

數位 SI 在國際發展情況與趨勢

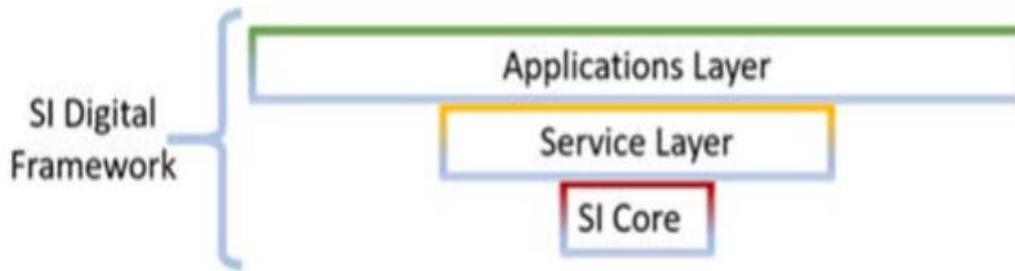
實驗室認證一處/賴勇佐

「度量衡」是科技與社會發展之基礎，具有確保交易公平與促進產業發展等作用，目前在國際間推行的國際單位制(International System of Units，簡稱 SI)，是由國際度量衡局(International Bureau of Weights and Measures，簡稱 BIPM)在 1960 年決定採用並推行，並負責確保 SI 在全球各地的一致化。國際單位制(SI)，將基本單位分有七種，分別是長度(length)、時間(time)、質量(mass)、溫度(thermodynamic temperature)、電流(current)、物量(amount of substance)、光強度(luminous intensity)。

近年來，因應電腦技術的發達，在製造或檢測涉及到的量測活動已越來越廣泛運用自動化流程與資訊系統，但目前對於 SI 以及其他計量學概念(例如：量測不確定度)的數位轉型是不足的，因此需要依賴人工方式來判讀與處理，尤其是在計量追溯以及運用外部量測結果，所使用的電腦系統較無法辨識與處理數據的 SI 相關內容。因此國際計量委員會(International Committee for Weights and Measures，簡稱 CIPM)體認到 SI 數位轉型的必要性，並成立工作小組，期望建立全球一致的數位轉型方式，以支持相關檢測與製造產業鏈，節省時間與人力成本。

國際計量委員會(CIPM)對於數位 SI 的規劃

基於前述的背景，在 2019 年 CIPM 第 108 次會議中決議成立工作小組，目標為依照現行之 SI 手冊，建立全球一致、不會混淆與可信賴的數據轉換架構，使 SI 手冊轉型為機器可讀的形式，此工作目標也需要與相關的利害關係者協調與合作，才能讓 SI 數位轉型可以順利推行。CIPM 工作小組發表了 SI 數位框架，以描述數位轉型的流程，如下圖一，共分為三個層面，先是由 SI 核心開始，進行 SI 手冊的數位化，即 SI 的定義、單位、量、不確定度等，此部分為計量的核心概念，不因為數位 SI 之推行而受到影響，再透過服務層面擴及到各個實驗室所產出的校正/測試數據與報告，使不同實驗室產出的結果可以互相被運用，在應用層則需要發展電腦系統可互相操作與使用的資料格式，尤其是 BIPM 的資料庫。



(圖一 SI 數位轉型的框架，分為三個層面: SI 核心、服務層與應用層)

此外，在此數位轉型中，數據資料的使用需要符合現行主流的公平數據原則(FAIR Principle)，內容包含: 可查找性(Findability)，可訪問性(Accessibility)，互操作性(Interoperability)和可重用性(Reusability)原則的數據，以符合日益增加的數據量、複雜性與處理速度的需求。國際計量委員會(CIPM)工作小組也列出了短/長期目標，使外界更清楚了解 SI 數位化發展方向，條列說明如下：

CIPM 短期目標

1. 建立不同電腦系統都可互相操作的數據格式，並包含數值與 SI 單位。
2. 將重要計量學文件數位化，包含 SI 手冊(SI Brochure)、計量學詞彙(The International Vocabulary of Metrology，簡稱 VIM)以及量測不確定度指引(ISO GUM)。
3. 建立開放性、高品質、可取得之服務與工具，例如: BIPM 的關鍵比對資料庫(Key Comparison Database，簡稱 KCDB))，以及醫學實驗室追溯聯合委員會資料庫(Joint Committee for Traceability in Laboratory Medicine，簡稱 JCTLM)。
4. 發展與採用數位校正證書，以支持數位化系統的計量追溯。

CIPM 長期目標

1. 發展量測程序/流程、分析方法、追溯鏈的數位化呈現方式，使量測流程可完整由機器直接獲取資訊與執行、無須耗費人工。
2. 建立量測關鍵(或其他類型)比對資料之數位化呈現方式。
3. 於網絡實體系統(例如：智慧感測系統、物聯網 (Internet of Things，簡稱 IoT)與其他自動系統)的量測過程，導入數位化框架與建立其計量追溯性。

國際 SI 數位化發展現況

除了國際計量委員會(CIPM)作為 SI 數位化之推行者，其他相關利益團體也開始進行因應的數位轉型，例如國際計量委員會(CIPM)與國際實驗室認證聯盟(ILAC)於 2022 年 6 月 30 日共同舉辦的「CIPM/ILAC Digital Transformation in the

context of Accreditation」，邀請了認證機構、校正報告提供/使用者，以及規範/標準制定組織等不同角色，分享其 SI 數位轉型的推動策略，包括：

1. 因應 SI 數位轉型，實驗室未來對於電腦系統的管理與校正/測試報告的做法，可能也會有所改變。例如，實驗室可能因應 SI 數位轉型，評估是否要發展電子形式報告，未來在報告產出過程，也可能更廣泛運用資訊系統。
2. 因應測量流程更完整的數位化，電腦系統的設計必須更全面(包含調和化與模組化)，標準制定組織(如 ISO)的管理系統標準評估是否將 IT 管理納入考量。意即，標準制定組織(如 ISO)將建立更完善的標準，以規範數據之間的互相交流，其中包含數據格式、電腦資料庫的形式，都須有一定程度的一致性與調和性。

未來展望

國際計量委員會(CIPM)表示，數位 SI 在國際間是重要的趨勢，除了可增加數據產出效率、節省人力，更重要的是不同使用者之間可以直接運用。國際間，已有實驗室逐漸往數位化的方向來蒐集數據並產出報告，但多使用 Excel 或自行開發程式，對於報告使用者還是需要人力去擷取相關內容來使用，並且不同實驗室運用的電腦系統彼此尚未達到可互相操作性，因此對於量測結果使用者後續運用勢必受到限制，對於符合國際 SI 數位化的期望仍有較大的差距。

因此，未來仍然需要透過國際計量委員會(CIPM)主導並與其他單位的持續合作，才可完整落實 SI 數位轉型，本文僅提供參考，並分享國際間對於數位 SI 的規劃方向。