



經濟部標準檢驗局 102 年度執行報告

民生化學計量標準計畫（1/4）

（第 1 年度）

全程計畫：自 102 年 1 月至 105 年 12 月止

本年度計畫：自 102 年 4 月至 102 年 12 月止



工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

中華民國 102 年 12 月

目 錄

基本摘要	I
壹、102 年度重要活動與成果記事	1
貳、前言	6
參、計畫變更說明	8
肆、執行績效檢討	9
一、計畫達成情形	9
(一) 進度與計畫符合情形	9
(二) 目標達成情形	10
(三) 配合計畫與措施	18
二、資源運用情形	19
(一) 人力運用情形	19
(二) 經費運用情形	20
(三) 設備購置與利用情形	22
(四) 人力培訓情形	22
伍、成果說明與檢討	24
一、非量化執行成果說明	24
(一) 氣體化學計量標準技術分項	24
(二) 環境化學計量標準技術分項	57
二、年度計畫整體量化執行成果說明	66
(一) 技術推廣活動成果說明	66
(二) 技術服務成果說明	71
(三) 技術運用之衍生增值成果說明	82
(四) 論文發表成果說明	84
(五) 產出成果一覽表	89
陸、結論與建議	90
一、氣體化學計量標準技術分項	90
二、環境化學計量標準技術分項	92
柒、附件	94
附件一、新台幣 3 百萬元以上(含)之儀器設備清單	94
附件二、新台幣 1 百萬元以上(含)之儀器設備清單	95
附件三、國外出差人員一覽表	96
附件四、專利成果統計一覽表	97
附件五、論文一覽表	98
附件六、研究報告一覽表	100
附件七、研討會/成果發表會/說明會一覽表	101
附件八、中英文對照表	102
附件九、研究成果統計表	104
附件十、參考文獻索引	105

附件十一、GAS2013 研討會口頭論文發表簡報	109
附件十二、APMP/TCQM GAWG Workshop 議程與發表主題	115
附件十三、NMIJ 到訪計量專家技術交流簡報	117
附件十四、期中委員意見彙整表	124
附件十五、期末委員意見彙整表	132

圖 目 錄

圖一：國內氣體濃度量測需求彙整圖.....	24
圖二：由產業需求歸納之氣體計量核心技術要項.....	24
圖三：產業上下游氣體計量需求鏈分析.....	25
圖四：傅立葉紅外光譜儀分析系統示意圖.....	26
圖五：CO 檢量線 (FTIR 光徑長 1.0 m, 可定量範圍為 50–1200 ppm).....	27
圖六：CO ₂ 檢量線 (FTIR 光徑長 5.6 m, 可定量範圍為 13–270 ppm).....	27
圖七：CH ₄ 檢量線 (FTIR 光徑長 1.0 m, 可定量範圍為 50–1200 ppm).....	27
圖八：運用 QMS 建立之 N ₂ 檢量線 (線性範圍為 10–500 ppm).....	28
圖九：光腔衰盪光譜儀分析系統示意圖.....	30
圖十：壓縮空氣通過吸附材 (sample a) 後殘留之水氣與時間之關係圖.....	31
圖十一：光腔衰盪光譜儀分析系統可測定之最低濃度值小於 100 ppb.....	31
圖十二：市售微量水氣分析設備量測準確度分析.....	33
圖十三：簡易型微量水氣產生裝置設計與其校正追溯示意.....	33
圖十四：氣相層析分析系統示意圖.....	34
圖十五：O ₂ 、N ₂ 及 Kr 標準品(Balance Gas 為 He)之氣相層析分析圖譜.....	35
圖十六：Xenon 氣體內含 O ₂ 、N ₂ 及 Kr 等不純物之氣相層析分析圖譜.....	35
圖十七：驗證參考物質配製與濃度確效驗證流程示意圖.....	36
圖十八：靜態重力法高壓氣體充填配製裝置圖.....	37
圖十九：CO ₂ in N ₂ 生產配製混合氣體濃度驗證迴歸分析圖.....	38
圖二十：國家度量衡實驗室標準系統品質運作流程圖.....	39
圖二十一：國家度量衡實驗室所提供驗證參考物質之證書參考範例.....	39
圖二十二：CO in N ₂ 生產配製混合氣體濃度驗證迴歸分析圖.....	40
圖二十三：非分散性紅外光分析儀相關組成示意圖.....	41
圖二十四：傅立葉紅外光譜儀分析系統示意圖.....	44
圖二十五：FTIR 之 SO ₂ 之標準光譜與樣品吸收光譜圖.....	45
圖二十六：SO ₂ 濃度與分析訊號之迴歸曲線圖.....	45
圖二十七：零級空氣產生裝置設計.....	46
圖二十八：質量流量法動態氣體濃度配製設備圖 (本年度計畫採購設備).....	46
圖二十九：醇類氣體動態配製系統示意圖.....	47
圖三十：乙醇氣體量測濃度與氣體稀釋流量之迴歸分析圖.....	47
圖三十一：稀釋倍率驗證系統示意圖.....	51
圖三十二：稀釋倍率驗證流程圖.....	52
圖三十三：理論稀釋倍率與實際稀釋倍率換算方程式及其關係圖.....	53
圖三十四：氣體濃度量測追溯圖.....	54
圖三十五：動態氣體濃度稀釋配製架構示意圖.....	55
圖三十六：動態式微小質量量測裝置設計圖.....	55
圖三十七：檢測需求與計量追溯關聯圖.....	57

圖三十八：分析系統示意圖	58
圖三十九：分析系統設備圖（Agilent GC 7890A-MS 5975C）	58
圖四十：十溴二苯醚($^{13}\text{C}_{12}\text{Br}_{10}\text{O}$ 為同位素內標準品)線性圖示	60
圖四十一：多成分多溴二苯醚層析圖譜	61
圖四十二：計畫全程技術產出規劃	90
圖四十三：氣體偵測器材校驗之需求技術整合運用與設計概念圖	91
圖四十四：氣體計量技術產業應用規劃	91
圖四十五：環境有機計量技術產業應用規劃	92

表 目 錄

表一：FTIR、QMS 與 GC-DID 測定惰性純氣中微量不純物之方法偵測極限.....	29
表二：美國環境保護署公告之零級空氣規格.....	32
表三：(100-2000) $\mu\text{mol/mol}$ 之 CO_2 in N_2 驗證參考物質配製濃度一覽表.....	37
表四： CO_2 in N_2 分析參數設定.....	38
表五： CO in N_2 分析參數設定.....	40
表六：FTIR 之 NO 與 SO_2 分析操作條件.....	44
表七：分析 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ in Air 混合氣體濃度之方法與系統條件說明.....	49
表八： $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ($301 \mu\text{mol/mol}$) 濃度量測不確定度分析表.....	50
表九： CO in N_2 實際稀釋倍率分析表.....	52
表十：DFTPP 質量強度要求標準.....	59
表十一：實際注入含 50 ng DFTPP 之標準品溶液質譜儀分析結果.....	59
表十二：氣相層析質譜儀條件.....	61
表十三：重量法校正微量吸管體積($1000 \mu\text{L}$)之不確定度分項綜合列表.....	64
表十四：第一次 CEMS 標氣鋼瓶檢測濃度分析表.....	75
表十五：CEMS 監測系統準確度驗證表.....	75
表十六：第二次 CEMS 標氣鋼瓶檢測濃度分析表.....	75
表十七：國內自製標準氣體品質抽檢結果彙整表.....	76
表十八：全年度技術諮詢服務彙整表 I (氣體純度分析).....	77
表十九：全年度技術諮詢服務彙整表 II (氣體濃度檢測驗證).....	78
表二十：全年度技術諮詢服務彙整表 III (儀器校正與實驗室輔導).....	79
表二十一：全年度技術諮詢服務彙整表 IV (驗證參考物質需求).....	80
表二十二：檢校技術服務彙整.....	81

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 (1/4)			
主管機關	經濟部標準檢驗局	計畫編號	102-1401-04-04-12	
執行機構	財團法人工業技術研究院	審議編號		
年度	102	全程期間	10204-10512	
本期經費	30,600 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	25 %	25 %	0 %
經費支用		預定支用經費	實際支用經費	支用比率
	當年	30,600 仟元	30,600 仟元	100.00 %
	全程	30,600 仟元	30,600 仟元	100.00 %
中文關鍵詞	化學計量、環境化學、參考物質、微量水氣、氣體純度、無機酸、多溴二苯醚、氣相層析質譜儀、氮氧化物、硫氧化物、品質管制、室內空氣品質、揮發性有機物			
英文關鍵詞	Metrology in Chemistry、Environmental Chemistry、Reference Material、Trace Moisture、Gas Purity、Inorganic Acid、Polybrominated diphenyl ethers、Gas chromatography mass spectrometer、Nitrogen Oxide、Sulfur Oxide、Quality Control、Indoor Air Quality、Volatile Organic Compounds			
研究人員	中文姓名		英文姓名	
	彭國勝		Gwo-Sheng Peng	
	林采吟		Tsai-Yin Lin	
	李佩玲等		Pei-Ling Lee etc.	
研究成果中文摘要	<p>「民生化學計量標準計畫」針對科技產業與民生工業所使用之化學品排放濃度管制建立國家最高計量標準，提供國內民生產業之計量追溯，連結我國與國際之「標準、檢測及認驗證」達技術等同。計畫目的在建置與國際接軌之國家民生化學計量追溯體系，扎根國內民生化學計量基礎，確保量測結果的準確度，協助政府落實「永續社會」、「永續環境」與「永續經濟」之政策方</p>			

針。本年度工作主要內容包括：(1) 工業製程氣體純度計量標準技術開發：進行自動線上真空清洗取樣技術建立、與 FTIR 與 QMS 氣體濃度量測技術建立。(2) 工業管制氣體濃度驗證參考物質研製，包括 CO/N₂ 與 CO₂/N₂ 污染物以及 1 - 10 μmol/mol 等級 O₂/N₂ 參考物質研製。(3) 民生安全管制氣體計量標準技術建置：進行零級空氣供應系統建置、動態氣體濃度配製裝置設計、與醇類氣體濃度量測技術建立。(4) 有機物質計量標準技術研究：進行 PBDEs 濃度驗證技術評估。

本年度研究成果如下：

一、氣體化學計量標準技術分項

(一) 工業製程氣體純度計量標準技術開發

1. 完成空氣中水分含量吸附材料之性能測試，藉此測試評估微量水測技術建立的產業應用性。
2. 運用傅立葉紅外光譜技術以及直讀式質譜量測技術建立大宗惰性純氣中不純物之分析方法與方法偵測極限。
3. 產業合作技術開發，搭配產業需求，建立 Xe 中 N₂，O₂，Kr 之 ppm 濃度等級定量技術。定量所使用之多成分參考氣體則由工業管制氣體濃度驗證參考物質研製之技術團隊協助共同設計配製流程，並做技術供應。
4. 邀請日本 NMIJ 來台進行專家技術指導與交流，協助提供微量水氣產生裝置設計之建議，並且於本年度順利完成該設計之執行規劃。

(二) 工業管制氣體濃度驗證參考物質研製

1. 進行資源回收廠 CEMS (Continuous Emission Monitoring System) 量測準確度之查核示範測試工作規劃與流程設計。執行流程乃運用現場 CEMS 設備以及本計畫所配製驗證之參考混合氣體進行 CEMS 校正用標準氣體的品質評估。
2. 根據 ISO Guide 34: 2009 及 ISO 6142: 2001 進行 O₂/N₂，CO₂/N₂ 以及 CO/N₂ 之參考物質配製，並完成濃度檢驗評估，以評估其濃度擴充不確定度。
3. 進行 SO₂ 與 NO 配製於 N₂ 之技術評估。年度技術成果已完成 100 ppm (μmol/mol) 以上之混合氣體配製。並運用紅外光譜量測技術搭配氣體濃度稀釋裝置進行 SO₂ 與 NO

	<p>量測濃度量測之分析流程與方法。</p> <p>(三) 民生安全管制氣體計量標準技術建置</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 已建立動態式氣體配製用零級空氣供應系統與管路配置。 2. 已建立質量流量法氣體濃度稀釋裝置，並搭配程式控制，透過簡單的標的濃度值 (Target Concentration) 以及特定配製用母氣濃度 (Parent Gas Concentration) 輸入，線上產生穩定的氣體濃度執行偵測器或分析儀的校正。 3. 建立乙醇氣體濃度量測技術，完成量測程序報告以及量測系統之不確定度評估報告。並利用此技術與國內實驗室進行技術比對，比對結果成功協助實驗室改善技術能力，調整數據彙整程序。 4. 建立動態連續微小質量量測模式設計，未來可運用於配製低濃度揮發性有機物混合氣體。 <p>二、環境化學計量標準技術分項</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 參考標準方法 (ISO 22032: 2006、CNS15050 與 NIEA T506.30B)，進行多溴二苯醚量測技術建立。 2. 完成高溴數(十溴)濃度範圍 0.5 µg/mL ~100 µg/mL 測試。 3. 依國際標準 ISO 8655: 2002、ISO 4787: 2010 與 ISO 835: 2007 進行微量吸管及相關器皿校正程序之執行。
英文摘要	<p>The main objectives of this project are to establish the highest level national measurement standards with metrological traceability for chemicals used in high-technology and traditional industries, to ensure the accuracy of measurement results, to achieve international recognition of our metrology competence, and to help implement government policies for sustainable development in society, environment, and economy. The major tasks accomplished in FY 102 are:</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) Development of standard metrological techniques for purity analysis of manufacturing gases, including on-line vacuum cleaning and sampling, and analytical protocols with FTIR, GC-DID and QMS. The method developed combined with FTIR and QMS can be used to conduct measurement of impurities (CO, CO₂, CH₄, N₂, O₂ etc.) at ca. 1 ppm level. The method developed with GC-DID can be used to conduct impurity measurement at sub ppm level (O₂, N₂, Ar and Kr). (2) Preparation of CRMs of control gases in

	<p>industry. According to ISO Guide 34: 2009 and ISO 6142: 2001, the prepared gas mixture CRMs include 1–100 $\mu\text{mol/mol}$ CO/N₂, 100–2000 $\mu\text{mol/mol}$ CO₂/N₂, and 1–10 $\mu\text{mol/mol}$ O₂/N₂. Meanwhile, measuring techniques combined with NDIR and gas diluter has been set up for multicomponent concentration certification such as (CO+CO₂+C₃H₈) in N₂, SO₂ in N₂, and NO in N₂.</p> <p>(3) Establishment of metrology standards of control gases related to civil safety, including set-up of zero-order air supply system, design of dynamic gas mixture preparation system, and development of techniques for analysis of alcohols in gases. A program-controllable gas diluter apparatus comprising of standard gas cylinders and mass flow controllers has been set up. With the input of target concentration and parent gas concentration, the target gas mixture can be produced steadily on-line to execute calibration of detectors or analyzers. Ethanol in dry air in varied concentration (0.15 mg/L to 1.15 mg/L at 34 °C and 1.013 bars) can be dynamically produced using the customized gas dilution device.</p> <p>(4) Study on metrology for organic compounds. Based on the standard methods described in ISO 22032: 2006, CNS15050 and NIEA T506.30B, an analytical protocol for polybrominated diphenyl ethers has been established. The linear range of Decabromodiphenyl ether in toluene determined by ID-GC/MS is ranging from 0.5 to 50 $\mu\text{g/mL}$ and the detection limit of proposed method is 0.2 $\mu\text{g/mL}$.</p>
報告頁數	139
使用語言	中文
全文處理方式	可對外提供參考

報 告 內 容

壹、102 年度重要活動與成果記事

日期	活動內容簡述
102.02.20	<p>計畫簽約前跨部會技術推廣</p> <p>環保署毒管處袁紹英處長邀請計畫總主持人彭國勝博士至毒管處對環保署署內同仁進行演講，講題為「話長短說環肥—量測不可隨便」，透過深入淺出的說明，讓環保署署內同仁了解計量與追溯的概念與重要性。</p>
102.04.09	<p>簽約完成，本計畫開始執行。</p>
102.05.02	<p>技術推廣研討會辦理 I</p> <p>於高雄企業領袖廣場舉辦「氣體濃度驗證與計量追溯之工業排放管理實務」研討會，針對氣體濃度計量追溯體制概念、氣體濃度量測之法規需求面分析、廢氣處理設備效能驗證技術及氣體濃度驗證技術實務及如何建置產官雙贏之氣體計量追溯體制進行分析講解，計有各大氣體廠商、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，27 家 52 位領域專家共襄盛舉。</p>
102.05.08	<p>技術演講邀請 I</p> <p>本計畫成員徐繹翔博士受邀行政院環境保護署主辦之「臭氧及零級空氣驗證技術研討會」，講授零級氣體規格驗證與實務經驗分享，推廣計畫相關技術，促進與產業界之量測技術交流。</p>
102.06.04	<p>技術推廣研討會辦理 II</p> <p>因應空氣污染防治以及室內空氣品質管理等環保法規的推動，政府與產業對於氣體分析設備的準確度與管理品質日益重視，為落實政府政策並推展研發技術產業應用，計畫假工研院光復院區舉辦「氣體濃度量於民生及工業污染管理實務分析」研討會，針對氣體分析設備是否可嚴謹運作的主要的關鍵：標準氣體的正確選用與計量追溯體制的健全與否，進行說明。計有行政院環境保護署、三福氣體、上準環境科技、台達電等 27 家 40 位產學研等相關單位之人員參與。</p>
102.06.05	<p>國際研討會論文口頭發表</p> <p>協同計畫主持人成員林采吟博士，於 6 月 5-7 日參加荷蘭鹿特丹舉辦之 GAS2013 研討會並發表論文：「Effect of Carrier Gas Purity on the Performance of GC System Applied for Natural Gas Analysis」，經由計畫執行氦氣純度(執行報告附件十一)以及校正用氣體濃度之驗證，探討氦氣純度品質與標準氣體品質對線上氣相層析熱值分析儀的影響。推廣技術成果，建立專業地位。</p>

102.07.01	<p>技術推廣型期刊論文發表 I</p> <p>於 7 月量測資訊刊物發表「國內標準氣體驗證制度於環保及工業發展之必要性」，說明標準氣體驗證制度的建立對環保及工業發展之重要性，並實際針對固定污染源空氣污染物連續自動監測設施使用之標準氣體濃度驗證分析提出具體說明。</p>
102.07.10	<p>技術推廣研討會辦理 III</p> <p>假工研院光復院區舉辦「檢測實驗室玻璃儀器校正品保暨實務演練」研討會，針對實驗室品保不可或缺的一環：正確地使用及校正玻璃儀器進行說明與探討，解說玻璃儀器校正與不確定度評估技術，藉此推廣校正追溯觀念。共計 16 間廠商 23 位產學研等相關單位之人員參與。</p>
102.07.30	<p>產官學研技術論壇活動舉辦</p> <p>於經濟部標準檢驗局舉辦「民生化學計量標準技術論壇」，與會專家針對採樣計量與新興汙染物檢測趨勢、化學計量追溯於民生檢測實務面之重要性、標準氣體於環境檢驗作業管理實務之應用需求、標準氣體於空氣污染防治計量可靠度之角色、氣體計量追溯於環保產業的應用、建置民生化學計量標準追溯體系厚植國家計量標準基磐等議題進行探討。參與論壇專家包括清華大學凌永健教授、師範大學吳家誠教授、環保署環境檢驗所巫月春組長、台電綜合研究所史文龍主任、成功大學能源科技與策略研究中心曾庭科教授，以及量測中心彭國勝組長。會中專家們針對會議議題進行了熱烈探討與建言，並達成多項共識。該論壇發表之相關資訊刊登於 7/31 工商時報 A24 版。</p>
102.08.15	<p>國際期刊論文發表</p> <p>本計畫成員徐繹翔博士於 Journal of Chromatography A 發表「建立光催化還原晶片裝置串接高效液相層析技術及感應耦合電漿質譜技術應用於無機硒物種之定量分析」技術。此技術與學術單位合作，所運用之微量金屬量測方法未來將加入樣品前處理技術運用成為氣體純度分析技術之一環，為本計畫執行純氣中微量重金屬含量分析技術規劃之先期研究成果之一。</p>
102.09.01	<p>技術推廣型期刊論文發表 II</p> <p>於 9 月量測資訊刊物發表「大宗或特殊氣體內微量水氣之分析技術及量測追溯概述」。由於科技製程中使用之氣體純度直接影響製程良率，而在諸多不純物中，半導體製程對於水氣尤其敏感。此外，環境中含有高濃度水氣，在環境水氣極易對分析過程造成干擾之狀況下，如何對半導體廠內大量使用之大宗或特殊氣體進行微量水氣濃度分析成了一大難題。本論文針對業界常使用之各項水氣分析儀之技術原理及優缺點進行介紹，並簡述國家實驗室未來四年內對於微量水氣計量追溯之規劃。</p>

102.09.01	<p>計量人才培訓</p> <p>本計畫成員李佩玲博士，於9月1-14日，參加韓國國家標準與科學研究院 (KRISS)舉辦之「Global Metrology Academy (GMA) Group Training Course-Metrology in Chemistry」課程，研習氣體、有機、無機等標準品相關配製及其濃度驗證與不確定度評估技術，厚植化學計量技術，縮短計畫研發時程。</p>
102.09.09	<p>國際技術交流</p> <p>邀請日本 NMIJ 濕度實驗室室主任 Dr. Hisashi Abe 來台進行氣體中微量水氣量測技術之技術交流。Dr. Abe 分享 NMIJ 如何建置原級水氣濃度產生系統，以及低水氣濃度產生過程須注意之困難及細節，並分享其應用原級水氣濃度產生系統與各項市售分析儀數據比對之結果。並提供自身經驗，闡述 NMIJ 在日本是如何將水氣追溯標準傳遞至一般測試實驗室，協助產業解決水氣濃度量測不準確之困擾。</p>
102.09.11	<p>亞太地區氣體計量研討會參與口頭與海報論文發表</p> <p>計畫成員參與「11th APMP/TCQM GAWG Workshop」並發表</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ (海報發表) CF₄ 氣體純度分析 ■ (海報發表) Xenon 氣體純度分析 ■ (海報發表) 連續監測系統之標準氣體驗證程序 ■ (口頭發表) 煙道氣體排放連續監測系統 (CEMS) 性能查核 ■ (口頭發表) 應用 FTIR 串接 QMS 分析技術針對半導體廠常用之製程氣體進行純度分析 <p>等 5 篇論文 (執行報告附件十二)，除展現計畫研究成果，並與與會專家針對技術內容做深入討論，助益計畫後續之規劃發展，亦在亞太計量領域建立民生化學專業形象。</p>
102.09.15	<p>國際期刊論文發表</p> <p>與清華大學合作，於國際化學期刊 Analytical Chemistry 發表「利用修飾 TiO₂ 的微流道晶片建置一套串接 HPLC 及 ICP-MS 的光催化還原系統應用於無機硒物種的測定」技術。由於國內在超微量重金屬的量測技術發展較為成熟，透過此技術合作，將可加速未來針對氣體中微量重金屬量測技術的建立。</p>
102.09.27	<p>國內研討會論文口頭發表</p> <p>於鑑識科學研討會進行「呼氣中生理干擾因子對於酒測器材之量測準確度影響評估」之論文口頭發表。本論文發表內容之動態式醇類氣體產生裝置與量測系統，乃根據國際法定計量組織於 2012 年所公告之 OIML R126: 2012 技術規範進行設計，並針對生理干擾因子以及呼氣之水氣含量對於器材計量性能的影響進行量測準確度評估。</p>

102.10.27	<p>國內研討會論文口頭發表</p> <p>於中山大學新興污染物中心主辦之新興污染物論壇進行「利用鋅同位素試蹤分析技術進行氧化鋅奈米粒子於皮膚細胞中之毒性研究」之論文口頭發表。藉由新興物染物論壇之平台，可了解國內外新興污染物相關之量測趨勢與需求，可強化本計畫未來於有機物質計量標準技術建立需求面之規劃。</p>
102.10.28	<p>技術演講邀請 II</p> <p>本計畫協同計畫主持人林采吟博士受邀行政院衛生福利部邀請，根據 CGA M-8 (2011) Guideline for the Manufacturer of Calibration Gas Standards Used to Analyze Medical Gases，講授「醫用氣體分析用標準氣體之製造與管理」，推廣計畫相關技術，促進與產業界之量測技術交流。</p>
102.11.01	<p>技術推廣型期刊論文專輯發表 III：「民生化學檢測技術」</p> <p>於 11 月量測資訊刊物發表民生化學檢測技術專輯報導，於該專輯中共計有 5 篇技術推廣之論文發表，論文標題包含：</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 國際度量衡委員會 CCQM-GAWG 之技術推展成果與展望 ■ 零級氣體規格驗證技術發展及其應用 ■ 國內室內環境與作業場所空氣品質標準及計量技術規範 ■ 國家標準混合氣體運作與認證制度推動現況分析 ■ 國內民生安全毒物檢測技術發展現況分析
102.11.19	<p>技術研發成果發表</p> <p>本計畫研發成果「氣體純度量測技術開發與產業應用」、「標準氣體驗證參考物質生產與認證」，參加經濟部標準檢驗局 102 年科專聯合成果展，推廣計畫研發成果。於成果展中並進行兩項研發裝置以及所生產之驗證參考物質的運用示範。</p>
102.11.22	<p>國際計量活動參與</p> <p>彭國勝博士、林采吟博士等 5 位計畫成員，參加 11 月 22-23 日舉辦之 10th APMP Workshop on Metrology in Chemistry，透過 PTB 計畫(2014~2017) 規劃與討論活動的參與，了解已發展與發展中國家對於民生議題相關之化學計量發展之規劃。</p>
102.11.25	<p>國際計量活動參與以及國際比對申請</p> <p>彭國勝博士、林采吟博士等 5 位計畫成員，參加 11 月 24-29 日舉辦之 APMP, 29th General Assembly and Related Meetings，藉以建立亞太地區領域專業人脈，並蒐集各國對於民生議題相關之化學計量發展規劃以及國際比對活動發展現況，以為計畫規劃與國際比對活動投入之參考。</p>

102.09-102.11	<p>進行計畫成果之專利申請與後續專利佈局規劃</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 鋼瓶氣體均質混合機(專利提案撰寫中；已有廠商衡準科技作先期合作與技術運用) ■ 氣體混合稀釋裝置及其量測方法(專利提案撰寫中；已有廠商科榮公司作先期合作與技術運用)
102.09-102.11	<p>國內外來賓實驗室參訪</p> <p>接待國際計量專家與國內產官學研各單位進行本計畫新建之氣體計量實驗室參觀，單位包含：</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 國際專家：日本 NMIJ/AIST、日本 CERI、中國 NIM、韓國 KRISS、新加坡 NMC、印度 NPLI、荷蘭 VSL ■ 產業： <ol style="list-style-type: none"> 1. 氣體廠商：三福、亞東、新瑞僑、聯華、三鶯、汶萊宜析、等 2. 儀器廠商：科榮、利基、聯宙、寶璣、雙毅、利得、美商 MKS、 3. 檢測公司：台灣檢驗科技、瑩諮科技、等 4. 法人/公務機關：環保署監資處、成大基金會、台灣電子檢驗中心、 <p>以上接待人數共計約 100 人</p>
102.03-102.12	<p>03 月：完成 3 項 BIPM CMC(Calibration and Measurement Capabilities)登錄</p> <p>12 月：新提出 2 項 BIPM CMC 登錄申請</p>

Calibration and Measurement Capabilities

Amount of substance, Gases, Chinese TAIPEI, CMS (Center for Measurement Standards)

Note: In the case where an uncertainty range is given, the expanded uncertainty range spans from the smallest numerical value of the uncertainty to the largest numerical value of the uncertainty found within the quantity range.



The expanded uncertainties correspond to $k = 2$ (level of confidence 95%)

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery	Comments
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	is the expanded uncertainty relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?		
CRM-C001	Environmental	nitrogen	carbon monoxide	Amount-of-substance fraction	1	100	mmol/mol	0.5	1	%	Yes	1	100	mmol/mol	0.5	1	%	Yes	CMS-CRM/Calibration service	Approved on 12 March 2013
CRM-C003	Environmental	nitrogen	carbon dioxide	Amount-of-substance fraction	1	160	mmol/mol	0.5	1	%	Yes	1	160	mmol/mol	0.3	1	%	Yes	CMS-CRM/Calibration service	Approved on 12 March 2013
CRM-C006	Environmental	nitrogen	propane	Amount-of-substance fraction	1	50	mmol/mol	0.5	1	%	Yes	1	50	mmol/mol	0.5	1	%	Yes	CMS-CRM/Calibration service	Approved on 12 March 2013

貳、前言

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。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」政策方針。

本計畫全程目標規劃培養氣體化學計量、民生環境有機化學計量方面的專家研究團隊，預估至少可完成 4 套化學計量標準系統的建置、增項擴建 1 套既有氣體化學計量標準系統之技術能量、完成 10 項驗證參考物質及 9 件量測技術與方法的開發，進而利用技術運用，技術授權與驗證參考物質供應，化學濃度驗證等服務，輔助我國科技產業與民生化學工業發展。

102 年度主要工作包含：

- (1) 工業製程氣體純度計量標準技術開發：進行自動線上真空清洗取樣技術建立、與 FTIR 與 QMS 氣體濃度量測技術建立。
- (2) 工業管制氣體濃度驗證參考物質研製，包括 CO/N₂ 與 CO₂/N₂ 污染物以及 1-10 μmol/mol 等級 O₂/N₂ 參考物質研製。
- (3) 民生安全管制氣體量測標準技術建立：進行零級空氣供應系統建置、動態氣體濃度配製裝置設計、與醇類氣體濃度量測技術建立。
- (4) 有機物質計量標準技術研究：進行 PBDEs 濃度驗證技術評估。

本計畫全程四年之研發架構如下頁：

民生化學計量標準計畫

氣體化學計量標準技術分項

工業製程氣體純度量標準技術開發

- 建立自動線上真空清洗取樣技術以及 FTIR 與 QMS 之氣體濃度量測技術(FY102)
- 建立 FTIR 與 QMS 整合之氣體純度量測技術(含複雜基質之應用研究)(FY103)
- 建立科技產業高反應製程氣體濃度與純度量測技術 (ppm 至%濃度)(FY104)
- 建置高反應性無機酸/鹼氣體實場量測技術及計量參考光譜資料庫(FY105)

工業管制氣體濃度驗證參考物質研製

- 研製 CO 以及 CO₂ 污染物管制濃度驗證參考物質(FY102)
- 研製 1-10 μmol/mol 等級氣體純度分析用參考物質(FY102)
- 研製 50 μmol/mol 以上 SO₂、NO 污染物管制濃度驗證參考物質以及 CH₄、O₂ 混合氣體驗證參考物質(FY103)
- 研製 50 μmol/mol 以上氮氧化物 N₂O 以及 NO₂ 污染物管制濃度驗證參考物質 (FY104)
- 研製無機酸鹼類 NH₃ 以及 HCl 工業管制污染物參考物質 (FY105)

民生安全管制氣體計量標準技術建置

- 建置零級空氣供應設施與硬體設備(FY102)
- 建置「質流量法動態混合氣體濃度供應驗證系統」(FY103)
- 建立動態式體積法揮發性有機混合氣體配製技術(FY104)
- 建置「揮發性有機氣體濃度量測系統」(FY104)
- 建立甲醛氣體濃度量標準技術及濃度動態配製技術(FY105)

環境化學計量標準技術分項

有機物質計量標準技術研究

- 建立 ID GC-MS 分析 PBDEs 之濃度驗證技術 (FY102)
- 建立室內粉塵 PBDEs 取樣及定量量測技術(FY103)
- 十溴二苯醚參考物質配製用溶劑純度量測技術建立 (FY103)
- 建立靜態重力法十溴二苯醚標準溶液濃度配製技術 (FY104)
- 建置「有機物溶液參考物質濃度供應驗證系統」(>100 ug/mL) (FY104)
- 裝填容器不純物溶出濃度量測與評估(FY105)
- 靜態重力法多溴二苯醚多成分混合物驗證參考物質配製技術與不確定度評估(FY105)

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，原規劃前往國家地區為歐美，參加國際計量研討會或拜訪計量相關單位進行技術交流，在計畫原經費下變更為參加韓國國家標準與科學研究院(KRISS)舉辦之「Global Metrology Academy (GMA) Group Training Course-Metrology in Chemistry」課程，研習氣體、有機、無機等標準品相關配製及其濃度驗證與不確定度評估技術，厚植化學計量技術，縮短計畫研發時程，加速民生化學計量標準之建立。本變更案標檢局以「經標四字第 10200553760 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

進度 月份 工作項目	FY102									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1. 氣體化學計量標準技術分項										
1.1 工業製程氣體純度計量標準技術開發子計畫										
- 質譜量測技術				A1-1						
- 微量水氣量測技術			A1-2							
- 自動線上真空清洗取樣技術						A1-3				
- 紅外光譜量測技術									A1-4	
1.2 工業管制氣體濃度驗證參考物質研製子計畫										
- 工業管制氣體濃度計量需求實證評估				A2-1						
- 氣體純度分析用驗證參考物質研製							A2-2			
- 靜態重力法配製 SO ₂ 與 NO 參考物質技術執行規劃與評估									A2-3	
1.3 民生安全管制氣體計量標準技術建置子計畫										
- 零級空氣供應系統				A3-1						
- 醇類氣體濃度量測程序								A3-2		
- 氣相層析質譜法揮發性有機物量測技術建立之先期評估						A3-3				
- 質流量法動態氣體濃度配製技術									A3-4	
2. 環境化學計量標準技術分項										
2.1 有機物質計量標準技術開發										
- PBDEs 濃度量測分析技術建立			B1-1							
- PBDEs 濃度量測技術之不確定度評估						B1-2			B1-3	
進度百分比%	15%	40%			75%				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)工業製程氣體純度計量標準技術開發子計畫			
<ul style="list-style-type: none"> 質譜量測技術 	<ul style="list-style-type: none"> 藉由 QMS 可同時測定多種物種的特性來建立惰性純氣中 N₂、O₂、Ar 等氣體成分之量測技術，並完成技術報告一份。 	<ul style="list-style-type: none"> 運用直讀式質譜進行 N₂ 中 H₂ 之量測極限評估，目前測試之濃度範圍為 10 μmol/mol~2000 μmol/mol。並執行 20 μmol/mol 至 2000 μmol/mol 之直讀式質譜的量測線性範圍評估。 針對氣體純度與三福氣體公司進行合作洽談，技術團隊希望借助三福氣體公司配製大容積（40 L）混合氣體的技術能力，提供團隊建立純度分析方法所需使用的大量混合氣體，而團隊則可利用原級方法的配製與濃度驗證技術提供濃度驗證服務。5/16 三福氣體公司亞洲區分析技術經理斐龍錫(韓國)來訪，進行氣體純度分析技術交流/討論，並向其介紹 CMS 與 NML 的組織架構，以及進行實驗室參訪，以促進彼此瞭解與合作。 本計畫利用 NML 既有之質量法高壓混合氣體驗證供應系統進行 N₂ in He 以及 O₂ in N₂ 混合氣體的配製，並利用該 2 混合氣體及氣體濃度稀釋裝置進行直讀式質譜的量測線性範圍評估。完成「四極柱質譜儀於氣體純度分析之技術評估報告」技術報告乙份(技資編號：07-3-A2-0095-01)，如期完成查核點。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異
<ul style="list-style-type: none"> 微量水氣量測技術 	<ul style="list-style-type: none"> 完成微量水氣量測技術建置，以 CRDS 建立惰性大宗氣體中微量水氣濃度量測技術，分析濃度範圍為 100 ppb ~ 50 ppm 等級 	<ul style="list-style-type: none"> 計畫執行期中完成 1~50 ppm 之 CRDS 水氣量測技術建置。並提供諮詢服務，協助工研院材化所水氣捕捉固定污染源連續排放監測系統(CEMS)之校正氣體實場評估報告固定污染源連續排放監測系統(CEMS)之校正氣體實場評估報告材料合成計畫之執行。目前測試結果顯示：壓縮空氣在通過吸附材(sample a 及 sample x)後所殘留之水氣濃度分別為 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
		<p>4.4 ppm 及 0.9 ppm。</p> <ul style="list-style-type: none"> 計畫執行期末完成微量水氣量測技術建置，分析濃度之可量測範圍為 0.1 ppm ~ 50 ppm。完成「中空纖維吸附材對壓縮空氣內水氣之吸附效能研究報告」乙份(技資編號：07-3-A2-0087-01)。 	
<ul style="list-style-type: none"> 自動線上真空清洗取樣技術 	<ul style="list-style-type: none"> 開發一套自動線上真空清洗取樣裝置，藉由串聯之分析儀達到線上管線清洗及穩定快速採樣分析之目的。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成一套可程式化控制自動線上真空清洗管路取樣裝置，並利用該裝置進行 HCl 濃度的分析。由於取樣管路若有水氣存在，HCl 極易吸附於管路造成訊號降低，本研究所建立的真空管路清洗方法可使樣品分析達穩定性。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異
<ul style="list-style-type: none"> 紅外光譜量測技術 	<ul style="list-style-type: none"> 利用 FTIR 建立大宗氣體中 CO、CO₂、CH₄ 等氣體成分之量測技術，分析濃度範圍為 1 ppm ~ 1000 ppm 濃度等級。綜合查核點 A(1)-1 與 A(1)-2 之研究成果，完成氣體純度分析技術評估報告一份 	<ul style="list-style-type: none"> 利用 FTIR 建立大宗氣體中 CO、CO₂、CH₄ 等氣體成分之量測技術，分析濃度範圍為 1 ppm ~ 1000 ppm 濃度等級。針對 CO、CO₂、CH₄ 等氣體所建立之方法偵測極限分別為：0.2 ppm、0.1 ppm、0.3 ppm，由檢量線可知此量測系統之定量為非線性模式，因此在偵測極限的計算模式採用背景訊號的跳動值進行計算，FTIR 的偵測極限定義皆為 $[(2 \times \text{背景訊號之跳動強度}) / (\text{訊號強度} / \text{標準濃度})] / \text{光徑長}$。並完成氣體純度分析技術評估報告乙份(技資編號：07-3-A2-0226)。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異
(二) 工業管制氣體濃度驗證參考物質研製子計畫			
<ul style="list-style-type: none"> 工業管制氣體濃度計量需求實證評估 	<ul style="list-style-type: none"> 完成工業管制氣體計量需求實證評估，以固定污染源 CEMS 標準氣體濃度驗證工作為主體，選擇管制之固定污染源排放工廠為示範單位，進行使用之標準氣體準確度查核測試，並完成評估報告一份。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成固定污染源 CEMS 系統查核機制規劃，並進行技術示範測試合作單位申請，聯繫單位包含：高雄市南區資源回收廠以及桃園縣環保局。5 月發文高雄市南區資源回收廠提供相關技術資訊與進行測試運作模式說明。並前往進行 CEMS 校正用標準氣體的準確度查核以及 CEMS 設備量測性能的評估，針對測試結果撰寫評估報告完成「固定污染源連續排放監測系統(CEMS)之校正氣體實場評估報告」乙份(技資編號：07-3-A2-0093)。詳見執行報告 P.74 - P.76。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
<ul style="list-style-type: none"> 氣體純度分析用驗證參考物質研製 	<ul style="list-style-type: none"> 根據 ISO Guide 34、ISO 6142 及 ISO 6143，進行 1.0 ppm 以上濃度之 O₂/N₂ 及 CO/N₂ 之配製，並完成驗證參考物質氣體充填質量與混合氣濃度校正程序技術建置與 ICT 報告(改版)一份，系統之相對擴充不確定度小於 3.0 %。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成 1.0-100 ppm 之 CO in N₂ 驗證參考物質配製，配製濃度及配製之擴充不確定度如下表。所完成之配製濃度的相對擴充不確定度小於 3.0 %。 本計畫用以執行 1.0 ppm 以上濃度之 O₂/N₂ 參考物質配製之天平設備，於 8 月中旬出現故障，經報請維修後雖短暫恢復功能，後續又出現數值顯示面板故障問題，設備持續不穩定，因該設備已運作 20 年，老舊程度原廠無法維修。計畫相關配製工作待新設備天平到貨且完成系統評估後，再持續進行，也因此本工作進度在計畫執行期間有所延誤，但至期末仍如期完成。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異
<ul style="list-style-type: none"> 靜態重力法配製 SO₂ 與 NO 參考物質技術執行規劃與評估 	<ul style="list-style-type: none"> 依據 ISO 6142 以及 ISO Guide 34 等系列文件標準，完成靜態重力法配製 SO₂ in N₂ 驗證參考物質可行性評估，針對不確定度影響因子進行靈敏係數的分析，以規劃原級參考物質配製技術建立所需之各項設備校正允收標準。 	<ul style="list-style-type: none"> 本計畫依據既有技術進行 SO₂ in N₂ 驗證參考物質之生產規劃。由年度的評估結果顯示，在既有系統的設備校正模式與允收標準之下，只要選用非銅合金材質的高壓鋁瓶，即可著手進行生產配製。在本年度計畫中，技術團隊已經完成 100 ppm 至 2000 ppm 之 SO₂ in N₂ 參考物質配製，並將所配製之不同濃度參考物質利用 FTIR 量測技術進行線性評估。所配製之參考物質並且與環保機構品保實驗室所採購之進口標準氣體進行濃度比對，相對誤差均小於 1.5 %。 	<ul style="list-style-type: none"> 技術執行成果超前，將可於下一年度提前執行系統查驗，將技術納入 NML 運作計畫中提供產業服務
(三) 民生安全管制氣體計量標準技術建置子計畫			
<ul style="list-style-type: none"> 零級空氣供應系統 	<ul style="list-style-type: none"> 完成動態式氣體配製技術建立所需實驗室環境建置作業，包含電源、零級空氣供應系統與管路配置。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成實驗室系統架設與環境設施建置，包含電源、零級空氣供應系統與管路配置，並針對零級空氣供應系統持續進行評估測試。目前針對總碳氫含量之規格驗證結果為濃度低於 0.5 ppm 之 GC-FID 系統方法偵測極限（以 CH₄ 為量測標的）。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異
<ul style="list-style-type: none"> 醇類氣體濃度量測程序 	<ul style="list-style-type: none"> 完成醇類氣體濃度量測技術測試與評估，產出測試研究報告一份。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成醇類混合氣體濃度量測系統測試與評估，並完成評估報告兩份(技資編號：07-3-A2-0131；07-3-A2-0120)。詳見執行報告 P.49 - P.50。 	<ul style="list-style-type: none"> 技術執行成果超出計畫指標

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
<ul style="list-style-type: none"> 氣相層析質譜法揮發性有機物量測技術建立之先期評估 	<ul style="list-style-type: none"> 執行氣相層析質譜法揮發性有機物量測技術評估，並完成研究報告一份 	<ul style="list-style-type: none"> 本計畫為協助業界建立線上分析儀量測結果的國際等同性，發展線上 GC-MS 品質作業系統，藉由該系統量測品質的提升，避免因為不必要量測誤判造成損失。 本計畫原擬與產業合作，導入符合國際規範之技術比對模式及查核機制，於線上 GC-MS 的品質作業系統，除針對目前所使用的標準品的品質（計量追溯性），做一致性的探討，也將利用具完整計量追溯之標準品，查核不同線上 GC-MS 的性能，並進一步評估其量測不確定度（即量測準確度）。此規劃內容提供產業參考後，由於該廠本年度產線與廠房的運作有所調整，因此將於下年度計畫中持續推廣此規劃。 附註：線上 GC-MS 為無塵室中安裝的眾多分析儀器之一，主要功能在即時取得環境中揮發性有機污染物（VOC）的含量。 搭配本年度另一專案計畫所採購之氣相層析質譜分析儀，本研究完成一份利用此類規格設備進行環境樣品檢測知技術先期研究報告乙份(技資編號：07-3-A2-0268-01)。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異
<ul style="list-style-type: none"> 質流量法動態氣體濃度配製技術 	<ul style="list-style-type: none"> 執行動態式氣體濃度配製技術先期研究，並完成專利申請一件以及研究報告一份 	<ul style="list-style-type: none"> 完成動態式氣體濃度配製技術先期研究，以質量流計搭配單一高濃度高壓混合氣體(CH₄/N₂、CO/N₂、CO₂/N₂)，可配製稀釋濃度 2 至 100 倍之混合氣體，濃度範圍含括 100-1000 ppm，並產出「動態式氣體濃度配製技術先期研究報告」乙份(技資編號：07-3-A2-0237)，完成專利 1 件。另外針對醇類混合氣體完成動態式濃度配製技術建立，配製系統之相對擴充不確定度為 1.7 %，並產出「醇類氣體動態配製系統測試評估報告」乙份(技資編號：07-3-A2-0234)。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成稀釋裝置開發與控制程式軟體設計，並將技術移轉運用於科榮公司

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
二、環境化學計量標準技術分項			
(一) 有機物質計量標準技術開發			
<ul style="list-style-type: none"> • PBDEs 濃度量測分析技術建立 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成 PBDEs 濃度量測分析技術建立。 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成實驗室毒物運作環境許可申請(核可文號：府授環綜字第 1020203866 號)與實驗化學品採購，包括高純度十溴二苯醚、十溴二苯醚驗證參考物質(SRM 2258)、十溴二苯醚同位素標準品溶液化學品等。 • 因應 PBDEs 類高沸點與低熱穩定之特性，本研究採用 DB-5HT 毛細管柱(長度:15 m，內徑:0.25 mm，膜厚:0.1 mm)進行測試，以縮短 PBDEs 停留於層析管柱內之時間。 • 完成十溴二苯醚 ID-GC/MS 分析條件與(0.5~100) µg/mL 濃度範圍檢量線建立。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無差異
<ul style="list-style-type: none"> • PBDEs 濃度量測技術之不確定度評估 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成微量吸管及相關器皿校正程序作業，完成研究報告一份 	<ul style="list-style-type: none"> • 依據國際標準 ISO 4787:2010 與 ISO 835:2007，完成重量法評估部分定容器皿(定量瓶)在 20 °C 時含容體積 (V_{20}) 之初步校正程序(該程序適用於校正 0.1 mL 至 2000 mL 之定容器皿)。 • 依據國際標準 ISO 8655 與 ISO 20461 進行標準品配製用微量吸管校正，並完成有機物質標準品溶液配製用微量吸管校正程序與評估研究報告乙份(技資編號:07-3-A2-0175)，完成查核點。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無差異
	<ul style="list-style-type: none"> • 完成 PBDEs 濃度量測系統評估，與 ICT 文件一份(研究報告一份)。國內期刊論文與研討會論文各一篇。 	<ul style="list-style-type: none"> • 參考標準方法(ISO 22032:2006、CNS15050 與 NIEA T506.30B)，完成多溴二苯醚(十溴二苯醚)量測技術建立與研究報告一份(技資編號:07-3-A2-0283)。 • 於中山大學新興污染物中心主辦之新興污染物論壇進行之論文口頭發表(技資編號:07-5-A2-0173)。 • 於 11 月量測資訊刊物發表國內民生安全毒物檢測技術發展現況分析，完成國內期刊論文一篇(技資編號: 07-5-A2-0199)。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無差異

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
------	------	--------	------

其他量化成果說明：

• **技術/裝置開發設計：**

1. 氣體濃度稀釋裝置設計與開發...圖 I
2. 移動式氣體濃度查核裝置設計與開發...圖 II
3. 鋼瓶氣體均質混合機低磨擦耗損機構設計(專利提案撰寫中)...圖 III



圖 I、氣體濃度稀釋裝置及其控制程式設計與模組化



圖 II、移動式氣體濃度查核裝置設計與開發

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
------	------	--------	------

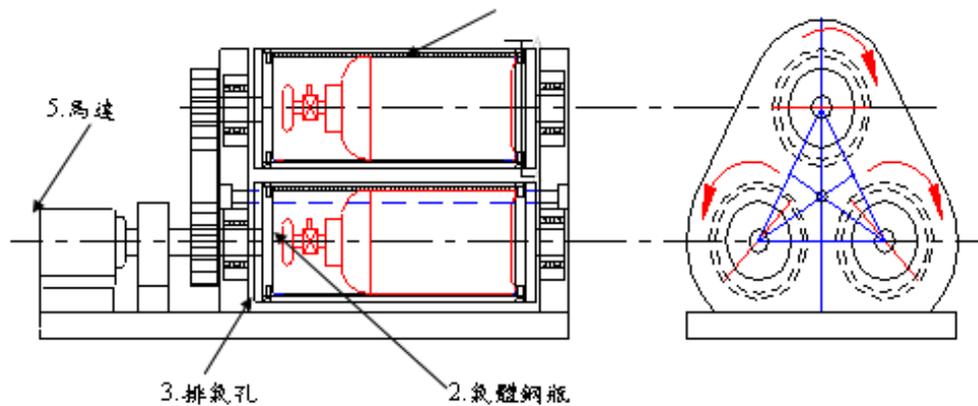


圖 III、鋼瓶氣體均質混合機低磨擦耗損機構設計

• **技術成果運用**（共計簽約收入 88 萬元：詳見期末執行報告書 P.82）：

1. 品升管理顧問社「氣體濃度動態配置技術運用」，技術/專利運用收入數 110 仟元(含稅)。技術內容為提供該公司醇類氣體之動態配製裝置設計方法。
2. 財團法人成大研究發展基金會「氣瓶中 NO/SO₂/CO/O₂/HCl 濃度分析技術運用」，本案技術/專利運用收入數 238 仟元(含稅)。計畫使用 QMS/FTIR 技術以及 GC-TCD/GC-FID 技術，協助成大基金會針對不同公私場所 CEMS 所使用之標準氣體鋼瓶抽樣進行濃度分析測試，瞭解目前標準氣體鋼瓶之使用品質現況。
3. 鈺祥企業有限公司「廠區微汙染量測技術運用」，技術/專利運用收入數 120 仟元(含稅)。
4. 科榮股份有限公司「氣體濃度稀釋裝置設計與組裝技術運用」，技術/專利運用收入數 310 仟元(含稅)。
5. 衡準科技股份有限公司「鋼瓶氣體均質混合機低磨擦耗損機構設計技術應用」，技術/專利運用，收入數 100 仟元(含稅)。

• **技術推廣活動：**

1. 5/2 舉辦「氣體濃度驗證與計量追溯之工業排放管理實務」研討會，針對氣體濃度計量追溯體制概念、氣體濃度量測之法規需求面分析、廢氣處理設備效能驗證技術及氣體濃度驗證技術實務及如何建置產官雙贏之氣體計量追溯體制進行分析講解，計有各大氣體廠商、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，27 家 52 位領域專家共襄盛舉。

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
	<p>2. 6/4 因應空氣污染防治以及室內空氣品質管理等環保法規的推動，政府與產業對於氣體分析設備的準確度與管理品質日益重視，為落實政府政策並推展研發技術產業應用，計畫假工研院光復院區舉辦「氣體濃度計量於民生及工業污染管理實務分析」研討會，針對氣體分析設備是否可嚴謹運作的主要的關鍵：標準氣體的正確選用與計量追溯體制的健全與否，進行說明。計有行政院環境保護署、三福氣體、上準環境科技、台達電等 27 家 40 位產學研等相關單位人員參與。</p> <p>3. 7/10 假工研院光復院區舉辦「檢測實驗室玻璃儀具校正品保暨實務演練」研討會，針對實驗室品保不可或缺的一環：正確使用及校正玻璃儀具進行說明與探討。於活動中除詳細解說玻璃儀具校正與不確定度評估技術、玻璃儀具校正實驗演練程序，更規劃實務演練，理論與實務兼具規劃完整，藉此推廣校正追溯正確觀念與作法。</p>	<p>• 專家技術論壇：</p> <p>7/30 於經濟部標準檢驗局舉辦「民生化學計量標準技術論壇」，與會專家針對採樣計量與新興污染物檢測趨勢、化學計量追溯於民生檢測實務面之重要性、標準氣體於環境檢驗作業管理實務之應用需求、標準氣體於空氣污染防治計量可靠度之角色、氣體計量追溯於環保產業的應用、建置民生化學計量標準追溯體系厚植國家計量標準基磐等議題進行探討。參與論壇專家包括清華大學凌永健教授、師範大學吳家誠教授、環保署環境檢驗所巫月春組長、台電綜合研究所史文龍主任、成功大學能源科技與策略研究中心曾庭科教授，以及工研院量測中心彭國勝組長。會中專家們針對會議議題進行熱烈地探討與建言，並達成多項共識。</p> <p>• 計量人才培訓：</p> <p>9/1-14，本計畫成員李佩玲博士參加韓國國家標準與科學研究院(KRISS)舉辦之「Global Metrology Academy (GMA) Group Training Course-Metrology in Chemistry」課程，研習氣體、有機、無機等標準品相關配製及其濃度驗證與不確定度評估技術，厚植化學計量技術，縮短計畫研發時程。</p> <p>• 國際研討會參與以及技術成果發表：</p> <p>1. 6/5-7 本計畫協同計畫主持人林采吟博士，參加荷蘭鹿特丹舉辦之 GAS2013 研討會，並發表論文：「Effect of Carrier Gas Purity on the Performance of GC System Applied for Natural Gas Analysis」，該論文成果乃經由計畫執行氦氣純度以及校正用標準氣體濃度之驗證分析，由其結果探討氦氣純度品質與校正用標準氣體濃度品質對於線上氣相層析熱值分析儀的影響。</p>	

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
	<p>2. 9/11-13 計畫成員參加「11th APMP/TCQM GAWG Workshop」，並發表 CF₄ 氣體純度分析、連續監測系統之標準氣體驗證程序、Xenon 氣體純度分析、應用 FTIR 串接 QMS 分析技術針對半導體廠常用之製程氣體進行純度分析等 4 篇論文，除展現計畫研究成果，並與與會專家針對技術內容做深入討論，助益計畫後續之規劃發展，亦在亞太計量領域建立民生化學專業形象。（執行報告書附件十二）</p> <p>3. 11/19 本計畫研發成果「氣體純度量測技術開發與產業應用」、「標準氣體驗證參考物質生產與認證」，參加經濟部標準檢驗局 102 年科專聯合成果展，推廣計畫研發相關成果。</p> <p>4. 11/22-23 計畫成員彭國勝博士、林采吟博士等 5 位計畫成員，參加 11 月 22-23 日舉辦之 10th APMP Workshop on Metrology in Chemistry，透過 PTB 計畫(2014~2017)規劃與討論活動的參與，了解已發展與發展中國家對於民生議題相關之化學計量發展之規劃，以為計畫規劃與國際比對活動投入與 CMC (calibration and measurement capabilities) 登入之參考。</p> <p>5. 11/25-29 計畫成員彭國勝博士、林采吟博士等 5 位，參加 11 月 24-29 日舉辦之 2013 APMP 29th General Assembly and Related Meetings，藉以建立亞太地區領域專業人脈，並蒐集各國對於民生議題相關之化學計量發展規劃以及國際比對活動發展現況，以為計畫規劃與國際比對活動參與之參考。</p>		

(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)	5.08	5.52
	(2) 環境化學計量標準技術分項 (分項主持人：李佩玲)	2.38	2.46
	合 計	7.46	7.98

註：本表資料內容為截至 102.12.05 日之人力運用數。

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	
	102	預計	4.79	2.67	0	0	0	2.75	3.71	0.67	0.33	0
實際		5.22	2.76	0	0	0	2.83	4.15	0.63	0.37	0	7.98

註：1.本表採用工研院職級計算。

2.本表資料內容為截至 102.12.05 日之人力運用數。

(二) 經費運用情形

1. 歲出預算執行情形

單位：新台幣千元

會計科目	預算金額	佔預算%	動支金額	佔動支%	差異說明
(一)經常支出					
1.直接費用	22,628	73.95%	22,628	73.95%	
(1)直接薪資	9,670	31.60%	9,670	31.60%	
(2)管理費	2,418	7.90%	2,418	7.90%	
(3)其他直接費用	10,540	34.45%	10,540	34.45%	
2.公費	122	0.40%	122	0.40%	
經常支出小計	22,750	74.35%	22,750	74.35%	
(二)資本支出					
1.土地					
2.房屋建築及設備					
3.機械設備	7,850	25.65%	7,850	25.65%	
4.交通運輸設備					
5.資訊設備					
6.雜項設備					
7.其他權利					
資本支出小計	7,850	25.65%	7,850	25.65%	
合計	30,600	100.00%	30,600	100.00%	

註：預算數按簽約計畫書之填列，動支金額為截至 102.12.05 日之動支數。

2. 歲入繳庫情形

單位：新台幣元

科 目	本年度預算數	本年度實際數	差異說明
財產收入			<ul style="list-style-type: none"> 本年度技術移轉與服務之簽約金額合計 878 仟元。計有品升顧問 110 仟元、成大基金會 238 仟元、鈺祥企業 120 仟元、科榮公司 310 仟元、衡準科技 100 仟元。 計畫按規定比例上繳國庫，繳庫金額總計 574 仟元。
不動產租金			
動產租金			
廢舊物資售價			
技術移轉		573,727	
權利金			
技術授權		573,727	
製程使用			
其他—專戶利息收入			
罰金罰鍰收入			
罰金罰鍰			
其他收入			
供應收入—資料書刊費			
服務收入			
教育學術服務			
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		573,727	

註：本表為技轉簽約並實際收款後，按規定比例上繳國庫金額。

(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) 本計畫協同計畫主持人成員林采吟博士，於 6 月 5-7 日參加荷蘭鹿特丹舉辦之 GAS2013 研討會，並發表論文：「Effect of Carrier Gas Purity on the Performance of GC System Applied for Natural Gas Analysis」。GAS2013 為兩年一度國際重要之氣體分析技術研討會，本計畫成員前往參加並將計畫成果於該會進行論文發表。本次發表之論文為執行氦氣純度（執行報告附件十一）以及校正用標準氣體濃度之驗證分析，由其結果探討氦氣純度品質與校正用標準氣體濃度品質對於線上氣相層析熱值分析儀的影響。此次參與除建立國際該領域專業地位，亦蒐集世界各先進國家實驗室之分析技術現況與發展趨勢，助益計畫規劃與研發進度掌握。
- (2) 本計畫成員李佩玲博士，於 9 月 1-14 日，參加韓國國家標準與科學研究院(KRISS)舉辦之「Global Metrology Academy (GMA) Group Training Course-Metrology in Chemistry」課程，研習氣體、有機、無機等標準品相關配製及其濃度驗證與不確定度評估技術。此活動除強化化學計量與 ISO Guide 34: 2009 & ISO Guide 35: 2006 之概念與實務面之連結，透過實際執行標準品配製、濃度驗證分析與不確定度評估與統計之運算等實務演練，有效助益本年度民生化學計量標準計畫有機物質濃度計量標準之建立，並縮短後續計畫研發時程。

2. 國際技術交流

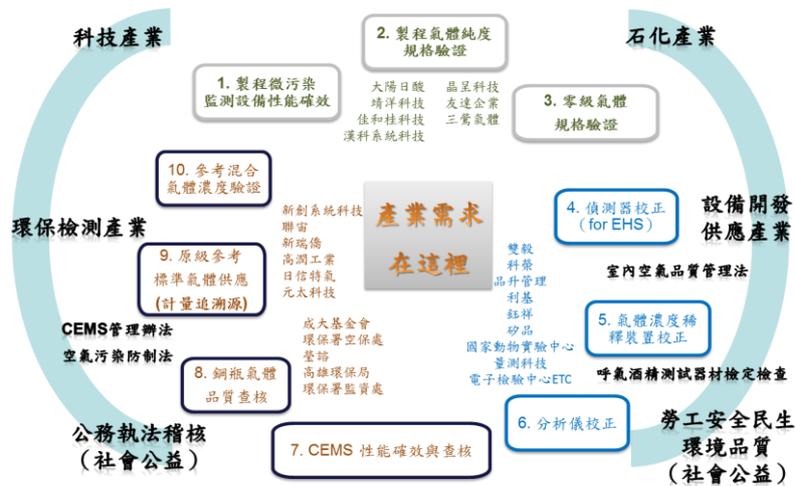
- (1) 計畫主持人彭國勝博士、林采吟博士等共計 7 位成員，於 9/11-13 舉辦之「11th APMP/TCQM GAWG Workshop」（執行報告附件十二）。總計畫主持人彭國勝博士主持 9/12 之技術主題「Trace Analysis」，協同計畫主持人林采吟博士主持 9/12 之技術主題「Legal Metrology」，帶領 Workshop 與會來自 5 個國家/地區，30 位領域專業人士深入探討，有效建立專業形象與國際人脈佈建。本活動對標準氣體配製與分析技術發展提供了知識與經驗交流的平台，各國計量人員藉此平台獲得最新的計量技術發展訊息，交流主題包括：各國氣體標準運用現況、氣體濃度計量國際比對執行現況及新興工業需求之計量技術等。
- (2) 林采吟博士、徐繹翔博士、鄭瑞翔研究員、林承翰副研究員等多位計畫成員，9/11-14 參加「11th APMP/TCQM GAWG Workshop」，發表 CF₄ 氣體純度分析、連續監測系統之標準氣體驗證程序、Xenon 氣體純度分析、應用 FTIR 串接 QMS 分析技術針對半導體廠常用之製程氣體進行純度分析等 4 篇論文，除展現計畫研究成果，並與與會專家針對技術內容做深入討論，助益計畫後續之規劃發展，與亞太計量領域民生化學專業形象之建立。
- (3) 邀請日本 NMIJ 濕度實驗室室主任 Dr. Hisashi Abe 來台進行微量水氣產生技術與計量追溯體制建立等相關資訊之交流與指導。Dr. Abe 分享 NMIJ 如何建置原級水氣濃度產生系統，以及低水氣濃度產生過程須注意之困難及細節，並分享其應用原級水氣濃度產生系統與各項市售分析儀測試數據比對之結果（執行報告附件十三），結果顯示除光學式分析儀（FTIR，CRDS，TDLAS）之外，其餘分析儀皆呈現靈敏度不足亦或可鑑別之濃度區間狹窄等缺點。由於低水氣濃度之鋼瓶氣體不易取得，為了促進水氣追溯標準傳遞之可行性，NMIJ 亦開發出簡易型水氣濃度產生系統，以利水氣標準之追溯可向其他二級實驗室傳遞。Dr. Abe 並提供自身經驗，闡述 NMIJ 在日本是如何將水氣追溯標準傳遞至一般測試實驗室，並進一步由測試實驗室協助民間公司校正水氣分析儀（每年約有 300~500 件校正需求），協助產業解決水氣濃度量測問題。

伍、成果說明與檢討

一、非量化執行成果說明

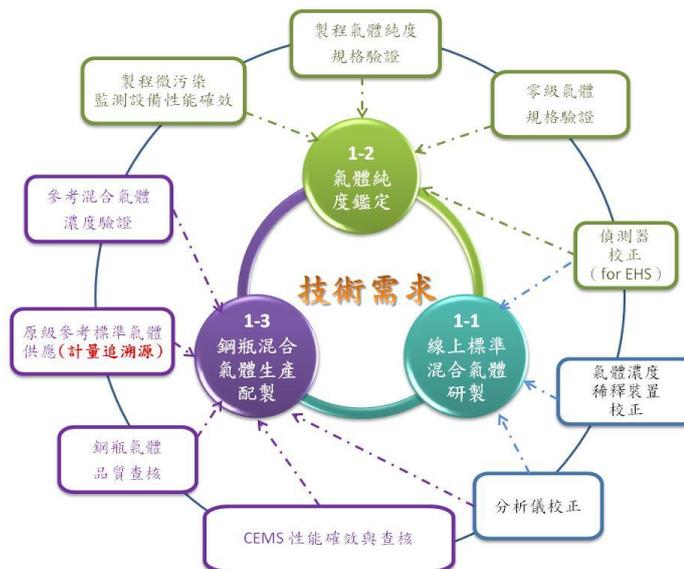
(一) 氣體化學計量標準技術分項

民生產業與科技工業製程的品質管控仰賴精準量測技術予以輔助。以氣體濃度檢測為例，圖一為本年度計畫彙整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（細部內容詳見 P.71 技術推廣活動成果說明以及表十八至表二十二）。



圖一：國內氣體濃度量測需求彙整圖

根據所獲得之產業資訊，對照本年度之計畫執行規劃，技術團隊將技術發展核心目標歸類如圖二所示，也依此調整且更新未來延續計畫之執行內容：



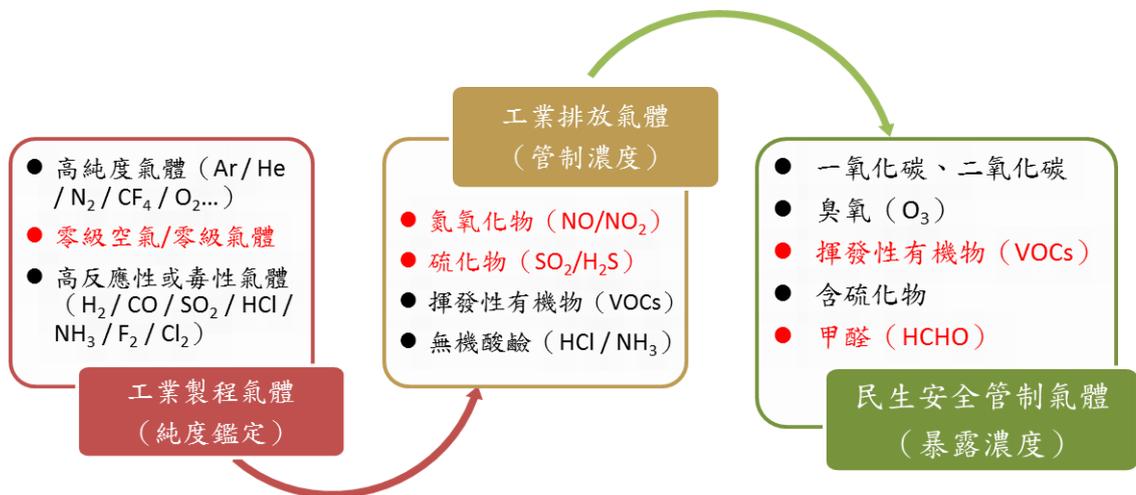
圖二：由產業需求歸納之氣體計量核心技術要項

根據產業需求所歸納之氣體計量核心技術要項為：

- 1) 氣體純度鑑定技術；
- 2) 鋼瓶混合氣體生產配製技術；
- 3) 線上標準混合氣體研製技術。

以下針對此三大核心技術進行本年度計畫之技術成果說明，技術成果之產業應用說明，以及技術發展之未來展望。

若以產業上下游進行氣體濃度計量需求分析（圖三），亦可歸納出相同的基礎工業技術發展項目。



圖三：產業上下游氣體計量需求鏈分析

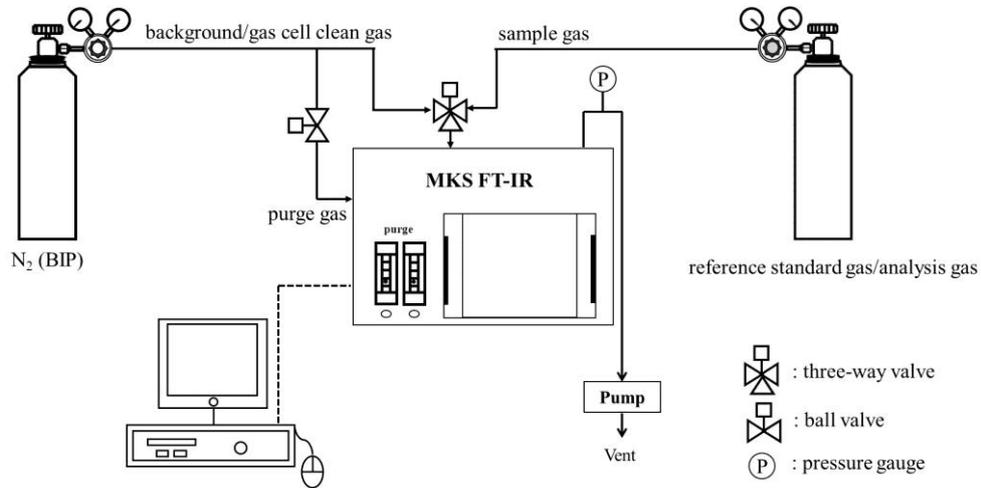
■ 氣體純度鑑定技術

FY102 於氣體純度的技術發展涵蓋大宗純氣中不純物量測技術建置；分析標的物種主要為 N₂、O₂、CO、CO₂、CH₄、及微量水氣，共計 6 種待測物種。針對各物種之特性，本計畫參考文獻資料^[1-1~1-7]分別運用紅外光譜分析技術，質譜分析技術，以及微量水氣量測技術來因應微量分析之需求，技術成果如下之分項說明。除計畫預定執行之技術推展之外，本年度亦增加運用氣相層析搭配放電離子偵測技術 (GC-DID) 建立不同不純物質 (如：氮氣，氧氣，氬氣) 的量測技術，並將成果發表於本年度於台灣舉辦的第 11 屆 APMP/TCQM GAWG Workshop。

— FTIR 紅外光譜分析技術

由於 CO，CO₂ 與 CH₄ 等物種具備紅外光吸收特性，且多數的惰性或大宗氣體不會造成紅外光吸收支干擾，例如 N₂ 及 He，因此 FTIR 紅外光

譜分析技術極適合應用於惰性或大宗內之 CO, CO₂ 與 CH₄ 等物種之微量分析。因此本團隊依據原規劃利用 FTIR 紅外光譜分析技術搭配目前商用標準光譜建立分析系統 (圖四)。



圖四：傅立葉紅外光譜儀分析系統示意圖

本研究全程於具溫度(23 ± 2)°C及濕度(50 ± 10)% 控制之實驗室進行。啟動 FT-IR 系統後，加入液態氮使碲鎘汞 (Mercury Cadmium Telluride, MCT) 偵測器達到工作溫度，並進行暖機以穩定紅外光源、偵測器與氣體腔溫度控制。

開啟氮氣鋼瓶及三向閥並調整進樣流量調整旋鈕至流量顯示器讀值為 1 L/min。開啟清洗氣體 (Purge Gas) 與球閥並設定 FT-IR 之 Spectrometer purge flow 與 Optics Purge Flow 為 1~2 L/min。啟動 FT-IR 之操作軟體，監測單光束 (Single Beam) 光譜以及載入欲執行量測分析方法即可開始執行分析。在應用傅立葉紅外光譜儀進行情性氣體之純度分析部分，分析過程利用不同濃度之標準品 (CO、CO₂ 及 CH₄) 進行檢量線建立。

由檢量線可知此量測系統之定量為非線性模式，因此在偵測極限的計算模式採用背景訊號的跳動值進行計算，後續對於 FTIR 的偵測極限定義皆為：

$$\left[(2 \times \text{背景訊號之跳動強度}) / (\text{訊號強度} / \text{標準濃度}) \right] / \text{光徑長}$$

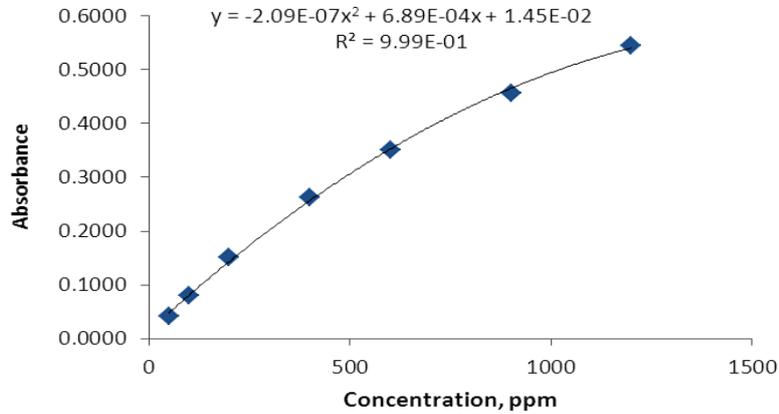
以 CO 為例，此系統中 CO 分析之偵測極限為：

$$\left[(0.0005 \times 2) / (0.035 / 50 \text{ ppm} \cdot \text{m}) \right] / 1.00 \text{ m} = 1.43 \text{ ppm}$$

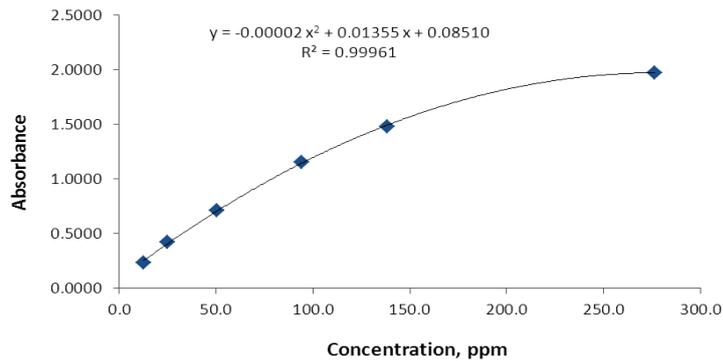
此系統中 CO₂ 分析之偵測極限與 CH₄ 分析之偵測極限分別為：

$$\text{CO}_2 : [(0.0008 \times 2) / (0.235 / 70.56 \text{ ppm} \cdot \text{m})] / 5.6 \text{ m} = 86 \text{ ppb}$$

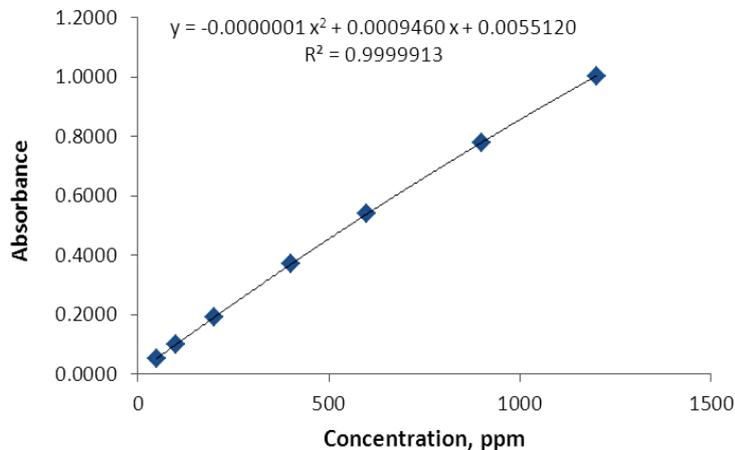
$$\text{CH}_4 : [(0.0013 \times 2) / (0.050 / 50 \text{ ppm} \cdot \text{m})] / 1.0 \text{ m} = 2.6 \text{ ppm}$$



圖五：CO 檢量線 (FTIR 光徑長 1.0 m，可定量範圍為 50–1200 ppm)



圖六：CO₂ 檢量線 (FTIR 光徑長 5.6 m，可定量範圍為 13–270 ppm)



圖七：CH₄ 檢量線 (FTIR 光徑長 1.0 m，可定量範圍為 50–1200 ppm)

各物種量測偵測極限如表一。

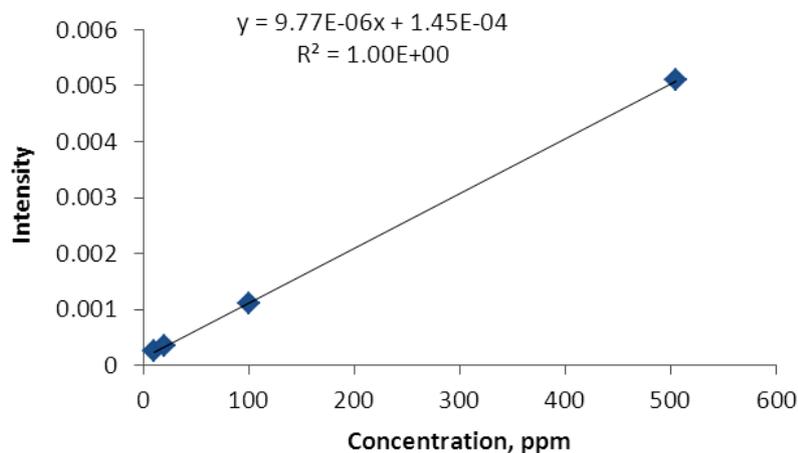
— 直讀式質譜量測技術 (QMS)

由於空氣的三大組成份濃度含量為%等級，純氣裝填容器的清洗及製造過程只要有微量的空氣殘留即會影響純氣之品質。因此， N_2 、 O_2 、Ar 三成分通常為純度分析之必要分析物種。 N_2 、 O_2 、Ar，此三種成分同屬小分子氣體且皆不具紅外光吸收特性，故無法以 FTIR 技術進行定量分析。一般常利用氣相層析儀搭配分子篩管柱以及脈衝放電氦離子化偵測器 (PDHID) 進行分析。

然而，本項工作重點為惰性純氣，在進行氣相層析分離時常會遭遇主成分濃度過高而產生層析訊號拖尾的現象產生，嚴重影響後續層析洗物種 (Eluent) 的偵測極限 (例如： O_2 純氣在進行純度分析時， O_2 之主峰訊號會影響微量 N_2 濃度的測定)，且一般氣相層析儀使用之分子篩管柱並無法有效將 O_2 與 Ar 兩物種分離，因此造成 O_2 與 Ar 定量上的困難。

此外，氣相層析系統亦不利於實場檢測應用。因此，技術團隊規劃運用四極柱質譜儀 (QMS) 可同時掃描多物種之能力，針對惰性氣體中 N_2 、 O_2 、Ar 及 Kr 等不純物，建置一套快速定量之分析技術，並將此技術運用於鋼瓶內之氣體純度用途。

利用四極柱質譜儀分析方法之偵測極限計算方式乃是利用圖八中最低濃度標準品之偵測訊號 ($n=5$) 的 3 倍標準差/檢量線之斜率而得。年度技術成果所發展之各物種之方法偵測極限如表一所示。



圖八：運用 QMS 建立之 N_2 檢量線 (線性範圍為 10-500 ppm)

表一：FTIR、QMS 與 GC-DID 測定惰性純氣中微量不純物之方法偵測極限

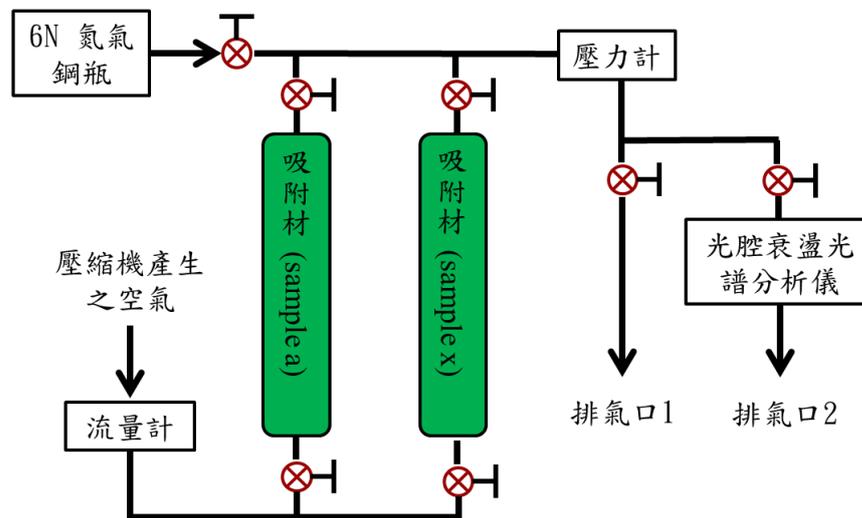
不純物種	量測技術	方法偵測極限(ppm)	
		計畫目標	技術成果
CO	FTIR	1.0	0.2
CO ₂	FTIR	1.0	0.1
CH ₄	FTIR	1.0	0.3
N ₂	QMS	10.0	1.4
O ₂	QMS	10.0	2.0
Ar	QMS	產業服務 衍生增值 技術產出	2.6
Kr	QMS		3.6
H ₂	QMS		16
N ₂	GC-DID		0.08
O ₂	GC-DID		0.10
Ar	GC-DID		0.11
Kr	GC-DID		0.03

值得一提的是，在利用 GC-DID 建立 Ar 物種分析技術及確定方法偵測極限時，技術團隊使用了兩種不同來源的參考標準氣體：來源一為採購自國內某氣體公司的自製混合氣體（濃度分別為 20、50 以及 500 ppm）；來源二為採購自荷蘭國家實驗室 VSL 的原級參考混合氣體（濃度為 10 ppm）。在分析技術建立過程中，本研究亦進行兩種不同來源參考標準的濃度相互比對，結果發現，若以採購自 VSL 的參考標準進行氣體廠自製混合氣體的濃度驗證，則其驗證濃度與原廠標示濃度的誤差將近 15%，而兩種不同來源混合氣體的採購價差超過數十倍。

經此比對結果可了解到，國內氣體廠配製低濃度標準氣體之技術實已具備一定水準，然，若能於國家實驗室建立與國際等同的原級參考混合氣體配製技術，並利用更便宜且具時效的供應服務機制，提供給國內氣體廠進行自製產品的濃度確效，將可進一步深化且提升我國的基礎工業技術，使國內各產業所需之氣體濃度驗證用參考標準，可儘快達到自主供應與自主計量追溯的目標。

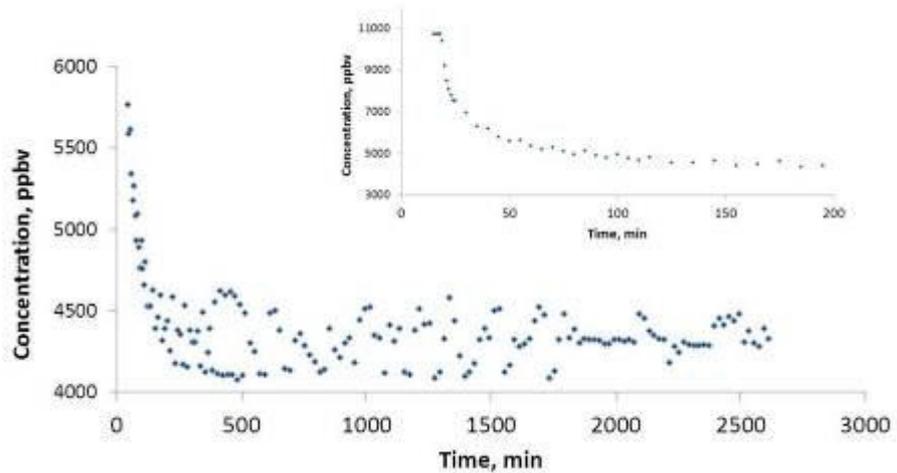
— 微量水氣量測技術於水氣吸附材料性能驗證之測試研究

本技術乃以光腔衰盪光譜分析法，進行兩種中空纖維吸附材對於壓縮空氣內水氣吸附效能進行測試，測試吸附材在長時間的供氣情況下，對於以環境大氣壓縮而成之空氣內水氣去除效能進行評估。測試系統如圖九所示，全程操作於溫度 ($23 \pm 2^\circ\text{C}$) 及濕度 ($50 \pm 10\%$) 控制之實驗室進行。實驗測試前，吸附材出口端至分析儀之管路先以氮氣 (純度為 6N) 進行流洗，待背景值降至 $1\ \mu\text{mol/mol}$ ，關閉氮氣鋼瓶，開啟吸附材之前後端閥 (此時關閉分析儀之進樣口)，待壓力上升超過 5 bar 後，經由排氣口 1 緩慢洩氣 (全程皆須維持壓力 $>5\ \text{bar}$)，系統恆定 15 分鐘後，將吸附材流出之氣體轉入分析儀，進行水氣濃度分析。



圖九：光腔衰盪光譜儀分析系統示意圖

吸附材 (Sample a) 對於壓縮機產生之空氣中水氣吸附測試結果如圖十，系統穩定 15 分鐘後開始進行測試，測試初期發現有明顯上升之水氣訊號 (濃度超過 $10\ \mu\text{mol/mol}$ ，如插圖所示)，50 分鐘內水氣濃度下降至 $5\ \mu\text{mol/mol}$ 左右，推測此訊號飆升是閥件內潛藏之少量水氣造成之影響，隨後水氣濃度穩定緩慢下降，且訊號跳動值亦趨於穩定。水氣吸附測試歷時共 43 小時，實驗終了前測定之平均濃度值為 $4.4\ \mu\text{mol/mol}$ ($n = 7$ ，取結束前 7 次數據)，相對標準偏差值 (RSD) 為 1.6%。全程測試時間長達 40 小時以上，測試結果發現壓縮空氣在通過吸附材 (Sample a) 後殘留之水氣濃度分別為 $4.4\ \mu\text{mol/mol}$ (圖十)。



圖十：壓縮空氣通過吸附材（sample a）後殘留之水氣與時間之關係圖

由於供氣來源為壓縮機產生之空氣，而此次測試期間曾經歷間歇性的下雨，大氣濕度變化較大，因此壓縮空氣內水氣含量亦可能隨時間不同而有所變化，氣體供應源內水氣含量不穩定可能是造成數據跳動明顯的主要因素之一。本分析系統之最低偵測濃度可低於 100 ppb (nmol/mol)，結果如圖十一所示，未來在微量水氣量測技術的發展上，本計畫將與日本 NMIJ 進行技術合作，建立微量水氣產生技術^[1-8~1-9]，以拓展產業服務範疇。



圖十一：光腔衰盪光譜儀分析系統可測定之最低濃度值小於 100 ppb (nmol/mol)

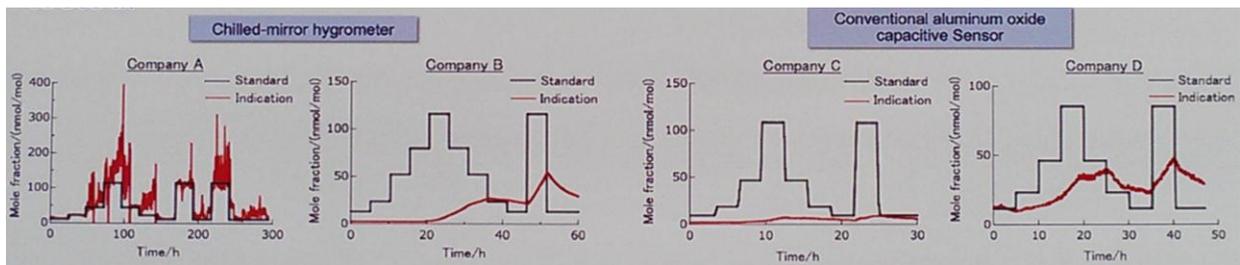
無論是工業製程，環保監測，以及民生勞工安全，氣體濃度監測設施的運用已逐年擴展。對氣體使用商而言，為了提升產品良率，於生產線上常會裝設微量氣體濃度分析儀器或監測器以監控製程品質與製程環境之毒性化學物質濃度。此類設備通常需要使用零級氣體 (Zero gas) 進行分析儀器的零點校正，以及作為動態式標準混合氣體配製技術的基質氣體 (matrix gas)，因此，零級氣體純度品質對於氣體濃度監測設施的量測準確度至為關鍵。

國內外制定空氣汙染物檢測方法的法規條文時，亦針對零級氣體的應用有所說明；但就國內而言，目前尚未有技術規範及驗證技術可確認零級氣體規格是否符合要求 (表二)，因此，對於零級氣體之品質尚無法合理控管，產業在尋找第三公正單位協助規格驗證與檢測時，也要徒費人力資源尋找國內可執行技術協助的機構。

表二：美國環境保護署公告之零級空氣規格^[1-10-1-11]

物 種	零級氣體規格
SO ₂	≤ 0.1 ppm
NO _x	≤ 0.1 ppm
Total hydrocarbons (THC)	≤ 0.1 ppm
CO	≤ 1 ppm
CO ₂	≤ 400 ppm
H ₂ O	< 5 ppm

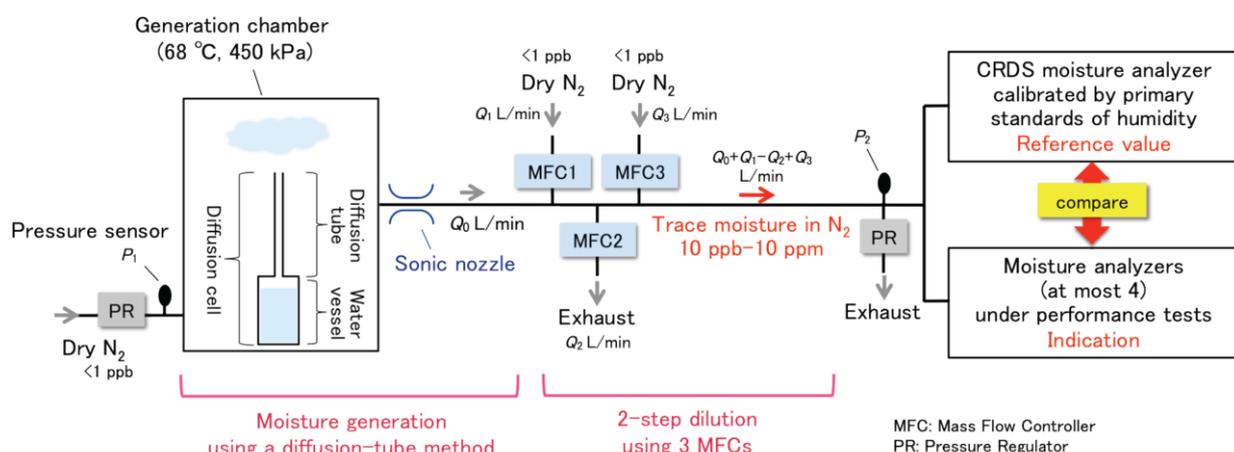
在表二規格中，水氣濃度分析遠較其他物種困難，主要原因為水氣容易吸附於器材表面，也因此導致計量技術開發上的兩個難點：其一為分析儀背景訊號的穩定度難以掌控；其二為開發具高準確度的水氣標準氣體配製需仰賴跨領域專長的技術整合。日本 NMIJ/AIST 的研究^[1-12]即顯示，當水氣濃度低至數十 ppb 時，目前市售商品化的微量水氣分析儀的顯示數值多半已經無法反應真實的水氣含量 (圖十二)。



圖十二：市售微量水氣分析設備量測準確度分析

(資料來源：GAS2013: 7th International Gas Analysis Symposium & Exhibition) [1-12]

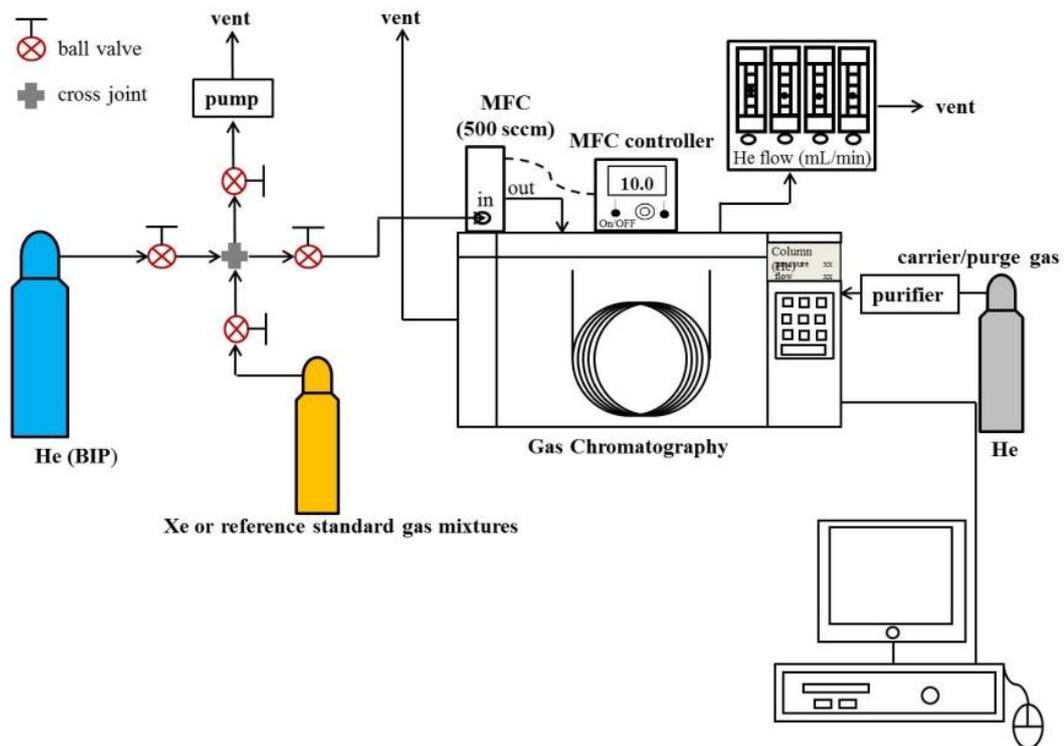
本年度計畫特別邀請日本 NMIJ/AIST 濕度實驗室室主任 Dr. Hisashi Abe (亦即圖十二論文發表之主要作者) 來台進行氣體中微量水氣量測技術之技術交流。Dr. Abe 分享 NMIJ 如何建置原級水氣濃度產生系統，以及低水氣濃度產生過程須注意之困難及細節，並分享其應用原級水氣濃度產生系統與各項市售分析儀數據比對之結果。並提供自身經驗，闡述 NMIJ 在日本是如何將水氣追溯標準傳遞至一般測試實驗室，由測試實驗室協助民間公司校正水氣分析儀，協助產業解決水氣濃度量測不準確之困擾。在下一年度的延續計畫中，技術團隊將與 Dr. Abe 進行技術合作，以便建立微量水氣產生技術及微量水氣分析儀校正技術，提供產業技術服務 (圖十三)。



圖十三：簡易型微量水氣產生裝置設計與其校正追溯示意 [1-12]

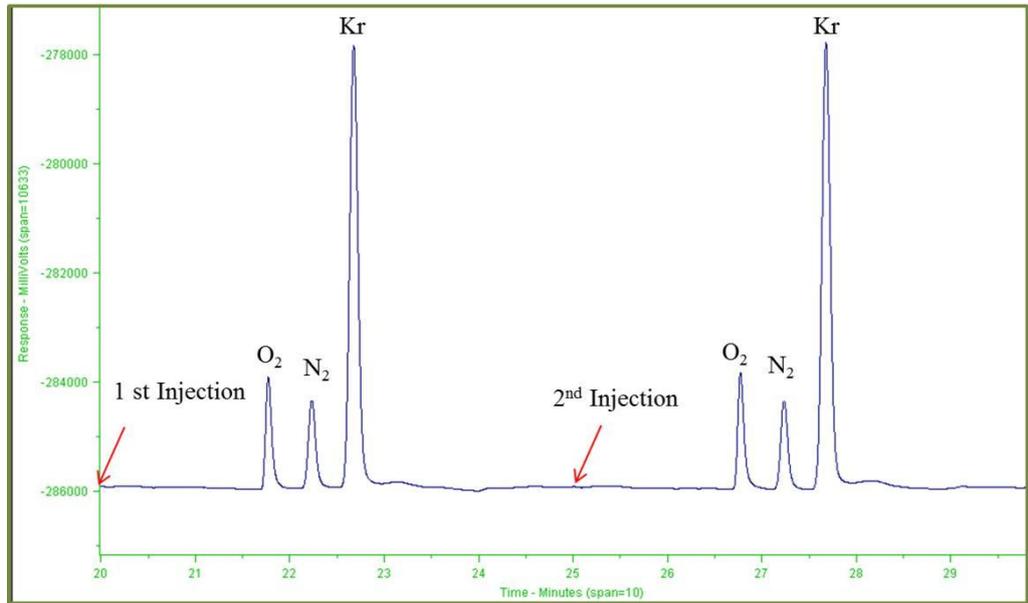
— 氣相層析搭配放電離子偵測技術 (GC-DID) 量測技術

除了上述計畫規劃內之量測方法技術規格建立之外，本計畫執行過程為了服務業界需求（三鶯氣體公司），針對 N₂、O₂、及 Kr 等物種新建立了一套氣相層析分析技術，如圖十四。由於氣相層析分析技術可將各物種層析分離，如此可避免定量時基質氣體造成之干擾，且搭配之偵測器靈敏度高，因此適合應用於不純物種之同步分析與定量。

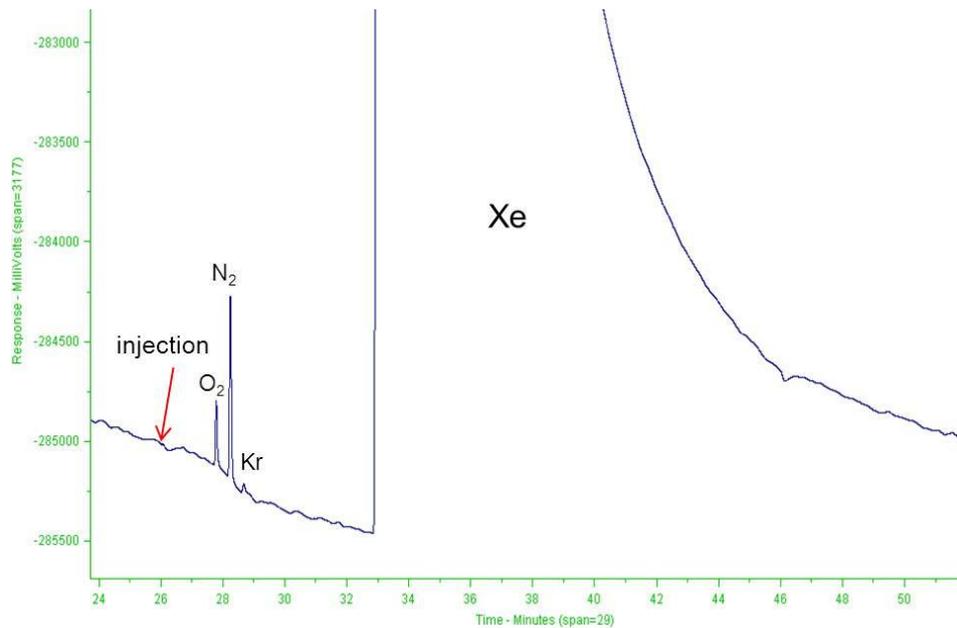


圖十四：氣相層析分析系統示意圖

本技術之建立主要應用於 Xenon 貴重氣體內不純物之定量分析，Xenon 氣體常見使用於 LED 製程之中，若製造過程中出現微量含氧元素之污染物將造成發光效率的下降，經與技術委託氣體廠討論後，Xenon 氣體中的 H₂O 將利用計畫中已建立的光腔衰盪光譜儀分析系統進行定量分析，而 Xenon 氣體中的 N₂、O₂、及 Kr 等物種則是另外開發氣相層析分析技術搭配放電離子偵測器進行定量分析(圖十五及圖十六)。



圖十五：O₂、N₂及 Kr 標準品(Balance Gas 為 He)之氣相層析分析圖譜 (系統條件：
Oven temperature: 50°C, Carrier gas:20 mL/min, Column: molecular sieve, 8 feet)



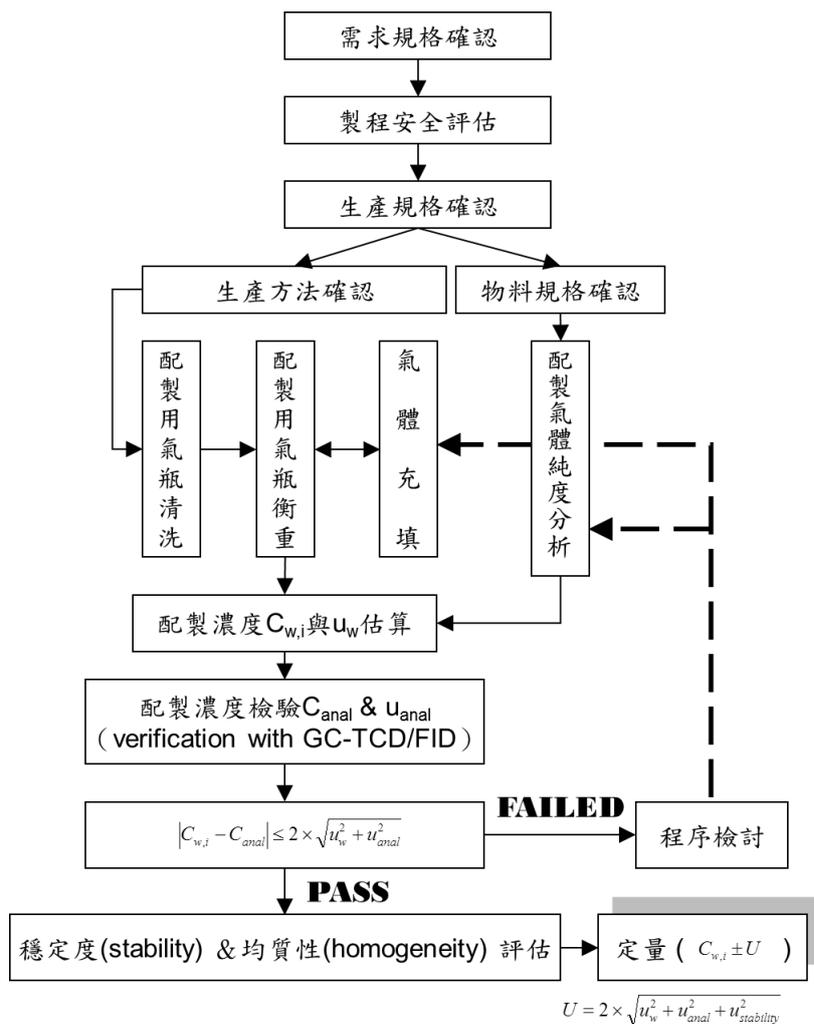
圖十六：Xenon 氣體內含 O₂、N₂及 Kr 等不純物之氣相層析分析圖譜 (系統條件：
Oven temperature: 50°C, Carrier gas: 20 mL/min, Column: molecular sieve, 8 feet)

本年度計畫有關氣體純度分析技術之產出資料參閱P.98~ P.100所列之各類研究報告列表。共計為內部技術文件 4 份，技術論文 6 篇。

■ 鋼瓶混合氣體生產配製技術

FY102 技術發展的另一重點為「高壓氣瓶型式驗證參考物質研製」，本年度技術成果為依照既有技術（圖十七與圖十八）分別完成 1.0 $\mu\text{mol/mol}$ 以上 O_2/N_2 及 1-100 $\mu\text{mol/mol}$ CO/N_2 氣體純度分析用驗證參考物質研製^[1-13~1-17]，此外亦完成 500-1000 $\mu\text{mol/mol}$ CO_2/N_2 驗證參考物質配製，擴充既有標準系統能量，以擴充對產業的技術服務範疇。

除上述計畫目標的達成之外，技術之衍生加值產出為運用氣體純度分析技術開發團隊與產業合作的機會，由混合氣體生產團隊著手配製多成分混合氣體以支援 Xenon 中氣體不純物（Impurities）的分析需求。並且參考美國 EPA 於 2012 年所公告之技術規範^[1-18]以及我國 NIEA 規範^[1-19]運用紅外光分析完成建立汽機車排氣分析儀校正用標準氣體濃度驗證的分析技術，以及 100-2000 $\mu\text{mol/mol}$ SO_2 濃度驗證技術。



圖十七：驗證參考物質配製與濃度確效驗證流程示意圖



圖十八：靜態重力法高壓氣體充填配製裝置圖

— CO₂ in N₂ 驗證參考物質生產配製(計畫指標:最低濃度為 500 μmol/mol)

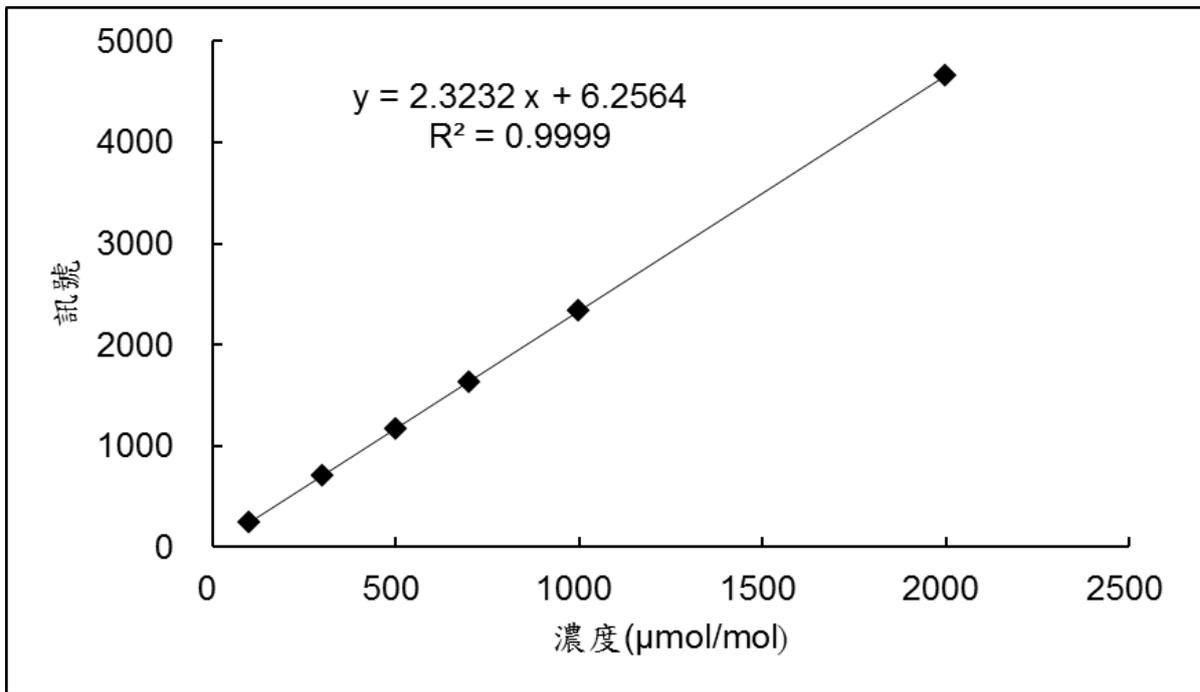
本計畫連結國家度量衡標準實驗室既有技術能量，超出計畫指標，完成 100-2000 μmol/mol 之 CO₂ in N₂ 驗證參考物質配製(表三)，並利用氣相層析熱導分析儀(GC-TCD)/火焰離子分析儀(GC-FID)分析系統執行 CO₂ in N₂ 之濃度檢測驗證(表四)^[1-20]。100-2000 μmol/mol 濃度之 CO₂ in N₂ 驗證參考物質在 GC-FID(+Methanizer)所建立迴歸檢量線如圖十九。所配製生產的鋼瓶型式混合氣體除可提供國內氣體廠作為計量追溯源之外，亦可依據 ISO 6145-7: 2009^[1-21] 運用作為氣體濃度動態配製的濃度母氣(Parent Gas)，動態配製產生之氣體濃度將可作為執行國內各類偵測器校正或測試的參考標準氣體來源以符合法規要求^[1-22~1-24]。本技術成果依照圖二十之國家實驗室標準系統品質運作程序，於 FY103 申請標準檢驗局標準系統查驗後，將可正式對產業進行技術服務，所提供技術報告內容如圖二十一。

表三：(100-2000) μmol/mol 之 CO₂ in N₂ 驗證參考物質配製濃度一覽表

鋼瓶 編號	濃度 (μmol/mol)	擴充不確定度 (μmol/mol)	相對擴充不確定度 (%)
FF6172	100.11	0.98	0.98
FF6174	300.1	0.52	0.17
FF6180	500.07	0.55	0.11
CAL012977	699.9	0.39	0.06
CAL013027	1000.5	2.0	0.20
FF8869	2000.07	0.75	0.04

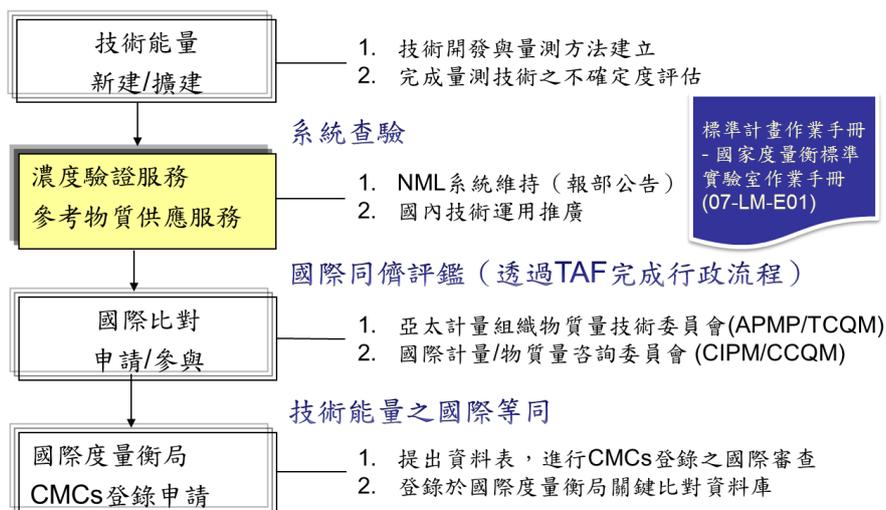
表四：CO₂ in N₂ 分析參數設定

氣體成分	層析管柱	偵測器型式	濃度檢驗條件
CO ₂ in N ₂	1. Supelco-HayeSep/Q 6 ft × 1/6 in × 0.04 in 載流氣體 He : 20 psi	Methanizer + FID	1.進氣口溫度：100 °C 2.烘箱溫度：55 °C 3.偵測器溫度：400 °C 4. H ₂ flow : 35 mL/min 5. Air flow : 400 mL/min 6. Makeup flow He : 2 mL/min
	2.HP-PLOT/Q 30 m × 0.530 mm × 40.0 μm 載流氣體 He : 20 psi	TCD	1.進氣口溫度：100 °C 2.烘箱溫度：55 °C 3.偵測器溫度：250 °C 4. He flow : 30 mL/min 5. Makeup flow He : 2 mL/min



圖十九：CO₂ in N₂ 生產配製混合氣體濃度驗證迴歸分析圖 (100-2000 μmol/mol)
(使用設備方法：GC-FID+Methanizer)

NML技術系統品質保證作業程序



圖二十：國家度量衡實驗室標準系統品質運作流程圖



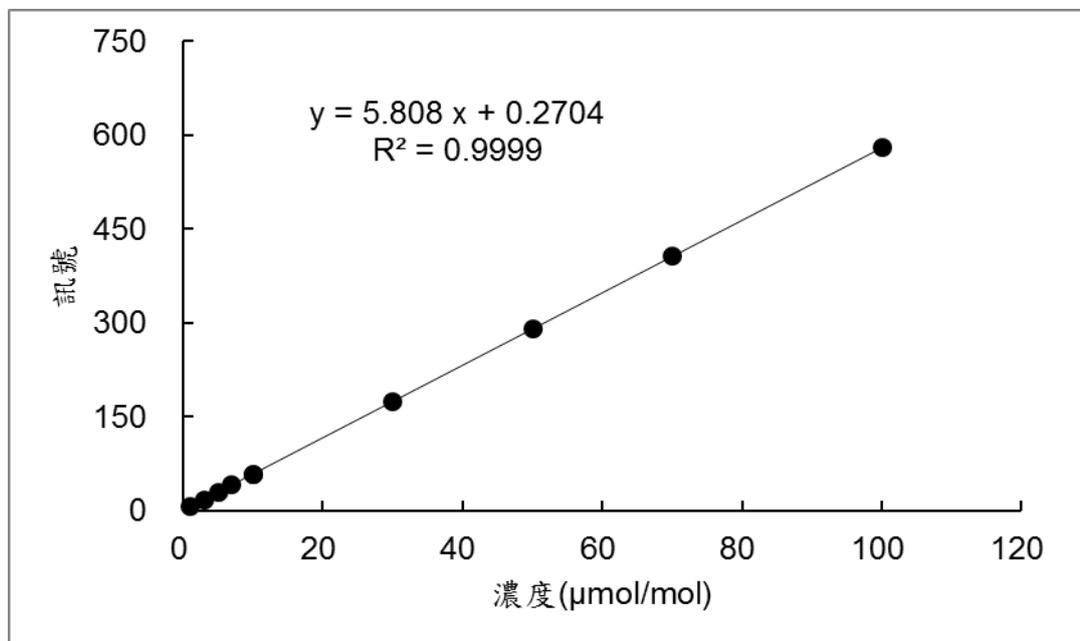
圖二十一：國家度量衡實驗室所提供驗證參考物質之證書參考範例

— CO in N₂ 驗證參考物質生產配製

本計畫連結國家度量衡標準實驗室既有技術能量，完成 1.0-100 $\mu\text{mol/mol}$ 之 CO in N₂ 驗證參考物質配製，並利用氣相層析搭配火焰離子分析儀 (GC-FID+methanizer) 執行 CO in N₂ 之濃度檢測驗證 (表五與圖二十二)。所配製生產的鋼瓶型式混合氣體除了提供國內氣體廠作為計量追溯源之外，亦可依據 ISO6145-7:2009 運用作為氣體濃度動態配製的濃度母氣 (Parent Gas)，動態配製產生之氣體濃度將可作為執行國內各類偵測器校正或測試的標準氣體來源。

表五：CO in N₂ 分析參數設定

氣體成分	層析管柱	偵測器型式	濃度檢驗條件
CO in N ₂	1. HP-PLOT/Q 30 m×0.530 mm ×40.0 μm 2. 載流氣體 He : 20 psi	Methanizer + FID	1. 進氣口溫度：120 °C 2. 烘箱溫度：50 °C 3. 偵測器溫度：400 °C 4. H ₂ flow : 40 mL/min 5. Air flow : 450 mL/min 6. Makeup flow N ₂ : 2 mL/min

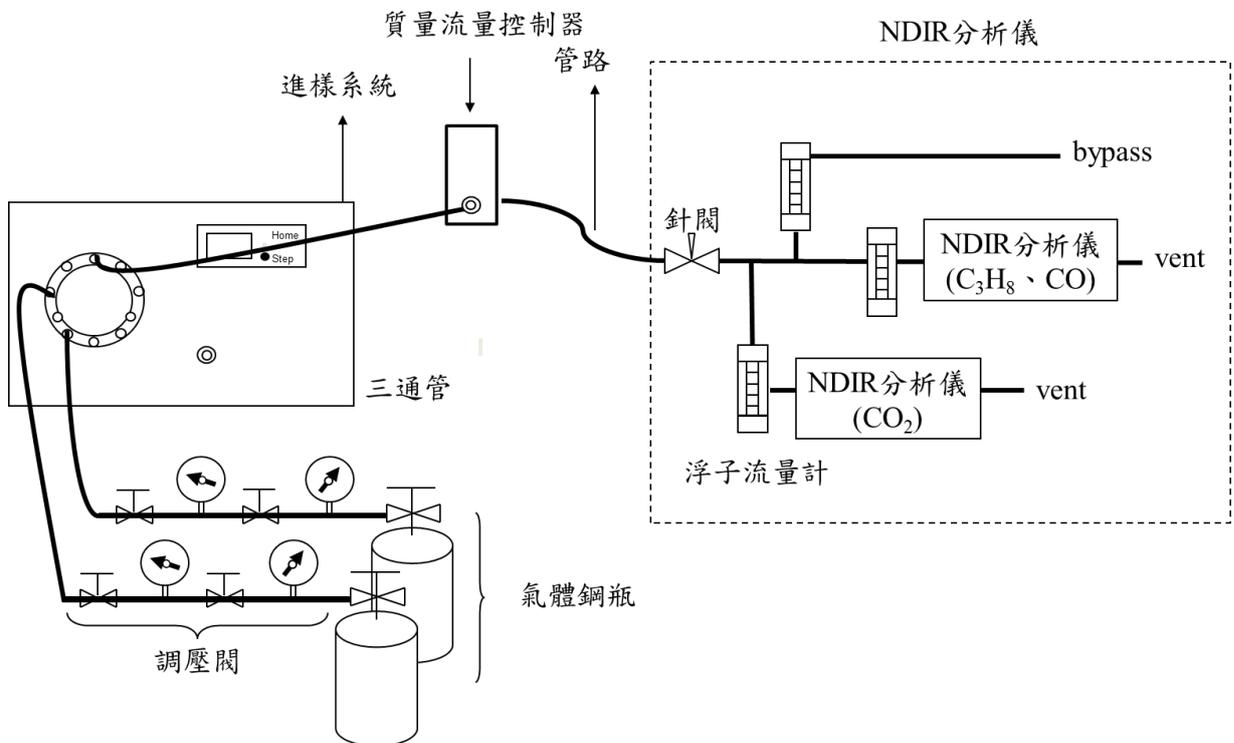


圖二十二：CO in N₂ 生產配製混合氣體濃度驗證迴歸分析圖(1-100 $\mu\text{mol/mol}$)

— (CO+CO₂+C₃H₈) in N₂ 多成分混合氣體濃度驗證技術（本技術為配合產業需求之增列技術產出）

本程序使用非分散性紅外光分析儀（Nondispersive Infrared Analyzer, NDIR）進行多成分混合鋼瓶氣體（CO₂+CO+C₃H₈ in N₂）成分濃度驗證。實驗程序為利用非分散性紅外光分析儀建立標準氣體的紅外光訊號與濃度之迴歸關係 $C_{anal} = a \cdot X + b$ ，再行分析待校鋼瓶氣體之成分濃度訊號，並將此分析訊號代入迴歸方程式中，用以初步評估待校氣體的濃度。完成待校氣體濃度的初步確認以後，選擇兩支鄰近濃度點之標準氣體進行待校氣體的濃度驗證，並評估驗證值的相對擴充不確定度。可執行之多成分混合氣體之濃度範圍如下表，量測系統如圖二十三。

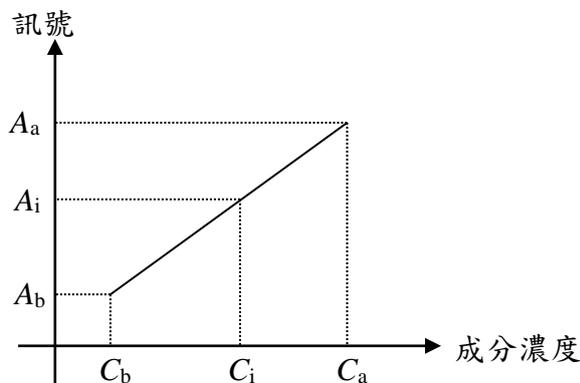
待校鋼瓶氣體名稱	成分濃度 (mol/mol)
CO ₂ 、CO、C ₃ H ₈ /N ₂	CO ₂ ：(3 至 14) × 10 ⁻²
	CO：(1.6 至 8) × 10 ⁻²
	C ₃ H ₈ ：(0.5 至 2.4) × 10 ⁻²



圖二十三：非分散性紅外光分析儀相關組成示意圖

鋼瓶氣體濃度驗證程序，所採用的方法參考 ISO 6143: 2001 規範 [1-25] 以及國內環保署公告之 NIEA-PA103 環境檢驗檢量線製備及查核指引 [1-19] 採用線性迴歸分析法初步評估待校鋼瓶氣體濃度，並確認待校鋼瓶氣體濃度落於檢量線的濃度區間，再以兩點濃度夾差的方式分析數據。濃度驗證程序為將所選擇之 5 瓶標準鋼瓶氣體藉由自動進樣裝置銜接至非分散性紅外光分析儀進行分析，建立檢量線以初步評估待校鋼瓶氣體的濃度。標準與待校鋼瓶氣體的進樣分析順序為 $R_1 \rightarrow R_2 \rightarrow S_1 \rightarrow R_3 \rightarrow R_4 \rightarrow R_5$ ，其中 R 代表標準鋼瓶氣體；S 代表待校鋼瓶氣體。由分析結果確定待校鋼瓶氣體的濃度介於檢量線濃度範圍之後。選擇鄰近待校鋼瓶氣體濃度之兩支標準鋼瓶氣體 R_a 以及 R_b 進行後續的定量分析。各鋼瓶氣體依順序分析 3 次 ($R_a \rightarrow S_1 \rightarrow R_b$ 、 $R_a \rightarrow S_1 \rightarrow R_b$ 、 $R_a \rightarrow S_1 \rightarrow R_b$)，取 3 次訊號的平均值作後續數據分析，並將平均值及標準差作為系統穩定度的初步判斷依據。

量測公式如下所述。



$$\frac{C_a - C_i}{C_a - C_b} = \frac{\overline{A_a} - \overline{A_i}}{\overline{A_a} - \overline{A_b}}$$

$$C_i = (C_b - C_a) \frac{\overline{A_a} - \overline{A_i}}{\overline{A_a} - \overline{A_b}} + C_a$$

其中

C_a 、 C_b ：標準氣體濃度

A_a 、 A_b ：標準氣體分析訊號值

C_i ：待校鋼瓶氣體濃度

A_i ：待校鋼瓶氣體分析訊號值

依據量測公式所建立之量測結果不確定度如下描述， C_i 之組合標準不確定度 u_c 為

$$u_c^2(C_i) = \left(\frac{\partial C_i}{\partial C_a}\right)^2 u^2(C_a) + \left(\frac{\partial C_i}{\partial C_b}\right)^2 u^2(C_b) + \left(\frac{\partial C_i}{\partial A_a}\right)^2 u^2(\bar{A}_a) + \left(\frac{\partial C_i}{\partial A_b}\right)^2 u^2(\bar{A}_b) + \left(\frac{\partial C_i}{\partial A_i}\right)^2 u^2(\bar{A}_i)$$

其中

$$\left(\frac{\partial C_i}{\partial C_a}\right) = 1 - \left(\frac{\bar{A}_a - \bar{A}_i}{\bar{A}_a - \bar{A}_b}\right)$$

$$\left(\frac{\partial C_i}{\partial C_b}\right) = \left(\frac{\bar{A}_a - \bar{A}_i}{\bar{A}_a - \bar{A}_b}\right)$$

$$\left(\frac{\partial C_i}{\partial A_a}\right) = (C_b - C_a) \left(\frac{\bar{A}_i - \bar{A}_b}{(\bar{A}_a - \bar{A}_b)^2}\right)$$

$$\left(\frac{\partial C_i}{\partial A_b}\right) = (C_b - C_a) \left(\frac{\bar{A}_a - \bar{A}_i}{(\bar{A}_a - \bar{A}_b)^2}\right)$$

$$\left(\frac{\partial C_i}{\partial A_i}\right) = (C_a - C_b) \left(\frac{1}{\bar{A}_a - \bar{A}_b}\right)$$

上述各參數之偏微分結果代表各不確定度來源之靈敏係數。由量測不確定度評估公式可知，本系統之量測不確定度主要來源為：

- 量測重複性之平均值
- 標準件濃度及其濃度擴充不確定度

此外，量測準確度亦會受量測儀器訊號的線性以及量測過程系統穩定性所影響。故本系統量測擴充不確定度來源包含下列部分：

1. 量測值之標準不確定度 $u(\bar{A})$ ：B 類不確定度；
2. 標準件之標準不確定度 $u(C)$ ：B 類不確定度評估；
3. 系統穩定性之標準不確定度 $u(S_{sys})$ ：A 類不確定度評估；
4. 儀器訊號之線性迴歸誤差 $u(\varepsilon)$ ：B 類不確定度評估。

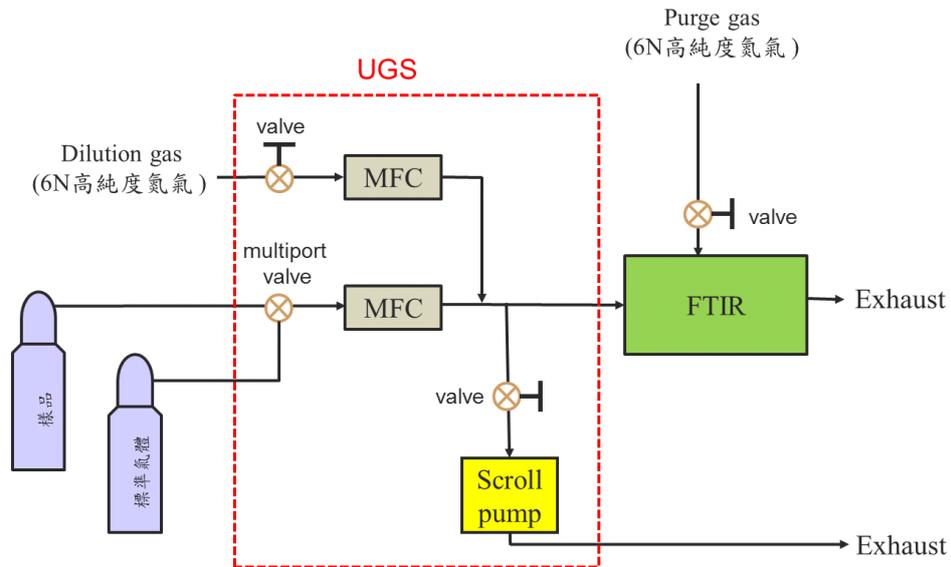
綜合以上結果，量測不確定度評估公式可修飾為：

$$u_c^2(C_i) = \left(\frac{\partial C_i}{\partial C_a}\right)^2 u^2(C_a) + \left(\frac{\partial C_i}{\partial C_b}\right)^2 u^2(C_b) + \left(\frac{\partial C_i}{\partial A_a}\right)^2 u^2(\bar{A}_a) + \left(\frac{\partial C_i}{\partial A_b}\right)^2 u^2(\bar{A}_b) + \left(\frac{\partial C_i}{\partial A_i}\right)^2 u^2(\bar{A}_i) + u^2(S_{sys}) + u^2(\varepsilon)$$

根據以上量測不確定度分析，在 95 % 的信賴水準下，此技術系統最佳濃度驗證能力之擴充不確定度為 1.4 %，細節說明於 P.98 技術報告列表...多成分混合氣體之濃度驗證分析程序以及多成分混合氣體之濃度驗證評估報告。

— SO₂ in N₂ 混合氣體濃度驗證技術 (計畫指標：SO₂ 量測技術建立)

本計畫使用傅立葉紅外光譜儀 (MKS Instruments - MultiGas™ 2031 Purity FTIR Gas Analyzer)，超出計畫指標，同時開發執行 NO 與 SO₂ 兩種成分之濃度驗證技術。規劃執行之系統如圖二十四所示，FTIR 之操作條件如表六。



圖二十四：傅立葉紅外光譜儀分析系統示意圖

表六：FTIR 之 NO 與 SO₂ 分析操作條件

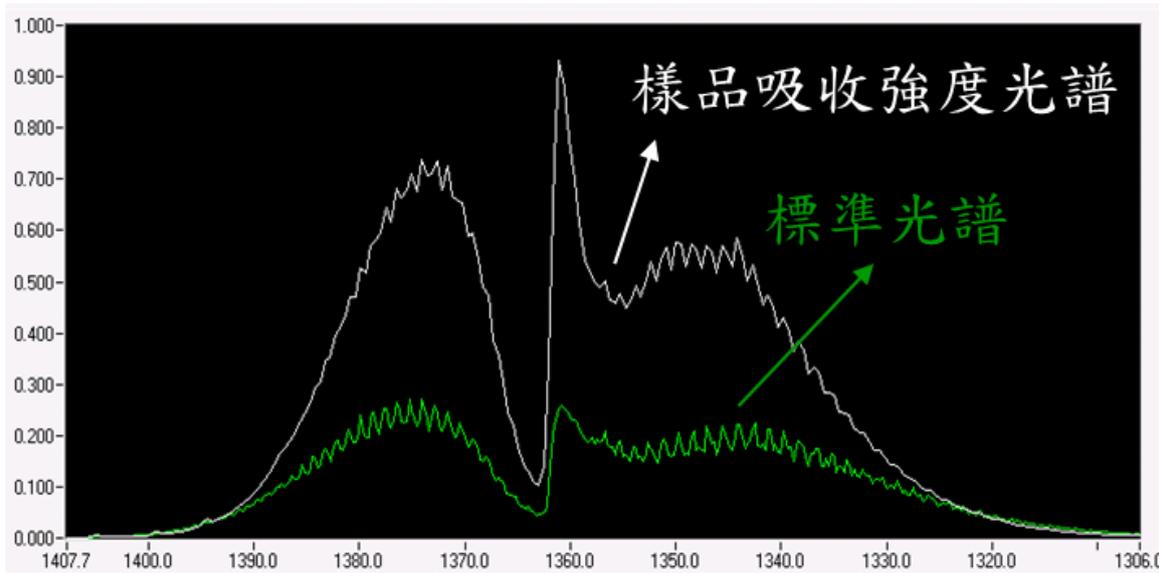
分析物種	光譜特性吸收波數(cm ⁻¹)	光徑長(m)	定量方式	方法偵測極限(ppm)
NO in N ₂	1780 ~ 1960	5.1	迴歸分析	0.25
SO ₂ in N ₂	1360 ~ 1400	5.1	迴歸分析	3.21

濃度檢測驗證主要分為三大步驟：

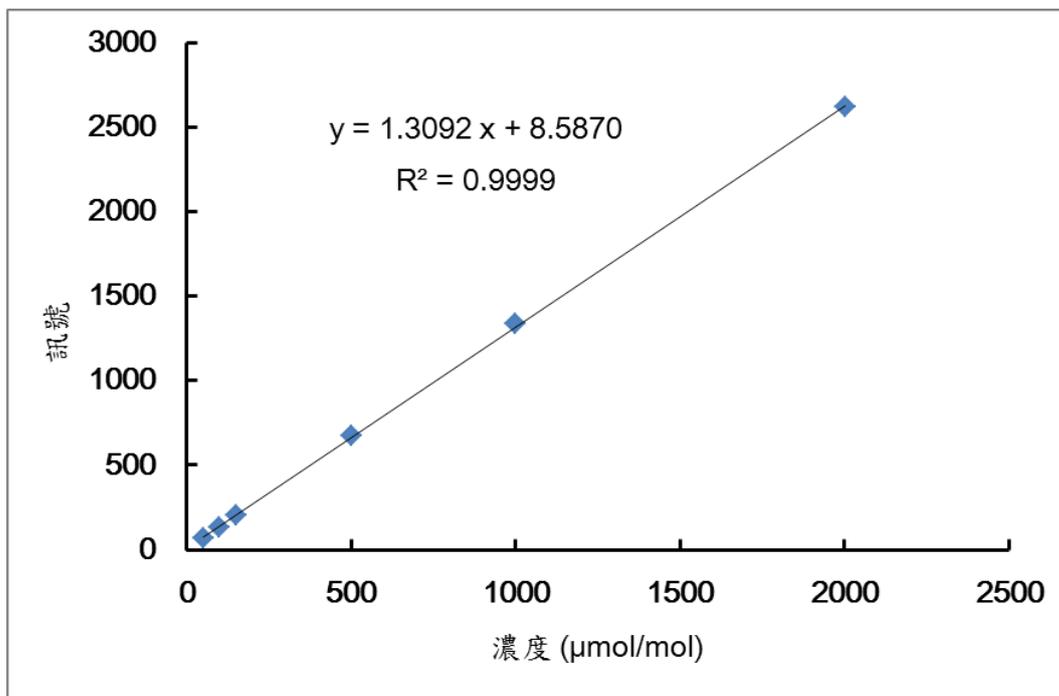
步驟 A：選擇氣體分子於紅外光之特性吸收區間進行定性定量分析，圖二十五為 FTIR SO₂ 標準光譜與樣品吸收光譜圖

步驟 B：以先期研究所配製之 SO₂ in N₂ 混合氣體搭配採購自國外鋼瓶氣體建立訊號與濃度值之迴歸方程式 (圖二十六)

步驟 C：將待測高壓混合氣體於 FTIR 分析所得訊號代入迴歸方程式計算鋼瓶氣體濃度。



圖二十五：FTIR 之 SO₂ 之標準光譜與樣品吸收光譜圖

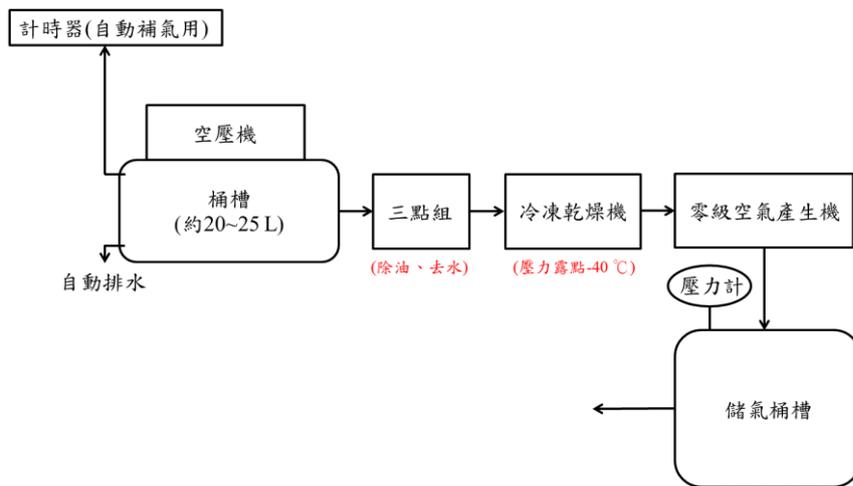


圖二十六：SO₂ 濃度與分析訊號之迴歸曲線圖

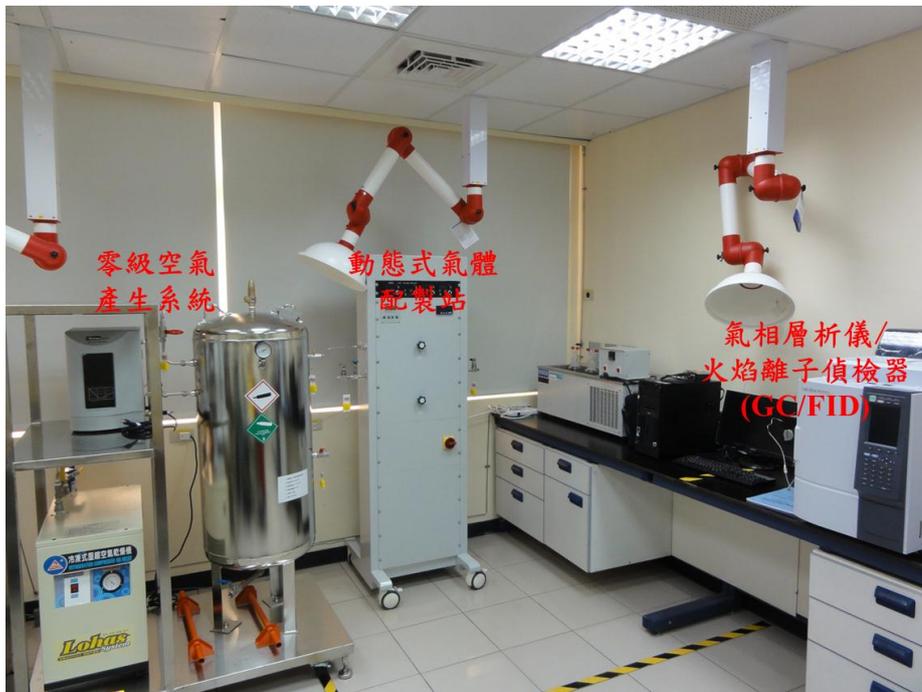
本年度成果已運用此技術與環保機構以及環保機構所委託之研究案執行機構（成大基金會）進行跨部會合作，執行進口標準氣體以及國內廠商自製標準氣體的品質查核，品質查核結果之詳細說明描述於報告書 P. 71 技術服務成果說明之案例 12 與案例 13。目前查核結果顯示，進口標準氣體報告標示濃度與本計畫驗證濃度的差異均小於 2.0%。國內自製標準氣體的品質則有比較大的濃度比對差異。

■ 線上標準氣體混合研製技術（動態配製）

「質量流量法動態混合氣體配製技術的建立」為 FY102 技術發展的重要成果之一。為建立此技術，技術團隊優先建立零級空氣供應設施，並與氣體純度技術合作驗證此供應設施所供應之氣體純度品質。目前系統設計包含以下組件：a) 無油式空氣壓縮機；b) 冷凍乾燥機；c) 零級空氣產生器(碳氫化物濃度 $\leq 1 \mu\text{mol/mol}$)；d) 高潔淨度不鏽鋼空氣儲存桶；e) 定時裝置與氣體調壓閥。零級空氣供應系統運用於建立質量流量法動態混合氣體配製技術的關連性如圖二十七以及圖二十八所示。



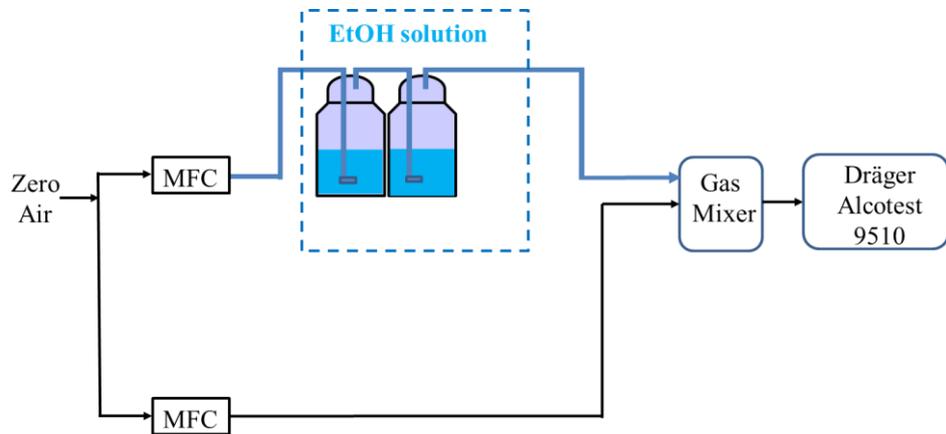
圖二十七：零級空氣產生裝置設計



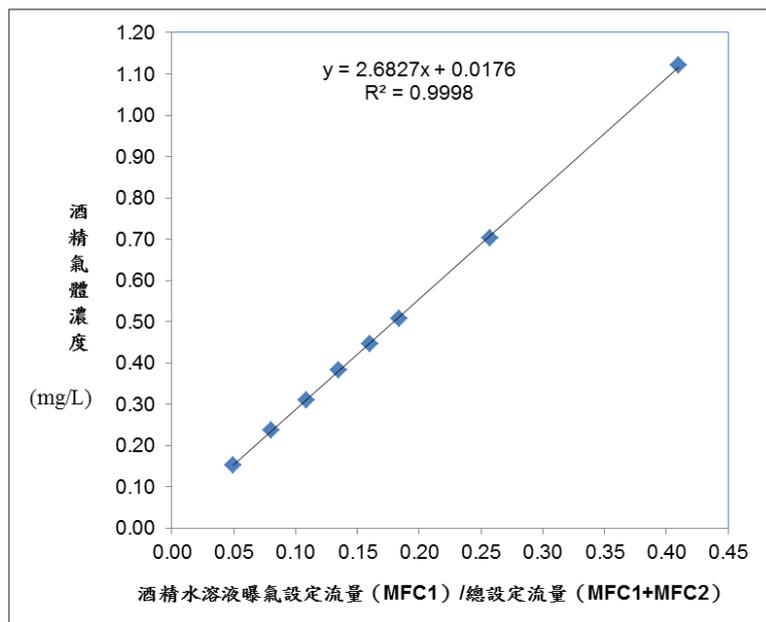
圖二十八：質量流量法動態氣體濃度配製設備圖（本年度計畫採購設備）

— 醇類氣體濃度量測技術與氣體動態配製技術建立

本計畫所建立之醇類氣體動態配製系統如圖二十九所示，是參考 OIML R126: 2012^[1-26] 以及 ISO 6145-7: 2009 所建議之技術規範，以兩組質量流量控制器（MFC）控制通過乙醇溶液之曝氣流量與稀釋氣體之流量，總流量控制在 7 L/min，經由調控兩者之流量比例，可得到不同濃度之乙醇氣體。由圖三十結果顯示，該醇類氣體動態配製系統可以配製濃度範圍介於 0.15 mg/L 至 1.15 mg/L 之乙醇氣體（氣體溫度為 34 °C；壓力為 1.013 bar），相當於 82 ppm (μmol/mol) 至 630 ppm (μmol/mol)，其線性迴歸決定係數(R square)可達 0.9998。



圖二十九：醇類氣體動態配製系統示意圖



圖三十：乙醇氣體量測濃度與氣體稀釋流量之迴歸分析圖

該醇類動態產生系統量測方程式如下所述，乙醇氣體濃度依據 Dubowski's 方程式計算而得，如下列公式。

$$C_{air} = \frac{a}{7} (k_1 C_{H_2O} \exp(k_2 t))$$

其中

$$k_1 = 0.04145$$

$$k_2 = 0.06583$$

$$C_{H_2O} = 8 \text{ (mg/L)}$$

$$a = \text{MFC 流量 (L/min)}$$

組合不確定度計算式如下所述，

$$u^2(C_{air}) = \left(\frac{\partial C_{air}}{\partial a} \right)^2 u^2(a) + \left(\frac{\partial C_{air}}{\partial t} \right)^2 u^2(t)$$

$$\left(\frac{\partial C_{air}}{\partial a} \right) = \frac{1}{7} (k_1 C_{H_2O} \exp(k_2 t))$$

$$\left(\frac{\partial C_{air}}{\partial t} \right) = \frac{a}{7} (k_1 k_2 C_{H_2O} \exp(k_2 t))$$

$$u_c^2 = u^2(C_{air}) + u^2(S_{sys})$$

其中

$u(C_{air})$ ：量測濃度 C_{air} 之標準不確定度

$u(S_{sys})$ ：乙醇動態配製系統之標準不確定度

u_c ：系統之組合標準不確定度

此系統測試評估是以目前國內酒測器材檢定檢查技術規範對於酒測器材的測試濃度中取三個濃度點次進行測試，結果如下表所示：

C_{air} (mg/L)	a(L/min)	u(a)	t(°C)	u(t)	$u^2(C_{air})$	u_{sys}^2	u_c (mg/L)	U(k=2)
0.55	1.45	0.000866025	34	0.08660254	1.36305E-05	9E-06	0.00476	0.0096
0.25	0.61	0.000866025	34	0.08660254	2.53411E-06	9E-06	0.0034	0.0068
0.15	0.40	0.000866025	34	0.08660254	1.17399E-06	4E-06	0.00227	0.0046

系統相對擴充不確定度：

$$U_r = U/C \times 100 \% = 0.0096 / 0.55 \times 100 \% = 1.7 \%$$

由於目前技術規範對酒測器材之最大容許誤差為 5%，因此此系統符合現今法規要求，可應用於國內酒測器材的性能評估。

一 高壓氣瓶型式乙醇氣體濃度量測技術建立與實驗室間比對先期規劃

技術團隊運用氣相層析搭配火焰離子偵測器 GC-FID (表七) 建立乙醇氣體濃度量測程序, 提供實驗室人員評估乙醇混合氣體濃度驗證時之依據。方法為選擇不同濃度標準鋼瓶氣體藉由自動進樣裝置銜接至氣相層析系統進行分析, 建立迴歸檢量線以初步評估待驗鋼瓶氣體的濃度 (線性迴歸的 R^2 值必須大於 0.9999)。由分析結果確定待驗鋼瓶氣體的濃度落於檢量線濃度範圍。選擇鄰近待驗鋼瓶氣體濃度之一瓶標準鋼瓶氣體 R 以單點比對模式進行後續定量分析。

技術建立過程中並分別針對各不確定度參數進行計算與評估, 不確定度評估參考 GUM [1-27] 執行 (表八)。執行方法為選擇一瓶鄰近濃度點之標準鋼瓶氣體進行待驗氣體的濃度比對分析 (參考標準鋼瓶與待校鋼瓶的濃度相對差異在 5 % 以內), 以此分析結果評估待驗氣體濃度之不確定度, 所驗證之鋼瓶氣體除可適用於一般環境氣體監測器的校正外, 搭配必要的裝置設備, 亦可運用於酒精分析儀性能查核。

表七：分析 C_2H_5OH in Air 混合氣體濃度之方法與系統條件說明

氣體成分	層析管柱	偵測器型式	濃度檢驗條件
C_2H_5OH in Air	DB-624 UI 30 m × 0.530 mm × 40.0 μm 載流氣體 He : 25 mL/min	FID	1. 進氣口溫度 : 100 °C 2. 烘箱溫度 : 40 °C 3. 偵測器溫度 : 400 °C 4. H_2 flow : 40 mL/min 5. Air flow : 450 mL/min 6. Makeup flow : 30 mL/min 7. Methanizer 溫度 : 375 °C

下表以一瓶濃度接近待驗樣品之標準鋼瓶氣體 (濃度 300.9 ± 1.5 μmol/mol), 執行濃度約 301.0 μmol/mol 之 C_2H_5OH in Air 樣品濃度量測分析, 提供濃度驗證結果及其濃度量測不確定度評估彙整表。由表七顯示, 此量測技術之不確定度來源包含: 標準氣體與待驗氣體濃度量測訊號的變異, 標準氣體本身的濃度擴充不確定度, 量測系統的穩定度, 以及量測系統本身的線性迴歸誤差。由技術成果顯示, 目前所建立的技術對於 C_2H_5OH in Air 濃度校正之服務範圍為 130 μmol/mol 至 574 μmol/mol, 最小擴充不確定度為 1.7 μmol/mol 至 4.3 μmol/mol。

表八：C₂H₅OH (301 μmol/mol) 濃度量測不確定度分析表

不確定度源 x_i	類別	分佈	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 $\frac{\partial C_s}{\partial x_i}$	不確定度分量 $\left \frac{\partial C_s}{\partial x_i} \right u(x_i)$	自由度 $\nu(x_i)$
標準氣體訊號面積積分平均值 (\bar{A}_R)	A	t	17.16	-0.0618 (μmol/mol)	1.060 (μmol/mol)	4
待校氣體訊號面積積分平均值 (\bar{A}_S)	A	t	8.58	0.0631 (μmol/mol)	0.541 (μmol/mol)	4
標準氣體濃度 (C_R)	B	常態	0.75 (μmol/mol)	0.9796	0.735 (μmol/mol)	∞
量測系統穩定性 (S_{sys})	B	矩形	0.49 (μmol/mol)	1	0.490 (μmol/mol)	50
線性迴歸誤差 (ε)	B	矩形	0.2872 (μmol/mol)	1	0.287 (μmol/mol)	50
組合標準不確定度(u_c)：1.51 μmol/mol 有效自由度(V_{eff})：16 信賴水準：95 % 涵蓋因子(k)：2.12 擴充不確定度(U)：3.2 μmol/mol 相對擴充不確定度：1.1 %						

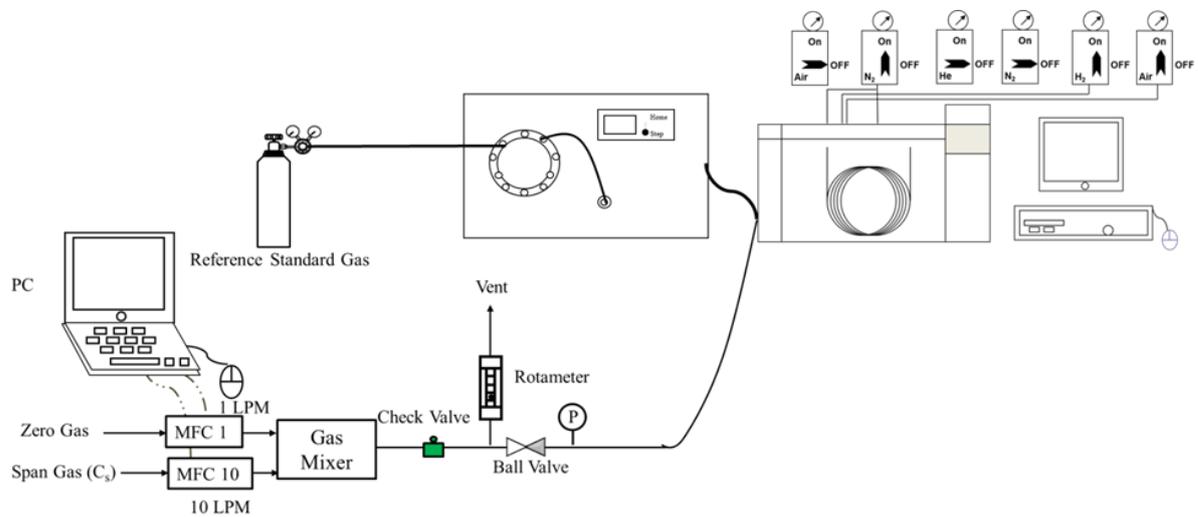
此外，運用此技術，技術團隊亦透過產業協助與目前國內的二級校正實驗室進行技術能力比對。比對執行共計有三個不同濃度的樣品。比對結果顯示其中兩個樣品的分析結果不一致。在經過技術細節與分析流程的討論後，本技術團隊除了協助審查實驗數據處理的合理性外，並建議該實驗室應參考文獻，針對量測系統建立標準氣體濃度與儀器訊號讀值的檢量線；並且提供標準氣體給二級校正實驗室進行分析工作的重新執行。透過我方的協助，此次參與比對的二級校正實驗室已提升該單位的技術執行品質，並針對量測數據的運用建立合理化的 Outlier 刪除規則。

一 氣體濃度稀釋裝置開發與衍生加值運用（技術運用產業：科榮公司）

在質量流量法動態氣體濃度配製技術建立方面，本年度搭配協助產業建立自主技術的過程，完成 CO in N₂ 與 CO₂ in N₂ 混合氣體濃度稀釋裝置開發。此外，並利用氣相層析儀搭配熱導偵測器與火焰離子偵測器（GC-TCD/GC-FID）進行分析，建立稀釋裝置之實際濃度稀釋倍率與理論稀釋倍率的關係，進以完成稀釋裝置性能評估，確保稀釋濃度之準確度。

驗證濃度範圍及稀釋倍率如下表所示，稀釋倍率驗證系統示意圖如圖三十一。本技術執行過程中所使用的動態配製用濃度母氣（Parent Gas）為高壓混合氣體生產配製技術團隊所支援提供，成功整合不同工作之技術團隊之間的資源運用。

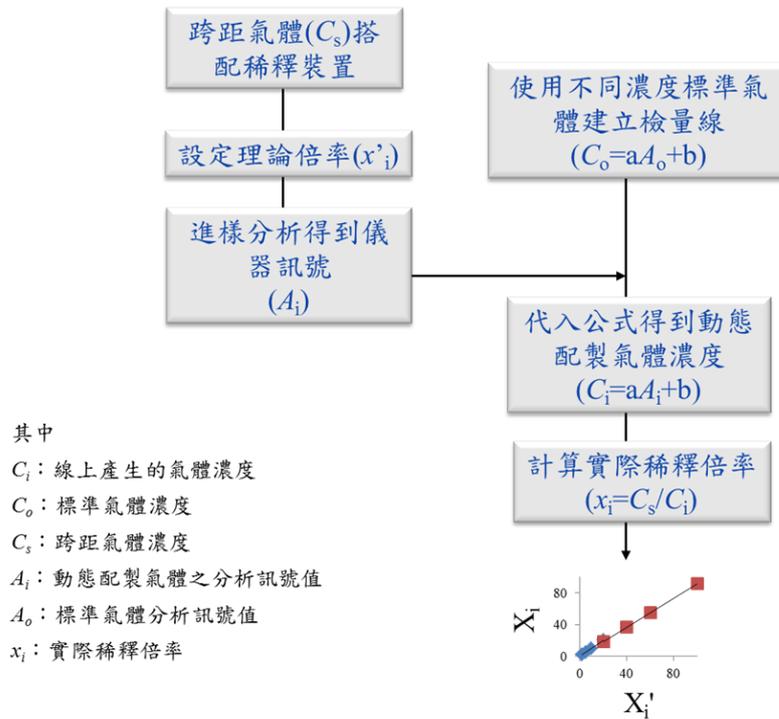
項目	濃度範圍	標的濃度 稀釋倍率
CO in N ₂	(1 – 50) ppm	2 – 100
CO ₂ in N ₂	(50 – 5000) ppm	2 – 100



圖三十一：稀釋倍率驗證系統示意圖（此技術系統成功技術運用於偵測器供應產業）

此氣體濃度稀釋裝置之稀釋倍率驗證流程如圖三十二所示。進行氣體濃度動態稀釋之前，先以不同濃度之高壓型式混合標準氣體進行分析儀器的檢量線建立（利用不同標準氣體分析訊號值（A₀）與標準氣體濃度（C₀）建立），再利用稀釋用母氣（C_s）搭配稀釋裝置以及

稀釋用零級氣體 (Zero Gas) 動態配製出不同濃度的混合氣體，利用 GC-FID 進行分析。完成分析之後，將動態配製氣體之分析訊號值 (A_i) 代入檢量線中，求得線上產生的氣體濃度 (C_i)，進而求得實際稀釋倍率 ($x_i = C_s/C_i$)，並以此結果評估稀釋倍率與其量測擴充不確定度。



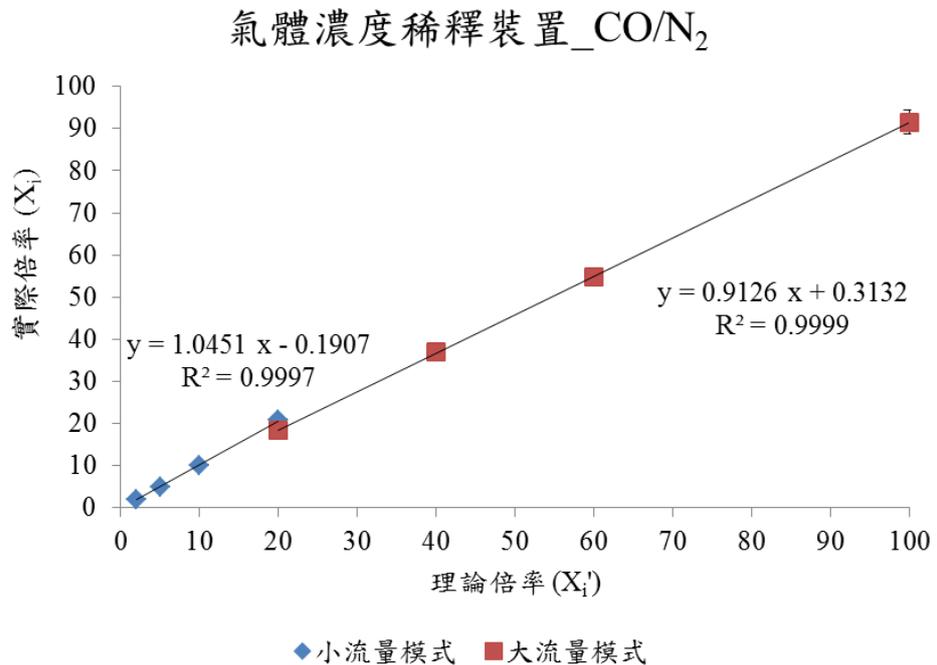
圖三十二：稀釋倍率驗證流程圖

本研究針對 CO in N₂ 在 1 μmol/mol 至 50 μmol/mol 之實際稀釋倍率分析結果如表九所示，並以擴充不確定度表示量測品質。理論稀釋倍率與實際稀釋倍率換算方程式與關係圖如圖三十三所示。

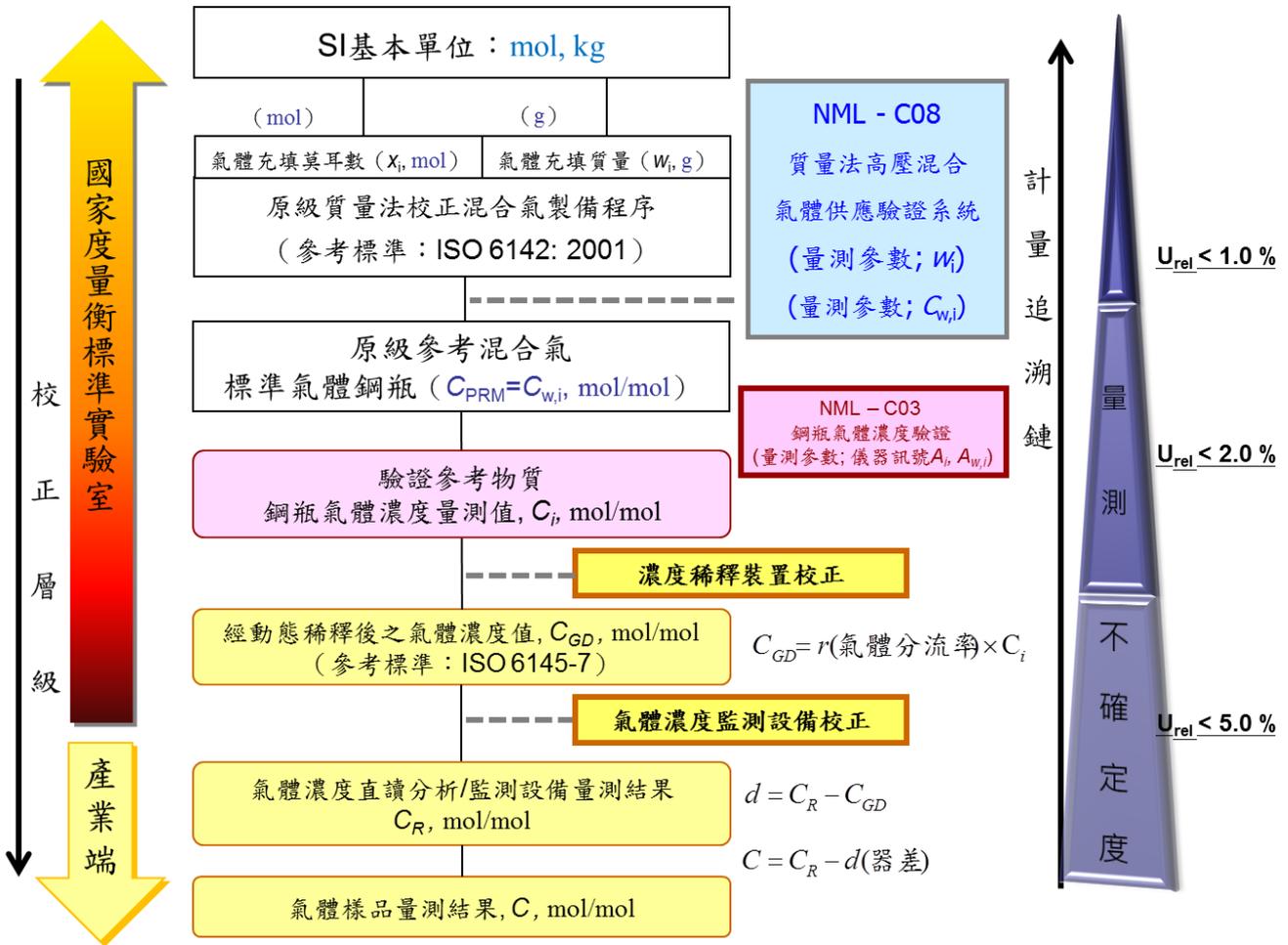
表九：CO in N₂ 實際稀釋倍率分析表

全幅母氣濃度 C_s (ppm)	理論 稀釋倍率 x_i'	動態稀釋產生 後之驗證濃度 C_i (ppm)	實際 稀釋倍率 x_i	實際稀釋倍率 之擴充不確定度 $U(x_i)$
53.8	2	26.11	2.06	0.02
	5	10.88	4.94	0.04
	10	5.32	10.11	0.10
99.57	20	5.41	18.42	0.15
	40	2.68	37.12	0.49
	60	1.8	54.9	1.1
	100	1.1	91.6	2.8

據『毒性化學物質應變器材及偵測與警報設備管理辦法』偵測器設備於警報設定值之誤差應在正負百分之三十以內。因此，建議校正偵測器時所使用之校正用標準氣體產生系統的不確定度應為最大容許誤差(Maximum Permissible Error, MPE)的三分之一。而本研究之稀釋裝置在動態配製下所產生的混合氣體濃度相對擴充不確定度在 5% 以內，符合此項管理辦法，不僅提供國內氣體量測設備之自主計量追溯源（圖三十四），未來可直接與相關產業進行技術移轉，以扶植國內產業。



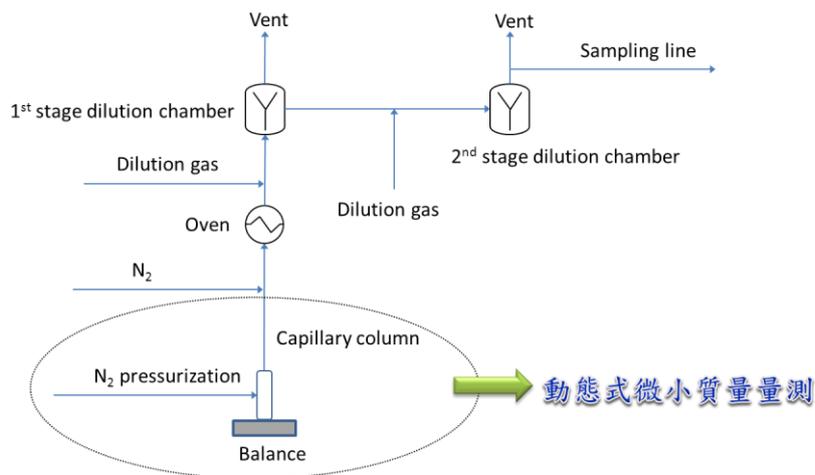
圖三十三：理論稀釋倍率與實際稀釋倍率換算方程式及其關係圖



圖三十四：氣體濃度計量追溯圖

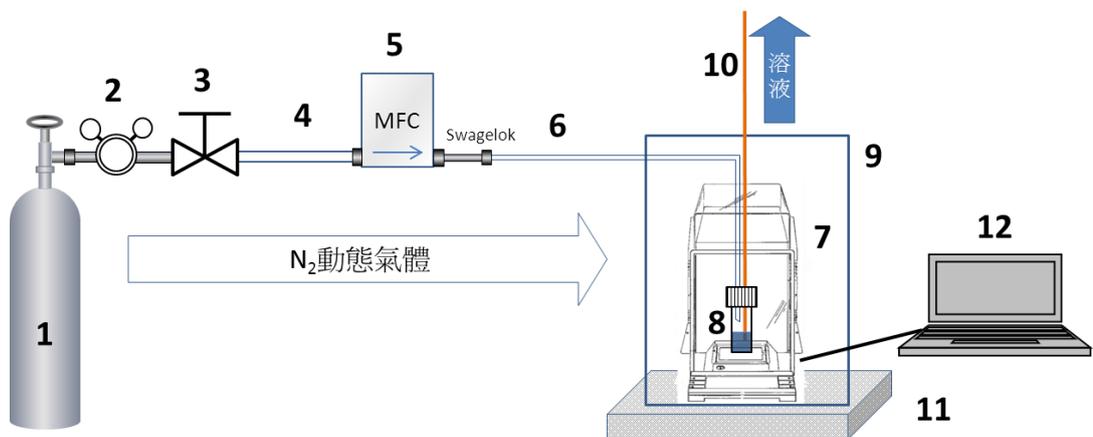
一 動態連續微小質量量測模式設計

低濃度揮發性氣體濃度配製必須採用動態製造的方式產生，其系統架構示意圖如圖三十五，圖中前端為動態式微小質量量測裝置，其目的是為產生穩定微量的揮發性純氣，以供後端以稀釋法配製低濃度揮發性氣體。本年度之技術成果屬先期裝置設計開發，在延續計畫中將持續進行系統組裝與測試，以利未來進行國內法規相關揮發性有機物之參考標準氣體來源供應，協助法規執行落實^[1-28~1-35]。



圖三十五：動態氣體濃度稀釋配製架構示意圖

動態式微小質量量測裝置設計，是以供給穩定的 N_2 純氣進入裝有揮發性有機溶液的密閉瓶中，藉由瓶中 N_2 氣體的不斷增加，使瓶中揮發性有機溶液被擠壓由毛細管輸出，其裝置設計圖如圖三十六。



圖三十六：動態式微小質量量測裝置設計圖

目前所設計之量測模式為：量測時，N₂純氣輸入裝有揮發性有機溶液的密閉樣品瓶中，當樣品瓶氣體達到飽合時，瓶中的溶液會隨著毛細管輸出，此時輸入的體積等於輸出的體積。即
 $V(N_2) = V(VOC)$ ，而 N₂ 的流量由 MFC (Mass Flow Controller) 控制，N₂ 每分鐘的輸入體積已知，則 N₂ 的質量為

$$m(N_2) = \frac{\rho(N_2)}{V(N_2)}$$

其中 $\rho(N_2)$ 為 N₂ 在一大氣壓下的密度值。當動態式微小質量量測達到平衡且穩定時，樣品瓶中揮發性有機溶液損失的質量為一穩定值，則量測 Δt 天平所顯示的讀值差 ΔI 為

$$\Delta I = [m(N_2) - m(VOC)] \Delta t$$

其中

ΔI ：天平所顯示的讀值差 ($\Delta I = I_2 - I_1$ ，I 為天平讀值)

$m(N_2)$ ：樣品瓶中 N₂ 純氣增加的質量值

$m(VOC)$ ：樣品瓶中揮發性有機溶液損失的質量值

Δt ：量測時間 ($\Delta t = t_2 - t_1$)

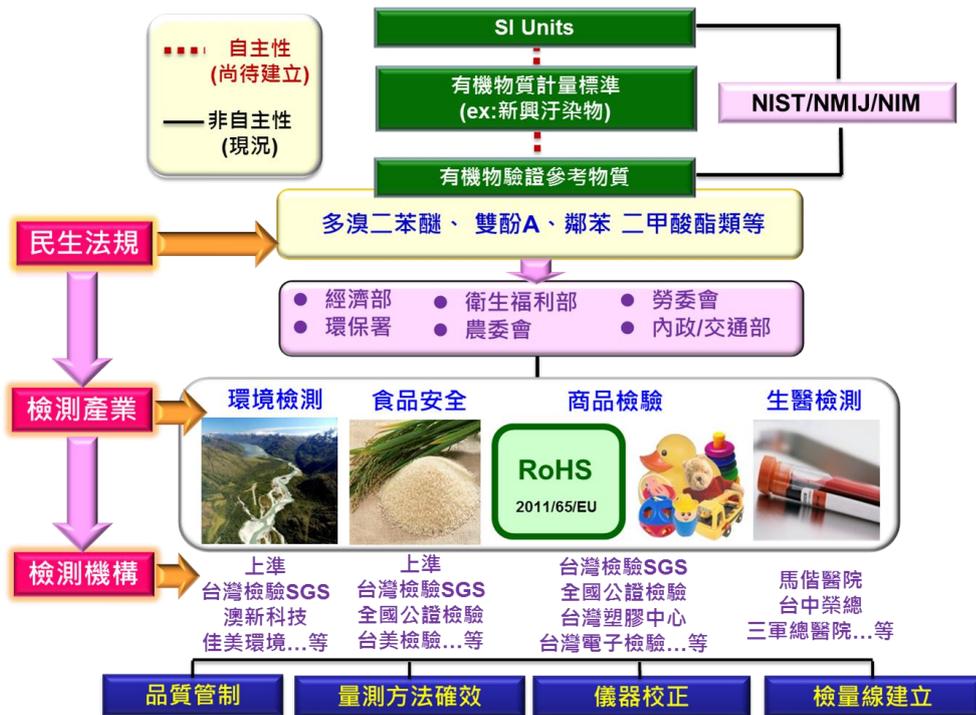
將式(1)代入式(3)，則單位時間輸出的揮發性有機溶液的質量，即量測模式為

$$m(VOC) = \frac{\rho(N_2)}{V(N_2)} - \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

(二) 環境化學計量標準技術分項

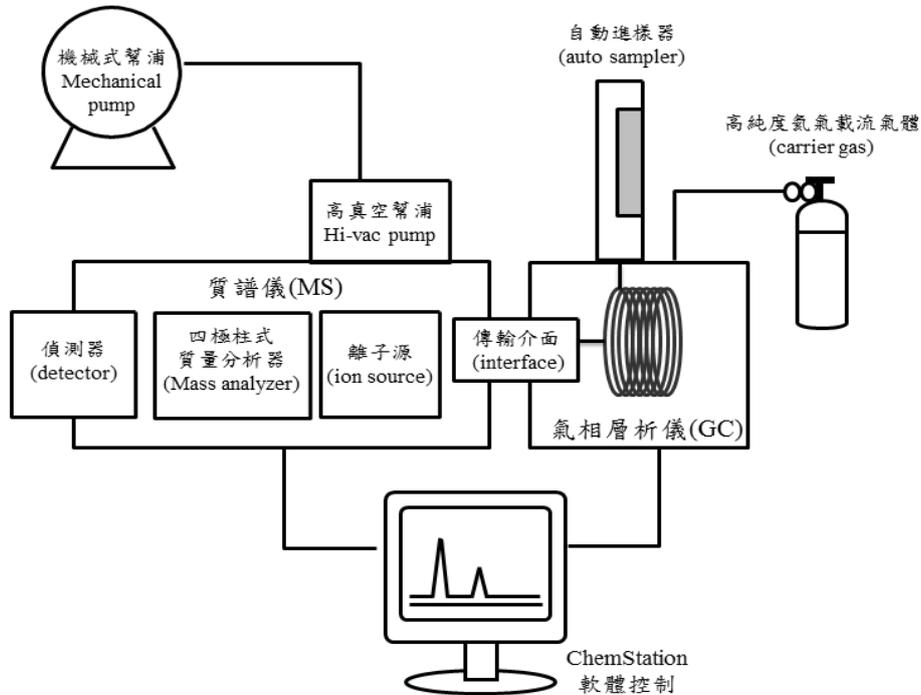
為確保量測數據的可靠性和可比較性，分析過程中品質保證系統的導入為必須之措施。而驗證參考物質的使用，即為實現分析結果具追溯性與實驗室間可比較性之途徑。以監測環境中特定污染物(或毒物)之濃度與流佈為例，所使用之檢測技術須經過適當的評估，包含使用基質匹配 (Matrix-Matched) 之驗證參考物質 (即 Matrix CRM) 進行方法驗證，以確保分析數據之可靠性 (圖三十七)。國際間著名的計量標準機構，如:美國國家標準與技術研究院 (NIST) 或韓國國家標準與科學研究院 (KRISS) 等，無不致力於驗證參考物質的發展與開發，以提供分析人員在使用上具有充分之選擇性，並運用於例行性檢測分析之需求。

然相較於例行性檢測分析之項目，面臨與時俱變之新興污染物，因其濃度極低且流佈範圍不明確與不穩定，故基質匹配之驗證參考物質之供應仍相當缺乏，國際間著名的驗證參考物質供應機構則是逐年投入進行開發。因此國家度量衡標準實驗室逐年建置開發驗證參考物質之基礎技術能量，將可針對國內產業需求或在特殊事件發生時，於最短期內研製符合要求的”客製化驗證參考物質”，作為支持產業產品開發之有效品管支援系統，協助政府建立緊急事件發生時之有效應變措施。



圖三十七：檢測需求與計量追溯關聯圖

本計畫 102 年度主要建立同位素稀釋氣相層析質譜法之有機物質量測技術。執行技術規格包含：sub $\mu\text{g}/\text{mL}$ ~ $\mu\text{g}/\text{mL}$ 等級同位素稀釋氣相層析質譜法量測甲苯中多溴二苯醚(Polybrominated Diphenyl Ethers, PBDEs)分析技術，以符合後續研製驗證參考物質技術建置濃度驗證之需求，其分析系統示意圖與設備圖分別如圖三十八與圖三十九。



圖三十八：分析系統示意圖



圖三十九：分析系統設備圖 (Agilent GC 7890A-MS 5975C)

■ 多溴二苯醚濃度量測分析技術

多溴二苯醚濃度量測主要係參考 ISO 22032: 2006、CNS15050 與 NIEA T506.30B 等標準方法進行量測技術建立。依照 NIEA T506.30B 規範建議，利用氣相層析質譜法執行半揮發性有機污染物(本研究為多溴二苯醚類)之分析，應使用 Decafluorotriphenyl Phosphine(DFTPP)作為質譜儀調校用標準溶液，以注入 50 ng DFTPP 為例，質譜儀應符合表十質量的強度規範。

表十：DFTPP 質量強度要求標準

質量數	強度標準
51	質量 198 的 30~60 %
68	小於質量 69 的 2 %
70	小於質量 69 的 2 %
127	質量 198 的 40~60 %
197	小於質量 198 的 1 %
198	最大尖峰，100 % 相對強度
199	質量 198 的 5~9 %
275	質量 198 的 10~30 %
365	大於質量 198 的
441	存在但小於質量 443
442	大於質量 198 的 40 %
443	質量 442 的 17~23 %

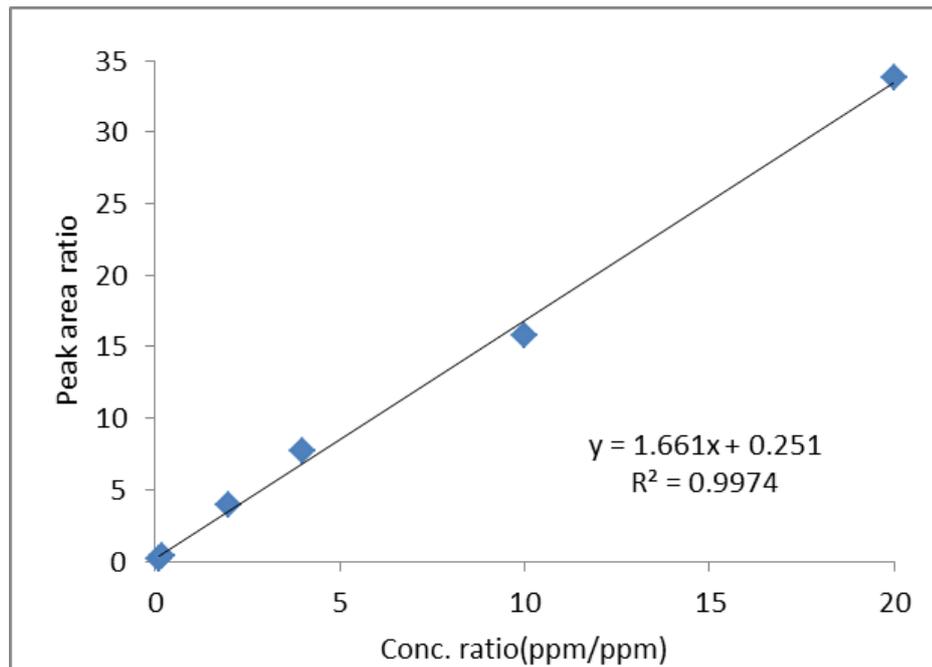
實際配製並注入含 50 ng DFTPP，經由質譜儀分析，其執行結果經儀器分析軟體(ChemStation)運算後其如表十一所示，皆顯示為通過。

表十一：實際注入含 50 ng DFTPP 之標準品溶液質譜儀分析結果

Target Mass	Rel. to Mass	Lower Limit%	Upper Limit%	Rel. Abn%	Raw Abn	Result Pass/Fail
51	198	30	60	59.3	16084	PASS
68	69	0.00	2	1.7	248	PASS
69	198	0.00	100	54.5	14780	PASS
70	69	0.00	2	0.5	79	PASS
127	198	40	60	58.8	15956	PASS
197	198	0.00	1	0.4	105	PASS
198	198	100	100	100.0	27143	PASS
199	198	5	9	6.7	1824	PASS
275	198	10	30	22.0	5978	PASS
365	198	1	100	2.8	762	PASS
441	443	0.01	100	78.0	2155	PASS
442	198	40	100	52.0	14114	PASS
443	442	17	23	19.6	2763	PASS

由於多溴二苯醚具有高沸點與低熱穩定之特性，因此伴隨著烘箱(GC Oven)末溫的高溫(如:320~340 °C)，滯留於層析管柱內的時間越久，高溴數的多溴二苯醚(如:十溴二苯醚)熱裂解的機會也大幅增加，因此為縮短多溴二苯醚停留於層析管柱內之時間，本研究採用 DB-5HT 毛細管柱(長度:15 m，內徑:0.25 mm，膜厚:0.1 μm)進行分析。以十溴二苯醚為例，以秤重法進行十溴二苯醚及其同位素($^{13}\text{C}_{12}\text{Br}_{10}\text{O}$)之檢量線標準品配製，輔以氣相層析質譜儀(參數詳列於表十二)進行分析，其線性範圍為 0.5 μg/mL 至 100 μg/mL，如圖四十所示，偵測極限為 0.2 μg/mL。

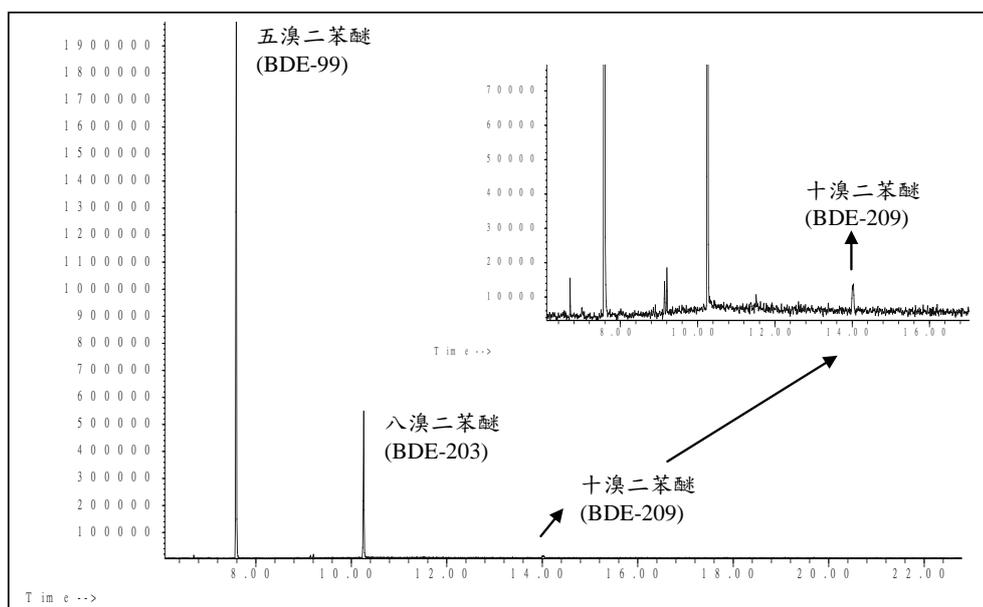
再者針對多成分之多溴二苯醚(分別為 10 μg/mL 之五溴二苯醚、八溴二苯醚與十溴二苯醚)，在相同之分析條件(表十二)下其層析結果如圖四十一所示，由於高溴數的十溴二苯醚因滯留於管柱時間相對於其他物種較長且容易受熱裂解，故其訊號較其他物種低。



圖四十：十溴二苯醚($^{13}\text{C}_{12}\text{Br}_{10}\text{O}$ 為同位素內標準品)線性圖示

表十二：氣相層析質譜儀條件

氣相層析儀	Agilent 7890A
注射口	300 °C
載流氣體	高純度氮氣，1.8 mL/min
層析管柱	DB-5HT 毛細管柱(長度:15 m， 內徑:0.25 mm，膜厚:0.1 μm)
升溫程式	110 °C (2 分鐘) 以 40 °C/min 至 200 °C 以 10 °C/min 至 260 °C 以 30 °C/min 至 320 °C (10 分鐘)
介面溫度	300 °C
質譜儀	Agilent 5975C
離子化模式	電子撞擊式(EI，70 eV)
離子化溫度	300 °C
四極柱溫度	150 °C



圖四十一：多成分多溴二苯醚層析圖譜

■ 有機物質標準品溶液配製用微量吸管校正與評估

由於配製標準品溶液之需求，須使用微量吸管(Pipette)搭配定容器皿(如:定量瓶)進行標準品溶液配製與稀釋的工作。因此，使用微量吸管時分注量的準確與否會影響量測數據結果的正確性與可靠性。此外，精準的分注量亦有賴於分析人員正確的使用及落實微量吸管的定期保養與調校。因此，微量吸管的校正已是實驗室管理不可或缺的一環。緣此，本計畫依據國際標準 ISO 8655 進行有機物質標準品溶液配製用微量吸管之校正及其不確定度之評估。

在 20 °C 量測經微量吸管轉移之試劑水的體積方程式為：

$$V_{20} = m \times Z \times Y,$$

$$m = m_2 - m_1 - m_E。$$

其中， m : 微量吸管轉移試劑水之天平讀值，

m_1 : 微量吸管轉移試劑水前稱重容器的天平讀值，

m_2 : 微量吸管轉移試劑水後稱重容器的天平讀值，

m_E : 量測期間液體蒸發的質量損失，

Z : 質量轉換成體積的組合浮力修正因子，

Y : 微量吸管的熱膨脹修正因子。

上述 Z 值(公式如下所示)可經由量測空氣和液體的溫度，進而計算大氣壓力和空氣相對濕度所產生的空氣和液體密度而得知。

$$Z = \frac{1}{\rho_w} \times \frac{1 - \rho_a}{1 - \frac{\rho_a}{\rho_w}} = \frac{1}{\rho_b} \times \frac{\rho_b - \rho_a}{\rho_w - \rho_a},$$

ρ_w : 水的密度;

ρ_a : 空氣的密度;

ρ_b : 法碼的密度，根據 OIML 不鏽鋼法碼 $\rho_b = 8000 \text{ kg/m}^3$ 。

因此考量上述水及空氣等溫度修正後，量測方程式可寫成：

$$V_{20} = \frac{m}{\rho_b} \cdot \frac{\rho_b - \rho_a}{\rho_w - \rho_a} \cdot [1 - \alpha_c(t_d - t_{d20})]。$$

由此可知，體積 V_{20} 量測方程式是由 m 、 t_w 、 t_a 、 p_a 、 φ 、 α_c 、 t_d 及一些常數所形成的方程式，即 $V_{20}=F(x_i)=F(m, t_w, t_a, P_a, \varphi, \alpha_c, t_d, \text{constants})$ 。因此，根據 ISO GUM 定義 V_{20} 組合標準不確定度為：

$$u^2(V_{20}) = \sum_i c_i^2 \times u^2(x_i) = \sum \left(\frac{\partial F}{\partial x_i} \right)^2 \times u^2(x_i)$$

$$u^2(V_{20}) = \left(\frac{\partial F}{\partial m} \right)^2 \times u^2(m) + \left(\frac{\partial F}{\partial t_w} \right)^2 \times u^2(t_w) + \left(\frac{\partial F}{\partial t_a} \right)^2 \times u^2(t_a) + \left(\frac{\partial F}{\partial p_a} \right)^2 \times u^2(p_a) + \left(\frac{\partial F}{\partial \varphi} \right)^2 \times u^2(\varphi)$$

$$+ \left(\frac{\partial F}{\partial \alpha_c} \right)^2 \times u^2(\alpha_c) + \left(\frac{\partial F}{\partial t_d} \right)^2 \times u^2(t_d)$$

其中， $u^2(x_i)$ 是每個量測對標準不確定度最終結果的貢獻； c_i^2 是靈敏係數；常數及 ρ_w 和 ρ_a 的不確定度比其他不確定度來的小，因此評估時不確定度也許可以忽略。近似值在不確定度評估尚可被使用，如下說明：

$$\rho_w - \rho_a \approx \rho_w$$

$$\rho_b - \rho_a \approx \rho_b$$

$$\rho_w \approx 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$1 - \alpha_c(t_d - t_{d20}) \approx 1$$

$$\rho_b - \rho_w \approx \rho_b$$

表十三詳列以重量法評估 1000 μL 微量吸管校正體積之各項不確定度來源、標準不確定度分項、靈敏係數及自由度等資訊，以利後續組合標準不確定度之計算。

表十三：重量法校正微量吸管體積(1000 μL)之不確定度分項綜合列表

不確定度來源 x_i	變化量	機率分布	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 $\left \frac{\partial f}{\partial x_i} \right $	不確定度分量(u_i)	自由度 (ν_i)
天平(m)						
校正不確定度	$\pm 100 \mu\text{g}$	t	$\frac{100 \mu\text{g}}{2}$	1 nL / μg	50 nL	50
再現性(1 次)	$\pm 20 \mu\text{g}$	矩形	$\frac{20 \mu\text{g}}{\sqrt{3}}$	1 nL / μg	11.5 nL	50
再現性(2 次)	$\pm 20 \mu\text{g}$	矩形	$\frac{20 \mu\text{g}}{\sqrt{3}}$	1 nL / μg	11.5 nL	50
重複性(1 次)	$\pm 17 \mu\text{g}$	矩形	$\frac{17 \mu\text{g}}{\sqrt{3}}$	1 nL / μg	9.8 nL	50
重複性(2 次)	$\pm 17 \mu\text{g}$	矩形	$\frac{17 \mu\text{g}}{\sqrt{3}}$	1 nL / μg	9.8 nL	50
溫度漂移偏差	$\pm 1 \mu\text{g}$	矩形	$\frac{1 \mu\text{g}}{\sqrt{3}}$	1 nL / μg	0.58 nL	50
蒸發造成損失	$\pm 25 \mu\text{g}$	矩形	$\frac{25 \mu\text{g}}{\sqrt{3}}$	1 nL / μg	14.4 nL	50
水溫度標準不確定度(t_w)						
量測時水溫變化	$\pm 0.2 \text{ K}$	矩形	$\frac{0.2 \text{ K}}{\sqrt{3}}$	210 nL / K	24.15 nL	50
溫度計不確定度	$\pm 0.03 \text{ K}$	常態	$\frac{0.03 \text{ K}}{2}$	210 nL / K	3.15 nL	50
空氣溫度標準不確定度(t_a)						
空氣溫度變化	0 K	矩形	$\frac{0 \text{ K}}{\sqrt{3}}$	-4.5 nL / K	0 nL	50
溫濕度計校正不確定度	$\pm 0.1 \text{ K}$	常態	$\frac{0.1 \text{ K}}{2}$	-4.5 nL / K	0.225 nL	50
大氣壓力標準不確定度(P_a)						
大氣壓力變化	$\pm 10 \text{ hPa}$	矩形	$\frac{10 \text{ hPa}}{\sqrt{3}}$	1.2 nL / hPa	6.92 nL	50
大氣壓力計不確定度	$\pm 1 \text{ hPa}$	常態	$\frac{1 \text{ hPa}}{1.97}$	1.2 nL / hPa	0.612 nL	50
空氣濕度標準不確定度(φ)						
空氣濕度變化	$\pm 10 \%$	矩形	$\frac{10\%}{\sqrt{3}}$	-0.1 nL / %	0.577 nL	50
溫濕度計校正不確定度	$\pm 1 \%$	常態	$\frac{1\%}{2}$	-0.1 nL / %	0.05 nL	50

熱膨脹係數標準不確定度(a_c)	$\pm 10^{-5} \text{ K}^{-1}$	矩形	$\frac{10^{-5} \text{ K}}{\sqrt{3}}$	$-1.7 \times 10^6 \text{ nLK}$	9.69 nL	50
微量吸管溫度標準不確定度(t_d)	$\pm 2 \text{ K}$	矩形	$\frac{2 \text{ K}}{\sqrt{3}}$	10 nLK^{-1}	11.5 nL	50
u_{SYS}^2 : 重量法校正微量吸管體積(1000 μL)之組合不確定度為 $u_c(y)$: 63.5 nL						
u_{SYS}^2 : 有效自由度(ν_{eff}) : 121						
u_M^2 : 實際測試重複性標準不確定度	1.5 μL	常態	$\frac{1500 \text{ nL}}{\sqrt{10}}$	1	474 nL	9
$u_{V_{20}}^2$ 微量吸管校正時的組合標準不確定度 $u(V_{20})$: 478.2 nL						
$u_{V_{20}}^2$: 有效自由度(ν_{eff}) : 9						
$u_{V_{20}}^2$: 擴充係數(k) : 2.26						
$u_{V_{20}}^2$: 擴充不確定度 U : 1081.85 nL = 1.1 μL						

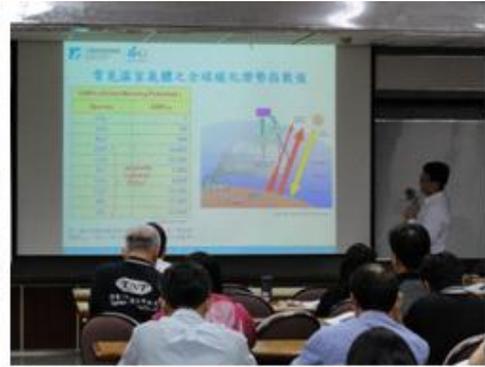
依照上述評估不確定度方法，可得重量法校正微量吸管體積量測之擴充不確定度值，本研究係以 1000 μL 結果進行說明，其它體積部份，則可依循上述方法進行校正與評估。

二、年度計畫整體量化執行成果說明

(一) 技術推廣活動成果說明 (3 場研討會，1 場論壇，兩場邀請演講)

(1) 本計畫為照顧南部企業，特於 5/2 日在高雄舉辦「氣體濃度驗證與計量追溯之工業排放管理實務」研討會，由協同計畫主持人林采吟博士帶領計畫成員徐繹翔博士，鄭瑞翔工程師，張君綾副研究員，針對氣體濃度計量追溯體制概念、氣體濃度量測之法規需求面分析、廢氣處理設備效能驗證技術及氣體濃度驗證技術實務、如何建置產官雙贏之氣體計量追溯體制進行分析講解，計有產、學、研等氣體技術需求單位，27 廠家，52 人次參加。參與本次研討會的產業包含：

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



- (2) 本計畫因應國內相關法規，於 6/4 日在工研院量測中心舉辦「氣體濃度計量於民生及工業污染管理實務分析」研討會，針對兩岸目前對於氣體濃度計量的法規需求，以及國內室內空氣品質法列管物種-臭氧之濃度驗證技術，進行氣體計量追溯體制實務方面之分析講解，會後並針對相關議題進行討論。參與本次研討會的廠商單位如下表所示，計有產、學、研等對於氣體技術有需求之單位，共 27 廠家，40 人次參加，與會廠商包含：

國家度量衡標準實驗室
新竹市光復路二段 321 號

「氣體濃度計量於民生及工業污染管理實務分析」研討會

近年來，由於空氣污染防治以及室內空氣品質管理等環保法規的推動，政府與產業對於氣體分析設備的準確度與管理品質益發重視。而決定氣體分析設備是否可嚴謹運作的主要關鍵為標準氣體的正确選用與計量追溯體制的健全與否。緣此，工業技術研究院量測技術發展中心主辦本研討會，提供產學研各界技術與經驗交流的平台。

- ◆主辦單位：經濟部標準檢驗局
- ◆執行單位：工業技術研究院量測技術發展中心
- ◆時間：102 年 6 月 4 日（星期二）09:30-12:20
- ◆地點：新竹市光復路二段 321 號 16 館階梯教室（工研院光復院區）
- ◆講師：吳海博士（中國計量科學研究院 研究員）
劉信旺博士（工業技術研究院 研究員）
高明哲先生（工業技術研究院 正工程師）
- ◆費用：免費
- ◆報名手續：名額有限，限額 40 名，額滿為止。
1. 填妥報名表自即日起至 5 月 29 日 18:00 前傳真(03)574-3838
或 e-mail：YuanRuLee@itri.org.tw，並請準時出席。
2. 聯絡人：工研院量測中心 李小姐 Tel：(03)574-3810、王小姐(03)574-3704

■ 內容：

時 間	課 程 內 容
09:30-10:10	中國民生產業之氣體濃度計量需求分析（吳海 博士）
10:10-10:50	氣體濃度量測之台灣法規需求面分析及實務探討（劉信旺 博士）
10:50-11:10	中場休息
11:10-11:50	室內空氣品質管理實務－臭氧量測技術分享（高明哲 室主任）
11:50-12:20	綜合討論 Q&A
12:20-13:30	午餐

三福氣體/亞東工業氣體/欣欣氣體公司	財團法人國家實驗研究院國家太空中心
上岳綠源科技股份有限公司	健皓有限公司
上準環境科技股份有限公司	中央大學/交通大學/成功大學/清華大學
大翰科技股份有限公司	新忠科技
昇儀股份有限公司	嘉南藥裡科技大學
台灣檢驗科技股份有限公司	聯銓氣體工業股份有限公司
名洋科技股份有限公司	台灣檢驗科技股份有限公司
行政院環境保護署	亞普先進材料股份有限公司
志尚儀器股份有限公司	財團法人台灣大電力研究試驗中心
台達電子工業股份有限公司	台灣明尼蘇達礦業公司
沃亞科技股份有限公司	樂而活科技/慕豪有限公司

- (3) 7/10 日舉辦「檢測實驗室玻璃儀具校正品保暨實務演練」研討會，針對實驗室品保不可或缺的一環：正確地使用及校正玻璃儀具進行說明與探討，解說玻璃儀具校正與不確定度評估技術及實務操作演練，藉此推廣校正追溯正確觀念與作法，共計 16 家廠商 23 位產學研等相關單位之人員參與。課程內容與學員參與情況如下：



國家度量衡標準實驗室
新竹市光復路二段 321 號

「檢測實驗室玻璃儀具校正品保暨實務演練」研討會

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

- 日期：102 年 7 月 10 日 (星期三)
- 地點：新竹市光復路二段 321 號(工研院光復院區 3 館 117 會議室)
講師：工業技術研究院量測技術發展中心 講師群
- 費用：每人 NT\$3,000 元，同公司報名 2 位(含)以上或 06/28 前報名可享每名優惠價 NT\$2,500 元。
- 內容：

時間	課程名稱	講師
09:00~10:00	不確定度與允收標準	段靜芬
10:00~10:20	Break	
10:20~12:00	玻璃儀具校正與不確定度評估	施幼娜/李嘉真
12:00~13:00	午餐	
13:30~14:00	玻璃儀具校正實驗演練程序說明	葉明泓
13:00~15:10	玻璃儀具校正實務演練(分組)	講師群
15:10~15:20	Break	
15:30~16:00	綜合討論	講師群

上準環境科技股份有限公司	工研院材化所
太一電子檢測有限公司	台灣信越矽利光股份有限公司
五洲製藥股份有限公司	頤樺科技股份有限公司
台灣檢驗-環境	台灣檢驗-食品
台灣檢驗-化學	金車股份有限公司
台灣動力檢測科技股份有限公司	財團法人紡織產業綜合研究所
昱昌貿易股份有限公司	康境科技股份有限公司
精華光學股份有限公司	臺鹽實業股份有限公司通霄精鹽廠



課程講解 I



課程講解 II



不確定度評估說明



實作課程執行

- (4) 「民生化學計量標準技術論壇」，於 7/30 日召開，本論壇邀集產、學、研專家針對我國民生化學產業計量標準發展現況及需求進行深入探討，冀望藉由各界專家寶貴意見，建置符合產業需求之國家民生化學計量標準體系，厚植我國更完善之計量標準基磐。參加之產官學研專家包括：



(照片左起：成功大學永續環境科技研究中心 曾庭科博士、台電綜合研究所 史文龍主任、國立師範大學 吳家誠教授、標準檢驗局 陳介山局長、環保署環境檢驗所 巫月春組長、國立清華大學 凌永建教授、以及工研院量測中心 彭國勝組長)

- (5) 跨部會邀請演講__5/8日前往參加行政院環境保護署監資處主辦之「臭氧及零級空氣驗證技術研討會」，該活動邀請NIST化學部門之臭氧濃度量測專家Mr. James Norris與量測中心徐繹翔博士，針對臭氧濃度量測、臭氧濃度發展原由與背景、SRP之工作原理以及SRP如何由美國境內發展至全世界普遍採用的臭氧濃度標準量測系統，進行深入講解，助益計畫在氣體純度分析技術的建立。
- (6) 跨部會邀請演講__10/28 本計畫協同計畫主持人林采吟博士受邀行政院衛生福利部邀請，根據 CGA M-8 (2011) Guideline for the Manufacturer of Calibration Gas Standards Used to Analyze Medical Gases，講授「醫用氣體分析用標準氣體之製造與管理」，推廣計畫相關技術，促進與產業界之量測技術交流。。

(二) 技術服務成果說明 (共計 95 件技術諮詢與評估服務)

本年度技術團隊彙整來自各產業的技術需求，依據技術需求類別整理產業技術諮詢與評估服務內容如表十三至表十六，部分已可由國家度量衡標準實驗室或工研院以校正報告或檢測報告方式提供服務者，另做技術服務之產業別的整理如表十七。總計有超過 95 家次之產業技術諮詢與技術服務記錄。另針對其中 13 家次技術服務詳細內容說明：

1. 雙毅科技：

針對雙毅公司進行 CO₂ 以及 O₂ 氣體濃度偵測器之測試技術諮詢服務，諮詢內容包含標準測試程序、測試報告內容、校正與測試的差異性以及申請 TAF 測試實驗室的流程。

2. 大翰科技公司：

環保署-毒性化學物質應變器材及偵測與警報設備管理辦法中要求偵測器應每年執行定期測試與校正。因此，大翰科技公司欲申請氣體偵測器校正/測試實驗室之 ISO/IEC 17025:2005(E)之 TAF 認證，加強提供服務時之競爭力與說服力。因此，本計畫規劃提供大翰科技公司進行校正/測試實驗室申請所需要之標準氣體以及零級空氣/零級氮氣。

3. 品升管理顧問社：

國內酒駕罰款與刑責日趨嚴格，品升公司協助政府建立呼氣乙醇測試器材之檢定檢查測試技術平台。諮詢國家度量衡標準實驗室協助技術執行的品質評估。本計畫提供 OIML R126: 2012 現行規劃要求之說明，協助廠商在既有技術的運作上，能夠補強國際計量組織的品質要求，協助國家建立具公信力的酒測器材性能評估技術。簽約收入數 110 仟元。

4. 衡準科技：

因應環保署對於排放煙道檢測所公告之標準方法，均要求使用標準氣體來校正分析儀器，對於用來稀釋標準氣體之氣體稀釋器也要求應定期校正。此外對於光電、半導體業所排放之溫室氣體檢測方法也因溫室氣體排放管理辦法訂立而有相關市場需求。因此，衡準科技尋求本計畫協助針對氣體分流裝置之校正提供技術諮詢服務。

5. 鈺祥企業：

在晶圓製造過程中，過多的環境污染物可能沈積於晶圓表面，造成晶圓生產良率下降。因此，目前在科技廠內的無塵室普遍安裝許多線上分析儀器，如: GC-MS，以監控環境中各種微污染物(主要為揮發性有機污染物，VOC)，並藉由合適的去除設施，如:化學過濾材，以降低無塵室內的微污染物含量。本項技術運用目標主要為協助化學過濾材供應商進行廠區微污染物濃度的量測技術評估，以利化學過濾材可有效運用於去除污染源，協助改善無塵室的運作品質，提高晶圓生產良率。根據廠商需求，本案提出以不鏽鋼採樣桶採集化學過濾材前後端之氣體，並利用 GC-MS 針對 VOCs 進行濃度分析，藉此可提供廠內微汗染物種類及化學過濾材對各種 VOCs 之去除效能等資訊，以利過濾材供應商針對廠內需求進行產品開發與改良。

該公司承接科學園區廠商委託進行科技廠內環境樣品分析與無塵室線上分析儀品質確保及管控 (QA/QC)，對於此二業務未來之執行與規劃，本計畫提供該公司量測技術諮詢服務。

進行廠內環境樣品分析之目的為監控廠內微汗染物種類與濃度，以利廠方改善製程環境品質，進而提升產品良率。本計畫規劃利用不鏽鋼採樣桶採集廠內氣體樣品，並以合適的儀器與標準氣體進行環境樣品之定性及定量分析，藉此監控制程環境的空氣品質，並提供廠方進行環境改善之參考方向。

進行無塵室線上分析儀品質確保及管控 (QA/QC) 之目的在於使各線上分析儀之間的量測數據具有可比較性與等同性。線上 GC-MS 為目前無塵室中安裝的眾多分析儀器之一，主要功能為即時量測環境中揮發性有機污染物 (VOC) 的含量，本計畫擬導入符合國際規範之技術比對模式及查核機制於廠內線上 GC-MS 的品質作業系統上，除了針對目前使用的標準品品質 (計量追溯性) 進行一致性的探討外，也將利用具完整計量追溯之標準品查核不同線上 GC-MS 的性能，並進一步評估其量測不確定度 (即量測準確度)，技術運作模式將比照 TAF 運作 ISO/IEC 17025: 2005 實驗室認證所建議之量測稽核程序。本計畫最重要之目的在於協助廠方建立線上分析儀量測結果的國際等同性，透過線上 GC-MS 量測品質的提升，可避免因量測誤判造成損失。

6. 德晶科技：

德晶科技公司於 2013 年九月初利用一含 BCl_3 之鋼瓶氣體進行蝕刻製程後發現產品良率大幅下降，而在換上新的 BCl_3 鋼瓶氣體後良率即恢復正常，因此懷疑該 BCl_3 鋼瓶氣體內含有其他不純物質造成製程良率下降，此一事件粗估造成該公司三千萬損失。計畫德晶科技公司正與我方洽談 BCl_3 鋼瓶氣體內不純物分析之可行性，目前規畫將針對 BCl_3 鋼瓶氣體內常見之不純物包含 N_2 、 O_2 、 CO 、 CO_2 、 CH_4 、 HCl 、以及 SiCl_4 等不純物種進行定量分析。 N_2 及 O_2 將利用 GC-DID 進行定量分析；而 CO 、 CO_2 、 CH_4 、 HCl 、以及 SiCl_4 則將利用 FTIR 紅外光譜技術進行定量分析。

7. 三鶯氣體：

三鶯氣體公司向我方提出 Xenon 氣體純度分析需求，針對鋼瓶內 N_2 、 O_2 、 Kr 以及 H_2O 進行定量分析。Xenon 氣體乃 LED 製程中常用之氣體，且近年 Xenon 氣體價格飆漲，一瓶壓力為 60 Bar(50L)的 Xenon 氣體鋼瓶價格高達 300 萬新台幣，而氣體純度為 5N 及 6N 的價差超過 30 % 以上，亦即價差高達 100 萬新台幣。此外，進行純度分析時常需以樣品氣體大量沖洗管線，避免管線內殘留之大氣成分造成分析的誤判，然此動作將耗損大量 Xenon 氣體。因此我方替三鶯氣體規畫建置一分析系統，避免管線內殘留之大氣汙染鋼瓶或是造成分析結果的誤判，已針對 N_2 、 O_2 、 Kr 以及 H_2O 完成分析並出具分析評估報告。

8. 工研院材化所：

工業技術研究院材料與化工研究所開發兩種不同中空纖維吸附材，應用於壓縮空氣內水氣之去除，委託本計畫合作執行效能評估。本測試乃以光腔衰盪光譜分析法，進行兩種中空纖維吸附材對於壓縮空氣內水氣吸附效能進行測試，測試吸附材在長時間的供氣情況下，對於以環境大氣壓縮而成之空氣內水氣去除效能進行評估。兩吸附材料之測試時間皆長達 40 小時以上，測試結果發現壓縮空氣在通過兩種吸附材 (Sample a 及 Sample x) 後所殘留之水氣濃度分別為 4.4 ppm 及 9.3 ppm。一般壓縮空氣水氣含量評估超過 500 ppm 以上。

9. 佳和桂公司：

因應醫用氣體藥品優良製造作業規範(Good Manufacturing

Practice，GMP)品質要求，其醫用氣體驗證使用的標準氣體需具有計量追溯性，且分析方法必須通過行政院衛生署食品藥物管理局(TFDA)的評鑑認可，因此本計畫針對該公司提供醫用氮氣中不純物質分析技術，以及現場採樣技術之諮詢服務，以利未來國家實驗室所建立之氣體量測標準可應用於各權責機關與產業標準的推動。

10. 寶璣公司：

寶璣黃柏瑋總經理為了提升顧客對於代理銷售之微水分析儀器之信賴度，與本計畫團隊針對建立國內第一家取得 ISO/IEC 17025：2005 之微量水氣校正實驗室進行規劃討論，該公司將與設備代理原廠討論後，爭取原廠支持於台灣建立微水量測校正實驗室，以服務國內科技產業進行製程品質管控，避免製程失誤。

11. 新創科技：

該公司承接資源回收廠 HCl、SO₂ 等標準氣體供應之業務，根據環保署現行法規規定，標準氣體需追溯至美國 NIST (National Institute of Standards and Technology)或其他國家實驗室，該公司因目前供應之標準氣體無法提供相關追溯文件，導致計畫無法順利執行，估計造成百萬元的損失，因此尋求 NML (National Measurement Laboratory)協助解決標準氣體之濃度分析問題。而由空保處所出具之標準氣體驗證解釋函亦可佐證，台灣急需要國家度量衡標準實驗室儘快建置完成氣體濃度的自主量測標準，以利產業進行追溯，環保法規的執行得以落實。

12. 高雄南區資源回收焚化廠 (CEMS 查核機制實證評估)：

該廠半乾式洗煙塔設備用於中和煙道中因燃燒過程產生之酸性氣體之消石灰量達 23 公斤/每公噸垃圾，相較於它廠平均 15 公斤/每公噸垃圾的水準，明顯高於其他同類型焚化廠，因此尋求本計畫協助進行 CEMS 校正用標準氣體之濃度驗證分析與監測系統準確度評估。

本計畫以傅立葉紅外光譜儀(FTIR)，於高雄市南區資源回收廠對固定污染源空氣污染物連續自動監測設施(CEMS)使用之校正氣體進行兩次實場濃度分析測試，第一次針對現場使用之 CO in N₂ 標氣鋼瓶，結果如表十四所示，該標氣鋼瓶之驗證濃度與標示濃度誤差為 1.9 %。此外，該次亦進行現場 CEMS 監測儀器準確度測試，結果如表十五所示，監測值與標準氣體濃度值偏差為-0.2 %。

第二次實場濃度分析測試，則針對現場使用之 CO/NO/SO₂ in N₂ 三合一標氣鋼瓶，進行濃度驗證工作，該次結果如表十六所示，該標氣鋼瓶中之 NO 與 SO₂ 成分濃度與標示濃度誤差均大於原廠所註明誤差範圍 (±2%)，CO 成分濃度則符合該誤差範圍。

表十四：第一次 CEMS 標氣鋼瓶檢測濃度分析表

鋼瓶編號	鋼瓶氣體成分	原廠標示濃度	驗證濃度	偏差 ^{註3}
CC186056	NO, SO ₂ , CO in N ₂	CO : 856.0 ppm (±2%) ^{註1}	CO : (872.3±3.0) ppm ^{註2}	1.9 %

註1：原廠標示該數值代表分析精度（以相對百分比表示）

註2：擴充不確定度，涵蓋因子 (k=2)。

註3：驗證濃度與原廠標示濃度之差異，以百分比表示。

註4：FTIR 對於 CO 成分濃度之偵測極限(L.D.L.)為 0.78 ppm

表十五：CEMS 監測系統準確度驗證表

鋼瓶編號	CEMS 儀器校正光徑(cm) ^{註1}	驗證濃度(ppm)	標準值 ^{註2}	CEMS 監測濃度(ppm)	偏差 ^{註3}
CC186056	19.7 (±4.5%)	CO : (872.3±3.0)	CO : 171.8	CO : 171.4	-0.2 %

註1：在 95%信心水準下，依據重複性分析結果所評估檢測平均濃度的可靠度，亦即檢測濃度與真值的離散程度，以相對百分比表示。

註2：標準值為待測件鋼瓶(Si)在此系統之校正光徑下應有之讀值。

註3：鋼瓶檢測濃度在此 CEMS 儀器校正光徑下之數值與 CEMS 檢測濃度之差異，以百分比表

表十六：第二次 CEMS 標氣鋼瓶檢測濃度分析表

鋼瓶編號	成分	標示濃度(ppm)	分析精度(%) ^{註1}	檢測濃度(ppm)	U ^{註2}	誤差(%)
19269	NO	1729	2%	1639.1	44.9	-5.2
	SO ₂	407.6	2%	424.6	4.4	4.2
	CO	848.5	2%	843.8	11.4	-0.6

註1：原廠標示該數值代表分析精度（以相對百分比表示）

註2：擴充不確定度，涵蓋因子 (k=2)

13. 成大基金會（CEMS 校正用標準氣體品質查核）：

與成功大學研究發展基金會合作^[1-36~1-40]，簽約收入數 238 仟元。針對垃圾焚化廠現場使用之標準氣體鋼瓶進行抽樣調查，該次調查結果如下表十七，共抽樣調查 24 點次，其中有 17 個點次鋼瓶氣體濃度分析結果與標示濃度偏差值小於原廠標示正負誤差範圍 2% 內，正負偏差值落在 2~10% 計有 3 個點次；超過 10% 者有 4 個點次，分析結果較鋼瓶標

示濃度偏低幅度(負偏差)最多達 66%，分析結果較鋼瓶標示濃度偏高幅度(正偏差)最多者達 36%，其中 HCl 的抽樣結果均是超出原廠標示之濃度誤差範圍，因校正用標準氣體品質與 CEMS 量測準確度息息相關；使用濃度比標示值偏低的標準氣體，會使得汙染物排放量被高估，因而使得業者須繳納較高之空汙費，增加其營運成本；反之，則會使得汙染物排放量被低估，因此如何達到環境保護與產業發展雙贏的局面，對於相關標準氣體的選擇與使用，建議應根據法規管理要求建立容許誤差範圍，以維護國民健康福祉及產業發展。

表十七：國內自製標準氣體品質抽檢結果彙整表

鋼瓶編號	鋼瓶氣體成分	標示濃度	分析精度 ^{註1}	檢測濃度	U ^{註2}	偏差(%) ^{註3}
5596	NO, SO ₂ , CO in N ₂	NO : 2707 ppm	±2%	2797.4 ppm	25.0 ppm	3.3
		SO ₂ : 1921 ppm	±2%	1926.7 ppm	9.1 ppm	0.3
		CO : 1884 ppm	±2%	1905.8 ppm	5.4 ppm	1.2
13533	O ₂ in N ₂	O ₂ : 20.9 %	±1%	20.94 %	0.05 %	0.2
7511	HCl in N ₂	HCl : 1892 ppm	±2%	641.5 ppm	22.9 ppm	-66.1
10733	NO, SO ₂ , CO in N ₂	NO : 3009 ppm	±2%	3050.4 ppm	27.4 ppm	1.4
		SO ₂ : 1447 ppm	±2%	1455.9 ppm	4.4 ppm	0.6
		CO : 1055 ppm	±2%	1055.6 ppm	8.5 ppm	0.1
9460	O ₂ in N ₂	O ₂ : 21.08 %	±1%	21.1 %	0.08 %	0.1
4517	HCl in N ₂	HCl : 831ppm	±2%	772.8 ppm	41.2 ppm	-7.0
9149732	NO, SO ₂ , CO in N ₂	NO : 2803 ppm	±2%	2946.5 ppm	26.6 ppm	5.1
		SO ₂ : 1229 ppm	±2%	1222.5 ppm	4.3 ppm	-0.5
		CO : 1256 ppm	±2%	1253.1 ppm	7.8 ppm	-0.2
2004	O ₂ in N ₂	O ₂ : 21.04 %	±1%	21.02 %	0.09 %	-0.1
123133	HCl in N ₂	HCl : 1361 ppm	±2%	1210.9 ppm	63.5 ppm	-11.0
143733	NO, SO ₂ , CO in N ₂	NO : 263 ppm	±2%	265.9 ppm	4.2 ppm	1.1
		SO ₂ : 171.1 ppm	±2%	170.6 ppm	1.1 ppm	-0.3
		CO : 170.8 ppm	±2%	169.9 ppm	1.8 ppm	-0.5
5093	HCl in N ₂	HCl : 179.6 ppm	±2%	244.7 ppm	14.9 ppm	36.2
9152404	NO in N ₂	NO : 2145 ppm	±2%	2115.9 ppm	8.4 ppm	-1.4
4137	SO ₂ in N ₂	SO ₂ : 1746 ppm	±2%	1750.0 ppm	13 ppm	0.2
3615	CO in N ₂	CO : 1649 ppm	±2%	1646.7 ppm	15.5 ppm	-0.1
8593	O ₂ in N ₂	O ₂ : 20.96 %	±1%	21.02 %	0.05 %	0.3
5560	HCl in N ₂	HCl : 1385 ppm	±2%	564.2 ppm	19.7 ppm	-59.3

註 1：原廠標示該數值代表分析精度（以相對百分比表示）

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

註 3：檢測濃度與原廠標示濃度之差異，以百分比表示。

表十八：全年度技術諮詢服務彙整表 I (氣體純度分析)

洽談日期	洽談人員	公 司	技術上的需求	技術應用領域
102.03.08	徐繹翔	大陽日酸股份有限公司	1. 提供 Si ₂ Cl ₆ 純度分析之檢測技術服務 2. 建置蒸餾回收 SiCl ₄ 溶劑之回收裝置	化學品原物料 供應商
102.03.20	鄭瑞翔	靖洋科技股份有限公司	高純度氮氣內不純物之相關分析技術，該公司採購一氮氣桶(480 公斤)，欲對其中之 N ₂ 、O ₂ 、CO ₂ 、CO、THC、H ₂ O、H ₂ 進行定量分析。	電子光電
102.04.15	徐繹翔	佳和桂科技股份有限公司	提供氮氣鋼瓶的定性分析，件數為批次型，可接受 TFDA 審核	製造業
102.05.12	張君綾	漢科系統科技股份有限公司	有四間無塵室須執行環境檢測，檢測成分 SO _x ：5 ppb 以下、NO _x ：5 ppb 以下以及 THC：100 ppb 以下	
102.06.05	張君綾	晶呈科技有 限公司	NH ₃ 純度分析，12 種成分	sop 作業倉儲管 理
102.06.14	張君綾	友達企業公 司	空壓機產生的零級空氣中甲烷的不純物質含量，空氣之純度分析, 甲烷偵測下限為 1 ppm。	太陽能光電
102.06.18	張君綾	SGS	檢測燃燒式的 local scrubber(韓國廠牌)中氮氣的殘餘量	檢驗分析
102.07.05	徐繹翔	晶呈科技股 份有限公司	氮氣純度分析的報告提供證明	氣體供應商
102.07.24	徐繹翔	三鶯氣體股 份有限公司	Xe 中的不純物分析	氣體供應商
2013/8/18	張君綾	三鶯氣體股 份有限公司	Xe 中的不純物分析	氣體供應商
102.09.04	張君綾	迦南半導體 有限公司	He 純度分析	
102.10.17	徐繹翔	德晶科技	因使用之 BCL ₃ 鋼瓶氣體造成產品損失，因此需要 BCL ₃ 鋼瓶氣體之純度分析技術協助。	
102.10.18	張君綾	志中熱處理 股份公司	N ₂ ：露點<70，O ₂ ≤10 ppm；C ₂ H ₄ ：純度分析	
102.10.28	徐繹翔	信紘科技股 份有限公司	4 % H ₂ /N ₂ 、1.2 % He/N ₂ 之濃度與不純物分析， 4 % H ₂ /N ₂ 不純物：Ar、THC、CO、CO ₂ ，1.2 % He/N ₂ 不純物：Ar、THC、CO、CO ₂ 、H ₂ O、 O ₂	

表十九：全年度技術諮詢服務彙整表 II (氣體濃度檢測驗證)

洽談日期	洽談人員	公 司	技術上的需求	技術應用領域
102.02.19	徐繹翔	新創系統科技 有限公司	需第三公正單位協助驗證其所採購之氣體標準品(購自**氣體公司)濃度是否準確。	環保工程
102.02.21	鄭瑞翔	旺宏電子	廢氣處理設備燃料使用量最佳化及節能驗證 評估	半導體製程
102.03.05	李嘉真	三福氣體	氣體鋼瓶濃度驗證： CO 3.5%+ CO ₂ 5.5%+C ₃ H ₈ 1.0 %/N ₂ . CO 5.0%+ CO ₂ 10.0%+C ₃ H ₈ 1.5 %/N ₂ . CO 5.0% + CO ₂ 10.0% + C ₃ H ₈ 1.5 %/N ₂ . CO 7.0% + CO ₂ 14.0% + C ₃ H ₈ 2.0 %/N ₂ . CO 9.5% + CO ₂ 16.0% + C ₃ H ₈ 2.5 %N ₂ . CO ₂ /N ₂ 16.0% 10 %、CO 10.0 %/N ₂ ·C ₃ H ₈ /N ₂ 1.0 % , 4.0 % , 5.0 %	氣體廠
102.03.06	林采吟	台積電 Fab14 P3/4 廠區	1. 尋求相關方法或技術以釐清污染源。2. 在 考量效能與成本之下，尋求能夠連結所有參 數的評估模式。3. 尋求快、狠、準的分析設 備，以分析十幾種有機物，如 IPA, Acetone, CxHy, PGME, PGMEA, 乙酸乙酯等。	半導體業，晶 圓製造服務
102.03.07	黃炯坤	台灣中油股份 有限公司	1. 天然氣體鋼瓶濃度校正服務 2. 評估線上 GC 標準氣體之使用、有效期限等狀態	能源
102.03.28	李嘉真	今日儀器股份 有限公司	1%與 1000 ppm CH ₄ /air 氣體鋼瓶濃度驗證	偵測器與分析 儀供應商
102.04.18	劉信旺	新瑞僑氣體股 份有限公司	10 ppm SO ₂ /N ₂ 氣體鋼瓶濃度驗證	氣體廠
102.05.06	張君綾	新瑞僑氣體股 份有限公司	CO、CO ₂ /N ₂ 氣體鋼瓶濃度驗證，其中 CO 濃 度為 100 ppm、CO ₂ 濃度為 300 ppm，標準氣 體必須追溯至 NIST(符合環檢所法規)	
102.07.03	張君綾	高潤工業股份 有限公司	CO ₂ 與 Ar 混合後的氣體比例是否為 50%，兩 點	
102.07.04	林承翰	日信特殊氣體	鋼瓶氣體濃度驗證，1200 ppm C ₃ H ₈ /Air、4 % CO/N ₂ 、(8+16+2.2 與 8+12+2.4) %CO+CO ₂ +C ₃ H ₈ /N ₂	
102.09.23	張君綾	個人名義	液態工業酒精燃燒後之氣體分析，人體危害 項目之未知物成分分析。	
102.09.23	張君綾	科榮公司	待測物受溫度的影響會釋放出氯氣，業主希 望能檢測兩個不同溫度點的氯氣釋放量(濃 度為 ppb 等級)。目標為確認科榮公司檢測偵 測器的準確	

表二十：全年度技術諮詢服務彙整表 III (儀器校正與實驗室輔導)

洽談日期	洽談人員	公 司	技術上的需求
102.03.15	李嘉真	鑫瑞成實業有限公司	校正氣體分析儀 CO：0 - 4000 ppm；NO ₂ ：0 - 1000 ppm；SO ₂ ：0-4000 ppm；
102.03.19	李嘉真	昇儀股份有限公司	VOC 儀器校正：異丁烯 in 空氣。成分濃度：4800 ppb
102.03.28	張君綾	量測科技股份有限公司	氣體變送器(HCl detector) HCl：0 - 15 ppm
102.03.28	張君綾	巨路國際股份有限公司	氬氣測漏儀，He/air 濃度範圍：0.1-10000 ppm
102.03.28	李嘉真	雙儀科技公司	測試報告：甲醛偵測器、濃度範圍：0-5 ppm
102.03.29	張君綾	國家實驗研究院	各種氣體偵測器的校正及輔導成為校正實驗室
102.04.10	張君綾	台電龍門核能發電廠	校正氬氣探測儀 10 台，校正範圍 0-2000 ppm 一台五點
102.04.16	張君綾	雙毅企業	CO ₂ 偵測器的校正及輔導成為校正實驗室
102.04.26	徐繹翔	寶璣系統股份有限公司	TAF 水氣校正/測試實驗室輔導
102.05.22	張君綾	防檢局 台中分局	測試溴化甲烷偵測器
102.06.10	張君綾	國家實驗研究院實驗動物中心	1. 技術需求：王先生外包一家廠商進行煙燻室中甲醛濃度的監測，但動物中心對廠商的技術能力有懷疑，希望由我們鑑定廠商的能力。2. 鑑定項目：(1) 甲醛偵測器的維護能力 (2) 電控系統的維護能力。3. 監測方式：廠商在煙燻室中安裝甲醛偵測器，偵測器數值會回饋給煙燻室外的電控系統中。當甲醛濃度高到一定程度時，電控系統會自動執行排氣，當甲醛濃度低於勞工容許濃度以下時，會通知人員可進入煙燻室中。
102.06.25	林采吟	香港商昇達廢料處理有限公司台灣分公司	三種途徑的校正程序比較，以評估量測系統的平均值及其不確定度(似誤差)，達到未來貴單位在執行校正程序時，能有一個修正的參考因子。成分有：CO、NO、SO ₂ 以及 HCl 四種成分。
102.07.02	張君綾	利基有限公司	丁烷、甲烷偵測器校正以及標氣需求
102.07.16	李嘉真	財團法人電子檢驗中心	氣體分流器校正需求，需求濃度範圍為 1. CO: 100 ppm 以下；2. CO ₂ : 2000 ppm 以下
102.07.24	李嘉真	矽品精密股份有限公司	氬氣偵測器校正需求，原廠的校正點為 200ppm 及 500ppm ±2%
102.08.09	張君綾	聯宙科技股份有限公司	粒子計數器 TAF 實驗室輔導

102.08.16	李嘉真	志忠股份有限公司	校正氧探頭偵測器。氧探頭偵測器故障之問題，附上氧探頭偵測器說明書，請問能否協助我司校正氧探頭偵測器？
102.08.23	李嘉真	禾伸堂生技股份有限公司 新竹分公司	儲存空間氣體偵測器檢測，遊校方式：1.酒精偵測器: 50 % 乙醇，1 台。2.氧氣偵測器：20.9 % 氧氣，4 台(此項目目前實驗室有對外服務)
102.09.03	張君綾	禾伸堂生技股份有限公司 新竹分公司	儲存空間氣體偵測器檢測，遊校方式：1.酒精偵測器: 50 % 乙醇，1 台。2.氧氣偵測器：20.9 % 氧氣，5 台(此項目目前實驗室有對外服務)
102.10.08	李嘉真	吉地喜 (http://gdctw.myweb.hinet.net/)	因 CO ₂ 偵測器的感測器是接在冷凍倉儲內，讀值顯示是另外拉出來放置於面板上，檢測需求如下:CO ₂ 偵測器檢測 5000 ppm 以下，請提供遊校業務報價並請提供預定前往檢測時間及廠商須配合之前置作業
102.10.24	張君綾	泰藝電子	10 ppm 以下 HF 偵測器測試
102.11.08	李嘉真	聯鈞光電股份有限公司	氬氣洩漏裝置洩漏率測試。(氬氣氣瓶：長 30 公分，標定洩漏率：3*10 ⁸)
102.11.11	李嘉真	儀測科技	甲醛偵測器校正

表二十一：全年度技術諮詢服務彙整表 IV (驗證參考物質需求)

洽談日期	洽談人員	公司	技術上的需求	技術應用領域
102.03.22	李嘉真	奇鼎科技	TO-14 VOC 標準氣體或是五種成分之標準氣體(乙烯、acetone 等等，濃度約為 200 ppb 以下)	精密儀器製造業
102.07.02	張君綾	利基有限公司	丁烷、甲烷偵測器校正以及標氣需求	代理商 cosmos
102.07.03	張君綾	友和貿易股份有限公司	標準氣體需求，成分與濃度範圍如 NIEA722 所示，多為 VOCs 氣體	
102.07.03	張君綾	福聚太陽能股份有限公司	標準氣體，C ₄ H ₁₀ 、C ₃ H ₁₂ 、i-C ₄ H ₁₀ 、C ₃ H ₈ 、n-C ₅ H ₁₂ /He(成分濃度各 5 ppm)；CO、CO ₂ 、N ₂ 、O ₂ 、CH ₄ 、C ₂ H ₆ /He(成分濃度各 1 ppm)	
102.08.01	張君綾	利基貿易股份有限公司	利基希望國內能夠提供四用標準氣體(CO+CH ₄ +O ₂ +H ₂ S/N ₂)以及 0.05 ppm 以下之甲醛標氣。製作客製化氣體稀釋裝置	儀器設備代理商
102.10.21	張君綾 鄭瑞翔	錦德氣體	標準氣體需求，1% CH ₄ /air 或 1% CH ₄ /N ₂ (U _{rel} < 1%)	氣體公司

表二十二：檢校技術服務彙整(其中有價收入歸屬 NML 運作計畫及工業服務計畫)

技術服務日期	委託客戶名稱	技術服務內容
102.10.03	三福氣體股份有限公司	4 % mol/mol 與 5 % mol/mol C ₃ H ₈ in N ₂ 濃度驗證
102.08.07	財團法人成大研究發展基金會	HCl 氣體濃度稀釋技術運用
102.02.27	士林電機廠股份有限公司	多功能氣體偵測器檢校
102.09.04	西河科技股份有限公司	多功能氣體偵測器檢校
102.01-05	工研院材料與化工研究所	有機溶劑定性量測評估、有機溶劑中性分析評估
102.05.21	台塑石化股份有限公司	氣體分流器檢校
102.06.28	台灣本田汽車股份有限公司	氣體分流器檢校
102.08.05	日信特殊氣體有限公司	氣體濃度分析測試-非分散性紅外光分析儀分析法*3
102.06.03	新瑞僑氣體股份有限公司	氣體濃度分析測試-傅立葉紅外光譜儀分析法
102.08.07	台灣玻璃工業股份有限公司	氧氣分析儀檢校
102.10.17	台灣神隆股份有限公司	氧氣分析儀檢校
102.03.06	展旺生命科技股份有限公司	氧氣分析儀檢校
102.07.09	智勤企業有限公司	氧氣分析儀檢校
102.03.18	上泰儀器股份有限公司	氧氣偵測器*4 檢校
102.09.04	聯華電子股份有限公司	氧氣偵測器檢校
102.05.08	鈺昕企業有限公司	微氧分析儀檢校
102.01-06	力成科技股份有限公司	微氧分析儀*3 檢校
102.09-10	太一電子檢測有限公司	微氧分析儀*7 檢校
102.01-11	台技工業設備股份有限公司	微氧分析儀*7 檢校
102.09.04	台灣電力公司通霄發電廠	微氧分析儀檢校
102.06.05	台灣電力股份有限公司	微氧分析儀檢校
102.03-11	矽品精密工業股份有限公司	微氧分析儀*30 檢校
102.09.04	展旺生命科技股份有限公司	微氧分析儀
102.01.30	班順工業氣體科技股份公司	微氧分析儀
102.04.01	茗溪先進科技有限公司	微氧分析儀
102.02.26	華東科技股份有限公司	微氧分析儀
102.06.26	聚成科技股份有限公司	微氧分析儀
102.10.15	鴻騏新技股份有限公司	微氧分析儀
102.11.14	匠普系統工程股份有限公司	微氧分析儀
102.04-05	中華航空、SGS、新竹縣衛生局	玻璃器皿與量筒自校
102.06-07	溢泰實業股份有限公司	水中揮發性有機物分析
102.06-07	樂盟科技	測試實驗室認證技術
102.08	上準環境科技	PBDEs 計量標準技術
102.10.03	SGS/環檢/超微量分析實驗室	RoHS 規範內容檢驗的方向、食品基質的 CRM
102.06-07	陸軍化學兵學校核化防護中心	土壤中總石油碳氫化合物檢測技術

(三) 技術運用之衍生加值成果說明

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
品升管理 顧問社	氣體濃度動態 配製技術運用	110 仟元	<p>對於不同濃度、不同組成份的混合標準氣體，學術研究單位、一般廠商均有標準氣體的需求，因此尋求一種簡便、可靠的混合標準氣體的配製方法，從而滿足使用者的需要顯得尤為迫切。故廠商委託本計畫進行氣體濃度動態配製技術之技術移轉運用，可用於不同濃度醇類標準氣體配製，該技術運用費用為新台幣 110 仟元。</p> <p>依據本計畫之氣體濃度動態配製技術所建置之動態式氣體產生器可產生相對濕度至少 $(95\pm 5)\%$、溫度 $(34.0\pm 0.5)^\circ\text{C}$ 之濕式標準醇類氣體（簡稱濕式氣體），其濃度之相對不確定度為 2.0%，其檢測濃度能量範圍為 0.000~2.000 mg/L（於 1.01 bar，34°C）。技術方法為設計一氣液混合裝置與恆溫水槽，控溫在 $(34.0\pm 0.1)^\circ\text{C}$，由系統內裝設電子式流量控制裝置（最大流量約 10 L/min，準確度在 $\pm 5\%$ 以內），以及電子式流量計（最大流量 ≥ 50 L/min，準確度在 $\pm 5\%$ 以內），將醇類溶液與固定體積零級空氣混合產生濕式氣體。</p>
成大發展 基金會	氣瓶中 NO/SO ₂ /CO/O ₂ /HCl 濃度分 析技術運用	238 仟元	<p>依據固定污染源空氣污染物連續自動監測設施管理辦法，明定監測設施需定期予以例行校正測試、查核及保養，並作成紀錄，而校正、查核所使用之標準氣體與監測所得數據的正確性密切相關，因此該單位尋求本計畫之協助與技術運用，針對不同公私場所 CEMS 所使用之標準氣體鋼瓶抽樣進行濃度評估，瞭解目前標準氣體鋼瓶之使用品質現況，本計畫預計使用 QMS/FTIR 等設備與年度計畫所配製之標準氣體進行技術之衍生加值運用服務。進而瞭解目前國內標準氣體之運作現況，以利未來國家建立標準氣體認證制度以及標準氣體濃度計量追溯體制。</p>
鈺祥企業 有限公司	廠區微污染量 測技術運用	120 仟元	<p>在晶圓製造過程中，過多的環境污染物可能沈積於晶圓表面，造成晶圓生產良率的下降。因此，目前在無塵室中，普遍安裝許多線上分析儀器，監控環境中各種不同的微污染物，並藉由合適的</p>

			<p>微污染去除設施，降低無塵室內的微污染含量。線上 GC-MS 為無塵室中安裝的眾多分析儀器之一，主要功能在即時取得環境中揮發性有機污染物 (VOC) 的含量。不同的線上 GC-MS，必須定期執行內部校正，內部查核，以及第三方查核，方可使得不同線上 GC-MS 之間的量測數據具有可比性與等同性。本項技術運用目標主要為協助化學濾材供應廠商進行廠區微污染物的濃度的量測技術評估，以利化學濾材能有效運用於去除污染源，協助提升無塵室運作品質。</p>
科榮有限公司	氣體濃度稀釋裝置設計與組裝技術運用	310 仟元	<p>依據『毒性化學物質應變器材及偵測與警報設備管理辦法』，明定偵測器設備於警報設定值之誤差應在正負百分之三十以內，而為降低校正偵測器時使用的標準氣體之使用量，該單位尋求本計畫之協助與技術運用，利用氣體濃度稀釋裝置動態配製出之標準氣體進行採樣袋的充填程序設計及氣體濃度稀釋裝置性能評估。本項技術運用針對 CO in N₂、CO₂ in N₂、CH₄ in Air、H₂ in Air 與 H₂ in N₂ 混合氣體濃度，建立稀釋裝置之實際濃度稀釋倍率與理論稀釋倍率的關係，進以完成稀釋裝置性能評估，確保稀釋濃度之準確度。</p>
衡準科技股份有限公司	鋼瓶氣體均質混合機低磨擦耗損機構設計技術運用	100 仟元	<p>鋼瓶氣體經靜置一段時間或充填配製後，會使鋼瓶內氣體出現分層或不均勻現象，為確保充填於鋼瓶內氣體達到均質狀態，須透過均質設備將鋼瓶內氣體均質化。傳統之滾動混合裝置係採用直接接觸式，不僅造成鋼瓶表面之磨損、噪音過大並可能因滾動不良造成鋼瓶飛出造成人員傷害之危險及設施之損害。本技術運用一鋼瓶夾持包覆裝置，以非接觸式轉動方式進行鋼瓶氣體均質，提供一種方便及安全之氣體鋼瓶均質混合設備，確保鋼瓶運轉中不傷害鋼瓶並能均質鋼瓶內之氣體。該裝置內部設計彈性材料包覆鋼瓶，再以兩半圓形鋼板固定鋼瓶，可避免鋼瓶直接接觸滾動裝置，達到減少鋼瓶滾動造成之表面磨損、減低噪音、避免接觸磨擦引起鋼瓶表面溫度上升，縮短恆溫時間，並可避免鋼瓶摔落等優點。該均質裝置外部設有防止捲入防護罩，該防護罩與電源連動，蓋上後才可啟動電源，維護操作人員安全或者異物干擾滾動。</p>

(四) 論文發表成果說明

1. 國內研討會論文 (共計 6 篇) :

研討會名稱	題目	內容摘要
鑑識科學研討會 (桃園)	呼氣中生理干擾因子對於酒測器材之量測準確度影響評估 (口頭論文發表)	<p>在台灣約有 3500 台左右的呼氣乙醇測試器材 (EBA)，由警務人員使用於酒駕取締現場。由歷年文獻資料及國際法定計量組織針對酒測器材所公告的建議規範 OIML R 126 顯示，除了氣候環境條件以外，人體呼氣中所存在的生理干擾因子 (如：一氧化碳、丙酮、甲醇) 以及呼氣模式 (呼氣流量與呼氣總量) 亦會影響呼氣乙醇測試結果的準確度。本研究根據 OIML R 126 精神，進行技術系統設計，並針對生理干擾因子以及呼氣之水氣含量對於器材計量性能的影響進行量測準確度評估；實驗系統乃參考國內檢定檢查技術規範之要求以及國際法定計量組織於 2012 年所公告之 OIML R126 技術規範進行設計，並搭配紅外光譜法進行化學物種定性與定量分析。為能真實模擬人體呼氣，不同化學物種的濃度必須能由系統進行調整，並透過水氣曝氣裝置將測試氣體之相對濕度提高至 95 % 以上。目前本研究所設計開發之系統已可產生不同濃度之濕式乙醇氣體進行酒測器材測試，並且透過呼氣模擬腔模擬酒駕勤務執行時所可能實際面臨的人體呼氣條件，評估特殊生理干擾因子對於酒測結果的影響。此系統應用於國內市售酒測器材的性能評估，將有助提升與鑑識酒測器材性能與品質，並建立公務執法器材之公信力。</p>
APMP/TCQM Gas Analysis Working Group Workshop	應用 FTIR 串接 QMS 分析技術針對半導體廠常用之製程氣體進行純度分析 (口頭論文發表)	<p>近來國內常遭遇鋼瓶氣體純度不足之問題，然而在不了解不純物物種資訊的情況下，就無法針對不純物設計檢測方法進行分析。為了解決目前對於未知物種缺乏有效方法直接分析的情況下，我們採取將 FTIR 串接 QMS 分析技術，利用各類未知物種皆會在質譜或光譜上顯現特定指紋的特性，搭配上標準指紋圖譜，直接判讀不純物物種為何，進一步再利用對應之標準品進行準確定量分析，並將此開發之技術應用於半導體廠常用之製程氣體進行純度分析應用。</p>

研討會名稱	題目	內容摘要
新興污染物論壇	利用鋅同位素試蹤分析技術進行氧化鋅奈米粒子於皮膚細胞中之毒性研究(口頭論文發表)	本研究提出透過完整的物理化學特性分析、體外試驗及皮膚暴露研究之整合性化學分析構思，以評估 ZnO NP 的危害，期能更佳了解 ZnO NP 奈米毒性受到尺寸、型態、表面、和劑量影響之機制。本研究首先製備不同尺寸、型態、和表面特性的 ZnO NP，隨後確認其尺寸、型態、和表面化學組成，接者製備作為示蹤劑用的同位素標記 ^{68}ZnO ，使用不同劑量的特定 ZnO NP 於體外細胞(組織)試驗。在分析方面，首先將設計組裝微透析系統，介面至感應耦合電漿質譜儀，作為微量分析系統，利用 Zn 同位素比值差異，以區分外來的 $^{68}\text{ZnO NP}$ 的 ^{68}Zn 和生物體自有的 Zn(主要是 ^{64}Zn)；使用飛行時間式二次離子質譜儀(Tof-SIMS)和雷射掃描共聚焦顯微鏡(CSLM)以了解其在細胞(組織)內的分佈、移動行為和與其他組成份之關係。
APMP/TCQM Gas Analysis Working Group Workshop	CF ₄ 氣體純度分析 (海報論文發表)	實際研究案例：由於半導體製造商在製程過程發現產品良率大幅下降，懷疑其所使用之 CF ₄ 鋼瓶氣體純度有問題，此問題亦造成公司高達三百萬美金的損失。在利用四極柱質譜及 FTIR 實際分析三瓶 CF ₄ 鋼瓶氣體純度後發現其中一鋼瓶氣體純度有異，其中存了濃度極高的特定污染物。
APMP/TCQM Gas Analysis Working Group Workshop	Xenon 氣體純度分析 (海報論文發表)	由於 Xenon 氣體價格昂貴，一瓶 50 公升的 Xenon 氣體(壓力為 60 Bar)高達三百多萬新台幣，而氣體純度 5N 與 6N 的差異，更影響氣體售價高達 30%(約 100 萬新台幣)，為了瞭解 Xenon 氣體純度，本研究分別利用氣相層析分析儀 (GC-DID) 以及光腔衰盪光譜分析儀(CRDS)建置兩套分析方法，針對氣體鋼瓶內的 Xenon 氣體純度進行評估。GC-DID 的方法主要針對 O ₂ 、N ₂ 、及 Kr 等三物種進行層析分離，並確認其濃度值；而 H ₂ O 濃度則是利用 CRDS 進行分析。所分析的三瓶 Xenon 氣體中，皆發現含有微量 N ₂ 及 Kr，且其中一鋼瓶內含有微量 O ₂ 。
APMP/TCQM Gas Analysis Working Group Workshop	煙道氣體排放連續監測系統 (CEMS)性能查核 (口頭論文發表)	煙道氣體排放連續監測系統是用於監控和規範固定污染源排放總量。需要設置 CEMS 的受規管行業包括發電鍋爐，垃圾焚燒爐，石化行業等。CEMS 在台灣現行總數大約 350 套，主要可分為兩種類型：“現址式” (~25%) 和“抽取式” (~75%)。CEMS 的性能查核是確認 CEMS 的測量精度的一個重要工作，需查核之項目包括校正氣體的品質和氣體分析儀的穩定性。本文分享兩個於高雄地區垃圾資源回收廠進行 CEMS 性能查核的實廠經驗。

2. 國外研討會論文（共計 1 篇）：

研討會名稱	題目	內容摘要
7 th International Gas Analysis Symposium & Exhibition (GAS2013), Rotterdam	Effect of Carrier Gas Purity on the Performance of GC System Applied for Natural Gas Analysis	<p>本研究執行氦氣純度以及校正用標準氣體濃度之驗證分析，並由其結果探討氦氣純度品質與校正用標準氣體濃度品質對於線上氣相層析熱值分析儀的影響。由各天然氣配氣站的工作人員操作經驗顯示，若在執行氦氣瓶的更換後，系統未執行校正，則所監測之管路天然氣的熱值會出現漂移與偏差。由氦氣（載氣）純度分析的結果顯示，若氦氣中含有數千 ppm 濃度的氮氣，則所監測的熱值會受到無法接受的干擾，熱值偏移量相對值超過 0.55 %。由此結果，本研究針對各天然氣計量站的線上熱值分析儀提出一量測品保作業流程，以協助相關配氣站維護熱值分析儀之量測準確度在交易容許的誤差範圍內。</p> <p>A field study at natural gas dispatch stations was performed by CMS/ITRI to realize how purity of carrier gas helium and quality of calibration standard gas mixtures affect the accuracy of online GC-TCD measurement systems. It was found by field service staffs that the monitored heat values of natural gas decreased after gas supplying system switching to the different source of carrier gases. As a result, we found that the N₂ content in carrier gas will interfere with the performance of online GC-TCD measurement systems. After the cause-and-effect analysis, CMS/ITRI proposed a quality control strategy about how to check the quality of carrier gas for over 20 of the natural gas dispatch stations and successfully controlled the relative permissible error of monitored heat values within the customer acceptable range.</p>

3. 國內技術推廣類期刊論文（量測雙月刊）：

刊物期別	題目	內容摘要
2013.07 第 152 期	國內標準氣體驗證制度於環保及工業發展之必要性	本文說明標準氣體驗證制度的建立對環保及工業發展之重要性，並實際針對固定污染源空氣污染物連續自動監測設施(Continuous Emission Monitoring System，簡稱 CEMS)使用之標準氣體濃度驗證分析提出具體說明。
2013.09 第 153 期	大宗或特殊氣體內微量水氣之分析技術及量測追溯概述	隨著半導體科技之快速進展，積體電路技術進入深次微米的範疇，元件尺寸愈做愈小，製程中所使用之氣體純度直接影響了產品的效能，而在諸多不純物之中，半導體製程對於水氣尤其敏感，即使是極微量的污染亦會在不同製程階段造成嚴重影響，最終造成元件的良率及性能下降。此外，環境中含有高濃度水氣，在環境水氣極易對分析過程造成干擾之狀況下，如何對半導體廠內大量使用之大宗或特殊氣體進行微量水氣濃度分析成了一大難題。本文將針對業界常使用之技術原理及優缺點進行介紹，並簡述國家度量衡標準實驗室未來四年內對於微量水氣量測追溯之規劃。
2013.09 第 154 期	國內民生安全毒物檢測技術發展現況分析	民生商品中時常存在一些超乎預期的成分，隨著儀器偵測極限之躍進，以往無法檢測出之微量化學物質逐漸呈現。這些被新認定之化學物質大部分屬持久性有機汙染物或內分泌干擾物質類，對人體健康及生態環境具有風險性，被定義為新興汙染物(Emerging Contaminant)。近年來發生於國內與民生安全相關之重大事件(例如雙酚 A、塑化劑事件等)皆屬新興汙染物範疇。緣此，本文將以國內民生安全相關法規為基礎，延伸至相關之檢測技術發展現況予以概述。

刊物期別	題目	內容摘要
2013.11 第 154 期	國際度量衡委員會 CCQM-GAWG 之計 量推展成果與展望	<p>作者自 2007 年開始，參與國際度量衡局每年於法國巴黎舉辦，以化學計量為主的物量諮詢委員會氣體分析工作小組會議(CCQM-GAWG)。該會議成員主要由簽署國際度量衡委員會相互認可協定(CIPM-MRA)之各成員國與經濟體指派代表參與，主要目標是希望透過國際同儕的技術交流以及國際比對成果的討論，促進各國氣體量測技術達等同性，避免貿易障礙。本文簡介自 1993 年來 CCQM-GAWG 在全球氣體化學計量的推展成果，並透過 2013 年 09 月舉辦第 11 屆亞太地區氣體分析計量研討會的機會，邀請 CCQM-GAWG 主席 Dr. Jin Seog KIM 來台演講，講述氣體化學計量之國際運作制度與成果，由此期許我國能急起直追國際同儕腳步，儘速完備國家氣體化學自主計量追溯體制。</p>
2013.11 第 154 期	零級氣體規格驗證 技術發展及其應用	<p>零級氣體主要應用於配製標準氣體與分析儀器零點校正等用途，國內在公告空氣汙染物檢測方法及法規制定上，亦應用零級氣體於其中，然而，至今國內尚未發展一套驗證技術以確認零級氣體之規格是否符合規範，因此對於零級氣體之品質無法控管。本文主要參考歐美國家針對零級氣體制定之規範進行驗證技術之概述，而國家度量衡標準實驗室近年來亦致力於提升自身驗證技術與能力，期望能協助國內訂定零級氣體之驗證標準並提供追溯來源。</p>
2013.11 第 154 期	國家標準混合氣體 運作與認證制度推 動現況分析	<p>氣體分析技術系統的建立，所包含的主要工作分項有六：1) 採樣方法確立；2) 系統校正用標準氣體選用；3) 量測方法適用性評估；4) 量測不確定度來源判斷；5) 量化不確定度來源；6) 書面報告撰寫。所有工作執行目的在於達成分析結果必要的準確度與精確度。準確度的達成端賴選用之校正用標準氣體的品質，精確度的監控則有賴於使用標準氣體所建立之量測系統管制圖，而進行分析結果量測不確定度評估時，標準氣體的品質是估算量測不確定度的重要來源。本文以標準混合氣體運作為例，簡介國際社會運作量測技術自主追溯的經驗，並對照台灣現況，提供國家權責主管機關建立參考物質運作與認證制度之參考方案。</p>

(五) 產出成果一覽表

成果項目		分項計畫		氣體化學		環境化學		合計		備註
		目標	實際	目標	實際	目標	實際			
專利	申請	1				1				
	獲得		1				1			
論文	國內期刊	2	5	1	1	3	6			
	國外期刊	1	2			1	2	SCI論文2篇		
	國內研討會(口頭)	3	3	1	1	4	4			
	國內研討會(書面)	0	4			0	4			
	國外研討會(口頭)	1	1			1	1			
	國外研討會(書面)									
研究報告	技術	6	15	2	2	8	17			
	調查									
	訓練	1			1	1	1			
合作研究	學術合作研究									
	業界合作研究									
	國外合作研究									
研討會	場次	3	3		1	3	4	<ul style="list-style-type: none"> 研討會收入數63仟元，併入NML上繳國庫 含論壇1場 		
	人數(人次)	50	92		23	50	115			
可移轉技術		技術服務30件次，可移轉技術				技術服務95件次，可移轉技術簽約				
技術服務		簽約收入金額700仟元				收入金額878仟元				

註：

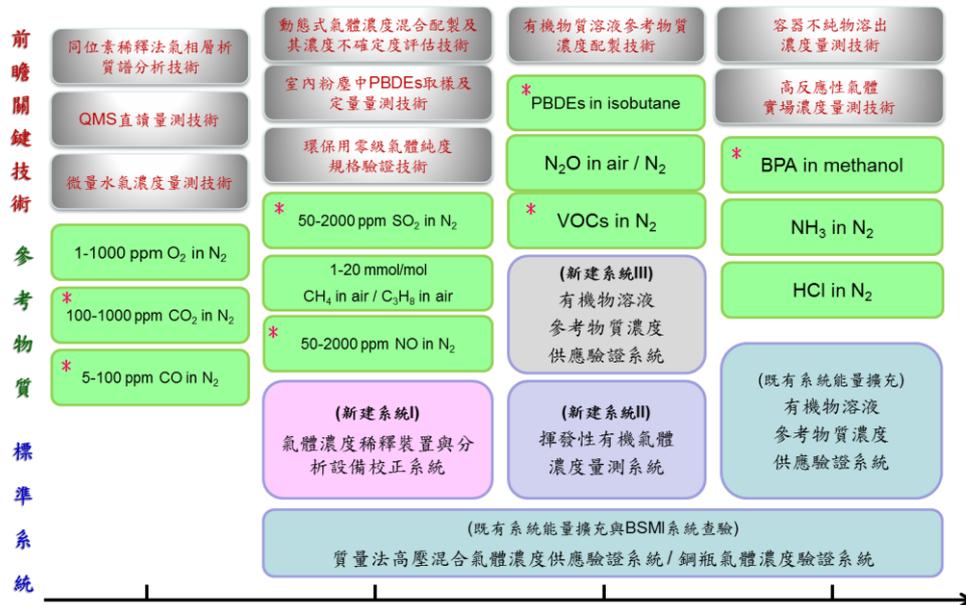
本計畫除上述績效產出，另完成成果如下：

- 完成3項參考物質(CO/N₂、CO₂/N₂、O₂/N₂)。
- 延續先期研究成果，完成3項CMC登錄，並進行2項新登錄申請。

陸、結論與建議

一、氣體化學計量標準技術分項

本年度技術成果已完成國內標準混合氣體配製與濃度驗證技術作業程序建立，未來可透過計畫執行持續擴充可提供之驗證參考物質的濃度範圍與種類（圖四十二）。

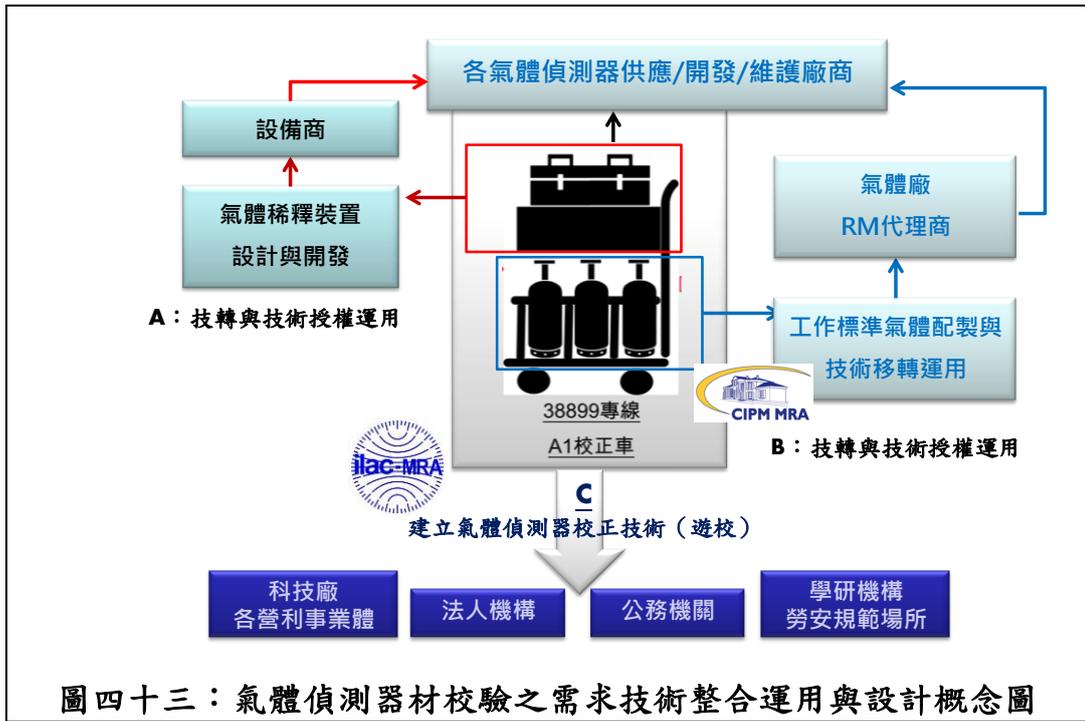


圖四十二：計畫全程技術產出規劃

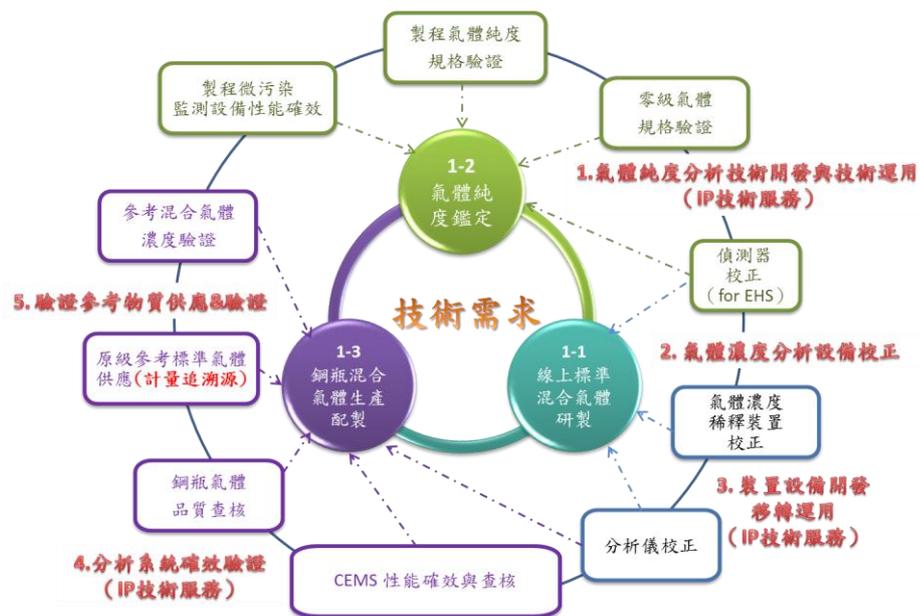
此外，透過本年度計畫執行過程與產業的互動，氣體化學分項整合產業需求，已調整與更新技術發展順序為：

1. 建立與民生及勞工安全有關之氣體偵測器材校驗平台，其必要深化之基礎工業技術為：各類動態氣體生產混合技術及裝置的設計開發，以及各類型式偵測器校驗的技術資料庫建立。
2. 建立**超微量**之氣體濃度量測技術，以協助產業執行氣體純度規格驗證以及支援國內偵測器廠商開發高品質的超微量危害毒物偵測設備。
3. 持續擴充建置高壓鋼瓶型式標準混合氣體，供應國內氣體供應廠計量追溯源，以支援國內環保法規的執行落實，協助工業用標準儘速建立。

以上三項技術之間必須相互整合運用，圖四十三可為不同技術主軸之整合運用的說明範例。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。



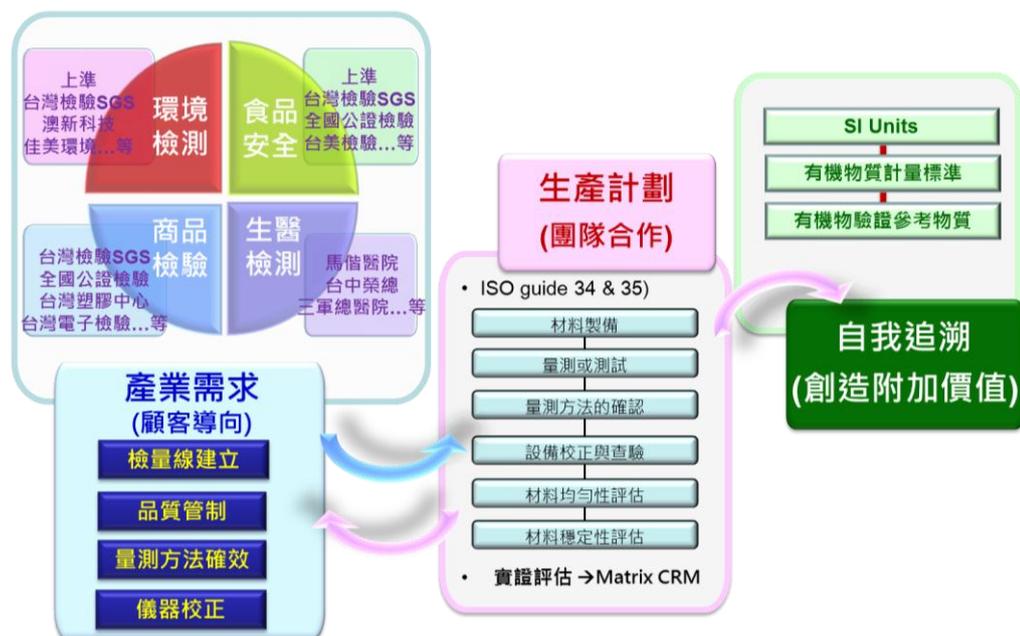
在成果運用推動策略方面，計畫執行期間將持續採取研討會辦理、技術成果說明會、與產業簽署合作意向書、技術運用有價契約等方式進行。並透過與各業務主管機關研究計畫執行單位的技術合作以及能力試驗活動的舉辦（技術服務營運模式如圖四十四），推廣執行成果運用模式與服務機制，以確保標準系統完成新建或是擴建後，可順利推廣於產業以及公務部門提供濃度驗證服務與參考物質供應服務，確保政府資源投資的有效性與產業運用價值；



二、環境化學計量標準技術分項

近年來，在政府與民間積極追求國民健康、安定、舒適之品質下，檢測產值大幅提昇，預估年產值在新台幣 20 億元以上。然在檢測成本等現行供給面考量下，分析方法若未使用具計量追溯性之驗證參考物質進行分析方法的確效，容易導致誤判檢測數據結果等缺失。各國民生產業種類與特性不同，因此國家度量衡標準實驗室於全程計畫所建置開發驗證參考物質之基礎技術能量，將可針對國內產業需求或在特殊事件發生時，於最短期內研製符合要求的”客製化驗證參考物質”，作為支持產業產品開發之有效品管支援系統，協助政府建立緊急事件發生時之有效應變措施。

緣此，在民生安全環境化學分項中，有機物質計量標準技術的應用推廣，將透過基礎計量技術之建立與業務主管機關委辦計畫之參與研討會辦理，推廣計量技術至公務部門，繼而延伸至相關檢測產業與設備製造商。目前工作團隊積極聯繫洽談之業務推廣規劃如：衛福部食品藥物管理署研究檢驗組、環保署毒管處、新竹縣衛生局、台灣檢驗 SGS、上準檢驗等。同時亦透過產業需求的持續彙整，系統性地進行生產計畫的規劃與實證評估(Matrix CRM 先期研究)，達成我國化學計量有機物質計量標準之自我追溯之建置。營運與推廣模式如圖四十五。



圖四十五：環境有機計量技術產業應用規劃

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	自動化靜態氣體充填質量秤重組合設備 Cylinder automatic weighing system	工研院 量測中心	台	1	4,150,000	4,150,000	1	
2	質流量法動態氣體濃度配製設備 Dynamic gas mixture blending system	工研院 量測中心	台	1	3,700,000	3,700,000	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	在本計畫 擔任之工作	對本計畫之助益	出國 項次
參加會議發表論文	前往歐洲參加技術研討會 GAS2013 做論文發表，會後並前往荷蘭計量研究院 VSL 進行氣體純度分析技術交流	VSL/ 荷蘭	102.06.03 ~ 102.06.12	林采吟	協同計畫主持人，與氣體分項主持人，負責分項規劃、執行與管理	•參加 GAS2013 技術研討會，發表論文，推廣計畫技術成果；蒐集國際民生化學計量標準最新發展趨勢及標準發展規劃方向，以為計畫規劃參考，並探尋技術合作之機會。	1
參加會議	參加韓國國家標準與科學研究院(KRISS)舉辦之化學計量課程	Kriss/ 韓國	102.09.01 ~ 102.09.14	李佩玲	環境分項主持人，負責分項規劃、執行與管理	•參加韓國國家標準與科學研究院(KRISS)舉辦之「Global Metrology Academy (GMA) Group Training Course-Metrology in Chemistry」課程，研習氣體、有機、無機等標準品相關配製及其濃度驗證與不確定度評估技術，厚植化學計量技術，縮短計畫研發時程，加速民生化學計量標準之建立。	2

■ 長期訓練

無

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
1	發明	APPARATUS AND METHOD FOR CONTROLLING FLOW AND THERMAL CONDITION	102.07.11	中華民國	102.07.11 ~ 119.07.15	I401401

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	Effect of Carrier Gas Purity on the Performance of GC System Applied for Natural Gas Analysis	102.06.06	07-5-A2-0098	International Gas Analysis Symposium & Exhibition	林采吟	荷蘭	A-13 oral
2	CF ₄ 氣體純度分析	102.09.11	07-5-A2-0238	APMP/TCQM Gas Analysis Working Group Workshop	徐繹翔 黃炯坤 林采吟	中華民國	A4 poster
3	Xenon 氣體純度分析	102.09.11	07-5-A2-0239	APMP/TCQM Gas Analysis Working Group Workshop	徐繹翔 黃炯坤 林采吟	中華民國	A5 poster
4	應用 FTIR 串接 QMS 分析技術針對半導體廠常用之製程氣體進行純度分析	102.09.11	07-5-A2-0240	APMP/TCQM Gas Analysis Working Group Workshop	徐繹翔	中華民國	A06 oral
5	煙道氣體排放連續監測系統(CEMS)性能查核 CEMS Performance Validation	102.09.11	07-5-A2-0243	APMP/TCQM Gas Analysis Working Group Workshop	林承翰	中華民國	Session3 oral
6	連續監測系統之標準氣體驗證程序	102.09.11	07-5-A2-0244	APMP/TCQM Gas Analysis Working Group Workshop	張君綾 林采吟 羅幼旭	中華民國	Poster2 poster
7	Gas Measurement Standards to Support Certification of Pollutant Emission Control System for Industry Sustainable Development	102.1104	07-5-A2-0334	Asia-Oceania Conference on Green and Sustainable Chemistry (獲邀請後續投稿於 SCI 期刊 Journal of Chemistry and Chemical Engineering)	林采吟 鄭瑞翔	中華民國	1 poster
8	呼氣中生理干擾因子對於酒測器材之量測準確度影響評估	102.09.27	07-5-A2-0245	鑑識科學研討會	林采吟 劉信旺 黃炯坤	中華民國	1 oral
9	利用鋅同位素試蹤分析技術進行氧化鋅奈米粒子於皮膚細胞中之毒性研究	102.10.14	07-5-A2-0173	新興污染物論壇	李佩玲 Sin-Yu Shen 雷秀玲 李琬若 凌永健	中華民國	1 oral

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	Development of chip-based photocatalyst-assisted reduction device to couple high performance liquid chromatography and inductively coupled plasma-mass spectrometry for determination of inorganic selenium species	102.08.15	07-5-A2-0219	Journal of Chromatography A	施宗廷 徐繹翔 吳俊甫 林政興 孫毓璋	英國	8
2	大宗或特殊氣體內微量水氣之分析技術及量測追溯概述	102.09.01	07-5-A2-0099	量測資訊雙月刊	徐繹翔 林承翰 羅幼旭,	中華民國	1
3	國內標準氣體驗證制度於環保及工業發展之必要性	102.07.01	07-5-A2-0171	量測資訊雙月刊	鄭瑞翔 劉信旺	中華民國	4
4	國內民生安全毒物檢測技術發展現況分析	102.11.01	07-5-A2-0199	量測資訊雙月刊	李佩玲 施幼娜	中華民國	5
5	國際度量衡委員會 CCQM-GAWG 之計量推展成果與展望	102.11.01	07-5-A2-0347	量測資訊雙月刊	林采吟	中華民國	4
6	國家標準混合氣體運作與認證制度推動現況分析	102.11.01	07-5-A2-0348	量測資訊雙月刊	林采吟	中華民國	5
7	零級氣體規格驗證技術發展及其應用	102.11.01	07-5-A2-0352	量測資訊雙月刊	林承翰 徐繹翔	中華民國	6
8	Development of a Titanium Dioxide-Coated Microfluidic-Based Photocatalyst-Assisted Reduction Device to Couple High-Performance Liquid Chromatography with Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry for Determination of Inorganic Selenium Species	102.11.01	07-5-A2-0241	Analytical Chemistry	徐繹翔	美國	8

附件六、研究報告一覽表

技術報告

項次	資料名稱	產出日期	技資編號	語言	列管等級	作者	頁數
標準系統運作類技術文件							
1	醇類混合氣體濃度量測程序	102.11	07-3-A2-0120-01	中文	非機密	林承翰 黃炯坤	25
2	醇類混合氣體濃度量測系統評估報告	102.11	07-3-A2-0131-01	中文	非機密	林承翰 黃炯坤	20
3	多成分混合氣體之濃度驗證分析程序	102.11	07-3-A2-0116-01	中文	非機密	張君綾 林采吟 黃炯坤	19
4	多成分混合氣體濃度驗證評估報告	102.11	07-3-A2-0118-01	中文	非機密	張君綾 林采吟 黃炯坤	20
5	電子式天平(XP205)校正與評估研究報告	102.10	07-3-A2-0171-01	中文	非機密	施幼娜 李佩玲 李嘉真	13
6	有機物質標準品溶液配製用微量吸管校正程序與評估研究報告	102.10	07-3-A2-0175-01	中文	非機密	李佩玲	19
7	有機物質濃度驗證系統濃度驗證程序	102.11	07-3-A2-0283-01	中文	非機密	李佩玲 施幼娜 李嘉真	13
產業服務類技術文件							
8	中空纖維吸附材對壓縮空氣內水氣之吸附效能研究報告	102.06	07-3-A2-0087-01	中文	非機密	徐繹翔 戴清智 王允欣	5
9	四極柱質譜儀於氣體純度分析之技術評估報告	102.06	07-3-A2-0095-01	中文	非機密	徐繹翔	7
10	Xenon 氣體鋼瓶純度分析研究報告	102.10	07-3-A2-0217-01	中文	非機密	徐繹翔	9
11	固定污染源連續排放監測系統(CEMS)之校正氣體實場評估報告	102.07	07-3-A2-0093-01	中文	非機密	劉信旺	16
12	醇類氣體動態配製系統測試評估報告	102.11	07-3-A2-0234-01	中文	非機密	劉信旺	7
13	動態式氣體濃度配製技術先期研究	102.11	07-3-A2-0237-01	中文	非機密	張君綾 林采吟	15
14	氣相層析質譜法揮發性有機物量測技術報告	102.11	07-3-A2-0268-01	中文	非機密	劉信旺	24
15	氣體純度分析技術評估報告	102.12	07-3-A2-0226-01	中文	非機密	徐繹翔 林承翰	20
16	低濃度驗證參考物質氣體充填質量與混合氣體濃度校正程序...秤重法	102.12	07-3-A2-0251-01	中文	非機密	鄭瑞翔	25
17	利用四極柱質譜儀測定惰性氣體純度之技術報告	102.12	07-3-A2-0225-01	中文	非機密	徐繹翔 林承翰	6

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	2013 KRIS GMA-MiC 訓練報告	102.10.03	07-3-A2-0180-01	中文	非機密	李佩玲	17

附件七、研討會/成果發表會/說明會一覽表

研討會

項次	研討會名稱	日期	舉辦地點	主/協辦	參與廠家數	參加人數	備註
1	「氣體濃度驗證與計量追溯之工業排放管理實務」研討會	102.05.02	高雄	主辦	27	52	
2	「氣體濃度計量於民生及工業污染管理實務分析」研討會	102.06.04	新竹	主辦	27	40	
3	「檢測實驗室玻璃儀器校正品保暨實務演練」研討會	102.07.10	新竹	主辦	16	23	
4	民生化學計量標準技術論壇	102.07.30	台北	主辦	6	6	

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
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
FTIR	Fourier transform infrared spectroscopy	傅立葉紅外光譜儀
GAWG	Gas Analysis Working Group	氣體分析工作小組(隸屬於 國際度量衡委員會下)
GC-DID	Gas chromatography -Discharge Ionization Detector	氣相層析儀放電離子偵測器
GC-FID	Gas chromatography –Flame Ionization Detector	氣相層析儀火焰離子偵測器
GC-TCD	Gas chromatography-Thermal Conductivity Detector	氣相層析儀熱導偵測器
HPLC	High Performance Liquid Chromatography	高效能液相層析

ICP-MS	Inductively coupled plasma mass spectrometry	感應耦合電漿質譜
IDMS	Isotope dilution mass spectrometry	同位素稀釋質譜法
KCDB	Key Comparison Database	國際比對資料庫
KRISS	Korea Research Institute of Standards and Science	韓國標準與科學研究院
LED	Light-Emitting Diode	發光二極體
MPE	maximum permissible errors	最大容許誤差
NIM	National Institute of Metrology	中國計量科學研究院
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
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
RoHS	Restriction of Hazardous Substances Directive	危害物質限制令
SRM	Standard Reference Material	標準參考物質
TCD	Thermal Conductivity Detector	熱導偵測器
TDLAS	Tunable diode laser absorption spectroscopy	可調階二極體雷射吸收光譜
UHPLC-FL	Ultra High Performance Liquid Chromatography- Fluorescence Spectrometry	超高效液相層析螢光法
VSL	Van Swinden Laboratory	荷蘭國家計量院

附件九、研究成果統計表

分項計畫名稱	專利權 (項數)		著作權 (項數)	論文 (篇數)		一般研究報告 (篇數)			技術創新 (項數)				技術 引進 (項數)	技術移轉		技術服務		研討會		
	獲證	申請		期刊	研討會	技 術	調 查	訓 練	產 品	製 程	應 用 軟 體	技 術		項 數	廠 家	項 數	廠 家	場 次	人 數	日 數
氣體化學計量標準技術分項	1			7	8	15			3		2	2		5	5	86	71	3	98	2.5
環境化學計量標準技術分項				1	1	2		1				2				9	8	1	23	1
合 計	1			8	9	17		1	3		2	4		5	5	95	79	4	121	3.5

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	J. P. de Coning, J. M. Swinley, Optimisation of a gas chromatographic method for trace gaseous impurities in nitrogen trifluoride by column sequence reversal, <i>Journal of Chromatography A</i> , 2008, 1180, 151–158.
1-2	W. Yao, Trace analysis of impurities in bulk gases by gas chromatography-pulsed discharge helium ionization detection with “heart-cutting” technique, <i>Journal of Chromatography A</i> , 2007, 1167, 225–230.
1-3	R. W. Ford and T. Conway, Bulk ammonia supply solutions for LED manufacturing, http://www.csmantech.org/Digests/2005/2005papers/14.25.pdf .
1-4	Liquid delivery system for high volume NH ₃ usage in the proliferation of low cost LEDs. http://compoundsemiconductor.net/csc/features-details.php?id=19732959 .
1-5	B. L. Hertzler, et al., Process in improving cylinder gas purity, <i>Solid State Technology</i> , 2000, 73-80.
1-6	C. C. Allgood and J. D. Blanks, Examining purification and certification strategies for high-purity C ₂ F ₆ process gas, <i>Green and Clean</i> , 1998, 35-45.
1-7	A. Mackie and B. Warrick, Coming clean about “on and off the roadmap”: Sub-100 ppt bulk gas supply, <i>Solid State Technology</i> , 2004, 35-42.
1-8	Minami AMANO and Hisashi ABE, Development of Simplified Trace-Moisture Generator, Gas2013-Rotterdam, NL-5-7 June 2013.
1-9	Hisashi ABE, The Development of Trace Moisture Standard and Its Service to Industries in Japan, 11 th APMP/TCQM GAWG Workshop, Taipei, 11-13 September 2013.
1-10	Robert S. Wright, et al., EPA Traceability Protocol for Assay and Certification of Gaseous Calibration Standards, EPA/600/R-12/531, May 2012.
1-11	Annarita Baldan, MACPoll Project: Towards an Improved Metrological Infrastructure in Air Quality, Gas2013-Rotterdam, NL-5-7 June 2013.
1-12	Minami AMANO and Hisashi ABE, Development of Simplified Trace-Moisture Generator, Gas2013-Rotterdam, NL-5-7 June 2013.
1-13	ISO 6142: 2001 Gas analysis — Preparation of calibration gas mixtures _ Gravimetric method.
1-14	ISO Guide 34: 2009 General requirements for the competence of reference material producers.
1-15	ISO Guide 30: 1992 Terms and definitions used in connection with reference materials.
1-16	ISO Guide 31: 2000 Reference materials — Contents of certificates and labels.

編號	資料出處
1-17	ISO Guide 35: 2006 Reference materials — General and statistical principles for certification.
1-18	Robert S. Wright, et al., EPA Traceability Protocol for Assay and Certification of Gaseous Calibration Standards, EPA/600/R-12/531, May 2012.
1-19	NIEA-PA103 環境檢驗檢量線製備及查核指引，民國 94 年。
1-20	International Comparison EURO.QM-S5/1166: Carbon Dioxide Mixtures in Nitrogen, final report.
1-21	ISO 6145-7: 2009 Gas analysis -- Preparation of calibration gas mixtures using dynamic volumetric methods -- Part 7: Thermal mass-flow controllers.
1-22	室內空氣品質管理法草案總說明， http://www.ey.gov.tw/public/Attachment/810161404171.pdf 。
1-23	環保署室內空氣品質資訊網，環保署， http://aqp.epa.gov.tw/iaq/page4-1.htm 。
1-24	毒性化學物質應變器材及偵測與警報設備管理辦法，行政院環保署，2007.
1-25	ISO 6143:2001 Gas analysis -- Comparison methods for determining and checking the composition of calibration gas mixtures.
1-26	OIML R 126:2012 Evidential Breath Analyzers.
1-27	Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement, JCGM 100:2008.
1-28	CNS 16000-1 室內空氣-第 1 部：採樣策略總則
1-29	CNS 16000-2 室內空氣-第 2 部：甲醛之採樣策略
1-30	CNS 16000-5 室內空氣-第 5 部：揮發性有機化合物（VOCs）採樣策略
1-31	ISO 6145-1: 2003 Gas analysis -- Preparation of calibration gas mixtures using dynamic volumetric methods -- Part 1: Methods of calibration.
1-32	ISO 6145-2: 2001 Gas analysis -- Preparation of calibration gas mixtures using dynamic volumetric methods -- Part 2: Volumetric pumps.
1-33	ISO 6145-4: 2004 Gas analysis -- Preparation of calibration gas mixtures using dynamic volumetric methods -- Part 4: Continuous syringe injection method.
1-34	Annarita Baldan, MACPoll Project: Towards an Improved Metrological Infrastructure in Air Quality, Gas2013-Rotterdam, NL-5-7 June 2013.
1-35	P-W, Maria, et al., Using Thermal gravimetry for weight loss monitoring of permeation tubes used for generation of trace concentration gas standards, <i>Analytical Chemistry</i> 2002, 74, 305-307.
1-36	曾庭科，財團法人成大研究發展基金會，101 年固定污染源空氣污染物連續自動監測設施擴大管理及數據統計應用計畫期末報告，EPA-101-FA12-03-A051，2012.

編號	資料出處
1-37	環保法規【解釋函令類別】空氣污染防治， http://w3.epa.gov.tw/epalaw/search/LordiDispExamp.aspx?ltype=04&lname=0010&lno=20&lsno=0&p=1 .
1-38	固定污染源空氣污染物排放標準， http://w3.epa.gov.tw/epalaw/docfile/040070.pdf .
1-39	簡聰文，固定污染源空氣污染物連續自動監測設施管理制度、數據品保及系統提昇計畫，環保署空保處委辦，財團法人成大研究發展基金會執行，2010。 http://epq.epa.gov.tw/project/projectcp.aspx?proj_id=RCNLTHGZJI .
1-40	曾庭科，財團法人成大研究發展基金會，固定污染源空氣污染物連續自動監測設施管制計畫，環保署空保處委辦，財團法人成大研究發展基金會執行，2011。
環境化學計量標準技術分項	
2-1	UNEP Year Book; United Nations Environment Programme, 2009.
2-2	毒性化學物質管理策略，量測資訊，150期，民國102年。
2-3	新興汙染物管理策略，2012(第二屆)新興汙染物論壇論文集，國立中山大學新興汙染物研究中心，民國101年。
2-4	環境分析評論，行政院環境保護署環境檢驗所，民國101年。
2-5	斯德哥爾摩公約(Stockholm convention) http://chm.pops.int/Convention/ThePOPs/TheNewPOPs/tabid/2511/Default.aspx
2-6	Restriction of Hazardous Substances Directive 2011/65/EU http://ec.europa.eu/enterprise/policies/european-standards/harmonised-standards/restriction-of-hazardous-substances/index_en.htm
2-7	賴萬豪，空氣及室內空氣粉塵中多溴聯苯醚濃度分佈與人體暴露量評估，國立清華大學碩士論文，民國95年。
2-8	黃迺君，多溴聯苯醚於高分子材料中之檢測方法與室內空氣中濃度調查之研究，國立清華大學碩士論文，民國96年。
2-9	中華民國國家標準(CNS 15050) 電機電子類產品-六種管制物質(鉛、汞、鎘、六價鉻、多溴聯苯、多溴二苯醚)測定法。
2-10	NIEA-PA103，環境檢驗檢量線製備及查核指引。
2-11	中華民國國家標準，CNS 11348:奶瓶規範。
2-12	H. M. Stapleton, et al., Determination of polybrominated diphenyl ethers in indoor dust standard reference materials, <i>Anal. Bioanal. Chem.</i> , 2006, 384, 791-800.
2-13	R. Zeleny, et al., Evaluation of the state-of-the-art measurement capabilities for selected PBDEs and decaBB in plastic by the international intercomparison CCQM-P114. <i>Anal. Bioanal. Chem.</i> , 2012, 396, 1501-151.
2-14	Standard, E., <i>BS EN 14350-2:2004</i> 2004.
2-15	ISO 22032: 2006 Water quality -- Determination of selected polybrominated

編號	資料出處
	diphenyl ethers in sediment and sewage sludge -- Method using extraction and gas chromatography/mass spectrometry.
2-16	CNS15050 電機電子類產品－六種管制物質（鉛、汞、鎘、六價鉻、多溴聯苯、多溴二苯醚）測定法。
2-17	NIEA T506.30B 毒性化學物質中多溴二苯醚類檢測方法－氣相層析質譜儀法。
2-18	ISO 8655-2:2002 Piston-operated volumetric apparatus -- Part 2: Piston pipettes.
2-19	ISO 8655-3:2002 Piston-operated volumetric apparatus -- Part 3: Piston burettes.
2-20	ISO 8655-5:2002 Piston-operated volumetric apparatus -- Part 5: Dispensers.

Case Study: Effect of Carrier Gas Purity on the Performance of GC System Applied for Natural Gas Analysis

Lin, Tsai-Yin

tsaiyin@itri.org.tw

Center for Measurement Standard, Industrial Technology
Research Institute, Taiwan



01

Objectives

- Introduction
- Purity analysis of carrier gas in Lab
- On-site testing on heating value of natural gas
- Recertification of calibration gas mixtures
- On-site testing for the accuracy of on-line GC performance
- Discussion and Conclusions



02

Introduction

- The joint project between Taiwan CPC and ITRI since 2010



On-site testing on heating value of natural gas

The effect of carrier gas purity

- ISO 6974-4: 2000
 - ✓ Helium carrier gas, > 99.99 % pure.
- ISO 6974-3: 2000
 - ✓ Argon carrier gas, > 99.99 % pure, free from oxygen and water.



Purity analysis of carrier gas in lab

Target compound: N₂ in He

Sample to be analyzed (pure Helium)	Cylinder Number
CPC 1	9369



Analysis of carrier gas purity in lab

Target compound: N₂ in He

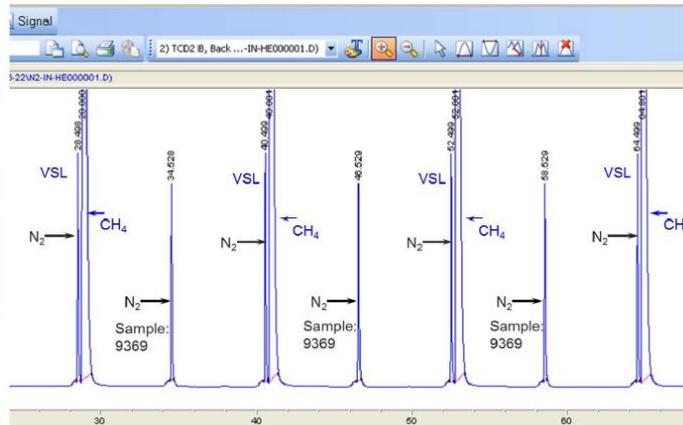
Reference Material	Cylinder Number	Producer	Date of Preparation	Expiration
Synthetic natural gas (PRM with 3997 ppm N ₂)	D248640	VSL	2011/03/30	2014/03/30

Date: 2011/06/22

CERTIFICATE
Number 3221615.01
Page 2 of 2

Certified material several components in methane
D248640

Amount fraction	Concentration [mol/mol]	Uncertainty [mol/mol]
methane	94.44 × 10 ²	0.18 × 10 ²
ethane	3.002 × 10 ²	0.012 × 10 ²
propane	0.5008 × 10 ²	0.0025 × 10 ²
n-butane	0.4002 × 10 ²	0.0020 × 10 ²
iso-butane	0.3989 × 10 ²	0.0020 × 10 ²
n-pentane	0.1004 × 10 ²	0.0008 × 10 ²
iso-pentane	0.0993 × 10 ²	0.0008 × 10 ²
neopentane	0.1009 × 10 ²	0.0012 × 10 ²
n-hexane	0.0501 × 10 ²	0.0005 × 10 ²
nitrogen	0.3997 × 10 ²	0.0020 × 10 ²
carbon dioxide	0.5038 × 10 ²	0.0025 × 10 ²



Analysis of carrier gas purity in lab

Target compound: N₂ in He

Preparation of N₂ in He gas mixtures for verification of He purity in varied samples

Reference Material (Gravimetric value)	Cylinder Number
(29990 ± 20) ppm N ₂ /He	CAL013015
(4969.1 ± 3.6) ppm N ₂ /He	FF7630
(998.8 ± 2.5) ppm N ₂ /He	FF8886
(300.2 ± 1.9) ppm N ₂ /He	FF8869
(29.9 ± 2.5) ppm N ₂ /He	CAL013883



Analysis of carrier gas purity in lab

Target compound: O₂ in He

Preparation of O₂ in He gas mixtures for verification of He purity in varied samples

Reference Material (Gravimetric value)	Cylinder Number
(30093 ± 19) ppm O ₂ /He	CAL013004
(5012.6 ± 4.4) ppm N ₂ /He	CAL013009
(1000.5 ± 2.4) ppm N ₂ /He	FF28563



LOQ of O₂ using GC-TCD and in-house RMs

	Cylinder number	Conc. (ppm)	Peak area					Average	RSD (%)	LOQ (ppm)
O ₂	FF28563	1000.5	168.2	168.8	168.1	168.1	168.2	168.3	0.18	18

LOQ (Limit of Quantitation)

=10 * RSD (Relative Standard Deviation), % * Concentration of in-house RM

= 10 * 0.18 % * 1000.5

= 18

LOQ of N₂ using GC-TCD and in-house RMs

	Cylinder number	Conc. (ppm)	Peak area					Average	RSD (%)	LOQ (ppm)
N ₂	FF8886	998.8	107.7	107.8	107.4	107.4	107.5	107.6	0.17	17

LOQ (Limit of Quantitation)

=10 * RSD (Relative Standard Deviation), % * Concentration of in-house RM

= 10 * 0.17 % * 998.8

= 17

- With the same idea, we also do LOQ for CO, CO₂, CH₄ using GC-TCD.

Analysis of carrier gas purity in lab

Sample to be analyzed (Helium)	Cylinder Number
CPC 1	9369
CPC 2	9441
CPC 3	9365



Results

- In this study, the concentration of N₂, O₂, CO, CO₂, CH₄ in pure Helium were determined using GC-TCD.
- Three sites delivered cylinders with pure Helium to ITRI for purity analysis.

		Concentration						
		N ₂	O ₂	CO ₂	CO	CH ₄		
	LOQ	(17 ppm)	(18 ppm)	(12 ppm)	(31 ppm)	(14 ppm)		
Site	Cylinder number	Concentration, cmol/mol					Estimated purity, cmol/mol	
CPC 2	9441	0.013	ND	ND	ND	ND	99.987	> 99.95
CPC 3	9365	0.674	0.078	ND	ND	ND	99.248	< 99.95
CPC 1	9369	0.408	ND	ND	ND	ND	99.592	< 99.95

ND: Not Detected (the signal is lower than the estimated LOQ in this system)

附件十二、APMP/TCQM GAWG Workshop 議程與發表主題

2013 11th APMP/TCQM GAWG Workshop

11-13 September 2013

Sheraton Taipei Hotel, Taiwan



Program

Day One Wednesday, 11 September 2013

09:00~09:30	Registration/coffee & tea
-------------	---------------------------

Special poster session on 11 September 2013, 14:40-15:20

	Authors	Title
A1	Shinji Uehara, Tomoe Nishino (Chemical Evaluation and Research Institute, Japan (CERI))	Introduction of the Japan Calibration Service System
A2	Chang, Chun-Ling; (Center for Measurement Standards, Industrial Technology Research Institute (CMS/ITRI))	Assay and certification of gaseous calibration standards for CEM systems (SO ₂ & NO)
A3	Dong Min Moon, Jeong Sik Lim, Jin Bok Lee, Miyeon Park, A-rang Lim, Jeong Soon Lee (Center for Gas Metrology, Korea Research Institute of Standards and Science (KRISS))	Development of the primary standards of SF ₆ at ambient levels
A4	Hsu, I-Hsiang (Center for Measurement Standards, Industrial Technology Research Institute (CMS/ITRI))	Purity analysis of CF ₄ for DRAM industry
A5	Hsu, I-Hsiang; Lin, Tsai-Yin; Lin, Cheng-Han (Center for Measurement Standards, Industrial Technology Research Institute (CMS/ITRI))	Purity analysis of Xe for lighting industry
A6	Byung Moon Kim, Sang Hyub Oh, Namgoo Kang (Korea Research Institute of Standards and Science(KRISS))	Estimation of volume changes in highly pressurized gas cylinders by an indirect measurement method
A7	Huang, Chiung-Kun; Lin, Tsai-Yin; Cheng, Jui-Hsiang (Center for Measurement Standards, Industrial Technology Research Institute (CMS/ITRI))	International comparison for carbon dioxide in nitrogen: EURO.QM-S5 / 1166 & APMP-QM.S4
A8	Huang, Chiung-Kun; Cheng, Jui-Hsiang (Center for Measurement Standards, Industrial Technology Research Institute (CMS/ITRI))	Natural gas analysis: system validation of on-line GCs using certified gas mixtures




For obtaining reliable measurement results of trace moisture in gases

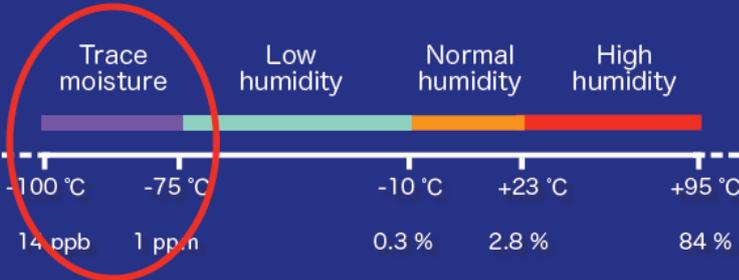
Hisashi ABE
Humidity Standards Section
National Metrology Institute of Japan(NMIJ), AIST

1

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)




Calibration service in Japan



	Trace moisture	Low humidity	Normal humidity	High humidity
Frost/dew point	-100 °C to -75 °C	-75 °C to -10 °C	-10 °C to +23 °C	+23 °C to +95 °C
Mole fraction (@101 325 Pa)	14 ppb to 1 ppb	1 ppb to 0.3 %	0.3 % to 2.8 %	2.8 % to 84 %

The project of developing trace moisture standard was initiated in 2001. The calibration service in this range started in 2007.

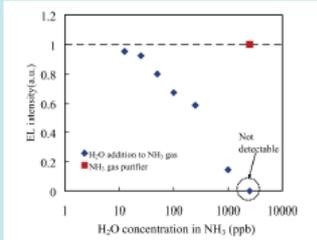
2

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

Need of reliable measurement results of trace moisture in gases

Great demand comes mainly from semiconductor industry

Effect of residual moisture on EL intensity of LED



Kobayashi et. al., Taiyo-Nissan, TR, No.26 (2007)

EL intensity decreases with increasing the residual moisture.

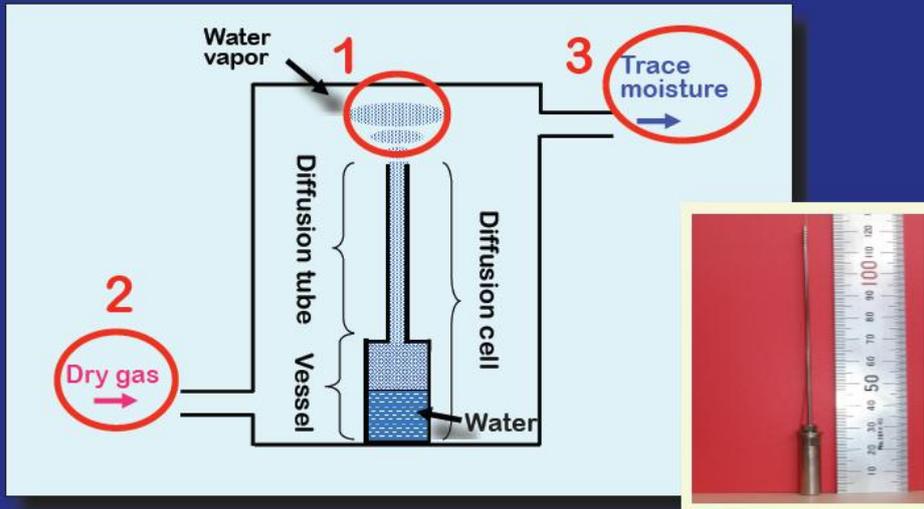
International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS) reported that residual moisture in high-purity gases must be reduced less than 1 $\mu\text{mol/mol}$ (ppm)

The measured value of trace moisture varies with instrument used, even if the measurement is performed under the same conditions \rightarrow Calibration is needed!

Trace moisture standard (< 1 ppm) is needed to perform calibration!

3

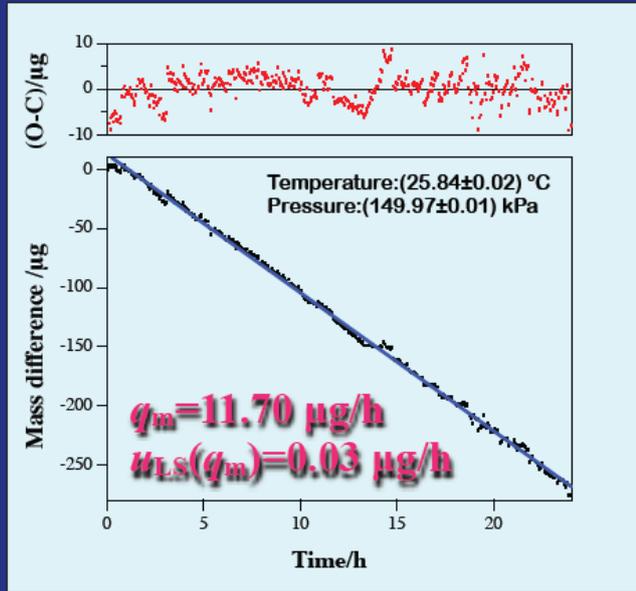
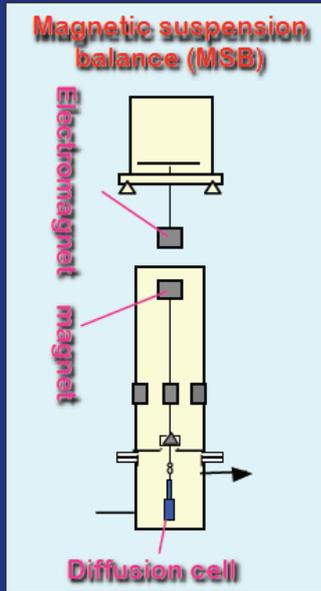
Trace moisture generator based on diffusion tube method



12 nmol/mol (ppb) – 1.2 $\mu\text{mol/mol}$ (ppm)

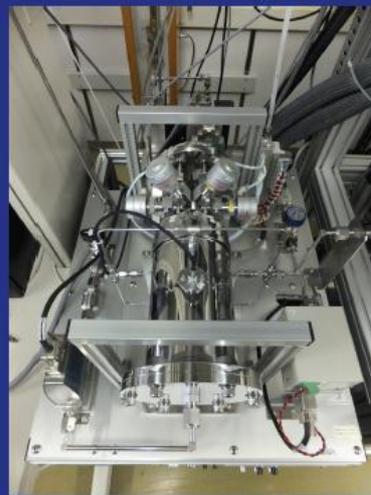
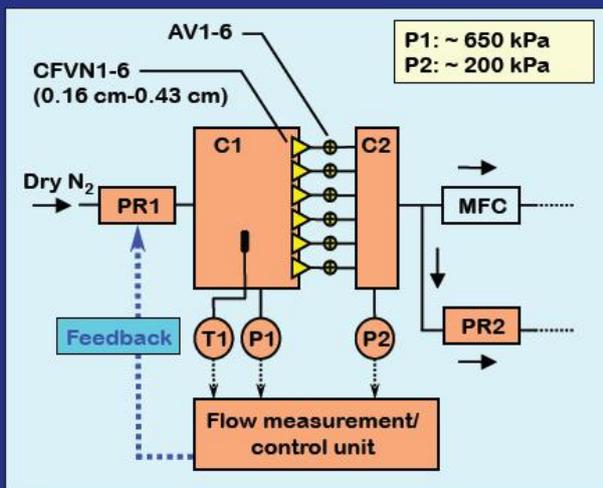
4

1. Measurement of evaporation rate



5

2. Measurement of flow rate



Multi sonic nozzle flow measurement/control system

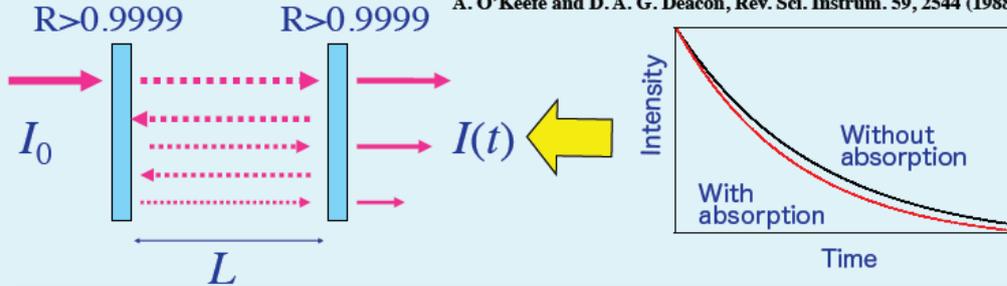
Relative standard uncertainty 0.18%

6

3. Measurement of trace moisture

Cavity Ring-Down Spectroscopy(CRDS)

A. O'Keefe and D. A. G. Deacon, Rev. Sci. Instrum. 59, 2544 (1988).



$$I(t) = I_0 \exp(-t / \tau) = I_0 \exp(-t / \tau_0 - \sigma Nct)$$

I_0 : Intensity of incident light

$I(t)$: Intensity of transmitted light at t

σ : Absorption cross-section

N : Number density

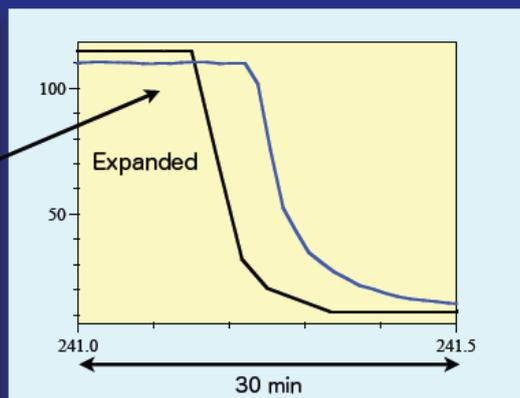
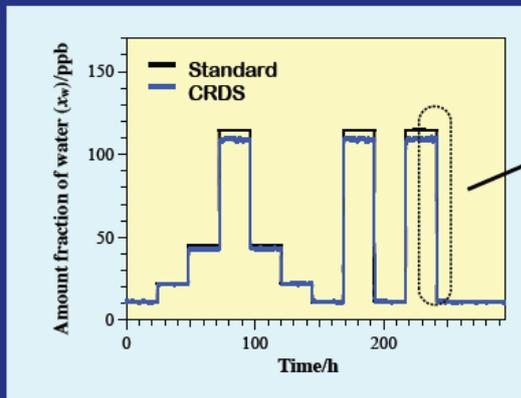
t : Time

τ : Ring-down time

τ_0 : Ring-down time for empty cavity

c : Speed of light

Time response and stability



Amount fraction of water : x_w (mol/mol)

$$x_w = \frac{N + N_b + Fx_b}{N + N_b + F + Fx_b}$$

$$\approx \frac{N}{F} + \frac{N_b}{F} + x_b$$

N : Molar evaporation rate of water (mol/h)

N_b : Moisture that moves by adsorption/desorption per unit time (mol/h)

x_b : Amount fraction of residual moisture in dry gas (mol/mol)

F : Molar flow rate of dry gas (mol/h)

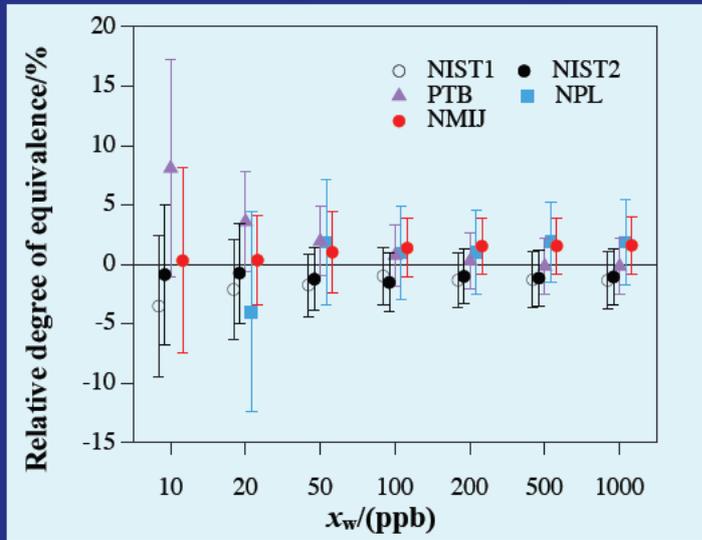
Calibration and Measurement Capability (CMC)

x_w (nominal)	12.00	50.0	100.0	500.0	1200
$u(N)/F$	0.172	0.715	0.383	1.917	4.60
$u(F)N/F^2$	0.024	0.099	0.198	0.990	2.38
$u(x_b)$	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
$u(N_b)/F$	0.014	0.060	0.021	0.105	0.252
$u(x_{DUT})$	0.264	0.416	0.616	2.218	5.020
$u_c(x_w)$	0.436	0.887	0.810	3.110	7.222
$U (k=2)$	0.87	1.8	1.6	6.2	14

↑
7.3%

All entries are given in nmol/mol unit.

Inter-comparison (pilot comparison)

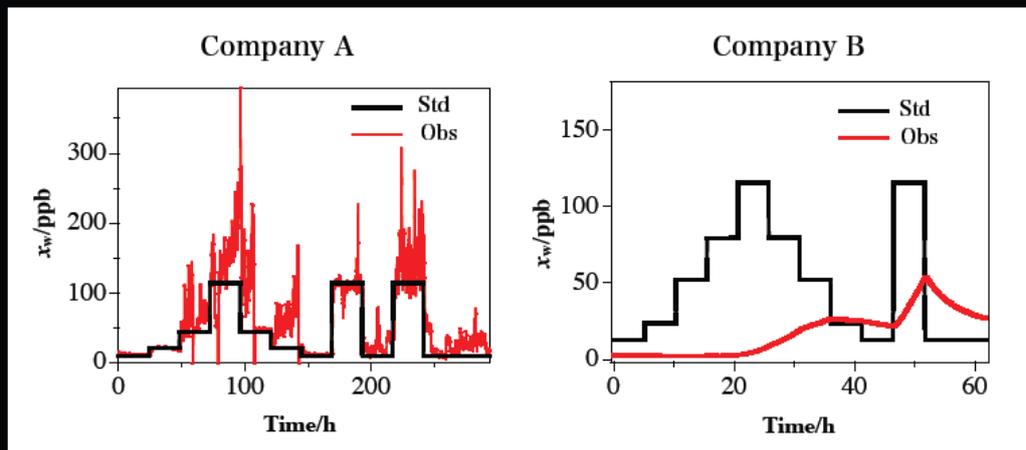


- *Drift of transfer standard could be ignored compared with uncertainties.
- *All results presented here are comparable within uncertainties.

P. J. Brewer et al., NPL REPORT AS 59 (2011).

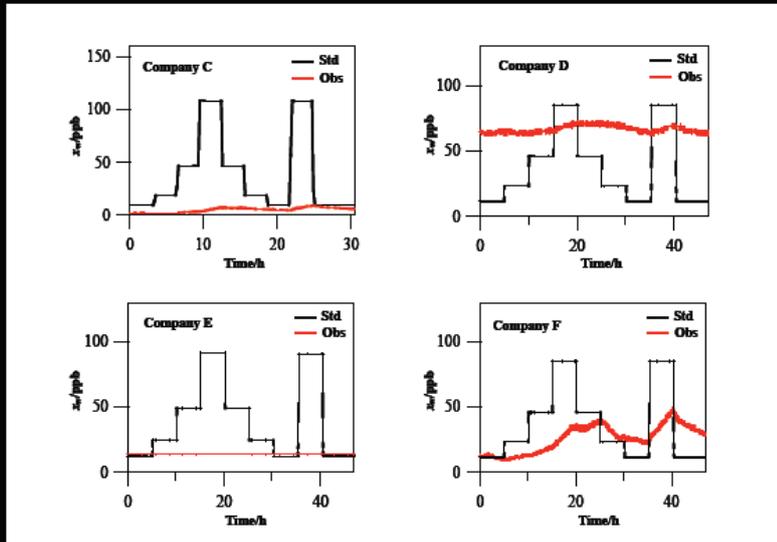
11

Chilled Mirror Hygrometers



Lower limit of measurement range specified in catalogs was frost point of $-100\text{ }^\circ\text{C}$ (14 ppb) or less.

Conventional Al₂O₃ Capacitive Sensors



Lower limit of measurement range specified in catalogs was frost point of **-100 °C (14 ppb)** or less.

Summary

- NMIJ established trace-moisture standard in nitrogen using diffusion-tube method. Comparability with other NMIs (NIST, NPL, PTB) within uncertainties was confirmed through international comparison.
- Using this standard, it was found that CRDS based analyzers have excellent performance. In contrast, it appears that many of trace-moisture analyzers that commonly and conventionally used do not meet their specifications in the low range (<100 ppb).
- Performance test and calibration of measuring instruments on the basis of reliable standard is absolutely necessary to obtain reliable measurement results.

附件十四、期中委員意見彙整表

審查意見彙整表

計畫名稱：民生化學計量標準計畫（1/4）

102 年度 計畫審查 不定期實地稽核 期中報告 期末報告

建議事項	回覆說明
A 委員：	
1. 本計畫自 4/9-5/31 止，整體執行情形良好，符合原定預期進度；完成 1 場研討會、1 篇國外論文(6/6 於荷蘭 GAS2013 發表)、技術服務 15 件次、技轉簽約 468 千元、另完成 1 場技術論壇與 2 場研討會規劃及相關預定研發項目成果，包括 8 月預計申請之「鋼瓶氣體均質混合機」新發明專利等。	• 感謝委員的肯定。
2. 截至 5/31 止計畫經費實支數為原分配數之 59.65%，若含已簽約數，則為 180.34%，動支情形尚稱良好；惟 P.1 摘要資料表之全程經費支用比例為 59.65%，恐有誤植，宜請修正。	• 感謝委員的指正。全程支用比率應為 10.12%，將於期中報告評審後修正版修正。
B 委員：	
1. 計畫執行進度大致與原規劃時程相符。	• 感謝委員的意見。
2. 經費動支比例狀況佳。	• 感謝委員的肯定。
3. 部份建置子計畫之採購與預計完成時程過於緊湊，恐影響後續計畫查核點，如： a. 零空氣供應系統(p.5) b. PBDEs 濃度量測分析技術建立(p.6)	• 感謝委員的提醒。說明如下： (a) 本計畫零級空氣供應系統已完成請購，將於 09/30 日到貨。此系統正式啟用之前，技術執行所需要的零級空氣將以高壓氣瓶型式的合成空氣取代。 (b) PBDEs 濃度量測系統分析技術建立，至六月已完成 10~50 µg/mL 十溴二苯醚、八溴二苯醚與五溴二苯醚分析技術建立，將依委員之提醒，於下半年加速計畫之執行。

建 議 事 項	回 覆 說 明
4. 相對於技術服務之成效，技術擴散與推廣的工作需加強。	• 感謝委員的建議。本計畫之技術擴散與推廣，在移轉技術服務收入方面，計畫自 4/9 日決標開始執行至 5 月底，簽約金額為 468 仟元，佔年度目標 700 仟元之 67%，簽約計畫執行後收款即可轉為收入(預計年底前完成)。另在技術推廣方面，本計畫年度目標為研討會 2 場，論壇 1 場，至 5 月底已舉辦研討會 1 場，至 7 月底將達 3 場，超出年度目標，論壇已規劃於 7/30 日舉辦，將依委員建議持續強化技術擴散與推廣業務。
C 委員：	
1. 執行團隊自 4 月 9 日議價簽約至 5 月底僅 2 個月，時間短暫，執行成果尚可，惟期中報告上半年成果統計及量化成果彙整表資料顯現尚有努力的空間，建議執行團隊儘速加快執行進度。	• 感謝委員的建議。本計畫將依委員意見於下半年加速執行進度。
2. 期中報告提及將於 6 月 6 日於國外發表論文，惟於報告第 44 頁項次 3 表達卻以「出國訓練報告」，請說明是否為論文發表或僅參與國外教育訓練？	• 感謝委員的提問。本計畫成員林采吟博士 6/6 日參加於荷蘭舉辦之 GAS2013 研討會並發表論文「Effect of Carrier Gas Purity on the Performance of GC System Applied for Natural Gas Analysis」，之後前往荷蘭計量研究院 VSL 進行氣體純度分析技術交流。該員針對參加研討會及與 VSL 交流之心得與結論，撰寫「出國訓練報告」供效益評估與相關同仁參考。故本活動有二項產出。
3. 依期中報告歲出計畫與預算實施狀況表，預算支用情形尚符合原計畫。	• 感謝委員意見。
4. 各試驗部分試驗之試驗方法及試驗條件(分析條件)未列出，建議於報告中增列。	• 感謝委員建議。針對各項技術，分析條件補充於期中報告評審後修正版 P.13-18。
D 委員：	
1. P ₈ ，使用 FTIR 技術對 CO、CO ₂ 、CH ₄ 分別可達...0.3umol/mol，請補充說明所使用之 FTIR 其 slit	• 感謝委員的提問。說明如下： (a) Slit 較常應用於 uv/vis spectrometer，FTIR 之技術原理中並未應用 Slit，然採購之儀

建議事項	回覆說明
<p>解析度為何？光徑之 cell 長度多少，經過多少次往返光徑，才能達到上述之 MDL？</p>	<p>器的光譜解析度最佳可達 0.5 cm^{-1}</p> <p>(b) Gas cell 之腔體長度為 25 cm，光徑總路徑長度為 4.5 m，光徑往返次數為 18 次。</p> <p>(c) 在進行微量 CO_2 的濃度分析過程中，需以高純度氮氣 purge 光源至 cell 之間的空間，去除大氣內所含 CO_2 於此區間造成的干擾，如此始能達到此偵測極限。</p>
<p>2. P₉，若使用較佳 resolution 之 Mass 來代替 QMS，是否可得到較佳之檢測下限，或較佳之低濃度線性範圍？而可應用於大氣中極低濃度 VOC、CO、NH₃... 污染物之檢測？或是 QMS 已滿足所需？</p>	<p>• 感謝委員的提問。說明如下：</p> <p>(a) 偵測極限在質譜系統主要取決於儀器的游離效率及腔體真空度。大致上，游離效率愈高則靈敏度愈佳；腔體真空度愈好，則帶電待測離子不受其他雜質碰撞，通過飛行時間(TOF)或是四極柱(Quadrupole)的成功率愈高，靈敏度愈佳。較佳 resolution 之質譜儀(通常為 TOF)除了一些特殊條件分析外，不見得可獲得較好之偵測極限(不與游離效率及真空度相關)。所謂特殊條件分析，舉例來說：欲測定 10 ppm CO in N₂，兩成分之分子量分別為 28.010 及 28.013，此時若單純使用 Quadrupole 則無法進行分析(Quadrupole 僅能解析約 1 amu)，但若使用 TOF 則可藉由高解析度之優勢選擇 28.013 進行分析，克服 N₂ 基質干擾的問題。然因，遭遇此類案例之機率較小，又 TOF 之價格遠較 Quadrupole 昂貴，不符經濟效益，故本計畫僅規畫採用 QMS，此外，QMS 系統可改裝設計為移動式分析設備，未來適合推廣為線上檢測技術服務業界。</p> <p>(b) 大氣中微量 NH₃ 及 VOC 均可利用 QMS 進行量測，然如前所述，QMS 無法測定大氣中之微量 CO(空氣中含大量 N₂)。加上 CO 為溫室氣體，具強烈 IR 吸收特性(恰巧 N₂ 無任何 IR 吸收干擾)，因此本計畫規劃以 FTIR 進行空氣或氮氣基質內微量 CO 之定量分析。</p>
<p>3. P₁₀ 之圖二，CRDS 中所使用之 cell</p>	<p>• 感謝委員的提問，說明如下：</p>

建 議 事 項	回 覆 說 明
<p>為 As 或 P 之化合物？或其他？Cell 之校正及再生技術是否已建立？本技術若使用在 GIS 中 SF₆ 之微量水份可達到之檢測下限值為何？</p>	<p>(a) CRDS(製造商 Tiger Optics)使用之鏡片為高反射率鏡片(反射率可達 99.999)，反射鏡片材料屬商業機密，目前設備代理廠無法提供相關資訊。</p> <p>(b) 本計畫 FY102 之目標為利用 CRDS 建立微量水氣濃度量測技術，所使用之 CRDS 設備將送至日本 NMIJ 進行空氣中微量水氣量測之校正追溯，以便整體評估與確保量測結果的可信度。</p> <p>(c) SF₆ 內微量水氣濃度(常見於變壓器之量測需求)測定須注意選定之光源波段位置是否並無 SF₆ 之吸收干擾，挑出無 SF₆ 干擾之水氣吸收波段(尋找適當雷射光源)，再搭配上 CRDS 之光反射總路徑可達 40 公里之譜(cell 腔體約 40 cm，反射 10000 次)，則偵測極限(LOD)可達 ppt level。(參考資料: G. P. Miller, and C. B. Winstead, Encyclopedia of Analytical Chemistry, Cavity Ringdown Laser Absorption Spectroscopy, 2006.)</p>
<p>4. P₁₁，除了預定於高市南區焚化爐進行 CEMS 之 RATA 驗證外，可否再加一次巨大排氣量之煙道進行，以查核所配 CRM 之精密度及準確度。</p>	<p>• 感謝委員建議。本計畫除規劃於高市南區焚化爐進行 CEMS 之 RATA 驗證，目前並已與另外一家固定污染源排放廠（CEMS 設備供應與維護商為香港商昇達）進行技術交流，並提供系統量測準確度之查核規劃。有關巨大排氣量之煙道測試，本計畫亦將積極與石化或電力相關之產業接洽，以建立實證評估數據，佐證本計畫所建立技術的可行性與產業運用價值。</p>
<p>5. P₁₁，... "風量" 監測系統... 之 Tracer gas，是否就是 SF₆？</p>	<p>• 如委員所提，本計畫所使用之 Tracer gas 為 SF₆。計畫規劃利用具計量追溯之 SF₆ 氣體進行風量量測，並與風量監測系統-超音波流量計之數值進行比對測試。</p>
<p>6. P₁₂，(2) 氣體... CRM 研製： (a) ISO 6142 之版本為 2001 年，可有較新之修訂版？ (b) 是否有引用到 ISO-6145 有關之標準？</p>	<p>• 感謝委員的提問，說明如下： (a) 目前本計畫所運用之混合氣體配製技術為 ISO 6142 Gas analysis -- Preparation of calibration gas mixtures -- Gravimetric</p>

建 議 事 項	回 覆 說 明
<p>(c) 貴單位是否已加入 US-EPA 認可 PGVP 體系？或準備加入中？</p> <p>(d) 如何讓我國環保署之 NIEA 接受本案之 CRM？有何腹案或建議？</p>	<p>method，其版本為 2001 年版。此標準方法於 2009 年有增列一補充文件，內容為 ISO 6142:2001/Amd 1:2009 Liquid introduction。</p> <p>(b) ISO 6142 屬以批次方式配製高壓氣瓶型式的標準混合氣體，ISO 6145 則是運用不同的動態配製技術 (Thermal mass flow controller) 線上產生不同濃度的混合氣體，適用於執行偵測器或分析儀校正。在本年度有關「民生安全管制氣體計量標準技術建置」子計畫之工作內容，即是參考 ISO 6145 之系列標準，規劃建立「質流量法動態混合氣體配製技術」(評審後期中報告書 P15.圖七)。</p> <p>(c) 有關國家度量衡標準實驗室 NML 於計量追溯體制上的位階，提供參考資訊如附件一。在 US-EPA 的 PGVP 體制中，各氣體廠如果要供應給產業符合使用標的的 Protocol gas，則需每年參與 PGVP 體制中的品質查驗計畫，而 US-EPA 在執行此計畫時，對於各氣體廠所配製之標準氣體的查驗工作乃委由 NIST 執行。本計畫建置 CRM 生產技術的目的，在國內扮演角色如美國國家標準與技術研究院(NIST, National Institute of Standards and Technology)，除了建立國家量測標準以提供國內氣體濃度之追溯源外，也希望可以採用美國 NIST 與美國國家環境保護局 (EPA, United States Environmental Protection Agency) 的合作模式，長期協助 EPA 執行 CRM 品質的查驗工作，以及協助法規在相關計量追溯觀念的推展上可以更為完備與具體。</p> <p>(d) 行政院環境保護署(EPA, Environmental Protection Administration, ROC (Taiwan)) 空保處在過去一兩年已經對於 NML 建立 CRM 生產與濃度驗證技術有所瞭解，因此在民眾與產業提出相關疑慮時，所提出</p>

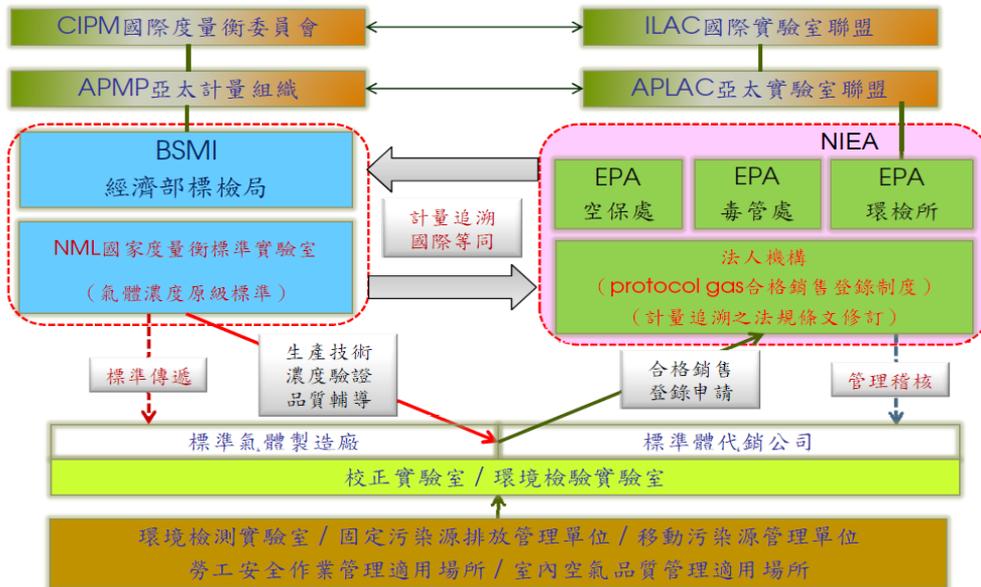
建議事項	回覆說明
	<p>的解釋函亦以具體說明 CRM 的濃度驗證可尋求 NML 的協助（如附件二）。在本年度 7/30 日於標檢局所舉辦的技術論壇活動中，亦將邀請 EPA 環檢所組長出席與專家進行互動，未來 NML 與 EPA 的互動與合作之進行與突破，將會是本計畫工作技術推展的重點之一。</p>
<p>7. P₁₄，(1)零級空氣...，對水份或有機氣體(CH₄-e)之容許規範為何？</p>	<p>• 感謝委員的提問。目前本計畫所蒐集到的國內外法規資訊得知，零級空氣主要作為各類氣體濃度檢測時之零值訊號點以及高濃度標準氣體稀釋用氣體來源。當其應用至不同的分析目標，其在意之不純物物種即會有所差異。例如：機車排氣分析儀查核標準作業程序中，零級空氣之規定為 <u>THC<0.5 ppm</u>，<u>H₂O<5 ppm</u>，<u>CO<1 ppm</u>，<u>CO₂<1 ppm</u>。USEPA 針對臭氧產生系統之零級空氣要求為 <u>THC<0.1 ppm</u>，<u>H₂O<3 ppm</u>，<u>SO₂<0.1 ppm</u>，<u>NO_x<0.1 ppm</u>，<u>CO<1 ppm</u>，<u>CO₂<400 ppm</u>。</p>
<p>8. P₂₀，使用 GC-MS 分析 DFTPP 除了搭配同位素內標準品外，是否有使用擬似標準品(surrogate)來比對？</p>	<p>• 如委員的提問。擬似標準品(surrogate)為將已知濃度的化學藥品加入樣品，經過萃取、濃縮、純化、上機分析等程序，目的是模擬樣品中的分析物，並監測分析物之回收率。本計畫於 FY102 執行內容暫無樣品前處理等程序，故以同位素內標準品進行分析，無使用擬似標準品(surrogate)。後續於 FY103 執行內容已規劃涵蓋至前處理等程序，故將會運用擬似標準品(surrogate)進行評估。</p>
<p>E 委員：</p>	
<p>1. 本計畫所列大部份為非此期間之查核點（即 6 月以後之工作內容），進度皆在執行中，與原計畫書內容無差異。</p>	<p>• 感謝委員的意見。</p>
<p>2. 本計畫自 4/9-5/31 日之進度，皆依規劃之進度執行中，有部份項</p>	<p>• 感謝委員的意見。</p>

建 議 事 項	回 覆 說 明
目超前進度。	
3. 本計畫之二項儀器設備已採購，依進度於年底完工。	• 感謝委員的意見。
4. 經費運用支出數額在合理預算中。	• 感謝委員的意見。
5. 本期中報告，因時間短，但在 4/9 通過後，即進行相關之工作，期中報告才無延滯現象，值得肯定其作法。	• 感謝委員的肯定。

期中審查委員意見回覆，附件一：

國家度量衡標準實驗室氣體濃度量測標準

產業運用模式...以環保議題相關之產業需求為例



Copyright 2013 ITRI 工業技術研究院 工研院重要規劃資料，禁止複製、轉載、外流，請依規定保管使用。

附件二：行政院環境保護署函詢連續自動監測設施使用之標準氣體驗證疑義

行政院環境保護署 函

地址：10042 臺北市中正區中華路1段83號
聯絡電話：[redacted]
傳真：[redacted]
電子：[redacted]

主旨：函詢連續自動監測設施(CEMS)使用之標準氣體驗證疑義案，請查照。

說明：

- [redacted]
- 查現行固定污染源空氣污染物連續自動監測設施(CEMS)管理辦法對於校正標準氣體之規範，主要為規定校正標準氣體應符合一定品質、製造商或供應商必須提供校正標準氣體標示濃度及保存期限之證明文件，以及校正標準氣體及校正器材應於有效期限內使用等，以確保公私場所使用之校正標準品及其CEMS監測數據具有一定品質及代表性。
- 有關 貴公司所詢地方環保局針對標準氣體生產製造要求驗證之作為，是否有其適法性或必要性，以及國內有何單位可接受委託進行標準氣體驗證一節，因地方環保局為管轄轄內應設置CEMS及連線之公私場所之主管機關，且CEMS設置完成之認可與功能之查核等事項係屬其職掌，是以，為確保公私場所CEMS使用之校正標準氣體品質及其監測數據之代表性，本得請相關單位提供佐證文件資料。另有關標準氣體標準規範及分析方法之訂定規範，係屬經濟部標準檢驗局之權責，經查工研院量測中心係協助該局建立國

第1頁 共2頁
行政院環境保護署公文用紙

家度量衡標準實驗室(National Measurement Laboratory, NML)之單位，且已通過國際度量衡局(Bureau International des Poids et Mesures, BIPM)氣體檢驗分析認證。倘 貴公司欲自行取樣委請相關機構驗證使用之校正標準氣體，建議可逕洽該二單位。

署長 沈世宏
本案依照分層負責規定
授權單位主管執行

第2頁 共2頁
行政院環境保護署公文用紙

附件十五、期末委員意見彙整表

審查意見表

計畫名稱：民生化學計量標準計畫(2/4)

102 年度 細部計畫審查 期中報告

期末報告

建議事項	說明
A 委員	
1. 建議將期初審查, 審查意見及回覆情形, 納入期末報告中。	• 感謝委員意見, 計畫將於期末報告審核後修正版, 放入計畫執行審核過程委員之意見及回覆執行情形。
2. 執行成果符合計畫預期目標。	• 感謝委員的意見。
3. 建議增加並充實結論與建議內容, 除本年度執行成果外, 可加入執行計畫所遭遇問題及困難及如何因應, 可於計畫延續(第二年度)中克服。	• 感謝委員建議。本計畫 FY102 執行所遭遇的問題及困難與國內業界所遭遇之困難相似。計畫所配製完成之參考物質, 需採購國外國家實驗室所建置生產且經國際比對的驗證參考物質, 進行技術比對與系統確效。本年度無論是在配製用高壓氣瓶或是驗證參考物質的採購上, 均面臨國外廠商到貨延遲或到貨期需四至五個月, 導致影響實驗規劃進度。針對此問題, 技術團隊在本年度與日本 NMIJ 以及新加坡 NMC 的國際交流中, 特別吸取相關材料採購規格優劣與訂定經驗, 並於本年度第四季提前作業規劃, 因此未來將可避免此問題的發生。而 NMIJ 亦將在 FY103 以國際技術交流的方式提供技術建立經驗, 以降低執行風險縮短技術建立時程。
B 委員	
4. 請將細部計畫審查及期中報告各委員建議之回應說明彙整成表, 列於附件, 以供參考。	• 感謝委員的建議。計畫將於評審後執行報告修正版放入計畫申請過程評審之委員意見執行情形, 列於附表。
5. P12 氣體純度分析用之 SRM 研製:...	• 感謝委員的關心。本計畫執行過程, 配製天平設備故障, 導致中途進度延誤, 為此, 本計畫團隊

<p>既然配製之天平設備故障嚴重無法維修而有所延誤，但至期末仍可如期完成。請說明如何達成？</p>	<p>運用工研院量測中心自有資金申請天平緊急採購。購案於九月中旬提出，在積極與原廠協商提前到貨下，設備於十月底到貨。加之，技術團隊展開密集工作規劃與人力投入調度，方使計畫所預定之參考物質生產工作如期完成應達到之技術規格，達成年度目標。而所採購的天平設備未來可運用於 20 kg 以內不同規格形式天平的秤重。</p>
<p>6. P29 表一下段，.....在分析建立過程中，.....此段語意不明，請於期末簡報中說明之。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 以計量追溯的角度，技術團隊採購自荷蘭國家實驗室 VSL 之 10.02 ppm Ar in N₂ 混合氣體可視為量測標準（以 A 代表之）。技術團隊將國內廠商所提供標示濃度為 21.30 ppm 的 Ar in He 視為樣品（以 B 代表之），以單點比對方式進行分析，量測計算結果顯示：以標準品 A 進行樣品 B 之濃度驗證，樣品 B 之檢測濃度為 18.0 ppm，與樣品 B 之原廠標示濃度的相對誤差達 $(18.0 - 21.3) \text{ ppm} / 21.3 \text{ ppm} = 15.5 \%$。
<p>7. 超微量水氣 CRDS 光譜分析法，可否簡要說明其原理，及其可檢測之工作曲線濃度範圍。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 感謝委員意見，相關方法原理將增列於審查後的執行報告中（見附件一）。目前設備可量測之微量水氣範圍為 12 ppb 至 500 ppm。本年度此設備送至日本 NMIJ 進行濃度範圍 12 ppb 至 1 ppm 濃度區段的校正計量追溯。
<p>8. P7 之 SRM 可否列入 HCHO(室內藥品)？</p>	<ul style="list-style-type: none"> 感謝委員意見，甲醛量測標準將以動態配製產生的方式於本期計畫中建置完成，建置完成後，亦可歸屬於一種驗證參考物質的產出，提供產業的服務型式為甲醛分析儀或偵測器的校正，而非直接供應標準品給產業。
<p>9. P.III 英文摘要，未加入本年度研究成果內容。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 感謝委員的提醒，計畫將於評審後修正版將研究成果放入英文摘要。
<p>10.P.76 表十七中之各 HCL in N₂ 其偏差均相當大，可有說明？</p>	<ul style="list-style-type: none"> HCl 為高反應性的氣體，因此其配製技術與高壓氣瓶型式混合氣體的生產在國際計量領域都屬於尚未完全開發成熟的技術。以資源回收焚化廠為例，國內固定污染源管制 HCl 之排放濃度，因此其校正用標準氣體的需求由之而生。在技術團隊執行測試的過程中，發現該類氣瓶出口嚴重腐蝕，顯示有 HCl 長期微漏的現象，因此當分析濃

	<p>度遠低於出廠標示濃度時，技術團隊亦馬上向合作廠商反映相關問題，並推判這是造成實際分析濃度偏差重要關鍵因素之一。此外，目前技術團隊配合產業緊急需求而協助合作廠商所完成的初步測試結果，尚需要第二種分析方法以及採購不同來源的標準氣體進行確效，因此在第二年度中亦已參考荷蘭 VSL 之經驗，規劃申請工研院自有資金投資採購相關分析設備。</p>
<p>C 委員</p>	
<p>11.經費支用進度及配比大體上合乎執行規畫及要求，可以認同。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員對執行進度與配比之認同。
<p>12.研究成果之實質運用面仍有十分大擴大之空間如機晒及多澳二苯技術之民生運用範圍，可再擴大。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的建議。化學計量標準建置的目標即為針對人民生活領域中所關切之化學毒害物質進行定性研究與定量量測，同時建置與國際接軌且運作完善的自主計量標準追溯體制。進而利用技術運用，與驗證參考物質供應，化學濃度驗證等服務，輔助我國民生化學工業達永續經濟與永續環境發展之政策目標。隨著計畫能量累積，將依委員建議擴充民生實質運用範疇，如：環境檢測、食品安全、商品檢驗等重要標準量值之傳遞，以協助落實「交易公平與商品安全」、「食品藥物安全」、「邊境管理」、與「永續環境」等政策之推動。
<p>13.國際性論文之發表有重疊之現象，實質情況及發表配比似可改善，以利成果權重之平均分配。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的建議。將依委員建議在後續計畫執行之國際性論文發表注意權重之平均。如本年度在氣體分項的部分技術成果，透過研討會的參與，已獲邀請投稿於 Journal of Chemistry and Chemical Engineering (ISSN: 1934-7375, USA)，投稿題目為：“Gas Measurement Standards to Support Certification of Pollutant Emission Control System for Industry Sustainable Development”。
<p>14.部份和氣體配製技術及運用之計畫內容，應可和其他計畫</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員建議。計畫主要依據所生產之標準氣體的產業應用領域規劃配製生產種類。未來民生計畫運用 ISO 6142 技術標準所配製之標準氣體主要

<p>共同配合，以增加相輔相成之效果，免落入重疊執行之實。</p>	<p>以固定污染源以及純度分析的需求為主。其他污染源或工業發展需求之高壓型式標準混合氣體將於 NML 運作計畫中執行。</p>
<p>15.提供民生業界運用之計畫成果工作，可再強化為之。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員意見。本年度氣體化學分項之計畫成果的產業應用詳述於執行報告 P.71 至 P.80 (表十八、表十九以及表二十)。 • 有關<u>氣體純度量測技術</u>的推展經驗促進產業投資建置氣體純度分析實驗室的成果，以及<u>氣體濃度動態配製技術</u>促進產業投資規劃建置 TAF 認證之氣體偵測器校正實驗室的成果，將於審查後計畫書詳細說明。 • 民生安全環境化學分項，有機物質計量標準技術的業界應用推廣，除透過研討會的辦理進行推廣外，亦積極與檢測相關業界單位(如:SGS 與上準檢測等)進行相關成果的推廣交流與需求面資訊持續蒐集，持續建立基礎計量技術與能量。
<p>D 委員</p>	
<p>16.本年度執行成果符合預定目標及成果，甚有超前部分如技轉收入等，值得予以肯定；惟建議量化成果數據部份，P.89 及 P.104 所列研討會及論壇場次及人數予以彙整為研討會(論壇 1 場次可加註於備註欄說明即可)，以利前後資料一致。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的建議與肯定。將於執行報告審核後修正版調整研討會與論壇表示方式，P.89 論壇列入研討會，並於附註加註論壇資訊，尋求資料表示之一致性。
<p>17.本年度計畫人力運用情形原定 7.46 人年，實際運用卻為 7.98 人年；建議補充說明差異部分(增加 0.52 人年)。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的建議。本計畫實際執行人力超出原規劃 0.52 人年，主要乃計畫執行過程研發人力投入增加與危機處理(如配製天平設備故障)。本計畫 FY102 為第一執行年度，扣除行政公告招標等行政程序，計畫實際執行僅 9 個月，緊縮執行時間需增加研發人力爭取研發時效，也因為研究人力

	投入增加，計畫產出績效相對呼應，計畫年度 KPI 產出均 \geq 目標值，其超支之人事費由執行單位自行吸收。
18.本年度係第一年度執行，原定成果為專利申請 1 件；惟實際成果卻為獲得專利 1 件。此部分差異，宜請說明該獲得專利與本計畫之關聯性。	<ul style="list-style-type: none"> • NML 在獲得此計畫資源投資建立氣體化學國家量測標準之前，自 2008 年起即開始以系統改良方式持續進行原級氣體配製技術的環境設施改善與人員培訓。以 ISO 6142 Gravimetric Method 建立氣體配製技術的關鍵參數之一為環境溫濕度的監控量測，以確保氣瓶質量量測的準確度，以 ISO 6145 動態方法進行混合氣體配製亦必須確保氣體流量的穩定度。為符合此需求，NML 已先期投入建立流量與溫度狀態控制裝置及其方法，並提出專利申請（專利名稱：APPARATUS AND METHOD FOR CONTROLLING FLOW AND THERMAL CONDITION），其可運用於執行氣體配製環境及配製設備局部空間溫濕度的回饋控制，以降低空氣浮力效應對於配製秤重質量準確度的影響。
E 委員	
19.本年度旨在建立氣體化學與環境化學相關之計量標準技術，並分別進行工業氣體純度計量、參考物質研製、管制氣體濃度計量、以及有機物質計量技術之技術開發研究，亦積極舉辦或參與國內外技術研討會與論壇活動進行技術交流，此外亦提供業界專業諮詢與技術移轉等技術推廣服務。上述工作內容皆符合計畫目標，有助	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的肯定。

<p>於提升民生化學計量整體科技水準，值得肯定。</p>	
<p>20.本年度產出成果符合預期目標，部分項目大幅超越預期，值得嘉許。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的嘉許。
<p>21.本年度在人力運用與經費運用兩方面皆大致與原訂規劃一致。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的認同。
<p>22.本年度雖有計畫成員與學術單位合作發表論文，然並無進行任何與計畫直接相關之主要合作研究案—即是無相關設定目標或實際工作，此乃甚為可惜；建議後續應就國內外產學研合作研究方面多加努力，以便提升國內產業競爭力。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的建議。本計畫後續將依委員建議更努力產學研合作，為國內計量人才培育，與產業競爭力提升貢獻心力。
<p>23.本年度計畫變更部分因其為不改動原訂經費下變更國際交流對象，且對於變更理由有合理說明，故可接受。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的接納。

期末審查委員意見回覆

附件一：CRDS 工作原理簡要說明（本段文字刊登於 2013 年 154 期量測資訊雙月刊）

光腔衰盪光譜技術(Cavity Ringdown Spectroscopy, CRDS)屬於紅外光譜技術之一，主要是由雷射光源、一對高反射透鏡與光偵測器所構成，如圖 1 所示。

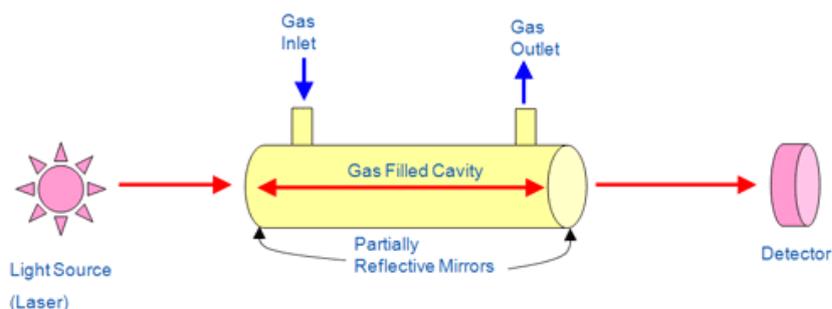


圖 1. 光腔衰盪光譜技術示意圖

光源進入高反射鏡後會進行多次反射，每次反射均會有極微量的光源漏出被偵測器擷取，此部分即為光衰減之訊號，光腔訊號衰減趨勢如圖 2 所示。

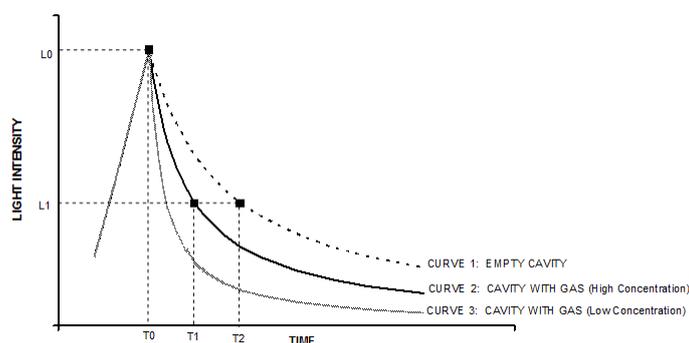


圖 2. 光腔訊號衰減趨勢圖

此技術之偵測原理為測定單位時間內光衰減的變化量推算出腔體內之水氣濃度。造成光強度呈對數下降之原因可能為(1)光進入反射鏡時散射，(2)腔體內水氣吸收，(3)每次反射之漏光(假設反射鏡之漏光為 0.001 %，99.999 % 反射率之反射鏡可將光反射 100000 次，表示光通過之路徑可提升 10^5 倍，由比爾-朗伯定律(Beer-Lambert Law)， $A = \alpha CL$ (其中 A 為吸光值強度、 α 為氣體之截面吸收係數、 C 為待測物濃度、 L 為樣品腔體之光徑長)，當光徑提升 10^5 倍，可偵測之水氣濃度便可降低 10^5 倍，藉此提高儀器靈敏度、降低偵測極限。

此技術具備另一優勢為其不似傅利葉紅外光譜(FTIR)的光源通過腔體前後路徑會受到大氣水氣吸收干擾(造成背景值較高)，此技術乃利用測定單位時間內光衰減的變化量回推腔體內的水氣濃度，而光衰減變化量僅發生於腔體內，故光源不受腔體前後之大氣水氣變動影響，而獲得較佳背景值與偵測極限。