



經濟部標準檢驗局 104 年度執行報告(審核後修正版)

民生化學計量標準計畫 (3/4)

(第 3 年度)

全程計畫：自 102 年 1 月至 105 年 12 月止

本年度計畫：自 104 年 3 月至 104 年 12 月止



工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

中華民國 104 年 12 月

目 錄

基本摘要	I
壹、104 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	20
肆、執行績效檢討	21
一、計畫達成情形	21
(一) 進度與計畫符合情形	21
(二) 目標達成情形	23
(三) 配合計畫與措施	40
二、資源運用情形	41
(一) 人力運用情形	41
(二) 經費運用情形	42
(三) 設備購置與利用情形	44
(四) 人力培訓情形	44
伍、成果說明與檢討	48
一、非量化執行成果說明	48
(一) 氣體化學計量標準技術分項	48
(二) 民生安全管制物質計量標準分項	94
二、年度計畫整體量化執行成果說明	113
(一) 技術運用收入	113
(二) 技術推廣活動成果說明	117
(三) 技術服務成果說明	124
(四) 論文發表成果說明	136
(五) 產出成果一覽表	143
陸、結論與建議	144
一、氣體化學計量標準技術分項	144
二、民生安全管制物質計量標準分項	146
柒、附件	150
附件一、新台幣 3 百萬元以上(含)之儀器設備清單	150
附件二、新台幣 1 百萬元以上(含)之儀器設備清單	151
附件三、國外出差人員一覽表	152
附件四、專利成果統計一覽表	157
附件五、論文一覽表	158
附件六、研究報告一覽表	160
附件七、研討會/成果發表會/說明會一覽表	161
附件八、中英文對照表	162
附件九、研究成果統計表	165
附件十、參考文獻索引	166

附件十一、國際同儕評鑑	169
附件十二、國際技術交流研究報告	177
附件十三、客戶滿意度報告	184
附件十四、委員意見彙整表	190

圖 目 錄

圖一：氧氣中不純物物種定性及濃度定量分析流程示意	12
圖二：行政院環境保護署監資處品保室改造前後對照圖	14
圖三：工研院量測中心與環保署監資處合力打造之監測儀器比對作業平台	15
圖四：計畫執行之全程預定產出技術/系統與驗證參考物質	16
圖五：動態氣體配製暨量測技術整合系統（甲醛與微量水氣）	17
圖六：國內氣體濃度量測需求彙整圖	48
圖七：由產業需求歸納之氣體計量核心技術要項	48
圖八：甲醛氣體計量標準系統照片	50
圖九：流量控制系統校正結果	51
圖十：利用甲醛氣體濃度量測標準技術產生(1 至 10) ppm 甲醛	53
圖十一：簡易型微量水氣產生暨量測裝置硬體設備	54
圖十二：日本 NMIJ 濕度標準研究室出具之 CRDS 校正報告與結果	55
圖十三：微量水氣原級標準系統(磁浮天平)示意圖	55
圖十四：H ₂ O in Ar 動態式濃度產生趨勢圖	57
圖十五：H ₂ O in O ₂ 動態式濃度產生趨勢圖	58
圖十六：微量水氣產生暨量測裝置自動化監控程式	58
圖十七：國內某氣體供應商之露點計性能測試	59
圖十八：高濃度水氣產生設備示意圖	60
圖十九：校正步驟與量測數據品保流程圖（濃度範圍為(50 至 2000) ppm）	62
圖二十：校正步驟與量測數據品保流程圖（濃度範圍為(1 至 50) ppm）	63
圖二十一：SO ₂ in N ₂ 量測系統管制圖	65
圖二十二：NO in N ₂ 量測系統管制圖（傅立葉紅外光譜儀）	66
圖二十三：NO in N ₂ 量測系統管制圖（NO 分析儀）	66
圖二十四：HCl 濃度量測系統示意圖	68
圖二十五：H ₂ 、Cl ₂ 及 F ₂ 濃度量測系統示意圖	68
圖二十六：HCl in N ₂ 濃度動態配製檢量線	69
圖二十七：H ₂ in N ₂ 濃度動態配製檢量線	69
圖二十八：Cl ₂ in N ₂ 濃度動態配製檢量線	69
圖二十九：F ₂ in N ₂ 濃度動態配製檢量線	70
圖三十：製程尾氣處理設備效率驗證示意圖	71
圖三十一：歷年參與國際比對活動之執行成果	76
圖三十二：國內氣體濃度檢測能力試驗活動流程圖	77
圖三十三：能力試驗 Degree of Equivalence (DOE)分析圖	79
圖三十四：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	81
圖三十五：GC-TCD 氣體濃度驗證系統設備圖	83
圖三十六：GC-MS 氣體濃度驗證系統設備圖	84
圖三十七：O ₂ in N ₂ 驗證參考物質濃度與分析訊號迴歸分析圖	87
圖三十八：CO+CO ₂ +C ₃ H ₈ in N ₂ 驗證參考物質濃度與分析訊號迴歸分析圖	88

圖三十九：H ₂ S in N ₂ 驗證參考物質濃度與分析訊號迴歸分析圖.....	89
圖四十：注射重量法系統裝置圖.....	92
圖四十一：注射重量法配製不確定度來源.....	93
圖四十二：重金屬與有機物質計量標準技術之產業運用規劃.....	94
圖四十三：無機分析實驗室.....	95
圖四十四：自動化感應耦合電漿質譜分析技術示意圖.....	96
圖四十五：感應耦合電漿質譜儀分析最佳化參數.....	96
圖四十六：氣瓶氣體中無機不純物前處理系統示意圖.....	98
圖四十七：懸浮微粒捕捉裝置回收率測試示意圖.....	99
圖四十八：DEHP ID GC-MS 濃度分析檢量線.....	102
圖四十九：DEHP 濃度量測不確定度來源.....	104
圖五十：氣體計量技術 102 至 104 年度發展重點說明.....	144
圖五十一：PM ₁₀ &PM _{2.5} 懸浮微粒監測儀器比測平台規劃（與環保署跨部會合作）	145
圖五十二：有機物質與重金屬量測技術之產業運用規劃說明.....	148

表 目 錄

表一：軍用氣氧送測樣品成分分析結果與軍用氣氧規格濃度比較表	13
表二：計畫全程新擴建系統一覽表	18
表三：計畫全程量測技術與方法產出一覽表	19
表四：11 ppm 甲醛不確定度評估結果	52
表五：1 ppm 甲醛不確定度評估結果	53
表六：1 ppm H ₂ O in N ₂ 不確定度評估結果	56
表七：量測濃度範圍之標準不確定度評估公式	64
表八：量測濃度範圍之標準不確定度評估公式	67
表九：高反應性氣體濃度量測方法偵測極限	71
表十：APMP.QM-K111 比對件分析方法	73
表十一：APMP.QM-K111 比對件濃度驗證分析結果	73
表十二：APMP.QM-S2 比對件分析方法	73
表十三：APMP.QM-S2 比對件濃度驗證分析結果	74
表十四：比對樣品參考值資訊	78
表十五：能力試驗濃度驗證分析 En 計算結果	79
表十六：(10 至 25) mmol/mol 氮氣中氧氣驗證參考物質配製濃度表	81
表十七：多成分驗證參考物質 (CO/CO ₂ /C ₃ H ₈ in N ₂) 配製濃度表	82
表十八：(10 至 100) μmol/mol 氮氣中硫化氫驗證參考物質配製濃度表	82
表十九：GC 系統分析條件 (Agilent 7890A) ___CO+CO ₂ +C ₃ H ₈ in N ₂	84
表二十：系統分析條件 (Agilent 7890A) ___O ₂ in N ₂	85
表二十一：系統分析條件 (Agilent 7890B-5977 MSD) ___H ₂ S in N ₂	85
表二十二：氣瓶與注射針質量秤重之不確定度估算	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 (3/4)			
主管機關	經濟部標準檢驗局	計畫編號	104-1401-04-08-03	
執行機構	財團法人工業技術研究院	審議編號		
年度	104	全程期間	10204-10512	
本期經費	45,530 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	75 %	75 %	0 %
經費支用		預定支用經費	實際支用經費	支用比率
	當年	45,530 仟元	45,530 仟元	100.00 %
	全程	111,120 仟元	111,120 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、氮氧化物、硫氧化物、品質管制、室內空氣品質、揮發性有機物、甲醛			
英文關鍵詞	Metrology in Chemistry、Environmental Chemistry、Reference Material、Trace Moisture、Gas Purity、Inorganic Acid、Nitrogen Oxide、Sulfur Oxide、Quality Control、Indoor Air Quality、Volatile Organic Compounds、Formaldehyde			
研究人員	中文姓名		英文姓名	
	彭國勝		Gwo-Sheng Peng	
	林采吟		Tsai-Yin Lin	
	徐繹翔等		I-Hsiang Hsu 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」之政策方針。本年度技術工作主要包括：</p>			

	<ol style="list-style-type: none"> 1. 擴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 SO₂ in N₂ 與 NO in N₂ 氣體濃度稀釋裝置與分析設備之校正，完成系統查驗後可提供國內環境監測或勞安作業場所所使用相關儀具之計量追溯服務。 2. 擴建可供應標準混合氣體之國家標準系統一套(系統名稱：質量法高壓混合氣體供應驗證系統)。內容為(10 至 250) mmol/mol O₂/N₂ 與車輛排氣分析用(CO/CO₂/C₃H₈) in N₂ 驗證參考物質。此外並研製(10 至 100) μmol/mol H₂S in N₂ 驗證參考物質，以及進行室內空氣品質管制之多成分揮發性有機化合物濃度驗證與配製技術研究。 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。 6. 建立超微量無機元素量測技術，及氣瓶或容器內容物之無機類不純物濃度量測技術。 7. 進行食品內 PBDEs，及食品接觸產品塑化劑 DEHP 溶出濃度量測與評估，並建立基質參考物質生產：液態基質參考物質配製技術。 <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 2,158.194 仟元，共計 8 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反應或吸附性氣體的動態配製與量測技術。此外，亦配合國內對於空氣品質監測管理的需求，持續開發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；並正式展開國家度量衡標準實驗室氣體計量技術團隊與環保署相關品保單位的正式跨部會合作，進行國家氣體標準的推廣，並運用品保技術協助建置監測儀器比對技術平台。</p>
英文摘要	<p>The main objectives of this project are to establish the highest level national measurement standards with metrological traceability</p>

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 2015 include:

- (1) Expanding a national standard system (Gas Concentration Dilution Device and Concentration Analysis Device Calibration System) for instrument calibration services. The calibration includes SO₂ in N₂ and NO in N₂ gas dilution devices and related analyzing instruments. After completing the system verification, we can provide the metrological traceability service for those instruments used in environmental monitoring and workplace.
- (2) Expanding a national standard system (Gravimetric High-Pressure Cylinder Gas Mixture Supply) to supply standard gas mixtures. We can now provide certified reference gas mixtures of 10 to 250 mmol/mol O₂ in N₂ and (CO/CO₂/C₃H₈) in N₂ used for vehicle exhaust analysis. 10 to 100 mol/mol H₂S in N₂ certified reference gas mixtures was also prepared. Moreover, we established concentration verification and preparation technique for multi volatile organic compounds (VOCs) regulated by indoor air quality control act.
- (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

	<p>use of permeation method for preparation of formaldehyde and the use of diffusion method for trace moisture.</p> <p>(6) Establishing ultra-trace inorganic elements measurement technique and inorganic impurities concentration measurement technique in gas cylinder and containers.</p> <p>(7) Conducting the concentration measurement and evaluation for polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and bis(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) in food. Establishing liquid matrix reference materials preparation technique.</p> <p>To generalize the above techniques, we provided technical services to 8 industrial companies, with the IP contract amount of \$2,158.194k NTD. The major contents for these services are the concentration certification for standard gas mixtures and dynamic preparation and measurement technique for reactive or adsorptive gas. In addition, we developed software for data analysis, which can be very useful tool for testing laboratories or competent authorities to conduct statistical analysis for air quality monitoring. The established techniques also help to promote the cooperation between the gas metrology group in National Measurement Laboratory (NML) and related quality assurance department in Environmental Protection Administration (EPA), and which is beneficial for standard gas promotion and popularization.</p>
報告頁數	200
使用語言	中文
全文處理方式	可對外提供參考

報 告 內 容

壹、104 年度重要活動與成果記事

日期	活動內容簡述														
<p>■ 技術等同之相關國際活動</p>															
<p>104.04.01 至 104.09.30</p>	<p>國際比對 I 參與日本 CERI 所舉辦之 APMP.QM-K111 國際比對活動，比對項目為 1000 $\mu\text{mol/mol}$ $\text{C}_3\text{H}_8/\text{N}_2$，參與國家除主辦國日本 CERI 外，另有台灣 CMS/ITRI、新加坡 A*STAR、泰國 NMIT、大陸 NIM 與日本 NMIJ 等國家計量研究單位參加，已完成比對件分析，並進行報告遞交主辦單位日本的 CERI。</p> <p>國際比對 II 參與日本 NMIJ 所舉辦之 APMP.QM-S2 國際比對活動，比對項目為 0.2 mol/mol O_2/N_2，參與國家除主辦國日本 NMIJ 外，另有台灣 CMS/ITRI、泰國 NIMT 等國家計量機構參加，已完成比對件分析，並將報告遞交主辦單位日本的 NMIJ。</p>														
<p>104.06.15-17</p>	<p>國際同儕評鑑 邀請 TCQM/GAWG 主席 Dr. Jinseog Kim 來台進行為期三天的驗證參考物質生產認證 ISO Guide 34，以及 ISO 17025 實驗室認證國際同儕評鑑工作。本單位所維持之各標準系統順利通過此次評鑑，而該評鑑結果也將用於申請擴充登錄於國際度量衡局（BIPM）的校正與量測能量（CMCs）資料庫，證明我國的量測標準與國際等同。</p> <p>ISO Guide 34 認證範圍</p> <table border="1" data-bbox="357 1400 1465 2004"> <thead> <tr> <th data-bbox="357 1400 724 1547">生產參考物質之類別 (Refer to ILAC G12:2000, Appendix B)</th> <th data-bbox="724 1400 1465 1547">項目/參數 (包括量測範圍與不確定度)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="357 1547 724 2004" rowspan="7">A7.1 氣體混合物</td> <td data-bbox="724 1547 1465 1608">CO in N₂ : (1.0 to 100) $\mu\text{mol/mol}$, U_r=(1.0 to 3.0) %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="724 1608 1465 1668">CO in N₂ : (>0.1 to 100) mmol/mol, U_r=(0.2 to 1.0) %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="724 1668 1465 1729">CO₂ in N₂ : (100 to 1000) $\mu\text{mol/mol}$, U_r=(0.2 to 1.2) %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="724 1729 1465 1789">CO₂ in N₂ : (>1.0 to 160) mmol/mol, U_r=(0.1 to 0.8) %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="724 1789 1465 1850">CH₄ in N₂ : (100 to 1000) $\mu\text{mol/mol}$, U_r=(0.8 to 1.0) %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="724 1850 1465 1910">CH₄ in N₂ : (>1.0 to 100) mmol/mol, U_r=(0.1 to 0.8) %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="724 1910 1465 1971">C₃H₈ in N₂ : (0.1 to 50) mmol/mol, U_r=(0.5 to 1.0) %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="357 1971 724 2004"></td> <td data-bbox="724 1971 1465 2031">CF₄ in N₂ : (100 to 3000) $\mu\text{mol/mol}$, U_r=(0.3 to 1.0) %</td> </tr> <tr> <td data-bbox="357 2031 724 2004"></td> <td data-bbox="724 2031 1465 2004">SF₆ in N₂ : (10 to 1000) $\mu\text{mol/mol}$, U_r=(0.5 to 1.5) %</td> </tr> </tbody> </table>	生產參考物質之類別 (Refer to ILAC G12:2000, Appendix B)	項目/參數 (包括量測範圍與不確定度)	A7.1 氣體混合物	CO in N ₂ : (1.0 to 100) $\mu\text{mol/mol}$, U _r =(1.0 to 3.0) %	CO in N ₂ : (>0.1 to 100) mmol/mol , U _r =(0.2 to 1.0) %	CO ₂ in N ₂ : (100 to 1000) $\mu\text{mol/mol}$, U _r =(0.2 to 1.2) %	CO ₂ in N ₂ : (>1.0 to 160) mmol/mol , U _r =(0.1 to 0.8) %	CH ₄ in N ₂ : (100 to 1000) $\mu\text{mol/mol}$, U _r =(0.8 to 1.0) %	CH ₄ in N ₂ : (>1.0 to 100) mmol/mol , U _r =(0.1 to 0.8) %	C ₃ H ₈ in N ₂ : (0.1 to 50) mmol/mol , U _r =(0.5 to 1.0) %		CF ₄ in N ₂ : (100 to 3000) $\mu\text{mol/mol}$, U _r =(0.3 to 1.0) %		SF ₆ in N ₂ : (10 to 1000) $\mu\text{mol/mol}$, U _r =(0.5 to 1.5) %
生產參考物質之類別 (Refer to ILAC G12:2000, Appendix B)	項目/參數 (包括量測範圍與不確定度)														
A7.1 氣體混合物	CO in N ₂ : (1.0 to 100) $\mu\text{mol/mol}$, U _r =(1.0 to 3.0) %														
	CO in N ₂ : (>0.1 to 100) mmol/mol , U _r =(0.2 to 1.0) %														
	CO ₂ in N ₂ : (100 to 1000) $\mu\text{mol/mol}$, U _r =(0.2 to 1.2) %														
	CO ₂ in N ₂ : (>1.0 to 160) mmol/mol , U _r =(0.1 to 0.8) %														
	CH ₄ in N ₂ : (100 to 1000) $\mu\text{mol/mol}$, U _r =(0.8 to 1.0) %														
	CH ₄ in N ₂ : (>1.0 to 100) mmol/mol , U _r =(0.1 to 0.8) %														
	C ₃ H ₈ in N ₂ : (0.1 to 50) mmol/mol , U _r =(0.5 to 1.0) %														
	CF ₄ in N ₂ : (100 to 3000) $\mu\text{mol/mol}$, U _r =(0.3 to 1.0) %														
	SF ₆ in N ₂ : (10 to 1000) $\mu\text{mol/mol}$, U _r =(0.5 to 1.5) %														

日期	活動內容簡述		
		NO in N ₂ : (50 to 2000) μmol/mol, U _r =(0.8 to 2.0) %	
		SO ₂ in N ₂ : (50 to 2000) μmol/mol, U _r =(0. to 1.5) %	
		O ₂ in N ₂ : (1.0 to 10) μmol/mol, U _r =(1.5 to 3.0) %	
		O ₂ in N ₂ : (1.0 to 10) mmol/mol, U _r =(0.5 to 1.5) %	
		O ₂ in N ₂ : (>10 to 250) mmol/mol, U _r =(0.3 to 1.0) %	
		CH ₄ in Air : (1.0 to 20) mmol/mol, U _r =(0.3 to 0.8) %	
ISO 17025 認證範圍			
校正件	校正方法/最高工作標準件	校正範圍	最小不確定度
KI1000 旋轉式黏度計	黏度系統旋轉式黏度計 校正程序 (文件編號： 07-3-81-0063) / 標準黏度液：CANNON / S3, S6, N10, S20, N35, S60, N100, S 00, N350, S600, N1000, S2000, N4000, S8000, N15000, S30000, N62000	(1 to 100) mPa·s (>100 to 1000) mPa·s (>1000 to 10000) mPa·s (>10000 to 100000) mPa·s (>100000 to 200000) mPa·s	0.04 mPa·s 0.9 mPa·s 9 mPa·s 97 mPa·s 2300 mPa·s
KI4000 CO, CO ₂ , CH ₄ , C ₃ H ₈ , O ₂ (氣瓶氣體)	氣瓶氣體濃度量測系統 濃度校正程序—氣相層 析儀搭配熱傳導偵測器 (文件編號： 07-3-91-0035) / 標準氣體：NMIs / CO, CO ₂ , CH ₄ , C ₃ H ₈ , O ₂	CO: (1000 to 10000) μmol/mol CO: (> 10000 to 200000) μmol/mol CO ₂ : (1000 to 10000) μmol/mol CO ₂ : (>10000 to 300000) μmol/mol CH ₄ : (1000 to 10000) μmol/mol CH ₄ : (>10000 to 100000) μmol/mol C ₃ H ₈ : (1000 to 10000) μmol/mol C ₃ H ₈ : (>10000 to 50000) μmol/mol O ₂ : (1000 to 10000) μmol/mol O ₂ : (>10000 to 250000) μmol/mol	9 μmol/mol 90 μmol/mol 12 μmol/mol 120 μmol/mol 8 μmol/mol 80 μmol/mol 6 μmol/mol 60 μmol/mol 12 μmol/mol 120 μmol/mol
KI4000 CO, CO ₂ , CH ₄ , C ₃ H ₈ , (氣瓶氣體)	氣瓶氣體濃度量測系統 濃度校正程序—氣相層 析儀搭配火焰離子偵測 器(文件編號： 07-3-A3-0079) / 標準氣體：NMIs / CO, CO ₂ , CH ₄ , C ₃ H ₈	CO: (10 to 1000) μmol/mol CO ₂ : (100 to 1000) μmol/mol CH ₄ : (100 to 1000) μmol/mol C ₃ H ₈ : (100 to 1000) μmol/mol	0.08 μmol/mol 1.1 μmol/mol 0.9 μmol/mol 1.0 μmol/mol
KI4000	氣瓶氣體濃度量測系統	NO/N ₂ : (50 to 2000) μmol/mol	0.89 μmol/mol

日期	活動內容簡述			
	NO, SO ₂ (氣瓶氣體)	濃度校正程序—紅外光譜法(文件編號：07-3-A3-0205) / 標準氣體：NMIs / NO, SO ₂	SO ₂ /N ₂ : (50 to 2000) μmol/mol	0.82 μmol/mol
	KI4000 C ₂ H ₅ OH (氣瓶氣體)	醇類混合氣體濃度驗證程序(文件編號：07-3-A2-0120) / 標準氣體：NMIs / C ₂ H ₅ OH	137 μmol/mol 301 μmol/mol 547 μmol/mol	1.7 μmol/mol 3.2 μmol/mol 4.3 μmol/mol
	KI4000 CO, CO ₂ , CH ₄ , C ₃ H ₈ , CF ₄ , SF ₆ , NO, SO ₂ , O ₂ (氣瓶氣體)	氣瓶氣體充填質量與混合氣濃度驗證程序—稱重法(文件編號：07-3-A3-0179) / 標準氣體：NMIs / CO, CO ₂ , CH ₄ , C ₃ H ₈ , CF ₄ , SF ₆ , NO, SO ₂ , O ₂	CO/N ₂ : (1 to 100) μmol/mol CO/N ₂ : (> 0.1 to 100) mmol/mol CO ₂ /N ₂ : (100 to 1000) μmol/mol CO ₂ /N ₂ : (> 1 to 160) mmol/mol CH ₄ /N ₂ : (100 to 1000) μmol/mol CH ₄ /N ₂ : (> 1 to 100) mmol/mol C ₃ H ₈ /N ₂ : (0.1 to 50) mmol/mol CF ₄ /N ₂ : (100 to 3000) μmol/mol SF ₆ /N ₂ : (10 to 1000) μmol/mol NO/N ₂ : (50 to 2000) μmol/mol SO ₂ /N ₂ : (50 to 2000) μmol/mol O ₂ /N ₂ : (1 to 10) μmol/mol O ₂ /N ₂ : (1 to 10) mmol/mol O ₂ /N ₂ : (> 10 to 250) mmol/mol CH ₄ /air: (1 to 20) mmol/mol	0.5 % 0.2 % 0.2 % 0.1 % 0.2 % 0.1 % 0.5 % 0.3 % 0.5 % 0.8 % 0.5 % 1.5 % 0.5 % 0.3 % 0.3 %
	KI4000 合成天然氣 (氣瓶氣體)	天然氣成分濃度校正程序(文件編號：07-3-A1-0028) / 標準氣體：NMIs / 合成天然氣	CH ₄ : (0.1 to 95) cmol/mol C ₂ H ₆ : (0.1 to 10) cmol/mol C ₃ H ₈ : (0.1 to 10) cmol/mol iso-C ₄ H ₁₀ : (0.01 to 1.0) cmol/mol n-C ₄ H ₁₀ : (0.01 to 1.0) cmol/mol neo-C ₅ H ₁₂ : (0.01 to 0.2) cmol/mol iso-C ₅ H ₁₂ : (0.01 to 0.3) cmol/mol n-C ₅ H ₁₂ : (0.01 to 0.3) cmol/mol n-C ₆ H ₁₄ : (0.01 to 0.1) cmol/mol N ₂ : (0.01 to 50) cmol/mol	0.18 cmol/mol 0.017 cmol/mol 0.012 cmol/mol 0.0012 cmol/mol 0.0012 cmol/mol 0.00013 cmol/mol 0.0005 cmol/mol 0.0006 cmol/mol 0.00031 cmol/mol 0.0038 cmol/mol

日期	活動內容簡述			
	KI6000 多功能氣體偵測器、可燃性氣體檢測器、可燃性瓦斯警報器、二氧化碳偵測器、有害氣體偵測器、一氧化碳偵測器	氣體量測系統氣體監測設備校正程序(文件編號：07-3-91-0072) / 標準氣體：NMIs / CO ₂ , CH ₄ , C ₃ H ₈	CO ₂ : (0.01 to 20) cmol/mol CO: (0.0 to 0.1) mol/mol CO ₂ : (0 to 1) mol/mol CH ₄ : (0.00 to 0.05) mol/mol ((0 to 100) %LEL) C ₃ H ₈ : (0.00 to 0.02) mol/mol ((0 to 100) %LEL)	0.008 cmol/mol 2 μmol/mol 6 μmol/mol 59 μmol/mol (0.1 %LEL) 26 μmol/mol (0.1 %LEL)
	KI6000 氣體分流器 (CO, CO ₂ , CH ₄ , C ₃ H ₈)	氣體量測系統氣體分流器校正程序(文件編號：07-3-91-0070) / 標準氣體：NMIs / CO ₂ , CH ₄ , C ₃ H ₈	(0 to 100) %	0.5 %
	KI6000 氣體濃度稀釋裝置	氣體濃度稀釋裝置校正程序—氣相層析分析儀(文件編號：07-3-A3-0185) / 標準氣體：NMIs / CO ₂ , CH ₄	CO ₂ /N ₂ : (0 to 100) % @ (50 to 500) μmol/mol CO/N ₂ : (0 to 100) % @ (1 to 100) μmol/mol CH ₄ /air: (0 to 100) % @ (1000 to 20000) μmol/mol	0.03 % 0.02 % 0.15 %
	KI6000 氣體濃度分析設備 (C ₂ H ₅ OH)	酒精氣體產生與濃度校正程序(文件編號：07-3-A3-0197) / 標準氣體：NMIs / C ₂ H ₅ OH	(0 to 1200) μmol/mol	3 μmol/mol
	KI7000 氣體分析儀、燃燒廢氣分析儀	氣體量測系統氣體監測設備校正程序(文件編號：07-3-91-0072) / 標準氣體：NMIs / CO ₂ , CH ₄ , C ₃ H ₈	CO: (0.0 to 0.1) mol/mol CO ₂ : (0 to 1) mol/mol CH ₄ : (0.00 to 0.05) mol/mol ((0 to 100) %LEL) C ₃ H ₈ : (0.00 to 0.02) mol/mol ((0 to 100) %LEL)	2 μmol/mol 6 μmol/mol 59 μmol/mol (0.1 %LEL) 26 μmol/mol (0.1 %LEL)
	KI7000 氣體濃度稀釋裝置	氣體濃度稀釋裝置校正程序—氣相層析分析儀(文件編號：	CO ₂ /N ₂ : (0 to 100) % @ (50 to 500) μmol/mol CO/N ₂ : (0 to 100) % @ (1 to 100)	0.03 % 0.02 %

日期	活動內容簡述		
		07-3-A3-0185) / 標準氣體：NMIs / CO, CO ₂ , CH ₄	μmol/mol CH ₄ /air: (0 to 100) % @ (1000 to 20000) μmol/mol 0.15 %
	KI7000 氣 體濃度分析 設備 (C ₂ H ₅ OH)	酒精氣體產生與濃度校 正程序(文件編號： 07-3-A3-0197) / 標準氣體：NMIs / C ₂ H ₅ OH	(0 to 1200) μmol/mol 3 μmol/mol
<p>註：以 KI4000 認證為例，各物種之校正範圍皆為濃度範圍，若以相對擴充不確定度表示，例如 CO：(1000 to 10000) μmol/mol，評估此濃度範圍之相對擴充不確定度為 0.9%，若換算成擴充不確定度表示，對於 1000 μmol/mol 為 9 μmol/mol；對於 10000 μmol/mol 則為 90 μmol/mol，故此濃度範圍之最小相對擴充不確定度為 0.9%，以此最佳能力申請 ISO 17025 認證。於提供校正服務時，若實際評估結果大於最小不確定度，則以實際評估值呈現於校正報告中；若實際評估結果小於最小不確定度，仍僅能以最小不確定度表示。</p>			
104.11.01	<p>國內比對 比對活動編號為 ILC2015-KI01，比對項目為 100 μmol/mol CO/N₂，7/1 寄送比對件，8/31 收到參加實驗室報告與比對件，10/1 完成比對件濃度再驗證，11/1 寄送總結報告予參加之實驗室，各參與實驗室與 NML 之比對結果具一致性。</p>		
<p>國內外研討會論文發表與技術交流</p>			
104.05.01	<p>國內研討會論文口頭發表及壁報發表各一篇 參與於環保署環境檢驗所舉辦之 2015 年(第 29 屆)環境分析化學研討會暨會員大會，並進行口頭與壁報之論文發表。口頭論文發表主題為「甲醛氣體濃度計量標準技術開發」，內容主要針對開發中之動態式甲醛標準配製系統整體性簡介。壁報論文發表主題為「甲醛計量標準系統之建立與效能評估」，針對動態式甲醛計量標準系統的建立過程做介紹，並且展現至今所做的研究與測試結果。兩篇針對甲醛計量標準建立的論文發表，皆是為了配合室內空氣品質管理法建立後的甲醛計量追溯工作而努力。</p>		
104.06.10	<p>國際研討會論文發表</p>		

日期	活動內容簡述
	<p>(GAS 2015)並發表兩篇論文，分別為「The Development of Trace Moisture Measuring Technique in Taiwan and its industrial application」及「Development of Primary Reference Gas Mixtures for the Audit Requirements of Calibration Gases used in Continuous Emission Monitoring System」。前者論文主要應用氣體分項之「民生安全管制氣體計量標準技術建立」子項所開發的動態式混合氣體濃度配製技術，進行 sub-ppm 等級之微量水氣濃度配製及量測，藉由本論文發表展現我國於微量水氣量測之計量技術能力，並針對該技術領域和各國與會專家、技術人員進行討論與交流，深化計畫專業技術。後者發表固定污染源管制物種以及校正用標準混合氣：SO₂ in N₂、NO in N₂ 原級追溯標準氣體配製成果，並說明於環保用氣體之品質查核具體績效，展現計量技術能力。</p>
104.06.29	<p>技術推廣研討會辦理 I</p> <p>於新竹舉辦「氣瓶標準氣體 VS. 氣體量測追溯」基礎班。推廣氣體量測執行自主管理的正確觀念、完善品保措施規劃與追溯要項。本研討會規劃著重理論與實務兼具，期讓業界能吸收後有效應用於工作。例如：計畫針對不同氣體類別與濃度範圍，介紹其不同的追溯方式，並使用實例說明執行追溯時，標準品的品質如何貢獻與影響量測結果，提供產學研各界技術與經驗交流平台。本研討會計有各大氣體廠商、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，計 20 家 35 位領域專家共襄盛舉。</p>
104.08.18	<p>技術推廣研討會辦理 II</p> <p>舉辦「天然氣能量計量量測技術研習班」，本次研習重點在於天然氣能量計量，亦包含了天然氣計量常用流量計介紹，與國內天然氣計量追溯體系。活動計有大台北瓦斯、台灣動力檢測科技、台灣中油、欣南天然氣、欣彰天然氣、新海瓦斯等天然氣相關產研等 15 家 21 人參加。</p>
104.11.11	<p>技術推廣研討會辦理 III</p> <p>於新竹舉辦「氣體濃度計量追溯與校正實務」技術研討會。推廣氣體量測計量追溯的正確觀念、以及校正實務品保措施流程與規劃，以期參加之學員於會後能正確將追溯觀念實際應用於工作實務上。本研討會計有各大氣體廠商、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，計 22 家廠商 43 位學員共襄盛舉。</p>

日期	活動內容簡述
<p>104.03</p> <p>-</p> <p>104.11</p>	<p>國內外貴賓到訪與技術交流活動列表</p> <p>1. 泰國 DSS</p> <p>泰國 DSS 總司長 Dr. Suthiweth T. Saengchantara 一行 4 人至 NML 拜訪進行氣體濃度量測技術交流，並由計畫成員帶領參觀氣體化學實驗室，向其介紹 NML 氣體驗證參考物質(CRM)生產配製流程、以及氣體濃度驗證與純度(含微水)分析技術。(9/1)</p> <p>2. 林德集團電子事業部</p> <p>世界第一大氣體廠林德集團派員來台進行第二度的技術交流，並且針對林德事業體將於臺灣建置亞洲第一之特殊氣體分析計量實驗室的合作模式進行討論。由於本計畫執行所建立之團隊人力屬公共財，無法直接移轉至該公司，且民生計畫仍有後續一年期計畫需完成，因此目前先暫緩與對方洽談團隊移轉的合作模式，改為協助林德集團人才培訓，相關合作細節將於 105 年度 3 月林德集團確認投資規模與金額後進行討論。(9/1)</p> <p>3. NMIJ Dr. Hisashi Abe 到訪 CMS-ITRI</p> <p>Dr. Hisashi Abe 為日本獨立行政法人產業技術總合研究所・計量研究所(AIST-NMIJ)濕度標準研究室的室主任，該研究室於微量水氣產生與量測技術發展已有十年以上之經驗，技術位居世界先進國家之列。於 2014 年，技術團隊派員至該研究室進行合作研究並回國建置微量水氣產生與量測裝置，建立國內微量水氣量測之追溯源。今年度 Dr. Abe 受國家度量衡標準實驗室邀請來台擔任濕度標準國際同儕評鑑的評審員，技術團隊也藉此機會與 Dr. Abe 針對目前建立之甲醛、微量水氣產生與量測技術進行交流與討論，有助於釐清技術建立過程遭遇之困難點。</p> <p>4. 清華大學醫環系</p> <p>清華大學醫環系空氣品質量測課程共計 41 位學生，分別於 11 月 18 日及 11 月 25 日拜訪工研院光復院區 17 館氣體計量實驗室，瞭解國家氣體標準的生產配製程序，藉此促進技術的學術交流，培養高等教育中對於氣體量測知識的基礎。</p>
其他跨部會合作與國際事務洽談	
104.06.30	<p>跨部會計量標準連結洽談（行政院環保署/美國 NIST）</p> <p>在國內臭氧計量標準（SRP）與國際連結方針下，實務卻有諸多阻礙，例如目前臭氧計量標準的管理單位為環保署，而環保署卻非國家計量單位無法透</p>

日期	活動內容簡述
	<p>過國際比對的參與使臭氧量測結果與國際接軌，加上國內亦只有一套臭氧計量標準，如果此套計量標準被用於國際比對的行程中，國內臭氧計量追溯將無法實施。有鑑於此，計畫積極與行政院環保署以及臭氧計量標準開發單位-美國國家標準與技術研究院（National Institute of Standards and Technology, NIST）進行三方合作洽談，洽談內容包含自美國 NIST 購置一套新型臭氧計量標準參與國際比對，之後國內同時運作兩套臭氧計量標準的模式。此內容規劃主要考量為：(1)彌補將來進行國際比對時國內的計量追溯空缺。(2)為了臭氧量測的國際等同性與國際連結。(3)為了之後同時有兩套計量標準的臭氧計量追溯工作做安排。</p>
104.06.30	<p>國際合作</p> <p>香港標準及校正實驗室(Standard and Calibration Laboratory, SCL)委託製備數項驗證參考物質，包含 2000 $\mu\text{mol/mol}$ CO_2/N_2，100 $\mu\text{mol/mol}$ CO/N_2，高純度氮氣(純度> 99.9999%)，高純度氧氣(純度>99.9997%)，主要在提供該實驗室分析設備最高追溯源與進行濃度驗證分析時使用。隨著此合作案之執行，顯示我國計量技術能力，已獲其他國家級實驗室認同。</p>
104.06.30	<p>歐盟計量合作計畫</p> <p>本計畫投入 EMPIR 歐盟計量合作計畫（計畫名稱：Metrology to Underpin Future Regulation of Industrial Emissions，簡稱 IMPRISS），針對固定污染源進行標準方法開發、標準氣體研製以及法規面等各項合作。英國國家物理實驗室（National Physical Laboratory，NPL）為工業排放之歐盟計量研究計畫的主導單位，同時在環檢領域已耕耘不少時間，藉由與該單位的合作有助於計畫未來在污染物排放甚至懸浮微粒計量技術的提昇。計畫參與國家除台灣外，尚包括荷蘭、英國、法國、挪威以及捷克等國家度量衡標準實驗室。本計畫為合作成員(Collaborator)之一，主要合作內容為：(1) 提供我國國內固定污染源的相關能力試驗比對結果。(2) 針對台灣環保法規以及檢測方法大多依循美國環保署的屬性，計畫提供美國以及歐盟使用的標準法方比較資料或是數據。數個歐美國家標準實驗室均已針對固定污染源排放計量技術開展研究工作，同時不管是歐盟或美國的研究成果均會往標準方面推展，而後續標準也會進一步影響法規與產業，因此此議題的研究不單單是計量領域的重點項目之一，同時亦與空氣污染防治、人體健康息息相關。計畫自今年開始進行初步的研究工作，後續應可再進一步擴大規劃綜整化學、流量甚至微粒</p>

日期	活動內容簡述
	<p>方面的計量研究工作，為國內取得先機與帶來更大的綜效。</p>
104.11.01	<p>國際合作洽談</p> <p>由於民生計畫無機物質計量技術研究子項計畫研究重點之一為超微量無機元素分析，為縮短技術建立期程，前往日本 NMIJ 的無機分析組進行國際合作研究。目前已完成客座研究(日期為 11/1 至 12/4)，研究題目如下：</p> <p>For primary elemental standard solution</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certification and development of primary single element standard solution. • Preparation of primary single element standard solution. <p>For heavy metal analysis with respect to the RoHS directive.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Decomposition method of plastic sample. • Heavy metal analysis using ICP-OES, ICP-MS, or ID/ICP-MS. <p>合作期間除研究原級參考物質之配製及濃度驗證程序，另一重要部分則為固態驗證參考物質(塑膠材料)之製作程序、採樣方式與、濃度驗證技術。在執行固態樣品中無機元素分析時，常需進行微波消化前處理，同步去除有機物質並令金屬元素均勻溶解於酸性溶液中，然而，微波消化的過程可能發生污染導入或是待測元素的散逸，應用同位素稀釋法即可有效解決此類困擾。同位素稀釋法(Isotope Ddilution, ID)已被廣泛地使用於許多質譜分析應用中，其關鍵點在於以測定同位素比例的方式替代量測絕對離子強度，再利用公式換算出樣品濃度。同位素稀釋法是利用欲分析元素的自身同位素作為內標準 (Internal Standard)，減低利用其他不同內標準所可能產生的校正偏差，也因此，同位素稀釋法不易因為樣品量多寡、基質組成、以及儀器靈敏度的偏差而有所影響。當然，使用同位素稀釋法時，該元素本身至少需要兩個不受干擾的同位素，始能運用此方法進行分析。</p> <p>本次的合作研究雙方不僅針對金屬計量相關技術進行交流，也讓計畫團隊成員瞭解在無機/有機分析計量技術發展上，進行 CRM 研製之必要注意事項，讓計畫團隊可以將 CRM 的配製技術成功由混合氣體拓展至標準溶液。</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 2,158.194 仟元）：

1. 新瑞僑氣體股份有限公司：鋼瓶氣體濃度分析技術運用，技術服務簽約收入新台幣 110 仟元。
2. 衡準科技公司：氣體動態產生及量測評估技術運用，技術服務簽約收入新台幣 476.19 仟元。
3. 財團法人臺灣電子檢驗中心：鋼瓶氣體濃度分析技術應用（多成分混合氣濃度驗證技術），技術服務簽約收入新台幣 100.1 仟元。
4. 漢翔科技公司：氧氣純度量測技術運用，技術服務簽約收入新台幣 600 仟元。
5. 新益利氣體公司：危害物氣體處理技術運用，技術服務簽約收入新台幣 176.19 仟元。
6. 禮學社：SF₆ 氣體分析儀內校裝置技術應用，技術服務簽約收入新台幣 110 仟元。
7. 大龍企業：風洞系統設計技術運用，技術服務簽約收入新台幣 285.714 仟元。
8. 台灣電鏡儀器：微流體控制與溫控技術應用，服務簽約收入新台幣 300 仟元。

• 年度重要產業服務案例說明：

1. 分析儀校正追溯用參考標準供應...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）

近兩年，香港政府開始針對室內空氣品質設定建議規範，其中二氧化碳之 8 小時平均濃度值為小於 800 ppmv (Excellent Class) 或小於 1000 ppmv (Good Class)，一氧化碳之 8 小時平均濃度值為 1.7 ppmv (Excellent Class) 或小於 8.7 ppmv (Good Class)。因應上述規範，香港標準及校正實驗室 (Standard and Calibration Laboratory, SCL) 積極展開氣體濃度偵測器校正實驗室的建置，並尋求臺灣國家度量衡標準實驗室的協助。

首先 103 年度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

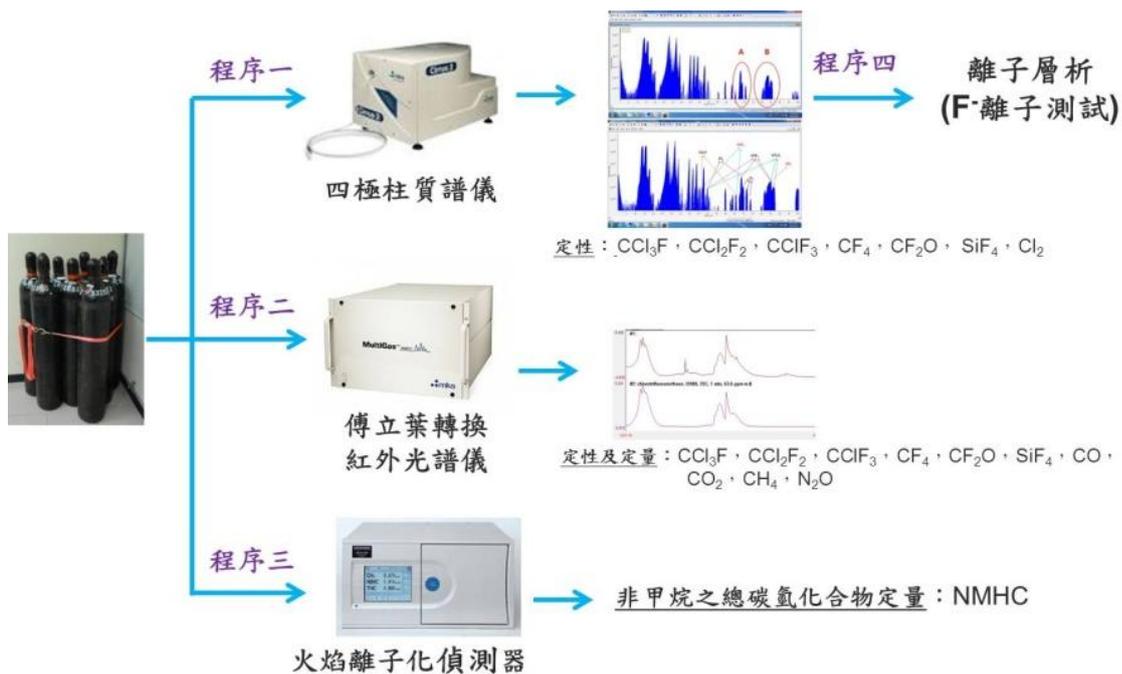
(CH₄)、水氣(H₂O)、一氧化氮(NO)與二氧化硫(SO₂)等六物種。後續並針對二氧化碳及一氧化碳各建立一套偵測器濃度校正系統，藉由稀釋裝置的搭配，利用產生具濃度追溯之標準氣體進行偵測器之校正工作

104 年度 1 月 SCL 邀請本計畫協同計畫主持人林采吟博士前往香港進行國際同儕評鑑，並向國家度量衡標準實驗室採購了兩瓶標準氣體，分別為的二氧化碳(2000 ppm)及一氧化碳(100 ppm)。此外，因香港特區對於氧氣偵測器的校正詢問需求日漸增加，因此 SCL 亦規劃建立一套氧氣偵測器濃度校正系統，又為了避免氣體中雜質會影響分析結果，因此向國家實驗室採購了經純度分析驗證之氧氣(純度為 5N7)及氮氣鋼瓶(純度為 6N)。

以上技術運用成果顯示本計畫氣體計量技術團隊的實力與成果已成功推展至周邊經濟體，未來運用此推廣實例，將可進一步將相關技術整合於國內進行推廣運用。

2. 氧氣純度量測技術運用...服務對象為漢*航空工業股份有限公司

漢*航空工業股份有限公司近年承接國防部各空軍聯隊補給及維修業務，其中包含戰鬥機攜載鋼瓶之純氧氣體填充，該純氧氣體主要供應飛行員於高空（高於 1000 呎）氧氣稀薄區域訓練時使用。五月中旬飛行訓練過程發生數組機員反應面罩供應之氧氣具有刺鼻臭味，飛行過程產生暈眩之危險狀態，漢*公司隨即委託國家度量衡標準實驗室，並將充填氣源（採購自遠*氣體公司，共 16 支氧氣氣瓶）以及飛機攜載氣瓶（源自 4 架不同戰機，共 4 支）進行氧氣中不純物物種定性及濃度定量分析（圖一）。檢測結果顯示部分飛機攜載氣瓶內含有具刺激性之氣體成分及鹵素化合物，少數氣源（源自遠*公司）內含有鹵素化合物。



圖一：氧氣中不純物物種定性及濃度定量分析流程示意

將此次量測結果與軍用氣氧規格進行比較發現，讓機組人員呼吸不適且感覺有異味的氣瓶中確實發現了存在含量超出規格（如 CO₂）及不應存在的氣體成分（如 COF₂）（表一）。有鑑於本次技術團隊所協助進行的鑑定分析，未來將協助漢*公司進行氧氣中不純物量測技術及操作標準程序之建立規劃。

表一：軍用氣氧送測樣品成分分析結果與軍用氣氧規格濃度比較表

物種 鋼瓶編號 濃度(ppm)	Sample A (氣源A)	Sample B (氣源B)	Sample C	Sample D	Sample E	Sample F	MIL-O-2721OF 飛行員呼吸用氣氧之 品質管制
CO (FTIR定量極限：0.89 ppm)	N.D.	1.0	9.4	N.D.	4.8	0.9	(≤ 4 ppm)
CO₂ (FTIR定量極限：0.22 ppm)	0.8	3.5	60.7	3.6	25.6	14.5	≤ 10 ppm
COF₂ (FTIR定量極限：0.36 ppm)	N.D.	N.D.	12.5	N.D.	0.5	N.D.	鹵素化合物 ≤ 2 ppm
SiF₄ (FTIR定量極限：0.04 ppm)	N.D.	N.D.	0.6	N.D.	0.5	N.D.	
CF₄ (FTIR定量極限：0.01 ppm)	N.D.	1.5	22.7	0.6	6.7	4.0	
CClF₃ (FTIR定量極限：0.06 ppm)	N.D.	1.3	13.8	0.5	6.1	1.5	
CCl₂F₂ (FTIR定量極限：0.11 ppm)	N.D.	0.9	9.3	0.3	4.0	0.9	
CCl₃F (FTIR定量極限：0.08 ppm)	N.D.	0.1	1.7	N.D.	0.7	0.2	

3. 環保用零級空氣 (Zero Air) 供應設施改造與零級空氣中水氣含量驗證... 服務對象為行政院環保署及轄下空氣品質監測站網

環保署監資處負責臭氧標準校驗、空氣流量標準校驗與國內空氣品質監測站監測儀器之查核等相關業務。上列系統運作都以零級空氣作為氣源，參考 US EPA 600/R-12/531 文件中對於零級空氣之規範，且考量設備實際運作需求，希望零級空氣中不純物質 $\text{CH}_4 \leq 0.02$ ppm、 $\text{H}_2\text{O} \leq 3$ ppm、 $\text{CO} \leq 0.025$ ppm、 $\text{CO}_2 \leq 5$ ppm、其他物種如 SO_2 、 NO 、 NO_2 、 O_3 與 $\text{H}_2\text{S} \leq 0.5$ ppb。本技術團隊協助環保署監資處品保室進行實驗室改造設計與規劃，並獲邀共同參與該實驗室重新開放運作之揭牌儀式（圖二）。此外，針對 H_2O 進行濃度量測，初步確認空氣經過純化器純化後之濃度約 1 ppm，符合監資處的品保需求。

未來除持續與環保署進行跨部會合作，於 105 年度與美國 NIST 進行臭氧標準參考光度計的計量追溯比對外，亦將本計畫所建立技術推廣應用至全臺近 80 個空氣品質監測站的儀器確效查核工作上。

(a)改造前（原空間僅能設置一套臭氧標準參考光度計）



(a) 改造後（空間可同時設置兩套臭氧標準參考光度計，並增設一套加裝純化裝置之零級空氣供應設施）



圖二：行政院環境保護署監資處品保室改造前後對照圖

4. 國內原級參考混合氣體供應...服務對象為儀器商與環檢顧問公司

連虹公司為一專業設計、生產精密儀表相關產品的廠商，產品包括濕度偵測器、紅外線測溫計、一氧化碳偵測器...等，多年來產品銷售歐、美、日、各地區，產品物美價廉深獲好評。由於該公司生產之一氧化碳偵測器，要求其品質須能追溯至國家標準，因此本年度向 NML 訂購一瓶 200 ppm CO in N₂ CRM，於一氧化碳偵測器生產製造過程中進行濃度準確度測試，確保偵測器之量測性能。另有山瑞科學有限公司為國內一家科學儀器設備代理商，除了販售相關量測儀器外，並可提供專業的業務諮詢、安裝、訓練、售後服務，以及客戶定期的校正服務，該公司為了擴增既有之業務服務能量與範圍，目前正在進行氧氣分析儀/偵測器 TAF 校正實驗室申請作業。山瑞公司因應此校正服務業務需求，本年度即向 NML 訂購一瓶 10 ppm O₂ in N₂ CRM，做為該實驗室進行微量氧氣分析儀校正所需之標準氣體濃

度追溯來源，以確保未來執行校正業務時氧氣濃度量測之準確性。

南台灣環境科技為行政院環境保護署以及財團法人全國認證基金會 (TAF) 認可之檢測實驗室，長期執行環境污染物檢測業務(如：空氣污染排放、室內空氣品質等)，因應空氣中二氧化碳自動檢測方法—紅外線法(環保署公告之 NIEA A448.10C 環境檢測標準方法)中，針對儀器校正用之二氧化碳標準氣體其品質須能追溯至國家或國際標準之要求，該公司目前向 NML 詢問有關 1000 ppm CO₂ in N₂ CRM 供應驗證問題，未來於執行相關檢測業務時將會有 NML 提供 CRM 供應服務之需求。

5. 懸浮微粒監測儀器性能比對驗證平台.....服務對象為行政院環保署環境監測及資訊處

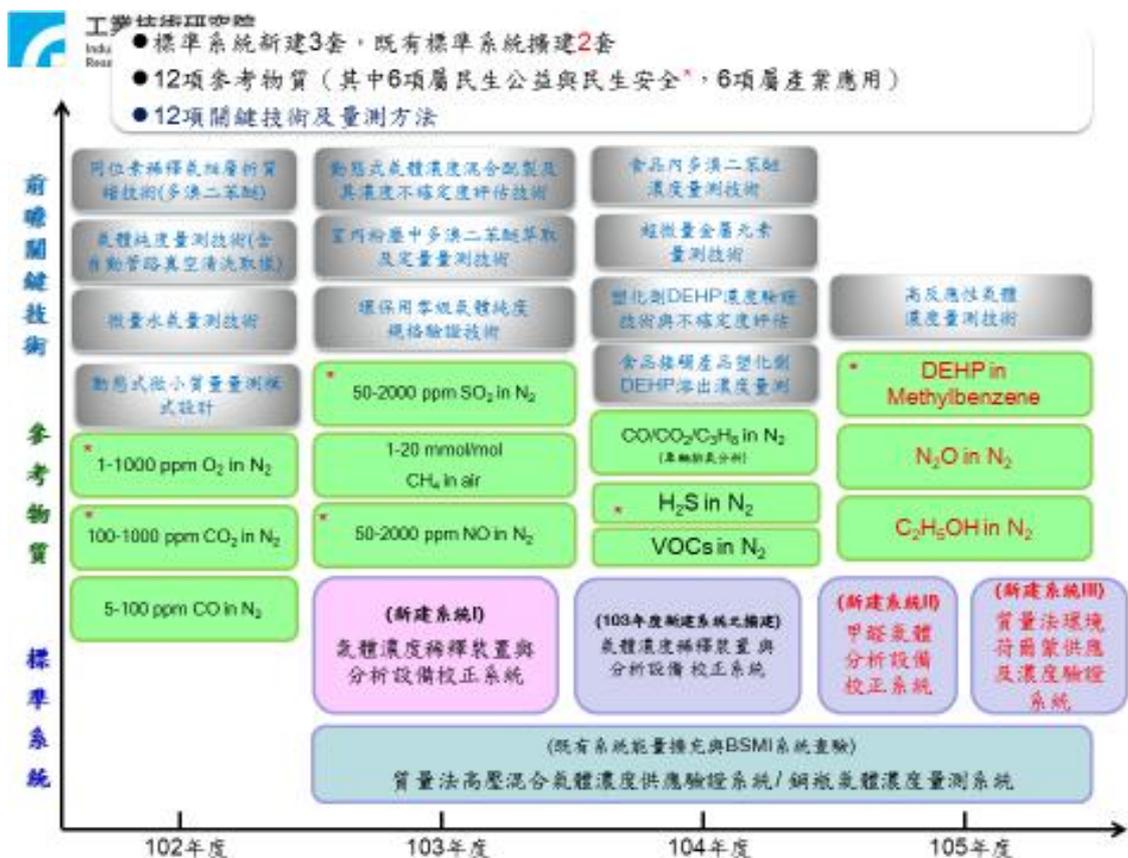
由於目前運作中的環保署空氣品質監測站計 76 站（及部分特殊類別測站），約於 91~94 年完成儀器汰換，迄至 103 年儀器壽齡將逾十年。臺灣空氣品質已逐年改善，空氣中多項污染物濃度持續降低，低濃度污染物監測需求大幅提升，這同時也反應出現階段相關儀器效能、準確度及精密度可能無法即時反應低濃度空氣污染物的變化。本計畫與環保署合作協力打造監測儀器比對作業平台（圖三），希望透過計量專業與檢測經驗的結合，與比對的執行，輔助環保署自 105 年起逐年汰換之所有新設監測儀器的性能驗證與實測驗收，並為後續監測站網建立一個常規比測平台。



圖三：工研院量測中心與環保署監資處合力打造之監測儀器比對作業平台

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 12 件量測技術與方法的開發（圖四）。



圖四：計畫執行之全程預定產出技術/系統與驗證參考物質

延續 10-103 年度之技術成果，104 年度主要工作執行成果及其後續發展規劃如下說明（圖五及表二、表三）：

- (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」，本年度持續擴充建置此系統的技術能量可執行 ppm 等級之 SO₂ 分析儀與 NO 分析儀及相關稀釋裝置的校正。

- (2) 103 年度採購建置甲醛氣體濃度配製動態配製與量測設備，為減少地板振動對系統磁浮天平之干擾，於本年度將系統由工研院光復院區 17 館 2 樓(214R)搬遷至 8 館 1 樓(111R)，並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，評估項目包含甲醛滲透管所產生的水氣濃度及載流稀釋氣體所包含之水氣濃度對於甲醛分析儀讀值的影響，並建立層流式流量量測模組，此模組有助執行甲醛標準系統中流量計自校及不確定度評估。技術於本年度共計完成一篇國內期刊與一篇國外研討會論文投稿。
- (3) 工業製程氣體純度量標準技術開發：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) μmol/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。104 年度擴充建立不同基質氣體中水氣的含量測試與評估，並進行高濕度產生裝置的設計與技術執行規劃，爭取 105 年度的資源進行技術建立，以提高技術的完整性與產業應用性。



圖五：動態氣體配製暨量測技術整合系統（甲醛與微量水氣）

(4) 工業管制氣體濃度驗證參考物質研製：103 年度已進行包括(50 至 2000) $\mu\text{mol/mol}$ SO_2 in N_2 與 NO in N_2 污染物管制濃度驗證參考物質、(1 至 20) mmol/mol CH_4 in N_2 驗證參考物質研製。104 年度延續相同技術系統，完成(10 至 250) mmol/mol 之 O_2 in N_2 驗證參考物質、 $\text{CO}+\text{CO}_2+\text{C}_3\text{H}_8$ in N_2 汽機車排氣檢測追溯用多成分驗證參考物質、以及 10 $\mu\text{mol/mol}$ 以上 H_2S in N_2 驗證參考物質之研製，並於既有標準系統「質量法高壓混合氣體供應驗證系統」中完成能量擴建。

表二：計畫全程新擴建系統一覽表

年度	系統名稱	系統範圍	相對擴充不確定度	類別
102	(擴建)質量法高壓混合氣體供應驗證系統	1. CO in N_2 : (1 to 100) $\mu\text{mol/mol}$ 2. CO_2 in N_2 : (100 to 1000) $\mu\text{mol/mol}$ 3. O_2 in N_2 : (1 to 10) $\mu\text{mol/mol}$	1. CO in N_2 : (1.0 to 3.0) % 2. CO_2 in N_2 : (0.2 to 1.2) % 3. O_2 in N_2 : (1.5 to 3.0) %	CRM 供應
103	(擴建)質量法高壓混合氣體供應驗證系統	1. NO in N_2 : (50 to 2000) $\mu\text{mol/mol}$ 2. SO_2 in N_2 : (50 to 2000) $\mu\text{mol/mol}$ 3. CH_4 in air : (1 to 20) mmol/mol	1. NO in N_2 : (0.8 to 2.0) % 2. SO_2 in N_2 : (0.5 to 1.5) % 3. CH_4 in air : (0.3 to 0.8) %	
104	(擴建)質量法高壓混合氣體供應驗證系統	1. O_2 in N_2 : (10 to 250) mmol/mol 2. $\text{CO}+\text{CO}_2+\text{C}_3\text{H}_8$ in N_2 : CO : (5 to 40) mmol/mol ; CO_2 : (50 to 160) mmol/mol ; C_3H_8 : (100 to 1600) $\mu\text{mol/mol}$ 3. H_2S in N_2 : (10 to 100) $\mu\text{mol/mol}$	1. O_2 in N_2 : (0.3 to 1.0) % 2. CO : (0.2 to 0.8) % CO_2 : (0.1 to 0.5) % C_3H_8 : (0.5 to 1.0) % 3. H_2S in N_2 : $\leq 5\%$	
105	(擴建)質量法高壓混合氣體供應驗證系統	1. N_2O in N_2 : (100 to 1000) $\mu\text{mol/mol}$ 2. VOC in N_2 : 1 $\mu\text{mol/mol}$ 3. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ in N_2 : (82 to 137) $\mu\text{mol/mol}$	1. N_2O in N_2 : $\leq 2\%$ 2. VOC in N_2 : $\leq 10\%$ 3. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ in N_2 : $\leq 5\%$	
103	(新建)氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統	1. CH_4 in Air: (1 to 20) mmol/mol 2. CO_2 in N_2 : (50 to 5000) $\mu\text{mol/mol}$ 3. CO in N_2 : (1 to 100) $\mu\text{mol/mol}$	$\leq 3\%$	
104	(擴建)氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統	1. SO_2 in N_2 : (1 to 2000) $\mu\text{mol/mol}$ 2. NO in N_2 : (1 to 2000) $\mu\text{mol/mol}$	$\leq 5\%$	儀器 校正

年度	系統名稱	系統範圍	相對擴充不確定度	類別
105	(新建)甲醛氣體分析設備校正系統	(1 to 10) $\mu\text{mol/mol}$ HCHO in N_2	$\leq 2\%$	CRM 供應
105	(新建)質量法環境荷爾蒙供應及濃度驗證系統	50 mg/kg	$\leq 6\%$	CRM 供應

表三：計畫全程量測技術與方法產出一覽表

編號	完成年度	技術名稱	技術應用領域類別
1	102	氣體純度量測技術(含自動管路真空清洗取樣)	科技產業 特殊氣體純度分析
2	102	微量水氣量測技術	科技產業 特殊氣體純度分析
3	102	動態式微小質量量測模式設計	國家原級標準建置
4	103	動態式氣體濃度混合配製及其濃度不確定度評估技術	各類儀器校正
5	103	環保用零級氣體純度規格驗證技術	環保產業 各類儀器校正
6	105	高反應性氣體濃度量測技術	科技產業 環保產業
7	104	超微量金屬元素量測技術	科技產業 環保產業
8	102	同位素稀釋氣相層析質譜技術(多溴二苯醚)	環境保護 有機物質分析
9	103	室內粉塵中多溴二苯醚萃取及定量量測技術	環境保護 有機物質分析
10	104	食品內多溴二苯醚濃度量測技術	食品安全
11	104	塑化劑 DEHP 濃度驗證技術與不確定度評估	食品安全
12	104	食品接觸產品塑化劑 DEHP 溶出濃度量測	食品安全

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 2，原規劃至亞洲，進行微量金屬量測技術國際技術合作，發展氣體化學計量相關技術，出國期限為 104.3-10 月，60 天。在原任務效益下，執行期限變更為 11~12 月，出差日期由 60 天改為 34 天。任務、前往地區、派遣人次不更動。出國經費由原 400k 變更為 250k，結餘之 150k 擬依計畫流用規定辦理，流用至業務費勻支。本變更案標檢局以「經標四字第 10440014450 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 3，在原任務、出國期限、天數不變下，出差地點由原規劃歐洲改為美國，參加美國化學研討會(250th American Chemical Society meeting)，並發表論文，其經費亦由原規劃之 150k 提高至 250k。美國化學學會是化學領域的專業組織，該組織每年舉行兩次涵蓋化學各方向的年會，每次參與人數多達 1.5 萬人。各國化學領域相關人員及國家標準實驗室均將此活動視為全球化學領域交流與趨勢資訊蒐集的重要平台。計畫藉由研討會參與，瞭解各國化學領域前瞻技術現況，及各國國家標準實驗室未來發展趨勢。本變更案標檢局以「經標四字第 10440008200 號」覆函同意。
- 三、本計畫派員出國計畫暨概算表之出國規劃項目 5，原規劃參加 CCQM 相關工作小組會議，瞭解國際計量發展現況，與國際比對規劃，並拜訪計量機構進行技術交流，蒐集國際研究最新發展動向，以為計畫規劃參考。該會議因故取消，出差任務更動參加第 13 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，報告國家標準實驗室之化學領域實驗室及化學量之(驗證)參考物質生產機構國際同儕評鑑成果，瞭解亞太計量發展現況，與比對規劃，以落實計畫國際等同目標。期間不變，天數由 14 天更動為 5 天，經費由 200k 改為 100k。。本變更案標檢局以「經標四字第 10440008200 號」覆函同意。

肆、執行績效檢討

一、計畫達成情形

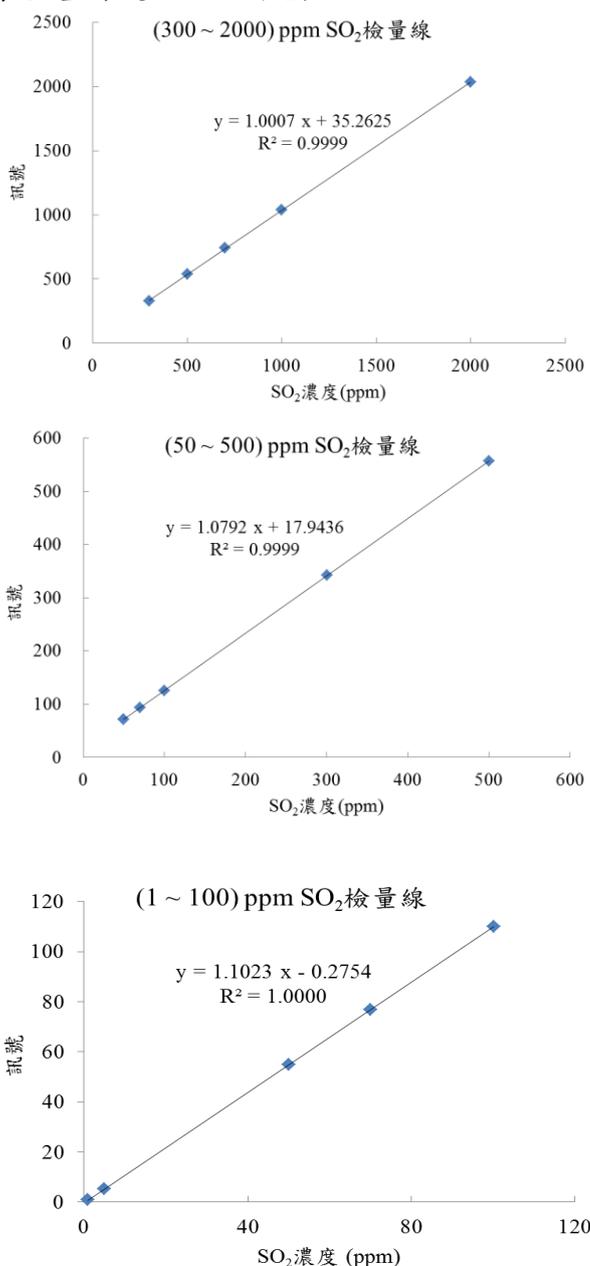
(一) 進度與計畫符合情形

預定進度  實際進度 

進度 月份 工作項目	FY104											
	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												
- NO 與 SO ₂ 動態式混合氣體配製與濃度檢驗技術建立							A1-1					
- 微量水氣濃度計量標準技術及動態混合濃度配製技術建立								A1-2				
- 高反應性無機氣體動態混合濃度配製技術先期評估研究										A1-3		
- 標準系統擴建完成查驗之所有程序 (NO 及 SO ₂ 動態配製與濃度量測技術)											A1-4	
1.2 工業與環境管制氣體濃度驗證參考物質研製												
- 高壓氣瓶型式(10-250) mmol/mol O ₂ in N ₂ 驗證參考物質配製與濃度量測技術建立					A2-1							
- 高壓氣瓶型式多成分氣體 CO+CO ₂ +C ₃ H ₈ in N ₂ 驗證參考物質配製與濃度量測技術建立							A2-2					
- 高壓氣瓶型式(10-100) μmol/mol H ₂ S in N ₂ 驗證參考物質配製與濃度量測技術建立完成												A2-3 A2-4
2、民生安全管制物質計量標準分項												
2.1 無機物質計量標準技術開發												

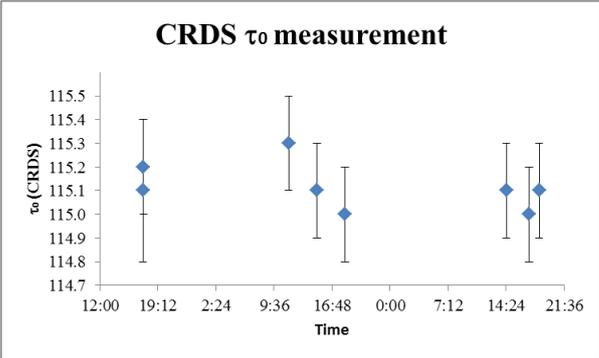
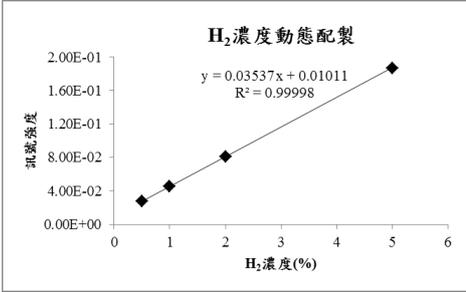
進度 月份 工作項目	FY104											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
- ICP-MS 系統建置及 ppt level 超 微量無機元素量測技術研究									B1-2			B1-4
- 氣瓶或容器內容物無機不純物 濃度量測技術研究						B1-1			B1-3			
2.2 有機物質計量標準技術開發												
- 建立食品中 PBDEs 濃度量測 技術						B2-1						B2-2
- 建立水溶液中塑化劑 DEHP 濃度量測技術與不確定度評 估								B2-3	B2-4			
- 建立食品接觸產品塑化劑 DEHP 溶出濃度量測技術												B2-5
進度百分比%	15%		20%		45%			70%			100%	

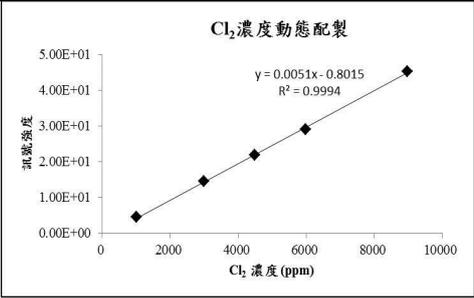
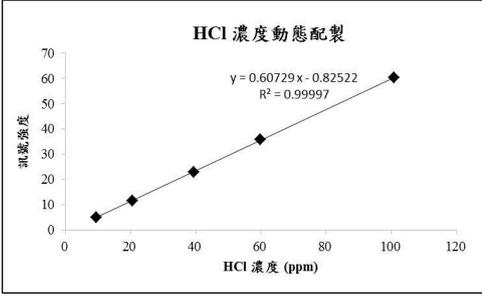
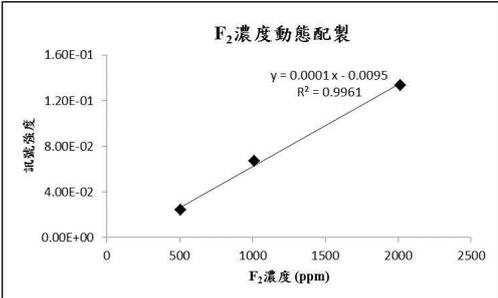
(二) 目標達成情形

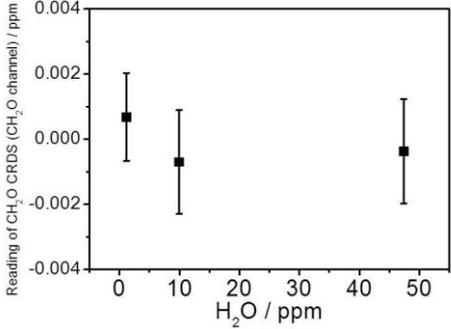
目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
一、氣體化學計量標準技術分項			
(一) 民生安全管制氣體計量標準技術建立			
<ul style="list-style-type: none"> • NO 與 SO₂ 動態式混合氣體配製與濃度檢驗技術建立 	<ul style="list-style-type: none"> • 利用動態氣體濃度配製裝置建立 NO 及 SO₂ 動態式混合氣體配製與濃度量測技術，完成系統操作程序與量測不確定度評估之研究報告，共計二份，並完成國內研討會論文投稿一篇。 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成(1 至 2000) ppm SO₂ in N₂ 與 NO in N₂ 濃度動態配製檢量線建立，如下圖。 	無差異

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
		<div data-bbox="667 264 1257 672" data-label="Figure"> <p>(50 ~ 2000) ppm NO檢量線</p> $y = -4E-05x^2 + 0.4857x + 4.8929$ $R^2 = 0.9999$ </div> <p data-bbox="587 701 1342 1070">註: 由於FTIR對於NO的線性範圍無法涵蓋NO: (50 ~ 2000) ppm之濃度範圍, 利用儀器內建之參考光譜進行模擬, 選擇二次迴歸可獲得較佳的 Curve Fitting 結果(R^2可達0.9999以上), 且迴歸點數共計7個數據點, 已符合ISO 6143中對於二次迴歸的點數要求, (1000 to 2000) ppm此區間增加濃度點雖可獲得更完整的迴歸方程式, 但對目前整體不確定度評估結果影響並不大。</p> <div data-bbox="678 1120 1252 1512" data-label="Figure"> <p>(1 ~ 100) ppm NO檢量線</p> $y = 0.7075x + 0.1005$ $R^2 = 1.0000$ </div> <ul data-bbox="592 1541 1342 2000" style="list-style-type: none"> • 向英國國家物理研究院 (National Physical Laboratory, NPL) 以及荷蘭國家計量科學研究院 (Dutch National Metrology Institute, VSL) 分別採購 1 ppm NO in N₂ 與 SO₂ in N₂ 標準氣體, 並向國內氣體公司採購濃度分別為 1800 ppm、100 ppm 之 NO in N₂ 與 SO₂ in N₂ 氣體, 經由鋼瓶氣體濃度量測系統 (C03) 校正後成為標準氣體, 作為稀釋用之全幅氣體 (Span Gas) 以進行「氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統」能量擴建(擴建範圍為(1 至 2000) ppm NO in N₂ 與 SO₂ in N₂)。 	

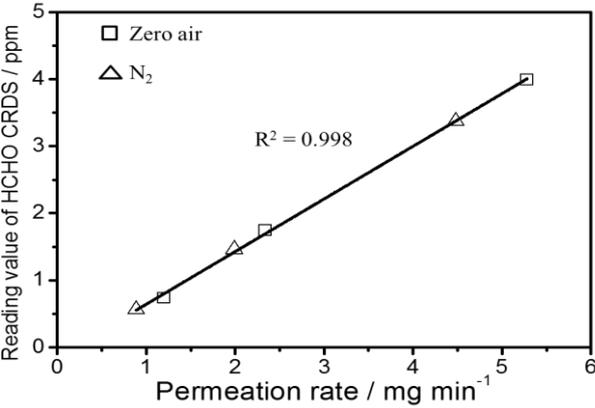
目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
		<ul style="list-style-type: none"> • 完成執行稀釋裝置流量計校正： 稀釋百分率之校正範圍為 0 至 100 % (稀釋百分率定義為稀釋分率 = $\frac{\text{動態配製混合氣體濃度}}{\text{跨距氣體濃度}} \times 100$)。 • 利用傅立葉轉換紅外光譜儀(Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FTIR)完成 (50 至 2000) ppm NO in N₂ 與(1 至 2000) ppm SO₂ in N₂ 動態式混合氣體濃度配製與量測系統評估；利用 NO 分析儀完成 (1 至 50) ppm 動態式混合氣體濃度配製與量測系統評估。 • 完成國內研討會論文投稿兩篇，題目為「甲醛氣體濃度計量標準技術開發」(技資編號：07-5-A4-0039-01)及「甲醛計量標準系統之建立與效能評估」(工研院技資編號：07-5-A4-0038-01)。 • 完成兩份研究報告，分別為氣體濃度稀釋裝置校正程序-光譜法(工研院技資編號：07-3-A4-0079-01)及氣體濃度稀釋裝置量測系統評估報告-光譜法(工研院技資編號：07-3-A4-0080-01)，完成查核進度。 • 完成「氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統」，並於 10/27 日舉行擴建系統查驗會議，於 12/3 完成審查委員建議修訂之系統文件，以工研量字第 1040018935 號函送標檢局核備。 	
<ul style="list-style-type: none"> • 微量水氣濃度計量標準技術及動態混合濃度配製技術建立 	<ul style="list-style-type: none"> • 利用動態氣體濃度配製裝置建立微量水氣混合氣體配製與濃度量測技術，濃度技術規格可達 0.1 ppm，並進行國外研討會論文投稿一篇。 	<ul style="list-style-type: none"> • Mensor DPG2400 壓力計通訊晶片更換，因壓力計內的通訊晶片損壞，使得無法使用 PC 擷取氣體管路內壓力資料，經寄回美國原廠維修，於 3/20 日送回，實際測試後，程式已可擷取壓力數值。 • 完成微量水氣產生暨量測系統監控軟體改良與測試，整合流量控制 Program(可自動化轉換稀釋氣體流量參數)；並執行壓力計、質量流量控制計(MFC)流量與共振腔振盪衰減頻譜(法)數據資料擷取。 • 完成 1 ppm H₂O in N₂ 重複性與再現性分析，評估結果其相對擴充不確定度為 2.8 %。 • 完成(0.1 至 50) ppm H₂O in Ar 與 H₂O in O₂ 動態式混合氣體濃度配製技術建立。 • 完成國外研討會論文投稿一篇，題目為「The Development of Trace Moisture Measuring Technique in Taiwan and its industrial application」(工研院技資編號:07-5-A4-0090-01)。 • 本技術建置完成後，計畫使用 CRDS 進行漢翔航空 	無差異

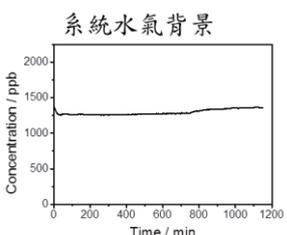
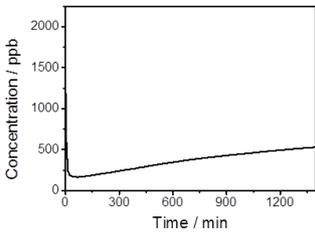
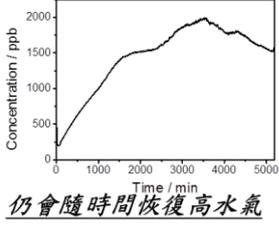
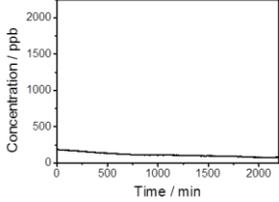
目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
		<p>技術運用 IP 案氧氣氣瓶中水氣濃度分析，選擇兩瓶氧氣氣瓶測試其中水氣濃度分別為 14 ppm 與 35 ppm。技術簽約收入 60 萬元，依規定比例上繳國庫。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 使用簡易型微量水氣產生暨量測裝置完成本年度新購光學式多成分微量氣體分析設備之水氣分析儀的性能測試與驗收。 • 完成 CRDS 零點測試，測試結果如下圖，零點隨機跳動，可確認分析儀已無當時日本 NMIJ 濕度標準研究室發現之異常狀況(零點持續升高)。 	
<ul style="list-style-type: none"> • 高反應性無機氣體濃度配製技術評估 	<ul style="list-style-type: none"> • 進行高反應性無機氣體(如 F₂、Cl₂、HCl 等)濃度配製技術評估，並完成技術研究報告一份。 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成 5 % H₂ in N₂ 動態混合配製，並搭配四極柱質譜儀(Quadrupole Mass, QMS)進行濃度量測及建立檢量線，如下圖。  <ul style="list-style-type: none"> • 完成 HCl、F₂、Cl₂ 標準氣體採購，以進行高反應性無機氣體濃度配製技術建立。 • 完成高反應性氣體動態式混合氣體濃度配製系統設計與規劃。 • 完成 Cl₂ 動態式混合氣體濃度配製技術建立，搭配四極柱質譜儀(Quadrupole Mass, QMS)進行濃度量測及建立檢量線，如下圖。 	無差異

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
		<p style="text-align: center;">Cl₂濃度動態配製</p>  <ul style="list-style-type: none"> • HCl分析儀因無法量測HCl濃度送回 Servomex 原廠檢修。故計畫改使用傅立葉轉化紅外光譜儀進行HCl動態配製技術建立。 • 採購濾毒罐，提高人員進行高反應性無機氣體濃度動態配製技術建立之安全性。 • 完成 HCl 動態式混合氣體濃度配製技術建立，搭配傅立葉轉化紅外光譜儀(Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FTIR)進行濃度量測及建立檢量線，如下圖。 <p style="text-align: center;">HCl 濃度動態配製</p>  <ul style="list-style-type: none"> • 完成 F₂ 動態式混合氣體濃度配製技術建立，搭配四極柱質譜儀(Quadrupole Mass, QMS)進行濃度量測及建立檢量線，如下圖所示。 <p style="text-align: center;">F₂濃度動態配製</p>  <ul style="list-style-type: none"> • 完成一份研究報告，為高反應性氣體濃度配製與量測技術建立(工研院技資編號：07-3-A4-0180-01)，完成查核進度。 	
<ul style="list-style-type: none"> • 標準系統擴建完成查驗之所有 	<ul style="list-style-type: none"> • 利用滲透法建立甲醛氣體濃度動態 	<ul style="list-style-type: none"> • 由於甲醛濃度分析儀乃應用光譜技術原理進行量測，為測試水氣存在是否對儀器量測甲醛濃度造成干擾，故利用微量水氣動態產生暨量測系統產生 1、10、50 ppm H₂O in N₂，同時通入微量水氣分析儀(橫 	無差異

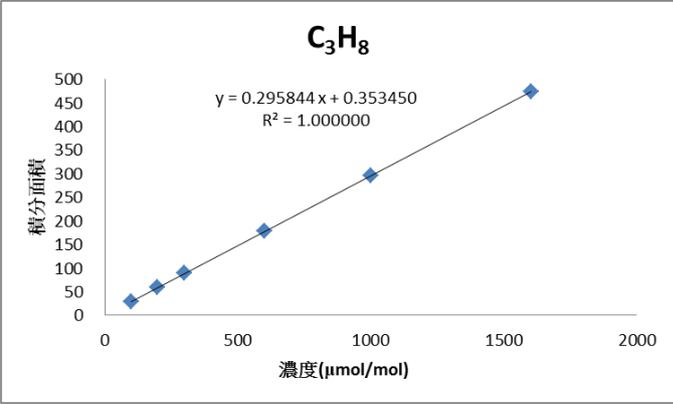
目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討																
程序 (NO 及 SO ₂ 動態配製與濃度量測技術)	配製與量測技術，產出系統操作程序與量測不確定度評估之研究報告，共計二份。完成 NO 及 SO ₂ 動態式混合氣體配製與濃度量測技術之系統擴建查驗。並依據子項計畫成果完成國內期刊論文一篇。	<p>軸)與甲醛濃度分析儀(縱軸)，測試結果如下圖。</p>  <ul style="list-style-type: none"> • 完成光學式多成分微量氣體分析設備採購(預算350萬元)。該設備於4/23訂購，7/14進貨，8/26完成測試及驗收。 • 甲醛系統搬遷：參考103年度期末審查委員建議，為減少地板振動對系統磁浮天平之干擾，規劃將甲醛系統自工研院光復院區17館2樓(214R)搬遷至8館1樓(111R)，4/15日完成8館1樓(111R)裝潢隔間，並重新執行系統性能評估。 <p>◇ 磁浮天平秤重穩定性改善：</p> <table border="1" data-bbox="628 1084 1326 1453"> <thead> <tr> <th></th> <th>17館214 (μg)</th> <th>8館111 (μg)</th> <th>8館111 防震台 安裝後 (μg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>上班時間</td> <td>22.9 ~ 45.8</td> <td>8.2 ~ 9.8</td> <td>6.6 ~ 9.4</td> </tr> <tr> <td>A.M. 7:00 ~ 9:00</td> <td>27.4 ~ 45.7</td> <td>22.5 ~ 28.8</td> <td>17.1 ~ 18.0</td> </tr> <tr> <td>下班時間</td> <td>7.1 ~ 9.4</td> <td>6.4 ~ 7.1</td> <td>6.1 ~ 6.8</td> </tr> </tbody> </table> <p>◇ 甲醛滲透管之滲透率量測：</p>		17館214 (μg)	8館111 (μg)	8館111 防震台 安裝後 (μg)	上班時間	22.9 ~ 45.8	8.2 ~ 9.8	6.6 ~ 9.4	A.M. 7:00 ~ 9:00	27.4 ~ 45.7	22.5 ~ 28.8	17.1 ~ 18.0	下班時間	7.1 ~ 9.4	6.4 ~ 7.1	6.1 ~ 6.8	
	17館214 (μg)	8館111 (μg)	8館111 防震台 安裝後 (μg)																
上班時間	22.9 ~ 45.8	8.2 ~ 9.8	6.6 ~ 9.4																
A.M. 7:00 ~ 9:00	27.4 ~ 45.7	22.5 ~ 28.8	17.1 ~ 18.0																
下班時間	7.1 ~ 9.4	6.4 ~ 7.1	6.1 ~ 6.8																

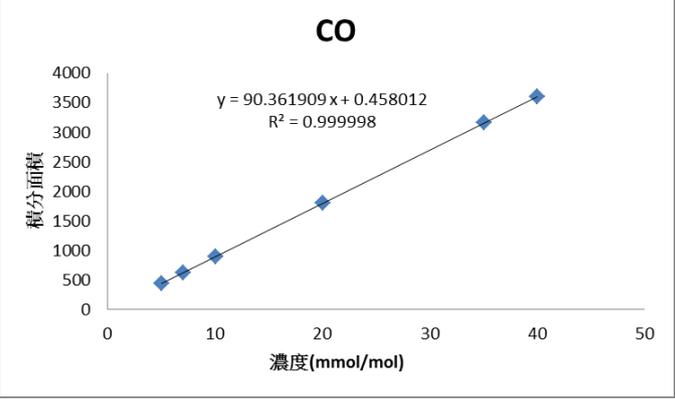
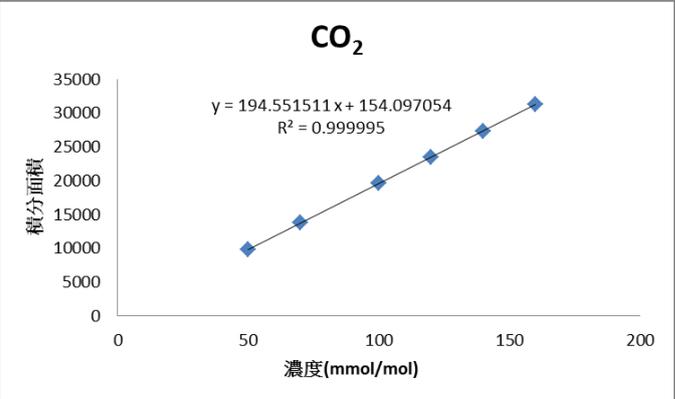
目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
		<div data-bbox="667 300 1257 757" data-label="Figure"> <p>Permeation rate / $\mu\text{g min}^{-1}$</p> <p>Temperature / $^{\circ}\text{C}$</p> <p>■ Data — Fitting result</p> <p>$y = (-0.00906) + 0.00141 \exp^{0.08066x}$ $R^2 = 0.99999$</p> </div> <p data-bbox="587 824 1347 1189">註: 甲醛滲透管內部填充為多聚甲醛固體, 需加熱裂解才能產生甲醛氣體, 其溫度越高滲透率越大, 甲醛濃度越高, 但在一般室溫條件之滲透率則趨近於零。本系統預期產生之甲醛濃度為(1 to 10) ppm, 參考滲透管販售原廠提供之滲透率報告及其他國家實驗室已發表之文獻, 系統設定於(80 ~ 100) $^{\circ}\text{C}$ 度之條件進行技術建立, 故計畫乃針對 80 $^{\circ}\text{C}$、90 $^{\circ}\text{C}$ 及 100 $^{\circ}\text{C}$ 三個溫度進行測試評估及最佳化, 於 (25 ~ 80) $^{\circ}\text{C}$ 區間未進行評估。</p> <p data-bbox="635 1238 890 1272">◇ 水氣干擾測試:</p> <div data-bbox="673 1301 1305 1664" data-label="Figure"> <p>水氣濃度</p> <p>甲醛讀值</p> <p>水氣濃度 / ppm</p> <p>甲醛濃度分析設備讀值 / ppm</p> <p>時間 / min</p> </div>	

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
		<p>◇ 載流氣體更換比較：</p>  <ul style="list-style-type: none"> • 完成國內期刊論文投稿一篇，題目為：「標準氣體濃度動態配製技術於分析儀校正之應用」，本論已於今年度八月份刊登於電機月刊第二十五卷第八期（工研院技資編號：07-5-A4-0129-01）。 • 完成 8 館 1 樓(111R)空調改良工程，有助於提高甲醛濃度產生穩定性。 • 完成磁浮天平之防風改良設計，有助於提高磁浮天平之秤重穩定性。 • 完成國外研討會論文投稿一篇，題目為：「Progress on the Development of Formaldehyde Standards by Permeation Method in CMS-ITRI」，本論文發表於 13th APMP/TCQM GAWG Workshop（工研院技資編號: 07-5A-4-0121-01）。 • 完成層流式流量校正器製作，有助於執行系統流量計校正與不確定度評估。  <ul style="list-style-type: none"> • 完成多聚甲醛滲透管滲透率之不確定度評估，滲透率之標準不確定度為 6.928 ng/min。 	

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
		<ul style="list-style-type: none"> 由於甲醛產生過程中水氣為最主要之副產物，故先利用水氣分析儀量測在不產生甲醛的狀態下之背景水氣濃度，測試結果如下圖。將來再進行甲醛產生過程中實際的水氣副產物濃度量測，進而準確計算甲醛實際產生之濃度。 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>氣體儲槽</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>系統水氣背景</p> <p>發現水氣背景明顯過高</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>數次儲槽清洗</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>儲槽清洗後</p> <p>仍會隨時間恢復高水氣</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  <p>進行儲槽持續排氣</p> <p>進行儲槽持續排氣， 可有效降低至~80 ppb</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> 完成流量控制系統不確定度評估，產生 1 ppm 甲醛之流量標準不確定度為 11.111 ml/min；產生 11 ppm 甲醛之流量標準不確定度為 1.020 ml/min。 完成兩份研究報告，分別為甲醛氣體產生與濃度校正程序(工研院技資編號: 07-3-A4-0230-01)及甲醛氣體產生與濃度量測系統評估報告(工研院技資編號: 07-3-A4-0234-01)，完成查核進度。 	差異檢討
(二) 工業與環境管制氣體濃度驗證參考物質研製			
<ul style="list-style-type: none"> 高壓氣瓶型式(10-250) mmol/mol O₂ in N₂ 驗證參考物質配製與 	<ul style="list-style-type: none"> 根據 ISO Guide 34、ISO 6142 及 ISO 6143，進行(10-250) mmol/mol 	<ul style="list-style-type: none"> 完成 (10 至 250) mmol/mol O₂ in N₂ CRM 配製，如下表所示，系統之相對擴充不確定度 ≤ 1.0%，符合計畫規格需求。達成查核點。 	無差異

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討																																	
濃度量測技術建立	O ₂ in N ₂ CRM 之配製，系統之相對擴充不確定度≤ 1.0%。	<table border="1" data-bbox="619 259 1297 891"> <thead> <tr> <th>氣瓶編號</th> <th>濃度 (mmol/mol)</th> <th>相對擴充不確定度(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>GSM00051</td><td>9.999</td><td>0.46</td></tr> <tr><td>GSM00062</td><td>13.768</td><td>0.12</td></tr> <tr><td>GSM00027</td><td>30.012</td><td>0.45</td></tr> <tr><td>FF6743</td><td>50.005</td><td>0.11</td></tr> <tr><td>FF1843</td><td>70.022</td><td>0.62</td></tr> <tr><td>CLM09816</td><td>99.984</td><td>0.12</td></tr> <tr><td>FF1832</td><td>150.055</td><td>0.58</td></tr> <tr><td>FF1806</td><td>200.03</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>CAL013042</td><td>200.078</td><td>0.56</td></tr> <tr><td>CAL013036</td><td>249.896</td><td>0.54</td></tr> </tbody> </table> <p data-bbox="592 943 1342 1025">• 完成（10 至 250） mmol/mol O₂ in N₂ CRM 檢量線建立，檢量線如下圖所示。</p> <div data-bbox="632 1070 1310 1473"> <p>O₂/N₂</p> <p>$y = 33.512892x + 1.880029$ $R^2 = 0.999996$</p> <p>Y-axis: 積分面積 (0 to 400) X-axis: 濃度(mmol/mol) (0 to 12)</p> </div> <div data-bbox="632 1518 1310 1921"> <p>O₂/N₂</p> <p>$y = 33.146418x + 15.341524$ $R^2 = 0.999992$</p> <p>Y-axis: 積分面積 (0 to 9000) X-axis: 濃度(mmol/mol) (0 to 300)</p> </div>	氣瓶編號	濃度 (mmol/mol)	相對擴充不確定度(%)	GSM00051	9.999	0.46	GSM00062	13.768	0.12	GSM00027	30.012	0.45	FF6743	50.005	0.11	FF1843	70.022	0.62	CLM09816	99.984	0.12	FF1832	150.055	0.58	FF1806	200.03	0.2	CAL013042	200.078	0.56	CAL013036	249.896	0.54	
氣瓶編號	濃度 (mmol/mol)	相對擴充不確定度(%)																																		
GSM00051	9.999	0.46																																		
GSM00062	13.768	0.12																																		
GSM00027	30.012	0.45																																		
FF6743	50.005	0.11																																		
FF1843	70.022	0.62																																		
CLM09816	99.984	0.12																																		
FF1832	150.055	0.58																																		
FF1806	200.03	0.2																																		
CAL013042	200.078	0.56																																		
CAL013036	249.896	0.54																																		

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討												
<ul style="list-style-type: none"> 高壓氣瓶型式多成分氣體 CO+CO₂+C₃H₈ in N₂ 驗證參考物質配製與濃度量測技術建立 	<ul style="list-style-type: none"> 根據 ISO Guide 34、ISO 6142 及 ISO 6143，進行 CO+CO₂+C₃H₈ in N₂ CRM 之配製，並完成濃度量測技術研究報告一份，系統之相對擴充不確定度為 0.5%~2.0%，並申請量測系統擴建查驗。 	<ul style="list-style-type: none"> 計畫根據 ISO Guide 34、ISO 6142 及 ISO 6143 等規範，完成 CO+CO₂+C₃H₈ in N₂ CRM 配置濃度規劃。 採購英國國家實驗室 NPL 生產之濃度驗證查核用標準氣體，採購規格為：(1)成分：0.5 % mol/mol CO；5 % mol/mol CO₂；100 ppm C₃H₈ in N₂；(2)相對擴充不確定度：CO：0.9%；C₃H₈：0.6%；CO₂：0.6%；(3)容量/壓力：10L/100 bar；(4)有效期限：5 年。 向國內氣體公司採購規格符合 EN1975 之內拋光處理高壓鋁瓶，搭配 CGA350 規格瓶閥，以進行 CO+CO₂+C₃H₈ in N₂ CRM 之配製工作。 進行 CO、CO₂、C₃H₈ 與 N₂ 等原物料氣體純度分析。 完成 CO+CO₂+C₃H₈ in N₂ CRM 之配製工作，如下所示，系統之相對擴充不確定度≤1.0%，符合計畫規格需求。達成查核點。 <table border="1" data-bbox="635 1003 1289 1303"> <thead> <tr> <th>成分</th> <th>濃度</th> <th>相對擴充不確定度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CO</td> <td>(5 to 40) mmol/mol</td> <td>≤0.6 %</td> </tr> <tr> <td>CO₂</td> <td>(50 to 160) mmol/mol</td> <td>≤0.4 %</td> </tr> <tr> <td>C₃H₈</td> <td>(100 to 1600) μmol/mol</td> <td>≤0.7 %</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> 完成 CO+CO₂+C₃H₈ in N₂ CRM 檢量線建立，檢量線如下圖所示。 	成分	濃度	相對擴充不確定度	CO	(5 to 40) mmol/mol	≤0.6 %	CO ₂	(50 to 160) mmol/mol	≤0.4 %	C ₃ H ₈	(100 to 1600) μmol/mol	≤0.7 %	無差異
成分	濃度	相對擴充不確定度													
CO	(5 to 40) mmol/mol	≤0.6 %													
CO ₂	(50 to 160) mmol/mol	≤0.4 %													
C ₃ H ₈	(100 to 1600) μmol/mol	≤0.7 %													

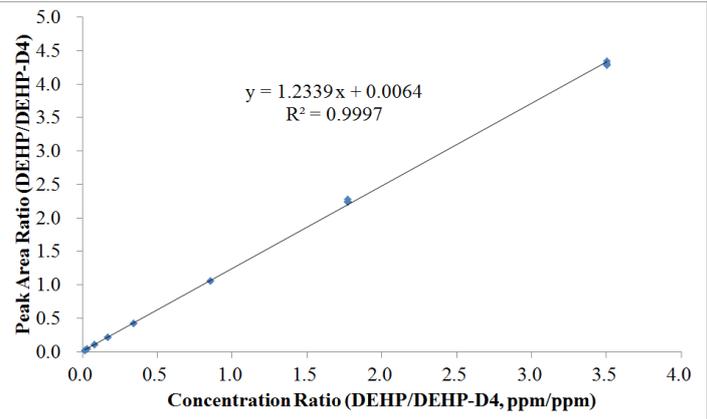
目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討								
		<div style="text-align: center;">  <p>CO</p> <p>$y = 90.361909x + 0.458012$ $R^2 = 0.999998$</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>CO₂</p> <p>$y = 194.551511x + 154.097054$ $R^2 = 0.999995$</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> • 完成系統擴建所需之標準文件，如下：氣瓶氣體充填質量與混合氣濃度驗證程序－秤重法（CO+CO₂+C₃H₈/N₂ 及 O₂/N₂）（技資編號：07-3-A4-0108-01）；氣瓶氣體充填質量與混合氣濃度評估報告－秤重法（CO+CO₂+C₃H₈/N₂ 及 O₂/N₂）（工研院技資編號：07-3-A4-0110-01）；原級參考混合氣濃度檢驗評估報告（CO+CO₂+C₃H₈/N₂ 及 O₂/N₂）（工研院技資編號：07-3-A4-0111-01）；原級參考混合氣濃度穩定度查驗報告（CO+CO₂+C₃H₈/N₂ 及 O₂/N₂）（工研院技資編號：07-3-A4-0116-01）。 • 申請之系統擴建查驗會議於 10/27 舉辦，邀請之查驗委員，名單如下： <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">委員</th> <th>時 任</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>黃炳照</td> <td>國立台灣科技大學/化工系 教授</td> </tr> <tr> <td>高寶珠</td> <td>財團法人全國認證基金會/實驗室認證處 組長</td> </tr> <tr> <td>黃天助</td> <td>財團法人工業技術研究院/機械所車輛驗證與發展部 經理</td> </tr> </tbody> </table>	委員	時 任	黃炳照	國立台灣科技大學/化工系 教授	高寶珠	財團法人全國認證基金會/實驗室認證處 組長	黃天助	財團法人工業技術研究院/機械所車輛驗證與發展部 經理	
委員	時 任										
黃炳照	國立台灣科技大學/化工系 教授										
高寶珠	財團法人全國認證基金會/實驗室認證處 組長										
黃天助	財團法人工業技術研究院/機械所車輛驗證與發展部 經理										

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
<ul style="list-style-type: none"> 高壓氣瓶型式(10-100) $\mu\text{mol/mol}$ H_2S in N_2 驗證參考物質配製與濃度量測技術建立完成 	<ul style="list-style-type: none"> 根據 ISO Guide 34、ISO 6142 及 ISO 6143, 進行 10-100 $\mu\text{mol/mol}$ H_2S in N_2 CRM 之配製, 系統之相對擴充不確定度$\leq 5.0\%$。並根據子項計畫執行成果完成國內及國際研討會論文投稿各一篇。 	<ul style="list-style-type: none"> 採購英國國家實驗室(NPL)生產之標準氣體, 採購規格為:(1)成分:2000 $\mu\text{mol/mol}$ 與 10 $\mu\text{mol/mol}$ H_2S in N_2; (2)相對擴充不確定度:小於 2%; (3)容量/壓力:10L/100 bar; (4)有效期限:1 年。 已於 8/3-8/5 日在泰國舉辦之 13th APMP TCQM GAWG Workshop 研討會針對計畫成果進行口頭發表論文, 題目為:「Development of CO/CO₂/C₃H₈ in N_2 PRMs for Measuring Vehicle Exhaust Emissions」。(工研院技資編號:07-5A-4-0130-01) 已針對 H_2S in N_2 CRM 之配製工作, 設計製作專用系統, 避免吸附效應影響配製準確度, 該系統已於 9/30 到貨驗收。 已完成(10-100) $\mu\text{mol/mol}$ H_2S in N_2 驗證參考物質之配製, 系統之相對擴充不確定度$\leq 5.0\%$, 符合計畫規格需求。達成查核點。 已於 12/5 在中國化學年會研討會進行論文發表, 題目為:「車輛排氣分析儀量測追溯之原級參考混合氣研製」。 	無差異
	<ul style="list-style-type: none"> 完成 CMC 登錄申請規劃 2 項 	<ul style="list-style-type: none"> 本年度申請國際同儕評鑑, 由韓國 KRISS 之 Dr. J.S. KIM 來臺擔任評鑑專家, 由 Dr. KIM 評鑑報告所認可我方本年度可提出之 CMC 申請項目包含如下 5 項, 計畫如期完成 CMC 申請規劃 5 項。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ (100 to 1000) $\mu\text{mol/mol}$ CO_2 in N_2, $U_r = (0.2 \text{ to } 1.2)\%$ ➢ (100 to 1000) $\mu\text{mol/mol}$ CH_4 in N_2, $U_r = (0.8 \text{ to } 1.0)\%$ ➢ (1 to 100) mmol/mol CH_4 in N_2, $U_r = (0.2 \text{ to } 0.8)\%$ ➢ (10 to 250) mmol/mol O_2 in N_2, $U_r = (0.5 \text{ to } 1.0)\%$ ➢ (1 to 20) mmol/mol CH_4 in air, $U_r = (0.3 \text{ to } 0.8)\%$ 	無差異
二、民生安全管制物質計量標準分項			
(一) 無機物質計量標準技術開發			

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討																		
<ul style="list-style-type: none"> ICP-MS 系統建置及 ppt level 超微量無機元素量測技術研究 	<ul style="list-style-type: none"> 完成 ICP-MS 硬體系統建置，並依據子項計畫執行內容完成一篇國外研討會論文投稿。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成實驗室建置及儀器採購，儀器已於 6/26 到院，7/23 完成測試驗收，如期達成硬體系統建置。 完成國外研討會論文投稿。研討會名稱：250th ACS National Meeting；論文題目：Hg²⁺ Detection Based on On-chip Extraction and Fluorescence Quenching of BSA-stabilized Au Nanocluster；發表日期為 8/16(工研院技資編號：07-5-A4-0141-01)。 	無差異																		
	<ul style="list-style-type: none"> 完成 ppt level 超微量無機元素量測技術研究並依據子項計畫執行內容完成一篇國外期刊論文投稿。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成線上自動化稀釋、清洗、分析系統。完成 ppt level 超微量無機元素量測技術，將自動稀釋裝置串聯 ICP-MS，並實際應用於超微量檢量線建立，各物種(包含 Al, Ca, Cu, Fe, Mg, K, Na, As, Se, Pb, Cd, Hg)之偵測極限均可低於 10 ppt。後續並將此技術應用於氣瓶中無機不純物濃度分析，並完成研究技術報告一份(工研院技資編號：07-3-A4-0186-01)。 <div data-bbox="614 1025 1316 1500" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="614 1550 1316 1624">以環境中極易污染而導致偵測極限不佳的鈉元素偵測為例，背景當量濃度及偵測極限可低於 1 ng/kg。</p> <div data-bbox="625 1635 1220 2004" data-label="Figure"> <table border="1"> <caption>Na concentration vs Intensity data points (estimated from graph)</caption> <thead> <tr> <th>Na concentration (ng/kg)</th> <th>Intensity (cps)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>10</td><td>300</td></tr> <tr><td>20</td><td>600</td></tr> <tr><td>30</td><td>900</td></tr> <tr><td>40</td><td>1200</td></tr> <tr><td>50</td><td>1500</td></tr> <tr><td>70</td><td>2100</td></tr> <tr><td>100</td><td>3100</td></tr> </tbody> </table> </div>	Na concentration (ng/kg)	Intensity (cps)	0	0	10	300	20	600	30	900	40	1200	50	1500	70	2100	100	3100	無差異
Na concentration (ng/kg)	Intensity (cps)																				
0	0																				
10	300																				
20	600																				
30	900																				
40	1200																				
50	1500																				
70	2100																				
100	3100																				

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
		<ul style="list-style-type: none"> 完成國外期刊論文發表，題目：應用固相萃取技術串聯感應耦合電漿質譜技術於環境水體中的微量重金屬濃度分析(工研院技資編號：07-5-A4-0154-01)。 	差異檢討
<ul style="list-style-type: none"> 氣瓶或容器內容物無機不純物濃度量測技術研究 	<ul style="list-style-type: none"> 完成懸浮微粒回收技術評估之研究報告一份。 	<ul style="list-style-type: none"> 進行懸浮微粒回收技術之國內外次級資料蒐集與報告大綱擬定。 製作懸浮微粒產生器，以不同粒徑(20, 40, 60 nm)之金奈米粒子模擬懸浮微粒，進行回收率測試。 完成技術報告一份：懸浮微粒回收技術研究評估報告（工研院技資編號：07-3-A4-0050-01）。 	無差異
	<ul style="list-style-type: none"> 完成氣瓶氣體內無機不純物濃度量測技術研究，並依據子項計畫執行內容完成技術評估報告一份。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成氣瓶氣體內無機不純物濃度量測技術研究。本研究中利用已發展之超微量 ICP-MS 無機元素分析技術，搭配懸浮微粒回收技術，系統中利用全程線上傳輸設計避免外界污染導入的可能性，導入自動稀釋設計概念建立檢量線，再將其應用於氣瓶中無機不純物濃度分析，並完成研究技術報告一份（工研院技資編號：07-3-A4-0186-01）。 <div data-bbox="635 1084 1273 1442" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="628 1464 1294 2033" data-label="Diagram"> </div>	無差異

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討																																																	
(二) 有機物質計量標準技術開發																																																				
<ul style="list-style-type: none"> 建立食品中 PBDEs 濃度量測技術 	<ul style="list-style-type: none"> 完成食品中 PBDEs 濃度量測技術報告一份。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成技術報告一份，題目為「食品中多溴二苯醚濃度量測技術報告」（工研院技資編號：07-3-A4-0051-01）。 	無差異																																																	
	<ul style="list-style-type: none"> 進行國內數項食品中 PBDEs 濃度分析及國內研討會論文投稿一篇。 	<ul style="list-style-type: none"> 利用硫酸酸洗、酸性矽膠管柱淨化、酸性氧化鋁管柱淨化、減壓濃縮、吹氮濃縮等樣本前處理步驟，搭配同位素稀釋氣相層析質譜法，進行國內市售 5 種食用油品中十溴二苯醚濃度分析，相關內容詳述於「食品中多溴二苯醚濃度量測技術報告」（工研院技資編號：07-3-A4-0051-01）。 <table border="1" data-bbox="632 819 1339 1223"> <thead> <tr> <th>油品種類</th> <th>油品中十溴二苯醚添加濃度 (µg/g, ppm)</th> <th>十溴二苯醚預估量 (µg)</th> <th>十溴二苯醚分析量 (µg)</th> <th>回收率 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">調和油</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>N.D.</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>0.5</td> <td>0.146</td> <td>0.130</td> <td>89.0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">大豆沙拉油</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>N.D.</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>0.5</td> <td>0.149</td> <td>0.133</td> <td>89.3</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">葵花油</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>N.D.</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>0.5</td> <td>0.147</td> <td>0.131</td> <td>89.1</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">芥花油</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>N.D.</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>0.5</td> <td>0.148</td> <td>0.132</td> <td>89.2</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">橄欖油</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>N.D.</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>0.5</td> <td>0.151</td> <td>0.137</td> <td>90.7</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> 完成國內研討會論文一篇，題目為「利用同位素稀釋氣相層析質譜法進行多溴二苯醚之濃度驗證」(發表於兩岸量測與檢測科技學術研討會，工研院技資編號：07-5-A4-0026-01)。 	油品種類	油品中十溴二苯醚添加濃度 (µg/g, ppm)	十溴二苯醚預估量 (µg)	十溴二苯醚分析量 (µg)	回收率 (%)	調和油	0	0	N.D.	-	0.5	0.146	0.130	89.0	大豆沙拉油	0	0	N.D.	-	0.5	0.149	0.133	89.3	葵花油	0	0	N.D.	-	0.5	0.147	0.131	89.1	芥花油	0	0	N.D.	-	0.5	0.148	0.132	89.2	橄欖油	0	0	N.D.	-	0.5	0.151	0.137	90.7
油品種類	油品中十溴二苯醚添加濃度 (µg/g, ppm)	十溴二苯醚預估量 (µg)	十溴二苯醚分析量 (µg)	回收率 (%)																																																
調和油	0	0	N.D.	-																																																
	0.5	0.146	0.130	89.0																																																
大豆沙拉油	0	0	N.D.	-																																																
	0.5	0.149	0.133	89.3																																																
葵花油	0	0	N.D.	-																																																
	0.5	0.147	0.131	89.1																																																
芥花油	0	0	N.D.	-																																																
	0.5	0.148	0.132	89.2																																																
橄欖油	0	0	N.D.	-																																																
	0.5	0.151	0.137	90.7																																																
<ul style="list-style-type: none"> 建立水溶液中塑化劑 DEHP 濃度量測技術與不確定度評估 	<ul style="list-style-type: none"> 建立水溶液中塑化劑 DEHP 濃度量測技術與不確定度評估。 	<ul style="list-style-type: none"> 使用靜態重力法搭配同位素稀釋氣相層析質譜法建立塑化劑 DEHP 濃度分析檢量線，檢量線線性範圍為 (0.1 至 20) µg/g (DEHP 同位素濃度約為 6 µg/g)，線性相關係數 R² 為 0.9997，符合環境保護署環境檢驗所 NIEA-PA103 中 R² 大於或等於 0.995 之要求。 	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"> 完成 DEHP 溶液濃度為 10.62 $\mu\text{g/g}$ 之濃度分析與不確定度評估，濃度分析結果為 10.45 $\mu\text{g/g}$，擴充不確定度為 0.98 $\mu\text{g/g}$ (95 %信賴水準下)。 	無差異															
	<ul style="list-style-type: none"> 建立塑化劑 DEHP 濃度量測技術與不確定度評估。針對相關技術完成國內期刊論文一篇。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成國內期刊論文一篇，題目為「塑化劑鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯濃度量測技術之建立與其不確定度評估」(發表於量測資訊雙月刊，工研院技資編號：07-5-A4-0145-01)。 	無差異															
<ul style="list-style-type: none"> 建立食品接觸產品塑化劑 DEHP 溶出濃度量測技術 	<ul style="list-style-type: none"> 完成食品接觸產品塑化劑 DEHP 溶出濃度量測技術報告一份。 	<ul style="list-style-type: none"> 參考衛生福利部食品藥物管理署公告之「食品器具、容器、包裝檢驗方法－塑膠類之檢驗」，進行 4 種塑膠類食品接觸產品中 DEHP 溶出濃度分析，並參考衛生福利部食品藥物管理署公告之「食品器具容器包裝衛生標準」進行溶出試驗結果比較，相關內容詳述於「食品接觸產品塑化劑 DEHP 溶出濃度量測技術報告」(工研院技資編號：07-3-A4-0188-01)。 <table border="1" data-bbox="624 1603 1315 1832"> <thead> <tr> <th>樣品編號</th> <th>溶出濃度 ($\mu\text{g/g}$, ppm)</th> <th>與法規比較*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S1</td> <td>0.0073</td> <td><1.5 ppm</td> </tr> <tr> <td>S2</td> <td>0.0084</td> <td><1.5 ppm</td> </tr> <tr> <td>S3</td> <td>0.0274</td> <td><1.5 ppm</td> </tr> <tr> <td>S4</td> <td>0.0113</td> <td><1.5 ppm</td> </tr> </tbody> </table> <p>*法規：食品器具容器包裝衛生標準(102 年 4 月 9 日署授食字第 1021300776 號)</p>	樣品編號	溶出濃度 ($\mu\text{g/g}$, ppm)	與法規比較*	S1	0.0073	<1.5 ppm	S2	0.0084	<1.5 ppm	S3	0.0274	<1.5 ppm	S4	0.0113	<1.5 ppm	無差異
樣品編號	溶出濃度 ($\mu\text{g/g}$, ppm)	與法規比較*																
S1	0.0073	<1.5 ppm																
S2	0.0084	<1.5 ppm																
S3	0.0274	<1.5 ppm																
S4	0.0113	<1.5 ppm																

(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)	7.66	7.10
	(2) 民生安全管制物質計量標準分項 (分項主持人：徐繹翔)	5.24	5.12
	合 計	12.90	12.22

2. 計畫人力

單位：人年

分類		職稱					學歷					合計
年度	狀況	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	
	104	預計	7.66	5.24	0	0	0	4.13	7.77	0.79	0.21	0
實際		7.68	4.54	0	0	0	3.92	7.38	0.67	0.25	0	12.22

註：1.本表採用工研院職級計算。

(二) 經費運用情形

1. 歲出預算執行情形

單位：新台幣仟元

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	35,334	77.61%	35,334	77.61%	
(1)直接薪資	16,243	35.68%	16,243	35.68%	
(2)管理費	3,935	8.64%	3,935	8.64%	
(3)其他直接費用	15,156	33.29%	15,156	33.29%	
2.公費	196	0.43%	196	0.43%	
經常支出小計	35,530	78.04%	35,530	78.04%	
(二)資本支出					
1.土地					
2.房屋建築及設備					
3.機械設備	10,000	21.96%	10,000	21.96%	
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	10,000	21.96%	10,000	21.96%	
合計	45,530	100.00%	45,530	100.00%	

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收入數為2,158,194元，該收入按規定比例上繳國庫。 本計畫舉辦研討會收入97,000元。 計畫購買甲醛氣瓶、錦德氣體，供應商逾期罰款4,828元。
不動產租金			
動產租金			
廢舊物資售價			
技術移轉(簽約收入數)	200,000	2,158,194	
權利金			
技術授權(簽約收入數)	200,000	2,158,194	
製程使用			
其他－專戶利息收入			
罰金罰鍰收入		4,828	
罰金罰鍰		4,828	
其他收入			
供應收入－資料書刊費			
服務收入		97,000	
教育學術服務		97,000	
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		2,260,022	

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 2 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) 本計畫成員劉信旺博士，於 6 月赴荷蘭鹿特丹，參加第八屆國際氣體分析研討會暨展覽會(the 8th International Gas Analysis Symposium & Exhibition, GAS2015)。針對如下 4 個主題之最新氣體分析與計量相關研究及發展進行探討與趨勢資訊蒐集，以為計畫規劃參考。1)天然氣與生化氣體(Natural Gas and Biogas); 2)計量、標準化與驗證(Metrology, Standardization and Certification); 3)分析應用(Analytical Applications); 4)健康、安全與環境(Health, Safety and the Environment)。瞭解國際上其他國家對於氣體計量之相關需求，及產業面臨問題，除有助計畫掌握國際合作機會，也可預估並提早因應國內產業界可能面臨問題。
- (2) 本計畫成員林采吟博士，於 8 月赴泰國曼谷，參加第十三屆 APMP TCQM GAWG Workshop 研討會，與各國國家實驗室代表討論國際比對工作事項。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(APMP/TCQM GAWG WORKSHOP)為亞太地區各國國家計量機構組成之氣體分析工作小組每年定期舉辦的研討會，除針對最新計量技術發展進度進行討論外，本次研討會主要討論的議題有：1)新氣體分析技術或產品；2)空氣品質監測計量技術；3)各國於氣體計量之需求與資源；4)氣體參考物質；5)與氣體濃度量測相關之國際指令、政策、法令等。此活動討論未來國際比對項目及主辦機構亦為主要議題之一，計畫為落實國際等同目標，此次會議除與大陸、日本、南非、新加坡等國家討論 2016 至 2019 四年期間可能舉辦之國際比對項目，亦

透過瞭解各國之氣體計量發展政策及與各國法規發展的連結狀況，構思民生化學計量標準計畫之未來技術推廣策略。

- (3) 本計畫成員鄭瑞翔研究員，於 8 月赴泰國曼谷，參加第十三屆 APMP TCQM GAWG Workshop 研討會進行技術論文發表，展現計畫技術能量，並藉由此會議與其它國家標準實驗室及產學研之氣體領域專家進行技術交流，瞭解亞太地區發展態勢，吸取氣體計量化學與分析技術相關專業知識與經驗，增進民生化學計量氣體化學技術能力，與亞太計量領域專業形象之建立。
- (4) 本計畫成員徐繹翔博士，於 8 月赴美參加「第 250 屆美國化學學會國際研討會暨展覽會」，並發表論文。本次大會的主題為“*Innovation From Discovery To Application*”，主要著重於創新材料的開發，共包含 29 種領域分類(包含綜合化學、有機化學、無機化學、農業與食品化學、分析化學、生物化學、核子化學、聚合物、膠體化學等)，836 場次的口頭演講以及 134 場次的海報討論會議，共計有超過 9200 篇的論文以及 3000 篇以上的海報於此研討會中發表，此活動是世界化學領域專業盛會，更是化學主流與趨勢交流平台，活動參與將有助計畫世界趨勢掌握與專業人脈建構。
- (5) 本計畫成員徐繹翔博士，於 11 月赴日本筑波日本計量研究院((National Metrology Institute of Japan, NMIJ)進行無機金屬計量技術研究。針對計畫內容之複雜基質中的超微量無機元素量測，以及砷汞物種分析過程皆需使用各類型不同基質標準品之配置程序，進行研究。本外差主要研究內容包括：1)原級參考物質之配置及濃度驗證程序；2)固態參考物質(塑膠材料)之採樣方式與重金屬分析技術(包含 ICP-MS、ICP-OES、ID/ICP-MS)；並與日本計量研究院之專家進行民生規劃技術之討論交流，及其對 NMIJ 無機標準研究室的未來發展規劃，以為計畫規劃參考。

2. 國際技術交流（含論文發表）

- (1) 劉信旺博士，於 6 月赴荷蘭鹿特丹，參加第八屆國際氣體分析研討會暨展覽會(the 8th International Gas Analysis Symposium & Exhibition, GAS2015)。針對民生化學計量標準計畫在驗證參考物質氣體配製之發

展，進行論文發表，題目為「Development of Primary Reference Gas Mixtures for the Audit Requirements of Calibration Gases used in Continuous Emission Monitoring System」，該論文發表說明目前國家度量衡標準實驗室固定污染源管制物種以及校正用標準混合氣：SO₂ in N₂、NO in N₂ 原級追溯標準氣體配製成果，並說明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，並針對該技術領域和各國與會專家、技術人員進行討論與交流，精進專業技術。

- (2) 鄭瑞翔研究員，於 8 月在 13th APMP TCQM GAWG Workshop 研討會針對計畫成果進行論文發表，題目為：「Development of CO/CO₂/C₃H₈ in N₂ PRMs for Measuring Vehicle Exhaust Emissions」。說明目前 NML 工業排放管制氣體濃度驗證參考物質生產配製相關技術，計畫以此論文為媒介，深入瞭解與會各國在氣體配製或分析上之技術能力與發展趨勢，並蒐集未來數年規劃舉辦之國際比對項目與規格，以為計畫建置技術國際接軌鋪路。
- (3) 徐繹翔博士，於 8 月赴美國波士頓參加第 250 屆美國化學學會國際研討會暨展覽會，美國化學學會是一個化學領域的專業組織，成立於 1876 年，現有 163,000 位來自化學界各個分支的會員，每次研討會參與人數多達 1.5 萬人，為世界知名化學研討會之一。本次大會的主題為 “Innovation From Discovery To Application”，主要著重於創新材料的開發，共包含 29 種領域分類(包含綜合化學、有機化學、無機化學、農業與食品化學、分析化學、生物化學、核子化學、聚合物、膠體化學、..等等)。徐博士於會中針對民生化學計量標準計畫在無機領域之技術發展，進行「應用金奈米團簇之消光特性及晶片濃縮技術於微量汞離子濃度量測」論文發表。
- (4) 徐繹翔博士，於 11 月於赴日本計量研究所-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)，進行液相元素參考物質配置暨量測技術之國際合作研究。為期 5 週的行程中，主要針對 NMIJ 無機標準研究室配製液相元素參考物質之技術進行瞭解，其中包括：1)原物料純度分析；2)同位素比例量測技術；3)質量法秤重配製程序；4)驗證參考物質濃度驗證-滴定法，並嘗試配製鉛元素

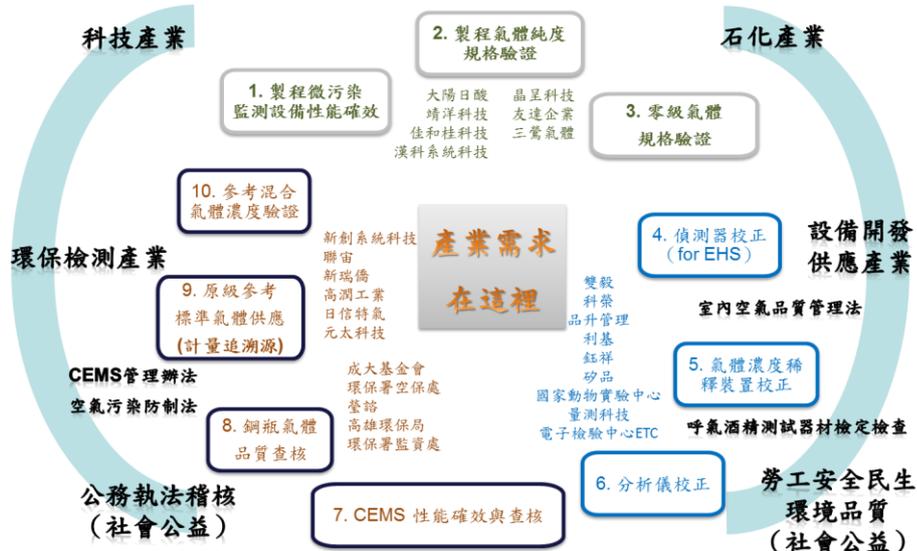
驗證參考物質(1000 mg/kg)，藉由與 NMIJ 配製之鉛元素參考物質(988.63 mg/kg)進行濃度比對，結果顯示配製濃度與分析濃度並無明顯差異(RSD = 0.009%)。憑藉此次國際合作研究之經驗，相信未來能於國內建立無機元素驗證參考物質，達成自有計量追溯之目標。此外，亦針對固相塑膠驗證參考物質之製作及濃度量測方式進行了解，熟悉同位素稀釋法如何搭配微波消化技術應用於塑膠材料中無機金屬之濃度分析，此部分技術未來可應用於複雜基質中無機元素定量之國際比對用途。

伍、成果說明與檢討

一、非量化執行成果說明

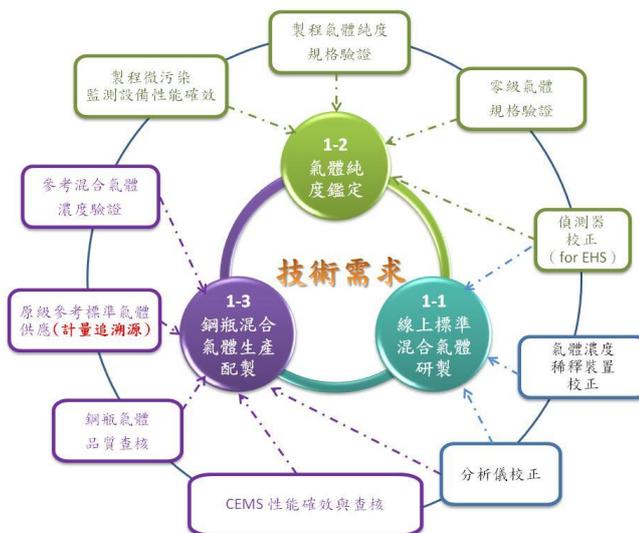
(一) 氣體化學計量標準技術分項

圖六為綜合 102 至 104 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。



圖六：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七所示，也依此更新 105 年度延續計畫之執行內容：



圖七：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. 線上標準混合氣體動態配製技術；
2. 高壓氣瓶型式混合氣體生產配製技術；
3. 光學法與氣相層析分離法氣體濃度量測技術。

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. 線上標準混合氣體動態配製技術（隸屬民生安全管制氣體計量標準技術子項）

(1) 104 年度技術創新突破點

甲醛計量標準技術為目前世界先進國家積極發展的項目，此外，因應國內室內空氣品質管理法（Indoor Air Quality, IAQ）立法，室內環境中甲醛濃度也成為民眾關心的議題，因此本計畫規劃建立「甲醛氣體濃度量測標準技術」可提供不同類型甲醛分析儀器的校正服務，提高室內管理場所甲醛即時量測結果的準確度，確保未來室內空氣品質管理政策推動落實。由於建立甲醛計量技術過程與微量水氣濃度量測息息相關，自 103 年度起，技術團隊除了一方面採購甲醛計量技術相關硬體設備，另一方面也致力於建立微量水氣濃度量測技術，期望兩技術間可相互搭配。甲醛計量標準量測技術於 104 年度已完成周邊設施與核心設備的建置，並進行系統測試，規劃於 105 年度完成整體系統評估及新建「甲醛氣體分析設備校正系統」，提供產業技術服務，詳細技術內容如下說明。

■ 甲醛氣體濃度量測標準技術

國際上發展之甲醛氣體計量標準系統係參考 ISO 6145-10:2008^[1-1]，利用滲透管搭配磁浮天平與氣體配製流量控制系統，以動態稀釋法產生不同濃度的甲醛標準氣體。本系統的四個主要構造包含滲透管、磁浮天平、氣體配製流量控制系統、甲醛/微量水氣濃度分析設備。技術團隊於 103 年底將各構造購入後，104 年完成系統整合，如圖八所示，並進行測試與不確定度評估。



圖八：甲醛氣體計量標準系統照片

參考其他計量單位如 BIPM^[1-2]及 NMIJ^[1-3]於甲醛氣體計量標準系統之量測方程式進以評估量測不確定度，其不確定度來源主要有四大項，包含：

- 滲透管滲透率之標準不確定度
- 流量控制系統之標準不確定度
- 甲醛分子量之標準不確定度
- 莫耳體積之標準不確定度。

以下針對各項評估方法及結果做詳細說明。

$$x_{HCHO} = \frac{P \times V_m}{F_T \times M_{HCHO}} \quad (\text{量測方程式})$$

x_{HCHO} ：甲醛莫耳分率

P ：甲醛滲透管之滲透率

V_m ：標準狀態下氣體之莫耳體積

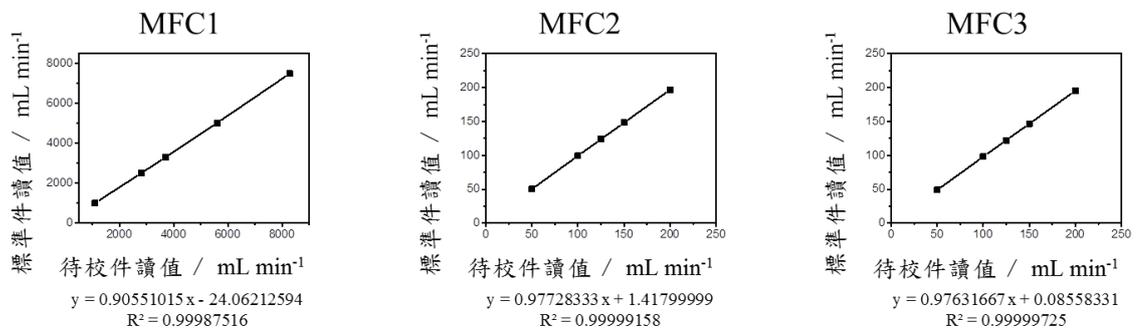
F_T ：氮氣之總流量

M_{HCHO} ：甲醛之分子量

根據 ISO 6145-10:2008^[1-1]，滲透管滲透率之標準不確定度評估適用 A 類評估，因為本系統所使用的秤重方式為連續式即時秤重（磁浮天平），作法是取滲透管在正常工作溫度下，一段連續時間內質量損失率之標準差，而每一質量損失率所計算時間間隔盡量接近一般實驗進行時判斷質量損失率之時間間隔（假如一般實驗中以每 3 小時數據判斷當時質量損失

率，則評估時之時間間隔即取 3 小時)。於此，使用 5 小時為一個時間單位，計算滲透管之滲透率，並且連續取 12 次的計算結果以計算標準不確定度。根據實驗結果，甲醛滲透管之滲透率為 5300.00 ng/min，而標準不確定度為 6.93 ng/min。

對於流量控制系統之不確定度評估，本流量控制系統由國家度量衡標準實驗室作為追溯源，經流量與能源研究室校正後之層流式流量計作為標準件，使用此標準件校正流量控制系統，校正結果如圖九所示。流量之不確定度來源除了引用標準件之不確定度數據外，亦把重複性及再現性加入評估，產生 1 ppm 甲醛之流量標準不確定度為 11.111 ml/min；而產生 11 ppm 甲醛之流量標準不確定度為 1.020 ml/min。



圖九：流量控制系統校正結果

分子量之標準不確定度的評估則是引用 IUPAC Table of Atomic Weights^[1-4]，對於甲醛而言其分子量為 30.026 g/mol，標準不確定度為 0.00047 g/mol。

莫耳體積之標準不確定度亦引用自文獻^[1-5]，對於真實氣體於標準狀態 ($T = 273.15 \text{ K}$, $P = 101.325 \text{ kPa}$) 下之莫耳體積可用 $V_m = ZRT/P$ 表示，其中 Z 為壓縮係數而 R 為氣體常數。 T (溫度) 與 P (壓力) 由定義而來並無不確定度， R 為 8.314 J/mol K，相對不確定度根據文獻^[1-5] 為 1.8×10^{-6} ，氮氣之壓縮係數根據 NIST 的資料庫為 0.9995434，而相對不確定度為 15×10^{-6} 。因此，氮氣之 V_m 與 V_m 標準不確定度分別為 22.4037 L/mol 和 0.0003 L/mol。

根據量測方程式，可以推導出 x_i 之組合標準不確定度 u_c 為：

$$u_c^2(x_{HCHO}) = \left(\frac{\partial x_{HCHO}}{\partial P}\right)^2 u^2(P) + \left(\frac{\partial x_{HCHO}}{\partial V_m}\right)^2 u^2(V_m) + \left(\frac{\partial x_{HCHO}}{\partial F_T}\right)^2 u^2(F_T) + \left(\frac{\partial x_{HCHO}}{\partial M_{HCHO}}\right)^2 u^2(M_{HCHO})$$

各項偏微分結果分別為：

$$\frac{\partial x_{HCHO}}{\partial P} = \frac{V_m}{F_T \times M_{HCHO}} ,$$

$$\frac{\partial x_{HCHO}}{\partial V_m} = \frac{P}{F_T \times M_{HCHO}} ,$$

$$\frac{\partial x_{HCHO}}{\partial F_T} = \frac{-P \times V_m}{F_T^2 \times M_{HCHO}} ,$$

$$\frac{\partial x_{HCHO}}{\partial M_{HCHO}} = \frac{-P \times V_m}{F_T \times M_{HCHO}^2} ,$$

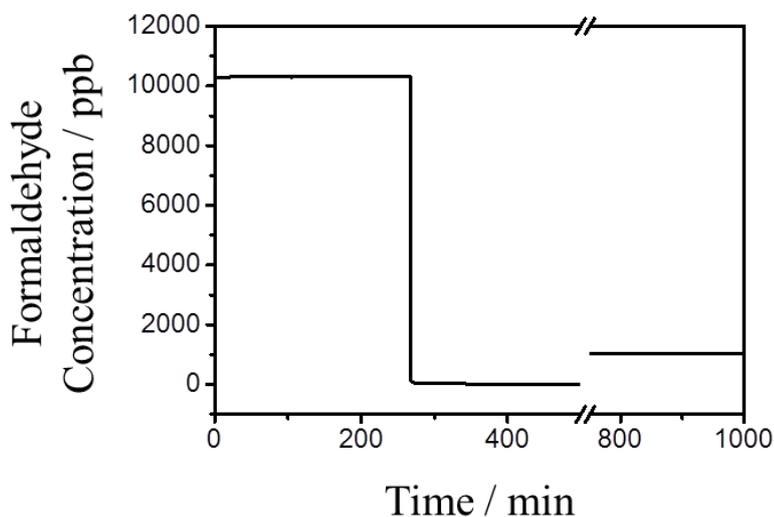
將上述各項標準不確定度數值帶入組合標準不確定度的公式後，不確定度評估結果可見表四（動態產生甲醛濃度為 11 ppm）、表五（動態產生甲醛濃度為 1 ppm）。綜上所述，此技術可產生(1 至 10) ppm 甲醛(圖十)，對於此濃度範圍內之相對擴充不確定度符合設定目標，小於 2%。

表四： 11 ppm 甲醛不確定度評估結果

不確定度來源 x_i	類別	分佈	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 $\frac{\partial Cs}{\partial x_i}$	不確定度分量 $\left \frac{\partial Cs}{\partial x_i}\right u(x_i)$	自由度 $\nu(x_i)$
甲醛滲透管之滲透率 (P)	A	t	6.928 ng/min	0.0022	0.01498 ng/min	11
標準狀態下氮氣之莫耳體積(V_m)	B	-	0.00034 L/mol	0.5116	0.00017 L/mol	60
氮氣之總流量 (F_T)	A	t	1.020 mL/min	-0.0332	0.03390 mL/min	500
甲醛之分子量 (M_{HCHO})	B	矩形	0.00047 g/mol	-0.3817	0.00018 g/mol	60
組合標準不確定度 u_c : 0.03707 $\mu\text{mol/mol}$ 有效自由度 ν_{eff} : 261 信賴水準 : 95 % 涵蓋因子 k : 1.97 擴充不確定度 U : 0.073 $\mu\text{mol/mol}$ 相對擴充不確定度 U_r : 0.7 %						

表五：1 ppm 甲醛不確定度評估結果

不確定度來源 x_i	類別	分佈	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 $\frac{\partial Cs}{\partial x_i}$	不確定度分量 $\left \frac{\partial Cs}{\partial x_i} \right u(x_i)$	自由度 $\nu(x_i)$
甲醛滲透管之滲透率 (P)	A	t	6.928 ng/min	0.0002	0.00147 ng/min	11
標準狀態下氮氣之莫耳體積(V_m)	B	-	0.00034 L/mol	0.0503	0.00002 L/mol	60
氮氣之總流量 (F_T)	A	t	11.111 mL/min	-0.0003	0.00357 mL/min	100
甲醛之分子量 (M_{HCHO})	B	矩形	0.00047 g/mol	-0.0376	0.00002 g/mol	60
組合標準不確定度 u_c : 0.00386 $\mu\text{mol/mol}$ 有效自由度 ν_{eff} : 108 信賴水準 : 95 % 涵蓋因子 k : 1.98 擴充不確定度 U : 0.008 $\mu\text{mol/mol}$ 相對擴充不確定度 U_r : 0.8 %						



圖十：利用甲醛氣體濃度計量標準技術產生(1 至 10) ppm 甲醛

此外，根據目前各國際計量單位對於甲醛氣體濃度計量標準技術的研究報告^[1-2,1-3]，水氣為動態產生之甲醛氣體濃度中最主要的不純物質，因產生甲醛之方式是使用多聚甲醛滲透管產生甲醛氣體，此方式將產生微量水氣之副產物，反應方程式如下所列。



然而，甲醛氣體濃度計量標準技術於國際上仍屬前端研究，微量水氣的濃度量測亦屬具挑戰性之技術，因此，對於甲醛氣體中水氣濃度量測的部分，目前國際上之作法為先建立相關量測技術，之後再進行進一步進行評估與修正。本計畫中，技術團隊在建立甲醛氣體濃度計量標準技術同時，即結合計畫中建立之「微量水氣動態產生計量標準技術」進行水氣不純物之量測與研究，利於動態產生之甲醛氣體濃度修正與品質監測。

■ 微量水氣動態產生計量標準技術

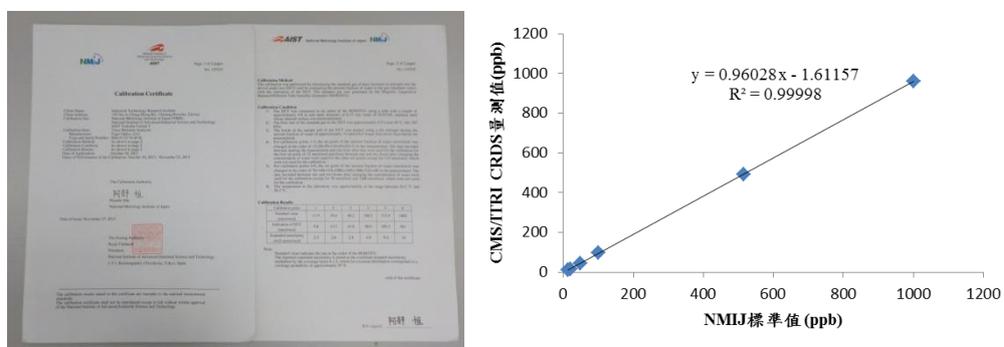
配合「甲醛氣體濃度計量標準技術」並考量國內於微量水氣量測缺乏追溯來源之產業需求，技術團隊自 103 年度開始規劃、著手建立微量水氣動態產生技術。微量水氣動態產生計量標準技術建立將可提供國內產業執行微量水氣量測之追溯標準，應用領域包含：1) 氣體中微量水氣濃度量測；2) 露點計或水氣分析儀校正等。

本技術師法日本計量標準綜合研究所(National Metrology Institute of Japan, NMIJ) 濕度標準研究室之發表^[1-6]，於工業技術研究院光復院區 17 館 214 室建置簡易型微量水氣產生暨量測裝置，如圖十一所示。本裝置係參考 ISO 6145-8:2005(E)^[1-7]，利用擴散法動態產生不同濃度的微量水氣，其主要構造包含：載流氣體供應源（液態氮桶槽）、微量水氣產生腔室、氣體配製流量控制系統（由數個質流量控制器組成）與高靈敏度之微量水氣分析儀（共振腔振盪衰減頻譜，Cavity Ring-Down Spectroscopy, CRDS；儀器偵測極限約 20 ppb）。

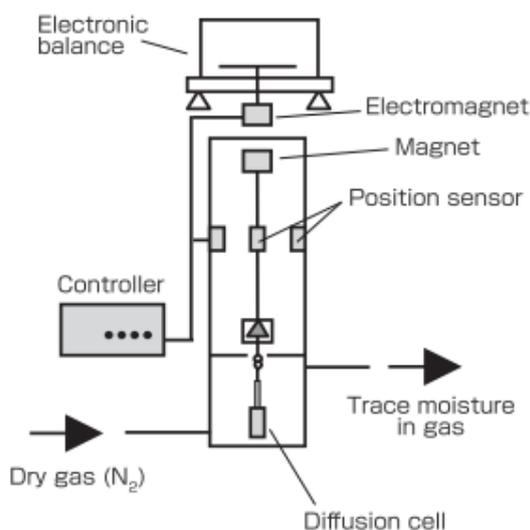


圖十一：簡易型微量水氣產生暨量測裝置硬體設備

本裝置以日本 NMIJ 濕度標準研究室所建置之微量水氣原級標準作為計量追溯源，追溯方式是將 CRDS 定期送至日本 NMIJ 進行校正作為參考標準件，如圖十一所示。NMIJ 微量水氣原級標準系統之建置亦是依據 ISO 6145-8:2005(E)，以擴散槽 (Diffusion Cell) 在特定溫度、壓力下產生特定濃度的水氣，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水氣產生濃度，如圖十二 [1-8]，此特定濃度水氣再經由氣體配製與流量控制裝置配製成各個不同水氣濃度作為微量水氣之原級標準。該原級標準系統目前可提供之校正濃度範圍為 12 ppb 至 1.4 ppm。



圖十二：日本 NMIJ 濕度標準研究室出具之 CRDS 校正報告與結果



圖十三：微量水氣原級標準系統(磁浮天平)示意圖[1-8]

103 年度除了完成微量水氣產生暨量測裝置硬體建置，亦建立(0.1 至 50) ppm H₂O in N₂ 動態產生暨量測技術，相關研究成果發表於今年 GAS 2015 荷蘭鹿特丹研討會^[1-9]。104 年度針對本裝置產生與量測 1 ppm 之 H₂O in N₂ 進行不確定度評估，評估之不確定度貢獻來源包含參考標準件之標準不確定度、量測重複性之標準不確定度與量測再現性之標準不確定度，評估結果如表六所示。

表六：1 ppm H₂O in N₂ 不確定度評估結果

日期	平均濃度 (nmol/mol)	S.D. (nmol/mol)	RSD (%)		
20150311	998	4.2	0.4		
20150312	993	2.9	0.3		
20150313	1032	4.3	0.4		
Average	1008				
不確定度評估					
標準件之標準不確定度	8	nmol/mol	U/k		
訊號值之標準不確定度	0.19	nmol/mol	SD/n ^{0.5}		
系統穩定性之標準不確定度	11.26	nmol/mol	(max(Ci)-min(Ci))/(2*3 ^{0.5})		
組合不確定度	14	nmol/mol			
涵蓋因子(k)	2				
擴充不確定度	28	nmol/mol			
相對擴充不確定度	2.8	%			

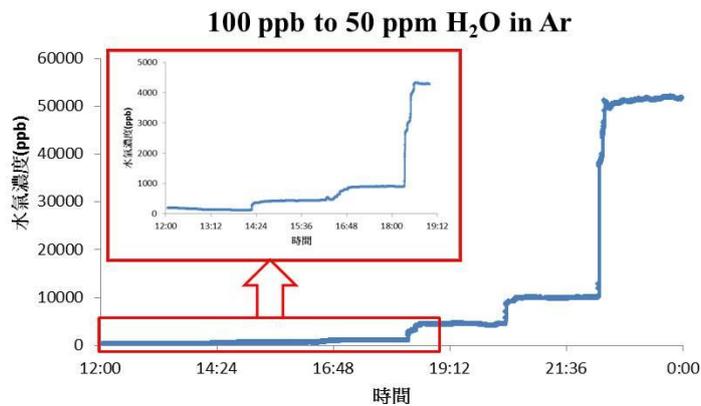
除了使用氮氣作為載流氣體，依據文獻^[1-10]所述，當載流氣體種類改變時，水氣與各種載流氣體間具有不同的交互作用力，造成擴散係數 (Diffusion Coefficient) 改變，進而影響水氣之蒸發速率，故在相同系統參數條件下，選用不同之載流氣體將可能產生不同濃度之水氣；而在水氣濃度量測方面，文獻^[1-11]顯示，不同氣體組成會影響水氣訊號的強度大小，然而吸收訊號之強度即為共振腔振盪衰減頻譜用以量測水氣濃度高低之依據，故目前市售微量水氣量測儀器內皆已建立眾多氣體種類選項供使用者選擇，儀器內部將對於量測結果乘上補償係數進行自動修正，針對不同氣體種類進行修正後顯示正確的水氣濃度。

日本 NMIJ 濕度標準研究室近年致力於開發以 Ar、O₂ 或 He 作為載流氣體之微量水氣產生原級標準系統，目前已完成 Ar 作為載流氣體相關測試工作，成果並同期發表於 GAS 2015 研討會^[1-12]。本計畫於 104 年度亦開始進

行 H₂O in Ar 與 H₂O in O₂ 兩項動態式濃度配製技術之條件測試，欲產生的水氣濃度範圍為(0.1 至 50) ppm，並利用共振腔振盪衰減頻譜進行濃度確認，由圖十四與圖十五結果顯示，系統已可穩定產生此濃度範圍之水氣。

流量變更/回	Q1/(L/min)	Q2/(L/min)	Q3/(L/min)	Q4/(L/min)	時間/hr	平均濃度/ppb
1	19.90	19.76	20.00	19.70	2	121
2	11.72	10.70	13.30	13.84	2	433
3	7.91	6.30	8.00	9.15	2	8967
4	5.00	2.82	4.00	5.60	2	4301
5	2.95	1.00	2.10	3.50	2	9788
6	0.65	0.00	0.50	0.65	2	51617

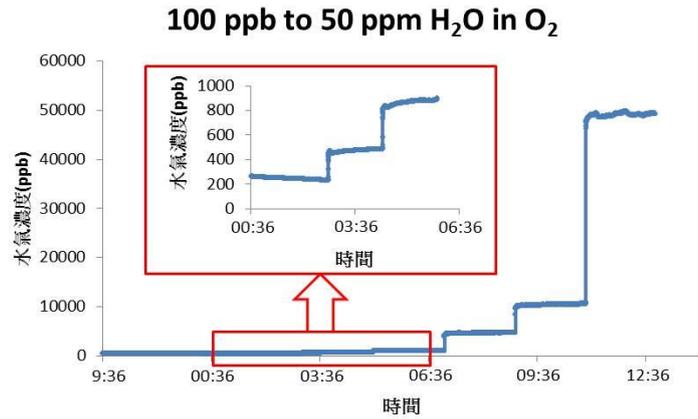
註:取每階段最後半小時之量測結果計算平均濃度



圖十四：H₂O in Ar 動態式濃度產生趨勢圖

流量變更/回	Q1/(L/min)	Q2/(L/min)	Q3/(L/min)	Q4/(L/min)	時間/hr	平均濃度/ppb
1	19.61	19.60	20.00	19.50	2	236
2	11.70	10.80	13.30	13.50	2	483
3	7.94	7.30	8.92	8.82	2	881
4	5.63	3.80	5.00	6.03	2	4534
5	2.94	1.15	2.10	3.02	2	10288
6	0.73	0.00	0.85	0.73	2	48979

註:取每階段最後半小時之量測結果計算平均濃度



圖十五：H₂O in O₂ 動態式濃度產生趨勢圖

此外，為了提升簡易型微量水氣產生暨量測裝置操作便利性，104 年度針對此裝置撰寫監控程式，如圖十六所示，此程式以 LabView 軟體進行撰寫，可記錄微量水氣產生腔室的壓力變化、調控與紀錄各質流量控制器 (Mass Flow Controller, MFC) 之流量，並紀錄共振腔振盪衰減頻譜之量測值。此外，利用本程式可自動調整產生各濃度微量水氣之參數條件，於提供露點計或水分分析儀性能測試服務時，此裝置將可自動化執行數個水氣濃度點的測試工作。最後，可直接應用本程式進行量測數據處理，選取水氣濃度達穩定狀態之結果進行濃度平均值、標準差與相對標準差之計算，可減少實驗結果輸出處理耗費時間。



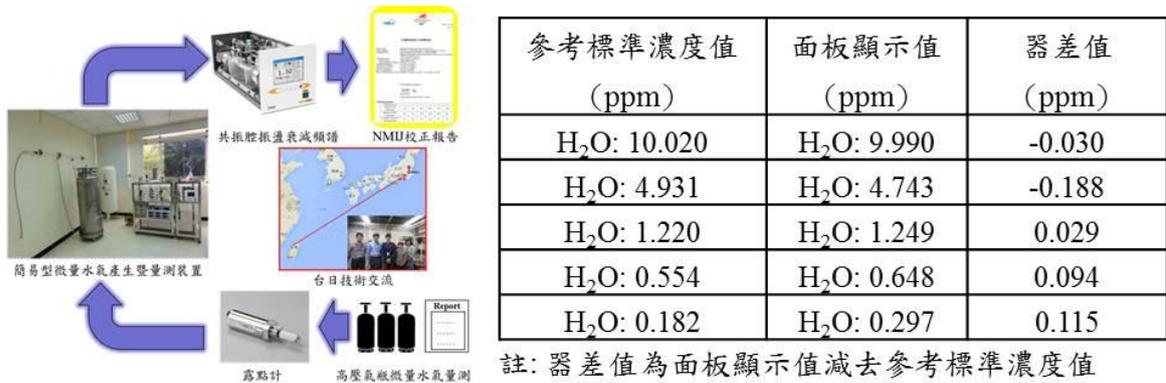
圖十六：微量水氣產生暨量測裝置自動化監控程式

微量水氣動態產生與量測裝置之技術量能為 ppb 濃度等級的水氣產生與量測，此技術可動態配製(0.1 至 50) ppm H₂O in N₂、(0.1 至 50) ppm

H₂O in Ar 與(0.1 至 50) ppm H₂O in O₂，而針對產生 1 ppm H₂O in N₂ 進行量測評估，相對擴充不確定度約 2.8%，符合預期目標。

此技術可應用於高科技產業所使用之製程氣體純度驗證、製程微量水氣含量的監控設備校正及絕緣氣體或能源氣體之水氣含量量測。產業實際應用範例如下案例說明：

國內某氣體供應商利用某廠牌之露點計量測氣體產品中的微量水氣濃度，然而氣體供應商無法取得微量水氣之標準品可驗證該露點計性能，此實務案例透過微量水氣量測系統產生數個濃度之微量水氣，並比較露點計與校正過之 CRDS 的量測結果，藉此可追溯至日本 NMIJ 濕度標準研究室之微量水氣原級標準系統，進而確認該露點計之量測準確性，測試結果如圖十七所示。

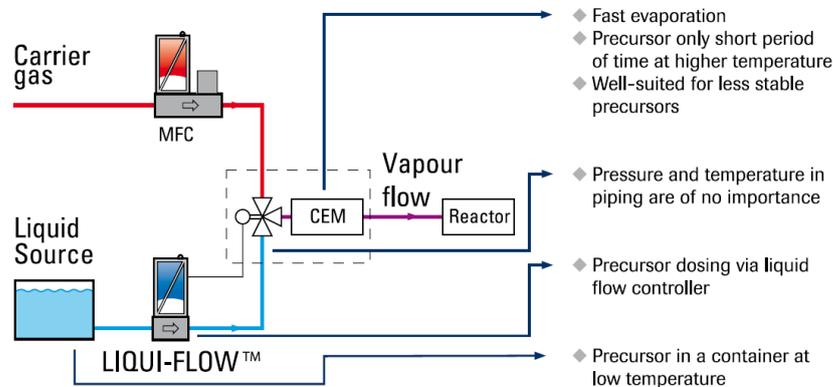


圖十七：國內某氣體供應商之露點計性能測試

除了上述實務案例之外，由於臺灣的環境濕度高，在空氣品質監測方面，CO、SO₂、NO_x 等微量氣體分析儀量測之樣品皆含高濃度水氣的空氣，監測儀器校正時若考慮樣品基質影響，校正所使用之零級氣體之濕度與實際樣品的差異可能影響分析儀的量測結果，故今年度亦開始規劃建立高濃度（約數千 ppm 等級）水氣產生技術，將於 105 年度計畫工作中爭取工業技術研究院內部資源配合本計畫共同建立。

高濃度水氣產生設備示意圖如圖十八所示，包含一個載流氣體供應源與一個液態水供應源，利用質量流量控制器分別控制氣體與液態水的流量，進入液體蒸發混合裝置(Controlled Evaporation Mixing, CEM)，此裝置可將水加熱氣化並與載流氣體均勻混合，調控液體蒸發混合裝置的加熱溫

度、氣體與水的進樣流量、壓力等參數可動態配製不同濃度之水氣。本技術建立有助於未來實際應用在國內數十個空氣品質監測站，評估水氣濃度對於空氣品質監測儀器量測準確度與偵測極限的影響。



圖十八：高濃度水氣產生設備示意圖

(2) 其他技術細項內容整體說明

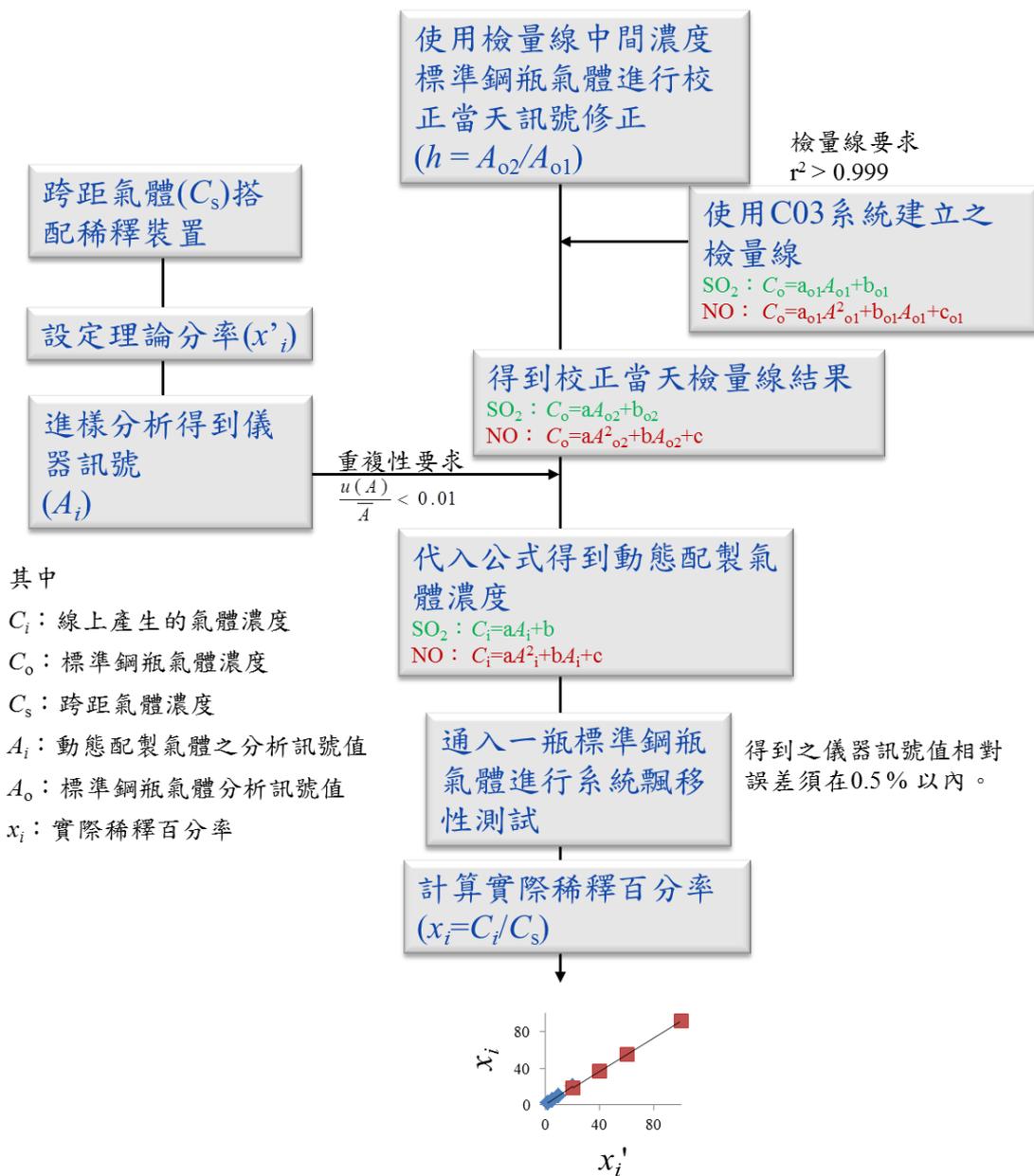
■擴充「氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統」

本計畫延續 103 年度所執行完成的「氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統」，進行系統能量擴建，因應主管機關公告之『勞工作業環境監測實施辦法』第二章第 11 條^[1-13]、世界衛生組織常見的污染物指標以衡量空氣品質^[1-14]及『固定污染源空氣污染物排放標準』^[1-15]，標準氣體要求應追溯至國家或國際標準，此標準氣體一般應用在連續自動監測系統（Continuous Emission Monitoring System）上。氣體的濃度量測一般仰賴標準氣體執行分析設備的校正，但不同濃度之標準氣體的取得在成本與實務工安問題上有其困難度，因此在分析設備校正上，多數會使用高濃度標準氣體搭配氣體濃度稀釋裝置作為校正用工作標準氣體的供應源。

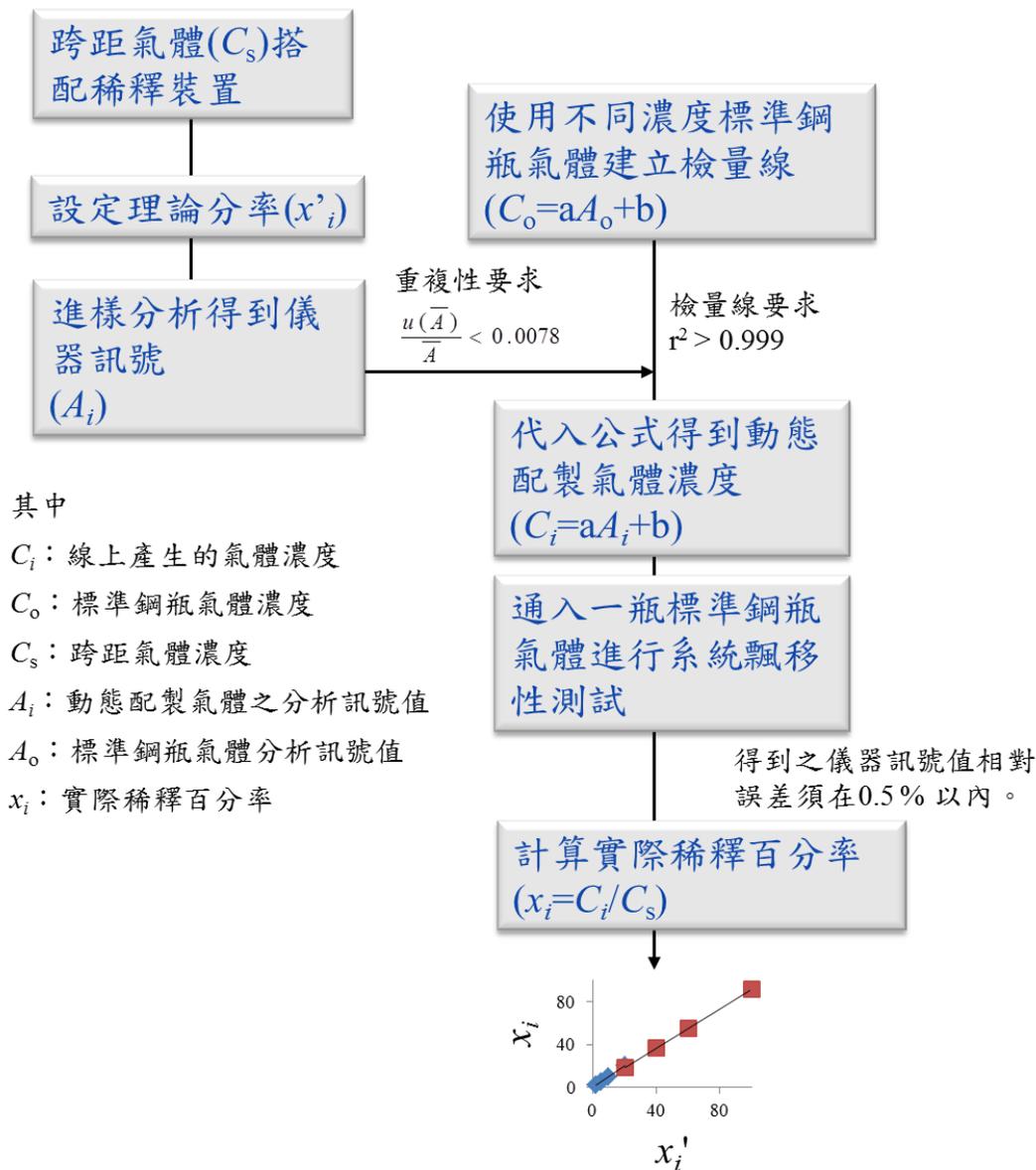
國內執行環境監測與固定污染源排放檢測之 TAF 認可實驗室及環境檢驗實驗室，目前共有 35 間，以每間實驗室一年校正 1 台氣體濃度稀釋裝置，預估未來每年校正量超過 35 台；此外，全台灣環保署轄下約 74 個空品站，每一站次一年之氣體濃度稀釋裝置校正需求為 1 台，全台約 74 個空品測站，預估未來每年校正量超過 74 台。因應以上產業需求，於 104 年度進行系統能量擴建，依據 ISO 6145-7:2009^[1-16]，使用質量法動態氣體濃度配製設備完成動態式 NO in N₂ 及 SO₂ in N₂ 混合氣體配製供應，完成(1 至 2000) ppm SO₂ in N₂ 與 NO in N₂ 濃度動態配製檢量線

建立。將所選擇之 1 瓶標準氣瓶氣體，藉由稀釋裝置配製出至少 5 個不同的濃度值（依送校廠商需求做調整）。配製出的濃度值必須涵蓋廠商需求的濃度範圍，並銜接至光譜分析儀進行分析。分析順序分為兩部分：

- 第一部分利用不同濃度之標準氣瓶氣體，建立濃度檢量線，濃度範圍若在(50 至 2000) ppm，使用氣瓶氣體濃度量測系統 (C03) 中紅外線光譜法^[1-17]定期建立之檢量線。執行校正時，使用檢量線中間濃度之 1 至 2 瓶標準氣瓶氣體進行訊號修正，修正後 SO₂ 帶入一次迴歸方程式，NO 帶入二次迴歸方程式(由於 FTIR 對於 NO 的線性範圍並無法涵蓋欲配製之濃度範圍，利用儀器內建之參考光譜進行模擬，選擇二次迴歸可獲得較佳的 Curve Fitting 結果(R² 可達 0.9999 以上)，若採用線性迴歸之 R² 僅 0.992。參考 US EPA/600/R-12/531^[1-18] 文件內容，儀器訊號（亦即分析訊號值）的迴歸曲線對於量測結果的影響需納入系統量測不確定度評估，若採用線性迴歸分析，將增加量測結果之不確定度），可得到校正當天檢量線修正結果。濃度範圍若在 50 ppm 以下，則選取 5 瓶標準氣瓶氣體建立檢量線，當校正 SO₂ 時選擇使用 FTIR；校正 NO 時選擇使用 NO 分析儀。
- 第二部分執行氣體濃度稀釋裝置，求得之訊號值代入檢量線進行濃度計算，N₂ 代表純度 99.999 % 以上高純度氮氣。各混合氣體依順序分析 4 次以上，並取 4 次訊號平均值作後續數據分析，當濃度範圍為(50 至 2000) ppm，分析流程如圖十九所示。當濃度範圍低於 50 ppm，分析流程如圖二十所示。



圖十九：校正步驟與量測數據品保流程圖（濃度範圍為(50 至 2000) ppm）



圖二十：校正步驟與量測數據品保流程圖（濃度範圍為(1 至 50) ppm）

根據校正程序及量測方程式所列參數，不確定度來源評估項目包含：

- 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， $u(S_{sys})$ 。

本系統針對各項目之估算方式進行說明如下，

1) 動態配製混合氣體濃度之標準不確定度， $u(C_i)$

依據 US EPA/600/R-12/531^[1-18]所提，儀器訊號（亦即分析訊號值）的迴歸曲線對於量測結果的影響，必須納入系統量測不確定度評估。本系統迴歸分析對於系統量測不確定度貢獻，是利用統計公式^[1-19,1-20]進行檢量線各點的迴歸分析不確定運算，屬於 A 類評估。本系統採用二次迴歸分析法（ $C_{anal} = aX^2 + bX + c$ ）進行濃度 50 ppm 以上 NO in N₂ 濃度分析與其量測不確定度評估；採用線性迴歸分析法（ $C_{anal} = aX + b$ ）進行濃度 50 ppm 以下 NO in N₂ 以及 SO₂ in N₂ 濃度分析與其量測不確定度評估。不確定度計算公式如表七。

表七：量測濃度範圍之標準不確定度評估公式

氣體成分	量測技術	評估模式	校正濃度範圍 (ppm)	動態配製混合氣體濃度之標準不確定度
SO ₂ in N ₂	FTIR	一次迴歸	50 至 2000	$u^2(C_i) = \left(\sqrt{\frac{SSE}{n-2}} \sqrt{\frac{1}{m} + \frac{1}{n} + \frac{(\bar{A}_i - \bar{A}_o)^2}{\sum (\bar{A}_i - \bar{A}_o)^2}} \right)^2 + (u_r(h) \times C_i)^2$
			1 至 50	$u(C_i) = \sqrt{\frac{SSE}{n-2}} \sqrt{\frac{1}{m} + \frac{1}{n} + \frac{(\bar{A}_i - \bar{A}_o)^2}{\sum (\bar{A}_i - \bar{A}_o)^2}}$
NO in N ₂	FTIR	二次迴歸	50 至 2000	$u^2(C_i) = \left(u_e \sqrt{\frac{1}{m} + x_j^T (x^T x)^{-1} x_j} \right)^2 + (u_r(h) \times C_i)^2$
	NO 分析儀	一次迴歸	1 至 50	$u(C_i) = \sqrt{\frac{SSE}{n-2}} \sqrt{\frac{1}{m} + \frac{1}{n} + \frac{(\bar{A}_i - \bar{A}_o)^2}{\sum (\bar{A}_i - \bar{A}_o)^2}}$

2) 跨距氣體 (Span Gas) 之濃度擴充不確定度， $u(C_s)$

跨距氣體標準不確定度可由標準件追溯的濃度校正或驗證證書中擴充不確定度 U 除以涵蓋因子 k 得知。

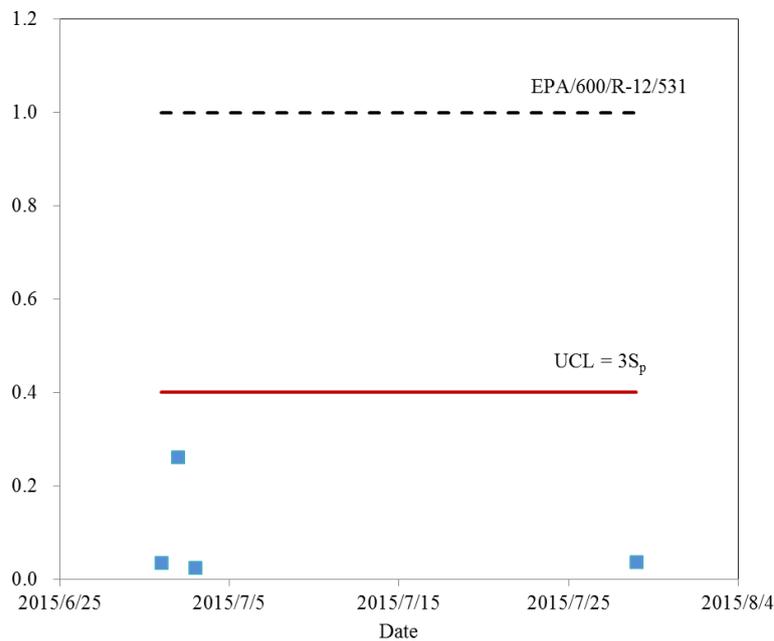
$$u(C_s) = \frac{U}{k}$$

3) 系統穩定性之標準不確定度， $u(S_{sys})$

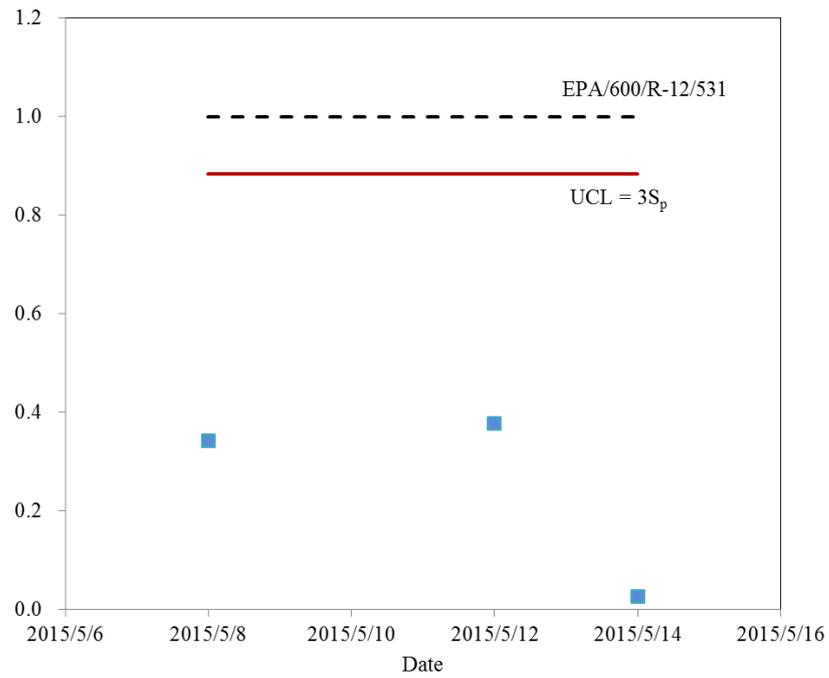
系統的穩定性可由再現性的觀測結果得知，影響因素包含操作人員的不同、環境常態的變異及儀器本身的特性等。本項估計選擇同一樣品進行至少 3 次的比對分析，系統穩定性之標準不確定度為

$$u(S_{\text{sys}}) = \frac{\max(x_i) - \min(x_i)}{2\sqrt{3}}$$

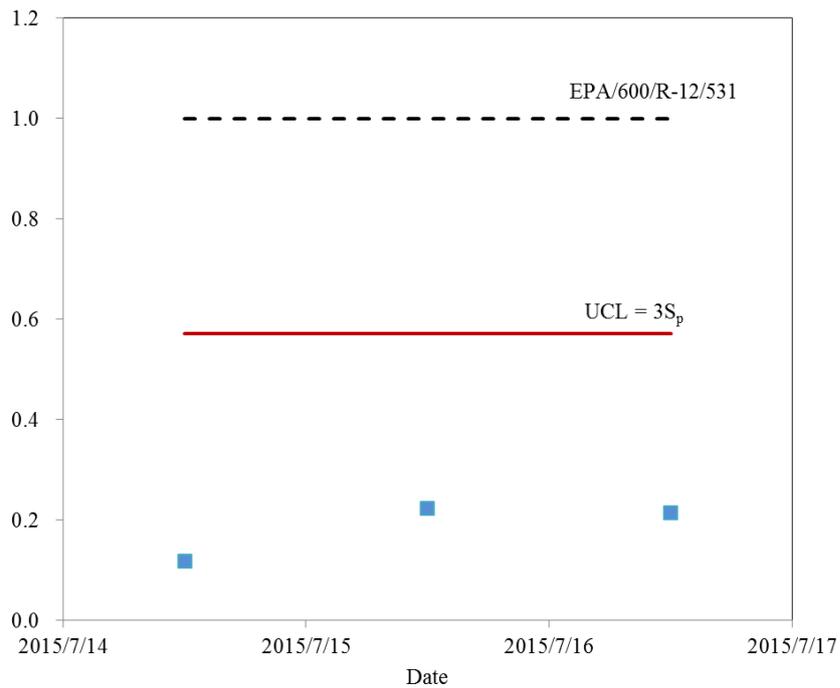
本系統氣體濃度稀釋裝置校正所使用之標準件為國家度量衡標準實驗室「質量法高壓混合氣體供應驗證系統 (C08)」、荷蘭國家計量科學研究院 (Dutch National Metrology Institute, VSL) 及英國國家物理研究院 (National Physical Laboratory, NPL) 所生產的參考物質，在系統的品質查核上，採用美國 EPA/600/R-12/531^[1-18]對於分析系統量測精密度之要求，選擇系統服務濃度最低點執行重複性測試，量測訊號平均值的標準不確定度與量測訊號平均值的比值必須小於 0.01。此外，系統針對重複量測結果亦建立 u_r 管制圖，如下圖二十一、圖二十二及圖二十三所示。



圖二十一：SO₂ in N₂ 量測系統管制圖



圖二十二：NO in N₂ 量測系統管制圖（傅立葉紅外光譜儀）



圖二十三：NO in N₂ 量測系統管制圖（NO 分析儀）

綜合以上結果，參考 ISO GUM^[1-21]執行不確定度評估。系統之擴充不確定度係組合標準不確定度與涵蓋因子之乘積，在 95 % 的信賴水準下，此系統之服務能量如表八所示，相對擴充不確定度在 5 % 以內。

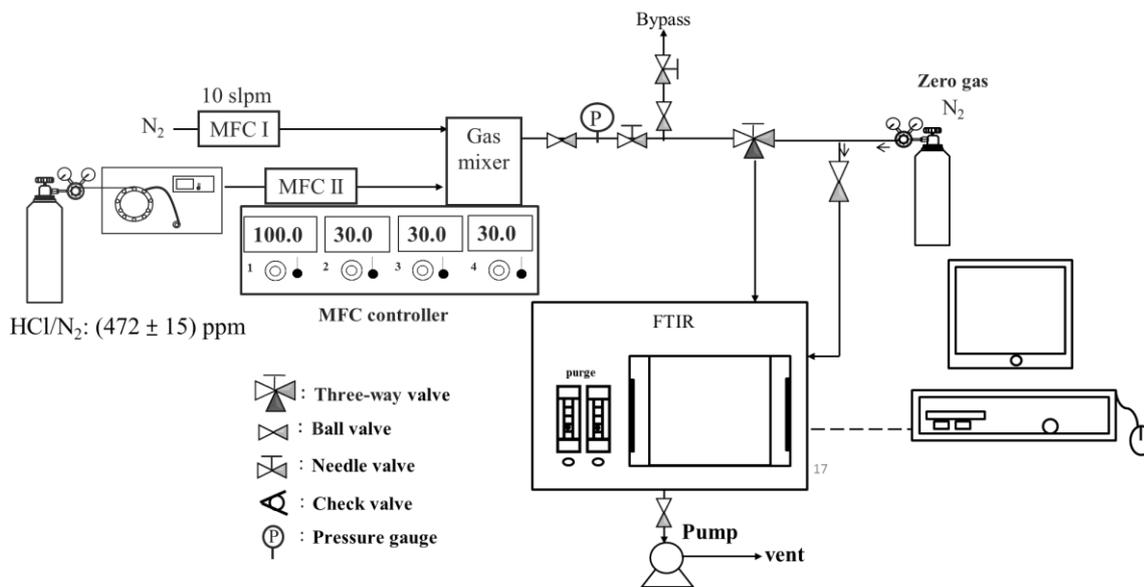
表八：量測濃度範圍之標準不確定度評估公式

氣體成分	校正濃度範圍 (ppm)	稀釋百分率 (%)	稀釋百分率之最小擴充不確定度 (%)
NO in N ₂	NO : (50 至 2000)	0 至 100	0.26
	(1 至 50)		0.11
SO ₂ in N ₂	SO ₂ : (50 至 2000)	0 至 100	0.13
	(1 至 50)		0.048

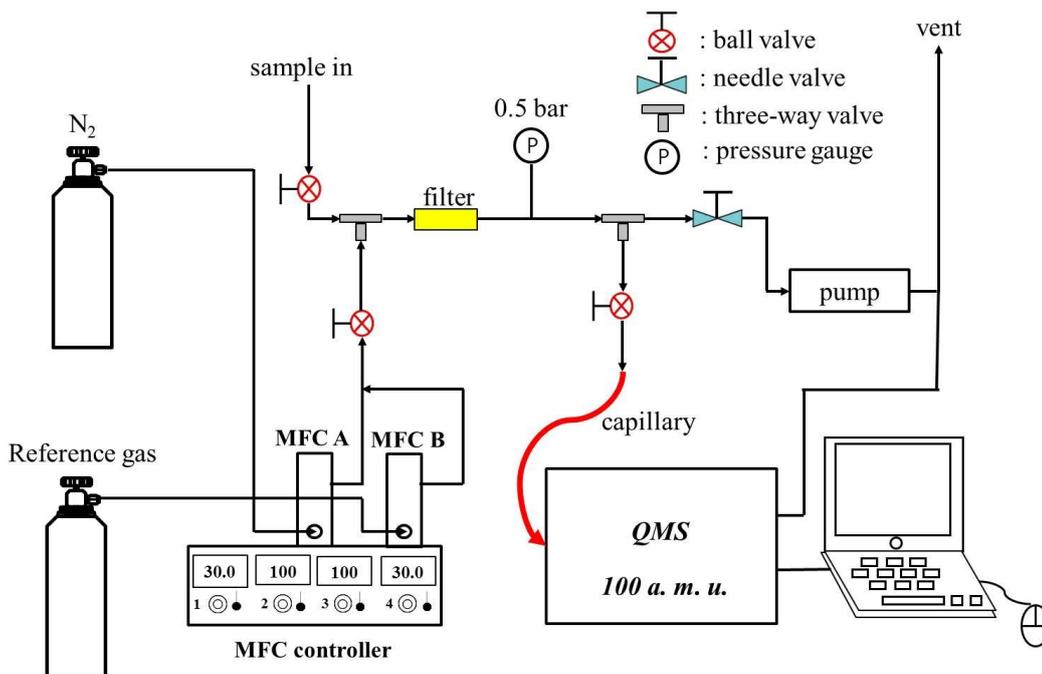
■ 高反應性氣體動態式濃度配製與量測技術評估

應用「氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統」中使用質流量法動態氣體濃度配製技術，完成動態式高反應性氣體動態式濃度配製與量測技術建立，此技術主要應用之一為國內半導體廠內製程尾氣處理設備效率驗證。半導體產業為國內蓬勃發展及引領全球的重要產業之一，為了減少半導體製造業對於國內環境品質影響，環保署於民國 88 年起制定「半導體製造業空氣污染管制及排放標準」^[1-22]，規範半導體製程原物料需經過妥善處理後方可排放，降低環境污染。裝設製程尾氣處理設備 (Local Scrubber, L/S) 為目前半導體廠主要用於處理製程尾氣的方法，廢氣處理設備商針對製程氣體之種類提供處理效率規格，然而該規格需透過第三公正單位實際測試確認，故建立高反應性氣體動態式濃度配製與量測技術成為國內迫切需要發展的技術之一。

104 年度利用傅立葉轉化紅外光譜儀 (Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FTIR) 與四極柱質譜儀 (Quadrupole Mass Spectrometer, QMS) 建立半導體廠內常用之製程氣體，如氯化氫 (HCl)、氫氣 (H₂)、氯氣 (Cl₂) 與氟氣 (F₂) 等動態式濃度配製與量測技術^[1-23,1-24,1-25]，系統示意圖如圖二十四與圖二十五所示。



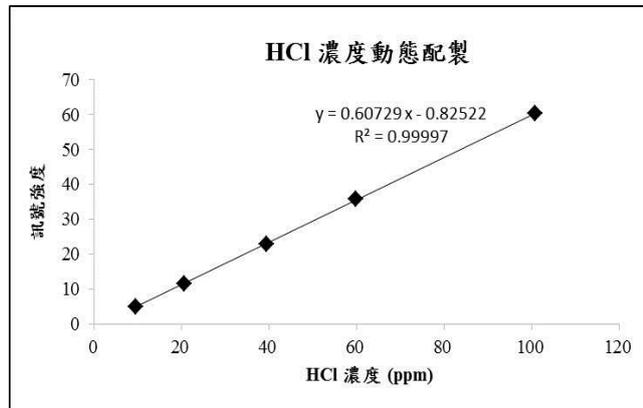
圖二十四：HCl 濃度量測系統示意圖



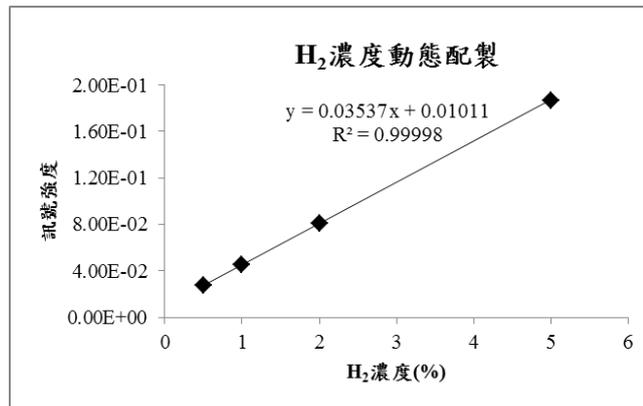
圖二十五：H₂、Cl₂ 及 F₂ 濃度量測系統示意圖

HCl 濃度動態配製與量測範圍為(1 至 100) ppm，建立之檢量線如圖二十六所示；H₂ 濃度動態配製與量測範圍為(0.5 至 5) %，建立之檢量線如圖二十七所示；Cl₂ 濃度動態配製與量測範圍為(1000 至 9000) ppm，建立之檢量線如圖二十八所示；F₂ 濃度動態配製與量測範圍為(500 至 2000) ppm，建立之檢量線如圖二十九所示。建立上述技術將有利於至半導體廠

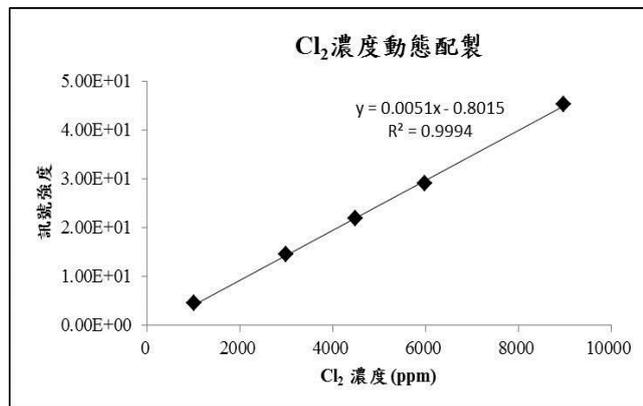
內執行製程尾氣處理設備效率驗證，實際確認處理效率，進而可幫助降低半導體製程排放廢氣造成之空氣汙染。



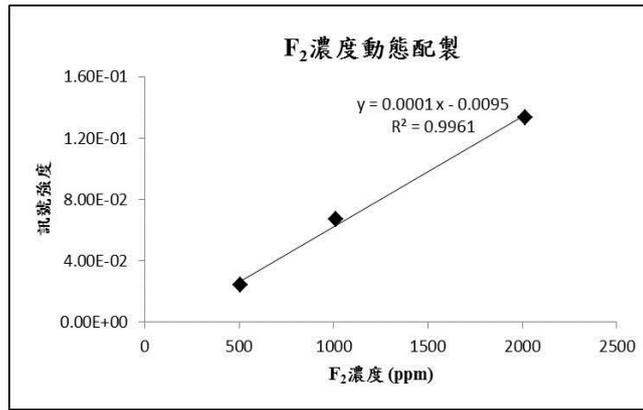
圖二十六：HCl in N₂ 濃度動態配製檢量線



圖二十七：H₂ in N₂ 濃度動態配製檢量線



圖二十八：Cl₂ in N₂ 濃度動態配製檢量線



圖二十九：F₂ in N₂ 濃度動態配製檢量線

製程尾氣處理設備效率的驗證系統示意圖如圖三十所示，L/S 對於製程尾氣的破壞去除效率（Destruction or Removal Efficiency, DRE），計算方式如下^[1-26]所列。

$$DRE = 1 - (M_{out} / M_{in})$$

若 $T_{in} = T_{out}$ & $P_{in} = P_{out}$

$$\text{則 } DRE = 1 - [(C_{out} \times Q_{out}) / (C_{in} \times Q_{in})]$$

其中

M_{in} ：某一製程尾氣在 L/S 進口端的質量流率（量）

M_{out} ：某一製程尾氣在 L/S 出口端的質量流率（量）

T_{in} ：L/S 進口端的氣體絕對溫度

T_{out} ：L/S 出口端的氣體絕對溫度

P_{in} ：L/S 進口端的氣體絕對壓力

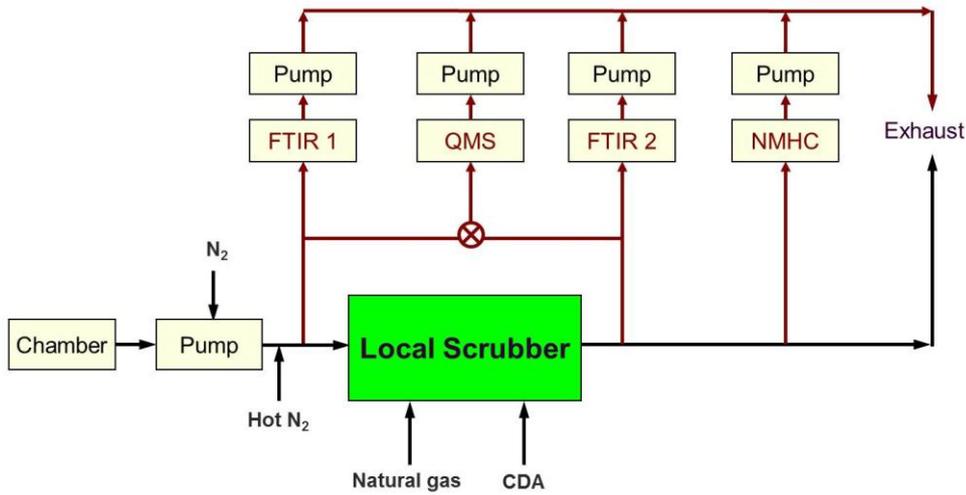
P_{out} ：L/S 出口端的氣體絕對壓力

C_{in} ：某一製程尾氣在 L/S 進口端的體積濃度

C_{out} ：某一製程尾氣在 L/S 出口端的體積濃度

Q_{in} ：L/S 進口端的氣體體積流率（量）

Q_{out} ：L/S 出口端的氣體體積流率（量）



圖三十：製程尾氣處理設備效率驗證示意圖

本團隊於今年度技術建立之方法偵測極限整理如表九所示，本技術建立將有助於至半導體廠內執行製程尾氣處理設備處理效率驗證，實際確認設備之處理效率，進而可幫助降低半導體製程排放廢氣造成的空氣汙染。

表九：高反應性氣體濃度量測方法偵測極限

物 種	量測技術	方法偵測極限(ppm)
氯化氫(HCl)	FTIR	0.5
氫氣(H ₂)	QMS	10
氯氣(Cl ₂)	QMS	3
氟氣(F ₂)	QMS	2

2. 高壓氣瓶型式混合氣體生產配製技術

(1) 104 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在建立國家計量標準作為國內各氣體廠或校正實驗室之氣體濃度計量最高追溯源。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、國內能力試驗等成果，以及國際同儕評鑑活動與技術系統的國內專家查驗部分進行簡要說明。

■ 國際比對活動

本年度共參與兩項國際比對，第一項是由日本化學物質評價研究機構 (Chemicals Evaluation and Research Institute, Japan, CERI) 主辦的 APMP.QM-K111 國際比對，比對項目為 1000 $\mu\text{mol/mol}$ 丙烷/氮氣 (C_3H_8 in N_2)，參加此項比對的國家除主辦單位外，計有：中國計量科學研究院 (National Institute of Metrology)、日本計量標準總合中心 (National Metrology Institute of Japan, NMIJ)、泰國國家計量院 (National Institute of Metrology Thailand, NIMT)、新加坡國家計量中心 (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) 等 5 個國家。國家實驗室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，濃度驗證分析條件果與分析結如表十及表十一所示。

表十：APMP.QM-K111 比對件分析方法

硬 體	Agilent GC-7890A
數據蒐集軟體	Agilent ChemStation
管柱	HP-PLOT/Q column (30 m × 0.53 mm, 40.0 μm)
管柱烘箱溫度.	160°C isothermal
偵測器	FID (Flame gases flowsair = 400 ml/min, H ₂ = 40 ml/min)
偵測器溫度	250°C
載流氣體	He : 2 ml/min
分析時間	6.5 min

表十一：APMP.QM-K111 比對件濃度驗證分析結果

Component	Result (μmol/mol)	Expanded Uncertainty (μmol/mol)	Coverage factor
C ₃ H ₈	994.9	2.0	2

第二項是由日本計量標準總合中心(National Metrology Institute of Japan, NMIJ)主辦的 APMP.QM-S2 國際比對，比對項目為 0.2 mol/mol 氧氣/氮氣 (O₂ in N₂)，參加此項比對的國家除主辦單位外，計有：泰國國家計量院(National Institute of Metrology Thailand, NIMT)與台灣工研院量測中心(Center for Measurement Standards, Industrial Technology Research Institute, CMS/ITRI)等 2 個國家。於本次比對活動中，國家實驗室亦以自行配製的驗證參考物質進行比對件的濃度驗證分析，比照 APMP.QM-K111 比對活動模式，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，濃度驗證分析條件與分析結果如表十二與表十三所示。

表十二：APMP.QM-S2 比對件分析方法

硬 體	Agilent GC-7890A
數據蒐集軟體	Agilent ChemStation
管柱	HP-molesieve (30 m × 0.53 mm × 0.25 μm)
管柱烘箱溫度	30°C isothermal
偵測器	TCD (reference gas flow, He: 25 ml/min)
偵測器溫度	150°C
載流氣體	He: 5 ml/min
分析時間	5 min

表十三：APMP.QM-S2 比對件濃度驗證分析結果

Component	Result (cmol/mol)	Expanded Uncertainty (cmol/mol)	Coverage factor
O ₂	20.327	0.012	2

這兩項國際比對的比對件濃度驗證程序是分別以 GC-TCD 以及 GC-FID 來確定比對件氣瓶中的氧氣以及丙烷濃度。選擇與比對件濃度接近的參考標準氧氣氣瓶(或是丙烷氣瓶)，以單點校正模式來驗證分析氧氣(或丙烷)在比對件氣瓶中的濃度。比對件氣瓶與參考標準氣瓶依照以下順序進行分析。

“參考 - 樣品 - 參考 - 樣品 - 參考 - 樣品 - 參考 - 樣品 - 參考 - 樣品 - 參考”

以 GC-TCD 以及 GC-FID 分析得到的訊號數據以下列的數學方程式來計算氧氣(或丙烷)在比對件氣瓶中的濃度：

$$\bar{C} = \frac{\sum_{i=1}^5 (C_i)}{5}; \quad C_i = \bar{r}_i \times C_s; \quad \bar{r}_i = \frac{\sum_{i=1}^5 (r_i)}{5}; \quad r_i = \frac{2R_i}{R_{s,i} + R_{s,i+1}}$$

\bar{C} = 比對件驗證分析濃度

C_i = 第 i 次比對件分析濃度

C_s = 參考標準氣體濃度

\bar{r}_i = 比對件/參考標準氣體之訊號比值

r_i = 第 i 次比對件/參考標準氣體之訊號比值

R_i = 第 i 次比對件訊號值

$R_{s,i}$ = 第 i 次參考標準氣體訊號值

分析結果的不確定度評估則是以下列方程式進行估算：

$$\bar{C} = \frac{\sum_{i=1}^3 (C_i)}{3}; \quad C_i = \bar{r}_i \times C_s; \quad \bar{r}_i = \frac{\sum_{i=1}^5 (r_i)}{5}; \quad r_i = \frac{2R_i}{R_{s,i} + R_{s,i+1}}$$

$$u^2(C_i) = (\bar{r}_i)^2 \times u^2(C_s) + (C_s)^2 \times u^2(\bar{r}_i)$$

$$S_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 S_i^2}{3}}$$

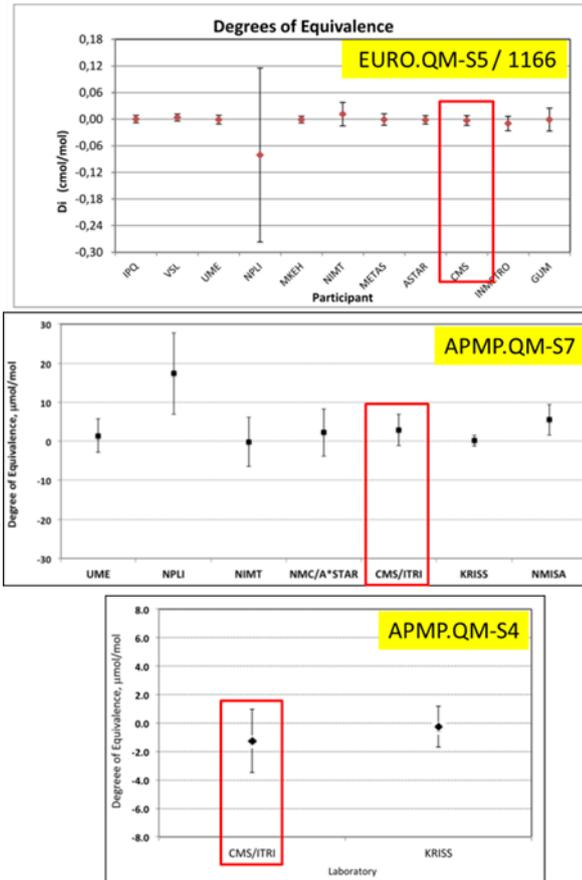
$$u^2(\bar{C}) = (\bar{r}_i)^2 \times u^2(C_s) + (C_s)^2 \times \left(\frac{S_p}{\sqrt{5}}\right)^2$$

$\bar{r}_i = 5$ 次比對件/參考標準氣體訊號比值之平均值

$s_p = 5$ 次分析之合併標準偏差

$s_i =$ 第 i 次分析之標準偏差

國際比對活動在參與之國家實驗室與機構將比對件鋼瓶與分析數據結果寄回主辦機構後，由主辦機構負責進行比對報告之撰寫。比對報告的產出可分為以下三個階段：Draft A、Draft B 與 Final Report。比對報告的初稿 Draft A 包含各個參與機構的分析結果，並會交由各參與機構進行數據內容之確認，屬於機密資料，不對外公布。Draft B 除了參與機構對於內容的回饋資料，並加上關鍵比對參考值 (Key Comparison Reference Value, KCRV) 與等同程度，除了量測結果可公開外，其他仍屬機密資料。Draft B 內容經過諮議委員會 (Consultative Committees; CCs) 審核通過後才成為 Final Report，方可以完全公開。因此當參加機構回傳分析數據直到 Final Report 產出，至少需歷時半年至一年，甚至更久，因此本年度所參與的國際活動之 Final Report 需至明後年度才能獲得。以下就目前本單位已參與之國際比對活動並有 Final Report 者進行說明，分別為：EURAMET.QM-S5 / 1166 : (10 to 50) mmol/mol CO₂ in N₂；APMP.QM-S4 : 2000 μmol/mol CO₂ in N₂；APMP.QM-S7 : 2000 μmol/mol CH₄ in N₂。將上述歷年參與國際比對活動之執行成果彙整如圖三十一，由圖中可以看出本單位在幾次的國際比對中與其他先進國家實驗室的分析結果均等同，達到國際等同之目標。而 APMP.QM-S4 : 2000 μmol/mol CO₂ in N₂ 比對項目的擴充不確定範圍看似偏大，但換算為相對誤差時，其僅約千分之一的相對擴充不確定度，對應至產業應用需求 (一般為百分之二) 其結果已超越技術發展目標。執行這些國際比對的具體成果為在台灣建立國際等同之氣體濃度原級參考物質生產供應與計量追溯體制，開發製程氣體純度規格驗證技術，奠定深厚技術基礎，培養專業團隊，以協助科技工業發展與提升製程品質。



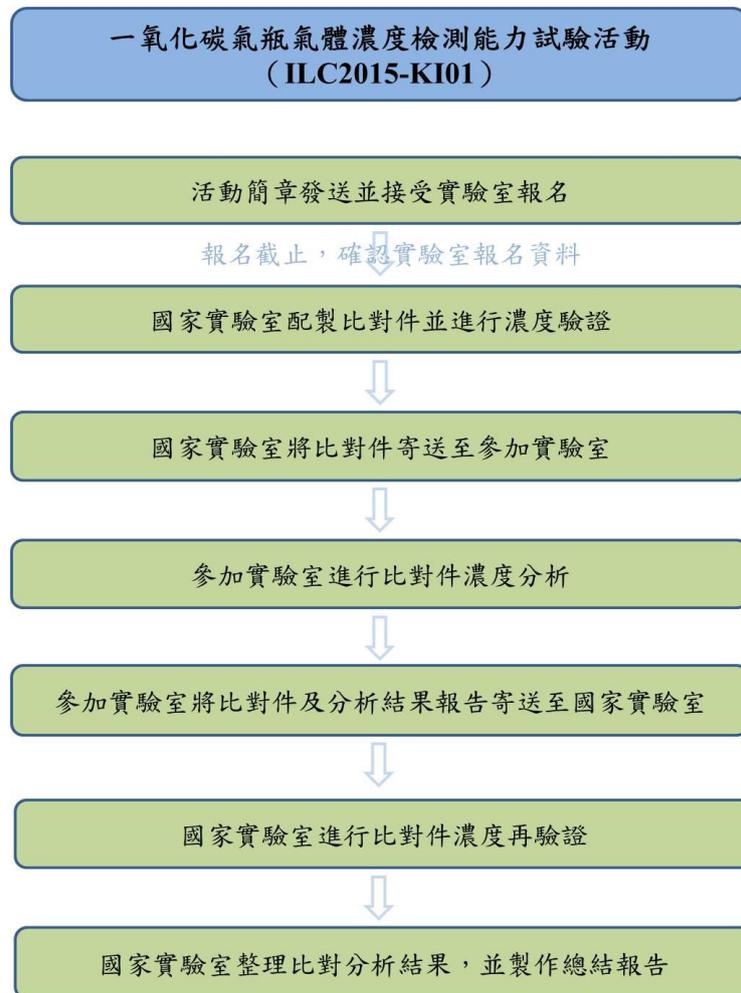
圖三十一：歷年參與國際比對活動之執行成果

■ 國內比對活動

由於標準氣體品質攸關民眾健康福祉，舉凡固定汙染源排放監測，汽機車排氣檢驗，乃至於一般室內空氣品質的檢測，都與標準氣體的使用息息相關，使用品質佳的標準氣體有助於空氣污染的防治，並提升你我的生活品質。依據 ISO/IEC 17025 規範 5.9 章節試驗和校正結果品質之保證，可藉由參加實驗室間比對或能力試驗計畫達成，為此工研院量測中心暨國家度量衡標準實驗室規劃此項能力試驗活動，增加實驗室間比對的機會，除可提升實驗室之氣瓶氣體濃度驗證能力水準外，並可維持國內氣瓶濃度量測標準之一致性。

本研究參考以往國際比對活動模式，進行國內能力試驗活動之規劃，比對流程設計如圖三十二所示，活動開始前，先由國家實驗室進行活動宣傳與簡章發送，並接受廠商報名，待報名截止後，與參加之廠商確認其報

名相關資訊。接著由本研究技術團隊配製比對件並進行濃度驗證分析，其後將比對件經過適當包裝後傳遞予參加之 TAF 實驗室。參加實驗室待其分析完後，將比對件寄回國家度量衡標準實驗室進行比對件濃度再驗證分析，藉以確定傳遞過程中，比對件鋼瓶濃度並無改變。



圖三十二：國內氣體濃度檢測能力試驗活動流程圖

本次能力試驗活動執行程序時程如下：

日期	程 序
104/5/1	寄發活動簡章及接受廠商報名
104/5/31	報名截止
104/7/1	比對件寄送
104/8/31	寄回比對件氣瓶與濃度驗證分析結果表
104/11/1	發送總結報告

各參加廠商與實驗室依據各自訂定之量測分析程序進行比對件（100 $\mu\text{mol/mol}$ 一氧化碳/氮氣）混合氣體氣瓶濃度分析，並將濃度驗證分析結果填寫於比對件濃度驗證分析結果表中。本次活動使用之比對件資訊如下所示（表十四），各參加廠商與實驗室除提供比對件濃度分析結果外，另均應提供符合 ISO/IEC Guide 98-3:2008 評估方式之不確定度^[1-21]。

表十四：比對樣品參考值資訊

氣體名稱	標準濃度 ($\mu\text{mol/mol}$)	擴充不確定度 ($\mu\text{mol/mol}$)	鋼瓶編號	容積	接頭
CO/N ₂	100.05	0.46	FF19447	6 L	CGA350
	100.07	0.37	FF19458	6 L	CGA350

此國內能力試驗活動的評估指標乃是依據 ISO/IEC 17043:2010[1-27]，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。

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

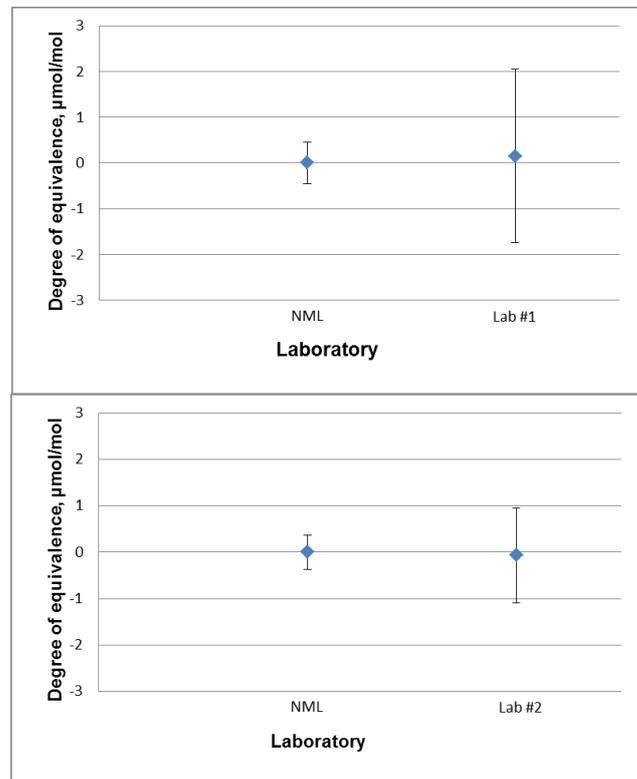
其中， V_{lab} 為參與實驗室的量測結果， V_{ref} 為國家度量衡標準實驗室的量測結果， U_{lab} 為參與實驗室的量測結果之擴充不確定度， U_{ref} 為國家度量衡標準實驗室的量測結果之擴充不確定度，擴充不確定度係於 95 % 信賴水準下估計所得之結果。

目前國內 TAF 實驗室具有 100 $\mu\text{mol/mol}$ 一氧化碳氣體鋼瓶濃度驗證分析能力之實驗室共兩間。本次能力試驗使用之比對件與比對結果如下所示，以兩家實驗室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（表十五），但兩者的分析結果的擴充不確定度均遠大於國家實驗室，且其中一家的擴充不確定度達到 2 %，國家實驗室在此濃度範圍的不確定度可小於 0.5 %（圖三十三），此外，另一家實驗室的分析結果報告中，對於不確定度的表示上亦不正確，一般

擴充不確定度最多僅能標示兩位之有效位數。此結果顯示國內 TAF 實驗室雖具備有對於一氧化碳鋼瓶之濃度驗證分析能力，但由於分析設備、分析流程以及品保程序不同，有可能會造成最後分析報告上標示之不確定度差異，因此相關的能力試驗活動應定期舉辦，除可提升 TAF 實驗室之分析量測水準外，並希望可藉此維持氣體量測計量標準之一致性。

表十五：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(NML)	-
Lab #01	0.077
Lab #02	0.065



圖三十三：能力試驗 Degree of Equivalence (DOE)分析圖

(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^[1-28-1-29]，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：

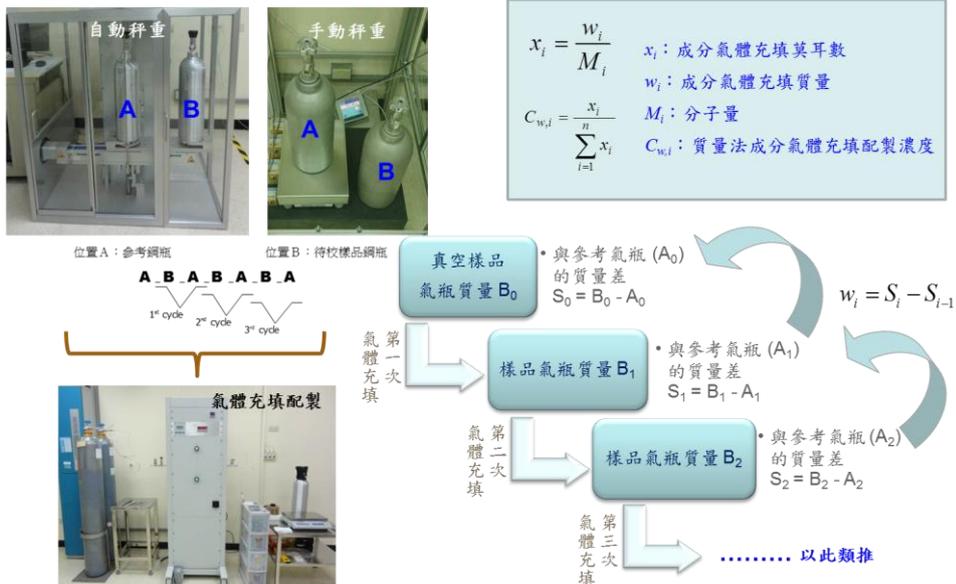
- 進行 O₂ in N₂ 驗證參考物質研製：
濃度範圍(10 至 250) mmol/mol，相對擴充不確定度小於 1.0 %。
- 進行 CO+CO₂+C₃H₈ in N₂ 驗證參考物質研製：
其中 CO 濃度為 (5 至 40) mmol/mol、CO₂ 濃度為 (60 至 140) mmol/mol、C₃H₈ 濃度為 (100 至 1600) μmol/mol，相對擴充不確定度為 (0.5 至 2.0) %。
- 進行 H₂S in N₂ 驗證參考物質研製：
濃度範圍為 (10 至 100) μmol/mol，相對擴充不確定度≤5.0 %。

配製技術流程及其系統裝置如圖三十四所示，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十六至表十八所示：

◆ ABA 秤重量測模式



圖三十四：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

表十六：(10 至 25) mmol/mol 氮氣中氧氣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, %
GSM00051	9.999	0.046	0.46
GSM00062	13.768	0.012	0.09
GSM00027	30.012	0.045	0.15
FF6743	50.005	0.011	0.03
FF1843	70.022	0.062	0.09
CLM09816	99.984	0.012	0.02
FF1832	150.055	0.058	0.04
FF1806	200.03	0.020	0.01
CAL013042	200.078	0.056	0.03
CAL013036	249.896	0.054	0.03

表十七：多成分驗證參考物質（CO/CO₂/C₃H₈ in N₂）配製濃度表

鋼瓶編號	C ₃ H ₈ 濃度 ($\mu\text{mol/mol}$)	擴充不確定度 ($\mu\text{mol/mol}$)	相對擴充不確定度, %
SE031	1601.7	5.8	0.36
SE055	600.9	2.3	0.38
SE054	1000.6	3.7	0.37
SE035	199.10	0.87	0.44
SE027	300.3	1.2	0.40
SE040	99.68	0.64	0.64

鋼瓶編號	CO 濃度 (mmol/mol)	擴充不確定度 (mmol/mol)	相對擴充不確定度, %
SE031	40.014	0.040	0.10
SE055	19.997	0.037	0.19
SE054	35.017	0.047	0.13
SE035	7.0036	0.028	0.40
SE027	9.9997	0.026	0.26
SE040	4.9896	0.030	0.60

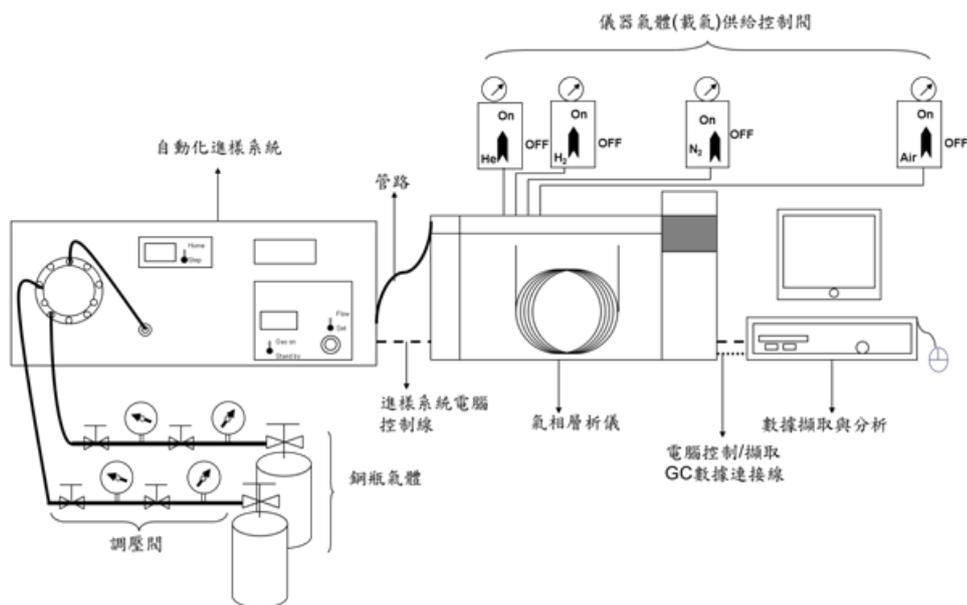
鋼瓶編號	CO ₂ 濃度 (mmol/mol)	擴充不確定度 (mmol/mol)	相對擴充不確定度, %
SE031	160.161	0.16	0.10
SE055	119.965	0.095	0.08
SE054	140.027	0.12	0.09
SE035	70.071	0.13	0.19
SE027	100.112	0.091	0.09
SE040	49.984	0.16	0.32

表十八：(10 至 100) $\mu\text{mol/mol}$ 氮氣中硫化氫驗證參考物質配製濃度表

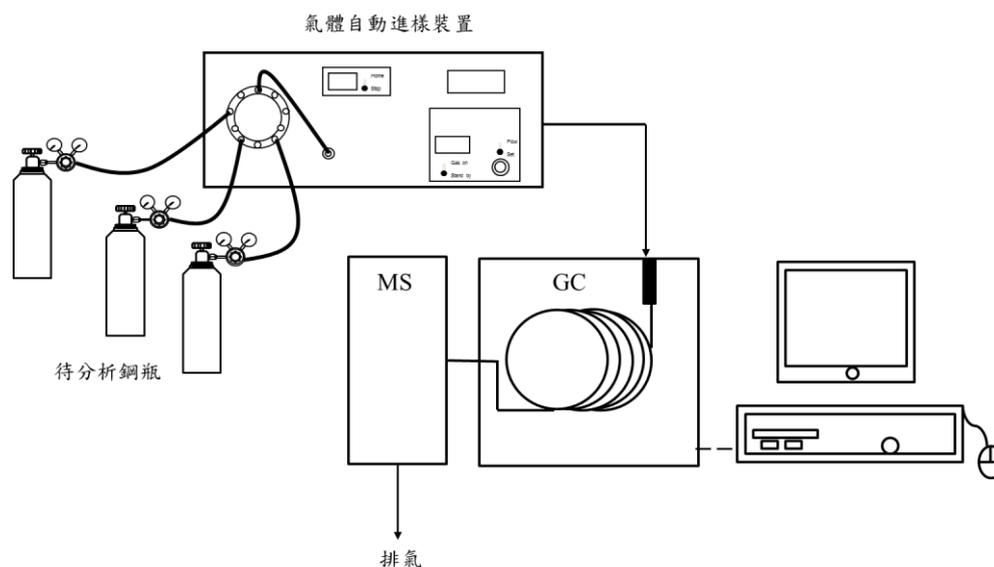
鋼瓶編號	濃度 ($\mu\text{mol/mol}$)	擴充不確定度 ($\mu\text{mol/mol}$)	相對擴充不確定度, %
5603608	10.01	0.45	4.5
5602589	29.99	0.45	1.5
5603614	70.00	0.77	1.1
5603590	49.99	0.58	1.2
5603596	100.0	1.1	1.1

秤重法配製的驗證參考物質氣體，其濃度標示以質量秤重結果及其量測不確定度為依據。然而，秤重評估結果的可靠度仍需以分析系統進行濃度比對檢驗（Concentration Verification），以作為系統確效（Validation）之依據，並確認此配製系統的穩定性。因此上述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。其中 CO+CO₂+C₃H₈ in N₂ 及 O₂ in N₂ 原級標準氣體以氣相層析儀搭配熱傳導偵測器（Gas Chromatography Equipped with Thermal Conductivity Detector, GC-TCD）進行濃度確效；而 H₂S in N₂ 則以氣相層析儀搭配質譜儀（Gas Chromatography Equipped with Mass Spectrometer, GC-MS）進行濃度確效。

GC-TCD 與 GC-MS 量測系統(簡稱 GC 系統)，如圖三十五與圖三十六所示，待檢驗氣瓶以 GC 系統進行濃度分析，並用數據擷取軟體取得 GC 系統分析圖譜之訊號數值，並利用程控設計進行 5 次或以上的重複分析，分析順序為 (A1, B1, C1, ..., A2, B2, C2, ..., A5, B5, C5, ..., A6, ...)；而後將量測訊號值先計算求得其平均值及標準差，此為系統量測精密度（Precision）及量測系統穩定度的初步判斷依據，並根據 ISO 6143:2001、ISO/IEC Guide 98-3:2008 及 ISO Guide 35:2006 完成濃度檢驗，並評估量測不確定度。



圖三十五：GC-TCD 氣體濃度驗證系統設備圖



圖三十六：GC-MS 氣體濃度驗證系統設備圖

所配製之驗證參考物質氣體進行濃度檢驗評估，進而達到標準系統配製濃度確效 (Validation) 的目標，系統分析條件建立如表十九至表二十一所示。由於分析程序採取 ABA 循環模式進行，因此可忽略儀器訊號隨時間漂移所造成的效應。

表十九：GC 系統分析條件 (Agilent 7890A) ...CO+CO₂+C₃H₈ in N₂

氣體成分/ 濃度範圍	層析管柱	偵測器 型 式	濃度檢驗條件
(5 to 40) mmol/mol CO	1. HayeSep/Q 6 ft × 1/16 in. × 0.04 in.	TCD	1. 進氣口溫度：100 °C 2. 烘箱溫度：40 °C to 200 °C 3. 偵測器溫度：250 °C 4. Reference flow：25 mL/min 5. Makeup flow (He)：2 mL/min
(50 to 160) mmol/mol CO ₂	2. HP-Plot/Q 30 m × 0.530 mm × 40.0 μm		
(100 to 1600) μmol/mol C ₃ H ₈ in N ₂	3. HP-Molesieve 30 m × 0.530 mm × 40.0 μm 載流氣體 He：15 mL/min		

烘箱升降溫條件：			
升降溫速率 (°C/min)	烘箱溫度 (°C)	Hold time (min)	Run time (min)
-	40	3.5	3.5
40	200	3.5	11
106.7	40	9.5	22

表二十：系統分析條件 (Agilent 7890A) ... O₂ in N₂

氣體成分/ 濃度範圍	層析管柱	偵測器 型 式	濃度檢驗條件
(10 to 250) mmol/mol O ₂ in N ₂	HP-Molesieve 30 m × 0.530 mm × 40.0 µm 載流氣體 He : 5 mL/min	TCD	1. 進氣口溫度 : 50 °C 2. 烘箱溫度 : 30 °C 3. 偵測器溫度 : 150 °C 4. Reference flow : 25 mL/min 5. Makeup flow (He) : 10 mL/min

表二十一：系統分析條件 (Agilent 7890B-5977 MSD) ... H₂S in N₂

氣體成分/ 濃度範圍	層析管柱	偵測器 型 式	濃度檢驗條件
(10 to 100) µmol/mol H ₂ S in N ₂	HP-GasPro 60 m × 0.32 mm. 載流氣體 He : 2 mL/min	MS	1. 進氣口溫度 : 100 °C 2. 烘箱溫度 : 80 °C 3. 離子源溫度 : 230 °C 4. 四級柱溫度 : 150 °C 5. 電子能量 : 70 電子伏特 6. Selected ion monitoring mode (SIM) at 34 amu

本研究針對 CO+CO₂+C₃H₈ in N₂、O₂ in N₂ 以及 H₂S in N₂ 等種驗證參考物質，主要採用一次迴歸分析法 ($C_{anal} = a \cdot X + b$)，依據 ISO 6143:2001^[1-28]之評估方式建立 (圖三十七至圖三十九)，數據分析模式如下所述。

(1) 利用各驗證參考物質氣體之秤重法濃度 (C_w) 與儀器訊號數值進行一次迴歸分析。

(2) 由迴歸方程式估算每一支 PSM 的檢驗濃度 (C_{anal})。

完整的演算程序如下所示。

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

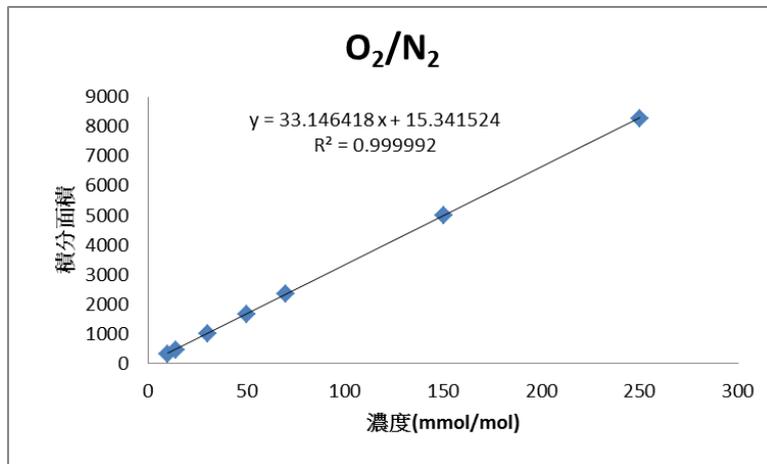
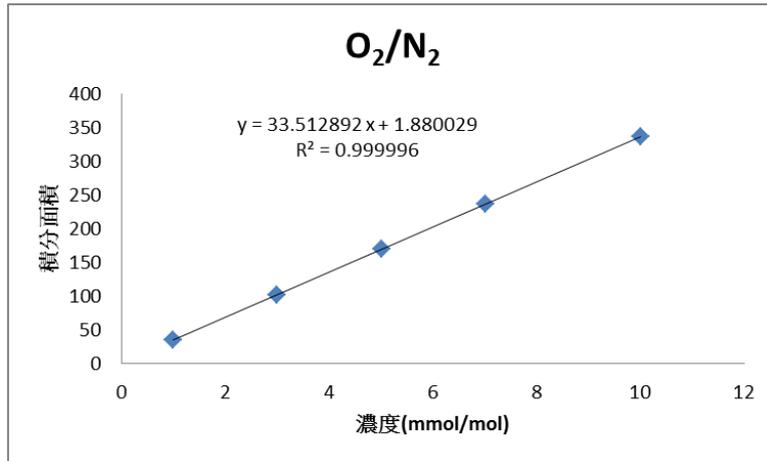
式 (1) 中的 ($\overline{X_{PSM,i}}$) 為積分數值的平均值，計算公式如式 (2)。

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

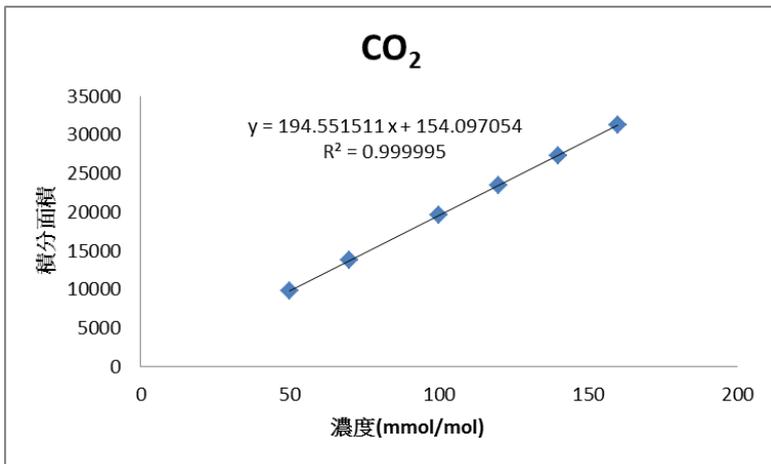
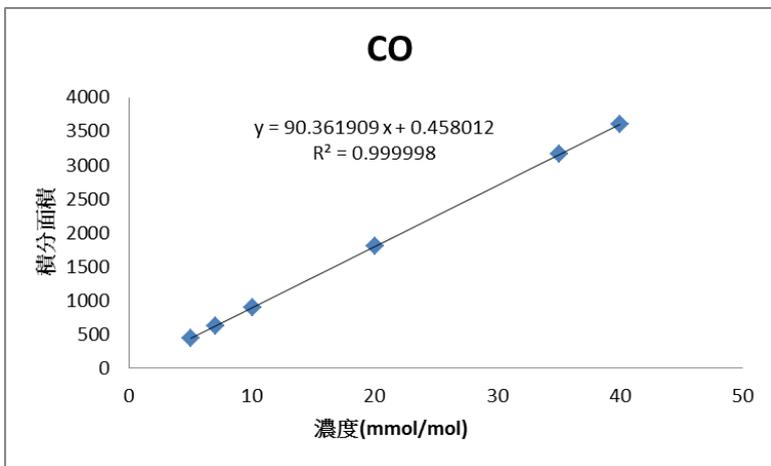
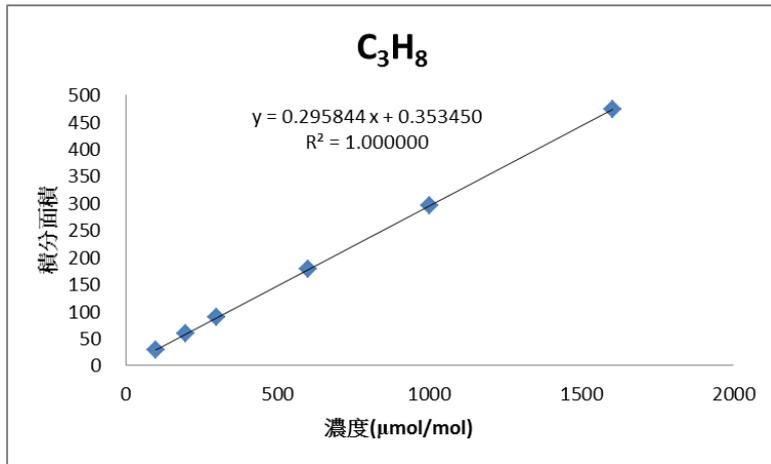
本研究以 ABA 循環模式重複量測不同之 PSM 共 5 次或以上，可得到各驗證參考物質標準氣體之積分值之平均值，其標準不確定度估算採用 A 類評估模式得

$$u(\overline{X_{PSM,i}}) = \frac{s(X_{PSM,i})}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

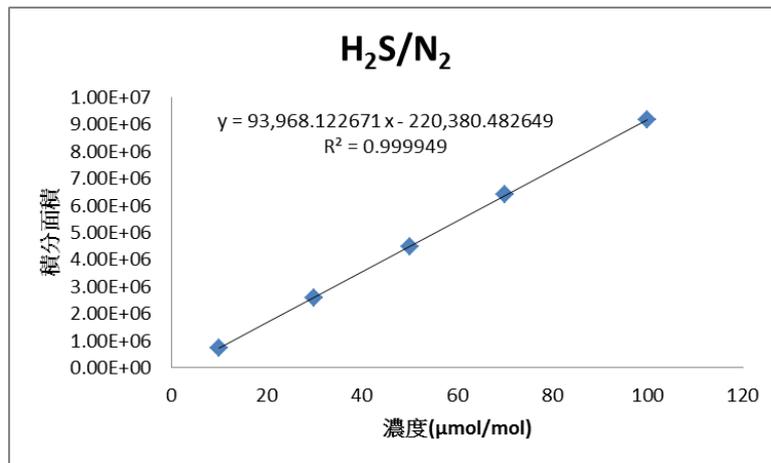
建立線性迴歸函數後，會使用另一來源之標準氣體鋼瓶進行迴歸函數確效分析，本研究乃利用英國國家物理實驗室 (National Physical Laboratory, NPL) 所配製之標準氣體鋼瓶進行迴歸函數確效分析，根據 ISO Guide 34^[1-29]、ISO 6142^[1-30]及 ISO 6143^[1-28]之說明，秤重值與迴歸分析值間絕對差值 ($|C_w - C_{anal}|$) 若小於二者之標準不確定平方和開根號的兩倍乘積 ($2\sqrt{u_w^2 + u_a^2}$)，則可達到檢驗確效之目標。當此絕對差值大於 ($2\sqrt{u_w^2 + u_a^2}$) 時，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。



圖三十七： O₂ in N₂ 驗證參考物質濃度與分析訊號迴歸分析圖



圖三十八：CO+CO₂+C₃H₈ in N₂ 驗證參考物質濃度與分析訊號迴歸分析圖



圖三十九：H₂S in N₂ 驗證參考物質濃度與分析訊號迴歸分析圖

本年度亦針對注射重量法配製揮發性有機物(VOCs)程序進行研究，惰性氣體或常溫下呈氣態的成分氣體，通常很容易用重量法配製高壓瓶裝氣體標準物質，要研製常溫下呈液態的成分(通常為 VOCs)鋼瓶裝氣體標準物質，必須解決以下幾個問題：

- (1)液態成分通常在鋼瓶內壁有較強的吸附；
- (2)液態成分如何準確加入鋼瓶；
- (3)液態成分如何氣化以減少吸附；

美國國家標準與技術研究院 (National Institute of Standards and Technology, NIST)所採用的 VOCs 重量法配氣技術是：鋼瓶經過特殊處理後抽真空待用，將 VOCs 封入毛細管內，趕走空氣並離心富集在毛細管一端，秤重後，通過鐵氟龍管與鋼瓶相連，用鉗夾碎毛細管一端，將 VOCs 吸入鋼瓶中，用電熱風槍加熱。

英國國家物理研究院 (National Physical Laboratory, NPL)所採用 VOCs 重量法配氣技術是將鋼瓶經過特殊處理後抽真空待用，將 VOCs 加熱揮發至一玻璃真空配氣系統，該真空配氣系統設計有溫度和壓力測定裝置，真空系統中有一球形固定體積(約 3 公升)玻璃容器取樣器，玻璃容器定量取樣後，通過鐵氟龍管與鋼瓶相連，打開玻璃閥門，將 VOCs 吸入鋼瓶中，也用電熱風槍加熱。

日本產業計量綜合研究所 (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, AIST) 所採用 VOCs 重量法配氣技術是將 VOCs 裝入一小鋼瓶中，與配氣鋼瓶相連接，抽真空後，打開小鋼瓶閥門，將 VOCs 吸入配氣鋼瓶中，VOCs 加入量可以通過秤量小鋼瓶的重量得出。

上述採用的 VOCs 重量法配氣技術，都要將鋼瓶經過特殊處理後抽真空待用，還要用玻璃容器或毛細管或小鋼瓶容器等，其具比較複雜、不容易定量配製，系統的氣密性及耐壓性能不好等缺點。

本年度參考荷蘭國家實驗室 (Van Swinden Laboratory, VSL) 與韓國國家標準與科學研究院 (Korea Research Institute of Standards and Science, KRISS) 的注射重量法配氣技術，進行揮發性有機物驗證參考物質配製之研究，配製測試物種則選擇美國 NIST、日本計量標準總和中心 (National Metrology Institute of Japan, NMIJ)、荷蘭 VSL、英國 NPL、法國國家度量衡實驗室 (Laboratoire national de métrologie et d'essais, LNE) 等國家計量標準研究機構於國際度量衡局 (Bureau international des poids et mesures, BIPM) 校正與量測能量 (Calibration and Measurement Capability, CMC) 資料庫中均有登錄之甲苯 (Toluene) 物種進行配製系統測試，所使用的配製系統裝置設計示意圖如圖四十所示。本研究針對注射重量法配製所擬定的作業程序如下：

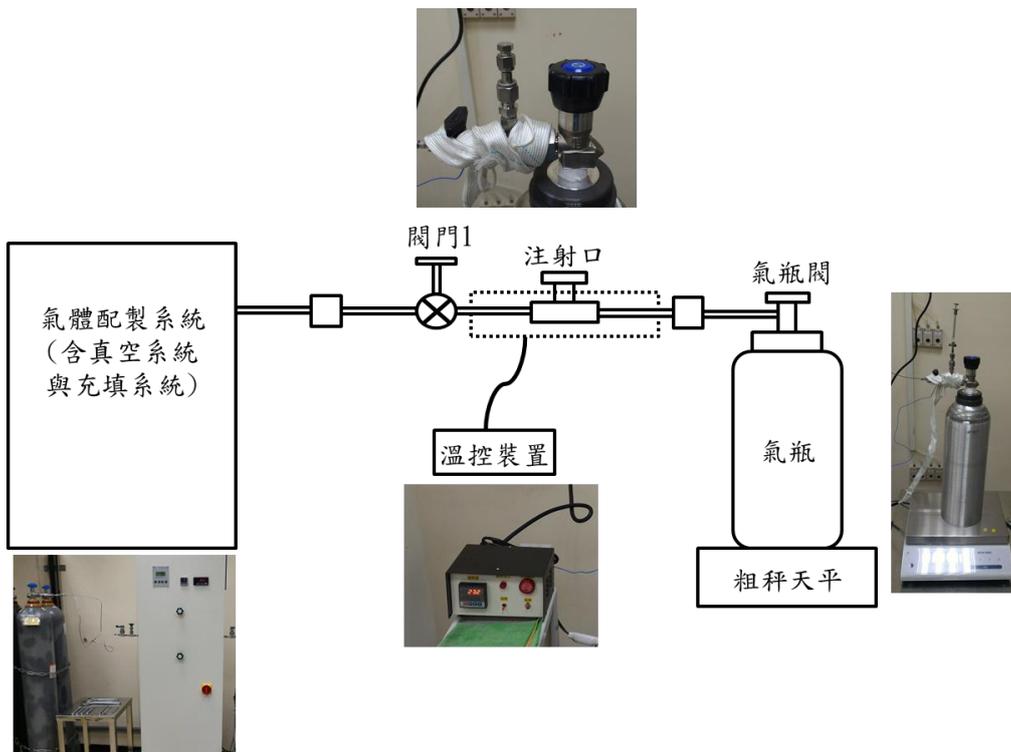
1. 準備注射重量法配製用相關資料與設備，包含配製物種純度、平衡氣 (Balance Gas) 純度、注射裝置、粗秤天平與氣瓶
2. 清洗氣體配製系統管路與氣瓶 (氣瓶需依標準程序進行加熱清洗)
3. 精秤氣瓶充填前質量 (A-B-A 模式)
4. 將注射裝置與氣瓶連接至氣體配製系統 (圖四十)
5. 將加熱裝置溫度設定控制在 80°C
6. 以注射針吸取欲配製物種液體，並將前端以塑膠塞 (Septum) 塞住
7. 精秤步驟 6 總質量 (注射針+液體+塑膠塞) (A-B-A 模式)
8. 關閉閥門 1，將欲配製物種液體注入注射裝置後，開啟氣瓶閥讓液體吸入氣瓶內後，關閉氣瓶閥
9. 將 Balance Gas 充填至氣體配製系統，將管路壓力維持在 10 bar

10. 開啟閥門 1，讓 Balance Gas 充填至注射裝置後，關閉閥門 1
11. 重複步驟 8 與 9 五次，讓注射裝置中液體進入氣瓶，操作壓力控制在 7 bar
12. 將注射針取出，精秤液體注入後注射針總質量(注射針+塑膠塞) (A-B-A 模式)
13. 將注射口以金屬塞旋緊封閉
14. 開啟閥門 1，等待氣體配製系統中 Balance Gas 壓力至少高於氣瓶 10 bar 以上，再開啟氣瓶閥，充填 Balance Gas 至氣瓶中
15. 充填所需之 Balance Gas 質量
16. 精秤氣瓶充填後質量，並計算充填物種之濃度

注射前後的氣密針以及充填前後的氣瓶質量，分別以精密天平(至少可讀取至 0.01 mg)進行秤重，即可求得實際充填至氣瓶內揮發性有機化合物的質量，並由下列方程式計算求得所配製之氣體濃度。配製完成之氣體氣瓶靜置一段時間後，使其均勻混合後，再進行濃度檢驗以進行配製濃度確效以及不確定度評估。

$$x_{gravi} = \frac{\frac{(W_{12} - W_{11})f_1}{M_1}}{\frac{(W_{12} - W_{11})f_1}{M_1} + \frac{\{(W_{22} - W_{21}) - (W_{12} - W_{11})\}f_2}{M_2}}$$

符號	說明
x_{gravi}	配製濃度(mol/mol)
W_{11}	注射針注射前質量
W_{12}	注射針注射後質量
W_{21}	氣瓶注射前質量
W_{22}	氣瓶 Balance Gas 充填後質量
f_1	注射物種純度
f_2	Balance Gas 純度
M_1	注射物種分子量
M_2	Balance Gas 分子量



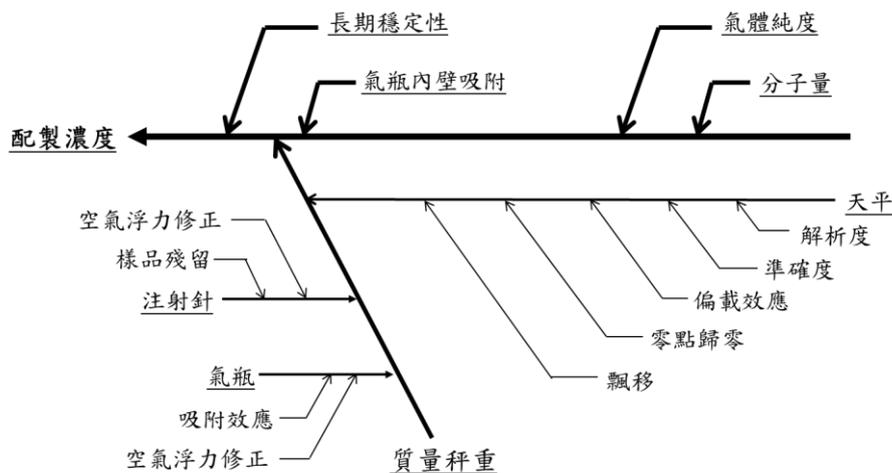
圖四十：注射重量法系統裝置圖

在配製系統的不確定度評估方面，依據 ISO 6142:2001 附錄 E 之說明，氣瓶與注射針秤重的不確定度來源可細分如下：1)來自於天平的不確定度，包含：天平的解析度、天平的準確度、天平不正確的零點、天平漂移（熱效應與時間效應）、天平氣流造成的不穩定度、氣瓶與注射針在 天平秤盤上的位置（偏載）；2)來自於氣瓶的不確定度（ISO 6142:2001 附錄 E.3），包含：浮力影響、環境氣體與氣瓶（或注射針）之間的溫度差、空氣密度因「溫度」，「空氣壓力」，「濕度與二氧化碳含量」所造成的改變。

根據上述不確定度來源的評估，本研究進行注射重量法製備驗證參考物質氣體不確定度來源與估算方式，如表二十二與圖四十一所示。

表二十二：氣瓶與注射針質量稱重之不確定度估算

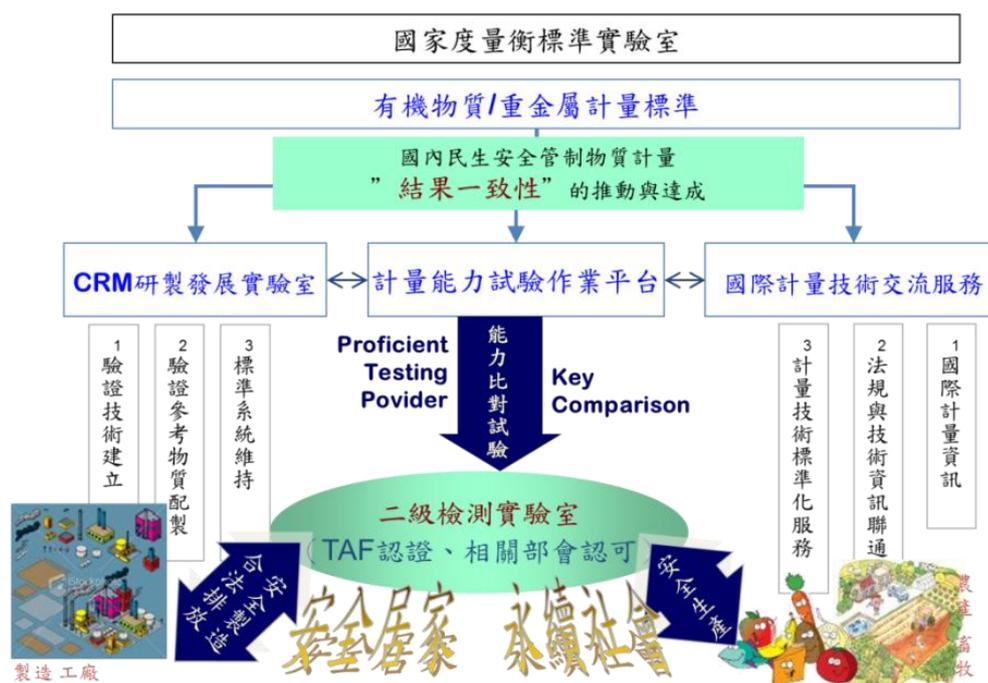
誤差來源	估算方式
稱重過程之整體貢獻	$u_w = \frac{s_p}{\sqrt{n}}$ (參考氣瓶與樣品氣瓶量測重複性)
天平	
- 準確度 $u(m_S), u(m_R)$	以“天平校正報告值”進行讀值修正量計算
- 不正確的零點	ABA 量測循環模式，抵消零點漂移效應
- 漂移	ABA 量測循環模式，抵消時間漂移效應
- 氣流不穩定度	防風罩設計，可忽略
- 氣瓶偏載	定位設計，可忽略
浮力效應引發來源	
- 氣瓶體積	採用與待測樣品氣瓶相同型式之氣瓶作為參考氣瓶，並利用 ABA 量測循環模式進行氣瓶稱重可忽略
- 注射針體積	採用與待測樣品注射針相同型式之注射針作為參考注射針，並利用 ABA 量測循環模式進行注射針稱重可忽略
- 環境氣體與氣瓶之溫度差	可忽略 (恆溫後再進行稱重)
氣體純度	進行原物料氣體純度分析，屬 A 類評估
分子量	引用 IUPAC 報告，屬 B 類評估
氣瓶內壁吸附	同時配製兩瓶，計算兩者濃度差異，屬 A 類評估
長期穩定性	長時間觀察同一鋼瓶濃度差異，屬 A 類評估



圖四十一：注射重量法配製不確定度來源

(二) 民生安全管制物質計量標準分項

檢視國內檢測產業包含環境、食品與農業檢驗等類別，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，目前主管機關雖有負責執行實驗室能力試驗的中心實驗室，但尚未建立 ISO Guide 34 品質架構下之比對用標準品，因此，不同體系實驗室（如環檢、食品、藥物體系等）量測結果之一致性、分析報告的擴充運用性以及國際間之相互認可，尚待整合與建立連結。本分項以運作國家度量衡標準實驗室之角色，透過 ISO Guide34 品質系統建置國家氣體量測標準之經驗，以圖四十二模式建立相關量測技術與參考物質配製技術，並透過驗證參考物質（Certified Reference Material, CRM）供應以及扮演能力試驗支援角色，提升民生安全管制物質量測品質，期望藉此提高民眾對於各實驗室檢測結果之信心度。



圖四十二：重金屬與有機物質計量標準技術之產業運用規劃

104 年度所進行之核心技術研究為「無機物質濃度計量技術研究」與「有機物質濃度計量標準技術研究」，以下針對上述研究進行本年度技術之成果及其突破點說明。

1. 無機物質濃度計量技術研究

(1) 104 年度技術突破點

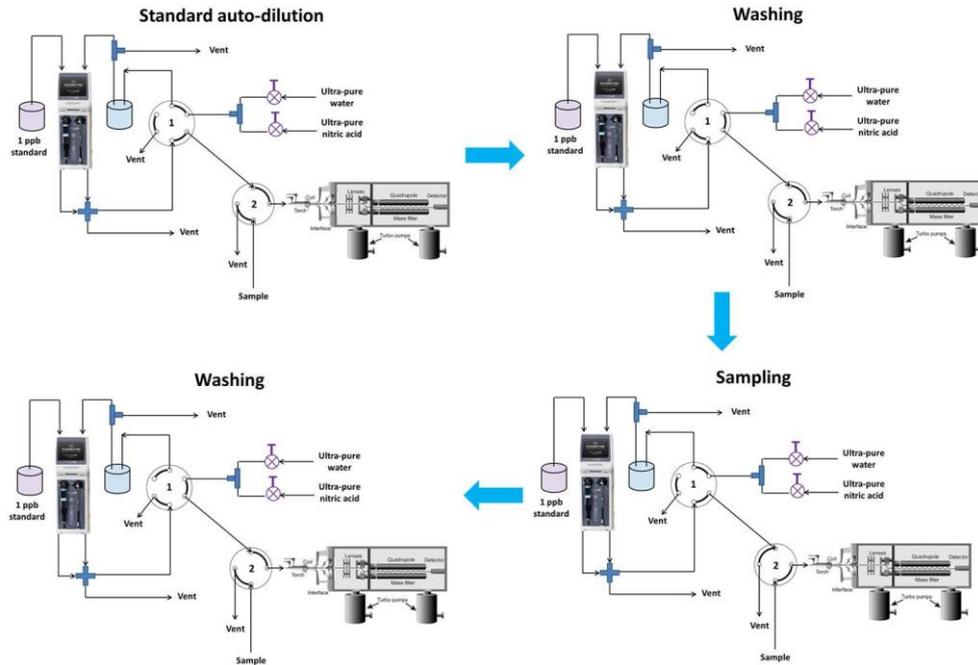
台灣半導體工業發展，自引進 IC 封裝迄今已超過 40 年的歷史，在政府有計劃的輔導、推動、以及業界多年來的經營下，從上游晶圓材料到 IC 設計、製造、封裝、測試等，產業結構可謂相當完整，其加總產值即可達 200 億美元左右，目前台灣約有 20 家 IC 製造公司。半導體製程對於許多製程溶劑或氣體中的污染物非常敏感，即使是極微量的污染如氧氣、水氣、二氧化碳、碳氫化合物、微粒、過渡金屬或是重金屬等，皆會在各種不同製程階段造成嚴重影響。半導體元件的表面在製造過程時若受到微量金屬污染，將會造成諸如短路、漏電流、產生孔隙等缺陷，此影響在現今大型積體電路的製程中更為顯著，因此諸多製程所需使用到的許多特用化學品中，其純度皆為“電子級”，其中包括有機溶劑及各類酸鹼液。

電子級試劑中金屬不純物之濃度含量均為 ng/kg 等級，然而由於分析環境之無塵室維持費用高(class 10)，且分析困難度高，目前國內二級分析實驗室對於該濃度範圍幾乎無法提供檢測服務。為了滿足國內對於超純試劑的不純物濃度分析需求，計畫於本年度建立無機分析實驗室（圖四十三）並發展超微量無機元素分析技術。



圖四十三：無機分析實驗室

為達到超微量無機元素濃度量測，計畫研究過程嘗試建立全程自動化之感應耦合電漿質譜技術(圖四十四及圖四十五)，利用線上自動稀釋及進樣概念，避免外界污染的導入，在缺乏無塵室的環境下仍可獲得極佳之偵測極限。



圖四十四：自動化感應耦合電漿質譜分析技術示意圖

STD Mode	KED Mode	DRC Mode	Description	Step Value	Settling Time (sec.)	Minimum Value	Maximum Value
0.94	0.94	0.94	Nebulizer Gas Flow [NEB]	0.01	10	0	1.5
1.2	1.2	1.2	Auxiliary Gas Flow	0.025	10	0.6	2
18	18	18	Plasma Gas Flow	0.5	10	10	20
1500	1500	1500	ICP RF Power	50	15	500	1600
-1675	-1675	-1675	Analog Stage Voltage	-100	2	-3000	0
900	900	900	Pulse Stage Voltage	50	2	0	2500
12	12	12	Discriminator Threshold	5	0	0	1000
-10.5	-10.5	-10.5	Deflector Voltage	0.25	0	-100	20
0	-12	-9	Quadrupole Rod Offset [QRO]	0.5	1	-26	26
-5	-8	-7	Cell Entrance Voltage	1	1	-60	20
-5	-25	-7	Cell Exit Voltage	1	1	-60	20
-15	-15	-2	Cell Rod Offset [CRO]	1	1	-40	10
	475	200	Axial Field Voltage [AFT]				
	0	0	RPa				
	0.25	0.45	RPq				
	0	0.6	Cell Gas A				
	4.5	0	Cell Gas B				

圖四十五：感應耦合電漿質譜儀分析最佳化參數

研究中利用具備同時掃描多物種能力的感應耦合電漿質譜儀搭配自動化標準品濃度稀釋系統，建立不同物種及不同濃度之檢量線，物種包含：Al、Cu、Ca、Fe、Mg、K、Na、As、Se、Pb、Cd、及 Hg，檢量線濃度範圍由 10 ng/kg 至 100 ng/kg，分析參數如圖四十五所示。

由表二十三可見各物種之檢量線方程式、線性、以及偵測極限，各物種之偵測極限皆小於 5 ng/kg，且濃度範圍落於 (10 至 100) ng/kg 之間呈現良好線性。經計算，各物種之背景當量濃度約在(0.6 至 6.6) ng/kg 之間，顯示系統整體之背景汙染濃度極低，足以滿足超微量無機元素分析之需求。

表二十三：各物種之檢量線方程式及其偵測極限

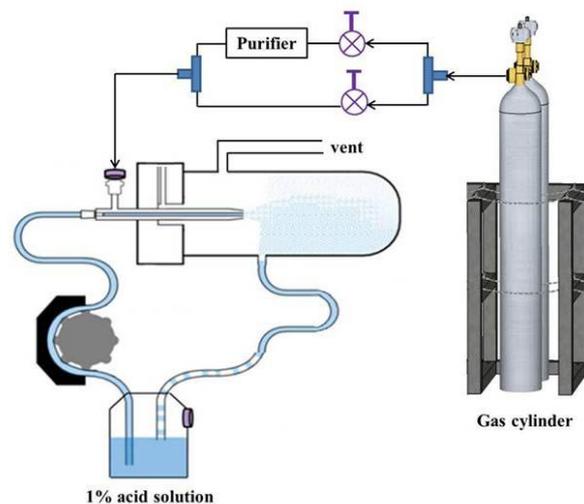
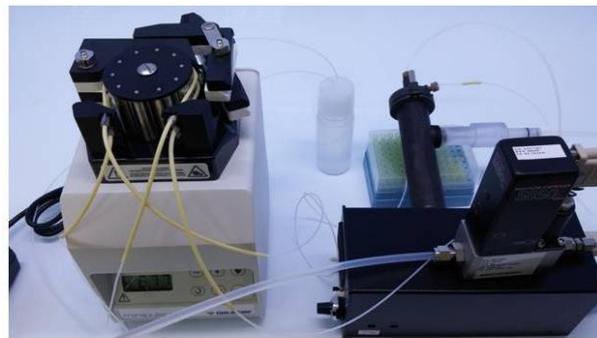
Element	Y = aX + b	R ²	LOD (ng/kg)
Na	Y = 30.56X + 10.08	1.00	0.31
K	Y = 25.12X + 78.35	1.00	2.24
Mg	Y = 26.94X + 16.23	1.00	2.15
Al	Y = 19.82X + 112.15	1.00	2.43
Ca	Y = 21.84X + 144.97	1.00	4.26
Cu	Y = 22.12X + 15.79	1.00	0.18
Pb	Y = 17.01X + 6.70	1.00	1.90
Cd	Y = 15.55X + 8.06	1.00	2.27
Fe	Y = 15.87X + 43.52	1.00	1.13
As	Y = 12.04X + 4.26	1.00	1.90
Se	Y = 11.02X + 45.80	1.00	1.87
Hg	Y = 23.97 X + 9.87	1.00	1.91

(2) 其他技術細項內容整體說明

除了電子級溶劑之外，鋼瓶氣體內所含金屬不純物多寡亦是目前產業關心的議題之一。對於供應製程氣體的國際大廠而言，其對於電子級氣體內金屬不純物的分析亦面臨困難，困擾點包含採樣及量測技術。目前所知的作法為：將壓縮氣體長時間導入酸性水溶液(1 % 硝酸之水溶液)，濃縮金屬離子後再利用

高靈敏度之感應耦合電漿質譜(Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, ICP-MS)進行分析。壓縮氣體(內含金屬成分的微粒)在進入溶液後形成氣泡，而氣泡上浮的過程有多少微粒被酸液吸附是後續推算濃度的關鍵，然因缺乏標準品(目前國際上尚無任何含特定金屬濃度之氣體標準品)，故目前尚無較佳方法可評估此採樣技術之回收率。

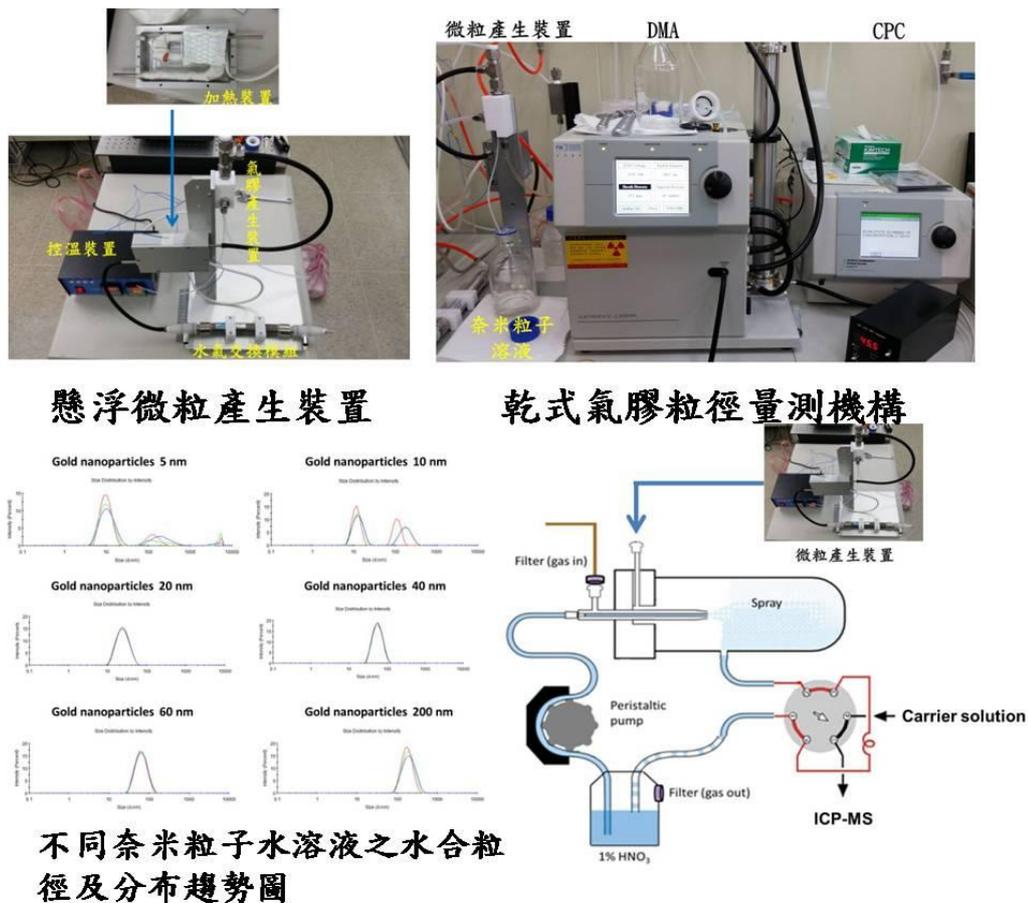
為瞭解氣瓶輸出氣體內無機不純物之物種及濃度，本研究中利用懸浮微粒回收裝置進行氣瓶中懸浮微粒濃縮前處理(圖四十六)，過程是利用大量的濕式氣膠與懸浮微粒碰撞，由於氣膠之表面積大幅增加(與衝擊瓶方式相比較)，濕式氣膠將大量吸附懸浮微粒，爾後攜帶懸浮微粒之濕式氣膠因碰撞腔體壁而流至回收端，後續再由供應端輸出作為濕式氣膠之供應源，如此不斷循環濃縮懸浮微粒。



圖四十六：氣瓶氣體中無機不純物前處理系統示意圖

此外，為確認捕捉回收率，本實驗中利用金奈米膠體溶液(60 nm)作為粒子來源，搭配微粒產生裝置製造連續供應之氣膠，經過水氣交換裝置去除粒子表面水層，再以差分移動性分析儀(Differential Mobility Analyzer, DMA)串接核凝微粒計數器(Condensation Particle Counter, CPC)量測其粒徑大小，確保產生之顆粒為乾式氣膠，同時確認供應之氣膠顆粒濃度。

濕式氣膠經乾燥後以 DMA-CPC 量測之結果發現，奈米粒子中含有大量未知基質(推測為穩定添加劑, Surfactant)，即使溶液經 400 倍稀釋後，濕式氣膠經乾燥後仍形成了大量的奈米級懸浮微粒，且粒徑分布覆蓋於(10 至 40) nm 之間。由於干擾嚴重，20 及 40 nm 的金奈米粒子溶液無法明確鑑定其乾式氣膠之粒徑。唯利用 60 nm 粒子所產生之乾式氣膠，經 DMA-CPC 量測時不受基質干擾，直徑為 62.9 ± 1.3 nm，顆粒濃度為 4760 particle/ml ($n = 5$)。後續即以此系統進行懸浮微粒回收率測試(圖四十七)。實驗測試結果顯示，該氣膠捕捉裝置之回收率達 82.5% (測試時使用 60 nm 之金奈米粒子)。



圖四十七：懸浮微粒捕捉裝置回收率測試示意圖

確認懸浮微粒捕捉裝置之回收率後，進一步將此系統應用於氣瓶氣體中無機不純物濃度分析。每次測試之氣體體積為 800 公升，實驗結果顯示(表二十四)，氣瓶噴出氣體中之懸浮微粒，明顯含有鐵之成分，濃度為 38.5 pg/L，此外，氣體中含有極微量鋁、鉀、銅及砷元素，其餘鈉、鎂、鉛、鎘、汞等元素之濃度則不明顯。

表二十四：氣瓶氣體中各無機不純物種濃度分析結果

Element	經過過濾器 (ng/kg)	未經過過濾器 (ng/kg)	不純物濃度 (ng/kg)	不純物濃度 (pg/L)
Na	69	79	10	0.50
K	77	92	15	2.97
Mg	64	75	11	0.55
Al	57	186	129	6.39
Cu	28	84	56	2.77
Pb	35	45	10	0.50
Cd	17	25	8	0.40
Fe	88	872	784	38.81
As	8	48	40	1.98
Hg	13	11	-2	-

本實驗過程中之困擾點為「如何確認背景濃度」，因此實驗過程中使用微粒去除裝置(濾除粒徑大於 3 nm 以上之顆粒)，然由量測結果顯示，經過過濾器後仍可偵測到無機不純物之訊號，此部分尚需進一步探討污染是否源自過濾器本體。未來亦將嘗試應用多種廠牌之微粒過濾器，驗證其去除微粒之效能。

不論如何，上述結果顯示，氣瓶中確實含有極少量的無機元素污染物，且各元素濃度落在 ppq level (pg/L)，此量測濃度已遠低於目前儀器之偵測極限，顯示本系統確實能有效濃縮待測樣品內懸浮微粒，並應用於氣瓶氣體中無機不純物濃度分析用途。

2. 有機物質濃度計量標準技術研究

(1) 104 年度技術突破點

100 年 5 月全台爆發塑化劑食品安全事件，在於合法食品添加物起雲劑中發現塑化劑之存在，起因為不法廠商貪圖節省成本，延長食品有效期限，並達到更佳的乳化穩定效果，故以塑化劑取代起雲劑中的植物油（塑化劑成本約為植物油的五分之一），影響範圍涵蓋飲料、糕點、麵包和藥品等，除嚴重影響國人健康安全，亦造成我國商品出口貿易之障礙。此外，104 年 10 月消基會也於化妝品抽驗結果中發現塑化劑 DEHP 超標之情形。

因應國人對於塑化劑之日漸重視，延續 102 年至 103 年建立之多溴二苯醚濃度量測技術，計畫 104 年以建立塑化劑 DEHP 濃度量測技術為首要目標。本研究參考環保署公告之「塑膠中鄰苯二甲酸酯類檢測方法－氣相層析質譜儀法」^[2-1]與衛福部公告之「食品器具、容器、包裝檢驗方法－塑膠類之檢驗」^[2-2]，利用靜態重力法配製 DEHP 濃度約為 0.1 ppm、0.2 ppm、0.5 ppm、1 ppm、2 ppm、5 ppm、10 ppm、20 ppm 及 DEHP 同位素濃度約為 6 ppm 之檢量線樣品（1 ppm = 1 µg/g），續以同位素稀釋氣相層析質譜法並採用單離子監測（Single Ion Monitoring, SIM）模式進行重複分析，所使用之氣相層析質譜儀量測參數與監測離子群詳列於表二十五與二十六。

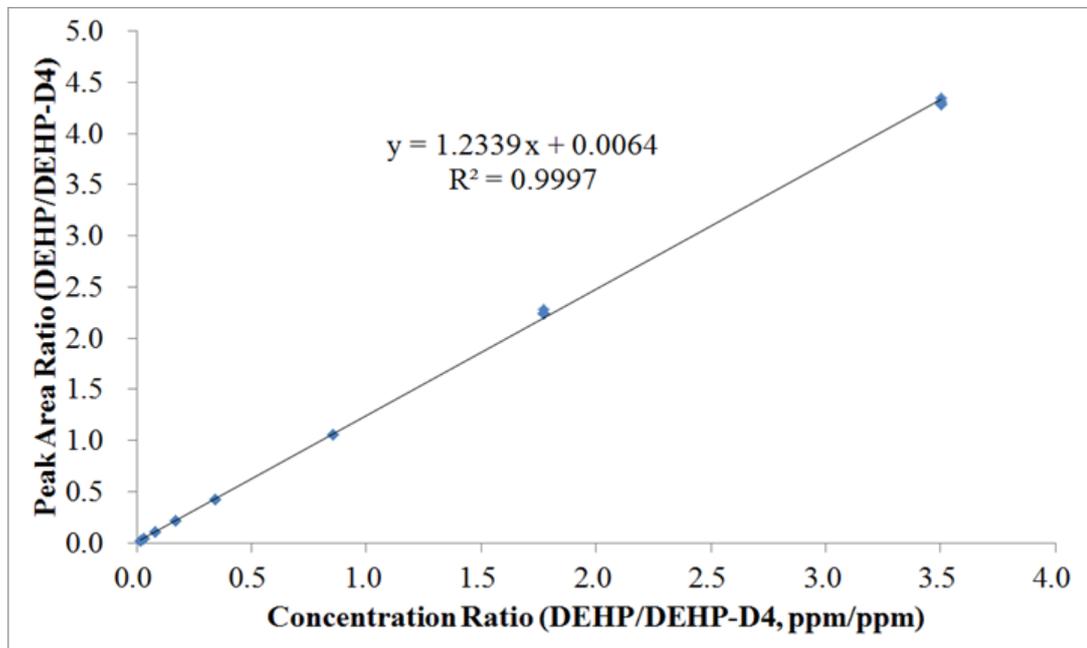
表二十五：氣相層析質譜儀量測參數

氣相層析儀		Agilent 7890A
注射口		270 °C
樣品注入體積		1 µL
載流氣體		高純度氮氣，1.2 mL/min
層析管柱		HP-5MS 毛細管柱（長度：30 m，內徑：0.25 mm，膜厚：0.25 µm）
升溫程式		120 °C（1 分鐘）、以 20 °C/min 至 280 °C、280 °C（5 分鐘）
介面溫度		280 °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

表二十六：監測離子群

化合物	監測離子 (m/z)
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	定量：149，定性：167、279
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (同位素)	定量：153，定性：171、283

分析結果利用訊號強度積分軟體 (Agilent MSD ChemStation) 進行層析波峰面積之積分運算，接著以 DEHP 檢量線樣品分析濃度/內標準品分析濃度比值為 X 軸、DEHP 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比值為 Y 軸，利用最小平方法進行線性迴歸之運算，建立 DEHP 濃度分析檢量線並進行線性評估。由檢量線樣品之分析濃度比值與分析波峰積分面積比值所建立之檢量線如圖四十八，此檢量線之相關係數 $R^2 = 0.9997$ ，符合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) [2-3] 中相關係數 R^2 應大於或等於 0.995 之要求，且由最低檢量線樣品濃度點重複分析數據與檢量線斜率估算得知，此方法之偵測極限可達 0.0034 ppm。



圖四十八：DEHP ID GC-MS 濃度分析檢量線

DEHP 濃度量測方程式為：

$$C_{\text{sample}} = \frac{R \times C_{\text{isotope}} \times (W_2 - W_1)}{(W_3 - W_0)} \times \frac{(W_3 - W_0)}{(W_3 - W_2)} = \frac{R \times C_{\text{isotope}} \times (W_2 - W_1)}{(W_3 - W_2)}$$

C_{sample} ：DEHP 待測樣品原始濃度

R 註：DEHP 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）

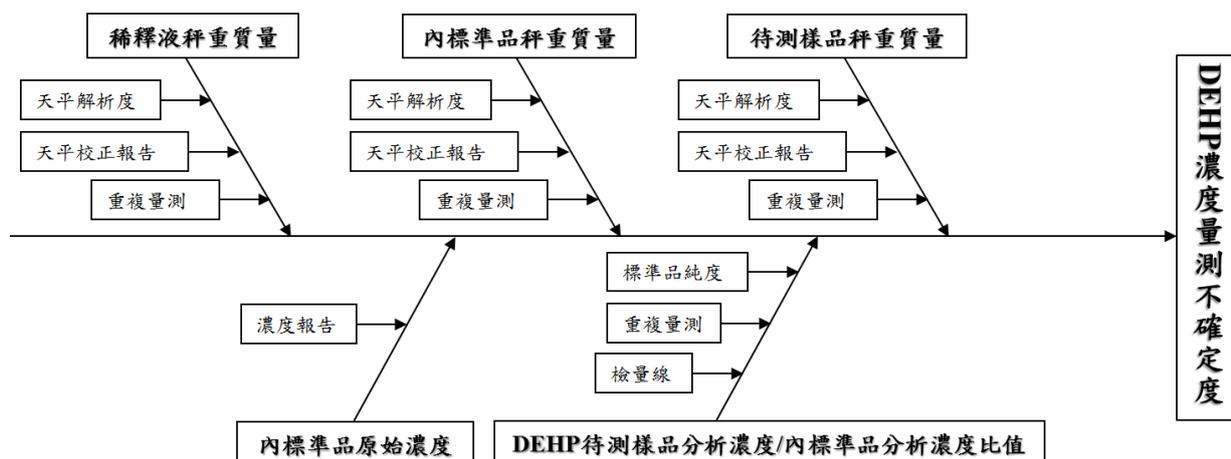
W_3 ：待測樣品秤重質量（空瓶+稀釋液+內標準品+待測樣品）

註： $R = [(MS_{149}/MS_{153}) - b]/a$ （檢量線方程式： $y = ax + b$ ）

MS_{149} ：DEHP 待測樣品分析波峰積分面積

MS_{153} ：內標準品分析波峰積分面積

以另一獨立配製之 DEHP 待測樣品為例（秤重估算濃度為 10.62 ppm），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各項目之秤重質量，求得 DEHP 樣品濃度。此外，其濃度量測不確定度評估如下所述：首先可由 DEHP 濃度量測方程式列出不確定度來源，如圖四十九。由於本分析方法利用電子式天平以靜態重力法進行樣品秤重，故此方面之不確定度來源包括：稀釋液秤重質量不確定度、內標準品秤重質量不確定度與待測樣品秤重質量不確定度；影響秤重質量之因子則為：天平解析度、天平校正報告與秤重重複量測；且此方法是以添加內標準品方式進行分析，故內標準品原始濃度也為一不確定度來源，其影響程度則由廠商所提供之濃度分析報告（Certificate of Analysis, COA）進行估算；此外，樣品經由氣相層析質譜儀分析之結果為波峰積分面積值，為回推至濃度值，須帶入檢量線進行計算，而影響此一不確定度來源之因子則包括檢量線樣品配製用標準品純度、分析濃度比值重複量測與檢量線。最後計算各不確定度來源所貢獻之不確定度分量，如表二十七，統整後可得 DEHP 濃度量測結果為 10.45 ppm 與擴充不確定度為 0.98 ppm（95 %信賴水準）。



圖四十九：DEHP 濃度量測不確定度來源

表二十七：DEHP 濃度量測不確定度分量表

不確定度來源	變異量	機率分布	標準不確定度	靈敏係數	不確定度分量	自由度
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. 0.00004 g	1. 矩形 2. 常態 3. t	0.000065 g 1. $\frac{0.00001}{2\sqrt{3}}$ g 2. $\frac{0.00012}{2}$ g 3. $\frac{0.00004}{\sqrt{3}}$ g	-0.00298 g ⁻¹	0.1909*10⁻⁶	14 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. 0.00002 g	1. 矩形 2. 常態 3. t	0.000061 g 1. $\frac{0.00001}{2\sqrt{3}}$ g 2. $\frac{0.00012}{2}$ g 3. $\frac{0.00002}{\sqrt{3}}$ g	0.00425 g ⁻¹	0.2610*10⁻⁶	13 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	0.000061 g 1. $\frac{0.00001}{2\sqrt{3}}$ g 2. $\frac{0.00012}{2}$ g 3. $\frac{0.00002}{\sqrt{3}}$ g	-0.00128 g ⁻¹	0.0778*10⁻⁶	13 1.50 2.12.5 3.2
內標準品原始濃度	0.0000025	常態	0.00000125	0.07162	0.0898*10⁻⁶	12
DEHP 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. 0.002 2. 0.000571	1. 矩形 2. t	0.005564 1. $\frac{0.002}{\sqrt{3}}$ 2. $\frac{0.000571}{\sqrt{4}}$ 3. 0.00543	0.00006	0.3486*10⁻⁶	32 1.12.5 2.3 3.30

關於 DEHP 濃度量測技術之建立，所分析之樣品秤重估算濃度為 10.62 ppm，分析結果為 10.45 ppm，濃度差距為 0.17 ppm，差距比例為 1.6%，此結果代表此一量測技術已具備相當程度之分析能力。但在 DEHP 濃度量測不確定度評估中，所計算之擴充不確定度為 0.98 ppm，相對擴充不確定度為 9.4%，由美國國家標準與技術研究院 (National Institute of Standards and Technology, NIST) 所提供之 DEHP 標準參考物質 (Standard Reference Material, SRM) – SRM

3074 得知，其 DEHP 濃度為 58.6 ppm，擴充不確定度為 1.3 ppm，相對擴充不確定度為 2.3 %，代表於量測不確定度之降低仍有發展之空間，後續可由不確定度分量表中評估不確定度貢獻較大之因子，並探討如何改進量測技術以降低不確定度，提升量測能力。

目前有關食品中塑化劑檢驗之全國認證基金會 (Taiwan Accreditation Foundation, TAF) 認可實驗室共有 11 家，包含政府機關 (台北市政府衛生局)、檢驗機構 (食品工業發展研究所、塑膠工業技術發展中心、上準環境科技股份有限公司、杜夫萊茵股份有限公司) 與食品製造廠 (義美股份有限公司、統一企業股份有限公司、長榮空廚股份有限公司、黑松股份有限公司、勝昌製藥股份有限公司、三華生物科技股份有限公司)，本年度所建立之 DEHP 濃度量測技術可作為 105 年度新建「質量法環境荷爾蒙供應及濃度驗證系統」之基礎，此系統所生產之塑化劑標準品可提供 TAF 認可實驗室作為檢驗系統之查核樣品，確認其系統狀態，縮短需自國外購買標準品之時程。此外，也可提供客戶端對於樣品中塑化劑濃度檢驗之服務。未來並可參考塑化劑標準品建置之經驗，擴充其他環境荷爾蒙標準品之能量，提供多樣化之服務。

(2) 其他技術細項內容整體說明

(A) 食品中 PBDEs 濃度量測技術建立

人體暴露多溴二苯醚的主要途徑為居家灰塵，除此一途徑外，多溴二苯醚也可透過食物鏈於人體內產生生物累積，由於多溴二苯醚具高脂溶性，故參考食品中多溴二苯醚監測相關研究^[2-4,2-5]，以食用油品與十溴二苯醚為標的，於食用油品中額外添加十溴二苯醚，利用硫酸酸洗、酸性矽膠管柱淨化、酸性氧化鋁管柱淨化、減壓濃縮、吹氮濃縮等前處理步驟，搭配同位素稀釋氣相層析質譜法進行食用油品中十溴二苯醚濃度分析，期望藉此建立並評估此分析方法之適用性。由於 102 年至 103 年已建立同位素稀釋氣相層析質譜法對於十溴二苯醚之濃度分析，故本研究以評估食用油品之前處理萃取回收率為主要目的。

由添加於食用油品中之十溴二苯醚溶液濃度 (C_0 ，單位為 $\mu\text{g/g}$) 與添加量 (M_0 ，單位為 g)，可計算出完全被萃取出之十溴二苯醚預估量 (M_0 ，

BDE-209，單位為 μg)。

$$M_{o, \text{BDE-209}}(\mu\text{g}) = C_o(\mu\text{g/g}) \times M_o(\text{g})$$

以十溴二苯醚濃度分析檢量線為基礎，依據同位素稀釋氣相層析質譜法分析結果可知經硫酸酸洗、酸性矽膠管柱淨化、酸性氧化鋁管柱淨化、減壓濃縮、吹氮濃縮等前處理，並回溶於甲苯後溶液中十溴二苯醚濃度 (C_a ，單位為 $\mu\text{g/g}$)；再由回溶濃縮樣本之甲苯體積 (V_a ，單位為 cm^3)、甲苯密度 ($\rho=0.866 \text{ g/cm}^3$)，可進而計算萃取後之十溴二苯醚分析量 ($M_{a, \text{BDE-209}}$ ，單位為 μg)。

$$M_{a, \text{BDE-209}}(\mu\text{g}) = C_a(\mu\text{g/g}) \times V_a(\text{cm}^3) \times \rho(\text{g/cm}^3)$$

萃取回收率可由上述之十溴二苯醚預估量 ($M_{o, \text{BDE-209}}$) 與分析量 ($M_{a, \text{BDE-209}}$) 計算而得。

$$\text{回收率} = \frac{M_{a, \text{BDE-209}}}{M_{o, \text{BDE-209}}} \times 100\%$$

首先，為評估此萃取方法對於食用油品樣本中十溴二苯醚之萃取效果，先以調和油作為模擬樣本基質，於其中額外添加十溴二苯醚，添加濃度約為 60 ppm，其萃取回收率詳如表二十八，由兩次獨立分析數據得知，其回收率可達 93%。此外，為評估食用油品樣本中十溴二苯醚濃度高低是否會影響萃取回收率，故製備十溴二苯醚濃度約 30 ppm、10 ppm、2 ppm、0.5 ppm 之食用油品樣本，其萃取回收率詳如表二十八，由數據得知，樣本中十溴二苯醚濃度在 2 ppm 以上之萃取回收率約可穩定維持在 93 至 94% 左右，濃度高低對於萃取回收率並無明顯影響，但在濃度降低至 0.5 ppm 時，回收率會下降，不過仍可維持在 89%。

表二十八：十溴二苯醚濃度高低對於萃取回收率之影響

油品中十溴二苯醚添加濃度 ($\mu\text{g/g}$, ppm)	十溴二苯醚預估量 (μg)	十溴二苯醚分析量 (μg)	回收率 (%)
60	21.13	19.77	93.6
60	20.51	19.27	94.0
30	8.81	8.20	93.1
10	3.42	3.21	93.9
2	0.606	0.570	94.1
0.5	0.146	0.130	89.0
0 (control)	0	N.D. ^註	-

註：未檢出 (Non-Detected; N.D.)，LOD = 0.027 ppm

為評估不同種類食用油品對於萃取回收率之影響，故選用 5 種常見食用油品進行分析，分別為調和油、大豆沙拉油、葵花油、芥花油、橄欖油，於以上油品中額外添加十溴二苯醚，使其中十溴二苯醚濃度約為 0.5 ppm，其萃取回收率詳如表二十九由數據得知，不同種類食用油品對於萃取回收率並無明顯影響，其值約可穩定維持在 89% 左右。

表二十九：不同種類食用油品對於萃取回收率之影響

油品種類	十溴二苯醚添加 濃度 ($\mu\text{g/g}$)	十溴二苯醚 預估量 (μg)	十溴二苯醚 分析量 (μg)	回收率 (%)
調和油	0	0	N.D.	-
	0.5	0.146	0.130	89.0
大豆沙拉油	0	0	N.D.	-
	0.5	0.149	0.133	89.3
葵花油	0	0	N.D.	-
	0.5	0.147	0.131	89.1
芥花油	0	0	N.D.	-
	0.5	0.148	0.132	89.2
橄欖油	0	0	N.D.	-
	0.5	0.151	0.137	90.7

由本研究可得知，經過硫酸酸洗、酸性矽膠管柱淨化、酸性氧化鋁管柱淨化、減壓濃縮、吹氮濃縮等前處理步驟，搭配同位素稀釋氣相層析質譜法，進行食用油品中十溴二苯醚濃度分析，於樣本中含 0.5 ppm 十溴二苯醚時，其萃取回收率可達 89 %；且此方法之萃取效果並不會因為不同種類食用油品而有所差異，於 5 種不同食用油品測試中，萃取回收率仍可維持在 89 %，代表此萃取方法於食用油品中十溴二苯醚濃度分析之適用性，詳細之前處理淨化步驟與評估內容請參見「食品中多溴二苯醚濃度量測技術報告」(工研院技資編號：07-3-A4-0051-01)。未來延伸之研究則可利用此萃取方法進行食用油品中其他多溴二苯醚濃度分析，並可藉由提升儀器性能(如使用高解析氣相層析儀/高解析質譜儀，HRGC/HRMS)，降低偵測極限，以檢測更微量之多溴二苯醚。

(B) 水溶液中 DEHP 萃取回收率評估

於純水中額外添加 DEHP，利用冷凍真空乾燥法去除水分，搭配同位素稀釋氣相層析質譜法進行 DEHP 濃度分析，藉此評估自水溶液中萃取 DEHP 之萃取回收率。

由添加於純水中之 DEHP 溶液濃度 (C_0 ，單位為 $\mu\text{g/g}$) 與添加量 (M_0 ，單位為 g)，可計算出完全被萃取出之 DEHP 預估量 ($M_{0, \text{DEHP}}$ ，單位為 μg)。

$$M_{0, \text{DEHP}}(\mu\text{g}) = C_0 (\mu\text{g/g}) \times M_0 (\text{g})$$

以 DEHP 濃度分析檢量線為基礎，依據同位素稀釋氣相層析質譜法分析結果可知經冷凍真空乾燥前處理，並回溶於甲苯後溶液中 DEHP 濃度 (C_a ，單位為 $\mu\text{g/g}$)；再由回溶濃縮樣本之甲苯質量 (M_a ，單位為 g)，可計算出萃取後之 DEHP 分析量 ($M_{a, \text{DEHP}}$ ，單位為 μg)。

$$M_{a, \text{DEHP}}(\mu\text{g}) = C_a (\mu\text{g/g}) \times M_a (\text{g})$$

萃取回收率可由上述之 DEHP 預估量 ($M_{0, \text{DEHP}}$) 與分析量 ($M_{a, \text{DEHP}}$) 計算而得。

$$\text{回收率} = \frac{M_{a, \text{DEHP}}}{M_{0, \text{DEHP}}} \times 100 \%$$

本評估方法配製不同濃度之 DEHP 水溶液，其配製濃度與萃取回收率詳如表三十，由於此萃取方法僅使用冷凍真空乾燥法去除水分，因其步驟簡單，故此處理對於樣品上機之分析量影響不大，可由其萃取回收率大於 97% 而看出。

表三十：水溶液中 DEHP 萃取回收率比較

純水中 DEHP 添加濃度 ($\mu\text{g/g}$, ppm)	DEHP 預估量 (μg)	DEHP 分析量 (μg)	回收率 (%)
1.33	11.92	11.70	98.2
0.86	7.16	6.94	97.0
0.44	3.53	3.54	100.4
0.10	0.85	0.86	101.1
0.05	0.41	0.41	98.0

(C) 食品接觸產品塑化劑 DEHP 溶出濃度量測技術建立

食物中常有由食品包裝材溶出之塑化劑，我國及歐盟等國均對食品中塑化劑的含量及食品包裝材可溶出塑化劑量進行規範^[2-6,2-7,2-8]，就 DEHP 而言，我國與歐盟均要求食品接觸產品中 DEHP 含量不得超過 0.1% (重量比)，且其遷移限值 (Specific Migration Limit, SML) 需在 1.5 mg/kg 以下。

因應國際上對食品接觸產品塑化劑日益嚴格的管制標準，參考衛福部公告之「食品器具、容器、包裝檢驗方法—塑膠類之檢驗」，以塑膠類之食品接觸產品與 DEHP 為標的，利用正庚烷作為溶媒，進行溶出萃取，而後利用吹氮濃縮方式進行濃縮，最後搭配同位素稀釋氣相層析質譜法進行 DEHP 濃度分析，並參考衛福部公告之「食品器具容器包裝衛生標準」^[2-9] 進行溶出試驗結果比較。

首先，於正庚烷溶出液中額外添加 DEHP，藉由 DEHP 預估量與分析量之計算，評估此萃取方法對於塑膠類食品接觸產品中 DEHP 溶出之萃取效果。

由添加於正庚烷溶出液中之 DEHP 溶液濃度 (C_0 ，單位為 $\mu\text{g/g}$) 與添加量 (M_0 ，單位為 g)，可計算出完全被萃取出之 DEHP 預估量 ($M_{0, \text{DEHP}}$ ，單位為 μg)。

$$M_{0, \text{DEHP}}(\mu\text{g}) = C_0 (\mu\text{g/g}) \times M_0 (\text{g})$$

以 DEHP 濃度分析檢量線為基礎，由 DEHP 濃度量測方程式可知樣品溶液^{註1}與空白溶液^{註2}中 DEHP 濃度（樣品溶液 C_t ，單位為 $\mu\text{g/g}$ ；空白溶液 C_c ，單位為 $\mu\text{g/g}$ ）；由秤重結果可知使用於樣品溶液之正庚烷溶出液秤取量（ M_t ，單位為 g ）。由以上所述濃度與質量，可計算出 DEHP 樣品溶液分析量（ $M_{a, \text{DEHP}}$ ，單位為 μg ）。

註 1：樣品溶液為正庚烷溶出液額外添加 DEHP

註 2：空白溶液為正庚烷溶出液不額外添加 DEHP

$$M_{a, \text{DEHP}}(\mu\text{g}) = (C_t - C_c) (\mu\text{g/g}) \times M_t (\text{g})$$

萃取回收率可由上述之 DEHP 預估量（ $M_{0, \text{DEHP}}$ ）與分析量（ $M_{a, \text{DEHP}}$ ）計算而得。

$$\text{回收率} = \frac{M_{a, \text{DEHP}}}{M_{0, \text{DEHP}}} \times 100 \%$$

樣品溶液中添加之 DEHP 濃度值為參考衛福部公告之「食品器具容器包裝衛生標準」之限值（1.5 ppm），製備濃度約為 1.28 ppm 之萃取回收率評估用樣品溶液，其萃取回收率詳如表三十一，其回收率可達 97.9 %，代表此萃取方法具有高度之回收率。此外，為評估正庚烷溶出液中 DEHP 濃度高低是否會影響萃取回收率，故製備 DEHP 濃度約 0.87 ppm、0.45 ppm、0.10 ppm、0.05 ppm 之萃取回收率評估用樣品溶液，其萃取回收率如表三十一所示，由數據得知，溶出液中 DEHP 濃度在 0.45 ppm 至 1.28 ppm 之萃取回收率約可穩定維持在 98 % 左右，濃度高低對於萃取回收率並無明顯影響，但在濃度降低至 0.10 ppm 與 0.05 ppm 時，回收率會上升，不過仍可顯示此萃取方法具有高度之回收率。

表三十一：DEHP 濃度高低對於萃取回收率之影響

溶出液中 DEHP 添加 濃度 (µg/g, ppm)	DEHP 預估量 (µg)	DEHP 分析量 (µg)	回收率 (%)
1.28	11.36	11.12	97.9
0.87	7.32	7.18	98.0
0.45	3.63	3.54	97.6
0.10	0.87	0.90	103.9
0.05	0.43	0.46	106.7

為了解塑膠類食品接觸產品中 DEHP 溶出濃度是否符合法規要求，故參考衛福部公告之「食品器具、容器、包裝檢驗方法－塑膠類之檢驗」方法進行 4 種塑膠類食品接觸產品分析，分別為食品瓶蓋密封墊片 (S1 與 S2)、市售手搖杯盛裝容器 (S3) 與市售保特瓶盛裝容器 (S4)，其 DEHP 溶出濃度量測結果詳如表三十二，由數據得知，4 種塑膠類食品接觸產品之 DEHP 溶出濃度均小於法規限值 (1.5 ppm)，且均在法規限值得 2% 以下。

表三十二：塑膠類食品接觸產品 DEHP 溶出濃度量測

樣品編號	溶出濃度 (µg/g, ppm)	與法規比較 ^註
S1	0.0073	< 1.5 ppm
S2	0.0084	< 1.5 ppm
S3	0.0274	< 1.5 ppm
S4	0.0113	< 1.5 ppm

註：食品器具容器包裝衛生標準

由本研究可得知，參考衛福部公告之「食品器具、容器、包裝檢驗方法－塑膠類之檢驗」方法進行塑膠類食品接觸產品 DEHP 溶出濃度分析，萃取過程主要是利用吹氮方式濃縮樣品，提高樣品分析濃度，因其步驟簡單，故此處理對於樣品上之分析量影響不大，可由其萃取回收率接近 98% 看出，詳細之實驗方法與評估內容請參見「食品接觸產品塑化劑 DEHP 溶出濃度量測技術報告」(工研院技資編號：07-3-A4-0188-01)。比較要注意的是，為避免過程或背景中 DEHP 之影響，所使用之樣品接觸器具，應選

用玻璃之材質，若無法避免使用塑膠材質之器具，則應選擇未含 DEHP 之塑膠材質或評估背景中 DEHP 之影響程度。針對市面上使用之塑膠類食品接觸產品進行 DEHP 溶出實驗，其分析結果遠遠小於法規限值，代表主管機關與廠商對於塑膠類食品接觸產品 DEHP 溶出之管控已相當完善。

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 2,158.194 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
新瑞僑 氣體股 份有限 公司	鋼瓶氣體 濃度分析 技術應用	110	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，供應之氣體種類主要為氫氣、氮氣、氧氣、氬氣等大宗氣體，客戶遍佈各科技產業、石化業與公務單位。本技術團隊於 103 年度協助該公司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，以提升該公司的服務品質並滿足客戶端需求。該公司現有之分析儀器主要應用於微量氣體分析，其並不適合執行高濃度（數千 ppm 至%等級）的氣體濃度分析，故於此技術運用計畫中，技術團隊 104 年協助該公司進行三瓶高濃度氣體之濃度分析，藉此彌補該公司分析儀器之限制。
電子檢 驗中心	鋼瓶氣體 濃度分析 技術應用	100.1	國內車輛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。電子檢驗中心依據經濟部標準檢驗局公務檢測用之度量衡器車輛排氣分析儀檢定檢查技術規範 CNMV 99 第 2 版檢驗配備火星塞汽油點火引擎車輛之車輛排氣分析儀，由於法規要求執行檢定檢查所使用之標準氣體需追溯至國家或國際標準，因此於此技術運用計

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
			<p>畫中，財團法人台灣電子檢驗中心購買國內氣體供應廠商配製的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，將其送至國家度量衡標準實驗室進行濃度驗證與計量追溯，利用此四瓶經國家標準實驗室校正過之混合氣體氣瓶當作標準品及追溯源，應用於國內車輛排氣分析儀檢定檢查服務。</p>
<p>衡準科技股份有限公司</p>	<p>氣體動態產生及量測評估技術運用</p>	<p>476.19</p>	<p>衡準科技公司承接科技廠區內廢氣處理設備效能驗證評估及標準檢驗局移動式酒測器計量檢查設備委託開發之業務，因此於本技術運用計畫中，該公司也希望可以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；除此之外，本技術團隊依據經濟部標準檢驗局呼氣酒精測試器及分析儀檢定檢查技術規範 CNMV 126 第 4 版之規範內容，協助該公司開發酒測器計量檢查設備。本設備交標準檢驗局後，將針對國內警用呼氣酒測器實施抽檢，以確保民眾權益和施行酒測的公正性。</p>
<p>新益利氣體有限公司</p>	<p>危害物氣體處理技術運用</p>	<p>176.19</p>	<p>新益利氣體有限公司為南部氣體大廠，供應國內製程用大宗氣體或醫療用專用氣體。於此技術運用計畫，新益利氣體公司將以往該公司所生產或進口之不同濃度含硫化合物(基質氣體為氮氣)混合氣體送至國家度量衡</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
			標準實驗室進行處理與處理後物種微量濃度驗證分析。目前國內氣體公司大多缺乏類似氣體處理與濃度分析之相關設備與技術能力，未來若規劃建置相關設備與技術能力時，國家標準實驗室將能提供技術輔導以提升國內廠商相關技術能力。
漢翔航空工業股份有限公司	氧氣純度量測技術運用	600	漢翔航空工業股份有限公司近年承接國防部各空軍聯隊補給及維修業務，其中包含戰鬥機攜載鋼瓶之純氧氣體填充，該純氧氣體主要供應飛行員於高空（高於 1000 呎）氧氣稀薄區域訓練時使用。因飛行訓練過程發生數組機員反應面罩供應之氧氣具有刺鼻臭味，飛行過程產生暈眩之危險狀態，該公司隨即委託國家度量衡標準實驗室，並將充填氣源以及飛機攜載氣瓶進行氧氣中不純物物種定性及濃度定量分析。未來將協助該公司建立氧氣中不純物量測技術及操作標準程序。
大龍企業有限公司	風洞系統設計技術運用	285.714	大龍企業為碳纖維 FRP 及 PU 等複合材料領域專業設計生產廠商。本計畫技術主要協助該公司於所建置的模擬風洞裝置中，除流場分析技術外，協助進行風洞內空氣污染物 (CO ₂ 、CO、VOC 等)濃度檢測、建立風洞內氣體採樣流程與流量校正作業標準化，使測試與分析數據具有追溯性，可做為公務部門稽查、工廠內製程材料處理改善及節能減碳的依據。
禮學社股份有限公司	SF ₆ 氣體分析儀內校裝	110	禮學社為供應實驗室專用家具的製造商，具有三十餘年的設計生產經驗，特別是在高效

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
司	置技術應用		能排氣櫃方面。為了提升產品品質與顧客信賴度，禮學社申請排氣櫃之產品認證服務實驗室，以取得 ISO 17020 實驗室認證。排氣櫃檢驗的項目中需使用 SF ₆ 作為追蹤氣體 (Tracer Gas)，因此於本技術運用計畫中，提供 SF ₆ 氣體分析儀內部校正程序、內部校正裝置、零級氣體及低濃度 SF ₆ 標準氣體，利用國家度量衡標準實驗室生產之參考物質作為追溯源，可作為申請 ISO 17020 實驗室之 SF ₆ 濃度量測追溯依據。
台灣電鏡 儀器股份 有限公司	微流體控制 與溫控技術 應用	300	台灣電鏡儀器為國內首家電子顯微鏡設計製造公司，以電子束檢測技術為核心，本技術主要協助該公司於開發電鏡之流動樣品檢測套件時，建立液相或氣相內不純物成分與濃度分析技術。

(二) 技術推廣活動成果說明

- (1) 「氣瓶標準氣體 VS. 氣體量測追溯」基礎班。推廣氣體量測執行自主管理的正確觀念、完善品保措施規劃與追溯要項。本研討會規劃著重理論與實務兼具，期讓業界能吸收後有效應用於工作。例如：計畫針對不同氣體類別與濃度範圍，介紹其不同的追溯方式，並使用實例說明執行追溯時，標準品的品質如何貢獻與影響量測結果，提供產學研各界技術與經驗交流平台。



國家度量衡標準實驗室
新竹市光復路二段 321 號

經濟部標準檢驗局委託辦理

「鋼瓶標準氣體與氣體計量追溯」基礎班

氣體量測需求廣及我們的工作與生活，「有測就好」是以往我們執行自主管理常有的心態。隨著法規的公告實施，產品認證與規格驗證體制的成熟，執行量測活動時，品保措施的完善就是確保努力不白費的保證。追溯的執行是確保量測準確度的關鍵，但何謂追溯？如何做正確的追溯動作？可能一直困擾著執行檢驗或測試工作的你我。標準的追溯就是跟氣體廠買鋼瓶嗎？買不到的問題可能也深深困擾著你。鋼瓶標準品不是唯一的追溯途徑，本次研討會，我們將針對不同氣體類別與濃度範圍，介紹其不同的追溯方式，並使用實例說明執行追溯時，標準品的品質如何貢獻與影響量測結果，若您所執行業務與氣體量測相關，歡迎您一起參與本活動。

■ 時間/地點：

時間	104 年 06 月 29 日 (星期一)
地點	新竹市光復路二段 321 號 3 館 117R

■ 講師：工業技術研究院量測技術發展中心 講師群

■ 費用：每人 NTS1,000 元/人 (限額 30 名)

■ 內容：

時間	課程內容
09:30-10:00	報到
10:00-10:40	氣體計量追溯方式 (林采吟 室主任)
10:40-11:00	中場休息
11:00-11:50	零級氣體規格驗證 (林承翰 副研究員)
11:50-13:00	午餐
13:00-13:50	甲醛的直讀量測與追溯 (楊逸群 研究員)
13:50-14:10	中場休息
14:10-15:00	氣體濃度量測不確定度評估_由偵測器/分析儀校正說起 (林采吟 室主任 / 張君綾 副研究員)
15:00-16:00	實驗室參觀

「鋼瓶標準氣體與氣體計量追溯」基礎班報名表

機構名稱：					
聯絡地址：					
參加者姓名	工作部門	電話	傳真	E-mail (上課通知用)	餐點 <input type="checkbox"/> 葷食 <input type="checkbox"/> 素食
付款方式： <input type="checkbox"/> 現場繳費 <input type="checkbox"/> 支票付款或匯票付款 (抬頭：財團法人工業技術研究院) <input type="checkbox"/> 匯款：土地銀行(005)工研院分行，帳號：156-005 0000 33 <input type="checkbox"/> 院內同仁請提供計畫代號：					
備註：1. 本案為工研院代辦國家度量衡標準實驗室計畫，將由本院代為開立收款收據 (即一般所通稱之國庫收據，供學員報銷，特此說明) 2. 本案提供累計乙級計量人員繼續教育點數及行政院公務人員學習護照章登錄。3. 本研討會限額 30 名，請填妥報名表於 6 月 20 日前傳真 FAX：(03) 5743838 或 e-mail：chenhsiuyun@itri.org.tw 回傳本中心，以利作報名確認、人數統計以及後續異動通知(必要時)。聯絡人：陳小姐 TEL：03-5743706					

本研討會針對不同氣體類別與濃度範圍，介紹其不同的追溯方式，並使用實例說明執行追溯時，標準品的品質如何貢獻與影響著量測結果，深入淺出宣導鋼瓶標準氣體與氣體計量追溯正確觀念。本活動計有中華航空、中興電工、台灣電力、台灣檢驗科技、寶璣系統等各大氣體廠商、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，20家35位領域專家共襄盛舉。活動照片如下。





(2) 於 8/18 日於新竹工業技術研究院舉辦「天然氣能量計量量測技術研習

班」，由於天然氣是目前國內普遍使用的能源之一，從一般家庭每日生活所需至電廠發電使用，天然氣與每個人的生活息息相關，目前台灣每年天然氣交易總額超過 2500 億，在如此龐大的交易金額，天然氣計量的準確與否便相形重要。本次研習重點在於天然氣能量計量，亦包含了天然氣計量常用流量計介紹，與國內天然氣計量追溯體系。本活動計有大台北瓦斯、台灣動力檢測科技、中國石油、欣南天然氣、欣彰天然氣、新海瓦斯等天然氣相關產研等 15 家 21 人參加。



天然氣能量計量量測技術研習班

天然氣是目前國內普遍使用的能源之一，從一般家庭每日生活所需至電廠發電使用，天然氣與每個人的生活息息相關，目前台灣每年天然氣交易總額超過 2500 億，在如此龐大的交易金額下，天然氣計量的準確與否就顯得非常重要了。本次研習重點在於天然氣能量計量，天然氣計量不僅需要考慮體積量，還須考慮熱值，透過質（熱值）量（體積量）總和計算後，再以能量來計價，如此才能得到最公平的交易。此次研習也包含了天然氣計量常用流量計介紹，此部份區分為工業用及民生用流量計兩部分介紹，另外也會介紹國內天然氣計量追溯體系，了解如何透過完整的追溯鏈，確保國內天然氣計量的公平性。

- 主題：天然氣能量計量
- 時間：104 年 8 月 18 日（星期二）9:00~16:00
- 地點：工研院量測中心階梯教室（新竹市光復路二段 321 號 16 館）
- 講師：
 - 王文彬 國家度量衡標準實驗室流量資深工程師
 - 楊峯銳 國家度量衡標準實驗室流量資深工程師
 - 林文地 國家度量衡標準實驗室流量資深工程師
 - 郭景宜 國家度量衡標準實驗室流量研究員
- 費用：每人 NT\$ 3000 元
- 內容：

時 間	課程主題	講師
09:00~10:30	天然氣能量計量原理與實際應用	王文彬
10:30~12:00	工業用天然氣計量常用流量計介紹	楊峯銳
13:00~14:30	民生用天然氣計量常用流量計介紹	林文地
14:30~16:00	國內天然氣計量追溯體系	郭景宜

天然氣能量計量量測技術研習班 報名表

機構名稱：			統一編號：			
聯絡地址：						
參加者姓名	部門	最高學歷	電話	傳真	E-mail	班別
			() 分機			
			() 分機			
付款方式 <input type="checkbox"/> 現場繳費 <input type="checkbox"/> 支票付款或匯票付款（抬頭：財團法人工業技術研究院） <input type="checkbox"/> 滙款：土地銀行(005)工研院分行，帳號:156-005 0000 33 <input type="checkbox"/> 院內同仁請提供計畫代號： 備註：本案為工研院代辦國家度量衡標準實驗室計畫，將由本院代為開立收款收據（即一般所通稱之國庫收據，供學員報銷，特此說明）						
若有報名相關資料將通知：① <input type="checkbox"/> 參加者 ② <input type="checkbox"/> 承辦人員：姓名 _____ 傳真：_____						

報名方式

《課前一週以 e-mail 與傳真方式傳送上課通知單》

1. 報名網址 <http://140.96.176.3/training.orig/course/course/>
2. 傳真報名專線：03-5743838，聯絡人：張小姐 03-573 2206
3. E-mail 報名或索取簡章信箱：changtzf@itri.org.tw

同意 不同意（未勾選視為同意） 往後本單位運用您報名表單上之資料辦理課程及技術推廣服務，並得隨時通知停止資料提供。



(3) 本計畫於 11/11 假工研院光復院區舉辦「氣體濃度計量追溯與校正實務技術研討會」。推廣氣體量測計量追溯的正確觀念、以及校正實務品保措施流程與規劃，以期參加之學員於會後能正確將追溯觀念實際應用於工作實務上。本次研討會主要介紹標準氣體的計量追溯與配製驗證技術、氣體偵測器校正程序與原理，以及氣體偵測器校正之量測不確定度評估等，並運用實例說明執行校正與追溯時，標準品的品質如何影響校正結果，期藉理論與實務案例的配合，讓參與人員有更深刻的收穫。本活動計有計光寶科技、宏亞精密科技、電檢中心、陸軍飛彈光電基地、聯華生物科技等產研 22 家 43 位專家共襄盛舉。簡章如下：



氣體濃度計量追溯與校正實務技術研討會

主辦單位：經濟部標準檢驗局 承辦單位：工研院量測中心，歡迎洽詢 陳小姐，電話 03-5743706

日期地點：104.11.11(三) 於 新竹工研院光復院區 16 館 121 室 (新竹市光復路二段 321 號)

報名方式：傳真 03-5743838，EMAIL chenhsiouyun@itri.org.tw，網站 <http://140.96.176.3/training.org/course/>

報名費用：免費參加，名額有限，請於 104.10.31 前完成報名。

備註：1. 本場研討會提供累計甲、乙級計量人員繼續教育點數(4.5 點)及行政院公務人員學習護照章登錄。

2. 主辦單位保有變更議程時間、內容、講師、場地之權利。

課程簡介

隨著法規的公告實施，產品認證與規格驗證體制日趨成熟，執行校正、檢驗或測試工作的人員，都必須掌握正確的校正程序以符合計量追溯目的。本次研討會將介紹標準氣體的計量追溯與配製驗證技術，氣體偵測器校正程序與原理，以及氣體偵測器校正之量測不確定度評估等內容，並運用實例說明執行校正與追溯時，標準品的品質如何影響校正結果，並將安排參觀國家度量衡氣體計量標準實驗室。

適合對象

氣體校正、檢驗、測試工作者，有心進入氣體計量領域人員。

講師簡介

由國家度量衡標準實驗室暨工研院量測中心專家擔任講師

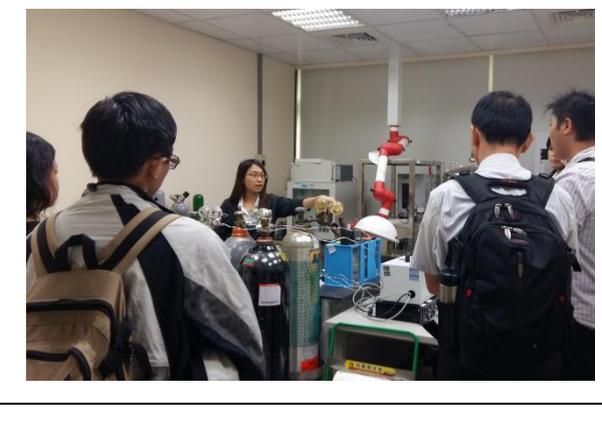
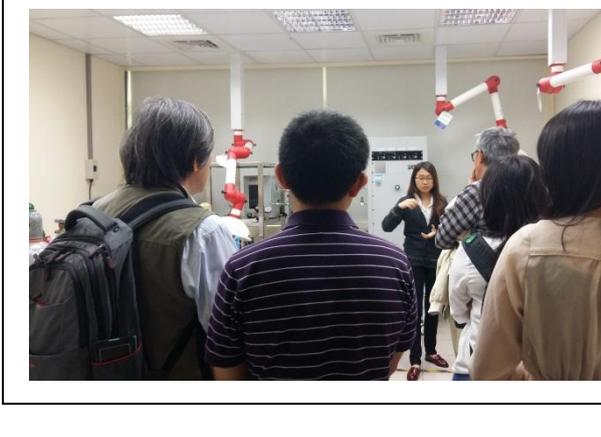
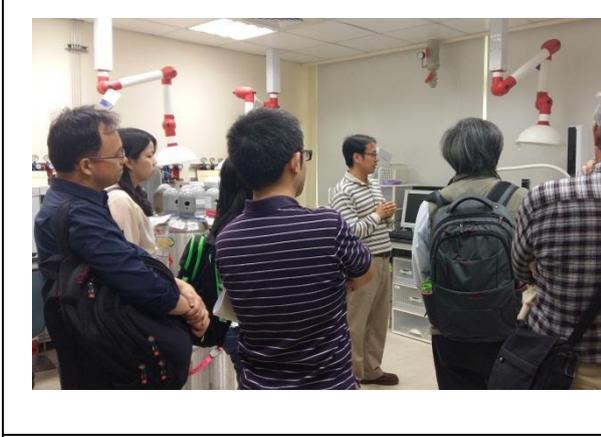
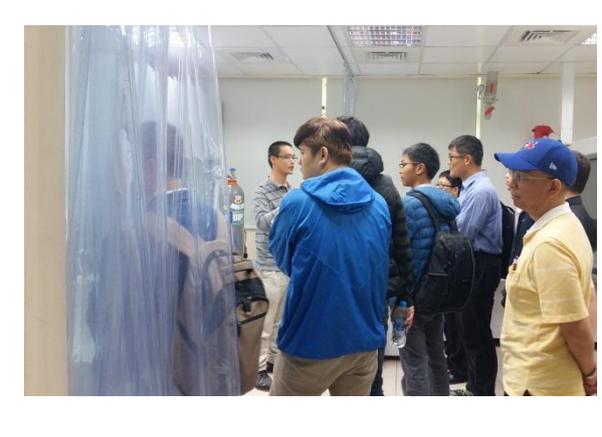
時間	主題
09:30~10:00	報到
10:00~10:50	標準氣體計量追溯與配製驗證技術
11:10~12:00	氣體偵測器校正程序與原理
13:00~13:50	量測不確定度評估介紹_氣體偵測器校正評估
13:50~15:30	氣體計量標準實驗室參觀

報名表 《課前一週以e-mail與傳真方式傳送上課通知單》

機構名稱：		統一編號：			
聯絡地址：□□□					
姓名	部門	電話	傳真	E-mail	餐點
		() 分機			<input type="checkbox"/> 一般 <input type="checkbox"/> 素
		() 分機			<input type="checkbox"/> 一般 <input type="checkbox"/> 素
若有報名相關事宜應通知：① <input type="checkbox"/> 參加者 ② <input type="checkbox"/> 承辦人員：姓名_____ 電話_____ 傳真_____					

是 否 需要提供訓練證書。

同意 不同意 本單位日後通知您相關活動資訊或技術服務說明。(未勾選視為同意)



(三) 技術服務成果說明 (共計 86 件技術諮詢與評估服務)

〈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)
2015/2/10	P-01	台積電	磷化氫(PH ₃)與三甲基矽烷(C ₃ H ₁₀ Si)進行純度分析技術諮詢	科技業
2015/2/24	P-02	工研院量測中心	針對 CO ₂ 進行純度分析，不純物種包含 H ₂ 、O ₂ 、N ₂ 、CO、CH ₄	研究機構
2015/3/9	P-03	千緯科技	HCl 純度分析技術諮詢，希望分析不純物種包含 H ₂ 、N ₂ 、O ₂ (Ar)、THC、CO、CO ₂ 及重金屬(Fe、Na、Pb...共 18 種)	科技業
2015/3/23	P-04	工研院量測中心	針對 CO ₂ 進行純度分析，不純物種包含 H ₂ 、O ₂ 、N ₂ 、CO、CH ₄	研究機構
2015/4/15	P-05	瀚霖科技	SF ₆ 純度分析技術諮詢	科技業
2015/5/18	P-06	漢翔航空	針對氧氣進行純度分析，希望釐清氧氣中有刺激味的不純物質為何	國防部
2015/5/19	P-07	世界先進積體電路公司	Ne 類惰性氣體純度分析技術諮詢	科技業
2015/5/26	P-08	台灣大學	無塵室中懸浮微粒硼磷元素分析	研究機構
2015/6/22	P-09	工研院綠能所	針對 CO ₂ 進行純度分析，不純物種包含 H ₂ 、O ₂ 、N ₂ 、CO、CH ₄	研究單位
2015/6/23	P-10	聯華氣體	SiH ₂ Cl ₂ 、SiHCl ₃ 純度分析技術諮詢	氣體廠
2015/6/24	P-11	香港 SCL	N ₂ 、O ₂ 純度分析，針對 N ₂ ，欲分析 O ₂ 、CO、CO ₂ 、CH ₄ ；針對 O ₂ ，欲分析 N ₂ 、CO、CO ₂ 、CH ₄	研究機構
2015/6/29	P-12	沅亨興業股份有限公司	氣體閥門洩漏之氬氣濃度檢驗	中小企業
2015/7/1	P-13	聯華氣體	N ₂ O 純氣純度分析技術諮詢，欲分析物種：H ₂ O、CO ₂ 、Ar+O ₂ 、N ₂ 、CO、NO _x 、Cl ₂	氣體廠
2015/7/1	P-14	液光照明	LED 燈泡中不純物分析技術諮詢	光電業
2015/7/15	P-15	億大科技股份有限公司	Ne 中 Ar 不純物分析技術諮詢	醫藥商
2015/7/23	P-16	世界先進積體電路公司	PH ₃ 氣體純度分析技術諮詢	科技業
2015/8/17	P-17	元翎精密工業股份有限公司	N ₂ O 氣體純度分析技術諮詢	中小企業

洽談日期	編號	公司	技術上的需求	技術應用單位(領域)
2015/9/22	P-18	Linde 氣體	半導體業常用製程氣體，例如 SiH ₄ 、PH ₃ 、AsH ₃ 等純度分析技術諮詢	氣體廠
2015/10/13	P-19	台積電	C ₂ F ₆ 純度分析技術諮詢	科技業
2015/10/13	P-20	化新精密工業股份有限公司	洩漏標準器校正或測試技術諮詢	中小企業
2015/11/17	P-21	Linde 氣體	CO ₂ 純氣中酸性、鹼性、總碳氫化合物等氣狀不純物分析技術諮詢	氣體廠
2015/11/19	P-22	長泰氣體	CO ₂ 純氣中苯與 CO 不純物分析技術諮詢	氣體廠
2015/11/19	P-23	環保署監資處	零級空氣純度分析技術諮詢	政府單位

〈氣體濃度驗證〉

洽談日期	編號	公司	技術上的需求	技術應用單位(領域)
2015/1	V-01	榮工大發	氧氣鋼瓶氣體濃度驗證/1.4 萬(BP)	環檢業
2015/1	V-02	台灣電子檢驗中心	CO/CO ₂ /C ₃ H ₈ 鋼瓶氣體濃度驗證/10.01 萬(IP) (1 月送樣 3 瓶，2 月送樣 1 瓶)	檢測業
2015/1	V-03	禮學社股份有限公司	SF ₆ 偵測器校正	實驗室產品安裝
2015/1/20	V-04	新益利氣體	中國鋼鐵公司之鋼瓶廢氣處理及殘氣濃度分析。 已簽約：NT\$ 176,190(民生計畫 IP)	鋼鐵業
2015/2	V-05	工研院機械所	測試 H ₂ :CO = 3:1 混合氣體，通過分子篩樣品的選擇比	研發單位
2015/2	V-06	遠茵公司	檢測麻醉氣體在通過醫療器材用的氣管內管後，是否產生化學作用而影響麻醉效果	醫療器材製造
2015/3/20	V-07	漢民科技	製程機台尾氣中 H ₂ 及 O ₂ 濃度監測。 已簽約：NT\$ 100,000(民生計畫 IP)	半導體業
2015/3/26	V-08	大陽日酸	光電廠中 8 台 L/S DRE 檢測。 已報價：NT\$ 2,000,000	光電業
2015/4/7	V-09	旺北科技(黃先生)	製氧機產生之氧氣濃度(30%)驗證與流量測試服務	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)
		03-5771038#601)	已報價：NT\$ 100,500	
2015/04/21	V-10	大陽日酸	光電廠中 7 台 L/S DRE 檢測。 已報價：NT\$ 2,000,000	光電業
2015/04/30	V-11	彩奕科技-王先生/ tel： 0972861113	推測有機化學物質氣體導致面板產業使用的光學系統玻璃霧化，希望本單位攜帶儀器至現場偵測。	光電業
2015/05/04	V-12	美最時-蘇先生/ Tel:04-24753369	進口 Pergan/Selma 光學式 CH ₄ 洩漏偵測器，請第三者公證實驗室檢測儀器性能	貿易業
2015/05/27	V-13	凌巨科技股份有限公司	煙道氣體(PH ₃ 及 NH ₃)濃度分析測試。 已報價：NT\$ 100,000	光電業
2015/06/15	V-14	張先生/ Tel： 0988-935097	CO ₂ 氣體液位器檢測 (CO ₂ 氣體在高壓下會變成液體，利用液位器可偵測是否有洩漏)	檢測業
2015/07/02	V-15	良欣實業有限公司	氫氣混合裝置暨分析儀測試/2.3 萬(BP)	製造業
2015/7/31	V-16	康武企業股份有限公司	1.瓦斯預混氣中，氧氣含量的分析方法。 2.瓦斯燃燒後，氣體成分的分析方法。 3.火焰中，各位置點的溫度測量方法。 4.微小瓦斯氣流量的流速的量測方法。 5.理想空氣/瓦斯 混和比的試驗方法。 (瓦斯種類: 1.丁烷 2.丙烷)	製造業
2015/09/10	V-17	力晶科技	光電廠中 3 台 L/S DRE 檢測。 已報價：NT\$ 567,000	光電業
2015/10/12	V-18	住友化學	氣瓶中 CO、CH ₄ 、SO ₂ 與 NO 濃度驗證。	製造業
2015/11/19	V-19	台南防砲指揮部	氣瓶中 Ar、N ₂ 、O ₂ 、CCl ₂ F ₂ 、CHClF ₂ 、CBrF ₃ 與乙炔濃度驗證。	國防

〈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)
2015/02/03	C-01	宸昶企業	SF ₆ 氣體分析儀校正 (範圍 0-10) ppm (預定送件公司名稱為禮學社股份有限公司)	氣體偵測器製造/維修商
2015/03/04	C-02	銘異科技	塑膠射出硬碟成形電子產品，分析粉塵污	電子業

洽談日期	編號	公司	技術上的需求	技術應用單位(領域)
			染、Silicone、逸散氣體、重金屬、塑化劑及輔導申請 ISO 17025 的認證。	
2015/03/16	C-03	駿鴻磁淨節能有限公司	臭氧產生機臭氧輸出量檢測，需到場檢測	水質淨化相關產業
2015/04/01	C-04	永佳環球有限公司	臭氧產生機臭氧輸出量檢測	美容保養產業
2015/4/16	C-05	雙永股份有限公司	氧氣分析儀檢測，需求濃度點為 21 %，10 %，5000 ppm，1000 ppm & 10 ppm，需出具 TAF logo 報告	氣體偵測器貿易商
2015/4/16	C-06	美最時	進口 Pergan/Selma 光學式 CH ₄ 洩漏偵測器，請第三者公證實驗室檢測儀器性能	氣體偵測器貿易商
2015/5/14	C-07	英福康公司	手提式 FID 火焰偵測器之追溯校正(成分甲烷 CH ₄ ，0~1000 ppm)	感測器技術和程序控制軟體的製造商和供應商
2015/5/29	C-08	富國國際有限公司	1. K-TYPE 測溫棒 (口徑 32 mm，長 800 mm) 校正，需出具 TAF logo 報告 2. 氧氣偵測器校正(濃度點 1000 ppm，10 %，20 %)，需出具 TAF logo 報告	鋼鐵業
2015/6/23	C-09	匠普公司	水分分析儀 Moisture 0-2000 ppm	氣體偵測器貿易商
2015/7/8	C-10	穩懋半導體(股)	手提式 VOCs 氣體檢測儀校正 使用校正氣體為異丁烯	半導體產業
2015/7/13	C-11	工研院機械所	廢氣分析儀(氣體成分 CO、CO ₂ 以及 HC)檢定	執行專案計畫要求
2015/7/20	C-12		分析酒精液體的濃度比例(38 %，53 %，58 %，66 %)	釀酒業者
2015/8/3	C-13	創舉公司	UV 殺菌燈的除臭效果(偵測尼古丁與氨氣的殘留量)	室內空氣品質
2015/8/4	C-14	康武企業	瓦斯種類: 1. 丁烷 2. 丙烷 1. 瓦斯預混氣中，氧氣含量的分析方法。 2. 瓦斯燃燒後，氣體成分的分析方法。 3. 火焰中，各位置點的溫度測量方法。 4. 微小瓦斯氣流量的流速的量測方法。 5. 理想 空氣/瓦斯 混和比的試驗方法。	天然氣領域

洽談日期	編號	公司	技術上的需求	技術應用單位(領域)
2015/8/18	C-15	ATK 全鵬 科技股份有	校正有效氣濃度儀器	實驗室申請 認證用
2015/9/4	C-16	電光所	檢測自行開發的 IR CO/CO ₂ 偵測器性能 需求說明如下 1. IR 元件 CO/CO ₂ 特性測試 2. IR 元件濕氣干擾 CO/CO ₂ 特性測試：希望 能在檢測 CO 成分濃度時，改變環境濕 度，藉此了解環境濕度對 CO/CO ₂ 感測元 件的影響是正偏差或是負偏差	室內空氣品 質
2015/10/1	C-17	易通展	可燃性氣體偵測器上市前依據 UL 1484 進行 產品性能檢測	消防安全要 求
2015/10/2	C-18	超技儀器	H ₂ 偵測器校正/測試，濃度範圍為(0 至 4) % 與(0 至 1000) ppm，需提供 TAF logo 報告。	氣體偵測器 貿易商
2015/10/13	C-19	台達電子	產品上有 CO ₂ 與 TVOC 氣體量測的感測器， 需確認 CO ₂ 與 TVOC 部分感測器的數據正確 性	產品性能檢 測
2015/10/19	C-20	豪客能源科 技	氨氣偵測器校正	產品性能檢 測
2015/11/26	C-21	路昌電子	甲醛儀表可量測甲醛濃度 甲醛範圍: (0-10) ppm 儀表解析度: 0.01 ppm	氣體偵測器 貿易商

〈CRM 供應〉

洽談日期	編號	公司	技術上的需求	技術應用單位(領域)
2015/1/05	RM-01	連虹股份有 限公司	200 ppm CO in N ₂ CRM 與氣瓶濃度驗證需 求。 已完成 CRM 配製供應：NT\$ 55,000 繳庫。	氣體偵測器
2015/2/06	RM-02	香港標準與 校正實驗室 (SCL)	純氣與標準氣體需求 1. Pure N ₂ (> 6N) 2. Pure O ₂ 3. 100 ppm CO in N ₂ 4. 2000 ppm CO ₂ in N ₂ 已完成 CRM 配製供應：NT\$ 110,000 繳庫。	國家等級實 驗室

洽談日期	編號	公司	技術上的需求	技術應用單位(領域)
2015/2/24	RM-03	台塑六輕專業保養廠	詢問是否提供具有效期限且 TAF logo 之驗證報告服務，需求項目為： 20 % O ₂ in N ₂	石化業
2015/5/12	RM-04	南台灣環境科技股份有限公司	1000 ppm CO ₂ in N ₂ CRM 需求詢問。	環境檢測業
2015/5/20	RM-05	工研院綠能所	2 % ~ 3 % O ₂ in N ₂ CRM，以及煙道 O ₂ 偵測器校正需求詢問。	氣體偵測器
2015/7/17	RM-06	財團法人電子檢驗中心	下列汽機車排氣 CRM (47 L) 需求詢問： gas1: 0.8% CO + 5.6% CO ₂ + 320 ppm C ₃ H ₈ gas2: 1.6% CO + 8.4% CO ₂ + 640 ppm C ₃ H ₈ gas3: 3.2% CO + 11.2% CO ₂ + 2560 ppm C ₃ H ₈ gas4: 4% CO + 14% CO ₂ + 3200 ppm C ₃ H ₈ gas5: 0.5% CO + 6% CO ₂ + 200 ppm C ₃ H ₈ gas6: 1.0% CO + 10% CO ₂ + 600 ppm C ₃ H ₈ gas7: 3.5% CO + 14% CO ₂ + 2000 ppm C ₃ H ₈	汽機車排氣代施檢驗機構
2015/09/22	RM-07	禮學社股份有限公司	10 ppm SF ₆ in N ₂ CRM 供應需求。 已完成 CRM 配製供應：NT\$ 55,000 繳庫。	SF ₆ 分析儀
2015/09/23	RM-08	山瑞科學有限公司	10 ppm O ₂ in N ₂ CRM 供應需求。 預計 11.10 前完成 CRM 配製供應。	氧氣分析儀
2015/11/11	RM-09	宏亞精密科技有限公司	1 % CH ₄ in air CRM 需求詢問。	煙道 VOC 排放監測

〈其他〉

洽談日期	編號	公司	技術上的需求	技術應用單位(領域)
2015/1/21	O-01	顏昌興業	塗料油脂成分及有害管制物質分析	化工業
2015/03/03	O-02	群越材料	矽膠原液的導電度量測,依 JIS K6249 規範	化工業
2015/03/04	O-03	銘異科技	塑膠射出硬碟成形電子產品,分析粉塵污染、Silicone、逸散氣體、重金屬、塑化劑及輔導申請 ISO 17025 的認證。	電子業
2015/03/23	O-04	杰昇應材	空氣化學濾網之技術需求	環保業

洽談日期	編號	公司	技術上的需求	技術應用單位(領域)
2015/04/02	O-05	義美食品	食品重金屬 CRM 物質	食品業
2015/04/07	O-06	昇陽光電	高黏度標準液規格是 360,000 的校正允收標準是±1%。	電子業
2015/05/20	O-07	泰寬企業有限公司	水性環保塗料有害管制物質分析(塑化劑、苯、甲醛、重金屬等)	化工業
2015/06/10	O-08	德一塗料公司	水性木器塗料揮發性有機化合物(VOC)分析	化工業
2015/06/24	O-09	環保署廢管處	有機污泥回收再利用專家諮詢會議	環保業
2015/07/06	O-10	姿勉工業(股)公司	N95 工業用口罩靜電消退程度的測試	環保業
2015/08/19	O-11	至成公司	光觸媒分解甲醛檢測	化工業
2015/09/20	O-12	永純化學	抗菌薄膜分離效能分析	化工業
2015/10/19	O-13	崇銘紡織	染整廢水處理及回收再利用技術	紡織業
2015/11/25	O-14	永純化學	半導體廠使用薄膜過濾材料重金屬微量溶出分析(ICP-MS)	化工業

另針對 17 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十三：

1. 千緯科技股份有限公司 (P-03)：

千緯科技股份有限公司為國內高科技產業之原物料供應商，氯化氫(HCl)為其中一項供應的氣體。為了降低採購成本，該公司向中國的供應商購買價格較低廉之 HCl 氣體，為確保此氣體品質無疑慮，希望針對原廠出具報告中之氣體與重金屬不純物質進行分析。欲分析之氣體不純物質包含氫氣、氧氣、氮氣、一氧化碳、二氧化碳、甲烷與水氣共 7 種；重金屬不純物質包含鋁、銅、鉛、鎘...等共 18 種。由此案例發現，氣體中微

量重金屬不純物質逐漸受到產業界重視，技術團隊今年度開始投入經費與人力建立微量重金屬量測技術，未來將可提供氣相或液相樣品中微量重金屬分析服務。

2. 工研院綠能所 (P-09)：

工研院綠能所與台泥公司合作進行二氧化碳回收之綠能計畫，於台泥公司花蓮水泥廠之排放廢氣尾端加裝利用石灰材料濃縮二氧化碳之設備，再進一步提純精煉至高純度二氧化碳，未來將應用於藻類養殖及半導體廠製程特殊氣體之應用。綠能所為了瞭解提純精煉後之高純度二氧化碳氣體純度，因此委託我司進行二氧化碳氣體之純度分析，分析不純物種包含 H₂、O₂、N₂、CO、CH₄。此外，考量到燃燒製程使用之燃料可能含有重金屬，由於未來該氣體可能應用於藻類養殖，綠能所顧慮回收之二氧化碳內是否含有金屬不純物，因此向我司諮詢二氧化碳氣體內金屬不純物濃度分析之相關資訊。

3. 香港標準及校正實驗室 (P-11 & RM02)：

近兩年，香港政府開始針對室內空氣品質設定建議規範，其中二氧化碳之 8 小時平均濃度值為小於 800 ppmv (Excellent Class) 或小於 1000 ppmv (Good Class)，一氧化碳之 8 小時平均濃度值為 1.7 ppmv (Excellent Class) 或小於 8.7 ppmv (Good Class)。因應上述規範，為了令香港特區內安裝之偵測器具備追溯性，因此香港標準及校正實驗室 (Standard and Calibration Laboratory, SCL) 擬針對二氧化碳及一氧化碳各建立一套偵測器濃度校正系統，藉由稀釋裝置的搭配，利用產生具濃度追溯之標準氣體進行偵測器之校正工作，因此向國家實驗室採購了兩瓶標準氣體，分別為的二氧化碳 (2000 ppm) 及一氧化碳 (100 ppm)。此外，香港特區對於氧氣偵測器的校正詢問需求日漸增加，因此香港標準及校正實驗室亦規劃建立一套氧氣偵測器濃度校正系統，又為了避免氣體中雜質會影響分析結果，因此向國家實驗室採購了經純度分析驗證之氧氣 (純度為 5N7) 及氮氣鋼瓶 (純度為 6N)。

4. 沅亨興業股份有限公司 (P-12)：

沅亨興業股份有限公司為國內知名閥件製造商，產品銷售國內外市場。該公司之國外客戶希望購買的產品可依據 ISO 15848 之測試方法進行洩漏率測試並出具報告，確保採購之閥件能符合規格需求。本案使用已知

濃度之氬氣標準氣體與四極柱質譜儀(Quadrupole Mass Spectrometer, QMS)進行測試，量測閥件洩漏之氬氣濃度並計算洩漏率，協助沅亨興業股份有限公司確認兩件送測樣品符合 ISO 15848 至少達 Class B 等級(洩漏率 $\leq 10^{-4} \text{ mg}\cdot\text{S}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$)。

5. Linde 氣體 (P-21)：

林德集團為目前世界第一大氣體供應商，於國內市場主要供應台灣科技業於製程中使用的特殊氣體，如 SiH_4 、 PH_3 、 AsH_3 等純氣，目前之運作方式為自國外工廠運輸氣體進國內後再以氣瓶分裝銷售，並檢附國外原廠的分析報告給客戶。由於分裝過程中可能因充填的氣瓶清洗不乾淨造成汙染，因此檢附原廠分析報告並無法代表實際收到的氣瓶，林德集團為了滿足客戶提出需求，希望於國內找尋一個第三公正單位協助執行科技業使用特殊氣體之純度分析，確保產品的品質。科技業為國內重要的產業之一，製程使用特殊氣體的純度分析技術於國內有龐大的市場需求，然而因此類氣體往往具爆炸性與毒性，需要完善的工安設備確保分析人員執行業務安全，未來可考慮投入經費與人力建置完整之硬體設備及發展相關技術，在安全的環境下提供國內產業服務。

6. 環保署監資處 (P-23)：

環保署監資處負責臭氧標準校驗、空氣流量標準校驗與國內空氣品質監測站監測儀器之查核等相關業務。上列系統運作都以零級空氣作為氣源，參考 US EPA 600/R-12/531 文件中對於零級空氣之規範，且考量設備實際運作需求，希望零級空氣中不純物質 $\text{CH}_4 \leq 0.02 \text{ ppm}$ 、 $\text{H}_2\text{O} \leq 3 \text{ ppm}$ 、 $\text{CO} \leq 0.025 \text{ ppm}$ 、 $\text{CO}_2 \leq 5 \text{ ppm}$ 、其他物種如 SO_2 、 NO 、 NO_2 、 O_3 與 $\text{H}_2\text{S} \leq 0.5 \text{ ppb}$ 。針對 H_2O 利用共振腔振盪衰減頻譜(Cavity Ring Down Spectroscopy, CRDS)進行濃度量測，初步確認空氣經過純化器純化後之濃度約 1 ppm，此項目符合需求。

7. 榮工大發 (V-01)：

榮工大發環保股份有限公司主要是依據環保署所頒布之法令與特定規範要求，進行檢測業務。此次委託國家度量衡標準實驗室進行氧氣鋼瓶氣體濃度驗證，進行公司內部實驗室自我追溯之用。

8. 財團法人電子檢驗中心 (V-02 &RM-06) :

國內車輛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 (CO₂) 此三種氣體，而碳氫化合物通常以甲烷 (CH₄) 或丙烷 (C₃H₈) 代表。財團法人台灣電子檢驗中心依據經濟部標準檢驗局公務檢測用之度量衡器車輛排氣分析儀檢定檢查技術規範 CNMV 99 第 2 版檢驗配備火星塞汽油點火引擎車輛之車輛排氣分析儀，由於法規要求執行檢定檢查所使用之標準氣體需追溯至國家或國際標準，財團法人台灣電子檢驗中心購買國內氣體供應廠商配製的氣體，依需求含不同濃度一氧化碳、二氧化碳、丙烷，基質為氮氣之四成分混合氣體，將其送至國家度量衡標準實驗室進行濃度驗證與計量追溯，利用經過國家度量衡標準實驗室校正過之混合氣體氣瓶當作標準品及追溯源，應用於國內車輛排氣分析儀檢定檢查服務。技術團隊於 104 年度建立車輛排氣分析儀檢定檢查用之標準氣體研製，藉此也向財團法人台灣電子檢驗中心詢問執行業務時氣體濃度需求，期望未來可供應相關標準氣體作為財團法人台灣電子檢驗中心執行業務之量測追溯源。

9. 禮學社股份有限公司 (V-03 &RM-07) :

禮學社是國內一家知名之實驗室設施生產設計及廢氣排放工程公司，該公司生產之『高效能排氣櫃』亦榮獲 2015 台灣精品獎。由於禮學社出產之排氣櫃須使用 SF₆ 做為追蹤氣體，並利用 SF₆ 分析儀進行排氣櫃抽氣效率之效能驗證，因此委託本計畫執行 SF₆ 氣體分析儀內校裝置設計技術運用服務案，與供應一瓶 10 ppm SF₆ in N₂ CRM，並進行現場操作教育訓練。衍生之技術移轉金額 NT\$ 110,000 元，以及一瓶 CRM 配製供應 NT\$ 55,000 元，收入依規定上繳國庫。

10. 新益利氣體 (V-04) :

新益利氣體公司為高雄地區大規模之氣體公司，由於缺乏相關特殊氣體處理經驗，新益利氣體公司將以往該公司所生產或進口之不同濃度含硫化化合物(基質氣體為氮氣)混合氣體送至國家實驗室以氣體處理設備進行處理與處理後物種微量濃度驗證分析。目前國內大多數氣體公司與該公司均面臨相同問題，缺乏類似氣體處理與濃度分析之相關設備、經驗與技術能力，國內廠商未來若需要規劃建置相關設備與技術時，國家實驗

室將能提供輔導以提升相關技術能力。

11. 漢民科技 (V-07) :

漢民科技為一家國內知名之半導體及光電製程生產機台製造商，本年度該公司自行研發自製之生產機台有製程尾氣濃度量測之需求，因此尋求本計畫協助，希望藉此協助研發部門確認生產機台之製程氣體利用率，並進一步協助環安部門釐清製程殘氣中爆炸性氣體 H₂ 與助燃氣體 O₂ 的排放濃度，以利廠務部門進行後續廢氣處理設備及相關安全設施建置與改善之依據。

12. 大陽日酸 (V-08) :

大陽日酸為一家日本廢氣處理設備製造商，由於該公司生產製造之 8 台廢氣處理設備有 DRE (Destruction and Removal Efficiency) 效能驗證與操作參數最佳化的需求，驗證物種包括 CF₄、SF₆、SiH₄、N₂O、H₂... 等溫室氣體及危害性氣體，因此尋求本計畫的技術協助該公司進行設備 DRE 效能及最佳化調機測試。

13. 駿鴻磁淨節能有限公司 (C-03) :

駿鴻磁淨節能有限公司自行研發臭氧產生機，擬委託敝實驗室進行臭氧濃度輸出量多寡檢測，因此尋求本計畫的技術協助該公司進行設備臭氧產生效能測試。

14. 工研院電光所 (C-16) :

工研院電光所申請小蘋果園計畫，目的研發一個利用 IR 量測原理可偵測多種有毒氣體之氣體偵測器，為了確認研發產品之偵測結果及各種氣體之干擾性，因此尋求本計畫的技術協助該公司進行設備偵測效能及干擾測試。

15. 連虹股份有限公司 (RM-01) :

連虹公司為一專業設計、生產精密儀表相關產品的廠商，產品則包括濕度偵測器、紅外線測溫計、一氧化碳偵測器... 等，多年來產品銷售歐、美、日、各地區，產品物美價廉深獲好評。由於該公司生產之一氧化碳偵測器，要求其品質須能追溯至國家標準，因此其本年度向 NML 訂購一瓶 200 ppm CO in N₂ CRM，於一氧化碳偵測器生產製造過程中進行濃度準確度測試，確保偵測器之量測性能，本計畫已完成一瓶 CRM 配製供應

NT\$ 55,000 元，收入上繳國庫。

16. 南台灣環境科技股份有限公司 (RM-04)：

南台灣環境科技為行政院環境保護署以及財團法人全國認證基金會(TAF)認可之檢測實驗室，長期執行如空氣污染排放、室內空氣品質等之環境污染物檢測業務，因應空氣中二氧化碳自動檢測方法—紅外線法(環保署公告之 NIEA A448.10C 環境檢測標準方法)中，針對儀器校正用之二氧化碳標準氣體其品質須能追溯至國家或國際標準之要求，該公司以電話向 NML 詢問有關 1000 ppm CO₂ in N₂ CRM 供應驗證相關技術問題及進行技術交流，並表示未來於執行相關檢測業務時將會有 NML 提供 CRM 供應服務之需求。

17. 山瑞科學有限公司 (RM-08)：

山瑞公司為國內一家科學儀器設備代理商，除了販售相關量測儀器外，並可提供專業的業務諮詢、安裝、訓練、售後服務，以及客戶定期的校正服務，該公司為了擴增既有之業務服務能量與範圍，目前正在進行氧氣分析儀/偵測器 TAF 校正實驗室申請作業。山瑞公司因應此校正服務業務需求，本年度即向 NML 訂購一瓶 10 ppm O₂ in N₂ CRM，做為該實驗室進行微量氧氣分析儀校正所需之標準氣體濃度追溯來源，以確保未來執行校正業務時氧氣濃度量測之準確性。本計畫已完成一瓶 10 ppm O₂ in N₂ CRM 配製供應服務，執行收入 NT\$ 55,000 元上繳國庫。

(四) 論文發表成果說明

1. 國內研討會論文 (共計 4 篇)

研討會名稱	題目	內容摘要
兩岸量測與檢測科技學術研討會 104.03.20	利用同位素稀釋氣相層析質譜法進行多溴二苯醚之濃度驗證	<p>多溴二苯醚(Polybrominated Diphenyl Ethers; PBDEs)廣泛應用於民生消費品中之塑膠製品，以作為阻燃劑，目前已知其為干擾甲狀腺分泌與神經系統發展、甚至致癌之毒性物質。由於多溴二苯醚屬於持久性有機汙染物、不易分解、可於環境中長程傳輸、有生物累積放大效應，已成為全球高度關注之新興汙染物。有鑑於PBDEs的分析檢測對於人體健康與環境生態影響評估以及國際商品貿易之重要性，各國對其管制標準愈益嚴格，量測結果之國際等同性實為必要。本研究主要建立同位素稀釋氣相層析質譜法分析PBDEs中的十溴二苯醚於甲苯之濃度驗證技術(線性範圍(0.5至100)ppm)與不確定度評估。對於已知濃度之十溴二苯醚標準樣品(報告標稱值69.7 μg/g，於95%信賴水準下擴充不確定度為3.6 μg/g)，進行分析結果為69.5 μg/g，於95%信賴水準下擴充不確定度為4.8 μg/g，顯示本文所建立之分析方法能力與標準樣品定義濃度之分析方法能力相近。最後輔以微波輔助萃取之樣品前處理，可執行室內粉塵中PBDEs濃度量測。</p>
環境分析化學研討會 104.05.01	甲醛氣體濃度計量標準技術開發	<p>國家度量衡標準實驗室(National Measurement Laboratory, NML)正在建置一項甲醛氣體之參考標準。甲醛的反應性、極性高，不利於在高壓氣瓶內長久保存，故一般採動態稀釋法產生標準氣體。本項技術使用磁浮天平即時量測甲醛滲透管之滲透率，藉由準確之流量、溫度及壓力控制與量測技術，配合精密氣體分析儀器，建立甲醛動態式配製標準系統。隨著我國室內空氣品質管理法之公告實施，甲醛濃度之規範將更具強制性，而相關量測標準之需求勢必激增。除了儀器設備之校正與測試外，進行國內標準比對，是提升相關檢測實驗室之量測能力及公信力最有效的方式。此項標準技術之開發將可滿足國內在甲醛量測儀器設備檢測及標準比對之業務需求。</p>

研討會名稱	題 目	內容摘要
環境分析化學 研討會 104.05.01	甲醛計量標準系統之建立與效能評估	<p> 甲醛為最常見的室內空氣汙染物之一，長期接觸低劑量的甲醛可能造成皮膚、眼睛、喉嚨或呼吸道疾病，甚至會有致癌可能，暴露於高濃度甲醛下更可能造成死亡。因為甲醛對健康的嚴重影響性，各國皆相繼訂出甲醛的暴露標準，以維護人民健康。因應甲醛暴露標準的訂定，各式甲醛偵測器廣泛被使用，然而，現今面臨缺乏甲醛標準的困境，造成甲醛偵測器之濃度偵測準確性難以確認，且亦無可追溯之標準。緣此，國家度量衡標準實驗室（National Measurement Laboratory, NML）針對該項規範並參考 ISO 6142-10:2002 建立參考標準，建立範圍為（1 至 10）$\mu\text{mol/mol}$ Formaldehyde in N_2，此次報告內容針對系統做詳細解說，並且對近期所做的測試如系統穩定性評估、甲醛滲透管滲透率評估、不同載氣造成干擾的評估等做整理。 </p> <p> Formaldehyde is one of the most common indoor air pollutants. Long-term exposure to low doses of formaldehyde can cause skin, eyes, throat, or respiratory disease, may even be carcinogenic, exposure to high concentrations of formaldehyde is vital. Because the serious impact on the health, countries have worked out the formaldehyde exposure standards to safeguard people's health. In response to the setting of formaldehyde exposure standard, all kinds of formaldehyde detectors are widely used. However, the lack of formaldehyde standard is now a problem and makes it difficult to confirm the detection accuracy of the concentration of formaldehyde detector. In response to this demand, National Measurement Laboratory (NML) makes efforts in the development of formaldehyde standard based on ISO 6142-10:2002 currently. The applicable range of this system will be (1 to 10) $\mu\text{mol/mol}$ Formaldehyde in N_2. This report will be a detailed explanation for the system. In addition, we also include recent assessments on system stability, permeation rate of formaldehyde permeation tube, interferences of different carrier gases. </p>

研討會名稱	題 目	內容摘要
104 年中國化學年會 104.12.05	車輛排氣分析儀量測追溯之原級參考混合氣研製	<p>因應標準檢驗局公告之「車輛排氣分析儀檢定檢查技術規範」(CNMV 99)第二版(2016/1/1 正式施行)，規範中對於標準氣體要求應追溯至國家或國際標準。緣此，國家度量衡標準實驗室 (National Measurement Laboratory, NML) 針對該項規範研製多成分車輛排氣分析儀量測追溯用原級參考混合氣 (Primary Reference Gas Mixtures, PRM)，並根據 ISO Guide 34: 2009、ISO 6142: 2001 及 ISO 6143: 2001 等國際標準規範，進行不同濃度範圍 PRM (CO+CO₂+C₃H₈ in N₂) 之配製與濃度驗證，研製結果如下：CO 濃度範圍：(5 to 40) mmol/mol，相對擴充不確定度 (U_{rel}) ≤ 0.8 %；CO₂ 濃度範圍：(50 to 160) mmol/mol，U_{rel} ≤ 0.5 %；C₃H₈ 濃度範圍：(100 to 1600) μmol/mol，U_{rel} ≤ 1.0 %，這些 PRM 可滿足國內相關產業及二級實驗室於車輛排氣量測的追溯需求。</p> <p>National Measurement Laboratory(NML) has developed CO+CO₂+C₃H₈ in N₂ primary reference gas mixtures (PRMs) for measuring vehicle exhaust emissions available in nominal fraction range of (5 to 40) mmol/mol CO, relative uncertainty(U_{rel}) = 0.8 %, (50 to 160) mmol/mol CO₂, U_{rel} = 0.5 %, and (100 to 1600) μmol/mol C₃H₈, U_{rel} = 1.0 %, each of which was individually prepared according to ISO Guide 34: 2009 and ISO 6142: 2001, and was verified by the GC-TCD. The results showed that the quality of these CO+CO₂+C₃H₈ in N₂ PRMs can meet the requirements of CNMV 99 Regulation in Taiwan.</p>

2. 國外研討會論文（共計 5 篇）：

研討會名稱	題 目	內容摘要
13 th APMP/TCQM GAWG Workshop	應用於車輛廢氣 排放量測之 CO/CO ₂ /C ₃ H ₈ in N ₂ 原級參考混合 氣的研製與發展 Development of CO/CO ₂ /C ₃ H ₈ in N ₂ PRMs for Measuring Vehicle Exhaust Emissions	<p>工研院量測中心目前已根據 ISO Guide 34: 2009 以及 ISO 6142: 2001，完成車輛廢氣排放量測所需之 (5 至 40) mmol/mol CO，(50 至 160) mmol/mol CO₂，以及 (100 至 1600) μmol/mol C₃H₈ 原級參考混合氣之研製，並且利用氣相層析儀－熱傳導偵測器進行濃度驗證。結果顯示，這些 CO/CO₂/C₃H₈ in N₂ 原級參考混合氣的品質可符合台灣車輛排氣分析儀檢定檢查技術規範(CNMV 99)的要求。</p> <p>CMS/ITRI has developed CO/CO₂/C₃H₈ in N₂ primary reference gas mixtures (PRMs) for measuring vehicle exhaust emissions available in nominal fraction range of (5 to 40) mmol/mol CO, (50 to 160) mmol/mol CO₂, and (100 to 1600) μmol/mol C₃H₈, each of which was individually prepared according to ISO Guide 34: 2009 and ISO 6142: 2001, and was verified by the GC-TCD. The results showed that the quality of these CO/CO₂/C₃H₈ in N₂ PRMs can meet the requirements of CNMV 99 Regulation in Taiwan.</p>
GAS2015	微量水氣量測技 術於臺灣的發展 及其工業應用 The Development of Trace Moisture Measuring Technique in Taiwan and its industrial application	<p>水氣為半導體產業使用製程氣體中極重要的不純物質，一般而言，製程氣體中含有的水氣濃度很微量(< ppm)，進行微量水氣的濃度分析需具備低濃度之水氣標準品，由於水氣具有高反應性與氣瓶中其他氣體反應，且容易吸附於氣瓶內壁造成濃度降低，因此至今難以取得氣瓶型式的微量水氣標準品。自 2014 年開始師法日本計量標準綜合研究所（National Metrology Institute of Japan, NMIJ）濕度標準研究室開發之技術，建立簡易型微量水氣產生與量測裝置，本裝置參考 ISO 6145-8:2005 之方法產生 50 nmol/mol 至 50 mmol/mol 的微量水氣(基質為氮氣)。微量水氣濃度量測追溯依據為經過 NMIJ 原級標準系統校正過之共振腔振盪衰減頻譜（Cavity Ring Down Spectroscopy, CRDS），將其作為參考標準與量測追溯來源。本技術建立有利於協助台灣的氣體公司，除了幫助其建立大宗氣體內不純物質的分析技術，也確認安裝氣體純化器後能否有效改善氣體純度品質。</p>

		<p>Trace moisture is one of the critical impurities in speciality gases which are used for semiconductor process, but it is difficult to acquire moisture standards with low concentration (< ppm) in the cylinder. Started from 2014 with the technical support of National Metrology Institute of Japan (NMIJ), we have established a Simplified Trace-Moisture Generator (STMG) which can generate 50 nmol/mol to 50 μmol/mol trace moisture in nitrogen using diffusion method according to ISO 6145-8:2005. Cavity Ring-Down Spectroscopy (CRDS) calibrated by the primary trace moisture standard system in NMIJ is used as the transfer standard for measuring the concentration of moisture generated by STMG. With the development of trace moisture generation and measuring technique, we further cooperate with a local gas company for helping them to establish capabilities for purity analysis of bulk gases. Moisture contents before and after purification system are monitored to ensure the performance of installed purifier.</p>
GAS2015	<p>應用於連續排放監測設施標準氣體查核用之驗證參考物質氣體研製</p> <p>Development of Primary Reference Gas Mixtures for the Audit Requirements of Calibration Gases Used in Continuous Emission Monitoring System</p>	<p>連續排放監測系統 (CEMS) 是以分析設備連續量測污染氣體的濃度和排放速率，因此在 CEMS 每日校正檢查所使用的標準氣體的品質對量測數據會造成極大的影響。為了建立標準氣體計量追溯的完整性，並因應標準氣體的查核工作使用的要求，工研院量測中心研製了一些原級驗證參考氣體混合物 (PRM)，這些 PRM 的相對擴充不確定度小於 2.0%。而應用於標準氣體查核工作的結果顯示，有部分標準氣體的標示濃度和實際濃度間存在差異。</p> <p>A continuous emission monitoring system (CEMS) is the equipment for the determination of a pollutant gas concentration and emission rate by using analyzer measurements. The qualities of the calibration gases used in CEMS daily calibration check have a dramatic effect on the acquisition data. In order to form an unbroken chain of traceability of calibrations and for the requirements of quality audits of calibration gases used in CEMS, the primary reference gas mixtures with relative expanded uncertainties less than 2.0% were developed by CMS/ITRI. The results of show there is some difference</p>

		between the tag values and certified values.
250th ACS national meeting & exposition	<p>應用金奈米團簇之消光特性及晶片濃縮技術於微量汞離子濃度量測</p> <p>Development of Chip-Based Solid Phase Extraction Device to Couple Gold Nanocluster-Assisted Fluorescence Detection for Online Determination of Mercuric Ions</p>	<p>本研究中主要發展自動化系統串接固相萃取晶片技術，再搭配奈米螢光團簇技術應用於汞離子之檢測。此系統中包含三項主要機構，一為固相萃取晶片技術，二為蛋白穩定之奈米螢光團簇，三為螢光量測系統。其中，利用綠色化學方式進行合成的奈米螢光團簇將會專一辨識汞離子而產生消光作用。為了解決分析中常見之困擾，例如低離子濃度及干擾離子的存在等問題，本研究中嘗試利用固相萃取晶片作為樣品基質去除及樣品濃縮的用途。最後亦運用此系統於環境及生物等複雜基質樣品中汞離子之濃度量測。</p> <p>It has been widely recognized that mercury is hazard for human beings. In this study, we aimed to develop a fully-automated system that coupled an on-chip solid phase extraction (SPE) device with gold nanocluster (AuNC)-assisted fluorescence detection for the determination of Hg²⁺. The developed system consisted of three main parts: the on-chip SPE device, the bovine serum albumin (BSA)-stabilized AuNCs, and the fluorescence detection system. Herein, BSA-stabilized AuNCs prepared by a simple “green” synthetic route was used to recognize Hg²⁺ through fluorescence quenching. Meanwhile, to solve the encountered problems during analytical procedures for Hg²⁺ determination (e.g., low analyte concentration and low tolerance to interference ions), an on-chip SPE device was employed for analyte preconcentration and matrix separation. Furthermore, to avoid labor-intensive manual manipulation, a programmable valve manifold was designed as an interface combining the SPE microchip and a fluorescence spectrometer to achieve the fully automated operation. Hopefully, the proposed system would provide a promising platform for accurate determination of Hg²⁺ in samples.</p>
Workshop of APMP/TCQM Gas Analysis Working Group	CMS-ITRI 之甲醛標準技術發展現況	<p>甲醛是常見的室內空氣污染物，其對人體健康可能造成的危害包含對皮膚、眼睛、呼吸道的刺激與損害，嚴重時可能致死，另外其亦是致癌因子之一。目前多國的法規皆開始強制規範公共環境內甲醛排放量，以維護人名健康，因而甲醛偵測器與分析儀將大量的被</p>

<p>“Metrology demands and measurement priorities</p>		<p>運用於公共場所的甲醛偵測。然而目前甲醛並無標準品可供偵測器與分析儀之校正與追溯，此將造成法規執法之困擾以及追溯體系不完善。有鑑於此，工研院量測技術發展中心積極發展甲醛之標準，其所需設備包含磁浮天平、滲透管、氣體配製設備、甲醛與水氣分析設備。本論文中將針對這些設備之功能進行解說，並展示近期對於這些設備之測試結果，上述測試包含對於磁浮天平之穩定性評估、滲透管滲透率評估、水氣分析設備干擾測試、不同載流氣體之比較。此系統預計於兩年內建置完成，以期及早為國內甲醛之校正與追溯工作盡一分心力。</p> <p>Formaldehyde is one of the most common indoor air pollutants. Exposure to low doses formaldehyde can cause skin, eyes, throat, or respiratory irritation, it is also carcinogenic; exposure to high concentrations formaldehyde is even vital. Because the serious impact on the health, countries have worked out the formaldehyde exposure standards to safeguard people's health. In response to the setting of formaldehyde exposure standard, all kinds of formaldehyde detectors are widely used. However, the lack of formaldehyde standard makes it difficult to confirm the detection accuracy of formaldehyde detectors and the building of corresponding traceability. In response to this demand, many national metrology institutes are focusing on the development of formaldehyde primary standards by permeation method. Key facilities of formaldehyde standard generation system include magnetic suspension microbalance, gas dosing system, moisture analyzer, and formaldehyde analyzer. Recently, CMS-ITRI has started to establish the relevant system. The content of this report includes details of the system, and assessments on stability of weighting system, stability of permeation rate, temperature dependent permeation rate of permeation tube, and interference test. This system is expected to be completed within two years, and then it is able to join the corresponding calibration and test services in Taiwan.</p>
--	--	--

(五) 產出成果一覽表

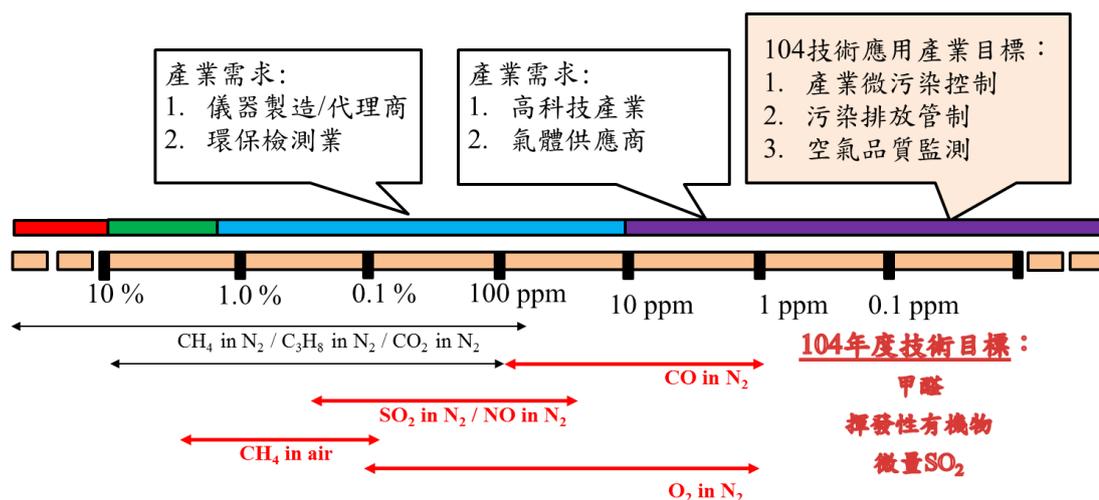
	項 目	氣體分項		環境分項		合 計		備註
		目 標	實 際	目 標	實 際	目 標	實 際	
國家量測標準建立	量測系統擴建	2	2			2	2	
國際等同/國際認證	國際比對	2	2			2	2	
	國內比對活動	1	1			1	1	
驗證參考物質		3	5			3	5	
CMC 登錄申請		2	2			2	2	
論文	國內期刊	1	2	1	4	2	6	國內論文 17 篇，國外論文 7 篇，合計 10 篇，其中 SCI 論文 1 篇
	國外期刊		1	2	1	2	2	
	國內研討會(口頭)	1	1			1	1	
	國內研討會(書面)	1	2	1	1	2	3	
	國外研討會(口頭)	1	1			1	1	
	國外研討會(書面)	1	3	1	1	2	4	
研究報告	技術	6	10	4	4	10	14	研究報告 14 篇
	調查							
	訓練			1	1	1	1	
研討會	場次	2	2	1	1	3	3	
	人數	60	78	30	21	90	99	
技術/專利 運用收入(仟元)		技術服務目標 50，實際 86 件次 收入數目標 2,000 仟元，實際 2,158.194 仟元						

陸、結論與建議

一、氣體化學計量標準技術分項

本年度技術連結前兩年度於氣體計量技術的發展成果，已完成10種以上氣瓶型式驗證參考物質生產，並通過系統查驗，國際比對參與，及國際同儕評鑑等品管措施，於104年度正式以國家度量衡標準實驗室之名義提供國內外標準氣體的供應驗證服務。

此外，104年度亦採用液體注入（Syringe Injection），滲透管（Permeation Tube）或擴散腔（Diffusion Cell）等技術建構完成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，及環境空氣品質監測相關之微量氮氧化物（NO_x）/硫氧化物（SO₂）分析儀具之校正為主（圖五十）。



圖五十：氣體計量技術 102 至 104 年度發展重點說明

本年度計畫執行過程中，延續103年度與行政院環保署的跨部會合作洽談，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，並成功建立儀器性能比對測試平台（圖五十一），建議環保署建立如法定計量檢定檢查制度之監測儀器性能週期確效作業，在過程中深入瞭解環保署空氣品質監測網內所使用之零空氣產生機的實際微量水氣含量為1000 ppm至5000 ppm左右，若欲評估此基質效應對於相關氣狀污染物分析儀的零點校正所造成的影響，國家度量衡標準實驗室目前並未建立相對應之高水氣含量量測技術可進行儀器校正，也因此無法於今年度執行技術服務。緣此，技術團隊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105年度所規劃工作中，已將微量SO₂動態配製技術及其所使用零級空氣產生機的規格驗證技術增列至計畫工作中。唯所需求之相關設備設施已無法於本計畫增列資本門投資採購，故目前規劃由工研院於105年度自行投資設備，再由本計畫進行設備使用攤提。

甲醛分析儀校正為政府公告室內空氣品質管理法後，目前產業積極開發相關偵測儀器，民眾對於活動空間的甲醛含量也有高度關注。本計畫於103年以有限資本門經費採購質量法量測之甲醛原級標準配製設備，104年已建立完成1-10 ppm之甲醛原級標準，待105年持續完成系統評估，即可申請查驗對外服務，唯此原級標準濃度範圍高於目前法規標準值，若欲提供進一步的低濃度測試服務，需增購動態稀釋配製裝置，所需求設備資源同樣無法由本計畫案增購，因此同樣規劃由工研院於105年度自行投資設備，再由本計畫進行設備使用攤提。



圖五十一：PM₁₀&PM_{2.5}懸浮微粒監測儀器比測平台規劃（與環保署跨部會合作）

綜合上述104年度之計畫成果與所遭遇困難，氣體化學分項整合產業需求與院內技術人力資源，調整與更新最後一年度及後續國家度量衡標準實驗室技術發展順序為：

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：包含甲醛，微量硫化物等各類動態氣體生產混合技術及裝置的設計開發。

2. 建立氣體中100 ppm以上高濕度之水氣產生與量測技術，完整建立各類產業與環保監測均使用之零級空氣產生機之規格驗證技術。
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，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。並持續透過跨部會的資源整合與技術合作，推廣執行成果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。在計畫的最後一年度，計畫全程之氣體計量技術成果於環保產業氣狀污染物檢測及科技產業製程氣體純度分析鑑定的應用將為成果運用推動的兩大重點方向。針對環保產業氣狀污染物檢測，技術團隊已掌握關鍵合作對象：環保署環境監測及資訊處、環境檢驗所，與瑩諮科技公司、利得科技、台灣賽默飛世爾、日商台灣堀場等；針對製程氣體純度鑑定分析，技術團隊已掌握關鍵客戶：德商林德氣體公司及三福氣體公司此兩大氣體廠，105年度此二氣體廠均已尋求國家實驗室協助建置製程氣體分析之R&D實驗室或TAF認證實驗室。

二、民生安全管制物質計量標準分項

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。

檢視國內檢測產業無論對於有機或無機領域，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，本年度無機標準計量技術研究主要建立一無機分析實驗室，針對國內二級分析實驗室無法提供服務之超微量無機元素濃度範圍(ppt level)建立分析技術，滿足產業對於電子級試劑中金屬不純物之濃度分析需求。研究中利用具備同時掃描多物種能力的感應耦合電漿質譜儀搭配自動化標準品濃度稀釋系統，建立不同物種及不同濃度之檢量線，物種包含 Al、Cu、Ca、Fe、Mg、K、Na、As、Se、Pb、Cd、及 Hg，檢量線濃度範圍由 10 ng/kg 至 100 ng/kg，各元素之偵測極限皆小於 5 ng/kg，背景當量濃度約在 0.6 至 6.6 ng/kg 之間，足以滿足超微量無機元素分析之需求。

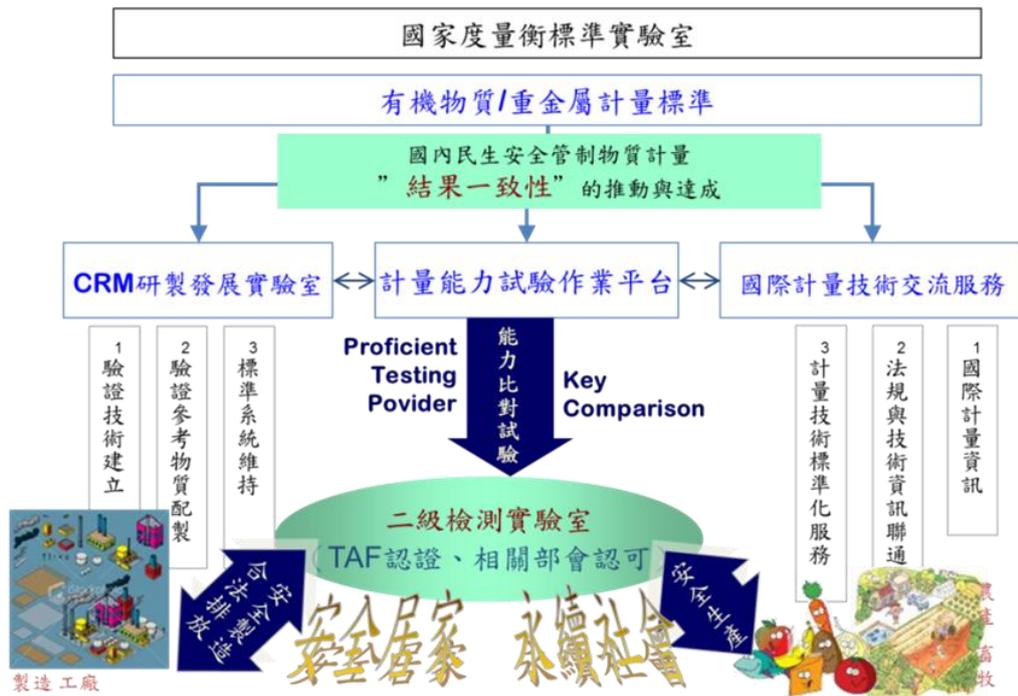
除了電子級溶劑之外，氣瓶氣體內所含金屬不純物多寡亦是目前產業關心的議題之一，民生計畫執行期間即有多家廠商提出相關需求。因此在建置完成超微量無機元素分析技術後，進一步將此技術應用於氣瓶氣體內無機不純物濃度分析用途，研究中利用懸浮微粒回收裝置進行氣瓶中懸浮微粒濃縮前處理，搭配已建立之超微量無機元素分析技術進行氮氣氣瓶中無機元素不純物濃度分析，結果顯示氣瓶噴出氣體中之懸浮微粒，明顯含有鐵之成分，濃度為 38.5 pg/L，此外，氣體中含有極微量鋁、鉀、銅及砷元素(濃度約為數 pg/L)。

有機物質濃度計量標準技術研究子項則是延續 102 年至 103 年建立之多溴二苯醚濃度量測技術，進行食品中多溴二苯醚濃度量測技術之建立，此方法對於 5 種常見食用油品（調和油、大豆沙拉油、葵花油、芥花油、橄欖油）之萃取回收率約可維持在 89 % 左右，並非會因油品種類不同而有所差異，且此分析方法之偵測極限可達 0.027 ppm。

此外，由於國人對於塑化劑之日漸重視，本年度並建立塑化劑 DEHP 濃度量測技術與不確定度評估，以及應用此技術於食品接觸產品塑化劑 DEHP 溶出濃度量測。此方法因其樣品前處理步驟簡單，萃取回收率可達 98 %，且針對 4 種塑膠類食品接觸產品（食品瓶蓋密封墊片、市售手搖杯盛裝容器、市售保特瓶盛裝容器）進行 DEHP 溶出濃度量測，其濃度值均小於法規限值（1.5 ppm），且均在法規限值之 2 % 以下。

民生安全管制物質計量標準分項將於 105 年度生產一塑化劑 DEHP 驗證參考物質，由於原物料的純度直接影響到參考物質的不確定度，然國內仍未

搜尋到足夠純度之 DEHP 原料，因此未來可能須利用繁瑣的高壓液相層析法進行純化回收。未來一年，本分項將延續過去三年民生環境化學計量標準技術之發展規劃，研製並供應有機物驗證參考物質予國內檢測實驗室與產業，透過建置國家氣體量測標準運作 ISO Guide34 品質系統的經驗，以圖五十二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。



圖五十二：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：新臺幣元

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	感應耦合電漿質譜儀 (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, ICP-MS)	工研院 量測中心	台	1	6,500,000	6,500,000	1	
2	光學式多成分微量氣體 分析設備 Optical multi-component trace gas analytical equipment	工研院 量測中心	台	1	3,500,000	3,500,000	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 GAS2015 研討會，進行動態氣體配製技術相關研究成果論文發表。展現計畫技術成果，並與與會專家互動交流，促進計畫動態氣體配製技術相關研究之發展；並拜訪計量機構進行技術交流，蒐集國際研究最新發展動向，以為計畫規劃參考。	荷蘭標準化研究所及國際標準化組織氣體分析技術委員會、荷蘭凡史維登實驗室/荷蘭	104.06.06 ~ 104.06.13	劉信旺	子項計畫主持人	<ul style="list-style-type: none"> 藉由會議參與，與其他國家標準實驗室及產學研之氣體領域專家交流，吸取計量化學與分析技術相關專業知識與經驗，增進民生化學計量標準計畫氣體化學計量技術能力。 瞭解國際上其他國家對於氣體計量之相關需求，及其產業界所面臨的問題，除有助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的問題。 拜訪荷蘭凡史維登實驗室，進行氣體原級參考混合氣充填配製技術討論交流，藉此促進計畫動態氣體配製技術研究之發展，加速國內揮發性有機物氣體濃度相關計量標準的建立。 	1

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 13 th APMP GAWG Workshop 研討會，進行論文發表，展現計畫技術能量，瞭解亞太地區發展態勢。	泰國國家計量研究院/ 泰國	104.08.02 ~ 104.08.07	鄭瑞翔	高壓鋼瓶氣體配製技術 建立	<ul style="list-style-type: none"> 針對計畫研究成果進行論文發表，廣宣技術成果，並可與亞太地區其它國家標準實驗室；以及產學研之氣體領域專家進行技術交流及經驗分享，藉此蒐集國際氣體計量化學發展趨勢，掌握最新動態，建立國際專業人脈，鋪陳計畫國際接軌，累積計畫廣度與深度能量。 瞭解亞太地區其它國家對於氣體計量之發展現況與相關需求，以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，作為計畫往後規劃之參考。 	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	參加第13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，報告國家標準實驗室之化學領域實驗室及化學量之(驗證)參考物質生產機構國際同儕評鑑成果，瞭解亞太計量發展現況，與比對規劃，以落實計畫國際等同目標。	中國計量科學研究院/大陸 泰國國家計量研究院/泰國	104.08.01 ~ 104.08.05	林采吟	協同計畫主持人暨氣體分項主持人	<ul style="list-style-type: none"> 藉由會議的參與，瞭解亞太計量組織內各國的氣體計量技術比對現況，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要求。 報告國家標準實驗室之化學領域實驗室及化學量之(驗證)參考物質生產機構國際同儕評鑑成果，並與各國代表交流未來計量技術發展方向。 	5

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	參加美國化學研討會(250th American Chemical Society meeting)，與世界各國化學領域之相關人員以及各國國家實驗室成員進行技術交流及合作討論。	美國化學學會/ 美國	104.08.14 ~ 104.08.22	徐繹翔	分項主持人及超微量分析技術建置	<ul style="list-style-type: none"> 於全球化學領域交流與趨勢資訊蒐集重要平台---美國化學研討會發表論文，將計畫成果與與會專家共同討論，集思廣義，擴充計畫研發深度。 藉由研討會參與，瞭解各國化學領域前瞻技術現況，及各國國家標準實驗室未來發展趨勢藉由研討會參與，瞭解各國化學領域前瞻技術現況，及各國國家標準實驗室未來發展趨勢藉由研討會參與，瞭解各國化學領域前瞻技術現況，及各國國家標準實驗室未來發展趨勢，以為計畫規劃參考。 	3

■ 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	微量金屬量測技術國際技術合作，發展氣體化學計量相關技術，縮短研發時程，建立服務能量	日本計量研究院/日本	104.11.01 ~ 104.12.04	徐繹翔	分項主持人及超微量分析技術建置	<ul style="list-style-type: none"> • 前往日本計量研究院 - 化學量測研究所。針對基質中超微量無機元素量測，以及砷汞物種分析過程使用之各類不同基質標準品之配置程序進行研發合作。 • 參考日本計量研究院之發展經驗，提出無機分析相關之發展規劃，針對國家度量衡標準實驗室目前缺乏之無機領域建立相關基礎能量。 	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	利用同位素稀釋氣相層析質譜法進行多溴二苯醚之濃度驗證	104.03.20	07-5-A4-0026	兩岸量測與檢測科技學術研討會	葉明泓 羅幼旭 李慈文 盧怡靜	中華民國	480
2	甲醛計量標準系統之建立與效能評估	104.05.01	07-5-A4-0038	環境分析化學研討會	楊逸群	中華民國	Poster 41
3	甲醛氣體濃度計量標準技術開發	104.05.01	07-5-A4-0039	環境分析化學研討會	詹國鴻 楊逸群 林采吟	中華民國	Oral B6
4	建立台灣微量水氣量測技術及工業應用	104.06.10	07-5-A4-0090	International Gas Analysis Symposium & Exhibition	林承翰	荷蘭	36
5	應用於連續排放監測設施標準氣體查核用之驗證參考物質氣體研製	103.06.11	07-5-A3-0100	International Gas Analysis Symposium & Exhibition	劉信旺	荷蘭	14
6	CMS-ITRI 之甲醛標準技術發展現況	104.08.03	07-5-A4-0121	Workshop of APMP/TCQM Gas Analysis Working Group "Metrology demands and measurement priorities in gas analysis"	楊逸群 林承翰	泰國	Attachment 2
7	應用於車輛廢氣排放量測之 CO/CO ₂ /C ₃ H ₈ in N ₂ 原級參考混合氣的研製與發展	104.08.03	07-5-A4-0130	Workshop of APMP/TCQM Gas Analysis Working Group	鄭瑞翔 黃烱坤	泰國	13.15 - 14.45
8	應用金奈米團簇之消光特性及晶片濃縮技術於微量汞離子濃度量測	104.08.16	07-5-A4-0141	Acs National Meeting & Eexposition	徐繹翔 施宗廷 孫毓璋	美國	90
9	車輛排氣分析儀量測追溯之原級參考混合氣研製	104.12.05	07-5-A4-0196	中國化學學會年會	鄭瑞翔 劉信旺 黃烱坤	中華民國	Poster AN-105

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	對血糖要求監測系統之體外診斷測試系統之標準 ISO 15197:2013 年版與 2003 年版比較	104.07.01	07-5-A4-0084	量測資訊雙月刊	馮志成 劉有台	中華民國	66-68
2	標準氣體濃度動態配製技術於分析儀校正之應用	104.08.01	07-5-A4-0129	電機月刊	林承翰 楊逸群	中華民國	141 - 154
3	塑化劑鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯濃度量測技術之建立與其不確定度評估	104.11.01	07-5-A4-0145	量測資訊雙月刊	葉明泓 施宗廷	中華民國	66-70
4	無機質譜技術之分析與應用	104.05.01	07-5-A4-0151	量測資訊雙月刊	徐繹翔 施宗廷	中華民國	52-60
5	二氧化硫氣狀污染物量測概述及分析設備性能評估	104.05.01	07-5-A4-0152	量測資訊雙月刊	徐繹翔 黃炯坤 施宗廷	中華民國	57
6	應用固相萃取技術串聯感應耦合電漿質譜技術於環境水體中的微量重金屬濃度分析	104.05.18	07-5-A4-0154	The Analyst	施宗廷 徐繹翔 陳順娘 陳秉宏 陳鈺 林泱蔚 孫毓璋	英國	600 本篇為 SCI 論 文
7	甲醛原級標準技術建置進展	104.11.01	07-5-A4-0190	量測資訊雙月刊	楊逸群	中華民國	41-45
8	APMP.QM-S7 國際比對：2000 $\mu\text{mol/mol}$ CH4 in N2	104.11.18	07-5-A4-0197	Metrologia	林采吟 黃炯坤	韓國	8

註：計畫另投稿期刊論文：Fabrication of a Dipole-Assisted Solid Phase Extraction Microchip for Trace Metal Analysis in Water Samples，該論文已被 Journal of visualized experiments 接受，預計 105 年刊登。

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	氣瓶氣體充填質量與混合氣濃度驗證程序—秤重法 (CO+CO ₂ +C ₃ H ₈ /N ₂ 及 O ₂ /N ₂)	104.09	07-3-A4-0108-01	中文	非機密	鄭瑞翔	25
2	原級參考混合氣濃度檢驗評估報告 (CO+CO ₂ +C ₃ H ₈ /N ₂ 及 O ₂ /N ₂)	104.10	07-3-A4-0111-01	中文	非機密	鄭瑞翔 黃炯坤 張君綾	15
3	氣瓶氣體充填質量與混合氣濃度評估報告—秤重法 (CO+CO ₂ +C ₃ H ₈ /N ₂ 及 O ₂ /N ₂)	104.09	07-3-A4-0110-01	中文	非機密	鄭瑞翔	32
4	原級參考混合氣濃度穩定度 查 驗 報 告 (CO+CO ₂ +C ₃ H ₈ /N ₂ 及 O ₂ /N ₂)	104.10	07-3-A4-0116-01	中文	非機密	鄭瑞翔 黃炯坤 張君綾	24
5	氣體濃度稀釋裝置校正程序-光譜法	104.10	07-3-A4-0079-01	中文	非機密	張君綾	30
6	氣體濃度稀釋裝置量測系統評估報告-光譜法	104.10	07-3-A4-0080-01	中文	非機密	張君綾	15
7	甲醛氣體產生與濃度校正程序	104.12	07-3-A4-0230-01	中文	非機密	詹國鴻	24
8	甲醛氣體產生與濃度量測系統評估報告	104.12	07-3-A4-0234-01	中文	非機密	詹國鴻	20
9	食品接觸產品塑化劑 DEHP 溶出濃度量測技術報告	104.11	07-3-A4-0188-01	中文	非機密	葉明泓	15
10	食品中多溴二苯醚濃度量測技術報告	104.06	07-3-A4-0051-01	中文	非機密	葉明泓	15
產業服務類技術文件							
11	高反應性氣體濃度配製與量測技術建立	104.10	07-3-A4-0180-01	中文	非機密	林承翰 張君綾 羅幼旭	11
12	氣瓶氣體內無機不純物量測技術研究報告	104.10	07-3-A4-0186-01	中文	非機密	徐繹翔 黃炯坤	12
13	懸浮微粒回收技術研究評估	104.10	07-3-A4-0050-01	中文	非機密	徐繹翔	12
14	一氧化碳氣瓶氣體濃度檢測能力試驗活動 (ILC2015-KI01) 報告	104.09	07-3-A4-0149-01	中文	非機密	劉信旺	17

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	日本計量研究院客座研究報告:參考物質之製備及濃度驗證	104.12.18	07-3-A4-0245	中文	非機密	徐繹翔	25

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	「鋼瓶標準氣體與氣體計量追溯」基礎班	104.06.29	新竹	主辦	20	35	
2	天然氣能量計量量測技術研習班	104.08.18	新竹	主辦	15	21	
3	氣體濃度計量追溯與校正實務技術研討會	104.11.11	新竹	主辦	22	43	

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

簡稱	全 名	中文譯稱
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	持久性有機污染物
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

簡稱	全 名	中文譯稱
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

成果 項目	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	場 次	項 數	廠 家	人 數	日 數
分項計畫名稱																				
氣體化學計量標準技術 分項	0	0	0	3	7	10	0	0	0	2	2	7	8	72	70	2	78	2		
民生安全管制物質計量 標準分項	0	0	0	5	2	4	0	0	0	0	3	0	0	14	7	1	21	1		1
合 計	0	0	0	8	9	14	0	0	0	2	5	7	8	86	77	3	99	3		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	ISO 6145-10:2008 Gas Analysis-Preparation of Calibration Gas Mixtures Using Dynamic Volumetric Methods_ Permeation Method.
1-2	Joële Viallon <i>et al.</i> , “Dynamic Generation of Formaldehyde Standards by Permeation Tubes: Performance Evaluation Using FTIR and Cavity-Ring Down Spectroscopy Techniques”, GAS2011 symposium.
1-3	Nobuyuki Aoki <i>et al.</i> , “Development of Formaldehyde Standard Gas by Permeation Method”, 12th Workshop of APMP/TCQM-Gas Analysis Working Group.
1-4	Michael E. Wieser <i>et al.</i> , “Atomic Weights of the Elements 2011 (IUPAC Technical Report)”, <i>Pure Appl. Chem.</i> 2013, 85, 1047–1078.
1-5	Edgar Flores <i>et al.</i> , “Performance Evaluation of the BIPM Primary NO ₂ Facility in Support of International Equivalence of Air Quality Monitoring”, Simposio de Metrología 2010.
1-6	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.
1-7	ISO 6145-8:2005(E) Gas Analysis-Preparation of Calibration Gas Mixtures Using Dynamic Volumetric Methods_ Diffusion Method.
1-8	H. Abe, “A marked improvement in the reliability of the measurement of trace moisture in gases”, <i>Synthesiology</i> 2009 , 2, 223-236.
1-9	Cheng-Han Lin, “The development of trace moisture measuring technique in Taiwan and its industrial application”, GAS 2015.
1-10	T. R. Marrero and E. A. Mason, Gaseous Diffusion Coefficients, <i>J. Phys. Chem. Ref. Data</i> 1972, 1, 3-118.
1-11	H. H. Funke, M. W. Raynor, K. A. Bertness and Y. Cheng, Detection of Trace Water Vapor in High-Purity Phosphine Using Cavity Ring-down Spectroscopy, <i>Appl. Spectrosc.</i> 2007, 61, 419-423.
1-12	M. Amano, “Development of a primary standard for trace moisture in argon”, GAS 2015.
1-13	勞工作業環境監測實施辦法，勞職授字第 10302007941 號，2014。
1-14	空氣品質準則，世界衛生組織，2005 年。
1-15	固定污染源空氣污染物排放標準，行政院環境保護署環署空字第 1020032301 號，2013 年。
1-16	ISO 6145-7:2009 Gas Analysis -- Preparation of Calibration Gas Mixtures Using

編號	資料出處
	Dynamic Volumetric Methods -- Part 7: Thermal mass-flow controllers.
1-17	鋼瓶氣體濃度量測系統濃度驗證評估報告—紅外光譜法，07-3-A3-0204，二版，工研院量測技術發展中心，2015年。
1-18	EPA traceability protocol for assay and certification of gaseous calibration standards, EPA/600/R-12/531, 2012.
1-19	王文中，統計學與 EXCEL 資料分析之實習應用，博碩文化，2000。
1-20	洪辰昀、呂錦華，迴歸分析之預測值不確定度評估-多元線性迴歸方程式，量測資訊，144期，2012年3月，P. 61~65。
1-21	ISO/IEC Guide 98-3:2008, Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM: 1995).
1-22	半導體製造業空氣汙染管制及排放標準，中華民國九十一年十月十六日行政院環境保護署環署空字第0九一00六九四0三J號令修正發布第一條條文。
1-23	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，NIEA A001.10C，中華民國92年11月10日環署檢字第0920081263號公告。
1-24	US. NIOSH, Organic and Inorganic Gases by Extractive FTIR Spectrometry, Analytical Method 3800, 2002.
1-25	U.S. EPA, Measurement of Vapor Phase Organic and Inorganic Emissions by Extractive FTIR Spectroscopy, 40 CFR, Part 63 APP.A, Method 320, 1998.
1-26	U.S. EPA, Protocol for Measuring Destruction or Removal Efficiency (DRE) of Fluorinated Greenhouse Gas Abatement Equipment in Electronics Manufacturing, Version 1, March 2010.
1-27	ISO/IEC 17043:2010 Conformity assessment -- General requirements for proficiency testing.
1-28	ISO 6143:2001 Gas analysis -- Comparison methods for determining and checking the composition of calibration gas mixtures.
1-29	ISO Guide 34:2009 General requirements for the competence of reference material producers.
1-30	ISO 6142: 2001 Gas analysis -- Preparation of calibration gas mixtures -- Gravimetric method.
民生安全管制物質計量標準分項	
2-1	NIEA T801.10B 塑膠中鄰苯二甲酸酯類檢測方法—氣相層析質譜儀法，行政院環境保護署，2011
2-2	食品器具、容器、包裝檢驗方法—塑膠類之檢驗，行政院衛生福利部，2013
2-3	NIEA-PA103 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，行政院環境保護署，2004

編號	資料出處
2-4	食品中多溴二苯醚類 (polybrominated diphenyl ethers, PBDEs) 含量背景值及風險分析之研究，行政院衛生署食品藥物管理局九十九年度委託辦理計畫，2010
2-5	食品中多溴二苯醚類 (PBDEs) 之監測及風險評估，行政院衛生署食品藥物管理局 100 年度研究成果報告，2011
2-6	食品器具容器包裝衛生標準，行政院衛生福利部，2013
2-7	European Union, Commission Directive 2007/19/EC.
2-8	European Union, Commission Regulation (EU) No 10/2011 of 14 January 2011 on plastic materials and articles intended to come into contact with food.

附件十一、國際同儕評鑑

本年度邀請國際專家--TCQM/GAWG 主席 Dr. Jinseog Kim，來台進行原級參考混合氣生產 ISO Guide 34 認證，以及 ISO 17025 實驗室認證國際同儕評鑑工作，評鑑流程如表附 11-1 所示，共進行為期三天（104.06.15 至 104.06.17）的評鑑工作。

表附 11-1：國際同儕評鑑時程

標法組（化學）第三者延展認證活動細部行程（JUNE 15 ~ JUNE 17, 2015）
標法組（化學）第三者延展認證 104 年（JUNE）行程規劃表 (Schedule for assessment of NML)

時間/日期	June 15 (Mon.)	June 16(Tue.)	June 17 (Wed.)
8:45	飯店至中心接送 Pick up at Sol Hotel	飯店至中心接送 Pick up at Sol Hotel	飯店至中心接送 Pick up at Sol Hotel
9:00	評鑑前協調會(ISO 17025) Assessment team meeting (6-301)	評鑑前協調會(Guide 34) Assessment team meeting (6-301)	評鑑小組討論/ 評鑑報告準備 (Guide 34+ ISO 17025) Team meeting and preparation of assessment report(6-202)
	評鑑前會議(6-301) Opening meeting	評鑑前會議(6-301) Opening meeting	
10:00	現場評鑑(ISO 17025) On-site assessment	現場評鑑 (Guide 34+ ISO 17025) On-site assessment	
11:00			
12:00	午餐 Lunch	午餐 Lunch	午餐 Lunch
13:00	現場評鑑(ISO 17025) On-site assessment	現場評鑑 (Guide 34+ ISO 17025) On-site assessment	評鑑報告準備 (Guide 34+ ISO 17025) Team meeting and preparation of assessment report(6-202)
14:00			評鑑總結討論會 (Guide 34+ ISO 17025) Closing meeting (6-202)
15:00			結束 End
16:00	評鑑小組討論 Team meeting (16-200)	評鑑小組討論 Team meeting (16-200)	中心至飯店接送 Drive Dr. Saito to Sol Hotel
	中心至飯店接送 Drive Dr. Saito to Sol Hotel	中心至飯店接送 Drive Dr. Saito to Sol Hotel	
17:00			

本活動針對本單位目前所維持之各國家標準系統，進行 ISO 17025 與 ISO Guide 34 認證評鑑，各認證項目的評鑑委員如下所示。

ISO 17025	
林晃田 博士	中華電信研究所
Dr. Jin Seog Kim	TCQM/GAWG 主席
楊植雄 經理	財團法人全國認證基金會(TAF)
林宜臻 專員	財團法人全國認證基金會(TAF)
ISO Guide 34	
張淑芬 經理	財團法人全國認證基金會(TAF)
Dr. Jin Seog Kim	TCQM/GAWG 主席
高寶珠 組長	財團法人全國認證基金會(TAF)



圖附 11-1：國際同儕評鑑執行狀況

經過三天的技術與品質評鑑結果，各委員針對各標準系統並無提出任何不符合事項（NCR），一致同意本單位所維持之各個國家標準系統通過本次評鑑，通過項目如表附 11-2 與表附 11-3 所示。而本次評鑑結果也將用於日後申請擴充登錄於 BIPM 的 CMCs 資料庫，證明我國的量測標準與國際等同。

本年度優先提出的 CMC 登錄項目如下 5 項：

- (1). (100 to 1000) $\mu\text{mol/mol}$ CO_2 in N_2 , $U_r = (0.2 \text{ to } 1.2) \%$
- (2). (100 to 1000) $\mu\text{mol/mol}$ CH_4 in N_2 , $U_r = (0.8 \text{ to } 1.0) \%$
- (3). (1 to 100) mmol/mol CH_4 in N_2 , $U_r = (0.2 \text{ to } 0.8) \%$
- (4). (10 to 250) mmol/mol O_2 in N_2 , $U_r = (0.5 \text{ to } 1.0) \%$
- (5). (1 to 20) mmol/mol CH_4 in air, $U_r = (0.3 \text{ to } 0.8) \%$

依據本年度亞太計量組織之規定，CMC 的登錄申請須符合如下條件：

- 1). 國際比對
- 2). 執行校正的追溯機制（所使用的 CRM 的追溯性）
- 3). 國際同儕評鑑的技術報告提供給 TCQM Chair，內容包含已存在的及可申請的 CMC 項目
- 4). 國際同儕評鑑的品質系統報告提供給 TCQS Chair

在氣體計量領域中，未來針對 CMC 的登錄申請亦有其特別注意事項，如下說明，包含每一個國家計量機構至少需持續進行下列三項活動，方能持續提出 CMC 登錄申請且保有其擔任各經濟體之國家標準維持的資格：

- 1). 必須參加三種由 GAWG 所定義之 Core Mixture 的國際關鍵比對
- 2). 每 24 個月至少必須參加一個 K 等級的比對
- 3). 必須要有品質系統（Quality System, QS）

達成第一項要求的國家計量機構在提出 CMC 的申請時，針對每一個申請項目就不需要提供比對結果報告，在此之前，只要是每一項 CMC 的申請均需要提報對應成分，濃度範圍的國際比對報告方能被接受具有國際等同之技術能力。

也基於此，在過去三年中，民生計畫雖持續參加關鍵比對，但因該項目仍非 GAWG 所定義之 Core Mixture，且 GAWG 基於各先進國家實驗室的能力負擔，過去三年也僅提供兩項 Core Mixture 的比對，因此在 CMC 的申請上，只能持續的單項申請。也希望未來在民生化學計量標準計畫結束後，2016 年度起國家度量衡標準運作計畫可持續勻撥經費供氣體計量發展 CRM，並申請參與 Core Mixture 的關鍵比對，如此一來預計在 2019 年起，我國在 CMC 的登錄申請上即可直接提出所有目前具備的技術能量，目前預估至少 30 餘項。

表附 11-2 : ISO Guide 34 認證範圍

生產參考物質之類別(Refer to ILAC G12:2000, Appendix B)	項目/參數 (包括量測範圍與不確定度)
A7.1 氣體混合物	CO in N ₂ : (1.0 to 100) μmol/mol, U _r =(1.0 to 3.0) %
	CO in N ₂ : (>0.1 to 100) mmol/mol, U _r =(0.2 to 1.0) %
	CO ₂ in N ₂ : (100 to 1000) μmol/mol, U _r =(0.2 to 1.2) %
	CO ₂ in N ₂ : (>1.0 to 160) mmol/mol, U _r =(0.1 to 0.8) %
	CH ₄ in N ₂ : (100 to 1000) μmol/mol, U _r =(0.8 to 1.0) %
	CH ₄ in N ₂ : (>1.0 to 100) mmol/mol, U _r =(0.1 to 0.8) %
	C ₃ H ₈ in N ₂ : (0.1 to 50) mmol/mol, U _r =(0.5 to 1.0) %
	CF ₄ in N ₂ : (100 to 3000) μmol/mol, U _r =(0.3 to 1.0) %
	SF ₆ in N ₂ : (10 to 1000) μmol/mol, U _r =(0.5 to 1.5) %
	NO in N ₂ : (50 to 2000) μmol/mol, U _r =(0.8 to 2.0) %
	SO ₂ in N ₂ : (50 to 2000) μmol/mol, U _r =(0.5 to 1.5) %
	O ₂ in N ₂ : (1.0 to 10) μmol/mol, U _r =(1.5 to 3.0) %
	O ₂ in N ₂ : (1.0 to 10) mmol/mol, U _r =(0.5 to 1.5) %
	O ₂ in N ₂ : (>10 to 250) mmol/mol, U _r =(0.3 to 1.0) %
CH ₄ in Air : (1.0 to 20) mmol/mol, U _r =(0.3 to 0.8) %	

表附 11-3 : ISO 17025 認證範圍

校正件	校正方法/最高工作標準件	校正範圍	最小不確定度
KI1000 旋轉式黏度計	黏度系統旋轉式黏度計校正程序 (文件編號：07-3-81-0063) / 標準黏度液：CANNON / S3, S6, N10, S20, N35, S60, N100, S200, N350, S600, N1000, S2000, N4000, S8000, N15000, S30000, N62000	(1 to 100) mPa·s (>100 to 1000) mPa·s (>1000 to 10000) mPa·s (>10000 to 100000) mPa·s (>100000 to 200000) mPa·s	0.04 mPa·s 0.9 mPa·s 9 mPa·s 97 mPa·s 2300 mPa·s
KI4000 CO, CO ₂ , CH ₄ , C ₃ H ₈ , O ₂ (鋼瓶氣體)	鋼瓶氣體濃度量測系統濃度校正程序—氣相層析儀搭配熱傳導偵測器(文件編號：07-3-91-0035) / 標準氣體：NMIs / CO, CO ₂ , CH ₄ , C ₃ H ₈ , O ₂	CO: (1000 to 10000) μmol/mol CO: (> 10000 to 200000) μmol/mol CO ₂ : (1000 to 10000) μmol/mol CO ₂ : (>10000 to 300000) μmol/mol	9 μmol/mol 90 μmol/mol 12 μmol/mol 120 μmol/mol 8 μmol/mol 80 μmol/mol

校正件	校正方法/最高工作標準件	校正範圍	最小不確定度
		CH ₄ : (1000 to 10000) μmol/mol CH ₄ : (>10000 to 100000) μmol/mol C ₃ H ₈ : (1000 to 10000) μmol/mol C ₃ H ₈ : (>10000 to 50000) μmol/mol O ₂ : (1000 to 10000) μmol/mol O ₂ : (>10000 to 250000) μmol/mol	6 μmol/mol 60 μmol/mol 12 μmol/mol 120 μmol/mol
KI4000 CO, CO ₂ , CH ₄ , C ₃ H ₈ , (鋼瓶氣體)	鋼瓶氣體濃度量測系統濃度校正程序—氣相層析儀搭配火焰離子偵測器(文件編號: 07-3-A3-0079) / 標準氣體: NMIs / CO, CO ₂ , CH ₄ , C ₃ H ₈	CO: (10 to 1000) μmol/mol CO ₂ : (100 to 1000) μmol/mol CH ₄ : (100 to 1000) μmol/mol C ₃ H ₈ : (100 to 1000) μmol/mol	0.08 μmol/mol 1.1 μmol/mol 0.9 μmol/mol 1.0 μmol/mol
KI4000 NO, SO ₂ (鋼瓶氣體)	鋼瓶氣體濃度量測系統濃度校正程序—紅外光譜法(文件編號: 07-3-A3-0205) / 標準氣體: NMIs / NO, SO ₂	NO/N ₂ : (50 to 2000) μmol/mol SO ₂ /N ₂ : (50 to 2000) μmol/mol	0.89 μmol/mol 0.82 μmol/mol
KI4000 C ₂ H ₅ OH (鋼瓶氣體)	醇類混合氣體濃度驗證程序(文件編號: 07-3-A2-0120) / 標準氣體: NMIs / C ₂ H ₅ OH	137 μmol/mol 301 μmol/mol 547 μmol/mol	1.7 μmol/mol 3.2 μmol/mol 4.3 μmol/mol
KI4000 CO, CO ₂ , CH ₄ , C ₃ H ₈ , CF ₄ , SF ₆ , NO, SO ₂ , O ₂ (鋼瓶氣體)	氣瓶氣體充填質量與混合氣體濃度驗證程序—秤重法(文件編號: 07-3-A3-0179) / 標準氣體: NMIs / CO, CO ₂ , CH ₄ , C ₃ H ₈ , CF ₄ , SF ₆ , NO, SO ₂ , O ₂	CO/N ₂ : (1 to 100) μmol/mol CO/N ₂ : (> 0.1 to 100) mmol/mol CO ₂ /N ₂ : (100 to 1000) μmol/mol CO ₂ /N ₂ : (> 1 to 160) mmol/mol CH ₄ /N ₂ : (100 to 1000) μmol/mol CH ₄ /N ₂ : (> 1 to 100) mmol/mol C ₃ H ₈ /N ₂ : (0.1 to 50) mmol/mol CF ₄ /N ₂ : (100 to 3000) μmol/mol SF ₆ /N ₂ : (10 to 1000) μmol/mol NO/N ₂ : (50 to 2000) μmol/mol SO ₂ /N ₂ : (50 to 2000) μmol/mol O ₂ /N ₂ : (1 to 10) μmol/mol O ₂ /N ₂ : (1 to 10) mmol/mol O ₂ /N ₂ : (> 10 to 250) mmol/mol CH ₄ /air: (1 to 20) mmol/mol	0.5 % 0.2 % 0.2 % 0.1 % 0.2 % 0.1 % 0.5 % 0.3 % 0.5 % 0.8 % 0.5 % 1.5 % 0.5 % 0.3 % 0.3 %
KI4000 合成天然氣 (鋼瓶氣體)	天然氣成分濃度校正程序(文件編號: 07-3-A1-0028) / 標準氣體: NMIs / 合成天然氣	CH ₄ : (0.1 to 95) cmol/mol C ₂ H ₆ : (0.1 to 10) cmol/mol C ₃ H ₈ : (0.1 to 10) cmol/mol iso-C ₄ H ₁₀ : (0.01 to 1.0) cmol/mol n-C ₄ H ₁₀ : (0.01 to 1.0) cmol/mol neo-C ₅ H ₁₂ : (0.01 to 0.2) cmol/mol	0.18 cmol/mol 0.017 cmol/mol 0.012 cmol/mol 0.0012 cmol/mol 0.0012 cmol/mol 0.00013 cmol/mol

校正件	校正方法/最高工作標準件	校正範圍	最小不確定度
		iso-C ₃ H ₁₂ : (0.01 to 0.3) cmol/mol n-C ₃ H ₁₂ : (0.01 to 0.3) cmol/mol n-C ₆ H ₁₄ : (0.01 to 0.1) cmol/mol N ₂ : (0.01 to 50) cmol/mol CO ₂ : (0.01 to 20) cmol/mol	0.0005 cmol/mol 0.0006 cmol/mol 0.00031 cmol/mol 0.0038 cmol/mol 0.008 cmol/mol
KI6000 多功能氣體偵測器、可燃性氣體檢測器、可燃性瓦斯警報器、二氧化碳偵測器、有害氣體偵測器、一氧化碳偵測器	氣體量測系統氣體監測設備校正程序(文件編號：07-3-91-0072) / 標準氣體：NMIs / CO, CO ₂ , CH ₄ , C ₃ H ₈	CO: (0.0 to 0.1) mol/mol CO ₂ : (0 to 1) mol/mol CH ₄ : (0.00 to 0.05) mol/mol ((0 to 100) %LEL) C ₃ H ₈ : (0.00 to 0.02) mol/mol ((0 to 100) %LEL)	2 μmol/mol 6 μmol/mol 59 μmol/mol (0.1 %LEL) 26 μmol/mol (0.1 %LEL)
KI6000 氣體分流器 (CO, CO ₂ , CH ₄ , C ₃ H ₈)	氣體量測系統氣體分流器校正程序(文件編號：07-3-91-0070) / 標準氣體：NMIs / CO, CO ₂ , CH ₄ , C ₃ H ₈	0 % to 100 %	0.5 %
KI6000 氣體濃度稀釋裝置	氣體濃度稀釋裝置校正程序—氣相層析分析儀(文件編號：07-3-A3-0185) / 標準氣體：NMIs / CO, CO ₂ , CH ₄	CO ₂ /N ₂ : (0 to 100) % @ (50 to 500) μmol/mol CO/N ₂ : (0 to 100) % @ (1 to 100) μmol/mol CH ₄ /air: (0 to 100) % @ (1000 to 20000) μmol/mol	0.03 % 0.02 % 0.15 %
KI6000 氣體濃度分析設備 (C ₂ H ₅ OH)	酒精氣體產生與濃度校正程序(文件編號：07-3-A3-0197) / 標準氣體：NMIs / C ₂ H ₅ OH	(0 to 1200) μmol/mol	3 μmol/mol
KI7000 氣體分析儀、燃燒廢氣分析儀	氣體量測系統氣體監測設備校正程序(文件編號：07-3-91-0072) / 標準氣體：NMIs / CO, CO ₂ , CH ₄ , C ₃ H ₈	CO: (0.0 to 0.1) mol/mol CO ₂ : (0 to 1) mol/mol CH ₄ : (0.00 to 0.05) mol/mol ((0 to 100) %LEL) C ₃ H ₈ : (0.00 to 0.02) mol/mol ((0 to 100) %LEL)	2 μmol/mol 6 μmol/mol 59 μmol/mol (0.1 %LEL) 26 μmol/mol (0.1 %LEL)
KI7000	氣體濃度稀釋裝置校正程序—	CO ₂ /N ₂ : (0 to 100) % @ (50 to	0.03 %

校正件	校正方法/最高工作標準件	校正範圍	最小不確定度
氣體濃度 稀釋裝置	氣相層析分析儀(文件編號： 07-3-A3-0185) / 標準氣體：NMIs / CO, CO ₂ , CH ₄	500) μmol/mol CO/N ₂ : (0 to 100) % @ (1 to 100) μmol/mol CH ₄ /air: (0 to 100) % @ (1000 to 20000) μmol/mol	0.02 % 0.15 %
KI7000 氣體濃度 分析設備 (C ₂ H ₅ OH)	酒精氣體產生與濃度校正程序 (文件編號：07-3-A3-0197) / 標準氣體：NMIs / C ₂ H ₅ OH	(0 to 1200) μmol/mol	3 μmol/mol

此外，本年度於 104.10.27 執行 C08 質量法高壓混合氣體供應驗證系統與 C10 氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統系統擴建查驗會議（圖附 11-2），查驗委員為黃炳照 教授（國立台灣科技大學化學工程系，兼任查驗主席）、黃天助 經理（財團法人工業技術研究院/機械所車輛驗證與發展部）、高寶珠 組長（財團法人全國認證基金會(TAF)/實驗室認證處）、孫元平 科長（經濟部標準檢驗局第四組）、張力成 技正（經濟部標準檢驗局）、王品皓 經理（量測中心品質部）。審查結果為全數建議通過。兩套標準系統擴建完成後，未來將可提供校正用標準氣體之濃度驗證計量追溯服務，使校正或測試實驗室的量測數值達應有的準確度，使各實驗室與各系統間之量測結果具備可比較性。擴增後的系統技術服務能量服務能量如表附 11-4 所述。



圖附 11-2：系統擴建查驗會議現場查驗執行狀況

表附 11-4：質量法高壓混合氣體供應驗證系統技術服務能量

參考混合氣	濃度範圍	相對擴充不確定度
CO in N ₂	1 μmol/mol ~ 100 mmol/mol	≤ 3.0 %
CO ₂ in N ₂	100 μmol/mol ~ 160 mmol/mol	≤ 1.2 %
CH ₄ in N ₂	100 μmol/mol ~ 100 mmol/mol	≤ 1.0 %
C ₃ H ₈ in N ₂	100 μmol/mol ~ 50 mmol/mol	≤ 1.0 %
CF ₄ in N ₂	100 μmol/mol ~ 3000 μmol/mol	≤ 1.0 %
SF ₆ in N ₂	10 μmol/mol ~ 1000 μmol/mol	≤ 1.5 %
NO in N ₂	50 μmol/mol ~ 2000 μmol/mol	≤ 2.0 %
SO ₂ in N ₂	50 μmol/mol ~ 2000 μmol/mol	≤ 1.5 %
O ₂ in N ₂	1 μmol/mol ~ 10 μmol/mol ;	≤ 3.0 %
	1 mmol/mol ~ 10 mmol/mol ;	≤ 1.5 %
	10 mmol/mol ~ 250 mmol/mol*	≤ 1.0 %
CH ₄ in air	1 mmol/mol ~ 20 mmol/mol	≤ 0.8 %
CO+CO ₂ + C ₃ H ₈ in N ₂ *	CO: (5 to 40) mmol/mol CO ₂ : (50 to 160) mmol/mol C ₃ H ₈ : (100 to 1600) μmol/mol	CO: ≤ 0.8 % CO ₂ : ≤ 0.5 % C ₃ H ₈ : ≤ 1.0 %

*為本年度新擴建量能

本年度依循國際標準規範(ISO Guide 34、ISO 6142、ISO 6142 與 ISO 17025 等)所建置驗證參考物質配製系統，將持續透過廣宣以及國內認證單位(財團法人全國認證基金會，TAF)推動驗證參考物質生產之品管標準。國內相關法令規章的施行、例如空氣污染防治法、室內空氣品質管理法以及產業節約能源及使用能源效率規定等，對於量測分析系統校正用標準混合氣體的需求，每年都將有新台幣數十億標準氣體生產，以及數百億的氣體處理設備供應、濃度監測設備校正與供應之衍生價值。由國家實驗室所建立之技術標準，透過國際間之同儕評鑑(CIPM MRA)及 TAF 評鑑通過，確保技術平準達國際等同，並透過技術轉移，將可協助提升此類氣體與設備之供應品質，促進氣體計量產業發展。

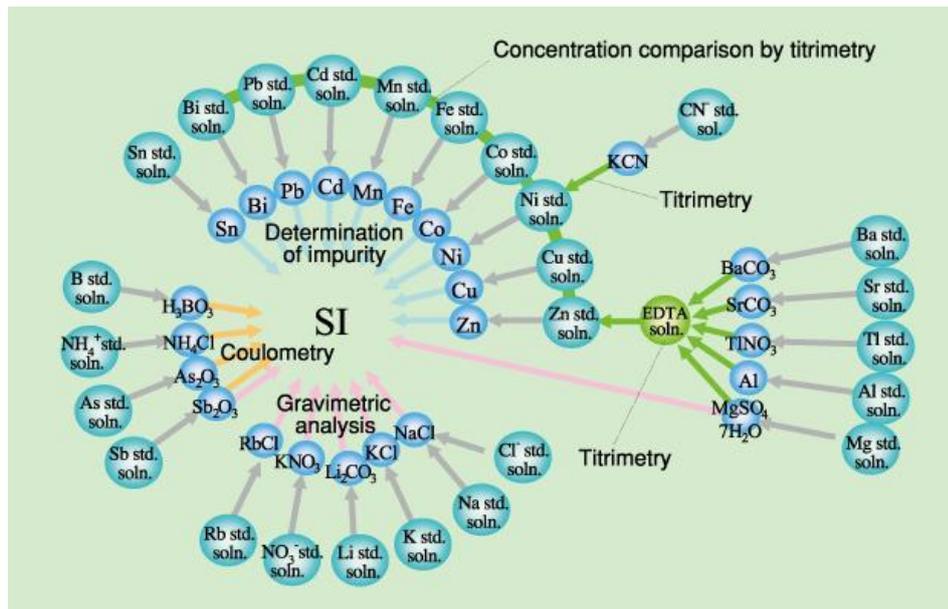
附件十二、國際技術交流研究報告

過去約 30 年間，日本計量研究院無機標準研究室完成了約 42 種的液相驗證參考物質，提供給國內外各研究實驗室做為追溯來源，元素包括 Li、Na、K、Rb、Cs、Be、Mg、Sr、Ba、Zr、V、Mo、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Ag、Zn、Cd、Hg、B、Al、Ga、In、Tl、Sn、Pb、As、Sb、Bi、Se、Te、Cl、Br、NO₂⁻、NO₃⁻、PO₄³⁻、CN⁻、TOC、ClO₃⁻、及 BrO₃⁻。此外，NMIJ 亦規劃將於 2015~2022 年之間，以每年新增 3~4 個驗證參考物質的速度，完成額外的 36 種液相驗證參考物質。

製備液相驗證參考物質的程序中包含三大重點。首先是金屬原物料的純度分析，配製過程中即使金屬原料的純度差，但經準確量測其準確之純度比例後，仍能應用於驗證參考物質的配製；其二是精密的質量配製程序(Gravimetric Preparation)，其中包含金屬原物料的稱重、降解、溶劑添加後稱重等步驟；其三是配製參考物質的濃度驗證，一般可藉由感應耦合電漿光譜法、離子層析法或是滴定法進行濃度驗證，此步驟常是不確定度最大貢獻來源之一。

驗證參考物質的配製程序中，如何精確量測金屬原物料的純度，提升配製驗證參考物質之濃度準確，堪稱一門複雜的學問。憑藉過去 30 年的經驗，無機標準研究所將參考物質的純度分析驗證方法大致區分為 3 種方法(圖附 12-1)，

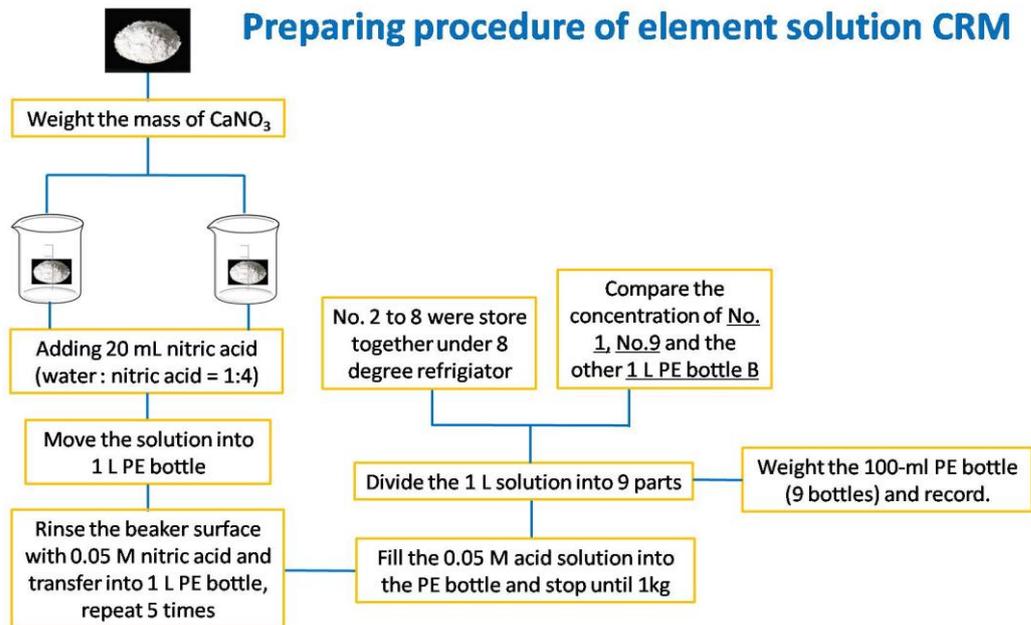
- (1)不純物分析法(Determination of Impurity)，此類元素較容易取得高純度之原物料，包含 Zn、Cu、Ni、Co、Fe、Mn、Cd、Pb、Bi、Sn、Ba、Sr、Tl、Al、及 Mg，藉由感應耦合電漿質譜儀進行不純物的濃度分析，即可確認原物料之純度。
- (2)電量滴定法(Coulometric Titration)，此類元素包含 B、NH₄⁺、As 及 Sb，利用電量滴定的方式，直接針對前述元素進行專一的濃度分析，再回推原始物料之純度。
- (3)重量分析法(Gravimetric Analysis)，此類元素包含 Cl⁻、Na、K、Li、NO₃⁻、及 Rb，主要是將前述待測元素進行專一性的沉澱反應，過濾乾燥後回收稱重，即可回推原始物料之純度。



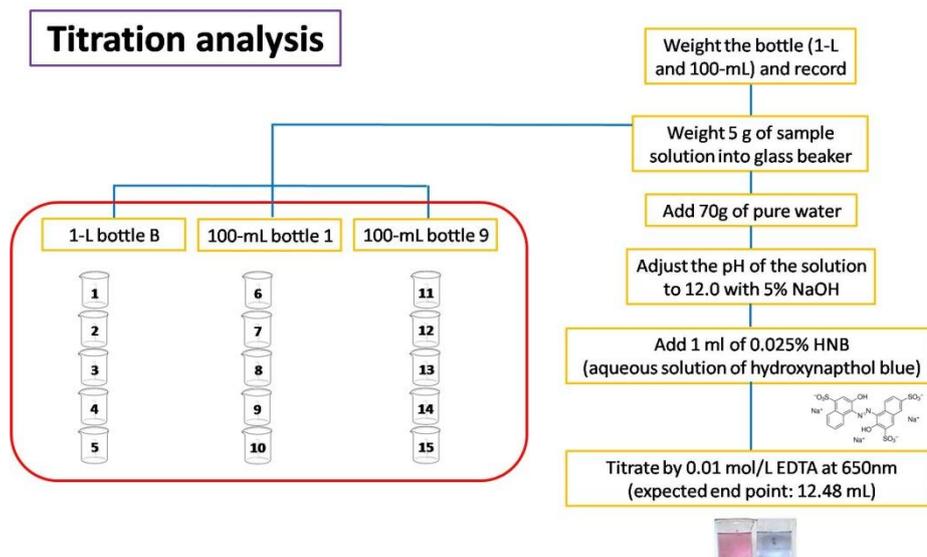
圖附 12-1：液相無機驗證參考物質之物種及純度分析對照表

製備液相驗證參考物質的步驟可大致區分如下(以鈣元素為例，參考圖附 12-2)，

- (1)配置容器清洗及乾燥。
- (2)金屬原物料的純度分析，確認金屬元素之純度及摩爾分率。
- (2)金屬原物料的清洗。
- (3)金屬原料的秤重與酸解(酸液比例隨元素而有所不同)
- (4)將溶解之酸液倒入 1 公升的塑膠瓶中(Polyethylene)
- (5)隨後於塑膠瓶中添加入 0.05 mole/L 的酸液，令重量達到約 1 公斤重，靜置一晚。
- (6)於 PE 瓶中取出約 5 g 的液體，加入緩衝液並調整 pH 值，加入指示劑後利用 0.01 mole/L 的乙二胺四乙酸(EDTA)進行滴定。(以鈣元素之滴定程序為例，參考圖附 12-3)
- (7)後續每半年利用滴定方式監控液體濃度之變化，進行穩定性評估。



圖附 12-2：液相無機驗證參考物質製備流程示意圖



圖附 12-3：液態驗證參考物質濃度驗證程序示意圖(滴定法)

合作研究初期，無機標準研究室長(三浦勉)熱情介紹各實驗室之工作屬性後，即討論此次參訪之合作規劃，重點其一為液態元素參考物質的製備程序，其二為固相驗證參考物質之濃度驗證方法(ID ICP-MS)。由於當時無機標準研究室資深研究員(鈴木俊宏)正嘗試新建立鈣元素驗證參考物質的配製程序，因此即安排先與鈴木先生進行為期兩周的液態元素參考物質配製的合作研發討論。

鈴木先生完整介紹新建鈣驗證參考物質之配製程序，包含容器清洗、原料純度分析、秤重程序、酸解時間與比例、稀釋之秤重程序、以及最終的濃度驗證程序（圖附 12-4）。濃度驗證又包含滴定試劑的配製，指示劑的挑選及純化，滴定 pH 範圍的挑選，如何判定滴定終點，以及最終之數據處理。



圖附 12-4：液相原級驗證參考物質製備及濃度驗證研習過程

在了解液相原級驗證參考物質製備及濃度驗證程序後，亦開始嘗試製備液相原級驗證參考物質的配製，過程中配製了兩瓶濃度約分別為 999.94 mg/kg 及 999.32 mg/kg 的鉛元素原級驗證參考物質（圖附 12-5）。配製完成後進一步利用滴定法比對兩標準品之配製偏差，並進一步與 NMIJ 之原級參考物質（驗證濃度為 988.63 mg/kg）進行濃度比對，確認配製濃度之準確度。

實驗結果顯示，自行配製之兩瓶鉛元素參考物質之分析濃度與秤重濃度值無明顯差異（RSD 均小於 0.01%），且兩配製參考物質之配製濃度相對偏差為 0.009%（NMIJ 所提供之鉛原級驗證參考物質之不確定度為小於 0.1%）。



圖附 12-5：液相鉛元素原級驗證參考物質製備及濃度驗證

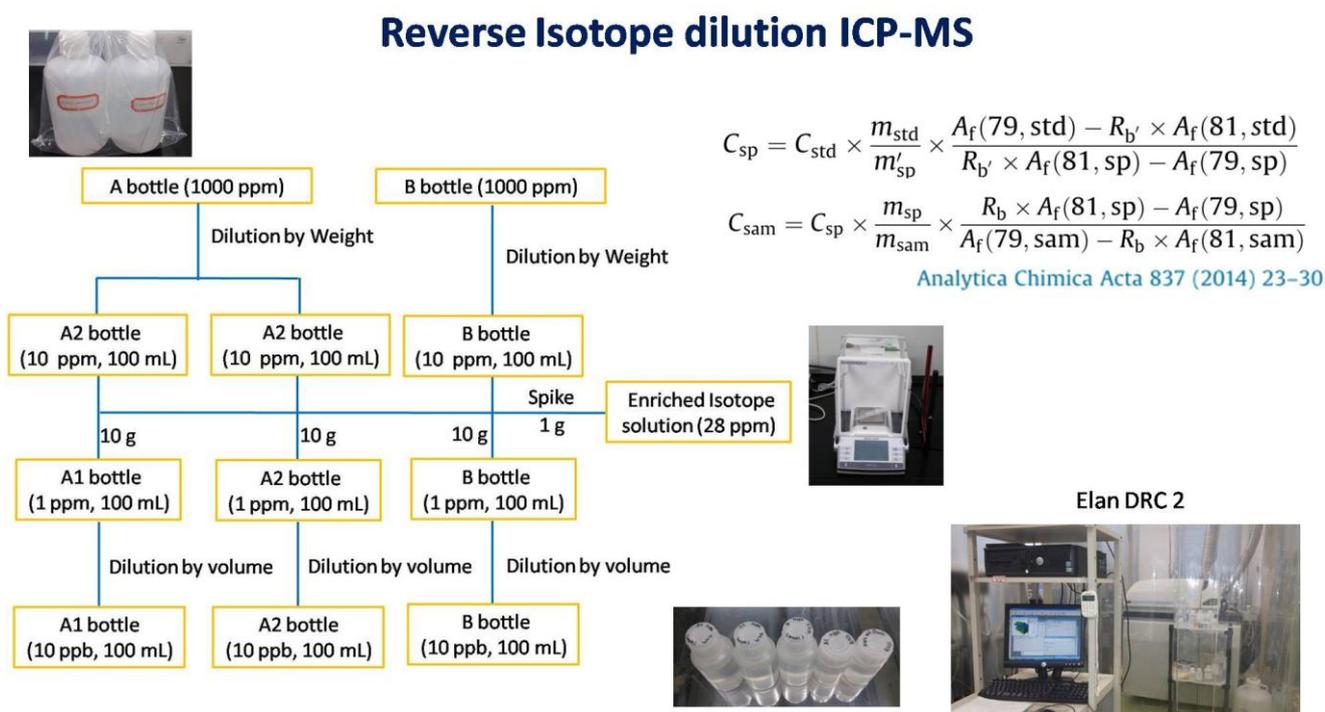
期間除瞭解原級參考物質之配置及濃度驗證程序，亦對固態驗證參考物質(塑膠材料)之製作程序、採樣方式與、濃度驗證技術進行研究討論。在執行固態樣品中無機元素分析時，常需進行微波消化前處理，同步去除有機物質並令金屬元素均勻溶解於酸性溶液中，然而，微波消化的過程可能發生污染導入或是待測元素的散逸，應用同位素稀釋法即可有效解決此類困擾。

同位素稀釋法(Isotope Dilution, ID)已被廣泛地使用於許多質譜分析應用中，其關鍵點在於以測定同位素比例的方式替代量測絕對離子強度，再利用公式換算出樣品濃度。同位素稀釋法是利用欲分析元素的自身同位素作為內標準(Internal Standard)，減低利用其他不同內標準所可能產生的校正偏差，也因此，同位素稀釋法不易因為樣品量多寡、基質組成、以及儀器靈敏度的偏差而有所影響。當然，使用同位素稀釋法時，該元素本身至少需要兩個不受干擾的同位素，始能運用此方法進行分析。

目前為止，無機標準研究室共提供 11 種不同元素濃度之塑膠基材原級參考物質(塑膠材質包含 PP、PVC、ABS)。大畑昌輝資深研究員於無機標準研究室中主要負責

固相原級參考物質之配製與濃度驗證，即是利用同位素稀釋法進行塑膠材料中重金屬(鉛、鎘、汞、及鉻)的濃度驗證。

進行同位素稀釋之前，須先取得同位素稀釋標準液，然而基於具備驗證報告的同位素稀釋標準液不易取得且價格昂貴的因素，可先採購一般不具濃度追溯之同位素稀釋標準液，再利用逆同位素稀釋法(Reverse ID Analysis)搭配具追溯之原級驗證參考物質(在此為 NMIJ 所研製之 988.6 mg/kg 標準參考物質)，將已知濃度之原級驗證參考物質與同位素稀釋液依特定比例混合，進行逆濃度分析後再利用公式計算出同位素稀釋標準液之精確濃度值，令該同位素稀釋標準液之濃度具備準確性及追溯(圖附 12-6)。

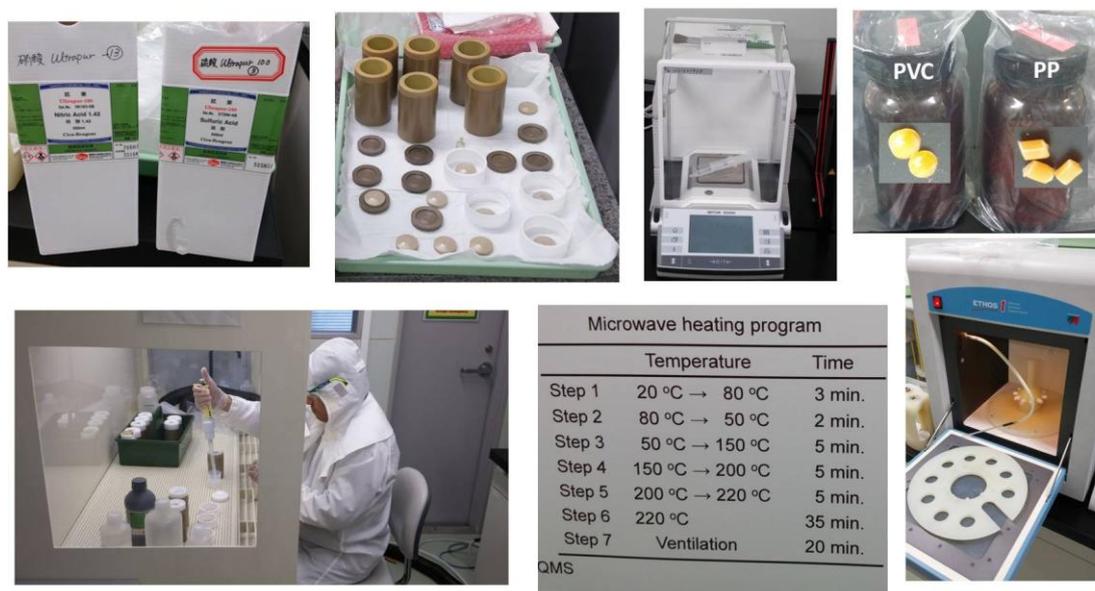


圖附 12-6：逆同位素稀釋法量測流程示意圖

此次合作期間亦嘗試逆同位素稀釋分析，過程中利用初期配製的兩瓶鉛標準溶液(實際濃度分別為 999.94 mg/kg 及 999.32 mg/kg)，依據圖附 12-6 之配製流程，共配製三瓶混合有同位素稀釋標準液之樣品(A1, A2, and B)。分析結果顯示，三者之量測濃度值極為相近，量測相對標準偏差(RSD)為 0.038%(NMIJ 進行 RID-MS 允許上限為 0.1%)。

完成逆同位素稀釋後，大畑研究員指導如何將同位素稀釋法搭配微波消化裝置應用於塑膠材料中無機元素之濃度分析(圖附 12-7)。採樣流程類似逆同位素分析，僅需將樣品更換為塑膠材料，完成秤重程序後即進行微波消化程序。此次實驗中，欲分析兩種塑膠材料(PVC 及 PP)中的鉛元素濃度，兩樣品皆為 NMIJ 所製造之原級驗證參考物質(PVC：NMIJ CRM 8123-a；PP：NMIJ CRM 8133-a)

Microwave digestion (PVC and PP)



圖附 12-7：應用微波消化方式暨同位素稀釋法於塑膠材料中無機元素濃度分析

實驗之分析結果顯示(表附 12-1)，兩量測濃度值分別為 962.5 mg/kg (PVC)及 942.4 mg/kg (PP) 均與參考物質之驗證濃度值相近，且落於其不確定度涵蓋區間內，顯示此次微波消化及同位素稀釋法之操作過程並無顯著誤差產生。

表附 12-1：應用同位素稀釋法於驗證參考物質塑膠材料中鉛濃度分析結果

Material	Measured Concentration (mg/kg)	SD (mg/kg)	Certified value (mg/kg)	Expanded uncertainty (mg/kg)
Pb in PVC (NMIJ CRM 8123-a)	962.5	3.9 (n = 2)	965.5	6.6
Pb in PP (NMIJ CRM 8133-a)	942.4	0.02 (n = 2)	949.2	7.5

附件十三、客戶滿意度報告

民生化學計量標準計畫主要目標，在建置國家現有度量衡領域的最高量測標準，提供國內產業民生之量測追溯。建置後之國家量測標準系統轉由「國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫」(NML)營運，系統校正服務滿意度由 NML 隨校正報告發送彙整。計畫發展計量技術扎根國內民生化學計量基礎的同時，針對累積之技術能量，亦藉由研討會的舉辦，廣宣民生化學計量追溯正確觀念與技術，並蒐集廠商需求以為研討會後續辦理與計畫規劃之參考。

本計畫研討會滿意度調查主要分四個面相進行資訊蒐集：

- (1) 活動內容規劃滿意度。包括課程安排滿意度、實用性滿意度、對參加者工作發展的協助、教材講義滿意度等。
- (2) 講師專業技能。包括講師授課滿意度、教材內容上課時段滿意度、專業學能與課程搭配滿意度、講授態度及敬業精神與教具輔助設施使用滿意度。
- (3) 培訓單位滿意度。包括培訓單位整體規劃及作業滿意度、服務人員態度滿意度及行政支援滿意度(場地、餐點、會場設施等)。
- (4) 綜合評價。包括訓練收穫滿意度及訓練的綜合評價。

本計畫 104 年度共舉辦 3 場研討會，其內容及參加者滿意度如下：

一、「鋼瓶標準氣體與氣體計量追溯」基礎班

隨著法規的公告實施，產品認證與規格驗證體制的成熟，執行量測活動時，品保措施的完善就是確保努力不白費的保證。計畫為扭轉執行自主管理常有心態：「有測就好」的盲點，特規劃此活動，廣宣氣體量測追溯正確觀念；研討會主要內容包括：(1) 氣體計量追溯方式；(2) 零級氣體規格驗證；(3) 甲醛的直讀量測與追溯；(4) 氣體濃度量測不確定度評估_由偵測器/分析儀校正。為提高學員學習成效，並安排實驗室參訪，讓學員對氣體追溯系統更具體的圖像，對 NML 實驗室管理與國際等同有更進一步瞭解。考慮學員學習品質與實驗室空間，本研討會限制參與人數參與。共有來自中華航空、台灣電力、中興電工、台灣動力檢測科技、電檢中心等 20 家 35 名專業人士共襄盛舉。

本研討會調查問卷總數 35 份，有效問卷 27 份，問卷回收百分比為 77%。在課程內容規劃滿意度如下附表 13-1，對整個活動規劃設計、課程實

用、對工作協助、教才滿意度、時數安排學員滿意度稍高於「滿意」，在滿分為5分下，整體平均為4.1分，其中教材安排滿意度4.2分。

表附 13-1：活動內容規劃滿意度(鋼瓶標準氣體與氣體計量追溯基礎班)

項次 計分	1.課程安排滿意度	2.課程實用滿意度	3.對工作發展的協助	4.教材安排滿意度	5.時數安排滿意度	平均
平均數	4.1	4.1	4.1	4.2	4.1	4.1
有效數	27	27	27	27	27	
備註	非常滿意5分、滿意4分、尚稱滿意3分、不太滿意2分、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。					

在講師授課專業技能方面，學員對授課方式、教材使用、專業學能與教具的滿意度為4.1分(非常滿意為5分)，稍高於滿意分數，在此面相學員對講師講授態度與敬業精神最為滿意，趨近於非常滿意4.3分(表附13-2)。

表附 13-2：講師授課專業技能滿意度(鋼瓶標準氣體與氣體計量追溯基礎班)

項次 計分	1.授課方式滿意度	2.準備教材內容及上課時段滿意度	3.專業學能與本課程搭配滿意度	4.講授態度及敬業精神	5.教具使用方法滿意度	平均
平均數	4.1	4.1	4.1	4.3	4.1	4.1
有效數	27	27	27	27	27	
備註	非常滿意5分、滿意4分、尚稱滿意3分、不太滿意2分、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。					

學員在培訓單位滿意度方面相對比較高，如表附13-3所示，在活動整體規劃、服務人員滿意度與行政支援，均給予4.3分，趨近於非常滿意。

表附 13-3：培訓單位滿意度(鋼瓶標準氣體與氣體計量追溯基礎班)

項次 計分	1.培訓單位整體規劃及作業的滿意度	2.服務人員服務態度的滿意度	3.行政支援滿意度 (場地、餐點、設施等)	平均
平均數	4.3	4.3	4.3	4.3
有效數	27	27	27	
備註	非常滿意5分、滿意4分、尚稱滿意3分、不太滿意2分、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。			

在綜合評價方面，整體而言學員對訓練收穫為4.3分，整體綜合評價為4.1分。

表附 13-4：綜合評價滿意度(鋼瓶標準氣體與氣體計量追溯基礎班)

項次 計分	1.訓練收獲的滿意	2.訓練的綜合評價	平均
平均數	4.3	4.1	4.1
有效數	27	27	
備註	非常滿意 5 分、滿意 4 分、尚稱滿意 3 分、不太滿意 2 分、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。		

問卷並針對活動整體請學員提供意見，以為後續研討會執行改進與規劃參考，並連結需求蒐集以為計畫後續規劃參考。本次學員相關建議如下：增加 ISO 6143 的訓練課程、增加鋼瓶標準氣體追溯標示齊全的 COA 範例 (Sample)、增加鋼瓶氣體驗證程序介紹、增加範例分析、刪除計算方法。如上意見將列為計畫後續研討會規劃之參考。

二、天然氣能量計量量測技術研習班

天然氣為目前國內普遍使用能源之一，從一般家庭每日生活所需至電廠發電使用，天然氣與每個人的生活息息相關，目前台灣每年天然氣交易總額超過 2500 億，在如此龐大的交易金額下，天然氣計量的準確與否為公平交易關鍵要素，故計畫規劃研討會，期提昇國內相關業者天然氣準確評估技能。本研習重點在於天然氣能量計量，除介紹天然氣工業及民生用計量常用流量計，亦介紹天然氣計量相關考慮要素，包括體積量、熱值，及透過質（熱值）量（體積量）總和計算後，以能量來計價，方能得到最公平的交易。本活動內容包括：(1) 天然氣能量計量原理與實際應用；(2) 工業用天然氣計量常用流量計介紹；(3) 民生用天然氣計量常用流量計介紹；(4) 國內天然氣計量追溯體系。本活動計有中油、大台北瓦斯、欣南天然氣、台灣檢測科技等瓦斯、檢測機構、全國認證基金會等 15 家 21 位專業人士參與。

本研討會調查問卷總數 21 份，有效問卷 21 份，問卷回收百分比為 100%。在課程內容規劃滿意度如下附表 13-5，對整個活動規劃設計、課程實用教材滿意度、時數安排學員滿意度為「滿意」，對工作協助 3.9 分接近滿意，整體滿意平均為 4 分。

表附 13-5：活動內容規劃滿意度(天然氣能量計量量測技術研習班)

項次 計分	1.課程安排滿意度	2.課程實用滿意度	3.對工作發展的協助	4.教材安排滿意度	5.時數安排滿意度	平均
平均數	4	4	3.9	4	4	4
有效數	21	21	21	21	21	
備註	非常滿意 5 分、滿意 4 分、尚稱滿意 3 分、不太滿意 2 分、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。					

本活動學員對講師授課專業技能滿意度如表附 13-6，在講師授課態度敬業精神最為肯定，為此面相最高分 4.5 分，其次為專業學能與教具使用 4.4 分與 4.3 分。學員對講師專業整體平均為 4.3 分。授課方式、教材則相對較低 4.1 分。

表附 13-6：講師授課專業技能滿意度(天然氣能量計量量測技術研習班)

項次 計分	1.授課方式滿意度	2.準備教材內容及上課時段滿意度	3.專業學能與本課程搭配滿意度	4.講授態度及敬業精神	5.教具使用方法滿意度	平均
平均數	4.1	4.1	4.4	4.5	4.3	4.3
有效數	21	21	21	21	21	
備註	非常滿意 5 分、滿意 4 分、尚稱滿意 3 分、不太滿意 2 分、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。					

本活動學員對培訓單位滿意度，服務人員的態度滿意度最高 4.3 分，其次為行政支援 4.2 分，整體平均為 4.2，稍高於滿意(見表附 13-7)。

表附 13-7：培訓單位滿意度(天然氣能量計量量測技術研習班)

項次 計分	1.培訓單位整體規劃及作業的滿意度	2.服務人員服務態度的滿意度	3.行政支援滿意度(場地、餐點、設施等)	平均
平均數	4.1	4.3	4.2	4.2
有效數	21	21	21	
備註	非常滿意 5 分、滿意 4 分、尚稱滿意 3 分、不太滿意 2 分、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。			

本研討會在綜合評價方面，學員訓練收穫為 4.1 分，綜合評價為 4.2 分，稍高於滿意。另學員提出建議希望能增加本課程開課頻率，5 年一次太久；亦有建議針對儀表廠商或瓦斯公司設計不同課程，針對學員的意見，計畫在

後續課程設計群眾的區隔，當可參考。

表附 13-8：綜合評價滿意度(天然氣能量計量量測技術研習班)

項次 計分	1.訓練收獲的滿意	2.訓練的綜合評價	平均
平均數	4.1	4.2	4.2
有效數	21	21	
備註	非常滿意 5 分、滿意 4 分、尚稱滿意 3 分、不太滿意 2 分、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。		

三、氣體濃度計量追溯與校正實務技術研討會

隨著環保法規的公告實施，產品認證與規格驗證體制日趨成熟，執行校正、檢驗或測試工作的人員，掌握正確的校正程序以符合計量追溯目的相形重要。本次研討以介紹標準氣體的計量追溯與配製驗證技術，氣體偵測器校正程序與原理，以及氣體偵測器校正之量測不確定度評估等內容，並運用實例說明執行校正與追溯時，標準品的品質如何影響校正結果，等一系列氣體濃度計量追溯校正相關技能進行講授分享，內容包括：(1) 標準氣體計量追溯與配製驗證技術；(2) 氣體偵測器校正程序與原理；(3) 量測不確定度評估介紹_氣體偵測器校正評估；(4) 氣體計量標準實驗室參觀。本研討會計有三福氣體、亞東工業氣體、光寶科技、佳是世達科技、品昌企業、華聯生物科技、陸軍飛彈光電基地、台灣檢驗科技等氣體科技等需求單位 22 家 43 專業人士參與。

本研討會調查問卷在資訊收集方向上做了部分更動，除滿意度調查，針對學員有興趣/需求的技術項目進行重點資訊收集，故與上 2 個研討會資訊有所不同。

本活動調查問卷總數 43 份，有效問卷 34 份，問卷回收百分比為 79%。學員對講師的評價方面，整體為 4.3 分；對活動綜合評價 4.2 分；針對有興趣/需求的部分，回收之 34 份有效問卷中，50%希望能多瞭解氣體濃度稀釋分析技術、47%氣體純度分析技術、29%微量水氣濃度計量技術、26%多成份揮發性有機化合物濃度驗證與配製，約 10%希望多瞭解甲醛氣體濃度計量技術、超微量無機元素量測技術、無機類不純物濃度量測技術等。

整體而言，本計畫 104 年對研討會學員對活動滿意度，培訓單位滿意度比講師專業技能及課程規劃為高，此種結果可能原因為：

- (1) 工研院量測中心有專屬研討會辦理團隊，在行政支援、互動、各項安排等已形成一套既有運作體系，一旦系統啟動，即具備一定活動辦理品質；
- (2) 專業技能與課程規劃，涉及需求市場區隔，比如學員建議能針對天然氣儀表廠商、瓦斯公司設計不同課程，便是一例，學員建議十分珍貴，後續課程在研討會宗旨、需求量與學員區隔考量上，計畫將更加謹慎思考、測試、調整。

在培訓單位滿意度、講師專業技能，學員對人員態度與敬業精神均給予該面相之最高評價，此評價在計畫後續活動，將持續維持。

附件十四、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 (3/4)

104 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. 甲醛滲透法會同時釋出甲醛與副產物—水，而水的濃度須以微量水產生法加以定量，方能求得甲醛之濃度，故甲醛產生法的準確性是維繫在微量水產生法的準確性上。再者，微量水的產生是在定溫、定容、定壓下的飽合水蒸氣，為一熱力學上可計算之數值，惟須在靜態條件下達到平衡，因此由載氣動態帶出將有別於靜態條件，並非平衡狀態，會造成水濃度低估，且流速愈大負偏差愈大，若屬實，則也會連帶影響甲醛的準確性。</p>	<p>• 感謝委員的意見，以滲透法方式產生甲醛主要依照下列方程式進行， $\text{HO}-[\text{HCHO}]_n-\text{H} \rightarrow n \text{HCHO} + \text{H}_2\text{O}$ $(n = 8\sim 100)$ 誠如委員所述，多聚甲醛滲透管之質量損失除了高溫裂解產生甲醛氣體外，亦包含微量水氣。且因多聚甲醛之鏈長(聚合程度，n)並非固定值，其高溫裂解後產生之水氣濃度亦非固定值，因此計畫於本年度採購一部高靈敏度之水氣分析儀器進行量測。委員於意見中所提及的不準確因素，的確可能存在於水氣產生系統，然而計畫量測水氣之計量追溯是將水氣分析儀器送至日本 NMIJ，利用該研究室的微量水氣原級標準進行儀器校正，故此儀器的量測結果具有追溯性，之後再利用此校正過之水氣分析儀器建立其他水氣分析儀器的量測追溯鏈，意即水氣濃度量測的準確度是繫於水氣分析儀器本身，與本計畫所建立之水氣產生設備的水氣絕對濃度無直接關聯。而多聚甲醛裂解產生的水氣含量變化可於水氣分析儀器的讀值中充分掌握用以計算與修正甲醛濃度。</p>
<p>2. 該實驗室在標準氣體製備與驗證技術上已臻國際水準，值得讚賞，惟食品或液相中的 PBDEs 與 DEHP 等環境賀爾蒙的分析技術與其擅長之氣體製備與驗證技術屬於完全不同性質與目的的工作，前者為本計畫委辦單位工研院所擅長的技術，而後者在國內已有許多單位從事例行性操作，工研院相關實驗室並不具備發展優勢，也很難超越許多環境檢測實驗室。</p>	<p>• 感謝委員對計畫標準氣體製備與驗證技術的肯定，針對食品或液相中的 PBDEs 與 DEHP 等環境賀爾蒙的分析技術，在國內與民生健康相關之食品安全議題發生後，常見之爭執點主要圍繞在 A 單位檢驗合格但 B 單位抽檢不合格，此中主要差別在於不確定度的提供與否，以及標準品是否準確（具有追溯）。目前國內各環境檢測實驗室並未針對分析結果提供不確定度，因此，本實驗室之研究目標旨在提供具追溯性與不確定度之濃度分析，藉此提升數據之可信度與增加判斷依據。進一步則可進行濃度驗證服務，令國內二級實驗室之參考物質有所依循。</p>

建 議 事 項	說 明
3.DEHP 在水體中普遍存在，也非常容易從容器、管線、試劑中導入，不容易取得完全空白之樣品，因此空白扣除與偵測下限的求得有其一定程度的困擾，可稍加討論之。	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的提醒與建議。本計畫在進行樣品中 DEHP 濃度分析時，對於會接觸樣品之容器與耗材，儘量選擇非塑膠之材質，並同步分析不含分析樣品之空白樣品，藉此評估非分析樣品中 DEHP 之影響。DEHP 濃度分析檢量線線性方程式 $y = 1.2339x + 0.0064$，經計算結果可得背景當量濃度為 0.0052 ppm，且系統分析之偵測極限可達 0.0034 ppm，顯示系統整體的背景汙染已獲得控制。
B 委員	
1.建立水溶液中塑化劑濃度量測技術，其標準參考物種為何？是要以個別毒性最大？或穩定性？或背景干擾？或市場使用最多？或多物種？或其他？請說明其考量。	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的提問。標準參考物種為鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (DEHP)，選擇此物種主要考量市場需求，其為市場最常被使用之塑化劑，且由於之前食品合法添加物起雲劑中發現 DEHP 之存在，在考量市場與民生緊密關連下，選擇此一物種作為優先考量。
2.水溶液中塑化劑濃度量測，可知 TFDA 如何管制及執行現況？	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的提問。目前 TFDA 有關食品中塑化劑之管制，可參考「食品器具容器包裝衛生標準」(102 年 4 月 9 日署授食字第 1021300776 號)。 <ul style="list-style-type: none"> (1)專供 3 歲以下嬰幼兒使用之食品器具及容器，不得添加 DEHP、DBP、BBP、DNOP (2)DEHP、DBP、BBP、DIDP、DINP、DMP、DNOP、DEP 等 8 種物質，於食品器具及容器中個別含量不得超過 0.1% (重量比)，且含量總和不得超過 0.1% (重量比)。 以正庚烷作為溶媒(25 °C, 1 小時), DEHP 溶出在 1.5 ppm 以下, DBP 溶出在 0.3 ppm 以下, BBP 溶出在 30 ppm 以下, DIDP 溶出在 9 ppm 以下, DINP 溶出在 9 ppm 以下, DEHA 溶出在 18 ppm 以下。

建 議 事 項	說 明
3.對於遠榮公司供應之飛行員面罩之氧氣具有刺鼻臭味，飛行過程產生暈眩之危險狀態滋事體大，就分析技術及其生產過程而言，到目前可有何說明？	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的提問。計畫透過分析結果發現，僅機上鋁瓶含有較高濃度之 CO, CO₂, CF₂O, SiF₄, CF₄, CClF₃, CCl₂F₂, CCl₃F 等物種，其濃度值均高於“飛行員呼吸用氧氣之品質管制”標準(MIL-O-2721OF)。 而架設於填充車上之一般氧氣鋼瓶，雖有發現相同汙染物種，然其濃度值明顯低於機上鋁瓶，故汙染來源尚無法明顯建立對應關係。由於該疑似汙染來源之氧氣鋼瓶中水氣明顯高於其他氣瓶數倍，推測乃是因為該疑似汙染來源鋼瓶中水氣濃度過高，造成高反應性物種如 CF₂O, SiF₄, 等具刺鼻性臭味之物種降解，而機上氣瓶因是由數瓶氧氣鋼瓶混和填充，因此水氣濃度經混和稀釋後較低，隨時間之降解速率較慢，因此導致無法建立對應之汙染來源相關性。
4.期中報告 P.17，ppm NO in N ₂ 檢量線之迴歸模式，請說明。	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的提問。本系統利用傅力葉轉換紅外光譜 (FTIR) 建立(50 至 2000) ppm 之 NO in N₂ 檢量線，因訊號值與標準氣體濃度呈曲線，因此採用二次迴歸分析法 ($C_{anal} = a \cdot X^2 + b \cdot X + c$) 進行 NO in N₂ 濃度分析。此迴歸模式參考 ISO 6143 執行。
5.甲醛系統搬遷後，地板振動對系統磁浮天平之干擾，確實改善很多。穩定性評估結果，確認了當初的想法。	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的建議。振動對於天平系統的穩定性十分重要，計畫依照委員的建議進行改善，確實使系統表現更佳，此將有助於整體系統量測不確定度的優化。
C 委員	
<p>1.此計畫(第3年度上半年)在氣體化學計量標準技術與民生安全管制物質計量標準等兩大分項，有依照原計畫內容執行，並辦理技術轉移、技術服務與參與國際活動等，計畫成果豐碩。以下有幾點問題與建議：</p> <p>(1)在「貳、工作執行情形」，宜在執行表格中增加「差異分析」欄位以清楚呈現執行進度與原計畫是否有差異。</p> <p>(2)預算執行率多數超出預期甚多，宜說明並調整進度以確保經費足夠。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員對計畫執行內容的肯定，委員之建議處理如下： <p>(1)在期中執行報告審核後修正版之「貳、工作執行情形」，增加「差異分析」欄位，實際執行進度與計畫規劃比較兩者差異。</p> <p>(2)感謝委員的提醒，本計畫經費因：(A)計畫契約書要求 104.07.15 日前檢送工作進度達 45%之計畫執行進度報告，方可請款，本報告預算累計分配數是至 6</p>

建 議 事 項	說 明
<p>(3) 此計畫計量技術建立多參考國際標準如 ISO 與 US EPA 等，唯有機/無機物質濃度計量技術研究缺乏相關之可參考標準，宜做適當之說明，例如是否屬於前瞻性、自行開發之技術等。</p> <p>(4) 上半年量化成果中有少數項目達成率偏低，宜說明並加快進度。</p>	<p>月底，若計畫預算數至 7 月累計分配數即達 21,024 仟元，執行率將由執行報告之 281.77% 降至 119.52%。(B) 為加速計畫之執行，計畫二項設備購買(10,000 仟元)，行政手續均以急件購置，並請廠商配合，二項設備均提前於規劃時程前到貨，故動支較原規劃超前。計畫將依委員建議管控預算進度至計畫結束，確保經費足夠。</p> <p>(3) 感謝委員的建議。無機物質濃度計量技術為 104 年度開始執行，規劃目標乃是以滿足產業前瞻性為主，規劃方向選定建立業界需求之超微量無機元素分析技術，滿足業界對於各類型試劑或氣體原料內超微量無機污染物之分析需求，目前國內尚無可進行相關技術服務之實驗室，上述分析技術均為自行開發。至於量測準確度部分，標準品來源乃是追溯至日本國家實驗室(NMIJ)，目前亦已規劃於民生計畫結束後建立相關原級參考物質(民生計畫二期)。有機子項部分於 104 年建立 DEHP 相關分析技術，包含背景控制、檢量線建立(偵測極限可達 0.004 ppm)、及包裝材料中 DEHP 的溶出測試。進一步將應用上述能力，配合 ISO guide 34，於 105 年完成塑化劑(DEHP)原級參考物質的建立。</p> <p>(4) 感謝委員的建議。針對量化成果說明如下：</p> <p>A. 國家量測標準建立：規劃之 2 套系統擴建，目前均進行系統校正程序與評估報告撰寫，將於 10 月向標準檢驗局申請進行系統查驗會議，預計 11 月即可完成查驗程序，完成擴建。</p> <p>B. 國際比對 2 項：C₃H₈ in N₂ 已完成國際比對，O₂ in N₂ 已於 6/29 日收到日本 NMIJ 比對件，並於 8 月中完成分析工作，目前進行比對報告撰寫，預計 9 月完成。國際比對需配合主辦單位送件時程，計畫將於年度結束前完成本項工作。</p>

建 議 事 項	說 明
	<p>C. 國內比對，100 $\mu\text{mol/mol}$ 一氧化碳/氮氣於 7/3 完成比對件配製與濃度驗證分析，7/9 各參與實驗室完成比對件收件並回傳收件單，各參與實驗室將於 8/31 將比對件寄回並回傳分析結果報告。</p> <p>D. 研討會，已於 8/18 舉辦第二場研討會，累計執行率達 66%，預計 11 月舉辦第三場研討會，完成計畫年度預定規劃。</p> <p>E. 驗證參考物質、CMC 登錄申請、論文、研究報告，此些量化產出為技術完成後之下游產出，計畫將於下半年，技術完成陸續產出規劃項目。</p>
D 委員	
1. 計畫執行進度與原計畫無差異。	• 感謝委員的意見。
2. 計畫預算支用比率 127%，與原計畫大致無差異。	• 感謝委員對預算動支的正向意見。
3. 報告書第 17、18 頁所載「完成 1 ppm H ₂ O in N ₂ 重複性與再現性分析，評估結果其相對擴充不確定度為 2.8%。」，請說明該相對擴充不確定度是否過大？	• 感謝委員的提問。本計畫 103 年將水氣分析儀器(CRDS)送至日本 NMIJ 校正(0.01 至 1) ppm H ₂ O in N ₂ ，根據 NMIJ 出具的校正報告，此儀器量測 1 ppm H ₂ O in N ₂ 的相對擴充不確定度為 1.7%，104 年利用此經校正的水氣分析儀器搭配自組裝微量水氣產生裝置評估產生 1 ppm H ₂ O in N ₂ 之不確定度，評估不確定度來源包含量測重複性、再現性與水氣分析儀的不確定度，綜合之相對擴充不確定度為 2.8%，結果應屬合理。
4. 本計畫上半年完成國際比對 1 項、證參考物質 1 項、研討會辦理 1 場、技術報告 2 件、論文 4 篇、技術服務 28 件次、可移轉技術簽約收入金額 2,234 千元，執行情形良好。	• 感謝委員對計畫上半年執行情形的肯定。
E 委員	
1. 計畫執行團隊執行進度符合 104 年度委辦計畫需求，惟年度目標達成率部分項目仍需強化。	• 感謝委員的提醒，計畫部分目標為技術完成後方可進行的後續作業(如 CMC 登錄申請、研究報告等)，計畫將依委員建議強化年度目標的達成。
2. 計畫預算支用度尚符合委辦計畫需求。	• 感謝委員對經費動支的肯定。
3. 建議將期初細部審查報告委員意見及回應情形，列於期中報告內。	• 感謝委員的意見，計畫將於期中執行報告審核後修正版放入細部審查委員意見及回覆。

建 議 事 項	說 明
4.建議增加「肆、綜合檢討及建議意見」內容，尤其是建議意見部分。	• 感謝委員的意見，計畫將於期中執行報告審核後修正版之「肆、綜合檢討及建議意見」，強化建議事項。
5.已完成鋼瓶標準與氣體計量追溯基礎班訓練，是否有進行意見交流回饋，若有進行請說明。	• 感謝委員的提問。在課程介紹方面，與會廠商反應希望能再深入說明氣體濃度之驗證方式、符合計量追溯之報告格式、不確定度評估流程及簡單範例介紹等，目前規劃在下半年度及未來所舉辦的相關研討會中，將上述內容於課程中增列做更清楚的介紹。在實驗室參訪方面，廠商（包含夫翔氣體，台灣電子檢驗中心，豐明興業，寶磯系統股份）對於我方目前發展之技術，如甲醛、微量水氣等動態配製法表達興趣，未來有機會與國內廠商合作，協助相關技術之建立。
6.有關期中報告無機分析實驗室建置部分，因尚未完成驗收程序，建議不應以已完成無機分析實驗室建置呈現。	• 感謝委員的建議，已將無機分析實驗室建置修改為「進行」無機分析實驗室建置。
7.104 年度重要成果國際合作洽談提及 103.6.30 取得 NMIJ 同意...是否為誤植。	• 感謝委員的指正，其為誤植，應為 104.6.30，已於期中執行報告審核後修正版修正。

委員審查意見彙整表

計畫名稱：民生化學計量標準計畫 (3/4)

104 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	
1. 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。	• 感謝委員對計畫的肯定。
2. 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次數，比對結果如何或歷年比對成果，建議說明。	<p>• 感謝委員的建議。國際比對活動在參與之國家實驗室與機構將比對件鋼瓶與分析數據結果寄回主辦機構後，由主辦機構負責進行比對報告之撰寫。比對報告可分為以下三個階段：Draft A、Draft B 與 Final Report。比對報告的初稿 Draft A 包含各個參與機構的分析結果，並交由各參與機構進行數據確認，屬於機密資料，不對外公布。Draft B 除了參與機構的回饋資料，並加上關鍵比對參考值 (Key Comparison Reference Value, KCRV) 與等同程度，除了量測結果可公開外，其他仍屬機密資料。Draft B 內容經過諮議委員會審核通過後才成為 Final Report，方可以完全公開。因此當參加機構回傳分析數據到 Final Report 產出，至少需歷時半年至一年，甚至更久。以下就目前本單位已參與之國際比對活動並有 Final Report 者進行說明：</p> <p>EURAMET.QM-S5 / 1166 : (10 to 50) mmol/mol CO₂ in N₂ ; APMP.QM-S4 : 2000 μmol/mol CO₂ in N₂ ; APMP.QM-S7 : 2000 μmol/mol CH₄ in N₂。由下圖可以看出本單位在幾次的國際比對中與其他先進國家實驗室的分析結果均等同，達到國際等同之目標。而 APMP.QM-S4 : 2000 μmol/mol CO₂ in N₂ 比對項目的擴充不確定範圍看似偏大，但換算為相對誤差時，其僅約千分之一的相對擴充不確定度，對應至產業應用需求（一般為百分之二）其結果已超越技術發展目標。歷年參與國際比對活動之執行成果彙整如下圖。</p>

建 議 事 項	說 明
	<p>The figure consists of three vertically stacked line graphs, each showing the 'Degrees of Equivalence' for various participants or laboratories. The y-axis for all graphs represents the 'Degree of Equivalence' in different units (nmol/mol, μmol/mol, or μmol/mol).</p> <ul style="list-style-type: none"> EURO.QM-S5 / 1166: The y-axis ranges from -0.30 to 0.18 nmol/mol. The x-axis lists participants: IFO, VSL, UME, NPLI, METI, NIMT, METAS, ASTAR, CMS, INM/RO, and GUM. A red box highlights the data point for CMS, which is approximately -0.05 nmol/mol. APMP.QM-S7: The y-axis ranges from -30 to 30 μmol/mol. The x-axis lists laboratories: UME, NPLI, NIMT, NMC/A*STAR, CMS/ITRI, KRISS, and NMISA. A red box highlights the data point for CMS/ITRI, which is approximately 5 μmol/mol. APMP.QM-S4: The y-axis ranges from -8.0 to 8.0 μmol/mol. The x-axis lists laboratories: CMS/ITRI and KRISS. A red box highlights the data point for CMS/ITRI, which is approximately -1.5 μmol/mol.
<p>3. 結論與建議部分建議再加強說明本年度計畫執行之成果及關於本年度計畫執行所遭遇困難及未來執行之建議。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的建議。計畫將依委員建議加強本年度執行成果及遭遇困難與解決方式之說明，補充於審核後之修正版之執行報告。在執行所遭遇困難及未來執行建議方面說明如下：為滿足國內空氣品質管理相關之懸浮微粒及 ppb 等級 SO₂ 等分析設備性能確效需求，另進一步深入瞭解環保署空氣品質監測網內所使用零空氣產生機的實際水氣含量對氣狀物分析儀零點校正的影響，規劃於 105 年度將微量 SO₂ 動態配製技術及其所使用零空氣產生機的規格驗證技術增列至計畫工作中，唯所需求相關設備設施已無法於本計畫增列資本門投資採購，改爭取工研院 105 年度自行投資，由於單位自行投資的經費資源有限，是否能順利購買儀器有其不確定性，此將連帶增加 105 計畫執行之風險。
<p>B 委員</p>	
<p>4. 第 2 頁：[最小不確定度] 是否應為 [最大不確定度]？</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的提問，以 KI4000 認證為例，各物種之校正範圍都是一個濃度範圍，若以相對擴充不確定度表示，例如 CO：(1000 to 10000) μmol/mol，評估此濃度範圍之相對擴充不確定度為 0.9%，但若換算成擴充不確定度表示，對於 1000 μmol/mol 為 9 μmol/mol；對於 10000 μmol/mol 則為 90 μmol/mol，故此濃度範圍之最小相對擴充不確定度為 0.9

建 議 事 項	說 明
	<p>%，以此最佳能力申請 ISO 17025 認證。未來提供校正服務時，若實際評估結果大於最小不確定度，則以實際評估值呈現於校正報告中；若實際評估結果小於最小不確定度，仍僅能以最小不確定度表示。</p>
<p>5. 第 24 頁: NO 濃度由 1000 pm 跳到 2000 pm，缺少其間的濃度，亦會影響到 Curve Fitting 結果。</p>	<p>• 感謝委員的提問，關於(50 to 2000) ppm NO 濃度動態配製技術使用 FTIR 作為濃度量測儀器，然而 FTIR 對於 NO 的線性範圍並無法涵蓋欲配製之濃度範圍，計畫利用儀器內建之參考光譜進行模擬，選擇二次迴歸可獲得較佳的 Curve Fitting 結果(R^2 已達 0.9999 以上)，迴歸點數共計 7 個數據點，已符合 ISO 6143 中對於二次迴歸的點數要求，(1000 to 2000) ppm 此區間增加濃度點雖可獲得更完整的迴歸方程式，但對目前整體不確定度評估結果影響並不大。</p>
<p>6. 第 28 頁: 甲醛滲透率量測圖中，溫度在 25 °C 與 80 °C 之間，缺少中間溫度量測值。</p>	<p>• 感謝委員提問，由於甲醛滲透管內部填充為多聚甲醛固體，需加熱裂解才能產生甲醛氣體，其溫度越高滲透率越大，甲醛濃度越高，但在一般室溫條件之滲透率則趨近於零。本系統預期產生之甲醛濃度為(1 to 10) ppm，參考滲透管原廠提供之滲透率報告及其他國家實驗室已發表之文獻，系統設定於 80 °C 至 100 °C 度之條件進行技術建立，故計畫乃針對 80 °C、90 °C 及 100 °C 三個溫度進行測試評估及最佳化，於 25 °C 至 80 °C 間未進行評估。</p>
<p>7. 第 42 頁: 歲入繳庫實際數之技術授權值 2,158,194 元，應為 2,158,194 元</p>	<p>• 感謝委員的指正，本計畫 104 年度技術移轉簽約收入數為 2,158,194 元，將於審核後修正版修正。</p>
<p>C 委員</p>	
<p>8. 本年度完成氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統: NO in N₂ 及 SO₂ in N₂，請說明其預期之效益為何?</p>	<p>• 感謝委員的提問，因應主管機關公告之『勞工作業環境監測實施辦法』第二章第 11 條、世界衛生組織常見的污染物指標以衡量空氣品質及『固定污染源空氣污染物排放標準』，標準氣體要求應追溯至國家或國際標準，此標準氣體主要應用在連續自動監測系統 (Continuous Emission Monitoring System) 上。氣體的濃度量測一般仰賴標準氣體執行分析設備的校正，但不同濃度之標準氣體的取得在成本與實務工安問題上有其困難度，因此在分析設備校正時，多數會使用 <u>高濃度標準氣體</u> 搭配 <u>氣體濃度稀釋裝置</u> 作為校正用</p>

建 議 事 項	說 明
	<p>工作標準氣體的供應源。國內執行環境監測與固定污染源排放檢測之 TAF 認可實驗室及環境檢驗實驗室，目前共有 35 間，以每間實驗室一年校正 1 台氣體濃度稀釋裝置，預估未來每年校正量超過 35 台；此外，全台灣環保署轄下約 74 個空品站，每一站次空品站一年之氣體濃度稀釋裝置校正需求為 1 台，全台約 74 個空品測站，預估未來每年校正量超過 74 台。</p>
<p>9. 本年度完成建立 O₂ in N₂、CO+CO₂+C₃H₈ in N₂及 H₂S in N₂驗證參考物質配製與濃度量測技術，請說明其預期之效益為何？</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員提問。計畫產出高濃度 O₂ in N₂ 驗證參考物質可提供經濟部節約能源及使用能源效率規定中對於廠商廢氣排放管道中”煙氣含氧體積濃度”量測追溯之用，可推動企業節能減碳，引導產業提高能源使用效率；產出多成分混合氣體 CO+CO₂+C₃H₈ in N₂ 驗證參考物質則可滿足新版車輛排氣分析儀檢定檢查技術規範 (CNMV 99)中，對於所使用之標準氣體計量追溯需求，可減低車輛排氣對環境空氣污染的影響；產出 H₂S in N₂ 驗證參考物質則可讓國內環檢單位對於勞工作業場所與大氣環境中 H₂S 污染物檢測濃度有所追溯，提升量測數據之準確性，維護勞工作業安全與增進國民健康。
<p>10. 請說明為何採用二次迴歸分析進行濃度 50 ppm 以上 NO in N₂ 濃度分析與其量測不確定度評估，而非採用線性迴歸分析法，其差異為何？</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員提問，關於(50 to 2000) ppm NO 濃度動態配製技術使用 FTIR 作為濃度量測儀器，然而 FTIR 對於 NO 的線性範圍並無法涵蓋欲配製之濃度範圍，利用儀器內建之參考光譜進行模擬，選擇二次迴歸可獲得較佳的 Curve Fitting 結果(R²可達 0.9999 以上)，若採用線性迴歸之 R² 僅 0.992。參考 US EPA/600/R-12/531 文件內容，儀器訊號（亦即分析訊號值）的迴歸曲線對於量測結果的影響需納入系統量測不確定度評估，若採用線性迴歸分析，將增加量測結果之不確定度，且實驗進行迴歸之數值點數共計 7 個數據點，已符合 ISO 6143 中對於二次迴歸的點數要求。
<p>D 委員</p>	
<p>11. 此計畫在第三年度完成兩個系統之擴建、參與國際比對、辦理國內驗證比對、建立動態配製與超微量無機元素量測等技術及參考物質，在技術建置、國際交流與國內產業技術服務等</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員對計畫技術建置、國際交流、與國內績效服務績效的肯定。 • 針對委員建議審核後追蹤的部分，計畫在綱要計畫書、細部計畫書、執行報告等計畫申請/執行/結案階段，評審後均針對委員意見及審

建 議 事 項	說 明
<p>績效良好。以下僅有一點建議，供參考：</p> <p>此計畫規模廣、細節多，且有多位專家學者之多次審查，而審查意見因為時間關係執行單位於審查會議中有口頭回覆，但事後缺乏書面形式供審查委員參考與追蹤，故建議可建立相關機制。</p>	<p>查會議記錄進行修改/增補內容，並製作評審前後修正對照表，以供審核；另，委辦單位亦針對各委員意見進行不定期執行追蹤，以 104 為例，12/17 日計畫之第二次不定期稽核即針對期中執行報告，委員各項建議執行情形進行稽核追蹤。</p>