

國立交通大學

高階主管管理碩士學程 (EMBA)

碩士論文

國家度量衡標準實驗室企業化經營之研究

A Study on the Entrepreneurial
Operation of
the National Measurement Laboratory

研究生：林增耀

指導教授：楊千博士/王耀德博士

中華民國 九十五年 六月

國家度量衡標準實驗室企業化經營之研究

**A Study on the Entrepreneurial Operation of
the National Measurement Laboratory**

研究生：林增耀

Student : Tzeng-Yow Lin

指導教授：楊千博士
王耀德博士

Advisor : Dr. Chyan Yang
Dr. Yau-De Wang

國立交通大學
高階主管管理學程碩士班

碩士論文

A Thesis

Submitted to Master Program of Management for Executives

College of Management

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Executive Master

in

Business Administration

June 2006

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十五年六月

國家度量衡標準實驗室企業化經營之研究

學生：林增耀

指導教授：楊 千/王耀德 博士

國立交通大學高階主管管理學程碩士班

摘要

國家度量衡標準實驗室負責建立國家計量基磐，以滿足國家在科學、工業、法定計量之檢測需求，進而達成提高產業競爭力(品質管理、價值提升)，改善人民生活環境(汽機車廢氣測試)，提升醫療健康品質(醫學檢驗)，確保交通(呼氣酒測、測速)與公共安全(鋼筋水泥強度)。國家計量基磐是國家競爭優勢之一重要因素，如同高速公路是一國家經濟建設、社會溝通繁榮之基礎建設。它是國家經濟建設與科技研發之基礎平台，一般均由政府投資經營，然隨者各國政府組織精簡與國營事業民營化趨勢，國家度量衡標準實驗室勢必導入企業化經營精神與管理。

本論文以國家度量衡標準實驗室為主題，探討其對國家整體經濟效益，檢視先進國家標準實驗室面對民營化之經營策略，考量台灣目前整體現況，應用相關管理理論，研擬適合我國國家標準實驗室的企業化經營策略，並討論初步實證成果。綜整結論可分為全球經營趨勢、經營策略芻議與初步實證、經營變革初探三部分。

建立我國完整有效的追溯體系，確保該體系為國際上所承認與相容是國家標準實驗室主要任務。本文探討國家標準業務特有的S曲線，量測價值鏈，並提出計量連結平台與終端使用者導向之標準傳遞觀念。具體策略為深入對終端使用者的全方位服務；提高對各產業量測價值鏈高附加價值部分的比重；擴大對國家重大建設與重點產業的貢獻；發揮計量連結平台的綜效；槓桿運用區域計量網絡；以使用者導向驅動國家度量衡標準技術研發管理流程。

本研究亦蒐集探討先進國家面臨民營化衝擊之經營策略，包含美國NIST、英國NPL、日本NMIJ、德國PTB等國家標準實驗室。

關鍵詞：國家度量衡標準實驗室、量測價值鏈、企業化經營、計量平台、基磐建設、國家競爭優勢

A Study on the Entrepreneurial Operation of the National Measurement Laboratory

Student : Tzeng-Yow Lin

**Advisors : Dr. Chyan Yang
Dr. Yau-De Wang**

**Master Program of Management for Executives
National Chiao-Tung University**

ABSTRACT

The National Measurement Laboratory (CMS-NML) is responsible for the establishment of National Metrology Infrastructure to meet the metrology demands for science, industry and legal applications. In addition, the infrastructure aims to enhance the competitiveness of Taiwan industry, and to improve the Taiwanese life quality in aspects of safety, health and environment. The metrology infrastructure is a key factor to the competitive advantage of nations, same as the importance of highways to economy. The metrology infrastructure is also a platform for high-technology incubation, and is normally operated or contracted by the government. With increasing pressure for budget-cut and privatization for most National Metrology Institutes, NMIs are inevitably requested to operate like a business company, or at least to run with entrepreneurship.

The thesis aims to study the entrepreneurial operation of the National Measurement Laboratory, in review of experience and strategies of some developed-country NMIs, and the application of management models, such as Porter's competitiveness, and platform and ecology system. The study tends to propose some guidelines of strategy, with the investigation into some standards-related projects during the past twenty years since the foundation of the CMS-NML. Further, the proposed strategies are verified by some cases that are related to the key Taiwan industries (such as IC industry, and nano-technology) and primary constructions (such as high-speed train, and urban underground).

The mission of the CMS-NML is to implement a complete and effective

traceability system, and to ensure the interoperability of the system with other countries. With consideration of traceability and interoperability of the infrastructure characteristics, some unique strategies are proposed, such as metrology value chain and special measurement S-curve, metrology platform, total solution service, user-oriented standards dissemination, and leverage of regional metrology networks, including south-eastern mainland China.

In addition, the review of operation strategies from several NMIs is included, such as NIST of USA, NPL of UK, NMIJ of Japan, and PTB of Germany.

Keywords: The National Measurement Laboratory, Metrology value chain, Entrepreneurship, Metrology platform, Infrastructure, Competitive advantage of nations



誌謝

打從考入交大EMBA課程就不斷有人問我，已經有博士頭銜為何還要自費唸這碩士課程。其實在管理領域我就如同在海邊撿貝殼的小孩，面對浩瀚管理學海，愈唸愈覺得自己學識之不足。在入學後第三年，才趕在畢業截止時限，完成這份論文。

感謝EMBA諸位授課老師與同學的授業、解惑與激辯、啟發。尤其在EMBA唸書前兩年，正好本人在職場面臨就業以來最大的挑戰，因為就職公司工研院也正面臨由於台商西移、產業劇烈轉型所帶來各方期盼與壓力。新上任院長與董事長以其強烈企圖心，配合經濟部要求，進行工研院成立三十年來最大改革，組織重整、人員優退、產業導向要求，一波波改革排山倒海而來，而企業化經營精神導入，正是這波改革的重點。授課老師紮實學養與諸位同學豐富產業經驗，讓我得以即時充實管理職能，解決營運與管理上諸多問題。而諸位同學豐沛人脈與熱情援助，讓我在知識服務推廣上得能達成營運目標，並在此波改革中倖存。

邁入中年重作學生，也趁機為人生下半場做定位。游伯龍老師習慣領域的一連串作業，讓我有機會回顧上半場的成果，人生歸零定位再出發。很高興延續在學分班的學習，繼續聆聽王耀德老師在組織行為精闢見解，以及徐作聖老師對科技管理融會貫通。企業法律專題王文杰老師分享他在中國大陸學習法律之燦爛經歷，也驗證本人對大陸人事物的觀察。朱博湧老師與許祿寶老師的策略管理，觸動、針砭、深化我對策略管理的領悟。最後衷心感激所有授課老師與外邀企業家之豐碩知識饗宴分享。

感謝我的長官量測中心主任段家瑞博士，贊助我參加「柏克萊經驗-終身價值」學程，讓我得以與前幾屆學長與新考上學弟，經由共同學習建立友誼與人脈，也得以有機會聆聽楊千老師言簡意賅，充滿智慧珠璣的話語。

論文撰寫過程中，圖形編繪、本文編排調整、資訊彙整均是十分累人的事，感謝我的同事張文成先生、方承彥經理、羅麗玲小姐，由於他們熱心協助，讓我得以集中心思於文稿撰寫，及時完成本論文。另外也謝謝「國家度量衡標準實驗室運作計畫」參與同仁，由於他們卓越貢獻，我方能以他們精彩表現為素材融入本研究。

最後更應感謝我的內人麗娟，因為她的包容與鼓勵，讓我得以無後顧之憂完成這EMBA課程。也謝謝姪女一尹、浥文、一平的「砥礪」，為給他們一個正向榜樣，我終能排除雜務完成這學程最後與最重要的里程。

目 錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
誌謝	iv
目錄	v
表目錄	vii
圖目錄	viii
第一章 緒論	1
1.1 研究背景與動機	1
1.2 研究目的	2
1.3 研究對象與範圍	3
1.3.1 研究對象	3
1.3.2 研究範圍	3
1.4 研究架構與方法	3
第二章 文獻探討	5
2.1 國家競爭優勢	5
2.2 平台策略與生態系統	6
2.3 產業價值鍊與獲利模式	8
2.4 核心專長與競爭力	11
第三章 國家度量衡標準實驗室及其總體經濟效益	12
3.1 國家度量衡標準實驗室的定義與特質	12
3.1.1 國家度量衡標準實驗室(National Metrology Institute)	12
3.1.2 國家度量衡標準實驗室之特性(放大效果)	13
3.2 國家度量衡標準實驗室的總體效益	17
3.2.1 對安全、健康、環境、貿易(S.H.E.T)等方面之貢獻	17
3.3 先進國家標準實驗室因應民營化衝擊之經營策略	22
3.3.1 英國 NPL	23
3.3.2 德國 PTB	26
3.3.3 美國 NIST	26
3.3.4 日本 AIST	27
3.4 我國科技政策與國家度量衡標準實驗室定位	28
第四章 國家度量衡標準實驗室的經營策略	31
4.1 量測標準與基磐技術(Infratechnology)	31
4.1.1 國家競爭優勢的基磐	31

4.1.2 NML 客戶分析	32
4.2 量測 S 曲線與價值鏈	37
4.2.1 NML 之 S 曲線	37
4.2.2 量測價值鏈	39
4.3 計量連結平台	43
4.3.1 計量連結平台效益	45
4.3.2 計量連結平台服務內容	45
4.4 終端使用者導向之標準傳遞	46
4.4.1 前進式標準傳遞	47
4.4.2「衛星實驗室」與區域計量網絡	48
4.4.3 全方位解決方案	49
第五章 國家度量衡標準實驗室與重點產業的關連	51
5.1 標準實驗室與國家重點產業	51
5.2 標準實驗室與奈米產業	51
5.2.1 奈米標章	53
5.3 標準實驗室與生物醫學產業	54
5.3.1 緊急醫療	55
5.3.2 竹北生物醫學園區	58
5.4 以標準為策略引領產業發展	61
5.4.1 國家標準發展策略	63
第六章 結論與建議	65
6.1 結論	65
6.1.1 國家度量衡標準實驗室之全球經營趨勢	65
6.1.2 我國國家標準實驗室的經營策略與初步實證	68
6.1.3 我國國家標準實驗室經營變革初探	69
6.2 後續研究建議	70
參考文獻	72
作者簡歷	74

表目錄

表 1·NML 校正服務產業分佈統計-----	13
表 2·NML FY93 前十大客戶與 1000 大製造業交叉表-----	34
表 3·NML FY89 前十大客戶與 1000 大製造業交叉表-----	34
表 4·NML FY93 前十大客戶 BCG 矩陣-----	35
表 5·NML FY89 前十大客戶 BCG 矩陣-----	35



圖目錄

圖 1·國家計量基磐(國家量測系統)	1
圖 2·論文研究結構示意圖	4
圖 3·菱形理論:決定國家優勢的鑽石體系	5
圖 4·破壞性創新與產品發展	10
圖 5·一級校正服務之槓桿效益	15
圖 6·計量標準傳遞加乘效益	16
圖 7·T 公司現場振動效應測試	17
圖 8·NML 自行研發之耳溫槍校正器	19
圖 9·BIPM 與 NMIs 之關鍵比對及國際分工	30
圖 10·NML 之產品生命週期曲線(S-curve)	31
圖 11·量測價值鏈	40
圖 12·高速鐵路對南科園區振動影響評估	42
圖 13·計量連結平台關聯圖	44
圖 14·國家標準實驗室經營策略示意	46
圖 15·台灣與大陸東南沿海區域計量網絡	49
圖 16·奈米技術及其應用領域	52
圖 17·緊急醫療:救護車端傳送畫面	56
圖 18·緊急醫療:醫院端接收畫面	57
圖 19·生醫產品器材上市流程發展	60
圖 20·標準結合智財(IP)引領產業發展	64

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

因應國際潮流與政府財務現實，國家度量衡標準實驗室面臨加強產業服務與改善財務結構與提高生產力之壓力。國家標準實驗室負責建立國家計量基磐 (National Metrology Infrastructure) 或國家量測系統 (National Measurement System)，參見圖 1，以滿足國家在科學、工業、法定計量之檢測需求，進而達成提高產業競爭力(品質管理、價值提升)，改善人民生活環境(汽機車廢氣測試)，提升醫療健康品質(醫學檢驗)，確保交通(呼氣酒測、測速)與公共安全(鋼筋水泥強度)。

計量基磐屬國家經濟建設與科技研發之基礎平台(Platform)，一般均由政府投資經營，然隨者各國政府組織精簡與國營事業民營化趨勢，國家度量衡標準實驗室勢必導入企業化經營精神(Entrepreneurship)與管理。譬如英國國家物理實驗室(扮演英國國家標準實驗室角色)，轉委託德國西門子集團經營；又如荷蘭計量院(NMi)主攻參考物質銷售，甚至擴及搏奕(Gambling)器具研製。

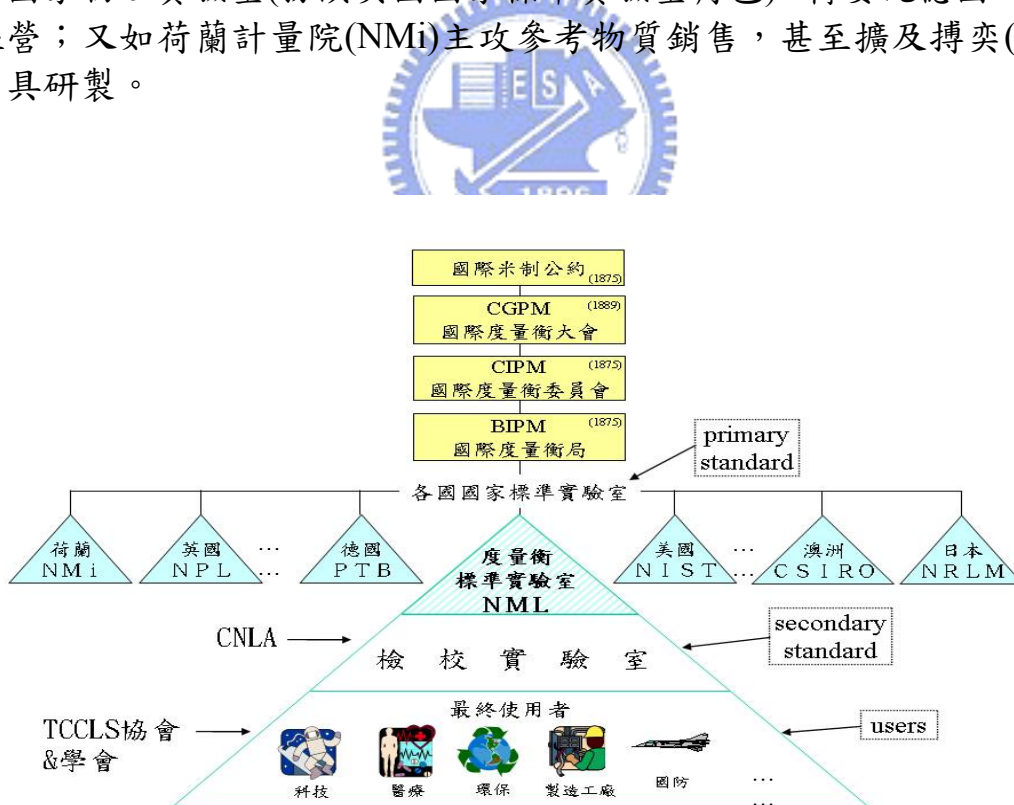


圖 1 · 國家計量基磐(國家量測系統)

我國國家度量衡標準實驗室(National Measurement Laboratory)由經濟部標準檢驗局委託工研院量測技術發展中心(Center for Measurement Standards)代為運轉。「國家度量衡標準實驗室運作計畫」於 1985 正式委託工研院執行，此刻也是台灣經濟起飛，產業正醞釀發生劇變之時。委託經費自 1985 年約 5 億新台幣，歷經起伏變化，減少至 2005 年的 2 億 3 千萬新台幣；參與人員也自 179 人年精簡至 90 人年。相對地國家計量基磐所支持的台灣產業，結構上也發生重大的轉變。1985 年我國製造業以民生、化工業為主(相對比重分為 35%與 30%)，演變至 2002 年則以資訊電子獨大(約 37%)，金屬機械持平(約 24%)，而昔日化工業已降至 15%以下。而資訊電子業之產品具有周期短、種類多、變異快的特性。宏觀來看 1985 年我國產業以工業製造為主(約 48%)，至今則以服務業(70%)占大宗。

面對台灣產業丕變，經費卻日益拮据，國家度量衡標準實驗室很難沿用舊有營運模式，而仍然期望對產業有重大影響與有效支持。如何導入企業化經營精神，提升國家標準實驗室營運能力，增強對台灣產業的服務價值與影響力，此乃本文研究之主要動機。

1.2 研究目的

本論文嘗試以企業化經營角度探討國家度量衡標準實驗室的營運模式，以期強化國家標準實驗室對終端使用者(End-users)的服務，並降低變革中對同仁的衝擊。

1. 利用 Porter 鑽石模型、平台策略、產業價值鏈等管理理論，配合國家計量基磐本質特性，嘗試提出適合國家度量衡標準實驗室的企業化經營策略。
2. 研究國家標準實驗室如何導入企業化經營精神，運用上述企業化經營策略增強對台灣產業的服務與影響力。
3. 參酌歐美日先進國家度量衡標準實驗室經驗，建立適合我國國情之國家標準實驗室經營策略。

1.3 研究對象與範圍

1.3.1 研究對象

本文以「國家度量衡標準實驗室」(以下簡稱「國家標準實驗室」)為研究主體。國家度量衡標準實驗室運作上以經濟部標準檢驗局委託工研院量測中心辦理之「國家度量衡標準實驗室運作計畫」(以下簡稱「標準實驗室運作計畫」)工作業務內容為本體，涵蓋「奈米技術計量標準計畫」及相關標準衍生計畫或業務。以工研院量測中心參與「標準實驗室運作計畫」相關組室同仁為核心，包含業務相關企畫、推廣、公關與支援人員。

1.3.2 研究範圍

本文探討「國家度量衡標準實驗室企業化經營」之可行性，檢視國家標準實驗室任務與本質特性，分析其對國家整體經濟效益，及其對產業影響模式，應用企業化經營精神，加強其對國家重點產業的影響力與貢獻。國家標準實驗室對社會、教育與文化構面的非經濟量化影響與效益，則不在本文研究範圍。



1.4 研究架構與方法

本論文研究架構如下圖 2。本研究先從國家標準實驗室的外部環境，包含國家政策、國際民營化趨勢、標準實驗室任務與特質著手，再由國家競爭優勢(鑽石理論模式)、平台策略、產業價值鍊及核心競爭力為基礎，進一步歸納出我國國家度量衡標準實驗室之經營策略，並將其應用於說明國家標準實驗室與我國國家重點產業之關連。

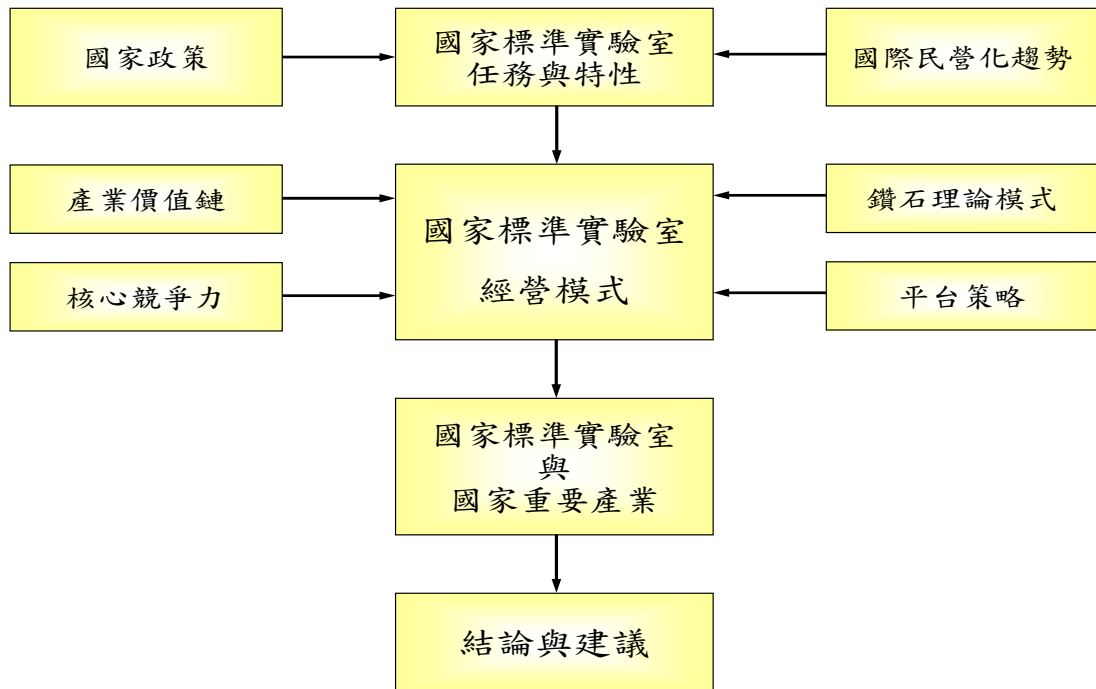


圖2·論文研究結構示意圖



第二章 文獻探討

2.1 國家競爭優勢

波特在「國家競爭優勢」一書中，根據對十個國家、上百產業的歷史研究，歸納出「鑽石體系」理論，以分析國家如何在特定領域建立競爭優勢，並以這理論解釋國家如何在一些產業中發揮其競爭優勢。他應用這理論對比產業成功與失敗的型態，分析產業型態變遷，進而建立一個能解釋國家整體經濟優勢的完整架構。

「國家競爭優勢」並不是指一個國家本身有何競爭優勢，而是意指一個國家何以在某些產業具有競爭優勢。譬如德國在印刷機械、高級汽車和化工產業擁有競爭優勢；瑞士在製藥、巧克力、食品和貿易方面具有競爭優勢。

波特基本上認為，一產業在某一國家內可以產生優勢地位，主因來自下列四個關鍵因素：(1)生產因素，(2)需求條件，(3)相關與支援產業，(4)企業策略、企業結構與同業競爭。由於此四個因素以圖形表示，其狀如鑽石，各因素彼此相互關連，故稱其為「鑽石體系」。另，一國之特定產業發展及其競爭優勢又受「機會」與「政府」兩因素影響。前四個基本因素與後兩個附加因素相互發展配合、刺激提升，形成動態發展的最佳組合。

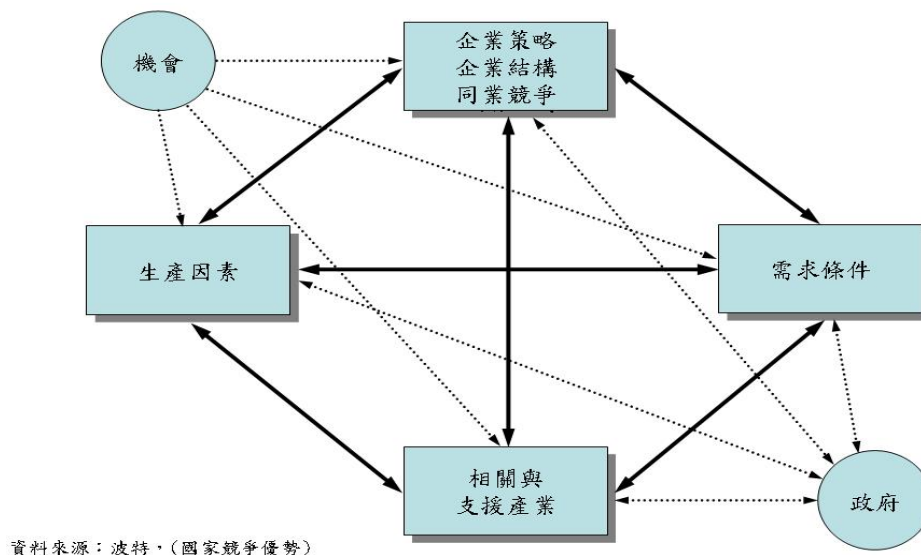


圖3．菱形理論：決定國家優勢的鑽石體系

生產因素包含人力資源、天然資源、知識資源、資本資源及基礎建設。一國生產因素是先天得來、被動繼承，或只需簡單私人或社會投資就能擁有，謂之初級生產因素：如氣候、地理位置、非技術勞工、融資等。另一高級生產因素則指：現代化數位通信基礎建設、高等教育人力。以量子物理(Quantum physics)與半導體技術等現代科技為基礎之國家計量基磐則屬高級生產因素。

初級生產因素任何新興國家很容易取得，如廉價勞工，故其對競爭優勢的影響漸趨式微。高級生產因素必須在人力和資本上大量而持續地投資，而且也不易由國外取得。波特認為當高級生產因素是由母國基地發動並且吻合企業整體發展策略時，其價值相當高。

一個國家想要經由生產因素建立起產業強大又持久的競爭優勢，必須發展高級生產因素和專業型生產因素。專業型生產因素意指在技術型人力、先進基礎建設、專業知識領域、及其他定義更明確且針對單一產業的因素。如德國的光學產業擁有一流光學物理研究員及嫻熟技藝之技術員。精密微型干涉計量顯微鏡組，也唯有東德專業技術大學結合蔡司(Carl Zeiss)光學廠技工才能製造出來，其他國家甚難取代。

一個國家的企業要持續其國際競爭優勢，應主動擺脫當時初級生產因素優勢。而且專業型生產因素是一個持續過程，亦即其專業性會隨時間而衰減或喪失，如電子工程領域即是。知識與技術性人力資源雖是提升競爭優勢兩大條件，卻也是貶值最快的兩個條件。

專業型和高級生產因素通常是創造出來的。一套完整的國家電信系統或養成為數眾多的微生物學家，是靠點滴投資換得的。當全球的生產因素標準普遍提高後，藉生產因素發展競爭優勢不再一蹴可及，有待國家對環境中最不利部分進行最大、最持續的投資。

若要創造對產業有利的生產因素，民間部門絕不能缺席。政府投資生產因素時，往往偏重初級和一般性項目，如基礎科學。基礎科學是創新科技商業化的種子，然除非業界能將相關研究成果轉換應用成產品或服務，否則基礎科學不會導致競爭優勢。

2.2 平台策略與生態系統

Marco Insiti 與 Roy Levien 於 2004 年提出有關生態系統(Strategy as ecology)一文，揉合平台策略與產業聚落概念，對於國家標準實驗室建立國

家計量基磐提升產業競爭力之任務頗有參考價值，茲簡述如下。

沃爾瑪(Wal-Mart)與微軟(Microsoft)的成功應歸諸於他們所營建的生態系統(ecosystem)的成功。生態系統一般涵蓋供應商、經銷商、外包商、產品或服務製造商、技術提供者。本文提供一架構以評估公司所屬生態系統的健康狀況、決定於生態系統中所處位置、發展策略以配合公司所扮演角色。

沃爾瑪與微軟是他們所屬生態系統的台柱(keystone)，創造生態系統其他成員強化績效所需的平台(platform)：服務、工具或技術。譬如沃爾瑪採購系統提供其供應商寶貴即時有關客戶的需求與偏好。微軟提供軟體開發公司工具與技術，以利其開發視窗(Windows)軟體的應用軟體。

評估商業生態系統健康的三大關鍵指標：生產力(投資資本報酬率) Productivity、穩定性(生態系統成員數) Robustness、利基創新(應用分散程度) Niche creation。譬如 1994-2002 軟體業平均資本報酬率為 10%；生技業約 -5%；而網路公司為-40%。軟體業與生技業評估期間每年報酬率變異不大；網路公司的資本報酬率如雲霄飛車變異極大，2000 年近乎崩盤，即網路泡沫之破滅。許多 B2B 網路市集，隨者營收之增加其盈餘卻反向急劇減少，最終導致營運模式崩潰。

一健全生態系統應提供系統成員適當對未來變化預測訊息，以利其遭逢外在衝擊仍可生存，而非像恐龍般消滅。因此最簡單指標為系統成員的生存率。第三點，一健全系統應可支持廣泛的物種成員，亦即各式各樣的創新產品與應用。

一生態系統的台柱或龍頭廠商應該提供系統成員一穩定且可預測的共同資產：如前述沃爾瑪採購系統，及微軟的視窗作業系統。龍頭廠商的規模不見得很大，但其影響力卻十分顯著。微軟的營收與員工數目僅佔整體電腦生態系統 0.05%；然其市場價值卻佔整各系統的 0.4%(軟體供應商的 20%-40%)。

成為龍頭廠商的主要策略有二：創造價值並與系統成員分享價值。龍頭廠商成功的第一準則：創造一個有價值的平台。如台積電與聯電創造一個有形平台，提供電腦晶片設計公司一個有效的晶片製造系統。第二準則：平台的價值(除以創造、維護與分享成本)應隨著使用成員數目增加而快速提昇。

實體獨裁者(physical dominator)遂行垂直或水平整合以直接擁有或管理大部分的網絡系統；相對地龍頭廠商對生態系統成員的影響較為間接。如

大電腦(mainframe)時期 IBM 近乎主宰整個電腦生態系統。相對地，價值獨裁者(value dominator)對生態系統幾無貢獻，而且竭盡所能從生態系統攫取成果。如恩隆公司利用其在能源生態系統的獨特位置，與資訊不對稱優勢攫取暴利。

大部分公司採取利基策略。如 Nvidia 是著名圖形加速器(視訊遊戲與多媒體應用的基礎)處理設計商。他運用兩大著名龍頭公司 TSMC 與 IBM (IP 資料庫與設計工具)。他避免製造、組裝、測試的風險與成本，而專注於產品設計、品質保證、行銷與客戶服務。當然 Nvidia 的績效與他的夥伴 TSMC 與 IBM 的績效息息相關。

生態系統的龍頭廠商與獨裁者僅有一線之隔。兩者皆對生態系統成員有莫大影響與貢獻。最大區別在於前者願意與成員分享成果，且協調各成員合力對該生態做出貢獻。後者則是親力親為，如 IBM 自行生產所有主機產品，並獨享豐碩利潤。雖然文中稱呼微軟為龍頭廠商，其實若非近年來無論美國各州聯合控訴其違反拖拉斯(antitrust)法，及歐盟亦控訴其挾視窗優視壟斷軟體市場，微軟才逐漸釋出原始碼並採取敦親睦鄰措施。筆者以為，現實商場人心不足蛇吞象，唯有先成為獨裁者的氣候，才會逐漸轉為龍頭廠商(共主)，對成員釋出善意分享價值，以求永保長遠利益。

成為龍頭廠商的主要策略之一是開發成員樂於使用的有價值平台，亦即使平台成為產業界標準。欲達此目標，產品上市初期需積極搶佔市場佔有率，有高市占率才有制定規格標準的優勢位置。以 LCD 為例，韓國三星近來採取低價政策意圖逼使台灣廠商退出市場，擴大其佔有率。

另外掌握通路者才有可能成為龍頭廠商。沃爾瑪、戴爾、統一超商、麥當勞等，掌握各領域通路且面對終端消費者，因此可以決定販賣何種產品，因此對供應商有極大談判權。近來 RFID 一例即是由通路端沃爾瑪決定採用，並要求供應商配合。近一期(經濟學人)雜誌還以「How Retailers Are Turning to Tech (RFID)」為題專題報導。其實該技術並非由其發展，但通路商卻是該技術最大推手。真是驗證「搞軟的勝過搞硬的」；「搞通路的贏過搞技術的」。

2.3 產業價值鍊與獲利模式

1980 年代 IBM 位於事業顛峰，掌握 70% 主機市場與 95% 獲利，此時卻決定將作業系統與處理器晶片外包。當然以事後諸葛之名評斷，這是致命的錯誤，此舉導致 Intel 與 Microsoft 的崛起，也是 IBM 步入衰退的開端。

有趣是，IBM 外包作業系統與處理器晶片的決策，卻完全吻合當時流行的正統管理學派主張：一家公司除保留核心能力外，應將所有不具競爭力的功能或業務外包。

Christensen, Raynor and Verlinden (2001)嘗試提出一套理論解釋(在 Skate to where the money will be 乙文)：當某一產業因破壞性創新而致解構崩潰時，原有主導廠商如何洞悉鉅變，即時變更經營模式以獲取最大利潤(如同玩冰上曲棍球，預測冰球下一位置)。

在產品發展進化不同階段，公司需採用不同競爭策略。新產品發展初期，產品功能性(functionality)未能滿足主要客戶需求，此時公司以強調產品性能(product performance)為競爭訴求重點。隨後因技術快速進步改善，主要客戶需求已被滿足，此時公司間競爭重點轉為便利性、客製化、價格、彈性。

電腦產業的解構(Dis-Integration of the Computer Industry)

大型電腦獨領該產業初期風騷，繼而微電腦崛起，而個人電腦的發明更破壞性解構電腦產業。原本壟斷的、互相依賴的整合型價值鏈，丕變為如香腸切片般的水平分工。整個產業被解構成涵蓋設備、材料、零組件、設計、組裝、作業系統、應用軟體、銷售、維護等次領域。各領域均有管領風騷各有擅長的”玩家”，如設備的 Applied Materials；產品設計 IBM、Dell、Gateway；代工組裝的鴻海、Solectron；作業系統 Microsoft。此種因破壞性創新導致的產業解構，除電腦業(IBM)外，亦發生於汽車業(GM)、石油(Standard Oil)、鋼鐵業(US Steel)、與通訊產業(AT&T)。

Christensen 等人提出的產品演化模式與 Perez 的技術演進模型(由 installation 階段至 deployment 階段)精髓上有異曲同工之處。參見附圖 4。

當產品通用模組架構與本質產業標準已經訂定，串接零組件與次系統的介面亦顯重要。有三項關鍵因素必須考慮：specifiability、verifiability、and predictability。亦即零組件或次系統的屬性規格必須明確，這些規格必須可以檢測驗證，次系統間匹配性能必須可以預測。

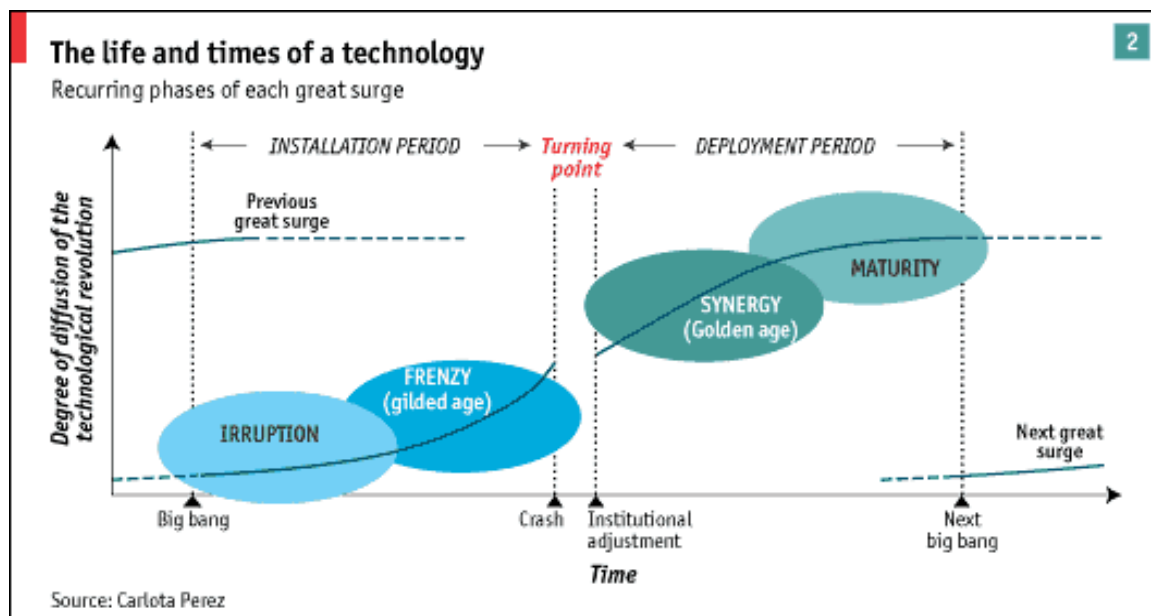


圖 4 · 破壞性創新與產品發展

錢往何處流(Where the Money Goes)一文提出的獲利準則為：掌握產品價值鏈(value chain)的相互依賴關係(interdependent link)者可以攫取(capture)最大利益。在強調產品功能性的演化初期，設計與製造終端產品的整合型廠商，可以獲得最大利益(如大型主機時代的 IBM)。獲利原因有二：壟斷式專利造成的顯而易見的差異化；高固定與變動成本比，促使具量產規模的大型製造商佔盡成本優勢(固定本因量產而攤銷)。當產業因破壞性創新而致解構崩潰時，最大獲利者轉為價值鏈上游的次系統供應商(如 PC 時代的微軟與英特爾)。對 DRAM 晶片而言，真正獲利者並非 Samsung、Micro Technology，而是價值鏈上游的設備供應商，及讀寫頭與磁片製造商。

汽車是另一適用因技術日趨成熟而朝模組解構的產業。性能優異且可靠的汽車常因退流行而滯銷。汽車市場較電腦市場更解構碎裂(fragmented)，以往可以銷售幾百萬台的車種，如今銷售二十萬輛已相當不錯。為降低成本，各大汽車廠早已進行激烈整併，甚至聯合開發新車種或共用零組件。

因應產品演化過程產業價值鏈常有劇烈變化，一家公司想要在多變生態中生存，甚至獲取最大利益，隨時觀察產業生態調整經營策略，才是生存之道。最近大陸聯想集團(Lenovo/年營業額 USD 30 億)以小博大購併 IBM PC 部門(年營業額 USD 90 億)，成為僅次於 Dell 與 HP 之世界第三大公司。大陸公司在政府支持下，嘗試借外資通道打響品牌優勢之企圖心展露無疑，更驗證「變」才是硬道理。

2.4 核心專長與競爭力

Hamel and Prahalad(2004)認為：缺乏核心專長觀點，可能使企業對於愈來愈仰賴供應商的核心產品失去警覺性。一旦由其他市場所發展出來的專長帶來本行的新競爭者，企業或許就會措手不及。他們發覺還有一項常見的缺失，就是不曾把「顧客重視的價值」考慮進去。瞭解專長與顧客利益之間的關係，對分辨真正的核心專長十分重要。另提及建立一致的核心專長重點重要性，要使核心專長關電在企業內紮根，全體管裡人員均需充分瞭解及參與五項重要的專長管理工作：(1)辨別現有的核心專長；(2)擬定核心專長取得計畫；(3)培養核心專長；(4)部署核心專長。

Hamel and Prahalad (1990)率先提出核心能力的重要性，他們認為企業短期的競爭力來自於產品價格與績效的結構，能夠在世界競爭下存活下來的，不論是西方或日本皆是因為專注於產品的標準化，以維持品質和成本，減少持續競爭的障礙，但是缺少了差異化優勢的來源。長期來看，企業競爭力則是因為比競爭對手更有效率，且能快速的建立核心能力。

高階主管的穩定性及策略性方案對於培養新核心專長十分重要，因為要建立世界領導地位的核心專長可能需要五年、十年甚至更久時間。RCA花費比別家公司更多的資金，研究新的錄放影技術，卻從未在市場上推出成功的產品，計畫主持人與部門經理頻頻走馬換將為其最大敗筆。

要在跨事業單位間及新市場上運用核心專長，常必須在公司內部把專長重新加以配置，由甲部門移到乙部門。而部署核心專長需要考量速度與時機。許多公司的核心專長現貨不少，即擁有眾多具真正世界級技能的人力，但專長部署的速度卻是零，即佈置這些人才到新商機的能力闕如。

常用核心競爭力指標有(周信宏，民99)：人才、知識、速度、電子商務、虛擬整合、教育訓練、量身訂做、國際行銷、研發創新、創業家精神、企業流程改造、靈活彈性作業、專業垂直分工、ERP資源整合、ISO國際品保認證、危機問題處理能力、小而美企業組織、企業領導人。

第三章 國家度量衡標準實驗室及其總體經濟效益

3.1 國家度量衡標準實驗室之定義與特質

3.1.1 國家度量衡標準實驗室(National Metrology Institute)

國家度量衡標準實驗室主要功能為建立維持及傳遞國家最高量測標準，滿足業界量測儀器追溯校正需求為目的。目前技術發展方向，朝建立追溯性、量測原級標準、法定計量標準及未來各種新量測技術研究進行，並將各階段陸續完成之量測系統納入標準維持與服務分項運作，以維持更完整的國家量測標準與提供業界更多的校正服務。

其執行項目包含技術擴散、標準維持、技術提昇、品質保證、系統新擴建、前瞻計量技術研發、法定計量規範研擬與實作等工作，為提昇工作效率，彼此人力專長互相支援運用並逐年加強國際事務，以提昇國家度量衡標準實驗室之國際地位，使每一量測系統更能發揮其成效服務業界。其次加入國際組織展現國家度量衡標準實驗室技術實力是近幾年來持續發展之目標，從八十年推動本項任務以來，由於我國外交處境之艱困，能夠推動加入各國際組織進行相關技術合作實屬不易，從最基礎原級系統之研製並透過國際比對到獲得世界各國家認同進而與 40 餘國家簽署國際相互認可協定，顯示出大家同心建立各個國家標準機構(NMI)所維持之國家標準之等同程度，進而相互承認各 NMI 所核發之校正或測試報告，亦即相互承認各 NMI 之量測能力，NML 已將技術公開呈現在各國技術專家眼前，接受評鑑並於 2002 年通過全部 15 個領域之第三者認證，也是 ISO/IEC 17025 公告後，國內外首家以此標準評鑑的實驗室，可說是我國國家度量衡標準與國際標準等同化之具體保證，此舉除了具有指標性的意義之外，更加强了其他全國認證基金會(TAF)各領域二級實驗室採用新標準之信心，對於日後各實驗室在品質系統的轉換上，提供了一個極佳的示範，更容易進軍國際市場，正式邁入全球化的行列。

我國國家度量衡標準實驗室(NML)之標準量測系統維持與服務可分為下列三種類型：

(1) 原級標準(Primary standard)

具有最高計量特性，其量值不必參照相同量的其他標準，而為國際上廣泛承認之計量標準。其功能為基本量或導出量之實現、傳遞及國際比對。

(2) 次級標準(Secondary standard)系統

通過與相同量之原級標準比對而定值之計量標準。其功能為國際比對、自我追溯、及以 CNLA 認證實驗室為主之工業服務。

(3) 工業服務標準系統

各國因產業經濟發展近程及產業特性需求而建立之以產業終端使用者為導向之計量標準。其功能為直接以產業儀具校正及產品測試終端使用者及認證實驗室為對象之工業服務。

而各量測系統依特性可分成 15 個標準領域，即以各領域之標準追溯體系為藍圖，參酌國內校正市場需求、自我追溯體系完整性、量測系統之正常運作與改善、國際標準機構間業務往來如比對、追溯、合作、技術交流等原則規劃達到下列目的：

- (1) 經由國際比對及追溯，維持現有量測系統與國際標準一致，使國內產業界儀器經國家標準實驗室校正服務後，產品品質更具國際競爭性。
- (2) 維持系統正常運作，並協助業界建立各種校正系統，有利於國內工業升級與提高生產力，並節省儀器送往國外追溯之時間與費用。
- (3) 實施量測品保、舉辦實驗室管理、品保等專業技術研討會，提高標準實驗室地位，成為國家計量人才培訓與量測資訊傳播的專責單位。



3.1.2 國家度量衡標準實驗室之特性(放大效果)

國家度量衡標準實驗室服務的產業極為廣泛，以領域別來看，涵蓋的領域含括長度、電量、電磁、質量、力量、壓力、真空、振動、聲量、溫度、溼度、化學...等十五個領域。以產業別來看，則涵蓋面幾可達各行各業，客戶分布的情形如下表 1 所示：

表 1 · NML 校正服務產業分佈統計

產業	廠家數	比例
公用事業	61	4.4%
機械類	104	7.6%
化工類	118	8.6%
電子類	196	14.2%
電機類	94	6.8%
檢驗機構	60	4.4%

產業	廠家數	比例
車船類	16	1.2%
度量衡器類	15	1.1%
食品類	11	0.8%
紡織類	14	1.0%
軍方單位	14	1.0%
校正機構	18	1.3%
學術研究機構	37	2.7%
其它類	618	44.7%
合計	1376	

工研院量測中心接受經濟部標準檢驗局委辦執行「國家度量衡標準實驗室運作計畫」，因性質有別於一般科技專案計畫或技術服務計畫，對產業之貢獻無法以通用性的指標表達，故應改以對產業貢獻度來衡量。就整體而言，通常全年國家花費在品質上的成本，相當於其當年全國生產毛額之 3~6%（工業國家之 data），在此方面我國是剛起步國家，所以取最大值 6%，因此一年花費之品質成本為 3,600 億元（保守估計製造業一年之產值約 6 兆），若 NML 之存在，可省其中 1%，則相當於 36 億元，每年 NML 由標準檢驗局投資約 3 億元，所以有 12 倍的貢獻。

若更進一步以一級校正所延伸出之擴散乘數效益(如下圖所示)來計算。以 NML 對十大新興產業儀器校正需求的調查為例，平均擴散乘數大約為 100 左右，亦即本計畫每執行一件一級的校正服務，平均可對最終使用者擴散達 100 件以上，若是以每年四千件計算，其擴散乘數效益高達四十萬件，以每件校正費用新台幣七千元計，每年的產值約達新台幣二十八億元以上。如果再把執行本計畫所延伸出來的二級實驗室輔導案包括進來的話，則其效益將更甚於此。

Amplification Factor of Effectiveness in Calibration

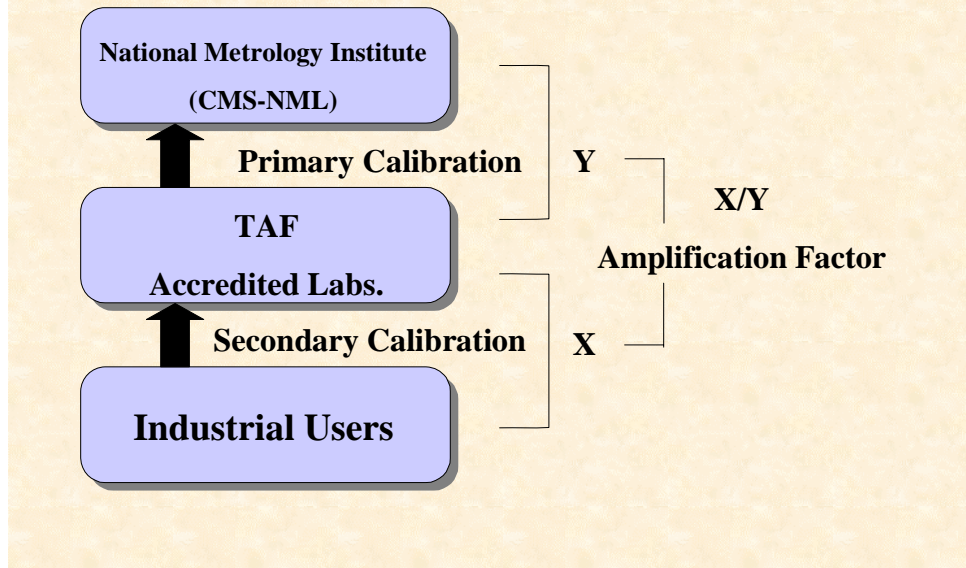


圖 5 · 一級校正服務之槓桿效益

若再以認可實驗室對業界進行之檢測及校正服務件數衍生效果來看，NML 自民國 87 年完成對二級實驗室之服務件數為 4,379 件，透過認可之二級實驗室對業界服務件數為 708,457 件，故衍生之加乘效果為 1:161，截至 93 年已達到 1:712，詳細數據如下圖 6 所示：

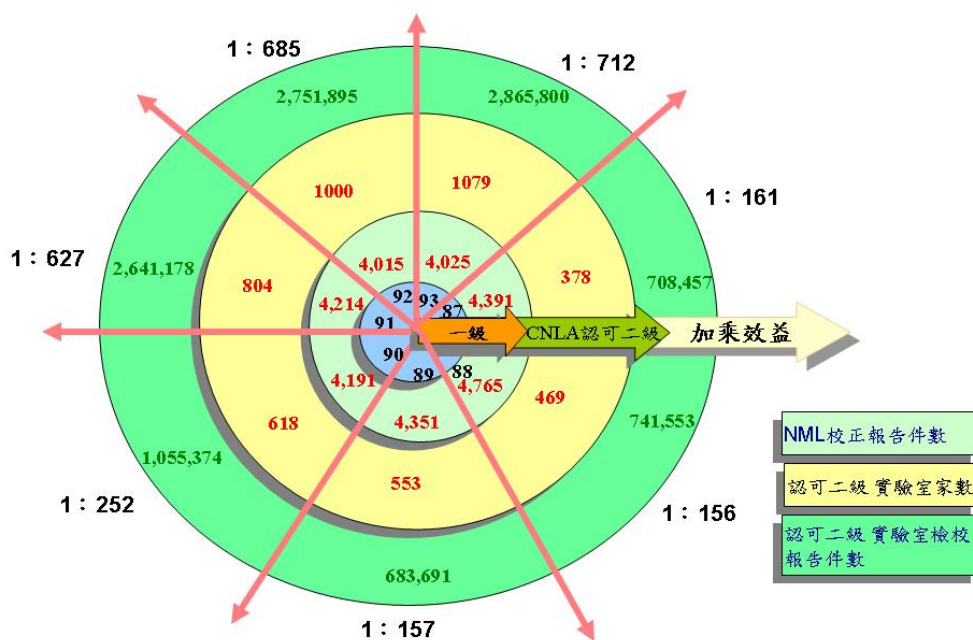


圖 6· 計量標準傳遞加乘效益

其次再以不同角度分析國家度量衡標準實驗室之放大效果如下說明：

(1) 降低美國 FQA 對台灣螺絲扣件產業外銷之衝擊

MRA 之經濟效益可從降低美國 FQA 對台灣螺絲扣件產業外銷之衝擊中表現:美國於 1990 年通過「螺絲扣件品質法案」要求輸往美國市場之螺絲扣件檢查、測試、驗證應符合追溯至「美國國家標準與技術研究院」(NIST) 與認證體系。當時我國螺絲產業輸出產值年約 400 億，註冊廠商約 1000 餘家，對產業衝擊非常大。1993 年美國 FQA 專員至台灣訪問，得知 NML 標準經由國際比對充分證明與美國 NIST 相容，加上國際 MRA 的推動，目前已縮小強制適用範圍，並刪除需美 NIST 認證測試實驗室的規定。

(2) 模擬實現高鐵通過南科時之低頻振動量

高速鐵路將通過南部科學園區，其列車引起的低頻 (≤ 12.5 Hz) 振動，對半導體精密製程設備將會產生影響，但影響的程度如何無人知道，故若能產生和高鐵引起之一樣位準的振動，將可驗證其設備所宣稱之規格。於是由國家度量衡標準實驗室設計及製造水平共振低頻激振器，以達到低頻激振的需求。協助 IC 代工龍頭 T 公司完成高鐵振動影響評估，並決定立即復工興建另一 12 吋晶圓廠，南科投資計畫繼續進行，而且正確掌握各種微振動模式與積體電路生產的相關因素，發展出因應這些不同振動模式的設

備及廠房設施規範，對於未來日益精密的積體電路生產及更新廠房的規劃與興建，都將有非常正面的幫助。

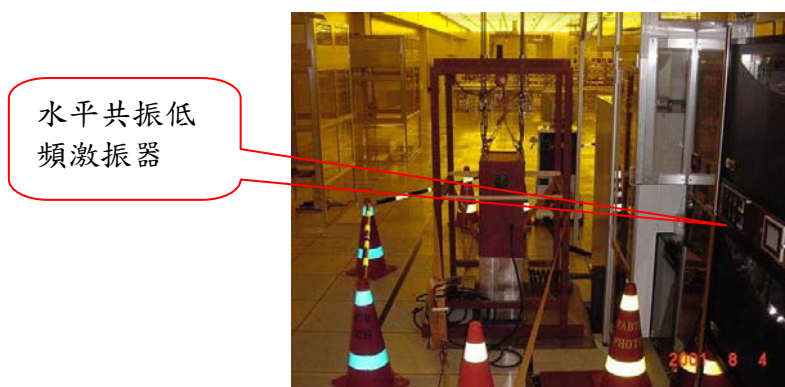


圖 7 · T 公司現場振動效應測試

(3)建置國家重力基準站，作為科技防災重要依據

量測標準與技術對於科學發展之貢獻由來已久，遠從法國大革命時期對地球經度的實測以定義長度公制單位—公尺。NML 的長度量測團隊，2003 年起參與國家重力控制系統建置工作，進行量測能力穩定度評估及台灣離島地區絕對重力測定研究。

自 93 年 12 月 25 日至 12 月 27 日止，於蘭嶼氣象站進行絕對重力量測，根據資料顯示，當印尼蘇門達臘西北外海海域於台灣時間上午 8 時 58 分 53 秒發生規模九地震時，分析蘭嶼氣象站的絕對重力量測數據，與台灣時間上午 9 時 6 分 10 秒之量測數據有非常明顯的異常，所有數據上下震盪明顯，期間持續 5 小時的重力擾動現象，顯示利用重力 g 值監測環境變化是有效方法之一。

超導重力儀為一個整合性的感應裝置，用來量測周圍環境質量再分佈所引起的重力變異，可輔助進行環境評估研究，包括如地質構造變動及地震前徵兆等推測，作為科技防災重要依據。

3.2 國家度量衡標準實驗室之總體效益

3.2.1 NML 對安全、健康、環境、貿易(S.H.E.T)等方面之貢獻

(1)建立量測基磐

NML 已發展 15 個量測領域，106 套國家量測標準系統，提供科學計量、

工業計量、法定計量各領域之一級儀器校正服務，滿足貿易、安全、環保、醫療保健之檢測追溯需求，並於 1995 年 6 月成為全國第一家獲得 ISO 9001 國際品質系統驗證之校正實驗室，全世界也是唯一獲得 ISO 9000 驗證之國家實驗室。平均每年完成約 4,000 件儀器校正，委託廠次在一千五百餘家，滿足傳統產業所需標準達 93%，除節省大量送往國外校正成本外，亦縮短 2 個多月之送校時間，更減少儀器送校時對本身所造成之干擾。對國家經濟發展之直接與間接貢獻約佔 GDP 3%。

為健全標準追溯體系，協助建立「中華民國實驗室認證體系」傳播推廣量測標準至台灣產業。另制訂校測標準作業程序，參與關鍵實驗室評鑑，舉辦各種能力試驗，以調和國內產業之檢測差異，再經由國際比對確認與國際主要國家計量標準之等同性，以降低貿易技術障礙。

(2)降低外銷衝擊

NML 積極尋求國家量測標準之國際承認。歷經十餘年努力於 2002 年 6 月正式加入國際度量衡大會 (CGPM) 之仲會員，共同簽署相互認可協議(目前簽署國家共計 68 國)，各國相互承認各國家計量院所核發之校正或測試報告。這是我國因應全球性貿易協定，另一重大經濟外交突破。

航空產業被美國 FAA 要求維修零組件檢測需追溯至美國 FAA 認可之實驗室，近日美 NIST 已正式行文 FAA，要求修改相關法規以尊重 NIST 所簽訂之 CIPM-MRA 相互認可協議，承認簽署國所發校正報告之國際公信力。我國簽署 MRA 的經濟效益在航空產業又獲一具體貢獻。

(3)發展影像顯示

影像顯示產業為國家發展兩兆雙星產業的重點之一，預估產值到 2006 年可達 1.37 兆元。然而，優良的影像顯示產品，必須要有優良的檢測設備來確保其優良的品質，影像顯示技術正朝著平面、大畫面、高畫質、低耗電、廣視角、高速應答、資訊量大等方面發展，相對應的製作技術也就越來越精細、複雜，所需要檢測的項目也就越多。配合量產需求，檢測的速度最好能即時、線上、全自動檢測，因此檢測技術發展的腳步必須跟得上來，才不至於影響產業的發展，所以發展相關檢測設備技術及相關標準之制定相當重要。

未來國家實驗室需結合政府、業界與學界的力量以建置國內 TFT LCD 的相關標準，來扶植我國影像顯示產業的發展，並協助國內業者與國際接軌，以業者豐厚的技術實力與生產能力直接參與國際標準制定工作。

(4)提昇醫療品質

NML 在改善偏遠地區醫療品質方面，協助開發 e 化救護車，以解決偏遠地區幅員廣闊，難以掌握就醫黃金時間之困擾，結合量測標準、通訊網路、電信服務、資訊應用以及緊急救難等技術，建構具遠距醫療指導及指揮協調功能之 e 化救護車服務系統，優點有：1.於移動中傳輸生理及影音信號；2.藉由生理及影音信號之傳輸，進行遠距醫療指導；3.領先運用 3G 通訊技術於緊急醫療救護。

其次在醫療數據確保方面，2003 年亞洲遭到 SARS 肆虐期間，NML 在短短一個月內完成耳溫槍校正器之開發，並複製 8 套至台灣、金門、馬祖各地進行體溫檢測，做好 SARS 檢測第一道關卡，NML 為迅速建立及確認本校正器之溫度準確性隨即與日本國家實驗室(NMIJ)黑體爐進行溫度比對，比對結果不確定度範圍在 0.01 °C 內，成果相當良好並獲邀在 NCSL 國際會議上進行發表，深獲國際人士讚揚。NML 確實亦掌握了影響國人權益 38°C 數據之正確性。



圖 8 · NML 自行研發之耳溫槍校正器

(5)保障人民權益

量測標準與技術對人民生命安全(Safety)、醫療保健(Health)、及環保污染防治(Environment)可以有莫大貢獻。為因應法定計量器製造能力之提升，擺脫對國外依賴，就施檢規範進行制定。由於國外有國際法制計量組織，相關產品可承認歐洲國家所認證通過之度量衡器，台灣廠商只能生產各國尚未列管產品，方可輸入美、歐、日等國。換言之，業者只能向國外機構取得證書，造成營運成本高，競爭力弱，此時推動法定計量器規範制定與修正，有助於國內業者避免受非關稅貿易障礙影響。參與研擬完成之規範有電子血壓計、雷達測速儀、呼氣酒精分析儀、氣量計、噪音計、照度計、車輛廢氣排放分析儀、穀物水份計、移動式地秤、靜態式地秤、及非自動衡器等以落實公權力執行。之後只要國內製造商上市販賣或進口國外商品

均需經本法規監督，以確保人民權益。

2005 年起更擴大法定規範制訂至醫療保健與奈米科技領域。如醫療器材滅菌、細胞組織程規範，以及奈米粉體驗證與安全規範等等。

(6) 建構防災依據

量測標準與技術對於科學發展之貢獻由來已久，遠從法國大革命時期對地球經度的實測以定義長度公制單位—公尺。NML2003 年起參與國家重力控制系統建置工作，進行量測能力穩定度評估及台灣離島地區絕對重力測定研究。2004 年 12 月於蘭嶼氣象站進行絕對重力量測，當印尼西北海域發生規模九地震時，與蘭嶼氣象站的絕對重力量測數據有明顯異常，期間持續 5 小時的重力擾動現象，顯示利用重力 g 值監測環境變化是有效方法之一。

重力儀為一個整合性的感應裝置，用來量測周圍環境質量再分佈所引起的重力變異，可輔助進行環境評估研究，包括如地質構造變動及地震前徵兆等推測，作為科技防災重要依據。

(7) 提升產業競爭

NML 每年直接提供國內產業約一億餘元之量測知識服務與衍生加值。以國內半導體代工產業為例，一座 12 吋 IC 晶圓廠設立動輒以千億元計。當半導體廠憂心高速鐵路通過南部科學園區，衍生振動是否對先進 IC 製程品質造成影響時，國家實驗室研製一特別實驗模擬裝置解決廠商困擾，以利其做重大投資決策，也彰顯「量測致品質」之真諦。

近年來積極提倡品質提昇及品質認證制度，NML 乃將多年建立品質制度之經驗，奉獻給產業界，期間輔導數十家廠商，成立二級校正實驗室。使這些二級實驗室提供產業界具品質保證的校正服務，其服務層面包括機械製造、電子、半導體、汽車製造、土木建築、公共工程等，除加速健全國家檢校體系外，也為廠商提高了總計每年約億元新台幣之產值，間接為國家節省十億元以上之國外追溯外匯。

(8) 研發前瞻技術

美國評估未來 10~15 年間奈米產品每年產值將達一兆美金，行政院第二十一次科技會議結論，未來五年內，將投入約 230 億台幣研發奈米科技。

奈米技術的蓬勃發展，終將引發對各種微小物體尺寸量測準確度的疑慮，各先進國家標準實驗室，相繼投入奈米量測與計量標準的研究。NML 過去已投入奈米長度標準研發，累積部分能量，然奈米技術的發展中所需

量測參數質量、電、磁、光、溫度等物理量亦是研發之重要計量標準。

面對國內積極進行奈米電子、奈米材料、奈米生技、奈米機械等研發，NML 於此技術革命時期，已投入奈米量測方法，如儀器校正、標準樣品、不確定度分析、資料處理方法...等計量標準研發，以支援我國奈米技術在量測標準與追溯之所需。奈米技術產業化的腳步已逐漸加快，支撐產業革命性發展的量測基礎建設亦應同步進行，以滿足研發過程中定量分析的需求，惟有堅強量測技術支持的研究，才能保證研發品質，茁壯成為真正產業。

飛秒鎖模雷射頻率計量研究

建立飛秒技術讓 NML 長度標準和光通訊頻率標準得以自我追溯至國家時頻標準，不需透過國際比對獲得穩頻雷射頻率，不僅提供光頻追溯，更提供了許多新技術的發展契機。現階段 NML 已建立飛秒光梳測頻的技術，取代傳統複雜光頻量測方法，所研發的鈦藍寶石飛秒雷射光梳系統可以涵蓋 500~1,200 nm，建立之飛秒光纖雷射光梳系統，可產生 1,490~1,620 nm 的光梳，使得這些部份的光頻率可以直接和微波頻率連結起來。

頻率為現階段科技可量測最準的物理量，高精準度的頻率標準不但是實現 SI 單位的基礎，同時是許多基礎科學研究的基本要件，準確的銨原子鐘為二十世紀的科學計量帶來了重大突破，許多基礎科學透過準確的頻率得以驗證，以光頻率為標準的光鐘，也可以期待為這一世紀的科學帶來新的貢獻。飛秒研究可以讓我們國家光頻標準與國際同步，奠定國際標準先趨之地位。

(9) 培育計量人才

NML 以公開招生方式或因應特定廠商之個別需求透過技術研討會及在職訓練提供各種專門技術如量測品保、實驗室管理、品保等專業培訓，成為國家計量人才養成與量測資訊傳播的專責單位。期間協助超過 20,000 人完成教育訓練，包括泰國、多明尼加、巴拉圭、新加坡等計量人員，並不定時邀請國內業界參與討論現有各種量測技術或特定主題之關鍵技術，以達技術擴散之目的。

NML 每 2 月發行 1 期「量測資訊」以滿足工業界對量測專業技術與新知之需求，並以電話或面洽等方式，提供客戶有關標準、量測技術、校正技術等諮詢服務以擴散研發成果及量測技術。

(10) 展望—經濟公共工程

公平交易昭信於民，世界貿易談判日趨重要，經濟發展亦是我國生存之重要動脈，為順利科技島茁壯成長，島內必須預作公共工程規劃，其中計量技術水準是國家公共工程品質指標要項，我國與世界上奈米科技、現代光學、生命科學、信息科技及公共服務(電子簽章、銀行簿記、法定計量)應同步發展方能帶動國家經濟快速成長，此時國家度量衡標準實驗室將可扮演重要角色。

3.3 先進國家標準實驗室因應民營化衝擊之經營策略

以先進國家營運型態分析(林月珠，民 93):

若以 NMI 的營運型態，約可分成四種，即完全政府經營者，NIST、PTB (美國和德國均屬聯邦制，故須由政府來建置，以維持公平、公正的立場) 和 KRISS 屬之；NPL 則屬於公辦民營；NMIJ 則屬於獨立行政法人；而 NML 則公辦非營利財團法人營運。其實各國 NMI 採行的營運型態除了跟各國的經濟實力有關外，跟各國的民族性亦有強烈的關聯性。整體而言可分成東方與西方兩大領域，西方則由美國 NIST 與德國 PTB 領軍抗衡；而東方則以日本 NMIJ 與韓國 KRISS 相較勁。

美國挾其世界超強且首富的優勢，力保世界 NMI 霸主地位，當然由國家經營，用國家資源來提昇其產業之全球競爭力。而德國是第二次世界大戰的戰敗國，所以受到相當多的限制，不准發展相當多的技術，怕其東山再起，禍害世界，但因其日耳曼民族的優越性，一直想要與美國在世界上爭霸，所以 PTB 與 NIST 一樣，均為國家經營；奈何因為經濟實力不如人，雖然西德亦有其強盛的一面，但因德國的合併，受了東德的拖累，故 PTB 最近 10 年來，不但經費沒什麼成長，員額卻每年減少 1.5%。最近則因歐盟的成立，希望借助歐盟的廣大市場需求，而與美國相抗衡，故在 NMI 部分，EUROMET 於 2002 成立了 MERA(the European Research Area in Metrology) project，其目的在共享 European 的 NMIs 資源，提供未來新發生和急需的計量需求之合作架構，其策略在強調共同研發和改善重要設備投資的規畫（即不重複投資在相同的主要設備），即成立 Virtual Lab；但此理想可能困難重重，因為歐盟各經濟體，經濟實力不一，較難有齊一步伐。例如力的校正屬於義大利負責，但限於人力、能力和經費，各國送去追溯時，時程和技術均不滿意，故難度很高。

韓國 KRISS 是政府機構，但民族性強悍，除了從資源面的分析，即可知其投入資源相當可觀，另從人力資源面來看，也有 48% 的博士員工，所以才敢以“在 21 世紀時，成為全球國家計量院的前七大”當遠景，由此亦可

看出其爭霸亞洲的企圖心。但亞洲亦不可忽視中國計量科學研究院的存在。

日本在 80 年代是世界經濟強國，但產業界對量測之追溯，在經濟一片大好時，錢對他們而言並不重要，在量測追溯則要追溯到最好的量測系統，所以那時候又值 NPL GOCO 化，Serco 又很會行銷，故日本計量的校正業務被 NPL 搶走相當多的生意，而日本政府亦因此投入較少的經費；無奈 90 年代日本經濟泡沫化，產業界開始精打細算，NMIJ 才因此轉型成功，再度受到業界的青睞；而前述資源面的分析，NMIJ 的排名落後，可能亦受到此方面的影響。日本 NMIJ 自政府機構改成獨立行政法人後，除了增加運作的彈性與效率外，且目標明確，即研究計劃著重在提昇標準系統之精準，降低不確定度，維持國際極高水平計量標準，校正業務則非其實驗室主要業務，而經費亦因有 AIST big pool 的調節，故裕度大增。

往昔，英國是經濟強權，是日不落帝國，然因經濟榮景不再，故開 NMI 民營化先驅，所以 NPL 是 GOCO 化的鼻祖，一切以利潤為導向，有專人寫計劃書，故管總費用增加，並將科學家變成經理人。雖然總體來看，沒有私有化，就沒有 NPL 新的實驗室，表面來看 GOCO 是成功的。但不同的政策，就會有不同的執行者，現在 NPL 整個文化已經質變。所以長期而言，除了設備因折舊關係，最後所有的設備將均屬於 Serco（可能養虎為患，遺害未來），且計量科學的技術水準應會有所影響。NPL GOCO 化的影響，將視個人解讀的角度而定，至少至目前為止，全球尚沒有任何 NMI 跟進，而 20040701 澳洲的 CSIRO/NML 甚至走回頭路，變成政府機構的 NMI【但聽其研究人員說，此種改變，除了經費使用沒有彈性外，另須負擔米制公約的年費、APMP 的年費和使用 e-journal（原來在 CSIRO 可以自由運用，現在則須另付費用）...等所需的費用，故經費拮据。

我國的 NML，則是標準檢驗局將 NML 視為一個計劃，委託工業技術研究院來執行，工業技術研究院是非營利的財團法人，而工研院的存在是當產業界的前瞻研究功能，標準計畫在工研院執行，雖可以更貼近產業的發展，掌握科技的脈動；但 NML 的執行單位量測技術發展中心，則面臨多樣 performance 的要求，少數的人力，必須切割以適應不同屬性計畫的要求。接下來就各國經營方式進行詳細說明。

3.3.1 英國 NPL

英國國家物理研究院（National Physical Laboratory, NPL）原為英國貿易暨工業部（Dept. of Trade and Industry, DTI）下設之執行單位，1995 年由英國政府的服務機構民營化政策，目的是要提高效率，便於對民間集資，

以更新設備、資產。而以前屬於公務員的 NPL 科學家，專心做研究，不管研究的經濟效益；而 Serco Group plc 是一間世界規模的私人管理公司，專門代管政府委託項目的管理，如機場營運、大型港口、發電廠... 等等的管理。故將其經營管理交給了 Serco Group plc。NPL 員工自 1995.10.1 起由原公務人員轉移為該管理公司之員工，但實驗室的土地建築及儀器等資產仍屬於 DTI 所有，成為所謂的 GOCO (Government Owned, Contractor Operated)。管理公司與 DTI 已簽下 5 年合約 (1995~2000 年)，這種經營管理方式使得 NPL 在管理上有較大的自由度，同時也更受到鼓勵去接受私人機構的研究合作契約，此外、在校正及測試領域也讓實驗室有權拒絕接受任何不公平的獨佔特權或違背國家標準實驗室既定的工作宗旨 (更佳的規劃和自定策略的能力)。NPL 受 DTI 授權代表英國參加國際度量衡會議及締結相互認可協議。今年 (2004) 四月一日，英國 DTI 又以 5 億英鎊的代價，委託 Serco Group plc 經營 NPL 10 年。

英國 NPL GOCO 化的改革變遷

- (1) 高級管理人力和後勤支援體系均由 Serco 派駐支援，並花二年時間建構 e 化管理系統，凡事均以電腦管控，曾因新機制適應不良，管控不佳，造成當年三個月不准出差和購置任何東西的事情。
- (2) 募資建構新的現代化第一流實驗室，由政府保證租用 25 年 (投資者長期獲利超過 10%)；原訂 3 年完成，但因國家計量實驗室的建構複雜，故延遲至 6-7 年，目前尚有 1/2 未完成搬遷。且將原有的院區內 200 多棟房屋拆除，有的恢復綠地或停車場，整個環境煥然一新，頗受好評。
- (3) 新的現代化實驗室採用無紙化政策，將現有的技術文件分門別類並加以編碼，儲存於技術文件倉庫 (自動倉儲)，研究人員有需求時，再從電腦申訂，透過一套 messenger system 送達，除了不方便外，有時會搞混編碼，故影響到研發效率；另亦有校正儀錶倉庫 (此可能有資源共享的意涵)；將 NMI 的實驗室變成一個工廠型的實驗室，隨時參觀，均展現乾乾淨淨的，即後期資源管理現代化和集中化的結果，形成一支約 100 人的實驗室管理團隊，其中包括員工食膳及圖書館等。→不過此點值得省思，NMI 的實驗室，不是為參觀而存在。
- (4) 將科學家變成經理人，不適者紛出走，以前 NPL 是由科學家主導，而現在則是經理人權利最大。經理人利用電腦嚴格管控，以達到年度目標，NPL 是以 10 個大的專題項目運轉，每個專題項目運作 3 年，故每年約提 3-4 個專題項目的 proposal，若 project 確定則由資訊系統分配資源，也由電腦系統找尋執行的人員，則這些人員未來

3 年要做的工作，均被劃分的非常清楚，若執行碰到困難，則很難變更，故靈活性較小；而經理人則每天看電腦管控系統，嚴格控管進度，有時好像機器代替技術本身，是否走火入魔，大家均不敢說，因為 Serco 剛簽下 10 年合約。所以現在是經理人員凌駕所有技術人員之上。

- (5) NPL 以前是以技術（參數）來劃分研究領域，現則以任務編組來組成團隊，變成扁平化組織，有任務時，才來認命 project leader，故 project leader 較沒權威；也無人做長期規劃，若要做長期規劃，則臨時編組，但因 leader 沒有長期浸淫相關領域知識，累積厚實的實力，亦較沒有威望。故中長期偏理論基礎的研究不受青睞，感覺 NPL 的技術水平跟以前有落差。
- (6) Serco 很會做行銷公關，以前 NPL 僅對英國服務，現則對全世界服務，分派多組人馬，到世界各國行銷，日本經濟繁榮時，NPL 搶走很多計量追溯工作，把 NMIJ 害得很慘，因那時日本廠商有錢，所以將計量追溯至最好的標準，近年 NMIJ 有點復甦，因為經濟不景氣，廠商就會精打細算，計量追溯至國內，而因廠商有需求，所以政府肯將錢投入 NMIJ。
- (7) Serco 為私人公司，所以亦對員工有所獎勵，每年均會辦晚餐會（Summer Ball），席開上百桌，酬庸員工，歡迎員工攜家帶眷和女朋友，完全免費參加，約 500 人左右。
- (8) NPL 過去不重視專利，現在則知道專利的重要，所以鼓勵員工佈局專利，故此部份沒有相關的統計資料。
- (9) NPL 員工以前屬於政府工會，但現在改為產業工會，跟其他產業工會比，則條件、環境等均較優渥，而無法抗爭；且 NPL 的工作環境、設備亦較一般產業為優，所以新僱用的員工也很滿意，故在就業市場上佔有優勢。
- (10) NPL 的計畫研提機制，約前 1 年組成規劃團隊，訪談並收集業界需求，同時開放給內部技術人員研提規劃，先透過內部協商修改，再向 DTI 提出規劃書，DTI 則召集產學界的委員會評審，有些就直接通過，由 NPL 執行；委員會若認為其他團隊較有能力，則公開招標；例如移動通訊技術計畫，雖由 NPL 提規劃書，但最後沒有拿到計畫。
- (11) NPL 因民營化，所以沒有對外展示相關的經費、專利、論文、校正數...等資料。
- (12) NPL 完全是營利導向，設有專人寫計畫書，故管總費用增加。

3.3.2 德國 PTB

德國因受了東德的拖累，故最近 10 年來，經費沒什麼成長，故在人員和預算上進行如下策略：

- (1) 每年減少 1.5% 員額危及 PTB 符合其使命的能力，建議保留這些員額投入新的領域。
- (2) 建議總預算用來改善效率，必須包含基本用人的彈性特色，固定不變的職業錐體限制了使命的實現。
- (3) 每年 1.3 億歐元的預算剛好可實現其現有的使命，但並不能滿足其進入高策略的重要性領域和現有領域的寬度和深度。
- (4) 為了維持好的科技能力，對每個人可用的持平的科技投資預算要增加且穩定。
- (5) 預算的 60% 做研發是恰當的 (appropriate)，因為達成 PTB 的使命需要高的科技能力。
- (6) 專利和技轉的收入必須留在 PTB 當作額外的核心基金，對於研發合作 PTB 應該有較多的自主性 (autonomy) 和被允許保留相關的收入。



3.3.3 美國 NIST

美國的 NIST 於 1901 年由國會立法成立，屬於政府機構，叫做國家標準局，(National Bureau of Standards, NBS)，於 1988 年變成國家標準與技術研究院 (National Institute of Standards and Technology, NIST)，所以美國 NIST，是先有計量標準，再有工業技術研發。NIST 是美國商務部的技術管理，是非正式的聯邦代理人。

NIST 執行下列四大計劃

- (1) NIST 的實驗室計劃：目的為提供產業界計量和標準技術，很多實驗室均為科學和工程實驗室，故其每一個實驗室均類似我國工研院的一個研究所。
- (2) 國家品質獎計畫 (Baldrige National Quality Program, BNQP)：主辦國家品質獎，以促進和認可優越的機構經營成效。
- (3) 技術擴散與業界合作 (Manufacturing Extension Partnership, MEP)：針對中小企業(員工小於 500 人者)，提供技術和商業方面的協助，結合位於美國的 400 個依法成立的服務中心和 2000 個製造專家，僅是承辦業務的辦公室，類似我國的工業局、貿易局和中小企業處等的角色。

- (4) 前瞻技術計畫 (Advanced Technology Program, ATP)：類似我國經濟部技術處的角色，針對前瞻技術研發的業務辦理。

3.3.4 日本 AIST

因為日本政府體認到國立的研究所，在組織、人事和財政等方面，受到相當多的限制，缺乏運作的彈性、業務的機能效率不佳，且研究成果的推廣、反應沒有一定的評估基準，另 NMI (National Metrology Institute) 由三個機構 (NRLM、ETL 和 NIMC) 代表，在國際上身分不明確，在國內則無法產生綜效，故趁國家機關的行政改革契機，於 2001 年 4 月，將原屬通商產業省的工業技術院，改成為獨立行政法人，叫做產業技術總合研究所 (The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, AIST)。同時整合原屬工業技術院的計量研究所 (National Research Laboratory of Metrology, NRLM。1903 年設立，負責長度、溫度和質量等標準)、電子技術總合研究所【Electrotechnical Laboratory, ETL。1891 年設立，屬於信息部，1948 年一分為二，ETL 屬於工業技術院，而另一部份，則後來成為日本電信電話公司的研發部門。ETL 負責高週波、測光放射和真空等標準】和物質工學工業技術研究所 (National Institute of Materials and Chemical Research, NIMC。1900 年設立，負責無機標準物質、瓦斯標準物質、分子量標準物質和表面分析標準) 等研究所，叫做計量標準總合中心 (National Metrology Institute of Japan, NMIJ)。

AIST 在筑波轄有八個國家研究院和七個區域性的國家研究院。而 AIST 則隸屬於通商產業省 (The Ministry of Economy, Trade and Industry, METI)，所以 NMIJ 是屬於政府機構性質的獨立行政法人。另日本亦於 1951 年制定計量法。

日本 21 世紀計量發展策略：

- (1) 計量標準發展方向：重視計量標準之品質和效率；加強計量標準追溯方式的研究。
- (2) 建立計量標準追溯體系：建立高效率的計量標準追溯體系；建立急需的參考物質種類；有效實施校正實驗室認證制度；為產業界培養人才。
- (3) 參與國際間計量工作之合作計畫：積極參加 CIPM 活動；與國內有關機構合作全力配合國際組織的活動；參與區域間和兩國間的國際合作；與其它國際組織合作。

3.4 我國科技政策與國家度量衡標準實驗室定位

認證與不確定度的評估為廠商及校正實驗室在儀器送校時所考慮的重要因素之一。是故，國家計量機構(NMIs)一方面必須符合產業界在校正方面的需求，另一方面也必須不斷的新建與擴建系統以應未來之校正服務。在角色扮演上，NMIs 不僅要作為廠商送校最主要的來源，同時也要作為廠商在新建與維持校正系統時所諮詢的智庫。

國家度量衡標準實驗室角色扮演方面—國際計量局 BIPM 主席 Dr Quinn 在日本演講中曾提及度量衡在世界扮演之角色可總結於下：

- (1) 計量學在現今社會基礎架構中是重要但效益卻隱而不顯。
- (2) 製造業之成功與否主要依賴製造品質之良窳，其中量測的準確度扮演著重要的角色。
- (3) 人體健康與安全多仰賴量測可靠度做為治療診斷的依據。
- (4) 工業活動之長短期破壞性效應的環境監測，只能藉由量測準確度做基礎才可靠。
- (5) 所有今日高科技與明日科技之發展所憑藉之物理學原理只有在該原理之預測可被量化數據證實方為成立。
- (6) 由政府間組成之國際會議所維持之全球度量衡體系之存在確保今日量測標準的一致性與準確性，並提供計量科學標準之研究基礎。
- (7) 工業化國家投注於量測或與量測相關活動之費用約占全國國民生產毛額之 3% 到 6%，另有相當 0.4 個 ppm 之國民生產毛額的經費經經由 BIPM 支持國際量測系統。

參考上述之論述，國家度量衡標準實驗室之定位如下：

- (1) 基本計量仍須持續的改良，NMIs 現有的計量技術必須領先產業界十年，也就是說，在 R&D 方面必須保持領先，以解決業界未來之需求。
- (2) NMIs 應朝向服務產業界的方向前進—協助廠商解決“現階段”的問題，並積極發展 R&D 以解決廠商“未來”所可能發生的問題。
- (3) 政府當局應意識到 NMIs 所達成之功效，如果工業界一般都認定 NMIs 確實技術問題的解決上，提供了相當的技術諮詢。
- (4) 給予生產線上人員計量技術方面的教育訓練，在朝向有效率的生產上是一個相當重要的步驟。
- (5) 例如，Laser-trackers 是一項相當精細的儀器，廠商也普遍認為其在校正及量測上需要更多專家的諮詢與建議，這點 NMIs 可視為一個協助廠商的機會。

- (6) NMIs 應該以更宏觀的將自己視為是一個提供計量基礎知識的組織，而不僅僅是一個提供校正服務的單位。
- (7) 大部分的 NMIs 都是以研發為導向的組織。隨著規模日益的縮小，要滿足工業界各種不同技術領域的需求也變得愈加困難，因此 NMIs 必須以更有效的傳播計量技術，以技術擴散的方式來取代。
- (8) NMIs 藉由滿足工業界的校正需求，及提供高難度的校正服務來產業界做出貢獻，由此，NMIs 也可以更了解工業界的問題所在，藉以改善服務及量測不確定度。
- (9) ISO 標準建議：假如一個實驗室想要了解自身的能量水準，則必須藉由與其他實驗室間的比對。
- (10) 標準的發展朝向統一化似乎是時勢所趨，此舉對工業界也有極大的助益。然對於設備製造商而言，在儀器規格的訂定上，就無法藉著使規格特殊化來達到獨斷的目的。
- (11) 計量技術是用來管控生產過程，並提昇產品的附加價值。然而這個串聯關係往往不被管理部門所了解及接受。
- (12) 鼓勵產業界去論證及宣揚有品質的檢測將會增加產品的附加效益。
- (13) 除扮演校正服務的重要角色之外，NMIs 也必須維持其本身的專業技術。藉由校正工作的過程可以使 NMIs 更了解產業界的需要，這也是 NMIs 的技術專家們對於整體計量技術及活動等做出的一大貢獻。

所以我國科技政策與度量衡標準實驗室定位結論如下：

- (1) 必須以更實際的例子或成果向工業界宣揚計量活動對於生產所帶來的效益。
- (2) 除一般實驗室研討會及會議之外，配合參加各種業界的展覽，傳達計量技術的價值至產業界，並藉以獲得更多業界的支持。定義此類討論性活動的性質及範圍，並由此溝通中得到更多業界的相關訊息。
- (3) NMIs 的任務不僅僅在於提供追溯校正服務，同時也必須協助國家科技基盤建設的發展，並成為一技術支援中心，藉由本身知識與專業技術的擴散，協助工業界解決相關問題。

其次在計量科技方面應以滿足未來產業科技發展的需要為目標，而高科技產業的發展也需要計量科技的有效配合，與先進國家合作互補有無，進而結合成國際研究團隊共同發展。未來「國家度量衡標準實驗室」將配合我國整體科技水準之提升，透過繼續積極參與國際組織與其活動，並著力於 Safety、Environment、Trade、Health 等方向之工業與法定計量科技，持續計量科技標準的發展，以提高量測品質與儀器系統的準確度，確保全

國量測之準確性與國際一致性。

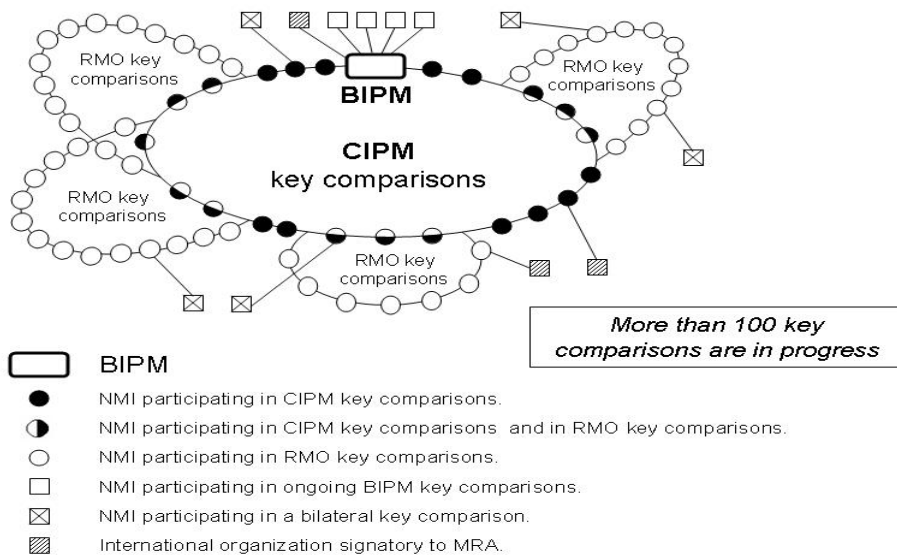


圖 9 · BIPM 與 NMIs 之關鍵比對及國際分工



第四章 國家度量衡標準實驗室的經營策略

4.1 量測標準與基磐技術(Infratechnology)

4.1.1 國家競爭優勢的基磐

國家計量基磐是國家競爭優勢之一重要因素，如同高速公路是一國家經濟建設、社會溝通繁榮之基礎建設。波特在國家競爭優勢之鑽石體系主張(參見圖 3)，一個國家想要經由生產要素建立產業恆久競爭優勢，必須發展高級生產要素(advanced factor)和專業型生產要素(specialized factor)。而國家計量基磐正是此生產要素中最重要之基礎建設要素，也是國家品質提升與互換性標準調和之「運輸」與「通訊」平台系統。

國家計量基磐屬於高級與專業型生產要素。愈精密的產業通常愈需要專業型生產要素，它是一個持續的過程，今天的專業生產要素到了明天就成了一般生產要素(以電子工程師為例)。在科學技術領域，生產因素的專業性隨時間而喪失的現象最為明顯，因為科技知識正不斷出現更細分支，推陳出新與時俱進。生產要素如果不能持續升級與專業化，它對國家競爭優勢的價值就會愈來愈低。

量測技術也是企業提高產品品質，提高產品單價與毛利率的利器。明基與友達集團總裁李焜耀，在明基購併歐洲西門子手機部門連續兩季虧損一百一十億元後，談明基併西門子的反思與學習(鄭呈皇，民 95)：百億虧損是過程，但我們學到德國工匠精神。學習如何製造高精密度、高工藝的高品質產品，可以讓顧客付較貴的錢。台灣在手機產品的工藝層次、機構件的技術還不是最好，雖然最近的手機已經做到相當水準，但還是跟德國的工藝與機構件有差異。導入西門子後，其後續測試品質與檢測要求，都是明基同仁學習到的寶貴知識(黃靖萱，民 95)。

量測標準技術屬於基磐技術(Infratechnology)，意指提供各種關鍵技術基磐，以支持基本技術(generic technology)的發展與後續產品/服務的市場應用之技術(Tassey, 1999)。基磐技術通常由各種不同領域的科學與工程基礎衍生發展而來，而不是由某一特定產業核心技術演變而成。


茲以下述追溯圖說明，經由運用基本物理標準發展出基磐技術，並進而開發半導體產業標準所需之檢測技術。

半導體零件生產是一高度精密繁細的製程，其準確性可達幾 nm 要求(約

人體頭髮直徑萬分之一)。一般來說，IC 的密度越高即晶圓上能塞入更多電晶體，平均成本也越低，因此半導體廠商無不絞盡腦汁要將半導體的線寬縮小。因此 IC 製程亦往往以晶片閘線的最小寬度為製程技術指標。而且蝕刻線寬必須符合設計規格以避免散熱、電性問題。晶片的製造利用光罩與曝光蝕刻技術，在矽晶圓上沈積或生產出一些不同材料的薄膜，一層一層疊上去，因此光罩線寬嚴重影響晶片品質，進而影響半導體製造良率。

線寬量測設備必須以標準尺度物理標準片校正。而此一標準片上刻有精密設計的線寬圖樣(Pattern)，而圖樣線寬與間隔必須標定至一定準確度。此一標定(校正)經常由國家度量衡標準實驗室執行。產業用標準片或稱傳遞件(Transfer Standard)必須易於攜帶(如圖中的網線標準)，以利廣泛準確地傳遞基磐技術。傳遞件的尺度訊息必須經由更精密的所謂工作標準(Working Standard)予以驗證(如圖中的雷射干涉儀)。而雷射干涉儀本身必須追溯至更高級的基本物理標準(光頻率標準)。

4.1.2 NML 客戶分析



國家標準實驗室每年提供約 700 家廠商，4000 餘件次之一級校正服務。從服務廠商分佈與產業別分析來看，涵蓋產業與廠商甚廣，並不集中於某些特定產業。從半導體、電子產業到工具機、機械加工業，包含傳統產業與高科技產業，從數十萬人之國營事業到十人以下之微型企業均有。服務內容除校正服務外，包含研討會、能力試驗、國際追溯比對。送校單價金額從數仟至數十萬元不等。充分反應國家計量基磐為所有產業之基礎的特色。以下工業服務分析主要以一級校正項目為主。

國家標準實驗室針對民國 89-93 年五年間之一級校正使用客戶進行分析(王品皓等，民 94)。尤其針對前六十大客戶與一千大製造業進行交叉分析，並針對五年來主要客戶變遷及使用服務型態進一步探討。以量測參數領域別共分電量、電磁量、微波、光學、溫度、濕度、化學、長度、質量、力量、壓力、真空、振動、聲量、流量等十五領域。

五年來總校正件數由 3880 件微幅減少至 3670 件(約 6%)，而校正工服金額卻由 31765 仟元成長至 33554 仟元(約 6%)。顯見推廣二級實驗室設立，由其分擔產業儀器校正、測試服務，並由國家標準實驗室支援二級實驗室技術需求之策略已見成效。國家標準實驗室則專注於國內最高量測標準維持與計量技術發展，並確保與世界其他各國標準之一致性。

以工服數量來看，從民 90 年起皆由光學量(平均 650 件次)奪冠，且光學送校件次有逐年增加趨勢，另基本量長度與電量亦為大宗，且送校金額與件數十分穩定，充分反應基本量標準為所有產業(無論高科技或傳統產業)之必須，需求量較不受產業景氣循環影響。

以校正金額觀之，電量以每年約 6450 仟元居首，流量與長度則分居前二、三名。由校正件數量分析透露，光電產業如 LED 與 LCD 產業是國家標準實驗室主要客戶，然送校金額相對其他產業有單價較低現象。流量領域客戶件數不多但單價較高，因此總校正工服金額一直名列前二名(每年約 5500 仟元)。然力量、壓力、溫度主要客戶為傳統產業，工服量與金額有逐漸式微傾向。

觀察民 89 年至民 93 年之前六十大客戶名單與一千大製造業交叉表顯示：前二十五名均為 2004 年一千大製造業者，其中不乏前十五大製造業公司，如中國石油、中鋼、台塑、南亞塑膠、台化、台積電、聯華電子、友達、明基電通。另外配合 BCG 矩陣，依客戶送校件數(橫軸)與金額(縱軸)，區分為明星型(高件數高金額)、金牛型(低件數高金額)、野貓型(高件數低金額)與老狗型(低件數低金額)四大客戶群。



表 2 · NML FY93 前六十大客戶與 1000 大製造業交叉表

93

報告客戶名稱	區	校正量	校正費用	2004年製造業1000大
中鎰光電股份有限公司	北	113	598100	41
中華映管股份有限公司(TFT廠)	北	60	318400	20
台灣積體電路製造股份有限公司	北	53	566500	5
友達光電股份有限公司	北	48	312400	9
祥達電腦股份有限公司	北	38	207500	32
大同股份有限公司	北	34	518120	18
明基電腦股份有限公司	北	28	172600	11
台灣東電化股份有限公司	北	26	259000	91
康舒科技股份有限公司	北	22	195100	138
中國石油股份有限公司煉製研究所	南	21	118500	1
中國鋼鐵股份有限公司	南	20	238900	7
瀚宇彩晶股份有限公司	北南	20	158100	46
三福資訊股份有限公司-竹北廠	北	19	139600	186
尚亞塑膠工業股份有限公司	北中南	19	269200	8
台灣松下電器股份有限公司	北	18	113800	55
漢翔航空工業股份有限公司	中南	18	204300	169
威力聲電子股份有限公司	北	16	67400	667
順德工業股份有限公司	中	16	66400	451
太平洋電線電纜股份有限公司	北	14	294900	123
台灣化學纖維股份有限公司	中南東	13	186200	12
光磊科技股份有限公司	北	13	65600	316
聯華電子股份有限公司	北	12	79650	15
中國石油股份有限公司桃園煉油廠	北	11	251960	1
國瑞汽車股份有限公司	北	11	82100	22
聯華科技股份有限公司	中	11	56600	65

25/60

報告客戶名稱	區	校正量	校正費用	2004年製造業1000大
中鎰光電股份有限公司	北	113	598100	41
台灣積體電路製造股份有限公司	北	53	566500	5
大同股份有限公司	北	34	518120	18
中華映管股份有限公司(TFT廠)	北	60	318400	20
友達光電股份有限公司	北	48	312400	9
太平洋電線電纜股份有限公司	北	14	294900	123
尚亞塑膠工業股份有限公司	北中南	19	269200	8
台灣東電化股份有限公司	北	26	259000	91
中國石油股份有限公司桃園煉油廠	北	11	251960	1
中國鋼鐵股份有限公司	南	20	238900	7
台塑石化股份有限公司	中	8	236200	3
神達電腦股份有限公司	北	38	207500	32
漢翔航空工業股份有限公司	中南	18	204300	169
康舒科技股份有限公司	北	22	195100	138
尚亞化學纖維股份有限公司	中南東	13	186200	12
中國石油(股)公司-台中營業處	中	8	182000	1
明基電腦股份有限公司	北	28	172600	11
瀚宇彩晶股份有限公司	北南	20	158100	46
尚亞科技股份有限公司	中南	8	144300	148
三福資訊股份有限公司-竹北廠	北	19	139600	186
德州儀器工業股份有限公司	北	7	136600	19
中國石油股份有限公司-新竹營業處	北	9	126250	1
中國石油股份有限公司煉製研究所	南	21	118500	1
恩特電子實業股份有限公司	北	4	114300	911
台灣松下電器股份有限公司	北	18	113800	55

25/60



表 3 · NML FY89 前六十大客戶與 1000 大製造業交叉表

89

報告客戶名稱	區	校正量	校正費用	2004年製造業1000大
大同股份有限公司	北	49	654160	18
中華映管股份有限公司(桃園廠)	北	37	205400	20
台灣積體電路製造股份有限公司	北	35	304100	5
太平洋電線電纜股份有限公司	北	32	475640	123
三陽工業股份有限公司	北	27	245900	77
友嘉實業股份有限公司	中	26	70700	524
台灣東電化股份有限公司	北	26	205400	91
中國石油股份有限公司煉製研究所	南	22	78300	1
尚亞塑膠工業股份有限公司	北南	22	286380	8
台灣松下電器股份有限公司	北	21	143800	55
康舒科技股份有限公司	北	21	185500	138
東元電機股份有限公司	北	20	190700	62
台灣康利浦電子工業股份有限公司-國區分公司	北	19	128700	25
德州儀器工業股份有限公司	北	18	104200	19
華寶股份有限公司	北	17	111400	95
中環電工機械股份有限公司	北	16	70000	202
中國石油股份有限公司高雄煉油廠	南	15	182490	1
旺宏電子股份有限公司	北	15	125800	71
中國石油股份有限公司石化事業部	南	14	259290	1
中國鋼鐵股份有限公司	南	13	138500	7
美律實業股份有限公司	中	13	62100	726
國瑞汽車股份有限公司	北	13	55400	22
聯華工業股份有限公司	中	13	36000	451

23/60

報告客戶名稱	區	校正量	校正費用	2004年製造業1000大
大同股份有限公司	北	49	654160	18
太平洋電線電纜股份有限公司	北	32	475640	123
台灣積體電路製造股份有限公司	北	35	304100	5
台灣聯華工業股份有限公司	南	12	293300	14
尚亞塑膠工業股份有限公司	北南	22	286380	8
中國石油股份有限公司石化事業部	南	14	259290	1
三陽工業股份有限公司	北	27	245900	77
中華映管股份有限公司(桃園廠)	北	37	205400	20
台灣東電化股份有限公司	北	26	205400	91
中國石油(股)公司-台中營業處	中	9	204750	1
東元電機股份有限公司	北	20	190700	62
康舒科技股份有限公司	北	21	185500	138
中國石油股份有限公司高雄煉油廠	南	15	182490	1
中國石油(股)公司-東區營業處	東	8	161650	1
恩特電子實業股份有限公司	北	7	157300	911
台灣松下電器股份有限公司	北	21	143800	55
中國石油股份有限公司桃園煉油廠	北	8	139270	1
中國鋼鐵股份有限公司	南	13	138500	7
尚亞科技股份有限公司	中南	8	136200	148
中國石油股份有限公司澎湖化學品事業部	南	7	134900	1
台灣康利浦電子工業股份有限公司-國區分公司	北	19	128700	25
旺宏電子股份有限公司	北	15	125800	71
台塑石化股份有限公司	中	5	115600	3
華寶股份有限公司	北	17	111400	95
台灣聯華工業股份有限公司參寮分公司	中	3	107100	14

25/60

表 4 · NML FY93 前六十大客戶 BCG 矩陣









 <p>金牛型</p> <p>漢翔航空工業股份有限公司 台灣電力股份有限公司-第三核能發電廠 財團法人台灣大電力研究試驗中心 太平洋電線電纜股份有限公司 台灣安捷倫科技股份有限公司 中國石油股份有限公司桃園煉油廠</p>	 <p>明星型</p> <p>中興光電股份有限公司 管理科技股份有限公司 中山科學研究院系統維護中心 中華映管股份有限公司(TFT)廠 中興測量有限公司 台灣雷達電路製造股份有限公司 台灣磁磁科技股份有限公司 工業技術研究院能源與資訊研究所 友達光電股份有限公司 財團法人台灣電子檢驗中心 廣寶電子股份有限公司 特成電腦股份有限公司</p> <p>經濟部標準檢驗局第七組 大同股份有限公司 工業技術研究院機械工程研究所 維安研究所 財團法人車輛研究試驗中心 高儀科技股份有限公司 地單機門系統工廠 台灣東電化股份有限公司 和成儀器股份有限公司 台灣二重儀器股份有限公司 內政部土地測量工程局 榮研工業顧問有限公司 中國鋼鐵股份有限公司</p>
 <p>老狗型</p> <p>台灣松下電器股份有限公司 台灣電力公司 德昌營造股份有限公司 經濟部標準檢驗局-食品分局 台灣電力股份有限公司-電力營業處 宏碁科技股份有限公司 威力電子股份有限公司 碩德工業股份有限公司 工業技術研究院工業材料研究所 工業技術研究院光電工業研究所 永坤科技股份有限公司 台灣標準檢驗局有限公司</p> <p>光磊科技股份有限公司 經濟部標準檢驗局-材料分局 管理科技股份有限公司 台灣康寧網不通網股份有限公司 國立台灣大學 聯華電子股份有限公司 達特儀器股份有限公司 中山科學研究院系統維護中心 台灣電力股份有限公司-設備試驗室 廣達電子股份有限公司 財團法人精確度量綜合研究所 國瑞汽車股份有限公司 聯華科技股份有限公司</p>	 <p>野貓型</p> <p>明基電通股份有限公司 台灣電力股份有限公司輸變電工程處中區 地工處 康舒科技股份有限公司 荷蘭商台灣飛馬股份有限公司台灣分公司 中國石油股份有限公司煉製研究所 瀚宇晶品股份有限公司 三福氣體股份有限公司-竹堇廠</p>

表 5 · NML FY89 前六十大客戶 BCG 矩陣

 <p>金牛型</p> <p>漢翔航空工業股份有限公司 台灣電力股份有限公司-第三核能發電廠 財團法人台灣大電力研究試驗中心 太平洋電線電纜股份有限公司 台灣安捷倫科技股份有限公司 中國石油股份有限公司桃園煉油廠</p>	 <p>明星型</p> <p>中興光電股份有限公司 管理科技股份有限公司 中山科學研究院系統維護中心 中華映管股份有限公司(TFT)廠 中興測量有限公司 台灣雷達電路製造股份有限公司 台灣磁磁科技股份有限公司 工業技術研究院能源與資訊研究所 友達光電股份有限公司 財團法人台灣電子檢驗中心 廣寶電子股份有限公司 特成電腦股份有限公司</p> <p>經濟部標準檢驗局第七組 大同股份有限公司 工業技術研究院機械工程研究所 維安研究所 財團法人車輛研究試驗中心 高儀科技股份有限公司 地單機門系統工廠 台灣東電化股份有限公司 和成儀器股份有限公司 台灣二重儀器股份有限公司 內政部土地測量工程局 榮研工業顧問有限公司 中國鋼鐵股份有限公司</p>
 <p>老狗型</p> <p>台灣松下電器股份有限公司 台灣電力公司 德昌營造股份有限公司 經濟部標準檢驗局-食品分局 台灣電力股份有限公司-電力營業處 宏碁科技股份有限公司 威力電子股份有限公司 碩德工業股份有限公司 工業技術研究院工業材料研究所 工業技術研究院光電工業研究所 永坤科技股份有限公司 台灣標準檢驗局有限公司</p> <p>光磊科技股份有限公司 經濟部標準檢驗局-材料分局 管理科技股份有限公司 台灣康寧網不通網股份有限公司 國立台灣大學 聯華電子股份有限公司 達特儀器股份有限公司 中山科學研究院系統維護中心 台灣電力股份有限公司-設備試驗室 廣達電子股份有限公司 財團法人精確度量綜合研究所 國瑞汽車股份有限公司 聯華科技股份有限公司</p>	 <p>野貓型</p> <p>明基電通股份有限公司 台灣電力股份有限公司輸變電工程處中區 地工處 康舒科技股份有限公司 荷蘭商台灣飛馬股份有限公司台灣分公司 中國石油股份有限公司煉製研究所 瀚宇晶品股份有限公司 三福氣體股份有限公司-竹堇廠</p>

(1)永遠的明星型

泛指歷年持續穩定送校工服數量高，工服總價亦高之客戶，主要分為前一千大製造業者，如中強光電、台積電、台灣東電化(日資東京電氣化學TDK)、南亞塑膠、大同公司、中華映管、太平洋電線電纜、高鐵科技、弘達儀器；另一類為提供專業校正測試服務之二級實驗室(含財團法人、軍方與民營)，如電子檢驗中心(ETC)、車輛研究測試中心(ARTC)、工研院能資所、中科院系維中心(軍方最高儀校中心)、量測科技、儀寶。這也顯示國家標準實驗室提供之服務能量與當前明星產業互相連接，而且台灣地區之實驗室檢校體系大致完整，檢校分級制度落實。亦可見大型企業、光電科技公司、外資企業對品質之重視。

(2)週期性的明星

意指週期性出現在BCG矩陣的明星型公司，如台灣安捷倫、中國鋼鐵、台電核三廠、台証科技、台灣檢驗科技、三福化工竹北廠、標檢局台南分局、標檢局第七組、土地重劃工程局。上述公司亦是國家標準實驗室之大宗客戶，然受限於預算或使用頻率，其送校週期一般大於二年。

(3)快速竄起的明星

近年來突然竄起於BCG矩陣的明星象限的公司，如友達光電、神達電腦、台灣三豐、海軍戰鬥工廠、中興測量、漢特工程顧問公司、台灣大電力研究中心、漢翔航空、核能研究所。上述公司或為前景看好的新興產業(如消費電子)，或有新興且持續之重大業務(如國內重大工程或國家重點產業)。

(4)金牛或轉型之金牛

泛指校正件數不多，但工服總收入維持穩定，且校正單價較高之客戶群，如中油桃園煉油廠、標檢局高雄分局，一般為國營事業或政府機構，在特定領域有特殊技術或高規格之要求。從國家計量體系資源有效運用觀點，此類校正件數不多但技術層次較高，一般非民營二級實驗室所能服務，往往具有重大影響效益者，實應為國家標準實驗室推廣之對象。

(5)消逝之明星或金牛

泛指從BCG矩陣的明星或金牛象限逐漸消逝於看門狗象限之客戶，如工研院材料所、台電(先從金牛象限上揚至明星象限，再落於看門狗象限)，早期呈現上揚趨勢，近年已慢慢下滑；中科院系統製造中心(從明星象限落於看門狗)；東元電機、台電核一廠、固緯電子(從金牛象限落至看門狗)。如果上述公司業務逐步由認證之二級實驗室接手(含自行成立實驗室或轉送)不失為良性循環。若因政府軍費減縮或因企業業務流失而減少送校業務，則甚為遺憾。

(6)野貓型

包含歷年送校工服數量高，但工服總價較低之客戶，如中油煉製研究所、台電輸變電工程處中區施工處、瀚宇彩晶、台灣松下。如果該項業務校正技術已趨成熟，即可輔導由民間認證二級實驗室接手。一般民營專業二級實驗室其人力與營運成本一般均較國家實驗室為低。

(7)看門狗型

泛指歷年送校工服數量低，工服總價亦低之公司，如台灣日立、中興電工、台電放射試驗室、國瑞汽車、勝華科技、聯華電子、工研院光電所、駿諺精機、瑩諮科技、揚明光學、德昌營造、光磊科技、台電修護處、順德。亦可比照野貓型公司處理，或協助轉送鄰近國家或大陸之實驗室。

(8)沒落的看門狗型

顧名思義指近年來已從六十大客戶名單之看門狗象限移除的公司。如飛利浦園區分公司、飛利浦中壢廠、德州儀器、台灣國際標準電子、高雄日立、台測、連虹、聲寶、旺宏、展元、自行車中心、誠洲、工研院工安衛中心、光泉、美律實業、北縣政府環保局、南茂、益和、清華科技、衛宇科技、ITRC、嵩偉，嵩盛。類似消逝之明星或金牛，若業務逐步由認證之二級實驗室接手(含自行成立實驗室或轉送)，造福民營實驗室，不失為良性循環。若因產業西進大陸或外資撤移導致此類校正業務消失，則為整體產業經濟結構調整。

另外由北中南東客戶分析顯示：五年來 NML 服務對象約 75 % 是北部客戶；中南部客戶總和約 25 %；東部客戶稀疏約 0 %。相較國內產業分佈狀況：北部工業服務收入約佔 64%，中、南部各佔 16%，有些微集中北部現象，亦凸顯國內南北產業發展不均的事實，而南件北送，亦屬資源浪費。改善方式：扶植南部廠商發展校正/測試實驗室，落實國家檢校體系。另外配合政府政策於南部或中部科學園區，建立專屬產業之準國家標準實驗室。如配合中科平面顯示器(FPD)專業園區，規劃設立影像顯示產業標準實驗室。

4.2 量測 S 曲線與價值鏈

4.2.1 NML 之 S 曲線

國家標準實驗室主要提供校正、測試、計量技術等知識型勞務服務(service)，然此種知識型軟體服務亦有其類比於一般硬體產品(product)之生命週期。一般產品生命週期如圖 10 所示(橫軸為時間，縱軸為銷售量)，包

含起步期(introduction stage)、成長期(growth stage)、成熟期(maturity stage)與衰退期(decline stage)。將此生命週期曲線取積分，即縱軸是累積銷售量，將累積銷售量對時間作圖，即成為一般的 S 曲線(S-curve)，亦即隨著時間的增加，累積銷售量達到飽和值。此外，如果對產品生命週期取微分，則縱軸為銷售量變化率，亦即為成長率，換句話說，該微分後的曲線即是銷售量成長率曲線圖。另，觀察產品生命週期曲線圖亦可以發現，除了起步期之外，成長期成長率最大，飽和期成長率逐漸變小並接近零，而衰退期即是成長率為負。

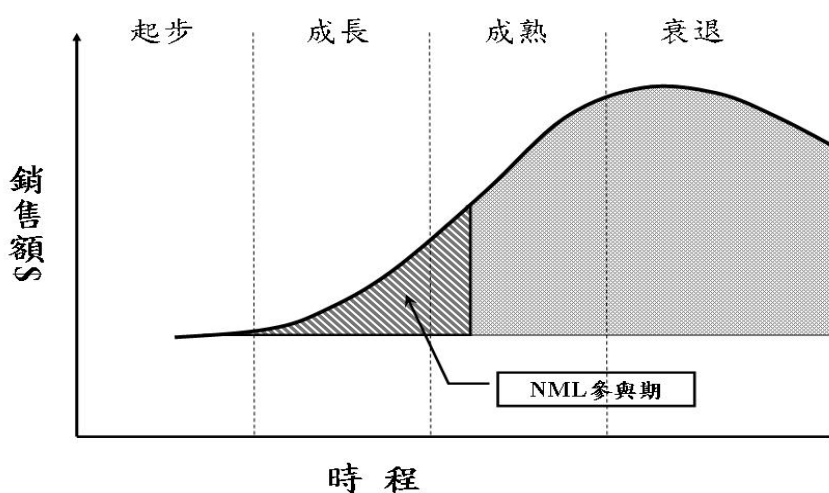


圖 10 · NML 之產品生命週期曲線(S-curve)

國家度量衡標準業務營運屬於非營利事業，因此「不與民爭利」是其企業化精神導入時，最需考量之限制因素。以致國家標準實驗室的勞務產品生命週期與一般商品亦有所不同。當某一新開發校測服務(如 LED 測試)因滿足客戶需求而銷售量急遽上升時，其他二級實驗室因看到此新興業務之獲利性，紛紛投入此新業務，並要求國家標準實驗室技術移轉。因此當一勞務產品進入成長期時，也往往是其退出市場的時候。換言之，國家標準實驗室並無法從成熟期後之累積銷售量獲致最大利益。此外，即便國家標準實驗室未完全技轉或退出一新興勞務時，其服務價格亦往往被要求遠高於民營認證實驗室，簡言之，國家標準實驗室的定價機制無法完全遵照市場機制，某種程度甚至是扭曲限制的。

因應之道，國家標準實驗室應配合產業發展趨勢優先投入新校正系統發展，或新技術研發，當系統或技術成熟時主動技術移轉廠商或專業實驗

室，以確認政府贊助經費發展之技術有效傳遞至產業。亦即加速從技術研發到技轉之時程，不以 S 曲線成長率飽和期為產品終點與最大獲利出場點。

塊規(Gauge block)是所有尺寸檢測最通用之傳遞標準，其應用包含從工具機零組件規格到晶圓膜厚檢測，從游標卡尺校正到電腦機殼輪廓儀校準。以塊規比較校正為例，從民 76 年國家標準實驗室開放塊規校正服務以來，校正量一直爬升，到民 81 年校正量達最高峰 503 件次。爾後隨認證二級實驗室之增加，台灣地區塊規比較校正業務逐漸轉由專業認可實驗室執行，至今共有 25 家認可長度校正實驗室執行塊規校正，所有這些認可實驗室其標準塊規均追溯至國家標準實驗室。其中約有 16 家認證實驗室(軍方 3 家；法人 8 家；企業 6 家)除對公司或集團服務外，也對其他產業提供服務。

國家標準實驗室長度實驗室自民 85 年後一級校正量銳減至 30 件次。顯示塊規校正追溯已然建立，國家標準實驗室主要提供 25 家二級校正實驗室一級塊規校正，再由這 25 家認證實驗室提供台灣地區各產業所需之工業用塊規校正。整個台灣地區的塊規校正量自民 85 年估算大致穩定成長，但這部分隨經濟繁榮而成長之校正業務由認證二級實驗室所分享。而國家標準實驗室則自民 85 年後在塊規校正業務早已進入 S 曲線成熟階段。

類似塊規校正此種刻意技術移轉廠商，避免「與民爭利」的現象，稱之為國家標準實驗室知識型服務產品曲線(NML S-curve)。相似轉化過程可以在黏度計、大地角度儀器、玻璃溫度計、色度等量測系統之校正量歷年統計表明顯看出。尤其是光學檢測項目其產品生命週期變化特別顯著。

4.2.2 量測價值鏈

量測(包含分析、檢驗、測試)對於產業的價值，隨者產業競爭環境丕變，也有顯著本質典型變化(paradigm shift)。以往公司主管與從業人員認為，檢測是品管人員的業務，不管是進料檢驗或成品性能測試，似乎只有品管人員才會對檢測儀器與其準確性表示關切。作者民國 74 年參與全國度量衡需求調查，親聆台灣中部某工機具大廠業主高論：我們現在外銷訂單都接不完了，哪裡還有時間要管檢測儀器校正追溯。可以管窺當時生產業者對檢測的觀念，可惜此一工具機大廠如今已因營運困難遭購併。

量測價值鏈是看，量測技術或設備對生產流程或產業結構每一段所產生或提供的貢獻的高低(量測價值鏈示意圖請參見圖 11)。產品開發過程中，從產品研發設計、雛形機開發，經過量化生產製造，到成品檢驗分析處處都需要量測工具。製程愈複雜愈需要即時檢驗，以免產生廢料、廢品。譬

如成品尺寸規格檢驗所用游標卡尺之校正追溯費用約一千元以下，而一款手機雛形開發之性能測試費用約五百萬左右。對一般生產流程而言，愈往產業鏈上游及早導入檢測工具，量測所發揮的效益愈加顯著。

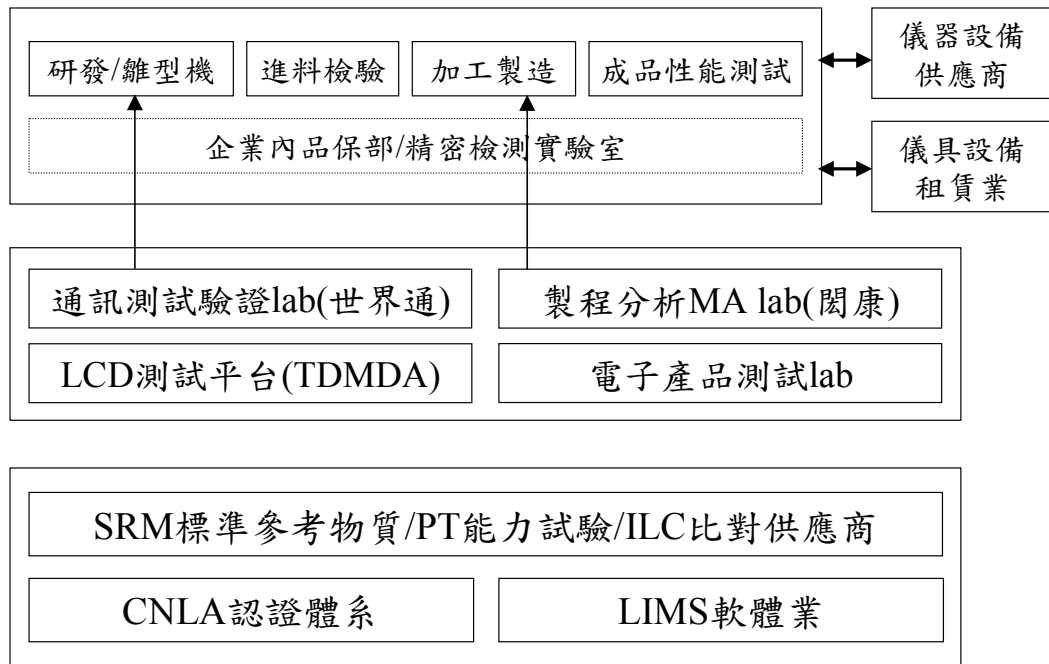


圖 11 · 量測價值鏈

茲以下述三個實際範例說明量測價值鏈：

(1) 量測與製程環境—高速鐵路對南科園區振動影響評估

2001 年因為高速鐵路通過南部科學園區，引發可能因為振動問題導致廠商重大損失爭論。雖然高鐵經過南科廠區只有短短幾公里，然一座十二吋晶圓廠大約要花台幣 1000 億元，而南科裡預計會有十四座十二吋晶圓廠，因此估算高鐵振動可能會造成約 5000 億元損失。

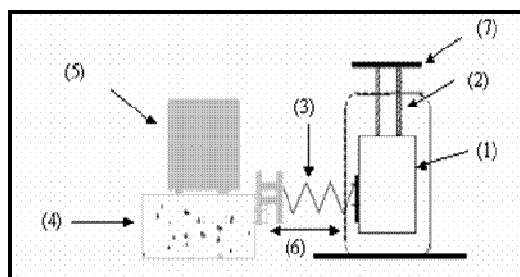
半導體大廠 T 公司因此委託工研院量測中心進行高速鐵路對 IC 製程振動影響評估(參見圖 12)。本案開發水平共振低頻激振器，模擬高鐵通過南科園區之低頻(≤ 12.5 Hz)振動量，建立電子廠房精密設備振動評估規範。利用質量彈簧系統共振，將小振幅放大輸出，同時透過不同彈簧常數的設計，完成不同頻率的振幅共振放大激振器。水平共振力在頻率 2.5 Hz 下放大 5 倍，諧波扭曲度小於 5%。

T 公司總裁引用本案數據在記者會表示，南科高鐵震動問題有必要控制至最小，才不會影響廠商的設廠營運，由於 T 公司南科晶圓廠位置所受的震動影響較小，因此 T 公司在南科的投資計畫仍積極進行，不會中斷或撤走改變，所有擴廠工程持續進行，且未來將使南科的十二吋晶圓廠達到五座。

同時南科園區管理亦委託多家工程公司發包執行多項減振工程及建立監測系統，而國家標準實驗室同仁亦參與前述減振工程性能測試驗證工作(參見圖 12)。本案建立長距離微振動量測系統，透過高鐵通過實際振動量測，瞭解列車通過南科園區所引致之地表振動量，並與高鐵興建營運合約協議書及其他相關數值分析結果進行比較分析。選擇空曠且不受附近人為活動及週邊環境條件干擾三處進行量測，每一處量測地點為距高鐵中心線分別為 100 公尺、200 公尺、300 公尺、400 公尺及 500 公尺地表處。測試結果提供南科管理局針對高鐵振動監測系統之量測性能判斷依據。

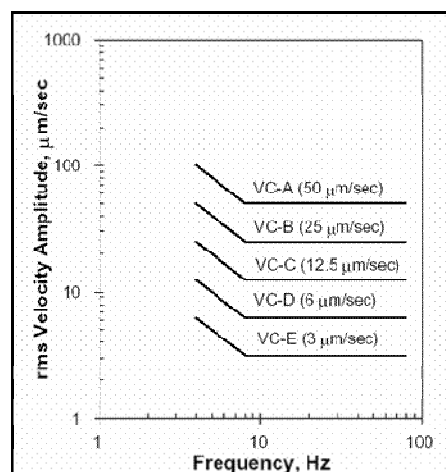


南科園區低頻振動



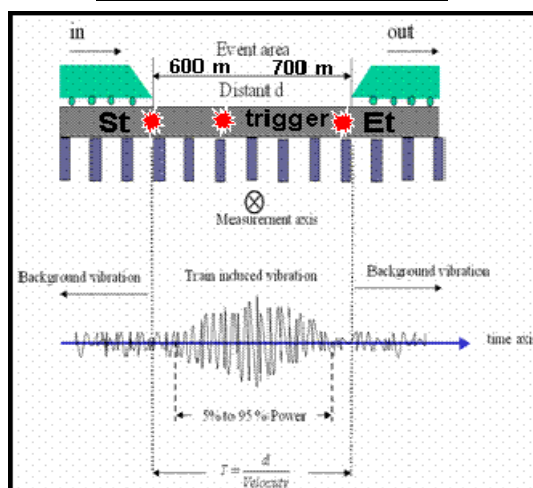
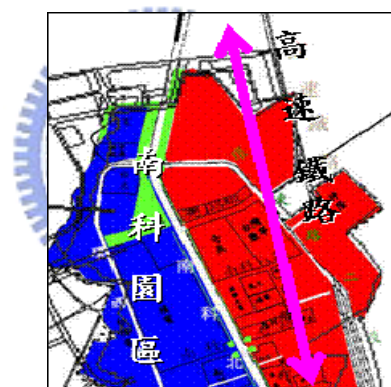
水平共振激振器

- (1) 偏心質量式激振器 (2) 固定支撐螺桿 (3) 共振壓縮彈簧
 (4) 隔振基座 (5) 精密設備 (6) 激振器水平振動方向 (7) 支架上緣



振動規範

高速鐵路地表震動量測



高速振動量測分析

圖 12 · 高速鐵路對南科園區振動影響評估

(2) 量測與試量產製程—CMOS 影像感測器光學量測驗證平台研發

U 公司在 CMOS 影像感測器的製作佔有關鍵性的地位，然而在這個產業普遍存在的一個問題是上中下游廠商大家對於各階段產品的規格各有不同的認知，量測方法不具專業水準，以致造成諸多紛爭，甚至妨礙各公司的研究發展。U 公司目前亦面臨此類之困擾，因此希望能藉由建立專業的光量測技術與驗證平台，使其各量測結果能與相關國際規範一致，並使其量測各參數均能與國家標準連結，以逐步解決與下游廠商間的認知差距，並使研發結果能有自信的顯現在產品規格上。U 公司經由此平台之建立，可以快速評估其各種客製化試量產製程對 CMOS 影像感測器的影響，並客觀驗證其品質是否符合客戶規格。

(3) 量測與產品設計—電腦模具研發之機械性測試系統

AS 電腦公司產品暢銷全世界，對產品品質重視自不在話下。其研發部門機構量測中心主要負責提供廠內之模具或中間製品之檢測服務，平日即相當注重檢測品質，甚至不惜巨資引進接觸與非接觸式之三次元量測儀來作為檢測之用，其人員對於檢測品質之要求與企圖心也十分旺盛。AS 公司在國家標準實驗室同仁協助下建立接觸式與非接觸式幾何公差尺寸量測技術，除協助其制定標準量測程序外，並輔導其依據 ISO 不確定度表示法指引 (GUM)，評估幾何公差尺寸量測之不確定度。並進而申請中華民國實驗室認證體系 (CNLA) 之認證，建立其檢測能力之國際公信力。

簡言之，AS 公司在產品研發階段即導入量測工具，確保一設計概念在快速成形的雛形階段，可經由模擬測試確認其產品性能可以符合最佳化設計意圖。譬如電腦熱源位置、散熱風扇與排熱管之佈局，經由計量工具與實驗建立產品特有資料庫，可以大幅減少模具開發成本。

4.3 計量連結平台

依據「國家科學技術發展計畫」之八大策略重要措施中提及「應以促進跨領域、跨單位或國際合作之研發，強化品質與效率，並以提昇產業競爭力為目標」，基於上述服務共構網之運作理念，以計量連結平台(分析檢驗品保服務平台)為媒介，借助國家度量衡標準實驗室(NML)之周全分析檢測技術與法規經驗，起草國家管理技術規範、推展國家認證/驗證制度與國際相互認證，採認彼此校正/測試結果...等整合物流、金融、保險、顧問等技術服務業，共創亞太品保營運中心，提昇國家競爭力，立足全球競爭舞台並提供國內產業與人民之各項服務(如下圖說明)，這才是推動「計量連結平台」之主要目的與使命。

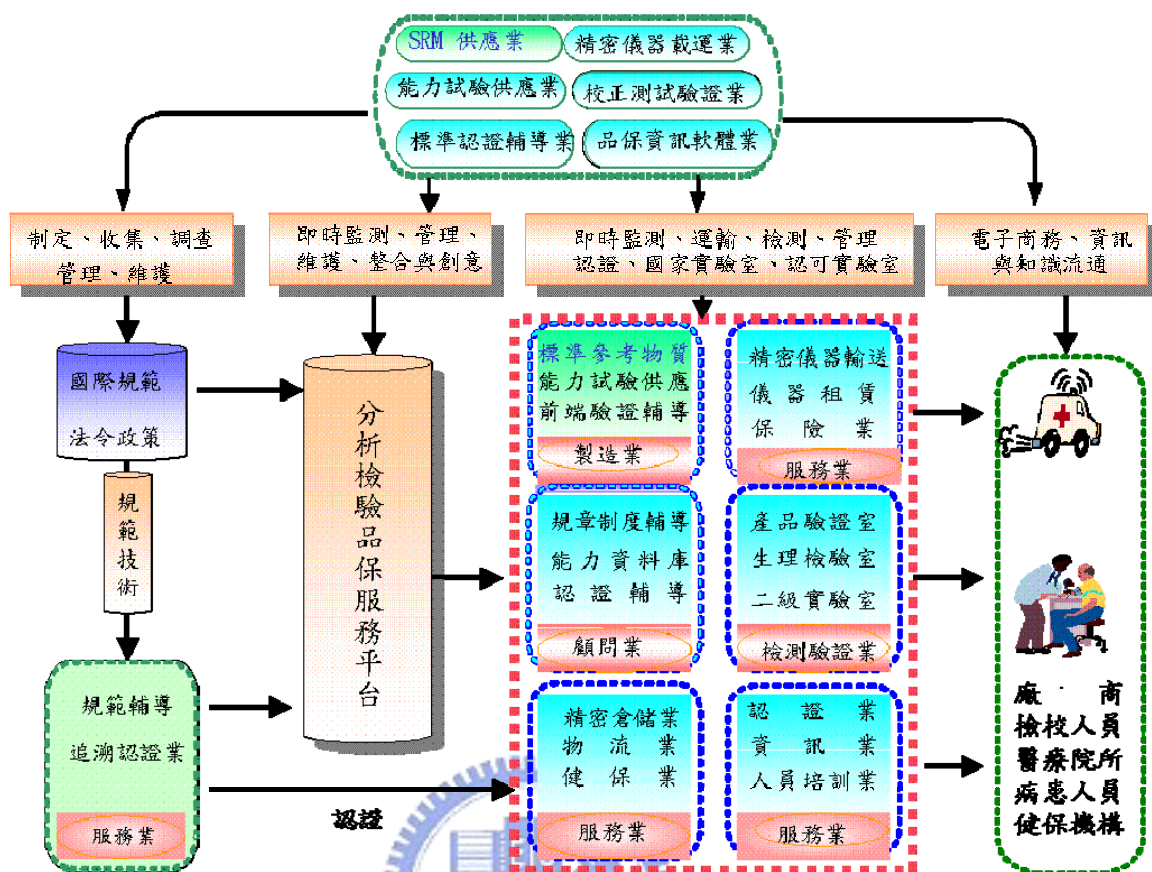


圖 13 · 計量連結平台關聯圖

現以標準參考物質(CRM)產業為例說明：

計量連結平台(分析檢驗品保服務平台)除可提供標準參考物質(CRM)業者、CRM 代理商及下游顧客各類資訊服務之外，並可暢通國內外標準傳遞之管道。其方法是透過國家度量衡標準實驗室之技術能量及國際級標準技術引進，創造新興之分析檢驗品保服務項目。

國內 CRM 標準傳遞之管道已與國際接軌，代理商興起及驗證業務之蓬勃發展等替 CRM 製造業者開創了新契機，因此平台之建構將可提供標準驗證所需之 CRM、優秀人才、即時資訊基礎、同時透過 RFID 技術完善檢驗報告/庫儲/資產及儀器管理等，協助促成 CRM 供應業之誕生，間接引領國內廠商大幅成長帶動其它產業。另計量連結平台亦可協助 CRM 製造業和既有能力試驗業者(能力試驗相關技術是國家度量衡標準實驗室之專長)、儀器製造業者及生化檢驗業者相輔相成，因其均有大量 CRM 需求，加上 RFID 技術應用，可加速彼此數據相容性之辨識，更加完善國內 CRM 供應服務之產業，隨著國內需求持續擴大，CRM 製造業可取代目前國外 CRM 之進口

市場，提供 CRM 代理商及下游顧客轉型投資之機會。

4.3.1 計量連結平台效益

計量連結平台(分析檢驗品保服務平台)之催生，將可帶給國內二趨勢、三高與三大之效益。

兩大趨勢：(1)國際潛在競爭優勢：測試報告相互承認，完整追溯性，降低貿易障礙；提昇產業品質與技術，除吸引國外企業投資，更可提昇產業競爭優勢。(2)產業參與配合程度高，帶動產業新模式運作內容，成立優質檢測實驗室。並促進國內商品檢驗去任務化，吸引產業投資配合；前瞻技術商品驗證國際化；建立台灣分析檢驗基礎，進軍大陸及全球市場。

三高：(1)高創新效益，創新 CRM 製造新產業；創新能力試驗機制及健全驗證制度。(2)高附加價值，輔導中小企業轉型，提高產品競爭力；營運成本節約與利潤創造。(3)高成長潛力，產業需求大，配合法規運作，具成長潛力；國外品質標準化要求，具發展空間。

三大：(1)產值大：降低對國外需求，擴大內需及拓展國外市場；各領域必要需求，標準化整合擴大產值。(2)創造就業機會大，增加品質與醫療通路，擴大國內服務需求增加就業；國外製造轉由國內製造創造就業機會。(3)產業關聯大，含括各領域產業；健全國家民生/健康/環境/安全等指標。

4.3.2 計量連結平台服務內容

目前國家標準實驗室的計量量測平台已建立下述服務內容：

- (1)精密儀器載運服務。NML 已具 GPS 技術；已設置台北、新竹、台中、台南、高雄等多點服務站。
- (2)建構檢測/校正實驗室服務：中華民國實驗室認證體系(TAF)運作通路配合；國家度量衡標準實驗室協助支援(一級標準/實驗室負責人/評審員/規範)；能力試驗比對(建置比對中心)經驗豐富；與世界各國標準實驗室往來密切，足以提供國外各項檢測/校正需求。
- (3)技術諮詢網建置服務：可藉由 NML 網站擴大服務內容與範圍；NML 具有 100 餘人專業研究員提供各項技術諮詢。
- (4)人才培訓系列服務：提供技術產業推動方案，結合終身學習制度；推行研發風險分析與專業資格證照。

4.4 終端使用者導向之標準傳遞

國家度量衡標準實驗室任務之一是建立維持國家度量衡最高標準，並提供一級標準校正服務。然隨者大陸、印度等新興經濟體的崛起，台灣經濟也面臨重大挑戰，亟需轉型往產業鏈附加價值較高之處發展。如同 4.2 節量測 S 曲線與價值鏈所分析，國家標準實驗室必須朝量測價值鏈的製造、設計端發展，提供台灣產業(包含大陸台商)所需之製造、設計上所需之全方位檢測技術服務(含校正、檢測與儀器)。另外，揚棄過去被動式等待廠商後送離線(Off-line)檢測儀具之服務思維，轉換成將檢測標準往前傳遞至生產線即時(Real-time)、在線(In-situ)之技術發展思維，以及以終端使用者(End Users)或顧客端需求為主之服務心態。另，國家標準實驗室之營運亦以計量與儀器核心技術，協助提升台灣整體產業競爭力為考量，因此「衛星」實驗室(關鍵二級實驗室)的佈建，尤其在新興技術與產業領域(如顯示產業與奈米技術)，亦是發揮槓桿效果之策略性工作。

綜言之，國家度量衡標準實驗室的營運策略將以下述三點予以闡述：(1) 前進式標準傳遞；(2) 衛星實驗室佈建；(3) 全方位服務。

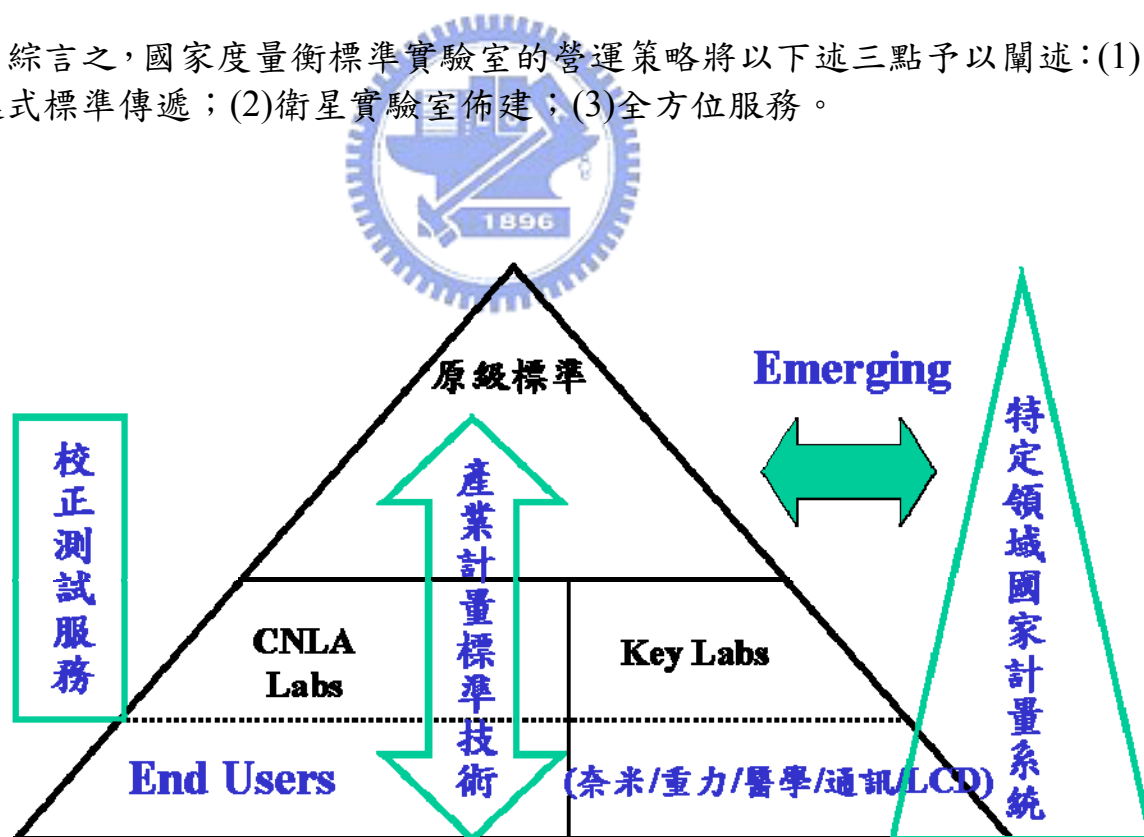


圖 14 · 國家標準實驗室經營策略示意

4.4.1 前進式標準傳遞

如圖 1 追溯鏈所示，原則上國際相互認可(Mutual Recognition)的基本計量單位與實現標準，透過層層追溯鏈如實驗室標準、傳遞標準，傳送(Dissemination)到各行各業終端使用者。而各行業使用者手中的精密量測儀器與設備，其量測值經由上述層層標準可追溯(Traceable)至國際 SI 單位。追溯鏈金字塔圖中，標準由上游至下游謂之傳遞，相對地，標準由使用者向上關連至原級標準謂之追溯。

一個國家最高標準建立維護經常由官方設立國家度量衡標準實驗室(National Metrology Institute)掌管，而且因其具有法定強制力(如我國的民 18 年即已公布，民 92 年修正公布的「度量衡法」)，因此一般都由產業使用者或老百姓將交易用度量衡器(如菜市場的秤重衡器)運送至官方校正或檢定檢查。此種「上送」「官管」觀念在帝王專政如埃及法老王時期史書即有記載。當時曾以埃及法老王的手肘至中指指尖長度法定為長度量測標準「丘比特」(Cubit)，這也是現今西方度量衡的濫觴，也是人類偉大文化遺產埃及金字塔得以實現的基礎。

然現今連政府官員都強調以企業經營「以客為尊」精神服務國民，國家標準實驗室經營心態必須大幅調整，以服務取代管理。因此國家標準實驗室更需修正被動式提供廠商後送離線檢測儀具之校正服務，轉換成將檢測標準往前(Forward)傳遞至產業的品管室、生產線、設計部。近年來國家標準實驗室推動的「奈米技術計量標準」「影像顯示產業標準」，即是基於上述理念所極力發展以產業需求為依歸之產業計量標準。

前進式標準傳遞包含技術發展與營運服務模式兩部分：

- (1) 長度計量最常用儀器為雷射測長儀，而其組成主要包含雷射光源、光學組件及環境補償器(溫濕度修正)，主要計量標準為雷射光源頻率，因此雷射測長儀使用前必須週期性校正雷射光源之波長或頻率。前進式標準傳遞思維是：利用光纖將已知頻率的光頻標準雷射，由實驗室向前傳遞至雷射測長儀所在之工廠。換句話說，使用者只要將測長儀雷射光源接上即插即用(Plug-and-Play)組件，即可在工廠完成標準傳遞與校正工作，而無須拆卸與舟車勞頓將測長儀送到上一階精測室校正。技術上，此種前進式標準傳遞之遠距雷射干涉儀校正已進入可操作階段，德國聯邦物理實驗室甚至已將此技術發展至幾百公尺遠的應用，而國家標準實驗室亦已成功驗證可行性(Lin, 2003a)，並構建完成內部雷射傳輸網。
- (2) 如 4.1.2 節 NML 客戶分析顯示，中南部客戶只佔 NML 服務對象 25

%，原因之一是國家標準實驗室位處北部，儀器運送傳輸不便且時有損壞賠償糾紛。配合政府產業均衡政策，陸續有中部與南部科學園區成立，尤有中科(以友達為主)及南科(以奇美為主)之平面顯示器專業園區成立。在鄰近各專業園區設立「準國家標準實驗室」，更能提供特定項目之檢測校正技術服務。而此類準國家標準實驗室的設立，必須與各主力公司或產業同業工會密切互動，完全以廠商需求為依歸，甚至完全由廠商出資運轉，但由主管單位協同國家標準實驗室予以認證。

4.4.2 「衛星實驗室」與區域計量網絡

限於經費萎縮與人力精簡，國家標準實驗室必須槓桿運用(參見第三章)專業二級實驗室，才能有效完成國家計量基磐。因此關鍵二級(衛星)實驗室輔導建立愈顯重要，不管是傳統領域如塊規認證實驗室輔導，或新興產業特定計量領域國家量測系統建立(參見圖 14)。「衛星實驗室」的概念顧名思義，取其以國家標準實驗室為中心，周圍環繞佈建關鍵衛星實驗室以構建完整標準校正網。

目前經台灣認證基金會(Taiwan Accreditation Foundation, TAF)認證的二級校正實驗室約有 240 家，其中約有 15%「衛星」校正實驗室直接由國家標準實驗室技術移轉或策略性技術輔導成立，涵蓋長度、化學、流量、電量、溫度、質量、力學等領域。以台灣地區小型量具(如游標卡尺、分厘卡)佔有率達 70%的三豐公司(日資台灣分公司)為例，集團內長度與尺寸相關校正實驗室均由國家標準實驗室技術支援成立(Lin, 2000)。半導體用工業氣體(如保護、吹淨晶片的氮氣)龍頭製造商聯華氣體、三福氣體，其產品驗證用標準氣體與校正技術均由國家標準實驗室提供。

此外，台灣公民營企業首位的中國石油公司，其嘉義煉製研究所、桃園與中壢的大型流量實驗室均由國家標準實驗室設計技轉。譬如與民生息息相關的液化石油瓦斯(LPG)油品公平交易，管徑從 50 至 300mm，流率從 20 至 4000m³/h的LPG流率校正即是典型範例。這些關鍵「衛星實驗室」的佈建，對於台灣計量基磐的實現貢獻良多，且已成為其他發展中國家學習的案例。作者將「衛星實驗室」理念於美國國家實驗室聯盟(NCSLI)年會中發表，獲得非常踴躍迴響(Lin, 2002)，並獲得當年度最佳論文獎。

「衛星實驗室」概念的可衍生為區域計量網絡，提升至國家與國家間資源共享，如北美地區，以加拿大高功率電量實驗室為 NAFTA 區域最高標準維護機構，美國並不維持此項計量國家標準；而歐盟各國家實驗室更積

極落實此度量衡標準之區域計量網絡理念，如英國 NPL 的光學標準，德國 PTB 的醫學標準。近來日本計量領域高層幾次訪台，亦數度試探仿歐盟建立東北亞計量網絡的可行性。

區域計量網絡概念甚而可以衍生至目前台灣與大陸東南沿海(如視為一經濟體) (Lin, 2003b)。下圖為台商在大陸沿海與長江流域分佈狀況，作者親身訪問上海與蘇州附近台商，瞭解台商在某些領域的計量需求非大陸當地實驗室所能滿足，因此必須攜回台灣校正，而台灣認證實驗室校正報告目前尚未能取得大陸當局之承認。需求面來看，區域計量網絡的建立確有其必要性，然執行面因牽涉兩岸政治與國家安全，非本文所能探討。

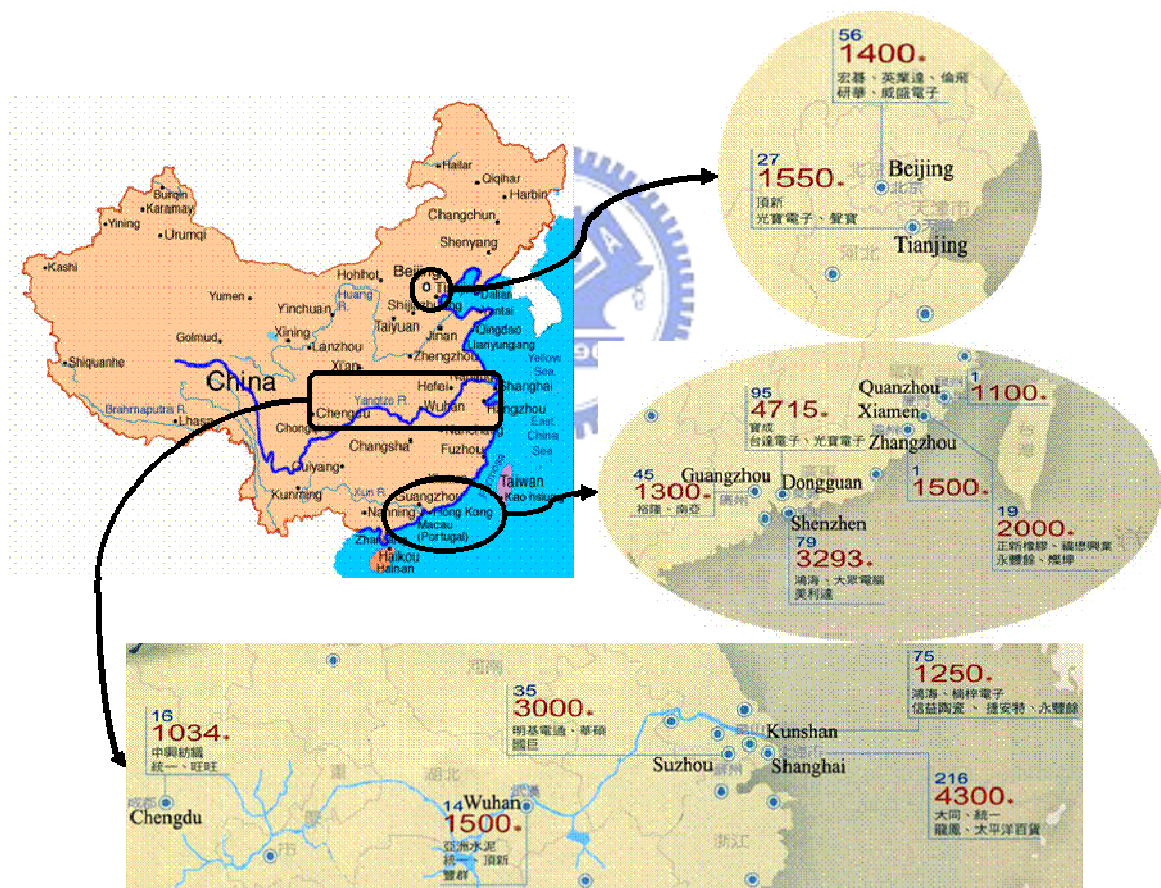


圖 15 · 台灣與大陸東南沿海區域計量網絡

4.4.3 全方位解決方案

多次對台灣各計量相關儀具製造、使用者的量測需求普查顯示，由顧

客(包含公民營產業、學術與研究機構、政府單位)角度來看，國家標準實驗室除提供一級校正服務外，更需提供量測技術諮詢(包含線上檢測、ISO 9000 品質工程、ISO/TS 16949 MSA 等)、產品測試與驗證、實驗室輔導、實驗室評鑑、能力試驗、標準參考物質、度量衡器形式認證與檢定檢查、檢測儀器與設備。範圍涵蓋科學計量、法定計量與產業計量三大量測需求，也含括公共安全、醫學保健、環境保護、產業貿易與公平交易等範疇。

對一家公司而言，研發與設計部、客戶製程部、品管部都需要量測技術與資訊服務，在 4.2 節量測 S 曲線與價值鏈已予闡述。對某一產業而言，以平面顯示器(FPD)產業為例，從彩色濾光片、偏光模組、玻璃基板的物料零組件，到 LCD 面板模組，再到下游液晶螢幕、液晶電視、手機等系統業者，上中下游在在需要各式量測儀器與設備。

因此標準技術與客製化儀器研製的結合，成為國家標準實驗室全方位解決方案發展策略中，最重要之一環。對某一特殊鋼煉製廠而言，如何在 900 攝氏度高溫線上即時檢測鋼胚尺寸，是一重大課題。而此類檢測儀器設備，不是非常昂貴就是市場付之闕如，常常需要客製化研發。線上鋼棒車削尺寸檢測模組、非球面鏡片逆向工程量測儀、晶圓 CMP 研磨機附加表面輪廓監測模組，都是作者過去二十年親自參與的客製化儀器研發。而前述半導體大廠 T 公司委託，評估高速鐵路對 IC 製程振動影響專案中，國家標準實驗室同仁研發的震動模擬器更是客製化儀器經典之作。

第五章 國家度量衡標準實驗室與重點產業的關連

5.1 標準實驗室與國家重點產業

國家標準實驗室任務是建立一國家計量基磐，使終端使用者因各種活動而衍生量測數據能以經濟、有效方式追溯至國際單位，並確保與世界各國的相容性。國家標準實驗室已累積將近 20 年的技術能量，尤其在科學計量方面(如奈米技術發展)，如何運用此核心技術於台灣產業國際競爭力提升，是國家標準實驗室企業化經營成效良窳最重要的考驗。國家標準實驗室運用第四章所述之營運策略對特定產業的貢獻，將在本章中予以闡述驗證。

5.2 標準實驗室與奈米產業

奈米科技是於 80 年代末、90 年代初逐步發展之尖端、交錯性新型學科領域，將促使近乎所有工業領域一場革命性的變化，根據美國評估未來 10-15 年間奈米產品每年年產值將達一兆美金，目前所有科技先進國家都對奈米科技的研發進行大量投入，試圖搶佔這一 21 世紀科技戰略之高點。依據行政院第二十一次科技顧問會議結論，我國未來高科技產業五項策略性焦點項目為應用軟體、生物技術、奈米技術、資訊及通訊、半導體，未來五年內，經濟部技術處在法人科專、業界科專等國家型奈米科技計畫編列投入約 100 億元預算，國科會及教育部也有數十億元預算，總計 6 年將投入約 230 億台幣研發奈米科技。

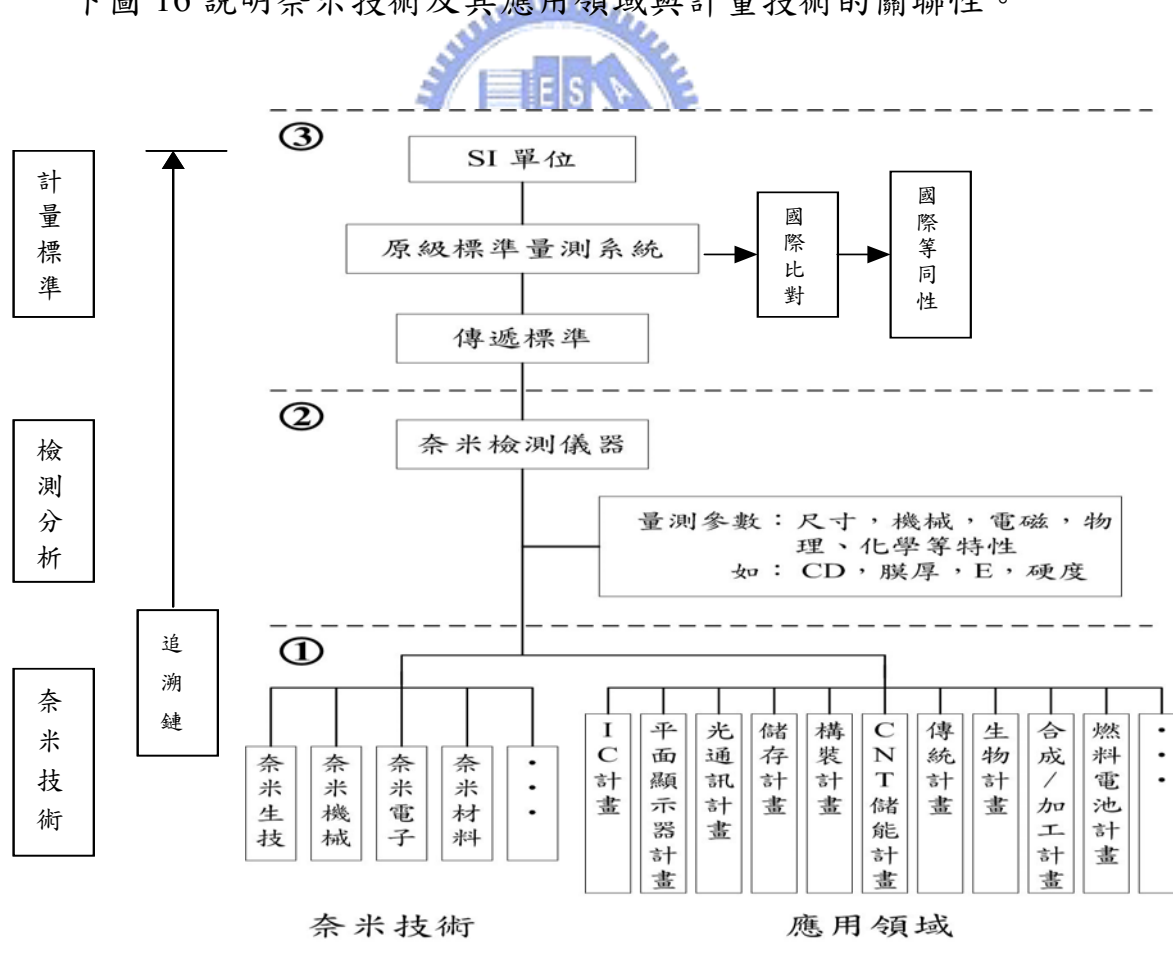
奈米技術的蓬勃發展，終將引發對各種微小物體尺寸量測準確度的疑慮，各先進國家的標準實驗室，乃因應技術發展的趨勢，相繼投入奈米量測與計量標準的研究。國家度量衡標準實驗室過去已投入部分奈米長度標準研發，累積部分能量，然奈米技術的發展中所需量測參數，除長度外，質量、力、電、磁、光、溫度等物理量，亦是研發中重要的計量標準。國家標準實驗室於 91 年 1 月 14 日召開策略會議中即決議，為配合國家重點計畫研發，量測與標準校正之技術研發，得依高科技(如奈米、高頻通訊、生技)的研發與產業應用的世界潮流，適當調整計畫人力與經費編列之比例，培訓量測技術人才，提昇國家標準實驗室的量測技術能力，並積極參與國家型計畫。

面對國內積極進行奈米電子、奈米材料、奈米生技、奈米機械等研發，可預知將引發對各種微小物體物化性量測準確度的疑慮，國家標準實驗室

於此技術革命時期，當投入奈米量測方法如儀器校正、標準樣品、不確定度的分析、資料處理的方法...等計量標準研發，以支援我國奈米技術在量測標準與追溯之所需。

在大約 1 奈米至 100 奈米間的所謂「介觀 (meso) 尺度世界」中，已經發現許多全新的物質特性，諸如物性、化性、電性與磁性等，均與巨觀世界有著明顯差異。奈米科技便是在此介觀尺度下發展的科技，其概念是希望能在物質的最基本單位—分子與原子的層次來操控物質，組合出新材料和極其微小新機器。人類對原子分子操作的能力亦快速成長，以原子或分子堆疊技術組成的物件大小，在數年內亦已可達到 10 nm 以上，相關的研究已在奈米材料、奈米裝置、及奈米系統上有長足的進展，奈米技術產業化的腳步已逐漸加快，支撐產業革命性發展的量測基礎建設如計量標準、標準追溯、與檢測方法等亦應同步進行，以滿足研發過程中定量分析的需求，惟有堅強量測技術支持的研究，才能保證研發的品質，才能走出實驗室，茁壯成為真正的產業。

下圖 16 說明奈米技術及其應用領域與計量技術的關聯性。



奈米技術量測追溯鏈示意圖

圖 16· 奈米技術及其應用領域

從量測追溯的觀點來看，由下而上第一層是奈米技術及其應用領域所進行的大量研究，第二層是這些研究所需量測的參數及所用的儀器，第三層是量測儀器的量值連結至 SI 單位的追溯鏈。就量測的觀點而言，完成第一層及第二層工作，代表研究者對特定技術領域已具有定量分析的能力，也可建立單一廠家內的自我參考基準，完成第三層追溯鏈的工作，則代表所有使用 SI 單位的廠家均有一致的標準。對國際化的產業而言，共同使用一致的 SI 量測標準是彼此溝通、建立信譽的基礎，其重要性不言而喻。

歸納美國 NNI(National Nanotechnology Initiative) 對奈米技術(Nanotechnology)的定義，概略有三項要點：(1)物件或結構的尺寸範圍在 1 nm 至 100 nm 之間；(2)因尺寸達到奈米等級，可衍生出物理、化學、生物等特性的改進；(3)工作或操作的對象為分子等級的物件。而奈米計量(Nanometrology)，國際上最初(1998 年)是以尺寸介於 1 nm 至 1 000 nm 為定義，近來則將此定義限定為尺寸奈米計量(Dimensional nanometrology)，以表明奈米計量除了尺寸之外，其他各領域如力、電、磁、溫度、流量...等，也有其在支援奈米技術發展上應有的計量技術，然各領域奈米計量之定義則尚待進一步討論。本計畫以發展奈米技術所需的計量標準為考量，而不是以其量測單位是否為 nanogram, nanonewton, nanoliter, nano...來限定，如此較能符合奈米技術及產業發展的實際需求。

5.2.1 奈米標章

奈米技術衍生產品可以為人類帶來福祉，但相對衍生的安全性問題絕對值得注意防範。經濟學人雜誌報導：2006 年 3 月德國某一名為 Magic Nano 浴室清潔劑公開上市發售，三天之後，有將近 80 德人因吸入此噴霧式奈米產品，導致嚴重呼吸疾病，該清潔劑被勒令全面下架。檢測技術可以協助驗證奈米產品的安全性，這也是政府推動奈米標章的動機之一。

國家標準實驗室協助工業局負責推動奈米產品驗證工作，在民 93 年 11 月 12 日組成奈米標章推行委員會，並順利將奈米標章產出。奈米標章推行委員會由經濟部遴聘相關政府機關、學術研究機構、及產業界代表共 19 位委員組成，並負責協調工業、檢驗及標準、衛生、環保等相關單位及業者，共同配合推動奈米產品驗證體系。

在我國積極推動奈米科技研發的同時，為保障消費者與優良廠商的權益，提昇奈米產品品質與形象，促成國內奈米產業之健全發展，因此由經濟部主導推動「奈米產品驗證體系」的建立，進行奈米標準化各項工作。

現階段奈米標章之推行，將採產品驗證制度，由廠商自願參加，奈米產品現場評核標準，則是參照國際通用之品保標準，另依奈米產品之不同特性，分別視需要制定驗證規範。今年底將首先受理奈米光觸媒及奈米塗料等相關產品申請奈米標章及授證，未來三年將陸續擴充項目可達二十項、一百家廠商申請的規模。

我國近年在推動食品 GMP、節能標章、環保標章等工作不遺餘力，而奈米標章亦是站在公正與鼓勵的立場，達到促進奈米產業發展的目的，由於奈米技術應用廣泛，因此審查重點是針對產品之奈米性、功能性及安全性，在奈米標章推行方案中有詳細規範，且將分別依業務性質委託適當之專業機構執行推廣與驗證工作。同時結合政府、業界及相關機構共同辦理廣宣活動，以提高消費者對奈米驗證認可廠商及其奈米產品之認知與信賴。凡是奈米驗證認可廠商及其奈米產品，由經濟部工業局頒給證書及奈米標章之使用權，確保公正與公平交易。

奈米標章的推動降低消費者對奈米產品的安全顧慮，協助廠商適用投資獎勵補助，這是國家標準實驗室發展量測標準技術，對安全與公平交易的貢獻。



5.3 標準實驗室與生物醫學產業

有鑑於台灣在醫學領域計量基磐制度之不完整，如各醫院間醫學病理檢驗報告互不承認(亦即無法相容)，除醫療糾紛責任歸屬考量外，醫學檢驗師與病理學醫師(Pathology)間缺乏信任，此外，對醫學檢驗品質的重視，醫學檢驗分析量測追溯與相容性等觀念的宣導，均亟待加強。作者有機會與主管醫院與醫師事務的醫事處長討論上述現況時，薛處長認為應該從解決現有急迫問題(如緊急醫療系統品質提升)中，推廣醫學檢測追溯與相容觀念。因此國家標準實驗室才有機會執行衛生署醫事處委託的緊急醫療之「救護車服務e化開發計畫」，並由救護車擴及個人攜帶式緊急醫療設備研發。

醫學產品(含醫療器材、藥物)的驗證十分嚴謹且費時，一般藥物沒有十年以上動物與臨床實驗是無法上市。研究人員與廠商辛苦開發的醫學產品如果無法即時通過如美國FDA的驗證，大量先期研發資金無法經由市場回收。而且以最常見口罩為例，醫學用口罩(醫療器材)N95與一般尋常口罩其價格差異，以十倍計。因此竹北生物醫學園區規劃區內設置醫療器材育成中心時，設立輔導廠商通過產品測試驗證的專責單位，成為該園區招商的優勢條件之一。

5.3.1 緊急醫療

計量連結平台(分析檢驗品保服務平台)能夠有效地提供安全、健康、環境、交易(S、H、E、T)等領域之完善技術服務，推展新興產業於第四章中已進行說明。為能展現此平台之確實功能，近年來在業界與廠商頻繁之接觸，充分了解國內迫切需求項目，其中又以健康、醫療之生物醫學標準為最，故於民 94 年在衛生署與國內緊急醫療專家建議及協助下執行「救護車服務 e 化開發計畫」，提供人民快速、準確及高品質之緊急醫療服務。

我國緊急醫療資源集中於都會區，相對而言，偏遠地區幅員廣闊，但醫療資源貧乏，緊急救護動線過長，難以掌握就醫黃金時間，形成「救護死角」。

衛生署自民 84 年起開始規劃醫學中心與偏遠醫療單位間之遠距醫療服務，在數個偏遠地區衛生所中安置醫療設備。整體言之，其佈點顯有不足之處，且精密之醫療設備需由專科醫師操作，而我國醫療專業人員已有不足，遑論偏遠地區之醫療人力與素質。因此，即使有了遠距醫療系統，所能解決的問題還是有限的。事實上，更多的偏遠地區至今仍缺乏遠距醫療服務，依據衛生署醫事處之構想，若能發展具影音及生命徵象信號傳輸的 e 化救護車，使其具有遠距醫療指導之功能，將更能有效彌補緊急醫療資源之漏洞。

因此國家度量衡標準實驗室整合了過去養成之 GPS 技術、振動標準防治技術(救護車往往救助於偏遠山區)、通訊標準技術、專業人才培訓經驗等提供系列服務平台。為確保達成服務共構網之運作理念，本計畫和中華電信行動通信分公司合作，領先將計畫執行期間仍在測試階段之第三代手機通訊系統 WCDMA 技術納入計畫中。緊急醫療為一專業技術，此 e 化救護車之裝備及信號傳輸必須考量專業人員之需求。在這方面，本計畫與新竹馬偕醫院急診室合作，透過雙方緊密之研討，訂定 e 化標準規格需求。

救護車上除規定之標準裝備外，另增加可攜式生理監視器、網路攝影機、PC 用麥克風、GPS 接收系統、WCDMA 無線通訊網卡及筆記型電腦。各項新增標準裝備功能說明如下：

- (1) 可攜式生理監視器可量測心電圖(Electrocardiogram, ECG)、血氧濃度(Blood Oxygen Saturation, SpO₂)、非侵入式血壓(Non-Invasive Blood Pressure, NIBP)、心跳(Heart Rate)等生理參數。本計畫完成數據擷取標準介面之開發，可將生理監視器上各項波形/數值資訊傳送至筆記型電腦中。

- (2) 網路攝影機、數位相機、PC 用麥克風可將救護現場及傷患後送過程中之影 音資訊，透過標準介面傳送至筆記型電腦中。
- (3) GPS 接收系統可接收救護車之定位資訊，此資訊傳送至筆記型電腦後再傳送至監控中心，結合 Web GIS(Geographic Information System) 與電子地圖，可實施衛星定位，準確掌握救護車之位置。
- (4) 筆記型電腦經由 WCDMA 無線網卡連上網際網路，將擷取到之各項資訊傳送至醫療院所、救災相關單位；同時救護車上也可接收來自責任醫院之影音訊息，進行到院前線上醫療指導。



圖 17. 緊急醫療：救護車端傳送畫面



圖 18 · 緊急醫療：醫院端接收畫面

本期計畫屬開發階段，如何將雛型系統進一步標準化，再進而普及化，是計畫未來發展之重點，亦是國家實驗室長期經營可以著力與貢獻之處。依據計畫原始發展構想並參考學者專家之意見，規劃未來工作重點如下：

- (1) 捨棄雛型系統之 Wintel(Windows XP + Intel CPU)架構，改採嵌入式系統架構，整合各種輸出入介面於系統中。預計使用國內廠商製作之車用電腦作為嵌入式系統主機，配合使用微軟 Windows 嵌入式作業系統為基礎，由研發團隊自行或與相關廠商共同合作，開發各項輸出入標準介面。
- (2) 依據醫療儀器國際標準通訊協定，進行生理監視器輸出入標準介面之研發，將通訊協定之樣板(Template)建立在嵌入式系統之唯讀記憶體中，任何使用符合國際標準通訊協定之生理監視器，連接至此輸出入標準介面後，即可隨插即用，提升系統之可攜性及替代性。
- (3) 導入 RFID 技術，在處理大量傷患狀況時，將可提供快速準確的傷患識別及追蹤。未來 RFID 在各醫療院所普及後，傷患送抵醫院後，其相關資訊將可直接整合至醫院醫療資訊系統中。
- (4) 強化語音及動、靜態影像傳輸功能，提升系統在到院前之線上醫療指導中之實用性。
- (5) 重新規劃車裝標準設備之隔振及配置設計，各項連線儘可能無線化，以不影響傷患進出及救護員進行緊急醫療救護作業為最高原則。
- (6) 針對模組化之嵌入式系統，將申請進行包含環境歷境試驗，環境應力篩選試驗，壽命試驗等之可靠度試驗。經由可靠度試驗獲得資料，再經由可靠度統計分析的方法，以確認設計品質目標的達程度。

(7)辦理成果發表會推廣計畫之成果與培訓專業醫護人才，以加快普及化之速度。

為驗證計畫成效，選定偏遠地區，分別與當地責任醫院及救護人員合作，實施救護演習，並積極與衛生署／消防署將已完成或執行中之相關計畫搭配本成果使用，以達到事半功倍之效果，這才是計量平台創立之初衷。

5.3.2竹北生物醫學園區

行政院開發基金預計於五年內投入達二百億元資金，以發展生技相關產業。並鼓勵公民營事業設置生物科技產業專區，以加速推動產業之發展。有鑑於此，竹北生物醫學園區將在 2008 年完成並進行運作，要求在 2012 年進行評估，考慮轉型為國家醫院，結合中央研究院、國家衛生院、工研院、動物研究所及各研究型大學之力量與國家和民間資源，帶領臺灣之生物醫學/醫療產業發展，為臺灣經濟建設與國家競爭力提升做最大之貢獻。

國家度量衡標準實驗室累積 19 年之運作經驗，協助竹北生物醫學園區同步建置關鍵技術，透過「虛擬測試實驗室」(Virtual Test Labs：以下簡稱 VTL)之架構，健全生醫產業技術結構與整合實驗室之驗證測試知識供應鏈，包含臨床前試驗及臨床試驗階段的銜接模式，來進行及創造竹北生物醫學園區為一具永續性、全方位的完善醫療產業與環境之示範性園區。

「虛擬測試實驗室」平台之整體規劃構想藍圖，主要目的是希望未來具有能力將學者、研究單位與業界提供合作介面，設置單一窗口，讓所有國外標準與驗證知訊息，就在此窗口取得，提供清楚的資料給國內業者及學者建議方案。此「平台(Platform)」亦可支援製造商因驗證所須關鍵測試技術之同步建置相關需求，以加速產品器材之上市時程；此外，目前醫療器材產業的不透明化，國內許多好的產品及技術均無法有效轉移並通過驗證，經由此窗口來處理相關之風險分析及資料萃取。這些關鍵測試技術，透過規劃核心測試實驗室(Core Test Labs)的構建進行可行性評估，另藉探索業界、醫界測試強項資源，同步推動現有醫學相關實驗室之技術合作、協助衛生署與 FDA 締結相互認可協定、辦理各測試實驗室間之能力試驗比對規劃，更可擴展 VTL 之服務範圍、促成國家驗證單位之業務相互認可，並協助園區整合實驗室各項銜接試驗階段之驗證測試知識供應鏈，以填補國內所缺之生醫量能，更進一步提昇國際品牌生醫器材的加值效能。

值得一提是，工業技術研究院量測技術發展中心握有全亞洲數一數二的優勢資源，具國內唯一獲美國 FDA 認可之醫療器材上市前 510(k)審查機

構，同時獲選為 FDA GMP 查廠代施查核機構，且擔任亞洲醫療器材法規調和工作小組技術委員會主席，在國內，是行政院衛生署認可的醫療器材優良製造規範代施查核及體外診斷試劑查驗登記之代施審查機構。因此，本計畫透過調查國內現有生醫驗測能量，評估及研析現有六項具發展商品化潛力利機的明星生醫器材產品：台大抗煞一號口罩、台大抗煞一號新藥、生物晶片、光動力療法（Photodynamic Therapy）設備、骨科器材與電化學生物感測系統（Electrochemistry Biosensor System）之相關驗證技術瓶頸，將研擬產出一份 FDA510(K)Submission 實際案例範本。

另外在人才培訓與推廣方面，配合園區 pilot site 之建置，將以淺顯易懂、深入淺出的多媒體方式進行 VTL 展示的製作，導引參觀者輕鬆了解「虛擬測試實驗室」。清楚地介紹它的優點、特點及優勢的測試資源、簡易的流程步驟、上市時程的縮短，並以實際的案例作說明，期使參觀者留下深刻及良好的印象，尤其重要的是認同「虛擬測試實驗室」之機制並實際參與使用之。

對於跨領域知識共享 VTL 之建立，主要發展方略在充分運用及結合我國已建置之各種能量(詳參圖、生醫產品器材上市流程發展)，輔與國際相關認證機構交互認可，將可實質加速生醫產品器材上市之各階段所需的必要驗證時程。如下圖中路徑 1 與路徑 2 之差異在：前者為現行運作模式，透過國外實驗室測試後再送 FDA，此方案路程曲折耗時並花費較多之經費。後者為未來 VTL 運作模式，透過國內追溯之完整性及與 FDA 相互認可，各項明星產品直接送國內測試實驗室進行：(1)工程測試、(2)實驗室測試、(3)生物相容性測試、(4)動物測試、(5)模擬使用、(6)軟體驗證(7)臨床試驗等，之後經過衛生署查驗登記審查核准即可上市；此方案當可大量促進產業升級及未來經費之來源多角化。

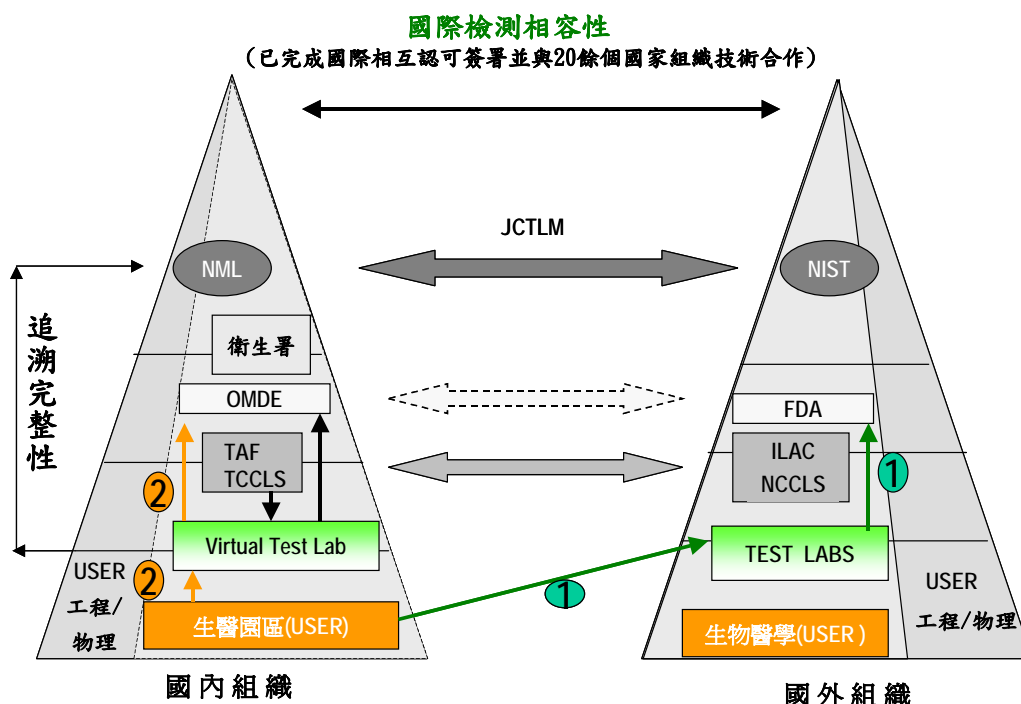


圖 19· 生醫產品器材上市流程發展

綜觀上面論述「虛擬測試實驗室平台」將可服務下列工作內容：

- (1) 調查國內現有生醫驗測能量，評估及研析現有六項具發展商品化潛力利機的明星生醫器材產品之相關驗證技術瓶頸。
- (2) 充分運用及結合我國已建置之各種能量，建立跨領域知識共享之 VTL，輔與國際相關認證機構交互認可，並在供應鏈不足之環節點，評估構建核心測試實驗室之可行性，以支援廠商驗證所須之測試。
- (3) 探索業界、醫界測試強項資源，同步辦理各測試實驗室間之能力試驗比對規劃，以擴展 VTL 之服務範圍，並配合園區 pilot site 之建置，將本案相關專業文件列為生醫知識普及化教育之教材。
- (4) 針對產學創新合作資訊系統進行研析，提供產學合作機制之技術面、應用面的整體發展及媒合策略規劃，並以國家觀點研擬出產、官、學、研、醫之相互合作的運作機制，使之能夠提供全程型配套服務，以精確且快速的滿足客戶需求。

透過先期規劃 VTL 之架構，建立「平台(Platform)」加速新醫療暨生技器材的上市時程。協助竹北生醫科學園區整合實驗室各項銜接試驗階段之驗證測試知識供應鏈。同時在因應新興生技醫療器材的不斷創新研發，與日新月異的法規環境建置下，期盼可進一步協助園區內相關核心測試實驗室如 Center for drug、device & Diagnostics Development (CD4) 推動相關學

術及醫療暨生技器材產業的發展，預期快速達成扶植國內醫療器材產業之目標。

5.4 以標準為策略引領產業發展

新科技發展與生產時，控制品質所需之各項量測儀器多屬由國外購置，無法證明相對於先進國家之技術水準，從而難以掌握國際標準發展之契機，致國內擁有優良技術與研發能力廠商，除無奈繳付巨額權利金（例如我國在通訊技術產業不但具國際水準，且多項產品的產值或數量更高居世界第一，在國際通訊網路技術分工的行列中雖已取得相當重要的地位，但是根據經濟部統計，國內產業每年需支付外國鉅額權利金、授權費及技轉費，光資訊產業每年技術相關支付金額就約在十五億美元左右，顯見我國研發資源大部份仍用於產品開發及製程改良，而較少投入前瞻創新技術開發，以及缺乏積極介入國際標準規範制訂。）影響後續研發進展外，日後亦因薄利代工之故，勢必被迫陸續產業外移以降低有限成本，政府則眼睜睜看著多年的全民投資紮根於國外。

依據先進國家推動標準化運作經驗與評估結果，目前若在研究開發到達產業應用階段後才開始發展標準化相關活動，事實上是很難在世界競爭中獲得標準化主導權的。因此除非我國不投入此類活動，否則從研究開發階段開始，就須注意到標準化活動的適度切入，即從早期產業科技發展規劃開始，當以不偏向特定企業利益的公平立場，選用且籌備具豐富標準體系運作與標準技術研究經驗之人才的公正第三者平台，藉由群體運轉機制，結合產、官、學、研專長，統合國家、產業實體標準、產業技術規格與標準法規之綜效，避開各國的利害對立，俾在國際標準化活動中，使國人都能享有因標準化所帶來的最大利益。以日本為例，該國除鼓勵企業與研發機構著力參與國際論壇和企業協會...等標準化活動外，亦已明定以經濟產業省主管的國家標準委員會(JISC, Japanese Industrial Standards Committee)是唯一代表國家的機關，參與 ISO(國際標準化機構)和 IEC(國際電工委員會)等機關制定規格之各類活動。

國內市場規模小，缺乏清楚之分工體系，無法以國內需求基礎發展海外市場，亦難僅以突破少數技術之成績即可與國際大廠匹敵。藉由築基於標準與智權發展策略所建立之標準發展運作平台，可將國家度量衡標準實驗室十餘年來所累積之量測評估技術、一致性國際標準技術、橫向支援綜效能力、檢測水準齊整性，以及與國際標準組織合作經驗等能量，基於非商業永續營運考量，以公正第三者角色逐一傳遞至產業，全力維持與建置產業標準所需之人才與技術資源。

台灣在資訊通訊(ICT)等高科技產業發展過程中，因未能掌握國際標準發展之契機，致國內擁有優良技術與研發能力廠商之後續發展因而受限，此慘痛經驗至今仍歷歷在目。

新興科技快速發展，便利性、舒適性消費產品環佈於國人周遭，隨因應功能需求而不斷提昇能量與功率，相對適用於國人體質之標準檢測環境、設備與技術未能適時建置，對人體之傷害將為未來之商譽埋下隱憂。

隨科技發展，主要客戶提高對交易上時的公平性要求，惟有透過國際標準體系，善用與其具一致性水準之國家標準，發揮產業計量標準與 CRM 之特殊效能，才能將標準及時且有效地傳遞至產業界，從而因應客戶端需求，克服跨國貿易所遭遇之技術性障礙，與提供解決上下游間之交易糾紛之標準（如油品、天然氣、電力...）。

因此國家標準實驗室規劃擬聚集國內相關資源，築基於標準與智權發展策略，建立一個具意見一致、公開、透明的標準發展運作平台(Platform)。其目的即期藉由結合標準(Standards)與智權(Intellectual Property Rights)，逐步針對未來具發展潛能之策略性產業/特定技術領域，以直接與間接之技術/產業分工架構，結合政府與民間(Industry sectors)力量制定此領域與國際接軌之相關國家標準；並藉長期與國際標準組織之合作交流關係，進一步累積技術籌碼，俾能在國際標準制定流程中，擴增國內產業標準技術與 IP 佈局的組合綜效，參與、影響，甚而趕上國際先進國家腳步，進以主導新國際標準制定之結果。構建此產業標準發展運作平台，可從與政府機關政策相關的必要領域，或是尖端技術開發、福祉技術開發...等與企業利益難以逕行連結，或讓企業團體很難對應的領域範疇，自業界團體要求較急迫的課題中，選出具前瞻的基礎研發項目進行標準化研究。此類標準化活動不單由研究者個人的構思所能展開，產官學的合作更是不可或缺，為使能有效率進行此類活動，除需學者、專家...等中立人士親自參與相關團體來協調國內產官學的利害關係者意見，在串聯國際標準方面，對每個國際標準組織專業委員會(Technical Committee)都應設有國內審議團體相對應，以歸納國內意見。

再則，透過本規劃方案系統化的運作機制，增加產業對於標準化的了解與實用，俾改善技術與策略之競爭性與生產力，達成市場/利潤化最大。

最終，參酌美、加、英、日、大陸等國擬訂之標準發展策略，實有必要推展於產業技術標準運作所累積之經驗，進而運用與滿足於環保安全、民生福祉與社會發展等內需市場對國家標準之需求。

5.4.1 國家標準發展策略

對於我國具 IP 優勢潛能或獨特性之產業/技術領域，在強化現有 IP 佈局後，再結合國外優秀專利事務所力量，透過國際標準組織之運作，全力爭取制定新國際標準主導權或展現高度貢獻(周延鵬，民 95)。

結合國家實驗室能量，透過國際比對建立具「質」、「量」的公正計量標準，發展優質生活品質的量測技術，主動協助特定科技產業建立可高度信賴之跨國領導品牌（如通訊、能源、生醫、LED 與 CRM...等產業）。

對於已失先機但仍具利基之產業/技術領域，仍持續引進相關國際標準與新知，並組合產、學、研之相關專利，及台灣廠商(如鴻海、明基集團)之優勢全球製造與運籌供應(Global Logistics Supply & Management)能力，以整體戰力強度來累積貿易談判籌碼。

配合政府全力執行之「行動台灣(M-Taiwan)應用推動計畫」，並因應 U-Taiwan(Ubiquitous-Taiwan)與未來數位家庭及無線感測系統的快速發展趨勢，與新技術有關的產品會陸續推出。因應產品出廠前需求，自我發展相關產品後續的測試驗證技術與建置對應測試系統之能力非常重要，它不但可以節省送往國外測試之時間與成本，避免關鍵技術外流之發生，更重要的是可藉由測試技術的發展，確認技術規範及建立解決產品製造問題之能力，在技術制高點繼續保有優勢。

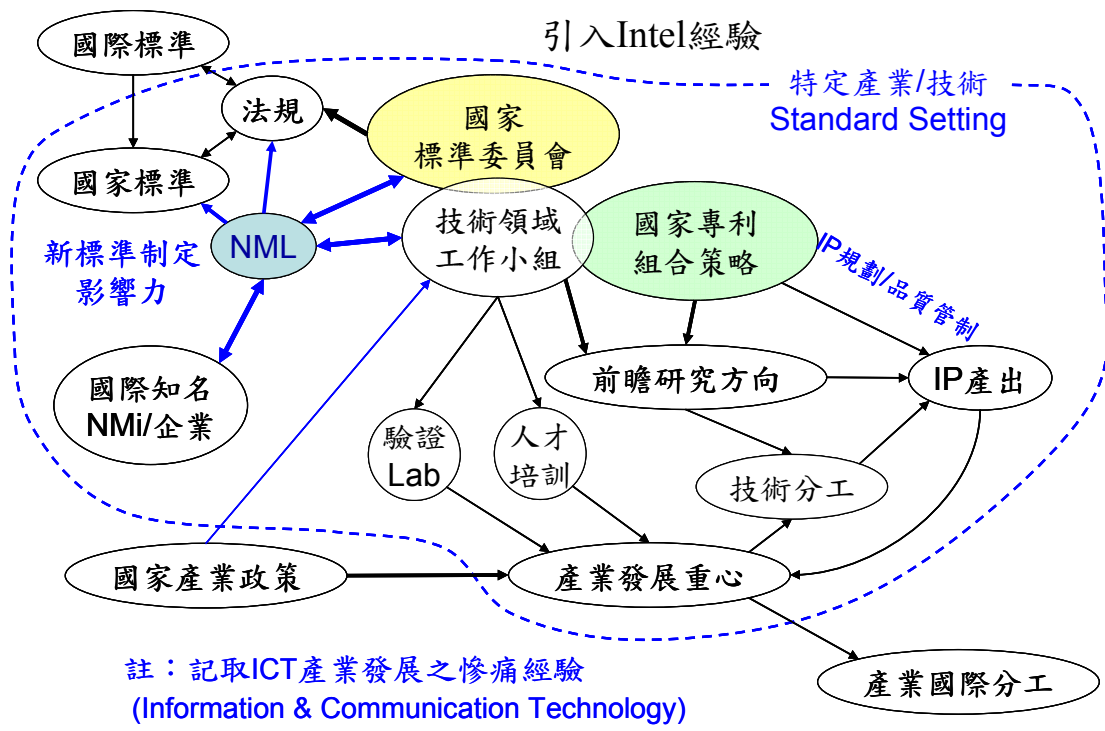


圖 20 · 標準結合智財(IP)引領產業發展



第六章 結論與建議

6.1 結論

一般人日常生活均與量測標準息息相關而不自覺，如油價高漲時，到加油站加油對各種油品價格十分敏感，而且經常關切自己實際所購得油量；消費者文教基金會常常發表對各種有機食品或「黑心」商品抽測結果，經常引來消費者關心、生產者著急、官方機構顏面無光，這些有爭論數據的標準何在，是誰在維持這些檢驗標準。電子產品外銷歐美各國，因不符當地國家檢驗規範(如 CE mark)，導致整批產品被退貨，製造商蒙受重大損失，此時國際間協商仲裁的標準為何。這些攸關消費者與產業之安全(Safety)、健康(Health)、環保(Environment)與貿易(Trade)的議題，均與各經濟體所維持的量測標準有關，一般也由各經濟體的國家度量衡標準實驗室所負責。

國家標準實驗室與台灣其他國家級實驗室如中央研究院、太空計畫室等，均被賦予特定任務而成立。國家標準實驗室負責建立我國國家計量基磐或國家量測體系，亦即經由此體系，任何企業、或量測使用者，其使用量測儀器(不管任何目的或用途)所獲得量測數據(Measurements)均能與國際公認的 SI 單位連結，這就是追溯性(Traceability)的完整。為與其他國家量測標準接軌，必須經常藉助能力試驗或實驗室比對，確認台灣的量測體系與世界其他各國相容(Interoperability)。國家標準實驗室的服務是一般性、公益性(根據度量衡法)、支援性(相對生產製造而言)，其服務宗旨與非營利事業十分神似。然，國家標準實驗室在有限資源之效益最大化的營運上，卻與一般企業沒有兩樣(雷司，2003；赫茲林格等，2000)。

本論文以國家度量衡標準實驗室(National Metrology Institute)為主題，探討其對國家整體經濟效益，檢視先進國家標準實驗室面對民營化之經營策略，考量台灣目前整體現況，應用相關管理理論，研擬適合我國國家度量衡標準實驗室(National Measurement Laboratory)的企業化經營策略，並討論初步實證成果。綜整結論可分為全球經營趨勢、經營策略芻議與初步實證、經營變革初探三部分，茲分別摘述如下。

6.1.1 國家度量衡標準實驗室之全球經營趨勢

(1)企業化精神導入是全球所有國家度量衡標準實驗室在面臨經費緊縮共同現象必須進行的變革。

民營化(Privatization)是近代國營事業必經之路，如同 1990 年代佘契爾(Thatcher)女士執政時的英國(鐵娘子將英國航空、電信、鐵路等公司民營化，造就保守黨執政之英國盛世)，或是二十一世紀初小泉首相執政的日本(郵局民營化是日本經濟歷經 15 年低潮起死回生之關鍵性事件)。台灣目前正面臨台鐵、台糖、金融業等國營企業民營化的陣痛。公益性質濃厚的國家度量衡標準實驗室，或許不適合民營化，但企業化精神(Entrepreneurship)的導入或法人化則是必然趨勢，這也是本文撰寫主要動機與探討範疇(科特等，2000)。

世界各國國家度量衡標準實驗室(NMI)經營型態(參見 3.3 節)，可以是政府公務機關(如美國 NIST、德國 PTB)，可以是國有民營(如英國 NPL)，可以是法人組織之一員(如日本 AIST 之 NMIJ、荷蘭 TNO 之 NMI)。各 NMI 的經營型態亦會因時勢改變而重整，如澳洲國家標準實驗室原是法人組織 CSIRO 之一員，於 2004 年 7 月合併國家化學實驗室(AGAL)與標準業務委員會(NSC)回歸公務系統。我國國家標準實驗室目前委辦財團法人工業技術研究院成立量測技術發展中心專責執行，不過配合政府組織再造，主管機關經濟部標準檢驗局一直有合併其他國家實驗室如中華電信時頻研究所、核能所游離輻射實驗室及國家實驗研究院儀器科技研究中心(原國科會精密儀器發展中心)，成立專責法人之構想。

簡言之，NMI 營運型態，可概分成四種，即「完全政府經營者」如美國、德國及韓國；「公辦民營者」如英國；日本則屬於政府機構性質的「獨立行政法人」；而我國則「公辦非營利財團法人」。其實各國 NMI 採行的營運型態除了跟各國的經濟實力與民族性有關外，更需肩負維持公平、公正的立場以提昇其產業之全球競爭力；其次運作的彈性與效率亦是重視目標之一；另研究計劃需著重標準系統之精準與不確定度，以達國際極高水平之計量標準，如一切以利潤為導向雖可以更貼近產業的發展，但對掌握長期之科技發展規劃將有所落差；代表國家於國際上之身分明確也是急需要考慮因素。綜觀上述條件沒有一種營運型涵蓋所有優點而無缺點，因此「有形之組織」與「無為之管理模式」互相搭配運作才是「國家度量衡標準實驗室」能夠發揮最佳效能之營運型態。

所謂「有形之組織」與「無為之管理模式」即是以「公辦非營利財團法人」之組織，再融入「企業化精神之管理模式」共同配合運作，以滿足公平、公正、彈性、效率、科技發展與貼近產業等優勢，進而達到前國際計量局 BIPM 主席 Dr Quinn 心目中的「國家度量衡標準實驗室」之使命：

- 計量技術保持領先，解決業界未來需求。
- 協助廠商解決“現階段”的問題，“未來”可能發生的問題。

- 提供技術諮詢。
- 給予生產線上人員教育訓練，朝向有效率的生產。
- 在精細儀器上，給廠商校正及量測上更多專家的諮詢與建議。
- 以更宏觀將自己視為是一個提供計量基礎知識的組織。
- 以更有效的傳播計量技術進行技術擴散。
- 更了解工業界的問題所在，藉以改善服務及量測不確定度。
- 藉由與其他實驗室間的比對，了解自身的能量水準。
- 標準的發展朝向統一化。
- 計量技術是用來管控生產過程，並提昇產品的附加價值。
- 鼓勵產業論證及宣揚有品質的檢測將會增加產品的附加效益。
- 藉由校正工作過程更了解產業需要並維持其本身專業技術。

然無論國家標準實驗室隸屬組織型態為何，為尋求局部/全部財務獨立，各國國家標準實驗室均朝企業化經營方向調整，只有貫徹程度差異而已。以新加坡國家標準實驗室為例，隸屬國家生產力與創新局(SPRING)，然其經營目標與績效考核與一般企業實無區別。因此，在現階段國家經費拮据困境下，維持現有「公辦非營利財團法人」之組織，融入「企業化精神之管理模式」將是最佳之選擇，必能帶給國家最大利益。

(2)區域聯盟與任務分工是世界各國國家標準實驗室遭逢民營化衝擊所採取因應策略之一。

各國 NMI 因應經費緊縮以各經濟板塊為範圍成立相對應區域計量組織 (Regional Metrology Organization, RMO)。如北美洲由美國、加拿大與墨西哥合組的 NORAMET、歐洲的 EUROMET、亞太地區的 APMP。以 NORAMET 為例，美國 NIST 關閉高功率標準系統，鼓勵美國二級實驗室直接轉送該領域校正能量與品質最佳之加拿大 NRC-NMI。各國 NMI 亦形成分工競合狀態，以歐盟(European Union)為例，英國 NPL 扮演歐盟光學計量技術發展中心，而各成員國的 NMI 除基本運轉經費外，均需提案向歐盟申請額外研究經費，類似我國科專與國科會申請競爭機制。

(3)對國家整體貢獻與影響仍是評估國家標準實驗室績效之重大考量。

國家標準實驗室對國家的貢獻主要包含經濟效益(Economic benefit)與社會公益(Social impact)兩大部分。前者可以嘗試與國家各種經濟指標相連結(如 GDP)；或者基磐建設特有之槓桿放大指標(參見 3.1.2 節)。美國 NIST 甚至成立專責部門(SPEA)研究其對美國的經濟效益(Tassey, 1999)，其 BCR(benefit-cost ratio)指標與本文所述槓桿放大指標有異曲同工之妙，且數字 order 若合符節。韓國 KRISS 則委託專業 McKinsey 公司做類似評估。上述評估報告均承認國家標準實驗室之社會公益價值，但亦均提及數量化的

困難性。

(4)國家標準實驗室是一國基磐建設，對於提升國家競爭優勢具有重大根本與高階間接的影響。

國家標準實驗室的研究成果可以經由提供儀器校正、產品測試與驗證對終端使用者服務，並維持社會公平交易(法定計量)。亦可經由提供各產業檢測技術，改善製程與產品品質與價值，提升產業競爭力。如美國 NIST 原名 NBS (National Bureau of Standards)，於 1980 年代中雷根主政時期，為提高美國產業整體競爭力，立法(the Omnibus Trade and Competitiveness Act)擴增 NBS 以計量提升美國製造能品質的任務(產業計量)，並更名為 NIST。其實，國家標準實驗室對人類最大貢獻在於前瞻科學計量工作，如 2005 年 NIST 研究員 Dr John Hall 以光頻研究獲得 Nobel 物理獎，而我國 NML 同仁客座研究 NIST 時亦曾參與有所貢獻。

6.1.2 我國國家標準實驗室的經營策略與初步實證

除前節所述全球經營趨勢與國家實驗室本質外，瞭解國家標準實驗室的槓桿放大效益特性，特殊的產品服務 S 曲線與價值鏈，將有助於經營策略的擬定與執行。「不與民爭利」的前提，即使整個產品服務市場是擴增成長，國家標準實驗室只能著眼 S 曲線萌芽期，將成熟豐碩期讓與產業界與認證二級實驗室。洞悉量測標準與技術對產業能提供貢獻與創造價值之所在，譬如由傳統離線品管檢測，將量測技術在生產線即時監測、設計研發端即予導入，不管在時效與價值創造上，均有較大貢獻。

行銷是國家標準實驗室企業化經營最大課題之一。從民 74 年至今，歷經二十年的研發投資，國家標準實驗室蓄積一定研發能量，目前計有約 110 套一級量測系統(主要在物理與工程領域)。每年提供約 4000 件一級校正服務，包含長度、質量、力量、壓力、真空、流量、振動、聲學、電量、磁量、微波、光學、溫度、濕度、化學十五個量測領域。也累積實驗室品質管理與工程技術(如 ISO 17025、ISO 9000、SP 676)，國家標準實驗室是全世界第一個國家量測實驗室率先導入並通過 ISO 9000 認證。亦累積標準儀器研製(準確性領先產業界 3-5 等級)，與參考物質(標準氣體)開發，產品測試(LED 等光電產品)、與驗證(醫療器材等)能力。可惜如同大部分技術研發機構，只重技術開發，不重視業務推廣，所有績效考核與人才培育均以技術掛帥，導致研究與管理同仁缺乏服務行銷推廣理念與精神。

國家標準實驗室雖然主要經費由標準檢驗局提供，然其衍生技術卻可服務政府其他部會，如醫學保健(衛生署醫事處、藥政處、藥物食品檢驗局)、

國土資源探勘(內政部地政司)，產品測試驗證(工業局奈米標章)，儀器設備研發(技術處)等。亦可支援國家重大經濟與公益建設，如南科振動監測評估，捷運噪音改善，同步加速器品保(科學計量)，水量計、血壓計的型式認證與檢定檢查(法定計量)。遑論產業檢測設備研發(如半導體膜厚、線寬標準；影像顯示驗)，製程監測(振動對晶圓製造影響)。

國家度量衡標準實驗室的經營策略，已於第四章詳加討論，可概分強化深度(朝產業與終端使用者方向)與擴大廣度(擴大新領域與服務內容)兩大指向(Dimension)。運用此經營策略的實證，亦於第五章略舉奈米標章與緊急醫療予以討論。在強化深度方面，加強國家標準實驗室與產業、終端使用者結合，意即密切瞭解客戶需求，並提出完整性解決方案(Total solution)。在貼近客戶端方面，國家標準實驗室的經營策略為：

- (1) 深入對終端使用者的全方位服務(校正、測試、產品驗證、能力試驗、實驗室輔導、線上檢測/追溯、參考物質研製、標準內含之計量儀器)；
- (2) 瞭解並提高對各產業量測價值鏈高附加價值部分的比重(以電子產品或 IC 製造為例，設計、製造端計量價值可能高於成品檢驗、修整)；
- (3) 以使用者導向(User-oriented)反向驅動國家度量衡標準技術研發管理流程(以需求導向研發管理，取代昔日技術導向管理)。
- (4) 加強同仁在產業知識(Domain knowledge)深度，除提供離線校正技術，更進一步瞭解產品製程，以檢測技術改善製程品質；甚至以實驗數據建立評估模型，提升設計階段效率與品質。

在擴大廣度方面，意即擴大新領域與新服務內容向度，掌握產業與技術發展趨勢，運用新興科技(如 MEMS、奈米技術)，開發新的檢測技術與量測儀器，擴大對傳統產業與新興產業(如 FPD、LCD-TV)的加值服務。國家標準實驗室在橫向廣度的經營策略為：

- (1) 擴大對國家重大建設(如高鐵與都會捷運噪音改善)與重點產業的貢獻(如影像顯示產業計量標準、LCD-TV 影像品質調和與分級)；
- (2) 發揮計量連結平台的綜效(以 CMS-NML 為首帶動台灣 TAF 1200 餘家認證實驗室擴大槓桿效益；分享計量高階效應在改善安全、康健生活品質，與創造優質產品之附加價值)；
- (3) 槓桿運用區域計量網絡(善用亞太計量組織 APMP NMI 網絡，減低原級標準維護負擔；結合大陸東南沿海高品質計量網絡，提升台商產品品質與競爭力)。

6.1.3 我國國家標準實驗室經營變革初探

俗云「除山中賊易，去心中賊難」，國家標準實驗室經營變革最大挑戰

實為各相關計畫參與人員心態(Mind-set)之除舊佈新。包含政府主管業務人員、工研院院部主管、國家標準實驗室領導人/主管、實驗室基層人員之心態調整(楊千，民 88)。

譬如國家標準實驗室原來只負責維護台灣地區最高量測標準，提供標準器與儀器校正，服務對象以二級實驗室及工廠品管人員為主，從不聞問這些校正數據如何應用於生產製造、產品設計。另，研發人員以追求趕上英美國家之先進計量技術為目標，從不在意其研發技術指標是否已遠超國內產業需求。當十年前國內產業只需要 0.1 μ m 精度尺寸計量需求時，國家標準實驗室早已研發出準確度達 1pm 的穩頻 He-Ne 雷射，可用於精密長度計量，遠高於當時產業需求 5 個 order，滿足現今半導體製程所需之 90nm 線寬檢測需求仍然綽綽有餘。

當工研院要求所屬各單位以滿足產業需求為導向，並強調知識服務與技術衍生加值時，各項營運指標接踵而來(如每人年生產力 300 萬；產業服務營收需等於政府補助研發經費)，慣於接受政府經費「供養」的國家標準實驗室基層主管，開始完全無法適應，帶頭消極抵制，遑論配合宣導政策與領導同仁；至今仍有組長級同仁耽溺於昔日花錢心態，企業經營行銷與營收成本觀念十分淡薄。可喜是，經過二年來企業化經營理念導入，及相關行銷系列課程訓練，配合「蘿蔔」「棍棒」齊下，大部分同仁心態已調整，並表現於營運目標之達成。CMS-NML FY94 運轉績效已從落後階段逼近全院平均水準，過去二年績效相對顯著改善。

此外主管單位某些長官視國家標準實驗室為其「禁臠」，不願其接受標準檢驗局以外經費補助，以免無法掌控，甚至同一局處不同組別，亦迭有爭功情事。甚有希望國家標準實驗室以例行性校正工作為主，無須培養高級人力，只強調校正件數之增加，而無視其對國家整體槓桿放大效應，以管工廠心態來管理研發單位。政府組織再造，精簡人力、強調績效管理是好事，然無法瞭解各單位與計畫的本質特性，企圖以單一管理辦法加諸國家標準實驗室運轉，則難求其成效顯著，殊為遺憾。

上節國家標準實驗室的經營策略，是筆者綜整過去二十年來從事國家度量衡標準經驗，及有幸浸淫交大 EMBA 課程，在諸位老師教誨與啟發激辯下所體悟的愚人之得。在過去兩年做中學及理論、實務交互驗證，也獲得相對顯著成功，希望再接再厲得能協助國家標準實驗室突破營運困境。

6.2 後續研究建議

本研究只針對國家標準實驗室營運模式做初步探討，對於同仁心態調適，及組織行為並未深入研究。無可諱言，在台灣環境巨變，非營利事業的工研院及所屬國家標準實驗室均面臨創立以來未有之衝擊，一批學有專精同仁也因此衝擊離開國家標準實驗室，轉入學校與產業(正向看這也是技術擴散方式之一)。如果能從組織行為理論尋求員工與組織之雙贏調和，這應是值得研究之處。

此外，行銷理論更進一步探討應用於標準技術之推廣；及平衡計分卡及財務方面模型之導入；更有系統評估國家標準實驗室的經濟效益，及最難量化的社會公益。這些都是值得探討的挑戰性題目。



參考文獻

- [1]王品皓、謝佩芬、方承彥(民 94)。CY89-93 標準組NML客戶資料分析。
新竹市：工業技術研究院量測技術發展中心。
- [2]周信宏(民 99)。企業核心競爭力。台灣：聯經。
- [3]周延鵬(民 95)。虎與狐的智慧力：智慧資源規劃 9 把金鑰。台灣：天下遠見。
- [4]林月珠(民 93)。世界主要國家度量衡標準實驗室之發展策略研究及對我之啟示(經濟部標準檢驗局委辦計畫成果報告，07-3-93-0175)。新竹市：工業技術研究院量測技術發展中心。
- [5]波特 (Porter)(1996)。國家競爭優勢(The competitive advantage of nations)(李明軒、邱如美合譯)。台灣：天下遠見。(1990)
- [6]科特等(Kotter et al.)(2000)。變革(Change)(周旭華譯)。台灣：天下遠見。
- [7]哈默爾、普哈拉(Hamel & Prahalad)(2004)。競爭大未來(Competing for the future)(顧淑馨譯)。台北：智庫。(1994)
- [8]黃靖萱(民 95)。李焜耀 熱情務本再拼品牌夢。天下雜誌，345，98-104。
- [9]楊千(民 88)。領導初探。台灣：商業週刊。
- [10]雷司(Reiss)(2003)。非營利創新管理(CPR for nonprofits: creative strategies for successful fundraising, marketing, communications, and management)(潘若琳、趙家珍合譯)。台北：智勝文化。(2000)
- [11]赫茲林格等(Herzlinger et al.)(2000)。非營利組織(Nonprofits)(張茂芸譯)。台灣：天下遠見。
- [12]鄭呈皇(民 95)。百億虧損是過程 但我們學到德國工匠精神。PChome Online 電子報。上網日期：民 95 年 5 月 5 日。網址：http://epaper.pchome.com.tw/archive/last.htm?s_date=old&s_dir=20060502&s_code=0041&s_cat=
- [13]Christensen, C.M., Raynor, M., & Verlinden, M. (2001). Skate to where the money will be. Harvard Business Review.
- [14]Hamel, G. & Prahalad, C.K. (1990) The core competence of the corporation. Harvard Business Review, 68(3), 79-91.
- [15]Has all the magic gone?(2006,4,12). Economist.
- [16]Insiti, M. & Levien, R. (2004). Strategy as ecology. Harvard Business Review, 82(3), 68-78.
- [17]Lin, T.Y. (2003). Remote calibration of metrology lasers via optical fibers. Euspen (European Society for Precision Engineering and Nanotechnology) Annual Meeting, Aachen, Germany.
- [18]Lin, T.Y. (2003). TNMS support to the spectrum of metrology in Taiwan and its impact to the great China economy. NCSLI Workshop and Symposium, Tampa, USA.
- [19]Lin, T.Y. (2002). Facing the challenge of measurement interoperability:

- Taiwan's dilemmas in establishment of a national measurement system. NCSLI Workshop and Symposium, San Diego, USA.
- [20]Lin, T.Y. (2000). Growing with Industry: Taiwan's experience in establishment of a national dimensional measurement system (NDMS). NCSLI Workshop and Symposium, Toronto, Canada.
- [21]NIST Website (2006). Economic impact studies. Retrieved from http://www.nist.gov/director/planning/study_info.htm
- [22]Tassey, G. (1999). R&D Trends in the U.S. Economy: Strategies and Policy Implications. Maryland : NIST.



作 者 簡 歷

姓 名 : 林增耀 (Tzeng-Yow Lin)(民國48年8月生)
 聯絡地址 : 新竹市光復路二段 321 號 16 館 聯絡電話 : (03)573-2143 公
 E - m a i l : Tzeng-Yow.Lin@itri.org.tw 傳 真 : (03)573-3778
 學 歷 : 管理碩士 — 國立交通大學EMBA進修 92.09 ~ 迄今
 機械博士 — 英國The University of Birmingham 78.10 ~ 82.07
 (工研院在職進修推薦)
 機械碩士 — 國立成功大學 70.09 ~ 72.06
 專 長 : 表面形貌檢測、精密工程技術、長度量測與品質工程、標準與驗證技術、
 國家標準實驗室管理體系建構
 ✧ 碩士論文 —
 鑽頭幾何形狀與鑽削特性之研究
 ✧ 博士論文 —
 Characterisation, Sampling and Measurement Variation of Surface
 Topography : A Viewpoint from Standardisation

↪ 服務經歷 :

服 務 機 構 名 稱	擔 任 職 務	時 間
工業技術研究院量測中心	中心副主任	94.09 ~ 迄今
工業技術研究院量測中心	標準與技術發展組組長	88.09 ~ 94.09
工業技術研究院量測中心	標準與技術發展組副組長兼長度室室主任	85.07 ~ 88.08
工業技術研究院量測中心	標準與技術發展組長度室室主任	83.08 ~ 85.06
工業技術研究院量測中心	量測標準組物理量室研究員	78.07 ~ 83.07
工業技術研究院量測中心	基本物理量室	74.06 ~ 78.06
國立台灣科技大學	機械系 兼任助理教授	92.02 ~ 迄今

↪ 專業技術學會 :

組 織 機 構	擔 任 職 務	時 間
澳洲NATA (National Association of Testing Authorities) 認證組織	機械領域評審員	88.05 ~ 迄今

組 織 機 構	擔 任 職 務	時 間
• 英國機械工程學會	會員	81.01 ~ 迄今
• 美國機械工程學會	會員	87.01 ~ 迄今
• 中華民國機械工程師學會	永久會員	
• 全國認證基金會	校正/測試領域評鑑技術委員及評審員	84.01 ~ 迄今

↳ 產業與學術活動：

服 務 機 構 名 稱	擔 任 職 務	時 間
• 台灣平面顯示器標準委員會 (TDSC)	執行委員	94.02 ~ 迄今
• 台灣平面顯示器材料與元件產業協會 (TDMDA)	監事	92.04 ~ 迄今
• 中華民國計量工程學會	理事	92.02 ~ 迄今
• 標檢局國家標準技術委員會/機械工程	委員	88.07 ~ 迄今
• 標檢局國際單位制推行委員會	委員	90.04 ~ 迄今
• 教育部公費留學考試(精密量測)命題及閱卷委員	委員	84.01 ~ 85.12
• 亞太計量組織 (Asia-Pacific Metrology Program) 長度技術委員會	發起人	85.12