-0179-01	中文	非機密	鄭瑞翔 黃炯坤 劉信旺	20
9	鋼瓶氣體充填質量與混合氣濃度評估報告-秤重法 (工業管制氣體)	103.09	07-3-A3-0180-01	中文	非機密	鄭瑞翔 黃炯坤 劉信旺	27
10	原級標準物質濃度檢驗評估報告 (CH ₄ /air)	103.09	07-3-A3-0181-01	中文	非機密	鄭瑞翔 張君綾 林采吟	9
11	參考混合氣濃度穩定度查驗報告 (1000 μmol/mol CH ₄ /air)	103.09	07-3-A3-0182-01	中文	非機密	鄭瑞翔 張君綾 林采吟	11
12	鋼瓶氣體濃度量測系統濃度驗證評估報告-紅外光譜法	103.10	07-3-A3-0204-01	中文	非機密	黃炯坤 鄭瑞翔 劉信旺 林采吟	39
13	鋼瓶氣體濃度量測系統濃度驗證程序-紅外光譜法	103.10	07-3-A3-0205-01	中文	非機密	黃炯坤 鄭瑞翔 劉信旺	23
14	酒精氣體濃度產生與量測程序研究	103.07	07-3-A3-0115-01	中文	非機密	張君綾 林采吟	18
15	酒精氣體產生與濃度量測不確定度評估研究	103.07	07-3-A3-0116-01	中文	非機密	張君綾 林采吟	15
16	氣體濃度稀釋裝置校正研究—氣相層析儀搭配火焰離子偵測器	103.07	07-3-A3-0136-01	中文	非機密	張君綾 林采吟	26
17	氣體濃度稀釋裝置校正系統評估報告—氣相層析分析儀	103.10	07-3-A3-0185-01	中文	非機密	張君綾 林采吟	23

18	氣體濃度稀釋裝置校正系統評估報告—氣相層析分析儀	103.10	07-3-A3-0186-01	中文	非機密	張君綾 林采吟	23
19	酒精氣體產生與濃度校正程序	103.10	07-3-A3-0197-01	中文	非機密	張君綾 林采吟	17
20	酒精氣體產生與濃度量測評估報告	103.10	07-3-A3-0198-01	中文	非機密	張君綾 林采吟	21
產業服務類技術文件							
21	數位式密度計量測有機物質溶液密度評估研究報告	103.05	07-3-A3-0099-01	中文	非機密	李佩玲 李嘉真	13
22	室內粉塵中多溴二苯醚微波輔助萃取評估技術報告	103.10	07-3-A3-0215-01	中文	非機密	葉明泓 羅幼旭	15
23	多溴二苯醚濃度校正程序	103.11	07-3-A3-0259-01	中文	非機密	葉明泓 羅幼旭	15
24	室內粉塵中多溴二苯醚濃度校正程序	103.11	07-3-A3-0262-01	中文	非機密	葉明泓 羅幼旭	20
25	溶劑純度暨水分含量量測技術報告	103.11	07-3-A3-0276-01	中文	非機密	吳重毅 葉明泓 羅幼旭	15
26	一氧化碳鋼瓶氣體濃度驗證分析能力試驗研究報告	103.11	07-3-A3-0250-01	中文	非機密	劉信旺	7

出國訓練報告

項次	資料名稱	產出日期	技資編號	語言	列管等級	作者	頁數
1	國際技術交流:微量水氣產生暨量測技術研究	103.11.07	07-3-A3-0242	中文	非機密	林承翰	19

附件七、研討會/成果發表會/說明會一覽表

研討會

項次	研討會名稱	日期	舉辦地點	主/協辦	參與廠家數	參加人數	備註
1	「氣體濃度計量追溯與標準品管理實務分析」研討會	103.05.27	高雄	主辦	16	19	
2	「檢測實驗室玻璃儀器校正品保暨實務演練」研討會	103.05.27	新竹	主辦	17	32	
3	「氣體濃度計量追溯與標準品管理實務分析」研討會	103.05.29	台北	主辦	27	37	

附件八、中英文對照表

簡稱	全 名	中文譯稱
APMP	Asia Pacific Metrology Programme	亞太計量組織
APMP/TCQM	Asia Pacific Metrology Programme/ Technical Committee for Amount of Substance	亞太計量組織化學量技術委 員會
BIPM	Bureau International des Poids et Mesures	國際度量衡局
Bisphenol A	雙酚 A	Bisphenol A
CEMS	Continuous Emission Monitoring System	連續自動監測設施
CIPM	Comité international des poids et mesures 《International Committee for Weights and Measures》	國際度量衡委員會
CIPM MRA	The CIPM Mutual Recognition Arrangement	國際度量衡委員會相互認可 協定
CCQM	Consultative Committee for Amount of Substance – Metrology in Chemistry	化學計量物量諮詢委員會
CCQM-GAWG	Consultative Committee for Amount of Substance – Metrology in Chemistry-Gas Analysis Working Group	化學計量物量諮詢委員會氣 體分析工作小組
CERI	Chemicals Evaluation and Research Institute (Japan)	化學評估與研究機構(日本)
CMC	Calibration and Measurement Capabilities	校正與量測能量
CRDS	Cavity Ring-Down Spectroscopy	共振腔振盪衰減頻譜
CRM	Certified Reference Material	驗證參考物質
CGPM	The General Conference on Weights and Measures (Conférence Générale des Poids et Mesures)	國際度量衡大會
DNPH	2,4-Dinitrophenylhydrazine	2, 4-二硝基苯肼
EDCs	Endocrine Disrupting Chemicals	內分泌干擾物質
EC	Emerging Contaminant	新興污染物
FTIR	Fourier transform infrared spectroscopy	傅立葉紅外光譜儀
GAWG	Gas Analysis Working Group	氣體分析工作小組(隸屬於 國際度量衡委員會下)
GC-DID	Gas chromatography -Discharge Ionization Detector	氣相層析儀放電離子偵測器
GC-FID	Gas chromatography –Flame Ionization Detector	氣相層析儀火焰離子偵測器

GC-TCD	Gas chromatography-Thermal Conductivity Detector	氣相層析儀熱導偵測器
HPLC	High Performance Liquid Chromatography	高效能液相層析
ICP-MS	Inductively coupled plasma mass spectrometry	感應耦合電漿質譜
IDMS	Isotope dilution mass spectrometry	同位素稀釋質譜法
KCDB	Key Comparison Database	國際比對資料庫
KRISS	Korea Research Institute of Standards and Science	韓國標準與科學研究院
LED	Light-Emitting Diode	發光二極體
MAE	Microwave-Assisted Extraction	微波輔助萃取法
MPE	Maximum Permissible Errors	最大容許誤差
NIM	National Institute of Metrology	中國計量科學研究院
NIMT	National Institute of Metrology (Thailand)	泰國國家計量研究院
NIST	National Institute of Standards and Technology	美國國家標準與技術研究院
NMC/A*STAR	National Metrology Centre / Agency for Science, Technology and Research	國家計量中心/新加坡科學技術研究局
NMIJ/AIST	National Metrology Institute of Japan / The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology	日本計量標準總和中心/產業計量綜合研究所
NMISA	National Metrology Institute of South Africa	南非國家計量研究院
NML	National Measurement Laboratory	國家度量衡標準實驗室
NPL	National Physical Laboratory	英國國家物理研究院
NPLI	National Physical Laboratory of India	印度國家物理研究院
OIML	International Organization of Legal Metrology	國際法定計量組織
PBDEs	Polybrominated diphenyl ethers	多溴二苯醚
PDHID	Pulsed Discharge Helium Ionization Detector	脈衝放電氦離子化偵測器
PGVP	Protocol Gas Verification Program	標準氣體認證計畫
POPs	Persistent Organic Pollutants	持久性有機汙染物
QMS	Quadrupole mass analyzer	四極柱質量分析儀
RFID	Radio Frequency IDentification	無線射頻辨識
SRM	Standard Reference Material	標準參考物質
SCL	Standard and Calibration Laboratory	標準與校正研究所/香港
TCD	Thermal Conductivity Detector	熱導偵測器
UME	National Metrology Institute of Turkey	土耳其國家計量研究院
VSL	Van Swinden Laboratory	荷蘭國家計量院

附件九、研究成果統計表

分項計畫名稱	項目	成果		專利權 (項數)	著作權 (項數)	論文 (篇數)		一般研究報告 (篇數)			技術創新 (項數)				技術 引進 (項數)	技術移轉		技術服務		研討會		
		獲證	申請			期刊	研討會	技 術	調 查	訓 練	產 品	製 程	應 用 軟 體	技 術		項 數	廠 家	項 數	廠 家	場 次	人 數	日 數
氣體化學計量標準技術分項						4	9	21	0	1	2	0	2	2	0	5	4	69	65	2	56	2
環境化學計量標準技術分項						2	1	5	0	0	0	0	0	0	2	2	18	18	1	32	1	
合 計						6	10	26	0	1	2	0	2	2	0	7	6	87	73	3	88	3

註：(1) 技術創新一欄中所謂產品係指模型機、零組件、新材料等。

(2) 專利權及著作權項數以當年度核准項目為主，若為申請中案件則於次年度中列報。

(3) 研討會含在職訓練、成果發表會、說明會及論壇。

附件十、參考文獻索引

編號	資料出處
氣體化學計量標準技術分項	
1-1	M. Amano, I. Kishimoto, and H. Abe, “Trace-moisture generator designed for performance tests of trace-moisture analyzers” <i>Sens. Actuators A: Physical</i> 2014 , 216, 19-27.
1-2	H. Abe, “A marked improvement in the reliability of the measurement of trace moisture in gases” <i>Synthesiology</i> 2009 , 2, 3, 223-236
1-3	Minami AMANO and Hisashi ABE, Development of Simplified Trace-Moisture Generator, Gas2013-Rotterdam, NL-5-7 June 2013.
1-4	Hisashi ABE, The Development of Trace Moisture Standard and Its Service to Industries in Japan, 11 th APMP/TCQM GAWG Workshop, Taipei, 11-13 September 2013.
1-5	徐繹翔、林承翰、羅幼旭，“大宗或特殊氣體內微量水氣之分析技術及計量追溯概述”，量測資訊，第一百五十四期，第 33-38 頁，2013.
1-6	CGA M-8: Guideline for the Manufacturer of Calibration Gas Standards Used to Analyze Medical Gases, 2011.
1-7	Robert S. Wright, et al., EPA Traceability Protocol for Assay and Certification of Gaseous Calibration Standards, EPA/600/R-12/531, May 2012.
1-8	Annarita Baldan, MACPoll Project: Towards an Improved Metrological Infrastructure in Air Quality, Gas2013-Rotterdam, NL-5-7 June 2013.
1-9	A. Mackie and B. Warrick, Coming clean about “on and off the roadmap”: Sub-100 ppt bulk gas supply, <i>Solid State Technology</i> , 2004, 35-42.
1-10	ISO/IEC Guide 98-3:2008 Uncertainty of measurement —Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)
1-11	ISO Guide 30: 1992 Terms and definitions used in connection with reference materials.
1-12	ISO Guide 31: 2000 Reference materials — Contents of certificates and labels.
1-13	ISO Guide 35: 2006 Reference materials — General and statistical principles for certification.
1-14	ISO Guide 34: 2009 General requirements for the competence of reference material producers.
1-15	ISO 6142: 2001 Gas analysis — Preparation of calibration gas mixtures _ Gravimetric method.
1-16	ISO 6143:2001 Gas analysis -- Comparison methods for determining and checking the composition of calibration gas mixtures.

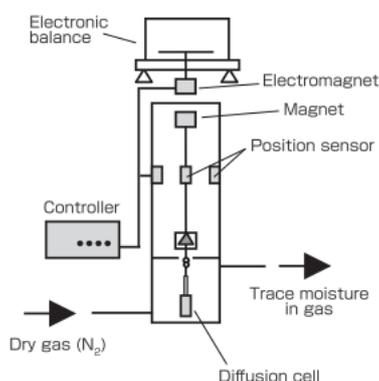
編號	資料出處
1-17	NIEA A701.11C 空氣中硫化氫、甲硫醇、二硫化碳、硫化甲基、及二硫化甲基檢驗方法－氣相層析／火焰光度偵測法，2008。
1-18	NIEA A715.15B 空氣中揮發性有機化合物檢測方法－不銹鋼採樣筒／氣相層析質譜儀法，2014。
1-19	ISO 6145-9:2009 Gas analysis -- Preparation of calibration gas mixtures using dynamic volumetric methods -- Part 9: Saturation method.
1-20	ISO 6145-7:2009 Gas analysis -- Preparation of calibration gas mixtures using dynamic volumetric methods -- Part 7: Thermal mass-flow controllers.
1-21	NIEA A705.11C 空氣中氣態之醛類化合物檢驗方法－以 DNPH 衍生物之高效能液相層析測定法，民國 102 年。
1-22	P-W, Maria, et al., Using Thermal gravimetry for weight loss monitoring of permeation tubes used for generation of trace concentration gas standards, <i>Analytical Chemistry</i> 2002, 74, 305-307.
1-23	ISO 6145-8: 2005 Gas analysis -- Preparation of calibration gas mixtures using dynamic volumetric methods -- Part 8: Diffusion method.
1-24	NIEA-PA103 環境檢驗檢量線製備及查核指引，民國 94 年。
1-25	International Comparison EURO.QM-S5/1166: Carbon Dioxide Mixtures in Nitrogen, final report.
1-26	毒性化學物質應變器材及偵測與警報設備管理辦法，行政院環保署，2007.
環境化學計量標準技術分項	
2-1	S. Sauvé and M. Desrosiers, A review of what is an emerging contaminant, <i>Chemistry Central Journal</i> , 2014, 8, 15-21.
2-2	新興污染物管理策略，2012(第二屆)新興污染物論壇論文集，國立中山大學新興污染物研究中心，民國 101 年。
2-3	毒性化學物質管理策略，量測資訊，150 期，民國 102 年。
2-4	NIEA-PA103，環境檢驗檢量線製備及查核指引。
2-5	Z. Cao, et al., Pay attention to the fate of an emerging hazardous waste: BDE-contaminated indoor dust, <i>Environ. Sci. Pollut. Res.</i> , 2013, 20, 1895–1897.
2-6	K. S. Betts, Unwelcome guest PBDEs in indoor dust, <i>Environmental Health Perspectives</i> , 2008, 116, A202-208.
2-7	Y. Kang, Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in indoor dust and human hair, <i>Atmospheric Environment</i> , 2011, 45, 2386-2393.
2-8	賴萬豪，空氣及室內空氣粉塵中多溴聯苯醚濃度分佈與人體暴露量評估，國立清華大學碩士論文，民國 95 年。

編號	資料出處
2-9	鍾尹如，以質譜技術對環境中多溴聯苯醚檢測之方法開發與應用，國立中央大學碩士論文，民國 95 年。
2-10	J. M. Keller, Comparison of five extraction methods for measuring PCBs, PBDEs, organochlorine pesticides, and lipid content in serum, <i>Anal Bioanal Chem</i> , 2009, 393, 747–760.
2-11	陳石松，微波輔助萃取(Microwave Assisted Extraction, MAE) 於樣品前處理之應用，台灣公定分析化學家協會會訊，第 19 期，民國 96 年。
2-12	P. Wang, et al., Evaluation of Soxhlet extraction, accelerated solvent extraction and microwave-assisted extraction for the determination of polychlorinated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers in soil and fish samples, <i>Anal Chim Acta</i> , 2010, 663, 43–48.
2-13	S. K. MacLeod, Moisture determination using Karl Fischer titrations. <i>Anal. Chem.</i> , 1991, 63, 557A–566A.
2-14	C. A. D. Caro, et al., Efficient, precise and fast water determination by the Karl Fischer titration. <i>Food Control</i> , 2001, 12, 431–436.
2-15	H. Nakazawa, et al., Analytical methods for the quantification of bisphenol A, alkylphenols, phthalate esters, and perfluorinated chemicals in biological samples. <i>Anal. Sci.</i> 2014, 30, 25-34.
2-16	T. Geens, et al., A review of dietary and non-dietary exposure to bisphenol-A. <i>Food Chem. Toxicol.</i> 2012, 50, 3725-3740.
2-17	M. Rezaee, et al., Dispersive liquid-liquid microextraction combined with high-performance liquid chromatography-UV detection as a very simple, rapid and sensitive method for the determination of bisphenol A in water samples. <i>J. Chromatogr. A</i> 2009, 1216, 1511-1514.
2-18	E. Yiantzi, et al., Vortex-assisted liquid-liquid microextraction of octylphenol, nonylphenol and bisphenol-A. <i>Talanta</i> 2010, 80, 2057-2062.
2-19	C.-Y. Lin, et al., Application of liquid-liquid-liquid microextraction and high-performance liquid chromatography for the determination of alkylphenols and bisphenol-A in water. <i>J. Sep. Sci.</i> 2011, 34, 428-435.
2-20	A. Alabi, et al., Quick and simple sample treatment for multiresidue analysis of bisphenols, bisphenol diglycidyl ethers and their derivatives in canned food prior to liquid chromatography and fluorescence detection. <i>J. Chromatogr. A</i> 2014, 1336, 23-33.
2-21	T. Lv, et al., Determination of bisphenol A, 4-octylphenol, and 4-nonylphenol in soft drinks and dairy products by ultrasound-assisted dispersive liquid-liquid microextraction combined with derivatization and high-performance liquid chromatography with fluorescence detection. <i>J. Sep. Sci.</i> 2014, 37, 2757-2763.

編號	資料出處
2-22	E. Ferrer, et al., Simultaneous determination of bisphenol A, octylphenol, and nonylphenol by pressurised liquid extraction and liquid chromatography- tandem mass spectrometry in powdered milk and infant formulas. <i>Food Chem.</i> 2011, 126, 360-367.
2-23	Azzouz, A.; Ballesteros, E. Trace analysis of endocrine disrupting compounds in environmental water samples by use of solid-phase extraction and gas chromatography with mass spectrometry detection. <i>J. Chromatogr. A</i> 2014, 1360, 248-257.

附件十一、國際技術交流研究報告

無論對於科技產業或環保檢測事業，氣體純度分析都是必要的運用技術。然而在氣體純度分析中微量水氣之量測尤為困難，原因為水具有高極性之特性，故微量水氣極易吸附於金屬鋼瓶內壁造成濃度降低，導致至今仍無法取得高穩定性的低濃度水氣鋼瓶標準品，目前各國國家實驗室產生微量水氣之方法乃參考 ISO 6145-8: 2005(E) Gas Analysis-Preparation of Calibration Gas Mixtures Using Dynamic Volumetric Methods_ Diffusion Method^[1-2]，利用擴散槽(Diffusion Cell)在固定溫度、壓力下產生特定濃度水氣，擴散槽懸掛於經過校正之磁浮天平下方，透過磁浮天平量測擴散槽的重量損失計算產生水氣之濃度，如附圖 1^[1-3]所示，此特定濃度之水氣再經由動態式流量稀釋系統配製成各個不同濃度作為微量水氣原級標準。



附圖 1：微量水氣秤重系統^[1-3]

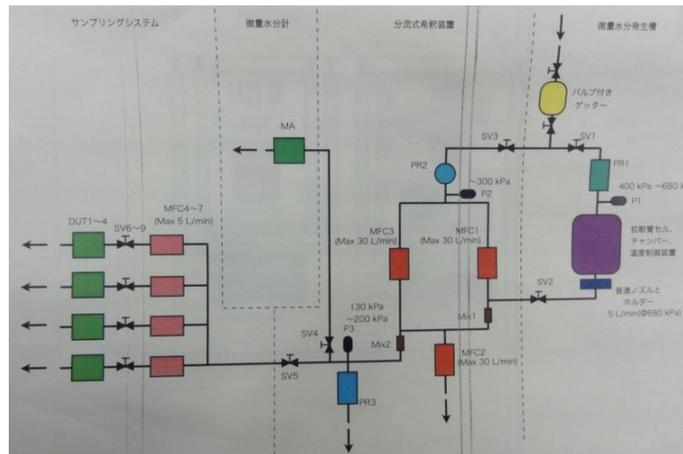
由於目前國內尚未建立微量水氣之計量追溯鏈，故今年度規劃至日本獨立行政法人計量研究所(National Metrology Institute of Japan, NMIJ)濕度標準研究室進行客座研究，主要內容為簡易型微量水氣產生暨量測裝置，該裝置為 NMIJ 濕度標準研究室近年所開發之前瞻技術，利用擴散法於特定溫度、壓力條件下產生某濃度之水氣，搭配動態式流量稀釋系統可產生 10 ppb ~ 10 ppm 之微量水氣，並可用以同時測試多部水分分析儀或露點計之性能，其計量追溯源為該研究室建立之原級水氣標準，標準的傳遞仰賴經校正之共振腔振盪衰減頻譜(Cavity Ring-Down Spectroscopy, CRDS)的量測結果，相關技術成果已發表於今年五月的 Sens. Actuators A: Physical 期刊^[1-1]。透過本次客座研究，可縮短國內建立微量水氣計量追溯之期程，儘早提供國內產業服務。

日本 NMIJ 濕度標準研究室所建置之簡易型微量水氣裝置如附圖 2 所示，氣體管路配置示意圖如附圖 3 所示，裝置組成包含載流氣體供應源、載流氣體純化器、微量水氣產生腔、動態式流量稀釋系統與高靈敏度微量水氣分析儀器。此裝置可產生 10 ppb ~ 10 ppm 之水氣濃度，並利用一台經原級系統校正過之 CRDS 提供其他微量水氣量測

設備之校正服務。各實驗參數(如環境溫濕度、環境壓力、腔體壓力、腔體溫度、稀釋流量設定等)及量測數據皆利用電腦軟體自動監控與記錄。



附圖 2：NMIJ 簡易型微量水氣產生裝置



附圖 3：簡易型微量水氣產生裝置氣體管路配置示意圖

此系統之載流氣源為氮氣，是利用液態氮氣化產生的氮氣提供微量水氣產生裝置運作，如附圖 4，因安全考量，濕度研究室中不放置任何氮氣鋼瓶或液態氮桶，液態氮儲槽位於該棟建築外側，產生之氮氣經由高潔淨度不鏽鋼管路運送至研究室內使用。



附圖 4：微量水氣產生裝置之載流氣體供應源

氮氣經管路運送至研究室後首先利用兩個氣體純化器去除水氣，如附圖 5，氣體純化器廠牌皆為 SAES，型號分別為 Monotorr PS4-MT3-N-1 與 FT400-902，經此二氣體純化器後，氮氣中之水氣濃度可 < 1 ppb，藉此提供微量水氣產生裝置乾燥的載流氣體，降低此裝置可提供校正服務之水氣濃度(10 ppb)。



附圖 5：(左) SAES 加熱型氣體純化器(第一道)，型號：Monotorr PS4-MT3-N-1
(右) SAES 常溫型氣體純化器(第二道)，型號：FT400-902

此乾燥氮氣同時供應微量水氣產生腔與動態式流量稀釋系統使用，微量水氣產生腔(塑膠外殼:長 18 cm x 寬 13 cm x 高 32 cm ;不鏽鋼腔上蓋直徑 8 cm、下底直徑 4.5 cm、總高度 27 cm)，腔內放置一個不鏽鋼瓶作為擴散槽(外徑 2.5 cm;內徑 1.2 cm ;高 10 cm)，擴散槽內填充純水，不鏽鋼瓶上方出口為 1/8"不鏽鋼管作為擴散管(Diffusion tube)，如附圖 6，本腔體以白金電阻溫度計(Platinum Resistance Thermometer, PRT)和控制器(廠牌: Cell ;型號: TDC 1030A)控制於約 68 °C，如附圖 7;並以高準確度調壓閥(廠牌: HIRAI ; 型號: APC-210)控制腔體進口端壓力穩定維持於約 450 仟帕，如附圖

8, 藉由上述溫度、壓力控制, 可穩定產生特定濃度之水氣。腔體出口端以音速噴嘴(孔徑 0.295 mm)準確控制氣體流量為 3 L/min, 此設計可避免在調整稀釋氣體流量時造成腔體內氣流擾動而影響水氣穩定輸出。



附圖 6：微量水氣產生腔體



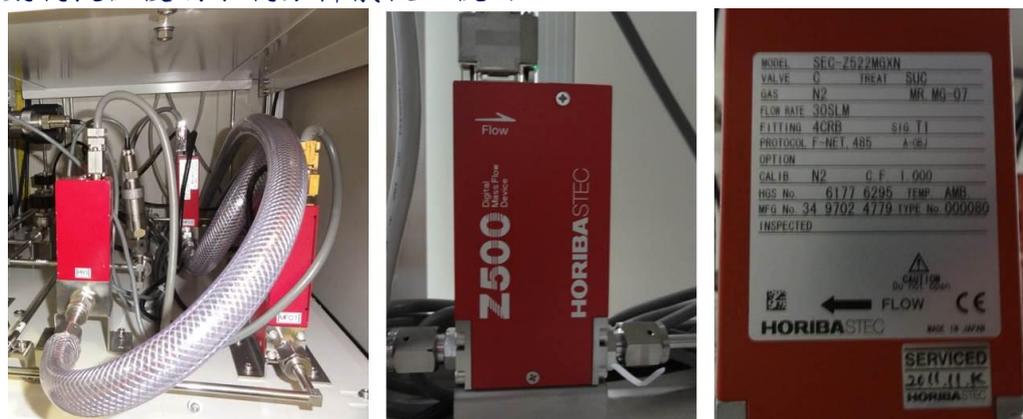
附圖 7：微量水氣產生腔體-溫度控制於 68 °C



附圖 8：微量水氣產生腔體-壓力控制於 450 仟帕

另一部分乾燥氮氣供應動態式流量稀釋系統使用, 此部分由三個質流量控制器 (Mass Flow Controller, MFC) 組成(廠牌: HORIBA STEC ;型號: Z500 ; 最大流量: 30

L/min)，如附圖 9，藉由調控乾燥氮氣之流量大小稀釋挾帶水氣之氣體，以產生不同水氣濃度之氮氣提供後端水氣分析儀校正使用。



附圖 9：動態式流量稀釋系統

含有 10 ppb ~ 10 ppm 水氣之氮氣利用經原級標準系統校正過的 CRDS (廠牌: Tiger Optics ;型號: MTO-1000; 由儀器操作介面得知該研究室儀器可量測的載氣種類包含氮氣、氧氣、氫氣與氫氣等，而目前只有量測以氮氣作為載氣之微量水氣濃度有經過原級標準系統校正)量測，如附圖 10 所示，將此儀器量測的濃度當作參考標準，同時氣體也通入待校儀器，比較兩者間量測數值差異，藉此校正待校之水氣分析儀或露點計。本裝置至多可同時進行四台水氣分析儀或露點計之校正服務。

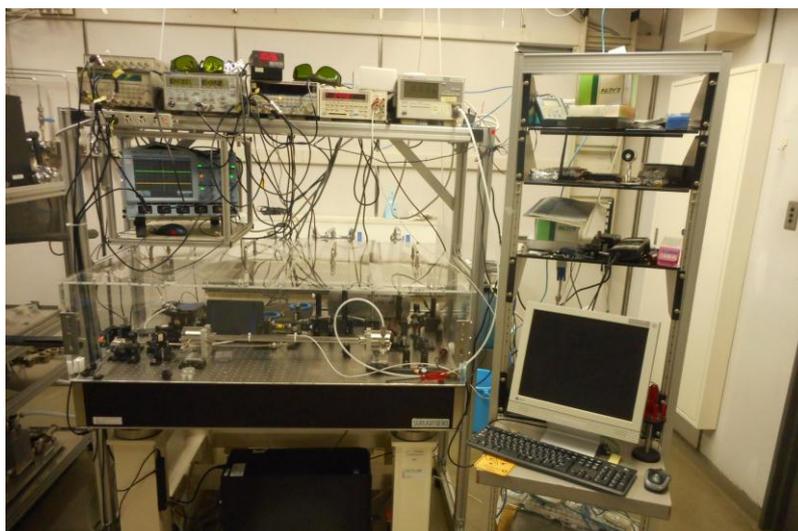


附圖 10：Tiger Optics MTO-1000 微量水氣分析儀

由於此裝置應用於產生微量水氣，故裝置中所使用之管材為了避免外氣滲入及水氣吸附於管材內壁，皆使用 316L 不鏽鋼管，且內壁經過電解拋光處理(Electro Polished)。該研究室曾以一般不鏽鋼管(內壁未經電解拋光處理)進行測試，經長時間(約一個月)使用乾燥氮氣沖洗，水氣濃度亦可降至約 1 ppb 的需求，但耗時與耗氣體;反觀選擇內壁經電解拋光處理之管材，僅需 1~2 天水氣濃度即可降至 1 ppb。此外，本裝置的氣體管路間接合處大多採用自動焊接，可避免外氣由接合點滲入造成汙染。裝置內閥

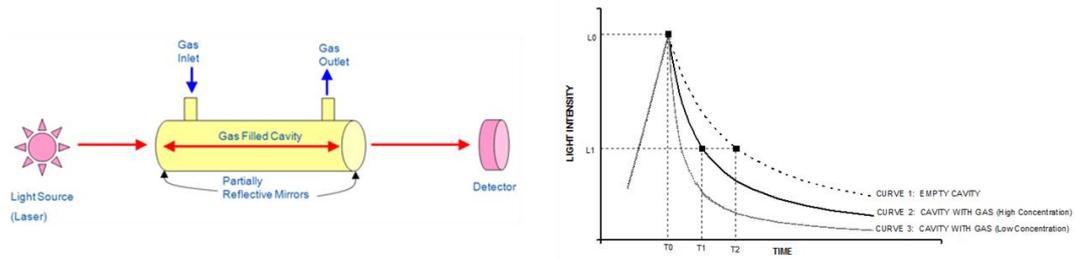
件與控制元件大多採用 VCR 接頭，可確實密封降低洩漏機率。透過慎選合適之管材、閥件與連接頭，並準確控制溫度、壓力等參數，此微量水氣產生裝置最低可產生 10 ppb 水氣。

除了簡易型的微量水氣產生裝置，NMIJ 濕度標準研究室近年也積極開發自組裝 CRDS，藉由本次客座研究機會，也與濕度標準研究室研究員針對此部分技術進行交流。系統如附圖 11 所示，經過數年的研究，目前該系統之偵測極限可達到約 50 ppt，優於目前市售之儀器，然而量測時間過久(約 30 分鐘一筆數據)與體積龐大為該系統仍需改良之缺點。



附圖 11：NMIJ 自組裝共振腔振盪衰減頻譜

共振腔振盪衰減頻譜屬於紅外光譜技術之一，主要元件包含雷射光源、一對高反射透鏡與光偵測器所組成，光源進入高反射鏡後會進行多次反射，每次反射均會有極微量的光源漏出被偵測器擷取，此部分即為光衰減之訊號，如附圖 12^[1-4]所示。此技術之偵測原理為測定單位時間內光衰減的變化量推算出腔體內之水氣濃度。造成光強度呈對數下降之原因可能為(1)光進入反射鏡時散射，(2)腔體內水氣吸收，(3)每次反射之漏光(假設反射鏡之漏光為 0.001 %，99.999 % 反射率之反射鏡可將光反射 100000 次，表示光通過之路徑可提升 10^5 倍，由比爾-朗伯定律(Beer-Lambert Law)， $A = \alpha CL$ (其中 A 為吸光值強度、 α 為氣體之截面吸收係數、 C 為待測物濃度、 L 為樣品腔體之光徑長)，當光徑提升 10^5 倍，可偵測之水氣濃度便可降低 10^5 倍，藉此提高儀器靈敏度、降低偵測極限。



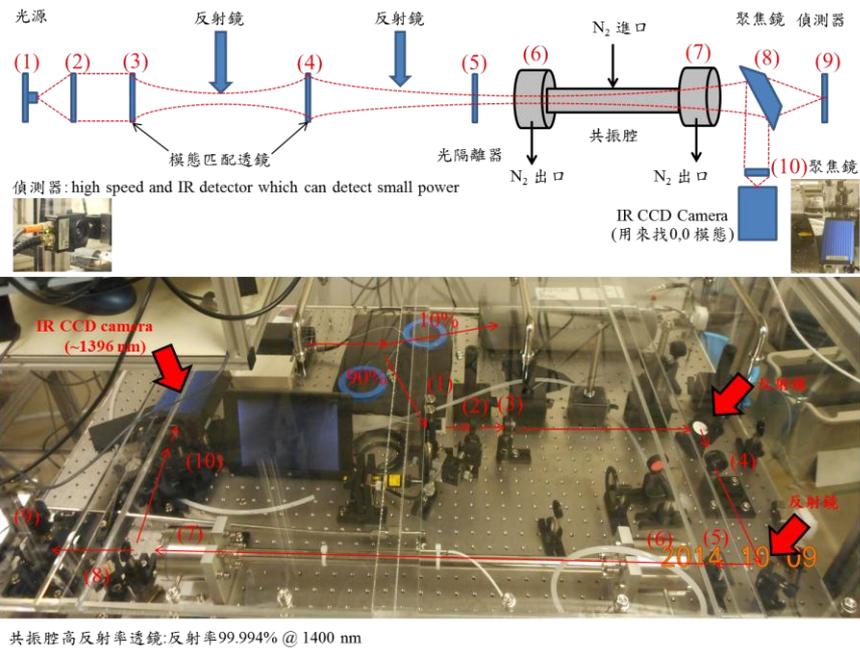
附圖 12：(a)共振腔振盪衰減頻譜技術示意圖^[1-4]；(b)共振腔振盪衰減訊號趨勢圖^[1-4]

NMIJ 系統使用之光源為分佈反饋雷射(Distributed Feedback Laser, DFB Laser)，此為一種連續波(Continuous wave)雷射，帶寬(Bandwidth)約 20 MHz，利用調控溫度或電流可改變雷射的波長進行掃描，當掃描到水氣吸收位置時固定雷射波長進行量測，而確切的雷射波長則利用波長計(Wavelength Meter)量測，如附圖 13 所示。



附圖 13：NMIJ 自組裝共振腔振盪衰減頻譜之雷射光源

雷射光路徑如附圖 14 所示，光源自 DFB 雷射產生後分成兩道，約 10% 至波長計量測雷射波長，90% 經過模態匹配透鏡(Mode-Matching Lens)、反射鏡(Reflection Mirror)、光隔離器(Optical Isolator)進入共振腔(Cavity)，共振腔內具有兩個高反射率之透鏡，其反射率在光波長 1400 nm 附近約 99.994%，藉此讓光在共振腔內來回反射增加光徑，進而提高偵測靈敏度。光離開共振腔後分又為兩道，大部分的光被聚焦至偵測器偵測光訊號強度，極少部分光反射聚焦至紅外光電耦合元件攝影機(IR CCD Camera)，藉此觀察並微調反射鏡進行光路徑校準，以獲得最大光強度。



附圖 14：自組裝共振腔振盪衰減頻譜雷射光路徑圖

附件十二、客戶滿意度報告

“顧客滿意度”(Customer Satisfaction, CS)這個名詞是企業經營者經常掛在嘴邊的常用語，也常見於電視或平面廣告中，業者以顧客滿意度高為產品或服務品質的保證，增加顧客對該業者的信心，並建立良好的形象。同樣地，財團法人工業技術研究院量測技術發展中心對顧客提供的服務項目，也需要顧客的支持，才得以更進一步的發展。因此於今年度針對民生計畫執行兩年期間所服務的顧客進行滿意度調查，並著重於探討顧客對於服務項目之滿意度，依顧客服務項目之區分為以下進行相關調查與分析。

本次顧客滿意度調查的服務項目可分為以下五個方向：

1. 了解顧客對技術服務積極度之滿意度
2. 了解顧客對技術服務專業度 I (交付文件內容是否容易解讀?) 之滿意度
3. 了解顧客對技術服務專業度 II (針對技術需求，是否提供解決方案與建議?) 之滿意度
4. 了解顧客對技術服務專業度 III (針對技術需求，是否能滿足公司之需求?)
5. 根據分析結果提供具體建議，以供未來提升滿意度之參考

顧客滿意度方法說明:

1. 滿意度衡量方法

非常滿意 10 分及很不滿意 1 分，以此準則及問卷有效數作為各項次平均計分標準。

2. 抽樣樣本數

發送樣本數 11 份，實際回收樣本數共 9 份，問卷回收率達八成一 (9/11)。

表 1 各顧客群組之樣本數

顧客群組	總數目	百分比	回收樣本數	回覆樣本數
1. 了解顧客對技術服務積極度之滿意度	11	81%	9	9
2. 了解顧客對技術服務專業度 I (交付文件內容是否容易?) 之滿意度	11	81%	9	9
3. 了解顧客對技術服務專業度 II (針對技術需求，是否提供解決方案與建議?) 之滿意度	11	81%	9	9
4. 了解顧客對技術服務專業度 III (針對技術需求，是否能滿足公司之需求?) 之滿意度	11	81%	9	9
總計	11	81%	9	9

滿意度調查結果分析

項目/客戶	A	B	C	D	E	F	G	H	I	平均合計
1.技術服務積極度	9	10	9	10	10	9	10	10	8	9.4
2.技術服務專業度-I	9	10	9	10	10	8	10	10	8	9.2
3.技術服務專業度-II	9	10	9	9	10	8	10	10	8	9.2
4.技術服務專業度-III	9	10	9	8	10	8	10	10	8	9.1
平均值	9	10	9	9	10	8	10	10	8	9.2

※ (極滿意 10 分；極不滿意 1 分)

本次顧客滿意度調查重點是希望探討顧客對於量測技術發展中心不同服務之滿意度，整體來說，顧客對於本單位所提供之服務項目均給予相當正面的評價，不同顧客的滿意度意見回覆經分析發現，不同服務項目的整體滿意度分數雖無顯著差異，但相較之下滿意度較低的服務項目，可進一步考量是否尚有改進空間。而除了以顧客希望改善的項目以及提供的意見與建議作為爾後努力的方向之外，量測技術發展中心將繼續維持顧客肯定的項目，提供顧客更好的服務品質。

 民生化學計量標準計畫 顧客意見調查表

感謝您 對工研院執行經濟部標準檢驗局委辦之「民生化學計量標準計畫」(民生計量計畫)的支持，為提供更完善切確的服務，我們需要您的協助，請於 內勾選合適的項目，給我們建議，再次感謝 貴公司配合與協助。

填寫過程中若有疑問，請聯繫計畫服務窗口 (TEL:03-5732216)，謝謝您的協助

1 貴公司員工人數大約是
 50 人以下 51~150 人 151~300 人 301~500 人 501 人以上

2 什麼因素吸引貴公司接受工業技術研究院的服務?(可複選)
 專業技術佳 ISO/TAF/標準要求 無其他公司提供此項服務
 收費較國外低 報告可靠性高 其他: _____

3 您接受服務的內容?
 技術討論/諮詢 檢驗/測試 技術服務, 名稱: CF4 氣體不純物分析

4 您對服務項目逐項進行滿意度評估(極滿意 10 分; 極不滿意 1 分)

評估項目	滿意分數
技術服務積極度 (諮詢解說是否態度和善與問題回覆是否詳盡?)	10
技術服務專業度 I (交付文件內容是否容易解讀?)	10
技術服務專業度 II (針對技術需求, 是否提供解決方案與建議?)	10
技術服務專業度 III (針對技術需求, 是否能滿足公司之需求?)	10

您對此次服務的整體滿意分數(極滿意 10 分; 極不滿意 1 分): 10

5 請問您在民生管制氣體、工業製程氣體純度、工業管制氣體濃度、有機物質計量標準/檢測之需求為何?
 計畫將主辦計量相關議題的研討會, 您是否希望接到計畫研討會最新訊息?
 是(請續答第 7 題) 否, 我不需要(請跳答第 8 題)

6 您希望我們舉辦研討會主題為何?
無

7 您對我們計畫意見或建議:
價錢太高, 與業界期待有落差

公司名稱/部門: _____ 品質管制部 聯繫電話/分機: _____
 聯繫 Mail: paulwu@_____ 聯繫序

紙僅供計畫分析使用

附圖 15：顧客意見調查表回函

一、研討會意見回饋

本年度於 5/27 假工研院光復院區舉辦「檢測實驗室玻璃儀具校正品保暨實務演練」研討會，簡章如下。針對實驗室品保不可或缺的一環：正確使用及校正玻璃儀具進行說明與探討。於活動中除詳細解說玻璃儀具校正與不確定度評估技術、玻璃儀具校正實驗演練程序，更規劃實務演練，理論與實務兼具規劃完整，藉此推廣校正追溯正確觀念與作法。計有行政院環境保護署環保局、台灣檢驗科技股份有限公司、中欣工程行、台灣大塚製藥、財團法人台灣電子檢驗中心等 17 家 32 人次產學研等相關單位人員參與。由於報名反應熱烈，已預定於 7/3 加開第二場次。本次課程內容與學員參與情況如下：



國家度量衡標準實驗室
新竹市光復路二段 321 號

檢測實驗室玻璃儀具校正品保暨實務演練研討會

玻璃儀具（泛指滴定管、定量瓶、移液管及玻璃量筒等），廣泛地運用於化學、生物、環境、食品及醫藥等各相關領域中，亦為各教學與研究上必備之基礎。在現今品質全面提升及精密科技發展的潮流下，玻璃儀具的準確與否，不僅會直接影響到各領域商品及實驗研究成果的正確性與可靠性，更進一步影響工（商）業上的競爭力，正確地使用及校正玻璃儀具儼然成為實驗室品保不可或缺的一環，亦是各種認證體系的基本要求。此活動乃本單位承辦經濟部標準檢驗局民生化學計量標準計畫而舉辦，擬透過玻璃儀具依循之校正標準介紹與實驗演練，在理論與實務搭配下，協助學員正確的使用、校正玻璃儀具，帶領學員了解玻璃儀具的相關知識與規範。

- 日期：103 年 5 月 27 日（星期二）
- 地點：新竹市光復路二段 321 號（工研院光復院區 3 館 117 會議室）
- 講師：工業技術研究院量測技術發展中心 講師群
- 費用：每人 NTS3,000 元，同公司報名 2 位(含)以上或 05/09 前報名可享每名優惠價 NTS2,500 元。
- 內容：

時間	課程名稱	講師
09:00~10:00	不確定度與允收標準	段靜芬
10:00~10:20	Break	
10:20~12:00	玻璃儀具校正與不確定度評估	李嘉真
12:00~13:00	午餐	
13:00~13:30	玻璃儀具校正實驗演練程序說明	李嘉真
13:30~15:10	玻璃儀具校正實務演練(分組)	講師群
15:10~15:30	Break	
15:30~16:00	綜合討論	講師群

參加廠商

三杰校正科技股份有限公司	中欣工程行
台灣大塚製藥股份有限公司	台灣東洋藥品工業股份有限公司
台灣檢驗科技股份有限公司	台灣羅門哈斯電子材料股份有限公司
禾研科技股份有限公司	東豐纖維企業股份有限公司路竹織染廠
阿托科技股份有限公司	信元製藥股份有限公司
苗栗縣政府環境保護局	財團法人台灣電子檢驗中心
財團法人全國認證基金會	量測科技股份有限公司
瑞安大藥廠股份有限公司	瑞基海洋生物科技股份有限公司
儀鴻科技實業股份有限公司	



課程講解I



課程講解II



實作課程執行I



實作課程執行II

此外本計畫為照顧南部企業，特於5月27日在高雄以及5月29日於台北舉辦「氣體濃度計量追溯與標準品管理實務分析」研討會。由計畫成員針對氣體濃度計量追溯體制概念、氣體濃度量測之法規需求面分析、廢氣處理設備效能驗證技術及氣體濃度驗證技術實務、如何建置產官雙贏之氣體計量追溯體制進行分析講解，計有產、學、研等氣體技術需求單位，40廠家，56人次參加。參與本次研討會的產業包含：

- 各大氣體廠商
- 氣體監(偵)測器儀校實驗室與設備供應商
- 環境檢測與顧問公司
- 其它氣體技術需求相關單位

□ 標準氣體管理制度意見交流：（環境保護署環境檢驗所）

環檢所目前針對標準氣體管理制度亦有相關研究計畫執行，由所內負責研究員來信詢問相關問題，團隊與環檢所亦於05/29於台北所舉辦的研討會後做詳細的意見交流，其提問內容如下：

- 國內有可能建置類似USEPA標準氣體的管理平台嗎？國內架構或氣體產品取得國際認可的可行性？
- ISO Guide 34參考物質生產機構認證與確保產品品質關連性？
- 國內氣體生產公司通過此認證之可能性如何？
- 我國如何確保國內產製氣體之品質(例如等同於NIST Traceable)？

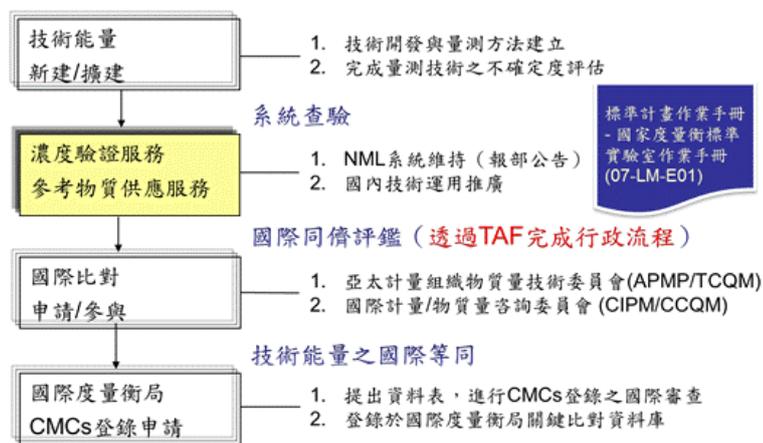
針對所內以上問題，茲回覆如下：

有關認證方面，國家度量衡標準實驗室持續接受到的詢問訊息與質疑是：TAF的ISO Guide 34可以確保產品品質嗎？ISO Guide 34還不是一份正式的標準文件，拿來做強制性的品質要求適當嗎？事實上，在國際度量衡委員會下透過化學物量技術小組的要求，目前各先進國家之標準維持實驗室（如：美國國家標準與技術研究院(NIST)，日本國家計量院(NMIJ)，英國國家物理研究院(NPL)，荷蘭國家計量院(VSL)等）都已達成共識，且實施多年ISO Guide 34以及ISO/IEC 17025的認證；認證的方式為每年都有"義務"參加技術能力的國際比對活動，且每五年必須請國際計量同儕進行品質系統與技術系統的展延評鑑。NML接受TAF的認證與評鑑，在模式上其實與國內實驗室的認證方式不太相同，因為我們的技術評鑑專家必須來自國際的計量

同儕，而所選擇的技術評鑑專家必須經過國際度量衡委員會轄下氣體分析工作小組主席的同意，而非全國認證基金會TAF同意；全國認證基金會在其中的角色為協助審查我們的品質管理系統。

當國家實驗室可以正式對外宣告我們的技術品質時，通常需要經過至少四道關卡__標檢局邀請國內專家做系統查驗（像102年標檢局就邀請了楊末雄老師與王家麟老師），採購NIST或其他國際等同的標準品跟我們的生產產品做系統確效，後續申請國際比對的參與，同時定期邀請國際同儕前來評鑑。也因為這漫長的程序，國家度量衡標準實驗室的技术建立進度一直被質疑速度緩慢，感覺好像兩三年了還只能做簡單的標準氣體，事實上技術能力都已經存在，只是很多行政流程在處理與等待。

國家「實體標準」建立之品質保證作業程序



附圖 16：國家實體標準建立之品質保證作業程序

至於要求國內氣體廠商通過ISO Guide 34認證確實有其難度，畢竟這還不是一個正式的國際標準，此制度目前也在歐洲推行得比較成功，美國地大物博有其自成一格的作法，國內一直以來比較傾向參考美國的作法，因此目前就推展且要求氣體廠做Guide 34認證實務面會有其困難。

技術團隊認為強化標準氣體供應品質的第一步就是：針對大部分的混合氣體嚴格要求供應廠商對於追溯的表示方式不能再以Traceable to NIST (by Weight)表示，其實美國環保署在2012年5月所公告的校正用標準氣體驗證技術規範中寫得很清楚，混合氣體必須追溯到同性質較高位階的氣體標準(Gaseous Standard)，當然如氯化氫或是氨氣這類較高反應性的混合氣在國際追溯上還有困難，可另案討論。強化國內供應廠在濃度確效分析上的落實會比較實際的作法，也是美國環保署建構環保用標準氣體驗證機制（PGVP制度；Protocol Gas Verification Program）的精神。

附件十三、期末委員意見彙整表

委員審查意見彙整表

計畫名稱：民生化學計量標準計畫 (2/4)

103 年度 細部計畫審查 期中報告審查 期末報告

建議事項	說明
A 委員	
<p>1. 本計畫第二年度如期達成各項年度目標，包括擴充與新建系統、製備三項參考物質與建置三件關鍵技術，合計完成 26 件技術報告，另亦參與多次國外技術交流活動、國際比對、國內技術推廣與服務及化學計量人才培育等，成效豐碩、值得肯定。期末報告書中完整的記載執行成果與資源運用情形，以下對其內容有以下幾點建議：</p> <p>(1) 計畫成果宜留意章節編排順序，有系統、一致的依照重點目標、目標項目及原定目標外成果等逐一呈現，以增加報告之可閱讀性與統整性。例如，p.20 目標達成情形之分類順序與 p.37 成果說明與檢討之分類順序不同，又與圖十四之分類順序不同。又如，在統整性上，依據圖十，通常先有軟硬體系統，再建立基礎類型關鍵技術，並製備參考物質，進而開發應用類型關鍵技術；若有此先後順序，則報告宜據此逐一陳述。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的建議。P.15 圖十是全程計畫產出之國家標準系統、參考物質、關鍵技術方法的彙整圖；P.37 成果說明與檢討，主要論述方式乃根據圖十由上而下之”前瞻關鍵技術”→”參考物質”生產→”標準系統”建置做依序說明，因所謂前瞻關鍵技術多為國內目前沒有的技術規格與內涵，因此成果撰寫以此為優先的緣由旨在強調關鍵技術產出的成果及其對產業的影響。參考物質生產體制的建立與標準系統的擴建方式已於第一年度成果作重點說明，因此在本年度的成果報告中調整其說明順序於前瞻關鍵技術”氣體純度規格驗證”之後。P.20 目標達成情形為計畫書查核點完成情形，屬各子項工作既定的行政管理格式，因此其順序與成果撰寫有所差異。 • 誠如委員所言，計畫產出過程先有軟硬體→基礎類關鍵技術→應用類關鍵技術，如此順序邏輯清楚易懂，計畫在依循執行報告撰寫格式下，表現方式順暢度確實有改善空間，計畫在後續年度，在執行報告撰寫格式下，依委員建議邏輯與精神，撰寫執行報告書。
<p>(2) 計畫結論與建議宜嘗試連結本年度成果與下年度所有原定重點目標，且必要時應提出計畫目標項目調整之需求，以符合計畫進展過程中所累積</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的建議。計畫將在執行報告審核後修正版，補充 103 年度成果與 104 投入技術目標之連結，針對產業需求之更動，必要時調整投入技術，以利加速建立與國際趨勢連

<p>之經驗，更能加速國家實體標準之建立與國際趨勢做連結。</p>	<p>結之國家實體標準。舉例而言，本年度計畫執行過程中，行政院環保署協尋國家實驗室協助針對空氣品質監測儀器(包含氣狀物與懸浮微粒)之性能驗證方式提供建議。團隊因此先行針對空氣品質監測數據統計分析軟體進行開發，再由其彙整結果挑選出具疑議之數據與儀器。並由後續提供的技術諮詢與交流互動過程中，建議環保署建立如法定計量檢定檢查制度之儀器性能週期確效作業。此外，由今年度與環保署之密切接觸與討論，亦瞭解國內目前針對懸浮微粒及 ppb 等級 SO₂ 等分析設備的性能確效有迫切技術需求，因此在 104 年度所規劃工作中，已將懸浮微粒之採樣與成分分析技術及微量 SO₂ 動態配製技術增列至計畫工作中，並擬將相關技術擴建於標準系統中，再經報部公告程序對外提供校正服務。</p>
<p>(3)有關本計畫技術性之例行品保品管程序可考慮建立一套標準作業程序(SOP)，例如不確定度、精度、準度、偵測下限、確效、能力試驗等評估，以求適用時機、方法、用詞、符號與單位上之一致性及可追溯性。</p>	<p>感謝委員的建議。民生化學計量計畫新建/擴建系統係按「新擴建系統查驗作業程序(E00-P-03)」規劃與執行，系統建置須辦理查驗程序，通過外聘查驗委員審核，報部待標準檢驗局核定通過便可成為國家標準量測系統，始得對外提供服務。系統建置過程中產生必要之校正程序與量測不確定度評估報告，係按「國家度量衡標準實驗室作業手冊」第 17 章規定之內容撰寫，委員提及之精度、量測不確定度、偵測極限與確效等重要資訊，均包含在此兩份程序內。此等程序須經系統負責人、實驗室主管、品質工程部層層關卡進行審查，審查內容包含系統服務範圍、量測原理、追溯、方法驗證與量測不確定度、SI unit 表示等，最後由權責主管核定在案。兩份文件均載明量測品保程序，校正程序中說明之量測品保程序係指執行面的動作(Do and Check)，原則上量測品保操作同校正程序的步驟；量測不確定度評估報告內提及的量測品保程序則是規劃部份(Plan)，包含管制參數設定、管制週期、管制方式，大多數引用統計製程管制(SPC)內的平均數(X-bar)管制圖來進行管制，以確保 NML 系統提工服務的品質。未來計畫將依委員的建議，對方法、用詞、符號、單位一致性與追溯性，再加強管理與引用。</p>
<p>B 委員</p>	

<p>2.貴團隊於民生化學計量標準計畫已執行二年成果豐碩。中華民國環境分析學會對於環檢公司使用之特殊氣體(例如:NIEA.A715.15B 或 NIEA.A722.75B...等)因價格昂貴(每瓶數拾萬),使用一年後常剩下很多,送回原廠進行濃度確認,時間長,費用高。若由貴單位成立技術回校機構,貴單位看法如何?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員建議。國家實驗室執行此計畫之核心目標,乃在藉由計畫所建立之技術於台灣建立<u>氣體濃度驗證中心</u>(即委員所提技術回校機構),以解決產業所面臨之外部追溯問題(耗時,費用高,無糾紛議定之主導權)。揮發性有機物此類多成分之特殊標準氣體的動態配製與濃度驗證技術均需要較高經費的投資,也因此已列為 104 年至 105 年計畫技術發展重點。本年度針對此類問題,亦與權責主管機關環檢所進行技術諮詢與交流,包含如何檢視特殊標準氣體的有效使用期限及廠商所提供標示濃度準確度與不確定度的合理性。
<p>C 委員</p>	
<p>3.本年度新建氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統預期每年可提供儀器校正服務之件數為何?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的詢問,本系統已於 10/17 完成系統查驗,公告完成後可提供校正,服務範圍包括:儀器設備供應商(如科榮、大翰)及二級校正/環檢驗證實驗室、政府環保相關單位(如環保署監資處品保室、電子檢驗中心);預估該系統年校正量約 20 件,年校正收入約 NT\$ 400 仟元繳庫。 • 酒精分析儀或偵測器校正服務:標準檢驗局制訂公告之「呼氣酒精測試器及分析儀檢定檢查技術規範」(CNMV 126)為呼氣酒精測試器性能檢定之主要依據的技術標準。本校正系統的建立可協助目前物流業與大眾運輸業等行業進行駕駛人員管制用酒測器材的準確度校正。
<p>4.本年度擴建之質量法高壓混合氣體供應驗證系統及鋼瓶氣體濃度量測系統其預期之效益為何?</p>	<p>感謝委員的詢問,二套擴建系統說明如下: ---「質量法高壓混合氣體供應驗證系統」,為落實節能減碳與「污染者付費」公平原則,計畫進行系統能量擴建後之原級氣體標準可達以下 10 種:CO/N₂、CO₂/N₂、CH₄/N₂、C₃H₈/N₂、CF₄/N₂、SF₆/N₂、NO/N₂、SO₂/N₂、O₂/N₂ 及 CH₄/air。本套混合氣體供應驗證系統為國內標準氣體的原級追溯,可滿足國內工業排放管制相關檢測實驗室,室內空氣品質監測實驗室,及氣體製造產業在氣體量測的計量追溯需求。目前亦有香港政府標準與校正實驗室所(SCL, Standard and</p>

	<p>Calibration Laboratory)洽詢本計畫於未來提供標準氣體，協助建立其氣體偵測器校正系統的計量追溯體制。</p> <p>---「鋼瓶氣體濃度量測系統」，本系統擴建後，除可提供既有 CO₂, CO, CH₄, C₃H₈ 鋼瓶氣體濃度量測之原級追溯，亦可提供國內固定污染源排放氣體(SO₂, NO)，氧氣偵測器之校正用標準氣體的追溯(O₂)，以及呼氣酒精(C₂H₅OH)量測儀器之校正用標準氣體的追溯，確保固定污染源污染排放量與呼氣酒精量測的正確性，滿足環保業、科技業、民生管制相關氣體量測的標準追溯及鋼瓶氣體校正需求。目標服務產業包括：氣體廠(如三福、亞東、新瑞橋)、儀器、感測器製造/代理商(如今日儀器、雋脈科技)、學研單位(如成大基金會)、財團法人(如電檢中心)、環檢單位(如瑩諮科技、環科公司、高雄南區資源回收廠)。</p>
<p>5. 計畫報告書第 5 頁所載「氣體成分 C₂H₅OH in air」之相對擴充不確定度 1.7 至 4.5(%)是否過高?</p>	<ul style="list-style-type: none"> 感謝委員的詢問，經查閱本年度所產出之技術文件(技資編號 07-3-A2-0131)內容，C₂H₅OH in Air 於(137 至 547) mol/mol 此濃度範圍之擴充不確定度為(1.7 至 4.3) mol/mol，為絕對濃度。於期末報告書第五頁將擴充不確定度誤植為相對擴充不確定度(%)，經實際換算後，此濃度範圍之相對擴充不確定度應為(0.8 至 1.3) (%)，結果將修改於審查後之期末報告中。
<p>6. 本年度技術服務之香港商科電工程公司及香港標準與校正實驗室之服務收入為何?。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 感謝委員的詢問。本項技術旨在與香港 SCL 進行國家標準實驗室間的技術交流，所需之對應材料、裝置、差旅約新台幣 520 仟元由 SCL 支付。
<p>7. 計畫報告書第 31 頁所載「技術授權 1020,060 元」，報告書第 115 頁所載「技術服務實際 86 件次，實際 1,700.1 仟元」。請說明技術服務 86 件次是否皆是技術授權?</p>	<ul style="list-style-type: none"> 感謝委員的詢問，本計畫技術運用之技術授權收入為 1,700.1 千元(P.115)，計畫按規定比例上繳國庫，上繳金額為 1,020,060 元(P.31 之技術移轉歲入繳庫數)。86 件次，計畫為推廣民生化學計量技術並收集產業需求資訊，提供之無償服務。其他有償之校正服務因依規定其收入歸屬國家度量衡標準實驗室運作計畫，因此未在本計畫書中提列。
<p>D 委員</p>	
<p>8. 由期末報告內容及產出成果瞭解，計畫執行團隊執行計畫成果豐碩。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 感謝委員的肯定。

<p>9.建議執行團隊將本年度計畫合約應完成事項及完成狀況，對照列表說明，有助於瞭解實際計畫執行情形。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的建議。本計畫合約應完成事項及完成狀況，技術查核點主要論述於執行報告 P.20-25，量化績效主要說明於 P.115 產出成果一覽表。其餘主要論述查核點下建立之研發成果與技術特點。本計畫技術研發及量化指標均達合約應完成事項之目標。
<p>10.有關參與氣體配製與濃度驗證技術國際比對，期末報告內容僅見參與比對二次，比對結果如何，建議說明。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 本年度參與國際比對包含 2000 $\mu\text{mol/mol}$ CH_4 in N_2 (APMP.QM-S7)及 1000 $\mu\text{mol/mol}$ C_3H_8 in N_2(APMP.QM-K111)共兩項。 • 由韓國國家標準及科學研究院(KRISS)主辦之 APMP.QM-S7 國際比對，比對結果說明於期末報告書第 46 至 47 頁及第 47 頁圖十九。技術團隊之濃度驗證分析結果除與主辦國的標準值一致外，不確定度大小範圍僅次於主辦國，優於其他實驗室。 • 有關 APMP.QM-K111，主辦國為日本財團法人化學物質評價機構(CERI)，報名參與國家共計 6 個國家實驗室，在時程安排上，CERI 於 9 月通知因行政作業問題比對件鋼瓶寄送時程將延至 2015 年上半年度，因此技術團隊另行規劃 2 個活動以驗證建立技術品質： <ul style="list-style-type: none"> (1)與 CERI 進行雙邊先行比對，方式為團隊將配製完成的標準氣體(鋼瓶編號：D216092；驗證濃度：(999.4 ± 1.5) $\mu\text{mol/mol}$) 寄送至日本 CERI，由日本 CERI 執行濃度驗證，再由 CERI 所出具之驗證結果與團隊之結果進行 En 值比較。目前比對件目前已寄達日方 CERI，日方初步回覆其驗證結果為 (1000.0 ± 3.5) $\mu\text{mol/mol}$，En 值為 0.16 (小於 1.0)，正式報告須待日方之行政簽核程序完成後方能取得。如上結果已說明於期末報告書第 1 頁之重要活動中說明，相關比對結果亦將詳述於審查後期末報告書中； (2)採用原級參考物質之穩定度評估方式，向 CERI 採購一瓶標示濃度為 1000 $\mu\text{mol/mol}$ 之 C_3H_8 in N_2 混合氣體，運用本計畫所建立之原級參考物質進行該氣體之濃度驗證後，比較 CERI 所提供之報告值與技術團隊所驗證之濃度值的等同性(DoE, Degree of Equivalence)。結果顯示，CERI 之報告濃度為 (983.5 ± 3.5) $\mu\text{mol/mol}$，技術團隊之驗證濃度為 (983.8 ± 1.5) $\mu\text{mol/mol}$，En 值為 0.08 (小於 1.0)。

<p>11. 結論與建議請加強說明本年度計畫執行成果之結論及關於本年度計畫執行建議，而非對於 104 年度計畫執行事項之介紹。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的建議。本計畫將在審核後修正版強化 103 年執行成果之結論說明。
<p>E 委員</p>	
<p>1. CO 與 CO₂ 動態稀釋理論倍率與實際倍率出現明顯差異應討論可能出現誤差的原因，是否質量流量計的校準出現問題？</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員意見。理論與實際稀釋倍率出現較高偏差處多半為超過 20 倍以上之高稀釋倍率區間，可能的原因之一為質量流量計非操作在原廠建議的使用區間（最小調至全流量的 10%）或流量計的流率校正非使用標準的氣體進行（如流量校正時乃使用空氣或氮氣，但其校正結果被使用於氫氣，氫氣或其他成分氣體的流率控制）。也因此，美國 EPA 所公告的技術規範 EPA 600/R-12/531 中針對氣體濃度稀釋裝置的校正有特別聲明，除可使用流量校正方式確保稀釋倍率的準確性外，可利用化學濃度量測的方式進行稀釋倍率的驗證，亦即採用如本計畫所建立之濃度稀釋裝置校正系統，針對稀釋配製產生之氣體，以近似濃度的標準氣體進行濃度驗證，以評估真實的稀釋倍率（或稱稀釋分率）。
<p>2. 氣體純度量測技術選擇 FT-IR 與四極柱式質譜而非更易操作、成本低可靠性更高的 GC 法之原因為何，是否將建置 GC 法作為另一選項？</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的詢問，如報告書內容第 42 至 44 頁所列，除了建立 FT-IR 與四極柱質譜之氣體純度量測技術，亦一併開發了 GC-DID 執行純度分析的方法，此外，今年度也協助國內氣體供應商建置以 GC-PDHID/FID 方式進行氣體產品純度分析。就目前現有之設備而言，本計畫同時開發 FT-IR 與 QMS 技術，其優點為相較於 GC 方法，容易搬運至客戶需求的工作位址執行現場檢測。
<p>3. 水份含量量測選擇 CRDS 方法為一非常適當的選擇，可考慮以 Karl Fisher 滴定法驗證之。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員建議。目前國家實驗室已建置可測試 1000 ppm 以上水氣含量之量測標準於濕度標準實驗室中。本計畫為配合國內科技廠對於特用氣體之微水含量量測的需求，使用 CRDS 建立 0.1 ppm 至 50 ppm 之氣體中微量水氣計量技術。未來在高濃度 50 ppm 以上之水氣量測技術建立上將一併考量採用委員所提供之建議技術進行驗證。
<p>4. NO in N₂ 標氣選擇以 FTIR 量測而非化學發光法分析儀的原因說明。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • NO in N₂ 驗證參考物質製備乃為國內固定污染源排放監測儀器校正用氣體追溯之用，配製範圍屬於高濃度範圍(50 至 2000) μmol/mol，因此使用既有與排放監測儀器相同紅外光原理之 FTIR 進行量測，量測結果符合計畫預期需求。

	<p>有關化學發光法分析儀，本年度亦曾運用該類型儀器進行低濃度範圍量測，量測數值之線性關係良好，因此未來針對低濃度範圍之 NO in N₂ 驗證參考物質將以委員建議之化學發光法分析儀進行量測。</p>
--	---