



國家度量衡標準實驗室 109 年度執行報告

# 國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫

(第 4 年度)

全程計畫：自 106 年 1 月至 109 年 12 月止

本年度計畫：自 109 年 1 月至 109 年 12 月止

中華民國 110 年 1 月



## 【期末報告摘要資料】

科資中心編號	PG10905-0021			
計畫中文名稱	國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫(4/4)			
主管機關	經濟部標準檢驗局	計畫編號	109-1403-05-19-01	
執行機構	工業技術研究院量測技術發展中心	審議編號	109-1403-05-19-01	
本期期間	109年01月01日至109年12月31日			
本年度經費	207,881千元			
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	100%	100%	0%
	全程	100%	100%	0%
經費支用		預定支用經費	實際支用經費	支用比率
	當年	207,881千元	207,674千元	99.9%
	全程	982,357千元	981,389千元	99.9%
	註： 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。 2.全程預定進度，四年期全程，每年進度25%，若第四年(109年)1~11月執行進度為當年92.2%，則109年11月之際，其全程進度為25%(第一年)+25%(第二年)+25%(第三年)+25%(第三年)*92%=98.1%。 3.上表全程未含106年9月獲科專計畫分攤款40,000千元，執行「SI新標準計量技術發展」先期工作及未含107年7月獲行政院第二預備金260,655千元執行四項SI新標準建置工作。			
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	
	傅尉恩		Wei-En Fu	
	許俊明		Chun-Ming Hsu	
	楊正財 <sup>*</sup>		Cheng-Tsair Yang	
中文摘要	<p>本計畫肩負維持國家品質價值鏈「計量」源頭(國家度量衡標準實驗室，NML)運轉效能之責，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。配合政府五大創新研發產業政策及「連結國際」、「連結在地」、「連結未來」三大策略，分就「系統能量精進」、「國際影響力擴展」、「產業環境基磐技術建構」及「前瞻技術研究」四大方向維持與強化 NML 技術質量，達到與國際先進實驗室能量一致性之技術實力，並取得國際認同。本期發展重心優先針對「智慧機械」、「綠能科技」及「晶片設計與半導體前瞻科技」等國家政策重點項目，研究發展所需之計量技術，維繫與精進國家計量標準服務能量和研究法定計量標準。與國際先進實驗室同步維持更完整的國家量測標準，</p>			

並以與國際接軌的研發基盤實力，繼續為國家建構永續發展環境盡力。本年度重點工作包括：建立與維持國家量測標準之國際等同、提供國家最高量測標準之一級校正服務、發展半導體先進製程計量標準技術與國家計量人才培訓及計量資訊傳播與推廣等。

#### 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 5 項國際比對參與(主導 2 項)，其中 2 項比對結果已正式發表於 Metrologia 期刊，En 值 $<1$ 。
    - ◇ 292 項校正與量測能量(CMC)獲准登錄於 BIPM 的附錄 C。
    - ◇ 完成溫度/濕度/質量/力量/壓力/真空/流量/化學 8 領域及化學領域參考物質生產機構第三者延展認證，及振動/聲量 2 領域監督評鑑，以能維持國際間相互認可協定之有效性。
- 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 CIPM 長度諮詢委員會(CCL)、光度與光輻射諮詢委員會(CCPR)及聲量/超音波/振動諮詢委員會(CCAUV)觀察員。
    - 擔任 APMP 質量領域技術委員會(TCM)主席及醫學計量工作組共同主席，協助亞太計量組織之運作。
    - 於 APMP 2020 GA 會議獲選擔任執行委員，任期自 2021 年至 2023 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 117 套量測標準系統、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 4450 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 125 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。
    - ◇ 策略性汰換 2 項使用故障/性能退化之設備，改良 1 套系統，使能穩定維持系統的服務品質與準確性。
      - 汰換微波功率量測系統之「網路分析儀」設備及洛氏硬度標準系統之「硬度量測設備」設備。
      - 針對國防、化工、智慧製造、煉油、鋼鐵等產業所需，完成油壓量測系統共 1 項改良，服務範圍(1~280) MPa，不確定度由  $9.2 \times 10^{-5}$  ~

$2.4 \times 10^{-2}$  降低至  $7.0 \times 10^{-5} \sim 1.6 \times 10^{-2}$ 。

(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 場次極紫外(EUV) 光源與奈米量測技術相關計量技術擴散活動辦理。
- ◇ 完成 4 所國小共 18 場次度量衡行動教具「神秘的度量衡-解救封印的王者」教育推廣活動辦理，總計 433 人參與，藉此寓教於樂的體驗活動讓度量衡的基礎概念於國內人才培育向下紮根。
- ◇ 支援北市普通型高中課程與教學發展工作圈物理學科平台計畫，派完成「量測不確定度的理論與應用」及「新質量定義」2 場次課程講授，奠定國內計量標準教育之基礎。
- ◇ 完成辦理 12 場 259 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。
- ◇ 國內外訪客業務交流 24 批 228 人次，推廣介紹國家計量標準。

● 強化國家計量追溯體系，建置符合 SI 單位新定義之計量技術及新質量、新溫度及新物質量標準系統之評估

(1) 新質量標準之評估

- ◇ 完成  $\text{SiO}_2$  標準試片氧沉積量校正曲線建立，二氧化矽標稱厚度共 5 個點 2.6 nm、4.4 nm、6.1 nm、8.1 nm 及 9.8 nm。
- ◇ 完成矽晶球表層各元素(C、Si、O)比例分佈量測，得矽晶球表層 C:Si:O 之平均比例為 25.82 : 20.36 : 53.82。
- ◇ 完成表層質量標準不確定度評估，矽晶球表層氧化物之總質量為 81.6  $\mu\text{g}$ ，不確度為 10.9 %，符合查核目標  $\leq 15\%$ 。
- ◇ 完成小質量、公斤質量量測系統 2 套系統查驗。

(2) 新溫度標準之評估

- ◇ 完成聲學氣體溫度計(213 ~ 373) K 量測系統評估，不確定度為 0.18 mK，符合查核目標  $\leq 0.20$  mK。
- ◇ 完成 Pt-C (1738  $^{\circ}\text{C}$ )及 Re-C (2474  $^{\circ}\text{C}$ )等共晶點量測不確定度評估，不確定度：鉑碳(Pt-C)共晶點 0.28  $^{\circ}\text{C}$ 、銻碳(Re-C)共晶點 0.56  $^{\circ}\text{C}$ ，符合查核目標  $\leq 0.6$   $^{\circ}\text{C}$ (Pt-C)及 1.7  $^{\circ}\text{C}$ (Re-C)。
- ◇ 完成高溫輻射溫度計校正系統評估，溫度範圍：(800 ~ 3000)  $^{\circ}\text{C}$ ，不確定度：(0.24 ~ 3.6)  $^{\circ}\text{C}$ ，符合查核目標(0.3 ~ 5)  $^{\circ}\text{C}$ 。
- ◇ 完成輻射溫度計、熱電偶溫度計及白金電阻溫度計定點量測系統 3 套系統查驗。

(3) 新物質量標準之評估

- ◇ 完成矽同位素比例量測裝置優化，建立高精密度之樣品分析程序。
- ◇ 完成矽莫耳質量量測技術建立與評估，不確定度： $1.6 \times 10^{-9}$ ，符合查核目標  $\leq 6 \times 10^{-8}$ 。

◇ 完成同位素比例量測系統1套系統查驗。

● 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，膜厚與關鍵尺寸分析，解決 2 奈米製程量測準確度問題。

— 完成 Si 基板上之 0.9 nm TiN 超薄膜量測，達成可解析發散張角至  $1^\circ$ ，訊雜比 $\geq 10$ ，且重複性為 2.52%，符合查核目標 $\leq 3\%$ ；完成使用 XRR 量測 5 筆 TiN 超薄膜(0.9 nm,  $50\mu\text{m} \times 50\mu\text{m}$ )，擬合得到平均值為 0.889 nm，符合查核目標 $\leq 0.9\text{ nm}$ 。

— 完成 GISAXS 硬體參數模擬及驗證，以滿足 2 奈米半導體先進製程複雜結構之 20 nm 線距量測。GISAXS 以 20 nm 線距樣品進行模擬之最大 $\theta$ 角為  $10^\circ$ ， $-10^\circ$  為校正樣品  $0^\circ$  位置預留之角度誤差範圍，且樣品與偵測器距離需為 25 mm，使得光源光點比散射點間之間距小，以得到可分析之散射點進行數據分析。

◇ 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。

— 完成建立次微米電噴灑式液珠產生技術：產生霧化氣膠尺寸 $< 500\text{ nm}$ ，以利於測得粒徑 $< 5\text{ nm}$ 的奈米粒子，並降低量測結果的不準確性。

• 使用電噴灑式氣膠產生技術(electrospray aerosol generator, EAG)，搭配優化參數－醋酸銨電解液濃度 20 mmol/L、氣流壓力 1 atm、施加電壓 2 kV 等，產生等效粒徑  $< 5\text{ nm}$ 、數量  $< 10^5\text{ cm}^{-3}$  之背景值；避免背景值造成的影響。

• 以蔗糖溶液推算氣膠尺寸，產生氣膠平均為 $(123.3 \pm 2.9)\text{ nm}$ ，符合查核目標 $< 500\text{ nm}$ 。

— 完成 DMA-CPC 於奈米粒子尺寸量測技術：粒徑偵測極限 5 nm，相對量測不確定度 $< 10\%$ 。

• 生物粒子尺寸與分子量相關且能穩定懸浮於溶液中，因此選用生物粒子作為粒徑 5 nm 以下之驗證標準品，本研究選用分子量 8.6 kDa 的洗素蛋白(ubiquitin)，以 DMA-CPC 測試粒徑值為 $(3.67 \pm 0.01)\text{ nm}$ 。此結果與多篇文獻相符，差異 $< 5\%$ ；評估 ubiquitin 不確定度為 2.5%，符合查核目標 $< 10\%$ 。

◇ 建立半導體產業於先進微影製程所需之「微影製程光學量測技術」，提供曝光劑量量測所需之計量標準，協助廠商明確掌控微影機台製程參數，提高產品良率。

— 完成真空式光譜儀建立，光譜範圍為 10 nm 至 20 nm，光譜解析度達 0.3 nm，符合查核目標。

— 完成 EUV 光偵測器響應標準傳遞系統建置與追溯鏈建立，並進行 EUV 光偵測器響應標準傳遞模式改良。於波長 $(13.5 \pm 0.5)\text{ nm}$ 之範

	<p>圍內，光源光功率可達 15 <math>\mu</math>W，符合查核目標 &gt; 10 <math>\mu</math>W。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 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"> <li>◇ 完成新版膜式氣量計型式認證技術規範草案之條文架構，比照 CNPA31 的架構模式，於起草時以對照表形式呈現，並完成「計量管制與性能測試」相關條文討論(含型式評估、初次檢定與重新檢定)。</li> <li>◇ 於新版膜式氣量計型式認證技術規範草案完成後，依據其技術內容，完成財團法人台灣商品檢測驗證中心(ETC)與國立成功大學航太科技研究中心流量實驗室(FML)兩單位，現有型式認證測試設備能量與能力盤點，並根據盤點缺口規劃後續解決方案。</li> <li>◇ 完成 OIML R46 系列標準蒐集，包含 OIML R46-1/2:2012、OIML R46-3:2013，並與現行 CNS 14607:2017 進行性能試驗項目差異分析及綜整電度表檢測業務單位(台電綜研所及台灣大電力試驗中心)對電度表型式認證的意見及盤點電度表型式認證及檢定、檢查試驗能量。完成電子式電度表型式認證作業流程設計與納檢可行性評估報告。</li> <li>◇ 完成英國、瑞士、荷蘭、立陶宛、德國、澳洲與中國大陸「區間平均速率裝置」相關文獻/規範共 7 份文件的搜集與彙整，並完成「區間平均速率裝置檢定檢查技術規範」草案制定，以及檢定方法開發與道路實測驗證。</li> </ul> </li> </ul>
英文摘要	<p>Yearly Project Outcome:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● To realize and keep the designed framework of global mutual recognition, and to establish the international equivalence of national measurement standards.</li> <li>(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. <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Completed the participation in 5 international comparisons among which 2 international comparisons were piloted by NML and 2 comparison results already published on the journal <i>Metrologia</i> with the degree of equivalence, En value less than 1. Within the framework of CIPM-MRA, it shows on BIPM-KCDB website totally 113 comparisons registered to BIPM-KCDB Appendix B with 80 comparisons completed and another 33 comparisons still in progress.</li> <li>◇ 292 calibration and measurement capabilities (CMC) items have been registered to BIPM-KCDB Appendix C.</li> <li>◇ In order to successfully promote the International Mutual Recognition Arrangement as an honorable and dutiful member, we proactively proceeded with third party accreditation, along with peer assessed</li> </ul> </li> </ul>

- traceability of our measuring systems in 8 metrology areas this year.
- (2) Continuously keeping the interrelationship among the international metrology institutions to maintain and reinforce the international NMI brand impression on our strength in NML.
- ✧ 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).
    - Holding the position of official observers in three consultative committees, Consultative Committee for Length (CCL), Consultative Committee for Acoustics, Ultrasound and Vibration (CCAUV), and Consultative Committee for Photometric and Radiometry (CCPR) by CIPM.
    - Holding the position of chairmanship of Technical Committee for Mass and Medical Metrology Working Group for assisting the operation of APMP.
    - Being voted officially as member of the Executive Committee (EC) in APMP 2020 General Assembly (GA) meeting, term of office from 2021 to 2023.
  - 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 117 sets of measuring systems in 15 metrology areas and associated environmental facilities to ensure regular operations and service quality of NML, providing 4450 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 125 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 1 system improvement/refinements to keep the systems in stable service quality and in precision.
    - Completed 2 system renewing/replacements for the Network Analyzer



of Microwave Power Measurement System and the Hardness Measuring Instrument of Rockwell Hardness Measurement Standard System.

- Completed 1 system improvement/refinements for Hydraulic Pressure Measurement System to meet the needs toward defense industry, chemical industry, smart manufacturing industry, Oil refining industry, steel industry and fair trade, with the service range (2.8 ~ 280) MPa to (1 ~ 280) MPa, and the uncertainty reduced from  $9.2 \times 10^{-5} \sim 2.4 \times 10^{-2}$  to  $7.0 \times 10^{-5} \sim 1.6 \times 10^{-2}$ .

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

- ✧ Completed holding 2 technology disseminating activities on EUV light source and nano measurement technology application.
- ✧ Completed 18 metrological education disseminating activities for 433 participating persons. Through the teaching aid trial experience activities it allows teachers and students to understand the fundamental science concept of metrology and the importance of measurement standards.
- ✧ Supported the physics platform project of the Taipei City general high school curriculum and teaching development workforce, and completed arranging 2 course lectures of "Theory and Application on Measurement Uncertainty" and "Re-definition of New Mass Unit" to lay the foundation for domestic education on metrological standard.
- ✧ Completed holding 12 training courses for 259 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.
- ✧ Completed 24 batches of business exchanges, totally 228 people from domestic and foreign visitors, for promotion and introduction of national measurement standards.

- In response to the re-definition of 4 new SI units, the NML is developing the new technologies of the mass standard, the temperature standard, and the amount of substance standard.

(1) Evaluation of the new mass standards

- ✧ Completed the calibration curve for mass deposition of oxygen based on the  $\text{SiO}_2$  reference samples, with the nominal thicknesses of 2.6 nm, 4.4 nm, 6.1 nm, 8.1 nm and 9.8 nm.

◇ Completed the measurement of the relative atomic fraction of (C, Si, O) on the surface layer of the silicon sphere, with the average ratio of C:Si:O as 25.82: 20.36: 53.82.

◇ Completed the uncertainty evaluation of the surface layer mass, with the total surface layer mass as 81.6 μg and the standard uncertainty as 8.9 μg, which meets the target of uncertainty ≤ 15 %.

(2) Evaluation of the new temperature standards

◇ Completed the uncertainty evaluation of the acoustic gas thermometry measurement system at (213 ~ 373 ) K, with the expanded uncertainty as 0.18 mK, which meets the target of uncertainty ≤ 2 mK.

◇ Completed the measurement uncertainty evaluation of the radiometric high-temperature eutectic point Pt-C at 1738 °C and Re-C at 2474 °C, with the expanded uncertainty as 0.28 °C and 0.56 °C.

◇ Completed the establishment of the fixed points and the measurement uncertainty evaluation of the high temperature thermocouple calibration system at (800 ~ 3000) °C, with the expanded uncertainty as (0.24 ~ 3.6) °C.

◇ Completed the inspection of 3 sets of systems for the fixed-point measurement system of radiation thermometer, thermocouple thermometer and platinum resistance thermometer.

(3) The evaluation of new standard of amount of substance (mole)

◇ Completed the optimization of the Si isotope measurement system, and the establishment of highly precise sample analysis in sequence.

◇ Completed the establishment of the Si molar mass measurement technology with evaluated uncertainty as  $1.6 \times 10^{-9}$ , which meets the target of uncertainty ≤  $6 \times 10^{-8}$ .

◇ Completed the inspection of 1 set of the isotope ratio measurement system.

● Enhancing international competitiveness of the semiconductor industry.

(1) To establish calibration systems for capability reinforcement of metrological traceability chain to meet the emerging metrology needs of the precision manufacturing and semiconductor industry.

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

—Completed the measurement of the 0.9 nm ultra-thin film of TiN on the Si substrate, and the target of resolution achieved with a divergence

angle of  $1^\circ$ , signal-to-noise ratio  $\geq 10$ , and a repeatability error CV value  $\leq 3\%$ . The XRR is used to measure the TiN 0.9 nm,  $50\ \mu\text{m} \times 50\ \mu\text{m}$ , and the average value is obtained by fitting: 0.889 nm which meets the target of ultra-thin film  $\leq 0.9\ \text{nm}$ .

– Completed GISAXS hardware parameter simulation and verification. In order to meet the 20 nm line spacing of the complex structure of the 2 nm semiconductor advanced process, GISAXS needs to measure different angles. The maximum rotation angle simulated by the 278nm line grating sample is  $10^\circ$ , and  $-10^\circ$  is reserved for the zero position of the calibration. When the slit opening angle is  $1^\circ$ , the spot size of the light source can be smaller than the scattering point, and the distance between the sample and the detector must be 25 mm.

✧ Developing the metrology for nanoparticle measurement and analysis for the recognition of contamination in reagent in the semiconductor field.

- The reduction of aerosol size by using electrospray aerosol generator (EAG) with the parameter optimization, which included the electrolytic concentration of 20 mM, air pressure of 1 atm, and applied voltage of 2 kV. The purpose of decreasing aerosol size  $< 500\ \text{nm}$  was to form the aerosols containing single nanoparticle and avoided the particle gathering within large aerosol.

- Estimation of the aerosol size via the method of characterization of residue particle size from sucrose solution. The diameter of aerosol generated in this work was calculated as  $(123.3 \pm 2.9)\ \text{nm}$ .

- Biological nanoparticle (bio-NP) was known with the advantage of consistent size and suspensive stability and was therefore used in this experiment. Ubiquitin with molecular weight of 8.6 kDa was chosen and the measured diameter was  $3.67\ \text{nm} \pm 0.01\ \text{nm}$  by DMA-CPC, where the value was consistent with that reported in literature. The relative measuring uncertainty was evaluated as 2.5 % and achieved the target:  $< 10\ \%$ .

✧ “EUV radiometry measurement technologies” have been developed for EUV lithography used in the semiconductor industry, providing the metrology standards demanded for exposure dose determination. It is intended to assist the industrial companies to well control the lithography parameters and to increase the product yield.

– EUV spectral responsivity calibration facility using synchrotron radiation light source and the traceability chain have been built. Calibration procedures have been studied. Using a calibrated EUV detector, the optical power of the light source can be measured. The

measured optical power of the light source is 15  $\mu$ W in the wavelength range of  $(13.5 \pm 0.5)$  nm.

- 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 new version of the draft technical specifications for diaphragm gas meter type approval. Based on the format of CNPA 31, the draft initially presents it in the form of a comparison table, and then complete the relevant provisions of " Metrological controls and performance tests" (which including type evaluation, initial verification and re-verification).

In accordance with the draft content of the new version of the technical specifications for type certification of membrane gas meters, to take inventory of the ETC and FML. Through the inventory results, analyze the existing type certification testing equipment performance and capabilities of two units, and inventory the follow-up solutions for the inventory gap.

- ✧ Completed the collection of OIML R46 series standards, including OIML R46-1/2:2012, OIML R46-3:2013, and analyzed the difference of performance test items with current CNS 14607:2017. Also, summarized the opinions of certifying authority, such as Taiwan Electric Research & Testing Center, on kilowattmeter type approval and organized verification test, inspection test capability as well.

- ✧ Completed the collection and compilation of 7 documents/standards related to the "Average Speed Control Device" in the United Kingdom, Switzerland, the Netherlands, Lithuania, Germany, Australia and Mainland China, and completed the drafting of the "Technical Specification for Verification and Inspection of Average Speed Control Device", and the development of verification method with actual road test confirmation.

報告頁數	250頁
使用語言	中文

## 主要執行成果與效益

### 一、計畫內容概要：

本計畫肩負維持國家品質價值鏈「計量」源頭(國家度量衡標準實驗室)運轉效能之責，建立、維持具國際等同性之國家最高實體量測標準，提供國內產業民生之量測追溯，確保研發階段及生產製造之量測一致性及準確性，滿足國家科技、產業、民生、安全之量測儀器追溯校正需求，維繫國家品質基磐。計畫重點工作包括：

- 全球相互認可機制之實現與維持，建立國家量測標準之國際等同，維持國際度量衡局(BIPM)校正與量測能量(CMC)登錄資格，達到全球化計量調和及相互承認，促使我國在國際貿易上保有公平自由交易。
- 維持實驗室品保制度運作，符合 ISO/IEC 17025、ISO 17034 之標準規範，運用計量標準技術，精進改良/再評估標準系統，維持 15 個領域、117 套量測系統運作，提供校正服務，傳遞標準量值至各實驗室及業界。
- 因應國際度量衡大會(CGPM)重新以基本物理常數定義國際單位(法語：Système International d'Unités，簡稱 SI)，建立符合 SI 新定義之原級標準系統，包括新質量標準、新溫度標準、新電量標準及新物質量標準系統，維持計量主權完整之計量基磐，自主追溯至 SI 基本單位。
- 配合產業政策、民生需求，建立產業所需計量標準技術，結合國家計量標準、儀器開發及產業技術應用、新/擴建標準系統、研製標準件及滿足在線檢校需求，提供更貼近產業的服務與擴散多元化計量技術。
- 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。

### 二、年度計畫執行成果效益：

- 全球相互認可機制之實現與維持，建立國家量測標準之國際等同
  1. 在國際度量衡委員會相互認可協議(CIPM-MRA)的架構下，持續合格登錄於 BIPM 關鍵比對資料庫(BIPM-KCDB)，以揭露各 NMI 間之國際等同性。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。
    - ◇ 完成國際比對參與 5 項(主導 2 項)，其中 2 項登錄於 BIPM KCDB 資料庫。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 113 項，已完成 80 項，33 項持續進行中。
    - ◇ 至 109 年 12 月止累計完成 292 項校正與量測能量(CMC)登錄至國際度量衡局(BIPM)的附錄 C。
    - ◇ 維持 CIPM-MRA 效力，需定期接受第三者再認證，藉由第三者的客觀角度來證明 NML 的品質系統運作是符合世界(ISO/IEC 17025、ISO 17034)標準，同時也接受財團法人全國認證基金會(TAF)實驗室監督評鑑，以維持 MRA 之簽署效力。本年度完成溫度/濕度/質量/力量/壓力/真空/流量/化學等校正領域等 8 領域第三者認證

延展評鑑，以確認品質系統與校正服務能量。

- ◇完成 1 套系統改良，使能穩定維持系統的服務品質與準確性。針對國防、化工、智慧製造、煉油、鋼鐵等產業所需，完成油壓量測系統共 1 項改良，使得原量測範圍內，量測不確定度降幅超過 20%。
- ◇維持國家最高標準之國際等同性及維持國際相互認可協議效力，致力於將校正與量測能量(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 106 個會員/組織計 152 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。

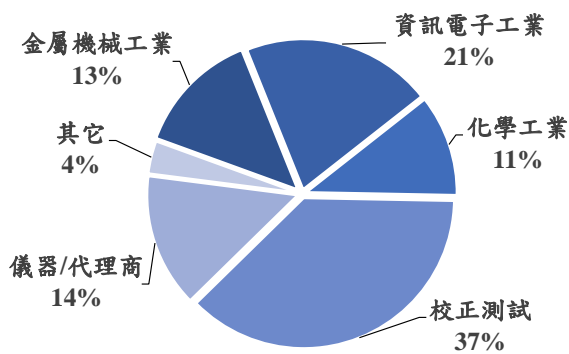
## 2. 構建維繫與國際計量相關機構間互動關係，維護國家度量衡標準實力之國際級形象。

- ◇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。
  - 為 CIPM 諮詢委員會之輻射與光度諮詢委員會(CCPR)、長度諮詢委員會(CCL)及聲量/超音波/振動諮詢委員會(CCAUV)等 3 個委員會之觀察員(observer)。
  - 擔任 APMP 質量領域之技術委員會(TCM)主席及醫學計量焦點工作組(MMFG)共同主席，共 2 人次，協助亞太計量組織之運作。
  - APMP 2020 GA 會議獲選擔任執行委員 1 人，任期自 2021 年至 2023 年。
  - 主導 1 項 APMP 促進合作計畫(Technical Committee Initiative projects, TCI projects)，進行霧度先期國際比對技術研究，協助亞太區域建立未來關鍵比對之技術基礎。
  - 參與 APMP MMFG 線上國際研討會，獲邀分享呼吸器測試器校正技術，宣導展現 NML 對國家防疫上的支持與能力。

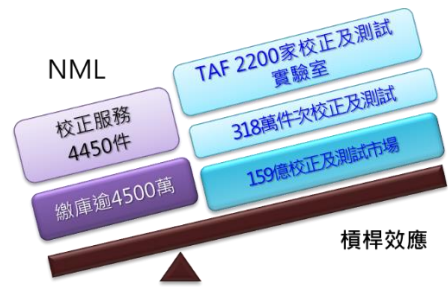
## ● 傳遞國家最高標準，校正服務支援百億元檢測市場

### 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 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，提供各項量測儀器之一級校正服務 4450 件(逾 4,500 萬繳庫)，其中 52% 分布於二級實驗室及儀器設備商(代理商)。同時透過全國認證基金會(TAF)認可之二級實驗室(約 2,200 家)傳遞國家量測標準，分析服務之實驗室分屬四大類，如政府機關、研究機構、學術單位及校正檢測實驗室/公司，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、電子秤/地秤/槽秤/車輛排放 CO<sub>2</sub> 等公務執法的維繫、民生用之水表/電表/瓦斯表等公平交易、產業檢校/研發等產業競爭與產品產值。衍生全國專營測校實驗室與廠商自行建置品保實驗室之相關檢測服務約 318 萬件，每年支援約計 159 億元之檢測市場規模，間接影響國家「機械、電子電機及資通訊」等產業千億之外銷產品。



註：109 年校正服務統計分析



◇ 校正服務對我國產業/民生等效益與影響，舉例說明如下。

#### 一 校正服務支持政府機關之公權力

- ✓ 提供標準局年度執行法定度量衡器檢定、檢查等業務之標準件校正服務。確保政府每年進行三大年節衡器專案檢查，針對全國傳統市場、大型量販店、超級市場及觀光風景區等處所使用衡器之準確性，協助政府維護我國交易公平環境，讓民眾安心。
- ✓ 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（環保署公告提供國內近 9 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，消除民眾對於非游離輻射安全的疑慮；提供噪音計量測追溯，確保噪音計量測之公正性環境，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；協助環保署之監測儀器供應廠商超過 500 部氣狀物分析儀與濃度稀釋校正器等之性能驗證之計量追溯性，確保環保署空氣品質監測網運作所需之品質保證，作為民眾健康及空污防治之參考依據。

#### 一 校正服務二級實驗室之擴散效益

- ✓ 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服務，間接擴散協助檢校產業之運行。我國檢校實驗室業者可直接由 NML 校正服務獲得實驗室品質所需之校正報告，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。

#### 一 校正服務產業界之效益

- ✓ 以知名儀器三 O 公司為例，其校正實驗室之標準件(標準尺、角尺、表粗及真圓度)，每年送 NML 校正約 25 件，校正費約 30 萬元，該公司藉此送 NML 校正件，提供國內約 480 家企業，服務之校正收入每年約為 1000 萬元，為企業的產品品質把關，衍生效益約 40 倍。NML 提供之校正服務，協助建立企業內各廠量測的一致性，使其在研發、生產過程之長度值具追溯性，為公司以及

其所銷售至各產業的產品品質把關。

- ✓ 固 O 電子是臺灣最具規模之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。此外，藉由 NML 長期在電量領域所累積的量測經驗，亦多次協助其解決精密儀器檢驗時的量測誤差問題，進而提升其測試儀器之量測準確度，並強化其電子測試儀器等相關產品的信賴度與外銷競爭力，促使該公司產品的全球市佔率逐年提升至 10%。

◇ 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，共 125 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。

- ✓ 和 O 聯合科技股份有限公司以強大的設計實力與經驗，在電子代工產業獨樹一格，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。產品銷售需經過完整的檢測流程，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，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。
- ✓ 祥 O 電機股份有限公司具有自身研發製造生產(ODM)能力，產品主要包含參考標準校驗電表、多功能電力品質表、多功能電力品質轉換器、電力品質表、電力配電終端管理單元、電力傳訊器、電力轉換器及數據機等電力測試相關設備，藉由不斷的研究開發高性能產品來滿足不斷增加之電力需求並已將業務拓展延伸至海外市場。藉由 NML 所提供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。
- ✓ 維 O 科技有限公司為學研合作所成立之創新育成公司，主要發展空氣品質監測相關之氣體感測器，可應用於室內空氣品質管理與週界環境空氣品質監測，讓民眾可更為瞭解所處環境。配合政府於民生公共物聯網中對於環境資訊物聯的積極推動，臺灣已成為全球推動感測器發展應用的先驅，本次廠商提出之校正申請項目為二氧化碳偵測器，屬室內空氣品質管理需求，NML 提供國際認可之英文校正報告，將可協助廠商擴展海外市場。

## 2. 計量技術知識擴散，培育國內計量人才

- ◇ 完成辦理電量、長度、力量及品質等相關收費課程，共 12 場次，154 家、259 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。
- ◇ 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「極紫外(EUV)光源與應用研討會(實體+線上)」推廣說明技術應用，共 19 廠家、29 人次參與。
- ✓ 辦理「2020 奈米量測技術與應用推廣說明會」推廣說明技術應用，共 23 廠家、58 人次參與。
- ◇ 完成度量衡教育推廣活動辦理。
  - ✓ 完成度量衡行動教具校園體驗活動共 4 所學校、18 場次、433 人次參與。
  - ✓ 支援北市普通型高中課程與教學發展工作圈物理學科平台計畫，完成高中老師於「量測不確定度的理論與應用」及「新質量定義」課程之訓練，奠定國內計量標準教育之基礎。
- ◇ 維護國家度量衡標準實驗室公共形象，接待國內外訪客業務交流 24 批共 228 人次，度量衡科普知識傳遞及技術交流，推廣我國家實驗室存在之功能與技術。
- ◇ 提供技術與專利運用，擴散多元化計量技術
 

現有標準各領域中的專門技術(Technical Know-how)與產業供應鏈之關鍵連結性，進行技術與專利應用，以促進對產業界以及民生福祉更大的貢獻。

  - ✓ 隼 O 科技擁有頂尖研發團隊專精於工程監測儀器研發與製造，產品包含應力計、應變計、壓力計、位移計、傾斜計、荷重計、自動化數據集錄器、資訊產品以及無線產品等，行銷全世界多個國家。為了滿足全球不同世界的消費者需求，除了不斷的超越極限與創新外，該公司更堅守企業核心哲學，提供快速上市並兼具產品品質的需求。NML 協助其運用長度/角度/力量標準技術，取得 TAF 認證，並解決傾度儀、傾斜儀與荷重元等產品檢驗時之量測問題。藉此提高其大地監測儀器等相關產品的信賴度與外銷競爭力，更使隼 O 科技擠身成為工程監測市場中的領導者之一。
  - ✓ 電子級特殊氣體是半導體製程的關鍵材料之一，在不同製程環節上，所使用的特殊氣體也不盡相同，然而，當特殊氣體中某特定的雜質超標，將嚴重影響製造的晶片品質。隨著半導體製程朝更先進的 7nm 以下節點推進，生產製造過程越趨嚴苛，在晶圓製造上，所使用的特殊氣體純度對先進節點的量產速度與良率表現來說，至關重要。NML 運用氣體中水氣及粒子不純物分析技術，協助台 OO 氣體廠商建立超微量水氣及顆粒分析系統，生產純度可達 99.998% 等級之電子級矽乙烷，使其成為國內半導體龍頭廠商的優良供應商。
  - ✓ 因 5G 通訊、車用電子與光通訊等方面的發展需求下，化合物半導體恰好符合新世代半導體發展所需。而穩 O 半導體是一家長期專注於發展化合物半導體晶圓代工業務的公司，藉由 NML 提供參考標準件及透過標準化量測技術，輔助廠商建立標準化量測程序，確保機台性能、檢測樣品規格，藉以提升化合物半導體產線上製程之良率。
  - ✓ 電子級材料被廣泛使用於半導體製程中，隨著製程精進對其原材料純度需求

亦而大幅提升。因此聯 O 為確保其電子級材料承裝容器之潔淨度，委託 NML 協助其進行電子級材料承裝容器潔淨度控制技術規劃。NML 運用 SI 計畫建置之樣品環境潔淨技術與元素分析設備，協助其改善原容器潔淨清洗流程，解決其必須送到不同檢測實驗室進行容器潔淨檢測及清洗程序，檢測天數由原先 10 日降至 4 日(省 60%)，大幅提升工作效能與廠商之產能。

- ✓ 冠 O 科技主要營業項目是研製各式低溫探棒產品，該低溫探棒可應用於醫療用晶片的特性量測與核磁共振系統的性能檢測，由於該公司缺乏專業且標準化的降溫程序與低溫量測技術，以致產品特性與品質不一，需花費較長的時間找尋可能的問題點並將問題解決。因此，藉由 NML 電量實驗室長期累積的低溫電壓特性量測技術與經驗，協助其建立標準化的降溫程序與低溫量測技術(溫度量測範圍：2 K~200 K)，可確保其低溫系統性能與低溫探棒特性皆能符合產品規格要求，藉此提高其產線之生產效率。
- ✓ 路 O 電子是臺灣專營電子手持式檢測儀器製造大廠，成立至今逾 40 年且行銷之手持式檢測儀器遍佈全世界。隨著通訊產業之興盛及基地台建置密度的提高，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，因此，該公司為因應環境電磁波的檢測需求，以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，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其完成電磁波標準溯源，並輔導其作電磁場量測技術的精進，藉此大幅提升該公司產品品質及國內外產品競爭力。
- ✓ 臺灣 LED 產業面臨轉型之時機，由 LED 照明轉為高附加價值之應用，例如：LED 車燈、智慧駕駛艙、車用情境照明與各項高附加價值之車用顯示。新 OO 光電於近年來切入車燈與車用顯示之應用，然而在車燈照明之性能標準要求，需要精確且繁複之光學設計與光輻射之檢測。NML 運用 LED 量測系統，提供需要高精度之光學模擬之 LED 光束資料，提供二次光學與汽車頭燈之光學元件設計，藉以擺脫國際大廠之專利箝制，創造高附加價值之產品以打入國際車燈市場供應鏈。
- ✓ 無響室為資訊家電、電聲音響產品之電聲性能、麥克風測試與評估及執行生理聽覺方面之研究與產品測試不可或缺之聲學實驗室環境。NML 應用聲學計量之專業知識協助聲 O 公司掌握無響室設計、性能要求及測試驗證之方式，藉由無響室之聲學性能說明與特性認定之進行，提供無響室使用者於一般測試時之量測數據變異性之參考，及無響室各項聲學性能依據，進而提升國內資訊產品、電聲產品之國際競爭力。

● 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與薄膜厚度量測，2 奈米製程薄膜厚度將小於 0.9 nm，關鍵尺寸檢測準確度 0.1 nm。藉由 X 光反射技術，可量測最小厚度至 0.9 nm。已完成量測 TiN 於 Si 基板上之 0.9 nm 超薄薄膜，達成目標重複性誤差 $\leq 3\%$ 。完成使用 XRR 量測 5 筆 TiN (0.9 nm、50  $\mu\text{m} \times 50 \mu\text{m}$ )，擬合得到平均值為 0.889 nm ( $\leq 0.9$  nm)。

◇ 為滿足 2 奈米半導體先進製程複雜結構之 20 nm 線距，同時規劃使用低掠角小角度 X 光散射技術(Grazing-incidence small-angle scattering, GISAXS)分析關鍵尺寸，提供非破壞性檢測方法，解決國內半導體產業 2 奈米製程以下薄膜厚度與關鍵尺寸量測準確度不佳之問題，協助廠商提升製程良率。

2. 建立小尺寸奈米粒子量測技術

◇ 發展次微米電噴灑式液珠產生技術，產生氣膠平均粒徑為 (123.3  $\pm$  2.9) nm。並且完成建立 DMA-CPC 於奈米粒子尺寸量測技術，測得生物粒子 ubiquitin 粒徑值 (3.67  $\pm$  0.01) nm，相對量測不確定度為 2.5 %。以上成果達到產生氣膠尺寸 < 500 nm、粒徑偵測極限 5 nm，相對量測不確定度 < 10 % 之目標。發展之技術可應用於半導體電子級試劑，協助國內電子級試劑供應商如異丙醇、過氧化氫等產品，檢測其中之污染物，確認品質穩定性，提升半導體廠產業之製程良率，拓展過去由外商產品壟斷之市場。

3. 微影製程光學量測技術

◇ 取得波長(10 ~ 20) nm 之分光響應標準，初步以波長 13.5 nm 之光源測試系統設備功能與分光響應校正流程，並發展量測手法。已初步完成 EUV 光偵測器校正系統，可提供 EUV 光偵測器輻射響應之校正，並可提供傳遞標準件作為半導體設備之標準追溯。真空式光譜儀搭配脈衝式 EUV 光源，可提供更貼近 EUV 微影機台之光源條件，未來將持續發展動態脈衝式輻射劑量標準，藉此，可提供更精確之光輻射劑量標準，增進先進 EUV 微影機台之製程一致性。

● 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

◇ 完成新版膜式氣量計型式認證技術規範草案之條文架構，比照 CNPA31 的架構模式，於起草時以對照表形式呈現，並完成「計量管制與性能測試」相關條文討論(含型式評估、初次檢定與重新檢定)。

於新版膜式氣量計型式認證技術規範草案完成後，依據其技術內容盤點財團法人台灣商品檢測驗證中心(ETC)與國立成功大學航太科技研究中心流量實驗室(FML)兩單位，現有型式認證測試設備能量與能力，並根據盤點缺口規劃後續解決方案。

◇ 完成 OIML R46 系列標準蒐集，包含 OIML R46-1/2:2012、OIML R46-3:2013，並與現行 CNS 14607:2017 進行性能試驗項目差異分析，及綜整電度表檢測業務單位(台

電綜研所及台灣大電力試驗中心)對電度表型式認證的意見，並盤點電度表型式認證及檢定、檢查試驗能量。完成電子式電度表型式認證作業流程設計與納檢可行性評估報告。

- ◇ 完成英國、瑞士、荷蘭、立陶宛、德國、澳洲與中國大陸「區間平均速率裝置」相關文獻/規範共 7 份文件的搜集與彙整，並完成「區間平均速率裝置檢定檢查技術規範」草案制定，以及檢定方法開發與道路實測驗證。

# 報告內容



# 目 錄

壹、全程計畫說明 .....	1
一、配合政府五大創新研發產業政策 .....	1
二、國家度量衡標準實驗室定位與任務 .....	6
三、實施方法與效益 .....	9
四、全程計畫架構 .....	18
貳、109 年度計畫背景及研究內容 .....	20
參、執行績效檢討 .....	23
一、資源運用情形 .....	23
(一)、人力運用情形 .....	23
(二)、經費運用情形 .....	24
(三)、設備購置與利用情形 .....	25
二、計畫達成情形 .....	26
(一)、目標達成情形 .....	26
(二)、量化成果達成情形 .....	52
(三)、技術交流與合作 .....	54
(四)、標準量測系統維持情形 .....	57
(五)、109 年度國家度量衡標準實驗室大事紀要(以時間排序) .....	58
肆、計畫變更說明 .....	62
伍、成果說明 .....	63
一、標準維持與國際等同分項 .....	63
(一)、產業服務 .....	63
(二)、國際等同 .....	74
(三)、系統維持 .....	97
二、工業計量技術發展分項 .....	128
(一)、先進製程關鍵尺寸量測技術 .....	128
(二)、奈米粒子分析暨標準技術 .....	140
(三)、微影製程光學量測技術 .....	146
三、法定計量技術發展分項 .....	156
(一)、新版氣量計型式認證技術規範草案研究 .....	156
(二)、電度表型式認證法規需求先期研究 .....	159
(三)、區間平均速率裝置檢定檢查技術規範研擬 .....	164
陸、 附件 .....	171
附件一、計畫購置儀器設備彙總表 .....	171
附件二、出國暨赴陸會議人員一覽表 .....	171
附件三、專利成果一覽表 .....	172
附件四、技術/專利應用一覽表 .....	173
附件五、論文一覽表 .....	174

附件六、技術報告一覽表 .....	177
附件七、研討會/技術推廣說明會/訓練課程一覽表 .....	182
附件八、國家度量衡標準實驗室校正服務成果統計表 .....	183
附件九、研究成果統計表 .....	184
附件十、名詞索引表 .....	185
附件十一、109 年度期末查驗會議委員意見回覆 .....	189
附件十二、國家度量衡標準實驗室標準系統整合評估說明 .....	240

## 圖 目 錄

圖 0-1-1、行政院創新研發產業政策 .....	1
圖 0-1-2、本期程 NML 計畫與智機方案相關之執行項目 .....	1
圖 0-1-3、國家計量與品質基磐的關聯性 .....	6
圖 0-1-4、國家度量衡標準實驗室定位及任務 .....	7
圖 0-1-5、SI 新標準建置整體之規劃及執行內容 .....	8
圖 0-1-6、NML 全程重點工作內容之屬性及其配合政府產業政策之規劃 .....	9
圖 0-1-7、NML 於我國度量衡器管理之角色 .....	15
圖 0-1-8、標準局及國家度量衡標準實驗室人員拜訪弓銓公司 .....	55
圖 0-1-9、印度博士生之實驗過程與定期研討 .....	57
圖 1-1-1、我國量測追溯體系 .....	63
圖 1-1-2、NML 各領域校正服務百分比 .....	64
圖 1-1-3、NML 校正服務重點產業分佈圖 .....	64
圖 1-1-4、BIPM 網站推廣我國防疫計量技術 .....	70
圖 1-1-5、國內媒體推廣我國防疫計量技術 .....	71
圖 1-1-6、計量行動教具體驗活動 .....	71
圖 1-1-7、計量標準教育講授 .....	72
圖 1-1-8、「2020 極紫外(EUV)光源與應用研討會」技術推廣說明會 .....	72
圖 1-1-9、「2020 奈米量測技術與應用之推廣說明會」技術推廣說明會 .....	73
圖 1-2-1、全球相互認可機制架構 .....	75
圖 1-2-2、APMP CMC 登錄流程 .....	75
圖 1-2-3、全球區域計量組織 .....	76
圖 1-2-4、國際比對架構圖(CCAUV.A-K1) .....	77
圖 1-2-5、國際比對流程(以 APMP.L-K1 為例) .....	78
圖 1-2-6、APMP.M.P-K9 之 50 kPa 絕對壓力比對結果 .....	79



圖 1-2-7、APMP.M.P-K9 之 100 kPa 絕對壓力比對結果 .....	80
圖 1-2-8、國際計量組織會議與運作 .....	84
圖 1-3-1、數位化滿意度調查示意圖 .....	99
圖 1-3-2、109 年度數位化滿意度調查結果 .....	99
圖 1-3-3、連通比較法系統架構圖 .....	101
圖 1-3-4、連通比較法實體圖 .....	101
圖 1-3-5、比較校正法系統架構圖 .....	101
圖 1-3-6、比較校正法實體圖 .....	102
圖 1-3-7、8.1 nm SiO <sub>2</sub> 標準試片量測與擬合示意圖 .....	108
圖 1-3-8、(2 ~ 10) nm 標準試片 XRF 量測數據與擬合結果 .....	108
圖 1-3-9、氧沉積量與 O/Si 強度比值之擬合結果 .....	109
圖 1-3-10、Si、O、C 之光電子頻譜 .....	109
圖 1-3-11、矽晶球表層組成 .....	112
圖 1-3-12、XRF 螢光頻譜量測並內插至校正曲線以得到矽晶球表層氧沉積質量 .....	112
圖 1-3-13、為 Si hydroxyl 單位晶胞 .....	115
圖 1-3-14、聲學氣體溫度計量測系統 .....	116
圖 1-3-15、不同模態擬合所得低壓極限聲速平方 $u_{0,T}^2$ 之殘差比較 .....	117
圖 1-3-16、輻射溫度高溫共晶點定點校正系統實體圖 .....	119
圖 1-3-17、輻射溫度計定點校正系統裝置示意圖 .....	120
圖 1-3-18、搭配自動進樣系統，製造乾淨之正壓環境 .....	122
圖 1-3-19、裝置優化後矽同位素比例量測結果圖 .....	122
圖 1-3-20、四種必須樣品之矽同位素訊號代表圖 .....	123
圖 2-1-1、1.2 nm HfO <sub>2</sub> /SiO <sub>2</sub> /Si 基板的商業機台 XRR 量測光譜 .....	130
圖 2-1-2、 $\theta$ 與 $\delta\theta$ 之關係曲線 .....	131
圖 2-1-3、長波長 XRR 狹縫架構配置圖 .....	131
圖 2-1-4、發散張角以狹縫開口 1 mm、光源瓦數 10 W、0.1°/2 秒之速度量測三次之結果 .....	131
圖 2-1-5、0.9 nm TiN/ Si 基板之長波長 XRR 模擬光譜 .....	132
圖 2-1-6、0.9 nm TiN/ Si 基板之反射訊號與背景雜訊光譜 (入射角 20°至 60°) .....	133
圖 2-1-7、0.9 nm TiN/ Si 基板穿透式顯微鏡實驗結果 .....	134
圖 2-1-8、0.9 nm TiN/ Si 基板擬合模型 .....	134
圖 2-1-9、0.9 nm TiN 50 $\mu\text{m}$ $\times$ 50 $\mu\text{m}$ SEM 檢測結果 .....	135
圖 2-1-10、0.9 nm TiN 50 $\mu\text{m}$ $\times$ 50 $\mu\text{m}$ 樣品實驗及擬合曲線 .....	135

圖 2-1-11、GISAXS 之量測架構.....	136
圖 2-1-12、GISAXS 之硬體設計架構.....	136
圖 2-1-13、GISAXS 線距樣品散射圖.....	137
圖 2-1-14、2 維偵測器設計示意圖.....	138
圖 2-1-15、光點幾何計算示意圖.....	138
圖 2-1-16、狹縫設計示意圖.....	138
圖 2-2-1、氣膠中雜質於標準粒子表面形成一固態膜層.....	141
圖 2-2-2、EAG-DMA-CPC 系統背景之等效粒徑與粒子數量濃度分布圖.....	142
圖 2-2-3、洗素蛋白之粒徑分布(黑點)以及數據擬合(紅線)結果。.....	143
圖 2-2-4、粒子量測前處理法(a)離心法；(b)高溫燒結法.....	144
圖 2-2-5、5 nm 金粒子經兩種前處理法後於 DMA-CPC 量測結果比較.....	144
圖 2-2-6、以穿透式電子顯微技術(左)、原子力顯微技術(中)以及微分電移動分析技術(右)於 5 nm 金粒子之粒徑量測結果.....	145
圖 2-3-1、光柵與旋轉台示意圖.....	148
圖 2-3-2、光柵基底材料之反射率與波長的關係圖.....	148
圖 2-3-3、真空式光譜量測系統架構與實體圖.....	149
圖 2-3-4、真空式光譜儀機構設計圖.....	149
圖 2-3-5、真空式光譜儀實體圖.....	149
圖 2-3-6、真空式光譜量測系統之光柵繞射光訊號量測結果(10 nm 至 20 nm).....	150
圖 2-3-7、光譜解析度達 0.2 nm 至 0.3 nm.....	150
圖 2-3-8、EUV 光偵測器分光響應校正架構示意圖(搭配同步輻射光源).....	151
圖 2-3-9、EUV 光偵測器分光響應校正系統(a-b)真空腔體；(c)真空電動移動平台；(d)樣品座.....	152
圖 2-3-10、與 EUV 光偵測器分光響應相關之系統量測功能測試結果.....	153
圖 2-3-11、EUV 光偵測器響應校正之追溯圖。.....	153
圖 2-3-12、EUV 光偵測器響應標準傳遞測試用之標準件(左)與待校件(右)。.....	154
圖 2-3-13、同步輻射光源在波長範圍(13 ± 0.5) nm 內之相對光譜量測結果.....	154
圖 3-1-1、CNPA137 膜式氣量計型式認證技術規範修訂專家座談會.....	157
圖 3-1-2、成大 FML 膜式氣量計型式認證測試設備.....	158
圖 3-2-1、電子式電度表型式認證之建議作業流程.....	164
圖 3-3-1、「區間平均速率裝置檢定檢查技術規範」專家座談會照片.....	167
圖 3-3-2、安裝車載計時器與非接觸式車速計之測試車輛.....	168
圖 3-3-3、區間測速裝置所攝得之測試車輛影像.....	168

圖 3-3-4、用於計算標準通行時間之局部放大影像 .....	168
圖 3-3-5、由計時區間內所擷取之車輛速率，進行標準平均速率計算 .....	169

## 表 目 錄

表 0-1-1、本計畫與行政院智機方案推動作法之關聯性 .....	2
表 0-1-2、106~109 年度 NML 系統改良/擴建及設備汰換規劃內容 .....	6
表 0-1-3、於 2019 年開始實施的 SI 新定義 .....	14
表 0-2-1、109 度 NML 標準量測系統維持情形.....	57
表 1-1-1、校正服務對象項目分類 .....	64
表 1-1-2、製造業最賺錢公司前一百強 .....	65
表 1-2-1、NML 於 BIPM KCDB CMC 登錄資料統計 .....	75
表 1-2-2、NML 自 1996 年參與國際比對統計資料.....	77
表 1-2-3、109 年度 NML 國際比對情形.....	78
表 1-2-4、APMP.M.H-K1.b 之 HV 1 比對結果 .....	79
表 1-2-5、APMP.M.H-K1.c 之 HV 30 比對結果 .....	79
表 1-2-6、109 年度 NML 國外追溯情形.....	81
表 1-2-7、109 年度 NML 評鑑活動一覽表.....	82
表 1-2-8、NML 參與 CMC 審查工作小組項目 .....	82
表 1-2-9、NML 參與亞太計量組織一覽表.....	89
表 1-2-10、2020 年 APMP 會員大會暨技術研討會線上會議參加人員與討論重點 ..	91
表 1-3-1、109 年度系統查驗完成項目 .....	97
表 1-3-2、109 年度系統改良項目及效益 .....	100
表 1-3-3、(1~5) MPa 不確定度分量表(不含待校件).....	103
表 1-3-4、(5~28) MPa 不確定度分量表(不含待校件) .....	103
表 1-3-5、(28~280) MPa 不確定度分量表(不含待校件) .....	104
表 1-3-6、P03 系統量測範圍與不確定度評估結果 .....	106
表 1-3-7、微波散射參數及阻抗量測系統用之「網路分析儀」測試結果 .....	106
表 1-3-8、洛氏硬度標準系統用之「硬度量測設備」測試結果 .....	106
表 1-3-9、標準試片厚度、氧沉積質量及 O/Si 強度比值列表 .....	109
表 1-3-10、Si、O、C 之歸一化參數列表.....	110
表 1-3-11、矽晶球表面 38 個位置的 XPS 元素分布量測結果 .....	110
表 1-3-12、XRF 氧沉積量相對標準不確定度來源列表.....	112
表 1-3-13、XPS 各元素光電子數百分比 .....	113

表 1-3-14、碳化汙染層各 peak 之氧原子配位數比 .....	114
表 1-3-15、碳化汙染層各 peak 之 C 與 H 的比例 .....	114
表 1-3-16、單位面積各元素之沉積質量與不確定度 .....	115
表 1-3-17、矽晶球表層氧沉積量與不確定度 .....	115
表 1-3-18、熱力學溫度不確定度數據分析 .....	117
表 1-3-19、鉑碳(Pt-C)共晶點不確定度分量表 .....	119
表 1-3-20、銠碳(Re-C)共晶點不確定度分量表 .....	120
表 1-3-21、高溫輻射溫度計校正系統評估結果 .....	121
表 1-3-22、矽莫耳質量量測樣品之矽同位素訊號 .....	125
表 1-3-23、矽莫耳質量量測之不確定度分量表 .....	126
表 2-1-1、入射角 20° 至 60° 之訊號、雜訊與訊雜比之量測結果 .....	132
表 2-1-2、0.9 nm TiN 樣品之擬合結果與 CV 值 .....	134
表 2-1-3、0.9 nm TiN 50 μm × 50 μm 樣品之擬合結果與 CV 值 .....	135
表 2-2-1、不同濃度之蔗糖溶液於 DMA 量測之粒徑值及液珠尺寸計算結果 .....	142
表 2-3-1、EUV 分光反射率(反射後距光柵 1 m)模擬結果 .....	147
表 2-3-2、抽真空時間與氣壓關係表 .....	150
表 2-3-3、EUV 光偵測器響應標準傳遞測試結果 .....	154
表 3-1-1、ETC 現有含電子組件之膜式氣量計抗擾度測試要求與能力 .....	157
表 3-1-2、FML 音速噴嘴校正壓力範圍及對應流率 .....	158
表 3-1-3、CNPA 137 型式認證要求測試流率(無法執行缺口為底色標示處) .....	158
表 3-1-4、調整後 FML 音速噴嘴校正壓力範圍及對應流率 .....	159
表 3-1-5、CNPA 137 型式認證要求測試流率(斜體部分為目前無法執行缺口) .....	159
表 3-2-1、CNS 14607 與 OIML R46 的型式試驗項目差異比較 .....	161
表 3-2-2、關鍵檢測業者的訪談意見與試驗能量彙整 .....	161
表 3-2-3、電子式電度表型式試驗 (台電綜合研究所電表組) .....	162
表 3-3-1、歐洲主要國家對於區間測速裝置所訂定之量測項目 .....	165
表 3-3-2、各量測參數之最大允許誤差 .....	166
表 3-3-1、國內區間測速裝置檢定檢查技術規範之制訂方向 .....	166

# 壹、全程計畫說明

## 一、配合政府五大創新研發產業政策

為加速臺灣產業轉型升級，政府打造以「創新、就業、分配」為核心價值，追求永續發展的經濟新模式，並透過「連結未來、連結全球、連結在地」三大策略，激發產業創新風氣與能量。政府提出「智慧機械」、「亞洲·矽谷」、「綠能科技」、「生醫產業」、「國防產業」、「新農業」及「循環經濟」等 5+2 產業創新計畫，作為驅動臺灣下世代產業成長的核心，為經濟成長注入新動能。2018 年 7 月 26 日行政院院長表示，2019 年度科技計畫仍持續選列亞洲·矽谷、智慧機械、綠能產業、生醫產業、國防產業、新農業、循環經濟圈、數位經濟、文化科技創新、晶片設計與半導體前瞻科技等十大重點政策項目，如圖 0-1-1。

配合政府科技發展方向與研發課題聚焦五大創新研發產業，本計畫除了持續堅守維持品質基磐技術與能量，服務智慧機械關連產業外，更積極以配合智慧機械創新產業政策為主要推動方向，執行自動追蹤雷射測距與校正技術與關連系統改良工作，獲列為行政院智慧機械產業推動方案(簡稱智機方案)協同計畫，如圖 0-1-2。108 年起自動追蹤雷射測距與校正技術改由「智慧機械產業計量標準建置增值計畫」下進行研究，擴大效益貢獻，計畫同時亦投入多項計量技術輔助「綠能科技創新產業政策」及「晶片設計與半導體前瞻科技」之推展工作。

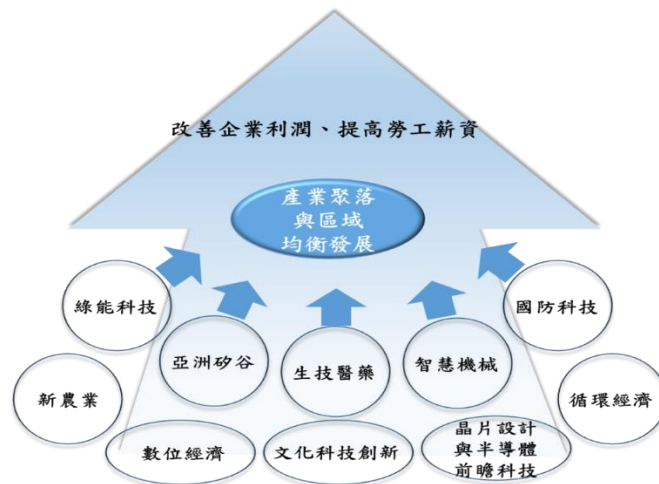
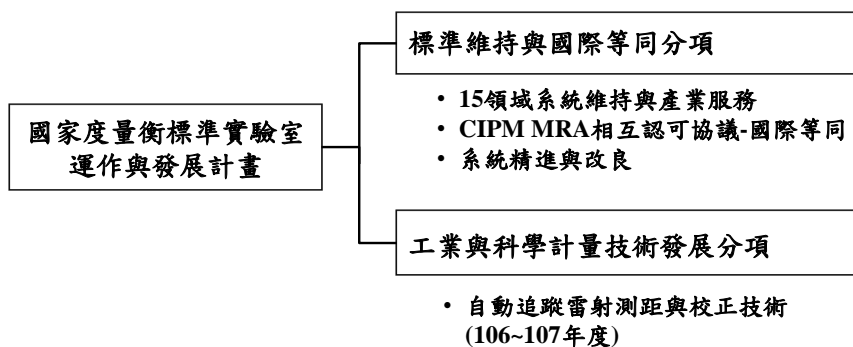


圖 0-1-1、行政院創新研發產業政策



註:「自動追蹤雷射測距與校正技術」108 年起改由智慧機械產業計量標準建置增值計畫下進行研究

圖 0-1-2、本期程 NML 計畫與智機方案相關之執行項目

表 0-1-1、本計畫與行政院智機方案推動作法之關聯性

策略	與 17 項推動作法有無關聯	
A. 連結 在地	(一)打造智慧機械之都 A1.整合中央與地方資源，建構關鍵智慧機械產業平台 A2.結合臺灣都市發展規劃，提供產業發展腹地與示範場域 A3.推動智慧機械國際展覽場域，拓銷全球市場布局 (二)結合產學研能量 A4.法人創新商業模式-服務客戶的客戶 A5.推動智慧車輛及無人載具應用 A6.加強產學研合作，培訓專業人才	■有□無 □有■無 □有■無  ■有□無 □有■無 □有■無
B. 連結 未來	(一)技術深化，並以建立系統性解決方案為目標 B1.推動航太、先進半導體、智慧運輸、綠色車輛、能源等產業，廠與廠之間的整體解決方案 B2.推動「智慧型人機協同」與「機器視覺之機器人結合智慧機械產業應用」 B3.發展高階控制器，提高智慧機械利基型機種使用國產控制器比例 B4.打造台式工業物聯科技 B5.開發智慧機械自主關鍵技術、零組件及應用服務，透過應用端場域試煉驗證其可操作性，再系統整合輸出國際 (三)提供試煉場域 B6.強化跨域合作開發航太用工具機，並整合產業分工體系建構聚落 B7.半導體利基型設備、智慧車輛及智慧機器人進口替代	■有□無  □有■無  ■有□無 □有■無 □有■無  □有■無 ■有□無
C. 連結 國際	(一)國際合作 C1.強化台歐、台美及台日智慧機械產業交流 (二)拓展外銷 C2.系統整合輸出 C3.推動工具機於東南亞等市場整體銷售方案 C4.強化航太產業之智慧機械行銷，拓展國際市場	■有□無  □有■無 □有■無 □有■無

本期程計畫實施與研發重心和各產業政策相關之工作項目，概述如下：

◇ **智慧機械創新產業(智機方案)**

檢視德、美、日、中、韓近年投入於未來先進製造的規劃與發展內容，皆透過智慧機器、物聯網與大數據分析等技術，推動產業設備智能化、工廠智慧化與系統虛實化整合發展。由此可知，「智慧化」功能的展現程度，就是差異化競爭優勢建立與否的重要影響指標。從技術層面來看，能夠提供具備故障預測、準確度補償、自動參數設定與自動排程等智慧化功能與客製化的儀器設備者，就是接近具有完整解決方案能力的競爭力廠商。要能夠達到智慧化的能力，除了廠商必須擁有具足夠發展資源的技術團隊，得以逐步建立豐富的製造技術領域知識與累積經驗外，取得具備國際公信力的計量數值與採行

相對較低成本之量測方法、更為省時的線上回饋補償機制，則更能強化產業及廠商的競爭力。

本計畫就智慧機械產業推動方案規劃方向，與其 17 項推動作法內容相關者，予以配合調整重點任務，具關聯性之優先工作項目如下所述：

#### A. 整合中央與地方資源，建構關鍵智慧機械產業平台

維持 15 領域國家量測標準技術與國際同軌，以既有之計量能量為基礎，於不影響國家計量體系既有量測服務品質的要求下，配合智機方案之推展，就來自產業新增量測方法與檢測能量之需求，主動進行跨領域計量技術能量之整合與研發，策略性持續就特定技術能量進行精進汰換，重點強化電量、力量、壓力及振動等領域量測追溯能量與能力，及時提供智機產業測校技術服務平台之所需。

#### B. 法人創新商業模式－服務客戶的客戶

以 NML 傳統之定位與任務而言，以國內二級校正實驗室為主要客戶，以往較被動提供具國際認同的校正追溯服務。但考量國情變化，已逐漸調整方向，研發適切之技術解決方案以回應來自廠商較為迫切的計量課題。而今為因應臺灣產業面臨結構重整之變革，本計畫將加大調整資源比例，優先協助解決來自智機產業因創新而於未來會遭遇之計量技術困擾。亦即，運用國內外建立之技術合作管道，主動於第一線持續發掘、分析、篩選產業問題與需求，導入新量測技術與設備，並結合國家計量標準、儀器開發，期滿足產業在線檢校技術應用需求，提供更貼近產業的服務與擴散多元化計量技術，以協助國內產業技術加值及提升國產品品質國際認同度，增進國際競爭力。

#### C. 推動航太、先進半導體、智慧運輸、綠色車輛、能源等產業，廠與廠間整體解決方案

機器人產業近年持續發展與待突破的重點之一為雙手臂關節型機器人及多機器人協同工作(用於航太業複材與組裝)，其中，除控制訊號同步外，兩隻機器手臂定位準確度也是協同運動的關鍵因子。現階段工業機器人無法達到「工具機化」以及在工廠內自由移動工作之關鍵問題在於：工業機器人雖具高空間定位重複性，但定位準確度低，無法進行多軸同動循跡運動。若欲運用於量測工作，則工業機器人的空間定位準確度必須予以校正與評估，再使用控制器進行閉迴路控制或是前饋補償，改善其定位誤差。本計畫所發展之自動追蹤雷射測距儀與技術，不僅可以大幅降低廠商所需之量測儀器取得成本與維護成本，更可大幅改善智慧機器運動誤差補償所需之時間與提升定位準確度。此技術能力推展至廠商，即能協助建置數據資料庫，提供機台狀態診斷及預估，有助於發展智能化機器運動誤差量測與補償技術。(本項 108 年起改由「智慧機械產業計量標準建置加值計畫」下進行研究)

#### D. 發展空間幾何精密量測技術，提高智慧機械利基型機種加工品質

工具機達到智慧化至少需具備故障預測、準確度補償、自動參數設定與自動排程等智慧化功能，其中智能化/自動化準確度補償以及自動參數設定之關鍵在於，高階控制器與智能化量測設備之整合，及提供靜態誤差量測與補償參數於智能化量測設備。

本計畫為能解決空間幾何精度與維持加工機長期使用的穩定性與可靠度等，將針對工具機組裝後結構變形、各軸向直線運動與角度運動誤差及整機結構熱變位，進行評估與提供校正，調和產線機台量測能力並確保數據正確性，提升製程參數優化與產程調配，達成產品高值化與智能化目標，相關檢測結果數據也可用圖形可視化方式呈現，供研發人員在進行機台硬體設計與調整時參考，以達到最佳設計與提高機台長期使用之可靠度。(本項 108 年起改由「智慧機械產業計量標準建置加值計畫」下進行研究)

#### E. 強化台歐、台美及台日智慧機械產業交流

配合政府積極支持國產設備發展之聚焦政策，本計畫亦將視國產技術發展進度，善用國際度量衡委員會相互認可協議(CIPM MRA)架構之常態運作活動，適時可運用經營廿餘年之國際標準組織網絡資源，透過交流與引薦，讓計量機構高層專家能夠側面瞭解臺灣智機產業設備製造能力與品質，協助我國與歐美日智機產業技術交流合作，以逐步建立口碑，創造新商機。

#### ◇ 晶片設計與半導體前瞻科技產業

為因應產業創新發展項目「晶片設計與半導體產業」及參考台積電預計 2025 年將製程節點推進至 2 nm，各項關鍵尺寸持續縮小，目標量測 N2 製程線距： $20\text{ nm} \leq \text{Pitch} \leq 50\text{ nm}$ ，線寬： $10\text{ nm} \leq \text{Width} \leq 50\text{ nm}$ ，疊對(Overlay)誤差小於 0.6 nm。為滿足半導體先進製程關鍵尺寸檢測需求，發展「先進製程關鍵尺寸量測技術」，包含開發低掠角長波長 X 光反射技術(Grazing Incidence X-Ray Reflectivity, XRR)技術，106~108 年完成次奈米薄膜厚度(0.9~2) nm 量測技術，109 年則完成 1 nm 以下之薄膜厚度量測技術；以及開發低掠角 X 光散射 (Grazing-Incidence Small-Angle Scattering, GISAXS)技術和反射式小角度散射(Reflectivity small angle scattering, RSAXS)技術，將線距及線寬量測能量範圍，從原本 50 奈米往下擴展接近至 20 奈米及 10 奈米。同時發展 RSAXS 技術量測疊對(Overlay)，解析度可達 0.6 奈米以下，以協助廠商提升製程良率。

另外，半導體元件對於製程中的溶劑或氣體中的污染物非常敏感，即使是極微量的污染如氧氣、水氣、二氧化碳、微粒、過渡金屬或是重金屬等，若半導體元件在製造過程時受到微量金屬污染會造成元件短路、漏電流、產生孔隙等缺陷，嚴重影響良率。故半導體製造商必須重視並監控每道製程步驟中所使用的溶劑或是氣體的純度，為了因應半導體原物料純度要求愈來愈嚴格，發展「奈米尺寸」、「低顆粒濃度」且可「成分分析」的奈米粒子量測技術為當務之急，故於本計畫擬建立「奈米粒子分析及標準技術」，針對超純水及電子級試劑中 < 20 nm 之粒子不純物，發展可同時量測粒徑分布、顆粒濃度及成分之分析方法，以協助進行電子級試劑品質分析，進而提升半導體業者製程的良率，協助臺灣產業發展，補足我國檢測產業技術缺口，續保我國半導體產業領先優勢。

目前 N7 以下之半導體製程，仰賴極紫外線微影(Extreme ultraviolet, EUV, lithography)，然而 EUV 所使用的反射鏡、波長與光源穩定性，影響製程機台穩定性、製程設定與機台間調校效率，進而影響微影製程良率。本計畫將發展「微影製程光學量測技術」，解決 EUV



微影機台之輻射照度、輻射劑量與 EUV 光源均勻性量測問題，其中 EUV 光源均勻性可透過 EUV 光感測器量測輻射照度，EUV 感測器之輻射照度範圍為  $2 \mu\text{W}/\text{cm}^2 \sim 2 \text{mW}/\text{cm}^2$ ，輻射劑量範圍為  $20 \mu\text{J}/\text{cm}^2 \sim 20 \text{mJ}/\text{cm}^2$ 。以 EUV 光輻射計量標準及感測器的提供，提高對 EUV lithography 機台的掌握度，使製程良率提高，了解並掌握 EUV lithography 機台的特性與製程設定的相應關係，達成不同產線一致性之目標。

#### ◇ 綠色能源科技創新產業

開發電源、用電管理及發展綠能產業為政府既定實現非核家園政策目標的三大策略。而天然氣燃燒時產生的氮氧化物( $\text{NO}_x$ )僅為煤炭之 20% 至 40%，二氧化碳( $\text{CO}_2$ )為煤炭之 60%，是重要的低碳能源與達成非核家園須推動的優先項目之一，在發電量組合占比將由目前約 30% 提高至 50%，以滿足國內發電需求。而在未來，配合加速擴大天然氣的使用以及液態天然氣(Liquefied Natural Gas, LNG)第三到第五接收站的規劃建置後，天然氣在國家能源使用中所扮演的角色將會更加重要，應用的層面也會更為多元，如氣態到液態供應以利 LNG 相關如交通工具、分散式發電及區域能源供應等應用的推展、LNG 冷能的擴大利用、燃油鍋爐改用天然氣等等，其所衍生的天然氣及水蒸氣之流量、成分及水蒸氣含量、熱值及能量等的計量，以及周邊儀表的校正追溯、氣量計電腦/遠程終端單元(Remote Terminal Unit, RTU)的驗證及能源轉換的效益評估等。另外綠能產業政策中氫能燃料電池的研發與應用推動，高溫氫氣計量技術與氫氣實際流量標準等量測需求，對於固態燃料或薄膜燃料電池的開發與效能驗證需有極重要的效益展現。

另因應地球環境與氣候變遷，減碳亦是全球矚目之議題，減少污染排放、開發綠能產業並建立相關科技系統、增加能源轉換使用效率等，成為各國積極努力的目標。根據統計，汽油車輛行駛每公里的能量消耗是電動車的 3 倍，二氧化碳( $\text{CO}_2$ )排放量為電動車的 4 倍。且電動車發展至今，其能量轉換效率高，幾乎無廢氣排放問題，車行時也不會產生噪音污染。目前全球多國已經為電動汽車普及化制定了目標，如我國政府於 2017 年底宣布 2035 年臺灣將禁售燃油機車，並於 2040 年要禁售燃油汽車，英國、法國將在 2040 年開始禁止銷售汽柴油車，德國預計於 2020 年把廢氣排放量降低 40%、到 2050 年將廢氣排放量降低 80% 至 95%，並逐步以電動車取代燃油汽車。在未來，電動車所需充電站計量之充電機具硬體設施勢必廣泛設置以滿足大量使用者之需求。其中總進線迴路配置電能品質分析儀能對整個充電樁供電迴路電力品質進行監測；單相導軌式交流電能表用於充電電能計量，電能數據由充電管理控制器通過 RS485 通訊端讀取，負責充電計費控制；霍爾傳感器可實現對充電電能的計量；另外直流快速充電機、交流充電器與充電站周邊相關儀表也需要進行校正追溯以維持充電電能準確性。都是需要 NML 從計量標準出發，蒐集及評估國際等相關規範，以提供未來法定計量技術與管理參考，進一步滿足新能源政策的需求。

除上述配合產業政策進行相關計量技術開發與建置外，在既有 NML 量測系統基礎下，汰換老舊設備/擴增現有能量，在有限資源下，擴展校正服務之最大效益。本期程

系統改良/擴建及汰換項目規劃如表 0-1-2。

表 0-1-2、106~109 年度 NML 系統改良/擴建及設備汰換規劃內容

對應產業	年度	系統改良/擴建 (系統代碼/系統名稱)	設備汰換 (系統代碼/汰換項目)
綠能科技	106	E11/交流電流量測系統 E01/約瑟夫森電壓量測系統	F06/自動化管式校正器
	107	F06/低壓氣體流量校正系統(管式校正器)	無
	108	F08/低壓氣體流量校正系統(鐘形校正器)	E01/免液氮冷凍機系統
智慧機械	106	V04/低頻加速規校正系統 N10/奈米壓痕量測系統	無
	107	無	無
	108	無	P03/油壓式活塞壓力計系統
	109	P03/油壓量測系統	N06/洛氏硬度標準系統
民生	106	U06/電磁場強度量測系統	M03/50 kg 質量比較儀
	107	M03/大質量量測系統	M03/1000 kg 質量比較儀
	108		無
	109	無	U02/微波散射參數及阻抗量測系統

## 二、國家度量衡標準實驗室定位與任務

國家品質基磐包含計量、標準、認證、驗證與檢測五大元素，國家度量衡標準實驗室(National Measurement Laboratory, NML)被賦予國家品質價值鏈「計量」源頭之責任，串連國家品質價值鏈，並確保與全球品質基磐之調合(如圖 0-1-3)。

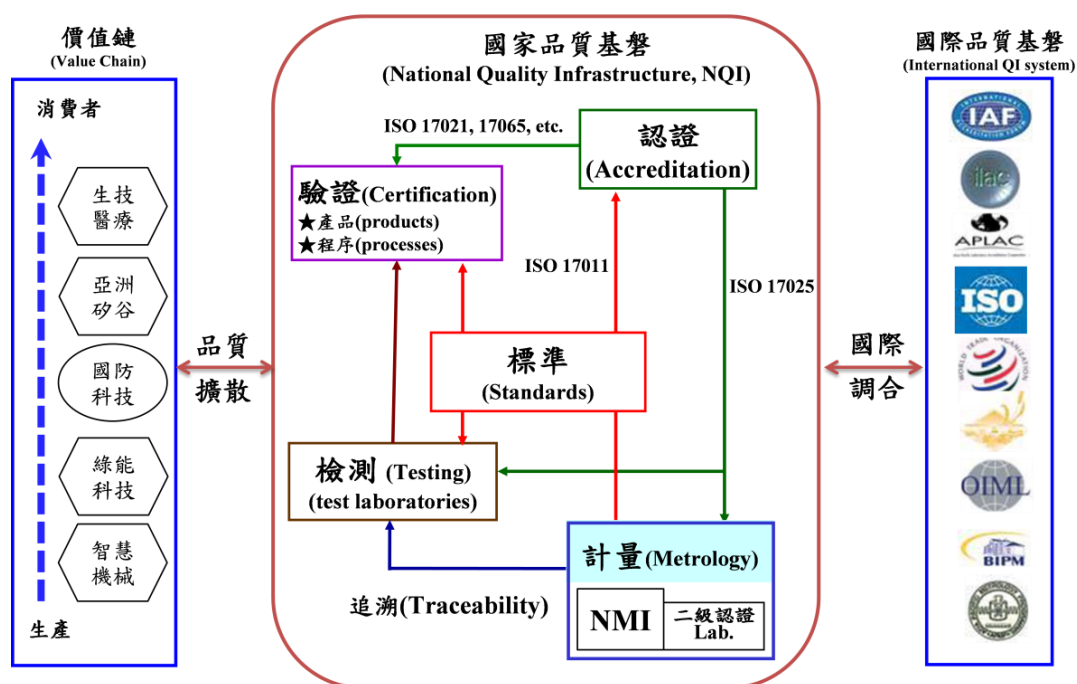


圖 0-1-3、國家計量與品質基磐的關聯性

依據我國度量衡法第 4 條「度量衡專責機關得設國家度量衡標準實驗室，負責全國度量衡最高標準之研究實驗、建立、維持、保管、供應、校正及其他相關事宜。」中央政府度量衡專責機關－經濟部標準檢驗局於民國 78 年起以委辦計畫方式委託工研院量測中心建立並維持國家度量衡標準實驗室(National Measurement Laboratory, NML)之運作，執行至今已逾 30 年，NML 除持續建立與維持我國國家計量標準外，也積極接軌國際尋求我國計量標準的國際等同與相互承認，多年來計已達成若干重要里程碑，例如：進入國際度量衡大會(CGPM)成為仲會員(Associate member)，簽署國際度量衡委員會(CIPM)主辦之國家計量標準相互認可協議(Mutual Recognition Arrangement, MRA)，使得 NML 校正報告得以通行全球。而透過國際度量衡局(Bureau international des poids et mesures, BIPM)的關鍵比對(Key comparison, KC)除可直接證明 NML 之量測能力外，亦維持國際度量衡委員會相互認可協議(CIPM MRA)之效力，促使國家品質基磐與國際接軌，協助產業界在邁向全球貿易之過程，減少技術貿易障礙(Technical Barriers to Trade, TBT)。計量標準提供我國生產經營服務活動所需的最高檢測依據，可以實現準確量測，保證產品品質安全，協助推動科技進步和技術創新，保障國家經濟社會發展。

國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫，本期程(106-109 年)仍以標準維持與國際等同連結國際，支援產業環境及民生福祉為主要目標，對外持續維持全球相互認可協議(CIPM MRA)效力，擴大亞太計量組織(APMP)國際事務的參與，對內則提供國內產業校正及技術服務，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。並配合政府五大創新研發產業政策及「連結國際」、「連結在地」、「連結未來」三大策略，優先針對「智慧機械」、「綠能科技」及「晶片設計與半導體前瞻科技」等國家重點項目，進行前瞻計量技術研究、發展產業計量及法定計量技術，支撐產業發展，維繫與精進國家計量標準服務能量。

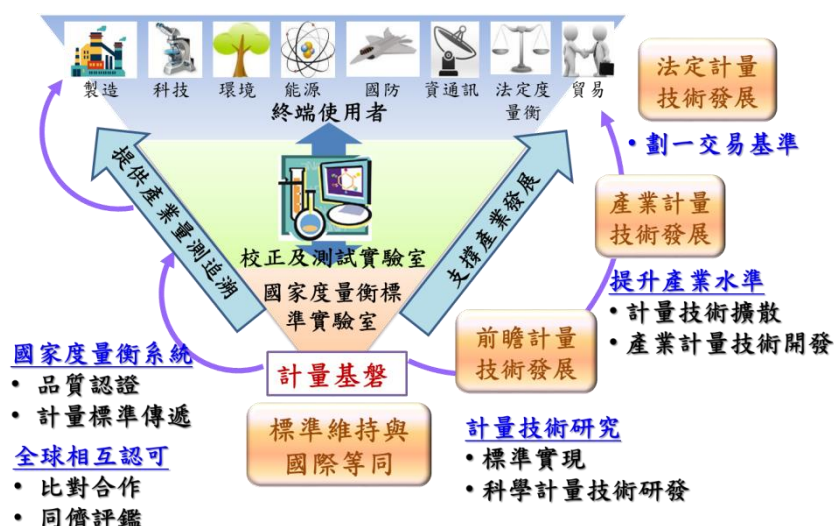


圖 0-1-4、國家度量衡標準實驗室定位及任務

因應國際基本單位(SI)重新定義，在主管機關多方爭取經費以因應此國際計量重大變革，

106年9月獲科專計畫分攤款4,000萬，執行「SI新標準計量技術發展」先期工作，107年2月獲106年度跨部會署科發基金計畫78,800千元執行部分新質量標準計量技術(計畫起訖時間為107/2~107/12)，107年7月獲107年度經濟部科發基金計畫90,994千元執行部分新質量、新溫度、新電流標準計量技術(計畫起訖時間為107/7~108/12)。另行政院107年6月28日院授主預經字第1070101515號函，同意動支107年度中央政府總預算第二預備金260,655千元進行SI新標準硬體建置工作。因此本計畫於107年7月完成計畫變更，當年度以新增第五分項\_SI新標準系統建置分項，執行部分新質量、新溫度、新電流、新物質量標準計量技術，各項系統後續評估工作納入本計畫108年運轉維持。SI新標準建置整體工作規劃，如圖0-1-5。

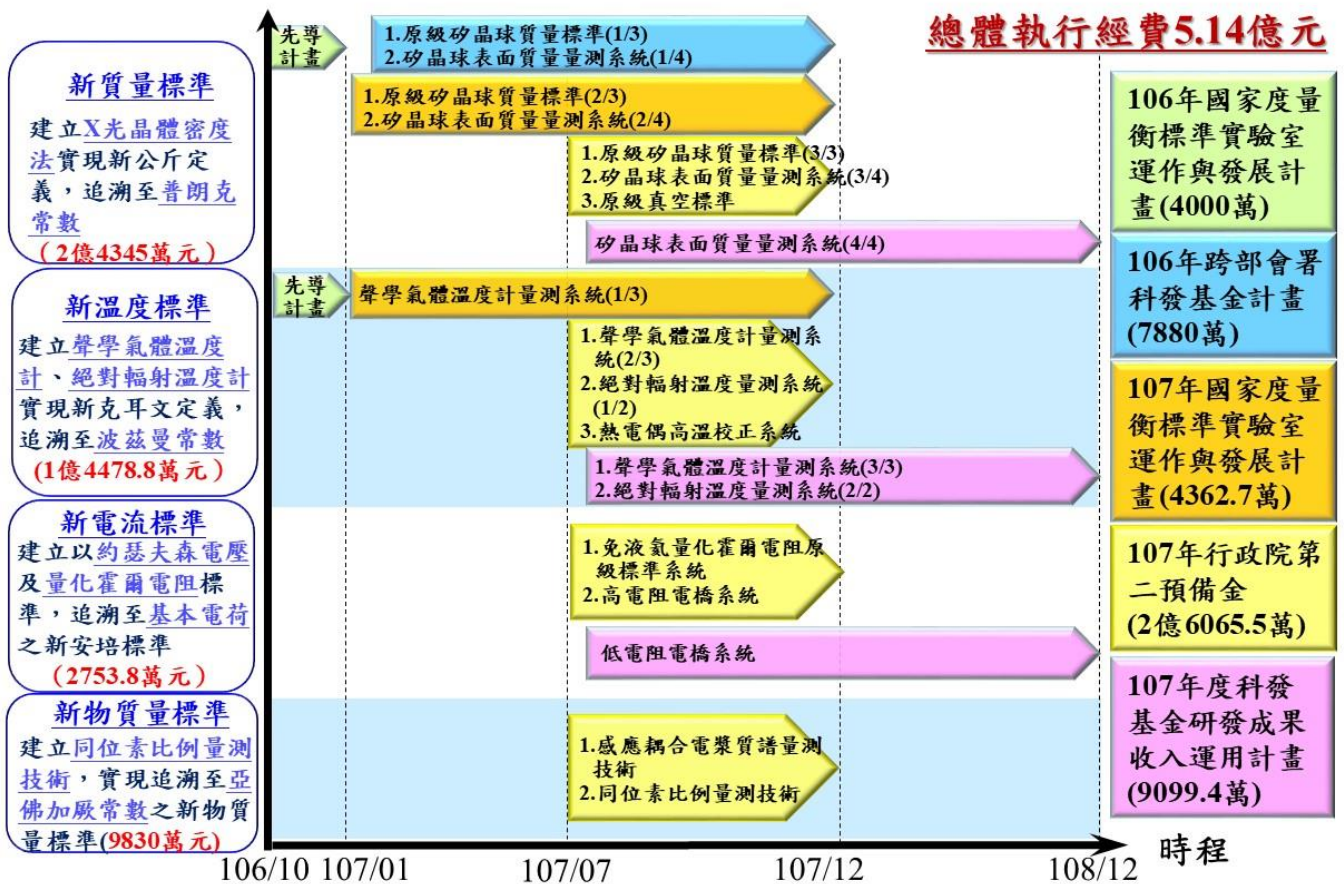


圖 0-1-5、SI 新標準建置整體之規劃及執行內容

另本計畫期程原規劃分由標準維持與國際等同、工業計量技術發展、科學計量技術研究與法定計量技術發展四個分項運作，108年因應經費刪減及原「工業計量技術發展分項」下「自動追蹤雷射測距與校正技術」工作項，108年起改由「智慧機械產業計量標準建置增值計畫」下進行研究，因而108年將原「工業計量技術發展分項」與「科學計量技術研究分項」合併為「工業與科學計量技術發展分項」。自109年起，調整工業計量技術發展方向，聚焦半導體產業計量基盤建置，發展先進製程關鍵尺寸量測技術、奈米粒子分析暨標準技術、微影製程光學量測技術三項技術。

配合國際趨勢、政府產業政策與國內產業需求現況，本計畫執行內容持續作調整修正全程重點工作內容之屬性及其配合政府產業政策之規劃，經滾動調整正如下圖：

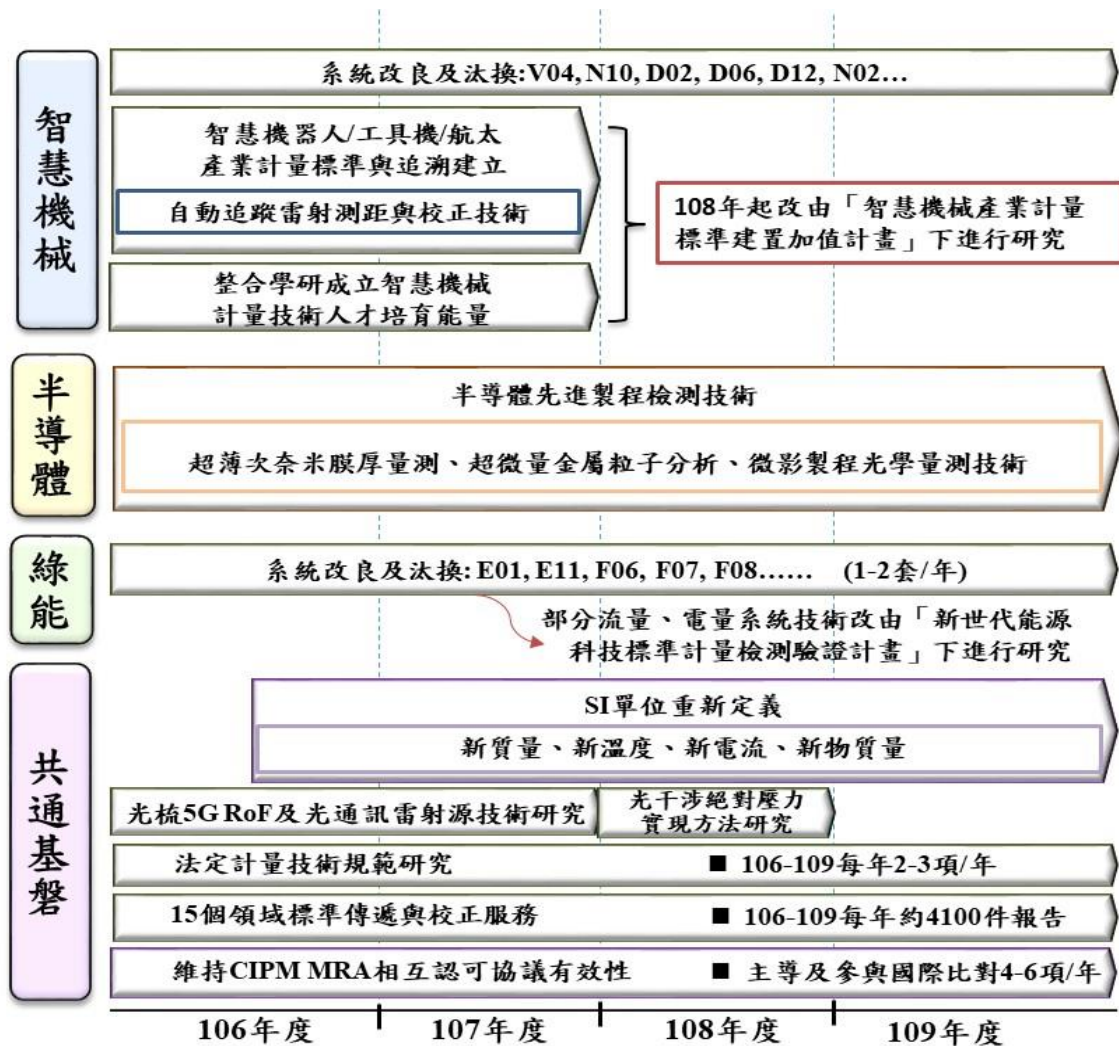


圖 0-1-6、NML 全程重點工作內容之屬性及其配合政府產業政策之規劃

### 三、實施方法與效益

為維繫計畫定位與任務並達成預期目標，計畫全程分由標準維持與國際等同、工業計量技術發展、科學計量技術研究、法定計量技術發展及 SI 新標準系統建置五個分項運作，實施方法如下：

#### (一)、標準維持與國際等同分項

本分項任務在建構維持國內計量追溯體系，每年於國內提供逾 4100 件校正服務(收入約 41,000 千元繳交國庫)，進行標準量值傳遞，確保國家研發、生產製造等活動之量測一致性及準確性。衍生全國專營測校實驗室與廠商自行建置品保實驗室(2200 家二級實驗室)之相關檢測服務約 273 萬件，支援逾百億元之檢測市場規模。

國際上，我國已於 91 年 6 月正式加入國際度量衡大會(Conférence Générale des Poids et Mesures, CGPM)之仲會員(Associate Member)並簽署國際度量衡委員會相互認可協議(Comité International des Poids et Mesures Mutual Recognition Agreement, CIPM MRA) (目前共計 106 個會員組織)，此協議使各國之國家計量機構相互承認所核發之校正或測試報告，亦即各國際計量機構(National Metrology Institute, NMI)相互承認彼此之量測能力。本分項持續透過國際間標準的追溯與比對，與品質系統維持，確保 MRA 效力。

本分項計畫團隊除透過常態性國際技術交流活動取得第一手資訊，以及觀察國際先進標準實驗室於國際度量衡局(Bureau international des poids et mesures, BIPM)校正與量測能量(Calibration and Measurement Capability, CMC)登錄內容之變化，持續掌握國際計量標準能量之演進趨勢外，尚經由系統管制圖、送校廠商現場訪談和不定期赴重點廠商訪廠所獲得訊息進行產業需求現況評估，從而制訂系統改良/擴建項目之執行優先序，並藉由下述工作之展開，維持我國量測追溯體系之運作與計量技術擴散，期能達成強化產業競爭力、保障民眾民生福祉、實現經濟公平交易、減少貿易障礙及促進經濟發展之效益。

#### •建立、維持國家量測標準之國際等同

- 針對國家度量衡標準實驗室 15 領域校正能量，本期程完成光輻射量/長度/電量/磁量/微波及溫度/濕度/質量/力量/壓力/真空/流量/化學等共 13 領域，第三者認證效期展延評鑑活動(每五年一次)以確認品質系統，維持國際度量衡委員會相互認可協議(CIPM MRA)之簽署與效力。
- 完備現有標準系統能量與技術能力以達與國際一致性，積極參與或主導國際比對，主動促成標準校正與量測能量(CMC)之擴增與更新，俾能持續合格登錄於 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。
- 於經費許可情況下，就已超過使用年限的設備或故障/性能退化之設備，除了優先鎖定服務需求、追溯位階較高之影響性較大標準系統進行汰換精進，另配合政府五大產業優先汰換智機及綠能等相關設備，使能穩定維持系統的服務品質與準確性，以順行擴展全球國際實力等同、國際能力比對及國際相互認可，維繫國家民生福祉及產業競爭力之政策使命。本期程共完成 7 項設備汰換。
- 展現國家度量衡標準實驗室之任務與功能，擔任區域計量組織技術委員會主席或執行委員，藉由參與或舉辦國際標準會議，構建維繫與國際標準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。

#### •建立、維持國家最高量測標準及提供校正服務

- 維護硬體環境設施與系統設備，減少系統故障率，並依 ISO/IEC 17025、ISO 17034 標準規範持續以量測品保數據與管制圖查核管制量測系統，確保國家度量衡標準實驗室的服務品質。
- 運用計量標準技術，著眼於智機產業待強化之壓力與力量領域，綠能產業必備之電

量與流量領域，以及民生與公務執法依據來源之質量及微波等領域，進行計量標準技術之改良/擴建工作。本期程共完成 9 套系統改良/擴建，並配合系統再評估，維持 15 個領域量測系統運作。

- 提供與國際接軌之校正服務，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。

#### •國家計量人才培訓及計量資訊傳播與推廣

- 推廣傳播計量標準技術和資訊，舉辦計量標準研討會和發行專業期刊。配合產業、實驗室需求，進行產業技術說明會，散播前瞻、衍生性技術發展與應用趨勢最新訊息，協助培育國內計量人才。
- 提供計量標準技術諮詢與服務，協助產業在計量技術及品質觀念與知識之建立。

### (二)、工業與科學計量技術發展分項

工業計量技術發展分項及科學計量技術研究分項，於 108 年整併為「工業與科學計量技術發展」分項，109 年因計畫發展方向調整，暫緩「科學計量技術研究」工作，於工業計量技術發展分項下，重點發展半導體產業計量技術。

#### 1. 工業計量技術發展

本分項係針對智慧機械應用領域，發展工業計量標準技術，以調和不同廠間產品品質的一致性。於精密機械產業，發展自動追蹤雷射測距技術，提供智慧機器人/工具機檢測技術與航太產業加工製程檢測所需的精密量測與補償技術；於半導體產業則發展製程過程污染物之超微量金屬粒子分析暨標準技術及於先進製程檢測所需之超薄次奈米膜厚度量測技術(膜厚 $< 2\text{ nm}$ )。108 年起所執行「自動追蹤雷射測距與校正技術」改由智慧機械產業創新 AI 應用加值計畫下進行研究。109 年起經滾動調整，著重在半導體先進製程計量技術建立，主要發展先進製程關鍵尺寸量測技術、奈米粒子分析暨標準技術、微影製程光學量測技術三項技術。

為滿足半導體進入 7 奈米以下先進製程，半導體關鍵尺寸參數，如線距和線寬不斷微縮，本計畫 109-113 年進行半導體先進製程前瞻量測技術開發，發展 GISAXS 關鍵尺寸量測技術，可將線寬及線距量測能力，由 50 奈米往下擴展至 20 奈米(線距)，其中線寬往下擴展至 10 奈米。除了線寬及線距持續窄縮外，薄膜厚度量測亦面臨「持續薄化達 1 奈米以下」、「尺寸窄縮」及「切割道測試區(Test Key)移除」的製程變化，為此，計畫持續發展長波長 XRR 量測技術，精確地量測 1 奈米以下薄膜厚度。為先進半導體薄膜製程提供具備高穩定性及可靠度之量測工具，以解決不同膜厚度量測機台或操作人員因各項結構量測參數不同所造成的量測結果差異，從而協助促進半導體先進製程之開發與量產。

此外，隨著半導體先進製程的開發，製程中對於會造成關鍵缺陷的粒子尺寸已縮小

至 20 奈米以下，而粒子不純物來源為原物料或製程過程所產生之反應，因此，為了避免粒子不純物所造成良率下降問題，並追溯污染來源，將發展粒子粒徑 $<20\text{ nm}$ ，粒子顆粒濃度 $<10^6\text{ cm}^{-3}$ 且可成分分析之量測技術，雖然目前已有商用機台可達粒徑 $10\text{ nm}$ 的量測能力，但其在小粒徑之粒子濃度偵測極限約落在 $10^8\text{ cm}^{-3}$ ，為了降低粒子濃度並達到本計畫所規畫之量測技術，預計發展的技術內容包含：電噴灑式進樣技術、微分電移動分析儀串接凝核粒子計數器量測技術、線上校正用奈米粒子產生技術、微分電移動分析儀-凝核粒子計數器串接單一粒子感應耦合質譜量測技術或電灑式質譜分析技術等，可解決半導體廠商目前對電子級試劑嚴苛的品管要求。

此外，本分項所發展「微影製程光學量測技術」，全程目標建置 EUV 微影製程光學量測技術，提供 EUV 光源光源輻射計量特性之標準追溯，包含輻射功率標準達 $10\text{ }\mu\text{W}$ 、輻射劑量標準達 $20\text{ mJ/cm}^2$ 、分光輻射功率密度標準 $1\text{ }\mu\text{W/cm}^2\cdot\text{nm}$ 。提供 EUV 光偵測器特性標準追溯，光譜量測範圍 $10\text{ nm to }20\text{ nm}$ ，光譜解析度達 $0.3\text{ nm}$ ，包含輻射響應、脈衝式評估、分光輻射響應、均勻度、線性度。提供 EUV 光罩缺陷檢測技術，建置同譜式光罩檢測技術，波長為 $13.5\text{ nm}\pm 0.5\text{ nm}$ 。真空式光偵測器量測技術，將標準透過 EUV 雷射光源傳遞於晶圓式 EUV 光偵測器以校正輻射照度標準，並導出於 EUV 微影機台之輻射劑量。可透過晶圓式偵測器以 EUV 雷射光源、單光子 EMCCD 與絕對輻射計量測系統進行標準傳遞。導入偵測器波長響應量測技術，藉以提供晶圓式光偵測器分光輻射光譜校正。可完備 EUV 光輻射計量標準，並可應用於 EUV 相關檢測技術。以 EUV 光輻射計量標準提供機台評估用之感測器之標準追溯，藉以評估 EUV 光分佈之均勻度、EUV 輻射照度與 EUV 出光之穩定度。

## 2. 科學計量技術研究

本分項著力於強化國家計量追溯體系、提升 NML 國際地位，進行前瞻計量技術之研究並尋求導入產業應用之可行方案，以協助我國產業創新研發所需量測或儀器技術，提升產品價值。因此，於審視國際計量技術最新發展議題、先進國家計量技術研究之進展，以及考量將有限資源予以較有效運用，並兼顧政府產業政策及國內產業發展之未來計量技術需求，聚焦於兩大方向工作：1)因應國際度量衡大會重新定義 SI 單位之新趨勢：「消除對人造標準物之依賴並追溯至基本物理常數」(參考表 0-1-3)，發展符合 SI 新定義之原級標準；2)針對創新產業之通訊及其關鍵半導體零組件技術發展，研發 5G 通訊光頻技術。

對於 SI 單位重新定義方面，國際計量技術發展大國爭相投入研發，期能於此歷史時刻取得主導地位。NML 除持續透過國際技術交流活動來掌握重點國家研究進程資訊外，並選擇我國現有技術與資源較適切入的領域著手，將發展新的壓力原級標準技術「光干涉式絕對壓力量測技術」，使我國真空、壓力最高標準(1 大氣壓以下絕對壓力標準)可追溯至基本物理常數-波茲曼常數(Boltzmann Constant)，符合 SI 單位新定義之發展趨勢。光干涉式絕對壓力量測技術亦具備量測範圍廣、反應速度快等特性，適合發展更高解析度與量測速度之



新型壓力感測器，取代傳統電容式、旋轉轉子式等傳統壓力計。此外，共振腔增強技術(Cavity-Enhanced Technique)，亦可應用於空氣性分子污染物(Airborne Molecular Contamination, AMC)量測，開發先進製程廠房所需 AMC 即時監測系統。

高準確的壓力及真空量測為眾多產業之製程關鍵，藉由準確的壓力及真空量測可精確控制所需的製程條件，包含半導體產業、光電綠能產業、生技醫藥及國防產業等。目前較常使用之真空計有電容薄膜真空計、派藍尼真空計(Pirani Gauge)、離子真空計與旋轉轉子真空計等，這些真空計需定期送至 NML 進行校正追溯。經由本計畫所發展之光干涉式絕對壓力量測技術，可由氣體密度、溫度與波茲曼常數為基礎，直接定出絕對壓力值，可取代目前使用有毒汞物質之汞柱原級壓力標準系統，並改善汞物質密度不易量測之缺點。並讓我國真空、壓力最高標準可追溯至基本物理常數-波茲曼常數，符合 SI 新定義。也使產業界與真空度、壓力相關之關鍵製程(例如：半導體產業之磊晶、參雜與鍍膜等)能確實掌控製程條件，維持材料特性、降低不純物影響，進而提升並確保產品良率與品質。

此外，針對新 SI 公斤改由普朗克常數定義，國際科學技術基本常數委員會(CODATA)基本常數工作小組於 2017 年根據瓦特天平法與矽晶球法所得之實驗結果訂定出普朗克常數為  $6.626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$  Js，此新定義於 2018 年第 26 屆國際度量衡大會(CGPM)中正式決議採用，並於 2019 年 5 月 20 日正式實施，國際公斤原器(International Prototype of the Kilogram, IPK)被賦予不確定度。目前國際度量衡委員會(CIPM)下的質量諮詢委員會(CCM)正在商討採用新定義後之實際作法，目前規劃為以下三階段：

- 第一階段為 2019/05/20 後，將短暫的繼續採用國際公斤原器實現公斤標準，但其不確定度由 0 變更為 10 微克(數值尚未確定)。
- 第二階段為 CCM 決定質量標準之共識值(Consensus Value, CV)，CV 則需透過未來之國際關鍵比對(Key Comparison, KC)決定，而比對參與實驗室為質量標準之傳遞機構。此 CV 關鍵比對原預定於 2020 年 3 月之前啟動，由於 COVID-19 疫情影響而延宕，參與者數量與參與者資格仍在討論中，尚未定案。Dr. Bettin 以 2017 CODATA 採用決定普朗克常數之數據為例，說明此 CV 值可能會有 6 微克至 20 微克之差異，取決於關鍵比對參與者所提供之量測結果與不確定度。
- 第三階段為停止使用 CV，NMI 各自以符合新定義之原級方法實現公斤。

NML 於後續之新 SI 計畫完成矽晶球原級質量標準系統建置，將成為有能力以原級方法實現新公斤定義之少數 NMI 之一，計畫將持續與德國 PTB 密切合作，加速 X 光螢光與光電子頻譜(X-Ray Fluorescence and X-Ray Photoelectron Spectroscopy, XRF XPS)矽晶球表層質量量測系統之整合與完善，進行雙邊比對，並積極爭取未來實質參與上述 CV 關鍵比對之機會，以確保我國在新質量標準之國際等同性，增加我國在亞太地區之影響力。SI 新定義單位實施後，NML 持續提供國內產業追溯所需之最高質量量測標準，並適時以研發成果協助提高國內量測科學與儀器技術水準。

對於因應創新產業之未來通訊及其關鍵半導體零組件技術發展需求方面，鑒於數位經

濟、物聯網、電子商務、智慧醫療等政府重點推動之創新產業項目，具備高傳輸速率及容量之下世代 5G 通訊技術無疑是支撐上述創新經濟的關鍵。因此，針對目前各國積極發展的毫米波(mm-wave)通訊，及其光纖光載射頻通訊(Radio over Fiber, RoF)技術，進行「5G 光載射頻及光通訊光梳技術」研究，開發重複率 GHz 等級的自參考穩頻飛秒光纖雷射光梳，以拍頻技術產生 100 GHz 以下的毫米波。同時也將利用光學濾波元件從飛秒光纖雷射光梳中過濾出高密度分波多工(Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM)光通訊所需的雷射源，建立以光梳為基礎的 5G RoF 及 DWDM 光通訊雷射源平台。

表 0-1-3、於 2019 年開始實施的 SI 新定義

基本單位	原 SI 定義	SI 新定義
second (秒), s	$\Delta\nu(^{133}\text{Cs})_{\text{hfs}}$ 一秒等於銻 133 原子於基態之兩超精細能階間躍遷時所放出輻射之週期的 9,192,631,770 倍時間。	$\Delta\nu(^{133}\text{Cs})_{\text{hfs}}$ (未改變)
meter (公尺), m	$c$ 光在真空中於 299,792,458 分之一秒時間內所行經的距離。	$c$ (未改變)
kilogram (公斤), kg	$m(\text{K})$ 一公斤等於國際公認原器之質量。唯一由人工製品所定義的基本單位。	$h$ Planck constant (普朗克常數)
ampere (安培), A	$\mu_0$ 一安培等於二條截面積為圓形無限長且極細之導線，相距一公尺平行放置於真空中，通以同值恒定電流時，使每公尺長之導線間產生千萬分之二牛頓作用力之電流。	$e$ Elementary charge (基本電荷)
kelvin (克耳文), K	$T_{\text{TPW}}$ 1 K 等於水在三相點熱力學溫度之 1/273.16	$k$ Boltzmann constant (波茲曼常數)
mole (莫耳), mol	$M(^{12}\text{C})$ 一莫耳為物質系統中所含之基本顆粒數等於碳十二之質量為千分之十二公斤時所含圓子顆粒數之物質質量。	$N_{\text{A}}$ Avogadro constant (亞佛加厥常數)
candela (燭光), cd	$K_{\text{cd}}$ 一燭光等於頻率 540 太赫之光源發出之單色輻射，在一定方向每立徑之放射強度為 1/683 瓦特之發光強度。	$K_{\text{cd}}$ (未改變)

### (三)、法定計量技術發展分項

法定計量為政府公權力展現的工具之一，用以規範並保障人民在食、衣、住、行、健康、安全上的需求與權益，但同時又必須能兼顧國內外業者在經營事業上的可發展性。本分項於政府制訂規範的過程即扮演制訂技術提供者、引進者與設備研發者的角色(如圖 0-1-7)，藉由下述工作之展開，務使政府所制訂或修訂的規範具有實務上的可執行性與公正性，並確保一切計量器具均具有追溯性。

- 運用在計量技術與標準的研發能量，適時與主管機關共同檢討國內所需規範項目與內容，建構合乎國情之法定發展策略與運行架構。
- 參酌國際法定計量組織所建議之技術規範(OIML Recommendations)，在兼顧國際等同性與國內執行能量的要求下，修訂國內法定度量衡器技術規範，以保障全民利益並促進業界提升技術能力。
- 為確保交易、公務檢測、醫療衛生、環保、公共安全所用法定度量衡器的性能要求，對現有型式或新興度量衡器進行檢測技術研究，以供權責機關制定相關規範參考，並提供性能測試或其技術移轉之服務。
- 因應新能源的應用趨勢，配合政府政策逐步增加相關法定技術規範的研究。

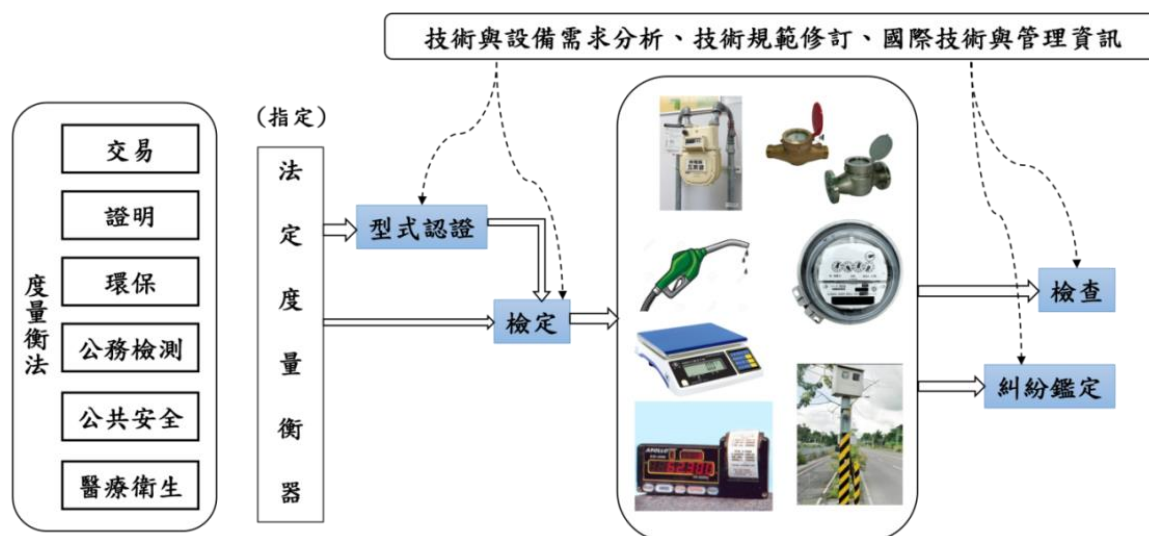


圖 0-1-7、NML 於我國度量衡器管理之角色

### (四)、SI 新標準系統建置分項

SI 七個基本單位(長度、質量、時間、電流、溫度、物質量和光強度)中，最近一次的修訂是 1983 年「長度」，新公尺(長度)的定義是由光在真空中於 299,792,458 分之一秒時間內所行經的距離，亦即以常數(光速)定義一公尺。國際度量衡大會(CGPM)已於 2018 年底通過 SI 基本單位新定義，7 個 SI 基本單位都以定值的物理常數來定義(例如，質量-公斤以普朗克常數  $h$  定義、電流-安培以基本電荷  $e$  定義、溫度-克耳文以波茲曼常數  $k$  定義及物質-莫耳以亞佛加厥常數  $N_A$  定義等)。為維持計量主權完整之計量基磐，自主追溯至 SI 基本單

位，NML 及時因應，與國際同步實行 4 項 SI 單位的重新定義，建立我國最高追溯標準。以保障國內產業生產設備、儀器準確度校正及追溯，提升 Made In Taiwan (MIT) 產品品質以確保國際競爭力。惟建立符合 SI 基本單位新定義之國家新計量標準所需要經費龐大，106 年度起分別爭取 5 項政府專案計畫編列經費執行，總經費為 5.14 億元，建置 4 項 SI 新標準(新質量、新溫度、新電流、新物質量)所需之硬體及技術，期程為 106 年 10 月至 108 年 12 月，使我國計量標準符合 SI 新定義。

在新質量部分，建立 X 光晶體密度法，追溯至普朗克常數實現新公斤定義；並依新追溯方式，建置質量比較系統，將新質量標準傳遞至需求產業。經費規模 2 億 4,345 萬元，包含購置超純化矽晶球、XRF XPS 表面質量分析儀、質量比較儀及超高真空腔等關鍵設備，建置完整追溯體系，確保我國質量標準追溯不受新定義影響。

主要工作，分別是：

1. 原級矽晶球質量標準建置，目標為建立高純度矽晶球質量原級標準，質量相對不確定度 $\leq 5 \times 10^{-8}$ 。
2. 矽晶球表層質量量測系統技術建立，目標是完成矽晶球表層質量量測系統，目標表層質量相對不確定度 $\leq 30\%$ ，其在 1 公斤之相對不確定度分量 $\leq 3 \times 10^{-8}$ 。
3. 原級真空標準建置，目標是建立壓力校正範圍 0.1 mPa 至 1 kPa，相對不確定度(0.1 - 2.5) %的靜態膨脹真空標準系統與技術。

在新溫度部分，建立聲學氣體溫度計及絕對輻射溫度計實現新克耳文定義，追溯至波茲曼常數。經費規模 1 億 4,478.8 萬元，包含購置聲學共振腔、熱電偶高溫校正系統設備、輻射超高溫校正系統設備，完整構建新溫度校正追溯鏈，溫度範圍涵蓋 $-60\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 3000\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。主要工作內容分別是：

1. 聲學氣體溫度計量測系統建置，目標是完成建立(213 ~ 505) K 聲學氣體溫度計量測系統，量測不確定度： $u(T) \leq 2.0\text{ mK}$  (涵蓋因子  $k=1$ )。
2. 絕對輻射溫度量測系統建置，擴建溫度範圍至 $\sim 3000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，量測不確定度小於 $7.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
3. 熱電偶高溫校正系統建置，溫度範圍涵蓋(0.01 ~ 1492)  $^{\circ}\text{C}$ ，量測不確定度為(0.1 ~ 1)  $^{\circ}\text{C}$ 。

在新電流部分，提升約瑟夫森電壓及量化霍爾電阻標準之能力，以追溯至基本電荷之新安培標準。經費規模 2,753.8 萬元，包含購置免液氦量化霍爾電阻系統，搭配約瑟夫森電壓標準，建立完整符合產業需求並與新定義接軌之電流標準。亦規劃三項主要工作，分別是：

1. 量化霍爾電阻系統精進，建立免液氦量化霍爾電阻系統原級標準系統，電阻校正不確定度： $< 6 \times 10^{-8}\ \Omega/\Omega$ 。
2. 大電流標準建置，完成低電阻電橋標準校正程序建立，電阻量測範圍 0.1 m $\Omega$  to 1  $\Omega$ ，電流量測範圍 100 A to 1000 A，電阻校正不確定度： $< 50\ \mu\Omega/\Omega$ 。
3. 微電流標準建置，建立用於微電流標準之高電阻電橋系統，高電阻量測範圍 100 k $\Omega$  to 1 T $\Omega$ ，電橋之比率量測準確度 $< 5 \times 10^{-6}$ 。

在新物質量部分，建立同位素比例量測技術，實現追溯至亞佛加厥常數之新物質量標準。經費規模 9,830 萬元，包含購置多接收器感應耦合電漿質譜儀及同位素質譜儀建立新物質量標準，準確量測元素物質莫耳質量，降低標準參考物質濃度計量追溯之不確定度，建立符合 SI 新定義之物質量標準。主要工作是擴建 C13 質量法金屬離子元素供應驗證系統，新增「同位素標準品」之服務，關鍵技術目標為建立質譜法高純度  $^{28}\text{Si}$  富集晶體之莫耳質量量測技術，其不確定度  $< 10^{-7}$ 。

5 項政府專案計畫執行經費、期程、主要工作，分別如下：

- 106 年國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫(經費 4,000 萬元，執行時程 106 年 10 月~106 年 12 月)  
優先進行新質量矽晶球表層質量量測系統技術中的光電子頻譜分析儀(含 XFlash 矽漂移偵測器)設備購置 1 項及自德國 PTB 技術移轉 XRF XPS 矽晶球表層質量量測技術。以及新溫度系統中之氣體分析儀與溫度定點 2 項關鍵設備購置。
- 106 年跨部會署科發基金計畫(經費 7,880 萬元，執行時程 107 年 2 月~107 年 12 月)  
建立新質量標準之原級矽晶球質量標準及矽晶球表面質量量測系統，關鍵設備採購 2 項。
- 107 年國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫科學計量技術分項(經費 4,362.7 萬元，執行時程 107 年 1 月~107 年 12 月)  
新質量標準之原級矽晶球質量標準及矽晶球表面質量量測系統所需之關鍵設備購置 3 項，及新溫度標準之聲學氣體溫度計量測系統之 1 項關鍵設備購置為主。
- 107 年行政院第二預備金(經費 2 億 6,065.5 萬，執行時程 107 年 7 月~107 年 12 月)  
本計畫併入 107 年國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫第五分項執行。涵蓋新質量標準之原級矽晶球質量標準、矽晶球表層質量量測系統及原級真空標準之 4 項關鍵設備採購；新溫度標準之絕對輻射溫度量測系統及熱電偶高溫校正系統所需之 2 項關鍵設備採購；新電流標準之量化霍爾電阻系統及高電阻電橋系統所需之 4 項關鍵設備採購；新物質量標準之感應耦合電漿質譜量測技術及同位素比例量測技術所需之 4 項關鍵設備採購；以及滿足 4 項 SI 新標準實驗室環境要求之實驗室改善工程 3 項。
- 107 經濟部科發計畫(經費 9,099.4 萬元，執行時程 107 年 7 月~108 年 12 月)  
除了新質量矽晶球表層質量量測系統所需關鍵設備 1 項及新溫度聲學氣體溫度計量測系統、絕對輻射溫度量測系統所需之關鍵設備 5 項採購，亦擴充至新電流系統所需之低電阻電橋系統關鍵設備採購 1 項。

上述 107 年行政院第二預備金執行之工作，併入 107 年國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫作為第五分項。執行之重點工作為：

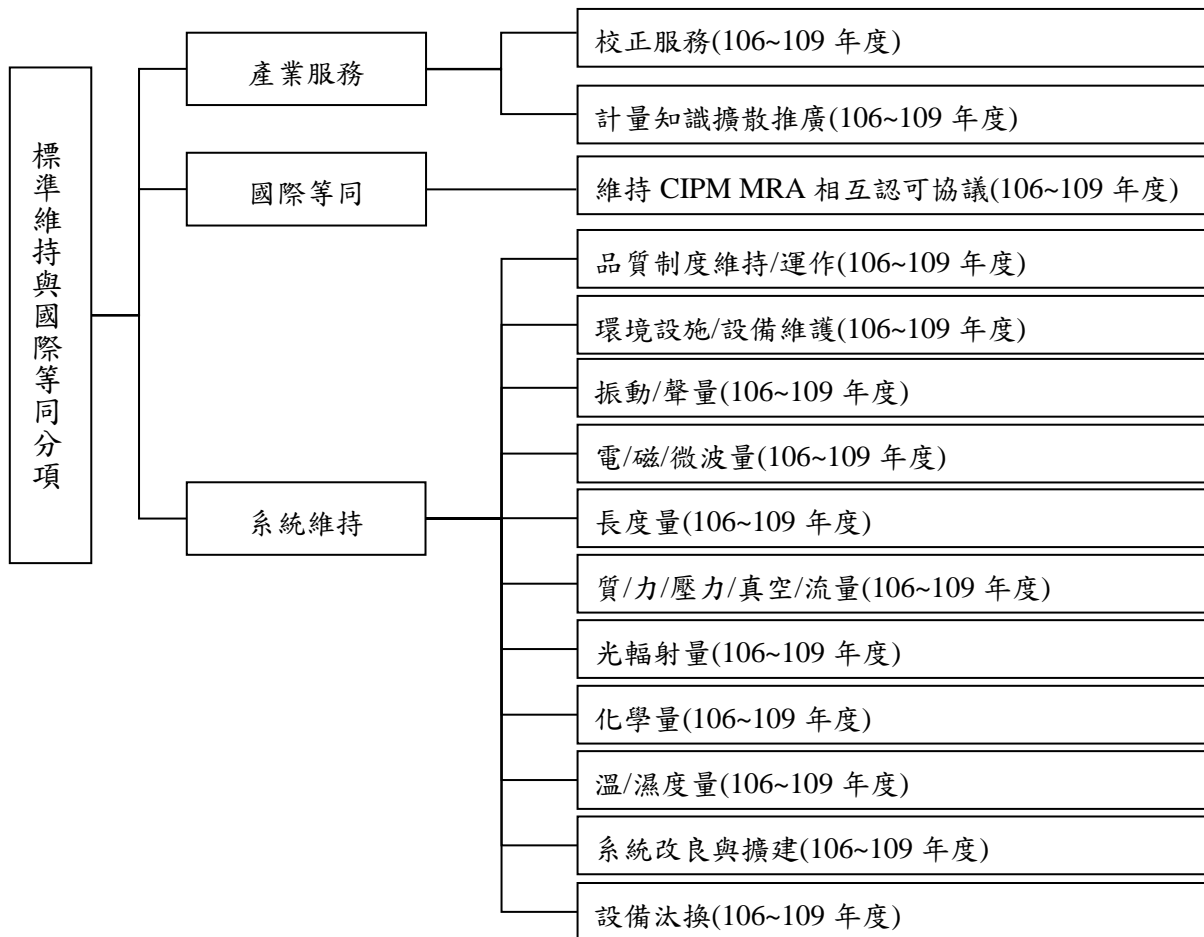
- (1) 完成法碼吸附效應量測技術、矽晶球表層量測技術與原級真空標準技術建立與不確定度評估。
- (2) 建立高溫輻射溫度量測技術並購置溫度定點系統，以搭配現有水三相點系統，實現符合新定義之溫度標準。

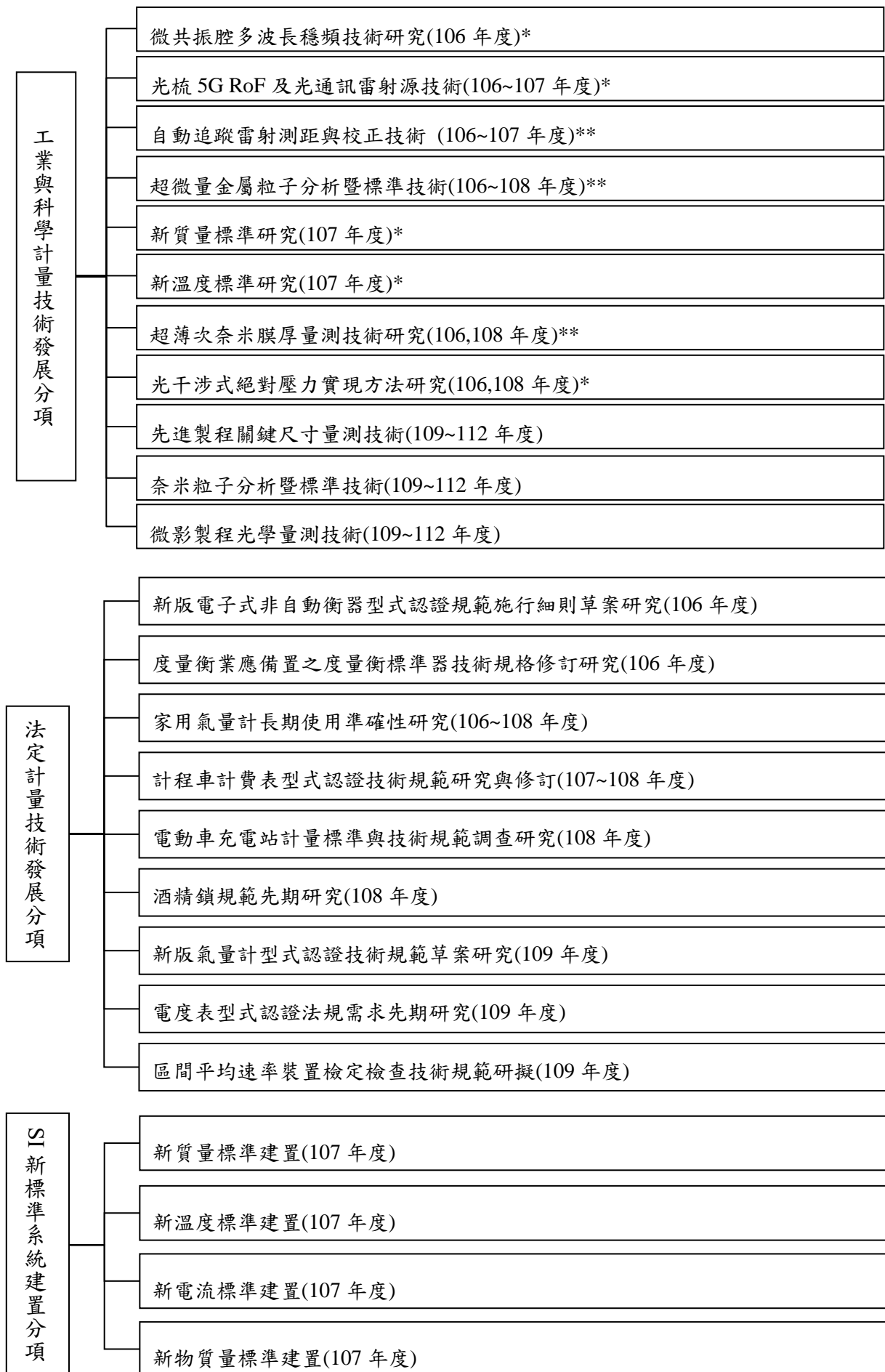
- (3) 建立免液氦量化霍爾電阻系統及高電阻電橋系統校正技術，以搭配高準確度之約瑟夫森電壓標準，建立完整符合產業需求並與新定義接軌之電流標準。
- (4) 建立高純度  $^{28}\text{Si}$  晶體同位素比例量測技術，搭配既有技術建立新物質量(mol)標準，準確量測元素物質同位素比例，建立莫耳質量(molar mass)量測技術，降低標準參考物質濃度計量追溯之不確定度，建立符合 SI 新定義之物質量標準。

於 108 年 6 月後無其他專案計畫經費投入，故將後續系統不確定度評估、查驗及國際比對等工作回歸標準維持與國際等同分項中執行。

#### 四、全程計畫架構

本計畫分為標準維持與國際等同、工業計量技術發展、科學計量(含 SI 新計量)技術研究、法定計量技術發展及 SI 新標準系統建置分項，共五個分項執行，全程計畫架構如下：





註：行政院 107 年 6 月 28 日院授主預經字第 1070101515 號函，同意動支 107 年度中央政府總預算第二預備金 260,655 千元進行 New SI 建置工作。因此本計畫於 107 年 7 月完成計畫變更，以新增 NML 計畫第五分項\_SI 新標準系統建置，執行該第二預備金核撥之內容。

本計畫原分由標準維持與國際等同、工業計量技術發展、科學計量技術研究與法定計量技術發展四個分項運作。108 年因應經費刪減，「工業計量技術發展分項」與「科學計量技術研究分項」合併為「工業與科學計量技術發展分項」。

\*：原科學計量分項執行項目；\*\*：原工業計量分項執行項目。

## 貳、109 年度計畫背景及研究內容

國家度量衡標準實驗室運作與發展之目的為建立並維持國家最高量測標準，提高量測品質與儀器系統的準確度，保障全國量測之準確性與國際等同性，為國內標準追溯依據，提供業界校正服務，奠基國家品質基磐。以計量科學的發展，作為產業發展競爭之後盾，守護我國計量技術主權，完善研發基礎與永續發展環境。

本年度計畫以三個分項進行，年度各分項主要任務如下：

### 一、標準維持與國際等同分項

#### (一) 建立、維持國家最高量測標準及提供一級校正服務

- 執行校正工作，提供 4100 件/年校正服務，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。
- 維持 15 個領域量測系統正常運作，藉由實驗室品保制度運作，符合 ISO/IEC 17025 及 ISO 17034 之標準規範，系統查核管制以確保國家標準實驗室的服務品質。
- 進行系統改良 1 套、系統再評估 39 套、汰換 2 項系統設備，使能穩定維持系統的服務品質與準確性。
- 因應 SI 基本單位定義之變革，進行 3 項新 SI 標準系統(質量、溫度、物質量)之評估工作。

#### (二) 建立、維持國家量測標準之國際等同

- 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，進行溫度/濕度/質量/力量/壓力/真空/流量/化學 8 領域第三者認證評鑑，使我國出具校正報告為相互認可國家組織接受。
- 維護我國計量主權，持續以觀察員(observer)身分參與 3 個諮詢委員會，另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。
- 參與 4 項國際比對，主動促成標準校正與量測能力(Calibration and Measurement Capabilities, CMC)之擴增與更新，持續合格登錄於國際度量衡局(International Bureau of Weights and Measures, BIPM)之關鍵比對資料庫使我國出出具校正報告為



相互認可國家組織接受。

### (三) 國家計量人才培訓及計量資訊傳播與推廣

- 推廣傳播計量標準技術和資訊，進行度量衡數位典藏網資料擴充、科普教育活動辦理，計量技術數位學習課程錄製、國內外訪客業務交流 15 批 180 人次/年，舉辦計量標準研討會/說明會等 12 場和發行計量專業期刊 6 期，配合產業、實驗室需求協助培育國內計量人才，促使產業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。

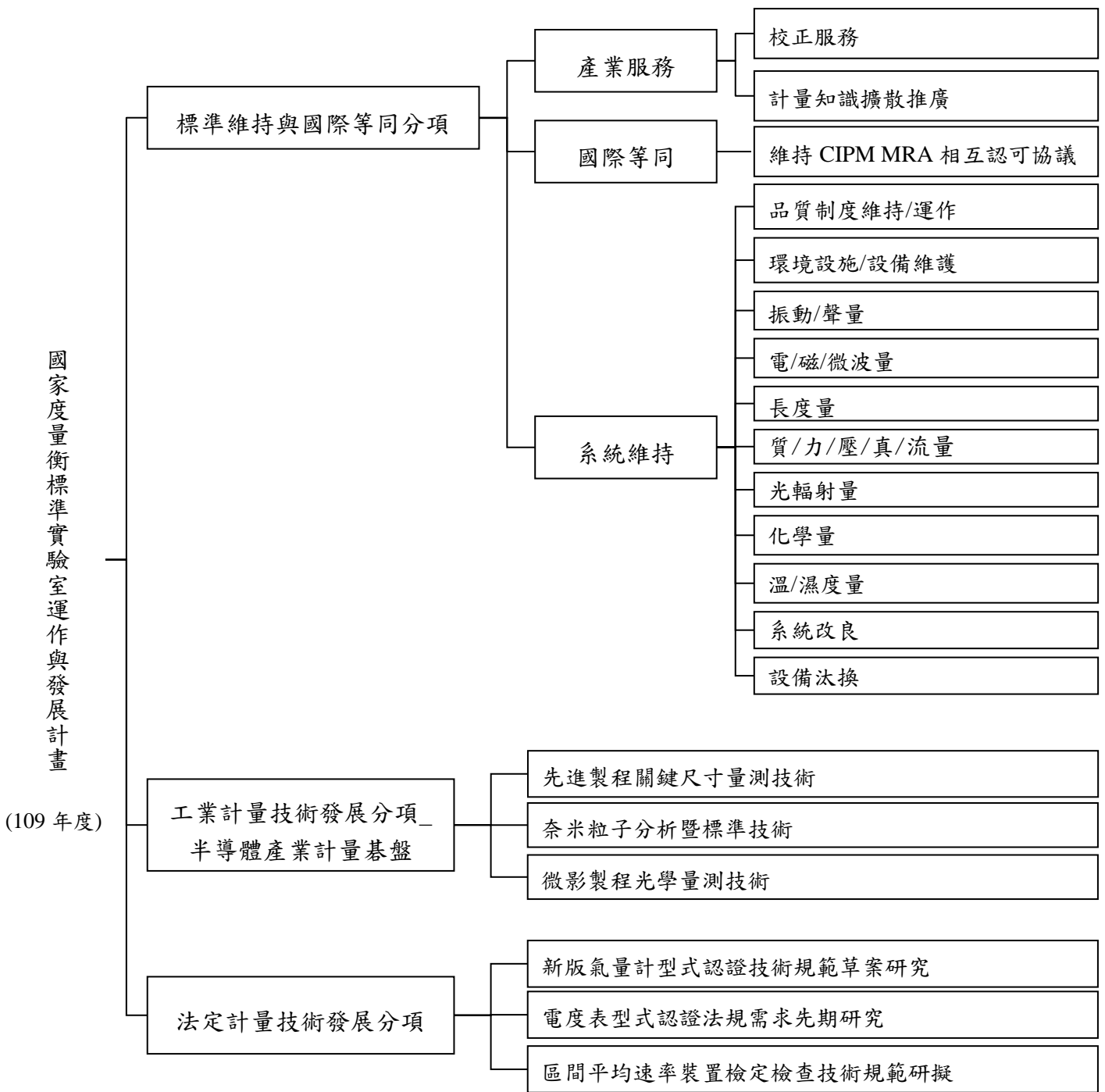
## 二、工業計量技術發展分項

- (一) 發展低掠角小角度散射(Grazing Incidence Small Angle Scattering, GISAXS)技術，用以量測半導體元件之關鍵尺寸。建立環繞閘極(Gate All Around, GAA)關鍵尺寸之數學模型，模擬 GISAXS 量測線寬/線距解析度 0.1 nm。同時發展長波長 X 光反射(X-Ray Reflectivity, XRR)技術，量測 1 奈米以下薄膜厚度，以滿足 N2 先進製程計量追溯需求，協助廠商提升製程良率。
- (二) 建立製程過程污染物之粒子分析暨標準技術，並將小粒徑粒子(尺寸 $< 20$  nm)之偵測極限降低至 5 nm，解決當前電子級試劑中粒子量測偵測極限不佳的缺點，並提供先進製程之量測與校正追溯，改善量產品質與良率，提升國內電子級試劑製造產業之國際競爭力，評估影響約 16 至 20 億產值。
- (三) 發展真空式光輻射量測技術，建置真空式分光光譜量測技術與光譜準確度校正與評估，光譜解析度達 0.3 nm，光譜範圍為 10 nm 至 20 nm。同時發展極紫外線(EUV)光偵測器特性量測技術，輻射功率達 10  $\mu$ W。以建置微影製程光學量測技術，提供先進微影製程之光源計量標準，與輻射劑量量測儀之計量追溯，全程將完備 EUV(13.5 nm)輻射照度、輻射劑量、分光輻射照度、輻射通量、分光輻射通量之計量標準，解決微影機台之曝光劑量與機台間製程一致性的問題。

## 三、法定計量技術發展分項

- (一) 配合主管機關檢討國內現行技術規範項目與內容所需更新項目，包括參照 OIML R137 研擬新版計價用氣量計型式認證規範草案；配合綠能政策研究目前民生用電度表施行型式認證的需求性與可行性，作為電度表規範制定的政策參考依據，以確保民生用戶的權益保障；研擬區間平均速率裝置檢定檢查技術規範，以為警察機關公務執法之依據及使區間平均速率裝置的國內製造商或進口商有所依循。

本年度計畫架構



## 參、執行績效檢討

### 一、資源運用情形

#### (一)、人力運用情形

##### 1.人力配置

主持人	分項計畫 (名稱及主持人)	預計 人年	實際人年
計畫主持人： 林增耀	(1)標準維持與國際等同分項 (計畫主持人：許俊明)	73.64	70.47
協同計畫主持人： 藍玉屏	(2)工業計量技術發展分項 (計畫主持人：陳生瑞)	6.24	6.04
	(4)法定計量技術發展分項 (計畫主持人：楊正財)	3.67	3.32
合 計		83.55	79.83

##### 2.計畫人力

單位：人年

分類		職稱					學歷					合計
年度	狀況	研究員級以上	副研究員級	助理研究員級	研究助理員級以下	博士	碩士	學士	專科	其他		
109	預計	76.55	4.00	3.00	-	-	21.79	39.24	10.88	11.64	0	83.55
	實際	63.21	11.25	5.37	-	-	20.02	42.42	9.02	8.37	0	79.83

註1：本表採用科技部職級計算。

註2：執行單位因人員異動及工作調動等因素，得以在執行計畫人事費預算需求內，容許執行人年數±10%之差異。

(二)、經費運用情形

1.歲出預算執行情形

單位：元

會計科目	預算數		實際數	
	預算金額(B)	佔預算數總計 %(C=B/A)	實際金額 (D)	佔實際數總計 %(E=D/A)
(一)經常支出				
1.直接費用				
(1) 直接薪資	106,367,000	51.17	106,367,000	51.22
(2) 管理費	24,997,000	12.02	24,997,000	12.04
(3) 其它直接費用	63,734,000	30.66	63,554,000	30.6
2.公費	1,232,000	0.59	1,232,000	0.59
經常支出小計	196,330,000	94.44	196,150,000	94.45
(二)資本支出				
1.土地				
2.房屋建築及設備				
3.機械設備	9,500,000	4.57	9,451,318	4.55
4.交通運輸設備	0		0	0
5.資訊設備	0		0	0
6.雜項設備	1,951,000	0.94	1,950,000	0.94
7.其他權利	100,000	0.05	122,997	0.06
資本支出小計	11,551,000	5.56	11,524,315	5.55
合    計(A)	207,881,000	100	207,674,315	100

註：預算數為 109/11/26 日計畫變更後之預算。

## 2.歲入繳庫情形

單位：新台幣元

科 目	本年度預算數	實際繳庫數	差異說明	
財產收入				
不動產租金				
動產租金				
廢舊物資售價		16,000		
權 利 售 價	專利授權金 <sup>註</sup>			
	權利金			
	技術授權金 <sup>註</sup>	2,000,000	2,000,004	
	製程使用			
	其他－專戶利息 收入	200,000	56,094	
罰金罰鍰		1,552	廠商逾期罰款	
審查費(校正服務費)	41,090,000	45,446,095		
供應收入－ 資料書刊費	280,000	90,130	計量技術涉及領域、產業層面廣泛，但特定客戶群有限，以推廣計量觀念為主要目的，同步以網路之運用、推廣說明會、科普教育投入度量衡標準推廣。	
服務收入－ 教育學術服務 技術服務	1,000,000	916,700		
業界合作廠商配合款				
收回以前年度歲出		255,596		
其他雜項				
合 計	44,570,000	48,782,171		

註：依據 102/6/20 簽訂經濟部標準檢驗局度量衡標準計畫研發成果運用契約書，專利/技術授權成果運用收入 60%繳庫。

### (三)、設備購置與利用情形

1. 本年度計畫經費購置儀器設備 3 件，請參閱附件一之儀器設備清單。
2. 依契約本計畫新臺幣 300 萬以下設備，悉由執行單位自行籌款購置，計畫編列設備使用費分年攤提。其中屬 300 萬以下設備乃依據中華民國 109 年 11 月 6 日經標四字第 10940006530 號函進行採購。

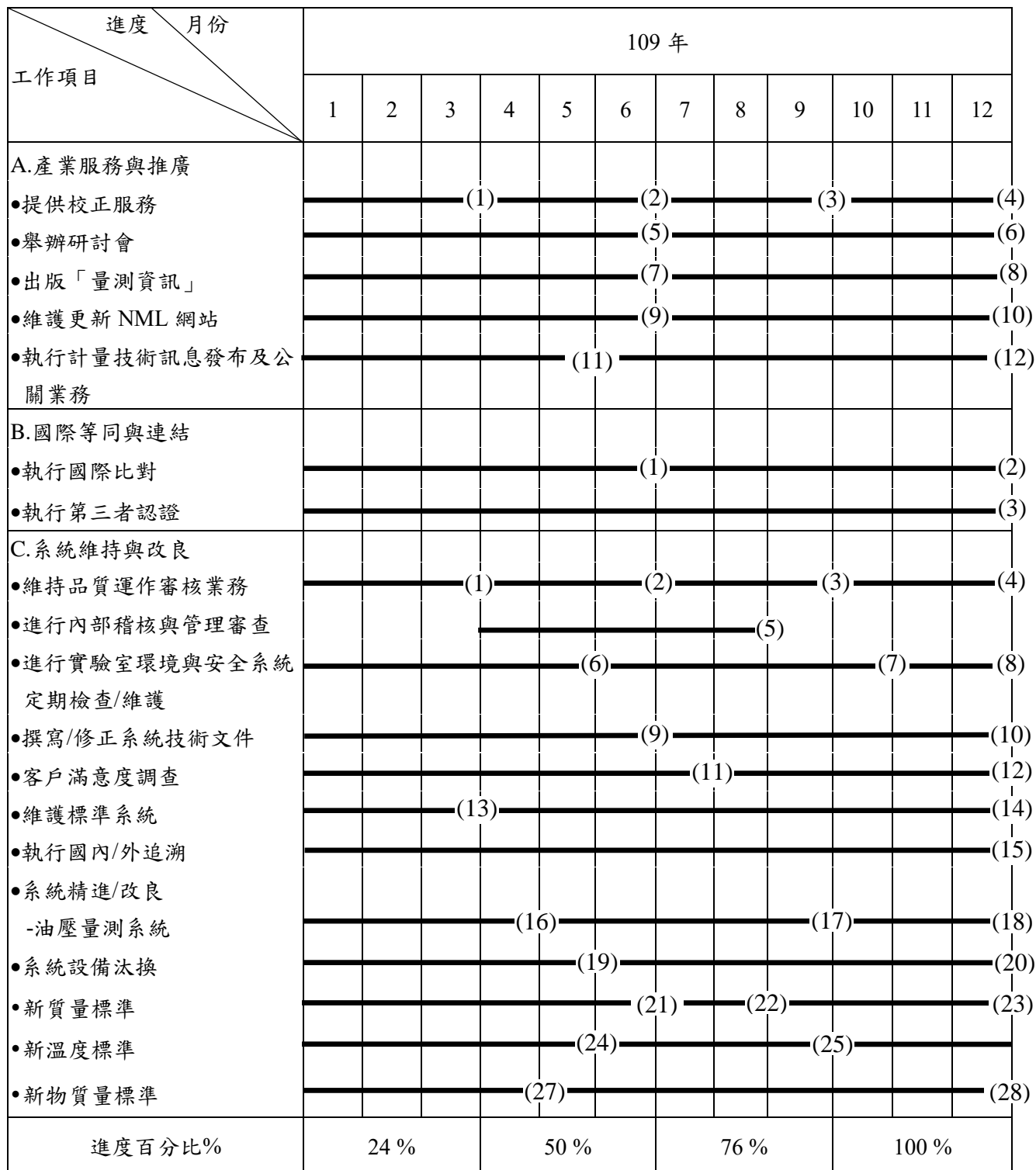
## 二、計畫達成情形

### (一)、目標達成情形

#### 1.標準維持與國際等同分項

★年度預定進度及查核點：

Gantt 圖



進度編列說明：

(1)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)=當月之執行進度。

(2)以1月之執行進度為例

1月18項/(1月18項+2月18項+3月18項+4月19項+5月19項+6月19項+7月19項+8月19項+9月18項+10月18項+11月18項+12月18項)=18/221=8.1%

查核點說明

查核點編號	預定完成時間	查核點概述
A-1	109年3月	完成第一季一級校正服務及件次統計。
A-2	109年6月	完成第二季一級校正服務及件次統計。
A-3	109年9月	完成第三季一級校正服務及件次統計。
A-4	109年12月	完成校正服務4100件次。
A-5	109年6月	完成研討會3場。
A-6	109年12月	累計完成研討會8場。
A-7	109年6月	完成3期量測資訊之出版工作。
A-8	109年12月	累計完成6期量測資訊之出版工作。
A-9	109年6月	配合國際計量日主題，完成網頁資訊更新。
A-10	109年12月	因應國內、外需求變化，不定期更新及維護網頁資料。
A-11	109年5月	辦理世界計量日計量技術知識訊息發布1則。
A-12	109年12月	完成度量衡科普、計量知識擴散推廣相關活動3場次以上、計量技術知識訊息發布累計4則、訪客業務交流累計15批次，180人次。
B-1	109年6月	參與國際比對，完成1項比對準備工作。
B-2	109年12月	參與國際比對，累計完成4項比對相關工作。
B-3	109年12月	完成質量/力量/壓力/真空/流量/溫度/濕度/化學等8領域第三者認證展延評鑑各項工作。
C-1	109年3月	完成維持品質運作出具之NML校正報告審核業務1000件。
C-2	109年6月	完成維持品質運作出具之NML校正報告審核業務累計2000件。
C-3	109年9月	完成維持品質運作出具之NML校正報告審核業務累計3000件。
C-4	109年12月	完成維持品質運作出具之NML校正報告審核業務累計4100件。
C-5	109年8月	完成內部稽核與管理審查各1場次
C-6	109年5月	完成定期高低壓電器及空調設備檢查、保養。(每半年一次)
C-7	109年10月	完成定期高低壓電器及空調設備檢查、保養。(每半年一次)
C-8	109年12月	完成消防系統點檢保養。(每年一次檢查申報)
C-9	109年6月	完成40篇技術報告撰寫/修正。

查核點 編號	預定 完成時間	查核點概述
C-10	109 年 12 月	累計完成 80 篇技術報告撰寫/修正。
C-11	109 年 7 月	完成上半年度客戶滿意度調查統計。
C-12	109 年 12 月	完成客戶滿意度調查分析。
C-13	109 年 3 月	完成系統長假後查核回報。
C-14	109 年 12 月	完成 15 領域標準系統維運。
C-15	109 年 12 月	完成國內追溯 450 件/國外追溯 18 件。
C-16	109 年 4 月	完成系統校正程序設計。
C-17	109 年 9 月	完成系統穩定性評估。
C-18	109 年 12 月	完成系統不確定度評估： 量測範圍：(1 ~ 280) MPa，不確定度： $7.0 \times 10^{-5} \sim 2.3 \times 10^{-2}$ 。
C-19	109 年 5 月	完成 2 項設備採購作業程序。
C-20	109 年 12 月	完成 2 項系統設備汰換。
C-21	109 年 6 月	完成二氧化矽標準試片氧沉積量校正曲線量測，二氧化矽標稱厚度為 2 nm 至 10 nm 之間。
C-22	109 年 8 月	完成矽晶球表層各元素(C、Si、O)比例分布量測。
C-23	109 年 12 月	完成矽晶球表層質量量測與不確定度評估，相對標準不確定度 $\leq 15\%$ 。
C-24	109 年 5 月	完成再現性評估 Pt-C $\leq 0.6\text{ }^\circ\text{C}$ 、Re-C $\leq 1.0\text{ }^\circ\text{C}$ 。
C-25	109 年 9 月	完成聲學氣體溫度計量測系統穩定性評估 $\leq 5\text{ mK}$ 。 完成輻射溫度高溫共晶點系統評估，不確定度 Pt-C (1738 $^\circ\text{C}$ ) $\leq 1.0\text{ }^\circ\text{C}$ 、Re-C (2474 $^\circ\text{C}$ ) $\leq 1.7\text{ }^\circ\text{C}$ 。 完成高溫輻射溫度計校正系統 (800 ~ 3000) $^\circ\text{C}$ 評估，不確定度(0.3 ~ 5) $^\circ\text{C}$ 。
C-26	109 年 12 月	完成聲學氣體溫度計量測系統評估，熱力學溫度之不確定度 $\leq 2.0\text{ mK}$ (涵蓋因子 k=1)。
C-27	109 年 4 月	完成矽莫耳質量量測程序建立。
C-28	109 年 12 月	完成矽莫耳質量量測不確定度評估 $\leq 6 \times 10^{-8}$ 。



★執行情形

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
<p>A.產業服務與推廣</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 提供校正服務</li> <li>• 舉辦研討會/在職訓練</li> <li>• 出版「量測資訊」</li> <li>• 維護更新NML網站</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成校正服務4100件次統計(A-4)</li> <li>• 完成研討會8場(A-6)</li> <li>• 完成6期量測資訊出版(A-8)</li> <li>• 因應國內、外需求變化，不定期更新及維護網頁資料(A-10)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 執行儀器校正服務及儀器功能測試及檢討，校正服務4450件，45,446,095元繳庫。</li> <li>• 完成辦理「電子天平校正與品管技術」、「ISO GUM量測不確定度與統計應用研習－基礎班」、「電量量測與校正技術研討會」、「壓力量測技術研討會」、「流量量測技術研習班－液體計量」、「如何依照ISO 9001:2015推動量規儀器校正管理」、「噪音量測技術研討會」、「單點濃度校正技術及其量測不確定度評估基礎實務」、「光輻射量測技術研討會」、「尺寸計量應用研討會」、「低頻磁場、射頻電磁波、天線量測與毫米波量測技術研討會」及「溫/濕度量測技術研討會」共12場次，154廠家，259人次參加，收入916,700元繳庫。</li> <li>• 完成6期量測資訊(191～195期)出刊，主題分別為「智慧機械」、「ISO/IEC 17025:2017 管理系統」、「電網現代化與智慧計量技術」、「尖端半導體量測技術」、「綠色能源流量計量發展」及「酒精鎖相關量測技術」，訂戶140家，刊物及相關販售收入共繳庫90,130元。</li> <li>• 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)新聞焦點24則；2)資訊更新</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 超出目標</li> <li>• 超出目標</li> <li>• 無差異</li> <li>• 無差異</li> </ul>

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
<ul style="list-style-type: none"> <li>執行計量技術訊息發布及公關業務</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>完成度量衡科普、計量知識擴散推廣相關活動3場次以上(A-12)</li> </ul>	<p>(含校正能量與收費50則及量測資訊、SI重新定義等)；3)回覆讀者留言111則。及配合國際度量衡局(BIPM)公告520世界計量日主題「Measurement for global trade」(中譯：支撐全球貿易的量測技術發展)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>完成NML網頁2020年資訊安全弱點掃描報告，掃描結果零風險，並行文標準局，完成年度資安重點工作。</li> <li>配合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13次系統偵測防護，確認系統零風險。</li> <li>完成度量衡科普相關活動 <ul style="list-style-type: none"> <li>→完成度量衡行動教具校園體驗活動共4所學校、18場次、433人次參與。分別於高雄前金國小(10月5、14日)、陽明國小(10月12日)、凱旋國小(10月13、15日)及愛國國小(10月14、21日)辦理。</li> <li>→支援北市普通型高中課程與教學發展工作圈物理學科平台計畫，派員於11月3日前往講授「量測不確定度的理論與應用」課程及11月24日講授「新質量定義」課程，奠定國內計量標準教育之基磐。</li> </ul> </li> <li>完成計量知識擴散推廣相關活動，共2場次： <ul style="list-style-type: none"> <li>→9月30日辦理「極紫外(EUV)光源與應用研討會(實體+線上)」推廣說明技術應用，共19</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>超出目標</li> </ul>

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成計量技術知識訊息發布4則(A-12)</li> </ul>	<p>廠家、29 人次參與。</p> <p>→10 月 15 日辦理「2020 奈米量測技術與應用推廣說明會」推廣說明技術應用，共 23 廠家、58 人次參與。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 計量技術知識訊息發布6則 <ul style="list-style-type: none"> <li>→「高階量測技術展示 解決市場需求」1 則</li> <li>→「NML 已獲得 TAF N0688(電量/電磁/光學/長度) ISO/IEC 17025:2017 轉版認證證書」</li> <li>→「國家度量衡標準實驗室以計量支持防疫」1 則</li> <li>→配合國際計量日主題，提供主管機關標準局「2020 世界計量日 經濟部標準檢驗局持續以計量技術支撐經濟貿易」新聞稿，並於 NML 網站發佈「2020 世界計量日 全球同慶」、「歡迎報名 2020 世界計量日系列演講」相關訊息 2 則，慶祝世界計量日的到來。</li> <li>→「呼吸器之流量與壓力校正追溯」1 則</li> </ul> </li> <li>• 因應國際度量衡委員會(CIPM)主席Dr. Wynand Louw邀請，於國際度量衡局(BIPM)網站分享對抗COVID-19之計量技術，包括體溫計校正器、呼吸器流量與壓力之校正、紫外線發光二極體關鍵參數量測系統、氣相式掃描遷移率粒度儀之病毒樣顆粒分析等技術。</li> <li>• 國內媒體宣導 <ul style="list-style-type: none"> <li>→ 6 月 4 日安排電子時報記者來</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 超出目標</li> </ul>

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
<p>• 進行技術/專利運用推廣</p> <p>B.國際等同與連結</p> <p>• 執行國際比對</p>	<p>• 訪客業務交流累計15批次，180人次(A-12)</p> <p>• 技術/專利運用推廣</p>	<p>訪，針對體溫計校正器、呼吸器流量與壓力之校正、紫外線發光二極體關鍵參數量測系統、氣相式掃描遷移率粒度儀等四項防疫技術進行專訪。相關報導已分別於6月24日及7月10日刊登。</p> <p>→於幼獅少年8月號之特別企畫：「勇闖實驗室」紫外線量測有一套。」，宣導NML紫外線發光二極體關鍵參數校正技術。</p> <p>• 推廣及交流國家度量衡標準實驗室業務，本年度累計參訪交流訪客：台大電機系、精浚科技、國家運輸安全調查委員會、電網管理與現代化策略辦公室、教育部體育署、國祥貿易、智泰科技、大量科技、巨大先進智能產品事業部、中鼎工程基礎暨環能開發部、均豪精密工業、台灣機械工業同業公會「工具、量具、研磨業專業委員」、和碩第八事業處、美商矽睿科技、儀器商業同業公會、度量衡同業公會、交通部氣象局檢校中心及非破壞檢測協會、牛津儀器、均豪精密等，共24批共228人次。</p> <p>• 完成12案技術授權簽約，另2案為前一年度遞延。</p> <p>• 累計已收款計3,333,341元，依據合約60%繳庫即2,000,004元繳庫。</p>	<p>• 超出目標</p> <p>• 無差異</p>

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 執行第三者評鑑</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 參與國際比對，累計完成4項比對相關工作(B-2)</li> <li>• 完成質量/力量/壓力/真空/流量/溫度/濕度/化學等8領域第三者認證展延評鑑各項工作(B-3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成5項國際比對工作(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、1項量測比對工作) <ul style="list-style-type: none"> <li>→ 完成維克式硬度國際比對(APMP.M.H-K1.b &amp; K1.c)登錄於國際度量衡局之關鍵比對資料庫(BIPM-KCDB)網頁，比對結果發表於 <i>Metrologia 2020 57 Tech. Suppl. 07010</i>。</li> <li>→ 完成絕對壓力國際比對(APMP.M.P-K9)登錄於國際度量衡局之關鍵比對資料庫(BIPM-KCDB)網頁，比對結果發表於 <i>Metrologia 2020 57 Tech. Suppl. 07017</i>。</li> <li>→ 完成低壓氣體流量國際比對(APMP.M.FF-K6.2018)量測工作。</li> <li>→ 完成由我國主導之低壓氣體流量國際比對 (CCM.FF-K6.2017)之比對報告草案 A 版 (Draft A ver3)修正。</li> <li>→ 完成我國主導之霧度國際比對(APMP.PR-P3.1)之比對件量測，並將比對件分別傳遞至新加坡、中國大陸、泰國及印尼及紐西蘭等參與國，由各實驗室進行比對件量測中，泰國與印尼已將量測數據回傳，其他國家量測中。</li> </ul> </li> <li>• 1月8日完成聲量/振動領域監督評鑑，計0項不符合事項(NCR)。</li> <li>• 9月15、23、29日完成化學校正領域展延評鑑(N2346)，計0項不符</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 超出目標</li> <li>• 無差異</li> </ul>

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 參與國際活動</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 參與國際活動</li> </ul>	<p>合事項(NCR)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 9月22、23日完成化學驗證參考物質生產機構延展評鑑(R001)，計0項不符合事項(NCR)。</li> <li>• 9月28、29、30日完成溫度/濕度/質量/力量/壓力/真空/流量等校正領域延展評鑑(N0881及N0882)，計3項不符合事項(NCR)，11/13日已完成改善措施回覆。</li> <li>• 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量(CMC)所提之項目審查，共12項： <ul style="list-style-type: none"> <li>→ 完成泰國國家計量研究院(NIMT)於化學(QM)領域之管理系統審查。</li> <li>→ 完成香港特別行政區政府政府化驗所(GLHK)於化學(QM)領域之管理系統審查。</li> <li>→ 完成阿拉伯聯合大公國阿聯酋計量院(EMI)於時頻(TF)領域之管理系統審查。</li> <li>→ 完成泰國國家計量研究院(NIMT)於力學(M)硬度領域之管理系統審查。</li> <li>→ 完成泰國國家計量研究院(NIMT)於溫度(T)濕度領域之管理系統審查。</li> <li>→ 完成巴西國家計量標準和工業品質研究所(INMETRO)於振動領域低衝擊、高頻振動與動態及電量領域阻抗之 CMC 更新審查。</li> <li>→ 完成新加坡計量中心(NMC)於</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無差異</li> </ul>

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
		<p>溫濕領域之露點溫度 CMC 更新審查。</p> <p>→完成芬蘭計量和認證(MIKES)於高壓氣體流量系統 CMC 更新審查。</p> <p>→完成韓國國家標準與科學研究院 (KRISS) 於油流量系統 CMC 更新審查。</p> <p>→完成韓國 KRISS 於風速系統 CMC 更新審查。</p> <p>→完成菲律賓國家計量實驗室 (NML-ITDI)於壓力之 CMC 更新審查</p> <p>→完成蒙古標準與計量局於質量之 CMC 申請審查。</p> <p>•6月16日~23日參與APMP年中線上會議，NML由陳生瑞經理以質量技術委員會(TCM)主席身分，參加執行委員 (Executive Committee, EC)會議、技術委員會主席(Technical Committee Chair, TCC)會議及執行委員和技術委員會主席聯合(EC-TCC)會議；王仁杰經理以國際事務窗口身分參加開發中國家執行委員(DEC)會議。</p> <p>•8月24日~26日參加2020精密電磁量測研討會(CPEM)線上研討會(Virtual Conference)，並發表3篇論文。</p> <p>•9月22日參加亞太計量組織 (APMP)召開之呼吸機計量與品質管理線上研討會(Webinar on Metrology and Quality Management of Ventilators)，分享</p>	

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
<p>C.系統維持與改良 維持品質運作審核業務</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成維持品質運作出具之NML校正報告審核業務4100件(C-4)</li> </ul>	<p>呼吸機功能性驗證及介紹 NML 壓力與流量完整之校正系統與追溯鏈等議題。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 9月23日參加物質量諮詢委員會氣體分析工作小組(CCQM-GAWG)線上會議,瞭解因應疫情相關國際比對活動延遲辦理的狀況。</li> <li>• 10月15日出席 NMI Directors Meeting 2020線上會議, Wynand Louw (CIPM President)、Martin J.T. Milton (BIPM Director)、各國國家計量機構首長均出席與會。會議中國際度量衡委員會與國際度量衡局說明全球計量活動發展,並特別針對COVID-19與防疫相關計量技術進行討論,宣布明年世界計量日主題將為「健康與量測」(Measurement in health)。</li> <li>• 10月19~20日出席國際法定度量衡委員會(CIML)第55屆年會線上會議,了解CIML年度工作重點及進展。</li> <li>• 10月20~21日參加亞太法定計量論壇(APLMF)數位校正證書會議(DCC),了解各國對於校正報告數位化發展及未來規劃。</li> <li>• 參加2020 APMP年度大會(GA)相關活動及出席10個領域之技術委員會(TC)線上會議,共39人次。並由傅尉恩組長當選下屆執行委員會委員。</li> </ul> <p>• 配合廠商送校,完成維持品質運作之審核業務計4450件。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 標準系統停止服務/合併/註銷</li> </ul>	<p>超出目標</p>



工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 內部稽核與管理審查</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成內部稽核與管理審查各1場次</li> </ul>	<p>→ 8月12日獲標準局同意：氣體量測系統(C07)之「氣體分流器」、氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統(C10)之「氣體濃度分析設備(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH/Air)」、奈米粒徑量測系統(D26)之「表面奈米微粒粒徑標準件」、微波散射參數及阻抗系統(U02)之「高頻介質材料」計4項校正項目停止服務；氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統(C10)之「氣體濃度分析設備(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH/Air)」併入氣體量測系統(C07)並註銷 C10 系統代號、直流大電阻系統(E25)併入直流電阻系統(E13)及直流高電阻系統(E14)並註銷 E25 系統代號、低壓氣體流量校正系統(小鐘形校正器)(F07)併入低壓氣體流量校正系統(大鐘形校正器)(F08)並註銷 F07 系統代號。俟 109 年度量衡規費收費標準修正公佈後生效。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4/13日完成109年度NML年初管理審查會議(MS Teams線上會議)，共計1項追蹤事項，已完成處理。</li> <li>• 6/3日完成109年度NML內部稽核，共計3項不符合事項(NCR)，11項建議事項。6/19日已完成前述不符合事項改善，6/30完成前述建議事項之回覆彙整。</li> <li>• 8/17日完成109年度NML年中管理審查會議。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無差異</li> </ul>

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 進行實驗室環境與安全維護定期檢查/維護</li> <li>• 撰寫/修正系統技術文件</li> <li>• 客戶滿意度調查</li> <li>• 維護標準系統</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成定期高低壓電器及空調設備檢查、消防保養(C-8)</li> <li>• 累計完成80篇技術報告撰寫/修正(C-10)</li> <li>• 完成客戶滿意度調查分析(C-12)</li> <li>• 完成系統長假後查核回報(C-13)</li> <li>• 完成15領域標準系統維護(C-14)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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，完成發電機運轉每周定檢；實驗室電梯安全、空調冷卻水塔更新及除垢處理、冰水主機、火災監視器、海龍消防系統、空壓機等每月定檢；除濕機、接地電阻測試、高低壓電器設備等安全檢查每季定檢。</li> <li>• 完成年度定期高低壓電器及空調設備檢查、保養。</li> <li>• 完成123份系統技術文件撰寫/修正。</li> <li>• 完成本年度顧客滿意度數位化調查，整體滿意度分數為9.4分。</li> <li>• 完成109年春節長假後NML量測系統開機檢查結果彙整，除暫停中無法執行開機動作的系統(1套)外，其餘量測系統的開機檢查結果皆正常。</li> <li>• 系統維護 →1月13日至1月17日與美國NIST共同完成E01約瑟夫森電壓(PJVS)系統電壓比對，比對結果兩套系統的比對En值皆為0.02(10V與1V電壓量測)，比對結果良好。另配合系統低溫設備改採免液氮冷凍機系統，完成系統技術文件改版。 →完成水及油流量系統(F01~F04)稱重平台顯示器更換與連線測試，經測試可正常連線</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無差異</li> <li>• 超出目標</li> <li>• 無差異</li> <li>• 無差異</li> <li>• 無差異</li> </ul>

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
		<p>使用。</p> <p>→完成大、小水流量(F01 與 F02)校正系統維護換向器滑軌上油。</p> <p>→完成大水流量校正系統(F01) 承載作動機構潤滑保養及重新上漆、系統幫浦 P 軸承潤滑油補充、並使用防水膠布止漏改善該出口管路有細微裂縫滲水問題，現況良好；完成查核件傳信器之重製更換及吊掛法碼油壓頂高機電源線維修。</p> <p>→完成低黏度油流量系統(F03)AZN 油壓車排油系統修改，以加裝彎頭方式避免稱重平台最低點會接觸砝碼之問題。</p> <p>→完成高壓氣體流量校正系統(F05)儲氣槽安全閥測試及年度工，及高壓壓縮機及其過濾器洩水處理之新機櫃箱修改工程。</p> <p>→進行高壓氣體流量系統(F05)壓縮機排氣減噪及異味設備購置，預定 12 月底前完成改善。</p> <p>→流量實驗室氣區地下室所增設之冰水主機，因接近逃生出口，影響逃生路線的順暢。經實驗室工安建議，完成冰水主機的基座延伸至逃生出口的樓梯前，並將逃生出口樓梯最下方的欄桿需向上移一階，以符合工安需求。</p>	

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 執行國內/外追溯</li> <li>• 系統精進/改良</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成國內追溯450件/國外追溯18件(C-15)</li> <li>• 油壓量測系統 <ul style="list-style-type: none"> <li>-- 完成系統校正程序設計(C-16)</li> <li>-- 完成系統穩定性評估(C-17)</li> </ul> </li> </ul>	<p>→ 完成低壓氣體流量校正系統(F08)低壓大鐘型校正器轉向器下方進氣管路保溫改善。</p> <p>→ 受 17 館火災影響之鋼瓶氣體濃度量測系統(C03)、質量法高壓混合氣體供應驗證系統(C08)、低碳能源氣體濃度量測系統(C09)及質量法環境荷爾蒙供應驗證系統(C12)，於 8 月 31 日前完成相關設備設施修護，已可正常運作對外提供技術服務。</p> <p>→ 完成低頻加速規絕對式校正系統(V04) 激振器的空氣軸承供氣軟管更換、排除激振器用之訊號放大器輸出振幅不穩定現象、更換控制主機 PXI 機箱硬碟，回復作業系統與自動化量測程式、光學干涉系統於雷射拆下追溯再裝回後，鏡組調整與光路回復、系統於 100 Hz 以下之量測數值確認。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 累計完成國內追溯495件次。</li> <li>• 完成交流電壓系統(E05)、掃描式電子顯微量測系統(D28)、電磁場強度量測系統(U06)、標準電感量測系統(E16)、氣壓量測系統(P04)、精密型長塊規校正系統(D23)及線距校正系統(D19)等系統共16項19件國外追溯工作。</li> <li>• 完成連通比較法與比較校正法之校正程序設計，連通比較法校正對象為活塞式壓力計，比較校正法校正對象為壓力計或壓力轉換</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 超出目標</li> <li>• 超出目標</li> </ul>

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 系統設備汰換</li> <li>• 新質量標準</li> </ul>	<p>-- 完成系統不確定度評估：量測範圍：(1 ~ 280) MPa，不確定度：<math>7.0 \times 10^{-5} \sim 2.3 \times 10^{-2}</math> (C-18)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成2項系統設備汰換(C-20)</li> <li>• 完成二氧化矽標準試片氧沉積量校正曲線量測，二氧化矽標稱厚度為2 nm至10 nm之間(C-21)</li> </ul>	<p>器。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成連通比較法系統組裝測試，利用雷射位移感測器判斷活塞下降率，測試結果連通前後活塞下降速率變化達到0.1 mm/min 以下等級。經連通平衡後計算待校件活塞有效面積於280 MPa時與參考有效面積的相對器差為 <math>1.2 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{m}^2</math>。</li> <li>• 完成系統穩定性評估 <ul style="list-style-type: none"> <li>→5 MPa 時有效面積變化量為： <ul style="list-style-type: none"> <li>一倍標準差 = <math>8.6 \times 10^{-11} \text{ m}^2</math> (8 個月內數據)</li> </ul> </li> <li>→28 MPa 時有效面積變化量為： <ul style="list-style-type: none"> <li>一倍標準差 = <math>1.2 \times 10^{-10} \text{ m}^2</math> (8 個月內數據)</li> </ul> </li> <li>→280 MPa 時有效面積變化量為：一倍標準差 = <math>2.7 \times 10^{-11} \text{ m}^2</math> (8 個月內數據)</li> </ul> </li> <li>• 完成系統不確定評估： <ul style="list-style-type: none"> <li>量測範圍：(1 ~ 280) MPa</li> <li>不確定度 <math>7.0 \times 10^{-5} \sim 1.6 \times 10^{-2}</math>。</li> </ul> </li> <li>• 完成「網路分析儀」、「硬度量測設備硬度量測設備」，共2項系統設備採購與驗收。</li> <li>• 完成二氧化矽標準試片氧沉積量校正曲線量測，二氧化矽標稱厚度為2 nm至10 nm之間。</li> <li>• 完成二氧化矽(SiO<sub>2</sub>)標準試片氧沉積量校正曲線建立，量測厚度為2.6 nm、4.4 nm、6.1 nm、8.1 nm 及 9.8 nm，共5個厚度，並以 Sherman's equation 擬合校正因子 <math>C_0 = (161.76 \pm 1.28) \text{ ng/cm}^2</math>，相對不確定度為0.79%。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無差異</li> <li>• 無差異</li> </ul>

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 新溫度標準</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成矽晶球表層各元素(C、Si、O)比例分布量測(C-22)</li> <li>• 完成矽晶球表層質量量測與不確定度評估，相對標準不確定度<math>\leq 15\%</math>(C-23)</li> <li>• 聲學氣體溫度計量測系統 <ul style="list-style-type: none"> <li>--完成聲學氣體溫度計量測系統穩定性評估<math>\leq 5</math> mK (C-25)</li> <li>--完成聲學氣體溫度計量測系統評估，熱力學溫度之不確定度<math>\leq 2.0</math> mK (涵蓋因子<math>k=1</math>)。(C-26)</li> </ul> </li> <li>• 輻射溫度高溫共晶點系統評估 <ul style="list-style-type: none"> <li>--完成再現性評估Pt-C<math>\leq 0.6</math> °C、Re-C<math>\leq 1.0</math> °C (C-24)</li> <li>--完成系統評估，不確定度Pt-C (1738 °C)<math>\leq 1.0</math> °C、Re-C (2474 °C)<math>\leq 1.7</math> °C(C-25)</li> </ul> </li> <li>• 高溫輻射溫度計校正系統 <ul style="list-style-type: none"> <li>--完成系統(800 ~ 3000) °C評估，不確定度(0.3 ~ 5) °C(C-25)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成矽晶球表層元素組成比例量測，矽晶球表層C : Si : O之平均比例為：25.82 : 20.36 : 53.82。</li> <li>• 完成矽晶球表層質量量測與不確定度評估，矽晶球表層氧化物之總質量為81.6 <math>\mu\text{g}</math>，標準不確定度為8.9 <math>\mu\text{g}</math>，相對標準不確定度為10.9 %。</li> <li>• 完成系統於 213.15 K、253.15 K、263.15 K、273.15 K、273.16 K、283.15 K、293.15 K、302.9146 K 及 373.15 K之穩定性評估，穩定度<math>&lt; \pm 0.38</math> mK。</li> <li>• 完成聲學氣體溫度計量測系統評估，熱力學溫度之不確定度為0.18 mK (涵蓋因子<math>k=1</math>)。</li> <li>• 完成Pt-C (1738 °C)及Re-C (2474 °C)共晶點於650 nm再現性評估，Pt-C之再現性不確定度(<math>k=1</math>)為0.58 °C、Re-C不確定度(<math>k=1</math>)為0.19 °C。</li> <li>• 完成Pt-C (1738 °C)共晶點評估，不確定度為0.28 °C；Re-C (2474 °C)共晶點不確定度為0.56 °C。</li> <li>• 完成高溫輻射溫度計校正系統(800 ~ 3000) °C評估，不確定度為(0.24 ~ 3.6) °C。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無差異</li> <li>• 無差異</li> <li>• 無差異</li> <li>• 無差異</li> <li>• 無差異</li> <li>• 無差異</li> <li>• 無差異</li> </ul>

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•完成矽莫耳質量量測程序建立(C-27)</li> <li>•完成矽莫耳質量量測不確定度評估<math>\leq 6 \times 10^{-8}</math>(C-28)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•完成矽同位素比例量測裝置優化，及高精密度之樣品分析程序設計，完成矽莫耳質量量測程序建立。</li> <li>•完成矽莫耳質量量測不確定度評估，不確定度為<math>1.6 \times 10^{-9}</math>。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•無差異</li> <li>•超出目標</li> </ul>

## 2.工業計量技術發展分項

★年度預定進度及查核點：

Gantt 圖

進度 月份 工作項目	109 年度												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
A.先進製程關鍵尺寸量測技術													
• XRR 多層薄膜膜厚量測技術	—————(1)—————			—————(2)—————			—————(3)—————						
• GISAXS 硬體架構建置				—————(4)—————									
B.奈米粒子分析暨標準技術													
• 電噴灑式氣膠產生技術	—————(1)—————												
• 小尺寸奈米粒徑量測技術				—————(2)—————									
C.微影製程光學量測技術													
• 真空式光譜儀組建與測試	—————(1)—————			—————(2)—————									
• EUV 光偵測器響應量測							—————(3)—————			—————(4)—————			
進度百分比%	20 %			51 %			80 %			100 %			

進度編列說明：

(1)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)=當月之執行進度。

(2)以 1 月之執行進度為例

$1 \text{ 月 } 3 \text{ 項} / (1 \text{ 月 } 3 \text{ 項} + 2 \text{ 月 } 3 \text{ 項} + 3 \text{ 月 } 3 \text{ 項} + 4 \text{ 月 } 4 \text{ 項} + 5 \text{ 月 } 5 \text{ 項} + 6 \text{ 月 } 5 \text{ 項} + 7 \text{ 月 } 5 \text{ 項} + 8 \text{ 月 } 4 \text{ 項} + 9 \text{ 月 } 4 \text{ 項} + 10 \text{ 月 } 3 \text{ 項} + 11 \text{ 月 } 3 \text{ 項} + 12 \text{ 月 } 3 \text{ 項}) = 3/45 = 6.7\%$ 。

查核點說明

查核點編號	預定完成時間	查核點概述
A-1	109年3月	完成量測薄膜厚度 $\leq 0.9$ nm。
A-2	109年6月	完成薄膜厚度量測，重複性誤差 $\leq 3\%$ 。
A-3	109年9月	使用長波長 XRR 量測薄膜 $50\ \mu\text{m} \times 50\ \mu\text{m}$ 待測面積，薄膜厚度 $\leq 0.9$ nm。
A-4	109年12月	完成 GISAXS 硬體參數設計，包含樣品旋轉角度範圍 $-10 \leq \theta \leq 10$ ，樣品與偵測器距離 $\leq 25$ mm。
B-1	109年7月	完成電噴灑式氣膠產生裝置，並利用調控不同操作參數(氣流量、溶劑導電度、電壓等)控制氣膠大小，依據乾燥之蔗糖粒徑量測結果，回推氣膠尺寸，使氣膠尺寸 $< 500$ nm。
B-2	109年12月	完成小尺寸奈米粒徑量測技術，粒徑偵測極限 $5$ nm，相對量測不確定度 $< 10\%$ 。
C-1	109年3月	完成真空式光譜量測系統規劃： 光譜範圍為 $10$ nm 至 $20$ nm。
C-2	109年6月	完成真空式光譜儀組裝測試，真空度達 $3.8 \times 10^{-6}$ torr。
C-3	109年9月	完成 EUV 光偵測器初步測試，光源功率達 $10\ \mu\text{W}$ 。 完成光柵角度三維真空腔技術，光柵水平角 $10^\circ$ 至 $20^\circ$ 。
C-4	109年12月	完成真空式光輻射量測技術： 光譜範圍為 $10$ nm 至 $20$ nm，解析度達 $0.3$ nm。

★執行情形：

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
A.先進製程關鍵尺寸量測技術 • XRR 多層薄膜厚度量測技術	• 完成薄膜厚度量測，重複性 $\leq 3\%$ 。(A-2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成狹縫(slit)安裝，並重複三次實驗確認散射張角(divergence angle)可解析至 <math>1^\circ</math>。</li> <li>• 完成使用 X 射線反射(XRR)量測 3 筆 TiN <math>0.9</math> nm，擬合得到平均值為 <math>0.969</math> nm 並與 TEM 量測結果 (<math>0.91</math> nm)作比對，誤差<math>&lt; 0.1</math> nm，比對結果符合預期。</li> <li>• 完成使用 XRR 量測 5 筆 TiN <math>0.9</math> nm (同 TEM 量測樣品)，擬合得到平均值為 <math>0.951</math> nm，以離散係數</li> </ul>	• 無差異

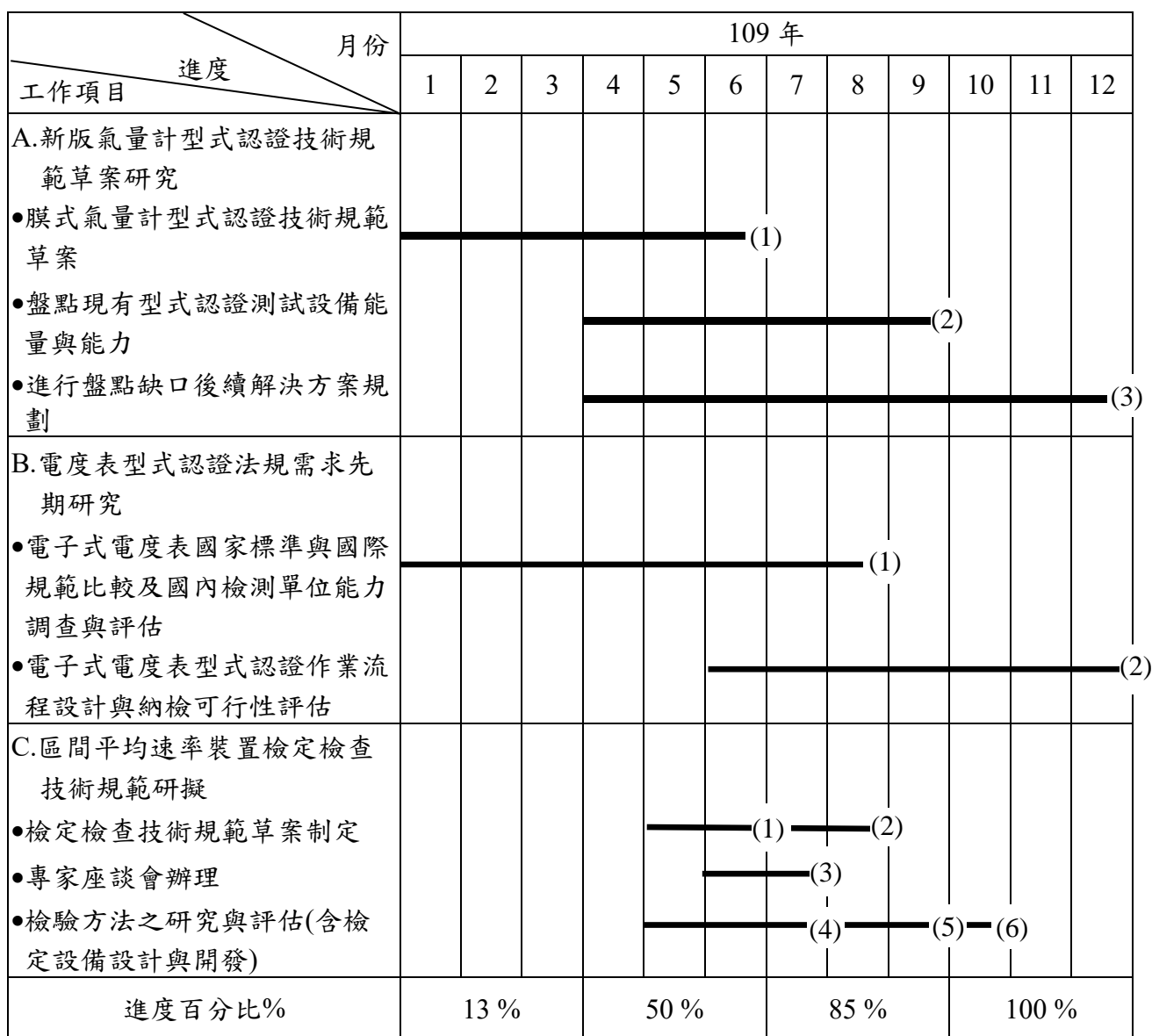


工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
<ul style="list-style-type: none"> <li>• GISAXS 硬體架構建置</li> </ul> <p>B. 奈米粒子分析暨標準技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 電噴灑式氣膠產生技術</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 小尺寸奈米粒徑量測技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 使用長波長 XRR 量測薄膜 <math>50\ \mu\text{m} \times 50\ \mu\text{m}</math> 待測面積，薄膜厚度 <math>\leq 0.9\ \text{nm}</math>。(A-3)</li> <li>• 完成 GISAXS 硬體參數設計，包含樣品旋轉角度範圍 <math>-10 \leq \theta \leq 10</math>，樣品與偵測器距離 <math>\leq 25\ \text{mm}</math>。(A-4)</li> <li>• 完成次微米電噴灑式液珠產生技術：產生霧化氣膠尺寸 <math>&lt; 500\ \text{nm}</math>。(B-1)</li> <li>• 完成小尺寸奈米粒徑量測技術：粒徑偵測極限 <math>5\ \text{nm}</math>，相對量測不確定度 <math>&lt; 10\%</math>。(B-2)</li> </ul>	<p>CV 進行重複性評估計算，CV 值為 <math>2.52\%</math>。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成使用 XRR 量測 5 筆 TiN <math>0.9\ \text{nm}</math>，<math>50\ \mu\text{m} \times 50\ \mu\text{m}</math> (使用成大奈米中心樣品)，擬合得到平均值：<math>0.889\ \text{nm}</math> 並進行重複性計算，其 CV 值為 <math>1.2\%</math>。</li> <li>• 為滿足 N2 半導體先進製程複雜結構之線距、線寬，GISAXS 需量測不同之 <math>\theta</math> 角，以 <math>278\ \text{nm}</math> 線距樣品模擬之最大 <math>\theta</math> 角為 <math>10^\circ</math>，<math>-10^\circ</math> 為校正樣品 <math>0^\circ</math> 位置預留之角度誤差範圍。</li> <li>• 狹縫斂張角至 <math>1^\circ</math>，光源 spot 可比散射點間距小，且樣品與偵測器距離需為 <math>25\ \text{mm}</math>。</li> <li>• 完成電噴灑式氣膠產生器(EAG)-高溫爐管-微分電移動度分析儀(DMA)-凝結微粒計數器(CPC)系統建置。</li> <li>• 完成系統參數優化，以醋酸銨電解液濃度 <math>20\ \text{mmol/L}</math>、氣流壓力 <math>1\ \text{atm}</math>、施加電壓 <math>2\ \text{kV}</math> 等參數調控，於最佳條件下，產生氣膠尺寸為 <math>(123.3 \pm 2.9)\ \text{nm}</math>。</li> <li>• 完成以 DMA-CPC 量測生物粒子洗素蛋白(ubiquitin)，粒徑值為 <math>(3.67 \pm 0.01)\ \text{nm}</math>。此結果與多篇文獻相符，差異 <math>&lt; 5\%</math>；因此判斷其正確性。</li> <li>• 完成 ubiquitin 的量測不確定度評估，其相對量測不確定度為 <math>2.5\%</math>。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無差異</li> <li>• 無差異</li> <li>• 無差異</li> <li>• 無差異</li> </ul>

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
<p>C.微影製程光學量測技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 真空式光譜儀組建與測試</li> <li>• EUV 光偵測器響應量測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成真空式光譜儀組裝測試，真空度達 <math>3.8 \times 10^{-6}</math> torr。(C-2)</li> <li>• 完成 EUV 光偵測器初步測試，光源功率達 <math>10 \mu\text{W}</math>。(C-3)</li> <li>• 完成光柵角度三維真空腔技術，光柵水平角 <math>10^\circ</math> 至 <math>20^\circ</math>。(C-3)</li> <li>• 完成真空式光輻射量測技術：光譜範圍為 <math>10 \text{ nm}</math> 至 <math>20 \text{ nm}</math>，解析度達 <math>0.3 \text{ nm}</math>。(C-4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 規劃真空式光譜量測系統，透過錐形光柵繞射理論計算設計，選用三種光柵鏡片(光柵條數：<math>1800 \text{ ls/mm}</math>、<math>2400 \text{ ls/mm}</math> 及 <math>3600 \text{ ls/mm}</math>)，及使用楔型結構搭配旋轉台，機構水平角度旋轉範圍為 <math>5^\circ \sim 45^\circ</math>。</li> <li>• 經極紫外線(EUV)分光反射率模擬結果，波長範圍可達 <math>10 \text{ nm}</math> 至 <math>20 \text{ nm}</math>。</li> <li>• 完成真空式光譜儀組裝，經抽真空 3 小時後，真空度達到 <math>1.74 \times 10^{-6}</math> torr。</li> <li>• 以同步輻射光源進行分光輻射響應之量測，再以標準光偵測器量測之光電流計算 EUV 光源之輻射功率，光源功率達 <math>15 \mu\text{W}</math> (<math>&gt; 10 \mu\text{W}</math>)。</li> <li>• 完成光柵角度三維真空腔技術，光柵水平角 <math>10^\circ</math> 至 <math>20^\circ</math>。</li> <li>• 完成真空光譜儀實際安裝於光束線上之後，可成功產生 <math>10</math> 到 <math>20 \text{ nm}</math> 之波段光。</li> <li>• 經由譜線分析，光譜半高寬(解析度)為 <math>0.3 \text{ nm}</math>。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 超出目標</li> <li>• 超出目標</li> <li>• 無差異</li> </ul>

### 3.法定計量技術發展分項

#### ★Gantt 圖



進度編列說明：

(1)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)=當月之執行進度。

(2)以 1 月之執行進度為例(最後再更確認進度)

$$1 \text{ 月 } 2 \text{ 項} / (1 \text{ 月 } 2 \text{ 項} + 2 \text{ 月 } 2 \text{ 項} + 3 \text{ 月 } 2 \text{ 項} + 4 \text{ 月 } 4 \text{ 項} + 5 \text{ 月 } 6 \text{ 項} + 6 \text{ 月 } 8 \text{ 項} + 7 \text{ 月 } 7 \text{ 項} + 8 \text{ 月 } 6 \text{ 項} + 9 \text{ 月 } 4 \text{ 項} + 10 \text{ 月 } 3 \text{ 項} + 11 \text{ 月 } 2 \text{ 項} + 12 \text{ 月 } 2 \text{ 項}) = 2/48 = 4 \%$$

#### 1. 預定查核點說明

查核點 編號	預定 完成時間	查核點概述
A-1	109 年 6 月	完成膜式氣量計型式認證技術規範建議草案。
A-2	109 年 9 月	完成現有型式認證測試設備能量與能力盤點。

查核點 編號	預定 完成時間	查核點概述
A-3	109 年 12 月	完成盤點缺口後續解決方案規劃。
B-1	109 年 8 月	完成國家標準 CNS 14607 與國際建議規範 OIML R46 的比較與及國內檢測單位能力調查與評估。
B-2	109 年 12 月	完成電子式電度表型式認證作業流程設計與納檢可行性評估報告。
C-1	109 年 6 月	完成「區間平均速率裝置」相關規範與文獻的搜集與彙整，並完成「區間平均速率裝置檢定檢查技術規範」建議草案初稿。
C-2	109 年 8 月	完成「區間平均速率裝置檢定檢查技術規範」建議草案修訂(供標準局預告版)。
C-3	109 年 7 月	完成辦理專家座談會。
C-4	109 年 7 月	完成車載光學觸發計時裝置建置與校正方法開發。
C-5	109 年 9 月	完成車載非接觸式車速量測裝置建置與校正方法開發。
C-6	109 年 10 月	現行裝置道路實測與結果分析，針對車輛通行時間、通行距離與平均速率進行實測，分析結果作為技術規範修訂依據。

★執行情形：

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
A.新版氣量計型式認證技術規範草案研究 •膜式氣量計型式認證技術規範草案	•完成膜式氣量計型式認證技術規範草案。(A-1)	•辦理 CNPA137 膜式氣量計型式認證技術規範草案討論會議(1月17日、3月6日)，陸續完成氣量計「計量管制與性能測試」型式評估測試之條文討論(包括第12.6.1至12.6.13節、第12.7至12.8節、第13章、計量管制與性能測試條文等)。 •各次會議決議總結包括： (1)不考慮於氣量計製造工廠及安裝現場或任何其它中間測試場所進行檢查和測試。	•無差異

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
<p>• 進行盤點缺口後續解決方案規劃</p> <p>B.電度表型式認證法規需求先期研究</p> <p>• 電子式電度表國家標準與國際規範比較及國內檢測單位能力調查與評估</p>	<p>• 完成現有型式認證測試設備能量與能力盤點。(A-2)</p> <p>• 完成盤點缺口後續解決方案規劃。(A-3)</p> <p>• 完成國家標準 CNS 14607 與國際建議規範 OIML R46 的比較與及國內檢測單位能力調查與評估。(B-1)</p>	<p>(2) 膜式氣量計檢定流量於 <math>Q_{max}</math>、<math>0.2Q_{max}</math> 及 <math>3Q_{min}</math> 的條件下進行性能測試。</p> <p>(3) 排除 13.2 節以統計為根據的檢定手法。</p> <p>• 6 月 15 日完成 CNPA137 膜式氣量計型式認證技術規範草案。草案架構比照 CNPA31，先以對照表形式呈現。主要條文包括：1.適用範圍、2.用詞定義、3.計量要求、4.技術要求、5.刻記、6.操作指示、7.封印、8.計量管制、9.型式認證等章節，並將相關要求融合於附錄 A—膜式氣量計型式認證之測試程序作為後續指定實驗室實施測試參考。</p> <p>• 完成財團法人台灣商品檢測驗證中心(ETC)含有電子組件氣量計之抗擾度測試所需之型式認證測試設備能量與能力盤點。</p> <p>• 完成成大流量實驗室(FML)執行新版型式認證技術規範之能量盤點與解決方案規劃。</p> <p>• 完成成大流量實驗室執行新版型式認證技術規範之能量缺口解決方案規劃。</p> <p>• 完成 OIML R46 系列標準蒐集，包含 OIML R46-1/2:2012、OIML R46-3:2013，並與現行 CNS 14607:2017 進行性能試驗項目差異分析。</p> <p>• 完成電度表檢測業務單位(台電綜研所及台灣大電力試驗中心)</p>	<p>• 無差異</p> <p>• 無差異</p> <p>• 無差異</p>

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 電子式電度表型式認證作業流程設計與納檢可行性評估</li> <li>C.區間平均速率裝置檢定檢查技術規範研擬</li> <li>• 檢定檢查技術規範草案制定</li> <li>• 專家座談會辦理</li> <li>• 檢驗方法之研究與評估(含檢定設備設計與開發)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成電子式電度表型式認證作業流程設計與納檢可行性評估報告。(B-2)</li> <li>• 完成「區間平均速率裝置」相關規範與文獻的搜集與彙整，並完成「區間平均速率裝置檢定檢查技術規範」建議草案初稿。(C-1)</li> <li>• 完成「區間平均速率裝置檢定檢查技術規範」建議草案修訂(供標準局預告版)。(C-8)</li> <li>• 完成辦理專家座談會。(C-3)</li> <li>• 完成車載光學觸發計時裝置建置與校正方法開發。(C-4)</li> <li>• 完成車載非接觸式車速量測裝置建置與校正方法開發。(C-5)</li> </ul>	<p>訪談，綜整其對電度表型式認證的意見及盤點電度表型式認證級檢定、檢查試驗能量。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成電子式電度表型式認證納檢評估、作業流程規劃，及相關作業流程設計。</li> <li>• 完成英國、瑞士、荷蘭、立陶宛、德國、澳洲與中國大陸相關文獻/規範共 7 份文件蒐集與研究，並根據文獻分析結果完成技術規範草案制定。</li> <li>• 完成「區間平均速率裝置檢定檢查技術規範」草案業者座談會與後續內容修訂，檢定項目將僅包含通行時間與平均速率兩項。已提供建議草案供標準局四組進行草案預告作業。</li> <li>• 7 月 28 日完成技術規範草案專家座談會，與會專家包含產官學界共 10 人，另有邀請交通部公路總局、道安會、縣市警局與相關設備廠商等來賓與會。</li> <li>• 完成車載計時裝置建置，計時範圍為(0.001 ~ 9999.999) s，解析度為 1 ms，具備每秒脈衝輸出方波，符合國家時間與頻率標準實驗室校正規格。</li> <li>• 完成車載計時裝置電路製作，初步測試功能正常，9 月 4 日安排通行時間道路實測。</li> <li>• 完成非接觸式車速量測裝置建置，及其與車載計時器之整合，</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無差異</li> <li>• 無差異</li> <li>• 無差異</li> <li>• 無差異</li> <li>• 無差異</li> <li>• 無差異</li> </ul>

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
<p>D.主管機關法定業務支援</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 度量衡法相關法規修訂</li> </ul> <p>• 後市場監督</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 現行裝置道路實測與結果分析，針對車輛通行時間、通行距離與平均速率進行實測，分析結果作為技術規範修訂依據。(C-6)</li> <li>• 度量衡法相關法規修訂委託作業</li> <li>• 後市場監督之網站資料蒐集委託作業</li> </ul>	<p>整合完成之系統可同步擷取計時器與車速計讀值，以利後續檢定工作進行。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 已於新北市與桃園市設置區間測速裝置路段，進行多次通行時間與平均速率實測，並驗證檢定檢查技術規範內所列設備與方法之可行性。因通行距離未納入技術規範中，未執行此項實測。</li> <li>• 完成「度量衡法相關制度與精進措施調查與分析」勞務委託案辦理，由台大法律系得標。</li> <li>• 5月21日及6月17日由委託單位會同標準局人員，拜訪「台北市度量衡商業同業公會」與「台中市度量衡商業同業公會」，蒐集對度量衡法相關制度之意見。</li> <li>• 9月10日於標準局四組完成本項勞務委託案之期中審查會議。</li> <li>• 8月6日、9月25日、28日完成北中南區「度量衡法相關制度與精進措施調查與分析座談會」之辦理。</li> <li>• 12月18日辦理期末報告審查會議後辦理驗收。</li> <li>• 完成「網路商品及度量衡器資料蒐集與分析」勞務委託案辦理，由云霖科技得標。</li> <li>• 完成網路商品及度量衡器網頁資料擷取程式撰寫及測試，自5/4日起持續每周抓取六大購物平台(蝦皮、露天、奇摩拍賣、PChome 商店街 PChome 線上購物及樂天)網頁商品資料，並依</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無差異</li> <li>• 無差異</li> <li>• 無差異</li> </ul>

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異說明
		<p>標準局意見修正及改善網頁資料擷取品質及範圍。已完成之網路搜尋關鍵字分別為度量衡器之電子秤、計量秤；商品之音響、電源供應器、電動按摩器、電動刮鬍刀、車充、行動電源、數位攝影機、整髮器、吹風機及吸塵器。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 6月12日因應局方要求除度量衡器及商品外，新增「醫用口罩」項目，已於6月19日提供六大購物平台網頁資料，供局方查核比對。</li> <li>• 持續進行度量衡器「電子秤」&amp;「計價秤」及商品「燙(整)髮器」、音響及行動電源等之購物平台網頁資料擷取，並依局方意見進行程式修改，辦理結案驗收。</li> </ul>	

(二)、量化成果達成情形

(計畫三個分項總計)

屬性	績效指標類別	績效指標項目	109年目標	109年達成	108年目標	108年達成
學術成就 (科技基礎研究)	A.論文	國內論文發表(篇)	25	27	39	34
		國外論文發表(篇)	10	15	16	24
	B.合作團隊(計畫)養成	機構內跨領域合作團隊(或計畫)數	8	16	8	8
技術創新 (科技技術創新)	G.智慧財產	專利獲證(件)	1	1	1	6
	H.技術報告及檢驗方法	技術報告(含ICT/MSVP撰寫修訂)	86	132	80	175
	II.辦理技術活動	辦理技術研討會場次	8	12	8	11
	II.辦理技術活動	辦理推廣活動場次(含專家座談會)	4	5	3	5
	J1.技轉與智財授權	技術/專利應用(件)	5	12	5	12
	J1.技轉與智財授權	技術/專利運用繳庫(千元)	2,000	2,000	1,500	2,102



屬性	績效指標類別	績效指標項目	109年目標	109年達成	108年目標	108年達成
	S2.科研設施建置及服務	系統運轉維持(套)	117	117	118	118
		系統服務件數	4100	4450	4100	4829
		標準系統建立(項)	-		-	-
		標準系統改良/再評估(項)	1/39	1/41	2/38	2/63
經濟效益 (經濟產業促進)	N.協助提升我國產業全球地位	國內追溯(件)	450	523	450	536
		國外追溯(件)	18	19	18	20
		國際比對(項)	4	5	6	10
		國際相互認可協定	1	1	1	1
社會影響	AB.科技知識普及	科普知識推廣與宣導次數	1(典藏計畫)	1(典藏計畫)	1(典藏計畫)	1(典藏計畫)
		計量技術訊息發布 (含新聞稿供稿)	4	6	4	4
	O.共通/檢測技術服務及輔導	提供國家級校正服務件數	4100	4450	4100	4829
	Q.資訊服務	維持網站數	1	1	1	1
		訪客接待(人次)	180	228	180	267
		量測資訊(期)	6	6	6	6
		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件數	3	3	4
提升我國國際地位		擔任國際組織之委員及主席	2	2	2	2
歲入收入 (千元)	歲入收入 (千元)	校正服務	41,090	45,446	41,090	46,833
		技術/專利運用推廣 <sup>註1</sup>	2,000	2,000	1,500	2,102
		書刊供應(量測資訊、技術資料)	280	90	200	177
		研討會、在職訓練	1,000	917	700	896
		專戶利息收入	200	56	200	143
		罰金罰款收入	--	2	--	11
		廢舊物資售價、收回以前年度歲出	--	256	--	51
		歲入合計	44,570	48,767	43,690	50,213

註1：技術/專利應用推廣歲入繳庫金額為109年度實際已收金額其60%繳庫。

### (三)、技術交流與合作

#### 1. 受邀演講

##### (1) 受邀至國立清華大學分析與環境科學研究所演講

林芳新君4月8日受邀至國立清華大學分析與環境科學研究所演講，講題為「Nanometrology in CMS-ITRI」，介紹NML在奈米計量方面的研究活動，主要內容為奈米量測技術及X光計量技術，包含：微分電移動度分析儀、單一粒子感應耦合電漿質譜儀、穿透式小角度X光散射技術、長波長X光反射技術等。

##### (2) 受邀至台灣安捷倫進行奈米粒子標準品及其對分析之影響演講

林芳新君1月7號受邀至台灣安捷倫舉辦之「2020年ICP-QQQ於半導體應用專題研討會」進行演講，講題為「奈米粒子標準品特性及其對分析之影響」，會中介紹奈米粒子標準品特性、現有各國國家標準實驗室之奈米粒子標準品、比對重要性及奈米粒子分析技術，推廣NML奈米粒子量測標準。

##### (3) 受邀至經濟部標準檢驗局進行噪音計原理及檢定檢查技術演講

郭淑芬君受經濟部標準檢驗局邀請於8月21日擔任「噪音計技術法規及度量衡法規說明訓練課程」講師，講授「噪音計原理及檢定檢查技術法規」，介紹噪音計基本架構、相關規範、規格要求，以及噪音計檢定檢查技術規範(CNMV 58-1)、倍頻濾波器噪音計檢定檢查技術規範(CNMV 58-2)的檢定檢查項目，推廣聲學計量技術。

##### (4) 受邀至嘉南藥理大學進行「計量追溯與氣體計量技術課程」講授

林采吟君於3月25日受邀至嘉南藥理大學之「嘉藥環境檢測人才培訓專班」講授課程，講題為「ISO/IEC 17025:2017系列 計量追溯之要求與實務」，介紹國家度量衡標準實驗室之任務與在計量追溯體制中所擔任的角色，並以氣體計量的實務經驗使學員深入瞭解實踐計量追溯政策之方法。

##### (5) 受邀至經濟部標準檢驗局高雄分局進行「度量衡訓練課程：SI基本單位」講授

饒瑞榮君於10月16日受邀至標準檢驗局高雄分局之「度量衡訓練課程：SI基本單位」課程中，講授「SI導出單位及其應用」，介紹SI單位的定義、其導出單位的類別、以及SI單位的使用方式、規則以及應注意事項，建立計量人員使用SI單位的正確觀念；郭俊廷君講授「SI基本單位：新物量標準」，介紹莫耳單位的重新定義、實現莫耳之技術發展、新定義的影響，並推廣NML因應新物量所建置之同位素比例分析系統之後續應用；陳士芳君講授「SI基本單位：新電流標準」，介紹電流單位的新舊定義、先進國家計量院之新電流標準實現方式與我國因應方式與執行策略、以及新電流標準對產業之衝擊，藉此推廣NML新電流標準技術與校正能量。

##### (6) 受邀至中華民國環境分析學會進行「化學分析品保技術課程」講授

林采吟君受邀至中華民國環境分析學會之第59期環境分析技術講習會台北(12月11日)與高雄(12月18日)兩場進行授課，講題為「量測儀器的校正與追溯介紹」。內容

主要說明在環境檢測領域所執行之量測儀器的校正工作如何落實以符合相關計量追溯之要求，藉以讓國家度量衡標準實驗室所維持之量測標準可擴大運用推廣至環境檢測領域。

(7)受邀至北水處進行109年「表場量測系統操作與水量計檢驗實務」課程講授。

何宜霖君於11月27日受邀至北水處講授「水量計量測研究中心運作之品質系統」、「水量計原理及實驗室設計概要」、「國內相關水量計檢驗技術與比較」及「水量計法規及技術規範」等課程。協助北水處落實水量計量測研究中心品質系統運作、標準追溯及提升水量計量測技術。

(8)受邀至台灣超微細氣泡標準化與應用研討會進行「超微氣泡量測方法」演講

林芳新君於12月25日受邀至台灣超微氣泡協會舉辦之「台灣超微細氣泡標準化與應用研討會」進行演講，講題為「超微氣泡量測方法(Characterization of Ultrafine bubbles)」，會中介紹超微氣泡的定義、相關ISO組織、規範及超微氣泡量測方法，藉此讓NML奈米量測標準可擴大運用推廣至超微氣泡檢測領域。

## 2. 國內技術交流活動

(1)受邀至台灣區電機電子工業同業公會擔任會議專家

吳貴能君於7月1日受邀至台灣區電機電子工業同業公會擔任「研商建立UV相關殺菌產品安全規範」會議之專家，討論UVC LED標準規範及量測系統，推廣NML LED量測標準之運用。

(2)拜訪水量計製造廠商-弓銓企業股份有限公司

標準檢驗局 連 局長偕同國家度量衡標準實驗室林增耀主任等人員於10月27日赴弓銓公司拜訪。弓銓公司為臺灣水表製造主要公司，除水表製造與販售，也參與水利署、環保署、水公司等水務相關工程及開發，如智慧水網布建、廢水監測、水質監測等。本次拜會討論包括型式認證、智慧水量計發展相關議題，藉以了解產業需求，並希望透過拜訪活動，使業界明瞭國家度量衡標準實驗室能量與可提供之技術支援，促進產業計量能力提升。



圖 0-1-8、標準局及國家度量衡標準實驗室人員拜訪弓銓公司

### (3) 受邀參加臺日技術合作計畫「智慧電表型式認證及檢定實務研修」會議

陳士芳君於12月9日至12月10日受邀至台灣商品檢驗中心(ETC)參加由標準局主辦之臺日技術合作計畫「智慧電表型式認證及檢定實務研修」視訊會議。本次會議主要由日本電氣計器檢定所(JEMIC)針對智慧電表的型式認證與檢定檢查作實務經驗分享，並與標檢局、國家度量衡標準實驗室、台電、以及國內電表製造商等作廣泛交流，藉此會議也讓台電以及國內電表製造商瞭解國家度量衡標準實驗室正協助標準局制定國家電度表型式認證之技術規範，以期未來在我國智慧電表廣設後，能確保電子式電度表計量的一致和準確性。

### (4) 拜訪工具機鑄件製造廠商-大詠城機械股份有限公司

葉建志君等溫度團隊人員於12月1日赴大詠城機械股份有限公司拜訪，現場交流並說明高溫計量的線上校正技術，包含黑體模擬器、熱電偶與電阻溫度計的原理、操作方法、溫度標準的追溯鏈、比較校正與定點校正技術等。同時，分享高溫校正爐的使用技巧與最新型高溫熱電偶使用特性。最後，則與謝宜軒總經理等人推廣最新研究方向-智慧型自校熱電偶溫度計技術，以微定點囊的溫度標準技術滿足大詠城機械鑄件的現場校正需求與追溯性。透過此次拜訪活動，使業界進一步瞭解國家度量衡標準實驗室的任務與能量，將有助於增進雙方合作與技術支援機會，促使產業溫度計量技術之升級。

## 3. 博碩學士生培訓

- (1) 交通大學博士生羅俊道參與NML薄膜厚度量測之驗證，協助HfO<sub>2</sub>、TiN及Ta<sub>2</sub>N薄膜之製備，並藉由TEM分析薄膜結構組成與厚度，驗證XRR膜厚厚度量測結果。
- (2) 清華大學博士生郭耀仁參與NML薄膜厚度量測之研究，協助完成長波長XRR光路設計最佳化，優化訊雜比，使量測X光最大可解析入射Theta角度達到60度，相對應可量測膜厚延伸至0.9奈米。
- (3) 清華大學碩士班趙芷君參與單一氣膠產生裝置之測試，協助系統架設及載具設計，並利用NIST SRM 8013進行系統驗證，其SRM 8013量測值為56 nm。
- (4) 印度國立理工學院魯吉拉分校(National Institute of Technology Rourkela)博士生Nishant Kumar Sahu，實習起訖為2020/03/01至2020/09/01，為期半年參與NML標準計畫，主要針對振動原級系統的干涉模組現行採用的零差(Homodyne)法，探究改良採用外差(heterodyne)法雷射干涉模組的優缺點，以及外差雷射干涉模組的原理及實施方式，針對數學理論、訊號處理演算邏輯進行探討與驗證等面向進行前期可行性研究。

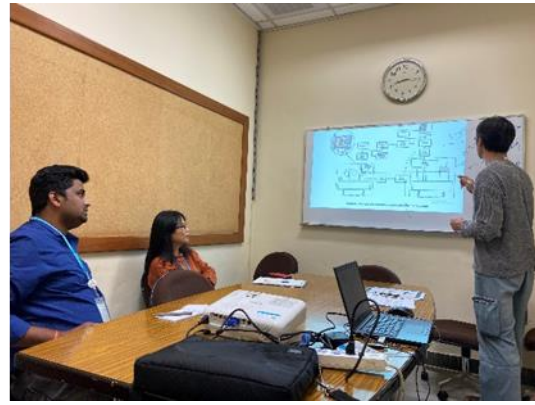
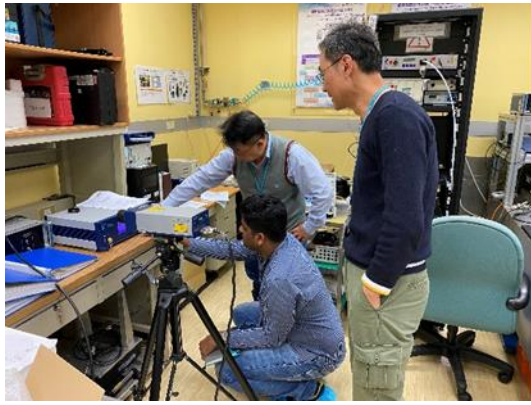


圖 0-1-9、印度博士生之實驗過程與定期研討

- (5)清華大學大四生黃詩瑜，參與NML法定計量之區間測速計畫，協助設計與繪製計時器 LED驅動電路與相關焊接製作工作，用於後續區間測速裝置檢定之通行時間檢定項目。
- (6)中央大學碩士生林浩沅，協助量測系統之光學設計改良，分析合適的光學成像系統規格，並執行影像演算法開發測試與光機電系統整合控制，加速與自動化量測分析流程。

(四)、標準量測系統維持情形

表 0-2-1、109 度 NML 標準量測系統維持情形

項次	領域別	代碼別	系統數
1	聲量	A--	4
2	磁量	B--	3
3	化學	C--	8
4	長度	D--	27
5	電量	E--	22
6	流量	F--	11
7	濕度	H--	1
8	真空	L--	2
9	質量	M--	3
10	力量	N--	12
11	光量	O--	8
12	壓力	P--	4
13	溫度	T--	4
14	微波	U--	3
15	振動	V--	5
合計			117

©本表依據中華民國 108 年 11 月 21 日經標字第 10803819380 號令修正發布

(五)、109年度國家度量衡標準實驗室大事紀要(以時間排序)

時間 (年.月.日)	內容	分類
109.01.05	光復院區 17 館 108 實驗室火災波及位於 17 館二樓 NML 標準系統相關儀器設備，化學領域 C03、C08、C09、C12 四套系統暫停等系統暫停申請。	系統暫停
109.01.06	108 年度結案實地查證會議。	計畫管理
109.01.08	完成聲量/振動(認證編號：N1001)監督評鑑，不符合事項共計 0 項。	監督評鑑
109.01	APMP 秘書處主席異動，MMFG 主席轉由中國 NIM 定翔博士擔任，並完成交接，NML 陳生瑞博士轉擔任共同主席。	國際事務
109.01.17	苗栗竹南高中師生一行 40 人參訪 NML，進行 New SI 科普教育。	來訪
109.01.20	109 年度 NML 科技部刪減後預算 221,415 仟元(扣除標準局七組 550 萬、轉予 TAF 50 萬、局預備金 200 萬、局行政費 18.5 萬)及 12/25 議價減 420 萬，108/12 底簽約經費為 215,030 仟元。109/1/20 立法院三讀通過統刪預算 3%，本計畫刪減修 900 萬，計畫經費下修為 206,030 仟元(經常門 196,430 仟元，資本門 9,600 仟元)。5/7 經標四字 10940002730 號函修正完成立法院刪減經費計畫變更。	計畫變更
109.02.18	國家度量衡標準實驗室偕同經濟部標準檢驗局夏純德副組長等人拜訪 SEMI 檢測與計量委員會主席黃欽明董事長(致茂)	推廣
109.02.24	辦理 NML 計畫擴建之「低壓氣體流量校正系統(大鐘形校正器)(F08)」查驗會議。中華民國 109 年 5 月 6 日經標四字第 10900032470 號函文同意該系統作為國家度量衡標準系統，俟「度量衡規費收費標準」修正公布施行後，正式對外提供服務。	系統查驗 同意提供 服務
109.02.27	清大電機系呂忠津教授等 2 人來訪 NML 實驗室。	來訪
109.03.06	國家運輸安全調查委員會楊宏智主任委員一行 7 人來訪，針對軌道檢測與計量進行技術交流討論。	來訪
109.03.17	進行 110 年綱要計畫及 108 年計畫績效審查	計畫管理
109.03.26	標準局通知，因公奉派出國案件，自即日起至嚴重特殊傳染性肺炎中央流行疫情指揮中心解散之日止，均一律暫停辦理。	計畫管理
109.03.27	辦理標準局「智慧機械產業計量標準建置加值計畫」擴建之「標準麥克風互換校正系統(A01)」查驗會議。中華民國 109 年 5 月 26 日經標四字第 10900039760 號函文同意該擴建 A01 系統作為國家度量衡標準系統，俟「度量衡規費收費標準」修正公布施行後，正式對外提供服務。	系統查驗 同意提供 服務
109.04.17	電網管理與現代化策略辦公室劉志文主任一行 4 人參訪本中心電量實驗室，進行相關技術交流。	來訪
109.04.23	教育部體育署臺灣 i 運動林曼蕙南區中央訪視委員一行 2 人拜訪本中心電磁與通訊、光電計量與感測實驗室，進行相關技術交流。	來訪
109.05.15	針對全球防疫趨勢，提供體溫計校正器、呼吸器流量與壓力之校正、紫外線發光二極體關鍵參數量測系統、氣相式掃描遷移率粒度儀之病毒樣顆粒	推廣

	分析等議題回應 CIPM President Dr. Wynand Louw 對各國 NMI 的邀稿，資訊皆已發布於 NML、BIPM 網站	
109.05.26	中華民國 109 年 5 月 26 日經標四字第 10900039760 號函文同意擴建「標準麥克風互換校正系統(A01)」作為國家度量衡標準系統，俟「度量衡規費收費標準」修正公布施行後，正式對外提供服務。(復貴院 109 年 5 月 20 日工研量字第 1090008893 號函。)	系統查驗 同意提供 服務
109.06.03	完成 109 年度 NML 內部稽核，共計 3 項不符合事項(NCR)，11 項建議事項。6 月 19 日已完成 3 項不符合事項(NCR)改善，6 月 30 日完成建議事項之回覆彙整。	內部稽核
109.06.04	電子時報記者來訪，針對體溫計校正器、呼吸器流量與壓力之校正、紫外線發光二極體關鍵參數量測系統、氣相式掃描遷移率粒度儀等四項防疫技術進行專訪。	推廣
109.06.10	大量科技、顛天電子、禾企電子一行 6 人，參訪溫溼度實驗室，了解防疫相關應用。	來訪
109.06.12	幼獅少年資深編輯來訪，針對紫外線發光二極體關鍵參數之校正技術技術進行專訪。	推廣
109.06.17	標準局前來進行委辦 NML 計畫之第 1 次監督考核	計畫管理
109.06.17	巨大先進智能產品事業部黃進來營運長一行 4 人參訪，針對噪音、振動及力學量測技術進行交流討論。	
109.06.22	配合主管機關辦理新增「區間平均速率裝置檢定檢查技術規範研擬」工作項，勻支因新型冠狀病毒疫情影響，刪除 520 論壇辦理及 25 項出國案費用支應，於 109 年 6 月 22 日工研量字第 1090011453 號函申請計畫變更。8/7 進行加價及減價議價，議價結果「辦理世界計量日活動及出國計畫」減價部分議價後 445 萬元，新增「區間測速」項目，議價後金額為 435 萬元。109 年度計畫經額 206,030 千元，變更後為 205,930 千元。8/17 日完成變更計畫書發文送局。	計畫變更
109.07.20	109 年 7 月 20 日工研量字第 1090013456 號函申請停止 4 套標準系統部分項目校正服務及整合 7 套標準系統為 4 套標準系統一案，109 年 8 月 12 日獲經標四字第 10900625270 號函同意如下： 一、同意停止標準系統服務項目 (一)氣體量測系統(C07)—氣體分流器校正。 (二)氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統(C10)—氣體濃度分析設備(C2H5OH/Air)校正。 (三)奈米粒徑量測系統(D26)—表面奈米微粒粒徑標準件。 (四)微波散射參數及阻抗量測系統(U02)—高頻介質材料校正。 二、同意系統合併項目如下： (一)「氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統(C10)—氣體濃度稀釋裝置」校正併入氣體量測系統(C07)，並註銷 C10 系統代號。 (二)直流大電阻量測系統(E25)依校正別分別併入直流電阻量測系統(E13)及直流高電阻量測系統(E14)，並註銷 E25 系統代號。	系統停止 服務及整 併申請

	(三)低壓氣體流量校正系統(小鐘形校正器)(F07)併入於低壓氣體流量校正系統(大鐘形校正器)(F08)，並註銷 F07 系統代號。	
109.07.21	均豪精密工業王土城副總經理等一行 3 人來訪，共同討論半導體平坦化製程之量測工具及方法。	來訪
109.07.27	經濟部標準檢驗局四組王石城組長一行 3 人參訪，了解 NML 各量室技術能量。	來訪
109.07.28	臺灣機械工業同業公會「工具、量具、研磨業專業委員」一行 15 人參訪長度機械計量實驗室，藉由 NML 之檢校經驗，協助會員廠商提升技術能量與國際競爭力。	來訪
109.08.11	進行 109 年 NML 計畫期中審查。	計畫管理
109.08.04 ~08.06	辦理 109 年度中心內部品質稽核。 8 月下旬辦理 109 年度 NML 年中管理審查會議	計畫管理
109.09.02 ~09.04	主管機關主計室前來進行 108 年會計查核	計畫管理
109.08.11	於標準局四組會議室進行 NML 期中審查會議	計畫管理
109.09.15	採 TAF 建議之特殊評鑑方式，以國內評審員進行以延續證書有效性。完成化學領域 N2346 延展認證。	延展認證
109.09.22 ~09.23	採 TAF 建議之特殊評鑑方式，以國內評審員進行以延續證書有效性。完成化學領域 RMP 延展認證。	延展認證
109.09.28 ~09.29	採 TAF 建議之特殊評鑑方式，以國內評審員進行以延續證書有效性。完成流量/壓力/質量/力量/真空等 5 領域 N0882 延展認證。	延展認證
109.09.29 ~09.30	採 TAF 建議之特殊評鑑方式，以國內評審員進行以延續證書有效性。完成溫度/濕度 2 領域 N0881 延展認證。	延展認證
109.10.13	完成力量比較校正系統(四)(N11)查驗會議辦理	系統查驗
109.10.21	APMP 發佈 APMP Newsletter COVID-19 Focus Issue，刊載中心提供之 Clinical Thermometer Calibrator、Calibration for Flow and Pressure of Ventilator、Measurement System for Key Parameters of UV-LED、Gas-phase Scanning Mobility Particle Sizer for Virus-like Particles 等 4 項技術介紹。	推廣
109.10.27	局方同意標餘款(資本門)進行大流量實驗室「F05 系統噪音及油氣」改善，11/6 局方經標四字第 10940006530 號函文通知進行計畫變更，並於 11/10 向局長報告短中長程改善方案，11/24 進行新增「空壓機消音及油氣處理設備」議價，議價後金額為新臺幣 195 萬 1,000 元，變更後計畫經費 207,881 千元。	計畫變更
109.11.03	完成小質量量測系統(M01)、公斤質量量測系統(M02)查驗會議辦理。	系統查驗
109.11.09	蕭技術長、江俊霖及林文地參加 TCFE(Technical Committee for Fluid Flow)線上會議，並由江俊霖進行 CCM.FF-K6.2017(低壓氣體流量)、APMP.M.FF-K3.2020(風速)比對報告及年度工作報告	國際會議
109.11.11	於標準局總局會議室進行「國家度量衡標準實驗室」定位及產業鏈結規劃討論會議，會議主席連局長。	計畫管理



109.11.16	完成角度塊規校正系統(D06)查驗會議辦理。(智機計畫下擴建)	系統查驗
109.11.17	完成輻射溫度計量測系統(T01)、熱電偶溫度計量測系統(T03)、白金電阻溫度計定點量測系統(T05)查驗會議辦理。	系統查驗
109.12.03	12/3 標準局四組致電告知：校正規費提報財政部核定原則為 1 年 2 次；分別為 1 月/6 月。今年度僅僅通過「區間測速」規費公告。有關 NML109 年發文提報之其他標準系統一級校正規費(計 21 項)暫且擱置，待 110 年 6 月再提報審查。	系統規費提報
109.12	參加 2020 APMP 年度大會(GA)相關活動及出席 10 個領域之技術委員會(TC)線上會議，共 39 人次。並由傅尉恩組長當選下屆執行委員會委員。	國際會議
109.12	11/19 局公告計畫徵選，11/24 完成 110 年細部計畫書及資格審查文件送達標準局參選。12/10 前來進行委託業務實地評鑑。12/22 日進行議價，原投標金額 294,891 千元，議價結果為 280,200 千元，刪減約 4.98 %。	計畫管理

## 肆、計畫變更說明

年度辦理計畫變更情形如下：

項次	變更內容	申請變更文號	標檢局回覆同意備查文號
1	配合立法院預算審議結果計畫變更	中華民國 109 年 04 月 15 日 發文字號 1090006474 號	中華民國 109 年 05 月 7 日 經標四字第 10940002730 號
2.	配合辦理「區間平均速率裝置檢定檢查技術規範研擬」及新型冠狀病毒疫情計畫變更	中華民國 109 年 8 月 17 日 工研量字第 1090015647 號 函	中華民國 109 年 10 月 15 日 經標四字第 10940006080 號
3.	新增「空壓機消音及油氣處理設備」計畫變更	中華民國 109 年 11 月 27 日 發文字號 1090022602 號	中華民國 109 年 12 月 2 日 經標四字第 10900097180 號

標檢局來函通知辦理契約書變更如下：

項次	標檢局來文依據	通知變更內容
1	中華民國 109 年 4 月 1 日經標四字第 10940001930 號	1. 因立法院預算案審議結果刪減計畫經費，本局委辦費用調整為新臺幣 2 億 603 萬元整(經常門 1 億 9,643 萬元，資本門 960 萬元)。 2. 因應新型冠狀病毒疫情，請配合國家防疫政策，原規劃於 5 月 20 日辦理世界計量日活動，暫停辦理；另依據本部 109 年 3 月 25 日經人字第 10903658670 號函，本計畫之出國計畫之出國日期自即日起至嚴重特殊傳染性肺炎中央流行疫情指揮中心解散之日止，暫停辦理，爰請考量取消或延期。
2	中華民國 109 年 11 月 6 日經標四字第 10940006530 號	有關國家度量衡標準實驗室(NML)高壓氣體流量校正系統，因系統老舊造成噪音及異味等問題，請貴院配合於經費新臺幣 200 萬元內提送變更計畫改善。

## 伍、成果說明

### 一、標準維持與國際等同分項

本分項藉由產業服務、國際等同及系統維持三大項工作之開展，遵循我國度量衡法所賦予之劃一全國度量衡標準之任務，建立、維持及傳遞國家最高量測標準，以滿足業界量測儀器追溯校正需求，各項工作執行成果分述如下：

#### (一)、產業服務

藉由「校正服務」與「計量技術知識擴散」兩大工作項目執行，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

為維持我國量測追溯體系之運轉(如圖 1-1-1)，今年度共提供 4450 件校正服務，繳庫數新台幣 45,446,095 元，及免費提供標準局及各分局之校正需求共 161 件，校正金額 2,237,600 千元。其中直接/間接服務全國認證基金會(TAF)認可之二級校正及測試實驗室與廠商，標準傳遞服務全國檢驗驗證 318 萬件次以上，檢測案件保守估計以每件 5,000 元計價，NML 每年則支援 159 億元之檢測市場，間接影響國家「機械、電子電機及資通訊」等產業仟億之外銷產品。

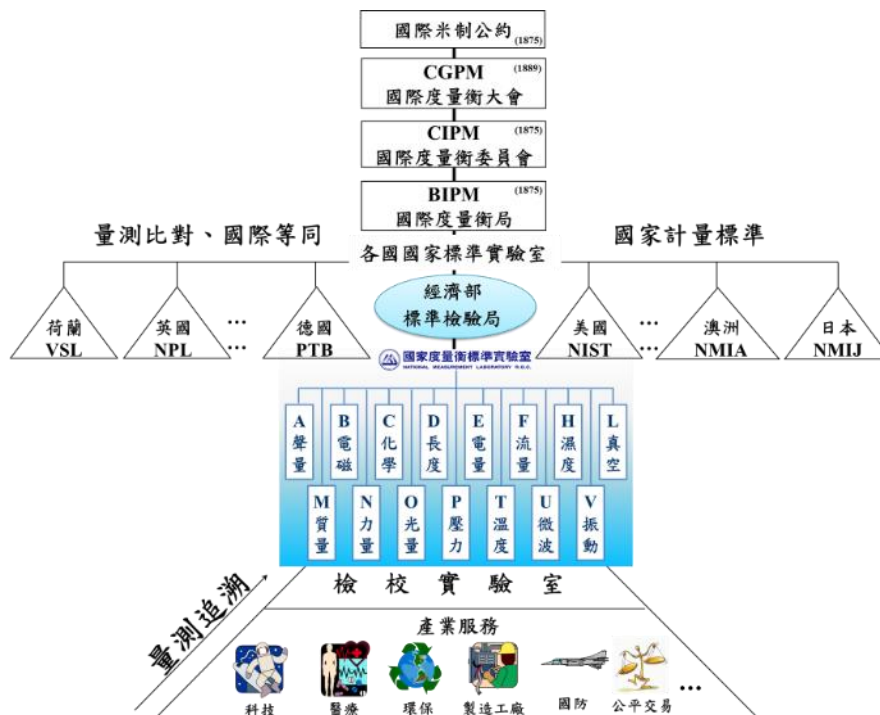


圖 1-1-1、我國量測追溯體系

##### (1) 服務領域及類型分析

前四大服務技術領域為電量、長度、流量及光量，所提供的服務佔 NML 年校正量 62.3 %，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；光量則是符合光電及綠色產業需求。

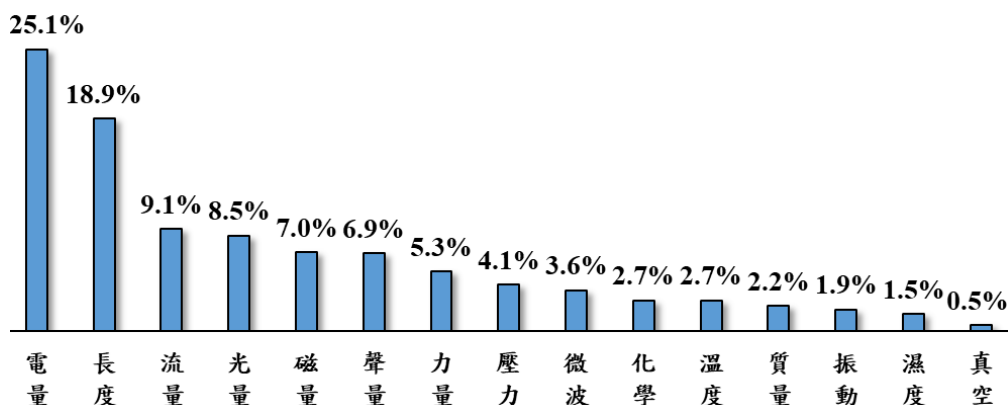


圖 1-1-2、NML 各領域校正服務百分比

NML服務產業分類項目如表1-1-1所示，年度服務產業分析如圖1-1-3。二級校正/測試實驗室與儀器製造或代理商的校正量佔51%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、國實院、紡研所、車測中心、成功大學及交通大學等，提供我國產業技術及學術研究發展所需之量測追溯，確保研發品質。另提供政府機關執行法規或政策所需之儀器或設備之公信力如環保署、內政部、交通部及標準局等。

表 1-1-1、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	儀器或製程設備商、代理商
其它	食品、紡織、國防、建材等

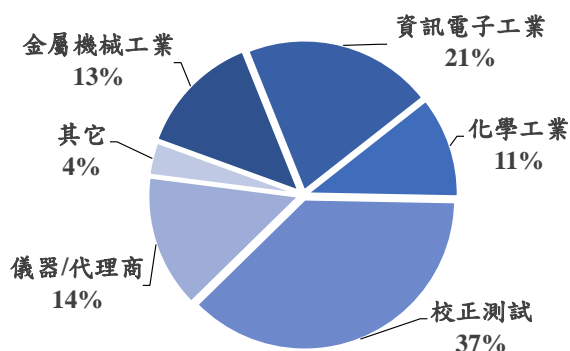


圖 1-1-3、NML 校正服務重點產業分佈圖

校正服務對我國產業/民生等效益與影響列舉如下：

- 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，提供國內近 9 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；提供其噪音計量測追溯，確保噪音計量測之公正性環境，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；協助環保署之監測儀器供應廠商超過 500 部氣狀物分析儀與濃度稀釋校正器、零空產生機之性能驗證之計量追溯性，確保環保署空氣品質監測網運作所需之品質保證，作為民眾健康及空污防治之參考依據。
  - c. 提供中央氣象局 605 個氣象站大氣壓力標準之追溯，於颱風來襲時，可預測颱風之方向與登陸位置，以實施適當之防災措施減少災害。
  - d. 為防止大貨車超載而造成交通事故危及生命，對行駛於道路上的載重車進行檢測作業以執行超載違規之取締。警政機構於道路在不定地點、不定時間狀態下執行載重車檢測作業，其所使用之活動地秤(軸重衡器)追溯至標準局的軸重衡器檢定裝置，其標準件為力量傳感器，直接追溯至 NML 力量標準，藉由 NML 之質量與力量標準傳遞，確保我國內政部警政署、各縣市警察局及高公局執法公信力以及民眾生命安全。
- 產業服務擴散
  - (a) 製造業

以我國前 100 大製造廠商為例，如表 1-1-2(資料來源天下雜誌 2020 年兩千大調查結果)，NML 在地提供具國際等同效力之報告，確保其生產製造之品質保證，並符合國際規範要求，維持國際競爭力。

表 1-1-2、製造業最賺錢公司前一百強

廠商名稱	天下排名	廠商名稱	天下排名	廠商名稱	天下排名	廠商名稱	天下排名
和碩聯合	2	台達電子	17	矽品精密	46	東元電機	80
台灣積體	3	群創光電	19	裕隆汽車	47	李長榮化	82
台灣中油	5	遠東新世	20	欣興電子	49	東和鋼鐵	83
仁寶電腦	6	光寶科技	23	力成科技	57	燁聯鋼鐵	85
緯創資通	7	佳世達科	24	國瑞汽車	59	台灣國際航電	86
台塑石化	8	日月光半	26	啟基科技	63	台灣玻璃	88
中國鋼鐵	12	聯華電子	28	燁輝企業	68	國巨股份	89

廠商名稱	天下排名	廠商名稱	天下排名	廠商名稱	天下排名	廠商名稱	天下排名
台灣化學	13	華新麗華	32	健鼎科技	75	中鴻鋼鐵	90
南亞塑膠	15	長春人造	38	南亞科技	77	正隆股份	91
友達光電	16	可成科技	44	中強光電	79	力晶積成	99

(b) 精密儀器設備商/工具機製造商

以知名儀器三 O 公司為例，其校正實驗室之標準件(標準尺、角尺、表粗及真圓度)，每年送 NML 校正約 25 件，校正費約 30 萬元，該公司藉此送 NML 校正件，提供國內約 480 家企業，服務之校正收入每年約為 1000 萬，為企業的產品品質把關，衍生效益約 40 倍。NML 提供之校正服務，協助建立企業內各廠量測的一致性，使其在研發、生產過程之長度值具追溯性，為公司以及其所銷售至各產業的產品品質把關。

固 O 電子是臺灣最具規模之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。此外，藉由 NML 長期在電量領域所累積的量測經驗，亦多次協助其解決精密儀器檢驗時的量測誤差問題，進而提升其測試儀器之量測準確度，並強化其電子測試儀器等相關產品的信賴度與外銷競爭力，促使該公司產品的全球市佔率逐年提升至 10 %。

(c) 二級商業實驗室/廠商內部校正實驗室

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，間接擴散協助檢校產業之運行，使我國檢校實驗室業者可直接由 NML 校正服務獲得實驗室品質所需之校正報告，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。

另 NML 針對二級校正/測試實驗室因經濟效益不大或技術門檻較高未提供的部分，則由 NML 直接服務產業，以南 O 塑膠公司為例，公司內部研究發展中心檢驗處校正實驗室之標準法碼每年送 NML 校正，再由其往下傳遞滿足該企業國內 300 家以上之關係企業製造工廠在質量標準上的需求，建立關係企業內各廠量測的一致性，使其在研發、生產過程之質量值具追溯性，也作為工廠進料、驗收之準則，為公司品質把關並樹立良好形象。

(2) 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，共125份，協助廠商拓展國際市場。

➤ 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
  - (a) 馬來西亞國家計量研究院(NMIM)風速標準件之追溯校正。
  - (b) 菲律賓國家計量實驗室(National Metrology Laboratory, NML-ITDI) 由於並未建立約瑟夫森電壓原級標準，因此每兩年固定送至NML進行校正，此次提供電壓、電阻以及電流標準，滿足該實驗室之電量計量標準追溯至SI基本單位。
  - (c) 香港創新科技署的標準及校準實驗室(SCL) 旋轉轉子真空計(SRG)真空標準件之追溯校正。
- 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。
- 直接提供國內產業具國際認可之英文報告
  - 和O聯合科技股份有限公司以強大的設計實力與經驗，在電子代工產業獨樹一格，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。
  - 台灣國際O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。
  - 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。
- 挪威商聯O驗證股份有限公司(Nemko AS)臺灣分公司(Nemko AS Taiwan Branch)，於1994年成立。為國際指定具有發證能力且參與安全標準制訂的公告認證機構(Notified Body)，亦是NCS/EMKO北歐認證委員CCA-歐洲電氣標準委員會、CB-國際電工協會、NCB國際及國家級的安規認證機構之組織委員，同時亦為SWEDAC及TCO所認可之實驗室。提供有關資訊、通訊、光電、視訊、家電、醫療器材、測試儀器、防爆設備、照明/燈飾、機械設備、電動工具、電子零組件等類產品之國際性安規測試及認證、電磁相容性測試、環境測試、人體工學測試及 ISO 9001、ISO 9002、ISO 14001及EMAS等認證服務。直接在地提供具國際等同之英文校正報告，縮短校正追溯之時程。
- 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、INFASSTECH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。
- 台灣防O科技股份有限公司主要產品為防潮箱，其商品外銷新加坡、美國及俄羅斯等世界各國。透過國家標準實驗室所提供之英文校正報告之溫濕度計進行防潮箱的測試，如此方可提供國際客戶所需之依據，利於產品之銷售。
- 偉O電子公司為臺灣頂尖的工業控制器製造商，同時也是臺灣首創唯一生產無紙記錄器的廠商。採用SMT自動化生產技術，並通過ISO9001國際品質管理認證，工業控制產品涵蓋控制、顯示、紀錄及通信四大類別，同時通過CSA、CE、UL等多項國際認證。NML所提供國際認可之英文校正報告，可以滿足其國外客戶的需求，也確保該公司持續符合國際認證，獲得國際訂單，產品行銷90餘國。
- 祥O電機股份有限公司具有自身研發製造生產(ODM)能力，產品主要包含參考標準校驗電表、多功能電力品質表、多功能電力品質轉換器、電力品質表、電力配電終端管理單元、電力傳訊器、電力轉換器及數據機等電力測試相關設備，藉由不斷的研究開發高性能產品來滿足不斷增加之電力需求並已將業務拓展延伸至海外市場。藉由NML所提供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。
- 維O科技有限公司為學研合作所成立之創新育成公司，主要發展空氣品質監測相關之氣體感測器，可應用於室內空氣品質管理與週界環境空氣品質監測，讓民眾可更為瞭解所處環境。配合政府於民生公共物聯網中對於環境資訊物聯的積極推動，臺灣已成為全球推動感測器發展應用的先驅，本次廠商提出之校正申請項目為二氧化碳偵測器，屬室內空氣品質管理需求，NML提供國際認可之英文校正報告，將可協助廠商擴展海外市場。
- 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。

## 2. 計量技術訊息發布

### (1) 520 世界計量與國際同步宣導

2020 世界計量日主題為「支撐全球貿易的量測技術發展」(Measurement for global trade)，提供標準局「2020 世界計量日 經濟部標準檢驗局持續以計量技術支撐經濟貿易」新聞稿一則，說明計量技術發展，為社會經濟發展建置精準的網絡，是我國經貿發展的堅固磐石；同時，並在網頁上張貼「2020 世界計量日 全球同慶」、「歡迎報名 2020 世界計量日系列演講」相關訊息二則，提醒國人世界計量日的到來及其代表的重要意涵，以新聞發布形式慶賀，與國際同步宣導。

### (2) 配合國際度量衡委員會(CIPM)諮詢委員會推廣防疫計量技術

國際度量衡委員會(CIPM)諮詢委員會相關會議由於新冠肺炎疫情關係，上半年活動已通知取消。5 月 NML 以觀察員(observer)身分應 CIPM 主席 Dr. Wynand Louw 邀請，於國際度量衡局(BIPM)網站分享對抗 COVID-19 之計量技術，包括體溫計校正器、呼吸器流量與壓力之校正、紫外線發光二極體關鍵參數量測系統、氣相式掃描遷移率粒度儀之病毒樣顆粒分析等技術，相關資訊發布於 NML 及 BIPM 網站(圖 1-1-4)。

### (3) 國內媒體推廣防疫計量技術

除配合世界計量日國際發起之防疫計量技術訊息發佈外，6 月 4 日安排電子時報記者來訪，針對體溫計校正器、呼吸器流量與壓力之校正、紫外線發光二極體關鍵參數量測系統、氣相式掃描遷移率粒度儀等四項防疫技術進行專訪，相關報導已分別於 6 月 24 日及 7 月 10 日刊登。6 月 12 日幼獅少年資深編輯來訪，針對紫外線發光二極體關鍵參數之校正技術技術進行專訪，介紹紫外線發光二極體關鍵參數之校正技術技術並進行實作示範，提供其有關紫外線相關技術知識，收錄於幼獅少年 8 月號之特別企畫：「勇闖實驗室」紫外線量測有一套」，進行防疫相關知識之擴散。



Bureau International des Poids et Mesures - the intergovernmental organization through which Member States act together on matters related to measurement science and measurement standards.

Repository of NMI Covid-19 Actions  
Center for Measurement Standards (CMS)  
Industrial Technology Research Institute (ITRI)

**Clinical Thermometer Calibrator**

Since the severe acute respiratory syndrome (SARS) epidemic in 2003, CMS ITRI has developed the clinical thermometer calibrator to provide the temperature standard for measurement devices, such as the ear thermometer. The calibrator is portable and can be widely deployed for the on-site calibration in hospitals, schools, supermarkets, offices, and any place requiring temperature inspection. Serial products of clinical thermometer calibration have been assisting the temperature control of preventive medicine through 2003 SARS, 2009 Influenza A virus subtype H1N1, 2012 Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus (MERS-CoV), 2013 Influenza A virus subtype H7N9, and now the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). CMS ITRI will continuously provide the calibrating applications for the front line of epidemic prevention.

The clinical thermometer calibrator.

圖 1-1-4、BIPM 網站推廣我國防疫計量技術



圖 1-1-5、國內媒體推廣我國防疫計量技術

### 3. 度量衡科普教育活動

#### (1) 行動教具體驗活動

委託科工館以 108 年度所開發之「神秘的度量衡・解救封印的王者」行動教具為範本, 完成四套行動教具改版製作, 將原尺寸為 60×44×11.5(cm), 調整為 50×34×7(cm), 提升教學使用便利性。校園試玩體驗活動設定班級為五年級學生, 總計完成陽明國小、前金國小、凱旋國小與愛國國小四間學校, 18 場次班級推廣, 433 名學生參與體驗。



圖 1-1-6、計量行動教具體驗活動

#### (2) 新質量定義與量測不確定度課程教育推廣

新質量定義與量測不確定度課程已分別於 108 學年與 109 學年由教育部納入高中物理課綱, NML 受北市普通型高中課程與教學發展工作圈物理學科平台計畫來函邀請, 派員於 11 月 3 日講授「量測不確定度的理論與應用」課程及 11 月 24 日前往講授「新質量定義」課程, 奠定國內計量標準教育之基磐。



圖 1-1-7、計量標準教育講授

#### 4. 辦理技術訓練課程及推廣活動

完成辦理電量、長度、力量及品質等相關收費課程，共12場次，186家、309人次參加(附件七)，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。另辦理半導體建置成果相關技術推廣活動，共2場次。茲就2場技術推廣活動說明如下：

##### (1) 辦理「2020 極紫外(EUV)光源與應用研討會」，1場次

隨著半導體微影技術的發展，極紫外(EUV)波段之光源也越來越受到重視，衍生出許多新技術與新應用。NML 除藉由此次說明會分享，介紹 NML 於 EUV 波段光輻射量測技術研發成果外，亦邀請國家同步輻射中心及清華大學光電所分別分享「從極紫外光到軟 X 光技術看同步加速器光源於半導體產業發展的研發助益」及「同調極紫外光的產生及其奈米檢測應用」，從光源研發與應用的角度，介紹最新之 EUV 技術發展與前瞻的產業應用。另同步開放線上參與方式，與半導體業及相關產業進行經驗分享與交流。廠商回饋意見為：(1)瞭解 EUV 計量發展有助於決定未來公司發展方向，且對於 NML 建立之技術有信心，可以在產業投入新領域時減少風險。(2)先進半導體之檢測，特別是 EUV 波段在臺灣是非常缺乏的，在台積電投入 EUV 微影量產時，臺灣廠商無從著力，NML 投入計量標準研發，則有助於檢測技術之投入。



圖 1-1-8、「2020 極紫外(EUV)光源與應用研討會」技術推廣說明會

##### (2) 辦理「2020 奈米量測技術與應用之推廣說明會」技術推廣說明會，1場次

奈米量測技術廣泛應用於半導體產業、生醫領域及環境工程等，本次的推廣說明

以奈米量測技術為核心，內容包含了奈米粒子尺寸及溶液不純物濃度量測的微分電移動度分析儀，材料表面力學、電性、化學性質量測的掃描探針技術，以及分析微粒材料成分的感應耦合電漿質譜儀等。NML 除藉由此次說明會分享，介紹 NML 於「奈米技術服務能量與應用」及「次世代奈米超薄膜 X 光量測技術」成果外，並邀請國際知名設備商與會，針對奈米技術於不同材料的應用與發展度進行研討，與半導體業及相關產業進行經驗分享與交流。會中參與廠商提出檢測需求；如：電子級試劑中雜質分析的檢測能力及微粒的成分分析等，以協助產線進行品質控管。與本計畫發展半導體產業電子級試劑於尺寸與分量測技術方向一致。



圖 1-1-9、「2020 奈米量測技術與應用之推廣說明會」技術推廣說明會

### (3) 訪客業務交流接待

推廣及交流國家度量衡標準實驗室業務，本年度累計參訪交流訪客：竹南高中、台大電機系、精浚科技、國家運輸安全調查委員會、電網管理與現代化策略辦公室、教育部體育署、國祥貿易、智泰科技、大量科技、巨大先進智能產品事業部、中鼎工程基礎暨環能開發部、均豪精密工業、台灣機械工業同業公會「工具、量具、研磨業專業委員」、和碩第八事業處、美商矽睿科技、經濟部標準檢驗局四組、標準局「國家標準審查委員」、儀器商業同業公會、度量衡同業公會、交通部氣象局檢校中心、非破壞檢測協會、牛津儀器、均豪精密等，共24批共228人次。藉以推廣及交流國家度量衡標準實驗室業務，建立良性互動關係。

## 5. 支援標準局(BSMI)度量衡人員訓練相關活動

- (1) 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。NML參與「量測不確定度」工作小組，完成「量測不確定度」108年度考題正確率低於60%題目之適度調整，計甲級題庫修訂35題、乙級題庫修訂3題，並新增2份甲級模擬試題。另因應甲級計量技術人

員考試結果合格率較低，協助標準局於北、中、南三區各開立「甲級計量技術人員考試說明會」，彙整品質管理與量測不確定度之重點摘要進行說明，計3場。

- (2) 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。協助標準局「計量學習服務網」製作「光學量測導論」與「儀器校正與管理」數位課程，共計3小時，網址為<https://metrology.bsmi.gov.tw>。

## (二)、國際等同

國際度量衡委員會相互認可協議(CIPM Mutual Recognition Arrangement, CIPM MRA)是由米制公約授權國際度量衡委員會(CIPM)所擬定，於1999年其會員大會中通過，由會員國的國家計量標準機構或實驗室(National Metrology Institute, NMI)負責人代表簽署。其目的在：1)建立各NMI所維持之國家量測標準的等同程度；2)提供由各NMI所核發之校正測試報告的相互承認；3)因而可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)、世界貿易組織技術貿易障礙委員會(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。

國際等同年度執行成果說明如下：

1. BIPM校正與量測能力(Calibration and Measurement Capabilities, CMC)資料庫，共登錄292項

依據APMP CMC申請流程(圖1-2-2)，NML配合技術委員會(TC)活動，進行各項CMC登錄更新與申請工作，今年度完成電量/微波領域APMP區域內(intra-RMO)審閱，並於109年11月展開區域計量組織之間(inter-RMO)的技術資料審閱。各領域CMC登錄統計如表1-2-1。

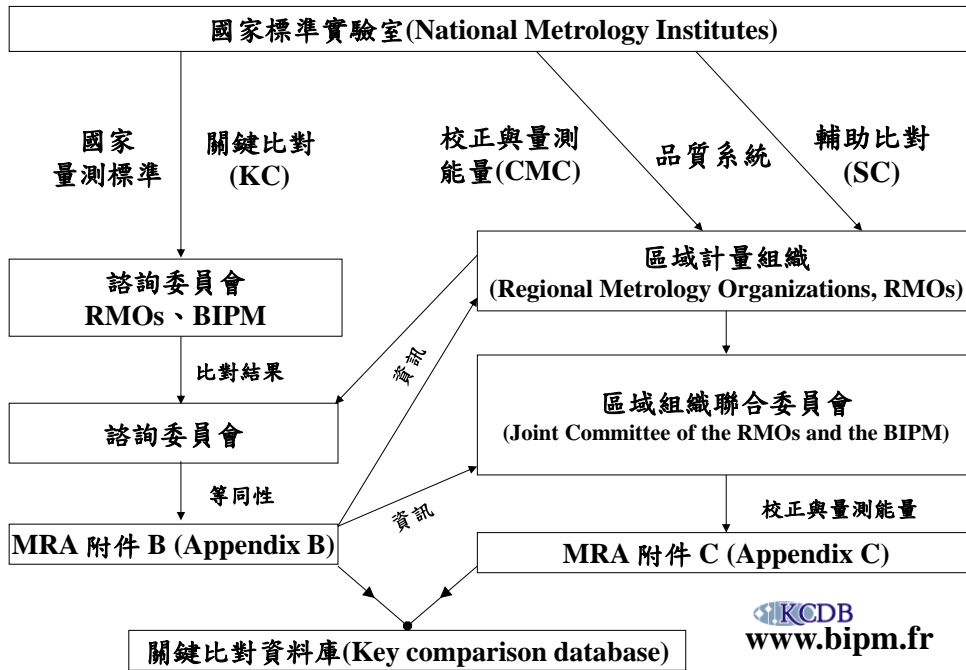


圖 1-2-1、全球相互認可機制架構

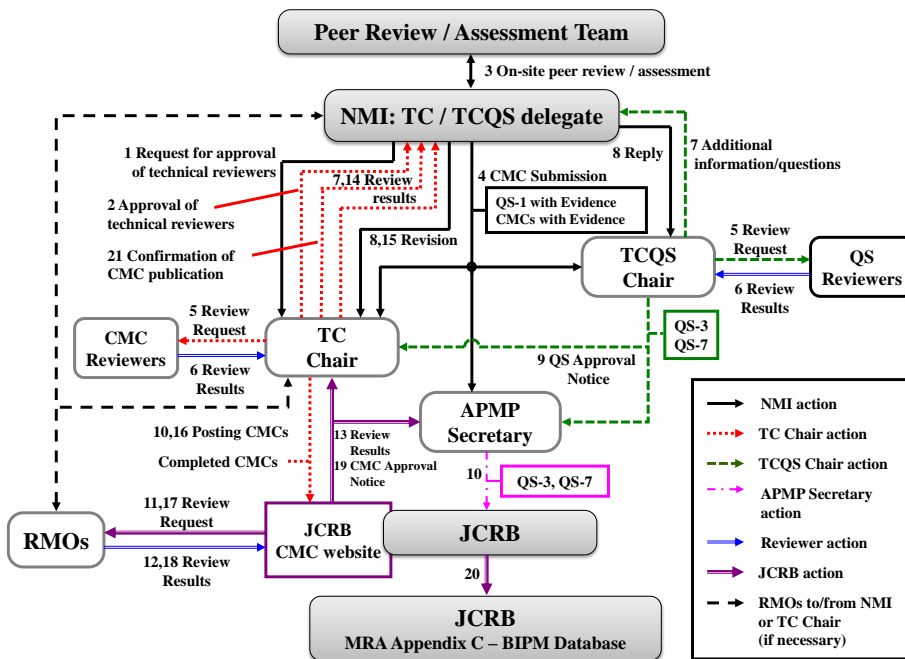


圖 1-2-2、APMP CMC 登錄流程

表 1-2-1、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	TCM	CCM	48
E	電量			
U	微波			
D	長度	TCL	CCL	59

代碼	領域別	APMP TC	BIPM CC	CMC 登錄項數
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	45
C	化學	TCQM	CCQM	7
H	濕度	TCT	CCT	42
T	溫度			
合 計				292

## 2. 參與5項(主導2項)國際比對及16項19件(組)國際追溯工作

由於全球性的比對相當耗時，因此制度上先依區域分為EURAMET(歐洲計量組織聯盟)、COOMET(歐亞國家計量組織聯盟)、APMP(亞太計量組織)及SIM(美洲計量體系)等區域計量組織(Regional Metrology Organizations, RMOs)(圖1-2-3)。以AUV.A-K1麥克風國際比對為例(如圖1-2-4)，由各區域的代表國先參加所謂的內圈比對(CCAUV.A-K1)，由此取得全球比對參考值(KCRV)，再由這些國家於該所屬區域內的關鍵比對活動中(APMP.AUV.A-K1, EUROMET.AUV.A-K1, SIM.AUV.A-K1等)，將此全球KCRV傳遞到區域內的其它國家，藉此系列性的活動取得全球量測之一致性。在CIPM-MRA架構下，NML自1996年起累計參與113項國際比對，已完成80項，33項持續進行中，如表1-2-2。

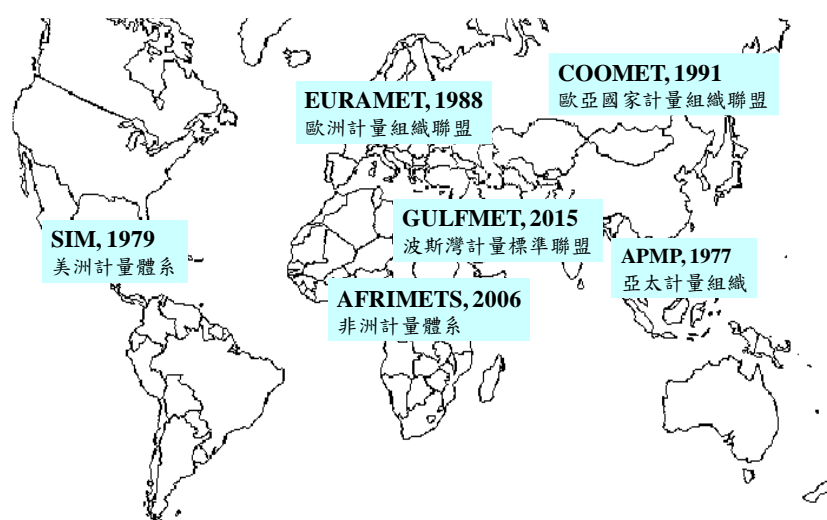


圖 1-2-3、全球區域計量組織



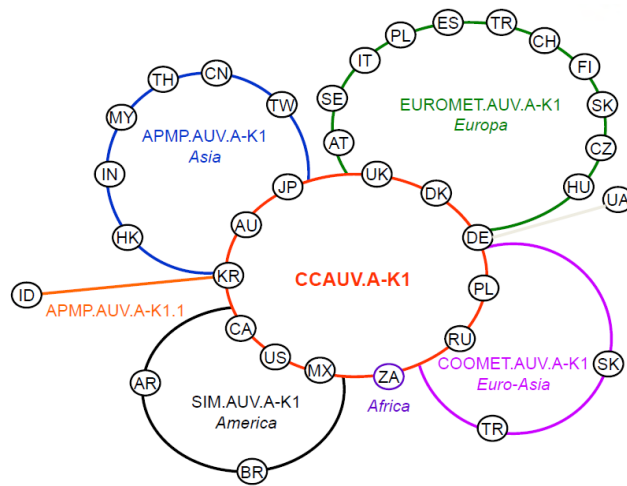


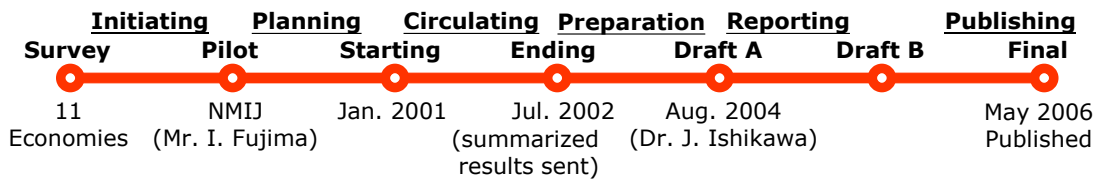
圖 1-2-4、國際比對架構圖(CCAUV.A-K1)

表 1-2-2、NML 自 1996 年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	2
電/磁 Electricity and Magnetism (EM)	14	2
長度 Length (L)	18	4
質量及相關量 Mass and related quantities (M)	19	11
光度和光輻射量 Photometry and Radiometry (PR)	7	5
物量 Amount of Substance (QM)	9	0
溫度 Thermometry (T)	7	9
合計	80	33

比對流程依序為(1).各區域組織技術委員會或諮議委員會比對發起，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。國際比對時程一般至少需4~5年，以APMP.L-K1為例由2001年開始傳遞比對件，最後完成登錄為2006年，其比對流程如圖1-2-5。

## K1: gauge blocks



• The final result of APMP.L-K1 was published in May 15 of 2006.

圖 1-2-5、國際比對流程(以 APMP.L-K1 為例)

(1) 參與5項國際比對活動(如表1-2-3)，其中2項正式登錄BIPM KCDB資料庫，1項完成量測比對及1項完成比對報告送審修訂。

表 1-2-3、109 年度 NML 國際比對情形

比對項目	系統代碼	傳遞標準件 (Transfer Std.)	比對編號或 比對之國家/機構	比對結果與說明
維克式硬度	N07 、 N08	維克式硬度片	Key Comparison APMP.M.H-K1.b APMP.M.H-K1.c	比對結果已登錄於 BIPM 網站，並發表於 <i>Metrologia 2020 57 Tech. Suppl. 07010</i> 。
絕對壓力	P04	精密數字型壓力計	Key Comparison APMP.M.F-K9	比對結果已登錄於 BIPM 網站，並發表於 <i>Metrologia 2020 57 Tech. Suppl. 07017</i> 。
低壓氣體流量	F06	轉子流量計	Key Comparison APMP.M.FF-K6	NML 已於 109.09 完成量測，比對進行中。
常壓氣體流量	F06	層流流量計	Key Comparison CCM.FF-K6.2017 (臺灣主導)	完成第3版報告草案 A 版(Draft A) 撰寫，彙整各國意見以修正完成比對報告草案 B 版(Draft B)。
穿透霧度	O05	霧度標準片	Pilot Study APMP.PR-P3.1 (臺灣主導)	NML 已完成比對件傳遞至各參與國，包括新加坡、中國大陸、泰國及印尼。泰國與印尼已將量測數據回傳，其他國家無法如期完成，將延後時程。

註：Key Comparison(關鍵比對)；Pilot Study(先期比對)

BIPM比對結果登錄及主導比對成果說明如下：

a. APMP.M.H-K1.b與APMP.M.H-K1.c國際比對

APMP.M.H-K1b與APMP.M.H-K1c國際比對由日本計量研究院/產業技術總合研究院(NMIJ/AIST)主辦，比對項目為維克氏(Vickers)硬度HV1及HV30，參加國家計有：韓國國家標準與科學研究院(KRISS)、中國計量科學院(NIM)、香港標準與校正實驗室(SCL)、越南計量院(VMI)、泰國國家計量院(NIMT)及臺灣(CMS/ITRI)。NML於HV 1與HV 30的比對結果 $|En| < 0.5$ ，顯示NML足以提供具國際等同性之硬度標準，作為國內硬度追溯源頭，提供國內產業相關硬度校正服務。

表 1-2-4、APMP.M.H-K1.b 之 HV 1 比對結果

Institute	200 HV 30	600 HV 30	900 HV 30
KRISS	0.38	-0.40	-0.55
NIM	-0.40	0.45	0.49
SCL	0.09	0.40	0.77
CMS / ITRI	0.25	-0.10	0.14
NIMT	0.35	0.12	0.38
NMIJ / AIST	0.09	0.15	-0.09

Institute	200 HV 1	600 HV 1	900 HV 1
KRISS	0.96	0.33	0.24
NIM	-0.83	-0.30	-0.18
CMS / ITRI	-0.17	-0.44	-0.38
NIMT	-0.01	0.27	-0.03
NMIJ / AIST	-0.34	-0.18	-0.05

表 1-2-5、APMP.M.H-K1.c 之 HV 30 比對結果

b. APMP.M.P-K9

APMP.M.P-K9國際比對是由韓國國家標準與科學研究院(KRISS)所主辦，比對項目為(10~110)kPa之絕對壓力，參加國家計有：韓國國家標準與科學研究院(KRISS)、澳洲國家計量研究院(NMIA)、敘利亞國家標準與校正實驗室(NSCL)、德國聯邦物理技術研究院(PTB)、中國計量科學研究院(NIM)、越南計量研究院(VMI)、臺灣(CMS/ITRI)、紐西蘭量測標準實驗室(MSL)、日本計量研究院/產業技術綜合研究院(NMIJ/AIST)、泰國國家計量研究院(NIMT)、香港標準與校正實驗室(SCL)及印尼計量研究院(RCM LIPI)共12個實驗室。比對連結至內圈關鍵比對CCM.P-K2之關鍵比對參考值(KCRV)，結果顯示NML之量測結果具備國際等同性，偏差在0.6 Pa以下，與內圈關鍵比對參與實驗室(澳洲NMIA與德國PTB)相當。由上述結果顯示NML足以提供具國際等同性之壓力標準，作為國內壓力追溯源頭，提供產業相關壓力校正服務。

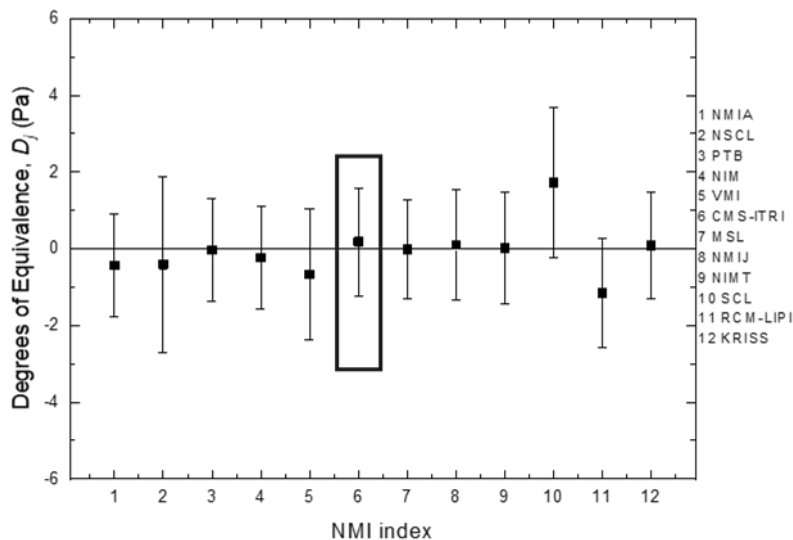


圖 1-2-6、APMP.M.P-K9 之 50 kPa 絕對壓力比對結果

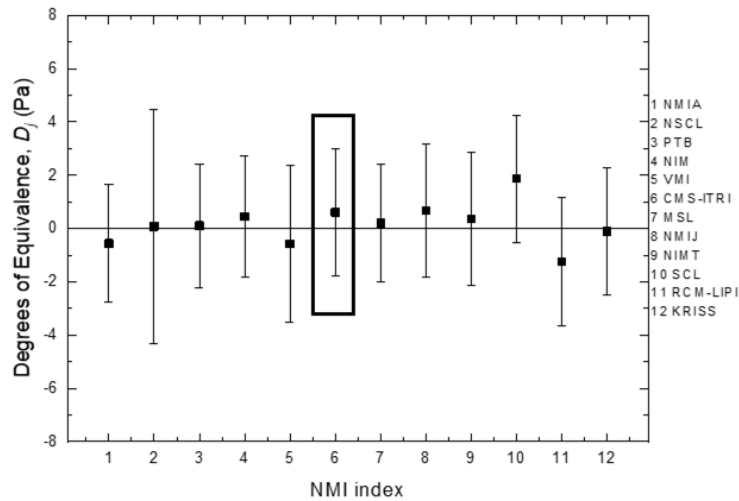


圖 1-2-7、APMP.M.P-K9 之 100 kPa 絕對壓力比對結果

c. 常壓氣體流量(CCM.FF-K6.2017)國際比對(臺灣主導)

國際度量衡委員會流量工作小組(CIPM-WGFF)分別於2005年至2006年，以及2010至2012舉辦2次的CCM.FF-K6(低壓氣體流量)內圈比對。2016年起由NML主辦CCM.FF-K6.2017跨區域的第3次內圈比對，共有10個國家參與，包含義大利(INRIM)、法國(LNE)、德國(PTB)、捷克(CMI)、瑞士(METAS)、韓國(KRISS)、日本(NMIJ)、澳洲(NMIA)、美國(NIST)及臺灣(CMS/NML)。於106年8月開始至108年9月為止執行比對量測工作，比對件傳遞過程順利，沒有出現重大延誤事件。NML於比對過程中分別於106年8月、107年8月及108年9月對比對件進行重複量測工作，在比對件量測範圍內各量測點的器差變異之標準不確定度皆小於0.025 %，顯示比對件於比對過程呈現非常優異的穩定性。109年4月完成比對數據處理及Draft A-v1報告，意見彙整主要問題在於NMIA部分流率之重複性大於其宣告不確定度，導致進行數據統計檢定之處理，無法依照原訂步驟執行之疑慮。將此問題與NIST及PTB討論，決定依據原先協議方式執行，但於報告說明數據不合理性問題。109年7月完成Draft A-v2報告，並寄交各實驗室。主要意見為INRIM對於最小比對流率(2 mL/min)，8 個實驗室的數據，經過consistency check 僅剩4個實驗室數據以加權平均方式計算KCRV值的方式並不合適，建議參考Cox於2002年發表的文獻及J. Randa於2005年及2000年文獻，改採中位數評估及非加權平均方式計算KCRV。109年12月完成Draft A-v3報告，將INRIM建議方式置於附件E說明，本文維持原協議方式處理。寄交各實驗室確認，如無問題即可轉為Draft B版本。

d. 穿透霧度(APMP.PR-P3.1)國際比對(臺灣主導)

APMP.PR-P3.1霧度國際比對是由我國主辦，比對項目為霧度大於40之高穿透霧度。除我國外，其他參加國家有：中國大陸(NIM)、紐西蘭 (MSL)、泰國 (NIMT)、新加坡(NMC)及印尼(RCM LIPI)等5個實驗室。目前國際上並沒有相關霧度量測規範提供高霧

度穿透量測，故由我國主導APMP促進合作計畫(Technical Committee Initiative projects, TCI projects)，進行先期國際比對技術研究，協助亞太區域建立未來關鍵比對之技術基礎。比對於2019年底開始進行標準件準備，2020年開始進行比對，NML已於109年10月完成比對件量測並傳遞至各參與國，包括新加坡、中國大陸、泰國及印尼。因疫情影響，部分國家實驗室至今仍有部分時間在家工作，各國比對數據將無法如期回覆給我國，預計比對報告延後至110年8月後完成。

(2) 國外追溯共完成16項19件(組)

表 1-2-6、109 年度 NML 國外追溯情形

追溯項目	所屬量測系統代號名稱	追溯國家/機構	追溯日期	件(組)數
直流高壓分壓器	E05 直流高壓量測系統	澳洲/NMIA	109.01	1
電磁場強度計	U06 電磁場強度量測系統	英國/NPL	109.02	1
雙錐天線	U06 電磁場強度量測系統	英國/NPL	109.02	1
對數週期天線	U06 電磁場強度量測系統	英國/NPL	109.02	1
線距標準片	D28 掃描式電子顯微量測系統	德國/PTB	109.02	1
精密雙偶極天線	U06 電磁場強度量測系統	英國/NPL	109.03	1
標準電感器	E16 電感量測系統	美國/NIST	109.10	4
氣體式活塞壓力計	P04 氣壓量測系統	德國/PTB	109.06	2
熱效電壓標準器	E06 交流電壓量測系統	德國/PTB	109.10	1
長塊規	D23 精密型長塊規量測系統	德國/PTB	109.06	1
熱陰離子真空計	L02 動態膨脹法真空量測系統	德國/PTB	109.08	1
雷射波長(543 nm)	D19 線距校正系統	英國 NPL	109.09	1
力量傳感器	N03~N04 力量比較校正系統	德國/PTB	109.08	3

3. 完成8領域第三者延展認證及2領域監督評鑑

NML除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能量庫(KCDB)上。考量強化國際交流與支持國內認證制度，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，藉由第三者的客觀角度來證明NML的品質系統運作是符合世界(ISO/IEC 17025)標準。ISO/IEC 17025:2017於106年11月29日正式公告後，108年度NML電量/磁量/微波/光學/長度5領域(認證編號：N0688)，已依據新版ISO/IEC 17025完成第三者認證，取得ISO/IEC 17025:2017延展認證證書。其餘溫度/濕度/質量/力量/壓力/真空/流量/振動/聲量/化學等10領域(認證編號：N0881、N0882、N1001、N2346)，也已於108年度按TAF規定於

期限內提出新版ISO/IEC 17025轉版異動申請，取得TAF核發之ISO/IEC 17025:2017轉版證書。

本年度NML共計完成溫度/濕度/質量/力量/壓力/真空/流量/化學8領域(認證編號：N0881、N0882、N2346)及化學領域參考物質生產機構(認證編號：R001)之TAF延展認證，係依據APMP本年度發佈之“APMP Guidelines for On-site Peer Reviews/Assessments under Unexpected Circumstance due to COVID-19” 2.1節，遵循pathway (a)(即第三者認證)之機構，評鑑方式應按照當地認證組織對疫情之因應措施進行，故採TAF建議方式，在證書之認證範圍及內容不變更的原則下，由國內專家進行第三者認證，以延續證書之有效性。第三者認證現場評鑑，以ISO/IEC 17025:2017和ISO 17034:2016為評鑑基準，已於9月15日、9月22日至9月23日、9月28日至9月30日順利完成，不符合事項共計3項，已於11月13日完成改善措施回覆。待TAF延展證書核發後，證書將公告於NML網站第三者認證項下(<https://www.nml.org.tw/laboratory-energy/third-party-certification-2/third-party-certification-3.html>)，供業界與民眾查詢與下載。

本年度NML另計有振動/聲量(認證編號：N1001)等2領域之TAF監督評鑑，已於1月8日完成，不符合事項共計0項。上述NML各評鑑完成時間如表1-2-7所示。

表 1-2-7、109 年度 NML 評鑑活動一覽表

評鑑類型	評鑑領域 (認證編號)	日期	評審員	NCR	改善完成
延展評鑑	溫度/濕度 (N0881)	9月29日至9月30日	林宜臻(主評審員)/楊植雄(溫度/濕度)	1	Y
	質量/力量/ 壓力/真空/ 流量(N0882)	9月28日至9月29日	林宜臻(主評審員)/林以青(質量/力量)/楊植雄(壓力/真空)/陳堯福(流量)	2	Y
	化學 (N2346)	9月15日、23日及29日	林宜臻(主評審員)/高寶珠(化學)	0	NA
	化學 RMP (R001)	9月22日至9月23日	張淑芬(主評審員)/高寶珠(化學 RMP)	0	NA
監督評鑑	振動/聲量 (N1001)	1月8日	廖鶯鶯	0	NA

#### 4. 支援國際相互認可技術活動

擔任APMP CMC審查工作小組，協助亞太及跨區域計量組織之CMC審查項目，參與項目如表1-2-8。

表 1-2-8、NML 參與 CMC 審查工作小組項目

領域	隸屬委員會	工作小組
溫度	TCT	標準白金電阻溫度計、定點囊
		工業溫度計

領域	隸屬委員會	工作小組
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
電/磁	TCEM	阻抗
品質	TCQS	品質系統
流量	TCCF	油流量、高壓氣體流量、風速

(1) 完成3項跨區域計量組織之CMC項目審查：

- ✓ 完成阿拉伯聯合大公國阿聯酋計量院(EMI)於時頻(TF)領域之管理系統審查。
- ✓ 完成巴西國家計量標準和工業品質研究所(INMETRO)於振動領域低衝擊、高頻振動與動態及電量領域阻抗之CMC更新審查。
- ✓ 完成芬蘭計量和認證(MIKES)於高壓氣體流量系統CMC更新審查。

(2) 年度完成9項APMP區域之CMC項目審查：

- ✓ 完成泰國國家計量研究院(NIMT)於化學(QM)領域之管理系統審查。
- ✓ 完成泰國國家計量研究院(NIMT)於力學(M)領域-硬度之管理系統審查。
- ✓ 完成泰國國家計量研究院(NIMT)於溫度(T)領域-濕度之管理系統審查。
- ✓ 完成泰國國家計量研究院(NIMT)於質量、力量、扭矩與壓力之CMC更新審查。
- ✓ 完成新加坡NMC A\*STAR於溫濕領域之露點溫度CMC更新審查。
- ✓ 完成韓國KRISS於油總量系統CMC更新審查。
- ✓ 完成韓國KRISS於風速系統CMC更新審查。
- ✓ 完成菲律賓國家計量實驗室(NML-ITDI)於壓力之CMC更新審查
- ✓ 完成蒙古標準與計量局於質量之CMC申請審查。

5. 參與國際重要會議/活動，維繫國際關係

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，國際計量組織會議與運作如圖1-2-8。NML過往以客卿身分參與CCPR(光量)、CCM-WGFF(流量)、CCM-WGG(重力)、CCL-WG(長度)及CCQM-GAWG(氣體)等活動，原受制於「須受技術諮詢委員主席邀請方可參與」，由於NML之技術研發能力受國際肯定與注目，歷年來積極參與各項組織活動，建立良好充沛之國際人脈，因此受到CIPM組織內成員的支持，NML於2014年及2015年獲同意成為光輻射與光度諮詢委員會(Consultative Committee for Photometry and Radiometry, CCPR)、長度諮詢委員會(CCL)和聲量/超音波/振動諮詢委員會(CCAUV)觀察員，擴展國際計量組織參與之自主性。

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擔任質量技術委員會主席、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，適時參與蒐集計量技術的最新發展趨勢，或主導相關活動。參與國際活動內容說明如下：

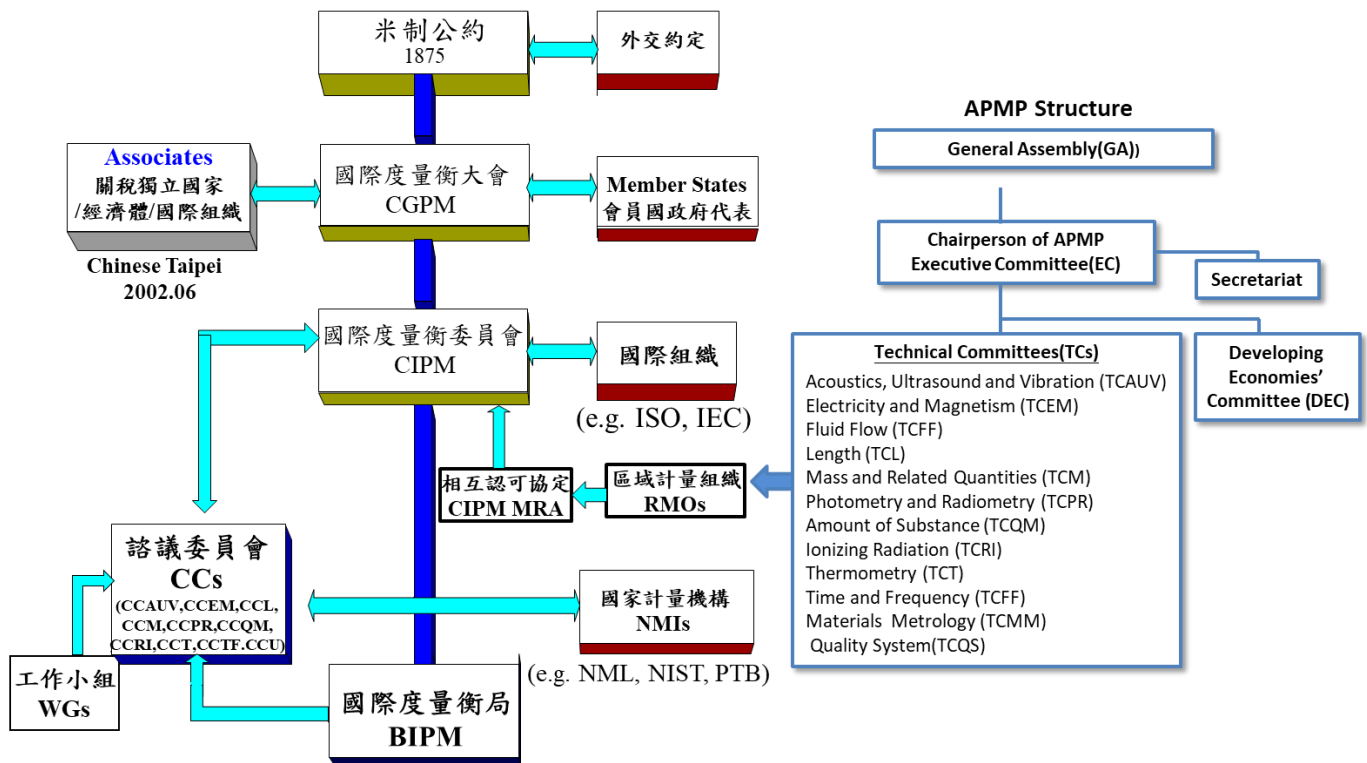


圖 1-2-8、國際計量組織會議與運作

(1) 化學物量諮詢委員會氣體分析工作小組會議(CCQM GAWG)

化學物量諮詢委員會(Consultative Committee for Amount of Substance: Metrology in Chemistry and Biology, CCQM) 為國際度量衡局(BIPM)十個諮詢委員會之一，為化學計量領域最高技術組織，今年疫情關係於9月23日採用視訊方式進行簡要的關鍵比對進度討論，會議討論摘要如下：

- 會議中進行如下幾項內圈關鍵比對結果Draft A討論：CCQM-K150 and P189 on particles、CCQM-K10.2018 on BTEX、CCQM-K117 on ammonia、CCQM-K74.2018 on nitrogen dioxide、CCQM-K118 on natural gas，並決議比對所代表之技術能力範圍，以利各參與之實驗室後續作為CMC申請之依據，NML雖無法參加此關鍵比對，將針對各參與比對國之技術進行瞭解，對應臺灣產業需求評估未來進行技術建立的可行性，再於亞太地區APMP TCQM會議提出比對需求。
- 2021起規劃辦理的內圈關鍵比對包含：HCl in N<sub>2</sub>、Oxygenated VOCs、及CO in N<sub>2</sub>。其中，CO in N<sub>2</sub>比對限制每一個區域計量組織僅可有三個國家計量機構參與。
- 會議結束前預告2021活動規劃如下：第43<sup>rd</sup> GAWG meeting於2021年4月26-27日在BIPM舉辦。44<sup>th</sup> GAWG meeting於2021年11月舉辦，詳細時間與地點未定。2021年6月22-24日在荷蘭海牙舉辦Gas Analysis Symposium。



## (2) APLMF數位校正證書會議(DCC)

聯邦技術物理研究所(PTB)是德國的國家計量單位，致力於計量相關科學和技術服務，自2018年3月開始陸續舉辦關於校正數位化認證(Digital Calibration Certificate, DCC)相關議題之研討會，因2020年全球受武漢肺炎(COVID-19)病情肆虐，故於2020年10月20日至21日舉辦校正數位化認證之線上研討會(Digital Calibration Certificate 2020, DCC 2020)，超過百位之參與者為來自世界各地之國家計量院代表，共同聆聽及討論校正數位化之影響、趨勢與執行經驗分享。會議摘要如下：

- 全體會議(Plenary-Session)：全體會議為所有與會者必須參加之議程，今年安排之主題包括全球校正數位化所遭遇之挑戰(Digitalization – a global challenge in metrology)、SI單位於校正數位化扮演之重要角色(The Importance of the SI in Digital Metrology)、校正數位化認證(The Digital Calibration Certificate)、DCC之潛力分析(The Potential of the DCC)、密碼學-DCC安全和密鑰管理(Cryptography- DCC Security and Key Management)。
- 並行會議(Parallel-Sessions Search)：安排不同國家、產業領域分享其DCC領域之發展現況及面臨之挑戰，本次分享之國家及領域包含，中國計量院DCC過程研究分享(Research progress of DCC in NIM)、肯亞標準計量局DCC經驗(The Kenya Bureau of Standards Metrology Department DCC Experience)、密碼學(Cryptography)、工業應用(Industry)、中介層(Middleware)、及校正實驗室(Calibration Labs)等。

## (3) 第55屆國際法定計量組織(55<sup>th</sup> CIML meeting)線上會議

國際法定計量組織(International Organization of Legal Metrology, OIML)為主導與決策法定計量相關業務及規範制定的國際組織，每四年舉辦一次國際法定計量組織會員大會(OIML conference)。國際法定計量委員會(CIML) 為OIML下之決策機構，CIML成員係由會員國政府指定一位在法定計量領域具有決定權的官方作為代表，因此可視為一官方組織。CIML meeting為每年舉辦一次，此次會議為第55屆國際法定計量委員會會議(55<sup>th</sup> CIML meeting)。參加CIML meeting 可瞭解OIML運作情況與進度、目前國際注重的議題及未來制定法定計量管理發展趨勢。我國以準會員(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。

由於新冠肺炎(COVID-19)疫情全球大爆發，大會首次採用線上會議召開，本次共有52個正會員，24個準會員，15個觀察員等，共計256位出席為期三天各三小時的線上會議。會議內容摘要如下：

- 認可CIML會議以線上會議方式召開：由於疫情的不確定因素無法實現面對面會議，為了不影響委員會的運作，大會此首次以線上會議方式來召開，並建立線上會議使用與線上不具名之安全投票工具準則，並依此準則作為未來線上會議之模式，大多數CIML成員支持線上會議/投票，會議決議通過。

- 決議通過優先項目與優先出版文件，優先準則為根據過去頒發的證書數量、基於社會需求、會員國需求、製造商需求、涵蓋範圍廣泛及通用的儀器或文件以及在歐盟用於規範性的文件等，作為優先工作事項。並希望委員們能共同推動此優先項目與文件，以符合全球法定計量推動。
- 國際和地區法定計量組織(Regional Legal Metrology Organization, RLMO)報告，在今年召開線上會議，共有來自10個會員共28人，包含六個計量組織代表，非洲計量體系AFRIMETS(Intra-Africa Metrology System)、亞太法定計量會APLMF (Asia-Pacific Legal Metrology Forum)、歐亞國家計量組織聯盟COOMET (Euro-Asian Cooperation of National Metrological Institutions)、波斯灣計量標準聯盟GULFMET (Gulf Association for Metrology)、美洲計量體系SIM (The Inter-American Metrology System)、歐洲法定計量聯盟WELMEC (European Cooperation in Legal Metrology)。參與共同討論與資訊交流。其中與NML較為相關的亞太法定計量會APLMF提及由於疫情的影響，導致MEDEA培訓課程延遲，目前正在研擬計劃在2021年轉為線上培訓課程，當然關於課程的費用、內容以及時數也會有所異動，後續課程相關資訊之後將於APLMP公佈。
- 2021年第56屆CIML會議及第16屆OIML大會，將在中國大陸舉辦，並開始進行會議規劃，會議中提及預定地點在蘇州，若因疫情導致差旅受影響，將可能再次採用線上會議方式進行。
- 其他議題與意見交流：本次會議中也許是因為疫情大流行的關係，各個國家代表更重視醫療測量儀器議題，以紅外線溫度計為例，會議中討論紅外線溫度計部分國家屬於醫療器材，為醫療器材產品，非計量量測儀，希望OIML是否可以提供此類醫學測量儀器計量準確性的技術規範或指南。而BIML與醫學測量儀器技術委員會的聯絡人正在努力與WHO進行技術性的討論，不過WHO更加關注疫情大流行的其他方面，因此他們目前正在與PTB專家以及其他感興趣的成員一起工作，期望促進OIML在醫療測量儀器領域的發展，紅外溫度計的主題也許在下次會議中可以進行更多的討論。

#### (4) 2020精密電磁量測研討會(CPEM)線上研討會

2020精密電磁量測研討會(Conference on Precision Electromagnetic Measurements, 2020 CPEM)由美國國家標準與技術研究院(NIST)主辦，原定109年8月24至28日於美國科羅拉多州的丹佛舉辦，惟因新冠疫情影響而取消實體會議，全面改為線上研討會(Virtual Conference)。大會亦宣告下屆2022 CPEM由紐西蘭國家計量院(MSL)於其首都威靈頓舉辦，2024 CPEM則將再由美國NIST於原地點(丹佛)主辦。本屆CPEM研討會所發表的論文共286篇(全部皆作線上口頭發表)，探討的技術頻率範圍涵蓋直流至射頻、微波、乃至光頻，發表及討論主題共16大項分成32場Session展開。NML電磁與通訊計量研究室共發表3篇電量領域研究論文，論文題目分別為：(1)「NML建置之10 V免液氬

可編輯式約瑟夫森電壓標準系統」，介紹NML 10 V免液氦可編輯式約瑟夫森電壓標準(Cryocooler PJVS)系統的建置成果，及與美國NIST共同完成兩套PJVS系統之間的電壓直接比對。其中，NIST的可攜式(Portable) PJVS系統是採用液氦冷卻，而NML的Cryocooler PJVS系統則是採用免液氦冷卻。從比對結果可知，兩套PJVS系統具極佳的量測一致性，兩套系統在 1.018 V量測時的電壓差值為-0.10 nV，其組合標準不確定度為1.04 nV；而在10 V量測時的電壓差值為-0.07 nV，其組合標準不確定度為1.22 nV。

(2)「NML之免液氦量化霍爾電阻量測系統建立與不確定度評估」，介紹NML新世代免液氦量化霍爾電阻量測系統建置成果。(3)「我國以數位取樣技術建立之新型交流電力原級量測標準系統」，介紹NML正在發展之電力訊號數位取樣技術，其核心內容包含電壓訊號與電流訊號的同步數位取樣技術、LabVIEW量測平台之各種電力量的演算法。由量測結果可知，交流電力原級系統採用數位取樣技術在電壓/電流諧波的量測準確度優於傳統的電力標準表，未來NML將以此技術完備臺灣電力計量標準的自我追溯管道。

藉由本次參加2020 CPEM線上研討會並發表研究論文的機會，可展現我國在PJVS電壓標準及其他電量校正領域已有的技術能量及前瞻研究成果，提升我國在電量計量標準技術發展的國際地位。此外，亦廣泛蒐集各國在精密電磁計量技術的研發資訊及其未來發展趨勢，包含通訊、微波、電壓、電流、電力以及阻抗等計量標準技術，以助於規劃及擬訂電量相關計畫的技術研究與發展方向。

(5) 「美國國家標準實驗室大會國際研討會暨論文發表會」(NCSLI)線上研討會

因全球新冠肺炎(COVID-19)疫情嚴峻，大會基於對與會者之安全與健康考量，決議取消實體研討會，改為線上虛擬研討會，研討會時程為美國時間 109 年 8 月 24 日至 26 日。本次大會主題為「SI 單位重新定義：橋接科學與計量(The SI Unleashed: Bridging Science & Metrology)」，研討會分為兩個部分，專題演講(Keynote Address)與論文發表研討會(NCSLI Virtual Technical Program)。本次 NCSLI 研討會所發表的論文分為教育(Education)、量測(Measurements)及品質(Quality) 3 個類別，共 42 篇。NML 所發表之論文題目為「田口品質工程於露點計校正之應用(Application of the Taguchi method to dew point meter calibration)」，主要在探討 NML 於執行露點計校正時影響量測結果之因子，利用田口方法獲得最佳量測表現。依據不同的量測系統及待校件特性，存在各式各樣的因子影響量測結果，並控制在特定水準下，使量測條件處於最佳狀態，以便有效提昇量測值的可靠性。

(6) NMI Directors' meeting

10/15 日 CIPM/BIPM NMI Directors' Meeting 2020 線上會議由林增耀執行長、王仁杰經理出席參加。Wynand Louw (CIPM President)、Martin J.T. Milton (BIPM Director)、各國國家計量機構首長均出席與會。會議中國際度量衡委員會與國際度量衡局說明全球計量活動發展，並特別針對 COVID-19 與防疫相關計量技術進行討論，宣布明年世界計量日主題將為 Measurement in health。會議討論摘要如下：

- 探討持續演進的計量需求：討論辨別之需求包含氣候變遷、環境、生醫健康、食品安全、能源、先進製造、數位轉型、新計量概念與技術。
- 鑑別推進全球量測系統之關鍵科學挑戰：討論之挑戰包含new SI之落實、未來SI的更新、將原級標準導出擴散於NMI之外、複雜系統的計量方法。
- 深化與其他國際組織在量測議題的互動：於2020，BIPM已與International Telecommunication Union (ITU)、International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (IFCC)簽訂MOU。
- 審視未來組織與會員結構：隨著new SI的推行，現在無論何地均可實現基本量之定義，盼能推廣、增加更多會員。
- 推動組織營運現代化：CIPM的新Rule of Procedure規畫已於2020起草，將持續更新討論。

#### (7) Webinar on Metrology and Quality Management of Ventilators 線上會議

2019年底出現首例嚴重特殊傳染性肺炎，新冠肺炎(COVID-19)的患者，隨後在2020年初迅速擴散至全球多國，演變成一場全球性傳染疾病。導致感染者產生呼吸困難的症狀，急需使用呼吸機(ventilator)幫助感染者維持正常的呼吸功能，故各國紛紛投入呼吸機之開發。亞太計量組織(APMP)針對呼吸機之計量與品質管理召開線上研討會(webinar)，主要探討各國家計量院(National Metrology Institutes；NMIs)呼吸機之計量發展現況與校正方法分享，其中參與之單位有 BSN, ITC, KRIS, MSL, NBSM, NIMT, NMC A\*Star, NMIA, NMISA, NML-ITDI, NPLI, NIM。NML由陳生瑞經理以質量技術委員會(TCM)主席 (chairman)兼醫學計量焦點工作組(Medical Metrology Focus Group, MMFG)共同主席(co-chairman)及黃文聖副工程師以國家度量衡標準實驗室(NML)之壓力實驗室身分參加會議。此次會議重點摘要如下：

APMP之醫學計量焦點工作組(MMFG)，此次研討會主要探討各國家計量院(NMIs)間呼吸機之計量發展現況與校正方法，現任主席之中國計量院(NIM)的 Dr. Xiang Ding 將會議分為兩個部份，第一個部分係邀請已對呼吸機校正工作有著墨之單位，第二部分係邀請外部單位，如醫院(中日友好醫院)、廠商(BMC-Medical Co., Ltd、Dräger Medical Equipment Co., Ltd)從多個角度介紹呼吸機相關問題，或讓還沒發展呼吸機校正系統，但想建立這方面測量能力之研究人員開闊思路，使在呼吸機校正與量測領域基礎比較薄弱的單位都能瞭解到更全面和詳細的知識。其中BMC-Medical Co., Ltd針對呼吸機功能性測試之國際標準(ISO Standard)進行介紹，針對不同使用情境之呼吸機有不同之標準規範，如重症監護呼吸機：ISO 80601-2-12、睡眠呼吸中止症呼吸機：ISO 80601-2-70，亦有家用之通氣不足：ISO 80601-2-80、通氣障礙：ISO 80601-2-79 之呼吸機，各標準要求重點，如：基本性能、穩定性、生物相容性、感測器準確度、配件要求、安全防護與軟體驗證等。中日友好醫院係基於物聯網技術(internet of things；IoT)精進呼吸機臨床使用與管理以達到即時呼吸參數(breathing parameters)之

數據監控之用。另外，貴州省計量學院則由Ms. Xuanchao, Zhou分享呼吸機的校正與追溯。中國現行呼吸機的校正與測試型式認證為 JJF 1234-2018，明確的定義不同潮氣容積(tidal volume)、肺的順應性(lung compliance)、氣道阻力(airway resistance)、氣道尖峰壓力(Peak Inspiratory Pressure；PIP)等，與不同通氣模式之量測手法。NML分享内容包括，以氣體流量分析儀(gas flow analyzer、ventilator tester) 進行呼吸機功能性驗證之系統架構、氣體流量分析儀之壓力與流量感測器校正方法、型式認證之功能性驗證法規範例，以及介紹 NML 壓力與流量完整之校正系統與追溯鏈。

於議程最後討論階段，尼泊爾標準計量局(Nepal Bureau of Standards and Metrology；NBSM)的Dr. Manish Kumar 回應且同意NML所報告之結論：因新冠肺炎(COVID-19)的影響，急需呼吸機協助感染者能維持正常呼吸，各國紛紛投入呼吸機之開發與研究。故瞭解呼吸、呼吸機與氣體流量分析儀的原理，對計量領域之研究人員是重要且必要的，以規劃呼吸機驗證方法與建立量測系統，加速醫療或家用之呼吸機開發。

(8) 出席亞太計量組織相關國際活動

APMP現有經濟體正會員27個及副會員13個，其中正會員機構有45個，而副會員機構則有14個，轄下共有12個領域之技術委員會(Technical Committee, TC)，分別為聲量/超音波/振動(TCAUV)、電/磁(TCEM)、流量(TCFF)、長度(TCL)、質量(TCM)、光度與光輻射(TCPR)、物量(TCQM)、品質系統(TCQS)、游離輻射(TCRI)、溫度(TCT)、時頻(TCTF)及材料計量(TCMM)等。

NML於亞太計量組織擔任質量技術委員會主席及焦點工作組主席，計2位2席次，協助亞太區域計量事務之推動，負責工作說明如表1-2-9。

表 1-2-9、NML 參與亞太計量組織一覽表

擔任項目	負責工作/補充說明
TCM 主席 (2018 ~ 2021)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 主持及辦理 APMP TCM 年度會議</li> <li>◇ 參加 APMP 年中會議，協助亞太地區計量技術交流。</li> <li>◇ 因應 BIPM KCDB 2.0 新版網頁發布，邀請 APMP TCM 專家組成 CMC 審查小組，並申請 KCDB 2.0 審查專家帳號，以進行後續審查流程。</li> </ul>
醫學計量 焦點工作組共同 主席	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 焦點工作組相關業務協助</li> <li>◇ 年度會議規劃與協助</li> </ul>

年度參與活動說明如下：

- 出席亞太計量組織年中會議

亞太計量組織(APMP)每年召開年中會議(mid-year meeting)和會員大會(GA, General Assembly)兩次主要會議，年中會議的性質主要是幹部會議，並為當年的會員大會作準備。今年由於新冠肺炎(COVID-19)疫情，2020年亞太計量組織年中會議改採線上會議方式辦理，會議時間為6月16~23日。NML由陳生瑞經理以質量技術委員會(TCM)主席身分，參加執行委員(Executive Committee, EC)會議、技術委員會主席(Technical Committee Chair, TCC)會議及執行委員和技術委員會主席聯合(EC-TCC)會議；王仁杰經理以國際事務窗口身分參加開發中國家執行委員(Developing Executive Committee, DEC)會議，分享體溫計校正器、呼吸器流量與壓力之校正、紫外線發光二極體關鍵參數量測系統、氣相式掃描遷移率粒度儀之病毒樣顆粒分析等四項防疫相關技術。此次會議重點摘要如下：

- ✓ 今年度APMP年度會員大會及相關活動將以線上方式召開，取消預定於曼谷舉辦之實體會議。
- ✓ 今年將有多個技術委員會進行下屆主席選舉，將評估zoom及 Adoodle等線上不記名投票系統之可行性。
- ✓ APMP今年預算提撥美金10萬元成立APMP Response Progame against COVID-19，供各技術委員會(TC)、焦點工作組(FG)與開發中國家執行委員(DEC)申請防疫相關計畫。

- 參加 2020 年亞太計量組織會員大會暨技術研討會，加強與亞太計量組織間之技術交流。

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, EC)、國家計量機構負責人研討會(NMI Director's Workshop)等。本次會議採線上方式辦理，NML出席10個領域之技術委員會(TC)線上會議及年會，共39人次，11月24日由林增耀執行長以國家度量衡標準實驗室主任身分，與亞太各國計量機構首長出席亞太計量組織2020計量機構首長研討會(APMP 2020 NMI Directors' Workshop)線上會議，各國因應COVID-19疫情衝擊，針對計量技術之防疫應用交流，除了參與體溫量測、呼吸器壓力流量校正等基礎物理量之溯源議題討論外，NML亦分享半導體工業粒子分析技術於生醫領域之應用發展，提供計量技術應用之新視野。11月26至27日參亞太計量組織2020會員大會線上會議，會員大會中進行新任執行委員會委員選舉，經日本國家計量院提名、泰國國家計量院

附議，以及各國會員代表投票選舉，NML傅尉恩組長獲選為新任亞太計量組織執行委員會委員，拓展亞太地區國際影響力。各技術委員會會議重點討論摘要如下表。

表 1-2-10、2020 年 APMP 會員大會暨技術研討會線上會議參加人員與討論重點

參加之 TC 及 WG	領域別	參加人員	討論主題/結論
TCAUV	聲量、超音波、振動 Acoustics, Ultrasound and Vibration	涂聰賢 陳俊凱 郭淑芬 羅芳鈞 蔡宗原 張匡儀 劉志傑	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APMP TCAUV 下一任主席將由 KRISS 之 Dr. Yong Tae Kim 擔任。</li> <li>• 由 NML 報告 APMP.AUV.V-K3.1 主辦實驗室為 NML，協辦實驗室為 NIMI/China，於 2018 年完成比對量測、2019 年 6 月完成比對報告 A 版，於 2020 年 9 月完成比對報告 B 版，目前依工作委員會建議進行報告數據與表示之說明。</li> <li>• 新加坡 NMC 提議 APMP.TCI 計畫進行聲音量測設備自由音場比對。</li> <li>• MEDEA Project (NIMT &amp; NMIJ) 計畫期程 (Jan. 2020 ~ Mar. 2021) 會議中說明技術研討會之籌備 Workshop and inter-comparison for reliable noise measurement。</li> <li>• APMP TCAUV 之振動領域工作委員會人員更新。KRISS Dr. Yong-Bong Lee 退休，由新加坡 NMC Chi Shan(崔珊)替補。</li> <li>• XXIII IMEKO World Congress 將於 2021 年 8 月 30 日至 2021 年 9 月 3 日於日本橫濱舉辦，主辦國盛邀各會員參與。</li> <li>• 受疫情影響，NIM 提議低衝擊國際比對要加速啟動，考量申請及比對協議之作業時間，預估最快比對時間為 2021 年底，NML 須落實準備工作。</li> </ul>
TCEM	電量、磁量 Electricity and Magnetism	陳士芳 劉家維 韓宙勳	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 主席針對 KCDB 2.0 的 CMC 資料登錄與實施方式作說明與討論，而為了加速 CMC intra-review 的審閱流程，各國皆同意由主席作全權審核，不須再透過 CMC review 審核小組作審閱。至於如歐洲 EURAMET、美洲 SIM 等區域提送之 CMC inter-review 則將同樣須委由 CMC review 審核小組負責人作分配審閱，然後再由主席作核決。</li> <li>• TCEM 於 11 月份展開新一輪 CMC inter-review，提出國家包含臺灣 NML、印尼 SNSU-BSN、以及日本 NMIJ。</li> <li>• 主席說明 TCEM 首次執行混和式比對 (Hybrid Comparison ; HC) 的正式報告(編號：APMP.EM-H1.2019)已分享至 APMP TCEM 的網頁上，並提及該比對活動是由臺灣 NML 發起並與日本 NMIJ 共同執行完成，其他各國若有此類型的比對需求時可以引用及參考。</li> </ul>

參加之 TC 及 WG	領域別	參加人員	討論主題/結論
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 主席分享 2020 BIPM/CCEM、CCEM WG-LF、與 JCRB 線上會議的最新資訊供各與會國家參考。</li> <li>• 各項國際比對之最新進度說明，以及未來比對規劃及時程討論。</li> <li>• 確認 EM 領域各參數之 CMC review 審核小組負責人與成員名單。</li> <li>• 因現任 TCEM 主席 Dr. Hyung-Kew Lee (韓國 KRISS) 將於明年卸任，故於今年選舉 TCEM 預備主席(為同額競選)。最後，各國皆同意由新加坡 NMC 的 Dr. Meng Yusong 擔任。</li> </ul>
TCFF	流量 Fluid Flow	蕭俊豪 江俊霖 林文地	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TCFF 主席交接，由現任主席 Dr. Shimada(NMIJ)，交接給中國大陸 NIM 的李春輝博士擔任。並選舉 KRISS 的 Dr. Kang 擔任副主席。</li> <li>• 報告我國主辦之 CCM.FF.K6 2017 國際比對執行結果，目前為 Draft A Ver2 報告階段，在彙整各參與國實驗室意見後預計 12 月產出 Draft A Ver3 報告；報告今年主辦之 APMP.M.FF.K3-2020 比對計畫，由於疫情影響，比對流程受到嚴重延誤，比對計畫需延誤至 2021 年才結束比對件傳遞。</li> <li>• 確認各領域 CMC review 成員名單及具擔任同儕評鑑資格的人選。說明相關 CMC review 執行及 CMC 登錄情況。同時要求各會員國務必遵守 CMC review process，避免造成困擾及時間延誤。因應疫情影響及 KCDB 2.0 啟用，CMC review process 減少 3 個步驟，各國 CMC on-site review 可選用 A、B、C 三種方案進行。就技術評審方面 A 為維持原有方式，B 與 C 皆可選擇延期、遠端評鑑及在地專家評鑑。</li> <li>• 報告 CCM-WGFF 及 APMP TCFF 國際比對、補充比對的現況與規劃情形，並對將執行之比對活動徵詢各實驗室參加意願。</li> <li>• 針對 COVID-19 徵求 TCI project，NIM 於會議中說明將申請呼吸器測試儀比對研究計畫，目前 NMIA 及 NML 表示願意參加。</li> <li>• 各 TC 將針對 TC 的未來重點工作方向重新進行審視及規劃。</li> <li>• 明年如舉辦實體會議，則 TCFF Workshop 預定舉辦 2 天，第 1 天為參訪行程，第 2 天進行研討會，會議題目將由新任副主席確認。</li> </ul>
TCL	長度 Length	許博爾 吳雅菁	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 日本 NMIJ、泰國 NIMT 及我方將進行環形編碼器之比對先期研究。</li> </ul>



參加之 TC 及 WG	領域別	參加人員	討論主題/結論
		徐凡嬰 謝宗翰	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 我國主辦 APMP.L-K4 (直徑)比對,將於 2021 年 8 月開始,傳遞件包含直徑為 15 mm、50 mm 的環規、3.5 mm、15 mm、50 mm 的塞規、25 mm 的球。11 月底將比對 protocol 遞交 TCL 主席與參加國確認。</li> <li>• 明年預計進行表粗與階規之比對,後續將待 NMIA 與 NIM 之訊息。</li> <li>• 下一屆的主席為中國大陸 NIM 的薛梓博士,將於本次 GA 後正式上任。</li> </ul>
TCM	質量及其相關量 Mass and Related Quantities (Mass, Density, Volume, Pressure, Vacuum, Force, Torque, Hardness, Gravity, etc)	陳生瑞 吳玉忻 段靜芬 吳忠霖 黃麒安 曹琳	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APMP 質量技術委員會主席陳生瑞博士召開 2020 APMP TCM 線上會議,會議期間為 9-11 November 2020 13:00 – 17:00 (台北時間),線上與會人數為 97 人,分別來自 23 個經濟體/國家。前兩天為技術議程,進行了質量相關領域技術發展共 13 個主題之技術報告(包含 NML 吳玉忻博士之 XRCD 進度報告);最後一天為 TCM 內部行政事務會議,並進行下任 TCM 主席選舉,由印度 NPLI 的 Dr. Titus 當選(此次僅有一名候選人)。</li> </ul>
Medical Metrology Focus Group (MMFG)	醫學計量 Medical Metrology	陳生瑞 黃文聖	<p>今年議題主要針對新冠肺炎所進行的防疫研究及貢獻之分享,包含個人防護設備(personal protective equipment, PPE)之口罩測試方法、紅外線溫度量測(infrared thermometer)測試比較、輸血幫浦(infusion pump)校正技術分享以及未來重點專案之規劃。會議重點摘要如下:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 澳洲 NMIA 由 Dr. Mark Ballico 分享個人防護設備之口罩測試的研究介紹。針對醫療用口罩之測試,其澳洲標準 AS4381 係基於國際規範 EN14683 與 ISO22609 所建立之標準,其重要指標有細菌過濾效率(bacterial filtration efficiency, BFE)、顆粒過濾效率(particle filtration efficiency, PFE)、抗合成血液滲透(resistance to penetration by synthetic blood)、差壓(differential pressure)等,經數據收集、研究與評估後確立其量測手法與標準,並建置實驗室以提供測試服務。</li> <li>• 新加坡 NMC 由 Dr. Fang Jie 進行分享,針對口罩測試之議題,除上述重要指標外,另有可燃性測試(flammability)之介紹,同時分享了測試系統之架構;以及殺菌用紫外線燈之波長計量追溯(germicidal UV radiation)系統改良成果;最後分享基於新加坡測試標準 SS 582:2020 的紅外線溫度之熱影像分析之快篩應用。</li> <li>• 泰國 NMIT 由 Dr. Theerarak Chinarak 介紹輸血幫浦校正流程與技術成果分享,並出版於</li> </ul>

參加之 TC 及 WG	領域別	參加人員	討論主題/結論
			<p>ISBN：978-616-11-2153-2，其中包含電性安全測試 (electrical safety)、性能測試 (performance test)等，以及微流量與壓力校正之參考規範和相對應之系統追溯鏈。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 中國計量院(NIM)則由 Dr. Lu Xiaofeng 介紹其紅外線(infrared, IR)溫度量測應用於額溫 (forehead thermometer, IRFT) 與耳溫 (ear thermometer, IRET)之量測比較，其測試標準係基於 ISO 80601-2-56、EN 12470-5、ASTM E1965-98 以及中國標準 GB/T 21417.1。除介紹國際標準外，另外分享了攜帶式與標準黑體輻射溫度校正儀器之量測原理與架構，其標準黑體輻射溫度校正儀器之擴充不確定度為 0.04 °C，則攜帶式黑體輻射溫度校正儀器之擴充不確定度為 0.07 °C，皆可以滿足量測範圍及量程很廣之額溫式與耳溫式紅外線溫度量測設備校正需求。</li> </ul>
TCPR	光度與光輻射 Photometry and Radiometry	莊宜蓁 蕭金釵 陳政憲 吳貴能 劉玟君 廖淑君	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 下任主席將由現任副主席紐西蘭Dr. Annette Koo升任。</li> <li>• 各項國際比對之最新進度說明，以及未來比對規劃及時程討論。</li> <li>• 三項比對提案，分別為分光輻射照度 (Spectral irradiance) APMP.PR-K1.a、UVA及UVC比對、光纖功率計(Fiber optical power meter) APMP.PR-S2。主席將以e-mail方式徵求比對參加國。</li> <li>• 印尼代表去年提議利用DEN project經費，支持TCPR內部技術訓練費用一案，未通過DEN核准。</li> <li>• Intra-RMO CMC 審核進度因去年累積太多 CMC待審案件，今年申請之新案恐需要更多時間來處理。</li> <li>• 關於intra-CMC審查佐證之認定，我國與日本NMIJ遇到相同的問題：CMC宣稱之不確定度較國際比對結果之不確定度佳，單以on-site peer review結果當佐證較具爭議。雖JCRB及APMP TCPR內部覺得on-site peer review結果可作為CMC之佐證，但CCPR認定之佐證資料不包含此項，即使intra-RMO通過審核，亦可能面臨inter-RMO不被接受。亦有人認為，當無國際比對舉辦之情況，才可以用on-site peer review結果作為CMC之佐證。此次會議未有結論，但決定藉此機會更新APMP TCPR CMC 審查指引(guideline)，待主席進一步以e-mail方式繼續此議題之討論。</li> </ul>

參加之 TC 及 WG	領域別	參加人員	討論主題/結論
TCQM	化學與生物 chemistry and biology	劉信旺	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 下屆主席將由韓國 KRISS 的食品化學領域專家 Dr. Byungjoo KIM 接任主席。</li> <li>• 國際比對事務進度報告與提案討論，目前 NML 所報名的兩項國際比對活動之一 APMP.QM-K90 因疫情延至 2021 年四月執行，而 APMP.QM-S18 比對延期時間則尚未決定。</li> <li>• 對於 TCQM 舉辦的 pilot study 比對活動結果，是否可以作為 CMC 登錄申請的佐證資料於會議中進行討論，討論結果依照 CIPM MRA-D-05 文件，pilot study 比對的直接佐證力不足，須由 CCQM WG 進行評斷。</li> <li>• 新加坡 HSA 提出 PM2.5 量測 pilot study 比對活動規劃，由於 APMP TCQM 成員具備有該比對活動技術能力者不多，因此會議中討論將舉辦層級提升至 CCQM，後續將提交相關比對文件。</li> <li>• KCDB 2.0 平台已上線，本年度各計量機構須以線上系統進行 CMC 登錄申請。</li> </ul>
TCQS	品質系統 Quality Systems	王品皓 洪辰昀	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 今年由 TCQS 主席中國大陸 NIM 楊平博士及副主席泰國 NIMT Wongpithayadisai 女士共同召開線上會議。</li> <li>• 工作小組(Working Group)任務重新分派-WG-1&amp;WG-2 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ WG-1：負責 APMP 品質系統管理程序建立、審查、維護，計 10 位。</li> <li>■ WG-2：審查各國 CMC 申請案(QMS 部份)，計 14 位，NML 仍獲選參與此工作小組。</li> </ul> </li> <li>• CIPM MRA 原 27 份文件預計整合為 12 份。其中，3 份政策類文件(P-11, P-12, P-13)已於 JCRB 第 42/3 號決議核定；3 份指引類文件(G-11, G-12, G-13)為 draft B。待指引類文件經 JCRB 核定，6 份文件即於 BIPM 網站正式公告，供各區域計量組織遵循。</li> <li>• TCQS WG-1 於今年度 9 月著手進行 APMP-QS2 (NMI 品質系統要求文件)修訂，使其內容能與 ISO 規範、CIPM MRA 文件及 KCDB 2.0 流程具一致性。APMP-QS2 draft 將於今年度 APMP 會議後完成修訂並徵詢意見，待 CIPM MRA 指引類文件正式公告，再提交 APMP 審查核定。</li> <li>• 109 年 WG-2 共計完成 22 份 CMC 審查，NML 代表完成 5 份 CMC 審查。NML 化學(QM)/長度(L)CMC 已由 TCQS 成員審查通過；光學(PR)則指派審查中。</li> </ul>

參加之 TC 及 WG	領域別	參加人員	討論主題/結論
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 依據 JCRB 第 42/1 號決議，因應新冠病毒疫情持續，ISO/IEC 17025:2017 轉換期限自 3 年延長至 110 年 6 月 1 日，計 4 個 NMI 尚未全部領域完成 ISO/IEC 17025:2017 轉版程序。另目前僅印尼(SNSU-BSN) 因提交證據不足，尚未完成 ISO 17034:2016 轉版。</li> </ul>
TCT	溫度、濕度與熱物 Thermal Measurement (Temperature, Humidity, Thermophysical quantities)	葉建志 柯心怡 蔡淑妃 徐瑋宏 劉俊亨 劉春媛	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 下屆主席將由日本 NMIJ 的 Dr. ABE Hisashi 擔任。</li> <li>• 由馬來西亞 NMIM 主辦的 APMP.T-S14/溫濕度計的相對濕度比對，NML 被安排在 Loop B (with ATA Carnet)中，目前因 CARNET 遺失傳遞比對件正在尋找中，比對時間暫時延期，時間未定。</li> <li>• 由日本 NMIJ 主辦的 APMP.T-S9 熱擴散係數比對已在 2020 年 10 月中正式開始，本次比對件等向性石墨片，熱擴散係數量測系統範圍由 300 K 至 1200 K，至 2021 年 4 月需完成量測。</li> <li>• 由新加坡 NMC 主辦的 APMP.T-K6.2013/S13 露點溫度比對，NML 比對時間預計延至 2021/5/19 至 2021/6/21 進行量測。</li> <li>• 由中國 NIM 主辦的 APMP.T-K3.6,K4.1 關於 SPRT 在氫三相點與銀定點雙邊比對，NML 已提交相關數據，目前 NIM 正在處理分析中。</li> <li>• 新加坡已在 APMP TCT 會議中提出將舉辦工業紅外線輻射溫度計的國際比對。</li> <li>• 由於 KCDB 2.0 平台的功能仍未完全，目前區域內的審核暫時仍會採用原有的制度，TCT 主席會將相關的申請資料提交給各工作小組(Working Group)審核後，在交給 TCT 主席決定。</li> <li>• NML 已報名共同提案 IR screening device metrology (The 1st Call for Project Proposals for the COVID-19 Reponse Program)，目前正在等待 NMIA 提出整體規劃與審核。</li> </ul>
TCMM	材料計量 Materials Metrology	傅尉恩 林芳新	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 由於 COVID-19 疫情關係，利用 XRR 進行薄膜量測之輔助比對(SC)將延期至 2021 年 3 月才進行。</li> <li>• 由中國大陸 NIM 主辦之穿透式電子顯微鏡(TEM)進行矽{2,2,0}晶格常數的前導研究已完成初步成果，會議中參與比對之成員建議將報告上的實驗室明確列出，勿使用數字代表。</li> </ul>

參加之 TC 及 WG	領域別	參加人員	討論主題/結論
			• 由 KRISS Dr. Huh 所主辦 Tensile properties 之輔助比對(SC)量測報告草稿後續將寄給 TCMM 主席及 NMIA Dr. Coleman 確認。

### (三)、系統維持

為維持15領域之系統運轉，年度工作除系統維運外，分為「品質管理、系統改良、設備汰換及新SI標準建置後續工作」四大方向展開，以確保系統運作維持及校正服務品質，年度執行情形如下：

#### 1. 品質管理

品質提升一直是國家度量衡標準實驗室所追求之目標，每年都會有一連串品質管理措施常態進行，以符合ISO/IEC 17025的持續改進精神。NML在品質管理系統與量測系統已有之品質管理措施，包含量測品保、內部稽核、管理審查、人員訓練及顧客滿意度調查等例行性活動。本年度工作成果說明如下：

- (1) 系統查驗：年度共計完成10套量測系統(表1-3-1)之能量擴建查驗作業，審查結論為建議通過，可以對外服務。

表 1-3-1、109 年度系統查驗完成項目

系統名稱	系統代號	查驗日期
低壓氣體流量校正系統(大鐘形校正器)	F08	2月24日
標準麥克風互換校正系統	A01	3月27日
力量比較校正系統(四)	N11	10月13日
小質量量測系統	M01	11月3日
公斤質量量測系統	M02	11月3日
角度塊規校正系統	D06	11月16日
輻射溫度計量測系統	T01	11月17日
熱電偶溫度計量測系統	T03	11月17日
白金電阻溫度計定點量測系統	T05	11月17日
同位素比例量測系統	C14	12月4日

- (2) 量測系統合併與停止服務：

- 提出 4 套量測系統部分項目停止校正服務，包括：氣體量測系統(C07)之「氣體分流器」、氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統(C10)之「氣體濃度分析設備(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH in Air)」、奈米粒徑量測系統(D26)之「表面奈米微粒粒徑標準件」與微波散射參數及阻抗量測系統(U02)之「高頻介質材料」。
- 提出 7 套量測系統合併為 4 套系統，包括：氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統(C10)之「氣體濃度稀釋裝置」併入氣體量測系統(C07)，C10 系統代號註銷。直

流大電阻量測系統(E25)併入直流電阻量測系統(E13)與直流高電阻量測系統(E14)，E25 系統代號註銷。低壓氣體流量校正系統(小鐘形校正器)(F07)併入低壓氣體流量校正系統(大鐘形校正器)(F08)，F07 系統代號註銷。

標準局於 109 年 8 月 12 日發文(經標四字第 10900625270 號)同意上述申請，俟「度量衡規費收費標準」修正公布後，正式停止對外服務與系統合併。

(3) 量測系統年度查核數據審查：NML 各量測系統均依照其特性設計量測品保程序，每年定期進行數次查核，以確保量測系統的完備性與校正作業的有效性。另於農曆春節結束，復工第一天即刻啟動量測系統查核機制，由各系統負責人先行回報量測系統開機檢查結果，並展開量測系統查核作業。本年度共計 117 套量測系統之查核數據統計及審查，審查各量測系統是否按照其量測品保程序實施查核，並根據量測系統的特性給予適當的管制查核方式與管制圖繪製建議，例如：上一年度的查核數據檢視；查核數據累積 25 筆數據後，應重新訂定上下界限或適時更換；查核數據呈漂移特性或已偏移，應確認查核參數的適合性、檢視系統與查核件的功能性或適時更新管制界限，以有效監控量測系統之正常運作。審查結果與建議均整理成彙整表，作為各系統改進之方向。除此之外，量測系統的例行查核活動，更與內部稽核活動、系統異常原因調查與後續追蹤等作業緊密結合，使能更加確保各系統所提供的工業服務品質。

#### (4) 內部稽核及管理審查

- 內部稽核

稽核依據為 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，稽核前辦理「標準計畫內部稽核前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。本年度於 6 月 3 日完成內部稽核，共計 3 項不符合事項及 11 項建議事項，均已改善完成。另為求內部稽核之有效性與長久性，NML 也積極培養年輕稽核員，除了基本資格的養成，再透過至少一次觀察員的經歷，使得其稽核技巧趨於熟練。本年度共計培訓 4 位觀察員，以期擴充內部稽核員數量，目前已有 ISO/IEC 17025 稽核員約 75 位，ISO 17034 稽核員約 10 位。

- 管理審查

NML 每年定期召開管理審查會議，以確保 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在審查前一年度品質目標的達成情形、訂定該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偏向年度中執行狀況的審查，並須包含 ISO/IEC 17025:2017 及 ISO 17034:2016 管理審查章節提及應審查的所有要項。本年度分別於 4 月 13 日與 8 月 17 日完成符合 ISO/IEC 17025:2017 及 ISO 17034:2016 之管理審查會議辦理。

- (5) 品質管理系統文件修訂：品質管理系統文件係維持NML運作及執行本計畫之依據，應適時審查文件的適合性與有效性，並視需要更新，以確保後續執行各項業務均能有所依循及具完備性。本年度共計完成5份品質文件修訂：
- 標準計畫作業手冊(3.3 版)
  - 研發計畫執行作業手冊(3.0 版)
  - 國家度量衡標準實驗室系統查驗作業程序(2.3 版)
  - 國家度量衡標準實驗室個人資料保護作業程序(2.0 版)
  - 國家度量衡標準實驗室之系統合併與停止服務作業程序(1.0 版)
- (6) 顧客服務與滿意度調查：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(仿照國際機場服務，如圖1-3-1)，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)。109年度整體滿意度為9.4分，如圖1-3-2所示。。



圖 1-3-1、數位化滿意度調查示意圖

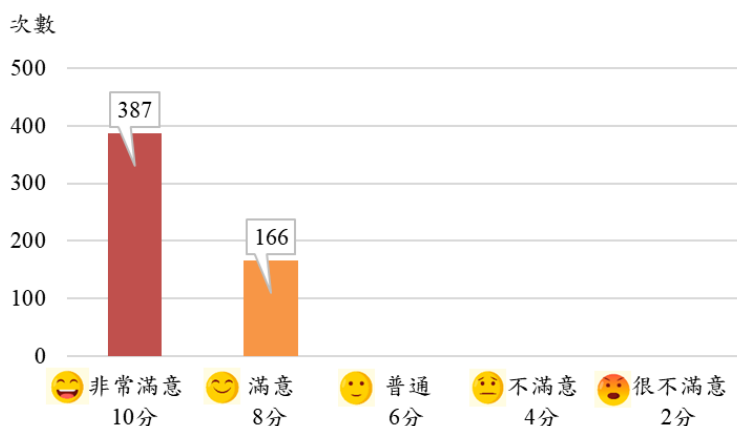


圖 1-3-2、109 年度數位化滿意度調查結果

## 2. 系統改良1套

109年度考量計畫資源及新SI標準建置後續工作及相關維運增加，109年進行1項系統改良，優先執行108年完成設備汰換之P03油壓量測系統。系統改良項目及效益說明如下

表。

表 1-3-2、109 年度系統改良項目及效益

系統名稱	原有規格	改良後規格目標	達成情形
P03 油壓量測 系統	量測範圍： (2.8 ~ 280) MPa 不確定度(MPa)： $9.2 \times 10^{-5} \sim 2.4 \times 10^{-2}$	量測範圍： (1 ~ 280) MPa 不確定度(MPa)： $7.0 \times 10^{-5} \sim 2.3 \times 10^{-2}$	量測範圍： (1 ~ 280) MPa 不確定度(MPa)： $7.0 \times 10^{-5} \sim 1.6 \times 10^{-2}$

P03油壓量測系統建置於民國68年中央標準局時代，除建立與維持油壓國家標準與全球一致性，提供國內TAF認可實驗室油壓標準的追溯管道外，服務產業涵蓋國防產業、智慧機械製造之壓力、流量感測、煉油、鋼鐵等重工業及核電、食品、橡膠等民生工業所需之量測追溯。然而本系統主要儀器已老舊，許多量測性能已無法滿足目前國際標準實驗室之需求，除活塞下降率量測裝置故障無法維修外，還有13片每片均超過17公斤的重錘需人工搬運十分困難，易造成工安問題。因此為避免儀器老舊故障而影響校正服務以及人員操作安全，108年完成油壓式活塞壓力計標準系統汰換，109年利用已更新之油壓式活塞壓力計，進行系統校正程序改良及系統評估工作，以確保系統正常運作及校正服務品質。

A. 年度計畫目標如下：

109年：完成油壓量測系統系統改良

量測範圍：(1 ~ 280) MPa

量測不確定度： $7.0 \times 10^{-5}$  MPa ~  $2.3 \times 10^{-2}$  MPa

B. 執行情形：

• 完成系統校正程序設計

本系統設備汰換更新後，標準件最大重錘每片質量降為10 kg，除降低人工搬運的困難，亦降低工安風險。系統針對廠商送校件類型，設計並評估了兩種校正程序，一為校正活塞式壓力計的連通比較法(Cross-Float Method)，另一為校正數字型壓力計、指針型壓力表或壓力轉換器的比較校正法，其校正程序說明如下。

a. 連通比較法校正程序

校正對象(待校件)為活塞式壓力計，校正程序為選用活塞與活塞缸之有效面積的決定方法，將待校件與標準器直接連通比較而得，選取至少6個壓力點，執行3個量測系列。此方法之目的在以標準器所產生的標準壓力來決定待校件活塞與活塞缸之有效面積，經過高精密油壓手動幫浦加壓後，最大壓力可達280 MPa。利用雷射位移感測器判斷活塞下降率，測試結果連通前與連通後活塞下降速率變化達到0.1 mm/min 以下等級。經連通平衡後計算待校件活塞有效面積於280 MPa時與參考有效面積的相對器差為 $1.2 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{m}^2$ 。



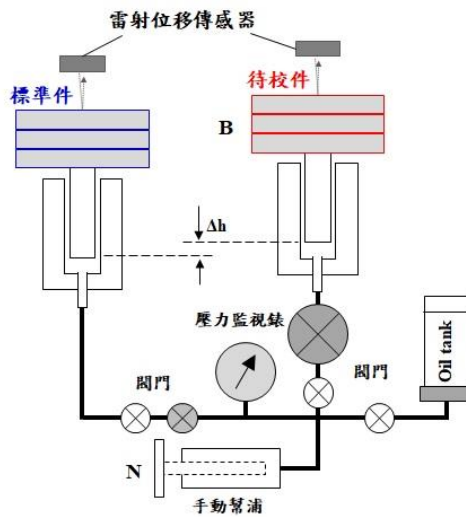


圖 1-3-3、連通比較法系統架構圖

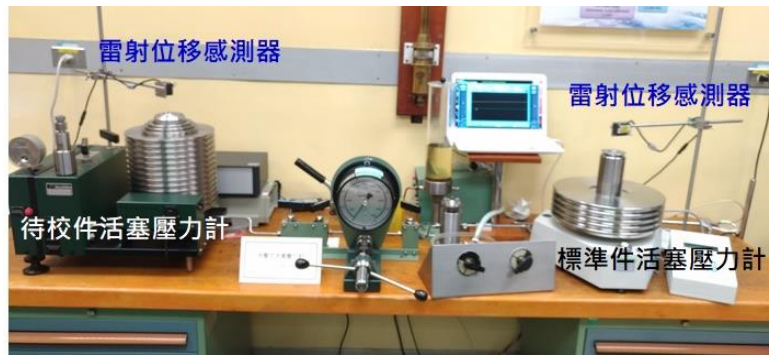


圖 1-3-4、連通比較法實體圖

b. 比較校正法校正程序

校正對象(待校件)為校正數字型壓力計、指針型壓力表或壓力轉換器，校正程序為選取至少5個壓力點，執行至少2個量測系列。本校正是利用標準件產生一標準壓力，經過至少兩次加壓及減壓取各壓力點的平均讀值，稱為標準值。將此標準壓力輸入待校件而獲得一相對應的平均讀值，稱為器示值。器示值減去標準值，即得器差。經過高精密油壓手動幫浦及油壓增壓器加壓後，最大壓力可達500 MPa。

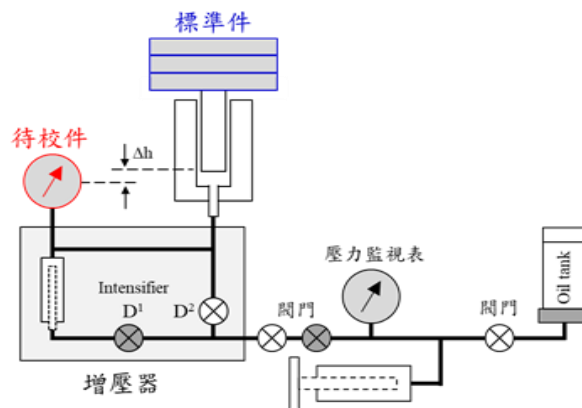


圖 1-3-5、比較校正法系統架構圖

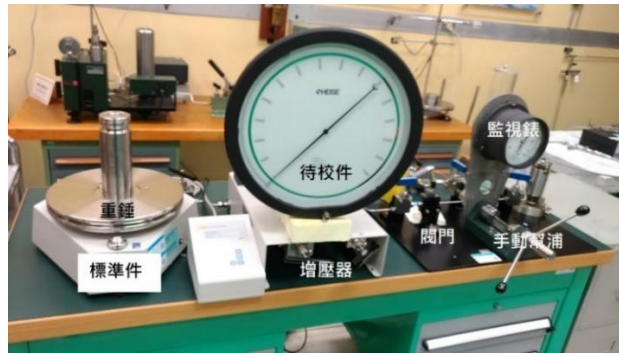


圖 1-3-6、比較校正法實體圖

- 完成系統穩定性評估

完成8個月的數據擷取並計算有效面積變化量，完成系統穩定性評估，評估結果如下：

- 低壓組活塞在5 MPa時有效面積變化量為：一倍標準差 =  $8.6 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ 。
- 中壓組活塞在28 MPa時有效面積變化量為：一倍標準差 =  $1.2 \times 10^{-10} \text{ m}^2$ 。
- 高壓組活塞在280 MPa時有效面積變化量為：一倍標準差 =  $2.7 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ 。

- 完成系統不確定度評估

活塞壓力計標準壓力  $P_x$  計算公式如下：

$$P_x = \frac{\sum_i M_i \cdot (1 - \rho_{air} / \rho_{std}) \cdot g_L + \gamma \cdot C}{A_0 \cdot (1 + bP_n) \cdot [1 + (\alpha_p + \alpha_c) \cdot (t - t_r)]}$$

上述公式中影響壓力量測的因素除了零壓力時的面積 $A_0$ 外，尚有壓力係數 $b$ 、標稱壓力 $P_n$ 、重錘質量 $M_i$ 、空氣密度 $\rho_{air}$ 、標準法碼密度 $\rho_{std}$ 、液體的表面張力 $\gamma$ 、當地重力值 $g_L$ 、活塞膨脹係數 $\alpha_p$ 、活塞缸膨脹係數 $\alpha_c$ 及活塞缸組立溫度 $t-t_r$ 。若再考慮待校件的高度差以及活塞有效面積穩定性時，可以算出待校件參考面上的標準壓力 $P_y$ 為：

$$P_y = P_x - \rho_{fluid} \times g \times h + \delta_{A_e, stability}$$

其中 $\rho_{fluid}$ 為液體的密度， $h$ 為待校件活塞與標準件活塞的高度差， $\delta_{A_e, stability}$ 為活塞及活塞缸有效面積 $A_e$ 穩定性的誤差。

評估以上各項因子之不確定度，即可分別得到量測範圍為(1~5) MPa、(5~28) MPa及(28~280) MPa不確定度分量表(不含待校件)如表1-3-3至表1-3-5，經與待校件活塞壓力計連通平衡(如圖1-3-3)後，導入校正過程中的不確定度，即可得到含待校件的量測不確定度。

表 1-3-3、(1~5) MPa 不確定度分量表(不含待校件)

輸入量	單位	估計量	變異範圍	分布	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏度係數 $c_i$	$c_i u(x_i)$ (Pa)	自由度 ( $\nu_i$ )
$\Sigma M_i$	kg	5.50E+01	6.30E-05	$t$	3.15E-05	1.82E-02· $P$	5.73E-07· $P$	60
$\rho_{air}$	kg/m <sup>3</sup>	1.20E+00	5.00E-02	矩形	2.89E-02	-1.26E-04· $P$	-3.65E-06· $P$	50
$\rho_{std}$	kg/m <sup>3</sup>	7.92E+03	4.00E+01	$t$	2.00E+01	1.91E-08· $P$	3.83E-07· $P$	60
$g_L$	m/s <sup>2</sup>	9.79E+00	5.00E-08	$t$	2.50E-08	1.02E-01· $P$	2.55E-09· $P$	60
$\gamma$	N/m	3.09E-02	3.09E-03	矩形	1.78E-03	6.52E-05· $P$	1.16E-07· $P$	50
$C$	m	3.51E-02	2.81E-07	矩形	1.62E-07	5.74E-05· $P$	9.30E-12· $P$	50
$A_0$	m <sup>2</sup>	9.80E-05	1.60E-09	$t$	8.00E-10	1.02E+04· $P$	8.16E-06· $P$	60
$b$	1/Pa	1.68E-12	3.36E-13	$t$	1.68E-13	-5.00E+06· $P$	-8.40E-07· $P$	60
$P_n$	Pa	5.00E+06	1.00E+05	矩形	5.77E+04	-1.68E-12· $P$	-9.70E-08· $P$	50
$\alpha_p + \alpha_c$	1/°C	9.10E-06	1.00E-06	$t$	5.00E-07	-1.50E+00· $P$	-7.50E-07· $P$	60
$t - t_r$	°C	1.50E+00	1.00E-02	$t$	5.00E-03	-9.10E-06· $P$	-4.55E-08· $P$	60
$\delta_{Ae, stability}$	m <sup>2</sup>	9.80E-05	1.71E-10	$t$	8.57E-11	1.02E+04· $P$	8.74E-07· $P$	50
$h$	m	3.00E-01	1.00E-03	矩形	7.07E-04	8.39E+03	5.93E+00	50
$\rho_{fluid}$	kg/m <sup>3</sup>	8.57E+02	1.71E+00	矩形	9.90E-01	2.94E+00	2.91E+00	50

由表1-3-3可以計算出組合標準不確定度 $u_c(P)$ 如下

$$u_c(P) = 6.6 \text{ Pa} + 9.08 \times 10^{-6} \cdot P$$

其中 $P$ 的單位為Pa

系統量測不確定度(不含待校件)如下：

$$U_e = k \cdot u_c(P) = 13 \text{ Pa} + 1.8 \times 10^{-5} \cdot P$$

其中 $P$ 的單位為Pa

計算後(1~5) MPa量測範圍(不含待校件)之不確定度為(3.1×10<sup>-5</sup> ~ 1.0×10<sup>-4</sup>) MPa。

經與待校件活塞壓力計連通平衡(如圖1-3-4)，導入校正過程中的重複性不確定度，可以得到含待校件的系統不確定度(即系統校正與量測能力)為：

$$U_{CMC} = 14 \text{ Pa} + 5.7 \times 10^{-5} P$$

其中 $P$ 的單位為Pa

計算後(1~5) MPa量測範圍(含待校件)之不確定度為(7.0×10<sup>-5</sup> ~ 3.0×10<sup>-4</sup>) MPa。

表 1-3-4、(5~28) MPa 不確定度分量表(不含待校件)

輸入量	單位	估計量	變異範圍	分布	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏度係數 $c_i$	$c_i u(x_i)$ (Pa)	自由度 ( $\nu_i$ )
$\sum M_i$	kg	5.50E+01	6.30E-05	$t$	3.15E-05	1.82E-02· $P$	5.73E-07· $P$	60
$\rho_{air}$	kg/m <sup>3</sup>	1.20E+00	5.00E-02	矩形	2.89E-02	-1.26E-04· $P$	-3.65E-06· $P$	50
$\rho_{std}$	kg/m <sup>3</sup>	7.92E+03	4.00E+01	$t$	2.00E+01	1.91E-08· $P$	3.83E-07· $P$	60
$g_L$	m/s <sup>2</sup>	9.79E+00	5.00E-08	$t$	2.50E-08	1.02E-01· $P$	2.55E-09· $P$	60
$\gamma$	N/m	3.09E-02	3.09E-03	矩形	1.78E-03	2.92E-05· $P$	5.20E-08· $P$	50
$C$	m	1.57E-02	2.43E-07	矩形	1.40E-07	5.74E-05· $P$	8.06E-12· $P$	50
$A_0$	m <sup>2</sup>	1.96E-05	3.10E-10	$t$	1.55E-10	5.10E+04· $P$	7.91E-06· $P$	60
$b$	1/Pa	1.06E-12	2.12E-13	$t$	1.22E-13	-2.80E+07· $P$	-3.43E-06· $P$	60
$P_n$	Pa	2.80E+07	1.00E+05	矩形	5.77E+04	-1.06E-12· $P$	-6.12E-08· $P$	50
$\alpha_p + \alpha_c$	1/°C	9.10E-06	1.00E-06	$t$	5.00E-07	-1.50E+00· $P$	-7.50E-07· $P$	60
$t - t_r$	°C	1.50E+00	1.00E-02	$t$	5.00E-03	-9.10E-06· $P$	-4.55E-08· $P$	60
$\delta_{Ae, stability}$	m <sup>2</sup>	1.96E-05	2.31E-10	$t$	1.15E-10	5.10E+04· $P$	5.88E-06· $P$	50
$h$	m	3.00E-01	1.00E-03	矩形	7.07E-04	8.39E+03	5.93E+00	50
$\rho_{fluid}$	kg/m <sup>3</sup>	8.57E+02	1.71E+00	矩形	9.90E-01	2.94E+00	2.91E+00	50

由表1-3-4可以計算出組合標準不確定度 $u_c(P)$ 如下

$$u_c(P) = 6.6 \text{ Pa} + 1.11 \times 10^{-5} \cdot P$$

其中 $P$ 的單位為Pa

系統量測不確定度(不含待校件)如下：

$$U_e = k \cdot u_c(P) = 13 \text{ Pa} + 2.2 \times 10^{-5} \cdot P$$

其中 $P$ 的單位為Pa

計算後(5 ~ 28) MPa量測範圍(不含待校件)不確定度為 $(1.2 \times 10^{-4} \sim 6.3 \times 10^{-4})$  MPa。

經與待校件活塞壓力計連通平衡(如圖1-3-4)，導入校正過程中的不確定度，可以得到含待校件之系統不確定度(即系統校正與量測能力)為：

$$U_{CMC} = 14 \text{ Pa} + 2.9 \times 10^{-5} P$$

其中 $P$ 的單位為Pa

計算後(5 ~ 28) MPa量測範圍(含待校件)之不確定度為 $(1.6 \times 10^{-4} \sim 8.2 \times 10^{-4})$  MPa。

表 1-3-5、(28~280) MPa 不確定度分量表(不含待校件)

輸入量	單位	估計量	變異範圍	分布	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏度係數 $c_i$	$c_i u(x_i)$ (Pa)	自由度 ( $\nu_i$ )
$\Sigma M_i$	kg	5.50E+01	6.30E-05	$t$	3.15E-05	1.82E-02· $P$	5.73E-07· $P$	60
$\rho_{air}$	kg/m <sup>3</sup>	1.20E+00	5.00E-02	矩形	2.89E-02	-1.26E-04· $P$	-3.65E-06· $P$	50
$\rho_{std}$	kg/m <sup>3</sup>	7.92E+03	4.00E+01	$t$	2.00E+01	1.91E-08· $P$	3.83E-07· $P$	60
$g_L$	m/s <sup>2</sup>	9.79E+00	5.00E-08	$t$	2.50E-08	1.02E-01· $P$	2.55E-09· $P$	60
$\gamma$	N/m	3.09E-02	3.09E-03	矩形	1.78E-03	9.22E-06· $P$	1.16E-07· $P$	50
$C$	m	4.96E-03	7.69E-08	矩形	4.44E-08	5.74E-05· $P$	9.30E-12· $P$	50
$A_0$	m <sup>2</sup>	1.96E-06	5.30E-11	$t$	2.65E-11	5.10E+05· $P$	8.16E-06· $P$	60
$b$	1/Pa	9.50E-13	1.20E-13	$t$	6.00E-14	-2.80E+08· $P$	-8.40E-07· $P$	60
$P_n$	Pa	2.80E+08	1.00E+05	矩形	5.77E+04	-9.50E-13· $P$	-9.70E-08· $P$	50
$\alpha_p + \alpha_c$	1/°C	9.10E-06	1.00E-06	$t$	5.00E-07	-1.50E+00· $P$	-7.50E-07· $P$	60
$t - t_r$	°C	1.50E+00	1.00E-02	$t$	5.00E-03	-9.10E-06· $P$	-4.55E-08· $P$	60
$\delta_{Ae, stability}$	m <sup>2</sup>	1.96E-06	5.42E-11	矩形	2.71E-11	5.10E+05· $P$	1.38E-05· $P$	50
$h$	m	3.00E-01	1.00E-03	矩形	7.07E-04	8.39E+03	5.93E+00	50
$\rho_{fluid}$	kg/m <sup>3</sup>	8.57E+02	1.71E+00	矩形	9.90E-01	2.94E+00	2.91E+00	50

由表1-3-5可以計算出組合標準不確定度 $u_c(P)$ 如下

$$u_c(P) = 6.6 \text{ Pa} + 2.59 \times 10^{-5} \cdot P$$

其中 $P$ 的單位為Pa

系統量測不確定度(不含待校件)如下：

$$U_e = k \cdot u_c(P) = 13 \text{ Pa} + 5.2 \times 10^{-5} \cdot P$$

其中 $P$ 的單位為Pa

計算後(28 ~ 280) MPa量測範圍(不含待校件)之不確定度為( $1.5 \times 10^{-3}$  ~  $1.5 \times 10^{-2}$ ) MPa。

經與待校件活塞壓力計連通平衡(如圖1-3-4)，導入校正過程中的不確定度，可以得到含待校件的系統不確定度(即系統校正與量測能力)為：

$$U_{CMC} = 14 \text{ Pa} + 5.6 \times 10^{-5} P$$

其中 $P$ 的單位為Pa

計算後(28 ~ 280) MPa量測範圍(含待校件)之不確定度為( $1.6 \times 10^{-3}$  ~  $1.6 \times 10^{-2}$ ) MPa。

綜整以上不確定度評估結果如表1-3-6，系統量測範圍：(1 ~ 280) MPa，不確定度： $(7.0 \times 10^{-5} \sim 1.6 \times 10^{-2})$  MPa。

表 1-3-6、P03 系統量測範圍與不確定度評估結果

量測範圍(MPa)	不確定度(含待校件)(MPa)
1 ~ 5	$7.0 \times 10^{-5} \sim 3.0 \times 10^{-4}$
5 ~ 28	$1.6 \times 10^{-4} \sim 8.2 \times 10^{-4}$
28 ~ 280	$1.6 \times 10^{-3} \sim 1.6 \times 10^{-2}$

3. 系統設備汰換，共2項

(1) 完成「網路分析儀」汰換後系統驗收

A.目標：

完成微波散射參數及阻抗量測系統用之「網路分析儀」請購、組裝及驗收。

B.組裝及測試結果：

表 1-3-7、微波散射參數及阻抗量測系統用之「網路分析儀」測試結果

驗收規格	測試/驗收結果
頻率範圍：至少涵蓋 10 MHz ~ 26.5 GHz	實測結果為 10 MHz 至 50 GHz，符合規格
最大輸出功率位準： $\geq +13 \text{ dBm} \pm 1 \text{ dBm} @ 12.4 \text{ GHz}$	實測結果為 14.472 dBm @ 12.4 GHz，符合規格
最小之頻率解析和功率解析度： 1 Hz 和 0.01 dB	實測結果為 1 Hz 和 0.01 dB，符合規格
量測訊號之動態範圍(Dynamic range)： $\geq 130 \text{ dB} \pm 2 \text{ dBm} @ 12.4 \text{ GHz}$	實測結果為 153.24 dB @ 12.4 GHz，符合規格
雜訊位準： $\leq -110 \text{ dBm} @ 12.4 \text{ GHz}$	實測結果為 -133.24 dBm @ 12.4 GHz，符合規格

(2) 完成「硬度量測設備」汰換後系統驗收

A.目標：

完成洛氏硬度標準系統用之「硬度量測設備」請購、組裝及驗收。

B.組裝及測試結果：

表 1-3-8、洛氏硬度標準系統用之「硬度量測設備」測試結果

驗收規格	測試/驗收結果
洛氏硬度之試驗荷重與允收標準： Preliminary force $\pm 0.5\%$ 、total force 主負荷 $\pm 0.25\%$	Preliminary force 實測結果：3 kgf：0.13%； 10 kgf：0.22%；total force 主負荷實測結 果：0.15%，符合規格
測深驗證(depth)(20 to 100)：HR $< 0.1 \mu\text{m}$	實測結果為 0.01 $\mu\text{m}$
測試台：auto X-Y stage 50 mm $\times$ 50 mm stroke，最小移動單位 2 $\mu\text{m}$	實測結果為 50 mm $\times$ 50 mm，最小移動單 位 $\leq 2 \mu\text{m}$ ，符合規格
硬度 HV 100 ~ 900 試驗力量(誤差)： (1) $F \geq 0.2 \text{ kgf}$ ：小於 $\pm 1.0\%$	實測結果為： (1) 0.2 kgf：0.5%

驗收規格	測試/驗收結果
(2) 0.02 kgf ≤ F < 0.2 kgf : 小於± 1.5 %	(2) 0.05 kgf : 0.1 % 符合規格

#### 4. 新SI標準建置後續工作

##### (1). 新質量標準

##### A. 年度目標

- 建立 SiO<sub>2</sub> 標準試片氧沉積量校正曲線。
- 使用光電子頻譜技術量測矽晶球各元素(C、Si、O)比例分布情形，並監控各元素隨時間之變化。
- 完成矽晶球表層質量再現性評估，每次量測皆使樣品回復至大氣環境，再度抽真空擷取 XRF 數據後分析 O/Si 強度比之變化情形。
- 完成表層質量標準不確定度評估 ≤ 15 %。

##### B. 工作成果

- 完成 SiO<sub>2</sub> 標準試片氧沉積量校正曲線建立二氧化矽標稱厚度共 5 個點 2.6 nm、4.4 nm、6.1 nm、8.1 nm 及 9.8 nm。

建立標準試片氧沉積量與 O/Si 強度比之關係式，以圖 1-3-7 為例，O ka 能量位於 525 eV，Si ka 能量位於 1740 eV，數據擬合以萊文貝格—馬夸特方法 (Levenberg-Marquardt algorithm)(非線性最小化數值解)進行，以此方法取代最小平方方法(適用於線性)使擬合結果更逼近量測數據。理論擬合模型考慮了共振拉曼散射 (Resonant Raman scattering)與制動輻射(Bremsstrahlung)背景值、矽漂移偵測器(SDD)頻率響應函數，完成 O、Si 及彈性散射(入射光 Al ka=1486 V)高斯峰值(Gaussian peaks)的峰寬、高度與中心位置之擬合，以取得 O/Si 的積分強度比值。

$$\text{Bremsstrahlung} = 14 \times \frac{E_{max}-E}{E} e^{-\mu t} \quad (1-3-1)$$

$$RRS = \varepsilon_{det}(E)M(E_0, E) \frac{E}{E_0} \frac{E_{K\alpha}+E_0-E}{(E_{K\alpha}-E)^2} \Delta E \quad (1-3-2)$$

E：能量

μ：線性吸收係數

ε<sub>det</sub>(E)：偵測器之頻率響應函數

M(E<sub>0</sub>, E)：吸收修正係數

E<sub>Kα</sub>：Si Kα-edge=1740 eV

ΔE：偵測器的 channel width

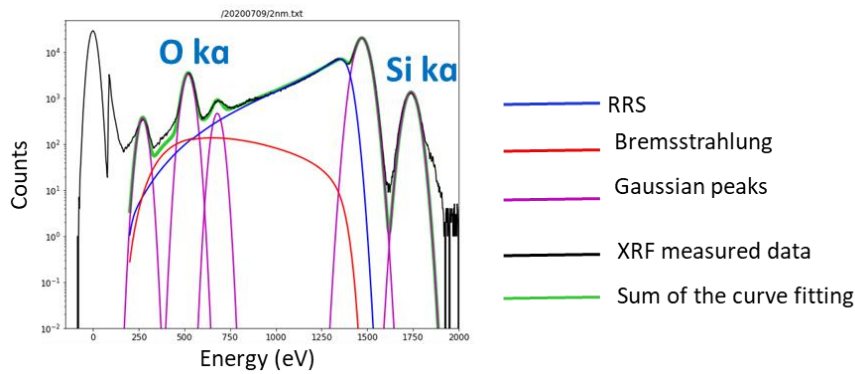


圖 1-3-7、2.6 nm SiO<sub>2</sub> 標準試片量測與擬合示意圖

圖 1-3-8 為(2 ~ 10) nm 五個不同厚度之標準試片 XRF 量測數據與擬合結果，(a)厚度為 2.6 nm，O/Si 比值為 1.97，(b) 厚度為 4.4 nm，O/Si 比值為 3.27，(c)厚度為 6.1 nm，O/Si 比值為 4.43，(d)厚度為 8.1 nm，O/Si 比值為 5.82，(e)厚度為 9.8 nm，O/Si 比值為 6.97。

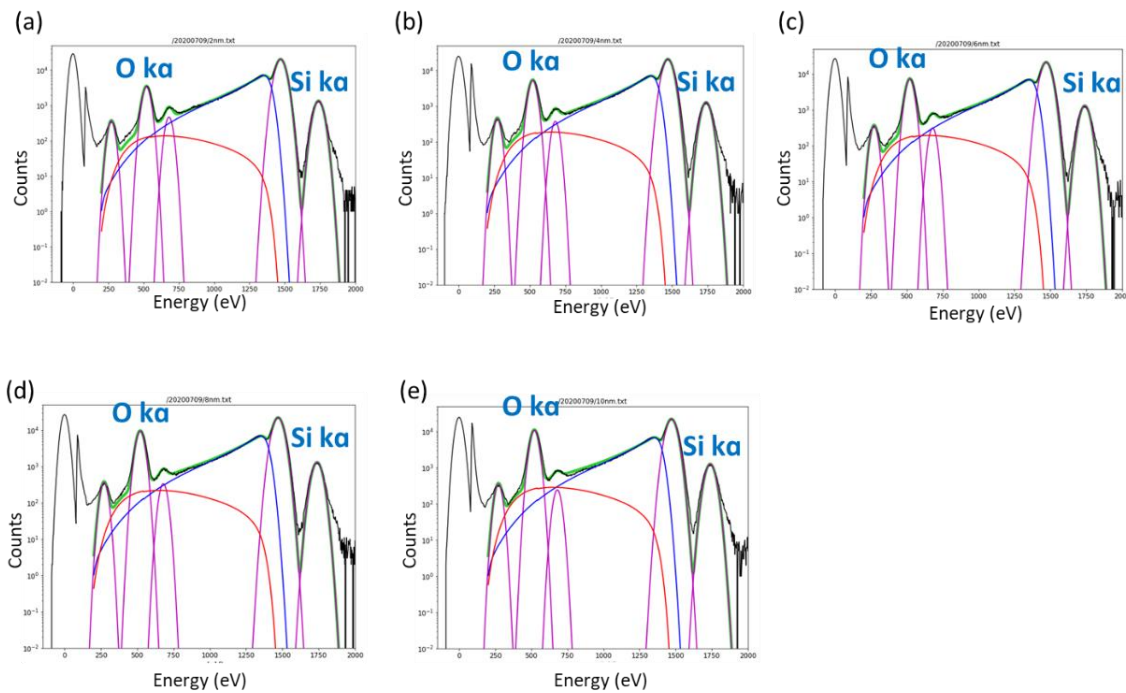


圖 1-3-8、(2 ~ 10) nm 標準試片 XRF 量測數據與擬合結果

透過 Sherman's equation：

$$md_o = -\frac{G}{\mu_{tot}} \ln(1 - C_o R_{Osi} \mu_{tot}) \quad (1-3-3)$$

$md_o$ ：單位面積的氧沉積量( $\text{ng}/\text{cm}^2$ )，由無參考 X 射線頻譜技術定量而得。

$G$ ：幾何參數，與入射角與出射角相關，在此種入射幾何下  $G = 1$ 。

$\mu_{tot}$ ：吸收係數(total mass attenuation coefficient)，此樣品為  $7292 \text{ cm}^2/\text{g}$ 。



$R_{Osi}$  : O/Si 強度比值。

以表 1-3-9 所列之參數擬合出標準試片之氧沉積量與 O/Si 之線性關係，得  $C_0=(161.76 \pm 1.28) \text{ ng/cm}^2$ ，如圖 1-3-9 所示。

表 1-3-9、標準試片厚度、氧沉積質量及 O/Si 強度比值列表

SiO <sub>2</sub> 試片厚度 (nm)	2.6	4.4	6.1	8.1	9.8
氧沉積質量 ( $\mu\text{g/cm}^2$ )	0.303	0.513	0.713	0.945	1.143
氧沉積質量不確定度 ( $\mu\text{g/cm}^2$ )	0.026	0.044	0.061	0.081	0.098
O/Si 強度比值	1.97	3.27	4.43	5.82	6.97

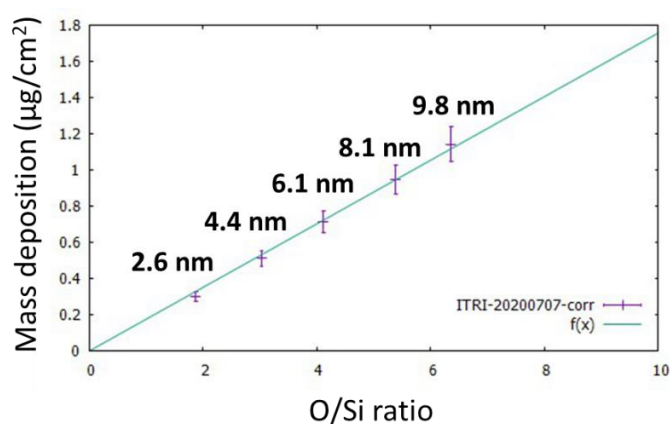


圖 1-3-9、氧沉積量與 O/Si 強度比值之擬合結果

- 完成矽晶球表層各元素(C、Si、O)比例分佈量測

量測矽晶球表層 38 個點的 C 1s、Si 2p、O 1s 之訊號，並以 XPS 光譜分析軟體 UNIFIT 2017 擬合出上述元素之積分強度  $I_{jA}$ ，矽晶球單一點的 XPS 量測結果如下所示，其中積分強度  $I_{jA}$  不考慮來自矽基底(Si bulk)之訊號，僅以矽之氧化態列入考慮：

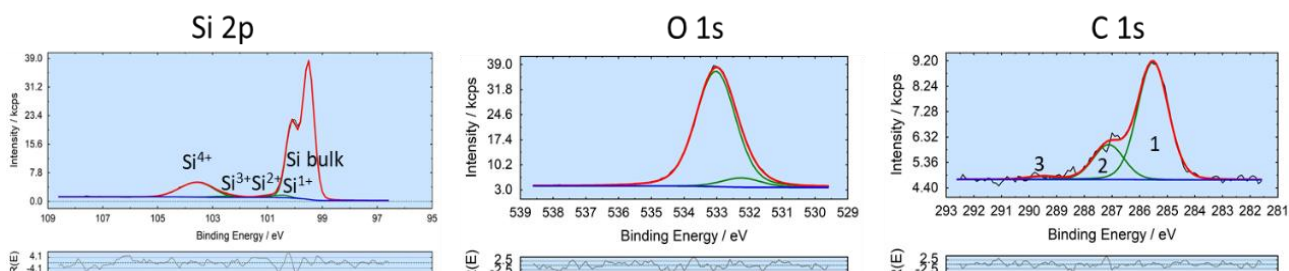


圖 1-3-10、Si、O、C 之光電子頻譜

擬合強度  $I_{jA}$  需經過歸一化以取得元素間之比例，其公式如下：

$$I'_{jA} = \frac{I_{jA}}{\sigma_{jA} \cdot \lambda(KE) \cdot T(KE)} \quad (1-3-4)$$

其中為  $I_{jA}$  元素 A，第 J 個光發射(photoemission)的積分強度。

$\sigma$ ：光電子散射截面(cross section)

$\lambda$ ：光電子非彈性平均自由徑(inelastic mean free path of the photoelectron)

T：穿透函數(transmission function)

參考圖 1-3-10，各元素之峰值所對應之  $\sigma$ 、 $\lambda$ 、T 數值如表 1-3-10。

表 1-3-10、Si、O、C 之歸一化參數列表

	$\sigma$	$\lambda$	T
Si2p Si <sup>+1</sup>	0.817	22.57	0.907
Si2p Si <sup>+2</sup>	0.817	22.56	0.908
Si2p Si <sup>+3</sup>	0.817	22.55	0.909
Si2p Si <sup>+4</sup>	0.817	22.53	0.911
C1s 1	1	20.28	1.024
C1s 2	1	20.26	1.024
C1s 3	1	20.23	1.024
O	2.93	17.08	0.998

單一元素百分比  $C_x$  為：

$$C_x = \frac{I_{jA}}{\sum I'_{jA}} \quad (1-3-4)$$

表 1-3-11 為矽晶球表面 38 個位置的量測結果，包含各別元素積分強度與各元素間比例，取其比例平均，得矽晶球表層 C:Si:O 之平均比例為 25.82:20.36:53.82。監控矽晶球各元素隨時間之變化，自 109 年 8 月至 11 月之量測數據顯示，元素比例組成無明顯變化。

表 1-3-11、矽晶球表面 38 個位置的 XPS 元素分布量測結果

位置編號	C 積分強度	Si 積分強度	O 積分強度	C 比例	Si 比例	O 比例
Position 1	567.174888	399.181548	1099.71065	27.45191	19.32084	53.22725
Position 2	569.978822	391.4754544	1077.95236	27.94827	19.19556	52.85618
Position 3	569.744912	391.4754544	1079.10673	27.92419	19.1869	52.88891
Position 4	588.147431	443.3087484	1230.91052	25.997	19.59491	54.40809

位置編號	C 積分強度	Si 積分強度	O 積分強度	C 比例	Si 比例	O 比例
Position 5	585.02368	376.4783884	1140.082	27.83727	17.91403	54.2487
Position 6	478.17658	462.108034	1064.1242	23.85624	23.05458	53.08918
Position 7	497.95855	462.108034	1144.83795	23.65706	21.95387	54.38907
Position 8	495.6642	385.7779722	1051.53294	25.64255	19.95773	54.39971
Position 9	516.59619	493.3808922	1058.15226	24.97891	23.85638	51.1647
Position 10	490.247913	415.6713232	1128.36957	24.09923	20.43325	55.46752
Position 11	486.7035817	415.6713232	1147.50615	23.74302	20.27783	55.97916
Position 12	516.7141117	448.059956	1096.69938	25.06528	21.73494	53.19978
Position 13	560.0281887	419.682156	1077.62252	27.22108	20.39933	52.37959
Position 14	563.35473	434.611176	1052.92335	27.4688	21.19135	51.33984
Position 15	587.56014	434.611176	1070.23283	28.08062	20.7709	51.14848
Position 16	554.54852	430.486743	1138.53667	26.11395	20.27182	53.61423
Position 17	558.960605	385.733033	1116.54041	27.11776	18.71369	54.16854
Position 18	568.812525	402.241228	1081.55218	27.71173	19.59661	52.69166
Position 19	564.504216	402.241228	1098.65758	27.33143	19.47519	53.19338
Position 20	564.106127	383.380136	1069.51439	27.96757	19.00744	53.02499
Position 21	543.165377	452.708856	1064.7854	26.35881	21.96912	51.67207
Position 22	538.349302	429.73918	1167.21302	25.21186	20.12546	54.66268
Position 23	532.2435725	429.73918	1167.48776	24.99417	20.18056	54.82526
Position 24	450.1474825	446.468133	1095.33309	22.59835	22.41364	54.98802
Position 25	454.5759255	388.784783	1067.52033	23.78881	20.34584	55.86535
Position 26	452.6889915	400.924807	1016.82345	24.20231	21.43482	54.36287
Position 27	422.8718215	400.924807	1076.02789	22.25847	21.10325	56.63828
Position 28	464.8002625	400.364809	1135.73374	23.22957	20.00925	56.76118
Position 29	466.1003862	385.867529	1098.71841	23.89417	19.78112	56.32471
Position 30	544.9103662	398.85174	1126.41251	26.32195	19.26657	54.41147
Position 31	520.7375662	398.85174	1135.74621	25.33589	19.40568	55.25843
Position 32	521.762536	407.399766	1127.09781	25.37435	19.81266	54.813
Position 33	561.864156	443.570586	1120.59309	26.42788	20.86382	52.7083
Position 34	538.916283	428.78485	1145.86919	25.49791	20.28723	54.21486
Position 35	545.775315	428.78485	1136.04842	25.85867	20.3157	53.82563
Position 36	557.318705	414.363702	1056.39291	27.48018	20.43138	52.08845
Position 37	577.813108	420.682692	1080.01117	27.79943	20.23966	51.96091
Position 38	567.1585663	406.023489	1094.44636	27.43039	19.63716	52.93245
平均				25.82	20.36	53.82

- 完成表層質量標準不確定度評估，相對標準不確定度為 10.9 %。

矽晶球表層氧化物之組成如圖 1-3-11，表層質量 mSL 主要由水層、碳化汙染層

與二氧化矽(SiO<sub>2</sub>)與矽的次級氧化物(Si<sub>2</sub>O, SiO, Si<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)所組成，矽晶球表層氧元素之質量透過 X 射線螢光頻譜技術(XRF)進行量測，並將其 O/Si 強度比值內插至氧沉積量校正曲線，得到矽晶球表層所對應之氧沉積質量，如圖 1-3-11 所示，矽晶球上其中一位置之 O/Si 強度為 0.726，對應之氧沉積質量為 127.7 ng/cm<sup>2</sup>。針對矽晶球表面不同位置進行量測，氧沉積量介於 124.9 ng/cm<sup>2</sup> 至 138.6 ng/cm<sup>2</sup>，矽晶球整體之平均氧沉積質量為(132.9 ±12.1) ng/cm<sup>2</sup>，相對標準不確定度為 9.1%，不確定度列表如表 1-3-12 所示。



圖 1-3-11、矽晶球表層組成

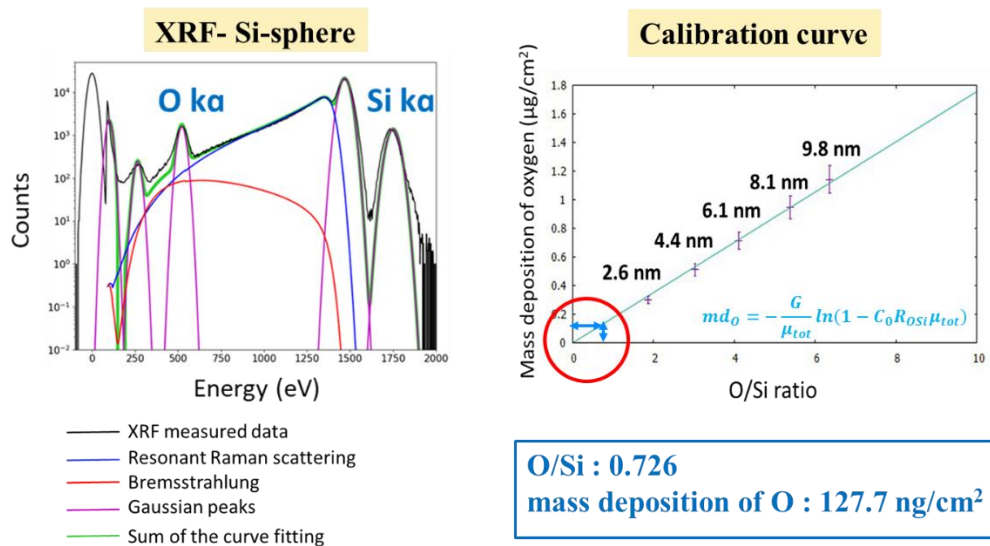


圖 1-3-12、XRF 螢光頻譜量測並內插至校正曲線以得到矽晶球表層氧沉積質量

表 1-3-12、XRF 氧沉積量相對標準不確定度來源列表

不確定度來源	不確定度
再現性	3.0 %
SiO <sub>2</sub> 參考試片	8.6 %
氧沉積量校正曲線	0.79 %
相對標準不確定度	9.1 %

依據 XPS 光電子頻譜量測 O 1s、Si 2p、C 1s 之各氧化態之組成比例如表 1-3-13 所示：

表 1-3-13、XPS 各元素光電子數百分比

元素	光電子數百分比 $c_x(\%)$	不確定度(%)
Si <sub>suboxide</sub>	2.87	2.00
Si <sub>SiO2</sub>	17.77	2.00
Si <sub>total</sub>	20.63	2.00
C <sub>peak1</sub>	18.96	8.00
C <sub>peak2</sub>	5.33	8.00
C <sub>peak3</sub>	0.53	8.00
C <sub>total</sub>	23.82	8.00
O	54.54	2.00

以矽晶球之平均氧沉積量為基礎，進行表層質量定量：

- a. 首先將 XRF 定量的單位面積 O 沉積質量換算成單位面積氧原子數量，再依照各元素相對於氧原子數之比例  $C_x/C_O$  計算出單位面積 Si 與 C 之原子數量  $N(x)$ ，公式如下：

$$N(x) = \frac{m(O)}{M(O)} \times Av_o \times \frac{c_x}{c_o} \quad (1-3-5)$$

其中  $m(O)$ ：單位面積氧沉積質量

$M(O)$ ：氧原子量 15.999 g

$Av_o$ ：亞佛加厥數  $6.02214179 \times 10^{23}$

- b. 以化學計量方式計算 O 原子在矽氧化層(OL)與碳化汙染層(CL)之分配：

■ 矽氧化層

- Si<sub>SiO2</sub> 的積分強度比值為 17.77%，則氧原子消耗了 17.77% × 2，此為 SiO<sub>2</sub> 的氧原子數。
- Si<sub>suboxide</sub> 的積分強度比值為 2.87%，則氧原子消耗了 2.87%，此為 SiO 的氧子數。

■ 碳化汙染層

- C 的含量依據化合物組成不同，C 與 O 的比例依 Peak 1-3 分別定量，各 Peak 所含氧原子數量依其平均配位數的 O/C 估計，其中 Peak 1 不含氧，Peak 2 的積分強度佔 5.33%，Peak 3 佔 0.53%，則碳化層所消耗的 O 原子為 5.33% × 0.75 + 0.53% × 0.42。

表 1-3-14、碳化汙染層各 peak 之氧原子配位數比

O/C ratio	Peak 1	Peak 2	Peak 3
O content min	0.00	0.50	0.33
O content max	0.00	1.00	0.50
O/C average	0.00	0.75	0.42

c. 以化學計量方式估計 H 原子在碳化汙染層(CL)與水層(WL)的原子數：

■ 碳化汙染層：

- ✓ 由 C 的三個 peak 來計算 H 的原子數，peak 1 佔 18.96 %，peak2 佔 5.33 %，peak 3 佔 0.53 %，則碳氫化合物中 H 的含量等於  $18.96 \% \times 1.75 + 5.33 \% \times 3 + 0.53 \% \times 0.5$ 。

表 1-3-15、碳化汙染層各 peak 之 C 與 H 的比例

H/C ratio	Peak 1	Peak 2	Peak 3
H-content min	0.50	0.00	0.00
H-content max	3.00	6.00	1.00
mean H-content	1.75	3.00	0.50

■ 水層(WL)：

- ✓ 氧原子數總和扣除矽氧化層(OL)之含氧量與碳化汙染層之含氧量，即為水層之氧原子數。

$$N(O_{H_2O}) = N(O_{total}) - N(O_{OL}) - N(O_{CL}) \quad (1-3-6)$$

而 H 原子的數量為式(1-3-6)所計算之  $N(O_{H_2O})$  的兩倍：

$$N(H_{H_2O}) = N(O_{H_2O}) \times 2 \quad (1-3-7)$$

d. 估計 Si hydroxyl 中 Si 的含量

矽的氧化物在表面會與水結合成為單層的羥基(hydroxyl)，根據文獻 (Mizushima S 2004 *Metrologia* 41 137–44)，hydroxyl 的晶格常數(Lattice constant) 為 0.714 nm，可計算出每單位面積含有的 hydroxyl 數量，又每個 hydroxyl 含有二個矽原子，可計算出 hydroxyl 中矽原子的修正量，圖 1-3-13 為 Si hydroxyl 結構圖。

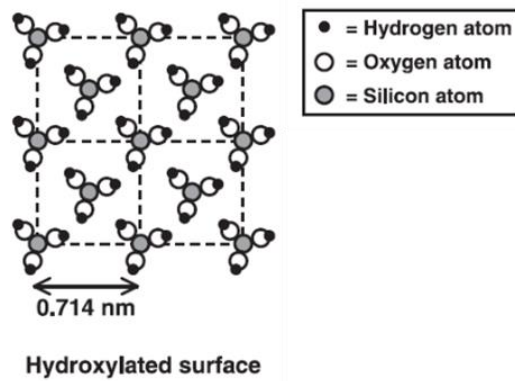


圖 1-3-13、為 Si hydroxyl 單位晶胞

各元素於單位面積所含質量即為原子數含量與原子量  $M(x)$  之沉積，其中  $M(Si)=27.977$ 、 $M(H)=1.008$ 、 $M(O)=16.000$ ，表 1-3-16 為單位面積各元素之沉積量與不確定度。

表 1-3-16、單位面積各元素之沉積質量與不確定度

單位面積元素含量	符號	值( $\text{ng}/\text{cm}^2$ )	標準不確定度( $\text{ng}/\text{cm}^2$ )
矽	$m(Si)$	87.9	12.1
氧	$m(O)$	132.9	12.1
碳	$m(C)$	45.4	15.9
氫(屬碳化層)	$m(H-CL)$	7.6	3.5
氫(屬水層)	$m(H-WL)$	3.7	0.4
矽-hydroxyl	$m(Si-hydroxyl)$	18.2	6.1

矽晶球的半徑為 9.37 cm，可計算出矽晶球的表面積為  $4\pi r^2 = 275.96 \text{ cm}^2$ 。單位面積各元素含量與矽晶球表面積之乘積即為表層質量，表 1-3-17 列出氧化層(OL)、碳化污染層(CL)、水層(WL)之沉積量與不確定度。矽氧化層質量為 55.1  $\mu\text{g}$ ，碳化污染層 14.6  $\mu\text{g}$ ，水層 11.9  $\mu\text{g}$ ，矽晶球表層氧化物之總質量為 81.6  $\mu\text{g}$ ，標準不確定度為 8.9  $\mu\text{g}$ ，相對標準不確定度為 10.9 %。

表 1-3-17、矽晶球表層氧沉積量與不確定度

項目		符號	質量( $\mu\text{g}$ )	標準不確定度( $\mu\text{g}$ )
矽晶球 表層	矽氧化層	$m_{OL}$	55.1	6.9
	碳化污染層	$m_{CL}$	14.6	4.5
	水層	$m_{CWL}$	11.9	3.3
表層總質量		$m_{SL}$	81.6	8.9

## (2). 新溫度標準

### A. 計畫目標

- 完成聲學氣體溫度計量測系統評估，標準不確定度 $\leq 2.0$  mK。
- 完成輻射溫度高溫共晶點系統評估：量測不確定度 Pt-C (1738 °C)  $\leq 1.0$  °C、Re-C (2474 °C)  $\leq 1.7$  °C。
- 完成高溫輻射溫度計校正系統評估，溫度範圍：(800~3000) °C，量測不確定度(0.3~5) °C。

### B. 工作成果

- 完成聲學氣體溫度計量測系統評估，標準不確定度 1.8 mK

聲學氣體溫度計量測系統如圖1-3-14，針對聲學、微波共振頻率量測、模態相依性、穩定性等進行系統評估。



圖 1-3-14、聲學氣體溫度計量測系統

#### a. 微波表面電阻係數修正(surface resistivity correction)不確定度評估

本項不確定度評估藉由計算純銅的電阻係數與量測值之差異而得，假設該差異的機率分布為均勻的矩形分布，則微波表面電阻係數所致之頻率修正不確定度為：

$$u_{\text{re}}^{\text{M}}(f_n^{\text{M}}) = \frac{\Delta f_n^{\text{M}}}{2\sqrt{3}} \quad (1-3-8)$$

該頻率修正所造成之熱力學溫度不確定度如下：

$$u(\Delta T_{\text{re}}^{\text{M}}) = \frac{8\pi^2 \times T_{\text{TPW}}}{2\sqrt{3}u_{0,\text{TPW}}^3 c_0} \left\{ -u_{0,\text{TPW}} u_{0,T} \left[ \frac{na^2 f_n^{\text{A}} \Delta f_n^{\text{M}}}{\xi_n^{\text{A}} \xi_n^{\text{M}}} \right]_{T=T} + u_{0,T}^2 \left[ \frac{na^2 f_n^{\text{A}} \Delta f_n^{\text{M}}}{\xi_n^{\text{A}} \xi_n^{\text{M}}} \right]_{T=T_{\text{TPW}}} \right\} \quad (1-3-9)$$

#### b. 聲速對聲學模態相依性之不確定度評估

以擬合出來的聲速平方之殘差標準差進行評估，因不同模態擬合之殘差標準



差具有明顯的差異，遂將聲速平方的權重標準差當成聲學模態相依性不確定度，並根據式(1-3-10)轉換成熱力學溫度於該項之不確定度。

$$\frac{wS_{u_{0,T}^2}}{u_{0,T}^2} = \frac{u(\Delta T_{mo}^A)}{T} \quad (1-3-10)$$

$u_{0,T}^2$ ：聲速平方

$wS_{u_{0,T}^2}$ ：聲速平方的權重標準差

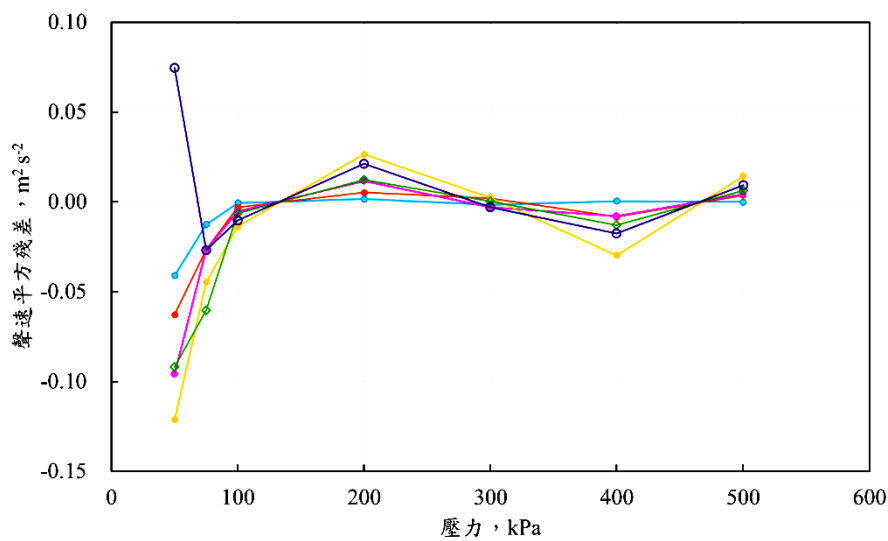


圖 1-3-15、不同模態擬合所得低壓極限聲速平方  $u_{0,T}^2$  之殘差比較

聲學氣體溫度計量測系統評估結果如下表，熱力學溫度之不確定度 0.18 mK (涵蓋因子  $k=1$ )。

表 1-3-18、熱力學溫度不確定度數據分析

標準不確定度分量 $u(x_i)$	不確定度來源 $x_i$	機率分配	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 $\frac{\partial f}{\partial x_i}$	不確定度分量 $\left  \frac{\partial f}{\partial x_i} \right  \times u(x_i)$	自由度 $\nu(x_i)$
$u(T_{stat}^A)$	聲速量測	常態	0.0410 mK	1	0.0410 mK	34
$u(\Delta T_{re}^M)$	表面電阻係數修正	常態&矩形	0.1318 mK	1	0.1318 mK	200
$u(\Delta T_{mo}^M)$	微波模態相依性修正	常態&矩形	0.0119 mK	1	0.0119 mK	60
$u(\Delta T_{mr}^A)$	分子質量比修正	常態	0.0261 mK	1	0.0261 mK	$\infty$

標準不確定度分量 $u(x_i)$	不確定度來源 $x_i$	機率分配	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 $\frac{\partial f}{\partial x_i}$	不確定度分量 $\left  \frac{\partial f}{\partial x_i} \right  \times u(x_i)$	自由度 $\nu(x_i)$
$u(\Delta T_{\text{mo}}^A)$	聲學模態 相依性修正	常態	0.0856 mK	1	0.0856 mK	25
$u(\Delta T_p^A)$	壓力誤差	常態	0.0274 mK	1	0.0274 mK	$\infty$
$u(\Delta T_{\text{Ar}}^A)$	工作氣體 性質修正	常態	0.0285 mK	1	0.0285 mK	$\infty$
$u(\Delta T_{\text{ta}}^A)$	熱適應係數修正	常態	0.0600 mK	1	0.0600 mK	200
標準不確定度 $u_c(T) = 0.18 \text{ mK}$						

- 完成輻射溫度高溫共晶點系統不確定度評估，Pt-C (1738 °C) : 0.28 °C、Re-C (2474 °C) : 0.56 °C

輻射溫度高溫共晶點系統如圖1-3-16，能量包含：Co-C (1324 °C)、Pd-C (1492 °C) 及Re-C (2474 °C)，108年完成Co-C定點囊評估，今年度完成Pd-C (1492 °C)及Re-C (2474 °C)等共晶點量測不確定度評估，採取SakumaHattori 方程式作為實現熱力學溫度之量測方程式，受測黑體相對應之熱力學溫度為：

$$S(T) = \frac{C}{\exp\left(\frac{c_2}{AT+B}\right) - 1} \quad (1-3-11)$$

其中，S(T)：線性高溫計訊號

$c_2$ ：第二輻射常數

T：黑體之熱力學溫度

A：與中心波長相關的溫度計係數

B：與濾波片頻寬相關的溫度計係數

C：與濾波片穿透率相關的溫度計係數

將式(1-3-11)簡化為(1-3-12)：

$$T = \frac{C_2}{A \ln\left(\frac{C}{S} + 1\right)} - \frac{B}{A} \quad (1-3-12)$$

由輻射溫度計量測黑體標準輻射溫度，得到相對應之電流輸出值，再帶入式(1-3-12)中，推算出A、B與C等係數。線性高溫計的特徵在於三個係數A，B和C，如式(1-3-12)所示。校正時利用最小平方法擬合三個定點校正來確定係數。系統量測方程式為 $T=f(X,Y)$ ，其中X為高溫共晶定點，Y為輻射線性高溫計。不確定度來源包含標準線性高溫計讀值不確定度與標準件黑體定點的不確定度；可將受測黑體相對應之熱力學溫度的不確定度來源分成有11項，茲就各項分量貢獻如下，Pt-C、Re-C不確

定度分量表分別如表1-3-19、表1-3-20。

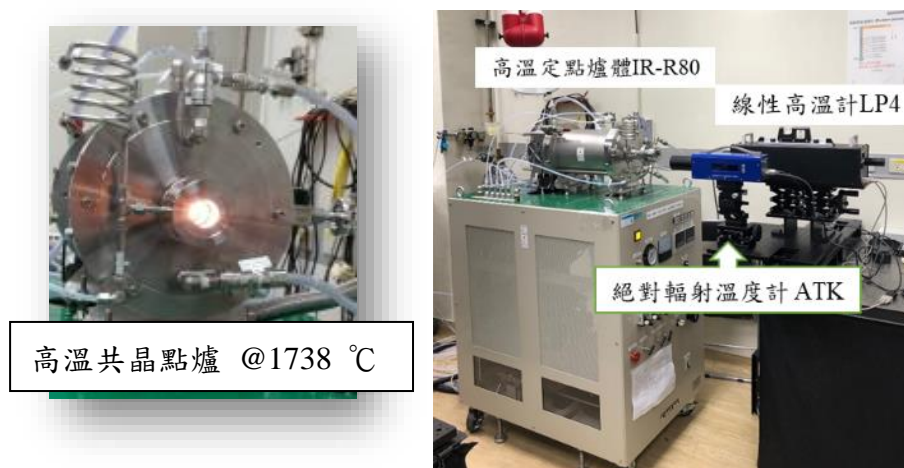


圖 1-3-16、輻射溫度高溫共晶點定點校正系統實體圖

表 1-3-19、鉑碳(Pt-C)共晶點不確定度分量表

誤差源 $x_i$	標準不確定度 $u(x_i)$ (°C)	分配 屬性	靈敏係數 $\frac{\partial T}{\partial x_i}$	不確定度分量 $\left  \frac{\partial T}{\partial x_i} \right  u(x_i)$ (°C)	自由度 $v(x_i)$
標準件黑體溫度 $X$	0.129		1	0.129	193
熱力學溫度 $x_1$	0.09	矩形分配			$\infty$
重複性 $x_2$	0.0065	$t$ 分配			50
再現性 $x_3$	0.00366	矩形分配			50
爐溫效應 $x_4$	0.071	矩形分配			50
放射率 $x_5$	0.018	矩形分配			50
轉折點 $x_6$	0.037	矩形分配			
溫度散失 $x_7$	0.022	矩形分配			
標準線性高溫計 $Y$	0.047		1	0.047	51
重複性 $y_1$	0.0065	$t$ 分配			2
穩定性 $y_2$	0.002	矩形分配			50
光源尺寸效應 $y_3$	0.046	矩形分配			50
雜訊 $y_4$	0.000	矩形分配			50
組合標準不確定度 $u_c(T) = [0.129^2 + 0.047^2]^{1/2}$ °C = 0.137 °C 有效自由度 $\nu_{\text{eff}} = 0.151^4 / [0.129^4 / 193 + 0.047^4 / 51] = 231$ 涵蓋因子 $k = 1.97 \approx 2.00$ 量測不確定度 $U_{95} = 0.28$ °C					

表 1-3-20、銻碳(Re-C)共晶點不確定度分量表

誤差源 $x_i$	標準不確定度 $u(x_i)$ (°C)	分配 屬性	靈敏係數 $\frac{\partial T}{\partial x_i}$	不確定度分量 $\left  \frac{\partial T}{\partial x_i} \right  u(x_i)$ (°C)	自由度 $\nu(x_i)$
標準件黑體溫度 $X$	0.263		1	0.263	101
熱力學溫度 $x_1$	0.18	矩形分配			$\infty$
重複性 $x_2$	0.035	$t$ 分配			2
再現性 $x_3$	0.096	矩形分配			50
爐溫效應 $x_4$	0.103	矩形分配			50
放射率 $x_5$	0.025	矩形分配			50
轉折點 $x_6$	0.096	矩形分配			50
溫度散失 $x_7$	0.01	矩形分配			50
標準線性高溫計 $Y$	0.093		1	0.093	40
重複性 $y_1$	0.035	$t$ 分配			2
穩定性 $y_2$	0.002	矩形分配			50
光源尺寸效應 $y_3$	0.086	矩形分配			50
雜訊 $y_4$	0.000	矩形分配			50
組合標準不確定度 $u_c(T) = [0.263^2 + 0.093^2]^{1/2} \text{ °C} = 0.279 \text{ °C}$ 有效自由度 $\nu_{\text{eff}} = 0.279^4 / [0.263^4/101 + 0.093^4/40] = 122$ 涵蓋因子 $k = 1.98 \approx 2.00$ 量測不確定度 $U_{95} = 0.56 \text{ °C}$					

- 完成高溫輻射溫度計校正系統評估，溫度範圍：(800 ~ 3000) °C，量測不確定度 (0.24 ~ 3.6) °C

本系統採定點校正方式，校正待校之輻射溫度計，校正時先將線性高溫計安置於精密對位機構上，以正確讀取黑體爐之訊號，系統裝置示意如圖1-3-17所示。系統不確定度源共有二項，分別為待校輻射溫度計讀值及標準線性高溫計，以800 °C為例，不確定度分量表如表1-3-21。

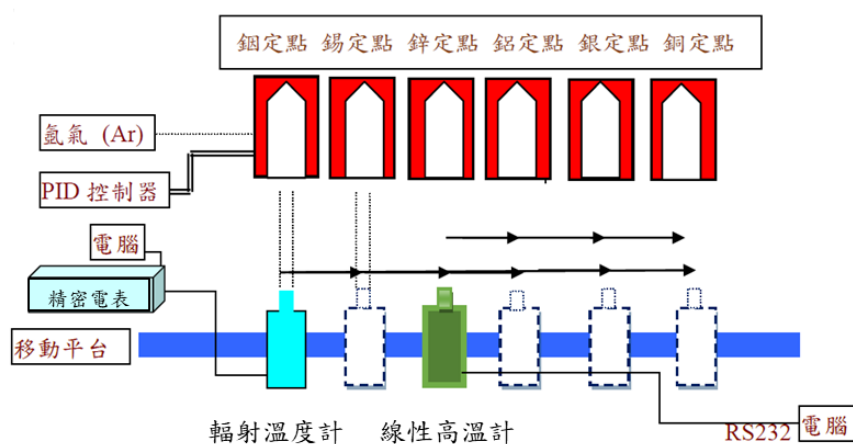


圖 1-3-17、輻射溫度計定點校正系統裝置示意圖

系統量測範圍(800~3000) °C，各範圍量測不確定度評估結果為(0.24~3.6) °C，如表 1-3-21。

表 1-3-21、高溫輻射溫度計校正系統評估結果

溫度	量測不確定度	
	650 nm	900 nm
800		0.25
900		0.25
960	0.25	0.25
1000	0.24	0.27
1500	0.38	
2000	0.67	
2500	1.1	
3000	3.6	

### (3). 新物質質量標準

#### A. 計畫目標

- 優化矽同位素比例量測裝置設計，建立高精密度之樣品分析程序。
- 矽莫耳質量量測技術建立與評估：不確定度 $\leq 6 \times 10^{-8}$ 。

#### B. 工作成果

- 完成矽同位素比例量測裝置優化，建立高精密度之樣品分析程序

##### a. 矽同位素比例量測裝置優化

量測裝置的優化包括：(1)更換真空幫浦以維持高真空度(關鍵腔體氣壓低至 $5 \times 10^{-9}$  mbar)，降低空氣分子產生之干擾；(2)清洗進樣端配件(spray chamber)以降低殘留物質干擾；(3)更換進樣錐體(skimmer cone & sample cone)以避免殘留物影響；(4)更換電漿產生裝置(torch)以穩定電漿能量與樣品游離效果；(5)更換離子聚焦配件(extraction lens)以提高樣品游離後之離子聚焦與同位素分離之效果；(6)調整儀器各項參數並即時觀察同位素訊號曲線變化以找出最佳參數。藉由上述優化方式，提高儀器穩定度與質量解析度，分離矽同位素訊號與同重素(不同元素卻擁有相似質量)干擾。

因矽大量存在於自然環境，舉凡砂石、灰塵、甚至裝置標配的石英管，主成分皆為二氧化矽( $\text{SiO}_2$ )，其同位素組成與目標物高豐度 $^{28}\text{Si}$ 矽成分迥異。為避免環境中二氧化矽進入量測腔體而影響高豐度 $^{28}\text{Si}$ 矽晶球原料量測結果，前端樣品進樣區設計為半密閉式，並加裝一空氣濾淨器，將吸入之空氣經一過濾膜 HEPA 移除所含灰塵，再將淨化後的空氣導入進樣區並產生一正壓環境以避免外界空氣擴散入內，建構出一乾淨的自動進樣環境(圖 1-3-18)。另外，為降低二氧化矽從儀器零件(石英材質)析出的可能，進樣端-霧化腔(spray chamber)的材質從標配的石英材質

改為鐵氟龍，注射口(injector)也從石英材質改為氧化鋁。

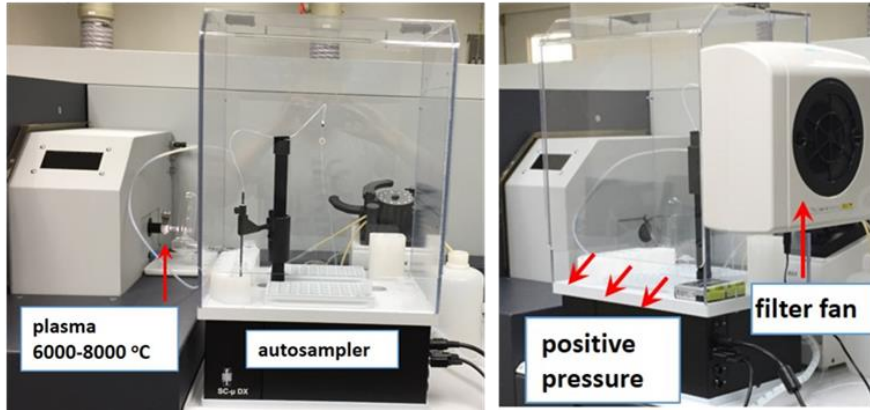


圖 1-3-18、搭配自動進樣系統，製造乾淨之正壓環境

如圖 1-3-19 所示，優化後的同位素訊號峰可清楚區分為多個平台(原為單一峰形)，每一個平台代表單一物種或多物種重疊的訊號，藉此區分矽與干擾物訊號。右圖為左圖之縱坐標歸一化(normalized)之結果，藉此凸顯  $^{29}\text{Si}$  與  $^{30}\text{Si}$  訊號曲線中目標物與干擾物種( $^{14}\text{N}^{16}\text{O}$ ,  $^{12}\text{C}^{16}\text{OH}$ ,  $^{14}\text{N}_2\text{H}$  等)。經實驗與文獻對照，確認左端的平台是矽同位素的訊號，右端為干擾物種。獲得此圖後，方可決定訊號擷取的質量範圍，以確保避開同重素干擾物，只擷取矽同位素訊號。

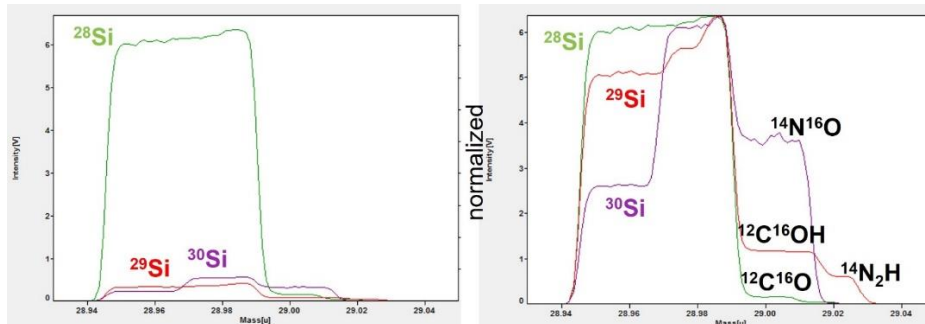


圖 1-3-19、裝置優化後矽同位素比例量測結果圖

#### b. 建立高精密度之樣品分析程序

為準確獲得矽莫耳質量，搭配自動進樣系統建立高精密度之樣品分析程序，並以交叉循環的量測方式量測下列四種樣品。

- 目標樣品-高豐度  $^{28}\text{Si}$  矽晶球原料溶解液 (Si28x)
- 高豐度  $^{30}\text{Si}$  溶液與目標樣品之混合液 (Sibx)
- 空白溶液(0.06% (w/w)四甲基氫氧胺(TMAH))
- 天然矽溶液(Nat. Si, 代號 WASO04)

以樣品順序(acacaca)(cbcbcbcb)(cdcdcdcd)進行共 24 組量測，每組量測重複 10 次，每個樣品都與空白溶液有 4 回合的交錯量測。每組量測結束後，取樣探頭皆會移動至純水區進行 90 秒的取樣作為清洗，確保無殘留。最後追加一次空白樣品測試(第 25 組)，確認儀器進樣口端已清洗乾淨。

- 完成矽莫耳質量量測技術建立與評估，不確定度  $1.6 \times 10^{-9}$

矽莫耳質量量測技術評估所需之四種標準溶液由德國聯邦物理技術研究(PTB)提供，與2018年矽莫耳質量(CCQM-P160)國際比對溶液來源相同。圖1-3-20為上述四種標準溶液之矽同位素訊號代表圖。針對目標訊號區(灰色區)進行訊號的擷取與分析。在空白溶液(0.06% TMAH)的訊號圖中，於 $^{28}\text{Si}$ 曲線僅能看到微量的 $^{28}\text{Si}$ 背景訊號( $\sim 0.03\text{ V}$ )，干擾物訊號則相對高， $^{29}\text{Si}$ 與 $^{30}\text{Si}$ 曲線則僅看到干擾物訊號。在天然矽樣品(WASO04)圖中，矽同位素的訊號相對明顯( $^{28}\text{Si} \sim 6.0\text{ V}$ )，矽同位素的訊號高度比例 $^{28}\text{Si}:^{29}\text{Si}:^{30}\text{Si}$ 為92:5:3，符合一般認知的天然矽同位素組成。高豐度矽樣品(Si28x與Sibx)，因 $^{29}\text{Si}$ 與 $^{30}\text{Si}$ 含量僅約 $^{28}\text{Si}$ 的1/20000倍，難以觀察，故將高豐度矽樣品濃度提高為天然矽的1000倍，以便觀察微量同位素 $^{29}\text{Si}$ 與 $^{30}\text{Si}$ 的訊號。為避免末端偵測器因大量的 $^{28}\text{Si}$ 而達訊號飽和並受損，此時不量測 $^{28}\text{Si}$ 訊號，僅量測 $^{29}\text{Si}$ 與 $^{30}\text{Si}$ 的訊號，再利用同位素稀釋質譜法(Isotope Dilution Mass Spectrometry, IDMS)求得三種同位素含量。高豐度 $^{28}\text{Si}$ 樣品(Si28x)與混合樣品(Sibx)曲線圖的右上角插圖為局部放大圖。於高豐度 $^{28}\text{Si}$ 樣品(Si28x)中， $^{29}\text{Si}$ 的理論含量約 $^{30}\text{Si}$ 的20倍，故圖中明顯看到Si28x的 $^{29}\text{Si}$ 訊號高於 $^{30}\text{Si}$ 。而於高豐度 $^{28}\text{Si}$ 與高豐度 $^{30}\text{Si}$ 混合樣品(Sibx)中， $^{29}\text{Si}$ 與 $^{30}\text{Si}$ 的含量已調配至接近1:1，圖中樣品Sibx的 $^{29}\text{Si}$ 與 $^{30}\text{Si}$ 訊號(第一個平台，灰色區)幾乎等高，符合預期。

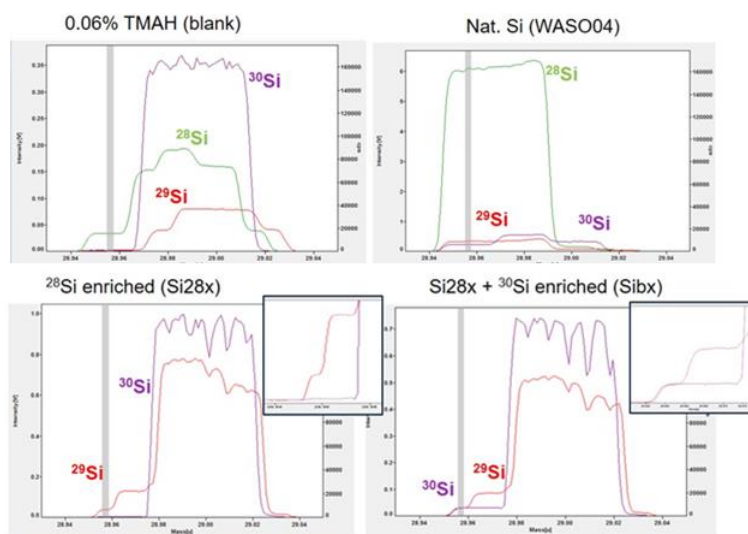


圖 1-3-20、四種必須樣品之矽同位素訊號代表圖

訊號處理的部分，樣品的訊號值首先要扣減空白樣品的背景值，背景值扣減後的樣品同位素訊號相除，即獲得同位素比例量測值。上述每個樣品包含四組量測，此四組數據的平均值與標準差將作為後續的數值修正與不確定度評估。量測值的修正是為了修正感應耦合電漿質譜儀自身的質量偏差(mass bias)-源自離子間的靜電斥力導致質量較低的同位素可被測得的數目偏低。以標準天然矽(WASO04)的同位素比例標準值( $R_{st}$ )與其量測值( $R_{sm}$ )相除，以評估偏差程度。待測樣品(Si28x與Sibx)測得之同位素比例量測值( $R_{tm}$ )乘上此偏差程度( $R_{st}/R_{sm}$ )，獲得經修正後的同位素比例，方程

式如下：

$$R_{tc} = R_{tm} \times \left( \frac{R_{st}}{R_{sm}} \right) \quad (1-3-13)$$

$R_{tc}$  為待測樣品修正後之同位素比例 (target, corrected)

$R_{tm}$  為待測樣品同位素之比例量測值 (target, measured)

$R_{st}$  為標準天然矽同位素之比例標準值 (standard, true)

$R_{sm}$  為標準天然矽同位素之比例量測值 (standard, measured)

表1-3-22四種標準溶夜樣品之矽同位素( $^{29}\text{Si}$ 與 $^{30}\text{Si}$ )量測結果，空白樣品0.06 % TMAH之訊號最低，其他三個樣品WASO04、Si28x、Sibx所得之 $^{30}\text{Si}/^{29}\text{Si}$ 結果接近PTB提供之數據。



表 1-3-22、矽莫耳質量量測樣品之矽同位素訊號

樣品	<sup>29</sup> Si (mV)	<sup>30</sup> Si (mV)	<sup>30</sup> Si/ <sup>29</sup> Si*	<sup>30</sup> Si/ <sup>29</sup> Si**
0.06% TMAH (空白樣品)	0.3	0.3	--	--
WASO04 (天然矽)	68.2	48.2	0.662	0.662
Si28x (高豐度 <sup>28</sup> Si)	26.2	1.5	0.046	0.047
Sibx (混合樣品)	18.1	18.6	0.973	0.974

\*<sup>30</sup>Si/<sup>29</sup>Si 為扣減背景(0.06 % TMAH)並修正量測值後所得數值。

\*\*德國聯邦物理技術研究院(PTB)所得 <sup>30</sup>Si/<sup>29</sup>Si 數值，作為比對參考。

利用同位素稀釋質譜法(Isotope Dilution Mass Spectrometry, IDMS)，僅利用兩種同位素<sup>29</sup>Si與<sup>30</sup>Si比例值，搭配額外添加已知高豐度<sup>30</sup>Si樣品之混合物(Sibx)，由式1-3-14計算出矽晶球之莫耳質量。

$$M = \frac{M(^{28}\text{Si})}{1 + \frac{m_{yx} \cdot M(^{28}\text{Si}) \cdot (1 + R_x) - M(^{29}\text{Si}) - R_x \cdot M(^{30}\text{Si})}{m_x \cdot R_{y,28} \cdot M(^{28}\text{Si}) + M(^{29}\text{Si}) + R_y \cdot M(^{30}\text{Si})} \cdot \frac{(R_y - R_{bx})}{(R_{bx} - R_x)}} \quad (1-3-14)$$

$M$ ：矽晶球莫耳質量 [g/mol]

$M(^{28}\text{Si})$ ：同位素 <sup>28</sup>Si 莫耳質量 [g/mol]

$M(^{29}\text{Si})$ ：同位素 <sup>29</sup>Si 莫耳質量 [g/mol]

$M(^{30}\text{Si})$ ：同位素 <sup>30</sup>Si 莫耳質量 [g/mol]

$m_x$ ：混合樣品中高豐度 <sup>28</sup>Si 樣品添加質量 [g]，由 PTB 提供數值

$m_{yx}$ ：混合樣品中高豐度 <sup>30</sup>Si 樣品添加質量 [g]，由 PTB 提供數值

$R_x$ ：高豐度 <sup>28</sup>Si 樣品(Si28x)之(<sup>30</sup>Si/<sup>29</sup>Si)同位素比例

$R_{bx}$ ：混合樣品(Sibx)之(<sup>30</sup>Si/<sup>29</sup>Si)同位素比例

$R_y$ ：高豐度 <sup>30</sup>Si 樣品之(<sup>30</sup>Si/<sup>29</sup>Si)同位素比例，由 PTB 提供數值

$R_{y,28}$ ：高豐度 <sup>30</sup>Si 樣品之(<sup>28</sup>Si/<sup>29</sup>Si)同位素比例，由 PTB 提供數值

其中 $R_x$ 與 $R_{bx}$ 皆是量測值經修正所得值， $R_x$ 與 $R_{bx}$ 的修正公式列如下：

$$R_x = R_{x,meas} \times \left( \frac{R_w}{R_{w,meas}} \right) \quad (1-3-15)$$

$$R_{bx} = R_{bx,meas} \times \left( \frac{R_w}{R_{w,meas}} \right) \quad (1-3-16)$$

$R_{x,meas}$ ：高豐度 <sup>28</sup>Si 樣品(Si28x)之(<sup>30</sup>Si/<sup>29</sup>Si)同位素比例量測值

$R_{bx,meas}$ ：混合樣品(Sibx)之(<sup>30</sup>Si/<sup>29</sup>Si)同位素比例量測值

$R_w$ ：標準天然矽(WASO04)同位素比例標準值

$R_{w,meas}$ ：為標準天然矽(WASO04)同位素比例量測值

矽莫耳質量的組合不確定度計算方程式如下：

$$[u(M)]^2 = \sum \left( \frac{\partial M}{\partial i} \right)^2 [u(i)]^2 \quad (1-3-17)$$

矽莫耳質量的不確定度來源分三類，量測不確定度分量表如表1-3-23，評估結果不確定度為 $1.6 \times 10^{-9}$ 。

- (a)混合樣品中樣品參雜的質量  $m$ ，不確定度以天平重複秤重與空氣浮力參數(溫度、濕度、壓力)評估。
- (b)同位素比例  $R$ ，不確定度以多接收器感應耦合電漿質譜儀重複量測結果評估。
- (c)同位素莫耳質量  $M$ 。

表 1-3-23、矽莫耳質量量測之不確定度分量表

不確定度源	單位	數值	標準不確定度	靈敏係數	貢獻 (%)
$M(^{28}\text{Si})$	g/mol	27.9769265350	$5 \times 10^{-10}$	1.0	0
$M(^{29}\text{Si})$	g/mol	28.9764946653	$6 \times 10^{-10}$	$15 \times 10^{-6}$	0
$M(^{30}\text{Si})$	g/mol	29.973770137	$23 \times 10^{-9}$	$150 \times 10^{-9}$	0
$m_x$	g	5.049519	$46.0 \times 10^{-6}$	$-3.2 \times 10^{-6}$	0
$m_{yx}$	g	$74.9114 \times 10^{-6}$	$9.40 \times 10^{-9}$	0.22	0.2
$R_y$	mol/mol	269.04	5.65	$760 \times 10^{-12}$	0.9
$R_{y,28}$	mol/mol	1.5855	$2.22 \times 10^{-2}$	$-55 \times 10^{-9}$	0
$R_{x, \text{meas}}$	V/V	0.04933	$738 \times 10^{-6}$	$44 \times 10^{-6}$	51.4
$R_{bx, \text{meas}}$	V/V	1.03716	$446 \times 10^{-6}$	$-16 \times 10^{-6}$	2.6
$R_w$	mol/mol	0.6623	$1.32 \times 10^{-3}$	$-22 \times 10^{-6}$	42.9
$R_{w, \text{meas}}$	V/V	0.70601	$301 \times 10^{-6}$	$21 \times 10^{-6}$	2.0
組合標準不確定度 $u_c = 45.2 \times 10^{-9}$ 涵蓋因子 $k = 1$ (信賴水準:66%)， $U = k \times u_c = 45.2 \times 10^{-9}$ 矽莫耳質量量測值( $M_x$ ) = 27.976942647 g/mol， 量測不確定度( $U_{\text{rel}}$ ) = $U/M_x = 1.6 \times 10^{-9}$					

另建立同位素比例量測系統，將針對矽同位素比例提供服務，量測範圍與不確定度如下表。

表 1-3-24、矽同位素比例量測範圍及不確定度

樣品	量測項目	量測範圍	量測不確定度
矽溶液	矽同位素比例 (濃度：(0.5 to 50) mg/kg)	$^{28}\text{Si}/^{29}\text{Si}$ ：18 to 20 $^{30}\text{Si}/^{29}\text{Si}$ ：0.05 to 1	$^{28}\text{Si}/^{29}\text{Si}$ ：0.40 % $^{30}\text{Si}/^{29}\text{Si}$ ：0.43 %

### 【分項結論】

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，確保量測的一致性與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. 本年度共執行 4450 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。提供標準檢驗局 161 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 5 項國際比對活動、累計登錄 292 項 CMC，確保我國計量主權。擔任 CIPM 長度諮詢委員會(CCL)、光度與光輻射諮詢委員會(CCPR)及聲量/超音波/振動諮詢委員會(CCAUV)觀察員。擔任 APMP 質量技術委員會(TCM)主席與醫學計量焦點工作組共同主席，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。
3. 年度共提供 125 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。另提供來自菲律賓、香港及馬來西亞等 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。
4. 配合政府防疫宣導，年度完成國內新聞媒體/雜誌 3 則及國外 BIPM 網站宣傳 1 則，以計量技術支援防疫工作。
5. 辦理 18 場次度量衡教育推廣活動，邀請高雄市四所學校學生參加，透過寓教於樂的教具試玩體驗活動，建立學生及教師對度量衡基礎知識以及計量標準重要性之瞭解。

## 二、工業計量技術發展分項

### (一)、先進製程關鍵尺寸量測技術

#### 【全程技術建立時程】

109 年度目標	110 年度目標	111 年度目標	112 年度目標
技術指標或系統規格 •先進半導體薄膜厚度量測技術： ✓完成長波長 XRR 量測最小薄膜厚度 $\leq 0.9$ nm，重複性 $\leq 3\%$ ✓完成 GISAXS 硬體參數設計，包含樣品旋轉角度範圍 $-10^\circ \leq \theta \leq 10^\circ$ ，樣品與偵測器距離 $\leq 25$ mm	•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 $\leq 0.1$ nm ✓GISAXS 量測線距： $20$ nm $\leq$ 線距 $\leq 50$ nm，量測重複性 $\leq 0.1$ nm	•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 $\leq 0.1$ nm ✓RSAXS 量測量測線寬： $10$ nm $\leq$ 線寬 $\leq 50$ nm，量測重複性 $\leq 0.1$ nm	•先進半導體關鍵尺寸量測技術： ✓tSAXS 技術驗證量測 Overlay，量測解析度 $\leq 0.6$ nm

因應先進半導體先進製程於膜厚、疊影(overlay)、線距及線寬量測需求，本計畫於 106 至 108 年成功開發 GIXRR 技術量測薄膜樣品厚度，突破現有短波長 XRR 技術受限於高雜訊比的影響，可量測介電薄膜(HfO<sub>2</sub>, TiN, TaN) 1.2 nm，並與膜厚度量測系統進行比對驗證，增加量測追溯性。109 年度發展超薄膜長波長 XRR 量測技術，其主要目標是為解決量測半導體產業之新製程節點 N2 環繞閘極(Gate All Around, GAA)式電晶體之關鍵尺寸，其 GAA 3D 結構、材料組成更複雜，尺寸更縮小，例如薄膜厚度將小於 0.9 nm，疊層誤差小於 0.6 nm。目前量測半導體關鍵尺寸之商業機台所能精準量測之薄膜厚度為 1.5 nm，量測低於此厚度時機台之訊雜比會過大且量測面積不符合產業需求，因此發展超薄膜長波長 XRR 量測技術，可檢測薄膜厚度 $\leq 0.9$  nm，重複性 $\leq 3\%$ ，更符合 N2 製程節點之計量需求。並使用低掠角小角度 X 光散射技術(Grazing-incidence small-angle scattering, GISAXS)分析 N2 製程節點之關鍵尺寸，GISAXS 技術可用以分析 3D 樣品之線距參數。根據 2020 年與台積電簽訂之 Joint Developed Project (JDP)得知，量測線距之需求為  $20$  nm  $\leq$  線距  $\leq 50$  nm，故建立 GISAXS 量測關鍵尺寸之數學模型及模擬分析，可模擬 N2 製程結構線距之 GISAXS 訊號，並規劃設計 GISAXS 硬體使之可量測最小 20 nm 線距。

110 年使用 109 年規劃設計之 GISAXS 架構實際量測 N2 製程線距樣品，線距介於  $20$  nm  $\leq$  線距  $\leq 50$  nm，目標量測重複性 $\leq 0.1$  nm。111 年開發反射式小角度 X 光散射技術 (Reflectivity small-angle scattering, RSAXS)，RSAXS 為取 GISAXS 散射訊號中的反射訊號值進行分析，為 GISAXS 技術中的特例，GISAXS 技術可用以分析 3D 樣品之線距參數，RSAXS 技術用來分析樣品之線寬。RSAXS 量測 N2 製程線寬樣品，線寬界於  $10$  nm  $\leq$  線寬  $\leq 50$  nm，目標量測重複性 $\leq 0.1$  nm。112 年進行 X 光計量之穿透式小角度 X 光散射技術 (Transmission Small-angle x-ray scattering, tSAXS) 模擬驗證以及實驗疊層誤差(Overlay)量測的先期研究，量測解析度 $\leq 0.6$  nm(根據台積電 N2 製程，疊層誤差之需求為小於 0.6 nm)。

113 年將使用 RSAXS 量測與模擬分析技術進行疊層誤差(Overlay)量測，量測解析度 $\leq 0.6$  nm。未來計畫完成預計將 GISAXS/RSAXS 技術技轉給國內半導體設備商。

### 【本年度目標】

先進半導體薄膜厚度量測技術：

- 完成量測薄膜厚度 $\leq 0.9$  nm，重複性 $\leq 3\%$ 。
- 完成使用長波長 XRR 量測薄膜  $50\ \mu\text{m} \times 50\ \mu\text{m}$  待測面積，薄膜厚度 $\leq 0.9$  nm。
- 完成 GISAXS 硬體參數設計，包含樣品旋轉角度範圍 $-10 \leq \theta \leq 10$ ，樣品與偵測器距離 $\leq 25$  mm。

### 【執行成果】

#### 1. 超薄膜長波長 XRR 量測技術

本項技術建立主要在量測半導體產業之新製程節點 N2 環繞閘極(Gate All Around, GAA)式電晶體之關鍵尺寸。其 GAA 三維結構、材料組成更複雜，尺寸更縮小，例如薄膜厚度將小於 0.9 nm，疊層誤差小於 0.6 nm。XRR 反射光譜技術已廣泛使用於單層及多層薄膜樣品之量測上，其光譜曲線可對應到薄膜樣品中電子密度的變化，在多層薄膜樣品中，若不同膜層間的電子密度有顯著差異，可利用反射光形成的干涉圖譜獲得膜層之厚度、密度及表面粗糙度等相關訊息。在低掠角(Grazing Incidence)範圍下改變入射角度，絕大部分的入射光在樣品表面及不同膜層界面產生鏡面反射，部分的入射光會以衰減波(Evanescent Wave)的形式進入樣品。

X 光的散射特性可用勞厄方程式(Laue Function)如下式(2-1-1)所示：

$$q = \frac{4\pi \sin \theta}{\lambda} \quad (2-1-1)$$

式中 q 為散射向量。

目前市面量測半導體關鍵尺寸之機台多為傳統 Cu 靶 X 射線，在入射角接近臨界角附近可得到很好的解析度，對於一般薄膜厚度大於 1.5 nm 以上的薄膜，可以得到很準確的薄膜密度及厚度表現。但當半導體的尺寸微縮下，薄膜厚度下降到 1 nm 或以下，此時 XRR 量測的光譜將無法得到一個完整明顯的干涉情形，如圖 2-1-1 所示為 1.2 nm HfO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>/Si 基板的量測光譜，Cu 靶材所得到的有興趣區域約為 3° ~ 6.5°，但在高角度區域雜訊已經影響模擬及數據處理。

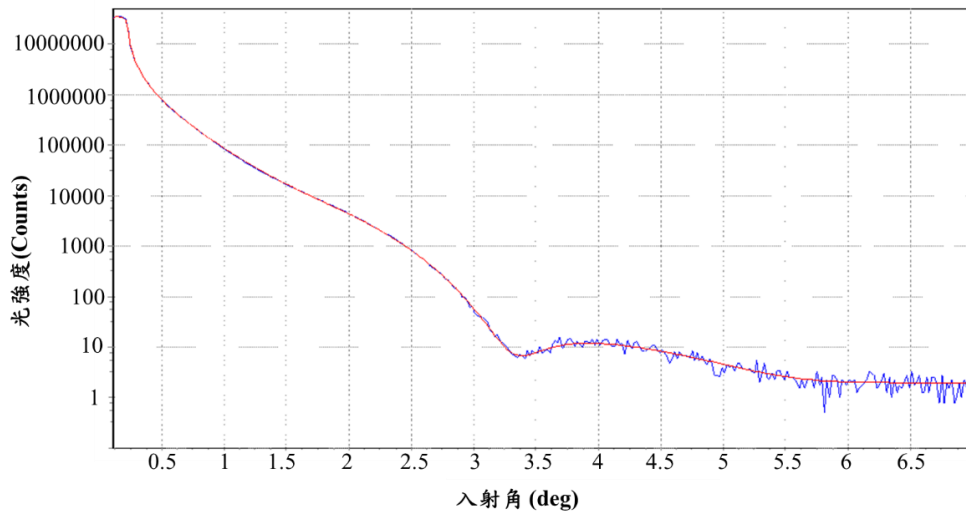


圖 2-1-1、1.2 nm HfO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>/Si 基板的商業機台 XRR 量測光譜

(1) 完成量測薄膜厚度  $\leq 0.9$  nm，重複性  $\leq 3\%$ 。

本計畫採用鋁靶材激發 X 光反射技術，相較傳統銅靶材激發出之 X 光(波長 0.154 nm)，鋁靶材所激發出之波長(0.834 nm)較大，根據繞射原理可使得入射角提高，可有效減小 X 光量測投影面積從平方公分至平方微米等級，以符合 Die 微區檢測面積，增加晶圓更多可用空間，提升產量，滿足前瞻製程線上膜厚檢測之需求。另外，使用鋁(Al)靶 X 射線管為激發光源，根據繞射原理亦增加量測的角度區間，以滿足量測更小之薄膜厚度。

另外，使用鋁(Al)靶 X 射線管為激發光源，根據繞射原理亦增加量測的角度區間，以滿足量測更小之薄膜厚度。Cu 靶材波長 0.154 nm，Al 靶材波長 0.834 nm，根據公式(2-1-1)，Al 靶所量測的角度區間將約為 Cu 靶材的 5 倍，即 Al 靶所量測的角度區間將約為 Cu 靶材的 5 倍。

此外，如下式(2-1-2)表示(2-1-1)式之微分：

$$\frac{\delta q}{q} = \frac{\cos \theta \cdot \delta \theta}{\sin \theta} - \frac{\delta \lambda}{\lambda} \quad (2-1-2)$$

使用 Al 靶材可將量測入射角  $\theta$  提高，因此在維持固定解析度  $\delta q/q$  的情況下，其  $\sin \theta / \cos \theta$  的值由 0.052(Cu 靶材入射角 3°)增加到 0.296(Al 靶材入射角 16.5°)，因此入射 X 光的發散角(Divergence Angle)  $\delta \theta$  相較於 Cu 靶材可放大將近 6 倍，光發散角使用狹縫(Slit)進行控制，此法可增加通過樣品之 X 光通量，進而得到更高的反射干涉訊號，增加訊雜比，利用模擬 XRR 光譜設計最大可接受之 X 光發散角，將可得到最大化之 X 光強度。 $\theta$  與  $\delta \theta$  關係曲線圖如圖 2-1-2 所示，可發現  $\delta \theta$  會隨著  $\theta$  增加而上升，因此可藉由設計自動控制程式控制狹縫開口大小間接控制  $\delta \theta$  參數，使高角度時仍保有足夠之反射光訊號強度，提升 XRR 量測精準度。

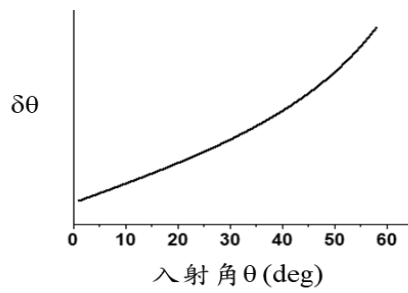


圖 2-1-2、 $\theta$  與  $\Delta\theta$  之關係曲線

量測 TiN 於 Si 基板上之 0.9 nm 超薄膜，達成年度目標可解析發散張角至  $1^\circ$ ，訊雜比  $\geq 10$ ，且重複性  $\leq 3\%$ 。發散張角主要靠兩組狹縫於 X 光出光口進行斫光控制，其架構圖如下圖 2-1-3，其中  $22^\circ$  為狹縫未斫光時之單邊發散角。

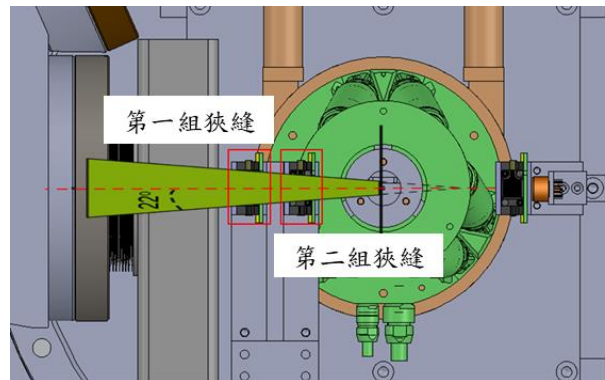


圖 2-1-3、長波長 XRR 狹縫架構配置圖

在無樣品時 X 光偵測器經由轉動  $2\theta$  角度於後方直接收集經過狹縫控制發散張角之聚光強度值，量測之光譜結果呈高斯分布，其最大寬度為發散角度，並以狹縫開口 1 mm、光源瓦數 10 W、 $0.1^\circ/2$  秒之速度量測三次之結果如下圖 2-1-4，結果顯示已達成散射張角可解析至  $1^\circ$ 。

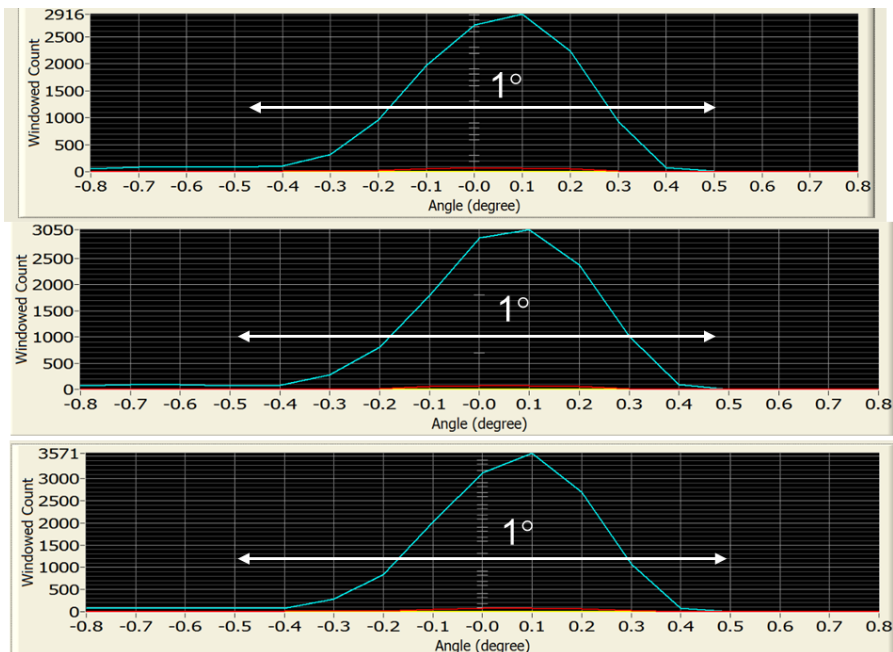


圖 2-1-4、發散張角以狹縫開口 1 mm、光源瓦數 10 W、 $0.1^\circ/2$  秒之速度量測三次之結果

根據模擬 XRR 反射儀量測 1 nm 以下的薄膜，干涉波峰位於高角度，且干涉波形只餘一個波峰，故良好的訊雜比為精準模擬厚度之關鍵。TiN 0.9 nm 左右的半導體薄膜干涉波在  $\theta$  為 28 度出現，如下圖 2-1-5 所示，此時的反射訊號小於 100 個光子計數 (Counts)，若雜訊沒有低於 10 個光子計數，即訊雜比  $\geq 10$ ，將會有明顯的雜訊振盪干擾，無法清楚得到完整的波形，使得擬合結果重複性大於 10 %。

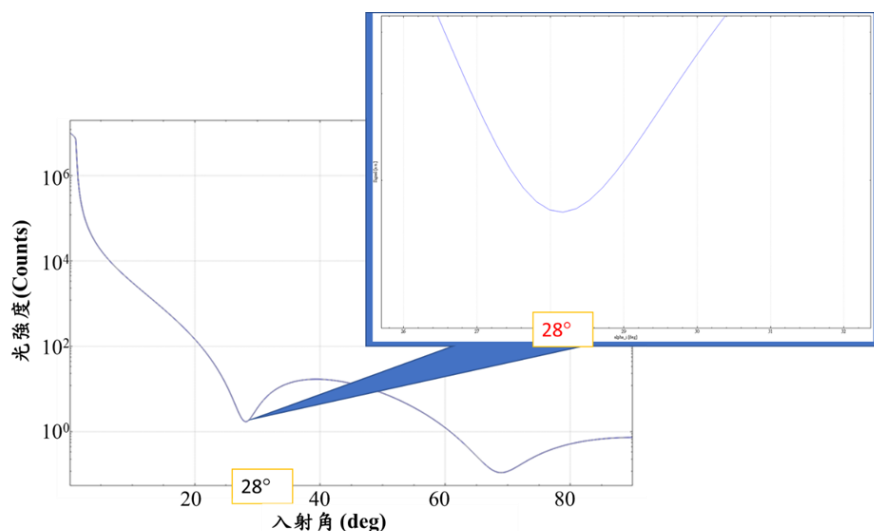


圖 2-1-5、0.9 nm TiN/ Si 基板之長波長 XRR 模擬光譜

由於半導體廠線上量測單片樣品時間需小於 1 分鐘，故為加速量測薄膜時間，未來 XRR 之檢測入射角度需客製化選擇可描繪一完整波型之角度範圍，根據 TiN 0.9 nm 模擬結果可選擇量測入射角 20°至 60°，且此入射角範圍之訊雜比  $\geq 10$ 。經過旋轉台角度校正、矽飄移偵測器閾值以及高峰時間 (peaking time) 參數調整，於 20°至 60°之訊號與雜訊之 TiN 0.9 nm 量測結果如下圖 2-1-6 以及表 2-1-1，其訊雜比為  $12657 \geq 10$ ，符合查核目標。

表 2-1-1、入射角 20°至 60°之訊號、雜訊與訊雜比之量測結果

入射角	反射訊號	雜訊	訊雜比
20	10.144	0.001	10144
20.05	10.174	0.001	10174
20.1	9.146	0.001	9146
20.15	9.242	0.001	9242
20.2	8.448	0.001	8448
20.25	8.614	0.001	8614
20.3	7.617	0.001	7617
⋮			
59.5	3.424	0.033	103.7575758
59.55	3.359	0.066	50.89393939
59.6	3.923	0.001	3923
59.65	3.358	0.033	101.7575758
59.7	3.326	0.001	3326
59.75	4.621	0.001	4621
59.8	3.426	0.033	103.8181818
59.85	3.424	0.066	51.87878788
59.9	3.559	0.066	53.92424242
59.95	3.624	0.001	3624
60	3.191	0.001	3191



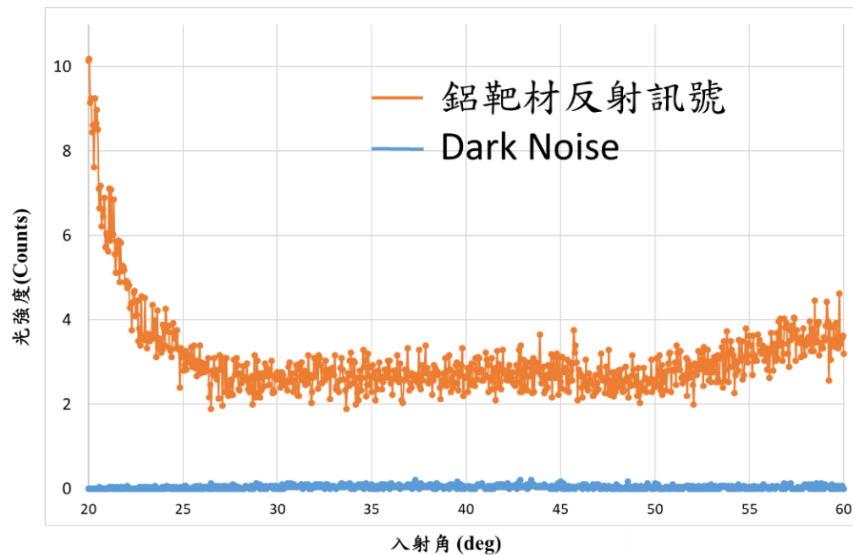


圖 2-1-6、0.9 nm TiN/ Si 基板之反射訊號與背景雜訊光譜 (入射角 20°至 60°)

為達成重複性 $\leq 3\%$ ，必須考慮實驗以及擬合的誤差。實驗數據使用帕松統計學 (Poisson statistics)處理背景雜訊以得到更高的訊雜比，其公式如式(2-1-3)。

$$B_{est} = (B_l + B_r) \left[ \frac{W}{2w} \right] \quad (2-1-3)$$

主要的反射訊號光譜寬度設定為  $W$  如圖 2-1-7 所示，而兩旁的雜訊值寬度設為  $w$ ， $B$  代表背景 (Background) 之縮寫， $B_l$  為左邊之背景雜訊值， $B_r$  為右邊背景雜訊值，將每筆實驗反射訊號值減掉如式(2-1-3)所計算的 Best 背景雜訊估計值可得到訊雜比更好之反射訊號。

在擬合厚度過程中，正確的樣品模型建立會影響收斂，故利用穿透式顯微鏡確認擬合所需之樣品模型，考慮實際樣品會有的介面層，增加擬合精準度。由穿透式顯微鏡實驗結果顯示 TiN 層之厚度為 0.91 nm，而從圖 2-1-7 可觀察樣品中不同元素之消長分析得到如圖 2-1-8 之實際模型，模型顯示 TiN 該層中 O 元素為 Ti 之兩倍，判斷該層材料實際為  $TiO_2$  加 N 之化合物，再依此模型配合密度、光強度以及粗糙度參數擬合，使用專門針對 X 光散射及反射之擬合軟體 BornAgain 1.16.0 進行 Combined 疊代演算，針對每筆處理過背景雜訊之實驗數據重複三次演算，取其平均值，得到如表 2-1-2 五筆實驗數據之擬合厚度，擬合平均值為 0.951 nm，標準差為 0.024 nm。重複性係採用變異係數 (CV) 進行判斷，經計算 CV 值為 2.52%，符合計畫目標 $\leq 3\%$ 。

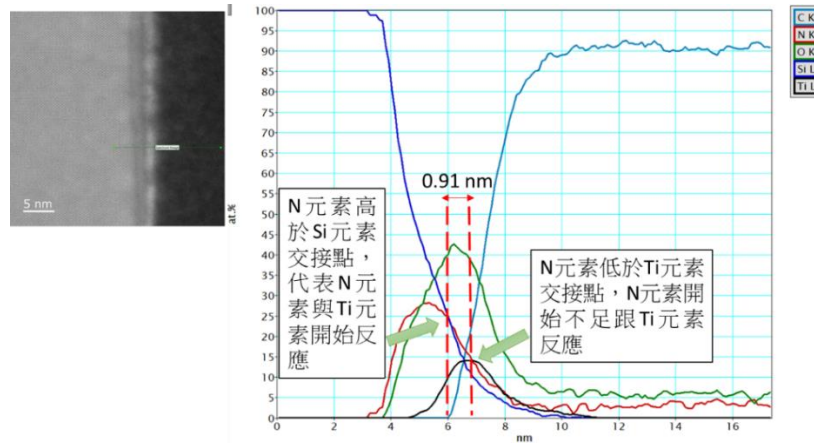


圖 2-1-7、0.9 nm TiN/ Si 基板穿透式顯微鏡實驗結果



圖 2-1-8、0.9 nm TiN/ Si 基板擬合模型

表 2-1-2、0.9 nm TiN 樣品之擬合結果與 CV 值

實驗次數	薄膜厚度 (nm)
第一筆	0.954
第二筆	0.93
第三筆	0.931
第四筆	0.952
第五筆	0.990
標準差	0.024
平均值	0.951
CV值 (標準差/平均值)	2.52 %

(2)完成使用長波長 XRR 量測薄膜  $50 \mu\text{m} \times 50 \mu\text{m}$  待測面積，薄膜厚度  $\leq 0.9 \text{ nm}$ 。

由於半導體廠產線未來將直接量測於晶圓 die 上，2 nm 製程的 die 面積需求為  $50 \mu\text{m} \times 50 \mu\text{m}$ ，為了能符合產線上檢測需求，製作 TiN 0.9 nm  $50 \mu\text{m} \times 50 \mu\text{m}$  薄膜試片進行 XRR 實驗。XRR 硬體本身出廠光源之光點大小為  $200 \mu\text{m} \times 100 \mu\text{m}$ ，為了檢測  $50 \mu\text{m} \times 50 \mu\text{m}$  待測面積，其中一個方法為縮小光點大小或將檢測樣品之有效反射面積縮小。實驗採用縮小有效反射面積之方法，將原有之  $2 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$  之 TiN 0.9 nm 薄膜面積經由成大微奈米中心進行蝕刻，留下  $50 \mu\text{m} \times 50 \mu\text{m}$  之有效反射區域，如圖 2-1-9，經由 SEM 驗證長度平均值為  $46.92 \mu\text{m}$ ，寬度平均值為  $46.58 \mu\text{m}$ ，小於  $50 \mu\text{m}$  符合實驗及產線需求。

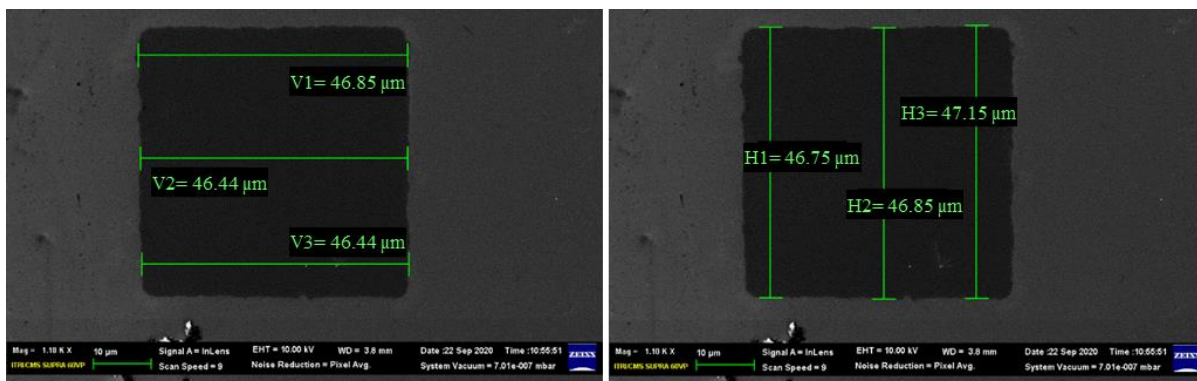


圖 2-1-9、0.9 nm TiN 50 μm × 50 μm SEM 檢測結果

圖 2-1-10 為使用長波長鉛靶材之 XRR 實驗及擬合結果，圖中震盪線條為反射訊號實驗值，實線為擬合曲線，經由如圖 2-1-8 之模型以及光強度、粗糙度等參數進行疊代演算。表 2-1-3 顯示五筆實驗擬合之結果、標準差、平均值以及 CV 值，擬合平均值為 0.889 nm，符合計畫目標，標準差為 0.010 nm，進 CV 值為 1.2 %。

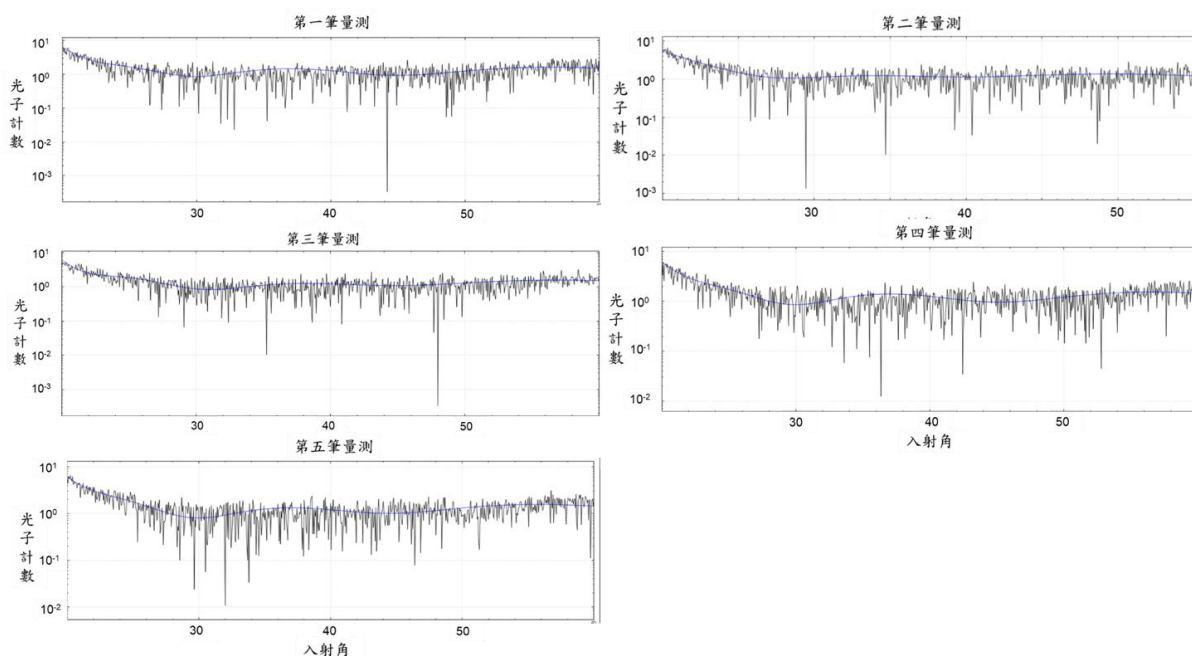


圖 2-1-10、0.9 nm TiN 50 μm × 50 μm 樣品實驗及擬合曲線

表 2-1-3、0.9 nm TiN 50 μm × 50 μm 樣品之擬合結果與 CV 值

實驗次數	薄膜厚度 (nm)
第一筆	0.900
第二筆	0.879
第三筆	0.889
第四筆	0.898
第五筆	0.878
標準差	0.010
平均值	0.889
CV值 (標準差/平均值)	1.2 %

## 2. 長波長 GISAXS 量測技術

(1) 完成 GISAXS 硬體參數設計，包含樣品旋轉角度範圍  $-10^\circ \leq \theta \leq 10^\circ$ ，樣品與偵測器距離  $\leq 25 \text{ mm}$ 。

GISAXS 之量測架構如圖 2-1-11，入射聚焦 X 光照射到樣品之後，樣品藉由旋轉台改變入射角，偵測器收集反射以及散射訊號，可分析樣品線距等關鍵尺寸。

自行建置 GISAXS 光路如圖 2-1-12，量測線距實驗首先必須移動樣品進行斫半光，確定光源完整地打在樣品上，並且須確定旋轉樣品時之標準零度，確保角度精準，故旋轉台必須具備順時針以及逆時針旋轉，且可調整方位角以及三軸方向移動。德國 PI 原廠六軸旋轉軸規格順逆時鐘旋轉可達  $10^\circ$ ，三軸方向移動可達  $10 \text{ mm}$ ，符合實驗需求，故圖 2-1-12 之細部架構採用該廠之旋轉台。

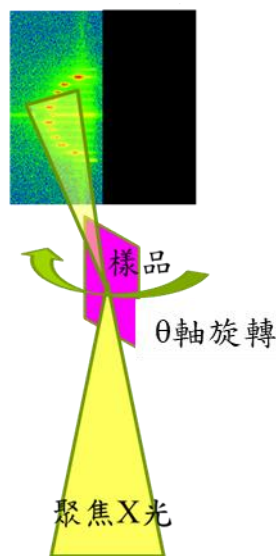


圖 2-1-11、GISAXS 之量測架構

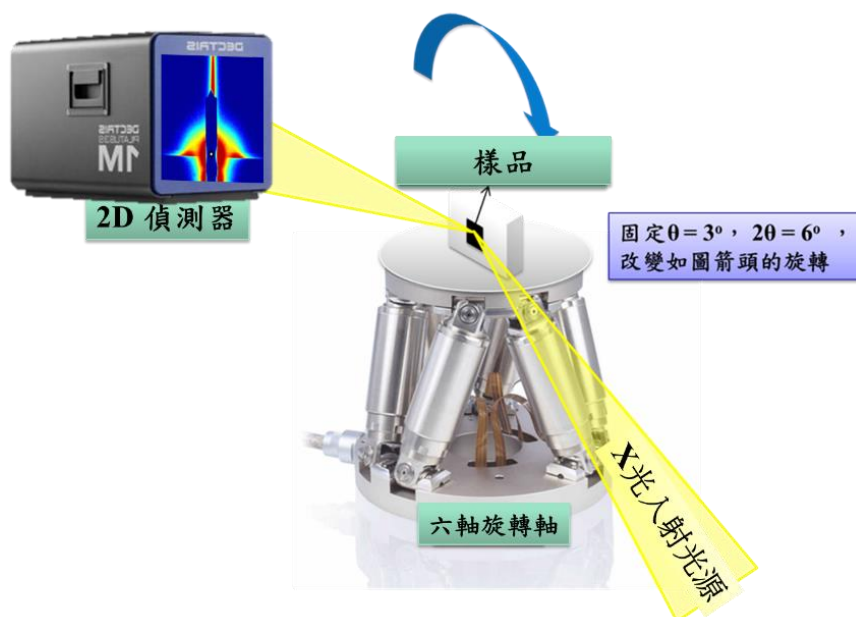


圖 2-1-12、GISAXS 之硬體設計架構

GISAXS 量測之線距樣品為 2 維光柵結構樣品，光源與光柵垂直或平行會有不同形狀之散射點。以圖 2-1-13 為例，當聚焦 X 光與光柵垂直時，散射點會呈水平方向往上分別有第一階、第二階等散射點；當聚焦 X 光與光柵平行時，散射點會呈垂直方向如圖顯示第一階、第二階等散射點。由於線距資訊可藉由不同階之散射點之間距或 2-1-5 式換算而來，實驗中必須有效得到至少二階的散射點強度，故必須規劃正確的樣品與偵測器之距離以及偵測器大小。

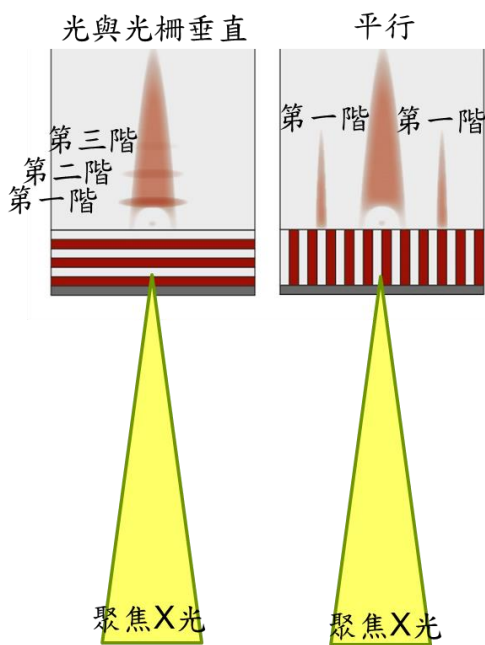


圖 2-1-13、GISAXS 線距樣品散射圖

圖 2-1-12 之設計規劃樣品於量測時，垂直放置於六軸選轉台，線距樣品大小為 2 公分見方，實驗中入射光經由樣品反射、散射之後，呈 2 倍入射角打在偵測器上，經由樣品反射之後的散射圖會呈現於偵測器之左邊如圖 2-1-11。為了能有效量測到 20 nm 線距之散射點，以現有最大之偵測晶片 13 mm 見方進行光學幾何計算，當偵測器距離樣品 25 mm 時，偵測器可以收到至少 6 階的散射訊號。2 維訊號偵測器像素必須小於 X 光打在偵測器上的光點大小，量子轉換效率必須於鋁靶材能量範圍內大於 90%，電子雜訊必須小於 1 計數 (counts)，才能有效分析線距之散射點。

美國 Andor 原廠設計之客製化 2 維偵測器如圖 2-1-14，具備 13 mm 見方之偵測晶片，將偵測晶片客製化透過延長之銅柱靠近樣品，使得偵測器與樣品距離保持在 25 mm，電子背景雜訊出廠值為  $10^{-6}$  計數，量子轉換效率 95%，符合實驗需求。而由於實驗所使用之光源為聚焦光，經由樣品反射、散射後，打在偵測器上之光點必須比散射點間距小，才能有效區分不同階的散射點。

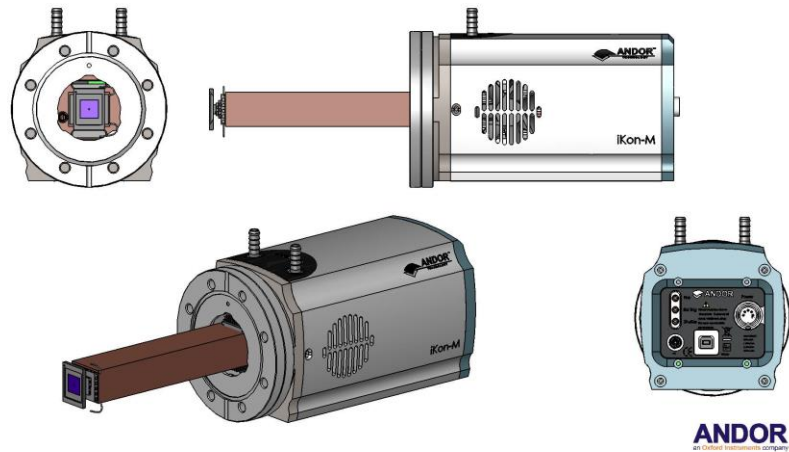


圖 2-1-14、2 維偵測器設計示意圖

20 nm 線距樣品於 25 mm 距離時，計算出的散射點間距為 1.04 mm，而直光聚焦 X 光打在 2 維偵測器上之光點大小在距離 25 mm，經由聚焦鏡等光學幾何參數計算之結果為 10 mm 寬如圖 2-1-15，明顯大於散射點間距，會導致散射點被光點蓋住。故硬體設計於樣品前加裝兩組狹縫進行左右光源砍光如圖 2-1-16，使得光點寬度縮小，經由如圖 2-1-15 之光學幾何計算，當聚焦張角砍到  $1^\circ$  時，可使得光點寬度縮小至 0.89 mm，小於 20 nm 線距之散射點間距為 1.04 mm，符合計畫目標。

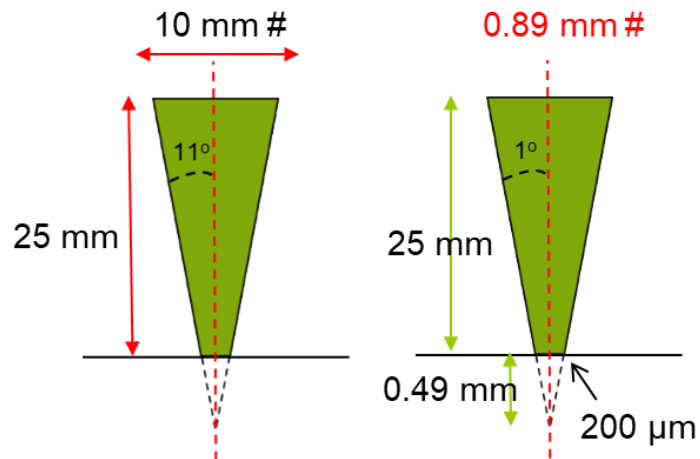


圖 2-1-15、光點幾何計算示意圖

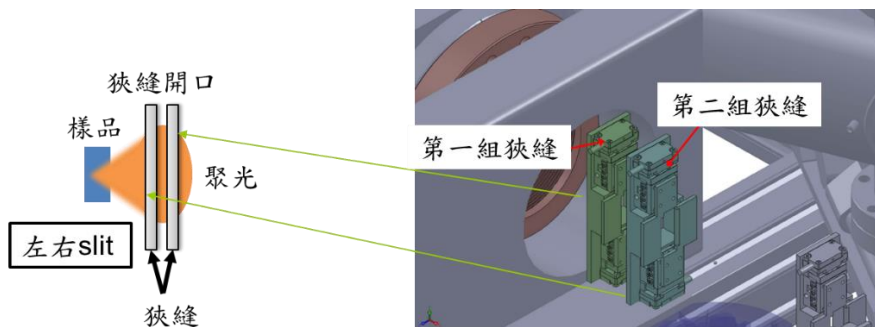


圖 2-1-16、狹縫設計示意圖

### **【與業界之互動及滾動修正未來規劃】**

與台積電於 8 月簽訂台積電專屬研究計畫(JDP)合作案，主要內容為在同步輻射使用台積電提供之試片量測 tSAXS、RSAXS 實驗驗證，作為台積電在下一代製程(GAA)量測技術的重要決策。在洽談過程中，確認未來 3 奈米/2 奈米臺灣半導體的主要市場需求，作為修正未來 X-Ray 量測技術發展方向之依據。

### **【推廣應用/效益】**

技術推廣策略為建立前瞻檢測技術(GIXRR for film thickness、GIAXS/RSAXS for CD/OVL)，提供半導體廠前期檢測技術驗證與導入測試。本年度與台積電簽訂 JDP 合作內容為進行”tSAXS/RSAXS/XRR 量測 GAA 結構關鍵尺寸技術”之開發。詳細之應用技術包含：

- (1) 模擬分析出 2 奈米製程 GAA 結構重要之 CD 參數如線距、線寬及厚度。
- (2) 針對台積電所用之 CD 模擬分析協助驗證理論正確性。

## (二)、奈米粒子分析暨標準技術

### 【全程技術建立時程】

	109 年度目標	110 年度目標	111 年度目標	112 年度目標
技術指標或系統規格	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 次微米電噴灑液珠產生技術：               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 氣膠尺寸 &lt; 500 nm</li> </ul> </li> <li>• 小尺寸奈米粒徑量測技術：               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 粒徑偵測極限：5 nm</li> <li>✓ 相對標準不確定度 &lt; 10 %</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 奈米粒子濃度量測技術               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 20 nm 顆粒、濃度量測極限 &lt; <math>10^6 \text{ cm}^{-3}</math></li> <li>- 量測不確定度 &lt; 5 %</li> </ul> </li> <li>• 線上校正用奈米粒子產生技術               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 粒徑產生範圍：(5 ~ 20) nm</li> <li>- 量測不確定度 &lt; 10 %</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 粒子無機成分分析技術               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 無機成分達到金屬元素偵測極限 &lt; 10 ng/kg</li> <li>- 金奈米粒子偵測極限 &lt; 10 nm</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 酸鹼基質線上透析技術               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 基質去除效率 &gt; 90 %</li> </ul> </li> <li>• 有機成分分析技術               <ul style="list-style-type: none"> <li>- GC-MS 系統性能評估</li> <li>- 分子量 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub> 有機成分分析、偵測極限 &lt; 500 µg/kg</li> </ul> </li> </ul>

本計畫目標為開發奈米粒子量測技術，以滿足半導體產業對於電子級試劑中污染物的量測需求；此外，為提供準確的量測結果與不確定度評估，量測系統校正所使用的粒子標準品尤其重要，因而衍生建置標準品的工作項目。106 年發展金屬塊材純度分析技術，完成高純度金屬塊材與溶劑純度分析技術，並達到偵測極限 < 50 ng/kg。同時，於該年建置無機元素供應驗證系統，以靜態重力法配製技術、離子濃度滴定量測技術產生濃度 1000 mg/kg 的鉛元素溶液；經長期穩定性評估，於 107 年完成無機元素標準液之供應驗證系統，產生等效鉛濃度 1000 mg/kg、量測不確定度 < 10 mg/kg 的標準液。此外，於 107 年發展粒徑量測技術，以金粒子標準品驗證鉛溶液之粒徑，達到粒徑偵測極限 < 10 nm。延續標準品的建置目標，108 年開發線上校正用奈米粒子產生技術，利用單一分散液珠產生技術搭配同位素稀釋法，產生 60 nm 奈米粒子、量測不確定度 < 12 nm。以同位素稀釋法配置濃度範圍 1 µg/kg 至 1 mg/kg 的鉛元素溶液，完成無機元素同位素稀釋法量測技術、量測不確定度 < 5 %。

根據 IRDS 2017(108 年)的報告，於半導體製程中、造成缺陷的奈米粒子尺寸下修至 9 nm，更預測於 2021 年(110 年)下修至 6 nm；因應奈米製程中粒子不純物尺寸之檢測需求，本計畫於 109 年發展小尺寸奈米粒徑量測技術。為解決傳統氣動式進樣器於小奈米粒徑尺寸之背景干擾，本計畫建立電噴灑式液珠產生系統串聯微分電移動分析儀及凝核粒子計數器之分析技術，使液珠尺寸由數 µm 大幅降低至 128 nm，並達到粒徑偵測極限 5 nm，量測不確定度 < 10 %。110 年將持續進行微分電移動分析儀及凝核粒子計數器分析技術的精進及改良，使其在 < 20 nm 顆粒尺寸下的顆粒濃度量測降至 <  $10^6 \text{ cm}^{-3}$ ，並開發線上校正用粒子產生技術，產生粒徑 5 nm 至 50 nm、量測不確定度 < 10 % 的標準粒子。111 年及 112 年將微分電移動分析儀及凝核粒子計數器與不同量測技術(包含：多成份單一粒子感應耦合電漿質譜儀、有機質譜儀等)串接，進行無機及有機成分分析技術的



開發與建立，提供完整粒子分析的量測技術，以協助電子級試劑品質分析，進而提升半導體業者製程的良率，協助臺灣產業發展。

### 【本年度目標】

1. 次微米電噴灑式液珠產生技術：  
霧化氣膠尺寸 < 500 nm
2. DMA-CPC 於奈米粒子尺寸量測技術：  
粒徑偵測極限：5 nm，相對量測不確定度 < 10 %

### 【執行成果】

為了避免奈米顆粒團聚，市售的粒徑標準品溶液中添加許多塑化劑。而不具揮發性的塑化劑及其他不純物(於此通稱為雜質)，於氣膠產生後會包覆於標準粒子表面，使得偵測之粒徑值往往較標稱值大，如圖 2-2-1 所示。該現象於粒徑愈小的顆粒，造成的尺寸誤差愈是嚴重。當產生的氣膠尺寸減小，氣膠中包含的雜質體積將能大幅減少，降低由雜質引起的不確定度；因此，以電噴灑式霧化器(electrospray aerosol generator, EAG)取代氣推式霧化器，搭配系統參數的優化，達到最低的背景訊號值，避免背景值對小尺寸粒徑偵測的干擾。另外，考量小尺寸氣膠中殘留的雜質對偵測粒徑值造成的影響，採用高溫爐管去除氣膠中的有機物。年度完成高溫爐管之效能測試以及冷卻系統之建置，及 EAG-高溫爐管-DMA-CPC 之系統評估。

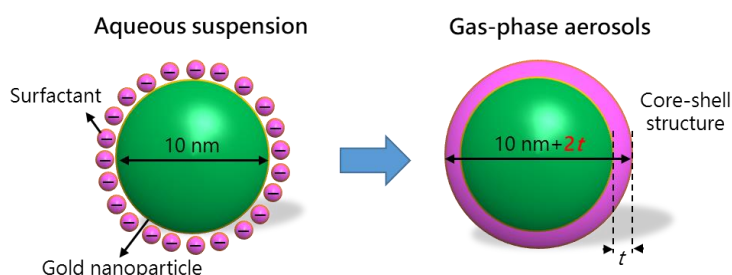


圖 2-2-1、氣膠中雜質於標準粒子表面形成一固態膜層

1. 完成次微米電噴灑式液珠產生技術，氣膠尺寸： $(123.3 \pm 2.9) \text{ nm}$  (< 500 nm)

建置 EAG-DMA-CPC 系統後，以調整氣流量、溶劑導電度及電壓等參數調控系統偵測的背景訊號值；於 DMA 空氣流速 20 L/min、氣膠流速 1.5 L/min、醋酸銨電解液濃度 20 mmol/L (導電度 2.5 mS/cm) 及 EAG 施加電壓 2 kV 的操作環境下，產生背景值的等效粒徑為  $(2.84 \pm 0.275) \text{ nm}$  (目標：< 10 nm) 及數量  $(2.48 \times 10^4 \pm 1.03 \times 10^3) \text{ cm}^{-3}$  (目標：<  $10^6 \text{ cm}^{-3}$ )，如圖 2-2-2 所示，可避免背景值對本年度技術目標造成的影響，如背景值覆蓋樣品量測值。

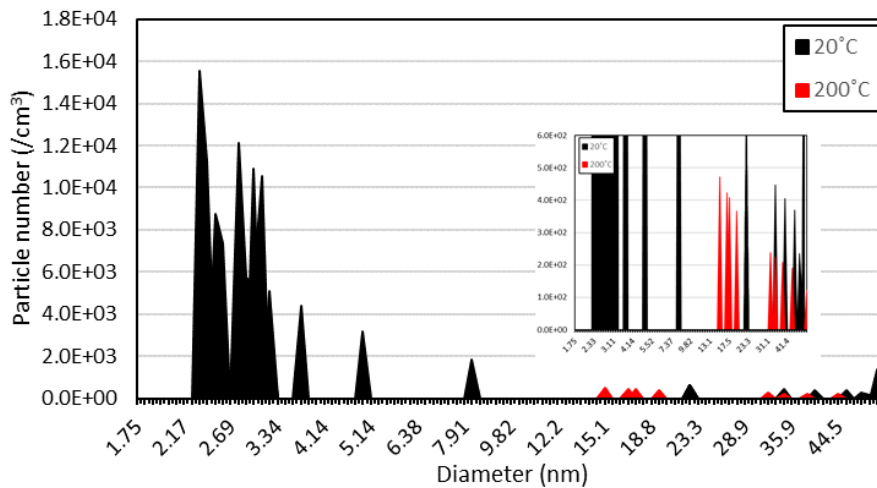


圖 2-2-2、EAG-DMA-CPC 系統背景之等效粒徑與粒子數量濃度分布圖

使用蔗糖法計算產生之液珠尺寸，如公式(2-2-1)： $D_d$  為液珠直徑、 $C_s$  為蔗糖溶液體積濃度、 $D_s$  為 DMA 測得之蔗糖粒子直徑；分別配置四種不同濃度的蔗糖溶液，並以公式(2-2-1)計算液珠尺寸。結果顯示在最佳化條件下，EGA 產生液珠的平均粒徑為(123.3 ± 2.9) nm。

$$D_d = (C_s)^{-1/3} D_s \quad (2-2-1)$$

表 2-2-1、不同濃度之蔗糖溶液於 DMA 量測之粒徑值及液珠尺寸計算結果

$C_s$ (v/v)	$D_s$ (nm)	$D_d$ (nm)
0.000630	13.1	123.1
0.000315	10.6	123.0
0.000189	8.82	119.5
0.000063	6.75	127.7

2. 完成 DMA-CPC 於奈米粒子尺寸量測技術：粒徑偵測極限 5 nm，相對量測不確定度 < 10 %

本項工作在利用微分電移動度分析儀(Differential mobility analyzer, DMA)搭配凝核粒子計數器(Condensation particle counter, CPC)進行小尺寸奈米粒子粒徑量測研究，在樣品選擇上，採用生物蛋白及市售 5 nm 金粒子標準品兩種材料進行研究。

生物粒子具備與分子量相關的尺寸、獨立且穩定懸浮於溶液中等特性，相較於市售金粒子標準品，生物蛋白並無溶液添加劑干擾問題，因此，在 DMA-CPC 粒徑偵測極限的驗證上，量測值應更為接近實際粒徑尺寸，因此選用分子量 8.6 kDa 的洗素蛋白(ubiquitin)進行評估。以 DMA-CPC 量測粒徑值結果為(3.67 ± 0.01) nm(圖 2-2-3)，此結

果與多篇文獻相符(如表 2-2-2)，且平均差異 < 5%，證實本量測系統可應用於 < 5 nm 的粒子量測。Ubiquitin 粒子以動態光散射法(dynamic light scattering)量測粒徑值為  $(3.58 \pm 0.15)$  nm，比對 DLS 與 DMA 量測結果之  $E_n$  值為 0.59，證實不同方法的量測重複性 ( $|E_n| < 1$ )。根據「奈米粒徑校正系統評估報告－微分電移動度分析法」中量測不確定度的評估方法，如公式(2-2-2)，計算 ubiquitin 的相對量測不確定度為 2.5%，符合目標 < 10%。

$$u^2(D) = \left(\frac{D_r}{\bar{D}_r}\right)^2 u^2(\bar{D}_t) + \left(\frac{\bar{D}_t \cdot D_r}{\bar{D}_r^2}\right)^2 u^2(\bar{D}_r) + \left(\frac{\bar{D}_t}{\bar{D}_r}\right)^2 u^2(e_r) \quad (2-2-2)$$

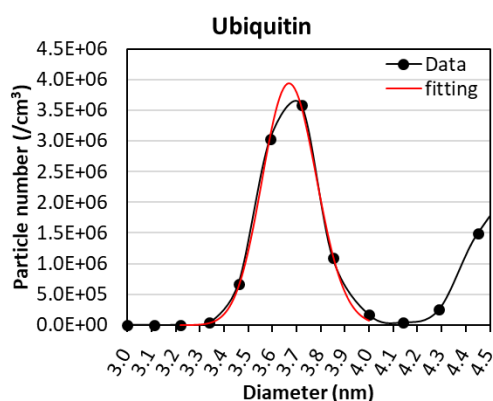


圖 2-2-3、洗素蛋白之粒徑分布(黑點)以及數據擬合(紅線)結果。

表 2-2-2、以 DMA-CPC 系統量測洗素蛋白粒徑值與文獻差異分析

參考文獻所得粒徑值 (nm) (a)	Std. dev. (nm)	DMA-CPC 粒徑量測值 (b)	差異 $\left(\left \frac{a-b}{b}\right \right)$
3.6 <sup>註 1</sup>	0.072	3.67	1.9 %
3.54 <sup>註 2</sup>	0.004	3.67	3.5 %
3.85 <sup>註 3</sup>	-	3.67	4.9 %

註 1：Charge-reduced nano electrospray ionization combined with differential mobility analysis of peptides, proteins, glycoproteins, noncovalent protein complexes and viruses. *J. Mass Spectrosc.*, (36) 1038-1052, 2001.

註 2：Fast and precise measurement in the sub-20 nm size range using a scanning mobility particle sizer. *Journal of Aerosol Science*, (87) 75-87, 2015.

註 3：Ion Mobility Measurements of Nondenatured 12–150 kDa Proteins and Protein Multimers by Tandem Differential Mobility Analysis–Mass Spectrometry (DMA-MS). *J. Am. Soc. Mass Spectrom.*, (22) 158Y172, 2011.

由於市售之粒徑標準品為了避免產生奈米顆粒團聚，在溶液中添加許多分散劑，而這類的分散劑會於氣膠產生後包覆於標準粒子表面，使得偵測之粒徑值往往較標稱值大，且該現象於粒徑愈小的顆粒，造成的尺寸誤差愈是顯著。為解決標準品中分散劑問題，採用 5 nm 金粒子標準品，使用兩種前處理方法以降低分散劑對粒徑量測所造成的影響，方法一為離心方式置換懸浮溶液以降低分散劑的濃度，如圖 2-2-4(a)。方法二為高溫燒結法，即採用高溫爐管燒除氣膠中的有機物以達到去除液珠中分散劑的目的，

如圖 2-2-4(b)。經實驗證實離心方式更能有效移除雜質使粒徑值更接近 5 nm，於 DMA-CPC 系統所量測之粒徑為(8.2 ± 0.3) nm，如圖 2-2-5，DMA-CPC 實驗結果與穿透式電子顯微鏡測得之粒徑值為(4.8 ± 0.7) nm 及原子力顯微鏡測得值為(5.6 ± 0.5) nm 有顯著差異，如圖 2-2-6 所示。判斷 DMA-CPC 測得較大粒徑的原因為金奈米粒子懸浮溶液中的分散劑所致，而造成不同量測技術的差異。為了扣除奈米粒子懸浮液中分散劑於 DMA 量測結果造成的影響，使用 NIST 之粒徑修正公式(2-2-2)重新計算粒徑值為 7.6 nm，但計算結果仍與目標值 5 nm 有些差距，將尋找其他方法以降低分散劑對 5 nm 金粒子粒徑量測結果的影響，以精進 5 nm 金粒子粒徑之量測技術。

$$D_{Au} = D_p \left( 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{D_r}{D_p} \right)^3 \right) = D_p - \frac{1}{3} \left( \frac{D_r^3}{D_p^2} \right) \quad (2-2-3)$$

$D_{Au}$  為金粒子粒徑值， $D_p$  為測得粒子粒徑值， $D_r$  為測得不純物粒徑值。

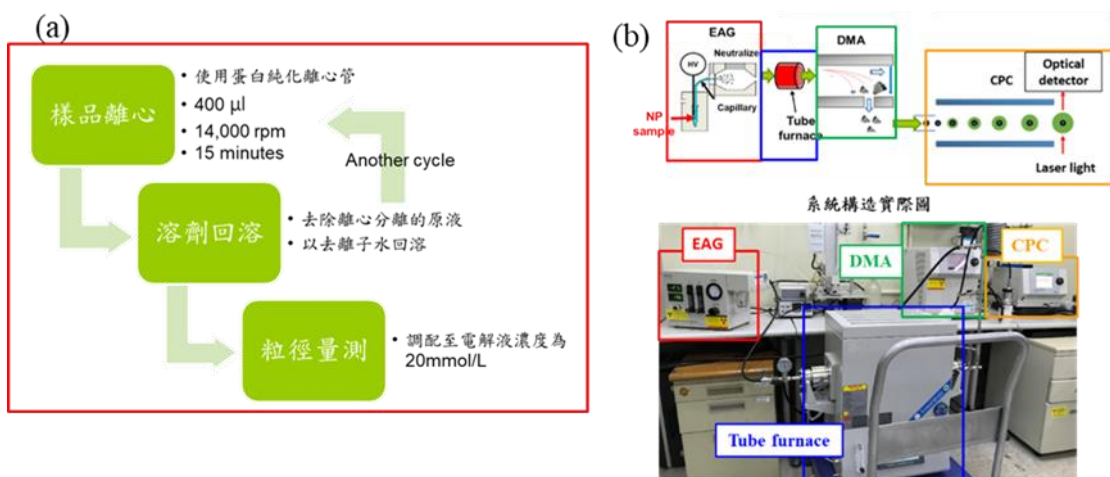
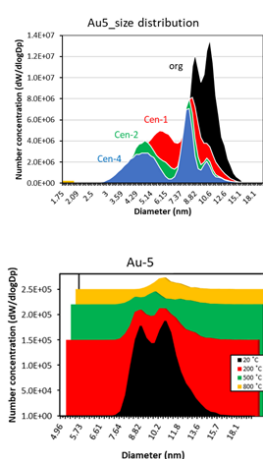


圖 2-2-4、粒子量測前處理法(a)離心法；(b)高溫燒結法



前處理參數		粒徑 (nm)
離心法	原液	10.6 ± 0.3
	x1	8.5 ± 0.3
	<b>x2</b>	<b>8.2 ± 0.3</b>
	x4	8.2 ± 0.3
燒結法	20	10.6 ± 0.1
	200	10.1 ± 0.3
	500	9.0 ± 0.3
	800	9.3 ± 0.2

圖 2-2-5、5 nm 金粒子經兩種前處理法後於 DMA-CPC 量測結果比較

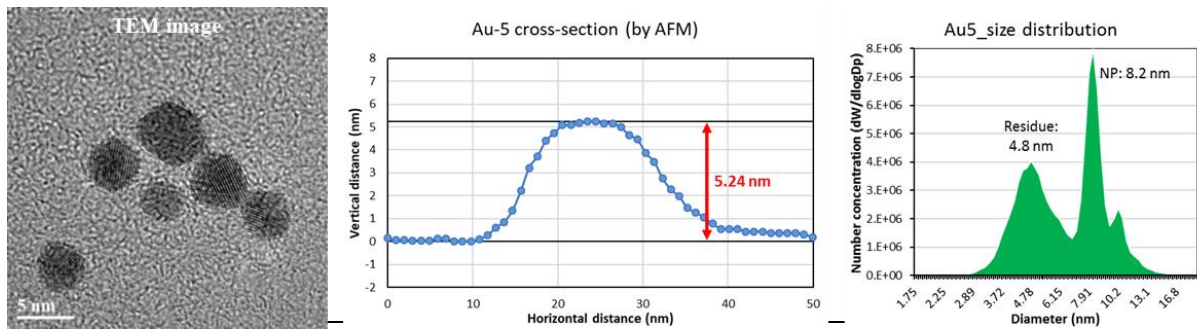


圖 2-2-6、以穿透式電子顯微技術(左)、原子力顯微技術(中)以及微分電移動分析技術(右)於 5 nm 金粒子之粒徑量測結果

### 【滾動修正未來規劃】

產業於電子級試劑之需求除不純物濃度的定量外，其成分更是廠商欲取得的資訊。為應產業需求，團隊將修改計畫執行時程，調整 110 年度及 111 年度之執行重點，於 110 年先期研究成份量測技術，提早開發電子級試劑不純物化學成分分析的研究。

### 【推廣應用/效益】

應用 DMA-CPC 系統於電子級試劑之不純物量測，本團隊推廣該技術至德○公司；以霧化器氣化異丙醇溶液、含水成分揮發後，偵測原試劑中殘留的不純物。利用添加不同濃度 NaI 於異丙醇中，偵測粒子數量對應添加物濃度的檢量線(calibration curve)得以建立。比對異丙醇樣品中偵測的總粒子數對照至檢量線，得以評估原試劑中不純物的有效濃度值。提供此量測分析服務，將能協助國內電子級試劑供應商檢測產品中之奈米粒子污染物，改善量產品質與良率。

### (三)、微影製程光學量測技術

#### 【全程技術建立時程】

109 年度目標	110 年度目標	111 年度目標	112 年度目標
技術指標或系統規格 •真空式光輻射量測技術： ✓ 解析度達 0.3 nm ✓ 光譜範圍：10 nm ~ 20 nm •EUV 光偵測器特性量測技術 ✓ 輻射功率：10 $\mu$ W	•EUV 光偵測器輻射功率響應量測技術： - 適用光源波長： (13.5 $\pm$ 0.5) nm - 動態範圍： (0.3 ~ 0.7) $\mu$ W - 光偵測器輻射功率響應重複性 $\leq$ 2 %	•EUV 光偵測器分光響應量測技術： - 適用光源波長：(10 ~ 15) nm - 動態範圍： (0.3 ~ 0.7) $\mu$ W - 量測不確定度： $\leq$ 12 %	•脈衝式光偵測器輻射功率響應量測技術： - 適用光源波長： (13.5 $\pm$ 0.5) nm - 脈衝頻率 $\geq$ 1 kHz - 動態範圍： (0.3 ~ 0.7) $\mu$ W

本計畫預定發展極紫外(EUV)光輻射相關之計量標準與技術，全程(109 至 113 年)將逐步完成真空式光輻射量測技術建置、近單波長 EUV 光偵測器輻射功率響應量測技術、分光響應量測技術、脈衝式 EUV 光源之分光響應量測技術與 EUV 波段曝光劑量量測技術。計畫完成後可提供國內半導體廠 EUV 微影光源特性量測標準，建立國內相關追溯鏈，達成協助廠商精準量測 EUV 微影機台光源劑量與穩定性之目標。

因 EUV 微影製程需於真空中進行，109 年度首先發展真空式光輻射量測技術，除開發高解析度之 EUV 光譜儀，並於同步輻射中心建置 EUV 光偵測器特性量測之相關真空系統設備。110 年發展 EUV 光偵測器輻射功率響應量測技術，基於 109 年採用同步輻射 EUV 光源建立之光偵測器特性量測設備，建立 EUV 光偵測器於(13.5  $\pm$  0.5) nm 近單波長之響應校正技術，包括校正流程之改良、光源監測方法之研發與研發量測不確定度評估方法。111 年發展 EUV 光偵測器分光響應量測技術，將校正波長擴充至涵蓋(10 ~ 15) nm，建立 EUV 光偵測器分光響應校正技術，完備系統量測不確定度評估。112 年發展 EUV 波段脈衝式輻射功率量測技術，針對 EUV 微影機台光源與同步輻射 EUV 光源特性不同(前者屬脈衝光，後者屬近連續光)，進一步研發脈衝式光偵測器輻射功率響應量測技術，以使 EUV 光偵測器響應更貼近業界使用之環境條件。113 年發展 EUV 動態(掃描式)輻射劑量量測技術，發展分光響應標準及輻射功率標準，轉化為符合業界常用之曝光劑量，完備 EUV 微影製程相關計量之標準建立。

#### 【本年度目標】

完成真空式光輻射量測技術：

- 真空式光譜儀之解析度達 0.3 nm，光譜範圍為 10 nm ~ 20 nm。
- 建置 EUV 光偵測器響應特性量測，光源功率達 10  $\mu$ W。

#### 【執行成果】

真空式光輻射量測技術建立，分為真空式分光及 EUV 光偵測器特性量測技術兩大工作，達成情形說明如下：

1. 完成真空式光譜量測系統建立(光譜範圍為 10 nm 至 20 nm)

透過錐形光柵繞射理論計算，在閃耀條件下選用適當之光柵來進行分光，以達成分光光譜範圍(10 ~ 20) nm，原理如下：

閃耀條件(blaze condition)：

$$\alpha + \beta = 2\delta \quad (2-3-1)$$

其中  $\delta$ ：光柵之閃耀角(blaze angle)； $\alpha$ ：入射光射之方位角； $\beta$ ：波長  $\lambda$  和階  $m$  的繞射光的方位角。

為避免來自相鄰凹槽的陰影效應(shadow effect)， $\alpha = \delta$  以達最大化效率，另為實現在錐形衍射中閃耀光柵的最佳性能， $\alpha = \beta = \delta$ ，因此閃耀條件下的光柵方程為：

$$2\sin\gamma\sin\delta = m\lambda\sigma \quad (2-3-2)$$

其中  $\gamma$ ：角度； $m$ ：繞射的階數； $\lambda$ ：波長； $\sigma$ ：光柵密度。

由閃耀條件下之光柵方程式，以旋轉坐標系展開，可計算出相關參數，另為方便實驗設計，經光柵散射後預估距離的投射點座標為(Dx, Dy)，分光反射率模擬結果如表 2-3-1。

表 2-3-1、EUV 分光反射率(反射後距光柵 1 m)模擬結果

Order (n)	Wavelength (nm)	Energy (eV)	$\gamma$ (°)	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	$\Psi_x$ (°)	$\Psi_y$ (°)	Grating density (ls/m)	Blaze angle (°)
						$R_x$ (rad)	$R_y$ (rad)		
						$D_x$ (cm)	$D_y$ (cm)		
77	13.4	92.7	3.2	16.8	16.6	0.9	3	2400	16.7
						1.8	6.1		
						3.2	10		
77	13.4	92.7	3.22	25.6	25.1	1.4	29	3600	25.09
						2.76	5.8		
						4.82	10		

經評估選用三種光柵鏡片(光柵條數 A: 1800 ls/mm; B: 2400 ls/mm; C: 3600 ls/mm)，並使用楔型結構搭配旋轉台，機構水平角度旋轉範圍為(5 ~ 45)度，搭配上上述三種光柵可涵蓋(10 ~ 20) nm 之波長，光柵及旋轉台等組件如圖 2-3-1。另經由 X 射線中心(Center for X-ray Optics, CXRO)數據庫資料，計算極紫外光範圍之光柵結構和基底材料的反射率，選定金(Au)之鍍膜材料，如圖 2-3-2。

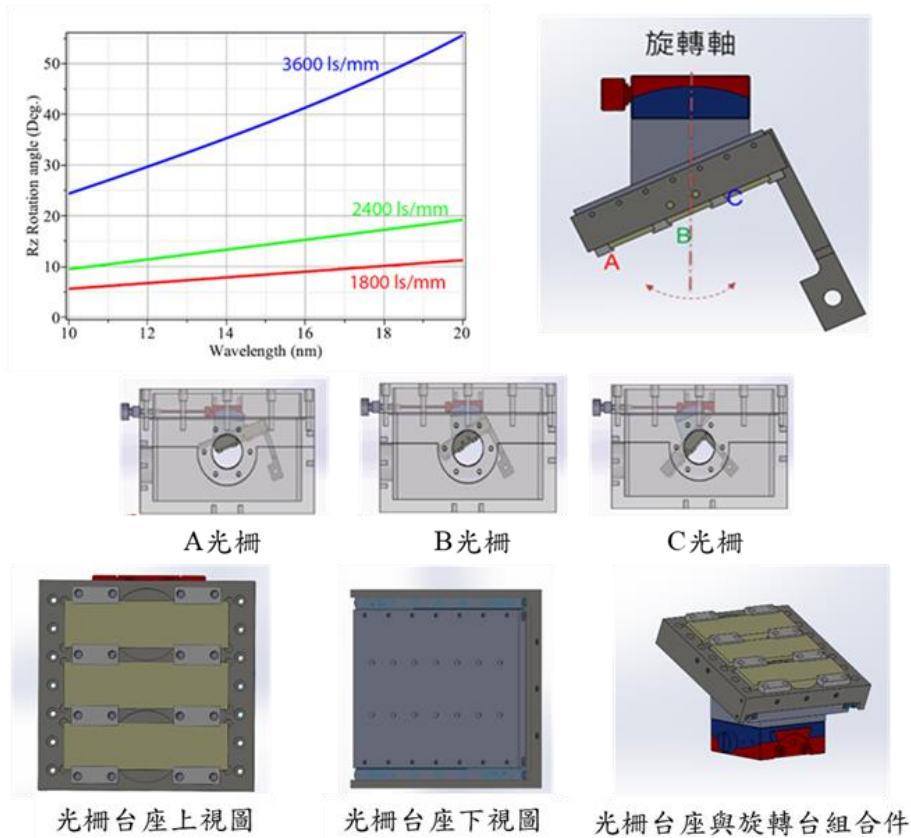


圖 2-3-1、光柵與旋轉台示意圖

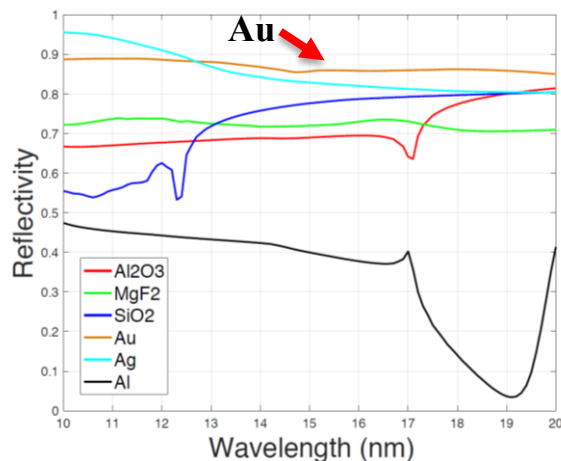


圖 2-3-2、光柵基底材料之反射率與波長的關係圖

真空式光譜量測系統之系統架構及實體圖如圖 2-3-3，其中極紫外光源(EUV laser)與國立清華大學陳明彰教授極紫外光源團隊合作，運用其所開發之光源，搭本計畫所設計之真空式光譜儀篩選出(10~20) nm 光源之後，再配合架設偵測器真空腔和 CCD camera，偵測光源位置以及於偵測器真空腔，進行偵測器量測與校正。真空式光譜儀機構(圖 2-3-4)，殼厚設計考量實務上之操作，增加 EUV 光窗與觀察視窗。真空式光譜儀組裝實體圖如圖 2-3-5，經抽真空後 3 小時後，真空度測試可達到  $1.74 \times 10^{-6}$  (如表 2-3-2)，符合計



畫原定之設計規格。

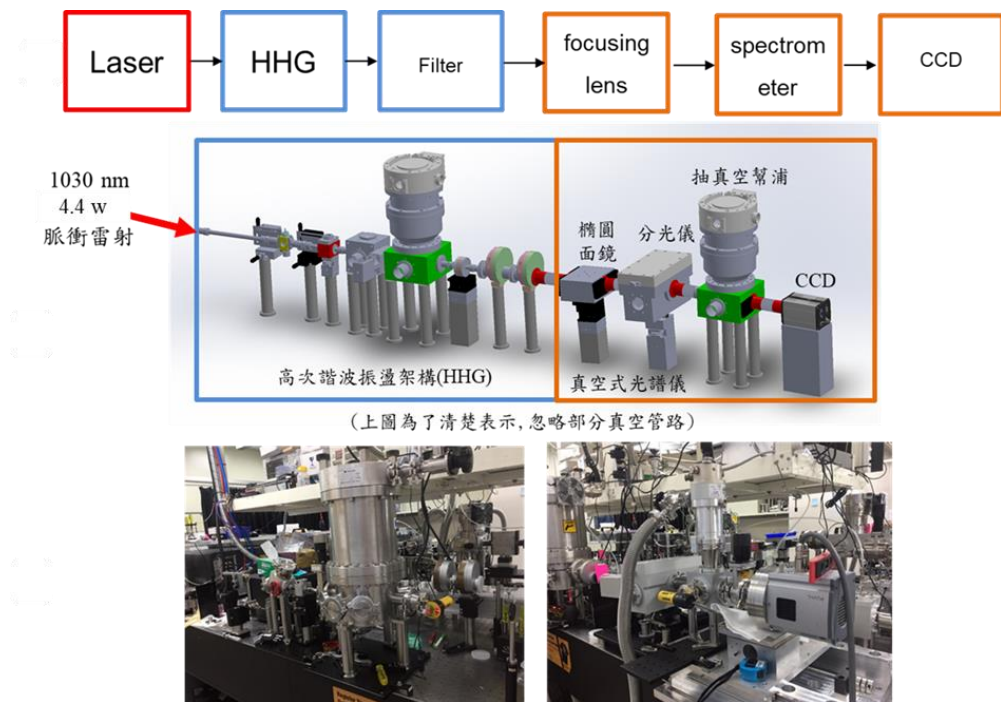


圖 2-3-3、真空式光譜量測系統架構與實體圖

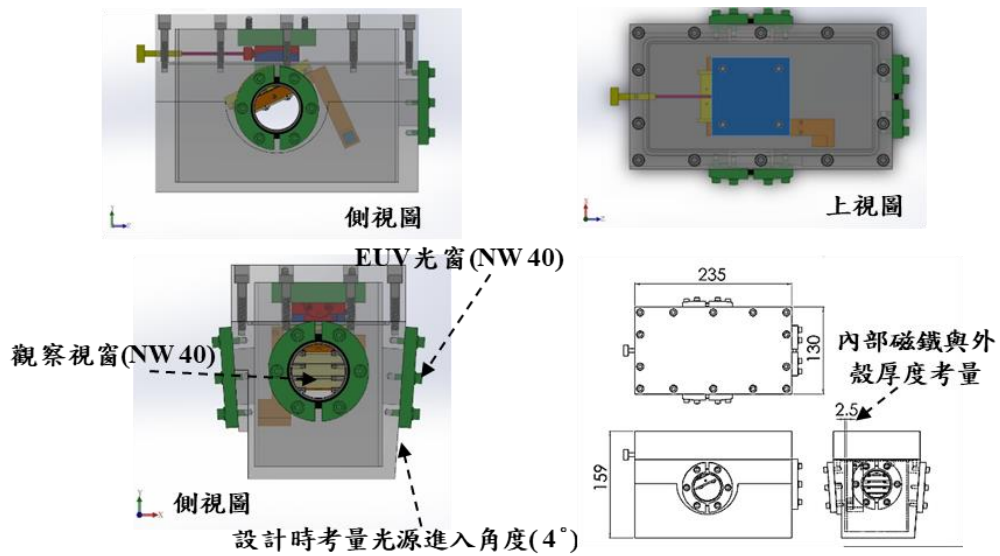


圖 2-3-4、真空式光譜儀機構設計圖

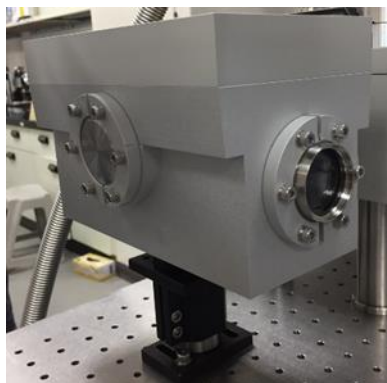


圖 2-3-5、真空式光譜儀實體圖

表 2-3-2、抽真空時間與氣壓關係表

時間(小時)	氣壓(torr)
0.5	$3.05 \times 10^{-1}$
1	$6.08 \times 10^{-6}$
3	$1.74 \times 10^{-6}$

真空式光譜量測系統以錐形衍射光柵進行設計，採用三組光柵進行分光，光柵密度分別為 1800 (ls/mm)、2400 (ls/mm)及 3600 (ls/mm)，通過錐形衍射模式的計算，高密度光柵可以達到 3600 的最高分辨能力。高分辨能力可使未來進行光偵測器之分光響應量測時，得到光譜更為高解析之量測。由上述三組光柵衍射之圖譜和光譜線，在通過 Zr 濾光片進行波長校正後，分析其光譜線的波長。如圖 2-3-6，以光柵密度 1800 (ls/mm) 為例，實際量測出繞射光訊號可達 10 nm 至 20 nm。光譜解析度(Spectral Resolution)即光譜帶寬(Spectral Bandwidth)，一般會以光譜儀量測一道譜線，在譜線一半高度時的光譜寬度(即半高寬，單位為 nm)，系統解析出來之光譜帶寬為 0.2 nm 至 0.3 nm (如圖 2-3-7)，達成計畫目標。

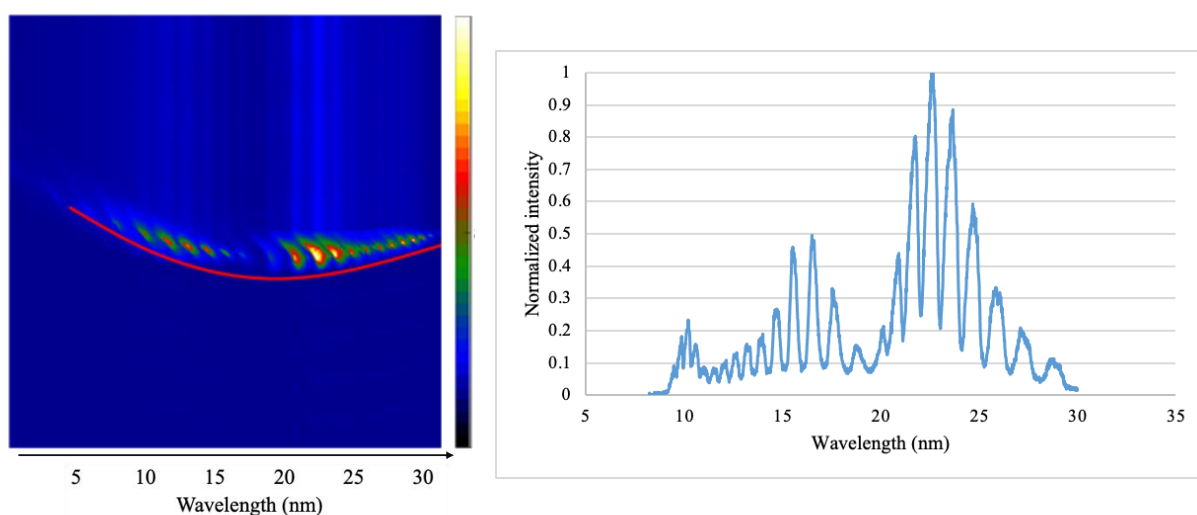


圖 2-3-6、真空式光譜量測系統之光柵繞射光訊號量測結果( 10 nm 至 20 nm)

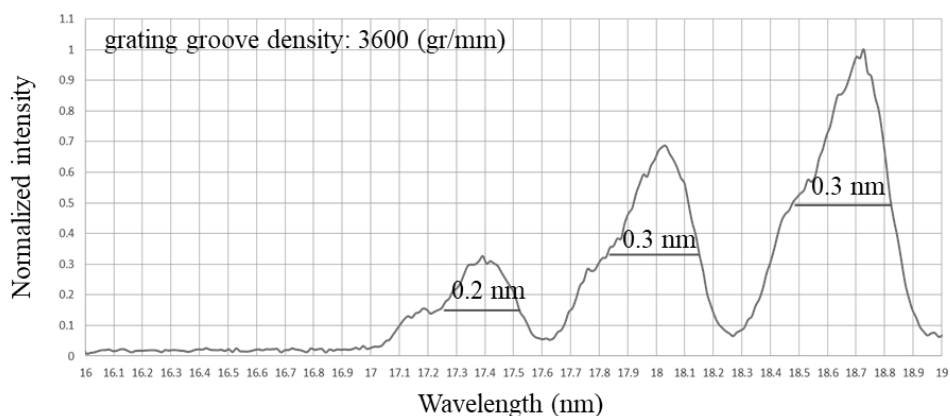


圖 2-3-7、光譜解析度達 0.2 nm 至 0.3 nm

另為確保所發展之真空式光譜儀達到高效率輸出，以使 EUV 光偵測器校正時達到較佳之訊雜比要求，透過 EUV 光偵測器進行系統評估，並以 CCD 進行量測系統之對位與優化。在光柵密度為 1800 ls/mm 時，真空式光譜儀最大之效率為 30%，對比於傳統安裝方式的效率只有 8.8%，較傳統方式高出約 3.4 倍。當 HHG 的轉換效率估計為  $10^{-6}$ ，透過光譜儀分光後輸出，可輸出約 0.8  $\mu\text{W}$ (單一諧波輸出)的 EUV 輻射功率。

## 2. 建置 EUV 光偵測器響應特性量測，光源功率達 10 $\mu\text{W}$ 。

本項目之工作分為兩大部分：系統設備之建置與相關量測技術之開發，以下就執行之工作項目進行說明。

### (1).採用同步輻射光源，完成 EUV 光偵測器響應標準傳遞系統建置

此工作項目主要是為了搭配同步輻射光源，建置 EUV 光偵測器分光響應校正所需之硬體系統設備(系統架構如圖 2-3-8)。

#### i.完成真空腔、真空電動移動平台之建置與樣品座之設計製作

EUV 光偵測器分光響應校正主要依循比對法原理，以透過分光儀分光之單波長光束，分別打在標準光偵測器與待校光偵測器，取得兩者光電流比值再乘以已知之響應標準值而達成校正之目的。系統之光源為同步輻射光，因 EUV 波段之光輻射僅能存在真空中，因此需要真空光譜儀來分出單色光，而整個校正過程也必須在真空中完成，故標準件與待校件需置於真空腔(如圖 2-3-9(a)(b))中。所建置之真空腔中，包含一組真空電動移動平台(如圖 2-3-9(c))，用以移動標準件與待校件，置光束照射位置。標準光偵測器與待校光偵測器則由自行設計之樣品座(如圖 2-3-9(d))接線固定，置於真空電動移動平台上。

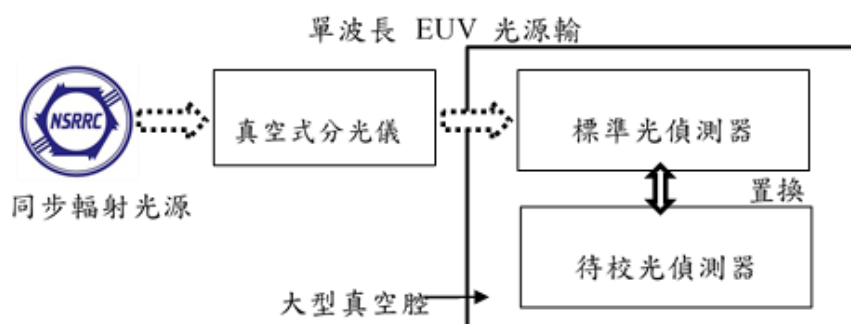


圖 2-3-8、EUV 光偵測器分光響應校正架構示意圖(搭配同步輻射光源)

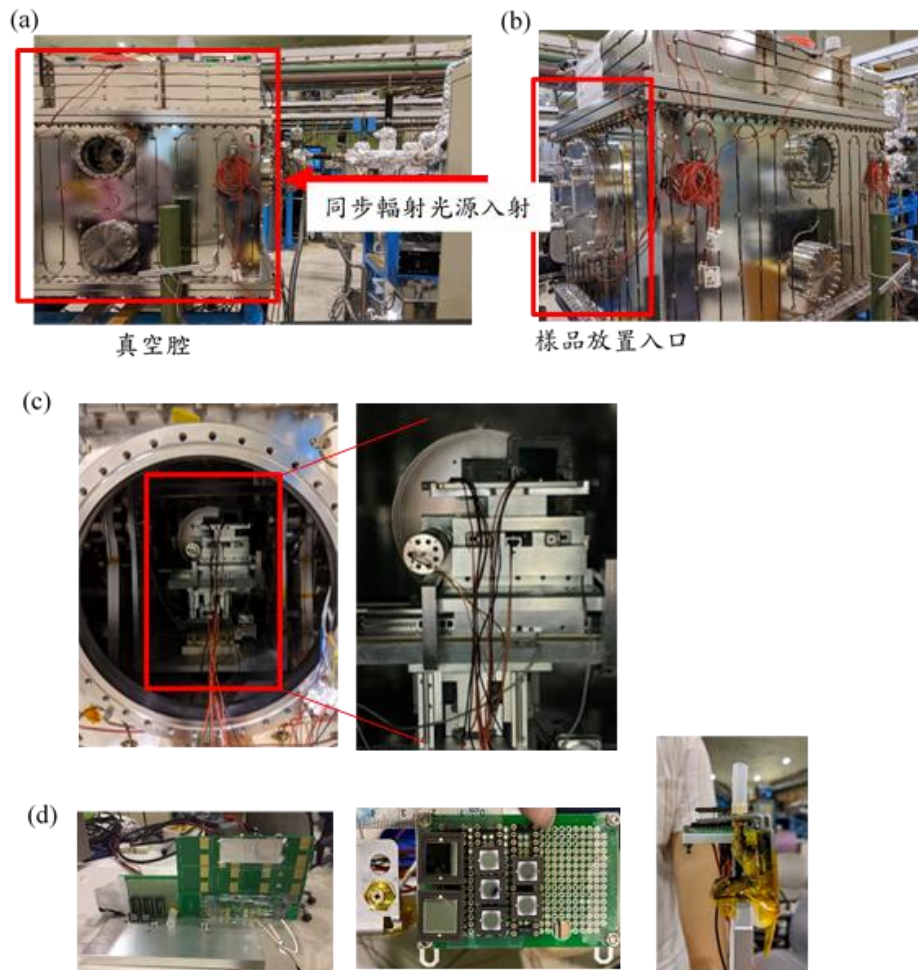


圖 2-3-9、EUV 光偵測器分光響應校正系統(a-b)真空腔體；(c)真空電動移動平台；(d)樣品座

- ii. 完成相關量測功能之建置與測試，包括光源穩定性監測、光源曝光面積量測、光偵測器空間響應分布量測

光源穩定性影響替代校正法之準確性，利用單一光偵測器對光源進行長時間監測，可用以評估未來連續實驗之限制條件，將實驗控制於光源相對穩定之期間內完成。現階段光源穩定性監測時間可達 15 小時。如圖 2-3-10(a)為光源穩定性監測之結果。依據光偵測器輻射通量響應之定義，其量測之基本幾何條件需符合光束照射面積小於光偵測器感光面積。因此在正式校正前，需於校正位置量測光束照射面積大小，以確保光偵測器所在位置之光束照射面積小於光偵測器感光面積。如圖 2-3-10(b)為利用一小面積(直徑 1 mm)之光偵測器，對光束照射面積進行空間掃描之結果，藉此達成光束面積量測之目的。依目前設備之規格，可量測之光束截面直徑最大可達 10 mm，因此以同步輻射中心 08B 光束線之架設，需求量測光束直徑應不超過 5 mm。光偵測器感光區域之空間響應分布與校正時之對位條件(照光位置)與受光面大小皆有關係，並貢獻至響應校正之不確定度。本計畫建置之系統設備，可量測感光區域直徑(1~10) mm 之光偵測器空間響應分布，滿足商用 EUV 光偵測器之校正需求。圖 2-3-10(c)為光偵測器之空間響應截面量測結果。

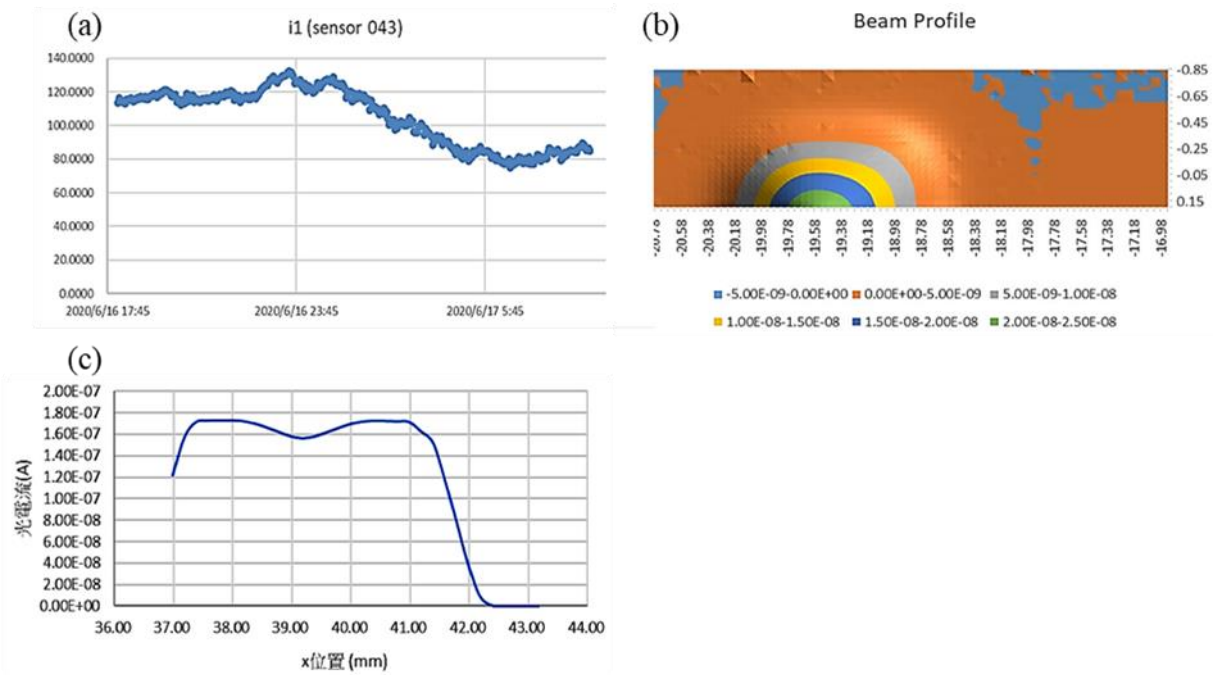


圖 2-3-10、與 EUV 光偵測器分光響應相關之系統量測功能測試結果

(2).採用同步輻射光源，完成 EUV 光偵測器標準傳遞技術研究

依據替代法原理， EUV 分光響應校正之追溯圖(如圖 2-3-11)。光偵測器分光響應標準是追溯至德國 PTB，波長範圍為(10~20) nm，現階段因受限於同步輻射中心 08B 之波長規格，以(10~15) nm 作為技術養成與可行性研究之波長範圍。

以追溯至德 PTB 之光偵測器(型號 AXUV20HS1; 序號 0022)為標準件，以同型號之光偵測器為待校件(序號 0009)，於 13.5 nm 波長測試響應標準傳遞，樣品架設如圖 2-3-12、響應標準傳遞結果如表 2-3-4，其中，標準件響應來自 PTB 校正報告，待校件響應為依據傳統替代法原理之計算結果(即：待校件響應=待校件光電流/標準件光電流×標準件響應)。

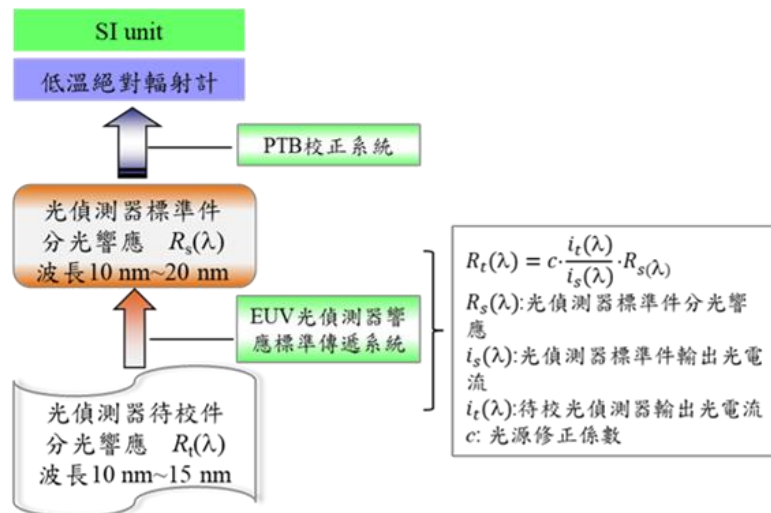


圖 2-3-11、EUV 光偵測器響應校正之追溯圖。



圖 2-3-12、EUV 光偵測器響應標準傳遞測試用之標準件(左)與待校件(右)。

表 2-3-3、EUV 光偵測器響應標準傳遞測試結果

待校件光電流 (nA)	標準件光電流 (nA)	標準件響應 (A/W)	待校件響應 (A/W)
247	244	0.2122	0.2147

已知響應之光偵測器，在波長範圍(13 ± 0.5) nm 條件下，量測輸出光電流值。以所量得之光電流值除以光偵測器響應，即可求得光源之輻射功率。某次實驗之光電流輸出值為  $i_1=3.18 \mu\text{A}$ ，光偵測器響應  $R_1=0.2122 \text{ A/W}$ ，計算得光源之輻射功率為  $P=i_1/R_1=15 \mu\text{W}$ ，符合計畫規劃之校正條件。圖 2-3-13 為光源在此波長範圍內之相對光功率量測結果。

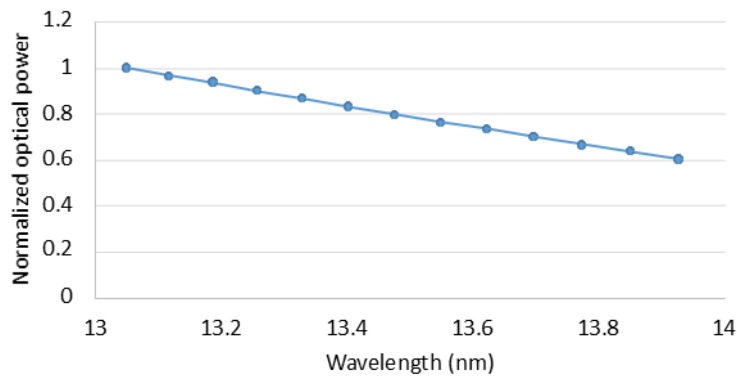


圖 2-3-13、同步輻射光源在波長範圍(13 ± 0.5) nm 內之相對光譜量測結果

### 【滾動修正未來規劃】

EUV 光輻射標準計量(EUV metrology)技術涵蓋項目多，包括曝光光源特性、微影機台光學元件之反射特性、EUV 光罩成像效果及光阻曝光效果等，都是計量標準可導入優化之項目。原計畫方向為量測 EUV 光源特性與 EUV 光罩成像效果，規劃發展 EUV 光偵測器響應校正技術與 EUV 半導體光罩缺陷檢測技術，為因應業界實際應用之曝光光源特性與傳統 EUV 標準光源(同步輻射光源)特性之差異，並配合製程實務上慣用之計量參數，本

計畫已調整規劃，優先發展脈衝式光偵測器響應校正技術、與 EUV 曝光劑量量測技術，以期調整後之規劃更能貼近業界實際應用需求。

### **【推廣應用/效益】**

目前與台積電(TSMC)進行 EUV meter 初步實驗，客戶端提出需求與實測需求規格(EUV 劑量量測、儀器厚度、重複性要求及感測模組之光均勻度響應等)，本團隊提供 EUV 微影機台之評估，並由 TSMC 評估導入製程檢測。並同步與國內半導體設備公司洽談合作事宜。另於同步輻射與清大光電分別建置 EUV sensor 與 EUV meter 所需之量測系統，藉由學研既有能量先期投入加速技術之建立。

### **【分項結論】**

- 發展與建立先進半導體製程檢測所需之「先進製程關鍵尺寸量測技術」、「超微量金屬粒子分析暨標準技術」、「微影製程光學量測技術」，將能滿足未來半導體在 GAA 先進製程所需之關鍵尺寸、電子及試劑奈米粒子污染物與 EUV 光源特性等計量追溯需求，協助廠商提升製程良率。
- 推廣與分享先進半導體檢測技術和資訊，完成舉辦推廣說明會 2 場。

### 三、法定計量技術發展分項

#### (一)、新版氣量計型式認證技術規範草案研究

天然氣為重要的民生與工業物資，我國約兩成的天然氣係透過相關事業單位提供給終端 350 萬家庭用戶，由於牽涉民生與公平交易議題，故屬於法定計量範疇。經濟部標準檢驗局(標準局)於 2003 年參考 OIML R31 (1995 (E))制定 CNPA31 膜式氣量計型式認證技術規範，要求流量上限 16 m<sup>3</sup>/h 以下之天然氣計量用之膜式氣量計需經過型式認可後，方可進行檢定並作為交易器具，並據以規範氣量計型式認證與檢定檢查業務，相關業務係由標準局及其認可單位負責執行，以確保公用天然氣交易的公平計價。

隨著流量量測技術的發展，各種不同類型氣量計應用於天然氣計量已成為趨勢，因此國際法定計量組織(TC8 & SC7:流量&氣體流量技術委員會)於 2006 年公布 OIML R137-1，將基於任何量測技術或工作原理的氣量計皆納入規範範圍，於 2008 年正式核准，取代 OIML R31(1995 ( E ))。並於 2012 年公布並正式核准 OIML R137-1&2 (2012 (E))，取代 2006 年公布之 R137-1。

此外，為了提高公共安全，能源局將於 2021 年開始強制要求瓦斯公司必須為全台 350 萬用戶換裝微電腦膜式氣量計。由於該氣量計包含電子式功能設計，CNPA31 規範計量性能認證測試中，並未將電磁干擾 (EMI) 和電磁相容性 (EMC)納入測試條件，僅依據 CNS 14741 對遮斷閥之安全遮斷功能進行測試，無法確保後續計量性能。

基於上述緣由，NML 過往已於 104 年針對 OIML R137-1&2:2012(E)與目前型式認證使用規範(CNPA31)所參考之 OIML R31(1995 (E))進行差異研究。因此，本研究承襲過去成果並參考 OIML R137-1&2 (2012 (E))，進行新版膜式氣量計型式認證技術規範修訂研究，完成新版型式認證技術規範草案，以呼應國際法規與政策實務需求。

#### 【本年度目標】

- 研擬新版氣量計型式認證技術規範草案
- 盤點現有型式認證測試設備能量與能力
- 規劃盤點缺口後續解決方案

#### 【執行成果】

##### 1. 研擬新版氣量計型式認證技術規範草案

配合標準局修訂規範需求，定期召開膜式氣量計型式認證技術規範修訂專家座談會，自 108 年 8 月起至今，一共召開 11 場次。其中 109 年 1 月 17 日及 3 月 6 日兩場座談會議的與會專家包括：標準局(第四組、第七組及新竹分局)、國立成功大學航太科技中心(Aerospace Science and Technology Research Center)流量實驗室(Flow Measurement Laboratory, FML)、台灣商品檢驗驗證中心(Taiwan Testing and Certification Center, ETC)及國家度量衡標準實驗室(NML)。



本次修訂係依據國際法定計量組織(OIML)建議文件 OIML R137-1 & -2 進行討論，經專家會議結果並與標準局討論後，規範使用對象為膜式氣量計。新版氣量計型式認證技術規範(CNPA 137)草案則維持 CNPA 31 架構，將 R137 之要求對應填入或新增，並且以對照表形式呈現。

完成之新版膜式氣量計型式認證技術規範草案-CNPA 137 之條文內容包括：1.適用範圍、2.用詞定義、3.計量要求、4.技術要求、5.刻記、6.操作指示、7.封印、8.計量管制及 9.型式認證等章節，並將相關要求融合於附錄 A-膜式氣量計型式認證之測試程序草案，作為後續指定實驗室實施測試參考。



圖 3-1-1、CNPA137 膜式氣量計型式認證技術規範修訂專家座談會

## 2. 盤點現有型式認證測試設備能量與能力

完成台灣商品檢驗驗證中心(ETC)於抗擾度測試所需之型式認證測試設備能量與能力盤點，盤點結果彙整如下表 3-1-1。

表 3-1-1、ETC 現有含電子組件之膜式氣量計抗擾度測試要求與能力

CNPA 137 草案 附錄 B	測試 類型	設備	備註
B.4.1.1 乾燥高溫（無冷凝）	影響性	具備	
B.4.1.2 低溫		具備	
B.4.2.1 潮濕高溫，穩態（無冷凝）	影響性	具備	
B.4.2.2 潮濕高溫，循環（冷凝）	干擾性	具備	
B.5.1 振動（隨機）	干擾性	具備	
B.5.2 機械衝擊	干擾性	具備	
B.6.1.1 輻射線，射頻、電磁場	干擾性	具備	
B.6.1.2 傳導(耐受性)射頻場	影響性	具備	
B.6.2 靜電放電	干擾性	具備	
B.6.3 訊號、資料以及控制線上的叢訊	干擾性	具備	
B.6.4 訊號、資料以及控制線上的突波		具備	
B.7.1 直流電源電壓變化	影響性	具備	
B.7.2 交流電源電壓變化	影響性	具備	
B.7.3 交流電源電壓驟降以及中斷	干擾性	具備	

CNPA 137 草案 附錄 B	測試類型	設備	備註
B.7.4 直流電源電壓驟降、短暫中斷以及電壓變化	干擾性	具備	
B.7.5 交流電源與直流電源上的叢訊（暫態）	干擾性	具備	
B.7.6 交流與直流電源之突波	干擾性	具備	
B.7.7 直流電源上的漣波電壓		具備	
B.8.1 內部電池低電壓（未連接至電源）	影響性	具備	本項測試無參考標準

另外依據成大流量實驗室(FML)所提供之測試設備(圖 3-1-2)及音速噴嘴校正資料(表 3-1-2)，與新版型式認證規範 CNPA 137 草案要求測試流率(表 3-1-3)比較後，FML 無法執行 CNPA 137 型式認證要求之測試流率，共計有 7 個(如表 3-1-3 底色標示處)。

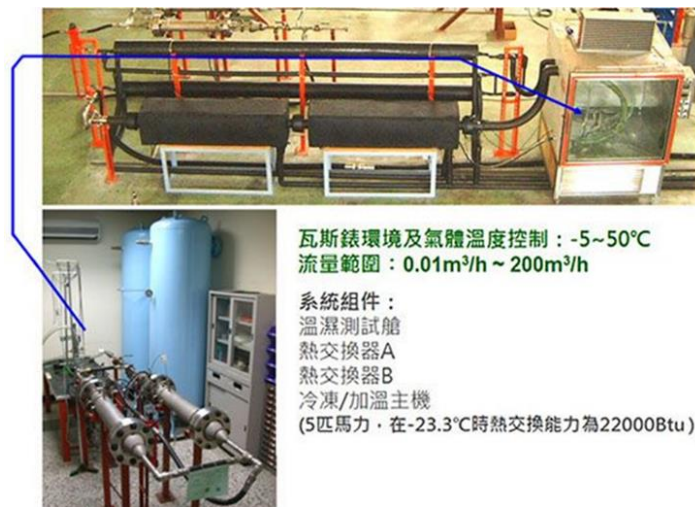


圖 3-1-2、成大 FML 膜式氣量計型式認證測試設備

表 3-1-2、FML 音速噴嘴校正壓力範圍及對應流率

	unit: m <sup>3</sup> /h	7.75	2.51	7.76	2.52	7.45	2.54	7.35	2.53	6.32	2.45	6.28	2.39	6.64	2.13
		bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar
SN1	0.1 mm	0.043	0.014												
SN2	0.2032 mm			0.179	0.058										
SN3	0.42 mm					0.73	0.25								
SN4	0.5588 mm							1.28	0.44						
SN5	1.1176 mm									4.40	1.71				
SN6	2.2352 mm											17.49	6.66		
SN7	3.0 mm													33.32	10.69

表 3-1-3、CNPA 137 型式認證要求測試流率(無法執行缺口為底色標示處)

	Qmax	0.464	0.215	0.1	0.0464	0.0215	0.01	Qmin
		Qmax	Qmax	Qmax	Qmax	Qmax	Qmax	
2.5 m <sup>3</sup> /h	2.5	1.16	0.538	0.25	0.116	0.054	0.025	0.016
4 m <sup>3</sup> /h	4	1.856	0.86	0.4	0.186	0.086	0.04	0.025
6 m <sup>3</sup> /h	6	2.784	1.29	0.6	0.278	0.129	0.06	0.04
10 m <sup>3</sup> /h	10	4.64	2.15	1	0.464	0.215	0.1	0.06
16 m <sup>3</sup> /h	16	7.424	3.44	1.6	0.742	0.344	0.16	0.1
25 m <sup>3</sup> /h	25	11.6	5.375	2.5	1.16	0.538	0.25	0.16

### 3. 規劃盤點缺口後續解決方案

#### 3.1 流量器差測試

依表 3-1-4 將 SN2 校正壓力降至 2.35 bar，SN6 校正壓力降至 2.15 bar，SN5 校正壓力提升至 6.70 bar。另考慮將 SN1，SN2，SN3，SN4 並聯，其組合如表 3-1-5，即可解決其於 4 個流率無法執行測試情形。

表 3-1-4、調整後 FML 音速噴嘴校正壓力範圍及對應流率

	unit: m <sup>3</sup> /h	7.75	2.51	7.76	2.35	7.45	2.54	7.35	2.53	6.7	2.45	6.28	2.15	6.64	2.13
		bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar
SN1	0.1 mm	0.043	0.014												
SN2	0.2032 mm			0.179	0.054										
SN3	0.42 mm					0.73	0.25								
SN4	0.5588 mm							1.28	0.44						
SN5	1.1176 mm									4.67	1.71				
SN6	2.2352 mm											17.49	6.00		
SN7	3.0 mm													33.32	10.69

表 3-1-5、CNPA 137 型式認證要求測試流率(斜體部分為目前無法執行缺口)

	Qmax	0.464 Qmax	0.215 Qmax	0.1 Qmax	0.0464 Qmax	0.0215 Qmax	0.01 Qmax	Qmin
2.5 m <sup>3</sup> /h	2.5	1.16	0.538	0.25	0.116	0.054	0.025	0.016
4 m <sup>3</sup> /h	4	1.856	0.86	0.4	0.186	0.086	0.04	0.025
6 m <sup>3</sup> /h	6	2.784	1.29	0.6	0.278	0.129	0.06	0.04
10 m <sup>3</sup> /h	10	4.64	2.15	1	0.464	0.215	0.1	0.06
16 m <sup>3</sup> /h	16	7.424	3.44	1.6	0.742	0.344	0.16	0.1
25 m <sup>3</sup> /h	25	11.6	5.375	2.5	1.16	0.538	0.25	0.16
解決方案	SN6 ↓ 2.15 bar	SN5 ↑ 6.70 bar				SN2 ↓ 2.35 bar		
			SN3+SN4	SN3+SN4	SN1+SN2	SN2+SN3		

#### 3.2 氣量計抗擾度測試

台灣商品檢驗驗證中心(ETC)具有型式認證測試進行抗擾度測試所需之電子設備能量與能力，但缺乏同時搭配之流量測試設備，僅能將部分可移動設備搬至流量設備場域搭配測試，無法全面解決問題。目前標準局第七組已研提基磐計畫及前瞻計畫，規劃建置氣量計型式認證所需之流量及抗擾度測試所需設備，預計於 114 年完成後，將具備所有能量與能力，可承擔全部測試工作。

### (二)、電度表型式認證法規需求先期研究

電度表為家用三表之一，從早期台電安裝於用戶端進行用電收費量測的傳統機械式電表，到新型電子式電表除了基本的用電收費更可進階用於能源管理相關應用。傳統機械式及新型智慧型電表係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。然而，因國情因素，我國用戶端收費量測用電表皆為台電專屬表，因此造成我國常年無制定電度表型式認證。此情況也造就我國成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，台電預計 108 年在全省 6 都部分地區，完成 40 萬戶一般家戶智慧電表裝設，衝刺 113 年 300 萬戶裝設目標。目前正擬定下一階段智慧電表擴大建置計畫，預計到 119 年時達 600 萬戶裝設，讓全國 6 成用戶擺脫傳統機械電表。為了劃一全國度量衡標準，並確保正確實施，以保證計量的一致和準確性，維持社會公平交易秩序。

目前電度表檢定檢查技術規範 CNMV 46 主要是針對已符合 CNS 14607 國家標準的電度表，進行量測性能(公差)測試，因此，本計畫針對符合 CNS 14607 國家標準的電子式電度表，並參考 OIML R46 建議規範，評估設計一適合我國用電環境之電子式電度表型式認證技術規範之可行性。另因目前用戶用電收費電度表皆為台電專屬表，且台電針對電度表採購已有相關技術規範要求。電度表廠商需先通過台電制定的型式認證技術規範，才能參與台電電度表標案的投標，然而台電制定的型式認證技術規範並非適用於國內全部電度表的應用要求。如何兼顧台電既有電度表型式認證，並比較制定全國電度表型式認證的優缺點，探討可能遇到的困難，及未來國內檢測單位如要執行電子式電度表型式認證時，需要的相關軟硬體設備及建置成本等，為本計畫先期評估之重點項目。

### 【本年度目標】

- 完成國家標準CNS 14607與國際建議規範OIML R46的比較與研析
- 完成國內電子式電度表檢測單位之能力評估
- 完成兼顧國家層級(標準局)與台電內部採購需求之型式認證作業流程及電子式電度表納入型式認證的可行性評估

### 【執行成果】

#### 1. 完成國家標準 CNS 14607 與國際建議規範 OIML R46 的比較與研析

##### 1.1 CNS 14607 電子式電度表

中華民國國家標準 CNS 14607 於 2017 年完成新版修訂，此標準內容適用於電子式電度表(瓦時計/乏時計)。CNS 14607 主要規定了電子式電度表的性能試驗、裝用規則、試驗種類及項目。性能試驗包含：準確度性能、電性能、電磁相容性、機械性能及耐候性能。

##### 1.2 OIML R 46 有效電能表

國際法定計量組織(OIML)於 2012 年發行國際建議規範 R46 有效電能表(International Recommendation OIML R46: Active electrical energy meters)，旨在確定有效電能表的計量特性，並規定檢查符合性所需的方法和設備，OIML 成員國應盡可能履行此等建議。OIML R46 實際分成 R46-1/-2:2012 與 R46-3:2013 兩份國際建議規範，R46-1/2:2012 主要內容包含：計量要求、技術要求、管理要求、檢定方法、檢

定用設備、與誤差處理等，適用於有效電能表之型式認證、檢定、重新檢定、以及現有認證裝置的修改等各項程序。R46-3:2013 主要內容為試驗報告格式。計量要求與技術要求主要包含：準確度要求(Accuracy Requirements)、計量性能的保護(Protection of Metrological Properties)及耐久性(Durability)。

### 1.3 CNS 14607 與 OIML R46 的標準差異

CNS 14607 與 OIML R46 在準確度性能試驗的規範上有很大的差異(請參考表 3-2-1)。準確度性能試驗主要包含：(1) 在無任何外部因素的影響下，電度表的自身準確度性能；(2) 在工作範圍內影響量之影響下，電度表準確度的偏差。OIML R46 規範了 21 項，比 CNS 14607 規範的 13 項來的嚴格。另外，OIML R46 針對計量性能的保護試驗，明訂一套完整的試驗要求。事實上 CNS 14607 也規範了計量的保護，但只有要求電度表外殼應備有封印裝置，不讓內部計量組件被碰觸。相較下，OIML R46 規範了一套計量保護的試驗要求，強化了計量性能的保護與數據傳輸的資安。

表 3-2-1、CNS 14607 與 OIML R46 的型式試驗項目差異比較

	準確度 性能試驗	電性能 試驗	電磁相容 性試驗	機械性 能試驗	耐候性 能試驗	時間電價 電表試驗	計量性能 保護試驗	耐久性 試驗
CNS 14607	13 項	6 項	7 項	5 項	4 項	4 項	無定義	無定義
OIML R46	21 項	5 項	6 項	4 項	5 項	2 項	1 項	1 項

## 2. 完成國內電子式電度表檢測單位之能力評估

針對國內具有執行電子式電度表型式試驗之兩個單位進行訪談與能力調查，國內試驗能量整理如表 3-2-2 所示。CNS 14607 規範共 47 項型式試驗，台電綜研所電表組設有 TAF 認證的「電度表與變比器實驗室」，此實驗室可依據 CNS 14607 執行 46 項型式試驗，而台灣大電力電表試驗處為經濟部標準檢驗局所委託的電度表檢定代施單位，可依據 CNS 14607 執行 5 項型式試驗。此外，台電研究所電表組所提供的 46 項型式試驗，其中部分是委外執行。此 46 項型式試驗的試驗場地如表 3-2-3 所示。未來在執行型式認證作業上，除測試場地的考量，相關測試設備如自動試驗電表設備、電表內部損耗測試器、耐受性綜合產生器、高阻計、耐壓測試機、振動與衝擊試驗機、阻尼振盪試驗機及相關環境測試設備等，目前國內已有相關測試實驗室使用。

表 3-2-2、關鍵檢測業者的訪談意見與試驗能量彙整

單位	現況	建議	試驗能量
台電綜研 所電表組	<ul style="list-style-type: none"> <li>民國96年台電曾協助標準局依據 CNS 14607，制定電度表型式認證技術規範草案</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>台電建議電度表型式認證技術規範草案應從寬制定。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>依據 CNS 14607 電子表定型試驗，其試驗項目計46項： <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 其中7項委外</li> </ul> </li> </ul>

單位	現況	建議	試驗能量
	<p>(CNS 46)。但於民國97年暫停草案制定。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ CNS 14607 為參考 IEC與ANSI兩大國際標準，擇其較簡單測試者制定。</li> <li>➢ OIML R46 相關試驗要求為國際標準中最嚴格。</li> </ul> <p>• 國內電表廠通常需花費數十萬至近百萬才能完成台電的定型試驗。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 考量廠商認證費用。</li> <li>➢ 現行CNS 14607 較OIML R46 寬鬆。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 短時間過電流之影響。</li> <li>- 射頻電磁場抗擾度。</li> <li>- 無線電干擾之量測。</li> <li>- 耐燃性能。</li> <li>- 射頻場感應之傳導擾動抗擾度試驗。</li> <li>- 突波抗擾度試驗。</li> <li>- 阻尼振盪波抗擾度試驗。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 1項無執行 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 電路電路中含直流成分之影響。</li> </ul> </li> </ul> <p>• OIML R46 要求鹽霧試驗項目，未列在CNS 14607 內，故台電無能量。</p>
台灣大電力電表試驗處	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 大電力可承接標準局委託，進行電度表型式認證的相關試驗。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 應建立後市場管理機制 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 可確保廠家無換料。</li> <li>➢ 可解決驗收問題。</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 電度表檢定檢查(依據 CNMV 46) <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 試驗項目主要計5項 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 構造。</li> <li>- 絕緣。</li> <li>- 潛動。</li> <li>- 始動電流。</li> <li>- 準確度。</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

表 3-2-3、電子式電度表型式試驗 (台電綜合研究所電表組)

試驗地點	試驗項目
台電綜合研究所	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 潛動</li> <li>✓ 始動電流</li> <li>✓ 誤差容許限度</li> <li>✓ 反向計量誤差容許限度</li> <li>✓ 乏時誤差容許限度</li> <li>✓ 乏時反向誤差容許限度</li> <li>✓ 最大需量準確度*</li> <li>✓ 電流特性</li> <li>✓ 電壓變動之影響</li> <li>✓ 頻率變動之影響</li> <li>✓ 波形變動影響</li> <li>✓ 不平衡負載影響</li> <li>✓ 不平衡電壓影響</li> <li>✓ 外部磁場之影響</li> <li>✓ 周圍溫度變化之影響</li> <li>✓ 電表常數</li> <li>✓ 溫升試驗</li> <li>✓ 絕緣電阻試驗</li> <li>✓ 衝擊電壓試驗</li> <li>✓ 交流耐電壓試驗</li> <li>✓ 靜電放電抗擾性</li> <li>✓ 快速暫態突波之影響</li> <li>✓ 彈簧鉗試驗</li> <li>✓ 機械性衝擊之影響</li> <li>✓ 機械振動之影響</li> <li>✓ 防止塵埃及水分入侵的保護</li> <li>✓ 耐熱試驗</li> <li>✓ 耐寒試驗</li> <li>✓ 溫濕度循環試驗</li> <li>✓ 太陽光(日照)幅射試驗</li> <li>✓ 電壓變動對副時基之影響*</li> <li>✓ 周圍溫度變化對副時基之影響*</li> </ul>

試驗地點	試驗項目
	✓ 功率損失 ✓ 瞬間電壓降及瞬間斷電之影響 ✓ 自己發熱之影響 ✓ 電壓變動對功能之影響* ✓ 電池電量持續時間試驗*
台灣大電力	✓ 短時間過電流之影響
塑膠工業技術發展中心	✓ 耐燃性能
台灣商品檢測驗證中心	✓ 射頻電磁場抗擾度 ✓ 無線電干擾之影響 ✓ 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
*適合於時間電價電表試驗	

### 3. 完成兼顧國家層級(標準局)與台電內部採購需求之型式認證作業流程及電子式電度表納入型式認證的可行性評估

國內一般民生常用之水表、電子式衡器、膜式氣量計，乃至汽車里程計費表及照度計等度量衡器已有相關之型式認證，惟電子式電度表為民生用戶端收取電費之依據，與公眾利益息息相關，目前僅有電度表檢定檢查技術規範。本計畫因應能源轉型及智慧電網的推動，參考 OIML R46，檢討 CNS 14607，評估設計一適合我國用電環境之電子式電度表型式認證技術規範草案，並進行電子式電度表型式認證之建議作業流程設計與規劃，以提供未來管理參考。

型式認證之建議辦理程序如下，另可參考圖 3-2-1 之流程圖：

- (1) 申請人(廠商)首先須向標準檢驗局認可指定實驗室(未來相關機構可能為台灣電力公司、財團法人台灣商品檢測驗證中心、財團法人台灣大電力研究試驗中心等)提出辦理型式認證測試，並檢附相關申請文件及費用，包含測試樣品、測試費用、樣品結構尺度圖、操作功能說明書、功能與裝置之規格表、相關電路方塊圖及電路圖、密封及閉鎖方式說明、計價設定或調整方式說明、呈現於電度表上之資訊說明圖及其他對該機器之額定電流及電壓、使用方法、使用應注意事項及性能之說明。
- (2) 標準檢驗局認可指定實驗室依型式認證技術規範完成測試，並出具測試結果報告給送測之申請人(廠商)。
- (3) 申請人(廠商)向標準檢驗局提出辦理型式認證審查，同時檢附審查申請書、樣品、測試結果報告、操作功能說明書、鉛封壓印式樣清冊及認證費用，並可於必要時召開委員會。
- (4) 標準檢驗局進行審查，若審查結果符合度量衡器型式認證技術規範者，標準檢驗局向申請人(廠商)予以核發型式認證認可證書；若審查結果不符合度量衡器型式認證技術規範，但可以補正者，標準檢驗局向申請人(廠商)予以發函通知補正；若審查結

果不符合度量衡器型式認證技術規範者，標準檢驗局向申請人(廠商)發給不予認可通知書。

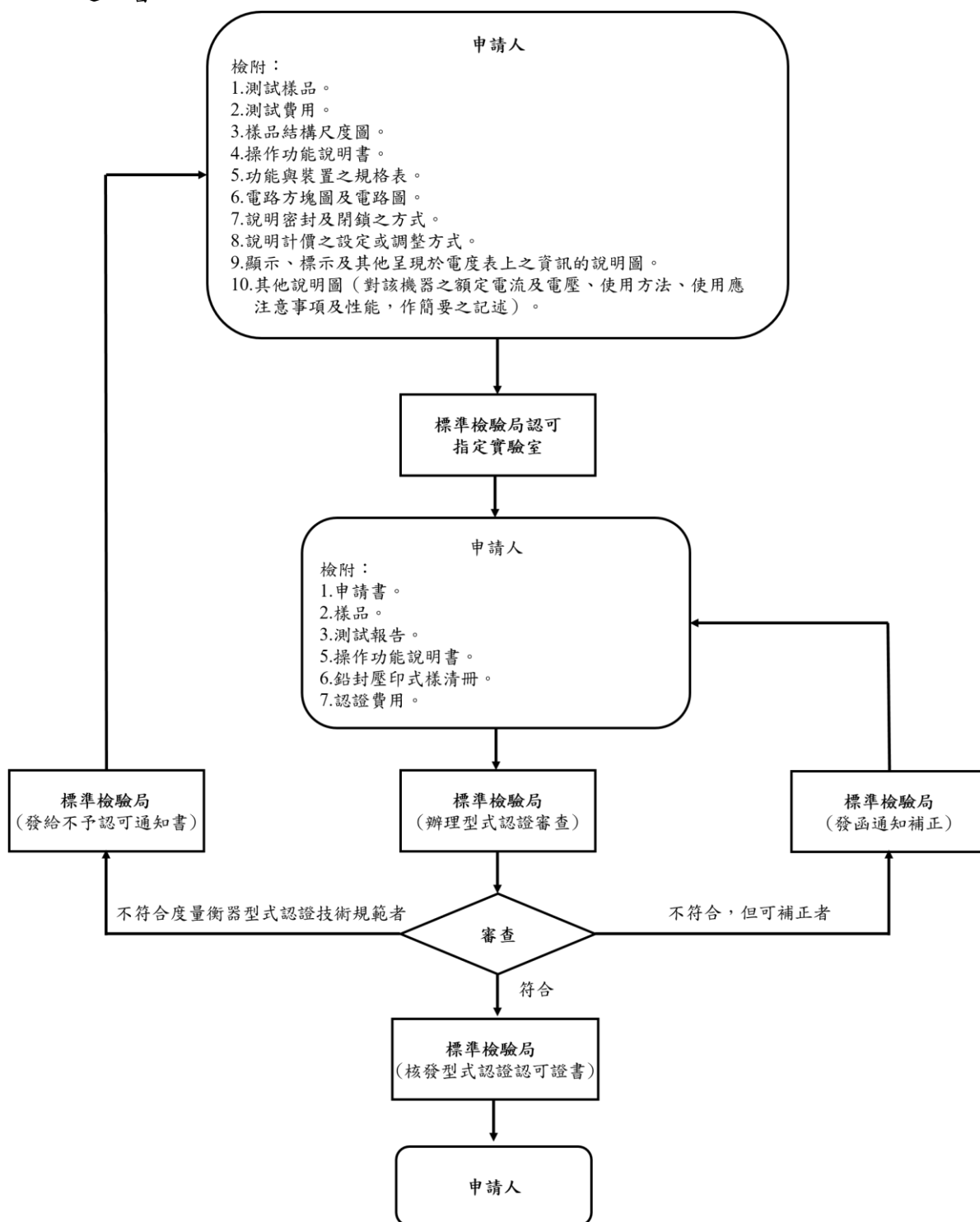


圖 3-2-2、電子式電度表型式認證之建議作業流程

### (三)、區間平均速率裝置檢定檢查技術規範研擬

交通違規超速行為具有高度危險性，一旦肇事即傳重大傷亡，依據近年臺灣發生交通事故而死亡之十大肇事原因統計分析，「超速失控」為前十大主要肇事原因之一。因此，加強交通執法取締違規超速行為，實為防制交通事故發生之不可或缺之手段。為加強取締



超速行為，各警察機關大量運用測速設備，惟近年來新聞媒體大肆報導測速設備有所問題，引起民眾對於警察機關使用之測速執法器材準確性及適法性有所質疑，雖屬個案不免造成民眾之誤解及疑慮。

因此，交通執法當中，各式測速儀器在使用之前必需能證明它的的可靠性、可信度，才能有執行上的合法性。而影響測速儀器證明力之關鍵在於交通執法測速裝備的定期準確檢定及完善的管理制度。

國內警察機關使用於交通違規測速設備，主要有「雷達測速儀」、「雷射測速儀」及「感應式線圈測速器」等三種，經濟部標準檢驗局也已訂定「雷達測速儀」、「雷射測速儀」與「感應式線圈測速儀」之檢定檢查技術規範以茲依循。

近年來，各縣市之快速道路、山區道路與隧道等多處路段皆已陸續完成區間平均速率裝置之建置與啟用，但此類「區間平均速率裝置」(又名「點對點測速系統」、「平均速度測速系統」或「距離/時間測速系統」)為新型之執法測速儀器，國內尚無明確法源將其納入度量衡器法定管理範圍，也造成執法機關執行公務上之困擾，影響執法效率。為求更有效的進行執法工作，保障人民用路安全，因此需要儘早研擬相關檢定檢查技術規範。

### 【本年度目標】

- 「區間平均速率裝置」相關規範與文獻之蒐集與研究
- 「區間平均速率裝置」檢驗方法之研究與評估
- 辦理專家座談會
- 擬訂適宜之「區間平均速率裝置檢定檢查技術規範」草案

### 【執行成果】

#### 1. 「區間平均速率裝置」相關規範與文獻之蒐集與研究

完成英國、瑞士、荷蘭、立陶宛、德國、澳洲與中國大陸相關文獻/規範共 7 份文件蒐集與研究，並根據文獻分析結果，下表為歐洲主要國家對於區間測速裝置所訂定之量測項目與對應之最大允許誤差。

表 3-3-1、歐洲主要國家對於區間測速裝置所訂定之量測項目

	英國	瑞士	荷蘭	德國
相關標準 /文獻	A Guide to Type-Approval Procedures for Automatic Distance/Time Speedmeters Used for Road Traffic Law Enforcement in Great Britain	Average speed control, OIML BULLETIN 941.261 Verordnung des EJPD über Messmittel für Geschwindigkeitskontrollen und Rotlichtüberwachungen im Strassenverkehr	CONCEPT REGELING VOORSCHRIFTE N MEETMIDDELE N POLITIE	PTB-A 12.03 PTB-A 18.13
通行距離		V	V	V
通行時間	V	V	V	V

	英國	瑞士	荷蘭	德國
速率	V	V	V	V
耐候測試	V	V	V	V
電磁相容測試	V	V	V	V

表 3-3-2、各量測參數之最大允許誤差

	英國	瑞士	荷蘭	德國
通行距離	未訂定	未訂定	距離需為偵測區域 200 倍以上；距離誤差所導致之速度誤差需低於 0.5 %	未訂定
通行時間	± 0.02 s	未訂定	未訂定	0.05 %，增量 5 ms
速率	正誤差 < 3.2 km/h 負誤差 < 8 km/h	車速 100 km/h 以下：5 km/h 車速(101- 150) km/h：6 km/h 車速大於 151 km/h：7 km/h	車速 100 km/h 以下：3 km/h 車速大於 100 km/h:3 %	車速 100 km/h 以下：3 km/h 車速大於 100 km/h：3 %

## 2. 「區間平均速率裝置」檢驗方法之研究與評估

根據上述文獻與規範分析結果，規畫國內區間測速裝置檢定檢查技術規範之制訂方向，欲納入之量測參數包含通行距離、通行時間與平均速率，對應之具體作法與最大允許誤差如下表所示：

表 3-3-3、國內區間測速裝置檢定檢查技術規範之制訂方向

項目	規劃具體作法	擬訂定之最大允許誤差/量測要求
通行距離	以經校正之測距裝置，量測基線長度，量測相對誤差 ≤ 0.5 %。	主機須採用檢定實測值，不得任意變動。
通行時間	以車載計時裝置測試驗證，以實車路測方式，測試與驗證區間平均速率裝置由影像所測得之車輛通行時間。	參考國際規範，最大容許誤差應為 ± 0.02 s。
計時偵錯要求	時間測量功能須由另一組計時模組(獨立時基)檢查，當偏差值超過最大容許偏差值時，系統能自動產生錯誤訊號，並停止後續執法量測。	- 每分鐘檢查，最大容許偏差值 0.012 s。 - 廠商須提供檢查流程與檢查結果相關文件。
平均速率	車載非接觸式車速量測裝置與測試驗證，以實車路測方式，測試與驗證區間平均速率裝置所測得之車輛平均速率。	- 車速 100 km/h 以下，誤差小於 3 km/h - 車速大於 100 km/h，相對誤差小於 3 %
其他項目	廠商應符合商品檢驗相關規定，出具	

項目	規劃具體作法	擬訂定之最大允許誤差/量測要求
(耐候、電磁相容測試等)	相關證明文件。	

### 3. 辦理專家座談會

專家座談會於7月28日下午1時30分召開專家座談會，針對區間平均速率裝置檢定檢查技術規範草案進行說明與研討，與會專家包含產官學界共10人，並邀請交通部公路總局、道安會、縣市警局與相關設備廠商等與會來賓。會後彙整各方意見，並進行草案條文修訂。



圖 3-3-1、「區間平均速率裝置檢定檢查技術規範」專家座談會照片

### 4. 擬訂適宜之「區間平均速率裝置檢定檢查技術規範」草案

在經過專家座談會與標準局四組舉辦之公聽會後，已確定技術規範草案之主要架構與內容，未來將納入檢定之項目為構造檢視、通行時間檢定與平均速率檢定，通行距離則在考量實務執行困難、耗費時間與成本後，未納入檢定項目，另一方面，由於速率為距離與時間之導出量，所以於速率、時間與距離擇二參數量測即可確認量測結果之正確性，故通行距離量測亦非必要檢定參數。

為確認檢定之可行性，計畫團隊也建置了車載計時裝置與非接觸式車速計之整合量測系統，並以實車測試方式於新北市與桃園市設置區間測速裝置路段進行多次通行時間與平均速率實測，並驗證檢定檢查技術規範內所列設備與方法之可行性。圖 3-3-2 為安裝車載計時器與非接觸式車速計之測試車輛，車輛中則安裝有數據擷取裝置與設備電源。圖 3-3-3 至 3-3-5 則為多次實測中之一組實測結果，該測試於台 61 線北上方向 52.43k 至 47.15k 進行，圖 3-3-3 為該路段區間測速裝置所攝得之測試車輛影像、圖 3-3-4 為由攝得影像局部放大之影像，用於計算標準通行時間，以及圖 3-3-5 由計時區間內所擷取之車輛速率，進行標準平均速率計算。



圖 3-3-2、安裝車載計時器與非接觸式車速計之測試車輛

北上方向	
起點: 52.43 K	終點: 47.15 K

圖 3-3-3、區間測速裝置所攝得之測試車輛影像

起點	終點
計時器讀值：34.443 s	計時器讀值：235.781 s

圖 3-3-4、用於計算標準通行時間之局部放大影像

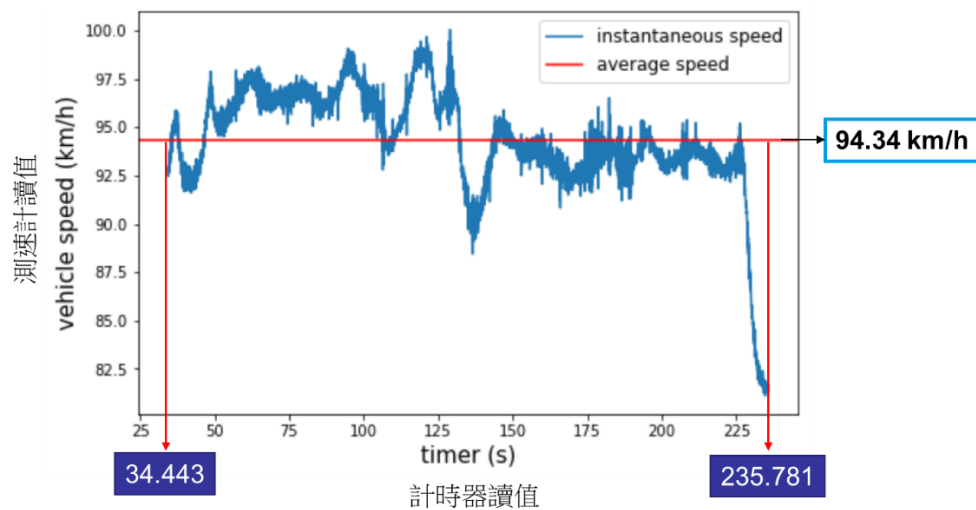


圖 3-3-5、由計時區間內所擷取之車輛速率，進行標準平均速率計算

### 【分項結論】

1. 完成新版膜式氣量計型式認證技術規範草案，並盤點財團法人台灣商品檢測驗證中心(ETC)與國立成功大學航太科技研究中心流量實驗室(FML)兩單位，現有型式認證測試設備能量與能力，並根據盤點缺口規劃後續解決方案，可作為未來新版膜式氣量計型式認證技術規範施行之參考。
2. 完成電子式電度表 OIML R46 與現行 CNS 14607:2017 性能試驗項目差異分析及綜整電度表檢測業務單位(台電綜研所及台灣大電力試驗中心)對電度表型式認證的意見及盤點電度表型式認證及檢定、檢查試驗能量，可作為未來電子式電度表型式認證技術規範施行之參考。
3. 完成區間平均速率裝置檢定檢查技術規範 CNMV205 第一版制訂，此規範已於 109 年 10 月 20 號完成公告，並將於 110 年 1 月 1 日生效，將可提升區間測速交通執法之公正性、保障用路人安全。



## 陸、 附件

附件一、計畫購置儀器設備彙總表

機關(學校)名稱：經濟部標準檢驗局

單位：新臺幣元

編號	儀器名稱 (英文名稱)	使用 單位	單位	數量	單 價	優先 順序	儀器廠牌及型號
1	網路分析儀 (Rohde & Schwarz)	工研院量測中心	1	1	4,781,318	1	Rohde & Schwarz /ZVA50
2	硬度量測設備(Qness)	工研院量測中心	1	1	4,670,000	1	Qness /Q60A
3	空壓機消音及油氣處理設備	工研院量測中心	1	1	1,950,000	1	-

填表說明：

- 1.本表中儀器名稱以中文為主，英文為輔。
- 2.依契約本計畫新臺幣 300 萬以下設備，悉由執行單位自行籌款購置，計畫編列設備使用費分年攤提。
- 3.第 3 項乃依據中華民國 109 年 11 月 6 日經標四字第 10940006530 號函進行採購。

附件二、出國暨赴陸會議人員一覽表

短期訓練

計畫書 項次	主要內容	出差國 家	期間	參加人員 姓名	在本計畫 擔任之工作	對本計畫 之助益
	無					

國外長期訓練

計畫書 項次	主要內容	出差國 家	期間	參加人員 姓名	在本計畫 擔任之工作	對本計畫 之助益
	無					

附件三、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	20201217	測距裝置及其測距方法	劉子安,李浩瑋, 劉惠中,潘善鵬, 許博爾	發明	中國大陸	ZL20161 0430722. X	20201113	20360615	P07040015CN

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。本案預計 110 年收到證書，使得計為獲證。

專利申請(0 件)

項次	申請案號	申請日	專利名稱	發明人	類型	申請國家	分項別



附件四、技術/專利應用一覽表

◎本年度完成 12 案技術授權簽約，2 案為之前一年度遞延。

◎本年度已收款計 3,333,341 元，依據合約 60 %繳庫(即 2,000,004 元繳庫)

項次	技術項目	廠商	運用模式	合約數(元)	本年度收入數(元)	本年度繳庫金額(元)	簽約年度	備註
1	實驗室品質認證輔導	隼星科技	技術授權	450,000	450,000	270,000	109	
2	Si <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 中水氣分析儀建置	中華民國特品化學	技術授權	400,000	400,000	240,000	109	
3	半導體量測技術運用	穩懋半導體	技術授權	587,000	587,000	352,200	109	
4	SuperSizer 新世代溶液奈米粒子監測	兆晟奈米科技	技術授權	283,700	141,700	85,020	108	以後年度 142,000 元
5	電子級材料承裝容器潔淨技術運用	聯華氣體	技術授權	800,000	800,000	480,000	108	
6	Goods and Service Purchase Agreement	Technology Transfer Group Corporation	技術授權	100,470	100,470	60,282	109	
7	低溫電壓特性量測技術運用	冠晏科技	技術授權	135,000	135,000	81,000	109	
8	電磁場感測器特性量測技術運用	路昌電子	技術授權	91,857	91,857	55,114	109	
9	LED 光源檔委製技術服務	新世紀光電	技術授權	101,000	101,000	60,600	109	
10	LED 光輻射特性量測技術服務	晶元光電	技術授權	60,000	60,000	36,000	109	
11	實驗室環境控制與聲音測試驗證技術運用	聲譜	技術授權	431,314	431,314	258,788	109	
12	線上熱值分析儀之重複性測試公證技術應用	巨路國際	技術授權	179,820	0	0	109	以後年度 179,820 元
13	尿素最大容許濃度模擬	中鼎工程	技術授權	135,000	35,000	21,000	109	以後年度 100,000 元
14	標準氣體生產與供應技術應用	錦德氣體	技術授權	100,200	0	0	109	以後年度 100,200 元
合計					3,333,341	2,000,004		

※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。

附件五、論文一覽表

本年度產出 期刊論文 27 篇、研討會論文 16 篇，總計 43 篇(其中 SCI 6 篇)

(1).標準維持與國際等同分項：計 33 篇(國外期刊 6 篇；國內期刊 18 篇，其中 SCI 6 篇；國際研討會 6 篇；國內研討會 3 篇)

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
1	新型莫爾條紋動態變形技術應用於橋梁監測	張匡儀,徐紹維,羅芳鈞,	Experimental Techniques	20200110	15	日本	期刊	075A90001	1.058
2	維克氏硬度關鍵比對最終報告：APMP.M.H-K1.b 和 APMP.M.H-K1.c	吳忠霖,	Metrologia	20200123	44	英國	期刊	075A90011	2.280
3	伸直彈簧提升蜘蛛篩絲機械功能	吳忠霖,	Journal of Experimental Biology	20200124	11	英國	期刊	075A90015	3.014
4	利用聯合縮時重力及攝影測量來量化沉積物質量的重新分配	謝文祺,	Earth Surface Dynamics	20200620	23	德國	期刊	075A90052	3.928
5	不同介電奈米粒子修飾於銀空心奈米球體陣列表面以強化 SERS 效應並應用於 Ampicillin 之檢測	傅尉恩,陳國棟,	Coatings	20200401	15	瑞士	期刊	075A90058	2.436
6	絕對壓力 10 kPa 到 110 kPa 的 APMP 關鍵比對 (APMP.M.P-K9)	吳國真,	Metrologia	20200101	46	法國	期刊	075A90026	2.280
7	國家度量衡標準實驗室之免液氦量化霍爾電阻量測系統建立與不確定度評估	韓宙勳,陳士芳,許俊明,	CPEM	20200824	2	美國	研討會	075A90005	
8	量測中心建置之 10 V 免液氦可編輯式約瑟夫森電壓標準系統	陳士芳,韓宙勳,	CPEM	20200824	2	美國	研討會	075A90008	
9	我國以數位取樣技術建立之新型交流電力原級量測標準系統	陳坤隆,陳士芳,何宗翰,	CPEM	20200824	2	美國	研討會	075A90010	
10	環形編碼器校正	謝宗翰,黃俊璋,黃冠穎,陳昱達,許博爾,	International Multi-Conference on Engineering and Technology Innovation	20201024	1	臺灣	研討會	075A90055	
11	利用檸檬酸修飾銀奈米粒子的過氧化氫酶特性進行半胱氨酸比色法量測	林芳新,	International Conference on Smart Sensors	20201020	13	臺灣	研討會	075A90091	
12	田口品質工程應用於露點計校正	林旂萱,徐瑋宏,	National Conference of Standards Laboratories, International(NCSLI)	20200824	8	美國	研討會	075A90070	
13	交流電力原級系統之動態電力校正技術研究	陳坤隆,陳士芳,	量測資訊雙月刊	20200504	6	臺灣	期刊	075A90009	
14	電動車充電站標準與技術規範調查研究	何宗翰,楊正財,	量測資訊雙月刊	20200504	6	臺灣	期刊	075A90041	

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
15	克耳文新定義的實施近況與發展方向	葉建志,柯心怡,	量測資訊雙月刊	20200106	8	臺灣	期刊	075A80110	
16	小力量感測器發展現況	陳思絮,	量測資訊雙月刊	20200102	6	臺灣	期刊	075A90019	
17	工具機控制器幾何誤差補償之參數格式轉換研究與開發	陳智榮,	量測資訊雙月刊	20200102	8	臺灣	期刊	075A90035	
18	五軸工具機旋轉軸六自由度幾何誤差量測與補償	陳昱達,	量測資訊雙月刊	20200102	9	臺灣	期刊	075A90036	
19	環形編碼器校正介紹	謝宗翰,許博爾,	量測資訊雙月刊	20200102	4	臺灣	期刊	075A90038	
20	淹水感知器與淹水範圍評估技術應用	邱欣瑜,	量測資訊雙月刊	20200302	7	臺灣	期刊	075A80157	
21	艾默生公司低溫流體流量量測技術介紹	葉哲維,	量測資訊雙月刊	20200302	5	臺灣	期刊	075A90045	
22	液態天然氣流量計量校正追溯介紹	葉哲維,	量測資訊雙月刊	20200901	6	臺灣	期刊	075A90079	
23	煙氣流量量測技術發展	陳建源,	量測資訊雙月刊	20200901	7	臺灣	期刊	075A90109	
24	環境監測用低濃度標準氣體製備與驗證	劉李牧心,	量測資訊雙月刊	20200207	8	臺灣	期刊	075A90033	
25	氣體濃度標準的產業應用推動-由韓國看臺灣	林采吟,	量測資訊雙月刊	20200504	5	臺灣	期刊	075A90046	
26	莫耳新定義和實際實現	周隆亨,陳兩興,	量測資訊雙月刊	20201016	8	臺灣	期刊	075A90090	
27	高壓量測系統建置與規劃	黃文聖,	量測資訊雙月刊	20200901	6	臺灣	期刊	075A90095	
28	ISO/IEC 17025:2017 管理系統專輯引言	王品皓,	量測資訊雙月刊	20200301	3	臺灣	期刊	075A90014	
29	實驗室運作之風險管理案例分享	洪辰昀,王品皓,	量測資訊雙月刊	20200326	6	臺灣	期刊	075A90016	
30	由內部稽核談 ISO/IEC 17025:2017 實驗室管理系統之運作 - 過程要求與管理系統要求之查證重點	林秀璘,	量測資訊雙月刊	20200301	6	臺灣	期刊	075A90017	
31	空氣品質監測用臭氧分析儀性能評估與計量追溯	楊逸群,黃安琪,劉信旺,	環境分析化學研討會	20200826	1	臺灣	研討會	075A90065	
32	以多接收器感應耦合電漿質譜儀量測矽同位素比例並發展食品與污染物鑑源技術	郭俊廷,陳宥璇,	環境分析化學研討會	20200826	18	臺灣	研討會	075A90071	
33	以多接收器感應耦合電漿質譜儀實現亞佛加厥常數與後續食品與污染物鑑源技術發展	郭俊廷,陳宥璇,林采吟,	臺灣質譜年會暨學術研討會	20200901	1	臺灣	研討會	075A90073	

(2).工業計量技術發展分項：計 10 篇(國外期刊 0 篇；國內期刊 3 篇；國際研討會 4 篇；國內研討會 3 篇)

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
1	以電移動度粒徑分析金粒子於高溫環境之尺寸變化	張敬萱,林芳新,	AAAR Annual Conference	20201007	1	美國	研討會	075A90092	
2	半導體檢測中用於薄膜厚度的 X 射線計量學的發展	劉軍廷,陳國棟,何柏青,傅尉恩,吳文立,	International Multi-Conference on	20201025	1	臺灣	研討會	075A90118	

項次	名稱	作者	會議/期刊名稱	發表日	頁數	國別	類別	資料編號	SCI IF 值
			Engineering and Technology Innovation						
3	極紫外光光源與光功率計校正技術之研發	丁維若,莊宜蓁,陳政憲,	SPIE Photomask Technology + EUV Lithography, 2020	20201012	7	美國	研討會	075A90087	
4	以錐形衍射安裝之高效率極紫外線光譜儀	丁維若,	Optics & Photonics Taiwan International Conference	20201205	1	臺灣	研討會	075A90117	
5	單一顆粒感應耦合電漿質譜 線上校正用奈米粒子產生技術	陳相宏,林芳新,劉益宏,	量測資訊雙月刊	20200525	6	臺灣	期刊	075A90024	
6	掃瞄式電移動度粒徑分析儀於電子級試劑之不純物量測應用	張敬萱,洪舒涵,林芳新,	量測資訊雙月刊	20200901	7	臺灣	期刊	075A90094	
7	長波長低掠角 X 光散射技術量測關鍵尺寸	劉軍廷,	量測資訊雙月刊	20200504	8	臺灣	期刊	075A90049	
8	以掃描電移動粒子篩分儀偵測濃度百萬分之一的試劑雜質	張敬萱,林芳新,	International Multi-Conference on Engineering and Technology Innovation	20201024	8	臺灣	研討會	075A90100	
9	發展長波長 X 光反射技術量測半導體製程薄膜厚度	何柏青,陳國棟,劉軍廷,傅尉恩,吳文立,	2020 SNTD	20200521	1	臺灣	研討會	075A90025	
10	極紫外光光譜儀之研製	丁維若,	中華民國物理年會	20200206	1	臺灣	研討會	075A90003	

(3).法定計量技術發展分項：計 0 篇

附件六、技術報告一覽表

本年度產出 評估報告(MSVP)54 份、校正報告(ICT)54 份、技術報告 24 份，總計 132 份研究報告

(1).標準維持與國際等同分項：計 123 份(MSVP 53 份、ICT 53 份、技術報告 17 份)

項次	名稱	輔助編號	作者	產出日期	頁數	語言	機密等級	資料編號
1	白金電阻溫度計熱力學溫度量測系統評估報告	CMS-MSVP-434	蔡淑妃,徐瑋宏,	2020/11/11	19	中文	非機密	073A90235
2	同位素比例量測系統評估報告-質譜法	CMS-MSVP-432	郭俊廷,陳宥璇,	2020/11/04	20	中文	非機密	073A90095
3	小質量量測系統評估報告-METTLER a107XL 全自動質量比較儀	CMS-MSVP-431	段靜芬,	2020/10/29	18	中文	非機密	073A90117
4	小質量量測系統評估報告-METTLER a10XL 全自動質量比較儀	CMS-MSVP-430	吳玉忻,段靜芬,	2020/10/29	28	中文	非機密	073A90105
5	小質量量測系統評估報告-Sartorius CCR 10-1000 全自動質量比較儀	CMS-MSVP-429	曹琳,段靜芬,	2020/10/29	18	中文	非機密	073A90046
6	油壓式活塞壓力計(PG7302)系統評估報告	CMS-MSVP-427	洪濤川,	2020/09/25	24	中文	非機密	073A90138
7	電阻溫度計量測系統評估報告	CMS-MSVP-426	劉俊亨,	2020/09/04	30	英文	非機密	073A90194
8	輻射溫度計共晶定點校正系統評估報告	CMS-MSVP-425	柯心怡,劉俊亨,廖淑君,	2020/08/17	26	中文	非機密	073A90173
9	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	CMS-MSVP-424	葉建志,	2020/08/12	24	中文	非機密	073A90172
10	低露點濕度計校正系統評估報告	CMS-MSVP-423	徐瑋宏,	2020/07/24	24	中文	非機密	073A90135
11	低壓氣體流量校正系統評估報告 -標準流量計法/MOLBLOC (0.002~40 L/min)	CMS-MSVP-418	林盈君,林文地,	2020/06/22	38	中文	非機密	073A70128
12	低壓氣體流量校正系統評估報告 -Piston Prover (0.002~40 L/min)	CMS-MSVP-417	林文地,林盈君,	2020/06/22	53	中文	非機密	073A70108
13	鉛標準液配製質量與濃度評估報告-秤重法	CMS-MSVP-416	劉益宏,張君綾,林芳新,徐 繹翔,陳宥璇,	2020/12/21	15	中文	非機密	073A60104
14	低壓氣體流量計校正評估報告-比較法	CMS-MSVP-397	張君綾,楊逸群,	2020/07/22	18	中文	非機密	073A50051
15	交流可編輯式約瑟夫森電壓量測系統評估報告	CMS-MSVP-395	陳士芳,	2020/03/26	23	中文	非機密	073A50027
16	氣體濃度稀釋裝置量測系統評估報告-光譜法	CMS-MSVP-390	劉信旺,林采吟,張君綾,	2020/07/13	32	中文	非機密	073A40080
17	低壓氣體流量校正系統(壓力容積溫度時間校正器)評估報告-標準 流量計法(負壓)	CMS-MSVP-388	李文智,林文地,	2020/06/22	39	中文	非機密	073A40066
18	奈米粒徑量測系統評估報告-氣體吸附 BET 法/比表面積校正	CMS-MSVP-382	簡辰芳,	2020/06/09	27	中文	非機密	073A30183
19	酒精氣體產生與濃度量測系統評估報告	CMS-MSVP-380	林采吟,劉信旺,張君綾,	2020/07/13	20	中文	非機密	073A30198
20	氣體濃度稀釋裝置校正系統評估報告-氣相層析分析儀	CMS-MSVP-379	林采吟,劉信旺,張君綾,	2020/07/13	23	中文	非機密	073A30186
21	低壓氣體流量校正系統(壓力容積溫度時間校正器)評估報告-標準流 量計法(正壓)	CMS-MSVP-370	李文智,林文地,	2020/01/10	36	中文	非機密	073A20297
22	低壓氣體流量校正系統(壓力容積溫度時間校正器)評估報告-原級法	CMS-MSVP-369	李文智,林文地,	2020/06/22	42	中文	非機密	073A20295
23	天然氣成分濃度校正系統評估報告	CMS-MSVP-360	黃炯坤,段靜芬,林采吟,	2020/06/23	44	中文	非機密	073A10034

項次	名稱	輔助編號	作者	產出日期	頁數	語言	機密等級	資料編號
24	可編輯式約瑟夫森電壓量測系統評估報告	CMS-MSVP-359	陳士芳,	2020/03/26	20	中文	非機密	073A10201
25	掃描式電子顯微量測系統評估報告-標準奈米粒徑	CMS-MSVP-353	陳國棟,陳婷婷,吳昇勳,	2020/11/27	18	中文	非機密	073A02424
26	溫濕度計與露點計校正系統評估報告	CMS-MSVP-346	徐瑋宏,柯心怡,劉春媛,	2020/08/17	26	中文	非機密	073995146
27	微奈米機械性質量測系統評估報告	CMS-MSVP-345	陳思絮,吳忠霖,	2020/08/26	24	中文	非機密	073994217
28	奈米粒徑校正系統評估報告-微分電移動度分析法	CMS-MSVP-334	余大昌,	2020/06/24	43	中文	非機密	073971825
29	常溫輻射溫度計比較校正系統評估報告	CMS-MSVP-329	柯心怡,	2020/08/10	17	中文	非機密	073970002
30	雷射干涉式汞柱壓力計評估報告	CMS-MSVP-294	劉力維,	2020/06/22	35	中文	非機密	073940014
31	風速量測系統評估報告-雷射都卜勒法	CMS-MSVP-289	陳建源,	2020/09/25	18	中文	非機密	073930129
32	雷射都卜勒量測系統評估報告-標準轉盤法	CMS-MSVP-286	王文彬,陳建源,楊正財,	2020/06/23	15	中文	非機密	073930094
33	分光輻射系統光偵測器分光響應評估報告	CMS-MSVP-267	蕭金釵,	2020/02/17	51	中文	非機密	073910089
34	氣體量測系統氣體分流器評估報告	CMS-MSVP-262	陳伊瑄,李彥廷,	2020/07/09	22	中文	非機密	073910077
35	氣體量測系統氣體監測設備評估報告	CMS-MSVP-261	陳伊瑄,李彥廷,	2020/07/09	35	中文	非機密	073910076
36	輻射溫度計定點校正系統評估報告	CMS-MSVP-244	柯心怡,	2020/08/25	33	中文	非機密	073900123
37	白金電阻溫度計定點量測系統評估報告	CMS-MSVP243-1	蔡淑妃,	2020/08/04	23	英文	非機密	073910189
38	白金電阻溫度計定點量測系統評估報告	CMS-MSVP-243	蔡淑妃,	2020/08/06	24	中文	非機密	073900120
39	高壓氣體流量系統評估報告-比較法	CMS-MSVP-242	王文彬,	2020/09/25	19	中文	非機密	073900098
40	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	CMS-MSVP-224	葉建志,	2020/07/31	28	中文	非機密	073890020
41	公斤質量量測系統評估報告—METTLER M_one 真空質量比較儀	CMS-MSVP-210	曹琳,	2020/10/29	14	中文	非機密	073880039
42	高壓氣體流量系統評估報告-稱重法	CMS-MSVP-189	王文彬,	2020/09/25	29	中文	非機密	073860112
43	低壓氣體流量校正系統評估報告 -Piston Prover	CMS-MSVP-187	林文地,林盈君,	2020/06/22	40	中文	非機密	073860094
44	小水流量系統評估報告-稱重法	CMS-MSVP-172	葉哲維,	2020/06/22	54	中文	非機密	073850095
45	低黏度油流量系統評估報告-稱重法	CMS-MSVP-168	蔡昆志,	2020/06/22	79	中文	非機密	073850068
46	大水流量系統評估報告-稱重法	CMS-MSVP-167	李文智,何宜霖,葉哲維,	2020/06/22	50	中文	非機密	073850067
47	高黏度油流量系統評估報告-稱重法	CMS-MSVP-166	蔡昆志,	2020/07/03	76	中文	非機密	073850063
48	橫電磁波室電磁場強度量測系統評估報告	CMS-MSVP-160	劉家維,	2020/12/30	23	中文	非機密	073850043
49	橫電磁波室電磁場強度量測系統評估報告	CMS-MSVP-160	劉家維,	2020/12/30	23	中文	非機密	073850043
50	電阻溫度計量測系統評估報告	CMS-MSVP-133	劉俊亨,劉春媛,	2020/07/15	24	中文	非機密	073840091
51	直流高壓量測系統評估報告	CMS-MSVP-126	何宗翰,	2020/11/27	21	中文	非機密	073840062
52	標準尺量測系統評估報告	CMS-MSVP-120	蔡錦隆,	2020/05/11	26	中文	非機密	073840008
53	輻射溫度計比較校正系統評估報告	CMS-MSVP-064	柯心怡,	2020/08/12	22	中文	非機密	073800025
54	白金電阻溫度計熱力學溫度量測校正程序	CMS-ICT-553	蔡淑妃,	2020/11/11	46	中文	機密	073A90207
55	小質量量測系統法碼校正程序-METTLER a107XL 全自動質量比較儀	CMS-ICT-551	段靜芬,	2020/10/29	17	中文	非機密	073A80039
56	小質量量測系統法碼校正程序-METTLER a10XL 全自動質量比較儀	CMS-ICT-550	吳玉忻,段靜芬,	2020/10/29	21	中文	非機密	073A80213

項次	名稱	輔助編號	作者	產出日期	頁數	語言	機密等級	資料編號
57	小質量量測系統法碼校正程序-Sartorius CCR10-1000 全自動質量比較儀	CMS-ICT-549	曹琳,段靜芬,	2020/10/29	18	中文	非機密	073A90047
58	油壓式活塞壓力計(PG7302/比較校正法)校正程序	CMS-ICT-547	黃文聖,	2020/09/25	22	中文	非機密	073A90136
59	油壓式活塞壓力計(PG7302/連通比較法)校正程序	CMS-ICT-546	黃文聖,	2020/09/25	29	中文	非機密	073A90137
60	輻射溫度計共晶點黑體校正程序	CMS-ICT-545	柯心怡,廖淑君,	2020/08/17	19	中文	非機密	073A90174
61	貴金屬型與純金屬型熱電偶溫度計高溫共晶點校正程序	CMS-ICT-544	葉建志,	2020/08/12	17	中文	非機密	073A90150
62	電阻溫度計校正程序	CMS-ICT-543	劉俊亨,	2020/08/05	23	英文	非機密	073A90180
63	低露點濕度計校正程序	CMS-ICT-542	徐瑋宏,	2020/07/24	13	中文	非機密	073A90134
64	同位素比例校正程序-質譜法	CMS-ICT-540	郭俊廷,陳宥璇,	2020/11/04	17	中文	非機密	073A90094
65	低壓氣體流量校正系統氣量計校正程序-標準流量計法/MOLBLOC (0.002~40 L/min)	CMS-ICT-534	林盈君,林文地,	2020/06/22	33	中文	非機密	073A70151
66	低壓氣體流量校正系統氣量計校正程序 -Piston Prover (0.002~40 L/min)	CMS-ICT-533	林盈君,林文地,	2020/06/22	32	中文	非機密	073A70129
67	鉛標準液配製質量與濃度驗證程序-秤重法	CMS-ICT-531	劉益宏,張君綾,林芳新,徐繹翔,陳宥璇,	2020/12/21	11	中文	非機密	073A60099
68	氣瓶氣體充填質量與混合氣濃度驗證程序-注射法	CMS-ICT-521	劉信旺,黃炯坤,林采吟,劉李牧心,	2020/06/19	27	中文	非機密	073A50132
69	甲醛氣體分析設備校正程序	CMS-ICT-516	楊逸群,	2020/07/22	15	中文	非機密	073A50122
70	低壓氣體流量計校正程序-比較法	CMS-ICT-515	張君綾,楊逸群,	2020/07/22	12	中文	非機密	073A50050
71	交流可編輯式約瑟夫森電壓量測系統校正程序	CMS-ICT-509	陳士芳,	2020/03/26	23	中文	非機密	073A40173
72	氣體濃度稀釋裝置校正程序-光譜法	CMS-ICT-506	劉信旺,林采吟,張君綾,	2020/07/13	30	中文	非機密	073A40079
73	奈米粒徑量測系統校正程序-氣體吸附 BET 法/比表面積校正	CMS-ICT-497	簡辰芳,	2020/06/09	21	中文	非機密	073A30184
74	酒精氣體產生與濃度校正程序	CMS-ICT-495	林采吟,劉信旺,張君綾,	2020/07/13	17	中文	非機密	073A30197
75	氣體濃度稀釋裝置校正程序-氣相層析分析儀	CMS-ICT-494	林采吟,劉信旺,	2020/07/13	24	中文	非機密	073A30185
76	低壓氣體流量校正系統(壓力容積溫度時間校正器)氣量計校正程序-原級法	CMS-ICT-489	李文智,林文地,	2020/06/22	34	中文	非機密	073A20284
77	低壓氣體流量校正系統(壓力容積溫度時間校正器)氣量計校正程序-標準流量計法	CMS-ICT-488	李文智,林文地,	2020/06/22	34	中文	非機密	073A20261
78	可編輯式約瑟夫森電壓量測系統校正程序	CMS-ICT-477	陳士芳,	2020/03/26	21	中文	非機密	073A10079
79	天然氣成分濃度校正程序	CMS-ICT-475	段靜芬,黃炯坤,林采吟,	2020/06/23	26	中文	非機密	073A10028
80	掃描式電子顯微量測系統校正程序-標準奈米粒徑	CMS-ICT-473	陳國棟,陳婷婷,吳昇勳,	2020/11/27	11	中文	非機密	073A02415
81	溫濕度計與露點計校正程序	CMS-ICT-466	徐瑋宏,	2020/08/17	18	中文	非機密	073995145
82	奈米粒徑校正程序 - 微分電移動度分析法	CMS-ICT-455	余大昌,	2020/06/24	23	中文	非機密	073971826

項次	名稱	輔助編號	作者	產出日期	頁數	語言	機密等級	資料編號
83	常溫輻射溫度計比較校正程序	CMS-ICT-448	柯心怡,	2020/08/12	9	中文	非機密	073970003
84	微流量量測系統微流量計與幫浦校正程序-稱重法	CMS-ICT-415	蔡昆志,邱欣瑜,	2020/07/03	35	中文	非機密	073940095
85	風速量測系統風速計校正程序-雷射都卜勒法	CMS-ICT-405	陳建源,	2020/09/25	26	中文	非機密	073930130
86	雷射都卜勒系統校正程序-標準轉盤法	CMS-ICT-404	陳建源,	2020/06/23	17	中文	非機密	073930093
87	氣體量測系統氣體監測設備校正程序	CMS-ICT-382	陳伊瑄,李彥廷,	2020/07/09	16	中文	非機密	073910072
88	氣體量測系統氣體分流器校正程序	CMS-ICT-381	陳伊瑄,李彥廷,	2020/07/09	10	中文	非機密	073910070
89	維克氏硬度標準機校正程序	CMS-ICT-376	吳忠霖,	2020/06/15	19	中文	非機密	073910047
90	輻射溫度計定點校正程序	CMS-ICT-366	柯心怡,	2020/08/25	28	中文	非機密	073900113
91	貴金屬型與純金屬型熱電偶溫度計定點校正程序	CMS-ICT-336	葉建志,	2020/07/31	16	中文	非機密	073890009
92	公斤質量量測系統法碼校正程序 - METTLER M_one 真空質量比較儀	CMS-ICT-333	曹琳,	2020/10/29	15	中文	非機密	073880031
93	高壓氣體流量系統氣量計校正程序-比較法	CMS-ICT-325	楊峯銳,	2020/09/25	32	中文	非機密	073860115
94	高黏度油流量系統流量計校正程序-稱重法	CMS-ICT-320	蔡昆志,	2020/07/03	30	中文	非機密	073860087
95	小水流量系統流量計校正程序-稱重法	CMS-ICT-301	葉哲維,	2020/06/22	41	中文	非機密	073850092
96	橫電磁波室電磁場強度量測系統校正程序	CMS-ICT-275	劉家維,	2020/12/30	9	中文	非機密	073840121
97	橫電磁波室電磁場強度量測系統校正程序	CMS-ICT-275	劉家維,	2020/12/30	9	中文	非機密	073840121
98	標準尺校正程序	CMS-ICT-256	蔡錦隆,	2020/05/11	14	中文	非機密	073840055
99	大水流量系統流量計校正程序-稱重法	CMS-ICT-246	李文智,何宜霖,葉哲維,	2020/06/22	36	中文	非機密	073840002
100	低黏度油流量系統流量計校正程序-稱重法	CMS-ICT-244	蔡昆志,	2020/06/22	30	中文	非機密	073830058
101	高壓氣體流量系統音速噴嘴校正程序-稱重法	CMS-ICT-236	楊峯銳,	2020/09/25	26	中文	非機密	073830042
102	白金電阻溫度計定點校正程序	CMS-ICT-220	蔡淑妃,	2020/08/04	42	中文	非機密	073820061
103	電阻溫度計校正程序	CMS-ICT-219	劉俊亨,	2020/07/15	22	中文	非機密	073820060
104	輻射溫度計比較校正程序	CMS-ICT-133	柯心怡,	2020/08/12	14	中文	非機密	073790089
105	低壓氣體流量校正系統氣量計校正程序-Piston Prover	CMS-ICT-050	林文地,林盈君,	2020/06/22	39	中文	非機密	073760012
106	直流高壓量測系統校正程序	CMS-ICT-018	何宗翰,	2020/11/27	12	中文	非機密	073760081
107	氣瓶氣體濃度量測系統濃度校正程序	CMS-FR-892	馮筠,	2020/10/20	39	中文	非機密	073910035
108	APMP.AUV.V-K3.1 加速規電壓靈敏度關鍵比對報告	CMS-FR-4405	涂聰賢,郭淑芬,	2020/06/17	69	中文	機密	073A90152
109	矽莫耳質量量測不確定度評估研究報告	CMS-FR-4398	郭俊廷,陳宥璇,	2020/11/24	20	中文	機密	073A90122
110	109 年度 NML 內部稽核綜合報告	CMS-FR-4368	林旂萱,洪辰昀,王品皓,	2020/10/06	67	中文	非機密	073A90215
111	矽晶球質量評估研究報告	CMS-FR-4364	曹琳,吳玉忻,陳生瑞,	2020/09/25	13	中文	非機密	073A90206
112	109 年度 NML 顧客滿意度調查研究報告	CMS-FR-4336	洪辰昀,王品皓,	2020/07/07	17	中文	非機密	073A90158
113	國際單位制(SI)新標準實驗室環境溫濕度量測結果分析報告	CMS-FR-4301	洪辰昀,柯心怡,林旂萱,徐瑋宏,	2020/03/25	23	中文	非機密	073A90093
114	國際單位制(SI)	CMS-FR-4300	彭國勝,饒瑞榮,	2020/03/04	106	中文	非機密	073A90087



項次	名稱	輔助編號	作者	產出日期	頁數	語言	機密等級	資料編號
115	矽同位素比例量測前處理:矽塊材溶解技術	CMS-FR-4295	郭俊廷,陳宥璇,林采吟,	2020/03/04	11	中文	機密	073A90077
116	104 年度至 107 年度 NML 顧客資料分析	CMS-FR-4288	林旂萱,陳意婷,王品皓,	2020/02/15	72	中文	機密	073A90052
117	鉛標準液驗證參考物質生產作業指引	CMS-FR-3902	劉益宏,張君綾,林芳新,徐 繹翔,陳宥璇,	2020/06/11	5	中文	非機密	073A70026
118	鉛標準液濃度檢驗、均勻性與穩定性評估報告	CMS-FR-3825	劉益宏,張君綾,林芳新,徐 繹翔,陳宥璇,	2020/12/21	14	中文	非機密	073A60105
119	甲醇中鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯驗證參考物質生產作業指引	CMS-FR-3632	陳宥璇,劉益宏,徐繹翔,	2020/06/11	5	中文	非機密	073A50157
120	流量量測系統稱重平台校正與不確定度評估程序	CMS-FR-1742	何宜霖,	2020/04/01	27	中文	非機密	073960107
121	微流量量測系統評估報告-稱重法	CMS-FR-1381	蔡昆志,	2020/07/03	81	中文	非機密	073940071
122	白金電阻溫度計定點校正程序	CMS-FR-1119	蔡淑妃,	2020/07/09	45	英文	非機密	073920120
123	美日兩國兆赫波與 5G 毫米波量測技術發展趨勢解析報告	CMD-FR-4322	周隆亨,饒瑞榮,蘇于倫,陳 兩興,	2020/06/09	13	中文	機密	073A90151

(2).工業計量技術發展分項：計 7 份(MSVP 1 份、ICT 1 份、技術報告 5 份)

項次	名稱	輔助編號	作者	產出日期	頁數	語言	機密等級	資料編號
1	奈米粒徑量測系統評估報告-Zeta 電位校正	CMS-MSVP-374	劉益宏,	2020/07/17	33	中文	非機密	073A30148
2	奈米粒徑量測系統校正程序-Zeta 電位校正	CMS-ICT-490	劉益宏,	2020/07/17	16	中文	非機密	073A30064
3	極紫外(EUV)光偵測器分光響應校正先期研究結果	CMS-FR-4412	莊宜蓁,丁維若,陳政憲,	2020/11/27	19	中文	機密	073A90249
4	極紫外光(EUV)真空式光輻射設計與製作技術	CMS-FR-4385	丁維若,陳政憲,莊宜蓁,	2020/11/09	11	中文	機密	073A90231
5	長波長 GISAXS 量測技術	CMS-FR-4378	劉軍廷,	2020/10/30	11	中文	非機密	073A90233
6	超薄膜長波長 XRR 量測技術	CMS-FR-4345	劉軍廷,	2020/07/23	13	中文	非機密	073A90165
7	同步輻射用戶端系統操作說明	CMS-FR-4312	莊宜蓁,	2020/05/18	13	中文	非機密	073A90125

(3).法定計量技術發展分項：計 2 份(技術報告 2 份)

項次	名稱	輔助編號	作者	產出日期	頁數	語言	機密等級	資料編號
1	國家標準 CNS 14607 與國際建議規範 OIML R46 的比較與及國內檢測 單位能力調查與評估		陳坤隆,	2020/07/20	12	中文	機密	071A90039
2	區間平均速率裝置檢定測試程序	CMS-FR-4372	陳生瑞,	2020/10/16	22	中文	機密	073A90218

註:資料編號第三碼為 1 屬計畫管理資料，無輔助編碼

附件七、研討會/技術推廣說明會/訓練課程一覽表

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	電子天平校正與品管技術研討會	109.03.10	新竹	22	36
2	ISO GUM 量測不確定度與統計應用研習會－基礎班	109.03.11-12	新竹	14	29
3	電流量測與校正技術研討會	109.07.10	新竹	24	41
4	壓力量測技術研討會	109.07.16	新竹	9	17
5	流量量測技術研習班 - 液體計量	109.07.17	新竹	10	19
6	如何依照 ISO 9001：2015 推動量規儀器校正管理	109.07.21	新竹	12	18
7	噪音量測技術研討會	109.07.24	新竹	21	31
8	單點濃度校正技術及其量測不確定度評估基礎實務	109.07.28	新竹	11	18
9	光輻射量測技術研討會	109.08.04	新竹	19	32
10	尺寸計量應用研討會	109.08.18	新竹	12	18
11	低頻磁場、射頻電磁波、天線量測與毫米波量測技術研討會	109.10.19	新竹	13	22
12	溫/濕度量測技術研討會	109.10.30	新竹	19	28
	小計			186	309
貳、技術推廣說明會/座談會					
1	2020 極紫外(EUV)光源與應用研討會	109.09.30	新竹	19	34
2	2020 奈米量測技術與應用推廣說明會	109.10.15	新竹	23	58
	小計			42	92
參、計量科普活動					
1	苗栗竹南高中師生-SI 重新定義介紹	109.01.17	新竹	1	40
2	陽明國小五年級學生	109.09.28-29、10.12	高雄	8(班)	201
3	前金國小五年級學生	109.10.05、10.14	高雄	6(班)	122
4	凱旋國小五年級學生	109.10.13、10.15	高雄	2(班)	51
5	愛國國小五年級學生	109.10.14、10.21	高雄	2(班)	59

附件八、國家度量衡標準實驗室校正服務成果統計表

項次	領域別	109 年校正數量(件)			合計
		收費校正	NML 自校	BSMI 免收費校正	
1	電 量	952	118	48	<b>1118</b>
2	磁 量	305	7	0	<b>312</b>
3	光 量	350	26	4	<b>380</b>
4	微 波	155	5	0	<b>160</b>
5	溫 度	76	33	9	<b>118</b>
6	濕 度	33	30	4	<b>67</b>
7	化 學	74	43	3	<b>120</b>
8	振 動	80	2	1	<b>83</b>
9	聲 量	274	32	1	<b>307</b>
10	長 度	782	58	2	<b>842</b>
11	質 量	27	33	39	<b>99</b>
12	力 量	220	14	1	<b>235</b>
13	壓 力	94	59	29	<b>182</b>
14	真 空	16	6	0	<b>22</b>
15	流 量	328	57	20	<b>405</b>
	小 計	3766	523	161	<b>4450</b>

附件九、研究成果統計表

成果 項目 分項計畫名稱	專利權 (項數)		著作權 (項數)	論文 (篇數)		一般研究報告 (篇數)			技術創新 (項數)				技術 引進 (項數)	技術/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	0	0		24	9	123								12	12	4450	822	14	401	15
工業計量技術發展	1	0		3	4	7														
法定計量技術發展	0	0		0	3	2														
小計	1	0		28	15	132								12	12	4450	822	14	401	15
合計	1			43		132			-				-	-		-				

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

附件十、名詞索引表

簡 稱	全 名	中文譯稱
A*STAR	Agency for Science, Technology and Research	新加坡科學技術研究機構
AFRIMET	Intra-Africa Metrology System	非洲計量體系
AIST	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology	日本產業技術總合研究所
AMC	Airborne Molecular Contamination	空氣性分子污染物
APEC	Asia-Pacific Economic Cooperation	亞太經濟合作會議
APLMF	Asia-Pacific Legal Metrology Forum	亞太法定計量論壇
APMF	Asia-Pacific Symposium on Measurement of Mass , Force and Torque	亞太質量、力學及扭力論壇
APMP	Asia-Pacific Metrology Programme	亞太計量組織
ASEAN	The Association of Southeast Asian Nations	東南亞國家協會 簡稱東協
ASTM	American Society for Testing and Material	美國試驗與材料協會
AUV	Acoustics, Ultrasound, Vibration	聲量、超音波、振動
BIPM	Bureau International des Poids et Mesures 《International Bureau of Weights and Measures》	國際度量衡局
BIML	International Bureau of Legal Metrology	國際法定度量衡局
CC	Consultative Committee	諮詢委員會
CCAUV	Consultative Committee for Acoustics, Ultrasound and Vibration	聲量、超音波、振動諮詢委員會
CCDM	Comité Consultatif pour la Définition du Mètre 《Consultative Committee for Definition of the Meter》	公尺定義諮詢委員會
CCDS	Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde 《Consultative Committee for the Definition on the Second》	秒定義諮詢委員會
CCE	Comité Consultatif d'Électricité 《Consultative Committee on Electricity》	電量諮詢委員會
CCEM	Consultative Committee for Electricity and Magnetism	電磁諮詢委員會
CCEMRI	Comité Consultatif pour la les Étalons de mesure des Rayonnements Ionisants 《Consultative Committee for the Standards on Measurement of Ionizing Radiation 》	游離輻射量測標準諮詢委員會
CCL	Consultative Committee for Length	長度諮詢委員會
CCM	Comité Consultatif pour la Masse et les grandeurs apparentées	質量及相關量諮詢委員會
CCPR	Comité Consultatif de Photométrie et Radiométrie 《Consultative Committee for Photometric and Radiometry》	光輻射諮詢委員會
CCQM	Comité Consultatif pour la Quantité de Matière Consultative Committee for Amount of Substance – Metrology in Chemistry	物量諮詢委員會
CCRI	Consultative Committee for Ionizing Radiation	游離輻射諮詢委員會
CCT	Comité Consultatif de Thermométrie 《Consultative Committee on Thermometry》	溫度諮詢委員會
CCTF	Consultative Committee for Time and Frequency	時間及頻率諮詢委員會
CCU	Consultative Committee for Photometry (CCP) Comité Consultatif des Unités 《Consultative Committee of SI Unites》	國際單位諮詢委員會
CD	Critical Dimension	關鍵尺寸、臨界尺寸
CENAM	Centro Nacional de Metrologia	墨西哥國家計量中心
CGPM	Conférence Général des Poids et Mesures 《General Conference of Weights & Measures》	國際度量衡大會
CIE	Commission internationale de l'éclairage ； 《International Commission on Illumination》	國際照明委員會

簡 稱	全 名	中文譯稱
CIML	International Committee of Legal Metrology	國際法定計量委員會
CIPM	Comittee International des Poids et Mesures 《International Committee of Weights & Measures》	國際度量衡委員會
CIPM MRA	CIPM Mutual Recognition Arrangement	國際度量衡委員會相互認可協議
CMC	Calibration and Measurement Capabilities	校正與量測能量
CMM	Coordinate Measuring Machine	座標量測儀
CODATA	Committee on Data of the International Council for Science	國際科學技術基本常數委員會
COOMET	Euro-Asian Cooperation of National Metrological Institutions	歐亞國家計量組織聯盟
CPEM	Conference on Precision Electromagnetic Measurements	精密電磁量測大會
CSIR	Council for Scientific and Industrial Research	南非科學與工業研究院
DEC	Developing Economies Committee	發展中經濟體委員會，開發中國家
DFM	Danish Institute of Fundamental Metrology	丹麥國家計量院
DIN	Deutsches Institute for Normung	德國標準協會
DSM	Department of Standards Malaysia	馬來西亞標準局
DSQ	Directorate of Standards and Quality	越南標準與品質總局
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing	高密度分波多工
EC	European Communities	歐洲共同體
EC	Executive Committee	執行委員會
EMRP	European Metrology Research Programme	歐洲計量研究計畫
EURAMET	the European Association of National Metrology Institutes	歐洲計量組織聯盟
EUSPEN	European Society for Precision Engineering and Nanotechnology	歐洲精密工程及奈米技術研討會
FG	Focus Group	焦點工作組
FinFET	Fin Field-Effect transistor	鳍式場效電晶體
GA	General Assembly	會員大會
GAA	Gate All Around	環繞閘極
GISAXS	Grazing Incidence Small Angle Scattering	低掠角小角度散射
GIXRR	Grazing incidence X-ray reflectivity	低略角 X 射線反射技術
GIXRF	Grazing incidence X-ray fluorescence	低略角 X 射線螢光光譜
GULFMET	Gulf Association for Metrology	波斯灣計量標準聯盟
GUM	Guide to the expression of Uncertainty in Measurement	ISO 量測不確定度表達指引文件
ICT	Instrument Calibration Technics	校正程序
ICP-MS	Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer	感應耦合電漿質譜分析儀
IEC	International Electrotechnical Commission	國際電工委員會
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.	美國電機與電子工程師協會
ILAC MRA	International Laboratory Accreditation Cooperation Mutual Recognition Arrangement	國際實驗室認證聯盟相互認可協議
IMEKO	International Measurement Confederation	國際量測聯合會
INM	Institute National de metrologie 《National Institute on Metrology》	法國國家計量研究院
INMS	Institute for National Measurement Standards	加拿大國家量測標準研究院
INRIM	Istituto Nazionale per La Ricerca Metrologica	義大利國家實驗室
IRDS	International Roadmap for Devices and Systems	國際元件及系統發展藍圖
ISO	International Organization for Standardization	國際標準組織
ITRS	International Technology Roadmap for Semiconductors	國際半導體科技技術藍圖
ITU	International Telecommunication Union	國際通訊聯盟
JCRB	Joint Committee of RMOs and the BIPM	區域組織聯合委員會
JPT	Joint Proficiency Test program	聯合能力試驗計畫
KC	Key comparison	關鍵比對
KCDB	Key Comparison Data Base	關鍵比對資料庫

簡 稱	全 名	中文譯稱
KCRV	Key comparison reference value	關鍵比對參考值
KRISS	Korea Research Institute of Standards and Science	韓國標準與科學研究院
LIMS	Laboratory Information Management System	實驗室資訊管理系統
LNE	Laboratoire national de métrologie et d'essais,	法國國家計量標準實驗室
LNG	Liquefied natural gas	液化天然氣
MAA	Mutual Acceptance Arrangement	型式認證相互承認協議
METAS	Federal Institute of metrology	瑞士計量聯合協會
MOU	Memorandum of Understanding	合作備忘錄
MRA	Mutual Recognition Arrangement	相互承認協定
MSVP	Measurement System Validation Procedures	量測系統評估報告
NATA	National Association of Testing Authorities	澳大利亞國家試驗組織協會
NCSL	National Conference of Standards Laboratories	美國國家標準實驗室大會
NDL	National Nano Device Laboratory	國家毫微米實驗室
NEL	National Engineering Laboratory	英國國家工程實驗室
NIM	National Institute of Metrology	中國計量科學研究院
NIMT	National Institute of Metrology(Tailand)	泰國國家計量研究院
NIST	National Institute of Standards and Technology	美國國家標準與技術研究院
NMC	National Metrology Center	新加坡國家計量中心
NMI	National Metrology Institute	國家計量機構
NMIA	National Measurement Institute Australian	澳洲國家計量研究院
NMIJ	National Metrology Institute of Japan	日本國家計量研究院
NMISA	National Metrology Institute of South Africa	南非計量研究院
NPL	National Physical Laboratory	英國國家物理實驗室
NRC	National Research Council	加拿大國家研究委員會
OIML	Organisation Internationael de Metrologie Legale 《International Organization of Legal Metrology 》	國際法定計量組織
PJVS	Programmable Josephson Voltage Standard	可編輯式約瑟芬電壓標準
PR	Photometry and Radiometry	光度和光輻射量
PT	Proficiency Test	能力試驗
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt 《Physikalisch Technische Reichsanstalt》	德國聯邦物理技術研究院
QM	Amount of Substance	物量
RI	Ionizing Radiation	游離輻射
RMO	Regional Metrology Organization	區域計量組織
RTU	Remote Terminal Unit	遠程終端單元
RoF	Radio over Fiber	光載射頻
SASO	Saudi Arabian Standards Organization	沙烏地阿拉伯標準組織
SAXS	Small-angle X-ray scattering	小角度 X 光散射
tSAXS	Transmission Small-angle X-ray scattering	穿透式小角度 X 光散射
SC	Supplementary Comparison	輔助比對
SCRV	Supplementary Comparison Reference Value	輔助比對參考值
SDAC	Southern African Development Commuinty	南非國家地區發展組織
SEM	Scan electronic microscope	掃描式電子顯微鏡
SEMI	Semiconductor Equipment and Materials International	美國半導體設備與材料國際商會

簡 稱	全 名	中文譯稱
S.H.E.T	Safe、Health、Environment、Trade	安全健康環境貿易
SI	International System of Units; Système International d'Unités	國際單位制
SIM	Sistema Interamericano de Metrologia (Inter-american Metrology System)	美洲計量體系
SIRIM	Standards and Industrial Research Institute of Malaysia	馬來西亞標準與工業研究院
SMD	Belgian National Metrology Institute	比利時國家計量院
SP	Swedish National Testing and Research Institute	瑞典國家試驗研究院
SPIE	International Society for Optical Engineering	國際光學工程學會
spICP-MS	Single Particle Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry	單微粒感應偶合電漿質譜儀
SRM	Standard Reference Material	標準參考物質
TAF	Taiwan Accreditation Foundation	財團法人全國認證基金會
TBT	Technical Barriers to Trade	技術貿易障礙
TCAUV	Technical Committee Acoustics, Ultrasound and Vibration	聲音/超音波/振動領域之技術委員會
TCFF	Technical Committee for Fluid Flow	流量領域之技術委員會
TCI	Technical Committee Initiative projects	技術委員會促進合作計畫
TCL	Technical Committee for Length	長度技術委員會
TCM	Technical Committee for Mass	質量技術委員會
TCMM	Technical Committee for Materials Metrology	APMP 材料計量技術委員會
TCT	Technical Committee for Temperature	溫度技術委員會
TEM	Tunnel electronic microscope transmission electron microscope	穿透式電子顯微鏡
TF	Time and Frequency	時間與頻率
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization	聯合國工業發展組織
VIM	international vocabulary of basic and general terms in metrology	國際計量基本與通用詞彙
VMI	Vietnam Metrology Institute	越南計量研究院
VNIIFTRI	National Scientific Research Institute for Physical-Technical and Radio-Technical Measurements	俄羅斯國家物理與無線電技術量測科學研究院
VNIIM	All-Russian Scientific Research Institute of Metrological Service	俄羅斯計量科學研究院
VSL	Van Swinden Laboratory	荷蘭國家計量院
WG	Working Group	工作小組
WGFF	Working Group of Fluid Flow	流量工作小組
WTO	World Trade Organization	世界貿易組織
XPS	X-Ray Photoelectron Spectroscopy	X 射線光電子頻譜技術
XRCD	X-Ray-Crystal-Density	X 光晶體密度法
XRD	X-Ray Diffractometer	X 光繞射儀
XRF XPS	X-Ray Fluorescence and X-Ray Photoelectron Spectroscopy	X 光螢光與光電子頻譜
XRR	X-ray reflectivity	X 射線反射技術
XSW	X-ray standing wave	X 射線駐波



審 查 意 見 表

計畫名稱：國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫（4/4）

109 年度  細部計畫審查  期中報告  期末報告

建 議 事 項	說 明
A 委員	
<p>1. 本年度 NML 標準系統校正與量測能力 (CMC) 登錄於國際度量衡局 (BIPM) 關鍵比對資料庫 (KCDB) 附錄 C 的項數為 292 項，與過去三年相同。建議 NML 適度增加 CMC 在 KCDB 附錄 C 中的登錄項數，以提升我國產業國際競爭力與 NML CMC 的國際能見度。</p>	<p>CMC 的登錄申請須具備國際比對及實驗室第三者認證及技術佐證料。申請項目送 APMP 審查，再送其他區域組織審查，通過的時間難以預料掌控。</p> <p>配合 NML 五年一次實驗室認證，106 年由 274 項增加為 292 項。108 年起為新的一輪實驗室延展認證，目前除原能量登錄更新，亦已向 APMP 申請增項，預計增加電磁 4 項及光量 2 項。CMC 登錄為我國藉以維持與國際等同之證明，感謝委員建議，亦將持續努力維持及增加我國登錄項目。</p>
<p>2. 本年度獲得中國大陸專利授證一件，雖是暫時獲證，但仍屬專利成果績效，在 P.52 量化成果表中有列，惟在 P.182 附件九統計表中未列，建議補上。</p>	<p>感謝委員提醒，該暫准專利已於 12/22 日通知獲證認列，將於下一版期末報告補上。</p>
<p>3. 109 年度的專利暫時獲證件數一件，比 108 年的 6 件、107 年的 5 件、106 年的 2 件減少甚多，且連續兩年沒有專利提出申請，這對 NML 技術創新與未來運用績效方面，恐有不利影響，建請注意。</p>	<p>感謝委員意見。</p> <p>NML 運轉逾 30 年累積不少專利，在經費逐年遞減情況下，研發能量減少、維護成本逐年墊高，專利維護費用的支出將影響運作成本。近幾年大環境 (工研院) 針對專利申請的審查從嚴，兼顧「質」的考量，將產業應用性列為重要的審核條件，以避免取得的專利束之高閣，無法充分運用及推廣於產業。近年來 NML 並朝向將研發、建置新標準系統過程所累積之關鍵技術，透過技術作價之衍生方式予以有價化，實質強化對產業技術發展之支援。</p> <p>感謝委員之建議，基於上述考量，NML 將持續善用資源，仍會就申請要件，做必要之專利申請，將以半導體相關關鍵技術之專利申請持續積極規劃中，後續亦將評估業界承接可能性，進行專利申請。</p>
<p>4. 本年度客戶滿意度為 9.4 分，較去年 9.3 分略高，但比前年 9.5 分略低。惟今年問卷回收達 553 分，比去年 325 份和前年的 143 份多出甚多，已達總服務廠商約 1014 家的 54.5%，顯示滿意度調查結果已具有統計代</p>	<p>感謝委員肯定。</p>

建議事項	說明												
表性，值得肯定。													
5. 請確認表 1-2-1 中 NML 登錄於 BIPM KCDB CMC 附錄三關於磁量/電量/微波領域以及長度領域的項數是否分別為 48 和 59，或是 49 和 58 項，請釐清。	感謝委員指正。 經再確認，表 1-2-1 中，磁量/電量/微波領域及長度領域的 CMC 項數分別是 48 和 59，較 108 年分別為減少 1 及增加 1 項。												
6. NML 在 105 到 108 年度的論文發表篇數，分別為 102、86、68、58 篇，本年度則發表論文約 28 篇，僅為去年的一半不到。由於期刊論文發表不僅為知識與技術創新的具體成果展現，在標準系統的國際比對上也扮演關鍵角色，建請 NML 注意論文發表逐年下降的趨勢，並做適度改善。	NML 技術研發經費自 105 年 89,833 千元，到 108 年 25,018 千元及 109 年 16,160 千元已大幅縮減，在期刊論文產出上已勉力達成，將再持續努力。 <table border="1" data-bbox="855 609 1291 875"> <thead> <tr> <th>年度</th> <th>技術研發經費(千元)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>105</td> <td>89,833</td> </tr> <tr> <td>106</td> <td>57,038</td> </tr> <tr> <td>107</td> <td>59,827 (含 SI)</td> </tr> <tr> <td>108</td> <td>25,018</td> </tr> <tr> <td>109</td> <td>16,160</td> </tr> </tbody> </table>	年度	技術研發經費(千元)	105	89,833	106	57,038	107	59,827 (含 SI)	108	25,018	109	16,160
年度	技術研發經費(千元)												
105	89,833												
106	57,038												
107	59,827 (含 SI)												
108	25,018												
109	16,160												
B 委員													
7. 此委託案依檢驗局 109 年度「委託辦理國家度量衡標準實驗室業務」完成各項工作項目。	感謝委員肯定。												
8. 本計畫執行油壓校正系統改良，除更新設備外亦加入機械搬運設備，降低人力操作，提昇校正效率。因應台商回流與供應鏈重組，在國內校正量必然增加與校正人力不足狀況下，應評估各校正系統設備操作與數據處理的自動化，以提昇效率	感謝委員建議。 誠如委員所提，為減少校正人力並提高校正數據可靠度(減少人工抄錄錯誤率)，校正流程及數據處理自動化是 NML 當務之急。因此，於 NML 下一期程(110 年~113 年)計畫，已規劃 3 項校正系統(N03 力量比較校正系統、T04 電阻溫度計量測系統及 M03 大質量量測系統校正系統)自動化工作，以及校正預約電子化(建立網路預約系統)。												
9. 自 109 年度開始，工業計量技術發展分項計畫全力投入奈米級半導體先進製造的標準量測技術，目前台灣在此產業為世界領先但也競爭激烈，應強化與業者的定期互動，以及技術指標的滾動修正。	感謝委員提醒，本計畫因應臺灣半導體產業發展相關所需之量測技術，目前各技術團隊與產業界皆有密切合作來往，各技術與業界互動說明如下： 關鍵尺寸： 本技術團隊定期與領導廠商進行互動討論 3 奈米/2 奈米製程檢測需求藉以作技術指標的動態修正，且針對此技術開發之可能合作廠商如致茂、帆宣、ASML 也在今年拜訪多次瞭解技術瓶頸以及合作可能性。 奈米粒子： 本團隊於計畫執行的同時，亦積極針對半導體產業相關之試劑供應商推廣本團隊的檢測技術。目前與某化學原物料公司預定 110 年進行技術應用服務簽約，由我方提供奈米及												

建議事項	說明
	<p>不純物的檢測技術服務。</p> <p>EUV：</p> <p>本計畫在規劃初期與執行期間皆與領導廠商進行互動討論，以 EUV 計量標準為例，已定期與領導廠商共同討論計量標準之需求，並依據需求修正未來技術指標之方向，例如輻射劑量需求範圍、偵測器分光響應之量測範圍。</p>
C 委員	
<p>10. 本年度完成 5 項國際比對參與(主導 2 項)，其中 2 項比對結果已正式發表於 Metrologia 期刊，En 值&lt;1。完成 292 項校正與量測能量(CMC)獲准登錄於 BIPM 的附錄 C。完成溫度/濕度/質量/力量/壓力/真空/流量/化學 8 領域及化學領域參考物質生產機構第三者延展認證，及振動/聲量 2 領域監督評鑑，以能維持國際間相互認可協定之有效性。維護國家度量衡標準實驗室(NML) 15 個領域 117 套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 4182 件次，繳庫數約 42,961,645 元。</p>	<p>感謝委員肯定。</p>
<p>11. 本年度發表論文計 58 篇，國外論文發表 24 篇，國內論文發表篇 34 篇，技術報告產 175 篇、專利獲證 6 件，專利/技術運用 12 件，收入繳庫 2,102 仟元。辦理技術研討會 11 場次，舉辦推廣活動計 5 場次，其整體執行績效優。</p>	<p>感謝委員肯定。</p>
D 委員	
<p>12. 本計畫 109 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)、法定計量技術發展等三個分項，均已建立良好成果。</p>	<p>感謝委員肯定。</p>
<p>13. 本計畫在於維護國家度量衡標準實驗室(NML)15 個領域 117 套量測標準系統、環境設施等，確保國家實驗室之運作正常與服務品質，於產業服務面，年度目標提供在地一級校正服務 4100 件/年，本年度提供校正服務達 4182 次，收入繳庫 42,961,645 元，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，績效符合計畫目標。</p>	<p>感謝委員肯定。</p>
<p>14. 本計畫 109 年度完成國際比對參與 5 項(主導 2 項)，其中 2 項登錄於 BIPM KCDB 資料庫。在國際度量衡委員會相互認可協議</p>	<p>感謝委員肯定。</p>

建議事項	說明
(CIPM-MRA)架構下，自 1996 年起累計參與 113 項國際比對，已完成 80 項，33 項持續進行中。至 109 年 11 月止累計完成 292 項校正與量測能量(CMC)登錄至國際度量衡局(BIPM)的附錄 C，執行績效良好，有效建立國家量測標準之國際等同	
15. 為維護我國計量主權，持續以觀察員身分參與 3 個諮詢委員會，另擔任國際計量事務要職 2 席位，構建維繫與國際計量相關機構間互動關係，提升我國於國際之能見度及影響力，維護國家度量衡標準實力之國際級形象。	感謝委員肯定。
16. 本計畫辦理電量、長度、力量及品質等相關課程，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；配合產業計量技術之精進與發展，辦理相關技術推廣活動；同時辦理度量衡行動教具校園體驗活動，達計量技術知識擴散之目的。	感謝委員肯定。
17. 本計畫配合產業政策，發展先進製程關鍵尺寸量測技術、小尺寸奈米粒子量測技術及微影製程光學量測技術，以先進計量技術支援半導體產業維持國際領先。	感謝委員肯定。
18. 本年度計畫完成 1 套系統改良，使能穩定維持系統的服務品質與準確性。針對國防、化工、智慧製造、煉油、鋼鐵等產業所需，完成油壓量測系統共 1 項改良，使得原量測範圍內，量測不確定度降幅超過 20%，符合計畫目標。	感謝委員肯定。
19. 本計畫提供校正服務，國家度量衡標準實驗室在地提供具國際等同效力之報告，確保國內廠商生產製造之品質保證，並符合國際規範要求，維持國際競爭力產業服務擴散效益顯著。	感謝委員肯定。
E 委員	
20. 該計畫執行進度大致與原計畫相同，執行進度皆有達成既定目標。	感謝委員肯定。
21. 該計畫預算支用與原計畫無差異	感謝委員肯定。
22. 本計畫項目之一為先進製程關鍵尺寸量測技術已在本年度完成既定目標，並已與台積電簽訂專屬研究計畫來做相關實驗驗證。此計畫利用長波長 Al 靶之 XRR 成功驗證 0.9nm TiN 薄膜。建議單位可以利用此技術為基礎，來開發未來 X-Ray 量測之相關技術	感謝委員建議，未來將以此長波長 XRR 技術為基礎，開發使用此波段光源之低掠角 X 光散射技術(GISAXS)、反射式關鍵尺寸量測技 CD-XRR 等相關技術來因應半導體產業界的關鍵尺寸量測需求。XRD 及 XPS 是以材料分析為主之量測技術，團隊後續會與台積電詢

建議事項	說明
(例如:XRD、XPS 等)。	問未來是否有相關檢測需求，再進行規劃。
23. 本計畫項目之一為奈米粒子分析暨標準技術已在本年度完成既定目標，並已與台積電簽訂專屬研究計畫來做相關實驗驗證。惟應產業需求，團隊將修改計畫執行時程，調整110 年度及111 年度之執行重點，於110 年先期研究成份量測技術，提早開發電子級試劑不純物化學成分分析的研究。建議單位持續關注產業動態，以利後續相關開發及應用。	感謝委員提點，本團隊 109 年之工作成果應用於產業電子級試劑中，提供試劑中不純物的等效濃度；除了不純物濃度的定量外，其成分更是廠商欲取得的資訊。已調整時程，將提早開發電子級試劑不純物化學成分分析的研究，並將持續關注產業動態。
24. 本計畫項目之一為微影製程光學量測技術已在本年度完成既定目標。惟本計畫因應業界實際應用之曝光光源特性與傳統 EUV 標準光源(同步輻射光源)特性之差異，並配合製程實務上慣用之計量參數，本計畫已調整規劃，優先發展脈衝式光偵測器響應校正技術、與 EUV 曝光劑量量測技術，以期調整後之規劃更能貼近業界實際應用需求。建議單位在追求技術同時，也能培養更多國內相關專業人才技術。	感謝委員之肯定，本計畫已定期與領導廠商共同討論計量標準之需求，並依據需求修正未來技術指標之方向，期能優先發展國內缺少之 EUV 光輻射標準，包含 EUV 輻射劑量、光偵測器響應標準與脈衝式光輻射計量標準。本計畫在發展量測技術之時，更與清華大學及同步輻射研究中心合作，與相關單位之學生、老師、研究人員共同發展 EUV 光輻射標準之時，並培養這些人才切入 EUV 微影標準之發展。同時更依據產業需求，針對 EUV 檢測設備之發展進行研發，期能由研究單位鏈結產業，共創更為完善的 EUV 產業生態系。
25. 本計畫今年成果豐碩，多項指標均已達標，但智慧財產相關項目，本年度暫准一件，建議單位應多申請專利件數，以確保相關智慧財產受到保護以及可供日後技轉相關產業，以利提升國內產業之相關技術。	感謝委員意見。 NML 運轉逾 30 年累積不少專利，在經費逐年遞減情況下，專利維護費用的支出將影響運作成本。近幾年對於專利申請更加謹慎，每年係依照研發產出狀況及是否符合專利要件，判斷是否提出專利申請。基於上述考量，專利佈局部分，將以半導體相關關鍵技術之專利申請持續積極規劃中，後續亦將評估業界承接可能性，進行專利申請。
26. 建議單位應多與學界合作開發，以培養國內之相關專業人才知識。	本計畫所發展之半導體量測技術，與清華大學及同步輻射研究中心等合作，並培養相關技術人才，切入半導體檢測與標準之發展。同時更依據產業需求，針對半導體檢測設備之發展進行研發，期能由研究單位連結產業，使半導體檢測技術更為完善。

附件十一、國家度量衡標準實驗室標準系統與校正服務

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證 <sup>◎</sup>	改良※/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 LS1P) 頻率：20 Hz to 12.5 kHz (2) 1/2 英吋(符合 IEC 61094-1 LS2P) 頻率：20 Hz to 25 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 (20 Hz to 40 Hz) · 0.05 dB (40 Hz(不含) to 8 kHz) · 0.11 dB (8 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	23	4	15	4	15	◎			<ul style="list-style-type: none"> <li>原級系統，提供 A02 與 A03 系統之標準件追溯。</li> <li>校正週期為 2 年。</li> </ul>
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 (3) 1/4 英吋(符合 IEC 61094-4 WS3) 頻率：20 Hz to 20 kHz	(1) 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 12.5 kHz) (2) 0.12 dB (20 Hz to 40 Hz) · 0.08 dB (40 Hz(不含) to 8 kHz) ·	81.05.25	電容式麥克風	129	103	124	123	95	◎			

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證 <sup>◎</sup>	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
				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 8 kHz) · 0.16 dB (8 kHz(不含) to 16 kHz) · 0.20 dB (16 kHz(不含) to 20 kHz)											
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 (94 or 104 or 114) dB	(1)(2) 比較法 : 0.14 dB · 內插電壓法 : 0.08 dB to 0.18 dB (3a) 0.2 dB (3b) 0.2 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	211	206	227	211	194	◎			
4	麥克風自由場靈敏度互換校正系統	A04	(1) 1 英吋(符合 IEC 61094-1 LS1P) 頻率 : 1 kHz to 10 kHz (2) 1/2 英吋(符合 IEC 61094-1 LS2P) 頻率 : 1 kHz to 20 kHz	(1) 0.16 dB (1 kHz to 3.15 kHz) · 0.17 dB (4 kHz to 10 kHz) (2) 0.16 dB (1 kHz to 5 kHz) · 0.17 dB (6.3 kHz to 20 kHz)	103.08.11	電容式麥克風	5	3	3	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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證 <sup>◎</sup>	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
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	134	147	166	186	163				
6	磁通量測系統	B02	(1) 10 <sup>-4</sup> Wb to 2 Wb (2) 0.001 m <sup>2</sup> to 1 m <sup>2</sup> (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	13	13	20	12	14				
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	147	143	157	159	135				
8	鋼瓶氣體 濃度量測系統	C03	CO : (10 to 200000) μmol/mol CO <sub>2</sub> : (100 to 300000) μmol/mol CH <sub>4</sub> : (100 to 100000) μmol/mol C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> : (100 to 50000) μmol/mol O <sub>2</sub> : (1000 to 250000) μmol/mol NO in N <sub>2</sub> : (50 to 2000)	CO : (0.08 to 90) μmol/mol CO <sub>2</sub> : (1.1 to 120) μmol/mol CH <sub>4</sub> : (0.9 to 80) μmol/mol C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> : (1.0 to 60) μmol/mol O <sub>2</sub> : (12 to 120) μmol/mol NO in N <sub>2</sub> : (0.89 to 7.9)	83.10.26	鋼瓶氣體濃度之驗證 (CO、CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> 、O <sub>2</sub> 、NO in N <sub>2</sub> 、SO <sub>2</sub> in N <sub>2</sub> 、C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH in Air)	14	28	15	19	19	◎			<ul style="list-style-type: none"> <li>• CO、CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>、O<sub>2</sub>自109年1月中旬暫停收件，109年3月中旬恢復收件。</li> <li>• NO in N<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub> in N<sub>2</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH in Air 自109</li> </ul>



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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明	
			μmol/mol SO <sub>2</sub> in N <sub>2</sub> : (50 to 2000) μmol/mol C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH in Air : (137 to 547) μmol/mol	μmol/mol SO <sub>2</sub> in N <sub>2</sub> : (0.82 to 6.6) μmol/mol C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH in Air : (1.7 to 4.3) μmol/mol												年 1 月中旬 暫停收件。 109 年 9 月 恢復收件。
9	氣體量測系統	C07	(1) CO : (0.0 to 0.1) mol/mol CO <sub>2</sub> : (0 to 1) mol/mol CH <sub>4</sub> : (0.00 to 0.05) mol/mol ( (0 to 100) %LEL ) C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> : (0.00 to 0.02) mol/mol ( (0 to 100) %LEL ) (2) 分流率 : 0 % to 100 %	(1) CO : 2 μmol/mol CO <sub>2</sub> : 6 μmol/mol CH <sub>4</sub> : 0.1 %LEL(59 μmol/mol) C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> : 0.1 %LEL(26 μmol/mol) (2) 分流率 : 0.5 %	84.08.10	(1) 氣體濃度檢知管、警報器、測漏儀、氣體濃度分析儀 (2) 氣體分流器	33	48	52	30	43	◎				• 項 (2) 已於 109 年 8 月 12 日標準局函文同意停止服務。俟度量衡規費收費標準修正公佈後，再正式停止對外提供服務。
10	質量法高壓混合氣體供應驗證系統	C08	(1) CO in N <sub>2</sub> : (0.001 to 100) mmol/mol CO <sub>2</sub> in N <sub>2</sub> : (0.1 to 160) mmol/mol CH <sub>4</sub> in N <sub>2</sub> : (0.1 to 100) mmol/mol C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> in N <sub>2</sub> : (0.1 to 50) mmol/mol	(1) CO in N <sub>2</sub> : 0.1 % to 2.0 % CO <sub>2</sub> in N <sub>2</sub> : 0.1 % to 1.5 % CH <sub>4</sub> in N <sub>2</sub> : 0.1 % to 1.0 % C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> in N <sub>2</sub> : 0.2 % to 1.0 %	83.10.26	(1) 雙成分氣體 (CO in N <sub>2</sub> 、CO <sub>2</sub> in N <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> in N <sub>2</sub> 、C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> in	39	18	30	35	42	◎				• CO、CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> 、O <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> in Air、(CO+CO <sub>2</sub> +C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ) in N <sub>2</sub> 自 109 年 1 月中旬 暫停收件。

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明	
			SF <sub>6</sub> in N <sub>2</sub> : (10 to 1000) μmol/mol CF <sub>4</sub> in N <sub>2</sub> : (100 to 3000) μmol/mol NO in N <sub>2</sub> : (50 to 2000) μmol/mol SO <sub>2</sub> in N <sub>2</sub> : (50 to 2000) μmol/mol O <sub>2</sub> in N <sub>2</sub> : (1 to 10) μmol/mol、(1 to 14) mmol/mol CH <sub>4</sub> in Air : (1 to 20) mmol/mol N <sub>2</sub> O in N <sub>2</sub> : (100 to 1000) μmol/mol (2) (CO + CO <sub>2</sub> + C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ) in N <sub>2</sub> CO : (5 to 40) mmol/mol CO <sub>2</sub> : (50 to 160) mmol/mol C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> : (100 to 1600) μmol/mol (3) C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH in N <sub>2</sub> : (80 to 140) μmol/mol H <sub>2</sub> S in N <sub>2</sub> : (10 to 100) μmol/mol (4) VOC (含 Benzene、Toluene、Ethylbenzene、Xylenes) in N <sub>2</sub> : 1 μmol/mol	SF <sub>6</sub> in N <sub>2</sub> : 0.2 % to 1.5 % CF <sub>4</sub> in N <sub>2</sub> : 0.1 % to 1.0 % NO in N <sub>2</sub> : 0.5 % to 2.0 % SO <sub>2</sub> in N <sub>2</sub> : 0.5 % to 1.5 % O <sub>2</sub> in N <sub>2</sub> : 1.5 % to 3.0 %、0.2 % to 1.5 % CH <sub>4</sub> in Air : 0.1 % to 0.5 % N <sub>2</sub> O in N <sub>2</sub> : 0.5 % to 1.5 % (2) (CO + CO <sub>2</sub> + C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ) in N <sub>2</sub> CO : 0.2 % to 0.8 % CO <sub>2</sub> : 0.1 % to 0.5 % C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> : 0.5 % to 1.0 % (3) C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH in N <sub>2</sub> : 2 % to 5 % H <sub>2</sub> S in N <sub>2</sub> : 1.5 % to 5.0 %		N <sub>2</sub> 、SF <sub>6</sub> in N <sub>2</sub> 、CF <sub>4</sub> in N <sub>2</sub> 、NO in N <sub>2</sub> 、SO <sub>2</sub> in N <sub>2</sub> 、O <sub>2</sub> in N <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> in Air、N <sub>2</sub> O in N <sub>2</sub> ) (2) 多成分氣體 (CO+C <sub>3</sub> O <sub>2</sub> +C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ) in N <sub>2</sub> (3) 雙成分參考混合氣 (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH in										109年3月中旬恢復收件。 • SF <sub>6</sub> 、CF <sub>4</sub> 、NO、SO <sub>2</sub> 、N <sub>2</sub> O、C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH、H <sub>2</sub> S、VOC自109年1月中旬暫停收件，109年9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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證 <sup>◎</sup>	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
				(4) VOC in N <sub>2</sub> ( 含 Benzene、Toluene、Ethylbenzene 、 Xylenes) : 5 % to 10 %		N <sub>2</sub> 、H <sub>2</sub> S in N <sub>2</sub> (4) VOCs in N <sub>2</sub> ( 含 Benzene、Toluene、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 <sub>4</sub> in N <sub>2</sub> : (0.1 to 10) cmol/mol C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> in N <sub>2</sub> : (0.1 to 5)	(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 <sub>4</sub> in N <sub>2</sub> 、C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> in N <sub>2</sub> 、CO <sub>2</sub> in N <sub>2</sub> )	20	12	30	15	9	◎			• 自 109 年 1 月中旬暫停收件，109 年 7 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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證 <sup>◎</sup>	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明	
			cmol/mol CO <sub>2</sub> in N <sub>2</sub> : (0.1 to 16) cmol/mol													
12	氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統	C10	(1) CO in N <sub>2</sub> : (1 to 100) μmol/mol CO <sub>2</sub> in N <sub>2</sub> : (50 to 5000) μmol/mol CH <sub>4</sub> in Air : (1 to 20) mmol/mol NO in N <sub>2</sub> : (1 to 2000) μmol/mol SO <sub>2</sub> in N <sub>2</sub> : (1 to 2000) μmol/mol (2) C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH in Air : (0 to 1200) μmol/mol	(1) CO in N <sub>2</sub> : 0.02 % CO <sub>2</sub> in N <sub>2</sub> : 0.03 % CH <sub>4</sub> in Air : 0.15 % NO in N <sub>2</sub> : 0.11 % to 0.26 % SO <sub>2</sub> in N <sub>2</sub> : 0.048 % to 0.13 % (2) 3 μmol/mol	103.12.18	(1) 氣體濃度稀釋裝置 (CO in N <sub>2</sub> 、CO <sub>2</sub> in N <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> in Air、NO in N <sub>2</sub> 、SO <sub>2</sub> in N <sub>2</sub> ) (2) 氣體濃度分析設備 (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH in Air)	6	6	1	2	0	◎				<ul style="list-style-type: none"> <li>項(1)自 109 年 4 月暫停收件，109 年 9 月恢復收件。已於 109 年 8 月 12 日標準局函文同意併入 C07，俟度量衡規費收費標準修正公佈後，再正式系統合併。</li> <li>項(2)已於 109 年 8 月 12 日標準局函文同意停止服務，俟度量衡規費收費標準修</li> </ul>

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證 <sup>◎</sup>	改良※/ 設備汰換 <sup>◆</sup>	比對▲	備註說明
															正公佈後，再正式停止對外提供服務。
13	甲醛氣體分析設備校正系統	C11	(1 to 10) $\mu\text{mol/mol}$	0.0067 $\mu\text{mol/mol}$	105.12.26	甲醛氣體分析設備	-	4	8	4	5	◎			<ul style="list-style-type: none"> <li>105年10月完成查驗，106年5月開放服務。</li> </ul>
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				<ul style="list-style-type: none"> <li>105年10月完成查驗，106年5月開放服務。</li> <li>自109年1月中旬暫停收件，109年6月下旬恢復收件。</li> </ul>
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				<ul style="list-style-type: none"> <li>107年3月完成查驗，108年11月底開放服務。</li> </ul>
16	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	76.04.26	標準塊規(公制)	20	22	26	25	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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
				陶瓷： $[(39)^2 + (0.6L)^2]^{1/2}$ 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											
17	塊規干涉校正系統	D02	0.5 mm to 100 mm	$[23^2 + (0.30L)^2]^{1/2}$ 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)	2	1	0	0	0				<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>系統已建立達 26 年，機件損耗嚴重，故欲購置新機，自 108 年 12 月暫停收件，預計 111 年</li> </ul>

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
															7月恢復收件。
18	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： $1.99 \times [(0.135)^2 + (0.00137D)^2]^{1/2} \mu\text{m}$ $D$ 為以 mm 為單位之環規內徑尺寸 (2) 針規： $[(0.22)^2 + (0.013 D)^2]^{1/2} \mu\text{m}$ $D$ 為以 mm 為單位之針規外徑尺寸 (3) 塞規： $1.98 \times [(0.135)^2 + (0.00137 D)^2]^{1/2} \mu\text{m}$ $D$ 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	10	36	30	24	20				
19	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 $L$ 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	188	125	163	113	116				• 自 108 年 9 月 暫停收件，109 年 3 月恢復收件。
20	角度塊規校正系統	D06	1" to 45°	0.45"	79.04.12	角度塊規	3	4	2	6	4				• 自 108 年 11 月 暫停收

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
															件，109年2月恢復收件。
21	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)	9	5	13	5	11				• 自108年11月暫停收件，109年2月恢復收件。
22	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	22	26	24	19	22				
23	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	41	33	44	33	41				
24	真圓度量測系統	D12	直徑：≤ φ200 mm；失圓度：0.01 μm to 2 μm	15 nm	76.04.19	真圓度標準件(圓球狀、半球狀、圓柱狀)	13	8	22	15	12				
25	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	76.04.28	表面粗度標準片	48	68	57	62	55				



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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
				$R$ : 各項參數, 以 $\mu\text{m}$ 為單位											
26	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	11	14	10	13	11				
27	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	15	16	14	14	17				
28	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) 穩頻氦氖雷射 (雷射波長及頻率校正) (2) 碘穩頻氦氖雷射 (光梳絕對頻率量測)	26	24	22	13	19				<ul style="list-style-type: none"> <li>自 108 年 8 月暫停收件, 109 年 1 月中旬恢復收件。</li> </ul>

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
29	長尺校正系統	D17	(1) 0.001 m to 10 m (2) 0.1 m to 3 m	(1) $[16.9^2 + (2.9L)^2]^{1/2}$ $\mu\text{m}$ (2) $[11.2^2 + (2.6L)^2]^{1/2}$ $\mu\text{m}$ $L$ 為以 m 為單位之量測長度	86.04.18	(1) 標準捲尺 (2) 條碼鋼尺	22	22	18	16	43				<ul style="list-style-type: none"> <li>本年度校正量增加，主要係廠商執行政府標案數增多，配合內政部法規執行土地丈量之條碼鋼尺須校正。</li> </ul>
30	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 $\mu\text{m}$ ) (2b) 0 mm to 30 mm(解析度：0.1 $\mu\text{m}$ ) (2c) 0 mm to 30 mm(解析度：1.0 $\mu\text{m}$ ) (2d) 0 mm to 60 mm(解析度：0.1 $\mu\text{m}$ )	(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 $\mu\text{m}$ (2b) 0.46 $\mu\text{m}$ (2c) 0.73 $\mu\text{m}$ (2d) 0.81 $\mu\text{m}$	90.10.01	(1) 雷射干涉儀(含環境感測器) (2) 量錶校正器	63	58	77	44	60				

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
31	線距校正系統	D19	(1) 50 nm to 25 μm (2) 280 nm to 10 μm (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)	14	10	11	9	6				• 項(2)自 109 年 6 月暫停收件· 109 年 12 月下旬恢復收件。
32	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	16	8	18	6	7				

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
				(3) 單點絕對定位：35 mm											
33	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( $h \leq 3 \mu\text{m}$ ): [ $3^2 + (1.2h)^2$ ] <sup>1/2</sup> nm 光學式( $h > 3 \mu\text{m}$ ): [ $9.5^2 + (3.6h)^2$ ] <sup>1/2</sup> nm (2) 探針式：[ $5^2 + (3.2h)^2$ ] <sup>1/2</sup> nm $h$ 為以 μm 為單位之階高量測值	94.05.02	階高標準片	173	170	144	200	151				
34	薄膜量測系統	D22	(1) 1.5 nm to 1000 nm (2) 1.5 nm to 200 nm (3) 標稱孔徑尺寸為 2.0 nm	(1) 0.10 nm (2) 0.02 nm (3) 0.3 nm	91.08.01	(1) 二氧化矽薄膜標準片 (2) 薄膜 (3) 多孔隙薄膜標準片	95	97	108	99	98				
35	精密型長塊規校正系統	D23	(1) 100 mm to 600 mm (2) 100 mm to 1000 mm	(1) [ $84^2 + (735\Delta)^2$ ] <sup>1/2</sup> nm (2) [ $67^2 + (365\Delta)^2$ ] <sup>1/2</sup> nm	95.11.22	長塊規	25	27	35	36	32				• 項(2)自 109 年 4 月中旬暫停收件，109 年 9 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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
				$L$ 為以 m 為單位之塊規 標稱長度											
36	液晶間隙 尺寸校正 系統	D24	(1) 0.1 $\mu\text{m}$ to 10 $\mu\text{m}$ (2) 0.1 $\mu\text{m}$ to 10 $\mu\text{m}$	(1) 26 nm (2) 38 nm	96.06.28	(1) TN 液晶 盒 (2) VA 液晶 盒	1	2	2	2	1				<ul style="list-style-type: none"> <li>設備故障，自 109 年 8 月暫停收件。因購置新機與繼續維持系統不符合成本效益，考量不影響國內追溯體系，預計明年度申請停止服務。</li> </ul>
37	二維影像 標準校正 系統	D25	(1) 二維：10 $\mu\text{m}$ $\times$ 10 $\mu\text{m}$ to 1.0 mm $\times$ 1.0 mm (2) 一維：1 mm to 400 mm (3) 二維：10 $\mu\text{m}$ $\times$ 10 $\mu\text{m}$ to 400 mm $\times$ 400 mm	(1) $[(0.36)^2 + (1.66$ $L)^2]^{1/2} \mu\text{m}$ (2) $[(0.36)^2 + (1.66$ $L)^2]^{1/2} \mu\text{m}$ (3) $[(0.77)^2 + (1.66$ $L)^2]^{1/2} \mu\text{m}$ $L$ 為以 m 為單位之量測 長度	99.02.03	影像標準片	27	36	26	30	37				

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
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 (4) 100 nm to 300 nm	(1) 0.8 nm to 34 nm (2) 3.0 nm (3) 0.54 nm to 13 nm (4) 100 nm to 200 nm(不含) : 8.3 nm 200 nm to 300 nm : 19 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) 微分電移動度分析法 (DMA) (4) 表面奈米微粒粒徑標準件 (POW)	27	32	20	29	28				<ul style="list-style-type: none"> <li>項 (4) 已於 109 年 8 月 12 日標準局函文同意停止服務，俟度量衡規費收費標準修正公佈後，再正式停止對外提供服務。</li> </ul>
39	奈米粒子功能性量測系統	D27	(1a) 粒徑：100 nm；濃度：1 cm <sup>-3</sup> to 1000 cm <sup>-3</sup> (1b) 粒徑：50 nm to 200 nm；濃度：1000 cm <sup>-3</sup> to 10000 cm <sup>-3</sup>	(1a) 2.3 % to 3.7 % (相對) (1b) 2.2 % to 2.4 % (相對) (2) 2.7 mV	100.04.25	標準粒子、標準粒子計數器 (1) 奈米粒子濃度	13	9	8	5	6				

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
			(2) -75 mV < Zeta 電位 < 75 mV(粒徑 > 20 nm) (3) 5 m <sup>2</sup> /g to 550 m <sup>2</sup> /g	(3) 2.1%(相對)		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)									
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 (2) 線距標準片之線距：70 nm to 1000 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 (2) 線距標準片	10	24	17	13	28				
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				• 105年8月完成查驗，106年5月開放服務。
42	階規校正系統	D30	10 mm to 1010 mm	$1.97 \times [(0.29 \mu\text{m})^2 + (4.03 \times 10^{-7} L)^2]^{1/2}$	106.04.26	階規、卡尺校正器	-	3	7	5	3				• 106年2月完成查驗。

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
				L: 量測長度											106年5月 開放服務。
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	10	12	12	11	11				
44	直流 1 ~ 10 V 量 測系統	E03	1 V、1.018 V、10 V	0.3 $\mu$ V/V(相對)	81.09.01	固態型電壓 標準器、直 流電壓標準 器	16	19	16	14	12				
45	直流電壓 量測系統	E04	1 mV to 1000 V	6 $\mu$ V/V to 0.7 mV/V (相對)	76.04.25	直流電壓標 準器	131	115	121	106	113				
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	53	75	64	66	56				
47	交流電壓 量測系統	E06	1 mV to 1000 V · 20 Hz to 1 MHz	4 $\mu$ 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	129	94	115	106	111				
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 $\mu$ V/V(相對) ; 60 $\mu$ rad (2) 82 $\mu$ V/V(相對)	76.06.25	(1) 比壓器 (2) 交流高 壓分壓 器、交流 高壓電	57	49	54	51	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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
						表、交流高壓源									
49	直流微電流量測系統	E08	10 pA to 1 $\mu$ 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	18	14	22	14	18				
50	直流中電流量測系統	E09	10 $\mu$ A to 100 A	20 $\mu$ A/A to 70 $\mu$ A/A(相對)	76.03.23	直流電流分流器、直流電流源、直流電流表	154	130	144	124	130				
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	27	22	20	18	17				
52	交流電流量測系統	E11	10 $\mu$ A to 100 A / 20 Hz to 100 kHz	11 $\mu$ 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	113	111	97	108	98				
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	85	100	99	81	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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
						電流轉換器									
54	直流電阻量測系統	E13	0.1 mΩ、0.001 Ω、0.01 Ω、0.1 Ω、1 Ω、10 Ω、100 Ω、1 kΩ、10 kΩ、100 kΩ	0.15 μΩ/Ω to 35 μΩ/Ω(相對)	76.04.30	標準電阻器	83	90	78	87	144				<ul style="list-style-type: none"> <li>E13、E14 系統自 108 年擴建後已可涵蓋 E25 校正能量，故部分校正件轉由 E13、E14 系統提供服務。</li> </ul>
55	直流高電阻量測系統	E14	1 MΩ、10 MΩ、100 MΩ、1 GΩ、10 GΩ、100 GΩ、1 TΩ	9 μΩ/Ω to 73 μΩ/Ω(相對)	76.04.30	標準高電阻器、高阻計 / 表、十進高電阻器	32	38	31	37	35				<ul style="list-style-type: none"> <li>E13、E14 系統自 108 年擴建後已可涵蓋 E25 校正能量，故部分校正件轉由 E13、E14 系統提供服務。</li> </ul>
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	64	61	59	69	68				

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
57	標準電感量測系統	E16	100 $\mu$ H to 10 H	0.22 mH/H(相對)	76.03.03	標準電感器、RLC表	60	71	55	61	54				
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、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、	(1a) 70 $\mu$ W/W to 0.41 mW/W (1b) 70 $\mu$ var/var to 0.41 mvar/var (1c) (0.31 to 0.63) mV/V (1d) (0.24 to 0.48) mA/A (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 $\mu$ W/W to 0.41 mW/W (4b) 70 $\mu$ var/var to 0.41 mvar/var	76.04.22	(1) 單相交流電功率源、單相交流電功率表、單相交流瓦特轉換器 (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	61	56	66	44	53				• 106年5月單相交流電功率量測系統(E18)、單相交流電能量測系統(E19)、三相交流電能量測系統(E20)及三相交流電功率量測系統(E26)合併為交流電力量測系統(E18)。

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
			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、 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、			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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
			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、 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												

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明	
			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、 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°	0.02°	76.04.23	相位表、相位信號產生器	2	7	5	5	6					

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
			100 V, 400 Hz, 180°												
60	單相交流電功率原級量測系統	E23	單相有效電功率、單相有效電能： 電壓：120 V、240 V 電流：1 A、5 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：1、0.5 Lead、0.5 Lag、0 Lead、0 Lag	(15 to 43) $\mu$ W(h)/VA(h)	84.06.30	單相交流瓦特轉換器、單相交流瓦時轉換器、單相交流電功率表	1	1	1	1	1				
61	量化霍爾電阻量測系統	E24	1 k $\Omega$	0.06 $\mu\Omega/\Omega$ (相對)	84.06.30	標準電阻器	1	1	2	2	1				
62	直流大電阻量測系統	E25	(1) 1 M $\Omega$ to 100 M $\Omega$ (2) 1 $\Omega$ to 100 M $\Omega$	(1) 7 $\mu\Omega/\Omega$ to 15 $\mu\Omega/\Omega$ (相對) (2) 0.2 $\mu\Omega/\Omega$ to 16 $\mu\Omega/\Omega$ (相對)	88.06.23	(1) 標準電阻器 (2) 多功能電表 / 校正器、十進電阻器	59	61	72	54	9				<ul style="list-style-type: none"> <li>E13、E14 系統自 108 年擴建後已可涵蓋 E25 校正能量，故部分校正件轉由 E13、E14 系統提供服務。</li> <li>已於 109 年 8 月 12 日標準局函文同意併入 E13、</li> </ul>

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證 <sup>◎</sup>	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
															E14·俟度量衡規費收費標準修正公佈後·再正式系統合併。
63	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	48	29	26	56	32				• 廠商校正週期為 2 至 3 年。
64	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	10	16	3	11	13				• 原級系統·提供內部追溯。
65	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	32	40	39	31	35	◎			



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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證 <sup>◎</sup>	改良※/ 設備汰換 <sup>◆</sup>	比對▲	備註說明
						計、可變面積式流量計、蹼輪式流量計、葉輪式流量計									
66	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	51	44	67	52	65	◎			
67	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	27	33	29	34	23	◎			

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證 <sup>◎</sup>	改良※/ 設備汰換 <sup>◆</sup>	比對▲	備註說明
68	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	4	6	7	5	5	◎			
69	高壓氣體 流量系統	F05	(15 to 18000) m <sup>3</sup> /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	58	37	49	29	◎			
70	低壓氣體 流量校正 系統 ( 管 式校正 器 )	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 質 式 流 量 計、 差 壓 式	111	99	102	98	102	◎		▲	

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明	
						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										

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證 <sup>◎</sup>	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
						計、正位 式流量 計									
71	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	51	37	34	6	0	◎			• 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·再正式 系統合併。
72	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	27	39	39	19	39	◎		▲	

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證 <sup>◎</sup>	改良※/ 設備汰換 <sup>◆</sup>	比對▲	備註說明
73	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	27	37	49	40	50	◎		▲	
74	微流量測量系統	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)	3	13	7	8	11	◎			
75	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 <sup>3</sup> /min to 300 L/min (2) 10 cm <sup>3</sup> /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、可變面積式流量計、	32	19	32	67	46	◎		▲	

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證 <sup>◎</sup>	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
						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									
76	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	102	77	107	88	67	◎			
77	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	31	32	11	23	14	◎			
78	動態膨脹 法真空量 測系統	L02	(1) $5 \times 10^{-6}$ Pa to 0.008 Pa (2) $6 \times 10^{-4}$ 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	8	6	0	6	8	◎			• 自 106 年 5 月 暫 停 收 件，107 年 12 月 恢 復 收 件，故 107 年 無 校 正 量。

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證◎	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
															• 自 109 年 7 月中旬暫停收件，109 年 10 月下旬恢復收件。
79	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	36	50	62	58	43	◎			
80	公斤質量量測系統	M02	1 kg	0.032 mg	76.04.23	法碼	3	9	4	5	9	◎			• 原級系統，提供 M01 及 M03 系統之標準件追溯。
81	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	22	22	26	54	47	◎			
82	靜法碼量測系統 (一)	N01	50 kgf to 5000 kgf(500 N to 50 kN)	$2 \times 10^{-5}$ (相對)	84.05.23	檢力環、力量傳感器、荷重元、環式動力計、測力計	62	73	79	81	51	◎			
83	靜法碼量測系統 (二)	N02	5 kgf to 500 kgf(50 N to 5 kN)	$2 \times 10^{-5}$ (相對)	76.04.24	檢力環、力量傳感器、荷重元、環	55	51	55	62	37	◎			• 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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證◎	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
						式動力計、測力計									
84	力量比較校正系統(一)	N03	10000 kgf to 200000 kgf(100 kN to 2000 kN) [壓縮]	$5 \times 10^{-4}$ (相對)	78.06.01	力量傳感器、荷重元、環式動力計、測力計	33	26	28	26	4	◎			• 部分廠商轉送校至二級實驗室。
85	力量比較校正系統(二)	N04	5000 kgf to 50000 kgf(50 kN to 500 kN)[壓縮] · 1000 kgf to 20000 kgf(10 kN to 200 kN)[拉伸]	$2 \times 10^{-4}$ to $3 \times 10^{-4}$ (相對)	76.04.28	檢力環、力量傳感器、荷重元、環式動力計、測力計	72	100	83	104	63	◎			• 部分廠商校正週期為2年。
86	力量比較校正系統(三)	N05	500 kgf to 5000 kgf(5 kN to 50 kN)	$2 \times 10^{-4}$ (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	5	5	1	1	◎			• 待校件為英制時或特殊拉力計才會使用此系統校正。
87	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	27	58	20	46	24	◎	◆		• 部分廠商校正週期為2年。 • 自109年12月中旬暫停收件，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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證 <sup>◎</sup>	改良※/ 設備汰換 <sup>◆</sup>	比對▲	備註說明
															110年9月 恢復收件。
88	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	14	15	12	18	◎		▲	
89	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	31	48	26	30	25	◎			
90	500 N 靜法碼機系統	N09	10 N to 500 N [壓縮或拉伸]	$2 \times 10^{-5}$ (相對)	94.05.02	力量傳感器、荷重元、環式動力計、測力計	9	12	12	13	2	◎			
91	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	19	11	20	7	5	◎			
92	力量比較校正系統(四)	N11	0.1 mm ≤ 測長 ≤ 50 mm ; 10 mN ≤ 力量 ≤ 200 mN	(1) 楊氏模數：3.1%(相對) (2) 力量：0.37 mN	97.03.07	(1) 線材料(楊氏模數量測) (2) 力量傳感器	5	6	2	6	3	◎			
93	扭矩校正系統	N12	10 N·m to 5 kN·m	$1 \times 10^{-4}$ (相對)	106.04.27	扭矩傳感器	-	3	3	4	2	◎			• 106年2月完成查驗· 106年5月開放服務。

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
94	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(LED)全光通量標準燈 (5) 發光二極體(LED)色度標準燈	60	58	73	52	51				

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
95	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 <sup>2</sup> ·nm) to 240 mW/m <sup>2</sup> ·nm (2) 300 nm to 1100 nm (3) 380 nm to 780 nm (4) 5 cd/m <sup>2</sup> to 50000 cd/m <sup>2</sup> (5) 亮度 5 cd/m <sup>2</sup> to 50000 cd/m <sup>2</sup> · 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 <sup>2</sup> to 50000 cd/m <sup>2</sup> · 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 · 光譜 380 nm to 780 nm (8) 800 nm to 1650 nm	(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) : (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 ;	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 (8) 鍍光偵測器	129	136	126	132	130				

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
				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											
96	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 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	(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 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	83.01.10	(1) 標準色板、濾片 (2) 反射片	149	120	116	122	80				• 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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
				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 %											
97	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	(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	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	80	65	77	70	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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證®	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
			(4) 輻射功率 6 $\mu$ W 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 $\mu$ W to 150 mW · 輻射照度 50 $\mu$ W/cm <sup>2</sup> to 150 mW/cm <sup>2</sup> · 波長 250 nm to 3000 nm	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		(5) 雷射光源									
98	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	2	0	1	3	3				• 原級系統 · 提供 O03 系統之標準件追溯。
99	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	20	12	27	32	33			▲	

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證 <sup>◎</sup>	改良※/ 設備汰換 <sup>◆</sup>	比對▲	備註說明
100	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				
101	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	15	13	14	13	15				
102	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	52	35	62	28	34	◎		▲	
103	油壓量測系統	P03	2.8 MPa to 280 MPa	$3.3 \times 10^{-5}$ to $7.4 \times 10^{-5}$ (相對)	77.06.29	油壓式活塞壓力計、油壓壓力錶、數字型壓力計	25	32	30	15	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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證◎	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
104	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) $2.6 \times 10^{-5}$ to $4.2 \times 10^{-5}$ (相對) (2) 4.3 kPa (3) $2.6 \times 10^{-5}$ to $4.2 \times 10^{-5}$ (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	102	109	114	96	117	◎			
105	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	21	21	18	22	12	◎			
106	輻射溫度計量測系統	T01	(1) 800 °C to 2000 °C (2) 10 °C to 90 °C	(1) 0.3 °C to 4.0 °C (2) 0.1 °C	79.06.28	(1) 輻射溫度計 (2) 常 / 低溫紅外線輻射溫度計	14	19	10	17	15	◎			
107	熱電偶溫度計量測系統	T03	(1) 0 °C to 961.78 °C(定點) (2) 0 °C to 961.78 °C(範圍) (3) 961.78 °C to 1200 °C(範圍)	(1) 0.11 °C to 0.20 °C (2) 0.20 °C (3) 0.41 °C	76.05.01	B. R. S.型熱電偶	5	2	10	8	5	◎			
108	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	131	93	109	137	92	◎			



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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證 <sup>◎</sup>	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
						計、熱敏電阻									
109	白金電阻溫度計定點量測系統	T05	-190 °C to 962 °C	0.16 mK to 6.0 mK	76.04.29	標準白金電阻溫度計	12	8	13	11	6	◎			
110	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	29	44	25	36	19				
111	微波散射參數及阻抗量測系統	U02	(1) 反射係數 0 to 1 / 0 to 180° (phase) 透射係數(-60 to 0) dB / 0 to 180°(phase) (1a) 頻率：10 MHz to 18 GHz (@Type N) (1b) 頻率：10 MHz to 26.5 GHz (@3.5 mm)	(1) (1a) 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) (1b) 反射(0.0048 to	80.11.05	(1) 空氣傳輸線、開路器、短路器、滑動式短路器、終端器、滑動式終	29	19	23	44	65		◆		<ul style="list-style-type: none"> <li>近兩年校正量增加，主要為華航陸續送校約 60 台微波固定式衰減器</li> <li>項 (2) 已於 109 年 8 月</li> </ul>

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證 <sup>◎</sup>	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
			(1c) 頻率：45 MHz to 40 GHz (@2.92 mm) (2) 頻率：100 MHz to 26.5 GHz · 介電常數 $\epsilon_r$ 範圍為 1 to 50 · 介質損耗 $\tan(\delta)$ 範圍為 0.0001 to 0.01	0.0084)(linear) / 2.3° to 2.4°(phase) 透射(0.068 to 0.28) dB / 0.5° to 1.8°(phase) (1c) 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) (2) 0.15 %(相對)		端器、不匹配器、同軸傳輸線、衰減器(散射參數量測) (2) 高頻介質材料									12日標準局函文同意停止服務，俟度量衡規費收費標準修正公佈後，再正式停止對外提供服務。
112	電磁場強度量測系統	U06	頻率：100 kHz to 8 GHz · 最大電場強度：140 V/m (100 kHz to 500 MHz) · 100 V/m (500 MHz to 8 GHz)	0.77 dB(100 kHz to 500 MHz) 0.85 dB(0.5 GHz to 0.55 GHz) 0.71 dB(0.56 GHz to 1 GHz) 0.68 dB(1.1 GHz to 8 GHz)	84.08.30	電磁場強度計、微波洩漏測試器	80	81	58	86	76				
113	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)	(1) 條紋計數法：0.5 %(相對) 正弦接近法：0.52 % to 1.9 %(相對)	83.06.15	(1) 標準加速規 (2) 電荷放大器	9	9	6	8	2	◎			• 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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證 <sup>◎</sup>	改良※/ 設備汰換◆	比對▲	備註說明
			(2) 10 Hz to 10 kHz	(2) 0.20 % to 1.2 % (相對)											
114	振動比較校正系統	V02	50 Hz to 7 kHz	(1) 1.5 % to 4.4 % (相對) (2) 1.7 % to 2.3 % (相對)	76.04.30	(1) 壓阻式或壓電式加速規 (2) 振動計	1	56	39	46	47	◎			<ul style="list-style-type: none"> <li>儀器故障於104年10月暫停收件，歷經修復與第三者認證，105年12月恢復收件，故105年校正量僅1件。</li> </ul>
115	衝擊振動比較校正系統	V03	200 m/s <sup>2</sup> to 10000 m/s <sup>2</sup> 之電壓靈敏度	1.9 % (相對)	81.01.09	壓阻式或壓電式加速規	1	11	6	9	2	◎			<ul style="list-style-type: none"> <li>105年3月實施系統改良，105年11月恢復收件，105年6月因校正系統位置變更，針對查核件實施自校1件。</li> </ul>
116	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)	(1) 1.0 % (相對) (2) 1.9 % (相對)	85.06.30	(1) 低頻標準加速	24	38	62	37	31	◎			<ul style="list-style-type: none"> <li>項 (1) 自109年7月</li> </ul>

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	105年度	106年度	107年度	108年度	109年度	第三者認證 <sup>◎</sup>	改良※/設備汰換◆	比對▲	備註說明
			(3) 3.15 Hz to 50 Hz	(3) 1.8 % to 2.7 % (相對)		規(絕對式) (2) 低頻加速規(比較式) (3) 低頻振動計									中旬暫停收件，預計110年2月恢復收件。
117	衝擊振動原級校正系統	V06	200 m/s <sup>2</sup> to 10000 m/s <sup>2</sup> 之電壓靈敏度	0.8 % (相對)	99.02.26	衝擊加速規	2	1	1	2	1	◎			• 原級系統，提供 V03 系統之標準件追溯。
						總計	4825	4801	4951	4829	4450				

附件十二、國家度量衡標準實驗室標準系統整合評估說明