

## 自動書庫效益評估：以日本發展經驗為例

Re-evaluate Cost Effectiveness of Automated Books Storage System:

AS/RS of Japan as Example

洪淑芬

Shu-Fen Hung

國家圖書館編輯

Editor, National Central Library

### 【摘要 Abstract】

圖書館建設中，往往同時包含書庫之建設。大約 1990 年後，世界先進國家的圖書館書庫建設，逐漸導入工商業界以機械方式取放物件的自動倉儲管理系統之應用的所謂「自動書庫」。本文綜整作者參訪日本多處包含自動書庫的圖書館、以及所閱讀的相關文獻，試圖從自動書庫的造價、維護費用、定期零件與配備機件等之更換費用等，進行全面的、長期的營運經費之成本分析介紹，以重新思考探討自動書庫的效益，歸納出值得建造自動書庫的前提，而指出重要的前提之一是自動書庫所得以節省的作業人力等成本，須能抵銷昂貴的後續維護費用，方符合經濟效益之原則；期望本文能提供圖書館界於決定書庫模式時之決策參考。

Most of new library building construction projects might incorporate books storage facilities. Since around 1990s, some of such library building projects started to adopt so-called automated books storage and retrieval/return and sorting system (AS/RS hereafter), the application of existed commercial and industrial goods/ parts storage and inventory management systems. This research was based on the literature concerning about cost-effectiveness of AS/RS, and the learning from on-site visits of several libraries in Japan that owns AS/RS facilities. The author tried to disclose

the realities of maintenance of such facilities, and to show statistics of yearly accumulated necessary fees for ensuring its proper operation. In conclusion, the author pointed out that a reasonable adoption of AS/RS facilities could only be done under the premise that the payback from AS/RS could cover the high initiation cost and the endless expensive maintenance fees so as to ensure cost-effectiveness and long term sustainability. It is hoped that the discussions in this research could be helpful for libraries to make appropriate decision in selection of book-storage-facility models.

### 【關鍵詞 Keywords】

自動書庫、高密度書庫、哈佛模式、集書架、書庫維運成本

Automated books storage/ Return and sorting system, AS/RS, High density books storage facility, Harvard Model, Compact shelves, Operation and maintenance cost of books storage

## 壹、前言

圖書館機構多年以來均面臨因為圖書資料量增而造成的典藏空間不足問題。自 1980 年代中葉起，歐、美、澳洲的國家採用「哈佛模式」（Harvard Model）高密度倉儲（簡稱「哈佛模式」）與自動書庫，日本則多採用自動書庫，試圖以高效能空間利用的模式，解決圖書典藏空間的問題。臺灣的圖書館界同樣亦面臨典藏空間不足的問題，因此大學與國家圖書館曾共同思考建置聯合典藏中心的可能（國立臺灣師範大學，2009），惟過去並未能成案。在任何圖書館新建或增建的時機，往往伴隨推動書庫建設，因此也必要嚴謹面對決定書庫模式的決策問題。過去臺灣有關密集式倉儲的專文，針對自動書庫與其他模式的比較評估，大都僅由書庫造價、人力、地坪可容納藏書冊數等觀點，進行比較與論述。國家圖書館正在規劃南部分館暨聯合典藏中心，尚有必要針對不同國家系統自動書庫之建造成本，以及不同類型

的圖書館書庫模式之後續維運所需費用詳加探討，以便提供參考作成可以永續經營無虞之決策。

各種書庫模式中，自動書庫在臺灣國內目前僅有國立臺灣大學圖書館一例；但是，國家圖書館典藏的使命與服務的模式，與大學圖書館不同，圖書流通的數量差異亦大。因此，在作者於2017年10月間參訪日本多個擁有自動書庫的圖書館，實地參訪與討論之後，深感有必要針對國內甚少前例而有必要進一步認識的自動書庫，探析介紹其全面性的、長期性的維運成本，以及分析研判符合經濟效益的建置自動書庫之前提，故進行相關的研讀與思考論述。

自動書庫是大型的工程建設，不似大眾化產品已有固定的定價，加上不同廠牌亦有不同的服務內容與定價原則，而擁有自動書庫之機構，對於相關營運費用又未必對外公開，故相關資料的取得十分不易。本文主要資料來源與介紹內容的根據，包含有關日本自動書庫實地參訪暨訪談、蒐集所得資料的研析判讀、相關文獻要點內容對照實例的檢討等三大部分。惟有關自動書庫的研究在資料蒐集與呈現上有其侷限，因為能取得的案例有限，且必須考量尊重廠商與機構，故本文對於廠牌與機構名稱採匿名、將建造年採年代區間方式呈現、以及僅概述維護費暨定期零件暨配備機件汰換費用增累情形，以消除可辨識性。

要言之，本文介紹二日本自動書庫之例，試著從維護面的實際需要，說明自動書庫建造後的維護細節與經費需求；國內圖書館界仍須針對美系與歐系等的自動書庫進行類似的調查研究，方有助於圖書館於建設規劃中，得以在不同的書庫模式中，做出正確的決定，以達到以經濟有效、永續經營無虞的方式典藏圖書文化資產之目的。

## 貳、自動書庫的概念緣起與發展興頹

### 一、緣起

1970-1980年代電腦資訊科技結合機械化操作的發明成熟化之後，自動化倉儲與物料管理，成為產業界、物流業界、以及零售業界大幅

節省人力開銷並提升存取暨管理物件之效能的手段。該等業界源源導入自動化倉儲的模式，不難想見對於該等業界的斐然效益，因為物料存放於自動倉儲系統，機械化操作快速、荷重高、能穩當地取下放置於高處的重物，也不畏低溫環境，可以突破人力上的極限。此外，結合資訊化管理，也可以達到最精確的物料盤點補給，免除不當的囤貨，高度創造經濟效益（Sykes, 1994）。

自動化倉儲系統對於產業界、物流業界、以及零售業界而言，可說是競爭上的必要投資，而藉之節省的人力費用、以及因提高效能所創造的效益，使工商界業者導入自動化倉儲管理系統，幾乎無所爭議；其唯一需要考慮的是如何選用良好的系統，以避免後續頻頻故障，造成其作業與營業上的重大損失（Inc, n.d.）。

圖書館如何在書籍陳列與閱覽空間營造方面，以最適方案提供讀者最佳服務，相關的理念不斷蛻變。圖書館界一度大力強調讓圖書開架陳列，為讀者接近圖書直接瀏覽，泯除屏障。但當開架陳列圖書面臨空間不足的問題，圖書館開始導入密集式書架（compact shelves），以兩全讀者瀏覽權益以及有效的圖書架位空間利用。但不到幾年的時間，圖書館空間利用的概念又轉而傾向於應將陳放圖書的書架空間釋放出來，勿讓圖書徒占珍貴的圖書館空間，主張應將圖書館空間「還給」圖書館服務的主體——人。因此，建造可以高密度典藏圖書的書庫，成為新時代圖書館建設與改造時，必須落實的要務。自動書庫具有小空間大容量的優點，能於狹小的面積內，堆疊逾十米高（約3層樓高以上）的書箱/書架<sup>1</sup>之空間格位。書架間的走道鋪設軌道，走道寬度只需能供書箱/書車雙向通過即可，故可使空間利用效能達到最高。此外，書庫內因純為書箱與機械設備，加上為了防止汙染，以及如果自動書庫是建造於深入地下的樓層，則不易符合消防法規的二處逃生出口規定，故須以不允許一般人員進入為對策，因此也可達到防

---

<sup>1</sup> 自動書庫堆疊陳放圖書資料的設備，有的採用開口朝上的樹脂材質或鋼鐵材質之書箱（書箱尺寸形式大致區分為 A4、A3、free size 等），也有的採用雙面三層書車（例如美國猶他大學圖書館之自動書庫）。

盜之效果。總之，自動書庫以其具有節省人力、取書快捷、全域溫溼度控制有利於圖書防蟲與長久典藏等優點，成為高密度書庫的一種選擇。

## 二、發展

自動化倉儲系統公司將管理物料與自動傳送物件的概念，應用到圖書館的圖書資料管理，而開發自動書庫典藏管理系統。以自動書庫典藏管理圖書資料的機構在歐洲最早是法國的波爾多市立圖書館（Bordeaux Public Library）於 1980 年代所建置的二套可容納 10 萬冊之自動書庫，該自動書庫設計針對單冊圖書的典藏管理與調閱機制，較今日以書箱模式進行存放與調閱更為複雜（黑澤公人，2017）。在美國則最早始於 1991 年美國的加州州立大學（California State University）Nortridge 校區（CSUN）圖書館 100 萬冊之自動書庫。7 年之後的 1998 年東密西根大學（Eastern Michigan University）圖書館是美國第 2 所導入自動書庫的圖書館。2000 年之後大約每年有一所大學圖書館導入自動書庫，至 2017 年為止，美國、加拿大、澳洲一共大約有 18 所大學/機構導入自動書庫，其中 17 所採用美系自動書庫，僅 1 機構採用日系的自動書庫。歐洲方面也有法國（1991 年）、挪威（2003 年）、英國（2009 年）、義大利（2009 年）等陸續導入自動書庫。其中英國的大英圖書館的自動書庫容量 700 萬冊，為目前世界上最大的自動書庫（黑澤公人，2017）。

在臺灣的近鄰日本方面，其開始導入自動書庫的時間晚美國 9 年，於 2009 年 9 月由日本的國際基督大學圖書館首次導入，容量為 50 萬冊。至 2017 年為止，日本已經有逾 60 機構導入自動書庫，佔世界所有自動書庫的三分之二；堪稱為自動書庫的大國。所有日本的自動書庫中，藏書量超過 100 萬冊的大約有 10 個機構。已經啟用運作的自動書庫中，以國立國會圖書館關西館的 140 萬冊為數一數二<sup>2</sup>。其他規模在 100 萬冊以上的自動書庫包括福岡大學圖書館 132 萬冊、產業

<sup>2</sup> 綜整黑澤公人(2017)之報導與 2017 年 10 月 11 日參訪日本國會圖書館關西館。

大學圖書館的 130 萬冊與立命館大學圖書館的 100 萬冊、立教大學圖書館 100 萬冊、東京大學柏圖書館 100 萬冊、國學院大學圖書館 100 萬冊、新奈良縣立圖書館 100 萬冊等。另外東京大學總合圖書館 2017 年 5 月完工的自動書庫，總容量為 300 萬冊，是日本規模最大的自動書庫<sup>3</sup>，預計自完工後約 1 年後庫房溫溼度控制達到典藏標準後，才存入圖書啟用。所有日本的自動書庫，分屬四種不同的日系廠牌。日系廠牌也試圖進軍世界，但日系自動書庫系統目前在美國只獲得一個機構使用<sup>4</sup>、在臺灣獲得國立臺灣大學圖書館使用；未見大幅拓展世界市場。

### 三、正在十字路口的興頹趨勢

在世界各國陸續有圖書館導入自動書庫的同時，也有圖書館機構開始檢討評估使用自動書庫實際上的經濟效益，與長期經營上的問題。

法國的波爾多市立圖書館於 1980 年代建設自動書庫，其首要目的是為典藏管理貴重書以及使用度較高的圖書。但不到二十年之後，在 2000 年代後進行圖書館改造時，即撤廢自動書庫(Bouffange, 2012; 黑澤公人，2017)。

其次的例子是日本的國立國會圖書館關西館。該館除了建置館舍，也同時建造自動書庫，於 2002 年落成啟用，至今已逾 10 年。目前關西館在其館舍後方空地，正進行獨立棟書庫的建設；有鑑於自動書庫後續龐大的維護費用，故基於經濟效益考量，自動書庫已經不再是日本國會圖書館新建書庫時之考量選項。建設中的關西館獨立棟書庫為地下一層、地上六層之書庫棟，書庫模式已經定案為均完全採用手動式密集書架的模式。日本國立國會圖書館放棄考慮自動書庫的取向，是否在日本動見觀瞻，影響圖書館界對自動書庫的導入進入觀望期而轉趨保守，值得觀察。

<sup>3</sup> 綜整黑澤公人(2017)之報導與 2017 年 10 月 12 日參訪京都產業大學圖書館及立命館大學平井嘉一郎圖書館。

<sup>4</sup> 為 US DAIFUKU (黑澤公人，2017)。

## 參、自動書庫的維運費用與建造的前提考量

### 一、自動書庫維運費之內涵

建造各式書庫以典藏圖書的成本，過去國內亦有相關的討論，分析比較自動書庫、層積式書架、以及密集書架等之成本，得到自動書庫成本最低之結論（鄭小祺, 2010）。但因為其並未將後續的維護成本納入考量，以至於得到的結論是自動書庫之單冊典藏成本最低。但是，實際上，自動書庫只要是開館服務之日，即必須保持運作正常無誤，否則將嚴重影響調取圖書以提供讀者之需的服務。為達成自動書庫運作無誤，一般所需要的配套措施包括以下四大要素，造成自動書庫的營運成本偏高，而且可能年年攀升：

#### （一）開館時間必須配備至少 1 名技術人員

只要是開館時間，隨時必須配備一名可以解決自動書庫運行作業上的問題之技術員，該名技術員一般是包含於維運費中，是自動書庫建造廠商負責派遣駐館，以便隨時待命。

#### （二）各年度的維護費

從自動書庫建置完成，不同廠牌廠商於契約中可能承諾不同年數之免費保固期。但近鄰日本系統的自動書庫廠商之例，可能一年後即需開始每年支付固定的所謂「保守費用」，即「維護費用」，進行每年約 3 次的定期檢測。

#### （三）預防性的零件暨配備機件定時汰換

建造自動書庫之後，並非一勞永逸，而必須在一定年限之後，逐年汰換零件暨配備機件，此在日文稱為「預防性的整備工事」，是在機件損壞之前，基於對各種零件與配備機件的壽命預估，於損壞之前即提早更換，避免一旦損壞，一者影響圖書調閱，二者可能造成其他配件因此受波及而毀損，則後續修復費用將倍增。

#### (四) 自動書庫的資訊管理系統升級

自動書庫的圖書架位資訊管理系統雖然是獨立的專為管理自動書庫之用的資訊系統，但其必須與圖書館目錄系統介接，才能接收來自圖書館目錄的讀者調閱申請，以及於讀者還書後，確實處理圖書歸入自動庫書的作業，以及圖書出庫相關紀錄的清除(Heinrich & Willis, 2012)。因此，自動書庫的圖書架位資訊管理系統，亦必須隨著圖書館目錄系統的升級而連同一併進行資訊軟硬體之升級或更換，以確保二系統之間軟體的相容性。

#### 二、「維護費用」與「零件暨配備機件定時汰換」費用之例

自動書庫能夠透過電腦上的管理系統之操控，精確呼叫所需圖書所在的書箱，以可以垂直升降的機械手臂，取出沉重的書箱，降至地面的正確軌道位置之後，水平行進、轉彎，送至館員取放圖書的作業窗口。而且讀者申請圖書調閱的圖書館目錄，與自動書庫管理系統之間，二者互相介接；讀者在圖書館目錄系統上的調閱申請，可以傳送至自動書庫管理系統，使之呼叫正確的書箱；另一方面，透過掃描感應將歸入書庫的圖書條碼或 RFID，即連動消除借閱紀錄。凡此種種細節，無不是透過精密的機械與資訊操控。相關的設備，必有老舊、耗損、與資訊軟硬體過時的問題。但各種必要定時維修汰換的細節與費用，一般人難知其詳。自動書庫的「維護費用」與「零件暨配備機件定時汰換」費用，美系與日系產品對於維護相關內容與零件與配備機件之更換進程規畫，可能不盡相同，價格亦可能有所差異，但為提供對於自動書庫後續維運經費之概略理解，僅以 2 個日本不同廠牌在日本當地建造與維護之例，一方面針對設備維護與零件配備機件更換細節，加以翻譯介紹，另方面對於維護費用逐年增累之情形，亦概略說明，以方便了解參考。

#### (一) 定期零件暨配備機件汰換內容



所謂「定期更換零件」，需要更換的零件與費用包含搬送系統中的入/出庫台車、垂直與水平搬送機具相關零件配備、資訊系統、總合調整費用等；需要汰換的內容大致如下：

1. 每 5 年需更換垂直搬送線中的纜線、水平搬送線中的傳送連動連結機具、水平搬送線中的傳輸滾輪、堆高機中的導引（滑軌）滾輪與樹脂導引器。
2. 每 5 年需更換入/出庫台車的導引（滑軌）滾輪與樹脂導引器（滑軌）、鍊輪、滾輪連動連結機具。
3. 每 10 年需更換堆高機械手臂的車輪、直線導引器、鍊輪、升降鍊、驅動馬達、升降馬達、驅動馬達的分岔器、集電器、給電器材。
4. 每 10 年需更換入/出庫台車的傳動車輪、馬達推進器、集電器、給電器材等。
5. 控制器方面，每 5 年須針對地上控制盤、機械手臂控制盤、搬送控制盤、出納控制盤、入/出庫台車控制盤、分電盤等進行電源、備用電池、不斷電系統等的更新。
6. 每 5 年須更換堆高機的機械手臂之雷射距離量測器。
7. 每 10 年須針對地上控制盤、機械手臂控制盤、搬送控制盤、出納控制盤、入/出庫台車控制盤、分電盤等進行其控制器的更換。
8. 每 10 年須針對電子配備中的光電感應器、光傳送裝置等進行其感應器零件更換。
9. 資訊設備方面，每 3 年更換一次不斷電系統裝置；每 5 年更換一次主機伺服器、作業用終端機、電腦相關周邊、出納台的條碼閱讀器、列印機；每 10 年更換一次圖書厚度計測器、交換總機等。

## (二) 維護費暨定期零件暨配備機件汰換費用增累情形概述

以下茲以二種廠牌<sup>5</sup> 逐年維護費暨定期零件暨配備機件汰換費用增累情形，略加說明。

### A 廠牌：（2006-2010 年間建造）

年維護費自第 2 年開始每年支付；「定期零件暨配備機件汰換費用」則各次更換不同部分的零件，各年費用不等。

該廠牌的自動書庫建造完成後的 16 年內，總共支出的「年維護費」與「定期更換零件與資訊軟體設備」相當於當時造價的一半經費。而部分零件的更換，在建造最初可以第 7 年才更換，但之後更換頻率即縮短為每 5 年或更少年即需維修更換。因此，零件與配備機件的更換費用逐年調升；依前 16 年的零件更換經費、以及逐年費用將提升的趨勢推算，該廠牌建造後經過大約 20-25 年，所有付出的維護費暨零件汰換費用，即相當於建造自動書庫之造價。

### B 廠牌：（2000-2005 年間建造）

年維護費自第 2 年開始每年支付；「定期零件暨配備機件汰換費用」費用則是第 10 年後，除年維護費外，各年尚必須付出不等的所謂預防性的零件更換之費用；完工後第 12-15 年曾進行三次大幅的零件更換整修，且第 13 年後開始平均每年尚需多付出零件及配備之汰換費用；總計該種維護費和零件更換費用總額到第 11 或 12 年即共付出該自動書庫的建造總價 1/2 金額，第 15 或 16 年即共付出建造總價百分之百的金額；第 19 年即共付出建造總價百分之一百五十的金額；第 22 或 23 年即付出建造總價的百分之二百的金額。而更長久之後的機械可維護性則仍不可知。

<sup>5</sup> 因為各廠牌對不同機構之報價，可能被視為商業機密，故有的機構並不對外提供造價與後續維護經費之資訊。基於對機構與廠商之尊重，故如本文「前言」說明，所舉之例僅以不具名方式提供資訊、將建造年採年代區間方式呈現、以及僅概述維護費暨定期零件暨配備機件汰換費用增累情形，以消除可辨識性。

由以上二例可知，日本廠牌的自動書庫，維護費用大約於建造完成後第 16 年、或第 20-25 年後，即累積達原來的總造價，維運的經費需求甚高。

### 三、在臺灣建造自動書庫與後續維運的問題

目前建造自動書庫的廠商，以日系居多，美國其次，世界上可見的自動書庫廠牌大致如下：美國、加拿大、澳洲總計 18 機構採用 DEMATIC 公司產品，國立挪威圖書館採用 SwissLog 公司產品，英國大英圖書館採用 Logistics Simulation 公司產品，日本共有約 60 個機構採用四種日本國產的日本 Filing、金剛、岡村製作所、DAIFUKU 等公司產品（黑澤公人, 2017）。

自動書庫是一種科技整合的設施，其為大型的建設工程，除了建築體地面必須有足夠的荷重噸數，如果建造於地下樓層，以日本位於東京的國會圖書館與東京大學圖書館地下書庫為例，其嚴謹進行防潮與防水滲透的設計與特殊工法<sup>6</sup>，施工技術性高。由於臺灣尚無國內本地的自動書庫廠家，如果委由國外公司建造，則在前述各種費用之外，可能被附加工程師、技術人員、技工等的海外駐在費用。國內於民國 98（2009）年曾由國立師範大學提案與國家圖書館、臺大圖書館、政治大學等校共同向教育部爭取經費建造聯合典藏書庫，預估 500 萬冊的自動書庫總造價約臺幣 17 億 4 千萬元，每年維運經費約臺幣 1,000 萬元（國立臺灣師範大學, 2009）；該經費需求包含建築物與自動書庫二者，以及營運最初的維修費、行政費以及二名人員編制費用，但自動書庫部分的價格無法自該數額中判斷。當時所估新臺幣 1,000 萬元之營運費用，依容納冊數規模計算，則相對於本文前面所舉二不同規模的自動書庫之例，此例所預估的維護費略低，但當時該文並未提及後續其他預防性的定期零件汰換與資訊軟硬體更新之費用。

<sup>6</sup> 日本國會圖書館東京本館的地下書庫、以及東京大學總合圖書館的地下自動書庫，均採用雙重牆壁的防潮建築設計。雙層牆壁之間，大約寬 0.5-1.5 米不等；最窄處可容人通過。雙層牆間的通道除了設有防火消防設備，外牆可設置滲漏水感測線。

前述二廠牌之例，其每年維護費的服務項目大致包含日常檢查、每年約 3 次的定期檢查（次數依雙方訂定合約時議定）、所有開館日的技術作業員常駐之費用等，但不含零件與配備機件更換費用，亦不含資訊軟硬體更新之費用；故此二種費用廠商另外計價。如前述，臺灣並無本地的自動書庫廠商，除了建造時可能被附加工程師、技術人員、技工等的海外駐在費用，後續維護是否同樣將被附加此等技術人員海外駐在費用、以及是否必要透過代理商而使各種費用攀升，建議決策過程透過取得廠商有關造價與長期性的維護之報價，以了解確認之。

本文針對自動書庫規模與造價暨後續維運費用，僅取得日系產品的參考之例，未來如必要作成自動書庫建造之相關決策，則因為不同國家產製的自動書庫之全面性維運經費需求，應有所差異，圖書館針對美系與歐系產品之造價與維護詳細內容與所需經費，有必要亦取得其類似的詳細估價，俾便比較，以幫助作成是否建造自動書庫之決策；以及如決定建造，則有助於選擇合宜之方案。

#### 四、建造自動書庫的前提考量

如前述有關自動書庫維運成本內涵以及維運費用試算之例，可知建造自動書庫的成本效益分析，必須同時計算建造成本與後續的維護與維運費用。雖然本文所能取得的維護與維運費用試算例僅限於日系廠牌，但在維運內容與可能必要的費用，當亦可供參考。而由前述二個試算之例可知，自動書庫建造之後的後續所需費用不貲；因此美國 American Library Association (ALA) 曾於 2002 年 6 月於官方網頁上刊登《Automated Storage/ Retrieval and Return/ Sorting Systems》一文，分析自動書庫的優缺點，並指出就經濟效益而言，要設置 120 萬冊規模的 AS/R 系統（不固定位置--比較便宜），則總流通量一年至少要 250,000 冊/件以上；要設置包含 RS 的自動書庫（Return and Sorting，指歸還圖書時依規範排序，固定位置--比較貴），則總流通量一年至少要 750,000 冊/件以上（Boss, 2002）。

根據國家圖書館(2017)之統計，在讀者利用還算活絡的總館之流通服務，以2016年為例，全年的流通量為234,359冊/件，僅將接近120萬冊規模的自動書庫之建造經濟效益之門檻。如非在總館，則自動書庫的年度流通量將可能遠少於總館的借閱流通量。

## 肆、自動書庫存放常用/罕用資料的效益評估

以下茲參考有關論述自動書庫效益的文獻中，對於建造自動書庫的前提建議，例如基於書籍流通量的考量，反觀對照國內外介紹自動書庫的文獻之實例，而討論典藏圖書為常用或罕用，對於自動書庫能否發揮效益之影響，從而歸納建造自動書庫可符合經濟效益之幾種前提，以供了解自動書庫對不同類型圖書館、以及對不同圖書流通量的圖書館之適用性。

### 一、自動書庫存放圖書資料之實例

自動書庫從外觀看來，堪稱巨大的挑高空間內，安置鋼鐵叢林一般的架位，供書箱/書車密集堆棧。究竟此種大倉庫式的自動書庫，適宜存放何種資料，不同學者可能有不同的見解，不同的機構亦可能因館藏與服務的實際情形而制宜，而有不同的使用原則。以下是可歸納出的幾種自動書庫利用情形。

#### (一)存放老舊及低使用率館藏資料

鄭小祺(2000)的研究指出多個自動書庫的案例是用以存放低使用率或需特別控管的特殊館藏，例如美國猶他州立大學的 Merrill-Cazier Library、加拿大 University of British Columbia Library 自動書庫主要典藏老舊及低使用率館藏資料(亦可能包含特殊館藏資料)。芝加哥大學的 The Joe and Rika Mansueto Library 之自動書庫則規劃以預計 2/3 空間存放圖書及裝訂期刊，1/3 空間存放過大圖書及特殊館藏資料；該等類別書刊亦屬使用率低之資料。此自動書庫的利用，與哈佛模式高密度倉儲的利用，規劃理念同樣均以存放罕用與低使用率的圖書為目的。

## (二)兼存放罕用與常用圖書

一般圖書館目前在讀者閱覽空間，大致尚會保留一定數量的參考工具書、新刊圖書與特殊主題等較常用的圖書，故典藏於自動書庫的書籍，大致是此類圖書之外的圖書資料；即亦可能包含讀者經常調閱之書籍。在新建圖書館或圖書館進行空間改造利用，如規劃將大部分空間保留作為讀者閱覽空間，則自動書庫即可能同時納入常被借閱圖書、以及罕用圖書資料。日本立命館大學平井嘉一郎圖書館與產業大學圖書館對於自動書庫的使用，即屬此類；因此，自動書庫圖書被調閱的情形十分活絡；每月平均出、入庫的書籍約 5,000 冊以上，每日平均約 170 冊。為方便讀者查看所申請的圖書之調閱進度，甚至須將原來容納較少調閱筆數的橫式調閱進度顯示螢幕，更換為直式可容納約 3 倍以上調閱筆數之螢幕，以供更多使用者查看自己所申請調閱圖書的處理進度。

## (三)送存圖書館紓解空間不足的問題

日本國立國會圖書館 1998 年開始建設關西館，並建造自動書庫，2002 年開館啟用。關西館與東京本館之間的館藏，係依資料群、使用率、數位化狀況等而進行各類資料典藏所在之劃分。移藏至關西館的資料主要包含日文與西文圖書複本、已數位化完成的部分日文圖書、日文雜誌期刊複本（主要是有建置論文索引的期刊雜誌為主）、西文期刊雜誌（主要是科學技術類）、部分日文與西文報紙、電子資料（電子期刊、資料庫之 CD/DVD-ROM）、部分科學技術資料（技術報告、學會與協會出版品、國內外的標準、外國專利資料、外國的學位論文、歐洲語文的會議紀錄、文部科學省科學研究補助費補助的研究成果報告書、國內的博士論文、亞洲資料（亞洲各國語文的圖書、期刊雜誌、報紙）、聽障者專用之學術文獻錄音帶等（日本國立國會圖書館, n.d.）。移藏資料之選擇，以不影響原來東京本館大多數讀者的使用需求為原則。但東京本館與關西館之間，互相支應讀者申請的調閱對方館之圖書；雙方互相傳遞之月平均冊數各約 400 冊。

日本建造關西館時預備的圖書典藏量為總計 600 萬冊（以每冊 3 公分計算），目前實際上已經典藏逾千萬冊，預計於開館 17 年後的 2019 年，書庫即將滿載，因此未雨綢繆，已經開始建設第二書庫棟。

由日本國會圖書館建造關西館當時的典藏冊數規劃而言，其規劃的自動書庫之藏書量，為總館藏量的大約 23%，為四分之一弱。其規劃自動書庫主要放置使用頻率低的資料。使用頻率高的資料，配置於固定書庫與密集書庫。其實際書籍調閱流通的情形，以 2017 年 4 月至 8 月間的流通統計為例，每月自書庫取書的流通量平均為 18,682.4 冊，每日平均為 778.4 冊。其中每月從自動書庫取書的流通量為 571.2 冊，每日平均為 23.8 冊。亦即自動書庫圖書流通量僅占全部書庫圖書流通量的大約 3%。此現象係因為其規劃將低使用率圖書資料存放於自動書庫之結果。

## 二、自動書庫符合效益的前提歸納

由前述有關自動書庫之「維護費用」與「零件暨配備機件定時汰換」所需經費之介紹，可知自動書庫不但造價高昂，後續維運費用也同樣昂貴。因此，自動書庫在空間利用的考量之外，也需要評估實際上的相對效益；符合經濟效益的自動書庫，應考量具有以下效用為前提：

- (一) 節省原應配置的人力費用，足以支應維護費以及定期汰換零件與配備機件、更新資訊軟硬體等的費用

亦即原來調閱需求高而需要配置較多調閱人力，能藉自動書庫而大幅減少人力，擷節大量調閱人力費之支出，足夠轉而支應維護費與後續相關費用。

但是，從自動書庫維運成本、讀者使用情形等方面綜合評估自動書庫使用效益，在不同的機構、不同的使用需求情形下，有些情況就出現矛盾狀況：以存放老舊及低使用率館藏為主要目的之自動書庫，其自動書庫典藏圖書的年度調閱量當然偏低；除了前述日本國會圖書

館關西館之例以外，其他如加拿大 University of British Columbia Library 自動書庫 2005 年啟用，以 2009 年為例，年度調閱量約 2 萬 6 千冊(鄭小祺, 2010)。Payne 2007 年的研究亦指出，設在大學校內的自動書庫每日調出量平均為 75-100 冊，與設置在校外的書庫調閱量相差無幾；而自動書庫開館時間必須配置工作人員隨時待命為讀者處理自作業窗口取書，且書庫亦需隨時運作；遠端倉儲則每天固定時段與固定班次為讀者進行調書服務 (Payne, 2007)，反而節省服務的人力時間。換言之，自動書庫建造費與維護費均居高不下，如果從典藏書籍流通數量檢討，則自動書庫存放老舊或低使用率的圖書，無疑是不符合成本效益的。

(二) 為規劃空間作為資訊共用空間 (Information commons)，  
又必須快速調出讀者申請的圖書

現在許多大學圖書館一方面必須釋放出原來有限的空間，以容納更多讀者在館閱覽使用，另一方面圖書的調閱需求高，且必須縮短讀者等待調閱的時間；故大學圖書館於新建館舍、或進行空間改造時，可能配套規劃自動書庫。

(三) 圖書館建造書庫時已幾乎無可用土地

美國加州州立大學 Nortridge 校區圖書館建造自動書庫，主要是基於土地與建造經費的考量；透過以最小空間容納最多館藏的採用自動書庫之策略，降低建築物的建造經費 (Heinrich & Willis, 2012)。另外，當圖書館建造書庫時已無可用土地，而自動書庫的高密集度收納效能，以及其書庫內不需要配置人力，可透過低溫低濕度的環境控制，保存圖書，故成為建造書庫的選項；日本東京大學總合圖書館的地下自動書庫即屬此例。但是，因為深入地底，地下水文水脈的情形，實非事前可精確預測掌握，故建造時的防水滲透與防漏，需要特別的技術性規劃與施作。後續在溫濕度的環境控制方面，也需特別嚴密監控；故從此等環境控制上的困難複雜度著眼，建議如非土地問題，書庫儘量不要建造於地下樓層。



由上述可知，自動書庫因為其高度的堆棧功能，往往被直觀認知導向存放老舊罕用的圖書。但當實際運作之後，年年不可免的高昂維護費用與定期零件配備機件汰換以及資訊軟硬體更新等所需費用，可能成為許多機構在電子期刊資料庫經費的困擾之外，另一項經費難題。但期刊電子資料庫可以刪訂而減少支出，自動書庫的後續維護與相關費用支出，卻與自動取還書的能否運作息息相關，無可由圖書館自主刪除維護與零件更換項目而減少或規避費用。故對於非營利機構圖書館而言，自動書庫建造的決策，必須基於經濟效益與永續營運的考量，審慎從長計議。

## 伍、結論

自動書庫的開發，是工商業界自動化倉儲與物料管理模式的應用。但是工商業界導入自動化倉儲系統，任何的貨物存放提取，均是在創造營利；自動化倉儲管理系統造就高度的物流效率與物料的精確盤點，從而創造最低囤貨成本與可能的最高利潤。工商業界在有營收之情形下，其導入自動化倉儲與物料管理系統所得以創造的利潤，足以支應其每年須付出的維護費與定期的零件配備更換費用，是其所能夠負荷且符合經濟效益的。

相對的，圖書館並非營利機構，尤其圖書館大多面臨經費的問題，導入自動書庫之後，很快隨即要面臨支付年維護費的問題；大約十年或不到十年之後更要面臨年維護費加上零件配備更換、資訊軟硬體更新等的龐大支出問題。故是否導入自動書庫，除了造價相對於單冊書籍、地坪面積相對於可存放書籍冊數等面向的評估之外，更必要事先查明各家自動書庫業者對於後續維護的規劃與收費標準。僅當未來維護上的各種支出，相較於其他方案仍屬有利，或者帶給廣大使用者群的效益高於其他方案之情形，方合乎圖書館能夠永續經營無虞的效益與目的。

## 【謝誌】

本文為作者於 2017 年 10 月間參訪日本國會圖書館東京本館與關西館、京都產業大學圖書館、立命館大學平井嘉一郎圖書館、東京大學總合圖書館及東京中央都立圖書館等書庫設施並與參訪機構專家交流後，進一步研讀相關文獻的綜整成果。謹此對於參訪機構的主管、同仁與專家學者致上最深謝忱。

## 【參考書目】

- 日本國立國會圖書館 (n.d.)。[国立国会図書館関西館] 所蔵資料の特徴。Retrieved from <http://www.ndl.go.jp/jp/service/kansai/data.html>.
- 國立臺灣師範大學 (2009)。國立臺灣師範大學民國 98 年 11 月 27 日校務研究發展委員會第 128 次會議紀錄 提案四。Retrieved from <http://www.aa.ntnu.edu.tw/meeting/recruit.php?Sn=228>。
- 國家圖書館 (2017)。年度統計：讀者服務。《國家圖書館年報 2016》，104。
- 黒澤公人(2017)。世界の自動書庫の導入状況について (2017 年版)。Retrieved from <http://kimito.webcrow.jp/ASRSWORLD2017.pdf>.
- 鄭小祺 (2010)。高密度倉儲藏書庫簡介與案例分析，*國立成功大學圖書館館刊*，19, 34-51。

- Boss, R. W. (2002). Automated storage/ retrieval and return/ sorting systems. ALA Tech Notes. Retrieved from <https://alair.ala.org/bitstream/handle/11213/258/Automated%20storage%20retrieval.pdf?sequence=17&isAllowed=y>.
- Bouffange, S. (2012). Automated book storage systems at the Bordeaux Municipal Library . and elsewhere. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/285615987\\_Automated\\_book\\_storage\\_systems\\_at\\_the\\_Bordeaux\\_municipal\\_library\\_and\\_elsewhere](https://www.researchgate.net/publication/285615987_Automated_book_storage_systems_at_the_Bordeaux_municipal_library_and_elsewhere).
- Heinrich, H., & Willis, E. (2012). Automated Storage and Retrieval System: a Time-tested Innovation. Paper presented at the World Library and Information Congress: 78th IFLA General Conference and Assembly. Retrieved from <http://conference.ifla.org/ifla78>.
- Inc. (n.d.). Automated Storage and Retrieval Systems (AS/RS). Retrieved from <https://www.inc.com/encyclopedia/automated-storage-and-retrieval-systems-as-rs.html>.
- Payne, L. (2007). Library Storage Facilities and the Future of Print Collections in North America. Report commissioned by OCLC Programs and Research. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/7057/a0174ed49e74125667024e3dfcdd8bea05db.pdf>.
- Sykes, D. (1994). Planning for excellence in materials handling. *Logistics Information Management*. Bradford, 7(6), 10. Retrieved from <https://search.proquest.com/lisa/docview/220017673/fulltext/4E565EE477CE403APQ/5?accountid=14229>.