

經濟部標準檢驗局委辦計畫

111年度期末報告

國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫(2/4)

全程計畫：自 110 年 01 月至 113 年 12 月

本年度計畫：自 111 年 01 月至 111 年 12 月

委辦機關：經濟部標準檢驗局

執行單位：工研院量測中心

中 華 民 國 111 年 12 月

目 錄

壹、前言	1
貳、計畫執行成果	4
一、計畫整體目標與效益	4
二、實際進度與預定進度比較	6
三、查核點說明	10
四、目標達成執行情形	14
五、計畫執行情形說明	37
(一)、標準維持與國際等同分項	37
(二)、工業計量技術發展分項	78
(三)、法定計量技術發展分項	102
(四)、國家計量基磐精進分項	121
六、遭遇困難與因應對策	141
七、參考文獻	142
八、實際執行與原規劃差異說明	144
參、執行績效說明	145
一、人力運用情形	145
二、經費運用情形	146
三、計畫收入繳庫數	148
四、重要成果統計	149
五、重要成果說明	151
六、設備採購與使用	157
肆、檢討與展望	158
伍、主要成果與重大突破統計(含量化 output) (E003)	159
一、學術成就(科技基礎研究)	159
二、技術創新(科技技術創新)	160
三、經濟效益(經濟產業促進)	160
四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)	166
五、其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作等)	168

附件一、各分項全程(110-113 年)目標(endpoint)及里程碑(milestone)	171
附件二、子項計畫重要技術建立時程圖	176
附件三、期末報告摘要	178
附件四、研究報告一覽表	185
附件五、論文成果一覽表	189
附件六、專利成果一覽表	191
附件七、研發成果統計表	192
附件八、111 期末報告審查暨驗收會議委員意見表	193
附件九、111 年度國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務	200
附件十、111 年國家度量衡標準實驗室標準系統整合評估說明	248

圖 目 錄

圖 1-1、國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫 111 年計畫架構	3
圖 2-2、CCM.FF-K1.2015 比對結果-科氏力流量計(30 t/h).....	43
圖 2-3、CCM.FF-K6.2017 比對結果-10 mL/min.....	44
圖 2-4、我國量測追溯體系與校正服務	59
圖 2-5、NML 各領域校正服務百分比	59
圖 2-6、NML 校正服務重點產業分佈圖	60
圖 2-7、111 年度數位學習課程 180 分鐘	67
圖 2-8、「數位轉型與淨零永續計量標準發展研討會」貴賓與講師線上合影	69
圖 2-9、520 世界計量日之各地區計量知識推廣活動	70
圖 2-10、度量衡科學知識推廣活動	70
圖 2-11、台灣科學節教育推廣活動暨頒獎	70
圖 2-12、科普教育推廣教師研習活動	71
圖 2-13、計量與綠能探索館碳中和教具與展示區暨教育推廣	71
圖 2-14、數位化滿意度調查示意圖及調查結果	77
圖 3-1、檢量線之繪製方法與偵測極限之計算	80
圖 3-2、小尺寸奈米粒徑成分量測技術之研究架構圖	81
圖 3-3、粒子分析暨標準技術工作流程圖	81

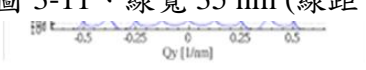
圖 3-4、簡化版 GAA 模型示意圖.....	83
圖 3-5、RSAXS 量測系統架構.....	84
圖 3-6、GISAXS/RSAXS 量測技術研究工作流程圖.....	84
圖 3-7、以 spICP-MS 所測得之(a)金離子；(b)鎂離子；(c)鐵離子濃度檢量線.....	87
圖 3-8、DMA-spICP-MS 系統示意圖.....	88
圖 3-9、DMA 串接 CPC(圓形符號)與 spICP-MS(三角形符號)，於(a) 10 nm、(b) 60 nm、(c) 100 nm 金奈米粒子之粒徑分布量測.....	88
圖 3-10、DMA-spICP-MS 於(a) 10 nm、(b) 60 nm、(c) 100 nm 金奈米粒子進行粒徑分布重複性量測.....	89
圖 3-11、線寬 35 nm (線距 70 nm)的 grating 樣品規格，與 SEM&AFM 之影像.....	92
	93
圖 3-12、樣品設定為 60 nm 線距，由散射訊號推算出線距值 60.01 nm.....	93
圖 3-13、檢測平面基板上之三維奈米結構的 X 光反射儀與其方法.....	93
圖 3-14、線距樣品利用 EMA 可視為密度較低之等效膜厚.....	94
圖 3-15、線寬 20 nm (線距 60 nm)的 grating 樣品結構圖.....	94
圖 3-16、利用商業軟體模擬散射訊號，藉由反射訊號分析求得 20 nm 之線寬.....	94
圖 3-17、三種線寬(20 nm、35 nm、50 nm)之模擬結果.....	95
圖 3-18、線寬 20 nm 與 20.1 nm 之訊號模擬差距與擬合結果.....	96
圖 3-19、位置 v.s. CCD 收到 X-ray 強度.....	96
圖 3-20、機台對位系統對位及光路圖.....	97
圖 3-21、針尖定位 X 光聚光焦點位置.....	97
圖 3-22、X 光強度隨 Z 位置掃描變化圖.....	97
圖 3-23、光強度隨 X 位置掃描變化圖.....	98
圖 3-24、X 光強度隨 Y 位置掃描變化圖.....	98
圖 3-25、光學顯微鏡定位 X 光聚焦點圖.....	98
圖 3-26、線寬樣品定位於 X 光聚焦點圖.....	99
圖 3-27、線寬標準片規格尺寸.....	99
圖 3-28、實驗架構示意圖.....	99
圖 3-29、35 nm 線寬標準片量測結果.....	100
圖 3-30、SEM 量測 35 奈米線寬標準片之線寬量測結果.....	101
圖 3-31、SEM、RSAXS 量測 35 奈米線寬標準片之線寬量測結果比較.....	101
圖 4-1、加注機構造示意圖.....	109
圖 4-2、車用尿素水加注機.....	110

圖 4-3、加注機顯示面板(左：諾瓦，中：貝民，右：統一石化).....	111
圖 4-4、標準量桶 (左：龍明牌、右：欣原牌).....	112
圖 5-1、天平數據擷取軟體與拍照之比對結果	124
圖 5-2、(a)天平與 spICP-MS 系統架設圖；(b)進樣流速；(c)樣品到達電漿之流速.....	124
圖 5-3、spICP-MS 分析三種不同粒徑金奈米粒子之分佈圖	124
圖 5-4、顆粒濃度標準品之配製流程	125
圖 5-5、動態質量流速法與顆粒頻率法傳輸效率比較	127
圖 5-6、工作件及標準件安裝圖	130
圖 5-7、力量比較校正系統操控程式	131
圖 5-8、同軸(10 MHz 至 50 GHz)與波導接頭型式(50 GHz 至 110 GHz)量測系統圖	136
圖 5-9、微角度光學對位平台(a)設計圖、(b)實體架構圖	136
圖 5-10、以訊號流圖(Signal flow graph)表示的網路分析儀內部系統誤差模型.....	136
圖 5-11、單埠系統誤差等效電路圖	138
圖 5-12、以訊號流圖表示之含偏移、連接線及連接器誤差之單埠誤差模型圖	139
圖 5-13、雙埠系統含偏移、連接線及連接器誤差之訊號流圖	140
圖 6-1、NML 校正與量測技術服務平台	161
圖 6-2、NML 英文報告服務對象及效益	161
圖 6-3、NML 校正服務對象及槓桿效益	162

表 目 錄

表 1-1、全程(110~113 年)研發項目時程	1
表 2-1、NML 參與國際比對統計資料	41
表 2-2、111 年度 NML 國際比對情形	42
表 2-3、111 年度 NML 監督評鑑列表	45
表 2-4、NML 於 BIPM KCDB CMC 登錄資料統計.....	45
表 2-5、NML 參與 CMC 審查工作小組項目.....	47
表 2-6、校正服務對象項目分類	59
表 2-7、111 年度系統查驗完成項目	73
表 2-8、111 年度 NML 國外追溯情形	75
表 3-1、不同稀釋方法之秤重結果與不確定度比較	85
表 3-2、不同濃度之標準差	87
表 3-3、10 nm 金粒子粒徑之量測不確定度評估分量表	90
表 3-4、60 nm 金粒子粒徑量測不確定度評估分量表	90

表 3-5、100 nm 金粒子粒徑之量測不確定度評估分量表	91
表 3-6、35 nm 線寬標準片量測結果	100
表 4-1、電子式電度表型式認證建議試驗項目與台電定型試驗項目比較表	107
表 4-2、尿素加注機和 CNMV117 差異處	109
表 4-3、準確度等級分類	110
表 4-4、加注機流量計規格	112
表 4-5、器差測試數據(蘆竹中油全鋒台茂加油站).....	114
表 4-6、器差測試數據(竹東全國加油站公道路站).....	114
表 4-7、器差測試數據(中油柑園楊梅二站).....	114
表 4-8、始動電流檢測條件	116
表 4-9、變比器及分流器之檢定、檢查公差規定	119
表 5-1、交流高壓源測試/驗收結果	121
表 5-2、高壓氣體流量系統測試/驗收結果	121
表 5-3、111 年設備汰換後系統能力精進與評估項目與效益	122
表 5-4、金奈米顆粒稀釋倍率不確定度評估	126
表 5-5、spICP-MS 量測金奈米顆粒數量結果	128
表 5-6、spICP-MS 量測金奈米顆粒濃度及量測不確定度列表	129
表 5-7、金奈米顆粒濃度標準品量測比對結果	129
表 5-8、工作件及標準件力量對照表	131
表 5-9、工作標準件不確定度來源一覽表	132
表 5-10、工作標準件之相對標準不確定度表	133
表 5-11、NO ₃ 量測系統之量測不確定度評估結果	134
表 5-12、量測不確定度評估結果-反射係數	140
表 5-13、量測不確定度評估結果-透射係數	141

壹、前言

計畫運行重心係力求成為國家推展政策目標所需之計量標準技術支撐單位，以維繫與保障國家計量標準能量水準符合基本要求，配合國家科技、產業、民生、安全等發展所衍生之技術與品質需求，著力於建立具追溯性、國際等同性之量測標準，協助籌劃及研究發展新興科技產業所需計量與校正技術，與研究法定計量技術規範。全程計畫目標為：

(1). 確保國家量測標準之國際等同，深化國際鏈結

- 維持國際度量衡委員會相互認可(CIPM MRA)效力，擴大參與國際計量組織事務，爭取擔任區域計量組織之幹部，協助國際計量組織運作。
- 透過國際合作計畫及協辦訓練研討會、國際會議辦理及技術發表推廣，構建與國際相關機構間互動關係，提升我國於國際之能見度及影響力。

(2). 提升量測與服務品質，擴大產業服務

- 配合政府政策優先汰換基礎工業、智慧機械、5G、綠能及半導體產業等相關設備，使能穩定維持系統服務品質與準確性並滿足產業量測追溯需求。本期程預定完成 13 套系統改良及現有 14 套系統設備汰換與 1 項供氣設備汰換，以提升 NML 量測系統設備能量，確保等同國際水準。
- 提供計量技術應用服務，包括量測技術諮詢與輔導、實驗室品質系統建立或於生產/製造所需之量測技術支援等，協助產業建立品管及解決量測技術問題。

(3). 配合政府施政，支撐國家核心戰略產業發展

- 以先進計量技術支援半導體產業維持國際領先。
- 健全法制環境與標準追溯，確保綠能及再生能源電力品質。
- 發展毫米波計量技術，支撐 5G 零組件產業發展。

表 1-1、全程(110~113 年)研發項目時程

子項	工作項目	110 年度	111 年度	112 年度	113 年度
標準維持與國際等同	1.產業服務及系統維持-15 個領域(振動/聲量、電/磁/微波量、長度量、質/力/壓力/真空/流量、光輻射量、化學量、溫/濕度量)				
	2.國際等同-維持 CIPM MRA 相互認可協議				
	3.系統維持-系統技術精進				
工業計量技術發展	1.奈米粒子分析暨標準技術				
	2.EUV 計量標準技術				
	3.先進製程關鍵尺寸量測技術				
法定計量技	1.電動機車電池計量機制研究				
	2.氣油比檢測儀檢定檢查技術規範研擬				

子項	工作項目	110 年度	111 年度	112 年度	113 年度
術發展	3.電子式電度表型式認證技術規範草案研究				
	4.柴油車添加尿素水設施檢查技術規範草案研究				
	5.直流電度表檢定檢查技術規範草案研究				
	6.超音波氣量計型式認證技術規範研究及增修				
	7.電動車無線充電樁之檢定檢查技術先期研究				
	8.加氫槍計量標準/檢定檢查技術規範調查及草案研究				
	9.可調變雷達測速儀檢定檢查技術規範草案研究				
	10.電動車電池電量及充電機制研究				
國家計量基 磐精進	量測系統設備汰換 【行政院於 107 年 3 月 22 日核定之「國家度量衡標準 基礎建設精進方案」，本子項獲部支持國家實驗室老舊 量測系統汰換。結合計畫中原標準維持與國際等同子項 設備汰換工作，及主管機關購置設備併入本子項】				

註：上表為 111 年計畫書所載之全程規劃

111 年度計畫架構如圖 1-1，以「標準維持與國際等同」、「工業計量技術發展」、「法定計量技術發展」及「國家計量基磐精進分項」四大分項展開相關工作。以接軌國際實驗室同步維持更完整的國家量測標準，強化計量技術研發實力，支持國家政策推動及產業發展所需之品質基磐。以達下列工作目標與任務：

- 建構國家量測標準追溯體系，提供在地一級校正服務 4275 件。
- 參與 4 項國際比對、確保 NML 校正與量測能力(Calibration and Measurement Capabilities, CMC)持續登錄於國際度量衡局(BIPM)之關鍵比對資料庫，使我國出具校正報告為相互認可國家組織接受。
- 擔任 2 席位國際計量事務要職，持續以觀察員(observer)身分參與 4 諮詢委員，維持全球相互認可效力，確保國家計量主權。
- 建立半導體 2 奈米製程節點(N2)關鍵尺寸之線寬、半導體電子級試劑之無機物陽離子成分分析量測技術，協助半導體產業掌握關鍵製程參數，滿足先進製程相關檢測需求，確保我國半導體產業之自主性及競爭力。
- 配合主管機關需求，研擬電子式電度表型式認證技術規範、直流電度表檢定檢查技術規範、柴油車添加尿素水設施檢查技術規範等草案，作為法定管理參考並接軌國際規範。

■ 進行度量衡科普教育教材製作、計量技術數位學習課程錄製、計量標準知識與業務交流，舉辦計量標準研討會/說明會等 10 場和發行計量專業期刊 6 期，培育我國計量人才。

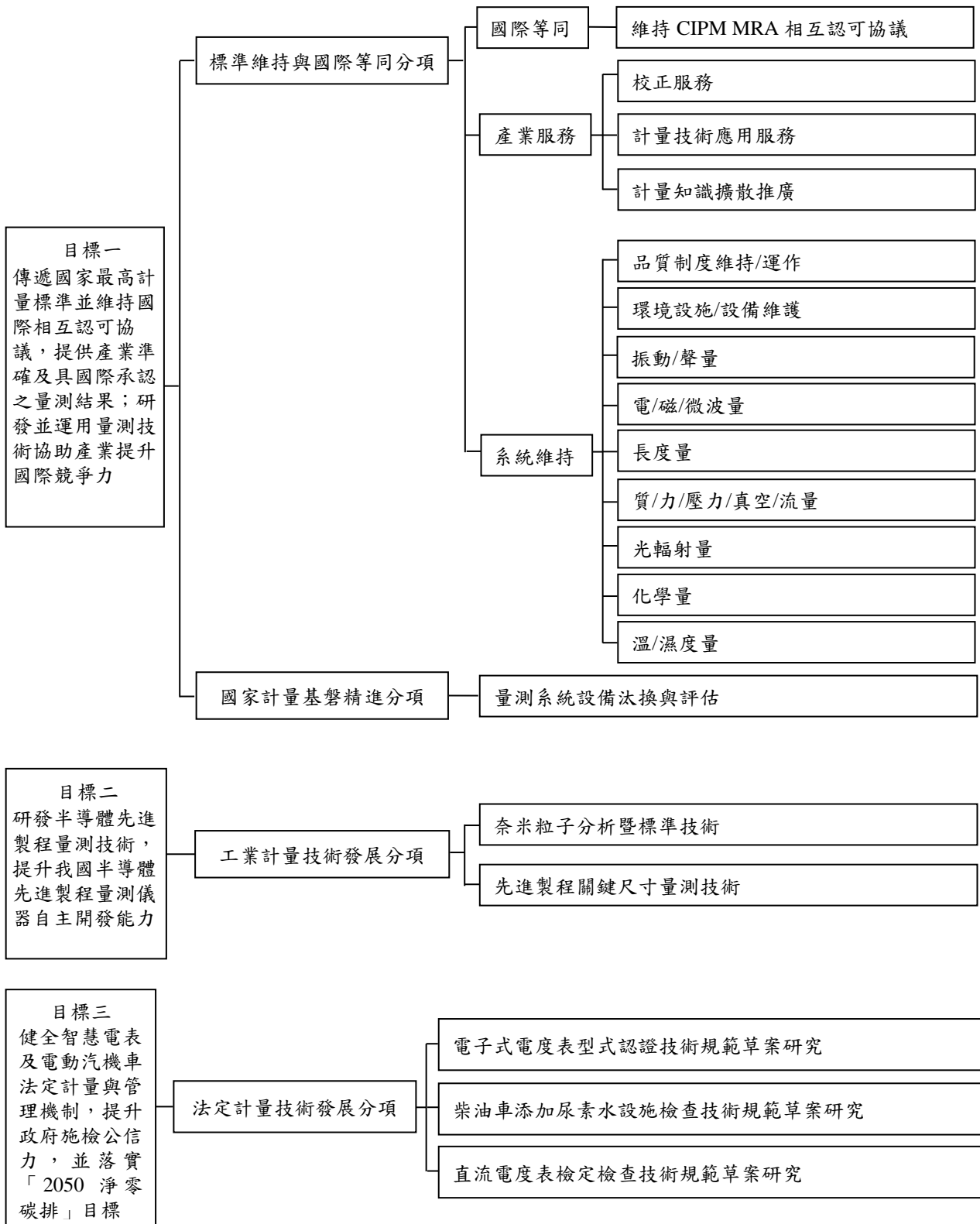


圖 1-1、國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫 111 年計畫架構

貳、計畫執行成果

一、計畫整體目標與效益

國家度量衡標準實驗室(NML)任務在於維繫國家計量技術主權，建立、維持及傳遞國家最高計量標準，滿足國家於科技、產業、民生及安全之量測儀器追溯校正需求。發展產業所需之計量技術，維繫與精進國家計量標準服務能量與研究法定計量標準。期能與國際先進實驗室同步維持更完整的國家量測標準，接軌國際品質基磐，協助臺灣成為未來全球經濟的關鍵力量。年度重點工作及績效指標如下：

1. 標準維持與國際等同分項

(1). 建立、維持國家量測標準之國際等同

- A. 維持國際度量衡委員會相互認可協議(CIPM Mutual Recognition Arrangement, CIPM MRA)之簽署與效力，進行流量/力量/質量/壓力/真空/溫度/濕度/化學 8 領域第三者認證監督評鑑，使我國出具校正報告為相互認可國家組織接受。
- B. 維護我國計量主權，持續以觀察員(observer)身分參與長度(CCL)、光輻射(CCPR)、聲音振動(CCAUV)及質量(CCM)等 4 個諮詢委員會。
- C. 擔任國際計量事務要職 2 席位，協助國際計量組織運作，構建與國際相關機構間互動關係，提升我國於國際之能見度及影響力。
- D. 參加 4 項國際比對，確保 NML 校正與量測能力(Calibration and Measurement Capabilities, CMC)持續登錄於國際度量衡局(BIPM)之關鍵比對資料庫，使我國出具校正報告為相互認可國家組織接受。

(2). 建立、維持國家最高量測標準及提供一級校正服務

- A. 執行校正工作，提供量測校正服務，傳遞標準至國內各實驗室及業界作為研發、生產製造、認證、驗證等品質管理與活動之基準。
- B. 維持 15 個領域國家最高量測標準系統正常運作，實施實驗室品保制度以符合 ISO/IEC 17025 及 ISO 17034 國際標準規範，定期執行系統查核管制以確保國家標準實驗室的服務品質。

(3). 提供計量技術應用服務

依廠商需求提供品質或量測技術解決方案，提供產業量測技術應用服務 8 案以上。

(4). 國家計量人才培訓及計量資訊傳播與推廣

- A. 協助標準檢驗局推廣計量技術知識、科普教育推廣展示、世界計量日活動、國際合作推展及度量衡產業政策規劃等相關工作。
- B. 舉辦量測技術研討會共 8 場、計量知識擴散推廣說明會或座談會等相關活動共 2 場，及發行計量專業期刊 6 期，以協助產業培育計量人才、建立並能運用計量技術和品質知識提升技術與品質。
- C. 校正服務預約及量測資訊期刊電子化先期評估工作，以發展多元化服務模式。

2. 工業計量技術發展分項

- (1). 發展 X-ray 計量如低掠角小角度散射(Grazing incidence small angle scattering, GISAXS)和反射式小角度散射(Reflectivity small angle scattering, RSAXS)技術，建立先進半導體線寬量測技術，線寬範圍： $20\text{ nm} \leq \text{線寬} \leq 50\text{ nm}$ ，重複性 $\leq 0.1\text{ nm}$ 。
- (2). 建立半導體電子級試劑粒子不純物之陽離子成分分析技術，金屬元素偵測極限 $< 10\text{ ng/kg}$ ，解決當前電子級試劑粒子不純物濃度與成分分析無法同時量測的限制，滿足先進製程所需半導體試劑製程檢測需求。
- (3). 協助半導體產業掌握關鍵製程參數，並完成商用場域試煉 2 處。

3. 法定計量技術發展分項

- (1). 評估民生用電子式電度表施行型式認證的需求性與可行性，完成「電子式電度表型式認證技術規範」修訂建議草案，作為國家電度表型式認證技術規範制定參考依據。
- (2). 完成「直流電度表檢定檢查技術規範草案」，因應電動車產業與電動車快速充電設施(如直流充電樁)、綠能發電等管理需求，建立相關認證標準法規之技術依據。
- (3). 完成「柴油車添加尿素水設施檢查技術規範」研擬，以協助降低柴油車 NO_x 排放量以符合國內第六期汽油汽車廢氣排放標準法規，改善國內空氣品質。

4. 國家計量基磐精進分項

- (1). 完成 2 項設備汰換。
 - A. 完成比壓器量測系統(E07)之交流高壓源設備汰換，提升系統設備能量至 200 kV ，滿足國內電力、能源等重電產業發展之校正與追溯需求，並確保交易公平。
 - B. 完成高壓氣體流量系統(F05)之供氣設備汰換，以確保系統供氣正常運作，及提升操作安全性。

(2). 完成 3 套系統能量精進評估。

A. 完成奈米粒子功能性量測系統(D27)系統評估，擴建介質為液體之粒子量測能量，以提供國內小粒子尺寸及低顆粒濃度之校正能量，滿足半導體產業在製程使用中對原物料粒子污染量測需求。

B. 完成力量比較校正系統(N03)評估，以提供(100~2000) kN 服務能量，滿足鋼鐵材料、土木工程、橋樑工程、航太等相關重工業產業等之力量量測追溯。

C. 完成微波散射參數及阻抗量測系統(U02)系統評估，擴建系統能量至毫米波頻段(110 GHz)，滿足 5G 產業於毫米波散射參數及阻抗校正需求。

二、實際進度與預定進度比較

(一)、標準維持與國際等同分項

—— 代表預定進度，▬▬▬ 代表實際進度

工作項目	111 年											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A. 國際等同與連結												
●執行國際比對	—— (1) —— (2)											
●執行第三者認證	—— (3) —— (4)											
B. 產業服務與推廣												
●提供校正服務	—— (1) —— (2) —— (3) —— (4)											
●舉辦研討會	—— (5) —— (6)											
●出版「量測資訊」	—— (7) —— (8)											
●維護更新 NML 網站	—— (9) —— (10) —— (11)											
●執行計量技術訊息發布及公關業務	—— (12) —— (13)											
C. 系統維持												
●維持品質運作審核業務	—— (1) —— (2) —— (3) —— (4)											
●進行內部稽核與管理審查	—— (5) —— (6)											
●進行實驗室環境與安全系統定期檢查/維護	—— (7) —— (8)											
●撰寫/修正系統技術文件	—— (9) —— (10)											
●客戶滿意度調查	—— (11) —— (12)											
●維護標準系統	—— (13) —— (14)											
●執行國內/外追溯	—— (15) —— (16)											
進度百分比%	24 %			51 %			76 %			100 %		

進度說明：

(1)當月之執行進度=由該月執行工作之項數/(1~12個月每月分別執行工作項數之總和)。

(2)分項至12月31日完成工作進度100%，計算說明如下

(1月13項+2月13項+3月13項+4月14項+5月14項+6月14項+7月14項+8月14項+9月13項+10月13項+11月13項+12月13項)/(1月13項+2月13項+3月13項+4月14項+5月14項+6月14項+7月14項+8月14項+9月13項+10月13項+11月13項+12月13項)=160/160=100%

(二)、工業計量技術發展分項

—— 代表預定進度，—— 代表實際進度

進度 月份 工作項目	111 年度											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A. 奈米粒子分析暨標準技術												
• 低濃度無機陽離子量測技術	—— (1)											
• 奈米粒子無機陽離子成分分析技術					—— (2)							
B. 先進製程關鍵尺寸量測技術												
• RSAXS 線寬模擬驗證	—— (1)											
• RSAXS 線寬量測技術							—— (2)					
進度百分比%	21 %			50 %			79 %			100 %		

進度說明：

(1)當月之執行進度=由該月執行工作之項數/(1~12個月每月分別執行工作項數之總和)。

(2)分項至12月31日完成工作進度100%，計算說明如下：

(1月2項+2月2項+3月2項+4月2項+5月3項+6月3項+7月3項+8月3項+9月2項+10月2項+11月2項+12月2項)/(1月2項+2月2項+3月2項+4月2項+5月3項+6月3項+7月3項+8月3項+9月2項+10月2項+11月2項+12月2項)=28/28=100%。

(三)、法定計量技術發展分項

— — 代表預定進度，▬▬▬ 代表實際進度

進度 工作項目	月份	111年											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A.電子式電度表型式認證技術規範草案研究													
•電子式電度表型式認證技術規範草案		▬▬	▬▬	▬▬	▬▬	▬▬	▬▬(1)	▬▬	▬▬	▬▬	▬▬	▬▬	▬▬(2)
B.柴油車添加尿素水設施檢查技術規範草案研究													
•盤點柴油車添加尿素水設施檢查技術能量		▬▬	▬▬	▬▬	▬▬(1)								
•柴油車添加尿素水設施檢查技術規範草案				▬▬	▬▬	▬▬	▬▬	▬▬(2)	▬▬	▬▬	▬▬	▬▬	▬▬(3)
C.直流電度表檢定檢查技術規範草案研究													
•盤點國內檢測單位直流電度表檢定檢查技術能力		▬▬	▬▬	▬▬	▬▬(1)								
•研擬直流電度表檢定檢查技術規範草案				▬▬	▬▬	▬▬	▬▬	▬▬(2)	▬▬	▬▬	▬▬	▬▬	▬▬(3)
•國家直流電力標準追溯方法先期研究							▬▬	▬▬	▬▬	▬▬	▬▬	▬▬	▬▬(4)
進度百分比%		23 %		49 %			74 %			100 %			

進度說明：

(1)當月之執行進度=由該月執行工作之項數/(1~12個月每月分別執行工作項數之總和)。

(2)分項至12月31日完成總工作進度100%，計算說明如下：

(1月3項+2月3項+3月5項+4月5項+5月3項+6月4項+7月4項+8月4項+9月4項+10月4項+11月4項+12月4項)/(1月3項+2月3項+3月5項+4月5項+5月3項+6月4項+7月4項+8月4項+9月4項+10月4項+11月4項+12月4項)=47/47=100%

(四)、國家計量基磐精進分項

— — 代表預定進度，▬▬▬ 代表實際進度

工作項目	進度	111年												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
系統設備汰換														
A. E07 比壓器量測系統		▬▬▬	▬▬▬	▬▬▬	▬▬▬	(1)						▬▬▬	▬▬▬	(2)
B. F05 高壓氣體流量系統		▬▬▬	▬▬▬	▬▬▬	▬▬▬	(1)						▬▬▬	▬▬▬	(2)
系統能力精進與擴建														
C. D27 奈米粒子功能性量測系統		▬▬▬	▬▬▬	▬▬▬	▬▬▬	(1)	▬▬▬	▬▬▬	▬▬▬	▬▬▬	▬▬▬	▬▬▬	(2)	(3)
D. N03 力量比較校正系統		▬▬▬	▬▬▬	▬▬▬	▬▬▬	(1)	▬▬▬	(2)	▬▬▬	▬▬▬	▬▬▬	▬▬▬	▬▬▬	(3)
E. U02 微波散射參數及阻抗量測系統		▬▬▬	▬▬▬	▬▬▬	▬▬▬	(1)	▬▬▬	▬▬▬	▬▬▬	▬▬▬	▬▬▬	▬▬▬	(2)	(3)
進度百分比%		31 %			54 %			73 %			100 %			

進度編列說明：

(1)當月之執行進度=由該月執行工作之項數/(1~12個月每月分別執行工作項數之總和)。

(2)分項至12月31日完成總工作進度100%，計算說明如下：

(1月5項+2月5項+3月5項+4月5項+5月3項+6月3項+7月3項+8月3項+9月3項+10月5項+11月5項+12月3項)/(1月5項+2月5項+3月5項+4月5項+5月3項+6月3項+7月3項+8月3項+9月3項+10月5項+11月5項+12月3項)=48/48=100%

(五)、總計畫工作進度

總計畫至12月31日止進度為100%，計算說明如下。

分項	經費數(千元)	經費權重(A)	至12月31日止工作進度(B)	佔總計畫進度(A*B)
標準維持分項	169,410	80.9%	100%	80.9%
工業計量分項	10,000	4.8%	100%	4.8%
法定計量分項	6,999	3.3%	100%	3.3%
國家計量基磐	23,048	11.0%	100%	11.0%
合計	209,457	100.00%		100.00%

三、查核點說明

查核點 編號	內容說明	預定完成 日期	實際完成 日期	差異說明
• 標準維持與國際等同分項				
A-1	參與國際比對，完成 1 項比對準備工作。	111.06.30	111.06.30	超出目標 (完成 2 項)
A-2	參與國際比對，累計完成 4 項比對相關工作。	111.12.31	111.12.31	超出目標 (完成 7 項)
A-3	完成流量/力量/質量/壓力/真空/溫度/濕度/化學 8 領域第三者認證監督評鑑之各項工作。	111.12.31	111.09.21	無差異
B-1	完成第一季一級校正服務及件次統計。	111.03.31	111.03.31	無差異
B-2	完成第二季一級校正服務及件次統計。	111.06.30	111.06.30	無差異
B-3	完成第三季一級校正服務及件次統計。	111.09.30	111.06.30	無差異
B-4	完成校正服務 4275 件次。	111.12.31	111.12.31	超出目標 (完成 4837 件)
B-5	完成研討會 3 場。	111.06.30	111.06.30	超出目標 (完成 9 場)
B-6	累計完成研討會 8 場。	111.12.31	111.08.12	超出目標 (完成 13 場)
B-7	完成 3 期量測資訊之出版工作。	111.06.30	111.06.30	無差異
B-8	累計完成 6 期量測資訊之出版工作。	111.12.31	111.12.31	無差異
B-9	配合國際計量日主題，完成網頁資訊更新。	111.06.30	111.06.30	無差異
B-10	完成年度資訊安全弱點掃描報告 1 份。	111.08.31	111.07.20	無差異
B-11	因應國內、外需求變化，不定期更新及維護網頁資料。	111.12.31	111.11.30	無差異
B-12	完成度量衡科普、計量知識擴散推廣相關活動 3 場次以上；計量技術訊息發布累計 10 則。	111.12.31	111.12.31	無差異
C-1	完成維持品質運作出具之 NML 校正報告審核業務 1000 件。	111.03.31	111.03.31	無差異
C-2	完成維持品質運作出具之 NML 校正報告審核業務累計 2000 件。	111.06.30	111.06.30	超出目標 (完成 2207 件)
C-3	完成維持品質運作出具之 NML 校正報告審核業務累計 3000 件。	111.09.30	111.09.30	超出目標 (完成 3587 件)
C-4	完成維持品質運作出具之 NML 校正報告	111.12.31	111.12.31	超出目標

查核點 編號	內容說明	預定完成 日期	實際完成 日期	差異說明
	審核業務累計 4275 件。			(完成 4837 件)
C-5	完成內部稽核與管理審查各 1 場次	111.08.31	111.06.10 111.08.26	無差異
C-6	完成空調設備檢查與保養(每半年一次)。	111.06.30	111.04.30	無差異
C-7	完成定期高低壓電氣設備檢測與保養(每年一次)，以及空調設備檢查與保養(每半年一次)。	111.11.30	111.10.01	無差異
C-8	完成消防系統點檢保養。(每年一次檢查申報)	111.12.31	111.11.15	無差異
C-9	完成 5 篇技術報告撰寫/修正。	111.07.31	111.07.31	超出目標 (完成 46 篇)
C-10	累計完成 39 篇技術報告撰寫/修正。	111.12.31	111.12.31	超出目標 (完成 60 篇)
C-11	完成上半年度客戶滿意度調查統計。	111.07.31	111.07.01	無差異
C-12	完成客戶滿意度調查分析。	111.12.31	111.12.31	無差異
C-13	完成系統長假後查核回報。	111.03.31	111.03.31	無差異
C-14	完成 15 領域標準系統維運。	111.12.31	111.11.30	無差異
C-15	完成國內追溯 450 件/國外追溯 18 件。	111.12.31	111.12.31	優於目標 (完成 518 件/18 件)
• 工業計量技術發展分項				
A-1	完成無機陽離子量測技術，金屬元素偵測極限： $< 10 \text{ ng/kg}$	111.08.31	111.08.31	無差異
A-2	完成奈米粒子無機陽離子成分分析技術： 粒徑範圍： $(10 \sim 100) \text{ nm}$ ，相對標準不確定度： $< 15 \%$	111.12.31	111.12.31	無差異
B-1	完成 N2 製程節點線寬 RSAXS 訊號模擬，驗證線寬解析度 $\leq 0.1 \text{ nm}$	111.06.30	111.06.30	無差異
B-2	完成 RSAXS 量測 N2 製程節點線寬樣品， $20 \text{ nm} \leq \text{線寬} \leq 50 \text{ nm}$ ，重複性 $\leq 0.1 \text{ nm}$	111.12.31	111.12.31	無差異
• 法定計量技術發展分項				
A-1	完成電子式電度表型式認證技術規範草案公聽會一場	111.06.30	111.06.30	無差異

查核點 編號	內容說明	預定完成 日期	實際完成 日期	差異說明
A-2	完成電子式電度表型式認證技術規範草案	111.12.31	111.09.30	無差異
B-1	完成柴油車添加尿素水設施檢查技術能量盤點報告一份	111.04.30	111.04.30	無差異
B-2	辦理柴油車添加尿素水設施檢查技術規範草案專家座談會一場	111.07.31	111.07.15	無差異
B-3	完成柴油車添加尿素水設施檢查技術規範草案	111.12.31	111.12.31	無差異
C-1	完成直流電度表檢定檢查技術能量盤點報告一份	111.04.30	111.04.30	無差異
C-2	辦理直流電度表檢定檢查技術規範草案專家座談會一場	111.07.31	111.07.27	無差異
C-3	完成直流電度表檢定檢查技術規範草案	111.12.31	111.12.31	無差異
C-4	完成國家直流電力標準追溯方法先期研究	111.12.31	111.12.31	無差異
• 國家計量基磐精進分項				
A-1	完成比壓器量測系統(E07)設備採購作業申請	111.04.30	111.03.22	提早完成請購申請
A-2	完成比壓器量測系統(E07)系統設備驗收	111.11.30	111.12.13	因俄烏戰爭原料短缺及國際船運塞港，於11月11日到貨，12月13日完成驗收。
B-1	完成高壓氣體流量系統(F05)設備採購作業申請	111.04.30	111.02.15	提早完成請購申請
B-2	完成高壓氣體流量系統(F05)設備驗收	111.11.30	111.11.09	無差異
C-1	完成動態流速模組設計與組裝架設	111.04.30	111.04.30	無差異
C-2	完成單一粒子感應耦合電漿質譜量測系統於(15 ~ 100) nm 金奈米粒子顆粒濃度量測。	111.10.31	111.10.31	無差異
C-3	完成顆粒濃度不確定度評估： 量測範圍：粒徑：(15 ~ 100) nm、顆粒濃度： $(5 \times 10^3 \sim 10^5) \text{ g}^{-1}$ ； 量測不確定度：20 %	111.12.31	111.12.31	無差異
D-1	完成校正程序設計	111.04.30	111.04.30	無差異
D-2	完成油壓控制系統能力評估，評估範	111.07.31	111.07.31	無差異

查核點 編號	內容說明	預定完成 日期	實際完成 日期	差異說明
	圍：100 kN 及 2000 kN			
D-3	完成系統不確定度評估： 量測範圍：(100~2000) kN，不確定度： 5×10^{-4}	111.12.31	111.12.31	無差異
E-1	完成同軸與波導元件校正程序設計	111.04.30	111.04.30	無差異
E-2	完成系統穩定性評估，評估範圍：10 MHz ~ 110 GHz	111.10.31	111.10.31	無差異
E-3	完成反射係數不確定度評估 量測範圍：10 MHz ~ 110 GHz，量測不 確定度：0.08 完成透射係數不確定度評估： 量測範圍：10 MHz ~ 110 GHz，量測不 確定度： ≤ 0.95 dB	111.12.31	111.12.31	無差異

四、目標達成執行情形

★標準維持與國際等同分項：

計畫目標	實際執行情形	差異檢討
<p>A.國際等同與連結</p> <p>•執行國際比對</p> <p>※參與國際比對，完成4項比對準備工作(查核點編號：A-1, A-2)</p>	<p>•完成7項國際比對工作</p> <p>✓主辦直徑國際比對(APMP.L-K4.n01)，共11國家實驗室參加，NML於1月完成比對件首次校正量測及10月中間檢查，目前6國家實驗室(澳洲 NMIA、印度 CSIR-NPL、韓國 KRISSE、泰國 NIMT、香港 SCL 及印尼 SNSU-BSN)完成比對量測。比對件傳遞中，由馬來西亞國家計量研究院(NMIM)進行量測。</p> <p>✓主辦小水流量國際比對(APMP.M.FF-K1.2022)，共7國家實驗室參加，NML於7月完成比對件首次校正量測，目前2國家實驗室(韓國 KRISSE、馬來西亞 NMIM)完成比對量測。比對件傳遞中，由泰國 NMIT 進行量測。</p> <p>✓完成水流量國際比對(CCM.FF-K1.2015)結果登錄於國際度量衡局關鍵比對資料庫(BIPM KCDB)網站。</p> <p>✓完成低壓氣體流量國際比對(CCM.FF-K6.2017)結果登錄於國際度量衡局關鍵比對資料庫網站。(我國主辦)</p> <p>✓完成角度國際比對(EURAMET.L-K3.01)比對件量測工作，並傳遞比對件至馬來西亞 NMIM。</p> <p>✓完成甲醛國際比對(APMP.QM-K90)比對件量測工作，並傳遞比對件至日本計量院(NMIJ)。</p> <p>✓完成油流量國際比對(APMP.M.FF-K2.2021)比對件量測工作，並傳遞比對件至日本 NMIJ。</p>	<p>•超出目標</p>
<p>•執行第三者評鑑</p> <p>※完成流量/力量/質量/壓力/真空/溫度/濕度/化學8領域第三者認證監督評鑑之各項工作(查核點編號：A-3)</p>	<p>•3月12日完成流量/力量/質量/壓力/真空等領域之監督評鑑，認證編號N0882，無不符合(NC)，無建議事項。</p> <p>•5月31日完成溫度/濕度等領域之監督評鑑，認證編號N0881，無不符合(NC)，無建議事項。</p> <p>•5月31日完成化學等領域之監督評鑑，認證編號N2346，無不符合(NC)，無建議事項。</p>	<p>•無差異</p>

計畫目標	實際執行情形	差異檢討
	<ul style="list-style-type: none"> •9月21日完成化學領域之參考物質生產機構，認證編號R001之監督評鑑，無不符合(NC)，無建議事項。 	
<ul style="list-style-type: none"> •參與國際活動 	<ul style="list-style-type: none"> •協助亞太計量組織(APMP)完成區域內及跨區域計量組織之校正與量測能力(CMC)所提之項目審查，共10項： <ul style="list-style-type: none"> ✓1月7日及4月13日完成泰國國家計量研究院(NIMT)化學(QM)領域之氣體分析、無機物分析及有機物分析3項 CMC 與管理系統審查。 ✓2月28日完成歐亞國家計量組織聯盟(COOMET)俄羅斯光學與物理量測研究院(VNIIOFI)光學(PR)領域之光纖波長1項 CMC 審查。 ✓4月6日完成美洲計量體系(SIM)阿根廷國立工業技術研究院(INTI)長度(L)領域之直徑1項 CMC 審查。 ✓4月14日完成歐洲計量組織聯盟(EURAMET)蒙特內哥羅共和國量測局(BMM)長度(L)領域之直徑1項 CMC 審查。 ✓8月4日完成日本計量研究院(NMIJ)長度(L)領域之直徑1項 CMC 審查。 ✓6月6日完成泰國國家計量研究院(NIMT)質量(M)領域之真空1項 CMC 與管理系統審查。 ✓6月15日完成海灣計量聯盟(Gulf Association for Metrology, GULFMET)沙烏地阿拉伯標準組織/校正與量測中心(NMC-SASO)質量(M)領域之力量1項 CMC 審查。 ✓11月8日完成馬來西亞國家計量機構(NMIM)溫濕度(T)領域之標準白金電阻計1項 CMC 審查。 •參加國際計量會議 <ul style="list-style-type: none"> ✓3月1日至3日郭俊廷博士參加德國聯邦物理技術研究院(PTB)舉辦之「數位校正證書線上研討會」，藉此了解數位校正證書(DCC)、未來實際執行方式及各國家與業界(Siemens)目前的投入與進展。 ✓3月23日至24日郭俊廷博士參加亞太計量組織(APMP)舉辦之「水質線上研討會」，藉此收集計量技術在水質維護的貢獻，內容包括水質的關鍵物種、各國正發展之對應物種的分析技術與認證參考 	<ul style="list-style-type: none"> •無差異

計畫目標	實際執行情形	差異檢討
	<p>物質(CRMs)與國際比對規劃。</p> <p>✓3月25日傅尉恩組長與林芳新經理參加「歐洲計量組織聯盟與亞太計量組織(EURAMET-APMP)線上交流會議」，進行歐盟材料計量與亞太計量組織材料技術委員會(APMP-TCMM)合作事宜討論。</p> <p>✓3月28日藍玉屏副執行長、劉信旺經理及王仁杰經理偕同新加坡國家計量中心/新加坡科學技術研究機構(NMC/A*STAR)共同召開之「排放量測和國家排放驗證」(Emission Measurements and National Emission Verification)線上交流會議」，針對排放量碳排查證技術發展進行討論。</p> <p>✓5月3日林芳新經理參加「先進材料與標準凡爾賽計畫(VAMAS)線上交流會議」，針對VAMAS新成立之TWA 45-環境塑膠微/奈米粒子徵求比對計畫負責人一事進行討論。</p> <p>✓5月10日至11日吳貴能資深研究員及莊宜蓁研究員參加「光度與光輻射諮詢委員會(CCPR)第25屆線上會員大會」，了解校正與量測能力(WG-CMC)、關鍵量比對(WG-KC)、策略規劃(WG-SP)等三個工作小組及相關聯盟之最新工作規劃與發展現況。</p> <p>✓5月11日莊宜蓁研究員、吳貴能及陳政憲資深研究員參加「亞太計量組織(APMP)光輻射技術委員會(TCPR)線上研討會」，了解光學領域CMC區域內審查與跨區域審查之規則與流程。</p> <p>✓10月7日陳士芳經理與何宗翰工程師參加由國際法定計量組織(OIML)舉辦之「電動車輛供電設備檢測技術線上研討會」，會中主要針對OIML最新發表之技術指引G 22: Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)作制定內容說明與討論。</p> <p>✓10月18日至20日林盈君工程師參加「第57屆國際法定計量委員會(CIML)線上會議」，了解國際重要議題及未來法定計量管理制定之方向。</p> <p>✓10月20日至21日林芳新經理、張敬萱研究員參加「第47屆先進材料與標準凡爾賽計畫(VAMAS)指導委員會(Steering Committee)線上會議」，了解</p>	

計畫目標	實際執行情形	差異檢討
	<p>VAMAS 各工作小組現況及各國於材料領域之發展。</p> <p>✓10 月 25 日至 27 日傅尉恩組長、林芳新經理參加「CCQM Workshop on Particle Metrology」，以了解各國於顆粒計量領域之發展。</p> <p>✓11 月 15 日至 18 日林增耀執行長、藍玉屏副執行長及王仁杰業務推動副組長參加「第 27 屆國際度量衡大會(CGPM)線上會議」。</p> <p>✓參加 2022 年亞太計量組織會員大會暨技術研討會</p> <p>◇10 月 27 日莊宜蓁研究員、吳貴能資深研究員、劉玟君副研究員及陳政憲資深研究員參加「亞太計量組織(APMP)光輻射技術委員會(TCPR)線上紫外線研討會」，了解各國 UVC 殺菌波段之量測技術發展與標準追溯規劃。</p> <p>◇11 月 1 日劉信旺經理參加「亞太計量組織(APMP)物質量技術委員會(TCQM)氣體分析工作小組(GAWG)線上研討會」，了解氣體化學領域於亞太區域內目前比對活動進度與未來規劃。</p> <p>◇11 月 2 日郭俊廷資深研究員參加「亞太計量組織(APMP)之水質焦點小組(FGCW)舉辦之水質線上研討會」，由各國標準計量單位分享計量技術如何幫助水質提升與維護，與生產的驗證參考物質，以及近期國際比對與能力試驗的進展。</p> <p>◇11 月 7 日至 8 日柯心怡資深研究員、蔡淑妃資深研究員、葉建志研究員及徐瑋宏副工程師參加「亞太計量組織(APMP)溫度技術委員會(TCT)線上會議」。</p> <p>◇11 月 9 日至 10 日王品皓經理及洪辰昀資深管理師參加「亞太計量組織(APMP)品質系統技術委員會(TCQS)線上會議」。</p> <p>◇11 月 9 日至 11 日陳生瑞經理參加「亞太計量組織(APMP)質量技術委員會(TCM)線上會議」。</p> <p>◇11 月 11 日莊宜蓁研究員、陳政憲資深研究員、吳貴能資深研究員、劉玟君副研究員及蕭金釵副工程師參加「亞太計量組織(APMP)光輻射技術委員會(TCPR)線上會議」。</p>	

計畫目標	實際執行情形	差異檢討
	<p>◇11月14日及16日劉信旺經理及郭俊廷資深研究員參加「亞太計量組織(APMP)物量技術委員會(TCQM)線上會議」。</p> <p>◇11月18日及24日至陳士芳經理、何宗翰副工程師、韓宙勳副工程師及蘇于倫工程師參加「亞太計量組織(APMP)電磁技術委員會(TCEM)線上會議」。</p> <p>◇11月21日至22日藍玉屏副執行長、陳文仁副組長及吳雅菁副工程師參加「亞太計量組織(APMP)長度技術委員會(TCL)線上會議」</p> <p>◇11月21日至22日傅尉恩組長、林芳新經理及張敬萱研究員參加「亞太計量組織(APMP)材料計量技術委員會(TCMM)線上會議」。</p> <p>◇11月24日涂聰賢經理、陳俊凱研究員、郭淑芬研究員及羅芳鈞副工程師參加「亞太計量組織(APMP)聲量/振動/超音波技術委員會(TCAUV)線上會議」</p> <p>◇11月24日至25日江俊霖經理參加「亞太計量組織(APMP)流量技術委員會(TCFF)線上會議」。</p> <p>◇11月27日至12月3日傅尉恩組長以執行委員身分參加亞太計量組織會員大會等實體會議。</p> <p>✓11月29日及12月6日江俊霖經理參加「國際度量衡局(BIPM)流量工作小組(WGFF)線上會議」，了解流量領域CMC區域內審查與跨區域審查之規則與流程更新。</p> <p>• 受邀評鑑(線上)</p> <p>✓6月20日至21日許俊明副組長受邀擔任韓國標準與科學研究院(KRISS)電量領域同儕評鑑評審員。</p> <p>✓6月23日至24日蔡淑妃研究員受邀擔任韓國標準與科學研究院(KRISS)溫度領域同儕評鑑評審員。</p> <p>✓7月6日至8日涂聰賢經理受邀擔任韓國標準與科學研究院(KRISS)振動領域同儕評鑑評審員。</p> <p>✓10月31日至11月2日江俊霖經理受邀擔任日本計量研究院(NMIJ/AIST)流量領域同儕評鑑評審員。</p> <p>✓11月17日至18日江俊霖經理受邀擔任中國計量科</p>	

計畫目標	實際執行情形	差異檢討
	<p>學研究院(NIM)流量領域同儕評鑑評審員。</p> <ul style="list-style-type: none"> •協助主管機關進行計量外交 ✓台巴合作基礎下協助巴拉圭提升並建立計量能力：10月28日江俊霖經理、林文地正工程師、林盈君工程師及葉哲維副工程師對巴拉圭標準檢驗局進行「水量計及氣量計性能驗證」線上教育訓練課程。課程主要為水量計課程，內容包含符合最新版 OIML R49 標準要求之機械式和電子式水量計性能驗證項目，及氣量計最新版 OIML R137 標準要求之性能驗證項目與設備建置說明，協助其建立水量計及氣量計之法定計量能力及培育人員。 	
B.產業服務與推廣		
<ul style="list-style-type: none"> •提供校正服務 ※完成校正服務4000件次統計 (查核點編號：B-1, B-2, B-3, B-4) 	<ul style="list-style-type: none"> •執行儀器校正服務，完成校正服務4837件，規費收入50,342,155繳庫。 	<ul style="list-style-type: none"> •超出目標
<ul style="list-style-type: none"> •舉辦研討會/在職訓練 ※完成研討會8場 (查核點編號：B-5, B-6) 	<ul style="list-style-type: none"> •完成「如何依照ISO 9001：2015推動量規儀器校正管理」、「ISO GUM量測不確定度與統計應用研習會—統計先修班」、「ISO GUM量測不確定度與統計應用研習會—基礎班」、「新版ISO/IEC 17025:2017實驗室內部品質稽核」、「光輻射量測技術研討會」、「質量量測與電子天平校正技術研討會」、「噪音量測技術研討會」、「壓力量測技術研討會」、「流量量測技術研討會」、「氣體感測器校正與性能測試驗證」、「溫/濕度量測技術研討會」、「尺寸計量應用研討會」與「電力量測與校正技術研討會」共13場次研討會辦理，計195廠家、322人次參加，成果收入970,370元繳庫。 	<ul style="list-style-type: none"> •超出目標
<ul style="list-style-type: none"> •出版「量測資訊」 ※完成6期量測資訊出版 (查核點編號：B-7, B-8) 	<ul style="list-style-type: none"> •完成量測資訊第203期「計量標準發展」、第204期主題「精密量測技術」、第205期主題「淨零永續」、第206期主題「智慧機械、軌道安全及品質」、第207期「半導體檢測與計量」及第208期「智慧產品測試驗證」出版，訂戶112位，刊物及相關販售成果收入68,476元繳庫。 	<ul style="list-style-type: none"> •無差異

計畫目標	實際執行情形	差異檢討
<ul style="list-style-type: none"> • 維護更新NML網站 ※ 完成網頁資訊更新 (查核點編號：B-9, B-10, B-11) 	<ul style="list-style-type: none"> • 配合 2022 世界計量日主題：「數位時代的計量 (Metrology in the Digital Era)」，完成 2022 世界計量日專頁建置，以同步國際推廣計量之貢獻及重要性。 • 完成網站無障礙 A 標章重新申請(原效期限至 111 年 4 月 15 日止)，有效期間三年。標章啟用日期：111-03-03；標章到期日期：114-03-03。 • 完成年度資訊安全弱點掃描報告 1 份，並依約於 111 年 7 月 20 日函送標準局。資安檢測掃描結果：經排除誤判問題後，無高、中、低資訊類資安漏洞問題。 • 完成國家度量衡標準實驗室(NML)網頁不定期內容更新，包括：1) 焦點訊息 38 則；2) 資訊更新(含校正服務、量測資訊、第三者認證等)；3) 回覆讀者留言 56 則；新增「技術應用」專頁，推廣 NML 技術應用服務。 • 配合標準局轉行政院國家資通安全會報技術服務中心之漏洞及資安訊息警訊通報，完成系統偵測防護演練。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無差異
<ul style="list-style-type: none"> • 執行計量技術訊息發布及公關業務 ※ 完成度量衡科普、計量知識擴散推廣相關活動 3 場次以上；計量技術訊息發布累計 10 則(查核點編號：B-12) 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成度量衡科普活動辦理 ✓ 委託國立科學工藝博物館執行 111 年度「度量衡文物數位典藏網資料擴充及科普教育推廣計畫」，進行度量衡科學知識推廣，包括 520 世界計量日、度量衡行動教具之教師研習及體驗等活動： <ul style="list-style-type: none"> ◇ 5 月 7 日、14 日、21 日、28 日於高雄國立科學工藝博物館舉辦「520 世界計量日-度量衡科學知識推廣活動」，4 天 8 場次活動共有 1140 人次參與。 ◇ 於 3 月 30 日、4 月 27 日、5 月 25 日分別假楠梓國小、路竹國小、甲仙區寶隆國小(線上)，舉辦度量衡科普教育推廣教師研習活動，計有 13 所學校 34 位教師參與研習。 ◇ 7 月 21 日至 25 日於「嘉義市科學 168 教育博覽會」辦理「神秘的度量衡-解救封印的王者」度量衡行動教具推廣活動，共計 4569 名民眾參與。 ◇ 8 月 15 日、23 日、24 日舉辦「揭開本土工業發展的祕密研習(本土教育人才培育素養計畫)」，3 場 	<ul style="list-style-type: none"> • 無差異

計畫目標	實際執行情形	差異檢討
	<p>次度量衡行動教具體驗活動，參與人員共計 43 名。</p> <p>◇11 月 5 日至 13 日於「台灣科學節」中結合新開發之「SI 單位平衡滾球台」教具，進行度量衡科普教育推廣，9 天共計有 34 場次 4168 人參與。</p> <p>✓委託財團法人石材暨資源產業研究發展中心執行「111 年標準檢驗局花蓮分局計量與綠能探索館計量科普教育展示及推廣計畫」，於「計量與綠能探索館」舉辦計量體驗教育推廣活動，共計 7 場次 105 人參加計量科普推廣，參觀對象包括「救世慈善協會」、「勵馨基金會」、「東里國中 7~9 年級學生」及「一般家庭親子活動」等。</p> <ul style="list-style-type: none"> •完成計量知識擴散推廣活動辦理 <ul style="list-style-type: none"> ✓5 月 18 日舉辦 520 世界計量日「數位轉型與淨零永續計量標準發展研討會」線上共 245 人次與會，與國際同步宣傳計量之重要。 ✓辦理「量測半導體前段製程之關鍵尺寸量測技術說明會(線上直播)」及「半導體原物料不純物檢測技術推廣說明會(線上直播)」技術推廣活動，共 2 場次 52 廠家計 104 人次參加。 •完成計量技術訊息發佈(含世界計量日相關訊息)共計 10 則，包括「量測技術導入服務_EUV 光輻射量測技術」、「國家度量衡標準實驗室校正服務再升級」、「2022 世界計量日_數位時代的計量」、「響應世界計量日，經濟部標準檢驗局帶您迎接數位轉型與淨零永續國際趨勢挑戰」、「2022 年世界計量日_數位轉型與淨零永續計量標準發展研討會」、「2022 可信任 AI 國際研討會」、「智慧產品與系統安全論壇」、「NML 深耕尖端量測技術 35 年 展開馬拉松式系列論壇 力助臺灣產業獨步全球」、「計量數位轉型與應用論壇」及「半導體檢測與計量技術論壇」。 •完成數位學習課程製作 <ul style="list-style-type: none"> ✓9 月 30 日完成「交流電量量測技術」、「質量量測導論」2 項數位課程(180 分鐘)及測驗題目製作，並上傳至標準局計量服務學習網。 	

計畫目標	實際執行情形	差異檢討
	<ul style="list-style-type: none"> • 舉辦「工研院量測中心暨國家度量衡標準實驗室35週年慶系列論壇」線上活動 ✓ 8月11日舉辦「開幕儀式」，除邀請標準檢驗局連錦璋局長、工業技術研究院劉文雄院長、國家度量衡標準實驗室林增耀主任致詞外，並獲總統府賴清德副總統賀電勉勵：「值此盛事，期能賡續踐履組織目標，建立國家計量標準，開發前瞻檢測技術，提升產業競爭優勢，惠眾宣勤，策勵精進。祝賀活動順利成功」，線上計273人次與會。 ✓ 8月26日舉辦「Forum of Safety for Smart Products and Systems」(智慧產品與系統安全論壇)，邀請美國NIST專家Ms. Amy Mahn發表「Journey to the Cybersecurity Framework 2.0」、新加坡Rehabilitation Research Institute of Singapore(新加坡南洋理工大學)專家Prof. Wei Tech Ang發表「Data-driven Assistive Robots」、曾任ISO TC299 WG2、WG6等主席的英國專家Prof. Gurvinder Singh Virk發表「Standardisation and testing for robots and modules」，針對AI的測試驗證探討評估品質、測試功效、驗證安全等相關新世代量測標準應用於AI領域發展之議題，線上計136人次與會。 ✓ 11月25日舉辦「Digital Transformation and Application on Metrology(計量數位轉型與應用論壇)」，邀請德國聯邦物理技術研究院副院長Dr. Frank Härtig分享全球致力推動的數位轉型，闡述藉由國際等同的計量標準得到以國際單位制為基礎的共通可靠數據，進而促成產業智慧應用，亦邀請台灣數位雙生學會陳怡兆理事長、華碩電腦彭愷翔處長從趨勢面與實務面切入，分享未來智慧製造發展的願景。 	
<ul style="list-style-type: none"> • 技術/專利運用推廣 ※ 技術/專利運用推廣 	<ul style="list-style-type: none"> • 技術/專利運用，本年度共完成11案技術授權簽約，另有5案為之前一年度遞延，執行共計16案。 • 111年已收16案之款計6,696,065元，依據合約60%繳庫(即4,017,639元繳庫)。 	<ul style="list-style-type: none"> • 超出目標

計畫目標	實際執行情形	差異檢討
C.系統維持		
<ul style="list-style-type: none"> • 維持品質運作審核業務 ※ 完成維持品質運作出具之NML校正報告審核業務4000件 (查核點編號：C-1, C-2, C-3, C-4) 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成維持品質運作出具之NML校正報告審核業務4837件。 • 標準系統查驗 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 2月15日完成「真圓度量測系統(D12)」擴建系統查驗會議之辦理，經查驗委員審查，結論為修改後通過。3月30日經標四字第11100021190號同意擴建「真圓度量測系統(D12)」作為國家度量衡標準系統。因未涉及規費變動，可正式對外提供服務。 ✓ 7月26日完成「低溫絕對輻射量測系統(O07)」改良系統查驗會議之辦理，經查驗委員審查，結論為建議通過。9月2日經標四字第11100064130號同意改良「低溫絕對輻射量測系統(O07)」作為國家度量衡標準系統。因涉及規費變動，待「度量衡規費收費標準」修正公告施行後始可正式對外提供服務。 ✓ 8月23日完成「單相交流電功率原級量測系統(E23)」擴建系統查驗會議之辦理，經查驗委員審查，結論為修改後通過。10月17日經標四字第11100075240號同意擴建「單相交流電功率原級量測系統(E23)」作為國家度量衡標準系統。因未涉及規費變動，可正式對外提供服務。 ✓ 10月4日完成「高壓氣體流量系統(F05)」改良系統查驗會議之辦理，經查驗委員審查，結論為修改後通過。12月5日經標四字第11100088310號同意改良「高壓氣體流量系統(F05)」作為國家度量衡標準系統。因涉及規費變動，待「度量衡規費收費標準」修正公告施行後始可正式對外提供服務。 ✓ 10月26日完成「塊規干涉校正系統(D02)」改良系統查驗會議之辦理，經查驗委員審查，結論為修改後通過。12月26日經標四字第11100095150號同意改良「塊規干涉校正系統(D02)」作為國家度量衡標準系統。因未涉及規費變動，可正式對外提供服務。 ✓ 10月31日完成「靜法碼量測系統(二)(N02)」擴建系統查驗會議之辦理，經查驗委員審查，結論為 	<ul style="list-style-type: none"> • 超出目標

計畫目標	實際執行情形	差異檢討
	<p>修改後通過。12月22日工研量字第1110027625號發文標準局完備查驗報告。因涉及規費變動，待標準局函文同意系統查驗報告及「度量衡規費收費標準」修正公告施行後始可正式對外提供服務。</p> <p>✓11月2日完成「衝擊振動原級校正系統(V06)」改良系統查驗會議之辦理，經查驗委員審查，結論為修改後通過。12月22日工研量字第1110027711號發文標準局完備查驗報告。因未涉及規費變動，待標準局函文同意系統查驗報告即可正式對外提供服務。</p> <p>•標準系統停止服務</p> <p>✓5月16日標準局以經標四字第11100567130號同意「液晶間隙尺寸校正系統(D24)」及「薄膜量測系統(D22)」之多孔隙薄膜標準片停止服務，俟「度量衡規費收費標準」修正公告後施行。</p> <p>•標準系統規費</p> <p>✓7月19日完成「度量衡規費收費標準修正說明會」線上會議辦理，向業界說明本年度新增、調整及刪除之服務項目計4項。經會中說明與討論後，與會出席業界代表無修正意見。</p> <p>✓8月3日經濟部以經授標字第11120050860號公告「度量衡規費收費標準」修正預告，已於NML網頁公告。</p> <p>✓11月3日經濟部以經標字第11103817110號令公告「度量衡規費收費標準」修正，已於NML網頁公告，新增、調整之服務項目可正式對外提供服務，刪除之服務項目可正式停止對外提供服務。</p>	
<p>•內部稽核與管理審查</p> <p>※內部稽核與管理審查各1場次(查核點編號：C-5)</p>	<p>•6月6日至10日期間執行內部稽核，稽核結果共計0項不符合事項。</p> <p>•8月26日完成NML年中管理審查會議辦理。</p>	<p>•無差異</p>
<p>•完成實驗室環境與安全維護定期檢查/維護</p> <p>※完成空調設備檢查與保養、高低壓電氣設</p>	<p>•維護國家度量衡標準實驗室硬體環境(水源、電力、電話、溫濕度空調、照明、消防系統等)品質，減少設施之故障率，以維持實驗室之正常運作，完成發電機運轉每雙周定檢；實驗室電梯安全、空調系統、消防設</p>	<p>•無差異</p>

計畫目標	實際執行情形	差異檢討
備檢測與保養，以及空調設備檢查與保養、消防系統點檢保養(查核點編號：C-6, C-7, C-8)	施、空壓系統等每月定檢；接地電阻測試、高低壓電器設備等安全檢查每季定檢；消防受信總機及廣播器之電池定期更換等及各故障報修、維護更換。 •4月30日完成上半年空調設備檢查與保養。 •10月1日完成定期高低壓電氣設備檢測與保養及下半年空調設備檢查與保養。 •8月15日完成年度消防設施法定檢查作業。 •11月15日完成年度消防設備檢測缺失改善。 •完成光復16館變頻迴轉式空壓機汰舊換新(量測中心自有資金出資)。	
•撰寫/修正系統技術文件 ※完成39篇技術報告撰寫/修正 (查核點編號：C-9, C-10)	•完成60份系統技術文件撰寫/修正。	•超出目標
•客戶滿意度調查 ※完成客戶滿意度調查分析(查核點編號：C-11, C-12)	•完成顧客滿意度數位化調查次數計578次，整體滿意度分數為9.3分。	•無差異
•維護標準系統 ※完成系統長假後查核回報(查核點編號：C-13)	•完成111年春節長假後NML標準系統開機檢查結果彙整(共117套)。除暫停中無法執行開機動作系統6套、已獲標準局核准系統合併預計代碼註銷2套外，其餘109套標準系統之開機檢查結果皆屬正常。	•無差異
※完成15領域標準系統維運 (查核點編號：C-14)	•系統維護 ✓高壓氣體流量系統(F05)：(1)稱重系統顯示器之電池模組電路板故障更換，經測試已恢復正常運作。(2)循環式系統之轉子流量計軸承故障維修，經加壓測試已恢復正常運作。(3)增加導壓管路自動切換功能，導壓管路可以依據開啟的噴嘴自動切換，提升操作便利性。 ✓低壓氣體流量校正系統-PVTt (F12)：500 L 轉向閥零件更換、安裝完成後氣密測試正常。 ✓流量領域液區(系統代碼：F01 ~ F04)完成電腦監控設備進行更新，經測試運作狀況良好。 ✓輻射溫度計量測系統(T01)：完成低溫黑體爐電源供	•無差異

計畫目標	實際執行情形	差異檢討
	<p>應器更換，經溫度測試(-30 °C、40 °C)，系統功能正常。</p> <p>✓ 薄膜量測系統(D22)：(1)完成 X 光管與纜線故障更新，經測試已恢復正常運作。(2)完成系統之 Z 軸馬達與機台接縫處修整，增加 Z 軸馬達與機台密合度，經過測試 Z 軸馬達運作正常。</p> <p>✓ 標準電容量測系統(E15)：完成系統校正用之精密自動電容電橋故障維修，經確認系統查核結果正常，已恢復正常運作。</p> <p>✓ 低溫絕對輻射量測系統(O07)：完成系統重新定位及管制圖重新取值繪製。</p> <p>✓ 交流電流量測系統(E11)：完成系統標準值傳遞用交流電源轉換放大器之電路控制板修復，經檢測確認各功能皆正常，可繼續執行標準值傳遞實驗。</p> <p>✓ 聲音校正器校正系統(A03)：完成系統線材與轉接器老舊更新，經測試運作狀態良好，確認系統查核結果正常。</p> <p>✓ 衝擊振動原級校正系統(V06)：完成衝擊產生源之老舊線路及導電連接桿更新，經確認系統查核結果正常。</p> <p>✓ 塊規比較校正系統(D01)：完成塊規比測儀之平行撓性鉸鍊及量測機構更新，利用標準塊規進行系統測試與機構調整，系統查核結果正常。</p> <p>✓ 質量法高壓混合氣體供應驗證系統(C08)：完成真空幫浦故障維修，經漏氣及運轉測試，系統恢復正常運作。</p> <p>• 完成系統再評估及評估報告文件更新，共15套(質量：2、溫度：4、電/磁量：3、壓力/真空：2、光量：2、微波：1)</p>	
<p>• 執行國內/外追溯</p> <p>※ 完成國內追溯450件/國外追溯18件</p> <p>(查核點編號：C-15)</p>	<p>• 完成國內追溯518件次。</p> <p>• 完成18件(組)國外追溯。</p> <p>✓ 角度塊規校正系統(D06)之自動視準儀共 1 件。</p> <p>✓ 交流電流量測系統(E11)之熱效電流轉換器 1 組及交流電流分流器 1 件。</p> <p>✓ 電感量測系統(E16)之標準電感共 3 件。</p>	<p>• 超出目標</p>

計畫目標	實際執行情形	差異檢討
	<ul style="list-style-type: none"> ✓動態膨脹法真空量測系統(L02)之離子真空計及旋轉轉子真空計共 2 件。 ✓分光輻射量測系統(O03)之偵測器響應標準件共 2 件。 ✓色度量測系統(O05)之白板標準片共 2 件。 ✓白金電阻溫度計定點量測系統(T05)之標準電阻器共 1 組。 ✓微波功率量測系統(U01)之微波功率感測器共 1 件。 ✓電磁場強度量測系統(U06)之電磁場強度計及雙脊波導天線標準件共 4 件。 	
<ul style="list-style-type: none"> •其他工作事項 	<ul style="list-style-type: none"> •支援主管機關進行計量知識授課 <ul style="list-style-type: none"> ✓陳士芳經理受邀擔任標準局舉辦之 111 年度量衡訓練課程講師，講題為「電度量測概述」與「電動車輛供電設備技術規範」。 ✓郭淑芬研究員受邀擔任標準局舉辦 111 年度量衡訓練課程講師，講題為「噪音計原理及技術規範」，介紹聲學基本概念、噪音量測原理以及噪音計檢定檢查技術規範。 ✓柯心怡資深研究員受邀至標準局主辦之 111 年度「強化外銷水產品追蹤追溯計畫」官方管制人員稽核技巧教育訓練擔任講師。 •受邀演講並推廣NML <ul style="list-style-type: none"> ✓柯心怡資深研究員受邀至社團法人中華食品安全協會承辦「111 年度外銷水產品業者專業教育訓練」擔任講師，共 3 場次。 ✓林芳新博士受邀至輔仁大學化學系舉辦之「台灣質譜學會秋季專題研討會」進行演講，講題為「單一粒子感應耦合電漿質譜儀於奈米粒子檢測之應用」，會中介紹單一粒子感應耦合電漿質譜儀的原理、NML 之技術發展現況，推廣 NML 奈米粒子量測標準。 ✓張敬萱博士受邀至成功大學材料系之必修課「材料專題」進行演講，講題為「帶著奈米量測技術的研究之旅」，內容包含材料表面的多重性質即時顯微技術的培養、表面力學量測分析於生物材料介面的 	<ul style="list-style-type: none"> •無差異

計畫目標	實際執行情形	差異檢討
	<p>應用、奈米粒子量測分析技術開發與應用，以及奈米技術量測標準的落實。</p> <p>✓9月29日蘇于倫博士受邀參加第22屆全國自動光學檢測設備(AOD)論壇並作專題演講，講題為「天線的發展與量測及其相關應用」，主要介紹天線相關的量測技術，包含遠場量測與近場量測等方法，並說明5G毫米波量測所面臨的挑戰其應用情境。另外，亦藉此推廣NML微波系統之校正服務能量。</p> <p>✓11月18日郭俊廷博士受邀參加第2022台灣質譜學會秋季專題研討會並進行作專題演講，講題為「以多接收器感應耦合電漿質譜儀測定亞佛加厥常數」，介紹NML實現莫耳新定義等技術，並藉此推廣NML同位素比例量測系統之校正服務能量。</p>	

★工業計量技術發展分項：

計畫目標	實際執行情形	差異檢討																												
<p>A. 奈米粒子分析暨標準技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 低濃度奈米粒子量測技術 ※完成無機陽離子量測技術，金屬元素偵測極限：$< 10 \text{ ng/kg}$ (查核點編號：A-1) 奈米粒子無機陽離子成分分析技術 ※完成奈米粒子無機陽離子成分分析技術：粒徑範圍：$(10 \sim 100) \text{ nm}$，相對標準不確定度：$< 15 \%$ (查核點編號：A-2) 	<ul style="list-style-type: none"> 以金、鎂、鐵金屬離子進行單一粒子感應耦合電漿質譜儀(spICP-MS)調機參數優化，儀器感度分別為金離子 $264.92 \text{ cps}/(\text{ng/kg})$及鐵離子 $339.16 \text{ cps}/(\text{ng/kg})$ ($>$目標值 $200 \text{ cps}/(\text{ng/kg})$)，鎂離子儀器感度為 $1087.66 \text{ cps}/(\text{ng/kg})$ ($>$目標值 $800 \text{ cps}/(\text{ng/kg})$)。 以金、鎂、鐵金屬離子進行spICP-MS背景值評估，背景值分別為金離子 0.48 ng/kg、鎂離子 0.26 ng/kg 及鐵離子為 0.61 ng/kg ($<$目標值 1 ng/kg)。 建立金、鎂、鐵離子spICP-MS濃度檢量線，濃度範圍為$(10 \sim 50) \text{ ng/kg}$，偵測極限分別為金：$0.23 \text{ ng/kg}$、鎂：$0.05 \text{ ng/kg}$ 及鐵：0.12 ng/kg，符合目標$< 10 \text{ ng/kg}$。 為降低奈米粒子樣品中分散劑對粒徑量測造成的影響，使用離心法沉降奈米粒子，並以超純水更換含有分散劑的原溶液。金奈米標準粒徑粒子(粒徑：$10/60/100 \text{ nm}$)之離心參數評估及優化如下表；使用微分電移動度分析儀(DMA)與穿透式電子顯微鏡(TEM)的粒徑量測結果 $En < 1$。 <table border="1" data-bbox="639 1335 1102 1520"> <tr> <td>粒徑(nm)</td> <td>10</td> <td>60</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>離心力(rcf)</td> <td>20800</td> <td>4.5</td> <td>5.8</td> </tr> <tr> <td>時間(min)</td> <td>60</td> <td>15</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>En 值</td> <td>0.66</td> <td>0.82</td> <td>0.50</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> 完成霧化器-DMA-凝結粒子計數器(CPC)系統建置，並以氫氣代替壓縮空氣，作為DMA之鞘流(sheath flow)；於氫氣環境下，分別使用DMA-CPC及DMA-spICP-MS進行10 nm、60 nm及100 nm金奈米粒子的粒徑量測，結果如下表。 <table border="1" data-bbox="582 1803 1158 2022"> <tr> <td>粒徑值(nm)</td> <td>DMA-spICP-MS量測結果</td> <td>DMA-CPC量測結果</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>13.2</td> <td>13.2</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>66</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>121</td> <td>119</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> 使用DMA-spICP-MS進行10 nm、60 nm及100 nm金 	粒徑(nm)	10	60	100	離心力(rcf)	20800	4.5	5.8	時間(min)	60	15	10	$ En $ 值	0.66	0.82	0.50	粒徑值(nm)	DMA-spICP-MS量測結果	DMA-CPC量測結果	10	13.2	13.2	60	66	65	100	121	119	<ul style="list-style-type: none"> 無差異 無差異
粒徑(nm)	10	60	100																											
離心力(rcf)	20800	4.5	5.8																											
時間(min)	60	15	10																											
$ En $ 值	0.66	0.82	0.50																											
粒徑值(nm)	DMA-spICP-MS量測結果	DMA-CPC量測結果																												
10	13.2	13.2																												
60	66	65																												
100	121	119																												

計畫目標	實際執行情形	差異檢討
	<p>奈米粒子重複性量測，所得粒徑平均值分別為 11.6 nm、58.5 nm、106.8 nm，標準差分別為 0.1 nm、0.51 nm、0.05 nm。</p> <ul style="list-style-type: none"> 完成 DMA-spICP-MS 粒徑量測方程式建立，並計算 10 nm、60 nm 及 100 nm 金奈米粒子之粒徑組合相對標準不確定度，結果分別為 4.89 %、4.81 % 與 4.21 %，達到相對標準不確定度 < 15 % 之目標。 	
<p>B.先進製程關鍵尺寸量測技術</p> <ul style="list-style-type: none"> RSAXS 線寬模擬驗證 ※完成N2 製程節點線寬RSAXS訊號模擬，驗證線寬解析度≤ 0.1 nm (查核點編號：B-1) 	<ul style="list-style-type: none"> 完成線寬標準片製作，規格為線寬 35 nm 及線距 70 nm，圖案大小為 1.2 mm × 0.5 mm。 完成線寬量測公式模擬推導，及 20 nm、35 nm、50 nm 線寬反射訊號模擬。 利用軟體模擬線寬 20 nm、35 nm、50 nm 之反射訊號並轉換成光強度與角度作圖，擬合厚度與密度，計算線寬分別為值 20.00 nm、35.00 nm、50.00 nm。 改變線寬值(0.1 nm 差異)進行線寬 20 nm 與 20.1 nm 模擬，設定膜厚為 50 nm 之 Si 線距，擷取 1 度至 6 度之反射訊號，積分後進行 X 光反射訊號擬合，分別求出平均線寬為 20.00 nm 與 20.10 nm，經擬合 10 次之結果，完成線寬解析度驗證，解析度 < 0.1 nm。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異
<ul style="list-style-type: none"> RSAXS 線寬量測技術 ※完成 RSAXS 量測 N2 製程節點線寬樣品，$20 \text{ nm} \leq \text{線寬} \leq 50 \text{ nm}$，重複性$\leq 0.1 \text{ nm}$ (查核點編號：B-2) 	<ul style="list-style-type: none"> 完成對位程序(SOP)，以線寬標準片(線寬為 35 nm/圖案大小為 1.2 mm×0.5 mm)對位，確認 X 光不超過線寬圖案以完成樣品對位。 完成線寬(35 nm)尺寸樣品量測，量測值為 33.74 nm，標準差為 0.08 nm，符合目標值重複性$\leq 0.1 \text{ nm}$。量測結果與 SEM 結果作比較，落於 2 倍 SEM 標準差之內 (34.52 ± 1.98) nm。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異

◎各子項計畫重要技術建立時程圖，請見附件二。

★法定計量技術發展分項：

計畫目標	實際執行情形	差異檢討
<p>A. 電子式電度表型式認證技術規範草案研究</p> <ul style="list-style-type: none"> • 電子式電度表型式認證技術規範草案 ※完成電子式電度表型式認證技術規範草案公聽會一場(查核點編號：A-1) 	<ul style="list-style-type: none"> • 參考 IEC 62053 系列最新標準之條件限制，將乏時計 2 級以上之相關條件限制內容，納入目前擬定之電子式電度表型式認證技術規範草案中，共完成 9 個項目之調和。完成草案初稿及技術規範逐條說明，作為辦理電子式電度表型式認證之專家公聽會之會議資料。 • 於 6 月 30 日辦理電子式電度表型式認證之專家公聽會，邀請標準局及台電電表相關單位之技術專家(包括標準檢驗局四組、台灣綜合研究所電表組、台灣電力公司配電處檢驗計量組及配電處智慧電表組、材料處)，探討內容如下： <ul style="list-style-type: none"> ✓型式認證草案與台電現行之定型試驗的差異。 ✓型式認證實施後對台電之衝擊及型式認證草案內容之合宜性。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無差異
<ul style="list-style-type: none"> ※電子式電度表型式認證技術規範草案(查核點編號：A-2) 	<ul style="list-style-type: none"> • 依據 6 月 30 日辦理之電子式電度表型式認證專家公聽會建議，蒐集美國國家標準協會 (American National Standards Institute, ANSI) 系列規範，並針對「電流特性」之相關規定進行研讀，並將乏時計之「電流特性」內容，納入電度表型式認證技術規範草案。 • 針對「電子式電度表型式認證技術規範草案」之「電流特性」，新增 0.5 級乏時計之技術規範逐條說明。 • 以 CNS 14607「電子式電度表標準」為基礎，並參考 OIML R46、IEC 62053 系列標準及 ANSI 相關標準之電度表型式認證技術規範草案調和，完成「電子式電度表型式認證技術規範草案」。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無差異
<p>B. 柴油車添加尿素水設施</p> <ul style="list-style-type: none"> • 盤點柴油車添加尿素水設施檢查技術能量 ※完成柴油車添加尿素水設施檢查技術能量盤點報告一份(查核點編號：B-1) 	<ul style="list-style-type: none"> • 拜訪國內市占率前二大之車用尿素水供應商諾瓦材料科技(股)公司和貝民(股)公司，蒐集車用尿素水加注機規格並了解現場加注機檢查方式。剛出廠加注機由供應商使用 10 L 標準量桶進行校正、計算得修正係數並輸入至加注機內，使用期間再由供應商或加油站方使用 10 L 標準量桶進行檢查。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無差異

計畫目標	實際執行情形	差異檢討
	<ul style="list-style-type: none"> 完成「柴油車添加尿素水設施檢定檢查技術能量盤點報告」一份。 	
<ul style="list-style-type: none"> 柴油車添加尿素水設施檢查技術規範草案 ※柴油車添加尿素水設施檢查技術規範草案專家座談會一場(查核點編號：B-2) 	<ul style="list-style-type: none"> 於 7 月 15 日辦理專家座談會，參與單位計標準局四組、工研院量測中心、諾瓦、貝民及統一石化，座談會上探討構造部分、公差、封印方式等內容，提出相關意見討論，其餘擬定之檢定檢查項目與內容皆可接受與認同。 針對廠商擔心檢定後，修機至復機重新檢定時間過長，影響營收，未來可能採取的方式為加注機內增設兩組流量計。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異
<ul style="list-style-type: none"> ※完成柴油車添加尿素水設施檢查技術規範草案(查核點編號：B-3) 	<ul style="list-style-type: none"> 與四家國內加油站尿素加注機廠商(諾瓦、貝民、昶昕、統一石化)討論規範初版草案內容，根據廠商回饋及相關資料收集，目前草案內容主要有下列議題：(1)加注機檢定後封印管理方式；(2)加注機最大操作流量標示和檢定、檢查時流量範圍；(3)加注機器號、型號標示。 增加 2.2 節加注機應於明顯之處標示最大流量。 考量檢定過程，若量測時間過短，會造成量測偏差；故規劃檢定過程中，流量除了為加注機最大流量 60 % 以上外，依照目前測試結果，流量上限將訂定為 20 L/min。 考量電子封印方式密碼管理不易，擬採用檢定後以標籤貼附於加注機之封印方式，標籤上註明加注機流量計係數，消費者可確認標籤和電子面板上顯示之流量計係數為一致。 依據標準局檢查技術規範格式，完成「柴油車添加尿素水設施檢定檢查技術規範草案」。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異
<p>C. 直流電度表檢定檢查技術規範草案研究</p> <ul style="list-style-type: none"> 盤點國內檢測單位直流電度表檢定檢查技術能力 	<ul style="list-style-type: none"> 拜訪廠商包含：台灣大電力研究試驗中心、台電綜合研究所、台灣商品檢測驗證中心及聯發電氣研究發展教育基金會，完成直流電度表能量盤點調查及國內電表檢測單位意見彙整。 	<ul style="list-style-type: none"> 無差異

計畫目標	實際執行情形	差異檢討																						
※完成直流電度表檢定檢查技術能量盤點報告(查核點編號：C-1)	•完成「國內直流電度表檢定檢查能量盤點報告」一份。																							
•研擬直流電度表檢定檢查技術規範草案 ※直流電度表檢定檢查技術規範草案專家座談會一場(查核點編號：C-2)	•於7月27日辦理專家座談會，參與單位：標準局四組、台灣商品檢驗驗證中心、台灣大電力研究試驗中心、聯發電氣研究發展教育基金會等共12個單位。與會者對檢定檢查技術規範草案內容之構造、絕緣、檢定檢查設備規格、分流器規範及合格號碼牌型式等提出相關意見討論，其餘擬定之檢定檢查項目與內容皆可接受與認同。	•無差異																						
※完成直流電度表檢定檢查技術規範草案(查核點編號：C-3)	•研讀電度表檢定檢查技術規範(CNMV 46)第6章，針對電度表五項檢定項目(構造、絕緣、潛動、始動、準確度)與條件作評估，以利與直流電度表相關國際標準，如IEC 62053-41作調和。 •依7月27日專家座談會中討論結果，對直流電度表檢定檢查技術規範草案初稿之部分內容進行補充調整。 ✓4.4節：標準高壓探棒/分壓器：1 kV至5 kV，準確度±0.1%以內。 ✓5.1 & 5.2節：變比器及分流器之檢定、檢查公差規定如下表 <table border="1" data-bbox="549 1285 1252 1453"> <thead> <tr> <th rowspan="2">種類</th> <th colspan="2">電流感測器</th> <th rowspan="2">高壓探棒/分壓器 90%至110% 額定一次電壓</th> <th colspan="4">分流器 100%額定電流 (量測時間5分鐘)</th> </tr> <tr> <th>100% 額定一次電流</th> <th>10% 額定一次電流</th> <th>0.1 級</th> <th>0.2 級</th> <th>0.5 級</th> <th>1.0 級</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>公差(%)</td> <td>0.3</td> <td>0.6</td> <td>0.3</td> <td>0.1</td> <td>0.2</td> <td>0.5</td> <td>1.0</td> </tr> </tbody> </table> •依專家座談會建議，完成「直流電度表檢定檢查技術規範草案」。	種類	電流感測器		高壓探棒/分壓器 90%至110% 額定一次電壓	分流器 100%額定電流 (量測時間5分鐘)				100% 額定一次電流	10% 額定一次電流	0.1 級	0.2 級	0.5 級	1.0 級	公差(%)	0.3	0.6	0.3	0.1	0.2	0.5	1.0	•無差異
種類	電流感測器		高壓探棒/分壓器 90%至110% 額定一次電壓	分流器 100%額定電流 (量測時間5分鐘)																				
	100% 額定一次電流	10% 額定一次電流		0.1 級	0.2 級	0.5 級	1.0 級																	
公差(%)	0.3	0.6	0.3	0.1	0.2	0.5	1.0																	
•國家直流電力標準追溯方法先期研究 ※國家直流電力標準追溯方法先期研究(查核點編號：C-4)	•蒐集及研究韓國、德國、日本、中國大陸等國家之直流電力計量系統建置資訊，上述國家皆已制定直流電度表相關規範，並建立直流電力標準系統來確保直流電度表量測的一致性和準確性，各國之最大直流電力校正能量為：韓國 500 kW、德國 450 kW、日本 500 kW、中國大陸 400 kW。 •因應未來國內直流電力標準系統之建立，提出直流電力標準系統架構設計方案並完成直流電力標準追溯方法之先期研究報告，作為未來建置參考。	•無差異																						

計畫目標	實際執行情形	差異檢討
D. 支援主管機關法定相關業務 • 後市場監督 ※ 辦理後市場監督之網站資料蒐集委託作業	• 配合主管機關業務，2月21日辦理後市場監督之「網路商品及度量衡器資料蒐集與分析」勞務委託案，由潤利艾克曼公司得標，每月將提供2次資料蒐集與分析結果。 • 由潤利艾克曼公司針對蝦皮、露天、奇摩拍賣、Pchome 商店街、Pchome 線上購物、樂天等網路平台，進行電子秤、電度表、水量計、兒童玩具類等等網路商品資訊蒐集，3月11日至12月15日提供資料蒐集與分析結果，計150多萬筆資訊。	• 無差異

★國家計量基磐精進分項：

計畫目標	實際執行情形	差異檢討
系統設備汰換		
A. E07 比壓器量測系統 ※ 完成比壓器量測系統(E07)設備採購、驗收(查核點編號：A-1,A-2)	• 完成採購作業，於3月22日訂購。 • 設備完成組裝，並於12月13日完成驗收。	• 因俄烏戰爭原料短缺及國際船運塞港，設備於11月11日到貨，12月13日完成驗收
B. F05 高壓氣體流量系統 ※ 完成高壓氣體流量系統(F05)設備採購、驗收(查核點編號：B-1,B-2)	• 完成採購作業，於2月15日訂購。 • 設備完成組裝，並於11月9日完成驗收。	• 無差異
系統能力精進與擴建		
A. 奈米粒子功能性量測系統(D27)	• 完成動態流速模組天平數據擷取軟體開發並進行動態流速模組天平軟體驗證，器示值與數據擷取值相同。 • 完成箱體組裝與液體管路連接組裝，流路系統可正常運作。	• 無差異

計畫目標	實際執行情形	差異檢討
※完成動態流速模組設計與組裝架設(查核點編號：C-1)		
※完成單一粒子感應耦合電漿質譜量測系統於(15 ~ 100) nm 金奈米粒子顆粒濃度量測(查核點編號：C-2)	<ul style="list-style-type: none"> • 完成(15、30、100) nm 金奈米顆粒尺寸與水溶液背景分離實驗及金奈米顆粒稀釋流程與秤重不確定度評估，稀釋比例 50 倍 ~ 200 倍，相對標準不確定度為 0.01 % ~ 0.04 %。 • 完成動態流速模組傳輸效率穩定性評估，並以 30 nm 金奈米顆粒，使用動態流速模組傳輸模組，進行霧化腔體傳輸效率方法間比對，傳輸效率方法間比對之 En 值為 0.81 ($En < 1$)，表示傳輸效率與驗證方法具有一致性。 • 使用 NPL 生產之 30 nm 顆粒濃度標準品進行金奈米顆粒濃度量測，其評估結果之 En 值為 0.46 ($En < 1$)，表示顆粒濃度量測結果符合預期。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無差異
※完成顆粒濃度不確定度評估：量測範圍：粒徑：(15 ~ 100) nm、顆粒濃度： $(5 \times 10^3 \sim 10^5) \text{ g}^{-1}$ ；量測不確定度：20 % (查核點編號：C-3)	<ul style="list-style-type: none"> • 完成顆粒濃度不確定度評估，使用 15 nm、30 nm 與 100 nm 金奈米顆粒進行顆粒濃度量測不確定度評估，15 nm 至 100 nm 之量測不確定度，其值由 9.4 % 至 11 %，皆小於 20 %，符合目標。彙整相關數據資料，完成校正程序書與不確定度評估文件撰寫。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無差異
B. 力量比較校正系統(N03) ※完成校正程序設計(查核點編號：D-1)	<ul style="list-style-type: none"> • 完成力量傳感器工作件與標準件力量傳遞，並修正因結構導致力量偏差值。 • 完成(100 ~ 2000) kN 力量重複性測試及分析數據處理。 • 完成力量比較校正系統操控程式。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無差異
※油壓控制系統能力評估，評估範圍：100 kN及2000 kN (查核點編號：D-2)	<ul style="list-style-type: none"> • 完成工作標準件再現性、重複性、零點誤差及潛變誤差實驗與數據結果計算。 • 完成油壓控制系統能力評估，評估範圍 100 kN 及 2000 kN 之工作標準件，相對標準不確定度評估結果為 0.0066 % ~ 0.2679 %。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無差異

計畫目標	實際執行情形	差異檢討
※完成系統不確定度評估：量測範圍：(100 ~ 2000) kN，不確定度： 5×10^{-4} (查核點編號：D-3)	<ul style="list-style-type: none"> • 完成量測範圍(100 ~ 2000) kN 之不確定度評估，全幅點(標準值 2000 kN)之量測不確定度為本系統之量測能力，不確定度評估結果為 3.0×10^{-4}，符合目標。 • 完成校正程序書與不確定度評估文件撰寫。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無差異
C.微波散射參數及阻抗量測系統(U02)		
※完成系統穩定性評估，評估範圍：10 MHz ~ 110 GHz (查核點編號：E-2)	<ul style="list-style-type: none"> • 以 TOSM 方式對同軸元件(10 MHz ~ 50 GHz)與波導元件(50 GHz ~ 110 GHz)進行光學對位治具微調與流程優化。測試結果使用光學對位機構可減少校正流程同軸纜線晃動，改善高頻的穩定性，降低量測不確定度。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無差異
※完成反射係數不確定度評估 量測範圍：10 MHz ~ 110 GHz，量測不確定度：0.08 完成透射係數不確定度評估： 量測範圍：10 MHz ~ 110 GHz，量測不確定度：0.95 dB (查核點編號：E-3)	<ul style="list-style-type: none"> • 完成同軸元件(10 MHz ~ 50 GHz)不確定度評估： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 反射係數：0 ~ 1 (linear)量測不確定度≤ 0.033，符合目標(< 0.08)。 ✓ 透射係數：(-60 ~ 0) dB 量測不確定度≤ 0.57 dB，符合目標(< 0.95 dB)。 • 完成波導元件(50 GHz ~ 110 GHz)不確定度評估： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 反射係數：0 ~ 1 (linear)量測不確定度≤ 0.045，符合目標(< 0.08)。 ✓ 透射係數：(-60 ~ 0) dB 量測不確定度≤ 0.22 dB，符合目標(< 0.95 dB)。 • 彙整相關數據資料，完成校正程序書與不確定度評估文件撰寫。 	<ul style="list-style-type: none"> • 無差異

五、計畫執行情形說明

(一)、標準維持與國際等同分項

本分項基於維持及傳遞國家最高量測標準之任務，111 年度重點目標如下：

工作項目	說明	產出指標
1.確保國家量測標準之國際等同，深化國際鏈結		
(1)維持國際互惠相互認可(CIPM MRA)		
A.主辦及參加國際比對	<ul style="list-style-type: none"> 參加國際比對，作為 NML 登錄 KCDB 資料庫之技術佐證資料，以確保國家標準與國際標準之等同性；主辦亞太地區國際比對，擔任關鍵比對參考值(KCRV)連結實驗室，協助參與之亞太各國家實驗室確認量測能力之一致性 	<ul style="list-style-type: none"> 完成國際比對 4 項
B.同儕評鑑	<ul style="list-style-type: none"> 執行 CIPM MRA 要求之品質(ISO/IEC 17025 標準)及技術能力同儕評鑑(Peer Review)等相關活動，透過 TAF 第三者認證方式辦理 	<ul style="list-style-type: none"> 完成溫度/濕度(N0881)、流量/力量/質量/壓力/真空(N0882)、化學(N2346)計 8 個領域之第三者認證監督評鑑
(2).擴大參與國際計量組織事務		
A.擔任國際計量事務	<ul style="list-style-type: none"> 協助國際計量事務之推動 	<ul style="list-style-type: none"> 擔任亞太計量組織(APMP)執行委員會委員及醫學計量焦點工作組共同主席
B.參與國際活動	<ul style="list-style-type: none"> 建立國際關係，掌握計量技術最新發展趨勢 	<ul style="list-style-type: none"> 持續以觀察員身分參與國際最高計量組織國際度量衡委員會(CIPM)之 CCPR(光輻射)、CCL(長度)、CCAUV(聲量/振動/超音波)及 CCM(質量)等諮詢委員會之會議及技術交流 參與國際度量衡局(BIPM)、國際度量衡委員會(CIPM)、亞太計量組織(APMP)等國際組織活動，如 BIPM 國家計量機構負責人會議(NMI Directors' Meeting)、CIPM 諮詢委員會(CC)會議及工作小組

工作項目	說明	產出指標
		(WG)會議、APMP 會員大會(GA)及技術委員會(TC)等，維繫合作與交流關係
2.提升量測與服務品質，擴大產業服務		
(1)校正服務	提供國內產官學研所需之校正服務	校正件之收發、審核處理及提供校正服務 4275 件次
(2)計量資訊服務與技術推廣		
A.計量技術人員訓練	<ul style="list-style-type: none"> 配合產業及二級檢校實驗室需求，辦理技術訓練課程及推廣活動，培育國內計量人才 	<ul style="list-style-type: none"> 完成量測技術(含量測品保)研討會共 8 場，及計量知識擴散推廣說明會或座談會等相關活動共 2 場次
B.計量技術資訊服務	<ul style="list-style-type: none"> 推廣傳播計量標準技術和資訊，維護國家度量衡標準實驗室網站、構建與業界良好合作關係，推廣實驗室之量測標準與技術 	<ul style="list-style-type: none"> 完成 6 期量測資訊出刊 完成計量技術訊息發布 10 則 更新及維護國家度量衡標準實驗室網站資料，配合行政院資安管理法，完成年度資訊安全弱點掃描 發佈 520 計量日活動，與國際同步進行計量知識擴散之文宣及網頁更新等推廣工作 配合標準局之政策協助辦理相關活動
(3).多元化及數位化服務模式		
A.校正服務預約電子化	<ul style="list-style-type: none"> 電子化(網路線上預約)先期規劃與評估 	<ul style="list-style-type: none"> 完成校正服務預約電子化先期規劃與評估。將於 112 年導入線上預約服務試用
B.量測資訊發行電子化	<ul style="list-style-type: none"> 電子化(網路版)先期規劃與評估 	<ul style="list-style-type: none"> 完成量測資訊發行電子化先期規劃與評估，並於 112 年以電子版發行
(4).計量技術應用服務	<ul style="list-style-type: none"> 提供計量技術與專利運用，提供廠商量測技術解決方案 	<ul style="list-style-type: none"> 提供計量技術應用服務 8 案次
3.校正系統維持與運作，確保國家最高標準之品質		
(1).系統維持與運作	<ul style="list-style-type: none"> 完成 15 領域量測系統標準件追溯、定期查核等品質管制及系統再評估工作，確保系統之正常運作 	<ul style="list-style-type: none"> 完成標準件追溯、系統查核，以及計 10 套系統再評估

工作項目	說明	產出指標
	<ul style="list-style-type: none"> 維護國家度量衡標準實驗室硬體環境(水源、電力、電話、溫濕度空調、照明、消防系統及保險、清潔等)品質，減少設施之故障率，以維持實驗室之正常運作 	<ul style="list-style-type: none"> 完成高低壓電器設備、空壓系統、空調設備每半年定檢與保養；消防系統、冰水主機年度檢查與保修等實驗室環境與安全維護活動 不定期配合實驗室環境故障排除
(2).品質管理	<ul style="list-style-type: none"> 維持實驗室品保制度運作，以符合 ISO/IEC 17025 之標準規範，確保 NML 的服務品質 	<ul style="list-style-type: none"> 執行 NML 品質管理系統，辦理內部稽核與管理審查會議，各 1 場次
	<ul style="list-style-type: none"> 維持品質運作之審核業務，推展量測不確定度評估技術，進行校正、測試、維修作業辦法評估並視狀況作必要性修訂。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成校正程序(ICT)、量測系統不確定度評估報告(MSVP)與技術報告審查與修訂 39 篇、校正報告審核逾 4275 份
	<ul style="list-style-type: none"> 校正收發業務管理與顧客滿意度調查，彙整各領域校正服務情形及客戶意見，持續改善服務品質 	<ul style="list-style-type: none"> 維護 NML 校正資訊管理系統(LIMS 2.0)、網頁維護、強化功能、監控校正進度並提供校正量統計，以加強管理效能 完成顧客滿意度調查及分析 1 份

★執行成果說明：

1. 國際等同- 確保國家量測標準之國際等同，深化國際鏈結

國際度量衡委員(Comité international des poids et mesures, CIPM)由米制公約授權擬定，於1999年通過的相互認可協議(簡稱：CIPM MRA)，由會員國的國家計量標準機構或實驗室負責人代表簽署。在CIPM MRA的架構下(如圖2-1)相互認可有關的活動，建立各NMI國家量測標準的等同性，並藉由校正測試報告的相互承認，進而對各國政府以及其他團體，在國際貿易、商務和一般事務的合約上，提供一個安全的技術基礎。亦連結國際標準組織(ISO)、世界貿易組織貿易障礙技術委員會(WTO Committee on Technical Barriers to Trade, WTO-TBT)、國際法定計量組織(OIML)、國際實驗室認證聯盟(ILAC)、國際照明委員會(CIE)及國際氣象組織(WMO)等國際組織，藉由計量技術協助全球經濟與環境保護之發展。

CIPM MRA 在國際度量衡局 (BIPM) 的主導下，由 CIPM 的 10 個諮詢委員會 (Consultative Committees, CCs) 負責，並由各區域計量組織 (Regional Metrology Organizations, RMOs) 展開/協調相關活動。活動結果和相關數據資料透過國際度量衡局關鍵比對資料庫 (Key Comparison Database, KCDB) 的網頁完成登錄與公告，包括關鍵比對與輔助比對 (Key Comparison & Supplementary Comparison, KC&SC)、品質系統及各 NMI 的校正與量測能力 (CMC)。

關鍵比對係由 CIPM 各諮詢委員會針對該領域所涵蓋之技術與方法所選擇的比對項目，包含 SI 基本單位及導出單位，以及針對不同型式的標準件之比對。因關鍵比對未涵蓋 NMI 所有的校正項目，因此輔助比對乃當需要關鍵比對以外的比對項目時所舉辦之比對，尤其當關鍵比對不足以作為 CMC 之審查證明時。

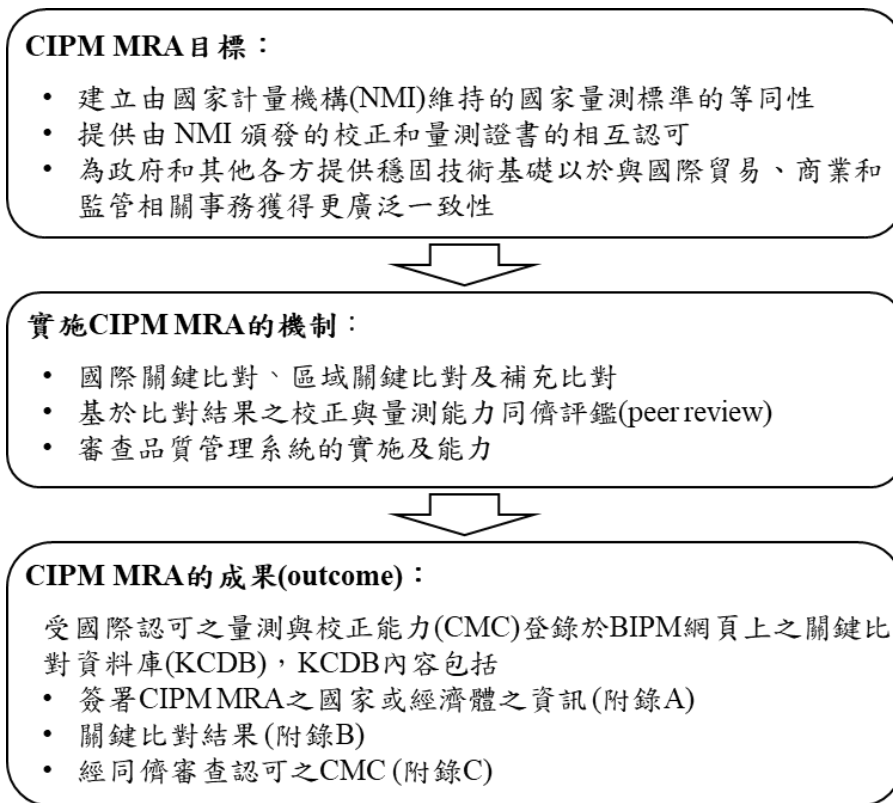


圖 2-1、全球相互認可協議(CIPM MRA)之目標、實施機制與成果

為持續維持我國相互認可協議(CIPM MRA)效力，年度重點工作包括參與國際比對、執行第三者認證、維持BIPM校正與量測能力(CMC)資料庫登錄、支援國際相互認可技術活動及參與國際重要會議/活動，執行成果說明如下：

(1). 完成 7 項國際比對參與

在CIPM-MRA架構下，NML自1996年起累計參與119項國際比對，已完成85項，34項持續進行中，如表2-1。

表 2-1、NML 參與國際比對統計資料

領域	完成/發表項目	進行中項目
聲量、超音波、振動 Acoustics, Ultrasound, Vibration (AUV)	6	3
電/磁 Electricity and Magnetism (EM)	14	2
長度 Length (L)	19	6
質量及相關量 Mass and related quantities (M)	21	10
光度和光輻射量 Photometry and Radiometry (PR)	7	4
物量 Amount of Substance (QM)	10	1
溫度 Thermometry (T)	8	8
合計	85	34

國際比對流程依序為(1)各區域組織技術委員會或諮詢委員會發起比對，先詢問欲參與之國家及數目，再決定主辦國(pilot)，由其擬定比對規劃書(protocol)；(2)依protocol內之比對時程及傳遞國家排序，進行比對件傳遞及量測；(3)各參與國將完成比對之結果及數據分析，送給主辦國進行比對資料之彙整分析；(4)比對報告依程序分為draft A、draft B及final report，draft B完成後送區域組織技術委員會同意後為final report，最後final report登錄於BIPM KCDB資料庫。

年度比對成果認列原則分為兩種方式，第1種方式是當NML以參與國身分參加時，以完成上述比對流程之(2)比對件量測或(4) final report登錄於BIPM KCDB資料庫，認列為年度成果；第2種方式是當NML以主辦國身分參加時，則以完成上述比對流程之(2)比對件傳遞及量測、(3)各參與國將完成比對之結果及數據分析及(4)各階段比對報告彙整與送審、登錄於BIPM KCDB資料庫，認列為年度成果。

依上列年度成果認列原則，NML共完成7項國際比對活動參與(如表2-2)，其中2項為NML主辦、2項正式登錄BIPM KCDB資料庫及3項完成比對量測工作。

表 2-2、111 年度 NML 國際比對情形

比對項目	系統代碼	傳遞標準件 (Transfer Std.)	比對形式 舉辦組織及比對編號	比對進度說明
水流量	F01	科氏力式流量計/ 渦輪式流量計	Key Comparison CCM.FF-K1.2015	比對結果已登錄於BIPM網站， 並發表於 Metrologia 2022 59 Tech. Suppl. 07013。
常壓氣體 流量	F06	層流流量計	Key Comparison CCM.FF-K6.2017 (臺灣主辦)	比對結果已登錄於BIPM網站， 並發表於 Metrologia 2022 59 Tech. Suppl. 07012。
直徑	D03	標準球/環規/塞規	Key Comparison APMP.L-K4.n01 (臺灣主辦)	NML 於1月完成比對件首次校 正量測及10月中間檢查。共11 國家實驗室參加，目前6國家實 驗室(澳洲NMIA、印度CSIR- NPL、韓國 KRISS、泰國 NIMT、香港 SCL及印尼SNSU- BSN)完成比對量測。比對件傳 遞中，由馬來西亞NMIM進行量 測。
小水流量	F02	科式力流量計	Key Comparison APMP.M.FF-K1.2022 (臺灣主辦)	NML於7月完成比對件首次校正 量測。共7國家實驗室參加，目 前2國家實驗室(韓國KRISS、馬 來西亞NMIM)完成比對量測。 比對件傳遞中，由泰國NMIT進 行量測。
角度	D06	光學多面體	Key Comparison EURAMET.L-K3.n01	NML已於3月完成量測比對，並 傳遞比對件至馬來西亞NMIM。
甲醛	C11	甲醛氣體鋼瓶	Key Comparison APMP.QM-K90	NML已於4月完成量測比對，並 傳遞比對件至日本NMIJ。
油流量	F03	油流量計	Key Comparison APMP.M.FF-K2.2021	NML已於8月完成量測工作，並 傳遞比對件至日本NMIJ。

註：Key Comparison(關鍵比對)

BIPM比對結果登錄成果說明如下：

A. 水流量CCM.FF-K1.2015國際比對

CCM.FF-K1.2015為CIPM質量諮詢委員會舉辦之關鍵比對，由德國聯邦物理技術研究院(PTB)擔任主辦，比對流量範圍為30 m³/h至200 m³/h，傳遞標準件為渦輪式流量計和科氏力式流量計各一只，流量計接頭標稱口徑為100 mm。參加國家包括德國(PTB)、美國(NIST)、臺灣(CMS/ITRI)、日本(NMIJ/AIIST)、韓國(KRISS)、中國大陸(NIM)、荷蘭(VSL)、瑞典(RISE)、土耳其(UME)及墨西哥(CENAM)。比對結果顯示NML足以提供具國際等同性之水流量標準，作為我國的水流量追溯源頭，提供產業相關流量校正服務。

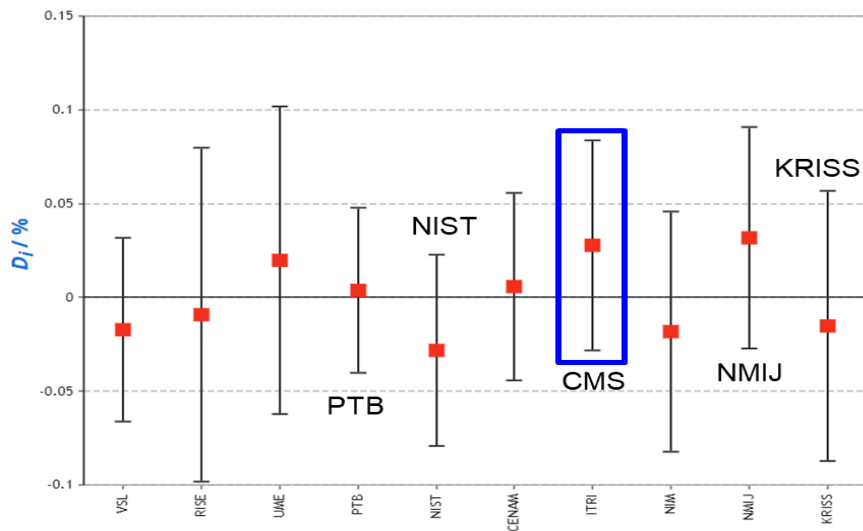


圖 2-2、CCM.FF-K1.2015 比對結果-科氏力流量計(30 t/h)

B. 常壓氣體流量CCM.FF-K6.2017國際比對

CCM.FF-K6.2017為CIPM質量諮詢委員會舉辦之關鍵比對，由臺灣NML擔任主辦，為第1次由非米制公約會員國(我國為仲會員(associate member))主導之CIPM比對。參加國家包括臺灣(CMS/ITRI)、美國(NIST)、德國(PTB)、日本(NMIJ/AIIST)、法國(LNE)、義大利(INRIM)、瑞士(METAS)、捷克(CMI)、韓國(KRISS)、澳洲(NMIA)。比對流率範圍由10 L/min至2 mL/min，比對介質為純度達99.995之氮氣，採用層流元件加上自動流量控制元件組成的4套比對用傳遞件，比對過程中傳遞標準件的再現性實驗顯示數據差異不大於0.06%，優於以往的歷次比對。本次比對也與美國國家標準及技術研究院(NIST)及德國聯邦物理技術研究院(PTB)進行夥伴合作研究，引入對於傳遞標準件特性漂移或然率的評估方式及採用機率密度函數概念來輔助確認各參與實驗室的能力試驗評估指標(|En|值)，來加強重要關鍵比對結果的有效性及正確性確認。比對結果顯示NML足以提供具國際等同性之常壓氣體流量標準，作為我國的氣體流量追溯源頭，提供產業相關流量校正服務。

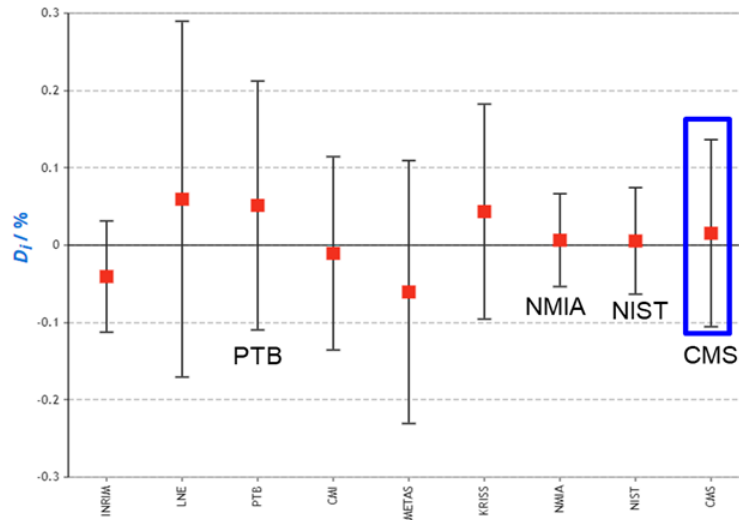


圖 2-3、CCM.FF-K6.2017 比對結果-10 mL/min

(2). 執行第三者認證

NML除了量測技術與國際計量機構並駕齊驅，管理系統也須與國際接軌，向亞太計量組織(APMP)證明我國實驗室自主管理之能力，以確保我國的校正及量測能力(CMC)能持續登錄在國際比對資料庫(KCDB)上。一方面考量強化國際交流，一方面考量支持國內認證制度，故我國選擇以ISO/IEC 17025為評鑑基準，透過同儕評鑑(Peer Review)來證明我國實驗室自主管理之能力。自89年度開始向全國認證基金會(Taiwan Accreditation Foundation, TAF)申請第三者認證，每3年藉由第三者的客觀角度來證明NML的管理系統運作是符合世界標準(ISO/IEC 17025)。在歷次的評鑑中，NML展現的優異品質，獲得評審員及TAF信心支持，於99年度NML校正領域的證書效期延長為5年。另於101年度，NML化學領域之分析氣體亦通過TAF參考物質生產機構(RMP)認證，使NML的管理系統除依循ISO/IEC 17025，也符合ISO Guide 34(自107年度已轉換為ISO 17034)之要求。106年度起，TAF參考物質生產機構認證之證書效期亦延長為5年。

ISO/IEC 17025:2017於106年11月29日正式公告，為確保能夠落實新版ISO/IEC 17025之精神，NML完成品質手冊與相關程序修訂，於108年1月1日對內佈達開始施行ISO/IEC 17025:2017運作，各領域也陸續於108年度完成TAF新版ISO/IEC 17025轉版評鑑並取得證書。TAF核發之ISO/IEC 17025:2017認可證書已公告於NML網站第三者認證項下 (<https://www.nml.org.tw/laboratory-energy/measurement-standards/third-party-certification-3.html>)，供業界與民眾查詢與下載。

本年度NML共計有溫度/濕度(認證編號：N0881)、流量/力量/質量/壓力/真空(認證編號：N0882)、化學(認證編號：N2346)等8領域及參考物質生產機構(認證編號：R001)之監督評鑑，各評鑑皆無不符合事項。監督評鑑時程與執行情形如表2-3所示。

表 2-3、111 年度 NML 監督評鑑列表

認證編號	認證領域	時間	評審員(單位)	不符合事項	改善完成
N0882	流量/力量/質量/ 壓力/真空	111年3月11日	廖鶯鶯(TAF)	0	N/A
N0881	溫度/濕度	111年5月31日	林以青(TAF)	0	N/A
N2346	化學		陳俊良(核能研究所)	0	N/A
R001	R001/化學	111年9月21日	張淑芬(TAF)	0	N/A

(3). BIPM 校正與量測能力(Calibration and Measurement Capabilities, CMC)資料庫，共登錄 298 項

依據APMP CMC申請流程，NML配合技術委員會(TC)活動，維持各項CMC登錄有效性，111年光學領域完成LED光通量(藍、綠、紅、白光)之CMC登錄資料更新，2022年3月刊登於BIPM網頁。各領域CMC登錄統計如表2-4^[2-1]。

表 2-4、NML 於 BIPM KCDB CMC 登錄資料統計

代碼	領域別	APMP TC	BIPM CC	CMC 登錄項數
A	聲量	TCAUV	CCAUV	39
V	振動			
B	磁量	TCEM	CCEM	52
E	電量			
U	微波			
D	長度	TCL	CCL	59
L	真空	TCM	CCM	28
M	質量			
N	力量			
P	壓力			
F	流量	TCFF	CCM	24
O	光學	TCPR	CCPR	47
C	化學	TCQM	CCQM	7
H	濕度	TCT	CCT	42
T	溫度			
合 計				298

(4). 參與國際計量組織事務

A. 參與國際度量衡委員會(CIPM)及擔任亞太計量組織職務

國際度量衡委員會(CIPM)諮詢委員會(Consultative Committees, CCs)任務為提供CIPM業務上的意見並且在CIPM MRA扮演重要角色，每位諮議委員係由CIPM成員、國際計量機構(NMI)代表及其他專家擔任。NML原受制於「須受技術諮詢委員主席邀請方可參與」，於2012年10月之CIPM會議中，由CIPM秘書長主導提案，通過「同意仲會員以觀察員身分參與CC會議、比對、CC workshop，以及擔任Working Group的主席」，擴展國際計量組織參與之自主性。NML於2014年申請獲得CIPM核定通過加入成為光輻射與光度諮詢委員會(CCPR)觀察員、2016年11月獲核定為長度諮詢委員會(CCL)及聲量/超音波/振動諮詢委員會(CCAUV)觀察員及2021年獲核定為質量諮詢委員會(CCM)觀察員。目前NML除了已為CCPR、CCL、CCAUV及CCM觀察員外，並參與CCM-WGFF(流量)、CCM-WGG(重力)及CCQM-GAWG(氣體)等工作組的活動。

除參與CIPM相關活動，NML亦積極參與亞太計量組織(APMP)之運作。APMP主要任務在結合亞太地區之國家計量機構，經由會員實驗室間之經驗和技術分享，改進亞太地區之計量能力。NML於APMP擔任執行委員會(Executive Committee, EC)委員、醫學計量焦點工作組共同主席及APMP各領域技術委員會成員，並於今年(111年)APMP年度會員大會後，由林芳新經理接任材料計量技術委員會主席。

B. 擔任亞太計量組織(APMP)之CMC審查工作小組，支援國際相互認可技術活動

全球依區域分為歐洲計量組織聯盟(European Association of Metrology Institutes, EURAMET)、歐亞國家計量組織聯盟(Euro-Asian Cooperation of National Metrological Institutions, COOMET)、亞太計量組織(Asia Pacific Metrology Programme, APMP)、波斯灣計量標準聯盟(Gulf Association for Metrology, GULFMET)、美洲計量體系(Inter-American Metrology System, SIM)及非洲計量體系(Intra-Africa Metrology System, AFRIMETS)等區域計量組織。NML藉由擔任CMC審查工作小組成員(參與項目如表2-5)，協助區域內及跨區域計量組織之CMC審查項目。

表 2-5、NML 參與 CMC 審查工作小組項目

領域	隸屬委員會	工作小組
聲量/振動	TCAUV	聲量、振動
溫度/濕度	TCT	標準白金電阻溫度計、定點囊、工業溫度計、濕度
長度	TCL	奈米粒徑、電子測距、穩頻雷射端點尺寸(含內外直徑)、表面形貌、線刻度、角度塊規等
光量	TCPR	光度、偵測器與光源特性、材料特性、光纖光學
質量	TCM	質量、力量、壓力與真空
電/磁	TCEM	阻抗
化學	TCQM	氣體計量
品質	TCQS	品質系統
流量	TCFF	油流量、高壓氣體流量、風速

年度完成以下區域內及跨區域計量組織之CMC審查，共10項：

A. 亞太計量組織(APMP)區域審查項目

- 1月7日及4月13日泰國國家計量研究院(NIMT)化學(QM)領域之氣體分析、無機物分析及有機物分析等3項CMC與管理系統審查。
- 6月6日泰國國家計量研究院(NIMT)質量(M)領域之真空1項CMC與管理系統審查。
- 8月4日完成日本計量研究院(NMIJ)長度(L)領域之直徑1項CMC審查。
- 11月8日完成馬來西亞國家計量機構(NMIM)溫濕度(T)領域之標準白金電阻溫度計1項CMC審查。

B. 跨區域審查項目

- 2月28日歐亞國家計量組織聯盟(COOMET)俄羅斯光學與物理量測研究院(VNIIOFI)光學(PR)領域之光纖波長1項CMC審查。
- 4月6日完成美洲計量體系(SIM)阿根廷國立工業技術研究院(INTI)長度(L)領域之直徑1項CMC審查。
- 4月14日完成歐洲計量組織聯盟(EURAMET)蒙特內哥羅共和國量測局(BMM)長度(L)領域之直徑1項CMC審查。
- 6月15日波斯灣計量標準聯盟(GULFMET)沙烏地阿拉伯標準組織/校正與量測中心(NMC-SASO)質量(M)領域之力量1項CMC審查。

(5). 參與國際重要會議/活動，維繫國際關係

年度參與國際活動內容說明如下：

A. 出席第 27 屆國際度量衡大會(CGPM)線上會議

CGPM係依據1875年「米制公約」(Metre Convention)簽訂而設立之國際度量衡最高權力機構，旨在確保計量科學的發展及國際度量衡標準的一致化，每4年召開1次大會，我國自2002年起以仲會員(Associate Member)參與CGPM，與各國簽署全球相互認可協議(CIPM MRA)，對於各簽署國之國家計量機構核發之校正及量測報告相互認可，長期以計量技術突破政治限制與外交困境，在國際舞台佔有一席之地，並鞏固我國參與國際貿易基礎。NML由林增耀執行長、藍玉屏副執行長及王仁杰業務推動副組長代表出席此次會議，會議除例行性會務報告外，著重在「環境與能源」、「生醫健康」、「先進製造」及「數位轉型」等議題討論，在此類跨領域議題中，計量均扮演不可或缺之重要角色。本次會議決議如下：

- (a). 國際度量衡委員會(CIPM)應持續關注不斷演進的計量需求，擘劃國際量測系統的長期願景，建立跨領域的小組來探討新挑戰，同時預定在米制公約簽訂150週年的2025年世界計量日揭櫫演進計量需求的新願景，也應廣泛徵詢各界意見，續於2026年第28屆國際度量衡大會由國際度量衡局(BIPM)報告。
- (b). 國際度量衡委員會應持續推廣並延伸米制公約的角色在數位時代被全球認可，發展具備FAIR(Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable)原則的國際單位制數位框架。

(c). 新增國際單位制前置詞如下表

Multiplying factor	Name	Symbol
10^{27}	ronna	R
10^{-27}	ronto	R
10^{30}	Quetta	Q
10^{-30}	quecto	q

- (d). 世界時(UT1)與世界協調時間(UTC)差異的最大值將於2035年之前增加，國際度量衡委員會應與國際電信聯盟(ITU)及相關組織共同討論因應方案並於2026年第28屆國際度量衡大會提出草案。
- (e). 國際度量衡委員會應於2026年第28屆國際度量衡大會提出秒重新定義之選項，以及至2030年第29屆國際度量衡大會提出應採取之措施。

(f). 為強化推廣米制公約於全球的普及性，以及世界各國對國際計量參與度，請國際度量衡委員會檢視米制公約條款以及會員狀況，並參考其他國際組織辦法，續於第 28 屆國際度量衡大會提出行動方案。

B. 國際度量衡局(BIPM)諮詢委員會(CC)相關會議

(a). 參加第 25 屆光度與光輻射諮詢委員會(CCPR)線上會議

國際度量衡局(BIPM)於5月10日至11日辦理線上第25屆光度與光輻射諮詢委員會(Consultative Committees for Photometry and Radiometry, CCPR)會議。CCPR為國際度量衡局(CIPM)十個諮詢委員會之一，為光輻射計量領域最高技術組織。會議主席為義大利國家實驗室(INRIM)的Maria Luisa Rastello，校正與量測能力(WG-CMC)、關鍵量比對(WG-KC)、策略規劃(WG-SP)等工作小組及相關國際組織分別於會議中進行報告，並討論新會員或觀察員申請提案。本次會議重點摘要如下：

- 主席報告第24屆CCPR會議以來之活動及CIPM新消息，包含相關數位轉型及氣候變遷之工作小組之決定。
- CMC工作小組(WG-CMC)目前有4個任務小組(task group)，分別負責比對結果於CMC之應用(TG 1)、CMC佐證及服務分類之更新(TG 2)、CMC審閱流程一致化(TG 3)、及光纖/光通訊相關CMC(TG 4)等相關事務。其中，TG 3已於2021年6月發佈了CCPR-G9 Rules for review of CMC claims and requirements for supporting evidence的指引文件，將CMC項目區分為關鍵量(KC)、核心量(Core)及次級量(Secondary)，說明相關使用規則，供未來CMC審查之依據。
- CCPR 策略規劃工作小組(WG-SP)目前有9個任務小組(task group)，負責下列議題：光纖/光通訊(TG 6)、少數光子計量(few photon metrology)(TG 7)、兆赫計量(THz metrology)(TG 8)、光時域反射儀(OTDR)長度比對(TG 9)、CCPR策略發展(TG 10)、單光子輻射度學(single photon radiometry)(TG 11)、白光LED標準光源(TG 12)、光纖功率響應(TG 13)、應用於重力波(gravitational wave)偵測之輻射度學(TG 14)。其中，TG 7主要規劃與討論單光子偵測器(single photon detectors)之偵測效率(detection efficiency)比對事宜，而TG 11則較偏重於單光子與弱光量測之發展規劃。TG 10會中分享各國技術發展趨勢統計，發現多數國家將偵測器式(detector-based)分光輻射標準取代光源式(source-based)光度標準列為優先發展事項，NML已於去年O07系統改良進行偵測器

式光度標準建立。另外，數位化對光輻射計量標準之影響亦為光學領域關注議題。

- 相關聯盟報告中，國際照明委員會(CIE)提出對現行視效函數以及配色函數之問題、未來對相關產業之影響，以及在2021年CIE發佈之新技術文件及活動。
- 本次會議中通過挪威(JV)為國家會員，巴西(INMETRO)及烏克蘭(NSC-IM)為觀察員之決議。

(b). 參加「CCQM Workshop on Particle Metrology」線上會議

物量諮詢委員會(CCQM)於10月25日至27日舉辦顆粒計量研討會，針對三大主題：(1)空氣或其他氣體中的懸浮粒子、(2)水或其他液體中的懸浮粒子、(3)生醫材料及藥物中的粒子進行主題式分組討論，NML由傅尉恩組長、林芳新經理共同出席。傅尉恩組長在主題二分享了我國在半導體產業對於溶劑中粒子檢測的需求及NML相關技術發展，此次會議重點摘要如下：

- 在第二主題分組的結論方面，建議後續CCQM應該將奈米粒子表面化學特性列入技術發展及比對重點之一，此外，也要發展小尺寸、低濃度之標準品來因應部份產業(如：半導體)的要求。
- 由於奈米粒子獨特的物理化學特性，無法單靠一種量測方法來獲得所有資訊，因此CCQM主席在總結會議時建議後續應成立一個專案小組來鏈結不同計量領域的專家，探討奈米粒子特性的檢測需求、技術發展方向、標準品發展及比對活動。

C. 亞太計量組織(APMP)相關會議

(a). 出席 2022 年亞太計量組織會員大會暨技術研討會線上會議

亞太計量組織(APMP)會員大會(General Assembly, GA)為該組織之最高決策單位，每年舉辦1次大會，與大會同時召開之會議有各領域之技術委員會會議(Technical Committee, TC)、執行委員會會議(Executive Committee, EC)、各技術委員會主席會議(Technical Committee Chair, TCC)、執行委員會與技術委員會主席聯席會議(TCC/EC)、開發中國家委員會會議(Developing Executive Committee, DEC)、國家計量機構負責人研討會(NMI Director's Workshop)等。本次會議由日本計量研究院(NMIJ)主辦，會議分為線上與實體參與兩種形式，11月28日至12月2日在東京舉行之實體會議，只邀請現任 APMP 主席和秘書處、APMP 當選主席和新秘書處、EC 成員、TC/FG/DEC 主席出席，因此，此次實體會議

由目前擔任APMP EC委員之傅尉恩組長與會。其餘與會者以線上方式參加11月7日至25日由各技術委員會或工作組等分別召開之線上會議。NML出席10個領域之技術委員會(TC)等會議及年會，會議重點結論摘要如下：

- 目前 APMP 共有 40 家會員，其中正會員(Full membership) 27 個經濟體、45 個實驗室、仲會員 (Associate membership) 13 個經濟體、14 個實驗室。今年(111年)兩家實驗室申請並獲得通過成為正會員(Full membership)分別是緬甸(NIMM)及泰國(BQSF,DMSc)。
 - APMP 品質管理系統運作指引 (APMP-MRA-G-05)與CMC提交與審查流程 (APMP-MRA-G-06)，兩份品質文件已於2022年10月12日改版發行，取代原品質系統管理指引(APMP-QS2)，並公告至APMP網站，供與會各國遵循。
 - NML主辦之CCM.FF.K6-2017比對已完成並登錄於BIPM網站，流量技術委員會(TCFF)會員國提出由NML主導APMP.M.FF.K6-20XX比對，以連結至CCM.FF.K6-2017。
 - 材料計量技術委員會(TCMM)主席交棒予NML林芳新經理；VAMAS-TCMM Workshop將在明年於印度舉辦，主題尚未確認，後續由TCMM主席與VAMAS秘書處持續溝通。
- (b). 參加亞太計量組織(APMP)舉辦之水質線上研討會

此研討會延續先前APMP在清潔用水焦點工作組(clean water focus group)之討論內容，以整合並加強各國國家實驗室於水質維護之計量技術發展。研討會內容包含國際間最新的技術發展與可行之合作模式。從中可得知目前在水質中備受關切的物種與對應的分析技術，有利於後續的發展策略制定。此次會議分享重點摘要如下：

- 近期舉辦之國際比對，主題是自然水體中的銻(Sb)、砷(As)、鎘(Cd)、鉛(Pb)四種重金屬濃度。比對活動以三種型式進行，包括輔助比對(SIM Supplementary Comparison (SIM.QM-S12))、比對研究(APMP Pilot Study (APMP.QM-P41))及能力試驗(APEC Proficiency Testing)。
 - 計量技術應用於水質的策略(如標準品的開發)與挑戰(如採樣與分析之不確定度)。
 - 現有標準分析技術的介紹與新分析技術(如single particle ICP-MS)的開發。
- (c). 參加亞太計量組織(APMP)光輻射技術委員會(TCPR)之 CMC 審查線上研討會

本次會議由TCPR主席(Dr. Annette Koo)發起，主題為光學領域CMC區域內審查與跨區域審查之規則與流程說明。包含以下指引文件：Calibration and measurement capabilities in the context of the CIPM MRA (CIPM MRA-G-13)、Classification of services in photometry and radiometry、Rules for review of CMC claims and requirements for supporting evidence (CCPR G9)、APMP guideline for using hybrid comparisons as CMC evidences。此次會議重點摘要如下：

- 光學領域依據風險程度(重要性及對其他量之影響)的概念，將光輻射量分為幾個類別：關鍵比對量(key comparison quantities)、核心量(core quantities)、及次級量(secondary quantities)，給予CMC申請及更新不同的審核標準。
 - 實務上因國際比對時程可長達10年，在無國際比對可參加的情況下，可暫由其他佐證申請CMC，但每5年需更新佐證1次，直到正式參加國際比對。其他佐證方式仍以雙邊比對及混合比對(hybrid comparison)較具說服力，但雙邊比對對象需為最近一次比對之參加國(需能擔任比對連結)，而hybrid comparison之比對對象之不確定度需優於申請國擬宣稱之不確定度。
- (d). 參加亞太計量組織(APMP)物質量技術委員會(TCQM)氣體分析工作小組(GAWG)線上會議

本次會議由GAWG主席(Dr. Takuya Shimosaka)主持，會議主題為氣體化學領域區域內比對活動的進度與未來比對活動的申請規劃，並遴選下一任GAWG主席。此次會議重點摘要如下：

- 目前執行中比對進度說明：
 - APMP.QM-K90 (HCHO in N₂)：主辦單位日本NMIJ，比對件穩定性評估執行中，預計2023年1月產出Draft A版報告。
 - APMP.QM-S18 (SO₂ in N₂)：主辦單位日本CERI，比對件穩定性評估執行中，預計2023年2月寄送比對件。
- 未來規劃的比對活動：
 - 20 cmol/mol O₂ in N₂：由日本NMIJ提出，預計2023年6月開放比對報名申請，2024年4月寄送比對件。
 - 10 μmol/mol CH₄ & C₃H₈ in N₂：由中國大陸NIM提出，預計2023年2月開放比對報名申請，2023年7月寄送比對件。

- 汽機車排氣(CO、CO₂、C₃H₈、O₂ in N₂)：由韓國KRISS提出，預計2022年12月開放比對報名申請，2023年7月寄送比對件。
- NO in N₂：由日本CERI提出，因NO純度分析結果顯示包含多種不純物，例如NO₂、N₂O、cis-HONO與 trans-HONO等，因此需要與NMIJ以及KRISS進行技術討論，預計2024年開放比對申請，2025年寄送比對件。
- 推舉中國計量研究院(NIM)的Dr. Hai Wu為下一任APMP/TCQM-GAWG主席。

(e). 參加亞太計量組織(APMP)之水質焦點小組(FGCW)舉辦之水質線上研討會

水質焦點小組(focus group of clean water, FGCW)創立於2016年，秉持著”Better Metrology Better Clean Water” 的信念，由各國標準計量單位分享計量技術如何幫助水質提升與維護，內容包括水質監控技術與驗證參考物質。FGCW多次舉辦國際比對與能力試驗，比對內容包括水中陰離子、大腸桿菌(E. coli)、重金屬離子等，整體性提升各國的水質監控能力。

本次研討會除分享先前舉辦之水中陰離子與金屬陽離子的比對與能力試驗進度與後續規劃，預告112年2月中將舉辦的線上訓練項目為水中陰離子的分析原則與技巧，並探討未來是否將塑膠微粒列為檢測與比對項目。監控參數的擴展是全球化的趨勢，包括非揮發/半揮發/揮發性有機物、微生物、重金屬、化學物質、環境參數、輻射等，都將逐年納入並擴增檢測項目，以因應日益複雜的人為污染物。

(f). 參加亞太計量組織(APMP)光輻射技術委員會(TCPR)舉辦之紫外線技術研討會

111年技術研討會主題為UVC光輻射量測技術，由7個國家計量機構(NMIs)分享UVC殺菌波段相關之量測技術發展與標準追溯規劃，包括：韓國KRISS、紐西蘭MSL、中國大陸NIM、泰國NIMT)、日本NMIJ、南非NIMSA及我國NML。各國分享內容涵蓋基礎簡介、量測設備之選用、標準追溯以及量測應用實務等議題，為近年來難得組織架構較完整的研討會，也顯示此議題為多國共通之興趣。雖UVC殺菌波段應用因Covid-19需求大增，但計量界於UVC波段之光源與量測設備建置仍待完備。紫外線殺菌光源主要有三種：傳統低壓汞燈(low pressure mercury lamp)、波長253.7 nm，UV LED、波長260 nm至300 nm，準分子燈(excimer lamp)、波長222 nm，透過盤點各國UV量測能量發現，大部分NMIs皆不具備所有種類之紫外線殺菌光源及波長，而不同光源所需搭配之最佳量測方式目前也未有共識。因此，UVC殺菌波段之量測與校正被選定為TCPR近期之

主要活動議題，也希望催生相關國際比對。因該領域又可細分為光源量測及輻射計校正等，已成立比對規劃小組討論相關比對細節。各國分享重點摘要如下：

紐西蘭主要以傳統汞燈(254 nm)為紫外線光源，用於紫外線輻射計校正(待測量：輻射照度)及食品輸送帶殺菌應用(待測量：輻射劑量)。透過捕捉型矽光偵測器追溯至以低溫絕對輻射計實現的光功率原級標準。紐西蘭當地的校正需求除了原本的紫外線輻射計校正，關於紫外光源產品的量測需求也明顯增加，但尚未觀察到有取代傳統汞燈波長之UV LED產品。泰國也是以傳統汞燈(254 nm)為紫外線光源，用於紫外線輻射計校正。已完成UVC輻射照度的餘弦效應(cosine responsivity)評估，但因標準追溯是採光源式(source-based)追溯方式，未來將進行響應空間均勻性、長期穩定性評估，並改採偵測器式(detector-based)追溯方式，以降低不確定度。

LED為產生UVC殺菌輻射的一種光源，常見之待測量(quantities)包括：分光輻射通量(輻射功率)、峰波長及半高寬等。多角度分光輻射計(gonioradiometer)因其量測速度快、產生之螢光少，而被韓國KRISS採用為量測UVC LED的主要設備，適用波長範圍為250 nm至450 nm，校正用標準件為1 kW分光輻射照度標準燈(鎢鹵燈)。實驗證實gonioradiometer可避免因分光雜光(spectral stray light)及螢光造成之假訊號，優於傳統使用積分球式分光輻射儀的量測方式。

中國大陸NIM擁有以高溫黑體爐實現之分光輻射照度原級標準，可滿足紫外線分光輻射照度的自我追溯，最短波長可達200 nm。UV LED的輻射照度量測即是以替代法、透過分光輻射照度標準燈追溯至上述原級標準。而汞燈的輻射通量則與韓國相同，同時建置了積分球式分光輻射儀及gonioradiometer兩套系統進行比較研究。未來擬建立偵測器式(detector-based)追溯方式，與目前追溯方式作比較。

日本NMIJ分享以市面上可見之紫外線輻射計量測不同UVC紫外線光源之量測實務經驗。UVC紫外線光源包括氙燈(D2 lamp)、低壓汞燈、UV LED、及KrCl準分子燈(excimer lamp)。結果發現紫外線輻射計之分光響應與紫外線光源光譜之分光不匹配效應(spectral mismatch effect)為導致各組合間量測結果差異(> 10%)之最主要因素，這點雖在計量界為習知之事實，但一般業界在使用紫外線輻射計卻無法考慮這一點。建議於儀器端導入修正因子來避免因分光不匹配效應造成之量測誤差。

南非為了確保市面上的紫外線殺菌燈、輻射計之效能與安全性，發展相關量測及特性評估技術。已建立200 nm至430 nm分光輻射照度標準、UV輻射計校正，並研究殺菌燈照射條件與殺菌成效、評估安全性、歸納殺菌有效性公式。

D. 法定計量相關會議

(a). 參加第 57 屆國際法定計量委員會(CIML)線上會議

本屆會議原預計於中國大陸蘇州舉行實體會議，由於新冠肺炎(COVID-19)疫情考量，大會於5月經過成員國進行線上調查，結果實體會議無法達到75 %的CIML成員出席，故與去年相同採用線上視訊方式召開，本次會議約150位出席為期三天各三個半小時的線上會議。此次會議相關文件放置於OIML網頁，透過各項議程報告，我國可瞭解OIML目前的運作情況與進度，以及目前國際重視之議題及未來制定法定計量管理發展趨勢。會議內容摘要如下：

- 由於不可抗因素造成無法實現面對面會議，為了不影響組織運作，大會連續三年以Zoom線上會議方式來召開。線上會議效力等同於面對面實體會議，當當議程進行投票時，僅有成員國代表或代理1位使用，由OIML網站審查權限通過後在不具名之安全網站上進行即時線上投票。決議通過需要得到80 %的投票支持。我國以中華台北(Chinese Taipei)參加，以Corresponding members身分參與此會議，會議期間無任何發言權亦無法進行會議表決投票權。
 - 今年成員資格報告，通訊成員(Corresponding Members)無任何變化，並提及衣索比亞(Ethiopia)再次加入成員國成為CIML的一員，此外主席也歡迎烏克蘭(Ukraine)、埃及(Egypt)及印尼(Indonesia)等新成員國加入。
 - OIML在2022年更新了官方網站，並且按季度製作OIML公報，為全球法定計量領域提供有用的資源，今年推出2個主題，2022年4月與流量相關的量測期刊，以及2022年7月永續的環境計量期刊，可以在OIML網站上進入Publications點選OIML Bulletin找到相關資料。
 - 2021年10月在第56屆會議CIML批准了優先項目與優先出版文件清單整理，優先出版文件在批准或重新確認2年後應接受定期審查，定期審查工作小組應向CIML提出重新確認、更新、修訂或撤回相關OIML出版物的建議。
- (b). 參加國際法定計量組織(OIML)舉辦之電動車輛供電設備檢測技術線上研討會

本次線上研討會主要係針對OIML最新發表之技術指引G 22：Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)作制定內容說明與討論。此次會議重點摘要如

下：

- OIML G22技術指引之制定專責小組於2021年成立，2022年9月15日正式發布。
- OIML G22技術指引主要分為「Part 1-計量與技術要求 (Metrological and technical requirements)」和「Part 2-測試程序 (Metrological controls and performance tests)」。其中，電動車供電設備共區分為三個最大允許誤差等級，分別為Class A (允許誤差2%)、Class B (允許誤差1%)、Class C (允許誤差0.5%)。
- 會議中主席特別說明電動車供電設備(EVSE)之定義，並提及目前各國仍缺乏國際統一的準則來規範，進而導致各國之間會存在管理標準分歧的風險。最後，則強調計量在電動汽車充電樁作計價交易時的重要性。

E. 國際材料計量相關會議

(a). 參加歐洲計量組織聯盟與亞太計量組織(EURAMET-APMP)線上交流會議

NML林芳新經理以亞太計量組織(APMP)材料技術委員會(TCMM)預備主席(Chair-elected)身份，與傅尉恩組長共同出席EURAMET-APMP線上交流會議，討論EURAMet-APMP材料計量合作事宜。此次會議重點摘要如下：

- EURAMET與APMP的合作將有助於推廣材料計量的重要性，由於各國經濟體可能有完全不同的計量需求，建議舉辦分享國家觀點的研討會，後續傅尉恩組長將組織此研討會，向彼此介紹我們國家感興趣的關鍵領域。
 - Georges Favres 將與歐洲計量網絡(EMN)主席討論確定可共享的資訊，並協助詢問是否可以邀請 TCMM 成員參加下一次 EMN 會議
 - Ling Ling Ren 將分享與材料活動分類策略和方法相關的現有 TCMM 文件。
- ##### (b). 參加先進材料與標準凡爾賽計畫 TWA 45-環境塑膠微/奈米粒子線上交流會議

NML林芳新經理以亞太計量組織(APMP)材料技術委員會(TCMM)預備主席(Chair-elected)身份，與傅尉恩組長共同出席VAMAS-TWA 45-環境塑膠微-奈米粒子線上交流會議，討論塑膠微粒後續比對事宜。此次會議重點摘要如下：

- 由於TWA 45-環境塑膠微-奈米粒子為VAMAS新成立之技術小組，英國NPL的Dr. Sam Gnaniah於會議上徵求塑膠微粒比對計畫負責人，此次會議結束後尚未定案負責人，與會成員皆希望可以廣邀更多相關之專家學者一同討論可行之比對方案及負責人。
- ##### (c). 參加第 47 屆先進材料與標準凡爾賽計畫(VAMAS)指導委員會(SC)線上會議

VAMAS指導委員會於10月20日及21日舉行，NML由林芳新經理、張敬萱研究員共同出席，以了解VAMAS各工作小組於材料計量及比對的年度工作成果。此次會議重點摘要如下：

- 主席報告VAMAS組織架構，目前有15個會員國、16個技術領域，並與ISO、IEC及APMP有鏈結，也訂定下次SC會議將在印度舉行。
- TWA 34 Nanoparticle Populations負責人Dr. Fagan簡介在2022年有三項新比對工作，包含：Measurement of particle size and shape of bipyramidal titania including deposition from liquid suspension, Measurement of (relative) number concentration of biomodal silica nanoparticles including deposition from liquid suspension及line notation and unique identifiers for nanomaterials and groups of nanomaterials，另也有提出來自其他單位的比對需求，包含：Zeta potential、50 nm以下粒子的顆粒濃度、奈米碳管、純度分析等。
- NIST分享美國晶片法(Creating Helpful Incentive to Produce Semiconductors for America, CHIPS Act)將在未來5年投資520億來支持半導體相關製造與研發，而NIST的技術研發重心放在關鍵尺寸、先進封裝及材料供應品質；NPL也分享歐盟晶片法(Chips Act)將投資430億歐元於半導體研發、設備製造及新創等。

F. 參加德國聯邦物理技術研究院(PTB)舉辦之數位校正證書線上研討會

數位校正證書(Digital Calibration Certification, DCC)之概念由PTB提出，除將校正報告從紙本改為電子檔(PDF)，使機器也能理解並藉此DCC自動進行校正與修正，並轉譯出可讀取的報告結果，可節省大量的人力與時間，促進工業4.0的發展。在2020年的首次會議中，這還只是個概念，內容也多是圍繞在抽象的想法上。2022年的第二次會議，則開始有實務面的成果。不只發起的PTB，各國NMIs (目前共有16個單位)，甚至業界(SIEMENS和GEMIMEG等)也投入研發，甚至雛型機的誕生，其中美國NIST更是於2021年成立專案小組並編列 \$25 M/year的5年預算。此次會議重點摘要如下：

- 常見的校正參數(溫度，濕度，壓力)進行模擬與練習。
- 數位化後的安全與追溯機制，符合ISO/IEC 17025等規範。
- 現有資源與免費提供之模組，供使用並回饋意見。

DCC的實踐勢必需要程式語言的編寫與應用，因此未來需要更多同時具備AI程式語言與校正經驗的人，結合IT與校正領域一同投入這塊領域，編寫符合

校正流程與規範的程式編碼。PTB提供線上免費模具，供有興趣之使用者下載並收集回饋意見，以持續完善DCC的設計。

G. 參加與新加坡國家計量中心/新加坡科學技術研究機構(NMC/A*STAR)共同召開之「Emission Measurements and National Emission Verification」線上交流會議

偕同NMC/A*STAR於3月28日舉辦碳排放與查證線上研討會，會議主題為「排放量測和國家排放驗證」(Emission Measurements and National Emission Verification)。主要針對碳排查證與淨零計量技術發展進行交流討論，NML由藍玉屏副執行長、王仁杰經理、吳鴻森副組長、劉信旺經理及郭俊廷博士等人參加會議。會議首先由Dr. Fuu-Ming Kai 說明目前NMC/A*STAR 在環境汙染與碳排放的相關研究成果與規劃，包含懸浮微粒量測技術、氣體驗證參考物質研究、氣體感測器測試及二氧化碳同位素量測技術等主題，之後由我方針對臺灣碳排放查證(VB)現況與環境汙染、碳排放監測用氣體驗證參考物質研究與NML在氫能計量技術建置規劃等主題進行分享。之後雙方針對淨零計量技術主題進行相關討論，NMC表達對低碳燃料相關計量議題感興趣，後續可針對綠氫/氨的認證(歐洲正在發展)，氫/氨的品質與計量，氫氣感測器的計量等方向進行研究並與之互動討論合作。NMC業務雖未涉及碳排查證，但APMP 氣候變遷與清潔用水焦點工作組(Climate Change and Clean Air Focus Group)主席Dr. Fuu-Ming Kai提及未來活動中或可安排相關討論與國際夥伴交流互動。

2. 產業服務 - 提升量測與服務品質，滿足產業需求

藉由「校正服務」與「計量資訊服務與技術推廣」二大工作項目執行，維持我國量測追溯體系內所需之品質活動，及計量人員培育和計量知識之推廣。

(1). 提供校正服務，維持國內檢校體系運轉與各產業產品品質之確保

維持我國量測追溯體系之運轉(如圖2-4)，年度共提供4837件校正服務，繳庫數新臺幣50,342千元，及免費提供標準局及各分局之校正需求共127件。年度校正服務成果說明如下：

15個技術領域中前五大校正服務領域為電量、長度、流量、聲量及光量，所提供的服務佔NML年校正量69%，其中長度與電量屬於產業應用最廣的領域，電量標準確保工業製造、學術研究、電力供應、交通運輸及國防等使用之電子儀器及電力設備準確性；長度領域提供機械及半導體等產業於各種製程尺寸與產品尺寸標準，與民生相關之衛星導航與道路里程或計程車里程計價之基準；流量主要配合中油體系完整追溯

鏈與水、油及氣等公平交易；聲量則是滿足資通訊產業與民生類(如噪音管制)之校正需求；光量則是符合光電、塑化及車輛產業於產品設計及品質保證所需之量測追溯。

NML服務產業依表2-6分類，年度校正服務產業分析如圖2-6。二級校正/測試實驗室與儀器/代理商的校正量佔52 %左右，二級校正/測試實驗室除商業經營之實驗室外，亦包含研究機構及學術單位，如：工研院、中科院、國研院、紡研所、車測中心、成功大學、交通大學等，提供我國產業技術、科學研究及國防科技發展所需之量測追溯，以確保研發成果及產品品質。

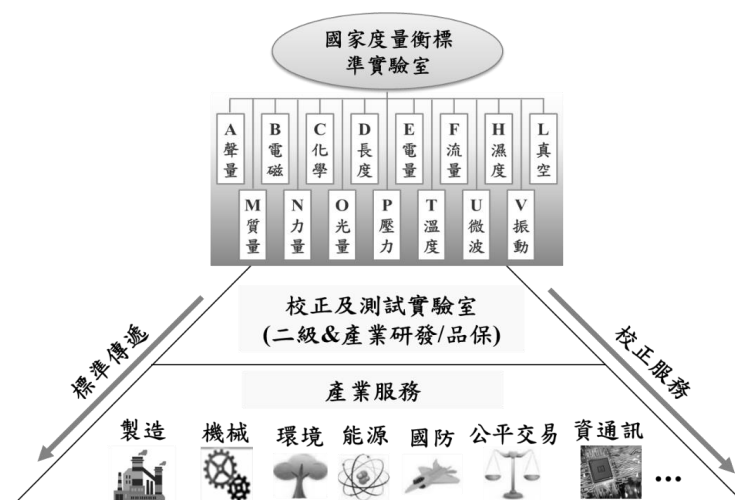


圖 2-4、我國量測追溯體系與校正服務

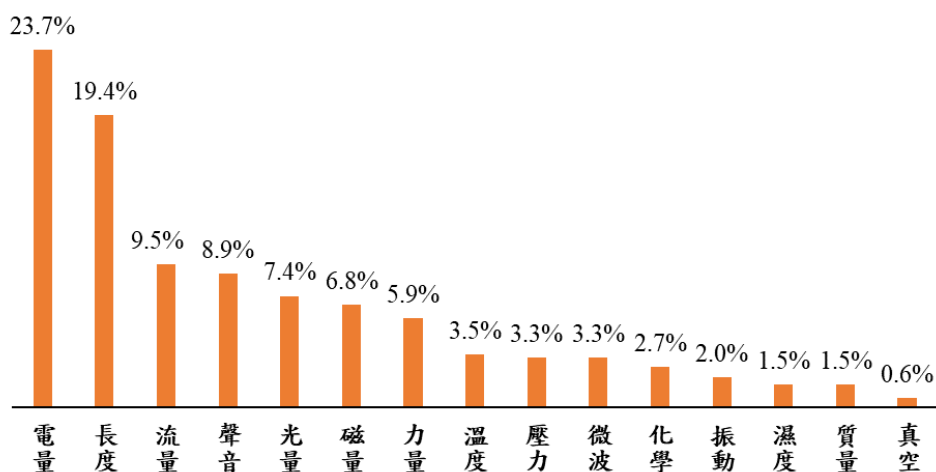


圖 2-5、NML 各領域校正服務百分比

表 2-6、校正服務對象項目分類

項目	細分類
金屬機械工業	機械、交通車輛、金屬/原材
資訊電子工業	光電、半導體、3C、電機、電子
化學工業	環境衛生、生技、能源、塑化

校正測試	政府機關、研究機構、學術單位、校正檢測實驗室/公司
儀器/代理商	儀器製造商、代理商
其它	食品、紡織、國防、建材等

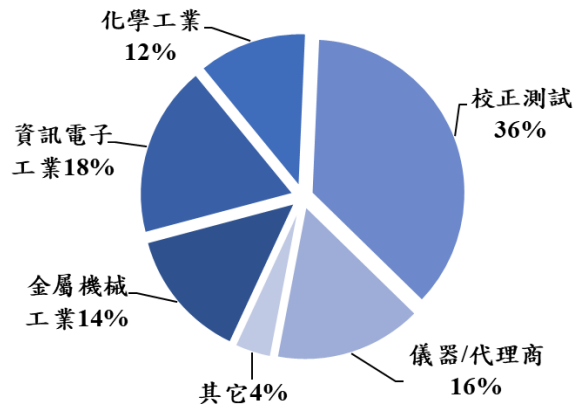


圖 2-6、NML 校正服務重點產業分佈圖

NML提供於二級校正/測試實驗室之校正服務效益以國內大型檢校實驗室臺灣檢O科技為例，NML提供其長度、電量、溫度及光量等量測追溯，再由其提供國內廠商檢校，將國家量測標準擴散以協助產業確保產品檢測及研發結果正確性。而我國檢校實驗室業者本身可直接由NML校正服務獲得所需之校正報告，無須支出較高校正費用，也節省國外送校時間。由於可直接於國內取得國際一致性之報告，透過市場競爭及全國認證基金會(TAF)認可機制的推行，我國檢校產業可自主運作，避免部分業者為節省成本，以他國二級實驗室報告充數，使我國檢校體系淪為三流實驗室。

產業因研發或品保需求無法由國內二級檢校實驗室取得校正報告者，則由NML提供校正服務。以半導體產業穩O公司為例，公司製程品質控管之校驗標準件送NML校正，再由校驗標準件確認廠內檢測設備之準確性，再由廠內檢測設備確認廠內製程機台參數一致性，進而確保良率與產能穩定。另NML亦提供政府機關(環保署、內政部及標準局等)執行法規或政策所需之儀器或設備之校正服務，以確保其公信力。如環保署及各縣市環保局非游離輻射環境監測設備，確保其電磁波的環境監測有效性，以消除民眾對於非游離輻射安全的疑慮；提供其噪音計量測追溯，確保噪音計量測之公正性，解決民眾陳情案件，以達成維護居家環境安寧及國民身體健康之目的。

校正服務對我國產業/民生等效益與影響列舉如下：

A. 政府機關公權力之支持，確保民生福祉

- a. NML 提供主管機關標準局每年於執行法定度量衡器檢定、檢查等業務之標準件校正服務，如民生電度表、水量計及膜式氣量計等檢定檢查，與照明燈具商品檢驗

等。標準局每年三節(農曆年、中秋、端午)前進行全台磅秤專案檢查，抽查範圍包括全國生鮮超市、量販店、傳統市場、觀光市場等交易用磅秤。藉由提供標準局檢測法碼的準確性，將使市場磅秤檢查執法上具有可信賴性，進而達到公平交易。

- b. 提供行政院環境保護署及各縣市環保局非游離輻射環境監測之量測標準追溯(行政院環境保護署公告，提供國內逾 7 千筆的高頻及低頻環境監測數據)，以持續且有效的進行電磁波的環境監測，以消除民眾對於非游離輻射安全的疑慮；另提供標準氣體(驗證參考物質)驗證氣體廠送校之混合氣體(如三福，錦德)，協助氣體廠建立機車排氣檢測用校正標準氣體之計量追溯性，確保國內落實移動污染源防制管理作業。
- c. 提供中央氣象局儀器檢校中心所需電量、溫/濕度、流量及壓力之校正服務，滿足每年約 1300 件之內部之量測追溯需求，協助逾 600 個氣象站之追溯觀測結果具準確性及一致性，以提供準確氣象資訊於氣象預報與防災作業上，使相關機關據以實施適當之防災措施減少災害，保護人民生命及財產。
- d. 台 O 大電力研究試驗中心為國內重要之電力及電器試驗機構，除了是我國民生用電表主要之檢定檢查代施單位，近年也因應電動車充電樁的需求與日俱增而致力於擴建其對於電動車充電樁之檢定檢查試驗能量。透過 NML 電量實驗室提供之電力標準校正服務，使其在執行電動車充電樁檢測之電力標準表得以有標準追溯源，如此能進一步確保電動車充電樁之計費準確性與交易公平，也為國家制訂電動車充電相關認證標準法規之技術依據，保障消費者權益。
- e. 內政部建築研究所性能試驗中心為內政部指定之建築建材構建聲學性能實驗室，提供客戶建築牆面、樓板、開口構件(門、窗)之隔音與聲學性能測試。由 NML 提供其聲學設備(麥克風、校正器)之校正追溯，協助其完成內政部綠建材標章之高性能綠建材(空氣音隔音)、高效綠能建築物構建之設計確認，以及國內建築品質把關與防音法規的施行，提升居家安寧及音環境品質。

B. 產業服務擴散

- (a) 以半導體領導廠商台O電為例，為NML非二級實驗室校正排行榜第一名，每年由NML之電量、長度、光量、流量、磁量及微波領域提供其約100件校正服務，協助其確保生產製造所需之品質保證，維持國際領先。如，藉由NML提供高電阻標準校正服務，確保其在積體電路製造時之塗佈與鍍膜材質的高電阻量測準確度，以利其掌握可靠的參數量測結果，進而提升製程良率。

- (b) 高O疫苗生物製劑股份有限公司是專注於疫苗及生物製劑開發與量產的生技新藥公司。具有PIC/S GMP認證的細胞培養商業量產能力，致力於開發防治新興傳染病的對策，包括COVID-19新冠肺炎、腸病毒、登革熱及新型流感等疫苗。藉由NML提供校正與追溯服務，應用於其藥品原物料量測及藥物標準品劑量分析檢測，使該公司能確保提供安全、有效及高品質的醫藥產品。
- (c) 固O電子是臺灣專業電子測試儀器製造大廠，以自有品牌行銷全球，現已成為全球中階測試儀器之領導廠商，亦為臺灣綜合測試儀器的龍頭。藉由NML提供之電量標準校正與追溯能量，除能滿足該公司在電量量測的標準追溯需求之外，更能藉此確保其電量校正實驗室之標準儀器的量測準確性。
- (d) 台灣安OO科技為國際知名測試分析儀器公司，其母公司位於美國，係以生命科學/化學分析，並提供這二個領域的整合性服務，其中包含儀器銷售、實驗消耗品、實驗設備維護保養等服務項目。該公司使用之光電開關式流量計過去皆送回原廠(GJC)進行校正，本年度藉由NML提供原級校正服務，協助解決顧客儀器送至國外校正的等待時間外，亦建立企業內量測的一致性，由於生命科學/化學分析更需著重於校正結果的不確定度範圍，故可提升該公司在其研發、生產過程之信賴度與準確度，並間接為其所銷售的產品品質把關。
- (e) 國O汽車股份有限公司為台灣知名汽車製造廠商，其面罩密合度測試儀(TSI 8038)需確認其粒子計數器計數效率用以定量口罩密合度以計算密合係數。因此會定期送至NML進行校正，藉由NML提供之粒子計數器計數效率之服務，協助其確認面罩密合度測試儀之運作正常，提升該公司勞工安全衛生之效能提升。
- (f) 晶O半導體為化合物半導體元件專業代工廠，該廠商於生產線引進新機台，為了驗證新進機台性能，將機台查核用之線距標準片送至NML進行校正，經過NML校正後之線距標準片可為新進機台的性能把關。
- (g) 提供國內食食品業者(如聯O、泰O、天O茶業及台O糖業等)高斯計之校正追溯，確保其量測儀器之準確性，以檢測出食品中的金屬雜質，確保食品的安全。保障國內各大食品廠商的產品安全以及商譽的維護，
- C. 在全球相互認可協議(CIPM MRA)之架構下，提供國際認可之英文校正報告

在全球相互認可協議(CIPM MRA)之架構下，年度共提供 124 份英文校正報告。藉由提供國際等同之報告，協助廠商拓展國際市場，且所需時間與費用僅需其 1/10~1/5，大幅降低廠商開發與驗證成本，除提升產品品質亦增加競爭力。英文報告效益

列舉如下：

(a) 提供國外實驗室或公司國際認可之英文報告

- 提供亞太地區國家實驗室標準件之量測追溯
 - ✓ 印尼國家標準實驗室(BSN)電量標準件之追溯校正。
 - ✓ 新加坡國家計量中心(NMC)活塞管式流量校正器之追溯校正。
- 日本UL為提供日本客戶安規、產品測試等服務之公司。由於日本國家實驗室並未提供光澤度校正，因此每年固定送至NML進行校正，以符合國外客戶之需求。
- 馬來西亞EM Test公司為二級校正實驗室，由於馬來西亞國家實驗室並未建立亮度標準，故協助該國SONY EMCS (MALAYSIA)公司，委託NML取得國際認可之校正報告。

(b) 直接提供國內產業具國際認可之英文報告

- 以台O電子工業股份有限公司為例，該公司為全球電源管理與散熱解決方案的主要廠商，產品研發及銷售遍及全球，主要客戶有電腦大廠DELL、Apple、Fujitsu、IBM、微軟、遊戲機大廠SONY、通訊設備廠Cisco等知名品牌科技大廠，另亦佈局並投入充電樁和電源儲存裝置的市場。藉由NML提供具國際認可英文校正報告，協助其符合業主審查(Audit)，獲得國際大廠訂單。
- 和O聯合科技股份有限公司為電子代工產業大廠，產品組合涵蓋了電腦設備：筆記型電腦、桌上型電腦及主機板；消費性電子產品：平板電腦、遊戲機、液晶電視及多媒體播放器；通訊產品：智慧型手機、寬頻及網路通訊產品。相關產品銷售需經過完整的檢測流程，滿足產業要求之認證規範，由於該公司在全球各地包括亞洲、歐洲及美洲皆設有製造及服務中心，產品外銷佔比高，NML提供儀器設備之英文校正報告，可以滿足國外客戶的需求，達到最完善的全球化服務。
- 東O電機已由傳統的重電、家電產業，邁向全球化的科技企業，事業版圖橫跨全球五大洲、三十餘國，合作的夥伴包括美國奇異、日本安川、美國西屋、瑞典易利信、日本三菱、NEC、美國柯達伊仕曼及德國G&D等公司。藉由NML所提供之英文校正報告，1)滿足該公司申請UL認證之需求，2)確保該公司內部各國測試實驗室之報告具一致性，3)提供國外客戶具國際等同性之校正

報告，協助其符合通過業主審查，免除再校之金錢及時間成本，拓展國際市場。

- 台O國際造船擁有一貫的造船生產線，主要業務為船舶、艦艇的建造，因行銷市場遍及全球五大洲，該公司於船舶、艦艇建造完成後需量測船艙的噪音，其使用儀器定期送NML校正，NML出具之國際認可英文校正報告，可提供外籍客戶確認船艙噪音量測的正確性，滿足國外客戶認證需求，將有助於經營外商客戶及申請國際相關認證，有利於該公司船舶的行銷。
- 康O船務代理有限公司因其客戶為美國航運公司，船隻貨運往返於全世各大國家之港口，該校正件係用於貨物吊卸秤重，為維持船隻之平衡，裝載貨物必須知道載物重量，甚至貨品涉及商品交易及貨運費計價。故必須取得相關英文校正證明，以確保載運之安全性及交易之公平性。
- 尚O光電為設計及生產精密光感測器及光量量測元件之製造商，並協助客戶光學與電子之產品研發開發，因為國外客戶需要第三公正單位之校正報告，藉由NML所提之英文校正報告，有助於產品拓展國際市場。
- 世O電子股份有限公司主要產品為電機/環保測試儀器，設備系統在外銷之際，國外買家都會要求該公司出具測試儀器之校驗報告，並要求該校驗報告可追溯至國家實驗室，以獲得歐美CE與UL認證，OEM/ODM行銷全世界。因此NML提供其英文校正報告，有助於其產品於國際市場銷售。
- 制O公司主要產品包括電氣用品自動測試系統、電機產品測試系統、空調設備性能測試系統、生產線上自動化檢驗設備、綜合電器特性試驗設備、線圈綜合試驗器、電腦化馬達轉矩測試器。這些設備系統除了內銷，亦外銷東南亞、韓國、泰國、菲律賓及日本等國家，且國外買家都會要求制O公司出具設備系統之校驗報告，並要求該報告可追溯至國家實驗室，因此NML提供其英文校正報告，有助於其產品於國際市場銷售。
- 和O機械為專業的通風設備製造商，並以創新及品質著稱於業界，以經濟及可靠度優良立足於市場，每年亦投入大量資金於新工法及新產品的開發，產品包括送排風機、消音箱、風門，以及配管管件等消防設備，測試實驗室並通過全國認證基金會(TAF)評鑑，藉由NML所提供國外客戶具國際等同性之英文校正報告，有助於產品行銷於國際市場。

- 中O鋼鐵股份有限公司為國際公司，主要產品鋼鐵製品，行銷於全世界。該產品為取得國際客戶之認可，相關品質之英文檢驗報告尤其重要。中O公司送校之荷重元係用於產品檢驗之依據，有關產品之抗壓強度及抗拉強度等，均須附檢驗證明、數據及依據。
- 擘O科技橡膠檢測儀器公司，為國內二級校正實驗室，提供客戶到廠遊校之服務，送校之荷重元係用於材料試驗機等及其他相關之力量檢驗，NML提供英文校正報告，有助於經營外商客戶及申請國際相關認證。
- 豐O科技股份有限公司主要營業項目為製造航太與高階工業用的扣件產品，在2001年與2003年通過美國飛機引擎製造廠商奇異(GE)公司與歐洲Safran集團的Snecma公司的認證，成為亞太地區唯一被認證合格的航太發動機扣件製造公司，之後陸續獲得國內外知名大廠納入其供應鏈，如：AVIO、AVIALL、IHI、SAMSUNG、EATON、FAURECIA、INFASTECH等。NML所提供國際認可之英文校正報告，可以滿足國外客戶的需求，也確保該公司持續符合航太品質系統標準，獲得國際訂單。
- 晟O科技工業股份有限公司為南臺灣主要精密機械零件加工製造廠，後跨足航太關鍵零組件製造廠，主要產品為引擎零件，其餘還包括起落架、致動器及航空熱交換機零組件等安全係數要求較高的零件，下游應用遍及航太工業、食品機械產業及一般工業等三大領域。國內最大訂單來自漢O公司，其餘航太客戶包括日本住友精密及美國等。NML所提供國際認可之英文校正報告，可以滿足國外客戶的需求，也確保該公司持續符合航太品質系統標準，獲得國際訂單。
- 德O科技股份有限公司主要發展方向為電子、資訊與通訊產業的相關測試設備，除測試設備外，亦注重並研發精準檢測技術。此公司在精準檢測的領域有良好發展，並通過ISO 9001認證，為科技業界不可或缺品質把關者。目前德O科技在全球各地設立子公司，如美國、馬來西亞、中國大陸、德國、日本與韓國等。NML提供英文校正報告，將可協助廠商擴展海外市場。
- 台灣O克股份有限公司在化學和製藥的製造、研發及行銷等領域位居領先地位，下游產業應用端包含亞太和歐美地區之生技廠和藥廠，NML所提供國際認可之英文校正報告，可以滿足國外客戶的需求，協助客戶在製藥時所需之流量追溯，確保製藥品質符合國際標準。

- 博O電子股份有限公司主要研發、製造與銷售電力電子測試儀器，主要產品包含工業用測試及量測儀器如：LED直流電子模擬負載、直流電子負載、交/直流電子負載、數位化功率表、精密電流分流器等；消費性電子產品：電力電源監測器、數位電費計、安全保護器、圖示定時器、圖示定時電度計等。NML提供英文校正報告，將可協助廠商擴展海外市場。

(2).計量資訊服務與技術推廣

年度執行情形說明如下：

A. 辦理技術人員訓練課程及計量技術推廣活動

完成辦理電量、長度、壓力、化學、流量、溫/濕度、光輻射及品質等相關收費課程，共13場次計195廠家、322人次參加，協助產業培養計量技術人員，以確保內部品質與技術系統之正常運轉。另辦理「量測半導體前段製程之關鍵尺寸量測技術說明會」與「2022半導體原物料不純物檢測技術推廣說明會」成果技術推廣活動，共2場次52廠家計109人次參加。茲就2場技術推廣活動說明如下：

- 辦理「量測半導體前段製程之關鍵尺寸量測技術說明會」，1場次

近年來，隨著半導體製程的發展，半導體領先廠商競逐 More Moore 的努力方向不變，未來幾年，半導體關鍵尺寸(Critical Dimension, CD)仍將逐步窄縮，進入 3 奈米、2 奈米，甚至 1 奈米製程樣品亦已見於實驗室。因此。電晶體也將從現今 FinFET (3 奈米製程)，轉變至下世代 2 奈米製程更複雜之 GAA 結構，預計在 2022 年，半導體產業將進入環繞閘極(Gate All Around, GAA)式電晶體，並於 2025 年量產 2 奈米製程。然而，2 奈米製程之 GAA 品質將面臨挑戰，除線寬持續微縮外，其元件三維結構、材料組成將更加複雜，導致所需量測關鍵尺寸參數數量大幅增加，且需原子級解析度監控，以避免短路，導致元件失效，提高良率。然而依據 IRDS 2020 的評估，X-ray 量測技術將視為未來主要之量測技術。因此，邀請 Malvern Panalytical 公司介紹業界常使用之 X 光量測機台以及了解 X 光設備技術對於半導體產業應用。此外，由國家度量衡標準實驗室介紹目前 X 光量測半導體前段之關鍵尺寸量測技術以及於半導體前段製程之關鍵尺寸量測技術發展，促進國內產、學、研界於半導體製程量測技術之交流與合作。

- 辦理「2022半導體原物料不純物檢測技術推廣說明會」，1場次

近年來，隨著半導體製程的微縮，相對應的不純物檢測技術也愈顯得重要。在技術開發方面，除了偵測極限不斷地精進之外，不純物的種類也是重點之一，

包括陰/陽離子、有機/無機分子及 particle 等。因此，以半導體原物料不純物檢測技術為核心，邀請牛津儀器介紹自動化且快速的 EDS 顆粒成分分析技術、台灣賽默飛世爾科技股份有限公司介紹半導體原物料不純物檢測技術: HR-ICPMS 與 GD-MS 之產業應用及高解析 Orbitrap 串聯質譜技術應用於原物料未知不純物分析、台灣安捷倫科技股份有限公司介紹 ICP-MS 及 GC-MS 在半導體不純物分析的應用，並由國家度量衡標準實驗室說明本計畫於半導體量測技術與應用發展情形，藉由不同類型之不純物檢測技術之介紹，促進國內產、學、研界相關技術活動之交流與合作。

B. 支援標準局度量衡人員訓練相關活動

- 為提升國內計量技術人員之素質與能力，標準局自 99 年推行計量技術人員考試制度。計量技術人員考試依據屬性區分為甲級計量技術人員與乙級計量技術人員兩種，其考試內容包含法規、品質管理及量測不確定度等科目。應標準局要求，NML 分別續推薦品質管理計 2 名、量測不確定度計 3 名擔任第七屆計量技術人員考試命題諮議會委員，協助命題、審題與試題疑義解釋等作業。本年度計量技術人員考試甲、乙級「量測不確定度」工作小組，完成檢視並適度調整題目，計甲級 8 題、乙級 6 題，另停用甲級 2 題、乙級 1 題。
- 為確保國內計量技術人員能夠充分吸收新知，且不受地理位置、學習時間之影響，建立數位訓練課程資料庫成為首要。本年度協助標準局「計量學習服務網」製作「交流電量量測技術」與「質量量測導論」數位課程，共計 180 分鐘，網址為 <https://metrology.bsmi.gov.tw>。



圖 2-7、111 年度數位學習課程 180 分鐘

C. 520 世界計量與國際同步宣導

2022 年世界計量日以「數位時代的計量(Metrology in the Digital Era)」作為主題，NML 有鑑於當前數位科技快速發展，網路資訊、大數據、人工智慧與高效能

運算等，正在加速全球社會與經濟轉型。此外，因應氣候變遷的威脅，淨零碳排也成為國際間另一個重要的大趨勢。對產業與民生等各項領域而言，無論是「數位轉型」或「淨零永續」課題，準確可靠的量測數據與國際鏈結的計量標準，都扮演了核心的角色。因此，於5月18日舉辦520世界計量日「數位轉型與淨零永續計量標準發展研討會」，彰顯我國及國際間在計量領域因應快速變化的「數位轉型」與「淨零永續」兩大趨勢所帶來的挑戰。本次採線上進行，邀請時任標準檢驗局連錦璋局長及國際度量衡委員會主席Dr. Wynand Louw二位貴賓致詞。標準局連局長於開場致詞中即指出，對產業與民生等各項領域而言，無論是「數位轉型」或「淨零永續」課題，準確可靠的量測數據與國際鏈結的計量標準，都扮演了核心的角色。Dr. Wynand Louw也在致詞中特別肯定我國在標準檢驗局的領導下，所建立起的國家計量標準基磐，是支持當今產業數位轉型及淨零永續的關鍵。「數位時代的計量」是國際度量衡委員會(CIPM)所重視的議題，也是國際度量衡局(BIPM)策略發展的一環，尤其在氣候變遷、環境健康、生命科學、食品安全、能源、先進製造與數位化等領域，都是計量在數位轉型應用的重大挑戰。

研討會專題演講，邀請時任大銀微系統股份有限公司陳燦林助理總經理以「數位計量在精密製造的產業應用與發展方向」為題，並以上銀(HIWIN)集團在工具機與半導體設備產業為例，說明多項計量技術在五軸工具機與奈米級檢測設備上的應用與發展；台灣經濟研究院陳彥豪所長以「淨零計量與綠色永續發展」為題，說明淨零計量如何轉換支援高準確度溫室氣體管理需求，連結碳費、碳邊境調整機制、上市櫃公司永續發展路徑圖、供應鏈碳管理發展與相關管理需求，提供構思淨零計量發展參考；國際度量衡委員會(CIPM)秘書長暨日本計量研究院院長 Dr. Takashi Usuda 以「Metrology and measurement technology for enabling sustainable society」為題，說明在全球氣候變化和環境等挑戰下，國際度量衡委員會也強調了計量技術對能源和環境的重要性；並介紹日本計量研究院(NMIJ)在實現永續環境上相關計量技術的研發應用。三位講師於線上即時與學員互動交流討論，共同就未來「數位轉型」與「淨零永續」所面臨的各項計量技術發展提出建言。

研討會由國家度量衡標準實驗室林增耀主任進行結語，說明NML等同於英國NPL和美國NIST，皆是政府治國執政的科學公器，肩負國家基礎建設的重要戰略地位，提供量測標準測試驗證等技術，在數位與淨零這兩個重要議題中，會持續

提供計量應用服務，和產官學研各界一起邁向數位轉型與淨零永續的目標。本次研討會線上共245人與會。



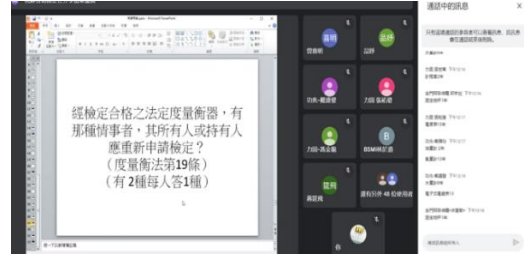
圖 2-8、「數位轉型與淨零永續計量標準發展研討會」貴賓與講師線上合影

D. 520 世界計量日之各地區計量知識推廣活動

111年520世界計量日各地區計量知識推廣活動，以「數位時代的計量 (Metrology in the Digital Era)」為主題，各地區活動由台北市、桃園市、台中市、台南市及高雄市度量衡商業同業公會主辦，以度量衡商業同業公會會員及度量衡業者為主要參加對象，共進行5場線上活動，包含台北地區於5月20日舉辦「數位時代的計量學術研討會」內容包含法碼導引及一千公斤天平製造、及警用執法設備之介紹，計102人參與；桃園地區於5月18日舉辦「數位時代的計量研討會」介紹質量定義的變革與標準衡器的量測與應用，計54人參與；台中地區於5月17日舉辦「520 世界計量日活動線上講座」進行三次元座標量測 CMM 及校驗設備、數位時代的秤重模式、法律知識不可少等單元之講習，計106人參與；台南地區於5月13日舉辦「數位時代計量發展趨勢及技術新知研討」介紹企業誠信與倫理、水計量和校驗的數位化、衡器的量測與應用、前瞻智慧綠能新趨勢加油站轉型經驗分享、計量相關問題釋疑與分享等內容，計137人參與；高雄地區於5月18日舉辦「精準智慧度量衡-數位時代的計量」學術研討會，介紹磅秤訊號之通訊應用研討、電子天平校正、防爆電器設備維護保養等內容，計有95人參與。



(a) 台南地區線上活動視訊現況



(b) 桃園地區線上活動視訊現況

圖 2-9、520 世界計量日之各地區計量知識推廣活動

E. 度量衡科普活動辦理

(a) 委託國立科學工藝博物館執行111年度「度量衡文物數位典藏網資料擴充及科普教育推廣計畫」，進行度量衡科學知識推廣

- 520世界計量日推廣：於111年5月7日、14日、21日、28日假高雄國立科學工藝博物館舉辦「520世界計量日-度量衡科學知識推廣活動」，四天八場次活動共有1140 人次參與，利用闖關遊戲設計及度量衡教具操作，讓參與活動之學生及一般大眾，皆能深入淺出的體驗度量衡科學知識於生活之應用。



圖 2-10、度量衡科學知識推廣活動

- 搭配「2022台灣科學節」於111年11月5日至13日假科工館舉辦度量衡科普教育推廣活動，以「神秘的度量衡+滾球恰恰+看你跑多快」為主題，運用新開發之「SI單位平衡滾球台教具」進行度量衡科普教育推廣，九天共計有34場次4168人參與。標準局及本計畫獲大會頒贈感謝狀，表揚對國內科學教育之貢獻。



圖 2-11、台灣科學節教育推廣活動暨頒獎

- 科普教育推廣教師研習活動：為推廣度量衡科普教育於3月30日、4月27日、5月25日分別假楠梓國小、路竹國小、甲仙區寶隆國小(線上)，舉辦度量衡科普教育推廣教師研習活動，計有前金國小、大同國小、楠梓國小、援中國小、右昌國小、路竹國小、三埤國小、一甲國小、忠孝國小、寶隆國小、十全國小、甲仙國小、小林國小等13所學校34位教師參與研習，未來可透過參與研習之種子教師，利用度量衡教案與教具於各校進行度量衡科普教育之推廣。



圖 2-12、科普教育推廣教師研習活動

- (b)委託財團法人石材暨資源產業研究發展中心執行「111年標準檢驗局花蓮分局計量與綠能探索館計量科普教育展示及推廣計畫」，於「計量與綠能探索館」舉辦計量體驗教育推廣活動

執行內容為「碳中和」體驗教育內容規劃製作，編撰碳中和相關度量衡應用教案、體驗教具規劃製作、並透過海報設計呈現度量衡應用相關教育內容。利用「計量與綠能探索館」中庭空間設置體驗教育展示區，以利參訪者對計量於環境永續之應用的認知與學習。及持續推廣本計畫於110年開發之度量衡教案搭配體驗教具，規劃辦理計量教育推廣活動，以達計量與綠能探索館科普教育推廣之目的。於111年完成計量與綠能探索館「碳中和體驗（中庭區）」之空間整治包括老舊柵欄拆除、增設步道、風機區鋪面、景觀美化及「一度電教室」空間整理、油漆及主題展示，提供參訪者學習相關知識與推廣教育的展示空間。本年度共辦理7場次105人之計量體驗教育活動，包括7月20日安排救世慈善協會、8月10日勵馨基金會、8月24日一般家庭親子活動、9月24日一般民眾參訪、10月5日石資中心、10月26日東里國中7~9年級學生及10月29日一般民眾參訪。



圖 2-13、計量與綠能探索館碳中和教具與展示區暨教育推廣

F. 國家度量衡標準實驗室 35 週年慶系列論壇線上會議

8月11日舉辦「工研院量測中心暨國家度量衡標準實驗室35週年慶系列論壇開幕儀式」，獲賴清德副總統特發賀電勉勵開發前瞻檢測技術，提升產業競爭優勢。由時任經濟部標準檢驗局連錦漳局長、工研院劉文雄院長及國家度量衡標準實驗室林增耀主任等人致詞開幕，揭櫫智慧產品與系統安全、淨零永續計量發展、計量數位轉型與應用、半導體檢測與計量等系列論壇暨量測技術未來發展方向。

- 8月26日舉辦「Forum of Safety for Smart Products and Systems (智慧產品與系統安全論壇)」，邀請美國NIST專家Ms. Amy Mahn發表「Journey to the Cybersecurity Framework 2.0」、新加坡Rehabilitation Research Institute of Singapore (新加坡南洋理工大學)專家Prof. Wei Tech Ang發表「Data-driven Assistive Robots」、曾任ISO TC299 WG2、WG6等主席的英國專家Prof. Gurvinder Singh Virk發表「Standardisation and testing for robots and modules」，針對AI的測試驗證探討評估品質、測試功效、驗證安全等相關新世代量測標準應用於AI領域發展之議題。
- 11月25日舉辦「Digital Transformation and Application on Metrology (計量數位轉型與應用論壇)」，邀請德國聯邦物理技術研究院副院長Dr. Frank Härtig分享全球致力推動的數位轉型，闡述藉由國際等同的計量標準得到以國際單位制為基礎的共通可靠數據，進而促成產業智慧應用，亦邀請台灣數位雙生學會陳怡兆理事長及華碩電腦彭愷翔處長從趨勢面與實務面切入，分享未來智慧製造發展的願景。
- 12月7日舉辦「Semiconductor Inspection and Metrology Forum(半導體檢測與計量論壇)」，邀請國際半導體產業協會(SEMI)致力推動淨零永續議題的James Amano (Senior Director, EHS and Sustainability)、臺灣大學-IBM量子電腦中心管希聖主任及工研院產科國際所楊瑞臨總監等專家，從全球議題、尖端科技、國際情勢等面向分享半導體領域趨勢新知，擘劃未來半導體檢測與計量作為產業明燈的願景。

(3). 導入數位化服務模式

在數位時代之下，改變傳統服務模式，導入數位化提供更便利、多元的服務為必然之趨勢。NML 預定於 113 年正式導入「校正服務預約電子化」及「量測資訊發行電子化」二項數位化服務。111 年已完成先期規劃及評估如下：

A. 校正服務預約電子化

NML 之校正服務預約方式仍採傳統紙本傳真預約，及人工反覆電話確認模式進行，因此擬導入線上預約制度，提供數位服務，使客戶能簡單快捷完成預約且掌握進度。今年(111 年)已完成 NML 網站增設校正預約功能之入口網頁及架構之設計及內容定案，並委外進行預約平台程式開發中。預定於 112 年下半年開始開放部分廠商測試，後續將規劃與 NML 校正資訊管理系統(LIMS 2.0)整合，達成資料整合串接，減少人工介入之目標。

B. 量測資訊發行電子化

量測資訊雙月刊現有 124 家客戶訂閱，歷來訂戶除業界廠商外，亦有學校、圖書館等單位，紙本需求仍在，惟電子式閱讀已成必然趨勢，量測資訊雙月刊擬以紙本、電子雙版本並行之方式發展。111 年 11 月起於 NML 網站新增量測資訊刊物試閱內容，含專輯主題、前言及各篇摘要內容以利計量知識推廣與讀者服務，預定 112 年 1 月起提供訂戶可選擇紙本或電子形式刊物之訂閱方式。

(4). 計量技術應用服務

本年度共提供廠商 16 案之技術運用，服務明細請參閱「參、執行績效說明」之「五、重要成果說明」之「研發成果一覽表」。

3. 系統維持

系統維持主要任務在於確保國家量測系統運作之品質，包括標準件追溯、系統再評估及各項管制圖及統計技術從旁監測，確保系統運作正常。年度成果說明如下：

(1). 系統維持

系統維持主要任務在於確保國家量測系統運作正常且符合相關作業程序之規定，包括系統新建/擴建/改良、系統查驗、系統整合評估分析、規費修正作業等。並透過標準件追溯、系統再評估及各項管制圖及統計技術從旁監測，維持系統運作。本年度成果說明如下：

A. 系統查驗：本年度共計完成7套標準系統(表2-7)改良或能量擴建之查驗作業，審查結論均為建議通過，可以對外服務。

表 2-7、111 年度系統查驗完成項目

系統名稱	系統代號	查驗日期
真圓度量測系統	D12	2月15日
低溫絕對輻射量測系統	O07	7月26日

系統名稱	系統代號	查驗日期
單相交流電功率原級量測系統	E23	8月23日
高壓氣體流量系統	F05	10月4日
塊規干涉校正系統	D02	10月26日
靜法碼量測系統(二)	N02	10月31日
衝擊振動原級校正系統	V06	11月2日

B. 系統整合評估分析

為有效運用NML資源，並利於標準系統之管理、維持及精進，每年均會進行標準系統整合評估，據以研擬建議方案(合併、改良、停止、移轉、推廣及繼續服務)。系統整合評估啟動機制包含標準系統年度校正服務次數低於年度平均每套校正量的20%，以及已有二級校正實驗室可提供該標準系統之校正服務能量。唯若系統屬政府法規與政策所需、三年內新建立或影響國內計量追溯性，則不予以納入整合評估。本年度按上述機制，提報1套標準系統與1套標準系統部分項目停止服務，含括「液晶間隙尺寸校正系統(D24)」及「薄膜量測系統(D22)」之多孔隙薄膜標準片，5月10日以工研量字第1110008946號發文報局。

C. 標準系統停止服務

標準局於5月16日以經標四字第11100567130號同意「液晶間隙尺寸校正系統(D24)」及「薄膜量測系統(D22)」之多孔隙薄膜標準片停止服務，俟「度量衡規費收費標準」修正公布後，再正式停止對外提供服務。

D. 標準系統規費修正作業

標準系統之新建、擴建、改良、合併及停止服務涉及規費變動者，均應按「國家度量衡標準系統作業要點」之規定，予以修正「度量衡規費收費標準」，並報請度量衡權責機關核准與公告。

因應110年度與111年度獲標準局核定在案之系統擴建項目【經標四字第11000061470號】，以及系統停止服務項目【經標四字第11100567130號】，本年度標準系統規費修正作業係於5月26日以工研量字第1110010489號發文報局，修正含括新增1項、調整1項、刪除2項之服務項目，如下所示：

- 新增 1 項：麥克風自由場靈敏度校正系統(A04)－電容式麥克風(比較法)；
- 調整 1 項：麥克風自由場靈敏度校正系統(A04)－電容式麥克風(互換法)；

- 刪除 2 項：薄膜量測系統(D22)－多孔隙薄膜標準片；液晶間隙尺寸校正系統(D24)－TN 液晶盒、VA 液晶盒。

7月19日配合標準局辦理「度量衡規費收費標準修正說明會」，完成新增、調整及刪除之服務項目規費說明。11月3日經濟部以【經標字第11103817110號令】公告「度量衡規費收費標準」修正，新增、調整之服務項目可正式對外提供服務，而刪除之服務項目可正式停止對外提供服務。

E. 量測系統年度查核數據審查

自95年度開始正式實施農曆春節過後之長假後標準系統查核，於長假結束後要求各系統進行開機檢查並執行標準系統查核，在確認系統正常穩定後始能展開校正/驗證服務。自98年度起併同例行之量測品保數據與管制圖，經由審查各標準系統上一年度的查核數據，以更進一步確保校正/驗證作業之有效性，也藉由系統化方式綜觀標準系統的運作品質。並根據查核數據/管制圖繪製結果依標準系統的特性給予適當建議，作為各系統改進之方向。本年度春節長假後NML標準系統開機檢查共117套，除暫停中無法執行開機動作系統6套、已獲標準局核准系統合併預計代碼註銷2套外，其餘109套標準系統之開機檢查結果皆屬正常。

F. 完成12項18件(組)國外追溯

表 2-8、111 年度 NML 國外追溯情形

項次	追溯項目	所屬量測系統代號名稱	追溯國家/機構	組(件)數
1	雙脊波導天線	電磁場強度量測系統(U06)	英國 NPL	2
2	電磁場強度計	電磁場強度量測系統(U06)	英國 NPL	2
3	白板	色度量測系統(O05)	加拿大 NRC	2
4	交流電流分流器	交流電流量測系統(E11)	德國 PTB	1
5	熱效電流轉換器	交流電流量測系統(E11)	德國 PTB	1
6	微波功率感測器	微波功率量測系統(U01)	英國 NPL	1
7	偵測器響應標準件	分光輻射量測系統(O03)	英國 NP	2
8	離子真空計	動態膨脹法真空量測系統(L02)	德國 PTB	1
9	旋轉轉子真空計	動態膨脹法真空量測系統(L02)	德國 PTB	1
10	標準電感器	電感量測系統(E16)	德國 PTB	3
11	自動視準儀	角度塊規校正系統(D06)	德國 PTB	1
12	交流/直流標準電阻器	白金電阻溫度計定點量測系統(T05)	英國 NPL	1
合 計				18

(2).品質管理

品質提升一直是NML所追求之目標，每年都會有一連串品質措施常態進行，以符合ISO/IEC 17025與ISO 17034標準規範及其持續改進精神。NML在管理系統與標準系統已具備之品質管理措施，包含內部稽核、管理審查及顧客滿意度調查及持續改進等例行性活動。年度成果說明如下：

A. 內部稽核及管理審查

- 內部稽核

內部稽核之依據為 ISO/IEC 17025:2017 與 ISO 17034:2016。為確保稽核小組成員具有一致性之認知與共識，5 月 26 日完成「標準計畫內部稽核啟始會議與稽核一致性訓練」，以提升稽核員於撰寫不符合事項及現場觀察紀錄等表單之完備性。受新冠肺炎疫情嚴峻影響，本年度內部稽核以遠端方式於 6 月 6 日至 10 日執行完成，無不符合事項。

- 管理審查

NML 每年定期召開管理審查會議，由國家度量衡標準實驗室主任主持，管理審查會議旨在確保 NML 管理系統持續之有效性與適合性。年初的管理審查會議主要審查前一年度品質目標的達成情形、討論與訂立當年度品質目標及檢視各項品質工作進行的成果；年中的管理審查會議則著重年度中執行狀況的審查，議程須包含 ISO/IEC 17025 及 ISO 17034 管理審查章節中提及應審查的所有要項。本年度 4 月 20 日完成年初管理審查會議，8 月 26 日完成年中管理審查會議。

B. 顧客滿意度調查

提供校正服務是NML主要任務，透過滿意度的調查，可檢視NML的服務是否滿足顧客的期待與需求。91年度NML開始著手顧客滿意度調查工作，由歷年的資料可觀察出顧客對於NML的整體滿意度為中上，且逐年穩定成長，亦即NML校正服務之努力方向確實受到顧客肯定。自107年6月1日起，NML年度顧客滿意度調查經主管機關標準局同意，調整以數位化方式處理。本年度計578家廠商點選，以十級分制計算(非常滿意10分、滿意8分、普通6分、不滿意4分、很不滿意2分)整體滿意度為9.3分。

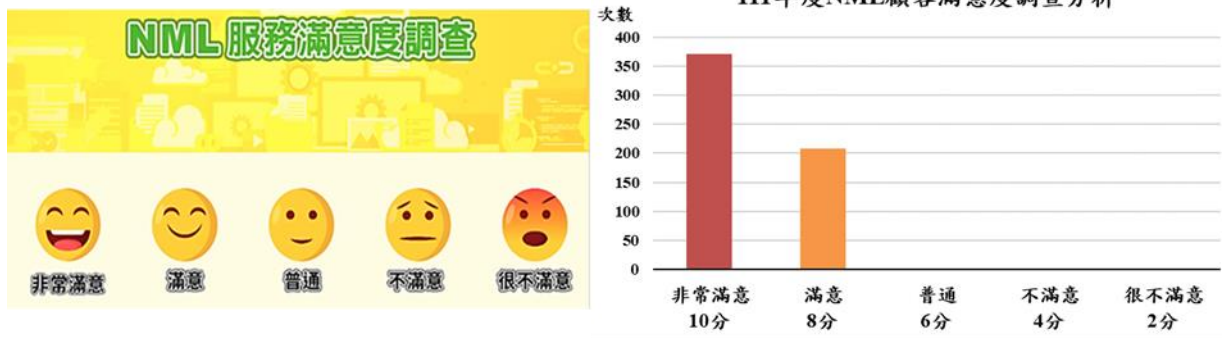


圖 2-14、數位化滿意度調查示意圖及調查結果

(二)、工業計量技術發展分項

本分項為研發半導體先進製程量測技術，提升我國半導體先進製程量測儀器自主開發能力，111 年度重點目標如下：

工作項目	說明	產出指標
奈米粒子分析暨標準技術	• 電子級試劑製程不純物之無機陽離子分量測技術開發	• 完成無機陽離子成分分析技術建立，金屬元素偵測極限： $< 10 \text{ ng/kg}$
先進製程關鍵尺寸量測技術	• 先進半導體線寬量測技術建立	• 完成 RSAXS 線寬量測技術建立，RSAXS 量測線寬： $20 \text{ nm} \leq \text{線寬} \leq 50 \text{ nm}$ ，重複性 $\leq 0.1 \text{ nm}$

1. 奈米粒子分析暨標準技術研究

在積體電路製造過程中，提升良率被視為最困難的一環，良率受限於晶片上的污染，而隨著製程不斷縮小至奈米等級，污染控制也變得格外重要。製程中的污染分為三大類：離子、氣體性分子污染物(airborne molecular contamination, AMC)及顆粒；SEMI F057^[3-1]及SEMI F104^[3-2]提供顆粒尺寸 $\geq 100 \text{ nm}$ 的量測方法，於半導體 $< 7 \text{ nm}$ 的製程，已無法滿足相對的污染物尺寸檢測需求。有此可鑑， $\leq 20 \text{ nm}$ 的顆粒量測分析技術為滿足半導體市場的必要發展。

■ 全程計畫目標

本計畫預定以四年進行技術建置，包含：DMA-CPC量測技術、DMA結合單一粒子感應耦合電漿質譜技術(Single Particle Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, spICP-MS)、以及DMA結合氣相層析質譜儀(Gas Chromatography Mass Spectrometry, GC-MS)技術等。110年開發低濃度奈米粒子量測技術，以達到顆粒濃度偵測極限 $< 10^6 \text{ cm}^{-3}$ ，同時，以微分電移動度篩分系統產生單一粒徑的奈米粒子，發展線上校正用奈米粒子產生技術，以避免液體標準品在小尺寸所造成的量測偏差。111年開發無機陽離子量測技術，確認機台於無機陽離子濃度的偵測極限與量測不確定度；並建置DMA-spICP-MS系統，發展線上奈米粒子金屬分量測技術。112年度則針對無機陰離子進行量測技術開發，以DMA-SP-IC系統發展線上奈米粒子無機陰離子分量測；此外，亦將發展酸鹼基質透析技術，移除可能造成系統損害的酸鹼離子為目標，達到 $> 90 \%$ 的基質去除率，以利後續的線上粒子粒徑、濃度、成分分析系統之發展。113年度則進行有機成分分析技術開發，建置DMA-GC-MS系統，發展線上奈米粒子有機

成分量測技術；於該年度將同時開發奈米粒子收集裝置，捕獲DMA篩分的粒子進行其他量測方法，如電子顯微鏡的平行比對。

■ 111 年度計畫目標

(1) 低濃度無機陽離子量測技術

金屬元素偵測極限： $< 10 \text{ ng/kg}$

(2) 奈米粒子無機陽離子成分分析技術

粒徑範圍： $(10 \sim 100) \text{ nm}$

相對標準不確定度： $< 15 \%$

■ 111 年度實施方案

(1) 研究範圍

如何精確量測試劑中的奈米顆粒是現今半導體產業逐步重視的研究議題，半導體產業的研究方向主要著重於粒子顆粒粒徑、粒子數及成份量測方法的建立，並評估樣品基質效應以及量測機台間的比對與校正方法。除此之外，在線寬縮小的情況下，小尺寸 ($< 20 \text{ nm}$)、低濃度的粒子量測也備受注目。本期程的研究目標為開發奈米粒子無機陽離子成分分析技術，將以單一粒子感應耦合電漿質譜儀(spICP-MS)進行金屬粒子的量測技術建立，使用微分電移動分析儀(Differential mobility analyzer, DMA)與凝核粒子計數器(Condensation particle counter, CPC)確認奈米粒子的粒徑分布，而後，結合 DMA-spICP-MS、針對特定粒徑進行金屬成分分析。為確認量測結果的準確性，本計畫將使用離子濃度標準品、奈米粒子粒徑標準品，進行機台的量測結果確認以及各項參數優化、使 DMA-spICP-MS 呈現最佳的系統靈敏度，達到小尺寸、無機成分的量測結果。

(2) 研究方法及步驟

為了發展無機陽離子成分量測技術，本研究將使用金屬奈米粒子與金屬離子建立單一粒子感應耦合電漿質譜儀(spICP-MS)於成分分析的方程式建立與量測不確定度評估；spICP-MS 於無機成分分析方法建立後，將串聯微分電移動度分析儀(DMA)與 spICP-MS，以開發線上奈米粒子無機成分量測技術。111 年規劃之工作內容如下：

A. 無機陽離子成分量測技術：濃度偵測極限 $< 10 \text{ ng/kg}$

本研究購入金屬離子濃度標準品與奈米粒子粒徑標準品，使用 spICP-MS 分別進行離子濃度量測以及粒子濃度的計算。金屬離子濃度標準品將以序列稀釋的

方式，配製不同粒子數量濃度的樣品，進行 spICP-MS 於金屬離子的檢量線建立、偵測極限評估。於金屬離子濃度的檢量線如圖 3-1 所示，x 軸及 y 軸分別對應至金屬離子濃度與 spICP-MS 的訊號強度，並由公式(3-1)計算系統的偵測極限(limit of detection, LOD)。

$$LOD = 3\sigma/m \quad (3-1)$$

其中， σ 為 spICP-MS 測得之背景值， m 為金屬離子濃度-spICP-MS 的訊號強度的線性斜率。為了證實此量測方法的準確性，本團隊使用三種不同金屬離子進行分析方法之確效，計算 spICP-MS 於金屬離子濃度的偵測極限、以及量測不確定度。

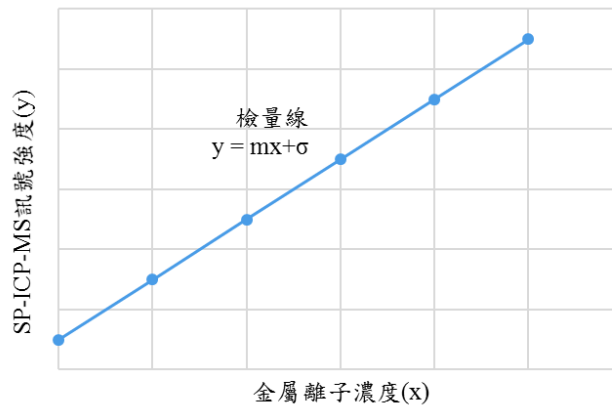


圖 3-1、檢量線之繪製方法與偵測極限之計算

B. DMA-spICP-MS 量測方法建立及系統評估：粒徑範圍(10 ~ 100) nm

本計畫建置 DMA-spICP-MS 系統，由 DMA-CPC 的粒徑掃描結果、使用單一粒徑篩分模式進行該粒徑下的成分分析；其中，以 DMA 計算篩分粒子的粒徑值如公式(3-2)。

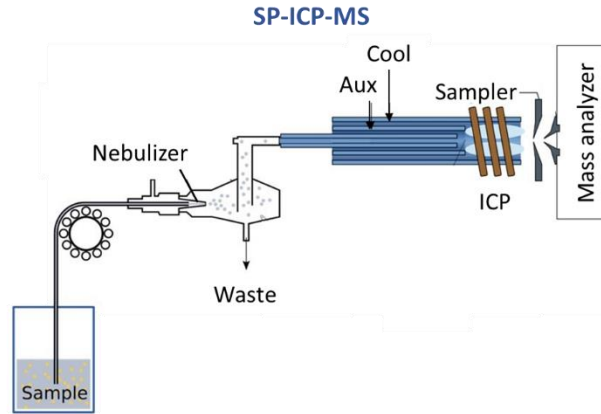
$$D_p = \frac{2eCVL}{3\mu Q_s \ln \frac{r_2}{r_1}} \quad (3-2)$$

D_p 為奈米粒子之粒徑， e 為電荷數， C 為滑溜係數(Cunning slip correction factor)， V 為施加電壓， L 為篩分管柱長度， μ 為氣體黏滯度， Q_s 為鞘流氣體流速(sheath flow rate)， r_1 及 r_2 分別為篩分管柱之內、外徑。

為了證實 DMA-spICP-MS 於粒子粒徑、濃度、成分分析的準確性，本團隊使用奈米金屬粒子、奈米金屬粒子添加鹽類等樣品進行結果比對，並評估量測不確定度。

(3) 系統架構圖

(A)：無機陽離子成分量測技術



(B)：線上奈米粒子無機陽離子成分量測技術

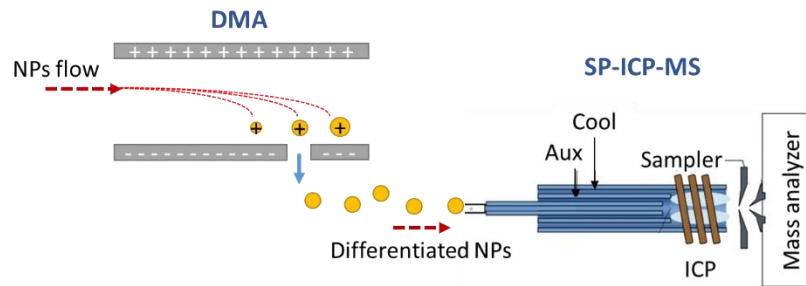


圖 3-2、小尺寸奈米粒徑成分量測技術之研究架構圖

(4) 工作流程圖

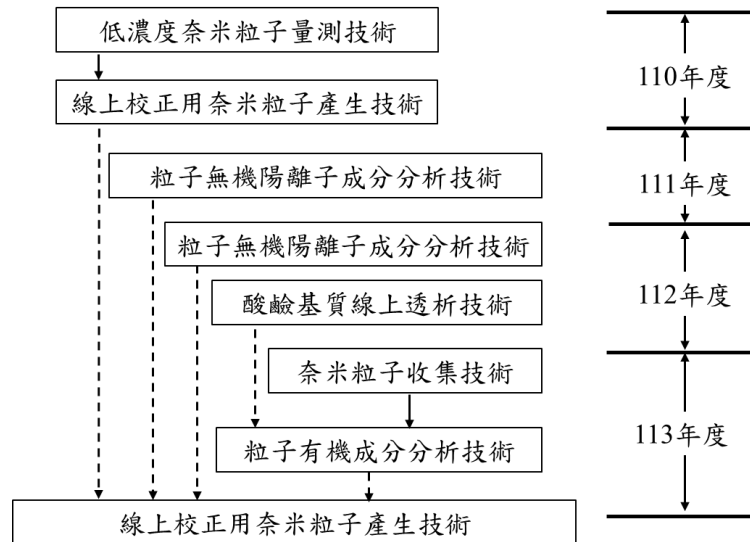


圖 3-3、粒子分析暨標準技術工作流程圖

2. 先進製程關鍵尺寸量測技術研究

隨著摩爾定律，半導體元件從2D構造的半導體場效電晶體(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor, MOSFET)，快速進展至3D的鰭式場效電晶體(Fin Field Effect Transistor, FinFET)，而預計在2020年之後，半導體產業開始研發環繞式閘極(Gate All Around, GAA)式電晶體^[3-3]，除線寬微縮外，其元件三維結構、材料組成將更加複雜，導致所需量測關鍵尺寸參數數量大幅增加。此外，台積電預計2025年將製程節點推進至2 nm^[3-4]，各項關鍵尺寸持續縮小，根據2020年NML與台積電簽訂之Joint Developed Project (JDP)得知，最小線距(Pitch)線寬(Width)分別來到了 $20\text{ nm} \leq \text{Pitch} \leq 50\text{ nm}$ 以及 $20\text{ nm} \leq \text{Width} \leq 50\text{ nm}$ ，疊對(Overlay)準確度 $\leq 0.4\text{ nm}$ 。在結構複雜化、微小化及新材料組成之情況下，增加了關鍵尺寸量測困難度，因此需發展新的關鍵尺寸量測技術以滿足半導體產業計量需求。

■ 全程計畫目標

因應半導體產業N2製程節點之線距、線寬及Overlay量測需求，本子項擬以四年完成GISAXS/RSAXS機台可量測N2製程節點線距： $20\text{ nm} \leq \text{Pitch} \leq 50\text{ nm}$ ，重複性 $\leq 0.1\text{ nm}$ ；線寬 $20\text{ nm} \leq \text{Pitch} \leq 50\text{ nm}$ ，重複性 $\leq 0.1\text{ nm}$ ；Overlay準確度 $\leq 0.4\text{ nm}$ 。同時建立GISAXS量測關鍵尺寸之數學模型及模擬分析，可模擬N2製程節點結構線距之GISAXS/RSAXS訊號模擬，驗證線距/線寬解析度 $\leq 0.1\text{ nm}$ 。未來計畫完成預計將GISAXS/RSAXS技術技轉或場域導入給國內半導體設備商。

■ 111 年度計畫目標

先進半導體線寬量測技術：

- 開發反射式小角度散射(Reflectivity small angle scattering, RSAXS)，建立量測關鍵尺寸之數學模型及模擬分析。N2 製程節點線寬樣品 RSAXS 訊號模擬，驗證 $20\text{ nm} \leq \text{線寬} \leq 50\text{ nm}$ ，解析度 $\leq 0.1\text{ nm}$
- RSAXS 量測 N2 製程節點線寬樣品， $20\text{ nm} \leq \text{線寬} \leq 50\text{ nm}$ ，重複性 $\leq 0.1\text{ nm}$

■ 111 年度實施方案

(1) 研究範圍

本子項因應先進半導體先進製程之線距、線寬及 Overlay 量測需求，自行架設長波長反射式小角度散射(RSAXS)機台，以量測 N2 製程節點線寬： $\leq 50\text{ nm}$ ，重複性 $\leq 0.1\text{ nm}$ 。同時建立 RSAXS 量測關鍵尺寸之數學模型及模擬分析，可模擬 N2 製程節點結構線寬之 RSAXS 訊號模擬，驗證線寬解析度 $\leq 0.1\text{ nm}$ 。

(2) 研究方法及步驟

本計畫 111 年因應半導體產業 N2 先進製程之線寬量測需求，自行規劃架設建置 RSAXS 機台量測 20 nm 至 50 nm 線寬，並同步模擬 RSAXS 線寬散射反射圖，與實驗數據進行比較，驗證可解析 ≤ 0.1 nm。

線寬資訊使用介質近似法(effective medium approximation theory, EMA)方法計算分析，此方法可應用在 N2 製程節點之複雜 3D 結構。以 N2 製程節點 GAA 結構為例，簡化圖如圖 3-4，根據 EMA 之概念由黑色虛線分成不同層狀之結構，不同層則有不同的厚度以及等效密度。當使用 RSAXS 量測樣品時，可得到散射以及反射光譜，將散射及反射光積分可得到 RSAXS 模擬之散射反射訊號。EMA 係使用層狀結構之等效密度概念，當藉由 RSAXS 計算出線距(D_{Pitch})時，可經由式 3-3 計算未知的材料線寬 (D_{width})，其中 ρ 為材料密度，下標 eq 、 Si 、 air 分別代表等效、矽以及空氣。等效電子密度(ρ_{eq})，為當層結構本身電子密度(ρ_{Si})乘上其線寬(D_{width})與線距(D_{Pitch})之比值，再加上結構間之材料電子密度(ρ_{air})乘上其結構寬度(D_{air})與週期(Pitch)之比值。

$$\rho_{eq} = \rho_{Si} \frac{D_{width}}{D_{pitch}} + \rho_{air} \frac{D_{air}}{D_{pitch}} \quad (3-3)$$

通常 ρ_{air} 為零，且 D_{Pitch} 已知情況下，則可以從 ρ_{eq} 推算出當層之結構線寬 D_{width} 。

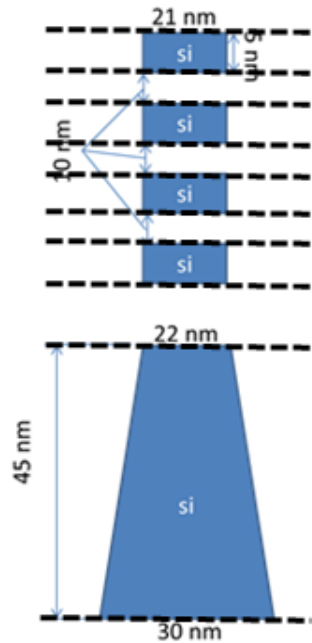


圖 3-4、簡化版 GAA 模型示意圖

(3) 系統架構圖

RSAXS 量測架構為一適當能量之 X 光當入射光源，入射至樣品表面。樣品載台為六軸旋轉軸，可 x、y、z 軸向移動以及旋轉。樣品以抽真空方式使樣品固定於六軸載台上，若樣品上有周期結構，通常與光源入射方向平行放置於六軸載台上。

利用矽漂移式偵測器(Silicon Drift Detector, SDD)或是二維 CCD 擷取散射訊號，量測時樣品作旋轉，偵測器根據 θ - 2θ 架構作同步旋轉，儀器架構如圖 3-5 所示。數據處理軟體將設計為進行散射光譜擬合，並將計算結果與實驗值間的差異作為收斂與否的指標。

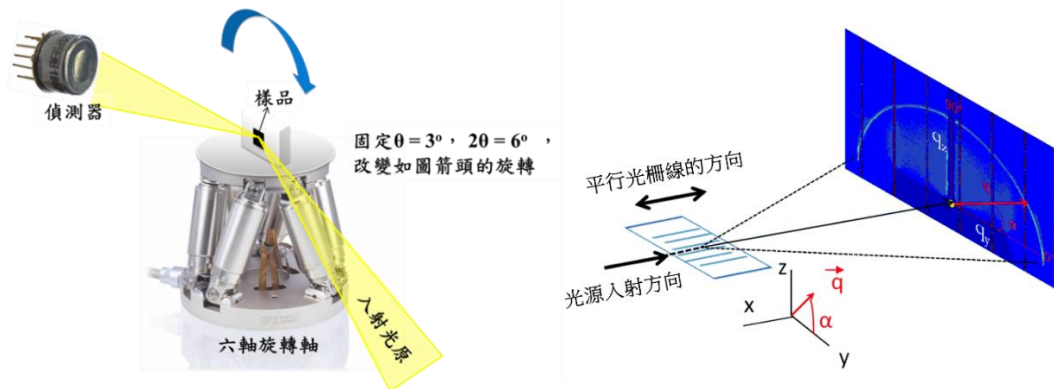


圖 3-5、RSAXS 量測系統架構

(4) 工作流程圖

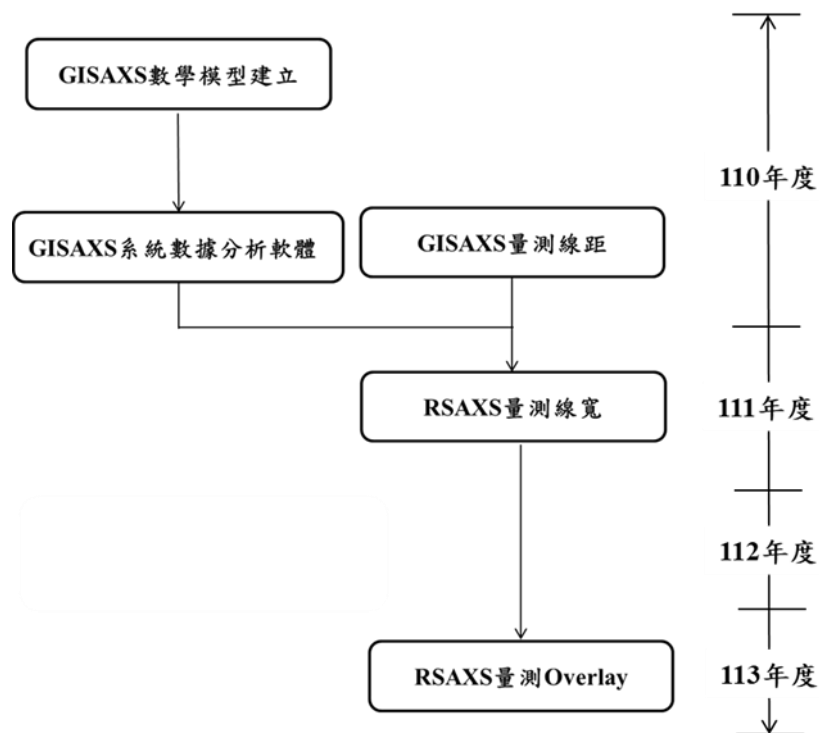


圖 3-6、GISAXS/RSAXS 量測技術研究工作流程圖

★執行成果說明：

1. 奈米粒子分析暨標準技術研究

本研究的年度目標開發無機陽離子量測技術，確認機台於無機陽離子濃度的偵測極限與量測不確定度，並建置 DMA-spICP-MS 系統；重點工作項目包含(1)完成低濃度無機陽離子量測技術，(2)完成奈米粒子無機陽離子成分分析技術。有鑑於鎂、鐵離子為半導體原物料溶劑中，常見的金屬離子不純物，本研究使用金、鎂、鐵三種金屬離子，建立低濃度無機陽離子量測技術：金屬元素偵測極限 $< 10 \text{ ng/kg}$ 。

為了配置低濃度金屬離子樣品，並且評估不同稀釋方式造成的不確定度，本團隊選用稀釋 1000 倍、序列重複三次，以及稀釋 100 倍、序列重複四次等兩種方式，稀釋金屬離子濃度標準品($1000 \mu\text{g/mL}$)至濃度目標($< 10 \text{ ng/kg}$)，並以靜態重力秤重法計算稀釋方式所貢獻的不確定度。結果指出，以千倍稀釋三次及百倍稀釋四次的不確定度分別為 0.13 % 及 0.02 % (表 3-1)，以百倍稀釋四次的稀釋方法具備較低的不確定度，因此，後續將採用該方法進行樣品的稀釋與製備。

表 3-1、不同稀釋方法之秤重結果與不確定度比較

Dilution (稀釋三次)	ref1 (g)	m0 (g)	m1 (g)	m2 (g)	ref2 (g)	m1 (g)	m1 (g)	Dilution factor	Total dilution factor, d	dilution factor standard uncertainty, Δd	$\Delta d/d$
dilution 1, d1	16.0506	6.2558	16.1606	16.1705	16.0503	0.009975	9.91485	993.97			
dilution 2, d2	16.0503	6.2081	16.1334	16.1434	16.0503	0.01	9.9353	993.53			
dilution 3, d3	16.0503	6.2087	16.0847	16.1842	16.0503	0.0995	9.9755	100.26	99006981.8	125707.6	0.13%
Dilution (稀釋四次)	ref1 (g)	m0 (g)	m1 (g)	m2 (g)	ref2 (g)	m1 (g)	m1 (g)	Dilution factor	Total dilution factor, d	dilution factor standard uncertainty, Δd	$\Delta d/d$
dilution 1, d1	16.0503	6.2638	16.0409	16.1405	16.0503	0.0996	9.8767	99.16			
dilution 2, d2	16.0503	6.2025	16.0822	16.1819	16.0503	0.0997	9.9794	100.09			
dilution 3, d3	16.0503	6.2839	16.1053	16.2049	16.0503	0.0996	9.921	99.61			
dilution 4, d4	16.0503	6.1875	16.0431	16.1428	16.0503	0.0997	9.9553	99.85	98722717.4	17723.0	0.02%

為了測得濃度 $< 10 \text{ ng/kg}$ 的金屬離子，本計畫針對單一粒子感應耦合電漿質譜儀(spICP-MS)的量測方法，逐一調整機台的電漿能量、反應氣體(氫氣)流速與 Omega lens 電壓值等參數，使 spICP-MS 於金屬離子濃度的偵測有最佳的感度；此外，spICP-MS 於不同金屬種類的最佳參數亦會不同，因此分別使用濃度 50 ng/kg 之金、鎂、鐵離子進行機台參數優化，並計算儀器於各金屬離子之感度。實驗結果顯示，spICP-MS 於金離子量測最佳參數為：電漿能量 = 1600 W 、Omega lens 電壓 = 18.5 V ，機台感度 = $264.92 \text{ cps}/(\text{ng/kg})$ ；spICP-MS 於鎂離子量測最佳參數為：電漿能量 = 1300 W 、

反應氣體流速 = 4 ml/min、Omega lens 電壓 = 4 V，機台感度 = 1087.66 cps/(ng/kg)；spICP-MS 於鐵離子量測最佳參數為：電漿能量 = 1200 W、反應氣體流速 = 3 ml/min、Omega lens 電壓 = 4 V，機台感度 = 339.16 cps/(ng/kg)。spICP-MS 於上述三種金屬離子的感度皆 > 200 cps/(ng/kg)，而該感度值對應的粒子粒徑 < 10 nm；換句話說，儀器在感度 > 200 cps/(ng/kg) 的情況下，能夠量測粒徑小於 10 nm 之粒子。

低濃度金屬離子量測時，樣品瓶中的殘留離子會成為 spICP-MS 量測背景值，影響目標粒子之訊號偵測與辨認，使得粒子粒徑偵測極限難以達到 < 10 nm 的規格；為避免背景值的干擾，於樣品量測前，需確認背景值 < 1 ng/kg。背景值的計算方法為：建立超純水與濃度 50 ng/kg 金、鎂及鐵離子的檢量線；而後，以 2 % 硝酸清洗裝載離子的樣品瓶、裝入超純水，並量測超純水中的金、鎂及鐵離子濃度。樣品瓶中殘留的金、鎂及鐵離子分別為 0.48 ng/kg、0.26 ng/kg、0.61 ng/kg，確認背景值 < 1 ng/kg。依據前述 spICP-MS 於金、鎂、鐵離子的最佳參數，分別量測濃度為 (0、10、20、30、40、50) ng/kg 之金、鎂及鐵離子樣品，並且建立離子濃度檢量線及計算線性係數 (R^2)。結果如圖 3-7 所示，圖 3-7 每個濃度的量測次數為 3 次，圖中有標示 error bar，惟因尺度較小，因此將各濃度之標準差列於表 3-1。金、鎂及鐵離子之檢量線 R^2 分別為 0.9999、1.0000 與 0.9995，證實金屬離子濃度與偵測訊號強度呈現高度線性關係。偵測極限 (LOD) 則透過公式 (3-4) 求得，其中， σ 為背景值之強度標準差 (cps)， S 為檢量線之斜率 (cps/(ng/kg))；金離子偵測極限為 0.23 ng/kg、鎂離子為 0.05 ng/kg 及鐵離子為 0.12 ng/kg，符合偵測極限小於 10 ng/kg 的計畫目標。

$$LOD = 3 \times \sigma / S \quad (3-4)$$

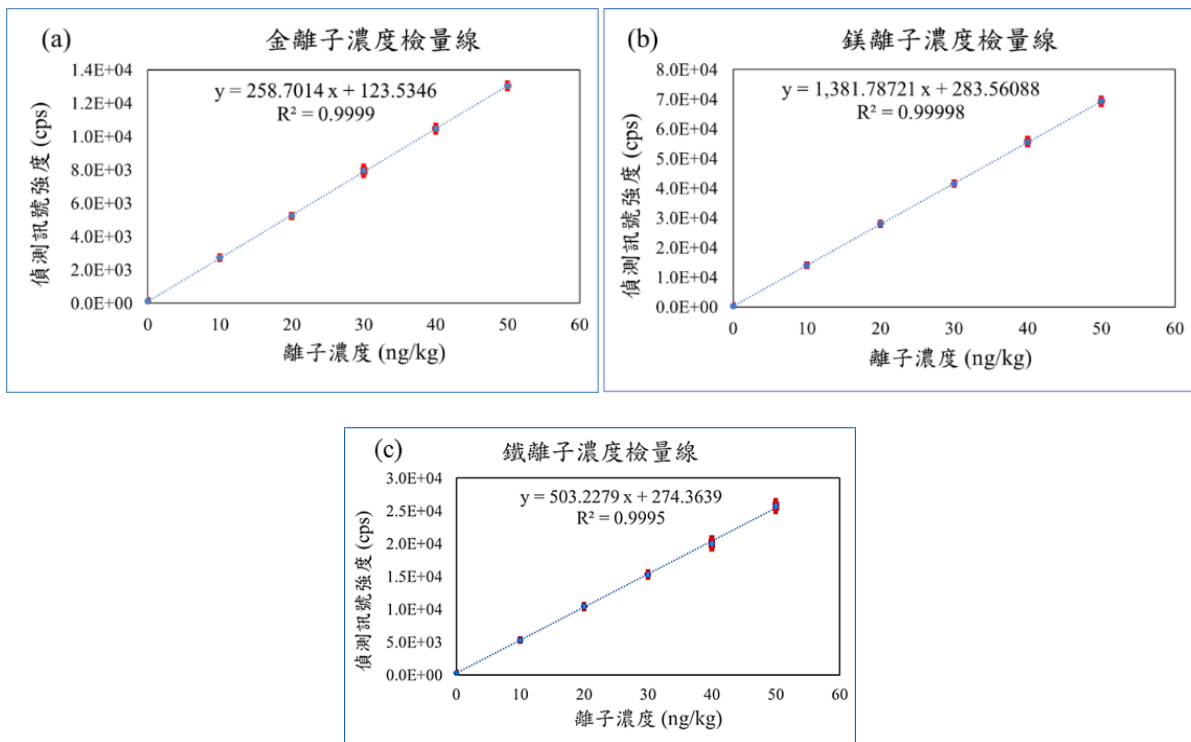


圖 3-7、以 spICP-MS 所測得之(a)金離子；(b)鎂離子；(c)鐵離子濃度檢量線

表 3-2、不同濃度之標準差

離子濃度 (ng/kg)	標準差 (cps)		
	Au	Mg	Fe
0	20.05	23.05	19.66
10	56.38	81.61	103.70
20	31.58	230.39	123.51
30	221.91	294.51	116.71
40	144.77	765.34	162.66
50	113.31	707.79	95.05

第二項計畫目標為完成奈米粒子無機陽離子成分分析技術，粒徑範圍(10 ~ 100) nm，相對標準不確定度 < 15 %。使用商用標準金奈米粒子(10/60/100 nm)作為實驗樣品，為降低奈米粒子樣品中分散劑對粒徑量測造成的影響，團隊使用離心法沉降奈米粒子，並以超純水更換含有分散劑的原溶液。首先，針對離心參數如離心力、離心時間進行優化，於 10 nm、60 nm、100 nm 金奈米粒子的最佳條件分別為：離心力 20800 rcf、60 分鐘，4.5 rcf、15 分鐘，以及 5.8 rcf、10 分鐘。另由於 spICP-MS 之工作環境為氬氣，一般壓縮空氣將造成電漿熄火；因此，系統須置換 DMA 的護套氣流，以氬氣取代壓縮空氣，並以 10 nm、60 nm、100 nm 金奈米粒子之粒徑量測進行效能評估，粒徑分別為 13.2 nm、65 nm、119 nm。而後，以 spICP-MS 取代 DMA 後端的

CPC，進行 DMA 與 spICP-MS 串接(如圖 3-8 所示)，於金奈米粒子的粒徑量測結果分別為 13.2 nm、66 nm、121 nm，說明 DMA-spICP-MS 於粒徑範圍(10~100) nm 之量測結果，與 DMA-CPC 結果相近，如圖 3-9 所示。

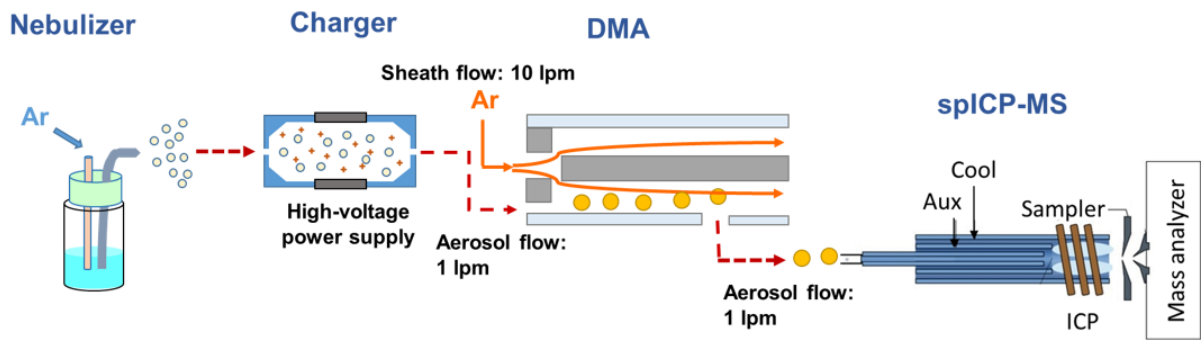


圖 3-8、DMA-spICP-MS 系統示意圖

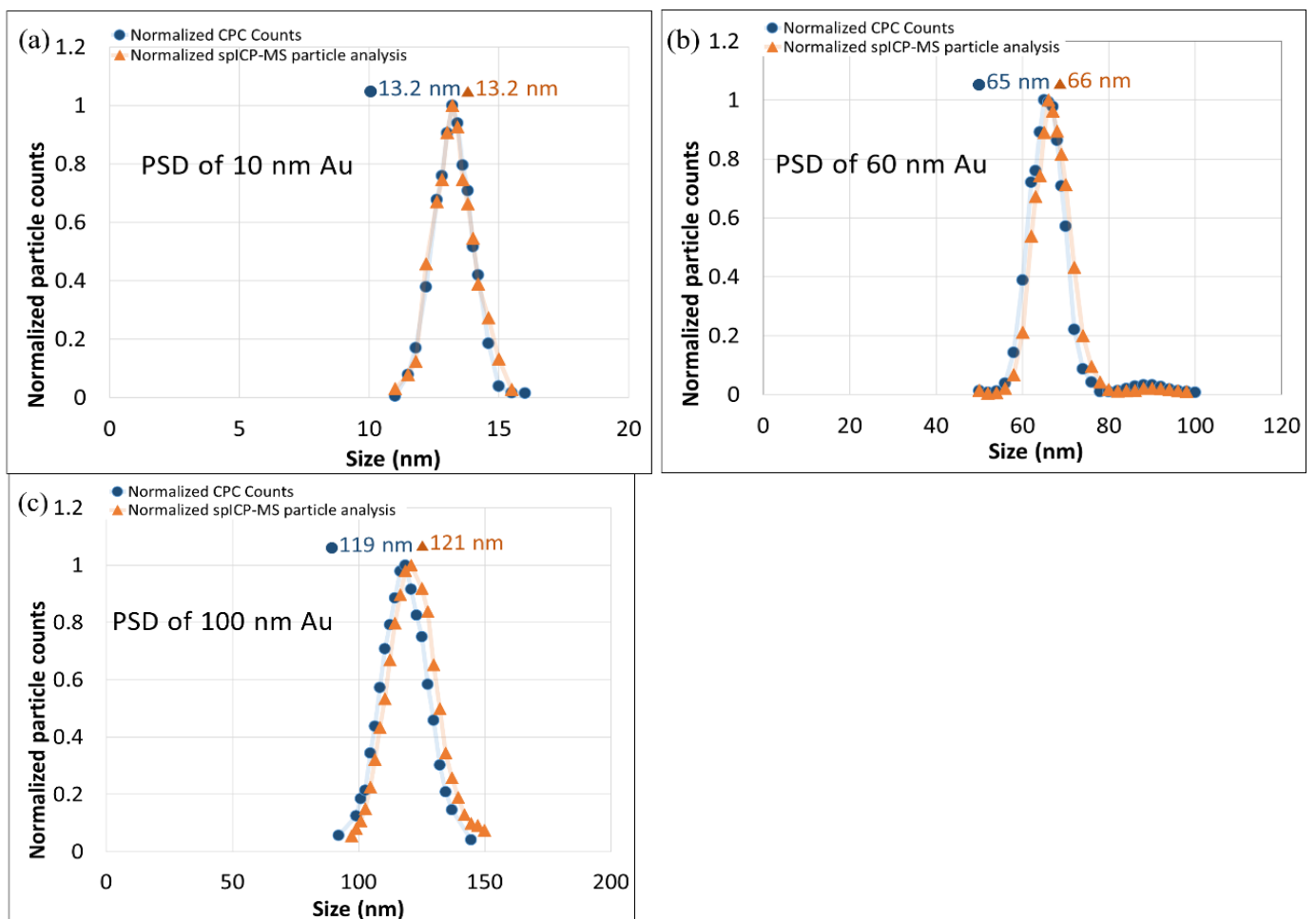


圖 3-9、DMA 串接 CPC(圓形符號)與 spICP-MS(三角形符號)，於(a) 10 nm、(b) 60 nm、(c) 100 nm 金奈米粒子之粒徑分布量測

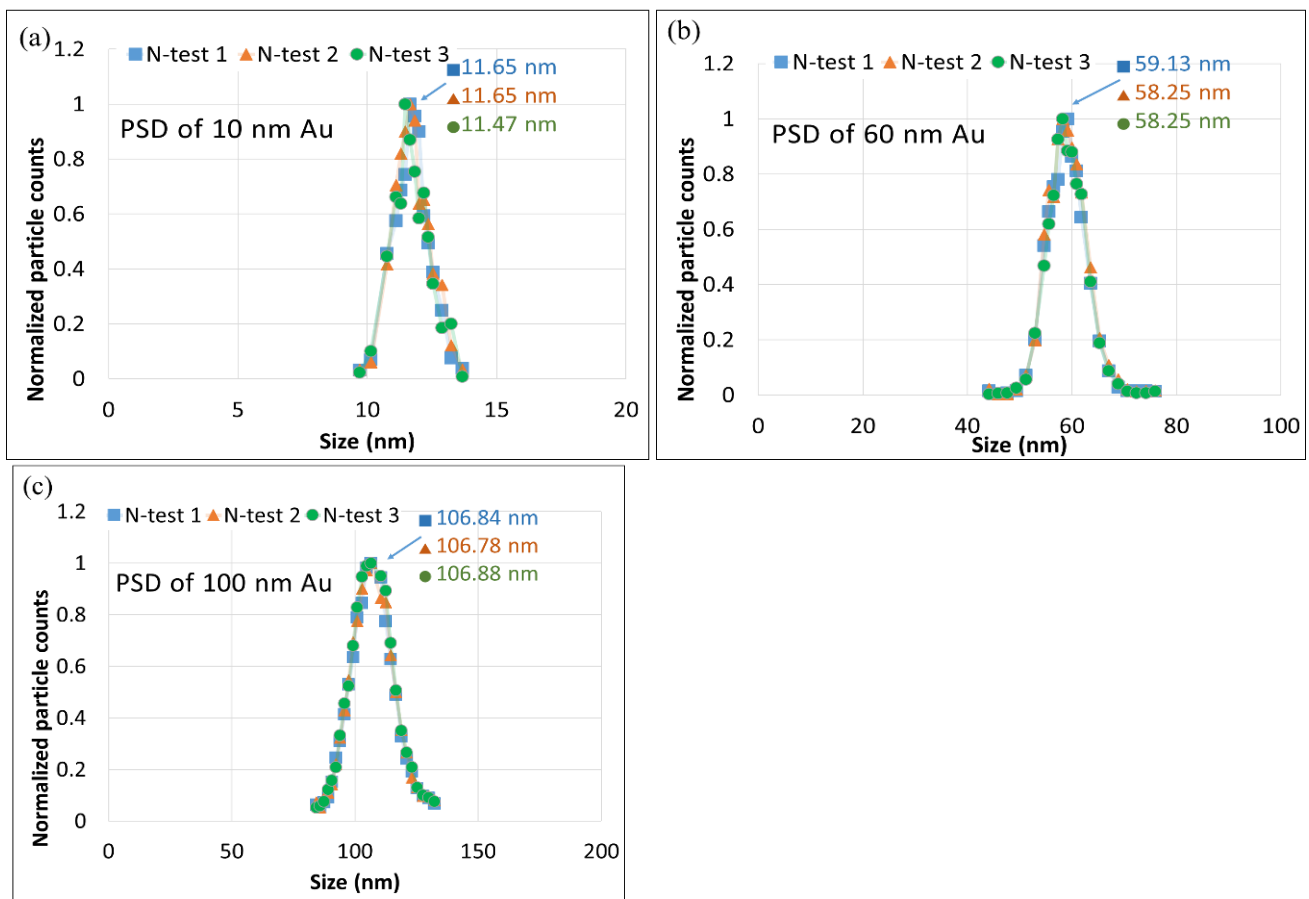


圖 3-10、DMA-spICP-MS 於(a) 10 nm、(b) 60 nm、(c) 100 nm 金奈米粒子進行粒徑分布重複性量測

由前段結果可知，於氫氣氣氛下，DMA-spICP-MS 於三種金奈米粒子(10/60/100 nm)的量測結果與 DMA-CPC 一致，說明兩種串聯系統的可比較性。然而，DMA-CPC 於氫氣環境下所測得的粒徑值較空氣環境下的粒徑值高 1.18~1.20 倍，造成此差異的主因為氫氣與空氣的黏滯係數不同；考量氣體黏滯係數與粒子滑溜係數的差別、重新計算粒徑值，10 nm、60 nm、100 nm 金奈米粒子的粒徑值修正為 11.6 nm、58.5 nm、106.8 nm。以 DMA-spICP-MS 於氫氣環境下進行重複性量測，結果如圖 3-10 所示，標準差分別為 0.1 nm、0.51 nm、0.05 nm，證實系統的量測穩定性。

參考 Schmid et al.^[3-5]提出奈米粒子粒徑於不同氣體環境下的量測公式，使用氫氣與空氣下各項參數如黏滯係數的比值、以及空氣下量測的粒徑值，推算出氫氣條件下的粒徑值，並計算金奈米粒子之粒徑組合相對標準不確定度。於 10 nm 之金奈米粒子的組合相對標準不確定度為 4.89 % (表 3-2)、60 nm 之金奈米粒子的組合相對標準不確定度為 4.81 % (表 3-3)、100 nm 之金奈米粒子的組合相對標準不確定度為 4.21 % (表 3-

4), 達到相對標準不確定度 < 15 % 之目標。

$$d_{Ar} = d_N \times d_{Air} = \frac{C_{c,Ar}}{C_{c,Air}} \frac{u_{Air}}{u_{Ar}} \frac{Q_{sh,Air}}{Q_{sh,Air}} \frac{V_{Ar}}{V_{Air}} \times d_{Air} \quad (3-5)$$

其中：

- d_{Ar} : particle diameter in Ar (nm)
- d_{Air} : particle diameter in Air (nm)
- d_N : particle diameter ratio
- C_c : slip correction
- u : viscosity of fluid (Pa·s)
- Q_{sh} : sheath flow (m³/s)
- V : center rod voltage (V)

表 3-3、10 nm 金粒子粒徑之量測不確定度評估分量表

不確定度來源	Type	誤差	估計值 x_i	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 c_i	不確定度分量 $u(x_i) \cdot c_i$	相對標準不確定度 $u(x_i)/x_i$
氬氣滑溜係數 $C_{c,Ar}$ (-)	B (矩形)	± 2 % (*3)	2.45E+01	2.83E-01	4.51E-10	1.28E-10	1.15%
空氣滑溜係數 $C_{c,Air}$ (-)	B (矩形)	± 2 % (*3)	2.31E+01	2.67E-01	-4.78E-10	-1.28E-10	1.15%
空氣之黏度係數 μ_{Air} (Pa·s)	B (矩形)	± 0.04 % (*2)	1.83E-05	4.23E-09	6.04E-04	2.55E-12	0.02%
氬氣之黏度係數 μ_{Ar} (Pa·s)	B (矩形)	± 0.04 % (*2)	2.24E-05	5.17E-09	-4.93E-04	-2.55E-12	0.02%
空氣護套流量 $Q_{sh,Air}$ (m ³ /s) (classifier 儀器誤差)	B (矩形)	± 2 % (*1)	1.67E-04	1.93E-06	6.62E-05	1.28E-10	1.15%
氬氣護套流量 $Q_{sh,Ar}$ (m ³ /s)			1.71E-04	8.89E-07	-6.46E-05	-5.74E-11	0.52%
(flow meter 儀器誤差)	B (矩形)	± 2 % (*4)	1.71E-04	8.89E-07	-	-	-
(flow meter 重複性量測誤差)	A	-	1.71E-04	1.05E-08	-	-	-
氬氣DMA電壓 V_{Ar} (V)	B (矩形)	± 0.5 % (*5)	3.22E+01	9.30E-02	3.43E-10	3.19E-11	0.29%
空氣DMA電壓 V_{Air} (V)	B (矩形)	± 0.5 % (*5)	2.78E+01	8.03E-02	-3.98E-10	-3.19E-11	0.29%
空氣下重複量測粒子粒徑(以spICP-MS量測) d_{Air} (m)	A	-	1.13E-08	6.32E-11	2.17E+00	1.37E-10	0.56%
氬氣下粒子粒徑 d_{Ar} (m) =	1.11E-08						
組合標準不確定度 (m) =	2.70E-10						
組合相對標準不確定度 =	2.45%						
擴充不確定度 (k=2) (m) =	5.41E-10						
量測不確定度 =	4.89%						

*1, *4, *5. TSI manual
*2. J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol. 96, 147 (1991)
*3. Aerosol Science and Technology 36: 351-360 (2002)

表 3-4、60 nm 金粒子粒徑量測不確定度評估分量表

不確定度來源	Type	誤差	估計值 x_i	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 c_i	不確定度分量 $u(x_i) \cdot c_i$	相對標準不確定度 $u(x_i)/x_i$
氬氣滑溜係數 $C_{c,Ar}$ (-)	B (矩形)	± 2 % (*3)	4.55E+00	5.26E-02	1.25E-08	6.58E-10	1.15%
空氣滑溜係數 $C_{c,Air}$ (-)	B (矩形)	± 2 % (*3)	4.33E+00	5.00E-02	-1.32E-08	-6.58E-10	1.15%
空氣之黏度係數 μ_{Air} (Pa·s)	B (矩形)	± 0.04 % (*2)	1.83E-05	4.23E-09	3.12E-03	1.32E-11	0.02%
氬氣之黏度係數 μ_{Ar} (Pa·s)	B (矩形)	± 0.04 % (*2)	2.24E-05	5.17E-09	-2.55E-03	-1.32E-11	0.02%
空氣護套流量 $Q_{sh,Air}$ (m ³ /s) (classifier 儀器誤差)	B (矩形)	± 2 % (*1)	1.67E-04	1.93E-06	3.41E-04	6.58E-10	1.15%
氬氣護套流量 $Q_{sh,Ar}$ (m ³ /s)			1.71E-04	8.89E-07	-3.33E-04	-2.96E-10	0.52%
(flow meter 儀器誤差)	B (矩形)	± 2 % (*4)	1.71E-04	8.89E-07	-	-	-
(flow meter 重複性量測誤差)	A	-	1.71E-04	1.05E-08	-	-	-
氬氣DMA電壓 V_{Ar} (V)	B (矩形)	± 0.5 % (*5)	7.92E+02	2.29E+00	7.20E-11	1.65E-10	0.29%
空氣DMA電壓 V_{Air} (V)	B (矩形)	± 0.5 % (*5)	6.78E+02	1.96E+00	-8.40E-11	-1.65E-10	0.29%
空氣下重複量測粒子粒徑(以spICP-MS量測) d_{Air} (m)	A	-	5.82E-08	3.04E-10	2.18E+00	6.61E-10	0.52%
氬氣下粒子粒徑 d_{Ar} (m) =	5.70E-08						
組合標準不確定度 (m) =	1.37E-09						
組合相對標準不確定度 =	2.40%						
擴充不確定度 (k=2) (m) =	2.74E-09						
量測不確定度 =	4.81%						

*1, *4, *5. TSI manual
*2. J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol. 96, 147 (1991)
*3. Aerosol Science and Technology 36: 351-360 (2002)

表 3-5、100 nm 金粒子粒徑之量測不確定度評估分量表

不確定度來源	Type	誤差	估計值 x_i	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 c_i	不確定度分量 $u(x_i) \cdot c_i$	相對標準不確定度 $u(x_i)/x_i$
氬氣滑溜係數 $C_{c,Air}$ (-)	B (矩形)	$\pm 2\%$ (*3)	3.00E+00	3.47E-02	3.68E-08	1.28E-09	1.15%
空氣滑溜係數 $C_{c,Air}$ (-)	B (矩形)	$\pm 2\%$ (*3)	2.88E+00	3.32E-02	-3.84E-08	-1.28E-09	1.15%
空氣之黏度係數 μ_{Air} (Pa·s)	B (矩形)	$\pm 0.04\%$ (*2)	1.83E-05	4.23E-09	6.04E-03	2.55E-11	0.02%
氬氣之黏度係數 μ_{Ar} (Pa·s)	B (矩形)	$\pm 0.04\%$ (*2)	2.24E-05	5.17E-09	-4.93E-03	-2.55E-11	0.02%
空氣護套流量 $Q_{sh,Air}$ (m^3/s) (classifier 儀器誤差)	B (矩形)	$\pm 2\%$ (*1)	1.00E-04	1.15E-06	1.10E-03	1.28E-09	1.15%
氬氣護套流量 $Q_{sh,Air}$ (m^3/s)			9.70E-05	5.04E-07	-1.14E-03	-5.74E-10	0.52%
(flow meter 儀器誤差)	B (矩形)	$\pm 2\%$ (*4)	9.70E-05	5.04E-07	-	-	-
(flow meter 重複性量測誤差)	A	-	9.70E-05	1.05E-08	-	-	-
氬氣DMA電壓 V_{Ar} (V)	B (矩形)	$\pm 0.5\%$ (*5)	1.42E+03	4.11E+00	7.75E-11	3.19E-10	0.29%
空氣DMA電壓 V_{Air} (V)	B (矩形)	$\pm 0.5\%$ (*5)	1.21E+03	3.50E+00	-9.12E-11	-3.19E-10	0.29%
空氣下重複量測粒子粒徑(以splCP-MS量測) d_{Air} (m)	A	-	1.07E-07	2.53E-11	2.30E+00	5.83E-11	0.02%
氬氣下粒子粒徑 d_{Ar} (m) =			1.10E-07				
組合標準不確定度 (m) =			2.33E-09				
組合相對標準不確定度 =			2.11%				
擴充不確定度 (k=2) (m) =			4.66E-09				
量測不確定度 =			4.21%				

*1, *4, *5. TSI manual
 *2. J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol. 96, 147 (1991)
 *3. Aerosol Science and Technology 36: 351–360(2002)

2. 先進製程關鍵尺寸量測技術研究

本研究年度目標為 RSAXS 量測 N2 製程線距樣品的能力，目標包含(1)開發反射式小角度散射(Reflectivity small angle x-ray scattering, RSAXS)，建立量測關鍵尺寸之數學模型及模擬分析。N2 製程節點線寬樣品 RSAXS 訊號模擬，驗證 $20\text{ nm} \leq \text{線寬} \leq 50\text{ nm}$ ，解析度 $\leq 0.1\text{ nm}$ ；(2)RSAXS 量測 N2 製程節點線寬樣品， $20\text{ nm} \leq \text{線寬} \leq 50\text{ nm}$ ，重複性 $\leq 0.1\text{ nm}$ 。

首先量測樣品的準備與製作及 RSAXS 訊號模擬研究，因計畫目標而制定量測樣品規格為線寬 35 nm，線距 70 nm，厚度為 35 nm，材質為矽。經過資料收集，確定量測試片之規格，如圖 3-11。圖 3-11 為廠商所提供之樣品規格，左側為在 SEM 底下掃描之結果，規格為線距(70 ± 0.5) nm 及線寬 35 nm。由於廠商規格並未提供線寬之標準差，故使用本實驗室之 SEM 系統進行量測線寬值與計算標準差。圖 3-11 右側為樣品型錄所提供之線寬標準片 AFM 量測結果，光柵層厚度為 35 nm。本實驗室之 AFM 量測系統能量僅提供(50 ~ 1000) nm 以上線寬校正。考量本計畫中所使用之 35 nm 線寬低於最小範圍，故計畫取而代之將以上述之 SEM 量測結果作為比較標準。

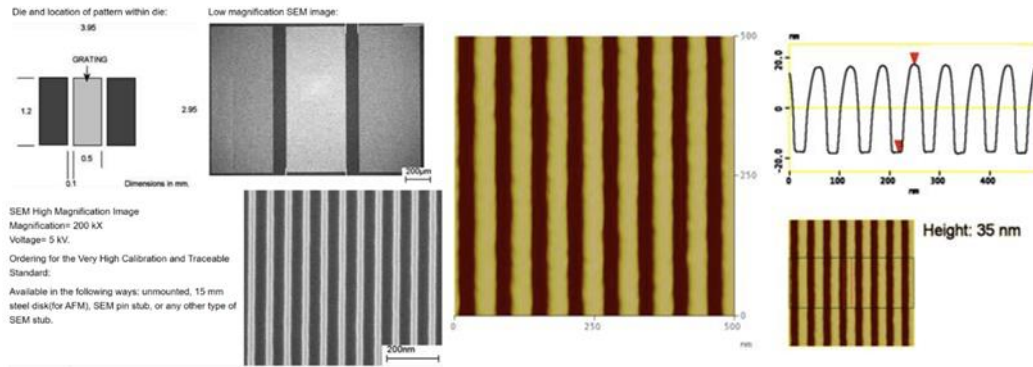


圖 3-11、線寬 35 nm (線距 70 nm)的 grating 樣品規格，與 SEM&AFM 之影像

關於 RSAXS 訊號模擬研究，本研究係利用低掠角小角度 X 光散射技術(grazing incidence small angle X-ray scattering, RSAXS)擷取結構資訊涵蓋了小角度 X 光散射 (small-angle X-ray scattering) 和 X 光反射 (diffuse X-ray reflectivity) 的特點，樣品量測上以非破壞性的方式探測，提供奈米尺度的結構解析。

為模擬 X 光訊號，本研究採用 BornAgain 商用軟體進行散射與反射之訊號模擬研究，其中由模擬散射訊號，可計算應用散射角與 Q 空間的關係式：

$$Q = 4\pi\sin(\theta)/\lambda \quad (3-6)$$

此關係式由勞厄方程式： $\vec{G} = \vec{k}_f - \vec{k}_i$ ，倒晶格向量詮釋，其中 \vec{G} 為倒晶格向量，而 \vec{k}_f 及 \vec{k}_i 為入射及繞射束的波向量。彈性散射條件 $|\vec{k}_f| = |\vec{k}_i|$ ，及散射角 2θ 與上式結合後，基本上與布拉格方程式等效。可以推導出線距與倒空間關係式：

$$D = 2\pi/Q \quad (3-7)$$

由模擬訊號得知可分為散射訊號以及反射訊號，散射訊號依據上述方式，分析散射訊號，可推算線距值。藉由模擬出 Q 值對 X 光散射強度圖，並記錄各階 Q 值，再利用公式 3-7 可以計算出線距，如圖 3-12。而得知線距之後，至分析反射訊號，本研究利用 2019 年已公告之專利內容(用於檢測平面基板上之三維奈米結構的 X 光反射儀與其方法)方式，方法步驟如圖 3-13，選取反射訊號進行分析。因此，將由軟體模擬之不同角度之反射訊號積分求得各角度之反射強度，再將反射訊號進行積分後與角度進行作圖，藉由擬合反射訊號，可以得到線距之厚度與密度，而厚度為已知定數，分析擬合出密度值。由專利得知，利用有效介質近似法(effective medium approximation theory, EMA)，可將線距視為密度較低之等效膜厚如圖 3-14。藉由 EMA 公式：

$$\rho_{eq} = \rho_{Si} \frac{D_{width}}{D_{pitch}} \rightarrow D_{pitch} = \frac{\rho_{eq}}{\rho_{Si}} D_{pitch} \quad (3-8)$$

因藉由散射訊號計算得知線距，而 Si 密度也已知，經擬合反射訊號值可得知等效密度，所以，線寬即可求得。總結來說，反射式小角度散射(Reflectivity small angle x-ray scattering, RSAXS)量測技術，解決過往使用散射方式分析關鍵尺寸的複雜性，且增加用於半導體檢測上之可能性。

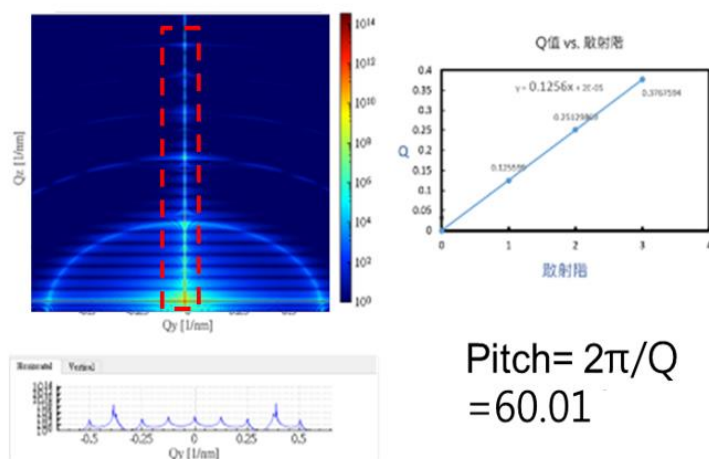


圖 3-12、樣品設定為 60 nm 線距，由散射訊號推算出線距值 60.01 nm

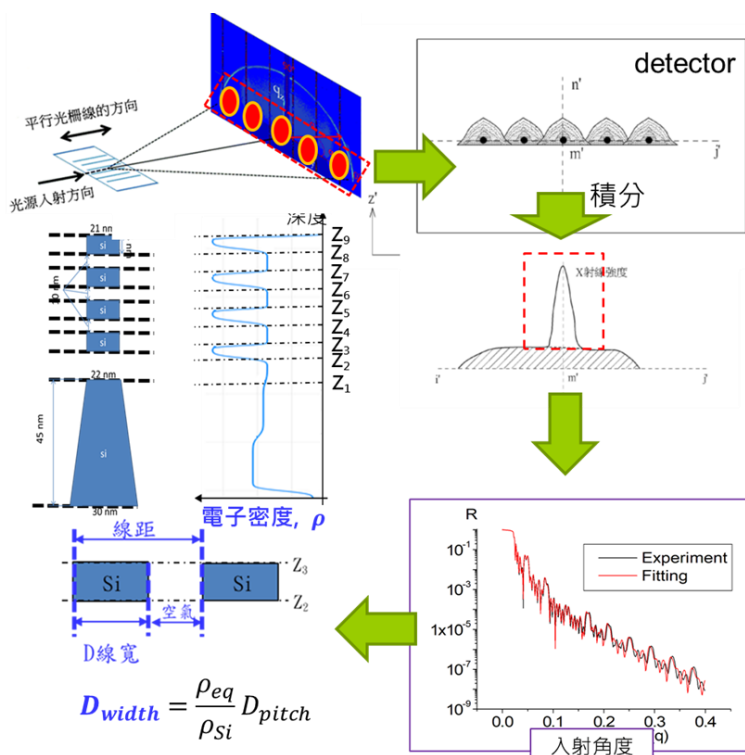


圖 3-13、檢測平面基板上之三維奈米結構的 X 光反射儀與其方法

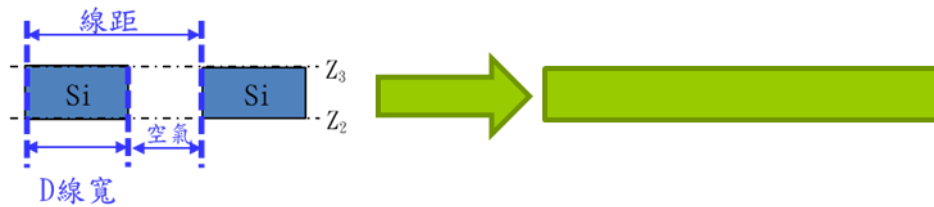


圖 3-14、線距樣品利用 EMA 可視為密度較低之等效膜厚

本模擬研究的樣品結構如圖 3-15 所示，為線寬 20 nm (線距 60 nm，厚度為 50 nm) 的矽(Si)材質 grating 樣品，參數設定 X-ray 光源為鋁靶，波長 0.834 nm，強度 10^9 ph/s，入射角 1° 開始擷取訊號。將入射角度當作變因，波長、強度及入射角等皆為固定參數，以線寬 20 nm 為例，模擬多組不同的角度(從 0 度到 6 度，間格為 0.01 度)的圖形，觀察訊號的變化，再經由積分並作圖，如圖 3-16。如同 X 光反射技術一般，利用反射光強度與入射角作圖，可進行擬合，而厚度為定值，設定為 60 nm，經過 10 次擬合，求出平均等效密度為 0.83 g/cm^3 ，再由散射訊號可求出線距為 60.01 nm，矽材質密度為 2.5 g/cm^3 ，帶入公式 3-8，可以求出現寬為 20.00 nm，此外，依改變不同線寬值參數 (20 nm、35 nm、50 nm)，進行商用機台訊號模擬，其最後擬合之線寬結果如圖 3-17。

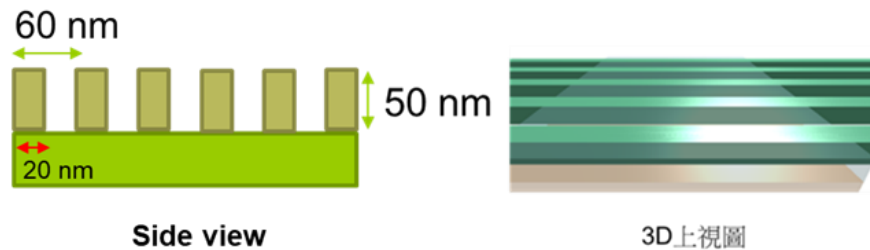


圖 3-15、線寬 20 nm (線距 60 nm) 的 grating 樣品結構圖

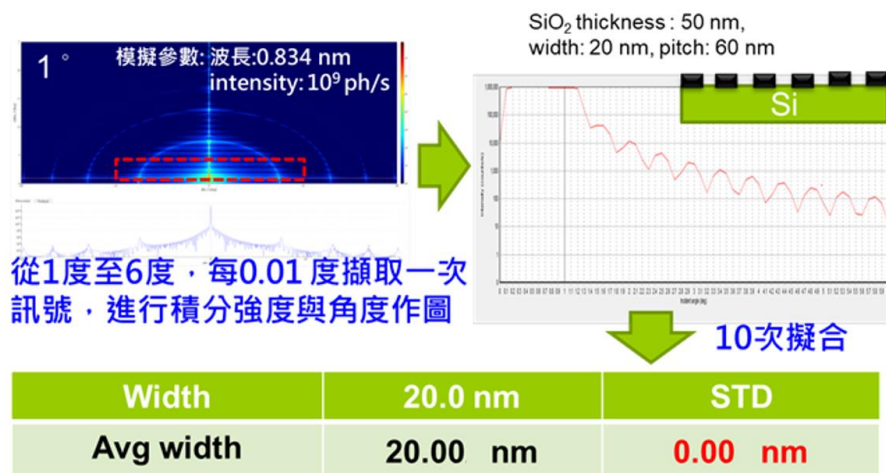


圖 3-16、利用商業軟體模擬散射訊號，藉由反射訊號分析求得 20 nm 之線寬

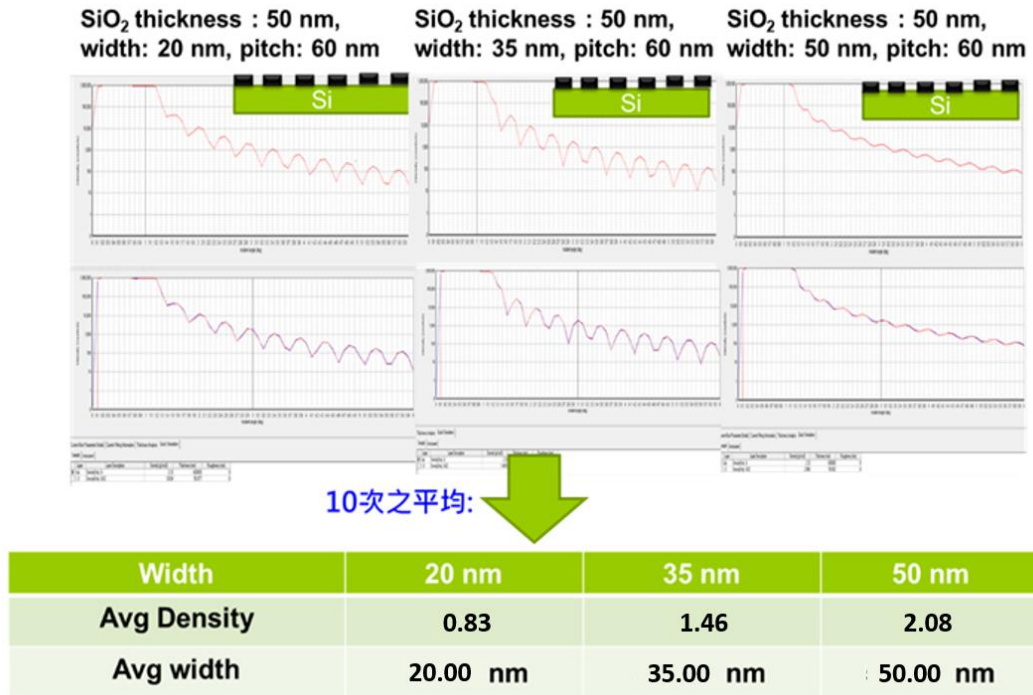


圖 3-17、三種線寬(20 nm、35 nm、50 nm)之模擬結果

最後，為驗證反射式小角度散射(Reflectivity small angle x-ray scattering, RSAXS)量測技術，於量測 $20 \text{ nm} \leq \text{線寬} \leq 50 \text{ nm}$ 之解析度 $\leq 0.1 \text{ nm}$ ，設計模擬線寬 20 nm 與 20.1 nm 之量測訊號，進行分析，依照之前模型，設定膜厚為 50 nm 之 Si 線距，擷取 1 度至 6 度之反射訊號，積分後進行 X 光反射訊號擬合，分別求出平均線寬為 20.00 nm 與 20.10 nm，此外，加上從許多角度下之反射訊號可觀察出，兩種線寬的訊號差距最多可達 2798 cps，經擬合 10 次之結果，確實在如此條件下可以解析出小於 0.1 nm 之線寬，完成驗證。如圖 3-18。

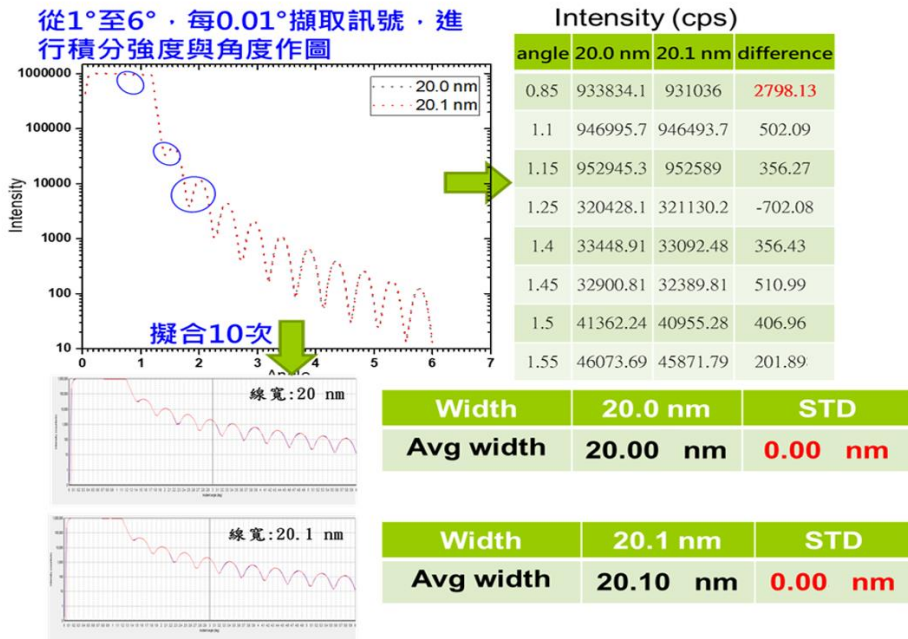


圖 3-18、線寬 20 nm 與 20.1 nm 之訊號模擬差距與擬合結果

為利用 RSAXS 量測 N2 製程節點線寬樣品，首先須建立樣品放置到聚焦入射光束焦點的方法，由於對位之樣品尺寸微小(標準試片尺寸如下：1.2 mm x 0.5 mm，而待測圖案(pattern)大小(50 × 50) μm²)，如圖 3-19 所示，因此第一步建立樣品於機台中的對位系統標準程序。此標準程序使用光學顯微鏡(Optical microscope, OM)輔助進行光路驗證，在本研究所使用的光學顯微鏡具備之解析度能夠對位樣品規格(20 × 20) μm² 圖案，機台的整體架構以及機台對位系統如圖 3-20 所示。本計畫所使用之聚焦入射光束光源覆蓋面積於掃描角度範圍(0.2o~5.5 o)內皆會包覆標準片待測圖案面積(50 μm x 50 μm)，因此標準片量測時，以對位系統確認樣品放置於光源覆蓋面積中央，以定點掃描 3 次進行，以確定量測數據的重覆性。

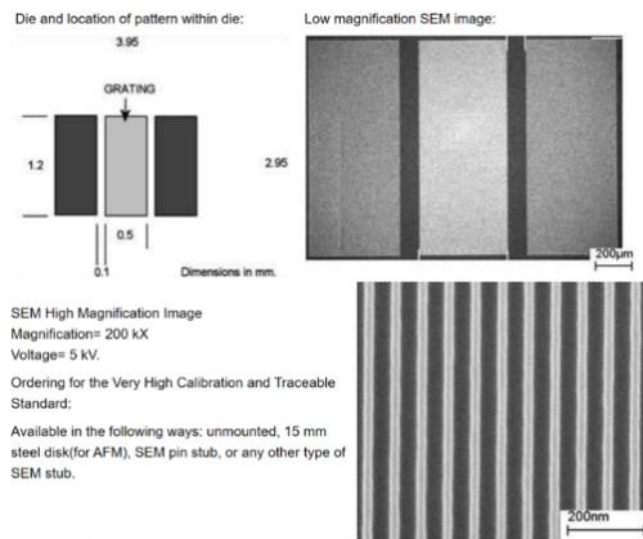


圖 3-19、位置 v.s. CCD 收到 X-ray 強度

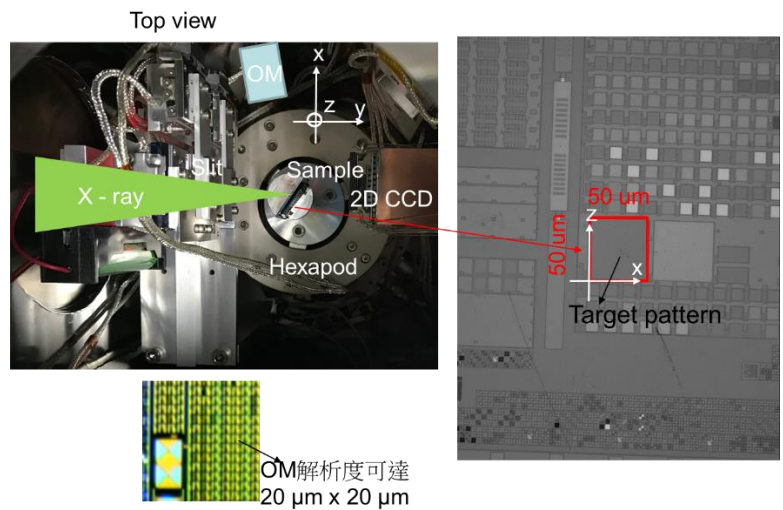


圖 3-20、機台對位系統對位及光路圖

樣品對位流程分成兩大步驟，第一步驟為使用針尖(pin)定位 X 光聚光焦點，第二步驟使用光學顯微鏡將樣品放置於 X 光聚光焦點位置。以下詳細描述對位流程程序：

Step I. 針尖定位 X 光聚光焦點位置

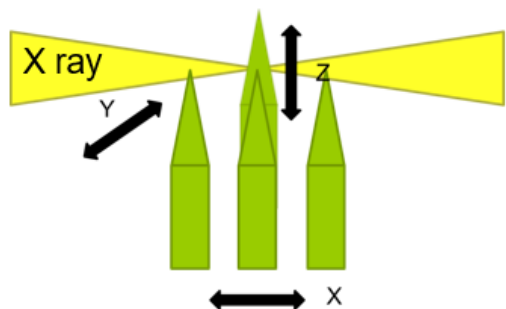


圖 3-21、針尖定位 X 光聚光焦點位置

(a). 將針尖固定於樣品載台上，開啟 X 光及 SDD 偵測器收光。開始調整六軸樣品載台之 Z 軸方向位置，掃描載台在不同 Z 軸位置時偵測器上強度的變化讀值。掃描後的強度如圖 3-22 所示，找尋在 Z 軸上最大強度減少 1/3 之變化點，此點定位聚焦點的 Z 軸座標。

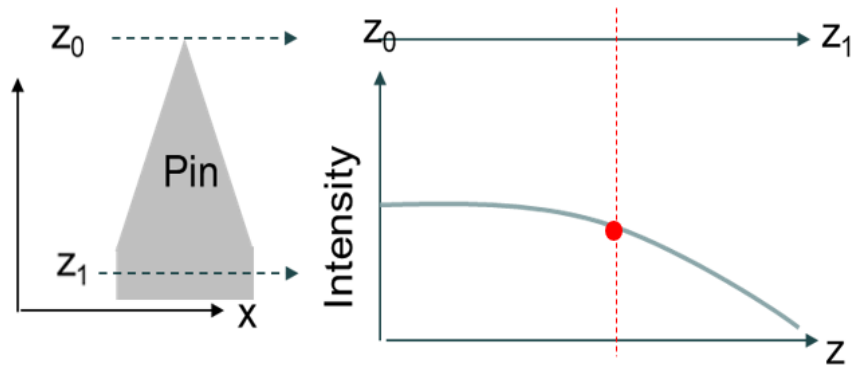


圖 3-22、X 光強度隨 Z 位置掃描變化圖

- (b).調整樣品載台 X 軸位置，在 X 方向上作橫向掃描。圖 3-23 透過偵測器上強度的讀值對載台 X 座標作圖，找尋強度之最小值位置，此點定位焦點的 X 軸座標。

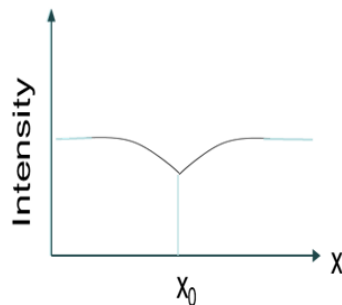


圖 3-23、光強度隨 X 位置掃描變化圖

- (c).調整樣品載台 Y 軸位置，在 Y 方向上作橫向掃描。圖 3-24 透過偵測器上強度的讀值對載台 Y 座標作圖，找尋強度之最小值位置，此點定位焦點的 Y 軸座標。

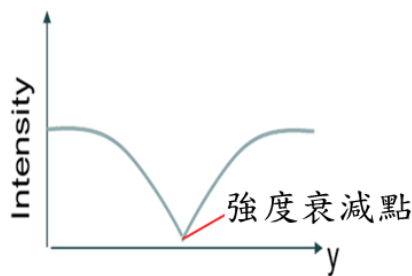
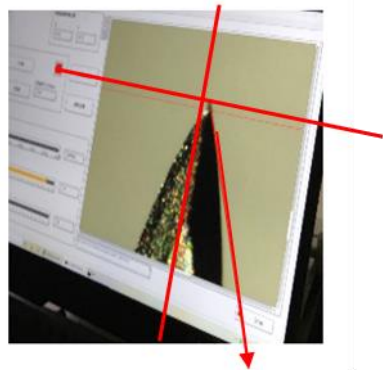


圖 3-24、X 光強度隨 Y 位置掃描變化圖

- (d).重複 a-c 之動作，直到 X, Y, Z 位置之光強度達到最小。
- (e).最後利用光學顯微鏡觀察針尖，將針尖部分利用電腦程式軟體中十字符號標示紀錄，完成 X 光焦點位置對準。



將十字定位在針尖尖端上

圖 3-25、光學顯微鏡定位 X 光焦點圖

Step II. 使用光學顯微鏡將樣品放置於 X 光焦點位置

將對位用針尖從樣品載台上卸下，並將樣品放置於樣品載台。透過光學顯微鏡將待測線寬樣品圖案移動到 X 光聚光點位置(即第一步驟中電腦程式所紀錄之紅色十字架位置)，完成光路對位。

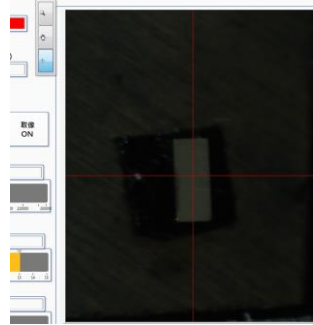


圖 3-26、線寬樣品定位於 X 光聚焦點圖

35 奈米線寬標準片其主要尺寸規格為線距 70 nm、線寬 35 nm 光柵(grating)結構，材料為二氧化矽(SiO_2)，詳細的規格資料如圖 3-27 所標示。

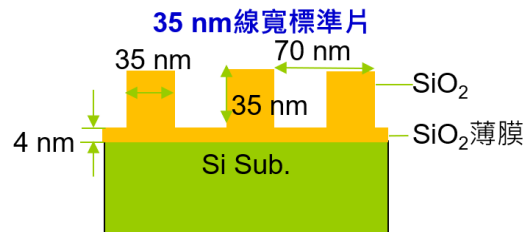


圖 3-27、線寬標準片規格尺寸

透過有效介質近似法(EMA)可以在理論上計算得出光柵結構 SiO_2 層的電子密度為 0.91g/cm^3 。實驗上以鋁靶材為光源，透過光學鏡組匯聚 X 光入射靶材，在光源與樣品之間以及樣品與偵測器之間皆設置有光學狹縫，除了能夠控制 X 光之發散角 (divergence angle)，同時有濾除非來自樣品散射訊號的雜訊光之功能。量測時旋轉樣品，矽漂移式偵測器根據 θ - 2θ 架構作同步旋轉。透過數據處理軟體將擬合散射光譜，整體實驗架構可見示意圖 3-28。

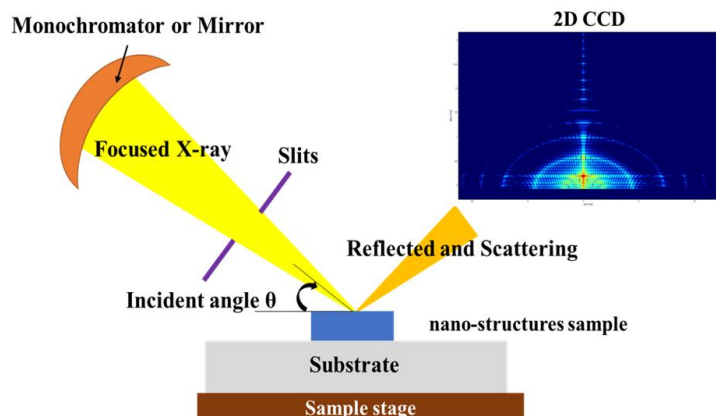


圖 3-28、實驗架構示意圖

實驗量測結果透過軟體擬合訊號強度與入射角度之關係圖如圖 3-29，圖中藍色的曲線為實驗量測數據，而紅色的曲線為軟體所建立模型擬合之曲線。透過與模型擬合後得到之實驗結果如表 3-5。

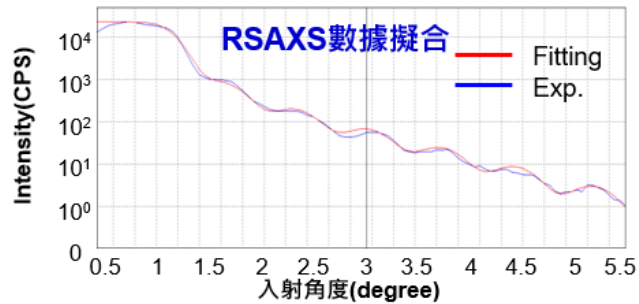


圖 3-29、35 nm 線寬標準片量測結果

表 3-6、35 nm 線寬標準片量測結果

項目	第一筆擬合	第二筆擬合	第三筆擬合	三筆平均	標準差
SiO ₂ 薄膜厚度(nm)	4.24	4.11	4.24	4.20	0.08
SiO ₂ 光柵厚度(nm)	33.77	33.74	33.64	33.71	0.07
Si 基材粗糙度(nm)	0.97	1.08	1.01	1.02	0.06
SiO ₂ 薄膜粗糙度(nm)	0.35	0.52	0.43	0.43	0.09
SiO ₂ 光柵粗糙度(nm)	1.13	1.11	1.30	1.18	0.11
Si 基材密度(g/cm ³)	1.96	2.01	2.01	1.99	0.03
SiO ₂ 薄膜密度(g/cm ³)	2.56	2.68	2.62	2.62	0.06
SiO ₂ 光柵密度(g/cm ³)	0.91	0.92	0.91	0.91	0.00
SiO₂ 線寬	33.65	33.80	33.76	33.74	0.08

透過上表可得到 SiO₂ 光柵層電子密度在三次測量下平均 0.913(g/cm³)，透過有效介質近似法可以得到光柵層線寬 33.74 nm，標準差 0.08 nm，符合計畫目標重複性小於 0.1 nm 之要求。透過電子顯微鏡(SEM)掃描所得到的之結果如圖 3-30，藉由 SEM 掃描所得之影像，並重複拉取光柵圖案之線寬五次後取得線寬平均值以及量測標準差：平均值 34.52 nm，標準差 0.99 nm。比較 RSAXS 與 SEM 量測之結果，RSAXS 量測結果落於 SEM 兩倍標準差之內，如圖 3-31 所示。

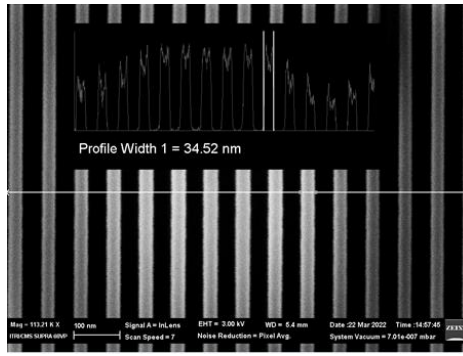


圖 3-30、SEM 量測 35 奈米線寬標準片之線寬量測結果

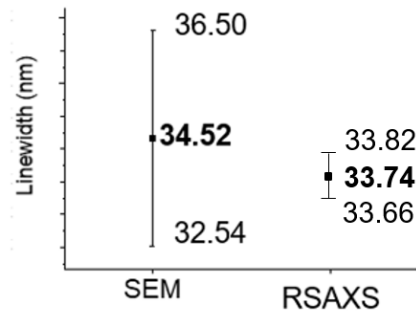


圖 3-31、SEM、RSAXS 量測 35 奈米線寬標準片之線寬量測結果比較

(三)、法定計量技術發展分項

本分項為協助健全法定計量與管理機制，提升政府施檢公信力，111 年度重點目標如下：

工作項目	說明	產出指標
電子式電度表型式認證技術規範草案研究	<ul style="list-style-type: none"> • 電子式電度表型式認證技術規範草案研擬 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成電子式電度表型式認證技術規範草案 1 份
柴油車添加尿素水設施檢查技術規範草案研究	<ul style="list-style-type: none"> • 柴油車添加尿素水設施檢查技術能量盤點及技術規範草案研擬 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成柴油車添加尿素水設施檢查技術能量盤點報告 1 份 • 完成柴油車添加尿素水設施檢查技術規範草案 1 份
直流電度表檢定檢查技術規範草案研究	<ul style="list-style-type: none"> • 直流電度表檢定檢查技術能量盤點及技術規範草案研擬 • 國家直流電力標準追溯方法先期研究 	<ul style="list-style-type: none"> • 完成直流電度表檢定檢查技術能量盤點報告 1 份 • 完成直流電度表檢定檢查技術規範草案 1 份 • 完成國家直流電力標準追溯方法先期研究報告 1 份

1. 電子式電度表型式認證技術規範草案研究

電度表為家用三表之一，現今傳統機械式及新型電子式電表(智慧電表)仍為一般民眾日常生活中及廠商使用最為普遍之度量衡器，電度表亦為用電戶繳納電費的依據，必須講究準確度與信賴度，其準確與否對於確保公平交易扮演著非常重要的角色。因國情因素，我國用戶端收費量測用電表皆為台電專屬表，因此我國常年無制定電度表型式認證，也造成我國為亞太區中極少數尚未實施電度表型式認證的國家。因應我國能源轉型及智慧電網的推動，台電於108年在全省六都部分地區，已完成40萬戶一般家戶智慧電表裝設，目標113年裝設300萬戶。目前，亦已擬定下一階段智慧電表擴大建置計畫，預計119年時達600萬戶裝設，讓全國6成用戶擺脫傳統機械電表。因此為確保電子式電度表計量的一致和準確性，制定全國性電子式電度表型式認證技術規範係有其必要性的。

目前電度表檢定檢查技術規範CNMV 46^[4-1]主要是針對已符合CNS 14607^[4-2]國家標準的電度表，進行量測性能(公差)測試，因此，本計畫於109年已針對符合CNS 14607國家標準的電子式電度表，並參考OIML R46^[4-3]建議規範，評估設計一兼顧國家層級(標準局)與台電內部採購需求之電子式電度表型式認證作業流程。於110年延續進行OIML R46的本土化工程，包括國內設備需求、技術能力需求、相關國際標準法規翻譯研究，及技術標準調和，最終研擬提出電子式電度表型式認證技術規範修訂

建議。

於111年配合主管機關標準局管理需求，確保國內引用標準與國際一致，邀請相關業者與產官學研專家辦理技術規範公聽會，並依照所蒐集之意見及電子式電度表型式認證技術規範修訂建議進行調和，以確保技術規範草案品質，最終完成電子式電度表型式認證技術規範草案，作為未來電子式電度表型式認證之參考依據。

本年度進行工作項目包括：

(1) 研擬電子式電度表型式認證技術規範草案

以國家標準 CNS 14607「電子式電度表」為基礎，參考國際法定計量組織(OIML)國際建議規範 R46「Active electrical energy meters」、國際電工委員會(IEC)規範 62053 系列標準「Electricity metering equipment - Particular requirements」^[4-4 ~4-8]，在兼顧法定計量執行公信力及臺灣電度表產業現況下，擬定電子式電度表型式認證技術規範草案，以作為未來電子式電度表型式認證參考依據。

(2) 辦理電子式電度表型式認證之公聽會

邀請相關領域技術專家(包括台灣電力公司、台灣大電力、標準檢驗局四組與六組、NML、電表製造商及學界)辦理公聽會，蒐集各界對於電子式電度表型式認證技術規範草案的建議與相關意見，進行技術標準調和，以達型式認證試驗項目與內容之共識，最終研擬出電度表型式認證技術規範草案。

2. 柴油車添加尿素水設施檢查技術規範草案研究

隨著地球人口數量和經濟狀況持續成長，溫室氣體排放量上升，環保法規日趨嚴格，根據歐盟六期(EURO 6)環保法規規定，氮氧化物(NO_x)和懸浮微粒(PM)之排放標準分別為0.2 g/kWh和0.01 g/kWh，柴油引擎車輛必須經由車用尿素水還原劑及選擇性觸媒轉換器(SCR)進行反應，將氮氧化物轉化為無毒的氮氣和水。國內柴油引擎車輛可透過加油站設立之尿素加注機進行車用尿素水添加。國內加油站高達400座以上設有車用尿素水加注機，交易量逐年提升，尿素水加注機卻無檢定檢查機制，此外，尿素原料短缺衝擊全球供應鏈，造成國內尿素價格上揚，且暫時無下跌之趨勢。因此，為了確保計量準確性和交易公平，本計畫將於參考國內外車用尿素水溶液相關計量方法和規範，完成柴油車添加尿素水設施檢查技術能量盤點報告和柴油車添加尿素水設施檢查技術規範草案。

本計畫將蒐集、彙整並探討相關認證標準法規之技術，參考國際法規OIML R117 “Dynamic measuring systems for liquids other than water”^[4-9 ~ 4-11]及國內現有CNMV 117 「油量計檢定檢查技術規範」^[4-12]，結合國內添加車用尿素水設施規格和使用現況，以實地拜訪及邀請相關廠商，盤點國內主要檢測單位技術能力，評估國內技術需求和可行性，與技術專家進行規範討論，研擬柴油車添加尿素水設施檢查技術規範建議作為國家草案制定之依據。

本年度進行工作項目包括：

(1) 蒐集與分析柴油車添加尿素水設施標準規範與相關量測技術發展資料

蒐集 OIML R117-1:2019、OIML R117-2:2014、OIML R117-3:2014^[4-9 ~ 4-11]文件，進行相關國際標準法規翻譯研究。蒐集車用尿素水設施相關資訊，並以現有CNMV 117^[4-12]為基礎，撰寫柴油車添加尿素水設施檢查技術規範草案初稿，作為後續修訂和討論基礎。

(2) 拜訪尿素加注機廠商及盤點國內柴油車添加尿素水設施檢查技術能力

車用尿素加注機主要由儲槽、幫浦、軟管、流量計、加注槍組成，尿素水溶液透過幫浦驅動流經儲槽、軟管、流量計、加注槍，最終流入柴油引擎車尿素水溶液專用開口，當加注槍偵測溶液液位時產生自動跳停，尿素水溶液加注量和消費價格則會顯示在顯示板上。實地拜訪如加油站車用尿素加注機廠商、車輛研究測試中心及台灣商品檢驗中心等柴油車添加尿素水設施主要檢測單位，完成國內檢測單位能力調查及評估，提供制定柴油車添加尿素水設施檢查技術規範實務上的重要參考資訊。

(3) 標準器檢查方法測試

車用尿素加注機計量單位為「公升」，以體積總量計量。若經由實地確認加注機使用小口徑加注，則可使用具有追溯性之標準量桶或量槽透過靜態起始-結束模式和體積總量比較法進行器差測試，若加注機使用大口徑加注，則須考慮使用具有追溯性之標準流量計透過靜態起始-結束模式和體積總量比較法進行器差測試，確認加注機規格和管路連接方式以及實際量測可行性。

(4) 辦理柴油車添加尿素水設施檢查技術規範專家座談會

邀請相關領域技術專家(包括台灣中油股份有限公司、台塑石化股份有限公司、標準檢驗局四組與七組、車用尿素水還原劑製造商及學界)組成委員會，並辦理柴油車添加尿素水設施檢查技術規範修訂建議的專家座談會，以審視柴油車添

加尿素水設施檢查技術規範草案初稿修正的可行性與適用性並給予修訂建議，取得共識，最終完成合乎國內民情之柴油車添加尿素水設施檢查技術規範草案。

3. 直流電度表檢定檢查技術規範草案研究

世界各國政府都在制定行動計畫，來因應複雜且長期的二氧化碳排放減少挑戰。二氧化碳排放已被證實是造成氣候變化嚴重後果的原因，同時對新型高效能源轉換技術和改善電池化學組成的需求也在迅速成長，正因如此，使得電動車、電動車充電站、儲能系統和可再生能源系統等相關技術為近年全球熱門產業，而這些產業的共通技術關鍵即是應用直流電力系統。直流電力系統的優勢有電路簡單、可靠性高、效率高、體積小、建置成本低等，相較於交流系統，除了擁有傳輸距離較遠的優勢外，直流供電可以降低電力轉換的損失，進而達到省電目的。

隨電動車數量上升，也已帶動一連串充電設備等相關需求，包含充電站設置、充電硬體設備、充電站管理系統等，而國內政府積極推動電動車相關政策，如：行政院沈副院長於110年4月召開電動汽車電能補充系統標準建議，面對電動車普及化趨勢，要求經濟部超前部署「公共充電站」布建涉及國家整體能源設施建置之上位政策。另外，空氣污染防治行動方案中提出數項與電動車相關的具體政策，將現行一萬輛公車全面更換為電動車、2030年新購公車、公務車全面電動化、未來新售汽機車全面電動化來達成2050碳中和的減碳幅度^[4-13]。其中，電動車充電樁內部使用之電度表為使用者繳納電費的依據，其準確度與否對確保公平交易扮演著非常重要的角色。因此，111年規劃針對直流電度表計量相關標準與法規作比較與分析，盤點國內檢測單位直流電度表檢定檢查技術能力，研擬直流電度表檢定檢查技術規範草案，確保直流電度表計量的一致和準確性，進而確保消費者於充電計價時之交易公平，以作為未來直流電度表計量管理參考。

本計畫將針對直流電度表，參考目前國內現行之電度表檢定檢查技術規範(CNMV 46)^[4-1]、國際電工委員會(IEC)規範中62052^[4-14]及62053^[4-15]系列標準及日本產業規格 JIS C 1216-2^[4-16]標準，在兼顧法定計量執行公信力及臺灣電度計產業現況下，研擬直流電度表檢定檢查技術規範草案。本年度進行工作項目包括：

(1) 蒐集與分析直流電度表標準規範與相關量測技術發展資料

針對國際上直流電度表所涉及之標準、法規以及與相關量測技術進行蒐集與分析。

(2) 盤點國內檢測單位直流電度表檢定檢查技術能力

拜訪如標準局、台電、台灣大電力研究試驗中心、台灣商品檢測驗證中心等電度表型式試驗主要檢測單位，瞭解相關測試設備能量，包括國內設備需求及技術能力需求等，以提供制定直流電度表檢定檢查技術規範之實務上的重要參考資訊。

(3) 研擬直流電度表檢定檢查技術規範草案

調和我國現行之「電度表檢定檢查技術規範」及國際規範 IEC 62053-41「Electricity metering equipment - Particular requirements - Part 41: Static meters for DC energy」^[4-15]之技術內涵，包含相關國際標準法規翻譯研究，及技術標準調和，最終研擬出直流電度表檢定檢查技術規範草案，以作為國家直流電度表檢定檢查技術規範制定的參考依據。

(4) 辦理直流電度表檢定檢查技術規範專家座談會

邀請相關領域技術專家(包括台電、台灣大電力、標準檢驗局四組與六組、NML、電表製造商及學界)組成委員會，並辦理直流電度表檢定檢查技術規範草案的專家座談會，進行專家及產業意見交流，以審視修訂建議的可行性與適用性。

(5) 國家直流電力標準追溯方法之先期研究

蒐集與分析國外直流電力計量相關技術文獻與量測技術發展資料，並參考先進國家針對直流電力標準追溯方法，設計符合直流電力追溯鏈之相關實驗方法及流程評估，以供未來建置國家直流電力標準之參考，藉此作為直流電度表檢定、檢查設備之追溯標準。

★執行成果說明：

1. 電子式電度表型式認證技術規範草案研究

(1) 研擬電子式電度表型式認證技術規範草案

以國家標準 CNS 14607「電子式電度表」^[4-2]為基礎，參考國際法定計量組織(OIML)國際建議規範 R46「Active electrical energy meters」^[4-3]、國際電工委員會(IEC)規範 62053 系列標準「Electricity metering equipment - Particular requirements」^[4-4 ~4-8]，並依據去年專家座談會之修訂建議，將 IEC 62053-24^[4-8]最新版本之乏時計 2 級以上相關條件限制內容，包含始動電流、誤差容許限度(單相

電度表及平衡電壓、平衡負載下之三相電度表)、誤差容許限度(單元件三線式電度表及平衡電壓下之三相電度表,僅施加負載於單一電流電路)、電壓變動之影響、頻率變動之影響、外部磁場之影響、周圍溫度變化之影響、功率損失及自己發熱之影響(共9項)納入草案。另依據111年6月30日召開之電子式電度表型式認證技術規範草案訂定專家公聽會會議結論,參考ANSI系列規範,包含ANSIC12.1、ANSIC12.10及ANSIC12.18及ANSIC12.20^[4-17~4-20],完成針對電度表中0.5級乏時計之「電流特性」內容納入電度表型式認證技術規範草案。如此在兼顧法定計量執行公信力及臺灣電度表產業現況下,完成電子式電度表型式認證技術規範草案初稿。

(2) 辦理電子式電度表型式認證之公聽會

於6月30日邀請標準局及台電電表相關單位之技術專家(包括標準檢驗局四組、台灣綜合研究所電表組、台灣電力公司配電處檢驗計量組、台灣電力公司配電處智慧電表組、台灣電力公司材料處)辦理電子式電度表型式認證之專家公聽會,探討目前型式認證草案與台電現行之定型試驗的差異(如表4-1)、型式認證實施後對台電之衝擊及型式認證草案內容之合宜性,並蒐集建議與相關意見,以達型式認證試驗項目與內容之共識,最終研擬出符合國情之電度表型式認證技術規範草案。

表4-1、電子式電度表型式認證建議試驗項目與台電定型試驗項目比較表

項目	試驗項目	單相 定型試驗	三相單獨使 用定型試驗	三相併變比 器定型試驗	電子式電度表 型式認證草案
1	潛動	✓	✓	✓	✓
2	始動電流	✓	✓	✓	✓
3	誤差容許限度	✓	✓	✓	✓
4	反向計量誤差容許限度	✓	✓	✓	
5	乏時誤差容許限度	✓	✓	✓	
6	乏時反向誤差容許限度	✓	✓	✓	
7	最大需量準確	✓	✓	✓	
8	電流特性	✓	✓	✓	✓
9	電壓變動之影響	✓	✓	✓	✓
10	頻率變動之影響	✓	✓	✓	✓
11	波形變動影響	✓	✓	✓	
12	不平衡負載影響	✓	✓	✓	
13	不平衡電壓影響 (僅限3相4線紀錄型)		✓	✓	✓
14	外部磁場之影響	✓	✓	✓	✓
15	周圍溫度變化之影響	✓	✓	✓	✓

項目	試驗項目	單相 定型試驗	三相單獨使 用定型試驗	三相併變比 器定型試驗	電子式電度表 型式認證草案
16	電表常數	✓	✓	✓	✓
17	功率損失	✓	✓	✓	✓
18	瞬間電壓降及瞬間斷電之影響	✓	✓	✓	
19	短時間過電流之影響	✓	✓	✓	
20	自己發熱之影響	✓	✓	✓	✓
21	溫升試驗	✓	✓	✓	
22	絕緣電阻試驗	✓	✓	✓	✓
23	衝擊電壓試驗	✓	✓	✓	
24	交流耐電壓試驗	✓	✓	✓	✓
25	靜電放電抗擾性	✓	✓	✓	
26	射頻電磁場抗擾度	✓	✓	✓	
27	快速暫態突波之影響	✓	✓	✓	
28	無線電干擾之量測	✓	✓	✓	
29	彈簧鉗試驗	✓	✓	✓	✓
30	機械性衝擊之影響	✓	✓	✓	✓
31	機械振動之影響	✓	✓	✓	✓
32	耐燃性能	✓	✓	✓	✓
33	防止塵埃及水分入侵保護	✓	✓	✓	✓
34	耐熱試驗	✓	✓	✓	✓
35	耐寒試驗	✓	✓	✓	✓
36	溫濕度循環試驗	✓	✓	✓	✓
37	太陽光(日照)輻射試驗	✓	✓	✓	✓
38	電壓變動對副時基之影響	✓	✓	✓	
39	周圍溫度變化對副時基之影響	✓	✓	✓	
40	電壓變動對功能之影響	✓	✓	✓	
41	電池電量持續時間試驗	✓	✓	✓	
42	射頻場感應之傳導擾動 抗擾度試驗	✓	✓	✓	
43	突波抗擾度試驗	✓	✓	✓	
44	阻尼振盪波抗擾度試驗			✓	
45	電表插座溫升試驗 (僅適用插座)	✓			
46	電表插座插拔試驗 (僅適用插座)	✓			

2. 柴油車添加尿素水設施檢查技術規範草案研究

(1) 蒐集與分析柴油車添加尿素水設施標準規範與相關量測技術發展資料

蒐集 OIML R117 「Dynamic measuring systems for liquids other than water」^[4-9~4-11]以及 CNMV 117 「油量計檢定檢查技術規範」^[4-12]，針對加注機構造和公差兩個項目進行評估。加注機內部構造包含尿素水儲槽、泵浦、控制閥、過濾器、電磁閥、流量計、加注槍、顯示面板等各項部件，如圖 4-1 所示，虛線為訊號傳遞路線，實線為尿素水傳遞路線。尿素水以泵浦作為動力源由儲槽開始流經控制閥、過濾器、電磁閥、流量計、加注槍，最後流入柴油車車用尿素水加注孔，按下加注槍後尿素水即開始進行加注。現行 CNMV 117 所管理之油量計和加油機構造與本案研究之車用尿素水加注機具有相似處，皆採用幫浦推動流體至加注槍口輸出、量測模式為靜態起始-結束、透過流量計進行流量量測並傳輸至面板顯示計量和計價結果，此外，CNMV 117 所使用之油品為水以外之液體，內容引述自 OIML R117。兩者差異處在於工作流體、加注槍尺寸、流量計種類、封印方式，差異處如表 4-2 所示，因此，構造部分參考 CNMV 117，針對部分相似內容進行構造內容研擬。

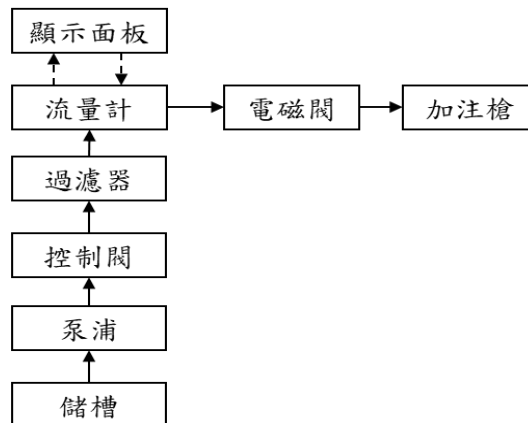


圖 4-1、加注機構造示意圖

表 4-2、尿素加注機和 CNMV117 差異處

項目	尿素加注機	CNMV 117
工作流體	車用尿素水	汽油或柴油
加注槍尺寸	20 mm 以下	20 mm 以上
流量計	渦輪式流量計	正位式流量計
封印方式	數位密碼	機械式鉛封

公差部分參考 OIML R117^[4-9~4-11]，根據不同水以外之液體種類，流量量測系統可區分為不同準確度等級(Accuracy Class)，尿素水屬於水以外之液體，非車用燃

料，但可歸類於適用於汽車燃料加注機之 Class 0.5 準確度(Accuracy)等級，如表 4-3 所示，其中又可分為 A 和 B 兩種等級，分別適用於流量量測系統(至少包含流量計、加注槍口、管路)以及僅針對流量計本身之型式認證、初次檢定及檢查。

表 4-3、準確度等級分類

等級	Accuracy Class			
	0.3	0.5	1.0	1.5
A	0.3 %	0.5 %	1.0 %	1.5 %
B	0.2 %	0.3 %	0.6 %	1.0 %

(2) 拜訪尿素水加注機廠商及盤點國內柴油車添加尿素水設施檢查技術能力

國內目前於加油站設置加注機之供應商包含諾瓦、貝民、昶昕、統一石化，加注機如圖 4-2 所示，本研究使用經校正過之 10L 標準量桶和溫度計進行現場實測並了解加注機規格和使用狀況。根據現場調查結果，現有的加注機資訊尿素水加注量顯示於面板上，單位為「公升」，代號為「L」；本案規定顯示之數字應明顯不易磨滅，運轉靈活，明顯準確，並循序累進，逢十進位，不得間斷或重疊，顯示面板如圖 4-3 所示，價格資訊可能依廠商使用卡片扣款管理方式而不會直接顯示於面板上，若有顯示應於明顯之處標示單價及單位；尿素水加注量歸零時，價格顯示值應也歸零。本案規定加注機應於明顯之處標示器號、型號、製造廠商之名稱或標記以及最大流量，現有加注機通常僅於明顯處標示加注機廠商名稱或尿素水產品標記，尚無銘牌標示器號和型號，這部分尚須與廠商討論。加注機經修理、調整或改造、移機，可能影響加注機計量特性，應重新檢定。



圖 4-2、車用尿素水加注機



圖 4-3、加注機顯示面板(左：諾瓦，中：貝民，右：統一石化)

檢定、檢查公差的訂定除了參考國際法規外，還需要考量加注機的計量準確度以及國內目前的檢定、檢查技術能量。依照 CNMV 117^[4-12]規定，加油機針對不同口徑之油量計使用標準量桶、標準量槽或標準流量計的方式來進行檢定、檢查作業，經濟部標準檢驗局採用此種作業方式已經運作多年，為成熟之檢測方式。根據調查，國內廠商加注槍口徑規格為 1/2 吋(諾瓦、貝民、昶昕、統一石化)或 5/8 吋(統一石化)，適用於同 20 mm 以下油量計檢定、檢查之 10 L 標準量桶標準器，目前加注機由供應商或加油站業者使用 10 L 標準量桶進行定期檢查。考量上述原因，本案將使用 10 L 標準量桶作為標準器，且最小分度值須小於 0.01 L，作為現場實測使用，目前採用之 10 L 標準量桶皆符合於此規格，常用之欣原牌為 0.005 L，龍明牌為 0.01 L，如圖 4-4 所示。加注機的計量準確度主要與流量計相關。目前諾瓦、貝民、昶昕皆使用相同廠牌之 1 吋渦輪式流量計，其規格如表 4-4 所示。根據原廠型錄，流量計宣稱校正後準確度可達 $\pm 0.5\%$ ，經由廠商訪談以及現場實測可得知，過去廠商自行查核經驗結果可符合 $\pm 0.5\%$ 公差標準，統一石化使用之流量計種類包含渦輪式和蹼輪式，不限於單一廠牌，尺寸包含 0.5 吋或 1 吋，過去查核經驗結果亦可落在 $\pm 0.5\%$ 範圍內，也符合表 4-3 中 Class 0.5 準確度、等級 A (流量計) $\pm 0.5\%$ 要求。然而，表 4-3 中 Class 0.5 準確度、等級 B (流量計) 要求為 $\pm 0.3\%$ ，目前使用之流量計宣稱準確度 $\pm 0.5\%$ 超過此規格，此外，統一石化反映廠牌 PIUSI 之渦輪式流量計宣稱之準確度 $\pm 0.5\%$ 為實驗室規格，流量計於現場作業可能會超出此範圍，建議提高準確度至 $\pm 1.0\%$ ，依據實驗數據及專家座談會共識，最終將檢定、檢查公差設為檢定、檢查尿素水加注量之 $\pm 1.0\%$ 。



圖 4-4、標準量桶 (左：龍明牌、右：欣原牌)

表 4-4、加注機流量計規格

型式	渦輪式
廠牌	PIUSI
型號	F0042000A
流量範圍	(10 to 40) L/min
準確度	0.5 %
最大壓力	20 bar

(3) 標準器檢查方式測試

本研究於加油站設置加注機之供應商包含諾瓦、貝民、統一石化進行現場實測，分別位於蘆竹中油全鋒台茂加油站、竹東全國加油站公道路站、中油柑園楊梅二站，目的為確認加注槍加注程序以及驗證 10 L 標準量桶進行檢查之可行性。考量加注機使用手動跳停時機較難以掌握，可能會有液位提早或過晚停止之情況發生而無法正確讀值，增加時間成本。加注機進行檢定、檢查時將採用自動跳停的方式，自動跳停方式可使注水量具有極佳之重複性，提升量測穩定性和信心程度。標準量桶施檢前應先進行潤桶，標準量桶讀值須透過其體膨脹係數計算修正為 20 °C 下之濕壁標準體積值，而體積修正量取決於檢定、檢查時溫度計量測得尿素水溫，因此，本案參考 CNMV 117 使用溫度計作為標準器，規格為 0 °C 至 50 °C，最小分度值 1 °C 以下。計時器作為量測流量用標準器，規格為最小分度值 0.2 秒以下。上述之標準器皆須具追溯性。加注機之流量目前無最大流量標示，為確保加注流量為一固定範圍，研擬加注機器差之檢定、檢查於標示最大流量 60 % 以上之流量進行。加注機達穩定狀態後，在一固定流量下重複執行五次測試，尿素水收集量為 10 L。利用器差值 (定義為尿素水顯示體積值減去實測體積值) 除以實測體積值算出千分比，千分比數值取至第 1 位小數，第 2 位小數四捨五入。其實測結果及現場實測狀況分別如圖 4-

5、表 4-5 至表 4-7 及圖 4-6 所示。三家公司測試結果器差值皆落在 $\pm 0.5\%$ 範圍內，諾瓦和貝民之重複性為 0.1% ，統一石化之重複性為 0.3% 。在執行檢定、檢查前須進行潤桶，透過潤桶可排除殘留於加注機管路中的氣泡以及確保量桶內體積為濕壁容積，避免影響量測結果，根據實測，執行第一槍進行潤桶與穩定狀態結果最大器差差異可達 0.4% 。從現有實驗數據來看，結果符合表 4-3 中 Class 0.5 準確度、等級 A (流量量測系統) $\pm 0.5\%$ 要求。考量檢定過程，若量測時間過短會造成量測偏差，故檢定過程中，流量須為加注機標示之最大流量 60% 以上，且依據目前測試條件，將流量上限訂定為 20 L/min 。因此，目前研擬公差檢定、檢查內容如下：加注機器差之檢定、檢查，初次檢定或經修理、調整、改造之重新檢定，為確保加注機性能穩定，至少施檢 2 次。檢定合格有效期間屆滿之重新檢定或檢查至少施檢 1 次。但其器差為檢定、檢查尿素水量 $\pm 0.5\%$ 以上者，得再各施檢 1 次。每次施檢器差均不得超出法定公差。加注機之檢定、檢查公差為檢定、檢查尿素水加注量之 $\pm 1/100$ 。依據實驗數據及專家座談會共識，最終出席人員同意此段內容。

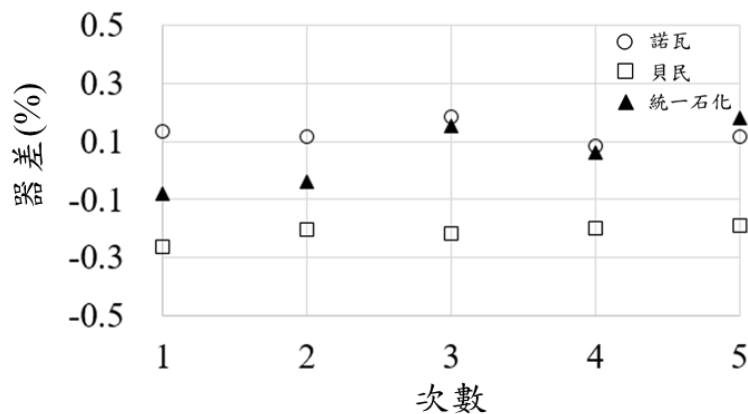


圖 4-5、器差測試結果

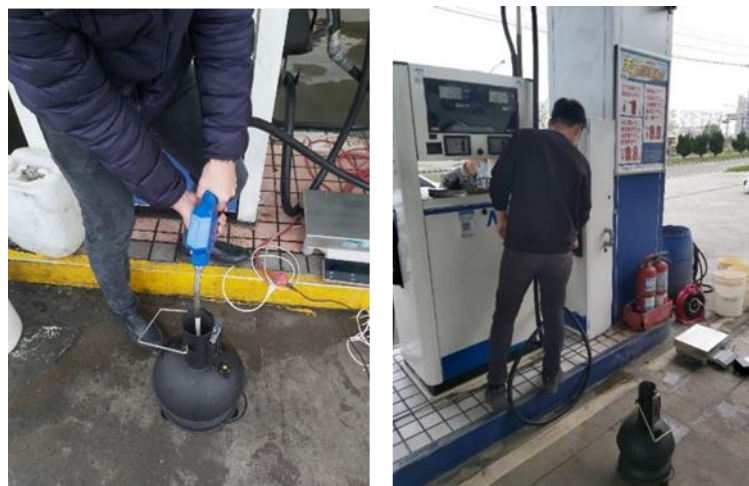


圖 4-6、加注槍輸入尿素水至 10 L 標準量桶 (蘆竹中油全鋒台茂加油站)

表 4-5、器差測試數據(蘆竹中油全鋒台茂加油站)

量桶體積讀值(L)	加注機量測體積(L)	時間(s)	流量(L/min)	器差(%)
9.986	10	35.94	16.7	0.1
9.988	10	37.04	16.2	0.1
9.981	10	37.03	16.2	0.2
9.991	10	37.54	16.0	0.1
9.988	10	37.05	16.2	0.1

表 4-6、器差測試數據(竹東全國加油站公道路站)

量桶體積讀值(L)	加注機量測體積(L)	時間(s)	流量(L/min)	器差(%)
10.022	10	36.00	16.7	-0.3
10.016	10	36.00	16.7	-0.2
10.018	10	36.15	16.6	-0.2
10.016	10	36.24	16.6	-0.2
10.015	10	36.20	16.6	-0.2

表 4-7、器差測試數據(中油柑園楊梅二站)

量桶體積讀值(L)	加注機量測體積(L)	時間(s)	流量(L/min)	器差(%)
10.004	10	32.76	18.3	-0.1
10.000	10	32.80	18.3	0.0
9.981	10	32.74	18.3	0.2
9.990	10	32.74	18.3	0.1
9.978	10	32.82	18.3	0.2

現有加注機在營運前，加注機廠商會使用稱重平台或標準量桶對加注機進行校正，將校正結果計算得之校正係數輸入至面板中，並以該校正係數重複執行確認加注機計量特性為 0.3 % 以內。校正係數以密碼上鎖並由加注機廠商管理。平時由加注機廠商或加油站業者進行查核。加注機和加油機不同，影響加油機計量特性為油量計之機械調整裝置，以鉛封方式封印，而加注機之流量計則是透過面板修改校正係數，目前實施方式缺乏機密性，加注機於檢定、檢查後面板的密碼應有適當的管理方式，可考慮由檢定、檢查主管機關進行密碼管理，消除中間過程中加注機可能受到調整之風險，但有密碼管理不易之缺點。依據與會專家討論之共識，建議加注機應加貼檢定合格單於加注機正面明顯處並標註加注機流量計係數值，消費者可確認檢定合格單和電子面板上顯示之流量計係數為一致。依據上述法規資料研擬以及

現場測試結果，完成柴油車添加尿素水設施檢定檢查技術能量盤點報告一份。

(4) 辦理柴油車添加尿素水設施檢查技術規範專家座談會

考量疫情因素，專家座談會以線上方式進行，出席人員包含工研院、標準局、諾瓦公司、貝民公司以及統一石化公司人員。探討內容如下：

➤ 構造部分

加注機於明顯之處標示器號、型號、最大流量。

➤ 加注機最大操作流量標示和檢定、檢查時流量範圍

考量檢定過程，若量測時間過短，將會造成量測偏差；故檢定過程中，流量除了為加注機最大流量 60 % 以上外，依照目前測試條件，流量上限將訂定為 20 L/min。

➤ 加注機流量計法定公差要求

檢定、檢查於標示最大流量 60 % 以上之流量進行，考量現有流量計於現場執行之宣稱準確度為 $\pm 1.0\%$ 以及對交易量金額影響不大，故提出檢定檢查技術規範內容修訂為，初次檢定或經修理、調整、改造之重新檢定，至少施檢 2 次；檢定合格有效期間屆滿之重新檢定或檢查至少施檢 1 次。但其器差為檢定、檢查尿素水量 $\pm 5/1000$ 以上者，得再各施檢 1 次。每次施檢器差均不得超出法定公差。加注機之檢定公差為檢定尿素水加注量之 $\pm 1/100$ ，其出席人員同意此內容。

➤ 加注機檢定後封印管理方式

考量電子封印方式密碼管理不易，諾瓦公司表示目前公司採用的方式為張貼流量計係數之表單於加注機上，可和加注機電子面板顯示之流量計係數作比對。參考此建議，提出檢定檢查技術規範內容修訂為，加注機應加貼檢定合格單於加注機正面明顯處並標註加注機流量計係數值，消費者可確認檢定合格單和電子面板上顯示之流量計係數為一致。針對加注機經修理、調整或改造者，應申請重新檢定。諾瓦和統一石化公司詢問加注機維修後，從提出檢定申請至完成重新檢定及封印時間，需在合約規定時間內維修完畢，若時間過久會影響營運。標準局表示依分局業務執行情況以及加油站地理位置而有所不同，通常一個月內會執行完成。

➤ 加注機搭配流量計數量

考量加油站內部空間，目前每站皆設置一台加注機搭配一具流量計，若是流量計送修，該站則暫時無法供應尿素，諾瓦公司提出未來可考慮改為一台加注機搭配兩具流量計之設計，但是建置成本仍是考量因素。

依據專家座談會討論內容，完成修訂柴油車添加尿素水設施檢定檢查技術規範草案。

3. 直流電度表檢定檢查技術規範草案研究

(1) 蒐集與分析直流電度表標準規範與相關量測技術發展資料

進行直流電度表相關的國際標準規範蒐集與研讀，包括 IEC 62053-41^[4-15]、日本產業規格 JIS C 1216-2^[4-16]標準等國際直流電度表標準，並參考電度表檢定檢查技術規範(CNMV 46)第 6 章^[4-1]，針對直流電度表五項檢定項目(構造、絕緣、潛動、始動、準確度)條件作評估，以利在兼顧臺灣電力計量產業現況下與國際直流電度表相關標準作調和。以始動電流檢測條件為例，彙整訂定如下表。

表 4-8、始動電流檢測條件

直流電度表	各準確度等級之始動電流 「基準(或試驗)電流(%)」			
	0.2 級	0.5 級	1 級	2 級
單獨使用式	± 0.4	± 0.4	± 1.0	± 1.0
併用變比器式	± 0.2	± 0.2	± 0.5	± 0.5

(2) 盤點國內檢測單位直流電度表檢定檢查技術能力

為因應國內直流電度表的發展，本計畫藉由拜訪台灣大電力研究試驗中心、台灣電力公司綜合研究所、台灣商品檢測驗證中心、聯發電氣研究發展教育基金會，依據 CNMV 46^[4-1]、IEC 62053-41^[4-15]、國際相關標準進行直流電度表檢定檢查技術規範內容討論及盤點現階段直流電度表檢測能量，其盤點結果彙整如下。

➤ 台灣大電力研究試驗中心，拜訪人員：陳平副處長、呂俊良主任

建議意見
<ul style="list-style-type: none"> 台灣大電力主要業務為交流電度表檢驗測試，且暫無廠商提出有關直流電度表校正需求。 實驗室儀器設備之檢測能量主要為針對交流電度表，現已購置直流充電樁檢測之直流電力分析儀設備，但尚無完整的直流電度表檢測設備能量。 大電力可承接標準局委託，進行直流電度表檢驗測試之服務，惟未來直流電度表應用範圍主要侷限於直流充電樁，而直流充電樁市場規模尚待評

估，故需考量國內直流電度表市場規模大小及相關納檢條件是否可持續支持其檢驗測試之業務。

- 建置直流電度表檢測能量亦需考量相關國內直流電度表數量及納檢週期是否可支持檢驗測試之業務。另外，台灣大電力已投入相關成本於充電樁檢定檢查業務中，若要再投入直流電度表檢定檢查業務須審慎評估。
- 目前，中國大陸已訂定相關規範，且符合實務面，建議可參考中國大陸標準相關作法。
- 若建置直流電度表檢測業務能量需再投入約 1000 萬元及 2 名人員、100 坪測試場地。

試驗能量

- 交流電度表檢定檢查(依據 CNMV 46)試驗項目主要計 5 項：構造、絕緣、潛動、始動電流、準確度。
- 目前已購置直流電力分析儀設備(直流電力分析儀設備三台，最高量測直流電壓：1500 V，最大量測直流電流：600 A)，但尚無完整的直流電度表檢測設備能量。

➤ 台灣電力公司綜合研究所，拜訪人員：吳聲霽 工程師

建議意見

- 台灣電力公司綜合研究所在電度表檢測業務主要針對交流電度表提供檢測，目前對於直流電度表尚未進行相關規劃及開發。
- 台電在電度表計價政策還是以交流電度表為主，目前尚未考慮以直流電度表進行相關計價依據。
- 目前在電力業務上，尚無相關客戶提出直流電度表之使用需求。
- 在電度表的檢測設備能量上都以交流檢測設備為主，若台電未來有相關直流電度表檢測業務需求，會考慮建立相關直流電度表檢測能量。
- 台電目前雖無直流電度表相關測試業務，但對標準局將擬定直流電度表檢定檢查技術規範表示肯定與支持。

試驗能量

- 目前無直流電度表試驗能量
- 電子式電度表定型試驗(依據 CNS 14607)，試驗項目共計 46 項。
 - 台電綜研所僅能執行 39 項試驗
 - ✓ 另外 7 項則委外執行：短時間過電流之影響、射頻電磁場抗擾度、無線電干擾之量測、耐燃性能、射頻場感應之傳導擾動抗擾度試驗、突波抗擾度試驗、阻尼振盪波抗擾度試驗
- 台灣電力公司綜合研究所相關試驗設備為交流電力設備，目前無直流電度表檢測設備能量及建置計畫。

➤ 台灣商品檢驗驗證中心，拜訪人員：吳錦鑾 組長

建議意見

- 台灣商檢中心目前提供一般電量儀表校正及台電交流電度表耐候試驗，尚未有完整的直流電度表檢驗能量。
- 目前實驗室在電表業務上主要以交流電度表之相關測試為主，尚無客戶要求進行直流電度表的相關檢測。
- 台灣商檢中心在電量校正測試的相關設備，部份設備可用於直流電力的相關量測。
- 目前認為直流電度表檢測相關服務需求不明確，除非有明確市場需求後才會評估是否提供直流電度表相關檢測業務。

- 若標準局將針對直流電度表進行相關檢定檢查技術規範訂定，台灣商檢中心表示樂觀其成。

試驗能量

- 部份設備可用於直流電壓、電流量測。
- 交流電度表耐候試驗，包含溫度衝擊試驗、加速壽命試驗、耐寒性/耐熱性試驗、溫/濕度循環試驗、高溫高濕(穩態)試驗、鹽水噴霧試驗、溫度壽命試驗、老化試驗、防水/防塵試驗等。
- 台灣商檢中心部份設備可用於直流電壓、電流量測，但尚無完整的直流電度表檢測設備能量及建置計畫。

➤ 聯發電氣研究發展教育基金會拜訪人員：許志平 主任

建議意見

- 聯發電氣主要業務為針對交流電度表及比壓器、比流器等交流電力設備提供檢測，對於直流電力設備尚無建立或研究相關技術。
- 實驗室申請之認證和儀器設備之檢測能量均為針對交流電度表、交流電力設備，目前尚無客戶提出直流電度表驗證之需求。因此，暫無規劃提出直流電力表及直流電度表實驗室認證申請。
- 若未來直流電度表具有相當規模數量時，會考慮建立直流電度表檢驗測試之能量，但現階段不考慮投入相關成本於直流電度表檢驗測試業務。
- 若國內直流電度表僅用於直流充電樁，其數量不多的話，建議國內只需一家檢測單位提供直流電度表檢驗測試之服務即可。

試驗能量

- 目前無直流電度表試驗能量
 - 交流電度表檢定檢查(依據 CNMV 46)試驗項目主要計 5 項：構造、絕緣、潛動、始動電流、準確度
- 聯發電氣相關試驗設備為交流電力設備，目前無直流電度表檢測設備能量及建置計畫。

目前電度表檢測單位對標準局將制定直流電度表檢定檢查技術規範表示肯定態度，但國內電表檢測單位尚無有完整的直流電度表檢測能量，業者表示若要建立直流電度表檢測能量須考慮國內直流電度表市場規模大小及相關納檢條件是否可持續支持檢驗測試之業務。

另外，有業者也建議若國內直流電度表其數量不大的話，建議國內僅需一家檢測單位提供直流電度表檢驗測試之服務。直流電度表主要用於直流充電樁與儲能系統，隨者國內綠能產業和電動車的快速發展相關直流電度表需求也陸續出現，依據相關評估報告預估至 2025 年臺灣將約有 1000 座直流充電樁，若以每樁兩槍來估算，2025 年將會有 2000 台直流電度表用於直流充電樁上，若再加上太陽能電廠及大型儲能裝置所使用之直流電度表，預估全臺灣約有 3000 至 5000 台以上的直流電度表需求。依據台灣大電力表示若要投入直流電度表檢測業務須再投入設備建置費用約

1000 萬元及 2 名人員、100 坪測試場地，若有相關補貼政策或強制納檢等條件配合，有意願承接標準局委託進行直流電度表檢定檢查。

除此之外，國內業者也擔憂直流電力已陸續成為各國電力發展項目，但國家目前尚未建置直流電力標準系統，未來在直流電力設備的相關標準追溯及直流電力交易將受到質疑，建議國家度量衡標準實驗室應加速規劃與建置國家級直流電力標準系統。

(3) 研擬直流電度表檢定檢查技術規範草案

依據 IEC 62053-41^[4-15]、JIS C 1216-2^[4-16]標準內容與電度表檢定檢查技術規範 (CNMV 46)^[4-1]等相關規範，訂定直流電度表檢定檢查技術規範草案初稿，針對直流電度表之構造、絕緣、潛動、始動、準確度等五項檢定項目進行條件調合評估制訂出相關規範條件。本技術規範適用於應受檢定、檢查之直流電度表設備，其可量測正負端或正負端含接地端之直流電壓在 1500 Vdc 以下，以及匹配於電度表之電流感測器、高壓探棒、分壓器，涵蓋範圍如(1)電動車輛供電設備；(2)太陽能發電系統；(3)儲能電力系統；(4)住宅或商業區的直流電網。完成直流電度表檢定檢查技術規範草案初稿，並於 6 月 20 日提供給局參考並作為專家座談會開會之會議資料。

(4) 辦理直流電度表檢定檢查技術規範專家座談會

於 7 月 27 日辦理專家座談會，參與單位：標準局四組、台灣商品檢測驗證中心、台灣大電力研究試驗中心、聯發電氣研究發展教育基金會等共 12 個單位。與會者對檢定大部份內容(例如構造、絕緣、檢定檢查設備規格、分流器規範、合格號碼牌型式等)提出相關意見討論，擬定之檢定檢查項目與內容皆可接受與認同，也針對草案初稿之部分內容進行補充調整，例如 4.4 節：標準高壓探棒/分壓器：1 kV 至 5 kV，準確度± 0.1 %以內；5.1 & 5.2 節：變比器及分流器之檢定、檢查公差規定如下表 4-9，最終完成直流電度表檢定檢查技術規範草案一份。

表 4-9、變比器及分流器之檢定、檢查公差規定

種類	電流感測器		高壓探棒/分壓器	分流器			
	100 % 額定一次 電流	10 % 額定一次 電流		100 %額定電流 (量測時間 5 分鐘)			
測試 條件			90 %至 110 % 額定一次電壓	0.1 級	0.2 級	0.5 級	1.0 級
公差 (%)	0.3	0.6	0.3	0.1	0.2	0.5	1.0

(5) 國家直流電力標準追溯方法之先期研究

蒐集及研究韓國、德國、日本、中國大陸等國家之直流電力計量系統建置資訊，說明如下

- 韓國直流電力計量系統標準資訊^[4-21]，2021 年韓國 KRISS 已建立 500 kW 的直流電力計量系統用於電動車充電樁等相關直流電度表校正服務。
- 德國直流電力計量系統標準資訊^[4-22]，德國為滿足產業對直流電力校正之需求，已於 2017 年建立 100 kW 的直流電力計量系統，未來規劃擴展至 1800 kW。
- 由德國 BMWi 資助的 Delta 對直流充電站進行相關測量設備的建置^[4-23]。其建立之能量範圍為電壓：30 V 到 1000 V；電流：0.05 A 到 100 A (2022 年預定可至 450A)，1.5 W 至 450 kW 的量測不確定度為 50 μ W / W。
- 根據日本產經省的“彈性能源供給法”中規定新的特定計量規範^[4-24 ~ 4-25]，相關設備之直流電度表能量在 500 kW 以下將納入新版特定計量規範中。
- 中國計量院 NIM 已建立直流電力標準系統^[4-26]，提供相關直流電度表校正服務，該直流電力標準系統校正能量達 400 kW (最高電壓 1000 V，最大電流 400 A)。

上述國家皆已制定直流電度表相關規範，並建立直流電力標準系統來確保直流電度表量測的一致性和準確性，各國之最大直流電力校正能量為：韓國 500 kW、德國 450 kW、日本 500 kW、中國大陸 400 kW。此外，為因應未來國內直流電力標準系統之建立，本研究提出直流電力標準系統架構設計方案並完成直流電力標準追溯方法之先期研究報告，以利 NML 未來建置參考。

4. 支援主管機關法定相關業務—後市場監督

配合主管機關業務，3 月 23 日完成後市場監督之「網路商品及度量衡器資料蒐集與分析」勞務委託案訂購，由潤利艾克曼公司持續針對蝦皮、露天、奇摩拍賣、PChome 商店街、PChome 線上購物及樂天等網路平台，進行電子秤、電度表、水量計、兒童玩具類等等網路商品資訊蒐集，已提供 3 月 11 日至 12 月 15 日之資料蒐集與分析結果，共提供 150 多萬筆資訊。

(四)、國家計量基磐精進分項

本分項工作分為兩部分，第一部分為系統設備汰換，111 年針對服務綠能產業之比壓器量測系統(E07)進行 1 項系統之標準源產生設備汰換。另計畫在年度資源許可下，每年規劃 1~2 單項設備汰換，111 年度投入高壓氣體流量系統(F05)之供氣設備汰換 1 項；第二部分則為系統能力精進與評估，係針對 110 年汰換之系統項目，進行量測程序建立及完成不確定度評估，以確保未來系統服務之能力及品質。111 年度重點目標如下：

工作項目	說明	產出指標
系統設備汰換	<ul style="list-style-type: none"> 比壓器量測系統(E07)之交流高壓源汰換 高壓氣體流量系統(F05)之高壓氣體壓縮機汰換 	<ul style="list-style-type: none"> 完成 2 項設備汰換
系統能力精進與評估	<ul style="list-style-type: none"> 針對 110 年完成系統設備汰換之奈米粒子功能性量測系統(D27)系統、力量比較校正系統(N03)與微波散射參數及阻抗量測系統(U02)，進行校正程序建立及完成不確定度評估。 	<ul style="list-style-type: none"> 完成奈米粒子功能性量測系統(D27)、力量比較校正系統(N03)、微波散射參數及阻抗量測系統(U02)系統評估

★執行成果說明：

1. 系統設備汰換

- 完成「比壓器量測系統(E07)」之交流高壓源汰換後驗收

完成「交流高壓源」購置，組裝及測試結果如表 5-1：

表 5-1、交流高壓源測試/驗收結果

驗收規格	測試/驗收結果
最高輸出交流電壓：200 kV	輸出最高交流電壓(常態)可達250 kV
工作頻率：50 Hz、60 Hz	可輸出頻率50 Hz及60 Hz
耐壓：230 kV (測試時間：60 sec.)	耐壓可達270 kV (1分鐘)

- 完成「高壓氣體流量系統(F05)」之高壓氣體壓縮機汰換後驗收

完成「高壓氣體壓縮機」購置，組裝及測試結果如表 5-2：

表 5-2、高壓氣體流量系統測試/驗收結果

驗收規格	測試/驗收結果
系統輸出壓力：大於 130 bar	輸出壓力 140 bar，大於 130 bar
送氣能力：送氣量須達 55 Nm ³ /h 以上 (標準狀況：1大氣壓，20 °C)	送氣量為 55.5 Nm ³ /h

2. 系統能力精進與評估 3 套

針對110年完成系統設備汰換之奈米粒子功能性量測系統(D27)系統、力量比較校正系統(N03)與微波散射參數及阻抗量測系統(U02)，進行校正程序建立及完成不確定度評估。預定規格及效益說明如下表：

表 5-3、111 年設備汰換後系統能力精進與評估項目與效益

系統名稱	原系統能量	年度目標	效益
奈米粒子 功能性量 測系統 (D27)	(1). 粒徑：(50 ~ 200) nm 濃度：(10 ³ ~ 10 ⁴) cm ⁻³ (介質：空氣) 不確定度：(2.2 ~ 2.4) % (產業滿足度：30 %)	(1). 粒徑：(50 ~ 200) nm 濃度：(10 ³ ~ 10 ⁴) cm ⁻³ (介質：空氣) 不確定度：(2.2 ~ 2.4) % (2). 粒徑：(15 ~ 100) nm 濃度：(5×10 ³ ~ 1×10 ⁵) g ⁻¹ (介質：液體) 不確定度：20 % (產業滿足度：80 %)	提供半導體、環境、食品、檢測等業者於粒子濃度量測之追溯，每年提供國內 10 家次以上校正服務。
力量比較 校正系統 (一)(N03)	力量範圍： (100 ~ 2000) kN 不確定度：5×10 ⁻⁴ (相對) (產業滿足度：100 %)	力量範圍： (100 ~ 2000) kN 不確定度：5×10 ⁻⁴ (相對) (產業滿足度：100 %)	提供鋼鐵材料、土木工程、橋樑工程、航太等相關重工業產業等之力量量測追溯，每年提供國內 20 家次以上校正服務。
微波散射 參數及阻 抗量測系 (U02)	頻率範圍： 10 MHz ~ 26.5 GHz 反射係數： 0 ~ 1 (linear) 不確定度：≤ 0.011 透射係數： (-60 ~ 0) dB 不確定度：≤ 0.29 dB (產業滿足度：10 %)	頻率範圍： 10 MHz ~ 110 GHz 反射係數： 0 ~ 1 (linear) 不確定度：≤ 0.08 透射係數： (-60 ~ 0) dB 不確定度：≤ 0.95 dB (產業滿足度：80 %)	提供 5G 通訊、車用雷達、EMC 測試實驗室等產業所需之量測追溯。補足 5G 通訊元件研發之量測技術缺口，每年提供國內 60 家次以上校正服務。

■ 奈米粒子功能性量測系統(D27)

奈米粒子功能性量測系統之建立，原以提供粒子計數器偵測效率校正為主，系統設備能量僅能提供50 nm至200 nm粒徑之粒子，濃度量測範圍為10³ cm⁻³至10⁴ cm⁻³，量測介質為空氣之校正服務。為因應半導體先進製程對晶圓製造環境及原物料中粒子不純物量測之需求，包括：液態原物料中粒子不純物檢測需求為粒徑≤ 20 nm，及超純

水及化學試劑中的液體粒子計數器之顆粒濃度需求範圍為小於 10^5 g^{-1} ，於110年已完成系統設備汰舊換新。111年則進行系統評估工作，以建立量測介質為液體之粒子粒徑及顆粒濃度校正能量，提供國內小粒子尺寸及低顆粒濃度之量測追溯，滿足半導體產業在製程中對原物料粒子污染量測需求，維持我國前瞻製程國際領先。

A. 111年年度計畫目標如下：

- 完成奈米粒子功能性量測系統評估
 - 量測範圍：(15 ~ 100) nm
 - 顆粒濃度： $(5 \times 10^3 \sim 1 \times 10^5) \text{ g}^{-1}$
 - 量測不確定度：20 %

B. 執行情形：

本系統係採用單一粒子感應耦合電漿質譜儀(single particle inductively coupled plasma mass spectrometry, spICP-MS)進行液態中粒子濃度量測，並參考英國政府化學家實驗室(Laboratory of the Government Chemist, LGC)之作法^[5-1]，以動態質量流速法(Dynamic Mass Flow, DMF)進行spICP-MS進樣系統傳輸效率的確認。動態質量流速法是在spICP-MS系統處於平衡狀態時，直接連續量測樣品進樣重量和到達電漿的樣品重量隨時間的變化。首先，將裝有樣品的樣品瓶放在spICP-MS旁的數位天平上，將樣品進樣管及廢液管皆接到樣品瓶上並穩定30分鐘，接著每10秒紀錄一筆樣品瓶的重量變化，共紀錄45分鐘，此即為樣品到達電漿之重量變化(斜率1)；隨後將廢液管移出樣品瓶，讓系統穩定一陣子後，每10秒紀錄樣品瓶重量變化並紀錄15分鐘，此為樣品的進樣重量變化(斜率2)。將所測得之重量與時間作圖，可得二條線性回歸曲線，而傳輸效率的算法即為二個線性曲線斜率的比值，公式如下所示：

$$\eta = \frac{\text{樣品到達電漿之流量(斜率1)}}{\text{樣品進樣流量(斜率2)}} \quad (5-1)$$

為了實現自動化動態質量流速法，減少人為紀錄數據之誤植狀況，已完成動態流速模組天平數據擷取軟體開發，並確認可正常運作及操作，同時，將軟體擷取結果與錄影拍攝擷取數據值進行比對，比對結果數據與天平數值相同，證明數據擷取軟體功能正常(圖5-1)。

軟體數據擷取時間點	軟體數據紀錄重量值(g)	[拍照值](g)
2022/02/25 PM 4:10:04	0.000	[0.000]
2022/02/25 PM 4:10:14	9.287	[9.287]
2022/02/25 PM 4:10:34	28.026	[28.026]
2022/02/25 PM 4:10:54	46.547	[46.547]

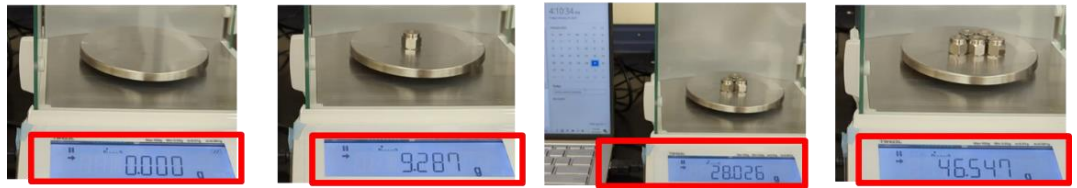


圖 5-1、天平數據擷取軟體與拍照之比對結果

確認天平數據擷取無誤後，開始進行天平與spICP-MS系統間的串接，圖5-2 (a)為天平與spICP-MS系統架設實際圖，而實驗所得之spICP-MS進樣流速為0.2607 g/min (圖5-2(b))，而樣品到達電漿之流速為0.0269 g/min (圖5-2(c))，代入公式(1)所計算之進樣系統傳輸效率為10.3 %。除此之外，本計畫使用15 nm、30 nm與100 nm金奈米粒子標準品確認spICP-MS的量測能力，由圖5-3可知三種粒徑之金奈米粒子均可呈現完整之常態分佈曲線，證實15 nm以上之顆粒可完整量測，符合本計畫之目標。

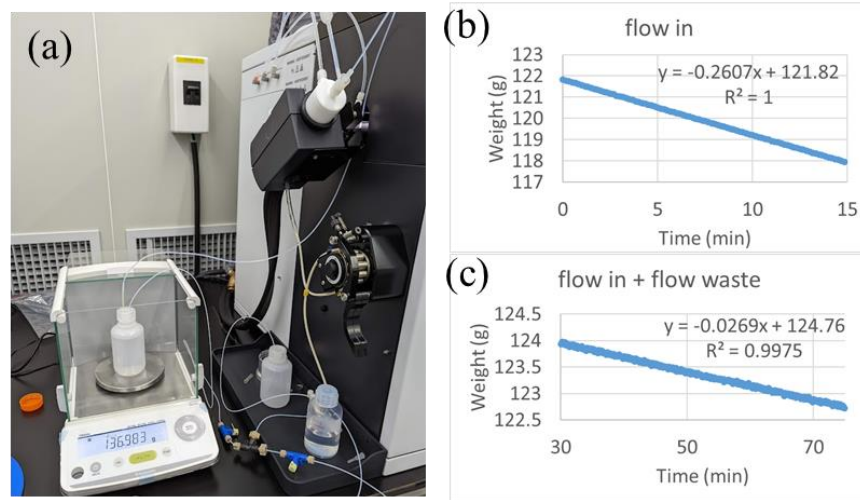


圖 5-2、(a)天平與 spICP-MS 系統架設圖；(b)進樣流速；(c)樣品到達電漿之流速

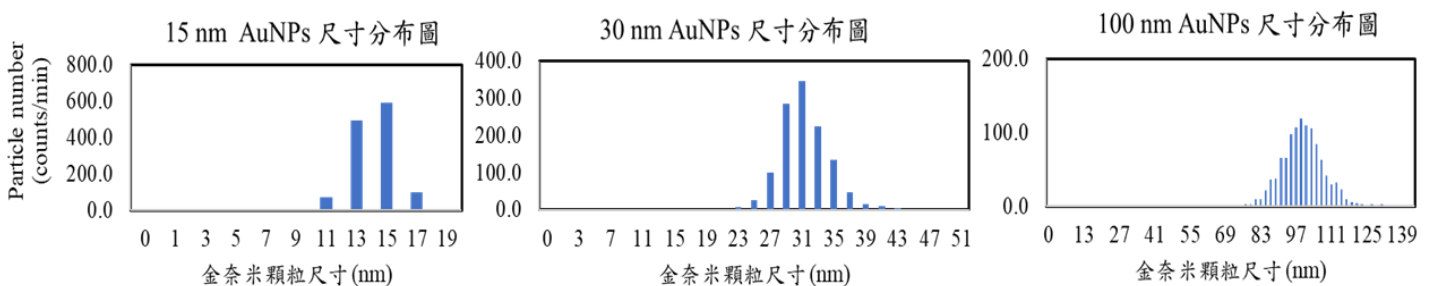


圖 5-3、spICP-MS 分析三種不同粒徑金奈米粒子之分佈圖

為了證實DMF方法所得之傳輸效率與傳統用於評估spICP-MS傳輸效率的方

法有一致性，本計畫選擇一種傳統方法-顆粒頻率法(particle frequency method)^[5-2]作為傳輸效率之計算。顆粒頻率法是利用顆粒數量濃度來獲得傳輸效率，在spICP-MS的基本假設下，一顆粒子被電漿游離即會產生一個脈衝訊號，若有一已知顆粒濃度之粒子標準品在已知樣品流速的情況下送進spICP-MS，其每單位時間所進樣之顆粒數即可被計算出來。在spICP-MS上所得每秒之顆粒訊號會相等於每秒進入電漿游離之顆粒數。而單位時間內顆粒脈衝訊號數量與霧化器傳送之顆粒數比值即為傳輸效率。其公式如下所示：

$$\eta = f(I_p)/(q_{liq}C_p) \quad (5-2)$$

其中， η 為傳輸效率、 $f(I_p)$ 為spICP-MS量測到之顆粒數量(particles/min)、 q_{liq} 為樣品流速($\mu\text{L}/\text{min}$)、 C_p 為顆粒濃度(particle/ μL)。

在顆粒頻率法中，需將顆粒濃度標準品稀釋至spICP-MS可上機量測之濃度，因此需要建立相對應之稀釋流程與不確定度之評估，本計畫採用稱重法進行標準品之配製，詳細之配製流程可參考圖5-4。

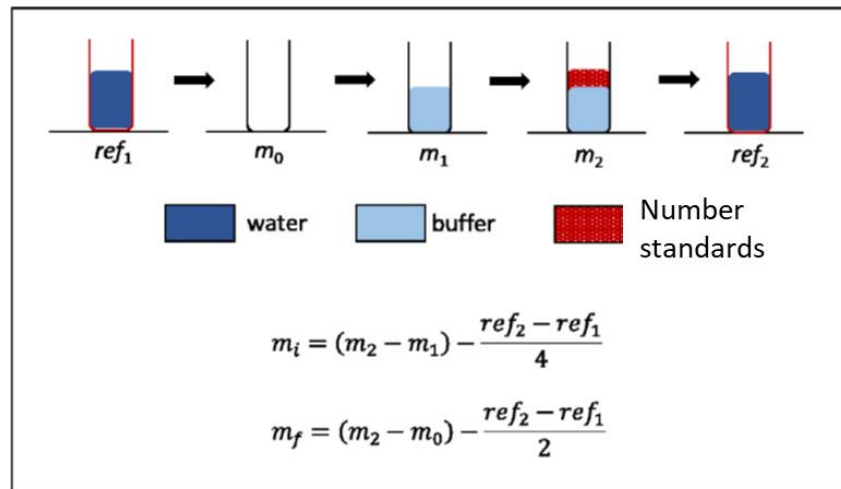


圖 5-4、顆粒濃度標準品之配製流程

在開始配樣前，會先進行一瓶參考瓶(ref_1)的量測，依序稱重樣品空瓶(m_0)、樣品添加緩衝溶劑(m_1)、樣品添加緩衝溶劑與顆粒濃度標準品(m_2)，最後再進行參考瓶(ref_2)的稱重，參考瓶之目的為評估配製過程中溶劑揮發的貢獻。而稀釋過程之相對不確定度公式為：

$$\frac{\Delta d}{d} = \sqrt{\left(\frac{\Delta m_f}{m_f}\right)^2 + \left(\frac{\Delta m_i}{m_i}\right)^2} \quad (5-3)$$

其中， Δd 為稀釋倍數的標準不確定度、 d 為稀釋倍數、 Δm_f 為溶劑重量之標準

不確定度、 m_f 為溶劑重量、 Δm_i 為顆粒濃度標準品重量之標準不確定度、 m_i 為顆粒濃度標準品重量。

而稀釋後之最終顆粒濃度可由下式求得：

$$C_i \cdot m_i = C_f \cdot m_f \quad (5-4)$$

其中， C_i 為原標準品之濃度， C_f 為稀釋後之標準品之濃度。

使用英國政府化學家實驗室(LGC)生產之金奈米顆粒濃度標準品，標準品編號為LGCQC5050 (顆粒尺寸為32.7 nm，顆粒濃度為 $1.47 \times 10^{11} \text{ g}^{-1}$ ，顆粒濃度擴充不確定度為 $2.8 \times 10^{10} \text{ g}^{-1}$) [5-3]進行天秤秤重之不確定度評估，並藉由公式5-3計算稀釋比例50倍、100倍與200倍稀釋倍率之相對標準不確定度為0.01 % ~ 0.04 %，其結果如表5-4所示。

表 5-4、金奈米顆粒稀釋倍率不確定度評估

m_i (g)	m_f (g)	d	$\Delta d/d$
0.15	30	200	0.04 %
0.3	30	100	0.02 %
0.6	30	50	0.01 %

將金奈米顆粒濃度標準品進行上述之序列稀釋方法，將顆粒濃度稀釋至 47350 g^{-1} 來進行傳輸效率的評估。經由顆粒頻率法評估spICP-MS傳輸效率，可得傳輸效率為8.61 %，擴充不確定度為1.68 %；使用動態流速法(DMF)所得之傳輸效率為10.16 %，擴充不確定度為0.90 %，為了比較兩種方法，本研究將此二種方法所得之傳輸效率計算 $|E_n|$ 值以進行方法比對之可信度確認， $|E_n|$ 值的計算公式如下所示：

$$|E_n| = \frac{|\text{傳輸效率}_{\text{DMF}} - \text{傳輸效率}_{\text{frequency}}|}{\sqrt{\Delta \text{傳輸效率}_{\text{DMF}}^2 + \Delta \text{傳輸效率}_{\text{frequency}}^2}} = \frac{|10.16 - 8.61|}{\sqrt{0.9^2 + 1.68^2}} = 0.82 \quad (5-5)$$

此二種方法所得之傳輸效率計算出之 $|E_n|$ 值為0.82，當 $|E_n|$ 值小於1時，則代表本研究DMF方法所得之傳輸效率與顆粒頻率法具有一致性(如圖5-5)，後續將使用DMF方法所得之傳輸效率計算系統量測之顆粒濃度，並進行傳輸效率之穩定性評估。

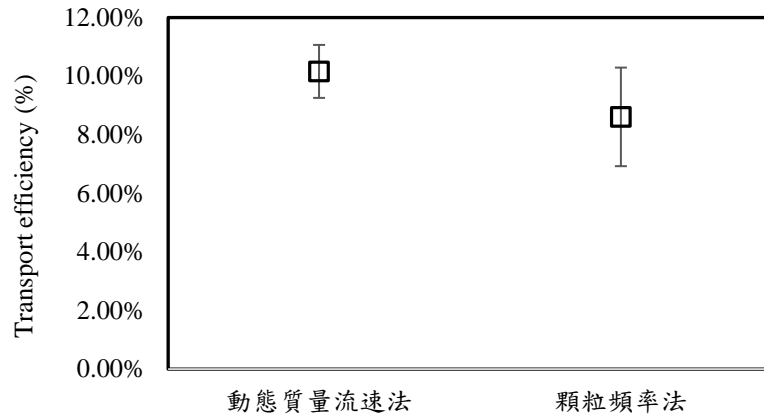


圖 5-5、動態質量流速法與顆粒頻率法傳輸效率比較

spICP-MS 計算金奈米顆粒濃度的方法如式 5-6，其中， C_{NP} 為顆粒濃度 (particle concentration, g^{-1})、 N_{NP} 為 spICP-MS 每分鐘量測到的顆粒數 (min^{-1})、 d 為稀釋因子 (dilution factor)、 η 為傳輸效率 (transport efficiency)、 Q 為樣品進樣流量 (sample mass flow, $g \cdot min^{-1}$)。傳輸效率依據公式 5-1 求得，同時透過進樣時的重量變化，同時也可以求得樣品進樣流量 Q ，稀釋因子則使用式 5-4 進行計算， N_{NP} 則是 spICP-MS 實際量測之結果進行計算。

$$C_{NP} = \frac{N_{NP} \times d}{\eta \times Q} \quad (5-6)$$

經由顆粒濃度量測方程式，依據 ISO/IEC Guide 98-3:2008^[5-4] 之不確定度評估方法，由式 5-6 推導之組合標準不確定度 u_c 如式 5-7。

$$u_c^2(C_{NP}) = \left[\frac{\partial f}{\partial N_{NP}} \right]^2 u^2(N_{NP}) + \left[\frac{\partial f}{\partial d} \right]^2 u^2(d) + \left[\frac{\partial f}{\partial \eta} \right]^2 u^2(\eta) + \left[\frac{\partial f}{\partial Q} \right]^2 u^2(Q) \quad (5-7)$$

金奈米顆粒濃度介於 $5 \times 10^3 g^{-1}$ 至 $1 \times 10^5 g^{-1}$ ，則無需考慮稀釋因子，公式可以再簡化成式 5-8，組合標準不確定度 u_c 可簡化為式 5-9。

$$C_{NP} = \frac{N_{NP}}{\eta \times Q} \quad (5-8)$$

$$u_c^2(C_{NP}) = \left[\frac{\partial f}{\partial N_{NP}} \right]^2 u^2(N_{NP}) + \left[\frac{\partial f}{\partial \eta} \right]^2 u^2(\eta) + \left[\frac{\partial f}{\partial Q} \right]^2 u^2(Q) \quad (5-9)$$

在各項不確定度評估，計畫使用 15 nm、30 nm 與 100 nm 金奈米顆粒將其稀釋至 $5,000 g^{-1}$ 、 $50,000 g^{-1}$ 與 $100,000 g^{-1}$ 進行測試。顆粒數是由 spICP-MS 量測所得出之結果 (單位為 min^{-1})，因此，於此項不確定度評估中，分別記錄 7 次量測之結果，其值如表 5-5 所示。

表 5-5、spICP-MS 量測金奈米顆粒數量結果

配置濃度	$5 \times 10^3 \text{ g}^{-1}$		$5 \times 10^4 \text{ g}^{-1}$		$1 \times 10^5 \text{ g}^{-1}$	
標稱粒徑 x (nm)	平均值 (min^{-1})	標準 不確定度 $u(N_{\text{NP}})$	平均值 (min^{-1})	標準 不確定度 $u(N_{\text{NP}})$	平均值 (min^{-1})	標準 不確定度 $u(N_{\text{NP}})$
15	125.43	3.57	1243.14	9.54	2467.57	12.95
30	124.71	1.71	1237.00	10.09	2438.57	20.76
100	104.57	2.55	1108.14	19.11	2111.29	12.94

傳輸效率所產生之標準不確定度 $u(\eta)$ 是由樣品到達電漿之流量與樣品進樣流量斜率的比值所計算得出，計算方式如式5-1，分別記錄3次量測之結果取平均值相除可得，樣品進樣流速平均值為 $0.264 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$ 及樣品抵達電漿之流速平均值為 $0.027 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$ 。標準不確定度 $u(\eta) = \sigma/\sqrt{3}$ ，經計算 $u_{\text{in}}(\eta) = 0.00067$ ； $u_{\text{in\&out}}(\eta) = 0.00120$ 。計算所得之傳輸效率為 0.101，自由度(η)為2。

樣品流速 Q 是由紀錄樣品進樣前後之重量差除以所經時間而得 ($\text{g}\cdot\text{min}^{-1}$)，分別記錄7次量測之結果之結果，其進樣流速平均值為 $0.264 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$ 。標準不確定度 $u(Q) = \sigma/\sqrt{7}$ ，即 $u(Q) = 0.0043 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$ 。自由度(Q)為6。

根據Welch-Satterthwaite可計算本量測系統之有效自由度 V_{eff} ，如公式5-10。

$$V_{\text{eff}} = \frac{u_c^4}{\sum_i \frac{u_i^4}{v_i}} \quad (5-10)$$

其中， u_c 為組合標準不確定度， u_i 為各參數之標準不確定度分量， v_i 為各項不確定度之自由度。系統之標準不確定度 (u_c) 與顆粒數 (N_{NP})、傳輸效率 (η)、樣品流速 (Q)等等相關，於計算系統自由度時亦受此因素影響。將各項不確定度進行計算，求得各樣品之組合標準不確定度 u_c 。系統之擴充不確定度 U 為系統之組合標準不確定度 u_c 乘上涵蓋因子 k ，即公式5-11，整理各標準粒子之量測平均值及量測不確定度如表5-6。

$$U = k \times u_c \quad (5-11)$$

為驗證本量測系統之準確性，使用金奈米顆粒濃度標準品LGCQC5050稀釋至不同濃度範圍以評估spICP-MS之顆粒濃度量測結果。透過序列稀釋將金奈米顆粒濃度標準品稀釋至約 $5 \times 10^3 \text{ g}^{-1}$ 、 $5 \times 10^4 \text{ g}^{-1}$ 與 $1 \times 10^5 \text{ g}^{-1}$ ，由表5-7所示，在不同濃度之金奈米顆粒量測結果，其 $|En|$ 值皆小於1，證實量測金奈米顆粒濃度結果與標準品之宣稱值無顯著差異，證實此量測方法具備準確性。

本研究發展之金奈米顆粒濃度校正系統，利用單一粒子感應耦合電漿質譜儀搭配動態質量流速系統，後續將提供產業界量測濃度範圍為 $5.00 \times 10^3 \text{ g}^{-1}$ 至 $1.00 \times 10^5 \text{ g}^{-1}$ ，且粒徑範圍為 15 nm ~ 100 nm 之金奈米顆粒濃度標準追溯校正服務。

表 5-6、spICP-MS 量測金奈米顆粒濃度及量測不確定度列表

15 nm 金奈米粒子					
顆粒濃度測值 (g^{-1})	組合標準 不確定度 $u_c(\text{g}^{-1})$	有效自由度 ν_{eff}	涵蓋因子 k	量測不確定度 $U(\text{g}^{-1})$	量測不確定度 $U_r(\%)$
4.82×10^3	2.13×10^2	2.31	5.0×10^2	11	4.82×10^3
4.78×10^4	1.65×10^3	2.78	4.6×10^3	9.7	4.78×10^4
9.49×10^4	3.24×10^3	2.78	9.1×10^3	9.6	9.49×10^4
30 nm 金奈米粒子					
顆粒濃度測值 (g^{-1})	組合標準 不確定度 $u_c(\text{g}^{-1})$	有效自由度 ν_{eff}	涵蓋因子 k	量測不確定度 $U(\text{g}^{-1})$	量測不確定度 $U_r(\%)$
4.80×10^3	1.75×10^2	2.57	4.5×10^2	9.4	4.80×10^3
4.76×10^4	1.65×10^3	2.78	4.6×10^3	9.7	4.76×10^4
9.38×10^4	3.26×10^3	2.78	9.1×10^3	9.7	9.38×10^4
100 nm 金奈米粒子					
顆粒濃度測值 (g^{-1})	組合標準 不確定度 $u_c(\text{g}^{-1})$	有效自由度 ν_{eff}	涵蓋因子 k	量測不確定度 $U(\text{g}^{-1})$	量測不確定度 $U_r(\%)$
4.02×10^3	1.68×10^2	2.36	4.0×10^2	9.9	4.02×10^3
4.26×10^4	1.62×10^3	2.45	4.0×10^3	9.4	4.26×10^4
8.12×10^4	2.79×10^3	2.78	7.8×10^3	9.6	8.12×10^4

表 5-7、金奈米顆粒濃度標準品量測比對結果

預計稀釋 濃度 (g^{-1})	LGC 顆粒標準品 實際稀釋濃度 (g^{-1})	稀釋標準品 量測不確定度 (g^{-1})	量測顆粒 濃度值 (g^{-1})	量測顆粒濃度 量測不確定度 (g^{-1})	$ E_n $
5000	4959.16	944.63	4677.09	459.20	0.27
50000	50363.60	9593.40	46392.14	4443.24	0.38
100000	100655.58	19172.88	91455.52	8767.28	0.44

■ 力量比較校正系統評估(N03)

力量比較校正系統(N03)建置於民國78年，提供土木、機械、發電、電子、民生及公共工程等力量檢驗之量測追溯。由於系統機台老舊，力量輸出不穩定，許多量測性能已無法滿足目前國家標準實驗室之需求，且操作安全性不足。為避免因儀器老舊故障而影響校正服務，110年已完成系統設備汰換更新，111年利用已更新之系統設備進行系統評估工作，以確保提供鋼鐵材料、土木工程、橋樑工程及航太等相關重工業產業之力量校正服務品質。

A. 111年年度計畫目標如下：

- 完成力量比較校正系統系統評估
 - 量測範圍：(100 ~ 2000) kN
 - 量測不確定度： 5×10^{-4}

B. 執行情形：

本系統以一力量傳感器為傳遞標準件(追溯德國PTB)，將標準傳遞(校正)至萬能工作機及工作標準件，並依據ISO 376^[5-5]進行系統評估工作，執行情況如下：

- 完成力量傳感器工作件與標準件的力量傳遞，修正因結構導致力量偏差值。工作件及標準件安裝情形如圖5-6所示；工作件及標準件力量對照之數據如表5-8所示。

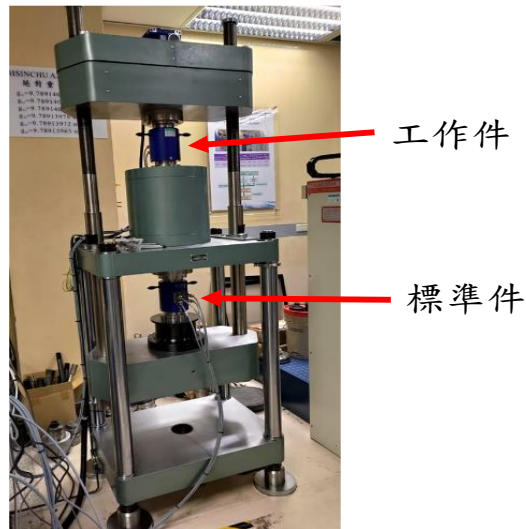


圖 5-6、工作件及標準件安裝圖

表 5-8、工作件及標準件力量對照表

工作件	力量值 (kN)	電壓值 (mV/V)	標準件 (傳遞件)	力量值 (kN)	電壓值 (mV/V)
S/N:244740011	100	0.07598	S/N:253240057	100	0.07594
	200	0.15193		200	0.15185
	400	0.30371		400	0.30353
	600	0.45535		600	0.45507
	800	0.60686		800	0.60648
	1000	0.75826		1000	0.75776
	1200	0.90956		1200	0.90894
	1400	1.06077		1400	1.06002
	1600	1.21190		1600	1.21103
	1800	1.36296		1800	1.36197
	2000	1.5169	2000	1.51143	

- 完成校正程序設計

依ISO 376或ASTM-E74^[5-6]撰寫程式進行校正(符合查核點需求)。校正步驟分為4個循環，第1循環及第2循環相同，將量測件(工作標準件或待校件)置放後(角度定義為0°)由小至大施加所有校正點負重，第3循環將量測件位置旋轉相對於第1循環位置120°後再由小至大施加負重，第4循環則將量測件位置旋轉相對於第1循環位置240°後再由小至大施加負重。

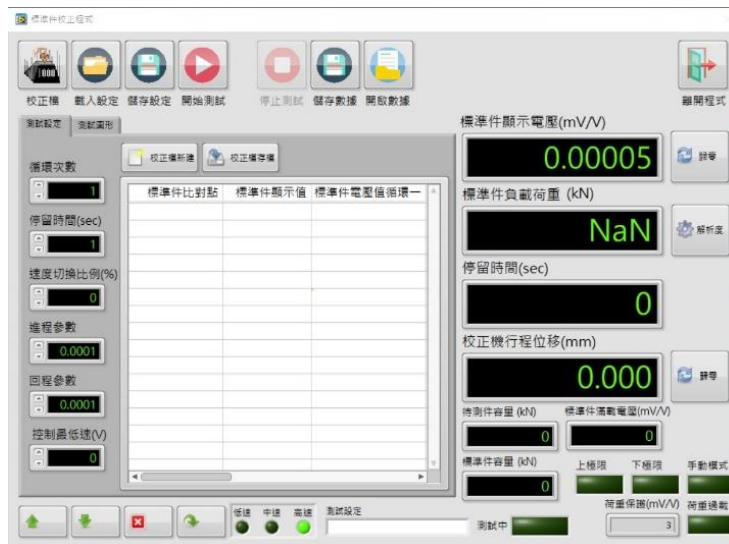


圖 5-7、力量比較校正系統操控程式

- 完成工作標準件再現性及重複性誤差評估

重複性的實驗方式是在 0° 時10個點作2個循環；而再現性的實驗方式則是在 0° 、 120° 、 240° 10個點作3個循環。再現性及重複性誤差之評估結果分別如表5-9之 u_b 及 $u_{b'}$ 欄。

- 完成工作標準件零點誤差及潛變誤差之計算。

零點誤差之實驗方式為第1、第2及第4循環在施加負載卸除負載前後零點之讀值相減後除以最大負載的撓度，並取數值最大者；而潛變誤差之實驗方式則是當第4循環在遞增至最大校正點時分別持續壓30秒以及300秒，並分別紀錄其讀值；卸除所有荷重後，分別記錄無負載30秒以及300秒之讀值，讀值相減後除以最大負載的撓度，並取數值最大者。零點及潛變誤差之評估結果分別如表5-9之 u_{f0} 及 u_{creep} 欄。

- 完成油壓控制系統能力不確定度評估

以工作標準件相對標準不確定度作為評估依據，將各項誤差統整可得到表5-9，進行組合不確定度計算後可以得到工作標準件之相對標準不確定度表，如表5-10所示。

表 5-9、工作標準件不確定度來源一覽表

公稱荷重 (kN)	標準件不確定度 u_{tra} (%)	再現性誤差 u_b (%)	重複性誤差 $u_{b'}$ (%)	內插誤差 u_{fc} (%)	零點誤差 u_{f0} (%)	潛變誤差 u_{creep} (%)	解析度誤差 u_{fr} (%)
100	0.1355	0.0306	0.0022	0.2290	0.0008	0.0004	0.00235
200	0.1305	0.0245	0.0019	0.1611	0.0008	0.0004	0.00188
400	0.1185	0.0123	0.0013	0.0252	0.0008	0.0004	0.00095
600	0.1025	0.0082	0.0006	0.0126	0.0008	0.0004	0.00063
800	0.0845	0.0057	0.0005	0.0174	0.0008	0.0004	0.00047
1000	0.0655	0.0046	0.0004	0.0109	0.0008	0.0004	0.00038
1200	0.0470	0.0038	0.0004	0.0019	0.0008	0.0004	0.00032
1400	0.0310	0.0033	0.0003	0.0042	0.0008	0.0004	0.00027
1600	0.0165	0.0026	0.0002	0.0071	0.0008	0.0004	0.00024
1800	0.0085	0.0023	0.0002	0.0044	0.0008	0.0004	0.00021
2000	0.0035	0.0021	0.0002	0.0051	0.0008	0.0004	0.00019

表 5-10、工作標準件之相對標準不確定度表

標準值		$w_{\text{ref_tra}}$ (%)
(kN)	(kgf)	
100	10197	0.2679
200	20394	0.2088
400	40789	0.1218
600	61183	0.1036
800	81577	0.0865
1000	101972	0.0666
1200	122366	0.0472
1400	142760	0.0315
1600	163155	0.0182
1800	183548	0.0099
2000	203943	0.0066

- 完成工作標準件之長期穩定性不確定度評估

工作標準件之長期穩定性的相對標準不確定度之計算公式為：

$$w_{\text{ref_instab}} = \sqrt{\frac{(a_{\text{ref_instab}})^2}{3}} \quad (5-12)$$

其中 $a_{\text{ref_instab}}$ 為量測系統在二次校正之量測平均值差異與校正點標準值之比值。假設長期穩定性的機率分布為矩形分布自由度 $\nu(a_{\text{ref_instab}}) = \infty$ ，各校正點之長期穩定性則如表5-11之 $w_{\text{ref_instab}}$ 欄所示。

- 完成標準件追溯值與量測系統實現值的最大差值之相對不確定度評估

以本系統校正傳遞標準件所得之原始數據與PTB的追溯報告之數據比較取兩者最大差值 Δd_{max} 為本系統的實現值的差值，最大差值之相對不確定度 $w(\Delta d_{\text{max}})$ 為計算公式為：

$$w(\Delta d_{\text{max}}) = \sqrt{\frac{(\frac{\Delta d_{\text{max}}}{\bar{x}})^2}{3}} \quad (5-13)$$

假設力量值實現偏差的機率分布為矩形分布，則各校正點之 $w(\Delta d_{\text{max}})$ 值如表5-11之 $w_{\Delta d_{\text{max}}}$ 欄所示。

• 完成量測系統之量測能力(w_{CMC})

如下列公式，將傳遞標準件不確定度 w_{rv} 及力量校正機產生力量的再現性不確定度 $w(d_{fcm})$ 組合上述 w_{ref_tra} 、 w_{ref_instab} 、 $w(\Delta d_{max})$ ，得量測系統之相對組合標準不確定度 w_{CMC} ，有效自由度 $\nu_{eff} = \infty$ ，涵蓋因子 $k = 2$ ，並計算量測系統之量測不確定度 W_{CMC} 如表5-11所示，取全幅點(即標準值2000 kN時)之量測不確定度為本系統之量測能力，因此本系統之量測能力為 3.0×10^{-4} ，符合目標。

$$w_{CMC} = \sqrt{w_{rv}^2 + w^2(d_{fcm}) + w_{ref_tra}^2 + w_{ref_instab}^2 + w^2(\Delta d_{max})} \quad (5-14)$$

表 5-11、N03 量測系統之量測不確定度評估結果

標準值 (kN)	w_{rv} (%)	$w(d_{fcm})$ (%)	w_{ref_tra} (%)	w_{ref_instab} (%)	$W(\Delta d_{max})$ (%)	w_{CMC} (%)	W_{CMC} (%)
100	0.1355	0.0625	0.2679	0.0224	0.13951	0.338	0.68
200	0.1312	0.0434	0.2088	0.0226	0.07031	0.261	0.53
400	0.1187	0.0223	0.1218	0.0233	0.03530	0.177	0.36
600	0.1026	0.0143	0.1036	0.0173	0.02358	0.149	0.30
800	0.0846	0.0099	0.0865	0.0139	0.01771	0.123	0.25
1000	0.0655	0.0079	0.0666	0.0124	0.01418	0.096	0.20
1200	0.0470	0.0066	0.0472	0.0099	0.01183	0.069	0.14
1400	0.0310	0.0058	0.0315	0.0091	0.01014	0.047	0.10
1600	0.0166	0.0046	0.0182	0.0089	0.00888	0.028	0.06
1800	0.0086	0.0042	0.0099	0.0071	0.00790	0.017	0.04
2000	0.0036	0.0036	0.0066	0.0065	0.00711	0.013	0.03

■ 微波散射參數及阻抗量測系統評估(U02)

我國為全球半導體及資通訊零組件發展重鎮，從晶片、網通天線、模組終端的設計/製造至系統整合都有完整的產業鏈，自3G/4G以來，一直在全球供應鏈上佔有關鍵位置。但面對工作頻段遠遠高於3G/4G頻段的5G毫米波通訊，元件設計須面對網通系統低功率運作與高傳輸損耗的嚴苛挑戰。此外，臺灣迄今尚未建立毫米波的相關量測標準，尤其是決定元件工作效能的阻抗以及功率量測等標準。110年已完成系統設備

汰舊換新，111年則進行系統評估工作，以確保系統正常運作及校正服務品質。以提供EMC測試實驗室對其毫米波阻抗校正追溯服務，並強化我國5G通訊元件/模組製造業之國際競爭力，並藉由毫米波阻抗能量之提升增加NML國際能見度。

A. 111年年度計畫目標如下：

- 完成 110 GHz 毫米波阻抗量測系統評估

- 頻率範圍：10 MHz ~ 110 GHz

- 反射係數：0 ~ 1 (linear)

- 量測不確定度：0.08

- 透射係數：(-60 ~0) dB

- 量測不確定度：0.95 dB

B. 執行情形：

由EURAMET Calibration Guide no.12 (2018版)^[5-7]可知，若為原級標準(Primary Standard)各項元件尺寸皆須具備可計算(calculable)性，不僅校正元件須量得詳細尺寸，與其連接之連接器因會與之產生高頻耦合效應，因此也須得知詳細尺寸。由於NML目前尚未建立計算阻抗元件標準值技術，因此，使用傳遞標準(Transfer Standard)進行不確定度評估，10 MHz至50 GHz使用同軸接頭型式來進行量測不確定度評估，50 GHz至110 GHz使用波導接頭型式進行評估，由於同軸接頭及波導之尺寸決定電磁波於其內部傳播之頻寬，因此，需不同尺寸的接頭及波導。系統架構如圖5-8。

系統使用之傳遞標準件區分為校正組件和驗證組件兩類，其說明如下。

(A) 校正組件(Calibration Kits)：用以校正系統誤差之標準組件，本系統配備：

- ✓ 同軸接頭型式 N 型校正組件、同軸接頭型式 3.5 mm 校正組件、同軸接頭型式 2.92 mm 校正組件、同軸接頭型式 2.4 mm 校正組件。

- ✓ 波導接頭型式 WR15 校正組件、波導接頭型式 WR10 校正組件。

(B) 驗證組件(Verification Kits)：用以驗證系統量測誤差是否仍在許可範圍內，系統配備：

- ✓ 同軸型式 N 型驗證組件、同軸接頭型式 3.5 mm 驗證組件、同軸接頭型式 2.92 mm 驗證組件、同軸接頭型式 2.4 mm 驗證組件。

- ✓ 波導接頭型式 WR 15 驗證組件、波導接頭型式 WR 10 驗證組件。

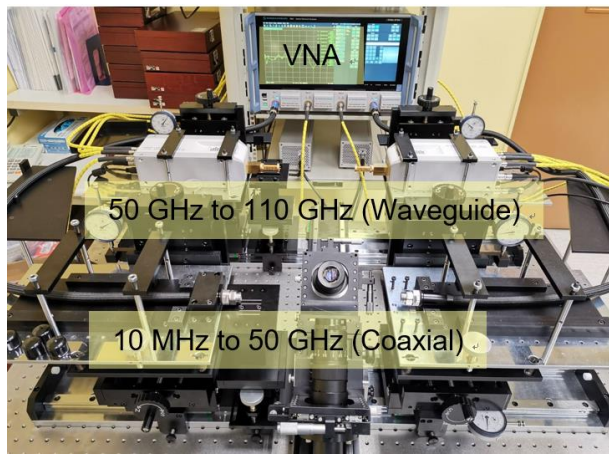


圖 5-8、同軸(10 MHz 至 50 GHz)與波導接頭型式(50 GHz 至 110 GHz)量測系統圖

- 完成光學對位平台架設，減少校正流程同軸纜線晃動，改善高頻的穩定性，降低量測不確定度，平台架設如圖5-9。

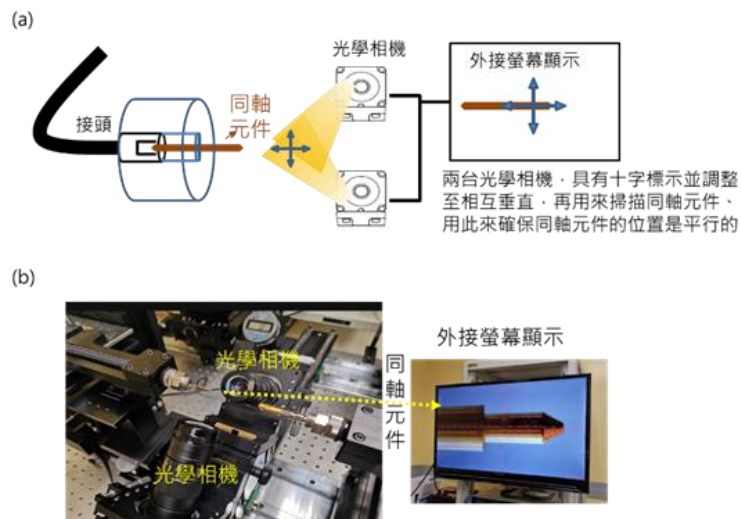


圖 5-9、微角度光學對位平台(a)設計圖、(b)實體架構圖

- 完成網路分析儀量測不確定度評估

本系統的量測不確定度主要來源為網路分析儀及其組件與接線所產生的，來源主要可區分為下列六項：(1) 指向性誤差、(2) 來源匹配誤差、(3) 反射路徑誤差、(4) 隔離誤差、(5) 負載匹配誤差、(6) 透射路徑誤差，其誤差模型圖5-10所示。

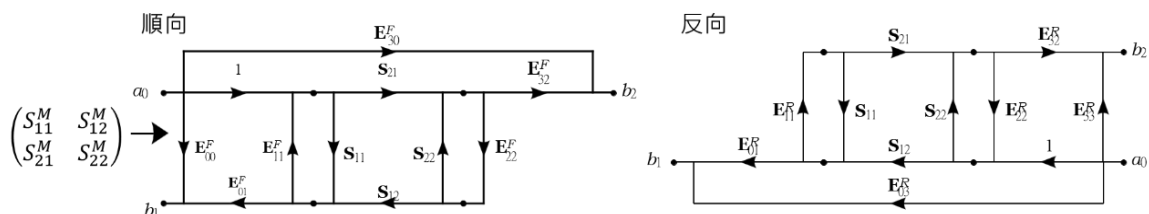


圖 5-10、以訊號流圖(Signal flow graph)表示的網路分析儀內部系統誤差模型

其中：

$$S_{11}^M = \frac{b_1}{a_0}, S_{21}^M = \frac{b_2}{a_0}, S_{22}^M = \frac{b_2}{a_0}, S_{12}^M = \frac{b_1}{a_0} : \text{散射參數量測值}$$

E_{00}^F 、 E_{33}^R : 指向性誤差 (Directivity Error)

E_{01}^F 、 E_{32}^R : 反射路徑誤差 (Reflection Tracking Error)

E_{11}^F 、 E_{22}^R : 來源匹配誤差 (Source Match Error)

E_{22}^F 、 E_{11}^R : 負載匹配誤差 (Load Match Error)

E_{32}^F 、 E_{01}^R : 透射路徑誤差 (Transmission Tracking Error)

E_{30}^F 、 E_{03}^R : 隔離誤差 (Crosstalk (Isolation) Error)

S_{11} 、 S_{12} 、 S_{21} 、 S_{22} : 實際的散射參數真值(修正後之量測值)

量測值 S_{11}^M 、 S_{12}^M 、 S_{21}^M 、 S_{22}^M 與真值(即經修正後量測值) S_{11} 、 S_{12} 、 S_{21} 、 S_{22}

的關係，可由訊號流圖推導得出：

$$S_{11} = \left\{ \left(\frac{S_{11}^M - E_{00}^F}{E_{10}^F E_{01}^F} \right) \left[1 + \left(\frac{S_{22}^M - E_{33}^R}{E_{23}^R E_{32}^R} \right) E_{22}^R \right] - E_{22}^F \left(\frac{S_{21}^M - E_{30}^F}{E_{10}^F E_{32}^F} \right) \left(\frac{S_{12}^M - E_{03}^R}{E_{23}^R E_{01}^R} \right) \right\} \quad (5-15)$$

$$S_{21} = \left\{ \left(\frac{S_{21}^M - E_{30}^F}{E_{10}^F E_{32}^F} \right) \left[1 + \left(\frac{S_{22}^M - E_{33}^R}{E_{23}^R E_{32}^R} \right) (E_{22}^R - E_{22}^F) \right] \right\} / D \quad (5-16)$$

$$S_{22} = \left\{ \left(\frac{S_{22}^M - E_{33}^R}{E_{23}^R E_{32}^R} \right) \left[1 + \left(\frac{S_{11}^M - E_{00}^F}{E_{10}^F E_{01}^F} \right) E_{11}^F \right] - E_{11}^R \left(\frac{S_{21}^M - E_{30}^F}{E_{10}^F E_{32}^F} \right) \left(\frac{S_{12}^M - E_{03}^R}{E_{23}^R E_{01}^R} \right) \right\} / D \quad (5-17)$$

$$S_{12} = \left\{ \left(\frac{S_{12}^M - E_{03}^R}{E_{23}^R E_{01}^R} \right) \left[1 + \left(\frac{S_{11}^M - E_{00}^F}{E_{10}^F E_{01}^F} \right) (E_{11}^F - E_{11}^R) \right] \right\} / D \quad (5-18)$$

其中：

$$D = \left[1 + \left(\frac{S_{11}^M - E_{00}^F}{E_{10}^F E_{01}^F} \right) E_{11}^F \right] \left[1 + \left(\frac{S_{22}^M - E_{33}^R}{E_{23}^R E_{32}^R} \right) E_{22}^R \right] - \left(\frac{S_{21}^M - E_{30}^F}{E_{10}^F E_{32}^F} \right) \left(\frac{S_{12}^M - E_{03}^R}{E_{23}^R E_{01}^R} \right) E_{22}^F E_{11}^R \quad (5-19)$$

根據EURAMET Calibration Guide no.12 (2018版)^[5-7]網路分析儀評估指引建議，在頻率越高的情況下，同軸接頭連接端點會產生耦合效應，而此耦合所造成的誤差不容忽視，傳統的評估方式需再進行修正，亦即傳統Ripple Method (EURAMET no.12 (2012版))在更高頻率的狀態下，因元件耦合效應已不再適用，必須使用Rigorous Method來計算量測不確定度才能正確考量含傳輸線(Cable)及連接接頭(Connector)所包含的誤差。

於式(5-15)至(5-18)中各誤差係數 E_{ij} 可藉由以網路分析儀量測校正組件來求解出，進而計算出修正後散射參數值 S_{11} 、 S_{12} 、 S_{21} 、 S_{22} 。本計畫採用

Short- Open - Load (Matched) - Thru (SOLT) 微波校正組件進行量測。SOLT 亦可稱 TOSM，其中TOSM校正方法的THRU若是被動元件，則根據Reciprocal原理，此時由埠1傳遞至埠2，或由埠2傳遞至埠1的能量會是相同的，即 $S_{12}=S_{21}$ ，則可用Unknow Thru方式進行評估，即UOSM校正方法，使用UOSM的微波元件校正方式的具體求解過程如下：

步驟1：(埠 1、2 進行校正程序)使用開路(Open)元件、短路(Short)元件、匹配(Matched)元件，單埠進行校正，如下圖5-11所示。

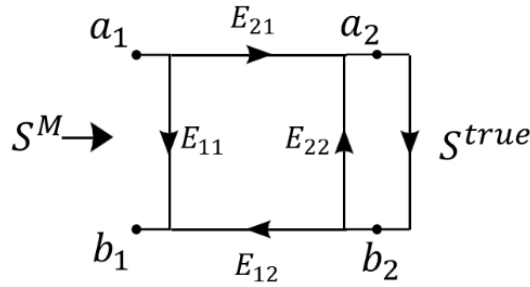


圖 5-11、單埠系統誤差等效電路圖

此時：

$$S^{true} = \frac{S^M - E_{11}}{E_{22}S^M - \Delta E}, \Delta E = E_{11}E_{22} - E_{12}E_{21} \quad (5-20)$$

S^M 表示量測所得， S^{true} 表示校正元件之真值，為了求真值，依下列方式求得誤差項的貢獻值：

$$S_{open}^M = E_{11} - \Delta E S_{open}^{true} + E_{22} S_{open}^{true} S_{open}^M \quad (5-21)$$

$$S_{short}^M = E_{11} - \Delta E S_{short}^{true} + E_{22} S_{short}^{true} S_{short}^M \quad (5-22)$$

$$S_{Load}^M = E_{11} - \Delta E S_{Load}^{true} + E_{22} S_{Load}^{true} S_{Load}^M \quad (5-23)$$

理想條件下

$$\text{開路(Open): } S_{open}^{true} = 1$$

$$\text{短路(Short): } S_{short}^{true} = -1$$

$$\text{負載匹配(Load or Matched) } S_{Load}^{true} = 0$$

則公式(5-21)~(5-23)可簡化如下：

$$S_{open}^M = E_{11} - \Delta E + E_{22}S_{open}^M \quad (5-24)$$

$$S_{short}^M = E_{11} + \Delta E - E_{22}S_{short}^M \quad (5-25)$$

$$S_{Load}^M = E_{11} \quad (5-26)$$

解上述方程式得 E_{22} ，再求得 $E_{12}E_{21}$ ，此為傳統網路分析儀單埠求解過程，而根據 EURAMET Calibration Guide no.12 (2018 版)網路分析儀評估指引建議，同軸接頭在高頻時須考慮的偏移(Drift)誤差項 D、連接線晃動與接頭所造成的誤差項 C (Cable+Connector)，考量這些誤差項後網路分析儀以單埠訊號流圖表示的誤差模型如下圖 5-12 所示。

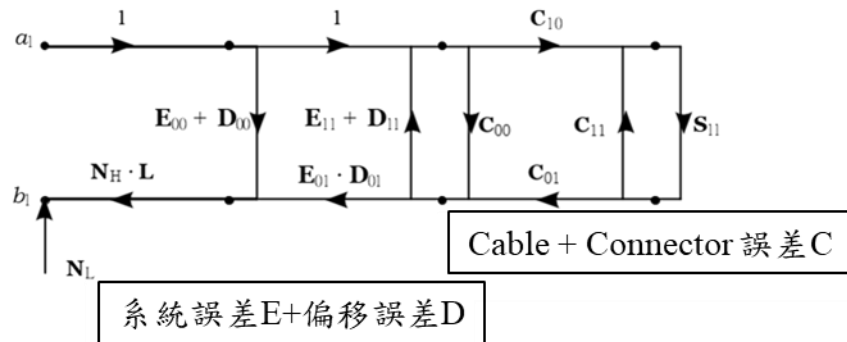


圖 5-12、以訊號流圖表示之含偏移、連接線及連接器誤差之單埠誤差模型圖

則評估不確定度公式改寫成：

$$S_{11}^M = N_L + N_H L E_{00} + (k C_{00} E_{01} + \frac{k^2 C_{10} C_{01} E_{01} S_{11}}{1 - (C_{11} + k C_{01} C_{10} E_{11}) S_{11}}) \quad (5-27)$$

其中：

C 為連接線與連接器(Cable+Connector)所造成的誤差

D 為偏移誤差

步驟 2：求解隔離誤差

連接時雙埠 Z_0 阻抗匹配($S_{21}=0$)，則求得 $S_{21}^M = E_{30}^F$ 。

(同理 $S_{12}^M = E_{03}^R$)

步驟 3：直接連接雙埠 1 與 2

(理想定義 $S_{21} = S_{12} = 1$ ， $S_{11} = S_{22} = 0$)可得 E_{22} 、 E_{10} 及 E_{32}

同樣根據 EURAMET Calibration Guide no.12 (2018 版)網路分析儀評估指引

建議，考量同軸接頭在高頻時須考慮的偏移(Drift)誤差項 D、連接線晃動與接頭所造成的誤差項，網路分析儀雙埠訊號流圖誤差模型圖如下圖 5-13 所示：

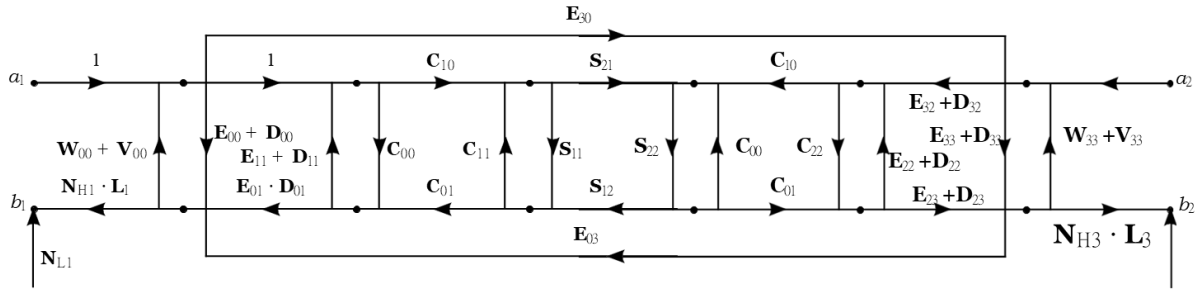


圖 5-13、雙埠系統含偏移、連接線及連接器誤差之訊號流圖

圖 5-13 為完整的 EURAMET Calibration Guide no.12 (2018 版)雙埠網路分析儀不確定度評估之訊號流圖，此時由於模型變得非常複雜，已不能再利用解方程式的方式求解，轉而需使用矩陣方式代入求解特徵值。

EURAMET no.12 (2018 版)之量測不確定度評估方式為由瑞士國家實驗室 (METAS)所主導，並開發直接用於網路分析儀之軟體工具(VNA TOOLS)，軟體內已包含眾多計算模擬演算法來進行量測不確定度評估。系統所採用之網路分析儀(R&S ZNA 67)已內建此 METAS 開發之量測不確定度評估軟體，因此，依不同的同軸接頭及波導型式(對應不同量測頻率範圍)，評估之網路分析儀量測不確定度結果如表 5-12 及 5-13。符合目標：頻率範圍：10 MHz ~ 110 GHz，反射係數：0 ~ 1 (linear)不確定度 < 0.08，透射係數：(-60 ~ 0) dB 不確定度 < 0.95 dB。

表 5-12、量測不確定度評估結果-反射係數

量測參數及頻率範圍		量測不確定度	
反射係數範圍	頻率範圍	計畫目標	評估結果
0 to 1 (linear)	10 MHz to 18 GHz (同軸N接頭)	≤ 0.08 (linear)	≤ 0.0082 (linear)
	10 MHz to 26.5 GHz (同軸3.5 mm接頭)		≤ 0.014 (linear)
	45 MHz to 40 GHz (同軸2.92 mm接頭)		≤ 0.023 (linear)
	45 MHz to 50 GHz (同軸2.4 mm接頭)		≤ 0.033 (linear)
	50 GHz to 75 GHz (波導WR15)		≤ 0.045 (linear)
	75 GHz to 110 GHz (波導WR10)		≤ 0.045 (linear)

表 5-13、量測不確定度評估結果-透射係數

量測參數及頻率範圍		量測不確定度	
透射係數範圍	頻率範圍	計畫目標	評估結果
(-60 to 0) dB	10 MHz to 18 GHz (同軸N接頭)	≤ 0.95 dB	≤ 0.13 dB
	10 MHz to 26.5 GHz (同軸3.5 mm接頭)		≤ 0.57 dB
	45 MHz to 40 GHz (同軸2.92 mm接頭)		≤ 0.16 dB
	45 MHz to 50 GHz (同軸2.4 mm接頭)		≤ 0.44 dB
	50 GHz to 75 GHz (波導WR15)		≤ 0.22 dB
	75 GHz to 110 GHz (波導WR10)		≤ 0.22 dB

六、遭遇困難與因應對策

1. 計畫須拜訪國內檢測單位進行直流電度表檢定檢查與柴油車添加尿素水設施檢查技術與能力調查盤點，但由於疫情影響，部分單位未開放對外訪客拜訪，或部分廠商人員為分流上班或居家隔離狀態，不易聯繫和拜訪，因此部分檢測單位能量盤點調查改由線上會議方式進行。
2. 於電子式電度表型式認證技術規範草案訂定專家公聽會中，與會單位提出目前採購之電表，台電已有行之有年之定型試驗項目，針對這些項目是否有與未來規劃實施之型式認證試驗項目重疊。針對此一疑慮，標準局已事先與台電作過溝通與協調，台電目前施行之定型試驗若與型式試驗之試驗項目及試驗內容完全符合一致，將以型式認證試驗為主，台電會予以承認，不須重複試驗。至於目前已在用之電表也須依循型式認證作業，為避免大量電表同時間須取得型式認證認可而導致試驗週期過長，標準局將會設立緩衝期來因應。
3. 國內業者擔憂直流電力已陸續成為各國電力發展項目，但國家目前尚未建置直流電力標準系統，未來在直流電力設備的相關標準追溯及直流電力交易將受到質疑，建議國家度量衡標準實驗室應加速規劃與建置國家級直流電力標準系統。針對此疑慮，目前 NML 已提出國家級直流電力標準系統架構設計方案以利未來快速建置參考，在尚無直流電力標準系統空窗期之替代作法為相關直流電力設備分別追溯至直流電壓標準、直流電流標準、時間標準來因應。

七、參考文獻

- 2-1.BIPM CMCs, <http://kcdb.bipm.org/appendixC/default.asp>
- 3-1.SEMI F057 – Specification for Polymer Materials and Components Used in Ultrapure Water and Liquid Chemical Distribution Systems.
- 3-2.SEMI F104 – Particle Test Method Guide for Evaluation of Components Used in Ultrapure Water and Liquid Chemical Distribution Systems.
- 3-3.2018 年度 IRDS: <https://irds.ieee.org/roadmap-2018>
- 3-4.The US patent US20200105889A1: Contact Structures for Gate-All-Around Devices and Methods of Forming the Same, TSMC, 2019.
- 3-5.O. Schmid et al., Sizing of Aerosol in Gases Other Than Air Using a Differential Mobility Analyzer, Aerosol Science and Technology, Vol. 36, pp. 351–360, 2002.
- 4-1.CNMV 46 電度表檢定檢查技術規範
- 4-2.CNS 14607 電子式電度表，2017
- 4-3.OIML R46-1/-2, “Active electrical energy meters. Part 1: Metrological and technical requirements, Part 2: Metrological controls and performance tests”, 2012.
- 4-4. IEC 62053-11, “Electricity metering equipment (a.c.) - Particular requirements - Part 11: Electromechanical meters for active energy (classes 0,5, 1 and 2) ”, 2016.
- 4-5.IEC 62053-21, “Electricity metering equipment - Particular requirements - Part 21: Static meters for AC active energy (classes 0,5, 1 and 2) ”,2020.
- 4-6.IEC 62053-22, “Electricity metering equipment - Particular requirements - Part 22: Static meters for AC active energy (classes 0,1S, 0,2S and 0,5S) ”, 2020.
- 4-7.IEC 62053-23, “Electricity metering equipment - Particular requirements - Part 23: Static meters for reactive energy (classes 2 and 3) ”, 2020.
- 4-8.IEC 62053-24, “Electricity metering equipment - Particular requirements - Part 24: Static meters for fundamental component reactive energy (classes 0,5S, 1S, 1, 2 and 3)”, 2020.
- 4-9.OIML R 117-1, “Dynamic measuring systems for liquids other than water Part 1: Metrological and technical requirements”, 2019.
- 4-10. OIML R 117-2, “Dynamic measuring systems for liquids other than water Part 2: Metrological controls and performance tests”, 2014.

- 4-11. OIML R 117-3, “Dynamic measuring systems for liquids other than water Part 2: Test report format”, 2014.
- 4-12. CNMV 117 油量計檢定檢查技術規範
- 4-13. 電動汽車充電基礎設施推動初步規劃草案，經濟部 2021/7/8
- 4-14. IEC 62052-11:2020 Electricity metering equipment – General requirements, tests and test conditions – Part 11 : Metering equipment.
- 4-15. IEC 62053-41:2021 Electricity metering equipment - Particular requirements - Part 41: Static meters for DC energy.
- 4-16. JIS C 1216-2:2017 Alternating-current watt-hour meters (for connection through instrument transformer)-Part 2 : Measuring instruments used in transaction or certification.
- 4-17. ANSI C12.1, “Electric Meters - Code For Electricity Metering”, 2014.
- 4-18. ANSI C12.10, “Physical Aspects Of Watthour Meters - Safety Standard”, 2011.
- 4-19. ANSI C12.18, “Protocol Specification for ANSI Type 2 Optical Port”, 2006.
- 4-20. ANSI C12.20, “Electricity Meters – 0.1, 0.2, and 0.5 Accuracy Classes”, 2015.
- 4-21. https://www.kriss.re.kr/gallery.es?mid=a20301000000&bid=0014&b_list=12&act=view&list_no=4138&nPage=2&vlist_no_npage=4&keyField=&orderby=
- 4-22. https://www.ptb.de/cms/service-seiten/news/newsdetails.html?tx_news_pi1%5Bnews%5D=8495&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=3275d71f7a4302b745b120d08c9d6565
- 4-23. https://www.ptb.de/cms/direkteinstieg/politik/nachrichten/nachricht.html?tx_news_pi1%5Bnews%5D=11897&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&tx_news_pi1%5Bday%5D=29&tx_news_pi1%5Bmonth%5D=4&tx_news_pi1%5Byear%5D=2022&cHash=d937c0bbe48b7370752488a602d37902
- 4-24. 指定製造事業者の指定等に関する省令 平成 5 年 11 月 9 日通商産業省令第 77 号 | 日本法令索引 (ndl.go.jp)
- 4-25. https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/keiryo_seido/pdf/002_02_00.pdf

- 4-26. <https://www.nim.ac.cn/taxonomy/term/50?keyword=%E7%9B%B4%E6%B5%81%E7%94%B5%E8%83%BD>
- 5-1. Susana Cuello-Nuñez, Isabel Abad-Álvaro, Dorota Bartczak, M. Estela del Castillo Busto, David Alexander Ramsay, Francesco Pellegrino, and Heidi Goenaga-Infante, “The accurate determination of number concentration of inorganic nanoparticles using spICP-MS with the dynamic mass flow approach”, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 35, 1832-1839, 2020.
- 5-2. Heather E. Pace, Nicola J. Rogers, Chad Jarolimek, Victoria A. Coleman, Christopher P. Higgins, and James F. Ranville, “Determining Transport Efficiency for the Purpose of Counting and Sizing Nanoparticles via Single Particle Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry”, *Analytical Chemistry*, 83, 24, 9361–9369, 2011.
- 5-3. https://assets.lgcstandards.com/sys-master%2Fpdfs%2Fheb%2Fh5c%2F10219968135198%2FCOA_LGCQC5050_ST-WB-CERT-3119828-1-1-1.PDF
- 5-4. ISO/IEC Guide 98-3:2008 Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995).
- 5-5. ISO 376:2011 Metallic materials — Calibration of force-proving instruments used for the verification of uniaxial testing machines.
- 5-6. ASTM-E74 Standard Practices for Calibration and Verification for Force-Measuring Instruments.
- 5-7. Guidelines on the Evaluation of Vector Network Analysers, EURAMET cg-12, 3.0 edition, 2018.

八、實際執行與原規劃差異說明

依原訂規劃執行，無差異。

參、執行績效說明

一、人力運用情形

※完成該工作項下原訂之查核點

工作分項	執行人員 (人月數)	工作內容/執行進度說明
計畫規劃及執行管控		
(一)標準維持與國際等同	780.69	A.國際等同與連結 ※執行國際比對 ※執行第三者認證 B.產業服務與推廣 ※提供校正服務 ※舉辦研討會 ※出版「量測資訊」 ※維護更新 NML 網站 ※執行計量技術訊息發布及公關業務 C.系統維持 ※維持品質運作審核業務 ※內部稽核與管理審查 ※實驗室環境與安全系統定期檢查/維護 ※撰寫/修正系統技術文件 ※客戶滿意度調查 ※維護標準系統 ※國內/外追溯
(二)工業計量技術發展	40.95	A.奈米粒子分析暨標準技術 ※低濃度奈米粒子量測技術建立 ※奈米粒子無機陽離子成分分析技術 B.先進製程關鍵尺寸量測技術 ※RSAXS 線距模擬驗證 ※RSAXS 線寬量測技術
(三)法定計量技術發展	37.08	A.電子式電度表型式認證技術規範草案研究 ※電子式電度表型式認證技術規範草案 B.柴油車添加尿素水設施檢查技術規範草案研究 ※盤點柴油車添加尿素水設施檢查技術能量 ※柴油車添加尿素水設施檢查技術規範草案 C.直流電度表檢定檢查技術規範草案研究 ※盤點國內檢測單位直流電度表檢定檢查技術能力 ※研擬直流電度表檢定檢查技術規範草案 ※國家直流電力標準追溯方法先期研究
(四)國家計量基磐精進	33.89	A.系統設備汰換 ※E07 比壓器量測系統 ※F05 高壓氣體流量系統 B.系統能力精進 ※D27 奈米粒子功能性量測系統 ※N03 力量比較校正系統 ※U02 微波散射參數及阻抗量測系統
合計	892.61	

二、經費運用情形

歲出計畫與預算實施狀況表（甲）

中華民國 111 年 1 月 1 日起至 111 年 11 月 30 日止

執行單位：工業技術研究院量測技術發展中心

計畫名稱：國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫（2/4）

單位：新臺幣元

分項計畫名稱	本年度 預算數	累計分配 預算數(1)	累計實支數 (2)	預付款 (3)	應付數 (4)	保留數 (5)	合 計 (6)=(2)+(3)+(4)+(5)	執行率 % (2+3)÷(1)	備 註
標準維持與國際等同	169,410,000	169,410,000	147,662,514	1,317,809	0	4,085,418	153,065,741	87.94	
工業計量技術發展	10,000,000	10,000,000	8,817,287	0	0	759,000	9,576,287	88.17	
法定計量技術發展	6,999,000	6,999,000	6,064,312	0	0	459,900	6,524,212	86.65	
國家計量基磐精進	23,048,000	23,048,000	11,258,646	0	0	10,900,420	22,159,066	48.85	
合計	209,457,000	209,457,000	173,802,759	1,317,809	0	16,204,738	191,325,306	83.61	

※111 年度編列宣導預算 50 千元，實際 111 年 520 世界計量日推廣影片製作 合計 50 千元。

- 註：1.本年度及以前年度保留款均應按逐一填列，執行率未達百分之八十者應於備註欄詳細說明落後原因。
 2.預付款：凡在法定預算範圍內暫付或依法墊付之薪津、旅費、各項補助費、定金、工程款及其他費用皆屬之。
 3.應付數係指權責已發生應付而未付之數。
 4.保留數指已簽訂契約承諾次季應支付之款項。
 5.以 A4 橫式撰寫。

歲出計畫與預算實施狀況表(乙)

中華民國 111 年 1 月 1 日起至 111 年 11 月 30 日止

執行單位：工業技術研究院量測技術發展中心

計畫名稱：國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫(2/4)

單位：新臺幣元

科 目	本年度 預算數	累計分配 預算數(1)	累計實支數 (2)	預付款 (3)	應付數 (4)	保留數 (5)	合 計 (6)=(2)+(3)+(4)+(5)	執行率% (2+3)÷(1)	備 註
直接費用：									
直接薪資	102,934,000	102,934,000	90,956,968	0	0	0	90,956,968	88.36	
管理費用	24,395,000	24,395,000	22,600,000	0	0	0	22,600,000	92.64	
其他直接費用	63,456,000	63,456,000	53,161,591	1,317,809	0	4,804,238	59,283,638	85.85	
公 費	1,178,000	1,178,000	1,095,000	0	0	0	1,095,000	92.95	
經常門小計	191,963,000	191,963,000	167,813,559	1,317,809	0	4,804,238	173,935,606	88.11	
資本支出：									
其他直接費用	17,494,000	17,494,000	5,989,200	0	0	11,400,500	17,389,700	34.24	
資本支出小計	17,494,000	17,494,000	5,989,200	0	0	11,400,500	17,389,700	34.24	
合計	209,457,000	209,457,000	173,802,759	1,317,809	0	16,204,738	191,325,306	83.61	

※111 年度編列宣導預算 50 千元，實際 111 年 520 世界計量日推廣影片製作 合計 50 千元。

註：1.本年度及以前年度保留款均應按逐一填列，執行率未達百分之八十者應於備註欄詳細說明落後原因。

2.預付款：凡在法定預算範圍內暫付或依法墊付之薪津、旅費、各項補助費、定金、工程款及其他費用皆屬之。

3.應付數係指權責已發生應付而未付之數。

4.保留數指已簽訂契約承諾次季應支付之款項。

5.以 A4 橫式撰寫。

三、計畫收入繳庫數

科 目		金額(新臺幣元)	備 註	
財 產 收 入	不 動 產 租 金	-		
	動 產 租 金	-		
	廢舊物資售價	33,122		
	權	技 術 授 權	4,017,639	歸屬研發成果收入
		權 利 金	-	
	利	先期技術授權	-	
		製 程 使 用	-	
售 價	其 他-專戶利 息收入	124,711		
罰金罰鍰收入		6,364		
其 他 收 入	審 查 費 (校 正 服 務 費)	50,342,155	校正服務屬規費收入	
	供 應 收 入— 資 料 書 刊 費	68,476	歸屬研發成果收入	
	服 務 收 入— 教 育 學 術 服 務 技 術 服 務	970,370	歸屬研發成果收入	
	業 界 合 作 廠 商 配 合 款 結 餘	-		
	收 回 以 前 年 度 歲 出	-		
	其 他 什 項	-		
合 計		55,562,837		

【備註】本表所列金額係指實際繳庫數，已扣除營業稅、印花稅...等必要支出。

四、重要成果統計

※ ()前數字為目標值，()內數字為實際達成情形。

屬性	績效指標類別	績效指標項目	標準維持分項	工業計量分項	法定計量分項	國家計量基磐分項	總計
學術成就 (科技基礎研究)	A.論文	國內論文發表(篇)	13(15)	2(3)	0(1)	3(3)	18(22)
		國外論文發表(篇)	5(9)	2(3)			7(12)
	B.合作團隊(計畫)養成	機構內跨領域合作團隊(計畫)數	8(8)				8(8)
	C.人才培育	人才培育(實習生)		2(2)			2(2)
技術創新 (科技技術創新)	G.智慧財產	專利獲證		0(1)			0(1)
	H.技術報告及檢驗方法	技術報告(含 ICT/MSVP 撰寫修訂)	39(60)	2(2)	3(3)	6(6)	50(71)
	I1.辦理技術活動	辦理技術研討會場次	8(13)				8(13)
	I1.辦理技術活動	辦理推廣活動場次(含專家座談會)	2(2)		2(2)		4(4)
	J1.技轉與智財授權	技術/專利應用(案)	8(16)				8(16)
	S2.科研設施建置及服務	系統服務件數	4275 (4837)				
系統設備汰換/能量精進(套)					1/3(1/3)		1/3(1/3)
國內追溯(件)		450 (518)					450 (518)
經濟效益 (經濟產業促進)	N.協助提升我國產業全球地位	國外追溯(件)	18(18)				18(18)
		國際比對(項)	4(7)				4(7)
		國際相互認可協定(國家/組織)	1(1)				1(1)
		科普知識推廣與宣導次數	數位典藏 1 案(1)/ 科普教育展示 1 案(1)				
社會影響	AB.科技知識普及	計量技術訊息發布(含新聞稿供稿)	10(10)				10(10)
		提供國家級校正服務件數	4275 (4837)				4275 (4837)
	O.共通/檢測技術服務及輔導	維持網站數	1(1)				1(1)
	Q.資訊服務	計量標準知識與業務交流(次)	15(15)				15(15)
		量測資訊(期)	6(6)				6(6)

屬性	績效指標類別	績效指標項目	標準維持分項	工業計量分項	法定計量分項	國家計量基磐分項	總計
		客戶滿意度調查	1(1)				1(1)
其他效益	K.規範/標準或政策/法規草案制訂	參與制訂之政策或法規草案案件數			3(3)		3(3)
	提升我國國際地位	擔任國際技術委員會職務	2(2)				2(2)
收入(元)	規費收入	校正服務繳庫	41,370,000 (50,342,155)				46,570,000 (55,562,837)
	研發成果總收入	技術/專利運用等繳庫*	4,000,000 (4,017,639)				
		資料書刊費、研討會等繳庫	1,000,000 (1,038,846)				
	孳息收入	孳息收入	200,000 (124,711)				
	其他	廢舊物資售價及罰金罰款	0 (39,486)				

五、重要成果說明

➤ 國家度量衡標準實驗室校正服務統計

項次	領域別	收費校正	NML 自校	BSMI 免收費校正	合計
1	電 量	1016	103	47	1166
2	磁 量	331	7	0	338
3	光 量	329	23	2	354
4	微 波	152	2	0	154
5	溫 度	99	58	4	161
6	濕 度	34	30	3	67
7	化 學	100	28	0	128
8	振 動	84	5	8	97
9	聲 量	391	32	0	423
10	長 度	880	61	1	942
11	質 量	35	11	22	68
12	力 量	271	14	4	289
13	壓 力	92	52	17	161
14	真 空	22	8	0	30
15	流 量	356	84	19	459
小 計		4192	518	127	4837

➤ 研討會/論壇/技術推廣說明會一覽表

項次	名稱	舉辦期間 (起~迄)	舉辦地點	廠商家數	參加人數
壹、研討會					
1	如何依照 ISO 9001：2015 推動量規儀器校正管理	111.02.23	新竹	16	28
2	ISO GUM 量測不確定度與統計應用研習會－統計先修班	111.03.21	新竹	19	30
3	ISO GUM 量測不確定度與統計應用研習會－基礎班	111.03.22~23	新竹	20	30
4	新版 ISO/IEC 17025:2017 實驗室內部品質稽核	111.05.17~18	新竹	15	20
5	光輻射量測技術研討會-線上直播	111.05.25	新竹	8	15
6	質量量測與電子天平校正技術研討會-線上直播	111.05.27	新竹	8	15
7	噪音量測技術研討會	111.06.24	新竹	18	31
8	壓力量測技術研習班-線上直播	111.06.28	新竹	11	21
9	流量量測技術基礎研習班-線上直播	111.06.29	新竹	12	21
10	氣體感測器與分析儀校正及性能測試驗證-線上直播	111.07.06	新竹	13	19
11	溫/濕度量測技術研討會-線上直播	111.07.29	新竹	18	37
12	尺寸計量應用研討會	111.08.11	新竹	8	16
13	電力量測與校正技術研討會-線上直播	111.08.12	新竹	29	39
	小計			195	322
貳、技術推廣說明會/座談會					
1.	2022 世界計量日「數位轉型與淨零永續計量標準發展研討會」(線上會議)	111.05.18	新竹	117	245

項次	名稱	舉辦期間 (起~迄)	舉辦地點	廠商家數	參加人數
2	量測半導體前段製程之關鍵尺寸量測技術說明會-線上直播	111.08.29	新竹	26	47
3	半導體原物料不純物檢測技術推廣說明會	111.10.05	新竹	26	62
	小計			169	354

➤ 研發成果一覽表

◎本年度研發成果含技術/專利運用及資訊書刊/研討會服務兩種如下表。

◎技術/專利運用部分，111年完成11案技術授權簽約，另有5案為前一年度遞延，共計16案。已收16案之款計6,696,065元，依據合約60%繳庫(即4,017,639元繳庫)。

註：運作成果說明請參閱「伍、主要成果與重大突破統計」之「三、經濟效益」，「提供技術與專利運用，擴散多元化計量技術」

◎資訊書刊/研討會服務部分，111年完成1,038,846元服務收入，100%繳庫1,038,846元。

◎合計技術/專利運用及資訊書刊/研討會服務，111年繳庫5,056,485元。

■ 技術/專利運用

項次	技術項目	廠商	運用模式	合約數(元)	本年度已收入數(元)	本年度繳庫金額(元)	簽約年度	備註
1	座標量測儀之量測一致性確保方案顧問服務	愛爾蘭商速聯(股)公司台灣分公司	技術授權	500,000	100,000	60,000	110	110年已收款400,000元，111年度收款600,000元。
2	安坑輕軌案電磁相容性測試服務	台灣車輛(股)公司	技術授權	1,000,000	600,000	360,000	110	110年已收款400,000元，111年度已收款600,000元。
3	Particle impurity analysis in Isopropyl Alcohol (IPA)	Tokuyama Corporation	技術授權	419,700	146,895	88,137	110	110年已收款251,820元，111年度收款167,880元，已收款146,895元。
4	榮夏-環保署品保實驗室測試系統擴充案	榮夏科技有限公司	技術授權金	400,000	400,000	240,000	110	111年度預計收款400,000元，已收款400,000元。
5	手持UT標準規塊建置	交通部台灣鐵路管理局	技術授權金	1,200,000	1,200,000	720,000	110	111年度預計收款1,200,000元，已收款1,200,000元。
6	電磁場感測器特性量測技術運用	路昌電子企業(股)公司	技術授權	205,714	205,714	123,428	111	111年度預計收款205,714元，已收款205,714元。

項次	技術項目	廠商	運用模式	合約數 (元)	本年度 已收入數(元)	本年度繳庫 金額(元)	簽約 年度	備註
7	遊憩海域安全動態資訊監測系統之環境電磁場測試	聚恆科技(股)公司	技術授權	600,000	600,000	360,000	111	111 年度預計收款 600,000 元，已收款 600,000 元。
8	半導體量測技術運用	穩懋半導體(股)公司	技術授權	1,744,000	1,125,300	675,180	111	111 年度預計收款 1,125,300 元，已收款 1,125,300 元。
9	風洞風速校正評估技術應用	量測科技(股)公司	技術授權	257,130	257,130	154,278	111	111 年度預計收款 257,130 元，已收款 257,130 元。
10	超音波流量計高壓氣體校正評估技術應用	巨路國際公司	技術授權	471,000	471,000	282,600	111	111 年度預計收款 471,000 元，已收款 471,000 元，
11	型式驗證實驗室測試-PM2.5 比對技術應用	廣域科技(股)公司	技術授權	364,000	364,000	218,400	111	111 年度預計收款 364,000 元，已收款 364,000 元。
12	EMC 場地特性量測技術運用	強電企業有限公司	技術授權	500,000	500,000	300,000	111	111 年度預計收款 500,000 元，已收款 500,000 元。
13	SuperSizer 新世代溶液奈米粒子監測-技術權利金	兆晟奈米科技(股)公司	技術權利金	306,026	306,026	183,616	111	111 年度預計收款 306,026 元，已收款 306,026 元。
14	VCSEL 光電特性評估	晶智達光電(股)公司	技術授權	100,000	100,000	60,000	111	111 年度預計收款 100,000 元，已收款 100,000 元。
15	風機塔柱及葉片損壞監測與噪音監控	台灣電力(股)公司	技術授權	600,000	150,000	90,000	111	111 年度預計收款 90,000 元，已收款 90,000 元。
16	微波元件特性量測技術服務	法人國家實驗研究院台灣海洋科技研究中心	技術授權	170,000	170,000	102,000	111	111 年度預計收款 170,000 元，已收款 170,000 元。
				合計	6,696,065	4,017,639		

※收入數：表示本年度目前已收款；※繳庫金額：表示本年度目前已收款，並依據合約 60% 繳庫。

■ 資訊書刊/研討會服務

項次	技術項目	廠商	運用模式	目標數(元)	本年度已收入數(元)	本年度繳庫金額(元)	年度	備註
1	NML 人才培訓計畫		服務收入	1,000,000	970,370	970,370	111	
2	量測技術刊物		服務收入		68,476	68,476	111	
合計					1,038,846	1,038,846		

➤ 研究報告成果

111 年計 71 份 (MSVP 31 份、ICT 33 份、技術報告 7 份)，詳如附件四。

- (1).標準維持與國際等同分項：計 60 份 (MSVP 28 份、ICT 30 份、技術報告 2 份)
- (2).工業計量技術發展分項：計 2 份 (技術報告 2 份)
- (3).法定計量技術發展分項：計 3 份 (技術報告 3 份)
- (4).國家計量基磐精進分項：計 6 份 (MSVP 3 份、ICT 3 份)。

➤ 論文成果統計

111 年計 34 篇 (國外 12 篇；國內 22 篇)，詳如附件五。

- (1).標準維持與國際等同分項：計 24 篇 (國外 9 篇；國內 15 篇)。
- (2).工業計量技術發展分項：計 6 篇 (國外 3 篇；國內 3 篇)。
- (3).法定計量技術發展分項：計 1 篇 (國外 0 篇；國內 1 篇)。
- (4).國家計量基磐精進分項：計 3 篇 (國外 0 篇；國內 3 篇)。

六、設備採購與使用

單位:新臺幣元

項次	計畫預定採購之設備名稱	預算金額	實際金額	採購方式	採購日期	使用狀況
1	交流高壓源	10,722,000	10,700,500	公開招標	111/03/22	於 12 月 13 日完成設備驗收，為比壓器量測系統(E07)用設備。
2	高壓氣體壓縮機	6,000,000	5,948,000	公開招標	111/02/15	於 11 月 9 日完成設備驗收，為高壓氣體流量系統(F05)用設備。
合計		16,722,000	16,648,500			

肆、檢討與展望

國家度量衡標準實驗室(NML)依度量衡法所設置，負責全國度量衡最高標準之研究實驗、建立、維持、校正等事宜。運作、維持我國國家 15 領域最高量測標準及國際度量衡委員會(CIPM)相互認可協議(MRA)之簽署與效力，確保量測的一致性及準確性提供業界校正服務，奠基國家品質基磐，滿足產業、民生、安全等校正與追溯之需求。

1. 年度共執行 4479 件/年之一級校正服務，提供國內民間校正、檢測業(二級實驗室)所出具之報告具追溯性，支持百億元之檢測市場規模，確保國家研發、生產製造等活動之量測一致性及準確性。提供標準局 112 件校正，協助法規面之執行，確保公務執法及民生用之水表/電表/瓦斯表等公平交易，保障民生福祉。
2. 參與 APMP、國際比對及 BIPM 校正量測能量(CMC)登錄等國際活動，共執行 7 項國際比對活動、累計登錄 298 項 CMC，確保我國計量主權。年度共提供 124 份全球相互認可協議(CIPM-MRA)架構認可之英文校正報告，提供具有國際認可之校驗報告，利於拓展國際市場。另提供來自印尼、新加坡、日本及馬來西亞等 4 國共計 16 件國際校正業務委託，除可瞭解國外校正需求，亦可擴展 NML 之國際影響力。
3. 擔任 APMP 執行委員會(EC)委員、材料計量技委員會(TCMM)與醫學計量焦點工作組共同主席，技術支援 APMP 區域內及跨區域計量組織之 CMC 審查與專家同儕評鑑，持續建構與國際組織之連結，達成全球品質基磐之調合及相互認可。
4. 持續發展低濃度奈米粒子量測技術，逐年建立非金屬奈米粒子、不純物(包含陰離子元素及有機物)之量測技術，最終完成奈米粒子指紋辨識系統，提供半導體、奈米科技及環境等產業於各成分奈米粒子整合性之檢測服務，提升不純物檢測的時間與量能，進而確保產品與製程品質。
5. 本計畫所開發之 X 光計量技術為前瞻技術，解決傳統光學檢測方式無法得到良好之解析度之問題，未來預計與國內半導體領導廠商合作，提供關鍵尺寸如線距及線寬量測資料，以作為其製程改善及提升之參考。
6. 研擬電子式電度表型式認證技術規範作為認證管理參考依據，可確保電度表計量準確性，以迎合政府力推智慧電表裝設之政策。另提高電度表相關實驗室建置對應檢測能量之意願，進而提供我國在智慧電表技術研發上量測相關能量的支援。
7. 研擬直流電度表檢定檢查技術規範，確保直流電度表計量準確性，以迎合我國在電動車、太陽能、微電網及儲能裝置等相關直流電力設備發展，確保未來廣泛使用到直流電力計量來進行相關交易之公正性。

8. 三個國家標準實驗室及 TAF 共同執行之「國家度量衡標準實驗室整體運作及發展計畫」，計畫 112 年起整併在智慧機械方案四支綱要計畫之一「智慧製造標準建置及國際鏈結計畫」下的一個分項。就國家標準實驗室屬基礎環境建構性質之計畫，涉及各產業及民生，非僅在智慧機械產業之範疇，此一變革亦增加計畫展現、審查之考驗。

伍、主要成果與重大突破統計(含量化 output) (E003)

一、學術成就(科技基礎研究)

為維護全球相互認可協議之效力，NML 積極參與/主導各領域的國際比對，完備現有標準系統能量與技術能力，促成 NML 各領域校正與量測能力(CMC)之擴增與更新，得以持續合格登錄於 BIPM 之關鍵比對資料庫(BIPM-KCDB) Appendix C 網頁，證明我國在標準技術上的實力，維持國家標準與國際之一致性。

- 計量技術受國際肯定，受邀擔任同儕評鑑技術評審員及校正與量測能力(CMC)審查

各國國家計量機構維持 CIPM-MRA 效力，皆需定期接受國際第三者再認證，藉由第三者的客觀角度來證明 NML 的品質系統運作是符合 ISO/IEC 17025、ISO 17034 標準，因此計量技術能力需受國際肯定方能勝任同儕評鑑評審員，111 年度計許俊明副組長、蔡淑妃研究員、涂聰賢經理及江俊霖經理等 4 人受邀擔任韓國 KRISS、日本 NIMJ 及中國大陸 NIM 等國家計量機構擔任電量、溫度、振動及流量等領域進行同儕評鑑技術評審。另協助亞太計量組織(APMP)完成區域內及跨區域計量組織之校正與量測能力(CMC)所提之項目審查共 10 項，確保全球相互認可協議之技術佐證資料之有效性。

- 藉由主導及參與國際比對，展現我國計量技術能力，作為我國於國際貿易、商業及監管等協議之技術基礎。

CIPM-MRA 的架構下，支持相互認可有關的活動，活動結果和相關數據資料透過國際度量衡局 BIPM-KCDB 關鍵比對資料庫的網頁完成登錄與公告，以揭露各 NMI 間之國際等同性。這些活動包括：量測的國際比對，亦即關鍵比對與輔助比對(KC&SC)；品質系統及各 NMI 的能力展示，並產出各國 NMI 的校正與量測能力(CMC)資料庫，自 1996 年起至 111 年 12 月底 NML 累計參與 119 項國際比對，已完成 85 項，34 項持續進行中，完成 298 項 CMC 登錄。使國家最高標準具國際等同性，達成全球品質基磐之調合及相互認可。年度共主導 2 項亞太區域國際比對(直徑 APMP.L-

K4.n01、小水流量 APMP.M.FF-K1.2022)量測活動及完成 1 項 BIPM 內圈比對(低壓氣體流量 CCM.FF-K6.2017)登錄於 BIPM 網站，擔任關鍵比對參考值(KCRV)連結實驗室，協助參與之亞太各國家實驗室確認量測能力之一致性，並提供國內與國際標準等同之校正服務，作為我國國際貿易、商業及監管等協議之技術基礎。

二、技術創新(科技技術創新)

- 配合產業政策，以先進計量技術支援半導體產業維持國際領先。

1. 先進製程關鍵尺寸量測技術

◇ 提供半導體產業於新製程節點 2 奈米環繞閘極(Gate All Around, GAA)式電晶體之關鍵尺寸線距量測，量測範圍 $20\text{ nm} \leq \text{線距} \leq 50\text{ nm}$ ，量測重複性 $\leq 0.1\text{ nm}$ 。

◇ 建立符合半導體大廠 N2 製程線距規格量測與試片檢測面積(如： $50\text{ }\mu\text{m} \times 50\text{ }\mu\text{m}$)之需求，解決傳統光學檢測方式無法得到良好之解析度之問題，以及傳統 X 光量測商業機台只能滿足檢測面積 $200\text{ }\mu\text{m} \times 200\text{ }\mu\text{m}$ 以上。此創新技術也滿足 N2 製程 0.1 nm 之量測重複性，協助廠商掌握 gold sample 之關鍵尺寸線距與線寬等參數，提升製程良率。

2. 建立無機陽離子量測技術

◇ 發展低濃度無機陽離子量測技術：金屬元素偵測極限 $< 10\text{ ng/kg}$ 。應用此技術於半導體製程電子級試劑的超微量不純物量測，提供試劑供應商、材料商、晶片製造商等，不純物檢測的服務，有效提升製程品質。

◇ 發展無機陽離子成分分析技術，粒徑範圍($10 \sim 100$) nm ，相對標準不確定度 $< 15\%$ 。技術整合粒徑量測的 DMA 與成分分析的 spICP-MS，達到顆粒尺寸量化、金屬成分判別的一貫檢測，將提升產業於不純物檢測的時間與量能。

三、經濟效益(經濟產業促進)

NML 乃爰於我國度量衡法，由度量衡專責機關標準檢驗局以委辦計畫方式，負責全國度量衡最高標準之建立、維持及提供校正追溯服務事宜並運作執行至今。所建立之「校正與量測技術服務平台」，如圖 6-1 所示，為國家「基礎設施技術」環境建構要素之一。滿足我國智慧製造、醫療安全、環境保護、公平交易及民生等量測追溯，本計畫持續實質傳遞業界所需及全球一致性計量基準，以計量基盤輔助國家整體科技及經濟發展。

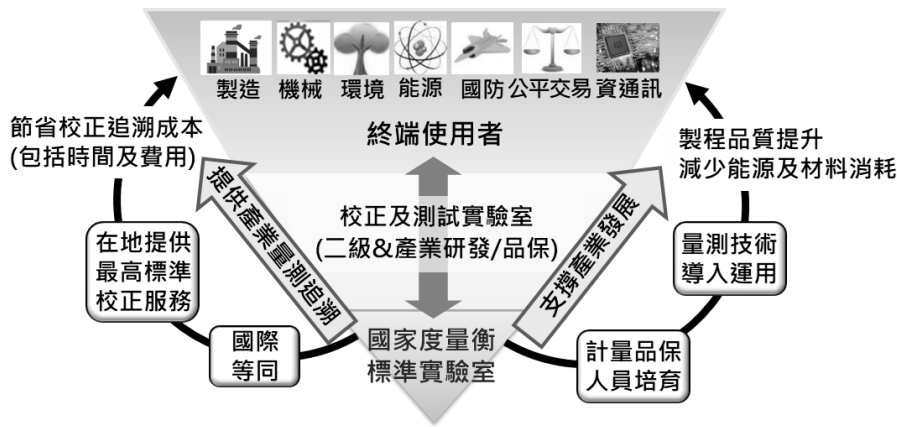



圖 6-1、NML 校正與量測技術服務平台

● 維持國家最高標準之國際等同性及相互認可協議(CIPM MRA)效力

- ◇ 致力於將校正與量測能力(CMC)登錄於國際度量衡局(BIPM)資料庫，使出具之校正或測試報告為 101 個會員/組織計 154 個相互認可機構承認，減少重複檢測及出口貿易障礙。
- ◇ 提供與國外等效之在地校正服務，所需時間/費用僅需其 1/10~1/5，大幅降低廠商開發與驗證成本，除提升產品品質亦增加競爭力。
- ◇ 本年度計提供國際認可之英文校正報告，共 124 份，協助廠商通過業主審查(Audit)及產品具有國際認可之校驗報告，拓展國際市場。



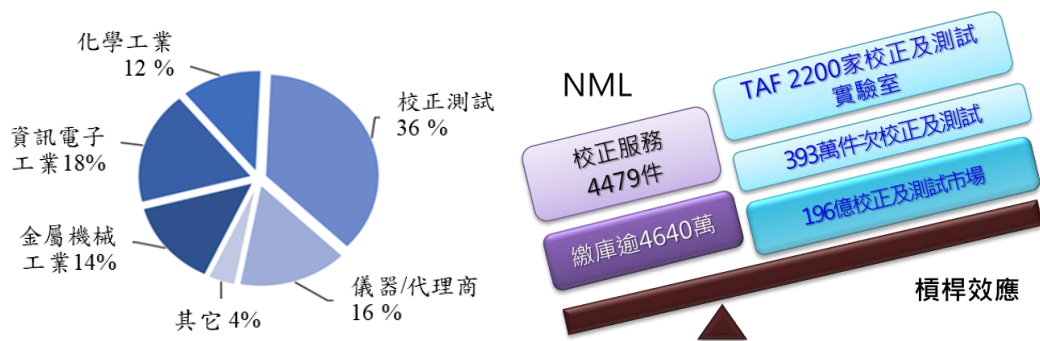
免除廠商再校/外校成本、通行國際

- 資通訊產品符合國際買主要求。
- 自有品牌產品突破貿易障礙，通行全球。
- 儀器/測試設備符合國際買主要求。
- 校正/測試實驗室：國際認證之取得。

圖 6-2、NML 英文報告服務對象及效益

● 傳遞國家最高標準，校正服務支援百億元檢測市場

- ◇ 維護 NML 之 15 個領域量測標準系統、環境設施等，確保國家實驗室之運作正常與服務品質，提供全國各項量測儀器之一級校正服務計 4479 件(約 4,640 萬繳庫)，同時透過全國認證基金會(TAF)認可之二級實驗室(約 2200 家)擴大傳遞國家量測標準，衍生專營測校實驗室與廠商自建品保實驗室之檢測服務約 393 萬件，每年支援約計 196 億元之檢測市場規模，支持國家「機械、電子電機及資通訊」等產業千億之外銷產品符合國際認證要求。



註：111 年校正服務統計分析(至 11 月 30 日)

圖 6-3、NML 校正服務對象及槓桿效益

NML 校正服務效益列舉如下：

◇ 確保製程品質，維持國際/產品競爭力

- ✓ 提供半導體領導廠商台 O 電於電量、長度、光量、流量、磁量及微波領域校正服務，協助其掌握可靠的參數量測結果，進而提升製程良率，維持國際領先地位。
- ✓ 提供晶 O 半導體公司驗證新進機台性能，所需之標準件量測追溯，進而確保新機台可導入製程，維持化合物半導體元件專業代工之競爭力。
- ✓ 提供高 O 疫苗生物製劑公司於藥品原物料量測，及藥物標準品劑量分析檢測之質量校正服務，使該公司能確保提供安全、有效及高品質的醫藥產品。

◇ 維持自有品牌產品競爭力

- ✓ 固 O 電子是臺灣專業電子測試儀器製造大廠，以自有品牌行銷全球，現已成為全球中階測試儀器之領導廠商，亦為臺灣綜合測試儀器的龍頭。藉由 NML 提供之電量標準校正與追溯能量，確保內部產品檢測實驗室之標準儀器的量測準確性，進而維持自有品牌之競爭力。

◇ 國際認可取得、通行國際

- ✓ 台 O 電子工業公司為全球電源管理與散熱解決方案的主要廠商，產品研發及銷售遍及全球，近年亦佈局並投入充電樁和電源儲存裝置的市場。藉由 NML 提供具國際認可英文校正報告，協助其符合業主審查(Audit)，獲得國際大廠訂單。
- ✓ 豐 O 科技公司為航太與高階工業用的扣件產品製造商，NML 出具之國際認可英文校正報告，協助其持續符合國際航太和國防工業供應商認證體系(NADCAP)認證，獲得國際大廠訂單。

◇ 協助國際公司取得國際認可報告，解決量測追溯問題

- ✓ 日本 UL 為提供日本客戶安規、產品測試等服務之公司。由於日本國家實驗室並未提供光澤度校正，因此每年固定送至 NML 進行校正，以符合國外客戶之需求。
 - ✓ 馬來西亞 EM Test 公司為二級校正實驗室，由於馬來西亞國家實驗室並未建立亮度標準，故協助該國 SONY EMCS (MALAYSIA)公司，委託 NML 取得國際認可之校正報告。
 - ✓ 台灣安 OO 科技為國際知名測試分析儀器公司，其母公司位於美國，藉由 NML 提供原級校正服務，協助解決顧客儀器送至國外校正的等待時間外，亦建立企業內量測的一致性，由於生命科學/化學分析更需著重於校正結果的不確定度範圍，故可提升該公司在其研發、生產過程之信賴度與準確度，並間接為其所銷售的產品品質把關。
- ◇ 確認製程防護用具有效性，保障勞工安全衛生
- ✓ 國 O 汽車股份有限公司為台灣知名汽車製造廠商，其面罩密合度測試儀(TSI 8038)需確認其粒子計數器計數效率用以定量口罩密合度以計算密合係數。因此會定期送至 NML 進行校正，藉由 NML 提供之粒子計數器計數效率之服務，協助其確認面罩密合度測試儀之運作正常，保障該公司勞工安全衛生。
- ◇ 確保食品的安全與商譽維護
- ✓ 提供國內食食品業者(如聯 O、泰 O、天 O 茶業及台 O 糖業等)高斯計之校正追溯，確保其量測儀器之準確性，以檢測出食品中的金屬雜質，保障國內各大食品廠商的產品安全以及商譽的維護，
- 提供技術/專利運用，擴散多元化計量技術
- ◇ 速 O 公司為全球頂尖自行車零件設計與製造商，台灣分公司是亞洲開發中心是 SRAM 最重要的自行車零件設計、製造和開發基地，為了提高零件精密製程的開發能力使用高精度座標量測儀(coordinate measuring machine, CMM)進行零件加工精度檢測與驗收，由 NML 協助規畫實驗室間量測能力比對，與稽核協力商檢測能力之方法，以建立各廠區間量測一致性，確保自行車組件生產品質。
 - ◇ 台灣車 O 公司為台灣唯一鐵道車輛製造商，NML 提供該公司有關輕軌車輛電磁相容性量測技術服務，包含評估軌道車廂之電力設施在不同運轉條件下，對於車廂內與車廂外環境所產生之極低頻磁場分布狀況。此外，亦評估軌道系統及車輛系統在各種運轉條件下，對於周遭環境所產生不同頻段之射頻電磁場強度分布狀況。藉此協助國造鐵道車輛作軌道系統之電磁波安全符合性確認，進而確保列車運行時所產

生之電磁場強度能符合環境保護要求。

- ◇ 日商德 O 為電子級異丙醇供應商，隨著半導體製程朝更先進的 3 nm 以下節點推進，生產製造過程越趨嚴苛，在晶圓製造上，所使用的電子級異丙醇純度對先進節點的量產速度與良率表現來說至關重要。NML 運用粒子標準分析技術，協助日商德山建立超微量非揮發性顆粒不純物分析系統，達到 1 ppt 濃度的偵測極限，有效辨別產品優劣，使其成為國內半導體龍頭廠商的優良供應商，且維持市佔率 50 % 以上。
- ◇ 榮 O 科技公司致力於量測儀器及電源零組件供應，近年來因應客戶應用需求，開發客製化軟體輔助產品整合，以專業整合技術有效率的解決客戶問題。其中空氣測站稽核用流量計校正技術，需要精準之流量校正，以便準確判斷環境空氣品質，並作為政府環境改善之政策依據。藉由 NML 提供音速噴嘴檢定膜式氣量計系統評估技術，驗證校正系統之不確定度至 0.25 %，可滿足環保署所有空氣測站校正追溯需求，提升國民信賴程度，監測數據可與國際接軌，達成大範圍環境汙染監控之效果。
- ◇ 台灣鐵路管理局為確保手持式超音波探傷儀的功能正常以及適切的使用性，儀器需定期以適當之規塊進行評鑑與校準。對超音波探頭本身，需針對折射角與入射點兩參數進行校準；對控制主機(顯示器或主機)，則需針對靈敏度、增益與距離等參數進行校準。NML 參考澳洲、日本與國內 CNS 等與超音波探傷相關規範，並考量台鐵局後續內部方法訓練需求與例行執行檢測校準使用需求，以及 19 個工務分駐所需，規劃標準參考規塊組與夾治具，並將其納入鋼軌探傷標準作業程序中，以確保手持式超音波探傷儀能正確的維護與使用。
- ◇ 路 O 電子是臺灣專營電子手持式檢測儀器製造大廠，其銷售之手持式檢測儀器遍佈全世界。隨著通訊產業興盛及基地台建置密度提高，國人對於電磁波之安全常深感疑慮，也因而各界對於環境電磁波的檢測需求與日俱增。目前，一般國內生產之簡易型電磁場強度計並非全向性，若轉而購買由國外進口之全向性電磁場強度計則需動輒 30 萬元以上，此非一般市井小民所能負擔。因此，該公司為因應環境電磁波的檢測需求，並以能提供國內外消費者一套物美價廉之高品質檢測設備為目標，近年正積極開發低價位之全向性電磁場強度計。惟該公司缺乏專業且標準化的驗證程序與高頻量測技術，以致產品特性不易管控。為解決此問題，NML 透過專業的電磁場校正技術與豐富的量測經驗協助該公司完成電磁波標準溯源，並輔導其作電磁場量測技術精進，藉此大幅提升該公司產品品質及國內外產品競爭力。
- ◇ 聚 O 科技公司為臺灣知名永續生態環境工程公司，亦為國家海洋研究院之岸巡雷達

系統委外施工廠商。藉由 NML 提供專業的電磁場訊號強度量測技術服務，有助於該公司對佈建之岸巡雷達系統，進行環境電磁波訊號強度量測評估，以確保相關監測系統周遭之環境電磁場強度符合環保署訂定之相關規範限制值，保障雷達系統周邊居民之民生安全。

- ◇ 穩 O 公司為第三代化合物半導體製程之龍頭，藉由本計畫發展之反射式 X 光散射量測技術(RSAXS)之經驗，協助其建立線寬參考標準件及標準化量測量測程序，確保機台性能、檢測樣品規格，提升半導體產線上製程的良率。由於 N2 製程採用 3D 環繞式閘極結構(GAA)，具有複雜得多層三維結構，傳統光學由於波長的物理性限制，已無法滿足檢測所需之解析度，而目前廠內使用的方法為使用 TEM 量測，量測耗時且為破壞式量測方法無法滿足線上檢測需求。本計畫所研發之反射式 X 光散射量測技術，可量測樣品檢測面積(50 × 50) μm^2 及 N2 製程線寬範圍，符合重複性需求 $\leq 0.1 \text{ nm}$ ，未來將推廣至如台積電、群創光電、晶元光電和采鈺量測等廠商。
- ◇ 量 O 科技股份公司為國內儀器專業校正與檢測公司，為通過全國認證基金會 TAF 認可之二級校正實驗室，目前中區風速校正系統每年校正件約達 120 件左右，為確保風速計校正量能提升，及增進風速量測技術的準確性，在北區實驗室特別新增另外的風速校正系統，由 NML 提供風速標準計量技術，藉由風速計校正方法驗證與及風洞性能的評估，協助進行該風洞系統驗證與 TAF 認證，預估每年可多增加 50 件以上校正件，同時提高風速計校正計量能力。
- ◇ 巨 O 國際股份有限公司承包台灣中油公司大潭發電廠計量錶更新工程，由 NML 協助其建立超音波流量計高壓氣體校正評估技術，確認其計量系統正確後才可以用於線上天然氣計費，此流量計量追溯至 NML 的高壓氣體流量校正系統(F05)，可將大潭電廠天然氣交易量測不確定度由 0.5 % 降低至 0.3 %，以大潭電廠每年天然氣交易量超過 1000 億估算，降低交易爭議 0.2 %，相當於降低交易爭議 2 億元。
- ◇ 廣 O 科技股份有限公司為確保其所開發的微粒濃度量測設備的準確性，由 NML 提供微粒濃度量測技術，提供微粒濃度量測設備於不同環境溫、濕度條件下，進行重複性、再現性與準確性測試，並評估量測設備間訊號讀值的一致性，作為該公司設備調教基準，提升其設備量測準確性及產品品質。
- ◇ 強 O 企業為國內知名電磁相容測試場地的建置廠商，NML 協助該廠商以專業的電磁相容測試場地特性驗證技術，來確保其興建之電磁相容測試驗證標準場地能符合國際法規要求，讓該標準場地之使用單位可安心進行各類機電設備、電子產品的

EMC 與 EMI 測試，滿足其電磁相容性之安規檢測驗證需求，這將有助於提升國內廠商生產各式機電設備與電子產品的品質。

- ◇ 兆 O 奈米科技提供半導體新世代溶液奈米粒子監測系統，為確保量測設備的準確性，NML 運用粒徑標準系統進行兆晟奈米科技監測系統準確性的性能確效，使其產品符合終端客戶之要求。
- ◇ 晶 O 達光電公司晶智達為成立僅五年的 IC 設計公司，目前打進韓系手機供應鏈，成為台灣重要之小功率 VCSEL 生產廠商。NML 協助評估廠商開發之 VCSEL 樣品之輻射通量為其規格宣稱之低功率(1~50) mW、波長 940 nm、電壓等關鍵光電特性。使其產品規格具備可靠之追溯基礎以滿足客戶應用需求，行銷海外。
- ◇ 台灣電力公司配合政府推動再生能源發展，近年持續開發陸域風力發電外，也朝向離岸近海拓展風力的新場域。風力發電機相較於一般機械設備尺寸較為龐大，平常的運轉維護不易，需耗費大量人力與金錢，確保電力穩定供應，且危險性較高。隨著風場開發的數量增加，自動化檢測服務的需求產生。由 NML 提供其聲學訊號特徵擷取技術服務，協助業者完成風機葉片線上損傷檢測，檢測時間從原本的 30 (分鐘/架)縮減為 5 (分鐘/架)。有效掌握每架風機的葉片健康狀況，適時安排修補作業，延長設備壽命。
- ◇ 台灣海 O 科技研究中心近年來積極替政府佈建臺灣區域之海洋雷達觀測系統，NML 則為台灣海 O 科技研究中心提供微波元件特性量測技術服務，包含微波訊號、微波阻抗、微波功率等相關專業的量測，以使雷達觀測系統所採用之微波元件能作最佳化模式運作，並延伸雷達觀測系統之觀測距離至 250 公里。
- ◇ 與全球最大半導體晶片製造商(T 公司)合作計畫，應用不純物檢測技術於半導體有機原物料及原物料不純物濃度之量化，該量測結果與晶圓表面殘留顆粒濃度相關，可作為控管原物料之不純物濃度之參考，有助於提升先進製程良率。

四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

- NML 服務政府機關、研究機構、學術單位，間接影響所及是無法估計之民生福祉，如公共工程鑑測公信力、環境電磁波/噪音/空氣品質、電子秤/地秤/槽秤/車輛排放 CO₂ 等公務執法的維繫、民生用之水表/電表/瓦斯表等公平交易。校正服務對我國民生社會福祉及環境保護等效益與影響，舉例說明如下：
 - ◇ 提供主管機關標準局每年於執行法定度量衡器檢定、檢查等業務之標準件校正服務，

如民生電度表、水量計及膜式氣量計等檢定檢查，與照明燈具商品檢驗等。標準局每年三節(農曆年、中秋、端午)前進行全台磅秤專案檢查，抽查範圍包括全國生鮮超市、量販店、傳統市場、觀光市場等交易用磅秤。藉由提供標準局檢測法碼的準確性，將使市場磅秤檢查執法上具有可信賴性，進而達到公平交易。

- ◇ 提供行政院環境保護署及各縣市環保局非游離輻射環境監測之量測標準追溯(行政院環境保護署公告，提供國內逾 7 千筆的高頻及低頻環境監測數據)，以持續且有效的進行電磁波的環境監測，以消除民眾對於非游離輻射安全的疑慮；另提供標準氣體(驗證參考物質)驗證氣體廠送校之混合氣體(如三福，錦德)，協助氣體廠建立機車排氣檢測用校正標準氣體之計量追溯性，確保國內落實移動污染源防制管理作業。
- ◇ 滿足中央氣象局儀器檢校中心每年約 1300 件之內部之量測追溯需求，協助逾 600 個氣象站之追溯觀測結果標準化，提供準確氣象資訊於氣象預報與防災作業上，以實施適當之防災措施減少災害並提供民眾優質的氣象資訊服務。
- ◇ 台灣大電力研究試驗中心為國內重要之電力及電器試驗機構，透過 NML 電量實驗室提供之電力標準校正服務，使其在執行電動車充電樁檢測之電力標準表得以有標準追溯源，如此能進一步確保電動車充電樁之計費準確性與交易公平，保障消費者權益。
- ◇ 內政部建築研究所性能試驗中心為內政部指定之建築建材構建聲學性能實驗室，由 NML 提供其聲學設備(麥克風、校正器)之校正追溯，協助國內建築品質把關與防音法規的施行，提升居家安寧及音環境品質。
- 配合執法機關，進行法定計量器相關計量技術研究與規範之研擬/修訂
 - ◇ 根據歐盟六期(EURO 6)環保法規規定，氮氧化物(NO_x)和懸浮微粒(PM)之排放標準分別為 0.2 g/kWh 和 0.01 g/kWh，對於氮氧化物排放量較高之柴油引擎車輛，必須經由車用尿素水還原劑及選擇性觸媒轉換器(SCR)進行反應，將氮氧化物轉化為無毒的氮氣和水，以降低空氣污染和溫室氣體排放量。國內加油站經營實體約有 2,488 座，設有尿素加注機之加油站達 600 座以上，站數和交易量逐年增加。透過柴油車添加尿素水設施檢查技術規範草案制定，可確保國內柴油引擎氮氧化物 NO_x 排放量符合六期標準，排放量降低至 0.4 g/(kW-h)以下，以提升空氣品質。及維持車用尿素加注機量測品質，降低因計量誤差而產生的交易金額風險，維護消費者權益。

- ◇ 完成直流電度表檢定檢查技術規範草案，以國家標準 CNS 14607 「電子式電度表」為基礎，參考國際電工委員會(IEC)規範 62053 系列標準「Electricity metering equipment - Particular requirements」與 JIS C 1216-2 並參照專家座談會蒐集之建議，擬定直流電度表檢定檢查技術規範草案，因應電動車產業與電動車快速充電設施(如直流充電樁)、綠能發電等管理需求，建立相關認證標準法規之技術依據。
- ◇ 完成蒐集與分析國際直流電力計量系統標準資訊，參考 OIML 國際規範 R46 定義及現有國際上針對直流充電設備的追溯方法，提出未來針對國內充電樁在計量量測的追溯架構，可用於未來作為國家制訂電動汽機車充電設備相關計量追溯認證之依循，來確保消費者電量交易公平。

五、其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作等)

- 維繫與國際計量機構間互動與合作關係，提升計量技術並為拓展我國國際空間盡力
 - ◇ 參與亞太計量組織(APMP)及國際度量衡委員會(CIPM)等相關會議，協助區域計量組織間之連結與運作。
 - ✓ 林芳新博士接任 APMP 材料計量技術委員會(TCMM)主席，任期自 2023 年至 2025 年，協助連結歐洲計量組織聯盟(Euromet)及先進材料與標準凡爾賽計畫(VAMAS)等組織，推動亞太與該組織之材料計量合作與交流。
 - ✓ 參與 APMP Response Program against the COVID-19 and Future Pandemics，題目為「Investigation of the human speech/cough droplet size measurement and bilateral comparison for COVID-19 infection control」，此計畫因應 COVID-19 於口沫傳播之危害性，因此進行亞太地區液珠尺寸的量測研究，參與國家包括新加坡 NMC、韓國 KRISS、中國大陸 NIM 及我國。我國利用氣動粒徑分析儀進行鹽水及人工唾液之量測，量測結果與使用相同設備的國家具一致性。藉由參與亞太組織計畫，提升我國能見度。
 - ◇ 協助主管機關進行計量外交
 - ✓ 台巴合作基礎下協助巴拉圭提升並建立計量能力：由 NML 流量實驗室之江俊霖經理、林文地正工程師、林盈君工程師及葉哲維副工程師對巴拉圭標準檢驗局進行「水量計及氣量計性能驗證」線上教育訓練課程。課程包含水量計課程內容包含符合最新版 OIMLR49 標準要求之機械式和電子式水量計性能驗證項目及

氣量計最新版 OIML R137 標準要求之性能驗證項目與設備建置說明，協助其建立水量計及氣量計之法定計量能力及培育人員。

● 計量技術知識擴散，培育國內計量人才

◇ 完成辦理電量、長度、振動、力量、流量、溫/濕度、光輻射及品質等相關收費課程，共 13 場次計 195 廠家、322 人次參加，協助產業培養計量技術人員，確保產品品質及生產系統之正常運轉。

◇ 配合產業計量技術之精進與發展，辦理半導體建置成果相關技術推廣活相關技術推廣活動 2 場次：

✓ 辦理「量測半導體前段製程之關鍵尺寸量測技術說明會(線上直播)」推廣說明技術應用，共 26 廠家、47 人次參與。

✓ 辦理「2022 半導體原物料不純物檢測技術推廣說明會(線上直播)」推廣說明技術應用，共 26 廠家、62 人次參與。

◇ 建立數位訓練課程資料庫

✓ 為確保國內計量人員能夠充分吸收新知，且不受地理位置、學習時間之影響，建立數位訓練課程資料庫成為首要。本年度協助標準局「計量學習服務網」製作「交流電量量測技術」與「質量量測導論」數位課程，共計 180 分鐘，網址為 <https://metrology.bsmi.gov.tw>。

◇ 辦理度量衡教育推廣活動，共 9954 人次參與，計量教育普及民眾

✓ 於高雄國立科學工藝博物館舉辦「520 世界計量日-度量衡科學知識推廣活動」，4 天 8 場次活動共有 1140 人次參與。

✓ 完成度量衡科普教育推廣教師研習活動，計有 13 所學校 34 位教師參與研習。

✓ 於「嘉義市科學 168 教育博覽會」辦理「神秘的度量衡-解救封印的王者」度量衡行動教具推廣活動，共計 4569 名民眾參與。

✓ 舉辦「揭開本土工業發展的祕密研習(本土教育人才培育素養計畫)」，3 場次度量衡行動教具體驗活動，參與人員共計 43 名。

✓ 於「臺灣科學節」中結合新開發之「SI 單位平衡滾球台」教具，進行度量衡科普教育推廣，共計有 34 場次 4168 人參與。

◇ 支援主管機關進行計量知識授課

- ✓ 配合標準局辦理 111 年度量衡訓練課程，由陳士芳經理線上講授「電量量測概述」與「電動車輛供電設備技術規範」及郭淑芬研究員講授為「噪音計原理及技術規範」。
- ✓ 柯心怡資深研究員受邀至標準局主辦之 111 年度「強化外銷水產品追蹤追溯計畫」官方管制人員稽核技巧教育訓練擔任講師。
- ◇ 受邀進行計量技術專題演講
 - ✓ 柯心怡資深研究員受邀至社團法人中華食品安全協會承辦「111 年度外銷水產品業者專業教育訓練」擔任講師，共 3 場次
 - ✓ 張敬萱博士受邀至成功大學材料系之必修課「材料專題」進行演講，講題為「帶著奈米量測技術的研究之旅」，內容包含材料表面的多重性質即時顯微技術的培養、表面力學量測分析於生物材料介面的應用、奈米粒子量測分析技術開發與應用，以及奈米技術量測標準的落實。
 - ✓ 林芳新博士受邀至輔仁大學化學系舉辦之「2022 台灣質譜學會秋季專題研討會」進行演講，講題為「單一粒子感應耦合電漿質譜儀於奈米粒子檢測之應用」，會中介紹單一粒子感應耦合電漿質譜儀的原理、NML 之技術發展現況，推廣 NML 奈米粒子量測標準。
 - ✓ 郭俊廷博士受邀參加「2022 台灣質譜學會秋季專題研討會」並進行作專題演講，講題為「以多接收器感應耦合電漿質譜儀測定亞佛加厥常數」，介紹 NML 實現莫耳新定義等技術，並藉此推廣 NML 同位素比例量測系統之校正服務能量。
 - ✓ 蘇于倫博士受邀參加第 22 屆全國自動光學檢測設備(AOI)論壇並作專題演講，講題為「天線的發展與量測及其相關應用」，主要介紹天線相關的量測技術，包含遠場量測與近場量測等方法，並說明 5G 毫米波量測所面臨的挑戰其應用情境。另外，亦藉此推廣 NML 微波系統之校正服務能量。

附件一、各分項全程(110-113 年)目標(endpoint)及里程碑(milestone)

(一)、標準維持與國際等同分項

標準維持與國際等同分項 全程總目標(endpoint)				
總目標	目標一：傳遞國家最高計量標準並維持國際相互認可協議，提供產業準確及具國際承認之量測結果；研發並運用量測技術協助產業提升國際競爭力。			
里程碑(milestone)				
項目	110 年度	111 年度	112 年度	113 年度
維持全球相互認可效力，與國際等同水準之計量能量，確保國家計量主權。	<ul style="list-style-type: none"> • 參與國際度量衡大會(CIPM)及亞太計量組織(APMP)各技術委員會的會議，3 人次擔任 APMP 執行委員會及質量委員會主席等要職。 • 參與 4 項國際比對及在國際度量衡局(BIPM)網站之 CMC 登錄有效性，維持國際相互承認協議 1 份之有效性。 • 以 觀察員(observer)身分參與 CIPM 3 個諮詢委員會，增加申請成為 CCM 觀察員身分。 • APMP 研討會計量技術推廣 4 項。 • 完成振動/聲音等 2 領域第三者認證 延展評鑑各項工作。 	<ul style="list-style-type: none"> • 參與國際度量衡大會(CIPM)及亞太計量組織(APMP)各技術委員會的會議，2 人次擔任 APMP 執行委員會及醫學焦點工作組共同主席等要職。 • 參與 4 項國際比對及在國際度量衡局(BIPM)網站之 CMC 登錄有效性，維持國際相互承認協議 1 份之有效性。 • 以 觀察員(observer)身分參與 CIPM 4 個諮詢委員會。 • APMP 研討會計量技術推廣 4 項。 	<ul style="list-style-type: none"> • 參與國際度量衡大會(CIPM)及亞太計量組織(APMP)各技術委員會的會議，2 人次擔任 APMP 執行委員會及醫學焦點工作組共同主席等要職。 • 參與 6 項國際比對及在國際度量衡局(BIPM)網站之 CMC 登錄有效性，維持國際相互承認協議 1 份之有效性。 • 以 觀察員(observer)身分參與 CIPM 4 個諮詢委員會。 • APMP 研討會計量技術推廣 4 項。 	<ul style="list-style-type: none"> • 參與國際度量衡大會(CIPM)及亞太計量組織(APMP)各技術委員會的會議，2 人次擔任 APMP 執行委員會及醫學焦點工作組共同主席等要職。 • 參與 6 項國際比對及在國際度量衡局(BIPM)網站之 CMC 登錄有效性，維持國際相互承認協議 1 份之有效性。 • 以 觀察員(observer)身分參與 CIPM 4 個諮詢委員會。 • APMP 研討會計量技術推廣 4 項。 • 完成光量/長度/電量/磁量/微波等 5 領域第三者認證 延展評鑑各項工作。

標準維持與國際等同分項 全程總目標(endpoint)

總目標

目標一：傳遞國家最高計量標準並維持國際相互認可協議，提供產業準確及具國際承認之量測結果；研發並運用量測技術協助產業提升國際競爭力。

里程碑(milestone)

項目	110 年度	111 年度	112 年度	113 年度
建構國家量測標準追溯體系，提供在地一級校正服務	<ul style="list-style-type: none"> ●維持 15 個領域(振動/聲量、電/磁/微波量、長度量、質/力/壓力/真空/流量、光輻射量、化學量、溫/濕度量)量測標準系統運作，提供一級校正服務。 ●3 項系統改良 <ul style="list-style-type: none"> ◇ 外干涉模組技術開發(V06) ◇ 光強度標準追溯技術開發(O07) ◇ 力量校正機器視覺與自動化技術開發(N04) 	<ul style="list-style-type: none"> ●維持 15 個領域(振動/聲量、電/磁/微波量、長度量、質/力/壓力/真空/流量、光輻射量、化學量、溫/濕度量)量測標準系統運作，提供一級校正服務。 	<ul style="list-style-type: none"> ●維持 15 個領域(振動/聲量、電/磁/微波量、長度量、質/力/壓力/真空/流量、光輻射量、化學量、溫/濕度量)量測標準系統運作，提供一級校正服務。 ●2 項系統改良 <ul style="list-style-type: none"> ◇ 絕對光通量量測技術開發(O02) ◇ 大質量校正自動化技術開發(M03) 	<ul style="list-style-type: none"> ●維持 15 個領域(振動/聲量、電/磁/微波量、長度量、質/力/壓力/真空/流量、光輻射量、化學量、溫/濕度量)量測標準系統運作，提供一級校正服務。
提供多元化及數位化服務模式	<ul style="list-style-type: none"> ●提供計量技術應用服務 8 案次。 ●校正服務預約電子化先期評估作業。 ●發引量測資訊期刊 6 期/年。 	<ul style="list-style-type: none"> ●累計提供計量技術應用服務 16 案次。 ●校正服務預約電子化平台開發。 ●發引量測資訊期刊 6 期/年。 	<ul style="list-style-type: none"> ●累計提供計量技術應用服務 28 案次。 ●校正服務預約電子化平台開發。 ●發引量測資訊期刊電子版 6 期/年。 	<ul style="list-style-type: none"> ●累計提供計量技術諮詢及應用服務 40 案次。 ●導入校正服務預約電子化平台。 ●發引量測資訊期刊電子版 6 期/年。
培育我國計量人才，協助產業確保生產/製造等品質	<ul style="list-style-type: none"> ●量測技術研討會共 8 場，提升國內計量技術人員素質。 ●辦理文物數位典藏及科普教育推廣及展示等相關工作。 	<ul style="list-style-type: none"> ●量測技術研討會共 8 場，提升國內計量技術人員素質。 ●辦理文物數位典藏相關工作及度量衡單位推廣活動等 3 場次。 	<ul style="list-style-type: none"> ●量測技術研討會共 8 場，提升國內計量技術人員素質。 ●辦理文物數位典藏相關工作及度量衡單位推廣活動等 3 場次。 	<ul style="list-style-type: none"> ●量測技術研討會共 8 場，提升國內計量技術人員素質。 ●辦理文物數位典藏相關工作及度量衡單位推廣活動等 3 場次。
國家量測標準追溯體系之效益擴散	<ul style="list-style-type: none"> ●建立與維持 15 個領域國家最高量測標準及 300 項校正與量測能力(CMC)國際相互承認，捍衛國家計量主權。使我國出具校正報告為相互認可國家組織接受，確保我國產品通行全球。減少重複檢測成本(所需時間/費用僅需 1/10~1/5)及導致之貿易障礙，提升產品競爭力。 ●每年提供逾 4100 件校正服務件次，衍生全國專營測校實驗室與廠商自行建置品保實驗室(約 2200 家校正與測試實驗室)之相關檢測服務約 276 萬件以每份 5000 元計算，每年支援約 138 億元檢測市場規模。 			

(二)、工業計量技術發展分項

工業計量技術發展分項 全程總目標(endpoint)				
總目標	目標二、研發半導體先進製程量測技術，提升我國半導體先進製程量測儀器自主開發能力。			
里程碑(milestone)				
項目	110 年度	111 年度	112 年度	113 年度
半導體製程相關檢測技術建立	<p>技術建立：3 項</p> <ul style="list-style-type: none"> •小尺寸奈米粒子濃度量測技術：粒徑 < 20 nm；濃度 < 10^6 cm^{-3}。 •GISAXS 量測線距，20 nm ≤ 線距 ≤ 50 nm 線距量測重複性 ≤ 0.1 nm。 •導入商用場域試煉 2 處。 	<p>•技術建立：2 項</p> <ul style="list-style-type: none"> •粒子無機陽離子成分分析技術：金屬元素偵測極限 < 10 ng/kg。 •RSAXS 量測 N2 製程樣品線寬，線寬 20 nm ≤ 線寬 ≤ 50 nm 量測重複性 ≤ 0.1 nm。 •導入商用場域試煉 2 處。 	<p>技術建立：2 項</p> <ul style="list-style-type: none"> •粒子無機陰離子成分分析技術：元素偵測極限 < 10 μg/kg。 •驗證量測 Overlay，準確度 ≤ 0.6 nm。 •導入商用場域試煉 1 處。 	<p>技術建立：2 項</p> <ul style="list-style-type: none"> •酸鹼基質線上透析技術；粒子有機成分分析技術：分子量 C₆-C₃₀ 有機成分分析、偵測極限 < 500 μg/kg。 •完成整合型關鍵尺寸線距、線寬與 Overlay 量測原型機台開發，線距、線寬量測重複性 ≤ 0.1 nm，Overlay 之準確度 ≤ 0.4 nm •導入商用場域試煉 2 處。
計量技術建立擴散效益	<ul style="list-style-type: none"> •協助產業因應未來 2 奈米(N2)先進製程於關鍵尺寸的嚴苛要求，以滿足半導體先進製程之膜厚、overlay、線距及線寬量測需求，協助廠商提升製程良率外，有助於提升我國半導體技術門檻及拉開與競爭國間之技術差異。 •滿足半導體廠商及原物料供應商於粒子不純物量測之追溯需求，提高產品品質及製程良率，促進半導體原物料供應之自給率。 			

(三)、法定計量技術發展分項

法定計量技術發展分項 全程總目標(endpoint)				
總目標	目標三、健全智慧電表及電動汽機車法定計量與管理機制，提升政府施檢公信力，並落實「2050 淨零碳排」目標			
里程碑(milestone)				
項目	110 年度	111 年度	112 年度	113 年度
深化國際鏈結			<ul style="list-style-type: none"> ● 辦理亞太法定計量論壇 1 場次。 	
健全法制環境	<ul style="list-style-type: none"> ● 電子式電度表型式認證測試設備能量盤點報告 1 份。 ● 電動機車電池計量機制研究報告 1 份。 ● 「氣油比檢測儀檢定檢查技術規範草案」1 份。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 「電子式電度表型式認證技術規範草案」1 份。 ● 「柴油車添加尿素水設施檢查技術規範草案」1 份。 ● 「直流電度表檢定檢查技術規範」草案 1 份 	<ul style="list-style-type: none"> ● 「超音波氣量計型式認證作業要點」修訂建議 1 份。 ● 「超音波氣量計型式認證技術規範草案」1 份。 ● 電動車無線充電樁檢定檢查技術研究報告 1 份。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 加氫槍檢定檢查技術需求評估、技術能力盤點及推動建議報告 1 份。 ● 「可調變雷達測速儀檢定檢查技術規範」修訂建議報告 1 份。 ● 電動車電池電量及充電機制研究報告 1 份。
法定計量技術研究與研擬規範之制定/修正之效益擴散	<ul style="list-style-type: none"> ● 提升法定計量型式認證與檢定檢查的公信力，配合政府推動綠色經濟，促進國內產業的發展。 ● 提供電子式電度表型式認證管理參考，促進電表產業的公平發展，確保全國 300 萬用戶電表計費準確性與交易公平。 ● 配合政府推動汽機車電動化政策，邁向「2050 淨零碳排」目標。 			

(四)、國家計量基磐精進分項

國家計量基磐精進分項 全程總目標(endpoint)				
總目標	目標一：傳遞國家最高計量標準並維持國際相互認可協議，提供產業準確及具國際承認之量測結果；研發並運用量測技術協助產業提升國際競爭力。			
里程碑(milestone)				
項目	110 年度	111 年度	112 年度	113 年度
系統設備汰換	<ul style="list-style-type: none"> • 奈米粒子功能性量測系統(D27) • 力量比較校正系統(N03) • 微波散射參數及阻抗量測系統(U02) 	<ul style="list-style-type: none"> • 比壓器量測系統(E07)之交流電壓源 	<ul style="list-style-type: none"> • 比壓器量測系統(E07)之高壓分壓器等附屬設備 	<ul style="list-style-type: none"> • 片電阻量測系統(E27) • 聲音校正器校正系統(A03) • 分光輻射量測系統(O03) • 交流電壓量測系統(E06)
系統能力精進與擴建		<ul style="list-style-type: none"> • 奈米粒子功能性量測系統(D27)擴建 • 力量比較校正系統(N03)精進 • 微波散射參數及阻抗量測系統(U02)擴建 		<ul style="list-style-type: none"> • 比壓器量測系統(E07)擴建
計量基磐精進之效益擴散	<ul style="list-style-type: none"> • 提升 NML 於半導體、綠能及 5G 等產業之服務品質與能量，以支援六大核心戰略產業政策(資訊、綠能、民生及戰備產業等)，完善國家度量衡基礎環境。 			

附件二、子項計畫重要技術建立時程圖

工業計量技術發展分項

➤ 奈米粒子分析暨標準技術

		110 年度目標	111 年度目標	112 年度目標	113 年度目標
技術指標或系統規格	年度	<ul style="list-style-type: none"> 奈米粒子濃度量測技術 - 20 nm 顆粒、濃度量測極限 <math>10^6 \text{ cm}^{-3}</math> - 量測不確定度 <math>< 5\%</math> 線上校正用奈米粒子產生技術 - 粒徑產生範圍：(5 ~ 20) nm - 量測不確定度 <math>< 10\%</math> 	<ul style="list-style-type: none"> 粒子無機陽離子成分分析技術 - 金屬元素偵測極限 <math>< 10 \text{ ng/kg}</math> - 金奈米粒子偵測極限：10 nm 	<ul style="list-style-type: none"> 酸鹼基質線上透析技術 - 基質去除效率 >math>90\%</math> 粒子無機陰離子成分分析技術 - 陰離子偵測極限 <math>< 10 \mu\text{g/kg}</math> 	<ul style="list-style-type: none"> 奈米粒子收集技術 - 粒子收集效能 >math>90\%</math> 有機成分分析技術 - GC-MS 系統性能評估 - 分子量 C_6-C_{30} 有機成分分析、偵測極限 <math>< 500 \mu\text{g/kg}</math>
		110年度	111年度	112年度	113年度
關 鍵 技 術					
		<ul style="list-style-type: none"> 低濃度奈米粒子量測技術 線上校正用奈米粒子產生技術 	<ul style="list-style-type: none"> 無機陽離子成份分析技術 DMA-spICP-MS 串聯量測技術 	<ul style="list-style-type: none"> 酸鹼基質線上透析技術 無機陰離子成份分析技術 	<ul style="list-style-type: none"> 奈米粒子收集技術 有機成分量測技術
重 要 產 出					
		<ul style="list-style-type: none"> 低濃度奈米粒子量測技術文件 線上校正用奈米粒子產生技術報告 	<ul style="list-style-type: none"> DMA-spICP-MS 串聯量測技術之技術報告 	<ul style="list-style-type: none"> 酸鹼基質線上移除技術報告 	<ul style="list-style-type: none"> 奈米粒子收集技術報告 有機成分量測技術報告

➤ 先進製程關鍵尺寸量測技術

		110 年度目標	111 年度目標	112 年度目標	113 年度目標
技術指標或系統規格	年度	A.先進半導體關鍵尺寸量測技術： - N2 製程線距樣品之 GISAXS 訊號模擬，驗證線距解析度 ≤ 0.1 nm - GISAXS 量測線距： $20\text{ nm} \leq \text{線距} \leq 50\text{ nm}$ ，重複性 ≤ 0.1 nm	A.先進半導體關鍵尺寸量測技術： - N2 製程線寬樣品之 RSAXS 訊號模擬，驗證線寬解析度 ≤ 0.1 nm - RSAXS 量測線寬： $20\text{ nm} \leq \text{線寬} \leq 50\text{ nm}$ ，重複性 ≤ 0.1 nm	•先進半導體關鍵尺寸量測技術： - 建立關鍵尺寸 Overlay 量測技術，準確度 ≤ 0.6 nm	•先進半導體關鍵尺寸量測技術： - 完成整合型關鍵尺寸線距、線寬與 Overlay 量測原型機台開發，線距、線寬重複性 ≤ 0.1 nm，Overlay 準確度 ≤ 0.4 nm
		110年度	111年度	112年度	113年度
關 鍵 技 術					
		•GISAXS 量測關鍵尺寸線距技術	•RSAXS 量測關鍵尺寸線寬技術	•關鍵尺寸 Overlay 量測技術 •Overlay 量測數學模型	•GISAXS 量測關鍵尺寸 Overlay 技術。 •GISAXS Overlay 量測數學模型
重 要 產 出					
		•GISAXS 線距量測數學模型與數據模擬分析報告 •GISAXS 線距量測技術報告	•RSAXS 線寬量測數學模型與數據模擬分析報告 •RSAXS 線寬量測技術報告	•Overlay 量測數學模型與數據模擬分析報告 •疊對量測技術報告	•GISAXS Overlay 量測數學模型與數據模擬分析報告 •GISAXS 疊對量測技術報告 •整合型關鍵尺寸線距、線寬與 Overlay 量測原型機

附件三、期末報告摘要

【期末報告摘要資料】

科資中心編號	PG111003-0040			
計畫中文名稱	國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫(2/4)			
主管機關	經濟部標準檢驗局	計畫編號	111-1403-10-23-01	
執行機構	工業技術研究院量測技術發展中心	審議編號	111-1403-10-23-01	
本期期間	111年01月01日至111年12月31日			
本年度經費	209,457千元			
執行單位出資 0%				
經濟部標準檢驗局 委託(補助) 100%				
執行進度		預定進度	實際進度	差異比率(比較)
	當年	25 %	25%	0 %
	全程	100 %	50 %	0 %
經費支用		預定支用經費	實際支用經費 (至11月30日)	支用比率
	當年	209,457 千元	173,803 千元	83.0%
	全程	875,270 仟元	437,566 千元	50%
<p>註：</p> <p>1.當年實際工作進度參照各分項的甘特圖，計算每一分項該月累計執行工作之項數/(1~12個月每月分別執行工作項數之總和)=分項當月之執行進度，進而依各分項工作進度*經費權重分項=當年當月總計畫之執行進度。</p> <p>2.當年預定支用經費為111年1~12月歲出預算數</p> <p>3.當年實際支用經費為111年1~11月實際數</p> <p>4.每年進度為25%計，全程結束進度為100%。111年1~11月佔全程進度為25%*92.2%=23.1%</p> <p>5.全程預定支用數為110~111簽約數，加計112-113年申請數計。全程實際支用為110年實際數加111年之1~11月實際數。 全程預定支用數經費=110簽約數263,933千元+111年209,457千元+112年195,940千元+113年195,940千元=865,270千元</p>				
中文關鍵詞	校正；量測；比對；追溯；評鑑			
英文關鍵詞	Calibration；Measurement；Comparison；Traceability；Assessment			
研究人員	中文姓名		英文姓名	
	林增耀		Tzeng-Yow Lin	
	藍玉屏		Yu-Ping Lan	
	許俊明		Chun-Ming Hsu	
	林芳新		Fang-Hsin Lin	
	江俊霖 ^等		Chun-Lin Chiang	

年度執行成果：

● 實現與維持全球相互認可機制，建立國家量測標準之國際等同

持續合格登錄於國際度量衡局(BIPM)關鍵比對資料庫(BIPM-KCDB)，證明我國在計量技術上之實力，維持國家最高標準之國際等同性。

◇ 完成 7 項國際比對參與(主導 3 項)，其中 2 項比對結果登錄於國際度量衡局關鍵比對資料庫(BIPM KCDB)網站。在國際度量衡委員會相互認可協議(CIPM-MRA)架構下，自 1996 年起累計參與 119 項國際比對，完成 85 項，尚有 34 項持續進行中。

◇ 298 項校正與量測能量(CMC)獲准登錄於 BIPM 的附錄 C。

● 構建維繫與國際計量相關機構間互動關係，維護國家度量衡標準實力之國際級形象。

◇ 參與亞太計量組織(APMP)及國際度量衡委員會(CIPM)等相關會議，協助區域計量組織間之連結與運作。

— 擔任 APMP 執委會(EC)委員及醫學計量工作組共同主席，協助亞太計量組織之運作。

— 接任 APMP 材料計量技術委員會(TCMM)主席，任期自 2023 年至 2025 年。

● 傳遞國家最高量測標準，校正服務支援百億元檢測市場

(1) 維持國家最高實體量測標準，提供我國量測追溯體系內所需之品質活動。

◇ 維護國家度量衡標準實驗室(NML) 15 個領域量測標準系統、環境設施等，確保國家實驗室之運作正常與服務品質，提供一級校正服務 4837 件次，透過直接或間接之標準傳遞服務，每年支援逾百億元之檢測市場。

◇ 提供 127 份全球相互認可協議(CIPM-MRA)架構認可之英文校正報告，提供具有國際認可之校驗報告，拓展國際市場。

◇ 國家計量基磐精進，策略性汰換 2 項使用故障/性能退化之設備，改良 3 套系統使能穩定維持系統的服務品質與準確性。

— 完成奈米粒子功能性量測系統(D27)，擴建介質為液體之粒子量測能量，以提供國內小粒子尺寸及低顆粒濃度之校正能量，滿足半導體產業在製程使用中對原物料粒子污染量測需求。15 nm 至 100 nm 之量測不確定度為 9.4 % 至 11 %。

— 完成力量比較校正系統(N03)評估，以提供(100 ~ 2000) kN 服務能量，滿足鋼鐵材料、土木工程、橋樑工程、航太等相關重工業產業

等之力量量測追溯，量測不確定度 $<5\times 10^{-4}$ 。

— 完成微波散射參數及阻抗量測系統(U02)評估，擴建系統能量至毫米波頻段(110 GHz)，滿足 5G 產業於毫米波阻抗校正需求。反射係數量測不確定度小於 0.04 (linear)，穿透係數不確定度小於 0.28 dB。

— 完成比壓器量測系統(E07)系統設備及高壓氣體流量系統(F05)之供氣設備汰換。

(2) 度量衡科普及計量技術知識擴散，培育國內計量人才

◇ 完成 2 場次半導體量測技術相關計量技術擴散活動辦理。

◇ 完成度量衡教育推廣活動辦理，共計 9954 名民眾參與。

◇ 完成辦理 13 場 322 人次專業領域訓練課程，發行計量專業期刊 6 期，促使產業及實驗室從業人員在計量和品質方面觀念與知識的建立，進而提升技術與產品品質。

● 支撐國家半導體產業、提升國際競爭力

◇ 建立半導體產業於先進製程檢測所需之「先進製程關鍵尺寸量測技術」，提供非破壞性檢測方法，關鍵尺寸線距分析，解決 2 奈米製程量測解析度問題。

— 完成最小線寬 20 nm 試片之 X-ray 散射訊號模擬，在線寬變化 0.1 nm 時訊號強度變化 2798 cps，確認解析度 ≤ 0.1 nm。

— 完成原型機對位及光學顯微鏡光路驗證，使之可對位 $50\ \mu\text{m} \times 50\ \mu\text{m}$ pattern size。

— 完成量測三筆 35 nm 線寬標準片之散射訊號，其線寬量測值分別為：33.65 nm、33.80 nm、33.76 nm，量測重複性 0.08 nm，達成計畫目標量測線寬 35 nm，量測重複性 ≤ 0.1 nm。

◇ 建立「奈米粒子分析暨標準技術」，協助半導體產業確認、分析製程過程之污染物，提升製程品質。

— 完成低濃度無機陽離子量測技術：金屬元素偵測極限 < 10 ng/kg。

• 使用 ICP-MS 系統於金、鎂、鐵金屬離子濃度檢量線建立；濃度範圍為(10 ~ 50) ng/kg，偵測極限分別金：0.23 ng/kg、鎂：0.05 ng/kg、鐵：0.12 ng/kg 符合目標(< 10 ng/kg)。

— 完成奈米粒子無機陽離子成分分析技術：粒徑範圍(10 ~ 100) nm，相對標準不確定度： $< 15\%$ 。

• 使用 DMA-spICP-MS 進行 10 nm、60 nm 及 100 nm 金奈米粒子之粒徑量測，10 nm 金奈米粒子粒徑量測值為 11.6 nm、組合相對標準不確定度為 4.89 %；60 nm 金奈米粒子粒徑量測值為 58.5 nm、組合相對標準不確定度為 4.81 %；100 nm 金奈米粒子粒徑

	<p>量測值為 106.8 nm、組合相對標準不確定度為 4.21 %，達計畫目標。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 配合執法機關，進行法定計量器相關計量技術研究與規範之研擬/修訂 <ul style="list-style-type: none"> ◇ 完成「電子式電度表型式認證技術規範草案」，作為國家電度表型式認證技術規範制定參考依據，確保電度表計量準確性，以迎合政府力推智慧電表裝設之政策。 ◇ 完成「柴油車添加尿素水設施檢查技術規範」研擬，以協助降低柴油車 NOx 排放量以符合國內第六期汽油汽車廢氣排放標準法規，改善國內空氣品質。 ◇ 完成「直流電度表檢定檢查技術規範草案」，因應電動車產業與電動車快速充電設施(如直流充電樁)、綠能發電等管理需求，建立相關認證標準法規之技術依據，以確保直流電力交易之準確性。
英文摘要	<p>Yearly Project Outcome:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● To realize and keep the designed framework of global mutual recognition, and to establish the international equivalence of national measurement standards. <p>(1) Completed yearly planned work items for being continuously registered to the databank on BIPM-KCDB website, to confirm the strength of our country's metrology technology and keep the international equivalence of the highest national standards.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ Completed the participation in 7 international comparisons among which 3 international comparisons were piloted by NML. Within the framework of CIPM-MRA, it shows on BIPM-KCDB website totally 119 comparisons registered to BIPM-KCDB Appendix B with 85 comparisons completed and another 34 comparisons still in progress. ◇ 298 calibration and measurement capabilities (CMC) items have been registered to BIPM-KCDB Appendix C. <p>(2) Continuously keeping the interrelationship among the international metrology institutions to maintain and reinforce the international NMI brand impression on our strength in NML.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ Participated in the related meetings of Asia Pacific Metrology Programme (APMP) and the International Committee for Weights and Measures (CIPM) for assisting the linkage and operation among the Regional Metrology Organizations (RMOs). <ul style="list-style-type: none"> — Holding the position of Member of Executive Committee (EC/APMP) and Medical Metrology Working Group for assisting the operation of APMP.

— Taking over as chairman of APMP Technical Committee for Materials Metrology (TCMM) Working Group.

- Continuously perfecting the standard transfer from the highest national standard, providing calibration services to support ten billions TWD dollars of inspection, certification and testing market.

(1) Maintained the highest national material measures and measurement standard to provide the quality activities required in our country's metrological traceability hierarchy.

✧ Maintained the measuring systems in 15 metrology areas and associated environmental facilities to ensure regular operations and service quality of NML, providing 4837 primary calibration services, and to transfer standards and provide secondary calibration services, test and certification nationwide, and that accrues to more than ten billions TWD dollars of inspection, certification and testing market annually.

✧ Provided 127 international calibration reports in English edition certified under the CIPM-MRA framework to issue manufacturers internationally certified calibration or certification reports for the expansion of international market.

✧ Strategically completed 2 system renewing due to expired use or equipment malfunction/decay and 3 system improvement/refinements to keep the systems in stable service quality and in precision.

— Completed the establishment of measurement capability of Nano Particle Functional Property Measurement System (system code D27) for liquid particle number concentration, to fulfill the needs from semiconductor industry for smaller particle size and low number concentration measurement in raw materials. This system is to provide particle number concentration measurement with size from 15 nm to 100 nm and the measurement uncertainty from 9.4 % to 11 %.

— Completed the evaluation of force calibration system (N03), which is capable to provide (100 ~ 2000) kN calibration, and also is to fulfill the force metrological traceability of the industry of iron material, bridge building, civil engineering, aerospace engineering, with the measurement uncertainty of the system smaller than 5×10^{-4} .

— Completed the evaluation of microwave S-parameters and impedance measurement standard system (U02), with the frequencies range extended up to 110 GHz, which is satisfied the calibration requirements of 5G mmWave frequency. The uncertainty of reflection coefficient is

smaller than 0.04 (linear), the uncertainty of transmission coefficient smaller than 0.28 dB.

- Completed renewing/replacements for the system equipment of Potential Transformer Measurement System (E07) and renewing /replacements of gas supply equipment of High Pressure Gas Flow Calibration System (F05).

(2) Disseminated metrology technology and knowledge to train and cultivate the domestic manpower in metrology.

✧ Completed holding 2 technology disseminating activities on semiconductor industry application.

✧ Completed metrological education disseminating activities for 9954 participating persons.

✧ Completed holding 13 training courses for 322 attending persons in advanced professional fields, and issued expertised metrology journal for 6 times, which promoted the establishment of concepts and knowledge in metrology and quality for industry and laboratory employees, thereby improving technology and product quality.

● Enhancing international competitiveness of the semiconductor industry.

✧ Developing the "advanced process critical dimension measurement technology" required by the semiconductor industry for advanced inspection to provide non-destructive inspection methods, thickness and critical dimension analysis, for solving the measurement accuracy problem in 2 nm process.

– Completed the scattering signal simulation of the test sample with a line width of 20 nm to indicate change of the intensity 2798 cps as variation of line width with 0.1 nm, and then to confirm the resolution smaller than 0.1 nm.

– Completed prototype alignment and OM optical path verification to enable the alignment with $50\ \mu\text{m} \times 50\ \mu\text{m}$ pattern size.

– Completed the 3 repeat measurement of the scattering signal of the 35 nm line width standard with the line width respectively: 33.65 nm, 33.80 nm, 33.76 nm and the measurement repeatability as 0.08 nm, to achieve the project target measurement line width 35 nm, with the measurement repeatability smaller than 0.1 nm.

	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Developing the metrology for the size, concentration, and composition analysis of nanoparticle. Completed ICP-MS for metal ion measurement: limit of detection (LOD) < 10 ng/kg. — In the concentration range of (10 ~ 50) ng/kg, LOD = 0.23 ng/kg for gold ion, 0.05 ng/kg for magnesium ion, and 0.12 ng/kg for iron ion. ◇ Completed DMA-spICP-MS for metal composition analysis with nanoparticle in a size range of (10 ~ 100) nm and relative expanded uncertainty < 15 %. — For gold nanoparticle (AuNP) with diameter of 10 nm, 60 nm, and 100nm, the measured size and expanded uncertainty are 11.6 nm and 4.89 % for 10 nm AuNP, 58.5 nm and 4.81 % for 60 nm AuNP, and 106.8 nm and 4.21 % for 100 nm AuNP, to achieve the project target. <ul style="list-style-type: none"> ● To comply with the law enforcement agency for proceeding in the legal metrology technology study for drafting and revising the technical specifications in terms of legal metering units (devices). ◇ Completed the "Draft of Technical Specifications for Electricity Meter Type Approval" as a reference for the formulation of technical specifications for the national electricity meter type approval to ensure the accuracy of electricity meter measurement and meet the government's policy of promoting smart meter installation. ◇ Accomplished the plan of “technical specifications for verification and inspection of urea dispenser” that is contributed to the reduction of NOx emission to meet the law of 6th auto emissions and improved air quality in Taiwan. ◇ Completed the "Draft of Technical Specifications for the Verification and Inspection of DC Electricity Meter " as a reference for the formulation of technical specifications for the national DC electricity meter certification to ensure the accuracy of DC electricity meter measurement and meet the electric vehicle and green energy industry.
報告頁數	255頁
使用語言	中文

附件四、研究報告一覽表

111 年計 71 份 (MSVP 31 份、ICT 33 份、技術報告 7 份)

(1).標準維持與國際等同分項：計 60 份 (MSVP 28 份、ICT 30 份、技術報告 2 份)

項次	資料名稱	產生日期	院文件編碼	語文	機密等級	作者/修訂者	頁數
1	高壓氣體流量校正系統評估報告—比較法/循環式	2022/08/31	CMS-MSVP-439	中文	非機密	楊峯銳	53
2	低溫絕對輻射系統光度標準評估報告	2022/07/05	CMS-MSVP-438	中文	非機密	莊宜蓁	45
3	輻射溫度計共晶定點校正系統評估報告	2022/06/10	CMS-MSVP-425	中文	非機密	柯心怡,廖淑君	26
4	貴金屬型與純金屬型熱電偶溫度計高溫共晶定點量測系統評估報告	2022/07/25	CMS-MSVP-424	中文	非機密	葉建志	24
5	大質量量測系統評估報告-METTLER AX64004 質量比較儀	2022/12/26	CMS-MSVP-419	中文	非機密	段靜芬	19
6	階規校正系統評估報告	2022/08/22	CMS-MSVP-411	中文	非機密	謝宗翰	17
7	大質量量測系統評估報告—Sartorius CCE10000U—L 質量比較儀	2022/01/04	CMS-MSVP-383	中文	非機密	段靜芬	16
8	氣體式活塞壓力計(DHI PG7607)評估報告	2022/05/03	CMS-MSVP-354	中文	非機密	劉力維	25
9	小質量量測系統評估報告-直接衡量法	2022/01/04	CMS-MSVP-349	中文	非機密	段靜芬	39
10	小質量量測系統評估報告-組合衡量法	2022/01/04	CMS-MSVP-348	中文	非機密	段靜芬,曹琳,吳玉忻	22
11	低溫絕對輻射量測系統評估報告	2022/08/16	CMS-MSVP-296	中文	非機密	莊宜蓁	18
12	維克氏硬度標準機系統評估報告	2022/07/28	CMS-MSVP-253	中文	非機密	吳忠霖	25
13	校正微波功率計評估報告	2022/09/14	CMS-MSVP-246	中文	非機密	林文琪	21
14	輻射溫度計定點校正系統評估報告	2022/06/10	CMS-MSVP-244	中文	非機密	柯心怡	34
15	貴金屬型與純金屬型熱電偶溫度計定點量測系統評估報告	2022/08/09	CMS-MSVP-224	中文	非機密	葉建志	31
16	微波功率量測系統評估報告	2022/09/14	CMS-MSVP-169	中文	非機密	林文琪	40
17	分光測色系統 de:8°幾何條件評估報告	2022/08/01	CMS-MSVP-155	中文	非機密	洪紹棠	23
18	50 kN 靜法碼力標準機系統評估報告	2022/05/25	CMS-MSVP-154	中文	非機密	黃麒安	28
19	真空計比較校正系統評估報告	2022/05/23	CMS-MSVP-141	中文	非機密	黃麒安	22
20	分光測色系統 0°:de 幾何條件評估報告	2022/08/01	CMS-MSVP-113	中文	非機密	洪紹棠	19
21	磁通計校正系統評估報告	2022/01/27	CMS-MSVP-109	中文	非機密	蕭仁明	19
22	核磁共振磁通密度量測系統評估報告	2022/06/24	CMS-MSVP-092	中文	非機密	蕭仁明	15
23	輻射溫度計比較校正系統評估報告	2022/06/10	CMS-MSVP-064	中文	非機密	柯心怡	22

項次	資料名稱	產生日期	院文件編碼	語文	機密等級	作者/修訂者	頁數
24	比壓器量測系統評估報告	2022/07/12	CMS-MSVP-039	中文	非機密	何宗翰	30
25	直流電壓系統評估報告	2022/04/18	CMS-MSVP-031	中文	非機密	陳士芳	18
26	5kN 靜法碼力標準機系統評估報告	2022/05/25	CMS-MSVP-022	中文	非機密	黃麒安	25
27	相位角量測系統評估報告	2022/07/15	CMS-MSVP-009	中文	非機密	郭君潔	12
28	電感量測系統評估報告	2022/11/09	CMS-MSVP-001	中文	非機密	程郁娟	42
29	高壓氣體流量校正系統校正程序-比較法/循環式	2022/08/31	CMS-ICT-557	中文	非機密	楊峯銳	50
30	低溫絕對輻射系統光度標準校正程序	2022/07/05	CMS-ICT-556	中文	非機密	莊宜蓁	17
31	輻射溫度計共晶點黑體校正程序-英文翻譯版	2022/05/17	CMS-ICT-545-1	英文	非機密	柯心怡	23
32	貴金屬型與純金屬型熱電偶溫度計高溫共晶點校正程序	2022/07/25	CMS-ICT-544	中文	非機密	葉建志	17
33	大質量量測系統法碼校正程序—METTLER AX64004 質量比較儀	2022/12/26	CMS-ICT-535	中文	非機密	段靜芬	19
34	階規校正程序	2022/08/22	CMS-ICT-526	中文	非機密	謝宗翰	11
35	大質量量測系統法碼校正程序 — Sartorius CCE10000U—L 質量比較儀	2022/01/04	CMS-ICT-501	中文	非機密	段靜芬	20
36	分光輻射通量標準燈校正程序	2022/01/10	CMS-ICT-476	中文	非機密	吳貴能	21
37	小質量量測系統法碼校正程序-直接衡量法	2022/01/04	CMS-ICT-469	中文	非機密	段靜芬	34
38	小質量量測系統法碼校正程序-組合衡量法	2022/01/04	CMS-ICT-468	中文	非機密	段靜芬	16
39	低溫絕對輻射系統光偵測器分光響應校正程序	2022/07/04	CMS-ICT-414	中文	機密	莊宜蓁	14
40	中低真空度真空計校正程序	2022/05/23	CMS-ICT-373	中文	非機密	黃麒安	20
41	貴金屬型與純金屬型熱電偶溫度計定點校正程序	2022/08/09	CMS-ICT-336	中文	非機密	葉建志	16
42	高斯計校正程序	2022/06/24	CMS-ICT-318	中文	非機密	蕭仁明	18
43	微波功率感測器校正程序	2022/09/14	CMS-ICT-298	中文	非機密	林文琪	20
44	50 kN 靜法碼力標準機校正程序	2022/05/25	CMS-ICT-284	中文	非機密	黃麒安	25
45	分光測色系統標準色板 de:8°幾何條件校正程序	2022/08/01	CMS-ICT-278	中文	非機密	洪紹棠	17
46	電容量測系統校正程序-1 kHz 電容標準	2022/03/24	CMS-ICT-262	中文	非機密	程郁娟	16
47	探索線圈校正程序	2022/01/27	CMS-ICT-241	中文	非機密	蕭仁明	14
48	分光測色系統標準白板 0°:de 幾何條件校正程序	2022/08/01	CMS-ICT-221	中文	非機密	洪紹棠	18
49	5 kN 靜法碼力標準機校正程序	2022/05/25	CMS-ICT-215	中文	非機密	黃麒安	25

項次	資料名稱	產生日期	院文件編碼	語文	機密等級	作者/修訂者	頁數
50	標準參考磁鐵校正程序	2022/06/24	CMS-ICT-188	中文	非機密	蕭仁明	18
51	磁通計校正程序	2022/01/27	CMS-ICT-187	中文	非機密	蕭仁明	10
52	旋轉轉子黏滯式真空計校正程序	2022/01/06	CMS-ICT-168	中文	非機密	黃麒安	14
53	熱陰極離子真空計校正程序	2022/05/23	CMS-ICT-166	中文	非機密	黃麒安	16
54	微波功率計校正程序	2022/09/14	CMS-ICT-137	中文	非機密	林文琪	14
55	比壓器量測系統校正程序	2022/07/12	CMS-ICT-065	中文	非機密	何宗翰	29
56	相位角量測系統校正程序	2022/07/15	CMS-ICT-033	中文	非機密	郭君潔	13
57	電感量測系統校正程序	2022/11/09	CMS-ICT-006	中文	非機密	程郁娟	27
58	直流電壓系統校正程序	2022/04/20	CMS-ICT-001	中文	非機密	陳士芳	12
59	亞太計量組織 2022 APMP 大會出席報告	2022/12/08	CMS-FR-4841	中文	非機密	傅尉恩	25
60	111 年度 NML 顧客滿意度調查研究報告	2022/06/02	CMS-FR-4733	中文	非機密	洪辰昀,王品皓	20

(2).工業計量技術發展分項：計 2 份（技術報告 2 份）。

項次	資料名稱	產生日期	院文件編碼	語文	機密等級	作者/修訂者	頁數
1	酵素免疫分析法於透析液 β 2-微球蛋白濃度量化的操作優化	2022/09/14	CMS-FR-4808	中文	機密	張敬萱,傅碧汝,林芳新	19
2	基材螢光超薄膜厚檢測技術	2022/12/05	CMS-FR-4838	中文	非機密	柳君諭,林芳新	8

(3).法定計量技術發展分項：計 3 份（技術報告 3 份）

項次	資料名稱	產生日期	院文件編碼	語文	機密等級	作者/修訂者	頁數
1	國內直流電度表檢定檢查能量盤點報告	2022/04/14	CMS-FR-4723	中文	非機密	徐瑞偉,陳士芳,何宗翰	5
2	國家直流電力標準追溯方法先期研究	2022/10/26	CMS-FR-4798	中文	非機密	徐瑞偉	6
3	柴油車添加尿素水設施檢定檢查技術能量盤點報告	2022/04/26	CMS-FR-4724	中文	機密	葉哲維	5

(4).國家計量基磐精進分項：計 6 份（MSVP 3 份、ICT 3 份）

項次	資料名稱	產生日期	院文件編碼	語文	機密等級	作者/修訂者	頁數
1	奈米粒子功能性量測系統評估報告－單一粒子感應耦合電漿質譜法/粒子濃度校正	2022/12/20	CMS-MSVP-441	中文	非機密	曹嘉芸,劉益宏	19
2	微波散射參數及阻抗系統評估報告	2022/12/09	CMS-MSVP-066	中文	非機密	蘇于倫	30
3	2MN 萬能校正機系統評估報告	2022/12/20	CMS-MSVP-053	中文	非機密	陳其潭	23
4	奈米粒子功能性量測系統校正程序－單一粒子感應耦合電漿質譜法/粒子濃度校正	2022/12/20	CMS-ICT-558	中文	非機密	曹嘉芸	11
5	微波散射參數及阻抗系統網路元件校正程序	2022/12/09	CMS-ICT-165	中文	非機密	蘇于倫	14
6	2MN 萬能校正機系統校正程序	2022/12/20	CMS-ICT-115	中文	非機密	陳其潭	20

附件五、論文成果一覽表

111 年計 34 篇（國外 12 篇；國內 22 篇）。

(1).標準維持與國際等同分項：計 24 篇（國外 9 篇；國內 15 篇）。

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	國別	頁數	類別
1	屏幕式影像與積分球校正法應用於全穿透率量測	陳政憲,余業緯,黃品端,黃郁泓,郭哲亨,巫玟萱,吳啟守,孫慶成,楊宗勳	Optics Continuum	20220622	美國	7	期刊
2	評估三種進樣系統對於掃描式電移動分析儀於超純試劑中不純物量測之影響	張敬萱,洪舒涵,潘怡宣,劉益宏,傅尉恩,林育如,林芳新	ACS Omega	20220415	美國	7	期刊
3	2 mL/min to 10 L/min 之原級氣體流量比對	江俊霖,林文地,林盈君,蕭俊豪	Metrologia	20220721	法國	54	期刊
4	凡爾賽先進材料和標準項目 (VAMAS) 測量膠體金奈米粒子數濃度的實驗室間研究	劉益宏,林芳新,Caterina Minelli,Magdalen Wywijas,Dorota Bartczak,Susana Cuello-Nuñez,Heidi Goenaga Infante,等等	NanoScale	20220309	英國	15	期刊
5	DIN5036-3 於穿透霧度量測適用性	于學玲,劉玟君	Journal of Physics : Conference Series	20220106	美國	7	研討會
6	量測中心之微波散射阻抗量測系統汰換更新至 110GHz	蘇于倫,林文琪,陳士芳	CPEM	20221212	紐西蘭	1	研討會
7	我國自製量化霍爾電阻元件及量測系統	韓宙勳,陳士芳,許俊明	CPEM	20220930	中華民國	2	研討會
8	透過標準試片與謝爾曼方程式精準定量薄膜表層元素	吳玉忻,陳生瑞,曹琳	The International Multi-Conference on Engineering and Technology Innovation	20221030	中華民國	1	研討會
9	顧客滿意度調查之統計分析方法介紹	洪辰昀,王品皓	National Conference of Standards Laboratories, International(NCSLI)	20220824	中華民國	9	研討會
10	多通道表面溫度記錄器製作及校正介紹	郭晉榮,柯心怡	量測資訊雙月刊	20220105	中華民國	7	期刊
11	電動車充電站計量國際趨勢介紹	何宗翰,陳士芳	標準、檢驗與計量	20220201	中華民國	9	期刊
12	電動機車電池 Ah (安培·時)計量機制研究	徐瑞偉	量測資訊雙月刊	20220125	中華民國	6	期刊

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	國別	頁數	類別
13	單相交流電力原級系統之量測不確定度評估	何宗翰,陳士芳	量測資訊雙月刊	20220125	中華民國	7	期刊
14	被動式基材螢光薄膜厚度檢測技術	柳君諭,林芳新	量測資訊雙月刊	20220930	中華民國	5	期刊
15	中華民國因應淨零碳排之氫能計量標準發展淺析	江俊霖,葉哲維,吳鴻森	標準雙月刊	20220531	中華民國	12	期刊
16	半導體原物料不純物計量標準-鉛溶液驗證參考物質	郭俊廷,陳宥璇	量測資訊雙月刊	20220930	中華民國	7	期刊
17	物量基本單位(莫耳)之標準的演變與實現	郭俊廷,林采吟	量測資訊雙月刊	20220130	中華民國	7	期刊
18	由塊規校正能力試驗探討 ISO 13528 指定值決定方式之選用	林旂萱,陳意婷	量測資訊雙月刊	20220725	中華民國	4	期刊
19	ISO/IEC 17025 實驗室內部稽核管理流程與運作實務探討	林秀璘	量測資訊雙月刊	20221130	中華民國	7	期刊
20	五麥克風陣列聲音定位模組	黃彥淳,郭淑	中華民國振動與噪音工程學術研討會	20220709	中華民國	4	研討會
21	動態力量量測系統建置與不確定度評估	羅宇然,吳玉忻	中國機械工程學會年會暨全國學術研討會	20221202	中華民國	3	研討會
22	高沸點去光阻劑、光阻稀釋劑溶劑之潔淨度分析	簡辰芳,林芳新,潘怡宣	中華民國化學工程學會暨科技部化工學門成果發表會	20220107	中華民國	1	研討會
23	塑膠微粒粒徑校正技術	陳相宏,林芳新	環境分析化學研討會	20220831	中華民國	1	研討會
24	評估三種充電器於 3 nm 至 25 nm 超細微粒之充電效率及性能比較	潘怡宣,劉益宏,林芳新,余大昌	環境分析化學研討會	20220831	中華民國	1	研討會

(2).工業計量技術發展分項：計 6 篇（國外 3 篇；國內 3 篇）。

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	國別	頁數	類別
1	精準調控介面黏彈性以探討初期上皮細胞間質轉化現象	張敬萱,Koichiro Uto,Shimaa A. Abdellatef,Jun Nakanishi,	Langmuir	20220210	美國	8	期刊
2	自製用於掃描式電移動度分析儀之高進樣量氣推式霧化器	吳昱賢,張敬萱,林芳新	The Asian Aerosol Conference	20220613	中華民國	1	研討會
3	反射式 X 光 GAA 關鍵尺寸量測設備研發	傅尉恩,吳文立,何柏青,劉軍廷,柳君諭,	The International Multi-Conference on Engineering and	20221029	中華民國	1	研討會

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	國別	頁數	類別
			Technology Innovation				
4	奈米粒子分析暨標準技術	張敬萱,陳相宏,吳昱賢,林芳新	量測資訊雙月刊	20220105	中華民國	7	期刊
5	利用微分電移動度分析儀結合凝結粒子計數器建立半導體級液態原物料之純度分析技術	潘怡宣,林芳新,劉益宏,曹嘉芸	中華民國化學工程學會暨科技部化工學門成果發表會	20220107	中華民國	1	研討會
6	穿透式小角度 X 光散射技術量測疊層對位	何柏青,陳國棟,劉軍廷,傅尉恩,吳文立	奈米元件與技術研討會	20220519	中華民國	2	研討會

(3).法定計量技術發展分項：計 1 篇（國外 0 篇；國內 1 篇）。

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	國別	頁數	類別
1	電子式電度表型式認證技術規範草案研究	何宗翰,陳士芳	量測資訊雙月刊	20220125	中華民國	5	期刊

(4).國家計量基磐精進分項：計 3 篇（國外 0 篇；國內 3 篇）。

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	國別	頁數	類別
1	2 MN 萬能校正機系統改良介紹	羅宇然,陳其潭	量測資訊雙月刊	20221130	中華民國	6	期刊
2	單一顆粒感應耦合電漿質譜技術應用於奈米顆粒濃度之量測	曹嘉芸,林芳新,劉益宏	量測資訊雙月刊	20220930	中華民國	6	期刊
3	5G 基地台訊號分佈模擬與量測分析技術	蘇于倫	標準、檢驗與計量	20220930	中華民國	11	期刊

附件六、專利成果一覽表

專利獲證

項次	獲證日期	專利名稱	發明人	類型	申請國家	專利證號	專利起期	專利迄期	件編號
1	20221122	削尖毛細管製作方法及裝置	林芳新,張敬萱,劉益宏,吳昱賢	發明	中華民國	I783693	20221111	20410921	P07100004

註：核准後於專利公報上公告三個月，期滿未有異議方可領證書，此時稱為暫准專利。

附件七、研發成果統計表

成果 項目	專利權 (項數)		著作權 (項數)	論文 (篇數)		一般研究報告 (篇數)			技術創新 (項數)				技術 引進 (項數)	技術/專利 應用		技術(校 正)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
標準維持與國際等同	1			14	10	60								16	16	4837	920	16	676	16
工業計量技術發展				2	4	2														
法定計量技術發展					1	0	3													
國家計量基磐精進					3	0	6													
小計				20	14	71								16	16	4837	920	16	676	16
合計				34		71							-	-		-				

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、論壇

附件八、111 期末報告審查暨驗收會議委員意見表

時間:111 年 12 月 26 日 10:00~13:30

地點:16 館 223 會議室

主席:王石城組長

審查委員:(敬稱略)朱延祥、鄭晃忠、陳燦林、林丁丙、林明澤

(標準局)黃政森、沈斯凱

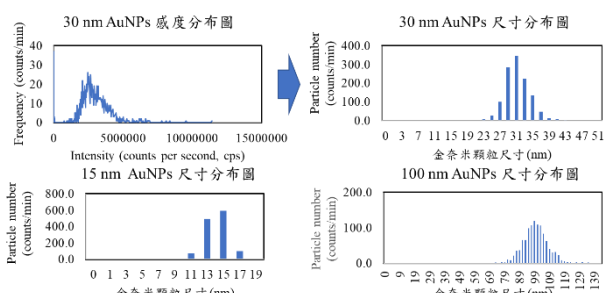
會議意見表

建議事項	說明
1. N2 製程所使用的標準試片，以 SEM 和 AFM 的量測數據應列出並與模擬數據比較列出。	感謝委員意見，本計畫所使用的標準試片規格以圖 3-11 呈現，圖 3-11 包含廠商提供之 SEM 及 AFM 量測數據，其中，SEM 量測結果為線距(70 ± 0.5) nm 及線寬 35 nm，由於廠商規格並未提供線寬之標準差，故使用本實驗室之 SEM 系統進行線寬的量測及標準差的計算。廠商提供之 AFM 主要以量測光柵厚為主，光柵層厚度為 35 nm。由於本實驗室之 AFM 量測系統能量僅提供(50 ~ 1000) nm 以上線寬校正。考量本計畫中所使用之 35 nm 線寬低於最小範圍，故計畫取而代之將以上述之 SEM 量測結果作為比較標準。已新增相關說明於 P 91 及 P100。
2. N2 量測應表列量測的靈敏度，例如量測樣品的不同區域，並比較與討論量測結果。	感謝委員意見，由於本計畫所使用之 X-ray 光源覆蓋面積於掃瞄角度範圍($0.2^\circ \sim 5.5^\circ$)內皆會包覆標準片待測面積($50 \mu\text{m} \times 50 \mu\text{m}$)，因此標準片量測時，以對位系統確認樣品放置於光源覆蓋面積中央，以定點掃瞄 3 次進行，以確定量測數據的重覆性。相關樣品量測說明已新增於報告 P95。樣品不同區域之量測，將視未來計畫經費及時機，或可列入進行分析。
3. 建議將已建立的量測標準量，導入 TAF 量測認證體系的執行狀態。	本計畫技術應用服務類型包含「客製化量測技術提供」、「量測技術諮詢與提供」及「實驗室品質建立」，其中「實驗室品質建立」即協助廠商取得 TAF 認證。感謝委員建議，未來亦將配合廠商需求，協助其取得 TAF 認證體系認可。

建議事項	說明
4. 配合國內發展微波及毫米波元件的產業，高頻量測標準宜多加建立。	感謝委員建議，NML 近兩年已藉由設備汰換經費將微波阻抗及散射量測標準之頻率範圍從最高 26.5 GHz 提高至 110 GHz，以涵蓋應用毫米波頻段的相關產業需求，例如：5 G/6 G 通訊、汽車雷達等。同時亦建立 CATR(縮距場天線量測)量測設備，能提供 (23 至 44) GHz 毫米波相位陣列天線之天線因子校正。未來將依委員意見，在經費許可下，持續擴充量測標準及其應用能量。
5. DMA-spICP-MS 分析建立的標準，可以酌加一些 Na ⁺ 、K ⁺ 等分析。	誠如委員提醒，Na ⁺ 、K ⁺ 亦適用於 SP-ICP-MS 的分析，有助於檢測半導體製程中的污染物。將視未來計畫經費及時機，或可列入進行分析。
6. 校正服務電子化可以投入，並考量提供校正期進度上網，提供客戶進度了解。	感謝委員建議，預定 112 年下半年完成預約電子化平台開發並進行測試，後續將與校正資訊管理系統(LIMS 2.0)整合，再將校正期進度納入規劃，以提供客戶數位化服務。

書面審查意見表

建議事項	說明
A 委員	
7. 本年度量測實驗室 NML 所執行的計畫各項業務工作項目均達原訂目標，部分項目甚至超越原定目標，績效良好。惟至 11 月底，本計畫經費執行率為 83.61%，其中國家計量基磐精進分項計畫執行率僅 48.85%，建請說明原因。	感謝委員意見。 因採購之交流高壓源設備(金額 1010.2 萬元)交貨期為 11/11 日，12/13 完成驗收、報銷付款日為 12/15 日，故統計至 11 月底為尚未報銷付款之執行率。計入該筆設備費後之執行率為 92.7 %。
8. 本年度 NML 客戶服務整體滿意度為 9.3 分，與 108 年相當，比 110 年的 9.2 分稍有提升、惟仍比 109 年 9.4 分、與 107 年的 9.5 分略低，建請注意。	感謝委員提醒，NML 將持續關注客戶回饋，以客戶希望改善項目作為改進方向，提供客戶更好的服務品質。

建議事項	說明
<p>9. p.120，圖 5-3，spICP-MS 所量得的金奈米粒徑分布有明顯的偏峰態現象，與常態分佈有相當差異。推測其原因應與量測參數進行函數轉換過程所導致的機率密度分布函數隨之改變所致，建請釐清。</p>	<p>因單一顆粒感應耦合電漿質譜儀的量測方法是將金奈米粒游離為金離子雲後進行量測，呈現的訊號為 intensity，其值與金奈米粒質量成正比，因此尺寸與感度的關係式為 $intensity \propto (size)^3$，因此如使用感度圖譜判定顆粒常態分佈可能會失準，原報告呈現的為感度(cps)與顆粒量測數量(frequency)的圖譜，下圖將其感度換為尺寸量測結果，可發現金奈米粒子尺寸會呈現常態分佈圖，並補充 15 nm 與 100 nm 之尺寸分布。新增相關說明於 P124。</p> 
<p>10. 本年度到 11 月底，NML 發表 29 篇論文，雖比去年的 36 篇要少，但其中有 5 篇發表在一些相當不錯的優質國際 SCI 期刊中，也比去年的 3 篇 SCI 期刊論文要多，十分可喜，值得肯定。由於 SCI 期刊論文的發表，在標準系統的國際比對上扮演著關鍵角色，期待 NML 明年度在矽晶球表層質量與總質量不確定度評估論文的投稿能有好結果，以取得參與國際原級矽晶球公斤質量的國際比對資格。</p>	<p>感謝委員期許，新質量團隊持續在矽晶球表層量測方面努力，目前已完成原級矽晶球 XPS 量測，並開始分析數據以求得表層元素 (C、Si、O) 比例，預計於 12/29 日完成矽晶球整體表層元素分析定量，與後續之總質量評估，並整理結果於投稿文章中。</p>
<p>B 委員</p>	
<p>11. 本年度計畫包含國家度量衡標準實驗室標準系統能量與提供校正服務、標準維持與國際等同分項、工業計量技術發展分項、法定計量技術發展分項、國家計量基磐精進分項等均達成年度目標，值得肯定。</p>	<p>感謝委員的肯定與支持。</p>
<p>12. 建議事項: 校正服務預約及量測資訊期刊電子化仍在先期評估工作，建議應盡快全方位完整電子化預約服務模式，以因應電子化時代的發展，此外電子化同時應注意資安，相關</p>	<p>感謝委員提醒。 校正服務預約及量測資訊期刊電子化預計將分別於 112 年及 113 年上線(NML 網站)服務。其資安方案乃依據本院「資訊作業委外安全管理準則」要求，並定期接受本院及標</p>

建議事項	說明																															
資安方案應同步納入。	準局資通安全實地稽核，以確保資訊安全。																															
13. 完成 6 期量測資訊出版，但訂戶僅 112 位，刊物及相關販售成果收入 63,906 元繳庫應不是重點，也許以盈餘提供免費贈閱方式給各大專院向相關系所，提供線上電子期刊版本，同步鏈結量測技術研討會，未來規劃計量人才證照考試，思考如何達成培育計量人才的目的。	感謝委員意見。 刊物及相關成果收入為全數繳庫無盈餘，但誠如委員所言，期刊電子化後將具有更大彈性，未來將評估包括可依用戶類別開放免收費登入閱讀(例如：大專院校)，以及可及時鏈結最新研討會動態等，期能擴大訂戶並提供更多元訊息與服務。																															
14. 工業計量技術發展分項：低濃度奈米粒子量測技術，以金、鎂、鐵金屬離子進行單一粒子感應耦合電漿質譜儀(SP-ICP-MS)調機參數優化，請補充說明為何以金、鎂、鐵金屬離子為分析粒子，對於其他奈米粒子如銅、鋁亦是相關電子產業很常用到的粒子，是否適用，效益如何?	金離子是一穩定的金屬離子，亦常用來當作標準品，因此選擇金離子作為其中一個測試項目；鐵是半導體常見環境污染源之一，且其為過渡元素，可做為檢測過渡元素的代表；鎂離子污染則是考量到其可能存在於超純水中，亦為製程污染源之一，且其為低質量元素，有別於金或鐵離子，故選之。 誠如委員所述，銅、鋁亦是常見的污染源，但限於計畫時程及經費無法列入進行分析。但其亦適用於 SP-ICP-MS 的分析。效益則是有助於檢測半導體鋁銅金屬導線製程中的污染物。																															
15. 圖 3-1 3-7 檢量線無 error bar 量測次數 再現性與標準差請補充	感謝委員提醒，圖 3-1 為簡單示意圖，說明本計畫將使用不同金屬離子濃度進行檢量線的配製與量測，故無 error bar。 圖 3-7 為實際量測數據，量測次數為 3 次，圖中有標示 error bar，惟因 scale 較小，其對應之標準差如下。並新增下表於 P87。 <table border="1" data-bbox="826 1467 1417 1780"> <thead> <tr> <th rowspan="2">離子濃度 (ng/kg)</th> <th colspan="3">標準差 (cps)</th> </tr> <tr> <th>Au</th> <th>Mg</th> <th>Fe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>20.05</td> <td>23.05</td> <td>19.66</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>56.38</td> <td>81.61</td> <td>103.70</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>31.58</td> <td>230.39</td> <td>123.51</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>221.91</td> <td>294.51</td> <td>116.71</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>144.77</td> <td>765.34</td> <td>162.66</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>113.31</td> <td>707.79</td> <td>95.05</td> </tr> </tbody> </table>	離子濃度 (ng/kg)	標準差 (cps)			Au	Mg	Fe	0	20.05	23.05	19.66	10	56.38	81.61	103.70	20	31.58	230.39	123.51	30	221.91	294.51	116.71	40	144.77	765.34	162.66	50	113.31	707.79	95.05
離子濃度 (ng/kg)	標準差 (cps)																															
	Au	Mg	Fe																													
0	20.05	23.05	19.66																													
10	56.38	81.61	103.70																													
20	31.58	230.39	123.51																													
30	221.91	294.51	116.71																													
40	144.77	765.34	162.66																													
50	113.31	707.79	95.05																													
16. 先進製程關鍵尺寸量測技術: 完成線寬標準片製作，規格為線寬 35 nm 及線距 70 nm，圖案大小為 1.2 mm × 0.5 mm。對應目前產業台積電已經完整 5nm 製程，同步開發先進 3nm、2nm 製程，計畫目標是否要再提升？另模擬數字請注意有效位	感謝委員提醒，計畫中設定之線寬、線距已經接近台積電先進製程之參數規格。未來將以開發中的 2 奈米製程所使用之線寬(10 ~ 30) nm 以及線距(20 ~ 50) nm 為目標作為技術驗證之方向。另在有效位數方面，將於結案報告中進行修訂，更改為：0.00 nm、0.10																															

建 議 事 項	說 明
數! .002nm、.103nm、.011nm 沒有意義!	nm、0.01 nm。已更修 P93~101 之有效位數。
17. 法定計量技術發展分項: 直流電度表檢定檢查技術規範草案研究除了拜訪國內智庫廠商之外，亦應與國際接軌，同步參考先進國家已制定之標準來研擬。	<p>謝謝委員的建議。</p> <p>直流電度表檢定檢查技術規範草案目前係參考電度表檢定檢查技術規範(CNMV 46)並與國際標準規範 IEC 62053 系列標準與 JIS C 1216-2 作規格調和。之後，依據 7 月 27 日專家座談會中討論結果，對直流電度表檢定檢查技術規範草案初稿之部分內容進行補充調整。現階段也蒐集及研究韓國、德國、日本、中國大陸等國家之直流電力計量系統建置資訊，上述國家皆已制定直流電度表相關規範，並建立直流電力標準系統來確保直流電度表量測的一致性和準確性，未來會將上述各國的建置資訊再與直流電度表檢定檢查技術規範草案進行調和，以期能與國際接軌。</p>
C 委員	
18. 標準維持與國際等同分項中，多項工作項目超出目標，如執行國際比對，提供校正服務，技術 / 專利運用推廣，撰寫/修正系統技術文件，執行國內/外追溯等，對標準追溯的維持的努力給予肯定。	感謝委員的肯定。
19. 使用 RSAXS 量測 N2 製程線距，會牽涉所使用的 Grating 樣品的狀態與所模擬模型間的差異，例如 Grating 膜厚均勻度等，樣品對此方面並未多有說明。另樣品量測的數據是由多次量測與擬合後的平均數據所取得，此數據是固定區域多次量測，或是不同區域的量測結果，也未說明。	<p>謝謝委員提醒，計畫中所使用的標準試片待測區域面積為(50×50) μm²，為避免樣品均勻度之影響，量測時，樣品對位以試片中心點為主，並於此固定區域進行 3 次量測，而每一筆量測數據再進行數據擬合，求得數值。</p>
D 委員	
20. 本計畫之各項目標達成情形皆有達標，且多項目標有超出本來預期。各個子項皆有提供完整的數據與說明。	感謝委員的肯定。
21. 國家計量基盤精進分項之經費運用中，執行率低於 49%，計畫執行人應提出合理說明。	<p>因採購之交流高壓源設備(金額 1010.2 萬元)交貨期為 11/11 日，完成驗收並報銷付款日為 12/15 日，故統計至 11 月底為尚未報銷付款之執行率。計入該筆設備費後之執行率為</p>

建 議 事 項	說 明
	92.7 %。
22. 本計畫在技轉與智財授權方面原訂 8 項，最終達成 11 項，皆有超出預期目標。	感謝委員的肯定。
23. 本計畫之奈米粒子分析技術與先進製程關鍵尺寸量測技術方面，應積極與國內半導體廠龍頭台積電進行合作與配合，以利開發並測試先進製程量測與分析技術的可行性。	感謝委員建議，本計畫之奈米粒子分析技術與先進製程關鍵尺寸量測技術皆與台積電有密切合作關係，奈米粒子分析主要與台積電奈米材料中心進行後端蝕刻液中粒子不純物量測技術的開發，關鍵尺寸則是積極與先進設備暨模組發展處進行量測技術及設備研發合作。
E 委員	
24. 本計畫 111 年度共需執行(一)、標準維持與國際等同；(二)、工業計量技術發展；(三)、法定計量技術發展;(四)國家計量基磐精進等四個分項，各執行分項執行成果良好。	感謝委員的肯定。
25. 本計畫維持國家度量衡標準實驗室(NML)15 個領域量測標準系統正常運作，確保國家實驗室的服務品質，本次期末報告全年度提供校正服務 4497 件(目標 4275 件)，完成 13 場次(目標 8 場次)研討會辦理，計 195 廠家、322 人次參加，規費及研發成果收入合計 50,608,510 元繳庫，執行成果超出目標。	感謝委員的肯定。
26. 本計畫在國家計量基磐精進分項，完成 2 項設備汰換及 3 套系統能量精進評估，使能穩定維持系統的服務品質與運作，滿足產業發展之校正需求。惟比壓器量測系統，截至 11 月 30 日雖完成設備組裝，預計 12 月 12 日方能完成驗收，期末報告應進行修正至最新情形。	感謝委員提醒，設備已於 12/13 日完成驗收，將於下一版期末報告修正。
27. 自 1996 年起累計自 1996 年起累計參與 119 項國際比對，完成 85 項，尚有 34 項持續進行中，本年度完成 7 項國際比對，擔任 2 席位國際計量事務要職，持續以觀察員身分參與 4 個諮詢委員會，維持全球相互認可協議效力，確保國家計量主權，惟期末報告未以專節說明那 2 席位國際計量事務要職及那 4 個諮詢委員會。	感謝委員建議，將於下一版期末報告補充。 (1).4 個諮詢委員會分為長度(CCL)、光輻射(CCPR)聲音振動(CCAUV)及質量諮詢委員會(CCM)。 (2).2 席位國際計量事務要職為擔任亞太計量組織(APMP)職務，分別為： － 執行委員會委員：負責連結開發中經濟體委員會(DEC)與潔淨水資源焦點工作小組(Clean Water Focus Group)及

建議事項	說明
	<p>負責亞太計量組織促進研究案(TCI)計畫的審核與執行進度掌控。</p> <p>－ 醫學計量焦點工作組共同主席：協助年度會議及相關活動，與研提及協助焦點工作組促進合作計畫(FGI)計畫執行。</p>
<p>28. 本計畫透過辦理計量技術擴散活動，辦理量測技術研討會共 13 場，計 195 廠家、322 人次參加，發行計量專業期刊 6 期，以協助產業培育計量人才、建立並能運用計量知識提升技術與品質。同時辦理計量知識擴散推廣說明會或座談會等活動 2 場，計 52 廠家、109 人次參加，辦理度量衡教育推廣活動，共計 9954 名民眾參與，達技術擴散效益。</p>	<p>感謝委員的肯定。</p>
<p>29. 本計畫在工業與法定計量技術發展分項，其執行情形均已達計畫目標。</p>	<p>感謝委員的肯定。</p>
<p>30. 本計畫年度目標需提供產業量測技術應用服務 8 案以上，應已達成，惟期末報告未以專節說明此項績效指標之達成情形。</p>	<p>感謝委員的提醒，產業量測技術應用服務案執行成果說明於期末報告「伍、主要成果與重大突破統計」之「三、經濟效益」，「提供技術與專利運用，擴散多元化計量技術」，頁數為 159-162，請委員參考。</p>

附件九、111 年度國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
1	標準麥克風互換校正系統	A01	(1) 1 英吋(符合 IEC 61094-1 LS1) 1/3 八音度 · 頻率：20 Hz to 12.5 kHz 1/1 八音度 · 頻率：31.5 Hz to 8 kHz (2) 1/2 英吋 (符合 IEC 61094-1 LS2) 1/3 八音度 · 頻率：10 Hz to 25 kHz 1/1 八音度 · 頻率：16 Hz to 16 kHz	(1) 0.06 dB (20 Hz to 40 Hz) · 0.05 dB (40 Hz(不含) to 5 kHz) · 0.08 dB (5 kHz(不含) to 10 kHz) · 0.12 dB (10 kHz(不含) to 12.5 kHz) (2) 0.06 dB (10 Hz to 10 kHz) · 0.08 dB (10 kHz(不含) to 16 kHz) · 0.12 dB (16 kHz(不含) to 20 kHz) · 0.20 dB (20 kHz(不含) to 25 kHz)	83.06.30	電容式麥克風	15	4	15	7	15				<ul style="list-style-type: none"> • 原級系統 · 提供 A02 與 A03 系統之標準件追溯。 • 校正週期為 2 年。
2	標準麥克風比較校正系統	A02	(1) 1 英吋(符合 IEC 61094-1 LS1 and 61094-4 WS1) 頻率：20 Hz to 12.5 kHz (2) 1/2 英吋(符合 IEC 61094-1 LS2 and 61094-4 WS2) 頻率：20 Hz to 20 kHz	(1) 0.12 dB (20 Hz to 40 Hz) · 0.08 dB (40 Hz(不含) to 4 kHz) · 0.12 dB (4 kHz(不含) to 8 kHz) · 0.16 dB (8	81.05.25	電容式麥克風	124	123	95	171	168				<ul style="list-style-type: none"> • 110 年後系統校正量大幅增加 · 主要原因係貝爾聲學每年新增近 50

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證 [◎]	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
			(3) 1/4 英吋(符合 IEC 61094-4 WS3) 頻率：20 Hz to 20 kHz	kHz(不含) to 12.5 kHz (2) 0.12 dB (20 Hz to 40 Hz) · 0.08 dB (40 Hz(不含) to 8 kHz) · 0.16 dB (8 kHz(不含) to 20 kHz) (3) 0.12 dB (20 Hz to 40 Hz) · 0.08 dB (40 Hz(不含) to 6.3 kHz) · 0.16 dB (6.3 kHz(不含) to 16 kHz) · 0.24 dB (16 kHz(不含) to 20 kHz)											件標準件送校。
3	聲音校正器校正系統	A03	(1) (90 to 120) dB re 20 μPa (31.5 Hz to 16 kHz) (2) (90 to 130) dB re 20 μPa (250 Hz) (3a) 頻率 250 Hz (124 dB)或 1 kHz (94 dB or 114 dB) (3b) 頻率 31.5 Hz 至 16 kHz	(1)(2) 比較法：0.15 dB · 內插電壓法：0.09 dB to 0.18 dB (3a) 0.2 dB (3b) 0.3 dB to 0.6 dB	81.12.07	(1) 聲音校正器 (2) 活塞式校正器 (3) 噪音計	227	211	194	248	237				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
			(94 or 104 or 114) dB												
4	麥克風自由場靈敏度校正系統	A04	(1) 互換法 1 英吋(符合 IEC 61094-1 LS1) 1/3 八音度 · 頻率：1 kHz to 10 kHz (2) 互換法 1/2 英吋 (符合 IEC 61094-1 LS2) 1/3 八音度 · 頻率：1 kHz to 40 kHz (3) 比較法 1/2 英吋(符合 IEC 61094-1 LS2 與 IEC 61094-4 WS2) 1/3 八音度 · 頻率：250 Hz to 40 kHz	(1) 0.16 dB (2) 0.18 dB (3) 0.40 dB (250 Hz to 800 Hz) · 0.45 dB (800 Hz(不含) to 20 kHz) · 0.55 dB (20 kHz(不含) to 31.5 kHz) · 0.70 dB (31.5 kHz(不含) to 40 kHz)	103.08.11	電容式麥克風	3	3	3	5	3				
5	核磁共振磁通密度量測系統	B01	50 mT to 1.5 T	0.01 %(相對)	81.12.28	磁力計、高斯計、參考磁鐵	166	186	163	145	152				
6	磁通量測系統	B02	(1) 10^{-4} Wb to 2 Wb (2) 0.001 m^2 to 1 m^2 (turns)	(1) 0.13 % to 0.16 %(相對) (2) 0.27 %(相對)	82.09.15	(1) 磁通計 (2) 探索線圈	20	12	14	18	19				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
7	低磁場量測系統	B03	(1) 1 mT to 50 mT (2) 1 μT to 1 mT (3) 0.5 μT to 50 μT @ (50 Hz to 100 Hz) (4) 0.5 μT to 5 μT @ (101 Hz to 1 kHz)	(1) 0.38 % (相對) (2) 0.35 % to 0.74 % (相對) (3) 0.18 % to 0.62 % (相對) (4) 0.26 % to 0.44 % (相對)	82.04.19	磁力計、高斯計、參考磁鐵	157	159	135	177	167				
8	鋼瓶氣體濃度量測系統	C03	CO : (10 to 200000) μmol/mol CO ₂ : (100 to 300000) μmol/mol CH ₄ : (100 to 100000) μmol/mol C ₃ H ₈ : (100 to 50000) μmol/mol O ₂ : (1000 to 250000) μmol/mol NO in N ₂ : (50 to 2000) μmol/mol SO ₂ in N ₂ : (50 to 2000) μmol/mol C ₂ H ₅ OH in Air : (137 to 547) μmol/mol	CO : (0.08 to 90) μmol/mol CO ₂ : (1.1 to 120) μmol/mol CH ₄ : (0.9 to 80) μmol/mol C ₃ H ₈ : (1.0 to 60) μmol/mol O ₂ : (12 to 120) μmol/mol NO in N ₂ : (0.89 to 7.9) μmol/mol SO ₂ in N ₂ : (0.82 to 6.6) μmol/mol	83.10.26	鋼瓶氣體濃度之驗證 (CO、CO ₂ 、CH ₄ 、C ₃ H ₈ 、O ₂ 、NO in N ₂ 、SO ₂ in N ₂ 、C ₂ H ₅ OH in Air)	15	19	19	20	38	◎			

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證 [◎]	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
				C ₂ H ₅ OH in Air : (1.7 to 4.3) μmol/mol											
9	氣體量測系統	C07	CO : (0.0 to 0.1) mol/mol CO ₂ : (0 to 1) mol/mol CH ₄ : (0.00 to 0.05) mol/mol ((0 to 100) %LEL) C ₃ H ₈ : (0.00 to 0.02) mol/mol ((0 to 100) %LEL)	CO : 2 μmol/mol CO ₂ : 6 μmol/mol CH ₄ : 0.1 %LEL(59 μmol/mol) C ₃ H ₈ : 0.1 %LEL(26 μmol/mol)	84.08.10	氣體濃度檢知管、警報器、測漏儀、氣體濃度分析儀	52	30	43	57	45	◎			
10	質量法高壓混合氣體供應驗證系統	C08	(1) CO in N ₂ : (0.001 to 100) mmol/mol CO ₂ in N ₂ : (0.1 to 160) mmol/mol CH ₄ in N ₂ : (0.1 to 100) mmol/mol C ₃ H ₈ in N ₂ : (0.1 to 50) mmol/mol SF ₆ in N ₂ : (10 to 1000) μmol/mol CF ₄ in N ₂ : (100 to 3000) μmol/mol NO in N ₂ : (50 to 2000) μmol/mol	(1) CO in N ₂ : 0.1 % to 2.0 % CO ₂ in N ₂ : 0.1 % to 1.5 % CH ₄ in N ₂ : 0.1 % to 1.0 % C ₃ H ₈ in N ₂ : 0.2 % to 1.0 % SF ₆ in N ₂ : 0.2 % to 1.5 % CF ₄ in N ₂ : 0.1 % to 1.0 % NO in N ₂ : 0.5 % to 2.0 %	83.10.26	(1) 雙成分氣體 (CO in N ₂ 、CO ₂ in N ₂ 、CH ₄ in N ₂ 、C ₃ H ₈ in N ₂ 、SF ₆ in N ₂ 、CF ₄ in N ₂ 、NO in N ₂ 、	30	35	42	13	15	◎			• 主要對內提供標準氣源供化學其他系統追溯使用。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明	
			SO ₂ in N ₂ : (50 to 2000) μmol/mol O ₂ in N ₂ : (1 to 10) μmol/mol 、 (1 to 14) mmol/mol CH ₄ in Air : (1 to 20) mmol/mol N ₂ O in N ₂ : (100 to 1000) μmol/mol (2) (CO + CO ₂ + C ₃ H ₈) in N ₂ CO : (5 to 40) mmol/mol CO ₂ : (50 to 160) mmol/mol C ₃ H ₈ : (100 to 1600) μmol/mol (3) C ₂ H ₅ OH in N ₂ : (80 to 140) μmol/mol H ₂ S in N ₂ : (10 to 100) μmol/mol (4) VOC (含 Benzene 、 Toluene 、 Ethylbenzene 、 Xylenes) in N ₂ : 1 μmol/mol	SO ₂ in N ₂ : 0.5 % to 1.5 % O ₂ in N ₂ : 1.5 % to 3.0 % 、 0.2 % to 1.5 % CH ₄ in Air : 0.1 % to 0.5 % N ₂ O in N ₂ : 0.5 % to 1.5 % (2) (CO + CO ₂ + C ₃ H ₈) in N ₂ CO : 0.2 % to 0.8 % CO ₂ : 0.1 % to 0.5 % C ₃ H ₈ : 0.5 % to 1.0 % (3) C ₂ H ₅ OH in N ₂ : 2 % to 5 % H ₂ S in N ₂ : 1.5 % to 5.0 % (4) VOC in N ₂ (含 Benzene 、 Toluene 、 Ethylbenzene 、 Xylenes) : 5 % to 10 %		SO ₂ in N ₂ 、 O ₂ in N ₂ 、 CH ₄ in Air 、 N ₂ O in N ₂) (2) 多成分氣體 (CO+C O ₂ +C ₃ H ₈) in N ₂ (3) 雙成分參考混合氣 (C ₂ H ₅ OH in N ₂ 、 H ₂ S in N ₂) (4) VOCs in N ₂ (含 Benzene 、 Toluene 、										

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
						Ethylbenzene、Xylenes)									
11	低碳能源氣體濃度量測系統	C09	(1) 以具有計量追溯性之合成天然氣標準氣體進行待校氣體的濃度驗證，可執行驗證之濃度以實驗室具備之天然氣標準件濃度範圍為依據，濃度大於 1 % 之主成分氣體，可驗證濃度為標準氣體濃度的 1/2 倍至 2 倍之間 (2) CH ₄ in N ₂ : (0.1 to 10) cmol/mol C ₃ H ₈ in N ₂ : (0.1 to 5) cmol/mol CO ₂ in N ₂ : (0.1 to 16) cmol/mol	(1) 0.2 % to 1.2 %(相對) (2) 0.5 % to 1.0 %(相對)	102.05.24	(1) 合成天然氣濃度 (2) 雙成分氣體濃度 (CH ₄ in N ₂ 、C ₃ H ₈ in N ₂ 、CO ₂ in N ₂)	30	15	9	6	24	◎			
12	氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統	C10	CO in N ₂ : (1 to 100) μmol/mol CO ₂ in N ₂ : (50 to 5000) μmol/mol CH ₄ in Air : (1 to 20)	CO in N ₂ : 0.02 % CO ₂ in N ₂ : 0.03 % CH ₄ in Air : 0.15 % NO in N ₂ : 0.11 % to 0.26 %	103.12.18	氣體濃度稀釋裝置 (CO in N ₂ 、CO ₂ in N ₂ 、CH ₄ in Air、NO	1	2	0	2	0	◎			• 已於 109 年 8 月 12 日標準局函文同意併入 C07，俟度

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
			mmol/mol NO in N ₂ : (1 to 2000) μmol/mol SO ₂ in N ₂ : (1 to 2000) μmol/mol	SO ₂ in N ₂ : 0.048 % to 0.13 %		in N ₂ 、SO ₂ in N ₂)									量衡規費收費標準修正公佈後，C10 代碼註銷。
13	甲醛氣體分析設備校正系統	C11	(1 to 10) μmol/mol	0.0067 μmol/mol	105.12.26	甲醛氣體分析設備	8	4	5	4	4			▲	
14	質量法環境荷爾蒙供應驗證系統	C12	50 mg/kg	6 %	105.12.26	甲醇中鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	1	1	1	1	0				• 自 111 年 5 月 暫停 收件，預計 112 年 6 月 恢復收件。
15	靜態重力法無機元素供應驗證系統	C13	1000 mg/kg	1.5 mg/kg	107.06.08	鉛標準液	-	0	1	1	1				• 107 年 3 月 完成查驗，108 年 11 月 開放服務。
16	同位素比例量測系統	C14	矽溶液 (0.5 to 50) mg/kg (溶劑：四甲基氫氧胺) (1) ²⁸ Si/ ²⁹ Si : 18 to 20 (2) ³⁰ Si/ ²⁹ Si : 0.05 to 1	(1) 0.40 % (相對) (2) 0.43 % (相對)	110.02.24	矽	-	-	-	-	1				• 109 年 12 月 完成查驗，111 年 3 月 開放服務。
17	塊規比較校正系統	D01	0.5 mm to 100 mm	鋼 質 : [(39) ² + (0.5L) ²] ^{1/2} nm 陶 瓷 : [(39) ² +	76.04.26	標準塊規(公制)	26	25	13	23	0				• 自 110 年 9 月 暫停 收件，預計

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
				$(0.6L)^2]^{1/2}$ nm 碳化鎢： $[(40)^2 + (0.8L)^2]^{1/2}$ nm 碳化鎢： $[(40)^2 + (1.9L)^2]^{1/2}$ nm L 為以 mm 為單位之塊規標稱長度值											112 年 7 月恢復收件。
18	塊規干涉校正系統	D02	0.5 mm to 100 mm	鋼質： $[22^2 + (0.43L)^2]^{1/2}$ nm 陶瓷： $[22^2 + (0.42L)^2]^{1/2}$ nm L 為以 mm 為單位之塊規標稱長度值	82.07.20	標準塊規(公制)	0	0	0	0	0				<ul style="list-style-type: none"> 原級系統，提供 D01 與 D23 系統之標準件追溯。校正週期各為 5 年與 3 年。 系統已建立逾 25 年以上，機件損耗嚴重，故購置新機。自 108 年 12 月暫停收件，預計 112 年 1 月恢復收件。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
19	端點尺寸量測系統	D03	(1) 環規：4 mm to 200 mm (2) 針規：1 mm to 20 mm (3) 塞規：20 mm to 100 mm	(1) 環規： $1.99 \times [(0.135)^2 + (0.00137D)^2]^{1/2} \mu\text{m}$ <i>D</i> 為以 mm 為單位之環規內徑尺寸 (2) 針規： $[(0.22)^2 + (0.013D)^2]^{1/2} \mu\text{m}$ <i>D</i> 為以 mm 為單位之針規外徑尺寸 (3) 塞規： $1.98 \times [(0.135)^2 + (0.00137D)^2]^{1/2} \mu\text{m}$ <i>D</i> 為以 mm 為單位之塞規外徑尺寸	76.04.22	(1) 環規 (2) 針規 (3) 塞規	30	24	20	32	20			▲	
20	線刻度校正系統	D05	(1) 標準玻璃尺、標準尺、顯微鏡標準片 0.01 mm to 200 mm (2) 標準玻璃尺、標準尺 0.01 mm to 500 mm (3) 標準玻璃尺、標準尺 0.01 mm to 1000 mm	$[29.6^2 + (0.126L)^2]^{1/2}$ nm <i>L</i> 為以 mm 為單位之量測長度	83.07.27	標準玻璃尺、標準尺、顯微鏡標準片	163	113	116	128	160				
21	角度塊規校正系統	D06	(1) 1" to 45° (2) 0" to 360°	(1) 0.45" (2) 0.05"	79.04.12	(1) 角度塊規	2	6	4	3	3			▲	

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
						(2) 環形編碼器									
22	大角度校正系統	D07	(1) 3面 to 72面(120° to 5°) (2) 0.1° to 360° (3) 3面 to 72面(120° to 5°)	(1) 方規、多邊規：0.15" (2) 分度盤：0.20" (3) 多邊規與轉盤(互校)：0.04"	84.06.30	(1) 方規、多邊規 (2) 分度盤 (3) 多邊規與轉盤(互校)	13	5	11	6	9				
23	小角度校正系統	D08	(1) -6' to +6'(解析度 0.2") (2) -1° to +1°(解析度 1") (3) -1° to +1°(解析度 2")	(1) 0.5" (2) 1.3" (3) 2.0"	76.05.31	電子水平儀	24	19	22	18	16				
24	直角度校正系統	D09	高度 ≤ 600 mm	0.32" (0.93 μm/600 mm)	82.07.10	圓柱型直角量規、直角量規、角尺	44	33	41	22	35				
25	真圓度量測系統	D12	直徑：≤ φ 200 mm；失圓度：0.01 μm to 2 μm	20 nm	76.04.19	真圓度標準件(圓球狀、半球狀、圓柱狀)	22	15	12	11	17				
26	表面粗度量測系統	D13	Ra：0.01 μm to 20 μm	Ra、Rq：[5 ² + (13R) ²] ^{1/2} nm Rmax、Rt、Rz：[20 ² + (13R) ²] ^{1/2} nm R：各項參數，以μm為單位	76.04.28	表面粗度標準片	57	62	55	58	75				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
27	大地長度儀器校正系統	D14	0 m to 432 m	$[0.8^2 + (0.4L)^2]^{1/2}$ mm · L 為以 km 為單位之量測距離(解析度 0.1 mm) $[1.0^2 + (0.4L)^2]^{1/2}$ mm · L 為以 km 為單位之量測距離(解析度 1.0 mm)	84.04.12	全站儀、電子測距儀	10	13	11	6	12				
28	大地角度儀器校正系統	D15	0° to 360°	0.8"	84.04.14	光學經緯儀、電子經緯儀、全站儀	14	14	17	11	19				
29	穩頻雷射校正系統	D16	(1) 波長 633 nm(或頻率 474 THz) (2) 波長 633nm(或頻率 474 THz)	(1) 0.03 fm (2) 0.002 fm	84.08.28	(1) 穩頻氬氬雷射(雷射波長及頻率校正) (2) 碘穩頻氬氬雷射(光梳絕對頻率量測)	22	13	19	21	21				
30	長尺校正系統	D17	(1) 0.001 m to 10 m (2) 0.1 m to 3 m	(1) $[16.9^2 + (2.9L)^2]^{1/2}$ μm	86.04.18	(1) 標準捲尺	18	16	43	37	34				• 近年校正量增加·主要係廠商執行

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
				(2) $[11.2^2 + (2.6L)^2]^{1/2}$ μm L 為以 m 為單位之量測長度		(2) 條碼鋼尺									政府標案數增多·配合內政部法規執行土地丈量之條碼鋼尺須校正。
31	雷射干涉儀校正系統	D18	(1) 位移：0.1 m to 10 m · 溫度：15 °C to 30 °C · 相對濕度：40 % to 60 % · 壓力：85 kPa to 105 kPa (2a) 0 mm to 15 mm(解析度：0.2 μm) (2b) 0 mm to 30 mm(解析度：0.1 μm) (2c) 0 mm to 30 mm(解析度：1.0 μm) (2d) 0 mm to 60 mm(解析度：0.1 μm)	(1) 位移(加入環境感測器時)： $[62^2 + (120L)^2]^{1/2}$ nm L 為以 m 為單位之量測位移數值 溫度(空氣感測器)：0.1 °C · 溫度(物質感測器)：0.1 °C · 相對濕度：1.0 % · 壓力：16 Pa (2a) 0.34 μm (2b) 0.46 μm (2c) 0.73 μm (2d) 0.81 μm	90.10.01	(1) 雷射干涉儀(含環境感測器) (2) 量錶校正器	77	44	60	69	61				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
32	線距校正系統	D19	(1) 50 nm to 25 μ m (2) 280 nm to 10 μ m (3) 50 nm to 1000 nm	(1) 0.14 nm to 2.9 nm (2) 0.008 nm to 6.4 nm (3) 3.6 nm to 20 nm	91.08.01	(1) 線距標準片(使用原子力顯微鏡·AFM) (2) 線距標準片(使用雷射繞射儀) (3) 線寬標準片(使用原子力顯微鏡·AFM)	11	9	6	15	23				
33	衛星定位儀校正系統	D20	50 m to 25 km	(1) 靜態相對定位—超短距離(≤ 50 m) : 5.1 mm · 中距離(≤ 25 km) : 19 mm (2) 動態相對定位—超短距離(≤ 50 m) : 5.1 mm	92.10.08	衛星定位儀	18	6	7	12	13				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
				(3) 單點絕對定位：35 mm											
34	階高校正系統	D21	(1) 光學式：0.01 μm to 100 μm (2) 探針式：0.01 μm to 50 μm	(1) 光學式 ($h \leq 3 \mu\text{m}$) : $[3^2 + (1.2h)^2]^{1/2}$ nm 光學式 ($h > 3 \mu\text{m}$) : $[9.5^2 + (3.6h)^2]^{1/2}$ nm (2) 探針式 : $[5^2 + (3.2h)^2]^{1/2}$ nm h 為以 μm 為單位之階高量測值	94.05.02	階高標準片	144	200	151	151	205				
35	薄膜量測系統	D22	(1) 1.5 nm to 1000 nm (2) 1.5 nm to 200 nm	(1) 0.10 nm (2) 0.02 nm	91.08.01	(1) 二氧化矽薄膜標準片 (2) 薄膜	108	99	98	117	111				• 項(2)自 110 年 10 月暫停收件，111 年 5 月恢復收件。
36	精密型長塊規校正系統	D23	(1) 100 mm to 600 mm (2) 100 mm to 1000 mm	(1) $[84^2 + (735L)^2]^{1/2}$ nm (2) $[67^2 + (365L)^2]^{1/2}$ nm L 為以 m 為單位之塊規標稱長度	95.11.22	長塊規	35	36	32	30	18				• 500 mm 自 111 年 5 月暫停收件，111 年 9 月恢復收件。 • 600 mm 自 111 年 3 月

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明	
																暫停收件， 111年9月 恢復收件。
37	二維影像 標準校正 系統	D25	(1) 二維：10 μm × 10 μm to 1.0 mm × 1.0 mm (2) 一維：1 mm to 400 mm (3) 二維：10 μm × 10 μm to 400 mm × 400 mm	(1) $[(0.36)^2 + (1.66L)^2]^{1/2} \mu\text{m}$ (2) $[(0.36)^2 + (1.66L)^2]^{1/2} \mu\text{m}$ (3) $[(0.77)^2 + (1.66L)^2]^{1/2} \mu\text{m}$ L 為以 m 為單位之量測 長度	99.02.03	影像標準片	26	30	37	27	31					
38	奈米粒徑 量測系統	D26	(1) 20 nm to 1000 nm (2) 100 nm to 500 nm (3) 20 nm to 500 nm	(1) 0.8 nm to 34 nm (2) 3.0 nm (3) 0.54 nm to 13 nm	95.11.24	標準粒子(聚 苯 乙 烯、 PSL) (1) 動態光 散射法 (DLS) (2) 電重力 氣膠平衡 法 (EAB) (3) 微分電 移動度	20	29	28	16	18					

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
						分析法 (DMA)									
39	奈米粒子 功能性量 測系統	D27	(1a) 粒徑：100 nm；濃度： 1 cm ⁻³ to 1000 cm ⁻³ (1b) 粒徑：50 nm to 200 nm； 濃度：1000 cm ⁻³ to 10000 cm ⁻³ (2) -75 mV < Zeta 電位 < 75 mV(粒徑 > 20 nm) (3) 5 m ² /g to 550 m ² /g	(1a) 2.3 % to 3.7 % (相對) (1b) 2.2 % to 2.4 % (相對) (2) 2.7 mV (3) 2.1 %(相對)	100.04.25	標準粒子、 標準粒子計 數器 (1) 奈米粒 子濃度 量測(標 準粒子 計數器 之偵測 效率) (2) Zeta 電 位量測 (聚苯乙 烯標準 粒子) (3) 比表面 積量測 (標準粒 子)	8	5	6	9	13		※		
40	掃描式電 子顯微量 測系統	D28	(1) 標準粒子之粒徑：10 nm to 60 nm	(1) 1.5 nm to 5.4 nm (2) 0.29 nm to 2.9 nm	101.01.17	(1) 標準奈 米粒子	17	13	28	27	20				• 自110年11 月暫停收 件·111年

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
			(2) 線距標準片之線距：70 nm to 1000 nm			(2) 線距標準片									4 月恢復收件。
41	座標量測儀校正系統	D29	1200 mm × 1000 mm × 700 mm	$1.97 \times [(0.21 \mu\text{m})^2 + 6.4 \times 10^{-7} L]^{1/2}$ L：量測長度	106.01.19	座標量測儀	1	1	1	1	1				
42	階規校正系統	D30	10 mm to 1010 mm	$1.97 \times [(0.29 \mu\text{m})^2 + (4.03 \times 10^{-7} L^2)^{1/2}]^{1/2}$ L：量測長度	106.04.26	階規、卡尺校正器	7	5	3	1	7				
43	約瑟夫森電壓量測系統	E01	1 mV to 10 V	50 nV to 98 nV	81.06.30	固態型電壓標準器、數位電壓表	12	11	11	12	11				
44	直流 1~10 V 量測系統	E03	1 V、1.018 V、10 V	0.3 $\mu\text{V}/\text{V}$ (相對)	81.09.01	固態型電壓標準器、直流電壓標準器	16	14	12	13	16				
45	直流電壓量測系統	E04	1 mV to 1000 V	6 $\mu\text{V}/\text{V}$ to 0.7 mV/V(相對)	76.04.25	直流電壓標準器	121	106	113	105	132				
46	直流高壓量測系統	E05	1 kV to 200 kV	0.1 mV/V(相對)	83.12.20	直流高壓分壓器、直流高壓電表、直流高壓源	64	66	56	58	67				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
47	交流電壓量測系統	E06	1 mV to 1000 V · 20 Hz to 1 MHz	4 μ V/V to 0.5 mV/V (相對)	76.04.20	熱效電壓轉換器、熱效轉換標準器	115	106	111	95	122				
48	比壓器量測系統	E07	(1) 1 kV to 100 kV / 10 V to 240 V(一次側 / 二次側) · 60 Hz (2) 1 kV to 100 kV / 60 Hz	(1) 82 μ V/V(相對) ; 60 μ rad (2) 82 μ V/V(相對)	76.06.25	(1) 比壓器 (2) 交流高壓分壓器、交流高壓電表、交流高壓源	54	51	61	56	64		◆		
49	直流微電流量測系統	E08	10 pA to 1 μ A	0.21 mA/A to 0.9 mA/A(相對)	84.04.10	直流電流分流器、直流電流源、直流電流表	22	14	18	16	18				
50	直流中電流量測系統	E09	10 μ A to 100 A	20 μ A/A to 70 μ A/A (相對)	76.03.23	直流電流分流器、直流電流源、直流電流表	144	124	130	119	148				
51	直流大電流量測系統	E10	300 A to 1000 A	0.41 mA/A(相對)	76.03.23	直流電流分流器、直流電流源、直流電流表	20	18	17	17	27				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
52	交流電流量測系統	E11	10 μ A to 100 A / 20 Hz to 100 kHz	11 μ A/A to 0.25 mA/A (相對)	76.04.20	交流電流分流器、熱效電流轉換器、交流電流源、交流電流表	97	108	98	89	108				
53	比流器量測系統	E12	(1) 5 A to 5000 A / 1 A 或 5 A (一次側 / 二次側) / 60 Hz (2) 5 A to 5000 A	(1) 0.0070 %, 0.024 mrad (2) 0.29 mV/V(相對)	76.04.24	(1) 比流器 (2) 交流電流分流器、交流電流轉換器	99	81	75	56	78				
54	直流電阻量測系統	E13	0.1 m Ω 、0.001 Ω 、0.01 Ω 、0.1 Ω 、1 Ω 、10 Ω 、100 Ω 、1 k Ω 、10 k Ω 、100 k Ω	0.15 $\mu\Omega/\Omega$ to 35 $\mu\Omega/\Omega$ (相對)	76.04.30	(1) 標準電阻器 (2) 多功能電表 / 校正器、十進電阻器	78	87	144	128	143				
55	直流高電阻量測系統	E14	1 M Ω 、10 M Ω 、100 M Ω 、1 G Ω 、10 G Ω 、100 G Ω 、1 T Ω	9 $\mu\Omega/\Omega$ to 73 $\mu\Omega/\Omega$ (相對)	76.04.30	(1) 標準(高)電阻器 (2) 多功能電表 /	31	37	35	47	32				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
						校正器、高阻計/表、十進高電阻器									
56	標準電容量測系統	E15	1 pF to 1000 pF(1 kHz to 1 MHz) · 1 pF to 1 μF(1 kHz)	0.7 μF/F to 0.61 mF/F(相對)	79.04.09	標準電容器、精密電容表、RLC表	59	69	68	56	51				• 自 111 年 3 月 暫停 收件 · 111 年 7 月 恢復 收件。
57	標準電感量測系統	E16	100 μH to 10 H	0.22 mH/H(相對)	76.03.03	標準電感器、RLC 表	55	61	54	70	37				• 上半年受 E15 暫停影響 · 部分廠商 RLC 表暫緩送校。
58	交流電力量測系統	E18	(1a) 單相有效電功率： 電壓：110 V、120 V、220 V、240 V、480 V 電流：10 mA、100 mA、1 A、5 A、10 A、50 A、80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：1、0.5 Lead、	(1a) 70 μW/W to 0.41 mW/W (1b) 70 μvar/var to 0.41 mvar/var (1c) (0.31 to 0.63) mV/V (1d) (0.24 to 0.48) mA/A	76.04.22	(1) 單相交流電功率源、單相交流電功率表、單相交	66	44	53	29	49				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
			0.5 Lag (1b) 單相無效電功率： 電壓：110 V、120 V、 220 V、240 V、480 V 電流：10 mA、100 mA、 1 A、5 A、10 A、50 A、 80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：0 Lead、0 Lag、 0.866 Lead、0.866 Lag (1c) 電壓諧波： 基波電壓：110 V、220 V (諧波/基波)比：2%、10% 基頻：50 Hz、60 Hz 諧波次：2、3、5、10、 20、 30、40、50、64 (1d) 電流諧波： 基波電流：1 A、2 A、5 A、 10 A (諧波/基波)比：2%、10% 基頻：50 Hz、60 Hz 諧波次：2、3、5、10、 20、	(2a) (0.10 to 0.47) mWh/Wh (2b) (0.10 to 0.47) mvarh/varh (3a) (0.10 to 0.47) mWh/Wh (3b) (0.10 to 0.47) mvarh/varh (4a) 70 μW/W to 0.41 mW/W (4b) 70 μvar/var to 0.41 mvar/var		流瓦特 轉換器 (2) 單相交 流電能 表、單 相交流 瓦時轉 換器 (3) 三相交 流電能 表 (4) 三相交 流電功 率源、 三相交 流電功 率表									

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明	
			30、40、50、64 (2a) 單相有效電能： 電壓：110 V、120 V、 220 V、240 V、480 V 電流：10 mA、100 mA、 1 A、5 A、10 A、50 A、 80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：1、0.5 Lead、 0.5 Lag (2b) 單相無效電能： 電壓：110 V、120 V、 220 V、240 V、480 V 電流：10 mA、100 mA、 1 A、5 A、10 A、50 A、 80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：0 Lead、0 Lag、 0.866 Lead、0.866 Lag (3a) 三相有效電能： 電壓：110 V、220 V、 480 V 電流：10 mA、100 mA、 1 A、5 A、10 A、50 A、													

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明	
			80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：1、0.5 Lead、0.5 Lag (3b) 三相無效電能： 電壓：110 V、220 V、480 V 電流：10 mA、100 mA、1 A、5 A、10 A、50 A、80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：0 Lead、0 Lag、0.866 Lead、0.866 Lag (4a) 三相有效電功率： 電壓：110 V、220 V、480 V 電流：10 mA、100 mA、1 A、5 A、10 A、50 A、80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：1、0.5 Lead、0.5 Lag (4b) 三相無效電功率： 電壓：110 V、220 V、													

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
			480 V 電流：10 mA、100 mA、 1 A、5 A、10 A、50 A、 80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：0 Lead、0 Lag、 0.866 Lead、0.866 Lag												
59	相位角量測系統	E21	5 V, 60 Hz, 90° 5 V, 10 kHz, 180° 5 V, 60 Hz, 180° 5 V, 50 kHz, 90° 5 V, 400 Hz, 90° 5 V, 50 kHz, 180° 5 V, 400 Hz, 180° 50 V, 60 Hz, 180° 5 V, 1 kHz, 90° 50 V, 400 Hz, 180° 5 V, 1 kHz, 180° 100 V, 60 Hz, 180° 5 V, 10 kHz, 90° 100 V, 400 Hz, 180°	0.02°	76.04.23	相位表、相位信號產生器	5	5	6	6	5				
60	單相交流電功率原	E23	單相有效電功率： 電壓量測範圍：110 V to	單相有效電功率： 80 μW/VA	84.06.30	單相交流瓦特轉換器、	1	1	1	1	1				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
	級量測系統		480 V 電流量測範圍：10 mA to 80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：1、0.5 Lead / Lag 單相無效電功率： 電壓量測範圍：110 V to 480 V 電流量測範圍：10 mA to 80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：0 Lead / Lag、0.866 Lead / Lag 電壓諧波： 量測範圍：110 V、220 V 頻率：50 Hz、60 Hz 諧波次：2 nd to 64 th 電流諧波： 量測範圍：1 A、2 A、5 A、10 A 頻率：50 Hz、60 Hz	單相無效電功率： 80 μ var/VA 電壓諧波：0.22 mV/V 電流諧波：0.20 mA/A		單相交流瓦時轉換器、單相交流電功率表									

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
			諧波次：2 nd to 64 th												
61	量化霍爾電阻量測系統	E24	1 kΩ	0.06 μΩ/Ω(相對)	84.06.30	標準電阻器	2	2	1	1	1				
62	片電阻校正系統	E27	0.15 Ω to 4000 Ω	0.46 %(相對)	91.08.01	矽片電阻標準晶片	26	56	32	34	44				
63	電容標準追溯電阻標準校正系統	E29	1 pF, 10 pF · 100 pF · 1000 pF (1000 Hz · 1592 Hz)	(0.20 to 0.58) μF/F(相對)	94.05.02	標準電容	3	11	13	11	12				• 原級系統，提供內部追溯。
64	大水流量校正系統	F01	(30 to 8000) L/min	0.04 %(計量) 0.05 %(計率)	84.12.05	渦輪式流量計、正位式流量計、時間差法超音波式流量計、電磁式流量計、質量式流量計、渦流式流量計、差壓式流量計、可變面積式流量計、蹼輪式	39	31	35	45	38	◎			

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證◎	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
						流量計、葉輪式流量計									
65	小水流量校正系統	F02	(2 to 700) L/min	(2 to 10) L/min : 0.06 % (計量) 0.06 % (計率) (10 to 700) L/min : 0.03 % (計量) 0.04 % (計率)	85.03.01	渦輪式流量計、正位式流量計、時間差法超音波式流量計、渦流式流量計、電磁式流量計、質量式流量計、可變面積式流量計、蹼輪式流量計、葉輪式流量計	67	52	65	54	59	◎		▲	
66	低黏度油流量校正系統	F03	(60 to 6000) L/min · (2.6 to 4.8) cSt / (45 to 15) °C	0.05 %	84.12.14	正位式流量計、渦輪式流量計	29	34	23	30	30	◎		▲	
67	高黏度油流量校正系統	F04	(60 to 6000) L/min · (37 to 150) cSt / (45 to 15) °C	0.05 %	84.12.05	正位式流量計、渦輪式流量計	7	5	5	5	0	◎			• 自110年11月暫停收件，預計

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證 [◎]	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
															113年1月恢復收件。
68	高壓氣體流量系統	F05	(15 to 18000) m ³ /h	0.17 %	76.05.31	渦輪式流量計、正位式流量計、超音波流量計、質量式流量計、孔口板流量計、差壓式流量計、文氏管流量計、噴流嘴流量計、速度式流量計、層流式流量計、渦流式流量計、特殊設計氣體流量計	37	49	29	43	54	◎	◆		
69	低壓氣體流量校正系統 (管	F06	(1) (0.002 to 40) L/min (2) (0.002 to 40) L/min	(1) 0.08 % to 0.11 % (2) 質量流率 0.12 %、 體積流率 0.13 %	76.04.30	(1) 管式校正器：音速噴嘴、熱	102	98	102	82	109	◎			

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
	式校正器)					質式流量計、差壓式流量計、層流式流量計、活塞管式流量計、可變面積式流量計 (2) 標準流量計法：熱質式流量計、差壓式流量計、音速噴嘴、層流式流量計、皂泡式流量計、可變面積式流量計、活塞管式流量計、正									

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證◎	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
						位式流量計									
70	低壓氣體流量校正系統(小鐘形校正器)	F07	(4 to 100) L/min	0.16 %	84.06.30	音速噴嘴、熱質式流量計、差壓式流量計、層流式流量計、活塞管式流量計、可變面積式流量計、正位式流量計	34	6	0	0	0	◎			<ul style="list-style-type: none"> 已於 109 年 8 月 12 日標準局函文同意併入 F08，俟度量衡規費收費標準修正公佈後，F07 代碼註銷。
71	低壓氣體流量校正系統(大鐘形校正器)	F08	(10 to 1000) L/min	0.09 %	76.04.30	音速噴嘴、熱質式流量計、差壓式流量計、層流式流量計、活塞管式流量計、可變面積式流量計、正位式流量計	39	19	39	68	44	◎			

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證◎	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
72	風速校正系統	F10	0.2 m/s to 60 m/s	0.52 %	94.05.02	熱線式風速計、超音波式風速計、輪葉式風速計、差壓式風速計	49	40	50	67	64	◎			
73	微流量量測系統	F11	0.1 µL/min to 10 mL/min	0.2 % to 2.0 %	95.01.16	微量液體流量計、液體計量幫浦(如注射式幫浦)	7	8	11	9	14	◎			
74	低壓氣體流量校正系統(壓力容積溫度時間校正器)	F12	(1) 10 cm ³ /min to 300 L/min (2) 10 cm ³ /min to 300 L/min	(1) 體積流率：0.12 % to 0.13 % 質量流率：0.11 % to 0.13 % (2) 0.10 %	102.12.06	(1) 標準流量計法：音速噴嘴、熱質式流量計、層流式流量計、差壓式流量計、可變面積式流	32	67	46	67	47	◎			

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證◎	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
						量計、正位式流量計 (2) PVTt法：音速噴嘴、層流式流量計、差壓式流量計									
75	雙壓力濕度產生器量測系統	H01	濕度：10 % to 98 % 溫度：0 °C to 69.5 °C 露點溫度：-27 °C to 68 °C	濕度：0.08 % to 0.41 % 溫度：0.064 °C to 0.12 °C 露點溫度：0.068 °C to 0.089 °C	77.12.02	溫濕度計、露點計	107	88	67	68	67	◎			
76	真空比較校正系統	L01	0.1 Pa to 100 kPa	1.8 % (相對)	80.04.30	電容式真空計、中低真空度真空計	11	23	14	17	21	◎			• 自111年11月暫停收件，預計112年3月恢復收件。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證◎	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
77	動態膨脹法真空量測系統	L02	(1) 5×10^{-6} Pa to 0.008 Pa (2) 6×10^{-4} Pa to 1 Pa	(1) 6.9 % to 7.4 % (相對) (2) 2.9 % (相對)	83.03.15	(1) 離子真空計 (2) 旋轉轉子黏滯式真空計	0	6	8	12	9	◎			<ul style="list-style-type: none"> 107年系統故障暫停收件，故無校正量。 自111年3月暫停收件，111年9月恢復收件。
78	小質量量測系統	M01	1 mg to 1 kg	0.0007 mg to 0.069 mg	74.04.23	法碼	62	58	43	45	40	◎			
79	公斤質量量測系統	M02	1 kg	0.032 mg	76.04.23	法碼	4	5	9	8	9	◎			<ul style="list-style-type: none"> 原級系統，提供 M01 及 M03 系統之標準件追溯。
80	大質量量測系統	M03	(1) 2 kg、5 kg、10 kg、20 kg (2) 1000 kg	(1) 0.88 mg、1.7 mg、3.3 mg、8.4 mg (2) 3.3 g	84.01.27	法碼	26	54	47	43	19	◎			<ul style="list-style-type: none"> 2 kg、5 kg、10 kg 自110年11月暫停收件，預計112年1月恢復收件。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證◎	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
81	靜法碼量測系統(一)	N01	50 kgf to 5000 kgf(500 N to 50 kN)	2×10^{-5} (相對)	84.05.23	檢力環、力量傳感器、荷重元、環式動力計、測力計	79	81	51	77	61	◎			
82	靜法碼量測系統(二)	N02	5 kgf to 500 kgf(50 N to 5 kN)	2×10^{-5} (相對)	76.04.24	檢力環、力量傳感器、荷重元、環式動力計、測力計	55	62	37	56	52	◎			
83	力量比較校正系統(一)	N03	10000 kgf to 200000 kgf(100 kN to 2000 kN)[壓縮]	5×10^{-4} (相對)	78.06.01	力量傳感器、荷重元、環式動力計、測力計	28	26	4	0	3	◎	※		<ul style="list-style-type: none"> 近年部分廠商轉送校至二級實驗室。 500 kN to 2000 kN自110年3月底暫停收件·111年7月恢復收件。
84	力量比較校正系統(二)	N04	5000 kgf to 50000 kgf(50 kN to 500 kN)[壓縮]·1000	2×10^{-4} to 3×10^{-4} (相對)	76.04.28	檢力環、力量傳感器、荷重元、環	83	104	63	74	69	◎			

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證◎	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
			kgf to 20000 kgf(10 kN to 200 kN)[拉伸]			式動力計、測力計									
85	力量比較校正系統(三)	N05	500 kgf to 5000 kgf(5 kN to 50 kN)	2×10^{-4} (相對)	76.05.01	檢力環、力量傳感器、荷重元、環式動力計、測力計	5	1	1	1	1	◎			• 校正件為英制時或特殊拉力計才會使用此系統校正。
86	洛氏及表面洛氏硬度標準系統	N06	HRA · HRB · HRC	0.30 HRA · 0.40 HRB · 0.30 HRC	86.06.30	洛氏硬度標準塊	20	46	24	24	38	◎			
87	維克氏硬度標準系統	N07	100 HV to 900 HV ; HV2 to HV30	3.0 %(相對)	91.09.01	維克氏硬度標準塊	15	12	18	17	19	◎			
88	顯微維克氏硬度標準系統	N08	100 HV to 900 HV ; HV0.05 to HV1	4.5 % to 6.1 %(相對)	92.10.08	顯微維克氏硬度標準塊	26	30	25	24	31	◎			
89	500 N 靜法碼機系統	N09	10 N to 500 N [壓縮或拉伸]	2×10^{-5} (相對)	94.05.02	力量傳感器、荷重元、環式動力計、測力計	12	13	2	4	5	◎			

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證 [◎]	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
90	奈米壓痕量測系統	N10	位移：50 nm to 300 mm ; 力量：0.5 mN to 10 mN	壓痕硬度：2.7 %(相對) · 減縮模數：3.1 %(相對)	94.11.03	塊材、薄膜	20	7	5	8	5	◎			
91	力量比較校正系統(四)	N11	(1) 0.1 mm ≤ 測長 ≤ 50 mm ; 10 mN ≤ 力量 ≤ 200 mN (2) 10 mN to 10 N	(1) 楊氏模數：3.1 %(相對) (2) 10×10^{-3} to 0.24×10^{-3} (相對)	97.03.07	(1) 線材料 (楊氏模數量測) (2) 力量傳感器	2	6	3	4	3	◎			
92	扭矩校正系統	N12	10 N·m to 5 kN·m	1×10^{-4} (相對)	106.04.27	扭矩傳感器	3	4	2	5	2				
93	全光通量量測系統	O02	(1) 1 lm to 20000 lm (2) 10 GU to 100 GU (3) 0.01 cd to 10 cd (4) 0.04 lm to 800 lm (5) (0,0) to (0.9, 0.9)	(1) 1.0 %(相對) (2) 0.7 GU(20° · 高光澤) · 0.6 GU(60° · 高光澤) · 0.5 GU(85° · 高光澤) · 1.2 GU(20° · 中光澤) · 0.9 GU(60° · 中光澤) · 1.9 GU(85° · 中光澤) (3) 1.8 %(相對) (4) (3.4 to 3.5) %(相對) (5) x: 0.0063, y: 0.0077	82.06.10	(1) 全光通量標準 (2) 光澤度標準板、光澤度計 (3) 發光二極體(LED) 平均光強度標準燈 (4) 發光二極體	73	52	51	63	42				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
						(LED) 全光通量標準燈 (5) 發光二極體 (LED) 色度標準燈									
94	分光輻射量測系統	O03	(1) 波長 250 nm to 2500 nm · 分光輻射照度 0.01 mW/(m ² ·nm) to 240 mW/m ² ·nm (2) 300 nm to 1100 nm (3) 380 nm to 780 nm (4) 5 cd/m ² to 50000 cd/m ² (5) 亮度 5 cd/m ² to 50000 cd/m ² · 近標準 A 光源色度(x, y) : (0, 0) to (0.9, 0.9) · (u, v) : (0, 0) to (0.62, 0.39) · 色溫 : 2500 K to 3200 K (6) (7) 亮度 5 cd/m ² to 50000 cd/m ² · 近標準 A 光源色度(x, y) : (0, 0) to	(1) 1.2 % to 4.7 %(相對) · 依波段不同 (2) 相對分光響應 0.58 % to 2.0 %(相對) · 依波段不同 ; 分光響應 0.44 % to 1.9 %(相對) · 依波段不同 (3) 相對分光響應 0.0003 to 0.0068 · 依波段不同 (4) 亮度 1.6 %(相對) (5) 亮度 1.6 %(相對) ; 色度(x, y) : (0.0011, 0.0009) · (u, v) :	79.08.14	(1) 分光照度標準燈 (2) 矽光偵測器 (3) 視效函數光偵測器 (4) 亮度計 (5) 亮度色度計 (6) 分光輻射儀 (7) 分光輻射亮度標準燈	126	132	130	125	115				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
			(0.9, 0.9) · (u, v) : (0, 0) to (0.62, 0.39) · 色溫 2500 K to 3200 K · 光譜 380 nm to 780 nm (8) 800 nm to 1650 nm	(0.0004, 0.0004) ; 色溫 8 K (6) (7)亮度 1.4 % to 1.6 % (相對) · 依項目不同 ; 色度 (x, y) : (0.0011, 0.0009) · (u, v) : (0.0004, 0.0004) ; 色溫 8 K ; 光譜 1.4 % to 3.8 % (相對) · 依波段不同 (8) 分光響應 1.2 % to 3.2 % (相對) · 依波段不同		(8) 鍺光偵測器									
95	色度量測系統	O05	(1) 標準色板 分光輻射亮度因子大於 0.01 · 波長 380 nm to 780 nm · 輻射亮度因子大於 1 · 分光反射因子 0.01 to 1 · 反射因子 1 to 100 · 色度(x, y) : (0, 0) to (1, 1) · CIELAB L*大於 1 · CIELAB (a*, b*) : (-500, -200) to (500, 200) 濾片	(1) 白板 分光輻射亮度因子 0.0069 ; 輻射亮度因子 0.34 ; 分光反射因子 0.0030 to 0.0032 · 依幾何條件不同 ; 反射因子 0.16 ; 色度(x, y) : (0.0002, 0.0002) to (0.0003, 0.0004) · 依幾何條件不同 ; CIELAB	83.01.10	(1) 標準色板、濾片 (2) 反射片	116	122	80	78	80				• 近年部分廠商轉送校至二級實驗室。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
			分光穿透率(1 to 100) % · 波長 200 nm to 800 nm · 穿透率(1 to 100) % (2) 反射率(1 to 100) % · 波長 250 nm to 2500 nm	L* 0.14 to 0.15 · 依幾何條件不同 ; CIELAB (a*, b*) : (0.10, 0.08) to (0.20, 0.19) · 依幾何條件不同 色板 輻射亮度因子 0.18 to 0.20 · 依顏色不同 ; 反射因子 0.17 to 0.18 · 依顏色不同 ; 色度 (x, y) : (0.0004, 0.0004) to (0.0028, 0.0024) · 依幾何條件與顏色不同 ; CIELAB L* 0.17 to 0.30 · 依幾何條件與顏色不同 ; CIELAB (a*, b*) : (0.38, 0.36) to (0.97, 0.97) · 依幾何條件與顏色不同 濾片 分光穿透率 0.06 % to 0.21 % · 依範圍不同 ; 穿透率 0.05 % to 0.20 % · 依範圍不同 (2) 反射率 0.14 %											

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
96	絕對輻射量測系統	O06	(1) 70 cd to 10000 cd(燭光絕對標準) · 25 cd to 90000 cd (2) 25 lx to 1500 lx (3) 照度 25 lx to 1500 lx · 色度(x, y) : (0, 0) to (0.9, 0.9) · (u, v) : (0, 0) to (0.9, 0.9) · 色溫 2500 K to 3200 K (4) 輻射功率 6 μW to 100 mW · 波長 300 nm to 9000 nm · 照度絕對響應 70 lx to 10000 lx (5) 光功率 50 μW to 150 mW · 輻射照度 50 μW/cm ² to 150 mW/cm ² · 波長 250 nm to 3000 nm	(1) 0.72 % (相對)(燭光絕對標準) ; 0.77 % to 1.2 % (相對) · 依光強度範圍不同 (2) 0.81 % to 1.1 % (相對) · 依照度範圍不同 (3) 照度 0.81 % to 1.1 % (相對) · 依照度範圍不同 ; 色度 (x, y) : (0.0012, 0.0007) · (u, v) : (0.0008, 0.0003) ; 色溫 29 K (4) 輻射功率響應 0.30 % to 0.54 % (相對) · 依波段不同 ; 輻射功率 0.28 % to 0.52 % (相對) · 依波段不同 ; 照度絕對響應 0.68 % (相對) (5) 光功率 4.1 % (相對) ; 輻射照度 2.9 % to 6.2 % (相對) · 依波段不同	82.10.31	(1) 光強度標準燈 (2) 照度計 (3) 照度色度計 (4) 光偵測器 (5) 雷射光源	77	70	67	73	58				

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證 [◎]	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
97	低溫絕對輻射量測系統	O07	(1) 280 nm to 1100 nm (2) 800 nm to 1700 nm	(1) 0.38 % to 3.1 % (相對)依波段不同 (2) 0.36 % to 2.1 % (相對)依波段不同	94.08.02	(1) 矽光偵測器 (2) 鍺光偵測器	1	3	3	3	5				• 原級系統，提供 O03 系統之標準件追溯。
98	霧度量測系統	O08	0 % to 40 %	0.04 % to 0.64 % · 依規範與霧度範圍不同	96.06.28	穿透霧度標準片	27	32	33	34	39				
99	光散射量測系統	O09	分光輻射亮度因子大於 0.1 · 波長 (380 to 800) nm · 入射角 -60° to 60° · 輻射亮度因子大於 10 · 色度(x, y) : (0, 0) to (1, 1)	分光輻射亮度因子 0.0056 to 0.0059 · 依入射角度不同；輻射亮度因子 0.16；色度(x, y) : (0.0003, 0.0004)	98.01.16	標準白板	1	1	1	1	1				
100	分光輻射通量標準校正系統	O10	波長 350 nm to 830 nm · 分光輻射通量範圍 0.5 mW/nm to 150 mW/nm · 色溫 2800 K to 3400 K · 色度(x, y), (u, v)	分光輻射通量 1.5 % to 2.7 % (相對) · 依波段不同；全光通量 1.1 % (相對)；色溫 15 K；色度(x, y) : (0.0008, 0.0006) · (u, v) : (0.0006, 0.0003)	101.11.02	分光輻射通量標準燈	14	13	15	12	14				
101	汞柱壓力量測系統	P01	1 kPa to 700 kPa	0.032 kPa	83.06.24	水銀式大氣壓力計、汞柱壓力計、數字型壓力計	62	28	34	23	24	◎			

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證◎	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
102	油壓量測系統	P03	2.8 MPa to 280 MPa	3.3×10^{-5} to 7.4×10^{-5} (相對)	77.06.29	油壓式活塞壓力計、油壓壓力錶、數字型壓力計	30	15	19	14	13	◎			
103	氣壓量測系統	P04	(1) 17 kPa to 7000 kPa (2) 1 kPa to 6895 kPa (3) 17 kPa to 7000 kPa	(1) 2.6×10^{-5} to 4.2×10^{-5} (相對) (2) 4.3 kPa (3) 2.6×10^{-5} to 4.2×10^{-5} (相對)	76.04.29	(1) 氣體式活塞壓力計 (2) 氣壓壓力錶 (3) 數字型壓力計	114	96	117	99	101	◎			
104	雷射干涉式微壓原級標準	P06	1 Pa to 10 kPa	0.25 Pa	95.11.22	活塞壓力計、真空計、差壓計、數字型壓力計	18	22	12	21	23	◎			
105	輻射溫度計量測系統	T01	(1) 300 °C to 3000 °C (2) -40 °C to 300 °C (3) 156.5975 °C to 2474 °C	(1) 0.4 °C to 4.8 °C (2) 0.02 °C to 0.24 °C (3) 0.10 °C to 0.56 °C	79.06.28	(1) 輻射溫度計(比較校正) (2) 常 / 低溫紅外線輻射溫	10	17	15	13	19	◎			

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證 [◎]	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
						度計(比較校正) (3) 輻射溫度計、線性高溫計(定點校正)									
106	熱電偶溫度計量測系統	T03	0 °C to 1500 °C	(1) 0.12 °C to 0.73 °C (2) 0.13 °C to 0.68 °C	76.05.01	(1) B. R. S.型熱電偶(定點校正) (2) Pt/Pd型熱電偶(定點校正)	10	8	5	6	6	◎			
107	電阻溫度計量測系統	T04	-70 °C to 300 °C	0.007 °C to 0.018 °C	84.04.07	電阻式溫度感測器、數位式溫度計、熱敏電阻	109	137	92	118	127	◎			
108	白金電阻溫度計定點量測系統	T05	(1) -190 °C to 962 °C (2) 213.15 K to 373.15 K	(1) 0.09 mK to 4.6 mK (2) 0.40 mK	76.04.29	(1) 標準白金電阻溫度計	13	11	6	9	9	◎			

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
						(2) 長桿型標準白金電阻溫度計、囊型標準白金電阻溫度計									
109	微波功率量測系統	U01	(1) 頻率：10 MHz to 18 GHz · 功率：1 μW, 1 mW (2a) 頻率：50 MHz · 功率：1 mW (2b) 功率：(-25 to 20) dBm	(1) 1.2 % to 3.0 %(相對) (2a) 0.51 %(相對) (2b) 0.28 %(相對)	78.07.31	(1) 各式之微波功率感測器(校正因子量測) (2) 各式之微波功率計	25	36	19	34	19				
110	微波散射參數及阻抗量測系統	U02	反射係數 0 to 1 / 0 to 180° (phase) 透射係數(-60 to 0) dB / 0 to 180°(phase)	(1) 反 射 (0.0054 to 0.0058)(linear) / 1.1°(phase) 透 射 (0.025 to 0.059) dB / 0.4° to 1.6°(phase)	80.11.05	空氣傳輸線、開路器、短路器、滑動式短路器、終端器、滑動	23	44	65	67	65		※		

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
			(1) 頻率：10 MHz to 18 GHz (@Type N) (2) 頻率：10 MHz to 26.5 GHz (@3.5 mm) (3) 頻率：45 MHz to 40 GHz (@2.92 mm)	(2) 反射 (0.0048 to 0.0084)(linear) / 2.3° to 2.4°(phase) 透射(0.068 to 0.28) dB / 0.5° to 1.8°(phase) (3) 反射 (0.009 to 0.018)(linear) / 1.6° to 2.9°(phase) 透射(0.047 to 0.13) dB / 0.8° to 5.2°(phase)		式終端器、不匹配器、同軸傳輸線、衰減器(散射參數量測)									
111	電磁場強度量測系統	U06	頻率：100 kHz to 8 GHz 最大電場強度：200 V/m	0.70 dB(100 kHz to 500 MHz) 0.84 dB(0.5 GHz to 1 GHz) 0.95 dB(1.1 GHz to 8 GHz)	84.08.30	電磁場強度計、微波洩漏測試器	58	86	76	86	70				<ul style="list-style-type: none"> 因應 110 年底新增 1 家 TAF 認可之微波場強度校正實驗室，部分廠商轉送校至二級實驗室。
112	雷射干涉振動校正系統	V01	(1) 50 Hz to 700 Hz(條紋計數法) 50 Hz to 10 kHz(正弦逼近法) (2) 10 Hz to 10 kHz	(1) 條紋計數法：0.44 % to 0.49 %(相對) 正弦逼近法：0.76 % to 1.8 %(相對)	83.06.15	(1) 標準加速規 (2) 電荷放大器	6	8	2	12	3				<ul style="list-style-type: none"> 原級系統，提供 V02 系統之標準件追溯。

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證®	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
				(2) 0.10 % to 1.2 %(相對)											
113	振動比較校正系統	V02	(1) 50 Hz to 7 kHz (2) 加速度：50 Hz to 5 kHz； 速度：50 Hz to 2 kHz； 位移：50 Hz to 200 Hz	(1) 1.4 % to 3.4 %(相對) (2) 1.3 % to 2.6 %(相對)	76.04.30	(1) 壓阻式或壓電式加速規 (2) 振動計	39	46	47	50	63				
114	衝擊振動比較校正系統	V03	200 m/s ² to 10000 m/s ² 之電壓靈敏度	1.9 %(相對)	81.01.09	壓阻式或壓電式加速規	6	9	2	5	7				
115	低頻振動校正系統	V04	(1) 0.1 Hz to 160 Hz(絕對式) (2) 0.5 Hz to 160 Hz(比較式) (3) 3.15 Hz to 50 Hz	(1) 1.3 % to 1.7 %(相對) (2) 1.5 %(相對) (3) 1.3 % to 2.3 %(相對)	85.06.30	(1) 低頻標準加速規(絕對式) (2) 低頻加速規(比較式) (3) 低頻振動計	62	37	31	42	23				• 近年部分廠商轉送校至二級實驗室。
116	衝擊振動原級校正系統	V06	200 m/s ² to 10000 m/s ² 之電壓靈敏度	0.8 %(相對)	99.02.26	衝擊加速規	1	2	1	0	1				• 原級系統，提供 V03 系統之標準件追溯(校正週期為 3 年)與

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	107年度	108年度	109年度	110年度	111年度	第三者認證◎	精進評估※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
															V06 系統之查核件校正。 • 自 111 年 9 月 暫停收件，111 年 10 月恢復收件。
						總計	4951	4829	4450	4690	4837				

統計資料自 110.12.21 至 111.12.20

註：年度合計以系統使用次數計算

◎：本年度進行第三者認證再評鑑或監督評鑑

※：本年度進行系統精進與評估

◆：本年度進行系統設備汰換

▲：本年度進行國際比對

-：表未建置，無校正件

附件十、111 年國家度量衡標準實驗室標準系統整合評估說明

國家度量衡標準實驗室111年標準系統整合評估說明

項次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
系統代碼	A01	A02	A03	A04	B01	B02	B03	C03	C07	C08	C09
系統名稱	標準麥克風互換校正系統	標準麥克風比較校正系統	聲音校正器校正系統	麥克風自由場靈敏度校正系統	核磁共振磁通密度測量系統	磁通量測量系統	低磁場量測系統	鋼瓶氣體濃度量測系統	氣體量測系統	質量法高壓混合氣體供應驗證系統	低碳能源氣體濃度量測系統
系統類別(原級、次級、其他)	原級	其他	次級	原級	原級	次級	次級	次級	次級	原級	次級
系統建置成本(仟元)											
系統完成日期	83.06.30	81.05.25	81.12.07	103.08.11	81.12.28	82.09.15	82.04.19	83.10.26	84.08.10	83.10.26	102.05.24
可校正之儀器名稱	電容式麥克風	電容式麥克風	噪音計、聲音校正器、活塞式校正器	電容式麥克風	磁力計、高斯計、參考磁鐵	磁通計、探索線圈	磁力計、高斯計、參考磁鐵	鋼瓶氣體濃度之驗證	氣體濃度檢知管、警報器、測漏儀、氣體濃度分析儀	鋼瓶氣體之驗證及供應	合成天然氣濃度、雙成分氣體濃度
107年系統服務次數	15	124	227	3	166	20	157	15	52	30	30
108年系統服務次數	4	123	211	3	186	12	159	19	30	35	15
109年系統服務次數	15	95	194	3	163	14	135	19	43	42	9
110年系統服務次數	7	171	248	5	145	18	177	20	57	13	6
111年系統服務次數	15	168	237	3	152	19	167	38	45	15	24
計畫執行單位建議方案(合併、改良、推廣、停止、移轉及繼續服務等；並請填寫下列相對應分析)	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務	繼續服務
合併分析	合併前系統維持成本(仟元)										
	合併後系統維持成本(仟元)										
	合併需改善之成本(仟元)										
	欲併入本系統服務成本(仟元)										
改良分析	國際發展趨勢										
	需求調查										
	技術可行性評估										
	經費需求										
	預期成果										
停止分析、繼續服務分析、推廣分析	國家度量衡標準實驗室量測標準追溯之完整性										
	國家度量衡標準實驗室之核心技術										
	全國認證基金會認證之二級實驗室數量										
	近五年來之校正量(平均量)	12	137	224	4	163	17	159	23	46	27
	未來業界需求量	13	177	241	4	142	18	171	37	50	12
移轉分析	擴充二級實驗室能量或可提昇其技術										
	維持成本(仟元)										
	校正收費										
	提供服務之實驗室數量及校正需求量										
移轉分析	經符合前開停止評估，再洽詢本局各實驗室接受移轉意願；										
	可用優惠方式，促進廠商接受標準系統技術移轉										
本局建議方案											
備註											

註1：僅建議方案為**停止服務**之系統進行相對應之「停止分析」評估，其餘空白欄位代表尚未進行評估。

註2：系統服務次數欄位標示“-”，代表該年度系統尚未建立，無資料顯示。

註3：未來業界需求量係以迴歸分析進行預測，欄位標示“-”，代表年度系統服務次數資料不足，尚無法進行分析。

