

出國報告（出國類別：開會）

「2023 年成本/資源分析研討會」
出國報告

服務機關：國防部整合評估司、國防部主計局

姓名職稱：張應中處長、鄧兆延中校、蘇子涵視察
陳浚明上校、徐安佑中校、黎蕎縵專員

派赴國家：美國

出國期間：112 年 5 月 13 日至 21 日

報告日期：112 年 7 月 3 日

摘要

「2023年成本／資源分析研討會」出國案於今（112）年5月13日至5月21日，假美國德州聖安東尼奧市（San Antonio）舉行，國防部由整合評估司及主計局共同派員與會。本項會議係由國際成本評估暨分析協會（International Cost Estimating & Analysis Association，ICEAA）舉辦，會中邀集各國政府機關、學者專家以及民間企業公司等代表參加，藉由相關論文及研究發表，讓與會人員針對成本分析及評估方法等領域進行交流。

在這次會議中，提到數據資料在成本分析中所扮演的關鍵角色。為了精準地預測各項成本，探討了從複雜的成本收集過程，到資料分析的挑戰，以及最後如何呈現報告的各種問題。透過公、私營機構以及學術研究單位的合作，整合了現有的數據資料庫，並嘗試利用各種創新技術，設計出適合不同情境的成本模型，進行分析與推估，以便為決策者提供政策制定或建議參考。成本分析是國防資源分配的基礎，此行我們可以學習國際上如何運用創新思維和新技術進行成本分析，在現有的架構下，進一步完善我們的分析能量，並提升人員素養與內涵。

目次

一、 摘要.....	1
二、 序言.....	3
三、 目的、行程概述及研討會摘要.....	4
四、 心得與建議.....	9
五、 附錄1(活動紀實).....	11
六、 附錄2(成本估算方法比較).....	15

序言

國際成本估算暨分析協會（ICEAA）是一個國際性非營利組織，致力於促進和加強成本估算及分析專業性，其主要目標是促進成本估算師和分析師在相關領域的專業發展，目前該協會在澳洲、加拿大、日本和英國等國家設有 24 個分會，該協會每年定期召開成本分析研討會，提供與會人士進行交流之平台。今年研討會在美國德州聖安東尼奧市舉辦，時間從 5 月 16 日至 18 日，這次研討會出席人員約 557 位，包含政府機關代表，像是美國國防部成本評估與計畫評鑑辦公室（CAPE）、總務署（GSA）、核能安全管理局（NNSA）、聯邦航空總署（FAA）、海空成本分析單位（NAVAIR、AFCAA）、太空系統指揮部（SSC）、澳大利亞國防部(ADoD)、學者專家（匹茲堡、西佛羅里達大學、華盛頓），民間企業及國防廠商等專業領域人士（ACEIT、Augur Consulting、Naval Systems、RAND Corporation、Unison）等。

今年的研討會包含了 2 場次主題演講以及 64 場小型研討會議，研討主題區分為分析方法、數據科學、機器學習、建模與案例研究、流程和最佳實踐（Processes & BestPractices）、軟體和敏捷開發、技術創新以及趨勢主題等 8 項類別，其主軸圍繞在成本分析技術以及相關應用範疇，像是程式設計語言 R、Python，還有數據科學、機器學習（ML）、數據視覺化工具（Data Visualization Tools）以及成本分析專用套裝軟體，其知識和技能對成本分析領域發展極具重要性。

「2023年成本/資源分析研討會」出國報告

一、目的

- (一) 與各國成本分析及估算專家學者進行研討與交流，學習成本推估新觀念及方法，以及國外產業界及政府部門合作之實務經驗，提供本部成本分析作業及「國軍主要武器裝備成本資料庫」功能精進參考，未來可導入成本統計與分析技術，擴充系統功能模組，以達有效支援國防資源決策。
- (二) 藉由蒐整專業廠商成本估算方式及相關專業軟體商情，瞭解目前趨勢發展。
- (三) 瞭解美國成本分析領域相關指引文件、出版品、應用軟體與資料庫(含建置機制)，列入本部成本分析教育訓練素材，擴展與會效益，並用以精進本部成本分析作業機制，俾達落實成本管理及節約國防預算目標。

二、行程概述

此次出訪人員為國防部整合評估司張應中處長、鄧兆延中校、蘇子涵視察，以及主計局陳浚明上校、徐安佑中校、黎蕎縉專員合計6員，訪團於112年5月13日自桃園國際機場啟程前往美國聖安東尼奧，於美國中部時間5月16日至18日參加成本／資源分析研討會。會議期間由成員依據會議主題內容及議程時間，參與各分組會議，並與在場專家學者交流及研討成本分析概念、作業模式與實務經驗，續於5月19日啟程返國，5月21日返抵桃園國際機場。下表為此次參加之議程表。

日期	類別/場次	研討主題
5月16日	機器學習 IT01	EVAMOSOC的有趣結果或有大量的O&S數據 (Interesting Results from EVAMOSOC or “Wow There is a Lot of O&S Data”)
	趨勢主題 TT03	澳大利亞國防成本估算及相關標準化與管理 (Standardising and Governing Cost Estimation and More in the Australian Defence)
	趨勢主題 TT07	海軍水面作戰艦MVDC電力和能源設計的成本工程 (Cost Engineering a MVDC Power & Energy Design for Navy Surface Combatants)

5月17日	軟體與敏捷開發 SA01	NLP：一種新的SFP估算方法 (NLP: A New Approach to SFP Estimation)
	數據科學 DS03	用數據科學提升成本分析能量 (Level up your Cost Analysis with Data Science)
	數據科學 DS08	使用R編程自動化數據準備過程 (Automating the Data Preparation Process Using R Programming)
5月18日	建模與案例研究 MC10	成本估算：估算師通往參數化宇宙的指南 (Cost Estimating: The Estimator's Guide to a Parametric Universe)
	數據科學 DS06	使用機器學習改進成本數據正規化 (Using Machine Learning to Improve Cost Data Normalization)
	建模與案例研究 MC09	實用的硬體裝備生命週期和所有權成本估算 (Practical Estimating of Hardware Lifecycle and Total Ownership Costs)

三、研討會內容摘要

(一) EVAMOSOC 的有趣結果或有大量的 O&S 數據 (Interesting Results from EVAMOSOC or “Wow There is a Lot of O&S Data”)

1. 講者介紹：

Daniel Germony 是一位擁有14年在美國國防部 (Department of Defense, DoD) 工作經驗的運籌學研究分析師。目前，Germony 先生在國防部秘書處 (Office of Secretary of Defense, OSD) 的成本評估與計劃評估辦公室 (Cost Assessment Program Evaluation, CAPE) 擔任運營和支援 (Operations & Support, O&S) 數據轉換的主導者，以支援 CAPE 的企業能見度和運營支持成本管理 (Enterprise Visibility and Management of Operating and Support Costs, EVAMOSOC) 系統。

2. 研討內容：

講者主要介紹 EVAMOSOC 這是由 OSD CAPE 開發的雲端資料庫產品，以及它如何幫助成本估算師和分析師解決主要武器系統的運營和支援成本估算問題，EVAMOSOC 是美國國防部的第一個基於雲端的數據庫，可以讓使用者分析大量的維護、財務和供應系統數據，並探討了使用現代工具 (如SQL、R和Python) 進行成本估算所面臨的挑戰。此外，也說明一些與使用維護數據進行成本分析相關的風險和挑戰。，以下摘要說明。

(1) 運用EVAMOSC數據資料庫：

EVAMOSC (Enterprise Visibility and Management of Operating and Support Costs) 是一個由 OSD CAPE 開發的產品，用於估算主要武器系統的運營和支援成本。它是 DoD 的第一個基於雲端的數據資料庫，旨在幫助成本估算師和分析師進行大量維護、財務和供應系統數據的分析。EVAMOSC 最初於 2021 年 12 月在 CAPE 中發布，並預計在2023年底全面推出至 DoD。

EVAMOSC 中有大量的 O&S (Operating and Support) 運作與維持數據可供使用。EVAMOSC是一個基於AWS的3TB雲端數據庫，包含了所有主要武器系統的 O&S成本數據。它提供了歷史、實際的O&S成本，以及其他與成本分析和預算編製相關的數據。EVAMOSC需仰賴SQL、R 和 Python等現代分析工具進行分析及判讀，惟上開現代工具仍面臨許多挑戰，如下(2)述。

(2) 使用現代工具（如 SQL、R 和 Python）進行成本估算所面臨的挑戰：

主要係分析人才能力有待精進，以及提高硬體計算效能處理，說明如下：

- 使用現代工具的採用率較低，成本估算師和分析師需要重新學習和掌握新技能。
- 大數據的複雜性需要新的分析技術，而這些技術通常不在傳統的成本估算和分析課程中教授。
- 大數據需要更多的計算資源和更高效的處理方式，以便在合理的時間內完成分析。

(3) 人才培訓與推廣情形

包括 CAPE 在內的成本估算師和分析師對於使用現代工具（如 SQL、R 和 Python）進行成本估算的接受程度不高，也就是說，他們對於這些工具的使用和應用還不夠普及和廣泛。因此，需要更多的培訓和推廣來提高這些工具的採用率。

CAPE在進行成本估算時也使用了現代工具，但這些工具的採用率較低，需要更多的培訓和推廣來提高使用率。因此，美國CAPE正在努力提高成本估算師和分析師對這些工具的接受程度和應用能力。

(4) 挑戰和風險

使用維護數據進行成本分析可能存在一些風險。首先，維護數據可能不完整或不準確，這可能會導致成本估算的不準確性。其次維護數據可能包含大量的錯誤信息，這可能會使分析變得更加困難。再者維護數據通常需要進行清理和轉換才能進行分析，這需要額外的時間和資源。最後使用維護數據進行成本分析還需要考慮數據安全和隱私問題。

(二) 使用R程式軟體自動化數據準備過程 (Automating the Data Preparation Process Using R Programming)

1. 講者介紹：

Zachary West來自美國華盛頓特區的 Booz Allen Hamilton 公司的高級顧問。Booz Allen Hamilton 是一家提供管理諮詢、技術諮詢、以及政府諮詢服務的美國公司，在各種領域，服務對象包括國防、情報、和民用公司都有業務往來。

2. 研討內容：

關於使用R程式軟體自動化數據準備過程，介紹自動化的好處和限制，以及自動化數據準備的過程。了解如何利用R編程使您的日常活動更高效和有成效。其中包括介紹、議程、目的、自動化範例、數據準備自動化過程、好處和限制、文檔記錄以及R程式軟體資源等內容。

(1) 使用R程式軟體的優點

目的是讓成本估算師開始思考如何將自動化融入他們的日常活動，並提供有關自動化數據準備過程的範例。數據分析師花費大量時間收集、清理和組織數據，自動化提供了一種不同的觀點，可以更有效地收集和編譯重複性報告。

(2) R程式軟體運用環境

- R程式軟體是一種統計計算和圖形化的語言和環境。R是一種通用的編程語言，與Windows、Macintosh、UNIX和Linux平台兼容。R是開源的，不需要任何費用或許可證。R不斷發展和增長，通過行業更新增加功能。R-Studio提供了一個用戶友好的集成開發環境（IDE）來進行R編程。
- 介紹如何利用R程式軟體，主要是在數據分析、圖表開發、統計計算和機器學習等方面。此外，提供了數據分析過程的步驟，包括定義問題、收集數據、

清理數據、分析數據和呈現結果。最後，還提供了一些有關R程式軟體的資源參考。

(3) R程式軟體自動化範例

- 自動搜集：範例展示了如何使用R編程自動從網站上收集數據。其中使用R軟體的“rvest”套件來解析HTML網頁頁面，並提取所需的數據。通過這種方式，可以節省大量時間和精力，並提高數據準確性和一致性。
- 自動化合併報告：展示了如何使用R編程自動將多個報告合併成一個大的數據框。通過使用名稱、日期和報告長度等指標變量，R script 可以將報告按日期順序堆疊在一起，創建一個大的數據框。這種方法可以節省時間和精力，並提高數據準確性和一致性。
- 資料清理：介紹了如何使用R軟體清理數據的範例。在例子中，作者已經將所有報告合併成一個大的數據框，但是數據非常雜亂無章。通過使用R軟體的數據框操作，可以根據在數據儀表中呈現結果的方式來清理和結構化數據。這種方法可以使數據更容易理解和分析，並提高準確性和一致性。
- 數據呈現：說明如何在儀表中高效呈現數據，範例中作者已經使用R程式軟體清理和結構化了數據，現在可以將其用於分析。如果要在儀表中呈現這些數據，可以使用軟體如R Markdown、Tableau、Power BI和Microsoft Excel等來創建儀表板。這些軟體可以讓用戶輕鬆地將數據插入到儀表板中，並提供各種視覺化工具和圖表來幫助用戶更好地理解和分析數據。
- 好處和限制：介紹了自動化數據準備的優點和限制。其中，自動化數據準備可以節省大量時間和精力，提高數據分析師的技術能力，並將注意力從報告開發轉移到決策生成上。但是，自動化數據準備需要一定的前期時間投資，並要求相關文檔需遵循一致的結構。

(4) 透過R軟體進行正確記錄

正確的紀錄文件對於程式撰寫和分析人員來說是很重要一件事情。這些紀錄文件可以為新手和有經驗的程式撰寫人員提供良好的知識傳遞，並減少維護程式碼所需的工作量，進而節省時間。紀錄文件的種類包括README文件、操作指南以及

各種程式代碼裡的注釋（注解、解釋等）。

四、心得與建議

此次為期3天的研討會，包含了2場主題演講以及64個小型研討會議，會議主軸圍繞在成本分析技術及其應用範疇，其中包含商業應用、國防成本，成本估算模型以及如何應用數據科學提升成本分析能量，各個專家學者分享其研究成果及心得，提供與會人員新的思維及發想，本次與會心得與建議如下：

(一)針對資料類型，選擇正確的分析工具：

本次研討會場有許多贊助廠商設立參展區(Augur Consulting, Cobec Consulting, Hunatek, KBR, NSI, ProjStream, Technomics, Unison, Tecolote Research 等20家)，在展場提供商情資訊，我們除了獲得新知識外亦得到相關成本分析解決方案商情資訊，其中參訪 Tecolote Research，這是一家位於美國的專業服務公司，專門從事成本分析和諮詢服務，包括成本估計、經濟分析、風險分析、計畫評估等，Tecolote 開發的自動化成本估算整合工具(ACEIT, Automated Cost Estimating Integrated Tools)以下簡稱ACEIT，這是一款綜合性的成本分析套裝軟體，廣泛用於各國政府和私人部門，尤其是在國防和航太工業領域。ACEIT 讓成本分析師可以方便地進行成本估計、風險分析等各種成本分析任務。此行經與美國海軍工程後勤處(Navy NELO)的美籍韓裔資深分析師 Yani Oh 女士交流，得知她在實務工作進行成本分析時，原始資料大部份仍是使用微軟Excel做數據資料分類與整理，其後再透過匯入ACEIT進行整合與分析。反思，若我們要進行成本分析時，亦應依照資料屬性選擇適合之軟體工具，要區分資料前處理與資訊整合分析，例如在資料前處理可用微軟excel等，但若要進行大型專案成本分析時，應以ACEIT等整合工具進行專案成本分析與生成圖表。

(二) 分析專業與國防專業分流

成本分析領域涉及統計學，模型建置與分析方法等，近年來再加入大數據分析及機器學習，其專業性所需知識越來越廣，人才培育實屬不易，所以歷年來成本年會各贊助廠商亦透過研討會積極徵才並提供工作機會，觀察部份場次發表主題即由 Unison, Tecolote 及 L3Harris 等贊助商分析師擔任講者，透過成本分析方法與技術運用的研討交流，除增加公司曝光度亦尋找所需產業人才。反思國軍內軍職人員可能因經管歷練，班隊受訓及職務調動等，若面臨成本分析選才不易時，可思考朝對外徵才，以徵聘方式滿足實際需求，由單

位具有背景知識的軍、文職人員再搭配專業成本分析師作業，應可提升分析報告之信度與效度。

(三)充實本職學能並與專家學者進行交流

本次參團透過早晨與午餐等非研討時間與專家學者進行交流，17日早晨參加 Taryn Anne 發起的 Cost of Running 活動，Taryn 亦是 MC10-Cost Estimating 場次的主講者，當大家知道我們從遙遠的臺灣參加此年會時，非常的熱情並合影留念，全體一起沿著 RiverWalk 河道晨跑，享受清晨美景與悠閒，其中與美國空軍服務的 Rob Carlos 交流，他是一位作業研究(Operation Research)分析師，他在之前單位派訓期間也結識一位來自臺灣友人，所以對臺灣印象很深刻，我們邀請 Rob 有機會可以來訪臺灣。18日午餐與本次年會參加人員澳洲國防部(Australian DoD)資深成本分析師 Anh Pham 交流研討後，發現許多政府機關或軍事單位參加的專業成本分析師，並非為政府公職人員，Anh表示在澳洲相關成本分析專業人員以外聘居多，以便維持其專業與獨立性，另也建議我們可加入 ICEAA 的會員，除可第一手獲得最新資訊外，對歷年參加此年會的我們，應會節約許多報名費用。

此行在研討會中瞭解許多目前在成本分析的新方法，也知道仍有許多未被探索的領域，有關成本估算方法比較請參閱附錄2。然而在各種軍事投資項目競爭激烈以及資源有限的環境中，如何在有限時間點將合理的預算投注在最優先的項目，是每位分析人員最重要的工作，整個成本分析的過程不僅是把數字帶入公式計算答案而已，還需要具備專案相關背景知識及需求，並提出各種質疑與挑戰，把可能的各種情景納入分析項目，才可以使得分析結果更趨於實際結果，觀察本次會議可以發現即使許多政府與企業已投入相當多的心力在成本分析領域，仍有其不足以及需要精進的地方，也因為如此，許多專家仍不斷鑽研更適切的成本分析方法，國軍建案成本分析人員應以此為鑑，持續充實本職學能，並與專家學者持續交流，精進自我學識，以提升成本分析作業效益。

五、 附錄1 (活動紀實)



整合評估司及主計局與會人員合照



ICEAA 開幕式與專題演講



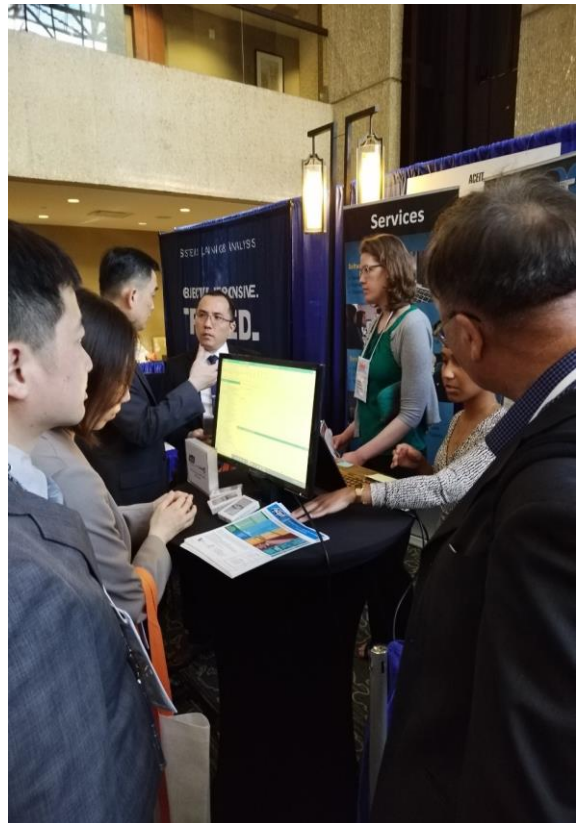
與 TECOLOTE 公司 Brittany 先生
諮詢相關商情



第 DS06 場次主講人 Bryan Mariscal
研究論文發表



與第 IT01 場次主講人-美國 CAPE
Daniel 先生合影交流



ACEIT 自動化成本估算整合軟體
展示與說明



與美籍韓裔資深分析師 Yani Oh 女士(右三)及第 TT03 場次主講人 Kimberley 女士(右二)餐敘合影



參加 Cost of Running 活動與第 MC10 場次主講人 Taryn 女士(正中間)早晨合影



與澳洲國防部資深成本分析師 Anh Pham 交流合影

六、 附錄2 (成本估算方法比較)

在2018年ICEAA年會，Patrick Malone & Abigail Snoznik 主講「Cost Estimating Techniques」成本估算方法指出四種方法，分別是工程法、參數法、類比法及專家意見法，其相關說明如下：

(一) 工程法 (Engineering Method)：

工程法是基於詳細的工程設計和規劃來進行成本估算的方法。它涉及對每個工程元素進行詳細的量化分析，並計算出相應的成本。這種方法通常需要具有豐富的專業知識和技能，並且需要考慮到設計參數、材料成本、人工成本、設備和資源成本等。

(二) 參數法 (Parametric Method)：

參數法是根據歷史數據和相似項目的參數來估算成本的方法。它通常基於統計模型和數據分析，使用相關參數（例如面積、重量、容量等）和價格指標來預測成本。這種方法可以快速估算成本，但對於複雜或獨特的項目可能準確性有限。

(三) 類比法 (Analogous Method)：

類比法是通過將待估算項目與過去類似項目進行比較，利用相似性來估算成本的方法。基於過去的經驗和類似項目的成本數據，可以將類比法應用於新項目的成本估算。這種方法常用於早期的概念階段，當詳細的設計和規劃還不可用時。

(四) 專家意見法 (Expert Judgment)：

專家意見法是通過專家的經驗、知識和直覺來進行成本估算的方法。這種方法基於專家對項目的了解和相關領域的專業知識，他們可以根據自己的經驗和判斷力提供成本估算。專家意見法可以在缺乏數據或選項有限的情況下使用，但結果可能受到專家主觀因素的影響。

其優、缺點整理如下表：

分類	優點	缺點
工程法	1. 資料考量周延。 2. 容易瞭解成本內涵及全貌。	1. 資料蒐集完整有其困難。 2. 計畫初期較難運用。

<p>參數法</p>	<p>1.容易透過調整參數以因應情勢變遷。 2.容易進行敏感度分析，以瞭解特定參數對總成本的影響。</p>	<p>1.影響成本之參數可能未臻完整。 2.數學統計模型之建立是否嚴謹。</p>
<p>類比法</p>	<p>1.於資料尚不足時進行較詳細分析。 2.若估算標的之相似度極高，難以反駁估算結果。</p>	<p>1.新舊裝備比較邏輯是否合理。 2.無法及時反映設計變更之估算。</p>
<p>專家意見法</p>	<p>1.對無歷史資料之個案特別適用。 2.引用專家意見可加速對個案的瞭解。</p>	<p>1.倘單純採用此方法，估算結果極為主觀。 2.專家資格或人數是否足夠易受質疑。 3.需調和專家意見歧異。</p>

綜合來看，這些成本估算方法各有優缺點，我們可以根據具體的情境和需求選擇適用的方法或組合不同方法來提供更準確和全面的成本估算。工程法和參數法提供詳細和準確的成本分析，但需要更多的資源和數據；類比法和專家意見法則提供快速估算和參考，但結果可能較為粗略和主觀。

今年有一些新興的成本估算方法被引入和應用：

(一) 機器學習和人工智慧方法：

機器學習和人工智慧技術被用於開發成本估算模型。這些方法通過分析大量的數據和模式，自動學習和預測成本。這可以提供更準確和即時的成本估算，並減少對人工專家的依賴。

(二) 敏捷成本估算(Agile Cost Estimation)：敏捷成本估算是一種在敏捷項目管理框架下進行成本估算的方法。它強調快速反饋和持續調整，並基於不斷變化的需求和優先順序來進行成本估算。這種方法通常應用於快速變化和不確定性高的項目。

(三) 效能成本估算：效能成本估算是一種基於系統效能和任務需求來進行成本估算的方法。它考慮到系統或產品在達到特定效能指標時的成本，並尋求最佳的效能-成本平衡。這種方法特別適用於複雜系統和高效能要求的項目。

值得注意的是，敏捷成本估算強調快速反饋和持續調整，因此成本估算可能會根據項目的進展和變化而進行調整。此外，敏捷成本估算通常是以近似值和範圍來提供，而不是精確的數字。這可以提供更大的靈活性和適應性，以應對分析項目的變化和不確定性。