



國家度量衡標準實驗室 108 年度執行報告

# 國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫

(第 3 年度)

全程計畫：自 106 年 1 月至 109 年 12 月止

本年度計畫：自 108 年 1 月至 108 年 12 月止

中華民國 109 年 1 月

第二版 (查證後修)



**【期末報告摘要資料】**

科資中心編號	PG10805-0021			
計畫中文名稱	國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫(3/4)			
主管機關	經濟部標準檢驗局	計畫編號	108-1403-05-19-01	
執行機構	工業技術研究院量測技術發展中心	審議編號	108-1403-05-19-01	
本期期間	108年01月01日 至 108年12月31日			
本年度經費	239,108千元			
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	75 %	75 %	0 %
經費支用		預定支用經費	實際支用經費	支用比率
	當年	239,108 千元	239,060 千元	99.98 %
	全程	989,506 千元	773,715 千元	78.19 %
	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%，若第三年(108年)之11月執行進度為80%，則108年11月之際，其全程進度為25%(第一年)+25(第二年)+25%(第三年)*80%=70%。			
中文關鍵詞	標準傳遞；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*	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)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。本期發展重心將優先針對「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，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與研究法定計量標準。期能與國際先進實驗室同步維持更完整的國家量測標準，以能與國際接軌的研發基磐實力，繼續為國家建構永續發展環境盡力。本年度重點工作包括：</p> <p>1. 建立、維持國家量測標準之國際等同</p>			

- ◇ 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，進行光輻射量/長度/電量/磁量/微波 5 領域第三者認證評鑑，以順利推動國際間相互認可協定之有效性。
- ◇ 參與 10 項(主導 4 項)國際比對，主動促成標準校正與量測能量(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，計 292 項校正與量測能量(CMC)獲准登錄於 BIPM 的附錄 C。使我國出具校正報告為 106 個會員/組織計 157 個相互認可機構承認。
- ◇ 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 3 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。

#### 2. 提供國家最高量測標準之一級校正服務

- ◇ 執行校正工作，提供 4829 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。
- ◇ 進行系統改良與擴建 2 套、系統再評估 63 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。

#### 3. 配合政策目標及產業發展、民生需求，建立所需標準技術與追溯體系

- ◇ 建立製程過程污染物之超微量金屬粒子分析暨標準技術，將偵測極限擴充至 sub-ppt (pg/mL)等級，擴充電子級試劑品質分析能力，及針對試劑中超微量的粒子進行成分、粒徑(偵測極限 $< 20$  nm)與顆粒濃度(偵測極限 $< 100$  parts/mL)分析，解決當前電子級試劑中粒子量測偵測極限不佳的缺點，解決先進製程之檢測問題，提升量產品質與良率，提升國內電子級試劑製造產業之國際競爭力。
- ◇ 提供半導體產業於先進製程檢測所需之超薄次奈米膜厚度量測，藉由 X 光反射技術，可量測最小厚度至 0.9 nm，同時搭配 X 光螢光光譜分析技術，提升準確度至 $< 5\%$ ，提供非破壞性檢測方法，解決國內半導體產業 7 奈米製程以下薄膜厚度(0.9 ~ 2) nm 量測準確度不佳之問題，協助廠商提升製程良率。

#### 4. 與國際趨勢同步進行前瞻計量技術研究，建構我國計量標準技術自主能量

- ◇ 建立新式壓力計量追溯技術，取代目前的壓力原級標準，藉此提高國內量測科學與儀器技術水準，並縮短追溯時間，降低國內相關產業的時間成本。

#### 5. 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 23 批 267 人次/年，舉辦計量標準研討會 11 場、推廣說明會 5 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。

#### 年度執行成果：

- 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) 完成年度階段工作以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 10 項國際比對參與(主導 4 項)，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 110 項國際比對，完成 78 項，尚有 32 項持續進行中。
    - ◇ 292 項校正與量測能量(CMC)獲准登錄於 BIPM 的附錄 C。
    - ◇ 完成光量/長度/電量/磁量/微波等 5 領域第三者認證評鑑，以順利推動國際間相互認可協定之有效性。
  - (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。
      - 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 執委會(EC)委員、質量領域技術委員會(TCM)主席及醫學計量工作組主席，協助亞太計量組織之運作。
- 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 118 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 4829 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 149 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，改良與擴建 2 套系統，使能穩定維持系統的服務品質與準確性。
      - 針對能源、半導體、化工業及公平交易所需，完成低壓氣體流量量測系統共 1 項擴建，服務範圍由(20~1000) L/min 擴充提升至(10~1000) L/min，不確定度由 0.12 % 降低至 0.09 %。

—針對法定度量衡、航太、重工業及民生所需，完成大質量量測系統共 1 項改良，服務範圍：1000 kg，不確定度由 4 g，降低至 1.8 g。

(2) 計量技術知識擴散，培育國內計量人才

- ◇ 完成 5 場次 SI 與半導體業等相關計量技術擴散活動辦理。
- ◇ 完成 2 場次度量衡教育推廣活動辦理，並邀請偏遠地區學校共同參與，縮短城鄉教育資源落差，讓度量衡的科普概念有更廣的延伸。

● 協助導體產業升級、提升國際競爭力

- ◇ 建立製程污染物之「超微量金屬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。

—完成線上奈米粒子產生技術，產生奈米金粒子  $60 \text{ nm} \pm 2.1 \text{ nm}$ ，達成目標(不確定度為  $< 4 \text{ nm}$ )

- 利用單一氣膠產生裝置(Monodroplet generator, MDG)生成直徑為  $44.55 \mu\text{m} \pm 0.39 \mu\text{m}$  之單一液珠，其體積再現性之相對標準差為 2.42%，符合計畫規格(單一氣膠體積相對標準差需  $< 5\%$ )，當液珠內含的金離子濃度為  $35.91 \text{ ng/cm}^3$  時，其乾燥之粒子質量等效於 60 nm 金奈米粒子，量測不確定度為 2.1 nm。

—完成無機元素同位素稀釋法量測技術

- 「鉛元素同位素稀釋法量測技術」， $1 \mu\text{g/kg}$  鉛元素溶液 5 次重複性量測，相對標準差需  $< 1\%$ ，測試結果相對標準差為 0.12%。
- 完成低濃度鉛標準液同位素稀釋法量測技術， $1 \mu\text{g/kg}$  鉛元素溶液量測不確定度為 0.74%， $10 \mu\text{g/kg}$  鉛元素溶液量測不確定度為 0.76%， $100 \mu\text{g/kg}$  鉛元素溶液量測不確定度為 1.83%， $1000 \mu\text{g/kg}$  鉛元素溶液量測不確定度為 1.97%。
- 發展之技術可應用於半導體酸鹼試劑，協助國內電子級試劑供應商針對如過氧化氫、氨水、硫酸等產品，檢測其中之金屬離子污染物，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。

- ◇ 建立半導體產業於先進製程檢測所需之「超薄奈米膜厚度量測技術」，提供非破壞性檢測方法與厚度之縱深分析，解決薄膜厚度量測準確度問題。

—完成量測膜厚 0.9 nm ~ 2 nm，GIXRF 量測出介電薄膜 TiN、TaN 與  $\text{HfO}_2$  之螢光強度，並藉由質量沉積公式計算樣品薄膜厚度分別為 1.57 nm、1.99 nm 與 1.05 nm。介電薄膜 TiN、TaN 與  $\text{HfO}_2$  厚度量測結果與 PTB 量測厚度進行計算，其實驗測厚度差異分為 4.66%、4.7% 以及 5%，結果皆小於 5%。

● 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、新電流及新物質量標準系統之評估工作

(1) 建立符合 SI 單位新定義之壓力計量追溯技術，取代舊有汞柱壓力標準

- ◇ 完成銅製恆溫真空腔體建置，背景壓力測得可達 88 mPa，測得之溫度擾動(一倍標準差)為 2 mK，溫度量測不確定度為  $8.7 \times 10^{-6}$ 。
- ◇ 未來將繼續完成光干涉式氣體壓力量測之完整技術建置，其中之關鍵技術為雙共振腔雷射頻率鎖定，並由兩者頻率差決定待測氣體之折射率，若能將氣體折射率量測不確定度壓低至  $10^{-5}$ ，則可與目前 NIST 所達成之水準  $8.8 \times 10^{-6}$  相當。

#### (2) 新質量標準之評估

- ◇ 完成原級矽晶球質量標準之真空質量比較儀系統評估，量測不確定度為 29  $\mu\text{g}$ 。
- ◇ 完成一公斤、一百克及十克全自動比較儀質量量測系統評估，量測範圍/不確定度為：(1 kg ~ 100 g)/0.045 mg、(100 g ~ 10 g)/0.0082 mg 及(10 g ~ 1 mg)/0.0016 mg。

#### (3) 新溫度標準之評估

- ◇ 完成熱電偶高溫校正系統(0 ~ 1492) °C之定點與不確定度評估，不確定度為(0.11 ~ 0.75) °C。
- ◇ 完成輻射溫度高溫共晶定點不確定度評估，Co-C (1324 °C)，不確定度為 0.83 °C。

#### (4) 新電流標準之評估

- ◇ 完成免液氦量化霍爾電阻系統之量測不確定度評估，電阻校正(1 k $\Omega$ )之量測不確定度為0.056  $\mu\Omega/\Omega$ 。
- ◇ 完成高電阻電橋系統量測不確定度評估，高電阻校正(1 M $\Omega$  ~ 1 T $\Omega$ )之量測不確定度為(9 ~ 73)  $\mu\Omega/\Omega$ 。

#### (5) 新物量標準之評估

- ◇ 完成矽同位素比例量測技術建立與評估，量測不確定度為  $5.5 \times 10^{-8}$ 。

#### ● 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

- ◇ 完成標準局使用中氣量計檢定設備性能評估，比對結果顯示該 6 套氣量計檢定系統具一致性。配合標準局年度抽檢活動，檢查數量共計 3427 具，不合格數量共計 133 具，合格率为 96.12 %。耐久測試研究結果顯示測試前後器差變化量最大 0.47 %，且所有氣量計在耐久測試後都能符合檢查合格規範 3 % 以內。
- ◇ 參考國際先進國家計程車計費表相關法規與國內業者對計程車計費表規範修訂建議，並與標準局及各分局等相關單位共同討論達成共識，完成「CNPA 21 計程車計費表型式認證技術規範」修訂建議，共建議修訂 17 條文、新增 1 條文。
- ◇ 完成電動車充電站計量標準規範與相關量測技術發展資料分析與研究報告。除了分析我國現行電動車充電站相關技術標準及電動車充電站計量追溯調查，藉由蒐集各先進國家如美國、歐洲、日本、中國大陸等國電動車充電站標準規範及相關發展研究資料，深入瞭解國際間對於電動車充電站計量標準與技術規範發展現況。

	<p>◇ 完成酒精鎖技術要求建議草案，並依據 EN 50436-1 標準及美國 BAIIDs 中可執行之檢測項目完成實機測試，提供標準局作為準備因應方案之參考。</p>
<p>英文摘要</p>	<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> </ul> <p>(1) Completed yearly planned work items for being continuously registered to the databank on BIPM-KCDB website, to confirm the strength of our country's metrology technology and keep the international equivalence of the highest national standards.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ Completed the participation in 10 international comparisons which hosted 4 international comparisons. Within the framework of CIPM-MRA, it shows on BIPM-KCDB website totally 110 comparisons registered to BIPM-KCDB Appendix B with 78 comparisons completed and another 32 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 traceability of our measuring systems in 5 metrology areas this year.</li> </ul> <p>(2) Continuously keeping the interrelationship among the international metrology institutions to maintain and reinforce the international NMI brand impression on our strength in NML.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 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).</li> <li>— 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.</li> <li>— Holding the position of Member of Executive Committee (EC/APMP), and the chairmanship of Technical Committee for Mass and Medical Metrology Working Group for assisting the operation of APMP.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Continuously perfecting the standard transfer from the highest national standard, providing calibration services to support ten billions TWD dollars</li> </ul>



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 118 sets of measuring systems in 15 metrology areas and associated environmental facilities to ensure regular operations and service quality of NML, providing 4829 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 149 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 2 system improvement/refinements to keep the systems in stable service quality and in precision.

—Completed 1 system improvement/refinements for low pressure gas flow system to meet the needs toward energy resource, semiconductor industry, chemical industry and fair trade, with the service range increased from (20 ~ 1000) L/min to (10 ~ 1000) L/min, and the uncertainty reduced from 0.12 % to 0.09 %.

—Completed 1 system improvement/refinements for the high-capacity mass weighing system to meet the needs toward legal metrology, aerospace industry, heavy industry and people's livelihood, with the service range in 1000 kg, and the uncertainty reduced from 4 g to 1.8 g.

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

✧ Completed holding 5 technology disseminating activities on SI units and semiconductor industry application.

✧ Completed holding 2 metrological education disseminating activities, in order to shorten the educational resource gap between urban and rural areas and allow popular science concept of metrology – weights and measures more widely extended.

●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.

- ◇ To develop the metrology technique of inorganic particles measurement for semiconductor industry to help them confirm and analyze the contaminants during manufacturing process and improve the quality of process.
  - The " on-line particle generation system" was established to produce particle standards for calibration of single particle inductively coupled plasma mass spectrometry (spICP-MS). The particle standard was generated by a Monodroplet generator (MDG) coupled with a desolvation system. The diameter of mono-droplet was  $44.55 \mu\text{m} \pm 0.39 \mu\text{m}$ , and reproducibility of droplet volume is 2.42 %. When each droplet contains  $35.91 \text{ ng/cm}^3$  gold ion, the mass of dry particle is equivalent to 60 nm gold nanoparticle. The expanded uncertainty of on-line particle generation system is 2.1 nm for 60 nm Au nanoparticle.
  - The isotope dilution mass spectrometry for concentration certification of lead solution was established, with the relative standard deviation by 5 times measurement for  $1 \mu\text{g/kg}$  lead solution as 0.12 %.
  - The isotope dilution mass spectrometry was applied for various lead concentration determination, with the measurement uncertainty of lead solution for concentration of  $1 \mu\text{g/kg}$ ,  $10 \mu\text{g/kg}$ ,  $100 \mu\text{g/kg}$ , and  $1000 \mu\text{g/kg}$  as 0.74 %, 0.76 %, 1.83 %, and 1.97 %, respectively, which meet the goal of project.
  - The established analysis methods and techniques can not only be applied to semiconductor industry, but also can help the domestic electronics-grade reagent suppliers to determine the metal ion impurities in their products, and that will make domestic acid-base reagent companies to improve the quality of their products and expand the market monopolized by foreign products in the past.
- ◇ Developing the "nano ultra-thin film thickness measurement technology" for semiconductor industry advanced process inspection, to provide the non-destructive testing methods and depth analysis of film thickness, and then to solve the problem of film thickness measurement accuracy.
- Completed measurements of film thickness (0.9 nm ~ 2 nm): By measuring the GIXRF fluorescence intensity of the dielectric films TiN, TaN and HfO<sub>2</sub>, the thickness of the samples film by the mass deposition formula was calculated, to obtain results of thin film thickness as 1.57 nm, 1.99 nm and 1.05 nm, respectively. To compare the results of thickness measurement (dielectric thin film TiN, TaN and HfO<sub>2</sub>) with PTB measurements, the difference of thickness is 4.66 %, 4.7% and 5%, respectively and the results are all less than 5%.

- 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, the electric current standard, and the amount of substance standard.
- (1) New SI traceable absolute gas pressure measurement technology to replace the current mercury manometer standard
    - ✧ The project completed the design and construction of a copper chamber that provides a stable vacuum and temperature environment, with the background pressure measured to reach 88 mPa, and the temperature fluctuation (one standard deviation) to 2 mK corresponding to the temperature uncertainty of  $8.7 \times 10^{-6}$ .
    - ✧ The future application of this technology: The project will continue to complete the remaining sub-system to allow optical interferometric pressure measurement. The most critical one is the dual FPI cavity laser frequency locking, through which the gaseous refractive index can be determined from the beat frequency between two locking frequencies. The target is to achieve the relative measurement uncertainty of this gaseous refractive index to as low as  $10^{-5}$  to be compatible to the NIST's current level  $8.8 \times 10^{-6}$ .
  - (2) Evaluation of the new mass standards
    - ✧ The evaluation of vacuum mass comparator for silicon sphere mass standard was completed, with the combined standard uncertainty as 29  $\mu\text{g}$ .
    - ✧ The evaluation of robotic mass comparator system at 1 kg, 100 g and 10 g was completed, with the measurement uncertainty as 0.045 mg for 1 kg ~ 100 g, 0.0082 mg for 100 g ~ 10 g and 0.0016 mg for 10 g ~ 1 mg.
  - (3) Evaluation of the new temperature standards
    - ✧ Completed the establishment of the fixed points and the measurement uncertainty evaluation of the high temperature thermocouple calibration system at (0 ~ 1492) °C, with the expanded uncertainty as (0.11 ~ 0.75) °C.
    - ✧ Completed the measurement uncertainty evaluation of the radiometric high-temperature eutectic point Co-C at 1324 °C, with the expanded uncertainty as 0.83 °C.
  - (4) Evaluation of the new current standard
    - ✧ Completed the measurement uncertainty evaluation of the Liquid-helium-free Quantized Hall Resistance (QHR) system, with the relative expanded uncertainty as  $0.056 \mu\Omega/\Omega$  for 1 k $\Omega$  resistor calibration.
    - ✧ Completed the measurement uncertainty evaluation of the high resistance bridge system, with the relative expanded uncertainty as the range of (9 to 73)  $\mu\Omega/\Omega$  for (1 M $\Omega$  to 1 T $\Omega$ ) high ohm resistor calibration.
  - (5) The evaluation of new standard of amount of substance (mole)
    - ✧ The technology of silicon isotope ratio analysis was established and

evaluated, with the measurement uncertainty obtained as  $5.5 \times 10^{-8}$ .

- To comply with 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).
  - ◇ Performance evaluation for BSMI gas meter verification systems has been accomplished, with 6 sets of gas meter verification systems used for comparison and the results in good agreement. To work co-operatively with annual sampling activity held by BSMI, 3427 meters were selected for sampling inspection, with the results showing 133 meters failed to meet their requirement, meaning the pass rate was 96.12 %. All of the tested meters conformed to the required inspection spec. of 3 % after long term running test with a maximum deviation of 0.47 % before and after the test.
  - ◇ Referred to the relevant regulations of the international advanced country taximeter and the domestic industry to recommend the revision of the taximeter, and discussed with the relevant departments such as the Bureau of Inspection and its various branches to complete the "CNPA 21 Technical Specification for Type Approval of Taximeter", with the revised proposal proposed to amend 17 articles and add one more article.
  - ◇ Completed the analysis and research report of electric vehicle charging station metrology standard and related measurement technology development. In addition to analyzing the current technical standards of electric vehicle charging stations in Taiwan and the metrological traceability survey of electric vehicle charging stations, and also by collecting standard specifications and related development research data of electric vehicle charging stations in various advanced countries such as the United States, Europe, Japan, and China, comprehended further the international development of metrology standards and technical specifications for electric vehicle charging stations.
  - ◇ Completed the draft for the recommendation of Alcohol Interlock technical specifications, and according to EN 50436-1 standard and US BAIDs for the practice on the available inspection and testing items, completed the real machine test, to provide the Bureau of Inspection reference in preparation of future plan to suit for further legal metrology needs.

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、118 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：

- 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 10 項(主導 4 項)，其中 4 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 110 項，已完成 78 項，32 項持續進行中。
    - ◇ 至 108 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，需定期接受國際第三者再認證，藉由第三者的客觀角度來證明 NML 的品質系統運作是符合世界(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，以維持國際相互認可協定(MRA)之簽署效力，所核發之校正測試報告可得到國際認可(106 個會員/組織計

157 個機構認可)，本年度完成長度/電量/磁量/微波/光學等 5 領域第三者認證再評鑑，以確認品質系統。

◇ 完成 2 套系統改良，使能穩定維持系統的服務品質與準確性。改良大質量量測系統以提供法定度量衡、航太、重工業及民生所需之質量與力量量測追溯。改良低壓氣體流量校正系統，以服務氣量計及氣體流量量測領域，供能源、半導體、化工業及公平交易所需之流量量測追溯。

◇ 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 157 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。

— 為國際度量衡委員會(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)，持續參與委員會相關度量衡標準的制定、比對等技術討論。

— 擔任 APMP 執行委員會(Executive Committee, EC)委員、質量領域之技術委員會(TCM)主席及醫學計量焦點工作組(MMFG)主席，共 3 人次，協助亞太計量組織之運作。

— 2 人次獲邀擔任日本及新加坡國家標準實驗室長度領域之同儕評鑑技術評審員，與協助 APMP 流量、溫度、長度等領域及品質系統之跨區域及區域內計量組織之校正與量測能量(CMC)所提項目審查 16 項，提供相互認可佐證資料所需之計量技術支援。

◇ 參與/主導國際計量技術合作研究計畫，強化計量技術實力，協助我國產業即早掌握國際發展走向

— 主導 1 項 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。

✓ 主導 APMP 醫學計量焦點工作組(MMFG)促進合作計畫(FGI)-「以血壓模擬技術測試自動血壓計準確度先期研究」

◇ 配合政府新南向等外交政策，協助計量技術支援、人才培訓

— 計量技術支援越南國家計量院(Vietnam Metrology Institute, VMI)量測系統建立

與人才培訓課程，完成 3 人次微波領域之量測技術訓練。

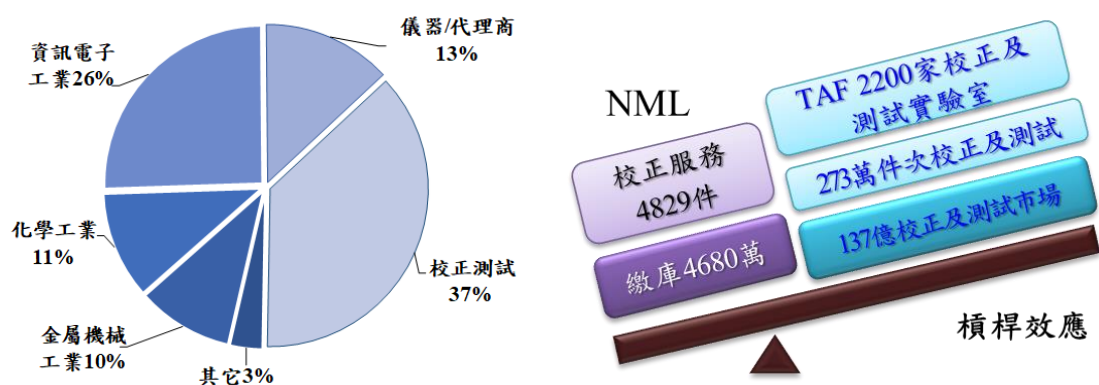
— 配合台印尼第 4 屆 JCTI 貿易工作小組會議決議，講授「非自動衡器型式認證」課程訓練，完成印方 4 人次之訓練。

— 配合我國史瓦帝尼技術合作案，赴史國完成溫度及長度領域理論及實務課程講授與指導，協助其人員建立校正程序與量測不確定度評估等能力。

## ● 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，確保國家實驗室之運作正常與服務品質，藉由提供各項量測儀器之一級校正服務 4829 件(近 5,000 萬繳庫)，校正服務 50 % 分布二級實驗室及儀器設備商(代理商)。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/法人、學校/軍事、醫院/民營企業，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(約 2200 家二級實驗室)之相關檢測服務約 273 萬件，每年支援 137 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」等產業仟億之外銷產品。



註：108 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

— 校正服務支持政府機關之公權力

- ✓ NML 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;確保環保署有近八十個監測站進行氣狀物分析儀汰換更新設備驗收與校正品保時的計量追溯性,提供環保署空氣品質監測網運作所需之量測追溯,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,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。
- ✓ 貝 OO 學科技公司為我國聲學測試領導廠商,提供國內資通訊產品進行 VoIP、3GPP 通話品質測試、Skype for Business 認證、Cortana 語音及噪音測試等。透過 NML 提供國內聲音量測儀器的追溯,確保其測試設備及測試音場環境之準確性,協助資通訊產業產品可在地驗證且符合國際規範,協助產業維持國際競爭力。

#### 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,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。
- ✓ 旺 O 電子公司專營電性量測用探針卡測試儀器,為臺灣最具規模之專業探針卡測試儀器製造大廠,以自有品牌行銷全球。NML 以專業校正技術及品質管理經驗,提供其標準量測技術,解決精密探針卡測試儀器檢驗時的量測誤差問題,並滿足該公司電性量測之標準追溯需求。此外,藉由 NML 所提供之電量與微波標準校正與追溯能量,可確保該電性測試實驗室之標準儀器的量測準確性,藉此提高其探針卡測試儀器等相關產品的信賴度與外銷競爭力。
- ✓ 雙 O 科技公司為國內第二大 NB 散熱模組廠,2018 年營收約 76 億,主要生產散熱器、散熱片、散熱模組、散熱導管、風扇等,其產品應用於筆記型電

腦、桌上型電腦、伺服器、投影機等領域。隨著資料數位化的發展，加上物聯網、5G 以及人工智慧等科技的應用，該公司除了在原有的桌上型及筆記型電腦市場外，針對伺服器、通訊產品、工作站及行動裝置等產品的散熱置積極展市佔率，並持續提供客戶在散熱產品需求上之解決方案。NML 提供該公司於散熱效能驗證量測，包括溫度量測、耐壓測試、流量計性能測試以及散熱效能確認等項目之量測追溯與技術，協助其業務之拓展。

◇ 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 149 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。

- ✓ 台 O 電子公司為全球最大交換式電源供應器廠商，主要客戶有電腦大廠 DELL、APPLE、Fujitsu、HP、IBM、微軟、遊戲機大廠 SONY、通訊設備廠 Cisco 等知名品牌科技大廠；其生產的車載充電器供應美國三大車廠通用汽車(GM)、福特(Ford)和克萊斯勒(Chrysler)。NML 所提供國際認可之英文校正報告，協助其符合通過業主審查(Audit)，持續獲得國際大廠訂單。
- ✓ 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
- ✓ 豐 O 科技股份有限公司主要營業項目為製造航太與高階工業用的扣件產品，在 2001 年與 2003 年通過美國飛機引擎製造廠商奇異(GE)公司與歐洲 Safran 集團的 Snecma 公司的認證，成為亞太地區唯一被認證合格的航太發動機扣件製造公司，之後陸續獲得國內外知名大廠納入其供應鏈，如：AVIO、AVIALL、IHI、SAMSUNG、EATON、FAURECIA、INFASTECH 等。NML 所提供國際認可之英文校正報告，可以滿足國外客戶的需求，也確保該公司持續符合航太品質系統標準，獲得國際訂單。

## 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 11 場次，168 家、268 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，辦理半導體及 SI 新標準建置成果相關技術推廣活相關技術推廣活動 5 場次。

- ✓ 舉辦 520 世界計量日「國際計量發展趨勢論壇」，共 61 廠家、181 人出席
- ✓ 辦理「2019 薄膜與奈米粒子標準與計量研討會」推廣說明技術應用，共 19 廠家、29 人出席。
- ✓ 辦理「純度與粒子檢測技術及其應用」推廣說明技術應用，共 35 廠家、71 人出席。
- ✓ 辦理「SI 新標準建置成果及服務說明會」台中場共 50 廠家、75 人出席。
- ✓ 辦理「SI 新標準建置成果及服務說明會」台北場共 74 廠家、117 人出席。
- ◇ 完成 2 場次度量衡教育推廣活動辦理，並邀請偏遠地區學校共同參與，縮短城鄉教育資源落差，讓度量衡的科普概念有更廣的延伸。
  - ✓ 「520 世界計量日度量衡科學知識推廣活動」，於 5/4、5/11、5/218、5/25 日共四場，計有 3368 人參加
  - ✓ 6/26 日舉辦「度量衡偏鄉扎根活動」，安排高雄市內門國小偏鄉學校 70 人到高雄科工館進行度量衡科普教育推廣，激發學童對計量科學知識的探索潛力。
- ◇ 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 23 批共 267 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。

● 配合產業政策，建立產業計量標準技術，擴散多元化計量技術。

1. 建立無機元素同位素稀釋法量測技術

- ◇ 發展低濃度鉛標準液同位素稀釋法量測技術，1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  鉛元素溶液不確定度為 0.74 %，10  $\mu\text{g}/\text{kg}$  鉛元素溶液不確定度為 0.76 %，100  $\mu\text{g}/\text{kg}$  鉛元素溶液不確定度為 1.83 %，1000  $\mu\text{g}/\text{kg}$  鉛元素溶液不確定度為 1.97 %，其結果符合計畫目標。發展之技術可應用於半導體酸鹼試劑，協助國內電子級試劑供應商針對如過氧化氫、氨水、硫酸等產品，檢測其中之金屬離子污染物，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。
- ◇ 協助良 O 公司廠商進行電子級二氧化碳純度分析技術，解決其在有機溶劑進行清洗遇到瓶頸，大幅減少清洗用水，減少廢液產生量，降低生產成本。

2. 建立超薄次奈米膜厚度量測技術

- ◇ 可提供非破壞性檢測方法與厚度之縱深分析，解決薄膜厚度量測準確度問題。完成量測膜厚 0.9 nm ~ 2 nm，GIXRF 量測出介電薄膜 TiN、TaN 與 HfO<sub>2</sub> 之螢光強度，並藉由質量沉積公式計算樣品薄膜厚度分別為 1.57 nm、1.99 nm 與 1.05 nm。介電薄膜 TiN、TaN 與 HfO<sub>2</sub> 厚度量測結果與 PTB 量測厚度進行計算，其實驗測厚度差異分為 4.66 %、4.7 % 以及 5 %，結果皆小於 5%，達成計畫目標。技術建置過程中，分別完成偵測器雜訊  $\leq 5$  CPS 驗證，使用可同時偵測多個元素光譜之 Amptek 矽飄移偵測器，在無靶材照光之下所量測到之雜訊均值落在 0~2 CPS 之間。完成介電薄膜 GIXRF 角度螢光光譜縱深分析，使用 PyMCA 軟體之 Gaussian 函數

擬合實驗光源與 Ti 元素螢光光譜，模擬一筆 TiN 1.9 nm GIXRF 數據，確認 GIXRF 量測入射角度由 0°到 10°，並進行數據擬合分析縱深。使用多層樣品(HfO<sub>2</sub>, TiN, TaN)進行縱深分析，得到 Ta、Ti 和 Hf 訊號  $\leq 5 \times 10^{-5}$  CPS。

●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

- ◇完成標準局使用中氣量計檢定設備性能評估，比對結果顯示該 6 套氣量計檢定系統具一致性。配合標準局年度抽檢活動，檢查數量共計 3427 具，不合格數量共計 133 具，合格率为 96.12 %。耐久測試研究結果顯示測試前後器差變化量最大 0.47 %，且所有氣量計在耐久測試後都能符合檢查合格規範 3 %以內。另完成三年實證數據之分析與結果，將提供標準局於規範修訂及管理參考。
- ◇參考國際先進國家計程車計費表相關法規與國內業者對計程車計費表規範修訂建議，並與標檢局及各分局等相關單位共同討論達成共識，完成「CNPA 21 計程車計費表型式認證技術規範」修訂建議，共建議修訂 17 條文、新增 1 條文，提供標準局於規範修訂及管理參考。
- ◇完成電動車充電站計量標準規範與相關量測技術發展資料分析與研究報告，藉由蒐集各先進國家如美國、歐洲、日本、中國大陸等國電動車充電站標準規範及相關發展研究資料，深入瞭解國際間對於電動車充電站計量標準與技術規範發展現況，提供標準局作為準備因應方案之參考。
- ◇完成酒精鎖技術要求建議草案，並依據 EN 50436-1 標準及美國 BAIIDs 中可執行之檢測項目完成實機測試，提供標準局作為準備因應方案之參考。



# 報告內容



# 目 錄

<b>壹、全程計畫說明</b> .....	<b>1</b>
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 .....	10
四、全程計畫架構 .....	20
<b>貳、108 年度計畫背景及研究內容</b> .....	<b>23</b>
<b>參、執行績效檢討</b> .....	<b>26</b>
一、資源運用情形 .....	26
(一)、人力運用情形 .....	26
(二)、經費運用情形 .....	27
(三)、設備購置與利用情形 .....	28
二、計畫達成情形 .....	29
(一)、目標達成情形 .....	29
(二)、技術交流與合作 .....	61
(三)、標準量測系統維持情形 .....	66
(四)、108 年度國家度量衡標準實驗室大事紀要(以時間排序).....	67
<b>肆、計畫變更說明</b> .....	<b>71</b>
<b>伍、成果說明</b> .....	<b>72</b>
一、標準維持與國際等同分項 .....	72
(一)、產業服務 .....	72
(二)、國際等同 .....	87
(三)、系統維持 .....	109
二、工業與科學計量技術發展分項 .....	152
(一)、超微量金屬粒子分析暨標準技術研究 .....	152
(二)、超薄次奈米膜厚度量測技術研究 .....	168
(三)、光干涉式絕對壓力實現方法研究 .....	179
三、法定計量技術發展分項 .....	190
(一)、家用氣量計長期使用準確性研究 .....	190
(二)、計程車計費表型式認證技術規範修訂研究 .....	208
(三)、電動車充電站標準與技術規範調查研究 .....	217
(四)、酒精鎖規範先期研究 .....	223



<b>陸、 附件 .....</b>	<b>234</b>
附件一、計畫購置儀器設備彙總表.....	234
附件二、出國暨赴陸會議人員一覽表.....	235
附件三、專利成果一覽表.....	240
附件四、技術/專利應用一覽表.....	241
附件五、論文一覽表.....	243
附件六、技術報告一覽表.....	248
附件七、研討會/技術推廣說明會/訓練課程一覽表 .....	255
附件八、國家度量衡標準實驗室校正服務成果統計表.....	257
附件九、研究成果統計表.....	258
附件十、108 年度國家度量衡標準實驗室大事紀要(分類排序).....	259
附件十一、名詞索引表.....	262
附件十二、108 年度結案審查委員意見回覆表.....	267
附件十三、國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務.....	273
附件十四、國家度量衡標準實驗室標準系統整合評估說明.....	295

## 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 .....	2
圖 0-1-3、國家計量與品質基磐的關聯性 .....	7
圖 0-1-4、相互認可協議實現自由經濟架構圖 .....	7
圖 0-1-5、國家度量衡標準實驗室定位及任務 .....	8
圖 0-1-6、SI 新標準建置整體之規劃及執行內容.....	9
圖 0-1-7、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 0-1-8、NML 於我國度量衡器管理之角色.....	17
圖 0-2-1、越南國家計量院人員來台訓練 .....	62
圖 0-2-2、印尼計量資源開發中心人員來台訓練 .....	62
圖 0-2-3、史瓦帝尼台實務課程講授與指導 .....	63
圖 1-1-1、我國量測追溯體系 .....	72
圖 1-1-2、NML 各領域校正服務百分比 .....	73
圖 1-1-3、NML 校正服務重點產業分佈圖 .....	74
圖 1-1-4、520 世界計量日貴賓合照 .....	80

圖 1-1-5、520 世界計量日 SI 單位教育推廣活動.....	81
圖 1-1-6、度量衡偏鄉扎根活動 .....	82
圖 1-1-7、標準局分局度量衡探索箱教具教學訓練 .....	82
圖 1-1-8、「薄膜與奈米粒子標準與計量研討會」技術推廣說明會 .....	83
圖 1-1-9、「純度與粒子檢測技術及其應用」技術推廣說明會 .....	83
圖 1-1-10、「108 年國際單位 SI 新標準建置成果及服務說明會」 .....	84
圖 1-1-11、氣象局暑期大學生研習營參訪 .....	84
圖 1-1-12、數位課程畫面 .....	85
圖 1-1-13、產業服務需求調查-受訪者分析.....	86
圖 1-1-14、受訪者期望強化之服務項目 .....	87
圖 1-2-1、全球相互認可機制架構 .....	87
圖 1-2-2、APMP CMC 登錄流程 .....	88
圖 1-2-3、全球區域計量組織 .....	89
圖 1-2-4、國際比對架構圖(CCAUV.A-K1) .....	89
圖 1-2-5、國際比對流程(以 APMP.L-K1 為例).....	90
圖 1-2-6、APMP.M.F-K2 之 50 kN 力量比對結果 .....	92
圖 1-2-7、APMP.M.F-K2 之 100 kN 力量比對結果 .....	93
圖 1-2-8、APMP.EM.BIPM-K11.5 之直流電壓 1.018 V 比對結果 .....	93
圖 1-2-9、APMP.EM.BIPM-K11.5 之直流電壓 10 V 比對結果 .....	94
圖 1-2-10、APMP.L-S5 奈米金粒子(10 nm)比對結果 .....	95
圖 1-2-11、APMP.L-S5 奈米銀(30 nm)粒子比對結果 .....	95
圖 1-2-12、國際計量組織會議與運作 .....	100
圖 1-3-1、NML 內部稽核前會議與稽核一致性訓練 .....	110
圖 1-3-2、數位化滿意度調查示意圖 .....	111
圖 1-3-3、108 年度數位化滿意度調查結果 .....	112
圖 1-3-4、1000 kg 質量量測系統架構與實體圖 .....	113
圖 1-3-5、1000 kg 自動重心調整機構 .....	113
圖 1-3-6、特製吊掛治具圖 .....	114
圖 1-3-7、花崗岩防振平台 3 點支撐圖 .....	114
圖 1-3-8、環境監控程式畫面 .....	114
圖 1-3-9、50 kg ~ 1000 kg 質量導引模式 .....	115
圖 1-3-10、新舊 1000 kg 量測系統穩定測試結果比較圖 .....	116

圖 1-3-11、溫度控制改善 .....	118
圖 1-3-12、改良前鐘形校正器溫度量測點位示意圖 .....	119
圖 1-3-13、鐘罩內部溫度計置放特殊機構 .....	119
圖 1-3-14、改良後鐘形校正器溫度量測點位示意圖 .....	120
圖 1-3-15、鐘罩上升下降位置示意圖 .....	120
圖 1-3-16、鐘罩內部溫度量測數據(1000 L/min).....	121
圖 1-3-17、鐘罩內部溫度量測數據(50 L/min).....	121
圖 1-3-18、自動化校正程式 .....	122
圖 1-3-19、捷克低光量偵測器之標準傳遞鏈 .....	125
圖 1-3-20、(a) $\mu$ -LED 替代光源設計；(b) $\mu$ -LED 替代光源之光形 .....	128
圖 1-3-21、 $\mu$ -LED $2\pi$ 幾何樣品設計 .....	129
圖 1-3-22、 $\mu$ -LED $4\pi$ 幾何固定方式.....	130
圖 1-3-23、全自動質量比較儀量測系統示意圖 .....	131
圖 1-3-24、一公斤 CCR10-1000 全自動質量比較儀量測系統實體照片 .....	131
圖 1-3-25、一百克 a107XL 全自動質量比較儀量測系統實體照片 .....	131
圖 1-3-26、十克 a10XL 全自動質量比較儀量測系統實體照片 .....	131
圖 1-3-27、M02 質量比較儀.....	135
圖 1-3-28、靜態膨脹真空標準系統架構與實體圖 .....	136
圖 1-3-29、XPS/XRF 表層質量系統.....	137
圖 1-3-30、聲學氣體溫度計量測系統 .....	138
圖 1-3-31、CSPRT(capsule 1 及 2)和長型 SPRT(long-stem 1 及 2)呈現高穩定度的 AGT 與徑向熱力學溫度量測一致性.....	139
圖 1-3-32、輻射溫度高溫共晶點定點校正系統實體圖 .....	140
圖 1-3-33、高溫熱電偶 Co-C 與 Pd-C 共晶點定點校正系統的實體圖 .....	141
圖 1-3-34、免液氦量化霍爾電阻系統實體圖 .....	143
圖 1-3-35、高電阻電橋系統實體照片 .....	144
圖 1-3-36、低電阻大電流電橋系統 .....	146
圖 1-3-37、樣品配製與分析流程 .....	148
圖 1-3-38、以多接收器感應耦合電漿質譜儀偵測目標樣品之矽同位素訊號圖 .....	149
圖 2-1-1、單一顆粒感應耦合電漿質譜儀基本結構圖 .....	154
圖 2-1-2、三種求得傳輸效率之方法 .....	155

圖 2-1-3、(a) MDG 裝置配件；(b)蒸發室；(c)固定支架；(d)壓電噴頭結構；(e)線上校正用粒子產生技術與 spICP-MS 系統架構圖 .....	156
圖 2-1-4、(a)液珠圖片，(b)MDG 液珠產生裝置之再現性 .....	156
圖 2-1-5、(a)在不同 MDG 頻率下，管長對氣膠傳輸效率之關係圖；(b)頻率對傳輸效率之關係圖；(c)氦氣流量對氣膠傳輸效率之關係圖 .....	157
圖 2-1-6、利用 NIST SRM 8013 進行量測系統之確效結果 .....	159
圖 2-1-7、以銻元素為例之 IDMS 原理示意圖 .....	161
圖 2-1-8、低濃度鉛標準液同位素稀釋法流程圖 .....	162
圖 2-2-1、GIXRF 實驗光路以及架構 .....	169
圖 2-2-2、立體角(Solid Angle)公式及示意圖 .....	170
圖 2-2-3、X 射線駐波之干涉圖 .....	171
圖 2-2-4、單層 TiN、HfO <sub>2</sub> 、TaN 之 GIXRF 模擬光譜 .....	172
圖 2-2-5、台 O 電多層樣品結構示意圖 .....	173
圖 2-2-6、多層奈米薄膜樣品之 GIXRF 0°~10°度角縱深分析圖 .....	173
圖 2-2-7、Al 靶材能量光譜校正 .....	174
圖 2-2-8、TiN 1.9 nm GIXRF 之實驗光譜 .....	174
圖 2-2-9、高斯函數 (Gaussian Function)擬合 GIXRF 光譜 .....	175
圖 2-2-10、GIXRF 最佳化實驗流程 .....	178
圖 2-3-1、以雙 Fabry-Perot 干涉儀(FPI)量測氣體折射率之架構圖 .....	180
圖 2-3-2、ULE 玻璃與高反射鏡面所組成之雙光學共振腔 .....	180
圖 2-3-3、銅製腔體整合設計 .....	181
圖 2-3-4、銅製腔體整合設計透視圖 .....	181
圖 2-3-5、恆溫真空腔體設計圖 .....	182
圖 2-3-6、恆溫真空腔體配件設計圖 .....	182
圖 2-3-7、恆溫真空腔體法蘭轉接配件設計圖 .....	183
圖 2-3-8、恆溫真空腔體 NW16 法蘭轉接配件設計圖 .....	183
圖 2-3-9、銅製恆溫真空腔體與光學共振腔整合實體圖 .....	184
圖 2-3-10、銅製恆溫真空腔體背景壓力量測結果，平均值為 88 mPa。 .....	184
圖 2-3-11、溫度感測元件 .....	185
圖 2-3-12、SPRT 與 PT100 於銅製腔體上之實際配置情形 .....	186
圖 2-3-13、銅製腔體溫度量測結果 .....	186
圖 3-1-1、膜式氣量計測試系統 .....	191

圖 3-1-2、3413 具氣量計檢查結果分析 – Qmax .....	199
圖 3-1-3、3413 具氣量計檢查結果分析 – 0.2Qmax .....	199
圖 3-1-4、不合格表檢查結果分析– Qmax .....	200
圖 3-1-5、不合格表檢查結果分析– 0.2Qmax .....	200
圖 3-1-6、氣量計耐久運轉系統示意圖與進行中照片 .....	201

## 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 系統改良及設備汰換規劃內容 .....	6
表 0-1-3、2019 年開始實施的 SI 新定義 .....	16
表 0-2-1、受邀擔任其它 NMI 之評審員 .....	64
表 0-2-2、108 度 NML 標準量測系統維持情形 .....	66
表 1-1-1、校正服務對象項目分類 .....	73
表 1-1-2、製造業最賺錢公司前十強 .....	75
表 1-1-3、108 年度數位訓練課程 3 小時課程內容 .....	85
表 1-2-1、NML 於 BIPM KCDB CMC 登錄資料統計 .....	88
表 1-2-2、NML 參與國際比對統計資料 .....	90
表 1-2-3、108 年度 NML 國際比對情形 .....	91
表 1-2-4、108 年度 NML 國外追溯情形 .....	96
表 1-2-5、108 年度各項評鑑完成情形 .....	98
表 1-2-6、NML 參與 CMC 審查工作小組項目 .....	99
表 1-2-7、NML 出席技術諮詢委員會會議一覽表 .....	101
表 1-2-8、NML 參與亞太計量組織一覽表 .....	101
表 1-2-9、2019 年亞太計量組織會員大會暨技術研討會 NML 出國人員與討論重點	103
表 1-3-1、108 年度系統查驗完成項目 .....	109
表 1-3-2、108 年度系統改良與擴建項目及效益 .....	112
表 1-3-3、1000 kg 質量量測系統不確定度分量表 .....	117
表 1-3-4、鐘罩內氣體溫度差分析 .....	121
表 1-3-5、原級標準系統之流量範圍及不確定度分析 .....	122
表 1-3-6、二級標準系統流量範圍及不確定度分析 .....	122
表 1-3-7、Reth-0.5 對應流率關係表 .....	123

表 1-3-8、F08 及 F12 系統比對 En 值 .....	123
表 1-3-9、約瑟夫森電壓標準系統用之免液氮冷凍機系統測試結果 .....	123
表 1-3-10、油壓式活塞壓力計標準系統測試結果 .....	124
表 1-3-11、NIST 10,10,5,5,2,2,1,1 的衡量設計 .....	132
表 1-3-12、質量導引各法碼之不確定度計算結果 .....	133
1-3-13、全自動質量比較儀不確定度分量表 .....	134
表 1-3-14、原級矽晶球質量標準(系統代碼 M02)之質量比較儀不確定度分量表 .....	135
表 1-3-15、靜態膨脹系統膨脹率與壓力關係 .....	136
表 1-3-16、靜態膨脹真空標準系統膨脹率測試不確定度評估表 .....	136
表 1-3-17、熱力學溫度量測結果 .....	139
表 1-3-18、Co-C (1324 oC)定點不確定度分量表 .....	140
表 1-3-19、高溫熱電偶在 Co-C 共晶點校正的不確定度分量表 .....	141
表 1-3-20、高溫熱電偶在 Pd-C 共晶點校正的不確定度估算表 .....	141
表 1-3-21、(0 ~ 1492) °C 定點及內插溫度範圍的不確定度估算表 .....	142
表 1-3-22、量測 1 k $\Omega$ 電阻標準器之不確定度分量表 .....	143
表 1-3-23、標準電阻器 1 M $\Omega$ 至 1 T $\Omega$ 之不確定度評估結果 .....	145
表 1-3-24、電阻器 0.1 m $\Omega$ 不確定度結果(量測電流 100 A 至 1000 A) .....	146
表 1-3-25、樣品瓶清洗流程表 .....	147
表 1-3-26、高豐度矽樣品之矽同位素訊號 .....	149
表 2-1-1、線上校正用奈米粒子產生技術生成 60 nm 金奈米粒子之量測不確定度分析表 .....	158
表 2-1-2、量測 NIST SRM 8013 金粒子標準品量測不確定度分析表 .....	160
表 2-1-3、鉛原級標準液濃度不確定度分析表 .....	163
表 2-1-4、修正因子 F(208)不確定度分析表 .....	164
表 2-1-5、Pb206 同位素標準品量測不確定度分析表 .....	164
表 2-1-6、1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 低濃度鉛標準液量測不確定度分析表 .....	165
表 2-1-7、1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 低濃度鉛標準液濃度驗證不確定度分析表 .....	165
表 2-1-8、10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 低濃度鉛標準液濃度驗證不確定度分析表 .....	166
表 2-1-9、100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 低濃度鉛標準液濃度驗證不確定度分析表 .....	166
表 2-1-10、1000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 低濃度鉛標準液濃度驗證不確定度分析表 .....	166
表 2-1-11、CCQM-K2 的國際比對結果 .....	167
表 2-2-1、計算與實驗螢光強度表 .....	176

表 2-2-2、TiN 2 nm 樣品重複性量測.....	176
表 2-2-3、TiN 2 nm 樣品 PTB 重複性量測 .....	177
表 2-2-4、質量沉積量換算之樣品厚度與 PTB 結果差異 .....	177
表 2-3-1、溫度感測元件詳細規格 .....	185
表 3-1-1、膜式氣量計檢定設備量測比對參與單位 .....	191
表 3-1-2、量測比對測試日期 .....	191
表 3-1-3、比對範圍(約定流率)及對應收集體積 .....	192
表 3-1-4、台中分局量測比對結果 .....	193
表 3-1-5、台南分局量測比對結果 .....	194
表 3-1-6、基隆分局量測比對結果 .....	194
表 3-1-7、標準局第七組 I(第一套)量測比對結果 .....	194
表 3-1-8、標準局第七組 II(第二套)量測比對結果.....	195
表 3-1-9、標準局新竹分局量測比對結果 .....	195
表 3-1-10、不同檢查單位檢查結果統計表 .....	196
表 3-1-11、不同表型檢查結果統計表 .....	196
表 3-1-12、不同年份檢查結果差異表 .....	197
表 3-1-13、東洋計器/N3 不同年份氣量計測試結果 .....	198
表 3-1-14、AICHI/AP-S3 不同年份氣量計測試結果 .....	198
表 3-1-15、KANSAI-6/DAEHAN 不同年份氣量計測試結果.....	198
表 3-1-16、6 m <sup>3</sup> /h 表型耐久測試前後器差及標準差變化.....	202
表 3-1-17、2.5 m <sup>3</sup> /h 表型耐久前後器差變化.....	202
表 3-1-18、量測稽核各年度使用之氣量計流量 .....	202
表 3-1-19、各年度耐久測試前後器差變化量最大值 .....	203
表 3-1-20、各年度使用中氣量計器差特性測試檢查 - 總數量與合格率.....	203
表 3-1-21、不同檢查單位各年度之檢查結果統計表 .....	204
表 3-1-22、不同表型檢查結果統計表 .....	204
表 3-1-23、不同使用年份氣量計檢查結果差異表 .....	207
表 3-1-24、固定表型，不同年份之分析-2018 年測試數量最多的型號 KEUK DONG/G2.5 .....	207
表 3-1-25、固定表型，不同年份之分析-2019 年測試數量最多的型號東洋計器/N3..	207
表 3-2-1、國內計程車計費表以「厚薄規」測試按鍵間隙結果 .....	209
表 3-2-2、「CNPA 21 計程車計費表型式認證技術規範」修訂條文對照表 .....	210

表 3-3-1、各國於交流電力標準能量 .....	218
表 3-3-2、NIST handbook 44 於電動車充電設備測試公差要求 .....	218
表 3-3-3、先進國家法定計量標準制定機關及相關規範 .....	219
表 3-4-2、依據 EN50436-1 及 NHTSA BAIIDs 鎖車與解鎖測試實測結果 .....	226
表 3-4-3、依據 EN50436-1 及 NHTSA BAIIDs 線性準確度測試實測結果 .....	227
表 3-4-4、依據 EN50436-1 及 NHTSA BAIIDs 反應時間測試實測結果 .....	230





# 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。

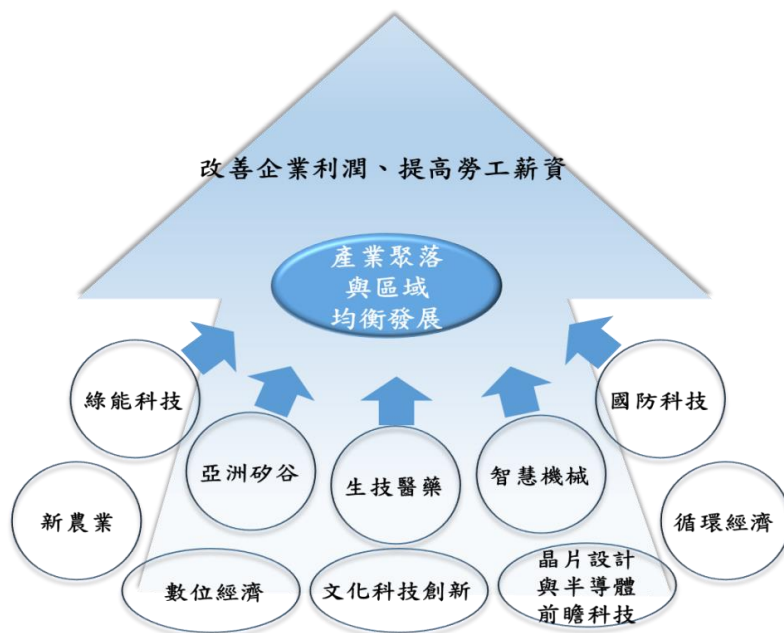
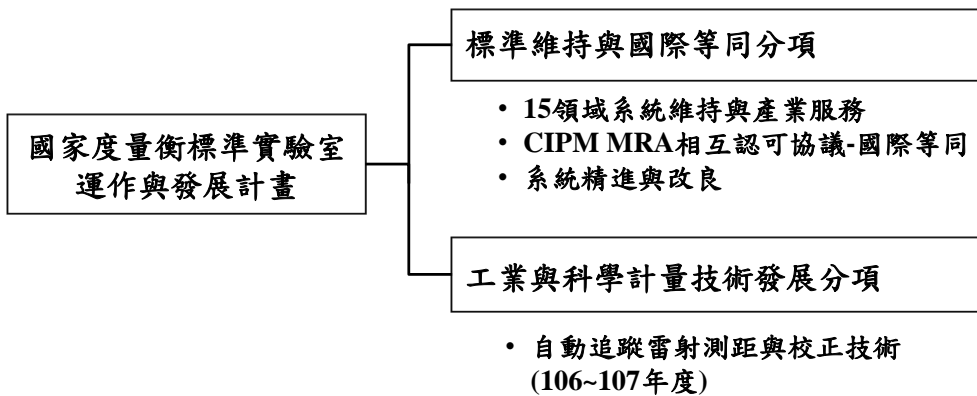


圖 0-1-1、行政院創新研發產業政策



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創新 AI 應用加值計畫下進行研究

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	<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 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	<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 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	<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 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 項推動做法內容相關者，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：

### ☒ 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能量與國際同軌，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。

### ☒ 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。

### ☒ 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)

✎ 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

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)

✎ 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」及參照 2018 國際元件及系統發展藍圖(International Roadmap for Devices and Systems, IRDS) 之報告指出，未來 2024 年 N2 先進製程的線距、線寬將會分別微縮到 20 奈米及 7 奈米以下，為了滿足半導體 N2 製程關鍵尺寸先進製程檢測需求，因此本計畫所發展之「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，可針對微區圖案(50  $\mu\text{m}$   $\times$  50  $\mu\text{m}$ )以及 1 奈米以下之薄膜厚度進行量測；以及開發低掠角 X 光散射 (Grazing-Incidence Small-Angle Scattering, GISAXS)技術，可量測到 20 奈米線距、7 奈米以下線寬；另外，建立 GISAXS 疊對(Overlay)量測技術，提供小於 0.2 奈米以下之疊對解析度等，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 $< 20 \text{ nm}$ 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量測系統基礎上，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表0-1-2。

表 0-1-2、106~109 年度 NML 系統改良及設備汰換規劃內容

對應產業	系統改良/擴建 (系統代碼/系統名稱/年度)	設備汰換 (系統代碼/汰換項目/年度)
綠能科技	E11/交流電流量測系統/106 年度 E01/約瑟夫森電壓量測系統/106 年度	F06/自動化管式校正器/106 年度
	F06/低壓氣體流量校正系統(管式校正器)/107 年度	NA
	F08/低壓氣體流量校正系統(鐘形校正器)/108 年度	E01/免液氦冷凍機系統/108 年度
	NA	C08/氣相層析儀分析系統/109 年度
智慧機械	V04/低頻加速規校正系統/106 年度 N10/奈米壓痕量測系統/106 年度	NA
	NA	P03/油壓式活塞壓力計系統/108 年度
	P03/油壓量測系統/109 年度	D16/碘穩頻紅光氦氖雷射/109 年度 N06/洛氏硬度標準系統/109 年度
民生	U06/電磁場強度量測系統/106 年度	M03/50 kg 質量比較儀/106 年度
	M03/大質量量測系統/107~108 年度	M03/1000 kg 質量比較儀/107 年度
	NA	U02/微波散射參數及阻抗量測系統/109 年度

## 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)。

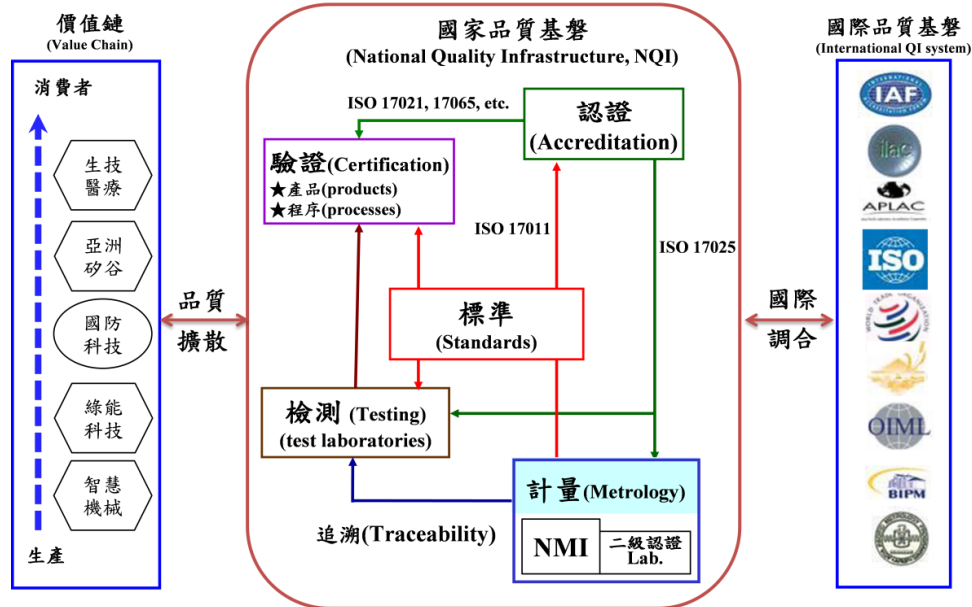


圖 0-1-3、國家計量與品質基磐的關聯性

國際度量衡委員會相互認可協議(CIPM Mutual Recognition Arrangement, CIPM MRA)與國際實驗室認證聯盟相互認可協議(ILAC Mutual Recognition Arrangement, ILAC MRA)等國際相互認可協議，是國家品質基磐與國際接軌的必要手段，MRA 可將國家品質基磐所代表的品質形象，推廣為國際市場所認知(如圖 0-1-4)。NMI 作為國家計量機構(National Metrology Institute, NMI)社群一份子之關鍵定位，維持 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)，同時達成具社會功能導向之持續經濟發展。另外在參與全球性之環境、健康衛生、安全和消費者保護議題上，也可取得一致性基準；提供校正/測試實驗室認證體系運作所需之計量追溯基礎，確保專業的量測儀具校正之執行，有效進行製程品質管制提高生產良率，最終保證消費大眾所購得之產品或服務品質，保障民眾的生活福祉。

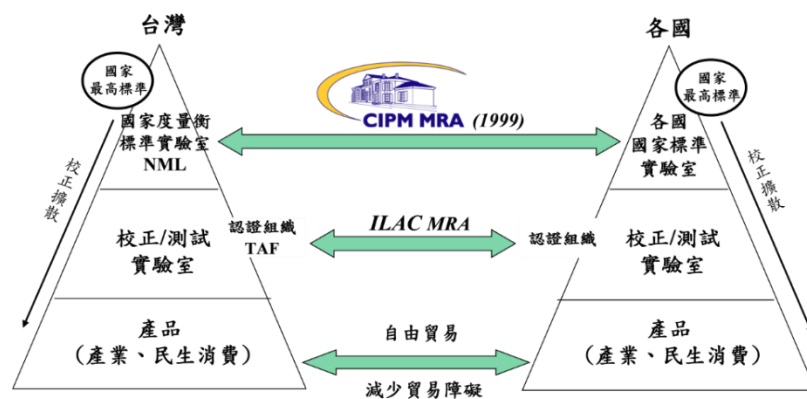


圖 0-1-4、相互認可協議實現自由經濟架構圖

NMI 之定位及任務，乃爰於度量衡法第 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。」之法源，度量衡專責機關\_標準檢驗局以委辦計畫方式，委託工研院量測中心籌建國家度量衡標準實驗室並運作執行至今。

凡具科技實力之國家，體認計量標準為支撐國家及社會經濟永續發展之基礎能量，為維持與擴張其關鍵產業於國際市場之話語權，無不持續投入國家計量技術精進與強化，加碼增強該國國家計量機構的軟硬體實力。國家度量衡標準實驗室存在之本質在於維繫國家計量技術主權，於國際等同的前提下，保持與國際技術接軌，主要任務為建立、維持及傳遞國家最高計量標準，滿足國家於科技、產業、民生及安全所需之量測儀器追溯校正需求。

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。

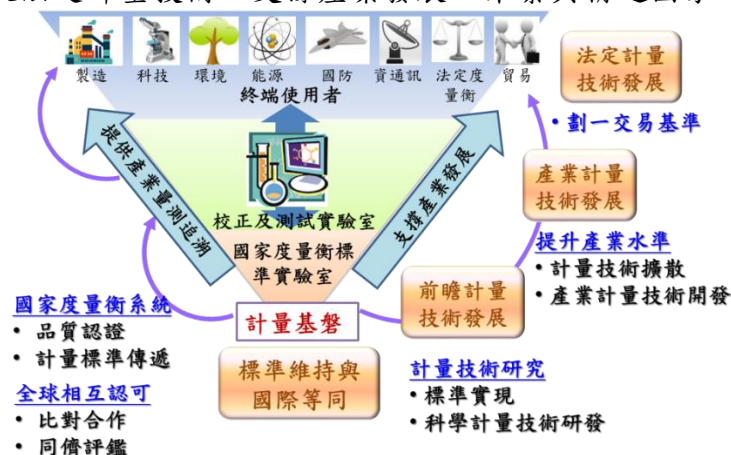


圖 0-1-5、國家度量衡標準實驗室定位及任務

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0-1-6。

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做調整

修正全程重點工作內容之屬性及配合政府產業政策之規劃，經滾動調整如圖 0-1-7

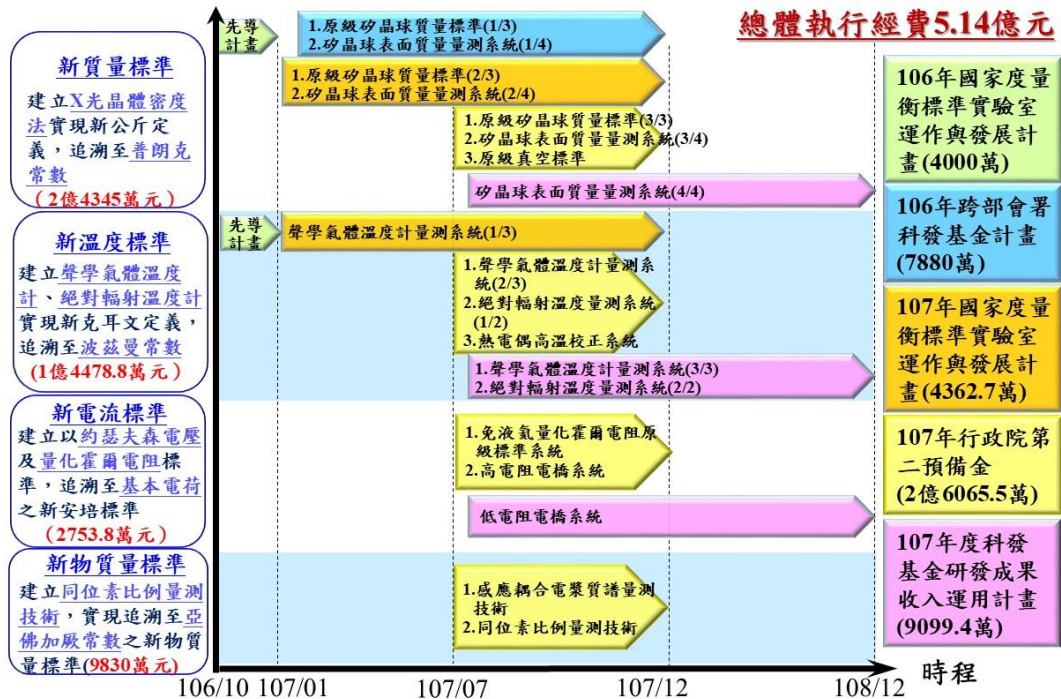


圖 0-1-6、SI 新標準建置整體之規劃及執行內容

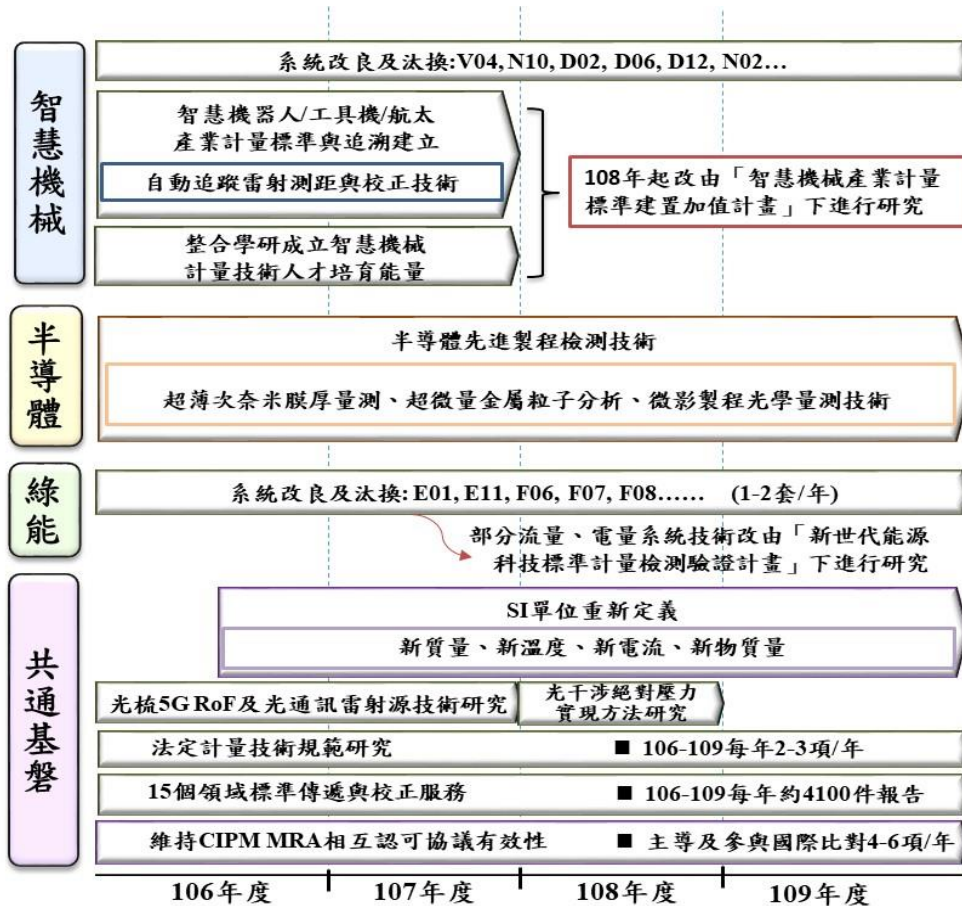


圖 0-1-7、NML 全程重點工作內容之屬性及配合政府產業政策之規劃

### 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，本計畫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。

- 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。本期程預定完成 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)、工業計量技術發展分項

本分項以智慧機械量測技術自製深化、發展計量技術、促進機械產業升級、提高量測設備進口替代及提供工業計量標準，調和廠與廠間品質一致性為計畫目標與主軸，利用已建立之量測技術及合作管道，持續於第一線發掘、分析、篩選產業問題與需求，期能以結合國家計量標準、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。

於精密製造技術中深具關鍵影響力之工具機產業，正面臨既有市場競爭者實力大增，而於中、高階產品強化技術附加價值上，則尚缺能提高準確度的量測技術支持，因此，對於精密製造及檢校技術需求益發殷切。而我國領先的半導體產業，為有效掌控成本與減少商貿受制於人的籌碼，亦著手朝向推動檢測設備國產化的方向努力，從而產生了對自製儀器設備檢校與驗證技術的需求。因此，在工業計量技術發展的規劃上，期許能以我國產業政策為依歸，促進量測技術自製深化、機械產業升級，提高量測設備進口替代。

基於上述，本分項將精密機械與半導體等臺灣優勢產業，列為優先投入技術發展

的量測標準應用領域。在精密機械產業，發展自動追蹤雷射測距技術、建置自動追蹤雷射測距儀校正系統與技術，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，提高工具機、智慧機器人的穩定性及可靠度等，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能調配，達成產品高值化與智能化目標。提供國內產業界更省時便捷的追溯途徑，並提升量測準確度與補足量測技術的缺口。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

於半導體產業，半導體製程對於許多製程溶劑或氣體中的污染物非常敏感，即使是極微量的污染如氧氣、水蒸氣、二氧化碳、微粒、過渡金屬或是重金屬等，若半導體元件的表面在製造過程時受到微量金屬污染會造成諸如短路、漏電流、產生孔隙等缺陷，在要求較小線寬的同時，亦維持產品高良率的情況下，半導體製造商必需重視每道製程步驟中所使用試劑可能遭遇到之微量金屬污染物。須精確分析鍍膜製程使用之高純度濺鍍靶材的不純物濃度，及分析污染物種類，以解決半導體廠商目前對電子級試劑嚴苛的品管要求。

惟 109 年起本分項則著重在半導體產業計量技術建立，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，參照 2018 國際元件及系統發展藍圖(International Roadmap for Devices and Systems, IRDS)之報告指出，線距和線寬在未來 2024 年 N2 先進製程將會分別微縮到 20 奈米及 7 奈米以下。因此，如何精準地量測先進製程關鍵尺寸，將影響到製程良率甚鉅。援此，本分項 109-112 年將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 7 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，計畫將持續發展長波長 XRR 量測技術，精確地量測 1 奈米以下薄膜厚度。不同於傳統銅靶材光源(波長 0.154 奈米)，使用鋁靶材光源(波長 0.834 奈米)可將量測入射角度從 3 度提升至 35 度，同時搭配聚焦光路縮小 X 光照射面積至 50  $\mu\text{m} \times 50 \mu\text{m}$ ，可直接應用於半導體元件圖案化(Patterned)檢測，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 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 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。

另發展「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 光源輻射計量特性之標準追溯，包含輻射功率標準達  $100 \mu\text{W}$ 、輻射劑量標準達  $20 \text{ mJ/cm}^2$ 、分光輻射功率密度標準  $1 \mu\text{W/cm}^2 \cdot \text{nm}$ 。提供 EUV 光偵測器特性標準追溯，光譜量測範圍 10 nm to 20 nm，光譜解析度達 0.3 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。

### (三)、科學計量技術研究分項

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

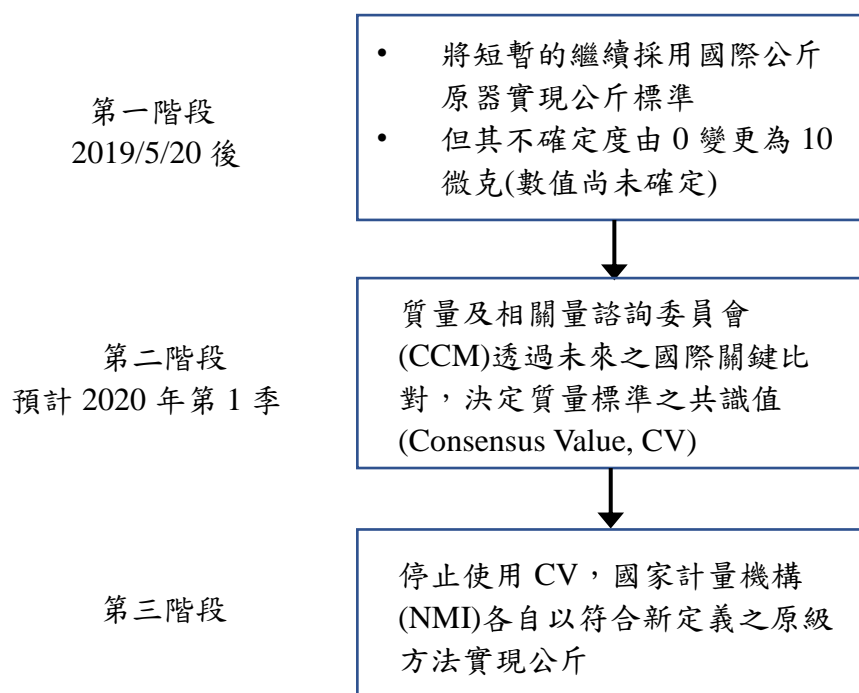
染物(Airborne Molecular Contamination, AMC)量測，開發先進製程廠房所需 AMC 即時監測系統。

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)能確實掌握製程條件，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  $6.626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$  J s，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 關鍵比對預定於 2020 年 3 月之前啟動，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。



本計畫在完成矽晶球原級質量標準系統建置後，NML 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、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	$\Delta\nu(^{133}\text{Cs})_{\text{hfs}}$ 一秒等於銫 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。	$N_{\text{A}}$ 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)

#### (四)、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 0-1-8)，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。

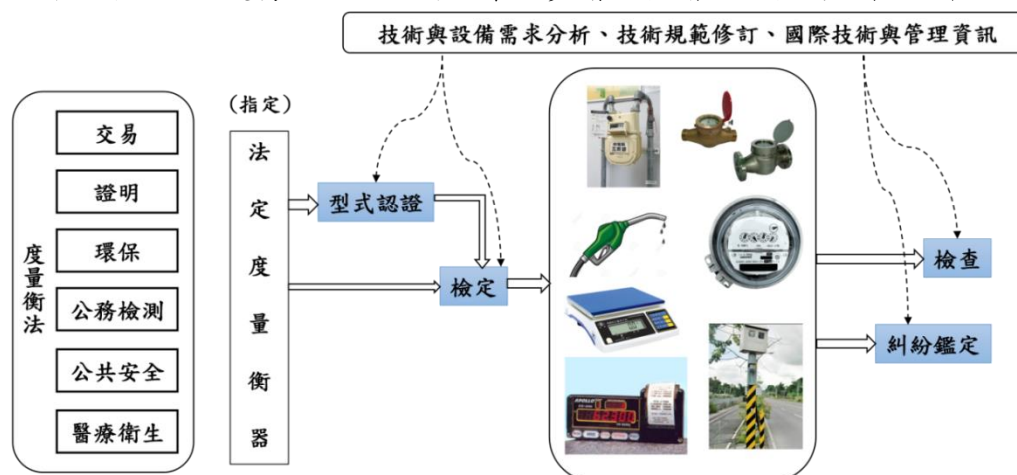


圖 0-1-8、NML 於我國度量衡器管理之角色

#### (五)、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  $k$  定義及物質量-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 °C ~ 3000 °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： $u(T) \leq 2.0$  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 ~ 3000 °C，量測不確定度小於 7.0 °C。
3. 熱電偶高溫校正系統建置，溫度範圍涵蓋(0.01 ~ 1492) °C，量測不確定度為(0.1 ~ 1) °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。

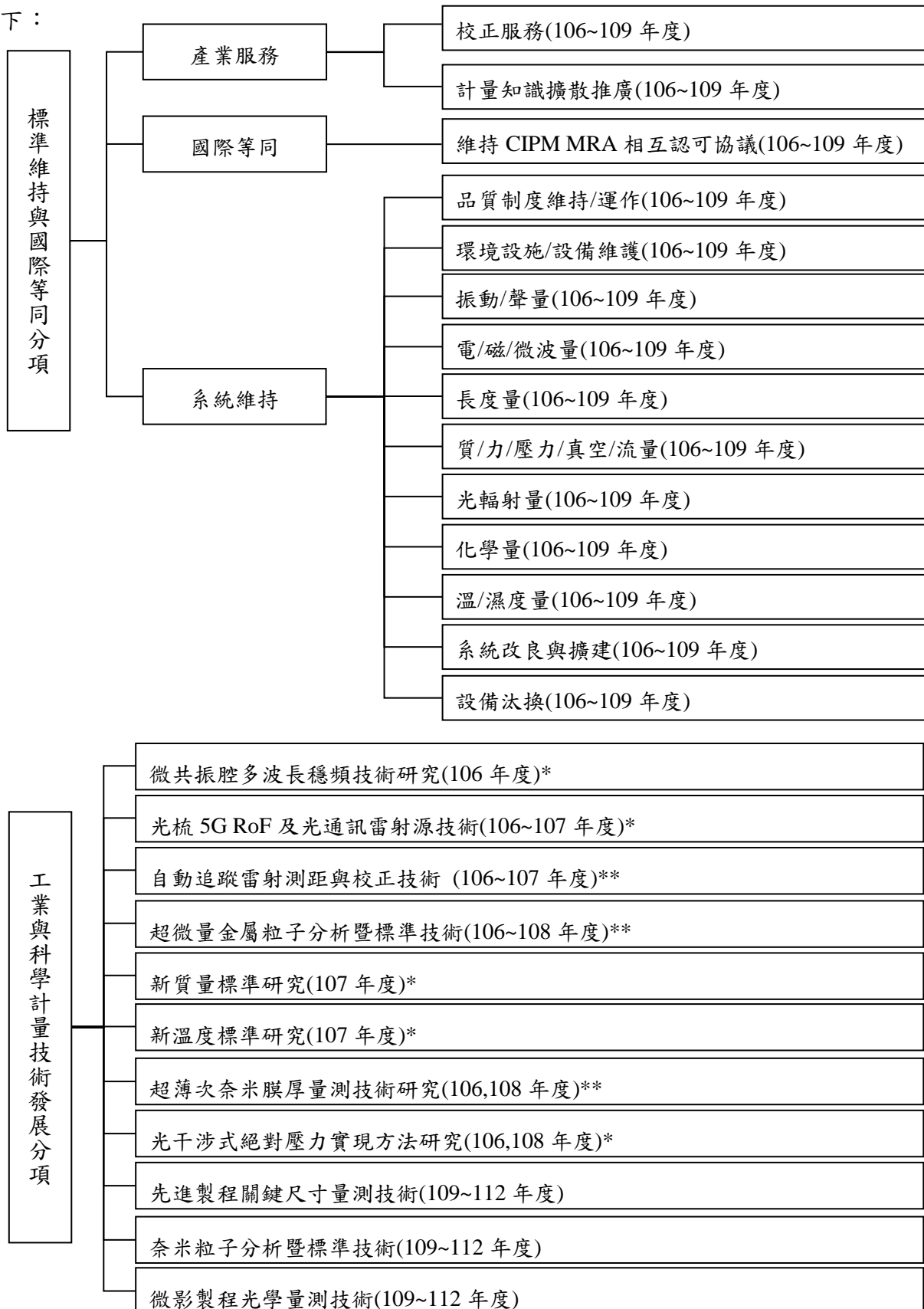
上述 107 年行政院第二預備金執行之工作，併入 107 年國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫作為第五分項。執行之重點工作為：

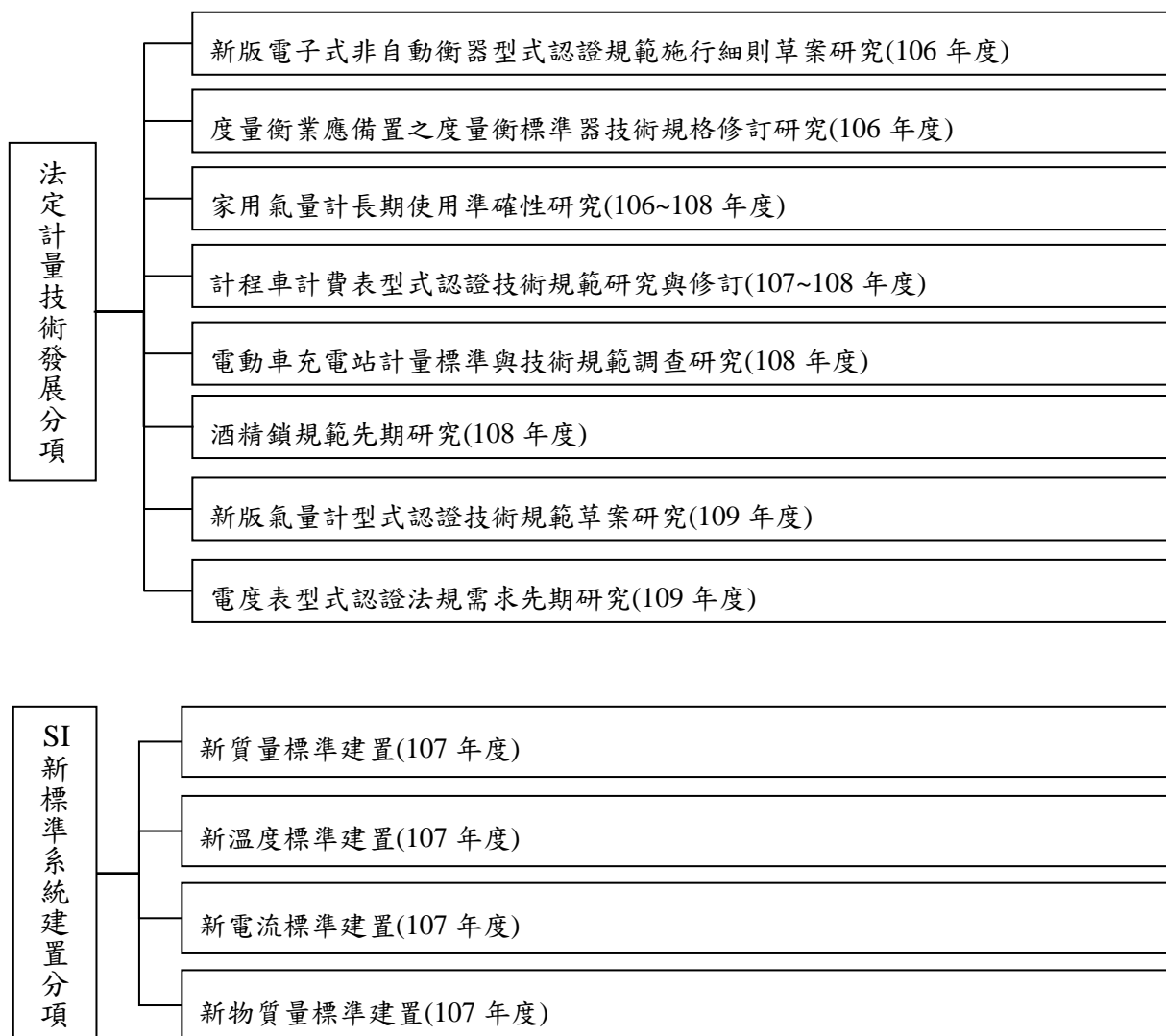
- (1) 完成法碼吸附效應量測技術、矽晶球表層量測技術與原級真空標準技術建立與不確定度評估。
- (2) 建立高溫輻射溫度量測技術並購置溫度定點系統，以搭配現有水三相點系統，實現符合新定義之溫度標準。
- (3) 建立免液氦量化霍爾電阻系統及高電阻電橋系統校正技術，以搭配高準確度之約瑟夫森電壓標準，建立完整符合產業需求並與新定義接軌之電流標準。
- (4) 建立高純度  $^{28}\text{Si}$  晶體同位素比例量測技術，搭配既有技術建立新物質量(mol)標準，準確量測元素物質同位素比例，建立莫耳質量(molar mass)量測技術，降低標準參考物質濃度計量追溯之不確定度，建立符合 SI 新定義之物質量標準。

於 108 年 12 月後無其他專案計畫經費投入，後續系統不確定度評估、查驗及國際比對等工作將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、108 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。
- 進行系統改良與擴建 2 套、系統再評估 38 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。

#### (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，進行光輻射量/長度/電量/磁量/微波 5 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 6 項(主導 3 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 11 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。



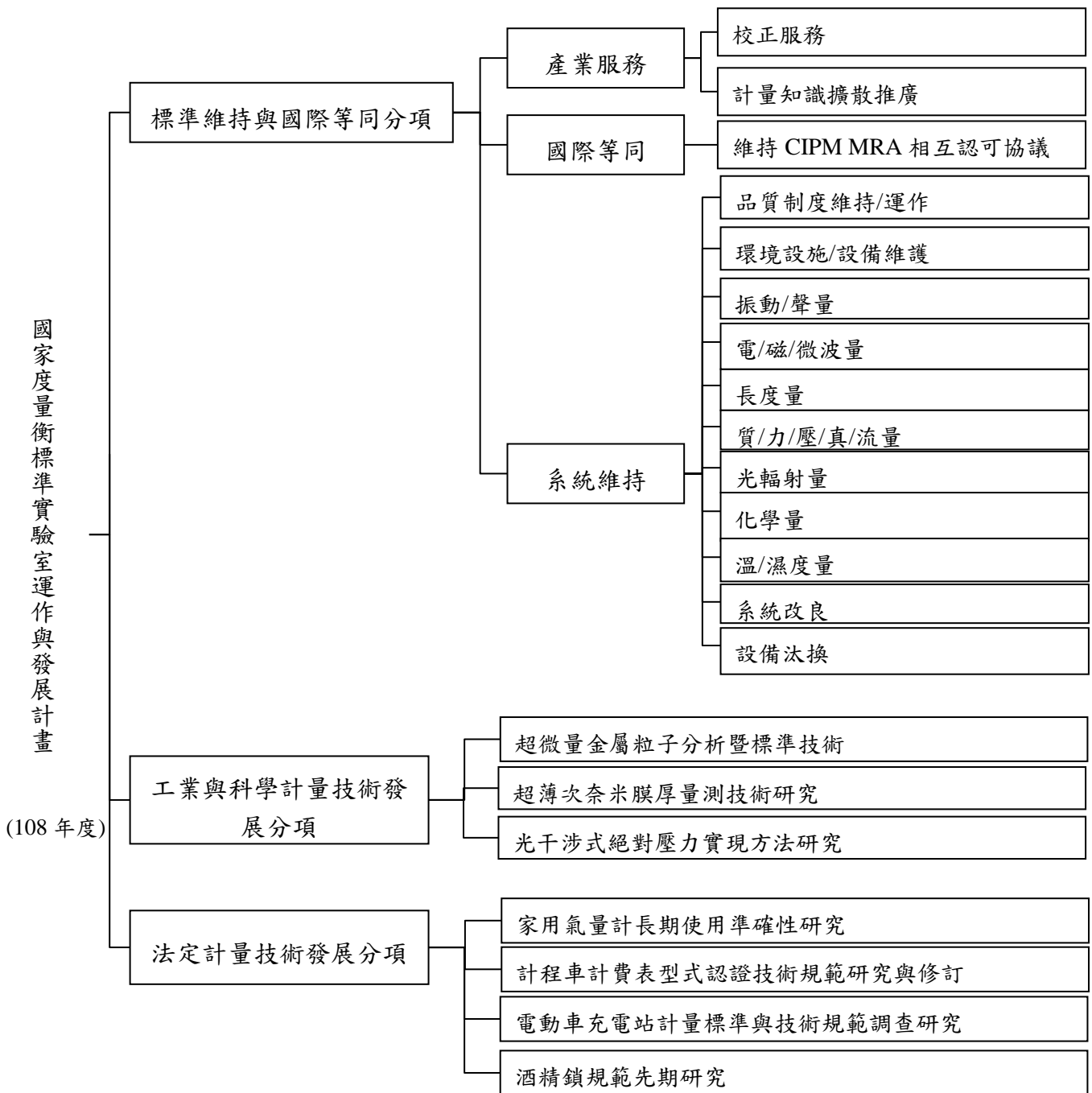
## 二、工業與科學計量技術發展分項

- (一) 建立製程過程污染物之超微量金屬粒子分析暨標準技術，針對試劑中超微量的粒子進行成分、粒徑(偵測極限 $< 20\text{ nm}$ )與顆粒濃度(偵測極限 $< 100\text{ parts/mL}$ )分析，藉由線上粒子產生技術搭配低濃度離子標準品以生成不同成份之奈米粒子標準，以解決當前電子級試劑中粒子量測之標準品種類匱乏缺點，解決先進製程之檢測問題，提升量產品質與良率，提升國內電子級試劑製造產業之國際競爭力。
- (二) 提供半導體產業於先進製程檢測所需之超薄次奈米膜厚度量測，藉由 X 光反射技術，可量測最小厚度至  $0.9\text{ nm}$ ，同時搭配 X 光螢光光譜分析技術，提升準確度至 $< 5\%$ ，提供非破壞性檢測方法，解決國內半導體產業 7 奈米製程以下薄膜厚度( $0.9 \sim 2$ )  $\text{nm}$  量測準確度不佳之問題，協助廠商提升製程良率。
- (三) 建立新式壓力計量追溯技術，取代目前的壓力原級標準，藉此提高國內量測科學與儀器技術水準，並縮短追溯時間，降低國內相關產業的時間成本。

## 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，研擬修訂計價用氣量計年限規範、計程車計費表型式認證技術規範草案及酒精鎖規範先期研究。並配合綠能政策進行電動車充電站國際計量標準與技術規範之蒐集分析，作為未來研擬相關法定計量器施檢規範草案參考依據，以協助綠能產業於國內推動時所必備的法定檢測技術能力，並展現公信力。

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)	76.73	73.59
協同計畫主持人： 藍玉屏	(2)工業與科學計量技術發展分項 (計畫主持人：傅尉恩)	9.10	8.16
	(4)法定計量技術發展分項 (計畫主持人：楊正財)	3.92	3.32
合 計		89.75	85.07

##### 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		
108	預計	82.25	4.50	3.00	-	-	24.50	40.67	14.58	10.00	-	89.75
	實際	70.00	8.03	7.04	-	-	22.86	42.33	10.05	9.83	-	85.07

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	114,421,000	47.85	114,421,000	47.86
(2) 管理費	27,461,000	11.48	27,461,000	11.49
(3) 其它直接費用	83,917,000	35.10	83,917,000	35.10
2.公費	1,373,000	0.57	1,373,000	0.58
經常支出小計	227,172,000	95.01	227,172,000	95.03
(二)資本支出				
1.土地				
2.房屋建築及設備				
3.機械設備	10,882,000	4.55	10,834,681	4.53
4.交通運輸設備				
5.資訊設備				
6.雜項設備				
7.其他權利	1,054,000	0.44	1,053,147	0.44
資本支出小計	11,936,000	4.99	11,887,828	4.97
合    計(A)	239,108,000	100.00	239,059,828	100.00

註：預算數為 108/10/1 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
<b>財產收入</b>			
不動產租金			
動產租金			
廢舊物資售價		51,350	
權 利 售 價	專利授權金 <sup>註</sup>	150,000	
	權利金		
	技術授權金 <sup>註</sup>	1,500,000	1,952,460
	製程使用		
	其他－專戶利息 收入	200,000	143,138
<b>罰金罰鍰收入</b>			
罰金罰鍰		10,775	廠商逾期罰款
<b>其他收入</b>			
審查費(校正服務費)	41,090,000	46,832,505	
供應收入－ 資料書刊費	280,000	177,110	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	896,300	
業界合作廠商配合款			
收回以前年度歲出			
其他雜項			
<b>合 計</b>	<b>42,570,000</b>	<b>50,213,638</b>	

註：102/6/20 重新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由 70%繳庫修訂為 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 2 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。

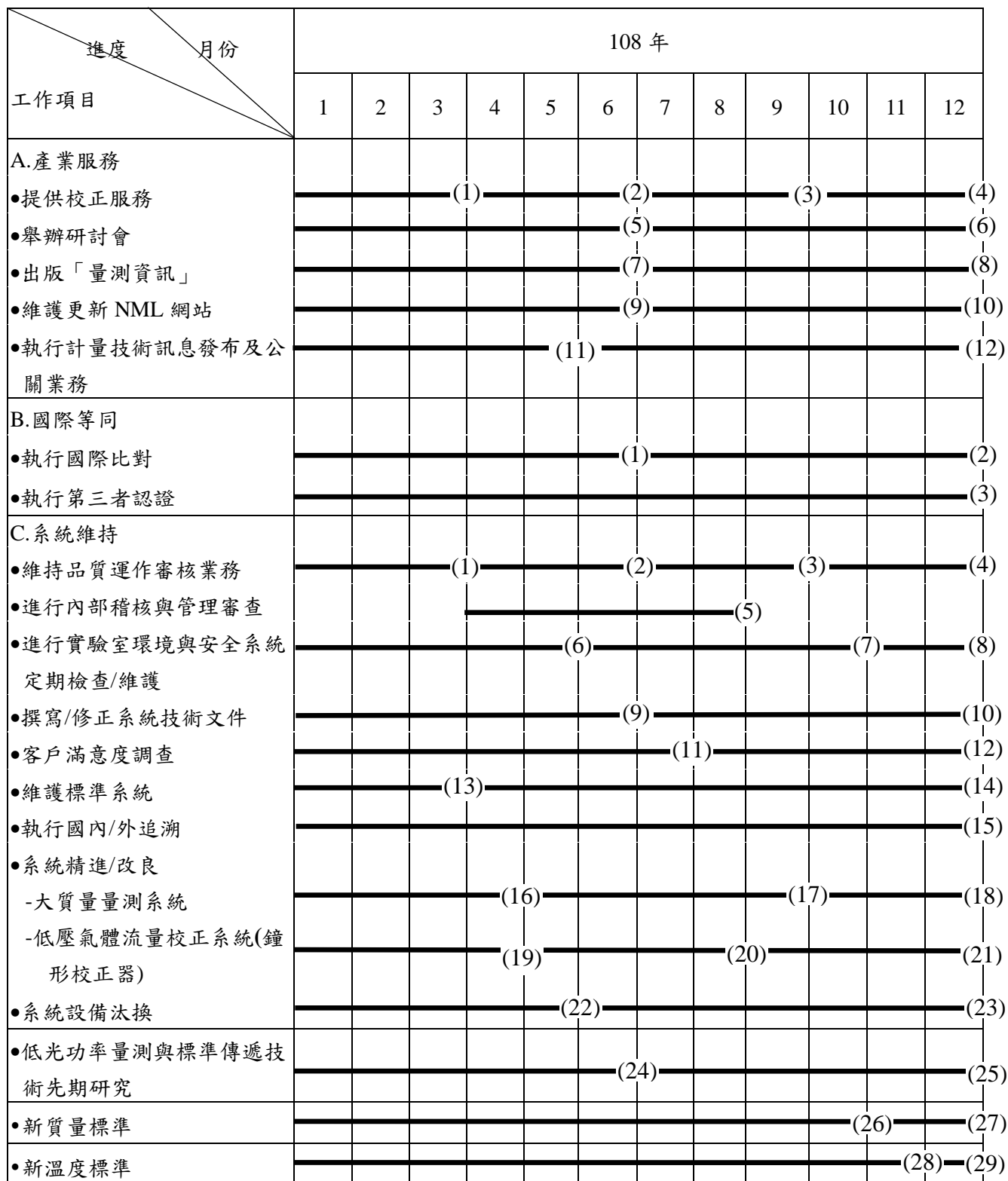
## 二、計畫達成情形

### (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



工作項目	進度	108 年											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
•新電流標準													(30)
•新物質量標準													(31)
進度百分比%		25%			50%			76%			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 月 21 項/(1 月 21 項+2 月 21 項+3 月 21 項+4 月 22 項+5 月 22 項+6 月 22 項+7 月 22 項+8 月 22 項+9 月 21 項+10 月 21 項+11 月 21 項+12 月 21 項)=21/257=8.2%

查核點說明

查核點 編號	預定 完成時間	查核點概述
A-1	108 年 3 月	完成第一季一級校正服務及件次統計。
A-2	108 年 6 月	完成第二季一級校正服務及件次統計。
A-3	108 年 9 月	完成第三季一級校正服務及件次統計。
A-4	108 年 12 月	完成校正服務 4100 件次。
A-5	108 年 6 月	完成研討會 3 場。
A-6	108 年 12 月	累計完成研討會 8 場。
A-7	108 年 6 月	完成 3 期量測資訊之出版工作。
A-8	108 年 12 月	累計完成 6 期量測資訊之出版工作。
A-9	108 年 6 月	配合國際計量日主題，完成網頁資訊更新。
A-10	108 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	108 年 5 月	配合國際計量日主題，完成計量技術知識訊息發布 1 則。
A-12	108 年 12 月	完成計量知識擴散推廣相關活動共 3 場次、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	108 年 6 月	參與國際比對，完成 3 項比對相關工作。
B-2	108 年 12 月	參與國際比對，累計完成 6 項相關工作。
B-3	108 年 12 月	完成光量/長度/電量/磁量/微波 5 領域第三者認證再評鑑各項工作。
C-1	108 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	108 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	108 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	108 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	108 年 8 月	完成內部稽核與管理審查各 1 場次。
C-6	108 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	108 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	108 年 12 月	完成消防系統點檢保養。(每年一次檢查申報)
C-9	108 年 6 月	完成 20 篇技術報告撰寫/修正。
C-10	108 年 12 月	累計完成 80 篇技術報告撰寫/修正。
C-11	108 年 7 月	完成上半年度客戶滿意度調查統計。

查核點 編號	預定 完成時間	查核點概述
C-12	108 年 12 月	完成客戶滿意度調查分析。
C-13	108 年 3 月	完成系統長假後查核及回報。
C-14	108 年 12 月	完成 15 領域標準系統維運。
C-15	108 年 12 月	完成國內追溯 400 件/國外追溯 18 件。
C-16	108 年 4 月	完成建立組合衡量模式方程式。
C-17	108 年 9 月	完成重新設計校正及查核程序。 完成自動化量測數據處理程式撰寫。
C-18	108 年 12 月	完成 1000 kg 標準法碼導引追溯及系統不確定度評估。 量測不確定度：3.5 g。
C-19	108 年 4 月	完成實驗室內部空調管線改善。
C-20	108 年 8 月	完成系統相關儀表追溯與評估及校正程式自動化擷取軟體程式撰寫。
C-21	108 年 12 月	完成低壓氣體流量校正系統(鐘形校正器)評估及能力比對驗證。 氣體流量原級標準系統量測不確定度：0.10 %。 氣體流量工作標準系統量測不確定度：0.13 %。
C-22	108 年 5 月	完成 2 項設備採購作業程序。
C-23	108 年 12 月	完成 2 項系統設備汰換。
C-24	108 年 6 月	完成低光功率光偵測器之響應校正及標準傳遞方法分析。
C-25	108 年 12 月	完成低光功率量測與標準傳遞技術先期研究。
C-26	108 年 10 月	完成原級矽晶球質量標準之真空質量比較儀系統評估。
C-27	108 年 12 月	完成一公斤、一百克及十克全自動比較儀質量量測系統評估。 完成靜態膨脹真空標準系統之體積膨脹率不確定度評估,不確定度 $1 \times 10^{-2}$ 。
C-28	108 年 11 月	完成熱電偶高溫校正系統(0 ~ 1492) °C 之定點與內插溫度評估,不確定度 (0.11 ~ 1.00) °C。
C-29	108 年 12 月	完成輻射溫度高溫共晶定點不確定度評估: Co-C (1324 °C), 不確定度 $\leq 0.9$ °C。
C-30	108 年 10 月	完成免液氦量化霍爾電阻系統量測不確定度評估,不確定度 $< 0.06 \mu\Omega/\Omega$ 完成高電阻電橋系統量測不確定度評估,不確定度 $< 100 \mu\Omega/\Omega$ 。 完成低電阻大電流電橋系統評估:不確定度 $< 50 \mu\Omega/\Omega$ 。
C-31	108 年 12 月	完成高豐度矽 28 同位素 (Si28 - enriched) 樣品溶液之同位素比例量測技術評估: 矽同位素不確定度 $< 10^{-7}$ 。



★執行情形

工作項目	查核項目(查核編號)	實際執行情形	差異分析
A 產業服務			
•提供校正服務	•完成校正服務4100件。(A-4)	•執行儀器校正服務及儀器功能測試及檢討，校正服務4829件，46,832,505元繳庫。	•超出目標。
•舉辦研討會/在職訓練	•累計完成研討會8場(A-6)	•完成辦理「新版ISO/IEC 17025:2017實驗室內部品質稽核」、「ISO GUM量測不確定度與統計應用研習會—統計先修」、「ISO GUM量測不確定度與統計應用研習會—基礎班」、「尺寸計量應用研討會」、「振動量測技術研討會」、「溫度量測技術研討會」、「ISO GUM量測不確定度與統計應用研習會—統計先修班」、「ISO GUM量測不確定度與統計應用研習會—基礎班」、「2019薄膜與奈米粒子標準與計量研討會」、「光輻射量測技術研討會」、「壓力量測技術研討會」及「流量量測技術專題研討會—天然氣計量」共11場次，168廠家，268人次參加，收入896,300元繳庫，研討會課程一覽表詳見附件八。	•超出目標。
•出版「量測資訊」	•累計完成6期量測資訊之出版工作	•完成6期量測資訊(185~190期)出刊，主題分別為「醫療照護機器人技術發展與驗證」、「國家安全與民生科技」及「SI Revision- 質量、物量」、「SI Revision- 溫度、電量」、「智慧AOI技術與智能工廠應用」及「儲能標準與檢測技術」訂戶158家，刊物及相關資料販售，迄今收入177,110元繳庫。	•無。
•維護更新NML網站	•因應國內外需求變化，不定期更新及維護網頁資料(A-10)	•國國家度量衡標準實驗室(NML)網頁不定期內容更新：包括1)新聞動態共21則(度量衡偏鄉扎根 推廣計量科普教育、NML接待中央氣象局大學暑期	•無。

工作項目	查核項目(查核編號)	實際執行情形	差異分析
<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>• 完成計量知識擴散推廣相關活動共3場次、計量技術知識訊息發布累計4則。(A-12)</li> </ul>	<p>研習營 參訪大流量實驗室、促進高科技產業發展 New SI精準量測上路、Dr. Jia-Ruey Duann, Won 2018 APMP Award 等)；2) 網站首頁 BANNER(主題圖示)共10則；3) 回覆讀者留言共80則；4) 120萬人次進站瀏覽。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成國家度量衡標準實驗室(NML)網站無障礙空間檢測，通過無障礙規範2.0標章。</li> <li>• 完成NML網頁2019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>• 完成5場次計量知識擴散活動辦理。 <ul style="list-style-type: none"> <li>→ 配合國際度量衡局(BIPM)所公告今年 520 世界計量日主題「The International System of Units — Fundamentally better」(中譯：國際單位制的基本定義飛躍)，舉辦「國際計量發展趨勢論壇」，共 61 廠家、181 人出席。</li> <li>→ 6/27 日辦理「2019 薄膜與奈米粒子標準與計量研討會」推廣說明技術應用，共 19 廠家、29 人出席。</li> <li>→ 10/2 日辦理「純度與粒子檢測技術及其應用」推廣說明技術應用，共 35 廠家、71 人出席。</li> <li>→ 10/2 日辦理「SI 新標準建置成果及服務說明會」台中場共 50 廠家、75 人出席。</li> <li>→ 10/22 日辦理「SI 新標準建置成果及服務說明會」台北場共 74 廠家、117 人出席。</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(查核編號)	實際執行情形	差異分析
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 計量技術知識訊息發布4則 <ul style="list-style-type: none"> <li>→於國際世界計量日網站發佈我國 520 活動成果,協助標準局於國際展現我國計量推動績效。(網站 <a href="http://www.worldmetrologyday.org/events.html#Chinese-Taipei">http://www.worldmetrologyday.org/events.html#Chinese-Taipei</a>)</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>→促進高科技產業發展 New SI 精準量測上路。</li> <li>→實現自主量測 質量新定義且看矽晶球。</li> </ul> </li> <li>• 依標準局108年文物數位典藏網資料擴充及度量衡檢定(查)數位教材開發計畫,並辦理度量衡科普教育活動及協助標準局進行SI單位廣宣。 <ul style="list-style-type: none"> <li>→完成2場次度量衡科普教育活動 <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 配合 520 世界計量日於國立科學工藝博物館辦理度量衡科普活動,5/4 日、5/11 日、5/18 日、5/25 日共四場,計有 3368 人次參與。</li> <li>✓ 9/24 日假高雄科工館辦理「108 年度度量衡偏鄉扎根活動」,由高雄市内門國小郭明科校長帶領 70 名中高年級學童參加,以水土保持相關量測(防災)為議題,透過互動式的「度」、「量」、「衡」闖關遊戲,進行度量衡科普教育推廣,激發學童對計量科學知識的探索潛力。</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無。</li> </ul>

工作項目	查核項目(查核編號)	實際執行情形	差異分析
<p>• 進行技術/專利運用推廣</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>→完成標準局人員訓練及廣宣佈置</p> <p>✓ 7/23 日於科工館辦理度量衡探索箱解說訓練，由標準局台中、高雄、花蓮分局代表參加，未來分局即可利用此教具與民眾互動，推廣度量衡知識。</p> <p>✓ 8/7 日協助標準局行政大樓川堂展示廳佈置，以典藏之臺灣省度量衡檢定所文件、公尺副原器及標準量桶等度量衡代表性文物，配合海報說明，展現臺灣近代度量衡發展歷程，活化空間使兼具推廣度量衡知識之功能。</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：英國國家物理實驗室(NPL) Dr. Graham Marchin、友訊科技、Morgan State 大學副校長、TOKUYAMA公司、AOIEA 執委會、美商康寧公司、國際計量發展趨勢論壇貴賓及學員、師大電機工教系、美國華盛頓大學機械系、空軍第一後勤指揮部、氣象局氣象科技研究中心、教育部體育署全民運動組、台灣三豐儀器股份有限公司、丹麥計量院、中國計量院、Active Layer Parametric、東京大學精密工程系、印尼計量資源開發中心及德洲大學德州大學阿靈頓分校等23批共267人次。</p> <p>• 本年度完成穩懋、上銀等案之成果運用收款3,148,100元，依據合約60 %繳庫(即1,888,860元繳庫)。</p>	<p>• 超出目標。</p> <p>• 無。</p>

工作項目	查核項目(查核編號)	實際執行情形	差異分析
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 產業服務需求調查</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 產業服務需求調查</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成產業服務需求調查               <ul style="list-style-type: none"> <li>→ 調查對象包含產業端(儀器代理商、財團法人、生產/製造商、智慧機械產業指標性廠商、電子產業指標性廠商)、TAF 認可二級實驗室、公部門、學術研究單位、國營事業、公協會等，有效問卷約 325 份，達有效問卷目標 300 份以上。未能填完問卷之廠商，大多數表示不願意透露公司內部資訊。</li> <li>→ 完成需求調查結果分析，調查重點涵蓋“受訪者基本資料統計”、“產業基本需求分析”、“校正領域產業送校分布分析”、“校正服務與產業市場連結性分析”、“政策項目連結性分析”、“產業期望 NML 強化校正能量分析”及“業者委託校正原因及影響其送校意願分析”，並提供 NML 未來發展方向之建議。</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無。</li> </ul>
<p>B.國際等同性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 執行國際比對</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 參與國際比對，累計完成6項相關工作(B-2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成10項(主導4項)國際比對參與：               <ul style="list-style-type: none"> <li>→ 完成 50 kN 及 100 kN 荷重元國際比對(APMP.M.F-K2.a)。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</i>, 2019, 56, <i>Tech. Suppl.</i>, 07003。</li> <li>→ 完成 50 kN 荷重元國際比對(APMP.M.F-K2.b)。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</i>, 2019, 56, <i>Tech. Suppl.</i> 07003。</li> <li>→ 完成 直流電壓 國際比對(APMP.EM.BIPM-K11.5)。登錄於</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(查核編號)	實際執行情形	差異分析
<p>• 執行第三者評鑑</p>	<p>• 完成光量/長度/電量/磁量/微波5領域第三者認證再評鑑工作(B-3)</p>	<p>→ 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</i>, 2019, 56, <i>Tech. Suppl.</i>, 01009。</p> <p>→ 完成長捲尺國際比對(EURAMET.L-S27)量測工作。</p> <p>→ 完成與新加坡計量中心(NMC)之微流量國際比對量測工作。</p> <p>→ 完成電阻國際比對(APMP.EM-H1.2019)量測工作。</p> <p>→ 完成主導奈米粒子國際比對(APMP.L-S5)。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</i> 2019 56 <i>Tech. Suppl.</i> 04004。</p> <p>→ 主導常壓氣體流量國際比對(CCM-FF-K6)，完成比對件重複量測，確認比對件於傳遞過程呈現穩定，並進行各參與實驗室之比對數據審核。</p> <p>→ 主導電壓靈敏度國際比對(APMP.AUV.V-K3.1)，於108年9月完成 Draft B 報告送交 APMP TCAUV 工作小組審查，依審查意見修訂中。</p> <p>→ 主導風速國際比對(APMP.M.FF-K3)，進行比對前準備工作，包括參與實驗室諮詢、比對件保險、問卷調查、比對時程確認及比對件性能測試確認等工作。</p> <p>• 6/24~26日完成電量/磁量/微波/長度等4個領域、7/16~18日完成光量領域之實驗室認證延展評鑑並符合ISO/IEC 17025:2017管理系統運作。</p>	<p>• 無。</p>

工作項目	查核項目(查核編號)	實際執行情形	差異分析
<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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3/18日完成溫度/濕度/質量/力量/壓力/真空/流量等7個領域實驗室認證之監督評鑑。</li> <li>• 9/24日~9/27日完成溫度/濕度/質量/力量/壓力/真空/流量/振動/聲量/化學等10個領域實驗室認證之ISO/IEC 17025:2017轉版異動評鑑。</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16項： <ul style="list-style-type: none"> <li>→ 4/24 日完成丹麥國家實驗室高壓氣體系統審查。</li> <li>→ 8/13 日完成美國國家標準與技術研究院(NIST)之油系統及高壓系統審查。</li> <li>→ 9/6 日完成德國聯邦物理研究院(PTB)、英國物理研究院(NPL)、瑞士計量院(METAS)等之長度領域審查。</li> <li>→ 3/11 日完成新加坡(NMC A*STAR)風速系統審查。</li> <li>→ 4/19 日完成日本化學物質評估與研究院(CERI)化學領域管理系統審查。</li> <li>→ 4/19 日完成澳洲國家計量院(NMIA)化學領域管理系統審查。</li> <li>→ 4/20 日完成泰國國家計量院(NIMT)時間頻率領域管理系統審查。</li> <li>→ 6/11 日完成澳洲國家計量院(NMIA)高壓氣體系統及油流量系統審查。</li> <li>→ 9/3 日完成泰國國家計量院(NIMT)壓力及扭力領域管理系統審查。</li> <li>→ 9/3 日完成新加坡國家計量中心</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無</li> </ul>

工作項目	查核項目(查核編號)	實際執行情形	差異分析
		<p>(NMC)聲量領域管理系統審查。</p> <p>→9/3 日完成新加坡國家計量中心(NMC)時間頻率領域管理系統審查。</p> <p>→9/3 日完成蒙古標準計量局(MASM)質量領域管理系統審查。</p> <p>→9/26 日完成中國計量科學研究院(NIM)壓力及真空領域管理系統審查。</p> <p>→9/26 日完成中國計量科學研究院(NIM)光輻射領域管理系統審查。</p> <p>→9/26 日完成泰國國家計量院(NIMT)溫度領域管理系統審查。</p> <p>→11/22 日完成亞塞拜然共和國國家實驗室(NMI-AzMI)工業溫度計項目審查。</p> <p>•參加國際計量會議</p> <p>→5/10-5/19 日陳生瑞經理以 APMP 質量技術委員會主席身分，代表出席第 17 屆質量技術諮詢委員會(CCM)會議及將 NML 之矽晶球攜至德國 PTB 實驗室以進行雷射標記及體積量測。</p> <p>→5/20-5/27 日何柏青博士參加凡爾賽先進材料與標準計畫(VAMAS)第 44 屆指導委員會會議。</p> <p>→6/16-6/21 日藍玉屏組長以 APMP 執行委員會委員及陳生瑞經理以 APMP 質量技術委員會主席身分，參加 2019 亞太計量組織年中會議及相關活動。</p> <p>→6/22-6/30 日蕭俊豪組長及江俊霖經理參加質量及相關量諮詢委員會流量工作小組(CCM-WGFF)會議，報告我國主導之常壓氣體流量</p>	



工作項目	查核項目(查核編號)	實際執行情形	差異分析
		<p>國際比對(CCM-FF-K6)進度。</p> <p>→ 9/9-9/12 陳生瑞經理以醫學計量焦點工作組主席身份，參加並主持「第二次醫學計量聚焦小組血壓模擬先期研究計畫研討會」，洪溱川君則受邀演講，共同參與討論血壓模擬技術先期研究計畫之執行情形與比對結果。</p> <p>→ 9/12-9/16 日吳貴能君參加光度與光輻射諮詢委員會(CCPR)之策略規劃等工作組會議及第 24 屆 CCPR 年度大會。</p> <p>→ 9/23-9/29 日涂聰賢經理參加聲量、超音波、振動技術研討會(CCAUV Workshop)與工作小組會議(CCAUV WGs)。</p> <p>→ 參加 2019 APMP 年度大會(GA)相關活動及出席 10 個領域之技術委員會(TC)會議，共 16 人次。</p> <p>→ 出席國際法定度量衡委員會(CIML)第 54 屆年會及第 26 屆亞太法定計量論壇年會及工作小組相關會議，與標準局共同參與國際活動。</p> <p>→ 11/10~11/16 日洪溱川君擔任德國聯邦物理技術研究院(PTB)負責推動亞洲地區計量發展專案(MEDEA 計畫)之非侵入式血壓計校正與測試訓練課程講師。</p> <p>• 受邀評鑑</p> <p>→ 7/16-7/19 日彭錦龍博士受邀至日本計量院(NMIJ)光頻量測實驗室同儕評鑑。</p> <p>→ 12/9-12/13 日傅尉恩組長受邀至新加坡計量中心(NMC)長度實驗室</p>	

工作項目	查核項目(查核編號)	實際執行情形	差異分析
<p>(三)系統維持</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•維持品質運作審核業務</li> </ul>	<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>同儕評鑑。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•協助我國計量外交 <ul style="list-style-type: none"> <li>→5/8-10日越南國家計量院(VMI)派員3人次至NML接受微波量測訓練課程。</li> <li>→9/24-10/4日陳智榮博士與蔡淑妃君隨同標準局以及全國認證基金會(TAF)人員前往史瓦帝尼辦理品質基礎建設訓練課程，分別擔任度量衡長度及溫度課程之講師。</li> <li>→12/5-12/6日協助標準局執行台印尼度量衡合作案，印尼4人次來台接受非自動衡器型式認證訓練。</li> </ul> </li> <li>•配合廠商送校，年度共完成維持品質運作之審核業務計4829件。</li> <li>•完成標準局免收費校正清單內容之檢視、溝通與確認，107/11/16日標準局正式函文，108年免收費校正需求清單共計163項。</li> <li>•調價作業 <ul style="list-style-type: none"> <li>→107年規費修正於107/9/7日發文報局，計5套系統6個服務項目。配合主管機關108年起規費修正事宜，增加辦理業者座談會，4/9日配合局方辦理「國家度量衡標準實驗室新建系統及新增服務項目」業者座談會，會中進行服務說明。11/21日經濟部經標字第10803819380號令公告。</li> </ul> </li> <li>•標準系統停止服務 <ul style="list-style-type: none"> <li>→黏度計量測系統(C01)與固體(標準法碼)密度量測系統(M05)2套系統停止服務，已於107/6/14日獲標準局同意停止服務，俟108年度</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(查核編號)	實際執行情形	差異分析
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 進行內部稽核與品質管理審查</li> <li>• 進行實驗室環境與安全維護定期檢查/維護</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成內部稽核與管理審查各1場次(C-5)</li> <li>• 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)</li> <li>• 完成消防系統點檢保養。(每年一次檢查申報)(C-8)</li> </ul>	<p>量衡規費收費標準修正公布後，再正式停止對外提供服務。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4/26日完成108年度泛標準組品質管理暨審查聯席會議，共計3項追蹤事項，均已完成辦理。</li> <li>• 5/15日完成108年度NML內部稽核，共計2張不符合事項(NCR)，9項建議事項，均已完成辦理。</li> <li>• 10/8日完成108年度下半年NML管理審查會議。</li> <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>• 4/21日完成定期高低壓電器及空調設備檢查、保養。(每半年一次)</li> <li>• 完成16館地下室實驗室地板淹水感知器安裝及架設，以即時監測地下室排水道水位是否異常、西北側雨水排水管之配管施作。</li> <li>• 完成線距校正系統(D19)及奈米壓痕量測系統(N10)實驗室(16館B33室)新增熱水盤管風管修改工程，以改善環境溫/濕控制能力。完成全光通量量測系統(O02)配電改善工程，以確保用電安全。</li> <li>• 完成大流量實驗室「實驗室電力機電系統」施作，其竣工圖送台電審核中；完成「108實驗室空調改善工程」施作</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無。</li> <li>• 無。</li> </ul>

工作項目	查核項目(查核編號)	實際執行情形	差異分析
<ul style="list-style-type: none"> <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>• 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及回報(C-13)</li> <li>• 完成15領域標準系統維運(C-14)</li> </ul>	<p>測試與驗收。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 本年度完成149份系統技術文件(ICT/MSVP)撰寫/修正。</li> <li>• 完成顧客滿意度數位化調查，整體滿意度分數為9.3分。</li> <li>• 2/14日完成108年長假後NML量測系統開機檢查結果彙整，除暫停中且設備故障而無法執行開機動作的系統外，其餘系統的開機檢查結果皆正常。3/19日完成量測系統例行性查核報告彙整，除系統暫停與完整查核需時較久之系統外，系統查核結果均屬正常。</li> <li>• 1/30日、4/18日、5/13日及8/8日啟動地震緊急應變機制，按地震最大震度分級進行查核。僅有4/18日發現一項儀器異常，經原廠修復後，已對外開放服務。</li> <li>• 系統維護 <ul style="list-style-type: none"> <li>→ 大水流量校正系統(F01)完成 6000 kg 稱重桶移位，並重設全載及重新校正和出具報告，校正數據以及後續查核狀況良好。</li> <li>→ 小水流量校正系統(F02)稱重桶下方蝶閥有延遲開啟和無法完全開啟的現象，經蝶閥拆卸清潔及零件更新後，已解決上述問題，系統恢復運作。另完成可調式寬度噴嘴維修，重新調整步進馬達不同位置所對應到的寬度。</li> <li>→ 電阻溫度計量測系統(T04)之自動化程式功能新增(增加多通道取值、校正系數導入)。恆溫油槽已由原廠重新設定功能後送回NML，完成升溫至 300 °C功能確</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 超出目標。</li> <li>• 無。</li> <li>• 無。</li> <li>• 無。</li> </ul>

工作項目	查核項目(查核編號)	實際執行情形	差異分析
		<p>認。</p> <p>→ 高壓氣體流量校正系統(F05)完成</p>	
<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400件/國外追溯18件(C-15)</li> <li>• 大質量量測系統               <ul style="list-style-type: none"> <li>--完成建立組合衡量模式方程式。(C-16)</li> <li>--完成重新設計校正及查核程序及自動化量測數據處理程式撰寫。(C-17)</li> <li>--完成1000 kg標準法碼導引追溯及系統不確定度評估。量測不確定度：3.5 g(C-18)</li> </ul> </li> <li>• 低壓氣體流量校正系統(鐘形校正器)               <ul style="list-style-type: none"> <li>--完成實驗室內部空調</li> </ul> </li> </ul>	<p>儲氣槽安全閥測試及年度工檢。</p> <p>→ 低溫絕對輻射系統(O07)進行系統程式更新，新增校正者可輸入控制低溫絕對輻射系統程式之量測流程。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成國內追溯563件次。</li> <li>• 完成國外追溯20件               <ul style="list-style-type: none"> <li>→ 完成電磁場強度量測系統(U06)之電磁場強度計、棒狀天線、雙脊波導天線與標準增益天線、微波功率量測系統(U01)之微波功率感測器、分光輻射量測系統(O03)之光偵測器、電容標準追溯電阻標準校正系統(E29)之電感式分壓器及動態膨脹法真空量測系統(L02)之旋轉轉子真空計等共 14 項 20 件國外追溯工作。</li> </ul> </li> <li>• 完成50 kg至1000 kg組合衡量模式方程式及查核程序建立。</li> <li>• 完成重新設計校正模式及查核程序及自動化量測數據處理程式撰寫。</li> <li>• 完成50 kg至1000 kg衡量模式建立、查核程序建立及導引追溯工作。               <ul style="list-style-type: none"> <li>→ 完成 1000 kg 量測系統不確定度評估，量測不確定 1.8 g。</li> </ul> </li> <li>• 完成鐘形校正系統環境控制設備更新及實驗室內部空調管線改良，當設定溫度在 23 °C 時，溫度可控制在±0.5</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 超出目標。</li> <li>• 超出目標。</li> <li>• 超出目標。</li> </ul>

工作項目	查核項目(查核編號)	實際執行情形	差異分析
	管線改善。(C-19) --完成系統相關儀表追溯與評估及校正式	°C。 •完成系統相關儀表(包含有溫度計、壓力計、雷射位移計等)校正追溯與評估，及校正自動化擷取程式撰寫，功能	
•系統設備汰換	自動化擷取軟體程式撰寫(C-20) --完成低壓氣體流量校正系統(鐘形校正器)評估及能力比對驗證。 氣體流量原級標準系統量測不確定度：0.10% 氣體流量工作標準系統量測不確定度：0.13%(C-21) •完成2項系統設備汰換(C-23)	包括自動化重複校正功能、各感測器之即時截取功能。 •完成低壓氣體流量校正系統(鐘形校正器)評估及能力比對驗證。 →氣體流量原級標準系統量測不確定度：(0.07~0.09)%。 •氣體流量工作標準系統量測不確定度：(0.10~0.11)%。 •完成「免液氦冷凍機系統」、「油壓式活塞壓力計標準系統」採購與驗收。	無。
•低光功率量測與標準傳遞技術先期研究	•完成低光功率光偵測器之響應校正及標準傳遞方法分析(C-24) •完成低光功率量測與標準傳遞技術先期研究(C-25)	•完成低光功率光偵測器之響應校正及標準傳遞方法分析，包含光偵測器搭配切換積分放大器之光功率量測及標準傳遞方法。 •完成低光功率量測與標準傳遞技術先期研究，包含LED單點光譜(光功率)/主波長量測技術與產業需求等分析。	無。
•新質量標準	•完成原級矽晶球質量標準之真空質量比較儀系統評估(C-26) •完成一公斤、一百克及十克全自動比較儀質量量測系統評估；完成靜態膨脹真空標準系	•完成原級矽晶球質量標準之真空質量比較儀系統評估，以鉑銥公斤原器(No. 78)與5顆相同材質、形狀、體積之不鏽鋼法碼做交互比對，量測不確定度為29 µg。 •完成一公斤、一百克及十克全自動比較儀質量量測系統評估。量測範圍/不確定度為：(1 kg ~ 100 g)/0.045 mg、(100 g ~ 10 g)/0.0082 mg及(10 g ~ 1	•無。 •無。

工作項目	查核項目(查核編號)	實際執行情形	差異分析
	統之體積膨脹率不確定度評估，不確定度 $1 \times 10^{-2}$ (C-27)	mg)/0.0016 mg。 •完成靜態膨脹真空標準系統之體積膨脹率不確定度評估，不確定度為 $0.89 \times 10^{-2}$ 。	•超出目標。
•新溫度標準	•完成熱電偶高溫校正系統(0 ~ 1492) °C之定點與內插溫度評估，不確定度 (0.11 ~ 1.00) °C(C-28)	•完成熱電偶高溫校正系統(0 ~ 1492) °C之定點與不確定度評估，不確定度為(0.11 ~ 0.75) °C。	•超出目標。
	•完成輻射溫度高溫共晶定點不確定度評估：Co-C (1324 °C)，不確定度 $\leq 0.9$ °C(C-29)	•完成輻射溫度高溫共晶定點不確定度評估，Co-C (1324 °C)，不確定度為0.83 °C。	•無。
•新電流標準	•完成免液氦量化霍爾電阻系統量測不確定度評估，不確定度 $< 0.06 \mu\Omega/\Omega$ (C-30)	•完成免液氦量化霍爾電阻系統之量測不確定度評估，電阻校正(1 k $\Omega$ )之量測不確定度為 $0.056 \mu\Omega/\Omega$ 。	•無。
	•完成高電阻電橋系統量測不確定度評估，不確定度 $< 100 \mu\Omega/\Omega$ (C-30)	•完成高電阻電橋系統量測不確定度評估，高電阻校正(1 M $\Omega$ ~ 1 T $\Omega$ )之量測不確定度為(9 ~ 73) $\mu\Omega/\Omega$ 。	
	•完成低電阻大電流電橋系統評估：不確定度 $< 50 \mu\Omega/\Omega$ (C-30)	•完成低電阻大電流電橋系統之量測不確定度評估，低電阻校正(0.1 m $\Omega$ )於大電流100 A至1000 A量測條件下之量測不確定度為 $35 \mu\Omega/\Omega$ 。	
•新物質標準	•完成高豐度矽28同位素(Si28 - enriched) 樣品溶液之同位素比例量測技術評估：矽同位素不確定度 $< 10^{-7}$ (C-31)	•完成矽同位素比例量測技術建立與評估，矽同位素不確定度 $5.5 \times 10^{-8}$ 。	•超出目標。

工作項目	查核項目(查核編號)	實際執行情形	差異分析
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 其他</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 專利權終止維護事宜</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 主管機關 108.03.07 經標四字第 10840001360 號函通知，標準局原於 107 年 9 月 18 日經標四字第 10700586450 號函同意「國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫」停止 20 項專利維護權一案，因尚需提供資料審查，原案暫不同意停止專利維護權。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無。</li> </ul>
		<p>與局方進行專利終止維護程序溝通，6/13 日提供 NML 與科專專利處理方式之異同對照說明。6/25~10/7 日依局回饋其法務對於本程序意見，調整程序書流程圖並配合提供歷年獲證、有效、過期專利資訊與維護費用資訊等。</p>	



## 2.工業與科學計量技術發展分項

★年度預定進度及查核點：

Gantt 圖

進度 月份 工作項目	108 年度												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
A.超微量金屬粒子分析暨標準技術研究 • 線上校正用奈米粒子產生技術 • 無機元素同位素稀釋法量測技術						(1)							(2)
						(3)			(4)				
B.超薄次奈米膜厚度量測技術研究 • GIXRR-GIXRF 量測背景雜訊評估技術 • GIXRR-GIXRF 量測技術					(1)			(2)					
										(3)			(4)
C.光干涉式絕對壓力實現方法研究 • 完成恆溫真空腔體設計 • 完成恆溫腔體組裝與雙 FPI 光學干涉儀整合,及腔體背景壓力量測 $\leq 0.1$ Pa • 完成溫控系統開發與測試 • 完成腔體溫度擾動量測 $\leq 10$ mK			(1)										
				(2)									
							(3)						
										(4)			
進度百分比% (依經費之比重計算)	25 %		54 %			81 %			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

$1 \text{ 月 } 4 \text{ 項} / (1 \text{ 月 } 4 \text{ 項} + 2 \text{ 月 } 4 \text{ 項} + 3 \text{ 月 } 4 \text{ 項} + 4 \text{ 月 } 4 \text{ 項} + 5 \text{ 月 } 5 \text{ 項} + 6 \text{ 月 } 5 \text{ 項} + 7 \text{ 月 } 5 \text{ 項} + 8 \text{ 月 } 4 \text{ 項} + 9 \text{ 月 } 4 \text{ 項} + 10 \text{ 月 } 3 \text{ 項} + 11 \text{ 月 } 3 \text{ 項} + 12 \text{ 月 } 3 \text{ 項}) = 4/48 = 8.3 \%$



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	108年6月	建立單一氣膠產生技術，單一氣膠體積相對標準差需 $< 5\%$ 。
A-2	108年12月	完成奈米金粒子核粒徑： $60\text{ nm}$ ，粒徑不確定度 $\leq 4\text{ nm}$ 。
A-3	108年5月	建立鉛元素同位素稀釋法量測技術， $1\text{ }\mu\text{g/kg}$ 鉛元素溶液5次重複性量測，相對標準差需 $< 1\%$ 。
A-4	108年9月	完成鉛元素溶液(濃度範圍 $1\text{ }\mu\text{g/kg}$ 至 $1\text{ mg/kg}$ )，量測不確定度 $< 5\%$ 。
B-1	108年4月	完成 GIXRR-GIXRF 薄膜厚度量測偵測器規格及參數制定，包括： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 樣品至偵測器距離<math>&lt; 200\text{ mm}</math>。</li> <li>• 偵測器能量解析度<math>&lt; 140\text{ eV}</math>。</li> <li>• 量測停滯時間(Dead time)設定<math>&gt; 100\text{ ns}</math>。</li> </ul>
B-2	108年7月	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 偵測器雜訊<math>\leq 5\text{ cps}</math>。</li> </ul>
B-3	108年9月	完成 GIXRR-GIXRF 薄膜厚度量測技術： 量測範圍角度介於 $-10^\circ \sim 100^\circ$ 。
B-4	108年12月	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成介電薄膜(<math>\text{HfO}_2</math>, <math>\text{TiN}</math>, <math>\text{TaN}</math>) GIXRF 角度螢光光譜縱深分析。量測膜厚(<math>0.9\text{ nm} \sim 2\text{ nm}</math>)。</li> </ul>
C-1	108年3月	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成恆溫真空腔體設計。</li> </ul>
C-2	108年6月	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成恆溫腔體組裝與雙 FPI 光學干涉儀整合，及腔體背景壓力量測，背景壓力 <math>\leq 0.1\text{ Pa}</math>。</li> </ul>
C-3	108年9月	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成溫控系統開發與測試。</li> </ul>
C-4	108年12月	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成腔體溫度擾動量測，溫度擾動(一倍標準差)<math>\leq 10\text{ mK}</math>。</li> </ul>

★執行情形：

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異分析
<p>A.超微量金屬粒子分析暨標準技術研究</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>線上校正用奈米粒子產生技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建立單一氣膠產生技術，單一氣膠體積相對標準差需<math>&lt; 5\%</math>(A-1)</li> <li>完成奈米金粒子核粒徑：60 nm，粒徑不確定度<math>\leq 4</math> nm。(A-2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>完成單一氣膠產生裝置設計圖規劃，依據Solidwork軟體完成之設計圖及發包，已完成玻璃與塑膠霧化室製作，使用量尺確認各內徑尺寸，與原始設計圖差異甚小，偏差小於1 mm。</li> <li>完成單一氣膠產生裝置液珠蒸發室與固定支架之建立，並確認完成建置系統產生液珠為<math>(82.6 \pm 0.8) \mu\text{m}</math>，符合原廠報告結果<math>(80 \pm 4) \mu\text{m}</math>。</li> <li>完成單一氣膠體積相對標準差評估，利用壓電材之電壓調控為70 volt與單位時間調控為24 <math>\mu\text{s}</math>，每秒100 Hz的單一氣膠產生條件下，單一氣膠(約70 <math>\mu\text{m}</math>)體積為<math>1.91 \times 10^{-7} \text{cm}^3</math>，體積相對標準差為1.89%，符合預期。</li> <li>通入100 ppb金離子使用MDG-spICP-MS進行分析，其傳輸效率達90%以上，經使用tripole mode調整單一氣膠尺寸，單一氣膠傳輸效率可達100%。</li> <li>使用金離子搭配單一氣膠產生裝置串接spICP-MS，感度相對標準差<math>&lt; 10\%</math>。經調整單一氣膠參數以及進樣方式，感度相對標準差 = 2.65%。</li> <li>完成單一氣膠生產裝置，產生奈米金粒子粒徑：60.00 nm，粒徑量測不確定度 = 2.06 nm，符合預期。</li> <li>利用單一氣膠產生裝置產生之金奈米顆粒，對NIST SRM 8013金粒子標準品進行尺寸校正，所測得之粒徑為<math>(56.02 \pm 2.67) \text{nm}</math>，與NIST校正報告</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>無。</li> <li>無。</li> </ul>

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異分析
		上TEM數值( $56 \pm 0.5$ ) nm相符。	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無機元素同位素稀釋法量測技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 建立鉛元素同位素稀釋法量測技術，1 <math>\mu\text{g}/\text{kg}</math>鉛元素溶液 5次重複性量測，相對標準差需 &lt; 1%(A-3)</li> <li>• 完成鉛元素溶液(濃度範圍 1 <math>\mu\text{g}/\text{kg}</math> 至 1 <math>\text{mg}/\text{kg}</math>)，量測不確定度 &lt; 5 %。(A-4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成同位素稀釋法文獻資料蒐集及公式推導。</li> <li>• 完成樣品裝填用塑膠瓶清洗程序與潔淨度評估，使用10 %硝酸進行清洗，使用感應耦合電漿質譜儀(ICP-MS)量測鉛不純物濃度值實驗結果為 &lt; 0.3 <math>\text{ng}/\text{kg}</math>，遠小於待測物濃度(1 <math>\mu\text{g}/\text{kg}</math> 鉛元素溶液)，依據此評估結果，得以忽略樣品瓶中鉛不純物對於分析待測物濃度影響。</li> <li>• 完成成鉛元素同位素稀釋法量測技術之建立，配製1 <math>\mu\text{g}/\text{kg}</math>之鉛溶液，進行五次同位素稀釋法量測結果，其相對標準差為0.12 %，符合計畫目標。</li> <li>• 完成鉛元素溶液(濃度範圍 1 <math>\mu\text{g}/\text{kg}</math> 至 1 <math>\text{mg}/\text{kg}</math>)，1 <math>\mu\text{g}/\text{kg}</math>鉛元素溶液量測不確定度為0.74 %，10 <math>\mu\text{g}/\text{kg}</math>鉛元素溶液量測不確定度不確定度為0.76 %，100 <math>\mu\text{g}/\text{kg}</math>鉛元素溶液量測不確定度為1.83 %，1 <math>\text{mg}/\text{kg}</math>鉛元素溶液量測不確定度為1.97 %，依據CCQM-K2的國際比對結果，低濃度鉛溶液各國國家實驗室量測結果量測不確定度介於0.46 %至4.10 %，與量測結果相符。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無。</li> <li>• 無。</li> </ul>
<p>B.超薄次奈米膜厚度量測技術研究</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• GIXRR-GIXRF量測背景雜訊評估技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成GIXRR-GIXRF薄膜厚度量測偵測器規格及參數制定，包括： 樣品至偵測器距離 &lt; 200 mm。 偵測器能量解析度 &lt; 140</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成低略角X射線螢光光譜(GIXRF)之數學模型建立及TiN 1.2 nm薄膜模擬與多層薄膜結構之X光螢光光譜模擬。</li> <li>• 多層膜即使有相同元素，仍可由螢光強度曲線隨角度的變化來判別出現</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無。</li> </ul>

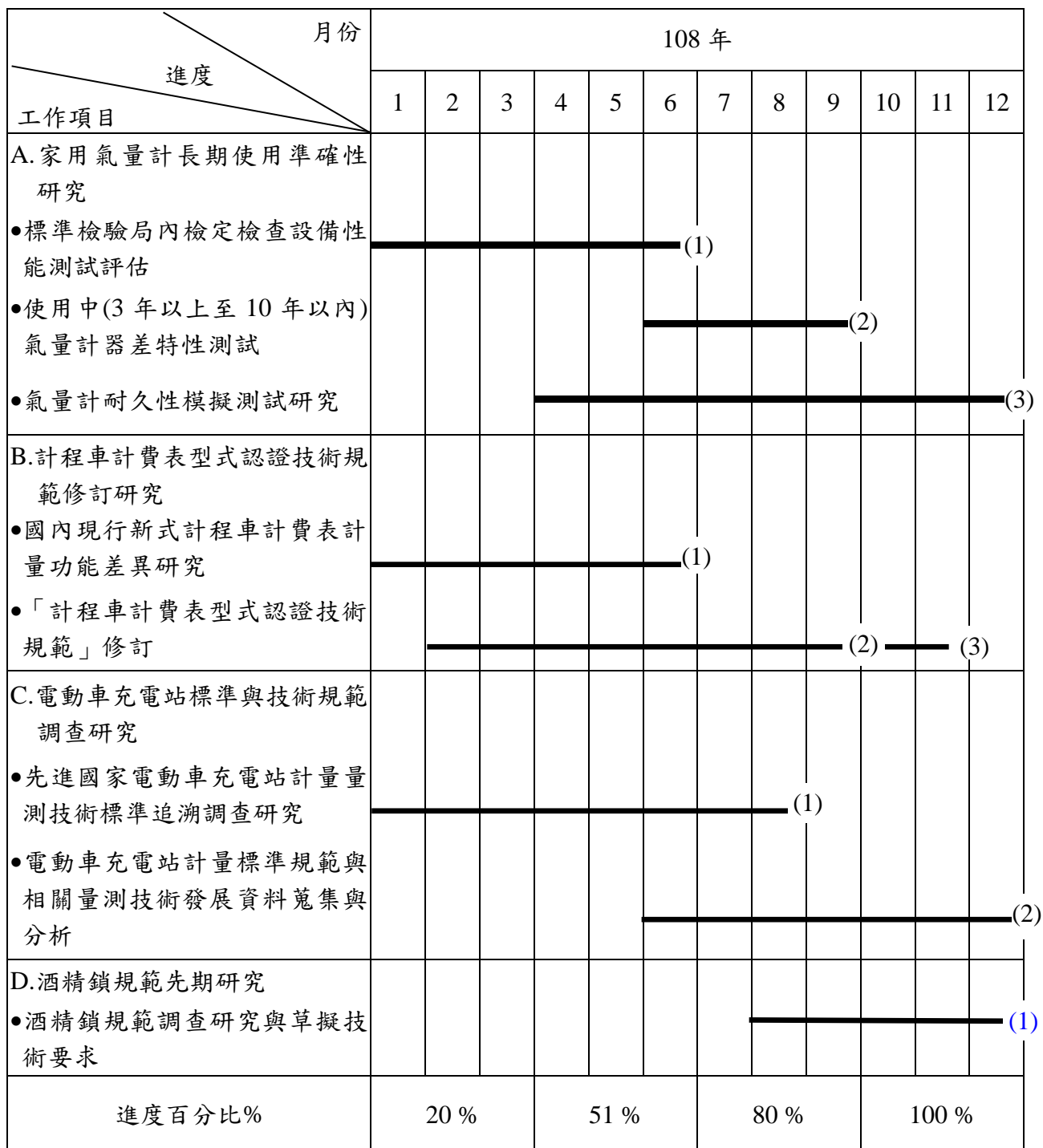
工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異分析
	eV。 量測停滯時間(Dead time)	元素的順序。 • 完成偵測器之裝置機構設計與規格	
• GIXRR-GIXRF量測技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 設定 &gt; 100 ns。(B-1)</li> <li>• 完成偵測器雜訊 ≤ 5 CPS(B-2)</li> <li>• 完成 GIXRR-GIXRF 薄膜厚度量測技術: 量測範圍角度介於 -10° ~ 100° (B-3)</li> <li>• 完成介電薄膜(HfO<sub>2</sub>, TiN, TaN) GIXRF 角度螢光光譜縱深分析。量測膜厚 (0.9 nm ~ 2 nm)(B-4)</li> </ul>	<p>及參數制定。</p> <p>→ 因量測距離必須考慮立體角以及收光效率，因此距離範圍 ≥ 10 mm 以及 ≤ 200 mm。SDD 偵測器實際架設於腔體，樣品至偵測器距離實測約 78 mm，符合預期。</p> <p>→ 收 GIXRF 訊號之 SDD 能量解析度於原廠測試在 5.9 keV 為 FWHM 122 eV。</p> <p>→ 此偵測器型號經原廠量測停滯時間(Dead time)為 0.12 μs。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成使用 Al 靶材光源量測 TiN(1.9 nm) 薄膜之低掠角螢光量測，測試偵測器 GIXRF 訊號得到 Ti、F 與 N 元素光譜並進行數據擬合分析縱深。</li> <li>• 完成實驗數據收集及檢測確認，經修復的偵測器之雜訊達到 5 CPS 以下(均值落在 0~2 CPS 之間)，而修復後之偵測器實際收鋁靶材之光源之主峰強度也恢復到正確之能量值(1487 eV)。</li> <li>• 進行 XRF 固定角度(45 度)之訊號測試，完成測試 Hf、Ta、Ti 三種元素 XRF 訊號，並針對 Ti 元素量測 10 次得到標準差 0.208 CPS，該標準差與 PTB 之檢測報告進行比較，換算成質量沉積量皆為 1% ~ 3% 的質量沉積量，落在同一個級距。</li> <li>• 使用質量沉積公式計算 TiN 1.9 nm、2 nm，TaN 3 nm 以及 HfO<sub>2</sub> 1.2 nm 之螢光強度值以及實際實驗所得到之螢光強度，計算實際厚度值。TiN 2 nm、TaN 3 nm 以及 HfO<sub>2</sub> 1.2 nm 計算出之</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無。</li> <li>• 無。</li> <li>• 無。</li> </ul>

工作項目	查核項目(查核點編號)	實際執行情形	差異分析
		厚度與PTB量測結果相比差異皆在5%以內。	
<p>C.光干涉式絕對壓力實現方法研究</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 恆溫真空腔體設計</li> <li>• 恆溫腔體組裝與雙FPI光學干涉儀整合</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成恆溫真空腔體設計(C-1)</li> <li>• 完成恆溫腔體組裝與雙FPI光學干涉儀整合,及腔體背景壓力量測,背景壓力 <math>\leq 0.1</math> Pa(C-2)</li> <li>• 完成溫控系統開發與測試(C-3)</li> <li>• 完成腔體溫度擾動量測,溫度擾動(一倍標準差) <math>\leq 10</math> mK(C-4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成恆溫真空腔體設計:長210 mm,寬與高皆為100 mm。腔體材質使用熱導率高之銅,使腔體亦於達成均溫與恆溫,腔體配置四組溫度計安裝座,與三組真空抽氣與進氣所需之NW16法蘭。</li> <li>• 完成恆溫腔體設計、組裝與雙FPI光學干涉儀整合組裝,腔體背景壓力經量測可達88 mPa,符合<math>\leq 0.1</math> Pa預期規格。</li> <li>• 完成溫控系統開發與測試,使用四支溫度感測器量測銅製腔體溫度,其中一支溫度感測器使用標準白金電阻溫度感測器(SPRT),另外三支為PT100。溫度數據截取採用Fluke 1568A Super DAQ,取樣頻率為1 Hz,數據由電腦經USB介面擷取並進行後續分析。目前在銅製腔體未屏蔽的狀態下,由四支溫度計平均所得之腔體溫度,在兩分鐘內的擾動(一倍標準差)為26 mK。</li> <li>• 改良溫度計套筒後,重新量測銅腔體溫度,各溫度之一倍標準差皆在2 mK左右,小於本年度計畫訂定目標10 mK。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無。</li> <li>• 無。</li> <li>• 無。</li> <li>• 無。</li> </ul>

### 3.法定計量技術發展分項

★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 3 項/(1 月 3 項+2 月 4 項+3 月 4 項+4 月 5 項+5 月 5 項+6 月 7 項+7 月 5 項+8 月 6 項+9 月 5 項+10 月 4 項+11 月 4 項+12 月 3 項)=3/55=5 %

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	108 年 6 月	完成研究使用之標準檢驗局內檢定檢查設備性能測試評估。
A-2	108 年 9 月	完成使用中(3 年以上至 10 年以內)氣量計器差特性測試。
A-3	108 年 12 月	完成重新檢定合格之氣量計耐久性模擬測試研究。
B-1	108 年 6 月	完成國內現行新式計程車計費表計量功能差異研究。
B-2	108 年 9 月	綜整規範修訂建議，完成「計程車計費表型式認證技術規範」修訂建議草案初稿。
B-3	108 年 11 月	完成「計程車計費表型式認證技術規範」修訂建議草案。
C-1	108 年 8 月	完成先進國家電動車充電站計量量測技術標準追溯調查研究。
C-2	108 年 12 月	完成電動車充電站計量標準規範與相關量測技術發展資料分析報告。
D-1	108 年 12 月	完成酒精鎖評估報告及技術要求草案。

★執行情形：

工作項目	查核項目	實際執行內容	差異分析
<p>A.家用氣量計長期使用準確性研究</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 標準檢驗局內檢定檢查設備性能測試評估</li> <li>• 使用中(3年以上至10年以內)氣量計器差特性測試</li> <li>• 氣量計耐久性模擬測試研究</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成研究使用之標準檢驗局內檢定檢查設備性能測試評估(A-1)</li> <li>• 完成使用中(3年以上至10年以內)氣量計器差特性測試，每年測試1500台(A-2)</li> <li>• 完成重新檢定合格之氣量計耐久性模擬測試研究，每年取2型、耐久運轉測試2000小時(A-3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成標準局第七組兩套、台中、台南、新竹及基隆分局實驗室共六套檢定檢查設備性能測試評估，比對件選用6 m<sup>3</sup>/h及1.2m<sup>3</sup>/h膜式氣量計。</li> <li>• 結果顯示設備間差異大多低於0.20%，最大亦不超過0.32%。以量測不確定度0.25%估算，量測結果指標En皆低於1.0，驗證標準局所有實驗室的檢定設備量測結果與參考值一致。</li> <li>• 完成使用中氣量計器差特性測試。 →抽檢市面上已使用3、5、7及9年氣量計進行測試。 →總計檢查數量為3427具，不合格數量共計133具，合格率為96.712%。共計有14具氣量計為啞巴表(氣體通過不運轉的表)或字輪變形無法測試的表。</li> <li>• 完成重新檢定合格之氣量計2.5 m<sup>3</sup>/h及6 m<sup>3</sup>/h表型各五具耐久性，2.5 m<sup>3</sup>/h表型共計進行2067小時，6 m<sup>3</sup>/h表型共計進行2038小時。耐久測試前後器差變化量最大0.47%，所有氣量計在耐久測試後均符合檢查公差要求小於3%。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無。</li> <li>• 超出目標。</li> <li>• 無。</li> </ul>

工作項目	查核項目	實際執行內容	差異分析
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 其它配合事項</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 配合標準局七組要求，氣量計檢定過程若有瞬間差壓超過差壓計規格及流率超過±5 %時，檢定軟體須提供強制停止檢定功能。</li> <li>• 採用 OIML R137-1&amp;2 為參考依據之新修訂膜式氣量計型式認證技術規範草案研擬。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 超出目標。</li> </ul>
<p>B.計程車計費表型式認證技術規範修訂研究</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 國內現行新式計程車計費表計量功能差異研究</li> <li>• 「計程車計費表型式認證技術規範」修訂</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成國內現行新式計程車計費表計量功能差異研究(C-1)</li> <li>• 綜整規範修訂建議，完成「計程車計費表型式認證技術規範」修訂建議草案初稿。(C-3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成國內現行八型新式計程車計費表(富貴牌、玉山牌、招財牌、太陽神、聖傑、一路發與百事達)計量功能差異研究分析。</li> <li>• 完成先進國家(OIML R21、美國 NIST Handbook 44 及歐盟 EU Annex IX Taximeters (MI-007))計程車計費表相關法規比較分析。</li> <li>• 完成「計程車計費表型式認證技術規範」修訂建議草案，共建議修訂 17 條文、新增 1 條文。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無。</li> <li>• 無。</li> </ul>
<p>C.電動車充電站標準與技術規範調查研究</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 先進國家電動車充電站計量量測技術標準追溯調查研究</li> <li>• 電動車充電站計量標準規範與相關量測技術發展資料蒐集與分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成先進國家電動車充電站計量量測技術標準追溯調查研究(C-1)</li> <li>• 完成電動車充電站計量標準規範與相關量測技術發展資料蒐集與分析報告(C-2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成我國及先進國家，包含美國、德國、日本、韓國及中國大陸之電動車充電站法定計量規範及相關追溯調查研究。</li> <li>• 完成美國針對電動車充電站之計量標準規範研讀與分析。(Handbook 44 3.40-Electric Vehicle Fueling Systems、Handbook 130-Method of Sale for Electrical Energy as Vehicle Fuel)。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無。</li> <li>• 無。</li> </ul>

工作項目	查核項目	實際執行內容	差異分析
D.酒精鎖規範先期研究 • 進行酒精鎖規範調查研究	• 完成酒精鎖規範調查研究(D-1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完成電動車充電站計量標準規範與相關量測技術發展資料蒐集與分析報告。</li> <li>• 以現有呼氣酒精測試器及分析儀檢測等設備，依據 EN 50436-1 標準及美國 BAIIDs 中可執行之檢測項目完成實機測試，測試項目包含呼氣採樣、鎖車與解鎖、線性準確度及反應時間，供酒精鎖技術要求草擬參考。</li> <li>• 完成 EN 50436-1 及 -2 與美國 BAIIDs 中文版整理，並提供給主管機關參考。</li> <li>• 完成酒精鎖技術要求草擬。</li> </ul>	• 無。

#### 4. 量化成果彙總

(計畫三個分項總計)

屬性	績效指標類別	績效指標項目	108年目標	108年達成	107年目標	107年達成
學術成就 (科技基礎研究)	A. 論文	國內論文發表(篇)	39	34	42	37
		國外論文發表(篇)	16	24	18	31
	B. 合作團隊(計畫)養成	機構內跨領域合作團隊(或計畫)數	8	8	10	10
技術創新 (科技技術創新)	G. 智慧財產	專利獲證(件)	1	6	1	5
	H. 技術報告及檢驗方法	技術報告(含 ICT/MSVP 撰寫修訂)	80	175	77	98
	I1. 辦理技術活動	辦理技術研討會場次	8	11	11	14
	I1. 辦理技術活動	辦理推廣活動場次	3	5	3	4
	J1. 技轉與智財授權	技術/專利應用(件)	5	12	5	11
	J1. 技轉與智財授權	技術/專利運用開發票數(千元) (繳庫數)	2,500 (1,500)	3,148 (2,102)	2,500	2,783
	S2. 科研設施建置及服務	系統運轉維持(套)	118	118	118	118
		系統服務件數	4100	4829	4095	4951
		標準系統建立(項)	-	-	1	1
		標準系統改良/再評估(項)	2/38	2/63	2/23	2/23
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	536	400	574
		國外追溯(件)	18	20	20	20
		國際比對(項)	6	10	4	7
		國際相互認可協定(國家/組織)	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	4	4	13
	O. 共通/檢測技術服務及輔導	提供國家級校正服務件數	4100	4829	4095	4951
	Q. 資訊服務	維持網站數	1	1	1	1

屬性	績效指標類別	績效指標項目	108年目標	108年達成	107年目標	107年達成
		訪客接待(人次)	180	267	180	278
		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	4	4	2	2
	提升我國國際地位	擔任國際組織之委員及主席	2	2	4	4
歲入收入(千元)	歲入收入(千元)	校正服務	41,090	46,833	41,090	49,459
		技術/專利運用推廣 <sup>註1</sup>	1,500	2,102	1,500	1,580
		書刊供應(量測資訊、技術資料)	200	177	280	113
		研討會、在職訓練	700	896	1,000	931
		專戶利息收入	200	143	200	197
		罰金罰款收入	--	11	--	185
		廢舊物資售價、收回以前年度歲出	--	51	--	48
		歲入合計	43,690	50,213	42,570	52,513

註1：技術/專利應用推廣歲入繳庫金額為108年度實際已收金額其60%繳庫。

## (二)、技術交流與合作

### 1. 國際技術交流活動

#### (1) 越南國家計量院量測技術領域人員訓練

越南國家計量院(Vietnam Metrology Institute, VMI)近年來陸續派員至NML接受人訓練，包含106年流量及電量領域之量測技術訓練，107年接受電量領域之進階訓練及振動領域量測技術訓練。108年5月8日再度派員3人至NML接受微波領域量測技術訓練，累計已協助完成24人次訓練。藉由協助VMI培訓國家實驗室技術人才，進而加強NML於東南亞國家之交流與合作關係。



圖 0-2-1、越南國家計量院人員來台訓練

(2) 印尼計量資源開發中心人員訓練

協助標準局「臺印尼度量衡領域能力建構合作案」，辦理印尼計量資源開發中心 (Center for Development of Metrological Resources) 4 人次之「非自動衡器型式認證」課程訓練。



圖 0-2-2、印尼計量資源開發中心人員來台訓練

(3) 配合我國史瓦帝尼技術合作案，協助完成品質基礎建設訓練課程

史瓦帝尼王國(Kingdom of Eswatini, KOE)約於 1990 年代發展國家品質基礎建設工作，訂定相關法源及設置了專責部門。目前整體發展仍大幅落後國際發展水準，且囿於政府財政無法穩定支持相關政策發展，以致國家品質基礎建設工作各環節無法順利分工與運作，造成境內生產之產品或服務亦常無法達到國際市場之安全及品質要求，影響出口產值，導致國家經濟發展受挫。由於臺灣與史瓦帝尼邦交穩固，交流活動頻繁，雙方於 2017 年 1 月 19 日雙方簽署「技術合作瞭解備忘錄(MoU)」，內容包括 (1) 發展與建置認證人員能力與資源；(2) 協助史方建置電腦化 ISO 管理系統及建立驗證機

構；(3)精進度量衡服務能量；(4)協助史國檢視其標準制定流程。

NML 派員陳智榮與蔡淑妃君 2 位同仁，隨同標準局五組赴史瓦帝尼辦理「品質基礎建設訓練」課程，完成溫度及長度領域理論及實務課程講授與指導，協助其人員建立校正程序與量測不確定度評估等能力。



圖 0-2-3、史瓦帝尼台實務課程講授與指導

## 2. 與先進國家實驗室合作研究

- (1) 赴日本計量研究院(NMIJ)進行「「高溫熱電偶溫度計量測技術」」之合作研究(葉建志，2019/7/11-2019/10/9)。

為完備我國SI新定義-新溫度標準技術的實務操作經驗與製造技術，及深化高溫熱電偶溫度計校正系統之不確定度評估技術，赴日本NMIJ進行「高溫熱電偶溫度計量測技術」合作研究，研究項目包括(1)高溫共晶點囊研製的技術；(2)高溫熱電偶溫度計的製造與非均勻性測試方法；(3)高溫爐的溫控技術；(4)共晶點轉折點熔化溫度評估技術；(5)熱電偶高溫校正系統不確定度來源分析與評估。透過本次研習相互交流雙方於新溫度標準的因應策略與執行，並邀約進行雙邊國際比對之規劃，以登錄校正與量測能量(CMC)，確保我國校正高溫熱電偶溫度計的能力與國際等同。

- (2) 赴日本計量研究院(NMIJ)進行「無機奈米粒子的驗證程序」之合作研究(張君綾，2019/10/14-2019/12/10)。

目前國際上各國國家實驗室能提供之奈米粒子種類非常匱乏，多數國家實驗室僅能提供單一成份之奈米粒子標準品，無法滿足半導體產業複雜粒子量測之需求。因此，利用單一奈米粒子產生技術來製備各種複雜成份之粒子標準品。單一奈米粒子產生技術是粒子測量研究室利用離子溶液作為粒子前驅物，並透過單一氣膠產生技術，生成間斷不連續含有特定離子濃度之氣膠，同時，利用加熱方式將離子溶質轉變為乾燥之顆粒。為了驗證此技術之有效性，赴日本NMIJ進行單一顆粒感應耦合電漿質譜儀(Single-particle inductively coupled plasma mass spectrometry, spICP-MS)搭配單一氣膠產生裝置(Inkjet aerosol generation, IAG)，作為我國無機奈米粒子計量標準建立之參考。

- (3) 赴韓國國家標準與科學研究院(Korea Research Institute of Standards and Science, KRISS)進行「反應性氣體計量技術」合作研究(2019.11.4-2019.11.30，林采吟)



任務主要分為氣體計量技術合作討論與技術研習。在技術合作討論方面，有鑑於亞太地區針對環境變遷與潔淨空氣，半導體電子材料純度鑑識等議題的重視，將與韓國KRISS討論未來在相關量測標準運用上，如何透過技術發展用原物料與CRM供應的相互支援，使NML在化學計量技術的發展上，可運用有限資源更有效率的協助區域經濟產業。氣體計量技術研習重點為如何降低微量濃度標準氣體的擴充不確定度，以滿足國內相關環保法規（如空氣污染防制法）或檢定檢查技術（如呼氣酒精測試器材）實施的需求。合作交流包含(1)反應性混合氣體，如低濃度酒精、丙酮與硫化物之配製與濃度驗證技術合作；(2)揮發性有機混合氣體配製與濃度驗證技術合作；(3)小量樣品分析技術合作開發。亞太地區各國家實驗室，僅韓國KRISS在相關技術發展上與產業有最緊密的合作與連結，且與NML的方向相似。透過本次的合作討論與技術研習，強化雙邊合作關係，交流彼此的產業技術經驗。另KRISS在氣體計量技術之優勢為反應性氣體的濃度配製與驗證，可作為NML提供國內環保與科技產業標準氣體技術之參考。

### 3. 受邀擔任其它 NMI 之評審員

NML所孕育之計量專家亦受到國際肯定。本年度2位同仁受邀擔任其它NMI之評審員，評鑑之實驗室及領域別如下表所示：

表 0-2-1、受邀擔任其它 NMI 之評審員

評鑑國家/實驗室	領域	NML受邀專家
日本國家計量院(NMIJ)/光頻量測實驗室	長度	彭錦龍
新加坡國家計量中心(NMC)/長度實驗室	長度	傅尉恩

### 4. 受邀演講

#### (1) 受邀至全國認證基金會(TAF)進行新溫度技術演講

葉建志君受邀至全國認證基金會(TAF)之「2019校正領域實驗室主管暨報告簽署人在職訓練」台北與高雄兩場演講，講題為「新SI介紹及未來計量追溯方式-溫度」介紹熱力學溫度單位重新定義、克耳文新定義的影響、因應方式與執行策略，與新溫度標準可能對產業之衝擊，推廣NML新溫度標準。

#### (2) 受邀嘉南藥理大學進行計量追溯技術演講

林采吟君受邀至嘉南藥理大學進行氣體計量追溯技術演講，主要針對ISO/IEC 17025內容對於計量追溯的要求進行實務應用的落實方法說明。該演講主要針對環境檢測人才培訓專班學員，目的為提升相關從業人員對於氣體計量技術的瞭解與如何正確運用驗證參考物質於環境檢測工作中。

#### (3) 受邀至標準局進行SI單位技術演講及「計量管理訓練課程」講授

介紹以七個基本單位為基礎的國際單位制(SI)，包括其由來與正確的使用與表達方式，除有助於從事度量衡與標準業務相關同仁對於SI新制的了解外，並可運用於度量衡與標準計量業務的執行與報告的撰寫和判讀，提升報告與文件的品質和精準度。講授計量管理相關的技術，可使從事計量工作人員對量測、校正、標準追溯、量測標準、標準之國際接軌等計量相關的概念有正確的認識。

#### 5. 博碩學士生培訓

- (1) 交通大學博士生劉昱賢，參與NML新質量標準計畫，協助設計與分析整合式X光螢光頻譜與光電子頻譜系統之真空控制電路，將用於後續系統中真空樣品傳送腔體之破大氣與抽真空之重複循環流程，以及控制樣品傳送腔體與超高真空腔體間之閘閥防呆作動控制。
- (2) 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TaN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。
- (3) 交通大學碩士生何若菁參與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30度，相對應可量測膜厚從原本14奈米延伸至1.2奈米。
- (4) 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。

(三)、標準量測系統維持情形

表 0-2-2、108 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

◎本表以財政部『度量衡規費收費標準』最新公告(108.11.21)，計入系統數統計。

- 原 118 套系統，因 107 年辦理新建 C13 系統對外提供服務及 C01、M05 系統停止服務報財政部，108.11.21 年獲財政部中華民國 108 年 11 月 21 日經標字第 10803819380 號令修正發布納入度量衡規費，因此系統數變更為 117 套系統。

(四)、108年度國家度量衡標準實驗室大事紀要(以時間排序)

時 間	內 容	分 類
108.01.04	107 年度結案實地查證會議。	計畫管理
108.01.10	本計畫 108 年行政院建議經費 261,688 千元，局方撥借 15,000 千元額度予核研所游離實驗室增購設備，108 年 NML 經費為 246,688 千元，107.12.31 簽約金額 246,503 千元。108.1.10 立法院預算案審議結果統刪 3%，局方通知預算數下修為 239,293 千元，合約執行金額變更為 239,108 千元。	計畫管理
108.01.11	本計畫 107.11.09 提出 109 年綱要預算 280,476 千元，108.01.11 局方通知經濟部通過可提案金額為 108 年額度之 90%，NML108 年原預算額度為 261,688 千元，刪減 10%，加上局新增之 4100 千元，109 額度是 276,474 千元。然 109 年局方仍撥借 20,000 千元額度予核研所游離實驗室增購設備，因此 NML 109 綱要的提案數為 256,474 千元。	計畫管理
108.01.28	英國國家物理實驗室(NPL) Dr. Graham Machin 參訪溫度、新質量、尺寸實驗室。	來訪
108.02	依局內指示進行爭取結餘款評估，分三大分項執行：New SI 新物量標準系統整合最後一哩路+核研所 社會醫學購置設備+ NML 系統精進，完成對局簡報，後局方認為 108 結餘款已過爭取時效。	計畫爭取
108.02.12	友訊科技股份有限公司無線寬頻策略事業群李根國副總、洪榮欣處長來訪座談。	來訪
108.02.25	Dr. Willie May 來訪座談，2/26 並發表演講'Impact on Industrial Productivity and Quality of Life'。	來訪
108.03.06	進行 109 年綱要計畫及 107 年績效報告審查會議。會後局方通知 109 綱要計畫預算，連局長爭取新增 1000 萬。	計畫管理
108.03.07	經標四字第 10840001360 號函通知，局於 107 年 9 月 18 日經標四字第 10700586450 號函同意「國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫」停止 20 項專利維護權一案，因尚需提供資料審查，原案暫不同意停止專利維護權。	計畫管理
108.03.14	TOKUYAMA 公司 Hiroshi Yokota 一行 7 人來訪。	來訪
108.03.18	3/18 日完成溫度/濕度/質量/力量/壓力/真空/流量等 7 個領域實驗室認證之監督評鑑(N0881、N0882)。	監督評鑑
108.03.22	陳士芳博士獲中華民國計量工程學會第 19 屆傑出計量工程師獎。	獲獎
108.03.22	標準局新任連局長一行 4 人來訪。	來訪
108.04.01	因應經濟部技術處通知，原規劃經濟部 109 年度科技預算以 108 年度核定數成長 8%規劃，惟科會辦及科技部現規劃各部會成長幅度要調降 3%(即改以 108 年度核定數 105%為上限)。故各支計畫之預算金額調整。本中心 NML 計畫調降為 258,026 千元(調降 3.17%)。	計畫管理
108.04.09	參加標準局辦理之「國家度量衡標準實驗室」新建系統及新增服務項目業者座談會。	推廣
108.04.19	強化度量衡業務相關人員認識 SI 基本單位(質量、溫度)，於標準局舉辦訓練課程(5 小時)。	推廣
108.05.06	美商康寧公司，Dr. Justin Gao 一行 3 人來訪。	來訪
108.05.08-	參加「2019 年臺灣國際照明展」，於先進照明主題館展出相關技術。	參展推廣

時 間	內 容	分 類
10		
108.05.08-10	越南國家計量院(Vietnam Metrology Institute, VMI)派員 3 人次至 NML，接受 NML 微波量測訓練課程。	國際交流
108.05.15	辦理 NML 內部稽核。	品質管理
108.05.20	辦理 2019 世界計量日-國際計量發展趨勢論壇活動，由標準局連錦漳局長主持、李世光董事長貴賓致詞，邀請國際法定計量委員會副主席 Dr. Yukinobu Miki、國際計量委員會秘書長 Dr. Takashi Usuda、中研院物理所 張嘉升所長、精密機械研究發展中心 莊大立董事長、友達晶材 廖世宏董事長、勤美集團 林廷芳董事長、致茂電子曾一士總經理等計 181 位產官學研及公協會專家參與，談計量在產業與創新等之應用趨勢。	推廣
108.05.31	中國測試技術研究院副院長一行 7 人來台參訪事宜。	來訪
108.05	辦理 520 世界計量日系列活動，於科工館辦理度量衡科普活動，5/4、11、18、25 共四場。	推廣
108.06.22~30	日蕭俊豪組長及江俊霖經理參加質量及相關量諮詢委員會流量工作小組(CCM-WGFF)會議，報告我國主導之常壓氣體流量國際比對(CCM-FF-K6)進度。	國際會議
108.06.24-26	完成電量/磁量/微波/長度(奈米)等 4 個領域實驗室認證之延展評鑑(N0688)。	延展評鑑
108.07.11-10.09	葉建志君赴日本 NMIJ 進行「高溫熱電偶溫度計量測技術」合作研究。	合作研究
108.07.16~18	完成長度、電/電磁/微波量、光量等 5 個領域評鑑。	第三者認證
108.07.16~19	彭錦龍博士受邀同儕評鑑日本 NMIJ 其光頻實驗室光梳光頻率量測系統。	受邀評鑑
108.07.19	空軍第一後勤指揮部，指揮官林志宏少將一行 8 人來訪。	來訪
108.07.22	依據 107 年 3 月 22 日行政院函院臺經字第 1070008361 號函同意「國家度量衡標準基礎建設精進方案」一案，循預算程序提出相關經費申請。NML 完成 110-114 年公建計畫提案初稿，經 7/22 向局長報告，局長另有考量建議公建計畫暫緩，另外申請行政院科專計畫，並構思國家實驗室新服務項目以為業者技術升級，由局召開會議檢討所遭遇問題。	計畫爭取
108.07.23	氣象局氣象科技研究中心，黃麗政科長一行 27 人來訪。	來訪
108.07.23	於科工館辦理度量衡探索箱解說訓練，由台中、高雄、花蓮分局代表參加。	推廣
108.07.31	7/31 局長召開「構思國家實驗室新服務項目遭遇困難會議」，8/12 標準局謝漢璋主秘召開「NML 構思新服務項目後續技術服務業務合理性及收入歸屬問題會議」，9/12 謝主秘召開第二次會議，會議結論:修訂使用國有動產附約第三條，如有使用國有動產，應依規定支付使用費，並交由局解繳國庫；修訂行政委託契約書，增加運用研發成果提供技術服務產生收入之文字；修訂研發成果運用契約書，專案核定繳交收入之總額比率；研發成果收入相關案件，無需檢送相關合約予局憑辦。	研發成果 收入

時 間	內 容	分 類
108.08.08	教育部體育署全民運動組，呂忠仁組長等一行 8 人來訪。	來訪
108.09.04~ 10.22	NML 精進計畫規畫以 6 年(110-115 年)，總經費規模約 16.9 億元提報送局，9/10 經四組向局長報告後，局方認為提案內容依原行政院方案所提之 74 套(並減去已完成之 10 套)為簡報主軸，9/19 局建議計畫名稱修改為：國家計量基磐精進暨 加值產業創新計畫，計畫執行 6 年 (110-115 年)，總經費規模從 16.9 億元調整 為約 13.95 億元。原精進 98 套系統調整為 69 套系統。 10/9 原行政院方案所提之 74 套系統，目前已更新或預計由其他計畫更新共計 18 套，餘 56 套申請精進計畫，所需經費為 11.94 億元。創新技術開發(半導體、5G、 清潔能源等)新增 5 套系統，所需經費為 1.3 億元，規劃 5 年(110-114 年)執行， 總經費規模約 13.24 億元。 10/22 標準局局長向行政院科技會報辦公室說明計畫	計畫爭取
108.09.09~ 12	陳生瑞博士以醫學計量焦點工作組主席身份，參加並主持「第二次醫學計量聚 焦小組血壓模擬先期研究計畫研討會」，討論血壓模擬技術先期研究計畫之執行情 形與比對結果。洪溱川資深研究員同時應邀參加研討會並口頭發表論文。	國際會議
108.09.10	台灣三豐儀器股份有限公司，田中朋夫總經理一行 5 人。	來訪
108.09.14~ 10.04	陳智榮博士與蔡淑妃君隨同標準局人員前往史瓦帝尼辦理品質基礎建設訓練課 程，進行技術協助，分別擔任度量衡長度及溫度課程講者。	國際交流
108.09.16~ 22	吳貴能君參加光度與光輻射諮詢委員會(CCPR)之策略規劃(WG-SP)及關鍵比對 (WG-KC)等等工作組會議及第 24 屆 CCPR 年度大會	國際會議
108.09.23~ 29	涂聰賢經理參加聲量、超音波、振動技術研討會(CCAUV Workshop)與工作小組 會議(CCAUV WGs)。	國際會議
108.09.24	9/24 假高雄科工館辦理「108 年度度量衡偏鄉扎根活動」，由高雄市內門國小郭 明科校長帶領 70 名中高年級學童參加，透過互動式的「度」、「量」、「衡」闖關 活動進行度量衡科普教育。	推廣
108.10.01	辦理「直流電阻量測系統(E13)、直流高電阻量測系統(E14)& 量化霍爾電阻量測 系統(E24)」 SI 新標準(電流)擴建系統查驗會議。108 年 11 月 18 日經標四字第 10800098650 號同意前述 3 項系統對外服務一案。	系統查驗
108.10.02	假標準局臺中分局禮堂辦理 108 年單位 SI 新標準建置成果及服務說明會，由標 準局王聰麟副局長出席主持。	推廣
108.10.05~ 13	林采吟博士拜訪 METAS 懸浮微粒研究實驗室及參加 CCQM-GAWG 秋季會議及 相關聯席會議	國際會議
108..10.13 ~ 10.20	傅尉恩博士參加 MacroScale 2019(大尺度長度計量研討會)及長度諮詢委員會工 作小組會議(CCL WGs)	國際會議
108.10.14 ~ 12.10	張君綾赴日本 NMIJ 進行「單一粒子產生器製作與無機粒子校正技術」合作研究	合作研究
108.10.15~ 10.24	國家標準實驗室林增耀主任、藍玉屏及王仁杰博士等參加「全球國家標準實驗室及計量 機構負責人會議」參訪 PTB 及洽談技術合作項目，同時簽署新一期合作備忘錄。	國際會議
108.10.22	假標準局臺北總局禮堂辦理 108 年單位 SI 新標準建置成果及服務說明會，由標 準局連錦漳局長出席主持。	推廣

時 間	內 容	分 類
108.11.04 ~ 11.30	林采吟博士赴韓國 KRISS 氣體分析實驗室進行「反應性氣體配製技術」合作交 流	合作研究
108.11.10~ 16	洪漆川資深研究員應邀參加 MEDEA 計畫，擔任馬來西亞國家計量院(NMIM)舉 辦的血壓計校正與測試訓練課程並擔任主要講師	受邀講授
108.11.21	經標字第 10803819385 號函通知，局代辦部稿，提報 108 年 5 套系統 8 項服務 項目之規費收費基準修正，C01 與 M05 停止服務，業已通過之「度量衡規費收 費標準」經濟令，108/11/21 生效。	規費
108.11.29~ 12.07	國家度量衡標準實驗室林增耀主任率相關同仁共 16 人前往參加於澳洲舉辦之 2019 年亞太計量組織會員大會暨技術研討會，除於各領域報告我國實驗室現況 外並進行領域技術交流及國際事務討論。	國際會議
108.12.03	標準局法定度量衡單位推行諮議會委員一行 21 人，參訪 NML 實驗室參觀 New SI 實驗室。	來訪
108.12.05~ 06	協助標準局台印尼度量衡合作案，協助印尼方在臺進行型式認證訓練。Dedi Kuswandi 等 7 人來訪。	國際交流
108.12.09~ 13	傅尉恩博士應新加坡 National Metrology Centre, A*Star 邀請，擔任長度實驗室之 同儕評鑑。	受邀評鑑
108.12.16	標準局前來量測中心進行本中心承接 109 年國家度量衡標準實驗室運作與發展 計畫業務之資格審查及實地評鑑會議	計畫管理
108.12.24	Unversity of Texas (Arlington) 李偉仁教授等 1 人來訪	來訪
108.12.26	標準檢驗局閻慧真等 2 人來訪	來訪

## 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	出國計畫變更	中華民國 108 年 06 月 21 日 工研量字第 1080010932 號	中華民國 108 年 7 月 2 日 標 四字第 10800558200 號
2	出國計畫變更	中華民國 108 年 09 月 11 日 工研量字第 1080016711 號	中華民國 108 年 9 月 26 日經 標四字第 10800592220 號
3	出國計畫變更	中華民國 108 年 10 月 3 日 工研量字第 1080018058 號	中華民國 108 年 10 月 18 日經 標四字第 10800592220 號
5	機儀設備因匯率/運費 造成預算不足，其他權 利因專利暫准 2 案辦理 預算增加，辦理經費流 用	中華民國 108 年 10 月 01 日 工研量字第 1080017723 號(因颱風 9/30 新竹及台北 都放假，延後一天發文)	中華民國 108 年 10 月 17 日經 標四字第 10800600020 號

註：有關出國事宜經濟部 102 年 10 月起授於各局處管理，如出國任務、地點、時間、天數、項次之預算增加及配合調減勻支給該項次之項目，均需向局辦理變更報准同意。

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 108 年 3 月 14 日經標四 字第 10800516650 號	因立法院刪減預算，爰請變更契約書內容。
2	中華民國 108 年 8 月 29 日經標四 字第 10840007440 號	局方為瞭解酒精鎖之量測準確性與其相關規格、功能等事項，請本院配合變更計畫書內容。



## 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 4829 件校正服務，繳庫數約新台幣 46,832,505 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 2,749 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 273 萬件次以上，檢測案件保守估計以每件 5,000 元計價，NML 每年則支援逾數百億元之檢測市場，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。

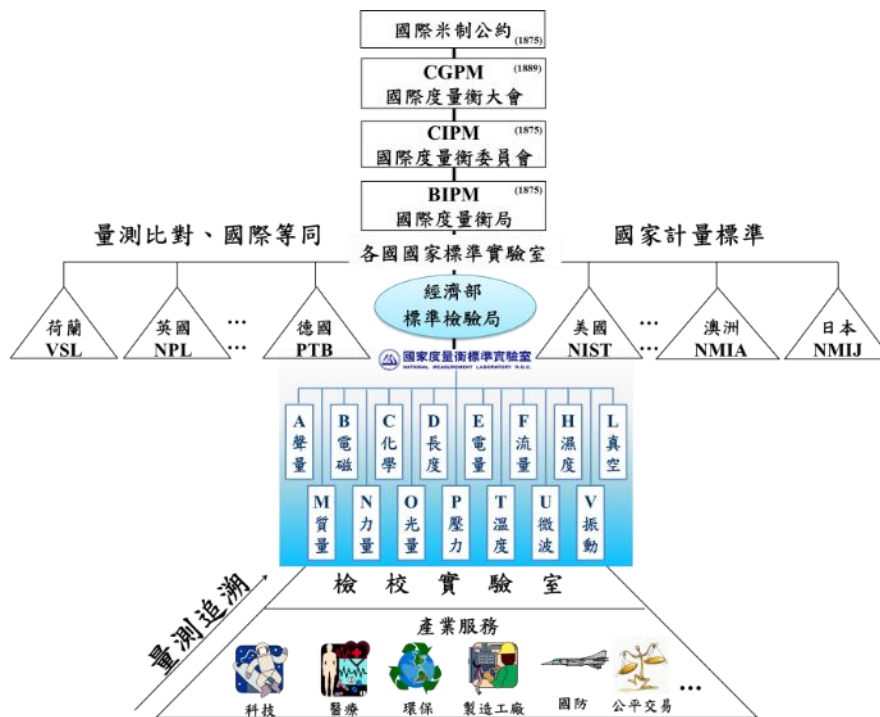


圖 1-1-1、我國量測追溯體系

#### (1) 服務領域及類型分析

前五大服務技術領域為電量、長度、光量、流量及聲量，所提供的服務佔 NML 年校正量 66%，其中長度與電量屬於產業應用最廣的領域，佔 NML 年校正量的 40%，長度領域提供各種製程尺寸與產品尺寸標準、衛星導航與道路里程或計程車里程計價之

基準，電量標準則確保工業製造、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。光量則是符合綠色產業需求佔9%；流量主要配合中油體系完整追溯鏈與水、油及氣等公平交易佔8%；力量則傳統工業如機械、金屬加工產業、交通運輸與民生類之校正需求佔8%。

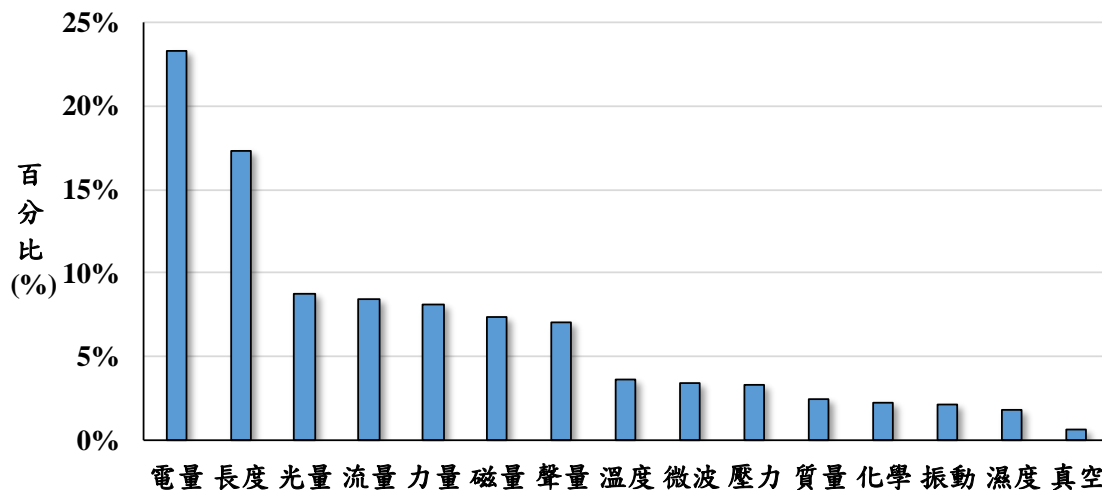


圖 1-1-2、NML 各領域校正服務百分比

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50%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

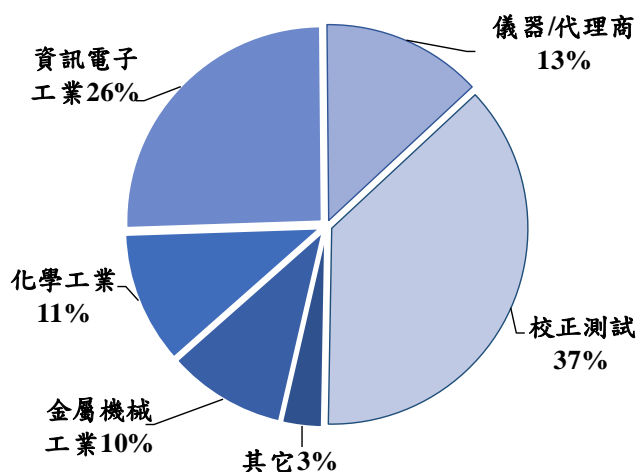


圖 1-1-3、NML 校正服務重點產業分佈圖

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，每次抽查的數量超過 6000 台磅秤，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。為避免商家偷斤減兩，標準局使用追溯過的法碼至抽查的商家進行磅秤測試，檢查結果有超出檢查正公差則消費者吃虧，超出檢查負公差則消費者佔便宜，為使買賣雙方交易公平，若測試結果發現有磅秤不準確即加貼「停止使用」單並列管，若商家繼續使用這些檢查不合格的磅秤，將依法處新臺幣 1 萬 5,000 元以上 7 萬 5,000 元以下罰鍰。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；108 年環保署有近八十個監測站進行氣狀物分析儀汰換更新，包含 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 等，同時也加強落實設備驗收與校正品保時的計量追溯性，透過 NML 所提供之標準氣體作為一級標準，完成年度設備採購之性能驗收，提供環保署空氣品質監測網運作所需之量測追溯，作為民眾健康及空污防治之參考依據。
  - c. 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。載重車檢測作業在高速公路上使用的固定地秤與道路警察執法時使用的活動地秤(軸重衡器)，均須定期做檢定檢查以確保其準確性。臺灣

高速公路沿線共有 44 處靜態地磅站，每年每季進行檢定檢查次數超過 170 次，其標準件為 1 噸法碼，追溯至 NML 質量標準；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

以我國前十大製造廠商為例如表 1-1-2 (資料來源天下雜誌 2019 年兩千大調查結果，網址：<https://www.cw.com.tw/cw2000/news2019#AA>)，NML 今年度共提供 283 件校正服務，確保其生產製造之品質保證，在地提供具國際等同效力之報告，以符合國際規範要求，維持國際競爭力。

表 1-1-2、製造業最賺錢公司前十強

排名	公司名稱	稅後純益 (億元)
1	台灣積體電路製造	3511.31
2	鴻海精密工業	1290.65
3	台塑石化	600.90
4	南亞塑膠工業	527.46
5	台灣塑膠工業	495.50
6	台灣化學纖維	487.69
7	南亞科技	393.62
8	台灣中油	342.93
9	國巨	338.39
10	可成科技	279.72

- (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。

提供產業於加工機與檢驗儀器之雷射干涉儀尺寸追溯，如上 O、永 O、葳 O、慶 O 等廠商，透過其雷射干涉儀追溯至 NML 以達到尺寸標準之一致，其產值每年可達 20~30 億元。產品包括立式加工機、臥式加工機、龍門加工機、五軸加工機、高速機等，為客戶提供各種高精度、高性能之加工設備。

旺 O 電子公司專營電性量測用探針卡測試儀器，為臺灣最具規模之專業探針卡測試儀器製造大廠，以自有品牌行銷全球。目前已是台灣先進半導體製程之專用探針卡測試儀器的龍頭，更成為全球中高階測試儀器的領導廠商。該公司為了符合 ISO/IEC 17025 國際規範對品質與技術系統要求，以及提高其對新產品檢測時之量測準確度與公信力，需建立可提供電機電子產品作高精度電性量測的測試實驗室，以提升其中高階產品製造能力及國內外產品競爭性。NML 以專業校正技術及品質管理經驗，提供其標準量測技術，解決精密探針卡測試儀器檢驗時的量測誤差問題，並滿足該公司電性量測之標準追溯需求。此外，藉由 NML 所提供之電量與微波標準校正與追溯能量，可確保該電性測試實驗室之標準儀器的量測準確性，藉此提高其探針卡測試儀器等相關產品的信賴度與外銷競爭力。

雙 O 科技公司為國內第二大 NB 散熱模組廠，2018 年營收約 76 億，主要生產散熱器、散熱片、散熱模組、散熱導管、風扇等，其產品應用於筆記型電腦、桌上型電腦、伺服器、投影機等領域。隨著資料數位化的發展，加上物聯網、5G 以及人工智慧等科技的應用，該公司除了在原有的桌上型及筆記型電腦市場外，針對伺服器、通訊產品、工作站及行動裝置等產品的散熱置積極展市佔率，並持續提供客戶在散熱產品需求上之解決方案。NML 提供該公司於散熱效能驗證量測，包括溫度量測、耐壓測試、流量計性能測試以及散熱效能確認等項目之量測追溯與技術，協助其業務之拓展。

#### (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。

貝 OO 學科技公司為我國聲學測試領導廠商，提供國內資通訊產品進行 VoIP、3GPP 通話品質測試、Skype for Business 認證、Cortana 語音及噪音測試等。透過 NML

提供國內聲音量測儀器的追溯，確保其測試設備及測試音場環境之準確性，協助資通訊產業產品可在地驗證且符合國際規範，協助產業維持國際競爭力。

(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149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

(a) 越南計量研究所(Vietnam Metrology Institute, VMI)為越南國家標準實驗室，NML提供之國際認可英文校正報告，協助該實驗室對其新購之高準確度流量計完成性能確認，確保流量計使用於該國流量標準之準確度。

(b) UL Japan及TUV Rheinland Japan，為提供日本客戶安規、產品測試等服務之公司。由於日本國家實驗室並未提供光澤度校正，因此每年固定送至NML進行校正，以符合國外客戶之需求。

➤ 直接提供國內產業具國際認可之英文報告

• 台O電子公司為全球最大交換式電源供應器廠商，主要客戶有電腦大廠DELL、APPLE、Fujitsu、HP、IBM、微軟、遊戲機大廠SONY、通訊設備廠Cisco等知名品牌科技大廠。其生產的車載充電器供應美國三大車廠通用汽車(GM)、福特(Ford)和克萊斯勒(Chrysler)。NML提供國際認可之英文校正報告，協助其符合通過業主審查(Audit)，獲得國際大廠訂單。

• 和O聯合科技股份有限公司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。

• 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，免除再校之金錢及時間成本，拓展國際市場。

• 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、風門等，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。
- 陽O公司是國內第一家依英國標準BS 7346 part II、BS 848、德國DIN EN 12101-3及ISO5801，經德國萊茵技術監護顧問(TUV)公司驗證的實驗室，亦獲得ISO 9001國際品質認證及全國認證基金會(TAF)評鑑，同時取得AMCA及UL認證通過之測試實驗室。產品包含各種高溫與常溫風機，排煙閘門、百葉，消音箱及防煙垂壁等，藉由NML所提供之英文校正報告，確保該公司的產品品質，並藉此國際等同性之校正報告，獲得全球顧客之肯定與信任，朝向國際化的經營。
- 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。

- 康O船務代理有限公司(Cs Durable c/o TE SubCom)因其客戶為美國航運公司，船隻貨運往返於全世各大國家之港口，該校正件係用於貨物吊卸秤重，為維持船隻之平衡，裝載貨物必須知道載物重量，甚至貨品涉及商品交易及貨運費計價。故必須取得相關英文校正證明，以確保載運之安全性及交易之公平性。
- 豐O科技股份有限公司主要營業項目為製造航太與高階工業用的扣件產品，在2001年與2003年通過美國飛機引擎製造廠商奇異(GE)公司與歐洲Safran集團的Snecma公司的認證，成為亞太地區唯一被認證合格的航太發動機扣件製造公司，之後陸續獲得國內外知名大廠納入其供應鏈，如：AVIO、AVIALL、IHI、SAMSUNG、EATON、FAURECIA、INFASTECH等。NML所提供國際認可之英文校正報告，可以滿足國外客戶的需求，也確保該公司持續符合航太品質系統標準，獲得國際訂單。
- 晟O科技工業股份有限公司為南臺灣主要精密機械零件加工製造廠，後跨足航太關鍵零組件製造廠，主要產品為引擎零件，其餘還包括起落架、致動器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。年營收近9億元，航太營收比重約7到8成。國內最大訂單來自漢O公司，其餘航太客戶包括日本及美國等。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。

## 2. 計量技術知識擴散，培育國內計量人才

### (1) 辦理520世界計量日知識傳播活動\_「國際計量發展趨勢論壇」

NML與德國聯邦物理技術研究院(PTB)合作，在2018年底建立矽晶球公斤原級系統，取代延用數十年的鉑銨公斤原器(IPK)，啟動以物理常數取代實體定義的計量新時代。其餘的「新溫度」、「新電流」、「新物質質量」系統也陸續建置完成，為我國傳統及高科技產業提供滿足全球科技及經貿領域快速變遷所需準確穩定的計量原級追溯體系。

為配合520世界計量日及國際度量衡局(BIPM)今年發佈之主題—「國際單位制的基本定義飛躍」，在經濟部標準檢驗局支持下，於5月20日假工業技術研究院光復院區17館國際會議廳舉辦「國際計量發展趨勢論壇」，國際法定計量委員會副主席Dr. Yukinobu Miki、國際度量衡委員會秘書長Dr. Takashi Usuda等國際計量專家受邀來臺，國內外產官學研各界專家共181人出席，論壇針對國際計量單位改以常數重新定義，探討量子計量未來發展趨勢與產業創新應用之挑戰，迎接以量子技術重新定義SI的到來。

本次活動特別邀請國際度量衡委員會(CIPM)秘書長Dr. Takashi Usuda、中研院物理所張嘉升所長、精密機械研究發展中心莊大立董事長、友達晶材廖世宏董事長、勤美集團林廷芳董事長及致茂電子曾一士總經理等國內外專家，針對「計量發展對於產官學研角



色之調整與創新應用之因應及挑戰」進行高峰論壇，透過產官研的對話，深入瞭解計量發展對於政府、產業等各層面角色之調整與創新應用因應方向。

計量技術是支撐民生經濟與高科技產業之基礎，本活動與世界各國計量機構同日啟動國際單位制基本單位的新定義，彰顯我國與國際同步之計量實力，並向國際專家與國內產官學研各界人士說明NML技術能量，藉此推廣我國計量與相關技術之發展，同時也提供促成國際合作契機之平台。



圖 1-1-4、520 世界計量日貴賓合照

(2) 配合度量衡文物數位典藏，辦理2場次度量衡科普教育活動以及1場次標準局人員訓練課程

#### A. 辦理「520世界計量日」度量衡科普教育推廣活動

為配合520世界計量日，讓社會大眾了解「520世界計量日」的由來，以推廣度量衡科普教育，假國立科學工藝博物館舉辦「520世界計量日度量衡科學知識推廣活動」，於5/4、5/11、5/18、5/25日四個周日之上下、午共舉辦八個梯次，計有3368人參加。本活動以105年度計畫所開發完成之「度量衡教學探索箱」等教具，規劃設計互動式體驗教學，搭配館方所蒐藏的度量衡文物展式，從米制公約的制訂到現今全球通用的SI單位，逐步引導參觀者認識度量衡的演進。透過度量衡文物及探索箱的操作體驗了解度量衡於生活中的應用、認識SI基本單位及度量衡標準的發展，並學習單位換算及實際利用儀器進行量測操作。本活動利用五月的四個周日進行，以增加民眾及學生的參與機會。

活動內容除度量衡探索箱的手動體驗外，並透過闖關互動遊戲、學習單問答加強參觀者的認知。「520世界計量日」度量衡科學推廣活動內容含四個主題單元：

- a. 「長度」探索箱-主題「度長絮大」：透過認識公尺文物，了解公制「公尺」的由來，長度如何被定義及量測。透過手動操作了解不同度器的適用範圍，並學會單位換算概念，使用不同度器量測物品，並記錄、比較量測結果。

- b. 「容量」探索箱-主題「容量的量測與檢定」：讓參與者操作加油機教具，並了解計量檢定與校正的重要，透過加油機教具的操作，理解度量衡器需適時校正及定期檢定的重要。本單元 108 年新增認識水表的構造與製作原理單元，透過家用水表認識流量之度量衡檢定業務。
- c. 「重量」探索箱-主題「秤心如意」：認識不同秤重原理的衡器。了解「力與形變」和「槓桿原理」，讓同學實際操作各種衡器。學會使用不同的衡器（天平、彈簧秤、桿秤、電子秤），並且了解其分別屬於哪種秤重科學原理。108 年度新增以日常的米做為重量量測之體驗，一方面認識做為秤重標準的砝碼，一方面感受度量衡就在日常的飲食中。
- d. 「文物展示」：現場展示公尺副原器、公斤副原器、標準量桶等度量衡文物，以及新莽嘉量模型，透過新莽嘉量模型認識古代度量衡標準之設計及歷史意義。



圖 1-1-5、520 世界計量日 SI 單位教育推廣活動

#### B. 辦理「度量衡偏鄉扎根活動」

於9/24日假高雄科工館辦理「108年度量衡偏鄉扎根活動」，邀請位居偏鄉的高雄內門國小70名中、高年級學童參加，除利用計畫開發的度量衡探索箱教具外，由於活動時間在夏秋之際，有鑑於臺灣夏秋多颱風，特別加入水土保持相關量測(防災)為議題，透過活潑的互動式闖關遊戲，進行度量衡科普教育推廣，激發學童對計量科學知識的探索潛力。進而推廣度量衡科學知識，以活潑有趣的互動學習方式，將日常生活會應用到的度量衡相關知識，融入到遊戲設計中，學生可透過文物參觀及度量衡學習單的引導，在尋找闖關答案的過程，操作各種度量衡量測儀器和瞭解與生活相關之計量科學知識，培養偏鄉學童對度量衡文物和計量科學研究興趣，同時彌補偏鄉學習資源較匱乏的城鄉落差。



圖 1-1-6、度量衡偏鄉扎根活動

### C. 辦理「標準局人員訓練」

為協助各分局推廣度量衡鄉政策與知識，於108年製作完成三套度量衡探索箱教具並進行教學訓練，由台中、花蓮及高雄分局指派人員受訓，以作為各分局向民眾推廣度量衡之用，也可就近接受分局所在縣市學校的校外教學活動進行度量衡科普教育宣導。



圖 1-1-7、標準局分局度量衡探索箱教具教學訓練

### (3) 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11場次，168家、268人次參加(附件八)，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。另辦理半導體及SI新標準建置成果相關技術推廣活動，共4場次。茲就4場技術推廣活動說明如下：

#### A. 辦理「薄膜與奈米粒子標準與計量研討會」技術推廣說明會」，1場次

隨著奈米科技的發展，奈米材料有別於傳統材料的特性逐漸被發現，也直接或間接地引發出許多新技術與新應用。本研討會邀請澳洲國家計量研究院(NMIA) Dr. Coleman，介紹目前於NMIA對於奈米粒子之特性研究，及奈米粒子未來之產業應用，Dr. Coleman目前也是亞太計量組織材料技術委員會主席。此外，NML藉由此次研討會分享，介紹NML於前瞻新興計量技術如X光射線量測奈米薄膜厚度與奈米粒子粒徑線

上量測等研究成果，與提供半導體業、奈米檢測實驗室及奈米相關產業進行技術分享交流。



圖 1-1-8、「薄膜與奈米粒子標準與計量研討會」技術推廣說明會

#### B. 辦理「純度與粒子檢測技術及其應用」技術推廣說明會，1場次

半導體製程對於許多製程溶劑或氣體中的污染物非常敏感，即使是極微量的污染如氧氣、水氣、二氧化碳、微粒、過渡金屬或是重金屬等，若半導體元件的表面在製造過程時受到微量金屬污染會造成諸如短路、漏電流、產生孔隙等缺陷，在要求較小線寬的同時，亦維持產品高良率的情況下，半導體製造商必需重視每道製程步驟中所使用試劑可能遭遇到之微量金屬污染物。NML除藉由此次說明會分享，介紹NML於「超微量金屬粒子分析暨標準技術研究」成果外，並邀請國際知名設備商與會，針對純度與粒子檢測技術進行研討，與半導體業及相關產業進行經驗分享與交流。



圖 1-1-9、「純度與粒子檢測技術及其應用」技術推廣說明會

#### C. 辦理「108年國際單位SI新標準建置成果及服務說明會」2場次

國際度量衡大會(CGPM)已於西元2018年底通過SI基本單位新定義，並於2019年5月20日公告「質量」、「溫度」、「電流」、「物質量」4項SI單位改以定值的物理常數來定義。為使各界進一步瞭解NML建置SI新標準系統成果及後續提供服務內容，於標準檢驗局臺中分局及臺北總局兩地辦理說明會，介紹SI各項新標準建置緣由與國家度量衡標準實驗室校正服務精進方向，推廣相關建置成果。



圖 1-1-10、「108 年國際單位 SI 新標準建置成果及服務說明會」

#### (4) 訪客業務交流接待

本年度訪客交流接待英國國家物理實驗室(NPL)、友訊科技、NIST、TOKUYAMA 公司、AOIEA 執委會、美商康寧公司、國際計量發展趨勢論壇貴賓及學員、師大電機工教系、美國華盛頓大學機械系、空軍第一後勤指揮部、氣象局氣象科技研究中心、教育部體育署全民運動組、台灣三豐儀器股份有限公司、丹麥計量院、中國計量院、Active Layer Parametric、東京大學精密工程系、印尼計量資源開發中心及德洲大學德州大學阿靈頓分校等23批共267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。

為推廣計量科普知識教育，更協助氣象局暑期大學生研習營，與氣象局進行跨單位合作，透過暑期大學生研習營共同培育大氣物理、海洋及太空等氣象科技領域之研究人才，由氣象局黃麗玫科長帶領包括三校四系（中央大學大氣科學組、中央大學太空天氣組、師範大學、海洋大學）共27位師生，於NML進行風速量測、水/油/氣體等大型流量量測系統及光輻射積分球量測技術之學習，藉由實驗室參觀了解各項量測設備與關鍵技術之發展。



圖 1-1-11、氣象局暑期大學生研習營參訪

### 3. 支援標準局(BSMI)及TAF活動辦理度量衡人員相關訓練活動

#### (1) 支援標準局業務

- 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、計量知識以及量測不確定度等科目。NML參與108

年度計量技術人員考試甲、乙級「量測不確定度」工作小組，修訂「量測不確定度」甲級題庫計7題；修訂乙級題庫計18題，另亦協助講授「108年度計量講習課程」，共計2場。

- 為確保國內計量人員能夠充分吸收新知，且不受地理位置、學習時間之影響，建立數位訓練課程資料庫成為首要。本年度協助標準局「計量學習服務網」製作「常用計量基本術語介紹(二)-計量追溯與校正」與「長度量測導論」，共計3小時，網址為 <https://metrology.bsmi.gov.tw>。

表 1-1-3、108 年度數位訓練課程 3 小時課程內容

課程名稱	常用計量基本術語介紹(二)-計量追溯與校正	長度量測導論
課程章節	一、量測 二、校正 三、計量追溯 四、量測標準 五、延伸閱讀物 六、課後評量	一、長度基本單位的發展 二、長度領域量測分類與參數 三、常用之長度量測儀具 四、長度領域校正追溯體系與校正系統範例 五、精密長度量測技術簡介 六、總結 七、課後評量

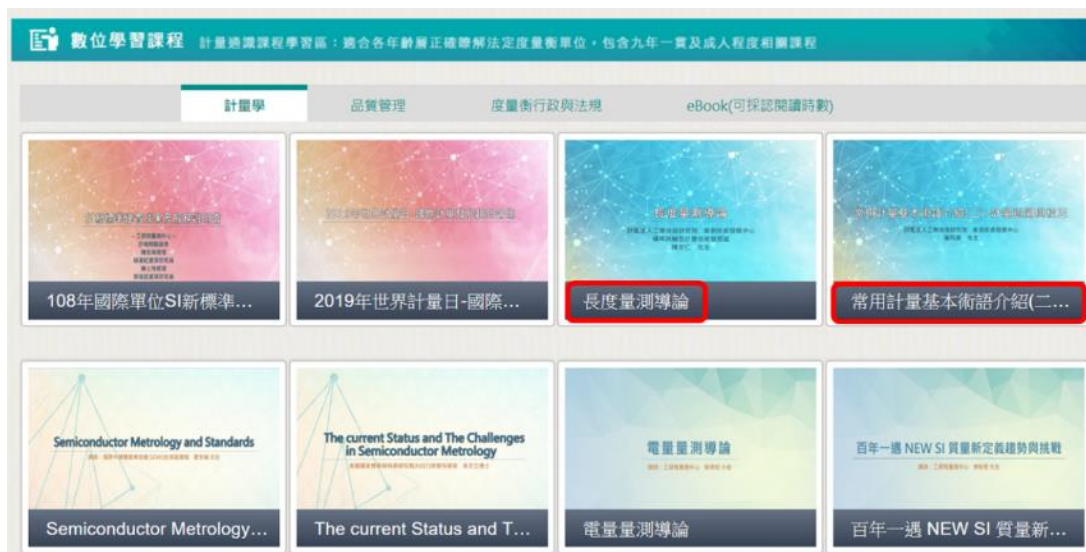


圖 1-1-12、數位課程畫面

#### 4. 產業服務需求調查

為了解國內產業與相關二級實驗室之校正需求，委託台灣經濟研究院(以下簡稱台經院)進行產業服務需求調查，執行期間自2月14日至9月30日，調查對象涵蓋產業端(儀器代理商、財團法人、生產/製造商、智慧機械產業指標性廠商、電子產業指標性廠商)、TAF 認可二級實驗室、公部門、學術研究單位、國營事業、公協會(度量衡公會、儀器公會、機械公會、電子公會、國際半導體協會 SEMI、其他公會等)。7月1日截止並完成

線上問卷回收，其中部分廠商反應不願意透漏公司相關資訊，如營業額、資本額等，故不願意接受調查。

調查重點計七大項，含“受訪者基本資料統計”、“產業基本需求分析”、“校正領域產業送校分布分析”、“校正服務與產業市場連結性分析”、“政策項目連結性分析”、“產業期望 NML 強化校正能量分析”及“業者委託校正原因及影響其送校意願分析”。台經院依據分析結果，建議 NML 未來發展方向可優先針對“溫度”、“光學”、“長度”、“電量”、“聲量”及“奈米”等 6 個領域強化服務能量，以滿足“晶片設計與半導體前瞻科技”與“生醫產業”需求。另亦建議 NML 未來可逐步落實“檢校分級”，鼓勵業者送校至具能力之二級實驗室，一方面利於業者商業行為的運作，一方面帶動檢校市場的發展。

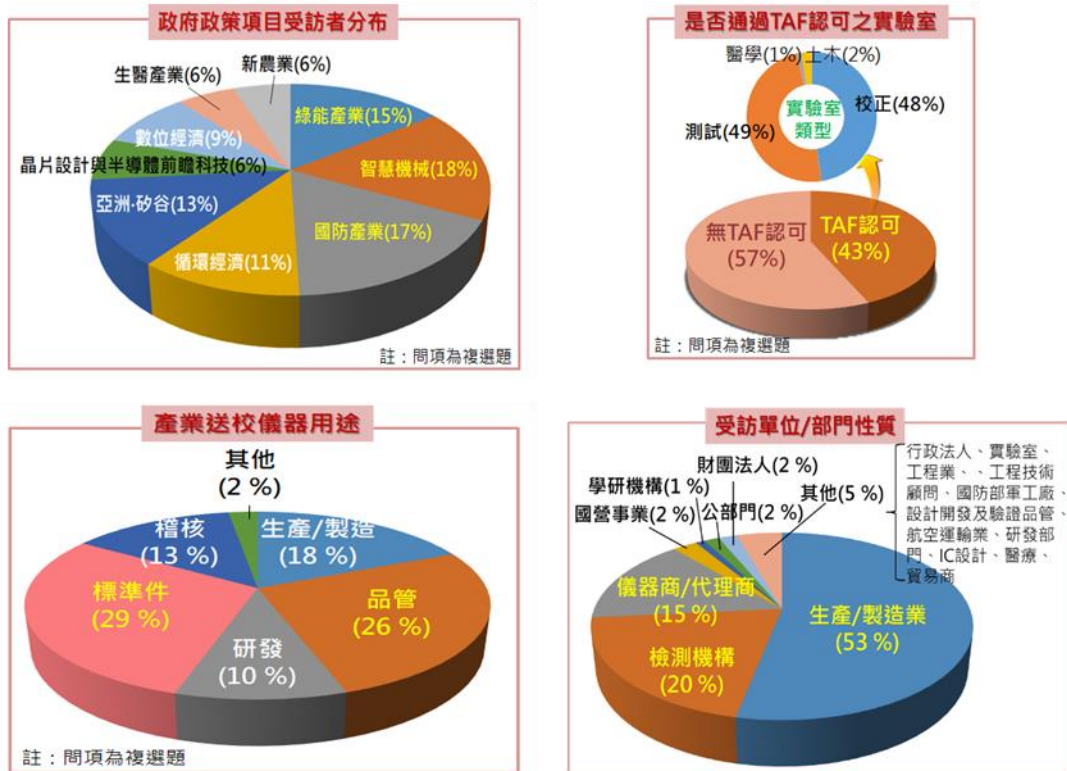


圖 1-1-13、產業服務需求調查-受訪者分析

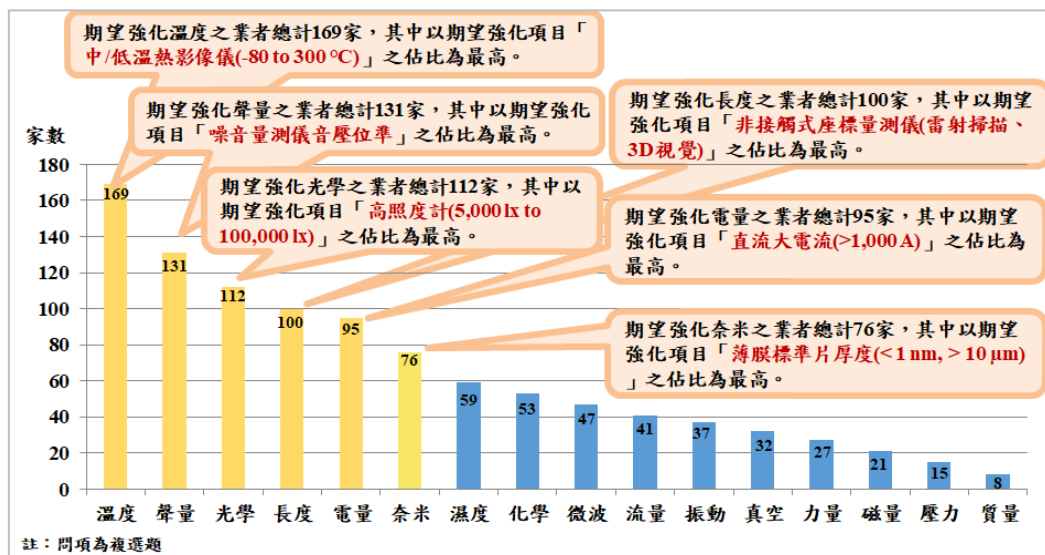


圖 1-1-14、受訪者期望強化之服務項目

(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。

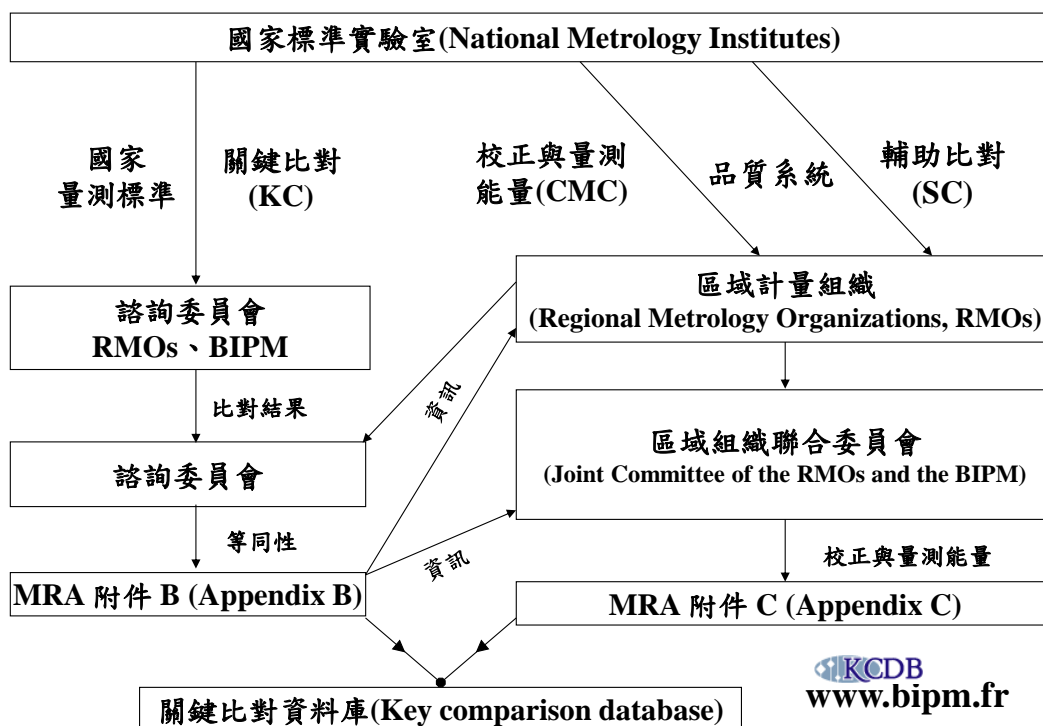


圖 1-2-1、全球相互認可機制架構

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，各領域CMC登錄統計如表1-2-1。

本年度配合完成第三者延展認證，進行以下領域CMC更新申請：



- (1) 電量/微波領域進行48項更新及4項增項申請作業，TCQS已完成品質資料審閱，進行區域計量組織之間(inter-RMO)的技術資料審閱中。
- (2) 光輻射領進行45項CMC申請作業，後續將新增12項，其中2項已通過TCQS審查，但仍在TCPR審查中，另10項擬於明年TCPR排定時段後送審。
- (3) 長度領域進行58項更新及1項增項申請作業，進行TCL及TCQS審查中，通過後將進行區域計量組織之間(inter-RMO)的技術資料審閱。

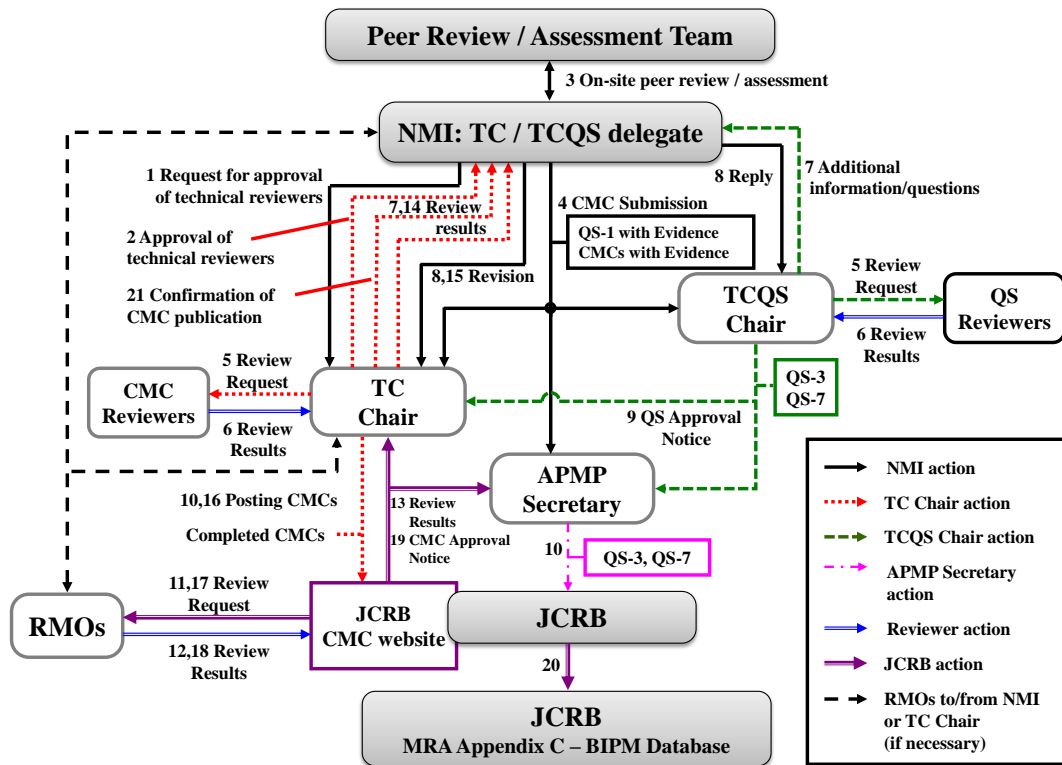


圖 1-2-2、APMP CMC 登錄流程

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	21
B	磁量	TCEM	CCEM	0
C	化學	TCQM	CCQM	7
D	長度	TCL	CCL	58
E	電量	TCEM	CCEM	48
F	流量	TCFF	CCM	24
H	濕度	TCT	CCT	2
L	真空	TCM	CCM	3
M	質量	TCM	CCM	9
N	力量	TCM	CCM	7
O	光學	TCPR	CCPR	45
P	壓力	TCM	CCM	9
T	溫度	TCT	CCT	40

代碼	領域別	APMP TC	BIPM CC	CMC 登錄項數
V	振動	TCAUV	CCAUV	18
U	微波	TCEM	CCEM	1
合計				292

## 2. 參與10項(主導4項)國際比對、國際比對及14項20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110項國際比對，已完成78項，32項持續進行中，如表1-2-2。

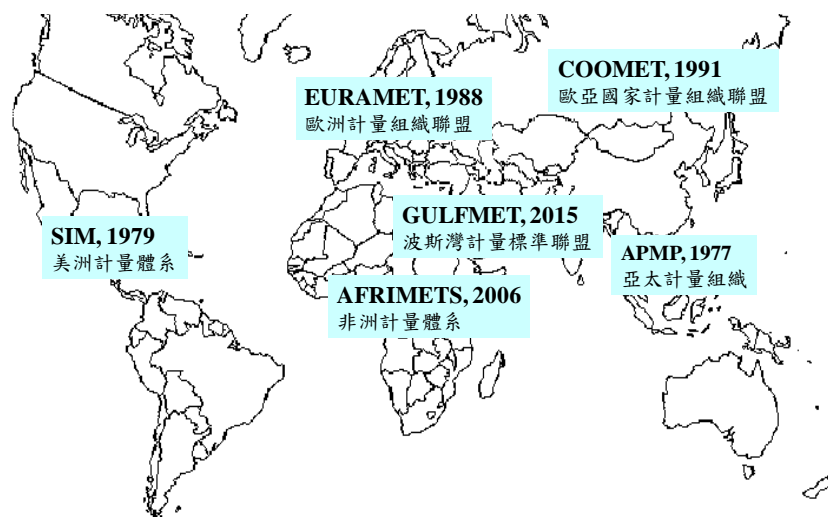


圖 1-2-3、全球區域計量組織

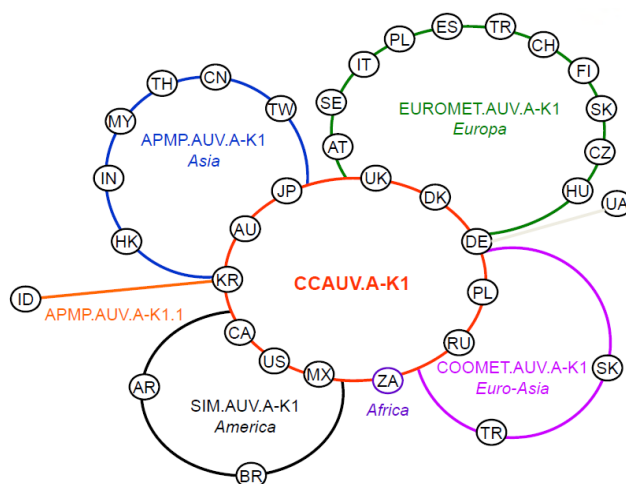


圖 1-2-4、國際比對架構圖(CCAUV.A-K1)

表 1-2-2、NML 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	1
電/磁 Electricity and Magnetism (EM)	13	3
長度 Length (L)	17	4
質量及相關量 Mass and related quantities (M)	19	10
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	78	32

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。

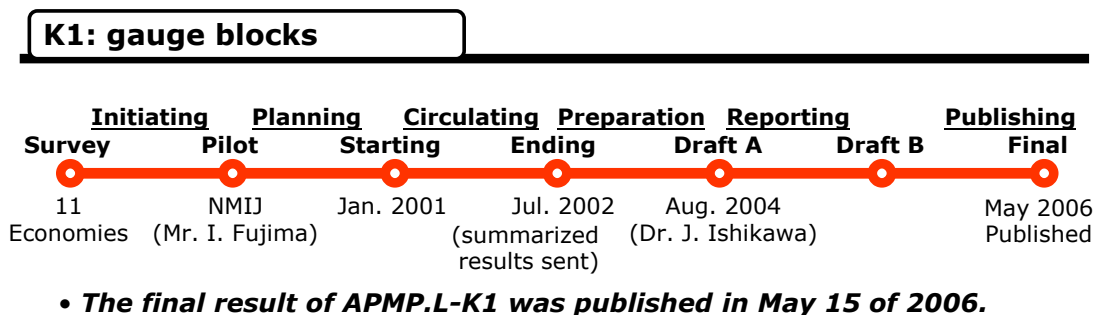


圖 1-2-5、國際比對流程(以 APMP.L-K1 為例)

(1)參與10項國際比對活動(如表1-2-3)，其中4項正式登錄BIPM KCDB資料庫，5項完成量測比對及1項完成比對報告送審。

表 1-2-3、108 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
力量	N04	50 kN 及 100 kN 荷重元	Key Comparison APMP.M.F-K2.a	比對結果於 108.01 登錄於 BIPM 網站，並發表於 <i>Metrologia</i> , 2019, 56, <i>Tech. Suppl.</i> , 07003。
力量	N04	50 kN 荷重元	Key Comparison APMP.M.F-K2.b	比對結果於 108.01 登錄於 BIPM 網站，並發表於 <i>Metrologia</i> , 2019, 56, <i>Tech. Suppl.</i> , 07003。
直流電壓	E01	電壓	Key Comparison APMP.EM.BIPM-K 11.5	比對結果於 108.01 登錄於 BIPM 網站，並發表於 <i>Metrologia</i> , 2019, 56, <i>Tech. Suppl.</i> , 01009。
奈米粒子粒徑	D26	5 種奈米粒子 (金：10 nm；銀： 20 nm；聚苯乙 烯：30 nm、100 nm,及 300 nm)	Supplementary Comparison APMP.L-S5 (臺灣主導)	比對結果於 108.09 登錄於 BIPM 網站，並發表於 <i>Metrologia</i> 2019 56 <i>Tech. Suppl.</i> 04004。
常壓氣體流量	F06	層流流量計	Key Comparison CCM.FF-K6.2017 (臺灣主導)	NML 已於 108.09 完成第 3 次量測 確認，進行比對結果計算及比對 報告草案 A(Draft A)撰寫。
電壓靈敏度	V04	加速規	Key Comparison APMP.AUV.V-K3. 1 (臺灣主導)	NML 已於 108.09 完成比對報告草 案 B(Draft B)送交 APMP TCAUV 工作小組審查，依審查意見修訂 中。
風速	F10	超音波風速計	APMP.M.FF-K3 (臺灣主導)	NML 於 108.08 開始進行比對前準 備工作，包括參與實驗室諮詢、 比對件保險、問卷調查、比對時 程確認，比對件性能測試確認等 工作。
長捲尺	D17	長捲尺	Supplementary Comparison EURAMET.L-S27	NML 已於 108.06 完成量測，比對 進行中。
微流量	F11	質量式流量計	與新加坡/NMC 雙邊比對	NML 已於 108.05 完成比對量測， 目前進行比對數據處理及報告撰 寫。
電阻	E13	電阻器	Hybrid Comparison APMP.EM-H1.2019	NML 已於 108.09 完成比對件量 測，目前進行比對數據處理及報 告撰寫。

BIPM比對結果登錄及主導比對成果說明如下：

- a. 力量APMP.M.F-K2.a (50 kN及100 kN)及APMP.M.F-K2.a (50 kN)國際比對

APMP.M.F-K2 國際比對是由韓國國家計量院(KRISS)所主辦，比對項目為 APMP.M.F-K2.a (50 kN及100 kN)及APMP.M.F-K2.a (50 kN)之力量，參加比對的國家計有：韓國國家計量院(KRISS)、馬來西亞國家計量院(NIMM)、埃及國家標準研究院(NIS)、印度國家物理實驗室(NPLI)、新加坡計量院(NMC-A\*SATR)、香港標準與校正實驗室(SCL)、越南計量院(VMI)、臺灣(CMS/ITRI)、泰國國家計量院(NIMT)、印尼計量院(RCM LIPI)、肯亞標準局(KEBS)、中國計量院(NIM)、日本計量院(NMIJ)共 13 個實驗室。由於N04為比較校正系統(非原級系統)，故不確定度較其他實驗室來得大。未使用原級系統N01參與比對的原因主要為(i)範圍不足與(ii)N01使用kgf為力量單位(國際比對皆採用牛頓N)。圖1-2-6與圖1-2-7分別為50 kN與100 kN的比對結果，比對結果連結至內圈關鍵比對CCM.F-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，相對偏差在 $3.7 \times 10^{-5}$ 以下，與內圈關鍵比對參與實驗室相當。由上述結果顯示NML足以提供具國際等同性之力量標準，作為國內力量追溯源頭，提供產業相關力量校正服務。

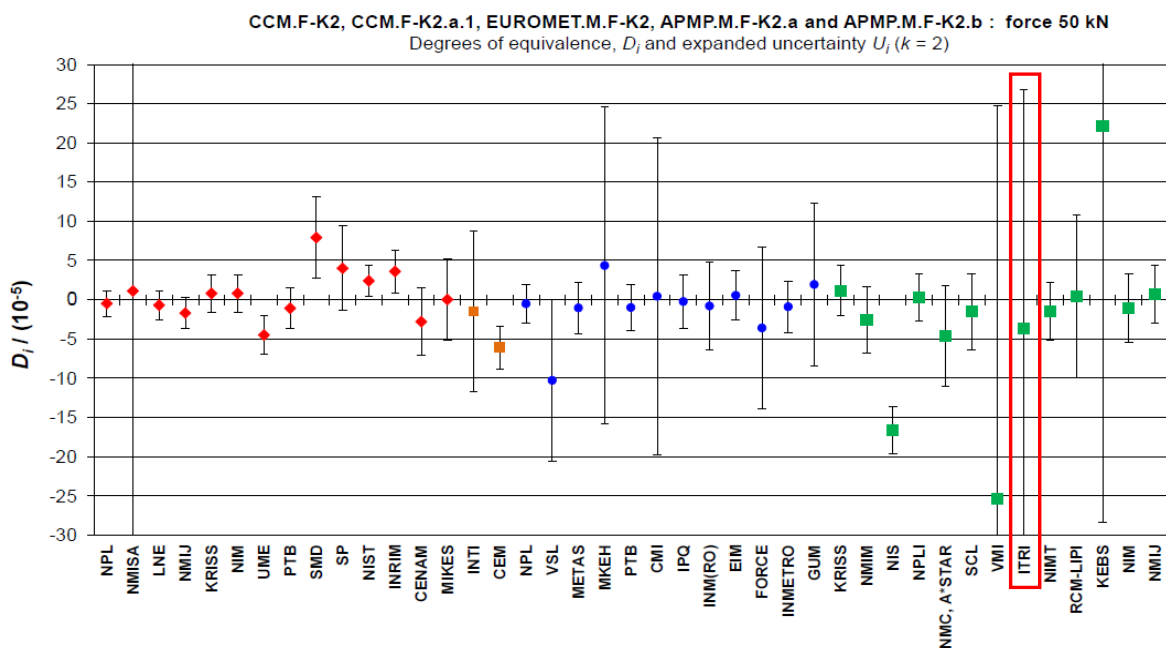


圖 1-2-6、APMP.M.F-K2 之 50 kN 力量比對結果

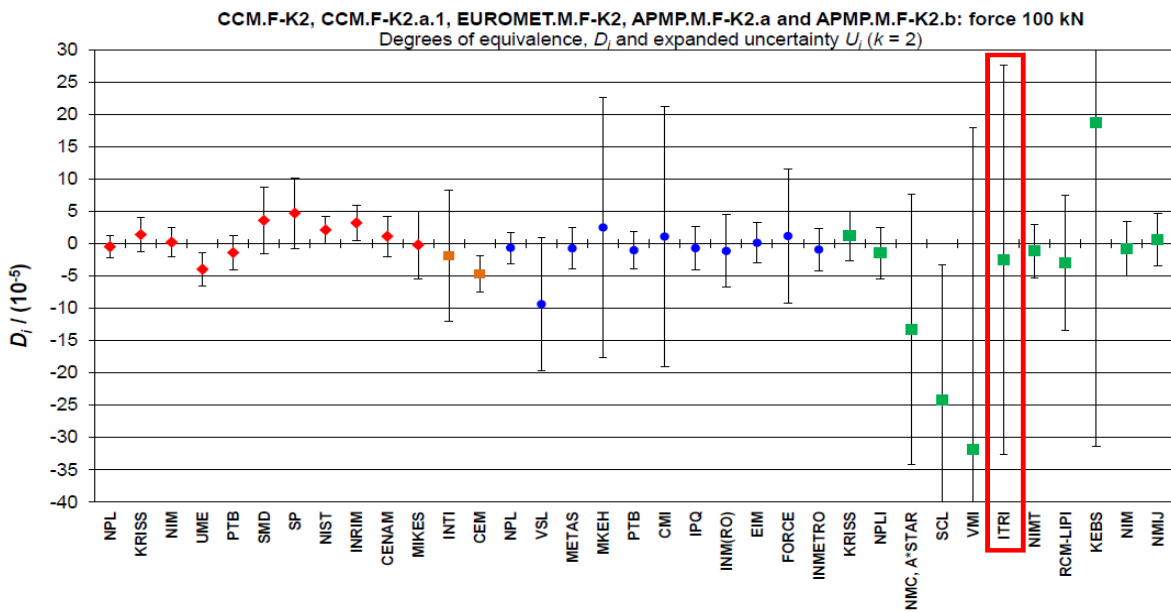


圖 1-2-7、APMP.M.F-K2 之 100 kN 力量比對結果

b. 直流電壓(APMP.EM.BIPM-K11.5)國際比對

直流電壓 10 V 與 1.018 V 之國際比對是由日本國家計量院(NMIJ)主辦，該國際比對活動於 2013 年至 2014 年期間由日本計量院(NMIJ)、韓國國家計量院(KRISS)與臺灣(CMS/ITRI)三個國家標準實驗室共同參與執行。該直流電壓比對是採用由日本 NMIJ 負責提供之固態電壓標準器(Zener standard)作為傳遞標準件，並以可編輯式約瑟夫森電壓標準(PJVS)系統執行量測。圖 1-2-8 與圖 1-2-9 分別為直流電壓 1.018 V 與直流電壓 10 V 的比對結果。從比對結果顯示，各國的量測結果與關鍵比對參考值(KCRV)之間的誤差皆小於  $2 \times 10^{-7}$  (1.018 V 量測)與  $1 \times 10^{-7}$  (10 V 量測)，這也表示 NML 之 PJVS 系統量測結果具備國際等同性。此外，由比對結果可知，NML 足以提供具國際等同性之電壓原級標準，以作為國內電壓領域之追溯源頭，並藉此確保電子、電機、電力、光電及半導體等產業之電量相關儀器設備的量測準確性。

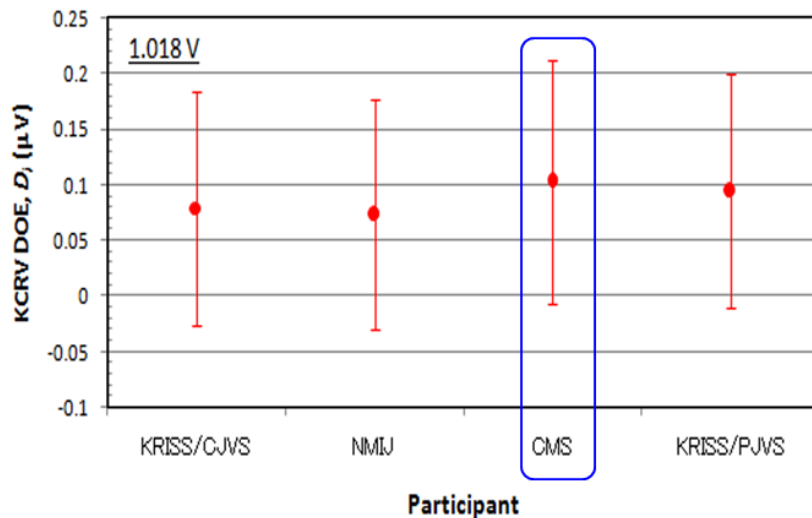


圖 1-2-8、APMP.EM.BIPM-K11.5 之直流電壓 1.018 V 比對結果

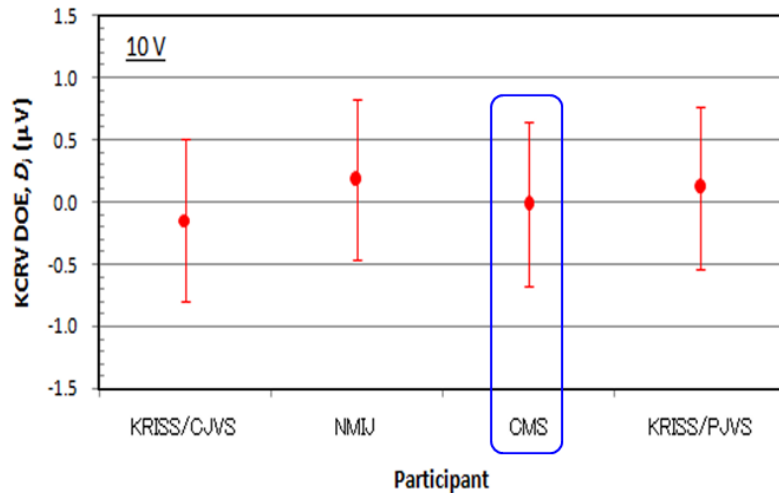


圖 1-2-9、APMP.EM.BIPM-K11.5 之直流電壓 10 V 比對結果

c. 奈米粒子粒徑(APMP.L-S5)國際比對(NML主導)

奈米粒子粒徑國際比對(APMP TCL/TCMM Supplementary Comparison on Nanoparticle Size)是由我國NML主導及日本NMIJ協辦。為奈米粒子相關量測技術之首次國際性比對。比對的項目是“奈米粒子粒徑”，共有14家來自世界各區域組織的國家實驗室參與，使用六種不同量測設備(量測技術)(SEM、TEM、SPM、AFM、DMA、DLS)，比對樣品為奈米金粒子(10 nm)、奈米銀(30 nm)，以及聚苯乙烯奈米粒子(60 nm, 100 nm, 300 nm)。樣品處理、製備與遞送，均經專家會議討論定案，並先由NML進行均勻性及穩定性測試後，分送各國實驗室進行量測。各國國家實驗室可藉由奈米粒子國際比對，達成奈米粒子粒徑量測能力的國際等同，並作為CMC登錄奈米粒徑量測與校正能力的佐證。由於本次國際比對為世界首次，各國實驗室專家對於如何訂定奈米粒子比對中之參考值(KCRV)，有不同的認知與看法。各國專家就是否找出一個Global Reference Value(GRV)涵蓋所有的量測方法，還是依照不同的量測方法，分別訂定量測方法的Method Dependent Reference Value (MRV)，進行分析與驗證。經多次於APMP會議中討論，及分析實驗室之量測值後，對於比對中之參考值的建議為：Global Reference Value (GRV)參考值，作為分析AFM、DMA、EM、SAXS等量測結果；Method Dependent Reference Value (MRV)僅用於DLS量測結果。

圖1-2-10與圖1-2-11分別奈米金粒子(10 nm)及奈米銀(30 nm)比對結果，比對結果顯示各國之量測結果相當一致，具備國際等同性，但仍有部分結果需要各實驗室針對量測結果做進一步的檢討。有鑑於量測技術的不同，所量測的粒子粒徑是否相同?是否可以相互比較? Global Reference Value (GRV)是否存在?而在AFM的量測上，探針施力造成的粒子變形(粒徑值偏小)，是否修正或是列入不確定度?這些不同觀點，已在TCL/TCMM及CCL WGN等會議中，引起重視，也為未來奈米粒子的技術發展提供一項重要佐證與參考。

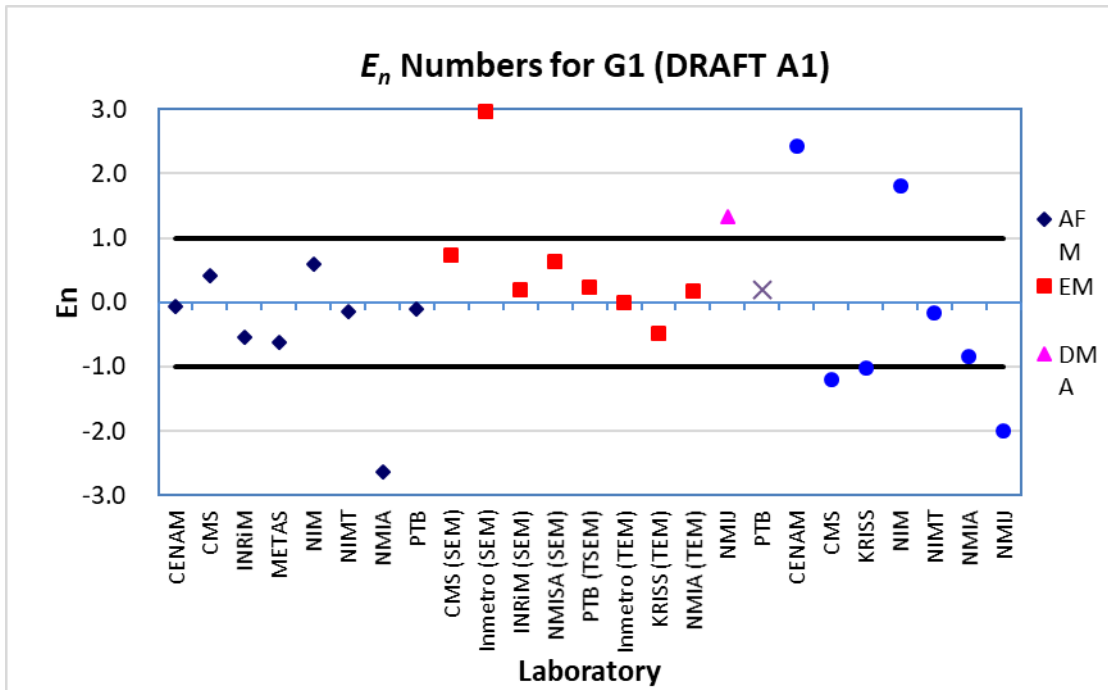


圖 1-2-10、APMP.L-S5 奈米金粒子(10 nm)比對結果

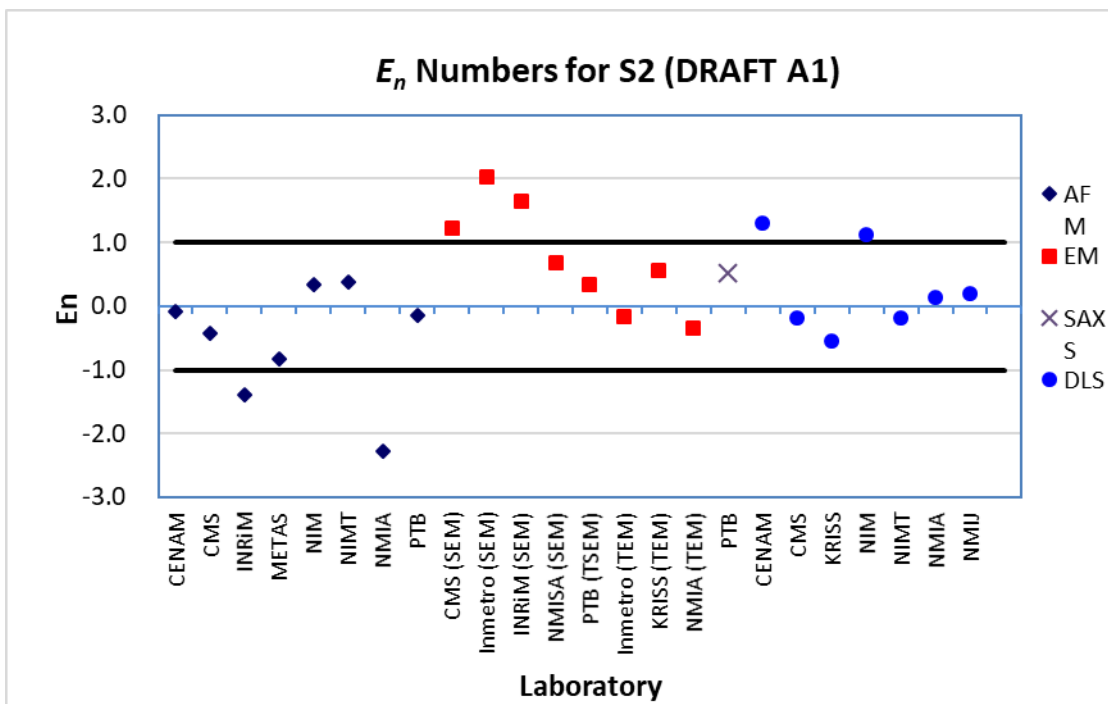


圖 1-2-11、APMP.L-S5 奈米銀(30 nm)粒子比對結果

d. 常壓氣體流量 (CCM.FF-K6.2017)國際比對(NML主辦)

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。108年10月起NML開始進行各參與實驗室交付之數據審核，並針對問題數據與各參與實驗室逐一進行確認，確保所有作為報告計算之數據的正確性，該項工作預計至109年1月各實驗室確認回覆後完成，並開始進行比對結果計算及Draft A報告撰寫。

e. 電壓靈敏度(APMP.AUV.V-K3.1)國際比對(NML主導)

APMP振動工作小組於2011年及2018舉辦2次的低頻振動比對。今年由NML主辦APMP TCAUV.V.K3-1比對，共有6個國家參與，包含臺灣(CMS/NML)、中國大陸(NIM)、韓國(KRISS)、泰國(NIMT)、南非(CSIR)、印度(NPLI)，於107年5月開始執行，我國因政治因素通常只能參加區域性APMP的比對，此次能爭取主辦實驗室地位，表示NML的實力在國際上已深獲肯定。107年比對件已傳遞回臺灣，完成所有參與國量測工作，並於2018 APMP大會報告比對情形並請各參與國確認數據之正確性。108年5月完成Draft A報告，經參與實驗室完成審閱，於108年9月完成Draft B報告送交APMP TCAUV工作小組審查，依據審查意見修訂中。

f. 風速(APMP.M.FF-K3)國際比對(NML主導)

APMP流量技術委員會(APMP-TCFF)規畫每10年舉辦一次風速比對，最近一次APMP.M.FF-K3 (風速)比對於2009年至2010年舉辦。NML擔任新一輪比對之主導實驗室，參與國家預計有我國、中國大陸、日本、韓國、新加坡、泰國及俄羅斯等7個國家。此次比對風速範圍為0.5 m/s至30 m/s，將提供參與實驗室作為CMC列入BIPM資料庫佐證資料。此次APMP.M.FF-K3比對件為超聲波風速計，由於價格昂貴，因此於TCFF討論後，由日本NMIJ協助提供。NML已於108年8月開始進行比對前準備工作，包括參與實驗室諮詢、比對件保險、問卷調查、比對時程確認及比對件性能測試確認等工作。

(2) 國外追溯共完成14項20件(組)

表 1-2-4、108 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
電磁場強度計	U06 電磁場強度量測系統	英國 NPL	108.02	1
棒狀天線	U06 電磁場強度量測系統	英國 NPL	108.02	1
波導天線	U06 電磁場強度量測系統	英國 NPL	108.02	1
雙脊波導天線	U06 電磁場強度量測系統	英國 NPL	108.02	1
標準增益天線	U06 電磁場強度量測系統	英國 NPL	108.02	2

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
微波功率感測器	U01 微波功率量測系統	英國 NPL	108.04	1
旋轉轉子真空計	L02 動態膨脹法真空量測系統	德國 PTB	108.06	3
標準電感器	E16 標準電感量測系統	美國 NIST	108.07	3
光偵測器	O03 分光輻射量測系統	英國 NPL	108.08	1
分光輻射照度標準燈	O02 全光通量量測系統	德國 PTB	108.08	1
標準比流器	E12 比流器量測系統	德國 PTB	108.08	1
電感式分壓器	E29 電容標準追溯電阻標準系統	德國 PTB	108.10	1
標準比壓器	E07 比壓器量測系統	德國 PTB	108.12	1
自動視準儀	D06 角度塊規校正系統	德國 PTB	108.12	2
合計 (註：追溯日期係指校正報告日期)				20

### 3. 完成5領域第三者延展認證、10領域轉版評鑑及7領域監督評鑑

NML除了量測技術與國際計量機構並駕齊驅，管理系統也須與國際接軌，向亞太計量組織(APMP)證明我國實驗室自主管理之能力，以確保我國的校正及量測能力(CMC)能持續登錄在國際比對能量庫(KCDB)上。一方面考量強化國際交流，一方面考量支持國內認證制度，故我國選擇以ISO/IEC 17025為評鑑基準，透過同儕評鑑(Peer Review)來證明我國實驗室自主管理之能力。自89年度開始向全國認證基金會(Taiwan Accreditation Foundation, TAF)申請第三者認證，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。配合TAF認可證書之3年效期，將NML 15個領域分3年執行認證工作，所以NML每年都會有一次正式的評鑑，歷經12年，每個實驗室都已經過四輪的評鑑，在歷次的評鑑中，NML展現的優異品質，均讓各國評審員印象深刻，此表現也獲得TAF極高的信心支持，在99年度將NML校正領域的證書效期延長為5年。另於100年度NML新增化學領域之分析氣體參考物質生產機構(RMP)認證，101年度通過TAF參考物質生產機構(RMP)認證，使NML的品質系統除依循ISO/IEC 17025，也符合ISO Guide 34(自107年度轉換為ISO 17034)之要求。105年度起，TAF參考物質生產機構認證之證書效期亦延長為5年。

本年度NML共計有電量/磁量/微波/光學/長度5領域(認證編號：N0688)之TAF認可證書於108年10月屆5年效期，共計完成63套系統評估與對應文件更新。第三者認證現場評鑑活動分別安排於6月24日至6月26日及7月16日至7月18日執行，以ISO/IEC 17025:2017為評鑑基準，評鑑團隊包含日本計量研究院(National Metrology Institute of Japan/National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, NMIJ/AIST)、韓國標準與科學研究院(Korea Research Institute of Standards and Science, KRISS)與澳洲國家計量研究院(National Measurement Institute of Australia, NMIA)三個單位之專家。本次現場評鑑均已順利完成，不符合事項共計0項，68項認證項目通過認可，並於9月25日獲得TAF N0688之

ISO/IEC 17025:2017 延展認證證書，證書效期為108年10月15日至113年10月14日止，證書掃描檔案已公告於NML網站第三者認證項下，供業界與民眾查詢與下載。

ISO/IEC 17025:2017 業於106年11月29日正式公告，NML除了電量/磁量/微波/光學/長度5領域已完成新版ISO/IEC 17025 第三者延展認證外，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)，也已按TAF規定於期限內提出新版ISO/IEC 17025 轉版異動申請，並已於9月24日及9月27日完成新版ISO/IEC 17025 轉版異動評鑑，不符合事項共計1項，已於10月21日完成改善措施並獲同意。待TAF核發ISO/IEC 17025:2017 轉版證書後，證書亦將公告於NML網站第三者認證項下，供業界與民眾查詢與下載。

本年度NML另計有溫度/濕度(認證編號：N0881)、質量/力量/壓力/真空/流量(認證編號：N0882)等7領域之TAF監督評鑑，已於3月18日完成，不符合事項共計0項。

上述NML各評鑑完成時間如表1-2-5所示。

表 1-2-5、108 年度各項評鑑完成情形

評鑑類型	評鑑領域 (認證編號)	日期	評審員	審查 文件數	NCR	改善 完成
延展 評鑑	電量/磁量/ 微波/長度/ 光學 (N0688)	6月24日至28 日	黃鴻昌(主評審員) Dr. Tatsuji Yamada/ NMIJ(電量)	194	0	NA
		7月16日至18 日	Dr. Nobu-hisa Kaneko/ NMIJ(電量/磁量) Dr. Anton Widarta/ NMIJ(微波) Dr. Makoto Abe/ NMIJ(長度) Dr. Victoria Coleman/ NMIA(長度(奈米)) Dr. Seung-Nam Park/ KRIS(光學)			
轉版 評鑑	溫度/濕度 (N0881)	9月24日	林晃田(主評審員) 楊植雄(溫度/濕度)	NA	0	NA
	質量/力量/ 壓力/真空/ 流量 (N0882)	9月24日	林晃田(主評審員) 黃鴻昌(質量/力量/壓力/真空) 陳堯福(流量)	NA	1	Y
	振動/聲量 (N1001)	9月27日	林晃田(主評審員) 陳朝榮(振動/聲量)	NA	0	NA
	化學 (N2346)	9月27日	林晃田(主評審員) 吳仁彰(化學)	NA	0	NA
監督 評鑑	溫度/濕度 (N0881)	3月18日	楊植雄	NA	0	NA
	質量/力量/ 壓力/真空/ 流量 (N0882)	3月18日	楊植雄	NA	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1-2-6。

表 1-2-6、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
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	TCFF	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：

- ✓ 4/24日完成丹麥國家實驗室高壓氣體系統審查(EURAMET.M.65.2019)。
- ✓ 8/13日完成美國國家標準與技術研究院(NIST)之油系統及高壓系統審查(SIM.M.44.2109)。
- ✓ 9/6日完成德國聯邦物理研究院(PTB)、英國物理研究院(NPL)、瑞士計量院(METAS)等之長度系統審查。

(2) 年度完成13項APMP區域之CMC項目審查：

- ✓ 3/11日完成新加坡(NMC A\*STAR)風速系統審查(APMP.M.50.2019)。
- ✓ 4/19日完成日本化學物質評估與研究院(CERI)化學領域管理系統審查。
- ✓ 4/19日完成澳洲國家計量院(NMIA)化學領域管理系統審查。
- ✓ 4/20日完成泰國國家計量院(NIMT)時間頻率領域管理系統審查。
- ✓ 6/11日完成澳洲國家計量院(NMIA)高壓氣體系統及油流量系統審查。
- ✓ 9/3日完成泰國國家計量院(NIMT)壓力及扭力領域管理系統審查。
- ✓ 9/3日完成新加坡國家計量中心(NMC)聲量領域管理系統審查。
- ✓ 9/3日完成新加坡國家計量中心(NMC)時間頻率領域管理系統審查。
- ✓ 9/3日完成蒙古標準計量局(MASM)質量領域管理系統審查。
- ✓ 9/26日完成中國計量科學研究院(NIM)壓力及真空領域管理系統審查。
- ✓ 9/26日完成中國計量科學研究院(NIM)光輻射領域管理系統審查。
- ✓ 9/26日完成泰國國家計量院(NIMT)溫度領域管理系統審查。
- ✓ 11/22日完成亞塞拜然共和國國家實驗室(NMI-AzMI)工業溫度計項目審查。

## 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。NML已參與CCPR(光量)、CCM-WGFF(流量)、CCM-WGG(重力)、CCL-WG(長度)及CCQM-GAWG(氣體)，國際計量組織會議與運作如圖1-2-12。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擔任執行委員會(Executive Committee, EC)委員、醫學計量焦點工作組主席及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：

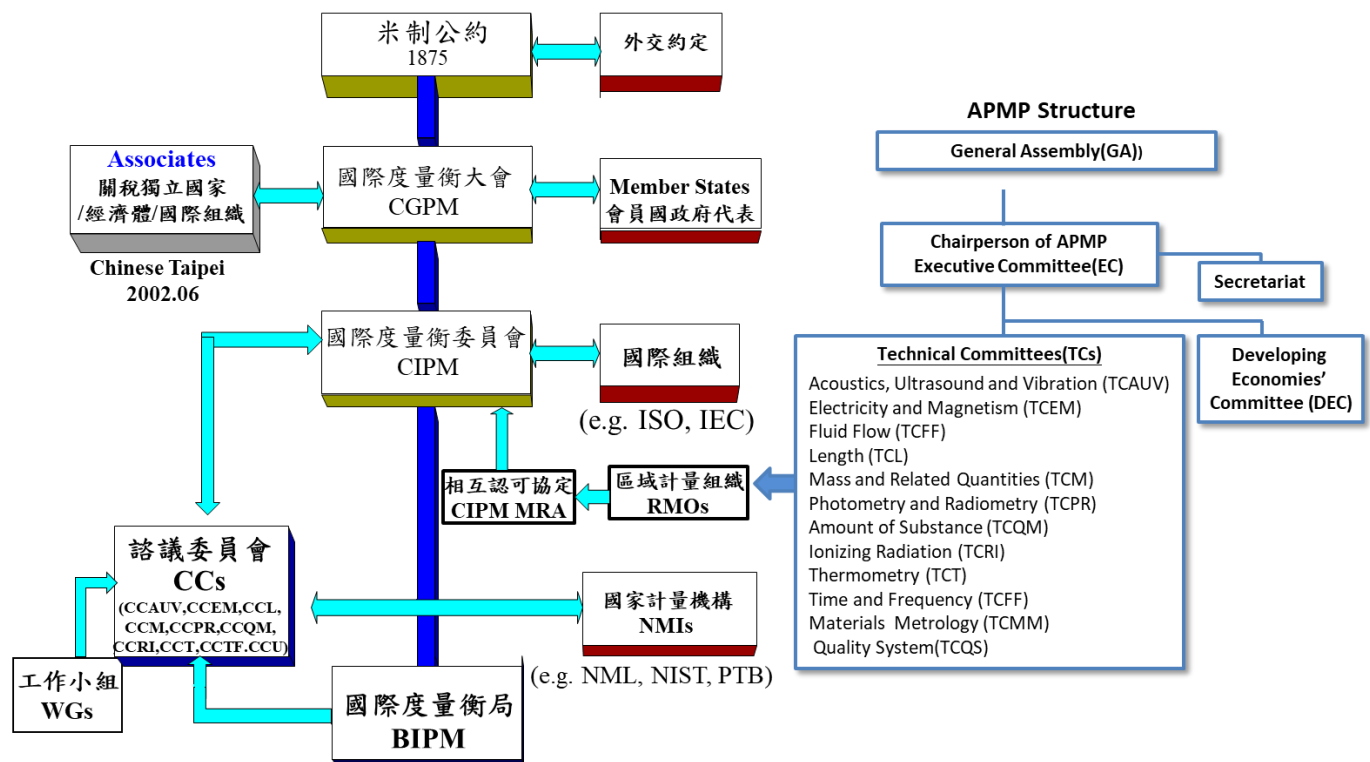


圖 1-2-12、國際計量組織會議與運作

### (1) 出席技術諮詢委員會會議

國際度量衡局(International Bureau of Weights and Measures, BIPM)是國際度量衡組織的最高指導單位，其成立的宗旨是在確保計量科學的發展及國際度量衡標準的一致化，其成員由米制公約簽署國的國家度量衡機構所組成。其下有10個諮詢委員會(Consultative Committees, CCs)，負責研究及協調所屬專業領域的計量問題，各諮詢委員會另設立數個工作小組(WG)。本年度參與光度與光輻射(CCPR)、長度(CCL)及流量工作小組(CCM-WGFF)等共4個CC相關會議，如表1-2-7。

表 1-2-7、NML 出席技術諮詢委員會會議一覽表

參加項目	參與內容
長度諮詢委員會(CCL)會議及工作小組會議	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 觀察員身分出席並參與年度長度技術領域事務討論</li> <li>◇ 我國主導之奈米粒子粒徑國際比對工作進度報告(APMP.L-S5)</li> </ul>
光度與光輻射諮詢委員會(CCPR)工作小組會議	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 觀察員身分出席並參與年度光量技術領域事務討論</li> </ul>
化學物量委員會無機分析工作小組(CCQM-IAWG)秋季會議	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 工作小組成員出席，參與無機分析技術活動工作討論</li> </ul>
質量技術諮詢委員會(CCM)會議	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 以 APMP 質量技術委員會主席身分參加報告 TCM 業務</li> <li>◇ 參加新質量議題討論及規劃參加比對</li> </ul>
質量及相關量諮詢委員會流量工作小組(CCM-WGFF)會議	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 工作小組成員出席，參與流量技術活動工作討論</li> <li>◇ 我國主導之常壓氣體流量國際比對工作進度報告(CCM.FF-K6.2017)</li> </ul>

## (2) 出席亞太計量組織相關國際活動

APMP現有經濟體正會員26個及副會員12個，其中正會員機構有44個，而副會員機構則有13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執行委員會委員、技術委員會主席及焦點工作組主席，計2位3席次，協助亞太區域計量事務之推動，負責工作說明如表1-2-8。

表 1-2-8、NML 參與亞太計量組織一覽表

擔任項目	負責工作/補充說明
EC 委員 (2015 ~ 2019)	<ul style="list-style-type: none"> <li>連結醫學計量焦點工作組(Focus Group, FG)</li> <li>負責亞太計量組織促進研究案(TC &amp; FG Initiative, TCI &amp; FGI)計畫的審核與執行進度掌控</li> </ul>
TCM 主席 (2018 ~ 2021)	<ul style="list-style-type: none"> <li>主持技術委員會之定期會議</li> <li>區域內與區域間各 NMI 所提之 CMC 審查</li> <li>國際同儕評鑑委員核定</li> <li>規劃申請 TCI</li> </ul>

擔任項目	負責工作/補充說明
醫學計量 焦點工作組主席	焦點工作組相關業務處理 主持及辦理年度會議、規劃申請 FGI

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。2019年亞太計量組織年中會議於菲律賓召開，NML由藍玉屏組長以APMP 執行委員(EC)身分及陳生瑞經理以質量技術委員會(TCM)主席身分參加相關會議及活動。此次會議重點摘要如下：

APMP 執行委員主要任務為參與討論組織之運作與年度會務，以現任主席日本NMIJ的Dr. Toshiyuki Takatsutji為首，目前共有8位執行委員，會議討論的重點議題包括：會員、財務、CIPM-MRA、與其他組織的連結互動、獎項及未來會議等。APMP 努力推動的混合式比對(hybrid comparison)已被區域組織聯合委員會(JCRB)接受，並獲CIPM同意將修改CIPM MRA文件，將混合式比對列入成為支撐校正與量測能量(CMC)登錄證據的方法之一。今年國家計量機構負責人會議(NMI Director's Workshop)研討方向將針對APMP目前及未來策略分成三方面進行研討，包括：如何加強科學與法定計量合作、焦點工作小組及SI的擴散。

在APMP 技術委員會(TC)會務方面，則討論了比對計畫更新、各NMI同儕評鑑者的歷史紀錄、品質系統審查進度、TC主席任務指引文件、第40屆JCRB會議結論以及聚焦小組與TC合作等議題。執行委員會與技術委員會主席聯席會議(EC-TCC)會議由APMP主席Dr Takatsutji擔任會議主席，主席首先報告過去半年APMP所參加過的國際活動，包含第40屆JCRB會議與歐亞國家計量組織聯盟(COOMET)會議等。各TC主席也於會中報告了近半年的相關活動與未來規劃；在CIPM MRA 審查議題方面則討論了伊朗所提出的CMC 審查議題，由於伊朗為受制裁國家，主席表示APMP目前無法提供相關協助。品質技術委員會與技術委員會主席聯席會議(TCQS-TCC)會議由TCQS主席Dr Yamazawa擔任會議主席，會議重點為KCDB 2.0的介紹課程與相關ISO標準改版後各NMI相關轉換措施之後續監測機制，NML也於預定於108、109年完成ISO標準改版後同儕評鑑，以因應國際趨勢。

- 參加 2019 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。

本次會議由澳洲國家計量研究院(NMIA)主辦，NML由林增耀主任率相關主管及資深同仁共16人前往參加，參與團員除負責報告我國實驗室現況外，各領域討論事項摘要如表1-2-9。

表 1-2-9、2019 年亞太計量組織會員大會暨技術研討會 NML 出國人員與討論重點

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	陳俊凱	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NML 與中國大陸 NIM 合作主導 1 英吋實驗室標準麥克風(LS1P)之壓力場互換校正比對(暫定編號 APMP.AUV.A-K5)，已完成比對協議，目前送審尚未核准，等待期間若有延後，會再變更比對協議，預計 2020 年舉行。</li> <li>• NML 針對 2018 年主導之低頻振動比對 (APMP TCAUV.V-K3.1)，進行最終報告修訂，針對 TCAUV WG 給的修改意見逐一釐清，未來將以此對結果與 CCAUV.VK3 的結果連結。</li> <li>• 超音波低功率比對 APMP.AUV.U-K3 於會議中報告推動進度及工作。</li> <li>• 目前 CCAUV 的低衝擊振動比對已經預訂於 2019 年結束，NIM 已展開 APMP 比對準備，開始詢問各會員參與意願，預計將於 2021 年開始比對。</li> </ul>
TCEM	電量、磁量 Electricity and Magnetism	陳士芳	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TCEM 將展開新一輪 CMC review，提出國家包含中國大陸 NIM、臺灣 NML、印尼 SNSU-BSN、以及澳洲 NMIA。</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>• 針對 KCDB 2.0 的 CMC 資料登錄與實施方式作說明與討論，主席表示將儘快完成執行流程設計，以利各 NMI 配合與執行。</li> <li>• 說明混和式比對(Hybrid Comparison ; HC)的推動目的與執行時機，並請我國分享在 TCEM 率先執行首次 HC 的相關經驗。</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 2019 BIPM/CCEM、CCEM WG-LF、與 JCRB 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> </ul>
TCFF	流量 Fluid Flow	江俊霖	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 選舉下屆 TCFE 主席，因現任主席 Dr. Shimada(NMIJ)，將於明年 TCFE GA 會議後卸任，所以於今年選舉 TCFE 預備主席，為同額競選，由現任 WGFF 副主席，中國大陸 NIM 的李春輝博士擔任。</li> <li>• 報告我國主辦之 CCM.FF.K6 2017 國際比對執行現況；報告預備於明年主辦之 APMP.M.FF.K3-2020 比對計畫，及目前遭遇的貨物通關問題，越南 VMI 於會議現場表示希望可以參加，但後續仍須確認 VMI 的貨物通關及系統能量問題。</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，本次新增 4 位同儕評審員，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。</li> <li>• 報告 CCM-WGFF 及 APMP TCFE 國際比對、補充比對的現況與規劃情形。</li> <li>• 說明混和型比對(hybrid comparison)作為登錄 CMC 依據的方案，在 WGFF 尚未認同前，建議先不使用，目前如有比對需求仍以參加 CCM 或 APMP 正式比對及補充比對為主。</li> <li>• 說明今年 GA 會議將審核各個 Focus group 成效，以決定是否持續保留。並說明 TCFE 參與各個 FG 的情形。</li> <li>• 明年 TCFE Workshop 預定舉辦 2 天，第 1 天將至泰國石油公司參訪，第 2 天將由各</li> </ul>

參加之 TC 及 WG	領域別	參加人員	討論主題/結論
			發展中國家報告其新建流量系統並進行討論及建議。
TCL	長度 Length	許博爾	<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，後續可能包含 CCL 成員。</li> <li>• 我國將主辦 APMP.L-K4 (直徑)比對，並於 2020 年開始，傳遞件包含直徑為 15 mm、50 mm 的環規、5 mm、15 mm、50 mm 的塞規、30 mm 的球。</li> <li>• 我國將與中國大陸 NIM 共同主辦階規之比對，詳細執行方式將進一步確認。</li> <li>• 下一屆的主席為中國大陸 NIM 的薛梓博士。</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	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 本次會議在技術議程方面，主要討論了目前新公斤定義第一次 CV 比對之進度，目前亞太地區除先前已知的日本 NMIJ 有參與比對外，韓國 KRISS 的 Kibble 天平與中國大陸 NIM 的焦耳天平，也申請成為比對參與者，兩者所宣稱的相對量測不確定度分別為 <math>1 \times 10^{-7}</math> 與 <math>5 \times 10^{-8}</math>。另一技術重點則為光干涉式絕對壓力量測技術的發展情形，目前積極發展中的 APMP NMI 有我國、中國大陸 NIM、日本 NMIJ 與韓國 KRISS。</li> <li>• 會務方面，TCM 決議將於 6 個次領域成立工作小組，主要職責為規劃未來比對計畫，以及審查 CMC 申請與比對報告。</li> </ul>
Medical Metrology Focus Group (MMFG)	醫學計量 Medical Metrology	陳生瑞	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 本屆會議討論重點為焦點工作組計畫(FGI)執行成果、2019 線上需求與能力審查結果以及未來策略與工作計畫討論。</li> <li>• 目前 FGI 計畫之比對結果已經確認了以血壓模擬技術測試血壓計準確度之可行性，並制定了波形蒐集之標準化流程，相關結果將發表至國際期刊，並於 APMP 發表血</li> </ul>

參加之 TC 及 WG	領域別	參加人員	討論主題/結論
			<p>歷計準確對測試指引，以利此技術之未來推廣。</p>
TCPR	<p>光度與光輻射 Photometry and Radiometry</p>	莊宜蓁	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 討論未來 TCPR workshop 進行方式與方向，各國擬藉由 e-mail 分別提出各國有興趣發展之課題，嘗試彙整出共同項目，促進國際實質合作。</li> <li>• 印尼代表提出建議，將利用 DEC project 之經費，支持 TCPR 內部可能需要的技術訓練之相關費用。目前有兩個建議題目：穿透霧度(我國被邀請提供教學)及紫外線量測(澳洲 NMIA 被邀請提供教學)。各國將以 e-mail 投票決定題目。</li> <li>• 會中決議將由有經驗代表，提供 TC 內部 CMC 審核條件與相關實務之經驗傳承教學，相關活動將以遠端會議 (web conference)進行。</li> <li>• 選舉 TCPR 副主席，負責 TCPR WG-CMC 審查相關事宜，由紐西蘭 MSL 代表擔任。副主席並非下任主席之當然候選人。</li> <li>• 為尋找合適之 CMC 審查專家，各國將回覆主席是否選擇單一窗口或是由主席直接聯絡邀請。</li> </ul>
TCQM	<p>化學與生物 chemistry and biology</p>	劉信旺	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 國際比對事務進度報告與提案討論，由於 NMIJ 規劃於 CCQM 提出高鹽度基質重金屬比對活動將改於 APMP 提出輔助比對，讓更多 APMP 地區的國家可以參加。</li> <li>• 2020 年將於曼谷舉辦 APMP 會議，主席建議會議中邀請各國與會代表以 poster style 的報告方式說明自身國家目前在化學與生物領域技術發展的現況，以及所需的資源，讓其他技術領先國家可以參考並提供相對應的協助。</li> <li>• APMP 之氣候變遷及清潔空氣焦點工作小組 (Climate change and clean air focus</li> </ul>

參加之 TC 及 WG	領域別	參加人員	討論主題/結論
			<p>working group, CCCA FG )報告規劃將未來工作分為三部份，Action I：提供技術落後國家(Group II&amp; Group III )教育訓練及技術支援；Action II：提供 Group II&amp; Group III 國家所需之標準氣體與相關設備；Action III：提供驗證結果予 Group II&amp; Group III 國家，在今年的 CCCA FG 會議中，有國家提出流量與露點的教育訓練需求，CCCA FG 主席 Dr. Lee 已尋求 KRISS 以及 NMIJ 相關專家協助，預計於明年提供相關訓練。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 雖然 KCDB 2.0 平台已上線，但本年度各計量機構還是沿用舊的 Excel 表格提出申請。另提出申請時，需同時提供同儕評鑑之品質系統審核資料給 TCQS 以及 TCQM 主席，以避免審查時間延誤。另外因為 purity 分析的追溯問題，已登錄的 Track A 物種的 CMC 資料，如 SO<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>、O<sub>2</sub> 以及 C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> 等，將會被重新 review。</li> </ul>
TCQS	品質系統 Quality Systems	王品皓 洪辰昀	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 今年票選 TCQS 主席，由中國大陸 NIM 楊平博士當選下一任 TCQS 主席，由泰國 NIMT Wongpithayadisai 女士擔任副主席</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 9 位。</li> <li>■ WG-2:審查各國 CMC 申請案(QMS 部份)，計 15 位，NML 仍獲選參與此工作小組。</li> </ul> </li> <li>• 依據 JCRB 第 39/4 號決議要求區域計量組織 (RMOs) 應監督各計量機構於三年內轉換完成，確保各 NMI 之 QMS 運作符合 ISO/IEC 17025:2017 及 ISO 17034:2016，目前僅印尼 (SNSU-BSN) 提交證據不足，尚未完成 ISO 17034:2016 轉版；計 7 個 NMI</li> </ul>

參加之 TC 及 WG	領域別	參加人員	討論主題/結論
			<p>尚未完成 ISO/IEC 17025:2017 轉版程序。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2019 年 WG2 共計完成 32 份 CMC 審查，職完成 11 份 CMC 審查。NML 電量 (EM)CMC 已由 TCQS 成員審查通過。</li> <li>• CIPM MRA 與 BIPM、OIML、ILAC 以及 ISO 組織於 2018 年 11 月 13 日重新簽署相互認可協定，並且獲得 FAA(美國聯邦航空局)接受。</li> </ul>
TCT	溫度、濕度與熱物 Thermal Measurement (Temperature, Humidity, Thermophysical quantities)	葉建志	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TCT 新增副主席制度，將由前任主席新加坡 NMC Dr. Wang Li 擔任。</li> <li>• 主席 Dr. Inseok Yang 說明 Hybrid Comparison 作為 CMC 證據的比對規格，並強調除非該項目在沒有關鍵和補充比對 (key and supplementary comparisons) 的前提下才建議執行，屬於其他可用的知識和經驗的 CMC 證據來源，其 CMC 證據的效力仍待評估中。</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，CMS 被安排在 Loop B (with ATA Carnet) 中，比對順序如下 MSL, NIMT, NIM, RCM LIPI, CMS, NMIM。其比對時間延至 12/18/2019 至 1/9/2020。</li> <li>• 由日本 NMIJ 主辦的 APMP.T-S9 熱擴散係數比對已在 2019 年 5 月收到 WG-CMC 回覆評論，經修訂規程 (最終版本) 並回覆後，於 2019 年 11 月重新提交給 TCT 主席和 WG-KC，目前正在等候其回覆中。</li> <li>• APMP.T-K6.2013/S13 露點溫度比對，NML 比對時間延至 2020 年 10 月。</li> </ul>
TCMM	材料計量 Materials Metrology	傅尉恩 林芳新	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 新任主席將由中國大陸 NIM 的 Dr. Ling-Ling Ren 接任。</li> <li>• 中國大陸 NIM 提出新的比對方案，主要利用穿透式電子顯微鏡(TEM)進行矽 {2,2,0}</li> </ul>

參加之 TC 及 WG	領域別	參加人員	討論主題/結論
			<p>晶格常數的前導研究，預計 2020 年 1 月提供修改之草稿，TCMM 成員在 2020 年 3 月前提供回饋意見給任玲玲博士。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TCL 及 TCMM 支持利用 XRR 進行薄膜量測之輔助比對(SC)，KRISS 的金博士應將最終草案登記於 KCDB 長度領域並將此草案寄送給 TCMM 成員。</li> <li>• TCMM 成員應確認登錄於 KCDB 2.0 之 CMC 內容，並反應給 TC chair 或 BIPM。</li> <li>• 由於 TCMM 之技術內容跨及多個領域，未來將積極與其它 TC 及計量/標準相關組織合作討論，藉此加速比對及標準的發展。</li> </ul>

### (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「系統品質管理、系統改良與擴建、設備汰換、先期研究及新SI標準後續工作」五大方向展開，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：本年度共計完成國際基本單位SI新電流標準3套擴建量測系統「直流電阻量測系統(E13)」、「直流高電阻量測系統(E14)」、「量化霍爾電阻量測系統(E24)」之查驗作業，審查結論為建議通過，可以對外服務。

表 1-3-1、108 年度系統查驗完成項目

系統名稱	代碼	產出之計畫源	備註
直流電阻量測系統	E13	科發計畫_國際基本單位SI新標準建置計畫(II)	11月18日經標四字第10800098650號函同意作為國家度量衡量測標準，正式對外提供服務。
直流高電阻量測系統	E14		
量化霍爾電阻量測系統	E24		

- (2) 量測系統合併與停止服務：107年度共計提出2套量測系統停止服務，分別為「黏度計量測系統(C01)」與「固體（標準法碼）密度量測系統(M05)」，107年6月14日獲經標

四字第10700558840號函同意停止服務，至108年11月21日『度量衡規費收費標準』已修正公布，已正式停止對外提供服務，並註銷2套系統代碼(C01、M05)；108年度暫無量測系統合併與停止服務申請作業。

(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。本年度共計完成118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

今年度首次以新版 ISO/IEC 17025:2017 做為稽核依據，為確保稽核小組成員具有一致性之認知與共識，並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，以達成本次稽核目的，於稽核前辦理「標準計畫內部稽核勤前會議與稽核一致性訓練」。本年度於 5 月 15 日完成符合 ISO/IEC 17025:2017 及 ISO 17034:2016 規範之內部稽核，共計 2 項不符合事項及 9 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 3 位觀察員，以期持續增加內部稽核員數量，目前已有 ISO/IEC 17025 稽核員約 75 位，ISO 17034 稽核員約 10 位。



圖 1-3-1、NML 內部稽核勤前會議與稽核一致性訓練

- 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。本年度於4月26日與10月8日分別完成符合ISO/IEC 17025:2017及ISO 17034:2016之管理審查會議。

- (5) 品質管理系統文件修訂：品質管理系統文件為維持實驗室及執行本計畫之依據，應適時審查文件並視需要更新，以確保後續執行各項業務均能有所依循及其完備性。本年度共計完成5份品質文件修訂。
- 標準計畫作業手冊(3.2版)
  - 泛標準組檢測業務管理作業程序(9.3版)
  - 檢測報告撰寫指引(4.1版)
  - 泛標準組技術文件撰寫指引(2.0版)
  - 標準計畫個人資料保護作業程序(1.3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1-3-2)。截至12月31日，以十級分制計算(非常滿意10分、滿意8分、普通6分、不滿意4分、很不滿意2分)整體滿意度為9.3分，如圖1-3-3所示。



圖 1-3-2、數位化滿意度調查示意圖



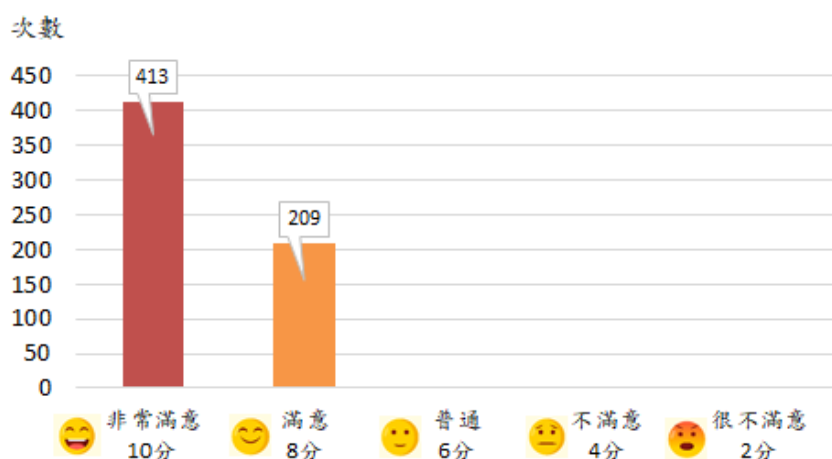


圖 1-3-3、108 年度數位化滿意度調查結果

## 2. 系統改良2套，「M03大質量量測系統」及「F08低壓氣體流量校正系統」

108年度考量計畫資源，優先執行107年完成設備汰換之M03大質量量測系統。流量領域則規劃於106~108年度完成低壓氣體流量校正系統(系統代碼：F06~F08)之改良與擴建，107年完成F06管式校正器系統改良，108年則針對F07低壓氣體流量校正系統(小鐘形校正器)及F08低壓氣體流量校正系統(大鐘形校正器)，進行系統能量整併，將F07系統能量併入F08系統，擴建F08之能量範圍。系統改良與擴建項目及效益說明如下表。

表 1-3-2、108 年度系統改良與擴建項目及效益

系統名稱	原有規格	改良後規格	影響/效益
M03 大質量 量測系統	量測範圍：1000 kg 不確定度：4 g	量測範圍：1000 kg 不確定度：1.8 g	提供法定度量衡業務、高速公路局地磅執行業務、航太相關重量檢測業務以及相關重工業產業之質量與力量等量測校正服務。
F08 低壓氣體流量 校正系統 (鐘形校正器)	流量範圍： (20 ~ 1000) L/min 不確定度： 0.12 %	流量範圍： (10 ~ 1000) L/min 不確定度： 0.10 %	提供法定度量衡業務、環保署檢測實驗室、化工、能源及半導體等產業製程控制與測試所需之低壓氣體流量校正服務。

### (1) M03 大質量量測系統改良

M03大質量量測系統建置於民國84年，包含(1 ~ 10) kg、(20 ~ 50) kg及1000 kg服務能量，提供法定度量衡業務、高速公路局地磅執行業務、航太相關重量檢測業務以及相關重工業產業等之質量與力量量測追溯。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，甚至故障或無法維修。為避免因儀器老舊故障而影響校正服務，103年完成(1 ~ 10) kg質量比較儀汰換，106年及107年則分別完成50 kg質量比較儀及1000 kg質量比較儀汰換。107年利用已更新之50 kg質量比較儀，完成能量範圍(20 ~ 50) kg之系統校正方法重新設計及系統評估工作，108年則利用更新

之1000 kg質量比較儀，完成能量範圍1000 kg之系統校正方法重新設計及系統評估工作，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：

108年：完成大質量量測系統系統改良

量測範圍：1000 kg

量測不確定度：3.5 g

B. 工作成果：

- 完成 1000 kg 質量量測系統架構改善

新建置之1000 kg質量量測系統之系統架構示意圖及實體如圖1-3-4所示，包含1000 kg質量比較儀、H型天車、花崗岩防振平台、環境監控系統及標準件法碼之各項設備。

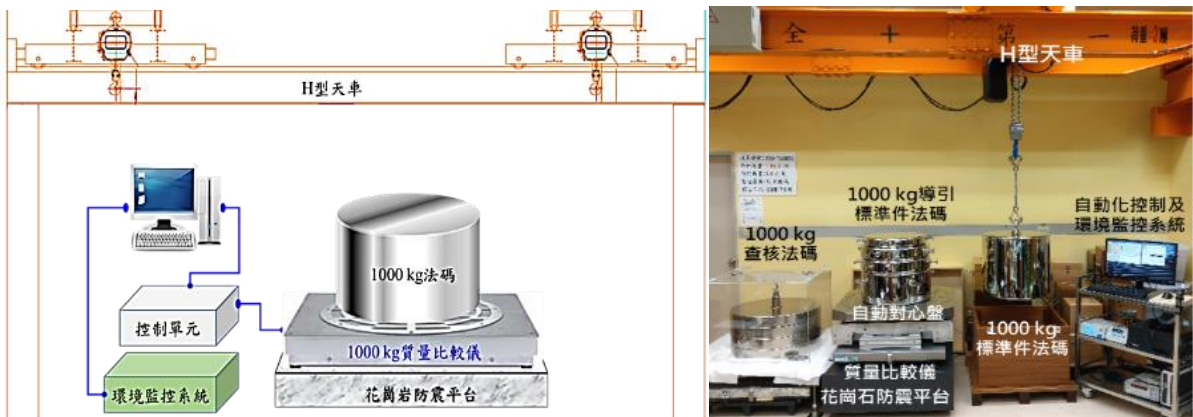


圖 1-3-4、1000 kg 質量量測系統架構與實體圖

1000 kg質量比較儀採用上皿式衡量元件，以槓桿放大及電磁力補償原理進行標準件與待校件之質量比較。大質量稱重易產生偏載問題，故於稱重裝置上增加自動重心調整機構之自動對心盤，如圖1-3-5，將法碼精準定位於秤盤上重心位置，降低偏載的發生。完成製作特殊吊掛治具使吊掛法碼平穩不偏斜，如圖1-3-6所示，達到安全方便的操作。



圖 1-3-5、1000 kg 自動重心調整機構

考量搬運方便，所有移動動線從實驗室外至質量比較儀量測位置為一條龍動線，不經過其它量測系統，以避免量測相互干擾。另系統建立應儘可能排除影響量測的

干擾因素，為了避免週遭振源傳來的振動影響，依實驗室的高度選擇30 cm的花崗岩防振平台安置於質量比較儀的下方，花崗岩防振平台以3點支撐，使振動傳來最小並吸收振動，如圖1-3-7所示。



圖 1-3-6、特製吊掛治具圖

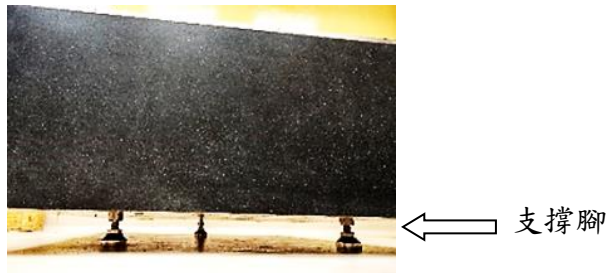


圖 1-3-7、花崗岩防振平台 3 點支撐圖

在量測操作上，設計天車為H型符合工安法規要求之天車，採用雙頻變速升降，最慢速度為0.5 m/min。質量量測需考量空氣浮力的影響，須量測環境參數計算空氣密度及空氣浮力，因此撰寫環境監控程式以連結溫度、濕度及大氣壓力儀器擷取環境量測值，環境監控程式畫面如圖1-3-8所示。



圖 1-3-8、環境監控程式畫面

• 完成量測方法設計及操作程序建立

量測方法設計將標準件與待校件交替放置於質量比較儀秤盤上，藉著自動調整重心衡量盤調整以達到重心平衡位置。量測過程為了消除天平線性漂移現象，採用ABBA雙重替換法(Double Substitution Weighting Method)，即法碼擺放在秤盤上量測時的替換次序為：法碼A→法碼B→法碼B→法碼A，量測所得觀測讀值分別為 $I_{A1} \rightarrow I_{B1} \rightarrow I_{B2} \rightarrow I_{A2}$ ，則量測讀值差 $\Delta I_{(A-B)}$ 為：

$$\Delta I_{(A-B)} = \frac{(I_{A1} - I_{B1} - I_{B2} + I_{A2})}{2} \quad (1-3-1)$$

質量量測模式建立分為單一比對校正模式及組合衡量模式。

(a) 單一比對校正模式

單一比對校正模式為比對二顆標稱值一致的法碼，即將相同標稱值之標準件與待校件交替放置於質量比較儀秤盤上執行校正，以雙重替換法得到兩者之差值而完成校正。其量測方程式為：

$$m_{ct} = m_{cr} + \Delta m_c \quad (1-3-2)$$

$$\Delta m_c = \Delta I + m_{cr}C \quad (1-3-3)$$

其中 $m_{ct}$ 為待校法碼的約定質量； $m_{cr}$ 為參考法碼的約定質量； $\Delta m_c$ 為待校法碼與參考法碼比對之約定質量差； $\Delta I$ 為天平讀值； $m_{cr}C$ 為空氣浮力修正項， $C$ 為浮力修正因子。

(b) 組合衡量模式

組合衡量模式主要用於質量導引，進行各種組合的比對，每次比對是相同標準值不同法碼的組合。本系統50 kg至1000 kg質量標準法碼的導引方法依據OIML R111-1:2004要求進行量測，量測模式參考NBS T.N. 952及「Comprehensive Mass Metrology」的校正模式。每次比對校正採用ABBA衡量循環(Weighing Cycles)進行校正。導引以50 kg為參考法碼，質量追溯導引模式設計如圖1-3-9所示。

50 kg to 1000 kg	$\beta(1)$	$\beta(2)$	$\beta(3)$	$\beta(4)$	$\beta(5)$	$\beta(6)$	$\beta(7)$
weighing A	1000 kg	500 kg	200 kg	200 kg	100 kg	50 kg	50 kg.
$y(1)$	1	-1	-1	-1	-1		
$y(2)$		1	-1	-1	-1		
$y(3)$			1	-1			
$y(4)$			1		-1	-1	-1
$y(5)$				1	-1	-1	-1
$y(6)$					1	-1	-1
$y(7)$						1	-1

圖 1-3-9、50 kg ~ 1000 kg 質量導引模式

圖1-3-10為執行 $n$ 次比對校正，觀察值為 $y_1, y_2, \dots, y_n$ ，量測法碼顆數為 $k$ 顆， $k$

個法碼質量各別為 $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ ，每組組合衡量方程式為：

$$\begin{aligned} y_1 &= x_{11}\beta_1 + x_{12}\beta_2 + \dots + x_{18}\beta_8 + e_1 \\ y_2 &= x_{21}\beta_1 + x_{22}\beta_2 + \dots + x_{28}\beta_8 + e_2 \\ &\vdots \\ y_n &= x_{n1}\beta_1 + x_{n2}\beta_2 + \dots + x_{nk}\beta_k + e_n \end{aligned} \quad (1-3-4)$$

其中 $e_i$ 為殘差，運用矩陣與最小平方方法求出個別法碼的質量值，方程式(1-3-4)以矩陣表示為 $Y = X\beta + e$ ，則各個法碼的質量值可由 $\beta$ 矩陣估算得到。

- 完成系統量測管制建立

系統不確定度與天平穩定度、法碼及環境皆有關，須針對天平及法碼進行長期評估。對於建置後的系統先進行穩定性的測試，於量測過程中加入查核標準件法碼進行即時量測監控管制。藉由查核標準件以ABBA循環執行重複量測累積量測數據，觀察長時間量測標準差 $S_w$ 的變化，參考NBS Special Publication 676-II進行估算，建立適當查核管制界限及管制圖，由查核標準件在量測系統中的量測結果來判斷量測過程是否在控制之下(In Control)，以觀察系統及量測過程的穩定性。本次1000 kg質量量測系統穩定測試計算結果，組合標準差 $S_p$ 為0.9 g，標準差管制界限估算為1.9 g，原舊有1000 kg質量量測系統之組合標準差 $S_p$ 為1.5 g，標準差管制界限為3.1 g，更新後的系統穩定測試結果之管制界限比舊有的系統減少1.2 g，新舊1000 kg量測系統穩定性比較圖如圖1-3-11所示。

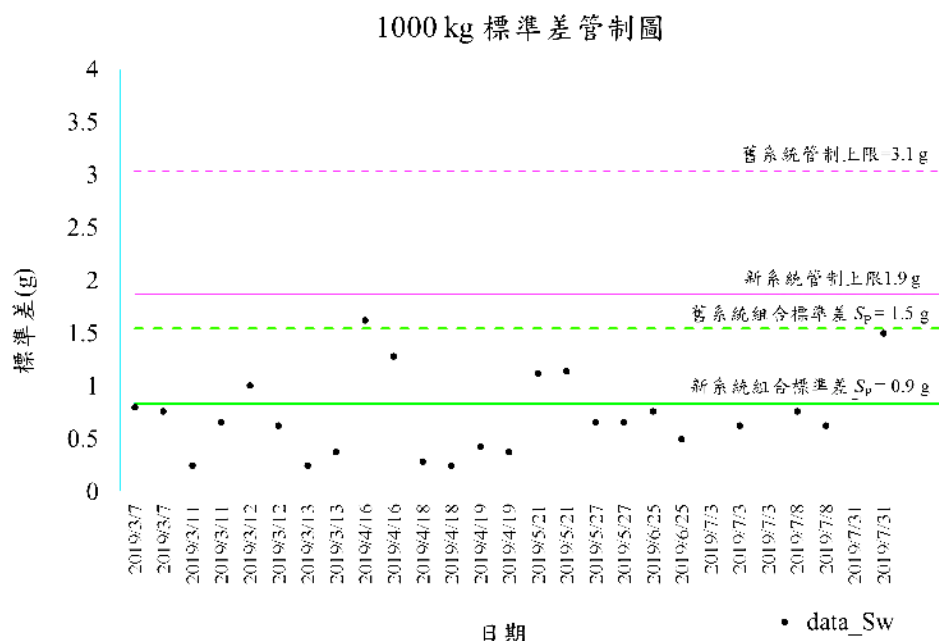


圖 1-3-10、新舊 1000 kg 量測系統穩定測試結果比較圖

• 完成系統不確定度評估

質量量測不確定度來源包含參考法碼的不確定度、衡量過程的標準不確定度、質量比較儀的不確定度以及空氣浮力修正的不確定度分量。系統組合標準不確定度為：

$$u_c = \sqrt{[c(\Delta m_c)u(\Delta m_c)]^2 + [c(m_{cr})u(m_{cr})]^2 + [c(ba)u(ba)]^2 + [c(b)u(b)]^2 + (m_0 C_b)^2} \quad (1-3-5)$$

在信賴水準95 %下，1000 kg不確定度分量如表1-3-3所示，系統不確定度為1.8 mg，符合計畫目標。

表 1-3-3、1000 kg 質量量測系統不確定度分量表

量測能量				1000 kg	
不確定度源	類型	機率分布	靈敏係數	標準不確定度 (g)	自由度
量測過程 $u(\Delta m_c)$	A	$t$	1	0.4840	54
標準法碼 $u(m_{cr})$	B	常態	1	0.7009	50
質量比較儀 $u(ba)$	B	矩形	1	0.2755	50
空氣浮力 $u(b)$	B	常態	1	0.0192	50
空氣浮力修正項 $m_0 C_b$ (mg)				0.0037	
組合標準不確定度 $u_c$ (mg)				0.8955	
有效自由度 $\nu_{eff}$				107	
涵蓋因子 $k$ (信賴水準 95 %)				1.99	
量測不確定度 $U$ (mg)				1.8	

(2) F08 低壓氣體流量校正系統(鐘形校正器)

NML低壓氣體流量校正系統對外服務系統包含F06低壓氣體流量校正系統(管式校正器)、F07小鐘形校正器(Bell Prover)及F08大鐘形校正器(Bell Prover)三套系統。近年來產業對於量測準確度要求日益提高，量測流量下限也逐漸降低。因設備老舊加上原設計之先天限制，已無法提供全流量範圍高準確度的量測結果。為使系統校正性能提升，F06管式校正器系統於106年完成系統設備汰換，107年完成系統改善及校正自動化工作，108年則針對F07及F08鐘形校正器系統進行系統原級能量整併及全面性校正自動化等工作，以提升系統能力，提供業界完善之低壓氣體流量校正服務。

流量校正系統量測能力之展現，與其周邊環境控制及系統整合規劃之能力息息相關，例如(1)流入標準器內氣體之溫度與周邊環境之溫差，影響溫度量測之正確性，導致不確定度增加。(2)原有標準器設計，自動化程度低，被校件之數據擷取功能則付之闕如，執行校正時，人員需一直守候在現場記錄數據，相當耗費人力。當標準系統維持工作份量持續增加時，勢必無法應付此大量校正業務量。為解決上述標準器內氣體

之溫度與周邊環境之溫度差異性及人力耗費問題，提供業界完善之校正服務，擬進行系統整併及全面性校正自動化。

A. 年度計畫目標如下：

108 年：完成低壓氣體流量校正系統(鐘形校正器)擴建

➤ 原級標準系統

量測範圍：(10 ~ 1000) L/min

量測不確定度：0.10 %

➤ 二級標準系統

量測範圍：(10 ~ 1000) L/min

量測不確定度：0.13 %

B. 執行情形：

- 完成鐘形校正系統環境控制設備之空調送風機採購、安裝及實驗室內部空調管線改良。

為改善系統環境溫控，進行(1)以壓艙式設計降低室內空調出口之流速，解決室內空調出口氣流流速過快的問題，減少氣流直吹校正系統所產生鐘罩內部氣溫分布不均之影響(如圖1-3-11標號1)；(2)減少人員出入或操作時對系統周遭環境溫度的擾動，以隔間方式將人員操作區與系統隔絕(如圖1-3-11標號2)；(3)增設熱交換盤管，使氣源與實驗室環境溫度更為接近，降低第二道溫控難度(如圖1-3-11標號3)；(4)於待校件後增設熱交換散熱鰭片，使進入系統前之溫度更接近環境溫度(如圖1-3-11標號4)；(5)汰換系統送風機，增加實驗室溫控能力，並將送風機外移安裝，降低室內噪音、增加室內使用空間及減少熱源產生。當設定溫度在23 °C時，隔間內部溫度可控制在± 0.5 °C以內。



圖 1-3-11、溫度控制改善

- 完成系統溫度量測方法及自動化改良

(a)溫度量測方法改良

改良前鐘形校正器在校正過程中(如圖1-3-12)，鐘罩內氣體溫度受到週遭環境

溫度、鐘罩外部密封油體溫度及通過待校件後所產生的溫降現象所影響，使原設計之溫度量測方法難以量測鐘罩內部具有代表性之溫度，原設計之溫度量測點分別位於鐘罩頂部(溫度量測點1)、油槽內密封油體上層(溫度量測點2)及進氣入口處(溫度量測點3)，並於待校件出口處以水熱交換方式提升進氣入口處前之氣溫，因三個溫度量測點僅溫度量測點1於鐘罩內部，故最小量測分布範圍僅能達到全區間0.2℃之水準，鐘罩內部氣體溫度量測為氣體密度計算上之主要不確定度來源，若欲有效降低系統標準不確定度則須設法找出具有代表性的溫度量測方法。

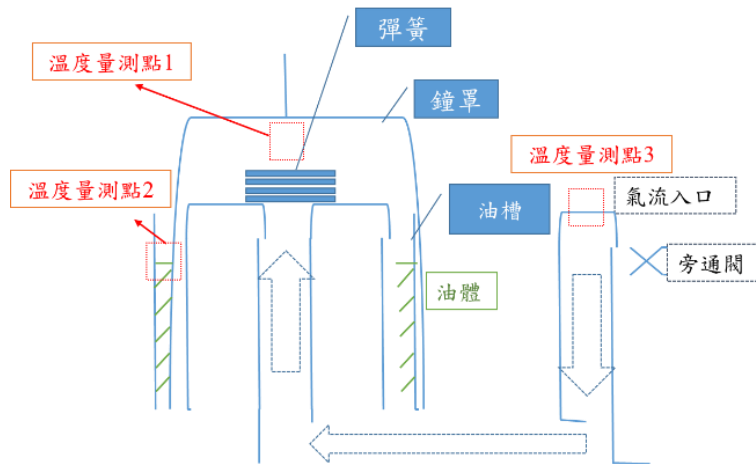


圖 1-3-12、改良前鐘形校正器溫度量測點位示意圖

為使溫度量測點更接近於鐘罩內部氣流出口處，故重新設計可搭載溫度探棒之特殊機構(圖1-3-13)，由三吋之氣流入口進入，沿著U形通道將溫度探棒置放在鐘罩內部氣流出口處，放置位置示意圖請參考圖1-3-14溫度量測點2處。經過測試後該機構亦能在溫度計須送校正時，將溫度計抽離氣流通道後，執行校正。



圖 1-3-13、鐘罩內部溫度計置放特殊機構



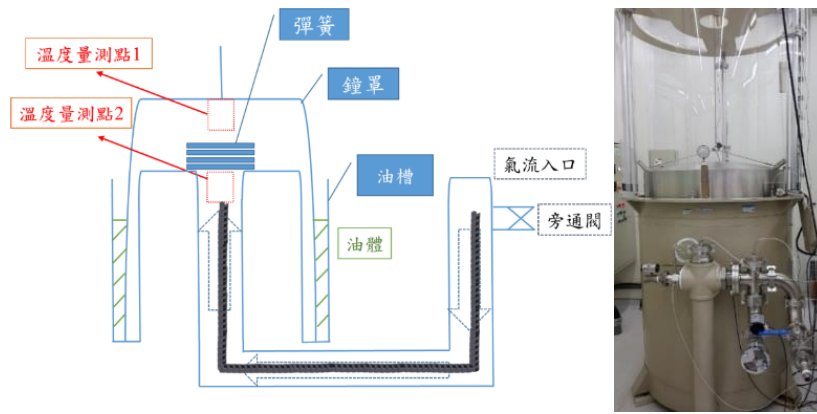


圖 1-3-14、改良後鐘形校正器溫度量測點位示意圖

為得知系統改良後溫度量測之代表性，透過不同進氣流率條件，使鐘罩上升(位置1至位置2)後排氣下降(位置2至位置1)，並擷取過程中溫度量測點1及溫度量測點2之溫度(圖1-3-15)。

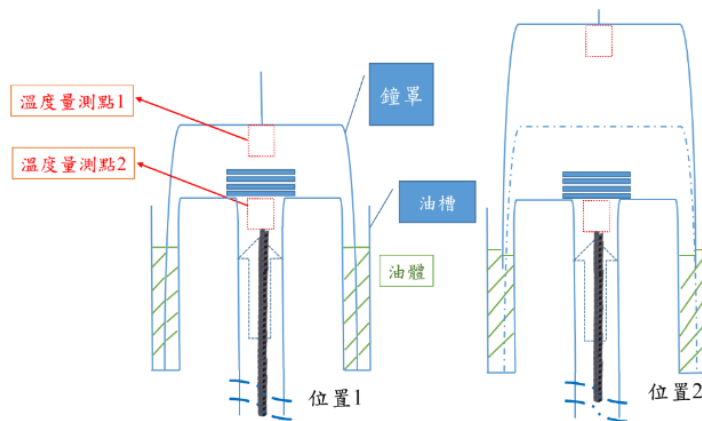


圖 1-3-15、鐘罩上升下降位置示意圖

以音速噴嘴為待校件進行實測，將待校件置於鐘形校正器上游並將兩者串接，在系統最大進氣流率1000 L/min的條件下，溫度量測結果如圖1-3-16。由圖1-3-16可知，鐘罩上升過程中溫度量測點1與溫度量測點2所測得之溫度差異最大達0.4 °C，推測原因為氣流入口溫度受到待校件出口氣體急速擴張現象之影響所導致進氣入口溫度偏低，雖經過氣體通道管壁加熱，但氣體經過溫度量測點2時，仍屬於偏冷氣體。當上升過程結束，鐘罩下降過程中，隨著鐘罩由位置2向位置1靠近，溫度量測點2之溫度探棒則逐漸與排出氣體達成熱平衡，當鐘罩到達位置2時，發現溫度量測點1與溫度量測點2之溫度相差小於0.08 °C，此現象代表排氣過程中，鐘罩內部溫度因已充分混合，使因為鐘罩內各高度溫度不同所造成之分層現象也減少，故能推測若於鐘罩下降過程中擷取溫度量測點1及溫度量測點2所感測之溫度平均值，此時所得之溫度因已排除溫度分層現象，則較具有代表性。隨著進氣流率降低，在下降過程中，於溫度量測點1及溫度量測點2所擷取之溫度絕對值差異則越小，相關實驗數據如圖1-3-17及表1-3-4。

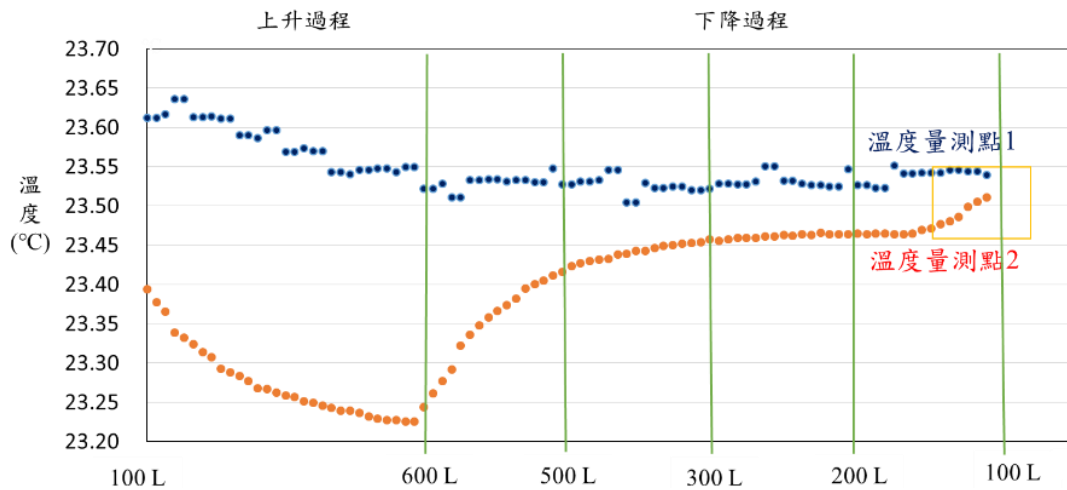


圖 1-3-16、鐘罩內部溫度量測數據(1000 L/min)

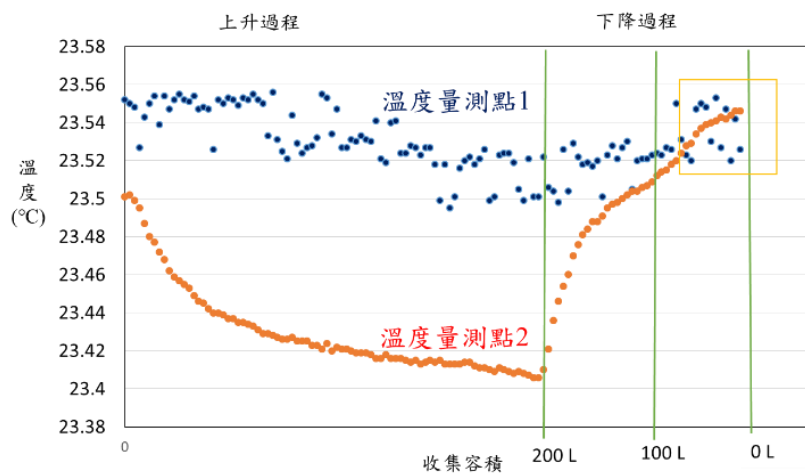


圖 1-3-17、鐘罩內部溫度量測數據(50 L/min)

表 1-3-4、鐘罩內氣體溫度差分析

流率 (L/min)	溫度量測點1-溫度量測點2  (°C)
50	< 0.04 °C
100	< 0.04 °C
300	< 0.04 °C
500	< 0.08 °C
750	< 0.08 °C
1000	< 0.08 °C

(b)校正系統自動化

為提升系統自動化程度，重新撰寫自動化擷取程式(圖1-3-18)，改善以往校正人員在校正過程中，部分數據仍需以手抄紀錄等方式，其中擷取之數據包括溫度、壓力、鐘單位移、校正時間等。自動化校正程式包括自動化數據產出、重複校正規畫及儀表修正參數鍵入等功能。

以往鐘罩校正時，是利用人工方式調整旁通閥旋轉盤之開度，使鐘罩上升下

降執行校正程序，改良後除了新增排氣閥控制鐘罩下降動作外，並於排氣閥及旁通閥前端增加可規劃自動開閉功能之氣動閥組，透過電路板輸出數位電壓訊號至電磁閥控制組後，電磁閥控制氣動閥組之開閉，可於自動校正功能中，自動使鐘罩上升下降，取代人為控制轉盤開度之動作，提升系統自動化程度。

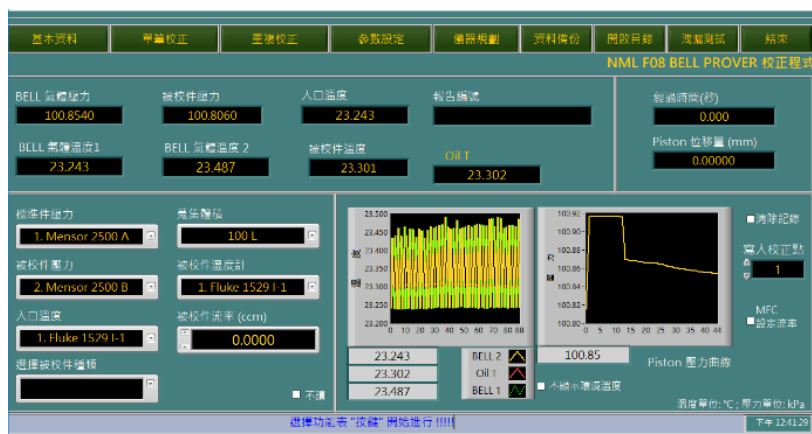


圖 1-3-18、自動化校正程式

- 完成系統不確定度評估

評估項目包括式(1-3-6)中之八項不確定度中包括收集容積貢獻之相對標準不確定度，氣體密度量測相對標準不確定度，時間量測之相對標準不確定度，控制容積內氣體在校正開始與結束瞬間密度變化造成之相對標準不確定度，校正開始與結束瞬間控制容積變化量造成控制容積內氣體質量變化對收集質量之影響，控制容積變化所貢獻之相對標準不確定度，控制容積量測影響之相對標準不確定度，控制表面附著量所貢獻之相對標準不確定度。

$$\begin{aligned} \left(\frac{u(q_{m,s})}{q_{m,s}}\right)^2 &= \left(\frac{u(V_c)}{V_c}\right)^2 + \left(\frac{u(\rho_s)}{\rho_s}\right)^2 + \left(\frac{-u(t)}{t}\right)^2 + \left(\frac{V_{cv} u(\Delta\rho_{cv})}{V_c \rho_s}\right)^2 + \left(\frac{u(\Delta V_{cv})}{V_c}\right)^2 \\ &+ \left(\frac{\Delta V_{cv} u(\Delta\rho_{cv})}{V_c \rho_s}\right)^2 + \left(\frac{\Delta\rho_{cv} u(V_{cv})}{\rho_s V_c}\right)^2 + \left(\frac{u(q_{m,l})}{q_{m,s}}\right)^2 \end{aligned} \quad (1-3-6)$$

原級標準系統不確定度評估如表1-3-5，流量範圍(10 ~ 1000) L/min，不確定度為(0.07 ~ 0.09) %，二級標準系統不確定度評估如表1-3-6，不確定度為(0.10 ~ 0.11) %，符合計畫目標。

表 1-3-5、原級標準系統之流量範圍及不確定度分析

收集容積(L)	100	200	300	500
流量範圍(L/min)	0.043 %	0.036 %	0.036 %	0.033 %
組合相對標準不確定度	0.085 %	0.071 %	0.071 %	0.065 %
量測不確定度	196	356	352	524
自由度	1.97	1.97	1.97	1.96
k	0.043 %	0.036 %	0.036 %	0.033 %

表 1-3-6、二級標準系統流量範圍及不確定度分析

流量範圍(L/min)	10 ~ 100	20 ~ 200	50 ~ 500	100 ~ 1000
組合相對標準不確定度	0.055 %	0.050 %	0.050 %	0.050 %
量測不確定度	0.11 %	0.10 %	0.10 %	0.10 %
自由度	301	205	205	205
$k$	1.97	1.98	1.98	1.98

• 完成系統能力比對驗證

與低壓氣體流量校正系統(壓力容積溫度時間校正器)(系統代碼:F12)進行比對，比對方法是以音速噴嘴為比對件，分別於改良後之F08系統及F12系統執行校正，之後比對兩系統於同一理論雷諾數( $Re_{th}^{-0.5}$ )條件下之流出係數值( $C_d$ )差異，由表1-3-7可知，於流率300 L/min、250 L/min、200 L/min、20 L/min進行 $C_d$ 值比對後，絕對值差異不超過0.06 %，其中 $E_n$ 值如表1-3-8，各比對點之 $E_n$ 值不超過0.43，系統間一致性良好。

表 1-3-7、 $Re_{th}^{-0.5}$  對應流率關係表

$Re_{th}^{-0.5}$	流率(L/min)	$ \Delta C_d $	$C_{d,Ref}$
0.00234	300	0.03	0.9905
0.00257	250	0.04	0.9897
0.00288	200	0.04	0.9887
0.00475	20	0.06	0.9944

表 1-3-8、F08 及 F12 系統比對  $E_n$  值

流率(L/min)	$E_n$
300	0.21
250	0.28
200	0.28
20	0.42

3. 系統設備汰換，共2項

(1) 完成「約瑟夫森電壓標準系統用之免液氦冷凍機系統」汰換後系統驗收

A.目標：

完成「約瑟夫森電壓標準系統用之免液氦冷凍機系統」請購、組裝及驗收。

B.組裝及測試結果：

表 1-3-9、約瑟夫森電壓標準系統用之免液氦冷凍機系統測試結果

驗收規格	測試/驗收結果
水冷式空壓機之電壓需求：(208 至 230) V。	實測供應水冷式空壓機之電壓為 220 V

驗收規格	測試/驗收結果
水冷式空壓機之電壓需求：(208 至 230) V。	實測供應水冷式空壓機之電壓為 220 V
水冷式空壓機之電流需求：20 A (頻率 60 Hz)。	實測供應水冷式空壓機之電流為 20 A (頻率 60 Hz)
水冷式空壓機之進水量需求：2.7 L/min (進水溫度需低於 27 °C)。	實測供應水冷式空壓機之進水量為 6.5 L/min，進水溫度為 7 °C
免液氦冷凍機系統之最低冷卻溫度：4.2 K。	實測系統最低冷卻溫度可達 4.2 K
系統冷卻時間：室溫冷卻至系統操作溫度(4.2 K)約小於 12 小時。	實測系統冷卻時間從室溫(300 K)降至系統操作溫度(4.2 K)約需 8 小時
系統回溫時間：從系統操作溫度(4.2 K)升溫至室溫約 6 小時。	實測系統回溫時間從操作溫度(4.2 K)升溫至室溫(300 K)約需 6 小時
系統專用 PJVS 晶片：最高輸出電壓 10 V。	實測系統專用 PJVS 晶片之最高電壓輸出值為 10 V，且電壓平台寬度符合校正需求(> 1 mA)

(2) 完成「油壓式活塞壓力計標準系統」汰換後系統驗收

A.目標：

完成「油壓式活塞壓力計標準系統」請購、組裝及驗收。

B.組裝及測試結果：

表 1-3-10、油壓式活塞壓力計標準系統測試結果

驗收規格	測試/驗收結果
0.1 MPa - 10 MPa 活塞/活塞缸之不確定度：(0.000018 至 0.00019) MPa	實測值為 0.1 MPa 至 10 MPa，不確定度：(0.000014 至 0.00019) MPa
0.5 MPa - 50 MPa 活塞/活塞缸之不確定度：(0.000030 至 0.00102) MPa	實測值為 0.5 MPa - 50 MPa，不確定度：(0.000025 至 0.00092) MPa
5 MPa - 500 MPa 活塞/活塞缸之不確定度：(0.00038 to 0.028) MPa	實測值為 5 MPa - 500 MPa，不確定度：(0.00038 至 0.0028) MPa
Stainless steel 重錘搭配以上三組活塞/活塞缸達到所需壓力	100 kg 重錘搭配以上三組活塞/活塞缸分別可以達到所需 10 MPa, 50 MPa, 500 MPa 壓力
提供 110V 電源基座：可分別安裝以下 3 組活塞/活塞缸，並由終端機控制活塞旋轉速度、量測活塞降速率及計算標準壓力。	110V 電源終端機可控制活塞旋轉速度、量測活塞降速率及計算標準壓力
負載 1/5 全壓力以內的重錘，以轉速 30 rpm 的速度自由旋轉活塞，量測直到活塞停止的時間至少 3 分鐘	負載 1/5 全壓力以內的重錘，以轉速 30 rpm ~ 20 rpm 的速度自由旋轉活塞，量測直到活塞停止的時間為 4 分 15 秒
全壓力且活塞旋轉時，量測活塞自頂端至底部下降的時間至少 3 分鐘	全壓力且活塞旋轉時，量測活塞自頂端至底部下降的時間已達 5 分 10 秒

4. 低光功率量測與標準先期研究

(1).年度計畫目標如下：

108 年：完成低光功率量測與標準傳遞技術先期研究

- 完成低光功率光偵測器之響應校正及標準傳遞方法分析
- 完成 LED 單點光譜(光功率)/主波長量測技術與產業需求分析與研究

(2).執行情形：

A. 完成低光功率光偵測器之響應校正及標準傳遞方法分析

低光量偵測器(Low Optical Flux Detector, LOFD)由光偵測器及切換積分放大器組成，這種方式由多個國家實驗室支持發展，包括捷克 CMI、英國 NPL、韓國 KRISST、以及紐西蘭 MSL。低光量偵測器之響應可追溯至低溫絕對輻射計(原級標準)，如圖 1-3-19，為捷克低光量偵測器之標準傳遞鏈。

我國與捷克不同的是，我國 NML 低溫絕對輻射計為分光儀式，波長範圍可由 350 nm~1700 nm，不受限於雷射光源波長，但兩者皆能符合 RGB 三色 $\mu$ -LED 量測追溯需求。NML 一般在做光偵測器響應標準傳遞時之入射光功率約為 20 nW~1.3  $\mu$ W(依波長而定)的數量級，光功率更小則超出低溫絕對輻射計可量測範圍，在光偵測器響應標準傳遞時，僅能先取得低溫絕對輻射計可量測範圍之功率響應值，再透過光偵測器線性度評估，取得在 $\mu$ -LED 單晶粒光功率範圍之光功率響應值。一般說來，矽光二極體(Si-photodiode)在 1 nW~10  $\mu$ W 的線性度佳，更低光功率之線性度則需另外評估。

捷克為開發低光量偵測器領先世界之國家，開發切換積分放大器之主要動機，是擬透過直接量測低光功率的方式，來校正單光子偵測器(Single-photon avalanche diode, SPAD)之偵測效率(detection efficiency)。藉由低光量偵測器的使用，可以為該校正提供量測追溯之支持，也為光子計數與傳統光輻射兩個領域提供連結。除捷克以外，其他國家之研究內容偏重低光量偵測器元件本身之開發與應用。



圖 1-3-19、捷克低光量偵測器之標準傳遞鏈

B. 完成 LED 單點光譜(光功率)/主波長量測技術與產業需求分析與研究

- 完成 $\mu$ -LED 單點光功率量測技術分析

一般在討論低光功率量測解決方案時，會先考慮光電倍增管(Photomultiplier,

PMT)，最新的光電倍增管已可量測光子計數(photon counting)等級之光功率，其響應等級約為一般矽光偵測器之1000倍，日本NMIJ擬採用這種方式量測單光子，因而評估光電倍增管的線性度與絕對響應(count/s/W)。另一種方式為先前所述之低光量偵測器(low optical flux detector, LOFD)，低光量偵測器之基本架構為光偵測器加放大器。要達成低光功率量測的目標，可分別由光偵測器與放大器的規格性能來調控。

常見之光放大器，如：轉阻放大器。其優點為(1)準確性及穩定性高；(2)工作範圍大，適用 pA ~ mA 範圍光電流；(3)亦適用有偏壓之光二極體(biased photodiodes)。轉阻放大器技術已十分成熟且商品眾多，但在用於低光電流/低光功率量測時，其缺點為(1)高增益區之範圍很窄，輸入端需搭配高等級之場效電晶體(field-effect transistor, FET)；(2)電路需搭配昂貴的高精密電阻才能得到高響應；(3)對二極體介面電容靈敏使用時，恐造成震盪及單一輸入端易導入雜訊。因此，捷克 CMI 與英國 NPL 於 2008 年分別就低光電流/低光功率量測，研發適用之切換積分放大器(switched integrator amplifier, SIA)，以克服上述問題。到了 2016 年，捷克 CMI 證實所開發的切換積分放大器可量測小於 100 fW 之光功率，相當於每秒約 330000 光子數所產生之光功率。之後，韓國 KRISS 與紐西蘭 MSL 亦開發自製切換積分放大器。開發切換積分放大器除了用以實現低光量偵測器，韓國 KRISS 則將其應用於分光響應量測，用以提高因分光而衰弱的光訊號。依文獻所述規格(最小可量測小於 100 fW 之光功率)，若將切換積分放大器應用於 $\mu$ -LED 單晶粒量測(預估光功率範圍 pW ~  $\mu$ W)，將可滿足其弱光功率量測之需求。

- 完成 $\mu$ -LED 單點光譜/主波長量測技術分析

微弱光源之光譜量測方法有幾種可能性：(i)由分光儀輸出之單色光可利用矽光偵測器搭配前述之切換積分放大器來取得光譜訊號，此方法確實能測量到微弱光源之光譜，但LED特性會隨著其溫度改變而飄移，需快速完成量測，此法恐怕無法及時量得 $\mu$ -LED光譜而會影響主波長判定的準確性。(ii)積分球改良與無積分球法可減少光衰減，有機會採用傳統矩陣式分光儀來進行量測，但實際不可行，要依 $\mu$ -LED光訊號強度來決定，有待實驗驗證。(iii)日本NMIJ研發了高靈敏的超導光偵測器(superconducting transition-edge sensor, TES)，TES可量得單光子的波長，亦可用來量測微弱之分光訊號之波長，藉以取得待測光源光譜，但此法的缺點也是較耗時、且需在超導態下進行，對於業界產線量測並不實際。以上分析，雖量測微弱光源光譜之方法有幾種，但各有其缺點，目前仍未找到較適合 $\mu$ -LED光譜量測的方法。業界對低電流驅動條件下灰階之 $\mu$ -LED光譜與主波長仍有量測需求，希望未來能進一步研發出較實際之解決方案。

- 完成產業需求分析

業界對於微發光二極體單晶粒之量測項目需求，分為電性量測((Electrical Static Discharge；靜電放電)、Vf (順向電壓)、Vr (逆向電壓)、Ir(逆向電流)、Thy (開流體測試))與光性量測(Iv(光強度)、Wd (Dominant Wavelength；主波長)、Wp (peak

wavelength；峰波長)、HW (half wavelength；光譜半高寬))，但因 $\mu$ -LED晶片密度高，晶片間隙小( $\leq 2 \mu\text{m}$ ；約等於人眼空間解析極限)，無空間製作電極，為驅動 $\mu$ -LED，光性量測依其驅動方式又分為傳統式電致發光(Electroluminescence, EL)與非接觸式光致發光(Photoluminescence, PL)兩種。近來為解決 $\mu$ -LED難以電致發光的窘境，又發展出以電磁場誘發之非接觸式發光(induced-luminescence, IL)方式。理想上，希望PL與IL之量測結果可取代EL量測結果，省去EL接觸式量測的問題，然而實務上，PL與IL僅使 $\mu$ -LED發亮，尚未有定論是否PL與IL之量測結果可代表EL量測結果。溫度對晶粒光性之影響也在量測項目中，一般狀況下，溫差2~3度亮度差1%，而溫差55度(25 °C ~ 80 °C)亮度變化可至9%，因此在量測光性時，需控制定溫。特別是已黏至帶狀載體之晶粒(業界稱"chip on tape")，需在室溫下量測，否則藍帶載體(blue tape)或晶粒會捲起變形。

以上量測在晶粒產出流程中，除了在晶粒仍在晶圓上(業界稱"wafer level")時需要，晶粒在切割後，因為晶粒在切割時可能造成晶粒損壞，亦有量測需求。附帶一提，傳統上切割後之晶粒因不含電極，無法再被量測，直到封裝廠打好接線與接腳後才能再次被檢測，因此常造成晶片廠與封裝廠之間的糾紛，若非接觸式驅動之檢測可行，則可以較客觀的方式減少晶片廠與封裝廠之間的認知差異。

$\mu$ -LED主要應用為顯示器，發光二極體從過去的背光逐漸轉變成自發光的角色，也就是說，顯示器中每一顆發光二極體都會成為像素點。因此，單一微發光二極體之發光特性為發光二極體晶片製造商及顯示器製造商有興趣之重要規格資訊，也是晶粒分級(業界稱"分bin")重要之依據。業界期望，在產品開發的越上游檢出元件缺陷，越能節省下游修復重製之成本，因此晶片廠之良率需求高達99.999%，也因此晶粒之特性檢測對晶片廠以及其下游之廠商來說，都非常重要。

截至今日業界尚未有人實際量測 $\mu$ -LED單晶粒光性(如：光功率及主波長等)，原因可分為幾個層面：(1)  $\mu$ -LED單晶粒樣品需特製：由於 $\mu$ -LED制式晶片密度高，晶片間隙小( $\leq 2 \mu\text{m}$ )，無空間製作電極；也因晶片間距小於傳統點測探針直徑，無法直接以點測方式單獨點亮單晶粒。(2)  $\mu$ -LED光訊號弱，光性量測極為困難：因 $\mu$ -LED發光面積小，所發出之光功率較一般LED弱，加上量測所使用之積分球與分光儀，都可能造成光訊號再衰減，使得 $\mu$ -LED之光性量測更加困難。據業界透漏， $\mu$ -LED晶粒尺寸(邊長)可由100  $\mu\text{m}$ 至2.5  $\mu\text{m}$ ，驅動電流約為10  $\mu\text{A}$ ，連續及脈衝驅動皆有。一般來說，要電壓 $>2.5 \text{ V}$ 才在 $\mu$ -LED的線性工作區，非工作區目前皆因為光訊號太小而無法進行量測。(3)  $\mu$ -LED單晶粒檢測十分耗時。即使 $\mu$ -LED可點測、光訊號也夠強， $\mu$ -LED單晶粒檢測仍有耗時的問題。以一片4"晶圓為例，預估含約 $10^8$ 個 $\mu$ -LED晶粒，假設每個單晶粒檢測耗時僅30 ms，檢完整片晶圓仍需超過一個月的時間。

因 $\mu$ -LED樣品取得不易，本先期研究設計 $\mu$ -LED光源搭配針孔來替代模擬如 $\mu$ -LED之微小發光源。市售針孔尺寸選擇多，如：Edmund有(1, 2, 5, 8, 10, 12.5, 15, 20, 25, 30, 35, 50, 75, 80, 100)  $\mu\text{m}$ 等直徑之精密小孔，正適合作為 $\mu$ -LED替代光源之篩光



片使用。建置好的 $\mu$ -LED替代光源如下圖所示，這種架設之缺點為：由於光纖出口與針孔間有一小段距離，因此所產生之光形與實際 $\mu$ -LED光形不甚相同，需進一步實驗看是否能藉由調整光纖出口與針孔間之距離來實現所需之光形。

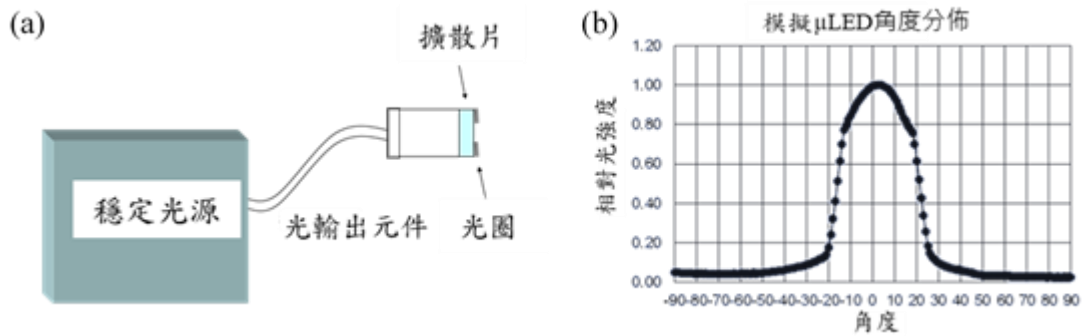


圖 1-3-20、(a)  $\mu$ -LED 替代光源設計；(b)  $\mu$ -LED 替代光源之光形

另外設計 $\mu$ -LED單晶粒標準樣品，用以實現單一 $\mu$ -LED晶粒之光性量測，及作為 $\mu$ -LED面型量測之傳遞標準件。目前廠商研發規畫之制式產品因晶粒間距小，無法實現點測，因此需要額外客製化製作 $\mu$ -LED單晶粒標準樣品。傳統LED量測依樣品光形分布可分為 $4\pi$ 與 $2\pi$ 幾何，未額外加工之 $\mu$ -LED晶粒因其雙面發光而較接近 $4\pi$ 幾何，而產線上面型量測、或後段為應用額外加工之 $\mu$ -LED，多半需要 $2\pi$ 幾何量測。對於兩種幾何，需設計不同樣品架構。

$2\pi$ 幾何之樣品設計較直覺，假設晶粒為flip chip設計，晶粒底焊黏於電路板，可預留電路板、裁切為約1 cm (邊長或直徑)大小，方便在電路板上製作電極。電路板可鑲嵌/黏貼於白色底板，用以封住積分球孔(直徑約1.8 cm)，最底層再多加一層固定用的蓋子(如下圖)。因晶粒樣品相對於電路板非常小，為避免近場吸收影響量測結果，可以嘗試使用白色或透明電路板(壓克力、鐵氟龍材質(鐵氟龍反射率接近98%))，但因此區域反射率改變，應嘗試用模擬評估成效。原顧慮積分球洞孔相對於晶粒樣品非常大，恐怕會有反射光溢出之現象，若電路板可用白色高反射材質，應可避免這個問題。

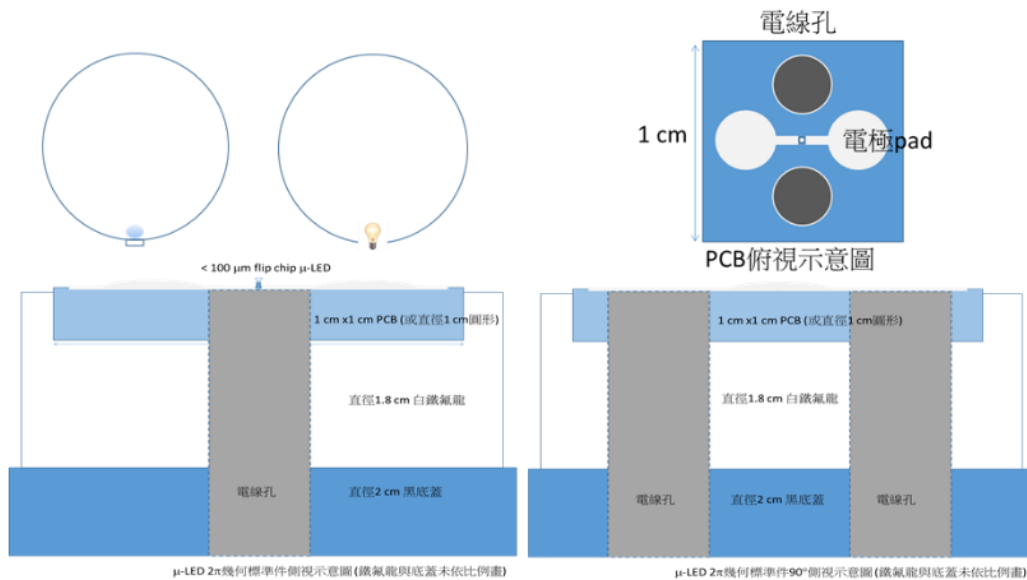


圖 1-3-21、 $\mu$ -LED 2 $\pi$ 幾何樣品設計

傳統4 $\pi$ 幾何量測之燈座以一長柱固定於積分球中心，由於 $\mu$ -LED單晶粒極小，所搭配之長柱勢必要夠細或是透明，對全光通量量測結果之影響才不會太大。但即使直徑0.5 mm之棒材對於 $\mu$ -LED尺寸仍超過五倍粗，恐避免不了近場吸收(near-field absorption)造成之量測誤差，近場吸收來自燈座對於光源之吸收，有別於燈與燈具之自吸收(self-absorption)，近場吸收無法以自吸收修正公式來補償。由於傳統燈具形式不適合應用於 $\mu$ -LED夾置，因此嘗試由生醫應用之 $\mu$ -LED封裝來尋求解決方案。

不同於 $\mu$ -LED在顯示器應用中多半以陣列式排列， $\mu$ -LED在生醫方面之應用，尤其是神經學相關應用，較常以少量或單一的形式存在。其封裝方式與相關機構(電極焊線等)的設計多半大同小異，類似神經探針(neural probe)，不同的是，神經探針上鑲的為感測器(如：CMOS感測器)。原期望生醫領域之 $\mu$ -LED封裝方式可直接應用於 $\mu$ -LED 4 $\pi$ 幾何量測，然而神經學用之探針通常由微機電技術製作，其剛性與長度(僅數毫米(mm))都不足以因應所需，只能作為設計參考。 $\mu$ -LED光功率量測擬使用之積分球直徑為5 cm ~ 10 cm，也就是固定用之夾具長度至少要2.5 cm以上，才有機會將 $\mu$ -LED單晶粒固定於積分球中央。

假設將 $\mu$ -LED焊線製成軟片，固定於(透明)蓋玻片，再以白色無粉棒材(如鐵氟龍)夾住固定於積分球中央。本工作設計四種類似的固定方式(如下圖)，需實際量測 $\mu$ -LED光形再由光形來決定最佳之固定方式，以不遮蔽發光為原則。

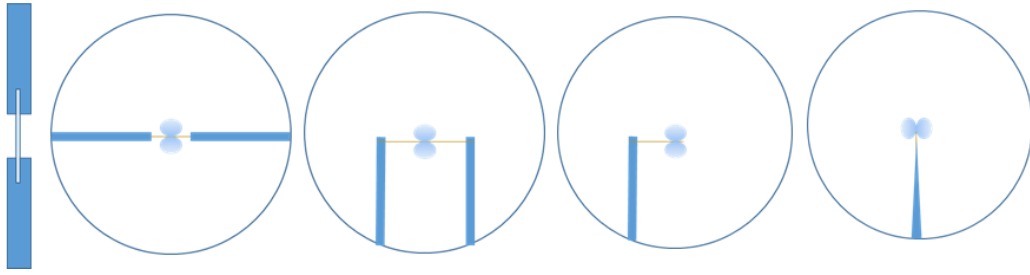


圖 1-3-22、 $\mu$ -LED 4 $\pi$ 幾何固定方式

## 5. 新SI標準建置後續工作

### (1). 新質量標準

#### A. 年度目標

- 小質量系統(系統代碼 M01)之質量比較儀系統評估：不確定度 0.060 mg (1 kg)、0.009 mg (100 g)、0.0030 mg (10 g)。
- 原級矽晶球質量標準(系統代碼 M02)之質量比較儀系統評估：不確定度 35  $\mu$ g。
- 靜態膨脹真空標準系統(系統代碼 L02)之軟硬體整合與測試：膨脹率不確定度  $1 \times 10^{-2}$ 。
- XPS/XRF 表層質量系統整合與真空度測試。

#### B. 工作成果

- 完成小質量系統(系統代碼 M01)之質量比較儀系統評估

小質量量測系統新建置之全自動質量比較系統分為3個能量範圍分別為1 kg至100 g、100 g至10 g及10 g至1 mg。系統架構包含一公斤CCR10-1000、一百克a107XL及十克a10XL全自動質量比較儀、環境監控系統及標準件法碼之各項設備，其系統示意圖如圖1-3-23所示，實體照片如圖1-3-24至圖1-3-26所示。

本年度完成三套全自動質量比較儀系統質量量測模式建立，分為直接比對(Direct comparison)校正模式及1 kg至1 mg組合衡量(Subdivision)導引模式。質量量測不確定度來源主要為量測過程 $u_w$ 、參考標準件 $u_r$ 、質量比較儀 $u_{ba}$ ，及空氣浮力 $u_b$ ，評估結果說明如下。

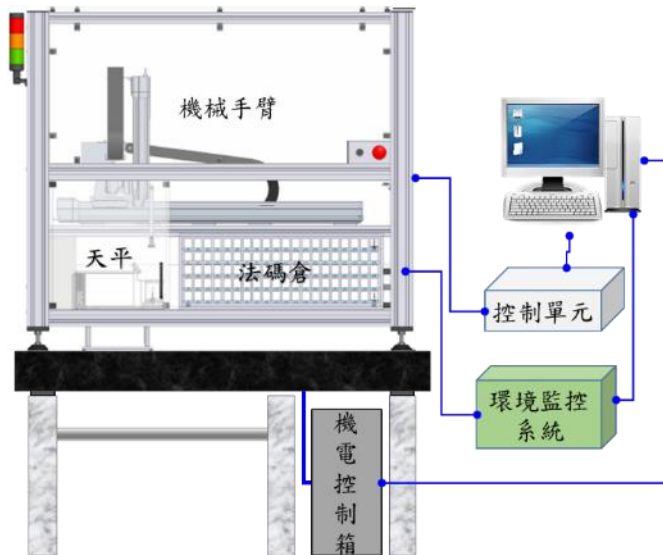


圖 1-3-23、全自動質量比較儀量測系統示意圖



圖 1-3-24、一公斤 CCR10-1000 全自動質量比較儀量測系統實體照片



圖 1-3-25、一百克 a107XL 全自動質量比較儀量測系統實體照片

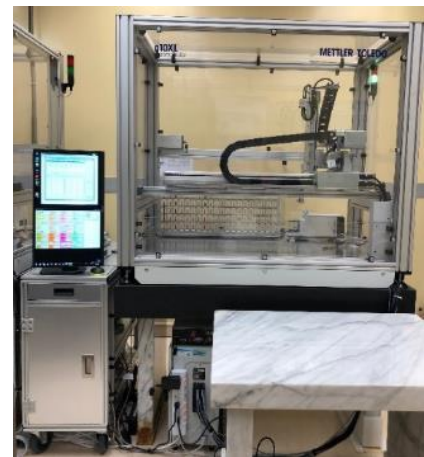


圖 1-3-26、十克 a10XL 全自動質量比較儀量測系統實體照片

(a) 完成 1 kg 至 1 mg 標準件質量導引

1 kg至1 mg標準件法碼質量由1 kg參考標準件法碼導引其質量值，運用組合衡量法與矩陣運算由一個參考標準法碼與一完整的法碼組做比對校正，進而導引出一整組每個標稱值法碼的質量。導引方法以全自動質量比較系統對標準件法碼進行追溯校正，依據OIML R111-1要求進行量測，量測模式是參考NBS T.N. 952及「Comprehensive Mass Metrology」量測模式，如表3-1-11之「10,10,5,5,2,2,1,1」導引衡量模式，自1 kg導至1 mg可分為六組整體法碼組，每一組同時量測8顆法碼， $k=8$ ，得到10個觀察值 $y_i$ ， $i=1、2、\dots、n$ ， $n=10$ 。其中每次比對校正採用ABBA衡量循環(Weighing cycles)進行校正。

表 1-3-11、NIST 10,10,5,5,2,2,1,1 的衡量設計

觀察值	$10 \times 10^n \text{g}$	$10^* \times 10^n \text{g}$	$5 \times 10^n \text{g}$	$5^* \times 10^n \text{g}$	$2 \times 10^n \text{g}$	$2^* \times 10^n \text{g}$	$1 \times 10^n \text{g}$	$1^* \times 10^n \text{g}$
$y_1$	1	-1						
$y_2$	1		-1	-1				
$y_3$		1	-1	-1				
$y_4$			1	-1				
$y_5$			1		-1	-1	-1	
$y_6$				1	-1	-1		-1
$y_7$					1	-1		
$y_8$					1		-1	-1
$y_9$						1	-1	-1
$y_{10}$							1	-1
$m_R$	※							

※為參考標準件

量測 $k$ 個法碼質量各別為 $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ ，其組合衡量方程式為：

$$y_1 = x_{11}\beta_1 + x_{12}\beta_2 + \dots + x_{1k}\beta_k + e_1$$

$$y_2 = x_{21}\beta_1 + x_{22}\beta_2 + \dots + x_{2k}\beta_k + e_2$$

⋮

$$y_n = x_{n1}\beta_1 + x_{n2}\beta_2 + \dots + x_{nk}\beta_k + e_k \quad (1-3-7)$$

其中 $e_i$ 為殘差，運用矩陣與最小平方法求出個別法碼的質量值，方程式(1-3-7)以矩陣表示為 $y = X\beta + e$ ，則各個法碼的質量值可由 $\beta$ 矩陣估算得到，其 $X$ 矩陣為衡量過程中置換法碼的位置及次序矩陣為：

$$X = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \quad (1-3-8)$$

每組的參考法碼為 $m_R$ ，各標稱值法碼估計值 $\hat{\beta}$ 之矩陣運算表示式為：

$$\hat{\beta} = [CX^T \quad h] \begin{bmatrix} y \\ m_R \end{bmatrix} \quad (1-3-9)$$

其中 $h$ 為量測所使用的組合法碼比率值。 $C$ 矩陣為估算法碼變異數-共變數矩陣一重要矩陣，即法碼變異數-共變數矩陣為 $V_\beta = s^2C$ ， $s$ 為整組組合衡量法量測標準差。1 kg至1 mg組合衡量導引之不確定度計算為：

$$u_c(\beta_j)^2 = u_w(\beta_j)^2 + u_r(\beta_j)^2 + u_{ba}(\beta_j)^2 + u_b(\beta_j)^2 \quad (1-3-10)$$

式(1-3-10)各項不確定度評估結果如表1-3-12所示。

表 1-3-12、質量導引各法碼之不確定度計算結果

標稱值	$u_w(\beta_j)$ (mg)	$v_w(\beta_j)$	$u_r(\beta_j)$ (mg)	$v_r(\beta_j)$	$u_{ba}(\beta_j)$ (mg)	$v_{ba}(\beta_j)$	$u_b(\beta_j)$ (mg)	$v_b(\beta_j)$	$u_c(\beta_j)$ (mg)	$k$	$U(\beta_j)$ (mg)
1 kg	0.000142	9	0.016190	$\infty$	0.000148	$\infty$	0.000751	$\infty$	0.016208	2	0.033
500g	0.000427	53	0.010209	$\infty$	0.000408	$\infty$	0.000174	$\infty$	0.010228	2	0.021
200g	0.000326	53	0.004084	$\infty$	0.000408	$\infty$	0.000030	$\infty$	0.004118	2	0.0083
100g	0.000311	53	0.002042	$\infty$	0.000408	$\infty$	0.000047	$\infty$	0.002106	2	0.0043
50g	0.000427	53	0.002118	$\infty$	0.000041	$\infty$	0.000004	$\infty$	0.002161	2	0.0044
20g	0.000326	53	0.000847	$\infty$	0.000041	$\infty$	0.000007	$\infty$	0.000908	2	0.0019
10g	0.000311	53	0.000424	$\infty$	0.000041	$\infty$	0.000007	$\infty$	0.000527	2	0.0011
5g	0.000186	43	0.000365	$\infty$	0.000041	$\infty$	0.000003	$\infty$	0.000424	2	0.00085
2g	0.000139	43	0.000146	$\infty$	0.000041	$\infty$	0.000002	$\infty$	0.000229	2	0.00048
1g	0.000127	43	0.000073	$\infty$	0.000041	$\infty$	0.000002	$\infty$	0.000182	2	0.00037
500mg	0.000114	43	0.000103	$\infty$	0.000041	$\infty$	0.0000010	$\infty$	0.000188	2	0.00038
200mg	0.000063	43	0.000041	$\infty$	0.000041	$\infty$	0.0000004	$\infty$	0.000132	2	0.00027
100mg	0.000057	43	0.000021	$\infty$	0.000041	$\infty$	0.0000002	$\infty$	0.000124	2	0.00028
50mg	0.000037	43	0.000092	$\infty$	0.000041	$\infty$	0.000014	$\infty$	0.000147	2	0.00029
20mg	0.000039	43	0.000037	$\infty$	0.000041	$\infty$	0.000008	$\infty$	0.000121	2	0.00024
10mg	0.000039	43	0.000018	$\infty$	0.000041	$\infty$	0.000014	$\infty$	0.000117	2	0.00023
5mg	0.000042	43	0.000060	$\infty$	0.000041	$\infty$	0.000014	$\infty$	0.000131	2	0.00026
2mg	0.000037	43	0.000024	$\infty$	0.000041	$\infty$	0.000008	$\infty$	0.000117	2	0.00023
1mg	0.000039	43	0.000012	$\infty$	0.000041	$\infty$	0.000014	$\infty$	0.000116	2	0.00023

(b)完成小質量系統之全自動質量比較儀系統評估

質量量測提供校正服務採用直接比對(Direct comparison)校正模式，即選定相同標稱值之待校法碼 $t$ 與標準法碼 $r$ 置於質量比較儀上，以雙重替換法(double substitution weighting method)得到兩者之差值而完成校正。其量測方程式為：

$$m_{ct} = m_{cr} + \Delta m_c \quad (1-3-11)$$

$$\Delta m_c = \Delta I + m_{cr} C \quad (1-3-12)$$

$$C = (\rho_a - \rho_0) \left( \frac{1}{\rho_r} - \frac{1}{\rho_t} \right) \quad (1-3-13)$$

其中  $m_{ct}$  為待校法碼的約定質量； $m_{cr}$  為參考法碼的約定質量； $\Delta m_c$  為待校法碼與參考法碼比對之約定質量差； $m_{cr} C$  為空氣浮力修正項， $C$  為浮力修正因子； $\rho_a$  為量測時的空氣密度； $\rho_0$  為參考空氣密度  $1.2 \text{ kg/m}^3$ ； $\rho_r$  為參考法碼密度； $\rho_t$  為待校法碼密度。不確定度估算式為：

$$u_c = \sqrt{[c(\Delta m_c)u(\Delta m_c)]^2 + [c(m_{cr})u(m_{cr})]^2 + [c(\text{ba})u(\text{ba})]^2 + [c(\text{b})u(\text{b})]^2 + (m_0 C_b)^2} \quad (1-3-14)$$

一公斤 CCR10-1000、一百克 a107XL 及十克 a10XL 全自動質量比較儀不確定度由式(3-14)可求得，不確定度分量如表 1-3-13 所示。由表 1-3-13 可得全自動質量比較儀不確定度分別為  $0.045 \text{ mg}$  (1 kg)、 $0.0082 \text{ mg}$  (100 g)、 $0.0016 \text{ mg}$  (10 g)，符合計畫目標。

表 1-3-13、全自動質量比較儀不確定度分量表

質量比較儀 / 標稱值				CCR10-1000 / 1 kg		a107XL / 100 g		a10XL / 10 g	
不確定度源	類型	機率分布	靈敏係數	標準不確定度(mg)	自由度	標準不確定度(mg)	自由度	標準不確定度(mg)	自由度
量測過程 $u(\Delta m_c)$	A	$t$	1	0.001487	68	0.001389	59	0.000169	236
標準法碼 $u(m_{cr})$	B	常態	1	0.020419	$\infty$	0.003777	$\infty$	0.000714	$\infty$
質量比較儀 $u(\text{ba})$	B	矩形	1	0.000408	50	0.000041	50	0.000041	50
空氣浮力 $u(\text{b})$	B	常態	1	0.007852	50	0.000777	50	0.000194	50
空氣浮力修正項 $m_0 C_b$ (mg)				0.006303		0.000599		0.000162	
組合標準不確定度 $u_c$ (mg)				0.022818		0.004143		0.000777	
有效自由度 $\nu_{\text{eff}}$				3563		4189		11351	
涵蓋因子 $k$ (信賴水準 95%)				1.97		1.97		1.97	
量測不確定度 $U$ (mg)				0.045		0.0082		0.0016	

- 完成原級砵晶球質量標準(系統代碼 M02)之質量比較儀系統評估

原級砵晶球質量比較儀如圖 1-3-27 所示，內含 6 個秤盤，以鉑銥公斤原器(No. 78)與 5 顆相同材質、形狀、體積之不鏽鋼法碼作交互比對，待校法碼質量與標準件之關係式為：

$$m_x = m_s + m_s \Delta \gamma + \rho_a \cdot (V_x - V_s) - \delta \quad (1-3-15)$$

其中， $m_s$ ：標準件質量，在此為鉑銥公斤原器(No.78)

$m_x$ ：待校件質量，在此為 Häfner 不鏽鋼法碼

$\Delta\gamma$ ：重力梯度與法碼高度差乘積

$V_s$ ：標準件法碼體積

$V_x$ ：待校件法碼體積

$\rho_a$ ：量測時空氣密度

$\delta$ ：質量比較儀的讀值差

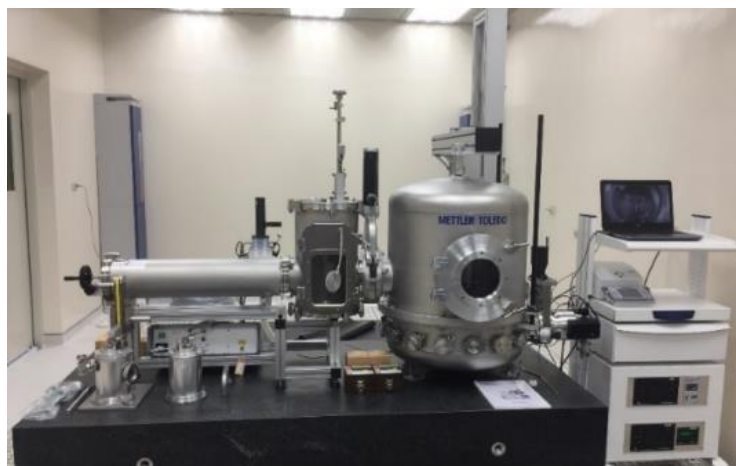


圖 1-3-27、M02 質量比較儀

M02質量比較儀不確定度分量表如表1-3-14，不確定度評估結果為29  $\mu\text{g}$ ，符合計畫目標。

表 1-3-14、原級矽晶球質量標準(系統代碼 M02)之質量比較儀不確定度分量表

不確定度來源 $X_i$	不確定度類別	機率分佈	標準不確定度	靈敏係數 $C_i$	不確定度分量(mg)	自由度 $\nu$
量測過程	A	常態分佈	0.000293 mg	1	0.000293	85
參考標準件	B	常態分佈	0.014442 mg	1	0.014442	$\infty$
垂直重力分量	B	常態分佈	0.000022 mg	1	0.000022	50
質量比較儀	B	矩形分佈	0.000041 mg	1	0.000041	50
空氣浮力	空氣密度	B	$7.429 \times 10^{-6} \text{ mg/cm}^3$	$78.4276 \text{ cm}^3$	0.000582	89
	法碼體積	B	$0.0010408 \text{ cm}^3$	$1.1985 \text{ mg/cm}^3$	0.001148	50
組合標準不確定度 $u_c$ (mg)				0.014502 mg		
有效自由度 $\nu_{eff}$				1226872		
涵蓋因子 k (信賴水準 95%)				2		
量測不確定度 $U$ ( $\mu\text{g}$ )				29 $\mu\text{g}$		

- 完成靜態膨脹真空標準系統(系統代碼 L02)之軟硬體整合與測試

靜態膨脹真空標準系統架構如圖1-3-28虛框所示，包含三個初始腔體以及一主腔體，初始腔體體積分別為2L、0.2L及0.02L，主腔體體積為200L，膨脹率、初始壓力及最終壓力之關係如下式(3-16)所示，其中 $P_i$ 為初始壓力， $P_n$ 為最終壓力， $f$ 為膨脹率，靜態膨脹系統之膨脹率與壓力關係如表1-3-15所示，所需之最終壓力可透過表



中之不同膨脹路徑直接或連續膨脹而得，膨脹率與各腔體間之關係式如下式(1-3-17)所示，其中 $v_i$ 為初始腔體容積， $n$ 為膨脹路徑腔體數量。系統軟硬體整合與測試結果說明如下：

$$p_n = p_i[1 - (1 - f)^n] \quad (1-3-16)$$

$$f = \frac{v_i}{v_i + \dots + v_n} \quad (1-3-17)$$

表 1-3-15、靜態膨脹系統膨脹率與壓力關係

初始壓力(Pa)	膨脹路徑	膨脹率	最後壓力(Pa)
1.00	0.02L → 200L	$1 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-4}$
$1 \times 10^{-3}$	0.2L → 200L	$9.99 \times 10^{-4}$	1.00
$1.01 \times 10^{-5}$	2L → 200L	$9.90 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-3}$

2L初始腔體膨脹至200L主腔體之膨脹率約為0.0095，針對初始壓力及最終壓力進行量測，關係式如下式，不確定度評估如表1-3-16，不確定度為0.89%，符合計畫目標。

$$f = \frac{P_{int}}{P_{end}} \quad (1-3-18)$$

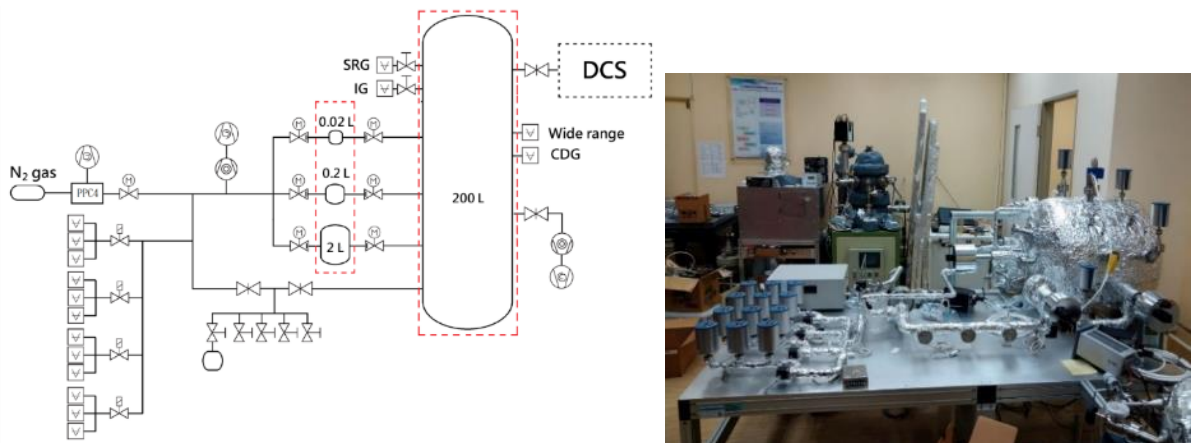


圖 1-3-28、靜態膨脹真空標準系統架構與實體圖

表 1-3-16、靜態膨脹真空標準系統膨脹率測試不確定度評估表

不確定度來源	靈敏係數	不確定度(Pa)
初始壓力( $P_{int}$ )	$1.26 \times 10^{-5}$	6.666
最終壓力( $P_{end}$ )	$1.33 \times 10^{-3}$	7.999
組合標準不確定度( $f$ )		$7.86 \times 10^{-5}$
相對組合標準不確定度		0.89 %

- 完成 XPS/XRF 表層質量系統整合與真空度測試

NML採取X光晶體密度法(XRCD，又稱矽晶球法)實現新公斤定義，矽晶球核內之矽原子由於狀態穩定僅需一次量測，惟矽晶球表層氧化物之質量需長期監控與修正，因此須建立XPS/XRF表層質量系統以進行表層質量之量測與元素分析。

XPS/XRF表層質量系統硬體部分目前已完成架設，矽晶球表層質量量測系統主要包含兩部分加載互鎖真空腔體以及分析腔體，如圖1-3-29所示。

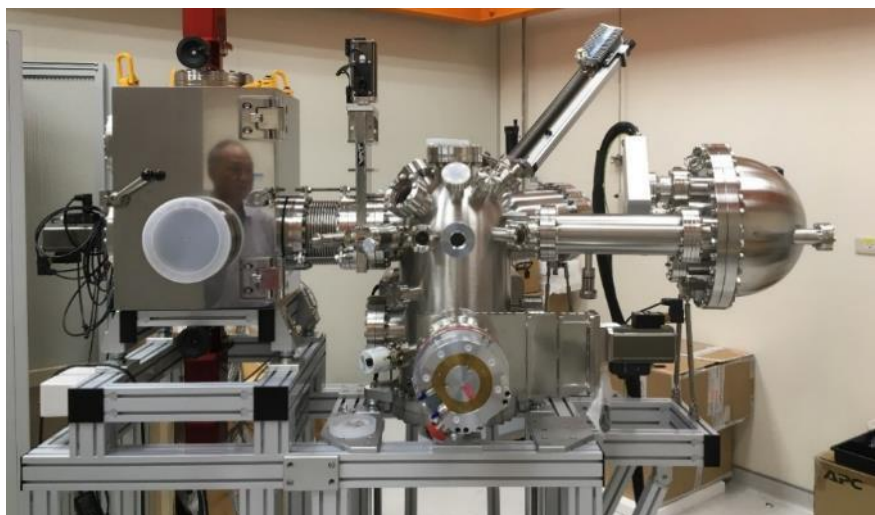


圖 1-3-29、XPS/XRF 表層質量系統

加載互鎖真空腔體(load lock chamber)作為真空傳遞腔體，主要功能為透過傳遞導桿將待測樣品送入分析腔體前的前置區，也可在腔體內先抽至真空避免分析腔體破大氣以及環境變化過大，主要包含傳遞導桿、矽晶球升降座、開啟矽晶球傳遞容器之單軸升降機構、真空系統以及量測用之試片及試片治具放置處。而XRF與XPS光譜於分析腔體量測，其真空度需長時間維持於超高真空狀態，X光射源、X射線光電子頻譜分析儀以及XRF擷取訊號用的矽飄移偵測器(silicon drift detector)皆以固定角度位置安裝於超高真空腔體之上，分析腔體主要包含X光射源、石英單晶X射線單色器X射線、光電子頻譜儀、螢光頻譜分析儀、電荷中和器以及氫離子濺鍍槍。真空度測試結果顯示loadlock腔體及分析腔體之背景壓力值均在 $5 \times 10^{-8}$  Torr左右。

## (2). 新溫度標準

### A. 計畫目標

- 進行聲學氣體溫度計量測系統(系統代碼 T05)評估，量測範圍：(213 K ~ 373 K)。
- 進行輻射溫度高溫共晶點系統(系統代碼 T01)評估：完成 Co-C (1324 °C)不確定度評估，不確定度 $\leq 0.9$  °C。

- 熱電偶高溫系統(系統代碼 T03)評估：於(0 ~ 1492) °C 之定點及內插溫度評估，不確定度(0.11 ~ 1.00) °C。

## B. 工作成果

- 完成聲學氣體溫度計(AGT)量測系統(系統代碼 T05)量測範圍評估

聲學氣體溫度計量測系統如圖1-3-30，針對溫度穩定度、微波共振頻率決定半徑及系統溫度量測結果說明如下。



圖 1-3-30、聲學氣體溫度計量測系統

### (a) 溫度穩定度評估

利用各2支囊型白金電阻溫度計(CSPRT)與長型白金電阻溫度計(SPRT)進行溫度穩定度之測試，其中囊型白金電阻溫度計係置於共振腔的殼體中，長型白金電阻溫度計放置在溫度計套管(thermowell)內，量測過程係控制在恆定壓力下進行。前者的溫度穩定度影響微波共振頻率與聲學共振頻率之量測結果，亦即將影響熱力學溫度之量測結果；後者可視為是待校溫度計量測熱力學溫度之穩定測試。囊型白金電阻溫度計和長型白金電阻溫度計的自熱效應各約0.3 mK和2 mK，圖1-3-31顯示已修正自熱效應的溫度穩定性量測結果，不僅囊型白金電阻溫度計sub-mm的溫度穩定性顯示AGT呈現相當高的穩定度，且2支長型白金電阻溫度計彼此間具良好的一致性說明了不同位置所量熱力學溫度之一致性。

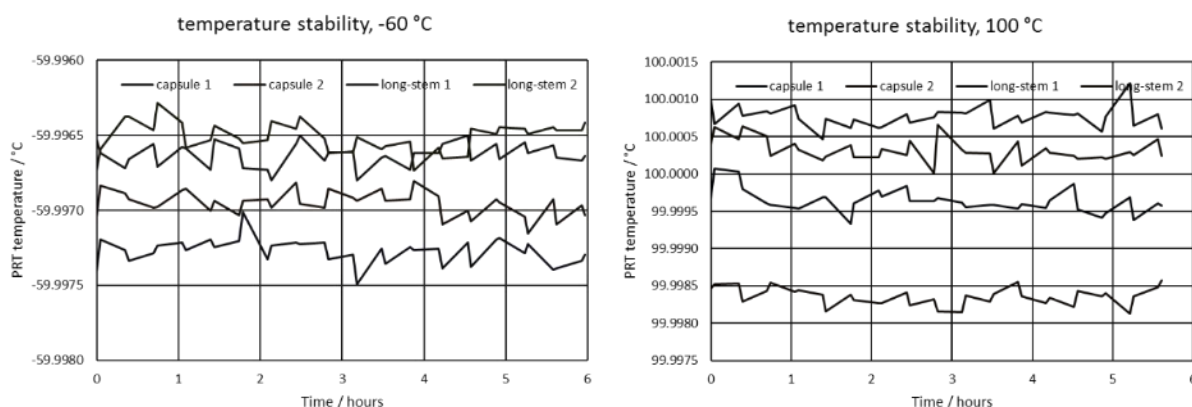


圖 1-3-31、CSPRT(capsule 1 及 2)和長型 SPRT(long-stem 1 及 2)呈現高穩定度的 AGT  
與徑向熱力學溫度量測一致性

(b)聲速測試與熱力學溫度量測結果

為了得到精確之結果，通常必須考慮到third order term，因聲速係溫度與壓力的函數，若根據Gillis and Moldover model，則 $u^2(T, p) - A_3 p^3 = u_0^2 + A_1 p + A_2 p^2$ ，其中 $u_0$ 為擬合到零氣體壓力 $p$ 之聲速，且 $A_1$ 、 $A_2$ 亦由擬合所得， $A_3$ 則根據氫維里係數(virial coefficients)計算所得，最後由零氣體壓力之聲速 $u_0$ 推導出熱力學溫度 $T$ ，系統(213 ~ 373) K，評估結果如下表。

表 1-3-17、熱力學溫度量測結果

$u_0^2 / (\text{m/s})^2$	Stdev $u_0^2$ ( $n$ modes)	$u_0^2(T) / u_0^2$ (TPW)	$T / \text{K}$ relative	$T / \text{K}$ absolute
94756.09	0.24 (6)	1	273.16	273.15934
73938.38	0.06 (5)	0.7803021	213.14932	213.14682
129442.99	0.13 (6)	1.3660651	373.1543	373.15345

- 完成輻射溫度高溫共晶點系統(系統代碼 T01) Co-C (1324 °C)定點不確定度評估

輻射溫度高溫共晶點系統如圖1-3-32，能量包含：Co-C (1324 °C)、Pd-C (1492 °C)、Re-C (2474 °C)及WC-C (2747 °C)，今年度工作為完成Co-C定點囊評估。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：

$$S(T) = \frac{C}{\exp\left(\frac{c_2}{AT + B}\right) - 1} \quad (1-3-19)$$

其中， $S(T)$ 為線性高溫計訊號， $T$ 為熱力學溫度， $c_2$ 為常數，將式(1-3-19)簡化為(1-3-20)。

$$T = \frac{C_2}{A \ln\left(\frac{C}{S} + 1\right)} - \frac{B}{A} \quad (1-3-20)$$

由輻射溫度計讀出黑體標準輻射溫度，得到相對應之電流輸出值，再帶入式(1-3-20)中，推算出  $A$ 、 $B$  與  $C$  等係數。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。Co-C 共晶點不確定度分析如表 1-3-18，不確定度為 0.83 °C，符合計畫目標。

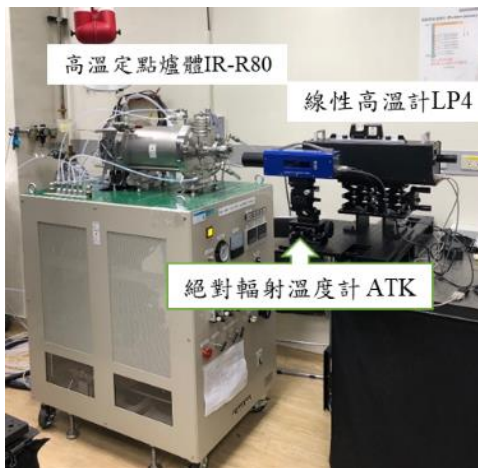


圖 1-3-32、輻射溫度高溫共晶點定點校正系統實體圖

表 1-3-18、Co-C (1324 °C)定點不確定度分量表

誤差源	標準不確定度	分配屬性	靈敏係數	不確定度分量	自由度
標準件黑體溫度 $X$	0.099		1	0.099	19
重複性 $x_1$		$t$ 分配			2
再現性 $x_2$	0.015	$t$ 分配			2
轉折點之回歸 $x_3$	0.057	矩形分配			$\infty$
	0.08				
標準線性高溫計 $Y$	0.4		1	0.4	1713980
電流響應之穩定性 $y_1$		矩形分配			$\infty$
光源尺寸效應 $y_2$	0.4	$t$ 分配			$\infty$
光電流漂移 $y_3$	0.018	矩形分配			7
	0.0003				$\infty$
組合標準不確定度 $u_c(T) = \sqrt{[0.099^2 + 0.4^2]} = 0.42$					
有效自由度 $\nu_{\text{eff}} = 0.42^4 / [0.099^4 / 19 + 0.4^4 / 1713980] = 5628$					
涵蓋因子 $k = 1.96$					
量測不確定度 $U = 0.83$					

• 完成熱電偶高溫系統(系統代碼 T03)不確定度評估

為實現金屬-碳共晶點的鈷碳合金(Co-C; 1324 °C)與鈀碳合金(Pd-C; 1492 °C)之定點校正，使用R-type熱電偶評估Co-C與Pd-C共晶點校正系統，如圖1-3-33所示。熱電偶高溫校正系統不確定度主要由工作標準件的Co-C與Pd-C共晶點囊、熱電偶量測系統、最佳待校件R-type熱電偶等所提供，並可細分成10項不確定度來源，包含金屬-碳共晶點囊溫度之追溯校正 $u_{\text{cell}}$ 、重複性量測 $u(E_{RP})$ 、高溫爐熱環境的影響 $u(E_{HF})$ 、熱電偶線非均勻性評估 $u(E_{IH})$ 、轉折點的決定 $u(E_{IP})$ 、電表追溯校正 $u(E_{DC})$ 、電表漂移量 $u(E_{DS})$ 、電表解析度 $u(E_{RE})$ 、接線雜散評估 $u(E_{EN})$ 、冰點參考點的評估 $u(E_{CI})$ 。依據上述不確定度來源，高溫熱電偶Co-C與Pd-C共晶點校正系統的電壓組合不確定度可表示如下：

$$u_{comb}^2 = u_{cell}^2 + u(E_{RP})^2 + u(E_{IP})^2 + u(E_{HF})^2 + u(E_{IH})^2 + u(E_{CJ})^2 + u(E_{DC})^2 + u(E_{DS})^2 + u(E_{EN})^2 + u(E_{RE})^2 \quad (1-3-21)$$

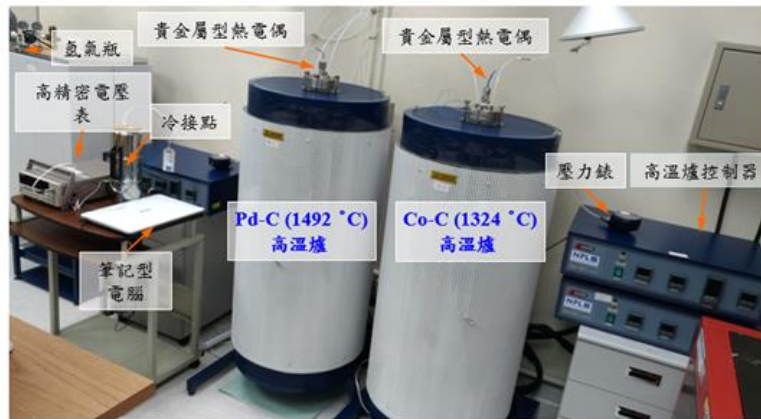


圖 1-3-33、高溫熱電偶 Co-C 與 Pd-C 共晶點定點校正系統的實體圖

(a) Co-C (1324 °C) 與 Pd-C (1492 °C) 定點不確定度評估

Co-C (1324 °C) 與 Pd-C (1492 °C) 定點不確定度評估如表 1-3-19 及表 1-3-20，Co-C (1324 °C) 之不確定度為 0.66 °C，Pd-C (1492 °C) 之不確定度為 0.75 °C。

表 1-3-19、高溫熱電偶在 Co-C 共晶點校正的不確定度分量表

誤差源/單位	機率分佈	標準不確定度
重複性量測 emf / $\mu\text{V}$	常態	0.13
Pd-C 共晶點囊溫度的追溯校正 / $^{\circ}\text{C}$	常態	3.10
高溫爐熱環境的影響 / $^{\circ}\text{C}$	矩形	0.21
熱電偶線非均勻性評估 / $\mu\text{V}$	矩形	0.43
轉折點的決定 / $\mu\text{V}$	矩形	3.42
電表追溯校正 / $\mu\text{V}$	常態	0.35
電表漂移量 / $\mu\text{V}$	矩形	0.29
電表解析度 / $\mu\text{V}$	矩形	0.00
接線雜散評估 / $\mu\text{V}$	矩形	0.03
冰點參考點的評估 / $^{\circ}\text{C}$	矩形	0.15
組合不確定度 (k=1) / $\mu\text{V}$		4.67
量測不確定度 (k=2) / $\mu\text{V}$		9.34
量測不確定度 (k=2) / $^{\circ}\text{C}$		0.66

表 1-3-20、高溫熱電偶在 Pd-C 共晶點校正的不確定度估算表

誤差源/單位	機率分佈	標準不確定度
重複性量測 emf / $\mu\text{V}$	常態	0.40
Pd-C 共晶點囊溫度的追溯校正 / $^{\circ}\text{C}$	常態	4.64
高溫爐熱環境的影響 / $^{\circ}\text{C}$	矩形	2.17

誤差源/單位	機率分佈	標準不確定度
熱電偶線非均勻性評估 / $\mu\text{V}$	矩形	0.43
轉折點的決定 / $\mu\text{V}$	矩形	0.97
電表追溯校正 / $\mu\text{V}$	常態	0.35
電表漂移量 / $\mu\text{V}$	矩形	0.29
電表解析度 / $\mu\text{V}$	矩形	0.00
接線雜散評估 / $\mu\text{V}$	矩形	0.03
冰點參考點的評估 / $^{\circ}\text{C}$	矩形	0.15
組合不確定度 ( $k=1$ ) / $\mu\text{V}$	5.27	
量測不確定度 ( $k=2$ ) / $\mu\text{V}$	10.55	
量測不確定度 ( $k=2$ ) / $^{\circ}\text{C}$	0.75	

(b) ( $0 \sim 1492$ )  $^{\circ}\text{C}$  內插溫度範圍不確定度評估

透過ITS-90的5個定義定點、Co-C與Pd-C參考定點、偏差方程式與ITS-90不同溫度範圍參考方程式的不確定度，評估標準熱電偶在 $0^{\circ}\text{C}$ 至 $1492^{\circ}\text{C}$ 之不確定度，評估結果如表1-3-21，不確定度為( $0.11 \sim 0.75$ )  $^{\circ}\text{C}$ 。

表 1-3-21、( $0 \sim 1492$ )  $^{\circ}\text{C}$  定點及內插溫度範圍的不確定度估算表

項目 \ 定點溫度( $^{\circ}\text{C}$ )	Ga	Sn	Zn	Al	Ag	Co-C	Pd-C
		29.7646	231.928	419.527	660.323	961.78	1324
標準不確定度 ( $k=1$ )	0.10	0.06	0.06	0.05	0.05	0.33	0.38
偏差方程式不確定度 ( $t_{90} < 961.78^{\circ}\text{C}$ )	0.139 $^{\circ}\text{C}$					-	
偏差方程式不確定度 ( $961.78^{\circ}\text{C} < t_{90} < 1492^{\circ}\text{C}$ )	-					0.004 $^{\circ}\text{C}$	
組合標準不確定度 (不同範圍)	0.171 $^{\circ}\text{C}$					0.399 $^{\circ}\text{C}$	
參考方程式之不確定度 ( $< 1064.18^{\circ}\text{C}$ )	0.024 $^{\circ}\text{C}$						
參考方程式之不確定度 ( $1064.18^{\circ}\text{C} \sim 1500^{\circ}\text{C}$ )	0.009 $^{\circ}\text{C}$						

溫度範圍	量測不確定度( $k=2, 95\%$ )
$0^{\circ}\text{C}$ to $961.78^{\circ}\text{C}$	0.11 ~ 0.35
$961.78^{\circ}\text{C}$ to $1500^{\circ}\text{C}$	0.35 ~ 0.75

(3). 新電流標準

A. 計畫目標

- 免液氦量化霍爾電阻系統(系統代碼 E24)評估：不確定度 $< 0.06 \mu\Omega/\Omega$ 。
- 高電阻電橋系統(系統代碼 E14)評估：不確定度 $< 100 \mu\Omega/\Omega$ 。

- 低電阻大電流電橋系統(系統代碼 E13)評估：不確定度 $<50 \mu\Omega/\Omega$ 。

## B. 工作成果

- 完成免液氦量化霍爾電阻系統評估

免液氦量化霍爾電阻系統實體照片如圖1-3-34所示，左圖為系統主體，右圖則為提供高壓氦氣的空壓機，系統主要設備包含：免液氦低溫超導系統、直流電流比較器電橋、掃描切換器、恆溫油槽、以及標準件1 k $\Omega$ 直流標準電阻器。該系統之工作磁場最高可達14 tesla，其量測溫度範圍為1.6 K至300 K。免液氦量化霍爾電阻系統的降溫方式主要是透過空壓機將高壓的氦氣傳輸至系統的冷凍機(cryocooler)，再由冷凍機執行兩段式降溫程序，以提供系統超導磁鐵及量化霍爾電阻(QHR)元件於校正量測時所需的低溫環境。

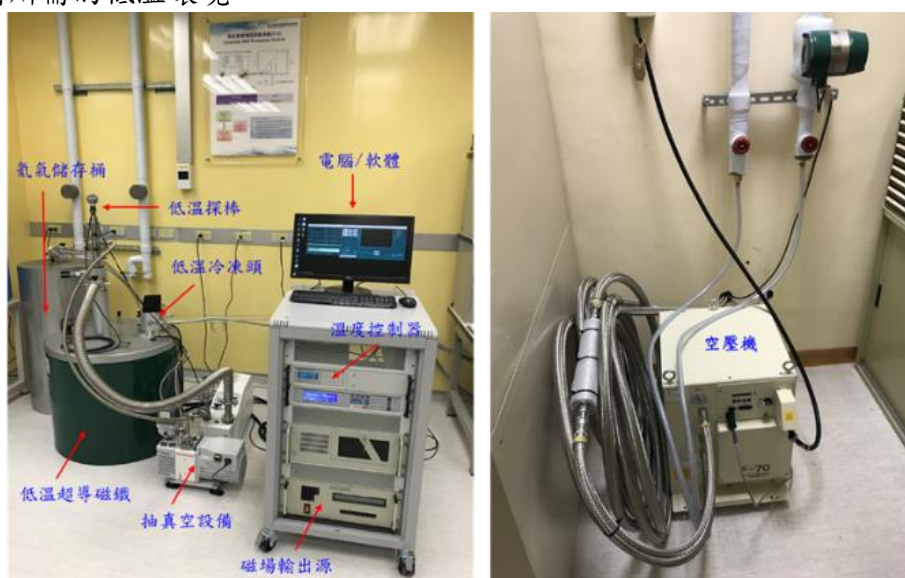


圖 1-3-34、免液氦量化霍爾電阻系統實體圖

系統以1 k $\Omega$ 直流電阻標準器(TINSLEY 5685B)為待校件、量化霍爾電阻為標準件的情況下，以量測待校電阻 $R_x$ 與量化霍爾電阻 $R_s$ 之間的比值進行校正。

令 $r_n$ 為第 $n$ 次量測所得之待校電阻 $R_x$ 與量化霍爾電阻 $R_s$ 的比值，則：

$$r_n = \mu + \varepsilon + \delta_1 + \delta_2 \quad (1-3-22)$$

其中 $\mu$ 為量測真值， $\varepsilon$ 為A類重複性誤差， $\delta_1$ 與 $\delta_2$ 分別代表待校直流電流比較器電橋之比率解析度，以及該電橋比率誤差所造成的B類量測誤差。因此，兩電阻比值之組合標準不確定度 $u_c$ 與相對組合標準不確定度 $u_{r,c}$ 分別為：

$$u_c^2 = c_1^2 u_A^2 + c_2^2 u_{B1}^2 + c_3^2 u_{B2}^2 \quad (1-3-23)$$

$$u_{r,c}^2 = c_1^2 \left(\frac{u_A}{r_n}\right)^2 + c_2^2 \left(\frac{u_{B1}}{r_n}\right)^2 + c_3^2 \left(\frac{u_{B2}}{r_n}\right)^2 = c_1^2 u_{r,A}^2 + c_2^2 u_{r,B1}^2 + c_3^2 u_{r,B2}^2 \quad (1-3-24)$$

系統不確定度分量表如表1-3-22，免液氦量化霍爾電阻系統之量測不確定度為0.056  $\mu\Omega/\Omega$  ( $k=2$ )，符合計畫目標。

表 1-3-22、量測 1 k $\Omega$  電阻標準器之不確定度分量表



項目	類別	變異範圍 (半寬)	分布	除數	靈敏 係數	相對標準 不確定度	自由度
重複量測誤差 $u_{r,A}$	A	0.019	t	1	1	0.019	119
電橋比率解析度誤差 $u_{r,B1}$	B	0.005	矩形	$\sqrt{3}$	1	0.003	$\infty$
電橋比率誤差 $u_{r,B2}$	B	0.04	常態	2	1	0.02	$\infty$
相對組合標準不確定度 $u_{r,c}$				1		0.028	
量測不確定度 $U_r$				涵蓋因子 $k=2$ (95 %信賴水準)		0.056	>1000

- 完成高電阻電橋系統評估

高電阻電橋系統圖1-3-35所示，高電阻量測系統提供國內1 MΩ至1 TΩ電阻值範圍之直流高電阻器、高電阻表及高電阻箱等追溯校正。對於直流高電阻器、高電阻箱的校正方法主要是藉由自動雙電源高電阻比率電橋量測待校電阻器與標準電阻器之電阻值比率，由電阻值比率及標準高電阻器之標準電阻值計算出待校高電阻器之電阻值；對於高電阻表的校正方法，則是將其直接量測標準高電阻器，並比較其讀值與標準高電阻器之標準值的差異。

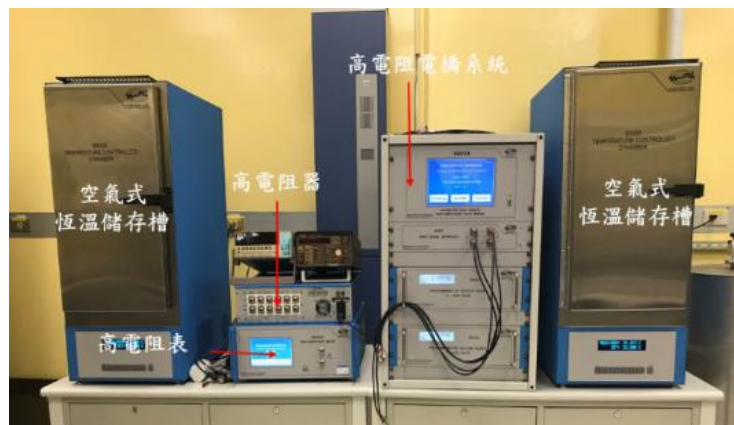


圖 1-3-35、高電阻電橋系統實體照片

高電阻電橋系統係以自動雙電源高電阻比率電橋針對標準高電阻器與待校高電阻器作比較式量測。因此，待校高電阻器之校正值計算為：

$$R_x = (R_{xM} / R_{sM}) \times R_s = r \times R_s \quad (1-3-25)$$

其中，

$R_x$ ：待校電阻器之校正值(Ω)。

$R_{xM} / R_{sM} \equiv r$ ：由自動雙電源高電阻比率電橋所量測到之待校高電阻器與標準高電阻器之電阻值比率。

$R_s$ ：標準高電阻器之標準電阻值(Ω)。

待校高電阻器之校正值方程式即定義為

$$R_x = f(r, R_s) = r \times R_s \quad (1-3-26)$$

將相關參數代入組合標準不確定度 $uc$ 並除以標稱電阻值 $R_x$ 後即得相對組合標準不確定度 $u_{r,c}$ 為：

$$u_{r,c} = \sqrt{u_r^2(A) + u_r^2(R_{s1}) + u_r^2(R_{s2}) + u_r^2(R_{s3}) + u_r^2(R_{s4})} \quad (1-3-27)$$

標準電阻器1 MΩ至1 TΩ之不確定度評估如表1-3-23，量測不確定度為(9 ~ 73) μΩ/Ω，符合計畫目標：< 100 μΩ/Ω。

表 1-3-23、標準電阻器 1 MΩ至 1 TΩ之不確定度評估結果

標稱值	有效自由度 $\nu_{\text{eff}}$	信賴水準	涵蓋因子 $k$	相對組合標準不確定度 $u_{r,c}$	量測不確定度 $U_r = k \times u_{r,c}$
1 MΩ	> 100	95 %	2	4.1 μΩ/Ω	9 μΩ/Ω
10 MΩ	>100	95 %	2	5.4 μΩ/Ω	11 μΩ/Ω
100 MΩ	>100	95 %	2	7.3 μΩ/Ω	15 μΩ/Ω
1 GΩ	>100	95 %	2	8.1 μΩ/Ω	17 μΩ/Ω
10 GΩ	>100	95 %	2	15.3 μΩ/Ω	31 μΩ/Ω
100 GΩ	>100	95 %	2	16.4 μΩ/Ω	33 μΩ/Ω
1 TΩ	>100	95 %	2	36.2 μΩ/Ω	73 μΩ/Ω

• 完成低電阻大電流電橋系統評估

低電阻大電流電橋系統如圖1-3-36所示，系統包含：直流電流源、範圍擴充器(Range Extender)、反向開關(Reversing Switch)及直流大電流分流器。系統以直流電流源搭配直流大電流範圍擴充器(比率有1：10、1：100、1：1000三組固定比率)提供校正所需之大電流，電流量測範圍為(100 ~ 1000) A，並以直流電流比較器(DCC)電橋進行電阻量測，電阻量測範圍0.1 mΩ ~ 1 Ω。



圖 1-3-36、低電阻大電流電橋系統

電阻器校正(0.1 mΩ)於大電流100 A至1000 A量測條件下之相對組合標準不確定度 $u_{r,c}$ 約為17.4  $\mu\Omega/\Omega$  (詳如表1-3-24)。低電阻大電流電橋系統之量測不確定度 $= u_{r,c} \times k = 17.4 \times 1.96 \approx 35 \mu\Omega/\Omega$  ( $k=1.96$ )，符合計畫目標： $< 50 \mu\Omega/\Omega$ 。

表 1-3-24、電阻器 0.1 mΩ不確定度結果(量測電流 100 A 至 1000 A)

$R_X$	$u_r(A)$ ( $\mu\Omega/\Omega$ )	相對組合標準不確定度 $u_{r,c}$	量測不確定度 $U_r = k \times u_{r,c}$
0.1 mΩ	100 A	0.2	17.33 $\mu\Omega/\Omega$
	300 A	0.4	17.33 $\mu\Omega/\Omega$
	500 A	0.4	17.33 $\mu\Omega/\Omega$
	700 A	0.8	17.34 $\mu\Omega/\Omega$
	1000 A	1.5	17.39 $\mu\Omega/\Omega$
			35 $\mu\Omega/\Omega$

#### (4). 新物質質量標準

##### A. 計畫目標

- 無塵室中樣品瓶清洗與微污染控制程序評估。
- 與 PTB 合作執行四種不同同位素豐度樣品製備，包含高豐度矽 29 同位素，高豐度矽 30 同位素，自然豐度矽同位素及高豐度矽 28 同位素。
- 矽同位素比例量測技術評估：不確定度 $< 10^{-7}$ 。

##### B. 工作成果

- 完成無塵室中樣品瓶清洗與微污染控制程序評估

樣品配製瓶與樣品分裝瓶皆須以Millipore純水、硝酸、氫氟酸及四甲基氫氧胺(TMAH)進行一系列清洗(完整清洗步驟如表1-3-25)，每次溶劑量為瓶身的7分滿，將

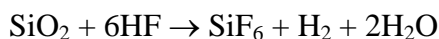
瓶蓋轉緊後，置於搖晃器上搖晃一定時間後再倒出溶劑，取最後一個步驟中的水樣進行量測以確認潔淨程度，測得樣品瓶中純水的矽背景僅約為 $0.5 \times 10^{-9}$  g/g。洗淨之樣品瓶靜置於抽氣櫃乾燥，最後保存於密閉空間。

表 1-3-25、樣品瓶清洗流程表

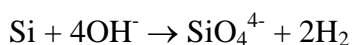
動作	溶劑	持續時間(小時)
沖洗	純水	24
乾燥	--	6
沖洗	0.15% (w/w)硝酸	6
清洗	純水	6
乾燥	--	6
清洗	10% (w/w)氫氟酸	0.5
清洗	純水	24
清洗	1% (w/w)四甲基氫氧胺	24
清洗	純水	6
乾燥	--	6

- 以天然矽片進行樣品配製，建立完整樣品配製與分析流程

樣品製備流程圖如圖1-3-37所示，將樣品容器按上述步驟清洗乾淨後，先粗略秤重矽塊材約100 mg，接著以純水、丙酮與乙醇原液清洗矽塊材，再將矽塊材靜置乾燥於鐵氟龍(PFA)瓶中。倒入混合酸水溶液(18.6 % (w/w)氫氟酸、2.2 % (w/w)過氧化氫、5.2 % (w/w)硝酸)，供矽塊材表面蝕刻清洗使用。化學反應式如下：



將洗淨之矽塊材取到另一乾淨的PFA瓶中，直接倒入25 % (w/w)四甲基氫氧胺(TMAH)以溶解矽塊材，化學反應式如下：



以秤重法獲得矽溶解液濃度，加入0.06 % (w/w) TMAH稀釋至適當濃度，再將溶液導入多接收器感應耦合電漿質譜儀進行矽同位素偵測。

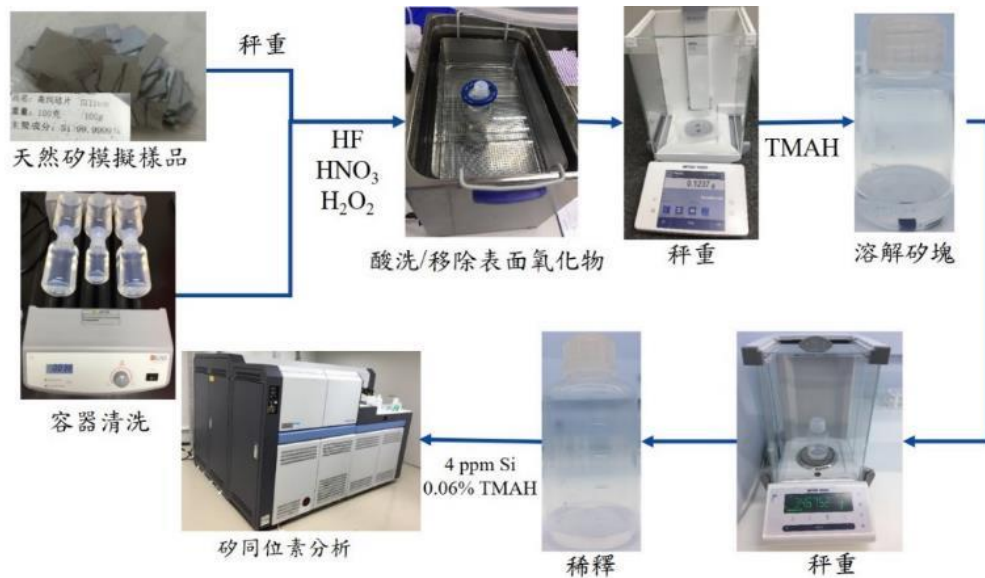


圖 1-3-37、樣品配製與分析流程

• 量測高豐度矽樣品之矽同位素

為求得矽晶球之莫耳質量，需量測(1)空白溶液(0.06 % TMAH)；(2)天然矽(自然豐度矽)溶液(WASO04)；(3)高豐度<sup>28</sup>Si矽溶液(Si28x)；(4)高豐度<sup>30</sup>Si溶液與高豐度<sup>28</sup>Si溶液之混合液(Sibx)。矽同位素量測圖如圖1-3-38所示，橫座標為質譜儀解析出的原子質量、縱座標為訊號強度(與樣品數目成正比)。為方便比較三種同位素訊號大小，在此將<sup>28</sup>Si、<sup>29</sup>Si、<sup>30</sup>Si之訊號圖重疊。每個同位素之訊號曲線皆含有多個平台，每個平台代表一種物種訊號，其中最左端的平台是矽同位素的訊號(其訊號強度會隨樣品濃度變化)，其餘平台皆為原子質量略高的干擾物種(如N<sub>2</sub>、CO、NO等)。因這些干擾物種與矽同位素的原子質量差異極小，須經由調整儀器參數，優化儀器的質量解析度，方能如圖1-3-38，將干擾物與目標訊號區隔。最後再針對目標訊號區(圖1-3-38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，僅能看到微量的<sup>28</sup>Si背景訊號(0.03 V)，<sup>28</sup>Si干擾物訊號則相對高，<sup>29</sup>Si與<sup>30</sup>Si的訊號圖也僅看到干擾物訊號。在天然矽樣品的訊號圖中，矽的訊號相對明顯(<sup>28</sup>Si ~6.0 V)，矽同位素的訊號比例<sup>28</sup>Si：<sup>29</sup>Si：<sup>30</sup>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<sup>28</sup>Si含量約其他兩個同位素的20000倍，難以同時觀察到三種同位素訊號。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<sup>29</sup>Si與<sup>30</sup>Si的訊號。為避免偵測器因偵測大量的<sup>28</sup>Si訊號而達訊號飽和並可能因此受損，此時停止量測<sup>28</sup>Si訊號，僅量測<sup>29</sup>Si與<sup>30</sup>Si的訊號。於高豐度<sup>28</sup>Si樣品(Si28x)中，<sup>29</sup>Si的理論含量約<sup>30</sup>Si的20倍，故圖1-3-38中明顯看到<sup>29</sup>Si訊號高於<sup>30</sup>Si。於高豐度<sup>28</sup>Si與高豐度<sup>30</sup>Si混合樣品(Sibx)中，<sup>29</sup>Si與<sup>30</sup>Si的含量已調配接近1：1，圖1-3-38顯示樣品Sibx的<sup>29</sup>Si與<sup>30</sup>Si訊號(第一個平台，灰色區)幾乎等高，符合預期。詳細的原始數據與比例則列於表1-3-26。

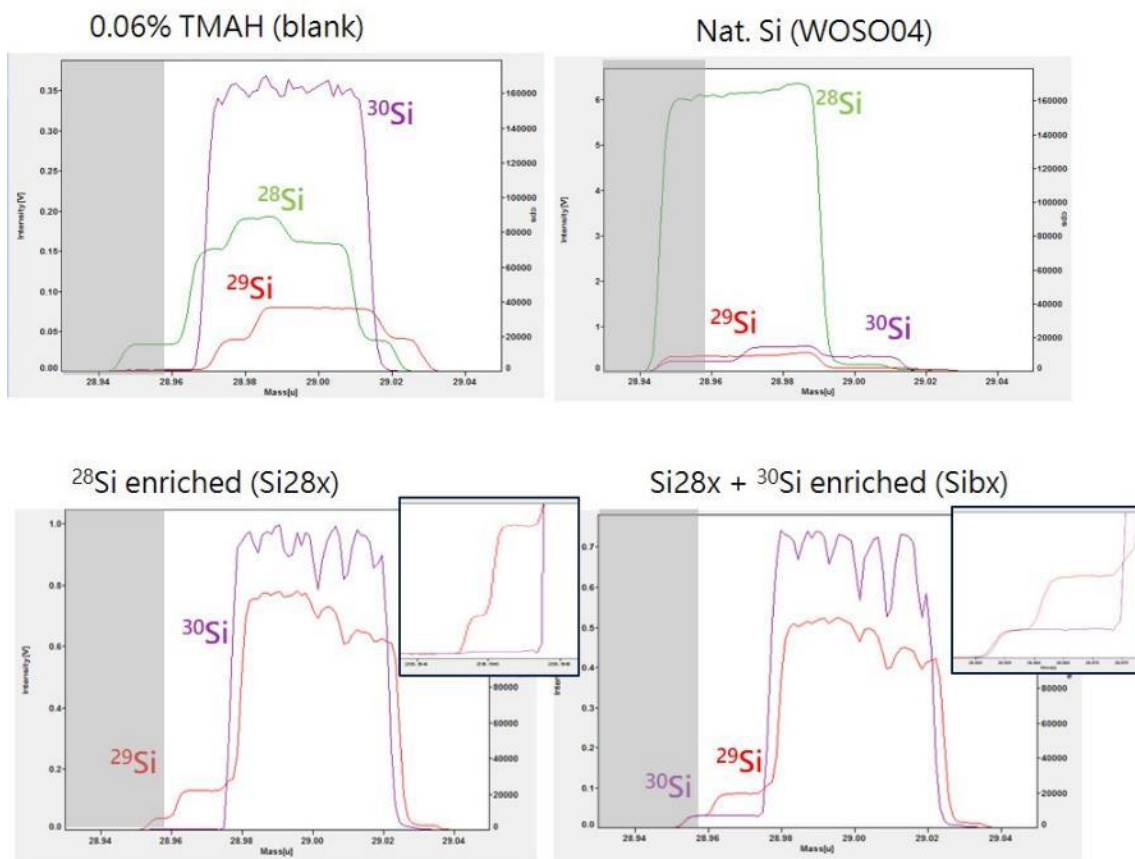


圖 1-3-38、以多接收器感應耦合電漿質譜儀偵測目標樣品之矽同位素訊號圖

高豐度矽樣品(Si28x與Sibx)，因<sup>28</sup>Si含量遠高於其他兩個同位素<sup>29</sup>Si與<sup>30</sup>Si，故於高濃度下僅觀察<sup>29</sup>Si與<sup>30</sup>Si兩種微量同位素訊號，右上角的截圖為局部放大圖。

表 1-3-26、高豐度矽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 為扣除背景(0.06% TMAH)並校正器差後所得數值。

\*\*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。

- 完成矽同位素比例量測評估

矽晶球的莫耳質量由三種矽同位素比例與同位素各自的莫耳質量決定，如式(1-3-28)。

$$M_{\text{Si}} = \sum_{i=28}^{30} [x(^i\text{Si})M(^i\text{Si})] \quad (1-3-28)$$

同時獲取三種矽同位素訊號，即可換算其比例以求得莫耳質量。但若按此作法， $^{28}\text{Si}$  的極高訊號會大大地抬高整個量測不確定度。為了獲得足夠低的不確定度，參照德國 PTB 方式，利用微量同位素  $^{29}\text{Si}$  與  $^{30}\text{Si}$  的量測，由式(1-3-29)計算出矽晶球之莫耳質量。

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

其中：

$M$ ：矽晶球莫耳質量 [g/mol]

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

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

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

$m_x$ ：混合樣品中高豐度  $^{28}\text{Si}$  樣品添加質量 [g]

$m_{yx}$ ：混合樣品中高豐度  $^{30}\text{Si}$  樣品添加質量 [g]

$R_x$ ：高豐度  $^{28}\text{Si}$  樣品(Si28x)之( $^{30}\text{Si}/^{29}\text{Si}$ )同位素比例

$R_{bx}$ ：混合樣品(Sibx)之( $^{30}\text{Si}/^{29}\text{Si}$ )同位素比例

$R_y$ ：高豐度  $^{30}\text{Si}$  樣品之( $^{30}\text{Si}/^{29}\text{Si}$ )同位素比例，由 PTB 提供數值

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

將測得的矽同位素訊號比例，代入式(1-3-29)，推得矽莫耳質量為 27.9769427 g/mol，不確定度為  $5.5 \times 10^{-8}$ ，符合預定目標  $< 10^{-7}$ ，但不確定度仍需持續精進。109 年度將持續進行系統精進，降低不確定度的策略有二：一是使用重複交錯的量測，交錯是指在每次量測目標樣品前後皆量測空白樣品，以準確扣除背景值。依照此「目標樣品-空白樣品」的循環量測模式，提高量測次數，方能有效降低重複量測所產生之不確定度。二是提高儀器穩定度。包括適當更換耗材，調整參數，維持運作環境，以確保儀器進行長時間的重複交錯量測時，可以獲得穩定的數值。

目前雖與 PTB 持續交流量測結果與改善方式，礙於 PTB 新購之多接收器感應耦合電漿質譜儀仍無法順利運轉，雙邊比對的時程需延遲。原定明年 5 月完成的雙邊比較，將視 PTB 儀器恢復運轉的時間而定。

## 【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，確保量測的一致性及準確性提供業界校正服務，奠基國家品質基磐，滿足產業、民生、安全等校正與追溯之需求。

1. 本年度共執行 4829 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 10 項年度國際比對活動、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 執委會(EC)委員、質量技術委員會(TCM)主席與醫學計量焦點工作組主席，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. 配合政府南向政策，協助越南計量院計量微波領域人員培訓 1 場次，及配合標準局進行台印尼度量衡合作案，辦理型式認證訓練課程，藉由此活動強化國際計量機構之關係，提昇我國於亞太地區之知名度；協助我國計量外交隨同標準局前往史瓦帝尼完成長度及溫度品質基礎建設訓練課程辦理。
4. 辦理 2 場次度量衡教育推廣活動，邀請偏遠地區學校共同參與，縮短城鄉教育資源落差，促進各界瞭解我國對度量衡文物典藏研究，以及推廣計量標準之重要性。



## 二、工業與科學計量技術發展分項

### (一)、超微量金屬粒子分析暨標準技術研究

#### 【全程技術建立時程】

	106 年度目標	107 年度目標	108 年度目標	109 年度目標
技術指標或系統規格	<ul style="list-style-type: none"> <li>高純度金屬塊材與溶劑純度分析技術</li> <li>✓ 高純度金屬塊材與溶劑純度分析技術：偵測極限 &lt; 50 ng/kg</li> <li>靜態重力法無機元素供應驗證系統：</li> <li>✓ 靜態重力法配製技術</li> <li>鉛濃度：1000 mg/kg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>靜態重力法無機元素供應驗證系統：</li> <li>✓ 液態鉛元素驗證參考物質</li> <li>濃度：1000 mg/kg</li> <li>量測不確定度 &lt; 10 mg/kg</li> <li>奈米金粒子驗證參考物質粒徑量測技術：</li> <li>✓ 粒徑量測技術：粒徑偵測極限 &lt; 10 nm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>線上校正用奈米粒子產生技術：</li> <li>✓ 奈米金粒子核粒徑：60 nm，量測不確定度 &lt; 4 nm</li> <li>無機元素同位素稀釋法量測技術：</li> <li>✓ 鉛元素溶液(濃度範圍 1 μg/kg 至 1 mg/kg)，量測不確定度 &lt; 5 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電子級試劑中粒子成分分析技術：</li> <li>✓ 酸鹼基質線上透析技術，基質透析效率 &gt; 90 %</li> <li>✓ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 分析技術</li> <li>粒徑偵測極限：&lt; 10 nm</li> <li>✓ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 分析技術</li> <li>粒徑偵測極限：&lt; 10 nm</li> </ul>

#### 【本年度目標】

##### 1. 線上校正用奈米粒子產生技術：

奈米金粒子核粒徑：60 nm，粒徑標準不確定度 ≤ 4 nm

##### 2. 無機元素同位素稀釋法量測技術：

鉛元素溶液(濃度範圍 1 μg/kg 至 1 mg/kg)，量測不確定度 < 5 %

#### 【執行成果】

目前許多研究顯示製程中所使用之試劑純度直接影響了元件產品的效能，隨著高準確度製程的需求演進，製程試劑純度的品質必須逐年提升，若半導體在製造過程時受到微量金屬或是奈米顆粒污染時，將會造成諸如短路、漏電流、產生孔隙等缺陷，此影響在現今大型積體電路的製程中更為顯著，在要求較小線寬(20 nm 以下)，同時維持高良率的情況下，半導體製造商必需重視每道製程步驟中可能遭遇到之微量金屬污染物。因此在前述諸多製程所需使用到的許多特用化學品中，其純度皆為“電子級”，其中包括有機溶劑及各類酸鹼溶液，以電子級硫酸為例，純度要求由早年的 ppb (ng/mL) 等級逐步提高至近年的 ppt (pg/mL) 等級，而各離子污染物允許濃度上限為 5 ppt。

除了離子污染物外，如何精確量測試劑中的奈米顆粒亦是現今半導體產業逐步重視的研究議題，雖然市面上已有許多粒子相關的量測儀器設備與方法，但實際應用於奈米粒子量測時，卻仍面臨諸多挑戰。奈米粒子量測的困難點在於：(1) 顆粒存在之基質太複雜，(2) 一次量測需同時獲得許多受測量(measurands)(如：尺寸分佈、化學組成、形貌等)，(3) 奈米粒子的特

性與基質、動力學及表面修飾有關。以動態或靜態散射光譜儀(light-scattering)為例，當樣品含有背景粒子干擾時，就算是在簡單的基質下量測，仍無法提供準確的粒子濃度。因應上述問題，單一顆粒感應耦合電漿質譜技術(single particle inductively coupled plasma mass spectrometry, spICP-MS)遂應而生，spICP-MS 的量測方法是先將奈米顆粒樣品霧化成多分散氣膠(polydisperse aerosol)，之後再進入電漿游離，由於奈米粒子是群聚的原子團，因此當其進入電漿後，原子團會被離子化，而於後端偵測器形成一脈衝訊號，此脈衝訊號出現的頻率即代表顆粒數量濃度(number concentration)，而訊號強度則與粒子質量(particle mass)成正比。

目前，spICP-MS 最常使用於粒徑分析的校正方法為元素標準品搭配傳輸效率，而傳輸效率需利用已知粒徑之標準品進行計算得到，然而現有的粒子標準品種類匱乏，國際上僅有美國 NIST(奈米金粒子)及日本 NMIJ(聚苯乙烯粒子)等提供少數成份的標準品，在缺乏粒子標準品的情況下，造成產業界對於量測試劑中粒子污染物的諸多困擾。而為了解決 spICP-MS 標準品的問題，本年度建立線上校正用奈米粒子產生技術，其是利用單一氣膠產生裝置(Monodroplet generator, MDG)產生特定尺寸之液珠，且液珠組成元素標準品，在氬氣載流氣體的作用下，液珠會乾燥形成顆粒且其質量等效於特定尺寸之奈米粒子。實驗結果顯示，當 MDG 所產生之液珠尺寸為 48.8  $\mu\text{m}$ ，使用之金離子濃度為 35.91  $\mu\text{g}/\text{kg}$  時，其等效於 60.0 nm 金粒子質量，根據液珠產生方式及金離子濃度配製方法進行量測不確定度評估，此線上校正用奈米粒子產生技術之量測不確定度為 2.1 nm，符合目標設定值 < 4 nm。為了驗證線上奈米粒子產生技術可實際應用於 spICP-MS 之粒子量測，本計畫使用 NIST SRM 8013 進行系統驗證，實驗結果顯示，利用 MDG 搭配 spICP-MS 所測得之 SRM 8013 顆粒尺寸為 56.0 nm  $\pm$  2.7 nm，與 NIST 校正報告數值(TEM: 56.0 nm  $\pm$  0.5 nm)一致，證實線上奈米粒子產生技術可應用於 spICP-MS 作為粒子校正源。

由於線上奈米粒子產生技術需使用到低濃度( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )之元素標準品作為粒子來源，因此本計畫另一個工作項目即是建立「無機元素同位素稀釋法量測技術」，低濃度標準溶液將藉由同位素稀釋法量測技術進行精確定量，取得不確定度較小之低濃度離子標準液。實驗結果顯示，利用同位素稀釋法分析不同濃度之鉛標準液(1.00  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、10.07  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、99.36  $\mu\text{g}/\text{kg}$  及 997.96  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )，所得到之量測不確定度為 0.73 % 至 1.96 %，符合計畫目標 < 5%。

#### 1. 完成線上校正用奈米粒子產生技術

spICP-MS 為一種新興的奈米顆粒量測技術，其儀器設計結構如圖 2-1-1 所示，而量測方式是藉由霧化器將含有金屬粒子的溶液霧化成氣膠，之後將氣膠導入高溫電漿游離，由於奈米粒子是群聚的原子團，因此當其進入電漿後，原子團會被離子化，而於後端偵測器形成一脈衝訊號，此脈衝訊號出現的頻率即代表顆粒數量濃度(number concentration)，而訊號強度則與粒子質量(particle mass)成正比。

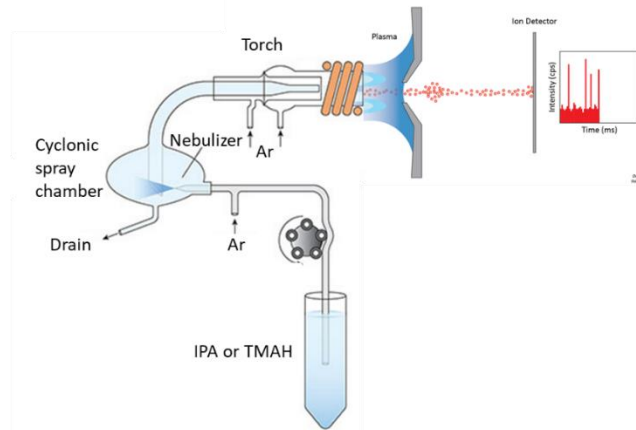


圖 2-1-1、單一顆粒感應耦合電漿質譜儀基本結構圖

在 spICP-MS 校正方法上，主要可分為二種方式，一種為使用奈米粒子標準品，另一種為元素標準品搭配傳輸效率。在進行未知粒子樣品量測時，最直觀的方法即是利用不同尺寸之粒子標準品進行檢量線配製，若未知樣品中的目標顆粒與標準品具有相同結構及密度，即可直接利用檢量線獲得未知樣品之粒徑。雖然使用粒子標準品是分析未知樣品最直接的方式，但受限於目前市面上粒子標準品種類的匱乏，因此，需要發展其他校正方法來滿足各式各樣的粒子樣品。

目前，最常使用於粒徑分析的校正方法為元素標準品搭配傳輸效率，利用元素標準品的實際進樣量來建立儀器訊號與質量之關係式，再將所得之粒子訊號代入公式，求得顆粒質量，詳細的公式換算可由美國國家標準與技術研究院所發表之文獻中得知。一般而言，傳統 ICP-MS 的進樣系統為氣動式霧化器(pneumatic nebulizer)搭配霧化室(spray chamber)，進樣流速為(0.1-1) mL/min，而實際進樣至電漿的氣膠總量僅佔樣品總進樣量的一部份(< 20 %)，因此，二者之間的比值即被定義為傳輸效率。在利用元素標準品進行校正時，因僅有少數液體氣膠化後能順利被後端偵測器量測，因此，需將傳輸效率的因子納入計算公式內。依據 Pace et al.所發表的文獻中可知，傳輸效率可利用三種方式求得(如圖 2-1-2 所示)，分別為：(1)廢液收集法(waste collection method)，(2)顆粒尺寸法(particle size method)，(3)顆粒頻率法(particle frequency method)。廢液收集法是將樣品進樣總量扣除所收集之廢液量，再除上進樣總量所得比值即為傳輸效率。顆粒尺寸法則是利用離子與粒子檢量線斜率的比值來獲得傳輸效率。顆粒頻率法是利用顆粒數量濃度來獲得傳輸效率，在 spICP-MS 的基本假設下，一顆粒子被電漿游離即會產生一個脈衝訊號，若有一已知顆粒濃度之粒子標準品在已知樣品流速的情況下送進 spICP-MS，其每單位時間所進樣之顆粒數即可被計算出來。在 spICP-MS 上所得每秒之顆粒訊號會相等於每秒進入電漿游離之顆粒數。而單位時間內顆粒脈衝訊號數量與霧化器傳送之顆粒數比值即為傳輸效率。其公式如下所示：

$$\text{鏷}n = f(I_p)/(q_{liq}C_p) \quad (2-1-1)$$

$n$  : 傳輸效率

$f(I_p)$  : 量測到之顆粒數量(particles/min)

$q_{liq}$  : 樣品流速(mL/min)

$C_p$  : 顆粒濃度(particle/mL)

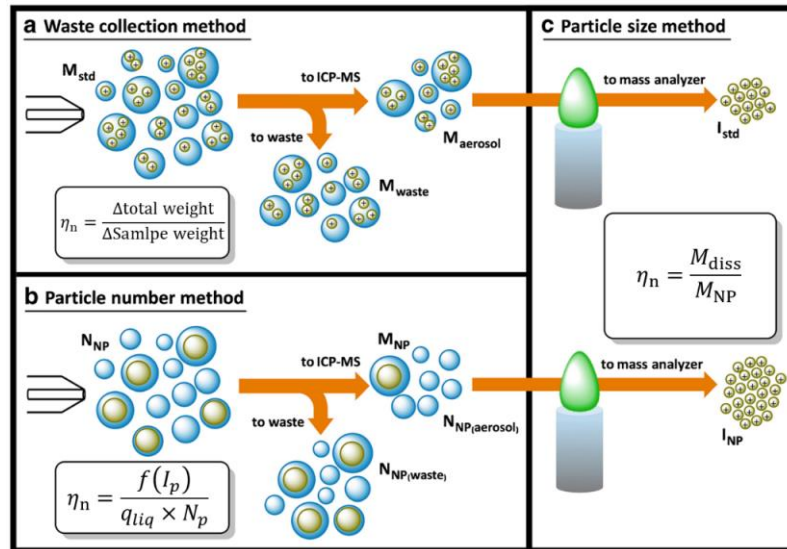


圖 2-1-2、三種求得傳輸效率之方法

由於傳輸效率的求得方式也需要使用粒子標準品，加上 spICP-MS 在進行不同元素掃描時的最佳化參數不同，因此，無法使用單一元素粒子標準品進行傳輸效率之量測。為了因應 spICP-MS 之量測需求，本計畫利用線上校正用奈米粒子產生技術來製備多種成份組成之粒子標準，以作為 spICP-MS 奈米粒子量測時之校正來源。線上校正用奈米粒子產生技術包含單一氣膠產生裝置(Monodrolpet generator, MDG) (圖 2-1-3 (a))、蒸發室(圖 2-1-3 (b))及固定支架(圖 2-1-3 (c))，其中 MDG 裝置包含壓電噴頭及趨動電子零組件，而壓電噴頭是由一玻璃毛細管、壓電執行器(Piezo actuator)、供氣不銹鋼等組成(圖 2-1-3 (d))，且玻璃毛細管與樣品溶液容器間的連接是利用 PTFE 管材。當在壓電噴頭表面施加電場(電壓)時，電脈衝會轉換成壓力，並將液體擠出到噴頭產生液珠，因此，藉由控制電壓脈衝(強度、脈衝寬度)及噴頭直徑即可控制液珠尺寸大小，當產生液珠後，其會進入蒸發室乾燥，而蒸發室的組成主要包含氣體轉接頭及導電黑管(圖 2-1-3 (b))，並利用氬氣作為乾燥氣體，由於氬氣的分子量較小，因此液珠的蒸發效率可以提升，既使在室溫下也可完成液珠乾燥，乾燥後之粒子再導入 spICP-MS 作為粒子校正源，而最終系統架設圖如 2-1-3(e)所示。

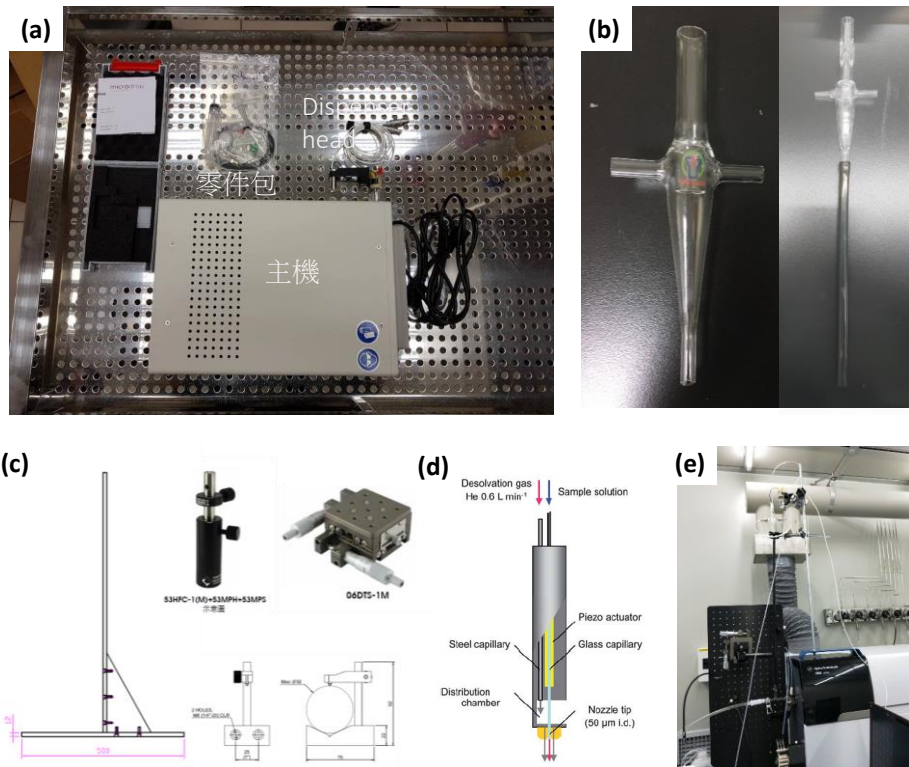


圖 2-1-3、(a) MDG 裝置配件；(b)蒸發室；(c)固定支架；(d)壓電噴頭結構；(e)線上校正用粒子產生技術與 spICP-MS 系統架構圖

本計畫所使用之 MDG 噴頭直徑為  $50\ \mu\text{m}$ ，在電壓設定為  $100\ \text{V}$ ，脈衝寬度為  $8\ \mu\text{s}$  時，所產生之平均液珠尺寸為  $44.55\ \mu\text{m} \pm 0.39\ \mu\text{m}$ ，且液珠在不同天之粒徑再現性的相對標準差為  $0.81\%$  (圖 2-1-4)，換算成體積後，其不同天之體積相對標準差為  $2.42\%$ ，符合計畫規格(單一氣膠體積相對標準差需  $< 5\%$ )。

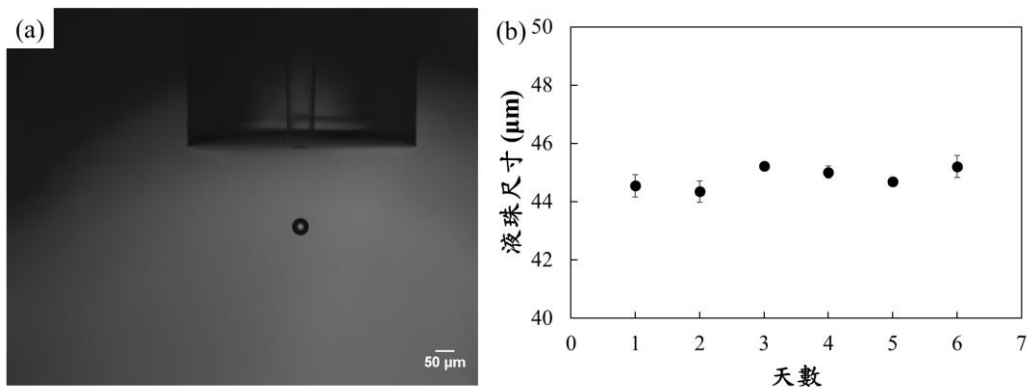


圖 2-1-4、(a)液珠圖片，(b)MDG 液珠產生裝置之再現性

由於 MDG 產生之液珠在經蒸發室時，MDG 液珠產生頻率、蒸發室之導電黑管長度及氦氣流量等皆會影響乾燥液珠之傳輸效率，因此需進行操作參數之最佳化評估。MDG 管長在不同頻率下對傳輸效率的影響如圖 2-1-5(a)所示，35 公分以上的管長不管

在 25 Hz / 50 Hz / 100 Hz 的頻率下都可以達到 90 % 以上的傳輸效率，證實管長需要一定的長度來讓液珠乾燥，粒子才可以飛入 ICP-MS 中被偵測到；雖然 50 公分管長傳輸效率也很好，但是太長的管長對於實驗操作上會比較困難，因此選定 35 公分管長為最適化條件。

由圖 2-1-5(a)可知，在 35 公分管長情況下，MDG 頻率控制在 25 Hz 至 100 Hz 時，傳輸效率僅有(91-98) %，為了達到 100 % 之傳輸效率，將 MDG 的頻率再持續往下降，結果如圖 2-1-5(b)所示，當頻率降到 10 Hz 時，傳輸效率即可達到 100 %。推測傳輸效率在高頻率無法達到 100 % 之可能原因為液珠乾燥不完全，當單位時間液珠數量過多時，會導致液珠的乾燥效率會變差，Garcia et al.在 2010 年所發表之文獻中指出，在液珠頻率為 10 Hz 時，液珠可以完全乾燥，達到 100 % 之傳輸效率，此結果與本計畫結果一致，Garcia 也建議液珠產生頻率不要超過 30 Hz，盡量控制管內水氣及溼度愈低愈好。

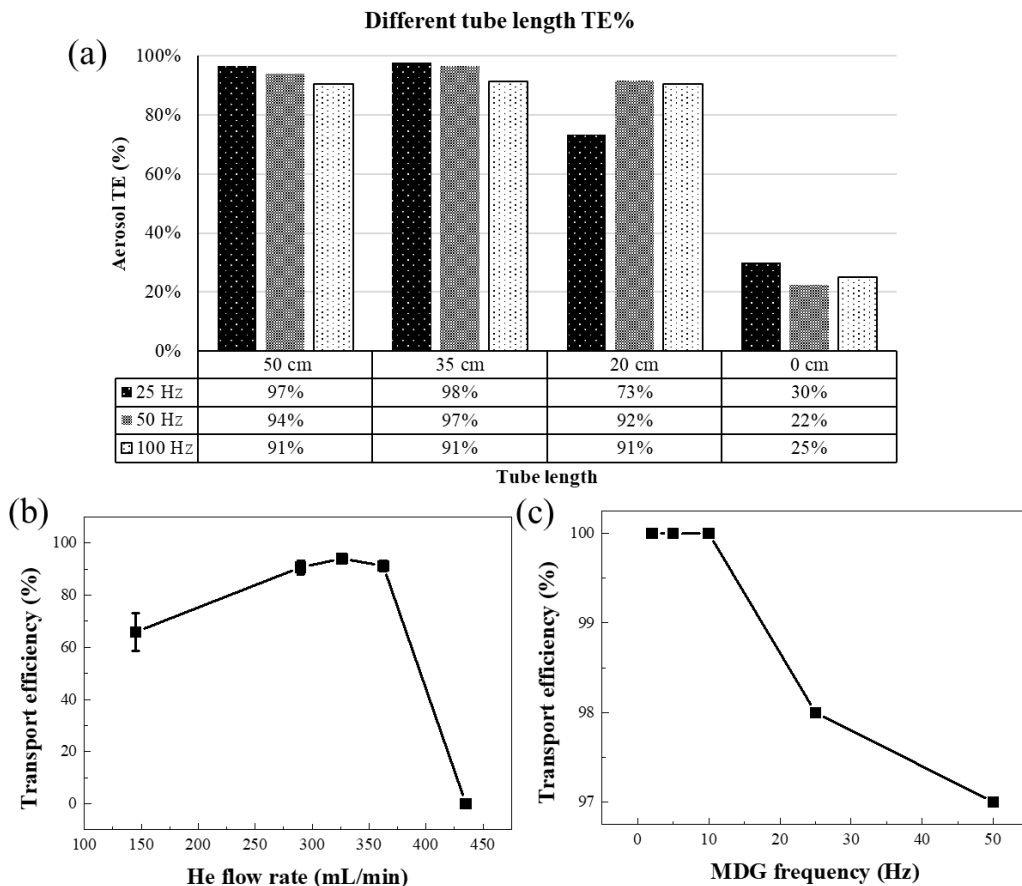


圖 2-1-5、(a)在不同 MDG 頻率下，管長對氣膠傳輸效率之關係圖；(b)頻率對傳輸效率之關係圖；(c)氦氣流量對氣膠傳輸效率之關係圖

除了管長及頻率的因數外，氦氣流量的大小也是決定液珠是否能夠完全乾燥及粒子能不能夠被傳輸到 spICP-MS 的重要參數。Garcia et al.在其所發表的文獻中提到，當液珠穩定產生後，可添加少量氣體確保液珠成功傳輸至 ICP-MS 進行量測，並建議用來傳輸液珠的氣體流量控制要比 ICP-MS 霧化氣流小，控制較小流量的主因為：(1)

當氣流流速 > 0.3 L/min 時，液珠開始變得不穩定；(2)液珠在管內的停留時間要夠長，以確保液珠可完全乾燥。由圖 2-1-5(c)的實驗結果可知，當氦氣流量在 326 mL/min 時傳輸效率可以達到最高，持續升高氦氣流速至 435 mL/min 時，由於液珠在管內停留時間縮短導致乾燥時間縮短，在乾燥不完全的情況下，液珠容易在轉折處撞到管壁造成顆粒數量的損失，反之，低氦氣流量造成的傳輸效率下降就可能歸因於載氣無法夠力傳輸粒子到 ICP-MS。

綜合上述結果可知，當 MDG 液珠產生頻率為 10 Hz、蒸發室之管長為 35 公分及氦氣流量為 326 mL/min 時，乾燥液珠之傳輸效率即可達到 100 %。而利用線上奈米粒子產生技術所生成之奈米粒子等效粒徑不確定度評估方程式如下式(2-1-2)所示：

$$D = \sqrt[3]{\frac{R^3 C_a}{\rho}} \quad (2-1-2)$$

其中，D 為粒子等效直徑 (nm)、R 為單一氣膠直徑 (μm)、C<sub>a</sub> 為金屬標準液濃度 (ng/cm<sup>3</sup>)及 ρ 為粒子密度 (g/cm<sup>3</sup>)，在液珠尺寸為 48.8 μm 及金離子溶液濃度為 35.91 ng/cm<sup>3</sup> 時，線上奈米粒子產生技術所生成之等效粒徑為 60.0 nm，而量測不確定度為 2.1 nm，符合目標設定值 < 4 nm。量測不確定度之分析如表 2-1-1 所示。

表 2-1-1、線上校正用奈米粒子產生技術生成 60 nm 金奈米粒子之量測不確定度分析表

不確定度源 <i>i</i>	估計值 $\chi_i$	單位	Type	標準	靈敏係數	不確定度分量 $u_i$ (nm)	自由度 $\nu_i$
				不確定度 $u(x_i)$	$\partial f / \partial x_i$		
R	4.9E-03	cm		8.4E-05	1.2E-03	1.0E+00	64
解析度	9.5E-05	cm	B	2.8E-05			50
畫素之變異	1.9E-04	cm	B	7.8E-05			50
量測重複性	3.0E-05	cm	A	1.3E-05			4
Ca	3.6E-08	g/cm <sup>3</sup>		3.4E-12	5.6E+01	1.9E-03	94
COA	1.0E+03	μg/g	B	3.0E+00			60
稀釋影響	1.0E+06	g/g	A	1.7E+03			60
ρ	1.9E+01	g/cm <sup>3</sup>	B	1.0E-02	-1.0E-07	1.0E-02	50
組合標準不確定度	$u_c$	1.03	nm				
有效自由度	$\nu_{\text{eff}}$	64					
涵蓋因子	$k$	2.00					
擴充不確定度	$U$	2.1	nm				

為了進一步證明線上校正用奈米粒子可實際應用於 spICP-MS 作為校正源，本計畫使用 NIST SRM 8013 進行方法之確效。使用線上校正用奈米粒子產生技術搭配 spICP-MS 進行 SRM 8013 量測之方程式如式(2-1-3) 所示。

$$D = \sqrt[3]{\frac{6 * V_d * \epsilon_n * C_a * n_{i,p}}{n_{id,a} * \pi * \rho}} \quad (2-1-3)$$

其中，D：待測樣品之粒子尺寸 (nm) <ex. SRM 8013>

$\rho$ ：粒子密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

$V_d$ ：液珠體積 (mL)

$\epsilon_n$ ：傳輸效率

$C_a$ ：標準品離子溶液濃度 ( $\text{g}/\text{mL}$ )

$n_{i,p}$ ：待測奈米粒子在 spICP-MS 的訊號值

$n_{i,d,a}$ ：線上奈米粒子產生技術液珠在 spICP-MS 的訊號值

由於線上奈米粒子產生技術的傳輸效率為百分之百，因此  $\epsilon_n$  為 1，式(2-1-3)可以簡化為式(2-1-4)。

$$D = \sqrt[3]{\frac{6 * V_d * C_a * n_{i,p}}{n_{i,d,a} * \pi * \rho}} \quad (2-1-4)$$

在 MDG 液珠尺寸為  $48.8 \mu\text{m}$  及金離子溶液濃度為  $29.4 \text{ ng}/\text{cm}^3$  時，利用 spICP-MS 所量測之 SRM 8013 顆粒尺寸為  $(56.0 \pm 2.7) \text{ nm}$ ，與 NIST 校正報告數值(TEM:  $(56.0 \pm 0.5) \text{ nm}$ )一致 (圖 2-1-6)，而量測不確定度之分析如表(2-1-2)。此結果可以證明線上校正用奈米粒子產生技術搭配 spICP-MS 的方法可用來量測溶液中金屬奈米顆粒尺寸，同時，也可利用線上校正用奈米粒子產生技術製備各種複雜成份之粒子標準品，以符合產業複雜粒子量測之需求。

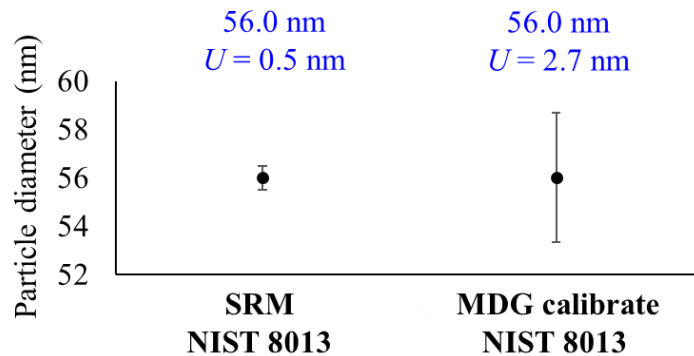


圖 2-1-6、利用 NIST SRM 8013 進行量測系統之確效結果



表 2-1-2、量測 NIST SRM 8013 金粒子標準品量測不確定度分析表

不確定度源 $i$	估計值 $\chi_i$	單位	Type	標準	靈敏係數	不確定度分量 $u_i$ (nm)	自由度 $\nu_i$
				不確定度 $u(x_i)$	$\partial f/\partial x_i$		
$V_d$	6.1E-08	cm <sup>3</sup>		4.1E-09	3.1E+01	1.3E+00	19
Ca	2.9E-08	g/cm <sup>3</sup>		3.4E-12	6.4E+01	2.2E-03	94
COA	1.0E+03	µg/g	B	3.0E+00			60
稀釋影響	1.0E+06	g/g	A	1.7E+03			60
$n_{i,p}$	3.3E+06	CPS	A	2.8E+04	5.6E-13	1.6E-01	4
$\rho$	1.9E+01	g/cm <sup>3</sup>	B	1.0E-02	-9.7E-08	9.7E-03	50
$n_{i,d,a}$	3.3E+06	CPS	A	3.7E+04	-5.6E-13	2.1E-01	4
組合標準不確定度		$u_c$	1.28	nm			
有效自由度		$\nu_{eff}$	20				
涵蓋因子		$k$	2.09				
擴充不確定度		$U$	2.7	nm			

## 2. 無機元素同位素稀釋法量測技術：

線上奈米粒子產生技術需使用到低濃度(µg/kg)之元素標準品作為粒子來源，舉例來說，45 µm 液珠乾燥需產生尺寸等效為 30 nm 的鉛奈米顆粒，所要配製的鉛濃度為 3.4 µg/kg，如改換為 100 nm 的鉛奈米顆粒，鉛濃度則需要 124.4 µg/kg。因此如何準確的配製及驗證低濃度(µg/kg)之元素標準品即是一項重要的課題。

因此本計畫另一個工作項目即是建立「無機元素同位素稀釋法量測技術」，因同位素稀釋法量測技術在分析化學方法中認為具有高準確性與低量測不確定度等優勢，且量測過程皆可追溯至 SI 單位之公斤(kg)與莫耳(mol)，可歸類為原級量測方法(Primary method of measurement)。由於同位素稀釋法可選擇的元素種類眾多，在半導體產業中最常量測的 13 種金屬元素中，鉛是最常用來進行同位素稀釋法量測評估的元素，為建立量測能量，本計畫選用低濃度鉛標準液作為同位素稀釋法之量測不確定度評估，以下即針對同位素稀釋質譜法之原理與操作方法進行說明。

同位素稀釋質譜法(isotope dilution mass spectrometry, IDMS)的原理是利用已知同位素組成但未知濃度之元素樣品(sample)與已知濃度之添加濃縮同位素樣品(spike)混合，此添加濃縮同位素包含欲分析之元素但其同位素比例與樣品不同，理想情況下，添加濃縮同位素的同位素比例需以高豐度罕見自然同位素為主，待測樣品與濃縮同位素均勻混合後會產生新的同位素分佈，此混合同位素比例即直接反應待測樣品的濃度。詳細的原理如圖 2-1-7 所示，以銻元素(Antimony, Sb)為例，一般樣品銻同位素 <sup>121</sup>Sb 與 <sup>123</sup>Sb 的自然豐度為 57.36 % 及 42.64 %，濃縮銻同位素之 <sup>121</sup>Sb 與 <sup>123</sup>Sb 豐度則為 99 % 及 1 %，均勻混合後，產生新的同位素比例，藉由量測新的同位素比例，即可回推樣品濃度。

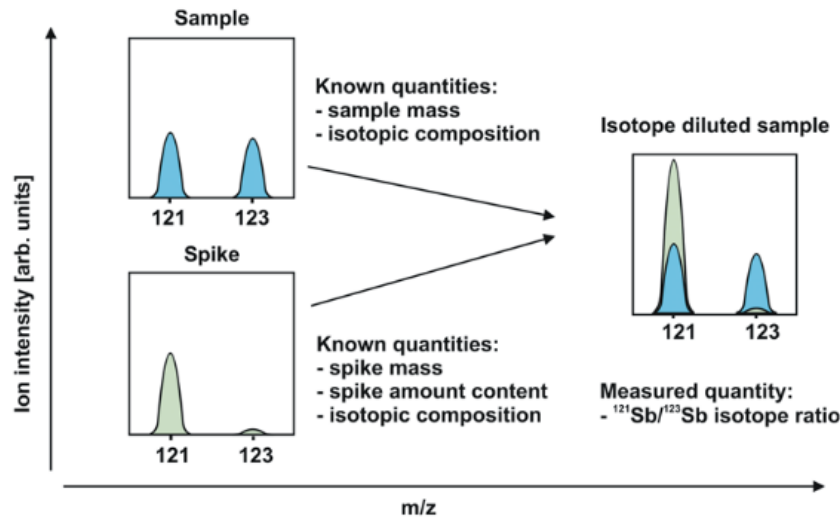


圖 2-1-7、以銻元素為例之 IDMS 原理示意圖

為了清楚 IDMS 的原理，必須進一步利用公式表達，才能更明確地知道 IDMS 運作的細節。式(2-1-5)即為一般 IDMS 的使用公式，其說明了樣品及受測量的質量分率與混合同位素比例間的關係。

$$C_s = C_{sp} \cdot \frac{m_{sp}}{m_s} \cdot \frac{K_m \cdot R_m^{meas} \cdot A_{sp}^b - A_{sp}^a}{A_s^a - K_m \cdot R_m^{meas} \cdot A_s^b} \quad (2-1-5)$$

其中：

$C_s$ ：樣品重量莫耳濃度

$C_{sp}$ ：添加濃縮同位素重量莫耳濃度

$m_s$ ：混合同位素中的樣品質量

$m_{sp}$ ：混合同位素中的添加濃縮同位素質量

$K_m$ ：修正因子

$R_m^{meas}$ ：混合同位素的同位素比例量測值

$A_s^a$ ：樣品中同位素 A 的同位素豐度

$A_s^b$ ：樣品中同位素 B 的同位素豐度

$A_{sp}^a$ ：添加濃縮同位素 A 的同位素豐度

$A_{sp}^b$ ：添加濃縮同位素 B 的同位素豐度

在式(2-1-5)中如已知同位素標準液  $C_{sp}$  的濃度與同位素比例，與樣品  $C_s$  的同位素比例，透過  $C_s$  與  $C_{sp}$  的混合並秤重求得  $m_s$  與  $m_{sp}$ ，混合液經感應耦合電漿質譜儀 (Inductively coupled plasma-mass spectrometry, ICP-MS) 量測同位素比例求得  $R_m^{meas}$ ，透過修正因子  $K_m$  修正後，即可計算得到樣品  $C_s$  的濃度。然而有時  $C_{sp}$  僅知道同位素

比例，因此濃度需要使用濃度標準液  $C_{Std}$  來驗證  $C_{Sp}$  的濃度，公式如式(2-1-6)所述。

$$C_{Sp} = C_{Std} \cdot \frac{m_{Std}}{m'_{Sp}} \cdot \frac{A_{Std}^a - K_{bl'} \cdot R_m^{meas} \cdot A_{Std}^b}{K_{bl'} \cdot R_m^{meas} \cdot A_{Sp}^b - A_{Sp}^a} \quad (2-1-6)$$

透過原級標準液(Standard)濃度對同位素標準液(spike)進行定量，並傳遞至樣品(sample)，此過程稱為逆同位素稀釋分析法(Reverse isotope dilution analysis)。

在本計畫中，使用同位素稀釋法驗證稀釋後之低濃度鉛標準液，低濃度鉛標準液之濃度驗證流程如圖 2-1-8。首先進行修正因子的量測，接下來利用鉛原級標準液標定  $Pb^{206}$  高豐度同位素標準品，最後使用  $Pb^{206}$  高豐度同位素標準品標定另一瓶低濃度鉛原級標準液，並進行稀釋與濃度驗證之不確定度評估。

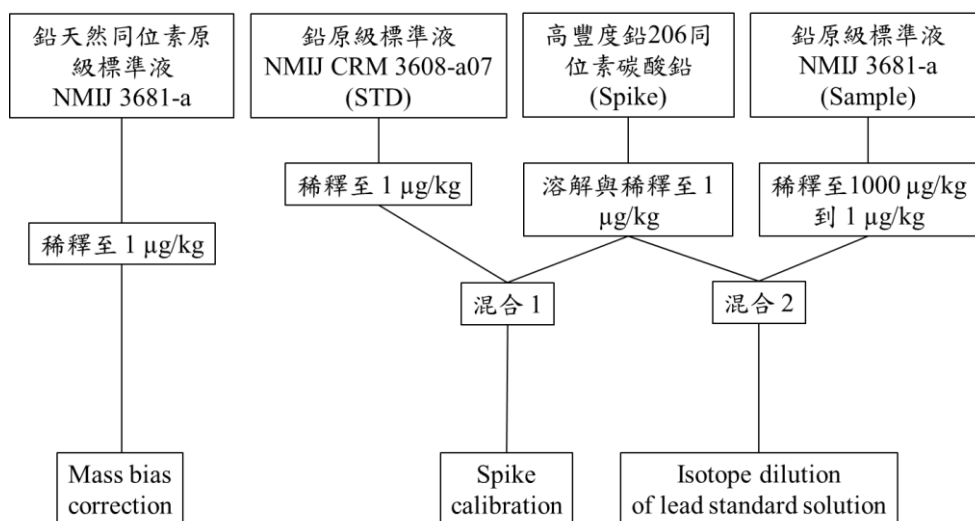


圖 2-1-8、低濃度鉛標準液同位素稀釋法流程圖

鉛標準液稀釋流程參考「NPL Report AS 98\_VAMAS TWA34 Project 10」方法，為避免過大的稀釋比例導致不確定度增加，每次稀釋濃度差不大於 100 倍為原則，以鉛原級標準液濃度為 988.7 mg/kg 為例，稀釋至 1 µg/kg，需經過三次稀釋，經計算鉛原級標準液稀釋至 1 µg/kg 的稀釋倍率如式(2-1-7)，為 993136.1 倍，而秤重不確定度評估則參考文獻中之計算方式如式(2-1-8)，不確定度為 1688.1，後續之稀釋流程皆依此法進行稀釋模式進行不確定度評估。

$$d = \frac{m_{f,d1}}{m_{i,d1}} \times \frac{m_{f,d2}}{m_{i,d2}} \times \frac{m_{f,d3}}{m_{i,d3}} = \frac{98.5554 \text{ g}}{0.9773 \text{ g}} \times \frac{90.8458 \text{ g}}{0.9232 \text{ g}} \times \frac{90.8451 \text{ g}}{0.9077 \text{ g}} = 993136.1 \quad (2-1-7)$$

$$\Delta d = d \times \sqrt{\left(\frac{\Delta m_{f,d1}}{m_{f,d1}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta m_{i,d1}}{m_{i,d1}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta m_{f,d2}}{m_{f,d2}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta m_{i,d2}}{m_{i,d2}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta m_{f,d3}}{m_{f,d3}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta m_{i,d3}}{m_{i,d3}}\right)^2} = 1688.1 \quad (2-1-8)$$

稀釋之鉛原級標準液之不確定度來源有三項(如式 2-1-9)，(1) 鉛原級標準液本身的濃度不確定度，依據日本國家計量研究所 NMIJ 提供之報告，鉛原級標準液之量測不確定度為 1.1 mg/kg， $k=2$ ，因此標準不確定度為 0.55 mg/kg。(2) 重量濃度轉換為莫耳濃度時的不確定度，由於鉛原級標準液並未提供鉛原子量數值，因此參考 IUPAC 的鉛原子量為 207.2，以小數點一位進行矩形分布不確定度評估，相對不確定性估計為 10 % 計算。(3) 鉛原級標準液稀釋之不確定度則依據鉛標準液稀釋流程進行評估，不確定度分析表如表 2-1-3 所述。

$$C_{\text{std}} = \frac{C_{\text{std,stock}} \times 10^{-6}}{D_{\text{f,std}} \times \text{Mol}_{\text{std}}} = \frac{988.7 \times 10^{-6}}{993136.1 \times 207.2} = 4.80 \times 10^{-12} \text{ mol/g} \quad (2-1-9)$$

表 2-1-3、鉛原級標準液濃度不確定度分析表

不確定度來源 $i$	估計值 $x_i$	單位	Type	機率分布	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 $\partial f / \partial x_i$	不確定度分量 $u_i(\text{mol/g})$	自由度
$C_{\text{std,stock}}$	988.7	μg/g	B	常態	0.55	$4.86 \times 10^{-15}$	$2.67 \times 10^{-15}$	60
$\text{Mol}_{\text{std}}$	207.2	g/mol	B	矩形	$2.89 \times 10^{-2}$	$-2.32 \times 10^{-14}$	$6.69 \times 10^{-16}$	50
$D_{\text{f, std}}$	$9.93 \times 10^5$	g/g			$1.69 \times 10^3$	$-4.84 \times 10^{-18}$	$8.17 \times 10^{-15}$	60
組合標準不確定度 $u = 8.62 \times 10^{-15} \text{ mol/g}$ 有效自由度 $v_{\text{eff}} = 73.6$								

由於 ICP-MS 在量測同位素時，在進樣口端會產生所謂的空間電荷效應(Space charge effect)，這是因為所有元素都帶正電時會互相排斥，導致量測值與實際值產生偏差，因此需要一修正因子對量測值進行修正，其修正方式為使用 ICP-MS 量測已知同位素比例的鉛標準液，透過實際同位素比例  $R_{\text{ture}}$  與量測之同位素比例  $R_{\text{meas}}$  相除，即可得到修正因子。 $R_c(208,\text{iso})$  為已知鉛同位素比例之標準液， $\text{Pb}^{208}/\text{Pb}^{206}$  比值不確定度引用校正報告上之數值， $R_m(208,\text{iso})$  為使用 ICP-MS 量測該標準液之測值，不確定度評估以 5 次重複分析計算，結果參考式 2-1-10。修正因子  $F(208)$  不確定度分析表以表 2-1-4 表示。

$$F(208) = \frac{R_c(208, \text{iso})}{R_m(208, \text{iso})} = \frac{2.10406}{2.078391}$$

表 2-1-4、修正因子  $F(208)$  不確定度分析表

不確定度來源 $i$	估計值 $x_i$	單位	Type	機率分布	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 $\partial f/\partial x_i$	不確定度分量 $u_i$	自由度
Rc(208, iso)	2.10	mol/mol	B	常態	$6.50 \times 10^{-5}$	$4.81 \times 10^{-1}$	$3.13 \times 10^{-5}$	60
Rm(208, iso)	2.08	cps/cps	A	T	$2.27 \times 10^{-3}$	$-4.87 \times 10^{-1}$	$1.10 \times 10^{-3}$	2
組合標準不確定度 $u = 1.10 \times 10^{-3}$ 有效自由度 $v_{\text{eff}} = 2.0$								

由於  $\text{Pb}^{206}$  高豐度同位素標準品 ( $C_{\text{sp}}$ ) 的原廠校正報告中僅提供同位素比例資訊，因此需使用鉛原級標準液對其進行濃度驗證，依據公式(2-1-6)進行  $\text{Pb}^{206}$  高豐度同位素標準品濃度計算，其結果如式(2-1-11)所表示， $C_{\text{std}}$  為稀釋後之鉛原級標準液， $M_{\text{std}}$  與  $M_{\text{sp}}$  分別為  $C_{\text{std}}$  與  $C_{\text{sp}}$  混合時各自所占有的質量， $A_f(206, \text{std})$  與  $A_f(208, \text{std})$  為鉛原級標準液之 206 與 208 的同位素比例，此數值參考 IUPCA 的天然鉛同位素比例， $A_f(206, \text{sp})$  與  $A_f(208, \text{sp})$  為  $\text{Pb}^{206}$  高豐度同位素標準品之 206 與 208 的同位素比例，此為原廠校正報告提供之參考值， $R_n(208, \text{mix1})$  為 ICP-MS 的量測值經修正因子校正後之數值式(2-1-12)， $C_{\text{sp}}$  的量測不確定度分析表如表 2-1-5，經計算  $C_{\text{sp}}$  濃度為  $4.91 \times 10^{-12}$  mol/g，不確定度為  $1.48 \times 10^{-14}$  mol/g。

$$C_{\text{sp}} = \frac{M_{\text{std}} \times C_{\text{std}}}{M_{\text{sp}}} \times \left( \frac{A_f(208, \text{std}) - R_n(208, \text{mix1}) \times A_f(206, \text{std})}{R_n(208, \text{mix1}) \times A_f(206, \text{sp}) - A_f(208, \text{sp})} \right) = 4.91 \times 10^{-12} \text{ mol/g} \quad (2-1-11)$$

$$R_n(208, \text{mix1}) = F(208) \times R_m(208, \text{mix1}) = 4.21 \times 10^{-1} \text{ mol/mol} \quad (2-1-12)$$

表 2-1-5、 $\text{Pb}^{206}$  同位素標準品量測不確定度分析表

不確定度來源 $i$	估計值 $x_i$	單位	Type	機率分布	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 $\partial f/\partial x_i$	不確定度分量 $u_i$ (mol/g)	自由度
$M_{\text{std}}$	5.01	g	B	常態	$9.18 \times 10^{-4}$	$9.81 \times 10^{-13}$	$9.00 \times 10^{-16}$	60
$C_{\text{std}}$	$4.80 \times 10^{-12}$	mol/g			$8.62 \times 10^{-15}$	1.02	$8.81 \times 10^{-15}$	73.6
$C_{\text{std stock}}$	988.7	μg/g	B	常態	0.55	$4.86 \times 10^{-15}$	$2.67 \times 10^{-15}$	60
$M_{\text{std}}$	207.2	g/mol	B	矩形	$2.89 \times 10^{-2}$	$-2.32 \times 10^{-14}$	$6.69 \times 10^{-16}$	50
$D_f \text{ std}$	$9.93 \times 10^5$	g/g	A	常態	$1.69 \times 10^3$	$-4.84 \times 10^{-18}$	$8.17 \times 10^{-15}$	60
$M_{\text{sp}}$	5.05	g	B	常態	$9.18 \times 10^{-4}$	$-9.72 \times 10^{-13}$	$8.92 \times 10^{-16}$	60
$A_f(208, \text{std})$	$5.24 \times 10^{-1}$	mol/mol	B	矩形	$2.89 \times 10^{-4}$	$1.16 \times 10^{-11}$	$3.35 \times 10^{-15}$	50
$A_f(206, \text{std})$	$2.41 \times 10^{-1}$	mol/mol	B	矩形	$2.89 \times 10^{-4}$	$-4.90 \times 10^{-12}$	$1.41 \times 10^{-15}$	50
<b><math>R_n(208, \text{mix1})</math></b>	$4.21 \times 10^{-1}$	mol/mol			$4.63 \times 10^{-4}$	$-1.47 \times 10^{-11}$	$6.78 \times 10^{-15}$	2.05
Rc(208, iso)	2.10	mol/mol	B	常態	$6.50 \times 10^{-5}$	$4.81 \times 10^{-1}$	$3.13 \times 10^{-5}$	60
Rm(208, iso)	2.08	cps/cps	A	T	$2.27 \times 10^{-3}$	$-4.87 \times 10^{-1}$	$1.10 \times 10^{-3}$	2
$R_m(208, \text{mix1})$	$4.16 \times 10^{-1}$	cps/cps	A	T	$5.14 \times 10^{-5}$	1.01	$5.21 \times 10^{-5}$	4.0
$A_f(208, \text{sp})$	$7.20 \times 10^{-3}$	mol/mol	B	矩形	$6.93 \times 10^{-4}$	$1.20 \times 10^{-11}$	$8.30 \times 10^{-15}$	50
$A_f(206, \text{sp})$	$9.89 \times 10^{-1}$	mol/mol	B	矩形	$6.35 \times 10^{-4}$	$-5.05 \times 10^{-12}$	$3.21 \times 10^{-15}$	50
組合標準不確定度 $u = 1.48 \times 10^{-14}$ mol/g 有效自由度 $v_{\text{eff}} = 39.1$								

低濃度鉛標準液  $C_s$  需使用已標定濃度之  $\text{Pb}^{206}$  高豐度同位素標準品進行濃度驗證，以最低濃度點 1 μg/kg 為例，濃度驗證公式如式(2-1-13)所示，其公式計算方式與  $\text{Pb}^{206}$  高豐度同位素標準品相似，由於低濃度鉛標準液是使用鉛天然同位素原級標準液進行稀釋，因此在  $A_f(206, \text{s})$  與  $A_f(208, \text{s})$  直接參考原廠校正報告之同位素比例進行計算，

$R_n(208, \text{mix}2)$  為經 ICP-MS 的量測值經修正因子校正後之數值如式(2-1-14)所示， $C_s$  的量測不確定度分析表如表 2-1-6，經計算  $C_s$  濃度為  $4.85 \times 10^{-12}$  mol/g，不確定度為  $1.79 \times 10^{-14}$  mol/g。

$$C_s = \frac{M_{sp'} \times C_{sp}}{M_s} \times \left( \frac{R_n(208, \text{mix}2) \times A_f(206, \text{sp}) - A_f(208, \text{sp})}{A_f(208, \text{s}) - R_n(208, \text{mix}2) \times A_f(206, \text{s})} \right) = 4.85 \times 10^{-12} \text{ mol/g} \quad (2-1-13)$$

$$R_n(208, \text{mix}2) = F(208) \times R_m(208, \text{mix}2) = 4.26 \times 10^{-1} \text{ mol/mol} \quad (2-1-14)$$

表 2-1-6、1 μg/kg 低濃度鉛標準液量測不確定度分析表

不確定度來源 $i$	估計值 $x_i$	單位	Type	機率分布	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 $\partial f / \partial x_i$	不確定度分量 $u_i$ (mol/g)	自由度
$M_{sp}$	5.02	g	B	常態	$9.18 \times 10^{-4}$	$9.67 \times 10^{-13}$	$8.87 \times 10^{-16}$	60
$C_{sp}$	$4.91 \times 10^{-12}$	mol/g			$1.48 \times 10^{-14}$	$9.89 \times 10^{-1}$	$1.46 \times 10^{-14}$	39.1
$M_s$	4.99	g	B	常態	$9.18 \times 10^{-4}$	$-9.73 \times 10^{-13}$	$8.92 \times 10^{-16}$	60
$A_f(208, \text{sp})$	$7.20 \times 10^{-3}$	mol/mol	B	矩形	$6.93 \times 10^{-4}$	$1.17 \times 10^{-11}$	$8.12 \times 10^{-15}$	50
$A_f(206, \text{sp})$	$9.89 \times 10^{-1}$	mol/mol	B	矩形	$6.35 \times 10^{-4}$	$4.99 \times 10^{-12}$	$3.17 \times 10^{-15}$	50
<b><math>R_n(208, \text{mix}2)</math></b>	$4.26 \times 10^{-1}$	mol/mol			$4.72 \times 10^{-4}$	$8.82 \times 10^{-12}$	$4.16 \times 10^{-15}$	2.13
$R_c(208, \text{iso})$	2.10	mol/mol	B	常態	$6.50 \times 10^{-5}$	$4.81 \times 10^{-1}$	$3.13 \times 10^{-5}$	60
$R_m(208, \text{iso})$	2.08	cps/cps	A	T	$2.27 \times 10^{-3}$	$-4.87 \times 10^{-1}$	$1.10 \times 10^{-3}$	2
$R_m(208, \text{mix}2)$	$4.21 \times 10^{-1}$	cps/cps	A	T	$8.04 \times 10^{-5}$	1.01	$8.14 \times 10^{-5}$	4.0
$A_f(208, \text{s})$	$5.24 \times 10^{-1}$	mol/mol	B	矩形	$2.89 \times 10^{-4}$	$-1.15 \times 10^{-11}$	$3.32 \times 10^{-15}$	50
$A_f(206, \text{s})$	$2.41 \times 10^{-1}$	mol/mol	B	矩形	$2.89 \times 10^{-4}$	$-4.90 \times 10^{-12}$	$1.42 \times 10^{-15}$	50
組合標準不確定度 $u = 1.79 \times 10^{-14}$ mol/g 有效自由度 $\nu_{\text{eff}} = 60.2$								

由於同位素稀釋法的公式計算結果之單位為 mol/g，而非一般常用的 μg/kg，因此最後需要經過一次單位轉換，公式為式 2-1-15，換算過程之量測不確定度分析表如表 2-1-7 所示，1 μg/kg 的低濃度鉛標準液之量測不確定度為 0.74 %。

$$C_{s, \text{ppb}} = C_s \times Mol_s \times 10^9 = 4.85 \times 10^{-12} \times 207.2 \times 10^9 = 1.00 \text{ } \mu\text{g/kg} \quad (2-1-15)$$

表 2-1-7、1 μg/kg 低濃度鉛標準液濃度驗證不確定度分析表

不確定度來源 $i$	估計值 $x_i$	單位	Type	機率分布	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 $\partial f / \partial x_i$	不確定度分量 $u_i$ (μg/kg)	自由度
$C_s$	$4.85 \times 10^{-12}$	mol/g			$1.79 \times 10^{-14}$	$2.07 \times 10^{11}$	0.0037	60
$Mol_s$	207.2	g/mol	B	矩形	0.029	0.0049	0.00014	50
組合標準不確定度 $u_c = 0.0037$ μg/kg 有效自由度 $\nu_{\text{eff}} = 60.2$ 涵蓋因子 $k = 2.00$ 擴充不確定度 $U_c = 0.0074$ μg/kg 鉛樣品濃度量測值 $C_{s, \text{ppb}} = 1.00$ μg/kg 組合相對擴充不確定度 $u_{\text{RSD}} = 0.74\%$								

依相同方法針對 10 μg/kg、100 μg/kg、1000 μg/kg 之低濃度鉛標準液進行濃度驗證不確定度評估，其結果如表 2-1-8 至 2-1-10 所示。10 μg/kg 鉛元素溶液量測不確定度為 0.76 %，100 μg/kg 鉛元素溶液量測不確定度為 1.83 %，1000 μg/kg 鉛元素溶液量測不確定度為 1.97 %。依據 CCQM-K2 的國際比對結果，比對之鉛濃度為 12.5 μg/kg，各國量

測結果如表 2-1-11 所示，量測不確定度範圍介於 0.46 % 至 4.10 %，不確定度評估範圍與各國國家標準實驗室相符。

表 2-1-8、10 µg/kg 低濃度鉛標準液濃度驗證不確定度分析表

不確定度來源 $i$	估計值 $x_i$	單位	Type	機率分布	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 $\partial f / \partial x_i$	不確定度分量 $u_i$ (µg/kg)	自由度
$C_s$	$4.86 \times 10^{-11}$	mol/g			$1.85 \times 10^{-13}$	$2.07 \times 10^{11}$	0.038	60
$Mol_s$	207.2	g/mol	B	矩形	0.029	0.049	0.0014	50
組合標準不確定度 $u_c = 0.0383$ µg/kg 有效自由度 $v_{\text{eff}} = 60.2$ 涵蓋因子 $k = 2.00$ 擴充不確定度 $U_c = 0.0766$ µg/kg 鉛樣品濃度量測值 $C_{s\_ppb} = 10.07$ µg/kg 組合相對擴充不確定度 $u_{\text{RSD}} = \mathbf{0.76\%}$								

表 2-1-9、100 µg/kg 低濃度鉛標準液濃度驗證不確定度分析表

不確定度來源 $i$	估計值 $x_i$	單位	Type	機率分布	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 $\partial f / \partial x_i$	不確定度分量 $u_i$ (µg/kg)	自由度
$C_s$	$4.80 \times 10^{-10}$	mol/g			$4.38 \times 10^{-12}$	$2.07 \times 10^{11}$	0.91	60
$Mol_s$	207.2	g/mol	B	矩形	0.029	0.48	0.014	50
組合標準不確定度 $u_c = 0.91$ µg/kg 有效自由度 $v_{\text{eff}} = 60.0$ 涵蓋因子 $k = 2.00$ 擴充不確定度 $U_c = 1.82$ µg/kg 鉛樣品濃度量測值 $C_{s\_ppb} = 99.36$ µg/kg 組合相對擴充不確定度 $u_{\text{RSD}} = \mathbf{1.83\%}$								

表 2-1-10、1000 µg/kg 低濃度鉛標準液濃度驗證不確定度分析表

不確定度來源 $i$	估計值 $x_i$	單位	Type	機率分布	標準不確定度 $u(x_i)$	靈敏係數 $\partial f / \partial x_i$	不確定度分量 $u_i$ (µg/kg)	自由度
$C_s$	$4.82 \times 10^{-9}$	mol/g			$4.74 \times 10^{-11}$	$2.07 \times 10^{11}$	9.81	60
$Mol_s$	207.2	g/mol	B	矩形	0.029	4.82	0.14	50
組合標準不確定度 $u_c = 9.82$ µg/kg 有效自由度 $v_{\text{eff}} = 60.0$ 涵蓋因子 $k = 2.00$ 擴充不確定度 $U_c = 19.7$ µg/kg 鉛樣品濃度量測值 $C_{s\_ppb} = 997.96$ µg/kg 組合相對擴充不確定度 $u_{\text{RSD}} = \mathbf{1.97\%}$								

表 2-1-11、CCQM-K2 的國際比對結果

Participant	Origin	Reported result amount content/(nmol·kg <sup>-1</sup> )	Expanded uncertainty (k=2) amount content/(nmol·kg <sup>-1</sup> )	Relative expanded uncertainty (%)
PTB	Germany	61.0	0.9	1.48
NMi	The Netherlands	61.4	2.2	3.58
NIMC	Japan	62.21	0.60	0.96
KRISS	South Korea	62.3	0.9	1.44
LGC	United Kingdom	62.34	1.24	1.99
NRC	Canada	62.6	1.5	2.40
IRMM	European Union	62.73	0.52	0.83
NIST	USA	62.84	0.29	0.46
LNE	France	65.9	2.7	4.10

### 【執行檢討】

在本計畫中針對單一顆粒生產技術進行相關研究與發展，目前還處在比較先期的狀態，還尚待系統模組化與穩定性測試等研究項目需相關計畫的支持與協助。此外在本研究中經常性需使用感應耦合電漿質譜儀進行相關之技術研究，由於在進行相關半導體原物料分析時，機台須保持在高潔淨度狀態，才有機會達到低濃度小顆粒金屬粒子量測，未來在單一顆粒感應耦合電漿質譜儀的使用上在半導體產業將持續地不斷發展，如能專機專用，將可有效提升技術的發展與提供產業服務需求。

### 【與業界之互動及滾動修正未來規劃】

隨著半導體先進製程的發展，製程中所使用化學品的奈米顆粒的量測技術開始受到關注，以 2019 年工研院舉辦的“純度與粒子檢測技術及其應用研討會”研討會，本次即有 71 人次共計 34 家廠商進行參與，其中包含指標性廠商如巴 O 夫、台灣 O 品化學、勝 O 化工與美商英 O 格等廠商，顯示各大原物料供應商與濾材廠商對奈米顆粒量測的需求迫切性。

經與廠商討論的結果，在金屬奈米顆粒分析技術部分，十分缺乏相關之校正與比對技術，因此針對如何進行不同金屬顆粒的量測校正十分感興趣。本計畫發展之技術不僅可提供台 O 電解決原物料進廠時的檢測規格使用，同時可技轉各供應商，建立原物料分析技術，提升產品競爭力。



## (二)、超薄次奈米膜厚度量測技術研究

### 【全程技術建立時程】

106 年度目標	107 年度目標	108 年度目標	109 年度目標
技術指標或系統規格 •單光源 GIXRF 量測技術： ✓GIXRF 光譜量測技術：光源能量介於(0.5 ~ 20) keV ✓GIXRF 標準樣品定性分析(材料：Hf、Ti、Ta)：重複量測峰值誤差≤ 10 %		•GIXRR-GIXRF 量測技術： ✓GIXRR-GIXRF 量測背景雜訊評估技術 ✓偵測器雜訊 ≤ 5CPS。 ✓完成介電薄膜(HfO <sub>2</sub> , TiN, TaN) GIXRF 角度螢光光譜縱深分析。 ✓量測膜厚(0.9 nm ~ 2 nm)，GIXRF 量測範圍角度介於 0°~+20°	•GIXRR-GIXRF 量測技術： ✓多層薄膜厚度標準品光譜量測技術，單層膜厚≤ 2 nm，厚度量測誤差 ≤ 5 %

本計畫預定進行 GIXRR-GIXRF 技術建置，應用於半導體單層/多層膜厚及元素縱深分布量測。此技術首先進行低掠角 X 射線螢光光譜(Grazing incidence X-ray fluorescence, GIXRF)量測系統硬體光路設計及規格制定，並撰寫分析軟體，針對關鍵材料(如金屬薄膜)進行元素縱深分布分析及計量追溯，並建立膜層模型。完成後將 GIXRF 技術結合低掠角 X 射線反射技術(Grazing incidence X-ray reflectivity, GIXRR)成為 GIXRR-GIXRF 薄膜厚度技術，藉由 GIXRF 建立之膜層模型代入 GIXRR 進行膜厚分析，提升膜厚度量測準確度。當量測之薄膜厚度越薄，所需量測 X 光入射角度範圍越高，而反射訊號強度隨著入射角度提升而降低，因此量測高入射角度時需要降低偵測器雜訊，以提升訊雜比，避免量測訊號受到雜訊影響而降低分析精準度。

### 【本年度目標】

完成 GIXRR-GIXRF 薄膜厚度量測技術：

#### 1.GIXRR-GIXRF 薄膜厚度量測背景雜訊評估技術

- 偵測器雜訊 ≤ 5 CPS

#### 2.GIXRR-GIXRF 薄膜厚度量測技術

- 完成介電薄膜(HfO<sub>2</sub>, TiN, TaN) GIXRF 角度螢光光譜縱深分析
- 量測膜厚(0.9 nm ~ 2 nm)，GIXRF 量測範圍角度介於 0°~ +20°

### 【執行成果】

#### 1.GIXRF 角度螢光光譜縱深分析技術

計畫建立之低掠角 X 光螢光光譜技術(GIXRF)，提供半導體產業檢測 0.9 至 2 奈

米薄膜厚度範圍，並分析半導體晶圓薄膜材料之縱深分布，也可量測不同膜層中之元素組成，達到有效區分出 high k 材料之介面層，協助薄膜厚度分析建模，以得到更精確之擬合薄膜厚度值。

(1) 完成 GIXRF 實驗光路以及架構

針對 TiN、TaN、HfO<sub>2</sub> 三種重要之半導體 high k 材料進行 GIXRF 研究，完成 GIXRF 實驗光路以及架構如圖 2-2-1。

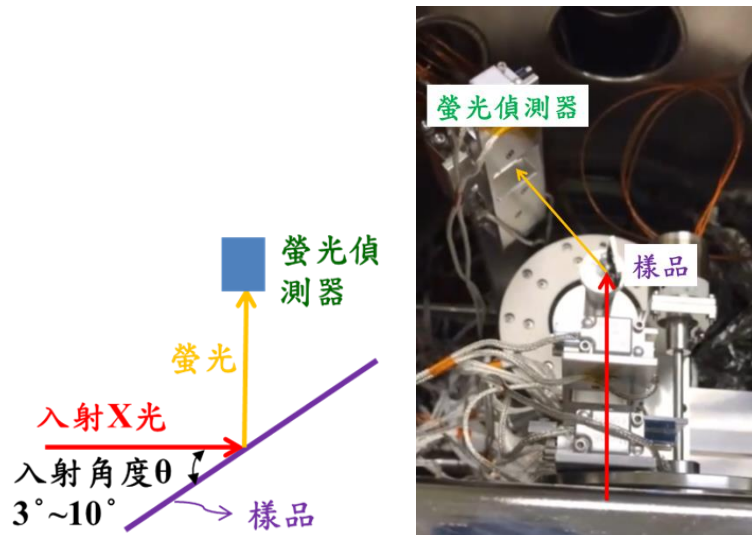


圖 2-2-1、GIXRF 實驗光路以及架構

GIXRF 技術之光源為高速電子激發靶材之 X 光，X 光經過單光器反射聚焦於樣品表面，樣品材料經過 X 光激發螢光之後，實驗選擇由矽飄移偵測器(Silicon Drift Detector, SDD)收集螢光。SDD 為 XRF 技術常用之偵測器，其偵測器之解析度佳且可同時收多個元素之螢光光譜，得到能量頻譜圖。X 光源路徑與偵測器呈  $90^\circ$  收光，即控制偵測器與樣品旋轉軸使得 X 光光源與螢光永遠呈  $90^\circ$ 。

偵測器與樣品距離為實驗中重要之參數，其數值必須精確到小數點第二位，避免影響後續計算元素光譜值。偵測器與樣品的遠近取決於分析方法，過近雖可得到較好之螢光訊號，但是會影響偵測器本身之立體角(Solid Angle)，solid angle 計算以及示意圖如圖 2-2-2，圖中公式之  $\Omega$  代表立體角、R 為偵測器與樣品之距離，r 為偵測器晶片半徑。當偵測器越近則偵測器可視範圍 d 就會越小，則會使得 solid angle 難以計算，例如入射光源角度很小的時候(即低掠角)，光打於樣品上之光點範圍會過大，超出偵測器可視範圍 d，此時 solid angle 之一般公式則不適用，必須另寫程式模擬不同低角度所對應之立體角，或另外設計光路使得入射角所造成之光點小於偵測器可視化範圍。PTB 專家建議只要距離小於 200 mm 即可量到足以分析之螢光訊號。根據 SDD 與樣品之距離，完成計算本計畫所用之 SDD 之 solid angle，利用 SDD 幾何參數計算出之 solid angle 為 0.0033 sr。

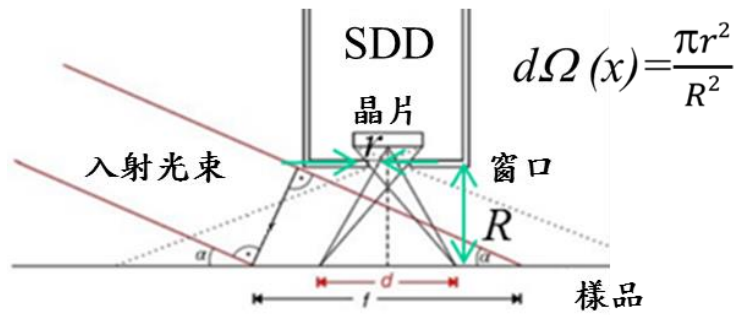


圖 2-2-2、立體角(Solid Angle)公式及示意圖

入射光角度之設計則是根據德國 PTB 同步光源之 GIXRF 實驗方法。PTB 量測 TiN、TaN、HfO<sub>2</sub> 三種材料計算厚度時，為避免臨界角所造成之 X 光駐波影響，故取 GIXRF 光譜較為穩定之角度範圍，即 3°至 10°進行重複性計算，故在設計本計畫 GIXRF 入射光角度時，使用同樣之入射光角度範圍。

(2) 完成模擬 GIXRF 數據模擬程式，並得到單層與多層樣品縱深分布圖

完成模擬 TiN、TaN、HfO<sub>2</sub> 三種材料單層及多層樣品之 GIXRF 光譜與角度圖，以及三種材料之縱深分布圖。

X 光照射到樣品之後，會於材料表面形成入射與反射光之駐波，名為 X 光駐波 (X-ray Standing Wave)。而當入射光大於臨界角時，會與不同深度之材料反射波產生駐波干涉，不同材料經過 X 光激發產生之螢光也會與入射光產生干涉駐波，此時經由事先計算已知材料與厚度之 X 光駐波，即可得到該材料螢光的光譜值。3 月前往德國 PTB 同步輻射中心 BESSY 2 研習，與 PTB 專家共同討論研發使用 Python 語言撰寫 transfer-matrix 演算法計算 X 光駐波，模擬出半導體廠實際提供之多層樣品之 GIXRF 光譜以及單層 TiN、TaN、HfO<sub>2</sub> 三種材料不同厚度之 GIXRF 光譜對角度圖以及相對應之縱深分布圖。

GIXRF 駐波計算所用之理論為謝爾曼方程(Sherman Equation)如式(2-2-1)：

$$F(\theta_i, E_i) = \frac{\Omega}{4\pi \sin \theta_i} \varepsilon_{E_i} W_i \rho \omega_k \tau_{E_i} N_0 \int_0^{t_{\max}} I(t, \theta_i, E_i) \cdot \exp[-t\rho\mu_{E_i}] dt. \quad (2-2-1)$$

左右整理可轉換成(2)式：

$$\frac{4\pi \sin \theta_i F(\theta_i, E_i)}{\Omega N_0 \varepsilon_{E_i}} = \frac{W_i \rho \tau(E_i) \omega_k}{\sum dx} \cdot \sum_x \sum_y |E(x, y)|^2 \cdot \exp[-\rho\mu_{E_i} y_{\text{dis}}]. \quad (2-2-2)$$

式(2-2-2)中的諸多參數，是為了定量真正欲量測之元素螢光值。式(2-2-2) W 為目標層之元素原子量比例，例如目標層為 HfO<sub>2</sub>，取 Hf/ HfO<sub>2</sub> 計算原子量比例；ω 為螢光產率，為光打到目標原子，實際會散出螢光之比例(可查表)；τ 為光打到元素之後實際離子化之截面積(可查表)；式(2-2-2)式最右邊一項，為螢光打出去之後，經過其他材

料之衰減量。式(2-2-2)等號左邊  $F$  為目標元素之螢光積分值，單位為每秒光子計數 (Counts Per Seconds, CPS)， $\theta_i$  為入射角度， $\Omega$  為立體角 (Solid Angle)，其值隨入射角度改變。 $\varepsilon$  為偵測器效率，代表多少入射光會被偵測器轉成電子訊號； $N_0$  為入射光之光通量 (Photon Flux)，單位為 CPS。 $N_0$  與  $\varepsilon$  需要校正過後之偵測器進行量測，且不同能量會有不同值。PTB 校正  $\varepsilon$  方法為使用光二極體，先得到光束線上之光強度以及  $N_0$  ( $I_{ref}$  和  $N_{0ref}$ )，最後由監控螢幕得實際打到樣品之  $N_{0exp}$ ，公式如下，可得到  $\varepsilon_{photodiode}$ ：

$$\frac{I_{ref}}{N_{0ref}} \times N_{0exp} \times \frac{1}{\varepsilon_{photodiode}} \quad (2-2-3)$$

另外 SDD 之  $\varepsilon$  也是由校正而得。實驗室現有之光二極體以及 SDD 可送至 PTB 做校正。

由於模擬計算時維度只取一維，且計算之材料為奈米薄膜厚度，故可省去衰減項以及  $y$ 、 $z$  方向簡化如下式：

$$\frac{4\pi \sin \theta_i F(\theta_i, E_i)}{\Omega N_0 \varepsilon_{E_i}} = \frac{W_i \rho \tau(E_i) \omega_k}{\sum dx} \cdot \sum_x |E(x)|^2 \quad (2-2-4)$$

等號右邊之  $E$  項為入射光入射各層材料之電駐波 (Electric Standing Wave)，其電駐波公式如下：

$$E_{int} = 2E_0 \sin(k_0 z + \varphi) \cos(k_0 ct) \quad (2-2-5)$$

其中  $z$  代表深度， $E$  經過平方之後即為光強度 (Intensity, 即為  $I_{xsw}$ ， $xsw$  代表 X 光駐波) 如式(2-2-6)，X 射線駐波之干涉圖如圖 2-2-3。

$$I_{int}(\alpha, z) = I_0 \left[ 1 + R(\alpha) + 2\sqrt{R(\alpha)} \cos \varphi \right] \exp\left(-\frac{z}{z_n}\right) \quad (2-2-6)$$

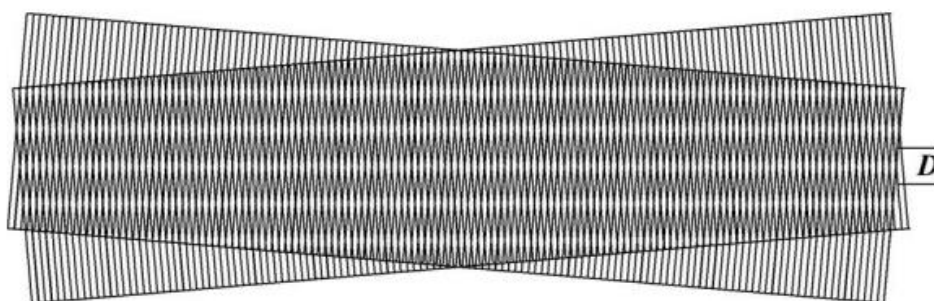


圖 2-2-3、X 射線駐波之干涉圖

$E$  以及  $I_{xsw}$  可以藉由模擬計算而得，並可繪製  $I_{xsw}$  對角度以及深度圖，其螢光強度為任意單位 (Arbitrary Unit, AU)，若要實際定量欲知之元素值，必須乘上  $W$ 、 $\rho$ 、

$\omega$ 以及 $\tau$ 等參數。

單層 TiN 1.2 nm、TaN 3 nm 以及 HfO<sub>2</sub> 1.2 nm 三種材料之 GIXRF 模擬圖如圖 2-2-4。由 GIXRF 與角度之模擬圖，也可同步驗證入射光角度範圍設計，模擬圖顯示在 3°至 10°為 GIXRF 光譜穩定的範圍，適合用來計算厚度值。

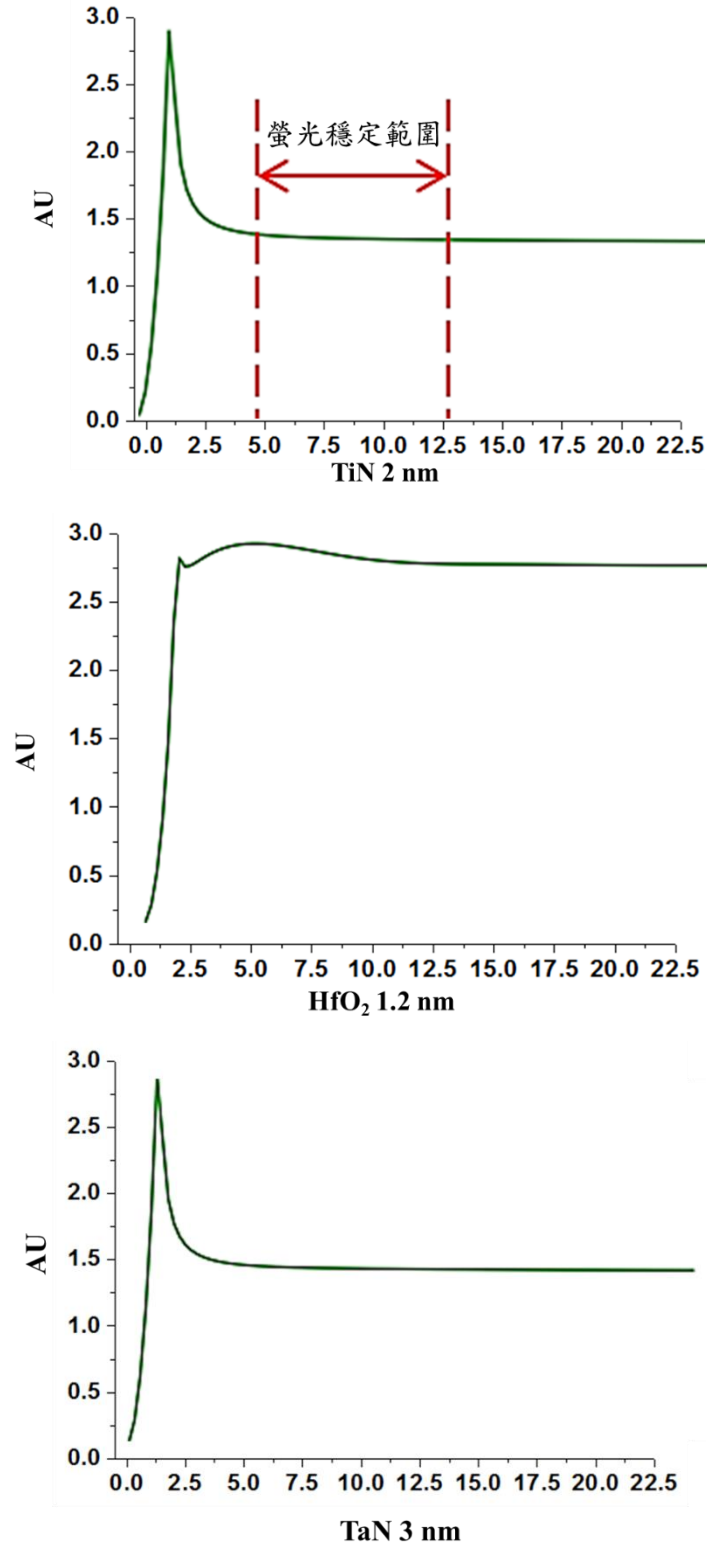


圖 2-2-4、單層 TiN、HfO<sub>2</sub>、TaN 之 GIXRF 模擬光譜

台 O 電多層奈米樣品結構如圖 2-2-5，其樣品之 GIXRF 0°~10°角縱深分析圖如圖

2-2-6，其中黑色曲線為樣品之 GIXRF 總光譜，紅色為 TiAl cap 螢光訊號，綠色部分為底層之 Ta 元素螢光訊號，紫色線為 Ti 元素螢光訊號，藍色線為 Hf 元素螢光訊號，Ta、Ti 和 Hf 之螢光訊號值  $\leq 5.0 \times 10^{-5}$  CPS。由曲線隨角度出現之順序，可對應材料由上而下之次序。由圖中螢光光譜出現順序為 Ta  $\rightarrow$  Ti  $\rightarrow$  Hf，可判定樣品由上而下薄膜層之次序為 TaN  $\rightarrow$  TiN  $\rightarrow$  HfO<sub>2</sub> 與圖 2-2-5 之多層樣品結構吻合。

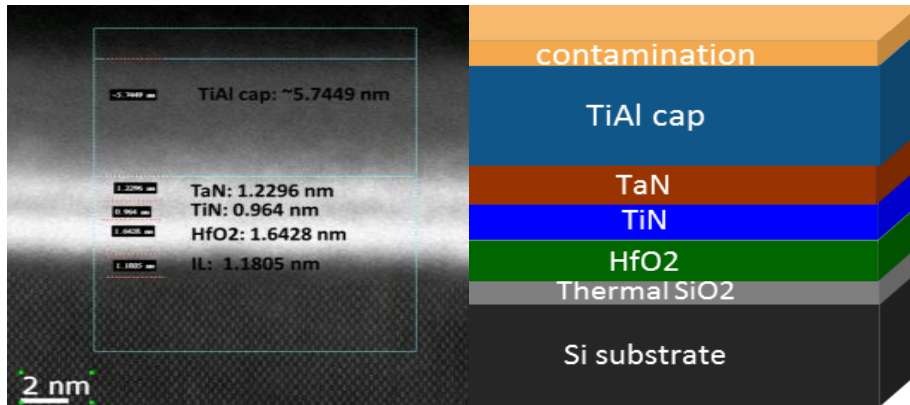


圖 2-2-5、台 O 電多層樣品結構示意圖

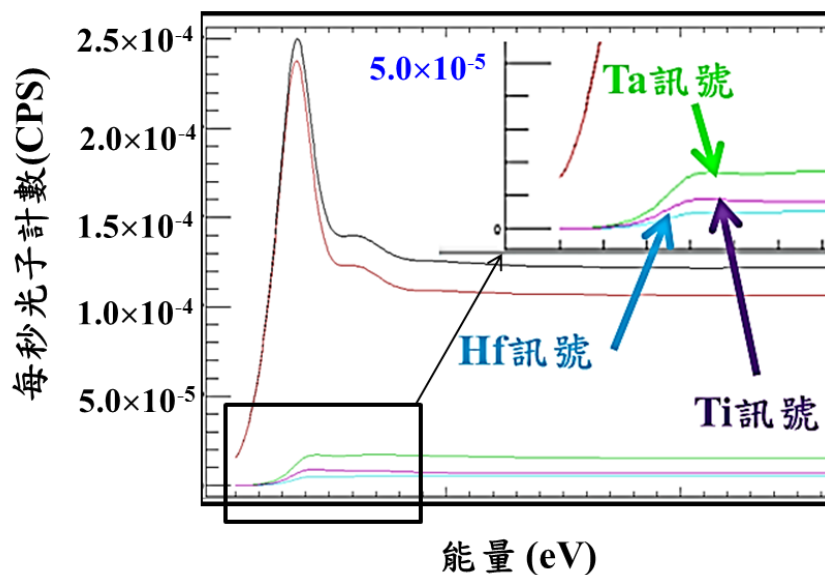


圖 2-2-6、多層奈米薄膜樣品之 GIXRF 0°~10° 度角縱深分析圖

(3) 完成 GIXRF 檢測元素螢光訊號，並做光譜擬合

在實際量測樣品之前，首先須校正 SDD 偵測器之能量光譜，圖 2-2-7 為 PTB 針對實驗用之 Al 靶材成功擬合之 Al 元素光譜，圖中紅色為擬合線，為 PTB 使用 Bruker 偵測器反應函數(Response Function)所擬合，圖中右邊黑色雜訊部分來自於制動輻射(Bremsstrahlung)以及疊加(pile up)現象。Al 螢光經由上述校正之後，始再進行 TiN 樣品螢光之量測。

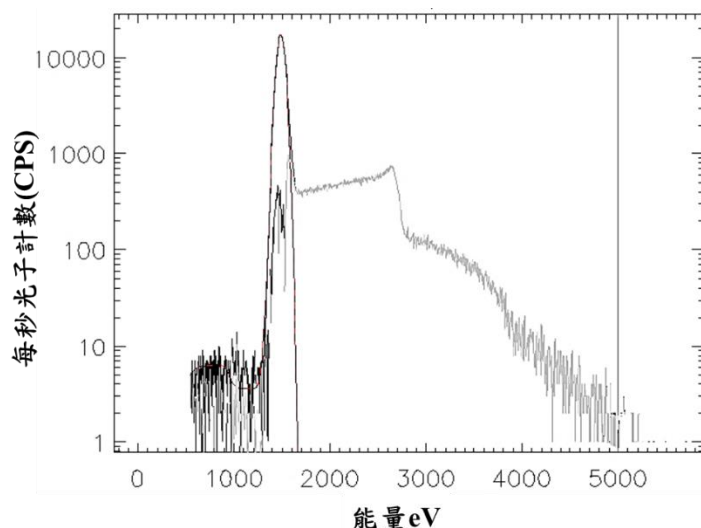


圖 2-2-7、Al 靶材能量光譜校正

依據計畫所設計之實驗光路與架構，使用鋁靶材 X 光光源測試 TiN 1.9 nm 樣品。實驗入射光角度為  $3^\circ$ ，收光 SDD 角度為  $93^\circ$ ，呈  $90^\circ$  收光。其 SDD 所收之螢光光譜與 Al 靶材光源光譜如圖 2-2-8，可根據查表對應元素螢光之能量，得知圖中有 N、Ti、F 以及 Al 元素之螢光峰值。螢光強度值使用 PyMCA 軟體之高斯函數擬合螢光光譜曲線，並扣除不要之背景雜訊，進行螢光光譜積分，如圖 2-2-9 所示之綠色線。PyMCA 為 PTB 專家與柏林工業大學 GIXRF 團隊建議使用之擬合軟體，其可先行判定欲分析之元素能量範圍。積分計算最簡單的方法是去掉雜訊基準面，並選取 ROI (Region of Interest) 範圍訊號進行面積積分。另外也可直接使用高斯近似法 (Gaussian Fitting)，去掉不要的背景雜訊，來得到目標螢光值。而圖中 Ti 元素螢光落於 500 eV 至 691 eV 能量範圍，而 Ti 光譜因與 O 元素訊號重疊，故必須計算 Ti  $L\alpha$ 、 $L\beta$  以及  $L1$  之激發光譜，再扣掉 O 元素之螢光積分值。此實驗的光源乃經過單光器之拋物面石英晶體反射聚光，因此實驗之背景輻射幾乎為 0，無背景輻射問題。

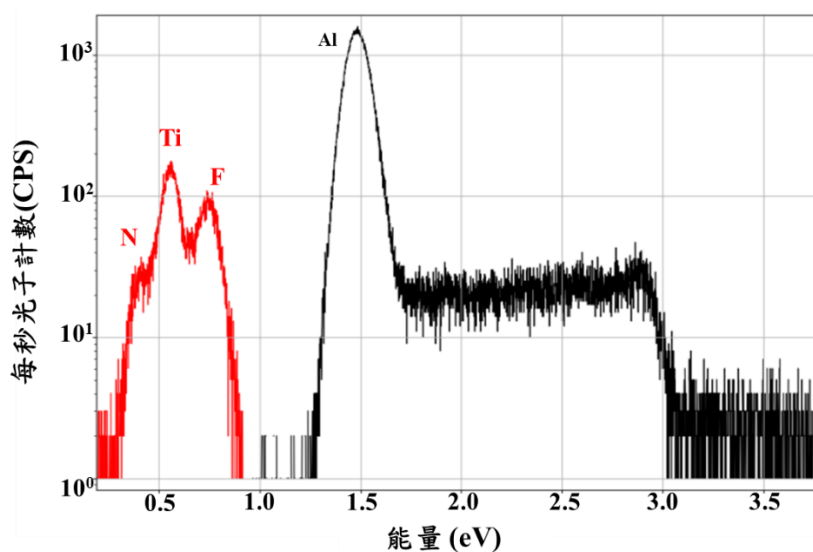


圖 2-2-8、TiN 1.9 nm GIXRF 之實驗光譜

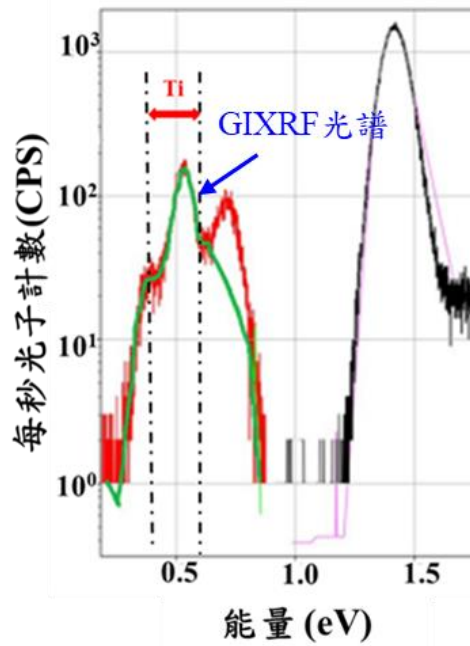


圖 2-2-9、高斯函數 (Gaussian Function) 擬合 GIXRF 光譜

## 2. GIXRF 質量沉積公式換算薄膜厚度方法之建立

計畫基於德國 PTB 實驗室 XRF 技術之無參考元件(絕對校正)法，計算分析奈米薄膜的厚度以及元素沉積質量。絕對校正法之質量沉積計算為依靠校正過後之設備參數以及基本參數進行奈米材料定量分析。由於 GIXRF 為低掠角入射且角度隨實驗變化，在臨界角以下之 X 射線駐波 (X-Ray Standing Wave, XSW) 場強度變化會影響角度對強度之曲線。而 XSW 經由建模計算再搭配校正之基本設備參數，使得無參考質量沉積法可精確計算元素質量以及薄膜厚度。

無參考質量沉積公式基於設備以及基本參數計算，其公式如下：

$$\frac{m_i}{F_l} = -\frac{1}{\mu_{tot,i}} \ln \left\{ 1 - \frac{P_{i,j}}{P_{in} I_{XSW}(E_{in}, \theta) \frac{\Omega_{det} 1 Q_i(E_{in})}{4\pi \sin \theta \mu_{tot,i}}} \right\},$$

$$\mu_{tot,i} = \frac{\mu_i(E_{in})}{\sin \theta} + \frac{\mu_i(E_{i,j})}{\sin(90^\circ - \theta)}, \quad Q_i(E_{in}) = \tau_{Xi}(E_{in}) \omega_{Xi} g_{j, Xi} \quad (2-2-7)$$

左邊  $m_i$  代表待測元素之質量， $F_l$  為面積之基本單位。左邊  $\mu_{tot,i}$  為該元素之總衰減截面積參數，需要代入入射光能量相關之衰減係數以及元素螢光相關之衰減係數。 $P_{in}$  為入射光強度，單位為 CPS，該光強度需在經過校正如光二極偵測器測量而得。 $\Omega$  如謝爾曼公式中之立體角， $Q_i$  為該光源下之光離子化之截面積參數  $\tau$  乘以螢光產率  $\omega$  以及輻射轉換機率  $g$ 。 $I_{XSW}$  在一般大於臨界角之實驗可代入 1， $P_{i,j}$  即為待測元素螢光光譜之積分值，必須預先除以螢光偵測器效率參數。藉由查表以及經過校正之螢光偵測器以及光二極體參數，再代入正確之實驗入射角度，即可計算元素質量  $m_i$  或是該元素之螢光積分值  $P_{i,j}$ ，若有已知之校正過樣品元素，即可更改設備參數換算該設備下之螢光積分值。TiN 樣品經由上式計算出  $m_i$  即 Ti 元素質量沉積量，除以塊材密度則得到欲知樣品之厚度值。



表 2-2-1 整理比較使用質量沉積公式計算 TiN 1.9 nm、2 nm、TaN 3 nm 以及 HfO<sub>2</sub> 1.2 nm 之螢光強度值以及實際實驗所得到之螢光強度。實驗為驗證不同靶材光源之 GIXRF 技術，故量測 TiN 1.9 nm 使用鋁靶材之 x 光光源，鋁靶材實驗所量測到之螢光強度，因包含部分低能量雜訊，故螢光強度值比計算螢光值高，且所偵測到之 Ti 元素光譜同時包含了 L<sub>1</sub>、L<sub>α</sub> 以及 L<sub>β</sub> 層激發之螢光，未來必須有能量解析度更好的偵測器來解決此問題。TiN 2 nm 使用鉍靶材、TaN 3 nm 以及 HfO<sub>2</sub> 1.2 nm 使用鉻靶材所量測之實際螢光強度與計算螢光值差距在 1 CPS 以內，一般偵測器雜訊在(1~5) CPS，故差距值在可接受範圍內。

表 2-2-1、計算與實驗螢光強度表

樣品	偵測器與樣品距離	入射角	計算螢光強度 (CPS)	實驗螢光強度 (CPS)
TiN 1.9 nm	7.8 cm	3°	L <sub>1</sub> : 180	TiL層 : 1300
			L <sub>α</sub> : 45	
			L <sub>β</sub> : 330	
TiN 2 nm	1.25 cm	45°	K <sub>α</sub> : 6	K <sub>α</sub> : 6.018
TaN 3 nm	1.25 cm	45°	L <sub>α</sub> : 1.5	L <sub>α</sub> : 1.22
HfO <sub>2</sub> 1.2 nm	1.25 cm	45°	L <sub>α</sub> : 1	L <sub>α</sub> : 1.006

針對上述樣品量測其重複性並計算質量沉積量之平均值以及標準差，如表 2-2-2 為以 TiN 2 nm 為例，量測 10 次同一樣品位置，將螢光強度藉由質量沉積公式換算成質量沉積量，表 2-2-3 則為德國 PTB 量測同一樣品如 TiN 2 nm 六次所計算之質量沉積量。以上沉積量由質量沉積公式計算實際樣品厚度值，整理如表 2-2-4。

表 2-2-2、TiN 2 nm 樣品重複性量測

	樣品	入射角度	螢光強度 (cps)	質量沉積量 / ng / cm <sup>2</sup>	
1	TiN 2 nm	45°	5.901		609
2			5.72		588
3			5.897		609
4			5.988		618
5			5.989		618
6			6.204		640
7			5.918		610
8			6.442		665
9			5.911		610
10			6.209		640
		平均值	6.018	平均值	621
		標準差	0.208	標準差	21.5

表 2-2-3、TiN 2 nm 樣品 PTB 重複性量測

樣品	TiN		質量沉積量/ng/cm <sup>2</sup>		
	位置	入射角/°			
1	5	Ti	624	±	53
2	6		616	±	53
3	7		619	±	53
4	8		625	±	53
5	9		629	±	54
6	10		612	±	52
	平均值		621	±	53
	標準差	6			

表 2-2-4、質量沉積量換算之樣品厚度與 PTB 結果差異

樣品	計算螢光強度 (CPS)	實驗螢光強度 (CPS)	PTB厚度	計算厚度	差異%
TiN 1.9 nm	L <sub>1</sub> :180	Ti L層 :1300	NA	NA	NA
	L <sub>α</sub> :45				
	L <sub>β</sub> :330				
TiN 2 nm	K <sub>α</sub> : 6	K <sub>α</sub> : 6.018	1.5 nm	1.57 nm	4.66%
TaN 3 nm	L <sub>α</sub> : 1.5	L <sub>α</sub> : 1.22	1.9 nm	1.99 nm	4.70%
HfO <sub>2</sub> 1.2 nm	L <sub>α</sub> : 1	L <sub>α</sub> : 1.006	1 nm	1.05 nm	5%

TiN 1.9 nm 因實驗得到之螢光為 Ti 元素 L 層螢光之總和，且包含部分雜訊，故無法計算出實際厚度。TiN 2 nm、Ta<sub>2</sub>N 3 nm 以及 HfO<sub>2</sub> 1.2 nm 計算出之厚度與 PTB 量測結果相比，由式(2-2-8)計算差異皆在 5% 以內。

$$\frac{PTB\text{厚度}-\text{實驗計算厚度}}{PTB\text{厚度}} \times 100\% \quad (2-2-8)$$

依據本計畫進行實驗過程之參數調整以及校正方法，整理如圖 2-2-10 GIXRF 技術之最佳化實驗流程。首先必須確定欲量測之樣品目標元素，以決定使用何種能量之光源。不同樣品需不同之激發能量，需做事前之文獻研究，確定該元素之螢光值可順利被偵測，不會因螢光值過小，偵測器之訊雜比過低導致無法偵測，或是因為光源之背景輻射過大與欲偵測之螢光值重疊。第二步為使用 transfer-matrix 演算法預先模擬欲量測之單層和多層樣品 GIXRF 光譜與縱深分析圖，以決定實驗所需之角度。單層樣品角度對螢光強度之曲線，取駐波呈定值之角度範圍，取其螢光強度換算薄膜厚度。第三步為光路校正，在每次進行 GIXRF 實驗之前，必須執行之相關儀器校正，包含旋轉軸、x 與 y 軸校正，偵測器與光源轉換效率校正。量測之偵測器螢光光譜亦需使用已知材質例如 CuO 之樣品進行能量校正，以確保其他元素之光譜值在正確的能量，此步驟使用軟體內建之高斯函數(Gaussian Function)進行摺積(Deconvolution)擬合。最後為使用質量沉積公式計算該元素之質量，除以塊材密度得欲量測之薄膜厚度。

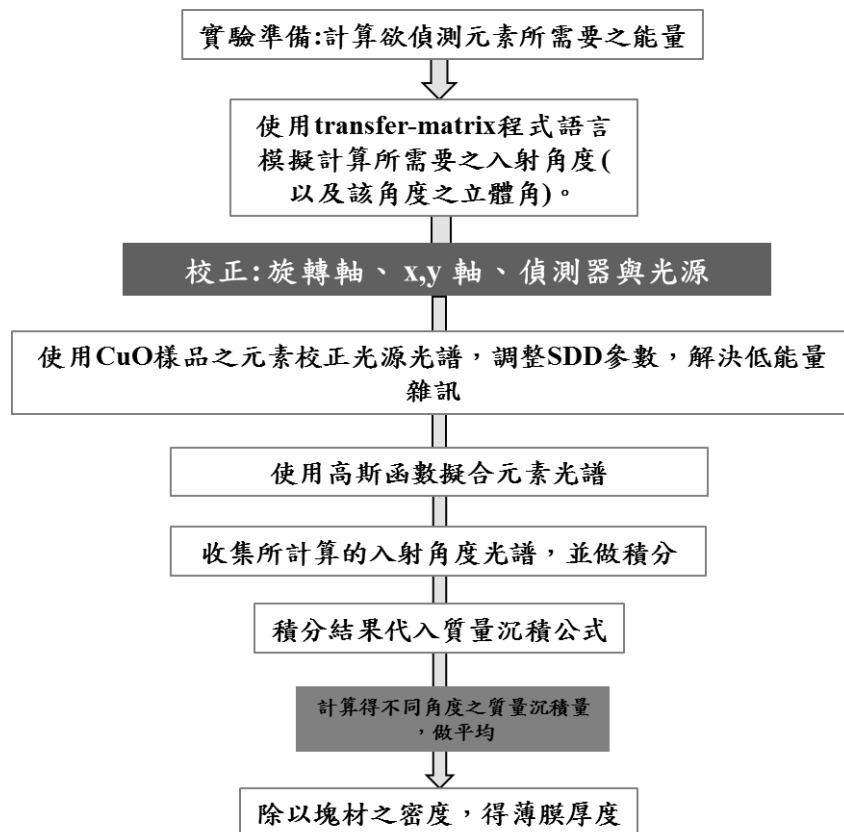


圖 2-2-10、GIXRF 最佳化實驗流程

### 【執行檢討】

由於 GIXRF 需要利用程式模擬數據，在人才部分已有規劃研習許多程式訓練課程，提早培養程式相關之專業技術，計畫能如期完成。在設備設計與技術之學習，除了軟體程式的需求，更需要對硬體設備有相當程度上的了解，而這部分，所聘請的吳文立顧問不管在理論基礎上或是硬體技術上，都給予相當大的幫助，也是本計畫能順利達成的關鍵人物。在推廣應用方面，由於此技術是為了滿足半導體前段製程量測技術需求而發展，因此需要多與廠商接觸，今年藉由既有的人脈，接觸更多的使用廠商 (End User) 或是經銷商 (Vendor)，加深業界之互動。

### 【與業界之互動及滾動修正未來規劃】

1. 與 OO 電於 11/8 簽訂專屬研究計畫 (JDP) 合作案，主要內容為在同步輻射使用 OO 電提供之試片量測 tSAXS、RSAXS、CDXRR 和相關 GIXRF 實驗驗證，作為 OO 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 3~5 年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。
2. 國際半導體大廠科 O 欲藉由開發 X-ray 半導體前段檢測設備，擬申請 A+ 計畫，並尋找具有相關技術之合作夥伴。已於 11/15 前往拜訪，藉此機會向對方 (1) 說明 A+ 計畫架構，

(2)介紹中心前段 X-ray 製程量測技術，(3)討論合作之可能方式。

### (三)、光干涉式絕對壓力實現方法研究

#### 【全程技術建立時程】

技術指標或系統規格

106 年度目標	107 年度目標	108 年度目標	109 年度目標
<ul style="list-style-type: none"> <li>完成高穩定度雙光學共振腔建置，光學共振腔精細度 <math>\geq 500</math></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>完成真空恆溫量測腔體設計與建置，溫度穩定度 <math>\leq 10</math> mK</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>完成雙光學共振腔腔長變化量測，腔長穩定度 <math>\leq 50</math> pm</li> </ul>

本計畫預定發展具備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、旋轉轉子式等壓力計。有別於傳統壓力量測法(即受力大小與受力面積比值)之光干涉式氣體壓力量測技術，氣體壓力量測回歸至氣體動力論(Kinetic theory of gases)，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 新定義精神。

#### 【本年度目標】

完成真空恆溫量測腔體設計與建置，溫度擾動量  $\leq 10$  mK，腔體背景壓力  $\leq 0.1$  Pa。

#### 【執行成果】

以光學干涉法實現氣體絕對壓力之量測架構如圖 2-3-1 所示，雙光學共振腔中包含了兩道光共振路徑“氣體(gas)”與“真空(Vacuum)”，兩者所產生之共振頻率差將由氣體壓力所決定。本年度主要完成之工作項目為(1)恆溫真空腔體製作與整合與(2)溫度量測系統建置。

##### 1. 恆溫真空腔體製作與整合

此氣體壓力源自於氣體分子與腔體表面撞擊並產生動量交換，光學干涉式壓力量測方法即依據此一原理，將氣體壓力量測轉換為氣體之溫度量測與氣體數量密度量測，由理想氣體方程式，氣體壓力  $p$  可以表示為：

$$p = \frac{N}{V} kT = \rho kT \quad (2-3-1)$$

其中  $\rho=N/V$  為氣體分子數量密度，可由氣體折射率量測而得， $k$  為波茲曼常數， $T$  為氣體溫度。圖 2-3-2 為本計畫於 106 年度所完成雙光學共振腔體，用以產生不同之氣壓環境，並可由光學干涉方法測得氣體分子數量密度  $\rho$ 。

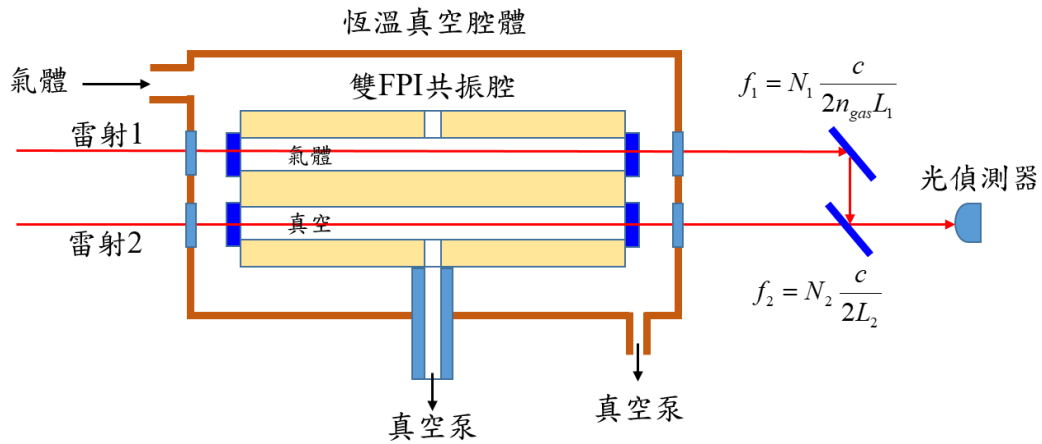


圖 2-3-1、以雙 Fabry-Perot 干涉儀(FPI)量測氣體折射率之架構圖

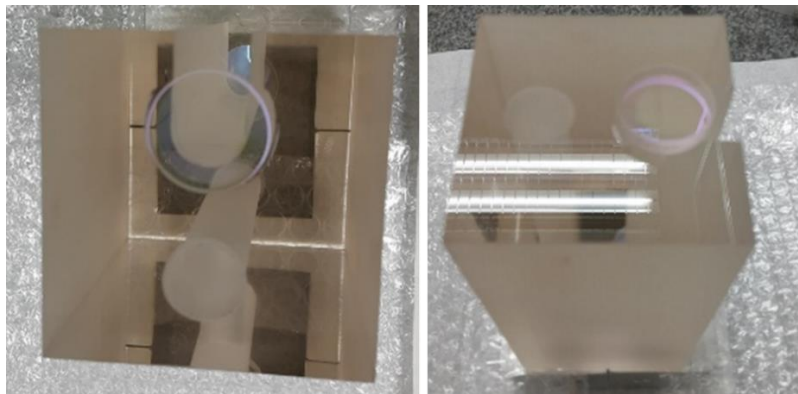


圖 2-3-2、ULE 玻璃與高反射鏡面所組成之雙光學共振腔

為提供氣體一穩定之壓力與溫度，本計畫今年完成了如圖 2-3-3 與圖 2-3-4 所示之銅製真空腔體整合設計與製作，光學共振腔之上下兩個光路可保持在不同之絕對壓力下，上光路至於壓力待測氣體中，而下光路則保持在高真空狀態，作為壓力零點參考。此外，腔體亦預留了四組溫度計安裝井，用以量測腔體溫度。圖 2-3-5 至圖 2-3-8 為各零件之詳細之工程圖，尺寸為毫米。圖 2-3-9 為實際以銅為材料完成實體腔體製作，並與光學 FPI 共振腔完成組裝。在腔體背景壓力測試中，使用了一組乾式壓捲真空幫浦與一組渦輪分子真空幫浦進行抽氣，並以全範圍真空計進行壓力量測，經十分鐘左右抽氣後即可達到 0.1 Pa 以下之壓力範圍，經數分鐘觀測壓力變化如圖 2-3-10 所示，得平均背景壓力為 88 mPa，符合需求。

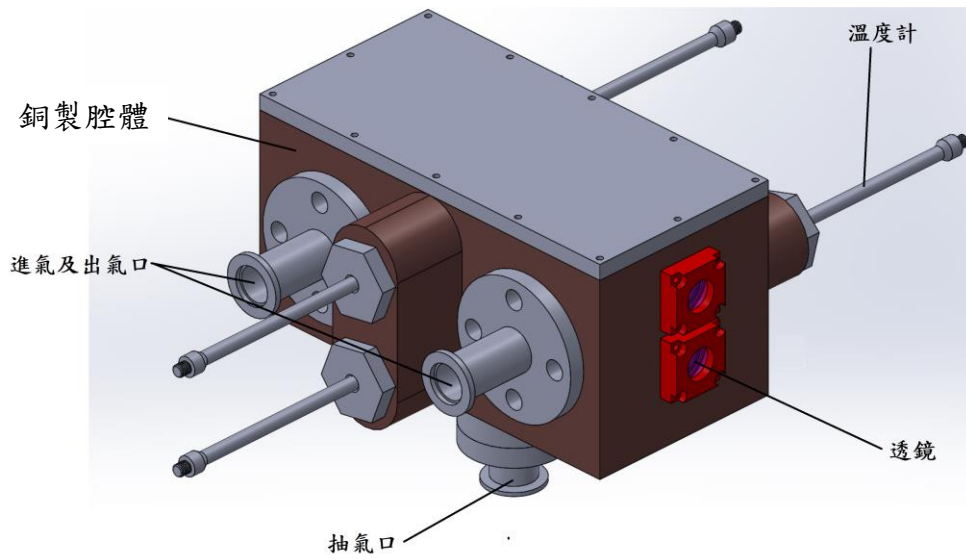


圖 2-3-3、銅製腔體整合設計

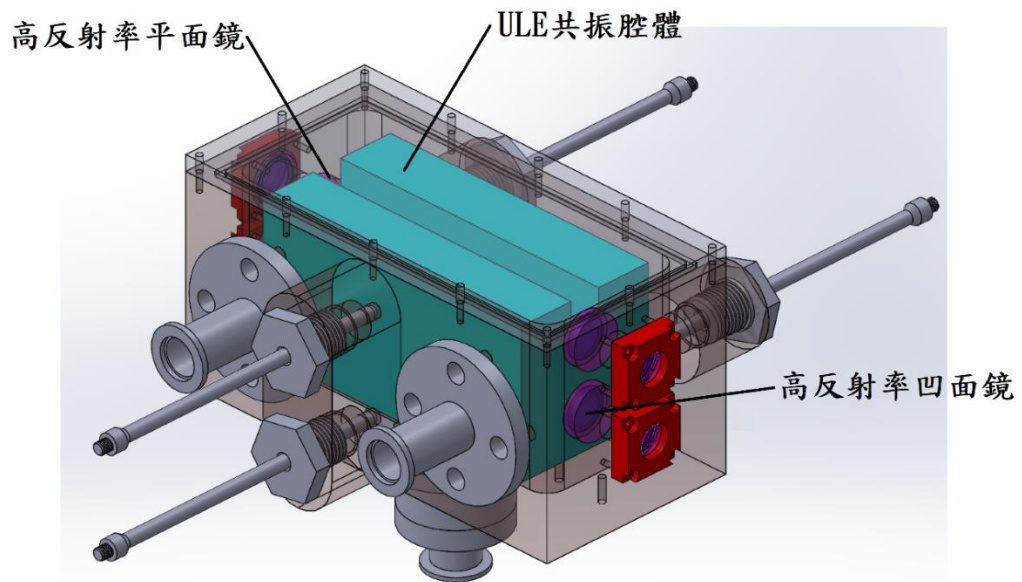


圖 2-3-4、銅製腔體整合設計透視圖

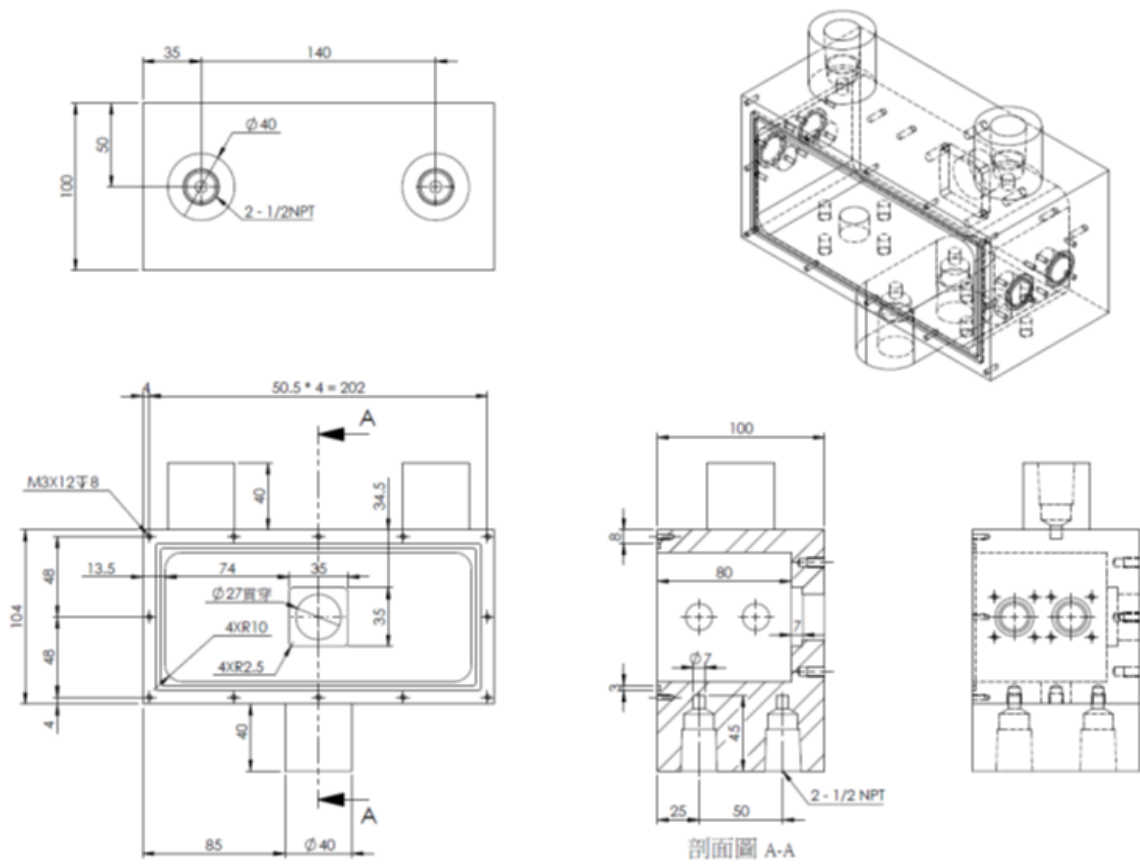


圖 2-3-5、恆溫真空腔體設計圖

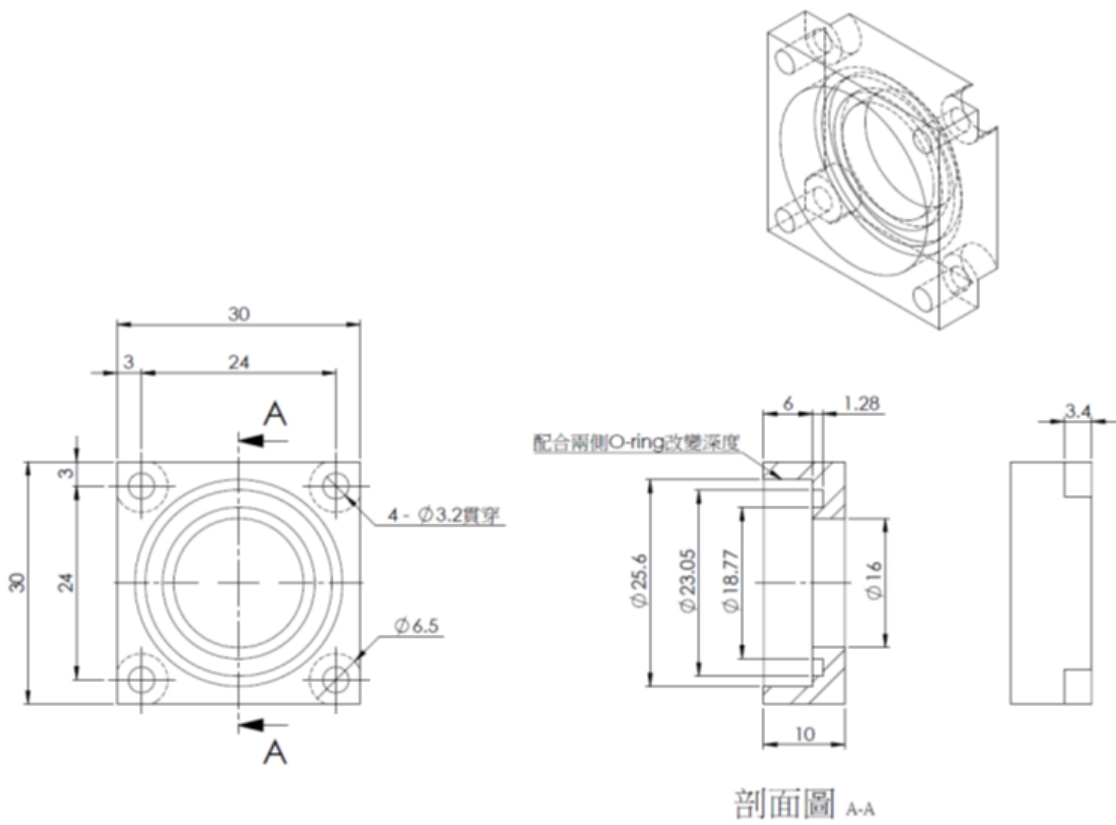


圖 2-3-6、恆溫真空腔體配件設計圖

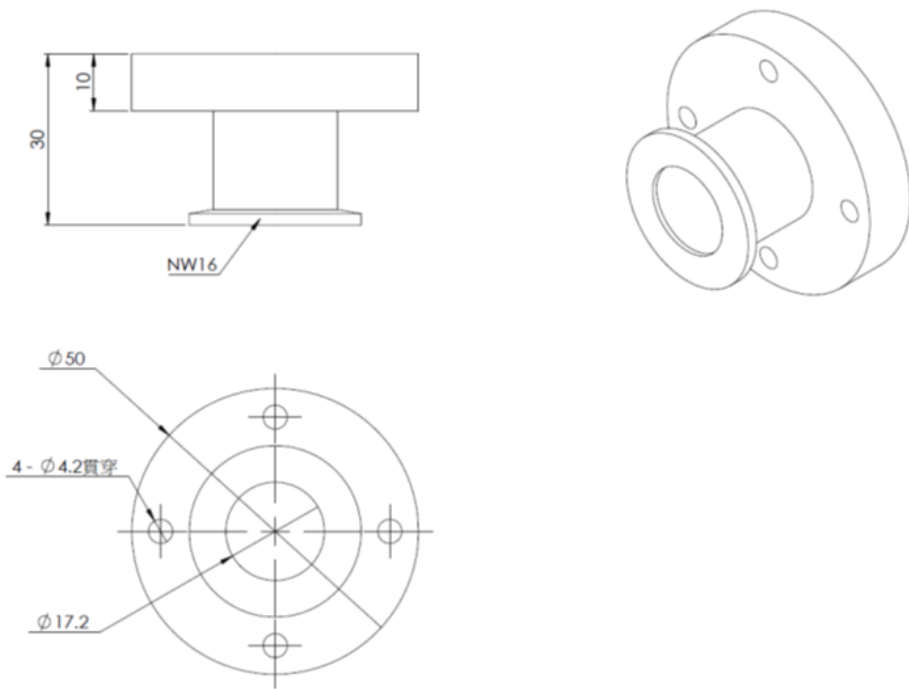


圖 2-3-7、恆溫真空腔體法蘭轉接配件設計圖

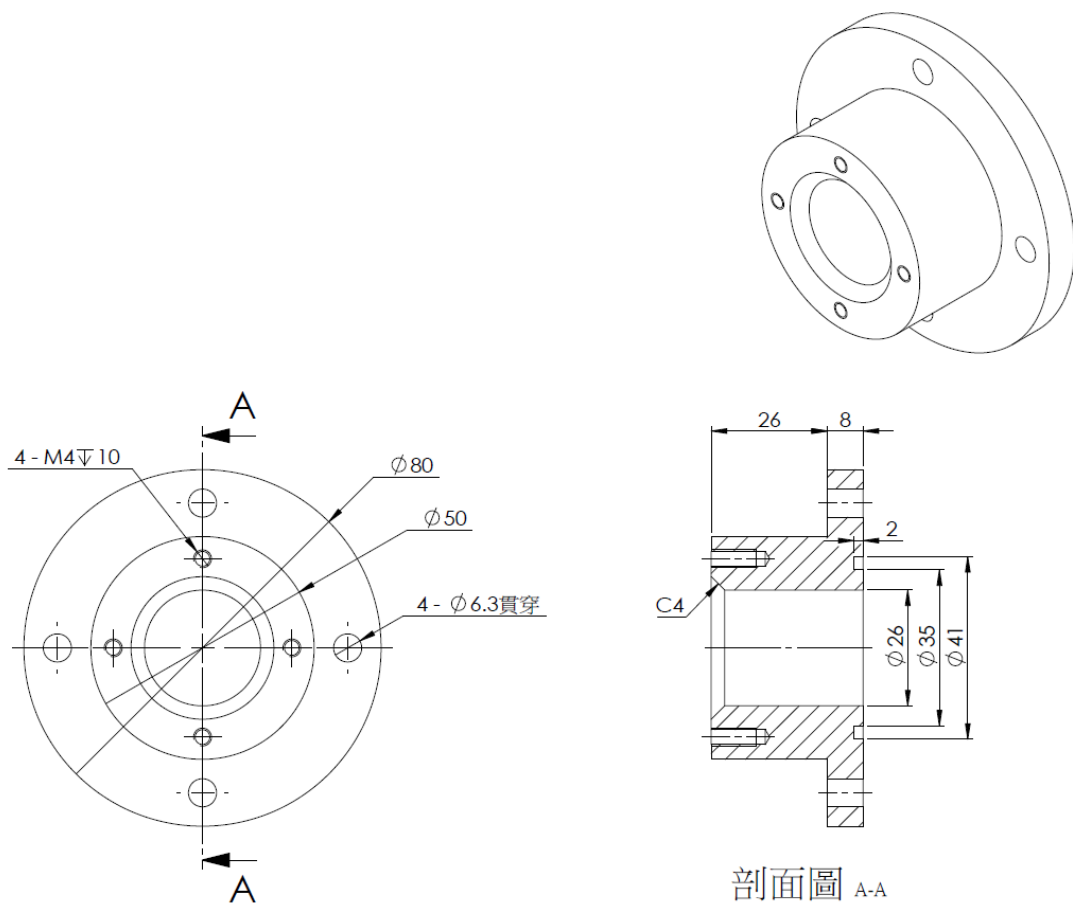


圖 2-3-8、恆溫真空腔體 NW16 法蘭轉接配件設計圖



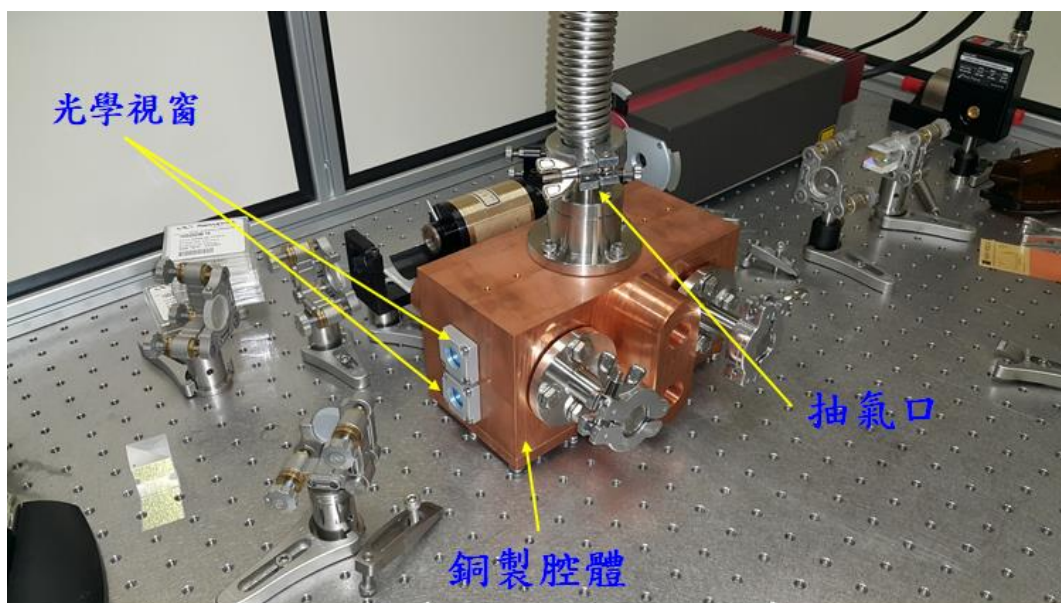


圖 2-3-9、銅製恆溫真空腔體與光學共振腔整合實體圖

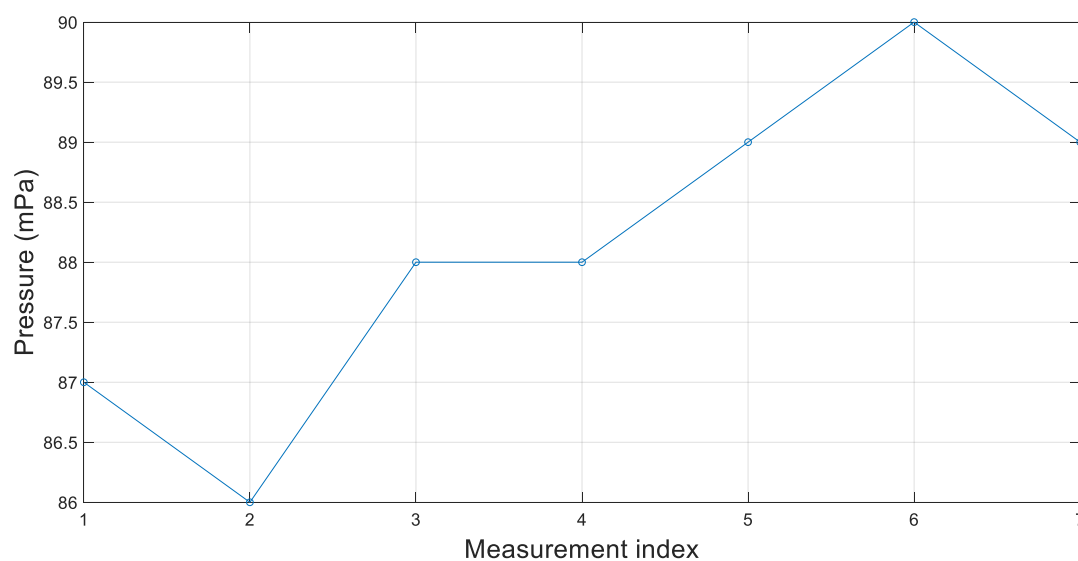


圖 2-3-10、銅製恆溫真空腔體背景壓力量測結果，平均值為 88 mPa。

## 2. 溫度量測系統建置

溫度為量測氣體能量之重要參數，為達本年度訂定之溫度穩定度小於 10 mK 之目標，本計畫採用了準確度極高之四線式標準白金電阻溫度計(SPRT)，如圖 2-3-11 所示，作為溫度量測系統之核心，其相關規格則列於表 2-3-1，在溫度範圍 273.15 K 至 505.15 K 之間，其標準不確定度小於 1 mK。為監測銅制腔體之溫度均勻性，系統中另外使用了三支 PT100 溫度計，分別安裝於銅製腔體之四個溫度計安裝井。圖 2-3-12 為 SPRT 與 PT100 於銅製腔體上之實際配置情形，安裝於腔體背面之兩支 PT100 則無法顯示於圖中。之完成溫控系統

開發與測試，使用四支溫度感測器量測銅製腔體溫度，其中一支溫度感測器使用標準白金電阻溫度感測器(SPRT)，另外三支為 PT100。溫度數據截取採用 Fluke 1568A Super DAQ，取樣頻率為 1 Hz，數據由電腦經 USB 介面擷取並進行後續分析。目前在銅製腔體未屏蔽的狀態下，由四支溫度計平均所得之腔體溫度，圖 2-3-13 為腔體溫度在八分鐘內之變化情形，以 SPRT 量測結果計算，平均溫度為 293.4558 K，溫度擾動(一倍標準差)約為 2.4 mK，符合計畫目標要求。

由上述之溫度量測結果，加上溫度計本身之量測不確定度(以 1 mK 計算)，整體溫度量測不確定度為 2.6 mK，本計畫所達成之溫度量測相對不確定度為  $2.6 \text{ mK} / 293.4558 \text{ K} = 8.8 \times 10^{-6}$ ，已低於  $10^{-5}$ 。未來計畫仍將繼續完成光干涉式氣體壓力量測之完整技術建置，其中之關鍵技術為雙共振腔雷射頻率鎖定，並由兩者頻率差決定待測氣體之折射率，若能將氣體折射率量測之相對不確定度壓低至  $10^{-5}$ ，則可與目前 NIST 所達成之水準  $8.8 \times 10^{-6}$  相當。

表 2-3-1、溫度感測元件詳細規格

項次	品名	數量 (單位：EA)	規格說明
1	標準白金電阻測溫元件	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 四線式標準白金電阻測溫元件，溫度感測元件由白金螺旋構成，其外需有玻璃包覆保護</li> <li>▪ 溫度感測區(玻璃包覆)直徑：(5.5 ± 0.3) mm</li> <li>▪ 溫度感測區(玻璃包覆)長度：56 mm</li> <li>▪ 溫度範圍涵蓋 -100 °C 至 100 °C</li> <li>▪ 再現性：≤ ± 0.001 °C</li> <li>▪ 溫度漂移率：&lt; 0.005 °C/年</li> <li>▪ 水三相點標稱電阻值：25.5 Ω</li> </ul>

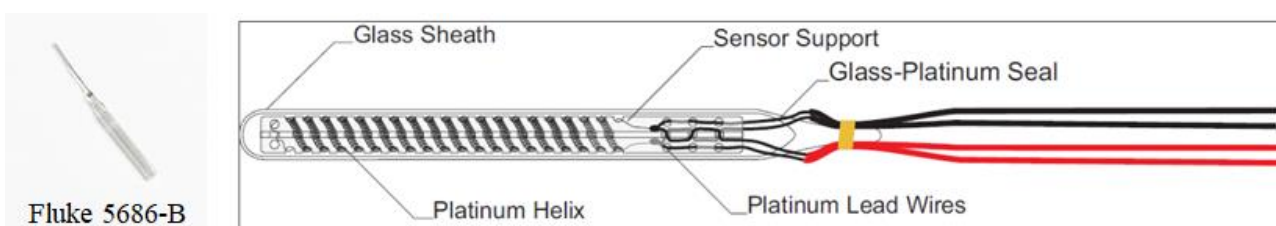


圖 2-3-11、溫度感測元件

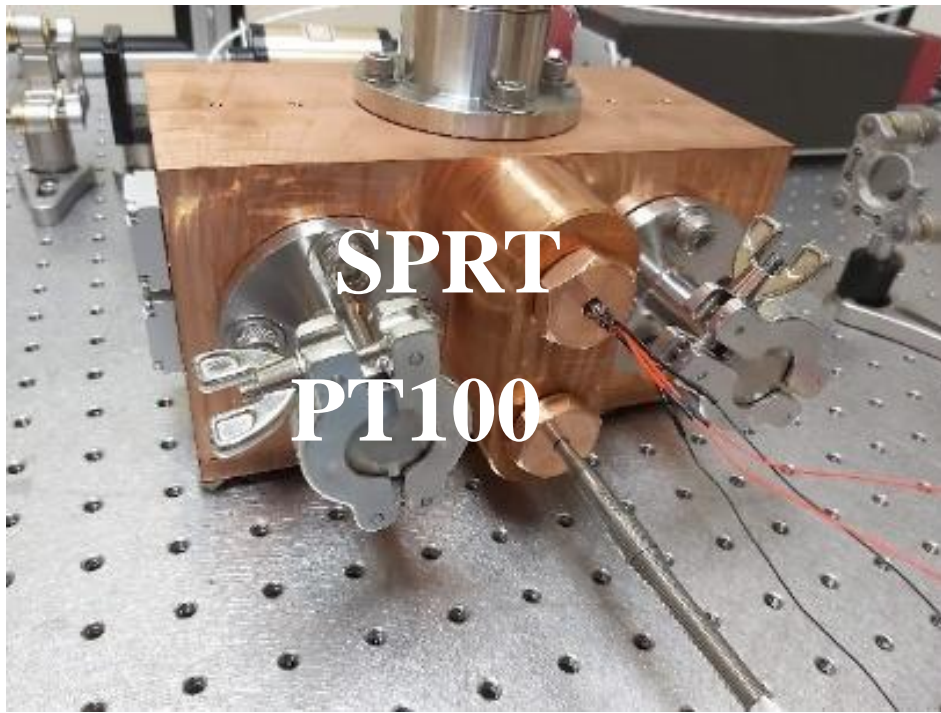


圖 2-3-12、SPRT 與 PT100 於銅製腔體上之實際配置情形

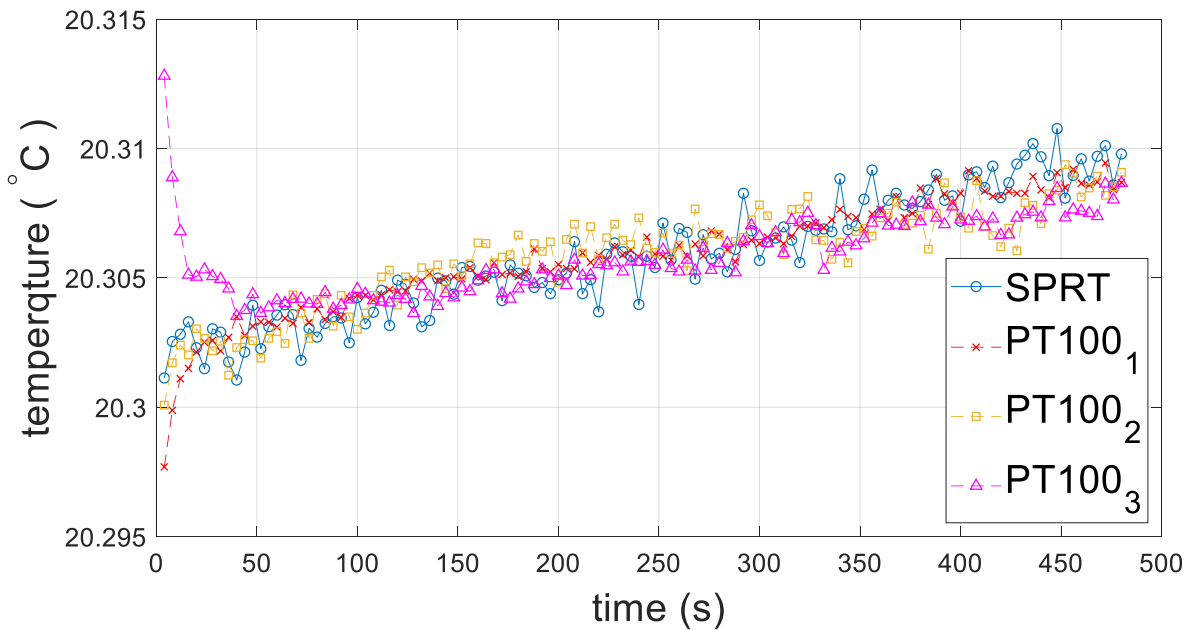


圖 2-3-13、銅製腔體溫度量測結果

**【技術創新】**

1. 完成雙光學共振腔頻率鎖定系統設計，採用頻率雙調變，與獨立回圈控制，並以此設計申請美國專利獲證，美國專利號 10,041,782。

**【突破之瓶頸】**

1. 完成銅製恆溫真空腔體設計與製作，在改善溫度計架設方式後，使溫度計更深入腔體內部，將溫度擾動由原先之 22 mK 降低至約 2 mK，達成溫度相對量測不確定度  $8.7 \times 10^{-6}$ 。

### 【待改善之處】

無。

### 【後續工作構想及技術應用規劃】

1. 將繼續完成光干涉式氣體壓力量測之完整技術建置，其中之關鍵技術為雙共振腔雷射頻率鎖定，並由兩者頻率差決定待測氣體之折射率，若能將氣體折射率量測之相對不確定度壓低至  $10^{-5}$ ，則可與目前 NIST 所達成之水準  $8.8 \times 10^{-6}$  相當。

### 【國際技術比較】

技術或量測系統名稱	技術領先國家/單位現況	NML 目前技術狀況	108 計畫執行完成狀況	市場需求狀況
光學干涉式氣體壓力量測技術	美國/NIST 已完成建置，擴充不確定度為 $\left[ (2 \text{ mPa})^2 + (8.8 \times 10^{-6} \text{ p})^2 \right]^{1/2}$	完成光學共振腔建置與測試，並完成其與銅製恆溫腔體整合。	完成光學共振腔所需之真空與溫度環境建置，腔體由銅製作，背景壓力可達 1 Pa 以下，溫度擾動(一倍標準差)約為 2 mK，小於目標 10 mK。	此為壓力量測之群新技術，目的在於取代傳統汞柱壓力標準實現方式，故主要需求來自於全球之 NMI，自行發展中之 NMI 包含德國 PTB、義大利 INRIM、韓國 KRISS、日本 NMIJ 與我國 NML。後續此技術亦可應用於工業製程中之真空量測，為 SI 直接追溯且無需校正之量測技術。

### 【分項結論】

- 建立製程污染物之「超微量金屬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。目標是完成線上奈米粒子產生技術，利用單一氣膠產生裝置(Monodroplet generator, MDG)生成單一尺寸之液珠，並調控電壓(100V)及電壓脈衝寬度，使液珠尺寸控制在 44.55  $\mu\text{m}$ ，換算成體積後，其再現性之相對標準差為 2.42 %，符合計劃規格(單一氣膠體積相對標準差需  $< 5\%$ )，生成之液珠內含的金離子濃度為 35.91  $\text{ng}/\text{cm}^3$ ，在氬氣載流情況下，液珠會進行乾燥並進入後端單一顆粒感應耦合電漿質譜儀(spICP-MS)進行量測，且乾燥之液珠質量等效於 60 nm 金奈米粒子，量測不確定度為 2.1 nm，達成目標之不確定度為  $< 4 \text{ nm}$ 。
- 建置「鉛元素同位素稀釋法量測技術」，完成無機元素同位素稀釋法量測技術。發展低濃度鉛標準液同位素稀釋法量測技術，1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  鉛元素溶液量測不確定度為 0.74 %，10  $\mu\text{g}/\text{kg}$  鉛元素溶液量測不確定度為 0.76 %，100  $\mu\text{g}/\text{kg}$  鉛元素溶液量測不確定度為 1.83 %，1000  $\mu\text{g}/\text{kg}$  鉛元素溶液量測不確定度為 1.97 %，其結果符合預期。發展之技術可應用於

半導體酸鹼試劑，協助國內電子級試劑供應商針對如過氧化氫、氨水、硫酸等產品，檢測其中之金屬離子污染物，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。

- 建立半導體產業於先進製程檢測所需之「超薄次奈米膜厚度量測技術」，可提供非破壞性檢測方法與厚度之縱深分析，解決薄膜厚度量測準確度問題。完成量測膜厚 0.9 nm ~ 2 nm，GIXRF 量測出介電薄膜 TiN、TaN 與 HfO<sub>2</sub> 之螢光強度，並藉由質量沉積公式計算樣品薄膜厚度分別為 1.57 nm、1.99 nm 與 1.05 nm。介電薄膜 TiN、TaN 與 HfO<sub>2</sub> 厚度量測結果與 PTB 量測厚度進行計算，其實驗測厚度差異分為 4.66 %、4.7 % 以及 5 %，結果皆小於 5%，達成計畫目標。技術建置過程中，分別完成偵測器雜訊  $\leq 5$  CPS 驗證，使用可同時偵測多個元素光譜之 Amptek 矽飄移偵測器，在無靶材照光之下所量測到之雜訊均值落在 0~2 CPS 之間。完成介電薄膜 GIXRF 角度螢光光譜縱深分析，使用 PyMCA 軟體之 Gaussian 函數擬合實驗光源與 Ti 元素螢光光譜，模擬一筆 TiN 1.9 nm GIXRF 數據，確認 GIXRF 量測入射角度由 0°到 10°，並進行數據擬合分析縱深。使用多層樣品 (HfO<sub>2</sub>, TiN, TaN) 進行縱深分析，螢光強度經過正規化 (Normalized) 之後，得到 Ta、Ti 和 Hf 螢光訊號  $\leq 5 \times 10^{-5}$  CPS。
- 因應計畫刪減，原科學計量內之新壓力計量追溯技術，合併於工業計量內執行。此項目旨在建立符合 SI 單位新定義之壓力計量追溯技術，取代舊有汞柱壓力標準，於計畫內完成銅製恆溫真空腔體建置，背景壓力測得可達 88 mPa，測得之溫度擾動(一倍標準差)為 2 mK，溫度量測相對不確定度為  $8.7 \times 10^{-6}$ 。未來將繼續完成光干涉式氣體壓力量測之完整技術建置，其中之關鍵技術為雙共振腔雷射頻率鎖定，並由兩者頻率差決定待測氣體之折射率，若能將氣體折射率量測之相對不確定度壓低至  $10^{-5}$ ，則可與目前 NIST 所達成之水準  $8.8 \times 10^{-6}$  相當。

### 【分項建議】

- 就半導體計量技術而言，必須與前瞻技術的發展，與時俱進，發展新量測技術、新建標準系統，補強追溯鏈能量，滿足半導體產業前瞻製程之新興計量需求。對於這些新的需求，發展尖端量測技術，有助於加強半導體產業的領先。技術的發展與突破，需要足夠的經費、人才與環境。
- 半導體產業粒子量測技術，急需延伸針對試劑中超微量的粒子進行成分、粒徑(偵測極限 < 20 nm)與顆粒濃度(偵測極限 < 100 particles/mL)分析，協助電子級試劑供應商檢測產品之奈米金屬粒子污染物，並推廣至指標性廠商，進行實質合作。
- 研發屬 SI 導出單位且與產業直接關聯性高之光干涉式絕對壓力實現方法研究，以符合國際趨勢並縮短追溯鏈。



### 三、法定計量技術發展分項

#### (一)、家用氣量計長期使用準確性研究

天然氣不僅是重要的民生與工業物資，更在國家須同時滿足用電需求與推動節能減碳的矛盾中扮演關鍵策略性的角色。標準檢驗局自民國 93 年開始對膜式氣量計實施型式認證制度，對於實施型式認證前之氣量計則未訂定退場機制，無法強制瓦斯公司於檢定有效期 10 年屆滿更換新品，業者基於成本考量，仍有不少採用維修後重新檢定的情形，導致市面上長期有性能標準不一的表種存在，影響用戶權益。

經濟部標準檢驗局於「104 年政風機構會同業務單位辦理自行檢定業者查核研提興革措施實施計畫」中，透過與業務單位至膜式氣量計自行檢定場進行查核過程，檢視各項查核流程有無確切落實，及符合經濟部標準檢驗局 103 年度新增或修訂之相關法規。經過查核發現市場上流通或使用中之膜式氣量計，部分未經型式認可一事，認為應該施行配套措施，以維護使用者安全。並建議針對型式認證施行前的膜式氣量計，訂定最長使用年限。

經濟部標準檢驗局考量於規範中，訂定最長使用年限是否會影響到廠商對產品持續改良的意願，且各瓦斯公司須達成共識後始得實施，影響層面廣泛，因此進行「訂定膜式氣量計最長使用年限可行性評估」工作，本計畫以使用中氣量計及重新檢定合格之氣量計為研究對象，分別進行氣量計器差特性測試及耐久性模擬測試研究，以實證數據提供未來規範修訂及管理參考。

#### 【本年度目標】

- 完成使用中之標準檢驗局檢定檢查設備性能測試評估。
- 配合標準檢驗局例行年度檢查計畫，完成使用中氣量計器差特性測試。
- 完成氣量計耐久性模擬測試研究。
- 針對106~108年度研究結果資料，彙整產出總結報告。

#### 【執行成果】

##### 1. 檢定檢查設備性能測試評估

###### (1) 量測比對實施依據

本次量測稽核活動係依據國際規範 ISO/IEC 17043 執行，各參與實驗室除提供測試結果外，另需提供符合 ISO/IEC Guide 98-3:2008 評估方式之不確定度，量測結果將以 $|En|$ 值作為衡量各實驗室測試能力之指標。

###### (2) 參與單位

本次量測比對係為確保標準檢驗局(以下簡稱標準局)膜式氣量計檢定系統執行 CNMV 31 檢定業務時之正確性與一致性，特辦理此項比對活動，參與單位共計有量測中心(CMS)、標準局台中分局、台南分局、基隆分局、新竹分局及第七組，其中第七組有兩套系統，所以總共有 5 個單位 6 套系統進行此次量測比對活動，各系統標準件都是音速噴嘴，各單位宣告之系統量測不確定度如表 3-1-1。

表 3-1-1、膜式氣量計檢定設備量測比對參與單位

參加單位名稱	設備資訊	宣告之量測不確定度
量測中心	音速噴嘴式 1 套	0.21 %
標準檢驗局台中分局	音速噴嘴式 1 套	0.25 %
標準檢驗局台南分局	音速噴嘴式 1 套	0.25 %
標準檢驗局基隆分局	音速噴嘴式 1 套	0.25 %
標準檢驗局第七組第一套	音速噴嘴式 1 套	0.25 %
標準檢驗局第七組第二套	音速噴嘴式 1 套	0.25 %
標準檢驗局新竹分局	音速噴嘴式 1 套	0.25 %

此次量測比對是以量測中心膜式氣量計測試系統(圖 3-1-1)作為參考值，所有參加單位的測試結果與參考值進行比對，進行 $|E_n|$ 值計算。

為確保量測比對進行過程比對件性能不變，須對比對件長期效應評估，在每一個單位測試完成後，比對件會回到量測中心進行相對器差測試，所以每個單位測試的前後都會有量測中心的測試結果作為參考。如果前後兩次測試結果差異太大表示此比對件性能有改變，有此狀況發生就需要更換比對件，重新進行測試。此次量測比對各實驗室測試日期如表 3-1-2。



圖 3-1-1、膜式氣量計測試系統

表 3-1-2、量測比對測試日期

順序	日期	測試實驗室
1	2019/05/20	CMS 進行第一次測試
2	2019/05/21	標準局基隆分局系統
3	2019/05/21	CMS 進行第二次測試
4	2019/05/29	標準局台中分局系統
5	2019/05/30	標準局第七組檢定系統
6	2019/05/30	CMS 進行第三次測試
7	2019/06/05	標準局台南分局系統
8	2019/06/05	CMS 進行第四次測試
9	2019/07/09	標準局新竹分局系統



### (3) 氣量計量測比對測試方法

本次比對件採用台灣愛知公司製造，最大流率 6 m<sup>3</sup>/h 的膜式氣量計共計 5 具進行。

a. 為確保標準局各分局系統在良好狀態進行量測比對，比對前會針對比對單位膜式氣量計自動測試系統進行調適及確認，確認系統狀況沒問題方可進行比對測試，系統確認及調適項目如下：

- 系統使用標準件測試係數確認，包含 3 具音速噴嘴及 2 具壓力計。
- 針對所有輔助儀表進行功能測試與確認。
- 系統調壓閥設定壓力確認。
- 自動化軟體功能確認。
- 針對機台進行洩漏測試，確保系統洩漏率在 0.8 cm<sup>3</sup>/min 以下，當洩漏率控制在 0.8 cm<sup>3</sup>/min 以下，對此次量測比對最小流率 1.2 m<sup>3</sup>/h 來說，相對器差的影響量將小於 0.004 %，其影響量將可以忽略。

b. 量測比對測試要求及測試方式說明如下：

- 實驗室環境建議控制在(23 ± 2) °C，所以須提早開啟空調系統。
- 比對測試前，系統先以最大流量 6 m<sup>3</sup>/h 運轉暖機至少 1 小時。
- 比對件安裝完成後，須執行洩漏測試，洩漏率在 0.8 cm<sup>3</sup>/min 方可進行測試，洩漏率如果超過此標準，須進行查漏工作。
- 測試時先執行壓力吸收測試 60 秒，然後進行 Q<sub>max</sub> 及 0.2Q<sub>max</sub> 兩個流率，此為一個循環，如此重複至少 10 次循環，最後結果以多次之平均值計算。
- 比對流率為 Q<sub>max</sub> 及 0.2Q<sub>max</sub> 兩個流率，每個流率的收集體積參考 CNMV31 建議列表如表 3-1-3。
- 依據 CNMV 31 要求調整比對設備的實際流率與約定流率之差異須小於 5 %，但在此次量測比對時，調整的流率將儘量接近約定流率。

表 3-1-3、比對範圍(約定流率)及對應收集體積

範圍	Q <sub>max</sub>	0.2Q <sub>max</sub>
流率(m <sup>3</sup> /h)	6	1.2
收集體積(L)	120	70

### (4) 量測比對結果計算與說明

本次量測比對活動所使用之統計方法與程序均依據相關之統計學與 ISO 17043 之規定執行。量測比對結果的表示是以相對器差表示，將比對件之體積與標準體積進行計算，求出相對器差(E<sub>R</sub>)，公式如下：

$$E_R = \frac{V_m - V_s}{V_s} \quad (3-1-1)$$

$V_m$ ：比對件體積量測值。

$V_s$ ：標準件修正至比對件狀態之體積量測值。

本次量測比對依據 ISO/IEC 17043，以 $|E_n|$ 值來評估各參與單位所宣告的量測不確定度之合理性， $|E_n|$ 之計算方式如下：

$$|E_n| = \left| \frac{E_R - E_{R-CMS}}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{CMS}^2 + U_{TS}^2 + U_{MUT}^2}} \right| \quad (3-1-2)$$

上式中：

$E_R$ ：參與單位相對器差量測結果。

$E_{R-CMS}$ ：量測中心比對過程所有五次量測相對器差的平均值。

$U_{lab}$ ：參與單位氣量計檢定系統的量測不確定度。

$U_{CMS}$ ：量測中心氣量計測試系統的量測不確定度，為 0.21 %。

$U_{TS}$ ：量測比對件長期效應引起的量測不確定度。

$U_{MUT}$ ：量測比對件重複測試的量測不確定度。

\*量測不確定度均以 95 % 信賴水準表示

#### (5) 量測比對結果說明

依據 ISO/IEC 17043，若 $|E_n| \leq 1$ ，表示參與比對單位之量測結果與參考值一致；若 $|E_n| > 1$ ，表示參與比對單位之量測結果與參考值可能不一致。此次氣量計檢定系統量測比對結果(表 3-1-4~3-1-9)顯示，所有參與單位其量測結果指標 $|E_n|$ 都小於 1.0，此結果可證明此次所有參與單位量測結果具一致性。

表 3-1-4、台中分局量測比對結果

台中分局	表 1		表 2		表 3		表 4		表 5	
	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h
$E_R(\%)$	0.71	1.50	0.52	1.68	0.78	1.59	0.37	1.51	0.89	1.14
$S_{MUT}(\%)$	0.06	0.02	0.05	0.02	0.07	0.03	0.02	0.07	0.07	0.07
$E_{R-CMS}(\%)$	0.75	1.71	0.54	1.80	0.74	1.78	0.35	1.63	0.71	1.29
$S_{TS}(\%)$	0.08	0.03	0.05	0.05	0.07	0.04	0.05	0.01	0.05	0.04
$E_R - E_{R-CMS}(\%)$	-0.04	-0.21	-0.01	-0.12	0.04	-0.19	0.03	-0.12	0.18	-0.15
$ E_n $	0.10	0.64	0.04	0.35	0.11	0.57	0.07	0.37	0.53	0.45

表 3-1-5、台南分局量測比對結果

台南分局	表 1		表 2		表 3		表 4		表 5	
	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h
結果										
$E_R(\%)$	0.8	1.56	0.32	1.52	0.67	1.6	0.16	1.31	0.65	1.1
$S_{MUT}(\%)$	0.11	0.06	0.07	0.04	0.06	0.04	0.05	0.08	0.09	0.07
$E_{R-CMS}(\%)$	0.75	1.71	0.54	1.80	0.74	1.78	0.35	1.63	0.71	1.29
$S_{TS}(\%)$	0.08	0.03	0.05	0.05	0.07	0.04	0.05	0.01	0.05	0.04
$E_R \cdot E_{R-CMS}(\%)$	0.05	-0.15	-0.22	-0.28	-0.07	-0.18	-0.19	-0.32	-0.06	-0.19
$ E_n $	0.14	0.46	0.63	0.81	0.20	0.54	0.54	0.98	0.17	0.56

表 3-1-6、基隆分局量測比對結果

基隆分局	表 1		表 2		表 3		表 4		表 5	
	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h
結果										
$E_R(\%)$	0.55	1.51	0.49	1.71	0.67	1.54	0.24	1.42	0.79	1.16
$S_{MUT}(\%)$	0.07	0.04	0.08	0.02	0.06	0.02	0.06	0.05	0.04	0.07
$E_{R-CMS}(\%)$	0.75	1.71	0.54	1.80	0.74	1.78	0.35	1.63	0.71	1.29
$S_{TS}(\%)$	0.08	0.03	0.05	0.05	0.07	0.04	0.05	0.01	0.05	0.04
$E_R \cdot E_{R-CMS}(\%)$	-0.20	-0.20	-0.04	-0.09	-0.07	-0.24	-0.11	-0.21	0.08	-0.13
$ E_n $	0.55	0.61	0.13	0.26	0.20	0.72	0.31	0.65	0.24	0.39

表 3-1-7、標準局第七組 I(第一套)量測比對結果

標準局第七組 II	表 1		表 2		表 3		表 4		表 5	
	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h
結果										
$E_R(\%)$	0.64	1.61	0.48	1.74	0.78	1.66	0.35	1.53	0.91	1.17
$S_{MUT}(\%)$	0.07	0.06	0.07	0.05	0.06	0.04	0.05	0.10	0.08	0.09
$E_{R-CMS}(\%)$	0.75	1.71	0.54	1.80	0.74	1.78	0.35	1.63	0.71	1.29
$S_{TS}(\%)$	0.08	0.03	0.05	0.05	0.07	0.04	0.05	0.01	0.05	0.04
$E_R \cdot E_{R-CMS}(\%)$	-0.11	-0.10	-0.05	-0.06	0.04	-0.12	0.01	-0.10	0.20	-0.12
$ E_n $	0.30	0.31	0.16	0.17	0.11	0.36	0.01	0.31	0.59	0.36

表 3-1-8、標準局第七組 II (第二套)量測比對結果

標準局第七組 II	表 1		表 2		表 3		表 4		表 5	
	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h
結果										
$E_R(\%)$	0.73	1.58	0.53	1.66	0.77	1.59	0.4	1.53	0.82	1.1
$S_{MUT}(\%)$	0.11	0.02	0.04	0.03	0.06	0.03	0.06	0.06	0.08	0.09
$E_{R-CMS}(\%)$	0.75	1.71	0.54	1.80	0.74	1.78	0.35	1.63	0.71	1.29
$S_{TS}(\%)$	0.08	0.03	0.05	0.05	0.07	0.04	0.05	0.01	0.05	0.04
$E_R \cdot E_{R-CMS}(\%)$	-0.02	-0.13	0.00	-0.14	0.03	-0.19	0.06	-0.10	0.11	-0.19
$ E_n $	0.05	0.40	0.01	0.41	0.08	0.57	0.16	0.31	0.33	0.56

表 3-1-9、標準局新竹分局量測比對結果

新竹分局	表 1		表 2		表 3		表 4		表 5	
	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h	6 m <sup>3</sup> /h	1.2 m <sup>3</sup> /h
結果										
$E_R(\%)$	0.73	1.85	0.58	1.93	0.83	1.94	0.19	1.77	0.68	1.36
$S_{MUT}(\%)$	0.11	0.04	0.1	0.02	0.05	0.02	0.04	0.07	0.07	0.11
$E_{R-CMS}(\%)$	0.75	1.71	0.54	1.80	0.74	1.78	0.35	1.63	0.71	1.29
$S_{TS}(\%)$	0.08	0.03	0.05	0.05	0.07	0.04	0.05	0.01	0.05	0.04
$E_R \cdot E_{R-CMS}(\%)$	-0.02	0.14	0.05	0.13	0.09	0.16	-0.16	0.14	-0.03	0.07
$ E_n $	0.05	0.43	0.13	0.38	0.25	0.47	0.46	0.42	0.08	0.21

## 2. 使用中氣量計器差特性測試

配合標準局年度檢查作業，抽檢放置在用戶端使用中的氣量計進行測試，此次共計抽檢 3427 具氣量計，其中使用 3 年的表共計 121 具，5 年表有 979 具，7 年表有 1464 具，9 年表有 863 具。

- 總計檢查數量為 3427 具，不合格數量共計 133 具，不合格率為 3.88 %。
- 共計有 133 具氣量計不合格或為異常無法測試器差，其中超過法定公差 109 具、6 具為啞巴表(氣體通過不運轉的氣量計)、銀線脫落 5 具、原因不明 8 具、表面模糊儀器無法判讀 1 具、字輪組會飄移疑似漏氣 1 具、字輪視窗模糊無法判讀 1 具、時限內無法完成檢定 1 具及進氣口破損導致漏氣 1 具。

表 3-1-10、不同檢查單位檢查結果統計表

單位	檢定數量	不合格數量	合格數量	不合格率
七組	1660	39	1621	2.3 %
新竹分局	642	47	595	7.3 %
基隆分局	160	4	156	2.5 %
台中分局	300	2	298	0.7 %
員林辦事處	240	7	233	2.9 %
台南分局	185	22	163	11.9 %
高雄分局	240	12	228	5.0 %
總計	3427	133	3294	3.9 %

## (1) 不同表型測試結果比較

此次共計抽檢表型共計有 22 種，每種表型檢查結果如表 3-1-11，不同表型不合格比率差異甚大，分析說明如下：

- 不合格率最高：
  - ✓ DAEHAN/G2.5DGM-1，不合格率為 16.0 %。
  - ✓ AICHI/ AP-S3，不合格率為 18.0 %。
- 不合格率偏高：
  - ✓ DAESUNG/G2.5T，不合格率為 8.2 %。
  - ✓ MICOMTEK/MT40N-A6，不合格率為 5.0 %。
- 不合格率最低：
  - ✓ ELSTER/QK4000A G4，不合格率 0 %。
  - ✓ YAZAKI/ VY3A，不合格率 0 %。

表 3-1-11、不同表型檢查結果統計表

型號	廠牌	檢查數量	不合格數量	合格數量	不合格率
ALC4	AICHI	120	4	116	3.3 %
AN-4	AICHI	300	2	298	0.7 %
AP-S3	AICHI	50	9	41	18.0 %
G2.5	KEUK DONG	260	5	255	1.9 %
G1.6	KEUK DONG	100	0	100	0.0 %
G2.5DGM-1	DAEHAN	250	40	210	16.0 %
G2.5DGM	DAEHAN	40	1	39	2.5 %
KS-5	DAEHAN	200	4	196	2.0 %
SR-3	DAEHAN	50	2	48	4.0 %
G2.5T	DAESUNG	405	33	372	8.2 %
G2.5A-2	杭州貝特	181	12	169	6.6 %
G2.5A-3	杭州貝特	1	0	1	0.0 %

型號	廠牌	檢查數量	不合格數量	合格數量	不合格率
GR-25M	RICOH	20	0	20	0.0 %
MT40N-A3	MICOMTEK	160	4	156	2.5 %
MT40N-A6	MICOMTEK	120	6	114	5.0 %
N3	東洋計器	320	4	316	1.3 %
N4C	東洋計器	240	4	236	1.7 %
N5	關西	120	1	119	0.8 %
QK4000A G4	ELSTER	50	0	50	0.0 %
VY2A	YAZAKI	240	2	238	0.8 %
VY3A	YAZAKI	200	0	200	0.0 %
總計	-	3427	133	3294	3.88 %

另外為研究不同使用年份對氣量計性能差異的影響，配合標準局提供氣量計樣品，此次規劃抽測 3 年、5 年、7 年及 9 年的表進行測試。使用 3 年表數量為 121 具，使用 5 年表數量為 979 具，使用 7 年表數量為 1464 具，使用 9 年表數量為 863 具，不同使用年份抽樣數量及檢查結果統計如表 3-1-12。

由表 3-1-12 顯示以下資訊：

- 使用 3 年的表不合格比率最高為 18.2 %，不合格的表皆來自抽檢單位新竹分局，使用單位新竹瓦斯股份有限公司之 DAEHAN/G2.5DGM-1。
- 使用 9 年的表不合格比例最低，與使用越久、性能越差的認知並不完全相符，此可能與抽檢表型不同引起。

表 3-1-12、不同年份檢查結果差異表

使用年份	檢查數量	不合格數量	合格數量	不合格率
3	121	22	99	18.2 %
5	979	40	939	4.1 %
7	1464	48	1416	3.3 %
9	863	23	840	2.7 %
總計	3427	133	3294	3.9 %

## (2) 不同使用年份氣量計檢查結果比較

因為不同表型，其性能特性不同，較難分析出不同使用年份之性能差異。所以，以下就同一表型，但使用時間不同進行分析。選取兩種不同表型，分別為測試數量最多之型號：東洋計器/N3，及不合格比率較高之型號：AICHI/AP-S3、DAEHAN/G2.5DGM-1。分析結果說明如下：

- 測試數量最多的表型，東洋計器/N3 (如表 3-1-13)，不合格率依據使用年份無明顯增加的趨勢。
- 不合格比率高的型號，AICHI/AP-S3(如表 3-1-14)，不合格率依據使用年份有增

加的趨勢。而 DAEHAN/G2.5DGM-1(如表 3-1-15)，不合格率於使用年份 3、5、7 年之不合格率均偏高，有 10 % 以上，而使用年份 9 年的測試數量僅有 4 具，並不足以具有代表性。

表 3-1-13、東洋計器/N3 不同年份氣量計測試結果

使用年份	檢查數量	不合格數量	合格數量	不合格率
3	1	0	1	0.0 %
5	227	3	224	1.3 %
7	90	1	89	1.1 %
9	2	0	2	0.0 %
總計	320	4	316	1.3 %

表 3-1-14、AICHI/AP-S3 不同年份氣量計測試結果

使用年份	檢查數量	不合格數量	合格數量	不合格率
3	0	0	0	0.0 %
5	0	0	0	0.0 %
7	25	3	22	12.0 %
9	25	6	19	24.0 %
總計	50	9	41	18.0 %

表 3-1-15、KANSAI-6/DAEHAN 不同年份氣量計測試結果

使用年份	檢查數量	不合格數量	合格數量	不合格率
3	100	22	78	22.0 %
5	100	10	90	10.0 %
7	46	8	38	17.4 %
9	4	0	4	0.0 %
總計	240	18	222	7.5

### (3) 抽檢氣量計器差分佈

此次標準局共計抽檢 3427 具氣量計進行檢查，其中有 14 具氣量計因為為啞巴表(無法運轉計量)、字輪變形、模糊無法判讀等原因無法進行測試，直接判定不合格，扣除此 14 具氣量計後，以 3413 具進行抽檢表器差分佈分析，並繪製器差分佈圖，由圖 3-1-2 及圖 3-1-3 可看出：

- 大流率(Qmax)部分器差分佈集中於 0 % 附近，且接近對稱型態。
- 中流率(0.2Qmax)部分器差分佈明顯有偏向正的方向，換句話說，中流率計量會偏向多計量。

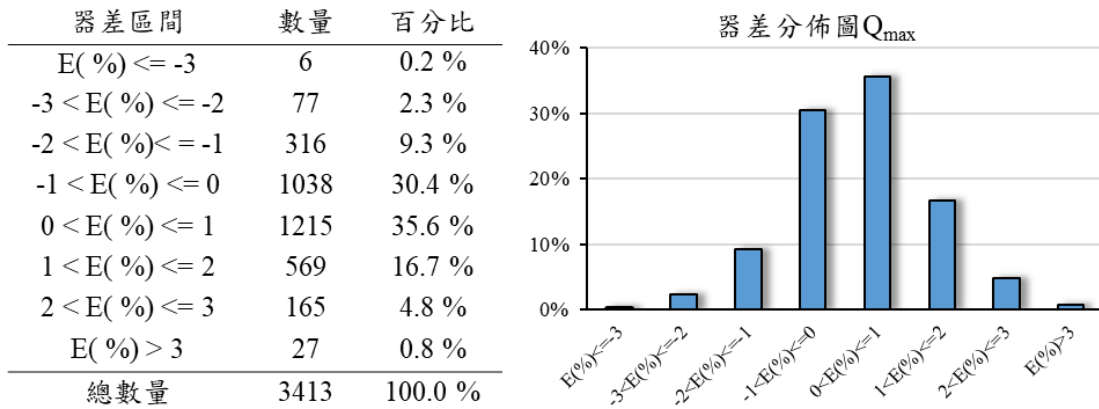


圖 3-1-2、3413 具氣量計檢查結果分析 – Qmax

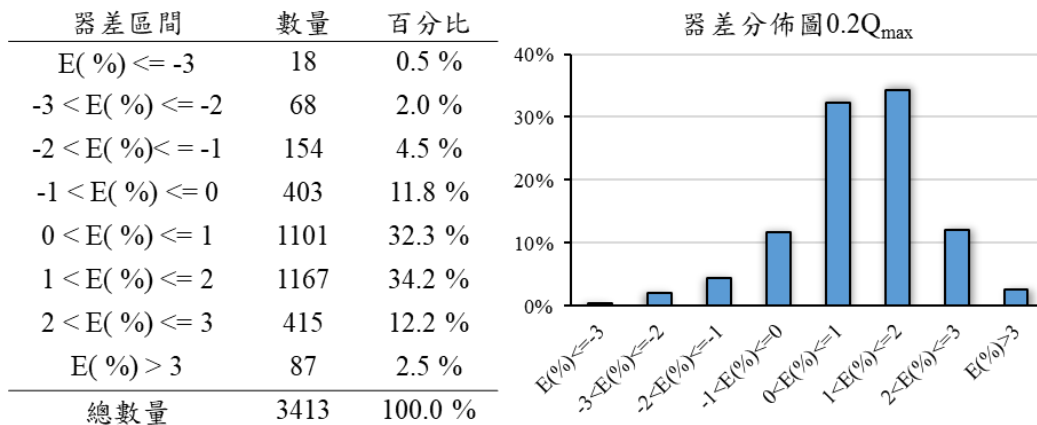


圖 3-1-3、3413 具氣量計檢查結果分析 – 0.2Qmax

此次抽檢中不合格氣量計共計有 133 具，扣除啞巴表及字輪變形無法檢查的 14 具氣量計，其餘檢查不合格氣量計(大流率或中流率相對器差絕對值大於 3%)共計 119 具。此 119 具不合格氣量計檢查結果，大流及中流兩個流率相對器差分佈如圖 3-1-4 及圖 3-1-5，由此兩器差分佈圖歸納出以下結果：

- 不合格氣量計於大流(Qmax)相對器差明顯偏向正偏差 (多計量)
- 不合格氣量計於中流(0.2Qmax)相對器差呈現 U 型分佈，主要落於器差絕對值大於 3%。
- 119 具不合格氣量計中共計有 33 具氣量計大流(Qmax) 不合格。
- 119 具不合格氣量計中共有 105 具中流 (0.2Qmax) 不合格
- 119 具不合格氣量計中兩個流率都不合格的氣量計表共計有 21 具。



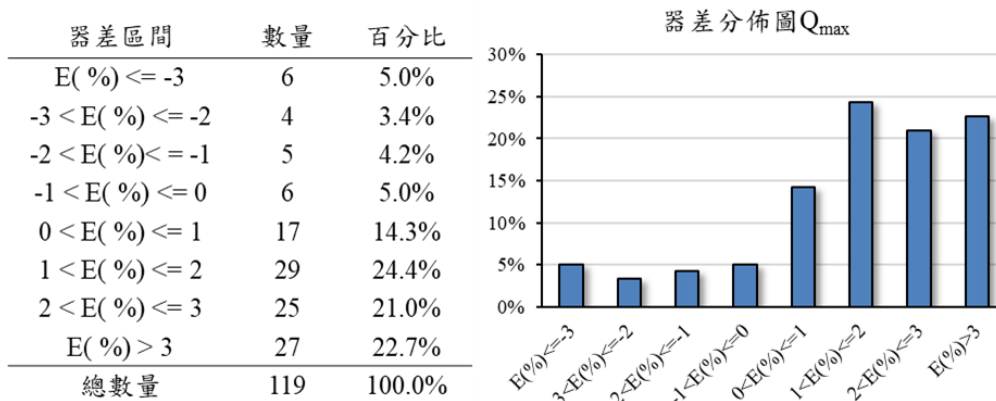


圖 3-1-4、不合格表檢查結果分析-Qmax

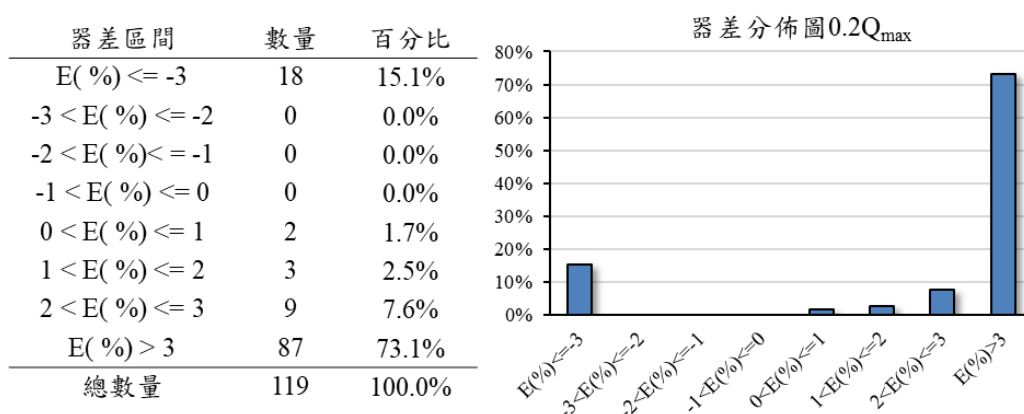


圖 3-1-5、不合格表檢查結果分析-0.2Qmax

#### (4) 抽檢不合格氣量計結果說明

針對不合格氣量計送至量測中心進行重新重複測試，每一具表將重複測試 15 次，其結果平均後再與原來在各單位檢查結果比較得到差異值（量測中心器差 - 標準局各單位器差），此次送回量測中心重新測試氣量計量測結果說明如下：

- 重新測試 66 具氣量計，其中 9 具於量測中心測試結果合格，其餘 57 具氣量計仍為不合格，而 57 具不合格氣量計中有一具氣量計無法操作。
- 測試結果與標準局各單位測試結果差異，重新測試 66 具氣量計中，器差差異大於 0.5 % 者，Qmax 共計有 17 具，0.2Qmax 也有 37 具，由此可知不合格氣量計，相對其重現性也比較差。
- 於標準局各單位及量測中心不同系統檢查器差合格判定結果的差異，原因為選擇的都是不合格氣量計，老舊及不合格氣量計重現性比較差，所以不同次之測試結果變化很大。
- 因為檢定檢查都是測試 1 次，所以很容易有器差在合格公差附件的氣量計被誤判定，因為系統本身就有不確定度，且器差較大的氣量計通常標準差也相對比較大，所以將合格氣量計判定為不合格，或相反將不合格氣量計判定為合格，是可以理解也無法避免的。

### 3. 重新檢定氣量計耐久性模擬測試研究

此項測試選取重新檢定表，此次選取的表型為  $6\text{ m}^3/\text{h}$  及  $2.5\text{ m}^3/\text{h}$  表各五具進行耐久測試，耐久測試開始時間 2019/5/14 10:24，結束時間  $6\text{ m}^3/\text{h}$  表型為 2019/8/7 08:53，共計進行 2038 小時。 $2.5\text{ m}^3/\text{h}$  表型結束時間為 2019/8/8 13:10 共計進行 2067 小時， $6\text{ m}^3/\text{h}$  表累積通氣量都超過  $12000\text{ m}^3$ ， $2.5\text{ m}^3/\text{h}$  表型累積通氣量都超過  $5000\text{ m}^3$ 。

氣量計耐久測試使用同型串聯方式，以變頻器控制鼓風機運轉速度以調控流率，並以球閥控制兩型氣量計的運轉流率，系統示意圖及耐久測試過程氣量計安裝照片如圖 3-1-6 所示。

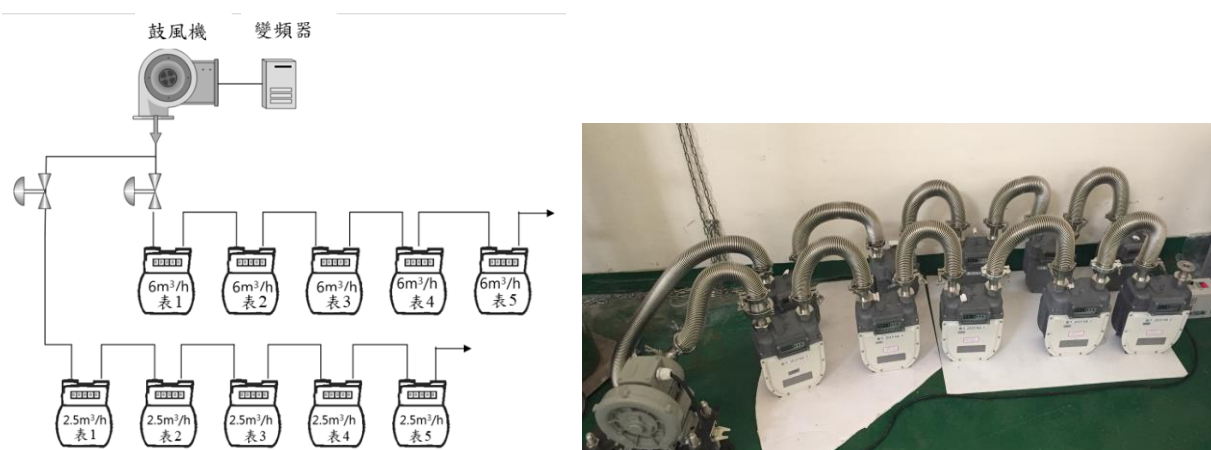


圖 3-1-6、氣量計耐久運轉系統示意圖與進行中照片

每一具氣量計在耐久運轉測試前，先在量測中心測試機台進行 3 個流量測試，每個流率重複 15 次，求得其 15 次平均器差及標準差；在 2000 小時耐久運轉後，再一次進行重複性能測試，並將兩次測試進行比較，以此方式來確定氣量計在耐久運轉前後其性能是否有變化。 $6\text{ m}^3/\text{h}$  表型其耐久測試前後器差及標準差變化如表 3-1-16， $2.5\text{ m}^3/\text{h}$  表型其耐久測試前後器差及標準差變化如表 3-1-17。測試結果說明如下：

- $6\text{ m}^3/\text{h}$  表型耐久測試前後相對器差變化量最大 0.38%， $2.5\text{ m}^3/\text{h}$  表型耐久測試前後器差變化量最大 0.47%。
- 兩種表型共計 10 具氣量計，耐久運轉前後測試結果  $Q_{\max}$ ， $0.2Q_{\max}$  兩個流率器差結果都符合檢定公差 1.5%， $3Q_{\min}$  檢定結果器差也都符合檢定公差 3% 以下。
- 10 具氣量計在耐久後測試， $Q_{\max}$  及  $0.2Q_{\max}$  兩個流率以檢查公差 3% 全數合格。
- 所有表在耐久運轉前後均進行重複性測試，重複次數 15 次，並求得標準差，由標準差來看， $6\text{ m}^3/\text{h}$  表型  $Q_{\max}$  及  $0.2Q_{\max}$  兩個流率耐久前後其量測標準差最大變化量為 0.07%，而  $2.5\text{ m}^3/\text{h}$  表型  $Q_{\max}$  及  $0.2Q_{\max}$  兩個流率耐久前後其量測標準差最大變化量為 0.08%。由此結果可看出，耐久測試前後，氣量計標準差變化不大，代表耐久測試後氣量計還是有很好的重複性，其性能變化不大。

表 3-1-16、6 m<sup>3</sup>/h 表型耐久測試前後器差及標準差變化

	Qmax 器差變化(%)	0.2Qmax 器差變化(%)	3Qmin 器差變化(%)	Qmax 標準差變化 (%)	0.2Qmax 標準差變化 (%)	3Qmin 標準差變化 (%)
表 1	-0.03	0.34	0.06	0.00	-0.02	0.06
表 2	-0.14	-0.06	0	0.01	0.01	0.05
表 3	-0.27	0.12	0.25	0	0.03	0.03
表 4	-0.21	-0.06	-0.07	0.01	0.04	-0.07
表 5	0.21	0.31	0.38	0.02	-0.02	-0.07

表 3-1-17、2.5 m<sup>3</sup>/h 表型耐久前後器差變化

	Qmax 器差變化(%)	0.2Qmax 器差變化(%)	3Qmin 器差變化(%)	Qmax 標準差變化 (%)	0.2Qmax 標準差變化 (%)	3Qmin 標準差變化 (%)
表 1	-0.04	-0.25	0.10	0.01	0.00	0.00
表 2	-0.01	0.12	-0.04	-0.03	-0.08	0.03
表 3	0.06	-0.01	-0.14	-0.06	0	0.1
表 4	0.44	-0.18	-0.47	-0.01	0.02	-0.04
表 5	0.07	0.16	-0.01	0	-0.01	0

#### 4. 完成三年(106~108 年)研究總結

##### (1) 標準局各個檢定檢查設備之間的量測數據一致性良好

針對標準局使用中的氣量計檢定設備進行性能評估，三年量測比對結果確認標準局氣量計檢定系統檢定結果數據的一致性，各年度使用之比對用氣量計流量如 3-1-18。

表 3-1-18、量測稽核各年度使用之氣量計流量

年度	2017 年	2018 年	2019 年
流量 (m <sup>3</sup> /h)	4	6	

##### (2) 氣量計的耐久性測試顯示量測器差會偏小

透過重新檢定氣量計耐久性模擬測試研究，選定維修重新檢定合格之氣量計進行研究，以最大流率運轉 2000 小時，經耐久運轉後進行耐久測試前後器差比較，所有氣量計在耐久測試後都能符合檢查公差要求，各年度耐久測試前後器差變化量最大值如下表。所有氣量計在耐久測試後，其器差大多比耐久測試前小，換句話說，耐久後氣量計的特性是器差偏小，計量偏低。

表 3-1-19、各年度耐久測試前後器差變化量最大值

	2017 年		2018 年		2019 年	
	2.5	6	4	6	2.5	6
測試流率 (m <sup>3</sup> /h)						
Qmax 器差變化	-1.32	-0.75	-1.39	-0.93	0.44	-0.27
0.2Qmax 器差變化	-0.93	-0.76	-0.66	-1.03	-0.25	0.34
3Qmin 器差變化	-1.33	-0.81	-0.73	-0.92	-0.47	0.38

(3) 使用中氣量計的器差在不同表型之間差異甚大

完成使用中且 3 年以上至 10 年以內之氣量計器差特性研究，2017 年至 2019 年之各年度抽檢總數量、不合格數量、不合格率、啞巴表（氣體通過不運轉的氣量計）或運轉不順及字輪變形等無法測試的氣量計數量如表 3-1-20。

不同檢查單位各年度之檢查結果統計如表 3-1-21。2017 年至 2019 年，共計抽檢表型共計有 18 種，每種表型檢查結果如表 3-1-22，顯示不同表型合格比率差異甚大，其中：

- ▶ 過去三年平均合格率高(大於 99%)：AICHI/AN4、杭州貝特/G2.5A-3(數量過少)、TN/N4C、關西/N5、ELSTER/QK4000A G4、RW-200、YAZAKI/VY2A、YAZAKI/VY3A。
- ▶ 過去三年平均合格率低(小於 80%)：AICHI/APS3、AICHI/APS4(型式認證前)。

表 3-1-20、各年度使用中氣量計器差特性測試檢查 - 總數量與合格率

年度	2017 年	2018 年	2019 年
檢查總數量	1900	3193	3427
不合格數量	43	106	133
合格率 (%)	97.7	96.7	96.1
啞巴表	5	7	24

各年度抽測使用年份數量分佈與合格率如表 3-1-23，整體而言，使用年份無明顯差異。主要是因為不同表型之特性不同，較難分析出不同使用年份之性能差異。因此使用同一表型不同使用時間進行分析，選取表型的依據為測試數量最多的型號，符合此準則包括測試數量最多的型號包括：2018 年為 KEUK DONG/G2.5，結果，如表 3-1-24，表型合格率依據使用年份有降低的趨勢。2019 年為東洋計器/N3，結果如表 3-1-25，若排除 9 年表兩只數據，則也可得到表型合格率依據使用年份有降低的趨勢。

表 3-1-21、不同檢查單位各年度之檢查結果統計表

檢查單位	年度	檢查數量	不合格數量	合格數量	合格率	平均 合格率
第七組	2017	1100	0	1100	100.0 %	98.3 %
	2018	1661	34	1627	98.0 %	
	2019	1660	39	1621	97.7 %	
基隆分局	2017	200	0	200	100.0 %	99.1 %
	2018	200	1	199	99.5 %	
	2019	160	4	156	97.5 %	
新竹分局	2017	200	8	192	96.0 %	92.3 %
	2018	448	44	404	90.2 %	
	2019	642	47	595	92.7 %	
台中分局	2017	200	4	196	98.0 %	99.1 %
	2018	299	1	298	99.7 %	
	2019	300	2	298	99.3 %	
員林辦事處	2017	NA	NA	NA	NA	96.7 %
	2018	240	9	231	96.2 %	
	2019	240	7	233	97.1 %	
台南分局	2017	200	31	169	84.5%	88.8 %
	2018	135	5	130	96.3 %	
	2019	185	22	163	88.1 %	
高雄分局	2017	NA	NA	NA	NA	94.7 %
	2018	210	12	198	94.3 %	
	2019	240	12	228	96.1 %	
總計	2017	1900	43	1857	97.7 %	96.7 %
	2018	3193	106	3087	96.7 %	
	2019	3427	133	3294	96.1 %	

表 3-1-22、不同表型檢查結果統計表

廠牌	型號	年份	檢查數量	不合格數量	合格數量	合格率	平均 合格率
AICHI	ALC4	2017	NA	NA	NA	NA	97.1 %
		2018	120	3	117	97.5 %	
		2019	120	4	116	96.7 %	
	AN4	2017	NA	NA	NA	NA	99.3 %
		2018	NA	NA	NA	NA	
		2019	300	2	298	99.3 %	
	APS3	2017	100	22	78	78.0 %	79.3 %
		2018	NA	NA	NA	NA	

廠牌	型號	年份	檢查數量	不合格數量	合格數量	合格率	平均 合格率
	APS4	2019	50	9	41	82.0 %	53.3 %
		2017	NA	NA	NA	NA	
		2018	60	28	32	53.3 %	
		2019	NA	NA	NA	NA	
KEUK DONG	G2.5	2017	NA	NA	NA	NA	97.7 %
		2018	535	13	522	97.6 %	
		2019	260	5	255	98.1 %	
杭州貝特	G2.5	2017	NA	NA	NA	NA	90.7 %
		2018	118	11	107	90.7 %	
		2019	NA	NA	NA	NA	
	G2.5A-2	2017	NA	NA	NA	NA	93.4 %
		2018	NA	NA	NA	NA	
		2019	181	12	169	93.4 %	
	G2.5A-3	2017	NA	NA	NA	NA	100.0 %
		2018	NA	NA	NA	NA	
		2019	1	0	1	100.0 %	
DAESUNG RICOH DAEHAN	G2.5T	2017	100	9	91	91.0 %	91.9 %
		2018	135	10	125	92.6 %	
		2019	405	33	372	81.8 %	
	GR-25M	2017	NA	NA	NA	NA	98.4 %
		2018	480	8	472	98.3 %	
		2019	20	0	20	100.0 %	
	KANSAI-6	2017	NA	NA	NA	NA	92.5 %
		2018	240	18	222	92.5 %	
		2019	NA	NA	NA	NA	
DAEHAN	G2.5DGM	2017	NA	NA	NA	NA	97.5 %
		2018	NA	NA	NA	NA	
		2019	40	1	39	97.5 %	
	G2.5DGM-1	2017	NA	NA	NA	NA	84.2 %
		2018	15	2	13	86.7 %	
		2019	250	40	210	84.0 %	
	KS-5	2017	NA	NA	NA	NA	98.0 %
		2018	NA	NA	NA	NA	
		2019	200	4	196	98.0 %	
	SR-3	2017	NA	NA	NA	NA	96.0 %
		2018	NA	NA	NA	NA	
		2019	50	2	48	96.0 %	

廠牌	型號	年份	檢查數量	不合格數量	合格數量	合格率	平均 合格率
MICOMTEK	MT40M-A3	2017	496	8	488	98.4 %	98.4 %
		2018	NA	NA	NA	NA	
		2019	NA	NA	NA	NA	
	MT40N-A3	2017	304	4	300	98.7 %	98.6 %
		2018	200	1	199	99.5 %	
		2019	160	4	156	97.5 %	
	MT40N-A6	2017	NA	NA	NA	NA	96.7 %
		2018	120	2	118	98.3 %	
		2019	120	6	114	95.0 %	
東洋計器	N3	2017	NA	NA	NA	NA	98.8 %
		2018	NA	NA	NA	NA	
		2019	320	4	316	98.7 %	
	N4C	2017	NA	NA	NA	NA	98.3 %
		2018	NA	NA	NA	NA	
		2019	240	4	236	98.3 %	
	N4	2017	100	0	100	100.0 %	98.8 %
		2018	400	6	394	98.5 %	
		2019	NA	NA	NA	NA	
TN	N4C	2017	NA	NA	NA	NA	99.7 %
		2018	299	1	298	99.7 %	
		2019	NA	NA	NA	NA	
關西	N5	2017	NA	NA	NA	NA	99.2 %
		2018	NA	NA	NA	NA	
		2019	120	1	119	99.2 %	
ELSTER	QK4000A G4	2017	NA	NA	NA	NA	100.0 %
		2018	NA	NA	NA	NA	
		2019	50	0	50	100.0 %	
--	RW-200	2017	400	0	400	100.0 %	100.0 %
		2018	NA	NA	NA	NA	
		2019	NA	NA	NA	NA	
YAZAKI	VY2A	2017	NA	NA	NA	NA	99.3 %
		2018	471	3	468	99.4 %	
		2019	240	2	238	99.2 %	
	VY3A	2017	400	0	400	100.0 %	100.0 %
		2018	NA	NA	NA	NA	
		2019	200	0	200	100.0 %	
統計		2017	1900	43	1857	97.7 %	96.7 %

廠牌	型號	年份	檢查數量	不合格數量	合格數量	合格率	平均 合格率
		2018	3193	106	3087	96.7 %	
		2019	3427	133	3294	96.1 %	

表 3-1-23、不同使用年份氣量計檢查結果差異表

使用年份	年份	檢查數量	不合格數量	合格數量	合格率	平均合格率
3 年	2017	329	18	311	94.5%	95.6 %
	2018	479	1	478	99.8 %	
	2019	121	22	99	81.8 %	
5 年	2017	389	6	383	98.5%	96.0 %
	2018	758	40	718	94.7 %	
	2019	979	40	939	95.9 %	
7 年	2017	353	5	348	98.6%	97.0 %
	2018	1466	46	1420	96.9 %	
	2019	1464	48	1416	96.7 %	
9 年	2017	328	5	323	98.5%	97.7 %
	2018	372	8	364	97.8 %	
	2019	863	23	840	97.3 %	
未標示年份	2017	501	9	492	98.2%	96.8 %
	2018	118	11	107	90.7 %	
	2019	NA	NA	NA	NA	
總計	2017	1900	43	1857	97.7%	96.7 %
	2018	3193	106	3087	96.7 %	
	2019	3427	133	3294	96.1 %	

表 3-1-24、固定表型，不同年份之分析-2018 年測試數量最多的型號 KEUK DONG/G2.5

使用年份	檢查數量	不合格數量	合格數量	合格率
3	NA	NA	NA	NA
5	200	4	196	98.0 %
7	260	6	254	97.7 %
9	75	3	72	96.0 %
總計	535	13	522	97.6 %

表 3-1-25、固定表型，不同年份之分析-2019 年測試數量最多的型號東洋計器/N3

使用年份	檢查數量	不合格數量	合格數量	合格率
3	1	0	1	100.0 %
5	227	3	224	98.7 %
7	90	1	89	98.9 %
9	2	0	2	100.0 %
總計	320	4	316	98.7 %



## (二)、計程車計費表型式認證技術規範修訂研究

臺灣市面上約有 8 種計程車新式計費器，提供給我國八萬七千多輛計程車使用。由於計程車計費表直接牽涉到車資計費公正與金額的交易，屬於政府法定計量必須管制的範疇。為確認計程車計費表的公正性與準確性，經濟部標準檢驗局(以下簡稱標準局)訂定國內計程車計費表技術規範，包括型式認證技術規範 CNPA 21 及檢定檢查技術規範 CNMV 21，技術規範係參照國際法定計量組織(OIML)的建議規範 R21 Taximeters (2007) 進行修訂。

而為利用新科技以因應社會環境的改變，在保障消費者安全與收費等相關權益的前提下，由交通部運輸研究所 103 年以專案方式(計程車新式計費表規範與實施規劃)持續改善計程車新式計費表的功能需求，除了規範計程車相關業者外，並期使計程車產業的服務得以升級。然計程車計費表在功能多樣化與表型自由化的情形下，部分功能的認證與檢定並非限定在計量行為方面，已非單純計量管制作為所能有效管理。因此新式計程車計費表的認證由交通部及標準局分別依不同的功能要求來負責。標準局本於權責，為了滿足現行計程車業者的需求並保障消費者的權益，聚焦於計量準確性的目標下，擬參考國際各先進國家的現行方式，針對國內現行計程車計費表之型式認證技術進行研修，除了瞭解計程車計費表認證與檢定單位及業者在現行相關法規或執行困難之處，進一步針對檢核發現的問題研擬技術上的改善措施，以強化標準局辦理度量衡檢定作業之執行成效。

### 【本年度目標】

- 完成國內現行新式計程車計費表計量功能差異研究。
- 完成「計程車計費表型式認證技術規範」修訂建議草案。

### 【執行成果】

#### 1. 國內現行新式計程車計費表計量功能差異研究

本項工作依據「CNPA 21 計程車計費表型式認證技術規範」，針對國內現行計程車計費表包括：一路發、太陽神、玉山、百事達、招財、富貴、聖傑及豪運等 8 款，進行計程車計費表之功能差異，包括：計時欄位、國道高速公路收費功能、日期、按鍵、列印功能、營業區及乘車證明等。以下針對與計費有關之功能差異結果摘要說明如下：

##### (1) 計時欄位項目

依據 CNPA 條文如下：

- 3.1 計費表應於正面明顯處正確標示或顯示車資(元)、計程(公里)、計時(時、分、秒)、檢定合格單黏貼處。
- 4.2.2 計時欄：顯示計時收費之時間，當車速低於規定之車速時即開始計時，超過規定之車速時，停止計時，時間累計小於 1 小時應能顯示 0~59 分 59 秒，達 1 小時以上應能顯示 1 時 0 分~99 時 59 分，計時數字字高應為 6 mm 以上。

5 款計程車計費表顯示“時、分、秒”，3 款計程車計費表顯示“時、分”或“分、秒”。

其中顯示“時、分”或“分、秒”的 3 款中 2 款螢幕顯示會自動切換“時、分”及“分、秒”，唯其中一款之計程車計費表之“時、分、秒”屬固定標示於機體上，可能產生混淆之疑慮。但因實務上計時至 1 小時以上的乘車行為應屬少數，判斷此消費糾紛發生機率較低。

## (2) 國道高速公路收費功能項目

依據 CNPA 條文如下：

3.1 計費表具國道高速公路收費功能者，應於正面明顯處正確標示或顯示通行費(元)，其字高應為 5 mm 以上。

5 款計程車計費表恆顯示通行費，3 款計程車計費表需啟動功能始顯示通行費。其中一款恆顯示通行費中計程車計費表具有模擬功能，可自行選擇上、下交流道並產生金額，存在有通行費金額不正確之可能性。建議可透過 GPS 定位功能限制所能選取之交流道，以避免錯誤輸入之狀況發生。







## (3) 國道高速公路收費功能項目



依據 CNPA 條文如下：

3.4 計費表之按鍵應裝設於計費表表體，且不得鬆脫；按鍵形體及文字應明確清晰顯示。

使用厚薄規測試 8 款計程車計費表按鍵與表體間之空隙大小，結果如下表所示。編號 A、D 及 H 等 3 款無法從按鍵處伸入，較無由外部接觸內部元件之可能性，具有較佳之設計。

表 3-2-1、國內計程車計費表以「厚薄規」測試按鍵間隙結果

計費表編號	按鍵間隙	圖示	計費表編號	按鍵間隙	圖示
A	無法插入厚薄規		E	0.35 mm	
B	0.90 mm		F	0.50 mm	
C	0.50 mm		G	0.50 mm	

計費表 編號	按鍵 間隙	圖示	計費表 編號	按鍵 間隙	圖示
D	無法插入 厚薄規		H	無法插入 厚薄規	

## 2. 國內「計程車計費表型式認證技術規範」修訂建議草案

參考國際先進國家計程車計費表相關法規與國內業者對計程車計費表規範修訂建議，並與標準局及各分局等相關單位共同討論達成共識，完成「CNPA 21 計程車計費表型式認證技術規範」修訂建議如下表。

表 3-2-2、「CNPA 21 計程車計費表型式認證技術規範」修訂條文對照表

CNPA 21 第 3 版條文	條文修訂建議	說明
1.適用範圍： 本技術規範適用於電子式計程車計費表（以下簡稱計費表）之計量性能試驗，係裝置於計程車上，藉由電子裝置計算並顯示計程車乘客應付金額之計費表。	左列條文不需修訂	
2.用詞定義 2.1 設定信號數（轉數）： <u>計費表接收的脈波數，為一數值，代表已行走 1 公里的距離。</u>	2.用詞定義 2.1 <u>計費表常數 K(taximeter constant K)：計費表為正確顯示計程車行走 1 公里里程所必須接受的脈波數，以每公里脈波數表示(轉/公里)。</u>	定義較為明確
2.2 起跳金額：起跳金額為一固定金額，係乘客搭車至少需付之金額。 2.3 計程：指依乘車距離計算之計費模式。 2.4 計時：指乘車在規定車速下，依累計時間計算之計費模式。 2.5 計程計時：指計程、計時獨立計費，合併計價之計費模式。 2.6 車資：指乘客搭乘計程車應付金額。 2.7 定程：指影響車資計算正確性所需之相關參數，包含計量參數及費率參數。計量參數：指設定信號數（轉數）及時間之參數。 費率參數：依公路主管機關規定。	左列條文不需修訂	

CNPA 21 第 3 版條文	條文修訂建議	說明
2.8 指開始搭載乘客按下「計程計時」鍵後，至結束搭載乘客按下「空」鍵之間的計費表操作模式。		
3.外觀、構造及功能 3.1 計費表應於正面明顯處正確標示或顯示車資(元)、計程(公里)、計時(時、分、秒)、檢定合格單黏貼處；另應於計費表儲存資料中查詢到 <u>設定信號數(轉數)</u> 。	3.外觀、構造及功能 3.1 <u>計費表應正確標示或顯示下列資訊，並應滿足下列要求：</u> (1)計費表應於正面明顯處正確標示或顯示車資(元)、計程(公里)、計時(時、分、秒)、檢定合格單黏貼處；另應於計費表儲存資料中查詢到 <u>計費表常數 K 及韌體版本，並可經由自我測試而顯示韌體之 MD5 碼。</u>	分列條文較易閱讀；對應用詞定義修訂；新增查詢韌體版本及測試而顯示韌體之 MD5 碼之要求。
計費表應於正面烙印或刻、鑿印、印刷(顏色應與面板成明顯對比)廠牌、型號、型式認證號碼及器號。	(2)計費表應於正面烙印或刻、鑿印、印刷(顏色應與面板成明顯對比)廠牌、型號、型式認證號碼及器號。	分列條文較易閱讀
計費表之廠牌、車資(元)等字高應為 7 mm 以上，計程、公里、計時、時、分、秒等字高應為 5 mm 以上。	(3)計費表之廠牌、車資(元)等字高應為 7 mm 以上，計程、公里、計時、時、分、秒等字高應為 5 mm 以上。	分列條文較易閱讀。
計費表之正面各項標示或顯示應正確、明顯、不易磨滅。	(4)計費表之正面各項標示或顯示應正確、明顯、不易磨滅。	分列條文較易閱讀。
計費表具國道高速公路收費功能者，應於正面明顯處正確標示或顯示通行費(元)，其字高應為 5 mm 以上。	(5)計費表具國道高速公路收費功能者，應於正面明顯處正確標示或顯示通行費(元)，其字高應為 5 mm 以上。	分列條文較易閱讀。
3.2 計費表應有日期及時間功能，該即時時鐘至少顯示時、分及秒(採 24 小時制)。即時時鐘應記錄每日的日期與時間，並應滿足下列要求：	左列條文不需修訂	
(1)計時 <u>準確性</u> 應為標準時間的 0.02 %。	左列條文不需修訂	
(2)即時時鐘修正量每週不得超過 2 分鐘，並應於解除封印前無法竄改。	左列條文不需修訂	

CNPA 21 第 3 版條文	條文修訂建議	說明
(3)即時時鐘須具自動或人工啟動(非以人工方式調整即時時鐘)校時功能,且需在有標準時間追溯源之情況下進行;計費表於營業模式中,應無法對即時時鐘進行自動或手動調整。	(3)即時時鐘應能每月一次自動或人工執行校時功能(非以人工方式調整即時時鐘),且需在有標準時間追溯源之情況下進行;計費表於營業模式中,應無法對即時時鐘進行自動或手動調整。	限定校時週期,以符合計時準確性應為標準時間的 0.02 %之要求,保障顧客權益。
3.3 計費表計時、計程、車資及通行費等顯示欄,應區隔清楚,並與文字標示一致。 3.4 計費表之按鍵應裝設於計費表表體,且不得鬆脫;按鍵形體及文字應明確清晰顯示。	左列條文不需修訂	
3.5 計費表之設定信號數(轉數)調整開關封蓋應另備通孔,直接穿線連接以供檢定封印之用。計費表封印之結構在未開封但固定螺絲均旋鬆之狀態下,不得碰觸到封蓋內部之元件。	3.5 計費表之常數 K 設定調整開關封蓋應另備通孔,直接穿線連接以供檢定封印之用。計費表封印之結構在未開封但固定螺絲均旋鬆之狀態下,不得碰觸到封蓋內部之元件。	對應用詞定義修訂
3.6 計費表各迴路使用電線顏色之規定如下: (1)紅色電線接汽車電瓶正極或附屬設備電源(ACC)。 (2)黑色電線接汽車電瓶負極。 (3)綠色電線接汽車小燈開關或附屬設備電源(ACC)。 (4)棕色電線接汽車出租燈。 (5)黃色電線接車速信號輸入端。	左列條文不需修訂	
3.7 計費表在拆封印前,不得有自外部變更定程之功能;且計量參數及費率參數應各自獨立變更,不得互相干擾,並應分離獨立封印。	左列條文不需修訂	
3.8 計費表之外殼應堅牢,不得變形。	3.8 計費表應堅固耐用,殼體表面不應有凹痕、裂縫、變形等現象,表面塗層不應起泡龜裂和脫落,金屬部份不應有銹蝕及其他機械損傷。	具體規範計費表外殼狀態
3.9 配合各車種所需之訊號處理或訊號變	3.9 配合各車種所需之訊號處理或	增加多元計程乘

CNPA 21 第 3 版條文	條文修訂建議	說明
換之裝置均應安裝於計費表。	訊號變換之裝置均應安裝於計費表。 <u>惟不具備常數 K 輸出功能之汽車，可透過車用控制器區域網路轉換模組而獲得里程信號，此轉換裝置可採組合或外接型式。</u>	車之訊號處理規範
3.10 計費表具列印功能者，可採組合或外接型式；採外接型式者，其列印輸出端應採固定插座方式，加裝輸出系統後，不得改變計費表計量性能。	左列條文不需修訂	
3.11 計費表之資料傳輸介面應具防止變更定程之功能；其輸出之附加裝置不得影響計費表計量性能。	左列條文不需修訂	
3.12 自我檢測功能：計費表應有自我檢測程式，在開機時顯示幕所有顯示字符及狀態指示燈全部顯示，顯示時間應為 3 秒以上。	左列條文不需修訂	
	3.13 計費表所有外露接頭或固定螺絲應另備通孔， <u>直接穿線連接以供封印之用。</u>	建議新增條文規範保全計費表與所安裝之計程車的連結
4.操作功能 4.1 計費表之按鍵功能規定如下： 4.1.1 按下「計程計時」鍵進入營業模式，開始計程計時，車資欄應同時顯示起跳金額，若有設定其他費用，則車資欄同時顯示起跳金額與其他費用之總和。除「停」、「高速公路」鍵外，其餘按鍵均不得作用。 營業模式下不得變更費率計算參數。 4.1.2 營業模式下，按下「停」鍵，暫停計時計費。除「停」與「列印」鍵外，其餘按鍵均不得作用。若需要再繼續計時計費時，再按「停」鍵後應恢復原狀態。	左列條文不需修訂	
4.1.3 營業模式下，按下「列印」鍵後，應列印乘車證明，所有顯示資訊不得以任何方式變更，且至少須顯示 10 秒	左列條文不需修訂	

CNPA 21 第 3 版條文	條文修訂建議	說明
<p>以上，方得再按「空」鍵。除「列印」與「空」鍵外，其餘按鍵均應無作用。若再按「列印」鍵，每按一次將再補印一張乘車證明。</p>		
<p>4.1.4 營業模式下，按「空」鍵結束營業模式，車資、通行費、計程及計時欄應消除為空白，距離驅動及時間驅動均應不發生支付金額之顯示。</p> <p>4.1.5 所有按鍵的設置規定：  (1)不得具有變更計費表定程之功能。  (2)不得對計費表軟體、硬體的保護機制有修改、刪除、調整之功能。</p> <p>4.1.6 按下按鍵時，應發出聲響，且清楚顯示（指）示計費表當時使用狀態。</p> <p>4.1.7 計程計時計費，其計程與計時應獨立計費，合併計價。</p>	左列條文不需修訂	
<p>4.2 計費表之顯示，應依下列規定：</p> <p>4.2.1 車資欄：顯示車資，以「元」為單位。其數字字高應為 10 mm 以上，金額變化時應同時出現燈光及聲響。</p> <p>4.2.2 計時欄：顯示計時收費之時間，當車速低於規定之車速時即開始計時，超過規定之車速時，停止計時，時間累計小於 1 小時應能顯示 0~59 分 59 秒，達 1 小時以上應能顯示 1 時 0 分~99 時 59 分，計時數字字高應為 6 mm 以上。</p>	左列條文不需修訂	
<p>4.2.3 計程欄：顯示計程收費之里程，以公里為單位，並取至小數點第 1 位，其數字字高應為 6 mm 以上。計程運作時應有明顯之訊號指示燈。</p>	4.2.3 計程欄：顯示計程收費之里程，以公里為單位，並取至小數點第 2 位，其數字字高應為 6 mm 以上。計程運作時應有明顯之訊號指示燈。	配合收費計算單位公尺(每 250 公尺跳表 5 元)，取至小數點第 2 位
<p>4.2.4 即時時鐘欄：至少顯示時、分及秒，其數字字高應為 6 mm 以上；與計時欄不得為相鄰之左右或上下欄。</p> <p>4.2.5 計費表具國道高速公路收費功能者，應有通行費欄，其數字字高應為 6 mm 以上。</p>	左列條文不需修訂	

CNPA 21 第 3 版條文	條文修訂建議	說明
<p>4.2.6 各顯示欄有效數字之前，不得有 0 之顯示。</p> <p>4.2.7 計費表具選擇營業區域內不同縣市費率功能者，應以中文清楚顯(指)示當時選擇之營業縣市，其字高應為 5 mm 以上。</p> <p>4.2.8 計費表具「春節費率」、「機場停留服務費」功能者，應以中文清楚顯(指)示當時之使用狀態為「春節」、「機場」，其字高應為 5 mm 以上。</p> <p>4.2.9 計費表於夜間時段營運時，應以中文清楚顯(指)示當時之使用狀態為「夜間」，其字高應為 5 mm 以上。</p>		
<p>5.性能試驗</p> <p>5.1 計費表之電源電壓在 9 V 至 16 V 之間變動時，計費表應正常運作，電壓降至 6 V，停留 10 秒鐘後再回復至 12 V 時，計費表應保留各顯示欄之原有顯示數值。</p>	左列條文不需修訂	
<p>5.2 計費表依 CNS 12626 第 4.3 節規定進行電源雜訊干擾試驗，試驗期間，計費表功能<u>不得有異常情況發生</u>。</p>	<p>5.2 計費表依 CNS 12626 第 4.3 節規定進行電源雜訊干擾試驗，試驗期間，計費表<u>不得出現功能故障或顯示異常情況發生</u>。</p>	明確規範異常情況
<p>5.3 計費表依 CNS 12626 第 4.3.2 節規定進行過電壓試驗，試驗期間，計費表功能<u>不得有異常情況發生</u>。</p>	<p>5.3 計費表依 CNS 12626 第 4.3.2 節規定進行過電壓試驗，試驗期間，計費表<u>不得出現功能故障或顯示異常情況發生</u>。</p>	明確規範異常情況
<p>5.4 計費表依 CNS 12626 第 4.4 節規定進行靜電試驗後，計費表功能<u>不得有異常情況發生</u>。</p>	<p>5.4 計費表依 CNS 12626 第 4.4 節規定進行靜電試驗後，計費表<u>不得出現功能故障或顯示異常情況發生</u>。</p>	明確規範異常情況
<p>5.5 計費表依 CNS 12626 第 4.5 節規定於背景雜音小於 12 dB(A)之測試室中進行音量試驗，試驗結果音量計之值應在 <u>60 至 90 dB(A)</u>內。計程計時期間，金額變化時，響 1 聲；夜間費率期間，</p>	<p>5.5 計費表依 CNS 12626 第 4.5 節規定於背景雜音小於 12 dB(A)之測試室中進行音量試驗，試驗結果音量計之值應在 <u>50 至 80 dB(A)</u>內。計程</p>	訪談計程車計費表業者與顧客意見，音量 90 dB(A)太吵，建議修訂為 50 至 80



CNPA 21 第 3 版條文	條文修訂建議	說明						
金額變化時，則響 2 聲。每聲發音時間為 0.2 至 0.5 秒。	計時期間，金額變化時，響 1dB(A)即可辨識。聲；夜間費率期間，金額變化時，則響 2 聲。每聲發音時間為 0.2 至 0.5 秒。							
<p>5.6 計費表依 CNS 12626 第 4.6.1 節規定進行電磁波干擾試驗(EMI)後，計費表的電磁波輻射值，在 1 公尺處，不得超過表 1 之限制值。</p> <p style="text-align: center;">表 1</p> <table border="1" data-bbox="209 618 711 712"> <thead> <tr> <th>輻射頻率</th> <th>強度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30 MHz-48 MHz</td> <td><math>207.36 \times 10^3 / f^2 \mu V/m</math></td> </tr> <tr> <td>48 MHz-1 GHz</td> <td>900 <math>\mu V/m</math></td> </tr> </tbody> </table> <p>備考：f 須以 MHz 為單位</p>	輻射頻率	強度	30 MHz-48 MHz	$207.36 \times 10^3 / f^2 \mu V/m$	48 MHz-1 GHz	900 $\mu V/m$	左列條文不需修訂	
輻射頻率	強度							
30 MHz-48 MHz	$207.36 \times 10^3 / f^2 \mu V/m$							
48 MHz-1 GHz	900 $\mu V/m$							
5.7 計費表依 CNS 12626 第 4.6.2 節規定進行電磁波輻射容忍試驗(EMS)，試驗期間，計費表功能 <u>不得有異常情況發生</u> 。	5.7 計費表依 CNS 12626 第 4.6.2 節規定進行電磁波輻射容忍試驗(EMS)，試驗期間，計費表 <u>不得出現功能故障或顯示異常情況發生</u> 。	明確規範異常情況						
5.8 計費表依 CNS 12626 第 4.7 節及第 4.8 節規定進行溫度特性試驗、低溫試驗、高溫試驗、溫度循環試驗及溫濕度試驗，在各項試驗後，計費表之外觀及機械結構不可變形或受損，且計費表功能 <u>不得有異常情況發生</u> 。	5.8 計費表依 CNS 12626 第 4.7 節及第 4.8 節規定進行溫度特性試驗、低溫試驗、高溫試驗、溫度循環試驗及溫濕度試驗，在各項試驗後，計費表之外觀及機械結構不可變形或受損，且計費表 <u>不得出現功能故障或顯示異常情況發生</u> 。	明確規範異常情況						
5.9 計費表依 CNS 12626 第 4.9 節規定進行共振頻率試驗、振動特性試驗、振動疲勞試驗及掃描振動疲勞試驗，各項試驗後，計費表之外觀及機械結構不可受損，電氣特性不可偏離額定值。	左列條文不需修訂							
5.10 計費表依 CNS 12626 第 4.10 節規定進行衝擊試驗，試驗中計費表不可有誤動作發生，試驗後其外觀及機械結構不可受損，電氣特性不可偏離額定值。	左列條文不需修訂							
5.11 計費表依第 5.1 節至第 5.10 節規定依序進行性能試驗，並於單一節次完成性能試驗後，再依定置檢定方式檢定器差，其各節次器差應符合計程車計費表檢定檢查技術規範之規定。	左列條文不需修訂							

CNPA 21 第 3 版條文	條文修訂建議	說明
6. 本版次技術規範公告實施前，計費表已取得度量衡器型式認證認可證書者，該證書仍得適用至有效期限屆滿止。	左列條文不需修訂	

### (三)、電動車充電站標準與技術規範調查研究

國際上針對新能源作為交通工具的燃料問題已經過數十年的研發以及實車上路的驗證，包括早期的液化石油氣(LPG)車、壓縮天然氣(CNG)車、油電混合車(HEV)，到近期略見成熟的純電動車(BEV)。部分國家站在鼓勵新能源車普及化兼顧交易公平的傳統角色，也制定了相關的法規加以管理，例如美國、韓國、中國大陸及歐盟部分國家等，已將電動車充電站納入法定計量管理。

臺灣作為全球汽車製造與進口消費的一環，勢難迴避全球在新能源車的發展趨勢，國內業界也積極引進各型電動車，並發展相關電池元件與技術。為了能讓未來電動車的電能交易計量管理有所依循，本計畫擬先行蒐集各國對電動車充電相關的計量規範以及法定管理上所須建立的技術與規格，以及早因應未來電動車的市場成長趨勢，保障消費者權益。

本計畫著力於電動車充電站標準與技術規範進行分析與探討，藉由蒐集各先進國家如美國、歐洲、日本、中國大陸等國電動車充電站標準規範及相關發展研究資料，深入瞭解國際間對於電動車充電站計量標準與技術規範發展現況，提出相關研究報告以利後續電動車充電站建立時充電計量標準與技術規範的訂定。

#### 【本年度目標】

- 先進國家電動車充電站計量量測技術標準追溯調查研究。
- 電動車充電站計量標準規範與相關量測技術發展資料分析與研究。

#### 【執行成果】

##### 1. 完成先進國家電動車充電站計量量測技術標準追溯調查研究

電動車充電計量包含交流與直流電力標準，我國及先進國家包含美國、德國、日本、韓國及中國大陸於交流電力標準能量如下表，不過追溯性需求方面資訊較不明確，原因是目前針對出充電設備的相關技術規範尚未明確，OIML 方面現下在 T12 的規劃建議是併入原有的 OIML R16 Active electric energy meters(將改為 electricity meters)，美國及中國大陸建議方案為單獨進行規範。

在所需要的直流電力標準方面，目前僅中國大陸及歐洲計量組織聯盟(EURAMET)從事相關研究與開發，中國大陸起步較早，從 2013 年起就開始研究直流電力計量技術，相關直流充電標準(如 GB/T 33708-2017\_靜止式直流電能表等)也已經正式發行，標準內文有明確要求直流電能量測需考慮漣波對計量準確性的影響。EURAMET 則於 2019 年對

外徵求關於直流電力計量技術的研究提案，內文也有提及直流電力計量需考量受到漣波(Ripple)效應的影響。因此，直流電力計量並非只是單純由直流電壓與直流電流相乘而得，其中還需考慮漣波與其它因充電產生的動態電力訊號等之影響。

表 3-3-1、各國於交流電力標準能量

項目 國家	交流電力		
	電壓	電流	頻率
我國	110 V 至 480 V	10 mA 至 80 A	50 Hz 及 60 Hz
美國	60 V 至 600 V	100 mA 至 100 A	50 Hz 至 400 Hz
德國	30 V 至 480 V	5 mA 至 160 A、	16.7 Hz 至 400 Hz
日本	50 V 至 120 V	0.5 A 至 50 A	45 Hz 至 65 Hz
韓國	60 V 至 240 V	6.25 mA 至 200 A、	45 Hz 至 65 Hz
中國大陸	50 V 至 400 V	0.5 A 至 100 A	45 Hz 至 65 Hz

另美國正在擬定電動車充電站所需符合的法定計量需求的試驗性法規，適用於量測車輛燃料應用中分配電力的裝置、配件和系統，此類設備之數量測定或計費聲明全部或部分用於銷售基礎，或以之衡量服務收費。美國針對充電設備進行型式評估時，也必須由指定或認可的實驗室依據本規範來進行測試，規範名稱為 NIST handbook 44(Specifications, Tolerances, and other Technical Requirements for Weighing and Measuring Devices，度量衡儀器規格、公差與技術要求)。本暫定規範包含規格、公差及其他的技術需求，但排除以下三種情況，對公差的要求如表 3-3-2。

- (a) 僅供電力量測用途，使用公共事業或市政機關擁有、維護和使用的任何措施或測量裝置，受主管機關（例如公用事業委員會）管轄者；
- (b) 電動車供電設備僅用於分配操作相關的電能，此類操作分配的電能不影響顧客收費或補助；
- (c) 批發供電。

表 3-3-2、NIST handbook 44 於電動車充電設備測試公差要求

項目	公差要求
負載試驗	驗收公差：1.0 % 維修公差：2.0 %
再現性	充電設備測試必須在相同負載下進行連續三次量測，以進行重複性測試。重複性試驗的結果不可超過 25 % 的維修公差。

## 2. 完成電動車充電站計量標準規範與相關量測技術發展資料分析與研究

電動車充電站不管國內還是國外都是由供電系統、充電設備、監控系統、計量裝置、安全和消防裝置、外觀和標示等基本設施來組成，其主要功能對電動汽車蓄電池進行充電，並且具有對充電站主要設施(包括：供電系統、充電機、安全和消防裝置、資料記錄等)進行監控。對非車載充電機與電動汽車之間充電量進行計量/計價的功能，部分國家在鼓勵新能源車普及化兼顧交易公平的傳統角色，均已投入大量資源，並制定相關標準法規以建構良好的電動車輛運行環境及得以加以管理，例如美國、韓國、中國大陸及歐盟部分國家等，已將電動車充電站納入法定計量管理，相關規範如表 3-3-2。

表 3-3-3、先進國家法定計量標準制定機關及相關規範

先進國家	制定機關	相關規範
美國	U.S. Department of Commerce (美國聯邦行政商務部)	NIST Handbook 44 (Specifications, Tolerances, and Other Technical Requirements for Weighing and Measuring Devices) NIST Handbook 130 (Uniform Laws and Regulations in the areas of legal metrology and fuel quality)
德國	BNetzA (Federal Network Agency,德國經濟和技術部聯邦政府機構)	Ladesäulenverordnung (Charging Station Ordinance) Eichrecht (Calibration Law)
日本	こくどこうつうしょう(國土交通省) けいざいさんぎょうしょう(經濟產業省)	電気自動車・プラグインハイブリッド自動車のための-充電設備設置にあたってのガイドブック
韓國	KATS (Korea Agency for Technology & Standard,韓國技術標準局)	계량에 관한 법률 (Law about metering)
中國大陸	國家市場監督管理總局	JJG1148-2018 (電動汽車交流充電樁檢定規程) JJG1149-2018 (電動汽車非車載充電機檢定規程)

### A. 美國電動車充電站法定計量相關研究

美國國家工作小組(U.S. National Work Group, USNWG)於2012年開始研擬商用電力量測裝置的應具備要求，適用範圍包括用於住宅和商業場所的電力計量的設備，以及用於量測和銷售作為車輛燃料的電力設備，並確保規範內的方法和標準可追溯到國際單位制(SI)。工作小組主要檢視的草案包括商業用途的量測與銷售電力的設備要求草案，以及設備的型式評估程序、實驗室與現場測試要求。所涉及的文件包括 NIST handbook 130 (Uniform Laws and Regulations in the area of legal metrology and fuel quality，法定計量與燃料品質統一法規)、NIST handbook 44(Specifications, Tolerances, and other Technical

Requirements for Weighing and Measuring Devices，度量衡儀器規格、公差與技術要求)、及 NIST handbook 112 (EPOs, Examination Procedure Outlines，檢查與測試作業要點)。

相關的內容主要呈現於 2019 年版 NIST HB 130 2.34 Retail Sales of Electricity Sold as a Vehicle Fuel (做為車輛燃料使用的電力零售要求)、 NIST Handbook 44 Electric Vehicle Fueling Systems – Tentative Code (電動車充電設備的暫定規範)。相關的還有 NIST HB 44 1.10 general code(共通規定)及 NIST HB 44 5.55 Timing Devices(計時裝置)。

#### B. 德國電動車充電站法定計量相關研究

在計量領域方面，德國充電站條例在經過多次商議討論後於 2016 年 3 月由德國聯邦委員會(German Federal Council)批准，並於 2017 年 5 月完成修訂，旨在規定交流和直流充電站設施的操作使用、認證、付費機制及互通性上的標準。其中，與付費機制相關的系統設備皆需要經過驗證，並且通過驗證才可以使用。德國校正法訂定旨在保護消費者，規定量測用之系統設備所出示的量測值與金錢交易有關時，就必須經過校正程序，確保消費者被合理收取費用。內容明確規範只要充電時是使用消耗電能多寡或是以充電時間來計費的系統設備，就必須遵照校正法所訂定的規範。

#### C. 日本電動車充電站法定計量相關研究

日本為全球第三大的電動車市場大國，於 2010 起成立電動車普及協議會，與廠商、學界、政府，共同擬定電動車政策，而日本國土交通省於 2017 年發佈充電設備安裝指南中明訂，管理單位可以根據計費方法修改管理規則或章程來向共享區域中安裝的充電設施的用戶收費，收取費用的模式主要可分為三種：電力單位計費法、充電時間/充電次數計費法及停車費增加法。電力單位計費法是根據充電時使用的電能(kWh)多寡，並以此為單位進行充電收費，在這種模式下，用來量測電量進行銷售程序的電表，必須使用已通過測量法規規定和認證的測量儀器來測量電量；充電時間/充電次數計費法是以充電時間為單位(例如 10 分鐘若干日元等)或以充電次數為單位(例如每次若干日元等)來收取費用；停車費增加法為透過提高停車費用來收費的模式，此模式也可以考慮到維護和清潔的管理成本，在每個月進行調整費用。

#### D. 韓國電動車充電站法定計量相關研究

南韓對電動車充電相關管制措施在過去較無重視，嚴重影響電動車相關產業發展，因此近幾年正擬電動車充電相關法制作業，為此已先行展開法定管制之先期作業，並且正在訂定直流充電計量設施相關計量管制機制，包括型式認證及檢定。針對電動車充電器已內建標準電力表的情況，可依既有的法定計量來規範電力表的公正性。然後部分新型電動車充電器為降低成本，採用嵌入式無電力表的設計，將衍生出計費公正性，需有新的法定計量來規範。去年，韓國的電動汽車供應量超過 5 萬輛，電動汽車充電站將從 2020 開始被認證為合法的燃氣站。韓國技術標準研究所指出電動車充電器需有法定計量來規範充電誤差在 1% 以內。韓國政府計劃於 2019 年 10 月 28 日修訂並執行度量衡法和執法條例的執行法令，並計劃在 2020 年實施。在實施後，電動車充電器需先通過型式

認證並封印才能進入市場通路，將可以防止充電計費量的篡改。韓國 Agency for Technology and Standards 為確保如期在 2020 年 1 月 1 日實施此新法定計量，今年起舉辦多場業界座談會，與電動汽車充電服務提供商、充電器製造商和認證機構等行業進行討論、調查與相關技術合作。

#### E. 中國大陸電動車充電站法定計量相關研究

中國大陸在標準方面，雖已建立充電站基礎設施標準體系，包括術語、動力電池箱、充電系統及設備、充換電接口、換電系統及設備、充/換電站及服務網絡、建設與運行、附加設備等 8 個部分，約 60 項標準，也在國際標準制定中的影響力逐步增強，但與其他電動車盛行國家，在法定計量相關領域發展相對緩慢。針對電動車充電站，中國大陸目前並無國家計量標準去做規範，僅部分省市及企業發佈地方企業計量相關標準，如江蘇泰州市計量測試院所研發的電動汽車交流充電樁檢定裝置、電動汽車非車載充電機檢定裝置逾 2019 年 5 月通過了省市場監督管理局專家組的現場考核，獲得計量標準考核證書，而考核是以 JJG1148-2018 及 JJG 1149-2018 兩項行業標準作為依據，該院也將以這兩項社會公用行業計量標準為依託，加快相關技術工作推進，為充電樁檢測領域提供更有力的計量技術支撐，進一步夯實服務高質量發展的計量基礎。其餘如國家標準 GB/T 50063 電力裝置的電測量儀表裝置設計規範雖有提到電能表計量標準，但並無針對收費計量標準進行規範。而就行業標準來說，能源局訂定的 NB/T 33002 電動汽車交流電動樁技術條件中計量部分僅提到電動樁需包含交流電能表；中國南方電網公司訂定的 Q/CSG 11516.4 電動汽車交流充電樁技術規範提到收費標準可根據計時及參數來計算，參數包含費率時段、計費單位電量、計費費率等；國家電網公司訂定的 Q/GDW 238 電動汽車充電站供電系統規範僅提到電能質量要求及計量裝置精度要求。

綜合上述各國於電動車之法定計量管理規範內容，我國電動車充電樁仍需持續努力之建議如下：

##### ■ 建置完善的充電站法規制度

建置充電站的發展上仍有許多政策與法規面的問題需要解決，除要配合政府推動電動車的時程，建立足夠的充電站來滿足消費者的需求，法規上也必須訂定出一套完整的制度來規範未來充電站的營運方式，日前經濟部發佈解釋令，令加油站得設置汽機車電池充電與更換服務設施，加油站原本受到的經營限制因此解除，將有利於電動車輛充電站之普及，另外相關的法規尚包含充電站的標準認證、收費所依據的法規等。

##### ■ 充電基礎設施佈建與升級

在臺灣專用充電樁仍有實行上的困難。首先是電流容量不足。根據社群媒體綠學院指出：每臺專用充電樁，約需 32 A 到 80 A 的電流，但一般家戶電流容量只有 75 A。因此當家中充電樁運行時，其餘高耗家電如冰箱、冷氣，就必須降低效能或停用，否則很可能會跳電。同樣的，設置充電車位的社區(而且通常不只一座)，也會面臨電流容量上限問題，只是跳電問題從自家單戶變成社區承擔。因此若想在充電動車時正常使用家電，就必須更新配線、提升電流容量。配電獨立的家戶若想自行升級，只要花

錢並等待施工。但臺灣許多住戶為集合式住宅，其家中配電來自社區規劃，必須由管委會徵得全體住戶同意才能升級電流容量。而目前大部分住戶都沒有電動車充電的需求，自然大幅提升更新社區配線、加裝充電樁的難度。

#### ■ 充電車位專用化與分級

而即使克服電流容量，建置充電車位，仍會遇到第二個困境：車位占用問題。根據綠學院，因為臺灣未依充電速度將充電車位分級，在收費上未與「一般車位」做出區隔、也就使得充電車位無法實際「專用化」。這一來使得燃油車只要在未被取締的情況下，可以毫無額外負擔的占據充電車位；同時，也由於收費未分級，使得充飽電的電動車滯留車位、讓充電車位的「翻桌率」無法提升。讓真正有需求的電動車看的到充電樁、卻無法充電，也提升了電動車主或潛在車主的「里程焦慮」。

#### ■ 廢棄電池回收

電動車具備低排碳的特性，如果配合再生能源發電，更對於二氧化碳的減量有極大的助益，但電動車依舊可能產生環保的問題，以一台電動車為例，目前裝備的電池單元往往數十甚至上百組，而電池的壽命也隨著充電次數增加必須進行更換，這些為數眾多的電池將對環境造成額外負擔，雖然目前已提出將廢電池組合做為蓄電單位的概念，但實際的作法仍舊是臺灣與各國大力推動電動車的同時，必須預先設想的問題。

#### ■ 電動車補助政策

一項新技術的開發或是新興產業推動的過程中，都必須仰賴政府的支持，才能貼近現有的產品價格，讓民眾有意願使用，電動車的發展同樣必須依靠政府的支持，以及相關建設的配合，而所投入的大量經費，當然就成了各國政府的財務負擔。發展電動車除了是能源與環保的議題，同時也能夠帶動相關產業，刺激經濟與增加就業人口，然而，各國政府在投資與補助的過程也確實必須衡量其財務狀況，避免造成如同 2008 年西班牙為發展太陽能產業而造成的國家財務危機。

經濟部能源局已於 102 年 12 月 16 日完成「屋內線路裝置規則」條文修正，並將電動車輛充電系統相關安全措施納入規範，於 104 年 1 月 1 日正式施行。而健全充電環境為推動電動車普及化之重要關鍵要素之一，台電公司初期以配合政府推動電動車先導運行各專案計畫，以滿足各充電站用電需求之電力設備建置為重點。至於如何整合智慧電網概念，建構電動車電能管理系統，進一步結合智慧電網電能管理系統，並進行相關資通訊介面標準化，以達管理與控制目標，為未來智慧電網架構下之關注焦點。未來電動車充電設施與電網因應規劃上，除符合電網供電安全與電力品質外，亦應納入電動車用戶行駛特性、充電行為、交通地理資訊及配電相關資訊，再論足投資效益、控制調度等相關因素，才以實現適切之電動車充電系統之布局與建置。如何整合智慧電網概念建構電動車電能管理系統，為未來智慧電網架構下關注焦點，而結合智慧電網之電能管理系統，仍需相關資通訊與控制介面標準化，以達管理與控制目標。而結合 AMI 系統輔助之電動車充電(Grid to Vehicle, G2V)及電能回輸電網(Vehicle to Grid, V2G)管理解決方案應全面性發展，宜從國家整體面向思考，著手進行相關研究及

政策研擬。

#### (四)、酒精鎖規範先期研究

交通部已修法將針對酒駕累犯實施其駕駛之汽車應配備車輛點火自動鎖定裝置(以下簡稱酒精鎖)。酒精鎖具備有酒精濃度的量測能力，因此有必要先瞭解國外對於該裝置的檢測規範與技術要求，因此本計畫配合主管機關標準局要求進行先期研究。

##### 【本年度目標】

- 酒精鎖產品至少一型進行測試，並提出檢測結果報告。
- 酒精鎖評估報告及草擬技術要求。

##### 【執行成果】

#### 1. 完成酒精鎖產品測試及其檢測結果

本項工作以台灣寰康酒精鎖進行實測，該酒精鎖為 BAIDS 機型。以現有呼氣酒精測試器及分析儀檢測等設備，並依據 EN 50436-1 標準及美國 BAIDS 中可執行之檢測項目進行測試，測試項目包含呼氣採樣、鎖車與解鎖、線性準確度及反應時間，實測結果說明如下：

(1). 呼氣採樣功能測試結果如表 3-4-1。

##### ■ 國際規範 EN50436-1 測試內容

#### 10 呼氣樣本

##### 10.1 體積

呼氣量的額定限值應為 1.0 L，不低於 0.7 L，且不高於 1.2 L。因此對於此測試，呼氣量的限值應調整為 0.95 L，試驗應以空氣作為試驗氣體，且分次以 0.75 L 及 1.15 L 進行試驗。流量應高於酒精鎖接受的最小流量。酒精鎖應以體積為 1.15 L 時的呼氣樣本作為有效樣本，並在呼氣體積為 0.75 L 時顯示失敗訊息。測試應重複 2 次。

##### 10.2 流量

測試應在實驗室條件下，以空氣作為測試氣體和下列氣體流量進行：

0.1 L/s、0.3 L/s、1.0 L/s 或吹嘴入口處的背壓為 5 kPa 的流量；以較低者為準。

酒精鎖應接受 0.3 L/s 的流量為有效流量，且不接受其他流量的呼氣樣本。

##### 10.3 呼氣時間

提供呼氣樣本的最短呼氣時間應為 3 秒；對於此測試，呼氣量的限值應調整為 1.0 L。測試應以空氣作為測試氣體，在測試氣體流量 0.5 L/s 下 2.5 秒內輸送 1.25 L，酒精鎖不應接受此呼氣樣本為正確樣本。

##### 10.4 反應時間

呼氣測試結束後，酒精鎖應提供對應的輸出訊號



酒精濃度為 0 mg/L 的試驗氣體，最多 10 秒內  
酒精濃度為 0.25 mg/L 的試驗氣體，最多 15 秒內  
酒精濃度為 0.35 mg/L 的試驗氣體，最多 20 秒內。

#### ■ 美國 NHTSA BAIIDs 測試內容

##### Test 2. Breath Sample Volume and Flow Rate(呼氣樣本量和流速)

使用質量流量計監測樣本體積，每項測試進行五次，測試項目如下：

- A. 以 1.0 公升樣本體積在 0.000g/dL BrAC 下測試。BAIID 必須防止車輛發動，並在 5 次測試中指示 5 次體積不足。
- B. 以 1.5 公升樣本體積在 0.000g/dL BrAC 下測試。BAIID 必須允許車輛在 5 次測試中發動 5 次。
- C. 以 1.2 公升樣本體積、0.1 L/s 在 0.000g/dL BrAC 下測試。BAIID 必須阻止車輛在 5 次測試中發動 5 次。
- D. 以 1.2 公升樣本體積、0.7 L/s 在 0.000g/dL BrAC 下測試。BAIID 必須允許車輛在 5 次測試中發動 5 次。

#### ■ 呼氣樣本測試結果

經實測(表 3-4-1)可滿足 EN 50436-1 & BAIIDs 的規範要求，說明如下：

- A. 可以通過 EN50436-1 的 10.1 呼氣體積功能測試
  - a、 0.95 及 0.9 L 呼氣量，超過 3 秒的吹氣狀態，都顯示失敗，顯示滿足低於 1L 的呼氣，其吹氣狀態都顯示失敗，顯示符合低於 1 L 的呼氣量應顯示呼氣失敗。
  - b、 當呼氣體積設定到 1.15 L 及 1.2 L，呼氣時間超過 3 秒，顯示呼氣成功，顯然高於 1 L 呼氣量約 1.15 L，都能判斷呼氣成功。
- B. 可以部份通過 EN50436-1 的 10.2 呼氣流量功能測試
  - a、 0.3 L/s 測試通過，顯示符合規範要求。
  - b、 0.1 L/s 測試不通過，顯示符合規範要求。
  - c、 選擇 52 hPa 背壓的 0.5 L/s，測試通過，顯示無法符合規範要求。
  - d、 選擇 0.2 L/s 測試通過，顯示應該符合規範要求。
- C. 無法通過 EN50436-1 的 10.3 呼氣時間功能測試
  - a、 1.25 L / 2.5s 測試顯示通過，顯然無法符合規範要求。
  - b、 1.21 L / 1.7s 測試顯示也通過，顯然無法符合規範要求。
- D. 無法通過 BAIIDs 的 Test 2a 呼氣體積功能測試，因為 1 L 的吹氣應該顯示吹氣失敗。
- E. 可以通過 BAIIDs 的 Test 2b 呼氣體積功能測試，因為 1.5 L 吹氣時，顯示吹氣成功，顯然可以通過呼氣體積功能測試。
- F. 通過 BAIIDs 的 Test 2c 呼氣體積&吹速功能測試，因為 1.5 L & 0.1 L/s 吹氣時，

顯示吹氣失敗，顯然可以通過呼氣體積功能測試。

G. 通過 BAIIDs 的 Test 2d 呼氣體積&吹速功能測試，因為 1.2 L & 0.7 L/s 吹氣時，顯示吹氣成功，顯然可以通過呼氣體積&吹速功能測試。

表 3-4-1、依據 EN50436-1 及 NHTSA BAIIDs 呼氣採樣測試酒精鎖實測結果

測試條件	測試結果	規範章節		備註
		EN50436-1	NHTSA BAIIDs	
0.9L/4.5s	Fail	10.1 OK		
1.2L/6s	Pass	10.1/10.2/10.3		
1.15L/5.7s	Pass	10.1 OK		
1.14L/5.7s	Pass			
1.2L/12s	Fail	10.2 OK	Test 2-c OK	
43LPM/1.7s 1.218L/1.7s	Pass	10.3 Fail	Test 2-d OK	
1L/5s	Pass		Test 2-a Fail	
0.9L/4.5s	Fail	10.1 OK		
1L/4s	Pass			
1.25L/2.5s	Pass	10.3 Fail		
0.95L/5s	Fail	10.1 OK		
1.5L/7.5s	Pass	10.2 OK	Test 2-b OK	
1.2L/4s	Pass	10.2 OK	D 19 hPa OK	25 hPa
1.2L/6s	Pass	10.2 OK		
3L/5s			73 hPa	背壓>5kPa 不採用
2L/5s			33 hPa	背壓>5kPa 不採用
2.5L/5s	Pass	10.2 Fail	52 hPa	背壓~5 kPa 採用

(2). 鎖車與解鎖測試。

■ 國際規範 EN50436-1 內容

5.5 功能測試

酒精鎖鎖定的濃度下限為 0.25 mg/L。

測試類型 1

酒精濃度為 0.30 mg/L 的測試氣體，應以至少 3 分鐘的間隔，連續 10 次施加到酒精鎖上。每次測試時酒精鎖應維持鎖定狀態。

酒精濃度為 0.20 mg/L 試氣體，應以至少 3 分鐘的間隔，連續 10 次施加到酒精鎖上。每次測試時酒精鎖應進入非鎖定狀態。

測試類型 2

酒精濃度為 0.35 mg/L 的測試氣體，應以至少 3 分鐘的間隔，連續 10 次施加到酒精鎖上。每次測試時酒精鎖應維持鎖定狀態。

酒精濃度為 0.15 mg/L 的測試氣體，應以至少 3 分鐘的間隔，連續 10 次施加到酒精鎖上。每次測試時酒精鎖應進入非鎖定狀態。

### 測試類型 3

由空氣組成的試驗氣體，應以至少 3 分鐘的間隔，連續 10 次施加到酒精鎖上。每次顯示讀數不得高於 0.03 mg/L。

## ■ 美國 NHTSA BAIIDs 測試內容

### Test 1. Precision and Accuracy

除在一致性測試另有規定外，BAIID 需符合下列各項測試的性能要求：

- a、 0.000 g/dL BrAC 下測試：20 次試驗間，不得阻止車輛發動。
- b、 0.008 g/dL BrAC(=0.038 mg/L) 下測試：20 次試驗間，不得阻止車輛發動超過一次。
- c、 0.032 g/dL BrAC (=0.032\*1000/210=0.152 mg/L)下測試 (每 210 公升空氣的酒精克數)：20 次試驗間，車輛不得發動超過一次。

BAIID 開機後，必須在 3 分鐘內可供使用。BAIID 必須前一次測試後的 3 分鐘內，準備好進行第二次測試。

## ■ 測試結果

更改酒精鎖鎖定的濃度為 0.07 mg/L

測試流量=1.5 L / 5s

0.052/0.103 mg/L 測試期間反應時間約 8 秒以內

待機測試時間約 5 秒

測試結果(表 3-4-2)說明如下：

- A. 以 0.052 mg/L 測試結果可以啟動，表示符合 EN 50436-1 5.5 節與 BAIIDs Test 1-b 的要求。
- B. 以 0.103 mg/L 測試結果鎖車無法啟動，表示符合 EN 50436-1 5.5 節與 BAIIDs Test 1-c 的要求。

表 3-4-2、依據 EN50436-1 及 NHTSA BAIIDs 鎖車與解鎖測試實測結果

測試條件	測試結果	規範章節		備註
		EN50436-1	NHTSA BAIIDs	
0.052 mg/L	Pass	5.5 OK	Test 1-b OK	<0.07 mg/L
0.103 mg/L	Fail	5.5 OK	Test 1-c OK	>0.07 mg/L

## (3).線性準確度測試

### ■ 國際規範 EN50436-1 內容

### 7. 校正曲線(或檢量線)

酒精鎖應使用酒精濃度 0 mg/L、0.10 mg/L、0.25 mg/L、0.40 mg/L、0.75 mg/L 和 1.50 mg/L 的測試氣體進行測試。在各濃度下，應以至少 3 分鐘的間隔進行 10 次量測，從最低濃度開始，以最高濃度結束(即以 0 mg/L 量測 10 次，然後以 0.10 mg/L 量測 10 次，依此類推)。對於酒精濃度為 0 mg/L、0.10 mg/L、0.25 mg/L、0.40 mg/L 和 0.75 mg/L 的 10 個測試結果，各讀數應不超過額定值  $\pm 0.02$  mg/L 或  $\pm 15\%$ ，以兩者較大者為準。對於酒精濃度 1.50 mg/L 的 10 次測試結果中的每一次，讀數不應低於 1.0 mg/L。

### ■ 美國 NHTSA BAIIDs 測試內容

#### Test 1. Precision and Accuracy

除在一致性測試另有規定外，BAIID 需符合下列各項測試的性能要求：

- a、0.000 g/dL BrAC 下測試：20 次試驗間，不得阻止車輛發動。
- b、0.008 g/dL BrAC(=0.038 mg/L) 下測試：20 次試驗間，不得阻止車輛發動超過一次。
- c、0.032 g/dL BrAC (=0.032\*1000/210=0.152 mg/L)下測試 (每 210 公升空氣的酒精克數)：20 次試驗間，車輛不得發動超過一次。

BAIID 開機後，必須在 3 分鐘內可供使用。BAIID 必須前一次測試後的 3 分鐘內，準備好進行第二次測試。

### ■ 測試結果

測試結果(表 3-4-3)，說明如下：

- A. 從低濃度測試到高濃度，都能符合 EN 50436-1 & BAIIDs 的規範要求。
- B. 超過 0.5 mg/L 不顯示讀值，可以下載紀錄讀值。
- C. 從高濃度測試低濃度，發現有記憶殘差影響，需要特別加強此檢定要求。

表 3-4-3、依據 EN50436-1 及 NHTSA BAIIDs 線性準確度測試實測結果

測試條件 (A)	測試結果 (B)	規範章節		器差要求
		EN50436-1	NHTSA BAIIDs	
0.052 mg/L	0.045 unlock	7.0 OK	D-b Test 1 OK	< $\pm 0.020$ mg/L(EN) < $\pm 0.057$ mg/L(US)
0.052 mg/L	0.042 unlock	7.0 OK	D-b Test 1 OK	< $\pm 0.020$ mg/L(EN) < $\pm 0.057$ mg/L(US)
0.052 mg/L	0.043 unlock	7.0 OK	D-b Test 1 OK	< $\pm 0.020$ mg/L(EN) < $\pm 0.057$ mg/L(US)
0.052 mg/L	0.044 unlock	7.0 OK	D-b Test 1 OK	< $\pm 0.020$ mg/L(EN) < $\pm 0.057$ mg/L(US)

測試條件 (A)	測試結果 (B)	規範章節		器差要求
		EN50436-1	NHTSA BAIIDs	
0.052 mg/L	0.045 unlock	7.0 OK	D-b Test 1 OK	<±0.020 mg/L(EN) <±0.057mg/L(US)
0.103 mg/L	0.095 Lock	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.020 mg/L(EN) <±0.057mg/L(US)
0.103 mg/L	0.097 Lock	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.020 mg/L(EN) <±0.057mg/L(US)
0.103 mg/L	0.098 Lock	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.020 mg/L(EN) <±0.057mg/L(US)
0.103 mg/L	0.099 Lock	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.020 mg/L(EN) <±0.057mg/L(US)
0.103 mg/L	0.099 Lock	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.020 mg/L(EN) <±0.057mg/L(US)
0.148 mg/L	0.140 Lock	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.022 mg/L(EN) <±0.057mg/L(US)
0.148 mg/L	0.140 Lock	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.022 mg/L(EN) <±0.057mg/L(US)
0.148 mg/L	0.140 Lock	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.022 mg/L(EN) <±0.057mg/L(US)
0.148 mg/L	0.140 Lock	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.022 mg/L(EN) <±0.057mg/L(US)
0.148 mg/L	0.145 Lock	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.022 mg/L(EN) <±0.057mg/L(US)
0.148 mg/L	0.145 Lock	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.022 mg/L(EN) <±0.057mg/L(US)
0.248 mg/L	0.255 Lock	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.037 mg/L(EN) <±0.057mg/L(US)
0.248 mg/L	0.255 Lock	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.037 mg/L(EN) <±0.057mg/L(US)
0.248 mg/L	0.252 Lock	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.037 mg/L(EN) <±0.057mg/L(US)
0.248 mg/L	0.253 Lock	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.037 mg/L(EN) <±0.057mg/L(US)
0.248 mg/L	0.251 Lock	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.037 mg/L(EN) <±0.057mg/L(US)
0.346 mg/L	0.355 Lock	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.052 mg/L(EN) <±0.057mg/L(US)
0.346 mg/L	0.355	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.052 mg/L(EN)

測試條件 (A)	測試結果 (B)	規範章節		器差要求
		EN50436-1	NHTSA BAIIDs	
	Lock			<±0.057mg/L(US)
0.346 mg/L	0.370	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.052 mg/L(EN)
	Lock			<±0.057mg/L(US)
0.346 mg/L	0.367	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.052 mg/L(EN)
	Lock			<±0.057mg/L(US)
0.346 mg/L	0.363	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.052 mg/L(EN)
	Lock			<±0.057mg/L(US)
0.446 mg/L	0.465	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.067 mg/L(EN)
	Lock			<±0.057mg/L(US)
0.446 mg/L	0.467	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.067 mg/L(EN)
	Lock			<±0.057mg/L(US)
0.446 mg/L	0.485	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.067 mg/L(EN)
	Lock			<±0.057mg/L(US)
0.446 mg/L	0.482	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.067 mg/L(EN)
	Lock			<±0.057mg/L(US)
0.446 mg/L	0.483	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.067 mg/L(EN)
	Lock			<±0.057mg/L(US)
0.547 mg/L	Hi(0.595)	7.0 OK	D-c Test 1 OK	<±0.082mg/L(EN)
				<±0.057mg/L(US)
0.148 mg/L	0.200	7.0 Fail	D-c Test 1 OK	<±0.022 mg/L(EN)
	Lock			<±0.057mg/L(US)
0.148 mg/L	0.200	7.0 Fail	D-c Test 1 OK	<±0.022 mg/L(EN)
	Lock			<±0.057mg/L(US)
0.148 mg/L	0.200	7.0 Fail	D-c Test 1 OK	<±0.022 mg/L(EN)
	Lock			<±0.057mg/L(US)

※本案機型有記憶殘差的影響

EN 50436-1 器差要求為±0.02 mg/L or 額定值 15%

BAIIDs 器差要求=±0.012 g/dL(=0.057 mg/L)

※測試條件：測試流速=1.5 L/ 5s、設定鎖車濃度=0.07 mg/L

#### (4). 反應時間測試

##### ■ 國際規範 EN50436-1 內容

##### 10.4 反應時間

呼氣測試結束後，酒精鎖應提供對應的輸出訊號。

酒精濃度為 0 mg/L 的試驗氣體，最多 10 秒內。

酒精濃度為 0.25 mg/L 的試驗氣體，最多 15 秒內。

酒精濃度為 0.35 mg/L 的試驗氣體，最多 20 秒內。

■ 美國 NHTSA BAIIDs 測試內容

性能測試：BAIID 開機後，必須在 3 分鐘內可供使用。BAIID 必須前一次測試後的 3 分鐘內，準備好進行第二次測試。

■ 測試結果

測試結果(表 3-4-4)說明如下：

A. 測試結果都能符合 EN50436-1 & BAIIDs 的規範要求。

B. 測試結果 0.000 mg/L 未鎖定(unlock)、0.25/0.35 mg/L 鎖定(lock)，符合要求。

表 3-4-4、依據 EN50436-1 及 NHTSA BAIIDs 反應時間測試實測結果

測試條件	測試結果	依據規範章節	
		EN50436-1	NHTSA BAIIDs
0.00 mg/L	Pass, 9s	10.4 <10s OK	<3 min OK
0.25 mg/L	Fail, 10s	10.4 <15s OK	<3 min OK
0.35 mg/L	Fail, 10s	10.4 <20s OK	<3 min OK

2. 完成酒精鎖技術要求方案草擬

根據 EN 50436 & BAIIDs 兩份的精神及 CNS15988 的共識，建議本技術要求朝以下酒精鎖技術要求研擬。

(1). 呼氣採樣功能測試需求

- 1) 最小呼氣體積要求：針對小於 1.0 L 持續體積量的呼氣，酒精鎖應該不能執行採樣分析。
- 2) 最短呼氣採樣時間要求：針對小於 3.0 秒持續時間的呼氣，酒精鎖應該不能執行採樣分析。
- 3) 最小呼氣採樣流量要求：針對小於 0.1 L/s 持續流量的呼氣，酒精鎖應該不能執行採樣分析。
- 4) 酒精鎖有效採樣條件，必須同時大於以上呼氣功能要求，酒精鎖才能執行採樣分析。
- 5) 酒精鎖反應時間要求：
  - i. 酒精濃度為 0 mg/L 的試驗氣體，最多 10 秒內
  - ii. 酒精濃度為 0.25 mg/L 的試驗氣體，最多 15 秒內
  - iii. 酒精濃度為 0.35 mg/L 的試驗氣體，最多 20 秒內

(2). 酒精鎖解鎖與鎖定功能測試需求

- 1) 鎖定濃度：酒精鎖應該要針對大於 0.07 mg/L 的呼氣酒精濃度進行鎖定。

- 2) 解鎖測試：當乾式呼氣酒精濃度為 0.05 mg/L 時，酒精鎖應該呈現解鎖可以發動的狀態。
  - 3) 鎖車測試：當乾式呼氣酒精濃度為 0.10 mg/L 時，酒精鎖應該呈現鎖車無法發動的狀態。
  - 4) 酒精鎖應定期接受乾式 0.05&0.10 mg/L 呼氣酒精鎖車與解鎖查驗測試。
  - 5) 酒精鎖應定期接受乾式 0.15 或 0.25 mg/L 呼氣酒精濃度調校。
- (3).酒精鎖線性準確度功能測試需求
- 1) 線性準確度：
    - i. 酒精鎖應定期接受 0.0/0.10/0.15/0.25/0.35 mg/L 乾式呼氣酒精線性準確度檢定檢查測試。
    - ii. 酒精鎖應定期接受 0.10 mg/L 濕式呼氣酒精線性準確度檢定檢查測試。
  - 2) 器差要求：酒精鎖檢定與檢查器差應不大於 0.03 mg/L。
  - 3) 準確度測試用呼氣酒精與模擬呼氣裝置應滿足以下條件：
    - i. 乾式呼氣酒精氣體標準，應具備 ISO 17025 認可，並能追溯至國家及國際標準的乾式酒精在空氣中混合氣，不確定度應不大於 2%。
    - ii. 檢定檢查與調校測試用，高壓乾式酒精鋼瓶之酒精濃度呼氣模擬時，應以測試時大氣壓進行濃度補查。(參考 CNS 15988 附件 C)
    - iii. 檢定檢查之濕式呼氣酒精，應追溯至乾試酒精標準氣體。
    - iv. 模擬呼氣裝置之呼氣末端溫度，應能達到(34 ± 1) °C。
    - v. 模擬呼氣裝置之乾式呼氣濃度不確定度，應不大於 0.005 mg/L 或 5%。
    - vi. 模擬呼氣裝置之乾式呼氣濃度不確定度，應不大於 0.007 mg/L 或 7%。
    - vii. 模擬呼氣裝置，應能產生人體吹氣模式。
    - viii. 模擬呼氣裝置之呼氣測試體積，應能產生 1.2 L 吹氣量。
    - ix. 模擬呼氣裝置之呼氣測試流量，應能產生至少 12 LPM。
    - x. 模擬呼氣裝置之呼氣測試時間，應能產生至少 5 秒，且高原不小於 3 秒。
- (4).酒精鎖環境測試：可參考 EN 50436-1 第 9 章與 BAIIDs Test 5/6/11 研擬。
- (5).干擾測試：可參考 EN 50436-1 第 11 章與 BAIIDs Test 11/12 研擬，建議以丙酮、CO 及香菸測試為主，其他的 VOC 不建議執行但是可能會影響背景值的歸零，須要進一步研究。
- (6).操縱篡改與規避：可參考 EN 50436-1 第 12 章與 BAIIDs Test 9 研擬。
- (7).校正週期與長期穩定性(含次數)：參考 EN 50436-1 13.4 節及第 14 章與 BAIIDs Test 3 研擬。
- (8).其他測試：可選擇記憶殘差與口腔酒精等研擬。

## 【分項結論】



1. 完成標準局膜式氣量計檢定系統性能一致性之測試，並進行使用中氣量計器差特性測試及耐久性模擬測試研究。本年度檢查數量共計 3427 具，合格率為 96.7 %，目前使用中氣量計之耐久性測試符合規範要求。完成三年實證數據整理與分析，將提供未來規範及使用年限之修訂依據，並作為日後對使用中氣量計的管理參考資料。
2. 完成「計程車計費表型式認證技術規範」修訂建議草案，共建議修訂 17 條文、新增 1 條文，可作為未來計程車計費表型式認證技術規範修訂建議之參考。
3. 完成電動車充電設備計量要求之資訊蒐集與分析，提供標準局未來進行納檢需求性分析與管理判斷的有效資訊。
4. 完成國外酒精鎖技術規範蒐集與研析及可行性試驗，提供標準局作為準備因應方案的參考。



## 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	免液氦冷凍機系統 (Liquid-Helium-Free Cryocooler system for Programmable Josephson Voltage Standard System)	工研院量 測中心	1	1	5,692	1	NIST/SRI 60000
2	油壓式活塞壓力計標準系 統(Hydraulic Piston Gauge)	工研院量 測中心	1	1	5,190	1	Fluke/PG7302

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。

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
32(1)	參加全球計量學院(Global Metrology Academy, GMA)流量量測與校正課程	韓國/大田市	2019.03.22 ~ 04.04 / 14 天	林盈君	低壓氣體量計量技術研究	學習新的設計概念與技術，可提供國內低壓氣體流量校正系統做為往後系統升級或改良的參考。
29	2019 年奈米電子前瞻特性與計量研討會(Frontiers of Characterization and Metrology for Nanoelectronics, FCMN2019)並發表論文	美國/蒙特雷	2019.04.01 ~ 04.07 / 7 天	陳國棟	薄膜量測技術研發	發表 NML 薄膜量測技術之研發成果及蒐集國際半導體量測技術之最新發展。
11	參加第 17 屆質量技術諮詢委員會(CCM)會議及將 NML 之矽晶球攜回 PTB 實驗室以進行雷射標記及體積量測。	法國/賽伏爾	2019.05.10 ~ 05.19 / 10 天	陳生瑞	質量領域新 SI 計量技術規劃	瞭解先進國家在新公斤定義實現之最新發展與未來趨勢，並與各國研討交流，強化關係促進合作。
30	參加第 67 屆日本質譜年會發表論文及拜訪日本國家計量研究院(NMIJ)	日本/筑波	2019.05.13 ~ 05.18 / 6 天	林芳新	新物質質量計量技術規劃	發表 NML 在質譜及奈米粒子量測技術之研發成果及蒐集國際有機及無機質譜量測技術之最新發展。
6(1)	凡爾賽先進材料與標準計畫(VAMAS)第 44 屆指導委員會會議	美國/波德、丹佛	2019.05.20 ~ 5.27 / 8 天	何柏青	奈米與半導體計量技術規劃	蒐集各國尺寸、奈米力學、生物及化學等領域的相關量測方法與標準制定。
28	參加 2019 工業與科學上之溫度和熱量測研討會(TEMPMEKO 2019)並發表論文	中國大陸/成都	2019.06.08 ~ 06.14 / 7 天	柯心怡	溫度領域計量技術研發	發表論文、與各國人員技術交流，蒐集溫度領域未來計量的研究趨勢
26	參加 Inter-Noise 2019 研討會，發表論文	西班牙/馬德里	2019.06.14 ~ 06.22 / 9 天	羅芳鈞	聲音與振動領域技術研發	論文發表與技術交流，瞭解國際聲音訊號處理的最新趨勢與振動噪音量測技術之發展。
9(1)	以 APMP 執行委員身分參加 2019 亞太計量組織年中會議及相關活動	菲律賓/宿霧	2019.06.16 ~ 06.19 / 4 天	藍玉屏	協同計畫主持人	參與及協助亞太計量組織促進研究案計畫與進度審核，促進亞太地區計量技術合作研究交流。
10	以 APMP 質量技術委員會(Technical Committee for Mass and Related Quantities, TCM)主席與醫學計量焦點工作小組(Medical Metrology Focus Group, MMFG)主席身分參加 2019 亞太計量組織年中會議及相關活動	菲律賓/宿霧	2019.06.16 ~ 06.21 / 6 天	陳生瑞	質量領域規劃	代表質量技術委員會出席年年中會議，了解國際於計量領域之最新動態，協助推動亞太區域質量技術之發展。
8	參加 2019 CCM-WGFF 流量技術工作小組會議及 FLOMEKO 2019 國際流量研討會暨論文發表會。	葡萄牙/里斯本	2019.06.22 ~ 06.30 / 9 天	蕭俊豪	標準與法定計量發展規劃	瞭解各國發展現況、系統量測能力評估與宣告方法以及國際比對計畫，強化國際同儕人脈連結。
27(1)	參加 2019 CCM-WGFF 流量技術工作小組會議及 FLOMEKO 2019	葡萄牙/里斯本	2019.06.22 ~ 06.30 / 9 天	江俊霖	流量領域規劃	瞭解各國在氣體活塞原級標準技術於流量領域的發

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
	國際流量研討會暨論文發表會。					展現況及未來規劃。
27(2)	拜訪南京艾默生公司液態氮校正實驗室，參加 2019 年第三屆流體力學與工業應用國際會議(FMIA 2019)	中國大陸/南京、太原	2019.06.27 ~ 07.01/5 天	葉哲維	流量領域技術研發	論文發表、技術交流，蒐集低溫流體流量量測相關技術，作為未來技術發展之參考。
受邀	受邀至日本 NMIJ 擔任光梳系統第三者認證之技術評審。	日本	2019.07.16 ~ 07.19/4 天	彭錦龍	長度領域技術研發	技術能力受肯定，受邀同儕評鑑，提升 NML 形象。
1(1)	參加 2019 年美國國家標準實驗室大會國際研討會暨論文發表會 (2019 NCSLI International Workshop & Symposium)	美國/克里夫蘭	2019.08.23 ~ 08.31/9 天	林旂萱	品質管理	瞭解 NUM 及 NICOB 程式操作方法，供評估系統之量測不確定度及主辦國際比對時數據之應用及驗算。
32(2)	以主席身分參加第二次醫學計量焦點工作組血壓模擬技術先期研究計畫研討會(2nd MMFG BPSS PS Project Workshop)	中國大陸/北京	2019.09.09 ~ 09.12/4 天	陳生瑞	質量領域新 SI 計量技術規劃	主持 APMP 醫學計量焦點工作組之焦點工作組促進合作計畫(FGI)計畫研討會，討論 FGI 血壓模擬技術先期研究計畫之執行情形與比對結果。
受邀	受邀至第二次醫學計量焦點工作組血壓模擬技術先期研究計畫研討會(2nd MMFG BPSS PS Project Workshop)演講	中國大陸/北京	2019.09.09 ~ 09.12/4 天	洪溱川	壓力領域技術研發	協助 APMP 醫學計量焦點工作組之焦點工作組促進合作計畫(FGI)計畫推動。
17(1)	以 CCPR 觀察員身分，參加光度與光輻射諮詢委員會(CCPR)工作小組會議及年度大會	法國/塞伏爾	2019.09.16 ~ 09.22/7 天	吳貴能	光輻射領域技術規劃	參與 CCPR 相關議題之討論及關鍵量比對(WG-KC)及策略規劃(WG-SP)等工作小組的討論會。
受邀	受邀赴史國辦理品質基礎建設訓練課程擔任度量衡長度課程講者	史瓦帝尼	2019.09.24 ~ 10.04/11 天	陳智榮	長度領域技術研發	協助計量外交，提升史國度量衡品質基礎建設。
受邀	受邀赴史國辦理品質基礎建設訓練課程擔任度量衡溫度課程講者	史瓦帝尼	2019.09.24 ~ 10.04/11 天	蔡淑妃	溫度領域技術研發	協助計量外交，提升史國度量衡品質基礎建設。
7(1)	受邀參加第 12 屆聲量、超音波、振動諮詢委員會會議 (12th meeting of the CCAUV meetings)及 CCAUV 技術交流會(Workshop)	法國/塞伏爾	2019.09.23 ~ 09.29/7 天	涂聰賢	振動聲量領域技術規劃	以 CCAUV 觀察員身分參與相互認可、策略規劃及比對進度等討論。並受邀分享國家 NML 在鐵道運輸之振動量測與分析之技術與經驗及。
1(2)	拜訪美國 NIST、UL、美國電訊產業協會(TIA)、工業互聯網聯盟(IIC)等公司	美國/華盛頓、阿靈頓、波士頓、舊金山	2019.09.28 ~ 10.06/9 天	饒瑞榮	電磁領域技術規劃	參加標準局所率領之交流參訪團，了解美國於 5G 相關技術與標準的發展進程與趨勢，作為我國 5G 計量標準技術規劃之參考
24(1)	拜訪 METAS 懸浮微粒研究實驗室及參加 CCQM-GAWG 秋季會議及相關聯席會議	瑞士/伯恩	2019.10.05 ~ 10.13/9 天	林采吟	化學領域規劃	瞭解發展現況、系統量測能力評估與宣告方法以及國際比對計畫，強化國際同儕人脈連結。
7(2)	參加 MacroScale 2019(大尺度長度計量研討會)及長度諮詢委員會工作小組會議(CCL WGs)	德國/布倫瑞克、漢諾	2019.10.13 ~ 10.20/8 天	傅尉恩	工業分項計畫主持人	瞭解國際間長度計量領域關鍵比對、量測與校正能量(CMC)等相互認可技術

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
		威				活動與未來趨勢。
2	參加「全球國家標準實驗室及計量機構負責人會議」參訪 PTB 及洽談技術合作項目	法國/塞伏爾、布朗斯威克	2019.10.15-10.24/10 天	藍玉屏	協同計畫主持人	瞭解國際度量衡局未來規劃及相關國際組織合作發展現況，強化度量衡業務與國際接軌。
3(1)	參加「全球國家標準實驗室及計量機構負責人會議」參訪 PTB 及洽談技術合作項目	法國/塞伏爾、布朗斯威克	2019.10.15-10.24/10 天	王仁杰	國際事務聯絡	計量相關國際組織合作發展現況，與各國代表進行交流並建立友好關係。
4	參加「全球國家標準實驗室及計量機構負責人會議」參訪 PTB 及洽談技術合作項目	法國/塞伏爾、布朗斯威克	2019.10.15-10.24/10 天	林增耀	計畫主持人	瞭解國際度量衡局未來規劃及相關國際組織合作發展現況，強化度量衡業務與國際接軌。
12(1)	參加第 54 屆國際法定計量委員會 (CIML) 會議	斯洛伐克/布拉提斯拉瓦	2019.10.20 ~ 10.27/8 天	蕭俊豪	標準與法定計量發展規劃	瞭解國際法定度量衡局年度工作、建議規範的修訂進度以及各個法定計量項目的國際性調和等。
12(2)	參加第 26 屆亞太法定計量論壇 (APMLF) 年會及工作小組相關會議	越南/下龍市	2019.11.05 - 11.09/5 天	楊正財	法定計量技術分項主持人	協助完成我國工作推展報告，並蒐集議題相關資訊，以利後續活動。
3(2)	參加 ITRT-AIST 第七次共同研討會	日本/筑波	2019.11.06 - 11.09/4 天	林增耀	計畫主持人	互訪與交流，建立友好關係，以作為未來合作之基礎。
13(1)	參加 ITRT-AIST 第七次共同研討會	日本/筑波	2019.11.06 - 11.09/4 天	彭國勝	計量技術策略規劃	互訪與交流，作為雙方於技術開發之經驗參考與未來方向之訂定。
24(2)	參加 ITRT-AIST 第七次共同研討會	日本/筑波	2019.11.06 - 11.09/4 天	葉建志	溫度計量技術規劃	報告我國於「貴金屬熱電偶高溫計量研究與應用」，雙方就溫度計量技術進行交流與討論。
受邀	受邀至德國聯邦物理技術研究院 (PTB) 推動之亞洲地區計量發展專案 (MEDEA 計畫) 之非侵入式血壓計校正與測試訓練課程擔講師。	馬來西亞/吉隆坡	2019.11.10 ~ 11.16/7 天	洪溱川	壓力領域技術研發	協助亞太地區血壓計校正與測試之人員訓練。
13(2)	參加 2019 年亞太地區機械量測論壇 (APMF 2019) 及主持會議	日本/新瀉、筑波	2019.11.17 ~ 11.23/7 天	陳生瑞	質量領域技術規劃	擔任國際議程委員及主持會議，提升我國之國際能見度並與各國專家進行技術交流。
31	參加亞太區力和扭矩量測研討會 (APMF) 及論文發表	日本/新瀉、筑波	2019.11.17 ~ 11.23/7 天	曹琳	新質量技術研發	瞭解亞太地區質量、力量與扭矩的最新資訊，發表我國新質量研發成果並與專家交流。
20(1)	參加 2019 APMP 會員大會 (GA)，主持醫學計量會議及質量計量技術委員 (TCM) 會議與研討會，及參加綜合技術研討會等	澳洲/雪梨	2019.11.26-12.6/11 天	陳生瑞	系統負責人及質/力領域發展規劃	擔任 APMP 技術委員及焦點工作組主席，協助亞太地區計量事務之推動。
9(2)	參加 APMP 2019 會員大會 (GA)、執行委員 (EC) 會議、開發中國家委員會 (DEC) 會議、醫學計量焦點工	澳洲/雪梨	2019.11.26-12.7/12 天	藍玉屏	協同計畫主持人	擔任 EC 委員參與 APMP 決策、焦點工作組之運作及協調，建立亞太計量追

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
	作組(FG)研討會及綜合技術研討會等					溯體系之互信與一致性。
19	參加 APMP 2019 品質系統技術委員(TCQS)會議、研討會及綜合技術研討會等	澳洲/雪梨	2019.11.27-1 2.5/9 天	王品皓	品質系統發展規劃	報告 NMI 品質系統之運作狀況，以維持校正與量測能量(CMC)之登錄，進行品質管理系統技術交流。
23	參加 APMP 2019 清潔用水焦點工作組研討會、材料計量技術委員(TCMM)會議及研討會及綜合技術研討會等。	澳洲/雪梨	2019.11.27-1 2.5/9 天	林芳新	奈米、材料計量標準規劃	報告我國於奈米、材料檢測標準發展近況，並討論材料計量在標準制定之角色扮演。
25(1)	參加 APMP 2019 品質系統技術委員(TCQS)會議、研討會及綜合技術研討會等	澳洲/雪梨	2019.11.27-1 2.5/9 天	洪辰昀	品質人員	分享 NML 轉版實務經驗，並藉由吸取各國實驗室之品質管理系統運作與轉換經驗。
14	參加 APMP 2019 電磁技術委員會(TCEM)技術研討會與會議及綜合技術研討會等。	澳洲/雪梨	2019.11.28-1 2.5/8 天	陳士芳	電量等校正與量測技術室主任	與亞太各國電量領域實驗室主管及專家交流，並瞭解計量標準發展現況。
15	參加 APMP 2019 長度技術委員會(TCL)技術研討會與會議及綜合技術研討會等	澳洲/雪梨	2019.11.28-1 2.5/8 天	許博爾	長度領域計量技術研發	蒐集長度領域技術發展、討論國際比對及技術資訊交流，維持長度領域國際等同。
16	參加 APMP 2019 聲音/超音波/振動技術委員(TCAUV)會議及綜合技術研討會等	澳洲/雪梨	2019.11.28-1 2.5/8 天	陳俊凱	聲音/超音波/振動領域技術規劃	蒐集、交流聲音/超音波/振動(AUV)領域之研究技術，與亞太地區專家進行經驗分享。
17(2)	參加 APMP 2019 光度與光輻射技術委員(TCPR)會議及研討會及綜合技術研討會等。	澳洲/雪梨	2019.11.28-1 2.5/8 天	莊宜蓁	光量領域研發	蒐集技術發展、討論光輻射國際比對及技術資訊交流，維持國際等同。
18	參加 APMP 2019 溫度技術委員(TCT)會議及研討會及綜合技術研討會等	澳洲/雪梨	2019.11.28-1 2.5/8 天	葉建志	溫濕度領域發展規劃	與亞太各國溫、濕度領域實驗室主管及專家交流，瞭解領域技術活動、發展現況。
21	參加 APMP 2019 流量技術委員(TCFF)會議及綜合技術研討會等	澳洲/雪梨	2019.11.28-1 2.5/8 天	江俊霖	流量領域發展規劃	蒐集、交流流量領域計量技術發展、討論國際比對，維持國際等同。
22	參加 APMP 2019 物量技術委員(TCQM)會議與技術研討會及綜合技術研討會等	澳洲/雪梨	2019.11.28-1 2.5/8 天	劉信旺	物量計量技術規劃	瞭解各國比對現況，及國際比對可能之新增項目，確認 2019 年比對項目與技術規格之可行性。
6(2)	參加 APMP 2019 會員大會(GA)、質量計量技術委員(TCM)會議、材料計量技術委員(TCMM)會議及研討會及綜合技術研討會等	澳洲/雪梨	2019.11.28-1 2.7/10 天	傅尉恩	質/力/壓力/真空領域發展規劃	報告我國於奈米、材料檢測標準發展近況，討論材料計量在標準制定之角色扮演，展現我國在奈米材料標準技術發展成果。
25(2)	參加 APMP 2019 會員大會(GA)、開發中國家委員會會議、品質系統技術委員(TCQS)會議及綜合技術研討會等	澳洲/雪梨	2019.11.29-1 2.7/9 天	王仁杰	國際事務聯絡代表	代表 NML 國際事務聯絡窗口，與亞太地區各計量事務推動代表之建立友好關係，作為未來合作與交流之基礎。

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
20(2)	參加 APMP 2019 質量計量技術委員(TCM)會議、研討會及綜合技術研討會等	澳洲/雪梨	2019.11.30-12.5/6 天	吳玉忻	質量計量技術發展規劃	瞭解亞太奈米、材料技術發展及規劃，並與專家進行 X 光計量與奈米粒子尺寸量測技術交流。
5	參加 APMP 2019 會員大會(GA)及綜合技術研討會等	澳洲/雪梨	2019.12.2-12.8/7 天	林增耀	計畫主持人	與各會員國代表進行會務討論、建立關係強化與亞太各國計量合作。
受邀	受邀擔任新加坡 National Metrology Centre, A*Star 長度實驗室第三者認證之技術評審。	新加坡	2019.12.09 ~12.13/4 天	傅尉恩	工業分項主持人	技術能力受肯定，受邀同儕評鑑，提升 NML 形象。

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
33	赴日本 NMIJ 進行「高溫熱電偶溫度計量測技術」合作研究	日本/筑波	2019.07.11 ~ 10.09/ 91 天	葉建志	溫度領域新 SI 計量技術規劃	交流高溫熱電偶溫度計之系統不確定度評估方式，討論雙邊國際比對之規劃。
34(1)	赴日本 NMIJ 進行「單一粒子產生器製作與無機粒子校正技術」合作研究	日本/筑波	2019.10.14 ~ 12.10/58 天	張君綾	奈米計量與分析技術	瞭解並熟悉無機奈米粒子校正程序，以加速建立我國無機奈米粒子計量標準。
34(2)	赴韓國 KRIS 氣體分析實驗室進行「反應性氣體配製技術」合作交流	韓國/大田	2019.11.04 ~ 11.30/ 27 天	林采吟	化學領域規劃	合作討論與技術研習，強化雙邊合作關係，交流產業技術經驗。



附件三、專利成果一覽表

專利獲證(計 2 案 6 件)

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	20191212	增加穿透式小角度 X 光散射的散射強度的裝置	傅尉恩 , 吳文立	發明	荷蘭	EP2863213	20191127	20341013	P07020010NL
2	20191212	增加穿透式小角度 X 光散射的散射強度的裝置	傅尉恩 , 吳文立	發明	比利時	EP2863213	20191127	20341013	P07020010BE
3	20191212	增加穿透式小角度 X 光散射的散射強度的裝置	傅尉恩 , 吳文立	發明	德國	EP2863213	20191127	20341013	P07020010DE
4	20191212	增加穿透式小角度 X 光散射的散射強度的裝置	傅尉恩 , 吳文立	發明	法國	EP2863213	20191127	20341013	P07020010FR
5	20191212	增加穿透式小角度 X 光散射的散射強度的裝置	傅尉恩 , 吳文立	發明	英國	EP2863213	20191127	20341013	P07020010GB
6	20191018	光學共振腔的腔長量測裝置	葉建志	發明	中國大陸	ZL201610461302.8	20191018	20360622	P07040016CN

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。

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

◎本年度與穩懋等廠商 9 案之技術與專利授權簽約，簽約金額 3,912,400 元。另 4 案為之前年度遞延，其中 1 案本年度中止合約。執行中共 12 案。

◎本年度累開出發票計 3,254,100 元，完成穩懋、上銀等案之成果運用收款 3,504,100 元，依據合約 60 % 繳庫(即 2,102,460 元繳庫)

項次	技術項目	廠商	運用模式	合約數 (元)	本年度已開之 發票(元)	本年度繳庫 金額(元)	簽約 年度	備註
1	前瞻電子級試劑純度分析技術開發計畫	宏廣	技術授權	2,000,000	0	0	106	106 已收款 500,000 元，107 Q4 收款 500,000 元，尚有未開發票數 1,000,000 元，108.3 中止合約。
2	SuperSizer 新世代溶液奈米粒子監測	兆晟	技術授權	727,000	141,700	85,020	106	106 已收款 160,000 元，107 收款 141,600 元，108 已收款 141,700 元。尚有 283700 元未開發票
3	半導體量測技術運用	穩懋	技術授權	456,000	456,000	273,600	108	108 完成本案收款
4	非接觸式智慧迴轉工作台 600 誤差量測技術之量測標準設計與授權	上銀	技術授權	1,000,000	1,000,000	600,000	108	108 完成本案收款
5	電子級二氧化碳純度分析技術輔導暨授權	良欣	技術授權	500,000	500,000	300,000	108	108 完成本案收款
6	三維掃描儀性能測試與評估方法建立技術運用	所羅門	技術授權	480,000	480,000	288,000	108	108 完成本案收款
7	液體流量計流量檢測系統暨認證輔導技術授權	和旺昌	技術授權	175,000	175,000	105,000	108	108 完成本案收款
8	EMC 場地特性量測技術運用	強電	技術授權	280,000	280,000	168,000	108	108 完成本案收款
9	氣體偵測器偵測極限測試技術應用	橙信	技術授權	108,000	108,000	64,800	108	108 完成本案收款
10	氫氣偵測器性能測試技術應用	愛德華	技術授權	113,400	113,400	68,040	108	108 完成本案收款
11	電子級材料承裝容器潔淨技術運用	聯華	技術授權	800,000	0	0	108	
12	地震儀驗證計畫技術運用	東源	專利授權	250,000	0	150,000	107	107 已開發票 250,000 元，108 本案已收款。

項次	技術項目	廠商	運用模式	合約數 (元)	本年度已開之 發票(元)	本年度繳庫 金額(元)	簽約 年度	備註
13	SuperSizer 新世代溶液奈米粒子監測	兆晟	技術權利金	1,710,000	0	0	106	本案與第2項同屬一合約，本案技術權利金，171萬為上限，權利金依約按該公司年度稅後淨利之1.2%收取：106其稅後淨利為0，因此無權利金。107年稅後淨利待108年公布。
合 計					3,254,100	2,102,460		

※目前收入數：表示本年度已開之發票。

※目前繳庫金額：表示已開發票且已收到款，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 30 篇、研討會論文 28 篇，總計 58 篇(其中 SCI 7 篇)

(1).標準維持與國際等同分項：計 46 篇(國外期刊 5 篇；國內期刊 19 篇，其中 SCI 5 篇；國際研討會 12 篇；國內研討會 10 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	直流電壓 10 V 與 1.018 V 之 APMP 關鍵比對報告	Michitaka Maruyama,陳士芳,Mun-Seog Kim,Kyu-Tae Kim	Metrologia	20190729	1	法國	期刊	075A80058	3.447
2	APMP.M.F-K2.a 與 APMP.M.F-K2.b(50 千牛頓與 100 千牛頓)力量關鍵比對最終報告	陳生瑞,Yon-Kyu Park	Metrologia	20190114	1	法國	期刊	075A80052	3.447
3	以飛秒雷射激發 Si(222)量測相位之動態變化	吳玉忻,Yi-Wei Tsai,Ying-Yi Chang,Jey-Jau Lee,Wen-Chung Liu,Wei-Rein Liu,Hsing-Yu Liu,Kun-Yuan Lee,,Shih-Chang Weng,Hwo-Shuenn,Mau-Sen Chiu,Yin-Yu Lee,Chia-Hung Hsu,Shih-Lin Chang	Journal of synchrotron radiation	20190412	6	美國	期刊	075A80156	2.452
4	表面增強拉曼技術-活化機材具有收集放大效果做為農藥微量分析之設計	Jaya Sitjar,廖峻德,李含,劉浩志,傅尉恩	Nanomaterials	20190427	12	瑞士	期刊	075A80093	4.034
5	二氧化鈦輔助預濃縮/現場蒸汽產生晶片串聯感應耦合電漿質譜儀進行尿樣中的汞離子線上測定分析方法	施宗廷,陳建逸,羅鈺婷,林政興,劉益宏,蘇怡安,趙珮鈞,孫毓璋	Analytica Chimica Acta	20190731	9	荷蘭	期刊	075A80099	5.256
6	新世代免液氦量化霍爾電阻系統之量測技術	陳士芳,韓宙勳	量測資訊雙月刊	20190701	7	臺灣	期刊	075A80012	
7	電磁場強度計的校正與場地特性評估	劉家維,林至為	量測資訊雙月刊	20190901	5	臺灣	期刊	075A80067	
8	新型非接觸式高壓架空線核相檢測法	陳坤隆	台電工程月刊	20190901	8	臺灣	期刊	075A80068	
9	三軸直流磁場監控模組製作及校正介紹	郭晉榮,蕭仁明	量測資訊雙月刊	20190901	6	臺灣	期刊	075A80096	

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
10	交流電力原級系統之電力訊號數位取樣技術研究	陳坤隆,陳士芳	量測資訊雙月刊	20191101	8	臺灣	期刊	075A80125	
11	熱管探針熱導率儀的熱傳特性測試與評估	葉建志,徐瑋宏,柯心怡,郭晉榮	量測資訊雙月刊	20190301	8	臺灣	期刊	075A80007	
12	國家實驗室溫度量測能量之比較	劉春媛,蔡淑妃,徐瑋宏	量測資訊雙月刊	20190301	7	臺灣	期刊	075A80053	
13	新溫度定義—以聲學氣體測溫法實現	蔡淑妃,許俊明	標準與檢驗月刊	20190501	6	臺灣	期刊	075A80057	
14	相對原級輻射溫度計介紹	柯心怡	量測資訊雙月刊	20190701	5	臺灣	期刊	075A80055	
15	基本單位之定義與實現的沿革及思維	饒瑞榮,陳兩興	量測資訊雙月刊	20190501	8	臺灣	期刊	075A80016	
16	新公斤定義-以 X 光晶體密度法實現	陳生瑞,曹琳,吳玉忻	標準、檢驗與計量	20190501	94	臺灣	期刊	075A80104	
17	矽同位素比例量測技術實施方法簡介—樣品製備程序	林采吟,劉益宏,林芳新,蘇怡安	量測資訊雙月刊	20190501	6	臺灣	期刊	075A80094	
18	物聯網於智慧水量計管理之應用	陳哲豪	量測資訊雙月刊	20190422	5	臺灣	期刊	075A80015	
19	二氧化碳同位素分析於環境變遷監測之應用	劉信旺	量測資訊雙月刊	20190501	6	臺灣	期刊	075A80097	
20	公斤新定義之實際實現與標準傳遞	陳兩興,周隆亨	量測資訊雙月刊	20191101	9	臺灣	期刊	075A80137	
21	1000 kg 質量量測系統改良介紹	段靜芬,陳其潭	量測資訊雙月刊	20191101	6	臺灣	期刊	075A80123	
22	量測系統評估報告之撰寫重點探討- 以 NML 長度量測系統為例(下)	林旂萱	量測資訊雙月刊	20190102	5	臺灣	期刊	075A80001	
23	由實驗室間比對談 ISO/IEC 17025 認證實驗室之品保方案與運作有效性(II)– 比對結果判讀與異常原因分析	林秀璘	量測資訊雙月刊	20190102	6	臺灣	期刊	075A80002	
24	由內部稽核談 ISO/IEC 17025:2017 實驗室管理系統之運作– 一般要求、架構要求與資源要求之查證重點	林秀璘	量測資訊雙月刊	20191101	5	臺灣	期刊	075A80103	
25	研究用於銀/銅固定點量測的絕對校正輻射測溫計	柯心怡,葉建志,廖淑君,陳政憲	TEMPMEKO	20190611	1	中國大陸	研討會	075A80031	
26	一種用於臨床紅外線耳溫計的標準傳遞黑體	柯心怡,廖淑君,陳政憲,葉建志,盧小丰	TEMPMEKO	20190611	1	中國大陸	研討會	075A80032	
27	基於風機噪音特徵之葉片狀態巡檢裝置設計	涂聰賢,羅芳鈞,廖佳麒,鍾秋鋒,陳瑞麒	International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering	20190618	1	西班牙	研討會	075A80010	
28	以車載系統進行道路照明量測	徐紹維,陳政憲,鍾宗穎,洪紹棠	Proceedings of CIE	20190618	6	美國	研討會	075A80064	

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
29	動態道路照明於雨霧之辨識度研究	陳政憲,徐紹維,孫慶成	Proceedings of CIE	20190619	5	美國	研討會	075A80121	
30	整合式 XRF XPS 表層質量分析系統建置報告	吳玉忻,邱正宇,曹琳,陳生瑞	Asia Pacific Measurement Forum on Mechanical Quantities	20191117	1	日本	研討會	075A80155	
31	非接觸式軌道不平順量測裝置設計	翁精鋒,陳智榮,張威政,許博爾,陳文仁	International Multi-Conference on Engineering and Technology Innovation	20191116	1	臺灣	研討會	075A80092	
32	流量原級標準之管式校正器建置與驗證	林盈君,江俊霖,林文地	The International Flow Measurement Conference	20190626	1	葡萄牙	研討會	075A80029	
33	厭氧消化槽二相流之計算流體力學模擬	陳建源,蕭俊豪,陳安芄,葉哲維,陳幸德	2019 the 3rd International Conference on Fluid Mechanics and Industrial Applications (FMIA 2019)	20190629	6	中國大陸	研討會	075A80037	
34	市售環境監測儀器性能評估	楊逸群,劉信旺	Workshop of Focus Group of Climate Change and Clean Air	20190805	1	印尼	研討會	075A80089	
35	二氧化硫氣體驗證參考物質研製	劉信旺,劉李牧心,黃炯坤	APMP/TCQM Gas Analysis Workshop	20190806	15	印尼	研討會	075A80088	
36	計量領域量測品保 — 管制圖之更新準則	林旂萱,洪辰昀	National Conference of Standards Laboratories, International(NCSLI)	20190827	8	美國	研討會	075A80070	
37	攜帶式風機葉片健康狀態巡檢裝置開發與應用	羅芳鈞,涂聰賢,廖佳麒,鍾秋鋒,陳瑞麒	中華民國振動噪音工程學會暨學術研討會	20190618	4	臺灣	研討會	075A80011	
38	軌道列車不同行駛條件之車外噪音量測	張桓瑀,林佑錫,涂聰賢,郭淑芬,游培堯	中華民國振動與噪音工程學術研討會	20190622	8	臺灣	研討會	075A80024	
39	亞太計量組織低頻加速規國際比對結果	王聖涵,張匡儀,涂聰賢	中華民國振動與噪音工程學術研討會	20190622	5	臺灣	研討會	075A80041	
40	高溫熱電偶溫度計校正技術於電子廢棄物中回收貴金屬的運用	葉建志,柯心怡	台閩計量技術研討會	20191114	5	中國大陸	研討會	075A80135	
41	光污染管理及陳情案處理之研究	彭保仁,溫照華,李宗憲,林	環境科技論壇	20190618	1	臺灣	研討會	075A80038	

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
		怡君,謝仁碩							
42	計算機流體力學(CFD)應用於水處理產業鏈之探討	陳安芃,葉哲維,黃珮瑄,馮志成	水利工程研討會	20190926	1	臺灣	研討會	075A80100	
43	機器學習建立電功率轉換水井抽水量的計量模式	何宜霖,劉文堯,鄭兆凱	循環經濟與智慧量測-第五屆閩台計量研討會	20191114	5	中國大陸	研討會	075A80134	
44	CFD 應用於生質沼氣厭氧消化槽設計規劃	陳安芃,陳建源,葉哲維,黃珮瑄,Jia-Jun Tee,陳幸德	中華民國環境工程學會年會暨各專門學術研討會	20191122	4	臺灣	研討會	075A80098	
45	氣狀污染物自動分析儀性能評估方法開發與測試應用	楊逸群,張佳偉,劉信旺	中華民國環境分析年會	20190516	1	臺灣	研討會	075A80022	
46	鐘形校正器系統改良-氣體溫度控制及量測方法改善	范盛詮,林文地	中國大陸機械工程學會年會暨全國學術研討會	20191207	4	臺灣	研討會	075A80131	

(2).工業與科學計量技術發展分項：計 12 篇(國外期刊 3 篇；國內期刊 3 篇；國際研討會 4 篇；國內研討會 2 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	評估三種不同進樣系統對於單一粒子感應耦合電漿質譜技術之影響	林芳新,宮下振一,稻垣和三,劉益宏,徐繹翔	Journal of Analytical Atomic Spectrometry	20190618	6	臺灣	期刊	075A80033	3.646
2	奈米粒子分析-奈米粒徑輔助比對	林秀璘,傅尉恩,Kensei Ehara	Metrologia	20191108	87	法國	期刊	075A80130	3.447
3	X 射線計量技術用於半導體薄膜厚度檢測	劉軍廷,吳文立,陳國棟,何柏青,傅尉恩	NanoScale	20191015	5	德國	期刊	075A80122	
4	特殊氣體中粒子粒徑量測技術之建立	張君綾,林芳新,劉益宏,徐繹翔	量測資訊雙月刊	20190501	7	臺灣	期刊	075A80021	
5	同位素稀釋質譜技術之簡介	劉益宏,林芳新,張君綾,蘇怡安,徐繹翔	量測資訊雙月刊	20190501	1	臺灣	期刊	075A80036	
6	利用農業廢棄物製備二維多孔生物碳材並應用於能源儲存	張涵寓,林芳新,董瑞安	材料世界網	20190201	8	臺灣	期刊	075A80005	
7	評估三種不同進樣系統對於單一粒子感應耦合電漿質譜應用之影響	林芳新,宮下振一,稻垣和三,劉益宏,張君綾,徐繹翔	日本質譜年會	20190516	1	日本	研討會	075A80030	
8	X 射線計量技術用於半導體薄膜厚度檢測	陳國棟,何柏青,劉軍廷,傅	International Conference	20190402	1	美國	研討會	075A80013	

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
		尉恩,吳文立	on Frontiers of Characterization and Metrology for Nanoelectronics						
9	發展長波長 X 光反射技術量測半導體產業薄膜厚度	何柏青,陳國棟,劉軍廷,傅尉恩,吳文立	International Conference on Metrology & Properties of Surfaces	20190705	4	法國	研討會	075A80051	
10	結合 X 光反射技術與螢光技術發展薄膜量測系統	陳國棟,何柏青,劉軍廷,傅尉恩,吳文立	International Multi-Conference on Engineering and Technology Innovation	20191117	1	臺灣	研討會	075A80144	
11	利用單一顆粒感應耦合電漿質譜儀搭配電透析儀量測家用淨水器濾材中銀離子與銀奈米粒子之研究	林芳新,劉益宏,張君綾,蘇怡安,徐繹翔	環境分析化學研討會	20190516	1	臺灣	研討會	075A80035	
12	使用單一顆粒感應耦合電漿質譜儀分析四甲基氫氧化銨中微量金屬顆粒	劉益宏,張君綾,林芳新,蘇怡安	臺灣質譜年會暨學術研討會	20190704	1	臺灣	研討會	075A80046	

(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)75 份、校正報告(ICT)74 份、技術報告 26 份，總計 175 份研究報告**

**(1).標準維持與國際等同分項：計 164 份(MSVP 75 份、ICT 74 份、技術報告 15 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	大質量量測系統評估報告—METTLER XPE1003KMC 質量比較儀	CMS-MSVP-421	段靜芬	2019/10/31	18	中文	機密	073A80042
2	壓力控制/校正器(FLUKE/PPC4E 7M)評估報告	CMS-MSVP-420	劉力維	2019/03/14	17	中文	非機密	073A80017
3	氣體式活塞壓力計(PG-7601/1998)評估報告	CMS-MSVP-409	劉力維	2019/03/14	25	中文	非機密	073A50156
4	氣體式活塞壓力計(PG-7601/1974)評估報告	CMS-MSVP-408	劉力維	2019/03/14	25	中文	非機密	073A50126
5	力平衡式活塞壓力計系統評估報告	CMS-MSVP-407	洪溱川	2019/03/15	21	中文	非機密	073A50131
6	長尺校正不確定度評估報告	CMS-MSVP-396	謝文祺,張威政	2019/12/16	17	中文	非機密	073A50036
7	長尺校正不確定度評估報告	CMS-MSVP-396	謝文祺,張威政,	2019/03/29	17	中文	非機密	073A50036
8	三相交流電功率量測系統評估報告	CMS-MSVP-392	何宗翰	2019/03/27	52	中文	非機密	073A40145
9	三相交流電能量測系統評估報告	CMS-MSVP-391	何宗翰	2019/03/27	26	中文	非機密	073A40147
10	線距校正系統評估報告 - 計量型 AFM	CMS-MSVP-384	何柏青	2019/05/17	22	中文	非機密	073A30315
11	油壓式活塞壓力計 (J181) 系統評估報告	CMS-MSVP-378	洪溱川	2019/03/15	16	中文	非機密	073A30188
12	油壓式活塞壓力計 (J179) 系統評估報告	CMS-MSVP-375	洪溱川	2019/03/15	17	中文	機密	073A30076
13	氣體式活塞壓力計(DHI PG7607)評估報告	CMS-MSVP-354	劉力維	2019/03/14	25	中文	非機密	073A02377
14	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	2019/04/01	18	中文	非機密	073A02424
15	掃描式電子顯微量測系統評估報告-線距標準片	CMS-MSVP-352	陳國棟,陳婷婷	2019/04/03	18	中文	非機密	073A02410
16	二維影像標準校正系統評估報告	CMS-MSVP-341	唐忠基	2019/06/04	29	中文	機密	073985822
17	壓力控制/校正器(DHI PPC4)評估報告	CMS-MSVP-339	劉力維	2019/03/14	20	中文	非機密	073984186
18	交流磁場(50 Hz 至 1000 Hz)校正系統評估報告	CMS-MSVP-336	蕭仁明	2019/02/27	19	中文	非機密	073971289
19	光散射量測系統評估報告	CMS-MSVP-335	劉玟君	2019/07/04	18	中文	非機密	073970139
20	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,王盛翰	2019/03/29	37	中文	非機密	073971825
21	穿透霧度量測系統評估報告	CMS-MSVP-324	蕭金釵	2019/02/01	34	中文	非機密	073960039
22	塞規校正系統評估報告-使用 Labmaster 雷射測長儀	CMS-MSVP-320	金瑞熙	2019/04/18	13	中文	非機密	073950168
23	薄膜量測系統評估報告-X 射線儀	CMS-MSVP-319	陳國棟,陳婷婷	2019/04/01	27	中文	非機密	073950154

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	發光二極體分光輻射光譜量測系統評估報告	CMS-MSVP-318	陳政憲,廖淑君	2019/05/28	159	中文	非機密	073950129
25	發光二極體平均光強度量測系統評估報告	CMS-MSVP-317	陳政憲,廖淑君	2019/05/07	24	中文	非機密	073950109
26	發光二極體全光通量量測系統評估報告	CMS-MSVP-316	陳政憲,廖淑君	2019/05/10	29	中文	非機密	073950106
27	絕對輻射系統光纖功率計評估報告	CMS-MSVP-315	劉政君	2019/01/31	25	中文	非機密	073950057
28	長塊規校正系統評估報告-使用精密型長塊規量測儀	CMS-MSVP-310	唐忠基	2019/05/17	19	中文	限閱	073950034
29	奈米粒徑校正系統評估報告-動態光散射法	CMS-MSVP-307	王盛翰,翁漢甫,張涵寓	2019/01/29	21	中文	非機密	073950006
30	奈米粒徑校正系統評估報告-動態光散射法	CMS-MSVP-307	陳相宏	2019/12/25	21	中文	非機密	073950006
31	雷射干涉式汞柱微壓原級標準系統評估報告	CMS-MSVP-303	洪溱川	2019/03/15	27	中文	非機密	073940182
32	低溫絕對輻射量測系統評估報告	CMS-MSVP-296	莊宜蓁	2019/04/22	18	中文	機密	073940035
33	分光測色系統 0°:45°a 幾何條件評估報告	CMS-MSVP-291	劉政君	2019/05/08	20	中文	非機密	073930225
34	塊規校正系統評估報告-塊規干涉儀	CMS-MSVP-290	張國明,張明偉	2019/03/26	16	中文	非機密	073930132
35	線距量測系統評估報告-雷射繞射儀	CMS-MSVP-284	劉軍廷	2019/12/18	22	中文	非機密	073930068
36	阻抗標準追溯系統(電容標準追溯至電阻標準)評估報告	CMS-MSVP-281	許俊明	2019/04/22	45	中文	非機密	073930053
37	階高標準片校正之系統評估報告-光學式	CMS-MSVP-279	蔡錦隆	2019/03/28	31	中文	非機密	073930009
38	階高標準片校正之系統評估報告-探針式	CMS-MSVP-275	蔡錦隆	2019/03/28	21	中文	非機密	073920101
39	直角規校正系統評估報告(絕對式)	CMS-MSVP-272	黃煌琦	2019/03/28	14	中文	非機密	073910205
40	分光輻射系統光偵測器分光響應評估報告	CMS-MSVP-267	蕭金釵	2019/04/30	51	中文	非機密	073910089
41	氣體量測系統氣體分流器評估報告	CMS-MSVP-262	李彥廷	2019/08/20	25	中文	非機密	073910077
42	GPS 靜態及動態定位校正系統評估報告	CMS-MSVP-252	彭焱祥,李瓊武,張明偉	2019/05/07	38	中文	非機密	073910043
43	分度盤校正系統評估報告	CMS-MSVP-251	張威政	2019/02/15	19	中文	非機密	073910027
44	環規校正系統評估報告-使用 Labmaster 雷射測長儀	CMS-MSVP-250	金瑞熙	2019/04/18	14	中文	非機密	073910012
45	薄膜量測系統評估報告-分光式橢圓偏光儀	CMS-MSVP-249	陳國棟,陳婷婷	2019/04/01	15	中文	非機密	073910008
46	雷射干涉儀校正系統評估報告	CMS-MSVP-237	唐忠基	2019/05/02	15	中文	非機密	073900057
47	電容量測系統評估報告-四端點對及兩端點電容器	CMS-MSVP-229	程郁娟	2019/02/14	23	中文	非機密	073890177
48	表面粗度標準片校正系統評估報告	CMS-MSVP-222	蔡錦隆	2019/04/01	17	中文	非機密	073890012
49	量化霍爾電阻標準系統評估報告	CMS-MSVP-218	陳士芳	2019/04/10	9	中文	非機密	073880085
50	分光輻射系統亮度色度評估報告	CMS-MSVP-214	蕭金釵	2019/07/08	38	中文	非機密	073880048
51	電容量測系統評估報告-三端點電容器	CMS-MSVP-203	程郁娟	2019/02/14	13	中文	非機密	073870043
52	長塊規校正系統評估報告-使用萬能測長儀	CMS-MSVP-202	唐忠基	2019/06/05	23	中文	非機密	073870020
53	低壓氣體流量校正系統評估報告-Bell Prover	CMS-MSVP-195	林文地,范盛詮	2019/12/26	47	中文	非機密	073860172
54	塊規校正系統評估報告-Federal 塊規比較儀	CMS-MSVP-181	張明偉,張國明	2019/03/04	19	中文	非機密	073860028

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
55	電子水平儀校正系統評估報告	CMS-MSVP-176	黃煌琦	2019/03/28	22	中文	非機密	073850116
56	絕對輻射系統光輻射評估報告	CMS-MSVP-170	劉玟君	2019/04/10	39	中文	非機密	073850077
57	全光通量系統光澤度標準板評估報告	CMS-MSVP-162	吳貴能	2019/02/26	22	中文	非機密	073850045
58	橫電磁波室電磁場強度量測系統評估報告	CMS-MSVP-160	劉家維	2019/02/25	23	中文	非機密	073850043
59	電波暗室電磁場強度量測系統評估報告	CMS-MSVP-159	劉家維	2019/04/16	25	中文	非機密	073850042
60	分光測色系統 de:8°幾何條件評估報告	CMS-MSVP-155	劉玟君	2019/04/26	21	中文	非機密	073850019
61	真圓度標準件校正之系統評估報告-主軸旋轉式	CMS-MSVP-145	蔡錦隆	2019/03/26	15	中文	非機密	073840154
62	真圓度標準件校正之系統評估報告-主軸旋轉式	CMS-MSVP-145	蔡錦隆	2019/11/21	15	中文	非機密	073840154
63	大地長度儀器校正系統評估報告	CMS-MSVP-139	謝文祺,張明偉	2019/03/26	24	中文	非機密	073840114
64	大地角度儀器校正系統評估報告	CMS-MSVP-132	謝文祺,張明偉	2019/01/29	18	中文	非機密	073840087
65	標準尺量測系統評估報告	CMS-MSVP-120	蔡錦隆	2019/03/26	25	中文	非機密	073840008
66	分光測色系統 0°:de 幾何條件評估報告	CMS-MSVP-113	劉玟君	2019/04/30	19	中文	非機密	073830032
67	氣體式活塞壓力計(V-924)評估報告	CMS-MSVP-085	劉力維	2019/03/14	25	中文	非機密	073810065
68	氣體式活塞壓力計(C-233) 評估報告	CMS-MSVP-078	劉力維	2019/03/14	25	中文	非機密	073810028
69	微波散射參數及阻抗系統評估報告	CMS-MSVP-066	林文琪	2019/03/26	90	中文	非機密	073800067
70	分光輻射系統分光輻射照度標準燈評估報告	CMS-MSVP-065	蕭金釵	2019/10/21	40	中文	非機密	073800028
71	氣體式活塞壓力計(TL-931)評估報告	CMS-MSVP-062	劉力維	2019/03/14	26	中文	非機密	073790086
72	角度塊規校正系統評估報告	CMS-MSVP-061	張威政	2019/03/21	14	中文	非機密	073790083
73	直流高電阻量測系統評估報告	CMS-MSVP-033	韓宙勳	2019/04/24	18	中文	非機密	073760055
74	真圓度量測系統評估報告	CMS-MSVP-008	蔡錦隆	2019/01/02	20	中文	非機密	073760036
75	大質量量測系統法碼校正程序—METTLER XPE1003KMC 質量比較儀	CMS-ICT-536	段靜芬	2019/10/31	17	中文	機密	073A80041
76	大質量量測系統法碼校正程序—METTLER AX64004 質量比較儀	CMS-ICT-535	段靜芬	2019/03/08	19	中文	非機密	073A70121
77	階規校正程序	CMS-ICT-526	許博爾,陳智榮	2019/04/25	12	中文	非機密	073A50193
78	力平衡式活塞壓力計校正程序	CMS-ICT-523	洪溱川	2019/03/15	14	中文	非機密	073A40158
79	長尺校正程序	CMS-ICT-513	謝文祺,張威政	2019/12/16	14	中文	非機密	073A50037
80	長尺校正程序	CMS-ICT-513	謝文祺,張威政	2019/03/29	14	中文	非機密	073A50037
81	三相交流電功率量測系統校正程序	CMS-ICT-508	何宗翰	2019/03/27	71	中文	非機密	073A40146
82	線距校正系統校正程序-計量型 AFM	CMS-ICT-502	何柏青	2019/05/17	18	中文	非機密	073A30267
83	大質量量測系統法碼校正程序--Sartorius CCE10000U-L 質	CMS-ICT-501	段靜芬	2019/03/05	1	中文	非機密	073A30249

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
	量比較儀							
84	分光輻射通量標準燈校正程序	CMS-ICT-476	吳貴能	2019/12/12	26	中文	非機密	073A10073
85	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	2019/04/01	11	中文	非機密	073A02415
86	掃描式電子顯微量測系統校正程序-線距標準片	CMS-ICT-472	陳國棟,陳婷婷	2019/04/03	12	中文	非機密	073A02414
87	低壓氣體流量校正系統氣量計校正程序-標準流量計法	CMS-ICT-470	范盛詮,林文地	2019/12/26	35	中文	非機密	073A02020
88	微奈米機械性質量測系統校正程序	CMS-ICT-465	陳思絮,吳忠霖	2019/03/04	14	中文	非機密	073994218
89	二維影像標準校正程序	CMS-ICT-461	唐忠基	2019/06/04	18	中文	機密	073985558
90	真圓度標準件校正程序-主軸旋轉式	CMS-ICT-457	蔡錦隆	2019/03/26	12	中文	機密	073983024
91	交流磁場(50 Hz 至 1000 Hz)校正系統校正程序	CMS-ICT-456	蕭仁明	2019/03/12	12	中文	非機密	073971288
92	奈米粒徑校正程序 - 微分電移動度分析法	CMS-ICT-455	余大昌,王盛翰	2019/03/29	17	中文	非機密	073971826
93	光散射量測系統校正程序	CMS-ICT-452	劉玟君	2019/01/31	16	中文	非機密	073960191
94	穿透霧度標準片校正程序	CMS-ICT-439	蕭金釵	2019/02/01	19	中文	非機密	073960035
95	薄膜量測系統校正程序-X射線儀	CMS-ICT-436	陳國棟,陳婷婷	2019/04/01	14	中文	非機密	073950199
96	塞規校正程序—使用 Labmaster 雷射測長儀	CMS-ICT-435	金瑞熙	2019/04/18	17	中文	非機密	073950132
97	發光二極體分光輻射光譜校正程序	CMS-ICT-434	陳政憲,廖淑君	2019/05/22	30	中文	非機密	073950130
98	發光二極體平均光強度校正程序	CMS-ICT-433	陳政憲,廖淑君	2019/05/07	10	中文	非機密	073950108
99	發光二極體全光通量校正程序	CMS-ICT-432	陳政憲,廖淑君	2019/05/10	13	中文	非機密	073950107
100	絕對輻射系統光纖功率計校正程序	CMS-ICT-430	劉玟君	2019/01/31	11	中文	非機密	073950051
101	長塊規校正系統校正程序—使用精密型長塊規量測儀	CMS-ICT-426	唐忠基	2019/05/20	19	中文	限閱	073950033
102	雷射干涉式汞柱微壓原級標準校正程序	CMS-ICT-420	洪濤川	2019/03/15	20	中文	非機密	073940181
103	奈米粒徑校正程序-動態光散射法	CMS-ICT-416	王盛翰,翁漢甫,張涵寓	2019/01/29	16	中文	非機密	073940104
104	奈米粒徑校正程序-動態光散射法	CMS-ICT-416	陳相宏	2019/12/25	16	中文	非機密	073940104
105	奈米壓痕系統校正程序	CMS-ICT-411	吳忠霖	2019/03/04	23	中文	非機密	073930242
106	分光測色系統 0°:45°a 幾何條件校正程序	CMS-ICT-408	洪紹棠	2019/04/24	13	中文	非機密	073930202
107	塊規校正程序-塊規干涉儀	CMS-ICT-406	張國明,張明偉	2019/03/26	16	中文	非機密	073930141
108	線距標準校正程序-雷射繞射儀	CMS-ICT-402	劉軍廷	2019/11/19	20	中文	非機密	073930067
109	阻抗標準追溯系統(電容標準追溯至電阻標準)校正程序	CMS-ICT-401	許俊明	2019/04/22	22	中文	非機密	073930054
110	500N 靜法碼力標準機校正程序	CMS-ICT-399	陳秋賢	2019/03/13	25	中文	非機密	073930021
111	階高標準片校正程序-光學式	CMS-ICT-398	蔡錦隆	2019/03/28	22	中文	非機密	073930010
112	階高標準片校正程序-探針式	CMS-ICT-393	蔡錦隆	2019/03/28	16	中文	非機密	073920097
113	直角規校正程序(絕對式)	CMS-ICT-390	黃煌琦	2019/03/28	18	中文	非機密	073910170

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
114	分光輻射系統光偵測器分光響應校正程序	CMS-ICT-385	蕭金釵	2019/04/30	26	中文	非機密	073910088
115	分光輻射系統分光輻射儀校正程序	CMS-ICT-384	蕭金釵	2019/07/08	16	中文	非機密	073910087
116	GPS 靜態及動態定位校正系統校正程序	CMS-ICT-383	彭森祥	2019/05/07	20	中文	非機密	073910086
117	氣體量測系統氣體分流器校正程序	CMS-ICT-381	李彥廷	2019/08/20	0	中文	非機密	073910070
118	分度盤校正程序	CMS-ICT-372	張威政	2019/02/15	12	中文	非機密	073910026
119	薄膜量測系統校正程序-分光式橢圓偏光儀	CMS-ICT-371	陳國棟,陳婷婷,	2019/04/01	8	中文	非機密	073910007
120	環規校正程序-使用 Labmaster 雷射測長儀	CMS-ICT-369	金瑞熙	2019/04/18	17	中文	非機密	073900138
121	油壓式活塞壓力計(比較校正法)校正程序	CMS-ICT-362	洪溱川	2019/03/15	13	中文	非機密	073900077
122	油壓式活塞壓力計(連通比較法)校正程序	CMS-ICT-360	洪溱川	2019/03/15	19	中文	非機密	073900069
123	雷射干涉儀校正程序	CMS-ICT-356	唐忠基	2019/05/02	9	中文	非機密	073900056
124	分光輻射系統分光輻射亮度標準燈校正程序	CMS-ICT-342	蕭金釵	2019/07/08	7	中文	非機密	073890074
125	分光輻射系統分光輻射亮度標準燈校正程序	CMS-ICT-342	蕭金釵	2019/09/16	8	中文	非機密	073890074
126	量化霍爾電阻標準系統校正程序	CMS-ICT-339	陳士芳	2019/04/10	10	中文	非機密	073890053
127	塊規校正程序-Federal 塊規比較儀	CMS-ICT-311	張明偉,張國明	2019/03/04	12	中文	非機密	073860034
128	大地角度儀器校正程序	CMS-ICT-300	謝文祺,張明偉	2019/01/29	20	中文	非機密	073850085
129	絕對輻射系統光輻射校正程序	CMS-ICT-297	劉玟君	2019/04/10	14	中文	非機密	073850069
130	全光通量系統光澤度標準板校正程序	CMS-ICT-285	吳貴能	2019/02/26	7	中文	非機密	073840185
131	分光測色系統標準色板 de:8°幾何條件校正程序	CMS-ICT-278	劉玟君	2019/04/15	16	中文	非機密	073840150
132	電波暗室電磁場強度量測系統校正程序	CMS-ICT-276	劉家維	2019/04/16	10	中文	非機密	073840125
133	橫電磁波室電磁場強度量測系統校正程序	CMS-ICT-275	劉家維	2019/02/25	12	中文	非機密	073840121
134	長塊規校正程序-使用萬能測長儀	CMS-ICT-270	唐忠基	2019/06/05	18	中文	非機密	073840105
135	標準尺校正程序	CMS-ICT-256	蔡錦隆	2019/03/26	14	中文	非機密	073840055
136	分光測色系統標準白板 0:de 及 8:de 幾何條件校正程序	CMS-ICT-221	洪紹棠	2019/04/24	18	中文	非機密	073820064
137	大地長度儀器校正程序	CMS-ICT-180	謝文祺,張明偉	2019/03/26	15	中文	非機密	073810007
138	電子水平儀校正程序	CMS-ICT-179	黃煌琦	2019/03/28	28	中文	非機密	073810006
139	絕對輻射系統照度計校正程序	CMS-ICT-173	鍾宗穎	2019/09/16	14	中文	非機密	073800086
140	分光輻射系統亮度色度計校正程序	CMS-ICT-172	蕭金釵	2019/07/08	11	中文	非機密	073800085
141	分光輻射系統亮度色度計校正程序	CMS-ICT-172	蕭金釵	2019/09/16	10	中文	非機密	073800085
142	微波散射參數及阻抗系統網路元件校正程序	CMS-ICT-165	林文琪	2019/03/26	15	中文	非機密	073800076
143	微波功率計校正程序	CMS-ICT-137	林文琪	2019/03/19	16	中文	非機密	073800009
144	分光輻射系統分光輻射照度標準燈校正程序	CMS-ICT-134	蕭金釵	2019/02/01	20	中文	非機密	073800004

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
145	低壓氣體流量校正系統氣量計校正程序-Bell 1093	CMS-ICT-049	范盛詮,林文地	2019/12/26	29	中文	非機密	073760010
146	表面粗度標準片校正程序	CMS-ICT-043	蔡錦隆	2019/04/01	21	中文	非機密	073760064
147	角度塊規校正程序	CMS-ICT-040	張威政	2019/03/21	11	中文	非機密	073760068
148	直流高電阻量測系統校正程序	CMS-ICT-012	韓宙勳	2019/04/24	8	中文	非機密	073760086
149	真圓度標準件校正程序	CMS-ICT-003	蔡錦隆	2019/01/02	17	中文	非機密	073760019
150	NML 產業問卷調查與分析結案報告	CMS-FR-4222	許中駿,王品皓,洪辰昀,方承彥,李嘉真	2019/12/10	100	中文	非機密	073A80190
151	108 年度 NML 內部稽核綜合報告	CMS-FR-4220	林旂萱,洪辰昀,王品皓	2019/10/30	64	中文	非機密	073A80175
152	量測系統查驗總結報告—新 SI 電流標準建置擴建系統 (E13、E14、E24)	CMS-FR-4199	呂錦華,陳士芳,韓宙勳,林旂萱,王品皓	2019/11/26	70	中文	非機密	073A80241
153	以 X 光光電子頻譜技術分析矽晶球表層氧化物組成	CMS-FR-4174	吳玉忻	2019/11/01	15	中文	非機密	073A80211
154	液體流量標準系統法碼校正與不確定度評估程序	CMS-FR-4157	何宜霖	2019/10/22	19	中文	機密	073A80173
155	微小型光源之低光功率量測	CMS-FR-4156	莊宜蓁	2019/10/08	25	中文	機密	073A80165
156	NML 產業服務需求調查期中報告	CMS-FR-4126	許中駿,王品皓,洪辰昀,方承彥,李嘉真	2019/08/28	35	中文	非機密	073A80132
157	流體精密量測技術	CMS-FR-4110	江俊霖,葉哲維	2019/08/16	12	中文	機密	073A80129
158	質量法高壓混合氣體供應系統實驗室環境溫度影響評估	CMS-FR-4062	劉信旺,劉李牧心	2019/02/14	10	中文	非機密	073A80029
159	107 年度 NML 顧客滿意度調查研究報告	CMS-FR-4058	洪辰昀,王品皓	2019/01/04	14	中文	非機密	073A80016
160	原級參考混合氣穩定度評估報告	CMS-FR-3412	劉信旺,黃炯坤,林采吟,劉李牧心	2019/07/03	33	中文	非機密	073A40018
161	AFM 表面及機械性質量測程序	CMS-FR-2752	何柏青	2019/08/28	19	中文	非機密	073A10170
162	混合氣驗證參考物質生產作業指引	CMS-FR-2568	劉信旺,黃炯坤,劉李牧心	2019/06/05	19	中文	非機密	073A02398
163	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,郭景宜	2019/09/04	26	中文	非機密	073960107
164	低頻加速度電壓靈敏度國際比對報告 APMP.AUV.V-K3.1	CMS-COMP-076	王聖涵,涂聰賢	2019/08/20	76	中文	機密	073A80096

**(2).工業計量技術發展分項：計 5 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	低濃度鉛同位素稀釋法量測評估技術報告	CMS-FR-4194	劉益宏,林芳新,張君綾	2019/11/21	19	中文	機密	073A80209
2	線上奈米粒子產生技術	CMS-FR-4192	陳相宏	2019/11/14	18	中文	機密	073A80210
3	赴日本 NMIJ 進行「單一粒子產生器製作與無機粒子校正	CMS-FR-4240	張君綾	2019/12/19	50	中文	非機密	073A80259

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
	技術」合作研究報告							
4	低掠角 X 光螢光光譜技術光路設計	CMS-FR-4078	劉軍廷	2019/07/05	11	中文	非機密	073A80079
5	低掠角 X 光螢光光譜技術換算薄膜厚度之方法	CMS-FR-4161	劉軍廷	2019/10/24	13	中文	非機密	073A80182

**(3).法定計量技術發展分項：計 6 份(技術報告 6 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	2019 重新檢定合格之氣量計性能測試報告	CMS-FR-4261	王文彬	2019/12/02	12	中文	機密	071A80060
2	2019 經濟部標準檢驗局使用中氣量計器差特性測試報告	CMS-FR-4262	王文彬	2019/12/02	29	中文	機密	071A80061
3	106 至 108 年度標準局家用氣量計性能研究結案報告	CMS-FR-4263	王文彬,林文地	2019/12/04	124	中文	機密	071A80062
4	2019 家用氣量計性能研究結案報告	CMS-FR-4082	王文彬	2019/07/24	29	中文	非機密	073A80100
5	電動車充電站計量標準規範與相關量測技術發展資料分析報告	CMS-FR-4264	楊正財,何宗翰,陳坤隆	2019/12/28	84	中文	限閱	071A80063
6	酒精鎖規範先期研究報告	CMS-FR-4259	高明哲,盧鈞誠	2019/12/31	15	中文	限閱	073A80281

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	新版 ISO/IEC 17025:2017 實驗室內部品 質稽核	108.02.19-20	新竹	15	22
2	ISO GUM 量測不確定度與統計應用研 習－統計先修班	108.03.12	新竹	11	16
3	ISO GUM 量測不確定度與統計應用研 習－基礎班	108.03.13-14	新竹	14	22
4	尺寸計量應用研討會	108.04.16	新竹	18	29
5	振動量測技術研討會	108.06.14	新竹	22	38
6	溫度量測技術研討會	108.06.21	新竹	23	39
7	ISO GUM 量測不確定度與統計應用研 習會－統計先修班	108.07.09	新竹	10	13
8	ISO GUM 量測不確定度與統計應用研 習會－基礎班	108.07.10-11	新竹	17	21
9	光輻射量測技術研討會	108.09.04	新竹	12	27
10	壓力量測技術研討會	108.09.05	新竹	10	16
11	流量量測技術專題研討會－天然氣計量	108.09.06	新竹	16	25
	小計			168	268
貳、技術推廣說明會/座談會					
1	世界計量日－國際計量發展趨勢論壇	108.05.20	新竹	61	181
2	2019 薄膜與奈米粒子標準與計量研討會	108.06.27	新竹	19	29
3	國際單位 SI 新標準建置成果及服務說明 會(台中場)	108.10.02	台中	50	75



項次	名稱	舉辦期間 (起~迄)	舉辦 地點	廠商 家數	參加 人數
4	純度與粒子檢測技術及其應用	108.10.02	新竹	35	71
5	國際單位 SI 新標準建置成果及服務說明會(台北場)	108.10.22	台北	74	117
	小計			239	473

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	108 年校正數量(件)			合計
		收費校正	NML 自校	BSMI 免收費校正	
1	電 量	958	121	47	<b>1126</b>
2	磁 量	353	3	1	<b>357</b>
3	光 量	390	30	5	<b>425</b>
4	微 波	151	14	1	<b>166</b>
5	溫 度	104	57	12	<b>173</b>
6	濕 度	40	45	3	<b>88</b>
7	化 學	66	38	2	<b>106</b>
8	振 動	90	4	8	<b>102</b>
9	聲 量	328	13	0	<b>341</b>
10	長 度	789	47	1	<b>837</b>
11	質 量	40	25	52	<b>117</b>
12	力 量	380	10	2	<b>392</b>
13	壓 力	95	52	14	<b>161</b>
14	真 空	24	5	0	<b>29</b>
15	流 量	297	99	13	<b>409</b>
	小 計	4105	563	161	<b>4829</b>

附件九、研究成果統計表

成果 項目	專利權 (項數)		著作權 (項數)	論文 (篇數)		一般研究報告 (篇數)			技術創新 (項數)				技術 引進 (項數)	技術移轉 或專利應用		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 工業與科學計量技術發展 法定計量技術發展	6			24 6 0	22 6 0	164 5 6		42 4 2						12	12	4829	1000	16	741	19
小計	6	0		30	28	175		48						12	12	4829	1000	16	741	19
合計	6		-	58		223			-				-	-		-				

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、108 年度國家度量衡標準實驗室大事紀要(分類排序)

時 間	內 容	分 類
108.05.08-10	越南國家計量院(Vietnam Metrology Institute, VMI)派員 3 人次至 NML，接受 NML 微波量測訓練課程。	國際交流
108.09.14~10.04	陳智榮博士與蔡淑妃君隨同標準局人員前往史瓦帝尼辦理品質基礎建設訓練課程，進行技術協助，分別擔任度量衡長度及溫度課程講者。	國際交流
108.12.05~06	協助標準局台印尼度量衡合作案，協助印尼方在臺進行型式認證訓練。Dedi Kuswandi 等 7 人來訪。	國際交流
108.06.22~30	日蕭俊豪組長及江俊霖經理參加質量及相關量諮詢委員會流量工作小組(CCM-WGFF)會議，報告我國主導之常壓氣體流量國際比對(CCM-FF-K6)進度。	國際會議
108.09.09~12	陳生瑞博士以醫學計量焦點工作組主席身份，參加並主持「第二次醫學計量聚焦小組血壓模擬先期研究計畫研討會」，討論血壓模擬技術先期研究計畫之執行情形與比對結果。洪溱川資深研究員同時應邀參加研討會並口頭發表論文。	國際會議
108.09.16~22	吳貴能君參加光度與光輻射諮詢委員會(CCPR)之策略規劃(WG-SP)及關鍵比對(WG-KC)等等工作組會議及第 24 屆 CCPR 年度大會	國際會議
108.09.23~29	涂聰賢經理參加聲量、超音波、振動技術研討會(CCAUV Workshop)與工作小組會議(CCAUV WGs)。	國際會議
108.10.05~13	林采吟博士拜訪 METAS 懸浮微粒研究實驗室及參加 CCQM-GAWG 秋季會議及相關聯席會議	國際會議
108.10.13 ~ 10.20	傅尉恩博士參加 MacroScale 2019(大尺度長度計量研討會)及長度諮詢委員會工作小組會議(CCL WGs)	國際會議
108.10.15~10.24	國家標準實驗室林增耀主任、藍玉屏及王仁杰博士等參加「全球國家標準實驗室及計量機構負責人會議」參訪 PTB 及洽談技術合作項目，同時簽署新一期合作備忘錄。	國際會議
108.11.29~12.07	國家度量衡標準實驗室林增耀主任率相關同仁共 16 人前往參加於澳洲舉辦之 2019 年亞太計量組織會員大會暨技術研討會，除於各領域報告我國實驗室現況外並進行領域技術交流及國際事務討論。	國際會議
108.07.11-10.09	葉建志君赴日本 NMIJ 進行「高溫熱電偶溫度計量測技術」合作研究。	合作研究
108.10.14 ~ 12.10	張君綾赴日本 NMIJ 進行「單一粒子產生器製作與無機粒子校正技術」合作研究	合作研究
108.11.04 ~ 11.30	林采吟博士赴韓國 KRISS 氣體分析實驗室進行「反應性氣體配製技術」合作交流	合作研究
108.07.16~19	彭錦龍博士受邀同儕評鑑日本 NMIJ 其光頻實驗室光梳光頻率量測系統。	受邀評鑑
108.12.09~13	傅尉恩博士應新加坡 National Metrology Centre, A*Star 邀請，擔任長度實驗室之同儕評鑑。	受邀評鑑
108.11.10~16	洪溱川資深研究員應邀參加 MEDEA 計畫，擔任馬來西亞國家計量院(NMIM)舉辦的血壓計校正與測試訓練課程並擔任主要講師	受邀講授
108.03.18	3/18 日完成溫度/濕度/質量/力量/壓力/真空/流量等 7 個領域實驗室認證之監督評鑑(N0881、N0882)。	監督評鑑
108.05.15	辦理 NML 內部稽核。	品質管理
108.06.24-26	完成電量/磁量/微波/長度(奈米)等 4 個領域實驗室認證之延展評鑑(N0688)。	延展評鑑
108.07.16~18	完成長度、電/電磁/微波量、光量等 5 個領域評鑑。	第三者認證

108.11.21	經標字第 10803819385 號函通知，局代辦部稿，提報 108 年 5 套系統 8 項服務項目之規費收費基準修正，C01 與 M05 停止服務，業已通過之「度量衡規費收費標準」經濟令，108/11/21 生效。	規費
108.10.01	辦理「直流電阻量測系統(E13)、直流高電阻量測系統(E14)& 量化霍爾電阻量測系統(E24)」 SI 新標準(電流)擴建系統查驗會議。108 年 11 月 18 日經標四字第 10800098650 號同意前述 3 項系統對外服務一案。	系統查驗
108.07.31	7/31 局長召開「構思國家實驗室新服務項目遭遇困難會議」，8/12 標準局謝漢璋主秘召開「NML 構思新服務項目後續技術服務業務合理性及收入歸屬問題會議」，9/12 謝主秘召開第二次會議，會議結論:修訂使用國有動產附約第三條，如有使用國有動產，應依規定支付使用費，並交由局解繳國庫；修訂行政委託契約書，增加運用研發成果提供技術服務產生收入之文字；修訂研發成果運用契約書，專案核定繳交收入之總額比率；研發成果收入相關案件，無需檢送相關合約予局憑辦。	研發成果收入
108.02	依局內指示進行爭取結餘款評估，分三大分項執行：New SI 新物量標準系統整合最後一哩路+核研所 社會醫學購置設備+ NML 系統精進，完成對局簡報，後局方認為 108 結餘款已過爭取時效。	計畫爭取
108.07.22	依據 107 年 3 月 22 日行政院函院臺經字第 1070008361 號函同意「國家度量衡標準基礎建設精進方案」一案，循預算程序提出相關經費申請。NML 完成 110-114 年公建計畫提案初稿，經 7/22 向局長報告，局長另有考量建議公建計畫暫緩，另外申請行政院科專計畫，並構思國家實驗室新服務項目以為業者技術升級，由局召開會議檢討所遭遇問題。	計畫爭取
108.09.04~10.22	NML 精進計畫規畫以 6 年(110-115 年)，總經費規模約 16.9 億元提報送局，9/10 經四組向局長報告後，局方認為提案內容依原行政院方案所提之 74 套(並減去已完成之 10 套)為簡報主軸，9/19 局建議計畫名稱修改為：國家計量基磐精進暨加值產業創新計畫，計畫執行 6 年 (110-115 年)，總經費規模從 16.9 億元調整為約 13.95 億元。原精進 98 套系統調整為 69 套系統。 10/9 原行政院方案所提之 74 套系統，目前已更新或預計由其他計畫更新共計 18 套，餘 56 套申請精進計畫，所需經費為 11.94 億元。創新技術開發(半導體、5G、清潔能源等)新增 5 套系統，所需經費為 1.3 億元，規劃 5 年(110-114 年)執行，總經費規模約 13.24 億元。 10/22 標準局局長向行政院科技會報辦公室說明計畫	計畫爭取
108.01.04	107 年度結案實地查證會議。	計畫管理
108.01.10	本計畫 108 年行政院建議經費 261,688 千元，局方撥借 15,000 千元額度予核研所游離實驗室增購設備，108 年 NML 經費為 246,688 千元，107.12.31 簽約金額 246,503 千元。108.1.10 立法院預算案審議結果統刪 3%，局方通知預算數下修為 239,293 千元，合約執行金額變更為 239,108 千元。	計畫管理
108.01.11	本計畫 107.11.09 提出 109 年綱要預算 280,476 千元，108.01.11 局方通知經濟部通過可提案金額為 108 年額度之 90%，NML108 年原預算額度為 261,688 千元，刪減 10%，加上局新增之 4100 千元，109 額度是 276,474 千元。然 109 年局方仍撥借 20,000 千元額度予核研所游離實驗室增購設備，因此 NML 109 綱要的提案數為 256,474 千元。	計畫管理
108.03.06	進行 109 年綱要計畫及 107 年績效報告審查會議。會後局方通知 109 綱要計畫預算，連局長爭取新增 1000 萬。	計畫管理
108.03.07	經標四字第 10840001360 號函通知，局於 107 年 9 月 18 日經標四字第 10700586450 號函同意「國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫」停止 20 項專利維護權一案，因尚需提供資料審查，原案暫不同意停止專利維護權。	計畫管理
108.04.01	因應經濟部技術處通知，原規劃經濟部 109 年度科技預算以 108 年度核定數成長 8%規劃，惟科會辦及科技部現規劃各部會成長幅度要調降 3%(即改以 108 年度核定數 105%為上限)。故各支計畫之預算金額調整。本中心 NML 計	計畫管理

	畫調降為 258,026 千元(調降 3.17%)。	
108.12.16	進行量測中心承接 109 年國家度量衡標準實驗室運作與發展計畫業務之資格審查及實地評鑑會議	計畫管理
108.05.08-10	參加「2019 年臺灣國際照明展」，於先進照明主題館展出相關技術。	參展推廣
108.04.09	參加標準局辦理之「國家度量衡標準實驗室」新建系統及新增服務項目業者座談會。	推廣
108.04.19	強化度量衡業務相關人員認識 SI 基本單位(質量、溫度)，於標準局舉辦訓練課程(5 小時)。	推廣
108.05.20	辦理 2019 世界計量日-國際計量發展趨勢論壇活動，由標準局連錦漳局長主持、李世光董事長貴賓致詞，邀請國際法定計量委員會副主席 Dr. Yukinobu Miki、國際計量委員會秘書長 Dr. Takashi Usuda、中研院物理所 張嘉升所長、精密機械研究發展中心 莊大立董事長、友達晶材 廖世宏董事長、勤美集團 林廷芳董事長、致茂電子曾一士總經理等計 181 位產官學研及公協會專家參與，談計量在產業與創新等之應用趨勢。	推廣
108.05	辦理 520 世界計量日系列活動，於科工館辦理度量衡科普活動，5/4、11、18、25 共四場。	推廣
108.07.23	於科工館辦理度量衡探索箱解說訓練，由台中、高雄、花蓮分局代表參加。	推廣
108.09.24	9/24 假高雄科工館辦理「108 年度度量衡偏鄉扎根活動」，由高雄市內門國小郭明科校長帶領 70 名中高年級學童參加，透過互動式的「度」、「量」、「衡」闖關活動進行度量衡科普教育。	推廣
108.10.02	假標準局臺中分局禮堂辦理 108 年單位 SI 新標準建置成果及服務說明會，由標準局王聰麟副局長出席主持。	推廣
108.10.22	假標準局臺北總局禮堂辦理 108 年單位 SI 新標準建置成果及服務說明會，由標準局連錦漳局長出席主持。	推廣
108.03.22	陳士芳博士獲中華民國計量工程學會第 19 屆傑出計量工程師獎。	獲獎
108.01.28	英國國家物理實驗室(NPL) Dr. Graham Machin 參訪溫度、新質量、尺寸實驗室。	來訪
108.02.12	友訊科技股份有限公司無線寬頻策略事業群李根國副總、洪榮欣處長來訪座談。	來訪
108.02.25	Dr. Willie May 來訪座談，2/26 並發表演講'Impact on Industrial Productivity and Quality of Life'。	來訪
108.03.14	TOKUYAMA 公司 Hiroshi Yokota 一行 7 人來訪。	來訪
108.03.22	標準局新任連局長一行 4 人來訪。	來訪
108.05.06	美商康寧公司，Dr. Justin Gao 一行 3 人來訪。	來訪
108.05.31	中國測試技術研究院副院長一行 7 人來台參訪事宜。	來訪
108.07.19	空軍第一後勤指揮部，指揮官林志宏少將一行 8 人來訪。	來訪
108.07.23	氣象局氣象科技研究中心，黃麗玫科長一行 27 人來訪。	來訪
108.08.08	教育部體育署全民運動組，呂忠仁組長等一行 8 人來訪。	來訪
108.09.10	台灣三豐儀器股份有限公司，田中朋夫總經理一行 5 人。	來訪
108.12.03	標準局法定度量衡單位推行諮議會委員一行 21 人，參訪 NML 實驗室參觀 New SI 實驗室。	來訪
108.12.24	University of Texas (Arlington) 李偉仁教授等 1 人來訪	來訪
108.12.26	標準檢驗局閻慧真等 2 人來訪	來訪

附件十一、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	日本產業技術綜合研究所
AMP	Advance manufacturing partnership	先進製造業夥伴關係
ANSI	American National Standards Institute	美國國家標準協會
AOI	Automatic Optical Inspection	自動光學檢測
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

簡 稱	全 名	中文譯稱
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	Confèrence Gènèral 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
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	鰭式場效電晶體
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



簡 稱	全 名	中文譯稱
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
KCRV	Key comparison reference value	關鍵比對參考值
KOLAS	Korea Laboratory Accreditation Scheme	韓國實驗室認證組織
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
MDG	Monodroplet generator	單一氣膠產生裝置
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
NBS	National Bureau of Standards	美國國家標準局
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
NDIR	Nondispersive Infrared	非分散式紅外線
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

簡 稱	全 名	中文譯稱
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
NRCCRM	National Research Center for Certified Reference Materials	中國國家標準物質中心
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
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	單微粒感應耦合電漿質譜儀
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

簡 稱	全 名	中文譯稱
TCM	Technical Committee for Mass	質量技術委員會
TCMM	Technical Committee for Materials Metrology	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（3/4）

108 年度  細部計畫審查     期中報告     期末報告

建 議 事 項	說 明
<b>A 委員</b>	
1. 本計畫 108 年度執行報告(封面名稱建議修正為期末報告)，經審查其執行內容，大致均依規劃進度完成各項工作。	感謝委員對執行的肯定。有關報告封面名稱主管機關表示仍以執行報告稱之為宜。
2. 年度執行成果中，完成 6 項國際比對參與及主導 2 項國際比對 (p.III)，與(p.II)中文摘要 1 之參與 6 項(主導 3 項)國際比對、(p.XIII)不同，請確認。	感謝委員指正，國際比對成果應為完成 6 項國際比對參與及主導 3 項國際比對，另增列 1 項主導奈米粒子比對(APMP.L-S5)，年度國際比對成果已修正為參與 10 項比對(其中主導 4 項)，如表 1-2-3。
3. 仟元修正為千元 (p.I)。後續類似情況，請檢視一致性 (p.XV)。	感謝委員指正，已遵照委員建議更改。
4. 本計畫共分五個分項，應為三個分項，請確認 (p.23)。	感謝委員指正，108 年應為三個分項，已更改誤植之處。
5. 國家計量人才培訓及計量資訊傳播與推廣部分，其內容舉辦計量標準研討會/說明會等 11 場。建議增加[及活動推廣 3 場共 11 場](p.23)。以資明確並對應查核點(p.30)、(p.32)。	感謝委員建議，已更改說明方式。
6. 本年度計畫架構(p.25)，法定計量技術發展分項應有 4 項，遺漏 1 項[酒精鎖規範先期研究](參照 p.24)，請確認補充。	感謝委員指正，已補充遺漏之處。
7. 標準系統服務，108 年度量衡規費收費標準修正公佈後(p.41)。另 108 年度泛標準組品質管理暨審查聯席會議，共計 3 項追蹤事項，均已以完成辦理。P.66 標準局謝翰璋主秘。請更正。	感謝委員指正，已更改誤植之處。
8. 產業服務需求調查分析結果，建議 NML 未來發展方向(p.83)，請說明國家實驗室是否落實執行或採取何種因應措施，調整強化對產業之服務。	感謝委員建議，本產業服務需求調查之主要目的為：瞭解產業及二級校正實驗室之量測設備校正需求，以作為 NML 能量強化及提升服務品質之依據；並找出潛在客戶，擴展 NML 對產業發展之貢獻。調查結果將為 NML 系統汰換、擴/新建及技術研發方向擬定之參考。另外，也將針對建議之優先發展方向作進一步需求調查，以能調整落實 NML 對產業之服務。
9. 今年為因應新版 ISO/IEC 17025:2017，有關內部稽核(p.105)，有 9 項建議事項，其中 3 項預計於今年年底完成改善，請說明目前進度如何？	3 項建議事項已分別於 12/12 日完成「分光輻射通量標準燈校正程序」及 12/26 日完成「二維影像量測儀器校正程序」文件修訂。
10. 法定計量技術發展分項(p.185)，包含家用氣量計、計程車計費表、電動車充電站及酒精鎖規範四項，其中： (1)家用氣量計 106 年-108 年之研究結果產出總結報告(p.185)，是否有產出修訂草案，供主管機關規劃修訂時程參考。	(1)家用氣量計研究成果在提供使用中氣量計的實證資訊，供主管機關修訂使用年限的依據。可配合 OIML R137 修訂新版國內技術規範時一併討論。

建 議 事 項	說 明
<p>(2)計程車計費表已完成修訂草案(p.205)，主管機關是否有修訂時程之規劃，以即時因應各界需求及補足法規面之不足。另請說明國際先進國家就計程車計費表是否已有鏈結最新科技之運用(例：手機叫車、無線網路等其他元素)。</p> <p>(3)電動車充電站計量標準規範(p.213-p.218)，瞭解各國均積極研擬建立制度規範，且所收集資料及研究成果值得我國參考，對BSMI而言，儘可能提出一份規範草案，作為未來執行業務依據。然又涉國內多個主管機關權責，建議NML可將研發成果分享相關機關參考使用，共同達成政府推動電動車產業發展。</p>	<p>(2)針對計程車計費表，此次主要針對國內現行新式計程車計費表計量功能差異與強化防弊功能進行分析研究，進行相關條文修訂之建議。計畫中也同時蒐集將規範中同時考量傳統計費與網路叫車的可行性，例如美國研究中的規範，如 NIST HB 44 SECTION 5.54 TAXIMETERS(2019)已鏈結最新之手機叫車服務(Ride-Hailing)，並規範透過無線網路進行遠端組態功能(Remote Configuration)所必須遵守之封印方式(條文 S.5)，及透過無線網路、伺服器或雲端存取的計費表所須遵守之保全方式(條文 S.5.1)。未來將視相關部會之政策再行研討。</p> <p>(3)感謝委員建議，為了能讓未來電動車的電能交易計量管理有所依循，本計畫分析與探討國際電動車充電站標準規範及相關發展資料，將可作為電動車充電計量標準與技術規範訂定參考，未來將配合主管機關共同達成政府推動電動車產業發展。</p>
<p>11. p.214 相關規範如表 3-3-23。P.220 (2)鎖車與解鎖測試功能結果如表3-4-2。請更正。</p>	<p>感謝委員指正，已更改及補充。</p>
<p><b>B 委員</b></p>	
<p>12. 本計畫各分項之執行，與原規劃查核內容相較，均無差異乃至部分小項超出目標，成果完善，值得肯定。</p>	<p>感謝委員肯定。</p>
<p>13. 法定計量技術發展分項中，對於各小項研究之後續規劃為何？</p>	<p>本分項為配合主管機關，進行法定計量器相關計量技術研究與規範之研擬/修訂。家用氣量計之最長使用年限實證評估結果，後續將配合新版 OIML R137，進行於 CNPA137 及 CNMV137 等規範訂定；完成之「計程車計費表型式認證技術規範」修訂草案，將作為未來規範修訂參考。完成之「電動車充電站計量標準規範與相關技術發展資料分析研究」及「酒精鎖技術要求草案」將視政策需求，配合標準局草擬技術規範草案。其中電動車充電計量標準所需計量表，於 2020 年計畫的型式認證需求研究中一併討論。</p>
<p>14. 請說明在薦送人員「長期訓練」之策略與歷來成效各為何？</p>	<p>在策略上，NML 對於薦送人員赴國外長期訓練是採取所謂「客座研究」的方式，協助對方進行研發工作或參與量測系統運作。派赴的單位為先進國家計量標準研究院，例如：美國 NIST、德國 PTB、日本 NMIJ 及英國 NPL 等。客座研習的主題是選定執行計畫所必需之核心技術(例如：新 SI 標準計畫)或 NML 擬發展之前瞻計量技術。選派對象為具潛力之年輕研究人員、計畫主持人或執行主力。研習時間以 3~6 個月為原則。</p> <p>於成效上，同仁經由幾個月專心密集的學習及參與先進國家計量標準研究院的工作，皆能獲得於執行計畫所需之必要技術與資訊，回國後快速應用於工作，解決技術瓶頸，使計畫能順利推展。</p>

建 議 事 項	說 明
	<p>更重要的是，同仁亦能透過長時間與國外專家之接觸，建立深厚人脈關係，對未來進一步合作立下基礎。而年輕研究人員更能藉此機會體會先進國家之研究風氣及做事方法，開拓視野。</p>
<p><b>C 委員</b></p>	
<p>15. 全程計畫說明部分 P.14-15 對於 CCM 決定質量標準之共識值，CV 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 關鍵比對預定於 2020 年 3 月之前啟動，參與者數量與參與者資格仍在討論中，尚未定案。這部分因應之對策方法是否可以再加以詳述，同時務必隨時跟國際委員會接軌。</p>	<p>國際質量技術諮詢委員會(CCM)已於 2019 年會議中決議公斤 CV 比對將每兩年舉辦一次，共舉辦三次，公斤 CV 值將由此三次比對結果決定。第一次 CV 關鍵比對已於 2019 年 9 月展開，預計於 2020 年 4 月會有初步成果。由於 NML 之 XRF XPS 表層質量量測系統的所有模組直至 2019 年 11 月才全數到貨，所以無法參加第一次公斤 CV 比對。NML 規劃參加第二次與第三次的 CV 比對，比對時間暫定為 2021 年與 2023 年的 9 月。NML 預定 2020 年上半年發表 XRCD 法實現公斤之實驗結果，包含表層質量量測結果，以作為比對參與者能力之佐證。</p> <p>此外，NML 陳生瑞博士目前為亞太計量組織質量技術委員會(APMP TCM)主席，代表 APMP 定期參加 CCM 年度相關會議，並與 CCM 各工作小組主席保持聯繫，因此可於第一時間獲得 CCM 重要決議事項，掌握最新動態適時因應。</p>
<p>16. P.15 光梳 5G RoF 及光通訊雷射源技術相關成果說明，未在成果說明內容呈現是因為 107 年度已經完成?</p>	<p>誠如委員所述，5G 光載射頻及光通訊光梳技術研究之執行期間為(106~107)年，故未於本年度(108年)期末報告中說明成果。</p>
<p>17. P.26 執行績效檢討人力配置上預計人年與實際人年稍有落差，請述明原因及未來是否調整。</p>	<p>至 108.12.31 止計畫實際執行人力 85.07 人年，為預計執行 89.75 人年之 95%，人事費超出部分量測中心自行吸收。配置差異原因 1.年度因應技術開發及業務、管理需求增加，投入較多人力加強規劃、溝通、協調。2.為經驗傳承，招募新進人員，計畫執行人力結構與預期規劃不同。3.本院實際人事費率與經濟部人事費率預算之差異。為維持實驗室運作受託單位盡力達成計畫原定工作目標及主管機關交辦事項，尚祈委員諒察。</p>
<p>18. P.28 歲入繳庫情形技術授權金達 1,738,860 然專利授權金 150,000 是否說明其中兩者關連性為何?此部分同時可與 P.46 專利權終止維護事宜未來可以與標準局一併討論若專利技術授權與轉移金額高時，同時應該更進一步提請主管機關協助維護。</p>	<p>本計畫之技術創新研發成果，包括技術授權與智財授權兩類，其績效指標項目為技術與專利運用繳庫。</p> <p>技術授權金來源主要是因計量技術衍生產業效益，協助各產業於研製相關量測儀器或設備過程中遭遇之計量相關問題，提供適當之解決方案。同時 NML 具有計量專業知識並與國際接軌，可協助產業導入最新量測技術與客製化訓練，提供正確之檢校觀念以提升產業素質，如計量標準器研製技術服務量測儀器、計量標準之產品性能驗證技術服務、標準實驗室建置與技術服務皆屬於技術授權範圍。</p> <p>專利授權金來源主要是業者運用 NML 於建置校正技術時所產生之專利費用，透過專利授權，可協助臺灣業者，如避免二級實驗室因置系統過</p>

建 議 事 項	說 明
	程中所衍生之校正技術糾紛。 NML 配合局方強化相關技術與專利運用服務業界，同時亦會配合標準局進行後續專利維護。
19. P.55 完成使用中(3 年以上至 10 年以內)氣量計器差特性測試超出目標達三倍以上是否原定之查核標準過於寬鬆?	考量使用中(3 年以上至 10 年以內)氣量計之取得需要瓦斯公司與用戶配合方可取得，標準局各抽檢單位以較保守方式訂定此數量，執行中各單位皆全力配合，將抽檢數量與比例提高，使分析結果更能反應使用現況。
20. P.77-78 培育我國計量人才，配合度量衡文物數位典藏，辦理 2 場次度量衡科普教育活動以及 1 場次標準局人員訓練課程，「520 世界計量日」的由來，以推廣度量衡科普教育，假國立科學工藝博物館舉辦「520 世界計量日度量衡科學知識推廣活動」，於 9/24 日假高雄科工館辦理「108 年度度量衡偏鄉扎根活動」，皆有達到推廣科普之效益，未來建議除了北高之外中部地區也應予以推廣，是否未來規劃也進入校園配合 108 課綱延伸在地高中舉辦計量生活營，計量專題競賽，提早建立人才網。	NML 對於中小學生之科普教育推廣活動主要是與高雄之國立科學工藝博物館合作，借重他們在科普教育之專業能力，包含教材及教具之設計製作等，並搭配國立科學工藝博物館之展示環境及活動空間舉辦，另也辦理推廣/說明會(也曾與大學學校合作並合作辦理研討會/成果說明會)及高中/大學參訪國家實驗室等不同形式之活動，達到推廣科普之效益。將參考委員建議，在培育未來計量人才上多加以著墨，並將對象擴展至中部地區。
21. P.122-124 有關完成 $\mu$ -LED 單點光譜/主波長量測技術分析內容說明了相關執行方法，但是未呈現任何量測結果?需再以圖跟表方式來補充呈現結果說明。	本年度於 $\mu$ -LED 相關工作屬先期研究，乃針對光性量測技術進行資料收集與可行性評估，並依據業界技術發展需求，設計量測系統。研究歸納 $\mu$ -LED 光性量測有幾種可行的方法，相關細節已撰寫技術報告作為計畫成果，但受限於現有實驗室設備與 $\mu$ -LED 樣品的取得，現階段尚未能實際進行量測驗證。NML 與國內 $\mu$ -LED 主要廠商已針對 $\mu$ -LED 研發及量產之檢測技術需求建立合作聯繫管道，未來將於取得樣品及相關設備增購後，依據本先期研究之結論，進行量測實驗工作以驗證分析技術之可行性與成效。
22. P.144 目前雖與 PTB 持續交流量測結果與改善方式，礙於 PTB 新購之多接收器感應耦合電漿質譜儀仍無法順利運轉，雙邊比對的時程需延遲。原定明年 5 月完成的雙邊比較，將視 PTB 儀器恢復運轉的時間而定。此部分應該要有備案。	由於矽莫耳質量比對量測的樣品製備於國際計量組織中，均是由 PTB 負責提供，其他國家計量實驗室無此能力，因此規劃與 PTB 進行雙邊比對。於矽莫耳質量的主要量測技術-矽同位素比例量測，加拿大國家實驗室(NRC)為目前國際領先實驗室之一(該實驗室負責人目前為 CCQM 同位素比例量測工作小組的主席)，因此，後續也將與 NRC 進行技術交流與洽談，以建立除 PTB 外之矽同位素比例量測技術合作交流管道。
<b>D 委員</b>	
23. 在[標準維持與國際等同分項]，對於國際等同相關活動的成果只列出完成項目數量與內容，無法判斷其成效，是否能以全程計畫的觀點表列每年度的總數目標，如 CMC 在 BIPM 的登錄數量，數量可能因需求或外在環境影響而有增減，但有年度總數目標，才能有評核基準。	國際等同技術成果，分為國際比對與校正與量測能量(CMC)兩部分，各國國家實驗室之 CMC 須經由同儕評鑑與國際比對等佐證資料審查合格後，才能合格登錄於國際度量衡局(BIPM)所維持之關鍵比對資料庫(BIPM KCDB)網站。NML 於 108 年起進行新一輪五年一次同儕再評鑑，配合再評鑑及國際比對佐證資料，108 年已提交電量/微波(EM)領域：48 項更新及 4 項增項，光輻射(PR)領域：45 項更新及 12 項增項，長度(L)領

建議事項	說明
	<p>域：58 項更新及 1 項增項申請，由於國際審查無固定完成時程規定，較難於年度或全程訂定目標。NML 本著維持國家最高標準與國際等同之任務，更新與擴增 CMC 項目是 NML 的使命，評鑑與國際比對是維持 292 項校正與量測能量獲准登錄於國際度量衡局附錄 C 之重要技術活動及佐證，計畫依每年國際計量組織所規劃之項目已列入年度量化 KPI，於 108~110 年完成 15 領域之再評鑑工作，每年參與 4~6 項國際比對工作，以 108 年為例，原規劃參與 6 項比對，由於比對主辦國異動其比對行程，故今年度共參與 10 項比對工作，在計畫資源有限下，仍以完成與國際接軌之工作為主，不以目標為限。</p>
<p>24. [國際比對]為常規 Lab 能力比較，年度完成 6 項，仍持續進行中有 32 項，不易突顯成果，是否有較重要的比對項目，請說明。</p>	<p>CIPM MRA 對國際比對有正式文件予以定義，將比對項目分為關鍵比對(key comparison)及補充比對(supplementary comparison)。關鍵比對項目是由 BIPM 各領域技術諮詢委員會(CC)依據該技術領域主要量測技術及方法選定，用以測試 NMI 的必須量測能力。補充比對主要是各區域計量組織(RMO)(例如 APMP)對關鍵比對未涵蓋項目，但 RMO 技術委員會(TC)認為重要必須比對的項目。</p> <p>國際比對乃非常嚴謹之量測工作，CC 或 TC 提議後需徵求主辦國及參加國，接著擬定比對協定(比對方式、量測條件、方法要求等)，並準備及測試比對用標準件，光是準備階段就歷經 1~2 年甚至更長，經常於公告將進行比對後就進入等待期，無法預知何時開始。而開始比對後每個 NMI 的量測時間加上寄送至下一個量測國家的通關清關時間則超過 1 個月以上。中間過程必須再送回主辦國量測及確認比對標準件狀態，而量測過程比對標準件因運送損壞而造成延遲乃時有發生。因此，基本上每個比對項目以 10 年為周期舉辦一次。</p> <p>NML 對於參加國際比對的年度目標項目乃基於維持 MRA 有效性，並依據 BIPM CC 及 RMO TC 所提出之關鍵比對及補充比對項目選定，皆屬重要之必要項目。於比對之目標數，如前述原因，實難於年底確定到底明年有幾個項目會開始比對。而陸續開始比對後，由於比對時程的冗長造成眾多比對項目(NML 有 15 個領域)列入持續進行中。</p> <p>請委員諒知。</p>



建 議 事 項	說 明																
<p>25. 奈米介電薄膜 TiN、TaN 與 HfO<sub>2</sub> 厚度量測結果與 PTB 量測厚度比較，實驗測厚度差異小於 5%，是否還有其他證據判斷結果優劣。</p>	<p>感謝委員之意見。TiN、TaN 與 HfO<sub>2</sub> 之薄膜厚度除了與 PTB 量測結果比較之外，薄膜樣品亦使用商用 XRR 機台量測厚度。實驗計算厚度與 XRR 結果差異亦小於 5%，如下表所示，證明使用 GIXRF 具有優異的厚度分析能力。</p> <table border="1" data-bbox="821 398 1433 607"> <thead> <tr> <th></th> <th>GIXRF 量測厚度 (nm)</th> <th>XRR 量測厚度 (nm)</th> <th>差異 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HfO<sub>2</sub></td> <td>1.05</td> <td>1.10</td> <td>4.6</td> </tr> <tr> <td>TiN</td> <td>1.57</td> <td>1.63</td> <td>3.9</td> </tr> <tr> <td>TaN</td> <td>1.99</td> <td>2.09</td> <td>4.8</td> </tr> </tbody> </table>		GIXRF 量測厚度 (nm)	XRR 量測厚度 (nm)	差異 (%)	HfO <sub>2</sub>	1.05	1.10	4.6	TiN	1.57	1.63	3.9	TaN	1.99	2.09	4.8
	GIXRF 量測厚度 (nm)	XRR 量測厚度 (nm)	差異 (%)														
HfO <sub>2</sub>	1.05	1.10	4.6														
TiN	1.57	1.63	3.9														
TaN	1.99	2.09	4.8														
<p>26. P63 本年度博碩學士培訓已有 4 人，皆為清交學生，應可再擴及其它學校。</p>	<p>感謝委員的意見。未來將持續擴展與其他學校的合作機會，培訓優秀的博碩學士人才。</p>																
<p><b>E 委員</b></p>																	
<p>27. NML 維持我國 15 個領域 118 套量測標準系統，並持續汰換、精進、並改良標準系統，提供校正服務，參與並主導國際比對，維持我國國際等之國際標準與國際認可效力，貢獻良多，值得肯定。</p>	<p>感謝委員肯定。</p>																
<p>28. 年度客戶滿意度為 9.3 分，較去年 9.5 分略低，但今年問卷回收達 325 份，比去年的 143 份多出約 1.5 倍，約佔總服務廠商約 700 家的 46%，顯示滿意度調查結果已具有統計代表性，值的肯定。</p>	<p>感謝委員肯定。</p>																
<p>29. 108 年度量化成果表現持平，惟獲得專利獲證件數，高達 6 件，比 107 年的 5 件，106 年的 2 件，成長甚多，另外今年度標準系統改良/再評估項數為去年的將近三倍，表現優異，顯示 NML 技術創新績效卓著，直得肯定。但今年的專利申請案件為 0 件，恐影響未來專利獲證績效，仍須持續努力。</p>	<p>感謝委員的肯定與建議。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，請委員諒察。</p>																

附件十三、國家度量衡標準實驗室量測標準系統能量與校正服務

項次	系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	系統完成日期	可校正之儀器名稱	系統負責人
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	盧奕銘
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) · 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)	81.05.25	電容式麥克風	盧奕銘
3	聲音校正器校正系統	A03	(1) (90 to 120) dB re 20 $\mu$ Pa (31.5 Hz to 16 kHz)	(1)(2) 比較法：0.14 dB · 內插電壓	81.12.07	(1) 聲音校正器 (2) 活塞式校正	郭淑芬

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	系統負責人
			(2) (90 to 130) dB re 20 $\mu$ Pa (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	法 : 0.08 dB to 0.18 dB (3a) 0.2 dB (3b) 0.2 dB to 0.6 dB		器 (3) 噪音計	
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	郭淑芬
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	蕭仁明
6	磁通量測系統	B02	(1) $10^{-4}$ 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	蕭仁明
7	低磁場量測系統	B03	(1) 1 mT to 50 mT (2) 1 $\mu$ T to 1 mT (3) 0.5 $\mu$ T to 50 $\mu$ T @ (50 Hz to 100 Hz) (4) 0.5 $\mu$ T to 5 $\mu$ T @ (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	蕭仁明
8	鋼瓶氣體濃度量測系統	C03	CO : (10 to 200000) $\mu$ mol/mol CO <sub>2</sub> : (100 to 300000) $\mu$ mol/mol CH <sub>4</sub> : (100 to 100000) $\mu$ mol/mol C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> : (100 to 50000) $\mu$ mol/mol O <sub>2</sub> : (1000 to 250000) $\mu$ mol/mol NO in N <sub>2</sub> : (50 to 2000) $\mu$ mol/mol SO <sub>2</sub> in N <sub>2</sub> : (50 to 2000) $\mu$ mol/mol C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH in Air : (137 to 547)	0.08 $\mu$ mol/mol to 0.12 mmol/mol	83.10.26	鋼瓶氣體濃度之驗證	劉信旺

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	系統負責人
			μmol/mol				
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	李彥廷
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 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)	(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 % 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 %	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 N <sub>2</sub> 、CF <sub>4</sub> in N <sub>2</sub> 、SF <sub>6</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) (2) 多成分氣體 (CO+CO <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 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)	劉信旺

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	系統負責人
			<p>μmol/mol</p> <p>(3) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH in N<sub>2</sub> : (80 to 140)</p> <p>μmol/mol</p> <p>H<sub>2</sub>S in N<sub>2</sub> : (10 to 100)</p> <p>μmol/mol</p> <p>(4) VOC ( 含 Benzene 、 Toluene 、 Ethylbenzene 、 Xylenes) in N<sub>2</sub> : 1</p> <p>μmol/mol</p>	<p>(3) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH in N<sub>2</sub> : 2 % to 5 %</p> <p>H<sub>2</sub>S in N<sub>2</sub> : 1.5 % to 5.0 %</p> <p>(4) VOC in N<sub>2</sub> ( 含 Benzene 、 Toluene 、 Ethylbenzene 、 Xylenes) : 5 % to 10 %</p>			
11	低碳能源氣體濃度量測系統	C09	<p>(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</p> <p>(2) CH<sub>4</sub> in N<sub>2</sub> : (0.1 to 10) cmol/mol</p> <p>C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> in N<sub>2</sub> : (0.1 to 5) cmol/mol</p> <p>CO<sub>2</sub> in N<sub>2</sub> : (0.1 to 16) cmol/mol</p>	<p>(1) 0.2 % to 1.2 %(相對)</p> <p>(2) 0.5 % to 1.0 %(相對)</p>	102.05.24	<p>(1) 合成天然氣濃度</p> <p>(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>)</p>	黃焜坤
12	氣體濃度稀釋裝置與分析設備校正系統	C10	<p>(1) CO in N<sub>2</sub> : (1 to 100) μmol/mol</p> <p>CO<sub>2</sub> in N<sub>2</sub> : (50 to 5000) μmol/mol</p> <p>CH<sub>4</sub> in Air : (1 to 20) mmol/mol</p> <p>NO in N<sub>2</sub> : (1 to 2000) μmol/mol</p> <p>SO<sub>2</sub> in N<sub>2</sub> : (1 to 2000) μmol/mol</p> <p>(2) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH in Air : (0 to 1200) μmol/mol</p>	<p>(1) CO in N<sub>2</sub> : 0.02 %</p> <p>CO<sub>2</sub> in N<sub>2</sub> : 0.03 %</p> <p>CH<sub>4</sub> in Air : 0.15 %</p> <p>NO in N<sub>2</sub> : 0.11 % to 0.26 %</p> <p>SO<sub>2</sub> in N<sub>2</sub> : 0.048 % to 0.13 %(相對)</p> <p>(2) 3 μmol/mol</p>	103.12.18	<p>(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>)</p> <p>(2) 氣體濃度分析設備 (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH in Air)</p>	林采吟
13	甲醛氣體分析設備校正系統	C11	(1 to 10) μmol/mol	0.0067 μmol/mol	105.12.26	甲醛氣體分析設備	楊逸群
14	質量法環境荷爾蒙供應	C12	50 mg/kg	6 %(相對)	105.12.26	甲醇中鄰苯二甲酸二(2-乙基	陳宥璇

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	系統負責人
	驗證系統					己基)酯	
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	陳宥璇
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 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	76.04.26	標準塊規(公制)	張明偉
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)	張明偉
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： $1.99 \times [(0.135)^2 + (0.00137D)^2]^{1/2}$ $\mu$ m $D$ 為以mm為單位之環規內徑尺寸 (2) 針 規： $[(0.22)^2 + (0.013 D)^2]^{1/2}$ $\mu$ m $D$ 為以mm為單位之針規外徑尺寸 (3) 塞 規： $1.98 \times [(0.135)^2 + (0.00137 D)^2]^{1/2}$ $\mu$ 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	金瑞熙
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	蔡錦隆

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	系統負責人
20	角度塊規校正系統	D06	1" to 45°	0.45"	79.04.12	角度塊規	張威政
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)	張威政
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	黃煌琦
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	黃煌琦
24	真圓度量測系統	D12	直徑：≤ ϕ 200 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)	蔡錦隆
25	表面粗度量測系統	D13	Ra : 0.01 μm to 20 μm	$Ra \cdot Rq : [5^2 + (13R)^2]^{1/2}$ nm $Rmax \cdot Rt \cdot Rz : [20^2 + (13R)^2]^{1/2}$ nm R : 各項參數，以μm為單位	76.04.28	表面粗度標準片	蔡錦隆
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	張明偉
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	謝文祺
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)	劉子安

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	系統負責人
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) 條碼鋼鋼尺	張威政
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	唐忠基
31	線距校正系統	D19	(1) 50 nm to 25 $\mu\text{m}$ (2) 280 nm to 10 $\mu\text{m}$ (3) 50 nm to 1000 nm	(1) 0.14 nm to 2.9 nm (2) 0.008 nm to 6.4 nm (3) 3.6 nm to 20 nm	91.08.01	(1) 線距標準片(使用原子力顯微鏡 · AFM) (2) 線距標準片(使用雷射繞射儀) (3) 線寬標準片(使用原子力顯微鏡 · AFM)	何柏青
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( $\leq 50$ m)：5.1 mm · 中距離( $\leq 25$ km)：19 mm (2) 動態相對定位—超短距離( $\leq 50$ m)：5.1 mm (3) 單點絕對定位：35 mm	92.10.08	衛星定位儀	彭淼祥



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	系統負責人
33	階高校正系統	D21	(1) 光學式 : 0.01 $\mu\text{m}$ to 100 $\mu\text{m}$ (2) 探針式 : 0.01 $\mu\text{m}$ to 50 $\mu\text{m}$	(1) 光學式( $h \leq 3 \mu\text{m}$ ) : $[3^2 + (1.2h)^2]^{1/2}$ nm 光學式( $h > 3 \mu\text{m}$ ) : $[9.5^2 + (3.6h)^2]^{1/2}$ nm (2) 探針式 : $[5^2 + (3.2h)^2]^{1/2}$ nm $h$ 為以 $\mu\text{m}$ 為單位之階高量測值	94.05.02	階高標準片	蔡錦隆
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	陳國棟
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) $[84^2 + (735L)^2]^{1/2}$ nm (2) $[67^2 + (365L)^2]^{1/2}$ nm $L$ 為以 m 為單位之塊規標稱長度	95.11.22	長塊規	唐忠基
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	張國明
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) $[(0.36)^2 + (1.66L)^2]^{1/2}$ $\mu\text{m}$ (2) $[(0.36)^2 + (1.66L)^2]^{1/2}$ $\mu\text{m}$ (3) $[(0.77)^2 + (1.66L)^2]^{1/2}$ $\mu\text{m}$ $L$ 為以 m 為單位之量測長度	99.02.03	影像標準片	唐忠基
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	余大昌

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	系統負責人
						(DMA) (4) 表面奈米微粒粒徑標準件(PoW)	
39	奈米粒子功能性量測系統	D27	(1a) 粒徑：100 nm；濃度： $1 \text{ cm}^{-3}$ to $1000 \text{ cm}^{-3}$ (1b) 粒徑：50 nm to 200 nm；濃度： $1000 \text{ cm}^{-3}$ to $10000 \text{ cm}^{-3}$ (2) $-75 \text{ mV} < \text{Zeta 電位} < 75 \text{ mV}$ (粒徑 $> 20 \text{ nm}$ ) (3) $5 \text{ m}^2/\text{g}$ to $550 \text{ m}^2/\text{g}$	(1a) 2.3 % to 3.7 % (相對) (1b) 2.2 % to 2.4 % (相對) (2) 2.7 mV (3) 2.1 % (相對)	100.04.25	標準粒子、標準粒子計數器 (1) 奈米粒子濃度量測 (標準粒子計數器之偵測效率) (2) Zeta 電位量測 (聚苯乙烯標準粒子) (3) 比表面積量測 (標準粒子)	劉益宏
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	101.1.17	(1) 標準奈米粒子 (2) 線距標準片	陳國棟
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	陳智榮
42	階規校正系統	D30	10 mm to 1010 mm	$1.97 \times [(0.29 \mu\text{m})^2 + (4.03 \times 10^{-7} L)^2]^1/2$ L：量測長度	106.04.26	階規、卡尺校正器	謝宗翰
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	陳士芳
44	直流 1~10 V 量測系統	E03	1 V、1.018 V、10 V	0.3 $\mu\text{V}/\text{V}$ (相對)	81.09.01	固態型電壓標準器、直流電壓標準器	郭君潔
45	直流電壓量測系統	E04	1 mV to 1000 V	6 $\mu\text{V}/\text{V}$ to 0.7 $\text{mV}/\text{V}$ (相對)	76.04.25	直流電壓標準器	陳士芳
46	直流高壓量測系統	E05	1 kV to 200 kV	0.1 $\text{mV}/\text{V}$ (相對)	83.12.20	直流高壓分壓器、直流高壓電表、	陳坤隆

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	系統負責人
						直流高壓源	
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	郭晉榮
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、交流高壓電表、交流高壓源	陳坤隆
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	韓宙勳
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	陳溢寶
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	陳溢寶
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	何宗翰
53	比流器量測系統	E12	(1) 5 A to 5000 A / 1 A 或 5 A (一次側 / 二次側) / 60 Hz (2) 5 A to 5000 A	(1) 0.0070 % , 0.024 mrad (2) 0.29 mV/V(相對)	76.04.24	(1) 比流器 (2) 交流電流分流器、交流電流轉換器	陳坤隆
54	直流電阻量測系統	E13	0.1 m $\Omega$ 、0.001 $\Omega$ 、0.01 $\Omega$ 、 0.1 $\Omega$ 、1 $\Omega$ 、10 $\Omega$ 、100 $\Omega$ 、 1 k $\Omega$ 、10 k $\Omega$ 、100 k $\Omega$	0.15 $\mu\Omega/\Omega$ to 35 $\mu\Omega/\Omega$ (相對)	76.04.30	標準電阻器	韓宙勳
55	直流高電阻量測系統	E14	1 M $\Omega$ 、10 M $\Omega$ 、100 M $\Omega$ 、1 G $\Omega$ 、10 G $\Omega$ 、100 G $\Omega$ 、1 T $\Omega$	9 $\mu\Omega/\Omega$ to 73 $\mu\Omega/\Omega$ (相 對)	76.04.30	標準高電阻器、高阻計 / 表、十進高電阻器	韓宙勳
56	標準電容量測系統	E15	1 pF to 1000 pF(1 kHz to 1 MHz) · 1 pF to 1 $\mu$ F(1 kHz)	0.7 $\mu$ F/F to 0.61 mF/F (相對)	79.04.09	標準電容器、精密電容表、RLC 表	程郁娟
57	標準電感量	E16	100 $\mu$ H to 10 H	0.22 mH/H(相對)	76.03.03	標準電感器、	程郁娟

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	系統負責人
	測系統					RLC 表	
58	交流電力量測系統	E18	<p>(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</p> <p>(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</p> <p>(1c) 電壓諧波： 基波電壓：110 V、220 V (諧波/基波)比：2%、10% 基頻：50 Hz、60 Hz 諧波次：2、3、5、10、20、30、40、50、64</p> <p>(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</p> <p>(2a) 單相有效電能： 電壓：110 V、120 V、220 V、240 V、480 V 電流：10 mA、100</p>	<p>(1a) 70 <math>\mu</math>W/W to 0.41 mW/W (1b) 70 <math>\mu</math>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 <math>\mu</math>W/W to 0.41 mW/W (4b) 70 <math>\mu</math>var/var to 0.41 mvar/var</p>	76.04.22	<p>(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</p> <p>(2) 單相交流電能表、單相交流瓦時轉換器</p> <p>(3) 三相交流電能表</p> <p>(4) 三相交流電功率源、三相交流電功率表</p>	何宗翰

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	系統負責人
			<p>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</p> <p>(2b) 單相無效電能：            電壓：110 V、120 V、220 V、240 V、480 V            電流：10 mA、100 mA、1 A、5 A、10 A、50 A、80 A            頻率：50 Hz、60 Hz            功率因數：0 Lead、0 Lag、0.866 Lead、0.866 Lag</p> <p>(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</p> <p>(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</p> <p>(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、</p>				

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	系統負責人
			50 A、80 A 頻率：50 Hz、60 Hz 功率因數：1、0.5 Lead、0.5 Lag (4b) 三相無效電功率： 電壓：110 V、220 V、 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, 80° 5 V, 50 kHz, 90° 5 V, 400 Hz, 0° 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, 80° 100 V, 60 Hz, 180° 5 V, 10 kHz, 0° 100 V, 400 Hz, 180°	0.02°	76.04.23	相位表、相位信號產生器	郭君潔
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) $\mu\text{W(h)}/\text{VA(h)}$	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	何宗翰
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	陳士芳
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	88.06.23	(1) 標準電阻器 (2) 多功能電表 / 校正器、	韓宙勳

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	系統負責人
				$\mu\Omega/\Omega$ (相對)		十進電阻器	
63	片電阻校正系統	E27	0.15 $\Omega$ to 4000 $\Omega$	0.46 %(相對)	91.08.01	矽片電阻標準晶片	程郁娟
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) $\mu\text{F}/\text{F}$ (相對)	94.05.02	標準電容	許俊明
65	大水流量校正系統	F01	(100 to 8000) L/min	0.04 %(計量) 0.05 %(計率) 0.5 % (計速)	84.12.05	渦輪式流量計、正位式流量計、時間差法超音波式流量計、電磁式流量計、質量式流量計、渦流式流量計、差壓式流量計、可變面積式流量計、蹼輪式流量計、葉輪式流量計	何宜霖
66	小水流量校正系統	F02	(2 to 700) L/min	計量: 0.03 %(60 kg $\leq$ 稱重量) · 0.06 %(20 kg $\leq$ 稱重量 < 60 kg) 計率: 0.04 %(60 kg $\leq$ 稱重量) · 0.06 %(20 kg $\leq$ 稱重量 < 60 kg) 計速: 1.0 %	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	葉哲維
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) $^{\circ}\text{C}$	0.05 %	84.12.14	正位式流量計、渦輪式流量計	蔡昆志
68	高黏度油流量校正系統	F04	(60 to 6000) L/min · (37 to 150) cSt / (45 to 15) $^{\circ}\text{C}$	0.05 %	84.12.05	正位式流量計、渦輪式流量計	蔡昆志
69	高壓氣體流量系統	F05	(15 to 18000) $\text{m}^3/\text{h}$	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、	王文彬

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	系統負責人
						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	
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、差壓式流量計、層流式流量計、活塞管式流量計、可變面積式流量計 (2) 標準流量計法：熱質式流量計、差壓式流量計、音速噴嘴、層流式流量計、皂泡式流量計、可變面積式流量計、活塞管式流量計、正位式流量計	林文地
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	林文地
72	低壓氣體流量校正系統 (大鐘形校正器)	F08	(20 to 1000) L/min	0.12 %	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	林文地



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	系統負責人
						管式流量計、可變面積式流量計、正位式流量計	
73	風速校正系統	F10	0.2 m/s to 25 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	陳建源
74	微流量量測系統	F11	0.1 µL/min to 10 mL/min	0.2 % to 2.0 %	95.01.16	微量液體流量計、液體計量幫浦(如注射式幫浦)	蔡昆志
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、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	林文地
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	柯心怡
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	邱正宇
78	動態膨脹法真空量測系統	L02	(1) 5 × 10 <sup>-6</sup> Pa to 0.008 Pa (2) 6 × 10 <sup>-4</sup> 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	邱正宇

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	系統負責人
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	段靜芬
80	公斤質量量測系統	M02	1 kg	0.032 mg	76.04.23	法碼	曹琳
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	段靜芬
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	吳忠霖
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、環式動力計、測力計	吳忠霖
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	陳其潭
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	陳其潭
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	陳其潭
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	陳秋賢
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	吳忠霖
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	吳忠霖
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	陳秋賢
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	吳忠霖

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	系統負責人
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	陳思絮
93	扭矩校正系統	N12	10 N×m to 5 kN×m	1 × 10 <sup>-4</sup> (相對)	106.04.27	扭矩傳感器	陳秋賢
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	廖淑君
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	(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) :	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) 鎘光偵測器	蕭金釵

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	系統負責人
			(8) 800 nm to 1650 nm	(0.0011, 0.0009) · (u, v) : (0.0004, 0.0004) ; 色溫 8 K ; 光譜 1.4 % to 3.8 % (相對) · 依波段不同 (8) 分光響應 1.2 % to 3.2 % (相對) · 依波段不同			
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	83.01.10	(1) 標準色板、濾片 (2) 反射片	劉玟君

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	系統負責人
				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 (4) 輻射功率 6 μW to 100 mW · 波長 300 nm to 9000 nm · 照度絕對響應 70 lx to 10000 lx (5) 光功率 50 μW to 150 mW · 輻射照度 50 μW/cm <sup>2</sup> to 150 mW/cm <sup>2</sup> · 波長 250 nm to 3000 nm	(1) 0.72 %(相對)(燭光絕對標準) ; 0.77 % to 1.2 %(相對) · 依光強度範圍不同 (2) 0.81 % to 1.1 %(相對) · 依照度範圍不同 (3) 照度 0.81 % to 1.1 %(相對) · 依照度範圍不同 ; 色度(x, y) : (0.0012, 0.0007) · (u, v) : (0.0008, 0.0003) ; 色溫 29 K (4) 輻射功率響應 0.30 % to 0.54 %(相對) · 依波段不同 ; 輻射功率 0.28 % to 0.52 %(相對) · 依波段不同 ; 照度絕對響應 0.68 %(相對) (5) 光功率 4.1 %(相對) ; 輻射照度 2.9 % to 6.2 %(相對) · 依波段不同	82.10.31	(1) 光強度標準燈 (2) 照度計 (3) 照度色度計 (4) 光偵測器 (5) 雷射光源	劉玟君
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	莊宜蕓
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	蕭金釵

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	系統負責人
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	劉玟君
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	吳貴能
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	劉力維
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	洪溱川
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	劉力維
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	洪溱川
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 / 低溫紅外輻射溫度計	柯心怡
107	熱電偶溫度計量測系統	T03	0 °C to 961.78 °C(定點)	0.11 °C to 0.20 °C	76.05.01	B. R. S.型熱電偶	葉建志
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、數位式溫度計、熱敏電阻	蔡淑妃

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	系統負責人
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	蔡淑妃
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	林文琪
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) (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	(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 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)	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	林文琪
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	劉家維

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	系統負責人
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) (2) 10 Hz to 10 kHz	(1) 條紋計數法：0.5%(相對)、正弦接近法：0.52 % to 1.9%(相對) (2) 0.20 % to 1.2 %(相對)	83.06.15	(1) 標準加速規 (2) 電荷放大器	崔廣義
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	崔廣義
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	陳俊凱
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) (3) 3.15 Hz to 50 Hz	(1) 1.0 %(相對) (2) 1.9 %(相對) (3) 1.8 % to 2.7 %(相對)	85.06.30	(1) 低頻標準加速規(絕對式) (2) 低頻加速規(比較式) (3) 低頻振動計	王聖涵
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	陳俊凱

製表日:108.12.26

附件十四、國家度量衡標準實驗室標準系統整合評估說明