

智慧化居住空間整合應用人工智慧
科技發展推廣計畫協同研究計畫
智慧化建築物昇降設備創新商業模式研究
資料蒐集分析報告

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國111年12月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

智慧化建築物昇降設備創新商業模式研究
內政部建築研究所協同研究報告

111 年度

計畫編號:11015B0002

智慧化居住空間整合應用人工智慧
科技發展推廣計畫協同研究計畫
智慧化建築物昇降設備創新商業模式研究

資料蒐集分析報告

研究主持人:王榮進

協同主持人:陳振誠

研究員:何明錦、林谷陶、張怡文、蔡侑成

研究助理 :薩百瑄、崔皓淇

研究期程：中華民國 111 年 3 月至 111 年 12 月

研究經費：新臺幣捌拾壹萬參仟柒佰元整

內政部建築研究協同研究報告

中華民國 111 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目次

表次.....	III
圖次.....	VII
摘要.....	IX
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景.....	1
第二節 研究計畫內容.....	6
第三節 研究流程與進度.....	9
第四節 預期研究成果及效益.....	11
第二章 文獻分析與研究方法	13
第一節 文獻分析.....	13
第二節 研究方法.....	44
第三章 計畫研究成果	47
第一節 智慧化昇降設備項目.....	47
第二節 循環經濟商業模式導入昇降設備生命週期成本計算.....	52
第三節 研擬智慧化建築物昇降設備創新商業模式.....	70
第四章 案例模擬試算	73
第一節 條件假設.....	73
第二節 試算過程.....	75
第三節 試算結果.....	123
第五章 結論與建議	141
第一節 結論.....	141
第二節 建議.....	142

附錄一	期初審查意見與回應	145
附錄二	期中審查意見與回應	147
附錄三	期末審查意見與回應	151
附錄四	第一次專家諮詢座談會議議程與內容	155
附錄五	第二次專家諮詢座談會議議程與內容	165
附錄六	第三次專家諮詢座談會議議程與內容	175
參考書目	181

表 次

表 1-1 建築物昇降設備相關辦法修訂.....	2
表 1-2 建築物昇降設備設置及檢查管理辦法相關書、表、證.....	4
表 1-3 建築物昇降設備 CNS 國家標準與制定重點.....	5
表 1-4 智慧建築標章評定項目與建築物昇降設備相關內容.....	7
表 2-1 昇降設備發展過程.....	13
表 2-2 昇降機相關定義.....	14
表 2-3 住宅數量變化.....	15
表 2-4 2021 年大型設備用電統計(依建築用途區分).....	15
表 2-5 定期安全檢查取得使用許可證統計數量.....	16
表 2-6 連續三年來定期安全檢查取得使用許可證之昇降梯數量百分比.....	16
表 2-7 昇降設備種類.....	17
表 2-8 昇降設備工作系統.....	19
表 2-9 昇降設備驅動控制系統.....	20
表 2-10 昇降設備發展歷程.....	22
表 2-11 昇降設備遠端監控系統功能.....	24
表 2-12 國內導入智慧化昇降設備系統.....	25
表 2-13 國外導入智慧化昇降設備系統.....	25
表 2-14 國外導入智慧化昇降設備技術之案例.....	26
表 2-15 CIRCL 循環建築商業模式應用.....	37
表 2-16 建築物生命週期之定義.....	40
表 3-1 昇降設備遠端監控項目比較表.....	47
表 3-2 檢查制度差異之效益.....	50
表 3-3 遠端監控項目設定與安裝位置.....	51
表 3-4 智慧化昇降設備整合工作.....	59
表 3-5 應導入之智慧化技術應用項目統整.....	59
表 3-6 目前國內外廠商已導入之項目統整.....	60

表 3-7 已導入與可導入之智慧化項目與其效益	60
表 3-8 導入循環經濟理念與說明	63
表 3-9 主要成本項目	65
表 3-10 保養項目表範例	66
表 3-11 昇降設備生命週期	68
表 3-12 生命週期成本常用計算方式	68
表 3-13 成本計算項目設定表	70
表 3-14 生命週期階段與成本項目對照表	71
表 3-15 成本項目細項說明表	71
表 4-1 標準品使用年限參考表	73
表 4-2 成本計算項目表	75
表 4-3 使用者(全部買斷)初始成本	77
表 4-4 使用者(全部買斷)固定成本	78
表 4-5 使用者(全部買斷)更新成本	79
表 4-6 使用者(全部買斷) 1 st yr 淨現值	80
表 4-7 使用者(全部買斷) 1 st yr-60 th yr 淨現值	81
表 4-8 使用者(部分買斷)初始成本	82
表 4-9 使用者(部分買斷)固定成本	83
表 4-10 使用者(部分買斷)更新成本	83
表 4-11 使用者(部分買斷) 1 st yr 淨現值	84
表 4-12 使用者(部分買斷) 1 st yr-60 th yr 淨現值	85
表 4-13 使用者(以租代買)初始成本	86
表 4-14 使用者(以租代買)固定成本	86
表 4-15 使用者(以租代買)更新成本	87
表 4-16 使用者(以租代買) 1 st yr 淨現值	87
表 4-17 使用者(以租代買) 1 st yr-60 th yr 淨現值	88
表 4-18 廠商(全部買斷)總成本	89
表 4-19 廠商(全部買斷) 1 st yr 淨現值	90

表 4-20 廠商(全部買斷) 1 st yr-60 th yr 淨現值.....	91
表 4-21 廠商(部分買斷)總成本.....	92
表 4-22 廠商(部分買斷) 1 st yr 淨現值.....	92
表 4-23 廠商(部分買斷) 1 st yr-60 th yr 淨現值.....	93
表 4-24 廠商(以租代買)總成本.....	94
表 4-25 廠商(以租代買) 1 st yr 淨現值.....	95
表 4-26 廠商(以租代買) 1 st yr-60 th yr 淨現值.....	96
表 4-27 使用者(全部買斷)總成本.....	97
表 4-28 使用者(全部買斷) 1 st yr 淨現值.....	98
表 4-29 使用者(全部買斷) 1 st yr-60 th yr 淨現值.....	99
表 4-30 使用者(部分買斷)總成本.....	100
表 4-31 使用者(部分買斷) 1 st yr 淨現值.....	101
表 4-32 使用者(部分買斷) 1 st yr-60 th yr 淨現值.....	102
表 4-33 使用者(以租代買)總成本.....	103
表 4-34 使用者(以租代買) 1 st yr 淨現值.....	103
表 4-35 使用者(以租代買) 1 st yr-60 th yr 淨現值.....	104
表 4-36 業主(全部買斷)總成本.....	105
表 4-37 業主(全部買斷) 1 st yr 淨現值.....	106
表 4-38 業主(全部買斷) 1 st yr-60 th yr 淨現值.....	107
表 4-39 業主(部分買斷)總成本.....	109
表 4-40 業主(部分買斷) 1 st yr 淨現值.....	109
表 4-41 業主(部分買斷) 1 st yr-60 th yr 淨現值.....	111
表 4-42 業主(以租代買)總成本.....	112
表 4-43 業主(以租代買) 1 st yr 淨現值.....	113
表 4-44 業主(以租代買) 1 st yr-60 th yr 淨現值.....	114
表 4-45 廠商(全部買斷)總成本.....	115
表 4-46 廠商(全部買斷) 1 st yr 淨現值.....	115

表 4-47 廠商(全部買斷) 1 st yr-60 th yr 淨現值.....	116
表 4-48 廠商(部分買斷)總成本.....	118
表 4-49 廠商(部分買斷) 1 st yr 淨現值	118
表 4-50 廠商(部分買斷) 1 st yr-60 th yr 淨現值.....	119
表 4-51 廠商(以租代買)總成本.....	120
表 4-52 廠商(以租代買) 1 st yr 淨現值	121
表 4-53 廠商(以租代買) 1 st yr-60 th yr 淨現值.....	122
表 4-54 一般住宅 1 st yr 淨現值比較表.....	125
表 4-55 一般住宅 1 st yr-20 th yr 淨現值比較表	126
表 4-56 一般住宅 21 st yr-40 th yr 淨現值比較表	127
表 4-57 一般住宅 41 st yr-60 th yr 淨現值比較表	128
表 4-58 社會住宅 1 st yr 淨現值比較表.....	132
表 4-59 社會住宅 1 st yr-20 th yr 淨現值比較表	133
表 4-60 社會住宅 21 st yr-40 th yr 淨現值比較表	134
表 4-61 社會住宅 41 st yr-60 th yr 淨現值比較表	135
表 4-62 一般住宅各模式優缺點比較表	137
表 4-63 社會住宅各模式優缺點比較表	138
表 6-1 111 年 05 月 27 日召開第一次專家諮詢座談會議.....	155
表 6-2 111 年 05 月 27 日召開第一次專家諮詢座談會議照片	156
表 6-3 111 年 05 月 27 日召開第一次專家諮詢座談會議內容	158
表 6-4 111 年 08 月 29 日召開第二次專家諮詢座談會議.....	165
表 6-5 111 年 08 月 29 日召開第二次專家諮詢座談會議照片	166
表 6-6 111 年 08 月 29 日召開第二次專家諮詢座談會議內容	169
表 6-7 111 年 11 月 02 日召開第三次專家諮詢座談會議.....	175
表 6-8 111 年 11 月 02 日召開第三次專家諮詢座談會議照片	176
表 6-9 111 年 11 月 02 日召開第三次專家諮詢座談會議內容	178

圖次

圖 2-1 昇降梯示意圖	17
圖 2-2 昇降機構造圖	19
圖 2-3 昇降設備系統架構圖	24
圖 2-4 電梯能量使用的測量和驗證	27
圖 2-5 測量儀器耦合點的圖示說明-電梯	27
圖 2-6 每日行程次數分類	28
圖 2-7 平均行駛距離百分比	28
圖 2-8 平均車廂載重	28
圖 2-9 運行的性能等級	28
圖 2-10 閒置/待機的性能等級	29
圖 2-11 能效的分類	29
圖 2-12 循環經濟商業模式示意圖	30
圖 2-13 臺北市循環城市策略地圖示意圖	35
圖 3-1 電力回生裝置原理	55
圖 3-2 電力回生裝置電路原理圖	56
圖 3-3 園區建築外觀	63
圖 3-4 建築內電梯	63
圖 3-5 電梯內控制面板及佈告欄	64
圖 3-6 監控系統介面	64
圖 3-7 建築外觀	67
圖 3-8 建築內電梯	67
圖 3-9 電梯內控制面板	67
圖 3-10 機房內設備	67
圖 3-11 主要更換零件 1	67
圖 3-12 主要更換零件 2	67
圖 4-1 使用者生命週期成本	123

圖 4-2 廠商生命週期成本.....	124
圖 4-3 一般住宅於不同生命週期淨現值統計圖	129
圖 4-4 使用者生命週期成本.....	130
圖 4-5 業主生命週期成本.....	131
圖 4-6 廠商生命週期成本.....	131
圖 4-7 社會住宅於不同生命週期淨現值統計圖	136

摘要

關鍵詞：智慧化昇降設備、循環經濟、以租代買、生命週期、淨現值

一、研究緣起

因應智慧科技蓬勃發展，如何應用資通訊技術，使建築物產生安全、節能、健康、舒適等效益，成為智慧建築能否成功發展及推廣之重要課題。隨建築物朝高層化、高齡社會發展，建築物昇降設備數量逐年增加，而維修人力有限，本所前已推動建築物昇降設備導入遠端監控技術可行性等研究，期能達到節省維修人力、精準預測故障等效益。基於各式各樣之智慧化技術仍在發展中，除可節省維修人力、精準預測故障等效益，另外促進創新商業模式(例如：以租代買、設施共享等)不斷發展，亦改變產業發展方向，吸引相關產業投入，使本所智慧化居住空間整合應用人工智慧科技發展推廣計畫發揮政策槓桿效果，是值得深入探討的課題。爰本計畫擬探討結合各種智慧化技術之建築物昇降設備創新商業模式。

從搖籃到搖籃的再生循環經濟模式，已是因應環境變遷與節能減碳重要策略，也是因應聯合國永續發展目標(SDGs)的重要項目。台灣都市由於地狹人稠，建築多朝向高層化發展，且由於高齡社會提早到來，建築物昇降設備數量逐年增加，維修人力則逐年遞減，嚴重影響昇降設備之妥適性與安全性。

建築物昇降設備的壽命與保養維修有相當密切的關係，而遠端監控則有益於昇降設備之保養維修，在節省人力精準監控維修共創利基下可達到延長使用壽命的目標，和推動循環經濟永續發展方向一致；唯可能涉及經營者與使用者的商業運作模式，可作為本研究的參考。

二、研究方法及過程

本研究計畫蒐集國內、外有關智慧化昇降設備、循環經濟與生命週期等文獻，研究成果及實施實例等資料，主要收集 ISO 國際標準、Carbon Trust 循環經濟概

念與電力回生裝置等資料彙整。配合行政院「循環經濟推動方案」與內政部建築研究所「創新循環綠建築環境科技計畫-循環建築工法與材料技術研發」，透過智慧科技的導入，創造建築物昇降設備於建築物之「創新智慧技術與循環經濟模式」。針對文獻探討與昇降設備現況做比較分析，透過實地訪查案例得知昇降設備現況與生命週期成本相關計算方式，並整合文獻回顧等資料，擬定循環經濟創新商業模式。再利用案例進行可行性評估，比較導入商業模式前後效益之差異，以調整創新商業模式並對其提出建議。以 3 場專家工作會議邀請對智慧化建築、機電、昇降設備及智慧化技術、循環經濟、產業技術、政策、法律等方面學有所長之專家學者，進行提出之簡化與流程討論，並聘請專家學者針對導入概念之項目合宜程度進行審查，提出內容修正及增刪之意見，加強本研究內容之參考依據，並擇期辦理期中、期末簡報說明研究案執行的成效、進度及所遭遇的問題，可有效聚焦與提供創新商業模式之參考。

三、重要發現

本研究根據成果提出結論：(1)將建築物昇降設備分成初始成本、固定成本與更新成本三大項，帶入淨現值之計算公式，於案例模擬中算出不同立場針對智慧化昇降設備需花費之總成本與效益差異。(2)案例模擬中比較了三種不同昇降設備於三種不同商業模式下之成本，智慧化部分以舊式 IM（不含電力回生裝置）、舊式 IM（含電力回生裝置）與新式 PM（含電力回生裝置）三種代表；循環經濟部分則以全部買斷、部分買斷、及以租代買作為條件。(3)案例模擬中之三種商業模式，全部買斷為目前市場上多被使用的一種，可選擇的廠家較多但由於初期成本較高，加上維修保養費較不固定，因此成本相對較高。部分買斷則是前期與全部買斷相同，而當後期轉為第三方維護廠商時，以更換重要與損壞零件為主。至於以租代買的成本試算為三種中最低的，對廠商來說，此種模式可節省一定的人力成本，但昇降設備本身的利潤也較買斷模式低，因此零件的品質較無法保證一定良好，要看廠商本身的選擇。(4)檢核研究並整理與昇降設備相關之法規，較多是以設備的基本規範與檢查的基本規範為主，對於商業模式及選擇的限制與發展較少。目前以租代買及預防性維護皆

能符合法令，可增加建築物昇降設備設置及檢查管理辦法相關預防性維護之建議內容。然而在以租代買的商業模式上，若為機關單位仍須考量符合政府採購法之辦理租賃採購等要求。(5)研究參考 ISO 25745-1, ISO 25745-2 之昇降設備能效認證標準進行分析，目前朝向以「電力回生」所產生之電力替換外部電力供應量以達到節能減碳之效益，未來配合建築能效標示制度可持續發展與應用。(6)本研究提出「以租代買」及「昇降設備電力回生系統」與導入「智慧科技預防性維護」等模式，可進一步配合建築生命週期成本，整合成智慧化建築物昇降設備之創新商業模式。

四、主要建議事項

根據上述研究成果發現，本研究建議針對智慧化昇降設備導入項目，可依智慧化及使用安全之關聯程度，歸納出較重要之智慧化項目，更可結合循環經濟與生命週期概念，評估成本淨現總值時，應考量不同零件的使用年限與殘值，以便更準確地估計創新商業模式帶來之效益，研究提出以下建議事項：

建議一、國際標準 ISO 25745系列可作為建築能效標示制度之參考與 CNS 國家標準：立即可行建議：研究參考之「國際標準 ISO 25745系列」可作為建築能效標示制度之參考，並可轉譯提供作為 CNS 國家標準，進階更可建議「建築物昇降設備設置及檢查管理辦法」與「建築技術規則-建築設備編 第六章昇降設備」增修訂之應用。

建議二、研究所提出之創新商業模式可擴大應用至智慧建築標章分析使用：立即可行建議：研究研議之創新商業模式可擴大應用至智慧建築標章，考量以「建築生命週期」來看，建築物生命週期長達 40 至 50 年以上，取得「智慧建築標章」後，在生命週期之營運使用階段，需投入適當之維護經費以維持智慧建築性能及衍生循環經濟商業模式，以智慧科技的導入創造經濟效益產值，應是智慧建築之重要課題，並可進一步接軌國際循環經濟之趨勢。

Abstract

Keywords: Intelligent lifting equipment, Circular economy, Rent to Own, Life cycle, Net Present Value

In view of the vigorous development of intelligent technology, how to apply information and communication technology to make buildings produce safety, energy saving, health and comfort benefits has become an important issue for the successful development and promotion of smart buildings. With the development of high-rise buildings and the development of aging society, the number of building lifting equipment is increasing year by year, and maintenance manpower is limited, and the firm has previously promoted the feasibility of remote monitoring technology for building lifting equipment, hoping to save maintenance manpower and accurately predict failures. Based on the fact that various intelligent technologies are still developing, in addition to saving maintenance manpower, accurately predicting faults and other benefits, but also promoting the continuous development of innovative business models (such as renting instead of buying, facility sharing, etc.), changing the direction of industrial development, attracting investment from related industries, and making the development and promotion plan of the integrated application of artificial intelligence technology in the intelligent living space of the firm exert the policy leverage effect, which is a topic worthy of in-depth discussion. This project intends to explore the innovative business model of building lifting equipment that combines various intelligent technologies.

Research methods:

This research project plans to collect domestic and foreign literature, research results and implementation examples on intelligent lifting equipment, circular economy and life cycle, and mainly collect ISO international standards, Carbon Trust circular economy concepts and power regeneration devices. In line with the Circular Economy Promotion

Programme of the Administrative Agency and the Innovative Circular Green Building Environment Technology Programme of the Building Research Institute of the Ministry of the Interior – Circular Building Method and Material Technology R&D, through the introduction of intelligent technology, create innovative intelligent technology and circular economy model for building lifting equipment in buildings. According to the comparative analysis of literature discussion and the current situation of lifting equipment, the current status of lifting equipment and the calculation method related to life cycle cost were learned through field visit cases, and the literature review and other data were integrated to formulate an innovative business model for circular economy.

Major outcomes:

Based on the results, this study concludes that: (1) The building lifting equipment is divided into three major items: initial cost, fixed cost and renewal cost, and the calculation formula of net present value is brought in, and the total cost and benefit difference of different positions for intelligent lifting equipment are calculated in the case simulation. (2) In the case simulation, the cost of three different lifting equipment under three different business models was compared, and the intelligent part was represented by the old IM (excluding power recovery device), the old IM (including power recovery device) and the new PM (including power recovery device); The circular economy part is conditional on full buyout, partial buyout, and rent-for-buy. (3) The three business models in the case simulation, all bought out is one of the most used in the market at present, and there are more manufacturers to choose from, but due to the higher initial cost and the relatively unfixed maintenance fee, the cost is relatively high. Partial buyouts are the same as all buyouts in the early stage, and when they are converted to third-party maintenance manufacturers in the later stage, they mainly replace important and damaged parts. As for the cost of renting and buying as the lowest of the three, for manufacturers, this model can save a certain amount of labor costs, but the profit of the lifting equipment

itself is also lower than that of the buyout model, so the quality of the parts cannot be guaranteed to be good, depending on the choice of the manufacturer itself. (4) The laws and regulations related to the inspection and research and sorting out the lifting equipment are mainly based on the basic specifications of the equipment and the basic specifications of the inspection, and there are fewer restrictions and development on the business model and selection. At present, renting and buying and preventive maintenance can comply with laws and regulations, and the recommended content of preventive maintenance related to the installation and inspection management measures of building lifting equipment can be added. However, in the business model of renting instead of buying, if it is an institution, it must still consider meeting the requirements of the Government Procurement Law for leasing, loan procurement, etc. (5) The study refers to the energy efficiency certification standards of ISO 25745-1 and ISO 25745-2 for lifting equipment, and currently aims to replace the external power supply with the electricity generated by "power regeneration" to achieve the benefits of energy conservation and carbon reduction, and cooperate with the sustainable development and application of the building energy efficiency labeling system in the future. (6) This study proposes models such as "renting instead of buying" and "power regeneration system for lifting equipment" and introducing "intelligent technology preventive maintenance", which can further integrate into an innovative business model of intelligent building lifting equipment in line with building life cycle costs.

Key recommendations:

According to the above research results, this study suggests that for the introduction of intelligent lifting equipment, the more important intelligent projects can be summarized according to the degree of correlation between intelligence and use safety, and the concept of circular economy and life cycle can be combined to evaluate the net present value of different parts, and the service life and residual value of

different parts should be considered in order to more accurately estimate the benefits brought by innovative business models.

Recommendation 1: The international standard ISO 25745 series can be used as a reference for the building energy efficiency labeling system and CNS national standardization: Immediate feasible suggestion: The "international standard ISO 25745 series" for research reference can be used as a reference for the building energy efficiency labeling system, and can be translated and provided as a CNS national standardization, and the application of the "Administrative Measures for the Installation and Inspection of Building Lifting Equipment" and "Building Technical Regulations - Building Equipment Part VI Lifting Equipment" can be added and revised.

Recommendation 2: The innovative business model proposed by the Institute can be extended to the analysis and use of the smart building logo: Immediate practical suggestion: The innovative business model proposed by the study can be expanded to the application of the smart building logo, considering that the life cycle of the building is as long as 40 to 50 years or more from the perspective of the "building life cycle", and after obtaining the "smart building label", appropriate maintenance funds need to be invested in the operation and use stage of the life cycle to maintain the performance of the intelligent building and derive the circular economy business model, and create economic output value with the introduction of intelligent technology, which should be an important topic for smart buildings, and can further integrate with the trend of international circular economy.

第一章 緒 論

第一節 研究緣起與背景

壹、研究緣起

因應智慧科技蓬勃發展，如何應用資通訊技術，使建築物產生安全、節能、健康、舒適等效益，成為智慧建築能否成功發展及推廣之重要課題。隨建築物朝高層化、高齡社會發展，建築物昇降設備數量逐年增加，而維修人力有限，本所前已推動建築物昇降設備導入遠端監控技術可行性等研究，期能達到節省維修人力、精準預測故障等效益。基於各式各樣之智慧化技術仍在發展中，除可節省維修人力、精準預測故障等效益，另外促進創新商業模式(例如：以租代買、設施共享等)不斷發展，亦改變產業發展方向，吸引相關產業投入，使本所智慧化居住空間整合應用人工智慧科技發展推廣計畫發揮政策槓桿效果，是值得深入探討的課題。爰本計畫擬探討結合各種智慧化技術之建築物昇降設備創新商業模式。

從搖籃到搖籃的再生循環經濟模式，已是因應環境變遷與節能減碳重要策略，也是因應聯合國永續發展目標(SDGs)的重要項目。台灣都市由於地狹人稠，建築多朝向高層化發展，且由於高齡社會提早到來，建築物昇降設備數量逐年增加，維修人力則逐年遞減，嚴重影響昇降設備之妥適性與安全性。

建築物昇降設備的壽命與保養維修有相當密切的關係，而遠端監控則有益於昇降設備之保養維修，在節省人力精準監控維修共創利基下可達到延長使用壽命的目標，和推動循環經濟永續發展方向一致；唯可能涉及經營者與使用者的商業運作模式，可作為本研究的參考。

貳、研究背景

一、建築物昇降設備相關辦法修訂

隨著時代進步與發展，為了確保建築物昇降機相關設備使用之安全，我國陸續頒布及修訂相關法令、設計技術規範、國家標準等，並搭配「智慧建築標章」與「循環經濟政策」等，帶動產業創新與技術發展，如下表1-1所示：

表 1-1 建築物昇降設備相關辦法修訂

種類	說明
建築物昇降設備設置及檢查管理辦法	民國 104 年 06 月 15 日修訂
建築技術規則建築設計施工編與昇降機設備相關條文(第六章、第 55 條、第 106 條)	民國 102 年 01 月 01 日修訂
建築技術規則設備編與昇降機設備相關條文(第 7 條、第 9 條、第 108 條、第 109 條、第 110 條、第 111 條、第 112 條、第 115 條、第 117 條、第 118 條、第 130 條、第 132 條、第 138-1 條)	民國 110 年 07 月 19 日修訂
昇降機結構及安裝之安全總則—人員及物運輸用昇降機—第 20 部：載人及運貨用昇降機(CNS15827-20)	民國 109 年 11 月 10 日修訂
昇降機結構及安裝之安全總則—僅供運送貨物用昇降機—第 31 部：僅供載貨用昇降機(CNS15827-31)	民國 109 年 11 月 10 日修訂
昇降機結構及安裝之安全總則—檢驗及試驗—第 50 部：昇降機構件之設計規則、計算、檢驗及試驗』(CNS 15827-50)	民國 109 年 11 月 10 日修訂

(資料來源：內政部建築研究所)

二、建築物昇降設備設置及檢查管理

內政部「建築物昇降設備設置及檢查管理辦法」(民國 104 年 06 月 15 日修訂)，建築技術規則建築設計施工編與昇降機設備相關條文(第 55 條、第 106 條)，建築技術規則設備編與昇降機設備相關條文(第 7 條、第 9 條、第 108 條、第 109 條、第 110 條、第 111 條、第 112 條、第 115 條、第 117 條、第 118 條、第 130 條、第 132 條、第 138-1 條)，為了確保建築物昇降機相關設備使用之安全，我國陸續頒布及修訂了『昇降機結構及安裝之安全總則—人員及物運輸用昇降機—第 20 部：載人及運貨用昇降機』(CNS 15827-20)、『昇降機結構及安裝之安全總則—僅供運送貨物

用升降機—第 31 部：『僅供載貨用升降機』(CNS15827-31)及『升降機結構及安裝之安全總則—檢驗及試驗—第 50 部：升降機構件之設計規則、計算、檢驗及試驗』(CNS 15827-50)等升降機之國家標準，隨著時代進步與發展，相關法令、設計技術規範、國家標準等逐步修正與更新，並搭配「智慧建築標章」與「循環經濟政策」等，帶動產業創新與技術發展。

內政部營建署頒布「建築物升降設備設置及檢查管理辦法」之第四、五條(建築物升降設備設置及檢查管理辦法，2018)：

第四條：管理人應委請專業廠商負責升降設備之維護保養，由專業技術人員依一般維護保養之作業程序，按月實施並作成紀錄表一式二份，並應簽章及填註其證照號碼，由管理人及專業廠商各執一份。

專業技術人員應查核前條第四項升降設備組件耐用基準參考表，對於已屆耐用基準之組件，應於保養紀錄表載明處理情形；已更換之組件，應另行填列升降設備組件耐用基準參考表。於本辦法中華民國一百零五年一月一日修正施行前已領得使用許可證之升降設備，亦同。

升降設備組件耐用基準參考表應併同維護保養紀錄表，按月檢送當地主管建築機關。

第五條：升降設備安全檢查頻率，規定如下：

1. 升降送貨機每三年一次。
2. 個人住宅用升降機每三年一次。但建築物經竣工檢查合格達十五年者，每年一次。
3. 供五樓以下公寓大廈使用之升降機每二年一次。但建築物經竣工檢查合格達十五年者，每年一次。
4. 前三款以外之升降設備每年一次。但建築物經竣工檢查合格達十五年者，每半年一次。

5. 管理人應於使用許可證使用期限屆滿前二個月內，自行或委託維護保養之專業廠商向當地主管建築機關或其委託之檢查機構申請安全檢查。

三、建築物昇降設備設置及檢查管理辦法相關書、表、證

配合內政部營建署「建築物昇降設備設置及檢查管理辦法」訂定相關書、表、證(104.12.23台內營字第1040818620號修正)

表 1-2 建築物昇降設備設置及檢查管理辦法相關書、表、證

建築物昇降設備設置及檢查管理辦法相關書、表、證內容		
B- 1. 建築物昇降設備專業廠商登記申請書	B-12. 建築物昇降設備專業技術人員登記證	B-21. 建築物自動樓梯竣工檢查標準表
B- 2. 建築物昇降設備專業廠商變更登記申請書	B-13. 建築物昇降設備使用許可證	B-22. 建築物昇降設備安全檢查申請書
B- 3. 建築物昇降設備專業技術人員登記申請書	B-13-1. 臨時使用許可證	B-23. 建築物昇降機安全檢查表
B- 4. 建築物昇降設備專業技術人員變更登記申請書	B-14. 建築物昇降機維護保養紀錄表(範本)	B-24. 建築物自動樓梯安全檢查表
B- 5. 建築物昇降設備檢查員登記申請書	B-15. 建築物自動樓梯維護保養紀錄表(範本)	B-25. 建築物昇降機安全檢查作業程序及標準表
B- 6. 建築物昇降設備檢查員變更登記申請書	B-16. 建築物昇降設備維護保養數量統計表	B-26. 建築物自動樓梯安全檢查標準表
B- 7. 建築物昇降設備專業廠商註銷及解聘專業技術人員登記申請書	B-17. 建築物昇降設備竣工檢查申請書	B-27. 建築物昇降設備安全檢查數量統計表
B- 8. 建築物昇降設備專業技術人員資料卡	B-18. 建築物昇降機竣工檢查表	B-28. 專業技術人員、專業廠商、檢查員切結書(範本)
B- 9. 建築物昇降設備檢查員資料卡	B-18-1. 建築物昇降機竣工檢查表	B-29. 建築物昇降設備使用許可證變更申請書
B-10. 建築物昇降設備檢查員證	B-19. 建築物自動樓梯竣工檢查表	B-30. 列管昇降設備之建築物結構安全判定書
B-11. 建築物昇降設備專業廠商登記證	B-20. 建築物昇降機竣工檢查作業程序及標準表	

(資料來源：內政部建築研究所)

四、建築物昇降設備相關標準

另一方面，在國家標準(CNS)於「建築物昇降設備」之相關標準，計有 CNS 15827-20、CNS15827-31、CNS 15827-50等國家標準可供參考，如下表1-3：

表 1-3 建築物昇降設備 CNS 國家標準與制定重點

總號	類號	名稱	制定日期
CNS 15827-20	Z1054-20	昇降機結構及安裝之安全總則－人員及貨物運輸用昇降機－第20部：載人及運貨用昇降機	1040820
制定重點概要		<p>1. 本標準包含載人及運貨用昇降機之顯著危害表、安全要求及/或保護措施之查證及使用資料等。</p> <p>2. 主要制定內容</p> <p>(1) 標準係在規定作為永久性新裝設之載人或運貨用昇降機的安全總則，該昇降機採牽引、正向或液壓驅動，用於規定之乘場樓層，具有設計用來載運人員或人員及貨物用之車廂，以鋼索、鏈條或千斤頂加以懸吊，並在與垂直方向之傾斜角不超過 15° 的導軌間移動。</p> <p>(2) 除本標準之要求外，在特別情況下（由行動不便者使用之昇降機、發生火災之情形、具潛在爆炸氣體環境、極端的氣候條件、地震狀態、載運危險貨物等）應考量採取補充性之要求。</p>	
總號	類號	名稱	制定日期
CNS 15827-50	Z1054-50	昇降機結構及安裝之安全總則－檢驗及試驗－第50部：昇降機構件之設計規則、計算、檢驗及試驗	1050829
制定重點概要		<p>1. 本標準規定昇降機構件之設計規則、計算、檢驗及試驗，該等規定由其他用於載人昇降機、運貨用昇降機、僅供載貨用昇降機及其他類似型式之昇降器具之設計的標準所引用參照。</p> <p>2. 主要制定內容</p> <p>(1) 本標準包含昇降機之顯著危害表、設計規則、計算、檢驗及試驗等相關要求。</p> <p>(2) 前揭設計規則、計算、檢驗及試驗中主要包含有：安全構件型式檢驗之一般規定、乘場及車廂門上鎖裝置之型式檢驗、安全機械裝置之型式檢驗、超速調速機之型式檢驗、緩衝器之型式檢驗、安全迴路包含電子構件及/或供昇降機安全相關應用之可程式電子系統(PESSRAL)之型式檢驗、上升車廂超速保護裝置之型式檢驗、非預期之車廂移動保護方式的型式檢驗、阻斷閘/單向限制器型式檢驗、導軌計算、牽引之評估、電動昇降機用懸吊鋼索安全係數之評估、作動筒、液壓缸、硬管及裝設具之計算、擺錘衝擊試驗、電子構件－故障除外及供昇降機安全相關應用之可程式電子系統(PESSRAL)之設計規則等。</p>	
總號	類號	名稱	制定日期
CNS 15827-31	Z1054-31	昇降機結構及安裝之安全總則－僅供運送貨物用昇降機－第31部：僅供載貨用昇降機	1050829

制定重點概要	<p>1. 本標準適用於新設且具備牽引或正向驅動之電氣式僅供載貨用昇降機，以及新設之液壓式僅供載貨用昇降機，永久安裝在限制區域及/或僅可由權責人員及經教導之人員(使用者)使用，用於固定且永久性之乘場樓層，具有由單一載貨區之搬器，設計僅供運送貨物之用，沿著1條固定路徑移動，及具有不超過1m/s之額定速率，相對於垂直軸傾斜不超過15度，額定荷重超過300kg。</p> <p>2. 主要制定內容</p> <p>(1) 本標準包含僅供載貨用昇降機之顯著危害表、安全要求查證、供使用者使用之資料等相關要求。</p> <p>(2) 前揭安全要求及/或保護措施中主要包含部分有：昇降機昇降路、機械空間、乘場門、搬器、反向配重及平衡配重、懸吊、未經控制之移動及超速保護、導引系統、機械性停止及最終極限閉關、昇降機器及電氣安裝及器具等，相關查證包含試驗、設計及使用前之試驗等。</p> <p>(3) 電力配線部分於5.9.5.1一般中增加「使用下列電力配線或具有同等性能電力配線之國家相關法規等規定」，係考量我國與歐盟電力配線其指定名稱可能有所差異，以利主管機關依本標準進行昇降機管理時更具彈性。</p>
--------	---

(參考資料：經濟部標準檢驗局，2021)

第二節 研究計畫內容

本研究以「智慧化建築物昇降設備創新商業模式」為目的，建築物昇降設備遠端監控技術整合除可廣泛應用於「建築生命週期」使用維護階段，節省人力物力並擴大建築智慧化服務產值；另一方面，可配合行政院「循環經濟推動方案」與內政部建築研究所「創新循環綠建築環境科技計畫-循環建築工法與材料技術研發」，透過智慧科技的導入，創造建築物昇降設備於建築物之「創新智慧技術與循環經濟模式」，延長建築物生命週期，作為「共享創新商模」與「產品即服務」(Product as a Service, PaaS)之循環經濟策略，帶動物聯網、大數據及人工智慧科技輔助專業技術人員進行維護保養及檢查創新增值服務時代。

若以建築物「生命週期成本」(Life Cycle Cost, LCC)來考量，一般建築物使用階段之「昇降設備保養維護經費」編列甚少，難以支撐其完善安全檢查頻率與性能劣化等問題，特別在老舊建築物其昇降設備檢查頻率及整合運轉資料記錄多數缺

乏，不易預先察覺故障徵兆，易引起許多安全疑慮問題；如何提高昇降設備使用的安全性，甚至可應用智慧感測蒐集大數據資料，結合機械學習分析，發展設備故障預測技術，以數據預測方式在設備劣化或損壞前即能「通報預防」，並可結合「產品即服務」之循環經濟模式，擴大經濟產值效益。

本計畫配合「智慧綠建築標章」與「循環經濟」等重要政策，並以「智慧化建築物昇降設備創新商業模式」進行研究，在前期計畫「建築物昇降設備導入遠端監控技術可行性及推廣計畫」（蕭炎泉、何明錦等人，2020），已完成重要研究資料，包含，廣泛蒐集建築物昇降設備標準相關資料、綜整建築物昇降設備遠端監控技術發展及國內應用調查結果等，其具體結論為在通訊協定及資訊安全需研訂統一規範或標準、當導入遠端監控技術成熟後，昇降設備維修保養頻率可視狀況做適當之調整（目前1次/1月）、導入遠端監控之初期設備費用可能增加，應是可能遭遇的困難之一，如果未來5G系統的普及與傳輸成本的降低，加上政策上對安裝昇降機遠端監控者，可減少現場維修保養頻率，有助於解決初期設置成本增加之障礙。顯示「智慧化建築物昇降設備」可以藉由「智慧化遠端技術」發展成創新「以租代買」商業模式，茲分析目前「智慧建築標章」評定項目中與「建築物昇降設備」相關之內容。

表 1-4 智慧建築標章評定項目與建築物昇降設備相關內容

智慧建築標章評定項目			
基本規定評估內容		昇降機	
3. 系統整合	3.2 系統整合程度	3.2.2 電力、中央空調、照明、衛生給排水、送排風、電梯、消防系統如有設置者均須納入中央監控系統，至少具設備使用狀態與故障監視及事件發生之處置及歷史紀錄功能。	
		3.2.5 消防系統需與門禁、中央空調、照明、電梯、送排風整合連動。	
鼓勵項目評估內容		昇降機	
1. 綜合佈線	1.2 佈線應用與服務	1.2.3 支援建築物控管系統(電力、空調、照明、衛生給排水、通風、電梯、消防系統)。	提出相關系統配線設計說明含相關配線圖。 1分:7 涵蓋率。 2分:5/7 涵蓋率。
2. 資訊通信	2.4 公眾行動通信涵蓋	2.4.1 以室內天線系統、微基地台等輔助涵蓋設施，提供建築物內(含地下室、	2分:提供基地全區包含地下室與電梯間皆裝設輔助涵蓋設施。

		電梯間等)行動通信無死角。	
	2.6 公共資訊顯示	2.6.2 緊急狀況時可以顯示相關之緊急訊息。	不可僅設置於電梯內。
5. 安全防災	5.1 防火系統	5.1.14 火災發生時，系統能以自動或手動方式控制升降機依次迫降於避難層，並使一般升降機停止運轉，而緊急升降機待命。	
	5.5 門禁系統	5.5.1 依據建築物公共安全防範管理之需要，在通行門、出入口通道、升降機等位置設門禁管制設備。	
	5.8 緊急求救系統	5.8.1 設置緊急求救按鈕或可對外聯繫之緊急電話：在建築物升降機、直通樓梯、室內停車場等處設置緊急求救按鈕或對講設備等。	
	鼓勵項目 5.5.7	鼓勵項目 5.5.7 地震時可自動關閉瓦斯及控制升降機至最近樓層部分之設施。	鼓勵項目 5.5.7 地震時可自動關閉瓦斯及控制升降機至最近樓層部分之設施。
6. 節能管理	6.3 節能技術	6.3.4 動力設備智慧化節能(如:泵、排風扇、電梯及熱泵等動力設備具有自動控制技術之節能效益)。	可採計三項技術,每項技術可得1分。 1分:有自動控制技術之設備數量占該設備總數量之80%以上 「住宿類」建築係指公設空間之動力設備。

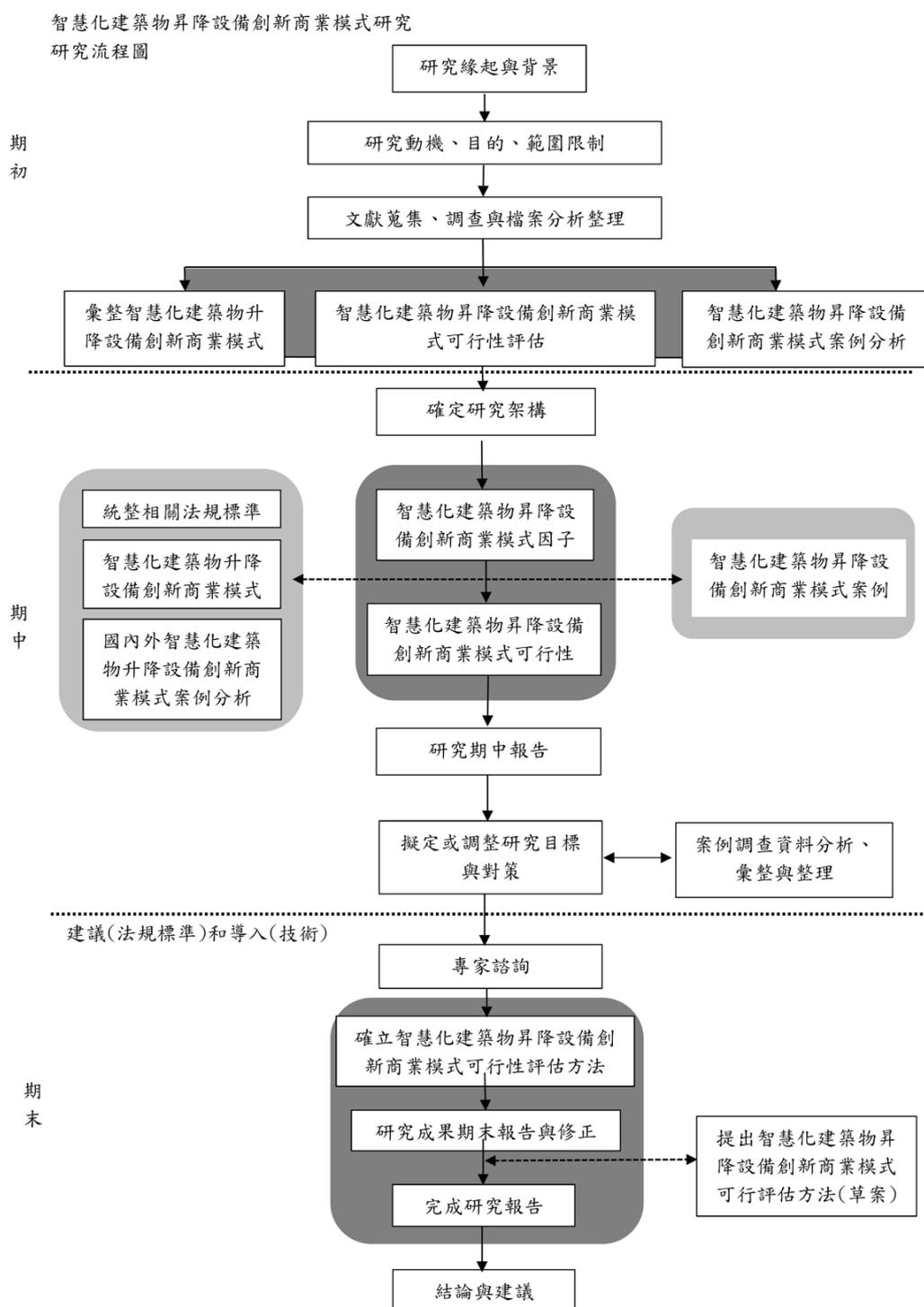
(資料來源：內政部建築研究所智慧建築標章，2016版)

本研究計畫內容如下：

1. 完成國內外智慧化建築物昇降設備創新商業模式資料及案例之蒐集分析。
2. 提出智慧化建築物昇降設備創新商業模式可行性評估方法。
3. 完成智慧化建築物昇降設備創新商業模式可行性之案例模擬分析。

第三節 研究流程與進度

壹、研究流程



(資料來源：本研究繪製)

貳、研究進度

月	第1個月	第2個月	第3個月	第4個月	第5個月	第6個月	第7個月	第8個月	第9個月	第10個月	第10.5個月	備註
工作項目												
彙整分析國內外相關建築物昇降機設備等文獻	████████████████████											
比較國內外建築以租代買創新商業模式資料		████████████████████										
調查國內外相關建築物昇降機設備維修與檢驗之問題		████████████████████										
建築物昇降機設備案例調查分析			████████████████████									
專家諮詢與訪談調查			████████████████████									
擬定智慧化物昇降設備創新商業模式項目					████████████████████							
擬定創新商業議模式							████████████████████					
智慧化物昇降設備創新商業模式可行性評估方法							████████████████████					
舉辦3場專家諮詢會議		◎			◎			◎				
整理與修正報告書									████████████████████			
期中期末報告					◎				◎			
預定進度 (累積數)	5%	10%	15%	20%	30%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
<p>說明：</p> <p>1 工作項目請視計畫性質及需要自行訂定，預定研究進度以粗線表示其起訖日期。</p> <p>2 預定研究進度百分比一欄，係為配合追蹤考核作業所設計。請以每一小格粗組線為一分，統計求得本案之總分，再將各月份工作項目之累積得分(與之前各月加總)除以總分，即為各月份之預定進度。</p> <p>3 科技計畫請註明查核點，作為每一季所預定完成工作項目之查核依據。</p>												

(資料來源：本研究繪製)

第四節 預期研究成果及效益

本研究計畫目的導入智慧化技術與設備，結合循環經濟相關概念，提出智慧化建築物昇降設備創新商業模式，並帶入案例模擬分析。

本研究考量昇降設備成本經常集中於生命週期之營運使用階段，需投入大量維護經費與人力以維持設備性能。因此將智慧化技術以生命週期成本計算方式，擬定並作為創新商業模式可行性評估之重點進行探討與驗證。

本研究計畫預期成果如下：

1. 蒐集分析國內外智慧化建築物昇降設備創新商業模式資料及案例：蒐集國內外智慧化建築物昇降設備創新商業模式(例如：以租代買、設施共享等)、各生命週期階段成本分析、經濟效益資料及案例。

2. 提出智慧化建築物昇降設備創新商業模式可行性評估方法：提出智慧化建築物昇降設備創新商業模式可行性評估方法，並召開產官學研專家諮詢會議，參酌專家意見修正評估方法內容。

3. 智慧化建築物昇降設備創新商業模式之案例模擬分析：提出智慧化建築物昇降設備可能之創新應用情境，並應用以上提出之方法進行創新商業模式可行性評估，綜整提出較具可行性之智慧化建築物昇降設備創新建議，以供相關產業參考。

本研究計畫預期貢獻效益：

1. 短期貢獻：完成國內外智慧化建築物昇降設備創新商業模式資料及案例之蒐集分析提供業界應用。

2. 中期貢獻：提出智慧化物昇降設備創新商業模式可行性評估方法作為未來推動商業模式之評估方法。

3. 長期貢獻：促進國內智慧生活科技相關產業，邁向多元化技術，提升國際市場競爭力及產品差異化，擴大優質智慧科技之導入。

第二章 文獻分析與研究方法

第一節 文獻分析

壹、升降設備發展歷程

隨著高層建築物之普及，升降機為現代生活不可或缺的建築物中的垂直交通工具。為了確保建築物升降機相關設備使用之安全，我國陸續頒布及修訂了『升降機結構及安裝之安全總則-人員及物運輸用升降機-第 20 部：載人及運貨用升降機』（CNS 15827-20）、『升降機結構及安裝之安全總則-僅供運送貨物用升降機-第 31 部：僅供載貨用升降機』（CNS 15827-31）及『升降機結構及安裝之安全總則-檢驗及試驗-第 50 部：升降機構件之設計規則、計算、檢驗及試驗』（CNS 15827-50）等電動升降機國家標準(蕭炎泉、何明錦等人，2020)。

一般供應商在為客戶安裝完升降機後，大都由他們負責保養及維護電梯，因此需要花費大量人力物力、以及複雜的工作排程。如今隨著科技發展，漸漸開始將智慧化技術應用在升降機上，發展出主動式維護的服務模式，以取代定期巡檢和故障叫修的傳統模式，同時也希望能夠透過導入以租代買等循環經濟之商業模式，期待降低人力物力成本、提升效率與安全。以下就與本計畫相關之課題作一概略之探討(蕭炎泉、何明錦等人，2020)：

一、升降設備的發展

溯自十九世紀初，英國人就已利用滑輪，並以蒸汽機為動力，懸吊重物及移動位置，就如現在吊車吊運鋼筋水泥一般。但安全的升降機一直到西元1853年才被設計出來，往後重要的發展概述如下表2-1所述(日商白皮書，2016)：

表 2-1 升降設備發展過程

年份	發展過程
1853 年	美國機械工程師 Elisha Graves OTIS 於紐約水晶宮展覽會場展示彈簧式電梯，即車廂拉到高處時，將吊繩砍斷，車廂下滑一小段距離，廂壁機械彈簧即外彈，將車廂煞住於滑軌上，不致於直線下墜。

年份	發展過程
1890 年	JesseReno 與 Charles seebergEr 設計出多種不同功能之電扶梯。
1900 年	OTIS Elevator Company 在巴黎博覽會展示該公司製造之電扶梯。
1903 年	以馬達為動力，以繼電器 (Relay)組合成的時序開關控制器，用以操控昇降機，此後才是名符其實的如今日所稱的電梯，以電動馬達為動力。
1950 年	電晶體研發成功，導入電梯驅動器及時序開關應用。
1970 年	SCR 控制器研發成功，改變電壓型之交、直流馬達驅動器，導入於電梯之驅動控制之應用。
1983 年	微處理晶片數位式邏輯系統控制器導入電梯使用，所謂的變壓變頻交流馬達驅動控制，搭配微電腦系統控制之電梯開始商品化，被誇稱為初級智慧型電梯。此後正式成為電梯控制之主要發展方向。
1990 年	各式智慧型電梯紛紛推出，光纖通訊逐漸取代舊式結構複雜的電纜通訊。
1993 年	線性馬達車廂驅動式電梯開始試用，希望能克服超高樓層懸吊之機械結構問題及鋼纜懸吊問題；然受限於造價及耗能問題，技術及材質尚待突破。
1998 年	無機房式小型家用電梯逐漸導入六層樓以下之建物使用。中央遙距監控及人工智慧 (Artificial Intelligence) 型電梯控制系統逐漸導入使用。
200x 年	各機體以網路連接，中央監控偵測維修服務之電梯管理系統將是發展主要方向。

(資料來源：日商白皮書，2016)

二、昇降設備之相關定義

昇降設備之相關定義，詳如下表 2-2 所示：

表 2-2 昇降機相關定義

年份	出處	定義
1917 年	美國安全標準協會的「安全法規則」。	沿著導軌在垂直的兩個樓層以上的建築物或構造物間昇降的車廂或具平臺的搬運裝置。
1987 年	內政部「昇降設備技術規範草案」。	在一定的昇降路內，以動力將人或物由一處移動或搬運至另一處的設備，俗稱電梯。
1996 年	行政院勞工委員會「起重昇降機具安全規則」。	昇降機係指乘載人員、貨物於搬器上，而該搬器順沿軌道鉛直昇降，並以動力從事搬運之機械裝置，廣泛應用於不同樓層之人員及貨物之運送。
2005 年	行政院勞工委員會「昇降機安全檢查構造標準草案」。	
2015 年	內政部營建署「建築物昇降設備設置及檢查管理辦法」。	指設置於建築物之昇降機、自動樓梯或其他類似之昇降設備。

(資料來源：全國法規資料庫)

三、昇降設備現況

(一)近十年來住宅數量變化

表 2-3 住宅數量變化

年份	總計	住宅專用
2010 年	8117852	5802100
2020 年	8992364	6578611

(資料來源：中華民國統計資訊網)

(二)昇降設備平均用電量

從下表 2-4 可以得知，昇降設備在 2021 年之用電量平均值為總用電量的 4.01%。

表 2-4 2021 年大型設備用電統計(依建築用途區分)

用戶分類	空調設備	照明設備	冷凍冷藏設備	事務設備	送排風設備	給水汙水設備	電梯設備	其他設備
學校	59.61	17.83	2.67	7.88	1.78	2.64	3.08	4.51
辦公大樓	56.42	13.34	0.50	9.81	4.05	3.43	7.25	5.20
醫院	57.66	13.81	3.24	4.70	4.19	4.01	5.83	6.56
量販店	50.29	12.02	17.74	2.16	4.38	2.69	6.50	4.22
百貨公司	55.23	15.60	4.98	2.59	6.27	3.22	6.39	5.71
旅館	57.99	11.35	6.15	2.75	5.35	4.07	5.49	6.85
政府機關	54.22	14.10	1.64	10.89	3.75	3.08	5.75	5.93
車站及軌道	24.20	6.15	0.05	0.52	3.07	1.77	4.47	59.76
電信網路機房	31.37	2.77	0.09	3.90	0.44	0.86	0.82	59.75
國防機關	57.04	18.27	3.87	6.76	1.49	1.89	1.36	9.32
研究機構	56.95	8.48	4.69	2.98	3.10	1.90	1.32	20.57
展覽館	61.32	11.35	1.82	3.36	4.27	4.17	3.75	9.95
複合式商場	62.86	10.42	3.98	2.98	6.96	3.76	5.63	3.40
污水處理廠	4.64	2.95	0.05	0.25	20.27	64.49	0.10	7.25
倉儲	34.86	15.96	9.24	1.90	2.83	1.25	2.48	31.49
航空站	45.46	10.53	0.25	1.02	0.46	15.04	5.72	21.52
其他	31.24	12.44	11.86	2.49	4.85	6.20	2.24	28.66

(資料來源：經濟部能源局)

(三)定期安全檢查取得使用許可證

據內政部營建署統計，連續三年來定期安全檢查取得使用許可證之昇降梯數量如下表 2-5 所示：

表 2-5 定期安全檢查取得使用許可證統計數量

年別及 區域別	定期安全檢查取得使用許可證					合計
	供個人住宅使用 昇降機	供 5 樓以下公寓之昇降機		其他（其餘建築物昇降機、自 動樓梯等昇降設備）		
	竣工檢查合格 15 年以上	竣工檢查合格 未達 15 年	竣工檢查合格 15 年以上	竣工檢查合格 未達 15 年	竣工檢查合格 15 年以上	
107 年	49	3947	2869	75445	167926	251036
108 年	30	3798	2957	76211	190423	274222
109 年	2025	5619	3279	77560	197738	287590

(資料來源：內政部營建署，109 年營建統計年報)

連續三年比例比較如下表 2-6 所示：

表 2-6 連續三年來定期安全檢查取得使用許可證之昇降梯數量百分比



(資料來源：本研究繪製)

四、昇降設備種類

設置於建築物內以機械動力搬運人或貨，做上下移動或橫向移動之設備統稱為昇降設備，如下表所示。一般通稱為電梯、貨梯、電扶梯、自動走道、機械停車設備(吳穎強、潘文華、楊世楚、許立言、陳柏村，2003)。

表 2-7 昇降設備種類

種類	定義	說明
客梯	乘人用升降機	常兼用緊急梯或行動不便者特殊機能
貨梯	載貨專用升降梯	只限載貨不可載人
客貨共用梯	人貨共用升降梯	人貨皆可使用
服務梯	載簡便貨品升降梯	小型送貨梯如送菜梯、公文梯、藥梯等
病床梯	載病床專用升降梯	
電扶梯	自動樓梯(斜行)	
自動步道梯	自動步道(橫向)	

(資料來源：PLC 之電梯模擬控制，2003)

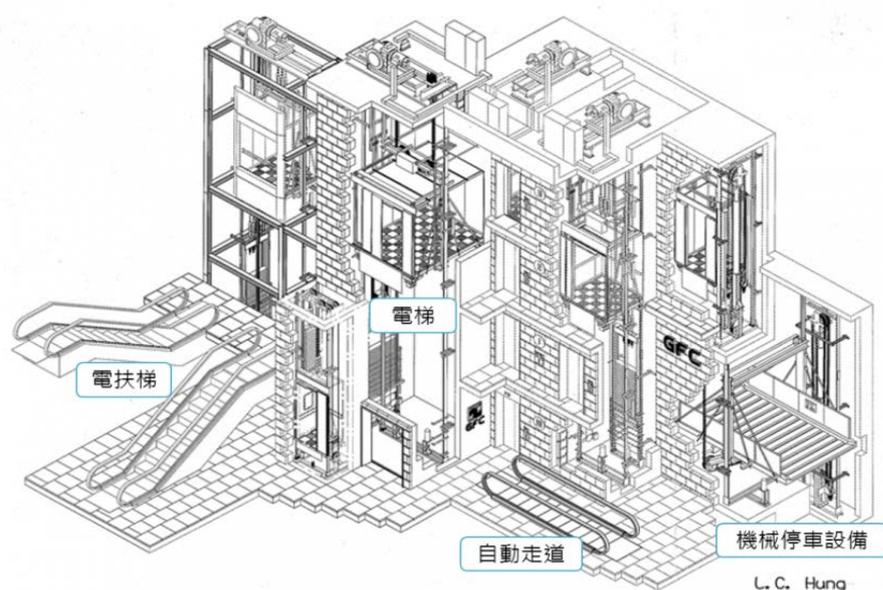


圖 2-1 昇降梯示意圖

(資料來源：PLC 之電梯模擬控制，2003)

(一) 昇降設備構造

昇降設備是一種由電子電氣與機械多種科技組合而成的垂直交通工具。其結構基本上分為機房、昇降路、乘場及車廂等四大部份，根據上圖我們可以瞭解昇降設備是車廂經捲揚機的牽引並由配重平衡減輕馬達負載，而沿導軌上下的一種活動空間(李清元，2001)。

1. 昇降梯的基本結構

昇降梯的主要組件包含車廂、懸吊系統、平衡重、樓層開關、馬達及調速器、控制盤、通訊系統。

2. 技術涵蓋層面

電機方面：電源、備用電力、馬達、驅動控制系統、通訊技術、微電腦系統控制、應用軟體及資料庫。

機械方面：車廂及平衡重、懸吊系統及滑軌、安全彈力煞車器及緩衝器、氣壓、噪音及振動。

3. 車廂驅動控制方式

機械式：油壓式、液壓式

馬達式：電驛(relay)式、邏輯電路式、微電腦式。

線性馬達式：線性感應馬達式、線性同步馬達式。

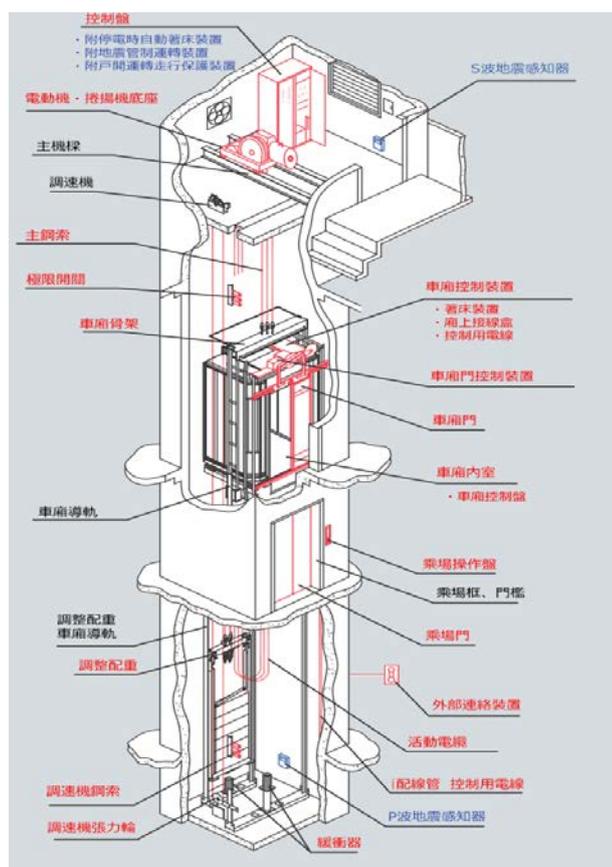


圖 2-2 昇降機構造圖

(資料來源：李清元，昇降設備概要，2001)

(二) 昇降設備工作系統

若以工作系統分類，則可將其分為 8 種，如下表 2-8 所示：

表 2-8 昇降設備工作系統

種類	組成	說明
曳引系統	電動機、鋼纜、纜輪、導向輪、反繩輪	產生和傳遞動力，使電梯上落
導向系統	導軌、導軌架	限制機箱和對重在特定範圍穩定地移動
機箱	機廂框架、機廂、秤重裝置	用以承載乘客或貨物上落
門系統	內門板、外門板、門導軌、地砵、門鎖、 內外門連動裝置、開門機(內門)、保險 刀、光學感應、自動關門裝置(外門)	分隔層站、機箱、井道，防止意外發生
平衡系統	對重、補償纜/鏈	對重平衡機箱重量及負載，減低電動機負荷

驅動控制系統	供電系統、驅動箱、電動機	提供電力予電動機，驅動昇降機及控制其速度
操作控制系統	控制櫃、選層器、位置傳感器、人手控制箱等	提供昇降機電氣方面所需功能，如接收訊號、控制、與其他昇降機溝通等
安全保護系統	速度距離感測：限速器、安全鉗、緩衝器、鋼纜制動器、安全限位感應器	針對不同安全風險而設，保證昇降機安全使用，防止任何傷亡或嚴重事故
	其他安全線路：緊急停掣、秤重裝置、電動機過荷保護、相序保護、斷纜掣、救生窗掣	
	安全相關部件：警鐘、對講機、安全碰邊等	

(資料來源：李清元，昇降設備概要，2001)

(三)昇降設備驅動控制系統

現今的昇降設備均以電力所驅動。最普遍的驅動方式如下表 2-9 所示：

表 2-9 昇降設備驅動控制系統

種類		說明	特色
曳引式	有齒輪曳引式	大多數昇降機的驅動方法。鋼纜一端連接機箱，另一端連接對重，中段則包在驅動輪上。鋼纜是透過和驅動輪上纜槽的摩擦力固定，為了加強摩擦力，會用特別設計的纜槽，或加入一些滑輪來加強摩擦力，有些昇降機(如部份無機房機種)更會使用特別設計的鋼纜。	優點： 造價較低，維修簡單，負載能力較高 缺點： 較佔用空間、需定時為減速箱換油及檢查漏油情況、齒輪有損蝕會造成剎車時上下搖動
	無齒輪曳引式		優點： 節省空間，穩定耐用，不同大小能配合大部份場合需要 缺點： 造價較高、負載能力有限
油壓式		這種昇降機是美國 Dover 的發明(已由 Thyssenkrupp 收購)，這款昇降機的成本低、機房位置彈性大，但速度緩慢，最高只能爬升 20m，而且耗電量高，只能適用於部份短距離運輸。	優點： 機房位置有彈性、載重量高 缺點： 非常耗電、速度緩慢、表現較不穩定
鼓輪式		與曳引式昇降機相似，但多數不設對重，鋼纜一端被固定在驅動輪上，由於安全問題，只用於如食物昇降機之類的小型機。	優點： 構造簡單 缺點： 傳動機構體積大、載重量低、表現較不穩定
爬行式		常用於建築工地上的臨時昇降機，昇降機驅動機器為機箱的一部份，機箱直接在鋼軌上爬升。但有昇降機製造商研究，這種	

	升降機能否取代一般曳引式升降機。	
--	------------------	--

(資料來源：建築物升降設備遠端監控技術應用推廣計畫，2021)

(四)升降設備操作控制系統

1. 操作控制系統發展

升降設備自動化後，操作控制系統大致可分為三個階段(內政部建築研究所，2021)：

(1)繼電器控制

在九十年代前的電梯，主要透過數十個繼電器(Relay)控制電梯不同功能。早期有集選電梯(下行/上下行)、若兩台電梯共用一組層站按鈕，則稱為聯控電梯。聯控電梯的兩個控制櫃所負責的功能未必相同，故有分成主機和副機。

(2)集成電路控制

當集成電路(IC)發展，電梯也開始走向電子模組化，利用不同負責不同範疇的電路板取代大部份繼電器，從而增加更多功能、也提升可靠性。隨時代進展，集成電路更可使電梯有不同群控、智能控制功能。

(3)升降機的群控系統

隨著高樓的迅速發展，升降機在建築物內已是不可或缺的設備，而且在樓宇內也可能有多於一部升降機，以應付建築物內的人流。如果在同一樓宇內有兩台放置在不同地方的升降機，又或是放置在一起但升降機訊號互相獨立的話，只會白白浪費升降機的效能，且使運送效率下降。此時，適當的升降機群組控制系統便顯得格外重要。

2. 升降設備群控系統

早期大樓的客流量較少，因此群控系統主要控制兩部以下的電梯即可應付客流量，也就是兩部電梯共用一組方向樓層按鈕，群控系統在乘客按下樓層方向按鈕給予派車。而早期群控系統的派車方法通常是指派距離該樓層最近的電梯接待乘客，在樓層數較低、電梯數少時相當合適。但隨著時代的進步，高樓大廈內部的客流量已相當龐大，且樓層較高。通常一棟大樓內至少存在兩部以上的電梯，早期的群控系統此時已無法應付。為了讓乘客在樓層等待較少時間，專家學者開發較為大型且先進的微電腦控制的群控系統，除了可操

控三台以上的電梯外，且當乘客按下樓層方向按鈕時，群控系統可依據電梯當下需停靠的樓層，估算出抵達時間，派遣抵達時間最短的電梯接待。

五、昇降設備發展趨勢

(一)昇降設備發展歷程

昇降設備發展至今已開始從設備升級逐漸走向智慧化技術的導入，如下表 2-10：

表 2-10 昇降設備發展歷程

年份	發展過程
1853 年	美國機械工程師 Elisha Graves OTis 於紐約水晶宮展覽會場展示彈簧式電梯，即車廂拉到高處時，將吊繩砍斷，車廂下滑一小段距離，廂壁機械彈簧即外彈，將車廂煞住於滑軌上，不致於直線下墜。
1890 年	JesseReno 與 Charles seebergEr 設計出多種不同功能之電扶梯。
1900 年	OTIS Elevator Company 在巴黎博覽會展示該公司製造之電扶梯。
1903 年	以馬達為動力，以繼電器(Relay)組合成的時序開關控制器，用以操控昇降機，此後才是名符其實的如今日所稱的電梯，以電動馬達為動力。
1950 年	電晶體研發成功，導入電梯驅動器及時序開關應用。
1970 年	SCR 控制器研發成功，改變電壓型之交、直流馬達驅動器，導入於電梯之驅動控制之應用。
1983 年	微處理晶片數位式邏輯系統控制器導入電梯使用，所謂的變壓變頻交流馬達驅動控制，搭配微電腦系統控制之電梯開始商品化，被誇稱為初級智慧型電梯。此後正式成為電梯控制之主要發展方向。
1990 年	各式智慧型電梯紛紛推出，光纖通訊逐漸取代舊式結構複雜的電纜通訊。
1993 年	線性馬達車廂驅動式電梯開始試用，希望能克服超高樓層懸吊之機械結構問題及鋼纜懸吊問題；然受限於造價及耗能問題，技術及材質尚待突破。
1998 年	無機房式小型家用電梯逐漸導入六層樓以下之建物使用。中央遙距監控及人工智慧(Artificial Intelligence) 型電梯控制系統逐漸導入使用。
200x 年	各機體以網路連接，中央監控偵測維修服務之電梯管理系統將是發展主要方向。

(資料來源：建築物昇降設備遠端監控技術應用推廣計畫，2021)

(二)昇降設備產業的轉變：

臺灣昇降設備市場在建築案量成長有限下，逐漸以維修保養收入為營收主要來源。然而昇降設備產品不具備可攜性，故障時無法送回原廠維修，必須仰賴專業人員到場修理，因此快速即時通報搶修、建立昇降設備維修保養履歷、精實保養管理等工作，以預防故障、保障昇降設備使用安全，是現階段昇降設備產業轉型為服務化創新所極需建立的機制(蕭炎泉、何明錦等人，2020)。

隨著昇降設備數量逐年遞增，昇降設備監督管理的人手卻越來越少，在這種形勢下，如何建立一套昇降設備安全監管系統，以整合過之標準化、自動化、智慧化來推動昇降設備安全監管改革及創新，已經成為在目前各行各業激烈競爭下謀生存的一個重要課題。

六、智慧化昇降設備

(一)預防故障、保障使用安全：

1. 物聯網

物聯網技術 (Internet of things) 是新一代資訊技術的重要組成部分，可以從兩個方面進行解釋說明(<https://ithelp.ithome.com.tw/articles/10222957>，2020)：

(1) 物聯網的核心和基礎仍然是互聯網，是在互聯網基礎上的延伸和擴展的網路。

(2) 物聯網的用戶端延伸和擴展到了任何物品與物品之間，在它們之間可以進行資訊交換和通信。

臺灣目前常見的物聯網及人工智慧應用，除了智慧影像監視、智慧空調、能源管理軟體外，在 2017 年推動「智慧電梯」(Smart Elevator) 構想，主要是應用物聯網及人工智慧科技，建置發展一創新物聯網服務平台，並在此平台上提供建築物昇降設備的遠程維護系統及創新維護服務。

2. 物聯網應用於昇降設備

昇降機遠端監控系統利用最新的物聯網應用技術，將電梯監控中心、檢修工具管理、即時故障發報等整合在一起，該系統依中大型公司、業主、監管單位、第三方 ERP 整合等使用情境，規劃了實用的帳號管理分類，可將人員分級授予可監看檢修的昇降機。昇降設備系統架構圖與系統功能，如下圖 2-3 與表 2-11 所示(蕭炎泉、何明錦等人，2020)：



圖 2-3 昇降設備系統架構圖

(資料來源：建築物昇降設備遠端監控技術應用推廣計畫，2021)

表 2-11 昇降設備遠端監控系統功能

種類	說明
感測設備	用以偵測昇降設備之運行資料，例如昇降設備之溫度、震動、停止、運轉等之日期、時間及測得之值。
監視設備	用以取得各監視器之視覺畫面及聲音，以供需要時可以調出昇降設備相關畫面資料供使用。
傳輸設備	將感測設備、監視設備等資料，自昇降設備測得及錄製資料傳送到資料儲存設備。
運算設備	昇降設備在測得監測資料時，可在各昇降設備執行簡易的邊緣計算，並在必要時可對控制設備下達必要之指令，以避免不必要之設備損傷及保護居民之安全。
控制設備	昇降設備在測得具有危險性之信息時，可以自動/系統啟動/人為手動等方式，啟動控制設備執行相關功能之運作/執行，以確保設備的正常運行及保障人員安全。
資料儲存設備	在昇降設備所偵測到的各類數據、各個錄影頭所拍攝到之影像，皆儲存到資料儲存設備，以供必要時可以擷取、計算，及做進一步之分析。

(資料來源：建築物昇降設備遠端監控技術應用推廣計畫，2021)

七、國內外導入智慧化昇降設備情形

(一)國內外導入智慧化昇降設備系統及技術之情形

如下表 2-12、表 2-13、表 2-14 所示：

表 2-12 國內導入智慧化昇降設備系統

業者	導入情形
崇友電梯	1. 電梯產業朝向節能、智慧化及物聯網發展的趨勢 2. 中央監控室透過雲端對電梯遠端監控 3. 電梯異常發生故障，透過物聯網主動通知崇友中控室，主動派維修人員維修
碩成電梯	1. 開發了電梯雲，利用最新的物聯網應用技術，將電梯監控中心、檢修工具管理、即時故障發報等整合在一起 2. 該系統依不同類型公司規劃實用的帳號管理分類，可將人員分級授予可監看檢修的電梯 3. 碩成電梯雲分為三種階段：即電梯雲、電梯雲-智慧維保管理、電梯雲-安全預警系統
研華科技	1. 電梯設備加裝感測器，蒐集控制系統、剎車系統和馬達之運作數據 2. 將所有設備初步數據(Raw Data)傳送至邊緣智能服務器，協助中央管理系統掌握設備狀態 3. 針對異常狀態發生處置方式
宏偉電機	1. 宏偉電機打造電梯遠端監控系統，發展智慧電梯 2. IoT 大平台收集的數據也可做為電梯維修的依據，加速檢驗電梯的效率，提升電梯使用安全

(資料來源：建築物昇降設備導入遠端監控技術可行性及推廣計畫，2020)

表 2-13 國外導入智慧化昇降設備系統

業者	導入情形
奧的斯 電梯	1. 全球各地的 24 小時監控中心，可以隨時擷取這些數據，監控 30 萬台奧的斯電梯的運作狀況 2. 透過大數據分析，電腦只要發現某地某台電梯數據異常，就會馬上派遣當地維修技師到現場檢查，大幅降低電梯發生故障、乘客被關在電梯裡的機率
日本東芝	1. 即時監視作業在平時提供電梯運作狀況監測與維修時間安排，以及資料解析以回饋系統設計，發生地震等區域性災害時，則提供各種可能的支援
迅達集團	1. 迅達電梯利用豐富的專業經驗、強大的技術知識、大數據，結合機器學習，進一步實現預防性維保和故障預防
通力集團	1. 利用 IBM 物聯網技術，對每部電梯的執行資料進行實時監控 2. 對電梯發生故障的前兆進行預警，系統還能為現場維修工程師提供決策建議，幫助迅速制定最合理的行動方案，從而快速消除故障，減少停運時間
現代電梯	1. 運用人工智慧(AI)與物聯網(IoT)技術，讓電梯更智慧化與強化預測性維護能力 2. 聚焦於運用 IoT 技術，實現在電梯發生故障之前預先提供零組件替換與維修，將有助於提升

	維修能力與作業效率
--	-----------

(資料來源：建築物昇降設備導入遠端監控技術可行性及推廣計畫，2020)

表 2-14 國外導入智慧化昇降設備技術之案例

業者	導入情形
Honeywell Forge 數位化維護服務(澳洲)	於各項建築設備加裝感測器，透過掌握各設備(如 HVAC、電梯等設施) 能源消耗模式，自動調整到最佳節能設定。飯店也因此可即時維護耗電設施零組件，1 年減少 9%電力，更因即時維護設施，設施性能提高並增加 3%的環境舒適度。此外，透過系統主動尋找應維護的部件，減少 90%飯店每年訂定無效的維護計畫。
VAAK EYE 行為辨識軟體(日本)	攝影機透過創新的分析方法，以人體 100 多個節點分析複雜行為，例如步幅和關節運動角度等，若發現可疑行為或禁止行為(例如電梯等密閉空間的攻擊行為等)，會將異常信息透過手機即時通知警衛，減少使用者意外及犯罪。

(資料來源：建築物昇降設備導入遠端監控技術可行性及推廣計畫，2020)

八、昇降設備效能認證標準

智慧化技術提升昇降設備便利性、安全性與整體運作效能，卻也需要相關標準來將其效能定義清楚。因此，不同國家也針對其效能擬定相關標準，如美國的 LEED、歐洲的 VDI 4707、及 ISO 25745 等標準。以下列舉 ISO 25745-1、ISO 25745-2 標準之要點(ISO 25745-1，2012) (ISO 25745-2，2015)：

(一) ISO 25745-1

為評價能源效率的國際性法規，涵蓋了電梯，自動手扶梯和電動平面扶梯，包括：能量測量和驗證。(此標準僅考慮在電梯，自動手扶梯和電動平面扶梯運轉所需的能耗)

ISO 25745-1 規定：

1. 在單一裝置上測量電梯，自動手扶梯和電動平面扶梯的實際能耗的方法。
2. 對運行中的電梯，自動手扶梯和電動平面扶梯進行定期能量驗證檢查的方法。

相關標準如下圖 2-4、圖 2-5 所示：

Type of measurement	Measurements to be made	Instrumentation
Energy measurement (see 3.2 and 4.2)	Main energy — running Main energy — idle and standby Ancillary energy — running Ancillary energy — idle and standby	Energy meter (see 4.1)
Energy verification check (see 3.3.2 and 4.3)	Main current — running Main current — idle and standby Ancillary current — running Ancillary current — idle and standby	Current probe (see 4.1)

圖 2-4 電梯能量使用的測量和驗證

(資料來源：ISO 25745-1 標準)

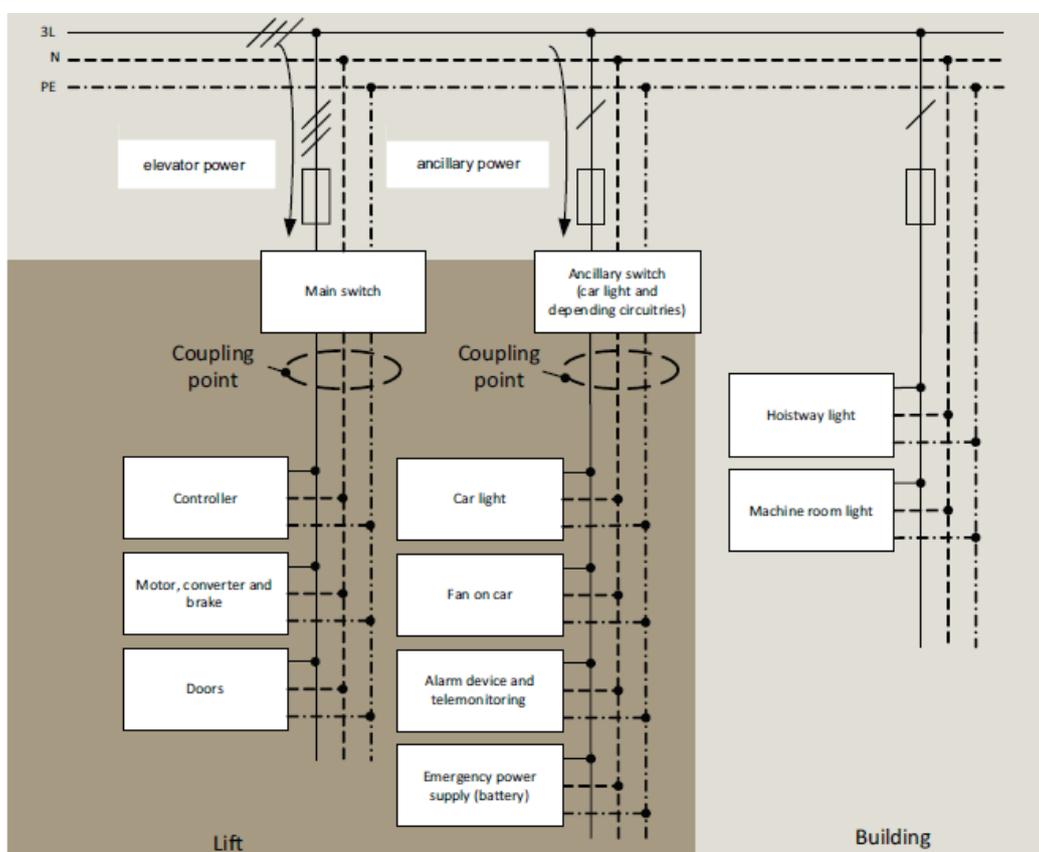


圖 2-5 測量儀器耦合點的圖示說明-電梯

(資料來源：ISO 25745-1 標準)

(二) ISO 25745-2

為評價能源效率的國際性法規，涵蓋了電梯，自動手扶梯和電動平面扶梯，包括：電梯的能量計算和分類。

ISO25745-2 規定了一種基於測量值、計算或模擬的方法來估算每年單一機組的牽引式、液壓式和正驅動式電梯的能耗；亦用於單一機組的全新、現有和現代化的牽引式、液壓式和正驅動式電梯的能量分類系統。

它適用於額定速度大於 0.15m/s 的載客電梯和客貨電梯，並且僅考慮電梯生命週期運行部分的能源性能。對於其他類型的電梯（如載物電梯，升降平台等），可以作為參考。相關標準如下圖 2-6 至圖 2-11 所示：

Usage category	1	2	3	4	5	6
Usage intensity/frequency	Very low	Low	Medium	High	Very high	Extremely high
Number of trips per day (na) (typical range)	50 (<75)	125 (75 to <200)	300 (200 to <500)	750 (500 to <1 000)	1 500 (1 000 to <2 000)	2 500 (≥2 000)

圖 2-6 每日行程次數分類
(資料來源：ISO 25745-2 標準)

Usage category	1-3	4	5	6
Number of stopping floors	Percentage average travel distance			
2	100 %			
3	67 %			
> 3	49 %	44 %	39 %	32 %

圖 2-7 平均行駛距離百分比
(資料來源：ISO 25745-2 標準)

Usage category	1-3	4	5	6
Rated load (kg)	Percentage of rated load (Q)			
≤800	7,5 %	9,0 %	13 %	19 %
801 to ≤1 275	4,5 %	6,0 %	8,2 %	13,5 %
1 276 to ≤2 000	3,0 %	3,5 %	5,0 %	9,0 %
>2 000	2,0 %	2,2 %	3,0 %	6,0 %

圖 2-8 平均車廂載重
(資料來源：ISO 25745-2 標準)

Specific running energy for the average running cycle (mWh/kgm)	≤0,72	≤1,08	≤1,62	≤2,43	≤3,65	≤5,47	>5,47
Performance level	1	2	3	4	5	6	7

圖 2-9 運行的性能等級
(資料來源：ISO 25745-2 標準)

Idle/standby power (W)	≤50	≤100	≤200	≤400	≤800	≤1600	>1600
Performance level	1	2	3	4	5	6	7

圖 2-10 閒置/待機的性能等級

(資料來源：ISO 25745-2 標準)

Energy efficiency class	Energy consumption per day (Wh)
A	$E_d \leq 0,72 \times Q \times n_d \times s_{av} / 1\,000 + 50 \times t_{nr}$
B	$E_d \leq 1,08 \times Q \times n_d \times s_{av} / 1\,000 + 100 \times t_{nr}$
C	$E_d \leq 1,62 \times Q \times n_d \times s_{av} / 1\,000 + 200 \times t_{nr}$
D	$E_d \leq 2,43 \times Q \times n_d \times s_{av} / 1\,000 + 400 \times t_{nr}$
E	$E_d \leq 3,65 \times Q \times n_d \times s_{av} / 1\,000 + 800 \times t_{nr}$
F	$E_d \leq 5,47 \times Q \times n_d \times s_{av} / 1\,000 + 1\,600 \times t_{nr}$
G	$E_d > 5,47 \times Q \times n_d \times s_{av} / 1\,000 + 1\,600 \times t_{nr}$

圖 2-11 能效的分類

(資料來源：ISO 25745-2 標準)

貳、循環經濟商業模式

一、循環經濟相關名詞定義

(一) 循環經濟

Carbon Trust 提出一個較為兼顧製造業與服務業的理想模式，這是由其執行「R2π 一線性到循環計畫」，由歐盟 Horizon 2020 研究暨創新計畫支持，協助檢視歐盟從線性經濟到循環經濟的過渡期中，如何執行一個可操作的循環經濟商業模式(羅時芳、Aleyn Smith-Gillespie, 2018)。

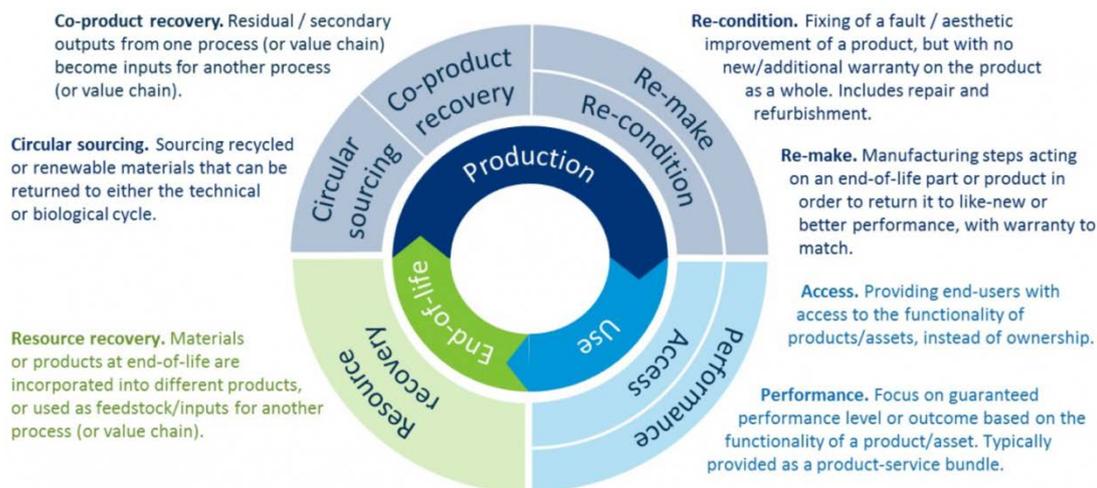


圖 2-12 循環經濟商業模式示意圖

(資料來源：Carbon Trust)

Carbon Trust 提出的循環經濟商業模式，「內環」是循環經濟概念，以「設計階段」為核心，串接「使用階段」、「製造階段」及「廢棄階段」，最後形成一個閉環 (Close Loop)。「外環」是在內環的基礎上，根據過去產業界發展的經驗，相對應可執行、操作的循環經濟商業模式，共分為七種商業模式(羅時芳、Alynn Smith-Gillespie, 2018)：

1. Access (產品共享)
2. Performance (產品服務化)
3. Re-condition (修復及翻新)
4. Re-make (再製造)
5. Co-product recovery (副產品及產業共生)
6. Circular sourcing (再生料替代原生料)
7. Resource recovery (資源再生與回復)

(二) 共享經濟

共享經濟概念最早為 1978 年美國學者 Marcus Felson 與 Joe Spaeth 所提出的「協同消費」(Collaborative Consumption)，分享、租借、贈與、交換等行為以 P2P(Peer To Peer)的方式合作達成，以共享替代消費，消費者無須購買產品，卻可以獲得產品的效用滿足個人的需求；這種以「使用權」代替「所有權」的方式，讓閒置的資產(Idle Assets)可以有效地被運用，進而產生更多價值，消弭過度消費所產生的資源浪費(胡文棟，2017)。而後 Botsman 和 Rogers(Botsman, R. and R. J. N. Y. Rogers, 2011)強調全球市場將由過度消費經濟轉變為共享經濟，共享經濟一詞及其概念由此開始普遍為人使用(蘇. J. ，2015)。

共享經濟(Sharing Economy)，亦常被稱作「協同經濟」(Collaborative Economy)、「使用經濟」(Access Economy)、「點對點經濟」(P2P Economy)、「零工經濟」(Gig Economy) (Schor, J. J. J. o. S. -G. and M. Economics, 2016)，係指去中介化過程之新型經濟模式，通過網路打破空間地域的限制，連接碎片化的資源，有效進行整合，提升互動和交易的效率，將自己擁有的閒置資產、資源、技術和勞力，透過平台分享給有需要的人，從而獲得利益；接受分享者可以用更低的成本、更便捷的方式，獲得更有品質的服務(林子渝，2015)。至今共享經濟也被應用於不同行業，例如租車、P2P網路借貸、住宿等。

(三) 效益經濟

效益經濟基於銷售產品和服務的經濟將改變發展方向，轉向銷售可以衡量的效益，公司不僅通過銷售產品和服務來創造價值，而且通過為客戶帶來有意義且可量化的效益來創造價值(Barkai, J. ，2016)。效益一詞應理解為反映企業滿足特定市場需求的能力，而不是反映產品的特徵或規格。這是一個巨大的變化，並且將改變產業結構和市場競爭模式，當前的技術發展迫使生產商更精確的運用資訊，預測客戶需求，未來開展業務以合作為基礎將發展的主流(Gierej, S. ，2017)。

(四)預測性維護

預測性維護的經典概念是主張基於時間所建立之預測性維護模型無法即時處理維護程序，意即在機器出現故障之前，僅有少數問題會偵測到，因此若利用感測器系統和簡單的預測演算法，可在線上即時偵測故障警訊(Hashemian, H.M.，2010)，並加入基於歷史資料所建立之性能指標來平衡維護程序(Marquez, A.C. and J.N. Gupta，2006)。而智慧工廠通常會將預測性維護視為重要框架，伴隨著需求的快速變化，基於大數據的模型來建立一個智慧工廠，此類型的工廠由模組化和靈活的製程所組成，利於重新配置並使用即時流程。透過這些模型，工廠可依靠大量的經驗，並在決策過程中結合專家的觀點來預測故障，從而提高對故障和修復程式和時間的認識(Chen, B., et al.，2017)。

(五)以租代買

從線性思維轉換到循環思維，有4個觀念轉變，其中關於「新的消費者價值觀，以使用代替擁有」以及「生產者的責任不應止於商品售出，製造業應轉為製造服務業」這思維所傳遞的概念在於線性模式下，所有的產品(資源)終點就是墳場(銷毀)，而循環思維下，是希望產品的終點回到原製造商手中，再轉化為可利用的資源。而為達此目的，較正確的做法是從製造商的觀點，要從全產品生命週期的角度思考，從設計、製造、使用、維修、保養、回收、再製造來評估產品價值，從使用者的觀點，則是以使用代替擁有，按使用量(時間、次數)付費或是按使用品質(功能性)付費(<https://www.seinsights.asia/article/3291/3268/6471>，2019)。

一般來說，在評估產品全生命週期時，物質(材料)部分一定都會有詳細的評估，但如果產品是動力設備，需要消耗能源(油、電、氣)帶動機械所產生動能的設備，往往會忽略評估能源部分，或是說無從評估，但能源也是重要的資源。因此，若以「使用」產品全生命週期評估時，動力設備較非動力設備還需增加評估能源轉換效率，例如，同樣都是10年的中古車都能開上路，但油耗表現可能不盡相同，因此在現今中古汽車市場，便會透過行車電腦獲取相關數據，用來評估車況價值(游振偉等18人，2018)。

二、國外推動循環經濟之環境策略

(一)荷蘭

荷蘭政府在推動塑膠包裝材回收逾 6 年而有兩倍的成長；2014 年紙類回收率達 82%、金屬達 94%，各地方政府亦推動垃圾減量，80%民眾購物時會自備購物袋，皆已說明荷蘭已具備循環經濟之基礎。故荷蘭政府宣布其循環經濟目標為：2030 年減少 50% 以上之初級原料使用量、2050 年達到 100%實踐循環經濟，並擬定五大優先轉型議程 (transition agendas)，其包括：生質物與食物、塑膠、製造工業、建築業以及消費性商品等(游振偉等 18 人，2018)。

而其中針對消費性商品，雖然荷蘭以大規模回收廢棄之消費性商品，惟仍有 50% 以焚化或掩埋方式處理。因此，荷蘭政府希望所有消費品能在 2050 年之前達到可持續發展之目標，由普遍可用之原物料製成，且廢棄物必須回收並用於製造新產品，同時推動以租代買之商業模式。其策略包含：使用階段透過循環工藝中心延長產品壽命、刺激民眾採取更循環之消費行為、減少拋棄式產品之使用；回收階段提升回收效率與化學品回收，並發展智慧回收系統等方式有效減少消費性商品之廢棄(游振偉等 18 人，2018)。

(二)英國

英國推動循環經濟之主因包括：透過提高資源循環效率以增加競爭力、回復物質資源的韌性以及減少溫室氣體排放，並將資源循環利用程序、生態化設計產品、改善收集與處理系統、促進二次料市場以及加強預防廢棄物犯罪等列為關鍵重點。主要推動循環經濟之政策包括：清潔成長策略(The Clean Growth Strategy)、工業策略(The Industrial Strategy)、25 年環境計畫(The 25 Years Environment Plan)、資源與廢棄物策略(The Resource and Waste Strategy) (游振偉等 18 人，2018)。

有關英國推動循環經濟之關鍵重點之一的強化生產者責任部分：目前生產者已透過付費方式進行包裝材料回收，且將予以強化並擴大到清除與處理，並強化回收率與回收物品質。舉例來說，近年塑膠議題發酵，英國為降低塑膠對環境之衝擊，將生命週期分成三大部分來處理(游振偉等 18 人，2018)：

製造階段：

合理的包裝材料，以及促進相關塑膠使用是可回收並可提升品質。

消費階段：

- A. 擴大塑膠袋付費(5p)購買對象至小型零售業。
- B. 提供飲用水供應點以減少瓶裝水購買量。
- C. 與超級市場共同合作減少食品面的塑膠使用。
- D. 鼓勵包裝材上的標籤回收。
- E. 一次用塑膠用品押金方式諮詢。

廢棄物處理階段：

- A. 加速朝向資源回收。
- B. 與廢棄物管理者與再製者共同提升塑膠包材之回收比率。

整體而言，相較於荷蘭政府推動循環經濟之基本條件、思考策略、願景擘畫、整體論述、溝通交流以及全國各界整體積極推動之格局，英國政府對於推動循環經濟之內容與力道較為保守，且諸多推動關鍵點仍偏重於廢棄物管理。其中，倫敦市推動循環經濟之政策之一，即設定為零廢棄城市，目標在 2030 年時，生物可分解之廢棄物以及資源回收物不進掩埋場，同時資源回收率達 65%。為達此一目標，將積極改善收集清運系統，特別是針對新建住宅設計更具收集清運之設備，並透過循環商業模式的支持，引進大型開發案以及循環採購等方式達成，同時導入中小企業商業投資開發計畫來促成(游振偉等 18 人，2018)。

此外，倫敦市亦制定循環經濟路徑圖，其重點領域分別為：建築環境、食物、紡織、電子產品及塑膠。針對電子產品的部分，預估 2036 年時可增加 9 億英鎊之商機，其方式包含共享、租用、產品服務等商業模式，以及產品設計、再使用等方式延長產品壽命或使用週期(游振偉等 18 人，2018)。

(三)臺灣

循環經濟需政府跨部門、政府與企業、民間不同企業，甚至國際共同的協力合作，以提供並解決城市循環經濟的難題。臺北市於 2018 年首先擘畫 Circular Taipei 策略地圖，建構八大發展路徑，將循環經濟的概念連結或延伸實踐於各領域之施政(臺北市循環城市白皮書，2020)：



圖 2-13 臺北市循環城市策略地圖示意圖

(資料來源：Circular Taipei 2.0 臺北市循環城市白皮書)

1. 循環經濟推展過程中，資源利用模式由線性轉變為循環，其中涉及資金、法規、技術、人力等資源的投入，政府須扮演支持引導的角色，以減少企業投入風險。初期措施由公部門先行，建立運作機制，再擴至企業共同參與(臺北市循環城市白皮書，2020)。

此外，透過推動旗艦示範計畫，由指標性大型公共建設/空間引領示範，建立系統性資源循環優化機制與評量指標。例如大型公有展館利用照明服務商業模式、營建材料再利用機制，或由都市閒置、需再生的場域進行循環經濟實驗專區或示範社區的打造，融入能源、水資源、廢棄物甚至糧食、生態等多領域循環的實踐，透過這些成功與失敗的經驗，做為未來政策施行方向的寶貴經驗(臺北市循環城市白皮書，2020)。

2. 桃園社宅冷氣租借

桃園社宅導入全國首創的冷氣及家具「以租代買」模式，26日與和泰興業(大金空調)、遠東鐵櫃鋼鐵廠二公司合作簽訂各10年、12年租約，善用設備供應商的維修能力，並加強設備保固，降低政府管理及民眾報修的負擔(蔡依珍，2020)。

目前桃園社宅入住212戶，明年1,330戶，至2027年將入住達8,000戶以上，入住後的空調、家具維護、管理、汰換、回收會是一個極大的挑戰，因此桃園市政府打破以往社宅設備採購的方式，首創社會住宅空調、家具以租代買，希望可以透過這樣的採購方式，讓廠商願意提供優良、耐用、可回收的產品，來減少管理的負擔和環境的負擔(蔡依珍，2020)。

市府編列1.8億元和大金空調簽約「以租代買」，由大金負責八德二號、八德三號、蘆竹一號及中路一號社會住宅共計1,163戶的冷氣一切服務，包括規畫、租賃、保養維修等，空調設備要有省電、低噪音和冷暖功能，並保證72小時內完修，從社宅交屋後開始起算10年(蔡依珍，2020)。

大約換算下來，每戶一個月只需不到1,300的租金；相較之下一般買斷型冷氣的服務，維修費一次就1,000到3,000不等，維修頻率與費用也不固定且無法預測。可由此案例看出不同商業模式之成本差異。

三、國內外相關案例

(一)荷蘭CIRCL

隨著「循環經濟」逐漸受到荷蘭社會的重視與討論，荷蘭銀行很快地將此概念引進其永續發展策略，其營建與房產部門亦在 2014 年公布了「循環營建：創新部門的基礎」報告 (Circulaire bouwen: het fundament onder een vernieuwde sector)。2015 年夏天，荷蘭銀行決定將循環經濟的概念引入其正在規劃和設計的新展館。經過兩年嘗試和努力，這個循環展館 CIRCL 終於在 2017 年秋天完工並正式啟用(張芸翠，2018)。

CIRCL 的建築設計導入了五種循環建築商業模式，其說明與應用項目如下表：

表 2-15 CIRCL 循環建築商業模式應用

商業模式	說明	應用項目
循環材料	使用可重複使用或再生的無毒、高度回收、生物基或可生物降解之原材料。	<p>循環材料和構件：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 建築外牆可以重新安裝，並由 C2C 認證的植栽模組覆蓋。 2. 鑲木地板由剩餘木材製成，熱塑性地板鋪面則擁有 C2C。 3. 塗灰泥牆壁和毛氈由舊工作服製成，而天花板上的絕緣材料由舊牛仔褲製成。 <p>循環系統：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 再生能源來自太陽能電板以及實驗性的太陽能鍋爐。照明設施和其他設備使用直流電 (DC) 以減少能源損失。 2. 屋頂花園和地面花園設有儲水設施和永久性植栽，而附設的餐廳僅購買當地時令食材。
週期延續	透過智慧維護、維修、更新和翻修，以維護和延長建築物之生命週期。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由自然材料所製成的 PCM (Phase Changing Materials) 面板作為蓄熱電池，安裝於 CIRCL 的地板和天花板，作為建築物的採暖和供冷系統，可節省一半的能源消耗，並拆解再利用。 2. 建築物屋頂上的高效率、耐久太陽能電板。 3. 建築物室外的模組植栽外牆。
價值復原	利用舊有產品和製造過程所產生之廢棄物作為新的原材料。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 尺寸較大的木造構件，取自於在地質地較佳的落葉松木材，以利未來循環再利用。 2. 鑲木地板由剩餘木材製成。 3. 電纜管道取自其他建築。 4. 舊前院的路面磚重新作為太陽能電池板和花園家具的承載物。
產品服務	提供產品服務而不是產品本身，並保留所有權；監控並保有對原材料的控制；減輕客戶的負擔並確保他們的長期合作。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 按照使用次數計價的租用電梯，僅提供「垂直移動」的服務，產品本身仍為生產者所擁有，生產者亦負責產品的設計和維護；利用智慧監測和維護，生產者提供為期四十年的服務合約，約為一般電梯壽命的兩倍長度。 2. 租用復古傢俱，同時提供傢俱廠商儲存和展示空間。

<p>共享平台</p>	<p>透過產品或資產的共享以及其使用率的優化，減少低度利用或產能過剩之問題。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 不僅供給荷蘭銀行的員工和客戶使用，也開放給周邊居民、和對循環經濟有興趣的所有企業和民眾。地下室的會議及工作空間可以線上預約租用。 2. 除了共享空間，CIRCL 也致力於循環經濟的「知識共享」，一樓的活動空間不定期的舉辦關於循環經濟的展覽、演講、和工作坊。 3. 在施工階段所使用的大型機具乃向共享平台租用
-------------	--	--

(資料來源：荷事生非，2018)

另外，此案例利用租賃取代購買：建材、設備、家具以租賃代替購買，取代買即擁有的觀念。對房地產開發商而言，可以降低建築成本，並且可以得到持續及最佳的產品服務(商品服務化)；對建材供應商來說，建材或設備回收後可以再出租。經詢問，實務上的作法是房地產開發商與建材供應商及營造商簽約，建造時以原價賣出，並約定租用期間，期末再由建材供應商以折價買回，或以按次計費方式為之(游振偉等 18 人，2018)。

舉例來說，CIRCL 與三菱電梯合作。三菱電梯開發了一種獨特的電梯循環商業模式，客戶付費使用而不是購買電梯。本質上，電梯是一種服務。三菱仍然是電梯的所有者，利用智慧監測和維護，提供為期四十年的服務合約，約為一般電梯壽命的兩倍長度。也有研究表明在 30 年內，使用其中一部電梯將比使用其他電梯節省 15,000 歐元(ABN AMRO，2022)。

(二)臺北南港機廠循環社宅示範基地規劃與興建及商業模式

此示範基地以「循環經濟 5R」之概念：減量(Reduce)、重複使用(Reuse)、回收(Recycle)、再思考(Rethink)、維修(Repair)理念，結合「可回收建材與循環建材」、「資源循環再利用」、「廢棄物資源化」、「彈性模組」等策略，促進社會住宅資源得以循環再生及永續利用。基地占地約 8 公頃(基地位於南港區新光段一小段 4-1 地號等 83 土地)，建築規模地上 27 層，預計規劃社宅住宅 1442 戶。運用於循環再生之經濟規模以超過投入資源之 20%為原則。本案興建期程五年，已於 2019 年 12 月開工，2020 年底工程進度可達 20%，並完成部分設計作業，預計於 2024 年 5 月完工(臺北市循環城市白皮書，2020)。

循環經濟模式之導入方向，由本案統包廠運用「建材銀行」、「建材護照」概念，導入於結構、建築工程工項中，及使用設計輕量化建材，推行「可回收建材與循環建材」、「資源循環再利用」、「廢棄物資源化」、「彈性模組」、「以租代買」等策略，建立未來社宅住宅之規劃、設計、招標、興建、使用維護、活化利用、改建及重建再生機制，以此基地為範圍區，擴及全市打造循環住宅循環經濟系統。

在能源循環部分，本案採用電力回生電梯，使電梯在日常的使用過程中，同時是座小型發電廠，若依據能源局之節能率計算，南港社宅每年約可節省 10 萬度電，相當於節省 16.3 萬元/年之電費；再配合綠建築節能規劃及太陽能再生能源之使用，將樹立綠能社宅之新指標(臺北市循環城市白皮書，2020)。

(三)台糖沙崙智慧綠能循環住宅園區

2017 年起，台糖公司針對循環經濟應用於營建產業，邀集國內外產、官、學界討論，議題觸角包含營建材料可再利用性、構造預鑄、模組化、以租賃取代買賣等。

配合國家政策，在台南高鐵站附近的「沙崙綠能科學城」投資興建「沙崙智慧綠能循環住宅」，提供 351 套住宅單元及 17 戶店鋪。此計畫是從 106 年 5 月開始，110 年 6 月完工。主要分為 ABCD 四棟，主要開口為都市計畫設定之南向開口，作為通風使用，溫室也有加通風設備。建築本身不是垂直 90 度的，因此在放樣與施工的過程中都有需要注意的事情，但皆採用模矩化規格化。此外，技術規則原規定一戶一車位，但沙崙園區講求循環與低碳，因此過程中有去找督委會溝通，最終協調減少車位數量。

循環經濟起源於荷蘭，透過麥克阿瑟基金會於循環經濟中提供六大解方：再生、共享、優化、循環、虛擬化、交換。至於建築導入，一開始由台糖公司提出設計需求，包含上述六大項。建築師在設計規劃過程中則必須將循環理念從聚落、村落、個人到家庭再到地景去做考量。

其中，許多大型傢俱與設備皆導入「共享」概念，也包含昇降設備，本研究後續也針對此案進行案例參訪。

參、昇降設備生命週期成本

本研究使用生命週期之概念將建築物昇降設備所需之成本分類，加上昇降設備相關智慧化技術與設備不只影響昇降設備本身，也會連帶影響設備所在建築之生命週期成本。因此針對建築物與昇降設備相關生命週期概念進行文獻回顧。

一、建築物生命週期定義

建築物生命週期之定義，在時代的變遷及空間轉換下會有所不同，整理如下：

表 2-16 建築物生命週期之定義

作者	年代	生命週期定義
石塚義高	1981	設計企劃、建設、維護管理、營運、既定管理
Shear	1983	發展、設計、營造、營運階段
ISO14000	1993	規劃、設計、發包、施工、維護、管理、拆除
Marshall	1995	期初投資、替換、能源、營運維護與修理、殘值
ASTM E833	1997	整個分析投資期間的時間
日本建築學會	1998	企劃、計畫、設計、施工、營運與拆除廢棄等階段
林明志	1998	需求產生階段、規劃設計階段、營造施工階段、使用維護階段、拆除重建階段
Ries 與 Mahdavi	2001	興建、營運與退休
Hastak 與 Baim	2001	專案規劃、專案設計、專案建造、專案營運維護階段
陳瑞鈴	2001	物理耐用年限(結構安全的生命週期)、機能耐用年限(空間設備機能的生命週期)、社會耐用年限(社會機能的生命週期)、稅法耐用年限
郭斯傑 謝定亞 許鎧麟	2002	可行性評估、規劃、初步設計、細部設計、發包招商、建造、驗收、移交、營運、維護、拆除/重建階段
黃世孟 郭斯傑 周鼎金	2002	企劃計劃階段、規劃設計階段、施工階段、使用階段及使用後棄置階段等
Hong Kong Housing Authority	2005	期初階段、建築物建造完成與拆除期間及最後到達耐用的年限

(資料來源：大學校園建築維護修繕經費編列標準-以臺灣大學教學大樓為例，2007)

二、維護管理與成本預測

對於建築物生命週期不同階段，可將之分為以下四個主要部分(陳佩佳，2007)：

(一) **維護預防**：係指於規劃、設計、施工階段，即考量設施設備未來維護管理的經濟性以及使用狀況，並選擇最佳之設備。

(二) **預防維護**：係指對於各種設施設備實施檢查、定檢、再調整，使設備機能維持正常，避免故障；其效用在消除潛在故障，或當缺點正處於輕微階段，予以除去、調整、修補、更換，使之不影響正常運作，並包括日常維護檢查與定期維護檢查等兩種。此類維護管理又可分為計畫式的維護管理與回應式的維護管理；計畫式的維護管理係指尚未有缺點產生即進行除去、調整、修補、更換等動作，回應式的維護管理係指有缺點產生但屬於輕微階段上不足以影響正常運作，予以除去、調整、修補、更換。

(三) **事後維護**：係指在故障與損壞發生之後所實施之維護修繕作業。亦為回應式維護管理的一種方式。

(四) **改良維護**：係指設法改良設施之體質，以延長使用壽命，經由此種維護，使設施設備故障率降低，並使維護費用達到運用最佳化。其可擴大包括：設備部分更新、全面更新、以及拆除改建等。

三、生命週期成本計算

常見之生命週期成本計算方式有以下四種(財務管理原理，2022)：

(一) **回收期間法**：

公司在投資計畫進行之初投入成本後，預期可以回收此成本額所需要的年數，亦即當此計畫進行到特定時點所累積的淨現金流入量等於期初投入成本所歷經的時間。在決策準則方面，通常決策者會設定一個標準回收期間（即成本必須在特定的時間內完全回收），當投資計畫的回收期間小於標準時，則視為可行的計畫；反之，為不可行的計畫；若等於，則計畫的執行與否和公司的價值無關。

回收期間法最大的特色是提供了一種能夠衡量投資計畫變現能力的指標，此點可由回收期間的計算公式中得到理解。相反地，回收期間法為人詬病之處亦不少，最明顯的是其並無絕對的標準可論斷回收期間應為何，才是具有最適變現速度的投資計畫。其次，是回收期間並未考慮在回收成本以後，該計畫尚可產生的遠期現金流量，這對於需要「長期努力」的投資是相當不利的。此外，回收期間法沒有考慮貨幣時間價值（機會成本）的影響，也是其主要缺點之一。

（二）淨現值法(Net Present Value Method, NPV)

考慮貨幣時間價值的資本預算決策準則，又稱現金流量折現法，其內涵在於所有的現金流量必須以資金成本折現，使其產生的時間回到決策時點，並在相同的時間基礎上比較各期淨現金流量與投入成本的大小，作為判斷投資計畫可行性的依據。而淨現值，是指各期淨現金流量之折現值總和減去期初現金支出後的剩餘值，而其更代表投資計畫對公司價值的直接貢獻。當 NPV 大於 0 時，則為可接受的投資計畫；反之，當 NPV 小於 0 時，則應拒絕此計畫；至於 NPV 等於 0 時，則接受此計畫與否對公司的價值並無影響。

淨現值法除了無法反映每 1 元投資能夠為公司創造的利益外，此法在邏輯上是考慮得較為周全的評估準則，不但考慮了回收期間法所欠缺的貨幣時間價值觀念，同時也考慮了「所有的」現金流量，不會像回收期間法有偏頗短期性投資的傾向。其次，淨現值法亦符合了價值相加法則，即指公司總價值的增額相當於個別獨立投資計畫的貢獻總和。亦即 NPV 本身具有「可相加」的特性，易於衡量投資計畫的綜合效果。

(三)內部報酬率法(Internal Rate of Return, IRR)

使投資計畫所產生之現金流量折現值總和恰巧等於期初投入成本的折現率，亦即能夠使 NPV 剛好為 0 的折現率。在觀念上，IRR 與債券的到期殖利率(YTM)類，其說明將資金用於該投資計畫時，平均每期預期可得到的報酬率。因此，按一般成本效益的原則可知，當投資計畫的 IRR 大於公司的資金成本時，表示此計畫除滿足股東的必要報酬率，亦提供必要報酬率以外的剩餘報酬，故在邏輯上應為一可接受的計畫；反之，當其 IRR 小於公司的資金成本時，則應拒絕此計畫；而當 IRR 與公司的資金成本相等時，則表示此計畫的接受與否並不會影響公司的價值。

IRR 在本上是由 NPV 法發展而來，因此 IRR 法也將貨幣的時間價值與所有的現金流量列入考量。另因其以報酬率形式表達，相對於 NPV 法來說，十分易於與資金成本進行比較，同時為財務經理人易於表達、傳遞的成本效益資訊。但也因 IRR 法以報酬率形式表達，因此不像 NPV 法一般符合價值相加法則。

除此之外，IRR 法受到批評的是在評估互斥方案時可能產生錯誤的決策。在折現的意義上，IRR 法對再投資報酬率的假設相當不合理，此法認為公司必須將投資計畫所得的現金流量，以 IRR 每期重複投資，才能「實現」相當於 IRR 的報酬水準，這一點對公司來說並不太可能。最後一個問題是 IRR 不具唯一性，若在投資計畫執行後仍有現金流出量，稱為非正常現金流量(Abnormal Cash Flow)的情形下，可能計算出超過一個的 IRR 值而影響決策結果。

(四)獲利能力指數法(Profitability Index Method, PI)

可稱為成本效益比率，為將投資計畫在未來所產生之現金流量折現總值，除以期初投入成本所得到的比率。PI 的意義與 NPV 相似，因若現金流量折現總值大於期初投入成本，則會得到正的 NPV，同時 PI 的值也大於 1；反之，當現金流量折現總值小於期初投入成本，NPV 會小於 0，而 PI 將小於 1。

第二節 研究方法

壹、研究採用方法

一、文獻分析法

蒐集國內、外有關智慧化昇降設備、循環經濟與生命週期等文獻，研究成果及實施實例等資料，主要收集 ISO 國際標準、Carbon Trust 循環經濟概念與電力回生裝置等資料彙整。配合行政院「循環經濟推動方案」與內政部建築研究所「創新循環綠建築環境科技計畫-循環建築工法與材料技術研發」，透過智慧科技的導入，創造建築物昇降設備於建築物之「創新智慧技術與循環經濟模式」。

二、比較分析法

針對文獻探討與昇降設備現況做比較分析，透過實地訪查案例得知昇降設備現況與生命週期成本相關計算方式，並整合文獻回顧等資料，擬定循環經濟創新商業模式。再帶入案例進行可行性評估，比較導入商業模式前後效益之差異，以調整創新商業模式並對其提出建議。

三、專家諮詢法

透過智慧科技的導入，創造建築物昇降設備於建築物之「創新智慧技術與循環經濟模式」，以 3 場專家工作會議邀請對智慧化建築、機電、昇降設備及智慧化技術、循環經濟、產業技術、政策、法律.. 等方面學有所長之專家學者，進行提出之簡化與流程討論，並聘請專家學者針對導入概念之項目合宜程度進行審查，提出內容修正及增刪之意見，加強本研究內容之參考依據，並擇期辦理期中、期末簡報說明研究案執行的成效、進度及所遭遇的問題。

四、問卷調查法

以「問卷調查法」針對擬定「創新智慧技術與循環經濟模式」時導入之項目進行小樣本之專家問卷調查，可提供量化數據聚焦創新商業模式導入之必要項目。

貳、研究採用方法之原因

本研究考量在生命週期之營運使用階段，需投入大量維護經費以維持昇降設備性能，應是擬定創新商業模式時需考量之重要課題，故參考生命週期成本計算方式對循環經濟商業模式進行探討。採用研究方法以「質化」(文獻分析法、專家諮詢法)及「量化」(問卷調查統計、案例計算)等方式進行研究，可以透過「往返比對修正方式」進行檢討，並透過「召開專家諮詢會議」及「期中與期末審查」等確認及驗證研究之可行性，可有效聚焦與提供創新商業模式之參考。

參、預計可能遭遇之困難及解決途徑

1. 智慧化遠端昇降機控制項目繁多，各種類具有不同差異、各廠商不同通訊協定尚無法整合成標準規格化，涉及各廠商技術資料不易取得。
2. 創新以租代買商業模式尚未有具體大量之實績效益，尚在發展中，研究必需動態滾進，增加研究困難度。
3. 目前國內外針對智慧化建築物昇降機資訊不易取得，可藉由專家諮詢及訪談，提出建議與修正研究內容。

第三章 計畫研究成果

第一節 智慧化昇降設備項目

本研究彙整國內外智慧化昇降設備以及循環經濟商業模式相關資料，整合生命週期成本計算方式，以擬定創新商業模式，並透過案例試算評估導入之可行性與效益。在智慧化昇降設備方面，去年之建築物昇降設備遠端監控技術應用推廣計畫已統整出部分項目，整理如下：

壹、國內外昇降設備遠端監控項目比較

國內外昇降機設備遠端監控項目比較如表 3-1 所示：

表 3-1 昇降設備遠端監控項目比較表

電梯廠商	共同項目	特殊項目
其禾電梯	<ol style="list-style-type: none"> 1. 監控 120 個感測訊息 2. 追蹤 250 個零件 3. 歷史訊號回放 4. 24 小時持續監控 5. 即時通報維修員 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 智慧電梯管理平台 eKeep
永大電梯	<ol style="list-style-type: none"> 1. 節能效率 2. 預防保養 3. AI 智能 4. 安全保護 5. 警衛安全 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 「目的階叫車」、「FT3X 群控」減少電梯停站次數，有效提升電梯運行效率 2. 「能量回饋裝置」將再生電力回饋至大樓電網
崇友電梯	<ol style="list-style-type: none"> 1. 雲端電梯監控系統 2. 手機 APP 自動預定電梯等全方位軟硬體整合機型種 3. 數據分析電梯運行使用狀況 4. 整合前端保全系統分流搭乘人次 5. 雲端監控系統掌握電梯故障情況 6. 優化內部維修保養人員派工效率 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 自動預定電梯 APP，透過手機 APP 軟體的操作可提前預定電梯及預計抵達之樓層
三菱電梯	<ol style="list-style-type: none"> 1. 監控電梯和電扶梯的乘客流量與運行狀態 2. 電梯電源斷電後約 6 秒鐘，MELD 會自動啟動 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 地震或電梯電源斷電後約 6 秒鐘，MELD 會自動啟動提供電梯電源，電梯在最

	<p>提供電梯電源，電梯在最近的樓層開門，以便乘客離開車廂</p> <p>3. 地震管制運轉裝置設定之震度時，電梯會立刻自動停止，在最近的樓層開門停機，讓乘客儘速離開車廂</p> <p>4. 電能回生轉換器，適用具備電力再生功能，能將電梯運行時所產生的再生電力，重新送回大樓電力系統再利用</p>	<p>近的樓層開門，以便乘客離開車廂</p>
碩成電梯	<p>1. 電梯監看資訊與圖表</p> <p>2. 檢修 APP 定位功能</p> <p>3. 建立電梯群組，方便以社區為單位做監控</p> <p>4. 即時通報提供 MAIL、WeChat、API 及 Line 等通報介面</p> <p>5. 管理檢修工具使用權，調閱檢修工具的使用紀錄，可以方便維修人員檢修軟體的佈署與回收</p>	<p>1. 建立電梯群組，方便以社區為單位做監控，可取代傳統社區、區網型、監控室</p>
研華科技	<p>1. 電梯設備加裝感測器，蒐集控制系統、剎車系統和馬達之運作數據</p> <p>2. 邊緣智慧裝備定期回報電梯用量與運行參數等關鍵資料</p> <p>3. 雲端預先設置警戒值，一旦發現異常數值，直接授權邊緣智能服務器暫停問題電梯之運作</p>	<p>1. 透過感測器回傳數據，業者可先行掌握設備可能故障原因，在派送檢修人員同時備妥維修零件，以減少停機維修時間</p>
宏偉電梯	<p>1. 加速檢驗電梯的效率</p> <p>2. 電梯故障導致停止運轉之前，即時自動通報電梯的異常警告</p> <p>3. 預防性維護措施，減少電梯的運轉中斷時間</p> <p>4. IoT 智慧物聯網平台蒐集到的數據，能分析出電梯故障原因</p>	<p>1. 無線傳輸技術 CAT-M1 具備比 LTE 更強的網路覆蓋，讓 LTE 訊號穿透牆壁與樓層，使安裝在室內深處或偏僻地區的裝置也可連接 IoT，讓遠端了解各地電梯運作情形。</p>
奧的斯電梯	<p>1. 裝設大量感測器與小型伺服器，隨時蒐集振動、馬達運轉、上下高度等各種電梯運作數據</p> <p>2. 全球各地的 24 小時監控中心</p> <p>3. 大數據分析，電腦只要發現某地某台電梯數</p>	<p>1. 奧的斯給維修技師每人發一支 iPhone 手機，上面有奧的斯自己開發的 App。維修技師到了電梯現場後，只要打開 App，電梯的所有數據就會就一目瞭然地顯示在</p>

	<p>據異常，就會馬上派遣當地維修技師到現場檢查</p>	<p>手機螢幕上，讓技師可以馬上知道哪裡該檢修。</p> <p>2. 奧的斯的客戶也可以在自己的行動裝置上下載這個 App，隨時掌控自己電梯的健康狀況。</p>
日本東芝	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電梯運作狀況監測與維修時間安排 2. 資料解析以回饋系統設計 3. 發生地震等區域性災害時，則提供各種可能的支援 	<p>1. 日本電機大廠東芝推出自身的物聯網平台 SPINEX，該廠與日本電信大廠 KDDI 進行物聯網事業合作</p>
迅達電梯 (瑞士)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將乘客快速運送到目的地，並提高他們在大樓內移動的效率 2. 為客戶提供預防性維保服務 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 迅達電梯開發了獨特的智能樓層控制方案-PORT 技術 2. 全球首個數字化閉環應用於電梯和自動扶梯的維保、急修和信息系統，可為客戶提供預防性維保服務
通力電梯 (芬蘭)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 24 小時即時監控 2. 電梯蒐集 200 項資訊 3. 上傳 IBM Watson 物聯網雲平臺，並分析可能故障零件 4. 嵌入式感測器實時傳輸、收集和儲存於雲端 5. 對電梯發生故障的前兆進行預警 6. 快速消除故障，減少停運時間 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 通力在 IBM 物聯網雲平臺上整合了公司的 SAP 核心系統 2. 生態系統合作伙伴和第三方同樣可以呼叫平臺上的 API 與通力的系統進行對接，並進行應用的自主開發
現代電梯 (韓國)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 發展相對於售後服務的前置服務 2. 電梯發生故障之前預先提供零組件替換與維修 3. 提升維修能力與作業效率，並減少修繕的不便與困難 	<p>1. 現代電梯與韓國電信同意發展配置顯示器的電梯，以創造廣告業務的綜效</p>
康力電梯	<ol style="list-style-type: none"> 1. 研發無線報警、傳感器擴大採集、遠程報 	<p>1. 康力電梯自主開發研製了電梯物聯網遠</p>

(中國)	警、目的層群控系統，提高了電梯故障診斷、遠程監控以及智慧維護方面的效率 2. 通過軟體可以監控到遠在千里之外網路內每部電梯的運行數據、狀態參量。 3. 24 小時保姆式服務	程監控系統，實現多台電梯遠程群控，實時掌握電梯的運營情況 2. 所有電腦都裝有「康力電梯生命週期管理與雲平臺」的軟體
------	--	---

(資料來源：建築物昇降設備導入遠端監控技術可行性及推廣計畫，2020)

貳、現行檢查制度之差異

建築物昇降設備執行遠端監控技術後，對昇降設備維修單位能節省維修保養的項目及時間，也能減緩專業人員短缺的問題。對於昇降設備的使用者，有機會在使用功能不變的前提下，減低花用的維修費用、減少設備故障的機會、縮短因故障所需花費等待的時間，對整個昇降設備相關族群有正面的意義。下表 3-2 列舉出七個不同項目帶來之效益：

表 3-2 檢查制度差異之效益

種類	效益
維護保養項目	取代部分現場維護保養的項目。
維護保養時間	省去昇降設備維護保養技術工作人員在現場的維護保養所需花用的時間。
維護保養頻率	不影響昇降設備的服務品質下，可考慮延長維護保養技術工作人員到各現場施行維護保養的頻率。
維護保養費用	到場維護保養的頻率可適度放寬，昇降設備維護保養的費用就有適度減低的可能。
昇降設備故障發生前的預警功能	可在昇降設備實際發生故障前便採行必要之措施，避免設備故障及災害的發生。
故障發生時的維修等待時間	能在故障發生時主動聯繫管理中心，並且管理人員能自系統提供資訊判定可能之故障情形，通知維修人員準備可能須置換之零組件前往維修。
昇降設備提供的服務品質	可在管理中心掌握昇降設備的所有信息，便能提供最適切的服務，服務品質自然能提升。

(參考資料：建築物昇降設備導入遠端監控技術可行性及推廣計畫，2020)

參、遠端監控項目設定

關於昇降設備遠端監控項目設定與安裝位置，擬定共 18 項如下表 3-3 所示：

表 3-3 遠端監控項目設定與安裝位置

檢測項目	機械室 (含無機房式)	車廂	昇降路	乘場	安裝位置
主電源斷路	v				控制盤
昇降設備速度異常致調速機超速開關作動	v		v		機械室 (昇降路)
車廂煞車裝置作動異常		v			車廂上下
主機煞車器作動異常	v				機械室 (含無機房式)
控制盤控制系統主要安全迴路異常	v	v	v	v	控制盤、昇降路、車廂、乘場
車廂門(內門)開關異常		v			車廂
車廂超載裝置作動異常	v	v	v		車廂、機械室
車廂安全迴路異常		v			車廂
昇降路頂底部極限開關異常		v	v		昇降路、車廂
乘場門(外門)開關異常				v	乘場門
機坑內安全迴路異常			v		機坑
油壓系統壓力異常 (油壓式適用)	v				機械室
車廂門(內門)檻與乘場門(外門)檻高低落差太大		v			車廂
車廂上下運行超過設定時間	v				控制盤
主鋼索異常鬆弛 (油壓式適用)			v		車廂下、主鋼索末端
發生火災未能啟動車廂召回避難樓層功能 (緊急用昇降機及乘場門具防火性能適用)	v			v	控盤盤、乘場、管理室
工作平台開關被啟動 (無機房式適用)		v			車廂上、工作平台
停電時是否已啟動就近樓層停靠功能	v			v	控制盤、車廂、機械室

(資料來源：建築物昇降設備遠端監控技術應用推廣計畫，2020)

第二節 循環經濟商業模式導入昇降設備生命週期成本計算

本研究使用生命週期之概念將建築物昇降設備所需之成本分類，並套入假設之創新商業模式做計算、比較，以評估此模式之效益與可行性。下表為生命週期之相關研究與定義：

壹、循環經濟導入於昇降設備

一、循環經濟發展

循環經濟 (Circular Economy) 現今已被廣泛認為是對於促進經濟成長及經濟發展永續性的重要概念。經濟發展的目標除了物價穩定、充分就業，就是生產附加價值的提高及國民所得增加最為重要。於經濟蓬勃發展及人口不斷增加的狀況下，消費端的產品需求與日俱增。然而，高效率的生產模式帶來大量的製造，產品從製造時其原料不斷的被消耗至因消費為導向的經濟模式，而造成其產品被快速消耗淘汰以至於產品本身也成為垃圾。在傳統線性的經濟模式下，人類最終需面對地球自然資源耗竭的事實。因此，我們開始正視環境及產業永續發展之重要性，於傳統的線性經濟之下 (Linear Economy)，產業環境不具永續性的發展。因此，重建立一套「從搖籃到搖籃」的循環經濟模式，來改變原有的線性經濟模式，建構一個零污染、零垃圾的再生循環供應鏈設計，從產品設計階段就開始構思產品最後的去向，讓物質不斷循環以達到永續性發展(趙苡辰，2010)。

二、導入循環經濟之國家

(一) 歐盟

歐盟委員會於 2019 年 3 月 4 日，通過了關於《循環經濟行動計劃》實施情況的綜合報告。該計劃承認有必要解決該區塊的資源消耗問題，並減少因資源消耗的環境壓力。歐盟委員會認為，歐盟未來可以實現零浪費的經濟模式，便提出《循環經濟行動計劃》啟動歐洲邁向「零廢棄物的循環經濟」。此報告希望能夠透過具體措施，

如:法令修改、消費者習慣改變之引導及各產業輔導,藉企業推動「延伸產品責任制度」,強化廢棄物蒐集分類系統,並制定產品可持續性標準的政策框架並進行立法,落實循環經濟的目標(European Commission, 2020) (趙苡辰, 2010)。

(二) 荷蘭

繼歐盟於 2015 年通過循環經濟推動計劃後,荷蘭政府於 2016 年也宣示在 2050 年要成功轉型為循環經濟體,其策略目標著重在提高效率利用現有的原生材料及開發新產品設計與製造方式,將商品與原料重複性利用,整合各領域展開新的消費模式。荷蘭知名保險公司 ING 意識到關鍵循環經濟最重要的一環為跨行業及公共和私人團體之間的合作。於是 ING 定期與客戶和其他利益相關者共同討論塑料方面的障礙和挑戰,並且提供資金達到可持續性投資;Stahel 曾說過今天的產品是明天的材料,於是荷蘭傢俱商 Ahrend 開始思考如何在設計階段就考慮如何延長產品的生命週期,而不是將產品使用一次後就淘汰變成垃圾。而「模組化傢俱」及「傢俱及服務」是他們目前的解決方案。Ahrend 的每件傢俱都會租給企業五至六年的時間,租期到後便回收該批傢俱做為下一批新傢俱的原料;荷蘭公司飛利浦的可持續發展計劃主要內容之一也是注重材料的可持續利用,皆體現了「今天的產品是明天的材料」,使資源能夠循環走向循環經濟(趙苡辰, 2010)。

(三) 法國

法國也於 2018 年發佈了循環經濟報告,以維修、再利用及回收報酬制度推廣循環經濟,例如:法國國家循環經濟研究所 The French National Institute for the Circular Economy 簡稱 INEC,提出紡織品的循環再利用的技術還需要再提升突破現有的制約,更強調需要從源頭設計階段就預測其材料循環的可行性。INEC 更呼籲若一開始就使用永續性的材質,如使用生物棉、萊賽爾纖維、亞麻等更友善環境的纖維,來代替普通棉花、人造纖維等,並提倡品牌能夠為客人提供服裝改造等客製化服務,除提高對於品牌忠誠度,也能使服裝生命週期永續(趙苡辰, 2010)。

(四) 日本

日本是亞洲地區重視循環經濟的領頭羊，由於日本為製造出口導向之國家，且日本為海島型國家，其天然資源如金屬礦物等相當匱乏，需仰賴進口導致製造成本沉重，因此日本比其他國家早意識到有必要將線性經濟發展轉型為循環經濟的重要性。日本為朝向建立「循環型社會」的目標邁進，在 2000 年制定循環型社會形成推進法，並推動五年為一期的「循環型社會推進基本計畫」，以全面貫徹政策執行。並倡導 3R 且於 2009 年通過關於建立亞洲 3R 促進論壇的東京 3R 宣言，爾後於亞洲地區舉行了九次的例行性會議。日本推動的循環經濟政策，除了以強化資源循環產業的競爭力為優先，也持續強調循環性社會推動的必要性及相關人才的培育，並放眼國際將可循環性的原料的貿易納入循環議題一併討論(趙苡辰，2010)。

三、循環經濟概念應用於昇降設備

由於昇降設備產業已逐漸轉型為以預防故障、保障昇降設備使用安全，並轉型為服務化為主。在預防故障及保障安全方面可以透過導入智慧化技術的方式；轉型為服務化則需透過循環經濟模式的導入才能達到其效益。以下針對轉型為服務化之方式進行說明：

(一) 電力回生裝置

簡單來說，電梯的電力回生技術原理是將電梯重載往下或是電梯輕載往上移動時，所多產生出來的重力位能差轉換為電能回收。利用馬達的發電機模式將機械能轉換為電能方式達到能源回收目的。

電梯的原理為定滑輪，一側是乘客搭乘的車廂側，另外一側是配重塊。配重塊的重量是以車廂側空車重量加上滿載重量後，除以 2 來加以設定；這樣訂的好處是可以極小化捲揚機的最大負荷。在這樣配置的情況下，如果以電梯往上或往下為橫軸，馬達出力或受力為縱軸，則電梯運行的情況可劃分為四種狀況，即圖 3-1 所示的電梯運行四象限，茲說明如下(電梯電力回生裝置節能應用技術手冊，2016)：

1. 象限一(電動機模式)：此是車廂重載並由低樓層往高樓層移動，馬達出力拉車廂上升，會消耗電力。
2. 象限二(發電機模式)：此是車廂重載並由高樓層往低樓層移動，馬達必須抗拒來自車廂的重力牽引，以發電機模式將載重的重力位能差轉為電能輸出。
3. 象限三(電動機模式)：此是車廂輕載並由高樓層往低樓層移動，馬達出力拉配重塊上升，以使車廂往下。
4. 象限四(發電機模式)：此是車廂輕載並由低樓層往高樓層移動，馬達必須抗拒來自配重塊的重力牽引，以發電機模式將配重塊與輕載車廂的重力位能差轉為電能輸出。

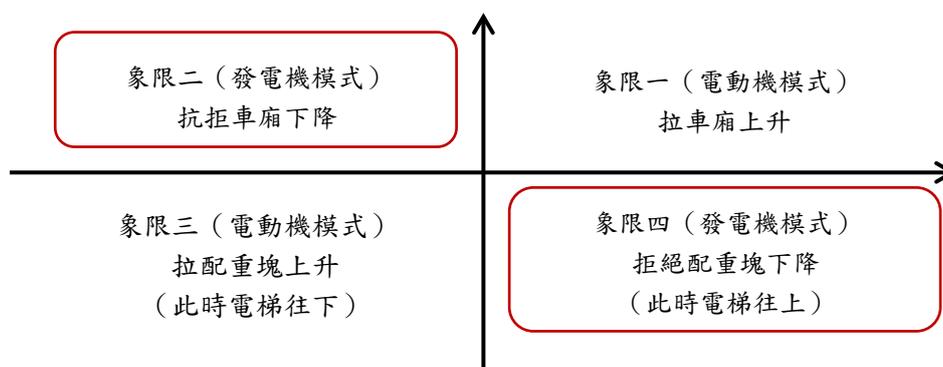


圖 3-1 電力回生裝置原理

(資料來源：電梯電力回生裝置節能應用技術手冊，2016)

(二)電力回生裝置種類與效益

1. 裝置種類

無電力回生裝置的交流變頻器驅動馬達，工作在發電機模式時，還會在啟動瞬間，直流迴路電壓會因瞬間能量突波衝擊過大而超過所設定的直流電壓準位，致使直流迴路電容燒燬。因此傳統上以並聯方式安裝高瓦數低阻抗的回生電阻，直接釋放回生電能。此法可解決能量突波的問題，但效率差且將增加額外硬體費用與空間。

主動式電源回生系統能有效處理直流鏈電壓遭受瞬間回生能量突波衝擊，將回生能量經 IGBT 以切換路徑方式回饋到市電端。此法不需外加回生電阻，即可有效解決回生能量突波的問題。

由於電梯升降定位所產生的重力位能差，經由「鋼索、轉矩=>馬達=>變頻器=>回生電阻」的過程所消耗，可知整個系統負載能量變化由重力位能轉為電能後，經由回生電阻以熱能方式消耗掉。此時若未安裝電力回生裝置則無法將回生能量轉成有效再生功率。

安裝電力回生裝置後，電梯升降所產生的重力位能差經由該裝置及電抗器回到市電網絡，路徑為「鋼索、轉矩=>馬達=>變頻器=>回生裝置(電能)=>市電」。此時，回生能量被轉為有效再生功率，即如圖 3-2 所示，回生電能循能源回饋裝置併入三相電源端。

電梯電力回生裝置所達到的節電效率高、安裝簡易、不影響原始運行、體積小、還具有環保等特點，使得此一裝置在一般電梯市場占有率得以逐步擴張，帶動其市場需求量的成長(電梯電力回生裝置節能應用技術手冊，2016)。

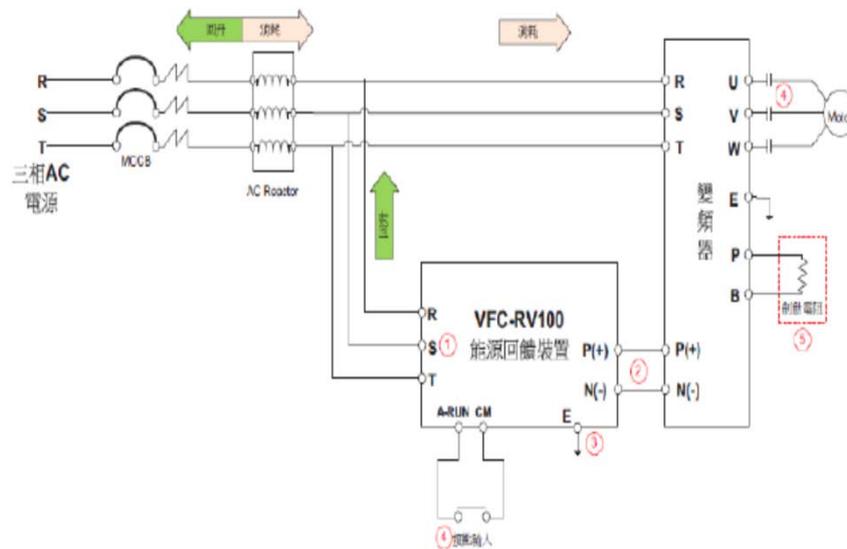


圖 3-2 電力回生裝置電路原理圖

(資料來源：電梯電力回生裝置節能應用技術手冊，2016)

2. 節電率與回生電能比

安裝電力回生裝置其目的在節省電梯用電，節電率與回生電能比是常見的節能指標。考量電梯從一固定樓層到另一固定樓層往返一次期間電梯車廂載重皆維持不變，以此為基礎探討其節電效果。在實驗量測時，為求精確，通常針對每個往返循環會多做幾次，再求其平均值；同時也會量測不同樓層往返不同樓層，以及量測不同載重情況下的節電率。原則上，我們可以定義節電率如下式(電梯電力回生裝置節能應用技術手冊，2016)：

$$\text{節電率} = \frac{\text{安裝電力回生裝置後所減少的電量}}{\text{安裝電力回生裝置前的用電量}}$$

不管載重如何，也不管先上後下還是先下後上，一次往返循環，一定包含一個電動機運行模式，以及一個發電機運行模式。因此節電率定義式的分母：

$$\text{安裝電力回生裝置前的耗電量} \approx \text{電動機行程的耗電量}$$

這是說上式左右兩者電量很接近。安裝電力回生裝置後，可能需耗費多一點點的電量提供此裝置維持正常運行，但此電量一般很小。再來，節電率定義式分子：

$$\text{安裝電力回生裝置後所減少的電量} \approx \text{發電機行程所產生電量}$$

同樣，這意謂左右兩者電量很相近。綜合上述，可知節電率的近似表示如下：

$$\text{節電率} \approx \frac{\text{發電機行程產生的電量}}{\text{電動機行程的耗電量}}$$

此式的分子與分母可以分別簡稱為回升電量與耗電量，因應這二個簡要的名詞，我們乃重新定義回生電能比如下式：

回生電量

$$\text{回生電能比} = \frac{\text{回生電量}}{\text{耗電量}}$$

節電率與回生電能比是二個常見到的術語，經由上述分析，可知二者是十分相近的術語，因此常被交替使用。值得注意的是，在大部分情況下，我們要不到安裝電力回生裝置前的耗電量，因此節電率觀念雖然易懂，但不容易精確獲得，故常以回生電能比近似之(電梯電力回生裝置節能應用技術手冊，2016)。

(三)循環經濟-產品服務化(以租代買)

哈佛商學院的 Michael W. Toel 將產品服務化(servicizing)定義為一種販賣產品功能而非產品本身的商業行為，此商業行為是本著「我們並非需要商品的擁有權，而是需要商品所提供的服務」而形成，且產品服務化具備以下三個特點：1. 商品製造者擁有商品的所有權，且所有權不會轉換給其他人或集團、2. 消費者因為使用產品而付費給商品製造者(或擁有者)、3. 商品製造者不因為保養或是維修產品而向消費者索取費用。由於製造者須負起保養或維修的成本，因而製造者會注重產品的耐用度設計，也使產品有更長的生命週期和更好的可回收性，藉此降低能源和材料成本，也降低能源及資源使用，讓環境衝擊降低。另外，也藉由提高生命週期來提供更久的服務，便能創造更多經濟價值，如此可讓環境衝擊與經濟效益脫鉤。

以產業對自身的影響來說，企業將產品服務化後，企業會提供產品帶來的服務給消費者，且企業仍保有產品的物權，因此企業可不斷以該產品服務消費者，而不需再購買新原料來製造新的產品，如此便能降低企業對原物料的採購成本，使得企業能以更低之成本提供相同的服務，至於消費者也能以更低的價格享受相同的服務，如此便可促使消費者選擇購買服務，而非購買價格較高的產品(李昀晟，2019)。

四、智慧化昇降設備與商業模式

要有效率結合智慧化技術與商業模式管理昇降設備、調度資源，需有平臺執行遠端監控裝置與中央管理中心處理各昇降設備傳回之運作資訊。要建置這個整合系統，有四件工作須處理，如下表 3-4 所示：

表 3-4 智慧化昇降設備整合工作

項目	說明
資料採集	在昇降設備安裝感應器，蒐集控制系統、剎車系統和馬達之運作資料，於機房安裝物聯網閘道器，以有線或無線通訊設備彙集感測器資料，物聯網閘道器再將各蒐集的資料，透過網路上傳遠端後台伺服器。
雲端運算	透過整合過之物聯網平臺，使用架構標準化之元件掌握各處昇降設備資料，再透過雲端運算來開發預防性維護服務。
持續最佳化	串連各地昇降設備及集中式管理系統，以大範圍、長距離、分散設施的遠端監控管理各地昇降設備的運作狀況，達成多元設備資料擷取及整合式集中管理之境界。
資料安全	設法確保設備端與伺服器端資料安全，以保障用戶及業者重要商業機密。

(資料來源：建築物昇降設備導入遠端監控技術可行性及推廣計畫，2020)

整合以上研究結果，將與循環經濟相關程度最高與不同研究中共同之智慧化項目整理如下表 3-5 與表 3-6：

表 3-5 應導入之智慧化技術應用項目統整

項目	對應設備	應用項目
資料採集	感測設備	車廂主機煞車裝置作動異常、內外門開關狀況(車廂)、車廂超載裝置作動異常、發生火災未能啟動車廂召回避難樓層功能(感測災害)、車廂與機坑內安全迴路異常
	傳輸設備	停電時是否啟動就近樓層停靠功能
雲端運算	運算設備	油壓系統壓力異常、平臺開關啟動、車廂上下運行超過設定時間、速度異常致調速機超速開關作動
	控制設備	群控系統、叫梯功能、主電源斷路
持續最佳化	監視設備	操作控制系統、即時使用狀況、24 小時監控、主鋼索異常鬆弛
資料安全	資料儲存設備	物聯網平臺、運行次數、各零件使用次數

(資料來源：本研究整理)

表 3-6 目前國內外廠商已導入之項目統整

項目	對應設備	應用項目
資料採集	感測設備	控制、煞車系統和馬達運作數據
	傳輸設備	停電時是否啟動就近樓層停靠功能、無線傳輸技術(CAT-M1)
雲端運算	運算設備	大數據分析使用狀況、整合保全系統(分流)、預設警戒值
	控制設備	智慧管理平臺(eKeep)、電力回生裝置、預定電梯(提前或預計抵達)
持續最佳化	監視設備	雲端監控系統、建立群組、24 小時監控、AI 人臉辨識系統、群眾檢知系統
資料安全	資料儲存設備	物聯網平臺(SPINEX)、歷史訊號回放、安全保護裝置、資料解析以回饋設計

(資料來源：本研究整理)

整合以上表 3-5 與表 3-6，可以得出以下結論，如下表 3-7 所示：

表 3-7 已導入與可導入之智慧化項目與其效益

對應設備	目前已應用項目	效益
感測設備	控制、煞車系統和馬達運作數據	透過感測器回傳數據，業者可先行掌握設備可能故障原因，再派送檢修人員同時備妥維修零件，以減少停機維修時間
傳輸設備	停電時是否啟動就近樓層停靠功能	停電時會自動啟動提供電梯電源，電梯在最近的樓層開門，以便乘客離開車廂
	無線傳輸技術(CAT-M1)	具備比更強的網路覆蓋，讓訊號穿透牆壁與樓層，使安裝在室內深處或偏僻地區的裝置也可連接 IoT，以便透過遠端了解各地電梯運作情形
運算設備	大數據分析使用狀況	電腦只要發現某地某臺電梯數據異常，就會馬上派遣當地維修技師到現場檢查
	整合保全系統(分流)	整合前端保全系統可有效分流搭乘人次
	預設警戒值	雲端預先設置警戒值，一旦發現異常數值，直接授權邊緣智能服務器暫停問題電梯之運作
控制設備	智慧管理平臺(eKeep)	通過可擴展的物聯網技術加強控制器系統。也可透過應用程式結合樓宇管理系統
	電力回生裝置	能將電梯運行時所產生的再生電力，重新送回大樓電力系統再利用
	群控系統(提前或預計抵達)	減少電梯停站次數，有效提升電梯運行效率。也可透過手機 APP 軟體的操作提前預定電梯及預計抵達之樓層
監視設備	雲端監控系統	監控電梯的乘客流量與運行狀態
	建立群組	建立電梯群組，方便以社區為單位做監控，可取代傳統社區、區網型、監控室
	24 小時監控	24 小時監控中心，可即時發現問題，減少處理與等待的時間
資料儲存設備	物聯網平臺(SPINEX)	透過物聯網平臺蒐集到的數據，能分析出電梯故障原因
	歷史訊號回放	故障時可調閱資料查看，也可作為設備發展之參考數據

	安全保護裝置	管理檢修使用權或調閱檢修工具的使用紀錄，可以方便維修人員檢修軟體的佈署與回收，也保護資料安全
	資料解析以回饋設計	資料透過蒐集與解析，可用以回饋系統設計或改良使用
對應設備	未來可應用項目	效益
感測設備	其餘零件之感測系統	除主要零件以外，蒐集其他零件並分類整合可更有效減少維修頻率與時間等
傳輸設備	無線傳輸等設備升級	目前已有無線傳輸相關技術，未來也可能發展出更穩定之傳輸設備
運算設備	油壓系統壓力異常、平臺開關啟動、車廂上下運行超過設定時間、速度異常致調速機超速開關作動	當油壓系統或車廂運行時間異常時，可連動系統開關或調速機開關，即時處理問題，也能預防問題產生。
控制設備	主電源斷路	可提供市電供電斷路或欠相、反相訊號
監視設備	操作控制系統、主鋼索異常鬆弛	除監控使用者之使用情形以外，也可監控主要大型零件運作狀況，當有輕微異常出現時可即時處理，也能提升使用安全
資料儲存設備	運行次數、各零件使用次數	記錄昇降設備運行次數與零件使用次數，可推算其使用年限，確保使用安全以外也可提前更換，降低維修機率。

(資料來源：本研究整理)

五、昇降設備現今商業模式

(一) FM(全責保養)合約

包括電梯在正常使用的情況下發生的消耗品及零件更換維修的服務合約。全責保養合約不需每次進行估價以及額外支付費用，適合分租公寓、需要編列預算的客戶。保養費用較高。零件損壞時，保養廠商自行負擔相關費用。

(二)條件式全責

保養費用中等。但許多大金額部品不包括在全責內，例：捲揚機、鋼索…等，一切以雙方合約載明為主。

(三)POG(半責保養)合約

POG 是 Parts (零件)、Oil (油品)、Grease (潤滑油脂) 的英文首字母縮寫。POG 合約包含定期保養、更換消耗品的服務合約。可降低電梯一次保養所需的成本，但對於其他消耗品以及零件進行更換、維修，則需額外酌收費用。

當零件出現異常，保養廠商並非直接更換所有零件，而是保留尚可使用的零件，以更換最少量的零件，完成保養維修作業，致力於零浪費的電梯保養維修。在確保電梯性能正常運作，與 FM(全責保養)合約並無差異。

(四)勞務型合約

以勞務代替資本成本與維修，細項依各合約不同。

六、循環經濟導入昇降設備相關案例調查與訪談

(一) 台糖沙崙智慧綠能循環住宅園區

1. 案例背景

2017 年起，台糖公司針對循環經濟應用於營建產業，邀集國內外產、官、學界討論，議題觸角包含營建材料可再利用性、構造預鑄、模組化、以租賃取代買賣等。

配合國家政策，在台南高鐵站附近的「沙崙綠能科學城」投資興建「沙崙智慧綠能循環住宅」，提供 351 套住宅單元及 17 戶店鋪。此計畫是從 106 年 5 月開始，110 年 6 月完工。主要分為 ABCD 四棟，主要開口為都市計畫設定之南向開口作為通風使用，溫室也有加通風設備。建築本身並非垂直 90 度，因此在放樣與施工的過程中都有需要注意的細節，但皆採用模矩化規格化。此外，技術規則原規定一戶一車位，但沙崙園區講求循環與低碳，因此過程中有去找督委會溝通，最終協調減少車位數量。

2. 導入循環經濟理念

循環經濟起源於荷蘭，透過麥克阿瑟基金會於循環經濟中提供六大解方：再生、共享、優化、循環、虛擬化、交換。至於建築導入，一開始由台糖公司提出設計需求，

包含上述六大項。建築師在設計規劃過程中則必須將循環理念從聚落、村落、個人到家庭再到地景去做考量。

循環策略整理如下表：

表 3-8 導入循環經濟理念與說明

種類	說明
再生	太陽能資源、水資源、台鐵舊有建材再利用
共享	果樹及可食地景、魚菜共生及廚餘回收、居民參與
優化	預鑄化、模組化及乾式施工
循環	推動以租代買創新商業模式，延續產品使用循環
虛擬化	運用 BIM 建材護照控管、記錄建材，可減少維護成本
交換	以先進技術取代傳統工法及思維

(資料來源：台灣糖業股份有限公司 台南區處工程課)

3. 現場調查照片



圖 3-3 園區建築外觀



圖 3-4 建築內電梯



圖 3-5 電梯內控制面板及佈告欄



圖 3-6 監控系統介面

(二) 六川電梯工業股份有限公司

1. 訪談重點

由於昇降設備自製率高達 70% 以上，有別於一般昇降設備廠商，成本較低競爭力也較高；加上公司希望在符合營運條件下多接觸不同類型的案子，因此決定與台糖沙崙智慧綠能循環住宅園區合作，針對昇降設備簽訂了 20 年的租約。以下整理公司對於以租代買商業模式執行之評估重點：

- (1) 昇降設備自製率高達 70% 以上
- (2) 使用者不必一次性支付高額費用，且業主與廠商可節省人力成本
- (3) 針對監控項目的需求，廠商會協助提供乾接點供監控系統接收資訊
- (4) 不論買斷或租賃，合約其實皆有規定清楚，因此並無執行上困難

而針對昇降設備本身，公司也有提供關於智慧化需具備的基本條件，也就是感測系統應偵測之必要項目，整理如下：

- (1) 電梯樓層位置
- (2) 使用正常或故障
- (3) 是否處於火警狀態
- (4) 是否處於停電狀態
- (5) 是否處於地震狀態

整體而言，智慧化為現今昇降設備發展之趨勢，也有廠商已發展出不少智慧化技術，但對昇降設備的商業模式幾乎還是選擇買斷的方式。在一般認知中，以租代買的效益看似不如買斷的短期大量現金流入，但若從產品及建築物的生命週期切入來看，就可以發現以租代買的整體效益，六川與台糖合作的案例也很值得作為創新商業模式可行性評估的參考。

(三) 廣三台中新花園城案例參訪

1. 訪談重點

建築物昇降設備數量逐年增加，至今已有許多老舊建築與建築物昇降設備。此次案例參訪與國霖機電管理服務股份有限公司合作，公司承接過許多老舊建築更換昇降設備的案子，廣三台中新花園城亦為其中之一。此棟建築為 13 層老舊建築，社區中共五棟建築，每棟各設有一昇降設備。對公司而言，與住戶的合約內容大致會包含兩大項，一為剛接手後所更換與維修的材料費用，可選擇一次付清或分期付款；二為住戶需定期繳交之保養與檢查費用，採半責式，通常會比昇降設備大廠的一般價稍低一些。由於公司不是單純買賣產品，因此也很重視服務品質，對他們而言，能將利潤提高最有效的方式就是在剛接手時更換具有一定品質的零件，並確實做好定期保養與檢查，便能於降低故障機率、維修頻率的同時，減少人力成本。

表 3-9 主要成本項目

成本項目	付款方式
材料費	一次付清 分期付款
維護保養費	定期支付，不分期

(資料來源：本計畫整理)

針對不同案子，公司需更換之零件與報價也不盡相同。但保養與檢查通常都會有相似的程序與固定項目，如下表所列：

表 3-10 保養項目表範例

檢查項目		檢查項目		
機 械 室	機械室清潔	車 廂	車廂內環境狀態檢點	
	捲揚機運轉狀態檢點		車廂運轉（水平、噪音）檢點	
	電動機運轉狀態檢點		車廂操作盤動作檢點	
	煞車器動作狀態檢點		車廂內通風、照明狀態檢點	
	調速機迴轉狀態檢點		車廂內門開關動作檢點	
	編碼器運轉狀態檢點		車廂安全門擋狀態檢點	
	冷卻風扇迴轉狀態檢點		內門紅外線光電功能確認	
	機械室照明目視確認		緊急停止裝置動作檢點	
	電控箱記錄表記載確認		緊急對外聯絡裝置確認檢點	
	主鋼索輪、偏向輪運轉狀態確認		停電照明功能確認	
	控制盤電控元件動作確認		車廂上安全狀態檢點	
	煞車器狀態調整		救出口動作確認	
	捲揚機軸承、機油狀態檢點		車廂門機構動作確認	
升 降 道	主鋼索、調速鋼索磨損目視檢點	乘 場	車廂底超載裝置確認	
	光電遮版動作確認		導軌及托架目視狀態確認	
	上下極限動作確認		頂部安全距離及安全標示確認	
	機坑內環境狀態檢點		乘場按鈕動作確認	
	機坑內安全開關及照明設備檢點		乘場門開關動作確認	
	導軌、托架目視狀態確認		乘場外觀面狀態檢點	
	固定、活動電纜狀態確認		乘場門吊輪狀態確認	
	油壺油量確認		乘場門連動裝置狀態確認	
	吊輪、平衡鍊條狀態檢點		標 示 / 語音播報系統狀態檢點	緊急昇降機標示狀態檢點
	緩衝器狀態（油壓式油量）確認			乘場殘盲點字標示狀態檢點
車廂、配重安全距離確認				

張力輪狀態及配重安全距離確認	緊急	緊急電源功能確認
工字樑狀態確認		緊急運轉確認

(資料來源：國霖機電管理服務股份有限公司)

2. 現場調查照片



圖 3-7 建築外觀



圖 3-8 建築內電梯



圖 3-9 電梯內控制面板



圖 3-10 機房內設備



圖 3-11 主要更換零件 1



圖 3-12 主要更換零件 2

貳、昇降設備生命週期

一、生命週期階段分類

根據上一章節提到之生命週期概念，可以發現對其之定義由原本的發展、營運、管理階段，到後來增加了耐用年限與拆除、更新等階段，也讓整個生命週期更完整。因此結合一般對建築物生命週期分期的概念，將本計畫所要評估之項目列出並分類如下表 3-11(陳佩佳，2007)：

表 3-11 昇降設備生命週期

項目	說明
維護預防	於規劃、設計、施工階段，及考量設施設備未來維護管理的經濟性以及使用狀況，並選擇最佳之設備。
預防維護	對於各種設施設備實施檢查、定檢、再調整、使設備機能維持正常，避免故障；其效用在消除潛在故障，或當缺點正處於輕微階段，予以除去、調整、修補、更換，使之不影響正常運作，並包括日常維護檢查與定期維護檢查兩種。此類維護管理又可分為計畫式的維護管理與回應式的維護管理；計畫式的維護管理係指尚未有缺點產生即進行除去、調整、修補、更換等動作，回應式的維護管理係指有缺點產生但屬於輕微階段上不足以影響正常運作，予以除去、調整、修補、更換。
事後維護	在故障與損壞發生之後所實施之維護修繕作業。此亦為回應式維護管理的一種。
改良維護	設法改良設施以延長使用壽命。經由此種維護，使設施設備故障率降低，並使維護費用達到運用最佳化。其可擴大包括：設備部份更新、全面更新、以及拆除改建等。

(資料來源：大學校園建築維護修繕經費編列標準-以臺灣大學教學大樓為例，2007)

二、生命週期成本計算

將常用之計算方式之特色整理如下表 3-12：

表 3-12 生命週期成本常用計算方式

種類	特色
回收期間法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提供了一種能夠衡量投資計畫變現能力的指標。 2. 無絕對的標準可論斷回收期間應為何，才具最適變現速度。 3. 並未考慮在回收成本以後，尚可產生的遠期現金流量。 4. 沒有考慮貨幣時間價值(機會成本)的影響。

淨現值法 (NPV)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 此法在邏輯上是考慮得較為周全的評估準則，包含貨幣時間價值觀念，以及「所有的」現金流量。 2. 此法亦符合了價值相加法則，NPV 本身具有可相加的特性，易於衡量投資計畫的綜合效果。
內部報酬率法 (IRR)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相對於 NPV 法說，較易於與資金成本進行比較。 2. 以報酬率形式表達，不像 NPV 法一樣符合價值相加法則。 3. 在折現的意義上，IRR 法對再投資報酬率的假設較不合理。 4. 此法不具唯一性，若在投資計畫執行後仍有現金流出量，可能計算出超過一個的 IRR 值而影響決策結果。
獲利能力指數法 (PI)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 與 IRR 相同的是，PI 考慮了貨幣時間價值與所有的現金流量，並有客觀的決策標準(PI>1 時可行)。 2. PI 可充份發揮反映成本效益的優點，作為篩選替代方案的良好工具。

(參考資料：財務管理原理，2022)

最後選擇以淨現值法來計算昇降設備之生命週期成本，相關說明如下：

淨現值法(Net Present Value, NPV)：

由於建築物之興建投資計畫成本與效益並非同時產生，因此必須將不同年期之成本與效益轉為同一年期基準進行評估。可以公式1 表示，淨現值 NPV 大於0，表示該不動產未來各期現金收益之折現值總和大於投入成本，該投資計畫具可行性，值得投資(<https://wiki.mbalib.com/zh-tw>)。

$$\begin{aligned} \text{淨現值 NPV} &= \frac{CF_1}{(1+K)} + \frac{CF_2}{(1+K)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+K)^n} - CF_0 \\ &= \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+K)^t} - CF_0 = 0 \end{aligned} \quad \text{公式 1}$$

(一) 現金流入 $CF_1, CF_2 \dots CF_t$: 預估未來營運期間第 1, 2... t 期之現金流量，應合併計入期末出售不動產所得現金流量。

(二) 現金流出 CF_0 : 期初投入之成本。

(三) K : 投資者要求之必要報酬率或稱折現率。

(四) n : 期數。

由於本研究探討之淨現值分為三大類：初始成本、固定成本及更新成本。其中初始成本只為第一年之成本，固定成本及更新成本皆為每年固定費用，以計算全部買斷、部分買斷與以租代買模式之淨現值差異，再放大到整個生命週期來比較不同模式之總淨現值差異，因此將公式 1 轉化為公式 2：

$$\text{淨現值 NPV} = \frac{CF_1(1+R)^1}{(1+K)^1} + \frac{CF_2(1+R)^2}{(1+K)^2} + \dots + \frac{CF_n(1+R)^n}{(1+K)^n} = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t(1+R)^t}{(1+K)^t} \quad \text{公式 2}$$

(一) CF_t ：生命週期中三種成本項目總和，分別為 CF_a 初始成本、 CF_b 固定成本及 CF_c 更新成本。

(二) R ：通膨率

(三) K ：折現率

(四) n ：期數

第三節 研擬智慧化建築物昇降設備創新商業模式

壹、計算項目內容設定

以下針對後續將提到之部分項目進行說明，如下表 3-13：

表 3-13 成本計算項目設定表

種類	說明
定期檢驗	<p>根據內政部營建署之法規公告，昇降設備安全檢查頻率，規定如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 昇降送貨機每三年一次。 2. 個人住宅用昇降機每三年一次。但建築物經竣工檢查合格達十五年者，每年一次。 3. 供五樓以下公寓大廈使用之昇降機每二年一次。但建築物經竣工檢查合格達十五年者，每年一次。 4. 前三款以外之昇降設備每年一次。但建築物經竣工檢查合格達十五年者，每半年一次。 5. 管理人應於使用許可證使用期限屆滿前二個月內，自行或委託維護保養之專業廠商向當地主管建築機關或其委託之檢查機構申請安全檢查。

主機型式	IM (渦桿渦輪主機)	結構簡單維修門檻低， 但功率消耗、噪音、震動較高
	PM (永磁式主機)	控制精準、省電、噪音低、震動小， 但單價、維修技術門檻較 IM 高
電力回生裝置	<p>動式電力回生系統相當於一個逆變器，其輸入為交流，輸出為直流，且因位於電源進線側，故被稱為前端。此系統的優點包括，具有可控式直流電壓、單位功因、雙向電力潮流控制、三相交流端近似弦波與低諧波失真等。此法不需外加煞車電阻，即可有效解決負載能量回升的問題。</p> <p>既有電梯增設電力回生裝置，其省電效益最高可達約 25%-35%。另若採用 PM (永磁式主機)，其體積及發熱量小，不需開啟冷氣機冷卻機房，只需小型通風機即可，可節約冷氣機耗電，節能效益將更為顯著。</p>	

(資料來源：本計畫整理)

彙整文獻回顧與計畫研究成果之資料，將昇降設備生命週期分成三個成本項目，對照文獻研究之生命週期階段如下表 3-14：

表 3-14 生命週期階段與成本項目對照表

生命週期階段			成本項目
生產階段	維護預防		昇降設備生產時所花費之成本(初始成本)
使用階段	預防維護	計畫式維護管理	定期檢驗費、日常維護費等(固定成本)
		回應式維護管理	使用費、故障與維修費(更新成本)

(資料來源：本計畫整理)

成本項目包含之細項整理如下表 3-15：

表 3-15 成本項目細項說明表

成本項目	細項說明		
初始成本	昇降設備常替換之零件成本加總		
固定成本	定期檢驗費		
	電費		
	保養費	全責	
		小全責	
		半責	
勞務型			
智慧化系統節省之費用			

智慧化建築物昇降設備創新商業模式研究

	電力回生裝置產生之費用	
更新成本	維修費	全部買斷
		部分買斷
		以租代買

(資料來源：本計畫整理)

第四章 案例模擬試算

第一節 條件假設

壹、條件假設

將上述不同生命週期階段分別需納入之成本項目列出，再套入智慧化昇降設備系統、電力回生裝置及循環經濟模式之導入情況加以比較，如右表所示。再帶入以下算式計算不同模式下之淨現值，並加以比較。

參考某公司提供之成本數據，與訪談之案例整合作為條件假設之參考，取其中與昇降設備相關之成本項目，進行試算與可行性分析。以某 12 層樓建築物為例，共有住戶 60 戶，建築內裝設兩臺昇降設備，關於昇降設備之詳細資訊如下：

1. 定期檢驗費假設為 8,500 元/次，每年檢驗一次。
2. 為供應電壓為 20HP/220V、運行速度為 105m/M、限重 800KG 之客貨梯。
3. 全年使用時數約 3,650hr/年(每天 10 小時)，使用 60 年，平均每度電費 3.2 元。
4. IM (渦桿渦輪主機)消耗功率為 15KW/H，PM (永磁式主機)消耗功率為 9.7 KW/H。
5. 電力回生裝置成本 60,000 元，節電率 25%。
6. 定期保養費以半責式合約 3,000 元/月、全責式合約 5,000 元/月。
7. 在社會住宅之假設情況下，假設租金為每戶 18,000/月(含物管費用)。物管之人事成本於買斷模式下假設為 1,984,000 元；於租賃模式下假設為 1,250,000 元。
8. 參考 2022 之數值，假設通膨率(R)為 3%、折現率(K)為 4%。
9. 以租代買的零件為標準品，品名、使用年限及參考金額如表所示：

表 4-1 標準品使用年限參考表

耐用基準年限(年)	品名	費用/單位(未稅)
5	車廂門閉鎖裝置	5,000/組

智慧化建築物昇降設備創新商業模式研究

	車廂對講機(緊急呼叫裝置)	8,000/組
	車廂循環風扇	3,500/組
	車廂照明設備(LED燈)	1,500/組
	緊急照明設備	1,500/組
8	機坑停止開關	3,000/組
	控制盤主接觸器	4,500/組
	煞車主接觸器	3,500/組
	控制盤系統機板(含傳輸板)	35,000/組
	變頻器	55,000/組
10	上、下部極限開關	2,500/個
	牽引機驅動輪	30,000/個
	主鋼索 $\Phi 12\text{mm}$	350/米
	車廂安全門檔(光幕)	12,000/組
	車廂上電器控制箱	20,000/組
	車廂門驅動馬達(DC)	15,000/組
	開關門機構控制器(DC)	10,000/組
	車廂導滑器	25,000/組
	給油器	3,000/個
15	調速機	15,000/組
	車廂緩衝器(油壓式)	15,000/組
	牽引機座防震橡膠墊	5,000/個
	副鋼索(調速機鋼索) $\Phi 8\text{mm}$	210/米
	車廂操作盤	30,000/組
	乘場操作盤	5,000/組
	活動電纜線	200/米
	固定電纜線	150/米
20	馬達電磁制動器	30,000/組
	馬達(電動機)PM	300,000/台
	馬達(電動機)IM	180,000/台
25	車廂緊急停止安全夾(安全鉗)	20,000/組
	車廂超載防止及警報裝置	5,500/組
	牽引機(窩桿、齒輪)	150,000/台

	轉向輪(導向輪)	30,000/個
--	----------	----------

(資料來源：本研究整理)

貳、模式假設

計算舊式 IM (不含電力回生裝置)、舊式 IM (含電力回生裝置) 及新式 PM (含電力回生裝置) 三種裝置的總成本，並假設「使用者」、「業主」、「廠商」在「一般住宅」與「社會住宅」兩種建築類型中，於全部買斷、以租代買兩種商業模式下之成本差異，來驗證此商業模式之可行性。假設情況如下表所示：

表 4-2 成本計算項目表

	成本計算項目 (全部買斷)： 生命週期內皆為買斷模式	成本計算項目 (部分買斷)： 前期為原廠買斷，後期換機電 公司為部分買斷	成本計算項目 (以租代買)： 生命週期內皆為租賃模式
一般住宅			
使用者	初始成本 (生產成本) + 固定成本 (檢查費、電費、保養費、電力回生裝置節省費用) + 更新成本 (維修費)	初始成本 (生產成本) + 固定成本 (檢查費、電費、保養費、電力回生裝置節省費用) + 更新成本 (維修費)	初始成本 (生產成本 15%) + 固定成本 (檢查費、電費、保養費、電力回生裝置節省費用) + 更新成本 (生產成本 85% + 20 年維修費加總)
廠商	初始成本 (生產成本) + 固定成本 (人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定成本 (人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定成本 (人事成本)
社會住宅			
使用者	固定成本 (租金、電費、電力回生裝置節省費用、物管費用)	固定成本 (租金、電費、電力回生裝置節省費用、物管費用)	固定成本 (租金、電費、電力回生裝置節省費用)
業主	初始成本 (生產成本) + 固定成本 (檢查費、保養費) + 更新成本 (維修費、人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定成本 (檢查費、保養費) + 更新成本 (維修費、人事成本)	初始成本 (生產成本 15%) + 固定成本 (檢查費、人事成本) + 更新成本 (生產成本 85% + 20 年維修費加總)
廠商	初始成本 (生產成本) + 固定成本 (人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定成本 (人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定成本 (人事成本)

(資料來源：本研究整理)

第二節 試算過程

壹、一般住宅

一、使用者（全部買斷）

	成本計算項目（全部買斷）： 生命週期內皆為買斷模式	成本計算項目（部分買斷）： 前期為原廠買斷，後期換機電 公司為部分買斷	成本計算項目（以租代買）： 生命週期內皆為租賃模式
	一般住宅		
使用者	初始成本（生產成本）+固定 成本（檢查費、電費、保養 費、電力回生裝置節省費用） +更新成本（維修費）	初始成本（生產成本）+固定 成本（檢查費、電費、保養 費、電力回生裝置節省費用） +更新成本（維修費）	初始成本（生產成本 15%）+固 定成本（檢查費、電費、保養 費、電力回生裝置節省費用） +更新成本（生產成本 85%+20 年維修費加總）
廠商	初始成本（生產成本）+固定 成本（人事成本）	初始成本（生產成本）+固定 成本（人事成本）	初始成本（生產成本）+固定 成本（人事成本）

（一）初始成本

亦為昇降梯生產階段所花費之成本，以條件假設中條件 9. 的品項加總得出，計算過程如下：

1. 舊式 IM 渦輪主機（不含電力回生裝置）：

$$[5,000+8,000+3,500+1,500+1,500+3,000+4,500+3,500+35,000+55,000+2,500+30,000+350+12,000+20,000+15,000+10,000+25,000+3,000+15,000+15,000+5,000+210+30,000+5,000+200+150+30,000+180,000 \text{ (IM 馬達)}+20,000+5,500+150,000+30,000] \times 2 \text{ (臺)} = 1,448,820 \text{ 元/年}$$

2. 舊式 IM 渦輪主機（含電力回生裝置）：

$$[5,000+8,000+3,500+1,500+1,500+3,000+4,500+3,500+35,000+55,000+2,500+30,000+350+12,000+20,000+15,000+10,000+25,000+3,000+15,000+15,000+5,000+210+30,000+5,000+200+150+30,000+180,000 \text{ (IM 馬達)}+20,000+5,500+150,000+30,000+60,000 \text{ (電力回生裝置)}] \times 2 \text{ (臺)} = 1,568,820 \text{ 元/年}$$

3. 新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置) :

$$[5,000+8,000+3,500+1,500+1,500+3,000+4,500+3,500+35,000+55,000+2,500+30,000+350+12,000+20,000+15,000+10,000+25,000+3,000+15,000+15,000+5,000+210+30,000+5,000+200+150+30,000+300,000 \text{ (PM 馬達)}+20,000+5,500+150,000+30,000+60,000 \text{ (電力回生裝置)}] \times 2 \text{ (臺)} = 1,808,820 \text{ 元/年}$$

整理為以下表格：

表 4-3 使用者(全部買斷)初始成本

類別	初始成本(元/年)
舊式 IM 渦輪主機(不含電力回生裝置)	1,448,820
舊式 IM 渦輪主機(含電力回生裝置)	1,568,820
新式 PM 渦輪主機(含電力回生裝置)	1,808,820

(資料來源：本研究整理)

(二) 固定成本：包含使用階段中之定期檢驗費 (條件 1.)、電費 (條件 2.、3.、4.)、電力回生裝置產生電費 (條件 5.)，計算過程如下：

1. 定期檢驗費：

$$8,500 \times 2 \text{ (臺)} = 17,000 \text{ 元/年}$$

2. 電費：

$$\text{電力回生節省電費 IM} : 87,600 \times 25\% \text{ (節電率)} \times 90\% \text{ (參差因數)} = 19,709 \text{ 元/年}$$

$$\text{PM} : 56,650 \times 25\% \text{ (節電率)} \times 90\% \text{ (參差因數)} = 12,746 \text{ 元/年}$$

(1) 舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)：

$$15 \text{ (kW/hp)} \times 3650 \text{ (hr/年)} \times 0.5 \text{ (使用率)} \times 3.2 \times 2 \text{ (臺)} = 175,200 \text{ 元/年}$$

(2) 舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)：

$[15 \text{ (kW/hp)} \times 3650 \text{ (hr/年)} \times 0.5 \text{ (使用率)} \times 3.2 - 19,709 \text{ (電力回生)}] \times 2$
 (臺) = 135,782 元/年

(3) 新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置) :

$[19.7 \text{ (kW/hp)} \times 3650 \text{ (hr/年)} \times 0.5 \text{ (使用率)} \times 3.2 - 12,746 \text{ (電力回生)}] \times 2$
 (臺) = 87,808 元/年

整理為以下表格：

表 4-4 使用者(全部買斷)固定成本

類別	檢驗費(年)	電費(年)	總計
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	17,000	175,200	192,200
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	17,000	135,782	152,782
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	17,000	87,808	104,808

(資料來源：本研究整理)

(三) 更新成本：為使用階段中之保養費 (條件 6.) 與維修費，以條件 9. 之設備
 計算每年平均費用，計算過程如下：

1. 保養費： $3,000 \times 12 \times 2$ (臺) = 72,000 元/年

2. 維修費：

(1) 舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置) :

$\{(5,000+8,000+3,500+1,500+1,500)/5+(3,000+4,500+3,500+35,000+55,000)/8$
 $+(2,500+30,000+350+12,000+20,000+15,000+10,000+25,000+3,000)/10+(15,000$
 $+15,000+5,000+210+30,000+5,000+200+150)/15+[30,000+180,000 \text{ (IM 馬$
 達) }/20+(20,000+5,500+150,000+30,000) /25 \} \times 2 (臺) = 103,468 元/年

(2) 舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置) :

$$\{(5,000+8,000+3,500+1,500+1,500)/5+(3,000+4,500+3,500+35,000+55,000)/8+(2,500+30,000+350+12,000+20,000+15,000+10,000+25,000+3,000)/10+(15,000+15,000+5,000+210+30,000+5,000+200+150)/15+[30,000+180,000 \text{ (IM 馬達)}]/20+(20,000+5,500+150,000+30,000)/25\} \times 2 \text{ (臺)} = 103,468 \text{ 元/年}$$

(3)新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置) :

$$\{(5,000+8,000+3,500+1,500+1,500)/5+(3,000+4,500+3,500+35,000+55,000)/8+(2,500+30,000+350+12,000+20,000+15,000+10,000+25,000+3,000)/10+(15,000+15,000+5,000+210+30,000+5,000+200+150)/15+[30,000+300,000 \text{ (PM 馬達)}]/20+(20,000+5,500+150,000+30,000)/25\} \times 2 \text{ (臺)} = 115,468 \text{ 元/年}$$

整理為以下表格：

表 4-5 使用者(全部買斷)更新成本

類別	保養費(年)	維修費(年)	總計
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	72,000	103,468	175,468
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	72,000	103,468	175,468
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	72,000	115,468	187,468

(資料來源：本研究整理)

(四) 第一年之淨現值：

表 4-6 使用者(全部買斷) 1styr 淨現值

類別	總成本(C)		通膨率(R)=3%	折現率(K)=4%	淨現值 NPV=C*R/K
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,448,820	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,448,820
	1 st yr 固定成本	192,200	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	190,352
	1 st yr 更新成本	175,468	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	173,781
舊式 IM 渦輪主機 (含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,568,820	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,568,820
	1 st yr 固定成本	152,782	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	151,313
	1 st yr 更新成本	175,468	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	173,781
新式 PM 渦輪主機 (含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,808,820	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,808,820
	1 st yr 固定成本	104,808	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	103,800
	1 st yr 更新成本	187,468	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	185,665

(資料來源：本研究整理)

(五) 每二十年之淨現值：

假設到二十年時昇降設備大多零件需做更換，更新費用以初始成本之 50%來做計算，如下所列：

1. 舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置) : $1,448,820 \times 50\% = 724,410$ 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置) : $1,568,820 \times 50\% = 784,410$ 元/年

3. 新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置) : $1,808,820 \times 50\% = 904,410$ 元/年

而到四十年時電梯已全部更新過，以建築生命週期六十年為例，分別將二十、四十、六十年之淨現值整理如下表：

表 4-7 使用者(全部買斷) 1styr-60thyr 淨現值

類別	1 st yr-20 th yr 淨現值	21 st yr-40 th yr 淨現值	41 st yr-60 th yr 淨現值
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	8,089,159	8,674,453	7,305,639
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	7,494,596	8,128,367	6,646,180
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	7,081,209	7,811,936	6,103,002

(資料來源：本研究整理)

二、使用者 (部分買斷)

	成本計算項目 (全部買斷) : 生命週期內皆為買斷模式	成本計算項目 (部分買斷) : 前期為原廠買斷，後期換機電 公司為部分買斷	成本計算項目 (以租代買) : 生命週期內皆為租賃模式
	一般住宅		
使用者	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (檢查費、電費、保養 費、電力回生裝置節省費用) + 更新成本 (維修費)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (檢查費、電費、保養 費、電力回生裝置節省費用) + 更新成本 (維修費)	初始成本 (生產成本 15%) + 固 定成本 (檢查費、電費、保養 費、電力回生裝置節省費用) + 更新成本 (生產成本 85% + 20 年維修費加總)
廠商	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)

(一) 初始成本

亦為昇降梯生產階段所花費之成本，但為部分買斷，因此以條件假設中條件 9. 的品項加總後的 70%來計算，過程如下：

1. 舊式 IM 渦輪主機（不含電力回生裝置）： $1,448,820 \times 70\% = 1,014,174$ 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機（含電力回生裝置）： $1,568,820 \times 70\% = 1,098,174$ 元/年
3. 新式 PM 渦輪主機（含電力回生裝置）： $1,808,820 \times 70\% = 1,266,174$ 元/年

整理為以下表格：

表 4-8 使用者(部分買斷)初始成本

類別	初始成本(元/年)
舊式 IM 渦輪主機(不含電力回生裝置)	1,014,174
舊式 IM 渦輪主機(含電力回生裝置)	1,098,174
新式 PM 渦輪主機(含電力回生裝置)	1,266,174

(資料來源：本研究整理)

(二) 固定成本：同全部買斷之固定成本，條列如下：

1. 定期檢驗費：17,000 元/年
2. 電費：
 - (1)舊式 IM 渦輪主機（不含電力回生裝置）：175,200 元/年
 - (2)舊式 IM 渦輪主機（含電力回生裝置）：135,782 元/年
 - (3)新式 PM 渦輪主機（含電力回生裝置）：87,808 元/年

整理為以下表格：

表 4-9 使用者(部分買斷)固定成本

類別	檢驗費(年)	電費(年)	總計
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	17,000	175,200	192,200
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	17,000	135,782	152,782
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	17,000	87,808	104,808

(資料來源：本研究整理)

(三) 更新成本：為使用階段中之保養費（條件 6.）與維修費，以條件 9. 之設備計算每年平均費用，計算過程如下：

1. 保養費： $3,000 \times 12 \times 2$ （臺）=72,000 元/年

2. 維修費：

(1) 舊式 IM 渦輪主機（不含電力回生裝置）：103,468 元/年

(2) 舊式 IM 渦輪主機（含電力回生裝置）：103,468 元/年

(3) 新式 PM 渦輪主機（含電力回生裝置）：115,468 元/年

整理為以下表格：

表 4-10 使用者(部分買斷)更新成本

類別	保養費(年)	維修費(年)	總計
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	72,000	103,468	175,468
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	72,000	103,468	175,468
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	72,000	115,468	187,468

(資料來源：本研究整理)

(四) 第一年之淨現值：

表 4-11 使用者(部分買斷) 1styr 淨現值

類別	總成本(C)		通膨率(R)=3%	折現率(K)=4%	淨現值 NPV=C*R/K
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,014,174	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,014,174
	1 st yr 固定成本	192,200	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	190,352
	1 st yr 更新成本	175,468	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	173,781
舊式 IM 渦輪主機 (含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,098,174	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,098,174
	1 st yr 固定成本	152,782	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	151,313
	1 st yr 更新成本	175,468	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	173,781
新式 PM 渦輪主機 (含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,266,174	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,266,174
	1 st yr 固定成本	104,808	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	103,800
	1 st yr 更新成本	187,468	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	185,665

(資料來源：本研究整理)

(五) 每二十年之淨現值：

假設到二十年時昇降設備大多零件需做更換，更新費用以維護廠商接手時所更換之主要零件總成本之 70%，如下所列：

1. 舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)：1,014,174x 70%= 709,922 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)：1,098,174x 70%= 768,722 元/年

3. 新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置) : $1,266,174 \times 70\% = 886,322$ 元/年

而到四十年時電梯已全部更新過，以建築生命週期六十年為例，分別將二十、四十、六十年之淨現值整理如下表：

表 4-12 使用者(部分買斷) 1styr-60thyr 淨現值

類別	1 st yr-20 th yr 淨現值	21 st yr-40 th yr 淨現值	41 st yr-60 th yr 淨現值
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	7,658,693	8,269,283	7,292,612
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	7,028,475	7,689,638	6,632,074
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	6,543,781	7,306,090	6,086,738

(資料來源：本研究整理)

三、使用者 (以租代買)

	成本計算項目 (全部買斷) : 生命週期內皆為買斷模式	成本計算項目 (部分買斷) : 前期為原廠買斷，後期換機電 公司為部分買斷	成本計算項目 (以租代買) : 生命週期內皆為租賃模式
	一般住宅		
使用者	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (檢查費、電費、保養 費、電力回生裝置節省費用) + 更新成本 (維修費)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (檢查費、電費、保養 費、電力回生裝置節省費用) + 更新成本 (維修費)	初始成本 (生產成本 15%) + 固 定成本 (檢查費、電費、保養 費、電力回生裝置節省費用) + 更新成本 (生產成本 85% + 20 年維修費加總)
廠商	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)

(一) 初始成本：為升降梯生產階段所花費之成本，加上合約期間之保養維修費總和，再以 15% 作為初始成本，計算過程如下：

1. 舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置) :

$$[1,448,820 + 175,468 \times 20(\text{年})] \times 15\% = 743,727 \text{ 元/年}$$

2. 舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置) :

$$[1,568,820 + 175,468 \times 20(\text{年})] \times 15\% = 761,727 \text{ 元/年}$$

3. 新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置) :

$$[1,808,820 + 187,468 \times 20(\text{年})] \times 15\% = 833,727 \text{ 元/年}$$

整理為以下表格 :

表 4-13 使用者(以租代買)初始成本

類別	初始成本(元/年)
舊式 IM 渦輪主機(不含電力回生裝置)	743,727
舊式 IM 渦輪主機(含電力回生裝置)	761,727
新式 PM 渦輪主機(含電力回生裝置)	833,727

(資料來源：本研究整理)

(二) 固定成本：包含使用階段中之定期檢驗費(條件 1.)、電費(條件 2.、3.、4.)、電力回生裝置產生電費(條件 5.)，與買斷模式之計算過程相同。

整理為以下表格 :

表 4-14 使用者(以租代買)固定成本

類別	檢驗費(年)	電費(年)	總計
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	17,000	175,200	192,200
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	17,000	135,782	152,782
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	17,000	87,808	104,808

(資料來源：本研究整理)

(三) 更新成本：為升降梯生產階段所花費之成本，加上合約期間之保養維修費總和，再以 85% 作為更新成本，計算過程如下：

1. 舊式 IM 渦輪主機（不含電力回生裝置）：

$$[1,448,820 + 175,468 \times 20(\text{年})] \times 85\% / 20(\text{年}) \approx 210,723 \text{ 元/年}$$

2. 舊式 IM 渦輪主機（含電力回生裝置）：

$$[1,568,820 + 175,468 \times 20(\text{年})] \times 85\% / 20(\text{年}) \approx 215,823 \text{ 元/年}$$

3. 新式 PM 渦輪主機（含電力回生裝置）：

$$[1,808,820 + 187,468 \times 20(\text{年})] \times 85\% / 20(\text{年}) \approx 236,223 \text{ 元/年}$$

整理為以下表格：

表 4-15 使用者(以租代買)更新成本

類別	更新成本(元/年)
舊式 IM 渦輪主機(不含電力回生裝置)	210,723
舊式 IM 渦輪主機(含電力回生裝置)	215,823
新式 PM 渦輪主機(含電力回生裝置)	236,223

(資料來源：本研究整理)

(四) 第一年之淨現值：

表 4-16 使用者(以租代買) 1styr 淨現值

類別	總成本(C)		通膨率(R)=3%	折現率(K)=4%	淨現值 NPV=C*R/K
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	743,727	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	743,727
	1 st yr 固定成本	192,200	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	190,352

	1 st yr 更新成本	210,723	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	208,697
舊式 IM 渦輪主機 (含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	761,727	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	761,727
	1 st yr 固定成本	152,782	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	151,313
	1 st yr 更新成本	215,823	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	213,748
新式 PM 渦輪主機 (含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	833,727	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	833,727
	1 st yr 固定成本	104,808	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	103,800
	1 st yr 更新成本	236,223	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	233,952

(資料來源：本研究整理)

(五) 每二十年之淨現值：

假設昇降設備於第三十年時需做整體更新，其餘維修費用皆以固定租金來做計算。

以建築生命週期六十年為例，分別將二十、四十、六十年之淨現值整理如下表：

表 4-17 使用者(以租代買) 1styr-60thyr 淨現值

類別	1 st yr-20 th yr 淨現值	21 st yr-40 th yr 淨現值	41 st yr-60 th yr 淨現值
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	8,028,912	7,961,074	7,292,336
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	7,425,631	7,356,152	6,671,229
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	6,997,889	6,921,842	6,172,178

(資料來源：本研究整理)

四、廠商（全部買斷）

	成本計算項目（全部買斷）： 生命週期內皆為買斷模式	成本計算項目（部分買斷）： 前期為原廠買斷，後期換機電 公司為部分買斷	成本計算項目（以租代買）： 生命週期內皆為租賃模式
	一般住宅		
使用者	初始成本（生產成本）+固定 成本（檢查費、電費、保養 費、電力回生裝置節省費用） +更新成本（維修費）	初始成本（生產成本）+固定 成本（檢查費、電費、保養 費、電力回生裝置節省費用） +更新成本（維修費）	初始成本（生產成本 15%）+固 定成本（檢查費、電費、保養 費、電力回生裝置節省費用） +更新成本（生產成本 85%+20 年維修費加總）
廠商	初始成本（生產成本）+固定 成本（人事成本）	初始成本（生產成本）+固定 成本（人事成本）	初始成本（生產成本）+固定 成本（人事成本）

（一）初始成本：亦為生產成本，條列如下：

1. 舊式 IM 渦輪主機（不含電力回生裝置）：1,448,820 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機（含電力回生裝置）：1,568,820 元/年
3. 新式 PM 渦輪主機（含電力回生裝置）：1,808,820 元/年

（二）固定成本：假設人事成本同業主為：1,984,000 元/年

整理為以下表格：

表 4-18 廠商(全部買斷)總成本

類別	初始成本	固定成本	總計
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	1,448,820	1,984,000	3,432,820
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	1,568,820	1,984,000	3,552,820
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	1,808,820	1,984,000	3,792,820

（資料來源：本研究整理）

(三) 第一年之淨現值：

表 4-19 廠商(全部買斷) 1styr 淨現值

類別	總成本(C)		通膨率(R)=3%	折現率(K)=4%	淨現值 NPV=C*R/K
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,448,820	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,448,820
	1 st yr 固定成本	1,984,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,964,923
舊式 IM 渦輪主機 (含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,568,820	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,568,820
	1 st yr 固定成本	1,984,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,964,923
新式 PM 渦輪主機 (含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,808,820	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,808,820
	1 st yr 固定成本	1,984,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,964,923

(資料來源：本研究整理)

(四) 每二十年之淨現值：

假設到二十年時電梯大多零件需做更換，生產成本以初始成本之 50%來做計算，如下所列：

1. 舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置) : $1,448,820 \times 50\% = 724,410$ 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置) : $1,568,820 \times 50\% = 784,410$ 元/年
3. 新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置) : $1,808,820 \times 50\% = 904,410$ 元/年

而到四十年時電梯已全部更新過，以建築生命週期六十年為例，分別將二十、四十、六十年之淨現值整理如下表：

表 4-20 廠商(全部買斷) 1styr-60thyr 淨現值

類別	1 st yr-20 th yr 淨現值	21 st yr-40 th yr 淨現值	41 st yr-60 th yr 淨現值
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	37,342,480	37,210,330	35,907,591
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	37,461,327	37,318,230	35,907,591
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	37,699,019	37,534,032	35,907,591

(資料來源：本研究整理)

五、廠商 (部分買斷)

	成本計算項目 (全部買斷)： 生命週期內皆為買斷模式	成本計算項目 (部分買斷)： 前期為原廠買斷，後期換機電 公司為部分買斷	成本計算項目 (以租代買)： 生命週期內皆為租賃模式
	一般住宅		
使用者	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (檢查費、電費、保養 費、電力回生裝置節省費用) + 更新成本 (維修費)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (檢查費、電費、保養 費、電力回生裝置節省費用) + 更新成本 (維修費)	初始成本 (生產成本 15%) + 固 定成本 (檢查費、電費、保養 費、電力回生裝置節省費用) + 更新成本 (生產成本 85% + 20 年維修費加總)
廠商	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)

(一) 初始成本：

亦為生產成本，同使用者部分買斷之初始成本計算方式採加總之 70%，條列如下：

1. 舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)：1,448,820x 70%= 1,014,174 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)：1,568,820 x 70%= 1,098,174 元/年
3. 新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)：1,808,820 x 70%= 1,266,174 元/年

(二) 固定成本：假設人事成本同業主為：1,984,000 元/年

整理為以下表格：

表 4-21 廠商(部分買斷)總成本

類別	初始成本	固定成本	總計
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	1,014,174	1,984,000	2,998,174
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	1,098,174	1,984,000	3,082,174
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	1,266,174	1,984,000	3,250,174

(資料來源：本研究整理)

(三) 第一年之淨現值：

表 4-22 廠商(部分買斷) 1styr 淨現值

類別	總成本(C)		通膨率(R)=3%	折現率(K)=4%	淨現值 NPV=C*R/K
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,014,174	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,014,174
	1 st yr 固定成本	1,984,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,964,923
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,098,174	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,098,174
	1 st yr 固定成本	1,984,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,964,923
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,266,174	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,266,174
	1 st yr 固定成本	1,984,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,964,923

(資料來源：本研究整理)

(四) 每二十年之淨現值：

假設到二十年時昇降設備大多零件需做更換，更新費用以維護廠商接手時所更換之主要零件總成本之 70%，如下所列：

1. 舊式 IM 渦輪主機（不含電力回生裝置）：1,014,174x 70%= 709,922 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機（含電力回生裝置）：1,098,174x 70%= 768,722 元/年
3. 新式 PM 渦輪主機（含電力回生裝置）：1,266,174x 70%= 886,322 元/年

而到四十年時電梯已全部更新過，以建築生命週期六十年為例，分別將二十、四十、六十年之淨現值整理如下表：

表 4-23 廠商(部分買斷) 1styr-60thyr 淨現值

類別	1 st yr-20 th yr 淨現值	21 st yr-40 th yr 淨現值	41 st yr-60 th yr 淨現值
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	36,912,014	37,522,604	36,545,933
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	36,995,206	37,656,369	36,598,805
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	37,161,591	37,923,899	36,704,547

(資料來源：本研究整理)

六、廠商（以租代買）

	成本計算項目（全部買斷）： 生命週期內皆為買斷模式	成本計算項目（部分買斷）： 前期為原廠買斷，後期換機電 公司為部分買斷	成本計算項目（以租代買）： 生命週期內皆為租賃模式
	一般住宅		
使用者	初始成本（生產成本）+固定 成本（檢查費、電費、保養 費、電力回生裝置節省費用） +更新成本（維修費）	初始成本（生產成本）+固定 成本（檢查費、電費、保養 費、電力回生裝置節省費用） +更新成本（維修費）	初始成本（生產成本 15%）+固 定成本（檢查費、電費、保養 費、電力回生裝置節省費用） +更新成本（生產成本 85%+20 年維修費加總）
廠商	初始成本（生產成本）+固定 成本（人事成本）	初始成本（生產成本）+固定 成本（人事成本）	初始成本（生產成本）+固定 成本（人事成本）

（一）初始成本：亦為生產成本，條列如下：

1. 舊式 IM 渦輪主機（不含電力回生裝置）：1,448,820 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機（含電力回生裝置）：1,568,820 元/年
3. 新式 PM 渦輪主機（含電力回生裝置）：1,808,820 元/年

（二）固定成本：假設人事成本同業主為：1,250,000 元/年

整理為以下表格：

表 4-24 廠商(以租代買)總成本

類別	初始成本	固定成本	總計
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	1,448,820	1,250,000	2,698,820
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	1,568,820	1,250,000	2,818,820
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	1,808,820	1,250,000	3,058,820

（資料來源：本研究整理）

(三) 第一年之淨現值：

表 4-25 廠商(以租代買) 1styr 淨現值

類別	總成本(C)		通膨率(R)=3%	折現率(K)=4%	淨現值 NPV=C*R/K
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,448,820	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,448,820
	1 th yr 固定成本	1,250,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,237,981
舊式 IM 渦輪主機 (含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,568,820	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,568,820
	1 th yr 固定成本	1,250,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,237,981
新式 PM 渦輪主機 (含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,808,820	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,808,820
	1 th yr 固定成本	1,250,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,237,981

(資料來源：本研究整理)

(四) 每二十年之淨現值：

假設到二十年時大多電梯零件需做更換，生產成本以初始成本之 50%來做計算，如下所列：

1. 舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)：1,448,820x 50%= 724,410 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)：1,568,820x 50%= 784,410 元/年
3. 新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)：1,808,820x 50%= 904,410 元/年

而到四十年時電梯已全部更新過，以建築生命週期六十年為例，分別將二十、四十、六十年之淨現值整理如下表：

表 4-26 廠商(以租代買) 1styr-60thyr 淨現值

類別	1 st yr-20 th yr 淨現值	21 st yr-40 th yr 淨現值	41 st yr-60 th yr 淨現值
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	24,058,119	24,643,413	23,274,600
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	24,176,966	24,810,737	23,328,550
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	24,414,658	25,145,384	23,436,451

(資料來源：本研究整理)

貳、社會住宅

一、使用者 (全部買斷)

	成本計算項目 (全部買斷)： 生命週期內皆為買斷模式	成本計算項目 (部分買斷)： 前期為原廠買斷，後期換機電 公司為部分買斷	成本計算項目 (以租代買)： 生命週期內皆為租賃模式
社會住宅			
使用者	固定成本 (租金、電費、電力 回生裝置節省費用、物管費 用)	固定成本 (租金、電費、電力 回生裝置節省費用、物管費 用)	固定成本 (租金、電費、電力 回生裝置節省費用)
業主	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (檢查費、保養費) + 更 新成本 (維修費、人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (檢查費、保養費) + 更 新成本 (維修費、人事成本)	初始成本 (生產成本 15%) + 固 定成本 (檢查費、人事成本) + 更新成本 (生產成本 85% + 20 年維修費加總)
廠商	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)

(一) 固定成本：包含固定之租金、電費及物管費用 (由於假設中租金已包含租賃模式之物管費用，因此此處為買斷模式之物管人事成本減掉租賃模式之物管人事成本多出的費用)，計算過程如下：

1. 租金：

$$18,000 (\text{月}) \times 12 \times 60(\text{戶}) = 12,960,000 (\text{年})$$

2. 物管費用：

$$[1,984,000 (\text{買斷}) - 1,250,000 (\text{租賃})] = 734,000 \text{ 元/年}$$

3. 電費：

$$\text{電力回生節省電費 IM} : 87,600 \times 25\%(\text{節電率}) \times 90\%(\text{參差因數}) = 19,709 \text{ 元/年}$$

$$\text{PM} : 56,650 \times 25\%(\text{節電率}) \times 90\%(\text{參差因數}) = 12,746 \text{ 元/年}$$

(1) 舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)：

$$15 (\text{kW/hp}) \times 3650 (\text{hr/年}) \times 0.5(\text{使用率}) \times 3.2 \times 2 (\text{臺}) = 175,200 \text{ 元/年}$$

(2) 舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)：

$$[15 (\text{kW/hp}) \times 3650 (\text{hr/年}) \times 0.5(\text{使用率}) \times 3.2 - 19,709 (\text{電力回生})] \times 2 (\text{臺}) = 135,782 \text{ 元/年}$$

(3) 新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)：

$$[19.7 (\text{kW/hp}) \times 3650 (\text{hr/年}) \times 0.5(\text{使用率}) \times 3.2 - 12,746 (\text{電力回生})] \times 2 (\text{臺}) = 87,808 \text{ 元/年}$$

整理為以下表格：

表 4-27 使用者(全部買斷)總成本

類別	租金(年)	物管費用(年)	電費(年)	總計
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	12,960,000	734,000	175,200	13,869,200
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	12,960,000	734,000	135,782	13,829,782
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	12,960,000	734,000	87,808	13,781,808

(資料來源：本研究整理)

(二) 第一年之淨現值：

表 4-28 使用者(全部買斷) 1styr 淨現值

類別	總成本(C)	通膨率(R)=3%	折現率(K)=4%	淨現值 NPV=C*R/K
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	13,869,200	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	13,735,842
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	13,829,782	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	13,696,803
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	13,781,808	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	13,649,291

(資料來源：本研究整理)

(三) 每二十年之淨現值：

假設到二十年時電梯大多零件需做更換，生產成本以初始成本之 50%來做計算，如下所列：

1. 舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置) : $1,448,820 \times 50\% = 724,410$ 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置) : $1,568,820 \times 50\% = 784,410$ 元/年
3. 新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置) : $1,808,820 \times 50\% = 904,410$ 元/年

而到四十年時電梯已全部更新過，以建築生命週期六十年為例，分別將二十、四十、六十年之淨現值整理如下表：

表 4-29 使用者(全部買斷) 1styr-60thyr 淨現值

類別	1 st yr-20 th yr 淨現值	21 st yr-40 th yr 淨現值	41 st yr-60 th yr 淨現值
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	251, 012, 886	251, 730, 331	251, 664, 255
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	250, 299, 476	251, 076, 344	251, 004, 796
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	249, 431, 215	250, 326, 929	250, 244, 435

(資料來源：本研究整理)

二、使用者 (部分買斷)

	成本計算項目 (全部買斷)： 生命週期內皆為買斷模式	成本計算項目 (部分買斷)： 前期為原廠買斷，後期換機電 公司為部分買斷	成本計算項目 (以租代買)： 生命週期內皆為租賃模式
	社會住宅		
使用者	固定成本 (租金、電費、電力 回生裝置節省費用、物管費 用)	固定成本 (租金、電費、電力 回生裝置節省費用、物管費 用)	固定成本 (租金、電費、電力 回生裝置節省費用)
業主	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (檢查費、保養費) + 更 新成本 (維修費、人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (檢查費、保養費) + 更 新成本 (維修費、人事成本)	初始成本 (生產成本 15%) + 固 定成本 (檢查費、人事成本) + 更新成本 (生產成本 85% + 20 年維修費加總)
廠商	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)

(一) 固定成本：包含固定之租金、電費及物管費用 (由於假設中租金已包含租賃模式之物管費用，因此此處為買斷模式之物管人事成本減掉租賃模式之物管人事成本多出的費用)，計算過程如下：

1. 租金：

$$18,000 (\text{月}) \times 12 \times 60 (\text{戶}) = 12,960,000 (\text{年})$$

2. 物管費用：

$$[1,984,000 \text{ (買斷)} - 1,250,000 \text{ (租賃)}] = 734,000 \text{ 元/年}$$

3. 電費：

$$\text{電力回生節省電費 IM} : 87,600 \times 25\% \text{ (節電率)} \times 90\% \text{ (參差因數)} = 19,709 \text{ 元/年}$$

$$\text{PM} : 56,650 \times 25\% \text{ (節電率)} \times 90\% \text{ (參差因數)} = 12,746 \text{ 元/年}$$

(1) 舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)：

$$15 \text{ (kW/hp)} \times 3650 \text{ (hr/年)} \times 0.5 \text{ (使用率)} \times 3.2 \times 2 \text{ (臺)} = 175,200 \text{ 元/年}$$

(2) 舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)：

$$[15 \text{ (kW/hp)} \times 3650 \text{ (hr/年)} \times 0.5 \text{ (使用率)} \times 3.2 - 19,709 \text{ (電力回生)}] \times 2 \text{ (臺)} = 135,782 \text{ 元/年}$$

(3) 新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)：

$$[19.7 \text{ (kW/hp)} \times 3650 \text{ (hr/年)} \times 0.5 \text{ (使用率)} \times 3.2 - 12,746 \text{ (電力回生)}] \times 2 \text{ (臺)} = 87,808 \text{ 元/年}$$

整理為以下表格：

表 4-30 使用者(部分買斷)總成本

類別	租金(年)	物管費用(年)	電費(年)	總計
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	12,960,000	734,000	175,200	13,869,200
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	12,960,000	734,000	135,782	13,829,782
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	12,960,000	734,000	87,808	13,781,808

(資料來源：本研究整理)

(二) 第一年之淨現值：

表 4-31 使用者(部分買斷) 1styr 淨現值

類別	總成本(C)	通膨率(R)=3%	折現率(K)=4%	淨現值 NPV=C*R/K
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	13,869,200	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	13,735,842
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	13,829,782	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	13,696,803
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	13,781,808	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	13,649,291

(資料來源：本研究整理)

(三) 每二十年之淨現值：

假設到二十年時升降設備大多零件需做更換，更新費用以維護廠商接手時所更換之主要零件總成本之 70%，如下所列：

1. 舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置) : $1,014,174 \times 70\% = 709,922$ 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置) : $1,098,174 \times 70\% = 768,722$ 元/年
3. 新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置) : $1,266,174 \times 70\% = 886,322$ 元/年

而到四十年時電梯已全部更新過，以建築生命週期六十年為例，分別將二十、四十、六十年之淨現值整理如下表：

表 4-32 使用者(部分買斷) 1styr-60thyr 淨現值

類別	1 st yr-20 th yr 淨現值	21 st yr-40 th yr 淨現值	41 st yr-60 th yr 淨現值
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	251, 012, 886	251, 715, 982	251, 651, 228
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	250, 299, 476	251, 060, 807	250, 990, 690
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	249, 431, 215	250, 309, 014	250, 228, 171

(資料來源：本研究整理)

三、使用者 (以租代買)

	成本計算項目 (全部買斷)： 生命週期內皆為買斷模式	成本計算項目 (部分買斷)： 前期為原廠買斷，後期換機電 公司為部分買斷	成本計算項目 (以租代買)： 生命週期內皆為租賃模式
	社會住宅		
使用者	固定成本 (租金、電費、電力 回生裝置節省費用、物管費 用)	固定成本 (租金、電費、電力 回生裝置節省費用、物管費 用)	固定成本 (租金、電費、電力 回生裝置節省費用)
業主	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (檢查費、保養費) + 更 新成本 (維修費、人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (檢查費、保養費) + 更 新成本 (維修費、人事成本)	初始成本 (生產成本 15%) + 固 定成本 (檢查費、人事成本) + 更新成本 (生產成本 85% + 20 年維修費加總)
廠商	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)

(一) 固定成本：包含固定之租金(已包含物管費用)及電費，計算過程如下：

1. 租金：

$$18,000 \text{ (月)} \times 12 \times 60 \text{ (戶)} = 12,960,000 \text{ (年)}$$

2. 電費：

與買斷模式之計算過程相同。

整理為以下表格：

表 4-33 使用者(以租代買)總成本

類別	租金(年)(含物管費)	電費(年)	總計
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	12,960,000	175,200	13,135,200
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	12,960,000	135,782	13,095,782
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	12,960,000	87,808	13,047,808

(資料來源：本研究整理)

(二) 第一年之淨現值：

表 4-34 使用者(以租代買) 1styr 淨現值

類別	總成本(C)	通膨率(R)=3%	折現率(K)=4%	淨現值 NPV=C*R/K
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	13,135,200	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	13,008,900
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	13,095,782	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	12,969,861
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	13,047,808	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	12,922,348

(資料來源：本研究整理)

(三) 每二十年之淨現值：

假設到二十年時電梯大多零件需做更換，生產成本以初始成本之 50%來做計算，如下所列：

1. 舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置) : $1,448,820 \times 50\% = 724,410$ 元/年

2. 舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置) : 1,568,820x 50%= 784,410 元/年

3. 新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置) : 1,808,820x 50%= 904,410 元/年

而到四十年時電梯已全部更新過，以建築生命週期六十年為例，分別將二十、四十、六十年之淨現值整理如下表：

表 4-35 使用者(以租代買) 1styr-60thyr 淨現值

類別	1 st yr-20 th yr 淨現值	21 st yr-40 th yr 淨現值	41 st yr-60 th yr 淨現值
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	237,728,525	238,445,970	238,379,894
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	237,015,115	237,791,983	237,720,435
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	236,146,854	237,042,568	236,960,074

(資料來源：本研究整理)

四、業主 (全部買斷)

	成本計算項目 (全部買斷) : 生命週期內皆為買斷模式	成本計算項目 (部分買斷) : 前期為原廠買斷，後期換機電 公司為部分買斷	成本計算項目 (以租代買) : 生命週期內皆為租賃模式
社會住宅			
使用者	固定成本 (租金、電費、電力 回生裝置節省費用、物管費 用)	固定成本 (租金、電費、電力 回生裝置節省費用、物管費 用)	固定成本 (租金、電費、電力 回生裝置節省費用)
業主	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (檢查費、保養費) + 更 新成本 (維修費、人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (檢查費、保養費) + 更 新成本 (維修費、人事成本)	初始成本 (生產成本 15%) + 固 定成本 (檢查費、人事成本) + 更新成本 (生產成本 85% + 20 年維修費加總)
廠商	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)

(一) 初始成本：亦為生產成本，條列如下：

1. 舊式 IM 渦輪主機（不含電力回生裝置）：1,448,820 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機（含電力回生裝置）：1,568,820 元/年
3. 新式 PM 渦輪主機（含電力回生裝置）：1,808,820 元/年

(二) 固定成本：包含使用階段中之定期檢驗費（條件 1.），計算過程如下：

定期檢驗費：8,500x 2（臺）= 17,000 元/年

(三) 更新成本：包含使用階段中之保養費（條件 6.）、維修費（條件 8.）與人事成本（條件 7.），計算過程如下：

1. 保養費：3,000x 12 x 2（臺）=72,000 元/年

2. 維修費：

(1) 舊式 IM 渦輪主機（不含電力回生裝置）：103,468 元/年

(2) 舊式 IM 渦輪主機（含電力回生裝置）：103,468 元/年

(3) 新式 PM 渦輪主機（含電力回生裝置）：115,468 元/年

3. 人事成本：1,984,000 元/年

整理為以下表格：

表 4-36 業主(全部買斷)總成本

類別	初始成本	固定成本	更新成本	人事成本	總計
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	1,448,820	17,000	175,468	1,984,000	3,625,288
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	1,568,820	17,000	175,468	1,984,000	3,745,288
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	1,808,820	17,000	187,468	1,984,000	3,997,288

(資料來源：本研究整理)

(四) 第一年之淨現值：

表 4-37 業主(全部買斷) 1styr 淨現值

類別	總成本(C)		通膨率(R)=3%	折現率(K)=4%	淨現值 NPV=C*R/K
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,448,820	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,448,820
	1 th yr 固定成本	17,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	16,837
	1 th yr 更新成本	175,468	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	173,781
	1 th yr 人事成本	1,984,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,964,923
舊式 IM 渦輪主機 (含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,568,820	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,568,820
	1 th yr 固定成本	17,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	16,837
	1 th yr 更新成本	175,468	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	173,781
	1 th yr 人事成本	1,984,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,964,923
新式 PM 渦輪主機 (含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,808,820	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,808,820
	1 th yr 固定成本	17,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	16,837
	1 th yr 更新成本	187,468	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	185,665
	1 th yr 人事成本	1,984,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,964,923

(資料來源：本研究整理)

(五) 每二十年之淨現值：

假設到二十年時電梯大多零件需做更換，生產成本以初始成本之 50%來做計算，如下所列：

1. 舊式 IM 渦輪主機（不含電力回生裝置）：1,448,820x 50%= 724,410 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機（含電力回生裝置）：1,568,820x 50%= 784,410 元/年
3. 新式 PM 渦輪主機（含電力回生裝置）：1,808,820x 50%= 904,410 元/年

而到四十年時電梯已全部更新過，以建築生命週期六十年為例，分別將二十、四十、六十年之淨現值整理如下表：

表 4-38 業主(全部買斷) 1styr-60thyr 淨現值

類別	1 st yr-20 th yr 淨現值	21 st yr-40 th yr 淨現值	41 st yr-60 th yr 淨現值
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	40,825,879	41,411,173	40,042,359
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	40,944,725	41,578,496	40,096,309
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	41,399,600	42,130,327	40,421,393

(資料來源：本研究整理)

五、業主（部分買斷）

	成本計算項目（全部買斷）： 生命週期內皆為買斷模式	成本計算項目（部分買斷）： 前期為原廠買斷，後期換機電 公司為部分買斷	成本計算項目（以租代買）： 生命週期內皆為租賃模式
	社會住宅		
使用者	固定成本（租金、電費、電力 回生裝置節省費用、物管費 用）	固定成本（租金、電費、電力 回生裝置節省費用、物管費 用）	固定成本（租金、電費、電力 回生裝置節省費用）
業主	初始成本（生產成本）+固定 成本（檢查費、保養費）+更 新成本（維修費、人事成本）	初始成本（生產成本）+固定 成本（檢查費、保養費）+更 新成本（維修費、人事成本）	初始成本（生產成本 15%）+固 定成本（檢查費、人事成本） +更新成本（生產成本 85%+20 年維修費加總）
廠商	初始成本（生產成本）+固定 成本（人事成本）	初始成本（生產成本）+固定 成本（人事成本）	初始成本（生產成本）+固定 成本（人事成本）

（一）初始成本：

亦為昇降梯生產階段所花費之成本，但為部分買斷，因此以條件假設中條件 9. 的品項加總後的 70%來計算，過程如下：

1. 舊式 IM 渦輪主機（不含電力回生裝置）： $1,448,820 \times 70\% = 1,014,174$ 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機（含電力回生裝置）： $1,568,820 \times 70\% = 1,098,174$ 元/年
3. 新式 PM 渦輪主機（含電力回生裝置）： $1,808,820 \times 70\% = 1,266,174$ 元/年

（二）固定成本：包含使用階段中之定期檢驗費（條件 1.），計算過程如下：

定期檢驗費： $8,500 \times 2$ （臺）= 17,000 元/年

（三）更新成本：包含使用階段中之保養費（條件 6.）、維修費（條件 8.）與人事成本（條件 7.），計算過程如下：

1. 保養費： $3,000 \times 12 \times 2$ （臺）= 72,000 元/年
2. 維修費：

(1)舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置) : 103,468 元/年

(2)舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置) : 103,468 元/年

(3)新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置) : 115,468 元/年

3. 人事成本 : 1,984,000 元/年

整理為以下表格 :

表 4-39 業主(部分買斷)總成本

類別	初始成本	固定成本	更新成本	人事成本	總計
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	1,014,174	17,000	175,468	1,984,000	3,190,642
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	1,098,174	17,000	175,468	1,984,000	3,274,642
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	1,266,174	17,000	187,468	1,984,000	3,454,642

(資料來源：本研究整理)

(四) 第一年之淨現值：

表 4-40 業主(部分買斷) 1styr 淨現值

類別	總成本(C)		通膨率(R)=3%	折現率(K)=4%	淨現值 NPV=C*R/K
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,014,174	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,014,174
	1 th yr 固定成本	17,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	16,837
	1 th yr 更新成本	175,468	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	173,781
	1 th yr 人事成本	1,984,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,964,923

舊式 IM 渦輪主機 (含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,098,174	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,098,174
	1 th yr 固定成本	17,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	16,837
	1 th yr 更新成本	175,468	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	173,781
	1 th yr 人事成本	1,984,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,964,923
新式 PM 渦輪主機 (含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,266,174	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,266,174
	1 th yr 固定成本	17,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	16,837
	1 th yr 更新成本	187,468	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	185,665
	1 th yr 人事成本	1,984,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,964,923

(資料來源：本研究整理)

(五) 每二十年之淨現值：

假設到二十年時昇降設備大多零件需做更換，更新費用以維護廠商接手時所更換之主要零件總成本之 70%，如下所列：

1. 舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)：1,014,174x 70%= 709,922 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)：1,098,174x 70%= 768,722 元/年
3. 新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)：1,266,174x 70%= 886,322 元/年

而到四十年時電梯已全部更新過，以建築生命週期六十年為例，分別將二十、四十、六十年之淨現值整理如下表：

表 4-41 業主(部分買斷) 1styr-60thyr 淨現值

類別	1 st yr-20 th yr 淨現值	21 st yr-40 th yr 淨現值	41 st yr-60 th yr 淨現值
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	40,395,412	41,006,002	40,029,332
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	40,478,604	41,139,767	40,082,203
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	40,862,172	41,624,481	40,405,129

(資料來源：本研究整理)

六、業主（以租代買）

	成本計算項目（全部買斷）： 生命週期內皆為買斷模式	成本計算項目（部分買斷）： 前期為原廠買斷，後期換機電 公司為部分買斷	成本計算項目（以租代買）： 生命週期內皆為租賃模式
	社會住宅		
使用者	固定成本（租金、電費、電力 回生裝置節省費用、物管費 用）	固定成本（租金、電費、電力 回生裝置節省費用、物管費 用）	固定成本（租金、電費、電力 回生裝置節省費用）
業主	初始成本（生產成本）+固定 成本（檢查費、保養費）+更 新成本（維修費、人事成本）	初始成本（生產成本）+固定 成本（檢查費、保養費）+更 新成本（維修費、人事成本）	初始成本（生產成本 15%）+固 定成本（檢查費、人事成本） +更新成本（生產成本 85%+20 年維修費加總）
廠商	初始成本（生產成本）+固定 成本（人事成本）	初始成本（生產成本）+固定 成本（人事成本）	初始成本（生產成本）+固定 成本（人事成本）

（一）**初始成本**：為升降梯生產階段所花費之成本，加上合約期間之保養維修費總和，再以 15%作為初始成本，條列如下：

1. 舊式 IM 渦輪主機（不含電力回生裝置）：743,727 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機（含電力回生裝置）：761,727 元/年
3. 新式 PM 渦輪主機（含電力回生裝置）：833,727 元/年

(二) 固定成本：包含使用階段中之定期檢驗費（條件 1.）與人事成本，計算過程如下：

1. 定期檢驗費： $8,500 \times 2$ （臺）= 17,000 元/年
2. 人事成本：1,250,000 元/年

(三) 更新成本：為昇降梯生產階段所花費之成本，加上合約期間之保養維修費總和，再以 85%作為更新成本，計算過程如下：

1. 舊式 IM 渦輪主機（不含電力回生裝置）：
 $[1,448,820 + 175,468 \times 20(\text{年})] \times 85\% / 20(\text{年}) \approx 210,723$ 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機（含電力回生裝置）：
 $[1,568,820 + 175,468 \times 20(\text{年})] \times 85\% / 20(\text{年}) \approx 215,823$ 元/年
3. 新式 PM 渦輪主機（含電力回生裝置）：
 $[1,808,820 + 187,468 \times 20(\text{年})] \times 85\% / 20(\text{年}) \approx 236,223$ 元/年

整理為以下表格：

表 4-42 業主(以租代買)總成本

類別	初始成本	固定成本	更新成本	總計
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	743,727	1,267,000	210,723	2,432,173
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	761,727	1,267,000	215,823	2,244,550
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	833,727	1,267,000	236,223	2,336,950

(資料來源：本研究整理)

(四) 第一年之淨現值：

表 4-43 業主(以租代買) 1styr 淨現值

類別	總成本(C)		通膨率(R)=3%	折現率(K)=4%	淨現值 NPV=C*R/K
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	743,727	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	743,727
	1 th yr 固定成本	1,267,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,254,817
	1 th yr 更新成本	210,723	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	208,697
舊式 IM 渦輪主機 (含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	761,727	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	761,727
	1 th yr 固定成本	1,267,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,254,817
	1 th yr 更新成本	215,823	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	213,748
新式 PM 渦輪主機 (含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	833,727	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	833,727
	1 th yr 固定成本	1,267,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,254,817
	1 th yr 更新成本	236,223	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	233,952

(資料來源：本研究整理)

表 4-44 業主(以租代買) 1styr-60thyr 淨現值

類別	1 st yr-20 th yr 淨現值	21 st yr-40 th yr 淨現值	41 st yr-60 th yr 淨現值
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	31, 295, 058	31, 227, 221	30, 558, 482
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	27, 591, 400	27, 521, 921	26, 836, 997
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	28, 031, 919	27, 955, 872	27, 206, 208

(資料來源：本研究整理)

七、廠商 (全部買斷)

	成本計算項目 (全部買斷)： 生命週期內皆為買斷模式	成本計算項目 (部分買斷)： 前期為原廠買斷，後期換機電 公司為部分買斷	成本計算項目 (以租代買)： 生命週期內皆為租賃模式
社會住宅			
使用者	固定成本 (租金、電費、電力 回生裝置節省費用、物管費 用)	固定成本 (租金、電費、電力 回生裝置節省費用、物管費 用)	固定成本 (租金、電費、電力 回生裝置節省費用)
業主	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (檢查費、保養費) + 更 新成本 (維修費、人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (檢查費、保養費) + 更 新成本 (維修費、人事成本)	初始成本 (生產成本 15%) + 固 定成本 (檢查費、人事成本) + 更新成本 (生產成本 85% + 20 年維修費加總)
廠商	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)	初始成本 (生產成本) + 固定 成本 (人事成本)

(一) 初始成本：亦為生產成本，條列如下：

1. 舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)：1, 448, 820 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)：1, 568, 820 元/年
3. 新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)：1, 808, 820 元/年

(二) 固定成本：假設人事成本同業主為：1,984,000 元/年

整理為以下表格：

表 4-45 廠商(全部買斷)總成本

類別	初始成本	固定成本	總計
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	1,448,820	1,984,000	3,432,820
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	1,568,820	1,984,000	3,552,820
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	1,808,820	1,984,000	3,792,820

(資料來源：本研究整理)

(三) 第一年之淨現值：

表 4-46 廠商(全部買斷) 1styr 淨現值

類別	總成本(C)		通膨率(R)=3%	折現率(K)=4%	淨現值 NPV=C*R/K
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,448,820	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,448,820
	1 th yr 固定成本	1,984,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,964,923
舊式 IM 渦輪主機 (含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,568,820	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,568,820
	1 th yr 固定成本	1,984,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,964,923
新式 PM 渦輪主機 (含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,808,820	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,808,820
	1 th yr 固定成本	1,984,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,964,923

(資料來源：本研究整理)

(四) 每二十年之淨現值：

假設到二十年時電梯大多零件需做更換，生產成本以初始成本之 50%來做計算，如下所列：

1. 舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置) : 1,448,820x 50%= 724,410 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置) : 1,568,820x 50%= 784,410 元/年
3. 新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置) : 1,808,820x 50%= 904,410 元/年

而到四十年時電梯已全部更新過，以建築生命週期六十年為例，分別將二十、四十、六十年之淨現值整理如下表：

表 4-47 廠商(全部買斷) 1styr-60thyr 淨現值

類別	1 st yr-20 th yr 淨現值	21 st yr-40 th yr 淨現值	41 st yr-60 th yr 淨現值
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	37,342,480	37,210,330	35,907,591
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	37,461,327	37,318,230	35,907,591
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	37,699,019	37,534,032	35,907,591

(資料來源：本研究整理)

八、廠商（部分買斷）

	成本計算項目（全部買斷）： 生命週期內皆為買斷模式	成本計算項目（部分買斷）： 前期為原廠買斷，後期換機電 公司為部分買斷	成本計算項目（以租代買）： 生命週期內皆為租賃模式
社會住宅			
使用者	固定成本（租金、電費、電力 回生裝置節省費用、物管費 用）	固定成本（租金、電費、電力 回生裝置節省費用、物管費 用）	固定成本（租金、電費、電力 回生裝置節省費用）
業主	初始成本（生產成本）+固定 成本（檢查費、保養費）+更 新成本（維修費、人事成本）	初始成本（生產成本）+固定 成本（檢查費、保養費）+更 新成本（維修費、人事成本）	初始成本（生產成本 15%）+固 定成本（檢查費、人事成本） +更新成本（生產成本 85%+20 年維修費加總）
廠商	初始成本（生產成本）+固定 成本（人事成本）	初始成本（生產成本）+固定 成本（人事成本）	初始成本（生產成本）+固定 成本（人事成本）

（一）初始成本：

亦為生產成本，同使用者部分買斷之初始成本計算方式採加總之 70%，條列如下：

1. 舊式 IM 渦輪主機（不含電力回生裝置）：1,448,820x 70%= 1,014,174 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機（含電力回生裝置）：1,568,820 x 70%= 1,098,174 元/年
3. 新式 PM 渦輪主機（含電力回生裝置）：1,808,820 x 70%= 1,266,174 元/年

（二）固定成本：假設人事成本同業主為：1,984,000 元/年

整理為以下表格：

表 4-48 廠商(部分買斷)總成本

類別	初始成本	固定成本	總計
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	1,014,174	1,984,000	2,998,174
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	1,098,174	1,984,000	3,082,174
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	1,266,174	1,984,000	3,250,174

(資料來源：本研究整理)

(三) 第一年之淨現值：

表 4-49 廠商(部分買斷) 1styr 淨現值

類別	總成本(C)		通膨率(R)=3%	折現率(K)=4%	淨現值 NPV=C*R/K
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,014,174	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,014,174
	1 th yr 固定成本	1,984,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,964,923
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,098,174	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,098,174
	1 th yr 固定成本	1,984,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,964,923
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,266,174	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,266,174
	1 th yr 固定成本	1,984,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,964,923

(資料來源：本研究整理)

(四) 每二十年之淨現值：

假設到二十年時昇降設備大多零件需做更換，更新費用以維護廠商接手時所更換之主要零件總成本之 70%，如下所列：

1. 舊式 IM 渦輪主機（不含電力回生裝置）：1,014,174x 70%= 709,922 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機（含電力回生裝置）：1,098,174x 70%= 768,722 元/年
3. 新式 PM 渦輪主機（含電力回生裝置）：1,266,174x 70%= 886,322 元/年

而到四十年時電梯已全部更新過，以建築生命週期六十年為例，分別將二十、四十、六十年之淨現值整理如下表：

表 4-50 廠商(部分買斷) 1styr-60thyr 淨現值

類別	1 st yr-20 th yr 淨現值	21 st yr-40 th yr 淨現值	41 st yr-60 th yr 淨現值
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	36,912,014	37,522,604	36,545,933
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	36,995,206	37,656,369	36,598,805
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	37,161,591	37,923,899	36,704,547

(資料來源：本研究整理)

九、廠商（以租代買）

	成本計算項目（全部買斷）： 生命週期內皆為買斷模式	成本計算項目（部分買斷）： 前期為原廠買斷，後期換機電 公司為部分買斷	成本計算項目（以租代買）： 生命週期內皆為租賃模式
社會住宅			
使用者	固定成本（租金、電費、電力 回生裝置節省費用、物管費 用）	固定成本（租金、電費、電力 回生裝置節省費用、物管費 用）	固定成本（租金、電費、電力 回生裝置節省費用）
業主	初始成本（生產成本）+固定 成本（檢查費、保養費）+更 新成本（維修費、人事成本）	初始成本（生產成本）+固定 成本（檢查費、保養費）+更 新成本（維修費、人事成本）	初始成本（生產成本 15%）+固 定成本（檢查費、人事成本） +更新成本（生產成本 85%+20 年維修費加總）
廠商	初始成本（生產成本）+固定 成本（人事成本）	初始成本（生產成本）+固定 成本（人事成本）	初始成本（生產成本）+固定 成本（人事成本）

（一）初始成本：亦為生產成本，條列如下：

1. 舊式 IM 渦輪主機（不含電力回生裝置）：1,448,820 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機（含電力回生裝置）：1,568,820 元/年
3. 新式 PM 渦輪主機（含電力回生裝置）：1,808,820 元/年

（二）固定成本：假設人事成本同業主為：1,250,000 元/年

整理為以下表格：

表 4-51 廠商(以租代買)總成本

類別	初始成本	固定成本	總計
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	1,448,820	1,250,000	2,698,820
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	1,568,820	1,250,000	2,818,820
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	1,808,820	1,250,000	3,058,820

（資料來源：本研究整理）

(三) 第一年之淨現值：

表 4-52 廠商(以租代買) 1styr 淨現值

類別	總成本(C)		通膨率(R)=3%	折現率(K)=4%	淨現值 NPV=C*R/K
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,448,820	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,448,820
	1 th yr 固定成本	1,250,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,237,981
舊式 IM 渦輪主機 (含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,568,820	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,568,820
	1 th yr 固定成本	1,250,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,237,981
新式 PM 渦輪主機 (含電力 回生裝置)	0 th yr 初始成本	1,808,820	$(1+3\%)^0=1$	$(1+4\%)^0=1$	1,808,820
	1 th yr 固定成本	1,250,000	$(1+3\%)^1=1.03$	$(1+4\%)^1=1.04$	1,237,981

(資料來源：本研究整理)

(四) 每二十年之淨現值：

假設到二十年時電梯大多零件需做更換，生產成本以初始成本之 50%來做計算，如下所列：

1. 舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)：1,448,820x 50%= 724,410 元/年
2. 舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)：1,568,820x 50%= 784,410 元/年
3. 新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)：1,808,820x 50%= 904,410 元/年

而到四十年時電梯已全部更新過，以建築生命週期六十年為例，分別將二十、四十、六十年之淨現值整理如下表：

表 4-53 廠商(以租代買) 1styr-60thyr 淨現值

類別	1 st yr-20 th yr 淨現值	21 st yr-40 th yr 淨現值	41 st yr-60 th yr 淨現值
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	24,058,119	24,643,413	23,274,600
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	24,176,966	24,810,737	23,328,550
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	24,414,658	25,145,384	23,436,451

(資料來源：本研究整理)

第三節 試算結果

壹、一般住宅

一、生命週期成本比較

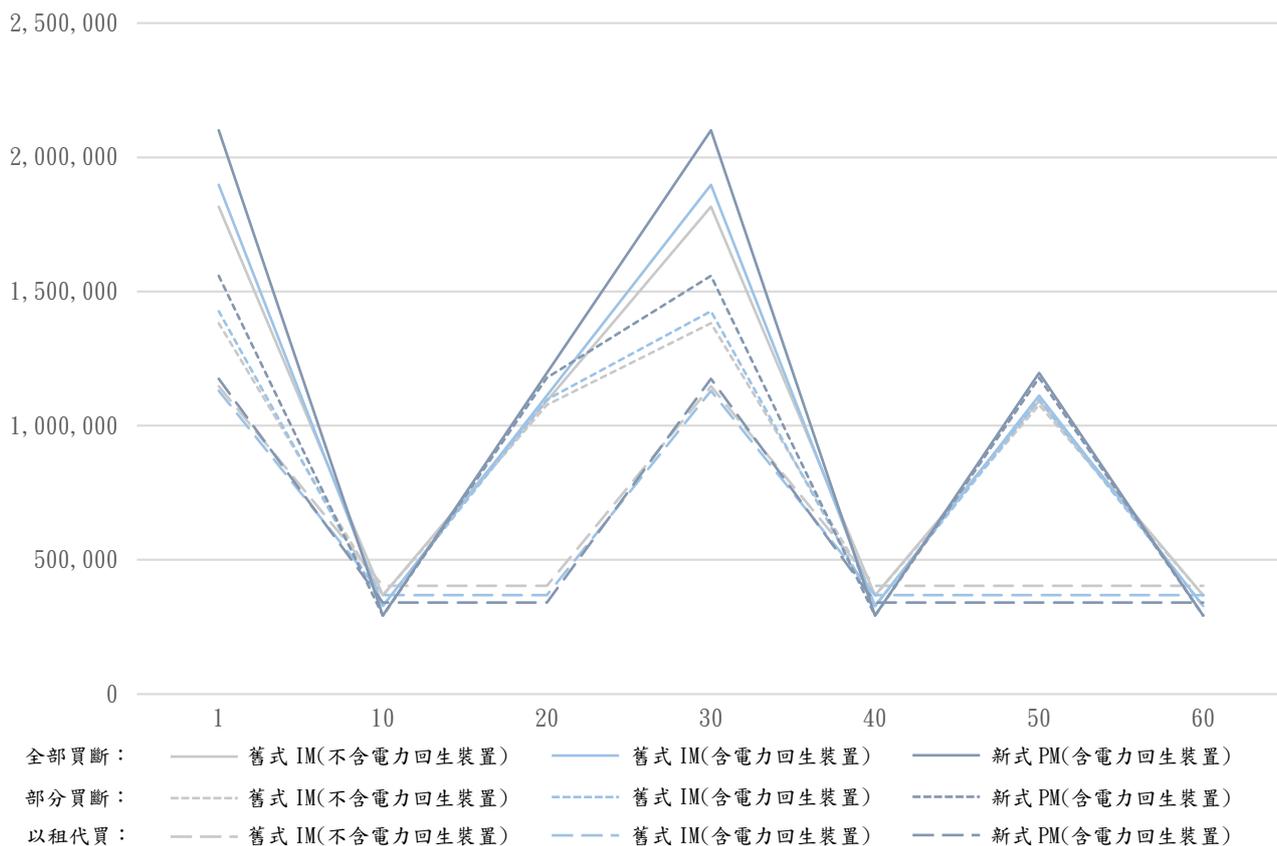


圖 4-1 使用者生命週期成本

(資料來源：本研究繪製)

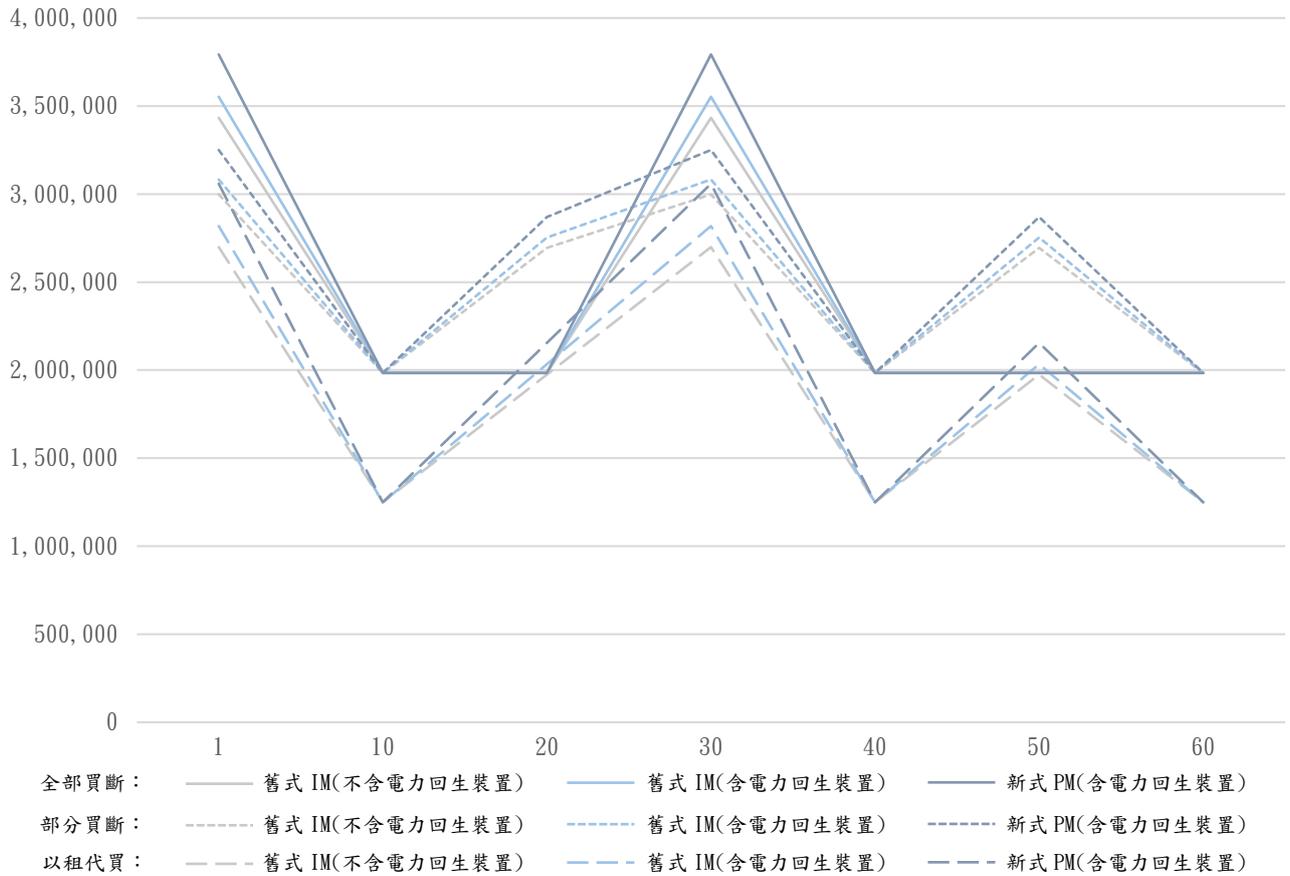


圖 4-2 廠商生命週期成本
(資料來源：本研究繪製)

二、生命週期成本淨現值比較

第一年之淨現值計算結果整理如下表：

表 4-54 一般住宅 1styr 淨現值比較表

	全部買斷	
	使用者	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	1, 812, 953	3, 413, 743
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	1, 893, 914	3, 533, 743
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	2, 098, 285	3, 773, 743
	部分買斷	
	使用者	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	1, 378, 307	2, 979, 097
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	1, 423, 268	3, 063, 097
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	1, 555, 639	3, 231, 097
	以租代買	
	使用者	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	1, 142, 776	2, 686, 801
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	1, 126, 788	2, 806, 801
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	1, 171, 479	3, 046, 801

(資料來源：本研究整理)

第一到二十年之淨現值計算結果整理如下表：

表 4-55 一般住宅 1styr-20thyr 淨現值比較表

	全部買斷	
	使用者	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	8,089,159	37,342,480
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	7,494,596	37,461,327
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	7,081,209	37,699,019
	部分買斷	
	使用者	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	7,658,693	36,912,014
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	7,028,475	36,995,206
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	6,543,781	37,161,591
	以租代買	
	使用者	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	8,028,912	24,058,119
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	7,425,631	24,176,966
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	6,997,889	24,414,658

(資料來源：本研究整理)

第二十一到四十年之淨現值計算結果整理如下表：

表 4-56 一般住宅 21styr-40thyr 淨現值比較表

	全部買斷	
	使用者	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	8,674,453	37,210,330
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	8,128,367	37,318,230
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	7,811,936	37,534,032
	部分買斷	
	使用者	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	8,269,283	37,522,604
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	7,689,638	37,656,369
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	7,306,090	37,923,899
	以租代買	
	使用者	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	7,961,074	24,643,413
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	7,356,152	24,810,737
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	6,921,842	25,145,384

(資料來源：本研究整理)

第四十一到六十年之淨現值計算結果整理如下表：

表 4-57 一般住宅 41styr-60thyr 淨現值比較表

	全部買斷	
	使用者	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	7,305,639	35,907,591
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	6,646,180	35,907,591
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	6,103,002	35,907,591
	部分買斷	
	使用者	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	7,292,612	36,545,933
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	6,632,074	36,598,805
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	6,086,738	36,704,547
	以租代買	
	使用者	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	7,292,336	23,274,600
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	6,671,229	23,328,550
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	6,172,178	23,436,451

(資料來源：本研究整理)

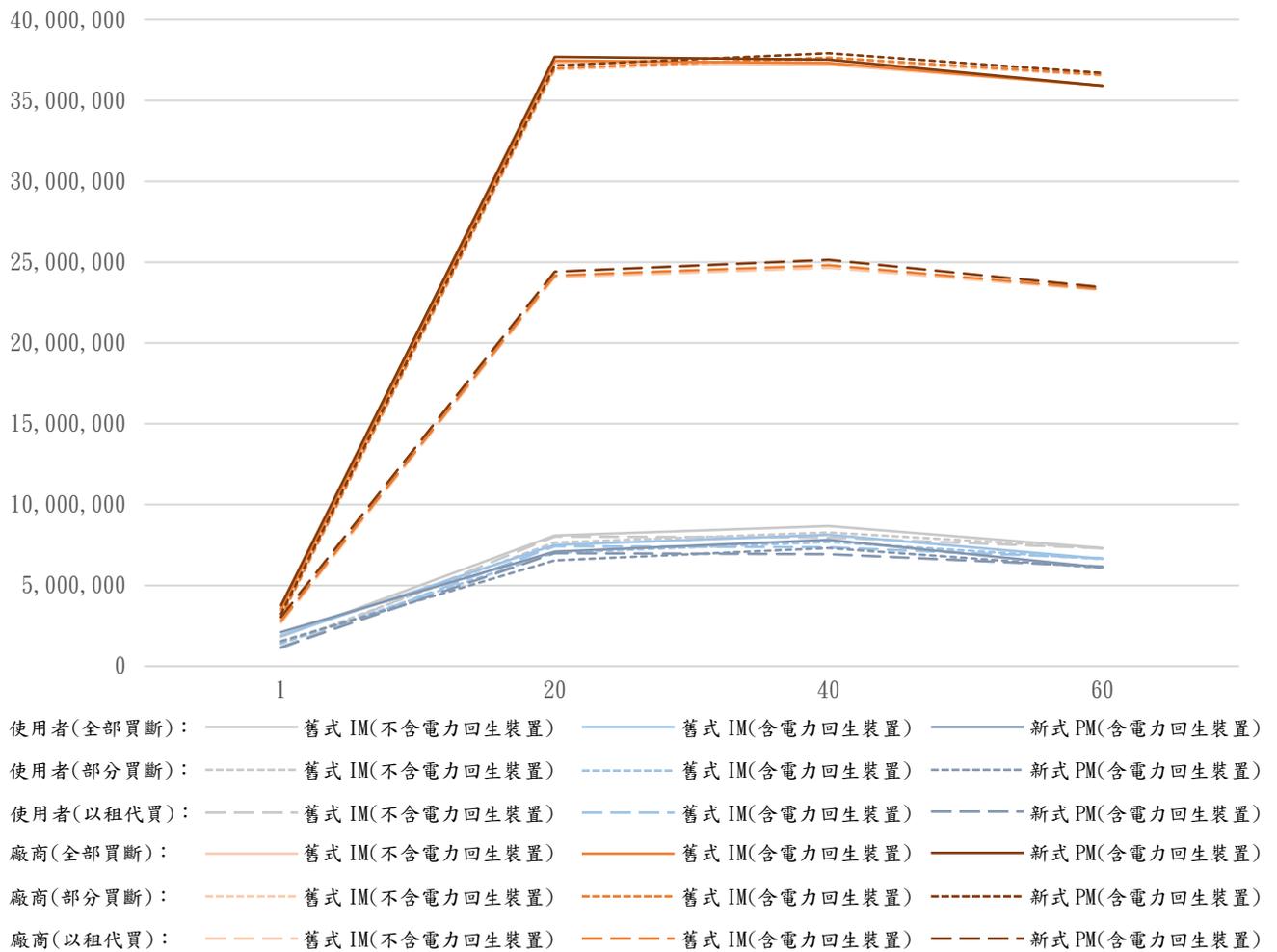


圖 4-3 一般住宅於不同生命週期淨現值統計圖

(資料來源：本研究繪製)

貳、社會住宅

一、生命週期成本比較

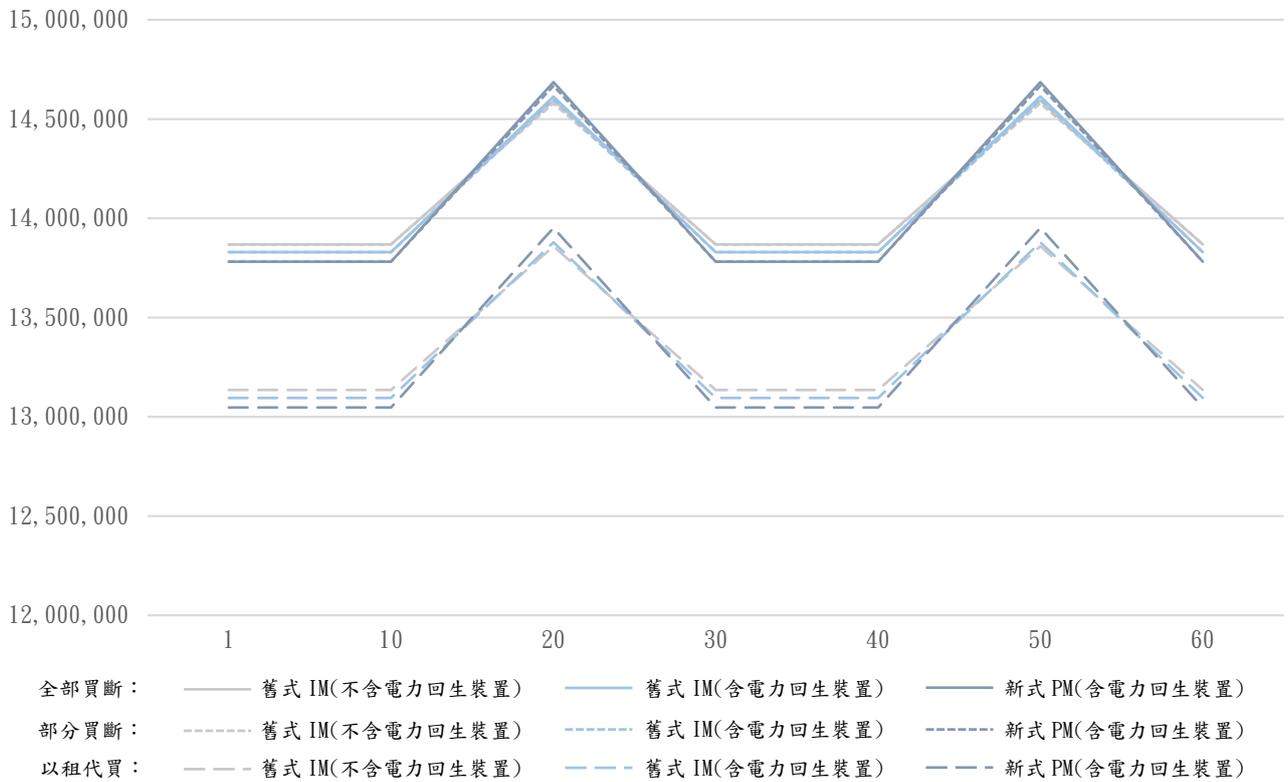


圖 4-4 使用者生命週期成本
(資料來源：本研究繪製)

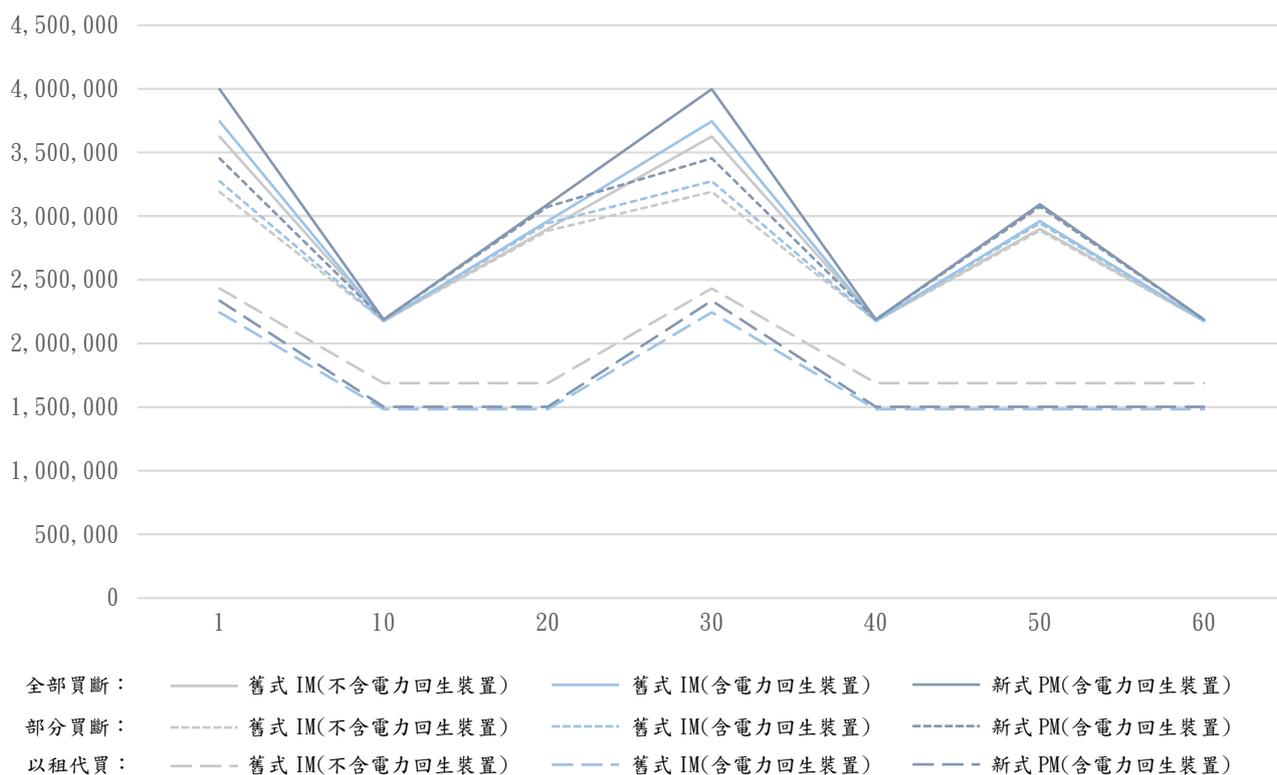


圖 4-5 業主生命週期成本

(資料來源：本研究繪製)

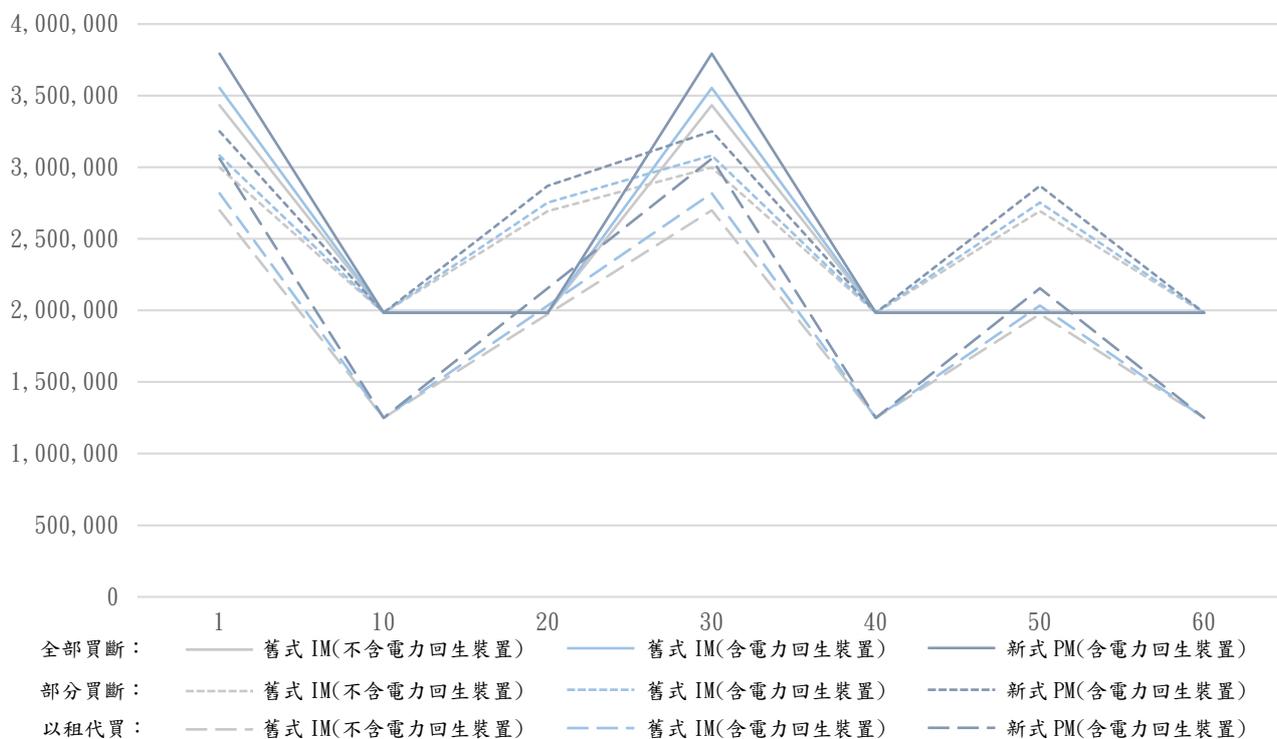


圖 4-6 廠商生命週期成本

(資料來源：本研究繪製)

二、生命週期成本淨現值比較

第一年之淨現值計算結果整理如下表：

表 4-58 社會住宅 1styr 淨現值比較表

	全部買斷		
	使用者	業主	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	13,735,842	3,604,361	3,413,743
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	13,696,803	3,724,361	3,533,743
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	13,649,291	3,976,245	3,773,743
	部分買斷		
	使用者	業主	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	13,735,842	3,169,715	2,979,097
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	13,696,803	3,253,715	3,063,097
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	13,649,291	3,433,599	3,231,097
	以租代買		
	使用者	業主	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	13,008,900	2,207,241	2,686,801
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	12,969,861	2,230,292	2,806,801
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	12,922,348	2,322,496	3,046,801

(資料來源：本研究整理)

第一到二十年之淨現值計算結果整理如下表：

表 4-59 社會住宅 1styr-20thyr 淨現值比較表

	全部買斷		
	使用者	業主	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	251,012,886	40,825,879	37,342,480
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	250,299,476	40,944,725	37,461,327
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	249,431,215	41,399,600	37,699,019
	部分買斷		
	使用者	業主	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	251,012,886	40,395,412	36,912,014
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	250,299,476	40,478,604	36,995,206
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	249,431,215	40,082,203	37,161,591
	以租代買		
	使用者	業主	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	237,728,525	31,295,058	24,058,119
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	237,015,115	27,591,400	24,176,966
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	236,146,854	28,031,919	24,414,658

(資料來源：本研究整理)

第二十一到四十年之淨現值計算結果整理如下表：

表 4-60 社會住宅 21styr-40thyr 淨現值比較表

	全部買斷		
	使用者	業主	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	251, 730, 331	41, 411, 173	37, 210, 330
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	251, 076, 344	41, 578, 496	37, 318, 230
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	250, 326, 929	42, 130, 327	37, 534, 032
	部分買斷		
	使用者	業主	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	251, 715, 982	41, 060, 002	37, 522, 604
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	251, 060, 807	41, 139, 767	37, 656, 369
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	250, 309, 014	41, 624, 481	37, 923, 899
	以租代買		
	使用者	業主	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	238, 445, 970	31, 227, 221	24, 643, 413
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	237, 791, 983	27, 521, 921	24, 810, 737
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	237, 042, 568	27, 955, 872	25, 145, 384

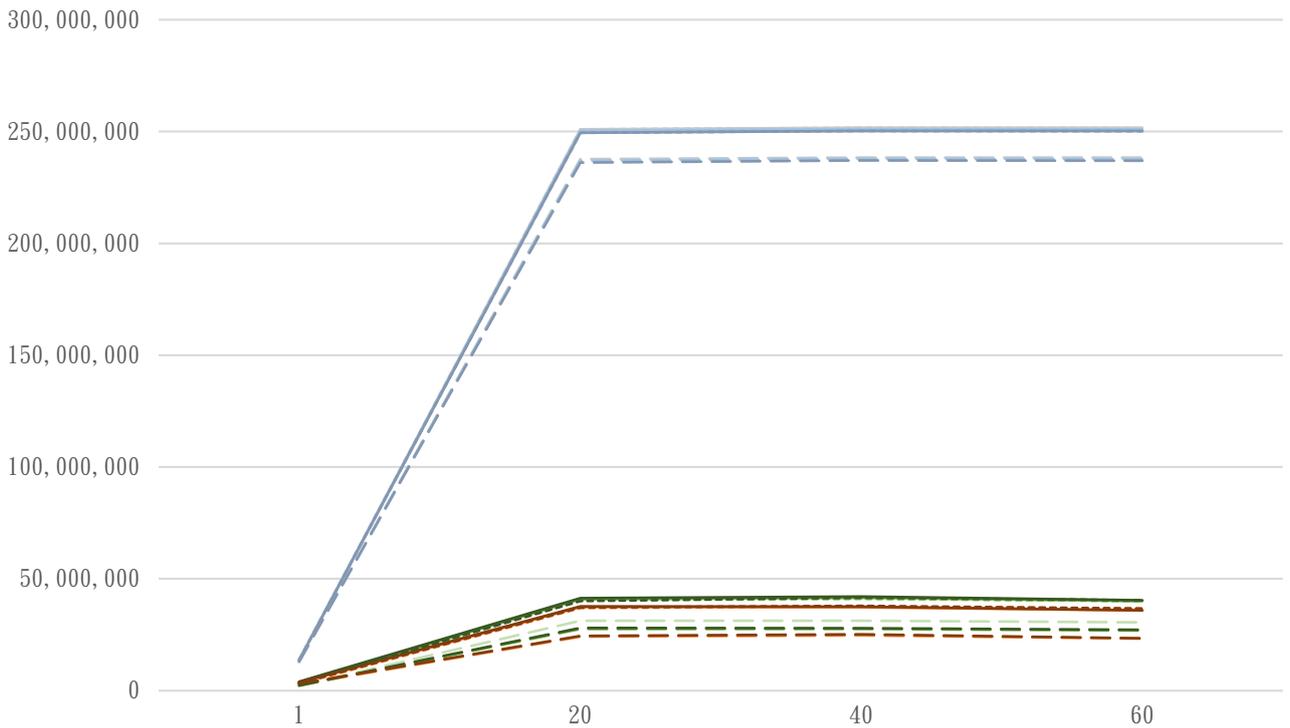
(資料來源：本研究整理)

第四十一到六十年之淨現值計算結果整理如下表：

表 4-61 社會住宅 41styr-60thyr 淨現值比較表

	全部買斷		
	使用者	業主	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	251,664,255	40,042,359	35,907,591
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	251,004,796	40,096,309	35,907,591
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	250,244,435	40,421,393	35,907,591
	部分買斷		
	使用者	業主	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	251,651,228	40,029,332	36,545,933
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	250,990,690	40,082,203	36,598,805
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	250,228,171	40,405,129	36,704,547
	以租代買		
	使用者	業主	廠商
舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	238,379,894	30,558,482	23,274,600
舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	237,720,435	26,836,997	23,328,550
新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	236,960,074	27,206,208	23,436,451

(資料來源：本研究整理)



使用者(全部買斷)：—— 舊式 IM(不含電力回生裝置) —— 舊式 IM(含電力回生裝置) —— 新式 PM(含電力回生裝置)
 使用者(部分買斷)：----- 舊式 IM(不含電力回生裝置) ----- 舊式 IM(含電力回生裝置) ----- 新式 PM(含電力回生裝置)
 使用者(以租代買)：-.-.- 舊式 IM(不含電力回生裝置) -.-.- 舊式 IM(含電力回生裝置) -.-.- 新式 PM(含電力回生裝置)
 業主(全部買斷)：—— 舊式 IM(不含電力回生裝置) —— 舊式 IM(含電力回生裝置) —— 新式 PM(含電力回生裝置)
 業主(部分買斷)：----- 舊式 IM(不含電力回生裝置) ----- 舊式 IM(含電力回生裝置) ----- 新式 PM(含電力回生裝置)
 業主(以租代買)：-.-.- 舊式 IM(不含電力回生裝置) -.-.- 舊式 IM(含電力回生裝置) -.-.- 新式 PM(含電力回生裝置)
 廠商(全部買斷)：—— 舊式 IM(不含電力回生裝置) —— 舊式 IM(含電力回生裝置) —— 新式 PM(含電力回生裝置)
 廠商(部分買斷)：----- 舊式 IM(不含電力回生裝置) ----- 舊式 IM(含電力回生裝置) ----- 新式 PM(含電力回生裝置)
 廠商(以租代買)：-.-.- 舊式 IM(不含電力回生裝置) -.-.- 舊式 IM(含電力回生裝置) -.-.- 新式 PM(含電力回生裝置)

圖 4-7 社會住宅於不同生命週期淨現值統計圖

(資料來源：本研究繪製)

參、各模式綜合比較

表 4-62 一般住宅各模式優缺點比較表

		使用者	廠商
全部買斷	舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	優：馬達零件較便宜；使用期間只需支付維修保養費。 缺：馬達較不省電，無法利用電力回生裝置；初期成本支出較高，且維修保養費用每月不固定，無法準確預估每期支出。	優：初期即有大量收入；也為目前市場上普遍使用之模式。 缺：無長期契約保障，且於每期維修保養的統計與維修部分耗費較多人事成本。
	舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	優：馬達零件較便宜，且可利用電力回生裝置；使用期間只需支付維修保養費。 缺：馬達較不省電，電力回生效果有限；初期成本支出較高，且維修保養費用不固定，無法準確預估每期支出。	優：初期即有大量收入；也為目前市場上普遍使用之模式。 缺：無長期契約保障，且於每期維修保養的統計與維修部分耗費較多人事成本。
	新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	優：可利用電力回生裝置有效節能；使用期間只需支付維修保養費。 缺：馬達初期成本較高；維修保養費用不固定，無法準確預估每期支出。	優：初期即有大量收入；也為目前市場上普遍使用之模式。 缺：無長期契約保障，且於每期維修保養的統計與維修部分耗費較多人事成本。
部分買斷	舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	優：馬達零件較便宜；使用期間只需支付維修保養費。 缺：馬達較不省電，無法利用電力回生裝置；初期成本支出較高，且維修保養費用每月不固定，無法準確預估每期支出。	優：初期即有大量收入；也為目前市場上普遍使用之模式。 缺：無長期契約保障，且於每期維修保養的統計與維修部分耗費較多人事成本。
	舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	優：馬達零件較便宜，且可利用電力回生裝置；使用期間只需支付維修保養費。 缺：馬達較不省電，電力回生效果有限；初期成本支出較高，且維修保養費用不固定，無法準確預估每期支出。	優：初期即有大量收入；也為目前市場上普遍使用之模式。 缺：無長期契約保障，且於每期維修保養的統計與維修部分耗費較多人事成本。
	新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	優：可利用電力回生裝置有效節能；使用期間只需支付維修保養費。 缺：馬達初期成本較高；維修保養費用不固定，無法準確預估每期支出。	優：初期即有大量收入；也為目前市場上普遍使用之模式。 缺：無長期契約保障，且於每期維修保養的統計與維修部分耗費較多人事成本。

以租代買	舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	<p>優：馬達零件較便宜；初期成本支出較低，且使用期間只需支付固定租金。</p> <p>缺：馬達較不省電，無法利用電力回生裝置；租金評估時通常考量全責式而非半責式。</p>	<p>優：具長期契約與工作機會保障；可節省不必要之人事成本。</p> <p>缺：需要長時間才能回本，市場上較少能作為成本評估之參考案例與資料。</p>
	舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	<p>優：馬達零件較便宜，且可利用電力回生裝置；初期成本支出較低，且使用期間只需支付固定租金。</p> <p>缺：馬達較不省電，電力回生效果有限；租金評估時通常考量全責式而非半責式。</p>	<p>優：具長期契約與工作機會保障；可節省不必要之人事成本。</p> <p>缺：需要長時間才能回本，市場上較少能作為成本評估之參考案例與資料。</p>
	新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	<p>優：可利用電力回生裝置有效節能；初期成本支出較低，且使用期間只需支付固定租金。</p> <p>缺：馬達初期成本較高；租金評估時通常考量全責式而非半責式。</p>	<p>優：具長期契約與工作機會保障；可節省不必要之人事成本。</p> <p>缺：需要長時間才能回本，市場上較少能作為成本評估之參考案例與資料。</p>

(資料來源：本研究整理)

表 4-63 社會住宅各模式優缺點比較表

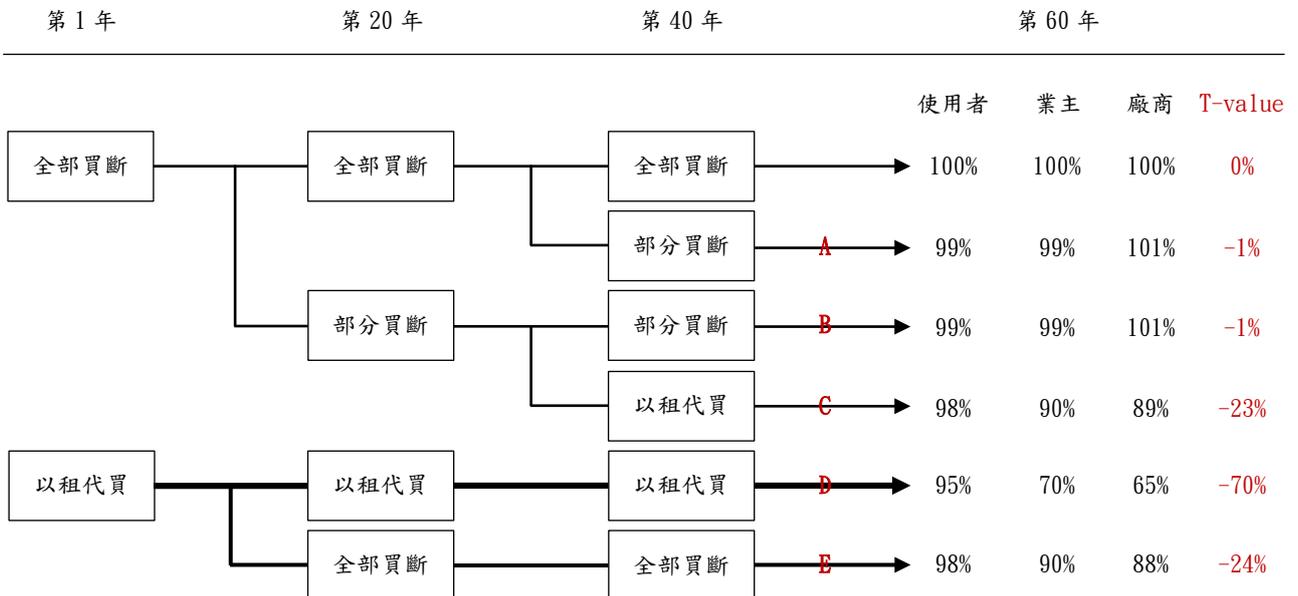
		使用者	業主	廠商
全部買斷	舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	<p>優：只需付固定租金與電費等公共費用即可。</p> <p>缺：不穩定的維修費可能使物管費連帶變不穩定，無法預估每期支出。</p>	<p>優：馬達零件較便宜；使用期間只需支付維修保養費。</p> <p>缺：馬達較不省電，無法利用電力回生裝置；初期成本支出較高，且維修保養費用每月不固定，無法準確預估每期支出。</p>	<p>優：初期即有大量收入；也為目前市場上普遍使用之模式。</p> <p>缺：無長期契約保障，且於每期維修保養的統計與維修部分耗費較多人事成本。</p>
	舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	<p>優：只需付固定租金與電費等公共費用即可。</p> <p>缺：不穩定的維修費可能使物管費連帶變不穩定，無法預估每期支出。</p>	<p>優：馬達零件較便宜，且可利用電力回生裝置；使用期間只需支付維修保養費。</p> <p>缺：馬達較不省電，電力回生效果有限；初期成本支出較高，且維修保養費用不固定，無法準確預估每期支出。</p>	<p>優：初期即有大量收入；也為目前市場上普遍使用之模式。</p> <p>缺：無長期契約保障，且於每期維修保養的統計與維修部分耗費較多人事成本。</p>

	新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	<p>優：只需付固定租金與電費等公共費用即可。</p> <p>缺：不穩定的維修費可能使物管費連帶變不穩定，無法預估每期支出。</p>	<p>優：可利用電力回生裝置有效節能；使用期間只需支付維修保養費。</p> <p>缺：馬達初期成本較高；維修保養費用不固定，無法準確預估每期支出。</p>	<p>優：初期即有大量收入；也為目前市場上普遍使用之模式。</p> <p>缺：無長期契約保障，且於每期維修保養的統計與維修部分耗費較多人事成本。</p>
部分買斷	舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	<p>優：只需付固定租金與電費等公共費用即可。</p> <p>缺：不穩定的維修費可能使物管費連帶變不穩定，無法預估每期支出。</p>	<p>優：馬達零件較便宜；使用期間只需支付維修保養費。</p> <p>缺：馬達較不省電，無法利用電力回生裝置；初期成本支出較高，且維修保養費用每月不固定，無法準確預估每期支出。</p>	<p>優：初期即有大量收入；也為目前市場上普遍使用之模式。</p> <p>缺：無長期契約保障，且於每期維修保養的統計與維修部分耗費較多人事成本。</p>
	舊式 IM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	<p>優：只需付固定租金與電費等公共費用即可。</p> <p>缺：不穩定的維修費可能使物管費連帶變不穩定，無法預估每期支出。</p>	<p>優：馬達零件較便宜，且可利用電力回生裝置；使用期間只需支付維修保養費。</p> <p>缺：馬達較不省電，電力回生效果有限；初期成本支出較高，且維修保養費用不固定，無法準確預估每期支出。</p>	<p>優：初期即有大量收入；也為目前市場上普遍使用之模式。</p> <p>缺：無長期契約保障，且於每期維修保養的統計與維修部分耗費較多人事成本。</p>
	新式 PM 渦輪主機 (含電力回生裝置)	<p>優：只需付固定租金與電費等公共費用即可。</p> <p>缺：不穩定的維修費可能使物管費連帶變不穩定，無法預估每期支出。</p>	<p>優：可利用電力回生裝置有效節能；使用期間只需支付維修保養費。</p> <p>缺：馬達初期成本較高；維修保養費用不固定，無法準確預估每期支出。</p>	<p>優：初期即有大量收入；也為目前市場上普遍使用之模式。</p> <p>缺：無長期契約保障，且於每期維修保養的統計與維修部分耗費較多人事成本。</p>
以租代買	舊式 IM 渦輪主機 (不含電力回生裝置)	<p>優：只需付固定租金與電費等公共費用即可。</p> <p>缺：租金評估時通常考量全責式而非半責式。</p>	<p>優：馬達零件較便宜；初期成本支出較低，且使用期間只需支付固定租金。</p> <p>缺：馬達較不省電，無法利用電力回生裝置；租金評估時通常考量全責式而非半責式。</p>	<p>優：具長期契約與工作機會保障；可節省不必要之人事成本。</p> <p>缺：需要長時間才能回本，市場上較少能作為成本評估之參考案例與資料。</p>

舊式 IM 渦輪主機 (含電力 回生裝置)	優：只需付固定租金與電費等公共費用即可。 缺：租金評估時通常考量全責式而非半責式。	優：馬達零件較便宜，且可利用電力回生裝置；初期成本支出較低，且使用期間只需支付固定租金。 缺：馬達較不省電，電力回生效果有限；租金評估時通常考量全責式而非半責式。	優：具長期契約與工作機會保障；可節省不必要之人事成本。 缺：需要長時間才能回本，市場上較少能作為成本評估之參考案例與資料。
新式 PM 渦輪主機 (含電力 回生裝置)	優：只需付固定租金與電費等公共費用即可。 缺：租金評估時通常考量全責式而非半責式。	優：可利用電力回生裝置有效節能；初期成本支出較低，且使用期間只需支付固定租金。 缺：馬達初期成本較高；租金評估時通常考量全責式而非半責式。	優：具長期契約與工作機會保障；可節省不必要之人事成本。 缺：需要長時間才能回本，市場上較少能作為成本評估之參考案例與資料。

(資料來源：本研究整理)

肆、方案比較



僅以本案例試算使用者、業主及廠商三者成本結果來看，淨現值成本最佳方案為方案 D，其次則為方案 E。

第五章 結論與建議

第一節 結論

1. 本研究調查分析智慧化昇降設備與循環經濟之相關文獻與案例，了解國內外相關法規與認證標準；亦參考建築物與循環經濟之生命週期分類，將建築物昇降設備分成初始成本、固定成本與更新成本三大項，帶入淨現值之計算公式，於案例模擬中算出不同立場針對智慧化昇降設備需花費之總成本與效益差異。

2. 案例模擬中比較了三種不同昇降設備於三種不同商業模式下之成本，智慧化部分以舊式 IM（不含電力回生裝置）、舊式 IM（含電力回生裝置）與新式 PM（含電力回生裝置）三種代表；循環經濟部分則以全部買斷、部分買斷、及以租代買作為條件。根據試算結果可知，不論哪種情境下，舊式 IM（不含電力回生裝置）之總成本幾乎皆為最高；而電力回生裝置之成本雖然較高，但若從生命週期角度切入來看，確實能有效節能。

3. 至於案例模擬中之三種商業模式，全部買斷為目前市場上多被使用的一種，可選擇的廠家較多但由於初期成本較高，加上維修保養費較不固定，因此成本就相對較高。部分買斷則是前期與全部買斷相同，而當後期轉為第三方維護廠商時，以更換重要與損壞零件為主。材料費的部分還有部分公司提供分期的方式，以及較原廠低的保養費用；雖然成本試算不是三種模式中最低的，使用者需付的費用、保養與零件的品質卻是相對較穩定的。至於以租代買的成本試算為三種中最低的，對廠商來說，此種模式可節省一定的人力成本，但昇降設備本身的利潤也較買斷模式低，因此零件的品質較無法保證一定良好，要看廠商本身的選擇。

4. 檢核研究整理與昇降設備相關之法規，較多是以設備的基本規範與檢查的基本規範為主，對於商業模式與選擇的限制與發展較少，法令部分主要以「建築物昇降設備設置及檢查管理辦法」與「建築技術規則-建築設備編 第六章昇降設備」及「政府採購法」等，目前以租代買及預防性維護皆能符合法令，可增加建築物昇降設備設置及檢查管理辦法相關預防性維護之建議內容。然而在以租代買的商業模式上，若為機

關單位仍須考量符合政府採購法之辦理租賃採購等要求。

5. 研究參考 ISO 25745-1, ISO 25745-2之昇降設備能效認證標準進行分析，目前朝向以「電力回生」所產生之電力替換外部電力供應量以達到節能減碳之效益，未來配合建築能效標示制度可持續發展與應用。

6. 本研究提出「以租代買」及「昇降設備電力回生系統」與導入「智慧科技預防性維護」等模式，可進一步配合建築生命週期成本，整合成智慧化建築物昇降設備之創新商業模式。

第二節 建議

根據上述研究成果發現，本研究建議針對智慧化昇降設備導入項目，可依智慧化及使用安全之關聯程度，歸納出較重要之智慧化項目，更可結合循環經濟與生命週期概念，評估成本淨現總值時，應考量不同零件的使用年限與殘值，以便更準確地估計創新商業模式帶來之效益，研究提出以下建議事項：

**建議一、國際標準 ISO 25745系列可作為建築能效標示制度之參考與 CNS 國家標準：
立即可行建議**

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署、經濟部標準檢驗局

研究參考之「國際標準 ISO 25745系列」可作為建築能效標示制度之參考，並可轉譯提供作為 CNS 國家標準，進階更可建議「建築物昇降設備設置及檢查管理辦法」與「建築技術規則-建築設備編 第六章昇降設備」增修訂之應用。

建議二、研究所提出之創新商業模式可擴大應用至智慧建築標章分析使用：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

研究研議之創新商業模式可擴大應用至智慧建築標章，考量以「建築生命週期」來看，建築物生命週期長達 40 至 50 年以上，取得「智慧建築標章」後，在生命週期之營運使用階段，需投入適當之維護經費以維持智慧建築性能及衍生循環經濟商業模式，以智慧科技的導入創造經濟效益產值，應是智慧建築之重要課題，並可進一步接軌國際循環經濟之趨勢。

附錄一 期初審查意見與回應

項次	審查意見	意見回應
1	1. 服務建議書 p. 22 表 12, p. 19~20 表 10 零組件耐基準年限(5, 810, 15, 20, 25 年)分年攤算更新成本。事實上, 昇降設備使用 25 年後的汰舊換新, 如何就耐用年限不是 25 年的零組件分年攤? 如何導向使循環經濟成為可行?	書 p. 22 表 12, p. 19~20 表 10 零組件耐基準年限為短週期的維護保養, 建築物為 60 年長週期, 因此昇降設備在使用 20~30 年後, 透過更新方式替換主要物件, 此時其更新成本增大, 若以循環經濟共享經濟或以租代買方式, 可以減少昇降設備於使用階段之更新費用, 達成循環經濟之效益。
2	p. 19 電力回生置, 成本 6 萬元, 其耐用年限為多少年?	電力回生裝置, 耐用年限若定期維護約 10~20 年, 其回收年限應視回生電力量之效益計算。
3	有否蒐集到可能的其他創新商業模式?	本研究已蒐集目前各國循環經濟商業模式(以租代買、產品服務化..等), 另其他創新商業模式將與計畫執行時蒐集彙整分析。
4	本案屬智慧化居住空間整合應用人工智慧科技發展推廣計畫項下之子計畫, 建議加強與上位計畫關連性討論。	本研究執行上將與上位計畫連結, 並進行應用人工智慧科技於本研究之分析。
5	同上相關樣用先進科技提升經濟效益方面, 亦請多加收集說明。	先進智慧遠端技術做為建築物昇降設備之效益, 本研究執行時將收集現有技術以供做為參考。
6	相關經濟效益之分析值得肯定期待。	本研究將創新商業模式經濟效益進行分析, 提供評估效益之參考。
7	1. P. 4-P. 6 研究背景, 應說明目前電梯設置之商業模式, 影響之要素(如, 初期成本、固定成本、維管成本), 運用智慧建築於昇降設	感謝委員意見, 將執行計畫時增加電梯設置之商業模式與智慧化技術發展於研究背景中, 以求降低維管成本, 達成本案創新

	備之新技術，降低維管成本，達成本案研究創新商業模式可行性評估方法。	商業模式可行性評估方法。
8	南港公共住宅採用電力回生(循環經濟)及中國舊建築物加裝智能兩案值得繼續探討，尤其智能微梯在台灣之適用性請再蒐集相關資料予以探討。	將彙整港公共住宅採用電力回生(循環經濟)及中國舊建築物加裝智能微梯等案例內容與資料於執行計畫時之分析。
9	因應人工智慧及物聯網(AIoT)技術的發展，建築物昇降設備的保養逐漸導入AIoT 技術，以提升產業發展，請問國際上的共享經濟的創新商業模式，在此方面的發展為何？考量國情，在我國適用的可行性為何？	本研究已先行彙整前期智慧化建築物昇降設備之研究計畫成果，相關智慧遠端感知、控制等物聯網方式技術已逐漸落實於業界，本研究將進行相關人工智慧及物聯網之應用智慧化昇降設備技術，並收集共享經濟與循環經濟等創新商業模式進行分析，研究可適用於我國條件之創新商業模式。
10	昇降設備導入 AIoT 智慧化控制的效益為何？尤其 COVID-19 以後，導入遠端監控協助昇降機保養的成效為何？	昇降設備導入 AIoT 智慧化控制可有效預防危險與劣化受損等問題，藉由感知、控制與回饋等方式大數據分析，可再以人工智慧演算決策維修週期與保養週期，增加昇降設備之延壽化與經濟效益。

附錄二 期中審查意見與回應

項次	審查意見	意見回應
1	<p>1. 請於期末報告應納入進度查核對照表。</p> <p>2. 國內外有許多成功案例，文獻蒐集豐富，惟案例部分較欠缺架構式整理是否能夠借鑑這些案例轉化為商業模式一部分?建請補充說明。</p> <p>3. 除商業模式的經濟效益外，建議可增加相關法規對未來商業模式的推動是否有正面影響的部分，例如：誘因或困難點。</p> <p>4. 若本研究納入淨零碳排，電力回生的減碳貢獻如何估算?需再進一步釐清說明。</p>	<p>1. 感謝委員意見，期末報告提供進度查核表。</p> <p>2. 國內外循環經濟商業模式從使用階段進行架構分類:「產品共享(Access)與產品服務化(Performance)」循環經濟商業模式，與探討案例進一步架構可區分為「共享經濟、效益經濟、預測性維護、以租代買」等架構內容。</p> <p>3. 期末報告將增加相關牽涉之法規。</p> <p>4. 研究參考 ISO 25745-1, 2 之昇降設備能效認證標準，主要以電力回生所產生之電力度數替換外部電力供應以達到節能減碳之效益評估。</p>
2	<p>1. 本研究相當有意義，惟創新商業模式，在法律方面可能會受限制，所以應回顧檢視現有法律規範是否有能突破或修改的部分，將更有助於創新商業模式的推動。</p> <p>2. 關於「智能微梯」的案例，可再補充其結構的詳細資訊。</p> <p>3. 建議可再深入探討簡報中提及台糖案例中所運用之循環經濟商業模式對廠商的誘因與效益。</p> <p>4. 期待創新商業模式結合電力回生系統產生的效益與未來發展成果。</p>	<p>1. 本研究以創新商業模式之「以租代買」及預防性維護為主要探討模式，法令部分主要以「建築物昇降設備設置及檢查管理辦法」與「建築技術規則-建築設備編 第六章昇降設備」及「政府採購法」等，目前以租代買及預防性維護皆能符合法令，可增加建築物昇降設備設置及檢查管理辦法相關預防性維護之建議內容。</p> <p>2. 將補充智能微梯詳細資訊於報告書中。</p> <p>3. 將依不同利害關係者進一步分析相對誘因與經濟效益。</p> <p>4. 以租代買等創新商業模式及電力回生系統，以及智慧科技預防性維護等可</p>

		進一步整合成智慧化建築物昇降設備之創新商模。
3	<p>1. 本研究目標明確，期中執行成果符合預期進度。</p> <p>2. 本研究採淨現值計算效益，建議後續專家諮詢會議可邀請財務分析相關專家，檢視計算方式與流程，較為嚴謹。</p>	<p>1. 感謝委員意見。</p> <p>2. 已在第二次專家諮詢會議邀請不動產財金專家與會，檢視本研究提供之淨現值計算，符合財務分析要求。</p>
4	<p>1. 建議針對昇降設備相關國際標準，提出若在臺灣落實所需項目及與相關法規關聯性。</p> <p>2. 本研究中已針對商業模式整理許多文獻與案例，建議可再進一步釐清計畫目標，例如：政府對建築物昇降設備管理平臺之資訊安全優化或創新商業模式衍生之效益與影響，並將所有內容依照架構脈絡清楚的呈現。</p>	<p>1. 本研究已彙整建築物昇降設備之國際標準 ISO 25745-1、25745-2 等標準，其與未來我國與全球之建築能耗標示制度對應，標準內容可作為參考。</p> <p>2. 本研究分別以智慧化導入建築物昇降設備進行預防性維修，其產生之產品服務化商業模式與以租代買創新商業模式之效益分析，提供建築物昇降設備創新商業模式之參考。</p>
5	<p>1. 本研究文獻與案例探討相當完整，惟針對報告中提到之荷蘭電梯租用之案例資訊較少，建議執行單位可再增加相關資訊。</p> <p>2. 以租代買之商業模式會受產品使用壽命影響，例如：昇降設備使用壽命一般為 20 年。服務年限越長品質越容易受影響，因此建議可在後續專家諮詢會議中，探討如何將國外案例使用模式延伸至臺灣落實，並評估使用年限與服務年限之關聯。</p> <p>3. 關於商業模式之消費者與業者之選擇與關係，目前於報告中較少提到。建議可再增加相關案例或文獻。</p>	<p>1. 將補充說明荷蘭電梯租用之案例資訊內容。</p> <p>2. 感謝委員意見，以租代買及預防性維護等確實與昇降設備使用壽命直接相關，研究以「建築物昇降設備設置及檢查管理辦法」與昇降設備各部件之使用年限及維護保養頻率作為分析，以國外案例作為臺灣使用探討。</p> <p>3. 商業模式之利害關係者(業主、昇降設備業者、使用者)進一步分析其不同成本負擔與經濟效益差異。</p>
6	<p>1. 本研究以財務分析的角度評估效益，但商</p>	<p>1. 研究將以不同角度探討其廠商、使用</p>

	<p>業模式會牽涉到控制端與需求端，因此建議後續可針對廠商與使用者之誘因進行深入探討。</p> <p>2. 建議進一步分析推動創新商業模式之場所類型及範圍或是示範場域等案例，以利後續推動或讓本研究有更明確的資訊可參考。</p>	<p>者與業主等多面向差異，以此作為推動商業模式誘因之參考。</p> <p>2. 本研究以社會住宅之昇降設備以租代買案例及既有集合住宅預防性維修等作為示範案例，並進行經濟效益計算，供未來應用評估參考使用。</p>
7	<p>1. 建議後續可進一步分析業者與使用者之合約關係。</p> <p>2. 可針對昇降設備相關法律及設備本身深入探討是否有再調整的空間。</p>	<p>1. 感謝委員意見，將參考國內已有以租代買等契約內容評估，並進一步說明分析。</p> <p>2. 目前以租代買及預防性維護皆能符合法令，建築物昇降設備設置及檢查管理辦法可加強相關預防性維護之建議。</p>
8	<p>1. 電力回生在昇降設備係未來發展中會是重要的一部分。</p> <p>2. 由於昇降設備屬於高耗能設備，在業界推廣較容易受到使用者排斥或質疑，因此建議在昇降設備的節能效益部分可用數據化的方式呈現，不只有助於業者推廣，對使用者來說也較能理解。</p>	<p>1. 本研究參考國際標準 ISO 25745-1、25745-2 等標準其電力回生為重要指標，已納入報告書中說明分析內容。</p> <p>2. 國際標準 ISO 25745-1、25745-2 等標準已有昇降設備能耗標示規範，未來可結合建築能效標示制度於臺灣推行。</p>
9	<p>1. 針對以租代買的部分，確實對使用者帶來好處，例如：保養費與設備的能源效率等，建議研究團隊可再進一步分析。</p> <p>2. 建議可將智慧化昇降設備的項目納入參考，也需注意後續相關法規例如：B-23、B-25 等法規修正內容。</p>	<p>1. 感謝委員意見，本研究將針對以租代買不同關係者進一步分析經濟效益內容。</p> <p>2. 智慧化昇降設備的項目納入建築物昇降設備設置及檢查管理辦法提出建議，並留意 B-23、B-25 等修訂表格內容。</p>
10	<p>本研究前兩年已有相關研究產出，例如：智慧化建築物昇降設備遠端監控技術等，期待後續的相關成果。</p>	<p>感謝委員意見，研究報告之案例分析、財務分析及法令分析等不足之處，後續將進行系統化分析以作為參考依據，另專家諮詢會議將邀請財務專家與會提供意見。</p>

附錄三 期末審查意見與回應

項次	審查意見	意見回應
1	<p>1. P. 7 智慧建築標章相關指標內容建議可再補充納入安全防災 5.1.14、5.5.1、5.8.1、鼓勵項目 5.5.7。</p> <p>2. 目前報告內容大多只提到設備本身，建議可再於智慧化的考量方面補充關於使用安全的相關內容，如舊機型的改造等。</p>	<p>1. 已補充增加智慧建築標章之安全防災 5.1.14、5.5.1、5.8.1、鼓勵項目 5.5.7 於內容。</p> <p>2. 感謝委員意見，已補充智慧化昇降設備之智慧化於第三章節內容。</p>
2	<p>1. 研究團隊提供豐富商業數據以支持以租代買的效益，相信若有利可圖，電梯業者也會有意願推動此商業模式。</p> <p>2. 其中關於產權問題可能會存在風險，使用者可能會對購買或租賃時遇到租賃昇降設備這點較難接受；且當承租雙方要終止合約關係，產權問題也會造成麻煩與影響，希望未來若有後續研究可納入做評估。</p>	<p>1. 感謝委員意見，本研究分三方觀點（業者、昇降設備業、使用者）透過以租代買創新商業模式進行效益分析，提供昇降設備業參考。</p> <p>2. 目前相關以租賃買之產權，經訪談與調查案例顯示，多為租賃期過後產權移轉至業者（建築物擁有者或建築物業管理等），使用者對於租賃昇降設備多以管理費方式給付，其可能產生之風險已納入評估。</p>
3	<p>1. 簡報審查中所提供之研究資料及資料，有部分並未見於書面報告（例如五種可能商業模式的推估計算），宜於會後補充納入書面報告中。</p> <p>2. 導入新的商業模式是否會觸及法規上的限制或是推動上可能遇到的瓶頸，宜進行相關盤點並有所論述。</p> <p>3. 現有書面報告的結論較為薄弱，宜強化論述，並提出更具體的政策</p> <p>4. 商業模式要成功的前提應是業界有利可</p>	<p>1. 感謝委員意見，已將簡報相關研究資料彙整至計畫成果資料蒐集報告中。</p> <p>2. 以租賃買之商業模式涉及相關法令，若為公部門機關仍可依目前政府採購法進行相關租賃採購程序。若為私部門民機機構，則涉及租賃契約及公寓大廈管理條例等相關法令，在推動上之問題已補充說明論述。</p> <p>3. 感謝委員意見，將強化更具體之政策建議。</p> <p>4. 本研究三方觀點（業者、昇降設備業、使用者）綜整，提出可符合業界與業主</p>

	<p>圖，而消費者也可感受到相應的價值，此部分亦可加強說明。</p> <p>5. 書面報告第三章並未將第三次專家諮詢座談會議結論與建議編入目次，應予修正。</p>	<p>及使用者有利之推動模式與策略，工業界參考使用。</p> <p>5. 已增加第三次專家諮詢會議內容於資料蒐集報告中。</p>
4	<p>1. 本研究提出「以租代買」及「昇降設備電力回生系統」與導入「智慧科技預防性維護」等模式，進一步與建築生命週期成本配合，整合成一種「智慧化建築物昇降設備之創新商業模式」。</p> <p>2. 本研究亦提出創新商業模式可擴大應用至智慧建築標章，考量以「建築生命週期」在取得標章後之營運階段，投入適當維護經費以能維持性能，並衍生循環經濟商業模式。並可與國際循環經濟接軌。</p> <p>3. 本研究已如預期成果完成，並提出創新商業模式。</p>	<p>1. 研究以「以租代買」及「昇降設備電力回生系統」與導入「智慧科技預防性維護」等模式整合成「建築物生命週期成本效益」之導入智慧化於建築昇降設備創新商業模式，供業界參考。</p> <p>2. 感謝委員意見，以循環經濟商業模式帶入營運階段之維護管理，可有效維持建築物昇降設備性能與帶動商業效益。</p> <p>3. 感謝委員。</p>
5	<p>1. 本研究成果內容符合預期目標。</p> <p>2. 摘要 IX，最後一行，有多餘的空白，建請刪除。</p> <p>3. 摘要 X，第一段倒數第五行有亂碼，建請修正。</p> <p>4. 智慧建築標章評估項目中，與建築物昇降設備相關之內容，除 P. 7 表 1-4 所列項目外，尚有安全防災指標基本規定 5. 1. 14、5. 8. 1 及鼓勵項目 5. 5. 7 亦和昇降設備相關，建請補充納入。(與黃沛永意見相同)</p> <p>5. P. 40，(三)第一段最後一行有缺漏字，「並完成(全)部(分)設計作業」，建請修正。</p>	<p>1. 感謝委員。</p> <p>2. 已刪除多餘的空白。</p> <p>3. 已刪除亂碼。</p> <p>4. 已增加安全防災指標基本規定 5. 1. 14、5. 8. 1 及鼓勵項目 5. 5. 7 等智慧建築標章與昇降設備相關之評定項目內容。</p> <p>5. 已補正缺漏字。</p>

<p>6</p>	<p>1. 本研究蒐集國內外各種智慧化升降機資訊、循環經濟商業模式以及國內外相關案例，並已進行初步之分析並建構完整之生命週期成本分析模式及案例試算，成果豐富值得肯定。</p> <p>2. (P. 71) 淨現值法公式中分母之「IRR」應為「折現率 K」。</p> <p>3. (P. 101) 折現率與通貨膨脹係數及銀行利率相關，本研究所假設 $K=0.41\%$ 應過於偏低，建議請檢討修正。</p> <p>4. (P. 95~P. 158 第四章) 計算內容建議如下：(P. 95) 建議將通膨率及折現率列為假設條件</p> <p>5. (P. 95~P. 96) 表 4-1 列有標準品單價，後續計算中(如 P. 98、P. 100...) 未考慮合理數量下直接用單價(如鋼索、電纜線、極限開關等)進行計算分析，建議應採用實際需求(或合理假設)數量後進行分析</p> <p>6. 建議將部分買斷之內容做明確定義，依 (P. 147) 表 4-54 全部買斷與部分買斷之初始成本相同，似乎不合理</p> <p>7. (P. 102 為例) 表 4-6 有關通膨率及折現率計算方式似有兩種錯誤，其一以通膨率分析 $(1+K)^n$ 為例 $(1+1.33\%)^n=(1.0133)^n$ 而非 $(2.33)^n$，其二為 NPV 分析方式似有誤，(P. 103 為例) 表 4-7 年期淨現值之分析經試算與該表所得數值有相當大差距，以 60 戶之 12 層住宅大樓 20 年之 NPV 需要 2.82 億元(試</p>	<p>1. 感謝委員。</p> <p>2. 已修正為「折現率 K」。</p> <p>3. 已修正折現率，參考通貨膨脹係數及銀行利率重新計算。</p> <p>4. 已將通膨率及折現率列為假設條件。</p> <p>5. 計算採用實際需求(配合合理假設)數量分析。</p> <p>6. 全部買斷與部分買斷於初期成本建造階段相同，在後續使用週期方有不同成本差異。</p> <p>7. 感謝委員意見，已修正檢討。</p>
----------	--	---

	算約為0.42億元),粗算每戶每年須分擔23.5萬元顯不合理,上述分析將影響後續結論,建議再檢討。	
7	<p>1. 國內昇降設備數量龐大到能形成一個產業,目前針對商業模式已列出五個方案,希望在情境描述的部分依據委員建議再做修正、細緻化。</p> <p>2. 研究目前是以經費為主要考量,建議可再補充說明相關注意事項與配套措施以供產業界參考,亦有助於商業模式的推廣。</p>	<p>1. 感謝委員意見,已詳細補充說明方案內容。</p> <p>2. 本研究透過經濟成本效益分析,回饋於推動創新商業模式之不同方案,供產業界參考應用。</p>

附錄四 第一次專家諮詢座談會議議程與內容

本研究藉由文獻分析彙整相關資料後，進一步以專家諮詢方法，於111年05月27日召開第一次專家諮詢座談會議，針對研究提出討論。

表 6-1 111 年 05 月 27 日召開第一次專家諮詢座談會議

<p>一、會議名稱：內政部建築研究所 111 年度智慧化居住空間整合應用人工智慧科技發展推廣計畫協同研究計畫 第 1 案-「智慧化建築物昇降設備創新商業模式研究」專家諮詢座談會議</p> <p>二、111 年 05 月 27 日(星期五) 下午 02 點 00 分</p> <p>三、開會地點：因疫情關係，採線上視訊會議 (使用線上 Microsoft Teams 平台軟體)</p> <p>四、專家委員：內政部建築研究所 王所長榮進、羅組長時麒、林副研究員谷陶、張助理研究員怡文、蔡助理研究員侑成、國立聯合大學建築學系 梁教授漢溪、中國科技大學室內設計系 游教授璧菁、國霖機電管理服務股份有限公司 徐執行長春福、中華民國建築物昇降暨機械停車設備協會 章組長建成、財團法人台灣建築中心 連工程師俊傑、易控智慧生活科技股份有限公司 謝經理秉諺</p> <p>五、研究團隊：國立臺北科技大學建築系 陳副教授振誠、中華大學建築與設計學院 何院長明錦、薩研究助理百瑄、崔研究助理皓淇</p>
<p>議題一、導入智慧化於建築物昇降設備之項目內容</p> <p>說明：</p> <p>內政部建築研究所前期研究已於建築物昇降設備導入遠端監控技術研究，建築物昇降設備種類眾多，導入不同智慧化科技與技術，以達到節省維修人力、精準預測故障等效益，本研究彙整相關智慧化於建築昇降設備之項目內容，進行討論。</p> <p>議題二、循環經濟應用於智慧化建築物昇降設備商業模式之可行性內容</p> <p>說明：</p> <p>循環經濟於建築生命週期之整合應用為當下可操作之商業模式，本研究以智慧化建築物昇降設備創新商業模式(例如:以租代買、設施共享等)、各生命週期階段成本分析、經濟效益資料進行商業模式分析，進行討論。</p>

表 6-2 111 年 05 月 27 日召開第一次專家諮詢座談會議照片



與會人員視訊會議

	
陳副教授振誠	羅組長時麒
	
何院長明錦	梁委員漢溪

 <p>游璧菁</p>	
游委員璧菁	徐委員春福
 <p>建成 章...</p>	 <p>建 建築中心_連俊傑...</p>
章委員建成	連委員俊傑
	 <p>建林 建研所 林谷陶 (來賓)</p>
謝委員秉諺	林副研究員谷陶
 <p>建 建研所張怡文 (來賓)</p>	 <p>蔡侑成 (來賓)</p>
張助理研究員怡文	蔡助理研究員侑成

表 6-3 111 年 05 月 27 日召開第一次專家諮詢座談會議內容

會議紀錄：(依發言順序排列)

(一)、江委員哲銘

1. 建議研究團隊可整理以往相關技術之研究中必要執行的項目，納入技術層面的部分做探討。至於應用面應再做考量，因目前技術層面一般以電梯的管理為主軸，但對導入的技術方面應還會包含未來電梯升級的效益，如電梯群控系統、電力回生技術與廠商的差異等，也應參考其他研究成果並做整理。
2. 法規政策方面，目前以人力維修或保養的方式皆有相關法律規範。希望未來法律能在不影響電梯使用安全的前提下，針對維修保養部分做適度調整，確保在導入智慧化技術的同時，能兼顧維修保養的品質。除了對使用者在使用安全上有幫助，對一般業者的誘因也會增加。
3. 針對循環經濟商業模式在未來的可行性，應從兩方面去考量，一是從使用者、二是從業者的角度。如「以租代買」較像是針對使用者的考量，但對一般業者來說，電梯的生產業者通常包含生產端與保養端等。因此希望商業模式改善後，除了使用者的效益外，也能整合相關業者或創造誘因。
4. 針對近期較可行的方案進行濃縮更正，另外關於零組件與通訊協定，個人認為大廠的零組件通常與背後廠商的配合有關，於規格統一與相容性的執行上可能較為困難。是否可透過合縱連橫的方式去進行，結合小規模業者先提出共同看法，形成趨勢後較易增加妥協的空間。
5. 關於以租代買，建議可鼓勵業者提供效能最佳之昇降設備供使用者承租，便能告知使用者該設備優良的節能效果與服務品質，也能回饋給業者相對較高之租金，形成良性循環，提升整體效益。

(二)、游委員璧菁

1. 同意議題對使用者與業者都很重要，希望研究成果在未來能確實優化昇降設備並降低營運成本。
2. 希望能提出導入智慧化技術的內容細項，如感測昇降設備的震動狀態、啟閉次數等數據，至於遠端監控的部分如昇降設備的維護、零件更換紀錄等，可作為昇降設備安全使用評量之重要依據。
3. 遠端監控相關感測數據也可作日後昇降設備更換時合理殘值評估的參考。如許多老舊社區面臨昇降設備更換的問題，對一般社區的營運經費而言是很大的投資，因此站在循環經濟的角度來看，或許有些零件使用二手或再利用。如何判斷這些零件的價值，相關感測、監控數據將更有助於評估。
4. 以租代買或許是循環經濟應用於昇降設備中較易實踐的方式。維護廠商為了提高昇降設備使用年期及減少人力維修成本，此種模式可能將促使維護廠商更確實落實維修保養，增加廠商與循環經濟正面效益的同時，也能確保昇降設備的使用安全，創造雙贏局面。

(三)、徐委員春福

1. 遠端監控與循環經濟是現今昇降設備不可或缺之技術與概念，也是企業社會責任的一種。
2. 循環經濟於業者的觀點而言是安全以及減少維修的項目。所有的感測、監控設備皆隨時監測，比起人力檢查更為確實，也能減少部分工資。另外，監測數據的統計能避免昇降設備於更新時統一更換所有零件而一併丟棄還可使用的零件。
3. 昇降設備零件的使用壽命如鋼索、電控設備、馬達等皆不同，因此在循環經濟的導入中，應將可再利用的零件分類整理。
4. 昇降設備若用以租代買的方式，所有權應屬廠商，當遇到使用者中途更換廠商時，會遇到設備回收之成本與放置地點等問題。因此應將拆除成本納入考量，或是以分期付款的方式擬定合約，也能減少使用者負擔。

5. 循環經濟能於昇降設備產生最大效益的其中一個方式，為昇降設備規格的統一。現今不同廠商之間的昇降設備規格大多不相容，尤其是電控設備的鎖定與購買管道，當遇到中途更換廠商時會造成許多浪費。
6. 假設一部昇降設備三十年的修繕預算，在相關單位預估時常高於實際花費，因此預算參考實際統計數據較為準確。

(四)、章委員建成

1. 遠端監控當初設定針對安全性總共提列 18 項，但昇降設備本身有 data lab，會蒐集預測性故障及運轉次數等等，包含各元件使用週期。如研究資料中提到的維護預防、預防維護，在電梯智慧化導入部分是相輔相成的。
2. 先前相關研究著重安全的部分。目前經過推廣與研究，許多公司已開始運用智慧化技術。大致上有兩個方式，一為公司生產電梯時便附上遠端監控設備，另一方式為既有設備經過推廣，另外以直接買斷或租借的方式導入智慧化設備。
3. 導入遠端監控確實能降低故障率並減少大量人力。目前監控系統於各家廠商大多透過雲端傳輸，以得知零件更換時機等資訊。這部分也牽涉法律相關問題，建議納入考量。
4. 以租代買目前在昇降設備業者與使用者簽訂之保養合約中可分為全責、小全責、半責與勞務型保養。老舊建築中的昇降設備常面臨經費不足導致維修保養產生問題之情況。若以全責為例，可透過分期付款的方式，結合遠端監控系統，達到延長使用年期的目的。
5. 有一例為某公司策略是若簽訂兩年契約，就送遠端監控系統，外加產品保險與保養前免費的檢查及照明設備更換。且考量一般管理人員對昇降設備相關項目並不清楚，也提供免費諮詢，將資訊透明化。更提供保養費的折扣與維修問題的賠償，可作為循環經濟相關應用的參考。

6. 循環經濟對昇降設備而言目前大多以 VVVF 的方式控制，美國 LEED 也針對電梯回生裝置的認定。另外歐洲也有 ISO 25745 與 VDI 4707 提出與電梯效能相關的標準。國內目前有幾家廠商運用 VDI 4707 去訂定電梯效能。雖相關標準目前並非強制規定，但未來發展為強制規定的可能性極大。
7. 電梯的相關認證也需要一定的費用，許多電梯效益的探討都是關於將電力回生裝置併入電梯控制系統中。目前電梯消耗電力大約佔整體電力的 4-6%，若是採用 PM 永磁馬達，電梯節電率甚至可能從 30% 提升到 40%。且若大量生產，成本回收期限也能降至 3-5 年。至於裝置本身雖必須考量工作效率與環境因素，但使用年限一般為 6-10 年左右。
8. 關於電力回生系統，通常 PM 比 IM 佳，與載重量越大、速度越高，原則上回收能力越強，電力回生效率可在 20-45%。電力回生已推廣一段時間，也應為未來電梯發展中一重要課題，認證流程必須尋找相關單位，可考慮再補充相關資料。

(五)、連委員俊傑

1. 針對智慧化應用於昇降設備中不同系統整合之模式提出相關案例，如驅動裝置方面，整合人臉辨識、語音辨識系統來縮短搭乘時間；結合門禁系統與居家系統面板來提供叫梯服務；也可結合照明系統來節能與提升照明舒適度。
2. 提供台糖沙崙綠建築的案例，其中昇降設備、家電、衛浴設備與空調等皆使用租賃的方式運作。透過詳細的成本分析，可進而與廠商做詳細的租賃合約擬定，一般簽訂 10-15 年左右，可供研究團隊做參考。

(六)、謝委員秉諺

1. 針對智慧化相關項目，在整合過程最常遇到的問題是設備間串接能力。若有相關整合項目之規格與公約協定等格式或標準，在專業技術上或許能夠避免許多問題。

2. 關於循環經濟，贊成以不同角度切入探討。也建議考量此種創新商業模式的導入是否會對使用者與業者在目前市場上慣用之模式造成衝擊，以及各方意願與效益。希望創新商業模式能同時符合不同立場的最佳效益。
3. 對於此商業模式，遠端監控技術為必須建立起之項目，以減少人力成本與增加維修效率。但回到智慧建築層面，使用者較難察覺其實際產生之效益。因此如何將管理層面透過部分資訊揭露的方式，讓使用者能更確實感受此種模式帶來的便利性與安全性，不僅能增加使用者的信任程度，也有助於未來發展性。

(七)、何院長明錦

1. 循環經濟基本面在能源的損耗與再生利用。若昇降設備要達到目標，可能得從生命週期在循環經濟上的策略，包括技術面、智慧科技、整個生命週期的檢討、再於法律上去修正與落實，成果才會較具可行性。
2. 不論是智慧化還是創新商業模式，最重要的是要能確保電梯能夠安全維運。除了對資材能源最少的損耗與再利用外，也要考慮到營運成本。
3. 此創新商業模式中，必須有保證責任，將來可能會有保險業者介入的機會。相較過去買斷電梯、維修及報廢為整體生命週期，創新模式不論是著重在所購買的服務或是以租代買，對象皆包含使用者、生產者、維護者及主管機關是否能確保電梯的使用安全。於使用者方面希望達到最節省的费用，生產者需保有商業利益，維護者是否能與生產者結合或在維護過程中也保有商業利益。
4. 傳統的生產方式除了品牌性，甚至有壟斷的狀況，因此假如電梯在功能維護之下，能標準化、統一規格或考量通信標準與零組件相容性，對創新商業模式而言將有較大發展空間。
5. 在政策法律方面目前可能不會談到，但未來電梯的品牌業者在顧及品牌特性外，像日本不會鎖定操控面板，構件間有相容性，也有助於創新商業模式的執行。可再進一步了解目前商業運行的現況。

5. 即使創新商業模式在高齡化與勞力不足的社會現象下，除了節能減碳，也能確保電梯功能與節省人力維修，但規模較大之昇降設備業者排他性較嚴重，因此在推動過程中，匯集各方意見、溝通與說服就相對重要，對創新模式的推動與可行性將有很大的幫助。

(八)、林副研究員谷陶

1. 遠端監控的相關數據經過蒐集，應提升關於資安的重視程度。數據相當於資產，加以應用後應有相關回饋機制，及如何保證資訊的可用性與廠商之間運用的方式。

2. 後續希望能與電梯大廠溝通，也將會是未來走向。不論是昇降設備或其他設備，都會遇到類似情況，因此建築師與技師在規劃時，如何計算如碳排的效果或其他成本，可參考作為導入之項目。

3. 智慧建築標章改版後創新加分幅度增加，若有類似機制出現，可算是創新的一部分，也可思考如何結合並加以利用。

(九)、羅組長時麒

1. 主管機關為營建署，建議將來研究成果較豐碩之後應邀請營建署相關成員參與會議提供意見。

會議具體建議與結論如下：

1. 導入智慧化於建築物昇降設備之項目內容，可以加以分析導入智慧化之項目必要性、生命週期、更新與維護頻率、智慧化效益等評估，另配合智慧建築標章，可在建築物昇降設備智慧化部分，在智慧創新指標上發揮，增加建築物昇降設備智慧化效益。
2. 循環經濟應用於智慧化建築物昇降設備商業模式，宜考量不同角度(使用者、業者、管理機關等)評估，解決困難增加誘因，以期帶動建築物昇降設備之創新商業模式。

附錄五 第二次專家諮詢座談會議議程與內容

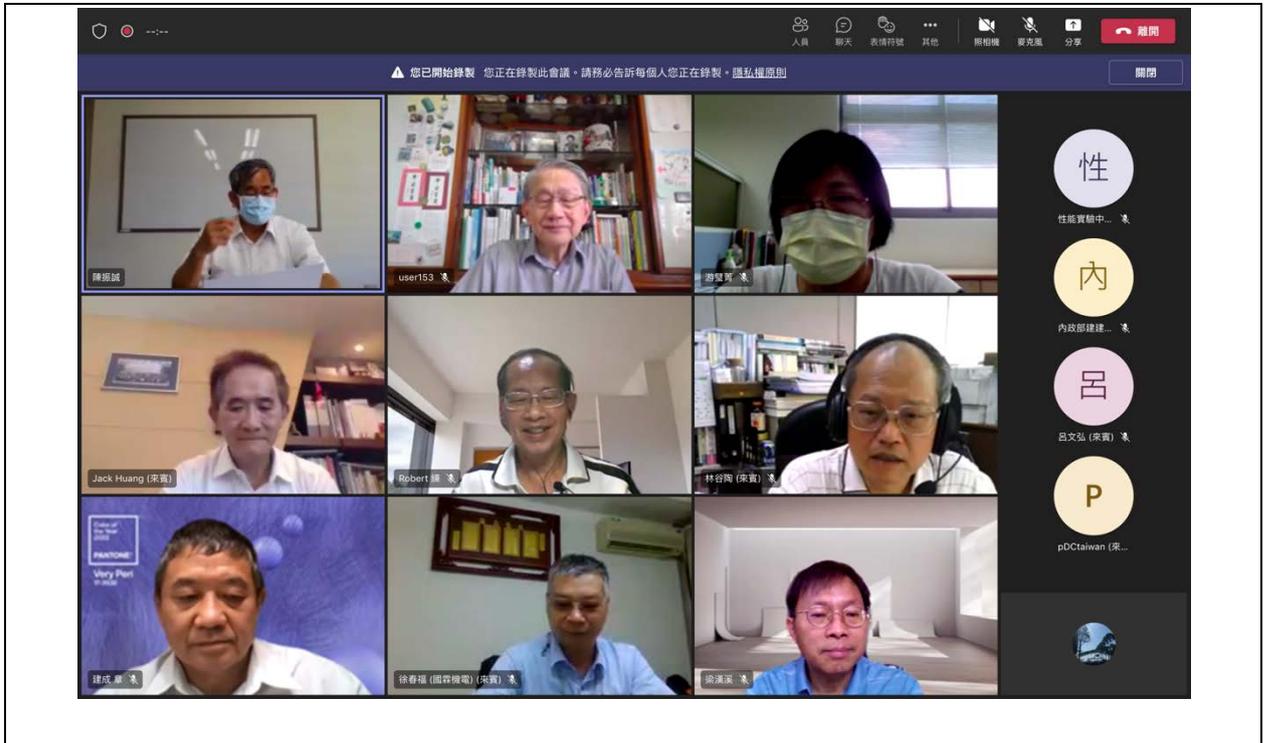
本研究藉由文獻分析彙整相關資料後，進一步以專家諮詢方法，於 111 年 08 月 29 日召開第二次專家諮詢座談會議，針對研究提出討論。

表 6-4 111 年 08 月 29 日召開第二次專家諮詢座談會議

<p>一、會議名稱：內政部建築研究所 111 年度智慧化居住空間整合應用人工智慧科技發展推廣計畫協同研究計畫 第 1 案-「智慧化建築物昇降設備創新商業模式研究」專家諮詢座談會議</p> <p>二、111 年 08 月 29 日(星期一) 上午 10 點 00 分</p> <p>三、開會地點：因疫情關係，採線上視訊會議 (使用線上 Microsoft Teams 平台軟體)</p> <p>四、專家委員：內政部建築研究所 王所長榮進、羅組長時麒、林副研究員谷陶、張助理研究員怡文、蔡助理研究員侑成、國立成功大學能源科技與策略研究中心 江特聘教授哲銘、國立聯合大學建築學系 梁教授漢溪、中國科技大學室內設計系 游教授璧菁、國霖機電管理服務股份有限公司 徐執行長春福、中華民國建築物昇降暨機械停車設備協會 章組長建成、中興保全科技股份有限公司 練協理文旭、美商 ERA 易而安不動產公司 黃董事執行長鵬諦、財團法人台灣建築中心 連工程師俊傑</p> <p>五、研究團隊：國立臺北科技大學建築系 陳副教授振誠、中華大學建築與設計學院 何院長明錦、薩研究助理百瑄、崔研究助理皓淇</p>
<p>議題一、導入智慧化於建築物昇降設備之項目內容</p> <p>說明：</p> <p>建築物昇降設備導入不同智慧化科技與技術，以達到預防損壞、節省維修人力成本、可精準預測故障等實質效益，本研究彙整相關智慧化於建築昇降設備之項目內容，並分析未來昇降設備研議創新商業模式，其影響相關法令與制度，進行討論。</p> <p>議題二、循環經濟應用於智慧化建築物昇降設備商業模式之可行性內容</p> <p>說明：</p> <p>循環經濟於建築生命週期之整合應用為當下可操作之商業模式，本研究以智慧化建築物昇降設備創新商業模式(例如：以租代買、設施共享等)、各生命週期階段</p>

成本分析、經濟效益資料進行商業模式分析，擬以不同利害關係者角度進行商業模式之研析，進行討論。

表 6-5 111 年 08 月 29 日召開第二次專家諮詢座談會議照片



與會人員視訊會議



王所長榮進



羅組長時麒



<p>陳副教授振誠</p>	<p>何院長明錦</p>
 <p>user153</p>	 <p>梁漢溪</p>
<p>江教授哲銘</p>	<p>梁教授漢溪</p>
 <p>游璧菁</p>	 <p>徐春福 (國霖機電) (來賓)</p>
<p>游教授璧菁</p>	<p>徐執行長春福</p>
 <p>建成章</p>	 <p>Robert 練</p>
<p>章組長建成</p>	<p>練協理文旭</p>
 <p>Jack Huang (來賓)</p>	 <p>pDCtaiwan (來賓)</p>
<p>黃執行長鵬</p>	<p>洪董事品聰</p>

 <p>林谷陶 (來賓)</p>	 <p>內政部建建...</p>
<p>林副研究員谷陶</p>	<p>張助理研究員怡文</p>
 <p>性能實驗中...</p>	 <p>薩百瑄</p>
<p>蔡助理研究員侑成</p>	<p>薩研究助理百瑄</p>

表 6-6 111 年 08 月 29 日召開第二次專家諮詢座談會議內容

會議紀錄：(依發言順序排列)

(一)、江委員哲銘

1. 看得出研究團隊的用心，基本調查非常詳細，特別有對未來的可能性也做了台灣的現況調查，甚至在做經濟模型推估時也引用了一些定量的模式，效果非常不錯值得作為參考。
2. 針對前瞻型的商業模式，隨著大家注意到氣候變遷與防疫病毒等課題，國際上也有了許多與智慧連結與監測相關的標準與提案。如針對安全與健康防疫，有室內環境品質智慧監控系統的導入；英國的建築安全法也於今年修正為：所有新建建築物必須導入室內空氣品質智慧偵測監控系統。另外，昇降設備也可與 WELL 標章有相關連結，如近期因疫情停工又復工的工廠、公司等，如何訂定復工標準，IWBI 在 WELL 標章後提出防疫版之 HSR 與 WPR，目的就是希望提供作為復工標準，也相對給工作人員安定。
3. 於標準中，除了對聲光、熱氣等，特別是室內空氣品質，就像英國建築安全法一樣，特別是智慧化室內空氣品質監測系統是標準，此為國際間新趨勢，也與智慧化昇降設備有一定關聯。
4. 智慧化昇降設備中有人跟貨物的部分，不論如何都需要有人來操作，這部分也可以納入研究中參考。另可將智慧化昇降設備結合循環經濟的方法論來將其效益可視化，目前計畫中所提到之共享、租用等創新議題也值得肯定並繼續發展。

(二)、梁委員漢溪

1. 在安全前提下，導入智慧化項目應先確認，可考量從常態維修項目輔以預警通報機制加以執行。
2. 相關法令維修時程可考量予以微調、修正。
3. 遠端查驗機制應有控管機制以保障執行之安全性，採用之技術應考量資安管理及保障約束確保使用者之隱私。

4. 執行方式可考量雙重控管，傳輸訊息除了廠商資料庫接收外，建築物本身之中央監控系統亦應納入接收，以便使用者、維護單位相互了解狀況。
5. 成本分析之考量可將高效能之電梯導入，全面提升電梯效益節能效果。
6. 循環經濟之可行性考量除成本分析外可先行針對相關廠商推動之意願方向、服務方式進行調查，商業模式亦可分生產廠商、維修廠商買斷再租給使用者。

(三)、游委員璧菁

1. 計畫已針對昇降設備相關法規及保養現況進行完整的資料蒐集、彙整和分析，足以作為後續創新商業模式建立之參考。
2. 對一般使用者及設計者來說目的應先釐清，如安全包含設備及資料安全。因此若導入創新商業模式，完整的資料採集平台將為一重要部分，除採集以外甚至應包含分析，才能真正提出營運策略。資料的可視化、可理解再到可運用，對創新商業模式完整的建立是一重要基礎。
3. 為延長昇降設備的使用年限，應達到耗能最小化與效益最大化。對一般住宅來說，昇降設備的維護比例與其他設備相比較高，除每月的維修保養成本外，每十五到二十年的汰舊換新所花費之成本也極高。因此如何透過創新服務的平台如以租代買或其他方式，讓昇降設備到達使用年限時不單只是將其淘汰，也應為一般使用者所關心之議題。
4. 透過不同商業模式，維運成本多少會產生差異。對多數的使用者或設計者而言，他們共同面臨的問題之一為不清楚如何決定使用哪種商業模式。設計者設計之建築物多半不為自己使用，因此節能方面或許不會成為評估建案時優先考量的部分；使用者則多半無法參與居住地之設計過程。或許可選擇使用檢核表輔助使用者與設計者分析何種商業模式最適合自己。

5. 此計畫題目為現階段建築物設施管理極為關心之議題，多數建築物於現場管理時也多注重昇降設備安全問題，因此期待此創新商業模式可提供建築物優化昇降設備的管理與使用，同時降低營運成本並提高其生命週期。

(四)、徐委員春福

1. 針對以租代買商業模式，認為對單一業主的可行性較高。若為公寓大廈類型之業主而言可行性較低。
2. 循環經濟的執行對台灣目前現況有一大困難，不同昇降設備廠商之間零件的不相容性與規格不統一，增加業主、廠商與機電公司於維修保養作業上的複雜程度。甚至可能於替換維修保養機關時造成許多不必要的額外成本與浪費。因此循環經濟較難在短期內有效推動。
3. 部分國家已落實昇降設備的規格統一化與相容化。此策略可有效減少額外成本，同時將零件再利用。
4. 針對智慧化昇降設備的部分，建議盡量安裝群控系統，可減少昇降設備不必要的運行次數。其中針對高速梯及高樓層建築所使用之昇降設備，鼓勵採用電力回生系統，達到電能回饋與降低成本的效益。另外也鼓勵推動非接觸式按鈕或與手機程式連動，及遠端監控系統，可達到預防維護與保養，同時提升維修保養之效率與降低成本。

(五)、章委員建成

1. When we build, let us think that we build forever!可持續的未來，這句標語確切表達本案研究目的!
依據內政部 106 年 2 月 17 日內授營建管字第 1060802070 號函「建築物昇降設備汰舊換新(整台換新)暨檢查執行相關事宜」會議記錄結論(符合 102 年 6 月 10 日內授營建管字第 1020806350 號函免辦理變更使用執照逕申請竣工檢查者)，辦理建築物昇降設備汰舊換新(整台換新)竣工檢查申請。其規定可保留項目：1. 機房機械樑

2. 機房線槽 3. 乘場門框及乘場門檻 4. 配重框及配重塊 5. 配重導軌及其固定托架與接軌版 6 車廂導軌及其固定托架與接軌版等，即視為整台換新，可為循環經濟之範例，若為局部汰換惟仍須考量機械部品是否金屬疲勞；電氣部品是否老化等因素。

2. 昇降設備控制器除了是一部電梯最主要的裝置外，如果在遠端控制時控制系統其資安的防護非常重要，依據國家標準 CNS15827-20 5.11.2.6 PESSRAL 其對相關各部品之相關安全水準(SIL)已有相關規定；相關昇降設備控制器資安之防護前端之管控及驗證極其重要！

3. 昇降設備製造商前端於設計階段即應特別注意到：設計之產品會產生的廢棄物及汙染；產品與材料的耐用性能；運用以租代買時可能遭遇的經濟障礙和融資渠道。

4. 循環經濟對昇降設備而言就是如何讓一步昇降設備的壽命從線性至圓形循環，如何做出明顯投資差異、昇降設備設計的品質所帶來的回報、使用年限到期後的投資評估、專業廠商可提供保證性能及耐用年限、主要部件回收再利用等為主要目標。

(六)、練委員文旭

1. 針對定性的描述，研究中提到之相關導入項目效益都很高，但到底使用者實際上願意付多少費用，及效益背後需投入的成本該由誰負責應納入考量。

2. 當以租代買發展成成熟的商業模式之後，可能衍生出更多問題，如後續產生的成本、簽約解約、管理系統、維修系統、派遣系統等等，應再注意。

3. 研究已將以租代買商業模式之效益以淨現值法呈現出來。但目前是由業者的角度出發，而營運者在商業模式中也扮演著重要角色。現階段較看不出明確的回收年限，在前期廠商很有可能為負收益。因此現金流的部分建議可再做探討。

(七)、黃院長鵬

1. 產業數位化的過程如同奧運的五個環，包含第一環：投資者、生產單位、使用者；第二環：服務價值（未來是否可能導入區塊鏈技術？）；第三環：市場分析；第四環：財務分析（要清楚用數字說話作為參考分析）；第五環：ESG。
2. 於不動產經濟業中，曾經看過許多大樓要更換電梯時，花很多心力衡量該選擇哪家廠商或商業模式，因其牽涉到管理成本及沈默成本。
3. 早期汽車業也都是以買斷的商業模式為主，但近年來汽車廠商皆有租賃模式，這也象徵著產業能夠把金融的力量帶進來，並透過淨現值法計算其效益供使用者參考。

(八)、洪委員品聰

1. 創新商業模式其實各有利弊。以台糖的案例來看，廠商負責處理好前期電梯的建置及使用許可證等相關資料。合約期限到達後，產品則歸業主所有。
2. 智慧化為未來商業模式推動之一大重點。一優點為遇到故障時，能透過遠端監控即時回報，減少維修時間。至於維修人力成本的部分，包含保養、潤滑、零件調整與更換，都需要人工處理。因此智慧化程度再高，都需要一定的維修人力與成本。
3. 以台糖案例來看，會分成初期的建置成本及後期的維修保養成本。如此能夠減少對廠商的負擔。但最重要的還是對使用者使用安全的保障。

會議具體建議與結論如下：

1. 建築物昇降設備導入智慧化與創新商業模式之項目內容，可考量從法令規定之常態維修項目，輔以預警通報機制等項目進行智慧化，以計算其減少之人力、物力等成本經費，並可智慧預防方式進一步確保建築物昇降設備之安全性。
2. 循環經濟應用於智慧化建築物昇降設備商業模式之可行性內容，宜從不同利害關係人角度進行效益計算，目前使用之 NPV、IRR 評估方式符合經濟效益與財務分析，原則可行。另需謹慎考量各種昇降設備之差異，以及後續不同維護方式之成本計算，從不同利害關係者角度探討創新商業模式，例如，以租代購等模式，作為評估建築物昇降設備商業模式之參考。

3. 建築物昇降設備之相關法令(含正修訂中)及國際標準等最新資訊，宜增加至研究計畫中進行分析。

附錄六 第三次專家諮詢座談會議議程與內容

本研究藉由文獻分析彙整相關資料後，進一步以專家諮詢方法，於 111 年 11 月 02 日召開第三次專家諮詢座談會議，針對研究提出討論。

表 6-7 111 年 11 月 02 日召開第三次專家諮詢座談會議

<p>一、會議名稱：內政部建築研究所 111 年度智慧化居住空間整合應用人工智慧科技發展推廣計畫協同研究計畫 第 1 案-「智慧化建築物昇降設備創新商業模式研究」專家諮詢座談會議</p> <p>二、111 年 11 月 02 日(星期三) 上午 10 點 00 分</p> <p>三、開會地點：因疫情關係，採線上視訊會議 (使用線上 Microsoft Teams 平台軟體)</p> <p>四、專家委員：內政部建築研究所 王所長榮進、林副研究員谷陶、張助理研究員怡文、蔡助理研究員侑成、國霖機電管理服務股份有限公司 徐執行長春福、中華民國建築物昇降暨機械停車設備協會 章組長建成、崇友實業股份有限公司 唐董事國維</p> <p>五、研究團隊：國立臺北科技大學建築系 陳副教授振誠、中華大學建築與設計學院 何院長明錦、薩研究助理百瑄、崔研究助理皓淇</p>
<p>議題一、循環經濟應用於智慧化建築物昇降設備商業模式之可行性內容</p> <p>說明：</p> <p>循環經濟於建築生命週期之整合應用為當下可操作之商業模式，本研究以智慧化建築物昇降設備創新商業模式(例如：以租代買、設施共享等)、各生命週期階段成本分析、經濟效益資料進行商業模式分析，擬以不同利害關係者角度進行商業模式之研析，進行討論。</p>

表 6-8 111 年 11 月 02 日召開第三次專家諮詢座談會議照片

	
<p>與會人員視訊會議</p>	
	
<p>王所長榮進</p>	<p>陳副教授振誠</p>
	
<p>徐執行長春福</p>	<p>章組長建成</p>

	
<p>唐董事國維</p>	<p>林副研究員谷陶</p>
	
<p>蔡助理研究員侑成</p>	<p>薩研究助理百瑄</p>

表 6-9 111 年 11 月 02 日召開第三次專家諮詢座談會議內容

會議紀錄：(依發言順序排列)

(一)、章委員建成

1. 試算過程中有關於壹、一般住宅 1. 使用者(全部買斷)2. 使用者(部分買斷)3. 使用者(以租代買)4. 廠商(全部買斷)5. 廠商(部分買斷)6. 廠商(以租代買)；貳、社會住宅 1. 使用者(全部買斷)2. 使用者(部分買斷)3. 使用者(以租代買)4. 業主(全部買斷)5. 業主(部分買斷)6. 業主(以租代買)7. 廠商(全部買斷)8. 廠商(部分買斷)9. 廠商(以租代買)相關支出之初始成本，希望能列入昇降設備之規格(如：額定荷重、額定速度、停止樓數等)，以能讓使用者、業主、廠商更能清楚的基準做出比較及誘因。
2. 相關昇降設備模組化的設計、製造可循環耐用之產品、可回收的包裝材料、設備的節能、設備材料之高回收及再利用率等研究團隊已提出諸多論述，主要環節仍在於昇降設備製造商如何於上述細節如何提升及更有參與之意願。
3. 有關台糖沙崙智慧綠能循環住宅園區及廣三台中新花園城案，建議持續追蹤其施行成效，以作為日後研究之參考因素。
4. 執行方式可考量雙重控管，傳輸訊息除了廠商資料庫接收外，建築物本身之中央監控系統亦應納入接收，以便使用者、維護單位相互了解狀況。
5. 成本分析之考量可將高效能之電梯導入，全面提升電梯效益節能效果。
6. 循環經濟之可行性考量除成本分析外可先行針對相關廠商推動之意願方向、服務方式進行調查，商業模式亦可分生產廠商、維修廠商買斷再租給使用者。

(二)、徐委員春福

1. 今天陳老師團隊針對電梯全生命週期成本分析，理論與實務確實一致，如果以租代買，我們電梯業者會加上「利息」與「風險」，因此使用者成本高出基線 49%。反之，新電梯前幾年幾乎不會故障，它的安全使用壽命約 15 年，如果過了 15

年（分析用 20 年）以上，使用者改「以租代買」，視同「全責式保養」，如此零件都開始要壞了，對使用者有利，但電梯業者一般都不願意答應，除非「漲價」。

2. 以租代買、以單一業主較適合，公寓大廈因每年改選「委員會」，主委最多任期兩年，就比較不適合。因電梯不同於汽車，汽車以租代買很容易隨時可解約，但電梯要變更、轉移均不易，推動以租代買相對困難。

3. 針對「循環經濟」，電梯浪費有兩點：(1)電子板還在「新的」或「堪用」情況下（假設電梯使用 5 年），業主因更換不同維護廠商，因台灣慣例，舊廠商均鎖碼、鎖電子板，新廠商進來之後，將既有（好的）電子板全更新、丟棄，這是浪費。解決方案：是否學日本不能鎖碼，電子板要開放他家廠商可以購買得到。(2)鋼索的更換生命週期（一般為 12 年）與電控元件及馬達更換週期（約 20~25 年）不一致，當更換電控元件及馬達時，原則上有 50% 以上的鋼索都可以再利用。

（三）、唐委員國維

1. 廠商會評估風險並追加成本，若用此種商業模式可能增加成本。
2. 廠商在向客戶建議更換零件時，經常遇到客戶希望用到零件完全壞掉的情況，因此預防維護可能會是個改善此情況的選擇，但須再進一步探討如何推動此種服務。

會議具體建議與結論如下：

1. 本研究以智慧化建築物昇降設備創新商業模式、各生命週期階段成本分析、經濟效益資料建構之商業模式分析方法，以不同利害關係者角度進行商業模式效益探討，分析結果與產業現況趨勢一致，可進一步清楚說明細部內容供各界參考。
2. 透過實際案例進行試算與專家諮詢會議，所評估智慧化昇降設備創新商業模式，宜探討如何提高設備廠商之誘因與推動，後續可作為產業新商業模式之參考。

參考書目

中文部分

- 日商白皮書，2016，「2016 年日商白皮書」議題辦理情形。
- 內政部建築研究所，2020.01.30，「建築物昇降設備導入遠端監控技術可行性及推廣計畫」業務委託之專業服務案服務建議書。
- 內政部建築研究所，2021，建築物昇降設備遠端監控技術應用推廣計畫。
- 內政部營建署，2018.02.06，建築物昇降設備設置及檢查管理辦法。
- 李昀晟，2019，產業朝循環經濟商業模式轉型對我國資源利用及經濟之效益評估-以共享汽車為例，國立臺灣大學工學院環境工程學研究所碩士論文。
- 李清元，2001，昇降設備概要，頁 250-254。
- 吳穎強、潘文華、楊世楚、許立言、陳柏村，2003，PLC 之電梯模擬控制，逢甲大學專題論文。
- 林子渝，2015，共享經濟下的 P2P 借貸模式，《臺灣經濟研究月刊》。
- 胡文棟，2017，交通住宿共享經濟之法制因應探討，《國會季刊》，頁 70-100。
- 財務管理原理教師手冊，2022，第 7 章資本預算的技術。
- 陳佩佳，2007，大學校園建築維護修繕經費編列標準-以臺灣大學教學大樓為例，國立臺灣大學工學院土木工程學研究所碩士論文。
- 游振偉等 18 人，2018，研析荷蘭及英國循環經濟發展趨勢與推動政策，頁 17-54。
- 經濟部能源局，2016，電梯電力回生裝置節能應用技術手冊。
- 臺北市政府，2020，臺北市循環城市白皮書。
- 趙苡辰，2010，循環經濟國民所得帳之應用-以臺糖為例，國立中山大學經濟學研究所碩士論文。
- 蘇.J.，2015，共享服務關鍵成功因素之初探，中山大學企業管理學系研究所學位論文。

英文部分

- Barkai, J. 2016. *The outcome economy: How the Industrial Internet of Things is transforming every business.*
- Botsman, R. and R. J. N. Y. Rogers. 2011. *What's Mine Is Yours: The Rise of Collaborative Consumption Harper Business.*
- Chen, B., et al. 2017. *Smart factory of industry 4.0: Key technologies, application case, and challenges.*
- Gierej, S. 2017. *Techniques for designing value propositions applicable to the concept of outcome-economy.* Engineering Management in Production and Services.
- Hashemian, H. M. 2010. *State-of-the-art predictive maintenance techniques.* IEEE Transactions on Instrumentation and measurement, 60(1): p. 226-236.
- ISO 25745-1, 2012.
- ISO 25745-2, 2015.
- Marquez, A. C. and J. N. Gupta. *Contemporary maintenance management: process, framework and supporting pillars.* Omega, 2006. 34(3):313-326.
- Mitsubishi Elevator: the elevator as a service, In
<https://www.abnamro.com/en/about-abn-amro/product/mitsubishi-elevator-the-elevator-as-a-service>
- Schor, J. J. J. o. S. -G. and M. Economics. 2016. *Debating the sharing economy.* 4(3): 7-22.

智慧化建築物昇降設備創新商業模式研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02)89127890

地址：新北市新店區北新路3段200號13樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：王榮進、陳振誠、何明錦、林谷陶、張怡文、蔡侑成、
薩百瑄、崔皓淇

出版年月：111年12月

版次：第1版

ISBN：978-626-7138-73-1(平裝)