國 立 科 學 工 藝 博 物 館

加拿大多倫多艾美（IMAX）公司劇場放映系統維修保養技術實習計畫

出 國 見 習 報 告

報 告 人 ： 莊 春 霖 、 邱 瑞 城

中 華 民 國 九 十 五 年 十 一 月

報告名稱：
C09502549 加拿大多倫多艾美（IMAX）公司劇場放映系統維修保養技術實習計畫報告

主辦機關：
國立科學工藝博物館

聯絡人/電話：
黃子獻 / 07-3800089 #6115
吳毓純 / 07-3800089 #6113

出國人員：
莊春霖　國立科學工藝博物館 展示組劇場科 約聘技術師
邱瑞城　國立科學工藝博物館 展示組劇場科 約僱技術員

出國類別：其他

出國地區：加拿大

出國期間：民國 95 年 10 月 26 日～民國 95 年 11 月 6 日

報告日期：民國 95 年 11 月 26 日

分類號目：

關鍵詞：大銀幕電影，艾美公司，IMAX，加拿大多倫多，加拿大安大略省，安大略皇家博物館，安大略美術館，安大略科學中心

內容摘要：

爲評估艾美公司所提供的維護合約模式中的服務夥伴方案，該方案需要訓練兩位人員成爲放映系統維護技師。本次見習便以評估該訓練是否切合需求，並在短短幾天的行程中，觀摩正式受訓人員的學習課程，從訓練課程中學習部份的維護技術，以增進大銀幕電影院自我維修的能力。

除了前往艾美公司訓練中心見習之外，也一併前往多倫多附近的博物館參觀，以觀摩加拿大博物館的展示作法，以提供本館設計營運時的參考。本次參訪的的博物館計有 3 所，分別爲 安大略皇家博物館、安大略美術館以及安大略科學中心，此 3 所博物館恰爲不同性質的展覽中心，可爲本館增加一些不同的展示建議，以期盼本館展示能更爲完善，能吸引更多觀眾前來參觀。

目錄

壹、前言 4

貳、艾美公司各式放映系統簡介 5

參、艾美公司訓練中心介紹及見習內容 9

肆、加拿大安大略皇家博物館（ROM） 16

伍、加拿大安大略美術館（AGO） 17

陸、安大略科學中心（Ontario Science Centre） 18

柒、見習心得 19

捌、建議 27

玖、附錄 30

壹、前言

本館於民國八十六年開館營運時，便已成立大銀幕電影院（當時稱爲立體電影院）且對外營運，當時購置的放映系統便是加拿大艾美（IMAX）公司承製，正式播映以來，受到許多學生家長以及老師的歡迎，甚至有遠由外地特地前來觀賞的民眾，可見大銀幕電影院的魅力不小。

大銀幕電影院的娛樂效果雖然不錯，但是維持其營運的成本也相對較高，不僅在影片上的承租費用比一般影片來的高出許多，日常的耗材及保養維護也一樣比一般電影院來的高。其中尤以放映系統的燈泡消耗，以及每季的維護保養成本最爲高昂。

由於艾美（IMAX）公司承製的放映系統屬於較爲龐大且複雜的系統，在一般的日常保養雖可由館內同仁負責，但例行性維護便需由專業技師來執行，因此，本館每年需與艾美公司簽訂維護合約，以每一季的方式進行例行性保養及部份零件更換，以維持電影院的正常運作。

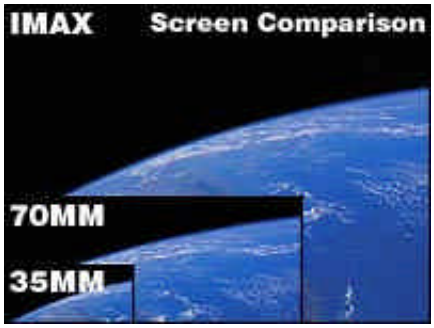
由於每年簽訂維護合約需要一筆不少的費用，因此，本館一直考慮是否有其他方案可以取代。而在艾美公司所提供的維護合約模式中，有一種維護合約模式稱之爲服務夥伴方案（Service Partnership Program）簡稱 SPP。該方案便需要由館內甄選出一至二位兼具電機電子以及機械專才，並具有良好的英語聽說能力之人員，由本館籌措經費派遣至加拿大多倫多艾美公司訓練中心，接受爲期六週的專業維護技師訓練。待人員訓練期滿驗證合格之後，就可以與艾美公司簽訂 SPP 維護合約模式，並由本館派遣受訓人員負起主要維修保養任務，艾美公司便成爲零件供應者及技術諮詢。如果循此種模式，將可有效降低每年維修保養費用的支出，最大降幅可達原合約金額的 45%~50%左右。

由於訓練所需費用龐大（每一位受訓人員約需負擔新台幣 100 萬元），爲評估該訓練是否切合需求，故本次見習便是以評估爲主要目的，並在短短幾天的行程中，觀摩正式受訓人員的學習課程，從訓練課程中學習部份的維護技術，以增進大銀幕電影院自我維修的能力。

除了前往艾美公司訓練中心見習之外，也一併前往多倫多附近的博物館參觀，以觀摩加拿大博物館的展示作法，以提供本館設計營運時的參考。本次參訪的的博物館計有 3 所，分別爲 安大略皇家博物館、安大略美術館以及安大略科學中心，此 3 所博物館恰爲不同性質的展覽中心，可爲本館增加一些不同的展示建議，以期盼本館展示能更爲完善，能吸引更多觀眾前來參觀。

貳、艾美公司各式放映系統簡介

IMAX (指 Image Maximum「最大影像」)是一種能夠放映比傳統底片更大和更高解析度的電影放映系統。標準的 IMAX 銀幕爲 22 米寬、16 米高(72.6 x 52.8 寸)，但可以在更大的銀幕上播放。IMAX 是大格式影片及需在特定場館播放的影像展示系統中最爲成功的。



IMAX 畫面與一般畫面比較

IMAX 由三名加拿大人發明：Graeme Ferguson、Roman Kroitor 及 Robert Kerr。由於在 1967 年於蒙特利爾舉行的世界博覽會中，他們的多投影機式大銀幕投影系統出現不少技術問題，促使他們設計單投影機、單攝影機式的新系統。首齣 IMAX 電影於 1970 年在日本大阪舉行的世界博覽會中播放，而長期固定播映的 IMAX 系統則於 1971 年在多倫多安裝。

IMAX 爲了大幅增加影像的解析度，採用了特別的 70 釐米底片。傳統 70 釐米底片的影像尺寸爲 48.5 釐米 × 22.1 釐米(Todd-AO)，IMAX 底片的影像尺寸爲 69.6 釐米 × 48.5 釐米。爲了以標準電影的每秒 24 格來曝光，IMAX 底片的進片速度是一般底片的三倍。

IMAX 底片可歸類爲「15/70」底片，意指這種 70 毫米底片每格有 15 個邊孔。IMAX 的底片非常笨重，底片片盤比一般電影的大得多。IMAX 底片因爲用盡了底片面積而不含音軌，所以它另外採用了六聲道 35 釐米磁帶以播放與畫面同步的聲音。在 1990 年代前期，將與畫面分離的音源改爲數位化，六聲道音源改爲以更精確的脈衝產生器作爲傳統 SMPTE 時碼的同步訊號源。這是日後杜比數碼及 DTS 等電影院多聲道系統的前身。

因此，IMAX 放映系統主要以幾個部分構成：放映機（Projector）、片盤機（film reels）、音響系統（Audio System）、以及其他動力及輔助設備。以下針對這幾個部份作機型的介紹。

◆ 放映機介紹

<u>單機 2D 機型(Dome)</u>

IMax Dome (舊稱 OmniMax 或全天域電影) 是用作投影於天文館這一類傾斜的半球形銀幕的。此系統採用一魚眼鏡頭拍攝，以便將 180 度的景物於平坦的底片上成像。放映時再採用另一魚眼鏡頭即可讓全景重現銀幕。此系統僅需一個鏡頭，故只有一台放映機。

雙機 3D 機型

利用特殊的雙鏡頭 3D 立體攝影機模擬人類左右眼的立體成像原理，拍攝成左右眼兩卷影帶，再透過兩台同樣的 IMAX 放映機，透過偏光鏡的調整，搭配立體眼鏡，將兩台放映機所播放的影像重合成 3D 影像重現在觀眾的面前。由於拍攝完成的 3D 影片左右眼鏡頭各有一卷底片，所必須有兩台放映機器作播映。又因爲用兩台機器播映同一個畫面，所以維持左右機的同步放映是很重要的。在控制電路設備上以繼電器構成主要電路，體積龐大，但線路簡單且穩定。

雙機 3D 機型

單機 3D 機型

由於維持左右機的同步放映較爲不易，故將兩台機器合併爲一台機器，將原本左右眼兩台放映機上的「滾動循環」（rolling loop）轉子堆疊起來，並採用同一個馬達帶動，免去兩台機器需要同步的問題。基本上，此機型可以看作將兩台機器合併爲一台，其內部的機件仍爲兩套，只不過同步的問題不見了。之後還有一些以此型作小部份改良的機型，但大多在機構上都相差不多。在控制電路設備上已改良爲可程式邏輯控制器（PLC）控制，縮小了控制線路的體積。

單機 3D 機型

單機 3D 數位機型(MPX)

最新的 IMAX 放映系統中所使用的放映機便是這台 MPX，它將放映系統中主要的各部位設備以自動化且數位化的方式整合，使得放映系統在操作上更爲簡便，並且降低故障及操作錯誤的機率。在影片的來源方面仍然使用「15/70」底片，但在上片的步驟上已經簡化了許多，只要將底片末端安置在放映機的入口處，按一下按鈕就可以將底片穿越放

單機 3D 數位機型(MPX)

映機內部，從另一側導出。完全數位整合的控制台更可以讓放映師掌握所有系統中的狀態，以避免不必要的人爲或機件疏失，導致播映失敗。

◆ 片盤機介紹

MARK I

此機型大多用來搭配雙機 3D 機型的放映機，主要採一台片盤機對應一台放映機的方式構成底片的迴路。此機型每台最多可以搭載 2 部影片，當放映終了時，必須將底片迴帶，以爲下次播映作準備。

MARK II

此機型大多用來搭配單機 2D 機型(Dome)的放映機，亦即 OMNIMAX 系統使用較多的機型，主要採一台片盤機對應一台放映機的方式構成底片的迴路。此機型每台最多可以搭載 2 部影片。

MARK II 機型

QTRU (快速迴帶機)

此機型原由德國廠商所開發，以搭配 IMAX 放映機，後來併入 IMAX 放映系統中的標準設備，幾乎全系列的放映機型都可以對應(MPX 機種僅能對應 QTRU)。特點就是放映後不需要迴帶，且單台機器最多可以搭載 3 部 2D 影片，或 2D、3D 各一部。由於片盤都採用電腦控制，故在保養及調整上需費較多功夫。

◆ 音響系統介紹

DUBBER

此爲較早期的音源播放機種，音源採 35 釐米的磁帶作爲播放媒體，播映終了需要迴帶。機器上只能容納一部影片的音軌，由於音源爲類比系統，故音響效果較佳。

IMAX 系統所搭配的各式音響系統

TAC

此機種爲改良後的音源播放機種，主要將播放媒體改採數位錄製，儲存在類似 DAT 磁帶上。

DDP

此機種已經將音源錄製在 DVD 上，並完全由電腦解碼播放聲音。可以容

納的影片音軌數只侷限在硬碟的容量，亦可直接以錄製的 DVD 片播放。更換影片音軌方便是它的最大優點，但音響效果較不如 DUBBER。

◆ 本館擁有的機型

本館擁有的放映機爲雙機 3D 機型，搭配 MARK I、QTRU (快速迴帶機)等片盤機，以及 DUBBER、DDP 等音響系統，構成本館的基本放映系統。

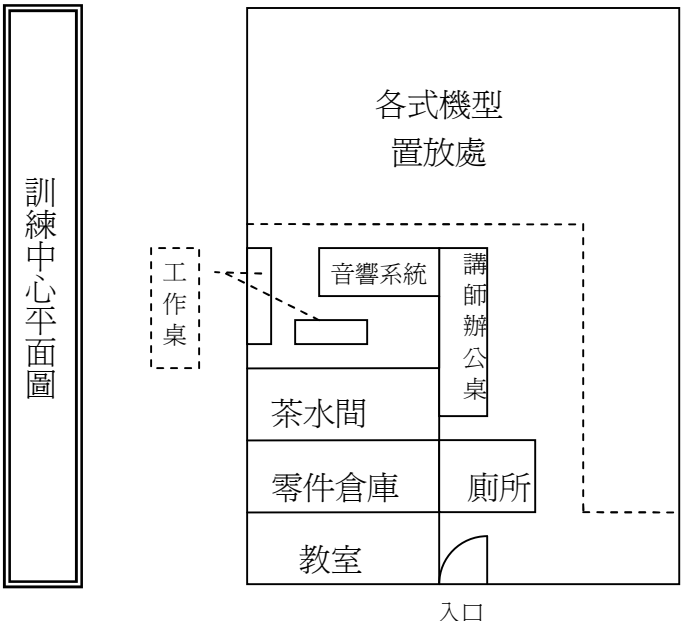
參、艾美公司訓練中心介紹及見習內容

◆ 訓練中心介紹

艾美公司（IMAX）總公司（Head Office）位於加拿大多倫多南方的 Mississauga，訓練中心位於比 Mississauga 更南方的 Oakville，但兩個單位其實都接近 Mississauga 與 Oakville 的邊界，兩地來往約需 30 分鐘車程。若由多倫多出發到艾美總公司，先搭火車到 Clarkson 車站，再轉搭公車即可到達總公司。若由多倫多出發到艾美公司訓練中心，則先搭火車到 Oakville 車站後（約 45 分鐘），轉搭 26 號公車後，再步行約 20 分鐘左右即可到達（無公車直達）。若直接由車站步行到訓練中心則需約 35-40 分鐘左右到達。

由於訓練中心地點較爲郊區，故交通較爲不便，若需長期受訓者，則建議於附近旅館住宿，再步行至訓練中心。由於加拿大氣候寒冷，冬天會降雪，本次見習期間即遇過一次下雪，感覺異常寒冷，尤以步行及等車時感覺最爲深刻。以地處亞熱帶的我們，建議受訓期間排定在夏天成行，對於交通、行李以及氣候環境適應方面會較佳，較不影響學習效果。

依照技術服務部門總經理 Mr. Terry Lee 的說法，訓練中心本來是艾美總公司的所在地，後來業務擴張，才移至目前 Mississauga 的位址，原來的舊址便成爲今日的訓練中心。訓練中心的空間並不是很大，約在 80-100 坪左右。整個空間看起來比較像是工廠，僅有入口處旁的一間 5-6 坪的教室，以及與教室約莫相等面積的零件倉庫及茶水間爲獨立空間。其餘空間幾乎擺滿了 IMAX 各機型及週邊設備，以供受訓人員實習。



訓練中心所具備的軟硬體設施簡述如下：

一、硬體

訓練中心主要的空間擺放了受訓時會用到的所有 IMAX 機型，包含放映機、片盤機、音響系統、水冷系統（ECC）、空壓機以及供應燈泡電力的電源整流器等。這些都是供受訓人員拆解、校調、研究的設備，讓受訓人員可以由實際的操作及拆解以了解設備的動作原理。

訓練中心一角

講授原理的教室空間並不大，僅能容納約 6-8 名學員，除一般教室必要設備外，內有電視及 DVD 放影機，可供學員觀看教學影片。

在零件倉庫中還擺放著各式零件及工具，但倉庫非請莫入，故細目不清楚。

二、軟體

由於 IMAX 會發給正式受訓人員一大疊的技術手冊及資料，上課時正式受訓人員都會攜帶當天課程所用到的技術手冊，所以訓練中心裡少有供人參考的文件。此外中心裡擁有的軟體並不多，且大部分屬講師的資料，另外還有一些放置在倉庫的訓練教學影片。由於我們屬於見習性質，故無資料可供參考。

◆ 見習內容

一、參觀總公司

前往拜訪總公司後，會見了技術服務部門總經理 Mr. Terry Lee，由他帶著我們在總公司內作一次導覽，以作公司簡介。在導覽過程中，我們參觀了工程部、設計生產部門、錄音工作室、組裝測試工廠等，也在過程中見到一些較具代表性的設備：像是 IMAX 放映原型機（僅有關鍵機構 Rolling Loop Rotor）、IMAX 第一部在日本公開放映的放映機（後來查證應

與 Mr. Terry Lee 合影

該是 1970 年的萬國博覽會）、IMAX 早期部份機型、最新機型 MPX 等等。

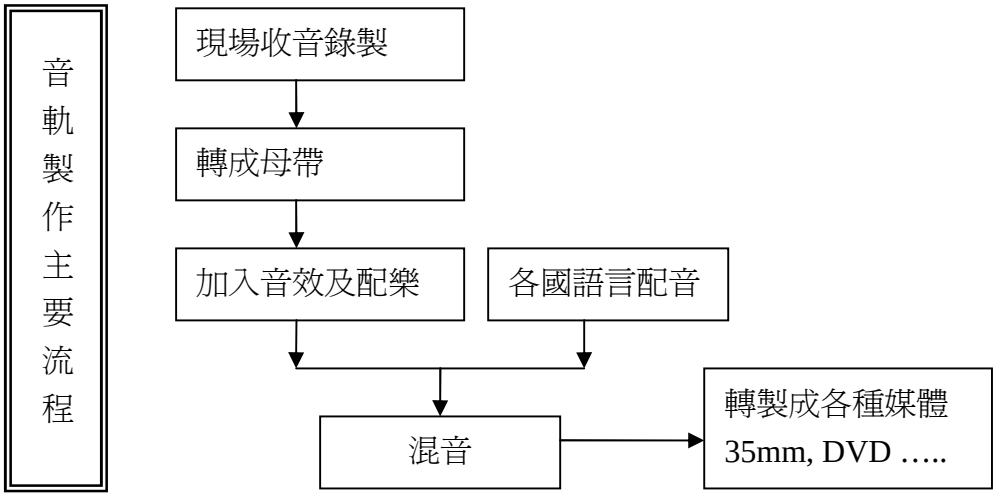
- 工程部

在工程部，我們見到拍攝 3D 影片的攝影機，整台黑色的攝影機體積比起一般攝影機來的大且笨重，底片及部份零件已被取下。雖然是一台已經退役的機器，還是給我們帶來深刻的印象。

IMAX 3D 攝影機

- 錄音工作室

在參觀過程中，印象比較深刻的是在錄音工作室中的參觀。在錄音工作室裡，除了見到各種搭配 IMAX 系統的音響系統機型之外，工作人員也向我們簡略的說明整個音軌製作的主要流程：



在錄音工作室中，我們參觀了編輯音軌內容的設備，包含主電腦以及混音設備、音控台等等，還試聽了雲斯頓賽車（NASCAR 3D: The IMAX Experience）的部份音軌片段，相當有震撼力。

在試聽過後，我們向工作人員提出問題：如果出現影音不同步的問題要如何解決？工作人員解釋，影音不同步的問題有兩種：一種是聲音與影像會維持固定的相差時間，這種問題比較好解決，只要先確定影像或聲音超前，然後將超前的聲軌或是底片在前端多加一段與相差時間同等的靜音片段或黑色底片即可。

另一種問題則是聲音與影像的相差時間會隨著播放時間而拉長，導致影音相差時間越來越長，這種情形通常原因很多，有時是設備與設備間的搭配問題，有時是每秒播放格數的問題（例如影像以每秒 24 個畫格播放，但聲音以每秒 25 個畫格播放），所以這種問題要視情況而定，比較不好解決。但較不可能是音軌製作階段的問題。

- 組裝測試工廠

除去外蓋的 MPX 側面

在組裝測試工廠，我們第一次見到了 MPX，迷你的外型很難與 IMAX 放映機聯想在一起，設計者將原本 IMAX 放映機做了很大幅度的改進，Mr. Lee 自豪的向我們介紹 MPX 的自動進片機構，以及模組化的燈泡。

自動進片機構可以讓影片膠卷只要在進片處裝置妥當，按個按鈕就可以自動幫放映人員上片完畢，然後將片頭從 MPX 的另一側吐出，省去放映人員需要將影片膠卷安置在放映機上的步驟。因此，放映人員只要知道操作的順序，以及影片膠卷在片盤上的安置即可，剩下的只要在控制台前按幾個按鈕就可以了。放映人員的訓練變得更容易了，系統也更簡單化了。

MPX 的自動進片機構

模組化的燈泡讓我們讚嘆的原因是：更換燈泡就像換電池一樣簡單、快速！打開燈箱（不用拆任何螺絲）後，只要拉開一個拉桿，然後將舊燈泡拉出，再置入新燈泡，將拉桿扣上即可，然後蓋上燈箱蓋，燈泡就更換完成了！相當方便！比起本館所使用的系統，更換燈泡過程需要 1-2 個小時，這種改進實在太需要了！

MPX 的燈泡設計

由於 MPX 放映機前端幾乎是密閉的，不得讓我們懷疑：萬一影片膠卷自動上帶時發生絞片時要怎麼辦？隨後向 Mr. Lee 提出這個疑問。Mr. Lee 便將放映機前蓋全打開，向我們說明前端進片的槽部份還是可以活動的，如果發生絞片，只要將前蓋打開，將槽外側滑動塊扳開即可取出破碎的膠卷。

二、訓練中心見習

之後的行程來到訓練中心，讓我們見識到了 IMAX 每一代的機型，因爲機器擺滿了整個訓練中心。訓練中心負責人 Mr. Steve Doherty 向我們簡介了訓練中心的場地，也大略介紹 IMAX 每一代的機型，並詢問我們的系統是哪一種機型。一聽到本館所使用的機型，Mr. Doherty 直說我們所使用的系統是很穩定的系統，且不容易故障。而看過所有機型之後，我們才曉得本館使用的機型是最早的機型，所以機構較爲簡單，當然就不容易故障了。

與 Mr. Steve Doherty 合影

隔天，Mr. Doherty 爲我們介紹各機型的演進，機構的差異，以及搭配的週邊設備。之後，由於他還要訓練兩組人員，較無暇顧及我們，所以讓我們先看設備維護教學影片：我們觀看了 MPX 系統簡介、上片操作、及日常簡易保養，CCU 的 Pump 維護及零件更換，濾水器的濾心更換步驟以及 QTRU 片盤上的餵片器之校調方法。這些影片都是由 Mr. Doherty 與其他同仁實際操作拍攝，再剪輯成訓練影片。由於拍攝及剪接耗時，Mr. Doherty 說並沒有那麼多時間可以將所有訓練或維護的步驟製成教學影片，所以，目前的教學影片並不多。

在觀賞教學影片之後，我們也針對影片做了一些重點紀錄，以帶回與劇場同仁分享。其中，較有用的資訊是 QTRU 片盤上的餵片器之校調方法，其餘兩部份實在用不到，所以並沒有作成紀錄。

之後又去觀摩正式學員的實習狀況。我們遇到他們正在練習調整 QTRU 片盤轉速，以及煞車的調整。對於沒有手冊的我們，也只能就練習的狀況作一些零碎的紀錄，事後覺得並無太大的幫助。另一組學員正在校調放映機上的撥片器，由於原理在我們到來之前已經事先講解過了，所以對於他們的校調方法也沒有概念。

IMAX 15kw Rectifier（整流器）

在見習期間，遇上比較完整的課程講授是供應燈泡的電源調節器(整流器) 部份。該部份對於電源如何啓動、如何供應燈泡電源以及燈泡無法被擊發的狀況等等有較詳細的解說。由於只能參考正式學員的手冊，所以只能就一些容易應用的部份作記錄，便於館內系統故障時可以派的上用場。

由於看過 QTRU 片盤上的餵片器之校調方法，便針對影片中的校調方法進行實地演練，實際校調時，發現校調步驟雖然容易，但是實際操作時，並不是那麼容易就可以調整到規定的數值，有時需要一試再試，才能調整到滿意的數值。

實際操作 QTRU 餵片器校調

在見習的尾聲，我們針對本館放映室內常遇到的問題向 Mr. Doherty 作提問，以下是我們的問與答：

Q：QTRU 第三片盤偶爾有膠卷不正常纏繞餵片器問題
A：可以針對以下幾點作調整或測試
- ✓ 檢驗餵片器之校調是否正確
- ✓ 試著將第三片盤的 I/O Board 與其他片盤對調試試
- ✓ 量測片盤速度控制卡的電壓是否正確
- ✓ 請維護技師協助

Q：開始播映後，偶爾會聽見氣壓洩氣聲
A：試著調整位於燈箱後下方的氣壓調整閥

Q：放映機上的氣壓表數值常會漂移問題
A：位於放映機燈箱後的氣壓閥可能需要拆開清潔，由於此部份調整步驟複雜，建議請維護技師執行

Q：水流壓力計數值低於正常值問題
A：若數值稍稍低於標準值可視爲正常

Q：DDP 的音場模式偶有不正常狀況

A：請技師執行調整

肆、安大略皇家博物館（ROM）

安大略皇家博物館位於加拿大多倫多市區內，緊鄰多倫多大學，是一所歷史悠久、同時也是加拿大最大的博物館，該館的展示多樣化，較不限於任一類別。

在館內遊覽時，發現其展品非常豐富，展示的方法也不同於本館，有一種令人耳目一新的感覺。對參觀的遊客貼心的設計也是另一個值得學習的地方。

安大略皇家博物館（ROM）

本次參觀時，該館所展出的主題如下：

- 世界各地文化 World Cultures
- 自然界的歷史 Natural History

皇家博物館改建中的一角

展區特點：

- 展示箱
- 休息座椅的有聲故事
- 探索教室
- 讓小孩子發揮的地方(類似小教室)
- 立體式的展示手法

（詳細說明請參照參訪心得）

伍、安大略美術館（AGO）

號稱館藏總數超過 16000 件，橫跨不同藝術領域的美術館。從歐洲繪畫、雕刻、攝影、裝置藝術等現代藝術作品都曾在這裡展出。

本次前往參觀時，正好遇上該館改建，故大部分的展區因此關閉，也因此票價減半。該館只開放小部份區域攝影，較爲可惜。展示空間相當大，可以悠閒地欣賞展品。此次展出的藝術品以畫作（油畫居多）、雕塑、建築藝術爲主，令人大開眼界。

安大略美術館（AGO）臨時入口

主要的展示主題：

- Henry Moore Sculpture Center and Wallworks: Julian Opie
- In Your Face
- The Future Now
- Culture City

改建中的美術館一角

展區特點：

- In Your Face：讓小孩子發揮的地方
- 充分利用牆壁作展區
- 展館改建，大部分的展區關閉，票價減半

（詳細說明請參照參訪心得）

陸、安大略科學中心（Ontario Science Centre）

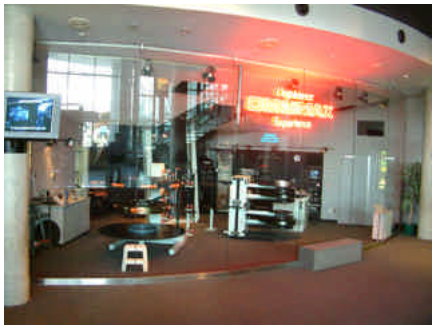
安大略科學中心位於離市中心較遠的地區，是一所寓教於樂的科學教育館，館內多以科學展示爲主，深受學生及老師喜愛。

該館特色除了館內各式各樣的科學原理展示之外，也設置了一個 OMNIMAX 大銀幕電影院，劇院的形式爲 DOME，從建築物的外觀上可以得知該館有民資參與。

安大略科學中心（Ontario Science Centre）

此次展出分爲以下幾個主題

- 家庭科學
- 運動科學
- 人體科學


科學中心內的 OMNIMAX 劇院

展區特點：

- 讓人體驗及動手做的展示
- 融入日常生活的科學
- 以外景的自然生態作展示（含電扶梯窗外）
- 戶外的展示設備
- 團體接待區（有洗手間、置物櫃）
- 固定時間講解及動手玩科學的科技教室
- 以思考的方式引導人認識科學
- 樓層的命名方式

（詳細說明請參照參訪心得）

柒、見習心得

一、 艾美公司訓練中心見習

■ 外觀差異，原理不變

IMAX 從 1967 年成立以來，設計生產出多款的放映系統，雖然在外觀上差異不少，但事實上其關鍵的部份原理都是一樣的，甚至結構上差異也不大。在幾天的見習過程中，我們發現訓練講師依然使用最原始的機型（也是最接近本館所擁有的機型）來作講解，他認爲，只要了解最基礎的機型運作原理及校調方法，其他後續的機種都可以此觸類旁通，因爲原理是不變的。

■ 作中學

訓練講師一直強調的一件事：作中學，他所使用的訓練模式常常是：設備運作原理講解、實地了解關鍵元件的位置與設備的操作、常見問題的分析、量測與修復方法、再由講師在設備上設定故障點、而後讓學員找出問題並解決。他強調，當聽過對電路原理的講解後，大多數的人仍對電路不太熟悉，所以他不太喜歡一直在教室內講授原理，反而讓學員在現場經由各種測量工具去摸索真實的設備，進而了解整個設備運作的來龍去脈。當學員對於設備有一定的了解程度後，講師便對設備設置故障點，以破壞設備的正常運作，然後才叫學員將問題點找出來，並加以修復。

這樣的訓練模式，他認爲是最好的訓練方式。當學員爲了找出問題時，一定會將電路仔細研究過，甚至是那些他所忽略的地方。當學員探索過所有的電路後，無形中也增進了對設備運作及電路的了解，這種方式比起任何的紙上的測驗都來的有效，且印象也較爲深刻，加深了學員對於設備的熟悉度。

■ 分割功能，分割問題

經過那幾天的見習，我們也覺得這種訓練方式是一種很好的學習方法，他們摒棄對電路的詳細解說，而將電路以功能區分爲一個個小的方塊圖，然後指出電路中的關鍵元件，並說明各個小方塊圖與關鍵元件之間如何連結，而達成設備所要求的功能。當小方塊圖中的某一元件故障，只要確定故障點是在某個方塊圖中，然後將整個方塊圖所代表的電路板換掉即可，不需大費周章將明確的元件找出來，這樣的作法頗具有時效性，切合電影院故障需要緊急修復的需求。

■ 輕薄短小，簡化設計

在最新的機型上，我們看到 IMAX 對設備的改進是不斷持續的。正符合一般大眾對電器設備的要求，IMAX 的新機種也朝向輕薄短小的目標邁進。從 MPX 的機型上，我們發現不僅體積縮小很多，一些不方便的設計也

改爲自動化控制，或是簡化其設計，爲的就是減少故障率的發生。例如放映機中常需要更換的消耗品：燈泡就是一個例子，MPX 機型將燈泡包裝成一個立方體，並加上散熱片，以方便更換的方式大大簡化了日常工作，比起館內舊機型更換燈泡需要 1-2 小時，MPX 更換燈泡只需一分鐘！

■ Old is Good

暫且不論新的機型如何，舊的設備一樣需要繼續運轉下去。當我們體會到舊機種的不便後，卻也漸漸體會舊機種的好處。新的作法多少都需要一點折衷取捨，才能達到目的，例如：雖然把燈泡簡化縮小了，但是也將亮度減低了。館內放映設備所使用的燈泡瓦數幾乎是 MPX 的 4 倍，燈泡瓦數會影響投射的距離及範圍，亦即 MPX 可投射的範圍可能比舊機種來的小或亮度較低。另一方面，在控制電路上，新系統幾乎以電腦或 PLC 控制器所控制，傳統的以繼電器（Relay）構成整個線路。可想而知，使用電腦控制的機種，其控制線路必然體積較小，所以才能構成較小的系統。但所有技師及 IMAX 相關人員，一提及本館所使用的機型，都是相同的說法：舊系統比較穩定，因爲使用繼電器控制，簡單有效。

綜合以上各點，此次 IMAX 見習中，目的是希望可以從訓練講師那裡取經，以改善館內的電影院設備，但是比起正式的訓練課程，短短幾天實在不足，我們僅能就有限的時間及資源，將能學的盡量歸自己所有。希望能將所學到的技巧，應用在館內的設備上，使其運轉更順暢，這才是我們最終的目的。

二、 各大博物館參觀

● 安大略皇家博物館

此次的加拿大多倫多博物館遊覽，感受最爲深刻應屬於安大略皇家博物館。皇家博物館雖然還在擴建中，但絲毫不影響館內參觀的品質及展出數量。在館內完全感受不到外部在施工的聲音或者異味，讓人可以安心的參觀遊覽。

■ 立體式的展示手法

在一樓的世界各種文化的展示手法當中，利用玻璃櫃的穿透特性，以及交錯且區隔的擺設手法，讓參觀者幾乎可以由任一角度觀賞任一件古物。而在中世紀的瓷器中，整組的茶具如同坎入牆上的展示方式，呈現在參觀者的面前。這樣的手法讓參觀者覺得，可以看到展品的全部風貌，而非只是擺在平面上的一堆古物，不僅

牆上的整組茶具

讓觀賞者容易觀賞，無形中也提昇了展品的價值。

雖然只有兩個展示主題，但皇家博物館的展品數量多且分類清楚，走入每一個展區好似走入另一個世界，展區的設計相當符合該展出的主題。舉例來說：中世紀的用品及家飾區，連休息座椅也能配合該展區主題作搭配，讓參觀的人能融入那個時代的氣氛，恍若遊走在中世紀的城堡中。

■ 休息區也可以展示--休息座椅的有聲故事

在此區還有另一個令人激賞的設計：當參觀者需要休息時，在角落會有一個內凹的休息區，除了座椅外，可以看到座椅背後牆面有一幅精美的歷史故事繪圖，上面以雙語（英、法語）寫著歷史故事的主題，在座椅一旁設置了兩個按鈕（英、法語），當按下按鈕後上方的揚聲器便會播出該主題的故事，讓參觀者在休息時，還可以藉由說故事（語音）的方式了解歷史，充分利用了休息區作爲展示的另一種手法。

休息區也可以展示

■ 可回收再利用的展示箱

在自然界歷史的展區中，我們又看到一些不錯點子。自然界歷史是個很廣泛的主題，皇家博物館將它劃分成幾個類別，每個類別都各在一個區域作展示，如果類別中還有一些可以獨立出來的小主題，可以在牆的某一側開闢一個小空間作爲展示，裡面展示很簡單，但是比較值得參考的是裡面的小單元。每一個小單元，例如毛毛蟲的生態，將一些必要的標本及工具，全都擺放在一個木盒中，藉由木盒內側的說明，參觀者可以很清楚的了解該主題的知識。除此之外，藉由木盒內的操作說明，參觀者也可以很容易自行操作，以了解該主題所傳達的知識。這樣的展示設計或許不夠醒目，但是，該主題由於放置在木盒中，很容易作爲回收利用，當下次展出的主題與此木盒所展示的內容相關時，木盒就可以再利用。這樣可以爲新的展示主題增添不少內容，如果符合主題的木盒夠多，甚至可以節省不少展示的製作經費。此外，由於展示品裝

可再利用的展示箱

置在木盒中，很容易收藏放置，只要維持必要的溫度及濕度即可。類似這樣的作法還有將相關的小標本放在主要展示品下方的抽屜中，利用抽屜櫃子上方的說明引導參觀者打開抽屜一探究竟，不僅節省了展示空間，也滿足人們窺探的慾望。

■ 探索教室

探索教室是該博物館的另一個特色，裡面設計成類似教室內的遊戲區方式，然後以桌椅圍成多個獨立區域，搭配幾位解說員解說不同的主題，並配合不同的展示箱（木盒），以及展示抽屜，讓小朋友在此處獲得動手做的樂趣。舉例來說，化石的主題便有一個展示箱，裡面擺放各種化石模型，藉由紙張及彩色筆，可以讓小朋友玩拓印。另外的展示區裡，擺放著一些如同萬聖節的衣物，其實這是一些讓小朋友扮成自然界中的動植物的戲服，一旁的牆面上的大鏡子可以讓穿戴好的小朋友看到自己的樣子，對面一區便是仿製的盔甲及盾牌（非塑膠製品），一樣可供穿戴，此兩區全與兩大展示主題相關。這樣的展示方式可以讓小朋友了解：知識的探索可以是很有趣的一件事。

探索教室一角

可供扮相的戲服

■ 讓小孩子針對主題發揮的小教室

在主要展示區域中，有時會發現，某個角落被設計成類似小教室的地方，搭配展示區的主題，在這個小教室中會針對主題提出開放性的問題，然後讓小朋友發揮他的想像力回答，並寫在紙上，導覽員會挑選比較好的作品，公佈在一旁的公佈欄上，

主題小教室

讓參觀者瀏覽。

- 安大略美術館

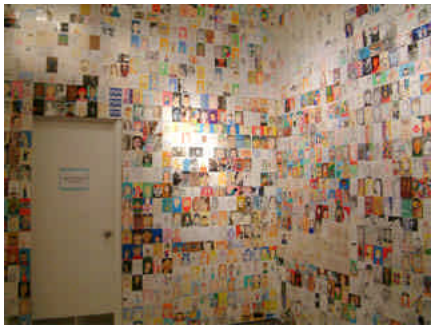
不巧的是，此行參觀安大略美術館正值該館大幅度改建，所以大多數的展區都未開放，僅剩 5 個主要展區仍開放參觀，故可看的地方並不多。售票口爲因應此窘境，將票價減半，並在施工處原正門拉布條說明施工中仍開放，以吸引參觀者上門。而入口處的變更，在施工外圍以布條充分指示臨時入口進入的地點。除此之外，施工外圍更說明改建後的外貌，並預告何時重新開館。

完工後的美術館示意圖

雖然美術館正值施工中，在館內遊覽聽不見絲毫的噪音。館內展區大多採開放式展示，並在每一區都有一位館員提供必要的諮詢服務，除此之外，該館員還會監控現場的遊客狀況，若發現遊客不當的行爲（如觸摸展品）會立即予以勸導。此次展品大多以畫作及雕塑爲主，大型雕塑及畫作採開放式展覽，小型物件以玻璃櫃展示。

■ 充分利用牆面展示

除了一張張裱框畫作會掛在牆上作展示之外，在 The Future Now 展區中，將欲展示的畫作直接做在牆面上（也有可能直接畫在牆上，但距離遠無法確認），而在 In Your Face 中，更把小孩子的自畫像一張張貼在牆上，好似形成一面特殊的牆紙，給人不一樣的感受。由上面的展示手法來看，館方充分利用了牆面作爲展示區域，讓展示空間看起來不再冷冰冰，而是豐富且具美感的藝術彩繪。


In Your Face 的展示

■ 讓小孩子發揮的地方

一般小孩子參觀美術館之類的展區，除了有興趣的學生外，一般都會覺得比較無聊。但在 In Your Face 中，將小孩子一張張小小的自畫像（約明信片大小）貼在牆上，佈滿整個走道兩側的牆面，充滿童趣。這樣的手法讓小孩子對於美術館可以產生一種認同感，達到小孩子容易接受的程度。參觀畫作時，撇見一對父女，父親對著一幅半裸的裸女畫作教小女生如何以正確且不同觀點的角度欣賞畫作。對此，對於加拿大人的藝術素養及教育的態度感到佩服。

◆ 讓小孩子學習繪畫的教室

館內有一區設置了教導小朋友印刷及繪畫，讓小朋友可以在此學習並體驗藝術品的製作。由於該區只開放星期三下午，所以參觀當天並未開放。

- 安大略科學中心（Ontario Science Centre）

在此行所參觀的博物館中，安大略科學中心是屬於地處較爲市郊的建築。它也是我們可以直接認定（從建築外觀看到廠商名稱）有民資參與的一所博物館。雖處市郊區，交通還是很方便，搭地鐵及公車即可到達。在一般的大型公共場所（如機場、地鐵）、旅館中也看得到博物館的簡介文宣，可惜的是，並未對展示內容多做說明。

科學中心的劇院外觀

■ OMNIMAX 電影院

類似台中自然科學博物館，安大略科學中心內也設置一座 OMNIMAX 電影院供人欣賞，正值播出的影片爲 BUGS（昆蟲世界），由於是 OMNIMAX 設備，所以應該也是 DOME 形式的劇院，放映機也是如同自然科學博物館播映時，需要將它上升到高處播映點。放映室一樣採透明玻璃外牆，可以清楚看見內部設備，其具備的設備都大同小異，也有 QTRU、DDP 等設備，不過正值播映時看不見放映人員。

■ 科學中心的展示主題

此次科學中心的展示主題有三個，分別是：家庭科學、運動科學、人體科學，常設的還有兒童教育區，不過進入兒童教育區前，我們兩個大人被拒門外：因爲我們沒有攜帶孩童。館內到處可以見到販賣機，而且賣的還是垃圾食物，我們認爲，這部分民資的影響很大，因爲這種狀況不曾在當地其他博物館見過。

■ 對於團體遊客的接待區

在展區的主要入口處的設計是值得參考的：爲接待學校團體，在入口處是一條橫向的大長廊，有一側全部都是置物櫃，這對遊客來說，尤其對於學生團體來說是一項不錯的服務，讓學生不用拖著背包遊覽，較不容易累。長廊盡頭就是廁所，也方便學生團體使用。

■ 有趣的樓層命名

一般的樓層命名都是以 1234…作爲樓層命名命名方式，但是科學館是以 ABSDE 作爲命名，或許以英語系國家來說，可能更容易記得。其中 A 層爲大廳及接待處，B 層爲家庭科學展示，S 層爲兒童科學教育區，D 層與 E 層分別爲運動科學及人體科學展等展區。

■ 讓人體驗與實作的展示

在參觀加拿大的博物館後，我們深深覺得，歐美的教育非常注重體驗與實作。在科學中心內的展示區更是得到了映證。在家庭科學主題中，我們見到兩個動手做的區域：一個展區中擺了許許多多的家裏常見的電器與機械裝置，讓小孩子可以動手拆這些設備，從中去了解設備的構造、甚至是動作的原理。另一區的外圍擺了許多奇怪的衣物，原來這是小朋友的作品，而展區內就設置了幾組桌椅，一旁有許多布料、紙類、塑膠等材料可供使用，工作台上就擺放了剪刀、膠水及其他等工具，讓小朋友可以用這些布料、紙片做出心中所想的衣物作品，這恰巧設計成分別給男孩子與女孩子可以自由發揮的地方，相當具有體驗與實作的教育意義。此區需要家長陪同。

動手做—拆解設備

動手做—服裝設計

■ 以外景的自然生態作展示

在家庭科學的展示主題中，我們看到一面牆上，開了幾個圓形的窗戶，就如同船艙內的窗戶一般，是密閉式不可開啓的，走進一看，窗戶下方還有文字要遊客去觀察植物生長！從窗外看出去正好是一個種植草木的地點，設計者的巧思讓窗外的自然生態也當成了展示品。這樣的設計實在令人映像深刻，也讓學生可以藉此觀察自然的生態。類似的作法還有手扶梯旁的牆壁作成透明窗戶，讓遊客直接就可以看到外面的樹木，由於恰巧樹木就種植在斜坡上，讓遊客順著手扶梯下來時所看到的自然景觀與視線高度恰巧配合，真是令人佩服設計者的巧思。

以外景的自然生態作展示

手扶梯旁的自然景觀

■ 動手玩科學的科技教室

在運動科學展區中，我們看到一旁的角落中有個小小的舞台，有個穿著白色實驗衣的解說員在說明靜電的形成及原理，在舞台一旁就有個金屬圓球，解說員會要求自願的小朋友上台，然後讓小朋友體驗靜電的神奇：利用靜電，他讓小朋友的頭髮整個豎起，然後拿鏡子給小朋友照，看他自己的樣子。這樣的講解或實際體驗的單元可以讓小朋友印象深刻，而不是看過就忘的原理解說。這樣的小舞台在館內不只一個，主題各有不同，都有定時且專人的操作及講解，讓遊客可以親身體驗科學的奧妙。

動手玩科學的科技教室

■ 以思考的方式引導人認識科學

在每個展示小單元中，除了解釋原理之外，在說明之後都會附上一些思考的問題供小孩子發揮自己的意見，有些甚至會將好的作品公佈在展區中，這樣的展示讓小朋友不僅對科學原理了解，甚至可以能夠表達自己的想法，頗具有教育的意義。

遊覽過這些博物館後，我們覺得雖然全世界博物館展示的主題都大同小異，但是經由不同的手法所表現出來的展示會讓人去思考、去體驗、去實作、進而加深遊客的印象，發揮遊客的創意，這些都是在國內的博物館展示中比較難能見到的。這些作法不僅深具教育意義，對於遊客來說，下次回館參觀的機率也會增加許多，他可能希望回到館內作再次的體驗，再次的實作，從中得到知識，也獲得了滿足感。重要的是，回流的人潮可以爲博物館帶來更多的收益，以更新館內的展示，讓更多遊客想要來館參觀。

在這些博物館中，各館展示都各有不同的特色，但若以展示品的豐富性來說，皇家博物館可是當之無愧的。但因皇家博物館及安大略美術館都還在改建中，尤以美術館的改建幅度最大，未來的改變會如何，只有親身再去一趟才能感受了。

捌、建議

艾美公司訓練中心見習

◆ 請技師爲同仁解說設備的基本運作原理

針對目前放映室的設備，可以依設備的種類擬定一份上課計畫，當每季保養時，在技師空閒之餘，請技師爲同仁解說設備的基本運作原理，以作爲非正式的教育訓練。這樣可以加強劇場同仁對設備的熟悉度，當發生問題時，要從哪裡著手也比較有概念，減少處理問題時的慌張，也會減少處理問題的時間。

◆ 針對放映室發生的故障的問題以及處理方法加以彙整成冊，以供參考

多年來的放映記錄簿上，每次問題的發生都有一些問題處理的紀錄可作爲狀況發生時的參考，這些累積的經驗是一份不可多得的參考紀錄。但因未經過整理，所以若要找尋類似的問題處理紀錄，需要翻遍歷年的放映記錄簿，久而久之，同仁就不會想去參考往年的問題處理紀錄了。這些資料放著不用實在可惜。如果要讓問題處理紀錄作有效的運用，必須將這些問題處理紀錄一一整理出來，並依問題的種類加以歸類，以整理出一份問題處理的參考手冊。這樣的作法相信同仁在參閱時會方便許多，而且，紀錄是不斷在增加的，當有新的處理紀錄時，可以再加入手冊中，不斷的更新會使得手冊更具參考價值。這種機制可以避免同樣的問題重蹈覆轍，也能增加問題的處理速度。

◆ 正式派員前往艾美公司受訓時的安排建議

由於訓練中心地點較爲郊區，故交通較爲不便，若需長期受訓者，則建議於附近旅館住宿，再步行至訓練中心。由於加拿大氣候寒冷，冬天會降雪。以地處亞熱帶的我們，建議受訓期間排定在夏天成行，對於交通、行李以及氣候環境適應方面會較佳。

對於人員具備的技能，建議需英語聽說流利，否則在講習時會變成理解的一大障礙。另外在電機電子的知識背景上也需有紮實的功夫，最好成行前能對於 IMAX 的控制線路先加以研讀，然後再前往受訓，以避免時間浪費在熟悉電路的運作上。

由於加拿大物資及消費較高，在旅費的預估上希望能夠充裕些，以避免旅費不足的尷尬。

■ 配合學校教材而設計讓小朋友實作的單元，以加入展示主題中。

對於某些學生來說，對於本館似乎只是娛樂的功能。而當老師考慮是否要帶學生來館參觀時，似乎也只有固定的校外教學時間以及畢業旅行才會來館參觀，這樣的參觀對學生來說並沒有太大的教育意義。

在互動展示之外，如果能在常設展示中增加一些實作及體驗的單元，並能配合學校的教材，相信老師會很樂意帶學生來館，目的不只是參觀，而是來展示廳中作實務教學，這樣的教學會令同學期待，讓上課不再枯燥乏味，對於實作及體驗更能讓他們加深對知識的印象。在博物館方面，由於能夠配合學校教材實施教學，如果能再加上票價的配合，相信常設展示的存在時間能夠拉的更長，以因應學校的需求。

■ 設置有聲故事的休息區

由於見到安大略皇家博物館展示的例子，讓我們覺得”有聲故事的休息區”這種設計是值得仿效參考的，對於展示設計也不會增加太多的負擔。當展示設計作規劃時，能夠劃分一些小區域作爲休息區，搭配說明的主題，爲休息區牆面增加彩繪的圖畫，錄製一些說明的錄音，再增加按鈕及喇叭，相信能讓休息區兼具休息與知識的地方。這樣會讓參觀者更覺得貼心。

■ 彰顯及宣傳大銀幕電影院的存在，並強調其 3D 的價值

見到安大略科學館的電影院後，發現電影院的存在對於科學館外觀來說幾乎是一體的，因爲一面是一般展示入口，另一面便是 OMNIMAX 電影院。這樣可以彰顯電影院的存在。反觀本館，由於本館的大銀幕電影院位於 B1 樓層，位置上並不明顯，對外也沒有較大的招牌或文字說明，一般不是常來的參觀者很難知道電影院的存在。因此，建議可以在戶外的地面往 B1 的樓梯處，設置一面招牌標明大銀幕電影院的所在之處，並強調本館是立體電影院，與一般電影院作區隔，相信可以加深一般觀眾或前來館外周邊休閒民眾的印象。甚至，可以在招牌旁加上電影預告公佈欄，以公告目前播映的影片或即將上檔的影片，這樣更能夠引起民眾前來觀賞的興趣。

■ 配合展示主題變更樓層的命名方式

仿效安大略科學中心的作法，在樓層的命名上可以依照展示的主題加以命名，而不必侷限在數字的命名方式，只要一樓及出口標示清楚，參觀動線的安排妥當，相信不會增加觀眾的困擾才是。這樣可以讓參觀者對於樓層更有印象，也容易找到想要參觀的主題。

■ 豐富展示內容，凸顯展示品的存在

有時候，館內的展區中的主要展示品會在參觀者的眼中失去焦點，因爲展示的設計，將說明文字的面積佈滿展示品的周圍，這樣的作法會讓展示品顯得渺小，參觀者也鮮少將文字敘述完全看完。反觀安大略各博物館的展示，除了展示主題的說明之外，個別的展示品說明大約都在一張 A4 的紙張大小範圍內（雙語爲兩倍面積）。這樣可以讓參觀者願意將內容完整的看完，而不會顯得不耐煩，或覺得浪費時間。節省了說明文字的空間後，也更能讓展示品凸顯出來，多出的空間也可以用來增加其他的展示，以豐富展示的內容，畢竟展示品才是我們想要表達的重點。

他山之石，可以攻錯。從別人的優點中可以看到自己的不足，這正是激勵我們更前進一步的動力。藉由仿效及改善，期待他日本館的展示品會更豐富，展示手法會更具創意，成爲其他展館仿效的目標。

玖、附錄

參訪博物館、IMAX 總公司以及於 IMAX 訓練中心見習行程

第一天

參觀安大略皇家博物館

第二天

參觀安大略美術館

第三天

- 拜訪 IMAX 總公司（Head Office at Mississauga, Ontario），會見聯絡人 Ms. Arlene Middlemiss
- 由 Ms. Arlene 引見 Mr. Terry Lee, IMAX Technical Service, Global Support Manager （技術服務部門總經理）
- 由 Mr. Lee 介紹總公司中各部門
  - 參觀工程部
  - 參觀用於拍攝 IMAX 3D 影片的立體攝影機
  - 參觀錄音室（音軌轉錄、混音及後製）
  - 參觀設計生產部門
  - 參觀組裝測試工廠
- 由 Mr. Lee 介紹總公司中的部份設備
  - 參觀 IMAX 放映原型機 （僅有關鍵機構 Rolling Loop Rotor）
  - 參觀 IMAX 第一部商用放映機（1970 年設置於日本）
  - 參觀 IMAX 早期部份機型
  - 參觀最新機型 MPX
- 由 Mr. Lee 介紹 Mr. Sunny Mak, Technical Service Specialist Engineer （技術服務部門工程師）
- 與 Mr. Lee, Mr. Sunny Mak 一同前往 IMAX 訓練中心（Training Center at Oakville, Ontario）
- 由 Mr. Lee 介紹 Mr. Steve Doherty, Technical Service Training Manager（訓練中心負責人兼訓練講師）
- 由 Mr. Doherty 帶領參觀 IMAX 訓練中心場地
- 由 Mr. Doherty 介紹每一代放映機機型
- 由 Mr. Doherty 解說訓練課程的上課模式
- 結束見習第一天行程

第四天

- 前往 IMAX 訓練中心 （Training Center at Oakville, Ontario）
- 由 Mr. Doherty 介紹各機型的演進
- 由 Mr. Doherty 介紹搭配放映機的週邊設備
- 觀看訓練教學影片
  - MPX 系統簡介、上片操作、及日常簡易保養
  - CCU 的 Pump 維護及零件更換，濾水器的濾心更換步驟
  - QTRU 片盤上的餵片器之校調方法
- 觀摩現場學員學習 QTRU 片盤轉速及煞車校調
- 觀摩現場學員學習放映機上的撥片器校調
- 結束見習第二天行程

第五天

- 前往 IMAX 訓練中心 （Training Center at Oakville, Ontario）
- 與現場學員一同聽取訓練講師對於燈泡電源調節器的講解
  - 各單元功能講解，主要連動的繼電器講解
  - 常見問題分析，以及問題解決方向解說
- 實際到實習現場對照線路圖，觀察各元件的位置
- 實地了解各元件的動作順序及步驟
- 以工具量測各部位元件的正常數值，了解元件之間的相互關係
- 由訓練講師設置故障點，再由現場學員嘗試修復
- 結束見習第三天行程

第六天

- 前往 IMAX 訓練中心 （Training Center at Oakville, Ontario）
- 實際操作 QTRU 片盤上的餵片器之校調方法
- 對 QTRU 片盤上的餵片器之校調方法與訓練解師作意見交流
- 對於本館放映室內常遇到的問題作提問
  - QTRU 第三片盤偶有不正常纏繞問題
  - 開始播映後，偶爾會聽見氣壓洩氣聲
  - 放映機上的氣壓表數值常會漂移問題
  - 水流壓力計數值低於正常值問題
  - DDP 的音場模式偶有不正常狀況
- 結束見習第四天行程

第七、八天

參觀安大略科學中心